

R-07-2004

YIES Research Report

山梨県環境科学研究所研究報告書

第14号

プロジェクト研究

「山梨県の水質の地域特性とその健康影響に関する研究」

平成16年度

山梨県環境科学研究所

R-07-2004

YIES Research Report

山梨県環境科学研究所研究報告書

第14号

プロジェクト研究

「山梨県の水質の地域特性とその健康影響に関する研究」

平成16年度

山梨県環境科学研究所

はじめに

環境研究は最終的には、人間の健康や生存をより確実なものにするために行うものといえますが、そのためには生存の基盤となる自然環境の現状を把握しておくことや、現在の自然環境が出来上がるまでの過程や仕組みを明らかにしておくことが重要です。自然環境の現状を把握する調査研究は華々しい成果が出ることは必ずしも多くなく、地味な場合がほとんどです。しかしながらその重要性は、地球環境レベルでは炭酸ガス増加による地球温暖化現象の解明、フロンガス増加によるオゾン層の破壊、地域レベルでは富士山の低周波地震観測による富士山の活動状況認識などの例を考えればわかるように、これらの研究は、自然環境を長年地道に観測してきた調査研究の上に成り立っています。

水は人間の生存や健康に重要であるばかりでなく、地域の産業活動や人々の生活を支える重要な資源であることは言うまでもありません。地球全体の人口増加や食糧問題とも関連して、現在、水環境問題は世界的にもその重要性が叫ばれています。幸い山梨県は、地下水を中心として水資源に恵まれておりますが、その状況が未来永劫続くとは誰も言い切ることは出来ません。地球環境の変動とそれに伴う気候変動があれば、山梨の水環境も変化する可能性はあります。また、過剰な人間活動による自然環境への負荷が水質や水量を変化させる可能性のあることは、過去の様々な事例を考えれば明らかなです。環境への配慮を怠れば山梨もその例外とはなりません。

地域に根ざした調査研究を行う研究所として、当所が山梨の水環境に関する調査研究を行うことは、少々大げさな言い方をお許しいただければ、山梨の環境の将来や県民の生存や健康を守るためのものです。本研究報告書の成果が山梨の水環境の保全や改善に必要十分なものであるとは言えませんが、これまでの成果を記録にとどめておくことが、将来役に立つことは間違いないと確信しています。今後も当所の調査研究の成果を活用しながら、山梨の環境を守り育てていくことを目指して、県民、行政、教育者、研究者が力を知恵を出し合って協力していただけることを願っています。

平成16年10月

山梨県環境科学研究所

所長 荒牧重雄

目 次

はじめに

概要編

研究体制	1
目的	1
サブテーマ1. 山梨県の河川水、地下水の地域特性に関する調査研究	1
サブテーマ2. 水に含まれる微量元素の健康影響に関する研究	3
サブテーマ3. 衛星データを利用した湖沼の定量的水質把握に関する研究	4

本編

サブテーマ1. 山梨県の河川水、地下水の地域特性に関する調査研究

目的	7
1. 公共用水域（河川・湖沼）の水質特性	7
調査方法ならびに測定方法	7
調査結果と考察	7
2. 塩川ダム貯水池（みずがき湖）の水の特性	
ーリチウムとセシウム由来ー	42
調査方法ならびに測定方法	42
結果と考察	42
3. 富士山周辺を採水地とするミネラルウォーターの特徴	46
調査方法ならびに測定方法	46
結果と考察	46
4. 富士北麓地下水の水素安定同位体比 ーd値から推定した雪解け水の行方ー	46
調査方法ならびに測定方法	50
結果と考察	50
おわりに	52
謝辞	55
引用文献	55

サブテーマ2. 水に含まれる微量元素の健康影響に関する研究

はじめに	57
1. 富士山地下水濃縮液による検討	57
1-1. 研究の目的	57
1-2. 実験方法	57
1-2-1. 動物および投与方法	57
1-2-2. 富士山地下水濃縮液中の微量元素量の測定	58
1-2-3. 各種測定法	58
1-3. 結果と考察	58
1-4. まとめ	63
2. 経口糖尿病薬とバナジウムの併用効果に関する検討	63
2-1. 研究の目的	63
2-2 実験方法	63
2-2-1. バナジウム水溶液とグリベンクラミトとの併用実験	63
2-2-1-(1) 単回投与実験	63
2-2-1-(2) 反復投与実験	63
2-2-2. バナジウム水溶液とブホルミンとの併用実験（反復投与）	63

2-2-3. 地下水中バナジウムの化学形態分析	64
2-2-4. 各種測定法	64
2-3. 結果と考察	64
2-3-1. バナジウム水溶液とグリベンクラミトとの併用実験	64
2-3-1-(1) 単回投与実験	64
2-3-1-(2) 反復投与実験	68
2-3-2. バナジウム水溶液とプホルミンとの併用実験	72
2-4. まとめ	74
引用文献	75
参考資料・出版物	76
学会発表	76

サブテーマ3. 衛星データを利用した湖沼の定量的水質把握に関する研究

1.はじめに	77
1-1 湖沼のリモートセンシングの重要性	77
1-2 リモートセンシングについて	77
1-3 研究概要	77
2. ランドサット7号衛星観測データによる定量的水質分布図の作成	78
2-1 ランドサット7号ETM+センサについて	78
2-2 ETM+データによる定量的水質分布図の作成	78
3. テラ衛星ASTERセンサによる富士五湖の観測	85
3-1 テラ衛星ASTERセンサについて	85
4. 放射観測データと無機性懸濁物質の定量評価	86
4-1 対象水域の観測及び分析方法	86
4-2 放射観測からの反射率の導出	87
4-2-1 放射輝度・放射照度の測定	87
4-2-2 放射観測からのリモートセンシング反射率の導出	88
4-3 光学モデルによる反射率の導出	89
4-3-1 蛍光法によるクロロフィル-a濃度の測定	89
4-3-2 QFT法によるプランクトン吸光係数の測定	90
4-3-3 SSの測定	91
4-3-4 無機性懸濁物質、有機性懸濁物質の測定	91
4-3-5 CDOMの測定	92
4-3-6 無機性懸濁物質の吸光係数の測定	92
4-3-7 光学モデルによる反射率の導出	92
4-4 放射観測から導出した反射率	93
4-4-1 水面直下の上向き放射輝度および下向き放射輝度の導出	93
4-4-2 放射測定からの反射率の導出結果	93
4-5 水質の分析及び光学特性の測定	93
4-5-1 クロロフィル-a濃度の測定結果	93
4-5-2 植物プランクトン吸光係数の測定結果	93
4-5-3 SS、有機性懸濁物質、無機性懸濁物質の測定結果	96
4-5-4 CDOMの測定結果	99
4-5-5 無機性懸濁物質の吸光係数の測定結果	101
4-6 放射測定からの実測値の反射率と光学モデルの反射率の比較	101
4-7 結果の考察	103
5.まとめ	108
参考文献	109

概 要 編

プロジェクト研究の概要

研究テーマ

「山梨県の水質の地域特性とその健康影響に関する研究」

研究期間

平成13～15年度（3年間）

研究体制

山梨県環境科学研究所

環境生化学研究室

研究管理幹	瀬子 義幸
研 究 員	長谷川達也
助 手	小林 仁美

環境計画学研究室

特別研究員	宮崎 忠国
研 究 員	杉田 幹夫
助 手	佐藤 美紀

山梨大学

助 教 授	風間ふたば
助 手	小林 拓

目的

水資源は人の健康とくらし、ならびに産業活動にとって欠くことの出来ない重要なものである。その質と量は、気候変動や人間活動の影響を受けて、常に変動する可能性がある。そのため、水資源の現状と水質や量を決定する環境要因を明らかにする調査研究は常に必要とされている。また、水質の良し悪しは健康や快適感に直結するため、良質な飲料水や水辺環境が求められている。本研究では、山梨県にとって重要な水資源の現状を把握すると共に、リモートセンシングを用いた新しい広域水質分析法を開発すること、ならびに水に含まれる微量成分の健康影響を明らかにすることを目的としている。

サブテーマ1：

山梨県の河川水、地下水の地域特性に関する調査研究
環境生化学研究室
環境計画学研究室
山梨大学

1) 研究目的

我々はこれまで、山梨県内の地下水に含まれる微量元素等を高感度多元素同時分析装置等を用いて分析することにより、これまで知られていなかった、水質に地域特性のあることを明らかにしてきた。本研究では、公共用水域（河川・湖沼）の水を同様に分析することにより、山梨県内の主要河川と湖の水質の特徴を微量元素の側面から明らかにすると共に、地下水と河川水の関連性も解析する。また、微量元素バナジウムを他の地域より多く含むことによって最近注目されている富士山地下水につ

いても、ミネラルウォーターの分析や水中水素安定同位体比の分析を行うことにより、特徴の詳細を調べた。

2) 研究の成果

①公共用水域（河川・湖沼）の水質特性

2003年11月～2004年3月にかけて、山梨県内の公共用水域の水を毎月採取し、微量元素、ミネラル等を分析した。バナジウムは富士山周辺の地下水に多く含まれているが、富士北麓地域を源流とする桂川の水にも、従来から報告されているようにバナジウムが他の河川より多く含まれていた（30 $\mu\text{g/L}$ 前後）（図1-a）。富士川の河川水は、山梨県内の採水地点ではバナジウム濃度は低かったが（2 $\mu\text{g/L}$ 前後）、下流の静岡県内の北松野や富士川橋では、14 $\mu\text{g/L}$ 前後の値を示した。山梨県内を流れている富士川には富士山由来の地下水が流入する可能性はないが、静岡県内では富士川に富士山由来の地下水が流入することによるものと思われる。

我々はこれまでの研究で、釜無川周辺の峡北地域の地下水にはルビジウムが比較的多く含まれていることを報告しているが、河川水でもルビジウム濃度が最も高かったのは釜無川で、ついで笛吹川が合流した後の富士川であった（図1-c）。我々は甲府盆地及びその周辺の地下水のタングステンやウランの濃度が他の地域より高いことも既に報告しているが、河川水でもこれらの地域のタングステンやウラン濃度が比較的高いことが明らかとなった（図1-b, d）。ただし、タングstenは、笛吹川～富士川にかけて高く、ウランは釜無川～富士川にかけて高いことが明らかとなり、両元素の濃度は水系によって異なっている事がわかった。

②塩川ダム貯水池（みずがき湖）の水の特性 –リチウムとセシウムの由来–

公共用水域の微量元素を分析した結果、リチウムとセシウム濃度は、塩川ダム貯水池が最も高いことが明らかとなった（それぞれ約2 $\mu\text{g/L}$ 、約25 $\mu\text{g/L}$ ）。塩川ダム貯水池の近傍にあり、湖に流入している「ヨシャーの湯」の分析をしたところ、両元素とも湖水の約100倍の濃度が検出された。このことから、塩川ダム貯水池のリチウムとセシウムは少なくともその一部はヨシャーの湯に由来しているものと考えられた。塩川ダムの水系以外では、リチウムとセシウムの濃度は低いため、塩川ダム貯水池の水は塩川を下って富士川に到達するまでの過程で、合流する河川の水によって希釈され、両元素の濃度は順次低下していった。これらの結果から、リチウムとセシウムは塩川ダム貯水池の水の行方を調べるためのトレーサーとして使えるものと考えられた。

③富士山周辺を採水地とするミネラルウォーターの特徴

採水地が富士山周辺となっているミネラルウォーターならびにバナジウムを比較的多く含有する市販のミネラル

ウォーターについて、微量元素濃度と陰イオン濃度の分析を行った。採水地の標高が高いと考えられる富士吉田市の水では、塩化物イオン、硝酸イオン、硫酸イオンの各濃度が低い傾向が認められた。バナジウム含有水として販売されているミネラルウォーターに含まれるバナジウム濃度は約40～130 $\mu\text{g/L}$ で3倍程度の違いであるが、その他の成分（塩化物イオン、硫酸イオン、硝酸イオン等）については10倍以上の違いも認められた。

④富士北麓地下水の水素安定同位体比 -d値から推定した雪解け水の行方-

地下水の調査研究では、地下水の流動や由来を推定することが重要なテーマの1つである。水質から流動を推定する場合には水質データから求めるヘキサダイアグラムなどが用いられるが、地形の標高差が大きい地域では、水中酸素水素安定同位体比の測定が水の由来を推定するためには有用である。我々はこれまで、富士北麓地域の地下水について水中酸素安定同位体比（ $\delta^{18}\text{O}$ ）の測定を行って、富士北麓地域内でも場所による違いを明ら

かにしてきたが、本研究では水素安定同位体（ δD ）を測定することにより、新たな知見を得たので報告する。

δD と $\delta^{18}\text{O}$ との相関関係を見たところ、大部分のデータはCraigの天水線（ δD と $\delta^{18}\text{O}$ の関係を示す直線）近傍にプロットされたが、一部の試料のデータは大きくはずれた。各試料についてCraigの天水線からはずれる程度を見るためにd値を計算し、このd値を地図上のプロットしたところ、d値の大きな試料はほとんどが富士山の斜面上の採水地であった（図2）。夏場に太平洋側から来る気団と比較すると、冬場に日本海側から来る気団（シベリア気団）のd値は大きいことが知られている。シベリア気団は富士山に雪を降らせる可能性を考えると、d値の大きな地下水は富士山の雪解け水を相対的に多く含む水であるとも考えることも出来る。但し、30%以上のd値が非常に大きい試料があることなどから、シベリア気団のみでは説明できないとの異論もあり、d値の大きい地下水が得られる機構の詳細については、更なる調査研究が必要である。

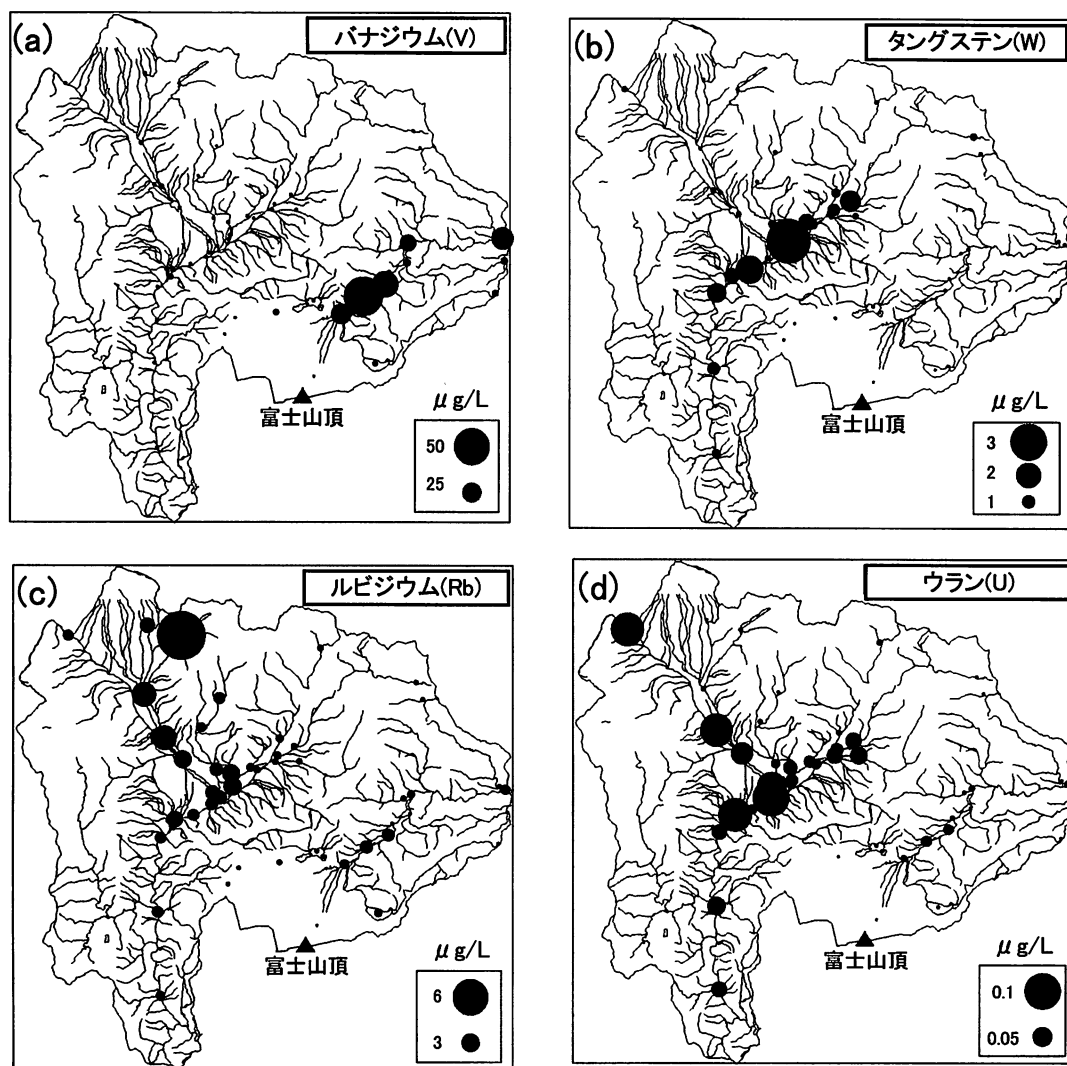


図1 公共用水域（河川・湖沼）の微量元素濃度：バナジウム、タングステン、ルビジウム、ウラン（2003年11月～2004年3月、5回の測定の平均）

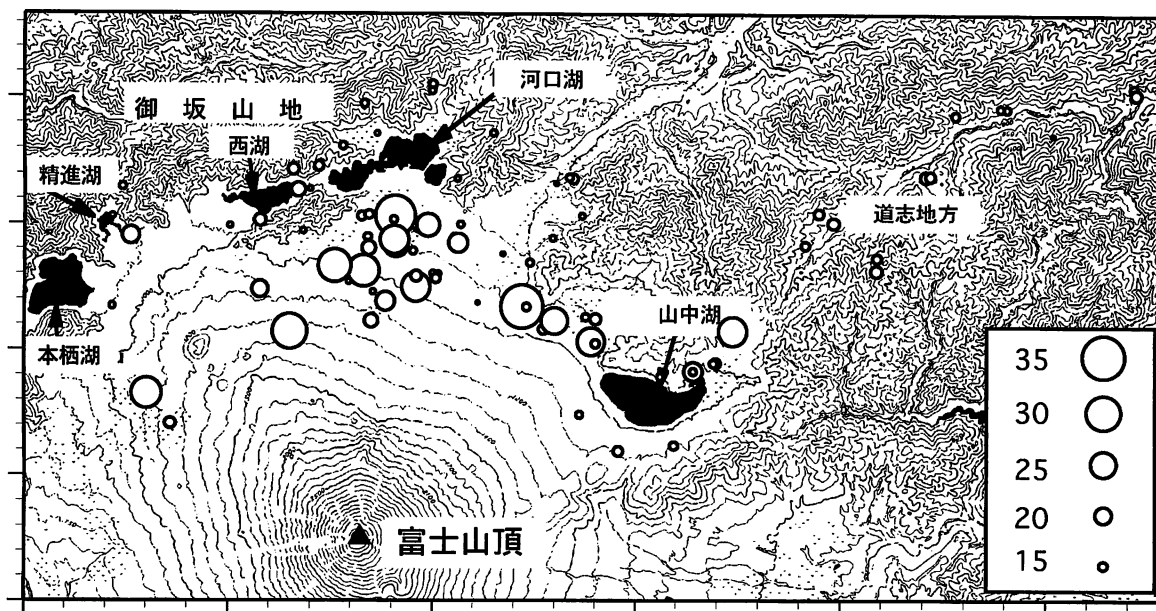


図2 富士北麓地域およびその周辺の地下水の特性：d値（‰）（1998年5月採水の試料）

d値： $\delta^{18}\text{O}$ と δD の関係式（ $\delta\text{D} = 8 \times \delta^{18}\text{O} + \text{K}$ ）のKに相当する値を、各サンプルについて計算したもの。d値が10以下のデータはプロットとして表記されない。

サブテーマ2：

水に含まれる微量元素の健康影響に関する研究

環境生化学研究室

1) 研究目的

富士山地下水には他の地域より高い濃度の微量元素バナジウムが含まれている。また、バナジウムは薬として大量に投与した場合、糖尿病動物や糖尿病患者の血糖値を改善することが報告されている。そのめ、富士山地下水による糖尿病の高血糖改善効果が期待されているが、薬として実験的に用いられているバナジウム量と比較すると富士山地下水に含まれるバナジウム濃度は僅かである。しかし、最近、富士山地下水に含まれる低濃度のバナジウムが糖代謝や脂質代謝を変化させる可能性を示唆する報告が行われた。これらの研究は人を用いた実験であるため、その再現性を追試すべきであり、富士山地下水の健康影響の有無に関して明快な結論を得るため様々な角度からの研究が必要となっている。

このような状況の中、本研究では、①富士山地下水を濃縮してバナジウム濃度を高めた水について、糖尿病マウスに対する影響を検証すると共に、②糖尿病治療薬とバナジウムを併用した場合に糖尿病治療薬の効果が増強されるか否かを検証するための動物実験を行った。

2) 研究成果

①富士山地下水濃縮液による検証

蒸留水投与群を対照群として、富士山地下水ならびに濃縮液（3倍、5倍）をインスリン非依存型遺伝的糖尿病マウスKK-A^yに飲料水として13週間与えたが、血糖値の改善効果は認められなかった。しかし、5倍濃縮液を与

えた群では、臓器中バナジウム濃度の増加と血漿中の中性脂肪濃度の僅かな減少が認められた（図3）。糖尿病マウスの血糖値を改善するには、富士山地下水の約1000倍の濃度のバナジウムが必要であるが、5倍程度の濃縮液で中性脂肪濃度が僅かながら低下したことは、比較的低濃度のバナジウムに何らかの生物学的影響のある可能性を示唆している。

②経口糖尿病薬とバナジウムの併用効果に関する検討

インスリン非依存型遺伝的糖尿病マウスKK-A^yを用いて、2種類の経口糖尿病治療薬（グリベンクラミド、ブホルミン）について、それぞれバナジウム併用投与による作用増強の有無を検討した。1 mg/Lのバナジウム溶液を飲料水として5～10週間与えた後に、経口糖尿病治療薬を単回投与あるいは反復投与したが、何れの実験条件でもバナジウム投与の効果は認められなかった。糖尿病患者がバナジウム水を飲む場合、糖尿病治療薬と一緒に飲むことも考えられるが、今回用いた実験条件ではバナジウム併用の効果は認められず、糖尿病患者のバナジウム水飲用の効果を期待させる結果とはならなかった。

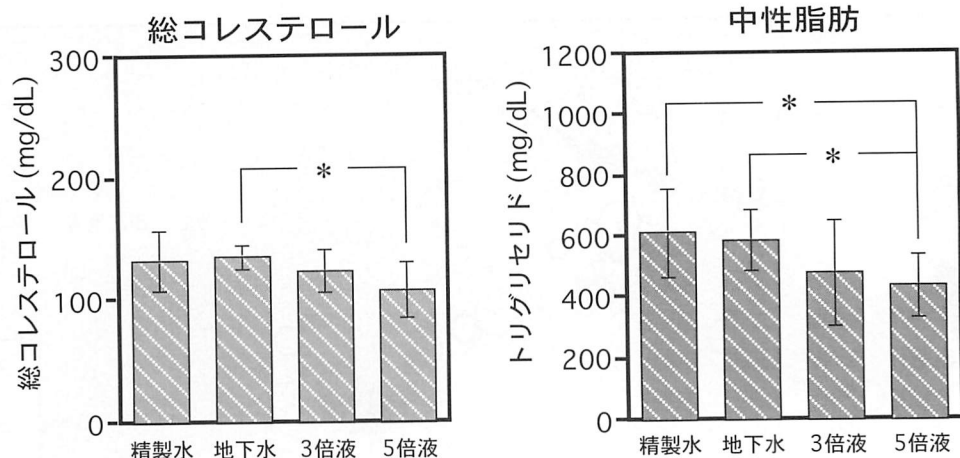


図3 富士山地下水濃縮液を与えて飼育した動物の総コレステロールおよび中性脂肪。

平均±標準偏差 (n=5) . *p<0.05

サブテーマ3.

衛星データを利用した湖沼の定量的水質把握に関する研究

環境計画学研究室

山梨大学

1) 研究目的

河川や湖沼などの水資源は、飲料水や農工業用水としての利用だけでなく、動植物の生態系を決定するものとしても重要である。このような水環境を保全するためには対象水域の広範囲にわたる定期的な反復観測が必要である。しかしながら、人手による採水・分析には限界がある。これに対し、広範囲の汚染状況や一次生産量の分布などを二次元的なデータとして得ることが可能なりモートセンシングが有効な手段として考えられている。リモートセンシングは、現在では船舶での実観測同様、重要な測定法の一つとして注目されている。本研究では、衛星観測データを用いた湖沼水質監視技術について調査研究を行った。

2) 研究成果

①ランドサット7号衛星観測データによる定量的水質分布図の作成

人工衛星が観測した面的なデータを定期的に入手することで、水質汚濁分布の把握や汚染の変化を定性的に知ることではできるが、湖沼の水質を定量的に計測するためには人工衛星の上空通過に合わせて湖面上で水質調査を行い、衛星データと水質データとの関連を求め、湖沼全域の定量的な水質分布図を作成する手法の開発が必要となるため、本サブテーマでは人工衛星リモートセンシングを用いて富士五湖の水質を定量的に把握する手法の開発を目的とした。

2002年11月5日に河口湖および山中湖において、人工衛星ランドサット7号の上空通過に合わせて水質調査を

行った。水質調査は、河口湖、山中湖の各々10地点で、水温、透明度、浮遊懸濁物(SS)、クロロフィル-aおよびGPS計測による緯度、経度データを収集した。

定量的水質計測手法の開発のために、湖上で実測した水質データと人工衛星データとの回帰分析を行い、ランドサット7号EMT+センサ観測データから水質を推定するモデルを構成した。この結果、透明度およびSSについては河口湖においても山中湖においても衛星データとの有意な相関は認められず、衛星観測データからの推定モデルを構成できなかった。クロロフィル-aについては、河口湖では(バンド7/バンド1)との組み合わせ、山中湖では(バンド2/バンド4)との組み合わせで相関が最も高かった。上記の組み合わせを用いて、クロロフィル-a推定式を構成し、クロロフィル-a分布図を作成した(図4、河口湖; 図5、山中湖)。河口湖の範囲で特徴的なクロロフィル-a分布パターンは観測されなかった。河口湖西部の一部が雲に覆われていることから、衛星観測時には河口湖全域にわたって水蒸気量が多い大気状態になっていたことが推察される。このほか、湖面の波による影響をはじめ様々な影響が、クロロフィル-a濃度の正確な濃淡分布を観測できないほど大きかったと考えられる。山中湖については、その中央部が周辺部に比べてクロロフィル-a濃度が低い傾向の分布を示した。

②テラ衛星ASTERセンサによる富士五湖の観測

平成14年度に観測データを使用したランドサット7号は、2003年5月31日に発生した衛星センサ不具合のため、当初予定していた平成15年度の衛星同期観測実験での利用が不可能となった。このため、代替手段としてテラ衛星搭載のASTERセンサを利用して、衛星同期観測実験を計画した。

ASTERセンサは、複数ユーザもしくは機関からの観測要求に基づいてデータを取得している。このためASTER

センサは、観測要求を出しても、それが他の優先度の高い観測要求と重複している場合には、要求通りに撮像してもらえない可能性がある。2003年10月23日の山中湖観測時は、他の優先度の高い観測要求との調整の結果、富士北麓の大部分が撮像されたものの、同期観測実験の対

象であった山中湖が観測範囲から外れる結果となった。また、2003年11月8日観測の本栖湖については、同期観測実施日の天候が悪くTERRA衛星ASTERセンサ観測画像の本栖湖上空を雲が覆っていた。このため、テラ衛星との同期観測による富士五湖の観測を行うことが出来な

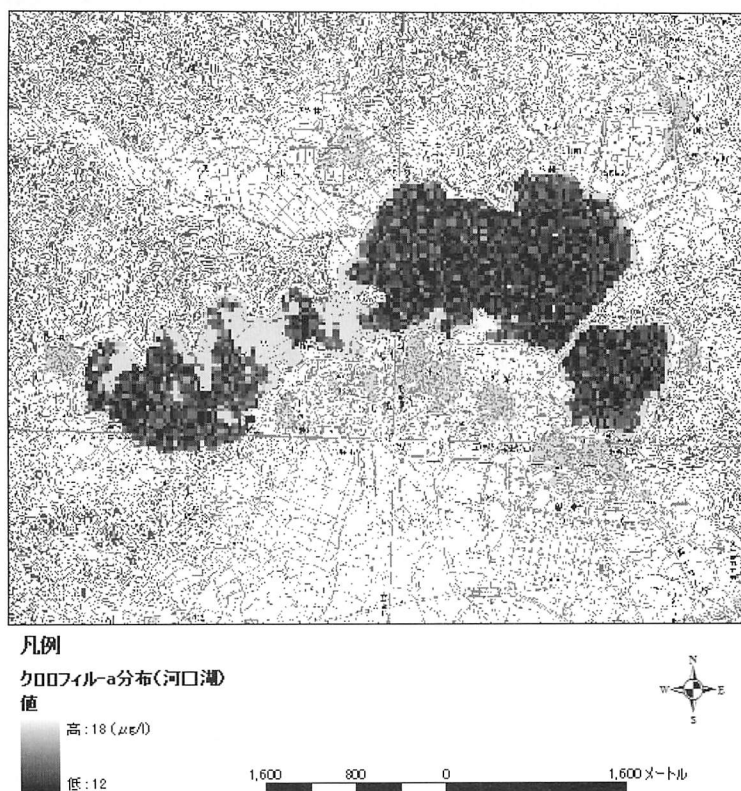


図4 クロロフィル-a分布図 (河口湖、2002年11月5日)

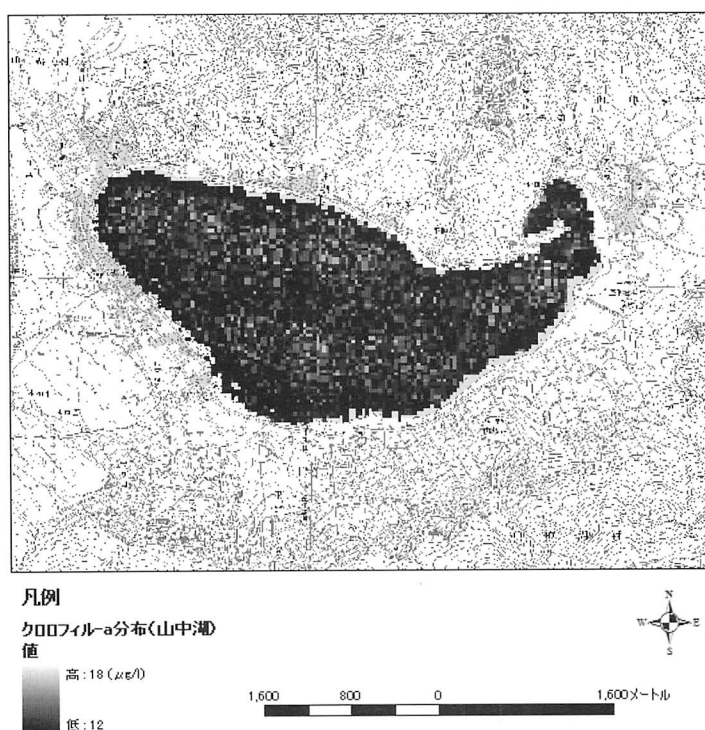


図5 クロロフィル-a分布図 (山中湖、2002年11月5日)

かった。

③放射観測データと無機性懸濁物質の定量評価

懸濁物質は、有機性懸濁物質と無機性懸濁物質によって構成されている。この2つの光学的特性は大きく異なっている。本研究では懸濁物質を有機性懸濁物質と無機性懸濁物質に分け、それらの光学的特性による水域への影響を検討する事を目的とした。そのため、本研究では、人的影響が大きいと考えられる山中湖と千代田湖、比較的透明度が高いと考えられる本栖湖を対象水域として観測を行った。

放射測定による実測値の反射率と水質の分析による光学特性の反射率の比較を行った結果、以下のような知見が得られた。千代田湖の反射率結果の比較では、光学モデル反射率と、実測値における反射率の挙動が非常に似ていた。しかし、他の千代田湖観測では、それぞれ光学

モデルとはピークの値が異なるなど挙動にずれが生じる結果となった。この傾向とSSの中に占める無機性懸濁物質に相関があったため、無機性懸濁物の散乱による影響を光学モデル式が網羅しておらず、それによって実測値の反射率と光学モデルの反射率の間に差が生じたと考えられる。

以上のことから、懸濁度の高い水域では無機性懸濁物質の光学特性による影響が比較的大きいと判断されるので、本研究で使用した光学モデル式を高い懸濁度の水域に適応させるには、無機性懸濁物の後方散乱係数を求める必要がある。そのため、様々な水域で観測を実施すると同時に対象水域の光学的特性とそれに含まれる無機性懸濁物質の散乱特性を把握する必要があることが明らかになった。

本 編

山梨県の河川水、地下水の地域特性に関する調査研究

瀬子義幸、長谷川達也、小林仁美（環境生化学研究室）

杉田幹夫（環境計画学研究室）

風間ふたば（山梨大学）

目的

我々はこれまで、山梨県内の地下水について微量元素などの分析を通じて地域特性を明らかにしてきた（瀬子ほか、2004a）。本研究では、これまで手がけてこなかった河川水、湖沼水について微量元素等の分析を行い、水質汚濁防止法等の法律に定められた水質分析とは異なる観点から、山梨県の水環境の現状の一端を明らかにすることを目的の1つとしている。また、最近、富士山地下水のバナジウムの健康影響の有無が問題となっているが（瀬子・長谷川、2004）、富士山周辺を採水地としているミネラルウォーターやバナジウムを多く含むミネラルウォーターの成分分析も行った。さらに、富士山地下水の由来を推定するため、水中水素安定同位体比の測定を行い、データを解析した。

1. 公共用水域（河川・湖沼）の水質特性

調査方法ならびに測定方法

採水：2003年11月から2004年3月までの5ヶ月間、委託による採水を行った。採水地点は、山梨県大気水質保全課、国土交通省甲府事務所、ならびに甲府市が毎月行っている公共用水域の調査地点で、合計54ヵ所である（図1）。県大気水質保全課と国土交通省の調査地点は（株）山梨県環境科学検査センターが、また、甲府市の調査地点については甲府市の担当職員が、それぞれ午前中に採水を行った。河川水および湖水を、あらかじめ希硝酸と蒸留水で洗浄した500mlのポリプロピレン製容器に採取した。これらを冷蔵の宅配便で採水日に環境科学研究所宛に発送してもらい、宅配便到着後、試料の前処理と各種の測定を行った。

試料の処理：試料が到着後、1日以内に0.45ミクロンのニトロセルロース製フィルターで吸引濾過した。ろ液について、各種微量元素、主要陰イオン、ミネラル類、水中水素安定同位体比等を測定した。

微量元素測定：試料9mlに、6.1%の高純度硝酸（電子工業用）ならびに内標準元素（スカンジウム [Sc]、イットリウム [Y]、インジウム [In]、ビスマス [Bi]）100 $\mu\text{g/L}$ を含む溶液を1ml添加し、これを測定用試料と

した。測定用試料は室温保存とし、採水日から2週間以内に、ICP-質量分析計（ICP-MS、HP-4500、横河アナリティカルシステムズ社）を用いて内標準法で微量元素の分析を行った。ブランク試料は超純水（ミリQICP-MS、日本ミリポア（株））に同様に硝酸と内標準元素を加えたものを用いた。また、比較的高濃度に存在するナトリウム、カリウム、マグネシウム、カルシウム、ケイ素については、高純度硝酸0.61%を添加した試料水をICP発光分光分析計（セイコー電子、SPS-4000）でも測定した。

主要陰イオンの測定：イオンクロマトグラフィー（日本ダイオネクス社製 DX-500、AS-12Aカラム）の装置を用いた。濾過した試料は4℃に保存し、原則として採水から4日以内に分析を行った。

水中水素安定同位体比の測定：元素分析計中でクロミウム触媒により水を分解して水素ガスにする方式を前処理法として用い、Micromass社製安定同位体比質量分析計（Isoprime）で水中水素安定同位体比を測定した。標準サンプルには、NISTから購入したVSMOW とGISPを用いた。

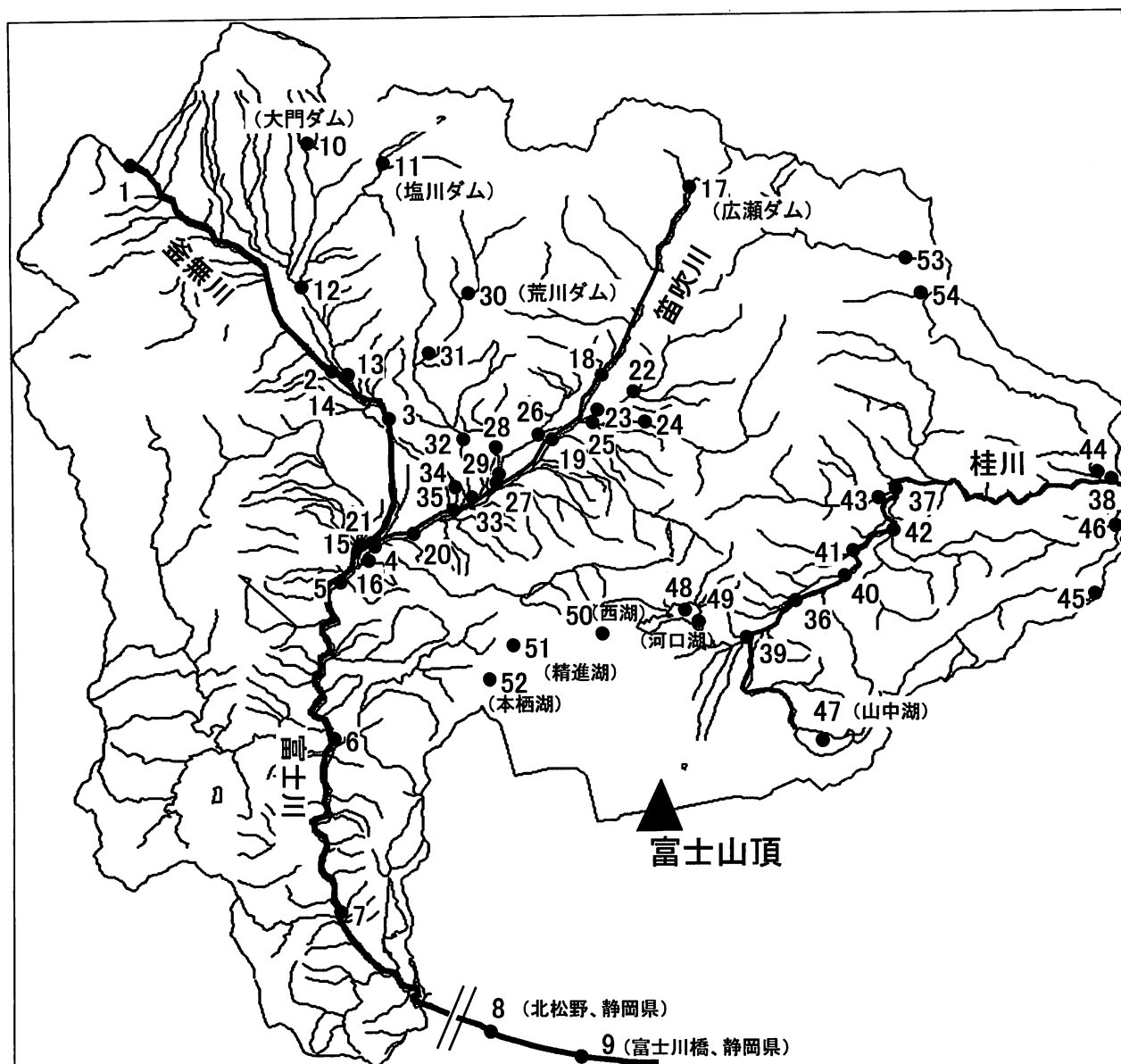
結果と考察

微量元素の測定

ICP-質量分析計で測定した59元素の測定結果を、表1～4に示す。表1には比較的高い濃度で検出されるアルカリ金属、アルカリ土類金属、遷移金属のデータを示してある。表2には、ランタン系列とアクチノイド系列の元素の測定結果を示してあるが、この系列の元素はウラン以外はほとんど検出されなかった。表3はそれ以外の元素で、やはりほとんど検出されなかったものを示してある。標準液がない元素は測定のカウントを示した。

各元素の検出下限や定量下限は計算していないが、試料のデータを評価する場合に参考とするため、超純水を6回測定したときのデータを表の下に示した。

表5はICP発光分光分析計によるナトリウム、カリウム、マグネシウム、カルシウム、ケイ素の測定結果で、表6はイオンクロマトグラフィーによる陰イオン類の測定結果と、2004年2月採水試料について測定した水中水素安定同位体比である。



測定結果のうち、ブランク試料（超純水）の測定値と比較して値の大きい元素について、5回（2003年11月～2004年3月）の平均値を地図上にプロットした（図2～8）。

図2には、これまでの我々が山梨県内で行った地下水中微量元素調査（瀬子・長谷川、1998；瀬子ほか1999、瀬子ほか、2004a）で地域差の認められたバナジウム、タングステン、ルビジウム、ウランについて、河川水・湖水中濃度を示してある。富士山地下水には、他の地域より高い濃度のバナジウムが含まれていることについては多くの報告があるが、これが河川水にも反映し、富士北麓を源流とする桂川の水にも他の河川より高い濃度のバナジウムが含まれていることも既に報告されている（岡部・森永、1968；岡部ほか、1981；塚本ほか、1990；Tsukamoto et al., 1990；塚本、1994；岩下ほか、1994；酒井ほか、1994；Sakai et al., 1997；Hamada,

1998；奥水ほか、1998；瀬子・長谷川、1998；瀬子ほか、1999, 2004a, 2004b；塚本、2002）。我々の今回の調査結果でも、桂川水系（約20～約50 $\mu\text{g/L}$ ）では県内の他の河川（1～2 $\mu\text{g/L}$ 前後がほとんど）より明らかに高い濃度のバナジウムが認めれた（図2-a）。山梨県内の富士川の採水地点のバナジウム濃度は2 $\mu\text{g/L}$ 前後と低値であるが、下流の北松野、富士川橋（何れも静岡県内）では、約14 $\mu\text{g/L}$ に増加している。この2地点は、富士山の南斜面の延長上にあるため、富士山の玄武岩層を通過した地下水が合流しているのであろう。

河川のタングステン濃度は、笛吹川水系から富士川にかけて高かった(図2-b)。地下水中のタングステン濃度は甲府盆地とその周辺で他の地域より高い傾向があったが(瀬子ほか1999、瀬子ほか、2004a)、河川のデータから考えると、タングステン濃度の高い地下水が主に笛吹川に流入している可能性が考えられる。

表1-1 ICP質量分析計による公共用水域の微量元素測定結果
(アルカリ金属、アルカリ土類金属、遷移金属等) [採水：2003年～2004年]

水系名	流域名	水域名	採水地点番号	採水地点名	リチウム (7 Li) $\mu\text{g/L}$						ベリリウム (9 Be) $\mu\text{g/L}$						
					11月	12月	1月	2月	3月	平均	11月	12月	1月	2月	3月	平均	
富士川	富士川	富士川(1)	1	国界橋	0.38	0.35	0.39	0.21	0.38	0.34	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
富士川	富士川	富士川(1)	2	船山橋	1.33	1.29	1.28	0.98	2.03	1.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
富士川	富士川	富士川(2)	3	信玄橋	6.62	5.00	4.60	4.43	7.19	5.57	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
富士川	富士川	富士川(2)	4	三郡西橋	5.88	4.95	4.49	4.14	6.63	5.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
富士川	富士川	富士川(3)	5	富士橋	1.35	1.74	2.14	1.98	3.51	2.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
富士川	富士川	富士川(4)	6	富山橋	2.81	2.83	2.27	2.02	3.42	2.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
富士川	富士川	富士川(4)	7	南部橋	2.03	2.30	1.52	1.28	1.99	1.83	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01	0.00	
富士川	富士川	富士川 (静岡県)	8	北松野	1.66	1.69	0.71	0.51	0.82	1.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
富士川	富士川	富士川 (静岡県)	9	富士川橋	1.62	1.53	0.78	0.54	0.89	1.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
富士川	富士川	太門川	10	太門ダム	0.90	0.91	0.86	0.72	0.97	0.87	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
富士川	富士川	塩川	11	塩川ダム	37.61	31.36	48.37	41.98	73.76	46.62	0.01	0.02	0.01	0.02	0.01	0.02	
富士川	富士川	塩川	12	藤井堰	15.02	12.69	13.95	12.65	20.44	14.95	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	
富士川	富士川	塩川	13	塩川橋	14.78	12.55	12.61	11.67	18.65	14.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
富士川	富士川	黒沢川	14	黒沢川流末	9.59	8.20	10.40	8.66	16.69	10.71	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
富士川	富士川	滝沢川	15	新大橋	0.79	0.57	0.65	0.49	1.14	0.73	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
富士川	富士川	市川大門	16	鳴沢川	0.16	0.43	0.10	0.02	0.20	0.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
富士川	笛吹川	笛吹川上流	17	広瀬ダム	0.27	0.27	0.26	0.81	1.24	0.57	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	
富士川	笛吹川	笛吹川上流	18	亀甲橋	0.50	0.59	0.63	0.67	1.05	0.69	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
富士川	笛吹川	笛吹川下流	19	鶴飼橋	0.52	0.60	0.61	0.50	0.86	0.62	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
富士川	笛吹川	笛吹川下流	20	桃林橋	1.97	2.17	1.68	1.52	2.87	2.04	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01	0.00	
富士川	笛吹川	笛吹川下流	21	三郡東橋	2.30	2.45	2.59	2.10	3.41	2.57	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01	0.00	
富士川	笛吹川	重川	22	千野橋	0.54	0.39	0.54	0.52	0.67	0.53	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01	0.00	
富士川	笛吹川	重川	23	重川橋	0.66	0.66	0.71	0.60	1.03	0.73	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
富士川	笛吹川	日川	24	葡萄橋	0.73	0.78	0.63	0.44	0.74	0.66	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
富士川	笛吹川	日川	25	日川橋	0.66	0.63	0.57	0.41	0.68	0.59	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01	0.00	
富士川	笛吹川	平等川	26	平等橋	1.84	1.62	0.78	2.45	7.02	2.74	0.00	0.01	0.00	0.01	-0.01	0.00	
富士川	笛吹川	平等川	27	平等川流末	3.11	3.00	4.20	3.93	5.87	4.02	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01	0.00	
富士川	笛吹川	濁川	28	砂田橋	2.00	1.50	4.80	4.35	8.64	4.26	0.00	0.00	0.00	0.01	-0.01	0.00	
富士川	笛吹川	濁川	29	濁川橋	2.00	1.67	3.94	3.06	3.81	2.90	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01	0.00	
富士川	笛吹川	荒川上流	30	荒川ダム	1.38	1.36	1.30	0.89	1.21	1.23	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01	0.00	
富士川	笛吹川	荒川上流	31	桜橋	1.44	1.41	1.51	1.25	1.83	1.49	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
富士川	笛吹川	荒川下流	32	千秋橋	3.06	2.38	5.51	5.23	7.53	4.74	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
富士川	笛吹川	荒川下流	33	二川橋	3.22	2.54	4.68	4.05	5.24	3.95	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	
富士川	笛吹川	鎌田川	34	高室橋	4.37	4.54	5.01	4.11	5.68	4.74	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01	0.00	
富士川	笛吹川	鎌田川	35	鎌田川流末	3.09	3.00	3.49	2.84	4.10	3.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
相模川	相模川	相模川上流(1)	36	富士見橋	0.27	0.23	0.25	0.20	0.28	0.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
相模川	相模川	相模川上流(2)	37	大月橋	0.13	0.17	0.14	0.11	0.20	0.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
相模川	相模川	相模川上流(2)	38	桂川橋	0.35	0.45	0.33	0.25	0.40	0.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
相模川	相模川	宮川	39	昭和橋	0.39	0.08	0.31	0.29	0.15	0.25	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
相模川	相模川	柄杓流川	40	柄杓流川流末	0.24	0.23	0.23	0.23	0.27	0.24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
相模川	相模川	大幡川	41	大幡川流末	0.11	0.18	0.11	0.08	0.06	0.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
相模川	相模川	朝日川	42	落合橋	0.06	0.03	0.07	0.05	0.02	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
相模川	相模川	笹子川	43	西方寺橋	0.57	0.47	0.49	0.43	0.67	0.53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
相模川	相模川	鶴川	44	鶴川橋	1.25	1.44	1.10	0.91	1.56	1.25	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
相模川	相模川	道志川	45	道志川流末	0.06	0.02	0.06	0.00	0.04	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
相模川	相模川	秋山川	46	秋山川流末	0.07	0.03	0.08	0.03	0.06	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
相模川	富士五湖	山中湖	47	山中湖湖心	0.06	0.04	0.07	0.01	0.04	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01	0.00	
相模川	富士五湖	河口湖	48	河口湖湖心	0.05	0.03	0.06	0.08	0.01	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
相模川	富士五湖	河口湖	49	河口湖船津	0.06	0.03	0.05	0.06	-0.01	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
相模川	富士五湖	西湖	50	西湖湖心	0.01	0.12	0.12	0.05	0.11	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
相模川	富士五湖	精進湖	51	精進湖湖心	-0.01	0.03	0.05	-0.01	0.06	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
相模川	富士五湖	本栖湖	52	本栖湖湖心	-0.01	0.04	0.05	-0.02	0.05	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
多摩川	多摩川	多摩川上流(1)	53	下保之瀬橋	0.46	0.43	0.38	0.33	0.71	0.46	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
多摩川	多摩川	小菅川	54	小菅川流末	0.93	0.67	0.73	0.55	1.13	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			55	ミリQ-1	0.02	0.00	0.07	-0.05	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01	0.00	
			56	ミリQ-2	0.01	0.00	0.04	-0.04	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01	0.00	
			57	ミリQ-3	0.01	0.00	0.04	-0.03	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
			58	ICP-MS水-1	0.01	0.00	0.04	-0.04	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01	0.00	
			59	ICP-MS水-2	0.01	0.00	0.03	-0.04	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01	0.00
			60	ICP-MS水-3	0.01	0.00	0.03	-0.03	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01	0.00	

表1-2 ICP質量分析計による公共用水域の微量元素測定結果
(アルカリ金属、アルカリ土類金属、遷移金属等) [採水：2003年～2004年]

採水地点番号	採水地点名	マグネシウム (24 Mg) $\mu\text{g/L}$						アルミニウム (27 Al) $\mu\text{g/L}$						カルシウム (43 Ca) $\mu\text{g/L}$					
		11月	12月	1月	2月	3月	平均	11月	12月	1月	2月	3月	平均	11月	12月	1月	2月	3月	平均
1	国界橋	2,273	2,086	1,860	1,943	2,704	2,173	6.0	12.3	4.5	4.6	7.9	7.1	10,645	9,912	12,370	9,871	13,926	11,345
2	船山橋	2,378	2,470	1,987	2,094	2,930	2,372	12.6	14.7	6.4	5.6	10.3	9.9	7,656	7,564	8,470	7,175	9,828	8,138
3	信玄橋	2,608	2,553	2,203	2,426	3,298	2,618	24.8	13.1	5.5	5.5	14.0	12.6	7,109	6,842	8,060	6,852	9,585	7,690
4	三郡西橋	2,754	2,903	2,581	2,784	3,543	2,913	30.1	13.2	6.2	6.3	15.1	14.2	7,562	7,686	9,575	8,088	10,649	8,712
5	富士橋	3,639	3,686	3,459	3,855	4,881	3,904	17.2	12.3	6.3	7.1	10.8	10.7	7,833	7,434	9,841	8,715	11,368	9,038
6	富土橋	3,603	3,608	3,513	3,961	5,067	3,950	14.8	14.4	7.0	8.6	12.1	11.4	10,649	10,378	11,160	9,724	12,676	10,917
7	南部橋	3,365	3,605	3,503	3,814	4,817	3,821	18.2	12.6	3.4	3.1	6.2	8.7	9,818	9,785	12,802	10,962	14,522	11,578
8	北松野	3,211	3,599	3,240	3,333	4,401	3,557	19.8	16.3	11.9	22.0	13.7	16.7	9,156	8,962	8,702	7,350	9,974	8,829
9	富士川橋	3,187	3,463	3,338	3,579	4,831	3,680	26.0	10.6	13.9	15.9	12.9	15.9	8,948	8,695	8,986	7,526	10,565	8,944
10	大門ダム	2,196	2,162	1,906	1,934	2,499	2,029	9.5	12.8	4.2	1.8	3.4	6.3	4,421	3,362	4,743	4,235	5,301	4,412
11	塩川ダム	1,209	1,041	1,191	1,224	1,634	1,260	4.9	17.0	7.0	6.1	5.3	8.1	3,446	2,881	4,226	4,046	4,942	3,908
12	藤井堰	2,352	2,279	2,097	2,222	3,374	2,465	10.3	14.8	3.8	4.5	6.8	8.0	4,559	4,254	5,128	4,451	6,678	5,014
13	塩川橋	2,464	2,479	2,227	2,485	3,483	2,628	33.7	9.8	3.4	3.9	8.9	11.9	4,828	4,475	5,447	4,981	7,467	5,440
14	黒沢川流末	4,531	4,611	3,574	4,126	5,231	4,414	12.1	21.3	6.5	7.7	13.2	12.2	7,626	7,665	7,545	6,900	9,840	7,955
15	新大橋	3,821	3,676	4,411	4,049	4,472	4,086	15.9	11.2	9.6	14.9	13.7	13.1	11,438	9,973	24,584	23,614	14,235	16,769
16	鳴沢川	5,445	4,373	3,176	3,460	5,410	4,373	46.8	25.5	20.4	20.5	29.6	28.6	14,145	10,303	10,342	9,035	14,769	11,719
17	広瀬ダム	702	714	610	1,214	1,572	962	11.6	21.3	8.6	2.6	3.0	9.4	2,465	2,463	2,732	3,742	4,542	3,189
18	亀甲橋	1,209	1,465	1,152	1,347	1,859	1,406	20.0	17.7	10.3	10.2	11.5	14.0	3,587	3,885	4,340	4,101	5,653	4,313
19	鶴飼橋	2,267	2,557	2,185	2,358	3,280	2,529	22.9	13.3	8.0	8.6	14.6	13.5	5,676	5,953	7,046	6,198	8,687	6,712
20	桃林橋	3,096	3,135	3,054	3,436	4,214	3,387	19.8	11.5	6.0	5.8	7.8	10.2	6,838	6,291	8,580	7,705	9,595	7,802
21	三郡東橋	4,791	4,861	4,277	4,872	6,272	5,015	14.1	7.8	4.2	6.3	6.1	7.7	10,341	9,904	11,912	10,614	13,416	11,237
22	千野橋	2,002	1,859	1,736	1,792	2,363	1,951	10.5	10.4	4.8	4.7	6.8	7.4	5,680	4,912	6,356	5,394	7,055	5,880
23	重川橋	2,947	2,937	2,308	2,533	3,150	2,775	22.2	15.1	10.3	10.7	23.1	16.3	7,161	6,565	7,402	6,462	8,307	7,179
24	葡萄橋	2,056	1,987	1,788	1,914	2,493	2,047	10.9	14.6	8.7	8.4	15.3	11.6	5,140	4,804	5,929	5,132	6,864	5,574
25	日川橋	2,691	2,740	2,332	2,496	3,296	2,711	15.3	9.2	7.8	8.1	12.6	10.6	6,441	6,118	7,459	6,478	8,552	7,009
26	平等橋	3,357	3,548	2,716	3,282	4,075	3,396	90.9	53.0	8.5	13.9	18.1	36.9	6,676	6,558	7,781	7,991	10,440	7,889
27	平等川流末	2,776	2,830	2,561	2,789	3,351	2,862	46.1	65.9	6.6	7.8	10.6	27.4	6,163	5,952	7,701	6,874	8,539	7,046
28	砂田橋	4,758	4,593	5,114	5,307	5,752	5,105	29.8	10.6	3.9	5.4	7.7	11.5	10,652	9,189	13,033	11,633	12,699	11,441
29	濁川橋	4,018	4,083	3,712	4,065	3,731	3,922	9.6	18.4	3.7	3.4	5.5	8.1	9,217	8,540	11,041	9,331	8,623	9,350
30	荒川ダム	1,084	1,136	1,209	1,355	1,519	1,260	13.1	14.4	8.6	5.6	3.6	9.1	2,322	2,248	3,089	2,897	3,320	2,775
31	桜橋	1,269	1,314	1,084	1,166	1,462	1,259	22.5	35.6	9.6	7.3	8.2	16.6	2,656	2,587	2,732	2,518	3,129	2,725
32	千秋橋	2,337	2,091	2,738	2,947	3,463	2,715	23.7	48.3	6.8	9.8	14.6	20.7	5,033	4,133	7,040	6,698	7,674	6,116
33	二川橋	2,772	2,339	3,219	3,643	4,205	3,236	17.8	52.6	4.2	6.0	9.4	18.0	6,018	4,702	8,445	8,033	9,405	7,320
34	高室橋	4,872	4,878	4,633	4,729	5,348	4,892	7.1	9.0	6.2	5.8	8.0	7.2	10,746	10,076	12,340	10,282	11,743	11,038
35	鎌田川流末	5,251	5,401	4,701	5,159	6,375	5,377	5.2	4.8	4.2	5.1	8.6	5.6	11,085	11,118	12,177	10,594	12,934	11,581
36	富士見橋	5,058	5,377	4,739	5,384	6,514	5,414	3.2	3.4	2.8	2.9	4.9	3.5	6,004	5,913	7,170	6,557	7,887	6,706
37	大月橋	5,268	4,493	4,671	5,347	7,078	5,371	7.0	9.8	4.9	5.6	17.5	9.0	8,492	5,855	9,457	8,753	11,297	8,771
38	桂川橋	4,745	4,147	4,248	4,859	6,344	4,868	5.7	12.2	5.8	5.0	9.1	7.6	6,935	5,943	7,779	7,042	8,924	7,325
39	昭和橋	5,333	4,234	4,096	4,475	5,235	4,675	9.0	3.4	7.3	8.7	10.5	7.8	7,197	5,790	6,750	6,328	7,771	6,767
40	柄杓流川流末	5,858	5,240	5,343	5,626	7,774	5,968	7.0	10.4	5.7	5.9	12.7	8.3	7,090	6,329	8,223	7,300	9,915	7,771
41	大幡川流末	3,832	3,315	3,330	3,752	5,575	3,961	18.7	27.4	14.1	10.4	13.2	16.8	7,551	6,135	8,299	7,453	10,716	8,031
42	落合橋	3,685	3,392	3,080	3,803	5,315	3,855	5.1	7.3	6.9	5.2	1.5	5.2	7,084	6,073	7,600	7,392	10,465	7,723
43	西方寺橋	2,670	2,560	2,104	2,414	3,334	2,616	7.2	6.2	4.1	3.5	7.3	5.7	6,052	4,936	6,043	5,691	7,859	6,116
44	鶴川橋	3,636	2,924	2,925	3,710	5,786	3,796	5.7	7.3	3.2	9.1	12.5	7.6	7,280	5,331	7,603	8,020	12,180	8,083
45	道志川流末	2,611	2,329	2,145	2,481	3,423	2,598	7.9	8.7	6.0	5.1	8.3	7.2	5,309	4,373	5,448	5,123	7,116	5,474
46	秋山川流末	3,376	3,006	2,806	3,148	4,405	3,348	5.0	6.2	2.7	2.5	2.4	3.8	7,058	5,663	7,625	7,109	9,622	7,415
47	山中湖湖心	3,953	3,922	3,481	3,608	4,361	3,865	3.7	4.2	2.6	2.3	2.7	3.1	4,536	4,154	4,924	4,328	5,249	4,638
48	河口湖湖心	4,084	4,101	3,506	3,336	5,158	4,037	1.7	2.7	1.6	1.1	4.5	2.3	5,944	5,600	6,394	5,359	7,783	6,216
49	河口湖船津	4,193	4,140	3,562	3,387	4,500	3,956	1.5	2.4	1.7	1.0	2.8	1.9	6,131	5,676	6,426	5,354	6,932	6,104
50	西湖湖心	2,364	2,372	2,032	2,195	2,933	2,379	6.1	2.6	1.2	0.6	0.5	2.2	4,264	4,125	4,692	4,173	5,434	4,538
51	精進湖湖心	2,660	2,193	1,905	1,742	2,742	2,168	1.7	2.2	1.0	2.0	2.2	1.8	4,252	3,956	4,534	3,377	5,157	4,255
52	本栖湖湖心	689	882	709	776	1,114	834	7.2	7.0	5.7	3.3	4.3	5.5	2,301	2,557	2,666	2,368	3,356	2,650
53	下保之瀬橋	738	659	562	665	898	704	4.6	5.8	3.1	8.0	5.6	5.4	2,943	2,547	2,870	2,827	3,614	2,960
54	小菅川流末	1,356	1,016	982	1,242	1,684	1,256	4.2	7.4	7.4	3.2	10.1	6.4	5,487	3,459	5,422	5,408	7,216	5,398
55	ミリQ-1	4.0	-0.5	-3.6	-10.6	26.6	3.2	0.7	0.3	0.5	-0.1	0.6	0.4	10	-4	-61	-7	40	-4
56	ミリQ-2	1.2	-2.1	-4.5	-9.9	14.0	-0.2	2.0	0.5	0.1	0.4	0.5	0.7	6	-8	-65	-5	20	-10
57	ミリQ-3	0.3	-2.8	-5.3	-11.4	7.1	-2.4	0.9	0.5	0.3	0.1	0.1	0.4	0	-8	-67	-7	10	-14
58	ICP-MS水-1	0.3	-2.9	-5.4	-11.7	3.5	-3.2	0.9	0.6	0.2	0.0	0.1	0.3	0	-8	-67	-9	5	-16
59	ICP-MS水-2	0.2	-2.7	-5.4	-11.7	-1.7	-4.3	0.8	0.4	0.1	0.3	1.5	0.6	-1	-8	-67	-9	-3	-18
60	ICP-MS水-3	0.0	-3.0	-5.3	-11.8	-0.1	-4.0	0.7	0.4	0.2	0.1	0.6	0.4	-1	-9	-66	-9	-1	-17

表1-3 ICP質量分析計による公共用水域の微量元素測定結果
(アルカリ金属、アルカリ土類金属、遷移金属等) [採水：2003年～2004年]

採水地点番号	採水地点名	バナジウム (51 V) $\mu\text{g/L}$						クロム (53 Cr) $\mu\text{g/L}$						マンガン (55 Mn) $\mu\text{g/L}$					
		11月	12月	1月	2月	3月	平均	11月	12月	1月	2月	3月	平均	11月	12月	1月	2月	3月	平均
1	国界橋	2.3	1.9	1.6	1.7	2.8	2.0	0.23	0.21	0.15	0.20	0.28	0.21	0.8	1.3	0.4	0.6	1.5	0.9
2	船山橋	1.9	1.8	1.6	1.6	3.1	2.0	0.25	0.21	0.13	0.15	0.25	0.20	2.8	2.1	1.3	1.2	2.7	2.0
3	信玄橋	2.3	2.1	1.9	2.0	3.5	2.4	0.32	0.25	0.18	0.26	0.27	0.26	1.6	1.8	1.3	2.1	4.9	2.3
4	三郡西橋	2.1	2.2	1.9	2.1	3.2	2.3	0.26	0.22	0.22	0.32	0.31	0.27	1.4	2.3	1.9	2.5	4.8	2.6
5	富士橋	2.3	1.9	1.5	1.6	2.5	2.0	0.27	0.32	0.20	0.46	0.29	0.31	8.3	11.5	18.0	25.6	29.3	18.5
6	富山橋	2.0	1.6	1.7	1.8	2.6	1.9	0.14	0.19	0.22	0.36	0.31	0.25	3.7	5.9	6.2	9.2	17.1	8.4
7	南部橋	2.3	1.9	1.4	1.4	2.1	1.8	0.19	0.21	0.17	0.25	0.19	0.20	1.5	2.7	1.2	3.9	6.3	3.1
8	北松野	4.8	7.2	17.7	17.0	23.3	14.0	0.20	0.24	0.18	0.32	0.23	0.24	1.2	1.4	0.8	1.3	3.5	1.6
9	富士川橋	5.2	8.0	16.8	16.1	23.2	13.9	0.20	0.21	0.19	0.36	0.24	0.24	1.4	2.7	1.6	2.7	5.8	2.8
10	大門ダム	2.5	2.2	1.6	1.5	2.7	2.1	0.14	0.10	0.06	0.11	0.15	0.11	21.7	16.3	22.3	1.1	0.5	12.4
11	塩川ダム	0.6	0.5	0.2	0.3	0.3	0.4	0.49	0.35	0.35	0.41	0.32	0.38	0.2	0.8	32.0	24.2	47.0	20.8
12	藤井堰	2.7	2.6	2.5	2.6	4.7	3.0	0.24	0.25	0.21	0.32	0.25	0.25	0.8	0.9	1.6	1.8	2.9	1.6
13	塩川橋	2.7	2.5	2.3	2.5	4.0	2.8	0.29	0.29	0.21	0.31	0.30	0.28	1.0	0.9	1.0	1.5	2.3	1.4
14	黒沢川流末	3.9	3.9	3.4	3.7	5.8	4.1	0.38	0.35	0.27	0.32	0.35	0.33	0.5	0.6	0.9	1.2	1.7	1.0
15	新大橋	2.7	2.6	1.6	2.0	3.6	2.5	0.51	0.32	1.07	1.50	0.34	0.75	1.1	1.4	11.5	13.0	2.4	5.9
16	鳴沢川	6.1	5.5	4.4	4.3	6.8	5.4	0.34	0.40	0.21	0.38	0.34	0.32	26.3	13.8	5.0	4.7	17.9	13.5
17	広瀬ダム	0.7	0.6	0.1	1.0	1.4	0.7	0.05	0.04	0.03	0.06	0.10	0.06	0.4	5.4	25.4	0.0	0.0	6.2
18	亀甲橋	0.9	1.0	0.6	0.7	1.2	0.9	0.10	0.13	0.06	0.09	0.12	0.10	1.8	3.7	5.6	3.0	4.9	3.8
19	鶴飼橋	1.4	1.3	1.0	1.0	1.7	1.3	0.17	0.17	0.09	0.12	0.14	0.14	2.5	2.8	2.3	1.9	3.3	2.5
20	桃林橋	1.7	1.3	1.0	1.1	1.7	1.4	0.39	0.43	0.22	0.38	0.22	0.33	17.0	22.2	23.4	34.4	57.7	30.9
21	三郡東橋	2.0	2.1	1.7	1.7	2.3	1.9	0.35	0.45	0.23	0.28	0.23	0.31	31.8	31.1	28.9	37.3	63.3	38.5
22	千野橋	1.8	1.6	1.3	1.3	2.1	1.6	0.12	0.13	0.11	0.15	0.17	0.14	1.5	2.5	1.4	1.1	2.0	1.7
23	重川橋	1.6	1.4	1.0	1.1	1.8	1.4	0.21	0.16	0.08	0.16	0.14	0.15	4.1	5.3	3.7	3.4	5.4	4.4
24	葡萄橋	1.9	1.9	1.4	1.4	2.2	1.8	0.10	0.08	0.06	0.08	0.08	0.08	2.8	2.8	2.6	2.8	3.4	2.9
25	日川橋	1.9	1.7	1.3	1.4	2.2	1.7	0.13	0.11	0.07	0.13	0.09	0.10	2.0	2.7	2.1	2.0	3.3	2.4
26	平等橋	2.2	2.0	1.5	1.9	3.0	2.1	0.24	0.22	0.09	0.27	0.19	0.20	9.7	13.5	5.2	14.6	16.7	11.9
27	平等川流末	1.6	1.6	1.2	1.3	2.1	1.6	0.31	0.28	0.25	0.36	0.16	0.27	3.7	7.1	13.1	12.5	8.8	9.0
28	砂田橋	2.4	1.5	1.1	1.6	2.6	1.8	0.43	0.32	0.40	0.65	0.31	0.42	21.1	34.2	57.6	87.1	59.3	51.9
29	濁川橋	1.9	1.3	1.4	1.1	1.5	1.4	0.73	0.63	0.87	1.26	0.75	0.85	83.9	119.6	98.8	149.1	151.3	120.5
30	荒川ダム	0.7	0.6	0.2	0.2	0.3	0.4	0.08	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	10.6	11.8	20.4	47.2	33.6	24.7
31	桜橋	0.7	0.7	0.3	0.4	0.6	0.5	0.06	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	9.3	2.6	1.1	3.5	3.4	4.0
32	千秋橋	1.7	1.3	1.4	1.7	2.5	1.7	0.23	0.16	0.28	0.46	0.28	0.28	10.0	7.5	13.3	24.3	44.2	19.8
33	二川橋	1.8	1.3	1.2	1.4	2.0	1.5	0.29	0.22	0.26	0.45	0.26	0.29	18.7	8.4	20.2	51.2	32.7	26.2
34	高室橋	2.0	1.8	1.7	1.7	2.1	1.9	0.33	0.42	0.27	0.45	0.20	0.33	58.3	42.5	27.6	36.9	43.6	41.8
35	鎌田川流末	1.5	1.6	1.6	1.7	2.2	1.7	0.38	0.41	0.34	0.41	0.25	0.36	54.5	70.3	30.2	37.1	52.6	48.9
36	富士見橋	54.8	50.3	48.6	50.4	69.2	54.7	0.65	0.52	0.47	0.55	0.63	0.56	0.7	0.1	0.5	0.2	0.5	0.4
37	大川橋	17.3	26.4	15.2	15.4	28.8	20.6	0.54	0.43	0.40	0.66	0.59	0.52	0.6	0.2	0.5	0.8	1.7	0.8
38	桂川橋	28.9	16.7	27.8	29.3	42.3	29.0	0.49	0.32	0.37	0.50	0.58	0.45	1.7	0.8	4.0	2.3	5.2	2.8
39	昭和橋	32.2	22.3	31.0	32.1	12.6	26.0	0.93	0.16	0.39	0.76	0.23	0.49	1.2	0.2	1.7	2.2	1.3	1.3
40	兩杓川流末	40.3	27.9	30.7	31.8	46.1	35.4	0.51	0.37	0.28	0.40	0.51	0.41	0.7	0.2	0.7	0.9	1.3	0.8
41	大幡川流末	3.3	3.1	2.3	2.2	3.3	2.9	0.10	0.10	0.09	0.12	0.12	0.11	1.2	10.5	1.0	1.2	1.3	3.0
42	落合橋	8.2	6.8	5.9	6.4	8.1	7.1	0.23	0.19	0.19	0.28	0.24	0.23	0.4	0.1	0.2	0.1	0.1	0.2
43	西方寺橋	1.9	1.4	1.0	1.0	1.7	1.4	0.14	0.17	0.12	0.19	0.16	0.15	0.4	0.3	0.4	0.5	2.3	0.8
44	鶴川橋	0.9	0.6	0.2	0.5	0.8	0.6	0.17	0.15	0.09	0.31	0.19	0.18	3.6	8.7	8.7	6.9	11.2	7.8
45	道志川流末	6.9	5.7	4.9	4.8	7.6	6.0	0.18	0.16	0.15	0.15	0.21	0.17	0.37	0.57	0.54	0.26	0.72	0.49
46	秋山川流末	8.2	7.1	5.7	5.5	8.5	7.0	0.14	0.15	0.13	0.15	0.18	0.15	0.33	0.32	0.79	0.25	0.93	0.53
47	山中湖湖心	4.8	4.5	3.9	4.0	4.9	4.4	0.05	0.08	0.07	0.11	0.11	0.09	0.11	0.04	0.03	0.08	0.62	0.18
48	河口湖湖心	1.7	1.2	1.2	1.1	1.8	1.4	0.13	0.07	0.08	0.09	0.10	0.09	0.21	0.04	0.41	0.06	0.47	0.24
49	河口湖船津	1.7	1.2	1.1	1.1	1.5	1.3	0.21	0.09	0.05	0.13	0.08	0.11	0.11	0.04	0.33	0.06	0.32	0.17
50	西湖湖心	8.6	7.7	4.1	3.2	4.5	5.6	0.19	0.18	0.09	0.15	0.14	0.15	0.18	0.28	0.18	-0.02	0.10	0.14
51	精進湖湖心	1.5	1.3	0.9	0.8	1.6	1.2	0.20	0.12	0.10	0.10	0.14	0.13	0.64	0.28	0.29	3.24	0.44	0.98
52	本栖湖湖心	0.8	0.9	0.5	0.5	0.8	0.7	0.18	0.07	0.04	0.09	0.06	0.09	0.78	0.39	0.12	0.24	0.42	0.39
53	下保之瀬橋	1.6	1.0	0.9	1.1	1.7	1.2	0.05	0.06	0.04	0.07	0.08	0.06	0.34	0.14	0.08	0.97	0.44	0.40
54	小菅川流末	0.7	0.6	0.2	0.2	0.5	0.4	0.13	0.11	0.23	0.16	0.25	0.17	0.44	1.00	0.31	0.14	1.28	0.63
55	ミリQ-1	-0.04	-0.07	-0.23	-0.12	-0.10	-0.11	0.03	0.02	0.02	0.03	0.03	0.02	0.01	-0.02	-0.03	-0.10	0.08	-0.01
56	ミリQ-2	-0.06	-0.07	-0.24	-0.12	-0.10	-0.12	0.03	0.02	0.01	0.01	0.04	0.02	0.03	-0.02	-0.05	-0.09	0.04	-0.02
57	ミリQ-3	-0.07	-0.07	-0.24	-0.13	-0.11	-0.12	0.03	0.03	0.02	0.02	0.01	0.02	0.00	-0.03	-0.06	-0.10	-0.01	-0.04
58	ICP-MS水-1	-0.07	-0.08	-0.24	-0.13	-0.11	-0.13	0.01	0.03	0.00	0.02	0.03	0.02	0.01	-0.03	-0.06	-0.10	0.06	-0.03
59	ICP-MS水-2	-0.07	-0.07	-0.24	-0.13	-0.12	-0.12	0.02	0.03	0.04	0.02	0.02	0.03	0.00	-0.03	-0.04	0.05	-0.04	-0.01
60	ICP-MS水-3	-0.07	-0.08	-0.24	-0.13	-0.12	-0.13	0.02	0.02	0.00	0.03	0.03	0.02	0.00	-0.03	-0.06	-0.10	-0.04	-0.04

表1-4 ICP質量分析計による公共用水域の微量元素測定結果
(アルカリ金属、アルカリ土類金属、遷移金属等) [採水：2003年～2004年]

採水地点番号	採水地点名	鉄 (57 Fe) $\mu\text{g/L}$						コバルト (59 Co) $\mu\text{g/L}$						ニッケル (60 Ni) $\mu\text{g/L}$					
		11月	12月	1月	2月	3月	平均	11月	12月	1月	2月	3月	平均	11月	12月	1月	2月	3月	平均
1	国界橋	196	176	66	163	64	133	0.07	0.05	0.02	0.04	0.05	0.05	0.72	0.60	0.23	0.40	0.27	0.45
2	船山橋	141	147	43	114	49	99	0.05	0.05	0.02	0.04	0.10	0.05	0.64	0.56	0.20	0.37	1.80	0.71
3	信玄橋	131	128	41	107	54	92	0.05	0.04	0.03	0.04	0.08	0.05	0.55	0.52	0.20	0.33	1.27	0.58
4	三郡西橋	151	139	48	131	58	105	0.05	0.05	0.03	0.05	0.06	0.05	0.64	0.70	0.46	0.80	2.72	1.06
5	富士橋	154	152	63	172	102	129	0.06	0.06	0.05	0.07	0.08	0.06	0.74	0.82	0.82	0.99	1.45	0.96
6	富山橋	200	193	63	178	92	145	0.07	0.07	0.04	0.06	0.05	0.06	1.15	1.04	0.90	1.05	1.98	1.22
7	南部橋	183	182	71	190	74	140	0.06	0.06	0.03	0.06	0.04	0.05	0.87	0.99	0.50	0.79	1.14	0.86
8	北松野	177	168	41	114	46	109	0.06	0.05	0.02	0.04	0.03	0.04	0.80	0.81	0.22	0.36	0.26	0.49
9	富士川橋	166	155	45	122	51	108	0.06	0.06	0.02	0.04	0.04	0.04	0.70	0.81	0.28	0.39	0.33	0.50
10	大門ダム	112	85	46	77	47	73	0.05	0.04	0.02	0.02	0.02	0.03	0.47	0.27	0.12	0.19	0.27	0.27
11	塩川ダム	63	55	25	74	37	51	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.36	0.25	0.14	0.22	0.20	0.23
12	藤井堰	87	75	21	71	38	59	0.03	0.03	0.01	0.03	0.02	0.02	0.32	0.29	0.10	0.22	0.18	0.22
13	塩川橋	98	81	25	77	36	63	0.04	0.03	0.02	0.03	0.02	0.03	0.34	0.30	0.12	0.22	0.17	0.23
14	黒沢川流末	134	138	37	112	50	94	0.06	0.05	0.09	0.05	0.04	0.06	0.54	0.54	0.19	0.47	0.44	0.44
15	新大橋	214	181	150	410	167	224	0.09	0.06	0.73	0.54	0.04	0.29	1.15	0.81	67.69	48.53	1.01	23.84
16	鳴沢川	276	193	53	148	71	148	0.11	0.07	0.03	0.05	0.06	0.06	1.04	0.79	0.26	0.43	0.35	0.57
17	広瀬ダム	57	61	18	58	27	44	0.02	0.04	0.10	0.01	0.01	0.03	0.23	0.32	0.11	0.13	0.09	0.18
18	亀甲橋	74	78	19	64	34	54	0.03	0.04	0.03	0.03	0.02	0.03	0.29	0.39	0.12	0.24	0.20	0.25
19	鶴飼橋	116	112	34	99	44	81	0.05	0.04	0.03	0.04	0.03	0.04	0.55	0.45	0.18	0.28	0.24	0.34
20	桃林橋	142	153	66	161	116	127	0.07	0.07	0.04	0.04	0.07	0.07	1.60	0.97	0.59	0.74	0.98	0.97
21	三郡東橋	214	194	84	213	120	165	0.08	0.07	0.05	0.08	0.07	0.07	0.87	0.84	0.50	0.62	0.79	0.72
22	千野橋	108	93	28	83	35	69	0.04	0.04	0.02	0.03	0.02	0.03	0.37	0.34	0.12	0.21	0.12	0.23
23	重川橋	140	132	39	106	46	93	0.08	0.06	0.04	0.04	0.04	0.05	0.52	0.47	0.18	0.30	0.23	0.34
24	葡萄橋	97	89	28	85	35	67	0.04	0.05	0.02	0.04	0.02	0.04	0.47	0.51	0.24	0.34	0.28	0.37
25	日川橋	125	120	39	104	43	86	0.05	0.05	0.02	0.04	0.02	0.03	0.56	0.54	0.24	0.38	0.29	0.40
26	平等橋	169	139	39	143	62	110	0.07	0.08	0.03	0.07	0.07	0.07	0.58	0.47	0.22	0.50	0.29	0.41
27	平等川流末	132	131	49	128	48	98	0.05	0.06	0.04	0.07	0.05	0.05	0.48	0.42	0.25	0.39	0.27	0.36
28	砂田橋	209	164	192	231	238	207	0.12	0.10	0.11	0.26	0.44	0.21	3.75	0.99	1.00	1.15	1.41	1.66
29	濁川橋	184	182	110	233	180	178	0.16	0.18	0.13	0.21	0.20	0.17	2.70	7.26	4.87	7.56	5.30	5.54
30	荒川ダム	54	56	24	65	35	47	0.02	0.02	0.02	0.02	0.00	0.02	0.76	0.30	0.13	0.19	0.14	0.30
31	桜橋	61	65	18	45	22	42	0.02	0.02	0.01	0.02	0.01	0.02	0.35	0.24	0.11	0.16	0.10	0.19
32	千秋橋	112	94	72	147	114	108	0.07	0.05	0.06	0.09	0.08	0.07	0.84	0.35	1.11	0.43	0.59	0.66
33	二川橋	126	105	101	203	139	135	0.06	0.05	0.05	0.10	0.08	0.07	0.59	0.41	0.31	0.53	0.40	0.45
34	高室橋	222	218	122	236	150	190	0.10	0.09	0.06	0.08	0.06	0.08	0.88	0.73	0.53	0.54	1.15	0.77
35	鎌田川流末	229	207	84	216	126	173	0.11	0.10	0.06	0.09	0.07	0.09	0.80	0.85	0.34	0.63	0.83	0.69
36	富士見橋	103	93	29	104	39	74	0.03	0.03	0.01	0.03	0.01	0.02	0.54	0.45	0.22	0.32	0.22	0.35
37	大月橋	160	94	53	142	60	102	0.05	0.03	0.02	0.05	0.04	0.04	0.69	0.65	0.34	0.59	0.63	0.58
38	桂川橋	122	97	40	116	52	85	0.04	0.03	0.04	0.05	0.03	0.04	0.68	0.83	0.91	0.86	1.39	0.93
39	昭和橋	155	108	37	110	58	94	0.07	0.03	0.03	0.05	0.01	0.04	11.24	5.04	11.62	11.99	13.28	10.63
40	柄杓流川流末	120	102	47	117	45	86	0.04	0.04	0.03	0.04	0.03	0.04	0.53	0.69	0.24	0.65	0.45	0.51
41	大幡川流末	132	103	42	123	58	92	0.04	0.10	0.02	0.04	0.03	0.05	0.51	0.54	0.20	0.32	0.25	0.36
42	落合橋	127	98	39	121	54	88	0.04	0.03	0.02	0.04	0.02	0.03	0.48	0.38	0.18	0.37	0.30	0.34
43	西方寺橋	116	84	26	91	43	72	0.04	0.03	0.01	0.03	0.02	0.03	0.55	0.42	0.19	0.36	0.33	0.37
44	鶴川橋	140	87	40	134	66	93	0.05	0.03	0.05	0.05	0.05	0.05	0.60	0.49	0.27	0.50	0.42	0.45
45	道志川流末	91	71	27	81	38	62	0.16	0.02	0.02	0.02	0.02	0.05	0.34	0.25	0.10	0.21	0.15	0.21
46	秋山川流末	124	92	39	114	46	83	0.04	0.03	0.03	0.03	0.01	0.03	0.44	0.32	0.16	0.28	0.17	0.27
47	山中湖湖心	96	84	25	70	23	60	0.03	0.02	0.01	0.02	0.00	0.02	0.31	0.28	0.11	0.18	0.11	0.20
48	河口湖湖心	118	115	39	93	58	84	0.04	0.03	0.01	0.02	0.01	0.02	0.75	0.36	0.13	0.21	0.22	0.33
49	河口湖船津	118	107	38	90	49	80	0.03	0.03	0.01	0.02	0.01	0.02	0.41	0.34	0.15	0.22	0.17	0.26
50	西湖湖心	86	71	19	66	32	55	0.06	0.02	0.01	0.02	0.01	0.02	0.32	0.29	0.09	0.18	0.10	0.19
51	精進湖湖心	90	75	22	58	35	56	0.01	0.02	0.01	0.02	0.01	0.01	0.58	0.27	0.12	0.17	0.15	0.26
52	本栖湖湖心	15	48	7	34	22	25	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01	0.76	0.18	0.09	0.12	0.09	0.25
53	下保之瀬橋	60	45	11	47	23	37	0.02	0.02	0.01	0.03	0.01	0.02	0.28	0.18	0.07	0.31	0.11	0.19
54	小菅川流末	98	61	26	90	44	64	0.03	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	0.40	0.24	0.14	0.22	0.21	0.24
55	ミリQ-1	10	15	-6	-4	5	4	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01	0.00	0.03	0.04	0.00	0.01	0.02	0.02
56	ミリQ-2	12	18	-6	-4	7	6	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01	0.00	0.03	0.05	0.00	0.00	0.02	0.02
57	ミリQ-3	11	19	-6	-5	5	5	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01	0.00	0.01	0.02	0.00	0.00	0.01	0.01
58	ICP-MS水-1	9	17	-5	-6	5	4	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01	0.00	0.02	0.02	0.00	-0.01	0.01	0.01
59	ICP-MS水-2	10	19	-3	-6	6	5	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01	0.00	0.03	0.02	0.00	0.00	0.01	0.01
60	ICP-MS水-3	11	18	-5	-6	5	5	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01	0.00	0.01	0.02	0.00	-0.01	0.02	0.01

表1-5 ICP質量分析計による公共用水域の微量元素測定結果
(アルカリ金属、アルカリ土類金属、遷移金属等) [採水：2003年～2004年]

採水地点番号	採水地点名	銅 (63 Cu) $\mu\text{g/L}$						亜鉛 (66 Zn) $\mu\text{g/L}$						ヒ素 (75 As) $\mu\text{g/L}$					
		11月	12月	1月	2月	3月	平均	11月	12月	1月	2月	3月	平均	11月	12月	1月	2月	3月	平均
1	国界橋	0.53	0.49	0.22	0.33	0.32	0.38	4.58	1.26	0.61	0.63	0.56	1.53	0.63	0.66	0.62	0.57	0.62	0.62
2	船山橋	0.72	0.61	0.41	0.55	0.79	0.62	2.08	2.10	1.48	1.44	1.54	1.73	0.50	0.53	0.48	0.46	0.54	0.50
3	信玄橋	0.98	0.94	0.69	0.83	0.81	0.85	1.40	2.29	1.30	1.54	1.19	1.54	1.73	1.40	1.14	1.26	1.18	1.34
4	三郡西橋	1.02	1.03	0.99	1.34	1.00	1.08	1.26	1.81	2.14	2.34	2.59	2.03	1.50	1.33	1.06	1.16	1.15	1.24
5	富士橋	1.47	1.79	1.64	1.71	1.40	1.60	2.75	3.92	3.00	4.49	3.89	3.61	1.07	1.32	1.31	1.46	1.69	1.37
6	富山橋	1.54	1.27	1.57	1.64	1.52	1.51	1.59	1.68	2.34	2.58	2.86	2.21	0.91	0.96	1.10	1.20	1.42	1.12
7	南部橋	1.66	1.60	1.17	1.42	1.14	1.40	1.74	1.54	1.81	1.66	1.39	1.63	0.82	0.91	0.77	0.84	0.90	0.85
8	北松野	1.60	1.21	0.78	1.03	0.75	1.07	1.17	2.27	4.36	1.55	9.77	3.83	0.75	0.75	0.53	0.52	0.57	0.62
9	富士川橋	1.41	1.14	0.96	1.07	0.85	1.09	1.66	2.12	5.49	3.32	5.34	3.59	0.73	0.74	0.56	0.59	0.62	0.65
10	大門ダム	0.77	0.67	0.35	0.40	0.35	0.51	1.73	1.44	0.82	0.47	0.75	1.04	0.17	0.16	0.16	0.17	0.17	0.17
11	塩川ダム	1.65	1.83	1.58	1.62	1.22	1.58	1.98	2.52	2.64	2.58	2.87	2.52	9.77	8.60	9.50	10.56	9.80	9.65
12	藤井堰	1.10	1.01	0.71	0.92	0.70	0.89	0.89	1.09	0.34	0.63	0.69	0.73	3.64	3.51	2.82	3.11	2.70	3.16
13	塩川橋	1.20	1.17	0.83	0.96	0.79	0.99	0.82	0.83	0.48	0.69	0.69	0.70	3.77	3.10	2.64	2.81	2.58	2.98
14	黒沢川流末	1.58	1.65	1.33	1.71	1.18	1.49	1.40	1.77	0.87	3.05	1.12	1.64	1.79	1.70	1.83	1.67	1.81	1.76
15	新大橋	2.83	1.31	44.01	29.89	1.04	15.82	1.09	1.64	1.94	3.53	1.39	1.92	0.40	0.42	0.62	0.61	0.41	0.49
16	鳴沢川	1.74	2.23	0.86	1.02	0.93	1.36	5.76	93.91	2.68	3.31	7.92	22.72	0.38	6.02	0.29	0.33	0.34	1.47
17	広瀬ダム	0.75	1.06	0.55	0.21	0.14	0.54	1.83	3.10	2.07	4.33	0.51	2.37	1.20	1.05	0.65	0.19	0.16	0.65
18	亀甲橋	0.74	0.77	0.43	0.54	0.49	0.59	1.30	1.40	0.90	0.63	0.64	0.97	1.26	1.51	1.39	1.89	1.74	1.56
19	鶴岡橋	1.36	0.98	5.24	0.81	0.77	1.83	1.98	2.47	5.10	2.41	1.88	2.77	1.06	1.05	0.98	1.22	1.26	1.11
20	桃林橋	2.08	1.89	1.34	1.60	1.39	1.66	4.40	4.44	3.19	4.45	3.83	4.06	1.29	1.34	1.65	1.94	2.17	1.68
21	三郡東橋	1.68	1.79	1.52	1.40	1.17	1.51	4.48	4.04	3.64	4.04	3.65	3.97	0.97	0.98	0.91	0.83	1.04	0.95
22	千野橋	0.71	0.71	0.37	0.47	0.39	0.53	2.22	2.31	2.02	3.28	1.90	2.35	2.31	2.44	2.06	2.25	2.05	2.22
23	直川橋	1.59	1.19	0.96	1.09	1.01	1.17	3.96	2.79	2.23	3.08	2.42	2.90	1.40	1.43	1.27	1.37	1.41	1.38
24	葡萄橋	0.56	0.65	0.21	0.35	0.25	0.40	1.04	2.96	0.82	0.95	0.66	1.29	0.40	0.48	0.40	0.39	0.44	0.42
25	日川橋	1.03	0.82	0.65	0.75	0.84	0.82	1.79	1.53	1.25	1.78	1.28	1.53	0.43	0.43	0.40	0.40	0.44	0.42
26	平等橋	1.43	1.41	0.87	1.45	1.29	1.29	2.76	3.06	1.52	4.11	3.01	2.89	3.01	2.48	1.20	5.49	10.23	4.48
27	平等川流末	1.49	1.37	1.12	1.43	1.04	1.29	3.06	4.38	2.31	3.03	1.88	2.93	4.89	5.27	6.67	8.10	8.32	6.65
28	砂田橋	2.63	1.88	2.72	2.29	2.40	2.38	1.61	3.02	3.08	3.73	2.09	2.71	0.76	0.49	0.79	0.92	1.70	0.93
29	濁川橋	2.83	2.62	2.76	3.80	2.02	2.81	5.87	6.90	4.14	8.21	6.90	6.40	2.34	1.60	2.58	2.18	2.62	2.26
30	荒川ダム	1.29	0.90	0.51	0.50	0.37	0.71	3.09	1.57	0.86	0.78	0.43	1.35	0.91	0.83	0.66	0.58	0.54	0.70
31	桜橋	1.10	0.83	0.42	0.67	0.43	0.69	2.06	1.17	0.25	0.66	0.26	0.88	0.83	0.72	0.82	0.85	0.85	0.81
32	千秋橋	1.53	1.06	1.38	1.76	1.35	1.41	3.79	2.99	5.25	7.04	3.70	4.55	0.86	0.65	0.73	0.84	0.93	0.80
33	二川橋	1.85	1.12	1.45	1.93	1.61	1.59	5.18	4.41	2.59	9.85	6.33	5.67	0.81	0.62	0.74	0.74	0.81	0.74
34	高室橋	2.01	1.71	1.42	1.34	0.98	1.49	30.98	5.32	3.62	4.72	3.58	9.64	0.72	0.79	0.72	0.68	0.67	0.72
35	鎌田川流末	1.63	1.64	1.65	1.58	1.25	1.55	5.01	5.39	4.57	5.01	5.85	5.17	0.73	0.73	0.77	0.78	0.78	0.76
36	富士見橋	1.23	1.12	1.06	1.04	0.86	1.06	1.40	1.12	0.39	0.72	0.37	0.80	0.58	0.47	0.48	0.50	0.54	0.52
37	大月橋	1.55	1.12	1.10	1.45	1.31	1.31	2.71	3.73	1.95	2.44	2.01	2.57	0.56	0.36	0.47	0.53	0.51	0.49
38	桂川橋	1.28	0.96	1.16	1.36	1.07	1.17	1.79	2.22	2.79	2.26	1.61	2.13	0.52	0.37	0.42	0.46	0.44	0.44
39	昭和橋	2.57	1.00	2.20	2.64	0.70	1.82	3.67	1.24	2.57	3.76	0.83	2.41	0.52	0.21	0.35	0.40	0.24	0.34
40	柄杓川流末	1.63	1.60	1.33	1.45	1.41	1.48	1.31	1.70	1.19	2.26	1.07	1.51	0.50	0.42	0.40	0.44	0.48	0.45
41	大幡川流末	1.86	3.29	1.88	1.89	2.44	2.27	23.46	75.92	14.00	21.15	10.04	28.92	0.19	0.17	0.15	0.13	0.16	0.16
42	落合橋	1.15	0.62	0.82	1.58	1.25	1.09	1.81	1.03	0.58	1.39	0.26	1.01	0.29	0.25	0.26	0.27	0.25	0.26
43	西方寺橋	0.91	0.58	0.46	0.81	0.83	0.72	2.25	2.10	1.62	1.82	1.36	1.83	0.41	0.29	0.30	0.33	0.35	0.33
44	鶴川橋	0.84	0.51	0.53	1.33	0.99	0.84	1.42	0.93	0.93	1.34	1.18	1.16	0.44	0.35	0.28	0.31	0.31	0.34
45	道志川流末	0.65	0.43	0.23	0.43	0.38	0.42	1.60	1.25	0.57	0.76	0.79	1.00	0.16	0.14	0.15	0.15	0.18	0.16
46	秋山川流末	0.68	0.40	0.39	0.62	0.51	0.52	0.95	0.67	0.56	0.69	0.54	0.68	0.38	0.27	0.31	0.41	0.42	0.36
47	山中湖湖心	0.87	0.68	0.42	0.50	0.64	0.62	0.87	0.50	0.27	0.27	0.62	0.51	0.13	0.12	0.10	0.11	0.10	0.11
48	河口湖湖心	0.57	0.51	0.36	0.48	0.46	0.48	0.73	0.34	0.48	0.56	6.94	1.81	0.22	0.16	0.16	0.22	0.16	0.18
49	河口湖船津	0.68	0.53	0.30	0.39	0.41	0.46	0.78	0.74	0.25	0.34	0.56	0.53	0.23	0.16	0.14	0.14	0.15	0.17
50	西湖湖心	0.71	0.78	0.27	0.40	0.31	0.49	0.18	7.72	-0.12	0.49	0.02	1.66	0.35	0.27	0.13	0.13	0.14	0.21
51	精進湖湖心	0.81	0.59	0.18	0.31	0.36	0.45	0.79	1.10	0.01	0.82	0.54	0.65	0.10	0.17	0.11	0.11	0.14	0.13
52	本栖湖湖心	0.96	0.25	0.02	0.29	0.15	0.33	2.68	0.73	0.02	0.22	0.30	0.79	0.11	0.21	0.16	0.17	0.18	0.17
53	下保之瀬橋	0.54	0.29	0.07	0.32	0.16	0.28	0.54	0.82	0.23	3.09	0.67	1.07	1.23	1.38	1.00	0.97	1.06	1.13
54	小菅川流末	0.48	0.41	0.18	0.26	0.44	0.35	1.04	0.94	1.42	2.25	2.40	1.61	1.51	1.59	1.16	1.06	1.19	1.30
55	ミリQ-1	0.10	0.02	-0.13	-0.04	-0.03	-0.01	1.05	2.32	-0.02	-0.12	1.85	1.02	0.01	0.00	0.05	0.01	0.00	0.01
56	ミリQ-2	0.04	0.05	-0.17	-0.03	-0.06	-0.03	0.91	0.68	-0.11	-0.11	0.42	0.36	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00
57	ミリQ-3	0.03	-0.01	-0.19	-0.04	-0.07	-0.05	0.13	0.51	0.25	-0.21	-0.12	0.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
58	ICP-MS水-1	0.01	-0.01	-0.19	-0.06	-0.07	-0.06	0.05	0.30	-0.17	-0.30	-0.14	-0.05	0.00	0.00	0.00	0.01	-0.01	0.00
59	ICP-MS水-2	0.01	-0.01	-0.17	-0.06	-0.08	-0.06	0.07	0.36	0.18	-0.34	-0.08	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
60	ICP-MS水-3	0.01	-0.01	-0.20	-0.07	-0.06	-0.07	0.01	0.32	-0.19	-0.32	-0.10	-0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01	0.00

表1-6 ICP質量分析計による公共用水域の微量元素測定結果
(アルカリ金属、アルカリ土類金属、遷移金属等) [採水：2003年～2004年]

採水地点番号	採水地点名	セレン (82 Se) $\mu\text{g/L}$						ルビジウム (85 Rb) $\mu\text{g/L}$						ストロンチウム (88 Sr) $\mu\text{g/L}$					
		11月	12月	1月	2月	3月	平均	11月	12月	1月	2月	3月	平均	11月	12月	1月	2月	3月	平均
1	国界橋	0.20	0.21	0.14	0.09	0.18	0.16	1.62	1.55	1.33	1.32	1.42	1.45	74.03	71.58	65.90	65.82	69.95	69.46
2	船山橋	0.15	0.09	0.12	0.16	0.24	0.15	2.26	2.05	2.03	1.92	2.26	2.10	54.45	54.14	51.89	50.18	55.10	53.15
3	信玄橋	0.17	0.12	0.14	0.16	0.17	0.15	2.92	2.55	2.49	2.61	2.76	2.67	69.75	64.99	62.58	63.34	65.61	65.25
4	三郡西橋	0.17	0.17	0.10	0.18	0.23	0.17	2.63	2.40	2.20	2.35	2.53	2.42	71.16	67.25	68.57	69.55	69.89	69.29
5	富士橋	0.16	0.17	0.19	0.26	0.17	0.19	1.20	1.38	1.54	1.65	1.89	1.53	55.12	55.62	60.59	62.35	65.65	59.87
6	富山橋	0.36	0.34	0.19	0.23	0.26	0.28	1.32	1.35	1.57	1.69	1.86	1.56	90.76	95.63	64.05	67.66	68.81	77.38
7	南部橋	0.33	0.26	0.23	0.29	0.34	0.29	1.23	1.28	1.11	1.13	1.28	1.21	75.28	78.50	72.42	72.97	78.97	75.63
8	北松野	0.25	0.26	0.20	0.24	0.31	0.25	1.18	1.38	1.84	1.85	1.89	1.63	63.98	64.47	43.35	41.86	46.82	52.09
9	富士川橋	0.25	0.22	0.19	0.20	0.31	0.23	1.18	1.40	1.87	1.98	1.92	1.67	63.60	61.75	46.63	45.37	49.33	53.33
10	大門ダム	0.09	0.07	0.03	0.09	0.16	0.09	2.50	2.17	2.12	2.19	2.18	2.23	59.48	44.74	55.13	57.52	56.37	54.65
11	塩川ダム	0.14	0.12	0.09	0.14	0.18	0.14	7.08	6.15	8.04	9.30	10.46	8.20	71.30	58.05	73.07	82.44	89.53	74.88
12	藤井堰	0.08	0.12	0.07	0.13	0.11	0.10	4.13	3.82	3.47	3.86	3.85	3.83	72.89	68.97	68.83	70.83	74.27	71.16
13	塩川橋	0.08	0.10	0.06	0.15	0.19	0.12	4.26	3.66	3.44	3.74	4.07	3.83	80.29	73.49	75.48	77.60	85.76	78.52
14	黒沢川流末	0.18	0.15	0.10	0.19	0.14	0.15	3.33	3.21	2.95	3.01	3.22	3.15	113.41	113.82	92.10	95.89	87.22	100.49
15	新大橋	0.24	0.31	0.42	0.59	0.30	0.37	0.84	0.73	0.76	0.87	0.85	0.81	64.80	59.48	72.58	75.94	62.68	67.09
16	鳴沢川	0.37	0.30	0.23	0.31	0.27	0.29	0.69	0.63	0.44	0.38	0.57	0.54	44.48	30.92	24.20	23.59	30.20	30.68
17	広瀬ダム	0.06	0.03	0.05	0.08	0.17	0.08	1.10	1.05	0.90	0.26	0.26	0.71	13.69	13.21	13.23	31.25	31.15	20.51
18	亀甲橋	0.07	0.04	0.04	0.09	0.19	0.09	1.03	0.98	0.89	0.92	1.03	0.97	25.64	29.94	29.41	31.87	34.34	30.24
19	鶴飼橋	0.10	0.14	0.13	0.15	0.17	0.14	0.95	0.86	0.78	0.71	0.76	0.81	41.76	42.55	43.37	42.49	44.85	43.01
20	桃林橋	0.15	0.17	0.13	0.12	0.23	0.16	1.74	1.75	1.32	1.44	1.81	1.61	62.81	58.39	53.74	55.99	59.74	58.13
21	三郡東橋	0.21	0.17	0.16	0.25	0.26	0.21	1.50	1.42	1.45	1.45	1.72	1.51	85.20	81.11	79.11	80.69	87.18	82.66
22	千野橋	0.11	0.08	0.08	0.08	0.13	0.10	0.79	0.75	0.68	0.63	0.66	0.70	37.10	34.82	34.72	33.83	34.82	35.06
23	重川橋	0.16	0.12	0.07	0.09	0.19	0.13	0.98	0.89	0.85	0.95	0.97	0.93	57.99	51.05	48.03	49.00	45.82	50.38
24	葡萄橋	0.13	0.19	0.13	0.13	0.22	0.16	0.72	0.69	0.61	0.59	0.64	0.65	26.90	26.69	24.75	24.76	25.86	25.79
25	日川橋	0.18	0.20	0.14	0.15	0.27	0.19	0.76	0.71	0.64	0.62	0.65	0.68	40.03	37.29	35.91	35.93	36.41	37.11
26	平等橋	0.14	0.14	0.07	0.17	0.19	0.14	0.92	0.84	0.98	1.09	1.26	1.02	62.35	67.06	58.84	68.80	64.50	64.31
27	平等川流末	0.18	0.16	0.09	0.16	0.16	0.15	0.96	0.92	1.02	1.06	1.21	1.04	52.36	54.49	52.31	56.52	52.77	53.69
28	砂田橋	0.22	0.16	0.15	0.32	0.24	0.22	2.06	1.61	2.71	3.25	3.92	2.71	116.64	109.66	114.15	123.39	125.53	117.88
29	濁川橋	0.23	0.21	0.18	0.26	0.23	0.22	2.70	2.19	3.81	2.89	2.25	2.77	90.86	87.74	80.42	79.60	71.45	82.01
30	荒川ダム	0.08	0.00	0.04	0.10	0.13	0.07	1.75	1.66	1.53	1.58	1.55	1.61	28.97	28.58	31.45	34.71	34.61	31.66
31	桜橋	0.06	0.06	0.08	0.11	0.14	0.09	1.49	1.42	1.08	1.10	1.22	1.26	32.89	31.61	28.74	30.39	32.94	31.31
32	千秋橋	0.11	0.11	0.14	0.13	0.16	0.13	1.72	1.58	2.07	2.18	2.13	1.94	60.62	54.01	71.08	78.78	75.91	68.08
33	二川橋	0.14	0.11	0.12	0.18	0.27	0.16	1.87	1.65	1.81	2.16	2.10	1.92	69.04	59.40	78.54	85.91	86.58	75.89
34	高室橋	0.24	0.30	0.19	0.20	0.22	0.23	2.44	2.04	1.94	1.95	2.05	2.08	100.65	102.76	92.04	90.89	93.13	95.89
35	鎌田川流末	0.25	0.24	0.19	0.22	0.25	0.23	1.73	1.73	1.71	1.80	1.95	1.79	102.84	100.63	88.05	89.48	94.92	95.18
36	富士見橋	0.26	0.25	0.22	0.17	0.29	0.24	1.99	1.83	1.88	1.85	1.89	1.89	38.33	37.14	36.47	35.69	36.64	36.85
37	大月橋	0.19	0.22	0.12	0.20	0.22	0.19	0.86	1.14	0.78	0.85	0.97	0.92	36.81	29.53	34.66	35.06	34.75	34.16
38	桂川橋	0.20	0.19	0.21	0.17	0.28	0.21	1.39	0.86	1.41	1.44	1.51	1.32	40.86	37.43	38.07	38.27	37.60	38.45
39	昭和橋	0.26	0.11	0.17	0.18	0.21	0.19	1.60	0.59	1.63	1.59	0.64	1.21	29.74	18.78	30.95	29.22	19.95	25.73
40	柄杓川流末	0.23	0.18	0.19	0.23	0.31	0.23	2.07	1.46	1.82	1.80	1.96	1.82	40.93	32.21	38.34	37.00	40.26	37.75
41	大幡川流末	0.16	0.14	0.11	0.11	0.21	0.15	0.26	0.18	0.21	0.21	0.26	0.22	23.32	19.52	22.19	19.92	24.89	21.97
42	落合橋	0.14	0.10	0.11	0.08	0.23	0.13	0.25	0.18	0.21	0.27	0.24	0.23	21.81	15.81	20.61	22.88	25.43	21.31
43	西方寺橋	0.19	0.18	0.14	0.20	0.23	0.19	0.79	0.54	0.54	0.56	0.60	0.61	37.87	33.94	33.41	34.42	35.94	35.12
44	鶴川橋	0.23	0.18	0.15	0.30	0.20	0.21	0.51	0.36	0.38	0.48	0.51	0.45	82.68	64.90	77.37	92.15	97.04	82.83
45	道志川流末	0.10	0.13	0.11	0.06	0.17	0.11	0.40	0.31	0.29	0.29	0.33	0.32	16.82	13.13	14.88	15.16	17.08	15.41
46	秋山川流末	0.13	0.12	0.10	0.12	0.14	0.12	0.20	0.13	0.13	0.14	0.16	0.15	14.79	11.43	13.03	13.48	14.39	13.43
47	山中湖湖心	0.10	0.08	0.01	0.11	0.15	0.09	1.07	1.02	0.96	0.95	0.96	0.99	28.05	26.77	26.81	27.63	28.60	27.57
48	河口湖湖心	0.14	0.13	0.10	0.10	0.21	0.13	0.48	0.44	0.39	0.37	0.37	0.41	17.82	17.03	16.38	16.06	16.05	16.67
49	河口湖船津	0.10	0.14	0.07	0.16	0.19	0.13	0.48	0.46	0.39	0.39	0.39	0.42	17.89	16.99	16.52	16.23	16.34	16.79
50	西湖湖心	0.26	0.23	0.13	0.16	0.24	0.20	0.59	0.54	0.53	0.54	0.58	0.56	11.02	10.61	10.90	10.90	11.53	10.99
51	精進湖湖心	0.05	0.15	0.12	0.22	0.25	0.16	0.60	0.39	0.30	0.22	0.25	0.35	16.43	15.07	14.62	12.52	14.53	14.64
52	本栖湖湖心	0.07	0.11	0.11	0.11	0.25	0.13	0.77	0.27	0.25	0.26	0.29	0.37	11.30	11.33	11.28	11.58	12.16	11.53
53	下保の瀬橋	0.05	0.09	0.07	0.08	0.17	0.09	0.64	0.42	0.35	0.38	0.42	0.44	20.75	18.77	18.22	18.79	19.28	19.16
54	小菅川流末	0.17	0.11	0.13	0.18	0.25	0.17	0.49	0.39	0.38	0.33	0.45	0.41	50.03	31.31	44.44	49.22	51.81	45.36
55	ミリQ-1	-0.01	0.02	0.01	0.02	0.14	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	-0.32	-0.30	-0.33	-0.17	0.09	-0.21
56	ミリQ-2	-0.02	0.02	-0.04	0.04	0.08	0.02	0.00	0.00	-0.01	0.00	0.00	0.00	-0.34	-0.32	-0.37	-0.17	-0.06	-0.25
57	ミリQ-3	0.02	0.01	0.00	0.04	0.17	0.05	0.00	0.00	-0.01	0.00	0.00	0.00	-0.35	-0.32	-0.39	-0.19	-0.14	-0.27
58	ICP-MS水-1	0.02	0.00	-0.03	0.04	0.12	0.03	0.00	0.00	-0.01	0.00	0.00	0.00	-0.35	-0.32	-0.39	-0.19	-0.14	-0.28
59	ICP-MS水-2	-0.01	0.03	0.01	0.01	0.14	0.04	0.00	0.00	-0.01	0.00	0.00	0.00	-0.35	-0.32	-0.38	-0.19	-0.20	-0.29
60	ICP-MS水-3	-0.04	0.05	0.00	0.03	0.16	0.04	0.00	0.00	-0.01	0.00	0.00	0.00	-0.36	-0.32	-0.39	-0.19	-0.18	-0.29

表1-7 ICP質量分析計による公共用水域の微量元素測定結果
(アルカリ金属、アルカリ土類金属、遷移金属等) [採水：2003年～2004年]

採水地点番号	採水地点名	モリブデン (95 Mo) $\mu\text{g/L}$						銀 (107 Ag) $\mu\text{g/L}$						カドミウム (111 Cd) $\mu\text{g/L}$					
		11月	12月	1月	2月	3月	平均	11月	12月	1月	2月	3月	平均	11月	12月	1月	2月	3月	平均
1	国界橋	0.42	0.32	0.40	0.38	0.41	0.39	-0.01	-0.02	0.00	-0.01	0.00	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
2	船山橋	0.63	0.60	0.72	0.78	0.84	0.72	-0.01	-0.02	0.00	0.00	0.00	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	信玄橋	0.47	0.50	0.56	0.60	0.66	0.56	-0.02	-0.02	0.00	0.00	0.00	-0.01	0.00	0.01	0.00	0.01	0.03	0.01
4	三郡西橋	0.68	0.70	1.00	0.95	0.94	0.85	-0.01	-0.02	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.02	0.01
5	富士橋	0.54	0.56	0.74	0.77	0.83	0.69	-0.01	-0.02	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00
6	富山橋	0.58	0.64	0.68	0.77	0.87	0.71	-0.01	-0.02	0.00	0.02	0.05	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00
7	南部橋	0.58	0.61	0.61	0.62	0.69	0.62	-0.01	-0.02	0.00	0.00	0.01	-0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00
8	北松野	0.52	0.56	0.43	0.44	0.49	0.49	-0.01	-0.02	0.00	0.00	0.00	-0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
9	富士川橋	0.51	0.54	0.45	0.49	0.49	0.50	-0.01	-0.02	0.00	0.00	0.00	-0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00
10	大門ダム	0.18	0.10	0.10	0.10	0.11	0.12	-0.01	-0.02	0.00	-0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
11	塩川ダム	0.23	0.16	0.18	0.20	0.19	0.19	-0.01	-0.02	0.00	0.00	0.00	-0.01	0.00	0.00	0.01	0.02	0.01	0.01
12	藤井堰	0.22	0.19	0.24	0.27	0.30	0.24	-0.02	-0.02	0.00	-0.01	0.00	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13	塩川橋	0.23	0.21	0.23	0.26	0.25	0.24	-0.01	-0.02	0.00	-0.01	0.00	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14	黒沢川流末	0.37	0.36	0.42	0.52	0.47	0.43	-0.01	-0.02	0.00	0.00	0.00	-0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00
15	新大橋	0.66	0.52	1.08	1.09	0.70	0.81	-0.02	-0.02	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00
16	鳴沢川	1.42	0.85	0.83	0.91	0.98	1.00	-0.02	-0.02	0.00	0.00	0.00	-0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00
17	広瀬ダム	0.30	0.36	0.28	0.17	0.16	0.25	-0.01	-0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.02	0.00	0.00	0.01
18	亀甲橋	0.32	0.34	0.32	0.38	0.41	0.35	-0.01	-0.02	0.00	-0.01	0.00	-0.01	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01
19	鶴飼橋	0.48	0.47	0.51	1.54	0.78	0.76	-0.01	-0.02	0.00	0.00	0.00	-0.01	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00
20	桃林橋	0.57	0.56	0.62	0.75	0.84	0.67	-0.01	-0.02	0.00	0.00	0.01	-0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01
21	三郡東橋	0.72	0.66	0.73	0.77	0.85	0.75	-0.01	-0.02	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00
22	千野橋	0.66	0.57	0.68	0.73	0.73	0.68	-0.01	-0.01	0.00	0.00	0.00	-0.01	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00
23	重川橋	0.58	0.53	0.52	0.90	0.91	0.69	-0.02	-0.02	0.00	0.00	0.00	-0.01	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01
24	菟橋	0.77	0.79	0.90	0.93	1.06	0.89	-0.01	-0.02	0.00	-0.01	0.00	-0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00
25	日川橋	0.68	0.73	0.81	0.86	0.94	0.80	-0.02	-0.02	0.00	-0.01	0.00	-0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
26	平等橋	0.49	0.32	0.37	0.78	0.86	0.57	-0.01	-0.02	0.00	0.00	0.00	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
27	平等川流末	0.44	0.39	0.53	0.60	0.66	0.52	-0.02	-0.02	0.00	-0.01	0.00	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
28	砂田橋	0.85	0.55	1.19	1.63	2.20	1.28	-0.01	-0.02	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
29	濁川橋	0.98	0.73	1.20	1.23	1.21	1.07	-0.01	-0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00
30	荒川ダム	0.23	0.17	0.18	0.20	0.18	0.19	0.02	-0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01
31	桜橋	0.21	0.16	0.24	0.25	0.23	0.22	-0.01	-0.02	0.00	0.00	0.00	-0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
32	千秋橋	0.39	0.22	0.83	0.58	0.49	0.50	0.00	-0.02	0.02	0.02	0.07	0.02	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
33	三川橋	0.38	0.26	0.55	0.60	0.74	0.51	-0.01	-0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01
34	高室橋	0.86	0.55	0.56	0.70	0.64	0.66	0.01	-0.01	0.00	0.01	0.03	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
35	鎌田川流末	0.64	0.58	0.61	0.73	0.76	0.66	-0.01	-0.02	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
36	富士見橋	0.36	0.31	0.30	0.30	0.32	0.32	0.00	-0.02	0.00	-0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
37	大月橋	0.38	0.29	0.35	0.38	0.37	0.35	-0.01	-0.02	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01
38	桂川橋	0.36	0.26	0.31	0.34	0.33	0.32	0.01	-0.02	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01
39	昭和橋	0.58	0.21	0.33	0.56	0.20	0.37	0.01	-0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01
40	柄杓流川流末	0.38	0.33	0.33	0.33	0.40	0.36	0.00	-0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
41	大幡川流末	0.17	0.13	0.14	0.15	0.14	0.15	-0.01	-0.02	0.00	0.00	0.01	-0.01	0.08	0.22	0.08	0.09	0.05	0.10
42	落合橋	0.30	0.23	0.27	0.30	0.22	0.26	0.00	-0.02	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
43	西方寺橋	0.44	0.51	0.36	0.38	0.40	0.42	0.00	-0.02	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00
44	鶴川橋	0.35	0.25	0.25	0.32	0.32	0.30	0.00	-0.02	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
45	道志川流末	0.31	0.24	0.28	0.33	0.33	0.30	-0.01	-0.02	0.00	-0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01
46	秋山川流末	0.21	0.13	0.19	0.23	0.23	0.20	-0.01	-0.02	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00
47	山中湖湖心	0.17	0.14	0.14	0.15	0.16	0.15	-0.01	-0.02	0.00	0.00	0.00	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
48	河口湖湖心	0.32	0.17	0.18	0.16	0.17	0.20	-0.01	-0.02	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
49	河口湖船津	0.19	0.18	0.17	0.16	0.17	0.17	-0.01	-0.02	0.00	0.00	0.02	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
50	西湖湖心	0.34	0.31	0.18	0.16	0.17	0.23	0.00	-0.02	0.00	-0.01	0.02	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
51	精進湖湖心	0.39	0.21	0.21	0.17	0.19	0.23	0.00	-0.02	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
52	本栖湖湖心	0.10	0.13	0.13	0.13	0.13	0.12	0.00	-0.02	0.00	-0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
53	下保之瀬橋	0.27	0.17	0.21	0.26	0.24	0.23	0.00	-0.02	0.00	0.05	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
54	小菅川流末	0.38	0.22	0.35	0.33	0.40	0.47	0.00	-0.02	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
55	ミリQ-1	0.02	0.03	0.00	0.01	0.01	0.01	-0.01	-0.02	0.00	0.00	0.00	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
56	ミリQ-2	0.01	0.01	0.01	0.02	0.00	0.01	-0.01	-0.02	0.00	-0.01	0.00	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
57	ミリQ-3	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	-0.01	-0.02	0.00	-0.01	0.00	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
58	ICP-MS水-1	0.00	0.01	0.00	0.01	-0.01	0.00	-0.01	-0.02	0.00	-0.01	0.00	-0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
59	ICP-MS水-2	0.00	0.02	0.00	0.01	-0.01	0.00	-0.01	-0.02	0.00	-0.01	0.00	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
60	ICP-MS水-3	0.00	0.01	0.00	0.00	-0.01	0.00	-0.01	-0.02	0.00	-0.01	0.00	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	-0.01	0.00

表1-8 ICP質量分析計による公共用水域の微量元素測定結果
(アルカリ金属、アルカリ土類金属、遷移金属等) [採水：2003年～2004年]

採水地点番号	採水地点名	アンチモン (121 Sb) $\mu\text{g/L}$						セシウム (133 Cs) $\mu\text{g/L}$						バリウム (137 Ba) $\mu\text{g/L}$					
		11月	12月	1月	2月	3月	平均	11月	12月	1月	2月	3月	平均	11月	12月	1月	2月	3月	平均
1	国界橋	0.17	0.16	0.15	0.14	0.18	0.16	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	2.56	2.05	1.95	1.29	0.36	1.64
2	船山橋	0.15	0.11	0.11	0.11	0.16	0.13	0.02	0.01	0.02	0.01	0.05	0.02	4.27	3.90	3.95	3.17	2.24	3.50
3	信玄橋	0.10	0.09	0.08	0.08	0.12	0.09	0.18	0.15	0.13	0.17	0.17	0.16	4.90	4.03	3.95	3.36	2.34	3.72
4	三郡西橋	0.11	0.09	0.08	0.08	0.10	0.09	0.07	0.08	0.09	0.11	0.12	0.09	5.31	4.51	4.64	3.87	2.86	4.24
5	富士橋	0.10	0.08	0.07	0.08	0.09	0.08	0.01	0.03	0.03	0.16	0.09	0.07	4.41	4.27	5.30	5.11	4.09	4.64
6	富山橋	0.13	0.11	0.08	0.08	0.08	0.10	0.02	0.03	0.04	0.15	0.18	0.08	4.81	4.55	4.73	4.48	3.63	4.44
7	南部橋	0.12	0.10	0.08	0.08	0.08	0.09	0.01	0.01	0.02	0.05	0.06	0.03	4.03	3.87	4.48	3.87	3.05	3.86
8	北松野	0.11	0.08	0.05	0.05	0.05	0.07	0.01	0.02	0.04	0.05	0.04	0.03	3.19	2.74	1.83	1.49	0.44	1.94
9	富士川橋	0.11	0.09	0.05	0.05	0.06	0.07	0.01	0.02	0.04	0.04	0.04	0.03	3.04	2.48	2.00	1.68	0.46	1.93
10	大門ダム	0.06	0.04	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03	0.02	0.03	0.03	0.03	2.36	1.37	1.45	0.38	-1.68	0.78
11	塩川ダム	0.06	0.04	0.03	0.04	0.02	0.04	2.83	2.47	3.21	4.14	4.50	3.43	5.32	4.46	5.50	5.86	5.13	5.25
12	藤井堰	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.03	0.83	0.71	0.54	0.72	0.58	0.68	3.42	2.75	2.90	2.72	1.49	2.66
13	塩川橋	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.72	0.54	0.43	0.53	0.51	0.55	3.87	2.87	3.21	3.05	2.27	3.05
14	黒沢川流末	0.05	0.05	0.04	0.05	0.04	0.05	0.24	0.22	0.21	0.20	0.28	0.23	5.49	4.88	3.74	3.67	2.08	3.97
15	新大橋	0.10	0.09	0.33	0.11	0.08	0.14	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	2.75	2.28	3.12	3.44	1.26	2.57
16	鳴沢川	0.08	0.06	0.04	0.03	0.04	0.05	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	5.45	2.45	1.43	0.90	0.57	2.16
17	広瀬ダム	0.13	0.14	0.10	0.07	0.04	0.09	0.04	0.04	0.04	0.01	0.00	0.03	2.50	2.37	2.37	2.92	1.59	2.35
18	亀甲橋	0.10	0.07	0.07	0.08	0.08	0.08	0.07	0.09	0.09	0.14	0.13	0.10	2.59	2.36	2.43	2.12	1.41	2.18
19	鶴飼橋	0.11	0.08	0.07	0.07	0.08	0.08	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	4.00	3.57	3.80	3.08	2.46	3.38
20	桃林橋	0.13	0.09	0.08	0.08	0.09	0.09	0.03	0.03	0.03	0.04	0.05	0.04	5.93	5.16	4.58	4.50	3.93	4.82
21	三郡東橋	0.10	0.08	0.07	0.06	0.06	0.08	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03	0.02	7.95	6.77	6.53	6.46	5.69	6.68
22	千野橋	0.20	0.19	0.14	0.13	0.15	0.16	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	4.90	3.63	4.36	3.91	2.97	3.95
23	重川橋	0.14	0.10	0.10	0.10	0.10	0.11	0.02	0.02	0.03	0.04	0.03	0.03	5.16	3.91	3.92	3.67	2.43	3.82
24	葡萄橋	0.04	0.04	0.03	0.03	0.02	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.41	2.66	3.11	2.68	1.85	2.74
25	日川橋	0.05	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.30	3.55	3.78	3.21	2.44	3.45
26	平等橋	0.08	0.06	0.06	0.08	0.08	0.07	0.03	0.02	0.03	0.05	0.11	0.05	6.22	5.89	4.88	5.51	4.07	5.31
27	平等川流末	0.09	0.08	0.07	0.07	0.08	0.08	0.05	0.04	0.07	0.09	0.09	0.07	5.56	5.24	4.61	4.66	3.14	4.64
28	砂田橋	0.18	0.13	0.09	0.17	0.12	0.14	0.05	0.03	0.06	0.07	0.12	0.07	8.69	8.64	9.71	11.53	9.34	9.58
29	濁川橋	0.14	0.24	0.08	0.09	0.08	0.13	0.06	0.04	0.10	0.08	0.06	0.07	9.77	8.69	7.28	6.53	4.53	7.36
30	荒川ダム	0.05	0.03	0.02	0.03	0.02	0.03	0.09	0.09	0.08	0.09	0.08	0.08	2.81	2.55	2.62	2.25	0.83	2.21
31	桜橋	0.05	0.03	0.02	0.03	0.02	0.03	0.05	0.06	0.04	0.04	0.04	0.05	3.27	2.51	2.48	2.09	1.11	2.29
32	千秋橋	0.08	0.04	0.06	0.10	0.07	0.07	0.07	0.06	0.11	0.13	0.12	0.10	4.47	3.90	5.72	5.60	3.91	4.72
33	二川橋	0.09	0.05	0.06	0.09	0.09	0.08	0.05	0.04	0.06	0.09	0.05	0.06	5.79	4.70	6.11	7.34	5.46	5.88
34	高室橋	0.11	0.08	0.07	0.06	0.07	0.08	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	9.41	8.00	6.45	6.07	5.13	7.01
35	鎌田川流末	0.07	0.07	0.06	0.07	0.05	0.06	0.02	0.03	0.04	0.04	0.03	0.03	9.10	8.25	6.35	6.40	5.67	7.15
36	富士見橋	0.14	0.04	0.05	0.05	0.04	0.06	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.75	0.50	0.91	0.32	-0.90	0.32
37	大月橋	0.28	0.05	0.12	0.28	0.17	0.18	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.46	0.15	0.63	0.16	-1.01	0.08
38	桂川橋	0.26	0.07	0.10	0.21	0.17	0.16	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	1.15	0.88	1.54	0.80	-0.56	0.76
39	昭和橋	0.04	0.05	0.04	0.06	0.05	0.05	0.04	0.01	0.03	0.03	0.01	0.02	0.62	-0.25	0.90	0.51	-1.32	0.09
40	柄杓川流末	0.13	0.06	0.10	0.13	0.07	0.10	0.03	0.02	0.04	0.03	0.03	0.03	1.03	0.40	1.27	0.56	-0.55	0.54
41	大幡川流末	0.10	0.03	0.05	0.05	0.04	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.37	1.15	2.23	1.88	0.84	1.69
42	落合橋	0.12	0.05	0.09	0.09	0.03	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.47	-0.77	-0.27	-0.78	-2.12	-0.88
43	西方寺橋	0.04	0.05	0.05	0.07	0.08	0.06	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	2.85	1.92	2.41	2.29	1.13	2.12
44	鶴川橋	0.07	0.08	0.08	0.11	0.09	0.09	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	4.50	2.96	3.84	4.83	4.36	4.10
45	道志川流末	0.05	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.11	-0.48	-0.07	-0.59	-1.76	-0.60
46	秋山川流末	0.10	0.03	0.04	0.04	0.04	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.62	-0.85	-0.36	-0.89	-2.19	-0.98
47	山中湖湖心	0.08	0.05	0.05	0.05	0.04	0.05	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.19	0.00	0.36	-0.09	-1.14	-0.14
48	河口湖湖心	0.07	0.04	0.03	0.05	0.05	0.05	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	-0.35	-0.45	-0.03	-0.48	-1.72	-0.61
49	河口湖船津	0.07	0.04	0.03	0.07	0.05	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.51	-0.41	-0.04	-0.22	-1.66	-0.57
50	西湖湖心	0.06	0.05	0.03	0.03	0.03	0.04	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	-0.37	-0.56	-0.24	-0.77	-2.16	-0.82
51	精進湖湖心	0.01	0.05	0.04	0.03	0.03	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.04	-0.21	0.16	-0.25	-1.37	-0.34
52	本栖湖湖心	0.02	0.06	0.05	0.05	0.05	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.20	0.48	0.79	0.29	-0.95	0.08
53	下保之瀬橋	0.18	0.09	0.07	0.07	0.07	0.10	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.54	0.01	0.45	0.34	-1.21	0.03
54	小菅川流末	0.28	0.13	0.20	0.18	0.21	0.20	0.01	0.01	0.01	0.01	0.03	0.02	2.07	0.85	1.57	1.21	0.30	1.20
55	ミリQ-1	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01	0.00	-0.91	-1.06	-0.68	-1.23	-2.49	-1.27
56	ミリQ-2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01	0.00	-0.90	-1.09	-0.68	-1.23	-2.29	-1.24
57	ミリQ-3	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01	0.00	-0.93	-1.08	-0.69	-1.22	-2.51	-1.28
58	ICP-MS水-1	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01	0.00	-0.95	-1.09	-0.68	-1.23	-2.52	-1.29
59	ICP-MS水-2	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01	0.00	-0.95	-1.08	-0.56	-1.23	-2.51	-1.26
60	ICP-MS水-3	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01	0.00	-0.96	-1.05	-0.69	-1.23	-2.52	-1.29

表1-9 ICP質量分析計による公共用水域の微量元素測定結果
(アルカリ金属、アルカリ土類金属、遷移金属等) [採水：2003年～2004年]

採水地点番号	採水地点名	タングステン (182 W) $\mu\text{g/L}$						タリウム (205 Tl) $\mu\text{g/L}$						鉛 (208 Pb) $\mu\text{g/L}$					
		11月	12月	1月	2月	3月	平均	11月	12月	1月	2月	3月	平均	11月	12月	1月	2月	3月	平均
1	国界橋	0.17	0.34	0.11	0.44	0.44	0.30	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.12	0.13	-0.01	0.12	0.18	0.10
2	船山橋	0.19	0.29	0.15	0.47	0.46	0.31	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.12	0.07	-0.01	0.11	0.19	0.10
3	信玄橋	0.14	0.34	0.10	0.41	0.33	0.26	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.12	0.07	-0.01	0.10	0.16	0.08
4	三郡西橋	0.20	0.31	0.15	0.55	0.43	0.33	0.01	0.01	0.00	-0.01	0.01	0.01	0.09	0.09	0.00	0.08	0.11	0.07
5	富士橋	0.68	1.37	0.62	1.68	2.99	1.47	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.07	0.06	0.06	0.09	0.07
6	富山橋	0.36	0.75	0.30	1.17	1.87	0.89	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.07	0.01	0.07	0.08	0.07
7	南部橋	0.26	0.64	0.15	0.67	0.90	0.52	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.11	0.09	-0.01	0.08	0.08	0.07
8	北松野	0.22	0.47	0.04	0.22	0.33	0.26	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.11	0.08	0.02	0.10	0.07	0.08
9	富士川橋	0.27	0.38	0.10	0.18	0.14	0.21	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11	0.06	-0.01	0.04	0.04	0.05
10	大門ダム	0.10	0.13	-0.01	0.05	0.05	0.06	0.01	0.01	0.00	0.01	0.02	0.01	0.12	0.09	-0.01	0.23	0.10	0.11
11	塩川ダム	0.09	0.13	-0.01	0.14	0.07	0.08	0.04	0.04	0.01	0.07	0.07	0.05	0.08	0.09	-0.01	0.19	0.13	0.09
12	藤井堰	0.04	0.17	0.01	0.18	0.11	0.10	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.07	0.06	-0.01	0.09	0.10	0.06
13	塩川橋	0.07	0.13	0.01	0.08	0.08	0.07	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.09	0.07	-0.01	0.07	0.09	0.06
14	黒沢川流末	0.09	0.12	0.46	0.07	0.09	0.16	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.09	0.00	0.08	0.06	0.06
15	新大橋	0.10	0.16	0.06	0.02	0.16	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.16	0.04	0.21	0.14	0.12
16	鳴沢川	0.10	0.24	0.10	0.18	0.09	0.14	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01	0.00	0.06	0.09	0.03	0.10	0.07	0.07
17	広瀬ダム	0.17	0.39	0.06	0.24	0.10	0.19	0.01	0.01	0.00	0.01	0.02	0.01	0.09	0.10	-0.02	0.19	0.11	0.10
18	亀甲橋	0.21	0.51	0.16	0.99	0.82	0.54	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.09	0.08	-0.01	0.10	0.09	0.07
19	鶴飼橋	0.24	0.60	0.24	0.91	0.91	0.58	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.11	0.08	0.08	0.11	0.08	0.09
20	桃林橋	1.95	2.29	0.72	2.07	4.25	2.25	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.09	0.01	0.07	0.08	0.06
21	三郡東橋	1.00	1.08	0.39	1.08	1.99	1.11	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01	0.00	0.10	0.09	0.03	0.06	0.07	0.07
22	千野橋	0.74	1.07	0.64	3.06	2.47	1.59	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.11	-0.01	0.12	0.09	0.08
23	重川橋	0.41	0.81	0.49	1.15	1.47	0.87	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.09	0.00	0.09	0.09	0.07
24	葡萄橋	0.14	0.29	0.10	0.46	0.60	0.32	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.12	0.25	0.00	0.17	0.12	0.13
25	日川橋	0.15	0.28	0.08	0.38	0.50	0.28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09	0.08	-0.01	0.10	0.08	0.07
26	平等橋	0.36	0.46	0.23	2.15	2.78	1.20	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.17	0.23	0.02	0.15	0.11	0.14
27	平等川流末	0.75	1.64	1.05	3.45	3.53	2.08	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.16	0.23	0.00	0.15	0.18	0.15
28	砂田橋	0.37	0.56	0.53	1.15	1.88	0.90	0.00	0.01	0.00	0.00	-0.01	0.00	0.22	0.07	0.03	0.20	0.15	0.13
29	濁川橋	2.37	3.35	3.08	4.47	5.09	3.67	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01	0.00	0.11	0.09	0.01	0.08	0.08	0.08
30	荒川ダム	0.08	0.17	0.08	0.17	0.36	0.17	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01	0.18	0.10	-0.01	0.11	0.09	0.09
31	桜橋	0.15	0.14	0.01	0.11	0.21	0.12	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.16	0.11	-0.01	0.12	0.09	0.09
32	千秋橋	0.24	0.22	0.26	0.93	0.83	0.50	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.15	0.12	0.01	0.12	0.14	0.11
33	三川橋	0.20	0.31	0.23	0.47	0.46	0.33	0.01	0.01	0.00	0.00	-0.01	0.00	0.22	0.13	0.01	0.11	0.10	0.12
34	高室橋	0.21	0.25	0.15	0.24	0.30	0.23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.16	0.06	0.00	0.08	0.08	0.08
35	鎌田川流末	0.22	0.31	0.20	0.43	0.43	0.32	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01	0.00	0.10	0.10	0.02	0.09	0.09	0.08
36	富士見橋	0.27	0.14	0.02	0.16	0.12	0.14	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.13	0.06	-0.01	0.15	0.09	0.09
37	大月橋	0.27	0.10	0.04	0.08	0.09	0.12	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.15	0.08	0.00	0.06	0.07	0.07
38	桂川橋	0.24	0.09	0.03	0.08	0.10	0.11	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.14	0.08	0.15	0.09	0.12	0.12
39	昭和橋	0.16	0.09	0.06	0.08	0.12	0.10	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.14	0.05	0.05	0.17	0.16	0.11
40	兩杓流川流末	0.18	0.11	0.04	0.10	0.12	0.11	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.08	0.12	0.01	0.12	0.11	0.09
41	大幡川流末	0.12	0.06	-0.01	0.07	0.03	0.05	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.12	0.08	-0.01	0.12	0.06	0.07
42	落合橋	0.15	0.02	0.00	0.01	0.02	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.03	0.00	0.03	0.05	0.03
43	西方寺橋	0.01	0.08	0.01	0.09	0.09	0.05	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.14	0.07	-0.01	0.14	0.10	0.09
44	鶴川橋	0.08	0.06	0.02	0.14	0.11	0.08	0.02	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01	0.16	0.08	0.02	0.10	0.11	0.09
45	道志川流末	0.11	0.06	0.01	0.09	0.08	0.07	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.17	0.10	0.01	0.12	0.11	0.10
46	秋山川流末	0.15	0.10	-0.01	0.04	0.03	0.06	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.21	0.07	0.05	0.18	0.16	0.13
47	山中湖湖心	0.08	0.04	-0.02	0.03	0.07	0.04	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.13	0.07	-0.02	0.11	0.14	0.09
48	河口湖湖心	0.11	0.04	0.01	0.08	0.14	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.07	0.07	-0.01	0.10	0.31	0.11
49	河口湖船津	0.10	0.05	0.00	0.04	0.08	0.05	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.00	0.13	0.08	-0.02	0.12	0.14	0.09
50	西湖湖心	0.18	0.14	-0.01	0.08	0.06	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.03	0.06	-0.01	0.12	0.09	0.06
51	精進湖湖心	0.07	0.09	-0.01	0.03	0.06	0.05	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00	0.39	0.14	-0.01	0.13	0.15	0.16
52	本栖湖湖心	0.07	0.12	-0.01	0.09	0.05	0.06	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.08	0.07	-0.02	0.10	0.11	0.07
53	下保之瀬橋	0.37	0.22	0.12	0.67	0.67	0.41	0.01	0.01	0.00	0.01	0.02	0.01	0.07	0.07	0.00	0.16	0.12	0.08
54	小菅川流末	0.18	0.17	0.03	0.13	0.20	0.14	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.10	0.07	-0.01	0.11	0.13	0.08
55	ミリQ-1	0.03	0.08	-0.03	0.03	0.06	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09	0.06	-0.02	0.10	0.12	0.07
56	ミリQ-2	0.03	0.07	-0.02	0.03	0.06	0.03	0.00	0.00	-0.01	0.01	0.00	0.00	0.18	0.08	-0.02	0.10	0.10	0.09
57	ミリQ-3	0.02	0.04	-0.02	0.03	0.05	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01	0.00	0.12	0.08	-0.02	0.09	0.10	0.07
58	ICP-MS水-1	0.02	0.04	-0.03	0.03	0.05	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01	0.00	0.06	0.07	-0.02	0.10	0.10	0.06
59	ICP-MS水-2	0.02	0.02	-0.03	0.03	0.03	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01	0.00	0.09	0.07	-0.02	0.09	0.12	0.07
60	ICP-MS水-3	0.02	0.05	-0.03	0.03	0.03	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.07	-0.02	0.11	0.11	0.07

表2-1 ICP質量分析計による公共用水域の微量元素測定結果
(ランタン系列、アクチノイド系列) [採水：2003年～2004年]

水系名	流域名	水域名	採水地点番号	水質測定点	ランタン (139 La) $\mu\text{g/L}$						セリウム (140 Ce) $\mu\text{g/L}$					
					11月	12月	1月	2月	3月	平均	11月	12月	1月	2月	3月	平均
富士川	富士川	富士川(1)	1	国界橋	0.002	0.024	0.001	0.000	0.002	0.006	0.001	0.051	0.000	-0.001	0.000	0.010
富士川	富士川	富士川(1)	2	船山橋	0.003	0.004	0.002	0.003	0.003	0.003	0.007	0.010	0.004	0.001	0.005	0.005
富士川	富士川	富士川(2)	3	信玄橋	0.003	0.002	0.002	0.003	0.004	0.003	0.007	0.004	0.002	0.001	0.005	0.004
富士川	富士川	富士川(2)	4	三郡西橋	0.005	0.002	0.002	0.003	0.004	0.003	0.001	0.003	0.002	0.001	0.004	0.002
富士川	富士川	富士川(3)	5	富士橋	0.004	0.002	0.002	0.001	0.004	0.003	0.005	0.004	0.001	0.002	0.003	0.003
富士川	富士川	富士川(4)	6	富山橋	0.002	0.004	0.002	0.003	0.005	0.003	0.004	0.006	0.002	0.001	0.000	0.003
富士川	富士川	富士川(4)	7	南部橋	0.004	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.006	0.003	0.000	0.000	-0.001	0.001
富士川	富士川	富士川 (静岡県)	8	北松野	0.003	0.003	0.001	0.000	0.001	0.002	0.005	0.003	0.001	-0.001	-0.001	0.001
富士川	富士川	富士川 (静岡県)	9	富士川橋	0.004	0.002	0.001	0.000	0.005	0.002	0.007	0.002	0.000	-0.001	0.003	0.002
富士川	富士川	大門川	10	大門ダム	0.004	0.009	0.002	0.001	0.005	0.004	0.002	0.009	0.002	-0.001	0.002	0.003
富士川	富士川	塩川	11	塩川ダム	0.003	0.023	0.008	0.005	0.008	0.009	0.001	0.011	0.005	0.002	0.005	0.005
富士川	富士川	塩川	12	藤井堰	0.004	0.005	0.003	0.003	0.006	0.004	0.003	0.007	0.001	0.000	0.001	0.002
富士川	富士川	塩川	13	塩川橋	0.006	0.005	0.002	0.002	0.003	0.004	0.011	0.004	0.001	0.000	0.001	0.003
富士川	富士川	黒沢川	14	黒沢川流末	0.003	0.005	0.002	0.002	0.004	0.003	0.003	0.005	0.002	0.001	0.002	0.002
富士川	富士川	滝沢川	15	新大橋	0.003	0.002	0.001	0.002	0.004	0.002	0.002	0.002	0.000	0.000	0.001	0.001
富士川	富士川	市川大門	16	鳴沢川	0.002	0.001	0.000	0.001	0.002	0.001	0.004	0.001	-0.001	0.000	-0.001	0.001
富士川	笛吹川	笛吹川上流	17	広瀬ダム	0.004	0.008	0.005	0.000	0.005	0.004	0.002	0.011	0.006	-0.002	0.000	0.003
富士川	笛吹川	笛吹川上流	18	亀甲橋	0.005	0.004	0.003	0.002	0.003	0.003	0.005	0.004	0.002	0.000	-0.001	0.002
富士川	笛吹川	笛吹川下流	19	鶴飼橋	0.006	0.003	0.002	0.003	0.004	0.004	0.006	0.004	0.001	0.000	0.000	0.002
富士川	笛吹川	笛吹川下流	20	桃林橋	0.005	0.004	0.003	0.004	0.004	0.004	0.008	0.005	0.003	0.001	0.002	0.004
富士川	笛吹川	笛吹川下流	21	三郡東橋	0.003	0.003	0.002	0.002	0.001	0.002	0.003	0.003	0.000	0.002	-0.001	0.002
富士川	笛吹川	重川	22	千野橋	0.005	0.006	0.004	0.003	0.003	0.004	0.002	0.004	0.002	0.000	-0.001	0.001
富士川	笛吹川	重川	23	重川橋	0.010	0.006	0.004	0.004	0.005	0.006	0.008	0.006	0.002	0.001	0.002	0.004
富士川	笛吹川	日川	24	葡萄橋	0.002	0.005	0.002	0.002	0.002	0.003	0.002	0.005	0.001	0.001	-0.001	0.002
富士川	笛吹川	日川	25	日川橋	0.003	0.003	0.002	0.001	0.003	0.002	0.003	0.002	0.001	0.000	-0.001	0.001
富士川	笛吹川	平等川	26	平等橋	0.015	0.017	0.003	0.010	0.007	0.011	0.024	0.025	0.004	0.006	0.007	0.013
富士川	笛吹川	平等川	27	平等川流末	0.006	0.010	0.004	0.003	0.006	0.006	0.012	0.020	0.005	0.005	0.005	0.009
富士川	笛吹川	濁川	28	砂田橋	0.005	0.003	0.001	0.004	0.005	0.004	0.007	0.002	0.002	0.004	0.004	0.004
富士川	笛吹川	濁川	29	濁川橋	0.003	0.005	0.002	0.003	0.007	0.004	0.003	0.008	0.004	0.002	0.006	0.005
富士川	笛吹川	荒川上流	30	荒川ダム	0.008	0.010	0.008	0.004	0.003	0.007	0.008	0.011	0.007	0.003	-0.001	0.006
富士川	笛吹川	荒川上流	31	桜橋	0.010	0.012	0.005	0.003	0.004	0.007	0.010	0.015	0.004	0.002	0.000	0.006
富士川	笛吹川	荒川下流	32	千秋橋	0.007	0.010	0.003	0.005	0.006	0.006	0.009	0.016	0.004	0.004	0.005	0.008
富士川	笛吹川	荒川下流	33	二川橋	0.005	0.012	0.003	0.003	0.003	0.005	0.006	0.019	0.002	0.002	0.003	0.007
富士川	笛吹川	鎌田川	34	高室橋	0.002	0.001	0.001	0.002	0.002	0.002	0.001	0.004	0.001	0.000	0.001	0.001
富士川	笛吹川	鎌田川	35	砂田川流末	0.001	0.001	0.001	0.002	0.002	0.001	0.000	0.000	0.001	0.000	0.001	0.001
相模川	相模川	相模川上流(1)	36	富士見橋	0.002	0.000	0.000	0.000	0.003	0.001	0.000	0.000	-0.001	-0.003	-0.001	-0.001
相模川	相模川	相模川上流(2)	37	大月橋	0.001	0.001	0.001	0.001	0.003	0.001	0.003	0.001	-0.001	-0.002	0.000	0.000
相模川	相模川	相模川上流(2)	38	桂川橋	0.002	0.002	0.002	-0.001	0.004	0.002	0.000	0.002	0.001	-0.001	0.000	0.000
相模川	相模川	宮川	39	昭和橋	0.010	0.000	0.001	0.002	0.006	0.004	0.009	-0.001	0.000	-0.001	0.002	0.002
相模川	相模川	柄杓流川	40	柄杓流川流末	0.001	0.001	0.001	0.001	0.007	0.002	0.000	0.001	0.000	-0.002	0.003	0.000
相模川	相模川	大幡川	41	大幡川流末	0.003	0.004	0.002	0.001	0.004	0.003	0.001	0.006	0.001	-0.001	0.000	0.001
相模川	相模川	朝日川	42	落合橋	0.001	0.000	0.000	0.001	0.003	0.001	0.000	0.000	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001
相模川	相模川	笹子川	43	西方寺橋	0.003	0.002	0.002	0.001	0.004	0.002	0.002	0.002	0.000	0.000	-0.001	0.001
相模川	相模川	鶴川	44	鶴川橋	0.005	0.003	0.003	0.002	0.004	0.004	0.003	0.002	0.000	0.000	0.000	0.001
相模川	相模川	道志川	45	道志川流末	0.001	0.001	0.001	0.001	0.003	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.001	0.000
相模川	相模川	秋山川	46	秋山川流末	0.001	0.000	0.001	0.001	0.003	0.001	0.000	0.000	-0.001	-0.001	0.000	-0.001
相模川	富士五湖	山中湖	47	山中湖湖心	0.000	0.000	0.000	-0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.002	-0.003	-0.001
相模川	富士五湖	河口湖	48	河口湖湖心	0.001	0.000	0.000	0.000	0.003	0.001	-0.001	0.000	0.000	-0.002	0.000	-0.001
相模川	富士五湖	河口湖	49	河口湖船津	0.001	0.001	0.000	0.000	0.005	0.001	-0.001	0.000	-0.001	-0.002	0.001	0.000
相模川	富士五湖	西湖	50	西湖湖心	0.001	0.000	0.000	0.000	0.003	0.001	0.000	0.000	-0.002	-0.002	-0.001	-0.001
相模川	富士五湖	精進湖	51	精進湖湖心	0.001	0.003	0.001	0.001	0.004	0.002	0.000	0.002	0.000	0.000	0.001	0.001
相模川	富士五湖	本栖湖	52	本栖湖湖心	0.001	0.000	0.000	0.000	0.003	0.001	0.000	0.000	-0.001	-0.002	-0.001	-0.001
多摩川	多摩川	多摩川上流(1)	53	下保之瀬橋	0.004	0.003	0.002	0.004	0.005	0.004	0.002	0.002	0.000	0.001	0.000	0.001
多摩川	多摩川	小菅川	54	小菅川流末	0.004	0.007	0.004	0.003	0.009	0.006	0.000	0.013	0.001	-0.001	0.006	0.004
55	ミリQ-1				0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.001	0.000	-0.001	-0.002	-0.004	-0.002
56	ミリQ-2				0.000	-0.001	0.000	-0.001	0.000	0.000	-0.001	0.000	-0.001	-0.002	-0.004	-0.002
57	ミリQ-3				0.000	0.000	0.000	-0.001	0.000	0.000	-0.001	0.000	-0.001	-0.002	-0.004	-0.001
58	ICP-MS水-1				-0.001	0.001	0.000	0.000	-0.001	0.000	-0.002	-0.001	-0.001	-0.002	-0.004	-0.002
59	ICP-MS水-2				-0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.002	0.000	-0.001	-0.002	-0.004	-0.002
60	ICP-MS水-3				0.000	0.000	-0.001	0.000	0.000	0.000	-0.002	0.000	-0.001	-0.002	-0.004	-0.002

表2-2 ICP質量分析計による公共用水域の微量元素測定結果
(ランタン系列、アクチノイド系列) [採水：2003年～2004年]

採水地点番号	水質測定点	ネオジウム (146 Nd) $\mu\text{g/L}$						サマリウム (147 Sm) $\mu\text{g/L}$						ユロビウム (153 Eu) $\mu\text{g/L}$					
		11月	12月	1月	2月	3月	平均	11月	12月	1月	2月	3月	平均	11月	12月	1月	2月	3月	平均
1	国界橋	0.003	0.032	0.001	0.002	0.002	0.008	0.001	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000
2	船山橋	0.005	0.004	0.004	0.004	0.005	0.005	0.000	0.003	0.000	0.001	0.002	0.001	0.001	0.002	0.001	0.000	0.000	0.001
3	信玄橋	0.007	0.004	0.003	0.006	0.004	0.005	0.002	0.004	0.000	0.001	0.002	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	0.000	0.001
4	三郡西橋	0.009	0.002	0.004	0.002	0.006	0.005	0.002	0.001	0.001	0.002	0.001	0.001	0.002	0.001	0.001	0.001	0.000	0.001
5	富士橋	0.007	0.004	0.002	0.004	0.004	0.004	0.001	0.003	0.000	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
6	富山橋	0.005	0.004	0.002	0.004	0.004	0.004	0.001	0.003	0.001	0.000	0.000	0.001	0.001	0.002	0.001	0.001	0.000	0.001
7	南部橋	0.007	0.002	0.002	0.003	0.003	0.003	0.001	0.003	0.000	0.002	0.000	0.001	0.001	0.001	0.000	0.000	0.001	0.001
8	北松野	0.005	0.004	0.002	0.002	0.002	0.003	0.002	0.001	-0.002	-0.001	0.002	0.000	0.001	0.001	0.000	0.000	0.001	0.001
9	富士川橋	0.007	0.002	0.001	0.001	0.005	0.003	0.001	0.003	0.000	0.001	0.001	0.002	0.001	0.001	0.000	0.000	0.004	0.001
10	大門ダム	0.005	0.015	0.005	0.003	0.005	0.007	0.002	0.004	0.000	0.000	0.004	0.002	0.001	0.001	0.000	0.000	0.003	0.001
11	塩川ダム	0.004	0.031	0.008	0.007	0.011	0.012	0.002	0.009	0.003	0.001	0.005	0.004	0.001	0.002	0.001	0.001	0.004	0.002
12	藤井堰	0.006	0.006	0.005	0.006	0.005	0.006	0.001	0.002	0.000	0.002	0.005	0.002	0.001	0.001	0.001	0.000	0.001	0.001
13	塩川橋	0.008	0.007	0.005	0.006	0.006	0.006	0.003	0.001	0.000	0.001	0.003	0.002	0.001	0.001	0.001	0.000	0.001	0.001
14	黒沢川流末	0.004	0.007	0.005	0.005	0.006	0.006	0.000	0.002	0.000	0.000	0.002	0.001	0.002	0.002	0.000	0.000	0.001	0.001
15	新大橋	0.004	0.002	0.001	0.004	0.004	0.003	0.001	0.004	-0.001	0.002	0.001	0.001	0.000	0.001	0.000	0.000	0.001	0.000
16	鴨沢川	0.005	0.001	0.001	0.002	0.003	0.002	0.001	0.002	-0.001	0.002	0.000	0.001	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000
17	広瀬ダム	0.008	0.012	0.009	0.001	0.004	0.007	0.002	0.003	0.001	0.000	0.004	0.002	0.001	0.001	0.000	0.000	0.004	0.001
18	亀甲橋	0.007	0.006	0.004	0.003	0.004	0.005	0.004	0.003	-0.001	0.002	0.002	0.002	0.001	0.001	0.000	0.000	-0.001	0.000
19	鶴飼橋	0.007	0.003	0.003	0.003	0.004	0.004	0.002	0.003	0.000	0.003	0.002	0.002	0.001	0.002	0.000	0.000	0.000	0.001
20	桃林橋	0.008	0.005	0.005	0.003	0.005	0.006	0.001	0.004	0.000	0.000	0.002	0.002	0.002	0.001	0.000	0.000	0.000	0.001
21	三郡東橋	0.004	0.001	0.002	0.005	0.003	0.003	0.002	0.003	-0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.001	0.001	0.001	0.000
22	千野橋	0.006	0.004	0.004	0.004	0.003	0.004	0.001	0.003	0.000	0.002	0.000	0.001	0.001	0.001	0.001	0.000	0.001	0.001
23	重川橋	0.009	0.005	0.004	0.004	0.007	0.006	0.002	0.002	-0.001	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.001	0.000	0.001
24	葡萄橋	0.004	0.006	0.002	0.003	0.004	0.004	0.000	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	0.000	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000
25	日川橋	0.006	0.003	0.002	0.003	0.002	0.003	0.002	0.002	-0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.000	0.001	0.001
26	平等橋	0.020	0.021	0.004	0.008	0.007	0.012	0.004	0.009	0.000	0.003	0.001	0.003	0.003	0.003	0.001	0.000	0.001	0.002
27	平等川流末	0.009	0.013	0.003	0.008	0.007	0.008	0.002	0.006	0.000	0.002	0.001	0.002	0.001	0.002	0.001	0.000	0.000	0.001
28	砂田橋	0.007	0.005	0.004	0.003	0.006	0.005	0.002	0.003	-0.001	0.003	0.002	0.002	0.002	0.002	0.001	0.002	0.001	0.002
29	濁川橋	0.005	0.004	0.004	0.003	0.004	0.004	0.001	0.002	0.001	0.001	0.002	0.001	0.002	0.003	0.001	0.001	0.000	0.001
30	荒川ダム	0.015	0.016	0.012	0.005	0.005	0.010	0.004	0.007	0.002	0.001	0.001	0.003	0.001	0.002	0.001	0.001	0.000	0.001
31	桜橋	0.015	0.015	0.009	0.007	0.008	0.011	0.003	0.006	0.002	0.002	0.000	0.003	0.002	0.002	0.001	0.001	0.000	0.001
32	千秋橋	0.010	0.018	0.005	0.006	0.006	0.009	0.001	0.005	0.000	0.002	0.002	0.002	0.001	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001
33	二川橋	0.010	0.014	0.004	0.006	0.006	0.008	0.002	0.005	0.000	0.005	0.003	0.003	0.002	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001
34	高室橋	0.003	0.001	0.001	0.004	0.003	0.002	0.001	0.002	0.000	0.002	0.002	0.001	0.001	0.002	0.001	0.001	0.000	0.001
35	鎌田川流末	0.002	0.000	0.003	0.002	0.003	0.002	0.002	0.001	0.000	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.001	0.000	0.000	0.001
36	富士見橋	0.001	0.000	0.001	0.000	0.002	0.001	0.001	0.002	-0.001	0.000	0.004	0.001	0.002	0.000	0.001	0.000	0.002	0.001
37	大月橋	0.003	-0.001	0.001	0.003	0.004	0.002	0.002	0.001	0.000	0.002	0.003	0.002	0.001	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001
38	桂川橋	0.004	0.001	0.005	0.007	0.007	0.005	0.001	0.001	0.000	0.002	0.004	0.002	0.001	0.001	0.001	0.000	0.002	0.001
39	昭和橋	0.000	0.001	0.001	0.001	0.005	0.002	0.000	0.001	-0.002	0.002	0.003	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004	0.001
40	柄杓流川流末	0.002	0.002	0.001	0.002	0.006	0.003	0.001	0.002	0.000	0.000	0.006	0.002	0.001	0.001	0.000	0.000	0.006	0.001
41	大幡川流末	0.005	0.005	0.003	0.002	0.004	0.004	0.002	0.003	0.000	0.001	0.004	0.002	0.001	0.001	0.000	0.000	0.002	0.001
42	落合橋	0.003	0.000	0.002	0.007	0.012	0.005	0.001	0.001	0.000	0.001	0.006	0.002	0.001	0.000	0.000	0.000	0.003	0.001
43	西方寺橋	0.004	0.002	0.002	0.004	0.008	0.004	0.002	0.003	-0.001	0.003	0.001	0.002	0.002	0.001	0.001	0.000	0.002	0.001
44	鶴川橋	0.006	0.004	0.003	0.004	0.006	0.005	0.003	0.002	0.000	0.001	0.003	0.002	0.002	0.004	0.001	0.000	0.001	0.002
45	道志川流末	0.003	0.001	0.002	0.003	0.005	0.003	0.000	0.003	-0.001	0.003	0.003	0.002	0.001	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001
46	秋山川流末	0.003	0.001	0.002	0.002	0.003	0.002	0.000	0.002	-0.001	0.002	0.003	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001
47	山中湖湖心	0.001	0.001	0.002	-0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	-0.001	0.000	-0.001	0.000	0.000	0.001	0.000	-0.001	0.000	0.000
48	河口湖湖心	0.001	0.000	0.001	0.001	0.005	0.001	0.001	0.001	-0.001	0.001	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	-0.001	0.002	0.000
49	河口湖船津	0.001	-0.001	0.000	0.001	0.005	0.001	0.000	0.001	-0.001	0.000	0.001	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.003	0.001
50	西湖湖心	0.000	0.001	0.001	0.001	0.003	0.001	0.000	0.002	-0.002	0.002	0.004	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.001
51	精進湖湖心	0.000	0.001	0.000	0.003	0.004	0.002	0.000	0.001	-0.001	0.002	0.004	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.001
52	本栖湖湖心	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004	0.001	0.000	0.001	-0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.000
53	下保之瀬橋	0.007	0.002	0.003	0.005	0.006	0.005	0.002	0.001	0.000	0.002	0.004	0.002	0.002	0.001	0.000	0.000	0.003	0.001
54	小菅川流末	0.005	0.004	0.004	0.003	0.012	0.006	0.001	0.005	0.001	0.001	0.007	0.003	0.001	0.001	0.000	0.000	0.004	0.001
55	ミリQ-1	0.001	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	-0.001	0.002	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	-0.001	0.000	0.000
56	ミリQ-2	0.001	0.000	0.000	-0.001	0.000	0.000	0.000	0.002	0.000	0.002	-0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.001	0.000
57	ミリQ-3	0.000	-0.002	0.000	0.002	0.000	0.000	0.001	0.002	0.000	0.001	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	-0.001	0.000
58	ICP-MS水-1	0.000	0.001	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.002	-0.001	0.001	-0.001	0.000	-0.001	0.001	0.000	0.000	-0.001	0.000
59	ICP-MS水-2	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.001	-0.001	0.000
60	ICP-MS水-3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	-0.001	0.003										

表2-3 ICP質量分析計による公共用水域の微量元素測定結果
(ランタン系列、アクチノイド系列) [採水：2003年～2004年]

採水地点番号	水質測定点	テルビウム (159 Tb) $\mu\text{g/L}$						ジスプロシウム (163 Dy) $\mu\text{g/L}$						ホロニウム (165 Ho) $\mu\text{g/L}$					
		11月	12月	1月	2月	3月	平均	11月	12月	1月	2月	3月	平均	11月	12月	1月	2月	3月	平均
1	国界橋	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.006	0.001	0.000	0.001	0.002	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000
2	船山橋	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.002	0.002	0.003	0.004	0.003	0.001	0.001	0.001	0.000	0.001	0.001
3	信玄橋	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.004	0.001	0.001	0.004	0.003	0.001	0.001	0.000	0.000	0.001	0.001
4	三郡西橋	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.002	0.002	0.002	0.003	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
5	富士橋	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.002	0.002	0.003	0.002	0.002	0.001	0.000	0.001	0.000	0.001	0.001
6	富山橋	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.001	0.001	0.001	0.002	0.002	0.001	0.001	0.000	0.001	0.001	0.001
7	南部橋	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.003	0.002	0.002	0.003	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
8	北松野	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.003	0.001	0.001	0.001	0.003	0.002	0.001	0.001	0.000	0.000	0.001	0.001
9	富士川橋	0.001	0.000	0.000	0.000	0.004	0.001	0.003	0.002	0.001	0.002	0.005	0.003	0.001	0.000	0.000	0.000	0.005	0.001
10	大門ダム	0.001	0.000	0.000	0.000	0.004	0.001	0.002	0.002	0.001	0.001	0.006	0.002	0.001	0.000	0.000	0.000	0.004	0.001
11	塩川ダム	0.001	0.001	0.001	0.000	0.005	0.002	0.002	0.008	0.002	0.004	0.006	0.004	0.001	0.002	0.001	0.000	0.005	0.002
12	藤井堰	0.001	0.000	0.000	0.000	0.002	0.001	0.001	0.002	0.001	0.001	0.004	0.002	0.001	0.001	0.000	0.000	0.002	0.001
13	塩川橋	0.001	0.000	0.001	0.000	0.002	0.001	0.002	0.002	0.001	0.001	0.003	0.002	0.001	0.000	0.000	0.000	0.002	0.001
14	黒沢川流末	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.002	0.002	0.001	0.003	0.004	0.002	0.001	0.001	0.001	0.000	0.002	0.001
15	新大橋	0.001	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.001	0.001	0.002	0.003	0.003	0.002	0.000	0.001	0.000	0.000	0.001	0.001
16	鳴沢川	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.000	0.000	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	0.000	0.000	0.001	0.000
17	広瀬ダム	0.001	0.000	0.000	0.000	0.004	0.001	0.003	0.004	0.002	0.001	0.005	0.003	0.001	0.001	0.001	0.000	0.004	0.001
18	亀甲橋	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.003	0.001	0.001	0.003	0.002	0.001	0.001	0.001	0.000	0.001	0.001
19	鶴岡橋	0.001	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.003	0.002	0.001	0.002	0.002	0.002	0.001	0.001	0.000	0.000	0.001	0.001
20	桃林橋	0.001	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.003	0.003	0.002	0.003	0.004	0.003	0.001	0.001	0.001	0.000	0.001	0.001
21	三郡東橋	0.001	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.003	0.002	0.001	0.002	0.002	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
22	千野橋	0.001	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.002	0.001	0.001	0.001	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	0.000	0.001	0.001
23	重川橋	0.001	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.002	0.003	0.001	0.002	0.002	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
24	葡萄橋	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.001	0.002	0.001	0.001	0.002	0.002	0.001	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001
25	日川橋	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.002	0.001	0.002	0.001	0.002	0.001	0.001	0.000	0.000	0.001	0.000
26	平等橋	0.001	0.001	0.000	0.000	0.001	0.001	0.006	0.006	0.002	0.003	0.003	0.004	0.001	0.002	0.001	0.000	0.001	0.001
27	平等川流末	0.001	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.003	0.005	0.002	0.002	0.003	0.003	0.001	0.001	0.000	0.000	0.001	0.001
28	砂田橋	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.003	0.001	0.002	0.004	0.002	0.001	0.001	0.001	0.000	0.001	0.001
29	濁川橋	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.003	0.003	0.001	0.003	0.003	0.003	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.001
30	荒川ダム	0.001	0.001	0.001	0.000	0.000	0.001	0.006	0.006	0.003	0.002	0.002	0.004	0.001	0.001	0.001	0.000	0.000	0.001
31	桜橋	0.001	0.001	0.001	0.000	0.001	0.001	0.005	0.006	0.002	0.003	0.002	0.004	0.002	0.002	0.000	0.000	0.001	0.001
32	千秋橋	0.001	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.003	0.005	0.002	0.002	0.004	0.003	0.001	0.001	0.001	0.000	0.002	0.001
33	二川橋	0.001	0.001	0.001	0.000	0.001	0.001	0.004	0.006	0.002	0.002	0.005	0.004	0.001	0.002	0.001	0.001	0.002	0.001
34	高室橋	0.001	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.002	0.001	0.002	0.003	0.004	0.003	0.001	0.001	0.001	0.000	0.001	0.001
35	鎌田川流末	0.001	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
36	富士見橋	0.001	0.000	0.000	0.000	0.003	0.001	0.002	0.001	0.000	0.000	0.003	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.003	0.001
37	大月橋	0.002	0.000	0.000	0.000	0.002	0.001	0.004	0.001	0.001	0.001	0.003	0.002	0.002	0.001	0.001	0.000	0.003	0.001
38	桂川橋	0.002	0.000	0.000	0.000	0.002	0.001	0.002	0.001	0.001	0.002	0.004	0.002	0.001	0.001	0.000	0.000	0.003	0.001
39	昭和橋	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004	0.001	0.000	0.001	0.001	0.000	0.004	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004	0.001
40	柄杓流川流末	0.001	0.000	0.000	0.000	0.006	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.005	0.002	0.001	0.001	0.000	0.000	0.006	0.002
41	大幡川流末	0.002	0.000	0.001	0.000	0.003	0.001	0.002	0.003	0.001	0.001	0.005	0.002	0.001	0.001	0.000	0.000	0.003	0.001
42	落合橋	0.001	0.000	0.000	0.000	0.003	0.001	0.004	0.001	0.004	0.010	0.010	0.006	0.003	0.001	0.001	0.003	0.004	0.002
43	西方寺橋	0.002	0.000	0.001	0.000	0.003	0.001	0.003	0.002	0.001	0.002	0.004	0.002	0.003	0.000	0.000	0.000	0.002	0.001
44	鶴川橋	0.004	0.000	0.000	0.000	0.002	0.001	0.004	0.001	0.000	0.001	0.003	0.002	0.003	0.001	0.000	0.000	0.002	0.001
45	道志川流末	0.001	0.000	0.000	0.000	0.003	0.001	0.001	0.002	0.000	0.002	0.002	0.001	0.001	0.001	0.000	0.000	0.003	0.001
46	秋山川流末	0.001	0.000	0.000	0.000	0.002	0.001	0.001	0.000	0.000	0.002	0.004	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.003	0.001
47	山中湖湖心	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
48	河口湖湖心	0.001	0.000	0.000	0.000	0.003	0.001	0.001	0.001	0.001	0.000	0.003	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.003	0.001
49	河口湖船津	0.001	0.000	0.000	0.000	0.004	0.001	0.002	0.002	0.000	0.001	0.003	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.004	0.001
50	西湖湖心	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004	0.001	0.000	-0.001	0.000	0.001	0.003	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004	0.001
51	精進湖湖心	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004	0.001	0.000	0.000	0.001	0.001	0.003	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.001
52	本栖湖湖心	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.001
53	下保之瀬橋	0.001	0.000	0.000	0.000	0.003	0.001	0.002	0.001	0.000	0.002	0.004	0.002	0.001	0.000	0.000	0.000	0.004	0.001
54	小菅川流末	0.001	0.000	0.001	0.000	0.005	0.001	0.002	0.001	0.000	0.000	0.006	0.002	0.001	0.000	0.000	0.000	0.004	0.001
55	ミリQ-1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.000	0.000	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
56	ミリQ-2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	-0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
57	ミリQ-3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000
58	ICP-MS水-1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.001	-0.001	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
59	ICP-MS水-2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
60	ICP-MS水-3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.001	0.001										

表2-4 ICP質量分析計による公共用水域の微量元素測定結果
(ランタン系列、アクチノイド系列) [採水：2003年～2004年]

採水地点番号	水質測 定点	エルビウム (166 Er) $\mu\text{g/L}$						ツリウム (169 Tm) $\mu\text{g/L}$						イッテルビウム (172 Yb) $\mu\text{g/L}$					
		11月	12月	1月	2月	3月	平均	11月	12月	1月	2月	3月	平均	11月	12月	1月	2月	3月	平均
	1 国界橋	0.001	0.003	0.001	0.000	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	-0.001	0.000	0.000	0.000	0.004	0.001	-0.002	0.000	0.001
	2 船山橋	0.002	0.004	0.002	0.003	0.003	0.003	0.000	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.005	0.004	0.004	0.003	0.004	0.004
	3 信玄橋	0.002	0.003	0.002	0.002	0.002	0.002	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.003	0.003	0.005	0.004	0.004
	4 三郎西橋	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.001	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.004	0.005	0.004	0.004	0.002	0.004
	5 富士橋	0.003	0.002	0.003	0.003	0.004	0.003	0.001	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.005	0.004	0.006	0.005	0.004	0.005
	6 富山橋	0.003	0.002	0.002	0.003	0.004	0.003	0.001	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.003	0.003	0.005	0.004	0.004	0.004
	7 南部橋	0.003	0.002	0.003	0.003	0.003	0.003	0.001	0.000	0.001	0.000	0.001	0.001	0.003	0.004	0.005	0.005	0.006	0.004
	8 北松野	0.002	0.001	0.002	0.001	0.002	0.001	0.000	0.000	0.001	0.000	0.002	0.001	0.002	0.003	0.003	0.002	0.003	0.001
	9 富士川橋	0.003	0.001	0.001	0.001	0.006	0.002	0.001	0.000	0.000	0.000	0.005	0.001	0.003	0.004	0.002	0.002	0.007	0.003
	10 大門ダム	0.002	0.001	0.001	0.002	0.003	0.002	0.001	0.000	0.001	0.000	0.005	0.001	0.002	0.002	0.003	0.001	0.007	0.003
	11 塩川ダム	0.002	0.004	0.001	0.001	0.005	0.003	0.000	0.000	0.000	-0.001	0.005	0.001	0.001	0.004	0.001	0.001	0.005	0.002
	12 藤井堰	0.001	0.002	0.001	0.000	0.003	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.001	0.002	0.003	0.001	0.001	0.004	0.002
	13 塩川橋	0.002	0.002	0.001	0.001	0.003	0.002	0.001	0.000	0.000	0.000	0.002	0.001	0.002	0.004	0.001	0.002	0.003	0.003
	14 黒沢川流末	0.002	0.003	0.004	0.002	0.004	0.003	0.001	0.000	0.001	0.000	0.002	0.001	0.007	0.009	0.006	0.007	0.006	0.007
	15 新大橋	0.003	0.002	0.001	0.001	0.002	0.002	0.001	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.003	0.003	0.002	0.002	0.004	0.003
	16 鴨沢川	0.003	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.003	0.002	0.002	-0.001	0.003	0.002
	17 広瀬ダム	0.002	0.003	0.003	0.001	0.004	0.003	0.001	0.000	0.000	0.000	0.004	0.001	0.002	0.003	0.002	-0.001	0.004	0.002
	18 亀甲橋	0.003	0.001	0.001	0.002	0.001	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.002	0.003	0.000	0.000	0.002	0.001
	19 鶴岡橋	0.002	0.002	0.002	0.002	0.003	0.002	0.001	0.001	0.001	0.000	0.001	0.001	0.002	0.003	0.003	0.002	0.004	0.003
	20 桃林橋	0.003	0.003	0.003	0.004	0.004	0.003	0.001	0.000	0.001	0.000	0.002	0.001	0.005	0.005	0.006	0.004	0.005	0.005
	21 三郡東橋	0.004	0.005	0.003	0.004	0.004	0.004	0.001	0.001	0.001	0.000	0.002	0.001	0.008	0.008	0.006	0.009	0.010	0.008
	22 千野橋	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.000	0.000	0.000	-0.001	0.001	0.000	0.003	0.002	0.001	0.003	0.002	0.002
	23 重川橋	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.001	0.001	0.000	0.000	0.001	0.001	0.004	0.005	0.003	0.002	0.004	0.004
	24 葡萄橋	0.001	0.002	0.001	0.002	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.001	0.001	0.000	0.000	0.001	0.001
	25 日川橋	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.003	0.002	0.002	0.000	0.003	0.002
	26 平等橋	0.003	0.006	0.002	0.002	0.002	0.003	0.001	0.001	0.001	0.000	0.001	0.001	0.005	0.007	0.003	0.002	0.004	0.004
	27 平等川流末	0.003	0.004	0.002	0.003	0.002	0.003	0.000	0.001	0.001	0.000	0.001	0.000	0.004	0.006	0.002	0.001	0.004	0.003
	28 砂田橋	0.003	0.003	0.003	0.004	0.003	0.003	0.001	0.001	0.001	0.000	0.001	0.001	0.005	0.005	0.005	0.004	0.005	0.005
	29 濁川橋	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.001	0.001	0.001	0.000	0.001	0.001	0.006	0.005	0.005	0.004	0.005	0.005
	30 荒川ダム	0.003	0.003	0.002	0.002	0.000	0.002	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.005	0.004	0.003	0.000	0.003
	31 桜橋	0.004	0.003	0.002	0.001	0.002	0.002	0.001	0.001	0.000	-0.001	0.002	0.001	0.004	0.005	0.002	0.000	0.003	0.003
	32 千秋橋	0.002	0.005	0.003	0.003	0.004	0.003	0.001	0.001	0.001	0.000	0.002	0.001	0.006	0.006	0.006	0.004	0.008	0.006
	33 二川橋	0.004	0.003	0.004	0.004	0.004	0.004	0.001	0.001	0.001	0.000	0.002	0.001	0.007	0.009	0.006	0.008	0.012	0.008
	34 高室橋	0.004	0.005	0.005	0.004	0.003	0.004	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.001	0.010	0.012	0.009	0.008	0.009	0.010
	35 鎌田川流末	0.004	0.004	0.002	0.002	0.002	0.003	0.001	0.001	0.001	0.000	0.001	0.001	0.011	0.007	0.006	0.008	0.007	0.008
	36 富士見橋	0.001	0.001	0.001	0.001	0.005	0.002	0.001	0.000	0.000	0.000	0.003	0.001	0.004	0.002	0.001	0.000	0.003	0.002
	37 大月橋	0.006	0.001	0.003	0.003	0.006	0.004	0.002	0.000	0.001	0.000	0.003	0.001	0.009	0.003	0.007	0.008	0.010	0.008
	38 桂川橋	0.003	0.001	0.001	0.002	0.003	0.002	0.001	0.000	0.001	0.000	0.003	0.001	0.005	0.003	0.003	0.003	0.007	0.004
	39 昭和橋	0.000	0.000	0.000	0.001	0.006	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004	0.001	0.000	0.001	0.002	0.000	0.006	0.002
	40 納め流川流末	0.002	0.001	0.002	0.001	0.007	0.003	0.001	0.000	0.000	0.000	0.007	0.002	0.004	0.003	0.003	0.002	0.010	0.004
	41 大橋川流末	0.002	0.002	0.003	0.001	0.006	0.003	0.001	0.000	0.000	0.000	0.004	0.001	0.004	0.002	0.003	0.000	0.006	0.003
	42 落合橋	0.009	0.002	0.006	0.016	0.027	0.012	0.003	0.000	0.001	0.001	0.007	0.003	0.013	0.004	0.013	0.018	0.038	0.017
	43 西方寺橋	0.003	0.001	0.002	0.002	0.004	0.003	0.002	0.000	0.000	0.000	0.003	0.001	0.004	0.003	0.001	0.001	0.004	0.003
	44 鶴川橋	0.004	0.001	0.000	0.001	0.002	0.001	0.003	0.000	0.000	0.000	0.003	0.001	0.003	0.001	0.000	-0.001	0.003	0.001
	45 道志川流末	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.001	0.001	0.000	0.000	-0.001	0.003	0.001	0.000	0.001	0.001	0.000	0.003	0.001
	46 秋山川流末	0.001	0.000	0.001	0.001	0.002	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.003	0.001	0.004	0.002	0.001	0.002	0.004	0.003
	47 山中湖湖心	0.001	0.000	0.001	-0.001	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.001	0.001	0.000	0.000	0.002	0.001
	48 河口湖湖心	0.001	0.000	0.000	0.000	0.003	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.003	0.001	0.001	0.000	0.001	0.001	0.002	0.001
	49 河口湖船津	0.000	0.000	0.001	0.000	0.004	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.004	0.001	0.001	0.001	0.001	0.000	0.002	0.001
	50 西湖湖心	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.001	0.000	0.001	0.000	0.001	0.004	0.001
	51 精進湖湖心	0.000	0.000	0.001	0.002	0.003	0.001	0.000	0.000	0.000	-0.001	0.004	0.001	0.000	0.002	0.001	0.000	0.005	0.002
	52 本栖湖湖心	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.001	0.003	0.000
	53 下保之瀬橋	0.001	0.001	0.000	0.000	0.003	0.001	0.002	0.000	0.000	-0.001	0.003	0.001	0.001	0.001	0.000	-0.001	0.005	0.001
	54 小菅川流末	0.001	0.001	0.001	0.000	0.006	0.002	0.001	0.000	0.000	-0.001	0.005	0.001	0.001	0.001	0.001	-0.001	0.006	0.002
	55 ミリQ-1	0.000	0.000	0.001	0.000	-0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000
	56 ミリQ-2	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.001	0.000	0.000
	57 ミリQ-3	0.000	0.001	0.001	-0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.001	0.001	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000
	58 ICP-MS水-1	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.001	0.000	0.000
	59 ICP-MS水-2	0.000	0.001	0.001	0.000	-0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.001	-0.001	0.000
	60 ICP-MS水-3	0.000	0.000	0.000	-0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.001	-0.001	0.000

表2-5 ICP質量分析計による公共用水域の微量元素測定結果
(ランタン系列、アクチノイド系列) [採水：2003年～2004年]

採水地点番号	水質測定点	ルテチウム (175 Lu) $\mu\text{g/L}$						ウラン (238 U) $\mu\text{g/L}$						採水日 (2003年～2004年)				
		11月	12月	1月	2月	3月	平均	11月	12月	1月	2月	3月	平均	11月	12月	1月	2月	3月
1	国界橋	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.093	0.078	0.088	0.099	0.101	0.092	11.28	12.04	1.08	2.05	3.04
2	船山橋	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.099	0.084	0.072	0.089	0.099	0.089	11.27	12.11	1.08	2.05	3.04
3	信玄橋	0.001	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001	0.058	0.053	0.050	0.055	0.071	0.057	11.27	12.11	1.08	2.05	3.04
4	三郡西橋	0.001	0.001	0.001	0.002	0.000	0.001	0.062	0.059	0.049	0.060	0.062	0.058	11.27	12.11	1.08	2.05	3.04
5	富士橋	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.031	0.031	0.037	0.046	0.048	0.038	11.27	12.11	1.08	2.05	3.04
6	富山橋	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.040	0.036	0.045	0.059	0.054	0.047	11.27	12.11	1.08	2.05	3.04
7	南部橋	0.002	0.001	0.001	0.002	0.001	0.001	0.037	0.035	0.034	0.041	0.048	0.039	11.27	12.11	1.08	2.05	3.04
8	北松野	0.001	0.001	0.000	0.000	0.002	0.001	0.032	0.030	0.018	0.018	0.023	0.024	11.27	12.11	1.08	2.05	3.04
9	富士川橋	0.001	0.001	0.000	0.001	0.005	0.001	0.033	0.027	0.018	0.020	0.019	0.023	11.27	12.11	1.08	2.05	3.04
10	大門ダム	0.001	0.001	0.000	0.000	0.004	0.001	0.003	0.002	0.002	0.001	0.001	0.002	11.07	12.01	1.09	2.02	3.01
11	塩川ダム	0.001	0.000	0.000	0.000	0.005	0.001	0.006	0.005	0.004	0.004	0.005	0.005	11.07	12.01	1.09	2.02	3.01
12	藤井堰	0.001	0.001	0.000	0.000	0.003	0.001	0.007	0.006	0.006	0.008	0.009	0.007	11.28	12.04	1.08	2.05	3.04
13	塩川橋	0.001	0.000	0.000	0.001	0.002	0.001	0.010	0.005	0.005	0.008	0.012	0.008	11.27	12.11	1.08	2.05	3.04
14	黒沢川流末	0.002	0.002	0.001	0.002	0.002	0.002	0.027	0.023	0.021	0.032	0.035	0.028	11.28	12.04	1.08	2.05	3.04
15	新大橋	0.001	0.001	0.000	0.001	0.002	0.001	0.055	0.039	0.023	0.027	0.049	0.039	11.28	12.04	1.08	2.05	3.04
16	鳴沢川	0.001	0.000	0.000	0.000	0.002	0.001	0.067	0.034	0.024	0.034	0.035	0.039	11.27	12.11	1.08	2.05	3.04
17	広瀬ダム	0.001	0.001	0.000	0.000	0.004	0.001	0.007	0.006	0.004	0.019	0.020	0.011	11.07	12.01	1.09	2.02	3.01
18	亀甲橋	0.001	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001	0.007	0.006	0.006	0.011	0.013	0.009	11.27	12.11	1.08	2.05	3.04
19	鶴飼橋	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.001	0.018	0.018	0.023	0.025	0.028	0.023	11.27	12.11	1.08	2.05	3.04
20	桃林橋	0.002	0.001	0.001	0.001	0.002	0.001	0.020	0.017	0.015	0.024	0.026	0.020	11.27	12.11	1.08	2.05	3.04
21	三郡東橋	0.002	0.002	0.002	0.002	0.003	0.002	0.088	0.086	0.072	0.107	0.107	0.092	11.27	12.11	1.08	2.05	3.04
22	千野橋	0.001	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.038	0.027	0.038	0.049	0.048	0.040	11.28	12.04	1.08	2.05	3.04
23	重川橋	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.001	0.028	0.027	0.028	0.038	0.031	0.030	11.27	12.11	1.08	2.05	3.04
24	葡萄橋	0.001	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.040	0.037	0.041	0.050	0.054	0.044	11.28	12.04	1.08	2.05	3.04
25	日川橋	0.001	0.001	0.000	0.000	0.001	0.001	0.035	0.031	0.036	0.047	0.045	0.039	11.27	12.11	1.08	2.05	3.04
26	平等橋	0.001	0.002	0.000	0.001	0.001	0.001	0.024	0.020	0.021	0.038	0.032	0.027	11.28	12.04	1.08	2.05	3.04
27	平等川流末	0.001	0.001	0.000	0.001	0.001	0.001	0.013	0.015	0.014	0.023	0.024	0.017	11.28	12.04	1.08	2.05	3.04
28	砂田橋	0.002	0.001	0.001	0.001	0.002	0.002	0.039	0.025	0.023	0.039	0.043	0.034	11.13	12.04	1.08	2.05	3.04
29	濁川橋	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.039	0.030	0.020	0.031	0.028	0.030	11.13	12.04	1.08	2.05	3.04
30	荒川ダム	0.001	0.001	0.000	0.000	0.001	0.001	0.005	0.004	0.003	0.004	0.003	0.004	11.13	12.04	1.08	2.05	3.04
31	桜橋	0.001	0.001	0.000	0.000	0.001	0.001	0.008	0.007	0.007	0.008	0.010	0.008	11.13	12.04	1.08	2.05	3.04
32	千秋橋	0.002	0.001	0.001	0.001	0.003	0.002	0.017	0.011	0.014	0.020	0.034	0.019	11.13	12.04	1.08	2.05	3.04
33	二川橋	0.002	0.001	0.001	0.002	0.003	0.002	0.026	0.013	0.025	0.030	0.046	0.028	11.13	12.04	1.08	2.05	3.04
34	高室橋	0.004	0.003	0.002	0.002	0.003	0.003	0.093	0.077	0.064	0.078	0.083	0.079	11.13	12.04	1.08	2.05	3.04
35	鎌田川流末	0.002	0.002	0.001	0.002	0.002	0.002	0.116	0.105	0.076	0.099	0.109	0.101	11.28	12.04	1.08	2.05	3.04
36	富士見橋	0.002	0.000	0.000	0.000	0.003	0.001	0.032	0.023	0.021	0.022	0.026	0.025	11.05	12.05	1.07	2.04	3.03
37	大月橋	0.004	0.001	0.002	0.003	0.004	0.002	0.018	0.010	0.009	0.008	0.008	0.011	11.05	12.05	1.07	2.04	3.03
38	桂川橋	0.002	0.000	0.001	0.001	0.003	0.002	0.019	0.009	0.012	0.015	0.014	0.014	11.05	12.05	1.07	2.04	3.03
39	昭和橋	0.000	0.000	0.000	0.001	0.005	0.001	0.014	0.006	0.018	0.017	0.009	0.013	11.05	12.05	1.07	2.04	3.03
40	柄杓流川流末	0.002	0.001	0.001	0.001	0.007	0.002	0.027	0.017	0.021	0.021	0.029	0.023	11.05	12.05	1.07	2.04	3.03
41	大幡川流末	0.001	0.001	0.000	0.001	0.004	0.002	0.010	0.012	0.007	0.003	0.003	0.007	11.05	12.05	1.07	2.04	3.03
42	落合橋	0.004	0.001	0.002	0.004	0.011	0.005	0.006	0.002	0.001	0.001	0.001	0.002	11.05	12.05	1.07	2.04	3.03
43	西方寺橋	0.003	0.000	0.000	0.001	0.002	0.001	0.007	0.004	0.006	0.005	0.005	0.005	11.05	12.05	1.07	2.04	3.03
44	鶴川橋	0.004	0.000	0.000	0.000	0.002	0.001	0.001	0.001	0.002	0.001	0.004	0.002	11.05	12.05	1.07	2.04	3.03
45	道志川流末	0.001	0.000	0.000	0.000	0.003	0.001	0.005	0.001	0.002	0.000	0.000	0.002	11.05	12.05	1.07	2.04	3.03
46	秋山川流末	0.002	0.000	0.000	0.001	0.003	0.001	0.009	0.003	0.003	0.003	0.004	0.004	11.05	12.05	1.07	2.04	3.03
47	山中湖湖心	0.001	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001	0.006	0.003	0.003	0.004	0.004	0.004	11.07	12.05	1.09	2.04	3.05
48	河口湖湖心	0.001	0.000	0.000	0.000	0.003	0.001	0.008	0.004	0.004	0.004	0.005	0.005	11.07	12.05	1.09	2.02	3.01
49	河口湖船津	0.001	0.000	0.000	0.000	0.003	0.001	0.007	0.005	0.004	0.004	0.005	0.005	11.07	12.05	1.09	2.02	3.01
50	西湖湖心	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.001	0.002	0.004	0.003	0.002	0.001	0.002	11.05	12.03	1.07	2.04	3.03
51	精進湖湖心	0.000	0.001	0.000	0.000	0.004	0.001	-0.001	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	11.05	12.03	1.07	2.04	3.03
52	本栖湖湖心	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.001	-0.001	0.000	0.000	0.000	-0.001	0.000	11.05	12.03	1.07	2.09	3.03
53	下保之瀬橋	0.002	0.000	0.000	0.000	0.004	0.001	0.002	0.002	0.003	0.003	0.001	0.002	11.05	12.05	1.07	2.04	3.03
54	小菅川流末	0.001	0.000	0.000	0.000	0.005	0.001	0.005	0.000	0.001	0.000	0.002	0.002	11.05	12.05	1.07	2.04	3.03
55	ミリQ-1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.001	-0.001	-0.001					
56	ミリQ-2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.001	-0.001	-0.001					
57	ミリQ-3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.001	-0.001	0.000					
58	ICP-MS水-1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.002	-0.001	-0.001					
59	ICP-MS水-2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.001	0.000	-0.001	-0.001	-0.001					
60	ICP-MS水-3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	-0.001	0.000	0.000	-0.001	-0.002	-0.001					

表3-1 ICP質量分析計による公共用水域の微量元素測定結果
(ほとんど検出されない元素等) [採水：2003年～2004年]

水系名	流域名	水域名	採水地点番号	採水地点名	チタン (47 Ti) $\mu\text{g/L}$						ガリウム (69 Ga) $\mu\text{g/L}$					
					11月	12月	1月	2月	3月	平均	11月	12月	1月	2月	3月	平均
富士川	富士川	富士川(1)	1	国界橋	0.99	1.44	0.72	1.39	0.78	1.06	0.16	0.14	0.10	0.08	0.02	0.10
富士川	富士川	富士川(1)	2	船山橋	1.09	1.48	0.77	1.39	1.08	1.16	0.27	0.25	0.19	0.17	0.15	0.21
富士川	富士川	富士川(2)	3	信玄橋	1.71	1.82	0.86	1.69	1.34	1.48	0.30	0.25	0.20	0.18	0.16	0.22
富士川	富士川	富士川(2)	4	三郡西橋	1.93	1.75	0.95	2.01	1.45	1.62	0.33	0.28	0.23	0.22	0.19	0.25
富士川	富士川	富士川(3)	5	富士橋	1.89	1.91	0.90	1.98	1.14	1.56	0.27	0.26	0.27	0.28	0.26	0.27
富士川	富士川	富士川(4)	6	富山橋	1.30	1.64	0.88	1.80	1.11	1.34	0.30	0.28	0.23	0.23	0.22	0.25
富士川	富士川	富士川(4)	7	南部橋	1.42	1.60	0.67	1.19	0.79	1.13	0.26	0.24	0.22	0.20	0.19	0.22
富士川	富士川	富士川 (静岡県)	8	北松野	1.54	1.72	0.89	1.88	0.96	1.40	0.20	0.18	0.09	0.09	0.03	0.12
富士川	富士川	富士川 (静岡県)	9	富士川橋	1.69	1.67	0.93	1.88	1.06	1.45	0.20	0.16	0.09	0.09	0.03	0.12
富士川	富士川	大門口	10	大門口ダム	1.23	1.30	0.93	1.83	0.84	1.23	0.16	0.11	0.07	0.02	-0.11	0.05
富士川	富士川	塩川	11	塩川ダム	1.11	1.26	0.78	1.61	0.62	1.08	0.32	0.27	0.28	0.31	0.36	0.31
富士川	富士川	塩川	12	藤井堰	1.62	1.85	0.93	2.26	1.32	1.60	0.20	0.18	0.13	0.14	0.09	0.15
富士川	富士川	塩川	13	塩川橋	2.34	2.09	1.09	2.26	1.34	1.82	0.25	0.19	0.15	0.16	0.14	0.18
富士川	富士川	黒沢川	14	黒沢川流末	2.00	2.66	1.28	2.59	1.48	2.00	0.32	0.29	0.18	0.19	0.12	0.22
富士川	富士川	滝沢川	15	新大橋	1.03	1.28	0.91	1.79	0.78	1.16	0.18	0.15	0.17	0.20	0.08	0.15
富士川	富士川	市川大門	16	鳴沢川	1.88	1.62	0.73	1.53	0.91	1.33	0.32	0.16	0.07	0.06	0.04	0.13
富士川	笛吹川	笛吹川上流	17	広瀬ダム	0.52	0.58	0.39	1.16	0.56	0.64	0.16	0.16	0.12	0.16	0.12	0.14
富士川	笛吹川	笛吹川上流	18	亀甲橋	0.74	1.13	0.49	1.13	0.69	0.84	0.18	0.17	0.13	0.14	0.11	0.14
富士川	笛吹川	笛吹川下流	19	鶴飼橋	1.42	1.23	0.62	1.26	0.78	1.06	0.25	0.23	0.19	0.19	0.16	0.20
富士川	笛吹川	笛吹川下流	20	桃林橋	2.09	2.08	0.84	1.73	1.04	1.56	0.37	0.31	0.23	0.26	0.27	0.29
富士川	笛吹川	笛吹川下流	21	三郡東橋	2.10	2.19	1.08	2.18	1.12	1.74	0.46	0.39	0.32	0.34	0.36	0.37
富士川	笛吹川	重川	22	千野橋	1.08	1.29	0.64	1.29	0.71	1.00	0.34	0.25	0.26	0.28	0.24	0.27
富士川	笛吹川	重川	23	重川橋	1.54	1.60	0.82	1.48	0.86	1.26	0.33	0.26	0.21	0.21	0.17	0.24
富士川	笛吹川	日川	24	葡萄橋	0.77	1.35	0.62	1.05	0.56	0.87	0.21	0.18	0.15	0.16	0.12	0.16
富士川	笛吹川	日川	25	日川橋	1.35	1.38	0.66	1.31	0.67	1.08	0.27	0.24	0.18	0.18	0.16	0.21
富士川	笛吹川	平等川	26	平等橋	3.32	3.13	1.05	2.52	1.52	2.31	0.40	0.35	0.23	0.31	0.33	0.32
富士川	笛吹川	平等川	27	平等川流末	2.22	3.85	1.11	1.99	1.13	2.06	0.36	0.35	0.27	0.29	0.26	0.31
富士川	笛吹川	濁川	28	砂田橋	2.22	2.25	1.19	2.59	1.14	1.88	0.51	0.49	0.48	0.61	0.56	0.53
富士川	笛吹川	濁川	29	濁川橋	2.26	2.80	1.43	3.00	1.30	2.16	0.57	0.50	0.39	0.36	0.30	0.42
富士川	笛吹川	荒川上流	30	荒川ダム	1.05	1.21	0.71	1.37	0.60	0.99	0.19	0.17	0.13	0.12	0.04	0.13
富士川	笛吹川	荒川上流	31	桜橋	1.37	1.77	0.79	1.53	0.65	1.22	0.21	0.17	0.13	0.12	0.07	0.14
富士川	笛吹川	荒川下流	32	千秋橋	1.85	2.75	1.16	2.30	0.91	1.80	0.27	0.24	0.30	0.32	0.25	0.28
富士川	笛吹川	荒川下流	33	二川橋	1.85	2.91	1.10	2.25	0.91	1.80	0.35	0.29	0.31	0.42	0.35	0.35
富士川	笛吹川	鎌田川	34	高室橋	1.95	2.09	1.28	2.30	0.96	1.72	0.56	0.46	0.34	0.34	0.32	0.40
富士川	笛吹川	鎌田川	35	鎌田川流末	1.92	2.08	1.07	2.47	1.28	1.76	0.51	0.46	0.32	0.34	0.34	0.40
相模川	相模川	相模川上流(1)	36	富士見橋	2.35	2.55	1.14	2.83	1.49	2.07	0.07	0.05	0.03	0.02	-0.06	0.02
相模川	相模川	相模川上流(2)	37	大月橋	2.05	1.90	1.02	2.55	1.50	1.80	0.05	0.03	0.02	0.01	-0.07	0.01
相模川	相模川	相模川上流(2)	38	桂川橋	1.92	1.72	1.15	2.48	1.48	1.75	0.09	0.07	0.06	0.04	-0.04	0.04
相模川	相模川	宮川	39	昭和橋	1.79	0.50	1.16	2.86	0.86	1.43	0.07	0.01	0.04	0.03	-0.09	0.01
相模川	相模川	柄杓流川	40	柄杓流川流末	2.20	1.94	1.19	2.93	1.40	1.93	0.08	0.05	0.05	0.04	-0.04	0.03
相模川	相模川	大幡川	41	大幡川流末	1.25	1.18	0.67	1.64	0.90	1.13	0.15	0.09	0.10	0.10	0.04	0.10
相模川	相模川	朝日川	42	落合橋	1.32	1.28	0.80	1.81	0.87	1.22	-0.02	-0.02	-0.02	-0.04	-0.14	-0.05
相模川	相模川	笹子川	43	西方寺橋	1.13	1.14	0.57	1.23	0.73	0.96	0.19	0.12	0.10	0.12	0.07	0.12
相模川	相模川	鶴川	44	鶴川橋	1.13	1.22	0.63	1.33	0.77	1.02	0.28	0.19	0.18	0.27	0.28	0.24
相模川	相模川	道志川	45	道志川流末	1.19	1.31	0.70	1.42	0.86	1.10	0.02	0.00	-0.01	-0.03	-0.12	-0.03
相模川	相模川	秋山川	46	秋山川流末	1.41	1.54	0.75	1.54	0.87	1.22	-0.01	-0.03	-0.02	-0.03	-0.13	-0.04
相模川	富士五湖	山中湖	47	山中湖湖心	0.34	0.58	0.43	0.86	0.39	0.52	0.03	0.02	0.01	0.00	-0.08	0.00
相模川	富士五湖	河口湖	48	河口湖湖心	0.35	0.36	0.26	0.71	0.42	0.42	0.00	-0.01	-0.01	-0.02	-0.11	-0.03
相模川	富士五湖	河口湖	49	河口湖船津	0.27	0.39	0.29	0.60	0.33	0.38	-0.02	0.00	-0.01	-0.01	-0.11	-0.03
相模川	富士五湖	西湖	50	西湖湖心	0.50	0.58	0.31	0.65	0.33	0.47	0.03	0.01	-0.01	-0.03	-0.14	-0.03
相模川	富士五湖	精進湖	51	精進湖湖心	0.65	0.75	0.44	0.74	0.43	0.60	0.01	0.01	-0.01	-0.02	-0.10	-0.02
相模川	富士五湖	本栖湖	52	本栖湖湖心	0.18	0.23	0.13	0.26	0.18	0.20	-0.03	0.04	0.03	0.02	-0.06	0.00
多摩川	多摩川	多摩川上流(1)	53	下保之瀬橋	0.90	0.90	0.50	1.43	0.57	0.86	0.05	0.02	0.01	0.02	-0.08	0.00
多摩川	多摩川	小菅川	54	小菅川流末	0.79	0.91	0.50	1.04	0.74	0.80	0.14	0.07	0.07	0.07	0.03	0.08
			55	ミリQ-1	-0.35	-0.14	-0.05	-0.15	-0.06	-0.15	-0.05	-0.05	-0.05	-0.07	-0.18	-0.08
			56	ミリQ-2	-0.31	-0.13	-0.07	-0.12	-0.08	-0.14	-0.05	-0.05	-0.05	-0.07	-0.17	-0.08
			57	ミリQ-3	-0.34	-0.14	-0.07	-0.14	-0.08	-0.15	-0.05	-0.05	-0.05	-0.07	-0.18	-0.08
			58	ICP-MS水-1	-0.30	-0.12	-0.07	-0.12	-0.08	-0.14	-0.05	-0.05	-0.05	-0.07	-0.18	-0.08
			59	ICP-MS水-2	-0.27	-0.12	-0.06	-0.08	-0.04	-0.11	-0.05	-0.05	-0.05	-0.07	-0.18	-0.08
			60	ICP-MS水-3	-0.31	-0.10	-0.06	-0.13	-0.06	-0.13	-0.05	-0.05	-0.05	-0.07	-0.18	-0.08

表3-2 ICP質量分析計による公共用水域の微量元素測定結果
(ほとんど検出されない元素等) [採水：2003年～2004年]

採水地点番号	採水地点名	ゲルマニウム (72 Ge) $\mu\text{g/L}$						ニオブ (93 Nb) ※カウント						テクネチウム (99 Tc) ※カウント					
		11月	12月	1月	2月	3月	平均	11月	12月	1月	2月	3月	平均	11月	12月	1月	2月	3月	平均
1	国界橋	0.08	0.07	0.06	0.08	0.05	0.07	26	29	26	8	18	21	13	18	10	12	10	13
2	船山橋	0.08	0.07	0.05	0.07	0.04	0.06	34	33	30	14	27	28	13	17	17	16	7	14
3	信玄橋	0.08	0.07	0.06	0.08	0.05	0.07	59	27	49	21	34	38	14	11	21	14	7	14
4	三郡西橋	0.10	0.09	0.07	0.10	0.05	0.08	74	29	36	22	34	39	21	14	27	9	9	16
5	富士橋	0.13	0.12	0.20	0.14	0.28	0.18	26	23	28	22	26	25	9	16	18	12	9	13
6	富山橋	0.16	0.16	0.35	0.15	0.55	0.27	23	23	27	21	14	22	16	17	18	12	6	14
7	南部橋	0.17	0.14	0.18	0.13	0.15	0.15	43	22	27	12	10	23	4	19	32	8	12	15
8	北松野	0.14	0.09	0.07	0.09	0.06	0.09	33	13	27	11	13	20	23	9	17	12	4	13
9	富士川橋	0.12	0.10	0.09	0.10	0.05	0.09	50	21	27	11	10	24	20	16	19	11	8	15
10	大門ダム	0.06	0.03	0.03	0.04	0.03	0.04	22	20	19	11	33	21	13	11	19	11	2	11
11	塩川ダム	0.18	0.14	0.18	0.23	0.19	0.18	21	27	29	16	11	21	16	16	20	12	3	13
12	藤井堰	0.10	0.08	0.06	0.08	0.05	0.07	24	28	24	12	20	22	11	20	21	11	14	16
13	塩川橋	0.10	0.07	0.06	0.09	0.06	0.08	51	22	22	16	21	26	16	18	26	4	7	14
14	黒沢川流末	0.10	0.09	0.07	0.08	0.05	0.08	33	34	42	11	18	28	14	10	16	11	7	12
15	新大橋	0.11	0.09	0.26	0.21	0.05	0.14	22	21	30	14	10	20	16	9	23	11	8	13
16	鳴沢川	0.19	0.17	0.09	0.10	0.07	0.13	38	21	27	16	17	24	14	18	19	9	4	13
17	広瀬ダム	0.04	0.03	0.04	0.03	0.03	0.03	20	18	18	11	10	15	12	8	10	6	11	9
18	亀甲橋	0.06	0.05	0.05	0.07	0.04	0.05	24	16	14	10	16	16	16	18	20	8	11	14
19	鶴飼橋	0.08	0.07	0.06	0.09	0.05	0.07	33	9	21	18	9	18	17	12	20	14	4	14
20	桃林橋	0.15	0.12	0.10	0.13	0.11	0.12	46	27	31	14	21	28	9	16	22	17	6	14
21	三郡東橋	0.17	0.15	0.11	0.14	0.10	0.13	39	20	31	24	14	26	10	14	18	10	2	11
22	千野橋	0.07	0.05	0.05	0.07	0.04	0.06	20	14	21	11	10	15	10	17	14	9	9	12
23	重川橋	0.11	0.09	0.08	0.10	0.05	0.08	39	22	36	14	16	25	8	14	12	11	6	10
24	葡萄橋	0.07	0.06	0.05	0.07	0.04	0.06	18	26	24	12	8	18	9	10	22	12	6	12
25	日川橋	0.09	0.08	0.07	0.09	0.04	0.07	29	14	29	10	8	18	9	8	17	10	4	10
26	平等橋	0.12	0.12	0.08	0.15	0.13	0.12	21	36	31	20	32	28	14	28	20	12	9	17
27	平等川流末	0.13	0.13	0.15	0.18	0.12	0.14	64	71	37	18	20	42	16	14	18	8	7	12
28	砂田橋	0.15	0.11	0.11	0.17	0.12	0.13	50	36	30	26	27	34	20	12	28	16	7	16
29	濁川橋	0.22	0.18	0.20	0.23	0.16	0.20	37	37	41	31	30	35	19	13	21	7	3	13
30	荒川ダム	0.05	0.04	0.03	0.05	0.02	0.04	36	36	31	23	16	28	21	13	17	10	7	14
31	桜橋	0.04	0.03	0.03	0.04	0.01	0.03	38	46	26	18	10	27	8	16	23	16	8	14
32	千秋橋	0.07	0.05	0.08	0.12	0.07	0.08	50	51	33	30	20	37	13	10	18	14	8	13
33	二川橋	0.09	0.07	0.09	0.13	0.07	0.09	56	54	30	18	14	34	18	21	17	11	6	14
34	高室橋	0.15	0.12	0.10	0.11	0.07	0.11	29	24	31	12	14	22	9	18	16	11	8	12
35	鎌田川流末	0.16	0.13	0.11	0.14	0.08	0.12	27	32	36	19	24	28	11	14	20	4	6	11
36	富士見橋	0.06	0.06	0.05	0.07	0.04	0.06	26	14	24	12	14	18	20	13	21	11	8	15
37	大月橋	0.09	0.06	0.06	0.07	0.04	0.06	18	13	27	10	10	16	11	10	12	11	4	10
38	桂川橋	0.08	0.06	0.05	0.07	0.04	0.06	26	21	22	16	9	19	12	16	11	11	11	12
39	昭和橋	0.07	0.05	0.04	0.06	0.03	0.05	27	22	23	13	10	19	12	17	24	10	11	15
40	柄杓流川流末	0.10	0.06	0.05	0.07	0.05	0.07	22	12	18	9	11	14	17	9	8	6	3	8
41	大幡川流末	0.12	0.09	0.08	0.10	0.05	0.09	11	18	20	12	11	14	10	18	16	10	9	12
42	落合橋	0.07	0.05	0.04	0.06	0.04	0.05	17	20	23	8	1	14	10	13	19	9	6	11
43	西方寺橋	0.06	0.05	0.04	0.05	0.04	0.05	18	12	22	7	10	14	18	14	22	13	14	16
44	鶴川橋	0.09	0.06	0.06	0.09	0.05	0.07	26	18	33	17	4	20	18	14	29	8	12	16
45	道志川流末	0.05	0.03	0.03	0.05	0.03	0.04	21	12	22	10	6	14	16	13	17	12	10	14
46	秋山川流末	0.06	0.04	0.04	0.07	0.04	0.05	14	10	13	11	6	11	13	11	20	11	11	13
47	山中湖湖心	0.03	0.04	0.02	0.04	0.02	0.03	14	10	14	13	6	12	18	9	20	16	12	15
48	河口湖湖心	0.06	0.05	0.04	0.05	0.03	0.04	13	16	12	12	8	12	9	7	16	11	7	10
49	河口湖船津	0.05	0.05	0.05	0.05	0.03	0.04	13	11	24	10	12	14	6	7	18	13	2	9
50	西湖湖心	0.03	0.03	0.03	0.05	0.03	0.03	13	12	14	10	6	11	18	16	17	11	11	14
51	精進湖湖心	0.04	0.03	0.03	0.04	0.02	0.03	31	17	28	9	9	19	10	12	21	4	8	11
52	本栖湖湖心	0.01	0.03	0.02	0.04	0.01	0.02	12	16	23	10	11	14	13	10	17	12	2	11
53	下保之瀬橋	0.03	0.02	0.02	0.05	0.03	0.03	24	23	20	16	10	19	12	16	14	13	7	12
54	小菅川流末	0.05	0.03	0.04	0.06	0.04	0.04	13	16	28	9	19	17	14	12	20	10	3	12
55	ミリQ-1	0.02	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	17	18	10	8	8	12	11	16	24	4	9	13
56	ミリQ-2	0.02	0.01	0.01	0.03	0.01	0.01	14	11	16	13	4	12	13	9	21	10	1	11
57	ミリQ-3	0.01	0.00	0.01	0.02	0.01	0.01	19	19	10	8	6	12	13	14	11	14	7	12
58	ICP-MS水-1	0.02	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	18	17	17	10	4	13	8	16	21	7	2	11
59	ICP-MS水-2	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	12	28	9	4	3	11	7	13	12	6	6	9
60	ICP-MS水-3	0.02	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	9	8	12	11	7	9	16	11	11	4	7	10

表3-3 ICP質量分析計による公共用水域の微量元素測定結果
(ほとんど検出されない元素等) [採水：2003年～2004年]

採水地点番号	採水地点名	ルテニウム (101 Ru) ※カウント						ロジウム (103 Rh) μg/L						パラジウム (105 Pd) ※カウント					
		11月	12月	1月	2月	3月	平均	11月	12月	1月	2月	3月	平均	11月	12月	1月	2月	3月	平均
1	国界橋	19	9	19	13	9	14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3,180	2,398	2,931	1,546	1,360	2,283
2	船山橋	19	14	12	13	9	14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3,434	2,013	2,761	1,542	1,337	2,218
3	信玄橋	14	16	27	4	8	14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3,280	2,091	3,061	1,488	1,407	2,266
4	三郡西橋	14	14	17	13	4	13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3,197	2,117	2,925	1,670	1,369	2,256
5	富士橋	19	22	20	10	10	16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3,003	2,106	3,000	1,565	1,482	2,231
6	富山橋	21	23	30	11	8	19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3,544	2,130	2,885	1,535	1,419	2,302
7	南部橋	26	17	22	16	9	18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3,484	2,185	2,991	1,623	1,430	2,343
8	北松野	16	19	19	7	6	13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3,386	2,141	2,855	1,575	1,257	2,243
9	富士川橋	17	13	20	12	7	14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3,379	2,107	2,973	1,415	1,307	2,236
10	大門ダム	18	17	16	9	7	13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3,492	2,050	2,357	1,638	1,385	2,184
11	塩川ダム	19	21	31	8	7	17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3,261	2,132	2,482	1,846	1,463	2,237
12	藤井堰	14	19	13	12	10	14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3,008	2,099	2,652	1,368	1,346	2,095
13	塩川橋	17	19	19	8	11	15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3,280	1,959	2,834	1,502	1,308	2,177
14	黒沢川流末	20	18	20	7	9	15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3,140	2,495	2,856	1,591	1,257	2,268
15	新大橋	19	13	20	11	8	14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2,999	2,321	3,024	1,765	1,355	2,293
16	鳴沢川	12	11	27	13	6	14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3,100	2,053	2,775	1,443	1,260	2,126
17	広瀬ダム	10	14	16	6	14	12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3,030	1,870	2,384	1,446	1,317	2,009
18	亀甲橋	13	8	22	11	8	12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2,738	1,968	2,715	1,411	1,197	2,006
19	鶴飼橋	10	13	24	9	9	13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3,001	2,121	2,862	1,512	1,179	2,135
20	桃林橋	10	12	18	9	7	11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3,340	1,997	2,647	1,565	1,309	2,172
21	三郡東橋	16	13	14	18	14	15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3,325	2,145	3,074	1,583	1,382	2,302
22	千野橋	14	18	12	7	6	11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2,894	2,090	2,718	1,350	1,255	2,061
23	重川橋	10	14	21	13	9	14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2,975	2,100	2,835	1,466	1,326	2,140
24	葡萄橋	12	14	20	12	12	14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2,699	2,130	2,604	1,227	1,135	1,959
25	日川橋	11	18	16	8	3	11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3,023	1,982	2,842	1,479	1,273	2,120
26	平等橋	16	20	22	12	6	15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3,028	2,360	2,739	1,457	1,322	2,181
27	平等川流末	16	16	20	14	10	15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2,900	2,279	2,847	1,415	1,315	2,151
28	砂田橋	16	11	34	16	12	18	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	3,782	2,430	2,832	1,820	1,395	2,452
29	濁川橋	13	14	17	17	7	14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3,625	2,348	2,726	1,770	1,378	2,369
30	荒川ダム	16	12	12	8	13	12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3,024	2,119	2,440	1,349	1,291	2,045
31	桜橋	20	13	10	11	6	12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3,008	1,903	2,430	1,423	1,215	1,996
32	千秋橋	27	14	17	12	10	16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3,215	1,981	2,636	1,580	1,271	2,137
33	二川橋	11	16	17	14	11	14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3,347	2,098	2,806	1,742	1,421	2,283
34	高室橋	12	19	23	14	11	16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3,829	2,240	2,932	1,741	1,350	2,419
35	鎌田川流末	18	19	21	7	17	16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3,148	2,505	2,885	1,720	1,260	2,304
36	富士見橋	16	19	16	10	13	15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3,453	2,015	2,416	1,521	1,226	2,126
37	大月橋	14	18	20	13	4	14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3,476	1,917	2,567	1,532	1,266	2,152
38	桂川橋	14	17	24	9	8	14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3,422	1,962	2,544	1,601	1,196	2,145
39	昭和橋	21	11	14	14	10	14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3,430	2,038	2,642	1,619	1,358	2,218
40	柄杓流川流末	18	12	19	12	9	14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3,284	2,011	2,298	1,562	1,275	2,086
41	大幡川流末	17	11	18	12	10	14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3,379	1,963	2,645	1,551	1,245	2,157
42	落合橋	14	22	18	9	8	14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3,254	1,893	2,627	1,531	1,330	2,127
43	西方寺橋	28	11	22	4	9	15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3,615	2,070	2,650	1,685	1,369	2,278
44	鶴川橋	18	18	17	18	7	15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4,096	1,982	2,769	1,856	1,480	2,437
45	道志川流末	12	12	23	12	9	14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3,120	2,018	2,509	1,337	1,197	2,036
46	秋山川流末	10	12	19	14	7	12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3,258	1,879	2,568	1,517	1,255	2,095
47	山中湖湖心	18	16	18	13	7	14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3,339	2,104	2,540	1,531	1,191	2,141
48	河口湖湖心	11	13	18	11	7	12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3,249	1,945	2,486	1,530	1,239	2,090
49	河口湖船津	18	14	24	7	6	14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3,404	1,961	2,474	1,512	1,310	2,132
50	西湖湖心	20	8	21	6	8	12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3,481	2,065	2,510	1,403	1,250	2,142
51	精進湖湖心	18	10	22	7	4	12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3,335	2,096	2,628	1,531	1,253	2,169
52	本栖湖湖心	10	16	23	6	2	11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2,960	2,082	2,565	1,198	1,232	2,007
53	下保之瀬橋	11	14	26	6	12	14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3,365	1,988	2,542	1,466	1,277	2,128
54	小菅川流末	9	17	27	11	13	15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3,610	1,933	2,729	1,683	1,382	2,268
55	ミリQ-1	17	12	18	6	7	12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2,582	1,776	2,089	1,197	1,079	1,745
56	ミリQ-2	12	13	18	9	4	11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2,694	1,767	2,308	1,239	1,117	1,825
57	ミリQ-3	22	13	10	8	6	12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2,637	1,796	2,281	1,141	1,004	1,772
58	ICP-MS水-1	9	18	26	12	7	14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2,560	1,765	2,315	1,118	972	1,746
59	ICP-MS水-2	14	11	21	3	13	13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2,495	1,808	2,279	1,133	1,023	1,748
60	ICP-MS水-3	16	12	16	9	6	12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2,462	1,808	2,322	1,280	1,030	1,781

表3-4 ICP質量分析計による公共用水域の微量元素測定結果
(ほとんど検出されない元素等) [採水：2003年～2004年]

採水地点番号	採水地点名	錫 (118 Sn) $\mu\text{g/L}$						ハフニウム (178 Hf) ※カウント						タンタル (181 Ta) ※カウント					
		11月	12月	1月	2月	3月	平均	11月	12月	1月	2月	3月	平均	11月	12月	1月	2月	3月	平均
1	国界橋	0.00	0.04	0.01	0.03	0.03	0.02	86	70	91	51	43	68	19	14	30	16	9	18
2	船山橋	0.01	0.05	0.00	0.02	0.04	0.02	90	79	98	41	51	72	32	14	24	12	13	19
3	信玄橋	0.01	0.05	0.01	0.02	0.03	0.02	96	58	88	33	61	67	16	18	27	12	10	16
4	三郡西橋	0.01	0.05	0.05	0.05	0.05	0.04	91	81	73	38	58	68	29	19	23	17	19	21
5	富士橋	0.01	0.05	0.03	0.04	0.05	0.04	81	56	113	44	43	68	21	21	38	22	37	28
6	富山橋	0.01	0.05	0.02	0.04	0.06	0.04	77	67	94	36	46	64	26	29	57	29	62	40
7	南部橋	0.01	0.05	0.01	0.03	0.04	0.03	78	63	110	34	42	66	28	20	32	17	22	24
8	北松野	0.02	0.05	0.01	0.03	0.03	0.03	83	56	69	32	42	56	22	23	32	20	11	22
9	富士川橋	0.01	0.05	0.01	0.02	0.03	0.02	91	74	69	33	28	59	19	41	30	20	9	24
10	大門ダム	0.02	0.04	0.01	0.05	0.05	0.03	83	78	98	54	94	82	27	22	28	12	9	20
11	塩川ダム	0.02	0.04	0.00	0.05	0.03	0.03	94	90	99	57	78	84	14	22	18	12	18	17
12	藤井堰	0.01	0.05	0.00	0.01	0.04	0.02	70	71	84	40	40	61	17	21	28	11	13	18
13	塩川橋	0.01	0.05	0.00	0.02	0.03	0.02	107	61	114	41	40	73	18	21	30	12	13	19
14	黒沢川流末	0.02	0.06	0.01	0.04	0.03	0.03	80	74	79	40	38	62	11	24	18	14	16	17
15	新大橋	0.02	0.05	1.52	5.25	0.07	1.38	64	83	130	59	36	74	20	28	31	13	8	20
16	鳴沢川	0.03	0.09	0.02	0.04	0.05	0.05	97	77	96	54	31	71	21	18	23	13	8	17
17	広瀬ダム	0.01	0.05	0.00	0.06	0.06	0.04	81	93	76	58	79	77	27	28	26	13	9	20
18	亀甲橋	0.00	0.05	0.01	0.01	0.03	0.02	80	64	103	34	47	66	17	20	27	18	13	19
19	鶴岡橋	0.01	0.04	0.01	0.02	0.03	0.02	80	66	101	47	48	68	27	22	28	18	9	21
20	桃林橋	0.02	0.05	0.02	0.03	0.03	0.03	101	68	89	36	36	66	26	24	24	21	13	22
21	三郡東橋	0.01	0.05	0.02	0.02	0.04	0.03	83	59	104	39	41	65	31	28	28	13	18	24
22	千野橋	0.01	0.05	0.01	0.01	0.03	0.02	102	58	90	31	52	67	16	19	30	22	11	20
23	重川橋	0.01	0.05	0.00	0.03	0.03	0.03	61	58	96	36	42	58	21	27	32	11	12	21
24	葡萄橋	0.02	0.04	0.01	0.02	0.02	0.02	77	80	83	48	52	68	18	19	26	12	16	18
25	日川橋	0.01	0.05	0.01	0.03	0.03	0.03	97	69	73	53	37	66	28	20	30	18	16	22
26	平等橋	-0.02	0.01	0.01	0.04	0.03	0.01	84	43	79	38	42	57	32	23	26	14	7	20
27	平等川流末	0.01	0.04	0.01	0.03	0.03	0.03	98	87	82	30	46	68	26	20	22	11	17	19
28	砂田橋	0.03	0.05	0.01	0.03	0.03	0.03	84	66	99	51	57	71	26	20	22	14	13	19
29	濁川橋	0.05	0.06	0.01	0.05	0.04	0.04	103	80	90	56	61	78	32	31	28	27	16	27
30	荒川ダム	0.02	0.05	0.00	0.03	0.03	0.02	106	76	103	42	57	77	26	18	12	18	7	16
31	桜橋	0.01	0.04	0.00	0.03	0.03	0.02	101	62	89	39	61	70	24	18	27	13	12	19
32	千秋橋	0.02	0.04	0.01	0.03	0.03	0.03	102	64	76	37	44	65	17	28	30	19	13	21
33	二川橋	0.03	0.03	0.01	0.03	0.03	0.03	90	79	79	42	40	66	20	26	20	19	7	18
34	高室橋	0.03	0.06	0.02	0.04	0.05	0.04	81	49	81	49	37	59	19	16	21	18	14	18
35	鎌田川流末	0.02	0.06	0.01	0.02	0.04	0.03	103	78	77	29	44	66	27	22	22	12	11	19
36	富士見橋	0.05	0.05	0.02	0.03	0.04	0.04	76	59	70	34	34	55	24	12	28	21	9	19
37	大月橋	0.03	0.06	0.03	0.04	0.04	0.04	69	73	77	36	34	58	18	20	27	14	8	17
38	桂川橋	0.06	0.05	0.02	0.04	0.04	0.04	78	67	83	36	46	62	17	16	23	21	17	19
39	昭和橋	0.10	0.05	0.05	0.05	0.04	0.06	81	73	78	46	57	67	23	28	27	13	10	20
40	栲杓川流末	0.03	0.05	0.02	0.04	0.04	0.04	58	56	74	46	39	54	20	19	16	12	10	15
41	大幡川流末	0.02	0.05	0.02	0.04	0.04	0.03	89	57	90	44	49	66	20	16	24	11	9	16
42	落合橋	0.03	0.05	0.01	0.04	0.04	0.04	88	52	97	58	61	71	14	19	30	18	12	19
43	西方寺橋	0.02	0.05	0.02	0.04	0.03	0.03	106	78	97	46	52	76	24	17	28	14	11	19
44	鶴川橋	0.04	0.05	0.03	0.03	0.04	0.04	94	64	63	50	44	63	21	13	18	16	14	16
45	道志川流末	0.02	0.05	0.03	0.03	0.03	0.03	82	52	92	41	40	62	26	9	28	13	11	17
46	秋山川流末	0.02	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	89	74	90	47	60	72	20	24	18	18	13	19
47	山中湖湖心	0.03	0.05	0.01	0.03	0.04	0.03	69	42	70	42	56	56	16	22	27	16	4	17
48	河口湖湖心	0.02	0.05	0.00	0.04	0.05	0.03	87	56	88	64	72	73	18	13	21	10	7	14
49	河口湖船津	0.02	0.04	0.01	0.04	0.04	0.03	111	60	92	60	87	82	26	17	20	14	11	18
50	西湖湖心	0.05	0.05	0.01	0.03	0.04	0.04	126	92	101	54	52	85	17	11	32	9	11	16
51	精進湖湖心	0.12	0.06	0.01	0.02	0.05	0.05	92	79	91	43	64	74	17	13	17	22	7	15
52	本栖湖湖心	0.04	0.05	0.02	0.02	0.05	0.04	60	58	64	43	36	52	15	22	18	4	9	14
53	下保之瀬橋	0.02	0.05	0.02	0.16	0.03	0.05	78	73	100	50	58	72	28	20	24	12	16	20
54	小菅川流末	0.01	0.04	0.02	0.02	0.04	0.03	88	71	107	59	56	76	26	13	26	19	21	21
55	ミリQ-1	0.03	0.05	0.01	0.03	0.03	0.03	37	46	64	23	33	41	17	21	20	18	4	16
56	ミリQ-2	0.01	0.06	0.01	0.02	0.03	0.03	51	43	58	28	34	43	19	18	17	11	9	15
57	ミリQ-3	0.01	0.05	0.01	0.03	0.03	0.03	32	39	60	23	34	38	13	14	36	16	16	19
58	ICP-MS水-1	0.01	0.04	0.01	0.04	0.04	0.03	51	31	59	47	37	45	16	17	30	18	10	18
59	ICP-MS水-2	0.01	0.05	0.00	0.03	0.03	0.03	40	40	59	26	34	40	17	18	28	17	12	18
60	ICP-MS水-3	0.02	0.05	0.01	0.03	0.04	0.03	49	34	59	29	40	42	12	19	21	17	11	16

表3-5 ICP質量分析計による公共用水域の微量元素測定結果
(ほとんど検出されない元素等) [採水：2003年～2004年]

採水地点番号	採水地点名	レニウム (185 Re) ※カウント						オスmium (189 Os) ※カウント						イリジウム (193 Ir) ※カウント					
		11月	12月	1月	2月	3月	平均	11月	12月	1月	2月	3月	平均	11月	12月	1月	2月	3月	平均
1	国界橋	37	23	38	21	21	28	13	11	28	11	16	16	23	18	27	16	16	20
2	船山橋	41	38	32	23	31	33	24	14	17	17	20	18	7	19	24	9	12	14
3	信玄橋	33	29	36	8	14	24	16	18	39	13	13	20	18	23	38	7	14	20
4	三郡西橋	34	37	39	28	24	32	17	20	21	12	13	17	21	20	18	12	18	18
5	富士橋	48	46	61	29	46	46	27	14	19	11	9	16	28	13	21	20	18	20
6	富山橋	43	30	63	32	49	44	12	18	32	18	13	19	26	27	33	11	11	22
7	南部橋	34	43	64	28	38	42	22	9	28	16	10	17	12	18	20	13	8	14
8	北松野	48	27	56	28	38	39	13	22	16	22	4	16	19	17	22	12	13	17
9	富士川橋	50	36	40	21	33	36	19	16	24	12	10	16	11	22	17	18	10	16
10	大門ダム	29	27	30	17	21	25	27	12	23	12	6	16	20	14	27	8	12	16
11	塩川ダム	19	27	40	13	16	23	22	18	16	13	14	17	11	14	20	18	4	14
12	藤井堰	32	33	37	9	17	26	14	17	27	17	12	17	21	16	30	14	12	19
13	塩川橋	24	21	40	18	20	25	17	20	19	12	11	16	19	22	28	18	13	20
14	黒沢川流末	33	30	37	22	13	27	23	18	21	12	12	17	20	13	23	12	13	16
15	新大橋	44	27	80	42	33	45	17	23	24	11	13	18	18	19	81	42	16	35
16	鳴沢川	87	62	77	32	51	62	19	16	17	13	13	16	19	24	20	11	13	18
17	広瀬ダム	46	36	39	17	22	32	24	11	29	19	10	19	23	21	29	19	11	21
18	亀甲橋	33	32	48	19	28	32	23	27	26	11	9	19	23	18	27	17	12	19
19	鶴飼橋	43	38	62	34	31	42	18	14	30	13	13	18	21	21	23	18	10	19
20	桃林橋	81	40	60	32	34	50	23	16	34	16	10	20	19	28	32	16	17	22
21	三郡東橋	57	52	53	28	50	48	13	22	32	13	11	18	16	18	27	20	8	18
22	千野橋	38	22	36	23	22	28	19	26	26	12	13	19	26	24	29	16	7	20
23	重川橋	51	23	50	37	36	39	13	12	29	8	8	14	16	20	31	18	11	19
24	葡萄橋	52	32	52	24	39	40	12	24	19	13	11	16	17	21	22	13	9	16
25	日川橋	46	47	53	30	29	41	17	12	36	12	16	18	28	19	21	12	11	18
26	平等橋	47	36	56	31	29	40	19	13	22	11	8	15	18	14	29	11	10	16
27	平等川流末	36	50	54	27	42	42	17	9	29	10	13	16	12	18	24	19	18	18
28	砂田橋	54	47	41	27	27	39	14	26	20	11	11	16	26	16	24	16	12	19
29	濁川橋	93	43	86	70	59	70	29	12	24	20	13	20	14	31	26	13	8	18
30	荒川ダム	31	27	29	19	11	23	10	17	23	14	7	14	32	19	33	13	10	22
31	桜橋	31	28	43	20	17	28	18	21	21	13	8	16	23	18	23	13	8	17
32	千秋橋	29	29	44	21	23	29	20	21	24	18	14	20	18	11	24	20	6	16
33	二川橋	33	27	41	22	26	30	19	23	27	12	7	18	11	14	29	13	11	16
34	高室橋	50	37	57	24	17	37	14	13	38	14	19	20	28	14	29	18	7	19
35	鎌田川流末	47	40	70	28	33	44	10	13	21	13	14	14	23	14	36	13	7	19
36	富士見橋	40	34	32	18	18	28	29	14	23	10	19	19	26	16	31	18	11	20
37	大月橋	60	29	60	27	29	41	22	11	17	11	7	14	19	22	26	16	10	18
38	桂川橋	46	43	46	23	23	36	13	17	23	13	11	16	21	20	27	14	12	19
39	昭和橋	50	33	48	18	36	37	20	20	26	14	10	18	18	16	23	16	7	16
40	柄杓川流末	54	36	52	22	29	39	28	12	21	14	6	16	21	12	27	12	8	16
41	大幡川流末	44	27	56	23	54	41	24	16	26	16	14	19	17	21	28	17	10	18
42	落合橋	44	16	46	27	31	33	23	21	42	18	17	24	18	18	32	20	10	20
43	西方寺橋	60	31	39	31	38	40	24	24	32	18	12	22	21	16	41	10	1	18
44	鶴川橋	59	24	48	24	37	38	21	14	21	13	8	16	31	19	24	12	8	19
45	道志川流末	44	39	40	30	29	36	17	21	19	14	12	17	18	13	30	12	8	16
46	秋山川流末	41	24	38	18	22	29	22	16	23	22	16	20	20	17	18	22	11	18
47	山中湖湖心	26	24	34	7	9	20	20	18	21	16	4	16	18	18	19	14	7	15
48	河口湖湖心	26	39	48	28	26	33	18	11	22	17	7	15	23	17	34	17	11	20
49	河口湖船津	30	31	47	32	27	33	13	16	26	22	18	19	22	22	19	12	7	16
50	西湖湖心	49	29	47	22	31	36	12	23	24	20	9	18	17	17	28	17	18	19
51	精進湖湖心	31	24	46	22	28	30	22	36	24	26	13	24	28	18	27	14	10	19
52	本栖湖湖心	32	32	46	18	19	29	24	14	29	16	8	18	14	22	16	10	10	14
53	下保之瀬橋	38	27	30	17	19	26	21	18	20	12	9	16	24	18	26	16	9	18
54	小菅川流末	40	23	33	17	17	26	20	12	19	13	11	15	20	19	19	17	10	17
55	ミリQ-1	13	20	33	11	13	18	13	18	31	13	12	18	12	16	21	10	11	14
56	ミリQ-2	11	14	28	14	9	15	20	20	29	11	20	20	22	17	23	14	7	17
57	ミリQ-3	12	16	19	14	8	14	11	18	21	8	13	14	19	21	24	10	7	16
58	ICP-MS水-1	13	21	29	11	13	18	16	13	26	13	7	15	20	21	23	17	10	18
59	ICP-MS水-2	19	17	27	7	7	15	20	11	28	13	12	17	17	14	20	17	6	15
60	ICP-MS水-3	12	24	21	11	8	15	19	23	18	13	11	17	16	22	24	13	7	16

表3-6 ICP質量分析計による公共用水域の微量元素測定結果
(ほとんど検出されない元素等) [採水：2003年～2004年]

採水地点番号	採水地点名	白金 (195 Pt) ※カウント						水銀 (202 Hg) ※カウント					
		11月	12月	1月	2月	3月	平均	11月	12月	1月	2月	3月	平均
1	国界橋	34	32	34	18	56	35	33	20	31	22	24	26
2	船山橋	26	26	29	26	66	34	44	23	42	22	24	31
3	信玄橋	22	27	37	22	76	37	41	31	37	22	27	32
4	三郡西橋	32	12	33	12	68	32	42	28	29	20	27	29
5	富士橋	23	18	29	20	51	28	51	36	49	31	37	41
6	富山橋	24	33	31	19	56	33	41	31	31	28	39	34
7	南部橋	36	14	38	19	41	30	52	34	39	22	40	38
8	北松野	30	24	27	18	58	31	36	22	30	24	32	29
9	富士川橋	33	22	36	19	46	31	50	27	39	8	28	30
10	大門ダム	39	22	22	18	48	30	56	23	38	24	24	33
11	塩川ダム	16	19	39	14	44	26	31	41	36	23	38	34
12	藤井堰	29	22	22	23	37	27	42	34	43	20	24	33
13	塩川橋	29	21	33	14	49	29	50	20	43	32	21	33
14	黒沢川流末	24	24	29	14	38	26	30	32	43	27	9	28
15	新大橋	36	23	92	13	54	44	37	30	33	17	17	27
16	鳴沢川	30	23	32	19	44	30	43	32	36	20	24	31
17	広瀬ダム	30	29	33	18	42	30	28	38	53	20	24	33
18	亀甲橋	39	26	20	9	44	28	43	33	26	23	30	31
19	鶯飼橋	29	17	39	10	33	26	51	33	32	11	30	32
20	桃林橋	32	29	44	20	39	33	71	41	49	29	54	49
21	三郡東橋	32	21	34	17	38	28	52	23	44	30	31	36
22	千野橋	34	20	27	17	31	26	40	29	48	28	34	36
23	重川橋	21	29	34	20	48	30	42	44	49	19	29	37
24	葡萄橋	26	23	41	17	36	28	41	29	41	21	26	32
25	日川橋	39	23	33	13	41	30	38	44	39	24	11	31
26	平等橋	20	30	20	18	41	26	44	32	37	34	40	38
27	平等川流末	30	24	33	24	38	30	40	39	47	28	39	38
28	砂田橋	33	22	34	24	42	31	57	37	33	23	41	38
29	濁川橋	67	52	34	107	89	70	48	56	80	63	61	62
30	荒川ダム	31	23	33	18	49	31	44	27	27	26	27	30
31	桜橋	36	19	36	14	42	29	60	28	40	17	27	34
32	千秋橋	27	20	39	23	31	28	60	26	40	27	32	37
33	二川橋	32	26	26	18	38	28	47	23	50	30	30	36
34	高室橋	23	36	34	14	37	29	52	30	28	19	30	32
35	鎌田川流末	22	31	41	13	33	28	59	30	49	33	24	39
36	富士見橋	41	26	37	19	51	35	44	32	37	29	27	34
37	大月橋	36	21	28	14	49	30	41	24	37	18	20	28
38	桂川橋	38	22	36	17	49	32	58	37	44	27	31	39
39	昭和橋	30	26	28	26	49	32	73	39	39	20	21	38
40	柄杓流川流末	32	18	40	17	41	30	38	28	32	27	17	28
41	大幡川流末	32	26	26	17	40	28	57	37	41	17	29	36
42	落合橋	29	31	37	21	53	34	56	23	33	20	23	31
43	西方寺橋	33	18	34	21	56	32	60	31	41	19	19	34
44	鶴川橋	40	22	28	10	54	31	54	26	27	31	24	32
45	道志川流末	29	18	23	16	56	28	49	30	44	30	20	35
46	秋山川流末	36	20	37	19	37	30	56	34	34	11	27	32
47	山中湖湖心	30	23	36	29	53	34	37	17	36	18	24	26
48	河口湖湖心	33	23	31	18	68	35	42	31	41	27	19	32
49	河口湖船津	31	24	32	22	52	32	58	26	36	24	24	34
50	西湖湖心	38	20	19	19	54	30	60	22	41	31	17	34
51	精進湖湖心	42	22	12	18	47	28	73	30	38	33	22	39
52	本栖湖湖心	48	14	24	12	42	28	27	33	37	19	32	30
53	下保之瀬橋	34	18	42	19	40	31	62	27	36	27	32	37
54	小菅川流末	30	28	28	20	41	29	51	28	31	18	33	32
55	ミリQ-1	33	29	31	16	39	30	34	21	26	19	23	25
56	ミリQ-2	30	27	32	17	29	27	21	20	33	12	28	23
57	ミリQ-3	30	23	36	16	24	26	42	23	33	21	20	28
58	ICP-MS水-1	36	22	32	14	28	26	30	28	42	23	23	29
59	ICP-MS水-2	24	30	22	14	30	24	41	27	26	14	14	24
60	ICP-MS水-3	37	24	27	21	30	28	32	30	37	20	11	26

表4-1 ICP質量分析計による公共用水域の微量元素測定結果
(ホウ素、ケイ素、臭素、ヨウ素) [採水：2003年～2004年]

水系名	流域名	水域名	採水地点番号	水質測定点	ホウ素 (11 B) $\mu\text{g/L}$						ケイ素 (28 Si) $\mu\text{g/L}$					
					11月	12月	1月	2月	3月	平均	11月	12月	1月	2月	3月	平均
富士川	富士川	富士川(1)	1	国界橋	13.5	11.6	2.9	7.8	12.3	9.6	7,881	11,104	6,331	7,521	9,844	8,536
富士川	富士川	富士川(1)	2	船山橋	20.5	22.2	7.5	12.4	26.0	17.7	7,356	11,919	6,419	7,247	10,494	8,687
富士川	富士川	富士川(2)	3	信玄橋	82.5	68.0	26.8	41.5	80.6	59.9	9,153	14,405	7,459	8,896	12,368	10,456
富士川	富士川	富士川(2)	4	三郡西橋	80.7	64.8	30.1	43.6	83.1	60.5	8,857	14,026	7,459	8,851	11,915	10,222
富士川	富士川	富士川(3)	5	富士橋	51.1	60.8	33.2	45.4	92.8	56.6	9,284	14,804	7,875	9,279	11,926	10,634
富士川	富士川	富士川(4)	6	富山橋	50.4	53.5	29.0	41.1	82.9	51.4	7,365	11,466	7,194	8,493	10,977	9,099
富士川	富士川	富士川(4)	7	南部橋	49.3	55.0	26.0	36.6	71.0	47.6	7,608	11,956	5,636	6,062	8,790	8,010
富士川	富士川	富士川 (静岡県)	8	北松野	46.3	51.8	19.8	27.3	54.3	39.9	7,901	13,738	8,747	9,762	12,429	10,515
富士川	富士川	富士川 (静岡県)	9	富士川橋	45.3	47.7	20.0	27.7	57.9	39.7	7,995	13,423	8,756	10,123	13,510	10,761
富士川	富士川	大門川	10	大門ダム	21.0	15.3	6.3	11.8	19.1	14.7	9,471	11,383	8,572	9,375	10,647	9,890
富士川	富士川	塩川	11	塩川ダム	369.9	270.8	216.1	281.1	584.0	344.4	7,874	11,447	7,281	8,166	7,665	8,487
富士川	富士川	塩川	12	藤井堰	158.6	128.1	67.8	94.9	189.1	127.7	11,695	16,872	10,641	12,400	17,809	13,883
富士川	富士川	塩川	13	塩川橋	172.0	149.1	68.0	94.4	193.6	135.4	11,609	18,940	10,256	12,591	16,315	13,942
富士川	富士川	黒沢川	14	黒沢川流末	113.5	89.1	53.1	65.5	161.3	96.5	13,641	20,311	11,695	13,506	18,481	15,527
富士川	富士川	滝沢川	15	新大橋	28.0	21.8	71.3	45.3	47.1	42.7	7,202	10,852	4,313	5,463	8,279	7,222
富士川	富士川	市川大門	16	鳴沢川	51.3	35.3	9.1	15.0	39.4	30.0	10,086	13,536	6,378	7,668	10,660	9,666
富士川	笛吹川	笛吹川上流	17	広瀬ダム	5.3	3.9	3.6	3.1	7.3	4.6	4,498	6,312	3,815	6,178	7,621	5,685
富士川	笛吹川	笛吹川上流	18	亀甲橋	13.1	15.4	4.5	13.9	27.1	14.8	5,954	10,750	5,258	6,212	8,560	7,347
富士川	笛吹川	笛吹川下流	19	鶴飼橋	17.9	21.5	6.6	13.5	30.2	17.9	7,213	12,067	6,115	6,892	9,205	8,298
富士川	笛吹川	笛吹川下流	20	桃林橋	73.7	78.8	28.8	41.7	87.8	62.2	9,977	15,564	7,363	8,614	10,811	10,466
富士川	笛吹川	笛吹川下流	21	三郡東橋	84.9	84.3	40.5	45.8	92.6	69.6	11,687	17,762	9,031	10,724	13,288	12,498
富士川	笛吹川	重川	22	千野橋	21.5	15.7	8.3	15.7	27.3	17.7	7,727	11,309	6,461	7,467	9,629	8,519
富士川	笛吹川	重川	23	重川橋	25.6	23.3	9.5	14.1	30.5	20.6	8,179	13,357	6,512	7,616	9,691	9,071
富士川	笛吹川	日川	24	葡萄橋	9.1	6.8	5.0	4.0	9.4	6.8	7,079	10,972	5,761	6,576	8,336	7,745
富士川	笛吹川	日川	25	日川橋	12.9	10.3	1.5	5.3	11.7	8.3	7,781	12,499	6,131	7,029	8,806	8,449
富士川	笛吹川	平等川	26	平等橋	56.6	52.6	15.8	55.3	140.9	64.2	9,833	15,764	7,462	9,676	12,588	11,065
富士川	笛吹川	平等川	27	平等川流末	76.8	76.1	51.3	69.0	121.0	78.8	8,688	13,987	7,907	8,955	11,284	10,164
富士川	笛吹川	濁川	28	砂田橋	99.6	78.9	81.1	116.7	250.9	125.4	11,562	18,350	9,868	12,862	13,009	13,130
富士川	笛吹川	濁川	29	濁川橋	186.4	162.2	122.1	146.0	199.1	163.2	12,757	18,818	11,465	13,519	12,454	13,803
富士川	笛吹川	荒川上流	30	荒川ダム	18.0	17.8	8.3	12.6	25.4	16.4	7,379	11,154	6,583	7,627	8,335	8,216
富士川	笛吹川	荒川上流	31	桜橋	21.0	18.9	6.3	10.2	22.0	15.7	7,908	11,957	6,953	7,991	9,504	8,863
富士川	笛吹川	荒川下流	32	千秋橋	52.4	36.3	42.3	64.3	114.3	61.9	10,610	15,378	9,871	11,570	12,961	12,078
富士川	笛吹川	荒川下流	33	二川橋	62.6	44.8	47.6	64.4	109.2	65.7	10,901	16,019	8,841	11,038	10,537	11,467
富士川	笛吹川	鎌田川	34	高室橋	112.9	108.9	49.8	58.4	104.1	86.8	12,451	19,087	10,554	11,839	12,899	13,366
富士川	笛吹川	鎌田川	35	鎌田川流末	107.3	93.1	51.4	52.9	99.8	80.9	13,461	19,999	10,404	12,274	14,236	14,075
相模川	相模川	相模川上流(1)	36	富士見橋	27.4	26.5	7.7	14.1	26.0	20.3	15,093	22,562	11,686	14,469	17,821	16,326
相模川	相模川	相模川上流(2)	37	大月橋	16.3	17.9	3.5	9.2	21.5	13.7	12,920	17,645	9,894	11,894	16,534	13,777
相模川	相模川	相模川上流(2)	38	桂川橋	20.6	14.1	11.6	11.0	23.1	16.1	12,163	15,577	9,940	12,061	15,565	13,061
相模川	相模川	宮川	39	昭和橋	27.9	19.9	10.7	12.5	22.5	18.7	10,304	5,416	9,422	11,392	7,172	8,741
相模川	相模川	柄杓流川	40	柄杓流川流末	33.2	26.2	9.9	16.4	35.4	24.2	14,757	18,738	11,073	13,183	17,720	15,094
相模川	相模川	大幡川	41	大幡川流末	23.9	17.8	5.8	12.6	26.5	17.3	9,038	12,452	6,557	7,833	10,679	9,312
相模川	相模川	朝日川	42	落合橋	9.8	7.1	0.2	5.2	11.2	6.7	10,017	14,006	7,456	9,318	11,624	10,484
相模川	相模川	笹子川	43	西方寺橋	9.4	7.3	6.0	4.3	11.1	7.6	7,769	11,654	5,526	6,513	8,726	8,038
相模川	相模川	鶴川	44	鶴川橋	10.3	7.0	0.0	5.4	17.1	8.0	7,722	11,871	5,558	6,134	7,474	7,752
相模川	相模川	道志川	45	道志川流末	6.7	5.2	5.1	2.8	7.9	5.6	8,795	12,649	6,713	7,880	10,817	9,371
相模川	相模川	秋山川	46	秋山川流末	14.9	8.6	2.3	11.9	20.7	11.7	9,929	14,545	7,070	7,984	11,370	10,180
相模川	富士五湖	山中湖	47	山中湖湖心	7.3	7.0	1.1	3.5	12.0	6.2	3,261	5,345	3,706	4,594	5,739	4,529
相模川	富士五湖	河口湖	48	河口湖湖心	17.9	17.8	6.9	11.9	20.6	15.0	2,904	4,148	2,763	3,056	3,843	3,343
相模川	富士五湖	河口湖	49	河口湖船津	18.1	18.5	6.6	9.5	18.7	14.3	2,930	3,887	2,669	3,027	3,503	3,203
相模川	富士五湖	西湖	50	西湖湖心	13.3	15.8	5.0	7.0	16.5	11.5	4,216	5,909	3,177	3,766	5,034	4,420
相模川	富士五湖	精進湖	51	精進湖湖心	9.9	10.1	2.0	4.0	15.2	8.3	4,672	7,176	3,895	3,793	5,903	5,088
相模川	富士五湖	本栖湖	52	本栖湖湖心	0.1	6.3	4.4	4.3	9.6	4.9	1,685	2,980	1,586	1,915	2,783	2,190
多摩川	多摩川	多摩川上流(1)	53	下保之瀬橋	6.2	4.5	5.0	3.1	23.1	8.4	6,631	9,053	5,016	6,321	8,444	7,093
多摩川	多摩川	小菅川	54	小菅川流末	6.0	4.5	4.3	2.2	13.6	6.1	6,135	9,384	4,472	5,365	7,003	6,472

55	ミリQ-1	1.5	0.7	0.9	0.5	3.8	1.5	-2	-6	3	2	49	9
56	ミリQ-2	0.8	0.2	-1.3	0.2	2.8	0.5	-9	-13	-2	5	27	2
57	ミリQ-3	0.4	-0.1	-2.1	0.0	1.9	0.0	-11	-14	-4	0	14	-3
58	ICP-MS水-1	0.2	-0.3	-2.6	-0.3	1.5	-0.3	-12	-15	-4	-10	8	-7
59	ICP-MS水-2	0.1	-0.4	-2.9	-0.4	1.1	-0.5	-12	-15	-4	-8	-4	-8
60	ICP-MS水-3	0.1	-0.4	-3.0	-0.5	0.9	-0.6	-12	-15	-4	-10	0	-8

表4-2 ICP質量分析計による公共用水域の微量元素測定結果
(ホウ素、ケイ素、臭素、ヨウ素) [採水：2003年～2004年]

採水地点番号	水質測定点	臭素 (79 Br) $\mu\text{g/L}$						ヨウ素 (127 I) ※カウント					
		11月	12月	1月	2月	3月	平均	11月	12月	1月	2月	3月	平均
1	国界橋	12.61	13.73	12.06	12.99	8.42	11.96	9,836	6,939	13,129	5,940	7,799	8,728
2	船山橋	11.55	12.22	12.36	13.17	9.38	11.74	7,919	4,596	10,744	4,854	8,858	7,394
3	信玄橋	18.76	17.57	16.28	19.05	14.05	17.14	12,935	7,435	15,931	7,190	12,770	11,252
4	三郡西橋	17.89	17.55	19.06	22.24	16.58	18.66	12,459	6,628	17,051	8,613	13,857	11,722
5	富士橋	22.93	28.72	30.66	36.20	30.35	29.77	19,005	14,064	40,794	17,026	31,381	24,454
6	富山橋	14.82	18.05	25.31	30.75	25.64	22.92	11,334	7,837	29,440	13,400	26,185	17,639
7	南部橋	14.57	18.14	18.95	22.76	18.55	18.59	9,915	8,077	16,996	8,981	16,802	12,154
8	北松野	13.64	17.15	18.72	20.66	18.22	17.68	8,939	6,303	11,341	5,843	9,496	8,384
9	富士川橋	14.42	17.26	20.40	23.72	19.74	19.11	10,237	7,501	16,641	8,019	12,622	11,004
10	大門ダム	16.38	12.71	13.85	15.41	11.06	13.88	18,792	6,195	14,187	9,036	9,400	11,522
11	塩川ダム	43.65	36.35	46.87	59.85	65.42	50.43	41,623	20,517	56,716	35,494	52,154	41,301
12	藤井堰	26.23	25.82	24.27	29.75	24.84	26.18	19,595	12,532	28,026	14,285	21,781	19,244
13	塩川橋	28.48	24.46	24.04	27.52	25.47	26.00	21,478	10,257	26,866	11,756	20,134	18,098
14	黒沢川流末	29.82	30.14	26.21	31.48	24.45	28.42	22,391	15,092	30,320	12,224	21,849	20,375
15	新大橋	10.46	9.41	59.84	54.01	7.97	28.34	10,109	4,624	30,514	12,933	16,593	14,955
16	鳴沢川	45.22	34.33	23.94	29.76	35.20	33.69	33,105	12,941	18,615	9,461	23,639	19,552
17	広瀬ダム	4.77	4.92	6.19	8.59	5.90	6.07	4,923	5,125	8,394	12,950	18,522	9,983
18	亀甲橋	6.66	8.41	8.72	10.55	6.98	8.26	4,527	2,827	7,116	3,206	5,756	4,686
19	鶴飼橋	10.21	11.41	11.78	13.31	9.92	11.33	6,280	3,514	8,640	4,152	5,891	5,695
20	桃林橋	31.96	35.63	27.85	34.24	31.57	32.25	37,978	21,673	35,453	16,853	33,100	29,012
21	三郡東橋	34.88	35.72	32.89	36.43	35.63	35.11	27,463	15,758	38,046	14,162	33,100	25,706
22	千野橋	15.58	14.68	17.22	18.64	14.19	16.06	5,621	4,685	11,889	3,818	9,510	7,105
23	重川橋	14.93	15.32	14.77	15.41	10.29	14.14	6,323	4,485	10,568	3,955	7,231	6,513
24	葡萄橋	6.35	7.18	7.23	7.51	2.49	6.15	5,476	3,973	7,763	3,188	4,454	4,971
25	日川橋	8.40	8.73	8.70	9.02	4.20	7.81	5,307	2,952	6,812	2,949	4,283	4,461
26	平等橋	17.13	21.39	12.94	25.89	22.15	19.90	11,023	10,069	21,494	10,117	18,095	14,160
27	平等川流末	23.61	24.14	23.60	29.20	20.83	24.28	10,676	8,772	19,745	10,253	15,931	13,075
28	砂田橋	37.27	33.82	49.40	68.94	72.32	52.35	34,107	18,423	63,798	40,169	70,100	45,319
29	濁川橋	68.86	66.62	91.26	85.14	54.36	73.25	46,371	20,294	53,781	29,734	43,271	38,690
30	荒川ダム	7.17	7.28	8.38	9.35	5.20	7.48	7,718	4,563	11,988	8,876	12,494	9,128
31	桜橋	11.52	11.59	12.68	13.69	8.50	11.60	9,716	4,018	8,378	4,908	6,751	6,754
32	千秋橋	16.65	15.44	25.97	36.27	28.31	24.53	13,705	6,857	25,200	16,880	28,600	18,248
33	二川橋	21.22	18.32	31.80	39.36	35.36	29.21	46,523	7,510	27,192	15,901	30,731	25,571
34	高室橋	46.40	46.26	36.96	40.30	39.21	41.83	30,326	15,839	32,579	14,615	29,177	24,507
35	鎌田川流末	42.33	41.82	34.09	39.76	36.63	38.93	32,117	22,516	36,535	17,426	34,074	28,534
36	富士見橋	13.89	16.24	12.67	12.68	9.62	13.02	15,623	8,327	16,002	7,206	10,058	11,443
37	大月橋	10.08	10.49	10.19	10.95	6.37	9.62	12,340	5,535	7,889	7,398	10,707	8,774
38	桂川橋	11.71	8.85	11.63	12.01	8.32	10.50	11,719	28,856	17,752	7,517	12,823	15,733
39	昭和橋	19.77	11.57	13.80	16.88	7.04	13.81	19,907	11,806	22,829	10,248	13,001	15,558
40	柄杓流川流末	15.94	12.66	14.25	14.18	12.14	13.83	16,153	7,624	18,334	15,357	15,055	14,505
41	大幡川流末	6.40	5.32	7.04	5.59	3.97	5.66	8,510	2,725	7,772	4,641	6,582	6,046
42	落合橋	5.30	4.80	5.69	6.84	5.82	5.69	4,835	2,977	3,876	3,679	4,393	3,952
43	西方寺橋	6.23	5.70	6.41	5.55	2.06	5.19	5,665	1,976	4,328	2,264	4,299	3,706
44	鶴川橋	10.42	7.75	9.09	16.18	9.71	10.63	10,226	2,685	9,058	6,224	10,119	7,662
45	道志川流末	3.38	3.54	3.89	3.68	3.00	3.50	3,496	5,818	2,389	914	2,185	2,960
46	秋山川流末	4.96	4.69	5.40	5.29	1.38	4.35	4,327	4,114	5,177	2,240	3,401	3,852
47	山中湖湖心	7.03	7.13	7.60	6.79	4.09	6.53	13,783	7,261	12,833	5,818	9,668	9,873
48	河口湖湖心	9.61	9.56	10.42	10.31	6.17	9.22	19,579	10,897	21,149	11,802	10,763	14,838
49	河口湖船津	9.62	9.57	10.02	9.91	6.24	9.07	19,101	11,036	20,905	10,987	11,594	14,725
50	西湖湖心	7.68	8.39	8.04	8.06	4.52	7.34	16,304	10,637	23,679	12,251	16,383	15,851
51	精進湖湖心	6.03	6.36	6.46	5.65	2.56	5.41	13,339	8,332	15,032	5,607	7,426	9,947
52	本栖湖湖心	4.50	5.55	5.81	6.48	2.34	4.94	377	7,089	13,731	6,095	8,905	7,240
53	下保之瀬橋	4.27	4.75	4.68	4.96	3.13	4.36	2,347	1,225	2,057	2,173	4,980	2,556
54	小菅川流末	3.55	4.65	4.12	3.98	0.91	3.44	2,196	2,042	2,530	1,350	2,964	2,216
55	ミリQ-1	0.66	1.34	2.90	1.59	-2.10	0.88	1,156	607	3,520	1,040	2,281	1,721
56	ミリQ-2	0.43	1.10	2.32	1.39	-2.44	0.56	864	480	1,859	676	1,581	1,092
57	ミリQ-3	0.41	0.91	2.07	0.94	-2.65	0.34	789	400	1,333	497	1,260	856
58	ICP-MS水-1	0.28	0.79	1.99	0.93	-2.76	0.24	729	376	1,040	454	966	713
59	ICP-MS水-2	0.33	0.73	2.03	0.71	-2.65	0.23	654	347	954	467	853	655
60	ICP-MS水-3	0.20	0.77	1.94	0.95	-2.73	0.23	567	366	764	304	713	543

表5-1 公共用水域のナトリウム、カリウム、マグネシウム、カルシウム、ケイ素濃度(ICP発光分析計による測定) [採水：2003年～2004年]

水系名	流域名	水域名	採水地点番号	水質測定点	ナトリウム (Na) (mg/L)								カリウム (K) (mg/L)							
					11月	12月	1月	2月	3月	平均	標準偏差	(%)	11月	12月	1月	2月	3月	平均	標準偏差	(%)
富士川	富士川	富士川(1)	1	国界橋	4.1	3.8	4.0	3.9	4.3	4.0	0.2	5	1.2	1.1	1.7	1.1	1.1	1.2	0.2	19
富士川	富士川	富士川(1)	2	船山橋	5.3	5.3	5.9	6.4	6.7	5.9	0.6	11	1.8	1.7	2.3	2.0	2.0	2.0	0.2	12
富士川	富士川	富士川(2)	3	信玄橋	8.3	7.4	8.1	8.7	9.3	8.4	0.7	9	2.0	1.8	2.5	2.1	2.1	2.1	0.3	12
富士川	富士川	富士川(2)	4	三郡西橋	8.4	8.2	11.0	11.6	11.8	10.2	1.8	17	2.1	1.9	2.5	2.2	2.2	2.2	0.2	11
富士川	富士川	富士川(3)	5	富士橋	9.9	11.1	14.4	16.4	16.6	13.7	3.1	22	1.9	1.9	3.0	2.9	2.8	2.5	0.5	21
富士川	富士川	富士川(4)	6	富山橋	8.2	8.3	13.4	14.2	15.3	11.9	3.4	29	1.6	1.5	2.8	2.5	2.6	2.2	0.6	28
富士川	富士川	富士川(4)	7	南部橋	8.1	8.7	10.2	10.6	11.4	9.8	1.3	14	1.5	1.5	2.2	1.9	1.9	1.8	0.3	17
富士川	富士川	富士川(静岡県)	8	北松野	7.7	8.1	8.7	9.6	10.1	8.8	1.0	11	1.4	1.3	1.9	1.5	1.5	1.5	0.2	15
富士川	富士川	富士川(静岡県)	9	富士川橋	7.8	8.2	5.1	10.3	10.8	8.4	2.3	27	1.3	1.4	1.4	1.7	1.6	1.5	0.2	13
富士川	富士川	大門川	10	大門ダム	4.3	3.3	4.2	4.3	4.5	4.1	0.5	12	1.4	1.3	1.8	1.4	1.3	1.5	0.2	13
富士川	富士川	塩川	11	塩川ダム	15.3	12.2	18.7	20.3	21.8	17.7	3.9	22	2.3	1.9	3.1	3.1	3.5	2.8	0.6	23
富士川	富士川	塩川	12	藤井堰	10.3	8.8	10.4	11.5	11.1	10.4	1.0	10	2.0	1.7	2.3	2.0	2.1	2.0	0.2	10
富士川	富士川	塩川	13	塩川橋	11.2	9.6	11.0	11.4	13.2	11.3	1.3	11	2.1	1.8	2.4	2.1	2.3	2.1	0.2	11
富士川	富士川	黒沢川	14	黒沢川流末	12.7	11.8	13.1	13.3	13.0	12.8	0.6	5	2.8	2.5	2.9	2.8	2.6	2.7	0.2	6
富士川	富士川	滝沢川	15	新大橋	6.4	5.4	75.7	74.7	8.5	34.2	37.5	110	1.2	1.0	2.5	2.2	1.2	1.6	0.7	42
富士川	富士川	市川大門	16	鳴沢川	16.2	11.7	9.7	9.8	12.4	12.0	2.7	22	1.7	1.2	1.4	0.9	1.1	1.3	0.3	25
富士川	笛吹川	笛吹川上流	17	広瀬ダム	1.6	1.5	1.6	2.7	2.3	1.9	0.5	27	0.7	0.7	1.2	0.7	0.6	0.7	0.2	32
富士川	笛吹川	笛吹川上流	18	亀甲橋	2.8	3.4	3.5	4.1	4.1	3.6	0.6	16	0.8	0.8	1.4	0.9	0.9	1.0	0.2	24
富士川	笛吹川	笛吹川下流	19	鶴飼橋	4.5	4.8	5.5	5.6	5.9	5.3	0.6	11	1.3	1.3	1.9	1.4	1.4	1.5	0.3	17
富士川	笛吹川	笛吹川下流	20	桃林橋	13.8	13.1	11.9	13.4	15.7	13.6	1.4	10	2.6	2.3	2.6	2.5	2.8	2.5	0.2	7
富士川	笛吹川	笛吹川下流	21	三郡東橋	15.0	10.3	15.9	16.7	18.4	15.2	3.0	20	3.3	2.0	3.6	3.4	3.6	3.2	0.7	21
富士川	笛吹川	重川	22	千野橋	5.0	3.9	5.0	5.0	5.1	4.8	0.5	11	1.4	1.1	1.8	1.3	1.3	1.4	0.3	19
富士川	笛吹川	重川	23	重川橋	6.6	5.8	6.4	7.0	7.0	6.6	0.5	7	1.7	1.5	2.1	1.9	1.7	1.8	0.2	13
富士川	笛吹川	日川	24	葡萄橋	3.6	3.5	3.5	3.6	3.7	3.6	0.1	2	1.8	1.5	2.1	1.8	1.7	1.8	0.2	12
富士川	笛吹川	日川	25	日川橋	4.7	4.1	4.6	4.9	4.9	4.6	0.4	8	1.9	1.7	2.3	1.9	1.8	1.9	0.2	13
富士川	笛吹川	平等川	26	平等橋	7.7	7.5	6.7	12.3	13.0	9.5	3.0	31	1.4	1.2	1.9	1.9	1.9	1.7	0.3	20
富士川	笛吹川	平等川	27	平等川流末	9.7	9.0	10.1	13.3	11.6	10.7	1.7	16	1.4	1.3	1.8	1.7	1.6	1.5	0.2	15
富士川	笛吹川	濁川	28	砂田橋	16.5	13.7	27.8	29.4	18.1	21.1	7.0	33	2.8	2.0	3.7	4.1	2.4	3.0	0.9	30
富士川	笛吹川	濁川	29	濁川橋	23.9	18.9	27.6	28.6	25.0	24.8	3.8	15	3.7	3.0	4.8	4.0	3.2	3.7	0.7	19
富士川	笛吹川	荒川上流	30	荒川ダム	2.8	2.8	3.0	3.1	3.3	3.0	0.2	7	0.9	0.8	1.4	0.9	0.9	1.0	0.2	23
富士川	笛吹川	荒川上流	31	桜橋	3.2	2.6	3.1	3.3	3.5	3.1	0.4	12	0.9	0.7	1.4	0.9	0.9	1.0	0.3	27
富士川	笛吹川	荒川下流	32	千秋橋	6.6	5.3	11.2	14.0	13.5	10.1	4.0	39	1.5	1.2	2.5	2.4	2.4	2.0	0.6	30
富士川	笛吹川	荒川下流	33	二川橋	8.7	6.7	13.5	17.0	16.2	12.4	4.6	37	1.9	1.4	2.8	3.1	3.1	2.5	0.7	30
富士川	笛吹川	鎌田川	34	高室橋	19.0	16.5	16.4	16.3	16.8	17.0	1.1	7	4.1	3.5	3.7	3.5	3.5	3.7	0.3	7
富士川	笛吹川	鎌田川	35	鎌田川流末	17.2	16.3	18.2	18.1	18.1	17.6	0.8	5	3.9	3.5	3.8	3.8	3.6	3.7	0.1	4
相模川	相模川	相模川上流(1)	36	富士見橋	8.4	7.7	8.1	7.7	7.7	7.9	0.3	4	1.7	1.6	2.2	1.8	1.7	1.8	0.2	13
相模川	相模川	相模川上流(2)	37	大月橋	7.4	5.6	7.0	7.8	7.5	7.1	0.9	13	1.2	1.1	1.6	1.4	1.4	1.3	0.2	14
相模川	相模川	相模川上流(2)	38	桂川橋	6.9	5.1	7.1	7.3	7.2	6.7	0.9	13	1.4	1.0	2.1	1.7	1.6	1.6	0.4	24
相模川	相模川	宮川	39	昭和橋	9.0	5.3	8.2	3.8	5.8	6.4	2.2	34	1.6	0.6	2.2	0.8	2.5	1.5	0.8	54
相模川	相模川	柄杓流川	40	柄杓流川流末	9.2	7.2	8.2	8.7	9.4	8.5	0.9	11	1.8	1.3	2.0	1.9	1.8	1.8	0.3	16
相模川	相模川	大幡川	41	大幡川流末	4.3	3.0	4.3	4.1	5.3	4.2	0.8	19	0.4	0.3	0.9	0.4	0.5	0.5	0.2	47
相模川	相模川	朝日川	42	落合橋	5.6	3.8	5.3	6.3	6.6	5.5	1.1	20	0.5	0.3	1.0	0.7	0.5	0.6	0.3	44
相模川	相模川	笹子川	43	西方寺橋	4.4	3.5	4.0	4.5	4.7	4.2	0.5	11	1.3	0.9	1.6	1.3	1.2	1.3	0.2	19
相模川	相模川	鶴川	44	鶴川橋	5.2	3.8	4.7	10.6	6.5	6.2	2.7	43	0.9	0.7	1.2	1.0	1.1	1.0	0.2	23
相模川	相模川	道志川	45	道志川流末	2.8	2.3	2.7	2.7	2.9	2.7	0.2	8	0.6	0.5	1.0	0.6	0.6	0.7	0.2	30
相模川	相模川	秋山川	46	秋山川流末	4.4	3.4	4.1	4.9	4.6	4.3	0.6	14	0.3	0.1	0.7	0.3	0.3	0.4	0.2	64
相模川	富士五湖	山中湖	47	山中湖湖心	2.6	2.5	2.6	2.7	2.6	2.6	0.1	2	0.9	0.9	1.5	1.0	0.9	1.1	0.2	22
相模川	富士五湖	河口湖	48	河口湖湖心	4.7	4.5	4.5	4.5	4.7	4.6	0.1	2	0.5	0.5	1.1	0.6	0.5	0.6	0.3	42
相模川	富士五湖	河口湖	49	河口湖船津	4.7	4.5	4.4	4.5	4.7	4.6	0.1	2	0.5	0.5	1.1	0.6	0.5	0.6	0.3	41
相模川	富士五湖	西湖	50	西湖湖心	4.6	4.5	4.4	4.4	4.4	4.5	0.1	2	0.4	0.4	1.0	0.5	0.4	0.5	0.3	46
相模川	富士五湖	精進湖	51	精進湖湖心	3.1	3.0	2.9	2.4	2.9	2.9	0.2	8	0.4	0.3	0.9	0.4	0.3	0.4	0.3	56
相模川	富士五湖	本栖湖	52	本栖湖湖心	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	0.0	2	0.2	0.2	0.8	0.3	0.3	0.4	0.3	69
多摩川	多摩川	多摩川上流(1)	53	下保之瀬橋	2.4	2.0	2.2	2.4	2.4	2.3	0.2	7	0.8	0.6	1.1	0.8	0.7	0.8	0.2	26
多摩川	多摩川	小菅川	54	小菅川流末	3.2	2.6	1.9	3.0	3.3	2.8	0.6	21	0.6	0.5	0.8	0.6	0.5	0.6	0.1	22

表5-2 公共用水域のナトリウム、カリウム、マグネシウム、カルシウム、ケイ素濃度(ICP発光分析計による測定) [採水:2003年~2004年]

採水地点番号	水質測定点	マグネシウム (Mg) (mg/L)								カルシウム (Ca) (mg/L)								ケイ素 (Si) (mg/L)							
		11月	12月	1月	2月	3月	平均	標準偏差	(%)	11月	12月	1月	2月	3月	平均	標準偏差	(%)	11月	12月	1月	2月	3月	平均	標準偏差	(%)
1	国界橋	2.0	2.0	1.9	1.8	1.9	1.9	0.1	5	20.9	21.8	21.5	19.0	21.1	20.8	1.1	5	6.6	6.7	7.5	5.6	5.3	6.3	0.9	14
2	船山橋	2.1	2.0	2.0	2.0	2.1	2.1	0.0	2	15.1	15.5	15.1	14.6	15.0	15.1	0.3	2	6.0	6.8	7.3	5.4	4.7	6.0	1.1	17
3	信玄橋	2.4	2.3	2.2	2.3	2.3	2.3	0.1	2	13.9	14.4	14.4	13.5	14.4	14.1	0.4	3	6.4	6.5	8.1	5.2	5.6	6.4	1.1	17
4	三郡西橋	2.5	2.4	2.6	2.7	2.5	2.5	0.1	5	15.1	15.5	16.9	16.2	16.1	16.0	0.7	4	5.8	6.5	8.3	5.1	6.4	6.4	1.2	19
5	富士橋	3.3	3.2	3.5	3.9	3.7	3.5	0.3	8	15.9	15.8	17.3	18.5	18.3	17.2	1.3	7	6.5	6.0	7.8	5.0	5.4	6.1	1.1	18
6	富山橋	3.3	3.1	3.7	3.9	3.8	3.6	0.3	9	21.2	22.3	19.6	20.0	20.0	20.6	1.1	5	5.5	5.4	7.5	4.7	4.7	5.6	1.2	21
7	南部橋	3.1	3.2	3.4	3.6	3.7	3.4	0.3	7	20.1	21.2	21.8	22.3	23.5	21.8	1.3	6	5.8	6.1	6.4	4.0	4.5	5.3	1.1	20
8	北松野	3.0	3.1	3.3	3.2	3.4	3.2	0.2	5	18.1	19.1	15.3	14.8	16.3	16.7	1.9	11	5.8	6.7	9.5	5.8	6.7	6.9	1.5	22
9	富士川橋	3.0	3.1	1.8	3.6	3.5	3.0	0.7	24	18.3	18.6	8.3	15.7	16.5	15.5	4.2	27	5.9	7.3	4.6	6.3	7.1	6.2	1.1	17
10	大門ダム	1.9	1.4	1.8	1.9	1.9	1.8	0.2	11	8.1	6.7	8.0	8.3	8.4	7.9	0.7	9	7.5	6.5	8.5	9.5	7.2	7.8	1.2	15
11	塩川ダム	1.1	1.0	1.2	1.2	1.3	1.2	0.1	9	6.8	6.1	7.3	7.8	8.4	7.3	0.9	12	3.6	4.4	5.7	8.2	5.5	5.5	1.8	32
12	藤井堰	2.2	2.0	2.1	2.2	2.3	2.2	0.1	4	9.2	9.2	9.1	9.1	9.5	9.2	0.2	2	6.8	7.5	12.0	7.1	7.3	8.1	2.2	27
13	塩川橋	2.3	2.2	2.3	2.4	2.5	2.3	0.1	5	9.5	9.4	9.8	10.0	11.6	10.1	0.9	9	6.3	7.4	11.7	7.1	9.5	8.4	2.2	26
14	黒沢川流末	4.3	4.3	3.6	3.7	3.2	3.8	0.5	12	15.5	16.5	13.4	13.3	12.8	14.3	1.6	11	6.8	6.5	12.1	5.0	8.6	7.8	2.7	35
15	新大橋	3.4	3.3	4.3	3.9	3.0	3.6	0.5	15	22.7	21.6	41.2	46.2	20.7	30.5	12.2	40	5.0	4.9	0.5	0.9	4.1	3.1	2.2	71
16	鳴沢川	5.3	3.8	3.2	3.4	3.8	3.9	0.8	21	30.0	22.2	18.1	18.5	21.7	22.1	4.8	22	3.9	3.1	5.6	3.5	4.2	4.0	1.0	24
17	広瀬ダム	0.6	0.6	0.6	1.2	1.0	0.8	0.3	38	4.6	4.5	4.7	7.3	6.4	5.5	1.3	24	4.2	4.1	3.6	6.5	5.5	4.8	1.2	25
18	亀甲橋	1.0	1.2	1.2	1.3	1.3	1.2	0.1	10	6.6	7.8	7.8	8.2	8.6	7.8	0.8	10	5.3	6.4	6.2	4.8	5.4	5.6	0.7	12
19	鶴飼橋	1.9	2.1	2.2	2.2	2.3	2.2	0.2	7	10.8	11.9	12.6	12.4	13.1	12.2	0.9	7	6.1	7.1	7.0	5.7	5.4	6.3	0.8	12
20	桃林橋	2.9	2.8	3.1	3.2	3.2	3.0	0.2	6	14.1	13.9	15.1	15.2	15.7	14.8	0.8	5	6.5	7.0	8.0	4.8	5.3	6.3	1.3	20
21	三郡東橋	4.6	3.0	4.5	4.8	4.9	4.4	0.8	18	21.8	14.5	21.1	22.1	22.3	20.4	3.3	16	11.9	4.1	8.4	4.5	5.9	7.0	3.2	47
22	千野橋	1.8	1.5	1.8	1.8	1.7	1.7	0.1	6	11.2	9.4	11.2	10.9	10.9	10.7	0.7	7	6.6	5.9	7.5	5.2	5.6	6.2	0.9	15
23	重川橋	2.6	2.4	2.3	2.4	2.1	2.4	0.2	7	13.7	13.5	13.1	13.1	12.2	13.1	0.6	4	6.7	6.7	7.2	5.5	5.0	6.2	0.9	15
24	葡萄橋	1.8	1.8	1.8	1.9	1.9	1.8	0.0	2	9.9	10.1	10.5	10.5	10.8	10.3	0.4	3	6.3	5.8	6.8	5.3	5.2	5.9	0.7	12
25	日川橋	2.4	2.3	2.3	2.4	2.3	2.4	0.0	2	12.6	12.8	13.1	13.0	13.1	12.9	0.2	2	5.9	6.2	7.1	5.6	5.1	6.0	0.7	12
26	平等橋	3.0	3.3	2.8	3.3	2.8	3.0	0.2	8	13.4	14.3	14.0	16.4	15.7	14.8	1.2	8	7.5	7.3	8.4	5.5	5.0	6.8	1.4	21
27	平等川流末	2.5	2.6	2.1	2.8	2.4	2.5	0.2	10	12.3	13.2	11.5	14.2	13.3	12.9	1.0	8	6.4	5.7	6.8	4.2	4.6	5.5	1.1	20
28	砂田橋	4.8	4.6	4.9	5.2	2.4	4.4	1.1	26	23.0	21.4	22.0	23.4	11.3	20.2	5.0	25	6.3	6.7	7.5	3.9	1.6	5.2	2.4	46
29	濁川橋	4.2	4.1	3.5	3.9	3.5	3.8	0.3	9	20.4	20.4	18.2	18.6	17.0	18.9	1.5	8	4.3	2.2	4.4	3.2	3.2	3.5	0.9	26
30	荒川ダム	1.0	1.0	1.2	1.3	1.3	1.1	0.2	15	4.4	4.7	5.3	5.7	6.0	5.2	0.7	13	5.7	6.6	7.3	6.7	6.0	6.5	0.6	10
31	桜橋	1.1	1.0	1.0	1.1	1.2	1.1	0.1	9	5.1	4.5	4.7	5.0	5.4	4.9	0.4	8	6.7	5.4	7.5	6.8	6.3	6.5	0.8	12
32	千秋橋	2.0	1.9	2.5	2.8	2.8	2.4	0.4	18	9.8	8.8	11.9	13.2	13.4	11.4	2.0	18	7.2	7.2	8.8	5.0	4.5	6.5	1.8	27
33	二川橋	2.5	2.2	3.1	3.5	3.5	3.0	0.6	21	11.8	10.2	14.5	16.1	16.8	13.9	2.8	20	7.1	7.5	8.4	5.7	5.2	6.8	1.3	19
34	高室橋	5.0	4.8	4.3	4.6	4.5	4.6	0.3	6	23.6	23.6	20.6	20.5	21.0	21.8	1.6	7	7.2	6.2	10.3	6.1	6.3	7.2	1.8	25
35	鎌田川流末	5.6	5.3	4.6	5.1	4.7	5.1	0.4	8	25.1	25.9	21.1	22.0	20.4	22.9	2.4	11	7.0	5.3	10.2	5.3	5.1	6.6	2.2	33
36	富士見橋	5.2	5.2	5.1	4.9	4.9	5.1	0.1	3	13.1	13.7	13.1	12.7	12.8	13.1	0.4	3	3.6	2.6	5.6	12.9	4.7	5.9	4.1	69
37	大月橋	5.1	4.1	4.9	5.0	4.9	4.8	0.4	8	17.6	13.0	17.0	17.5	16.4	16.3	1.9	12	6.2	5.4	9.7	11.0	6.5	7.8	2.4	32
38	桂川橋	4.5	3.7	4.5	4.6	4.5	4.4	0.4	8	14.2	12.7	14.0	13.9	13.5	13.7	0.6	4	4.8	6.2	7.5	11.4	7.4	7.5	2.5	33
39	昭和橋	4.4	3.5	4.2	1.7	3.6	3.5	1.1	31	12.9	11.9	12.4	4.7	11.6	10.7	3.4	32	2.2	3.0	6.2	3.3	3.1	3.6	1.5	42
40	柄杓流川流末	5.7	4.8	5.3	5.4	5.6	5.4	0.3	6	14.9	14.0	14.8	14.6	15.6	14.8	0.6	4	3.6	4.7	6.4	12.6	5.1	6.5	3.6	55
41	大幡川流末	3.6	3.0	3.5	3.5	4.0	3.5	0.4	11	15.1	13.4	15.1	14.6	16.5	14.9	1.1	7	6.5	6.3	7.4	7.5	6.4	6.8	0.6	9
42	落合橋	3.5	2.9	3.3	3.6	4.0	3.4	0.4	11	14.2	12.7	14.1	14.6	16.9	14.5	1.5	10	7.4	7.5	8.5	9.3	7.1	8.0	0.9	12
43	西方寺橋	2.3	2.1	2.2	2.2	2.3	2.3	0.1	4	11.2	10.3	11.0	11.0	11.8	11.1	0.5	5	6.0	6.7	6.5	6.4	5.0	6.1	0.7	11
44	鶴川橋	3.3	2.6	3.1	3.5	3.9	3.3	0.5	15	14.6	11.5	13.6	16.0	17.8	14.7	2.4	16	4.3	7.2	6.3	5.2	3.6	5.3	1.5	27
45	道志川流末	2.3	2.1	2.3	2.3	2.4	2.3	0.1	6	10.5	9.2	10.1	10.1	10.9	10.2	0.6	6	7.0	7.9	7.7	6.3	7.1	7.2	0.6	9
46	秋山川流末	3.1	2.7	2.9	3.0	3.1	3.0	0.2	6	14.1	12.1	13.9	14.2	15.0	13.9	1.1	8	7.5	7.7	8.3	7.3	7.3	7.6	0.4	6
47	山中湖湖心	3.3	3.2	3.2	3.3	3.3	3.3	0.1	2	8.3	8.4	8.5	8.4	8.6	8.4	0.1	1	2.7	3.1	3.7	3.8	3.6	3.4	0.5	14
48	河口湖湖心	3.4	3.3	3.2	3.2	3.3	3.3	0.1	2	11.2	11.1	10.7	10.6	10.8	10.9	0.3	3	2.3	2.4	2.2	3.0	2.5	2.5	0.3	12
49	河口湖船津	3.4	3.3	3.3	3.2	3.2	3.3	0.1	2	11.1	11.1	10.9	10.6	10.8	10.9	0.2	2	2.3	2.2	2.3	2.9	2.4	2.4	0.3	12
50	西湖湖心	2.0	2.0	2.1	2.1	2.1	2.1	0.0	2	8.1	8.3	8.4	8.2												

表6-1 公共用水域の陰イオン類濃度（フッ素、塩素、亜硝酸、硝酸、リン酸、硝酸）及び水中水素安定同位体比（2003年11月～2004年3月）

水系名	流域名	水域名	採水地点番号	水質測定点	フッ素 (F) (mg/L)							CL (mg/L)							NO2 (mg/L)						
					11月	12月	1月	2月	3月	平均	11月	12月	1月	2月	3月	平均	11月	12月	1月	2月	3月	平均			
富士川	富士川	富士川(1)	1	国界橋	0.02	0.03	0.04	0.04	0.04	0.03	3.9	3.3	3.3	4.5	4.1	3.8		0.0	0.0	0.1	0.0	0.0			
富士川	富士川	富士川(1)	2	船山橋	0.04	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	4.1	4.0	4.5	6.1	5.7	4.9		0.0	0.0	0.1	0.0	0.0			
富士川	富士川	富士川(2)	3	信玄橋	0.04	0.05	0.06	0.05	0.06	0.05	8.1	6.7	7.6	10.1	9.8	8.4		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
富士川	富士川	富士川(2)	4	三郡西橋	0.04	0.05	0.06	0.06	0.07	0.06	8.6	8.6	11.9	15.6	13.9	11.7		0.2	0.1	0.2	0.1	0.1			
富士川	富士川	富士川(3)	5	富士橋	0.04	0.05	0.06	0.06	0.07	0.06	8.6	10.9	14.3	18.8	18.0	14.1	0.1	0.1	0.3	0.2	0.2	0.2			
富士川	富士川	富士川(4)	6	富山橋	0.04	0.05	0.06	0.06	0.07	0.06	6.0	7.0	12.6	16.1	16.6	11.7		0.1	0.2	0.3	0.2	0.2			
富士川	富士川	富士川(4)	7	南部橋	0.05	0.05	0.05	0.05	0.07	0.05	6.0	7.4	9.0	11.7	11.3	9.1		0.1	0.1	0.2	0.1	0.1			
富士川	富士川	静岡県	8	北松野	0.04	0.05	0.05	0.05	0.06	0.05	5.7	6.5	6.7	9.0	8.6	7.3		0.0	0.0	0.1	0.0	0.0			
富士川	富士川	静岡県	9	富士川橋	0.04	0.05	0.06	0.05	0.06	0.05	5.6	6.8	7.4	10.0	9.7	7.9		0.1	0.1	0.3	0.1	0.1			
富士川	富士川	大門川	10	大門ダム	0.04	0.02	0.03	0.02	0.03	0.03	4.1	3.3	3.7	4.4	4.7	4.0		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
富士川	富士川	塩川	11	塩川ダム	0.11	0.07	0.08	0.08	0.09	0.08	19.2	15.5	23.8	30.8	32.6	24.4		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
富士川	富士川	塩川	12	藤井堰	0.04	0.05	0.05	0.06	0.05	0.05	10.7	9.6	11.3	14.4	12.3	11.6	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0			
富士川	富士川	塩川	13	塩川橋	0.05	0.05	0.05	0.05	0.06	0.05	12.5	10.3	12.0	15.2	17.7	13.5		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
富士川	富士川	黒沢川	14	黒沢川流末	0.04	0.06	0.06	0.06	0.07	0.06	11.1	10.9	12.5	14.7	12.8	12.4	0.5	0.1	0.1	0.3	0.1	0.2			
富士川	富士川	滝沢川	15	新大橋	0.04	0.04	0.08	0.05	0.05	0.05	4.3	3.6	80.3	129.8	6.6	44.9	0.1	0.0	0.5	0.5	0.1	0.2			
富士川	富士川	市川大門	16	鳴沢川	0.04	0.05	0.05	0.05	0.06	0.05	9.3	6.1	4.8	6.9	7.6	6.9	0.2	0.2	0.1	0.1	0.2	0.2			
富士川	笛吹川	笛吹川上流	17	広瀬ダム	0.03	0.02	0.02	0.02	0.03	0.02	0.9	0.9	0.9	1.2	1.2	1.0		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
富士川	笛吹川	笛吹川上流	18	亀甲橋	0.01	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	1.6	2.2	2.3	3.7	3.0	2.6		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
富士川	笛吹川	笛吹川下流	19	鶴飼橋	0.02	0.03	0.03	0.03	0.04	0.03	3.3	3.6	4.1	5.3	4.9	4.2		0.0	0.0	0.1	0.1	0.0			
富士川	笛吹川	笛吹川下流	20	桃林橋	0.05	0.05	0.05	0.06	0.07	0.06	13.4	13.6	10.7	15.1	16.7	13.9	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2			
富士川	笛吹川	笛吹川下流	21	三郡東橋	0.06	0.06	0.07	0.06	0.07	0.06	15.2	15.4	16.7	18.9	20.0	17.2	0.1	0.2	0.2	0.3	0.2	0.2			
富士川	笛吹川	重川	22	千野橋	0.02	0.02	0.04	0.03	0.03	0.03	3.5	3.1	3.6	4.3	3.7	3.7		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
富士川	笛吹川	重川	23	重川橋	0.02	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	5.2	4.5	4.8	7.1	6.0	5.5	0.1	0.1	0.2	0.2	0.1	0.1			
富士川	笛吹川	日川	24	葡萄橋	0.02	0.03	0.03	0.03	0.04	0.03	1.8	2.0	2.0	2.8	2.4	2.2		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
富士川	笛吹川	日川	25	日川橋	0.03	0.03	0.04	0.03	0.03	0.03	3.0	2.8	3.1	4.4	3.7	3.4		0.0	0.0	0.1	0.1	0.1			
富士川	笛吹川	平等川	26	平等橋	0.03	0.04	0.04	0.06	0.08	0.05	5.4	5.8	4.1	9.5	10.2	7.0	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1			
富士川	笛吹川	平等川	27	平等川流末	0.04	0.05	0.07	0.06	0.08	0.06	10.5	8.1	8.9	11.5	9.0	9.6	0.1	0.1	0.2	0.3	0.2	0.2			
富士川	笛吹川	濁川	28	砂田橋	0.10	0.06	0.09	0.09	0.12	0.09	13.4	10.9	23.4	31.0	32.0	22.1		0.1	0.1	0.1	0.2	0.1			
富士川	笛吹川	濁川	29	濁川橋	0.22	0.11	0.13	0.17	0.23	0.17	22.1	18.1	31.6	30.7	23.6	25.2	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.4			
富士川	笛吹川	荒川上流	30	荒川ダム	0.03	0.02	0.03	0.02	0.03	0.03	1.5	1.4	1.5	1.8	1.9	1.6		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
富士川	笛吹川	荒川上流	31	桜橋	0.04	0.02	0.03	0.02	0.03	0.03	1.8	1.7	1.8	2.2	2.3	2.0		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
富士川	笛吹川	荒川下流	32	千秋橋	0.05	0.04	0.06	0.07	0.08	0.06	5.9	4.3	12.7	19.6	15.5	11.6		0.0	0.2	0.3	0.2	0.1			
富士川	笛吹川	荒川下流	33	二川橋	0.06	0.04	0.06	0.07	0.07	0.06	7.9	5.7	13.8	19.3	17.6	12.9		0.0	0.2	0.2	0.2	0.1			
富士川	笛吹川	鎌田川	34	高室橋	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	17.7	16.8	16.8	19.1	18.3	17.7	0.3	0.3	0.1	0.2	0.2	0.2			
富士川	笛吹川	鎌田川	35	鎌田川流末	0.05	0.06	0.06	0.06	0.07	0.06	17.5	16.6	19.0	18.7	20.3	18.4	0.2	0.3	0.2	0.4	0.3	0.3			
相模川	相模川	相模川上流(1)	36	富士見橋	0.10	0.10	0.11	0.13	0.13	0.12	4.6	4.6	4.7	4.5	4.3	4.5		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
相模川	相模川	相模川上流(2)	37	大月橋	0.05	0.07	0.05	0.05	0.07	0.06	4.5	3.4	4.6	5.4	4.7	4.5		0.0	0.1	0.1	0.1	0.1			
相模川	相模川	相模川上流(2)	38	桂川橋	0.07	0.05	0.08	0.08	0.10	0.08	4.1	3.1	4.6	5.6	4.7	4.4		0.0	0.1	0.1	0.1	0.1			
相模川	相模川	宮川	39	昭和橋	0.06	0.05	0.09	0.11	0.06	0.07	4.6	3.6	5.5	6.7	3.7	4.8	0.1	0.0	0.1	0.1	0.0	0.1			
相模川	相模川	柄杓流川	40	柄杓流川流末	0.08	0.08	0.09	0.10	0.11	0.09	6.2	4.9	6.3	5.98	6.5	6.0		0.1	0.1	0.11	0.1	0.1			
相模川	相模川	大幡川	41	大幡川流末	0.03	0.04	0.05	0.03	0.04	0.04	2.5	1.7	3.1	3.6	5.5	3.3		0.0	0.1	0.0	0.1	0.0			
相模川	相模川	朝日川	42	落合橋	0.03	0.03	0.03	0.04	0.05	0.03	2.4	1.8	2.8	3.97	5.2	3.2		0.0	0.0	0.00	0.0	0.0			
相模川	相模川	笹子川	43	西方寺橋	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	3.1	2.7	3.2	4.9	4.2	3.6		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
相模川	相模川	鶴川	44	鶴川橋	0.03	0.04	0.05	0.04	0.05	0.04	3.2	2.5	3.4	18.1	5.9	6.6		0.0	0.0	0.1	0.1	0.1			
相模川	相模川	道志川	45	道志川流末	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02	1.4	1.3	1.5	1.8	1.6	1.5		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
相模川	相模川	秋山川	46	秋山川流末	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	2.1	1.6	2.3	3.2	2.6	2.4		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
相模川	富士五湖	山中湖	47	山中湖湖心	0.05	0.04	0.04	0.04	0.05	0.04	2.5	2.5	2.5	2.7	2.6	2.6		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
相模川	富士五湖	河口湖	48	河口湖湖心	0.04	0.04	0.04	0.04	0.05	0.04	3.0	3.0	2.9	3.1	3.2	3.1		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
相模川	富士五湖	河口湖	49	河口湖船津	0.05	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	3.1	3.0	2.9	3.1	3.2	3.0		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
相模川	富士五湖	西湖	50	西湖湖心	0.03	0.04	0.04	0.04	0.05	0.04	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
相模川	富士五湖	精進湖	51	精進湖湖心	0.03	0.04	0.04	0.03	0.05	0.04	2.2	2.1	2.2	1.9	2.2	2.1		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
相模川	富士五湖	本栖湖	52	本栖湖湖心	0.01	0.02	0.02	0.02	0.03	0.02	1.0	1.0	1.0	1.02	1.1	1.0		0.0	0.0	0.00	0.0	0.0			
多摩川	多摩川	多摩川上流(1)	53	下保之瀬橋	0.03	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	1.0	1.0	1.0	1.7	1.2	1.2		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
多摩川	多摩川	小菅川	54	小菅川流末	0.03	0.03	0.04	0.03	0.04	0.04	1.7	1.3	1.9	4.0	2.9	2.3		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			

表6-2 公共用水域の陰イオン類濃度（フッ素、塩素、亜硝酸、硝酸、リン酸、硝酸）及び水中水素安定同位体比（2003年11月～2004年3月）

採水地点 番号	水質測定点	NO3 (mg/L)						PO4 (mg/L)						SO4 (mg/L)						水中水素安定同位体比 (‰) ※2004年2月採水分
		11月	12月	1月	2月	3月	平均	11月	12月	1月	2月	3月	平均	11月	12月	1月	2月	3月	平均	
1	国界橋	3.4	4.9	3.6	2.1	3.6	3.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.8	6.4	6.1	6.4	6.4	6.6	-59.03
2	船山橋	3.6	3.0	3.6	1.7	3.9	3.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.0	9.1	8.1	9.7	8.9	8.9	-63.07
3	信玄橋	4.1	3.5	3.9	2.9	3.8	3.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.4	9.7	9.0	10.3	9.2	9.7	-58.18
4	三郡西橋	4.8	2.7	5.2	2.4	5.0	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.3	12.5	12.4	13.7	13.0	12.8	-40.30
5	富士橋	7.3	6.8	8.8	6.5	7.3	7.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	16.6	16.8	19.4	20.5	20.1	18.7	-53.95
6	富山橋	4.8	3.9	7.9	5.6	7.9	6.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	24.3	24.6	19.7	21.5	21.6	22.4	-64.03
7	南部橋	5.0	4.3	6.2	4.2	6.8	5.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	22.0	21.7	20.6	23.5	23.5	22.3	-51.61
8	北松野	4.8	4.0	5.2	3.4	5.3	4.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	20.1	19.2	15.3	19.9	18.6	18.6	-49.40
9	富士川橋	4.9	3.9	5.6	3.8	5.7	4.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	19.8	19.2	16.5	19.0	18.0	18.5	-33.88
10	大門ダム	5.4	3.9	5.4	5.8	5.1	5.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.7	4.1	4.6	4.7	4.8	4.6	-56.86
11	塩川ダム	1.1	2.1	1.8	1.9	1.7	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.9	5.4	6.4	7.9	8.4	6.8	-64.81
12	藤井堰	2.8	4.6	3.7	2.4	3.0	3.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.4	6.1	6.1	6.6	6.2	6.3	-46.98
13	塩川橋	4.4	3.6	3.8	2.2	3.6	3.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.2	6.1	6.2	6.7	6.4	6.5	-69.15
14	黒沢川流末	7.0	9.0	7.0	4.9	4.8	6.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.1	14.3	10.9	13.2	9.9	12.5	-41.43
15	新大橋	4.3	6.0	14.9	6.3	4.5	7.2	0.0	0.0	0.3	0.5	0.0	0.2	18.0	15.8	93.5	51.8	21.0	40.0	-45.89
16	鳴沢川	8.9	6.5	5.4	4.7	6.1	6.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	42.9	32.3	27.3	31.2	35.1	33.7	-40.00
17	広瀬ダム	0.5	1.0	0.9	1.3	1.2	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.4	5.5	5.4	6.4	6.4	5.8	-60.59
18	亀甲橋	3.0	4.2	4.0	3.4	4.2	3.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.7	7.3	8.3	11.5	9.8	8.7	-58.87
19	鶯飼橋	6.4	6.7	7.4	6.5	7.7	6.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.9	13.3	14.6	16.7	15.3	14.6	-40.31
20	桃林橋	8.4	7.3	9.2	7.8	8.3	8.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	16.8	14.8	17.3	20.3	19.0	17.6	-60.30
21	三郡東橋	7.2	6.0	7.4	5.3	6.8	6.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	20.7	19.2	18.9	20.5	20.2	19.9	-43.14
22	千野橋	7.5	8.3	8.5	6.6	7.6	7.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.9	6.2	6.3	6.8	6.1	6.5	-57.94
23	重川橋	10.2	9.1	9.2	6.7	8.1	8.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	16.0	14.4	14.4	15.6	12.8	14.6	-62.71
24	葡萄橋	3.4	4.9	3.7	2.9	3.2	3.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.4	11.9	11.8	13.4	11.8	12.1	-66.64
25	日川橋	6.7	6.3	6.4	4.9	5.6	6.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	16.3	15.3	16.3	17.9	16.5	16.5	-54.97
26	平等橋	6.4	8.3	8.5	6.2	7.6	7.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	19.5	19.4	17.8	24.1	22.4	20.7	-37.63
27	平等川流末	6.1	7.4	8.3	6.4	7.6	7.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	17.5	17.7	19.8	21.9	18.6	19.1	-57.60
28	砂田橋	7.2	8.3	4.5	4.4	3.2	5.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	23.6	21.4	23.3	27.5	26.9	24.6	-46.82
29	濁川橋	9.5	10.1	8.1	6.8	7.2	8.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	25.5	25.4	22.6	28.0	23.9	25.1	-61.43
30	荒川ダム	0.9	1.4	1.6	1.3	1.5	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.9	3.9	4.1	4.3	4.3	4.1	-42.23
31	桜橋	1.4	1.9	1.7	1.3	1.6	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.7	3.9	3.8	4.1	4.2	4.0	-41.01
32	千秋橋	3.6	3.9	5.1	3.5	4.1	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.2	6.4	10.3	14.8	12.4	10.2	-38.99
33	二川橋	4.0	3.9	4.6	3.8	3.9	4.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.3	7.6	12.4	18.2	14.2	12.4	-37.72
34	高室橋	7.8	6.8	7.0	4.9	5.9	6.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	18.3	18.6	15.7	17.2	15.5	17.1	-43.17
35	鎌田川流末	5.7	6.1	6.8	4.5	5.9	5.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	23.9	21.2	18.5	20.3	19.9	20.8	-47.45
36	富士見橋	5.3	5.6	5.4	5.3	4.8	5.3	0.0	0.1	0.4	0.3	0.2	0.2	8.5	8.4	9.0	8.5	7.7	8.4	-55.75
37	大月橋	6.9	5.0	7.1	7.4	6.6	6.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.2	7.6	13.8	15.8	12.3	12.6	-46.11
38	桂川橋	5.8	5.1	6.9	6.3	5.7	6.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.9	11.1	10.1	10.5	9.3	10.4	-46.01
39	昭和橋	3.4	1.3	4.3	4.2	1.6	3.0	0.0	0.0	0.4	0.5	0.0	0.2	6.0	6.2	5.9	6.9	6.1	6.2	-50.63
40	柄杓流川流末	7.3	6.3	7.9	7.67	7.5	7.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	12.4	10.1	14.0	13.30	15.0	13.0	-58.74
41	大幡川流末	3.2	3.5	3.5	3.8	4.3	3.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	23.3	19.5	23.2	23.5	25.5	23.0	-44.31
42	落合橋	4.5	3.9	4.7	5.45	4.8	4.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.5	6.4	8.7	13.00	16.3	10.6	-40.51
43	西方寺橋	4.1	5.0	4.7	4.7	4.6	4.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.7	8.9	9.7	10.7	11.0	10.0	-46.65
44	鶴川橋	5.5	5.8	5.8	6.0	5.8	5.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	20.4	14.2	20.1	21.4	25.7	20.4	-45.56
45	道志川流末	1.9	2.4	2.7	2.8	2.8	2.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.3	4.2	5.3	6.0	6.4	5.4	-45.91
46	秋山川流末	4.4	4.4	4.6	4.6	4.6	4.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.6	4.2	5.9	8.2	7.3	6.2	-49.03
47	山中湖湖心	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.2	2.2	2.3	2.4	2.3	2.3	-41.75
48	河口湖湖心	0.4	0.9	0.9	1.1	1.0	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.6	5.8	5.9	6.2	6.3	6.0	-37.13
49	河口湖船津	0.4	0.7	0.9	1.0	1.1	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.6	5.7	5.9	6.1	6.2	5.9	-52.62
50	西湖湖心	0.5	0.7	1.0	1.2	1.2	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.4	3.4	3.5	3.3	3.4	3.4	-55.40
51	精進湖湖心	0.6	1.1	1.2	1.0	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.6	3.7	4.0	3.7	4.1	3.8	-45.67
52	本栖湖湖心	0.5	0.6	0.6	0.63	0.7	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	3.1	3.1	3.46	3.2	3.2	-39.83
53	下保之瀬橋	0.7	1.5	1.1	1.1	1.0	1.1	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	2.9	3.1	3.0	3.0	3.0	3.0	-46.98
54	小菅川流末	3.3	3.3	3.0	3.0	3.1	3.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.1	4.3	6.3	6.9	7.7	6.3	-42.01

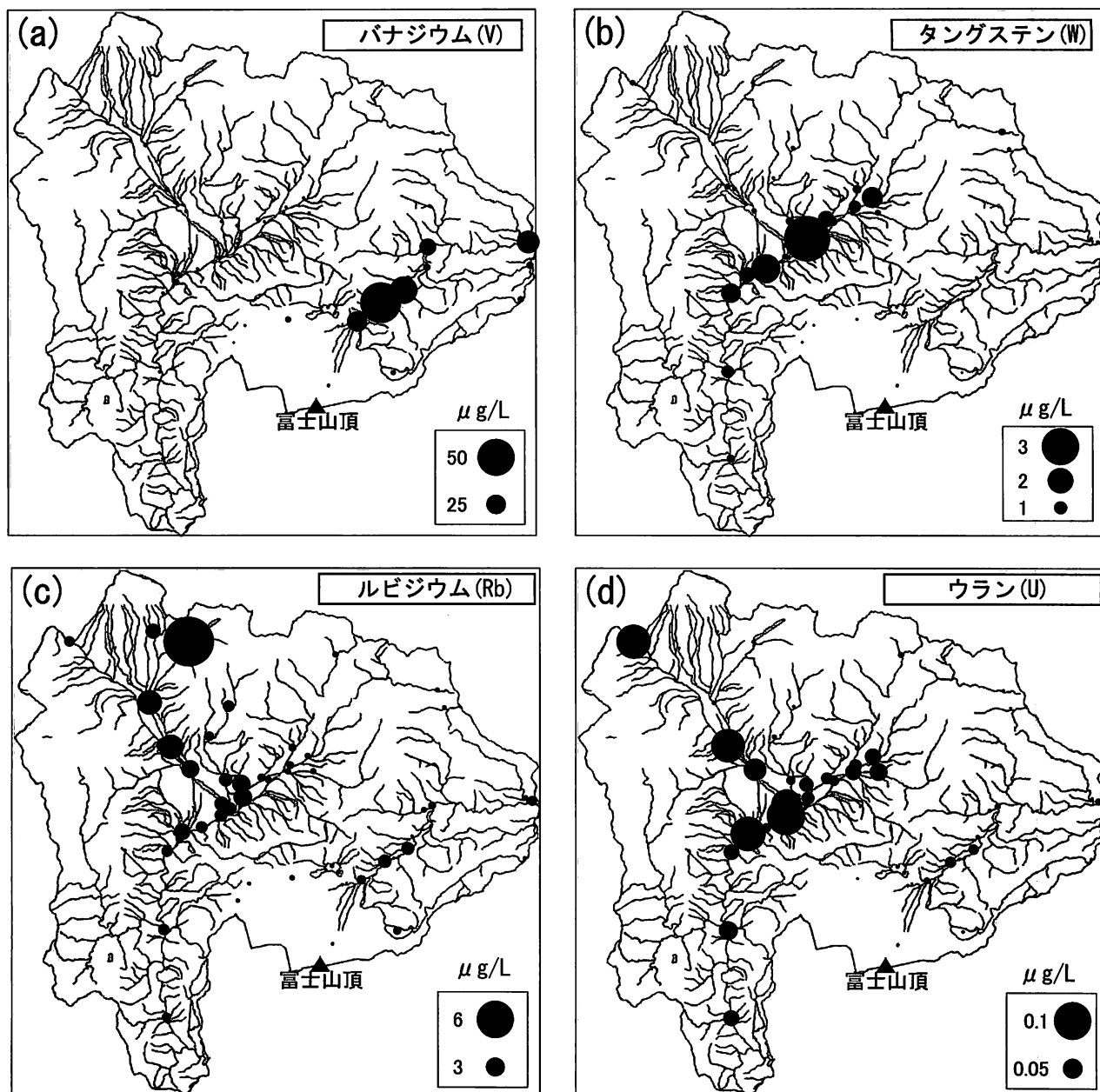


図2 公共用水域（河川・湖沼）の微量元素濃度：バナジウム、タングステン、ルビジウム、ウラン
（2003年11月～2004年3月、5回の測定の平均）

ルビジウム濃度が最も高かったのは、県北部の塩川ダム貯水池であった（表1、図2-c）。この理由は、後述するように、塩川ダム貯水池に流入する湧水（ヨシャーの湯）に高濃度のルビジウムが含まれていることも関係していると考えられる。塩川ダムの下流域の釜無川から富士川にかけてもルビジウム濃度が高い傾向が認められるが、峡北地方の地下水中ルビジウム濃度が他の地域より高いことから（瀬子ほか1999、瀬子ほか、2004a）、塩川ダム貯水池由来のものと地下水由来のものが混合しているものと考えられる。

ウランはタングステンと同様に甲府盆地と周辺地域で地下水中濃度が高いことがわかっているが（瀬子ほか1999、瀬子ほか、2004a）、河川水中の濃度は、釜無川から富士川にかけて高く、笛吹川水系の濃度はこれらの

河川より低かった（図2-d）。

リチウムもルビジウム同様、塩川ダム貯水池が最も高かった（図3-a）。リチウムもルビジウム同様、流入する湧水（ヨシャーの湯）に高濃度に含まれていることが関係していると考えられる（後述）。また、ルビジウムと同様に塩川ダム貯水池の水が富士川まで下っていく通過点の濃度は徐々に低下している。

リチウムやルビジウムが塩川ダム貯水池を「出発点」として富士川まで下る過程で濃度が徐々に低下するのに対し、アルミニウム、クロム、マンガン、鉄は、甲府盆地の中心部付近から富士川にかけて濃度が高い（図3）。我々の過去の地下水調査結果では（瀬子ほか、2004a）、マンガンは甲府盆地の中心部分で濃度の高いものがいくつか認められたが、アルミニウム、クロム、鉄の濃度は

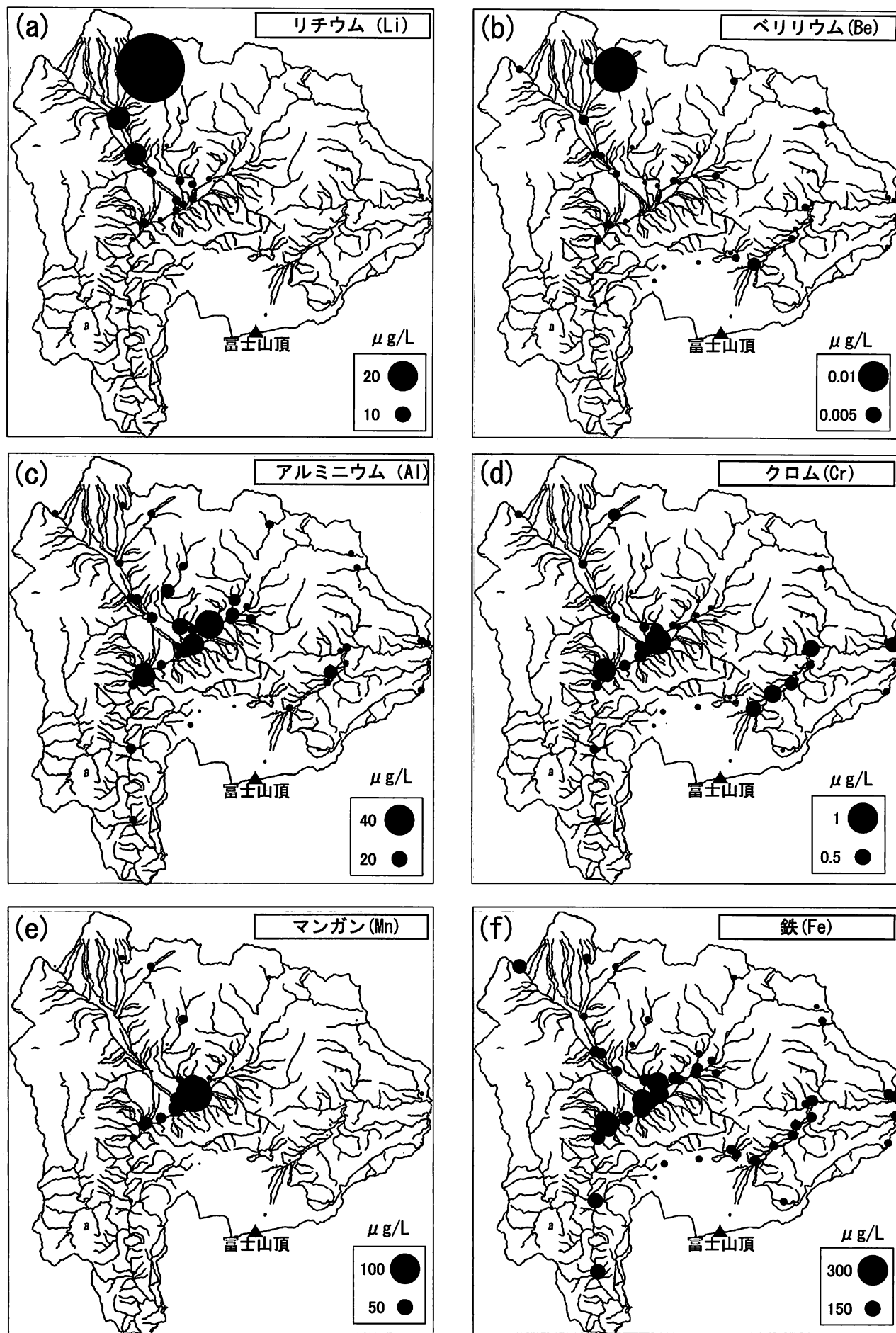


図3 公共用水域（河川・湖沼）の微量元素濃度：リチウム、ベリリウム、アルミニウム、クロム、マンガン、鉄（2003年11月～2004年3月、5回の測定の平均）

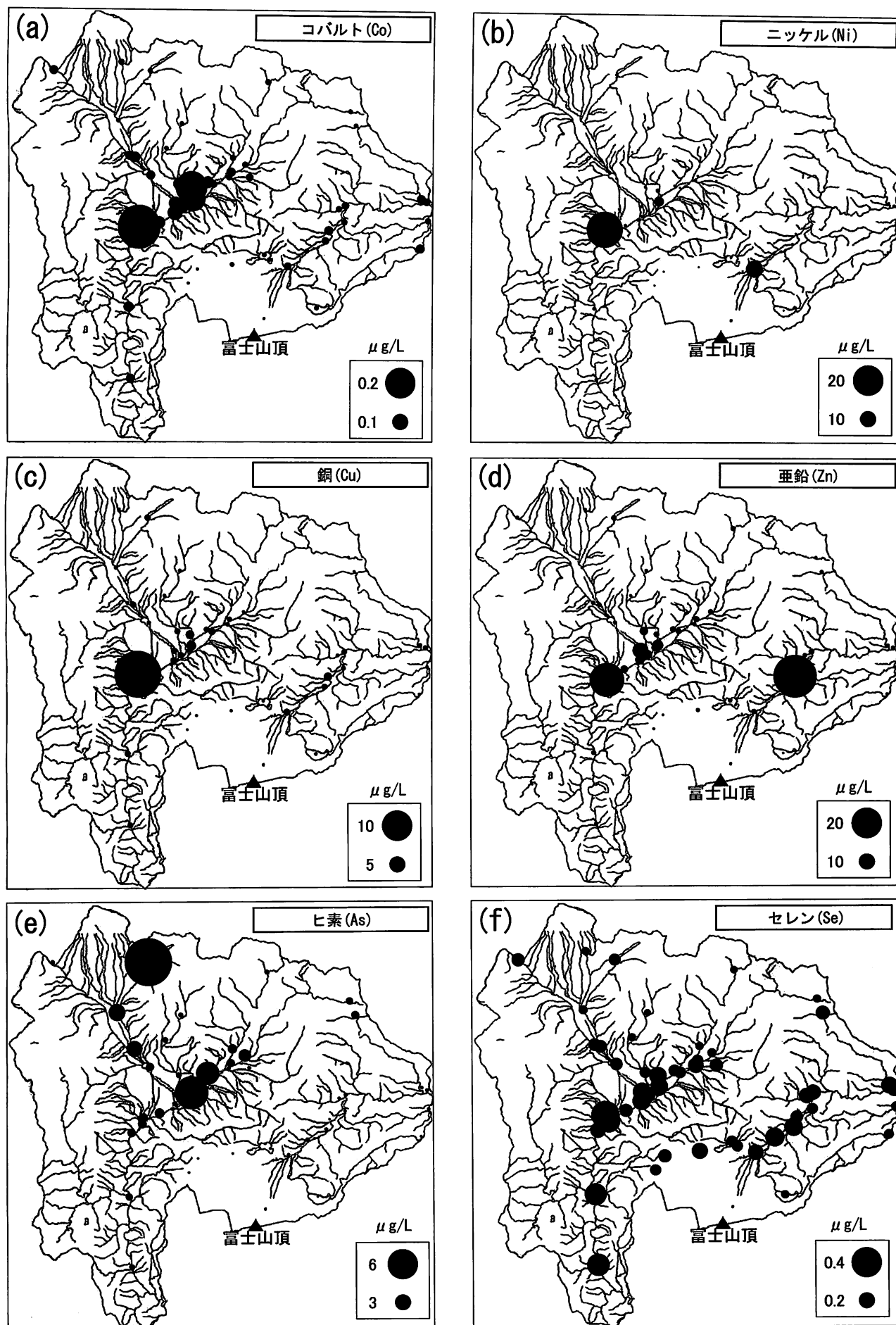


図4 公共用水域（河川・湖沼）の微量元素濃度：コバルト、ニッケル、銅、亜鉛、ヒ素、セレン（2003年11月～2004年3月、5回の測定の平均）

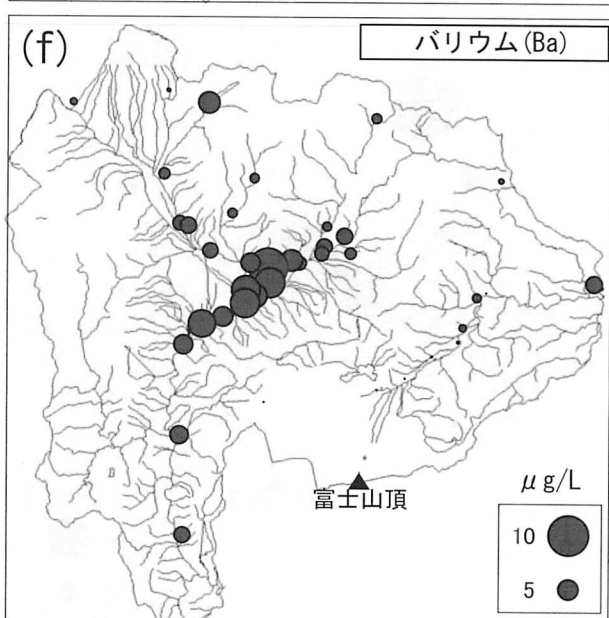
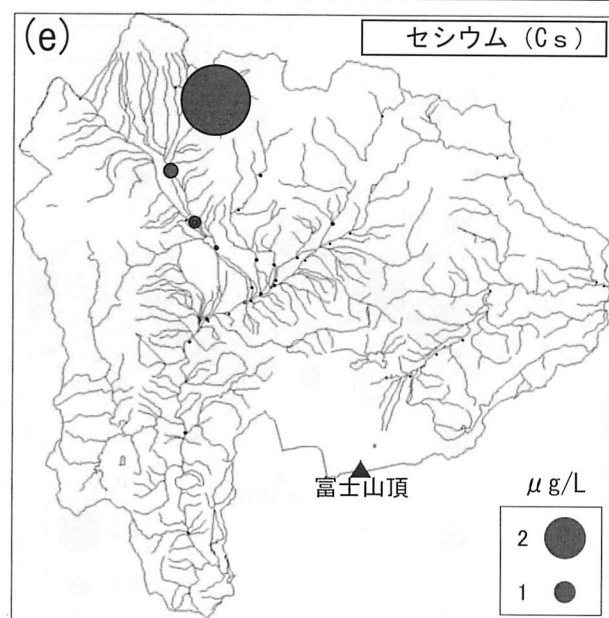
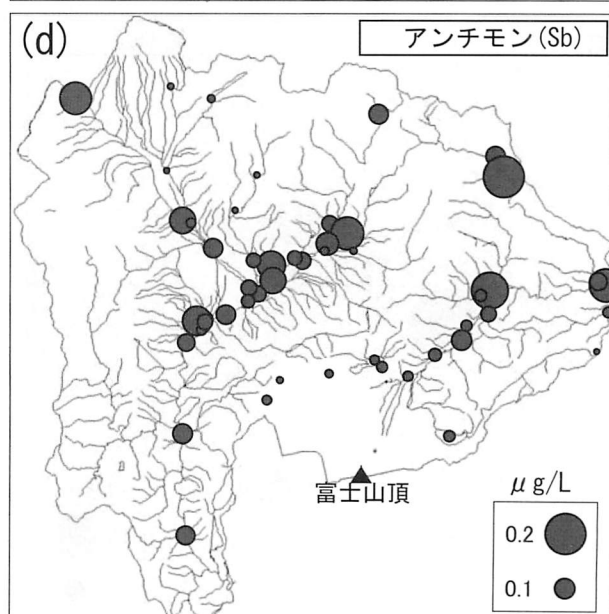
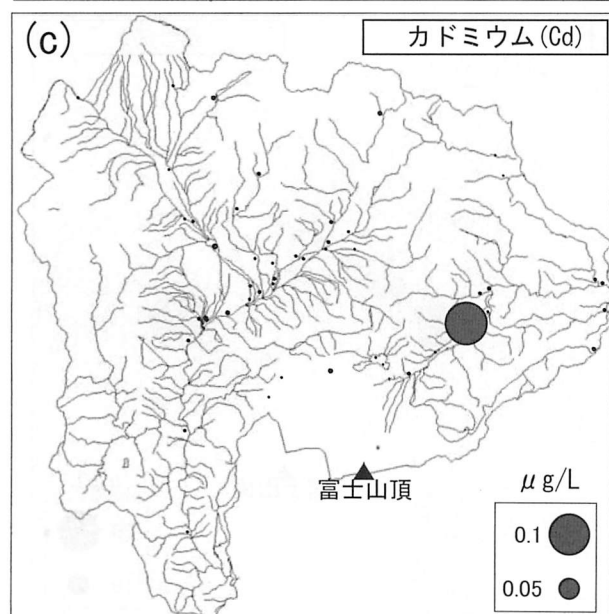
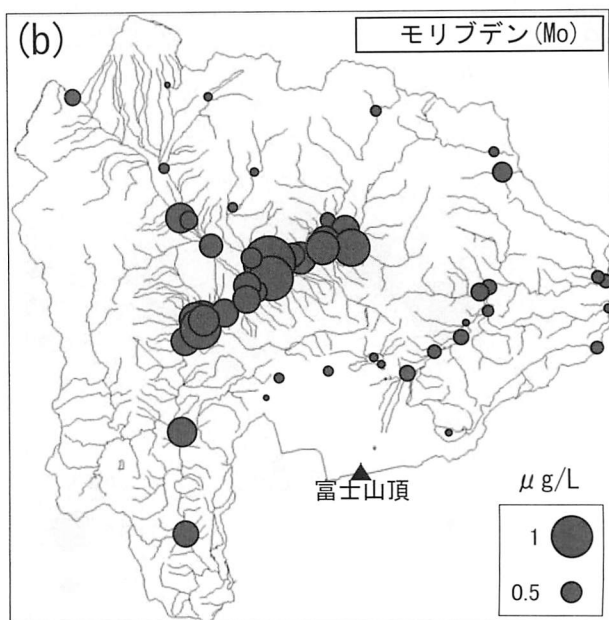
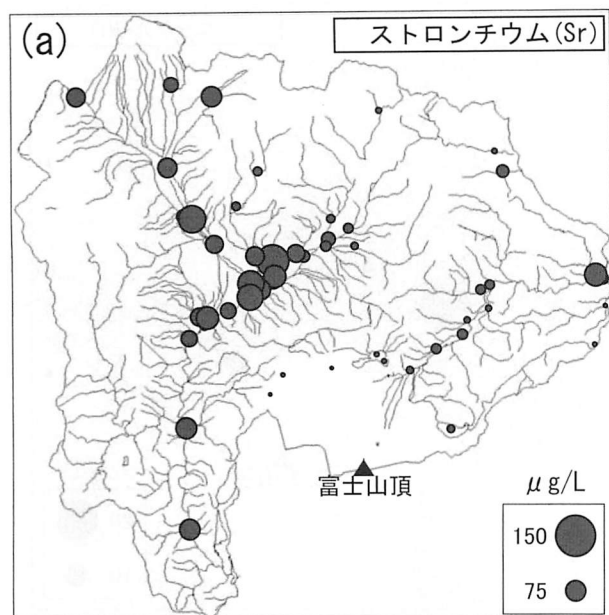


図5 公共用水域（河川・湖沼）の微量元素濃度：ストロンチウム、モリブデン、カドミウム、アンチモン、セシウム、バリウム（2003年11月～2004年3月、5回の測定の平均）

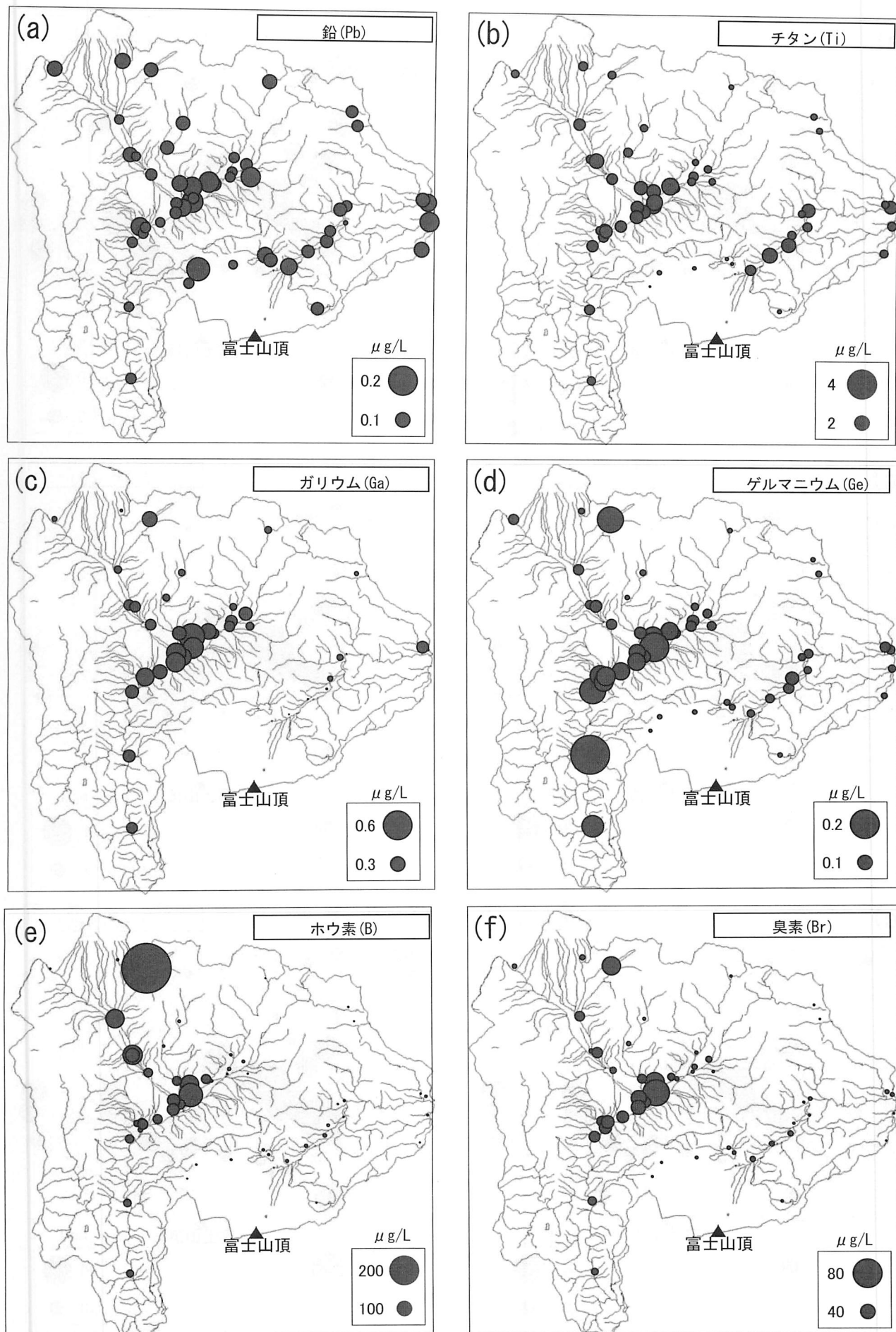


図6 公共用水域（河川・湖沼）の微量元素濃度：鉛、チタン、ガリウム、ゲルマニウム、ホウ素、臭素（2003年11月～2004年3月、5回の測定の平均）

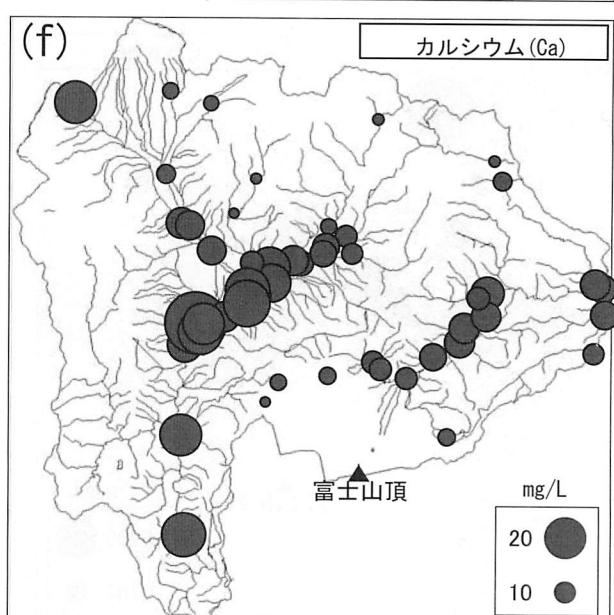
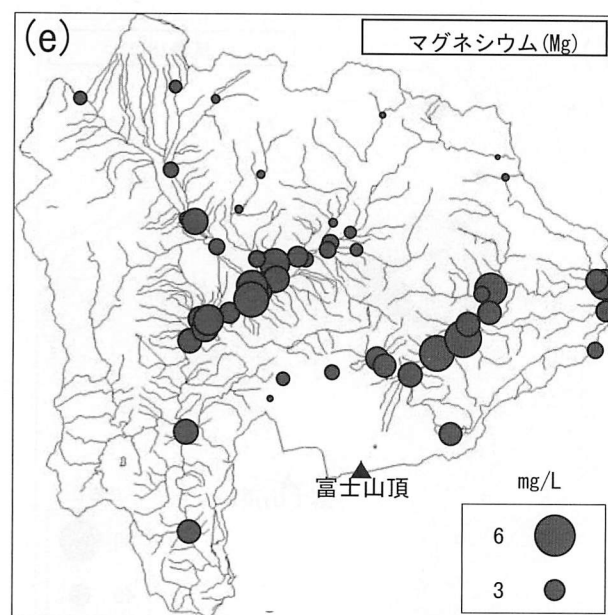
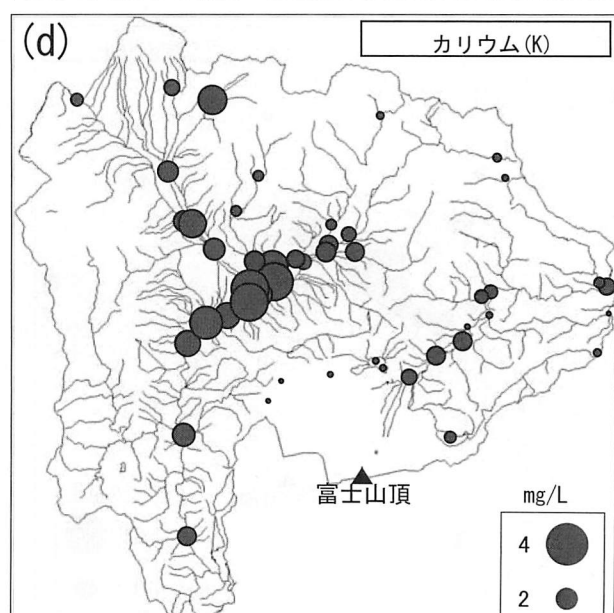
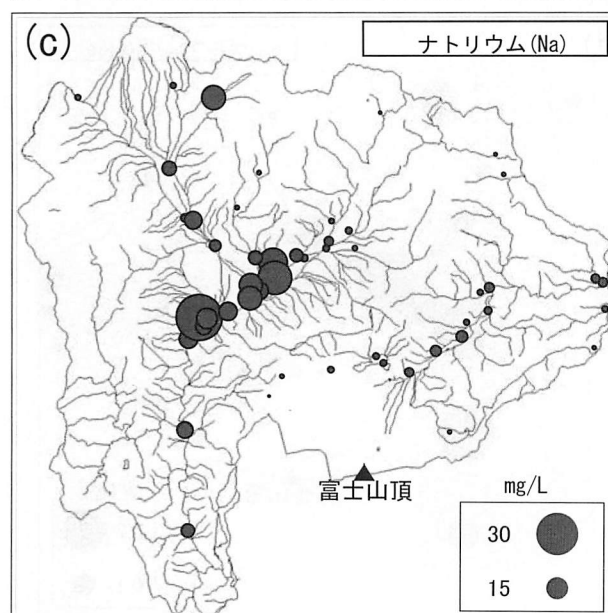
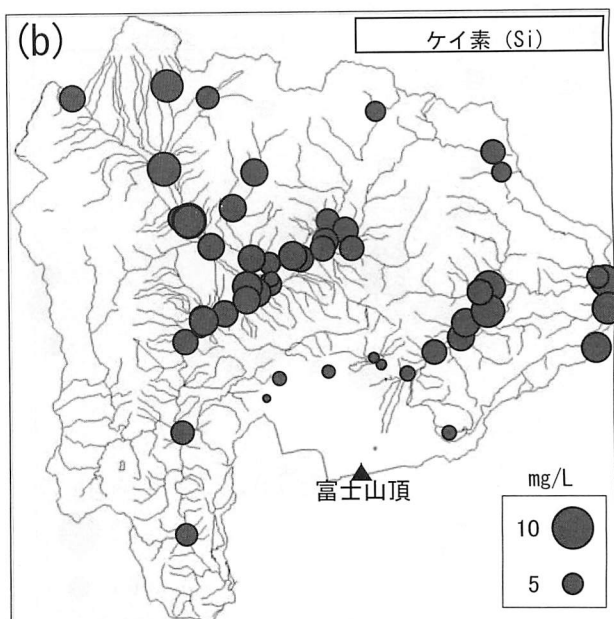
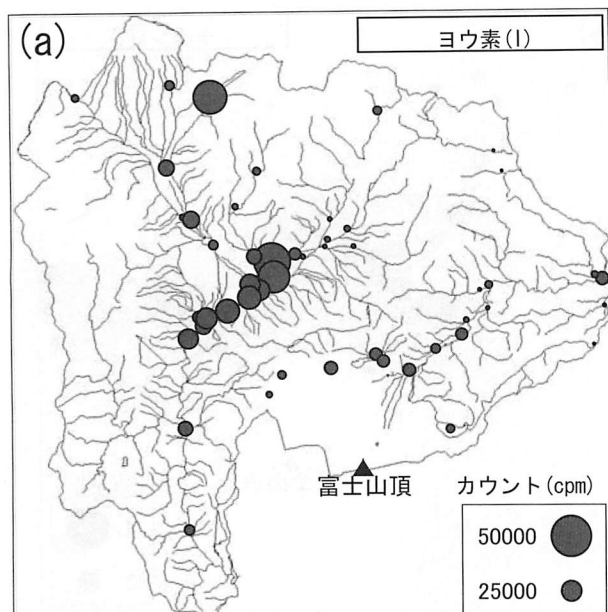


図7 公共用水域（河川・湖沼）の微量元素濃度：ヨウ素、ナトリウム、カリウム、マグネシウム、カルシウム（2003年11月～2004年3月、5回の測定の平均）

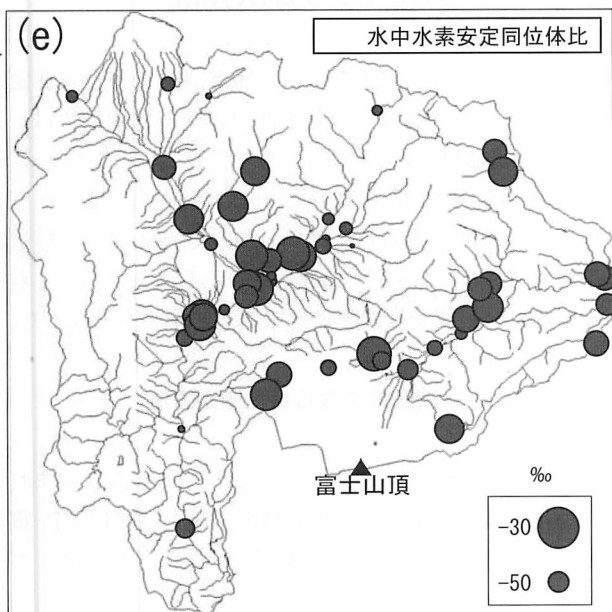
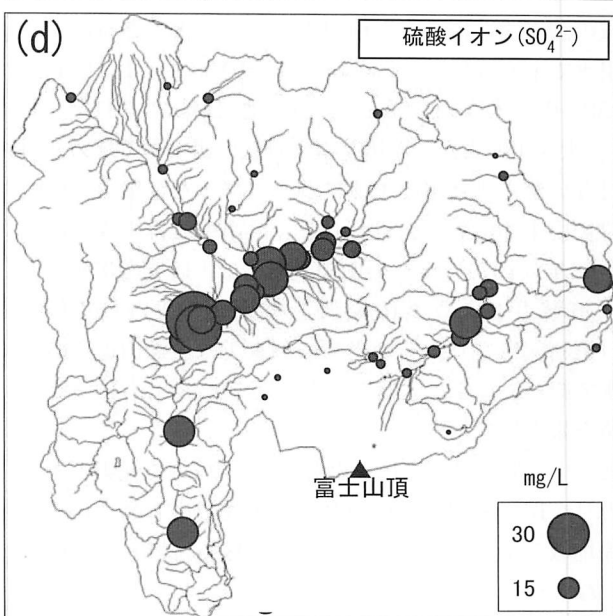
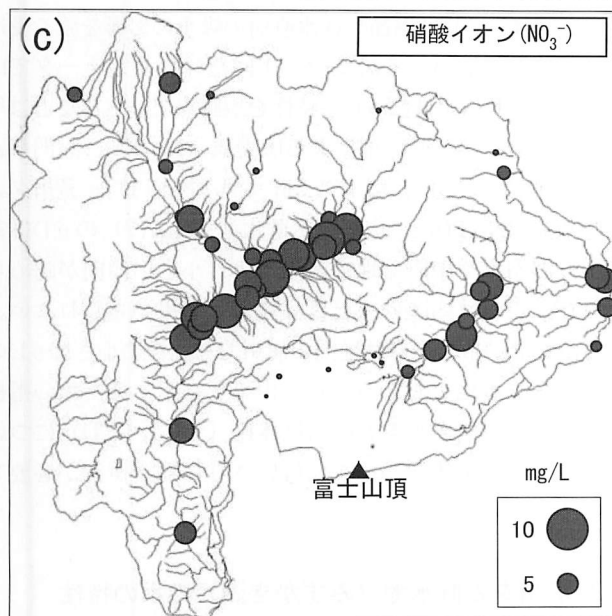
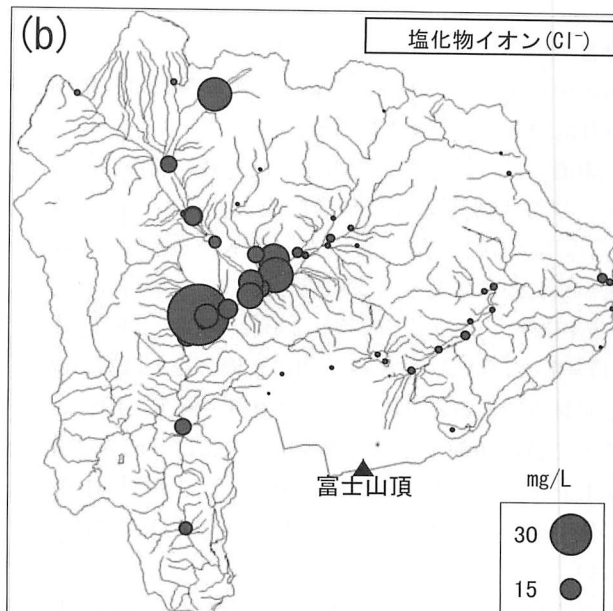
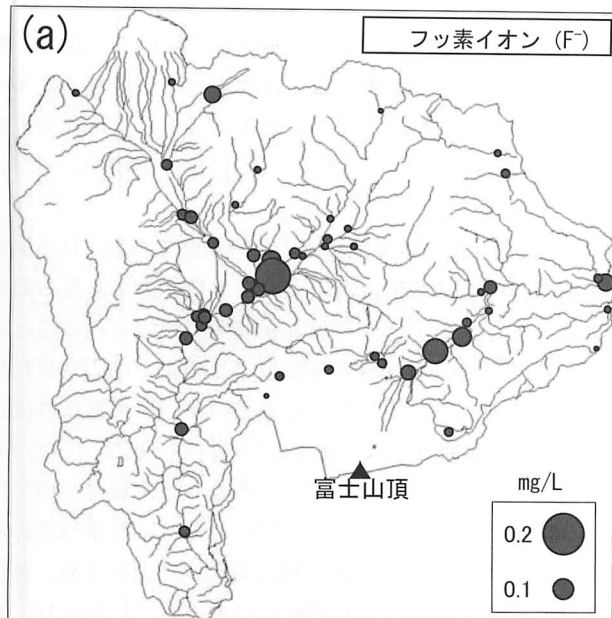


図8 公共用水域（河川・湖沼）のフッ素イオン、塩化物イオン、硝酸イオン、硫酸イオン濃度（2003年11月～2004年3月、5回の測定の平均）

甲府盆地中心付近で特に高い傾向は認められなかった。河川水中のアルミニウム、クロム、鉄濃度には、地下水の寄与は少ないものと思われる。

ヒ素濃度は、塩川ダム貯水池で最も高い値が高かったほか、平等川の平等橋と平等川流末で高かった（図4-e）。塩川ダム貯水池については、流入する本谷川上流の増富温泉に由来するヒ素が原因であることが知られており（沼田ほか、1958；山梨県、2002、2003、2004；山梨日日新聞、2003）、また平等川のヒ素の由来は石和温泉の温泉排水であるとされている（沼田・河西、1978）。月ごとに値は変動するが、平等川流末では5回の調査の値が4.9~8.3 $\mu\text{g/L}$ （平均6.7 $\mu\text{g/L}$ ）で、何れも比較的高い値であった。但し、環境基準（10 $\mu\text{g/L}$ ）は越えていない。

カドミウムはこれまでの地下水調査でも今回の公共用水域の調査でもほとんど検出されない元素であるが、公共用水で1ヵ所だけ、5回の平均が0.103 $\mu\text{g/L}$ （内訳は0.053~0.223 $\mu\text{g/L}$ 、表1）の調査地点が認められた（図5-c、大幡川流末）。環境基準より低い値であるため、問題はないが、大幡川の上流にかつてあった宝鉾山周辺の地質に由来するものと思われる。県衛生公害研究所は、昭和46年（1971）発行の山梨県衛生公害研究所年報で大幡川流域カドミウム汚染調査の結果を報告している（「業務報告」）。その当時の調査では、鉾山近くの河川水で約4 $\mu\text{g/L}$ 、大幡川流末付近で0.28~2.72 $\mu\text{g/L}$ の値を報告している。

セシウム濃度は、ルビジウム、リチウム（3元素ともアルカリ金属）と同様、塩川ダム貯水池で最も高く、その下流域でやや高いが、その他の水域ではほとんど検出されなかった。

水中水素安定同位体比（ δD ）： δD は水に含まれる重水素（元素記号 D）の割合を示す数値で、水中酸素安定同位体比（ $\delta^{18}\text{O}$ ）と共に、水の由来を推定するために水文学の分野で使われている。標準海水に含まれる重水素の割合との差で表すため、それより少ない場合はマイナス（-）の値となり、多い場合はプラス（+）の値となる。通常、河川水や湖沼の水に含まれる重水素の割合は標準海水より少ないため、 δD はマイナスの値である。マイナスの程度が大きい水、つまり δD や $\delta^{18}\text{O}$ が小さい水を慣例として「軽い水」と呼ぶ（逆に、 δD や $\delta^{18}\text{O}$ が相対的に高い水を「重い水」と呼ぶ）。通常、河川水や湖水の δD や $\delta^{18}\text{O}$ はマイナスの値をとるので、海水より「軽い水」ということになる。

δD は $\delta^{18}\text{O}$ と同様に、標高効果、内陸効果、緯度効果と呼ばれるように、採水地点の地理上の位置によって値が違ってくる。つまり、一般的には高標高の採水地点、海からの距離が遠い地点、高緯度の地点では δD が小さくなる傾向がある。また、水の蒸発過程では重水素を含ま

ない水分子の方が僅かながら蒸発しやすいことから、湖沼では蒸発しにくい重水素を含む水分子が相対的に多く残り、 δD は降水のそれより大きく（重たく）なる。また、河川水の δD や $\delta^{18}\text{O}$ は一般的に夏期に増加し冬季に低下する。

δD は公共用水域や地下水の常時観測で測定される重金類や有機塩素系化合物のように水質基準があるものではなく、また、測定できる調査研究機関が限られることなどから、通常の水質汚染を監視する調査では測定されない。そのため、山梨県でも過去のデータの蓄積はほとんどない。本研究では、採水した試料の一部について δD の測定を行ったが、現在のところ公共用水域については2004年2月採水分のデータが得られるにとどまっている（表6、図8-e）。公共用水域は表層水であるため、各種測定値の季節変動が比較的小さい地下水とは異なり、水質と同様に δD は季節や採水直前の降水の影響を強く受ける可能性が高い。そのため、1回だけの測定データで山梨県の公共用水域の δD の特性を現時点で述べることは早計ではあるが、県北部にある国堺橋（No.1）、大門ダム貯水池（No.10）、塩川ダム貯水池（No.11）、荒川ダム貯水池（No.30）、広瀬ダム貯水池（No.17）の δD は富士五湖湖水や甲府盆地の河川水より小さい傾向が認められた。これは内陸効果と標高効果の結果かもしれない。しかしながら、甲府盆地内の河川でも同様に小さな δD の認められる地点もある。水の由来を推定するための指標である水中酸素水素安定同位体比（ $\delta^{18}\text{O}$ 、 δD ）について山梨県の全体像を描くには、さらに調査研究が必要である。

2. 塩川ダム貯水池（みずがき湖）の水の特性 ーリチウムとセシウム等の由来ー

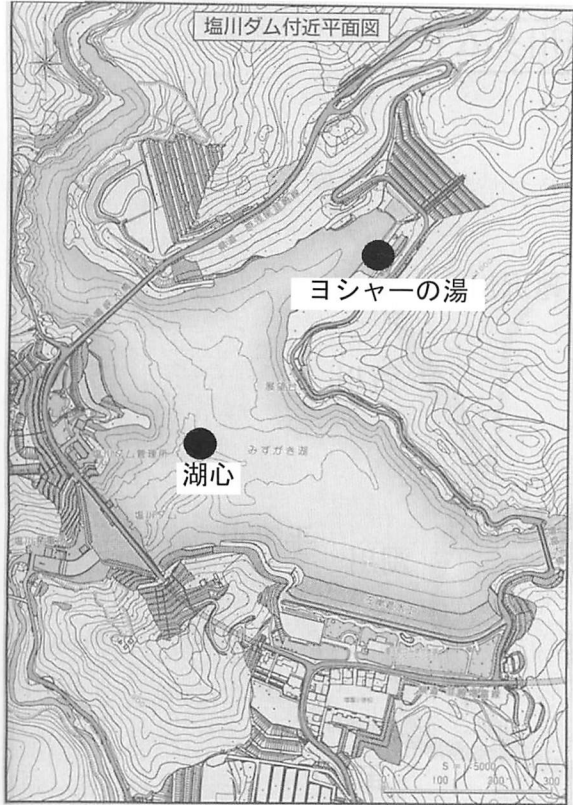
公共用水域（河川・湖沼）の微量元素を中心に測定を行ったところ、塩川ダム貯水池（みずがき湖）では、アルカリ金属であるリチウム、ルビジウム、セシウムが54調査地点の中で最も高いことが明らかになった（前出）。貯水池に流入している「ヨシャーの湯」と呼ばれる湧水（鉾泉）（図9）の成分を分析したところ、これらのアルカリ金属を高濃度に含むことが明らかとなった。

調査方法ならびに測定方法

2004年6月2日午前に採取したヨシャーの湯に含まれる微量元素濃度等を、公共用水域の分析と同様にICP-質量分析計、ICP-発光分光分析計、イオンクロマトグラフィーで分析した。

結果と考察

(A)位置



(B)写真

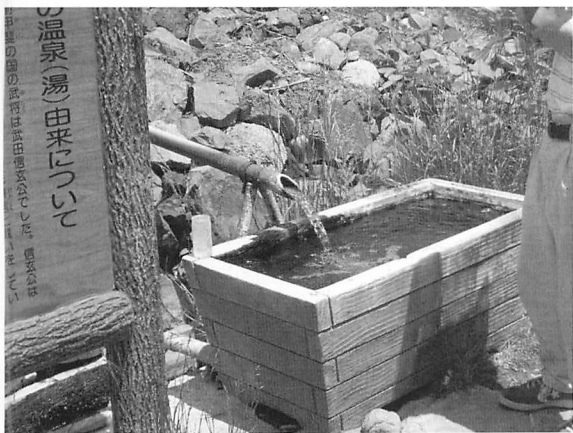


図9 ヨシャーの湯の位置(A)と写真(B)

表7 塩川ダム貯水池（みずがき湖）に流入する「ヨシャーの湯」に含まれる元素濃度

元素又は イオン	濃度 (μg/L)			比率		
	ヨシャーの湯 (A)	塩川ダム貯水池 (B)	南部橋 (C)	A/B	A/C	B/C
As	4.4	9.8	0.9	0.4	4.9	10.9
B	9,018.0	122.0	47.6	73.9	189.5	2.6
Ba	76.8	9.9	3.9	7.8	19.9	2.6
Br	3,021.0	30.0	18.6	100.7	162.4	1.6
Cs	103.8	2.1	0.0	49.4	3,348.4	67.7
Li	2,338.0	25.0	1.8	93.5	1,277.6	13.7
Rb	429.0	5.7	1.2	75.3	354.5	4.7
Sr	2,692.0	50.0	75.6	53.8	35.6	0.7
Na	870,000.0	42,500.0	9,800.0	20.5	88.8	4.3
K	105,700.0	5,400.0	1,800.0	19.6	58.7	3.0
Ca	198,000.0	5,400.0	21,800.0	36.7	9.1	0.2
Mg	30,900.0	900.0	3,400.0	34.3	9.1	0.3
Cl ⁻	1,537,000.0	63,000.0	9,090.0	24.4	169.1	6.9
SO ₄ ²⁻	82,700.0	11,100.0	22,260.0	7.5	3.7	0.5

ヨシャーの湯には、アルカリ金属である、リチウム、ナトリウム、カリウム、ルビジウム、セシウムが、湖心表面の水の19倍～94倍含まれていた（表7）。塩川ダム貯水池の水にはこれらの元素が流入した結果として、2003年11月～2004年3月の間に調査した山梨県内の公共用水域の中で、塩川ダム貯水池がリチウム、ルビジウム、セシウム濃度の最も高い調査地点になったものと考えられる。アルカリ金属以外でも、ホウ素、臭素、ストロンチウム、カルシウム、マグネシウム、塩化物イオンなども湖水より24倍～100倍高かった。これらの元素が流入する地点はヨシャーの湯のみではないと思われるが、実態は不明である。

リチウム、セシウムなどのアルカリ金属濃度が低い南部橋（図10中のNo.9）の水と比較すると、ヨシャーの湯にはセシウムが3350倍、リチウムが1280倍含まれていることになる。南部橋の水に限らず、リチウムとセシウム濃度は公共用水域での濃度が低いため、塩川ダム貯水池の水が塩川を流下し、富士川にいたる過程で合流する河川水等によって希釈される様子を知ることが出来る（図10、図11-b, f）。その他の元素（例えばヒ素、ルビジウム、ホウ素）でも同様に下流ほど濃度が低下する傾向が認められるが、合流する河川水中の濃度が低くないため、リチウムやセシウムほど希釈過程は明瞭ではない。また、マンガンでは、合流する笛吹川の濃度が高いため、合流後の調査地点（富士橋）では、濃度が増加している。これらの結果は、リチウムやセシウムが塩川ダム湖の水のトレーサーとして使える可能性を示唆している。



図10 塩川ダム貯水池から富士川にかけての採水地点

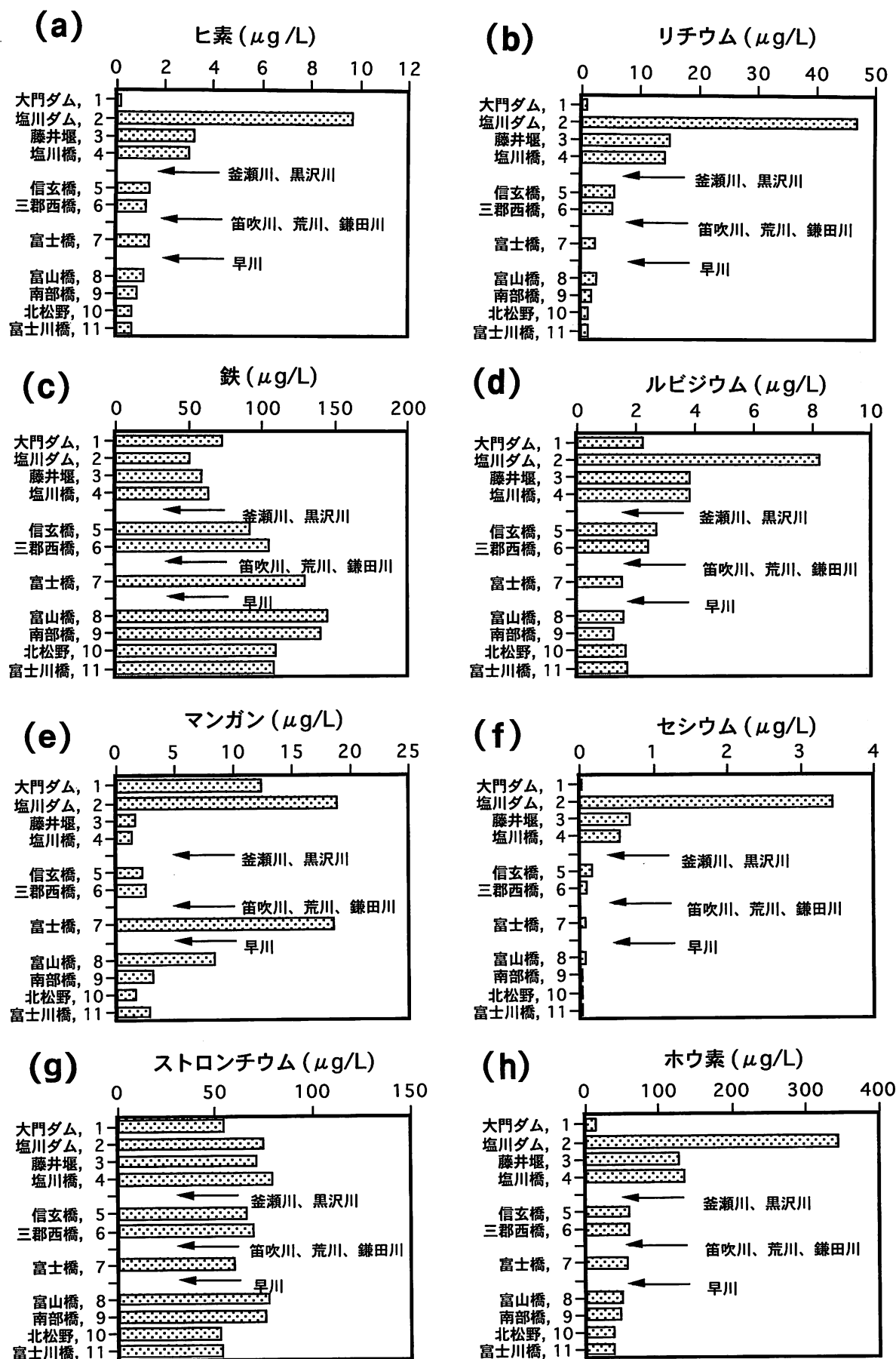


図11 塩川ダム貯水池に高濃度に含まれる元素の流下に伴う濃度減少

3. 富士山周辺を水源とするミネラルウォーターの特徴

バナジウムは多量に与えれば糖尿病動物やヒトの高血糖を改善する作用がある (Heyliger et al., 1985; Meyerovitch et al., 1987; Ding et al., 2001; McNeill, 2003; 桜井, 2003a, 2003b)。そのことから、富士山地下水に含まれる微量元素バナジウムの健康影響に期待が集まっている。しかし、富士山地下水に含まれるバナジウム濃度は動物実験で著効を示したバナジウム濃度より遙かに低いことから、その効果は期待できないと考えられてきた (瀬子ほか, 2000; 長谷川, 2003; 長谷川ほか, 2004; 瀬子・長谷川, 2004)。しかし、一方で、我々の動物実験では、富士山地下水に含まれる低濃度のバナジウムが高血糖は改善しないものの、血漿中の中性脂質や総コレステロールをわずかながら低下させる傾向のあることも認めている (Ding et al., 2001; 長谷川ほか, 2004)。また最近、富士山地下水の飲用によって、糖尿病患者の血糖値が改善されたとする報告 (橘田ほか, 2003) や、高飽和脂肪酸食によって健康成人女性に誘導された軽度のインスリン抵抗性が改善されたとする報告 (佐々木ほか, 2004) がなされている。一般にヒトを用いた研究の場合には、追試をしても必ずしも再現性が得られないこともあるため、これらのヒトを用いた研究に関しては、再現性を検証する必要があるが、興味深い報告である。また、微量元素の生体に対する作用は、共存するその他の元素によって相乗的あるいは拮抗的に影響を受けることもあるため、富士山地下水の健康影響を調査研究するにあたっては、バナジウム以外の成分も把握しておく必要があるのかもしれない。我々は既に、富士北麓地域の地下水について水質調査を行い、水源ごとにバナジウムやそれ以外の成分の濃度が異なることなどを報告した (瀬子ほか, 2004b)。今回は、富士山周辺を採水地としている市販のミネラルウォーターならびにバナジウム含有水として市販されているミネラルウォーターを集め、それらの成分分析を行った。

調査方法ならびに測定方法

市販のミネラルウォーターを買い求め、未開封で室温保存しておいてものを試料とした。含有成分の分析は、公共用水域の調査と同様の方法を用いた。

結果と考察

富士吉田市で採水した水は13本分析したが、1本 (No.36) を除き、比較的高い濃度のバナジウム (54~125 $\mu\text{g/L}$) が含まれていた (表8)。バナジウムが検出

されなかった水 (表8, No.36) には、「深層温泉水」、「地下1500m」の記載があり、富士山の玄武岩を通過した富士山麓の降水とは異なる水であると考えられる。

忍野村、河口湖町、勝山村、御殿場市、富士宮市、富士市で採水した水も40 $\mu\text{g/L}$ 以上のバナジウムを含んでいたが、西桂町を採水地としている水の場合は3.0~32.8 $\mu\text{g/L}$ で、バナジウム濃度はそれ程高くなかった。富士山北側の滝沢林道の途中標高約1400m付近に人工的に作られた水場があり、連続的に水が流れている。その水のバナジウム濃度は、33 $\mu\text{g/L}$ でそれ程高くはなかった。そのほか、米国から輸入されている水 (No.8) や、採水地の書かれていない「バナジウム水」 (No.25) でそれぞれ、バナジウム濃度が53.6及び63.1 $\mu\text{g/L}$ であった。その他の微量成分濃度は表8に示す通りであるが、バナジウム濃度と統計学的に有意な正の相関を示したのは、クロム(Cr)、亜鉛(Zn)、ヒ素(As)、チタン(Ti)、ケイ素(Si)で、有意な負の相関を示したのは、ストロンチウム(Sr)、タングステン(W)、ゲルマニウム(Ge)であったが、その意味するところは不明である。

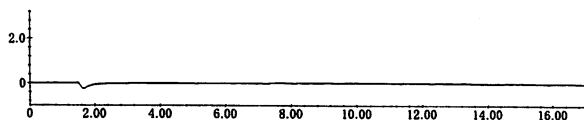
ミネラルウォーターをイオンクロマトグラフィーで分析したときのチャートを図12に示す。富士山北側斜面の標高約1050mに位置する山梨県環境科学研究所の深井戸 (約150m) の地下水には、約60 $\mu\text{g/L}$ のバナジウムが含まれているが、その他の溶解成分は比較的少なく、陰イオンクロマトグラフィーのチャートでも塩化物イオン、硝酸イオン、硫酸イオンのピークは低い。富士吉田を採水地とするミネラルウォーター (No.29) や滝沢林道の水 (No.35) も同様のチャートパターンであった。それに対し、西桂町 (No.7)、河口湖町 (No.21)、富士宮市 (No.11)、富士市 (No.6) を採水地とする水の場合は、塩化物イオン、や硫酸イオンのピークがやや高くなっている。採水地の記載がないNo.25のバナジウム含有水の場合は、測定範囲をオーバーする高濃度の塩化物イオンと硫酸イオンが含まれていた。

以上の結果は、富士山の水、あるいはバナジウム含有水といっても、採水地等の違いによって、バナジウム以外の成分濃度が大きく異なる場合があることを示している。バナジウム以外の成分が、微量バナジウムの生体作用に影響を与えるか否かは不明で、今後の研究課題であろう。

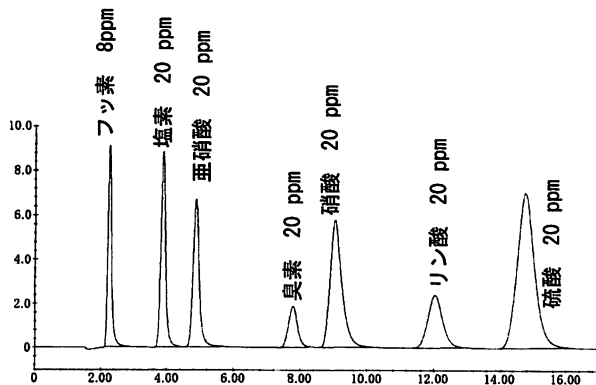
4. 富士北麓地下水の酸素水素安定同位体比 —d値から推定した雪解け水の行方—

水の由来を推定する測定項目として水中酸素水素安定同位体比 ($\delta^{18}\text{O}$ 、 δD) が水文学の分野で測定されることは前述した。富士北麓地域ならびにその周辺地域の地下水について我々は $\delta^{18}\text{O}$ を測定し、その特徴や水質との

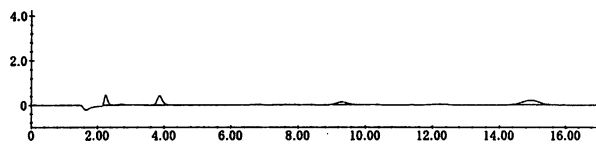
(a) 蒸留水



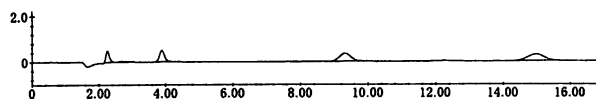
(b) 標準液



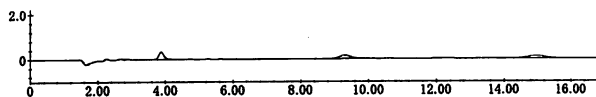
(c) 山梨県：富士吉田市：山梨県環境科学研究
（標高1050m）の地下水



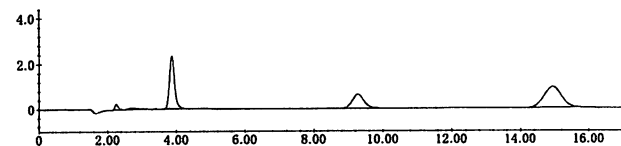
(d) 山梨県：富士吉田市 (No. 29)



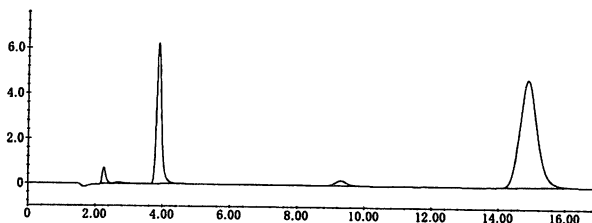
(e) 山梨県：富士吉田市（滝沢林道水場） (No. 35)



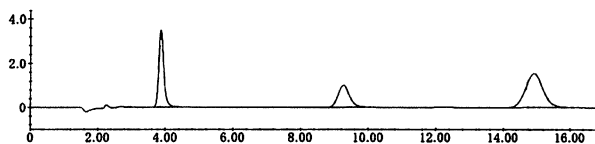
(f) 山梨県：西桂町 (No. 7)



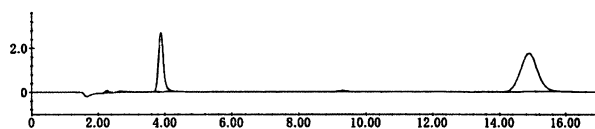
(g) 山梨県：河口湖町 (No. 21)



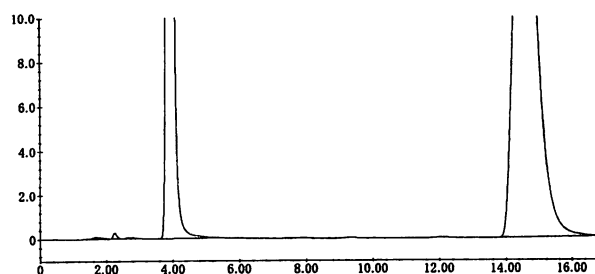
(h) 静岡県：富士宮市 (No. 11)



(i) 静岡県：富士市 (No. 6)



(j) 採水地記載なし（バナジウム含有水）
(No. 25)



(k) 米国：ウィード (No. 8)

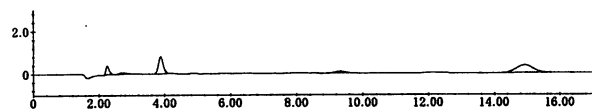


図12 富士山周辺ならびにその他の地域のミネラルウォーターに含まれる、陰イオン濃度の比較：
陰イオンクロマトグラフィーによる分析（縦軸が各イオンの濃度に比例した信号の強さで、横軸は
分析時間（保持時間、分））

表8-1 富士山周辺ならびにその他の地域のミネラルウォーターに含まれる微量元素濃度 (μg/L)

試料 番号	採水地	V	Li	Be	Mg	Al	Ca	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Se	Rb
13	山梨県：富士吉田市	61.0	0.74	0.000	2,385	5.16	3,334	0.39	0.00	30.9	0.01	0.14	0.29	2.81	0.40	0.23	0.92
17	山梨県：富士吉田市	80.6	0.19	-0.001	3,289	5.97	3,940	0.77	0.40	37.8	0.01	0.16	0.40	7.78	0.40	0.09	0.92
22	山梨県：富士吉田市	56.1	0.25	0.000	2,882	4.62	3,927	0.54	0.05	26.7	0.01	0.18	0.30	24.48	0.39	0.22	1.37
23	山梨県：富士吉田市	87.5	0.13	0.000	2,993	5.38	3,171	0.54	0.52	22.9	0.01	0.13	0.48	15.63	0.75	0.13	1.41
24	山梨県：富士吉田市	125.3	0.56	0.000	3,447	11.51	4,787	0.55	0.03	36.4	0.04	0.16	0.68	14.25	0.92	0.24	1.33
26	山梨県：富士吉田市	61.5	0.72	0.000	2,269	6.75	3,224	0.37	0.01	18.9	0.00	0.12	0.34	4.81	0.39	0.19	0.86
28	山梨県：富士吉田市	60.3	0.74	0.000	2,357	7.30	3,224	0.38	0.05	24.8	0.01	0.13	0.33	5.59	0.42	0.18	0.91
29	山梨県：富士吉田市	57.6	0.23	0.000	2,951	4.06	3,776	0.53	0.05	22.1	0.03	0.21	0.61	17.78	0.41	0.20	1.31
31	山梨県：富士吉田市	81.0	0.25	0.000	3,577	4.74	3,853	0.70	0.82	38.1	0.01	0.17	0.69	12.59	0.39	0.15	0.99
34	山梨県：富士吉田市	113.5	0.16	-0.001	3,251	4.28	3,653	0.79	0.29	17.8	0.02	0.15	0.69	24.58	0.65	0.15	1.49
38	山梨県：富士吉田市	54.3	0.71	0.000	2,219	5.21	2,967	0.34	0.01	18.4	0.00	0.10	0.31	4.89	0.36	0.14	0.86
40	山梨県：富士吉田市	54.1	0.76	0.000	1,843	12.23	2,572	0.37	0.15	19.6	0.01	0.17	0.45	22.95	0.42	0.16	0.61
36	山梨県：富士吉田市※1	-0.2	3.57	0.004	112	27.89	131,002	0.40	0.02	1,439.4	0.41	12.58	5.75	8.64	0.20	1.54	1.28
12	山梨県：忍野村 (?)	49.7	0.25	0.001	4,775	8.11	6,199	0.37	0.17	59.6	0.04	0.56	0.60	7.37	0.46	0.34	2.16
18	山梨県：忍野村 (?)	47.5	0.24	0.000	4,949	7.10	6,184	0.33	0.24	52.6	0.02	0.64	0.59	9.41	0.49	0.25	2.11
21	山梨県：河口湖町	102.9	1.77	0.004	6,167	5.14	5,942	0.35	0.29	53.4	0.02	0.33	1.15	8.96	1.38	0.31	1.54
15	山梨県：勝山村	56.4	1.31	0.001	3,438	6.88	4,648	0.34	0.18	44.0	0.01	0.20	0.89	10.49	0.63	0.19	1.56
7	山梨県：西桂町	32.8	0.22	0.003	4,481	3.15	5,861	0.34	0.07	55.2	0.03	0.56	0.54	10.96	0.39	0.15	2.07
10	山梨県：西桂町	31.1	0.37	0.003	5,618	3.90	7,210	0.31	0.49	76.8	0.03	0.33	1.51	10.48	0.45	0.30	2.41
27	山梨県：西桂町	22.1	0.32	0.001	6,152	2.52	8,045	0.44	0.11	64.3	0.04	0.35	1.41	5.86	0.40	0.28	1.62
39	山梨県：西桂町	6.1	0.09	0.001	4,328	1.29	7,571	0.21	0.01	73.8	0.03	0.34	0.59	4.50	0.18	0.19	0.32
14	山梨県：西桂町	24.7	0.29	0.001	6,241	2.52	8,750	0.40	0.23	90.8	0.03	0.38	1.76	9.25	0.39	0.27	1.98
43	山梨県：西桂町	3.0	0.04	0.000	1,232	1.72	3,541	0.17	0.04	28.0	0.02	0.13	0.24	4.89	0.16	0.28	0.06
45	山梨県：西桂町	28.3	0.37	0.001	5,339	1.76	6,842	0.28	0.04	51.8	0.02	0.27	1.35	4.86	0.38	0.34	2.34
48	山梨県：西桂町	19.6	0.30	0.000	5,956	1.27	7,311	0.28	0.08	55.2	0.02	0.27	0.78	6.75	0.35	0.35	1.71
16	山梨県：西桂町	24.9	0.28	0.002	6,404	2.37	8,430	0.34	0.14	80.2	0.02	0.38	1.48	6.08	0.42	0.31	2.01
46	静岡県：御殿場市	69.3	0.11	0.001	4,785	1.40	5,352	0.57	0.00	40.7	0.02	0.18	0.35	4.23	0.41	0.23	1.71
11	静岡県：富士宮市	48.8	0.90	0.004	2,766	22.18	3,490	0.18	1.00	34.9	2.39	1.25	1.35	15.82	0.59	0.25	3.08
6	静岡県：富士市	46.9	0.08	0.002	2,896	6.44	4,843	0.65	0.05	54.3	0.02	0.21	0.66	3.37	0.46	0.21	2.34
30	静岡県：富士市	43.3	0.07	-0.001	2,735	4.85	4,468	0.32	-0.01	17.3	0.01	0.16	0.41	4.51	0.45	0.25	2.28
49	静岡県：富士市	42.3	0.08	0.000	2,888	5.72	4,497	0.32	0.02	25.0	0.01	0.14	0.51	4.37	0.42	0.21	2.30
44	山梨県：塩山市	3.1	0.96	0.000	3,325	3.38	6,602	0.24	0.01	53.3	0.01	0.23	0.38	5.69	1.75	0.14	1.93
42	山梨県：下部町	0.4	5.26	0.010	1,117	5.08	12,269	0.30	0.02	108.2	0.10	0.43	1.54	7.33	0.38	0.44	0.51
35	滝沢林道水場※2	33.0	0.06	0.000	2,756	5.61	3,509	0.16	0.01	16.1	0.01	0.14	0.79	6.42	0.16	0.05	0.94
41	山梨県：早川町	-1.0	2.58	0.001	1,079	2.76	13,754	0.11	0.02	129.1	0.03	0.54	0.24	4.49	0.79	0.75	0.18
37	山梨県：白州町	0.6	1.74	0.001	2,245	1.59	4,495	0.14	0.08	36.8	0.01	0.18	0.62	4.47	0.26	0.20	0.25
50	山梨県：白州町	0.2	2.43	0.002	2,324	1.70	2,908	0.15	1.51	8.4	0.01	0.10	1.13	7.87	0.19	0.23	0.32
8	米国	53.6	17.49	0.007	4,558	2.17	2,694	0.49	0.00	21.2	0.01	0.13	0.72	5.06	0.85	0.04	4.22
9	フランス	-1.0	5.05	0.003	18,389	1.11	20,793	0.09	0.02	242.7	0.06	0.91	0.56	6.12	0.28	0.32	0.12
25	バナジウム含有水 (採水地未記載)	63.1	2.55	0.035	11,625	4.12	7,933	1.16	4.60	61.4	0.02	0.40	4.99	7.39	1.69	0.42	3.33

※1：温泉水

※2：標高1400m、2002.04.27採水

表8-2 富士山周辺ならびにその他の地域のミネラルウォーターに含まれる微量元素濃度 (μg/L)

試料 番号	採水地	Sr	Mo	Ag	Cd	Sb	Cs	Ba	W	U	Ti	Ga	Ge	B	Si	Br
13	山梨県：富士吉田市	15.8	0.17	0.00	0.004	0.53	0.013	-0.7	0.01	-0.007	1.8	-0.03	0.03	6.8	15,106	4.4
17	山梨県：富士吉田市	24.2	0.18	0.00	0.010	0.02	0.010	-0.4	-0.02	-0.004	1.8	-0.04	0.73	6.3	14,743	4.8
22	山梨県：富士吉田市	24.5	0.23	0.00	0.005	0.02	0.013	0.3	-0.01	-0.008	1.8	-0.03	1.53	8.3	16,886	5.2
23	山梨県：富士吉田市	20.1	0.27	0.00	0.009	0.02	0.020	-0.9	0.04	-0.009	1.6	-0.03	0.90	11.1	15,177	6.3
24	山梨県：富士吉田市	21.2	0.30	0.00	0.003	0.72	0.015	-0.5	0.04	0.004	2.2	0.06	0.06	14.5	21,556	5.4
26	山梨県：富士吉田市	15.4	0.20	0.00	0.004	0.34	0.012	7.9	-0.04	-0.006	1.5	0.47	0.04	12.5	15,127	9.0
28	山梨県：富士吉田市	15.6	0.19	0.00	0.001	0.02	0.011	-0.7	-0.03	-0.007	1.5	-0.03	1.18	8.2	15,233	5.0
29	山梨県：富士吉田市	23.4	0.23	0.00	0.019	0.85	0.013	0.2	-0.04	-0.005	1.6	-0.01	0.03	8.3	16,954	4.6
31	山梨県：富士吉田市	24.6	0.20	0.00	0.014	0.02	0.006	-0.4	-0.07	-0.004	1.5	-0.03	5.49	7.4	15,241	4.5
34	山梨県：富士吉田市	22.2	0.19	0.00	0.011	0.43	0.008	0.0	-0.05	0.013	1.5	-0.02	0.03	7.4	15,843	3.9
38	山梨県：富士吉田市	15.1	0.20	0.00	0.004	0.01	0.013	-0.7	-0.04	-0.007	1.7	-0.04	1.09	6.5	13,655	5.5
40	山梨県：富士吉田市	11.8	0.17	0.00	0.006	0.02	0.008	1.2	0.59	-0.007	1.6	0.07	0.74	6.8	12,735	5.3
36	山梨県：富士吉田市※1	152.9	5.85	0.01	0.012	0.05	0.097	3.3	10.38	0.044	2.4	1.06	7.86	75.0	9,196	105.0
12	山梨県：忍野村（？）	40.3	0.19	0.58	0.005	0.32	0.035	1.4	0.02	-0.005	2.1	0.07	0.07	9.6	15,830	8.6
18	山梨県：忍野村（？）	39.4	0.16	0.49	0.011	1.06	0.035	1.2	-0.02	-0.011	2.0	0.04	0.06	11.0	16,695	8.0
21	山梨県：河口湖町	39.9	0.80	0.00	0.012	0.04	0.016	0.0	0.05	0.026	1.8	-0.01	1.74	70.8	14,997	19.8
15	山梨県：勝山村	25.4	0.27	0.00	0.002	0.04	0.039	0.2	0.04	0.010	1.9	0.01	1.35	12.9	15,599	8.2
7	山梨県：西桂町	38.3	0.12	0.30	0.010	0.66	0.032	1.0	-0.02	-0.008	1.9	0.04	0.07	8.3	12,856	7.7
10	山梨県：西桂町	42.0	0.40	0.00	0.011	0.08	0.064	1.3	0.04	0.015	1.8	0.07	1.65	25.3	13,378	22.1
27	山梨県：西桂町	44.0	0.39	0.00	0.007	1.00	0.033	0.7	-0.05	0.008	1.5	0.02	0.11	23.0	13,868	19.1
39	山梨県：西桂町	27.1	0.22	0.00	0.007	0.02	0.007	-0.7	-0.06	-0.007	1.3	-0.06	8.67	12.9	11,060	11.8
14	山梨県：西桂町	48.1	0.37	0.00	0.007	0.09	0.039	1.2	0.02	0.021	1.8	0.05	6.44	25.0	-	21.5
43	山梨県：西桂町	2.3	0.20	0.00	0.003	0.11	0.001	0.0	-0.07	-0.013	0.8	-0.03	0.03	12.2	5,952	8.2
45	山梨県：西桂町	42.5	0.40	0.00	0.004	0.06	0.060	1.6	-0.05	0.016	1.4	0.06	1.04	26.2	11,428	20.8
48	山梨県：西桂町	44.4	0.36	0.10	0.007	0.05	0.039	0.9	-0.07	0.001	1.5	0.02	1.30	20.8	12,951	19.3
16	山梨県：西桂町	46.7	0.35	0.00	0.010	0.07	0.044	1.4	0.01	0.018	1.7	0.06	1.25	25.2	13,619	20.6
46	静岡県：御殿場市	29.3	0.26	0.00	0.002	0.52	0.027	0.0	-0.07	0.006	1.5	-0.02	0.06	21.5	12,006	9.4
11	静岡県：富士宮市	21.0	0.42	0.00	0.011	0.05	0.095	2.2	0.03	-0.013	2.0	0.11	5.51	47.0	16,682	16.6
6	静岡県：富士市	44.8	0.49	0.00	0.010	0.33	0.013	-0.4	0.07	0.060	1.9	-0.02	0.09	13.2	14,307	10.5
30	静岡県：富士市	44.6	0.44	0.00	-0.001	0.18	0.014	0.3	0.08	0.055	1.0	0.00	0.07	13.1	12,970	8.1
49	静岡県：富士市	44.2	0.47	0.02	0.008	0.40	0.014	-0.4	-0.07	0.039	1.4	-0.03	0.08	13.1	12,868	13.8
44	山梨県：塩山市	78.6	0.39	0.00	0.002	0.02	0.056	2.2	0.96	0.039	2.0	0.08	3.45	9.8	17,736	19.7
42	山梨県：下都町	40.8	1.36	0.00	0.014	0.04	0.027	-0.3	0.48	-0.008	1.0	0.02	10.69	241.0	6,877	51.1
35	滝沢林道水場※2	22.9	0.11	0.00	0.002	0.01	0.011	-0.5	-0.08	-0.007	1.2	-0.04	0.52	5.2	14,055	2.8
41	山梨県：早川町	76.0	0.66	0.00	0.007	0.08	0.017	2.0	-0.07	-0.010	0.8	0.07	9.31	3.8	6,097	4.7
37	山梨県：白州町	31.8	1.45	0.00	0.011	0.01	0.009	3.7	0.12	-0.005	1.4	0.17	0.95	19.3	11,318	22.8
50	山梨県：白州町	48.2	3.38	0.01	0.006	0.07	0.001	0.5	4.96	0.038	1.3	-0.01	0.09	42.7	12,079	34.9
8	米国	60.4	0.38	0.00	0.012	0.16	0.269	1.8	0.06	0.162	3.2	0.08	0.03	19.3	23,653	7.5
9	フランス	308.4	0.40	0.00	0.026	1.26	0.002	82.0	0.01	1.454	1.0	4.56	0.10	9.1	5,409	10.3
25	バナジウム含有水（採水地未記載）	70.9	4.43	0.00	0.010	0.51	0.054	-0.7	0.30	0.090	1.6	-0.02	0.54	523.6	12,359	157.9

※1：温泉水

※2：標高1400m、2002.04.27採水

関係を既に報告した (Seko et al, 2003 ; 瀬子ほか、2004b) 。本研究ではこれに加えて δD を測定したのでその結果について以下に述べる。

調査方法ならびに測定方法

試料：地下水を中心として、1998年5月に採取した富士北麓地域ならびにその周辺地域の水を試料とした。詳細は、既に出版されている山梨県環境科学研究所研究報告書第12号 (瀬子ほか、2004b) に記載されている。

水中水素安定同位体比の測定：公共用水域の調査 (前出) と同様に、元素分析計を前処理装置とした安定同位体比質量分析計を用いて測定を行った。

結果と考察

水中水素安定同位体比 (表9)：既報 (瀬子ほか、2004b) では採水地点を、富士山1 (富士山の斜面に位置する採水地)、富士山2 (富士山斜面に位置するが周辺の産地との境界付近に位置する採水地)、山中湖北、山地 (御坂)、道志地方の5つに分類した。 δD の平均値は、それぞれ-67.5、-60.0、-59.1、-63.4、-58.1であった。また、 $\delta^{18}O$ はそれぞれ、-10.4、-9.4、-9.4、-9.8、-9.2であった。 δD 、 $\delta^{18}O$ 共に富士山1の平均値が最も小さく「軽い水」であること示している。富士五湖から採水した6つの試料の δD 平均値は-45.3と、富士北麓地域およびその周辺地域の地下水より高く「重い水」であった。採水時期や地下水と表層水の違いがあるので、単純な比較は出来ないが、富士五湖湖水の採水時期が2月であるため、他の季節 (例えば夏期) に湖水の δD を測定した場合でもこの値より大きい値 (「重い」) になる可能性が高い。そのため、年間を通じて測定を行って平均値を求めた場合でも、富士五湖の水は周辺の地下水より「重い水」であると考えられる。これは、湖水の蒸発によって δD が大きくなった結果であるものと思われる。

δD を地図上にプロットしたのが、図13-aである。既に報告した (瀬子ほか、2004b) $\delta^{18}O$ (図13-b) も示した。 $\delta^{18}O$ の場合は、富士山頂と河口湖の間に位置する採水地で値が小さい傾向が認められたが、 δD の場合、この地域に値の小さいポイントも認められるが、値が比較的大きなポイントも多く認められた。一般的に δD は $\delta^{18}O$ と比例すると言われているので、この結果は一見奇妙である。そこで、 δD と $\delta^{18}O$ の関係をみたところ、必ずしも δD と $\delta^{18}O$ が相関しないことが明らかとなった (図14)。図中の直線①はCraig (1961) が世界中の水について δD と $\delta^{18}O$ を測定して求めた直線 (天水線) で、データはほとんどこの直線上に乗ることを報告している。直線②、③は、安原・早風 (1995) が富士山周辺の

地下水と降水について求めた天水線である。富士山周辺の地下水と降水はそれぞれこの線上にほぼプロットされているとしている。我々のデータの中には、この線上に乗らない地下水が多数あることになる。その理由をここで明快地説明することは出来ないが、我々の調査と安原・早風らの調査とでは、調査地域と地域ごとの測定点数が異なる。つまり、安原・早風は富士山の東西南北の全ての地域を広範囲にわたって調査し、静岡県や神奈川県内の調査地点が多いのに対し、我々は、富士北麓を中心としている。安原・早風が算出した天水線 (図14の直線②) の元となるデータの個数と採水位置は論文から読み取ることが出来ないが、彼らの報告書にある採水地を示す地図からは、富士北麓地域の採水地点数はおよそ15ヵ所である。このうち、富士山の斜面に位置する地点は10ヵ所程度で、標高1000m以上のポイントは5ヵ所である (山頂のポイントを除く)。この中には風穴水 (風穴内部に出来た池の水や天井からの滴下水) も含まれている。それに対し、我々の調査では富士山斜面に位置する「富士山1」と「富士山2」だけで74地点ある。また、これらのうち標高1000m以上の採水地は22地点ある。そのため、安原・早風らの調査では、図14②の天水線からはずれる地下水を採取していなかったのではないかとと思われる。

d値の計算：図14の各測定点についてd値を計算した。d値とは、図中の直線 (①、②、③) とy軸の交点 (y切片) のことである。Craigの直線 (①) では、10、安原・早風らの直線②、③ではそれぞれ13.5、15.1である。我々の各測定点について、それぞれの点を通過する傾き8の直線式を計算し、y切片をd値とした。それぞれの値を表9に示した。d値を地図上にプロットしたのが、図15である。この図では、d値が相対的に高いポイントを強調するために、109地点のうちd値が10以下のポイント (7点) は示していない。この図から明らかな通り、d値が高い採水地点はほとんどが富士山の斜面上に位置している。

d値の違いについて：「早稲田と中井 (1983) は、中部日本と東北日本の降水・地表水の酸素・水素同位体比を測定し、大平洋側と日本海側の気団の出来方の違いが δD - $\delta^{18}O$ ダイアグラムのd値の差を生むことを明らかにした。すなわち、d値は大平洋側の9.1から日本海側の22.2まで連続的に変化し、日本海側ほど大きい。雪解け水のd値は特に大きく、全て20以上の値を示す。」 (「安定同位体地球化学」、酒井均・松久幸敬著、東京大学出版会、1996年から引用) とされている。富士山は大平洋側に位置し、夏期の降水の多くは大平洋から来る気団 (小笠原気団) によってもたらされるが、冬季の降水 (降雪) の少なくとも一部は、日本海を通過して北西の方向から来る大陸の気団 (シベリア気団) に由来すると考え

表9 富士北麓及び周辺地域の地下水の水中酸素水素安定同位体比ならびにd値

試料番号	区分	種類	採水日	δD	d値	δO18
1	富士山1	深井戸	12/05/1998	-77.8	11.3	-11.1
2	富士山1	深井戸	12/05/1998	-67.2	10.9	-9.8
3	富士山1	深井戸	12/05/1998	-67.3	12.2	-9.9
6	富士山1	湧水	12/05/1998	-60.7	15.6	-9.5
7	富士山1	湧水	12/05/1998	-79.1	9.2	-11.0
8	富士山1	深井戸	12/05/1998	-75.2	11.4	-10.8
9	富士山1	深井戸	12/05/1998	-77.2	11.1	-11.0
10	富士山1	深井戸	12/05/1998	-79.0	12.2	-11.4
15	富士山1	深井戸	12/05/1998	-68.2	12.6	-10.1
16	富士山1	深井戸	12/05/1998	-71.2	16.3	-10.9
17	富士山1	深井戸	12/05/1998	-68.1	13.2	-10.2
25	富士山1	深井戸	19/05/1998	-66.5	13.4	-10.0
26	富士山1	深井戸	19/05/1998	-69.2	14.0	-10.4
32	富士山1	深井戸	19/05/1998	-74.9	-9.4	-8.2
33	富士山1	深井戸	19/05/1998	-76.9	11.8	-11.1
34	富士山1	深井戸	19/05/1998	-71.0	13.9	-10.6
35	富士山1	深井戸	19/05/1998	-72.8	12.9	-10.7
36	富士山1	深井戸	19/05/1998	-72.3	15.1	-10.9
37	富士山1	深井戸	19/05/1998	-64.8	9.2	-9.2
38	富士山1	深井戸	19/05/1998	-67.3	10.6	-9.7
39	富士山1	深井戸	19/05/1998	-65.7	9.5	-9.4
40	富士山1	深井戸	19/05/1998	-74.6	13.9	-11.1
50	富士山1	深井戸	19/05/1998	-73.5	15.0	-11.1
75	富士山1	深井戸	19/05/1998	-58.4	14.3	-9.1
76	富士山1	深井戸	19/05/1998	-62.2	16.5	-9.8
77	富士山1	深井戸	19/05/1998	-61.6	13.1	-9.3
79	富士山1	深井戸	19/05/1998	-71.1	12.6	-10.5
81	富士山1	深井戸	19/05/1998	-69.5	19.6	-11.1
82	富士山1	深井戸	19/05/1998	-77.5	3.3	-10.1
101	富士山1	深井戸	27/05/1998	-70.4	13.5	-10.5
102	富士山1	深井戸	27/05/1998	-64.9	19.1	-10.5
103	富士山1	深井戸	27/05/1998	-60.7	23.4	-10.5
104	富士山1	深井戸	27/05/1998	-68.6	14.3	-10.4
105	富士山1	深井戸	27/05/1998	-71.6	10.8	-10.3
106	富士山1	深井戸	27/05/1998	-62.0	26.7	-11.1
107	富士山1	深井戸	27/05/1998	-71.9	11.2	-10.4
108	富士山1	深井戸	27/05/1998	-64.5	24.3	-11.1
109	富士山1	深井戸	27/05/1998	-52.7	33.4	-10.8
110	富士山1	深井戸	27/05/1998	-69.7	13.1	-10.4
111	富士山1	深井戸	27/05/1998	-61.6	26.7	-11.0
112	富士山1	深井戸	27/05/1998	-83.4	14.2	-12.2
114	富士山1	深井戸	27/05/1998	-64.9	18.1	-10.4
115	富士山1	深井戸	27/05/1998	-76.3	15.1	-11.4
116	富士山1	深井戸	27/05/1998	-72.9	12.8	-10.7
117	富士山1	深井戸	27/05/1998	-72.9	12.7	-10.7
118	富士山1	深井戸	27/05/1998	-68.6	16.6	-10.6
119	富士山1	深井戸	26/05/1998	-62.9	20.8	-10.5
120	富士山1	深井戸	26/05/1998	-57.3	28.3	-10.7
121	富士山1	深井戸	26/05/1998	-70.2	14.4	-10.6
122	富士山1	深井戸	26/05/1998	-54.8	29.3	-10.5
123	富士山1	深井戸	26/05/1998	-71.0	17.9	-11.1
124	富士山1	深井戸	26/05/1998	-58.4	30.1	-11.1
126	富士山1	深井戸	26/05/1998	-61.4	11.8	-9.1
127	富士山1	深井戸	26/05/1998	-53.2	26.0	-9.9
128	富士山1	深井戸	26/05/1998	-64.8	14.7	-9.9
131	富士山1	深井戸	26/05/1998	-48.3	27.7	-9.5
134	富士山1	湧水	26/05/1998	-50.1	25.7	-9.5
137	富士山1	深井戸	26/05/1998	-69.1	15.7	-10.6
139	富士山1	深井戸	26/05/1998	-63.5	21.3	-10.6
富士山1の平均値				-67.5	15.8	-10.4
富士山1の標準偏差				7.5	7.1	0.7

試料番号	区分	種類	採水日	δD	d値	δO18
4	富士山2	深井戸	12/05/1998	-65.6	13.4	-9.9
5	富士山2	浅井戸	12/05/1998	-65.0	13.6	-9.8
13	富士山2	深井戸	12/05/1998	-55.6	11.4	-8.4
14	富士山2	深井戸	12/05/1998	-58.4	13.5	-9.0
18	富士山2	深井戸	12/05/1998	-66.9	13.3	-10.0
41	富士山2	深井戸	19/05/1998	-63.6	14.3	-9.7
60	富士山2	浅井戸	26/05/1998	-64.7	15.5	-10.0
61	富士山2	湧水	26/05/1998	-65.9	14.3	-10.0
80	富士山2	湧水	19/05/1998	-66.9	13.1	-10.0
125	富士山2	深井戸	26/05/1998	-52.4	20.1	-9.1
132	富士山2	深井戸	26/05/1998	-45.7	34.8	-10.1
133	富士山2	深井戸	26/05/1998	-66.1	14.5	-10.1
140	富士山2	深井戸	26/05/1998	-57.9	14.6	-9.1
141	富士山2	深井戸	26/05/1998	-56.2	15.8	-9.0
144	富士山2	深井戸	26/05/1998	-49.8	8.1	-7.2
富士山2の平均値				-60.0	15.4	-9.4
富士山2の標準偏差				6.9	5.9	0.8
27	山中湖北	深井戸	19/05/1998	-61.3	13.9	-9.4
28	山中湖北	深井戸	19/05/1998	-58.7	15.7	-9.3
29	山中湖北	深井戸	19/05/1998	-59.9	14.7	-9.3
135	山中湖北	深井戸	26/05/1998	-54.6	20.6	-9.4
136	山中湖北	深井戸	26/05/1998	-60.9	14.3	-9.4
山中湖北の平均値				-59.1	15.8	-9.4
山中湖北の標準偏差				2.7	2.8	0.1
11	山地（御坂）	伏流水	12/05/1998	-63.2	14.0	-9.6
12	山地（御坂）	深井戸	12/05/1998	-62.4	13.0	-9.4
19	山地（御坂）	湧水	12/05/1998	-70.1	14.5	-10.6
20	山地（御坂）	深井戸	12/05/1998	-68.9	13.6	-10.3
21	山地（御坂）	深井戸	12/05/1998	-71.0	11.0	-10.3
22	山地（御坂）	湧水	12/05/1998	-69.8	13.5	-10.4
23	山地（御坂）	深井戸	12/05/1998	-69.2	12.7	-10.2
24	山地（御坂）	湧水	12/05/1998	-69.1	14.4	-10.4
43	山地（御坂）	深井戸	20/05/1998	-60.9	12.6	-9.2
44	山地（御坂）	深井戸	20/05/1998	-61.0	16.9	-9.7
45	山地（御坂）	表流水	19/05/1998	-65.1	15.5	-10.1
46	山地（御坂）	深井戸	19/05/1998	-61.0	18.2	-9.9
47	山地（御坂）	表流水	19/05/1998	-57.8	16.4	-9.3
48	山地（御坂）	表流水	19/05/1998	-	-	-9.7
49	山地（御坂）	深井戸	19/05/1998	-63.9	9.0	-9.1
78	山地（御坂）	深井戸	19/05/1998	-55.1	12.9	-8.5
142	山地（御坂）	深井戸	26/05/1998	-44.7	26.8	-8.9
143	山地（御坂）	深井戸	26/05/1998	-65.5	14.3	-10.0
山地（御坂）の平均値				-63.4	14.7	-9.8
山地（御坂）の標準偏差				6.7	3.8	0.6
62	道志	表流水	19/05/1998	-56.2	15.2	-8.9
63	道志	湧水	19/05/1998	-54.8	16.4	-8.9
64	道志	表流水	19/05/1998	-59.2	14.8	-9.2
65	道志	表流水	19/05/1998	-60.9	14.2	-9.4
66	道志	湧水	19/05/1998	-60.9	14.2	-9.4
67	道志	表流水	19/05/1998	-60.6	12.2	-9.1
68	道志	湧水	19/05/1998	-55.6	16.5	-9.0
69	道志	湧水	19/05/1998	-56.3	15.7	-9.0
70	道志	湧水	19/05/1998	-55.0	16.9	-9.0
71	道志	湧水	19/05/1998	-56.3	15.4	-9.0
72	道志	湧水	19/05/1998	-60.0	15.6	-9.5
73	道志	湧水	19/05/1998	-59.5	16.5	-9.5
74	道志	湧水	19/05/1998	-60.1	14.9	-9.4
道志の平均値				-58.1	15.3	-9.2
道志の標準偏差				2.4	1.3	0.2

富士五湖湖水の水素安定同位体比（2004年2月採水）

47	山中湖湖心	湖水	10/02/2004	-41.8	-	-
48	河口湖湖心	湖水	10/02/2004	-37.1	-	-
49	河口湖船津	湖水	10/02/2004	-52.6	-	-
50	西湖湖心	湖水	10/02/2004	-55.4	-	-
51	精進湖湖心	湖水	10/02/2004	-46.7	-	-
52	本栖湖湖心	湖水	10/02/2004	-38.3	-	-
富士五湖の平均値				-45.3	-	-
富士五湖の標準偏差				7.6	-	-

られる。富士北麓地下水にはd値の高いものが多く、中には30を越えるものまである。この事実はこれらの地下水には日本海を通過してくる気団由来の水が比較的多く含まれていることを示唆している。つまり、冬季の降水、言い換えるならば雪どけ水が比較的多く含まれていることを物語っているものと考えることが出来るであろう。

水中水素安定同位体比と水質の関係：富士北麓の地下水では、水中酸素安定同位体比（ $\delta^{18}\text{O}$ ）がバナジウム濃度やフッ素濃度と有意な負の相関（逆相関）を示すことを既に報告した（瀬子ほか、2004b）。これらの結果は、高標高由来と考えられる地下水ほど高い濃度のバナジウムやフッ素を含有する傾向にあることを物語っている。また、これらの相関関係は、富士北麓及びその周辺の地

下水のデータ全てを用いて計算したときと、富士山の斜面に位置する調査地点のデータに絞って計算した場合では、相関の程度が違ってくるとも同時に報告した。今回得られた水中水素安定同位体比やd値も、水質と関連するか否かを探るために、主な水質項目について相関係数を計算した（表10）。その結果、 δD は $\delta^{18}\text{O}$ と同様にバナジウム濃度及びフッ素濃度と有意な逆相関を示したが、相関の程度は $\delta^{18}\text{O}$ ほど高くなかった。また、d値は何れの水質項目（ δD や $\delta^{18}\text{O}$ を除く）とも有意な相関は示さなかった。

おわりに

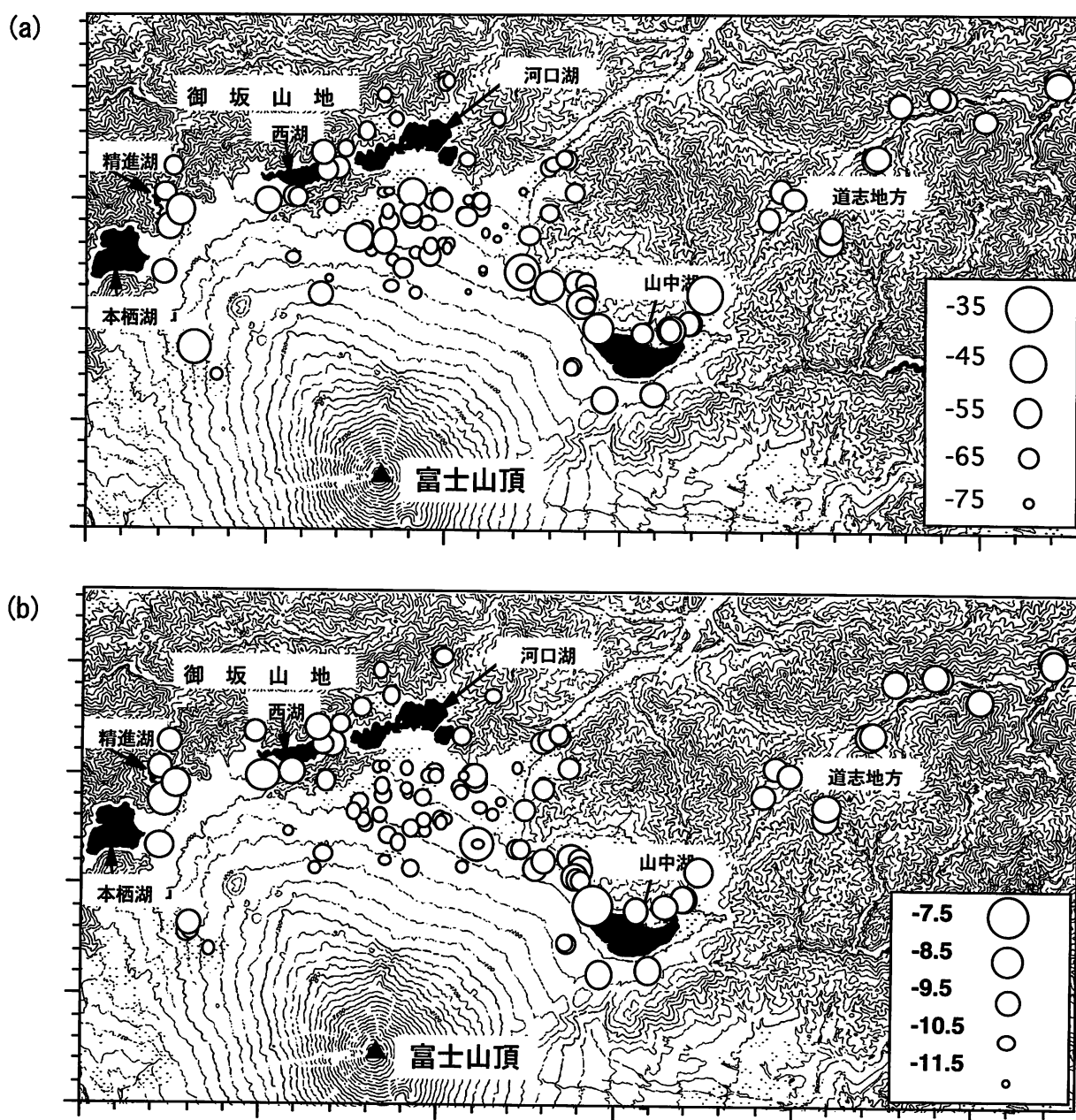


図13 富士北麓地域および周辺の地下水の水素安定同位体比(a)（ δD 、‰）並びに酸素安定同位体比(b)（ $\delta^{18}\text{O}$ 、‰）（1998年5月採水の試料）

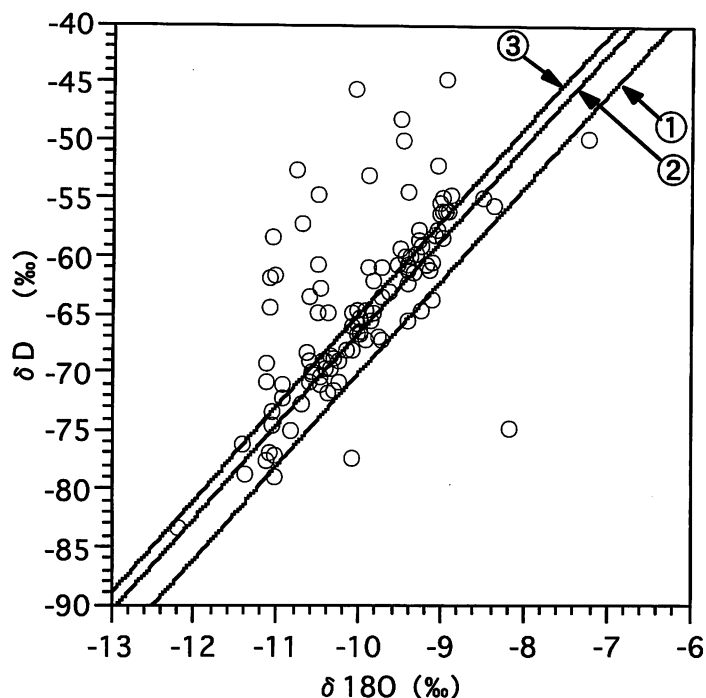


図14 富士北麓地域および周辺地域の地下水の水素安定同位体比 (δD) と酸素安定同位体比 ($\delta^{18}O$) の関係

直線①: $\delta D = 8 \times \delta^{18}O + 10$ (Craig (1961)が示した δD と $\delta^{18}O$ の関係式)

直線②: $\delta D = 8 \times \delta^{18}O + 13.5$ (安原・風早(1995)が示した富士山周辺の地下水の δD と $\delta^{18}O$ の関係式)

直線③: $\delta D = 8 \times \delta^{18}O + 15.1$ (安原・風早(1995)が示した富士山周辺の降水の δD と $\delta^{18}O$ の関係式)

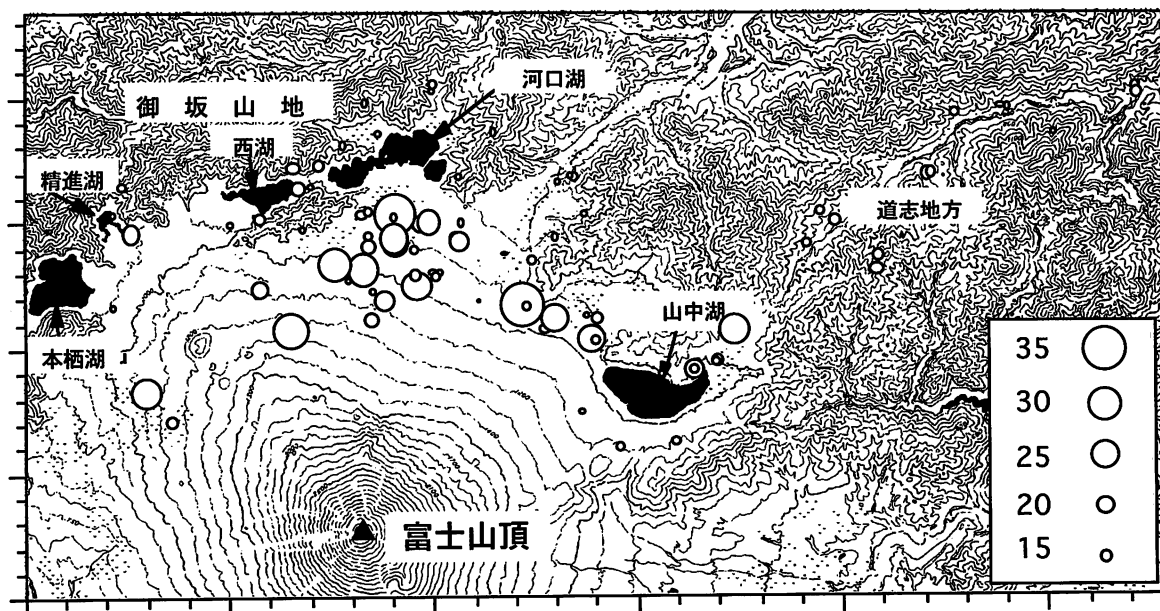


図15 富士北麓地域およびその周辺の地下水の特性: d 値 (‰) (1998年5月採水の試料)

d 値: $\delta^{18}O$ と δD の関係式 ($\delta D = 8 \times \delta^{18}O + K$) の K に相当する値を、各サンプルについて計算したもの。

d 値が10以下のデータはプロットとして表記されない。

表10 水中水素安定同位体比、d値、および水中酸素安定同位体比と水質測定項目との相関

	(A)全データ									(A')全データ								
	δ D			d値			δ 18O			δ D			d値			δ 18O		
	r	p	n	r	p	n	r	p	n	r	p	n	r	p	n	r	p	n
δ D	1.000 (0.000 , 109)			0.561 (0.000 , 109)			0.669 (0.000 , 109)			1.000 (0.000 , 105)			0.574 (0.000 , 105)			0.637 (0.000 , 105)		
d値	0.561 (0.000 , 109)			1.000 (0.000 , 109)			-0.240 (0.012 , 109)			0.574 (0.000 , 105)			1.000 (0.000 , 105)			-0.265 (0.006 , 105)		
標高	-0.027 (0.779 , 109)			0.071 (0.464 , 109)			-0.094 (0.331 , 110)			-0.045 (0.648 , 105)			0.068 (0.492 , 105)			-0.115 (0.240 , 106)		
水温	-0.051 (0.600 , 108)			0.023 (0.810 , 108)			-0.077 (0.425 , 109)			-0.025 (0.802 , 104)			0.032 (0.751 , 104)			-0.056 (0.573 , 105)		
V	-0.414 (0.000 , 109)			0.100 (0.300 , 109)			-0.574 (0.000 , 110)			-0.399 (0.000 , 105)			0.106 (0.282 , 105)			-0.568 (0.000 , 106)		
δ 18O	0.669 (0.000 , 109)			-0.240 (0.012 , 109)			1.000 (0.000 , 110)			0.637 (0.000 , 105)			-0.265 (0.006 , 105)			1.000 (0.000 , 106)		
Na	-0.351 (0.000 , 108)			0.016 (0.866 , 108)			-0.445 (0.000 , 109)			-0.237 (0.016 , 104)			0.061 (0.540 , 104)			-0.352 (0.000 , 105)		
K	-0.159 (0.100 , 108)			0.136 (0.160 , 108)			-0.324 (0.001 , 109)			-0.122 (0.218 , 104)			0.144 (0.146 , 104)			-0.293 (0.002 , 105)		
Mg	-0.175 (0.070 , 108)			-0.087 (0.368 , 108)			-0.134 (0.166 , 109)			-0.028 (0.781 , 104)			-0.086 (0.385 , 104)			0.046 (0.642 , 105)		
Ca	-0.091 (0.349 , 108)			-0.099 (0.307 , 108)			-0.019 (0.844 , 109)			0.022 (0.822 , 104)			-0.181 (0.066 , 104)			0.203 (0.038 , 105)		
F	-0.522 (0.000 , 109)			0.048 (0.620 , 109)			-0.655 (0.000 , 110)			-0.483 (0.000 , 105)			0.077 (0.435 , 105)			-0.640 (0.000 , 106)		
Cl	-0.184 (0.056 , 109)			-0.084 (0.384 , 109)			-0.141 (0.142 , 110)			0.006 (0.948 , 105)			-0.093 (0.348 , 105)			0.093 (0.343 , 106)		
NO3	-0.028 (0.775 , 109)			-0.106 (0.273 , 109)			0.060 (0.531 , 110)			-0.032 (0.748 , 105)			-0.101 (0.304 , 105)			0.056 (0.570 , 106)		
SO4	-0.175 (0.069 , 109)			-0.028 (0.769 , 109)			-0.180 (0.060 , 110)			-0.080 (0.416 , 105)			0.000 (0.998 , 105)			-0.096 (0.328 , 106)		
PO4	-0.146 (0.129 , 109)			0.201 (0.036 , 109)			-0.352 (0.000 , 110)			-0.138 (0.160 , 105)			0.202 (0.039 , 105)			-0.353 (0.000 , 106)		
SiO2	-0.096 (0.321 , 109)			0.084 (0.383 , 109)			-0.190 (0.046 , 110)			-0.064 (0.514 , 105)			0.088 (0.371 , 105)			-0.161 (0.099 , 106)		
溶解成分合計	-0.204 (0.035 , 108)			-0.048 (0.619 , 108)			-0.204 (0.033 , 109)			-0.083 (0.404 , 104)			-0.036 (0.714 , 104)			-0.069 (0.484 , 105)		
導電率	-0.163 (0.147 , 81)			-0.074 (0.514 , 81)			-0.130 (0.245 , 82)			-0.053 (0.643 , 78)			-0.101 (0.378 , 78)			0.026 (0.819 , 79)		
pH	-0.267 (0.016 , 81)			-0.029 (0.798 , 81)			-0.293 (0.008 , 82)			-0.302 (0.007 , 78)			-0.034 (0.766 , 78)			-0.329 (0.003 , 79)		
陽イ濃度	-0.203 (0.035 , 108)			-0.084 (0.389 , 108)			-0.171 (0.075 , 109)			-0.076 (0.444 , 104)			-0.092 (0.354 , 104)			-0.007 (0.946 , 105)		
陰イ濃度	-0.199 (0.038 , 109)			-0.045 (0.645 , 109)			-0.194 (0.042 , 110)			-0.075 (0.445 , 105)			-0.036 (0.713 , 105)			-0.056 (0.568 , 106)		
合計イ濃度	-0.205 (0.034 , 108)			-0.068 (0.483 , 108)			-0.187 (0.052 , 109)			-0.077 (0.438 , 104)			-0.080 (0.419 , 104)			-0.019 (0.849 , 105)		
(B)富士山1+2																		
	δ D			d値			δ 18O			δ D			d値			δ 18O		
	r	p	n	r	p	n	r	p	n	r	p	n	r	p	n	r	p	n
δ D	1.000 (0.000 , 74)			0.610 (0.000 , 74)			0.575 (0.000 , 74)			1.000 (0.000 , 72)			0.626 (0.000 , 72)			0.534 (0.000 , 72)		
d値	0.610 (0.000 , 74)			1.000 (0.000 , 74)			-0.297 (0.010 , 74)			0.626 (0.000 , 72)			1.000 (0.000 , 72)			-0.325 (0.005 , 72)		
標高	0.099 (0.402 , 74)			0.103 (0.381 , 74)			0.012 (0.916 , 74)			0.072 (0.546 , 72)			0.099 (0.407 , 72)			-0.020 (0.869 , 72)		
水温	0.130 (0.269 , 74)			0.020 (0.866 , 74)			0.136 (0.248 , 74)			0.158 (0.184 , 72)			0.025 (0.834 , 72)			0.165 (0.166 , 72)		
V	-0.413 (0.000 , 74)			0.072 (0.541 , 74)			-0.572 (0.000 , 74)			-0.356 (0.002 , 72)			0.088 (0.462 , 72)			-0.527 (0.000 , 72)		
δ 18O	0.575 (0.000 , 74)			-0.297 (0.010 , 74)			1.000 (0.000 , 74)			0.534 (0.000 , 72)			-0.325 (0.005 , 72)			1.000 (0.000 , 72)		
Na	-0.223 (0.058 , 73)			-0.012 (0.922 , 73)			-0.275 (0.019 , 73)			-0.010 (0.931 , 71)			0.037 (0.758 , 71)			-0.058 (0.629 , 71)		
K	0.017 (0.884 , 73)			0.083 (0.486 , 73)			-0.071 (0.549 , 73)			0.077 (0.526 , 71)			0.095 (0.433 , 71)			-0.013 (0.915 , 71)		
Mg	-0.117 (0.323 , 73)			-0.157 (0.186 , 73)			0.026 (0.830 , 73)			0.063 (0.604 , 71)			-0.192 (0.109 , 71)			0.312 (0.008 , 71)		
Ca	0.013 (0.913 , 73)			-0.184 (0.119 , 73)			0.225 (0.056 , 73)			0.107 (0.375 , 71)			-0.182 (0.129 , 71)			0.358 (0.002 , 71)		
F	-0.482 (0.000 , 74)			0.025 (0.834 , 74)			-0.607 (0.000 , 74)			-0.412 (0.000 , 72)			0.063 (0.600 , 72)			-0.568 (0.000 , 72)		
Cl	-0.130 (0.271 , 74)			-0.091 (0.440 , 74)			-0.062 (0.599 , 74)			0.109 (0.362 , 72)			-0.100 (0.404 , 72)			0.241 (0.042 , 72)		
NO3	0.031 (0.795 , 74)			-0.091 (0.439 , 74)			0.131 (0.264 , 74)			-0.001 (0.996 , 72)			-0.095 (0.425 , 72)			0.103 (0.390 , 72)		
SO4	-0.185 (0.115 , 74)			-0.027 (0.816 , 74)			-0.194 (0.097 , 74)			0.054 (0.652 , 72)			0.015 (0.900 , 72)			0.049 (0.682 , 72)		
PO4	-0.049 (0.680 , 74)			0.202 (0.085 , 74)			-0.267 (0.021 , 74)			-0.036 (0.765 , 72)			0.204 (0.086 , 72)			-0.265 (0.025 , 72)		
SiO2	0.046 (0.698 , 74)			0.056 (0.638 , 74)			-0.002 (0.986 , 74)			0.088 (0.460 , 72)			0.061 (0.609 , 72)			0.041 (0.735 , 72)		
溶解成分合計	-0.129 (0.278 , 73)			-0.071 (0.548 , 73)			-0.086 (0.472 , 73)			0.097 (0.419 , 71)			-0.059 (0.625 , 71)			0.198 (0.097 , 71)		
導電率	-0.005 (0.971 , 51)			-0.099 (0.490 , 51)			0.097 (0.498 , 51)			0.122 (0.400 , 50)			-0.112 (0.437 , 50)			0.271 (0.057 , 50)		
pH	-0.214 (0.132 , 51)			-0.041 (0.773 , 51)			-0.223 (0.116 , 51)			-0.227 (0.113 , 50)			-0.043 (0.767 , 50)			-0.238 (0.097 , 50)		
陽イ濃度	-0.107 (0.366 , 73)			-0.133 (0.260 , 73)			0.012 (0.918 , 73)			0.073 (0.545 , 71)			-0.140 (0.243 , 71)			0.264 (0.026 , 71)		
陰イ濃度	-0.173 (0.141 , 74)			-0.050 (0.674 , 74)			-0.157 (0.182 , 74)			0.051 (0.668 , 72)			-0.029 (0.812 , 72)			0.093 (0.435 , 72)		
合計イ濃度	-0.137 (0.247 , 73)			-0.103 (0.385 , 73)			-0.061 (0.610 , 73)			0.078 (0.518 , 71)			-0.109 (0.367 , 71)			0.232 (0.051 , 71)		
(C)富士山 1																		
	δ D			d値			δ 18O			δ D			d値			δ 18O		
	r	p	n	r	p	n	r	p	n	r	p	n	r	p	n	r	p	n
δ D	1.000 (0.000 , 59)			0.704 (0.000 , 59)			0.454 (0.000 , 59)			1.000 (0.000 , 57)			0.727 (0.000 , 57)			0.387 (0.003 , 57)		
d値	0.704 (0.000 , 59)			1.000 (0.000 , 59)			-0.314 (0.016 , 59)			0.727 (0.000 , 57)			1.000 (0.000 , 57)			-0.353 (0.007 , 57)		
標高	0.103 (0.438 , 59)			0.142 (0.283 , 59)			-0.041 (0.759 , 59)			0.066 (0.628 , 57)			0.136 (0.312 , 57)			-0.094 (0.488 , 57)		
水温	0.219 (0.096 , 59)			-0.085 (0.523 , 59)			0.399 (0.002 , 59)			0.262 (0.049 , 57)			-0.079 (0.557 , 57)			0.464 (0.000 , 57)		
V	-0.266 (0.042 , 59)			0.125 (0.346 , 59)			-0.513 (0.000 , 59)			-0.168 (0.210 , 57)			0.153 (0.256 , 57)			-0.435 (0.001 , 57)		
δ 18O	0.454 (0.000 , 59)			-0.314 (0.016 , 59)			1.000 (0.000 , 59)			0.387 (0.003 , 57)			-0.353 (0.007 , 57)			1.000 (0.000 , 57)		
Na	-0.229 (0.081 , 59)			-0.051 (0.699 , 59)			-0.242 (0.065 , 59)			0.007 (0.961 , 57)			-0.022 (0.872 , 57)			0.038 (0.777 , 57)		
K	0.202 (0.125 , 59)			0.114 (0.392 , 59)			0.127 (0.337 , 59)			0.283 (0.033 , 57)			0.128 (0.342 , 57)			0.213 (0.111 , 57)		
Mg	-0.109 (0.410 , 59)			-0.168 (0.203 , 59)			0.065 (0.626 , 59)			0.092 (0.495 , 57)			-0.214 (0.110 , 57)			0.413 (0.001 , 57)		
Ca	-0.045 (0.736 , 59)			-0.236 (0.072 , 59)			0.236 (0.072 , 59)			0.072 (0.593 , 57)			-0.243 (0.068 , 57)			0.425 (0.001 , 57)		
F	-0.429 (0.001 , 59)			-0.009 (0.947 , 59)			-0.562 (0.000 , 59)			-0.330 (0.012 , 57)			0.027 (0.841 , 57)			-0		

人間の健康や生活、並びに産業活動にとって重要な水資源に関する調査研究は古くから行われている。また、水質汚濁を防止・改善するためのモニタリングも行政機関によって行われている。その結果、日本の水環境は以前より良好になっている部分もあるが、依然として改善がみられない部分もある。水環境をさらに改善するには、地道な現状把握と共に水質や水量に影響する要因を様々な角度から解明していくことも重要である。そのためには、汚濁防止等のために行われている既存のモニタリングのみでは十分とは言えない。最新の調査・測定手法も導入した現状把握や機構解明を試みていくことによって、新たな知見や観点が生まれてくるものといえる。本研究では、最新の手法を用いて、既存の水質モニタリングでは測定されていない微量元素や、水中酸素水素安定同位対比等の測定を行い、山梨県の水環境の現状把握を試みている。その結果、リチウムやセシウムが塩川ダム貯水池の水のトレーサーとなりうるという新たな知見が得られた。また、水中酸素水素安定同位対比の測定結果から算出されるd値を指標とすることによって、富士山地下水はすべて同質のものではなく、雪解け水が比較的多く混ざっていると考えられる井戸が富士北麓斜面に多いことなども本研究で初めて明らかになった。しかし、本研究で得られた成果は山梨県の水環境のごく一部を明らかにしたにすぎない。山梨県の水環境の全体像を把握し、水質や水量を維持・改善していくためには、一研究所の調査研究でのみでは不十分である。県、市町村、企業、県民、研究者等が協力して、試料や情報を広範囲・継続的に収集して解析していくことが必要である。

謝辞

本調査研究では、採水、情報収集等に際して甲府市環境部、(株)山梨県環境科学検査センター、山梨県森林環境部大気水質保全課、ならびに県衛生公害研究所の方々にご協力いただきました。この場を借りて感謝致します。また、水中酸素水素安定同位体比ならびにd値についてご教授いただいた山梨県森林総合研究所 松谷順博士に深謝いたします。

引用文献

- Craig, H. (1961) Isotopic variations in meteoric waters. *Science*, 133, 1702-1703.
- Ding, W., Hasegawa, T., Hosaka, H., Peng, D., Takahashi, K. and Seko, Y (2001) Long-term effect of vanadate administration in drinking water on glucose homeostasis in diabetic KK mouse. *J. Trace Elements Med. Biol.*, 80, 159-174.
- Hamada, T (1998) High vanadium content in Mt. Fuji groundwater and its relevance to the ancient biosphere. in *Vanadium in the Environment*(Part 1), J. O. Nriagu ed., John Wiley & Sons, Inc., 97-123.
- 長谷川達也 (2003) バナジウムを多く含む富士山地下水に糖尿病治療効果はあるのか？. 山梨県環境科学研究所国際シンポジウム2002報告書、30-38.
- 長谷川達也、丁文軍、小林仁美、瀬子義幸 (2004) 富士山の地下水に多く含まれる微量元素バナジウムの健康影響、山梨県環境科学研究所研究報告書第9号、25-49.
- Heyliger, E.C., Tahiliani, G.A. and McNeill, H.J. (1985) Effect of vanadate on elevated blood glucose and depressed cardiac performance of diabetic rats. *Science*, 227, 1474-1477.
- 岩下正人、安藤 寛、影山英紀、島村 匡 (1994) 誘導結合プラズマ質量分析計による相模川水系の水質調査. *分析化学*, 43, 925-932.
- 橘田力、山田静雄、浅川武彦、石原勝也、渡辺信夫、石山久男、渡辺泰雄 (2003) 天然Vanadiumを含有する富士山伏流水のヒト高血糖症に及ぼす影響. *応用薬理*, 64(5/6)、77-84.
- 興水達司、酒井陽一、戸村健児、大下一政 (1998) 地球環境変化の健康への影響 ―地球化学より―. *地球環境*, 2, 215-220.
- McNeill, J. H. (2003) バナジウムの生物学的影響：想定される作用機構. 山梨県環境科学研究所国際シンポジウム2002報告書、12-14.
- Meyerovitch, J., Farfel, Z., Sack, J. and Shechter, Y. (1987) Oral administration of vanadate normalizes blood glucose levels in streptozotocin-treated rats. *J. Biol. Chem.*, 262, 6658-6662.
- 沼田一、雨宮英子、久保田寿々代 (1958) 増富温泉地帯のヒ素分布について. *衛生化学*, 6, 129-132.
- 沼田一、河西正男 (1978) 温泉排水中のヒ素による環境汚染. *山梨県立衛生研究所報*, 22, 40-43.
- 岡部史朗、森永豊子 (1968) 駿河湾に流入する河川とその河口域におけるバナジウムおよびモリブデン. *日本化学雑誌*, 89, 284-287.
- 岡部史朗、柴崎道広、及川智文、川口賀弘、日本木均 (1981) 富士山周辺の湧水および湖沼水の地球化学的研究 (1). *東海大学紀要 海洋学部*, 14, 81-105.」
- 酒井均・松久幸敬 (1996) 安定同位体地球化学、東大出版会.
- 酒井陽一、大下一政、戸村健児、興水達司 (1994) 前分

- 離濃縮/中性子放射化分析による水試料中のバナジウムの定量. 分析化学, 43, 919-924.
- Sakai, Y., Ohshima, K., Koshimizu, S. and Tomura, K (1997) Geochemical study of trace vanadium in water by preconcentrational neutral activation analysis. J Radioanal. Nucl. Chemistry, 216, 203-212.
- 桜井弘 (2003a) 山梨県環境科学研究所国際シンポジウム2002報告書、15-18.
- 桜井弘 (2003b) バナジウムで糖尿病を治せるか?. 山梨県環境科学研究所国際シンポジウム2002報告書、26-29.
- 佐々木香苗、今田拓磨、伊藤和枝、古賀理利子、坂田利家、曲田清彦、浦田宏二 (2004) 健康成人女性における高飽和脂肪酸食摂取時の軽度インスリン抵抗性に対するバナジウム含有水の影響. 栄養学雑誌、印刷中.
- 瀬子義幸、長谷川達也 (1998) 山梨県の水環境 (特に地下水) の化学的特性の把握. 平成9年度山梨県環境科学研究所年報、11-12.
- 瀬子義幸、長谷川達也、保坂仁美、宮崎忠国、杉田幹夫 (1999) 山梨県内の地下水中微量元素濃度の地域差. Biomed. Res. Trace Elements, 10, 271-272.
- 瀬子義幸、丁 文軍、長谷川達也 (2000) 富士山の水と糖尿病. 山梨県環境科学研究所ニューズレター 4.
- 瀬子義幸 (2003) 生体微量元素とはなにか? -健康維持から環境ホルモン作用まで. 山梨県環境科学研究所国際シンポジウム2002報告書、19-25.
- Seko, Y., Hosaka-Kobayashi, H., Hasegawa, T. and Nohara, S. (2003) Vanadium, fluoride and stable isotope ratio of oxygen in ground water from Mt. Fuji. Proceedings of the International Symposium on Bio-Trace Elements 2003, 125-127.
- 瀬子義幸、長谷川達也、小林仁美、杉田幹夫、宮崎忠国、池口仁 (2004a) 山梨県の地下水の化学的特性の把握. 山梨県環境科学研究所研究報告書第9号 プロジェクト研究「富士山周辺の自然特性に関する研究」、5-24.
- 瀬子義幸、長谷川達也、小林仁美、野原精一 (2004b) 富士山地下水の特徴. 山梨県環境科学研究所研究報告書第12号 プロジェクト研究「富士山周辺の自然特性に関する研究」、127-173.
- 瀬子義幸、長谷川達也 (2004) バナジウムウォーター -バナジウムを多く含む天然水は糖尿病に効くのか-、「水の特性と新しい利用技術 農業・食品・医療分野への応用」、株式会社 エヌ・ティー・エス、336-347.
- 塚本雄介、岩波 茂、石田 吏、長谷川潤平、丸茂文昭 (1990) 慢性腎臓透析患者における高V血漿と神奈川県における水道水中の高V濃度の原因. Biomed. Res. Trace Elements, 1, 213-214.
- Tsukamoto, Y., Saka, S. Juman, K., Iwanami, S., Ishida, O. and Marumo, F. (1990) Abnormal accumulation of vanadium in patients on chronic hemodialysis therapy. Nephron, 56, 368-373.
- 塚本雄介 (1994) 腎臓病と微量元素異常. Biomed. Res. Trace Elements, 5, 61-68.
- 塚本雄介 (2002) 内科医からみた富士山の地下水 -微量元素と健康- (富士山の地下水と健康). 山梨県環境科学研究所富士山シンポジウム2001報告書、30-31.
- 早稲田周、中井信之 (1983) 中部日本・東北日本における天然水の同位体組成. 地球化学、17、83-91.
- 山梨県 (2002) 平成12年度 公共用水域及び地下水の水質測定結果
- 山梨県 (2003) 平成13年度 公共用水域及び地下水の水質測定結果
- 山梨県 (2004) 平成14年度 公共用水域及び地下水の水質測定結果
- 山梨日日新聞 (2003) 塩川ダム貯水池ヒ素含有量 3年連続基準値超す. 山梨日々新聞記事 (2003年10月23日) .
- 安原正也、風早康平 (1995) 富士山における天水の安定同位体比組成と地下水の涵養高度. 平成4・5・6年度文部省科学研究費総合(A)研究成果報告書、42-55.

水に含まれる微量元素の健康影響に関する研究

長谷川達也、瀬子義幸（環境生化学研究室）

はじめに

飲料水といえば、通常は水道水を考えるが、現代社会においてはミネラルウォーターも重要な位置を占めてきている。水には多くの化学物質を溶かし込む性質がある。そのため、水道水やミネラルウォーターにはそれぞれの水質基準がある。例えば水道水には、農薬や塩素系有機化合物、あるいはセレン、ヒ素、フッ素などの微量元素についての基準が設置されている。一方、山梨県の水道水の原水には地下水が多く使われている。特に、富士北麓地域（富士山の山梨県側）では、水道の原水の90%以上を富士山地下水が占めている。富士山地下水には、微量元素バナジウムが比較的高濃度含まれている（約0.1 mg/L）。これは富士山を形成している溶岩（玄武岩）にバナジウムが多く含まれているため（桂，1951）、地下水が溶岩の隙間を流れる間にバナジウムが溶出することによる。水道水にバナジウムの基準はなく、水道水の処理過程でバナジウムは取り除かれないため、富士北麓地域の水道水中バナジウム濃度は他の地域に比べ50～100倍高い。従って、この地域の住民は「バナジウム入り水道水」を毎日飲みながら生活している。また最近では、この富士北麓地域で採水した富士山地下水をペットボトルに詰めたバナジウム入りのミネラルウォーターが、全国的に販売されている。

バナジウムは、鉄やマンガン、銅、亜鉛などと同様に、生体中に含まれる量が少ない生体微量金属元素である。ヒヨコとラットでは成長因子の一つであるとして、バナジウムの必須性が1970年代の始めに提唱されている（Schwarz and Milne, 1971）。しかし、その他の哺乳動物やヒトにおける必須性については未だに不明である。1990年代の始めにバナジウムが糖尿病の治療薬として用いられているインスリンと同様の薬理作用をもつことが発見され（Heyliger et al., 1985; Meyerovitch et al., 1987）、現在、医薬品としてのバナジウム化合物の開発が行われている（桜井，1996）。また、アメリカではバナジウムを含む錠剤が健康食品として薬局やドラッグストアで売られており、世界中でバナジウムと健康との関連性が注目されている。

我々は、平成9年から12年に行ったプロジェクト研究「山梨県の水環境（特に地下水）の化学的性状の把握」において、富士山地下水に含まれるバナジウムを糖尿病

疾患モデル動物に与え、バナジウムによる糖尿病治療効果について検討を行った。その結果、富士山地下水に含まれているバナジウム濃度（0.1mg/L）の100から1,000倍濃いバナジウム溶液を飲ませると糖尿病改善効果があることを明らかにした（Ding et al., 2001）。そして、富士山地下水に含まれるバナジウム濃度レベルでは糖尿病疾患モデルマウスの血糖値を改善できないことを報告した（長谷川ほか，2004）。しかし、最近、二つの研究グループがヒトを用いた臨床試験を行い、富士山地下水が糖尿病治療効果をもつ可能性を報告した（橘田ほか，2003; 佐々木ほか，2004）。また、我々の糖尿病動物を用いた実験でも、血漿中の総コレステロール値が富士山地下水飲用によって僅かながら低下する傾向も認められている（長谷川ほか，2004）。そこで、本プロジェクト研究では、比較的低用量のバナジウム投与が糖尿病治療につながるか否かを探るために、富士山地下水濃縮液の効果ならびに糖尿病治療薬とバナジウムの併用効果について検討した。

1. 富士山地下水濃縮液による検討

1-1. 研究の目的

これまでの検討では主に実験的に既知の濃度のバナジウム水溶液を作成し、これを動物に与えていた。しかし、富士山地下水はバナジウム以外にもフッ素や多くの微量成分が含まれている。そこで、富士山地下水を循環式凍結濃縮装置で濃縮し、これを糖尿病疾患モデルマウスに与えて、富士山地下水濃縮液による糖尿病治療効果について検討を行う。

1-2. 実験方法

1-2-1. 動物および投与方法

インスリン非依存型糖尿病疾患モデル動物（KK-Ayマウス、オス、5週齢）を日本クレア株式会社から購入し、室温23±1℃、相対湿度47～53%、明暗サイクル12時間のバリアシシステムを施した動物飼育室に搬入した。これら動物に富士山地下水あるいは富士山地下水濃縮液（3倍液、5倍液）を飲料水として与え、γ線減照射配合飼料

(CE-2, 日本クレア) で5週齢から18週齢まで13週間飼育した。飼育期間中定期的に動物の血糖値および体重の測定を行った。8週齢 (3週目) および10週齢 (5週目) の時点でヘモグロビンA1cの測定を行った。18週齢 (13週目) で解剖を行い生化学的検査 (TCHO、TG、GOT、GPT、BUN) および臓器重量を測定した。対照として富士山地下水濃縮液の代わりに精製水を与えた動物についても同様の操作を行った。なお、富士山地下水濃縮液は富士吉田市の地下水を (株) 青葉冷凍に設置されている循環式凍結濃縮装置を用いて作成した。

1-2-2. 富士山地下水濃縮液中の微量元素量の測定

バナジウム、銅および亜鉛の測定は、富士山地下水濃縮液9 mLに10倍に希釈した硝酸 (電子工業用、関東化学) 1 mLを加え、ICP-MSで測定した。ICP-MSの測定質量数として、バナジウムは51m/z、銅は63m/z、亜鉛は66 m/zを用いた。

フッ素の測定は、富士山地下水濃縮液にフッ素電極 (9609BN、ORION) を浸し、イオンメーター (920A、ORION) で測定を行った。

1-2-3. 各種測定法

①血糖値 (グルコース) の測定

動物の尾静脈から部分採血を行い、クルコカード (京都第一科学) を用いて血糖値を測定した。

②ヘモグロビンA1C (HbA1C)

動物の尾静脈から部分採血を行い、DCA2000 (バイエルメディカル) を用いてHbA1Cを測定した。

③生化学的検査

動物の血液を腹部大動脈からヘパリン採血し、遠心操作により血液から分離した血漿を試料とし、ドライケム3500 (富士フィルム) を用いて、グルタミン酸オキザロ酢酸トランスアミナーゼ (GOT)、グルタミン酸ピルビ

ン酸トランスアミナーゼ (GPT)、血中尿素窒素 (BUN)、総コレステロール (TCHO)、中性脂肪 (TG) の測定を行った。

④臓器中の微量元素 (バナジウム、銅、亜鉛) 量の測定

微量元素元素量の定量は試料を酸と過酸化水素で湿式灰化した後、ICP-MS (HP4500、横河アナリティカルシステムズ) で測定を行った。

1) 湿式灰化

臓器約0.1gを試験管にとり、硝酸 (電子工業用、関東化学) 2 mLを加えホットプレート上のアルミブロック中で80℃ 1時間、120℃3時間、140℃ 2時間の条件で順次加熱し硝酸を乾固させた。つぎに、過酸化水素水 (電子工業用、関東化学) 2 mLと硝酸0.5 mLを加え同様にアルミブロック中で80℃ 1時間、120℃ 4時間の条件で順次加熱し過酸化水素水・硝酸を乾固させ、湿式灰化を行った。これにイオン交換水4 mLを加え、ICP-MS測定用試料溶液とした。

2) ICP-MSによる測定操作

ICP-MS測定用試料溶液中のバナジウム濃度測定は、フローインジェクション装置 (ISIS、横河アナリティカルシステムズ) を取り付けたICP-MS (HP-4500、横河アナリティカルシステムズ) を用いて行った。ICP-MSの測定質量数として、バナジウムは51 m/z、銅は63 m/z、亜鉛は66 m/zを用い、イットリウム (Y) を内部標準物質として内標準法により濃度を算出した。なお、我々の試料溶液ではバナジウムの51 m/zによる測定に塩素の妨害のないことを確認している。

1-3. 結果と考察

富士山地下水濃縮液中の微量元素濃度

動物に飲料水として与えるために調製した富士山地下

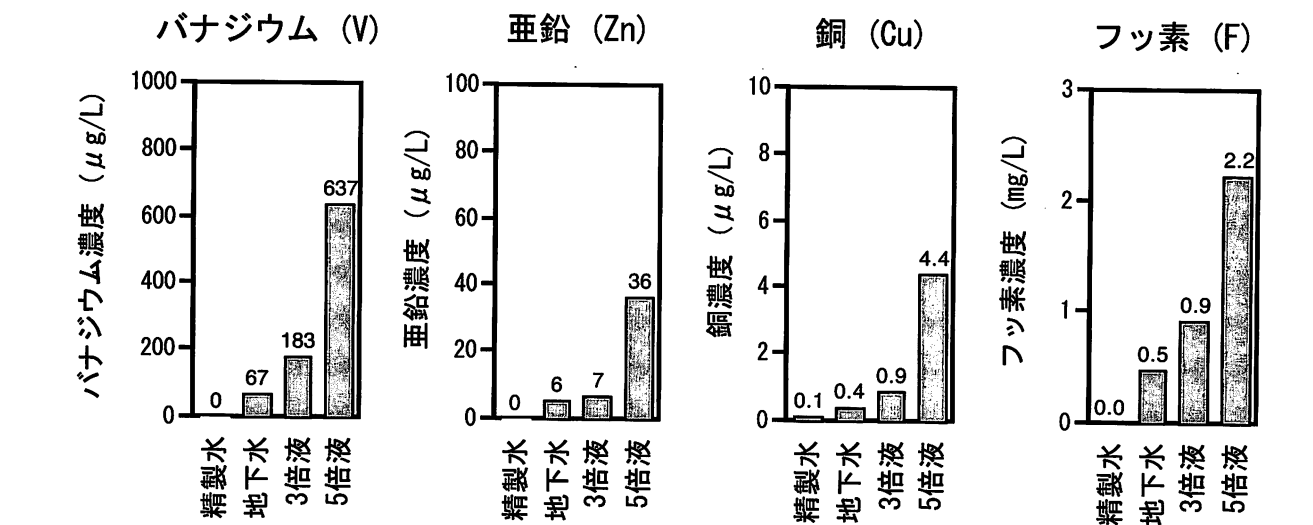


図1-1 富士山地下水濃縮液中の微量元素濃度

水濃縮液中の微量元素の分析結果を図1-1に示す。濃縮を行っていない富士山地下水中のバナジウム濃度は $67\mu\text{g/L}$ 、3倍濃縮液で $183\mu\text{g/L}$ 、5倍濃縮液で $637\mu\text{g/L}$ となっていた。銅や亜鉛およびフッ素濃度も濃縮することにより、増加していることが確かめられた。しかし、各元素により濃縮度が異なっていた。以降、循環式凍結濃縮装置で設定した倍率を便宜的に用い、3倍濃縮液および5倍濃縮液とする。また、フッ素は富士北麓地域地下水に比較的高濃度含まれており（瀬子ほか，2004）、濃縮操作により水道の水質基準である 0.8mg/L を超えていた。

動物の体重変化

インスリン非依存型糖尿病疾患モデルマウス（KK-Ay）を5週齢から18週齢まで13週間、富士山地下水濃縮液（1倍，3倍，5倍）を飲料水として与え飼育した。また、これら動物の対照としてバナジウムを含まない精製水（ 0mg/L ，DW）でも動物を飼育し、これを対照群とした。図1-2に動物の体重の測定結果を示す。精製水を与えて飼育したマウスの体重は、6週齢で30グラム、10週齢で40グラム、15週齢で50グラムとなり、成長に伴い体重の増加が認められた。富士山地下水濃縮液を与えた動物においても体重増加が認められ、5倍濃縮液を与えた動物でも対照群と差は全く認められなかった。

血糖値ならびに飲料水とエサの摂取量

図1-3には動物の血糖値の測定結果を示す。精製水を与えて飼育したマウスの血糖値は、始め 200mg/dL であったが、8週齢で 400mg/dL を超え、10週齢以降高い値を維持した。富士山地下水濃縮液を与えた動物においても、同様に血糖値の上昇が認められ、精製水で飼育したマウスと有意な差は認められなかった。

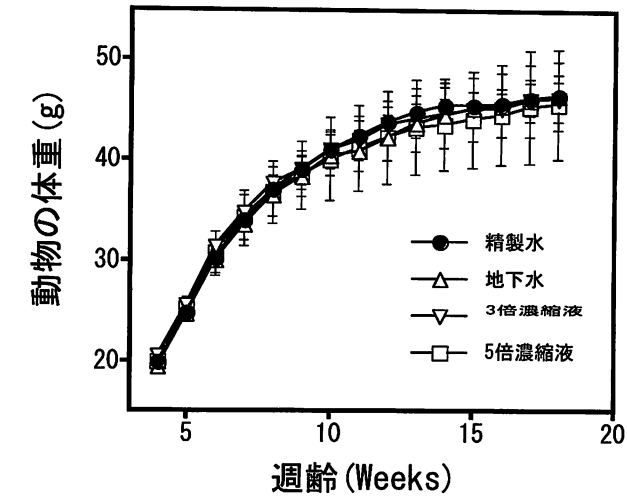


図1-2 富士山地下水濃縮液を与えて飼育した動物の体重変化。平均(n=5)±標準偏差

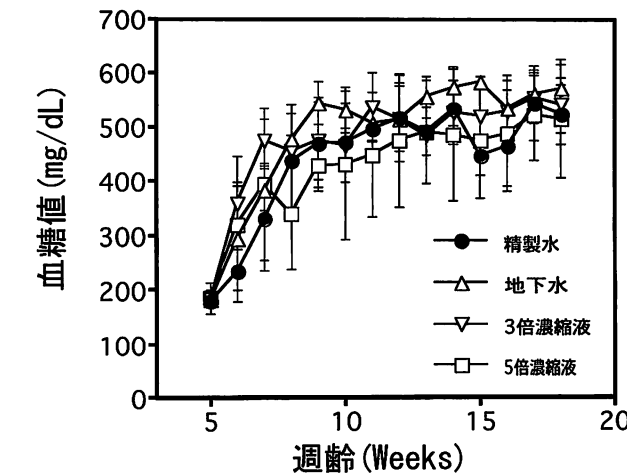


図1-3 富士山地下水濃縮液を与えて飼育した動物の血糖値変化。平均(n=5)±標準偏差

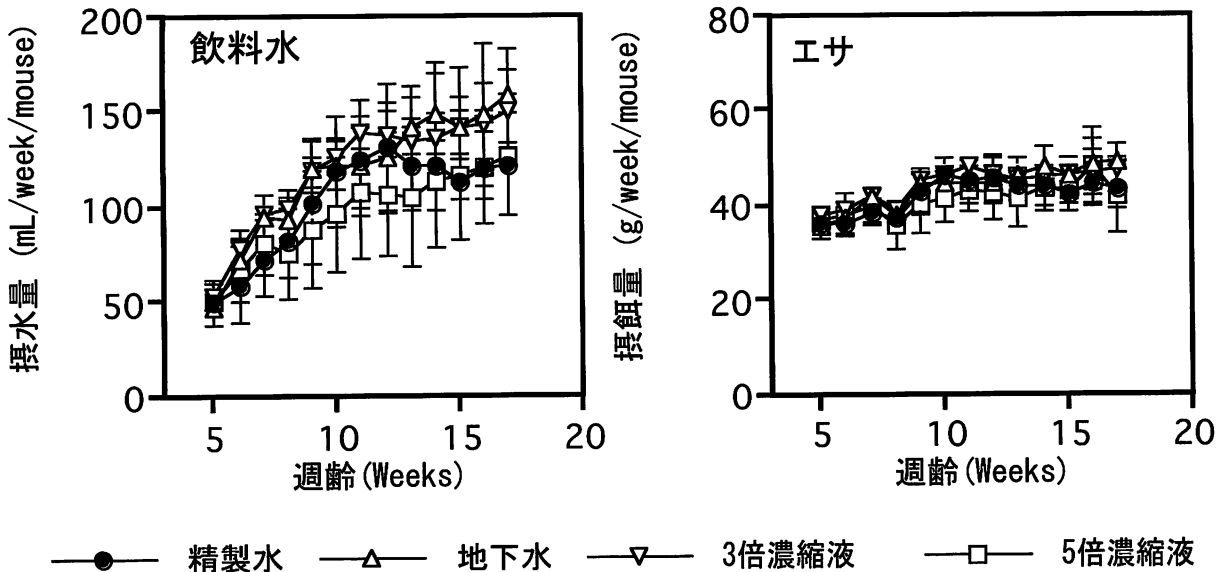


図1-4 富士山地下水濃縮液およびエサの摂取量。平均(n=5)±標準偏差

飼育期間中の動物が摂取した富士山地下水濃縮液およびエサの量を測定した結果を図1-4に示す。飲水量および摂餌量とも、有意な違いは認められなかった。

ヘモグロビンA1c量

富士山地下水濃縮液を与え、8週齢および10週齢の時点でヘモグロビンA1c量の測定を行った。その結果を図1-5に示す。8週齢ではヘモグロビンA1cの値は、どの群でも7%前後で、有意な違いは認められなかった。10週齢になると、地下水を与えた動物と、5倍濃縮液を与えた動物との間で有意な差が認められた ($p<0.05$)。しかし、精製水を与えた動物との間では差は認められなかった。

総コレステロールならびに中性脂肪

総コレステロールおよび中性脂肪の測定結果を図1-6に示す。総コレステロールは図1-5に示したヘモグロビンA1cの結果と同様に地下水を与えた動物と5倍濃縮液を与

えた動物との間で有意な差が認められた ($p<0.05$)。中性脂肪は、5倍濃縮液を与えて飼育した動物において、精製水ならびに地下水でそれぞれ飼育した動物とそれぞれ有意な差が認められた ($p<0.05$)。

臓器重量ならびに毒性指標

肝臓、腎臓、心臓、脾臓の臓器重量の測定結果、および、これら臓器重量をそれぞれの体重当たりに補正した結果を図1-7、図1-8、図1-9および図1-10に示す。図1-7に示すごとく、体重当たりの肝臓重量が5倍濃縮液を与えた動物において、精製水を与えた動物に較べ有意に減少した ($p<0.05$)。しかし、他の臓器においては、有意な違いは認められなかった。

肝障害および腎障害の指標であるGOT、GPT活性ならびにBUN値の測定を行った。図1-11に示すごとく、GOT、GPT活性の変動は認められなかったが、BUN値の有意な減少が認められた。一般にBUN値は腎障害で上昇

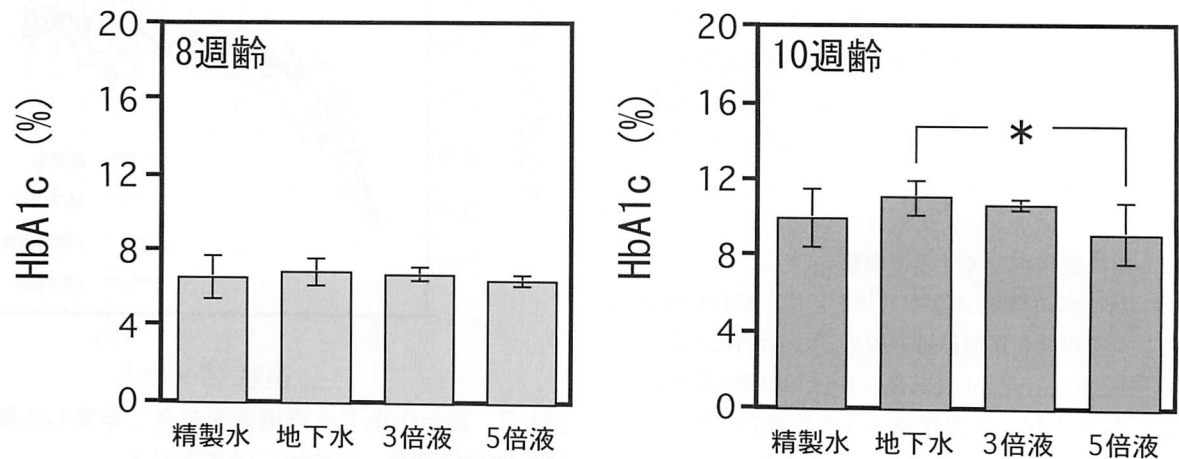


図1-5 富士山地下水濃縮液を与えて飼育した動物のHbA1c量。平均(n=5)±標準偏差、* $p<0.05$

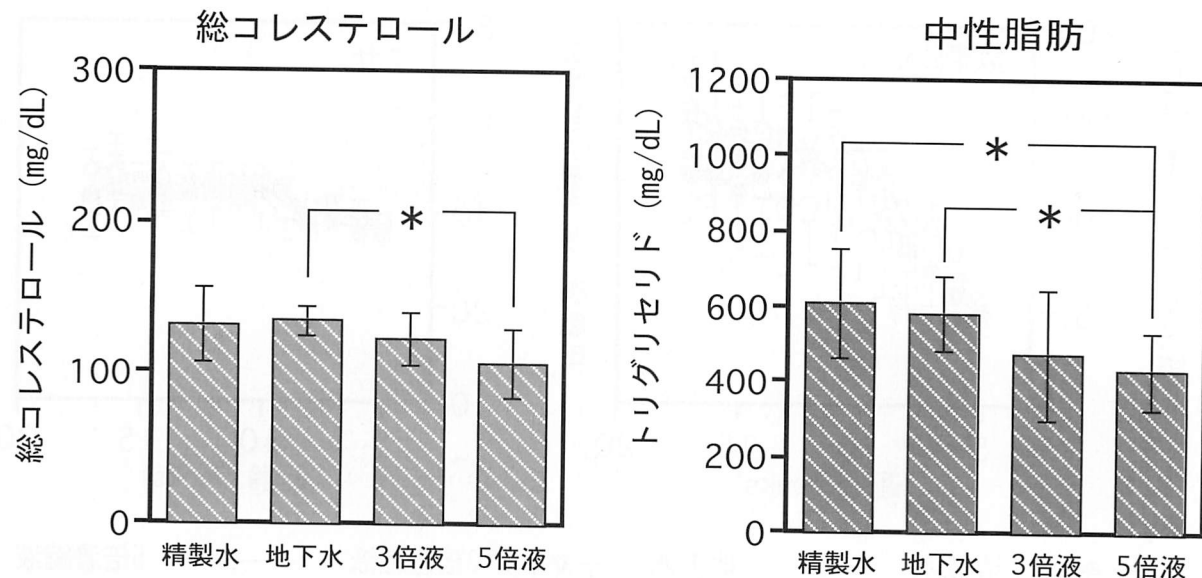


図1-6 富士山地下水濃縮液を与えて飼育した動物の総コレステロールおよび中性脂肪。平均(n=5)±標準偏差、* $p<0.05$

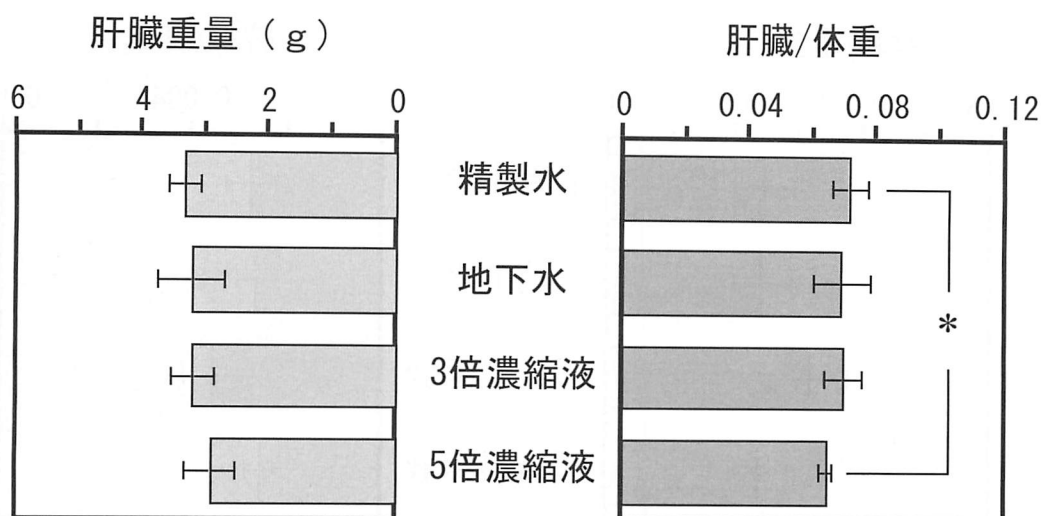


図1-7 富士山地下水濃縮液を与えて飼育した動物の肝臓重量. 平均(n=5)±標準偏差、*p<0.05

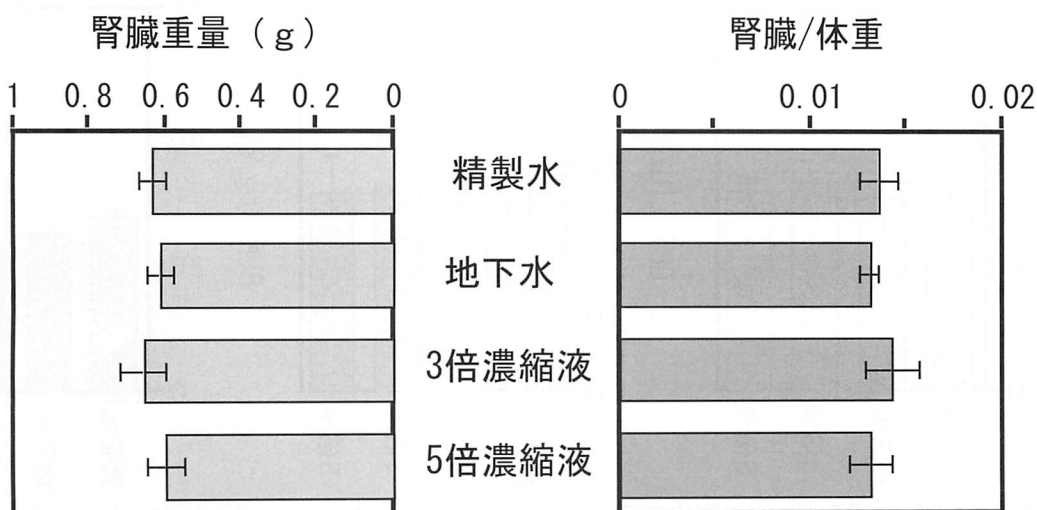


図1-8 富士山地下水濃縮液を与えて飼育した動物の腎臓重量. 平均(n=5)±標準偏差

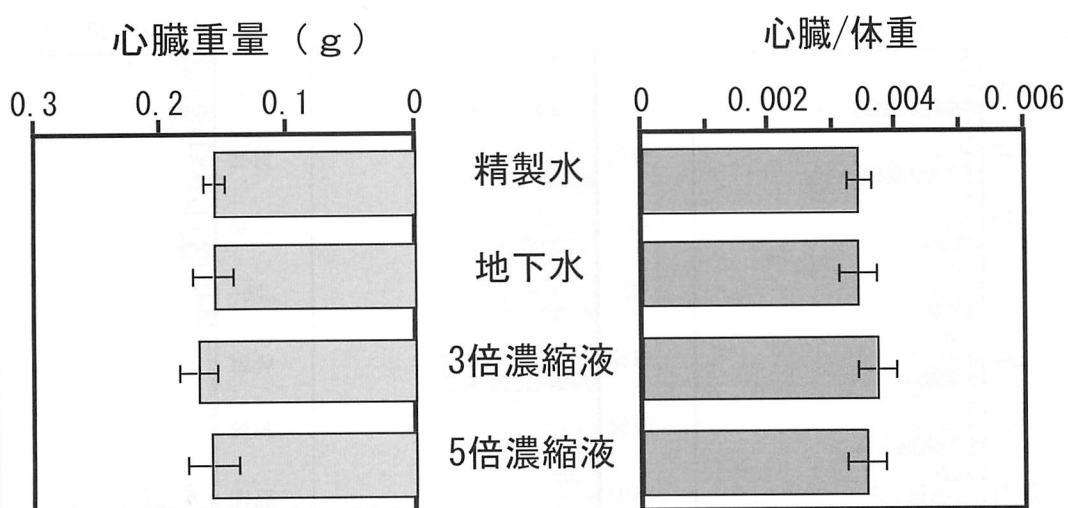


図1-9 富士山地下水濃縮液を与えて飼育した動物の心臓重量. 平均(n=5)±標準偏差

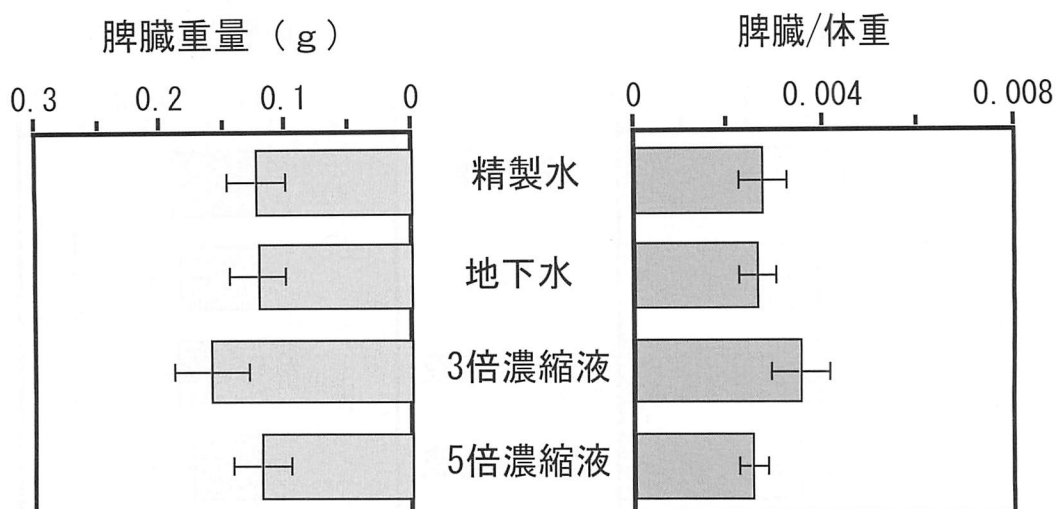


図1-10 富士山地下水濃縮液を与えて飼育した動物の脾臓重量. 平均(n=5)±標準偏差

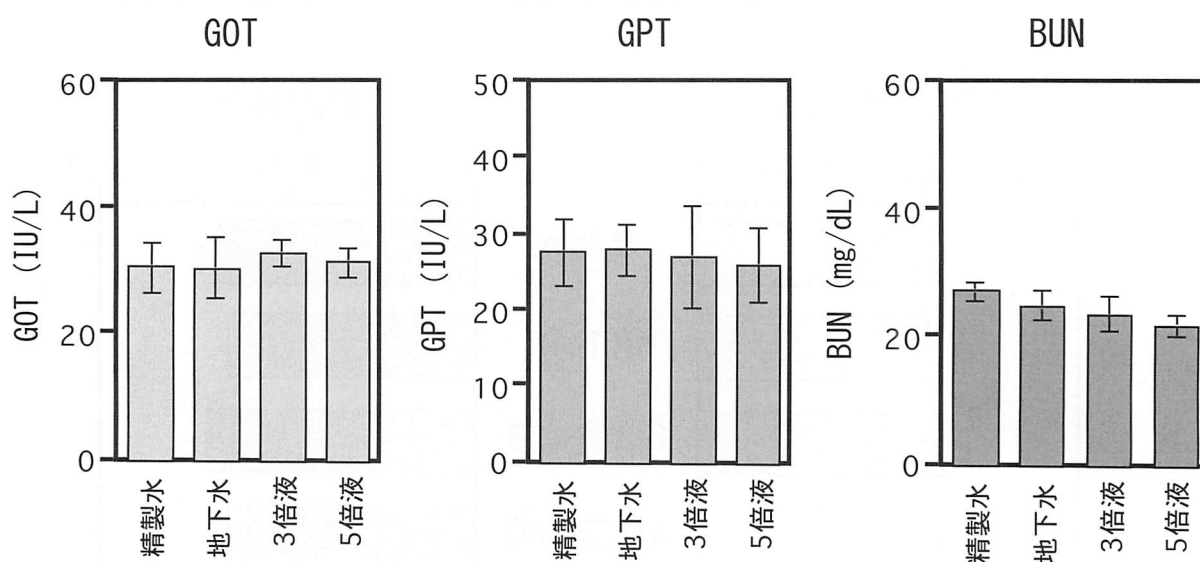


図1-11 血漿中GOT, GPT, BUNの測定結果. 平均(n=5)±標準偏差

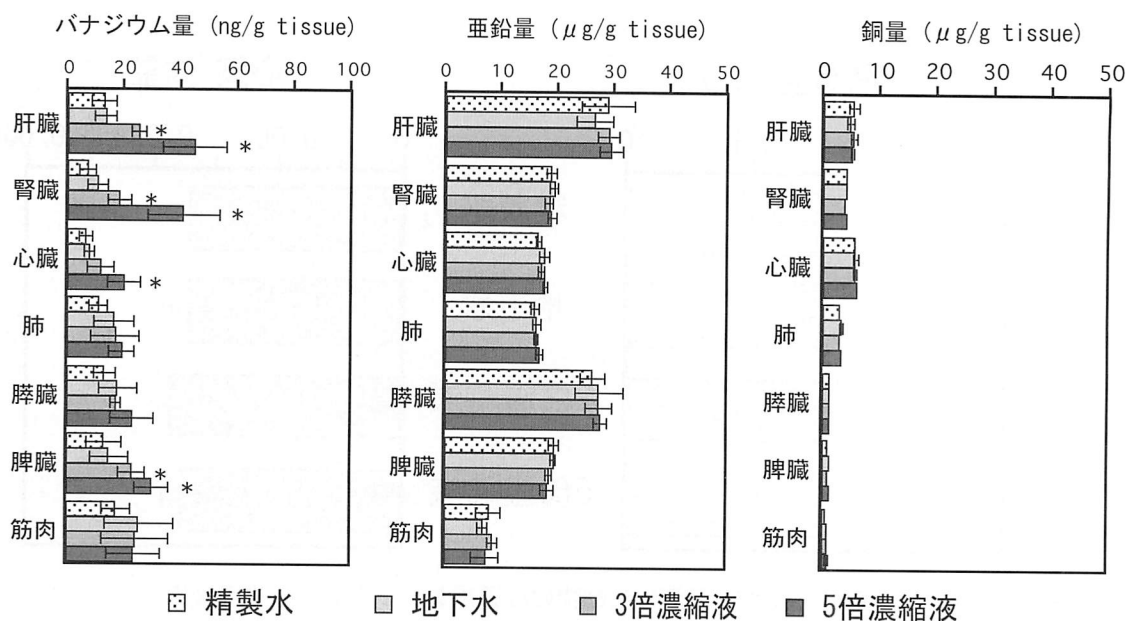


図1-12 富士山地下水濃縮液で飼育した動物の臓器中微量元素量. 平均(n=5)±標準偏差、*p<0.05

するため、腎障害の有無を検査するものである。この値が濃縮水投与によって低下した機構や意味は現時点では不明であるが、動物体内での尿素窒素代謝の変化、測定試料中のバナジウムによる測定反応の阻害なども想定される。

臓器中の微量金属元素量

図1-12に肝臓、腎臓、心臓、肺、膵臓、脾臓、筋肉に蓄積したバナジウム、銅、亜鉛量の測定結果を示す。どの臓器においても富士山地下水の濃縮度の増加に伴い、バナジウム蓄積量の増加が認められた。しかし、銅と亜鉛では変動は認められなかった。

1-4. まとめ

富士山濃縮液（1倍、3倍、5倍）を糖尿病疾患モデルマウスに13週間飲料水として与えた結果、血糖値の改善効果は認められなかった。しかし、5倍濃縮液を与えた動物の肝臓、腎臓、心臓、膵臓においてバナジウム蓄積量の増加が認められ、中性脂肪の量がわずかではあるが有意に減少した。さらに体重当たりの肝重量も有意に減少した。これらの結果から、富士山地下水濃縮液が脂質代謝に影響をおよぼす可能性が示唆された。ただし、5倍濃縮液にはバナジウム以外にフッ素が2.2 mg/Lも含まれている。この濃度は水道の水質基準の2.8倍である。また、フッ素とバナジウムは共に骨組織に蓄積されやすいという共通の性質を持っているため、両者の間には何らかの相互作用があるかもしれない。今後、富士山地下水を用いて検討を行う場合、バナジウム以外にフッ素にも注目する必要がある。

2. 経口糖尿病薬とバナジウムの併用効果に関する検討

2-1. 研究の目的

富士山地下水の飲用により糖尿病の病状が改善されたという話を聞くことがあるが、患者は経口糖尿病薬を服用しているケースが多いと思われる。そこで、比較的低用量のバナジウムが経口糖尿病薬の効果を増強するか否かを検証するため、バナジウム溶液およびバナジウムを含まない精製水でそれぞれ飼育した糖尿病疾患モデル動物に、経口糖尿病薬（グリベンクラミド、ブホルミン）を投与して糖尿病治療効果を比較検討した。

2-2 実験方法

2-2-1. バナジウム水溶液とグリベンクラミドとの併用実験

2-2-1-(1) 単回投与実験

インスリン非依存型糖尿病疾患モデル動物（KK-Ayマウス、オス、5週齢）を、室温23±1℃、相対湿度47～53%、明暗サイクル12時間のバリアシステムを施した動物飼育室に搬入した。これら動物に1mg/Lのバナジウム溶液をそれぞれ飲料水として与え、γ-線滅照射配合飼料（CE-2）で5週齢から10週齢まで5週間飼育した。飼育期間中定期的に動物の血糖値および体重の測定を行った。10週齢の時点で、経口糖尿病治療薬であるグリベンクラミドを0、50あるいは100mg/kgの割合で1回投与し、4時間後まで経時的に血糖値の測定を行った。さらに飼育を続け、4日後に解剖して血糖値、ヘモグロビンA1C、生化学的検査（TCHO、TG、GOT、GPT、BUN）および臓器重量を測定した。対照としてバナジウム溶液の代わりに精製水を与えた動物についても同様の操作を行った。

2-2-1-(2) 反復投与実験

インスリン非依存型糖尿病疾患モデル動物（KK-Ayマウス、オス、5週齢）を、室温23±1℃、相対湿度47～53%、明暗サイクル12時間のバリアシステムを施した動物飼育室に搬入した。これら動物に1mg/Lのバナジウム溶液をそれぞれ飲料水として与え、γ-線滅照射配合飼料（CE-2）で5週齢から9週齢まで4週間飼育した。飼育期間中定期的に動物の血糖値および体重の測定を行った。9週齢の時点で、経口糖尿病治療薬であるグリベンクラミドを0、5あるいは20mg/kgの割合で一日1回ずつ、10日間連続投与した。投与期間中、体重、血糖値およびヘモグロビンA1Cを測定した。11日目に解剖して生化学的検査（TCHO、TG、GOT、GPT、BUN）および臓器重量の測定を行った。対照としてバナジウム溶液の代わりに精製水を与えた動物についても同様の操作を行った。

2-2-2. バナジウム水溶液とブホルミンとの併用実験（反復投与）

インスリン非依存型糖尿病疾患モデル動物（KK-Ayマウス、オス、5週齢）を、室温23±1℃、相対湿度47～53%、明暗サイクル12時間のバリアシステムを施した動物飼育室に搬入した。これら動物に1mg/Lのバナジウム溶液をそれぞれ飲料水として与え、γ-線滅照射配合飼料（CE-2）で5週齢から9週齢まで4週間飼育した。飼育期間中定期的に動物の血糖値および体重の測定を行った。9週齢の時点で、経口糖尿病治療薬であるブホルミンを0、60、80あるいは100mg/kgの割合で一日1回ずつ、10日間連続投与した。投与期間中、体重、血糖値およびヘモグロビンA1Cを測定した。11日目に解剖して生化学的検査

査 (TCHO、TG、GPT、BUN、CPK) および臓器重量測定を行った。対照としてバナジウム溶液の代わりに精製水を与えた動物についても同様の操作を行った。

2-2-3. 地下水中バナジウムの化学形態分析

バナジウムの化学形態分析はHPLC/ICP-MSシステムを用いて分析を行った (長谷川・瀬子, 2004)。すなわち、HPLC (HP-1100、横河アナリティカルシステムズ) の分析用カラムにCapcell Pack UG120 (資生堂)、移動相には6%メタノールおよび2 mMテトラブチルアンモニウムフォスフェイトを含む3 mM EDTA溶液を用い、0.5 ml/minの流量でバナジウム化合物の分離を行い、オンラインでICP-MSに導入して51 m/zによるバナジウムの測定を行った。

2-2-4. 各種測定法

1-2-3と同様の方法を用いた。

2-3. 結果と考察

2-3-1. バナジウム水溶液とグリベンクラミドとの併用実験

比較的低用量のバナジウム投与によって経口糖尿病薬の効果が増強されるか否かを検証するため、1mg/Lのバナジウム水溶液を与えて5週間飼育した糖尿病動物に、グリベンクラミドを経口投与し、糖尿病治療効果を検討した。なお、この実験に用いたグリベンクラミドは第二世代のスルホニルウレア系の薬物で、その主な作用機序は膵臓のβ細胞におけるインスリンの分泌促進作用とされている。

2-2-1-(1)単回投与実験

バナジウム溶液中でのプレ飼育

インスリン非依存型糖尿病疾患モデルマウス (KK-Ay) を5週齢から10週齢まで5週間、バナジウム濃度を1 mg/Lに調製した水溶液を飲料水として与えて飼育した (この濃度は富士山地下水に含まれているバナジウム濃度の約10倍である)。また、これら動物の対照群としてバナジウムを含まない精製水 (0 mg/L, DW) でも動物を飼育した。なお、富士山地下水中のバナジウムについて、化学形態分析を行った結果、そのほとんどが5価のバナデート (VO₃⁻) であることが判明した (図2-1)。そのため、代表的な5価のバナジウム化合物であるメタバナジン酸アンモニウム (NH₄VO₃) を用いて、1 mg/Lのバナジウム溶液を調製した。

図2-2にバナジウム溶液中でのプレ飼育期間中の動物の体重の測定結果、図2-3には血糖値の測定結果を示す。体重は週齢の増加と共に増加し、両群の間で差は認められな

かった。血糖値も週齢と共に増加し、両群の間で有意な差は認められなかった。これらバナジウム溶液および精製水でプレ飼育をした動物にグリベンクラミドを投与した。

グリベンクラミド投与後の血糖値変化

バナジウム溶液中でプレ飼育した動物にグリベンクラミドを一回経口投与し、経時的に血糖値の測定を行った。なお、グリベンクラミド投与の当日は、午前9時にエサを飼育ケージから取り除き、4時間後の午後1時にグリベンクラミドを0、50、または100 mg/kgの割合で投与し

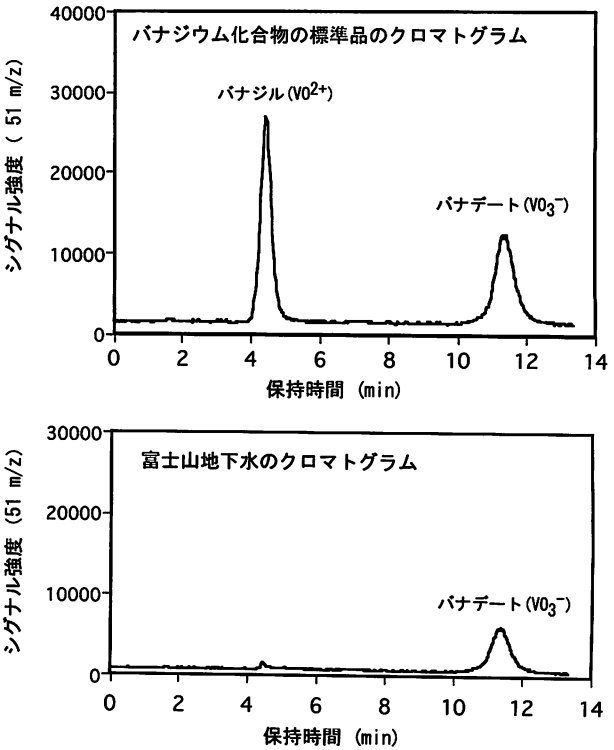


図2-1 富士山地下水中バナジウムの化学形態分析

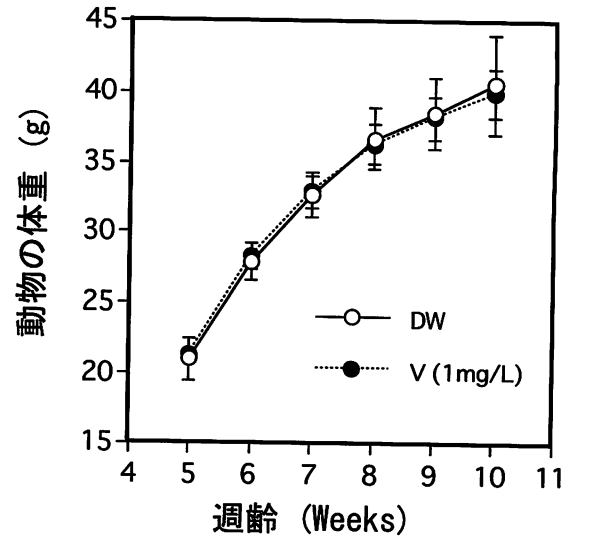


図2-2 バナジウム溶液によるプレ飼育期間中の体重変化. 平均(n=4)±標準偏差

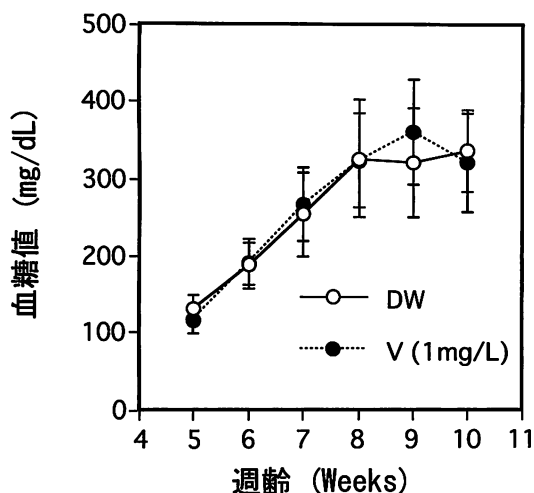


図2-3 バナジウム溶液によるプレ飼育期間中の血糖値変化. 平均(n=4)±標準偏差

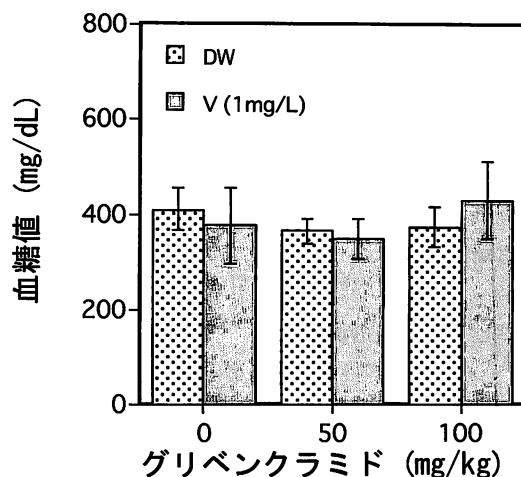


図2-6 グリベンクラミド投与4日目のHbA1cの測定結果. 平均(n=4)±標準偏差

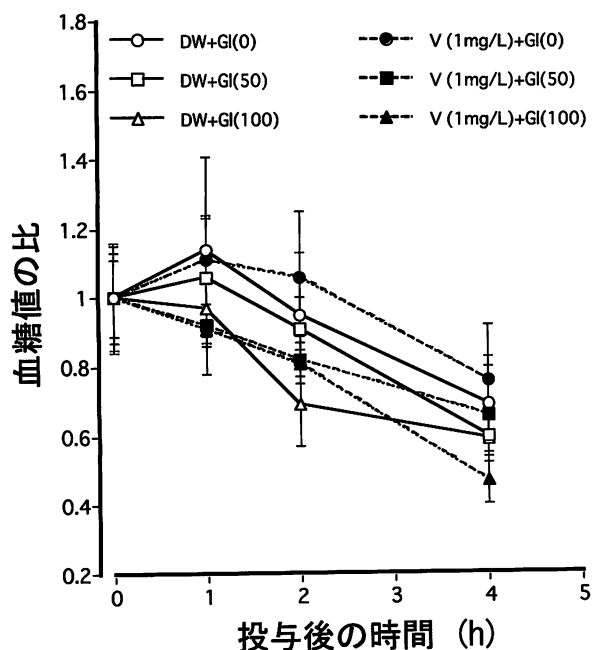


図2-4 グリベンクラミド投与後の血糖値の変化. 平均(n=4)±標準偏差

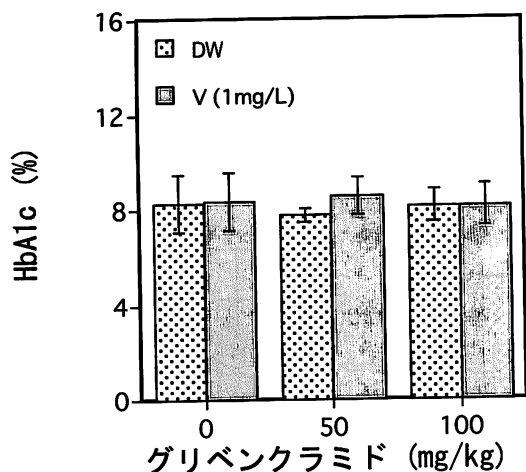


図2-5 グリベンクラミド投与4日目の血糖値の測定結果. 平均(n=4)±標準偏差

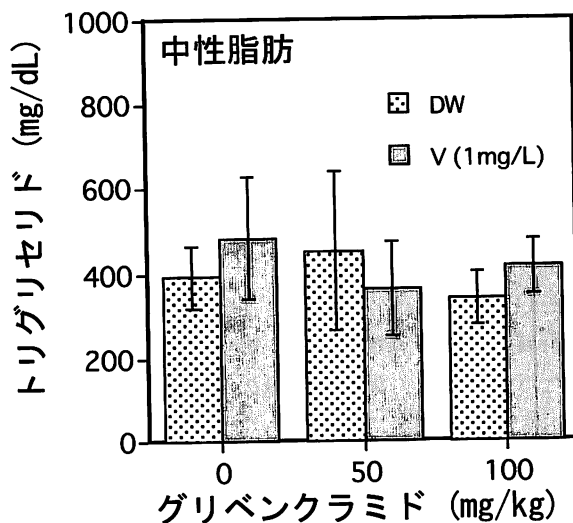
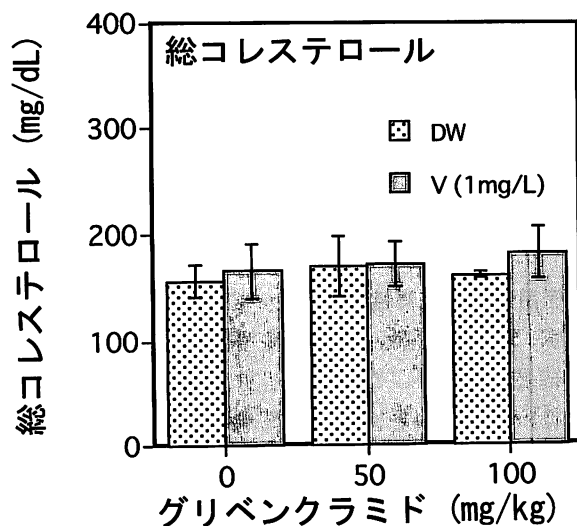


図2-7 血漿中総コレステロールおよび中性脂肪の測定結果. 平均(n=4)±標準偏差

た。投与後1, 2, 4時間後に血糖値を測定した結果、図2-4に示すごとく、糖尿病治療薬を与えない群も含めて、すべての群で血糖値の経時的な減少が認められた。糖尿病治療薬の投与量の増加に伴って血糖値減少の程度は増加したが、バナジウム投与の効果は認められなかった。

ヘモグロビンA1c量の測定

グリベンクラミド投与4日後にヘモグロビンA1cの測定を行ったが、治療薬投与ならびにバナジウム投与の影響は認められなかった(図2-5)。図2-6には、血糖値の測定結果を示すが、ヘモグロビンA1cの結果と同様の結果であった。

総コレステロールおよび中性脂肪

グリベンクラミド投与4日後に動物を解剖し、血液を採取して総コレステロール(TCHO) および中性脂肪(TG) の測定を行った。その結果を図2-7に示す。これらの測定結果も、バナジウムを与えて飼育した動物と精製水を与えた飼育した動物とで有意な違いは認められなかった。

臓器重量ならびに毒性指標

肝臓、腎臓、心臓、脾臓の臓器重量の測定結果、および、これら臓器重量をそれぞれの体重当たりにも補正した結果を図2-8と図2-9に示す。糖尿病治療薬とバナジウムならびに両者の併用投与は、臓器重量に影響しなかった。

肝障害および腎障害の指標であるGOT、GPTおよびBUNの測定結果を図2-10に示す。GOT、GPTおよびBUNとも有意な変動はなく、障害の発現は認められなかった。

臓器中の微量金属元素量

図2-11, 図2-12, 図2-13, 図2-14, 図2-15に肝臓、腎臓、脾臓、肺、心臓中に蓄積したバナジウム、銅、亜鉛量の測定結果を示す。どの臓器においてもバナジウム溶液で飼育した動物において、バナジウム蓄積量の増加が認められた。しかし、銅と亜鉛の変動は認められなかった。

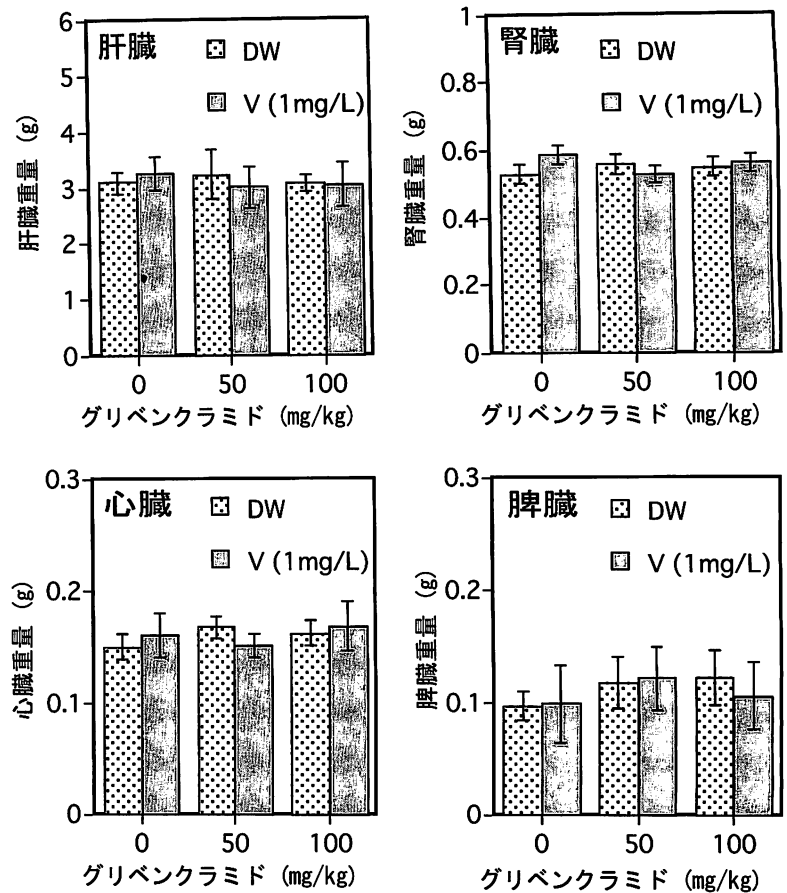


図2-8 臓器重量の測定結果. 平均(n=4)±標準偏差

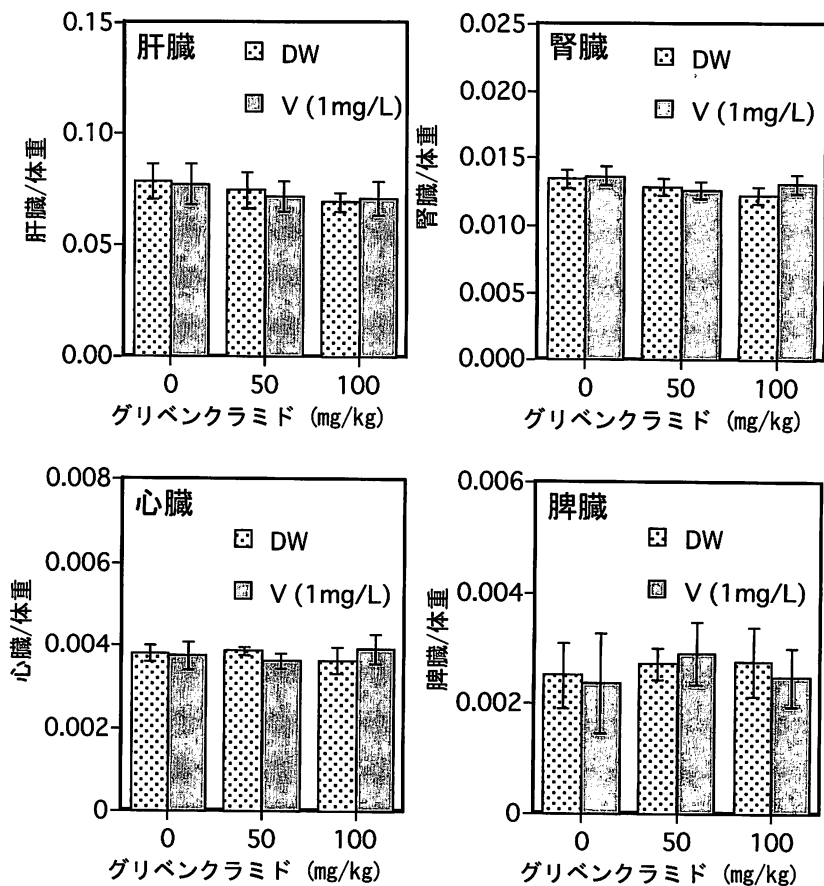


図2-9 体重当たりの臓器重量. 平均(n=4)±標準偏差

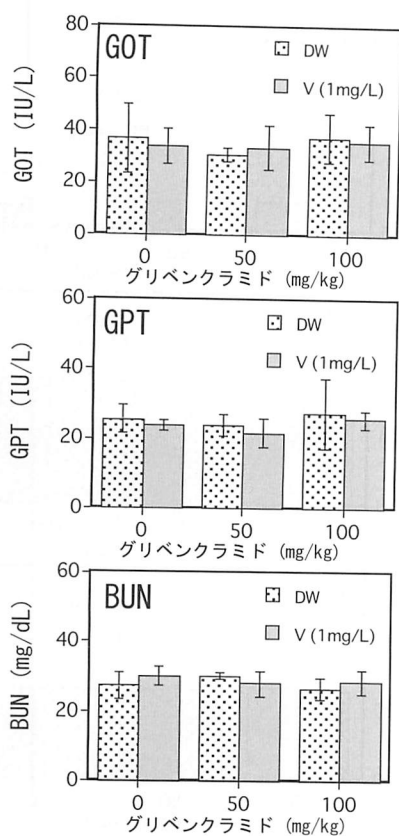


図2-10 血漿中GOT, GPT, BUNの測定結果.
平均(n=4)±標準偏差

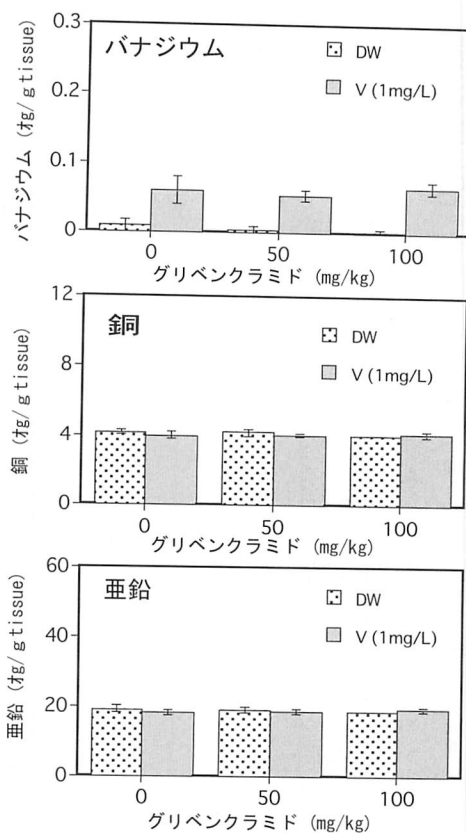


図2-12 腎臓中の微量元素元素量.
平均(n=4)±標準偏差

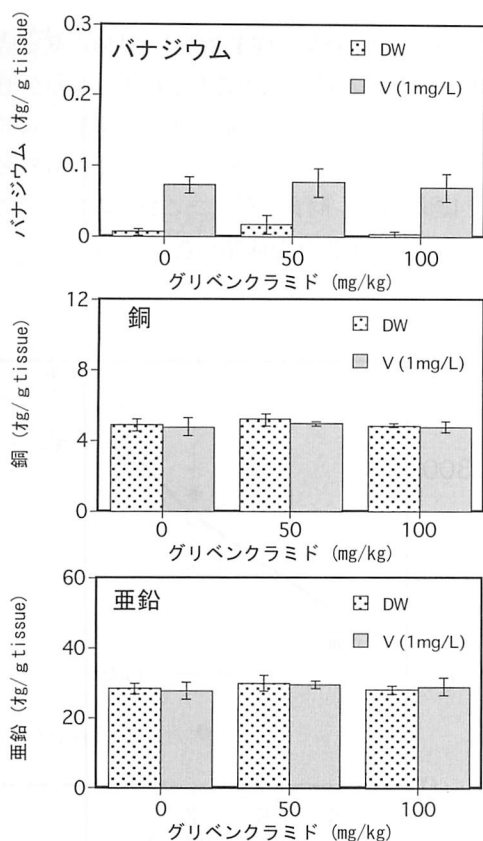


図2-11 肝臓中の微量元素元素量.
平均(n=4)±標準偏差

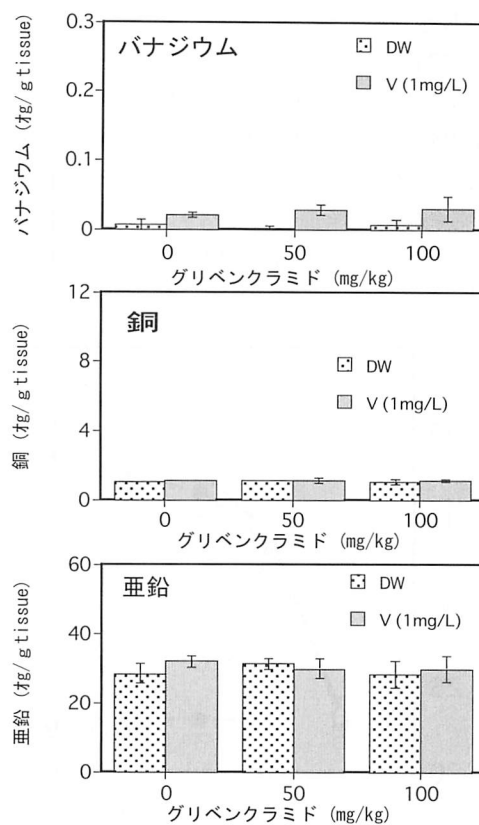


図2-13 脾臓中の微量元素元素量
平均(n=4)±標準偏差

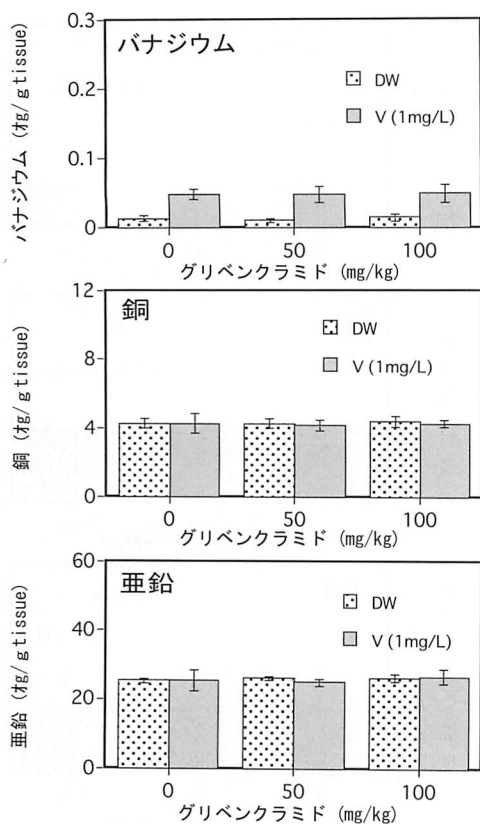


図2-14 肺中の微量元素量
平均(n=4)±標準偏差

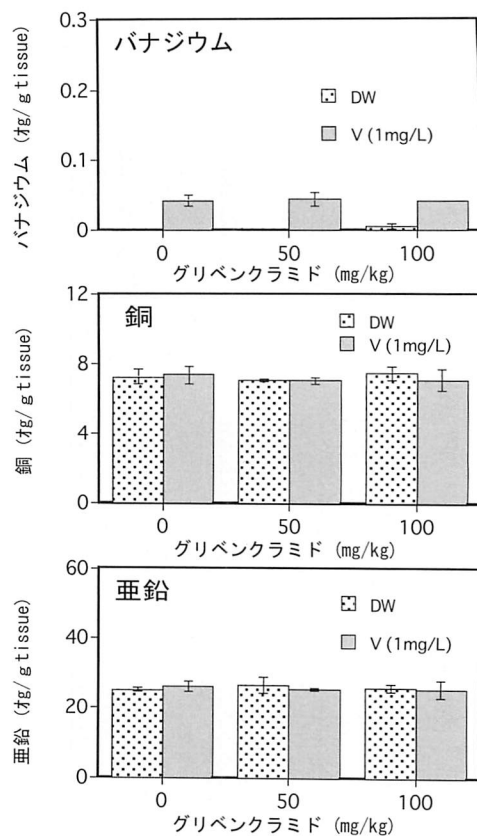


図2-15 心臓中の微量元素量
平均(n=4)±標準偏差

2-2-1-(2)反復投与実験

バナジウム溶液でのプレ飼育

インスリン非依存型糖尿病疾患モデルマウス (KK-Ay) を5週齢から9週齢まで4週間、バナジウム濃度を1 mg/Lに調製した水溶液を飲料水として与え飼育した。また、これら動物の対照群としてバナジウムを含まない精製水 (0mg/L, DW) でも動物を飼育した。図3-1にこれ

ら動物の体重の測定結果、図3-2には血糖値の測定結果を示す。体重は両群の間で差は認められず、週齢が増すにつれて増加した。血糖値も週齢と共に増加し、両群の間で有意な差は認められなかった。バナジウム溶液および精製水で4週間のプレ飼育を行ったこれらのマウスに、グリベンクラミド反復投与を開始した。

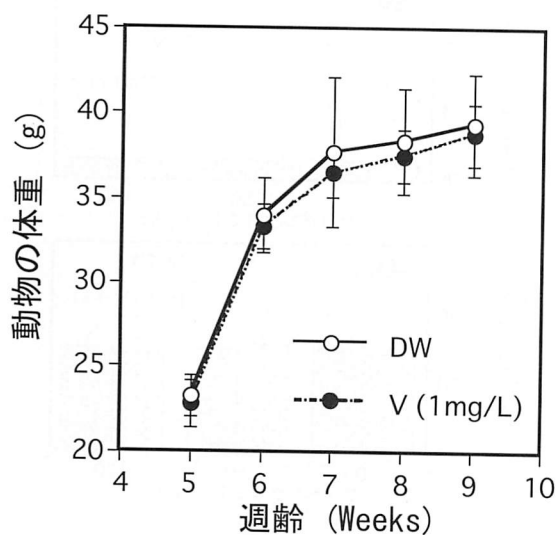


図3-1 バナジウム溶液によるプレ飼育期間中の体重変化。平均(n=4)±標準偏差

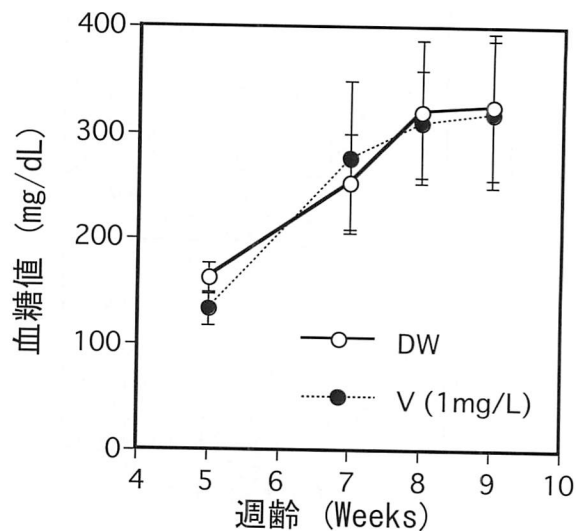


図3-2 バナジウム溶液によるプレ飼育期間中の血糖値変化。平均(n=4)±標準偏差

グリベンクラミド投与期間中の血糖値および体重の変化

バナジウム溶液でプレ飼育した動物にグリベンクラミド (0、5、20mg/kg) を1日1回ずつ投与し、経日的に血糖値および体重の測定を行った。なお、グリベンクラミト投与期間は、毎日午前10時にエサを飼育ケージから取り除き、6時間後の午後4時にグリベンクラミドを投与した。グリベンクラミトの投与4日目および9日目に血糖値を測定した。その結果を図3-3に示す。ここで用いた糖尿病治療薬投与条件では、治療薬投与の効果は認められず、また、バナジウム併用の影響もなかった。図3-4には

体重の測定結果を示すが、こちらも差は認められなかった。

ヘモグロビンA1c量の測定

グリベンクラミド投与9日目にヘモグロビンA1cの測定

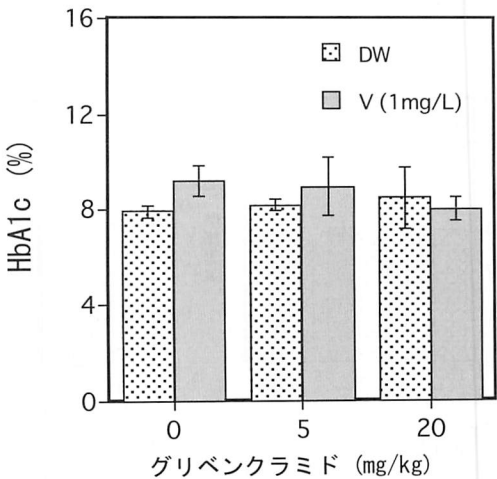


図3-5 グリベンクラミド投与9日目のHbA1cの測定結果. 平均(n=4)±標準偏差

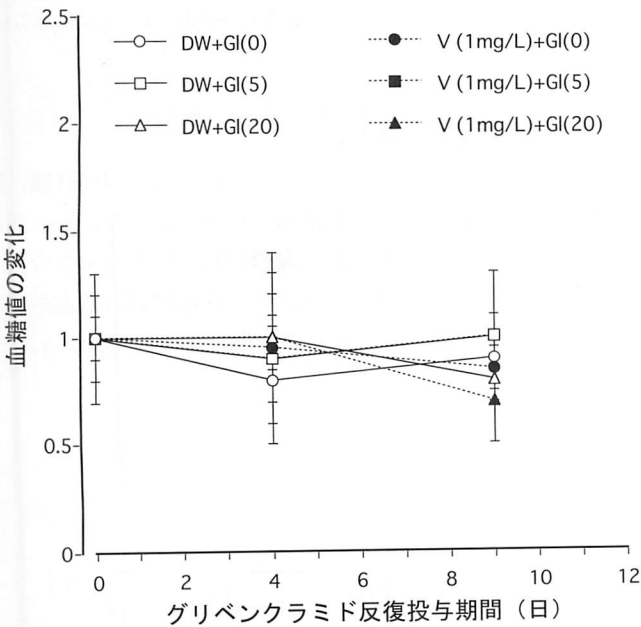


図3-3 グリベンクラミト反復投与期間中の血糖値変化. 平均(n=4)±標準偏差

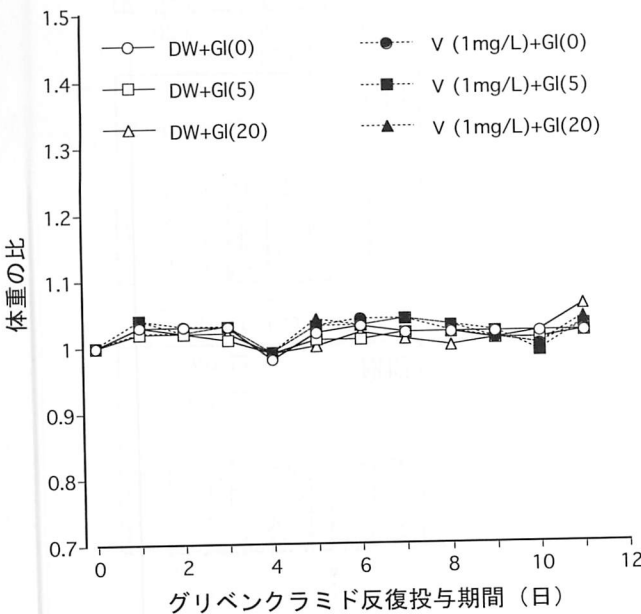


図3-4 グリベンクラミド反復投与期間中の体重変化. 平均(n=4)

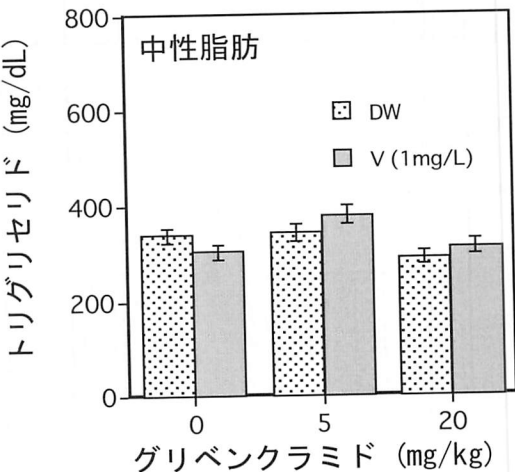
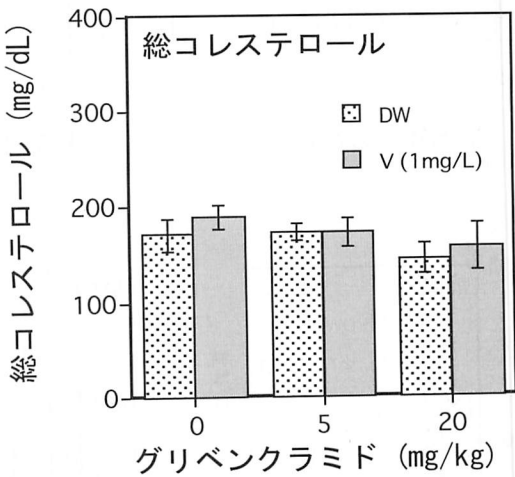


図3-6 血漿中総コレステロールおよび中性脂肪の測定結果. 平均(n=4)±標準偏差

を行った。治療薬投与ならびにバナジウム併用の効果は認められなかった（図3-5）。

総コレステロールならびに中性脂肪

グリベンクラミド反復投与開始後11日目に動物を解剖し、血液を採取して総コレステロール（TCHO）および

中性脂肪（TG）の測定を行った。その結果を図3-6に示す。総コレステロールと中性脂肪に対しても、治療薬投与ならびにバナジウム併用の効果は認められなかった。

臓器重量ならびに毒性指標

肝臓、腎臓、心臓、脾臓の臓器重量の測定結果、および、これら臓器重量をそれぞれの体重当りに補正した結果を図3-7と図3-8に示す。これらの結果から臓器重量に変化のないことが示された。

肝障害および腎障害の指標であるGOT、GPTおよびBUNの測定結果を図3-9に示す。GOT、GPTおよびBUNとも有意な変動はなく、障害の発現は認められなかった。

臓器中の微量金属元素量

図3-10、図3-11、図3-12、図3-13、図3-14に肝臓、腎臓、脾臓、肺、心臓中に蓄積したバナジウム、銅、亜鉛量の測定結果を示す。どの臓器においてもバナジウムを与えて飼育した動物で、バナジウム蓄積量の増加が認められた。しかし、銅と亜鉛の変動は認められなかった。

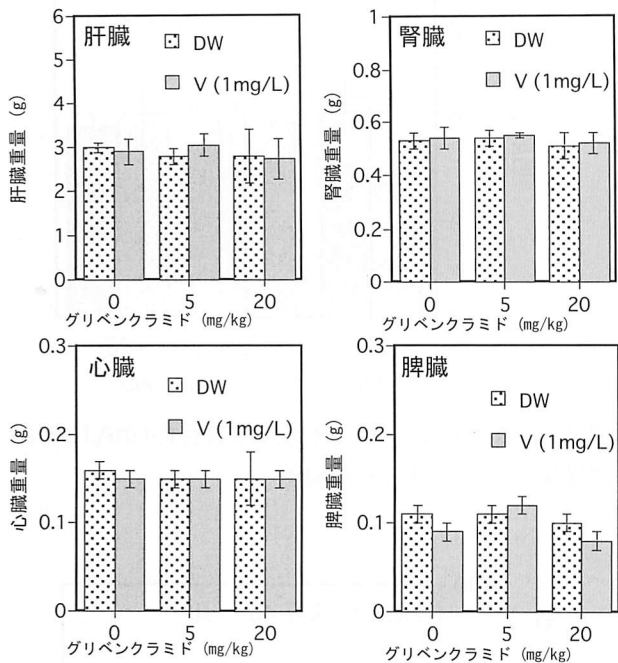


図3-7 臓器重量の測定結果. 平均(n=4)±標準偏差

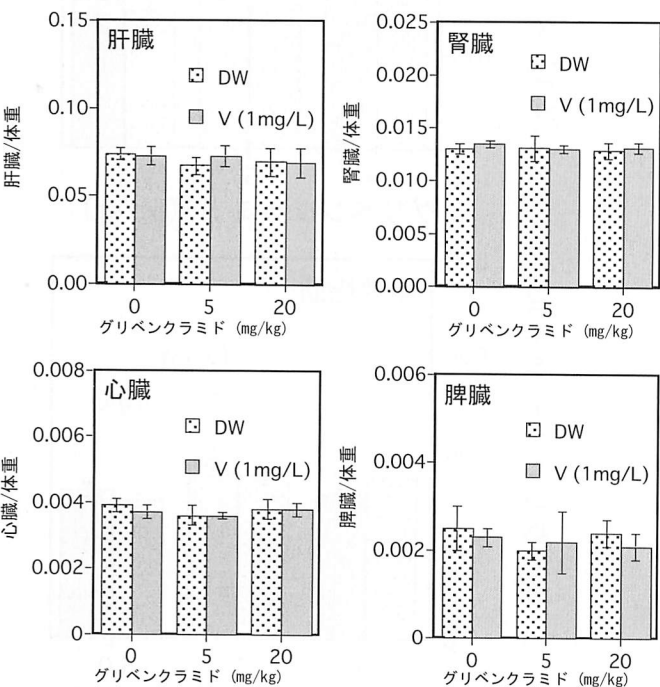


図3-8 体重当たりの臓器重量. 平均(n=4)±標準偏差

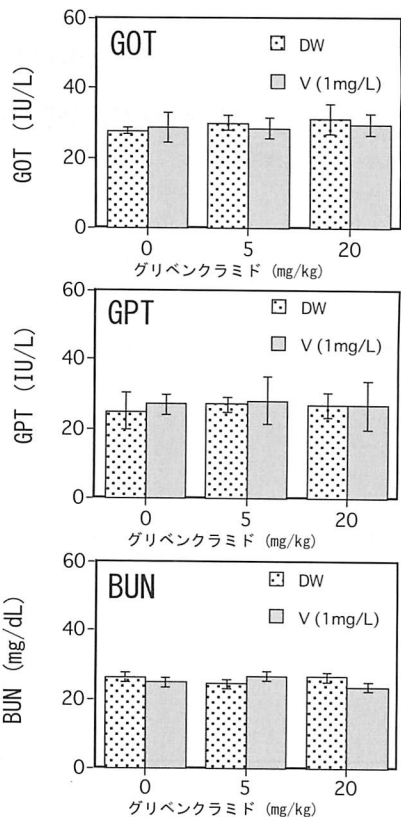


図3-9 血漿中GOT、GPT、BUNの測定結果. 平均(n=4)±標準偏差

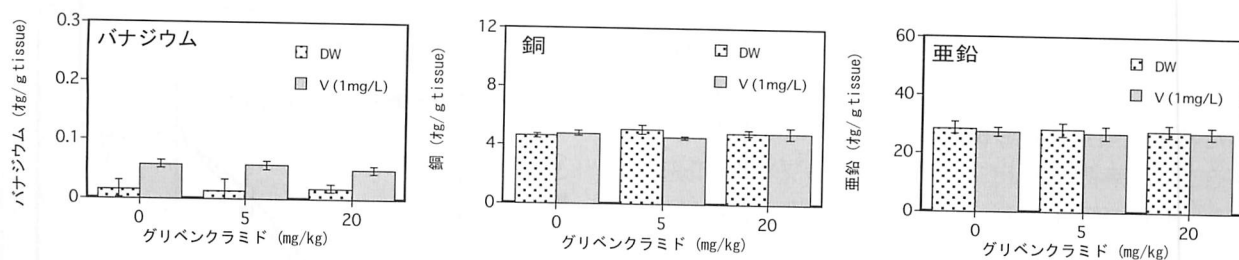


図3-10 肝臓中の微量元素元素量. 平均(n=4)±標準偏差

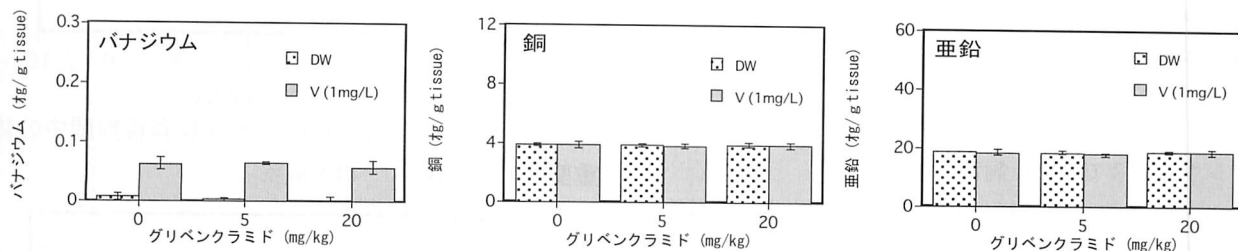


図3-11 腎臓中の微量元素元素量. 平均(n=4)±標準偏差

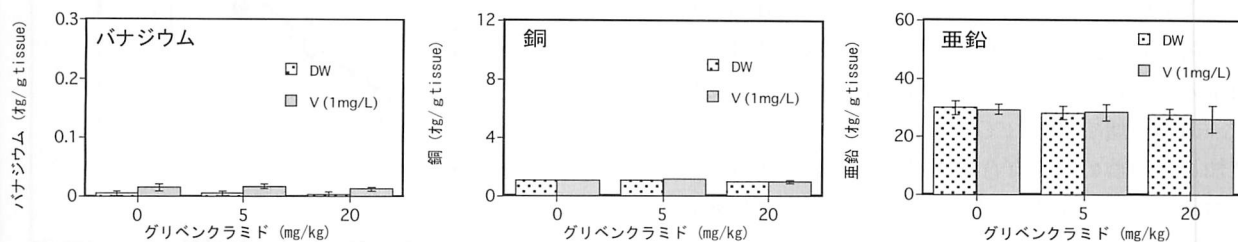


図3-12 脾臓中の微量元素元素量. 平均(n=4)±標準偏差

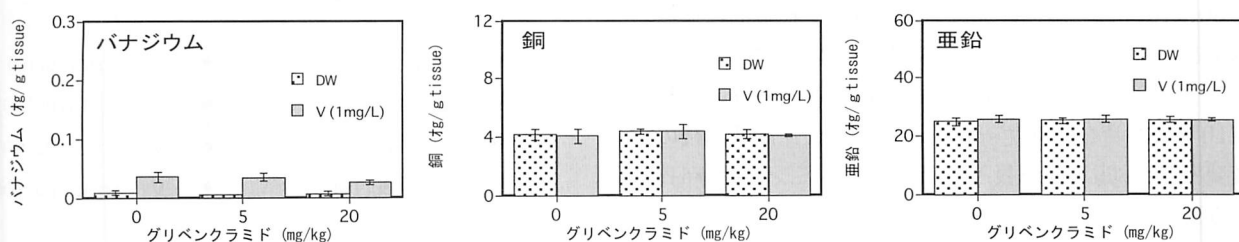


図3-13 肺中の微量元素元素量. 平均(n=4)±標準偏差

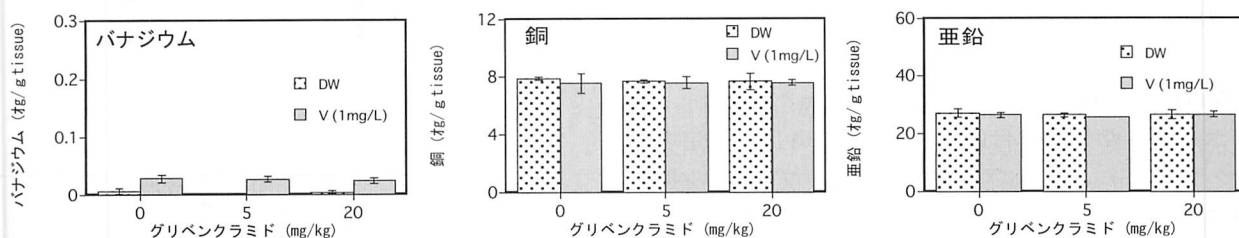


図3-14 心臓中の微量元素元素量. 平均(n=4)±標準偏差

2-3-2. バナジウム水溶液とブホルミンとの併用実験

これまでに示したごとく、スルホニルウレア系の薬剤であるグリベンクラミドを用いてバナジウム併用実験を行った結果、両化合物の併用の効果は認められなかった。そこで、薬物をグリベンクラミドからブホルミンに変更し、同様の検討を行った。なお、ブホルミンはピグアナイド系の薬物で、その作用機序はスルホニルウレア系の薬剤とは異なり、インスリンの分泌増加作用はなく、肝臓からのブドウ糖の放出抑制および末梢（主に筋肉）でのブドウ糖取り込みの増加が主なものとして知られている。さらに、消化管におけるブドウ糖の吸収の遅延ならびに脂肪酸酸化の抑制などの作用も知られている。

バナジウム溶液でのプレ飼育

インスリン非依存型糖尿病疾患モデルマウス（KK-Ay）を5週齢から9週齢まで4週間、バナジウム濃度を1 mg/Lに調製した水溶液を飲料水として与え飼育した（この濃度は富士山地下水に含まれているバナジウム量の約10倍である）。また、これら動物の対照群としてバナジウムを含まない精製水（0 mg/L, DW）でも動物を飼育した。図4-1にこれら動物の体重の測定結果、図4-2には血糖値の測定結果を示す。体重は両群の間で差は認められず、週齢が増すにつれて増加した。血糖値も週齢と共に増加し、両群の間で有意な差は認められなかった。これらバナジウム溶液および精製水で4週間のプレ飼育を行った後、ブホルミンの反復投与を開始した。

ブホルミン投与期間中の血糖値および体重の変化

バナジウム溶液でプレ飼育した動物にブホルミン（0、60、80、100mg/kg）を1日1回投与し、経口的に血糖値および体重の測定を行った。なお、この実験でも、グリベンクラミドの場合と同様に薬剤投与期間中は、毎日午前10時にエサを飼育ケージから取り除き、6時間後の午後4時にブホルミンを投与した。ブホルミンの投与4日目ならびに10日目に血糖値を測定した。図4-3に示すごとく、ブホルミン投与により血糖値の減少が認められるが、バナジウム溶液で飼育した動物と精製水で飼育した動物とも同様で、バナジウム併用の影響は認められなかった。図4-4には体重の測定結果を示すが、こちらにも差は認められなかった。

ヘモグロビンA1c量の測定

ブホルミン投与10日目にヘモグロビンA1cの測定を行った（図4-5）。バナジウム併用群では、ブホルミン投与量の増加に伴ってA1cが減少する傾向も認められたが、精製水投与群との間に有意な差は認められなかった。

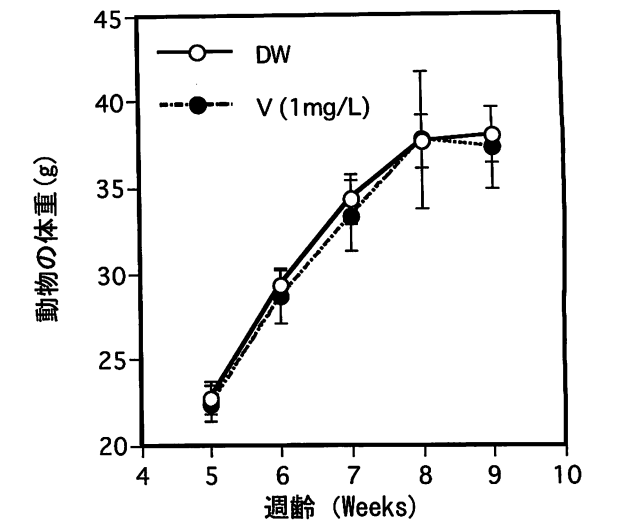


図4-1 バナジウム溶液によるプレ飼育期間中の体重変化. 平均(n=4)±標準偏差

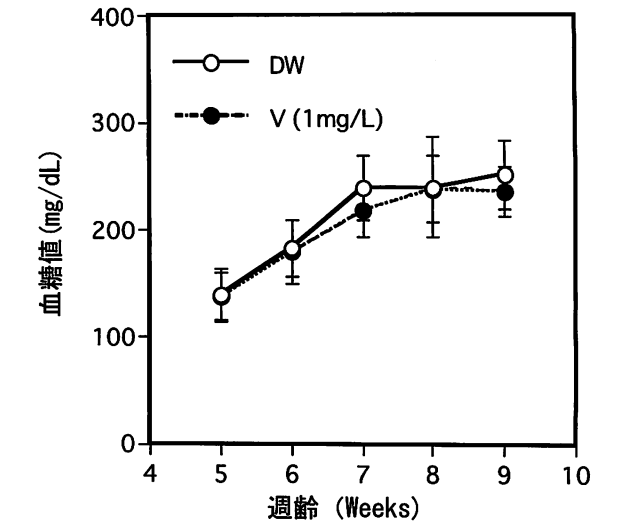


図4-2 バナジウム溶液によるプレ飼育期間中の血糖値変化. 平均(n=4)±標準偏差

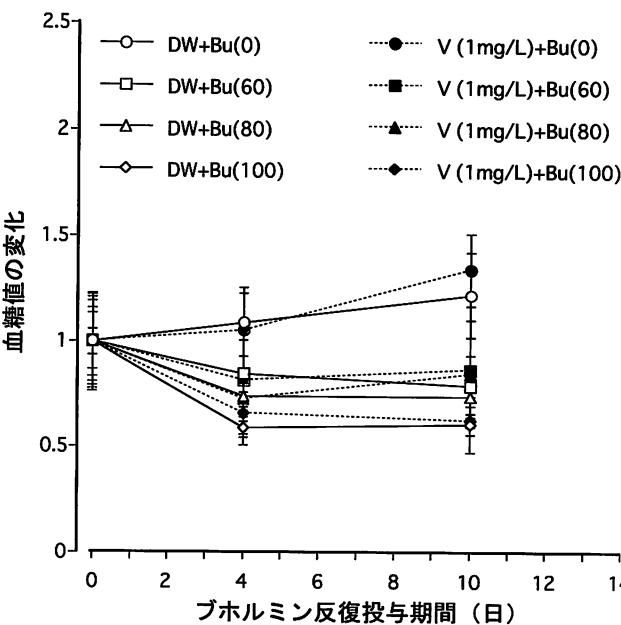


図4-3 ブホルミン反復投与期間中の血糖値変化. 平均(n=4)±標準偏差

総コレステロールならびに中性脂肪

ブホルミン投与11日目に動物を解剖し、血液を採取して総コレステロール (TCHO) および中性脂肪 (TG) を測定した。その結果を図4-6に示す。バナジウム溶液で飼育した動物と精製水で飼育した動物のTCHOを比べた場合、ブホルミンを投与しない群 (0 mg/kg) とブホルミン60 mg/kg群では、有意水準5%で有意差が認められた。TGに関しては、バナジウム併用の効果は認められなかった。

臓器重量ならびに毒性指標

肝臓、腎臓、心臓、脾臓の臓器重量ならびに体重当た

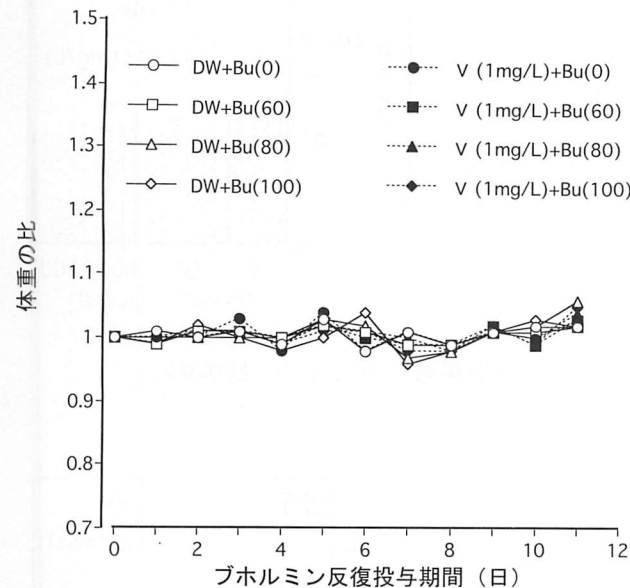


図4-4 ブホルミン反復投与期間中の体重変化. 平均(n=4)

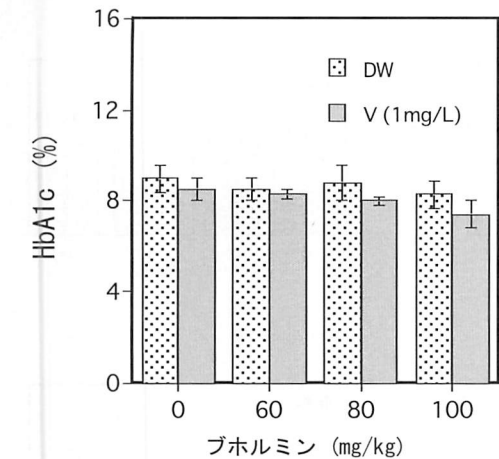


図4-5 ブホルミン投与10日目のHbA1cの測定結果. 平均(n=4)±標準偏差

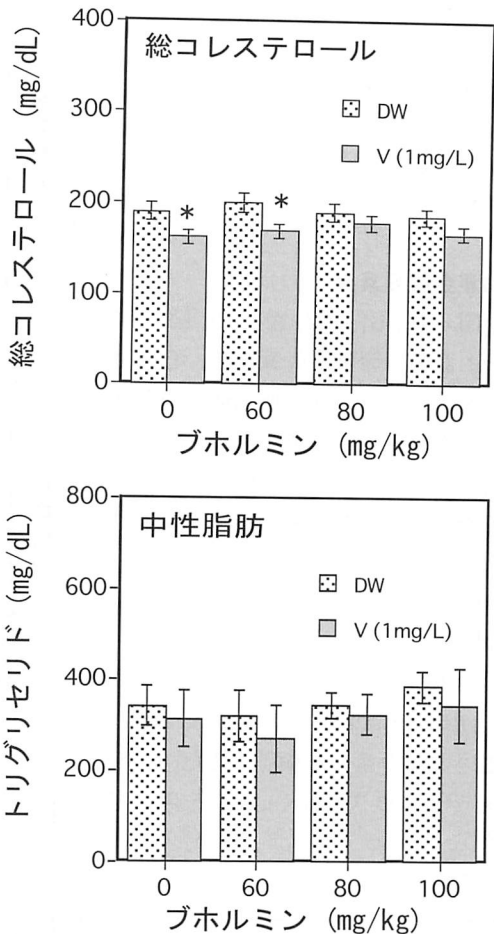


図4-6 血漿中総コレステロールおよび中性脂肪の測定結果. 平均(n=4)±標準偏差、*p<0.05

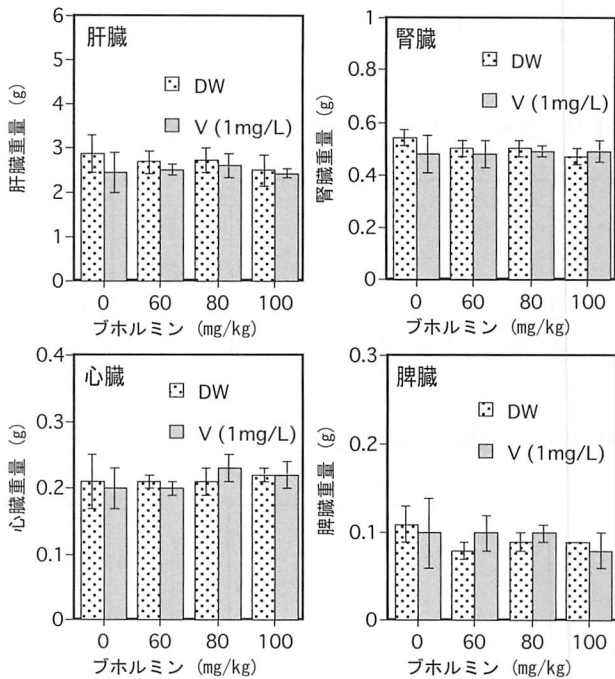


図4-7 臓器重量の測定結果. 平均(n=4)±標準偏差

りに補正した結果を図4-7と図4-8に示す。
臓器中に治療薬投与やバナジウム併用の影響は認められなかった。

肝障害および腎障害の指標であるGPT、BUNおよびCPKの測定結果を図4-9に示す。GPT、BUNおよびCPKとも有意な変動はなく、障害の発現は認められなかった。

臓器中の微量元素元素量

図4-10、図4-11、図4-12、図4-13、図4-14に、それぞれ肝臓、腎臓、脾臓、肺、心臓中に蓄積したバナジウム、銅、亜鉛量の測定結果を示す。どの臓器においてもバナジウムを与えて飼育した動物でバナジウム蓄積量の増加が認められた。しかし、銅と亜鉛の変動は認められなかった。

2-4. まとめ

糖尿病治療薬の効果がバナジウム併用によって増強されるか否かを検証するため、糖尿病疾患モデルマウス（KK-Ay）を用いて

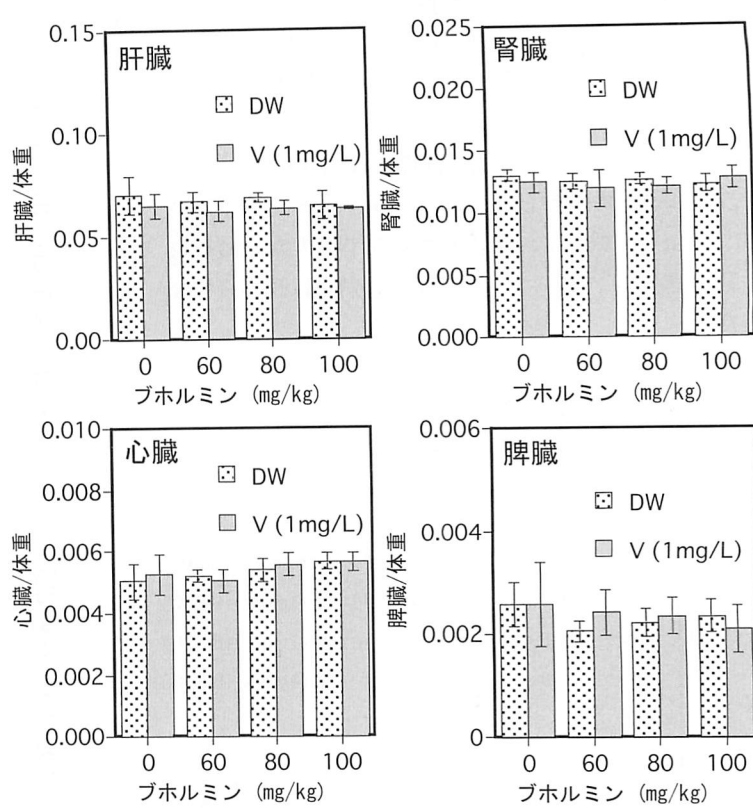


図4-8 体重当たりの臓器重量. 平均(n=4)±標準偏差

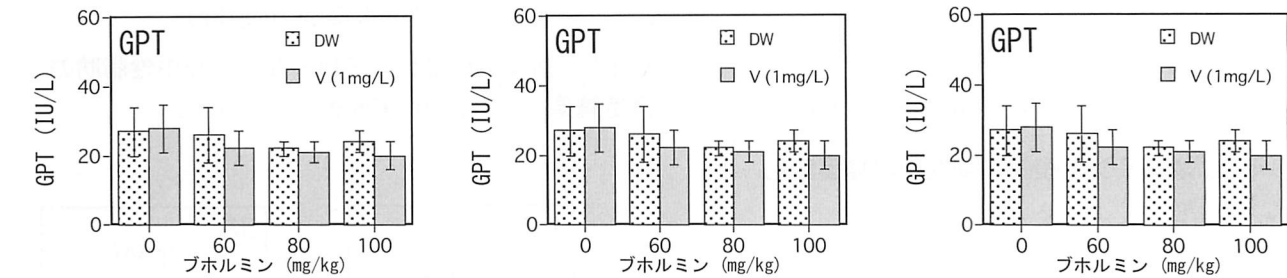


図4-9 血漿中GPT, BUN, CPKの測定結果. 平均(n=4)±標準偏差

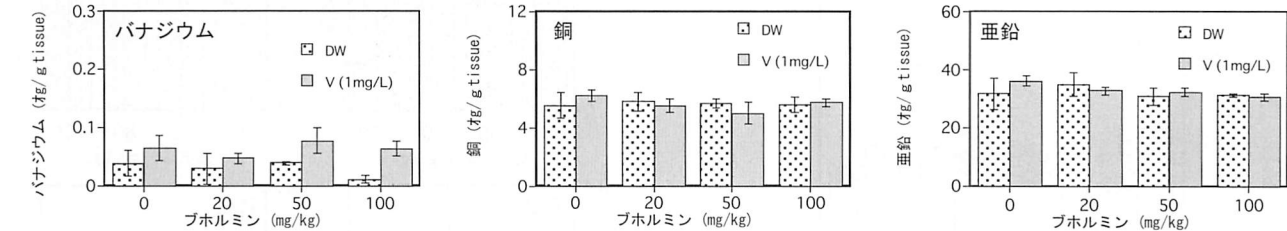


図4-10 肝臓中の微量元素元素量. 平均(n=4)±標準偏差

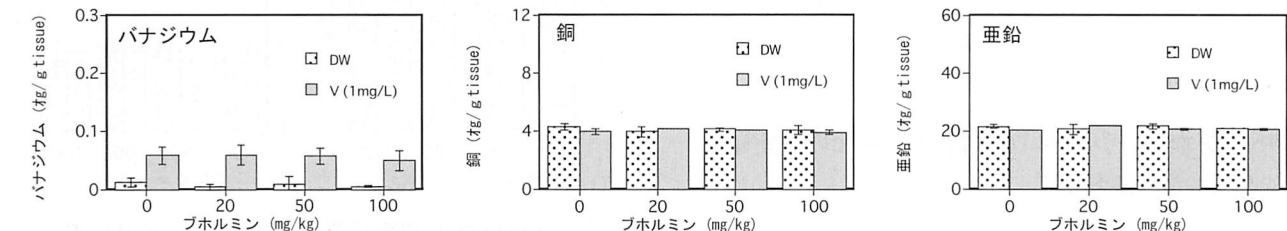


図4-11 腎臓中の微量元素元素量. 平均(n=4)±標準偏差

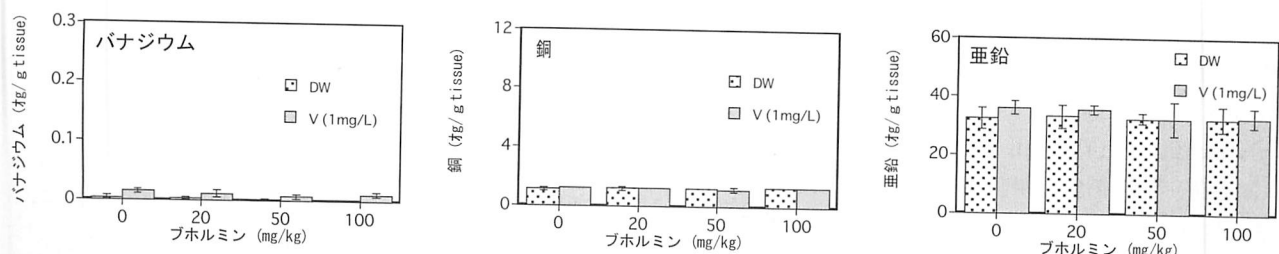


図4-12 膵臓中の微量金属元素量. 平均(n=4)±標準偏差

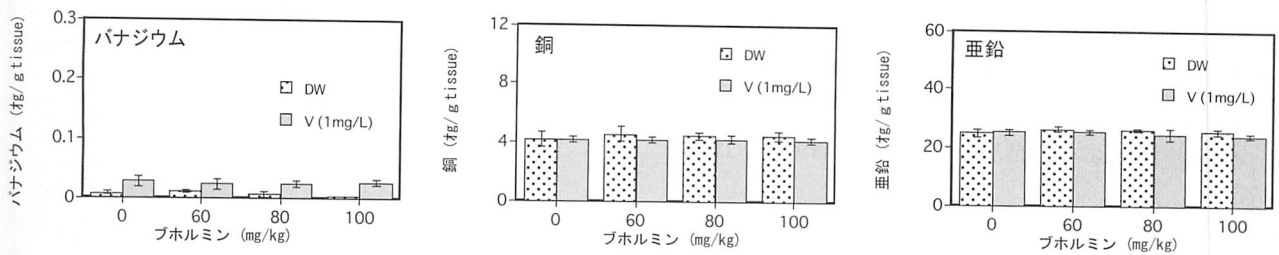


図4-13 肺中の微量金属元素量. 平均(n=4)±標準偏差

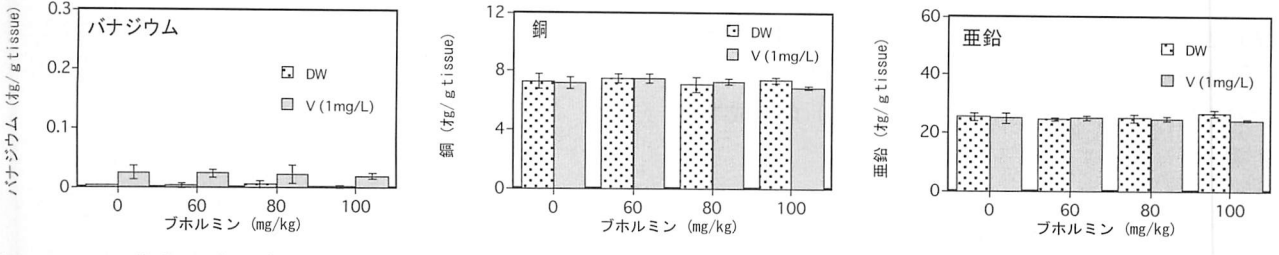


図4-14 心臓中の微量金属元素量. 平均(n=4)±標準偏差

バナジウム溶液と経口糖尿病薬併用による検討を行った。糖尿病薬として、スルホニルウレア系の薬物であるグリベンクラミド（オイグルコン®、ダオニール®）および、ビグアナイド系の薬物であるブホルミン（ジベトスB®）を選び実験に使用した。なお、バナジウム溶液は、富士山地下水中バナジウムと同じ化学形態であるバナデート（メタバナジン酸アンモニウム）を用い、比較的短期間で臓器内のバナジウム蓄積量を増加させるために、富士山地下水中の濃度の約10倍の1 mg/Lに調製した。動物の臓器に十分バナジウムが蓄積した時点で、これら糖尿病治療薬を与えたが、バナジウム溶液を与えていない対照の動物と比べ、糖尿病治療薬の効果に差は認められなかった。従って、本研究で用いた実験条件下では、糖尿病治療薬の効果バナジウムが増加させることはないものと判断した。しかし、今回の実験では糖尿病治療薬単独投与による薬理効果が明確に認められない場合があり、投与条件や動物の飼育条件等の更なる検討が必要であると考えられた。

引用文献

Ding, W., Hasegawa, T., Hosaka, H., Peng, D., Takahashi, K. and Seko, Y. (2001) Long-term effect of vanadate administration in drinking

water on glucose homeostasis in diabetic KK mouse. J. Trace Elements Med. Biol., 80, 159-174.
 長谷川達也、瀬子義幸(2003)HPLC/ICP-MSによるバナジウムのスペシエーション. 薬学雑誌, 123, 116-119.
 長谷川達也、丁文軍、小林仁美、瀬子義幸 (2004) 富士山の地下水に含まれる微量元素バナジウムの健康影響、山梨県環境科学研究所研究報告書第9号 プロジェクト研究「山梨県の水環境（特に地下水）の化学的特性の把握」、25-49
 Heyliger, E.C., Tahiliani, G.A. and McNeill, H.J. (1985) Effect of vanadate on elevated blood glucose and depressed cardiac performance of diabetic rats. Science, 227, 1474-1477.
 桂 敬(1951)本邦火山の地球化学的研究（その33）富士火山帯の火山岩のバナジウム含有量. 日本化学雑誌, 77, 358-363.
 橘田 力、山田静雄、浅川武彦、石原勝也、渡辺信夫、石山久男、渡辺泰雄 (2003) 天然Vanadiumを含有する富士山伏流水のヒト高血糖症に及ぼす影響. 応用薬理, 64, 77-84.
 Meyerovitch, J., Farfel, Z., Sack, J. and Shechter, Y. (1987) Oral administration of vanadate normalizes blood glucose levels in streptozotocin-treated rats. J. Biol. Chem., 262, 6658-6662.

桜井 弘 (1996) 糖尿病治療薬としてのバナジウム錯体. 現代化学, 7, 14-20.

Schwarz, K. and Milne, D.B. (1971) Growth effects of vanadium in the rat. Science, 174, 426-428.

佐々木香苗、今田拓磨、伊藤和枝、古賀里利子、坂田利家、曲田清彦、浦田宏二 (2004) 健常成人女性における高飽和脂肪酸食摂取時の軽度インスリン抵抗性に対するバナジウム含有水の影響. 栄養学雑誌、印刷中

瀬子義幸、長谷川達也、小林（保坂）仁美、宮崎忠国、杉田幹夫、野原精一 (2004) 富士山の地下水、山梨県環境科学研究所研究報告書第12号 プロジェクト研究「富士山周辺における自然特性に関する研究」、127-173.

参考資料・出版物

長谷川達也 (2004) バナジウムを含む富士山地下水を用いた糖尿病治療法に関する基礎的研究. 平成14-15年度科学研究費補助金（基盤研究（C）(2)）研究成果報告書.

学会発表

Ding, W., Hasegawa, T., Peng, D., Hosaka, H. and Seko, Y. (2002) Assessment of efficacy of glucose-lowering action of vanadium in drinking water at that level of Mt. Fuji groundwater in three generations of KK mice with non-insulin dependent diabetes mellitus. International symposium on bio-trace elements, Wako and Fujiyoshida.

長谷川達也、正脇健次、瀬子義幸 (2003) バナジウムを含む富士山地下水による抗糖尿病作用に関する研究—地下水濃縮液による検討—. フォーラム2003：衛生薬学・環境トキシコロジー, 仙台.

長谷川達也、瀬子義幸 (2003) HPLC/ICP-MSによるバナジウムのスペシエーション. 第16回バイオメディカル分析化学シンポジウム, 富士吉田.

衛星データを利用した湖沼の定量的水質把握に関する研究

杉田幹夫・宮崎忠國・佐藤美紀（環境資源・環境計画学研究室）

小林 拓（山梨大学）

1. はじめに

1-1 湖沼のリモートセンシングの重要性

河川や湖沼などの水資源は、飲料水や農工業用水としての利用だけでなく、動植物の生態系を決定するものとしても重要である。このような水環境を保全するためには河川や湖沼の水質を連続的にモニタすることが必要である。しかしながら、人手による採水・分析には限界がある。このため、本研究では、衛星観測データを用いた湖沼水質監視技術について調査研究を行った。

沿岸域などの高懸濁な水域は一次生産性が高く、水産資源という面ばかりではなく二酸化炭素の固定といった地球環境問題の視点からも注目されている。しかし、このような水域は産業活動や生活排水などの流入による人為的な影響を受けやすい。特に富栄養化による赤潮の発生や低層水の貧酸素化などが大きな問題にもなっている。日本の事例としては、1976年における瀬戸内海の赤潮、琵琶湖での淡水赤潮などが大きな被害を起こしている[日本海洋学会編, 2001]。このような水域における一次生産力の推定や赤潮などの環境問題は対象水域の広範囲にわたる観測が必要である。また、それらの環境監視として定期的な反復データが必要となる。広範囲の汚染状況や一次生産量の分布などを二次元的なデータとして得ることが可能なリモートセンシングが有効な手段として考えられている。リモートセンシングは、現在では船舶での実観測同様、重要な測定法の一つとして注目されており、そのため、リモートセンシングのますますの発展が期待されている。

1-2 リモートセンシングについて

リモートセンシングは、人工衛星や航空機などに搭載されたセンサによって対象物の情報を得るものである。つまり、遠距離から対象物に直接触れず、その対象物の形や大きさ、性質を観測する技術のことである。対象物の情報をセンサに伝達しているのが電磁波である。物質にはそれらの電磁波を反射、放射もしくは吸収する特性があり、各々の物質により異なる反射、放射、吸収する光学特性を持っている。そのため、物質が異なれば、その物質が反射、放射、吸収する光の波長も異なる。すな

わち、対象物の情報をセンサから得るには、対象物質の持つ光学特性を把握する必要がある。地球観測衛星によるリモートセンシングの特徴として観測の広域性、同時性や反復データの取得が可能ながあげられる。上述のように、湖沼の観測は広域であり、さらに、人為的な影響や時系列変化も大きい。そのため、リモートセンシングは湖沼の水質観測に非常に有効な手段と考えられる[土屋, 1990]。

衛星リモートセンシングによる解析を行うためには、その水域での反射特性を定量的に把握する必要がある。ただし、人工衛星が観測した面的なデータを定期的に入手することで、水質汚濁分布の把握や汚染の変化を定性的に知ることはできるが、湖沼の水質を定量的に計測するためには、人工衛星の上空通過に合わせて湖面上で水質調査を行い、衛星データと水質データとの関連を求め、水面反射光の分光特性に応じてクロロフィル-a濃度や濁度といった水質を測定することで湖沼全域の定量的な水質分布図を作成する手法の開発が必要となる。このような背景から、本サブテーマでは人工衛星リモートセンシングを用いて富士五湖の水質を定量的に把握する手法の開発を目的とした。

1-3 研究概要

一般に、湖沼水質など広範なエリアの自然環境情報を把握するには、前述のようにランドサット(Landsat)、ノア(NOAA)などの衛星観測データの利用が適している。富栄養化を例にとると、関連する水質指標として窒素、リン、クロロフィル-a、Algal growth potential (AGP, 藻類生産能力)などが用いられる[武田, 2001]。このうち、クロロフィルは分光特性が詳しく調査研究され、クロロフィル-aは $0.45\ \mu\text{m}$ と $0.65\ \mu\text{m}$ の波長域を選択的に吸収することが知られている[日本リモートセンシング研究会編, 2001]。このため、光学特性が既知で理論的にモデル化しやすいという利点があるので、衛星観測データを用いたクロロフィル濃度推定モデルが、実際の水域のグランドトゥールースデータと対比させて開発する研究例がある。

本研究では、上記を踏まえ、ランドサット衛星データおよびASTER衛星データを用いて、各水質指標を推定するのに適した波長の組み合わせを決定することで定量的

な水質推定を試みた結果、河口湖と山中湖の定量的なクロロフィル-a 濃度分布図を作成できた。クロロフィル-a は、植物プランクトンや藻類の量を示す指標として用いられ、この値が大きいほどその湖沼の栄養塩成分（窒素、リン）が多く、植物の生産量が大きいことを示す。このため、クロロフィル-a分布を介して植物プランクトン分布の傾向がわかることになる。

また、衛星同期観測による湖沼水面の定量的な水質推定をより正確にするための基礎段階として、既発表の光学モデルから得られる分光反射率と現場で実測した分光反射率を詳細に比較し、光学モデルの改善すべき点を明らかにした。

2. ランドサット7号衛星観測データによる定量的水質分布図の作成

2-1 ランドサット7号ETM+センサについて

ランドサット7号の諸元を表2-1に示す。ランドサット7号は観測機器として ETM+ (Enhanced Thematic Mapper Plus)を搭載している。ETM+は直下視方向を観測するマルチスペクトル放射計で、地表の情報を高い解像度で取得出来る性能がある。ETM+センサには8つに分類されたバンドがあり、スペクトルの可視域および赤外域の反射、放射を検知できる。ETM+センサの観測波長域を表2-2に示す。

また、ETM+センサの観測バンド8つのうち、可視～近赤外～中間赤外の6つのバンドについてスペクトル応答

表2-1 ランドサット7号の諸元

打ち上げ機関	NASA
打ち上げ日	1999年4月15日
軌道	太陽周期準回帰軌道
周期	約99分
高度	約705 km
搭載センサ	ETM+
回帰日数	16日
ラジオメトリック分解能	8ビット (0～255の256段階)

特性を図2-1に示した。ETM+はランドサット4号および5号に搭載されたセマティックマッパー(TM)の改良版で、これまでのランドサットデータとの継続性が保たれている。ETM+センサで改良された点には、熱赤外(バンド6)の空間分解能が120mから60mに改善されたことや放射量校正機器の改良、パンクロマチックバンド(バンド8)の追加が挙げられる。

2-2 ETM+データによる定量的水質分布図の作成

2002年11月5日に河口湖および山中湖において、人工衛星ランドサット7号の上空通過に合わせて水質調査を行った。水質調査は、河口湖、山中湖の各々10地点で、水温、透明度、浮遊懸濁物(SS)、クロロフィル-aおよびGPSによる緯度、経度データを収集した。また、湖水による光の透過率や吸光係数、湖面での光の反射割合などを把握するため、水中分光放射計により水中光のスペクトル測定を行った。図2-2に河口湖の調査地点、図2-3に山中湖の調査地点を示す。調査地点で計測した透明度(m)、採水サンプルから分析したSS量、クロロフィル-a量を表2-3(河口湖)および表2-4(山中湖)に示す。

ランドサット7号ETM+観測データのうち、調査地点に対応する位置のデジタル値(DN)をバンド1,2,3,4,5,7について調べた結果を表2-5(河口湖)および表2-6(山中湖)に示す。

表2-2 ランドサット7号 ETM+センサの観測波長域

バンド	波長	種類	解像度
1	0.45-0.52mm	青	30m
2	0.52-0.60mm	緑	30m
3	0.63-0.69mm	赤	30m
4	0.76-0.90mm	近赤外	30m
5	1.55-1.75mm	中間赤外	30m
6	10.4-12.5mm	熱赤外	60m
7	2.08-2.35mm	中間赤外	30m
8	0.50-0.90mm	緑～近赤外	15m

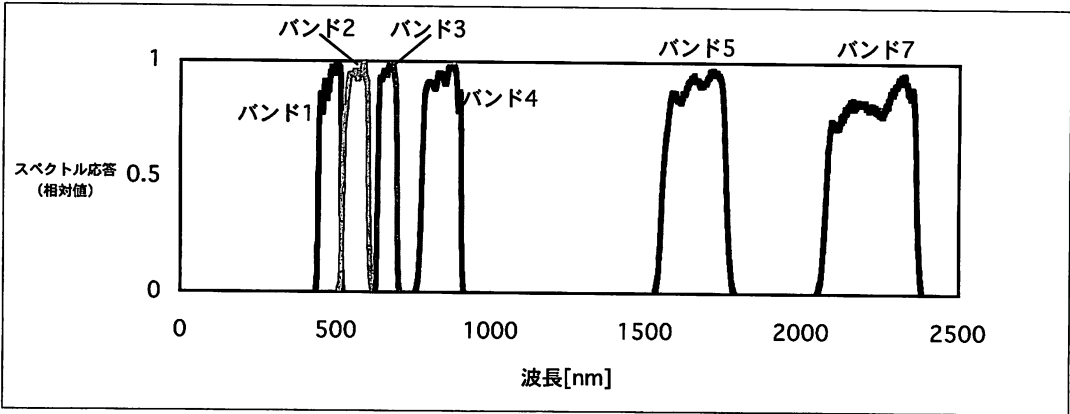


図2-1 ランドサット7号ETM+センサの観測波長域とスペクトル応答特性

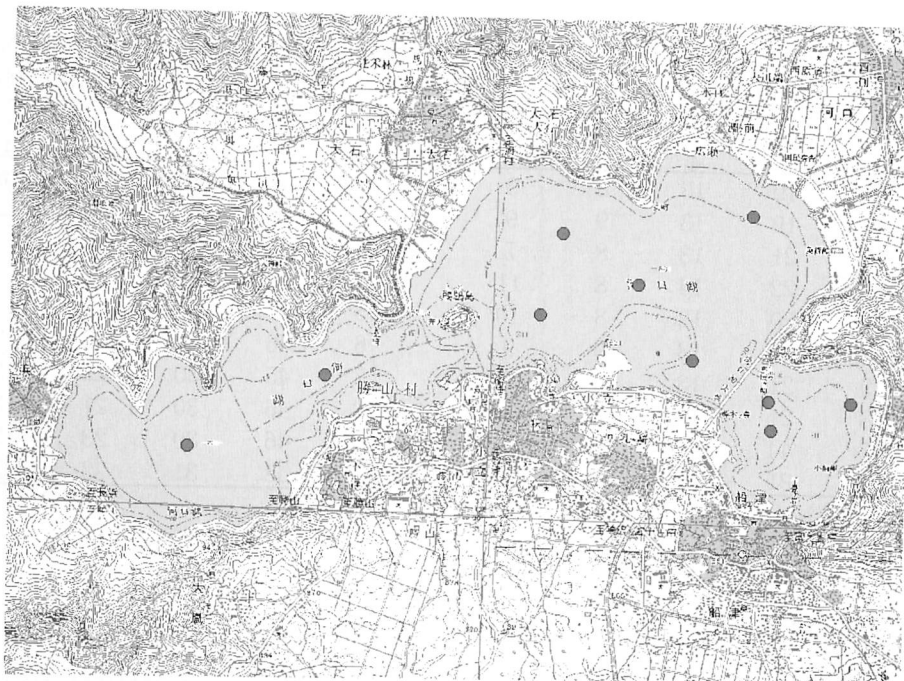


図 2-2 調査地点 (2002年11月5日、河口湖)

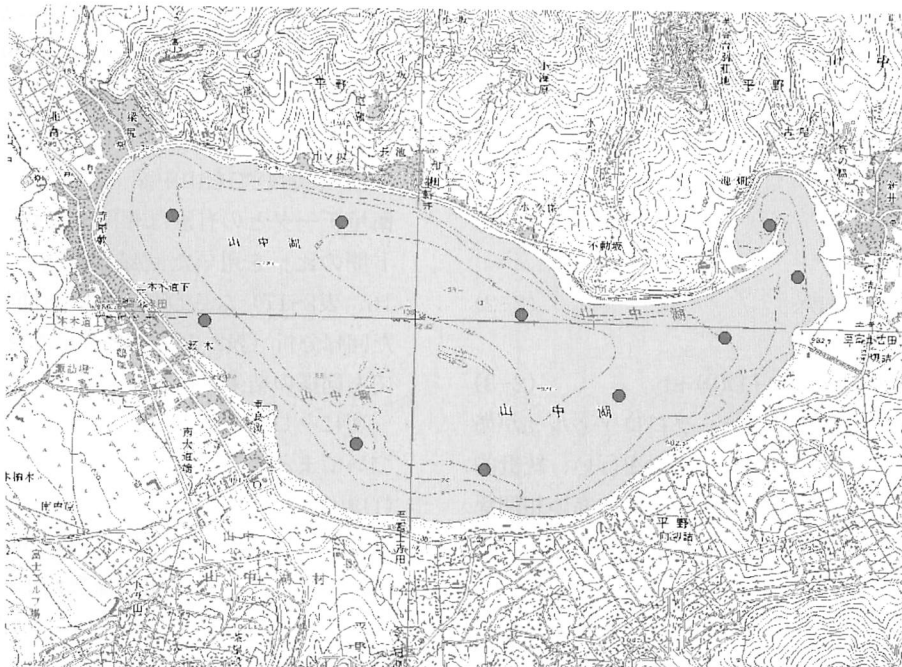


図 2-3 調査地点 (2002年11月5日、山中湖)

表2-3 河口湖水質測定結果
(2002年11月5日採水)

調査地点	透明度 [m]	SS [mg/L]	クロロフィル-a [$\mu\text{g/L}$]
1	2.1	5.0	12
2	2.0	4.0	14
3	2.1	3.0	11
4	2.0	5.0	15
5	2.3	4.0	13
6	2.3	3.0	13
7	2.0	4.0	15
8	2.2	4.0	12
9	2.2	3.0	16
10	2.1	4.0	16

表2-4 山中湖水質測定結果
(2002年11月5日採水)

調査地点	透明度 [m]	SS [mg/L]	クロロフィル-a [$\mu\text{g/L}$]
1	2.1	4.0	10
2	1.4	3.0	18
3	2.6	4.0	13
4	2.5	4.0	11
5	2.4	5.0	14
6	2.2	4.0	13
7	2.2	5.0	13
8	2.5	5.0	15
9	2.7	4.0	12
10	2.4	6.0	12

表2-5 ETM+観測バンド別のDN
(河口湖、2002年11月5日観測)

調査地点	バンド1	バンド2	バンド3	バンド4	バンド5	バンド7
1	46	29	19	13	8	9
2	45	27	19	13	9	9
3	46	28	21	13	8	7
4	47	29	22	14	8	11
5	46	29	20	12	8	10
6	46	28	20	13	9	9
7	45	29	21	13	8	9
8	46	28	21	13	9	8
9*	64	47	44	44	37	34
10	48	30	21	15	11	12

*雲の影響を受け、すべてのバンドでDNが高い値を示している。

定量的水質計測手法の開発を目的に、湖上で実測した水質データと人工衛星観測データとの回帰分析を行い、リモートセンシングデータから水質を推定するモデルを構成する。

湖上の調査地点*k*における水質を*Y_k*、調査地点に対応するLANDSATデータのデジタル値（DN）を*D_{k(i)}*（*i*はバンド番号）とする。{*Y_k*} と {*D_{k(i)}*} に対して、

- (1) 単回帰
- $$Y=a \cdot D(i)+b$$

(2-1)
- (2) バンド間の比
- $$Y=a \cdot D(i)/D(j)+b$$

(2-2)
- (3) バンド間の和と差の比
- $$Y=a \cdot (D(i)-D(j))/(D(i)+D(j))+b$$

(2-3)

の回帰式を仮定して、透明度、SS、クロロフィル-aが衛星データから定量的に推定できるか検討を行い、統計的に優位な相関関係にあるモデルを探り、最も高い相関係数を与えるモデルと観測バンドの組み合わせを見出すことにより、水質推定モデルを構成する。

表2-3から表2-6の値を基にした回帰分析の結果は次の通りである。河口湖の第9調査地点は雲に覆われていた（表2-5）ため、この地点のデータを除いた全9調査地点

表2-7 ETM+観測バンド別のDNと透明度
の線形回帰関係（河口湖）

バンド	相関係数 <i>r</i>	<i>p</i> 値	回帰係数	切片
1	0.087	0.824	0.011	1.602
2	0.013	0.973	-0.002	2.173
3	0.194	0.617	-0.023	2.592
4	0.430	0.248	-0.062	2.942
5	0.069	0.859	0.001	2.05
7	0.116	0.767	-0.009	2.209

表2-6 ETM+観測バンド別のDN
(山中湖、2002年11月5日観測)

調査地点	バンド1	バンド2	バンド3	バンド4	バンド5	バンド7
1	47	30	22	15	10	8
2	45	30	22	12	9	9
3	45	29	22	12	8	10
4	46	30	21	13	9	8
5	47	31	21	13	10	11
6	46	30	22	13	9	11
7	45	30	22	13	8	10
8	46	30	21	13	10	9
9	46	30	23	13	9	10
10	48	31	23	13	9	8

のデータを用いて回帰分析を行い、山中湖は全10地点のデータを用いて回帰分析を行った。湖ごと（河口湖、山中湖）、水質項目ごと（透明度、SS、クロロフィル-a）、モデル式ごとに、ETM+データの使用バンドと相関係数、*p*値、回帰係数*a*、切片*b*を表2-7から表2-25までにまとめた。

まず、透明度およびSSについては河口湖（表2-7、表2-8）においても山中湖（表2-10、表2-11）においても衛星データとの有意な相関は認められなかった。「バンド間の比」を用いた回帰分析（表2-13、表2-14、表2-16、表2-17）ならびに「バンド間の和と差の比」を用いた回帰分析（表2-19、表2-20、表2-22、表2-23）においても同様の結果となった。

次にクロロフィル-aと衛星データの回帰分析の結果についてまとめる。

- (1)単回帰
- 河口湖（表2-9）ではクロロフィル-aとバンド7との相関が最も高かった（相関係数*r*=0.833）。山中湖（表2-12）ではクロロフィル-aとバンド4との相関が最も高かった（相関係数*r*=0.670）。
- (2)バンド間の比

表2-8 ETM+観測バンド別のDNとSS
の線形回帰関係（河口湖）

バンド	相関係数 <i>r</i>	<i>p</i> 値	回帰係数	切片
1	0.191	0.623	0.145	-2.694
2	0.401	0.285	0.321	-5.179
3	0.000	1.000	0.000	4.000
4	0.212	0.584	0.180	1.620
5	0.177	0.649	-0.125	5.083
7	0.471	0.200	0.222	1.926

表2-9 ETM+観測バンド別のDNとクロロ
フィル-aの線形回帰関係（河口湖）

バンド	相関係数 r	p値	回帰係数	切片
1.000	0.368	0.330	0.661	-17.048
2.000	0.491	0.179	0.929	-13.071
3.000	0.312	0.413	0.514	2.946
4.000	0.640	0.063	1.280	-3.480
5.000	0.475	0.196	0.792	6.583
7.000	0.833	0.005 **	0.926	4.802

表2-10 ETM+観測バンド別のDNと透明
度の線形回帰関係（山中湖）

バンド	相関係数 r	p値	回帰係数	切片
1.000	0.243	0.499	0.090	-1.844
2.000	0.053	0.884	-0.034	3.338
3.000	0.000	1.000	0.000	2.300
4.000	0.074	0.839	0.033	1.867
5.000	0.129	0.723	0.040	1.921
7.000	0.041	0.911 **	-0.020	2.486

表2-11 ETM+観測バンド別のDNとSS
の線形回帰関係（山中湖）

バンド	相関係数 r	p値	回帰係数	切片
1	0.609	0.061	0.517	-19.427
2	0.604	0.065	0.897	-22.586
3	0.071	0.845	0.082	2.612
4	0.161	0.656	0.167	2.233
5	0.107	0.768	0.122	3.286
7	0.067	0.853	-0.048	4.855

表2-12 ETM+観測バンド別のDNとクロ
ロフィル-aの線形回帰関係（山中湖）

バンド	相関係数 r	p値	回帰係数	切片
1	0.455	0.186	-1.022	60.236
2	0.009	0.981	-0.034	14.138
3	0.196	0.588	-0.592	26.061
4	0.670	0.034 *	-1.833	36.933
5	0.007	0.985	-0.020	13.286
7	0.280	0.434	0.532	8.097

表2-13 ETM+観測データと透明度の相関
（河口湖）

回帰式：Y=a(Di/Dj)+b

バン ド	バン ド	相関係数 r	p値	回帰係数 a	切片 b
1	2	0.087	0.825	0.282	1.667
1	3	0.233	0.547	0.279	1.492
1	4	0.619	0.076	0.438	0.590
1	5	0.084	0.830	-0.020	2.298
1	7	0.109	0.780	0.017	2.036
2	1	0.095	0.808	-0.802	2.619
2	3	0.179	0.645	0.322	1.671
2	4	0.505	0.165	0.504	1.031
2	5	0.097	0.803	-0.034	2.236
2	7	0.097	0.803	0.026	2.041
3	1	0.256	0.506	-1.575	2.821
3	2	0.189	0.626	-0.677	2.607
3	4	0.321	0.400	0.427	1.461
3	5	0.182	0.640	-0.080	2.313
3	7	0.041	0.917	0.013	2.093
4	1	0.596	0.091	-5.169	3.604
4	2	0.494	0.177	-2.382	3.225
4	3	0.310	0.417	-0.963	2.746
4	5	0.463	0.210	-0.444	2.803
4	7	0.068	0.862	-0.040	2.180
5	1	0.060	0.877	0.377	2.051
5	2	0.074	0.849	0.268	2.041
5	3	0.123	0.752	0.289	2.000
5	4	0.437	0.239	1.000	1.468
5	7	0.167	0.667	0.145	1.985
7	1	0.135	0.729	-0.552	2.234
7	2	0.130	0.739	-0.343	2.234
7	3	0.052	0.894	-0.089	2.163
7	4	0.098	0.802	0.127	2.033
7	5	0.175	0.653	-0.129	2.262

表2-14 ETM+観測データとSSの相関（河口湖）

回帰式：Y=a(Di/Dj)+b

バン ド	バン ド	相関係数 r	p値	回帰係数 a	切片 b
1	2	0.377	0.317	-7.222	15.667
1	3	0.118	0.762	0.834	2.115
1	4	0.189	0.626	-0.787	6.753
1	5	0.268	0.486	0.375	1.986
1	7	0.529	0.143	-0.486	6.454
2	1	0.373	0.323	18.470	-7.438
2	3	0.294	0.442	3.118	-0.362
2	4	0.008	0.984	-0.047	4.102
2	5	0.329	0.388	0.676	1.750
2	7	0.492	0.179	-0.773	6.412
3	1	0.092	0.814	-3.338	5.480
3	2	0.266	0.489	-5.611	8.019
3	4	0.237	0.540	-1.854	6.874
3	5	0.180	0.642	0.469	2.882
3	7	0.524	0.147	-0.989	6.215
4	1	0.195	0.615	9.949	1.148
4	2	0.017	0.964	0.497	3.770
4	3	0.235	0.542	4.304	1.214
4	5	0.431	0.247	2.431	0.267
4	7	0.509	0.162	-1.771	6.556
5	1	0.233	0.546	-8.561	5.608
5	2	0.294	0.443	-6.231	5.891
5	3	0.159	0.682	-2.197	4.933
5	4	0.406	0.278	-5.460	7.576
5	7	0.673	0.047 *	-3.440	7.245
7	1	0.492	0.179	11.818	1.612
7	2	0.458	0.215	7.107	1.682
7	3	0.480	0.191	4.846	1.786
7	4	0.473	0.199	3.614	1.453
7	5	0.680	0.044 *	2.956	0.804

表2-15 ETM+観測データとクロロフィル-a
の相関（河口湖）

回帰式：Y=a(Di/Dj)+b

バンド	バンド	相関係数	p値	回帰係数	切片
		r		a	b
1	2	0.336	0.376	-	37.948
1	3	0.185	0.635	-3.071	20.384
1	4	0.637	0.065	-6.255	35.315
1	5	0.409	0.274	-1.351	20.702
1	7	0.843	0.004 *	-1.829	22.673
2	1	0.338	0.373	39.523	-11.031
2	3	0.020	0.960	-0.494	14.135
2	4	0.419	0.262	-5.791	25.985
2	5	0.298	0.436	-1.445	18.252
2	7	0.832	0.005 *	-3.079	23.054
3	1	0.185	0.633	15.821	6.430
3	2	0.001	0.997	-0.072	13.500
3	4	0.391	0.298	-7.221	24.634
3	5	0.249	0.518	-1.525	17.080
3	7	0.733	0.024 *	-3.262	20.750
4	1	0.667	0.050 *	80.210	-9.544
4	2	0.452	0.221	30.281	-0.577
4	3	0.402	0.284	17.301	2.244
4	5	0.106	0.786	-1.409	15.609
4	7	0.711	0.032 *	-5.834	21.861
5	1	0.447	0.228	38.662	6.184
5	2	0.346	0.362	17.295	8.194
5	3	0.327	0.390	10.628	8.930
5	4	0.154	0.693	4.864	10.259
5	7	0.591	0.094	-7.122	20.163
7	1	0.856	0.003 *	48.473	3.648
7	2	0.842	0.004 *	30.777	3.407
7	3	0.745	0.021 *	17.728	5.345
7	4	0.685	0.042 *	12.351	4.741
7	5	0.546	0.128	5.602	7.388

表2-17 ETM+観測データとSSの相関（山中湖）

回帰式：Y=a(Di/Dj)+b

バンド	バンド	相関係数	p値	回帰係数	切片
		r		a	b
1	2	0.121	0.739	4.740	-2.860
1	3	0.293	0.411	3.149	-2.235
1	4	0.020	0.956	0.096	4.059
1	5	0.082	0.822	0.190	3.434
1	7	0.187	0.605	0.231	3.251
2	1	0.124	0.733	-	11.836
2	3	0.241	0.503	3.816	-0.851
2	4	0.021	0.955	-0.134	4.711
2	5	0.056	0.878	0.191	3.765
2	7	0.179	0.622	0.356	3.244
3	1	0.295	0.408	-	11.148
3	2	0.238	0.508	-7.267	9.689
3	4	0.151	0.676	-1.105	6.267
3	5	0.042	0.908	-0.148	4.760
3	7	0.123	0.734	0.332	3.615
4	1	0.040	0.912	-2.241	5.032
4	2	0.015	0.968	-0.466	4.601
4	3	0.116	0.749	2.323	3.019
4	5	0.060	0.869	0.503	3.679
4	7	0.122	0.736	0.443	3.776
5	1	0.059	0.872	-3.553	5.101
5	2	0.033	0.927	-1.256	4.779
5	3	0.076	0.835	1.537	3.760
5	4	0.038	0.917	-0.650	4.855
5	7	0.110	0.762	0.574	3.835
7	1	0.153	0.672	-4.816	5.383
7	2	0.151	0.677	-3.220	5.406
7	3	0.060	0.870	-0.885	4.781
7	4	0.144	0.691	-1.115	5.210
7	5	0.107	0.768	-0.537	4.959

表2-16 ETM+観測データと透明度の相関
（山中湖）

回帰式：Y=a(Di/Dj)+b

バンド	バンド	相関係数	p値	回帰係数	切片
		r		a	b
1	2	0.448	0.194	7.676	-9.456
1	3	0.156	0.667	0.731	0.761
1	4	0.026	0.944	-0.053	2.488
1	5	0.136	0.707	-0.037	2.482
1	7	0.068	0.852	-0.037	2.482
2	1	0.457	0.184	-	14.266
2	3	0.010	0.979	-0.067	2.392
2	4	0.147	0.686	-0.414	3.262
2	5	0.041	0.910	0.061	2.096
2	7	0.119	0.744	-0.103	2.636
3	1	0.146	0.688	-3.069	3.758
3	2	0.031	0.932	0.416	1.997
3	4	0.103	0.777	-0.328	2.855
3	5	0.050	0.890	0.077	2.112
3	7	0.116	0.751	-0.136	2.621
4	1	0.003	0.993	-0.073	2.321
4	2	0.091	0.802	1.270	1.752
4	3	0.074	0.839	0.645	1.917
4	5	0.132	0.716	0.482	1.609
4	7	0.063	0.863	-0.100	2.440
5	1	0.122	0.736	-3.227	2.937
5	2	0.035	0.923	-0.586	2.477
5	3	0.022	0.952	-0.194	2.381
5	4	0.146	0.688	-1.093	3.066
5	7	0.114	0.753	-0.261	2.556
7	1	0.083	0.819	1.142	2.067
7	2	0.138	0.704	1.280	1.900
7	3	0.122	0.736	0.794	1.959
7	4	0.061	0.866	0.206	2.150
7	5	0.124	0.734	0.271	2.018

表2-18 ETM+観測データとクロロフィル-aの相関（山中湖）

回帰式：Y=a(Di/Dj)+b

バンド	バンド	相関係数	p値	回帰係数	切片
		r		a	b
1	2	0.687	0.028 *	-	122.399
1	3	0.087	0.811	-2.482	18.329
1	4	0.608	0.062	7.614	-13.973
1	5	0.131	0.718	-0.808	17.216
1	7	0.380	0.279	-1.242	19.284
2	1	0.687	0.028 *	167.04	-95.982
2	3	0.164	0.650	6.895	3.613
2	4	0.713	0.021 *	12.206	-15.248
2	5	0.001	0.999	-0.006	13.119
2	7	0.320	0.367	-1.689	18.587
3	1	0.093	0.799	11.836	7.476
3	2	0.166	0.646	-	22.884
3	4	0.496	0.144	9.592	-3.114
3	5	0.058	0.874	-0.540	14.409
3	7	0.356	0.313	-2.538	19.098
4	1	0.602	0.065	-	38.213
4	2	0.686	0.028 *	-	38.109
4	3	0.500	0.141	-	28.855
4	5	0.564	0.089	-	31.001
4	7	0.527	0.117	-5.059	20.217
5	1	0.134	0.713	21.359	8.886
5	2	0.007	0.984	-0.735	13.322
5	3	0.065	0.859	3.460	11.659
5	4	0.596	0.069	27.088	-5.879
5	7	0.270	0.450	-3.737	16.777
7	1	0.331	0.351	27.463	7.494
7	2	0.273	0.445	15.419	8.282
7	3	0.317	0.372	12.486	7.734
7	4	0.473	0.168	9.666	6.073
7	5	0.201	0.577	2.676	10.314

表2-19 ETM+観測データと透明度の関係
(河口湖)

回帰式: $Y=a\{(Dj-Di)/(Dj+Di)\}+b$

バンド	バンド	相関係数 r	p値	回帰係数 a	切片 b
1	2	0.092	0.814	-1.018	1.883
1	3	0.249	0.519	-1.592	1.508
1	4	0.601	0.087	-4.319	-0.273
1	5	0.064	0.869	0.288	2.319
1	7	0.131	0.736	-0.387	1.865
2	3	0.185	0.634	-0.969	1.962
2	4	0.497	0.173	-2.545	1.187
2	5	0.080	0.838	0.249	2.256
2	7	0.123	0.753	-0.284	1.978
3	4	0.314	0.410	-1.338	1.835
3	5	0.141	0.718	0.341	2.261
3	7	0.049	0.900	-0.088	2.089
4	5	0.448	0.227	1.394	2.414
4	7	0.084	0.829	0.156	2.150
5	7	0.170	0.661	-0.277	2.132

表2-21 ETM+データ観測とクロロフィル-aの関係
(河口湖)

回帰式: $Y=a\{(Dj-Di)/(Dj+Di)\}+b$

バンド	バンド	相関係数 r	p値	回帰係数 a	切片 b
1	2	0.337	0.374	51.847	25.639
1	3	0.185	0.634	16.417	19.780
1	4	0.660	0.053	65.799	49.939
1	5	0.441	0.235	27.337	32.148
1	7	0.855	0.003 *	34.967	36.665
2	3	0.007	0.985	0.521	13.531
2	4	0.442	0.234	31.356	24.963
2	5	0.334	0.379	14.428	21.166
2	7	0.841	0.005 *	26.999	27.206
3	4	0.397	0.290	23.470	18.482
3	5	0.304	0.426	10.226	17.589
3	7	0.743	0.022 *	18.402	20.358
4	5	0.135	0.729	5.819	14.664
4	7	0.698	0.036 *	17.867	16.596
5	7	0.570	0.109	12.862	13.009

表2-23 ETM+観測データとSSの関係 (山中湖)

回帰式: $Y=a\{(Dj-Di)/(Dj+Di)\}+b$

バンド	バンド	相関係数 r	p値	回帰係数 a	切片 b
1	2	0.123	0.735	-	1.164
1	3	0.294	0.409	-	-1.071
1	4	0.036	0.922	-1.669	3.465
1	5	0.063	0.863	-2.717	2.578
1	7	0.159	0.661	-3.593	2.022
2	3	0.239	0.506	-	2.693
2	4	0.004	0.991	-0.143	4.343
2	5	0.038	0.916	-1.231	3.734
2	7	0.157	0.665	-2.867	2.894
3	4	0.129	0.722	3.342	5.253
3	5	0.066	0.856	1.342	4.955
3	7	0.078	0.831	-1.187	3.924
4	5	0.047	0.898	-1.166	4.194
4	7	0.138	0.704	-1.527	4.152
5	7	0.110	0.762	-1.137	4.416

表2-20 ETM+観測データとSSの関係 (河口湖)

回帰式: $Y=a\{(Dj-Di)/(Dj+Di)\}+b$

バンド	バンド	相関係数 r	p値	回帰係数 a	切片 b
1	2	0.374	0.321	24.406	9.741
1	3	0.100	0.798	-3.770	2.545
1	4	0.194	0.617	8.193	8.544
1	5	0.239	0.536	-6.288	-0.302
1	7	0.499	0.172	8.645	9.746
2	3	0.278	0.469	-8.566	2.580
2	4	0.014	0.971	0.435	4.160
2	5	0.302	0.429	-5.534	1.038
2	7	0.467	0.205	6.360	7.242
3	4	0.236	0.541	5.919	5.270
3	5	0.166	0.670	-2.367	3.041
3	7	0.496	0.174	5.216	5.960
4	5	0.416	0.265	-7.612	2.404
4	7	0.488	0.182	5.301	4.935
5	7	0.678	0.045	6.488	3.780

表2-22 ETM+観測データと透明度の関係 (山中湖)

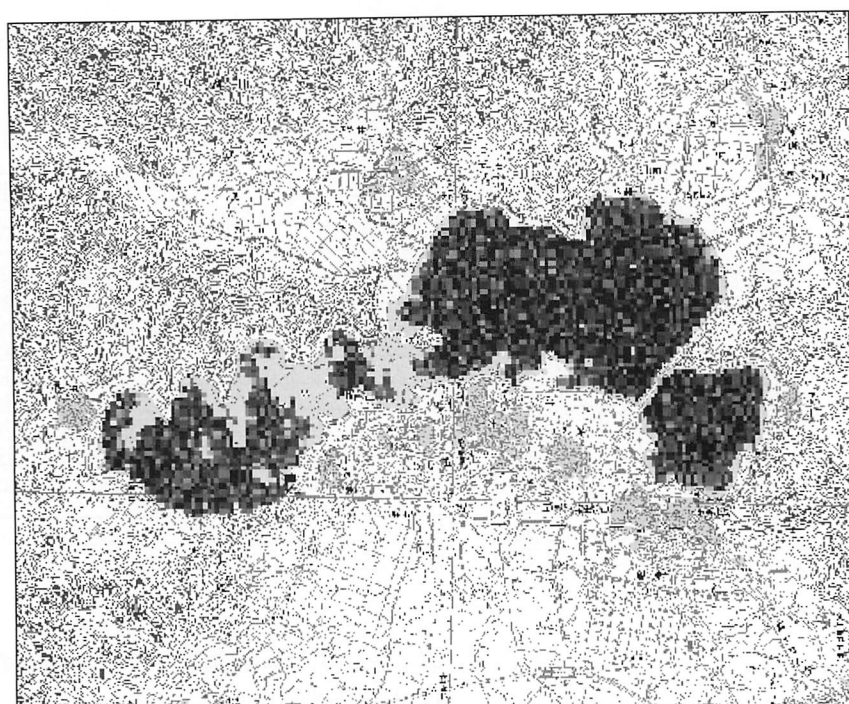
回帰式: $Y=a\{(Dj-Di)/(Dj+Di)\}+b$

バンド	バンド	相関係数 r	p値	回帰係数 a	切片 b
1	2	0.454	0.188	-	-2.920
1	3	0.149	0.681	-3.402	1.089
1	4	0.003	0.993	0.067	2.338
1	5	0.125	0.731	-2.358	0.718
1	7	0.081	0.824	0.801	2.830
2	3	0.022	0.952	0.435	2.369
2	4	0.108	0.767	1.582	2.928
2	5	0.037	0.919	-0.516	2.023
2	7	0.134	0.712	1.067	2.860
3	4	0.085	0.815	0.958	2.545
3	5	0.030	0.933	-0.271	2.188
3	7	0.121	0.739	0.806	2.623
4	5	0.141	0.698	-1.525	2.030
4	7	0.061	0.868	0.293	2.348
5	7	0.119	0.744	0.537	2.292

表2-24 ETM+観測データとクロロフィル-aの関係 (山中湖)

回帰式: $Y=a\{(Dj-Di)/(Dj+Di)\}+b$

バンド	バンド	相関係数 r	p値	回帰係数 a	切片 b
1	2	0.687	0.028 *	228.41	61.054
1	3	0.091	0.802	12.602	17.585
1	4	0.604	0.065	-	-28.667
1	5	0.133	0.714	15.270	23.340
1	7	0.339	0.338	20.300	26.531
2	3	0.165	0.648	-	9.973
2	4	0.695	0.026 *	-	-11.454
2	5	0.005	0.988	-0.460	12.853
2	7	0.284	0.426	13.739	20.315
3	4	0.499	0.142	-	4.393
3	5	0.062	0.864	3.364	14.490
3	7	0.329	0.353	13.273	18.420
4	5	0.584	0.076	38.379	19.890
4	7	0.497	0.144	14.587	15.468
5	7	0.235	0.513	6.448	13.009



凡例

クロロフィル-a分布(河口湖)

値

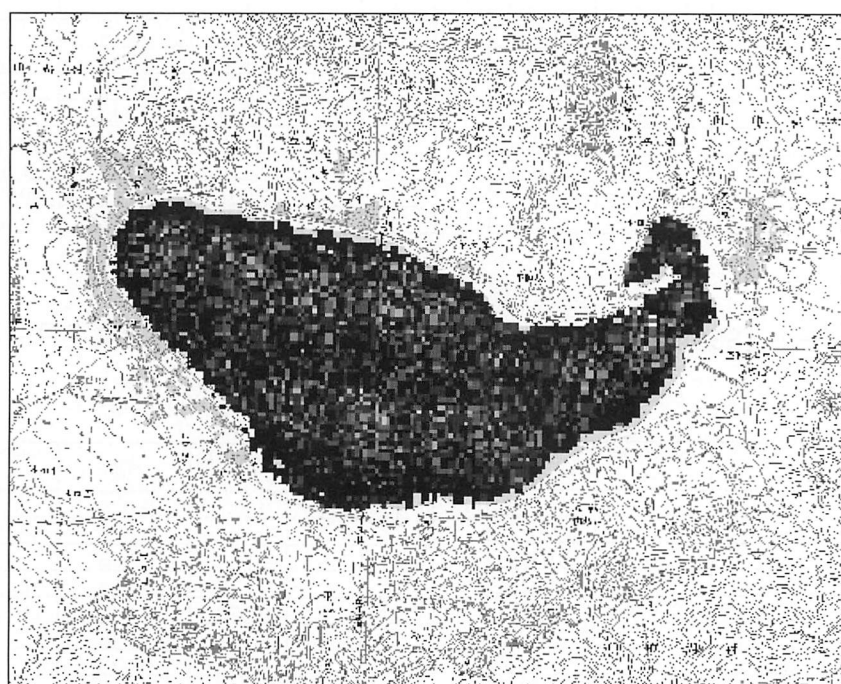
高: 18 ($\mu\text{g/l}$)

低: 12

1,600 800 0 1,600メートル



図2-4 クロロフィル-a分布図 (2002年11月5日、河口湖)



凡例

クロロフィル-a分布(山中湖)

値

高: 18 ($\mu\text{g/l}$)

低: 12

1,600 800 0 1,600メートル



図2-5 クロロフィル-a分布図 (2002年11月5日、山中湖)

河口湖（表2-15）ではクロロフィル-aと（バンド7/バンド1）との相関が最も高かった（相関係数 $r=0.856$ ）。山中湖（表2-18）ではクロロフィル-aと（バンド2/バンド4）との相関が最も高かった（相関係数 $r=0.713$ ）。

(3) バンド間の和と差の比

河口湖（表2-21）ではクロロフィル-aと（バンド7-バンド1）/（バンド7+バンド1）との相関が最も高かった（相関係数 $r=0.855$ ）。山中湖（表2-24）ではクロロフィル-aと（バンド4-バンド2）/（バンド4+バンド2）との相関が最も高かった（相関係数 $r=0.695$ ）。

以上の通り今回の実験結果では、河口湖、山中湖ともに「バンド間の比」によりクロロフィル-aを推定するモデルが最も適していることがわかった。その推定式は次式で表される。

河口湖：

$$\text{Chl.a} [\mu\text{g/L}] = 48.5 \times (\text{D7/D1}) + 3.6 \quad (2-4)$$

山中湖：

$$\text{Chl.a} [\mu\text{g/L}] = 12.2 \times (\text{D2/D4}) - 15.2 \quad (2-5)$$

式(2-4)および式(2-5)を用いて、クロロフィル-a分布図を作成した。図2-4に河口湖のクロロフィル-a分布図を、図2-5に山中湖のクロロフィル-a分布図を示す。図2-4示した河口湖の分布図で、西部の一部に濃度分布が示されていない箇所があるのは、雲による影響である。10の調査地点のうち、表2-5で雲の影響を受けたと見られる第9調査地点もこの箇所に相当していた。

河口湖と山中湖を比較すると、河口湖の方が全般的に高いクロロフィル-a濃度を示した。河口湖の範囲で特徴的なクロロフィル-a分布パターンは観測されなかった。河口湖西部の一部が雲に覆われていることから、衛星観測時には河口湖全域にわたって水蒸気量が多い大気状態になっていたことが推察される。このほか、湖面の波による影響をはじめ様々な影響が、クロロフィル-a濃度の正確な濃淡分布を観測できないほど大きかったと考えられる。山中湖については、その中央部が周辺部に比べてクロロフィル-a濃度が幾分低い傾向の分布を示したが、検証を行うまでには至らなかった。

一般に、生活排水、工場排水、農業排水など、人間活動に由来する排水の閉鎖系湖沼への流入増加は、水中の窒素、リンなどの栄養塩類濃度を急速に上昇させ、その結果、植物プランクトンが急速に増加する人為的富栄養化に結びつく。この人為的富栄養化に伴い、水道水の異臭、透明度の低下などの問題が生じ[環境庁編、2001]、対策が必要となる。クロロフィル(葉緑素)は、クロロフィル-a、b、c及びバクテリオクロロフィルに分類されるが、

このうちクロロフィル-aは光合成細菌を除くすべての緑色植物に含まれるもので、植物プランクトンや藻類の量を示す指標として用いられる。クロロフィル-a濃度が大きいほどその湖沼の栄養塩成分（窒素、リン）が多く、植物の生産量が大きいことを示す。このため、クロロフィル-a 分布を介して植物プランクトン分布の傾向がわかることになる。貧栄養の湖沼・貯水池では、クロロフィル-aは通常数 $\mu\text{g/L}$ 以下であるが、富栄養化した湖沼・貯水池などでは、植物プランクトンの増殖によってクロロフィル-aが $100 \mu\text{g/L}$ 以上、極端な場合には数百 $\mu\text{g/L}$ に達することが知られている。今回の観測のクロロフィル-a濃度範囲は、おおむね $12 \sim 18 \mu\text{g/L}$ であり、富栄養化の状況を捉えることは出来なかった。

3. テラ衛星ASTERセンサによる富士五湖の観測

平成14年度に観測データを使用したランドサット7号は、2003年5月31日に発生した衛星センサ不具合のため、当初予定していた平成15年度の衛星同期観測実験での利用が不可能となった。このため、代替手段としてテラ衛星搭載のASTERセンサを利用して、衛星同期観測実験を計画した。

3-1 テラ衛星ASTERセンサについて

ASTER (Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer) センサは、地球環境問題・資源問題解決への貢献を目指した日米合同の地球観測高性能光学センサである。ASTERは、NASA主導の国際協力プロジェクト「EOS計画」に基づく地球観測計画の初号機Terra衛星に搭載され、1999年12月に打ち上げられた。現在も運用中である。また、2000年12月以降、ERSDACからデータの一般配布が行われている。

ASTERデータは $0.52 \mu\text{m}$ から $11.65 \mu\text{m}$ までの広いスペクトル範囲を14バンドで検知できる。ASTERセンサの主要諸元を表3-1に示す。

2003年10月23日に山中湖で、同11月8日に本栖湖で、地球観測衛星Terra(テラ)との同期観測をそれぞれ10地点において実施した。

このうち、山中湖については、当日の衛星画像撮影範囲から山中湖が外れていた（図3-1）。

ASTERセンサは、ASTERサイエンスチームメンバー、共同研究者を含む事前に登録されたユーザもしくは機関からの観測要求に基づいてデータを取得している。このようにASTERセンサは、すべての観測データがユーザからの観測要求に基づいて取得される点が大きな特徴であるが、その反面、取得要求が出されない限りはデータが取得されず、また観測要求を出しても、それが

他の優先度の高い観測要求とバッティングしている場合には、要求通りに撮像してもらえない可能性もある。2003年10月23日の山中湖観測時は、他の優先度の高い観測要求との調整の結果、富士北麓の大部分が撮像されたものの、同期観測実験の対象であった山中湖が観測範囲から外れる結果となった。

また、本栖湖については、同期観測実施日の天候が悪くTERRA衛星ASTERセンサ観測画像の本栖湖上空を雲が覆っていた（図3-2）。

以上の結果、山中湖、本栖湖ともに平成14年度にランドサット衛星7号のデータを用いて行った湖上で実測した水質データと人工衛星データとの回帰分析を行うことができなかった。

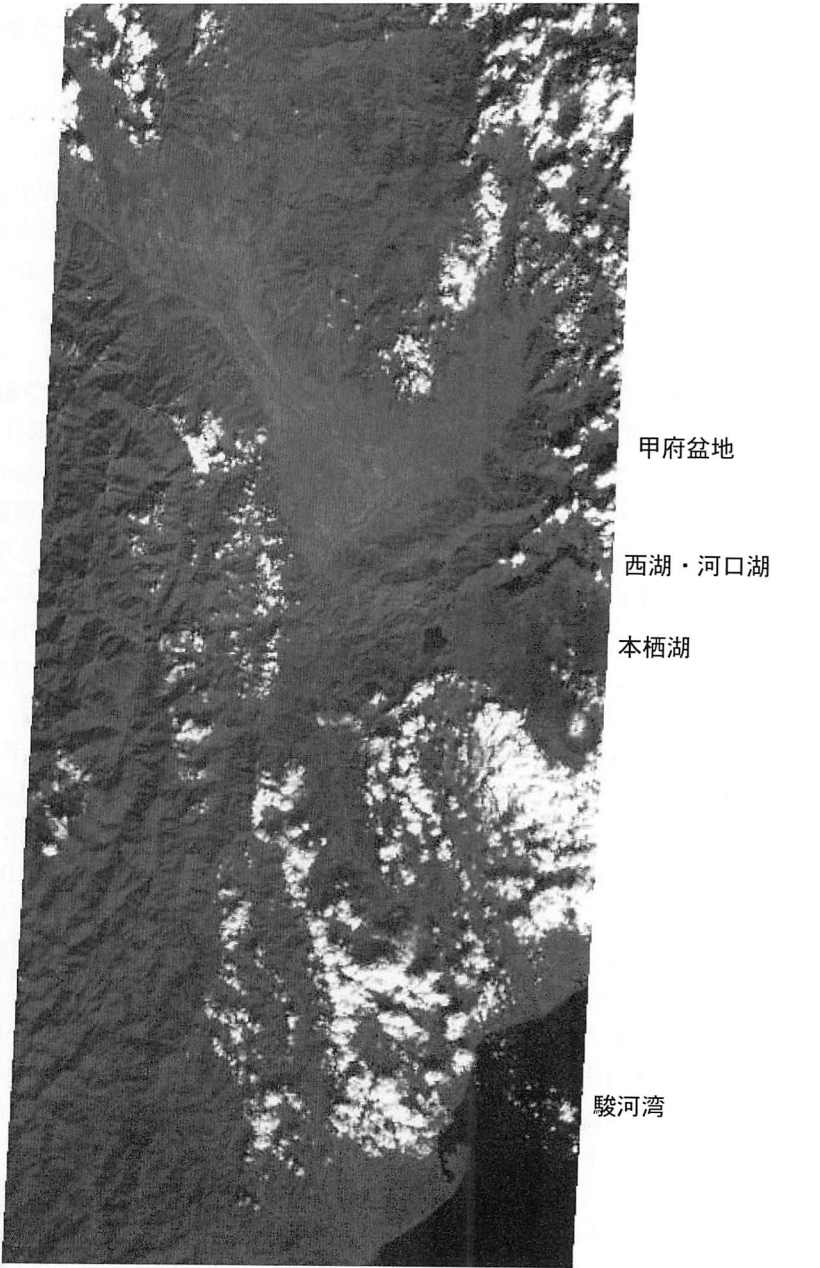
4. 放射観測データと無機性懸濁物質の定量評価

リモートセンシングには上述のように多くの利点があるが、リモートセンシングによる観測は、対象域の光学的特性を定量的に得ることが必要である。高懸濁な水域において、懸濁物質による水域の光学的特性への影響は大きいいため、水域の光学的特性を把握するには、懸濁物質の光学的特性を把握する必要がある。

懸濁物質は、有機性懸濁物質と無機性懸濁物質によって構成されている。この2つの光学的特性は大きく異なっている。有機性懸濁物質は植物プランクトンが含まれており、その光学的特性ほとんどが吸収であり散乱は少ない。また、無機性懸濁物質は土砂として流入しているものが多く、複素屈折率の実数部が大きいため、散乱が強いと言われている。本研究では懸濁物質を有機性懸濁物質と無機性懸濁物質に分け、それらの光学的特性による水域への影響を検討する事を目的とした。そのため、本研究では、人的影響が大きいと考えられる山中湖と千代田湖、比較的透明度が高いと考えられる本栖湖を対象水域として観測を行った。

表3-1 ASTERセンサの観測波長帯

センサ	バンド	観測波長帯 (μ m)	ポインティング 角度	地表解像度
可視・近赤外域	1	0.52~0.60	± 24 度	15m
	2	0.63~0.69		
	3	0.76~0.86		
	3b 後方視	0.76~0.86		
短波長赤外域	4	1.600~1.700	± 8.55 度	30m
	5	2.145~2.185		
	6	2.185~2.225		
	7	2.235~2.285		
	8	2.295~2.365		
	9	2.360~2.430		
熱赤外域	10	8.125~8.475	± 8.55 度	90m
	11	8.475~8.825		
	12	8.925~9.275		
	13	10.25~10.95		
	14	10.95~11.65		



4-1 対象水域の観測及び分析方法

図3-1 富士五湖付近ASTER画像（2003年10月23日観測）

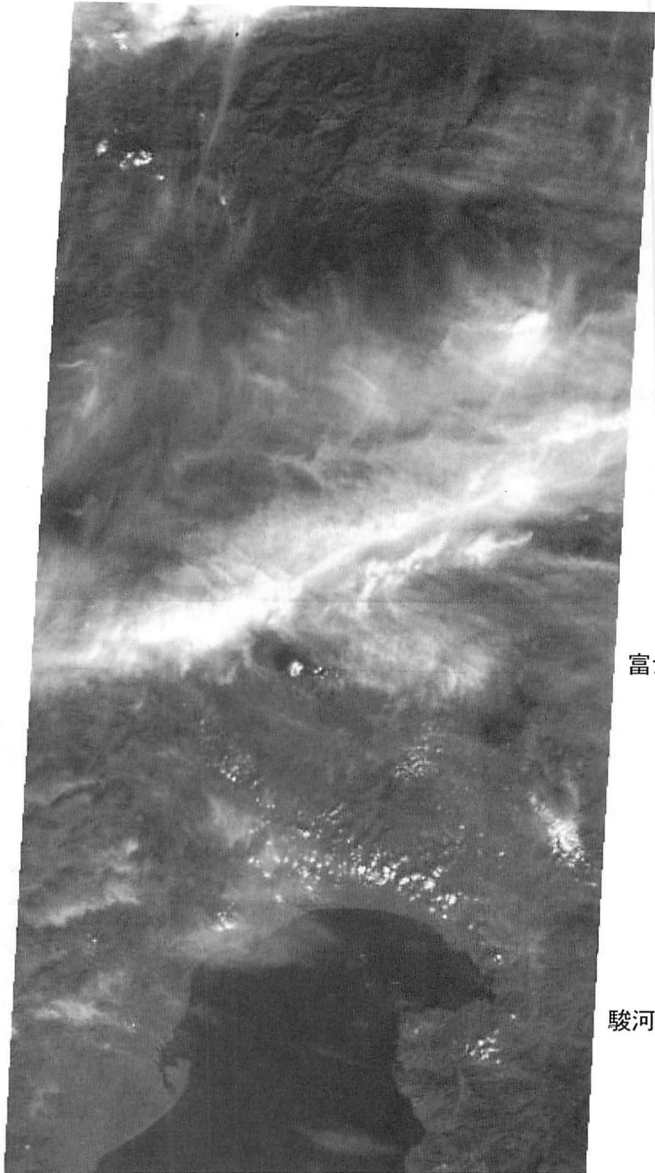
山中湖、本栖湖、千代田湖の各対象水域の観測は水質の現状把握と同時に、その水域の放射伝達特性を把握することを目的として行った。3.章で述べたように地球観測衛星Terraの飛来日に合わせ、2003年10月23日に山中湖、2003年11月8日に本栖湖において観測を行った。各観測地点を図4-1、図4-2として示し、また、それぞれの地点をst.1、st.2、st.3、…、st.10とした。

千代田湖は、水域の光学的特性を把握することのみを目的として、2004年1月13日、2004年1月22日、2004年1月29日の3回の観測を行った。1回目の測定地点をst.1、st.2とし、2回目の観測地点をst.3、st.4とした。3回目の観測では3地点の測定を行い、始めの2つの観測地点は1回目の観測と同地点であるため、st.1、st.2とし、3つ目の観測地点をst.5とした。山中湖、本栖湖、千代田湖で行った測定項目は表4-1として示す。放射関連測定項目から導出される水面における反射率と、水中の物質の光学的特性から算出される反射率を検討することで、水域における光学的特性を検討した。

4-2 放射観測からの反射率の導出

4-2-1 放射輝度・放射照度の測定

衛星センサが検出するのはその水域全体からの放射、つまり水面から上向きに放射される光である。しかし、水面から放射される光は、水面に下向きに入射する光に依存している。そのため、それらの比である反射率を使



富士山

駿河湾

図3-2 富士五湖付近ASTER画像（2003年11月8日観測）

表4-1 観測項目および測定機器

放射関連測定項目		
水中上向き放射輝度		分光放射計(TriOS Opt. Sens., RAMSES-VIS-ARC)
水面直下上向き放射輝度		"
水中下向き放射照度		分光放射計(TriOS Opt. Sens., RAMSES-VIS-ACC)
水中の物質の光学的特性		
植物プランクトンの吸光係数		積分球付分光光度計（日本分光, Jasco, V-550 UV/VIS Spectrophotometer, ISV 469)
無機性濁物質の吸光係数		"
CDOM(有色溶存物質)の吸光係数		分光光度計（日本分光, Jasco, V-550 UV/VIS Spectrophotometer, ISV 469)
水質調査項目		
クロロフィル-a濃度		蛍光分光光度計で測定
懸濁物質の乾燥重量（SS）		電子天秤により乾燥重量の測定
無機性懸濁物質の乾燥重量		電気炉の高温による有機性懸濁物との分解後、電子天秤により乾燥重量の測定
有機性懸濁物質の乾燥重量		SSから無機性懸濁物質量を減算し算出

用し水中での放射伝達を把握する。

本研究では、実測値として、分光放射計を用いて水中上向き放射輝度と下向き放射照度の測定を行う。放射輝度は光の持つ放射エネルギーの単位面積、単位時間、単位立体角あたりで表示される光学の基本要素である。放射照度は単位面積、単位時間の光の持つ放射エネルギーである。また、この2つの分光放射計を昨年度作成した水中用分光放射装置に固定し、任意深度の350nm～750nmの放射測定を行う。

4-2-2 放射観測からのリモートセンシング反射率の導出
リモートセンシング反射率は、下記の式で定義され

る。

$$Rrs(\lambda) = \frac{Lu(0+, \lambda)}{Ed(0+, \lambda)} \tag{4-1}$$

ここでLu(0+,l)は、水面直上での上向き放射輝度、Ed(0+,l)は、水面直上での下向き放射照度である。これらの水面直上における上向き放射輝度および下向き放射照度の測定は太陽光や天空光の反射、さらに波の影響などによって非常に困難である。そのため、深度方向に光学的特性が等しい区間では放射輝度、及び放射照度と深度(z)との間に次のような指数関数の関係があることを利用し、まず、水面直下での上向き放射輝度および下向き

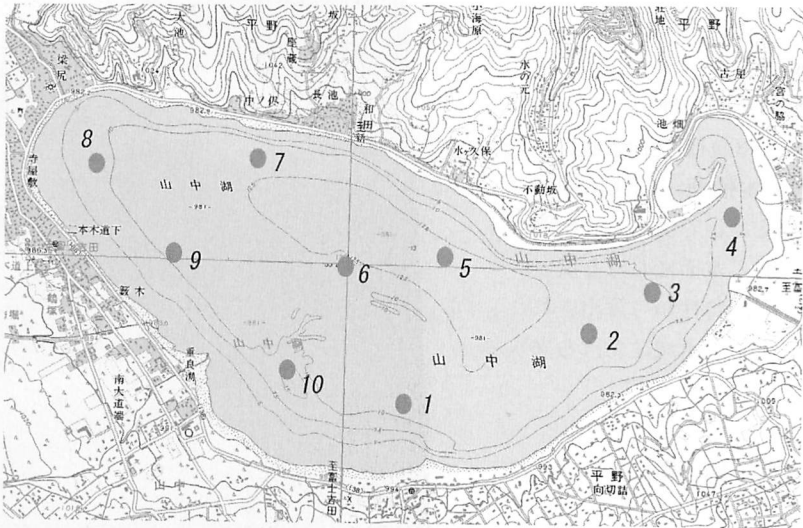


図4-1 山中湖の観測地点

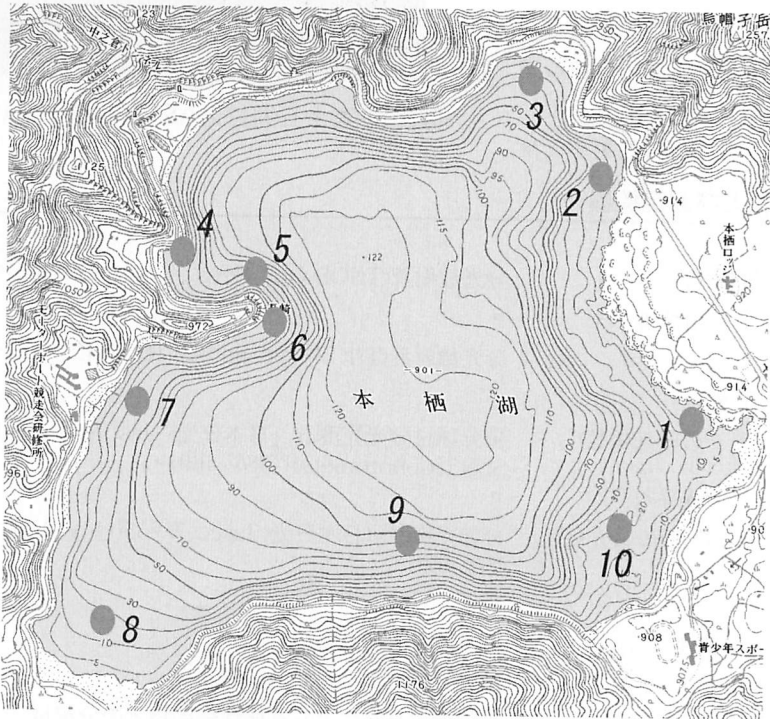


図4-2 本栖湖の観測地点

放射照度の測定を行う。

$$E_d(z, \lambda) = E_d(0-, \lambda) \exp(-K_d z) \quad (4-2)$$

ここで、 $E_d(z, \lambda)$ は深度 z (m)、 $E_d(0-, \lambda)$ は水面直下における下向き放射照度である。また、 K_d は鉛直消散係数である。 K_d が一定の範囲では式(4-1)が成り立つため、深度0(m)、つまり、水面直下における下向き放射照度を導出できる。同様に上向き放射輝度 $Lu(0-, \lambda)$ も導出する。図4-3を参考に、これら水面直下での上向き放射輝度 $Lu(0-, \lambda)$ 、下向き放射照度 $E_d(0-, \lambda)$ と水面直上での上向き放射輝度 $Lu(0+, \lambda)$ 、下向き放射照度 $E_d(0+, \lambda)$ との関係式からリモートセンシング反射率は次式のように表すことができる[Mobley, 1994]。

$$Rrs(\lambda) = 0.54 \frac{Lu(0-, \lambda)}{E_d(0-, \lambda)} \quad (4-3)$$

4-3 光学モデルによる反射率の導出

各観測地点において放射測定を行うと同時に、採水を行い以下の項目の分析を行った。

- 1) クロロフィル-*a*濃度
- 2) 植物プランクトンの吸光係数
- 3) 植物プランクトン以外の懸濁物質の吸光係数
- 4) 懸濁物質の乾燥重量（有機性懸濁物質、無機性懸濁物質）
- 5) 有色溶存有機物（Colored Dissolved Organic Matter : CDOM）
- 6) 無機性懸濁物質の吸光係数

これらの結果から、対象水域内に存在する汚濁物質の存在量とその光学的特性を把握することができ、これらの分析結果に光学モデルを適用することで理論的な反射率の導出を行う。

4-3-1 蛍光法によるクロロフィル-*a*濃度の分析

生態系の一次生産者である植物プランクトンの存在量を得るにはいくつかの方法がある。古くから用いられて

きた方法の一つに植物プランクトンの細胞数を直接顕微鏡で測る方法がある。しかし、この方法では細胞の大きさや成長段階によってかなりの差があるばかりではなく、生きた細胞と死んだ細胞を判別することが難しい。また、植物プランクトンを遠心分離や濾過によって分離し、その体積や重量を測定する方法があるが、海洋や湖沼の水では共存する生物や固形物を選別するのは非常に困難である。そのため、植物プランクトンが光合成を行う際、直接の担い手であるクロロフィル-*a*量との間に相関があることを利用する。本研究では、クロロフィル-*a*に青色光を照射すると赤色蛍光を光学的特性があることを利用して、クロロフィル-*a*濃度の測定を行った[地球科学技術フォーラム/地球観測委員会海洋環境サイエンスチーム, 2001]。

クロロフィル-*a*測定の手順は、まず濾過を行い植物プランクトンの捕集、次に有機溶媒による色素抽出、蛍光分光光度計を用いて濃度を測定した。今回の分析においての手法として感度の高い蛍光法を用いるため、国立極地研究所の蛍光分光光度計（Turner Designs INC., Model 10-000 R Fluorometer）を使用した。

(1) 濾過・抽出法

- i) 蛍光法を行うため、直径25mmのWhatmanGF/Fを用意し、試料を100mmHg以下の引圧で濾過し、濾紙上に植物プランクトンを捕集する。
- ii) 密封性の良い小バイアルに試料濾紙を入れ、抽出溶媒の*n,n*-ジメチルフォルムアミド(DMF)を6ml加えて色素を抽出する。
- iii) DMFは抽出力が高いため、暗所常温装置によって1時間、冷蔵では半日でクロロフィル-*a*は100%抽出される。

(2) 試料の蛍光測定

- i) 使用する感度のブランク（溶媒のみ）を測定する。各感度それぞれについて計る。

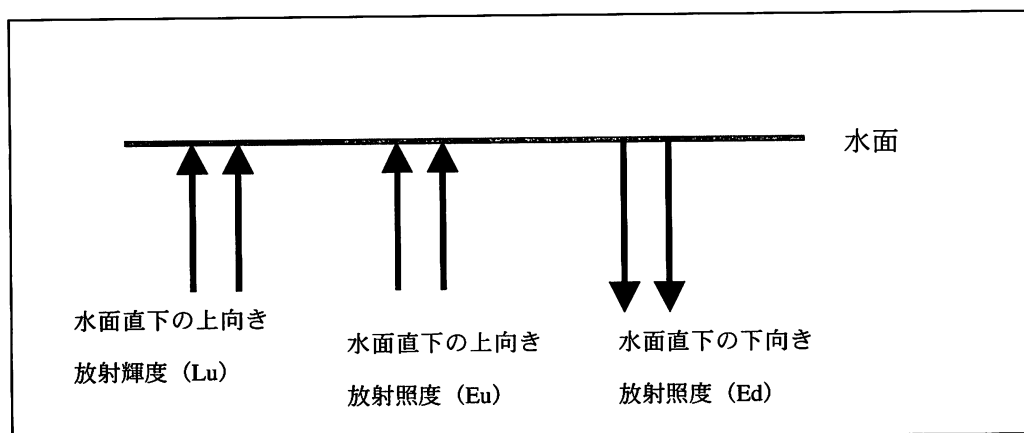


図4-3 放射観測による反射率のモデル

- ii) 試料の色素抽出液の蛍光強度を測定する。抽出液をキュベットに入れて蛍光強度(Fo)を読む。
- iii) 次に、5%塩酸を1滴加え、30秒ほどしてから再び蛍光強度(Fa)を読み、以下の式から濃度を求める。

$$\text{Chlorophyll a } (\mu\text{g L}^{-1}) = t_i \cdot (F_o - F_a) \cdot v \tag{4-4}$$

$$\text{Pheopigment } (\mu\text{g L}^{-1}) = t_i \cdot (R \cdot F_o' - F_a') \cdot v \tag{4-5}$$

Fo, Faは同じ感度段階で読む。ここで、Fo', Fa'はそれぞれFo, Faからブランクを差し引いた値、tiは感度段階iにおける換算係数である。それらの関係を表4-2として示した。Rは精製したクロロフィル-aについて塩酸添加前後の蛍光強度の比、vはスケーリングファクターである。

4-3-2 QFT法によるプランクトン吸光係数の測定

海水や湖沼の光吸収係数は、海水や湖沼の水分子、植物プランクトン、その他の懸濁物質、およびCDOMによる吸光係数の和として表される。この光吸収成分の一つである植物プランクトンの吸光係数は、植物プランクトンに吸収された光合成有効放射、つまり光合成利用放射の算出に用いられ、海洋の基礎生産や海色リモートセンシングの研究において必要不可欠なパラメータの一つである。

これらによって得られるデータは植物プランクトンの光合成色素（クロロフィル類、カロチノイド類、ビリタンパク類）による吸光係数である。そのため、対象水域に生息する植物プランクトン群集全体の光吸収特性に関する情報である。本研究のQFT法(Quantitative Filter Technique)[平譯ら, 2001]は、最初に全ての懸濁物質の吸光係数を測定した後、漂白を行い植物プランクトン以外の吸光係数を測定する。本研究では積分球付分光光度計を使用して測定を行った。それによって得られた結果の差として植物プランクトンの吸光係数を導出する。

(1) 採水・濾過

- i) 採水する際、採水器（有色ボトル）は十分に洗浄したものを使用する。

表4-2 感度段階iにおける換算係数ti

感度(i)	換算係数(ti)
1	733.5425
3.16	238.3319
10	72.7843
31.6	24.6311
100	8.3417
316	2.6218
1000	0.8237

- ii) 濾過は低温暗所で行う。プランクトンを損傷しないように穏やかに振り、混合した試料を25mmのWhatman GF/Fフィルターを使って濾過を行う。プランクトンの損傷を防ぐため、100mmHg以下の弱い引圧で行う。また、濾液を使いフィルターファンネルに残ったプランクトンも捕集する。

(2) 吸光係数の測定

- i) 光吸収スペクトルのベースラインを安定化させるために、試料測定1時間前に分光光度計のスイッチを入れておく。
- ii) 対照側、試料側のフィルターホルダーには何もおかず350～750nmの波長域での光吸収スペクトルを測定する。この際、750nmにおける吸収度を0合わせしておく、この後の分光光度計の状態が正常かどうかを判断する際に有効である。
- iii) 分光光度計の初期状態を把握した後、フィルターに濾過試料水を200～250μlマイクロピペットで滴下する。この添加する濾過試料水は、濾過を行ったフィルターに残る試料水量と同じである。
- iv) この濾過試料水で濡らしたフィルターを分光光度計の対照側フィルターホルダーに置き、試料側フィルターホルダーには何も置かず、350～750nmの波長域での吸収スペクトルの測定を行う。
- v) 同様に濾過試料水で湿らせたフィルターを試料側フィルターホルダーにおき、ベースラインを取る。
- vi) 直ちに、試料水を濾過したフィルターを試料側フィルターホルダーに置き、400～750nmの波長域の吸収スペクトルを測定する。この操作で得た全懸濁物の吸収スペクトルをOD_{fp}(λ)とする。測定誤差を最小限にするため、光束が違うところに当たるようにし2回以上は測定する。測定の際、440nmにおける吸光度が0.1～0.3の範囲にあることを確認する。
- vii) フィルターの濾過面の直径を測定しておく。濾過面は真円とは限らないので少なくとも3回は測定し、恒量値を取る。

(3) 抽出・漂白

- i) (2) で使用したフィルター試料に数mlのメタノールを加え、すぐに濾過し、大まかに色素を抽出しておく。
- ii) フィルター試料を濾過用のフィルターファンネルに設置し、約10ml程度のメタノールをフィルターファンネルに加え、30分から1時間浸し、植物プランクトンの色素を抽出する。
- iii) メタノールの濾過を行う。濾過した後、フィルターファンネルに設置した状態のフィルター試料をろ過試料水で十分すすぎ、しっかりと捕集する。

- iv) フィルター試料を温水（約60℃）の入ったビーカーに浸し、ヒーターで30分から1時間程、加熱しながらフィコピリントンパク質を抽出する。
- v) 再びフィルター試料をフィルターファンネルに設置し、抽出した温水を濾過する。
- vi) 分光光度計を使って、吸収スペクトル $OD_{fd}(\lambda)$ を測定する。この際、フィコピリントンパク質による500～650nm付近の吸収の有無を調べる。認められる場合は、再度温水抽出を行う。

(4) 算出

- i) 全懸濁粒子の光吸収係数 $a_p(\lambda)$ および植物プランクトン以外の光吸収係数 $a_d(\lambda)$ 以下の式で表される。

$$a_p(\lambda) = \frac{2.3 \cdot OD_{sp}(\lambda)}{\lg} \quad (4-6)$$

$$a_d(\lambda) = \frac{2.3 \cdot OD_{sd}(\lambda)}{\lg} \quad (4-7)$$

ここで、係数2.3は常用対数から自然対数への変換係数、 \lg はフィルター上の濾過面積 s と濾過量 V_f により以下の式で求められる幾何学的距離である。

$$\lg = V_f/s \quad (4-8)$$

懸濁状態での吸光係数 OD_{sp} および OD_{sd} とフィルター上に集められた状態での吸光係数 OD_{fp} および OD_{fd} の関係は以下の式で表される。

$$OD_{sp}(\lambda) = c_1 \times OD_{fp}(\lambda) + c_2 \times [OD_{fp}(\lambda)]^2 \quad (4-9)$$

$$OD_{sd}(\lambda) = c_1 \times OD_{fd}(\lambda) + c_2 \times [OD_{fd}(\lambda)]^2 \quad (4-10)$$

ここで、 $c_1=0.392$ 、 $c_2=0.655$ である。

これによって求められた全ての懸濁物の吸光係数 $a_p(\lambda)$ と植物プランクトン以外の吸光係数 $a_d(\lambda)$ の差によって、植物プランクトンの光吸収係数 $a_{ph}(\lambda)$ は求めることができる。

$$a_{ph}(\lambda) = a_p(\lambda) - a_d(\lambda) \quad (4-11)$$

4-3-3 SSの測定

懸濁した水域には、さまざまな光学的特性を持つ物質が存在している。植物プランクトンやデトリタス、無機性懸濁物質など、これらは光学的特性がそれぞれ大きく異なっており、懸濁した水域全体に大きな影響を与えている。そのため、懸濁物質の乾重量であるSSは湖沼の光学的特性を把握する上で重要な要素の一つとして考えられている。SSの測定方法は非常に単純で濾過を行った試料フィルターを乾燥させ、その重量を測定するだけである。しかし、元のフィルターに不純物がついている可能性を考えて、本研究では電気炉を使用した前処理を行っ

た後、測定を行った。この際、炉の温度を850℃で2時間使用したところ、フィルターが融解した。そのため、山中湖、本栖湖の観測においては500℃で30分ほどの前処理を行った。千代田湖では炉の温度を500～550℃で3時間の処理に変更した。

(1) フィルターの前処理

- i) 47mmのWhatman GF/Fを使用し、電気炉を使い約500～550℃で3時間焼く。
- ii) 炉から取り出したら直ちに、精度0.01mgの電子天秤を使い秤量する。フィルター10枚に1枚はブランクとして使用する。

(2) 試料の測定

- i) 試料は採水後、直ちに（12時間以内に）濾過を行う。まず、試料をよく攪拌し、小分けする。
- ii) 前処理をした47mmのWhatman GF/Fを使い、濾過を行う。濾過時間は最高2時間とする。
- iii) 乾重量はフィルターの乾燥器で60℃、約2時間乾燥させた後、デシケータに入れ、数日後に秤量する。数回繰り返し、恒量値を得る。

- iv) 試料水中のSSは以下の式で求める。

$$SS(mgL^{-1}) = (W2 - W1 - B)/V \quad (4-12)$$

ここで、 $W1$ は濾過前のフィルター重量(mg)、 $W2$ は濾過後のフィルター重量(mg)、 B はブランク補正值（ブランクフィルターの初めと後の重量差の平均）、 V は試料の濾過量(L)である。濾過量は、 $W2$ と $W1$ との差が数mg以上になるように濾過時間を見ながらできるだけ多くした方が高い精度のデータを得ることができる。

4-3-4 無機性懸濁物質、有機性懸濁物質の測定

水中の懸濁物質は、無機性懸濁物質と有機性懸濁物質の2つによって構成されている。この2つの光学的特性は大きく異なっている。1-2で述べたように懸濁物質の存在量を有機性懸濁物質と無機性懸濁物質に分けて把握する事は非常に重要である。本研究では、無機性懸濁物質が有機性懸濁物質よりも沸点が高いことを利用して測定を行った。そのため、SSを測定したフィルターを電気炉により500～550℃に加熱し、有機性懸濁物質を燃焼させることで分離をした。

(1) 電気炉による処理

- i) SSの測定に使用したフィルターを約500～550℃で3時間焼く。それによって、有機物を熱によって気体にし、無機物のみがフィルター上に残る。
- ii) 炉から取り出したら直ちに、精度0.01mgの電子天秤を使い秤量する。フィルター10枚に1枚はブランクとして使用する。

(2) 算出

i) 無機性懸濁物質はSSと同様に次の式で導出される。

$$\text{Non-organicSS}(\text{mgL}^{-1}) = (W3 - W1 - B)/V \quad (4-13)$$

ここで、W3は炉による処理後のフィルターの質量(mg)である。

ii) 有機性懸濁物は、SSと無機性懸濁物質の差によって導出することができる。

$$\text{OrganicSS}(\text{mgL}^{-1}) = (W2 - W3 - B)/V \quad (4-14)$$

4-3-5 CDOMの測定

CDOM (有色溶存有機物) は有機物の腐食時に発生するフミン質などのことである。その光吸収特性は短波長で非常に強く、長波長域になるに従って指数関数的に減衰する。

(1) 濾過

i) 試料採水後、できるだけ速やかに濾過を始める。
47mm Whatman GF/F等で大まかに濾過した後、
47mmの0.2 μm ニュークロポアフィルターを使い濾過を行う。採水瓶は濾過試料水でよく洗う。

(2) 試料の測定

i) 分光光度計に10cmの石英セルをセットする。
ii) 参照側のセルに、純水を静かにできるだけ気泡が入らないように入れる。
iii) 初め、サンプル側のセルにも参照と同じ純水を入れる。吸光度を測定し0点を確認する。
iv) セルをよく共洗いし、静かに濾液を入れる。そして濾液の吸光係数を測定する。
v) 波長 λ の吸光係数 $a_y(\lambda)$ は、次の式で計算される。
$$a_y(\lambda) = 2.3 \cdot OD_y(\lambda) \quad (4-15)$$

ここで、 OD_y はろ液の吸光度、 L はセルの光路(m)である。

4-3-6 無機性懸濁物質の吸光係数の測定

無機性懸濁物質の重量測定を行った方法と同様に、電気炉にかけ有機性懸濁物質を試料フィルター上から取り除く。その後、4-3-2でプランクトンの吸光係数の測定する際に用いたQFT法濾過試料水ではなく純水を用いて、無機性懸濁物質の吸光係数の測定を行った。

4-3-7 光学モデルによる反射率の導出

測定された結果を用いて各物質の光学的特性をもとめ、光学モデルに適用することでリモートセンシング反射率を導出する。水中の各物質の吸光係数 $a(l)$ や後方散乱係数 $bb(l)$ と水面直下での照度反射率 $R(0-,l)$ との間には下記の関係があることがわかっている[Gordon et al.,

1988; Morel and Gentili, 1996]。

$$R(0-, \lambda) = f \frac{b_b}{a + b_b} \quad (4-16)$$

上向き放射輝度と上向き放射照度との関係を次式のように Q と定義すると[Morel and Gentili, 1996]、

$$Q = \frac{Eu(\lambda)}{Lu(\lambda)} \quad (4-17)$$

となり、また(4-3)式から次式のようにリモートセンシング反射率を定義できる。

$$Rrs(\lambda) = 0.54 \frac{f}{Q} \frac{b_b}{a + b_b} \quad (4-18)$$

ここで f/Q の値として0.09から0.12となることが示されており[D'Sa and Miller, 2003]、本研究では0.1として以下の計算を行った。

吸光係数 $a(\lambda)$ は、以下の式によって導出される。

$$a(\lambda) = a_w(\lambda) + a_{ph}(\lambda) + a_{NAP}(\lambda) + a_{CDOM}(\lambda) \quad (4-19)$$

ここでは、海水の吸光係数であり、文献値[Pope and Fry, 1997]を使用した。 $a_{ph}(\lambda)$ は、植物プランクトンの吸光係数、 $a_{NAP}(\lambda)$ は植物プランクトン以外の懸濁物質の吸光係数、 $a_{CDOM}(\lambda)$ はCDOMの吸光係数である。これらの吸光係数は採水した試料から実測して求めた。

後方散乱係数 $b_b(\lambda)$ は、以下の式で導出される。

$$b_b(\lambda) = 0.5b_{bw}(\lambda) + b_{bph}(\lambda) + b_{bNAP}(\lambda) \quad (4-20)$$

ここで、 $b_{bw}(\lambda)$ は海水の後方散乱係数であり、以下の式[Morel, 1974]を用いた。

$$b_{bw}(\lambda) = 0.00288 \cdot (\lambda/500)^{-4.3} \quad (4-21)$$

$b_{bph}(\lambda)$ は植物プランクトンの後方散乱係数である。この値は実測することが非常に困難であり、これまでに経験的な式や理論計算から様々な式が提案されてきた。しかし、本研究で対象とした水域に適した式がわからないため、次に示す2つの導出する式を検討した。一つ目は[Loisel and Morel, 1998; Ulloa et al., 1994]による式で

$$b_{bph}(\lambda) = 0.01(0.78 - 0.42 \log C) 0.407 C^{0.795} (660/\lambda) \quad (4-22)$$

ここで C はクロロフィル- a 濃度である。次は、岸野(私信)と大石ら(2002)による次式である。

$$b_{bph} = 0.0087 \cdot 0.27 \cdot chl \, a^{0.698} \cdot (550/\lambda)^{-0.2983} \quad (4-23)$$

$b_{bNAP}(\lambda)$ は植物プランクトン以外の懸濁物質の後方散乱係数であり、以下の2通りの導出式を検討した。1つ目の式は[Sathyendranath and Platt, 1989]による式である。

$$b_{bNAP}(\lambda) = 0.015 \cdot (SS/3.327) \cdot (\lambda/550)^{-1} \quad (4-24)$$

2 つ目の式は無機性の懸濁物質の特性から算出された [Babin and Doerffer, 1996; Kronfeld, 1988] による式である。

$$b_{bNAP}(\lambda) = 0.01478 \cdot 0.125 \cdot SS \cdot (\lambda/550)^{-0.812} \quad (4-25)$$

$b_{bph}(\lambda)$ と $b_{bNAP}(\lambda)$ はそれぞれ光学モデル式が2通りあるため、それぞれ組み合わせ4通りの反射率を導出する。の導出式である式 (4-22) を1、式 (4-23) を2とし、さらに、 $b_{bph}(\lambda)$ の導出式として式 (4-24) を1、式 (4-25) を2とすると、それらの組み合わせは、(1-1、1-2、2-1、2-2) の4種類となる。

4-4 放射観測から導出した反射率

4-4-1 水面直下の上向き放射輝度および下向き放射照度の導出

山中湖、本栖湖、千代田湖で得られた上向き放射輝度と下向き放射照度と4-2-2節で述べた方法により深度との間に指数関数的な関係があることを使って水面直下における上向き放射輝度と下向き放射照度を導出する (図4-4) 。ただし、山中湖の観測中に下向き放射照度を測定する分光放射計が故障し、それによって、観測地点st.1、st.9、st.10の4地点と本栖湖の全観測地点における観測データを得ることができなかった。そのため、山中湖の4地点と本栖湖の全地点のデータは結果から除いた。また、千代田湖観測1回目のst.2のデータがバッテリーの故障によって得られなかった。そのためそのデータも除き、各水域の水面直下上向き放射輝度と水面直下下向き

放射照度を図4-5から図4-12を結果として示した。

4-4-2 放射測定の反射率の導出結果

4-4-1で得られた水面直下の上向き放射輝度と下向き放射照度から反射率の導出を行った。それらによる結果を以下に図4-13から図4-16として示す。

4-5 水質の分析及び光学的特性の測定

4-3で述べた方法を用いて、クロロフィル-a濃度、植物プランクトンの吸光係数、植物プランクトン以外の懸濁物質の吸光係数、SS、有機性懸濁物質、無機性懸濁物質、CDOM、無機性懸濁物質の吸光係数それぞれの測定を行った。

4-5-1 クロロフィル-a濃度の測定結果

上述の方法を用いてクロロフィル-a濃度の測定結果を表4-3として示した。千代田湖の値が非常に高く、それに対し本栖湖の値は非常に小さく1 $\mu\text{g/L}$ 以下となっている。

4-5-2 植物プランクトン吸光係数の測定結果

本栖湖の植物プランクトン吸光係数の測定結果では、濾過量が少なかったため吸光係数が負の値になるものや短波長域において大きく挙動が変化してしまい、安定した値を得ることができなかった。山中湖はばらつきがあるものの結果として得ることができた (図4-17) 。また、植物プランクトンの吸光係数の測定過程で測定される植物プランクトン以外の懸濁物質の吸光係数の結果を図4-18に示した。植物プランクトン以外の吸光係数にお

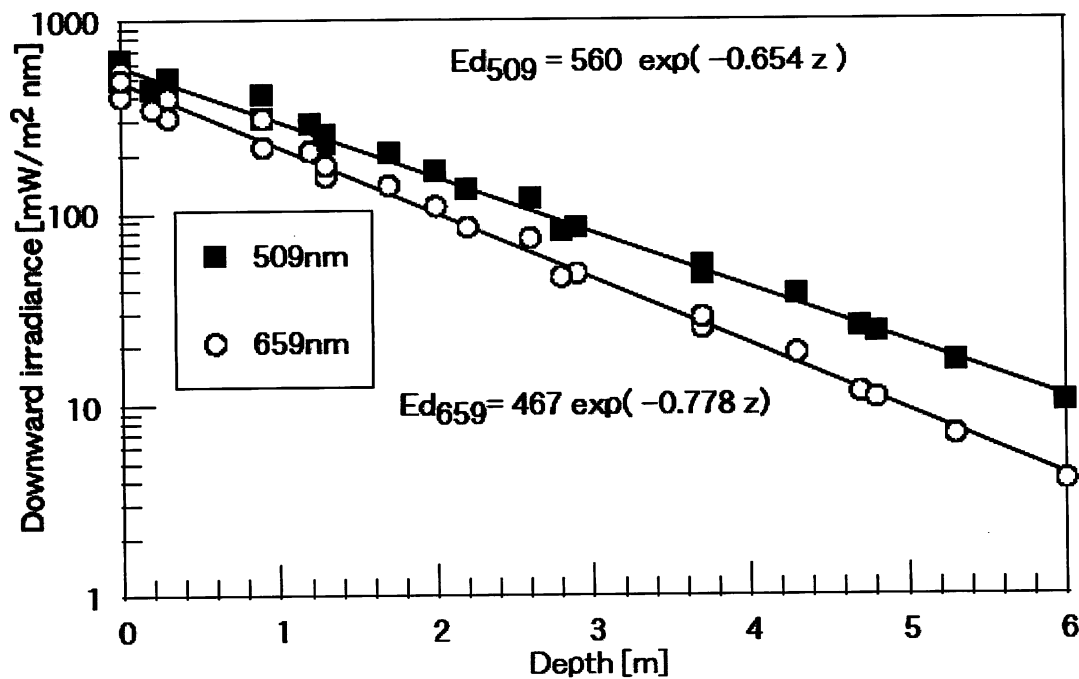


図4-4 千代田湖観測1回目st1における509nmと659nmの下向き放射照度と水深の関係

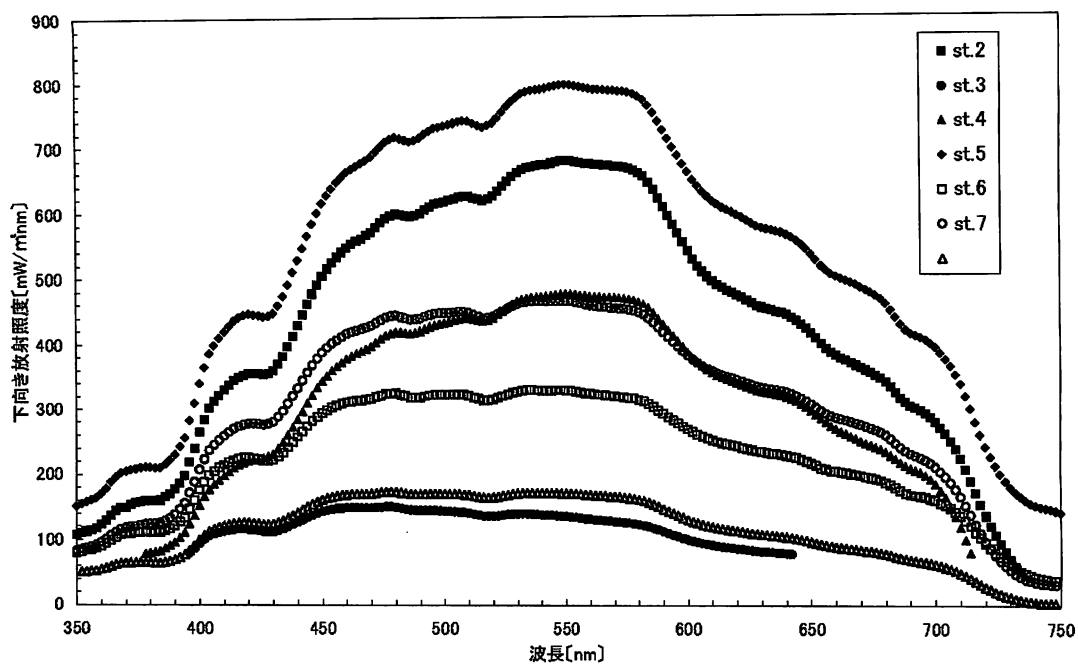


図4-5 山中湖における水面直下の下向き放射照度スペクトル

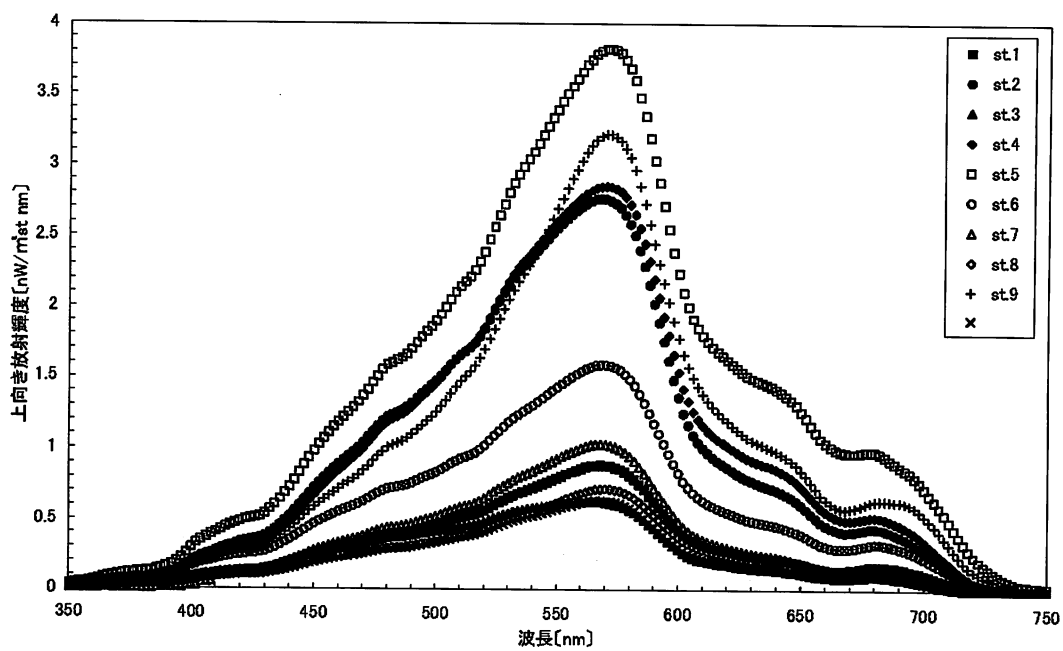


図4-6 山中湖における水面直下の上向き放射輝度スペクトル

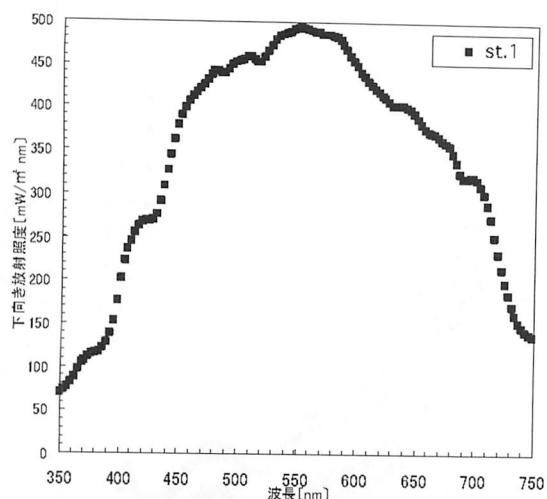


図4-7 千代田湖観測2回目における水面直下の下向き放射照度スペクトル

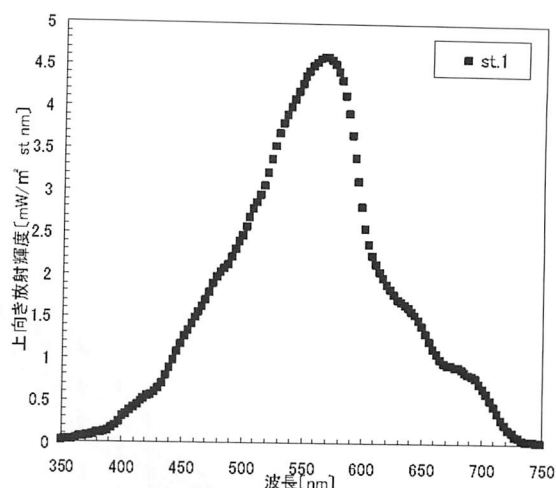


図4-8 千代田湖観測2回目における水面直下の上向き放射輝度スペクトル

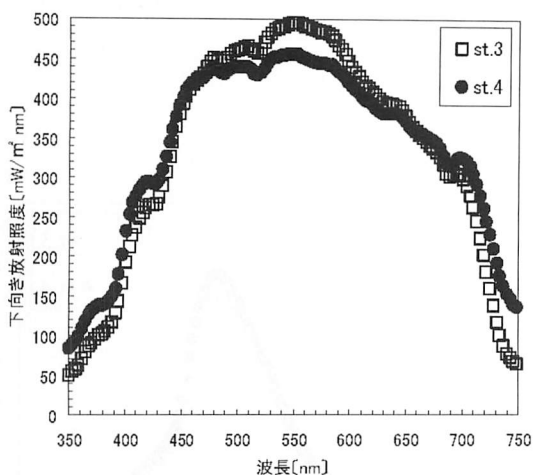


図4-9 千代田湖観測2回目における水面直下の下向き放射照度スペクトル

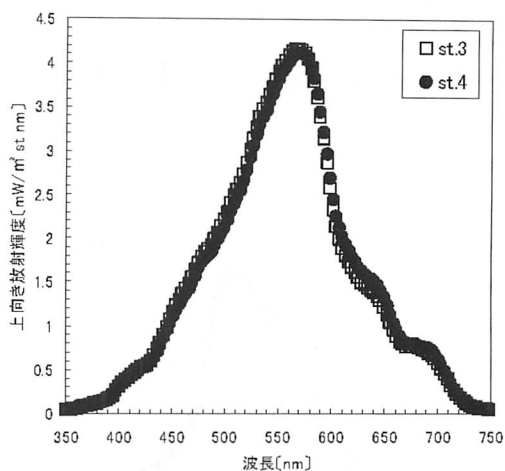


図4-10 千代田湖観測2回目における水面直下の上向き放射輝度スペクトル

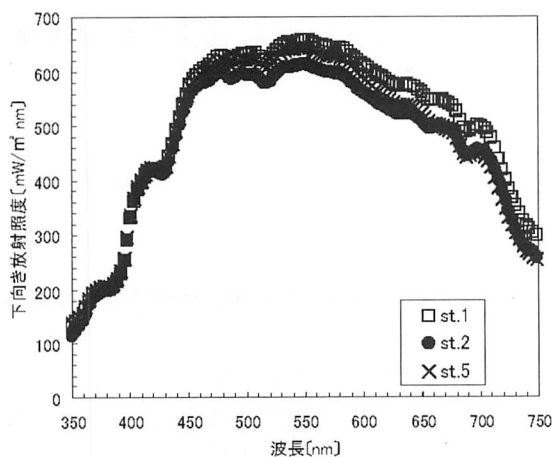


図4-11 千代田湖観測3回目における水面直下の下向き放射照度スペクトル

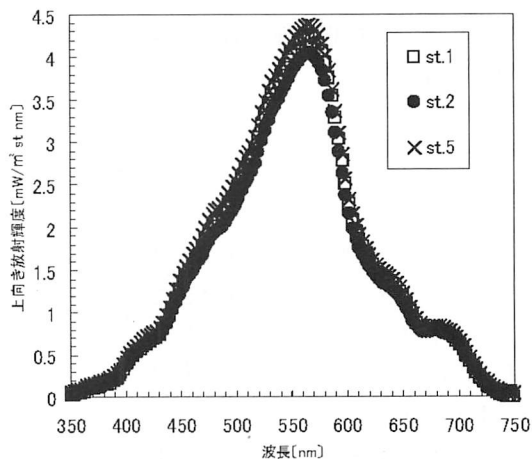


図4-12 千代田湖観測3回目における水面直下の上向き放射輝度スペクトル

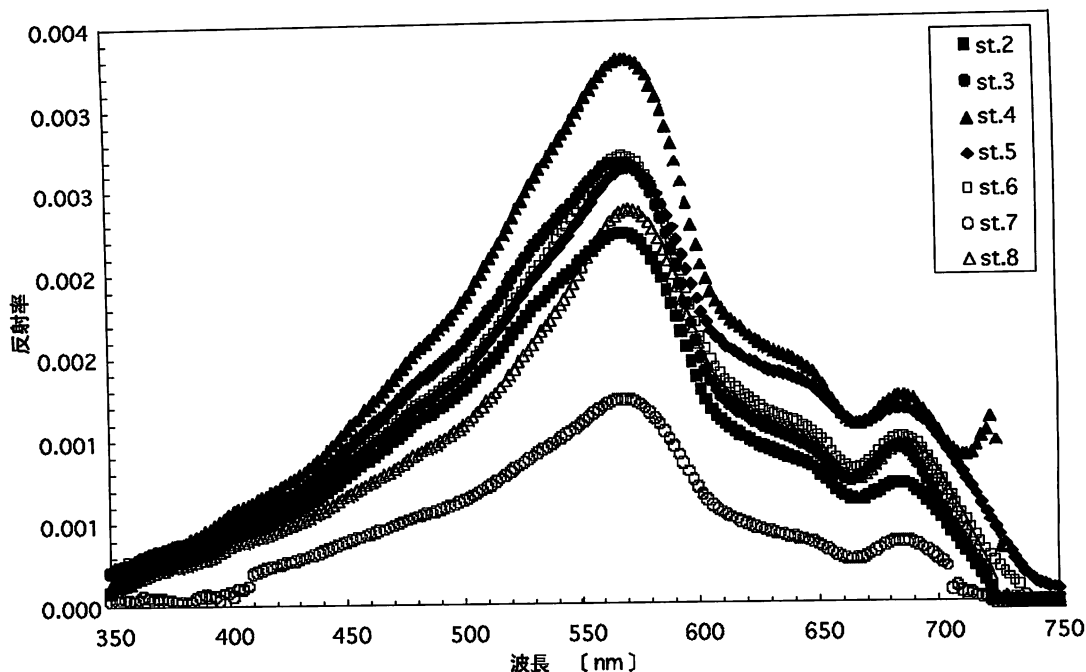


図4-13 山中湖における実測値の反射率

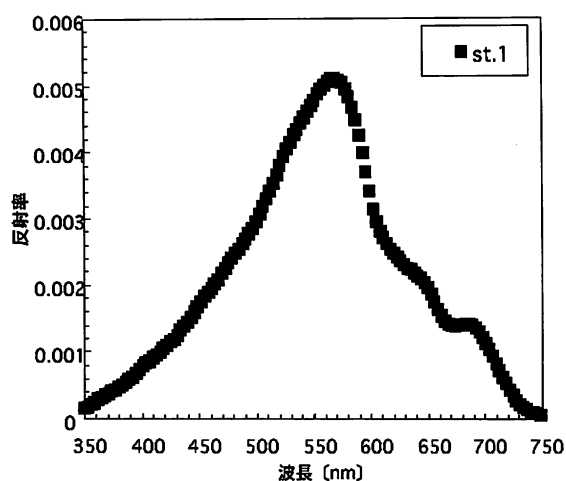


図4-14 千代田湖観測1回目における実測値の反射率

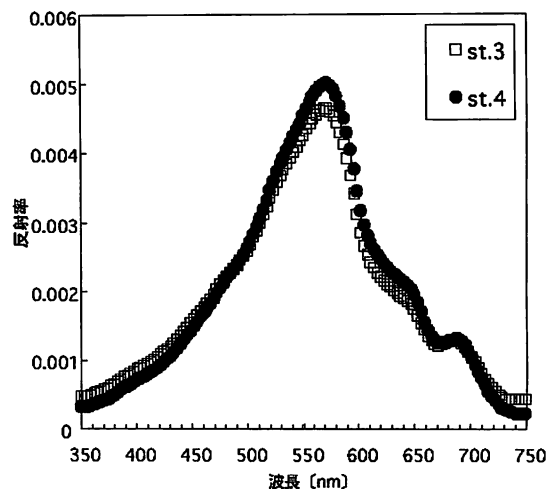


図4-15 千代田湖観測2回目における実測値の反射率

いて、波長700nm付近に吸収が現れている。これは、漂白・抽出が不十分であったことがいえる。

これに対し、千代田湖の観測の際、濾過量を増やして分析を行い、安定した値を得ることができた（図4-19）。比較のため、千代田湖観測1回目における植物プランクトン以外の懸濁物質吸光係数の結果を図4-20として示した。同様に千代田湖観測2回目と3回目も安定した値を得ることができた。その結果を図4-21、図4-22として示す。植物プランクトンの吸光係数は植物プランクトンが持つ複数の光合成色素（クロロフィル類、カロチノイ

ド類、ピリントナパク類など）の吸光係数の和として現れる。

4-5-3 SS、有機性懸濁物質、無機性懸濁物質の測定結果

SSの測定を4-3-3の方法で行った。その後、4-3-4で述べた方法を使ってSSを有機性懸濁物質と無機性懸濁物質に分け、それぞれの質量の測定を行った。

山中湖においては、各観測地点につき2つずつ試料を作成しSSの測定を行った。この測定結果から、各観測地点

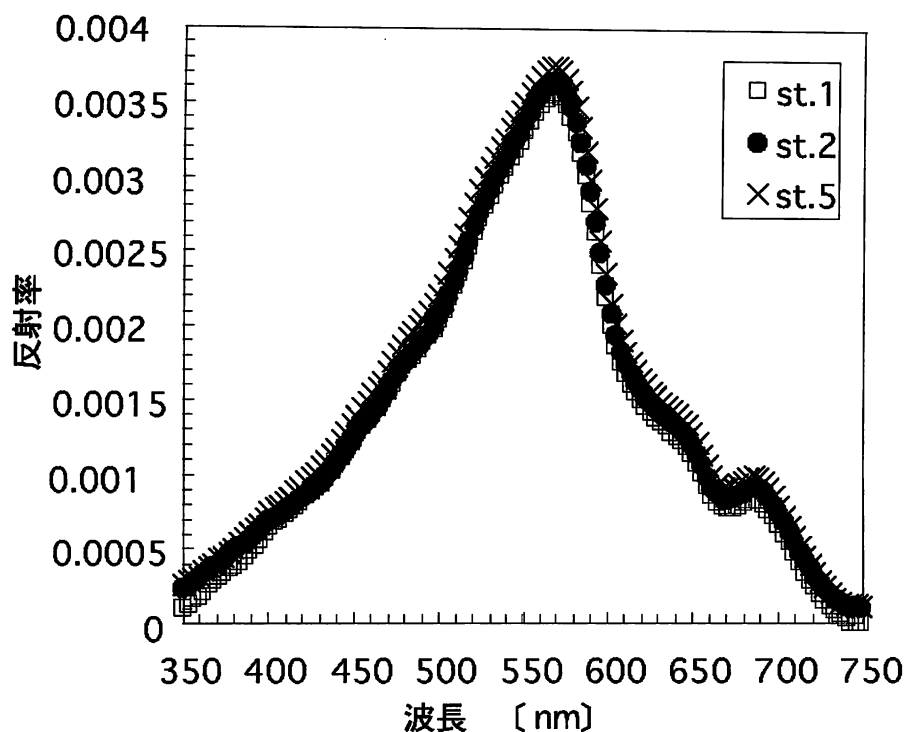


図4-16 千代田湖観測3回目における実測値の反射率

表4-3 各水域におけるクロロフィル-a濃度の測定結果

山中湖	クロロフィル-a濃度 ($\mu\text{g/L}$)	本栖湖	クロロフィル-a濃度 ($\mu\text{g/L}$)	千代田湖	クロロフィル-a濃度 ($\mu\text{g/L}$)
st.1	2.5	st.1	0.80	観測1回目	
st.2	2.6	st.2	0.70	st.1	7.4
st.3	1.3	st.3	0.66	st.2	9.2
st.4	4.0	st.4	0.40	観測2回目	
st.5	2.9	st.5	0.55	st.3	11.0
st.6	2.0	st.6	0.60	st.4	9.5
st.7	2.4	st.7	0.55	観測3回目	
st.8	3.2	st.8	0.44	st.1	12.0
st.9	1.6	st.9	0.44	st.2	14.0
st.10	3.0	st.10	0.60	st.5	13.0

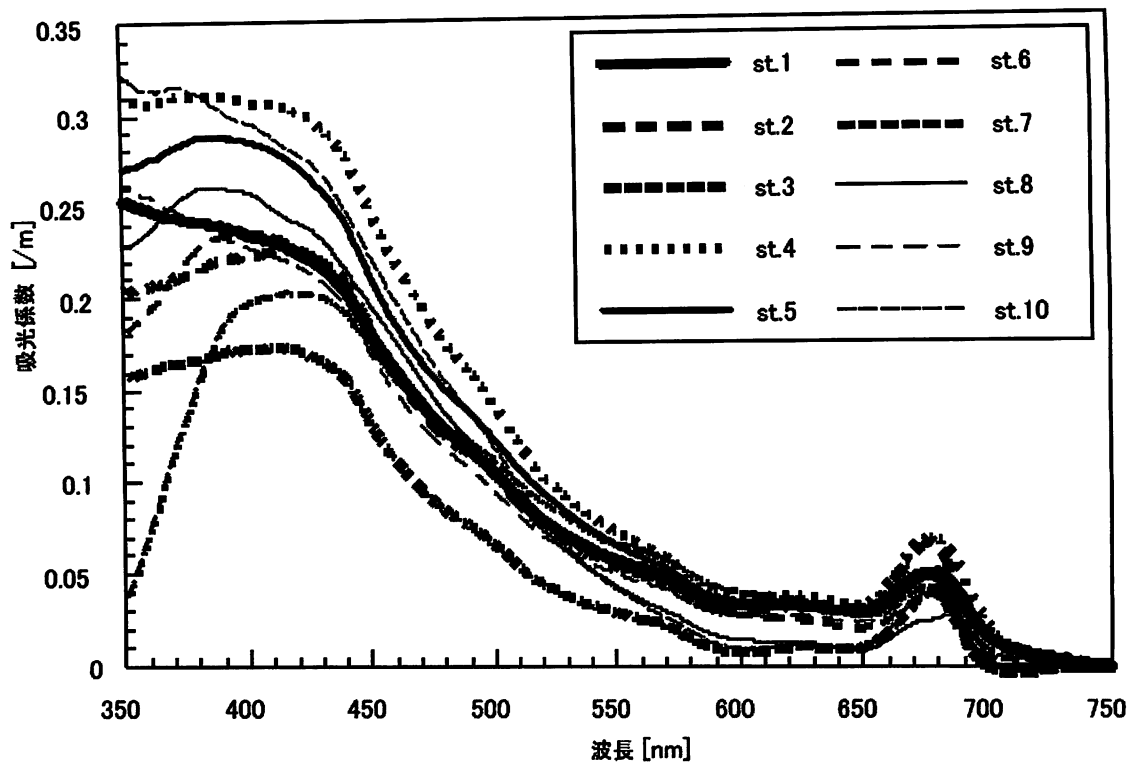


図4-17 山中湖における植物プランクトンの吸光係数の測定結果

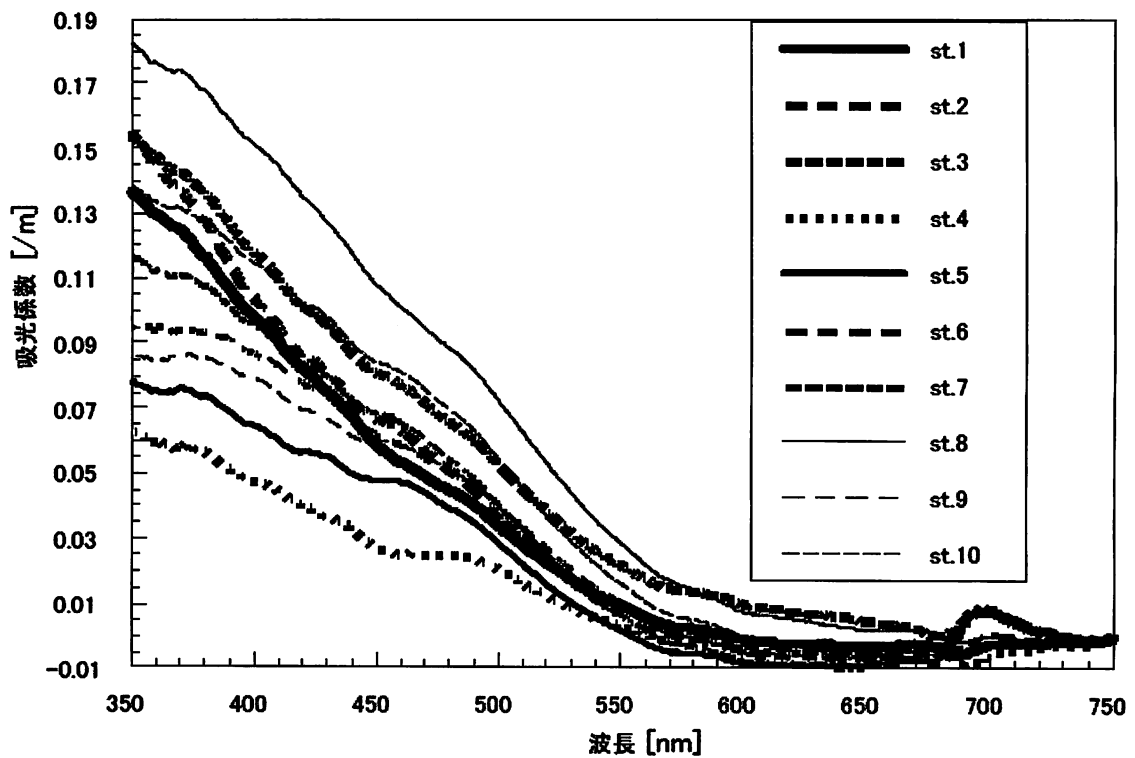


図4-18 山中湖における植物プランクトン以外の吸光係数の測定結果

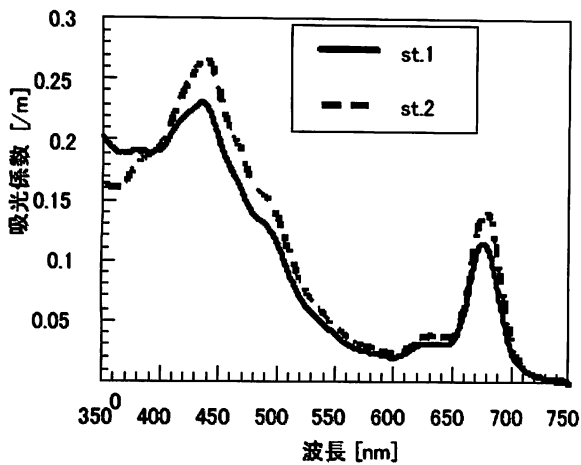


図4-19 千代田湖観測1回目の植物プランクトン吸光係数の測定結果

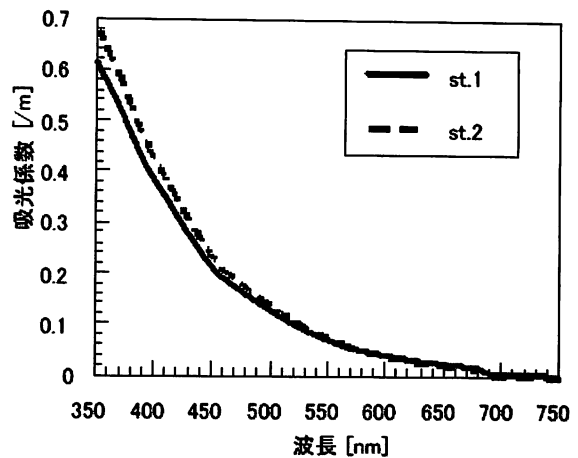


図4-20 千代田湖観測1回目における植物プランクトン以外の懸濁物質吸光係数の測定結果

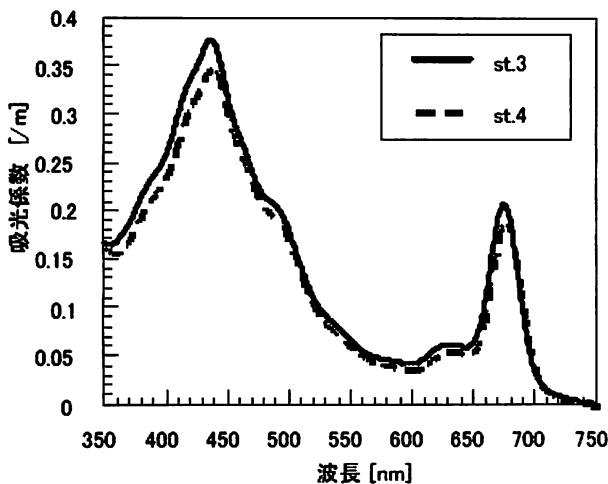


図4-21 千代田湖観測2回目における植物プランクトンの吸光係数の測定結果

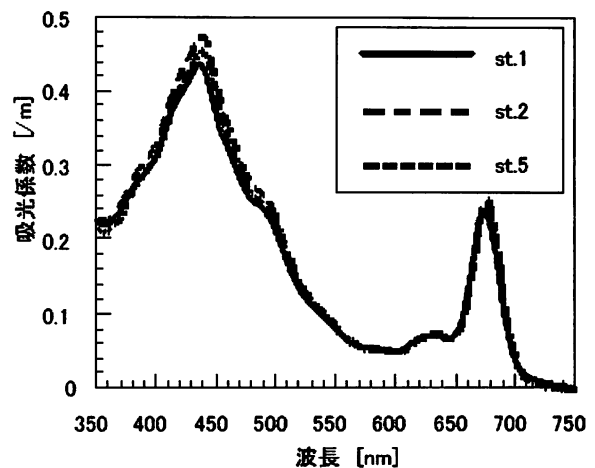


図4-22 千代田湖観測3回目における植物プランクトンの吸光係数の測定結果

の2つのデータに大きな差ができてしまった。表4-4に結果と共に標準偏差を示したが、st.5では特に差が大きく標準偏差が0.93となった。これは、採水してから時間がたっていたため使用した2Lの採水瓶の中で懸濁物質が沈殿し、上層と下層に分かれていたためと考えられ、濾過前の攪拌が不十分であったといえる。

本栖湖のSSは試料の濾過量を2Lにしたが、懸濁物質の量が非常に少なく測定できなかったため、結果を出すことができなかった。そのため、SS、有機性懸濁物質、無機性懸濁物質の結果から本栖湖の結果を除いた。

千代田湖で行った3回の観測の結果から、SSは各地点ともほぼ同じ値であった。しかし、無機性懸濁物の占める割合が異なっており、最も多いのが観測1回目であり、約

半分を占めている。その次が2回目で、無機性懸濁物が最も少なかったのが観測3回目であった。

4-5-4 CDOMの測定結果

4-3-5で述べた方法により、10cmセルを使用してCDOMの測定を行った。その結果、波長とともに指数関数的に減少するCDOMの特性を得ることができた。山中湖の測定結果を図4-23として示した。しかし、わずかながら700nm付近で挙動が変化している。図4-24で示した本栖湖では非常に大きく挙動が変化している。これは、試料溶液内に懸濁物質が濾過しきれず残っているためおこると考えられる。そのため、濾過を複数回行うなどして、完全に700nmのピークを取り除く必要があると

表4-4 山中湖におけるSS、有機性懸濁物、無機性懸濁物の測定結果

	SS [mg/L]	標準偏差	有機性懸濁物質 [mg/L]	標準偏差	無機性懸濁物質 [mg/L]	標準偏差
st1	0.75	0.17	0.6	0.03	0.19	0.14
st2	0.80	0.26	0.6	0.02	0.26	0.27
st3	0.97	0.37	0.6	0.07	0.36	0.30
st4	1.57	0.02	0.7	0.00	0.89	0.02
st5	1.48	0.93	0.7	0.17	0.81	0.77
st6	1.05	0.48	0.5	0.25	0.49	0.27
st7	1.06	0.63	0.5	0.15	0.57	0.46
st8	1.38	0.10	0.7	0.14	0.70	0.23
st9	1.14	0.30	0.3	0.09	0.85	0.38
st10	0.99	0.67	0.5	0.10	0.51	0.54

考えられる。図4-25として千代田湖の結果を示したが、千代田湖のCDOMは比較的高いため700nm付近のピークは十分誤差として考えることができる。

CDOMの結果から、懸濁物質の量が多い山中湖や千代田湖のCDOMと、懸濁物質の少ない本栖湖のCDOMとの間に大きな差がある。これは、CDOMの発生過程に関係があると考えられる。CDOMは微生物が植物等の有機物質の分解の際、発生する溶溶性腐食物質である。そのため、産業活動などで汚染された水は有機物を多く含んでいるため、分解され高い濃度のCDOMが発生する。そのため、産業活動などの影響を多く受けている山中湖や千代田湖のCDOMの吸光係数は高く、また、産業活動の影響の少ない本栖湖のCDOMの吸光係数は低くなったと考えられる。

表4-5 千代田湖観測1回目のSS、有機性懸濁物質、無機性懸濁物質の測定結果

	SS [mg/L]	有機性懸濁物質 [mg/L]	無機性懸濁物質 [mg/L]
st1	2.13	1.07	1.06
st2	1.98	1.05	0.94

表4-6 千代田湖観測2回目のSS、有機性懸濁物質、無機性懸濁物質の測定結果

	SS [mg/L]	有機性懸濁物質 [mg/L]	無機性懸濁物質 [mg/L]
st.3	2.17	1.30	0.87
st.4	2.06	1.14	0.92

表4-7 千代田湖観測3回目のSS、有機性懸濁物質、無機性懸濁物質の測定結果

	SS [mg/L]	有機性懸濁物質 [mg/L]	無機性懸濁物質 [mg/L]
st.1	2.26	1.40	0.86
st.2	2.05	1.43	0.62
st.5	2.38	1.70	0.68

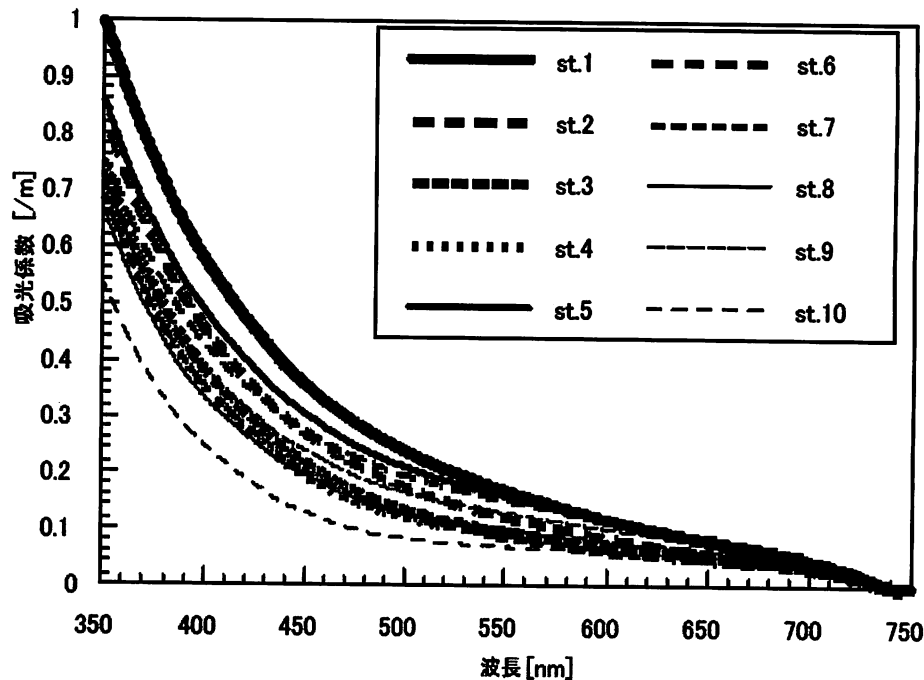


図4-23 山中湖におけるCDOMの吸光係数の測定結果

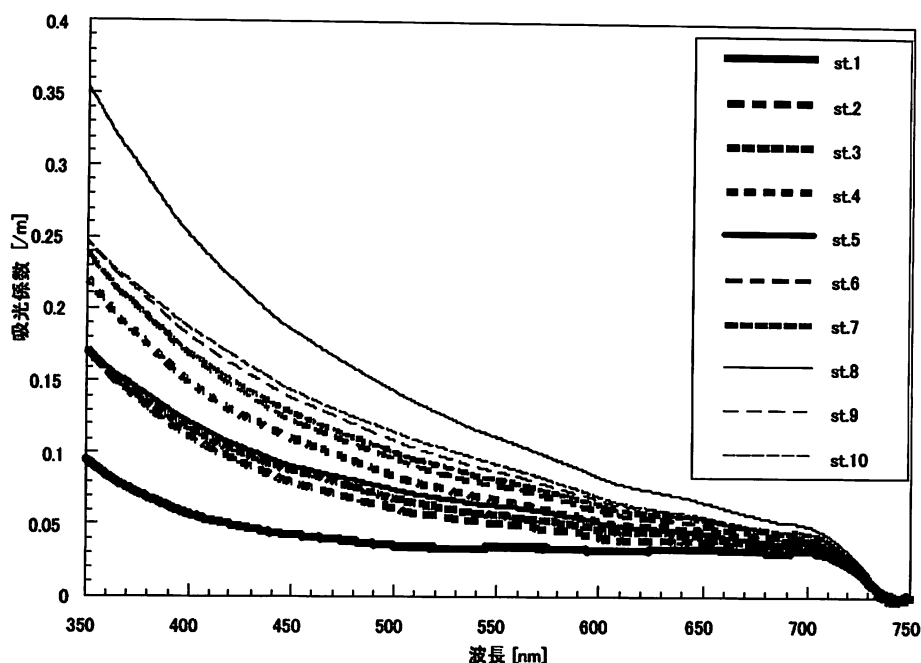


図4-24 本栖湖におけるCDOMの吸光係数の測定結果

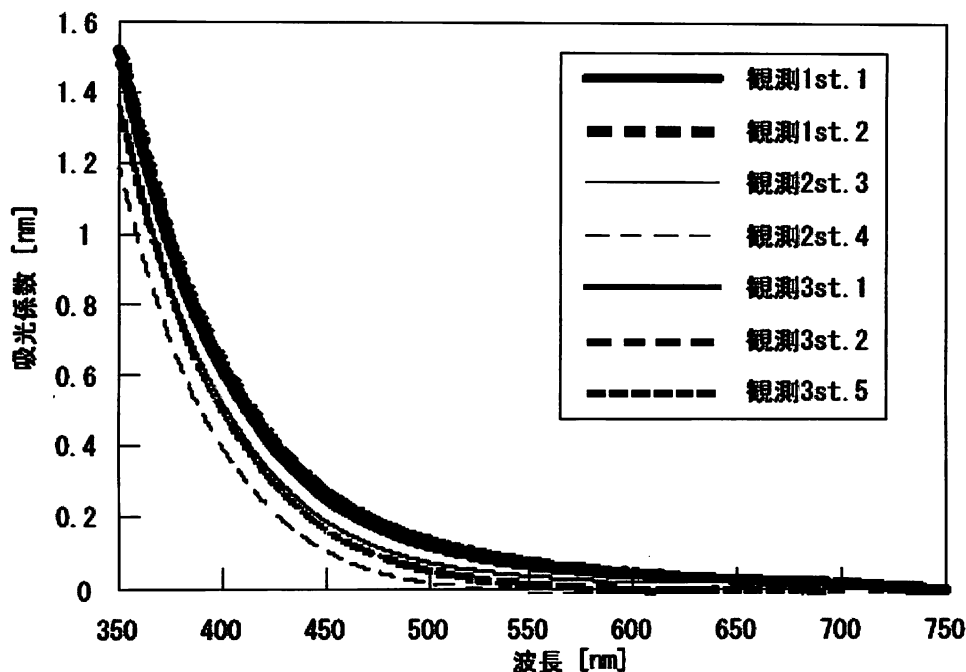


図4-25 千代田湖におけるCDOMの吸光係数の測定結果

4-5-5 無機性懸濁物質の吸光係数の測定結果

無機性懸濁物質の吸光係数の測定を行った。その結果をそれぞれ、対象水域ごとにまとめ、山中湖を図4-26、本栖湖を図4-27、千代田湖を図4-28、4-29として示した。無機性懸濁物の挙動はCDOMに非常に似た動きをしており、短波長側において非常に高い吸光係数を持っている。しかし、指数関数的な減衰は行っておらず、波長450nmと600nm付近で屈曲点がみられた。

4-6 放射測定からの実測値の反射率と光学モデルの反射率の比較

4-2-2と4-3-7で述べた方法を用いて各水域での放射観測における実測値の反射率と、光学モデル値による反射率を導出した。各観測地点における反射率の比較として、図4-30から図4-42に示した。山中湖のst.1、st.9、st.10と本栖湖の結果、及び千代田湖観測1回目のst.2は反射率を導出するために必要な分析結果を得ることができ

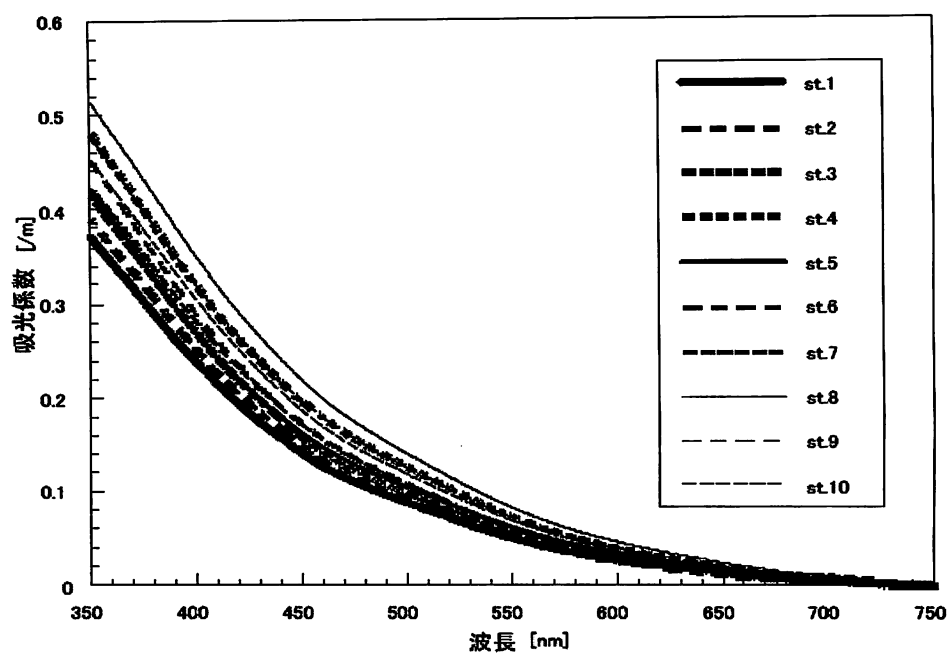


図4-26 山中湖における無機性懸濁物質の吸光係数の測定結果

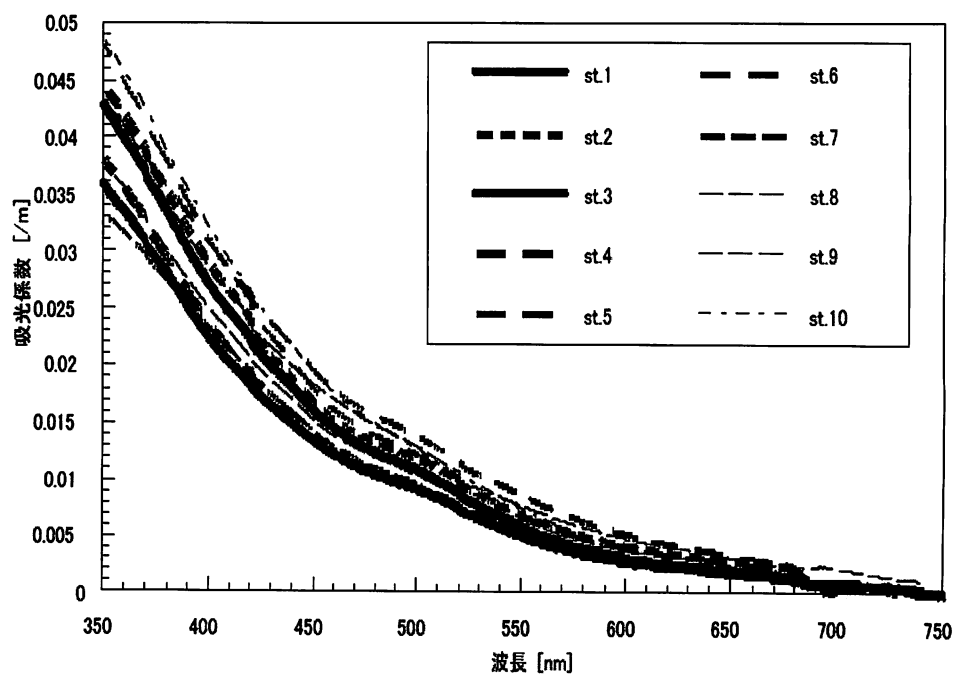


図4-27 本栖湖における無機性懸濁物質の吸光係数の測定結果

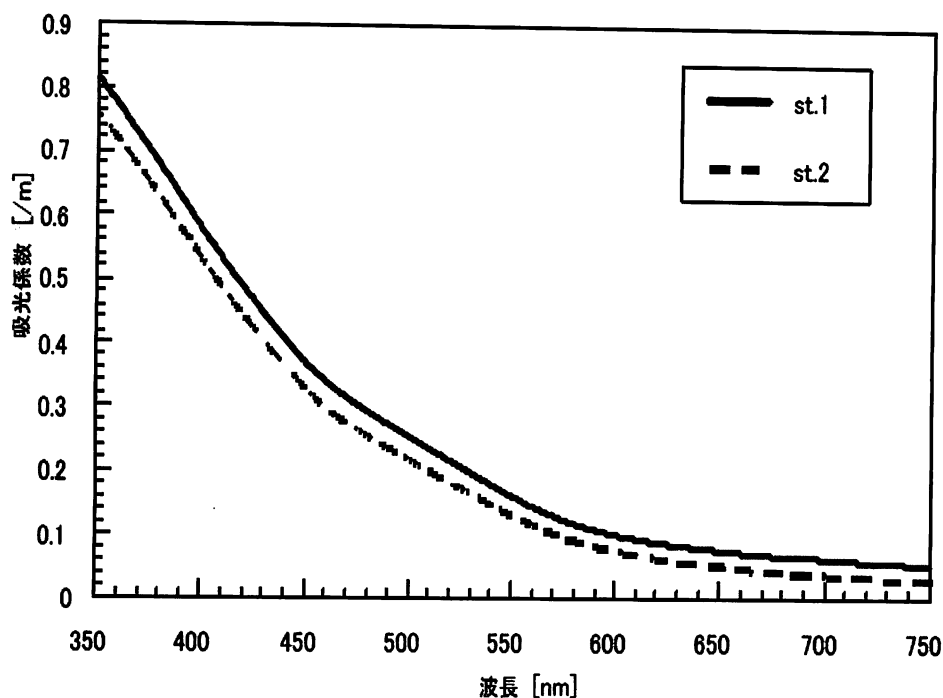


図4-28 千代田湖観測1における無機性懸濁物質の吸光係数の測定結果

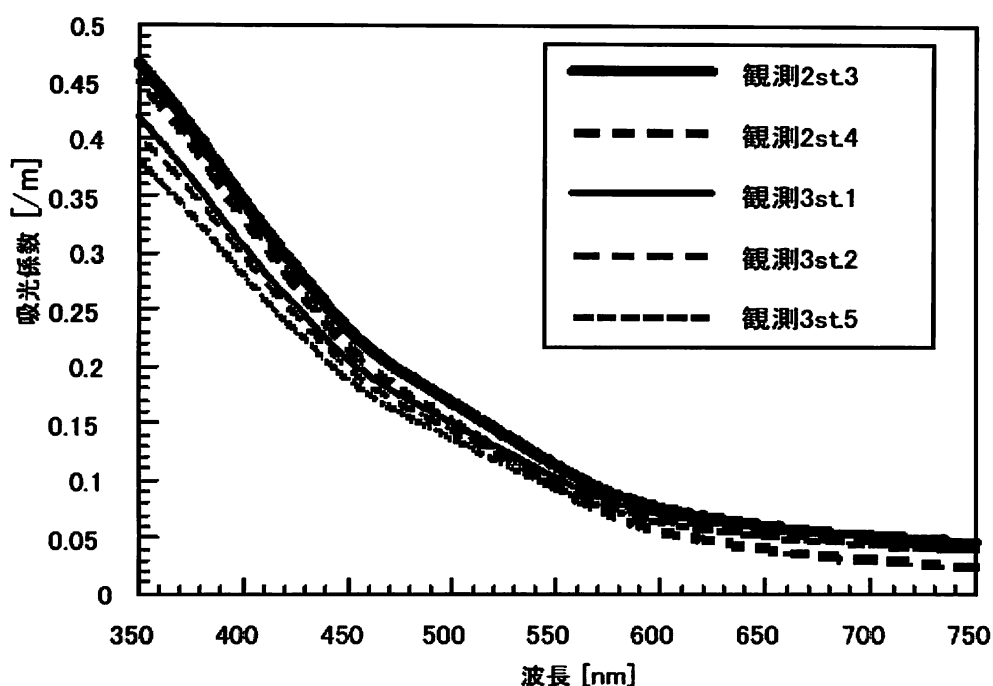


図4-29 千代田湖観測2、3における無機性懸濁物質の吸光係数の測定結果

なかったため、結果から除いた。山中湖の結果は、植物プランクトンの吸光係数の測定時に濾過量が少なかったため十分な結果を得ることができなかった。そのため、光学モデルによる反射率の700nm付近のピークや、350nm付近のグラフの傾斜が、実測値による反射率と比較して異なるものになった。そのため、本研究では、山中湖の結果を参考値として図4-30から図4-36として示し、本研究の考察からは除く。

4-7 結果の考察

千代田湖における光学モデルから算出したリモートセンシング反射率と、放射測定の実測値から算出したリモートセンシング反射率を比較したところ、550nmから600nm付近と、700nm付近にピークが存在しているなど、スペクトルの全体の傾向は一致していた。しかし、絶対値の一致が見られたのは、2004年1月22日の観測結果のみであった。2004年1月13日の観測結果をみると光

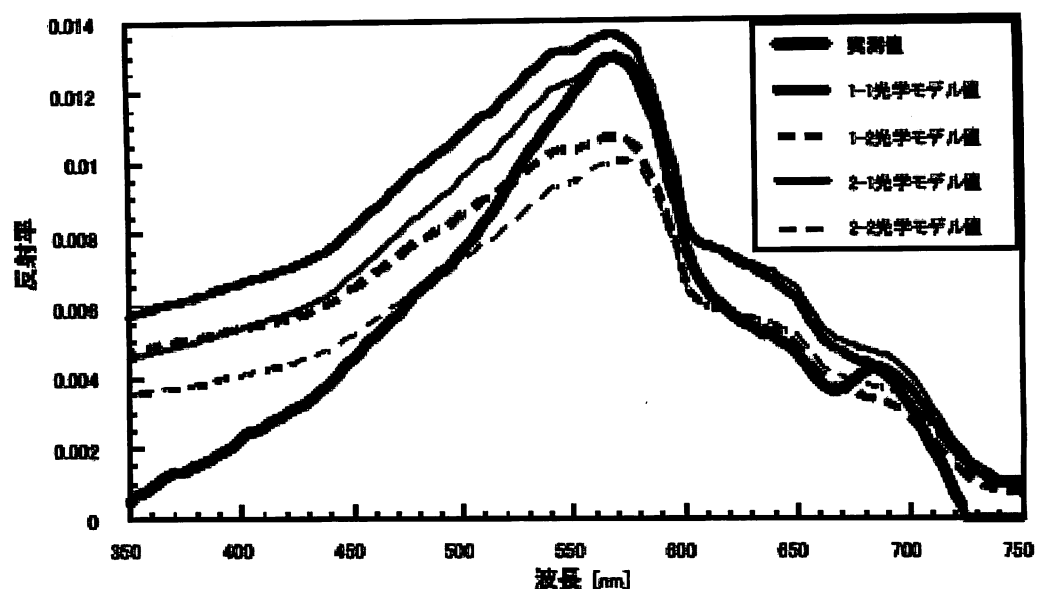


図4-30 山中湖観測st.2における反射率の比較

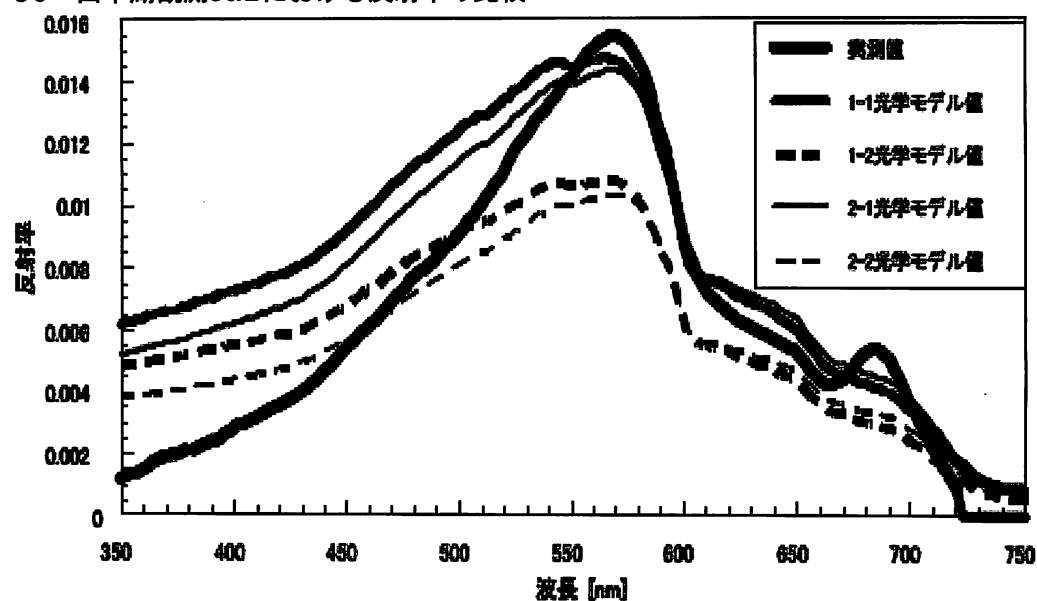


図4-31 山中湖観測st.3における反射率の比較

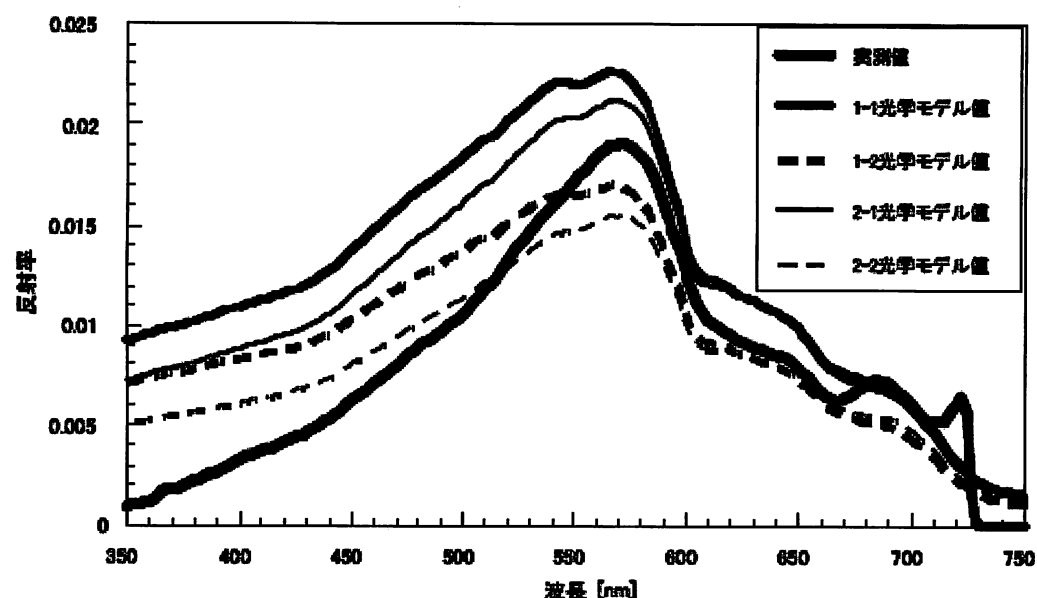


図4-32 山中湖観測st.4における反射率の比較

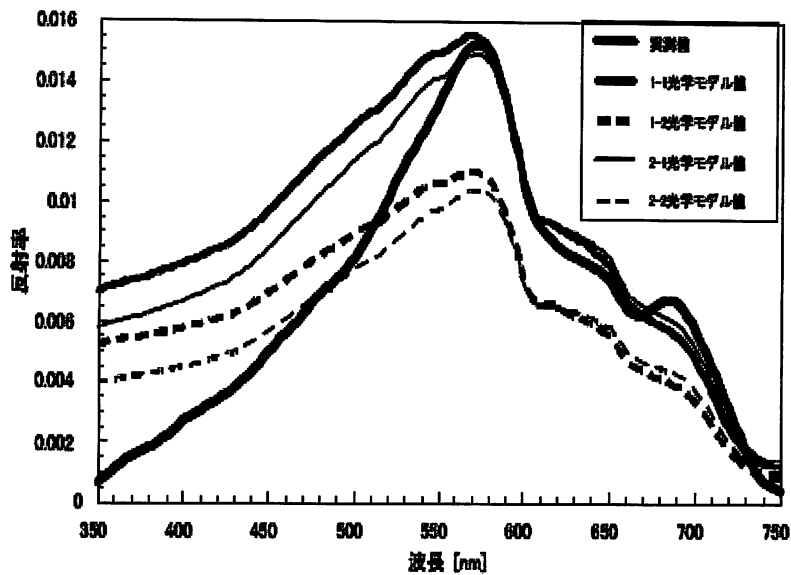


図4-33 山中湖観測st.5における反射率の比較

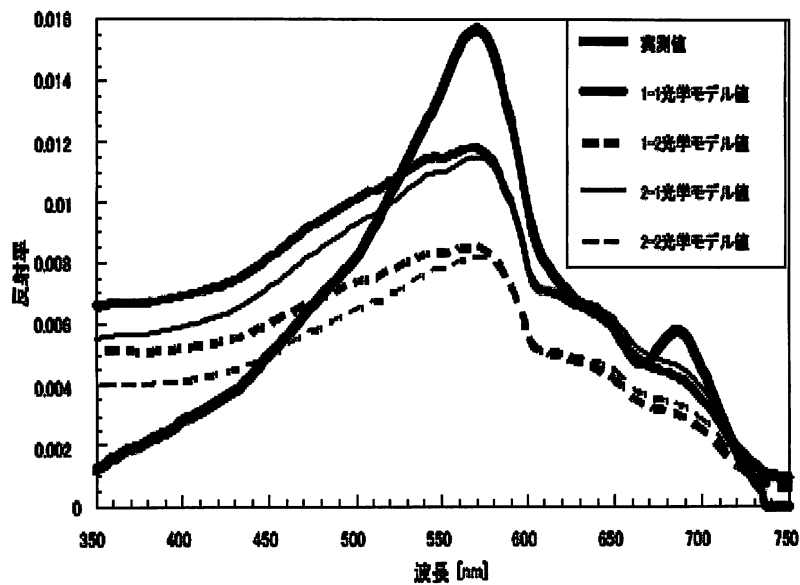


図4-34 山中湖観測st.6における反射率の比較

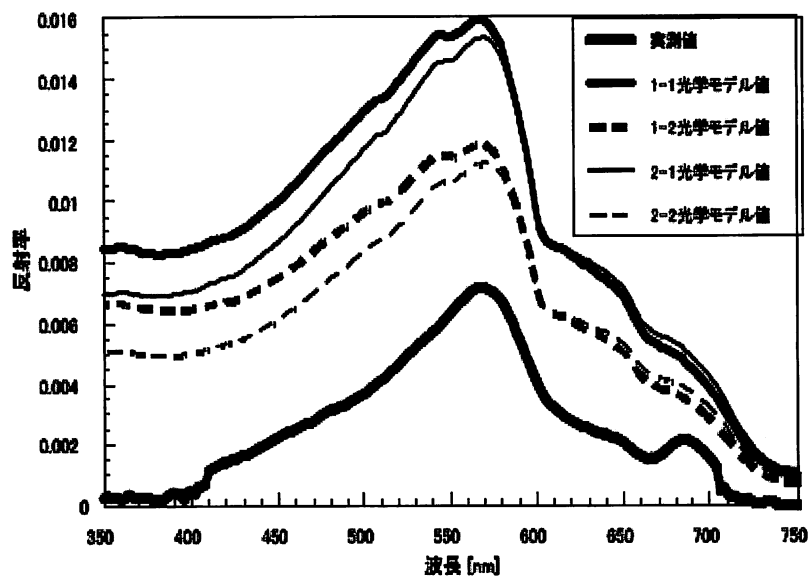


図4-35 山中湖観測st.7における反射率の比較

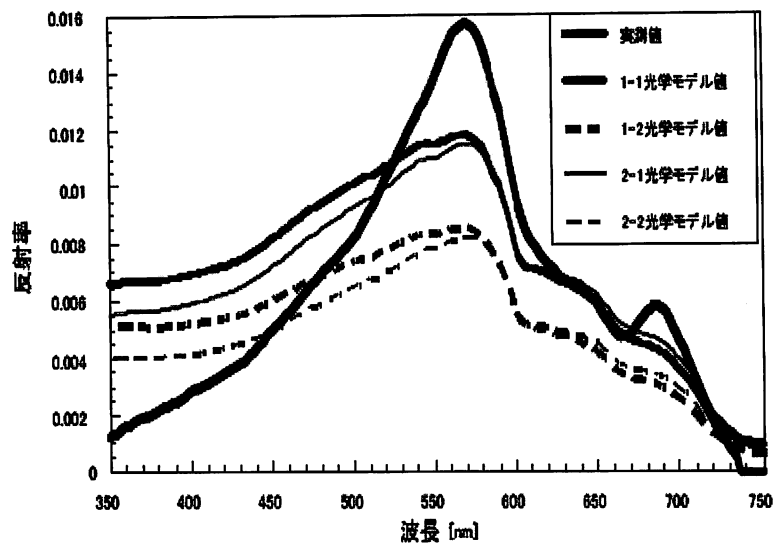


図4-36 山中湖観測st.8における反射率の比較

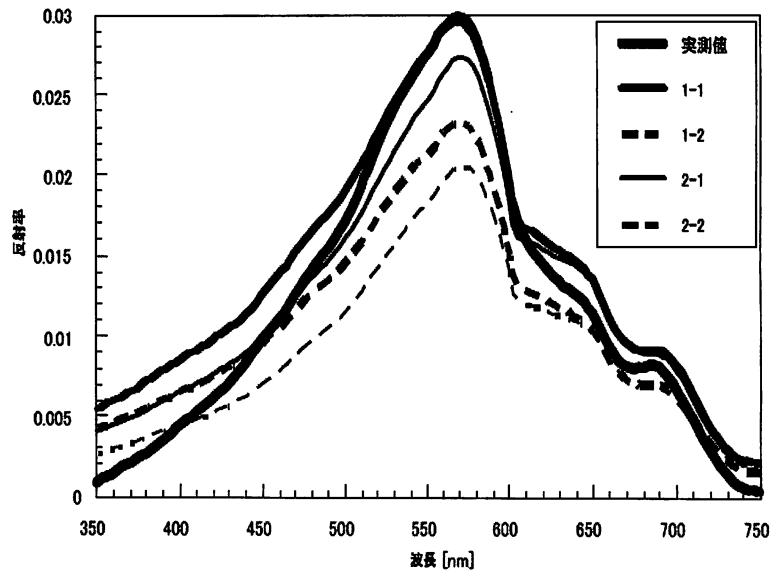


図4-37 千代田湖観測1回目st.1における反射率の比較

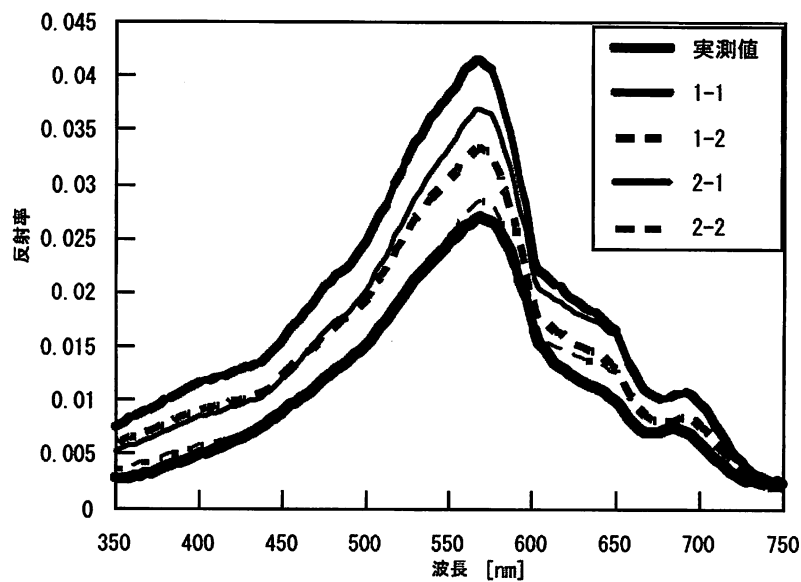


図4-38 千代田湖観測2回目st.3における反射率の比較

学モデルからの推定値が実測値より450-650nmにおいて下回っていた。一方、2004年1月29日の観測結果（図4-40～図4-42）は、光学モデルからの各推定値の範囲内に実測値が入っているが、1月22日ほどのよい一致は見られなかった。これらの観測は、ほぼ2週間の間に行われたが、クロロフィル濃度と無機性有機性懸濁物質濃度が変動していた。クロロフィル濃度は、3回の観測日の中で1月13日が、最も低く、1月22日、1月29日と日付が進むにつれ、1.5倍前後濃度が上昇した。それにともない有機性懸濁物質濃度が上昇したが、その大きさは1.2倍程度であり、クロロフィル濃度ほどは増加しなかった。一方、無機性懸濁物質濃度は、1月13日が最も高く、1月29日が最も低い値となり、クロロフィル濃度や有機性懸濁物質濃度とは逆の挙動を示した。しかし、有機性無機性を合わせた全懸濁物質濃度は、これらの期間であまり変化しな

かった。他の気象条件や測定条件が等しかったと仮定するとリモートセンシング反射率の一致不一致は、クロロフィル濃度および無機性有機性懸濁物質濃度に対する後方散乱係数の算出式に原因があると考えられる。1月22日が一致していることから、1月22日に一致した植物プランクトンと植物プランクトン以外の懸濁物質の後方散乱係数の算出式がその日の濃度では正しかったと考えられるが、一方で、互いの算出式の誤差がちょうどその日の濃度で打ち消し合っていたとも考えられる。これらを明らかにしていくためには、今後も同様の観測を様々な条件下において進め、データを蓄積することが必要である。一方で、無機性懸濁物質の後方散乱係数の研究例は、植物プランクトンほど多くはなく、今後も検討を続けなければならないであろう。

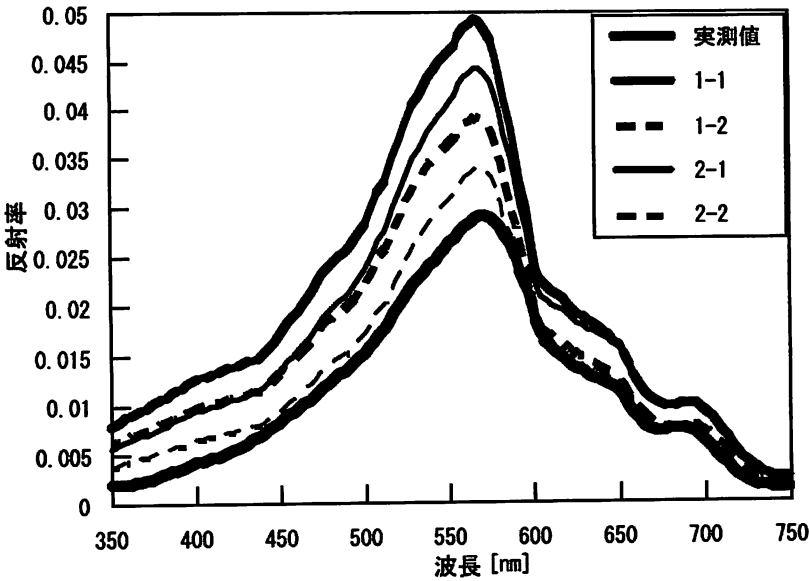


図4-39 千代田湖観測2回目st.4における反射率の比較

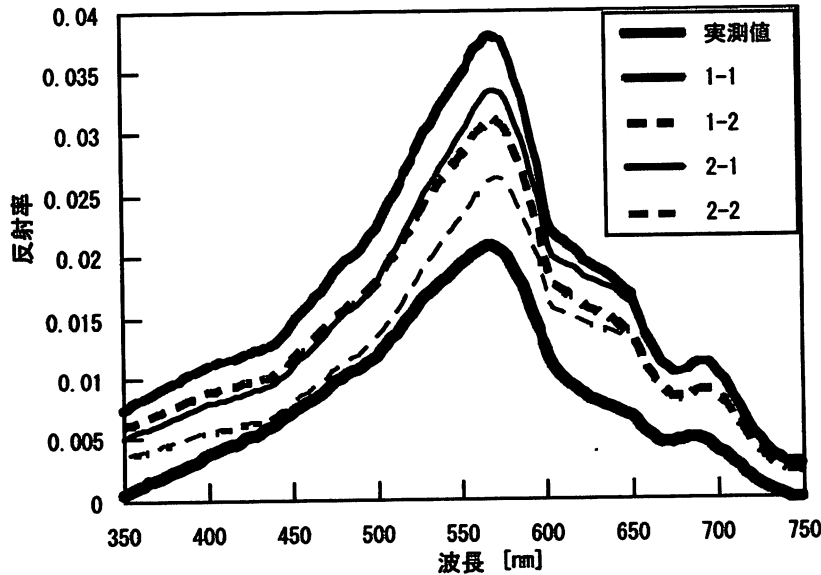


図4-40 千代田湖観測3回目st.1における反射率の比較

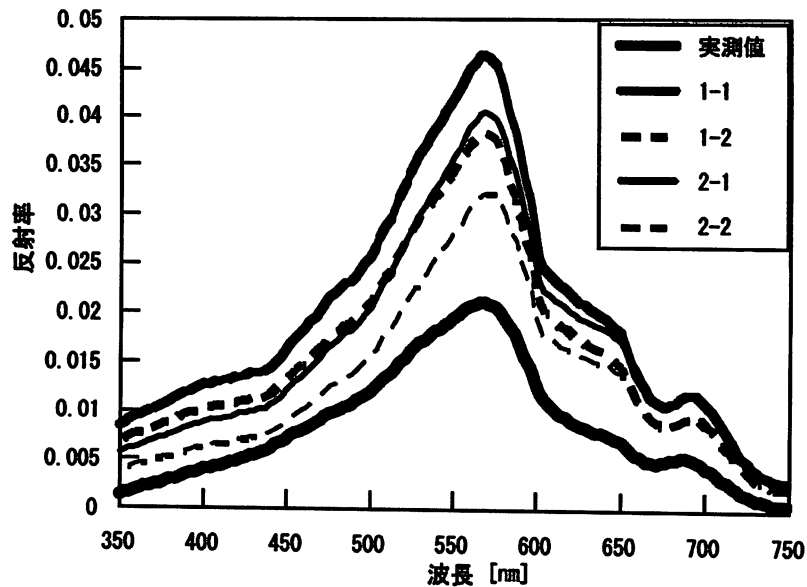


図4-41 千代田湖観測3回目st.2における反射率の比較

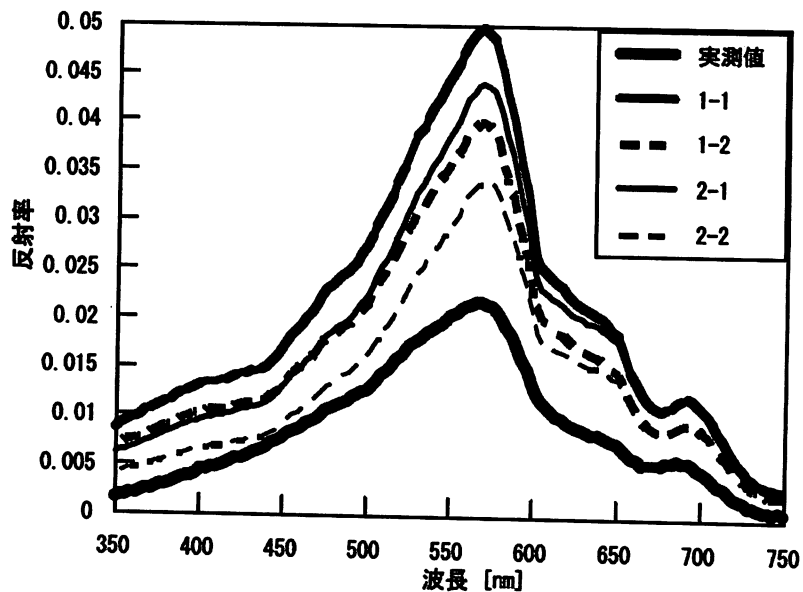


図4-42 千代田湖観測3回目st.5における反射率の比較

5. まとめ

現場での観測では気象条件や時間的な問題の左右されるため、水域の継続した観測は困難である。そのため、広範囲を定量的・定期的に環境監視する必要がある、そのような観測の有効な手法の一つとして衛星リモートセンシングがある。その実例として、ランドサット衛星同期観測による河口湖および山中湖の定量的水質分布図作成を試み、クロロフィル-a分布図を作成したが、特定の分布傾向は認められなかった。

衛星リモートセンシングを行うには、本来、まず水域の光学的特性を把握しなければならない。水域の光学特性は懸濁物質による影響を受けやすい。そのため、本研究で

は光学特性の異なる無機性懸濁物質と有機性懸濁物質に分け、それらによる水域への光学特性の影響を検討した。そのため、本研究では放射観測と水質分析の2種類の反射率を導出し、水域の光学特性について検討した。

本研究では、まず人為的な影響を受けていると考えられる山中湖、透明度の高い本栖湖、そして、山中湖と同様懸濁度の高い千代田湖では3回観測を行った。これら対象水域から得られた上向き放射輝度と下向き放射照度から実測値の反射率を導出した。

観測の際、採水した試料を使って、クロロフィル-a濃度、植物プランクトン吸光係数、植物プランクトン以外の懸濁物質の吸光係数、SS、CDOMの測定を行った。ま

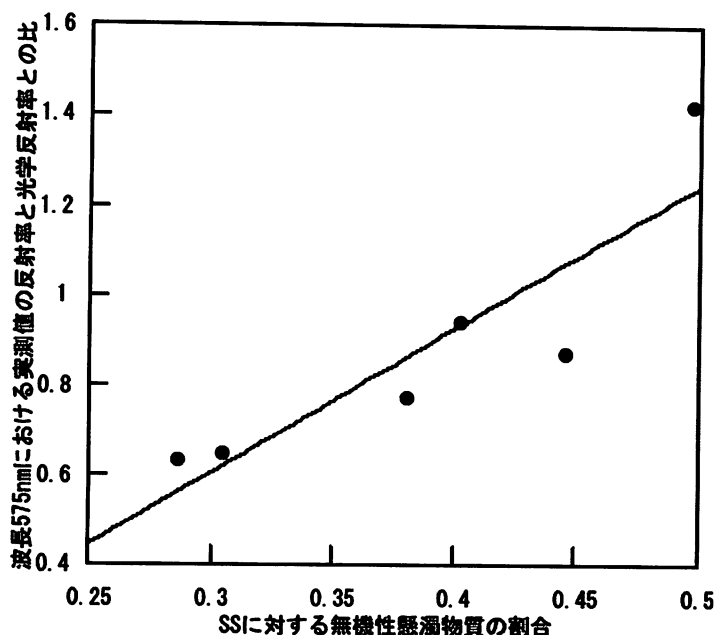


図4-43 575nmにおける光学モデルの反射率2-2と実測値の反射率の比とSSにおける無機性懸濁物質の割合の関係

た、本研究ではSSを無機性懸濁物質と有機性懸濁物質の2つに分離して乾重量の測定と、無機性懸濁物質の吸光係数測定を行った。これらの結果から光学モデル反射率を導出した。

以上のことから、放射測定による実測値の反射率と水質の分析による光学特性の反射率の比較を行った。本栖湖の結果は観測機器の故障等により導出できず、また山中湖における比較では、植物プランクトンの吸光係数の結果が信頼できる値ではなかったため、本研究では参考値として報告するにとどめた。千代田湖の反射率結果の比較では、光学モデル反射率と、実測値における反射率の挙動が非常に似ており、観測地点3ではほぼ一致した。しかし、他の千代田湖観測では、それぞれ光学モデルとはピークの値が異なるなど挙動にずれが生じていた。1回目の観測では、光学モデルの反射率が実測値による反射率より550nm付近のピークで小さく、また2回目の観測では、光学モデルによる反射率と実測値による反射率のピークの高さは同程度であった。3回目の観測では、光学モデルの反射率が実測の反射率より大きくなった。これらの傾向とSSの中に占める無機性懸濁物質に相関があったため、無機性懸濁物の散乱による影響を光学モデル式が網羅しておらず、それによって実測値の反射率と光学モデルの反射率の間に差が生じたと考えられる。

以上のことから、懸濁度の高い水域では無機性懸濁物質の光学特性による影響が比較的大きいと判断されるので、本研究で使用した光学モデル式を高い懸濁度の水域

に適用させるには、無機性懸濁物の後方散乱係数を求める必要がある。そのため、様々な水域で観測を実施すると同時に対象水域の光学的特性とそれに含まれる無機性懸濁物質の散乱特性を把握する必要がある。

参考文献

- 日本海洋学会編 (2001) 海と環境 海が変わると地球が変わる 講談社.
- 土屋清 (1990) リモートセンシング概論, 朝倉書店.
- 武田育郎 (2001) 水と水質環境の基礎知識, オーム社, 208p.
- 日本リモートセンシング研究会編 (2001) 改訂版図解リモートセンシング, 社団法人日本測量協会.
- 環境庁編 (2001) 環境白書平成13年版各論, ぎょうせい.
- 地球科学技術フォーラム/地球観測委員会海洋環境サイエンスチーム (2001) 衛星海色データ構成・検証のための海洋観測指針, 社会法人資源協会地球科学技術推進機構.
- 平澤亨, 鈴木光次, 岸野元彰, 古谷研, 田口哲 (2001) QFT法及び現場型水中分光吸光度計による植物プランクトンの光吸収スペクトル測定プロトコル, 海の研究, 10 (6) .
- 大石友彦, 高橋洋平, 田中昭彦, 岸野元彰, 土屋明 (2002) 培養植物プランクトンによる後方および全散

- 乱係数と散乱関数との関係. 東海大学紀要海洋学部, 53, 1-15.
- Babin, M., and Doerffer, R. (1996) Specification for case II coastal water reference model, in Algorithm Theoretical Basis Document for MERIS (ATBD2.12), ESA-ESTEC 61-73.
- D'Sa, E. J., and Miller, R. L. (2003) Bio-optical properties in waters influenced by the Mississippi River during low flow conditions, *Remote Sens. Environ.*, 84, 538-549.
- Gordon, H. R., Brown, O. B., Evans, R. H., Brown, J. W., Smith, R. C., Baker, K. S., and Clark, D. K. (1988) A semianalytic radiance model of ocean color, *J. Geophys. Res.*, 93, 10909-10924.
- Kronfeld, U. (1988) Die optischen Eigenschaften der ozeanischen Schwebstoffe und ihre Bedeutung für die Fernerkundung von Phytoplankton, GKSS Report 88/E/40, 1-153.
- Loisel, H., and Morel, A. (1998) Light scattering and chlorophyll concentration in case 1 waters: a reexamination, *Limnol. Oceanogr.*, 43, 847-858.
- Mobley, C. D. (1994) *Light and Water: radiative transfer in natural waters*, Academic Press, San Diego.
- Morel, A. (1974) Optical properties of pure sea water, Academic Press, London. 1-24.
- Morel, A., and Gentili, B. (1996) Diffuse reflectance of oceanic waters: III. Implication of bidirectionality for the remote-sensing problem, *Appl. Opt.*, 35, 4850-4862.
- Pope, R. M., and Fry, E. S. (1997) Absorption spectrum (380-700 nm) of pure water. II. Integrating cavity measurements, *Appl. Opt.*, 36, 8710-8723.
- Sathyendranath, S., and Platt, T. (1989) Computation of aquatic primary production : Extended formalism to include effect of angular and spectral distribution of light, *Limnol. Oceanogr.*, 34, 188-198.
- Ulloa, O., Sathyendranath, S., and Platt, T. (1994) Effect of the particle-size distribution on the backscattering ratio in seawater, *Appl. Opt.*, 33, 7070-7077.

R-07-2004

平成16年度
山梨県環境科学研究所研究報告書
第14号

YIES Research Report

2004年12月発行

編集・発行
山梨県環境科学研究所

〒403-0005 山梨県富士吉田市上吉田字剣丸尾5597-1

電話 : 0555-72-6211

FAX : 0555-72-6204

<http://www.yies.pref.yamanashi.jp>

印刷 株式会社ヨネヤ

100%再生紙を使用しております

