

信州ハナノキ自生地から周辺域へのシダ植物構成・頻度類似性の軌跡

—希少樹種更新への自然再生事業スケールを予測する—

Similarity trajectories of pteridophytes composition and frequency from sites of endangered tree of *Acer pycnanthum* to regional surroundings in Shinshu—fundamental data of biological environment for scale determination of nature restoration projects—

佐藤利幸¹・遠藤 隼¹・鈴木啓助¹・戸田任重¹・島野光司¹・鈴木和次郎²・金指あや子²

(¹信州大学理学部 ²森林総合研究所)

Toshiyuki Sato¹, Jun Endo¹, Keisuke Suzuki¹, Hideshige Toda¹, Koji Shimano¹, Wajiro Suzuki² and Ayako Kanazashi² (¹Faculty of Science, Shinshu University, Asahi3-1-1, Matsumoto 390-8621; ²FFPRI, Matsunosato 1, Tsukuba)

Scale determination for nature restoration projects of endangered plants was estimated by the similarity trajectory of pteridophytes composition and frequency from point to regional scales. Species composition and frequency were surveyed and compared among some concentric circle regions from the site of *Acer pycnanthum* trees which relict at Iyari and Bitchubara in Shinshu. In the range of 10 - 20 km from the center the floristic similarity was decreased, and the gradual decrease was found on frequency with distance. The two marsh of Iyari (Ohmachi) and Bitchubara (Achi) consist of 4 *Sphagnum* species (two common and two different mountain species) and of some floristic elements of pteridophytes. Such sites with rare or relic species seem permit coexistence of multiple floristic elements.

Key words: *Acer pycnanthum*, Concentric circles, Frequency, Pteridophytes flora, Restroration projects, Scaling, Species density, Surroundings.

はじめに

希少樹種ハナノキ自生地として長野県北西部の大町市居谷里湿原 (36°32'40" N 137°51'10" E, 標高 850m) と長野県南西部の阿智村備中原 (35°26'N 137°45' E, 標高 600m) には、胸高周囲 15 cm (約 3 cm 直径) 以上の樹木が 48 個体と 32 個体の残存が報告されている (金指、2003)。もとより長野県北西部と南西部には高い植物

多様性が予想されており (長野県植物誌、1997)、シダ植物でも高い多様度が示された (佐藤ら、2001)。1996 から 2002 年までの調査にもとづくと、両地域の 25 地点 (約 1ha あたり 1 地点として) の積算種数は半径 15 km 範囲で、60-70 種におよび長野県の中央低地の 2 倍を超える (金指ら、2004)。

本研究では長野県の低地を中心に集積さ

れたシダ植物組成と種密度をもとに、上記 2 地点（大町市居谷里湿原と阿智村備中原）を中心にいくつかの同心円状の地域を想定し（スケーリング解析）、2 地点からの狭範囲と広範囲のシダ植物相とシダ植物種密度の類似性を評価するものである。それらの類似性から、ハナノキの更新に関与する草本相環境の類似性がどのスケールまでみられるかを特定するものである。あわせて既知のミズゴケ類の頻度（松田、1997）から 2 地点の生物環境特性を議論したい。

ここで用いるスケーリングとは、「ある局所での生物と環境の対応関係を基準として、対象範囲をどんどん拡大しそれぞれのスケールにおける対応関係の変化を軌跡からみる」方法である。これらは空間のみならず時間軸でも展開することが可能であり、植物の比較生活史にも応用可能である（福原ら、2000；佐藤、2003）。シダ植物の類似性から草本相特性を予測し、ハナノキ更新（発芽から幼木まで）の空間がどんなスケールでなされるべきかを示す資料提供を行いたい。植物生活史（ここでは樹木の更新）は散布された種子発芽からはじまる。発芽種子が生残り幼木へと成長する。ここでは、ハナノキ定着と更新を許容する生物環境を把握するために、シダ植物相および出現頻度を、ハナノキ遺存地点から同心円状に比較しながら、その遺存をとりまく草本層特性から保全に不可欠なスケール特定を探るものである。

調査地と方法

1996 年から 2004 年までに長野県低地各地におけるシダ植物種密度を調査した。各調査範囲は約 1 ヘクタールである。これま

でに標高 1000m 以下を中心に 1250 地点の調査がおこなわれた（図 1）。またハナノキ自生地周辺の狭い範囲においては、2003 年と 2004 年ではさらに詳しく約 100 地点の調査が追加された（図 2）。

ヘクタールあたりのシダ植物密度のうち、ハナノキ自生地周辺を同心円状に取り巻くように、5 本のベルト地域を想定した。それぞれのベルトにおいて、できるだけ調査区画が隣接しないように高い種密度地点を 16 区画ずつ選定した。各ベルトは大町市伊谷里湿原の中心から～1.3, 1.5～3.5, 4～8, 10～15, 20～25, 50～60 km の同心円状に準備された。また、阿智村備中原の中心から（～2.5）、5.0～7.5, 10.5～12.5, 25～30, 35～45, 50～60 km の 5 本のベルトを準備した。それらのベルトごとに、シダ植物リストを作成し、積算種数・種組成・出現頻度を求めた。

議論で用いるミズゴケ相の資料は松田（1997、長野県植物誌）を集計したものである。2 種以上のミズゴケ類が確認された信州山岳地域（長野県とその周辺）の湿原における各種ミズゴケ 32 種の出現頻度を集計した。また、大町市居谷里湿原と阿智村周辺の湿原で見られた共通種（オオミズゴケ・ウロコミズゴケ・コアナミズゴケ・ハリミズゴケ）については、信州地域における水平分布様式を図 6 にまとめた。あわせて既知のハナノキ分布と自生地景観を図 7 に追加した。

結果

長野県全域のおもに低地におけるシダ植物の種密度分布が次第に明らかになりつつある（図 1）。これまでに低地を中心に 1250

地点の資料が蓄積した。ヘクタールあたり平均は約9種、20種以上が確認されるシダ植物のホットスポットはやや西側に偏って点在する(佐藤ら、2001)。図1には種密度分布と同心円状の地域比較に用いるための区画を丸で示した。同様にさらに局所における地域比較のための水平分布を異なる大きさの丸で示した(図2)。大町では3つのスケールで、阿智では2つのスケールで地域比較を行った。阿智における局所の調査地域がやや北東に偏っている。この地域は飯田市山本の周辺にあたり、ハナノキ自生地が点在している。

大町および阿智におけるそれぞれ6つの同心円状のベルト地域の区画ごとの種密度分布を図3に示した。大町周辺では居谷里湿原からは離れるほど、やや平均種数が増すようであるが、距離に応じた不連続変化は見いだされない。阿智周辺ではほとんど変化が見出されない。すなわち、ハナノキ自生地からはなれることによる顕著な種密度変化はない。

これは2003年度に集計した長野県低地各地の半径10km範囲内16地点の16地域における多様度分布(アルファ・ガンマ多様度)において、大町と飯田周辺ではやや長野県の平均値より高い程度であり、特異な存在ではなかったことと同様である(金指ら、2004)。そこで、ハナノキ自生地2地点から同心円状に離れたときの種構成と出現頻度について解析を進めた。

図4には、自生地からの距離に応じたシダ植物組成の類似性の比較を示した。阿智では25km以上はなれると類似性(SI)も共通性(Species overlap)も安定する(>60%)。大町では10km以上で50~60%へ

と安定する。

図5には各種の出現頻度の違いの軌跡を示した。ハナノキ周辺でそれぞれ高い出現頻度をもつ10種のシダをそれぞれの地点で選んだ。大町市では、高い頻度(n/16)をもつシダ植物として、ヘビノネゴザ(14)>ヒメシダ(13)>シシガシラ(12)>ワラビ・イヌワラビ(11)>オシダ(10)>ホソバナライシダ・ゼンマイ・スギナ(9)>イヌガンソク(7)である。大町の湿原から離れるにつれて頻度が低下する種が多くなる。とりわけゼンマイの頻度が減少する。阿智村では、ヘビノネゴザ(12)>スギナ(12)>ゼンマイ(11)>シシガシラ(10)>オクマワラビ・イヌワラビ(9)>ワラビ(8)>ヤマイヌワラビ・ベニシダ・ハリガネワラビ(7)の10種である。大町同様に、阿智の湿原で高い頻度をもつ種群のいくつかの頻度をゆるやかに低下させる。ヤマイヌワラビ・ベニシダ・ハリガネワラビの頻度低下が顕著である。図4でみられたようなスケールに応じた不連続な変化は見出しにくい。

議論

図6にハナノキ個体数のパンフレット(金指、2003: はなのきの会、2003)および図7にはミズゴケ類の頻度と水平分布をのせた。ミズゴケ類の資料は松田の資料を若干編集したものである。ハナノキは長野県南西部と岐阜県東部に集中していることがわかる。大町居谷里湿原および阿智村周辺に確認されたミズゴケ類はそれぞれ6種と5種である。そのうち共通する種は、オオミズゴケ・ウロコミズゴケ・コアナミズゴケ・ハリミズゴケの4種である。前者2種は長野県全域の湿原に広く多産する。一方、

コアナミズゴケは中南部の山岳地域に点在し、ハリミズゴケは中北部山岳地域に点する。すなわち大町市のコアナミズゴケ、阿智村周辺でのハリミズゴケはまれな隔離分布である(図7)。この両地点は低地ながら異なる山岳要素のミズゴケ相を許容する地点と言えよう。ハナノキ自生地を数地点観察したところ、局所(半径1.25km以内)では、ヤマドリゼンマイ・サトメシダ・タニヘゴ・ニッコウシダなど湿原特有のシダ植物に加えて、ヤワラシダ・シケシダ・ハリガネワラビ・ベニシダなど暖地要素のシダ植物も確認される。そればかりではなく、ハナノキの自生する周辺数平方kmでは高いシダ種数密度が確認される。すなわち両地点はシダ要素としても、山岳・低地・北方・南方の要素が共存する特徴が認められた(金指ら、2004)。これら局所における個別シダ種では、ハナノキと類似した分布を示すものは見出せなかった。シダに関する限り広く汎分布する異なる要素が隣接している地点と結論できる(大塚、1987: 2004)。

しかし、両地域の範囲内においてもハナノキが遺存分布する地点はごく限られており、ハナノキの遺存分布成立過程と分布の将来予測のためには限定されている地点の環境特性を精査する必要がある。2002年の「新国家戦略生物多様性」が1992年のリオデジャネイロの「生物多様性条約」をふまえて発足した。2003年1月1日には「自然再生事業計画法」が成立し、そのなかには生物多様性の創出維持の目標が盛り込まれている(日本生態学会生態系管理委員会、2005)。そこには自然再生事業のための指針(ガイドライン)が示されている。

絶滅危惧植物や希少植物の保全や保護を通じて、遺伝資源の多様性を未来に伝える必然性があり、できれば自然のなかでそれらを保全できるような環境維持が理想的と思われる。過去数十年で急速にすすむ人為的な種絶滅を食い止めるためには、何らかの人為的な保全事業は不可欠であろう。

これら2003年と2004年のハナノキ周辺のシダ植物相と出現頻度の集計結果から、大町市と阿智村の両地点から半径10~20km離れると類似性の低下(70%から60%へ)が確認され、草本層の生物環境はこの範囲で異なっていることが示唆される。もしハナノキ種子の発芽(水分環境)がミズゴケ類によって保障されるならば、発芽まで許容される範囲(発芽セーフサイト)は現在の遺存分布よりさらに広く山岳地域までを想定できる。一方発芽から幼木にいたる初期更新は、いくつかのシダ要素が混在する高いシダ種密度を保障する長野県北西部と南西部に限られることになり、現在の遺存分布に近づくことになる。

むしろ発芽から初期成長にかかわる草本相環境が制限をあたえている可能性が高い。これらの結果は林縁の光量の必要性などが遠藤(修士論文、2005)により指摘されていることから、初期成長が許容される環境を準備することが重要と思われる。湿った明るい落葉広葉樹林の林縁を想定できそうである。スギ・ヒノキなどの樹木が覆った暗い環境や大型草本が密生する場所でのハナノキの更新は難しそうである。

ハナノキの更新を促すためには、遺存分布する地点から半径10~20kmの規模で、まず(1)湿地環境の保持、(2)草本層の管理、ならびに(3)優占常緑樹木(スギ・

ヒノキ) のまびきなどが有効な手段と思われる。隣接したシダ植物が多産するミズゴケ群落への種子を播く実験がひきつづく再生事業として想定される。その場合、少なくとも植物相の類似性(できれば維管束植物全種・ミズゴケ類相・コケ相)が70%を超える地点を選ぶ必要があるだろう。

これまでのいくつかの地域のシダ植物相を用いた特徴的な地域特性の報告、たとえばブナ北限地(佐藤・渡邊、1987)、知床遠音別自然環境保全地域(佐藤ら、1997)、母子里周辺(多雪最寒地)(佐藤、1992)、また日本スケールではイワカゲワラビ遺存分布地域(阪口・佐藤、1999)、カラフトメシマ遺存分布地域(佐藤ら、2000)、渡島半島におけるシダフロラのスケーリング解析など(佐藤・長谷、1989:1992)を通して言えることは、異なるシダ植物要素が出会う地域で、隔離分布や遺存分布が成立していることである。樹木は大型ゆえにとりわけ大木のみを個別に守りぬくことがよく行われる。しかし遺存分布や隔離分布を継続して維持あるいは更新させる場合、コケ層・草本層など樹木の初期成長を保障する環境創出をめざし、空間・時間スケールを加味して再生事業をすすめる必要がある。

謝辞 本調査を遂行するにあたり、北沢あさ子様、野口様には飯田市・阿智村周辺の調査の特別な便宜をはかって頂きました。また、居谷里湿原では大町市教育委員会からの特別許可をいただいて調査させて頂きました。深く感謝いたします。なおこのハナノキの更新に関する研究は亡き井上健先生が開始されたものです。ここに哀悼の

意を表します。

文献

遠藤 隼 2005 希少樹種ハナノキの更新初期過程 信州大学大学院工学系研究科地球生物圏科学専攻 博士前期(修士)論文 信州大学、松本 49 pp.

福原 隆・山本雅道・佐藤利幸 2000 温帯性メシダ属2種(ヘビノネゴザとヤマイヌワラビ)の頻度と共存率 ―日本列島から松本市周辺へのスケーリング解析―. 信州大学環境科学年報 22:13-23.

はなのき友の会 2003 ハナノキ (北沢編) 飯田市 188pp.

金指あやこ 2003 長野県における自生のハナノキ個体数 はなのき友の会 パンフレット 飯田市山本・下伊那郡阿智村.

金指あや子・鈴木和次郎・吉丸博志・金谷整政一・菊池 賢・大住克博・佐藤利幸・遠藤 隼 2004 ハナノキの生活史特性と遺伝的多様性の解明 平成15年度環境省地球環境保全試験研究 p.24-29.

松田行雄 1997 長野県のミズゴケ類「長野県植物誌」 p.143-160. 信濃毎日新聞社、長野

日本生態学会生態系管理専門委員会 2005 自然再生事業指針 (矢原・松田ら編集) 日本生態学会誌 (印刷中).

大塚孝一 1987 長野県のシダ植物 信濃毎日新聞社 157pp.

大塚孝一 2004 信州のシダ植物 ほおずき書籍. 194pp.

清水建美(監修) 1997 「長野県植物誌」 1733pp.. 信濃毎日新聞社、長野

坂口寿子・佐藤利幸 1999 隔離分布する寒地性シダ(イワカゲワラビ)をとりまく

森林構造の解析—生活形に着目した植物相の類似性とその変動— 信州大学環境科学年報 21:43-54.

佐藤利幸 1987 ブナ北限域におけるシダフロラ特性 —北海道におけるシダ植物の出現頻度・水平分布・垂直分布にもとづく定量比較— 中西 哲博士追悼植物生態・分類論文集(神戸群落生態研究会) p.271-289.

佐藤利幸 1992 地点から地球への視野範囲拡大に伴うシダ種数増加 —渦状方形区拡大を用いた植生解析試案—. 平成 2-3 年度北大特定研究報告書(小林・児玉 編) 120-126.

佐藤利幸 2003 草本植物の広がりと多様性 「ところかわれば生活かわる—環境で違う植物のくらし—: 島野光司編」エルネット「オープンカレッジ」 高等教育情報化推進協議会 1-8.

佐藤利幸・永山葉子・福重洋平 2001 長野県のシダ植物相のホットスポットについて 信州大学環境科学年報 23: 25-32.

佐藤利幸・渡邊定元 1987 大平山自然環境保全地域及び周辺地域におけるシダフロラの特徴—石灰岩要素と種の出現頻度及び

水平分布にもとづく定量— 大平山自然環境保全地域調査報告書(環境庁) p.109-131.

佐藤利幸・長谷昭 1989 北海道南西部におけるシダの種数分布と植物相—その定量化への試み 生物教材 24:1-12.

佐藤利幸・長谷昭 1992 スケーリング解析によるシダ植物共存様式の定量比較—函館を中心とした渡島半島南部の場合—. 生物教材 27:1-12.

佐藤利幸・阪口寿子・早坂祥彦 2000 隔離分布するカラフトメンマをとりまくシダフロラの定量比較 —遺存分布する寒地植物周辺のスケーリング解析—. 信州大学環境科学年報 22:1-12.

佐藤利幸・工藤岳・露崎史朗・甲山隆司 1997 シダ植物相と空間配置からみる遠音別岳周辺の地域特性—スケーリング解析による分布要素と多様性— 遠音別岳原生自然環境保全地域調査報告書(環境庁) p.61-78.

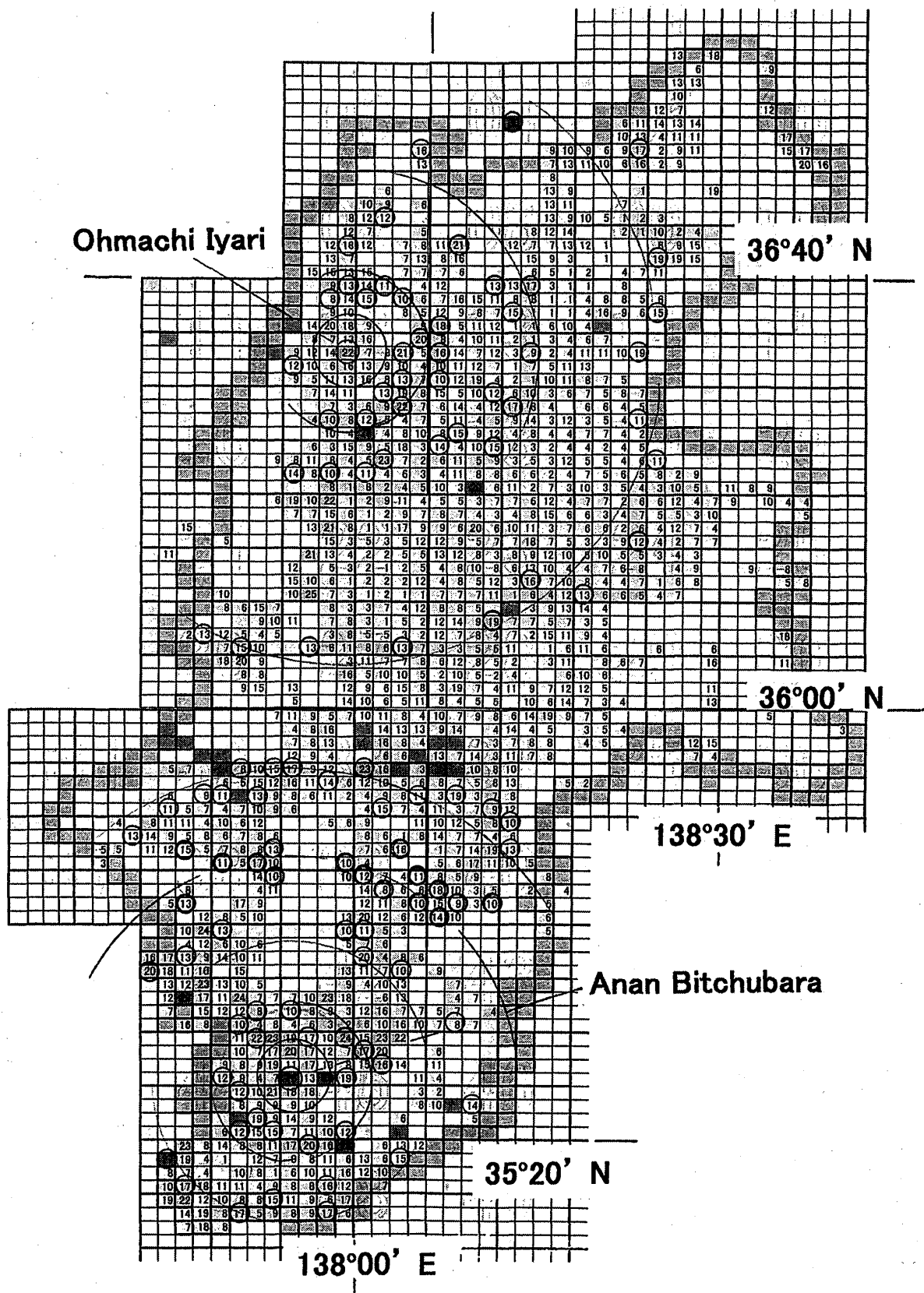


図 1. 大町および阿智を取り巻く信州広域におけるシダ植物種密度分布と比較資料の空間配置。中央の円内に図 2 の範囲が含まれる。

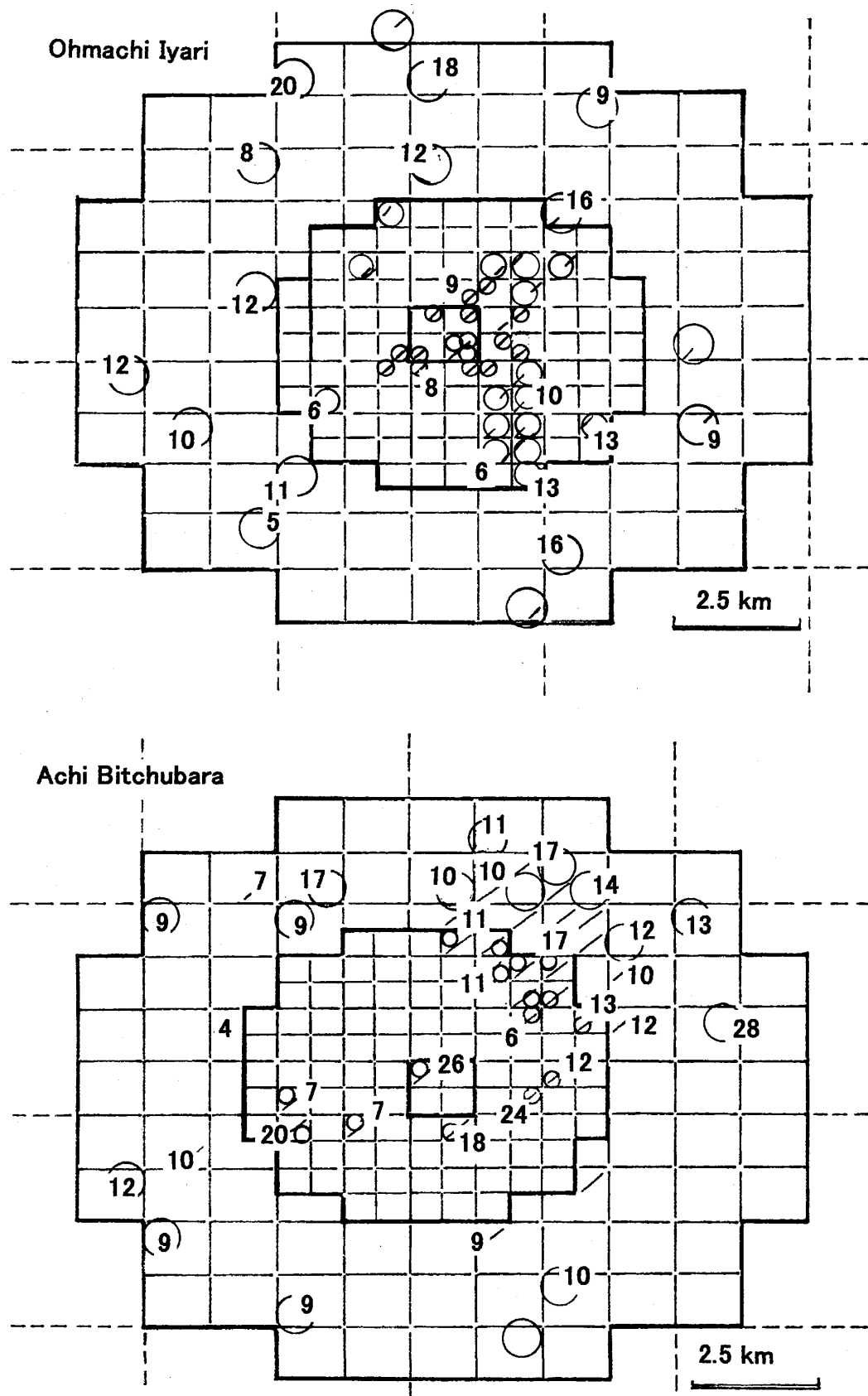


図 2. ハナノキ周辺の狭い範囲におけるシダ植物種密度分布と比較資料の空間配置。

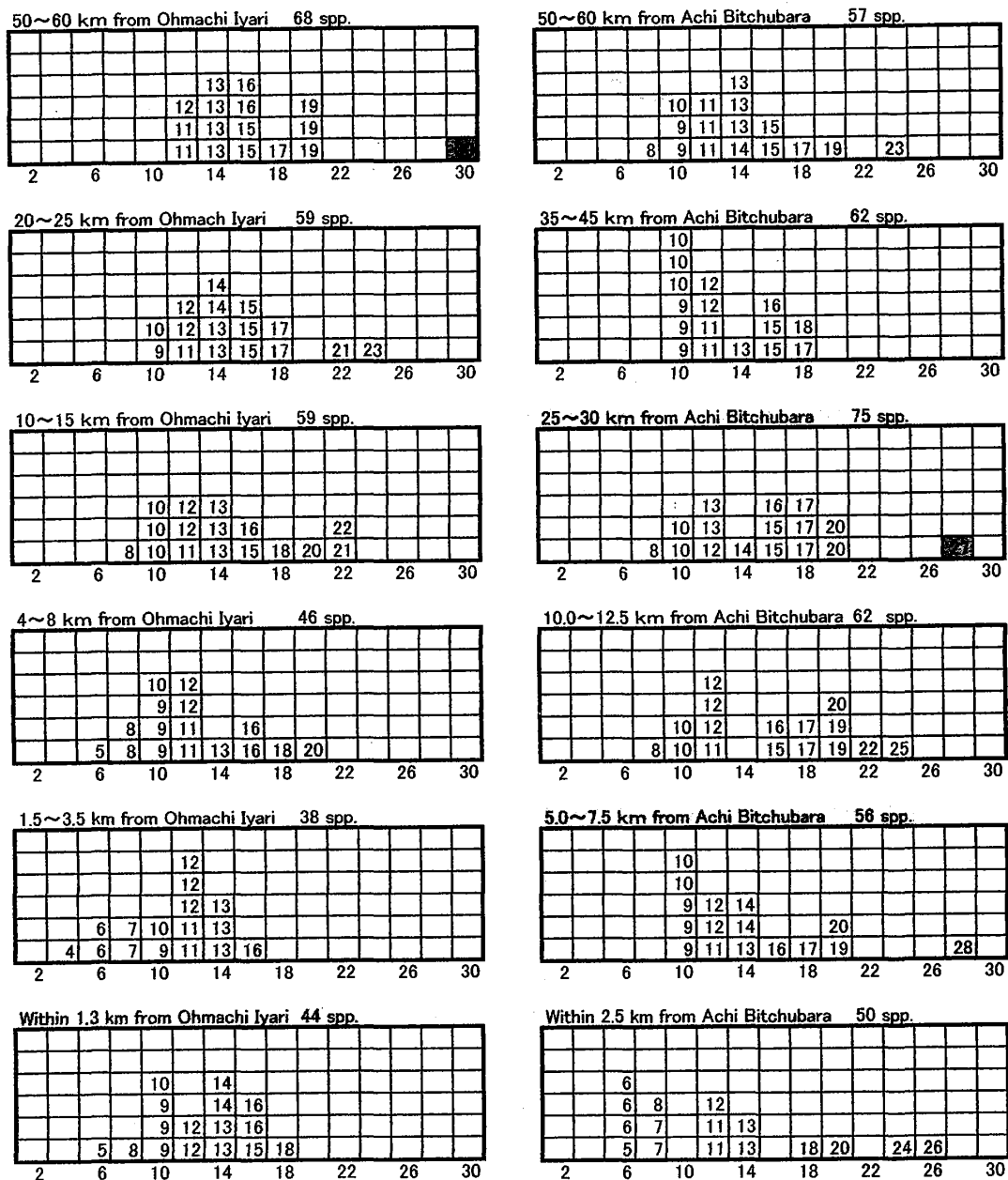


図 3. スケールに応じたシダ植物種密度の頻度分布。
数値はヘクタールあたりのシダ植物種数。スケールに応じた傾向はない。

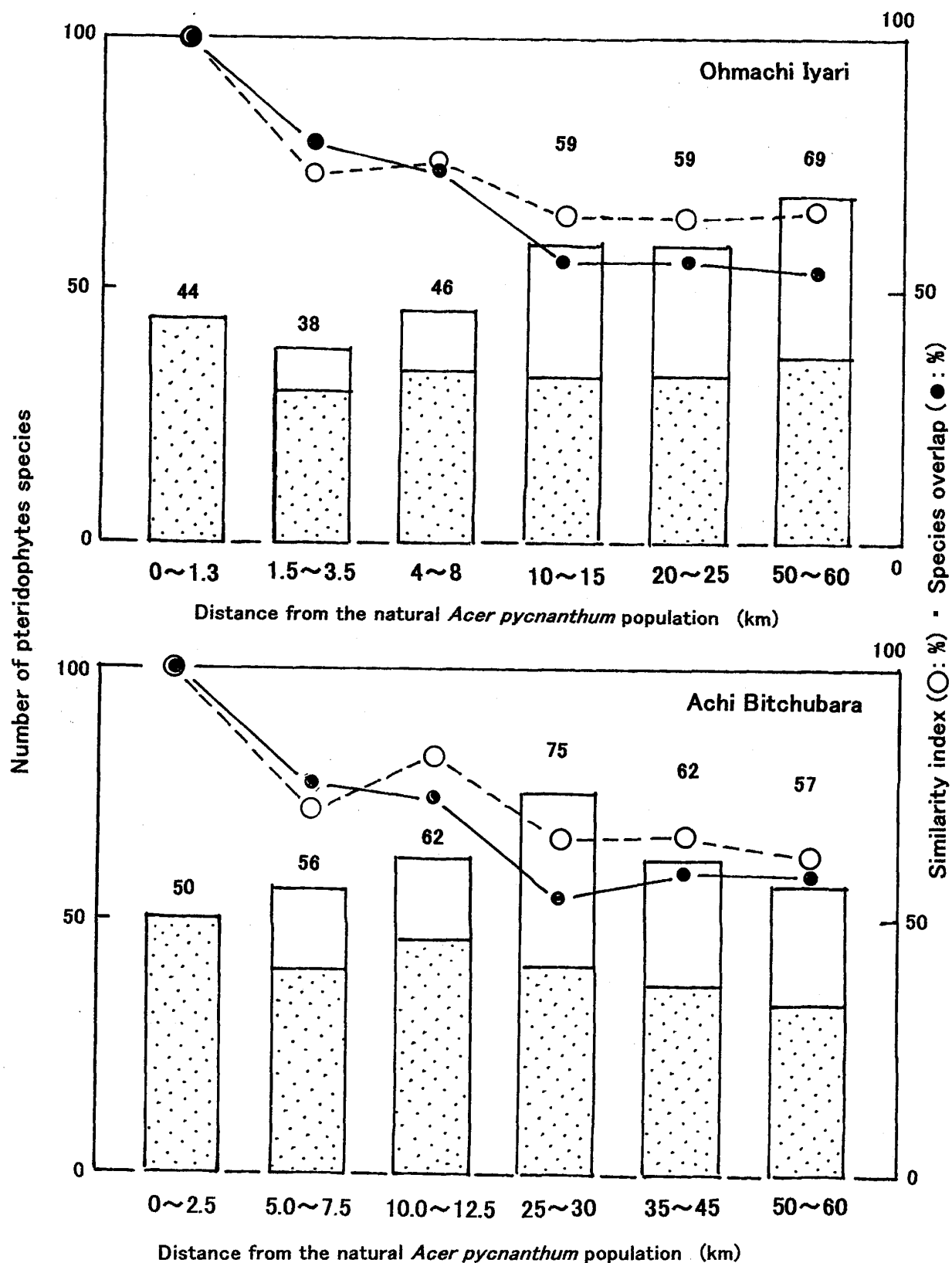


図 4. ハナノキ自生地からの距離に応じたシダ種数およびシダ植物相の類似性比較。
共通種の比率 (%) および類似度指数 (%) を右座標に示した。

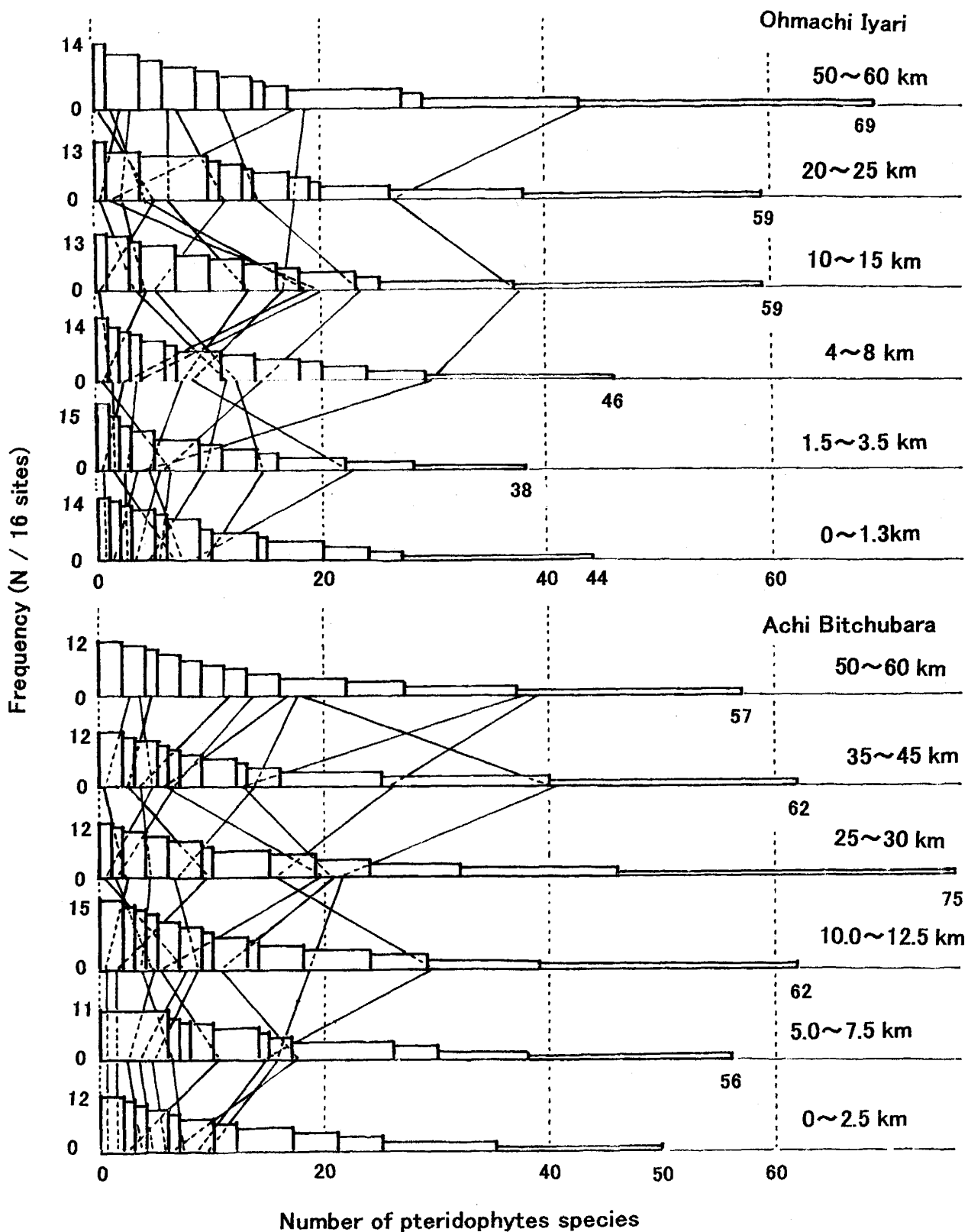


図 5. ハナノキ自生地からの距離に応じたシダ植物各種の頻度の変化。
 ハナノキ周辺で出現頻度の高い 10 種をえらび、それらの頻度変化を調べた。
 種名は結果として文中にある。

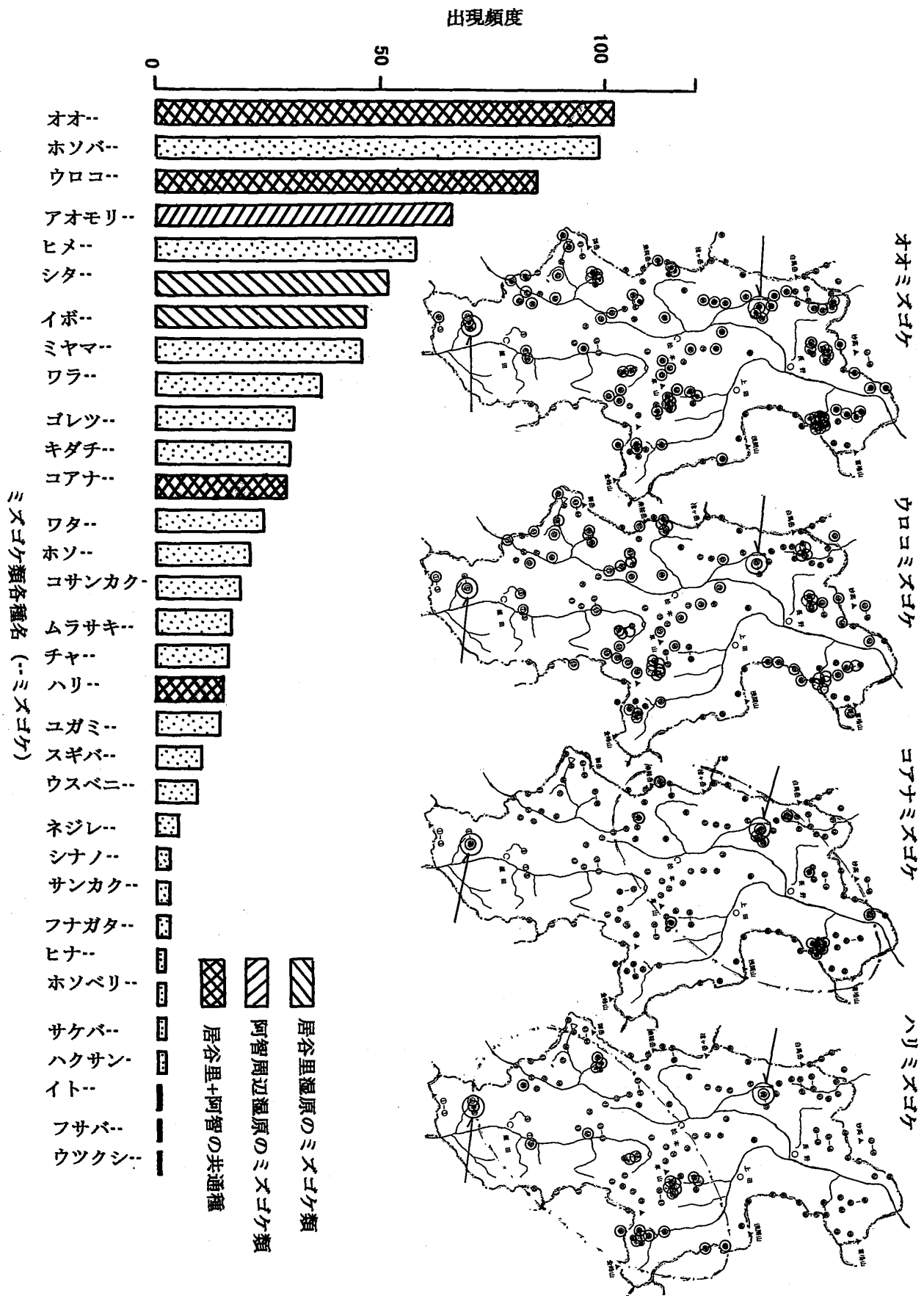
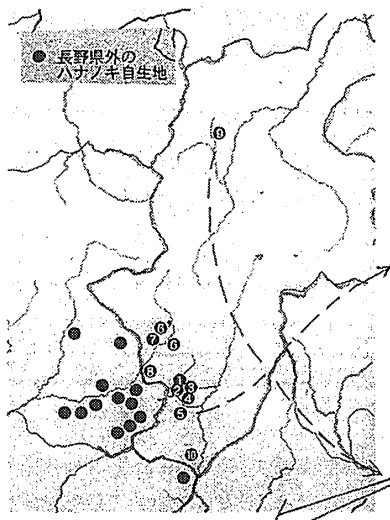


図 6. 長野県におけるミズゴケ類の出現頻度と水平分布。この資料はすべて松田 (2000) による資料から編集されたものである。



長野県における自生のハナノキ個体数 2002.7.13まで

はなのき友の会 (会) 森林総合研究所 金指あや子 調査結果

胸高 (樹高130cmの高さ) 周囲15cm以上の個体数

伊豆谷	293
飯田市山本	
① ニツ山	2
大明神	2
ニツ山	2
② 山本西平・吉中林	28
③ 竹佐・箱川	175
④ 春日	32
⑤ 花の木沢周辺	16
上郷	32
かみごう	1
備中原	3
びっちゅうばら	26
原の平	9
阿南町	
⑥ 新野	1
永谷	3
⑦ 大字長野字鹿子	13
ししこ	48
大桑村	
⑧ 阿寺沢谷	367
⑨ 南木曾町神其谷	
かきざけいこく	
⑩ 山口村まごめ自然植物園	
⑪ 大井町長谷川	
いもりしづけ	
長野県合計	

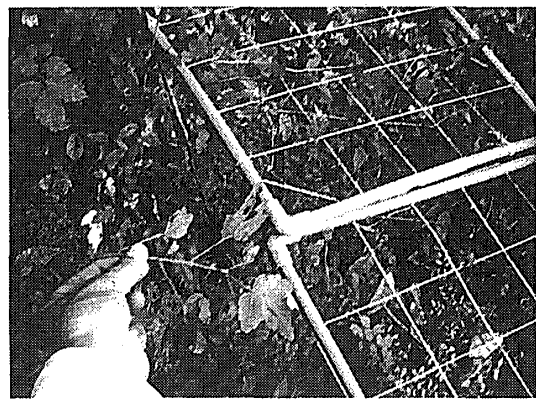
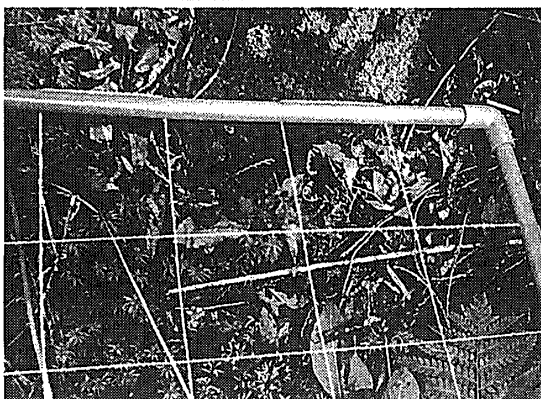
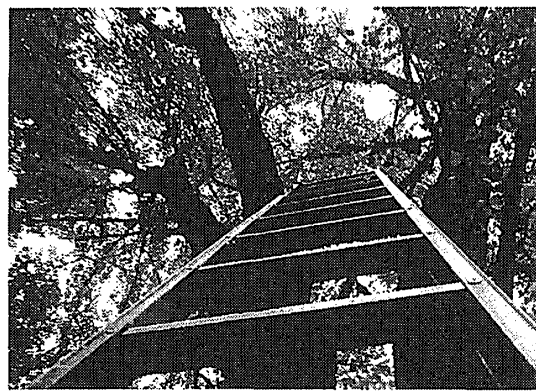
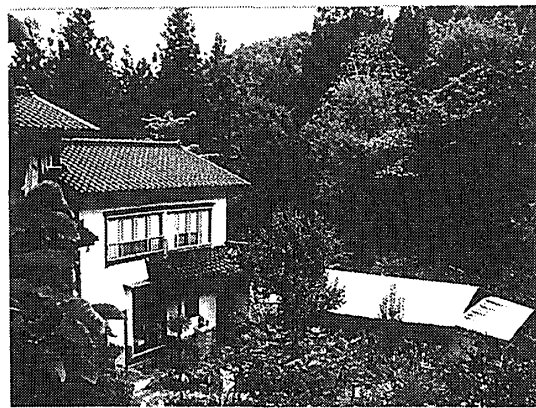
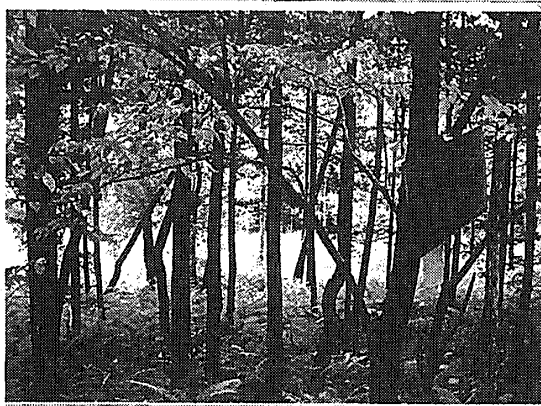


図 7. ハナノキの分布と更新場所の例 (金指によるパンフレットを一部修正)。