

## 信州低地におけるシダ植物の種密度分布と水系によるシダ相類似性

### Distribution patterns of pteridophytes species density in Shinshu lowland and the floristic similarity among different river system

佐藤利幸<sup>1</sup>・鈴木啓助<sup>2</sup>・戸田任重<sup>2</sup>・沖野外輝夫<sup>3</sup> (信州大学理学部生物科学<sup>1</sup>・物質循環科学科<sup>2</sup>・信州大学名誉教授 (早稲田大学教授・放送大学教授) <sup>3</sup>)

Tsuyuki Sato, Keisuke Suzuki, Hideshige Tada and Takio Okino (Faculty of Science, Shinshu University, Matsumoto 390-8621)

#### はじめに

2002 から開始された「天竜川水系の物質循環とマネーフローの総合研究：戸田・沖野代表」は4年間の調査研究を終了した。その一部として参加させていただいた「天竜川水系のシダ植物相の多様性」は、天竜川水系のみならず比較研究として、木曾川水系・犀川水系・千曲川水系・信濃川 (前者合流から県境) の4つの地域の調査も行うことができた。同時に1996 から継続している信州全域のシダ植物種密度分布の調査 (12年計画) にとっても有益な情報収集の機会を与えて頂くこととなった。これまで1800地点でのシダ植物相の調査が行われ、そのうち約800地点はこの2002 から2005年度のプロジェクトとともに資料の集積が行われた。山岳域での調査はまだまだ (山岳を中心にさらに700地点が残る) ではあるが、おおまかな水系にそった低地の調査はほぼ終了したといえよう (図1の数字入りメッシュ部分)。

そこで本報告では、長野県の主な5つの水系 (河川) に沿ってシダ植物の多様性と種密度、その組成についての類似性を算出して、天竜川水系のシダ植物相特性を他の水系と比較する研究を企画した。具体的には (1) 水系ごとのシダ植物の種数分布、(2) 水系下流からのメッシュ増加と積算種数、(3) 水系間のシダ植物組成および (4) シダフロアの類似性の検討である。

#### 調査場所と方法

1996 から2005年度にかけて長野県の山間地 (主に

1500m以下) を中心に約1800地点のシダ植物相の調査が行われた (図1)。1地点の調査はおおよそ1ヘクタールの範囲である。その地点において確認できたシダ植物種を記録し、証拠標本として1-2枚の葉を採集した。地点ごとに標本をとりまとめ、その地点のシダ植物のリストを作成した。調査地点は5万分の1の地勢図を用いて64分割 (東西・南北8等分) し、区画を想定した。できるだけ各地を網羅できるように心がけた。長野県はおおよそ2500地点に分割しうる。約1800地点の調査であるから長野県の低地を中心に約70%の広がりの中で調査がきたことになる。標高1500m以上の山岳地域の調査はまだごく限られており、今後の課題である。これら調査地点と種密度分布に関する地図はこれまでの報告にも用いてきたが、次第に調査範囲が拡大していることが読み取れよう (佐藤ら、2004a ; 2004b ; 2005)。

図1の長野県全体でのシダ植物種密度分布のなかから、5つの水系 (天竜川・木曾川・犀川・千曲川・信濃川への合流) について、河川本流がかかるとメッシュ (縦一辺2.5km) を5万分の1の地勢図64分割から想定し、それらメッシュを太い枠でなぞった。天竜川は下流から約60メッシュ、木曾川は下流から約40メッシュ、千曲川と犀川は下流から約50メッシュ、そして犀川と千曲川との合流したあとの (新潟県では信濃川：ここでは信濃川水系と呼ぶ) は30余メッシュでなぞることができる。河川ごとの各メッシュで確認できた種数を求め、図2に種数ごとの頻度分布を示した。

本報告ではそれぞれの河川について、長野県における下流部から 15 メッシュに含まれる調査地点におけるシダ組成をリストアップした。なおシダ植物の種名は、岩槻 (1992) と田川 (1959) に基づき、同定は大塚 (1987; 2002) による長野県のシダ植物などに従った。さらにシダ植物相に基づく水系の植物相や特性を導くために、15 地点までの積算種組成の類似性を算出した。類似度指数は  $100 \times 2C / (A+B)$  から求めた。A と B は違う水系における積算種類数であり、C は両水系の共通種である。

### 結果

図 1 には区画ごとの各地の確認種数を示した。区画によっては複数地点の調査が行われた場所もあり、各地点 (約 1 ヘクタール) での最大種数。区画内での積算種数ではない。すなわち図に示された数値はある地点におけるシダ植物の種密度を示すことになる。これまでの調査では長野県の南部と北部に高い種密度 (20-30 種) 地点が点在することが確認される。中央部低地は低い種密度をもつ地点 (1-5 種) が広がる。25 種以上確認できた地点は長野県におけるシダ植物の局所多様性のホットスポットと言える (佐藤ら, 2001)。長野県の南部と北西部の山麓にそのホットスポットが点在する。中央部低地の農地や人口が多い市街地ではスギナ・イヌワラビなど数種のシダのみが生育する (佐藤ら, 2002)。これまで 1996~2005 年の 10 年間に約 1800 地点の調査が行われ、約 180 種群 (変種・雑種を含め) のシダ植物が記録された。そのうちオシダ属は 33 種群が確認され分布パターンも多様である (佐藤・宋, 2006)。

図 2 に示すように水系ごとにまとめたメッシュごとの平均種数分布は、木曾川水系 (11) > 天竜川水系 (9) > 犀川水系 (8) > 信濃川水系 (8) > 千曲川水系 (7) となるが、木曾川での平均  $11 \pm 5$  と千曲川水系での  $7 \pm 4$  以外での有意差はない。

図 3 にそれぞれの 5 つの河川において、下流部から

の 15 メッシュでの種数分布と積算種数をまとめた。積算種数では天竜川水系で 62 種、木曾川水系で 50 種、信濃川水系で 36 種、犀川水系で 35 種そして千曲川水系で 29 種となった。あきらかに信州南部の水系で高い積算種数 (ガンマ多様性) が確認できる。東の千曲川水系が最小である。さらなる上流部までの解析が待たれる。天竜川水系と木曾川水系では最下流部のメッシュの種数がやや多い傾向がある。

水系ごとのシダ植物のリストを表 1 にまとめた。5 つの水系について下流から 15 地点までの確認種のリストである。総積算種数は 89 種群である。5 つの水系すべてにおいて高頻度の種類はイヌワラビ・オクマワラビ・スギナ・ゼンマイ・トラノオシダ・ヤブソテツなどである。天竜川水系のみに 1 地点確認された種は、コケシノブ・ヌリワラビ・ハイホラゴケ・ホソバカナワラビ・ミヤマイタチシダなどである。木曾川水系に 1 地点だけイノデモドキ・ミヤマクマワラビ・ヨコグラヒメワラビなどである。

これらの下流部から 15 メッシュまでの積算種組成について、水系間での類似度 (SI, %) を求めたのが図 4 (下) である。高い類似度は千曲川水系と犀川水系 (75%)、および信濃川水系と犀川水系 (73%) となる。千曲川水系と天竜川水系 (46%) ならびに信濃川水系と天竜川水系 (47%) では低い類似度となる。

### 議論

(1) 水系に応じたシダ植物多様性の定量的な比較研究はほとんど知られていない。一方で河川にそった谷すじや支流ごとでシダ植物相が大いに異なることはよく知られている (大塚, 1987)。谷すじに応じた空中湿度や土壌環境の違いがシダ植物相の異質性を導くとかんがえられている。基本的には空中湿度が保たれる狭い谷すじに定着するシダ植物種が多い。それはシダ植物の有性繁殖の生活史が高い水分環境 (空中湿度) の保障のもとに世代交代 (配偶体から孢子体) を伴って進行するからである。一方で、水分環境や水流が保障

されていても広い河川敷や地表面の動きやすいところではシダ植物にとって定着は容易ではない。根をもたない前葉体からはじまる生活史と世代交代からの胞子体成長もゆるやかであることから地表面の動きに対応できない場合が多い。

(2) 長野県の山間地にはいくつかの植物要素が共存していると予想される。その代表的なものは垂直分布に応じた植物要素の存在である。シダ植物においても、南部の低地には暖温帯要素が、山岳高地には寒地性のシダが知られる。種内での標高に応じた形質変化も知られている。例えばオシダの葉形質の高標高での細胞サイズの増加、脈密度の増加なども確認されている(中西ら、2003)。

(3) 本報告の水系に応じたシダフロラの比較研究ははじめての試みである。メッシュデータを水系に沿って連ねることでガンマ多様度を導くことができた。個別メッシュにおける平均値(アルファ多様度)では見られなかった違いが明らかとなった。天竜川水系のシダ植物多様性(積算種数:ガンマ多様度)が最も高いと結論できる。かつて長野県の低地域を複数選んで、16メッシュを単位として地域ごとの多様度を定量比較した。そこでは水系に応じた明確な違いは見出せなかった。北方と南方でのやや高いアルファ多様度と低いベータ多様度が確認されたにとどまっていた(佐藤ら、2004a; Sato et al., 1999)。かつて16地点で代表した地域(径約10kmの範囲)には複数の異質な生育場所が含まれていた可能性が高い。本研究でまとめた細長い15メッシュの連なりは、水系にそった谷環境要素として限定された結果、水系に応じた積算種数の違いが明確になったと予想される。

(4) これまでの1800地点の調査で蓄積された種類数が180種群であることから(佐藤・宋、2006)この5つの水系のわずか45メッシュに約半分(89種群)のシダ植物相を確認できたことになる。これは信州全体の300種群(大塚、2003)の約3分の1に相当する。最近の研究として、松本市の5地域(旧市町村)ごと

のシダ植物相に着目した解析によると、旧安曇村と旧奈川村では最大73.4%の類似度、旧安曇村と旧四賀村では最低の54.5%の類似度であった。今回まとめた水系に応じたシダ植物相の類似性は最大で75%(千曲川一犀川)、最低で45%(信濃川一天竜川)となった。

これら両水系は距離的にも日本列島の背腹性(日本海側と太平洋側)を強調できる内容である。距離的には近接しているが八ヶ岳を境とする千曲川水系と天竜川水系では48%とかなり低い類似性を示す。この大きなシダ植物相の違いは、現在の地形的・気象的な環境のみならず地史的な違いも反映している可能性が高い。両河川水系を隔てる蓼科高原にはヒマラヤ東部と北東アメリカのアパラチア山脈の3地域に隔離分布するオニゼンマイが多産する地域である(倉田・中池、1989)。また極東ロシアと共通し、日本内では隔離分布するイワカゲワラビも点在させる地域である(阪口・佐藤、1999; 佐藤ら、2004b)。

(5) このように水系に応じたシダ植物相をさらに延長して解析すること、あるいは水系を囲むベルト地域をつぎつぎとまとめて集計して解析することで、これまで北海道や信州から試みてきた同心円や範囲拡大でのスケーリング(佐藤ら、2005; Sato and Takahashi, 1996)とは違った河川からの地形要素をふまえた新しい環境レベルでのシダ植物相の入れ替わりについて定量比較が期待されよう。

(6) 今回は個別の種の出現頻度に関するまとめを省略した。表1からこれらの水系におけるシダ各種の頻度も読み取ることができる。これまで北海道を中心にシダ植物の頻度分布を整理してきたなかで(佐藤、1999; 2005)、その地域あるいは地点を代表できる種群はまれな種より高い頻度(かつ相対的な位置づけ)をもつものであると言えよう。本報告の中では、例えば信濃川水系のサカゲイノデなどがそれに相当する。

## 文献

岩槻邦男(編)(1992) 日本の野生植物 シダ 平凡

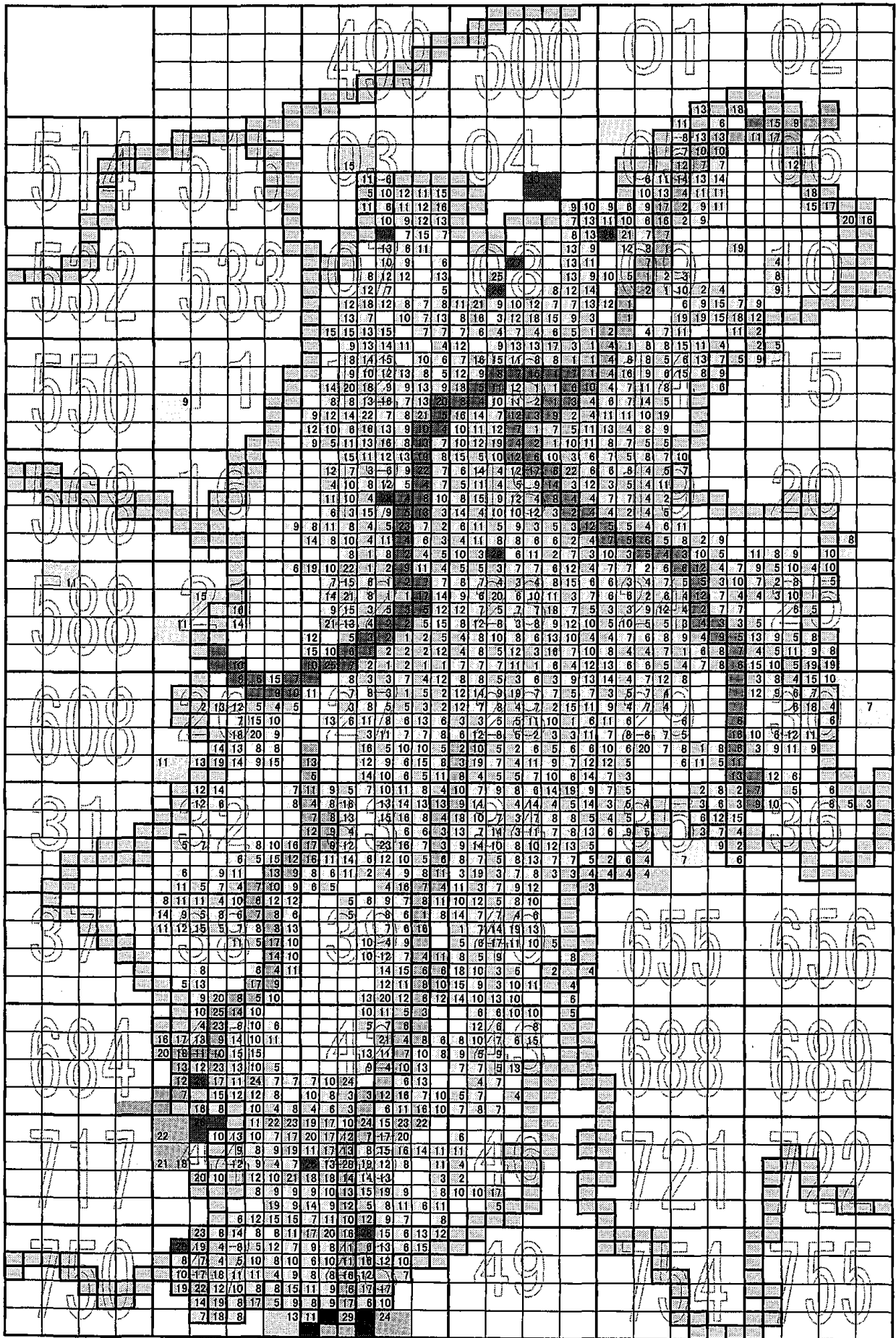


図1. 長野県におけるシダ植物の調査地点と種密度分布

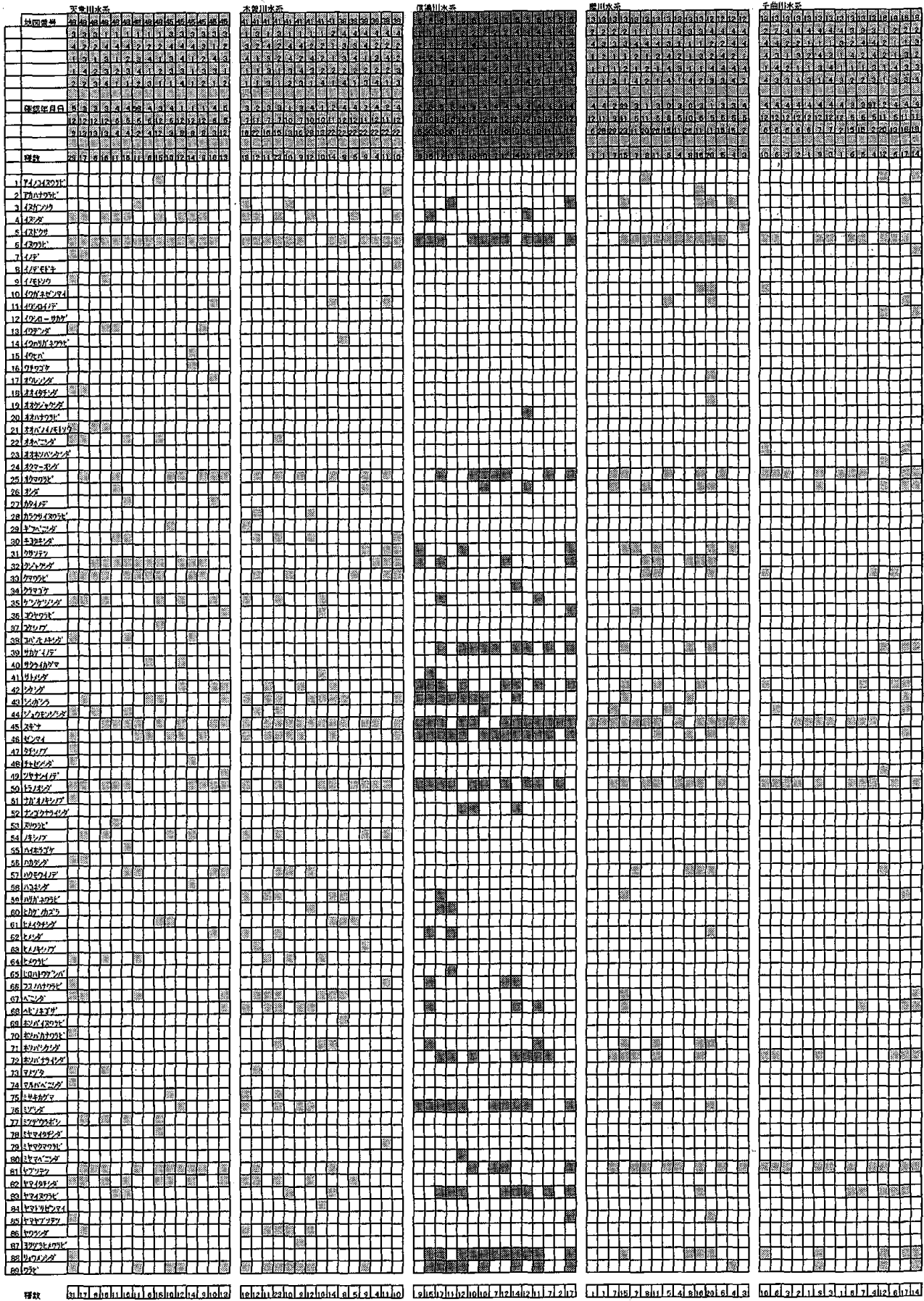


表1. 水系の下流から15メッシュで確認されたシダ植物組成

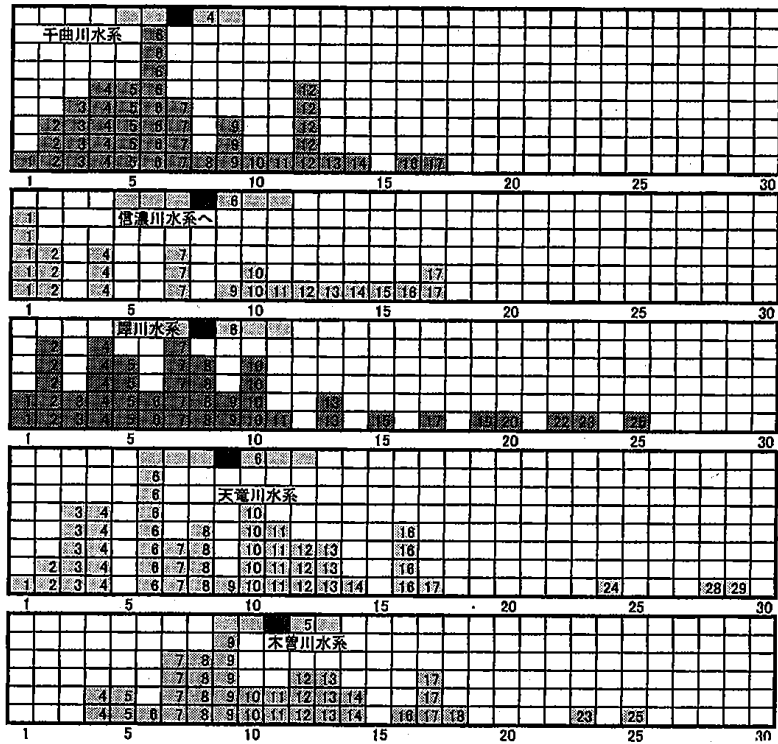


図2. 水系に応じた種密度の頻度分布

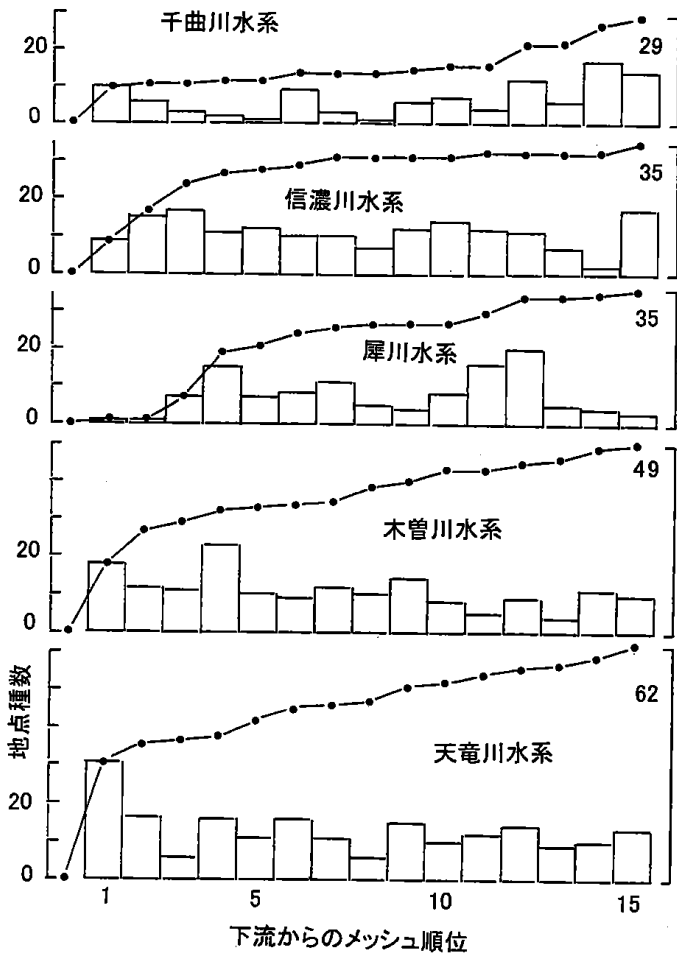


図3. 水系の下流から15メッシュの種密度分布と積算種数

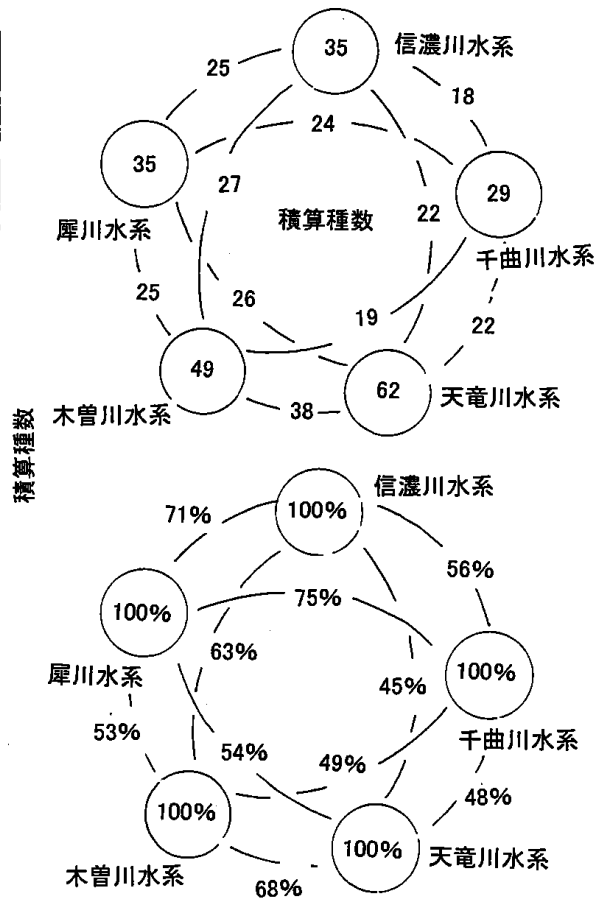


図4. 水系ごとの積算種数と種組成の類似度

社 東京 311 pp.

倉田 悟・中池敏之 (1989) 日本のシダ植物図鑑  
6 東京大学出版会 東京 356-359.

中西由佳・増沢武弘・福原 隆・佐藤利幸 (2003) 信州  
中央部の標高に応じたオシダ属の種・個体・葉脈・細  
胞密度の分布—生物レベル(種・個体・細胞配列)を  
紡ぐスケーリング解析 信州大学環境科学年報  
Vol. 25 : 97-105.

大塚孝一 1987 長野県のシダ植物 信毎書籍日出版  
センター 長野、 157pp.

大塚孝一 2003 信州のシダ ほおずき書籍 東京、  
194pp.

阪口寿子・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 Vol.21 : 43-54.

佐藤利幸 (1999) シダ植物からみた北海道 北方山草  
16 : 39-51.

佐藤利幸 (2005) シダ植物が魅せる知床半島 「知  
床自然ライブラリー6:知床の植物I」 斜里町・北海  
道新聞社、札幌 p.102-141.

佐藤利幸・遠藤 準・鈴木啓助・戸田任重・島野光司・  
鈴木和次郎・金指あや子 (2005) 信州ハナノキ自  
生地から周辺域へのシダ植物組成・頻度類似性の軌跡  
—稀少樹種更新への自然再生授業スケールを予測する  
— 信州大学環境科学 27 : 61-73.

Sato, T, Guan, S.L. and Furukawa, A. (1999) A  
quantitative comparison of pteridophytes diversity  
in small scales among different climatic regions in  
eastern Asia Tropics Vol. 9 pp. 83-90

佐藤利幸・永山葉子・福重洋平 (2001) 長野県にお  
ける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 Vol.23 : 25-32.

佐藤利幸・永山葉子・中山 明 (2002) 信州中央部に  
おけるシダ植物の多様性と共存率—地域および地点か  
ら見た種数と頻度—信州大学環境科学年報

Vol.24 : 99-105.

佐藤利幸・宋 立軍 (2006) 信州山間地におけるシダ  
植物の種密度分布と出現頻度—オシダ属の広がりとし  
賀高原からのスケーリング解析— 信州大学教育学部  
志賀自然教育研究施設紀要 (印刷中)

Sato, T. and Takahashi, H. (1996) A quantitative  
comparison of distribution patterns in two  
gymnocarpoid ferns from local to global scaling  
Acta Phytotax. Geobot. Vol. 47 : 31-40

佐藤利幸・鈴木啓助・戸田任重 (2004a) 長野県低  
地におけるシダ植物の多様度—天竜川水系のシダ種密  
度分布特性— 信州大学環境科学年報 26 : 91-94

佐藤利幸・内田暁友・梅沢 俊・甲山隆司・児玉祐二・  
原登志彦 (2004b) 北海道寒冷地(北・東部)のシ  
ダ植物:分布と多様性 北海道大学低温科学研究所・  
信州大学理学部・一部自費出版 藤原印刷 松本  
100pp.

田川基二 (1959) 日本羊歯植物図鑑 保育者 大  
阪 270pp.