

森林 - 草原境界のエコトーン形成における光強度勾配の影響

— 富士山野尻草原と青木ヶ原樹海の境界を例として —

竹内雅人¹・安田泰輔²・中野隆志²・堀 良通¹・山村靖夫¹

(2013年9月30日受付 2013年12月2日受理)

Influence of a light intensity gradient on the ecotone formation
in conifer forest – semi-natural grassland boundariesMASATO TAKEUCHI¹, TAISUKE YASUDA², TAKASHI NAKANO²,
YOSHIMICHI HORI¹, YASUO YAMAMURA¹

要 旨

植物群落としてのエコトーンの成立過程を解明するためには、環境勾配による個々の種の分布の変化パターンを知ることが有効である。その視点から、草原と森林の境界におけるエコトーン形成への光強度勾配の影響を明らかにするために、光強度の変化に対する個々の植物種の出現応答に基づいて、異なる光強度勾配をもつ群落間で種構成を比較した。調査地は、富士山北西麓の標高 1260 m に位置する野尻草原と、それに隣接する青木ヶ原樹海である。草原と森林が接する場所で、林縁が草原側に突出して光強度の変化が急な場所と、林縁が森林側に凹んで光強度の変化が緩やかな場所に、林縁を横断する長さ 50 m のトランセクトを設置した (トランセクト S およびトランセクト G)。各トランセクト上に 0.5 m 間隔で 0.1 m × 1 m のコドラートを 101 地点に設置し、植生調査を行った。調査対象は草本種及び樹高 1.3 m 以下の木本種とし、出現種を記録した。環境条件として、コドラートごとに相対光量子密度を測定した。

各トランセクトの 25 m 地点を中心とした 15 m 区間での相対光量子密度の変化の幅はトランセクト S で 80.1 ポイント (19.4 ~ 99.5 %) に対し、トランセクト G では 51.5 ポイント (4.7 ~ 56.2 %) であり、相対光量子密度の変化はトランセクト G の方がより緩やかだった。草原から森林にかけての草本層上面の相対光量子密度の変化と各植物種の出現応答の関係を調べるため、Huisman-Olff-Fresco モデルを用いて種反応曲線を推定し、各植物種の出現確率が高い相対光量子密度の範囲を抽出した。抽出した各植物種の相対光量子密度の範囲をクラスター分析で区分した結果、光強度に対して異なる出現傾向を示す 5 つのグループに区分された。トランセクト G においては陰性植物種と陽性植物種の分布が重なる範囲がトランセクト S に比べ広いことが示された。また、トランセクト G においては林縁付近で特徴的に出現する種が確認された。

光強度が緩やかに変化する林縁では、陰性植物種と陽性植物種の分布の重なりが生じること、および林縁を好む種の分布範囲が広くなり生育の可能性が高くなるために、それぞれの群落内部とは異なる種構成が生じ、エコトーンが形成されていたと考えられる。

キーワード：環境勾配，種反応曲線，分布範囲，陰性植物種，陽性植物種

1. 序論

エコトーンとは隣接した異なる植物群落の境界にできる移行帯である (Risser 1995)。エコトーンでは、それぞれの植物群落内部とは異なる環境や、優占種の他種への抑制効果の減少などのため、各植物群落にはない特有な種の出現や、特徴的な種構成および群落構造が生じうる (甲山 2003)。エコトーンには水分条件や光条件など、何らかの顕著な環境勾配がある (中山ほか 2011; Yin & Lan 1995)。環境勾配のもとでは、個々の種がその種にとって好適な環境に生育することにより植物群落の種構成は変化すると考えられる。

草原と森林の境界のような場所ではエッジ効果によって

光環境が変化し (Matlack 1993; Gehlhausen *et al.* 2000)、光環境は他の環境要因 (気温や湿度、土壌水分) に強い影響を与える (Matlack 1993)。それに伴い森林からエッジにかけて出現種の大きな変化が見られる (Young & Mitchell 1994; Gehlhausen *et al.* 2000)。光強度勾配のもとでは、両者の中間的な光強度を好む種の出現とともに、草原性の種と森林性の種が同所的に存在することでエコトーンが形成されると考えられる。そして、それらの種が同所的に出現できる分布範囲は光強度の勾配の程度に依存すると考えられる。光強度が緩やかに変化する場合には、草原性の種の分布範囲は森林側に拡大し、森林性の種の分布範囲は草原側に拡大することで、両種の分布範囲が重

1 茨城大学理学部

2 山梨県環境科学研究所

Corresponding author : Taisuke YASUDA

E-mail : yasuda@yies.pref.yamanashi.jp

なる空間が広がるであろう。これまでエコトーン形成に関係する環境要因についての研究はなされてきたが（例えば、Young & Mitchell 1994; Gehlhausen *et al.* 2000; Camarero *et al.* 2006）、エコトーン形成に対する環境勾配の大きさの影響を検証した研究はみられない。

富士山北西麓では、溶岩流上の原生的な森林の周辺で古くから茅場として草原が維持されてきた地域が点在する。森林と草原の境界部には特徴的な種構成をもつ植生が見られ、草本層上面の光強度と種構成の関係からエコトーンが検出された（中山ほか 2011）。しかしながら、同調査地にはエコトーンが検出されない境界部も存在し、そのような場所では光強度の急な変化が観測された。このことは、草原と森林の境界におけるエコトーン形成には光強度勾配の程度が強く関与していることを示唆する。そこで、光強度の変化に対する個々の植物種の出現応答に注目することにより、草原と森林の境界におけるエコトーン形成への光強度勾配の違いの影響を明らかにすることを目的として研究を行った。

2. 方法

野外調査

調査地は、山梨県富士山北西麓の標高 1260 m に位置する野尻草原と、それに隣接する青木ヶ原樹海である。調査地から約 9 km 離れた山梨県環境科学研究所（標高 1030 m）で測定された年平均気温は 9.5 °C、年間降水量は 1955 mm である（溝口ほか 2011）。

野尻草原は 1970 年代まではススキの採草地（茅場）として利用されており、定期的な火入れによって管理されていたが、その後は放棄され、現在ではクロツバラ *Rhamnus davurica* やテリハノイバラ *Rosa wichuraiana* などの低木、アカマツ *Pinus densiflora* やミズナラ *Quercus crispula* などの高木が部分的に侵入している。草原内部ではススキ *Miscanthus sinensis* とヒメシダ *Thelypteris palustris* が優占し、ニホンジカの採食と踏みつけによる攪乱が見られる。土壌基質は火山噴出物の玄武岩質の砂れき（スコリア）が混在する黒土である。青木ヶ原樹海はヒノキ *Chamaecyparis obtusa* とツガ *Tsuga sieboldii* が優占する自然林であり、土壌基質は玄武岩性の溶岩である。

草原と森林が接する場所で、林縁が草原側に突出して光強度の変化が急な場所と、林縁が森林側に凹んで光強度の変化が緩やかな場所に、林縁を横断する長さ 50 m、幅 1 m のトランセクトを設置した（前者をトランセクト S、後者をトランセクト G と称す）。両トランセクトは野尻草原の土壌基質と青木ヶ原樹海の溶岩基質の境目を中心（25 m 地点）に草原側に 25 m、森林側に 25 m とし、草原側が基点（0 m 地点）、森林側が終点（50 m 地点）である。トランセクト上に 0.5 m 間隔で 0.1 m × 1 m のコドラートを 101 地点に設置し、植生調査を行った。調査対象は草本種及び樹高 1.3 m 以下の木本種とし、出現種を記録した。植物種の基部がコドラート内にある場合を出現とし

た。植生調査は春植物を除くすべての種が出現する時期に実施し、トランセクト S では 2012 年の 7 月中旬、トランセクト G では同年 9 月上旬に行った。

環境条件として、コドラートごとに草本層上面の光量子密度を測定した。測定には光量子センサー（Onset S-LIA-M 003）を用い、測定値をデータロガー（Onset HOBO Micro Station Logger）に記録した。同時に開空地における光量子密度を測定し相対光量子密度を算出し、光強度の指数とした。光量子密度の測定は、曇天の日の正午前後の時間に行った（トランセクト S；2012 年 7 月 20 日、トランセクト G；2012 年 8 月 1 日）。

データ解析

草原から森林にかけての草本層上面の相対光量子密度の変化と各植物種の出現応答の関係を探るため HOF (Huisman-Olff-Fresco) モデル (Huisman *et al.* 1993) を用いて種反応曲線 Species response curves (以下、SRC と呼ぶ) を推定した。HOF モデルは順に複雑になる階層的なモデルタイプからなり、Huisman *et al.* (1993) では 5 つ (タイプ I ~ V) のモデルタイプを扱っているが、本研究ではより複雑な出現傾向を持つ種に対応できるよう 6 つ (タイプ I ~ VI) のモデルタイプを扱う (図 1)。タイプ I は一定 (constant)、タイプ II は S 字型 (sigmoidal)、タイプ III は最大確率に達しない S 字型 (sigmoidal with plateau below probability = 1)、タイプ IV は線対称な単峰型 (unimodal symmetric)、タイプ V は歪んだ単峰型 (unimodal skewed)、タイプ VI は二峰型 (bimodal) である。

本研究では、相対光量子密度の変化に対する個々の植物種の出現応答に注目するため、トランセクト S とトランセクト G の各植物種の出現データを統合した。そして各植物種について以下の解析を行った。種の在不在を応答変数、相対光量子密度を説明変数とし、HOF モデルを用いて相対光量子密度に対する出現確率を推定した。6 つの式を当てはめているため、AIC (Akaike's Information Criterion: 赤池情報量規準) を用いてモデル選択を行った。AIC は統計モデルの予測性を重視するモデル選択規準である (久保 2012)。選択されたモデルから出現確率が高い (出現しやすい) 相対光量子密度の範囲 (以下、生育光範囲) を central border (Heegaard 2002) を用いて抽出した。central border は選択されたモデルにおける最大出現確率からそれに $e^{-0.5}$ をかけた出現確率に減少するまでの相対光量子密度の範囲を示す (Heegaard 2002)。

相対光量子密度に対する出現傾向に基づき種を分類するため、central border の下限値と上限値の 2 変数を用いて、各植物種の生育光範囲をクラスター分析 (ユークリッド距離、ward 法) で区分した。光強度勾配の違いによって種の分布範囲が変化するかを調べるため、各コドラートにおける全出現種数に対する、分類したグループに属する種数の割合を求めた。各植物種について、クラスター分析の結果をもとに種番号、グループ名をつけ、付録の表にまとめた。なお、植物の学名は「日本の野生植物」(草本; 佐竹

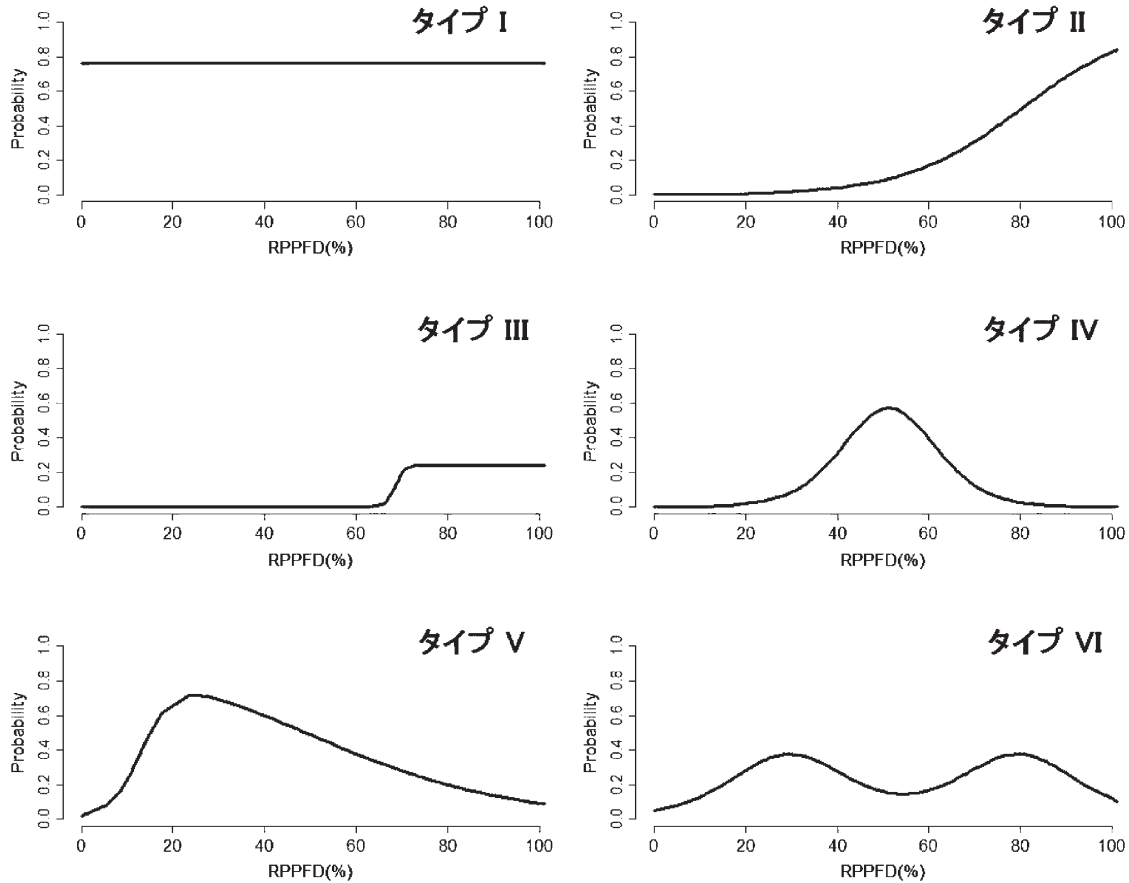


図1 HOFモデルで扱われる6つのモデルタイプ。これらのモデルタイプを基にSRCを推定し、AIC（赤池情報量規準）を用いてモデル選択を行う。縦軸は出現確率（Probability）、横軸は相対光量子密度（RPPFD）を示す。

ほか1981-1982, 木本; 佐竹ほか1989, シダ; 岩槻1992)に従った。

データ解析にはソフトウェア R ver. 2.13.2 (R Development Core Team 2011) の、パッケージ HOF (Jansen 2008) を使用した。

3. 結果

光環境

各トランセクトの草本上面での相対光量子密度の空間

的な変化を図2に示す。基点からの距離にともなう相対光量子密度の変化としては、トランセクトSでは20m地点付近から急激に減少し、トランセクトGでは5m地点付近から徐々に減少した。草原と森林の境界域の25m地点を中心とした15m区間(17.5~32.5m)での相対光量子密度の変化の幅はトランセクトSで80.1ポイント(19.4~99.5%)に対し、トランセクトGでは51.5ポイント(4.7~56.2%)であり、相対光量子密度の変化はトランセクトGの方がより緩やかだった。

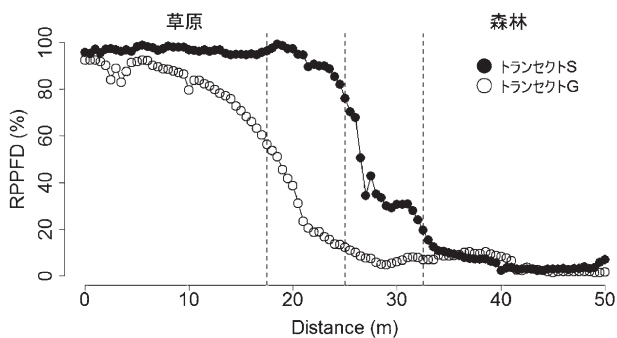


図2 各トランセクトの相対光量子密度 (RPPFD) の空間的变化。0-25mまでは草原、25-50mまでは森林である。図中の点線は左から17.5m、25m、32.5mの地点を示す。

植生の特徴

トランセクトSでは0-20m区間でススキとトダシバ *Arundinella hirta* が優占種として混生しており、局所的にヒメシダが優占する地点も確認された。20-25m区間ではトダシバが優占していた。溶岩基質になる25m地点以降では植被率は非常に低く、林床性植物の割合が多くなった。トランセクトGでは0-6m区間でススキが優占し、6-12m区間でススキとトダシバが優占種として混生し、12-16m区間でトダシバが優占していた。16-20m区間ではヒメシダが優占し、20-25m区間でシバスゲ *Carex nervata* が優占していた。溶岩基質になる25m地点以降ではトランセクトSと同様に、植被率は非常に低く、林床性植物の割合が多くなった。

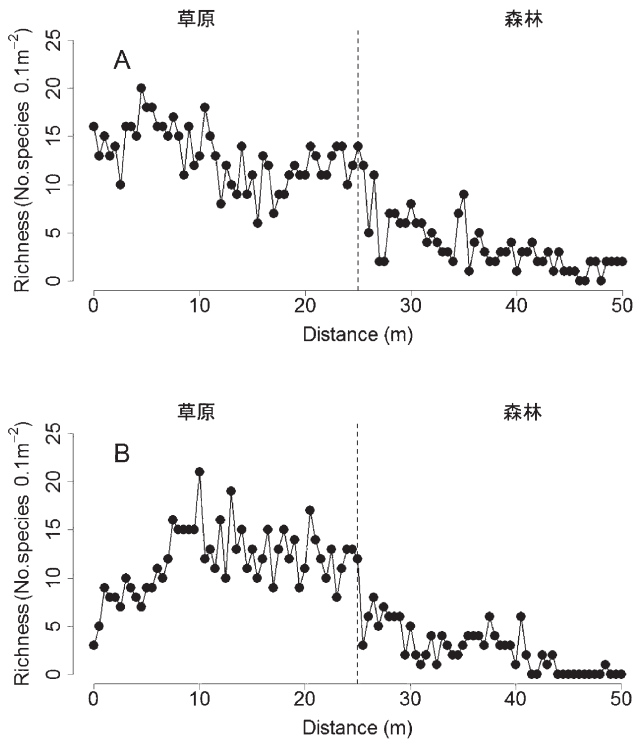


図3 トランセクトの各コドラート内の出現種数 (Richness) の空間的变化。(A) はトランセクト S、(B) はトランセクト G である。図中の点線は 25 m 地点を示す。

トランセクト内の総出現種数はトランセクト S で 72 種、トランセクト G で 71 種、両トランセクトの合計は 100 種であった (出現種のリストは付録を参照)。トランセクトの各コドラートに出現した種数の空間的な変化を図 3 に示す。コドラート内の最大出現種数はトランセクト S で 20 種 (4.5 m 地点)、トランセクト G で 21 種 (10 m 地点) であった。どちらのトランセクトも草原から森林にかけて種数が徐々に減少する傾向があった。トランセクト G では 0 ~ 6 m 地点まで種数が少ない場所があり、ここではススキが密生していた。

生育光範囲による出現種の区分

クラスター分析によって、2つのトランセクトに出現した各植物種は生育光範囲から 5 グループに分類した (グル

表1 クラスター分析により区分された 5 グループの種数。各トランセクトに出現した種数と 2 つのトランセクトに共通して出現した種数を示す。

出現	グループ				
	陰性植物種		陽性植物種		
	I	V	III	II	IV
トランセクト S	15	10	17	21	9
トランセクト G	13	10	16	23	9
共通	5	7	9	13	9

ープ I ~ V, 図 4)。グループ I, II, III, IV, V に属する種数は、それぞれ 23 種, 31 種, 24 種, 9 種, 13 種であった (表 1)。各グループで出現頻度が高かった種は、グループ I ではシロバナノヘビイチゴ *Fragaria nipponica* やフタリシズカ *Chloranthus serratus*, グループ II ではススキ *Miscanthus sinensis* やヨモギ *Artemisia princeps*, グループ III ではミツバツチグリ *Potentilla freyniana* やニガナ *Ixeris dentata*, グループ IV ではヒメシダ *Thelypteris palustris* やキリンソウ *Sedum aizoon*, グループ V ではヤマホタルブクロ *Campanula punctata* やヨツバムグラ *Galium trachyspermum* であった。各グループの高出現頻度種 2 種について、HOF モデルで推定した SRC を図 5 に示す。

5 グループに属する各植物種の生育光範囲を図 6 に示す。各グループの相対光量子密度の範囲はグループ I では 1.2 ~ 30.1 %, グループ II は 60.2 ~ 100 %, グループ III は 9.2 ~ 99.5 %, グループ IV は 38.4 ~ 99.5 %, グループ V は 1.2 ~ 80.9 % であった。グループ I は比較的暗い環境に出現する種、グループ II は比較的明るい環境に出現する種、グループ III はほぼ全域に出現する、もしくは出現傾向がない種、グループ IV はグループ II とともに比較的明るい環境に出現する種であるが、より光強度の範囲が広い種。グループ V はグループ I とともに比較的暗い環境に出現する種であるが、より光強度の範囲が広い種である。なお、グループ III に属する種には相対光量子密度に対する出現傾向がない種が 17 種含まれ、上記の相対光量子密度の範囲は残りの 7 種についての範囲である。相対光量子密度に対する出現傾向がない種は 1 種を除いて、出現頻度が 202 コドラート中 2 以下と低かった。

出現種のトランセクト間の比較

生育光範囲より比較的暗い環境に出現するグループ I, V の種を陰性植物種、比較的明るい環境に出現するグループ II, IV の種を陽性植物種として、各コドラート内の出現種について、陰性植物種と陽性植物種の割合の変化を図 7 に示す。25 m 地点を中心とした 15 m 区間について、コドラート内の陰性植物種と陽性植物種の出現割合がともに 30 % 以上となる範囲は、トランセクト S で 26.5 ~ 27 m (2 地点) であるのに対し、トランセクト G では 18.5 ~ 29.5 m (15 地点) であり、10.5 m 広がった。また、トランセクト G では、21.5 ~ 25.5 m 間の 9 地点が連続して陰性植物種と陽性植物種の出現割合がともに 30 % 以上であった。トランセクト G の 21.5 ~ 25.5 m 間で、シロバナノヘビイチゴ (9 地点中 8 地点) とフタリシズカ (9 地点中 5 地点) は、この区間において高頻度で出現していた。トランセクト S ではシロバナノヘビイチゴは 37 m 地点でのみ出現し、フタリシズカは確認されなかった。

4. 考察

HOF モデルを用いた光強度に対する各植物種の生育範囲の推定から、種それぞれに特有の生育できる光強度の範

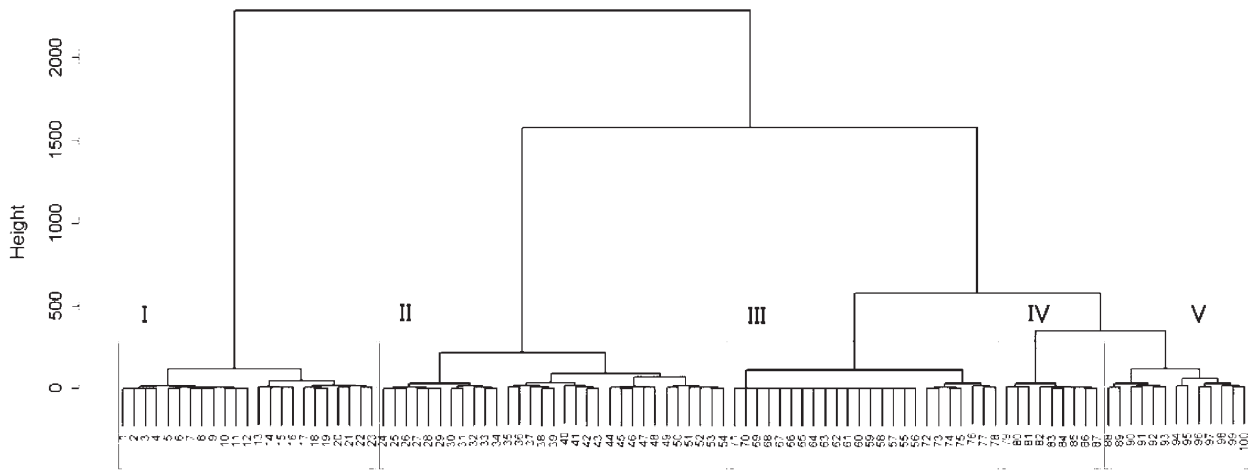


図4 各植物種の相対光量子密度に対する生育範囲におけるクラスター分析の結果。縦軸は系統樹の高さ (Height)、枝の数字は種番号 (付録参照) を示す。左からグループ I、グループ II、グループ III、グループ IV、グループ V に分類された。

囲があることが示された (図 6)。また、クラスター分析によって分類された種グループのトランセクト内の分布は、トランセクト G において陰性植物種 (グループ I, V) と陽性植物種 (グループ II, IV) が同じコドラートに高い割合で出現する範囲が、トランセクト S に比べ広いことが示された (図 7)。このことは、草原と森林の境界において、光強度が緩やかに変化する環境下では種それぞれの分布範囲が広がっていたことを示している。光強度が急に変化する場所では陰性植物種と陽性植物種の分布範囲の重なりはほとんど生じないが、光強度が緩やかに変化する場所では、両種の分布範囲が広く重なり、また、シロバナノヘビイチゴやフタリシズカのような、その場所に特有な種が出現した。このようにして 2 つの群落の境界における緩やかな環境勾配は、それぞれの群落内部とは異なる種構成を生じさせ、エコトーン形成を導いたと考えられる。

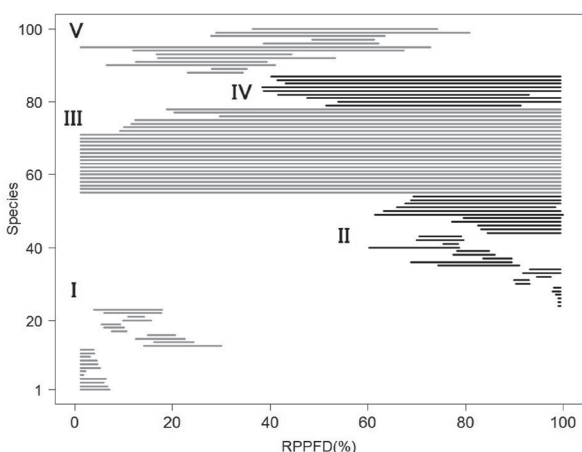


図 6 5 グループにおける各植物種の相対光量子密度に対する生育範囲。横軸は相対光量子密度 (RPPFD)、縦軸は種番号 (Species)、個々の横棒は各植物種の出現確率が高い相対光量子密度の範囲を示す。下からグループ I、グループ II、グループ III、グループ IV、グループ V である。

緩やかな光強度勾配をもつトランセクト G の草原-森林境界付近において特徴的に出現した種として、シロバナノヘビイチゴとフタリシズカが確認された。シロバナノヘビイチゴは、中山ほか (2011) によって、本調査地におけるエコトーン指標種となる可能性が示唆されている。この種は、山地の草地に生育する多年草である (大井 1975) が、本調査では草原域では出現せず林縁周辺にのみ出現した。これは、明るい環境である草原ではススキなどの大型の種との競争が激しいため生育が困難であるが、林縁部ではやや暗く大型種の生育が抑えられ、種間競争が緩和されることで生育可能となるためと考えられる。一方、フタリシズカは山地の林内に生育する多年草である (大井 1975)。これらの種は同所的な出現が確認され、異なる光利用戦略をもつ種によってエコトーンが形成されていると考えられる。

本研究では、草原と森林の境界での光強度の勾配の違いによるエコトーン形成への影響を示すことができた。光強度の勾配によって、種それぞれの空間的な分布範囲が変化していることが検出でき、その結果、エコトーンの幅と位置を推定することができた。植物群落の種構成は光強度勾配に対する種の出現応答だけではなく、水分条件や栄養条件などのその他の無機的環境要因や、競争や共生などの種間相互作用が複雑に影響して形成されるため、これらの要素も含めたエコトーン形成過程の解明が重要である。

5. 謝辞

本研究を行うにあたり、茨城大学名誉教授の塩見正衛教授には多方面にわたり様々な助言やご指摘をいただき、群馬県立自然史博物館の大森威宏博士には植物の同定を行っていただきました。また、斎藤拓也氏、工藤彰斗氏をはじめとする茨城大学生態学研究室の皆様には野外調査にご協力いただきました。以上の方々に厚く御礼申し上げます。

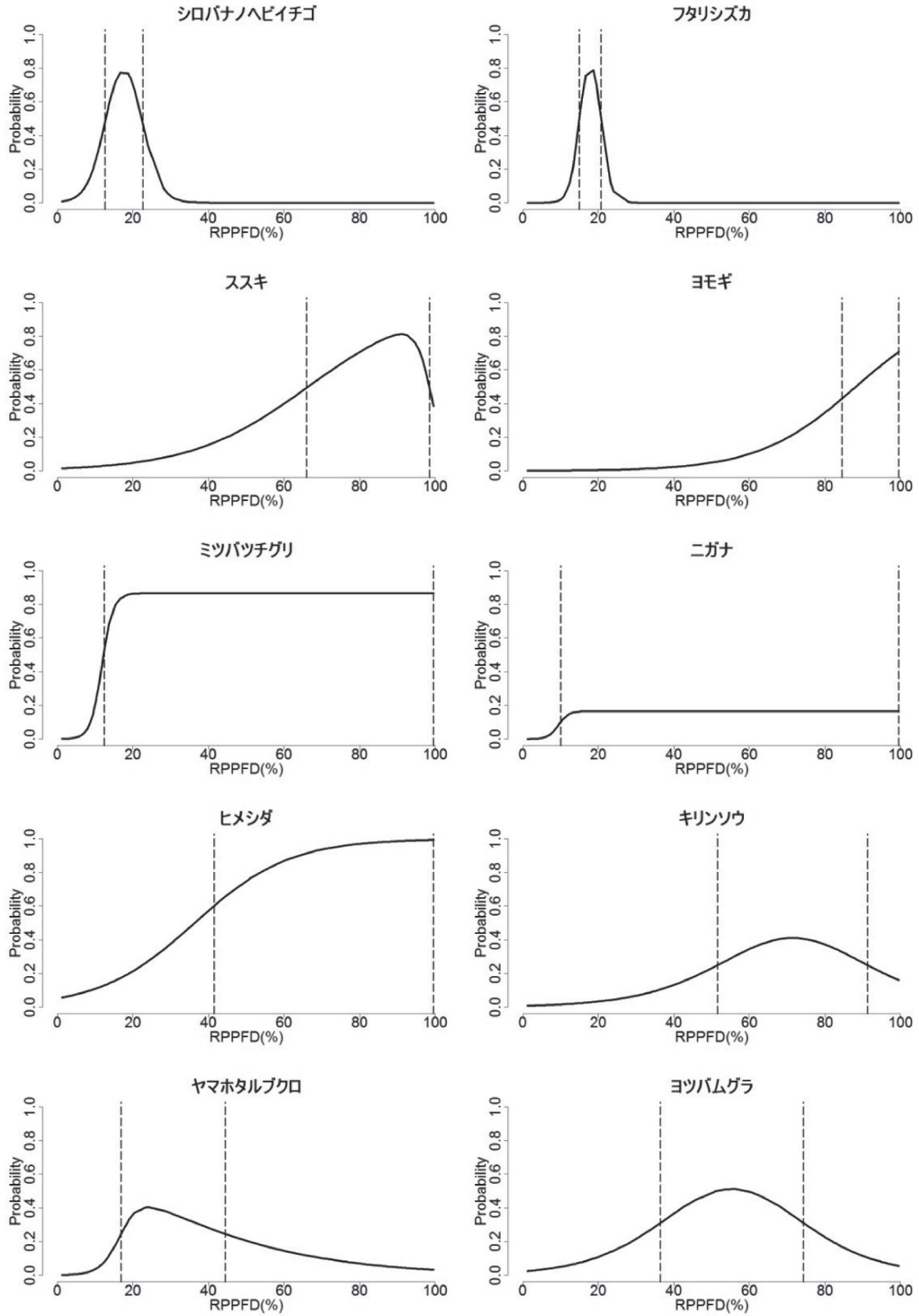


図5 各グループにおける代表2種のSRC。上からグループI、グループII、グループIII、グループIV、グループVに属する種である。縦軸は出現確率 (Probability)、横軸は相対光量子密度 (RPPFD)、図中の点線は central border を示す。central border の間が、各植物種の出現確率が高い相対光量子密度の範囲である。

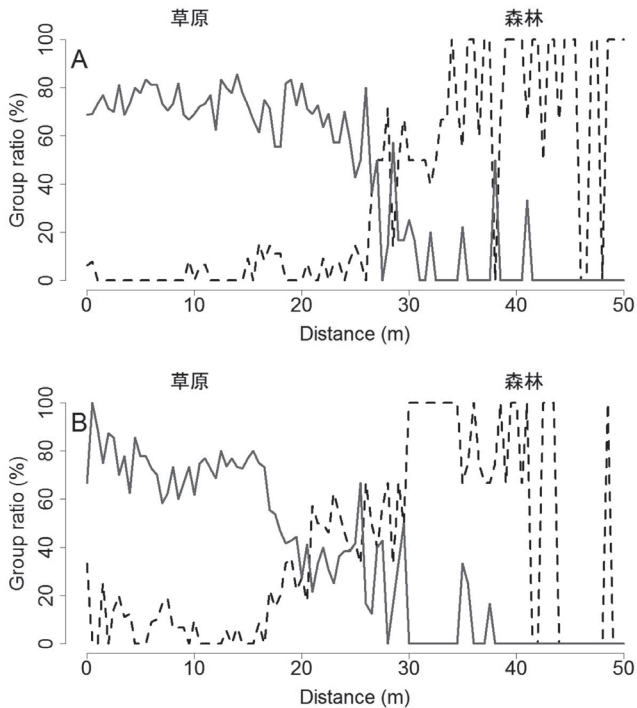


図7 コドラート内の出現種における陰性植物種と陽性植物種の割合の変化。コドラート内の陰性植物種(グループI、V)と陽性植物種(グループII、IV)の構成割合(Group ratio)の変化を示した。点線は陰性植物種、実線は陽性植物種の割合を示す。(A)はトランセクトS、(B)はトランセクトGである。

6. 引用文献

- Camarero JJ, Gutierrez E & Fortin MJ (2006) Spatial patterns of plant richness across treeline ecotones in the Pyrenees reveal different locations for richness and tree cover boundaries. *Global Ecol Biogeogr* 15: 182-191
- Gehlhausen SM, Schwartz MW, Augspurger CK, Biology P, Hall M, Ave SG (2000) Vegetation and microclimatic edge effects in two mixed-mesophytic forest fragments. *Plant Ecol* 147: 21-35
- Huisman J, Olf H & Fresco LFM (1993) A hierarchical set of models for species response analysis. *J Veg Sci* 4: 37-46.
- Heegaard E (2002) The outer border and central border for species-environmental relationships estimated by non-parametric generalised additive models. *Ecol Model* 157: 131-139.
- 岩槻邦男 (編) (1992) 日本の野生植物 シダ. 平凡社, 東京
- Jansen F (2008) Shape of species responses: Huisman-Olf-Fresco models revisited. In: Mucina L, Kalwij JM & Smith VR (eds) *Frontiers of Vegetation Science - An Evolutionary Angle*, Stellenbosch pp. 80-81.
- 久保拓弥 (2012) データ解析のための統計モデリング入門—一般化線形モデル・階層ベイズモデル・MCMC. 岩波書店, 東京
- 甲山隆司 (2003) エコトーン. (巖佐庸・松本忠夫・菊沢喜八

郎 編) 生態学事典. 共立出版, 東京, pp. 35

- Matlack GR (1993) Microenvironment variation within and among forest edge sites in the eastern United States. *Biol Conserv* 66: 185-194
- 溝口康子・大谷義一・中井裕一郎・岩田拓記・高梨 聡・安田幸生・中野隆志・安田泰輔・渡辺 力 (2011) 富士吉田森林気象試験地における気候特性. *富士山研究* 5: 1-6.
- 中山智絵・安田泰輔・中野隆志・堀 良通 (2011) 富士山野尻草原における草原-森林エコトーンの多変量回帰木を用いた検出. *富士山研究* 5: 15-19.
- 大井次三郎 (1975) 日本植物誌 顕花篇. 至文堂 東京
- R Development Core Team (2011) R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <<http://www.R-project.org>>.
- Risser PG (1995) The status of the science examining ecotones - A dynamic aspect of landscape is the area of steep gradients between more homogeneous vegetation associations. *BioScience* 45: 318-325.
- 佐竹義輔・大井次三郎・北村四郎・亘理俊次・富成忠夫 (編) (1981-1982) 日本の野生植物 草本 I, II, III. 平凡社, 東京
- 佐竹義輔・原 寛・亘理俊次・富成忠夫 (編) (1989) 日本の野生植物 木本 I, II. 平凡社, 東京
- Yin C & Lan Z (1995) The nutrient retention by ecotone wetlands and their modification for Baiyangdian lake restoration. *Water Sci Tech* 32: 159-167.
- Young A & Mitchell N (1994) Microclimatic and vegetation edge effects in a fragmented podocarp-broadleaf forest in New Zealand. *Biol Conserv* 67: 63-72.

付録 各植物種の種番号と所属グループ

種番号	和名	学名	グループ
1	ミヤマタニタデ	<i>Circaea alpina</i> L.	I
2	シダ不明種 2	Pteridophyta sp.2	I
3	シオン属 sp.	<i>Aster</i> sp.	I
4	ツツジ属 sp.	<i>Rhododendron</i> sp.	I
5	ナナカマド	<i>Sorbus commixta</i> Hedl.	I
6	シダ不明種 3	Pteridophyta sp.3	I
7	トウヒ	<i>Picea jezoensis</i> Carr. var. <i>hondoensis</i> Rehd.	I
8	イワセントウソウ	<i>Pternopetalum tanakae</i> Hand. Mazz.	I
9	コハウチワカエデ	<i>Acer sieboldianum</i> Miq.	I
10	セリ科 sp.	Apiaceae sp.	I
11	ヒメノガリヤス	<i>Calamagrostis hakonensis</i> Franch. et Savat.	I
12	マルバアオダモ	<i>Fraxinus sieboldiana</i> Blume	I
13	ミズメ	<i>Betula grossa</i> Sieb. et Zucc.	I
14	アセビ	<i>Pieris japonica</i> D. Don	I
15	シロバナノヘビイチゴ	<i>Fragaria nipponica</i> Makino	I
16	フタリシズカ	<i>Chloranthus serratus</i> Roem. et Schult.	I
17	シダ不明種 1	Pteridophyta sp.1	I
18	スゲ属 sp.1	<i>Carex</i> sp.1	I
19	イワガラミ	<i>Schizophragma hydrangeoides</i> Sieb. et Zucc.	I
20	ツタウルシ	<i>Rhus ambigua</i> Lavall. ex Dipp.	I
21	ミヤマイボタ	<i>Ligustrum tschonoskii</i> Decne.	I
22	ツボスミレ	<i>Viola verecunda</i> A. Gray	I
23	マイヅルソウ	<i>Maianthemum dilatatum</i> Nels. et Macbr.	I
24	ヒヨドリバナ	<i>Eupatorium chinense</i> L.	II
25	ノコギリソウ	<i>Achillea alpina</i> L.	II
26	マツムシソウ	<i>Scabiosa japonica</i> Miq.	II
27	ヤマスズメノヤリ	<i>Luzula multiflora</i> Lejeune	II
28	シソ科 sp.	Lamiaceae sp.	II
29	タチコゴメグサ	<i>Euphrasia maximowiczii</i> Wettst.	II
30	アカネ	<i>Rubia argyi</i> Hara	II
31	イタドリ	<i>Reynoutria japonica</i> Houtt.	II
32	ヤマニラ	<i>Allium thunbergii</i> G. Don	II
33	オトコヨモギ	<i>Artemisia japonica</i> Thunb.	II
34	コウリンカ	<i>Senecio flammeus</i> Turcz. ex DC. subsp. <i>glabrifolius</i> Kitam.	II
35	ゲンノショウコ	<i>Geranium nepalense</i> Sweet subsp. <i>thunbergii</i> Hara	II
36	フユノハナワラビ	<i>Botrychium ternatum</i> Sw.	II
37	サワヒヨドリ	<i>Eupatorium lindleyanum</i> DC.	II
38	カワラナデシコ	<i>Dianthus superbus</i> L. var. <i>longicalycinus</i> Williams	II
39	ムラサキサギゴケ	<i>Mazus miquelii</i> Makino	II
40	ヤマアワ	<i>Calamagrostis epigeios</i> Roth	II
41	コバギボウシ	<i>Hosta albo-marginata</i> Ohwi	II
42	スミレ	<i>Viola mandshurica</i> W. Becker	II
43	ハネガヤ	<i>Stipa pekinensis</i> Hance	II
44	ヨモギ	<i>Artemisia princeps</i> Pamp.	II
45	ツリガネニンジン	<i>Adenophora triphylla</i> A. DC. var. <i>japonica</i> Hara	II
46	ヤマトキノソウ	<i>Pogonia minor</i> Makino	II
47	コウゾリナ	<i>Picris hieracioides</i> L. subsp. <i>japonica</i> Krylov	II
48	ヌカボ	<i>Agrostis clavata</i> Trin. var. <i>nukabo</i> Ohwi	II
49	アキノキリンソウ	<i>Solidago virgaurea</i> L. subsp. <i>asiatica</i> Kitam.	II

50	カタバミ	<i>Oxalis corniculata</i> L.	II
51	ススキ	<i>Miscanthus sinensis</i> Anderss.	II
52	ナワシロイチゴ	<i>Rubus parvifolius</i> L.	II
53	アザミ属 sp.	<i>Cirsium</i> sp.	II
54	ヤマオダマキ	<i>Aquilegia buergeriana</i> Sieb. et Zucc.	II
55	木本不明種	unknown (woody species)	III
56	ノキシノブ属 sp.	<i>Lepisorus</i> sp.	III
57	マメザクラ	<i>Prunus incisa</i> Thunb. ex Murray	III
58	ノリウツギ	<i>Hydrangea paniculata</i> Sieb. et Zucc.	III
59	ユリ属 sp.	<i>Lilium</i> sp.	III
60	モミジイチゴ	<i>Rubus palmatus</i> Thunb. var. <i>coptophyllus</i> A. Gray	III
61	マムシグサ	<i>Arisaema serratum</i> Schott	III
62	ツルウメモドキ	<i>Celastrus orbiculatus</i> Thunb.	III
63	ツマトリソウ	<i>Trientalis europaea</i> L.	III
64	ツガ	<i>Tsuga sieboldii</i> Carr.	III
65	ズミ	<i>Malus toringo</i> Sieb. ex Vriese	III
66	シバ	<i>Zoysia japonica</i> Steud.	III
67	シオガマガイク属 sp.	<i>Pedicularis</i> sp.	III
68	サワラ	<i>Chamaecyparis pisifera</i> Endl.	III
69	ゴヨウマツ	<i>Pinus parviflora</i> Sieb. et Zucc.	III
70	スグリ属 sp.	<i>Ribes</i> sp.	III
71	イブキボウフウ	<i>Libanotis coreana</i> Kitag.	III
72	クロツバラ	<i>Rhamnus davurica</i> Pallas var. <i>nipponica</i> Makino	III
73	ニガナ	<i>Ixeris dentata</i> Nakai	III
74	コナスビ	<i>Lysimachia japonica</i> Thunb.	III
75	ミツバツチグリ	<i>Potentilla freyniana</i> Bornm.	III
76	ヘラバヒメジョオン	<i>Stenactis strigosus</i> DC.	III
77	オオアブラススキ	<i>Spodiopogon sibiricus</i> Trin.	III
78	トダシバ	<i>Arundinella hirta</i> C. Tanaka	III
79	キリンソウ	<i>Sedum aizoon</i> L. var. <i>floridundum</i> Nakai	IV
80	カワラマツバ	<i>Galium verum</i> L. forma <i>nikkoense</i> Ohwi	IV
81	ノハナシヨウブ	<i>Iris ensata</i> Thunb. var. <i>spontanea</i> Nakai	IV
82	チダケサシ	<i>Astilbe microphylla</i> Knoll	IV
83	ウマノアシガタ	<i>Ranunculus japonicus</i> Thunb.	IV
84	ネズミガヤ	<i>Muhlenbergia japonica</i> Steud.	IV
85	シバスゲ	<i>Carex nervata</i> Franch. et Savat.	IV
86	ヒメシダ	<i>Thelypteris palustris</i> Schott.	IV
87	ワレモコウ	<i>Sanguisorba officinalis</i> L.	IV
88	スゲ属 sp.2	<i>Carex</i> sp.2	V
89	スイカズラ	<i>Lonicera japonica</i> Thunb.	V
90	オシダ属 sp.	<i>Dryopteris</i> sp.	V
91	ノイバラ	<i>Rosa multiflora</i> Thunb.	V
92	シダ不明種 4	Pteridophyta sp.4	V
93	ヤマホタルブクロ	<i>Campanula punctata</i> Lam. var. <i>hondoensis</i> Ohwi	V
94	オトギリソウ	<i>Hypericum erectum</i> Thunb.	V
95	ハナイカリ	<i>Halenia corniculata</i> Cornaz	V
96	ノコンギク	<i>Aster ageratoides</i> Turcz. subsp. <i>ovatus</i> Kitam	V
97	ヒカゲスゲ	<i>Carex lanceolata</i> Boott	V
98	メギ	<i>Berberis thunbergii</i> DC.	V
99	タチフウロ	<i>Geranium krameri</i> Franch. et Savat.	V
100	ヨツバムグラ	<i>Galium trachyspermum</i> A. Gray	V

