

R-04-2004

YIES Research Report

山梨県環境科学研究所研究報告書

第11号

特定研究

「人工衛星データを用いた緑被率の推定手法の開発に関する研究」

平成15年度

山梨県環境科学研究所

R-04-2004

YIES Research Report

山梨県環境科学研究所研究報告書

第11号

特定研究

「人工衛星データを用いた緑被率の推定手法の開発に関する研究」

平成15年度

山梨県環境科学研究所

は じ め に

山梨県は豊かな自然に恵まれ、そのほとんどは緑に覆われている。日々我々の目を楽しませる緑の景観は、県民の大きな誇りである。また、我々の豊かな生活の基盤であると同時に、山梨を訪れる人々に自然の美を提供し、多くの観光客を招く産業基盤だとも言える。

しかし、たとえば甲府盆地を取り囲む山々から、ひとたび我々の足下に目を転じてみると、我々のすぐ近くはけっして緑が豊かとは言えないのではないだろうか。甲府駅から街路樹の豊かな平和通りを眺める、あるいは遊亀公園など大きな公園の近くなど、緑の豊かな場所を想像することはできるが、我々が日々歩き、買い物し、働く場は緑が豊かだろうか。また、広がった農地の緑は、昔と同じ広がりを保っているだろうか。

甲府盆地では急激に気温が上昇すると、日射病、熱射病などの「熱中症」の患者が多く発生する。気温や湿度などの環境条件と、熱中症の発生との関連は私の研究テーマの一つである。熱中症を予防するためには日影などの涼しい場所で適宜休憩をとることが有益であるし、あるいは発症後の応急処置にも涼しい場所が近くにあることが大切である。このように考えると生活環境に存在する緑は、我々の健康と深く関わっていることが想像できる。緑はまた、気候を緩和し、夏の暑さを物理的にやわらげる機能を持つという。緑は我々の健康や生活に大きく関わっている。

私の研究では、気温や湿度など、自然の環境条件と、個人で出来る予防と対策を扱ってきた。しかし、我々の地域社会にどのぐらいの緑があり、どのように分布しているかを知り、我々が利用できる緑を増やすことは、社会的になされることであり、山梨県を含む行政の関与が強く期待される。

この研究は、特定研究として山梨県都市計画課・みどり自然課の依頼と協力の下に、緑がどこに、どのぐらい存在するかをより適切に調査する手法を研究したものである。この研究を含む様々な努力の積み重ねが、県民、そして県民以外の来訪者も含めて「緑豊かな山梨」の恵みをより広くもたらすことを期待している。

平成15年12月

山梨県環境科学研究所

所 長 入 来 正 躬

目 次

はじめに

I 研究の概要

| | |
|----------------------|---|
| 1. 研究テーマ及び研究期間 | 1 |
| 2. 研究目的 | 1 |
| 3. 研究体制 | 1 |
| 4. 研究成果の概要 | 1 |

II 研究成果報告

| | |
|----------------------------------|---|
| 1. 緑被率について | 3 |
| 2. 本県における緑被率調査の課題と本研究の目的 | |
| 1) 本県における市街地緑化の現状 | 3 |
| 2) より効果的な緑被率調査のための課題 | 3 |
| 3) 本研究の目的 | 4 |
| 3. 緑被率推定手法の検討 | 4 |
| 4. 解析対象地域及び解析に用いたデータ | |
| 1) 解析対象地域 | 5 |
| 2) 使用した衛星データのプラットフォーム及びセンサ | 5 |
| 3) 緑被分布データ | 5 |
| 4) 対照用緑被率データの作成 | 5 |
| 5) VSW指標データの作成 | 5 |
| 5. 解析結果と考察 | 6 |
| 6. 開発された緑被率推定手法手順 | 6 |
| 7. 応用的展開 | 6 |

おわりに

引用文献

I 研究の概要

I 研究の概要

1. 研究テーマ及び研究期間

研究種別：

特定研究

依頼元：

山梨県土木部都市計画課

(当該事業については研究期間中に森林環境部みどり自然課に移管)

研究テーマ：

人工衛星データを用いた緑被率の推定手法の開発に関する研究

研究期間：

平成12年度～平成13年度（2年間）

2. 研究目的

緑被率は、都市環境指標の一つであり、都市の「緑の潤い」を示す。地域の面積のうち、樹木、草本、栽培植物など、植物に覆われる面積の比率であり、算出が簡単で解釈しやすい指標として用いられてきた。

本県では県内都市計画区域のうち市街化区域及び、用途指定区域のみについてグリッドセルを集計単位として緑被率の調査を行っている。

今日では、みどりの骨格構造の形成や、シビルミニムとしての身近な緑の確保といった計画の必要性が増しているが、従来の緑被率調査の継続だけでは、今日的な計画資料として不十分となってくる可能性が高い。

本研究では緑化計画等の資料として十分な、より今日的な手法を用いた緑被率推定手法を目指す。具体的には、

- a) GIS上でデータを取り扱う。
 - b) 人工衛星データから緑被率を推定する。
 - c) より機動的な緑化計画及び緑化事業に資することができる。
 - d) 低コストで実現可能である。
- の4条件を満たす緑被率のモニタリング手段を開発することを目的とした。

3. 研究体制（○ 研究代表者）

山梨県環境科学研究所

特別研究員 宮崎 忠国

緑地計画学研究室

研究員 池口 仁 ○

環境計画学研究室

研究員 杉田 幹夫

研究協力者

山梨県土木部都市計画課

山梨県森林環境部みどり自然課

4. 研究成果の概要

衛星データ、特にLandsat-TMの3バンド及び4バンドあるいは植生指数と緑被率との間に高い相関があることはすでに多くの文献が指摘している。本條・高倉(1989)では、ROW-PATHフィルタ（画像上の各点を隣接する点と平滑化する画像処理）の活用により植生指数と緑被率との相関関係が明確になることを示した。さらに、緑被率が100%となるまとまった緑被地と緑被率が0となるような市街地がともに存在する地域では、Bi-band Ratio（各点における植物の存在とよく対応するLandsat-TMの3バンド及び4バンドデータの比）のヒストグラムの検討と画像上での緑被地の探索を併用することでグランドトゥルスなしでの緑被率推定が可能であることを示唆している。

一方で山形ら(1997)は、TMバンド3及び4の2次元のデータが、最も植生の特徴が顕著な点、最も土壌の特徴が顕著な点、最も水の特徴が顕著な点（エンドメンバー）によって張られる3三角形の内部に分布するという特性を応用し、この三角形内での位置関係によって、各ピクセルの特性を抽出するVSW（植生・土・水）指数を統計的に算出するアルゴリズムを開発している。

そこで、本研究ではV指数及びS指数の二つを元に、緑被率を算出することとした。甲府市を対象地域とし解析を行ったところ、V、S及び比 V/S 、 $V/(V+S)$ の4種と衛星のピクセルに合わせて緑被分布から計算した緑被率の線形相関は、 $V/(V+S)$ が最も相関が高かった（相関係数=0.8657）。建物や道路などがS指数に、緑被がV指数にあらわされるとすると、緑被率と $V/(V+S)$ 比とが関連するのは極めて合理的と言える。

緑被率（VCR）との関係は、

$$VCR = (V - S) / (V + S)$$

と推定された。

推定された緑被率は緑被の状況をよく示しており、今後の山梨県における緑被率のモニタリングを低コストで継続するための基礎技術の開発に成功したといえる。

さらに、2000年5月23日取得のLandsat7-ETMデータを元にVSW指数を求め、開発した手法により甲府市市街化区域の緑被率を推定し、緑被率の変化を求めたところ、解析対象城南西部など1995年頃農地が集中していた未市街化部分において緑被率が比較的大きく低下したことを確認した。当該地域の土地利用変化の実態に合った結果と考えられる。

Ⅱ 研究成果報告

Ⅱ 研究成果報告

1. 緑被率について

緑被率は地表面が植生によって被覆される割合である。都市化の進行や、市街地の緑化状況を示す都市環境指標として我が国で広く調査され、都市マスタープランや緑化施策の検討資料として応用されている。

緑被率の調査は通常、解像度の十分な空中写真から拡大鏡による立体視など目視によって緑被の状態を判読し、面積を計測して算出される。近年では衛星データの分析により処理し、緑被率を算出する手法も用いられている。

都市計画にとって、緑被率の分布を知ることによって得られる情報は大きく分けて2つある。

第一に挙げられるのは市街化の進捗の監視である。我が国の都市計画は、都市計画区域を「おおむね10年以内に市街化することを目標とする区域」すなわち市街化区域と「市街化を抑制すべき地域」すなわち市街化調整区域に二分し、市街化区域に都市的社会基盤投資を集中することを大きな柱にしている。一方で、我が国における未市街化区域は農地または森林等の緑に覆われた土地が主要な土地被覆となっていることから、市街化の進行状況を緑被率の分布から知ることができ、市街化区域の市街化が円滑に進行しているか、また、市街化調整区域に期待されない市街化が進行していないかなどの監視を行うことができる。

第2に挙げられるのは、既成市街地の質の評価である。都市計画における都市的社会基盤には、確保されたオープンスペース、すなわち緑地が含まれており、緑地に対しては緑化を行う事が基本となっている。市街化に際して適切な緑地の確保と緑化がなされ、市街地の質が良好かどうかを緑被率によって知ることができる。近年では緑被の都市気候緩和機能が注目され、また、緑地の確保が困難な既成市街地においても建物緑化などの形で、都市的利用と両立して緑被率を向上させる手段が開発されたため、さらに注目されるようになってきている。

2. 本県における緑被率調査の課題と本研究の目的

1) 本県における市街地緑化の現状

都市部の各自治体では、5～10年に一度、緑被率の調査結果を発表している。緑被率の算出単位としては、町丁などを基準に自治体を分割したブロック別の緑被率または、1km×1km（近隣住区サイズ）などのグリッドセルに分割したものをを用いることが多い。緑被率の実際の数値は、各自治体全体での算出では、東京都港区（18.55%,1998年）、新宿区（17.92%,1993年）、武蔵野市

（22.6%,1997年）、府中市（27.19%,1997年）、甲府都市計画区域（21.3%,1995年相当,市街化区域のみ）等となっている。数値のみを比較すれば、甲府市街化区域の緑被率は、東京23区外周部や、隣接する市部とほぼ同じであり、東京多摩中央部、西部に比べると低い値となっている。

本県において都市化が過度に進行しているという事だろうか？

武蔵野市の人口密度は12,705.13人/平方キロ、府中市は8,060.36人/平方キロである。甲府市の人口密度は1,133.56人/平方キロである。甲府市の総面積（171,88平方キロ）、市街化区域面積（31,16平方キロ）から、仮に甲府市の全人口が市街化区域に集中したとして市街化区域の人口密度を試算しても、約6000人/平方キロにすぎない。この数値は府中市の人口密度にも及ばず、同等の緑被率の都市に比べ圧倒的に小さい。甲府市は市街化区域に限れば、人口密度、すなわち都市化の進行の程度に対して「際だって緑の少ない都市」であることがはっきりとわかる。

一般に本県においては、甲府市に限らず、多くの市町村において総面積に対して可住地面積が少なく、可住地の周囲を緑豊かな林野が覆っている。しかし、市街地の内部では身近なみどりの確保が明らかに不十分である。国内において、緑地の不足する都市に共通する特徴として、明治時代以前に由来する公園緑地が少ないことが挙げられる。制度上の整備は進行しているにもかかわらず、一般に公園等の新規の土地取得が困難であったためである。

みどりの不足の原因として本県に特有のものは、比較の対象とした東京都などに比べ公共交通が充実しておらず、自動車交通に大きく依存していることが挙げられる。自動車交通を主とする都市では、道路交通のために必要な面積が相対的に大きくならざるをえない。道路幅員を十分確保するために緑地帯の設定は困難であり、公共用地においても、個人所有地においても駐車場の確保のため緑化可能な面積は削減されてしまうためである。（公共交通を持たない都市では自動車交通用地が総面積の半分に及ぶこともある）

本県においては他地域に比べ、適切な緑化によって住民の身近な緑をより充実させていく必要があり、緑被率をモニタリングし、活用していく意義は極めて大きい。

2) より効果的な緑被率調査のための課題

旧来の緑被率の調査で調査の単位とされてきたのは「自治体区域全体」や「住居表示上のブロック」、「1km×1kmグリッドセル」である。これらの単位は便宜上のものであり、具体的な計画目標を導くために最適

のものであるとは言い難い。現実には市街住居表示上のブロックが、約1平方キロの大きさで小学校区と一致し、高規格道路に囲まれているという近隣住区の構造は一部のニュータウンなどでしか見られないものである。

例えば、最低基準の確保という見地に立って量的な緑被の確保について考えると、住民自身が享受できるシビルミニマムとしての環境の質を問題とすべきであろう。この場合の具体的目標としては、「自治体域内の住居系土地利用に指定した地域内の全地点について半径100m圏の緑被率を5%、半径500m圏の緑被率を10%以上確保すること」などを掲げる事になると考えられる。

また、今日の緑化計画では、単純な量的目標の達成だけでなく、都市気候の緩和や、アクセス性の確保などを目的として「緑の骨格構造を構築すること」など構造的な質の向上が求められてきている。

現在まで行われてきた住居表示上のブロックや近隣単位のグリッドセルなどによる緑被率の算出ではこのような構造的な緑地確保の達成状況や、重点的な改善を要する地区を見つけ、具体的な対策の基礎資料となるような情報を読みとることは容易ではない。

次に緑被率の算出頻度の問題が挙げられる。都市計画は10年を基本単位として立案されているが、個別の事業の執行はより短期間である、また、景気変動など社会環境はより短い期間で大きく変動しうる。事業効果を把握しつつ、社会環境の変化も考慮に入れて次の事業へと機動的に展開していく手法が必要である。そのためには1～2年の頻度で中間的なモニタリングを行っていく事が必要となる。

古典的な緑被率の算出手法では、地上分解能の高い空中写真を高い精度で(樹木の一本一本、あるいは低木植栽に至るまで)判読し、緑被の分布を精細に(地上分解能数10cm)図化し、その上で算出単位ごとに面積比を求めてきた。

このような精細な(地上分解能数10cm)データから1km×1kmといった比較的広い範囲での集計で情報を集約したもののみを得ていたのでは、大量のデータを人の手で処理するのに要する多大な労力(コスト)に対して非常に情報の損失が大きいと言わざるをえない。また、データの基礎となる空中写真は5年に一度程度の取得となっており、かつ林野測量による計画撮影を行う地域では、市街地は撮影区域の境界に位置することが多く、同時点のデータ取得は事実上困難な状況にある。

以上の問題点を整理、集約すると、現在の緑被率調査を改善していくためには、次の2つの課題が挙げられる。(1) 緑被分布をもとに一つの方法だけでなく、目的に応じて多様な方法で緑被率を算出できる方法が必要、そのためには緑被率算出をより小さい単位で把握していく必要がある。

(2) 空中写真によるデータ取得間隔を補完する何らかの

方法の必要がある。

3) 本研究の目的

2) で抽出された課題に対応するためには、新たな緑被率算出のプロセスを考案する必要がある。また、その新手法は、コスト等を含めて実現が現実的でなくてはならない。

課題(1)については、緑被分布データを既存のGIS(地理情報システム)上で取り扱うことによって再計算や分析の改良を容易にすることが可能であり、改善が期待される。課題(2)については、データ取得源を同時性、広域性をそなえた人工衛星データに求めることが現実的な対応手段となると考えられる。

そこで、本研究では

- a) GIS上でデータを取り扱う
- b) 人工衛星データから緑被率を推定する
- c) より機動的な緑化計画及び緑化事業に資することができる
- d) 低コストで実現可能

の4条件を満たす緑被率のモニタリング手段を開発することを目的とした。

3. 緑被率推定手法の検討

緑被率は、衛星データの近赤外線バンドと可視赤色バンド(Landsat-TMの3バンド及び4バンドに相当)、あるいはこれらから計算されるNDVIなどの植生指標との間に高い相関をもつことはすでに多くの文献が指摘するところである。ところが、衛星データが季節変動、データ取得時の条件の違いなどに影響されるため、ほとんどの研究はグラントゥルス(現地調査された地域)の緑被率と衛星データの間に高い相関があることを示すに留まっていた。

本條・高倉(1989)¹⁾では、ROW-PATHフィルタ(画像上の各点を隣接する点と平滑化する画像処理)の活用により植生指数と緑被率との相関関係がより明確になることとともに、緑被率が100%となるようなまとまった規模の緑被地が存在し、また緑被率が0となるようなまとまった市街地が存在する衛星データを用いる場合には、Bi-band Ratio(植物の存在とよく対応するLandsat-TMの3バンド及び4バンドデータの各点における比)のヒストグラムの検討と、画像上での緑被地の探索を併用することなどによりグラントゥルス(地上での検証用調査データ)なしでの緑被率推定が可能であることが示唆されている。近年では、Gillies & Carlson (1995)³⁾がグラントゥルスとして植被に100%覆われた地点と、裸地の地点の2地点のみを用いることが出来れば、両者のNDVI値をパラメータとして用いることによって

NDVIから緑被率を比較的良好に推定できることを示した。

一方で山形ら (1997)²⁾ は、TMバンド 3 及び 4 の 2 次元のデータが、最も植生の特徴が顕著な点、最も土壌の特徴が顕著な点、最も水の特徴が顕著な点 (エンドメンバー) によって張られる三角形の内部に分布するという特性を応用し、この三角形内での位置によって、各ピクセルの特性を抽出する VSW (植生・土・水) 指数を統計的に算出するアルゴリズムを開発している。

これらはいずれも緑被と緑被以外の土地被覆が混然と一つ一つのピクセルに混ざり合っている状態 (ミクセル) を分析し、ある程度の広がりをもつ (Landsat-TMで 1 ピクセルは地表面では一辺約 28m の四角形に相当する) 地表面の状態を集約した情報を探ろうとする「ミクセル分析的アプローチ」といえる。

一方でミクセル分析的アプローチと異なる研究の流れも存在する。軍事技術の民生用への開放により、近年になって急激に高分解能の衛星画像の利用が可能になってきている。これを利用し、1 ピクセル (地表面上の 4 m 角の四角形) ごとに緑被の有無を判別し、緑被のあるピクセル数と緑被のないピクセル数を計数し、ピクセル数の比によって緑被率を求めようとする判別型のアプローチ方法がある。各ピクセルについての緑被の有無の判別精度は比較的高いので、この手法ではかなり高精度の結果を期待できる。

本県における衛星データの取得状況を見ると、晴天日数が多いが、山岳が多くあるため、広い範囲で良好なデータは他地域に比較して少ない。頻繁に広範囲を撮影しているランドサットのような衛星では 2 から 3 年に一度良好な画像が得られている。ICONOS のような高解像度衛星では本研究の実施までに 2 年間の運用実績があったが、全域をカバーするには至っていなかった。さらに、高解像度衛星のデータ取得範囲は狭く、ある程度広域に得られているように見える部分についても複数回の取得データを継ぎ合わせたものであり、解析対象としては不適切であった。また、高解像度衛星のデータを広域で取得する場合、データ取得コストが非常に高い。このような実態を踏まえると、高解像度衛星を用いた判別的アプローチでは将来多数の衛星が運用され、有効なデータ取得頻度が向上し、同時にデータの価格が下がるまでは現実的ではなく、本研究で設定した目標を達成することは困難と判断した。

そこで、本研究ではミクセル分析的アプローチの既往研究の知見を活用し、VSW アルゴリズムによって標準化した TM バンド 3 及び 4 のデータを用いて緑被率を説明する関数を導くことにより、グラントゥールズを用いずに緑被率を推定する手法を開発目標とした。

4. 解析対象地域及び解析に用いたデータ

1) 解析対象地域

甲府地域を対象地域として緑被率推定を行った。甲府地域は本県で唯一市街化区域と市街化調整区域の区分がある甲府都市計画区域に属している。市街地の中心地に接して北側に山地、丘陵地の樹林、東西及び南には果樹園及び水田が多く見られる。このうち、後述の緑被データの得られている範囲の中に極力大きな矩形をとり、解析対象範囲とした。

(図-1)

2) 使用した衛星データのプラットフォーム及びセンサ

プラットフォーム: Landsat 5 号

センサ: TM

バンド: 3 バンド、4 バンド

データ取得年月日: 1994 年 9 月 20 日

LANDSAT5 TM データをアフィン変換によって幾何補正したところ、衛星データ (空間分解能 28.5m) 上で解析対象エリアは東西 151 × 南北 158 = 23,858 ピクセルである。(図-2)

3) 緑被分布データ

緑被分布の基礎データとして、山梨県都市計画課の行った緑被率調査の課程で作成された緑被分布図 (甲府都市計画区域内市街化区域) を入手し、1 ピクセル = 0.5m × 0.5m の精度でデジタイズを行った (図-3)。調査報告は 2000 年 3 月になされたが、1995 年時点を中心とする複数シリーズの空中写真から作成されたものである。デジタイズ後、図法の変換等を行い、GIS 上で用いることができるデータとした。

4) 対照用緑被率データの作成

緑被地に 100、非緑被地に 0 のデータを与え、ROW-PATH ないしは円形の平滑フィルタにより任意の矩形または円形について緑被率 (%) を計算できる環境を整えた。これを用いて演算処理により、衛星データの地上分解能に相当する緑被率データを作成した。(図-4)

5) VSW 指標データの作成

2) で整備した LANDSAT5 号 TM データより、VSW 指数を計算した。VSW 指数の分布を図-5 に示す。VSW 指数をそれぞれ G, R, B のチャンネルに割り当てた画像を検討した結果、V 指数はよく緑被の分布に対応し、S 指数はよく裸地・建物・道路等の分布に対応した。W 指数は水面の分布とも対応したが、高層建築物、樹林など、反射率の低いピクセルの特性を示していると考えられた。

5. 解析結果と考察

VSW指数はそもそも2変数の情報を解釈の便宜のために3つの指数で表現する。したがって、解析対照としては2変数のみを対象とすればよい。そこで、V指数及びS指数の二つを解析対象として緑被率を算出する手法を探索することとした。

ここでは、どのような指標が緑被率と相関を強く持つか、明確に把握するために、あらかじめ各指標を加工して複数の説明変数を作成し、説明変数と緑被率の線形相関分析を行った。説明変数として用意したのは、VSW指数データから抽出したV指数、S指数及び両者の比の計算による二次的な変数として V/S 、 $V/(V+S)$ の2種類を加え、合計4種類の変数と、緑被分布から計算した緑被率との線形相関を比較した。比計算により二次的な変数を導いたのは、建物や道路などがS指数に、緑被がV指数にあらわされるとすると、緑被率と指数の比とが関連する可能性があるためである。

分析の結果、いずれの変数も緑被率と高い相関を示したが、中でも比指標である $V/(V+S)$ が最も相関が高かった(相関係数 0.8657)。

緑被率(VCR)と $V/(V+S)$ 比の間の線形関係は、

$$VCR = 2.0V / (V+S) - 1.0$$

と推定された。

この式は変形により

$$VCR = (V-S) / (V+S)$$

(式-1)

となり、極めて単純で、正規化植生指数(NDVI)やGillies & Carlsonの研究成果とも類似している。

VSW指数より推定した緑被率を図-6に、緑被分布から計算された緑被率との相関を図-7に示す。

相関係数0.87は既存のグランドトゥルスを教師とした緑被率推定と比べ遜色のない(三宅島などでのGillies and Carlsonの手法による事例では0.86程度)ものと考えられる。また、空中写真判読を元データとした対照データには、目視が困難な小規模な緑被や、森林のなかの小さな裸地などは無視されるが、ミクセル分析においてはこれらの微少な裸地や緑被も効果をもたらすことを考慮に入れると、相関係数0.9程度であれば、十分な精度の推測が可能であるといえる。

6. 開発された緑被率推定手法手順

本研究で開発された緑被率推定の手順の流れをまとめる

1. 緑被率を求めようとする区域及び時期を特定する。
2. 目標時期に取得年が近く、調査対象地域を連続した1

シーンに含み、対象地域に雲・雪がかかっていない衛星画像(赤色・近赤外のバンドを含む)を入手する。5月後半より、9月までの取得データが望ましい。

3. 3×3のRow-Pathフィルタによって画像を平滑化する。

4. 平坦な区域においてはアフィン変換、山岳地域を含む場合にはDEMを用いた変換手法によって衛星データに幾何補正を加え、地理情報化する。

5. 画像に対して統計処理をかけ、VSW指標を作成する。

6. 式 緑被率 = $(V-S) / (V+S)$ より解析単位の緑被率を算出する。

7. 推定された緑被率を平滑化処理などを活用し、資料として活用しやすいデータに変換し、図面等を作成する。

となる。コストの高騰の原因となる現地調査・対照用の空中写真の判読等は手順に含まれず、目的に掲げた

- a) GIS上でデータを取り扱う。
- b) 人工衛星データから緑被率を推定する。
- c) より機動的な緑化計画及び緑化事業に資することができる。
- d) 低コストで実現可能である。

の4条件を満たす緑被率のモニタリング手段を開発できたと考える。

7. 応用的展開

本研究で開発した緑被率推定手順を用いて、解析した衛星データの6年後に取得された2000年5月23日のLandsat 7号のETMセンサデータを用いて緑被率を推定した。(図-8)

さらに、1994年の推定データと2000年のデータの間で差の演算を行うことにより1994年から2000年の間の緑被率の変化(図-9a)を求めた。

緑被分布との重ね合わせにより、解析対象域南西部など1995年頃に農地が集中していた未市街化部分において緑被率が比較的大きく低下したことを確認した(図-9b)。

撮影した季節の違いのため、2000年の緑被率推定の際に農地が検出できなかったなどの可能性も検討したが、荒川の河川沿いの草地などは、2000年の推定画像においても緑被率の低下が見られておらず、また、甲府市郊外の農業地域ではスプロール状の開発が進行しつつあることから、当該地域の土地利用変化の実態に合った比較が行われたと考えられる。

衛星及びセンサが異なるデータを用いて、時系列的に

比較検討可能なデータが得られることは、近赤外及び赤外バンドセンサを持つ多くの衛星データの中から、雲量が小さく積雪の影響のない良好なデータを選択できることを示唆している。

おわりに

他地域への適用などについて若干、検証の必要性を残したものの、本県のように森林に覆われた地区、水面、森林に覆われない土地（高速道路の路面など）を擁するという特定の条件を満たす地域について、衛星データの統計処理（VSWアルゴリズム）によってグランドトゥルス無しの緑被率の推定を高い精度で行う手順が確立でき、有意義な時系列的比較が低コストで可能となった。

同時にGIS上で都市計画上の目的に応じて緑被率を算出できる環境が構築された。

今後はこの研究による手法を基本に、改良、検証を加え、本県における衛星データによる緑被率算出の実用化と効果的な活用を支援していきたいと考える。

引用文献

- 1) 本條 毅・高倉 直 (1989) :
植生指数を用いた都市における緑被率の推定,造園雑誌
52(5).283-287
- 2) 山形 与志樹・杉田 幹夫・安岡 善文 (1997) :
植生・土壌・水 (VSW) 指数アルゴリズムの開発とその
応用,日本リモートセンシング学会誌17(1).54-64
- 3) Gillies, R.R. and Carlson, T.N. (1995) : Thermal
remote sensing of surface soil water content with partial
vegetation cover and vegetation indices. Journal of Applied
Meteorology, 34(4),745-756

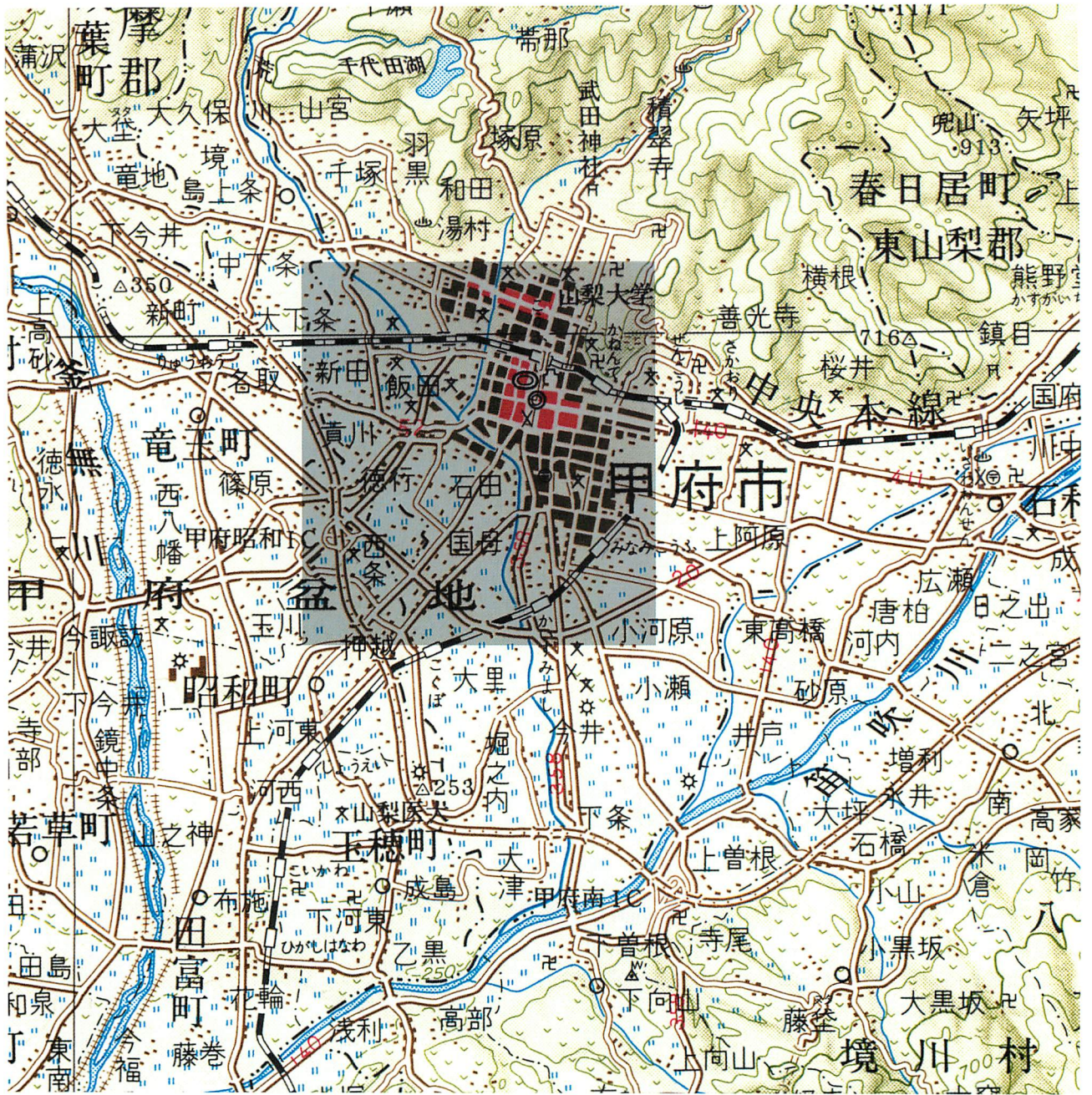
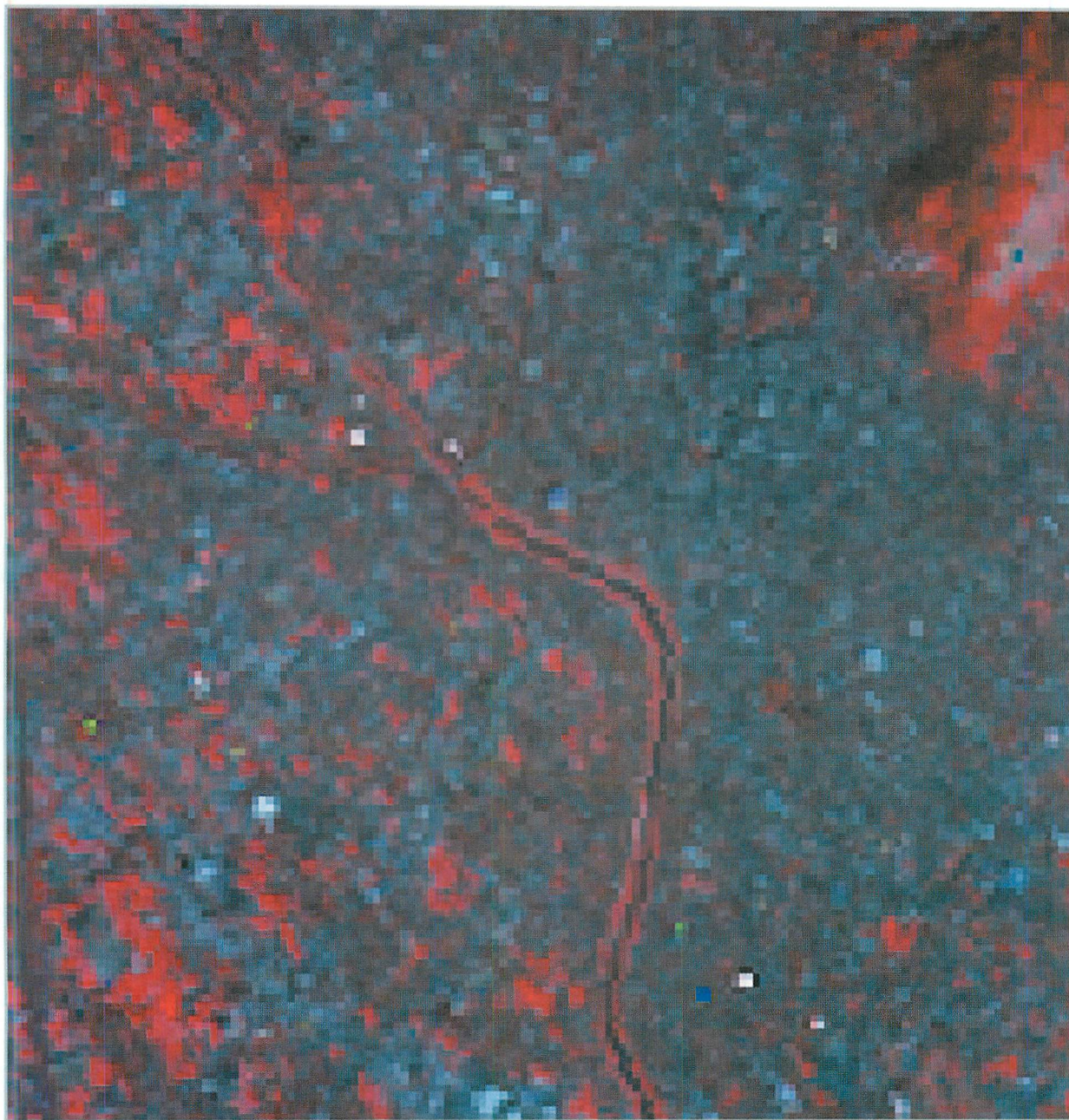


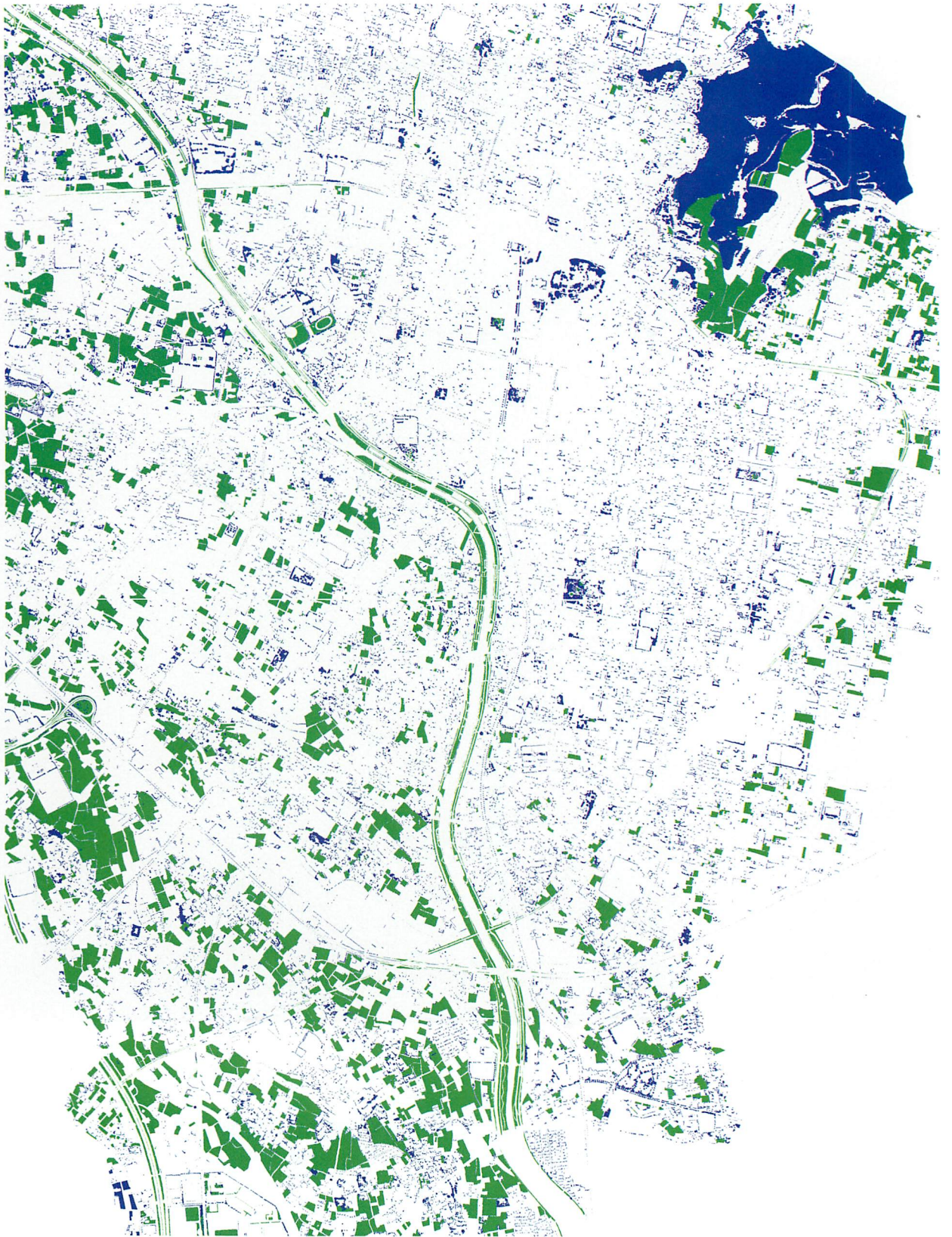
図-1 解析対象範囲

図の灰色の範囲を解析対象とした。

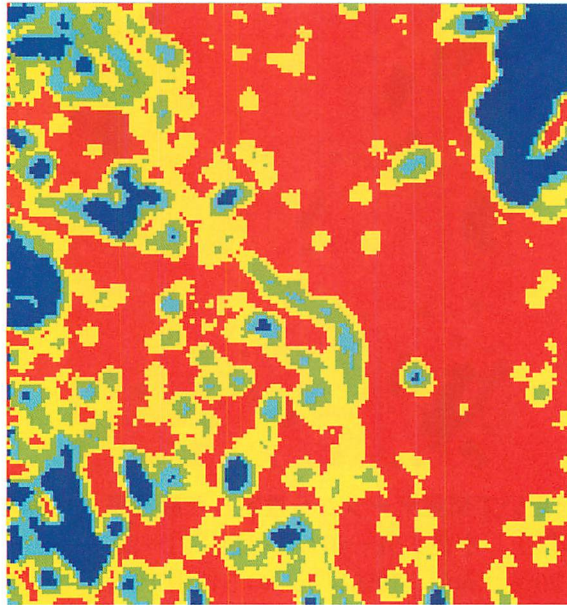
(国土地理院1:200,000地勢図「甲府」を利用して作成)



図ー 2 使用した衛星データ
(フォールスカラー表示)
プラットフォーム：Landsat 5、センサ：TM、観測年月日1994年 9 月20日



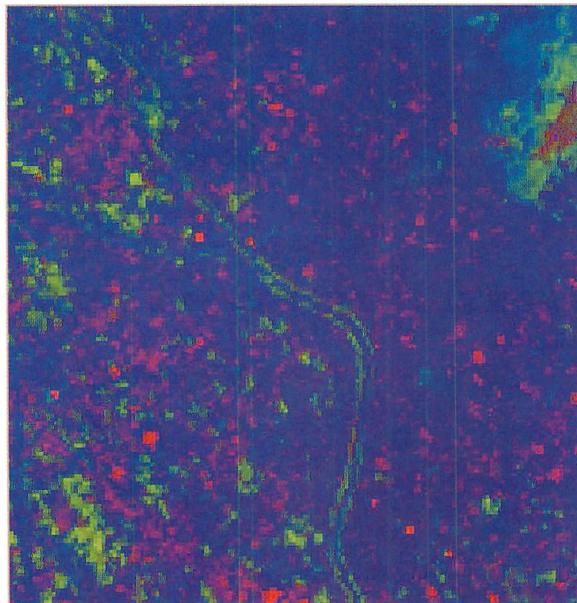
図ー 3 デジタイズした緑被の分布
使用したデジタイズデータの分解能は1ピクセル0.5m×0.5m
樹林値を青色、草地及び農地を緑色で表示



図ー 4 対照用に作成した緑被率分布

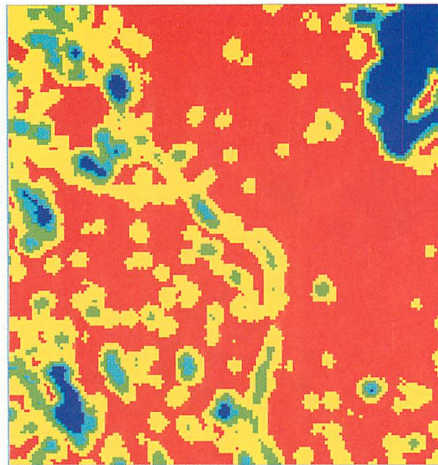
衛星データの各ピクセルに対応する範囲の緑被率を計算した。

青色：41%以上 水色：31-40% 緑色：21-30%
黄色：11-20% 赤色：10%以下 の5段階で表示

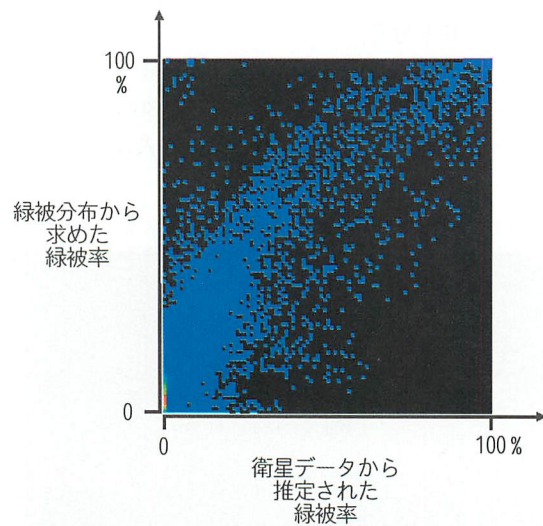


図ー 5 衛星データより導いたVSW指数

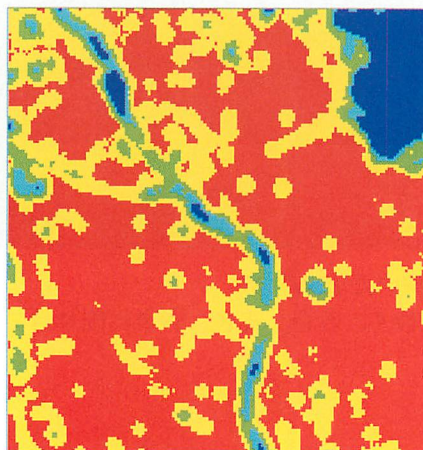
V、S、Wの各指数を、緑色、赤色、青色に割り当てて混色して表示



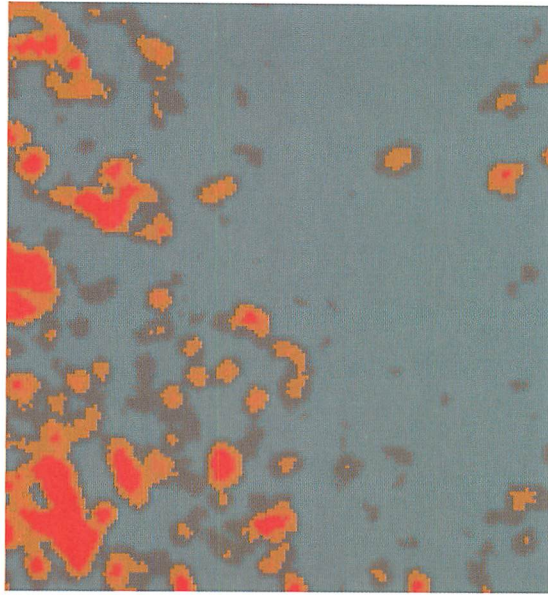
図ー 6 VSW指数を用いて衛星データから推定した緑被率（1994年）
 青色：41%以上 水色：31-40% 緑色：21-30%
 黄色：11-20% 赤色：10%以下 の5段階で表示



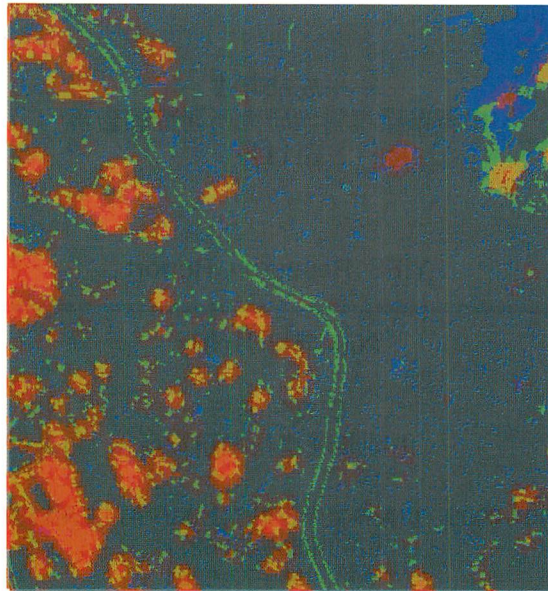
図ー 7 衛星データから推定した緑被率と緑被率分布から計算した緑被率の相関関係
 相関係数0.865



図ー 8 衛星データから推定した2000年の緑被率分布
 青色：41%以上 水色：31-40% 緑色：21-30%
 黄色：11-20% 赤色：10%以下 の5段階で表示
 使用した衛星データはLandsat 7 ETMデータ、観測年月日2000年 5 月23日



図－9a 差の演算を画像間で行うことにより求めた1994年から2000年までの緑被率の変化
赤色が濃いほど大きく緑被率が低下したことを示す。



図－9b 図－9aに緑被分布のデータを重ねて表示したもの
中心市街地の南西側に分布していた農地の減少が緑被率の低下につながったことが
推測できる。

R-04-2004

平成15年度
山梨県環境科学研究所研究報告書
第11号

YIES Research Report

2004年 3 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 株式会社サンニチ印刷

