

多摩川河川敷の植生の多様性についての研究

— 植生調査及び既存資料による多様性の把握 —

1 9 8 1 年

佐伯敏郎

東京大学理学部教授

倉本宣

東京大学理学部

第1章	はじめに	1
第2章	研究対象地の概要	2
第3章	多摩川河辺植生の多様性	5
第1節	都市におけるフロラの豊かさ	5
第2節	河辺植生の群落数の縦方向の変化	6
第3節	河辺植生の群落内の種数	10
第4章	多摩川河辺植生における群落および種の分布	15
第1節	群落の横方向の分布	15
第2節	洪水による植生の破壊と再生	21
第3節	一横断線における種の分布	24
第4節	多摩川中流における種の分布	28
第5章	総合討論	51
謝	辞	51
摘	要	52
引	用文献	53
和	名学名対照表	58
補遺	多摩川河川敷管理に対する提言	
第1節	多様な価値	68
第2節	微妙なバランスの上の多様性	69
第3節	環境管理計画によせて	70

* 本報告書は、倉本 宣(1981)の東京大学理学系大学院修士論文「多摩川中流の河辺植生の分布についての研究」(指導教官 佐伯敏郎)を一部分書き改めたものである。

第 1 章 はじめに

河原は Clements (1920) によって、砂丘、浜辺、湖岸と並んで、遷移のみられる代表的な場所とされた。しかし、洪水による破壊とそこから始まる大きな速度の遷移とによって不安定なため、河辺植生は生態学にとって取り扱いの難しい対象である (Calder 1961)。このため、河辺植生の生態学的研究はこれまでほとんど行なわれてこなかった。

一方、植物社会学は、ある時間断面で植生をとらえ、その中から典型的な群落を抽出して比較を行ない、さらにその空間的配置を把握する学問である。河辺植生は、立地が変化に富んでいるため、せまい範囲の中に、数多くの異なった群落を見いだすことができる。そのため、河辺植生の植物社会学的研究は多数あり、植物社会学においては河辺植生は好適な研究対象となっている。ヨーロッパの研究例として Moor (1958, 1969)、Seibert (1958)、Kopecký (1965, 1966, 1967, 1968) があげられ、日本でも、戦前、戦中のウプサラ学派の植物社会学 (中野 1910, 1944、檜原 1936, 1945、香川 1941、栗田 1943) の先駆的研究のあと、南川 (1963) を初めとする、チューリッヒ・モンペリエ学派の植物社会学の研究が開始された。堀川・奥富 (1959)、波田 (1972)、神崎 (1975)、飯泉ほか (1975)、曾根 (1977)、奥田 (1978)、MINAMIKAWA (1979) 等河辺植生に関する多数の研究がある。特に本研究の対象である多摩川については、Miyawaki und Okuda (1972)、奥田 (1972)、曾根 (1973)、湧井 (1976)、奥田 (1976) など一連の研究が行なわれてきた。これらの植物社会学的研究の成果を一方では批判的に利用しながら、本研究では多摩川河辺植生の生態学的な解析による研究を行なう。

河辺植生は、その複雑な立地に対応して、きわめてフロラが豊かである (中野 1944、森田 1980) といわれてきた。その豊かさは、果して他と比較してどの程度高いのか、また、河川敷内部での豊かさの分布はどのようになっているかを、第3章では既存の植物社会学的研究成果を利用しつつ検討して、フロラの豊かさが立地の多様さに基づいていることを示し、多摩川河辺植生を研究対象として評価付けする。

植物社会学は、方形区内に出現した種の組み合わせ (国際植物学会会議 1910; シュミットヒューゼン 1961 による) によって方形区すなわち植物群落を分類する学問である。そのため、種の分布と環境要因との関わりについての問題を直接の研究対象としないことによる限界をもっている。本研究では、多摩川河辺植生の種の分布と環境要因との対応関係を、生態学的な研究方法によって分析する。それが第4章であり、2つの原理的に異なる方法、すなわち多変量解析および直接傾度分析によって、分布様式に基づく種のグループ (種群) 分けを行ない、環境との対応、構成種の生活型などによってその種群の性格付けを行なう。

第2章 研究対象地の概要

多摩川は、関東山地南部の山梨県塩山市地先の笠取山にその源を発し、東京都の西部・南部を南東流し、東京都と神奈川県との境界を流れ、東京湾西岸のほぼ中央に注いでいる。流域は1都2県にまたがり、流域面積1240Km²、流路延長138Kmの1級河川である。上流域ではV字谷が発達しており、奥多摩町付近に小河内ダムが作られている。青梅付近で関東平野に達してからは勾配がゆるやかになり扇状地地形となって河川敷の発達を見る。この付近から河口までが、建設大臣の管理区間である。この区間には数ヶ所の取水堰がある。中でも1654年に開さくされた玉川上水による分水量が多いため、洪水時以外には、ここより上流が1つの多摩川、下流がもう1つの別の多摩川のような流況になっている(加藤1973)。また、多摩川は、急流河川が多い日本の河川(高橋・阪口1980)の中でも、河川勾配が大きい方に属する(図1)。

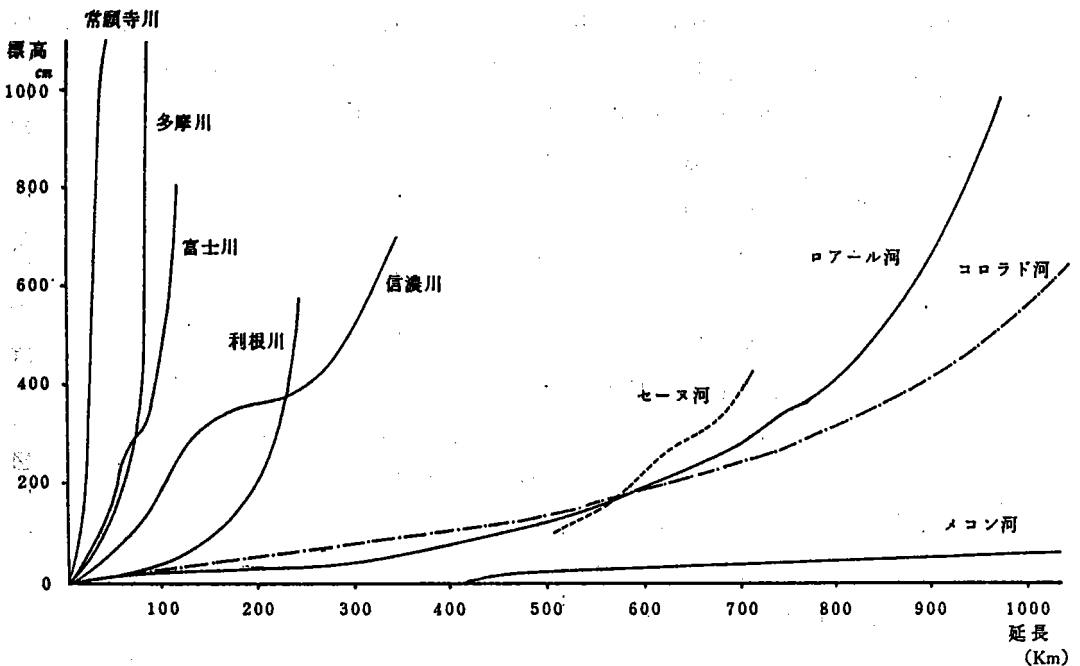


図1 河川勾配の比較

多摩川1975編集委員会(1975)より

流況、測量図、植生図などの資料が整備されているので、河口より青梅市万年橋までの建設大臣管理区間(図2)を本研究の対象とした(第3章第2節)。植生図の精密な解析にあたっては、水位の記録のための量水標と、堰堤に妨げられることなく水面が連続している青梅、日野、調布の3地域に解析の場所を限定した(第4章第1節)。また、河辺植生の時間断面に対する変動を検討するために、植物社会学者によりくりかえし植生調査が行なわれている浅川合流点付近を用いた(第4章第2節)。現地調査は、1980年3月から4月にかけての予備調査を、植生図の精密な解析に供した上記の青梅、日野、調布の3地域と、羽村、拝島の計5地域、7月下旬から9月にかけての本調査を上記の5地域の他、秋川、府中を加えた7地域におい

- 調査地域名： 1：青梅
 2：日野
 3：調布
 4：浅川合流点
 5：羽村
 6：秋川
 7：拝島
 8：府中

註) 本文の章節との対応
 3章1節：日野市
 2節：河口より万年橋
 3節：1～8(4を2の
 一部として扱う)
 4章1節：1～3
 2節：4
 3節：6
 4節：3章3節と同じ

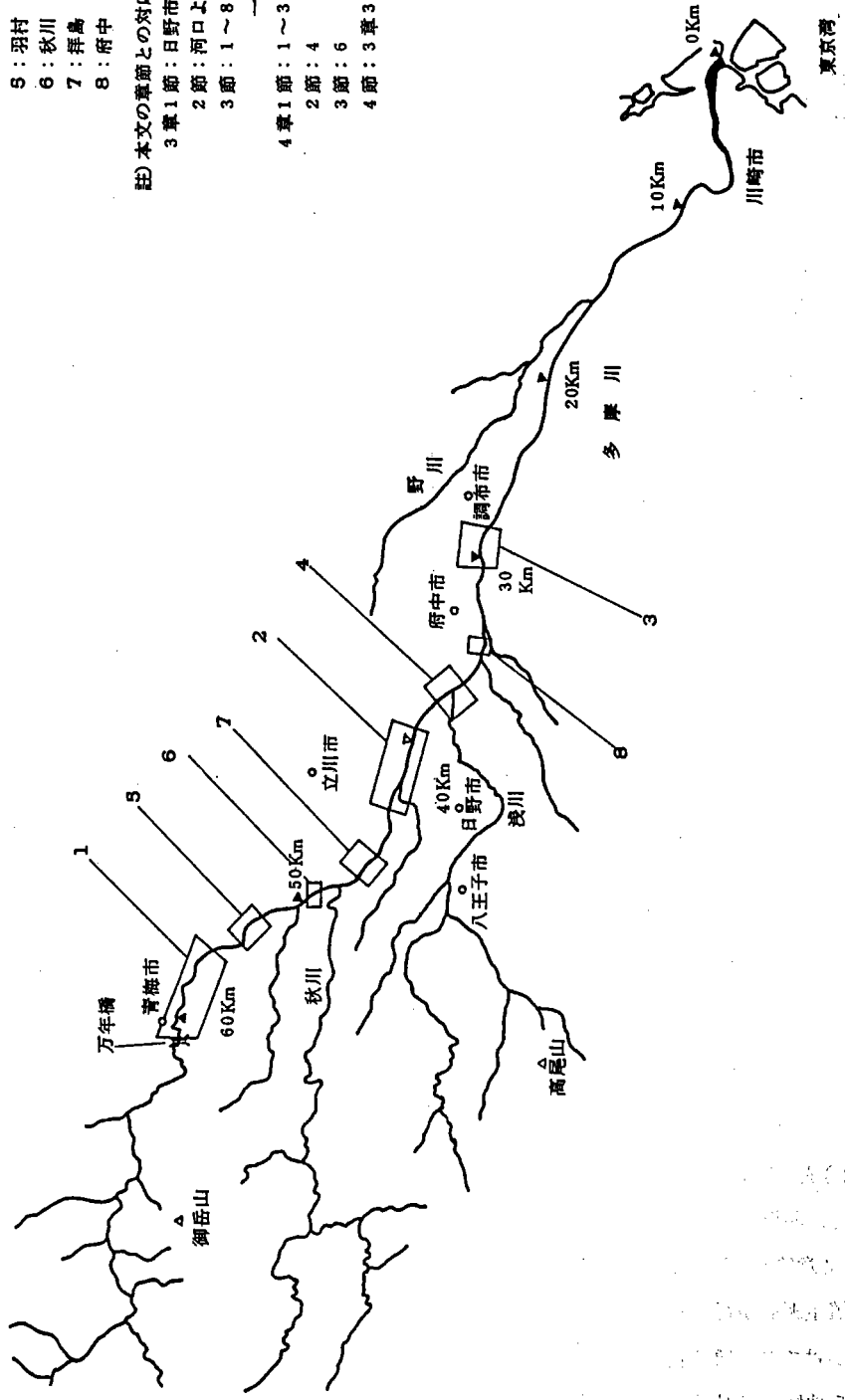


図 2 調査地域図

て行なった。

なお、本研究において出現した植物の和名学名対照表を付表に示した。和名・学名とも原則として大井（1965、1975）に従った。

第3章 多摩川河辺植生の多様性

この章では、Whittaker (1972)、伊藤 (1979) の植生の多様性についての考察を参考として、多摩川河辺植生のフロラの豊かさについて考察を加える。

第1節 都市におけるフロラの豊かさ

フロラの豊かさという観点でみたとき、都市の中で、都市河川多摩川の河辺植生をどのように位置づけることができるかを検討するため、多摩川本流が含まれる植生図「日野市の植生」(富士・曾根1976)を解析した。

第1項 資料と解析方法

ここで、河辺植生の定義を行っておく。河辺植生とは、河岸段丘と河岸段丘とに、はさまれた氾濫原の植生を意味する。しかし、都市の中の川である多摩川では、河川敷は人工的な堤防によって堤内地(堤防に対して流水と反対側)と切りはなされている。そこで、本研究では、堤防の水側の肩、すなわち表法肩より流水側に生育する植生を河辺植生と呼ぶ。

東京都、あるいは多摩川流域の植生図は、工業化地域および市街化地域のほとんどない西多摩郡など、都市域に含めることのできない地域を含み、かつ縮尺が小さいため、都市内部の植生のフロラの豊かさの比較をめざすこの解析に用いることはできない。一方、「日野市の植生」がその対象としている日野市は東京都のやや西部に位置する面積27.1Km²の衛星都市であり、市内に工業団地、住宅地などを含んでいる。また、日野市は多摩川本流の一部を含んでいる上、ある程度は自然植生が堤内地に残っているので、この解析においては、都市のモデルとして位置づけることにした。

植生のフロラの豊かさを比較するため、植生ごとにフロラの豊かさを植生図の群落識別表から算出し、植生の占有面積と比較した。植生とは本節に限って、植生図上の群落の複合したもの(例えば、河辺植生、二次林、水田など)と定義する。

第2項 結果

「日野市の植生」中の植生のフロラの豊かさとその占有面積との相関図を図3に示した。面積の割にフロラの豊かな植生は河辺植生と森林の大部分とであり、フロラの貧しい植生は河辺植生を除く草本が優占する植生だった。

第3項 考察

日野市の植生の中で、河辺植生は二次林に次いでフロラが豊かである。府中市のフロラの調査において、府中市に出現する全種数932のうち、多摩川河床には348種、堤防には332種が出現し、河川敷のフロラが豊かであることを曾根(1973)が報告している。多摩川河辺植生のフロラが豊かであることは本研究でも確かめられた。さらに、植生の占有面積を考慮しても河辺植生のフロラが豊かであると言えること(図3)も本研究で示した。そこで、多摩川河辺植生豊かなフロラの多様性についての解析を第2節と第3節とで行なうこととする。

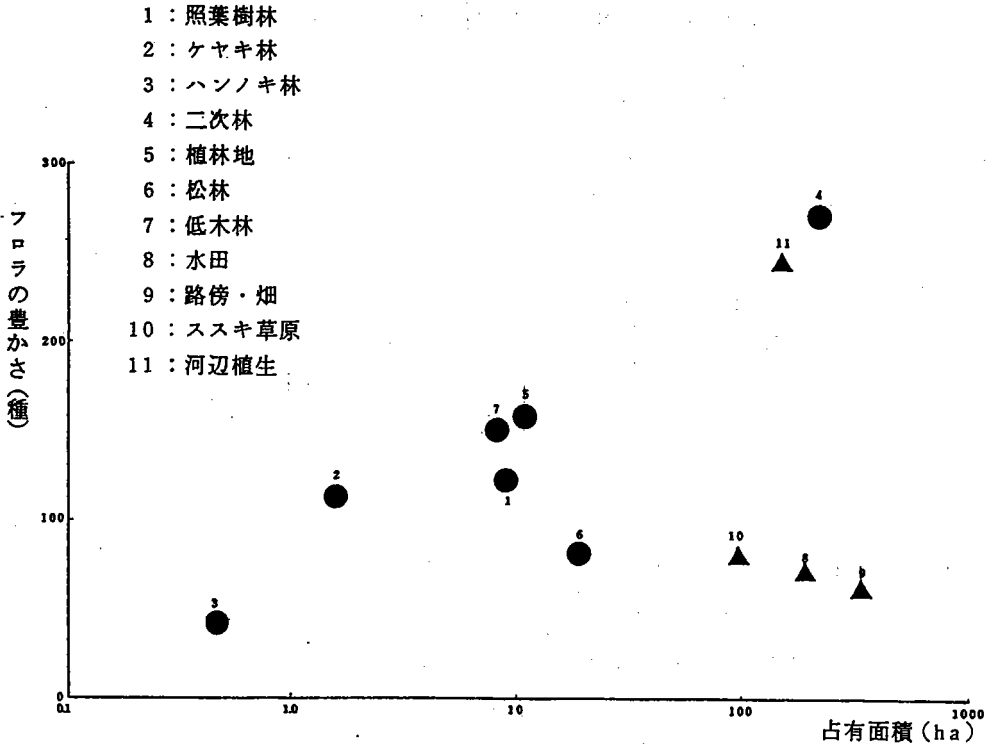


図3 植生図「日野市の植生」における各植生の占有面積と、フロラの豊かさ

都市においてフロラの豊かさに貢献している植生として、階層構造をもつ森林であるという理由から、自然林、二次林がとりあげられよう。しかし、本研究では、都市におけるフロラの豊かさに河辺植生も貢献していることを示したので、このためにも河辺植生を保護すべきであると言いたい。

第2節 河辺植生の群落数の縦方向の変化

川には、上流・下流という縦断方向の変化と流れを横切る横断方向の変化とがある。本研究では、前者を縦方向、後者を横方向と呼ぶ。

地域という語を、地表の任意に区切られた一部分という意味で用いるとき、地域の群落数を多摩川河辺植生の内部で比較して、地域の群落数が地域のどのような特性と対応しているかを考察する。

第1項 資料と解析方法

多摩川河辺植生の地域の群落数の縦方向の変化を、「多摩川河川敷現存植生図」(奥田ほか1979)の解析によって調べた。建設省京浜工事事務所が設置している秆杭の位置を利用して、地域分割の単位を、河口からの距離、1kmごととしたところ、植生図を62地域に分割できた。植生図から点格子板を用いて、分割地域ごとに群落の面積を読み取った資料(曾根 未発表)から群落数を算出した。次に、地域の群落数と、地域の地形的特性との間の相関を検討した。

第2項 結果

地域の群落数の縦方向の変化を図4に示した。植生図の全群落数(代償植生や植生以外、例えば

造成裸地、開放水面などを含む)の変化と、そのうちの自然及び半自然(以下、自然植生と略す。)の群落数の変化とはよく一致していたので、これ以降自然植生を解析の主な対象とした。

分割地域全植生単位の群落数と開放水面を除いた面積との相関図(図5)によって、分割地域を2つに分類できる。図上で右下に位置する点の集団には18Km地域から河口までの分割地域が含まれ、もう一方の点の集団には18Km地域よりも上流側の分割地域が含まれている。そこで、データを下流域(前者)と中流域とに分けて、それぞれについて自然植生の群落数とその占有面積を相関分析した

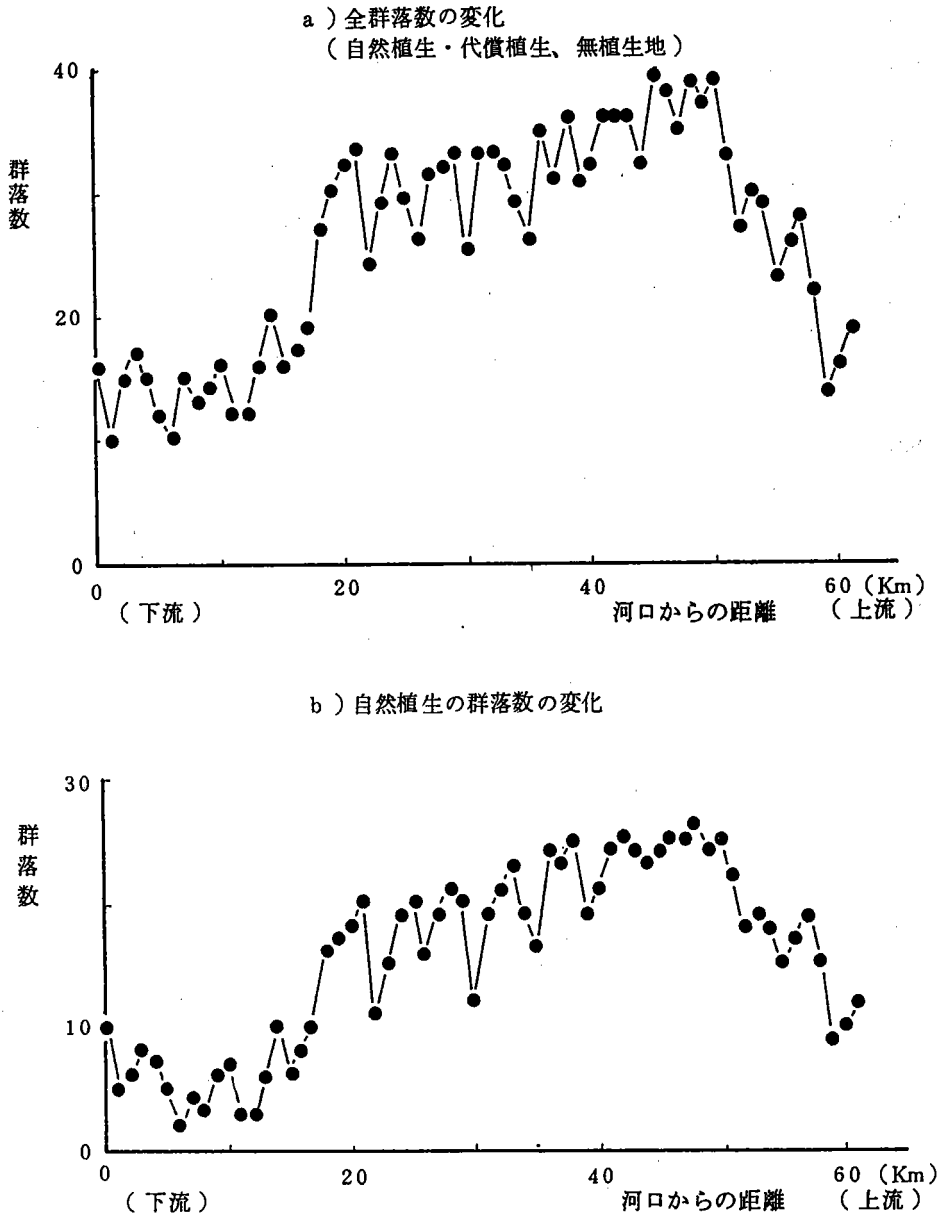


図4 地域の群落数の縦方向の変化

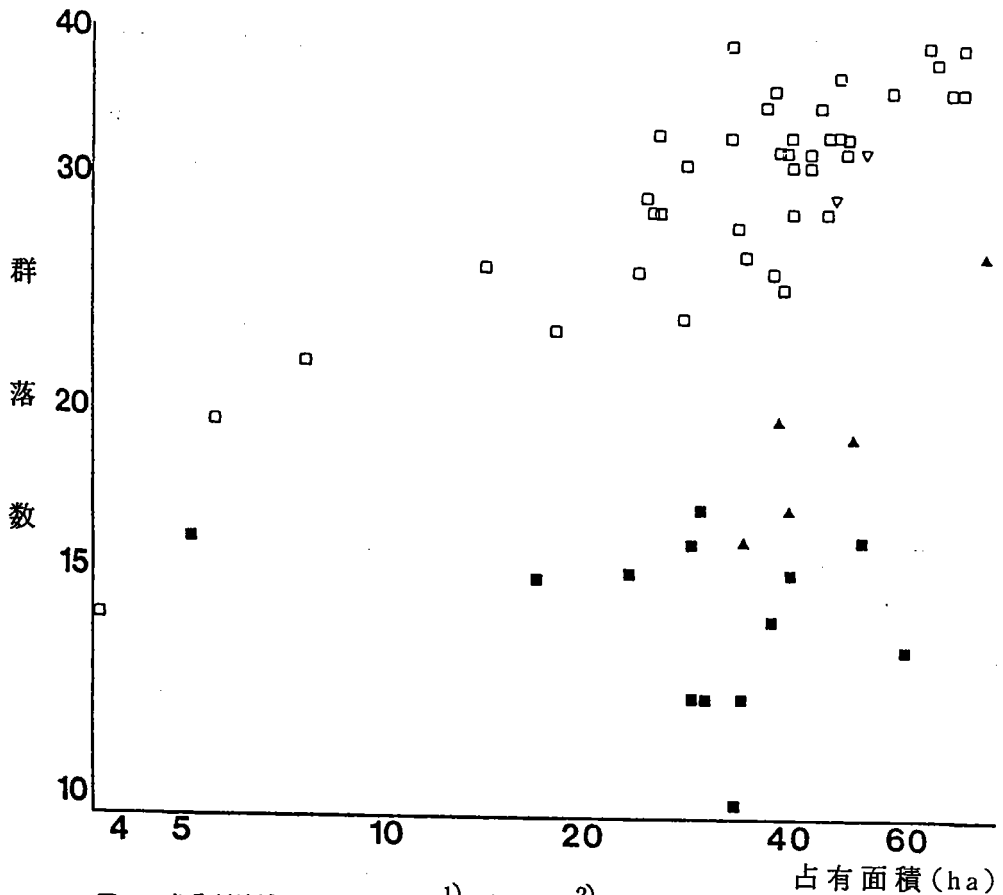


図5 各分割地域における全植生¹⁾の占有面積²⁾と群落数(両対数表示による)

註 1) 自然植生、代償植生と、自然裸地などの植生以外の群落から成る。

2) (分割地域の面積) - (開放水面の面積)として求めた水面以外の面積

3) ■: 0-13、▲: 14-18、▽: 19-20、□: 21-62 Km(河口からの距離)

(図6)。上記の中流域と下流域とに分けて扱っても相関関係がみとめられた。また、自然植生の群落数はその占有面積と全域でよく相関している($d.f.=62$, $r=0.91$, $C=0.17A^{0.38}$, C : 群落数, A : 占有面積 ha)。

自然植生の占有面積は、水面を除いた面積(a)と、そのうちの自然植生の占有面積の割合(b)との積である。どちらの貢献が大きいかを検討するため(表1)、それぞれをコントロール変数として自然植生の群落数と占有面積の偏相関を求めた。偏相関係数はコントロール変数として、中流域では割合(b)を用いたとき大きく、下流域では面積(a)を用いたとき大きかった。このことは、自然植生の面積を決めているのは、中流域では水面を除いた面積(a)、下流域では自然植生の割合(b)すなわち人為的な改変の割合であることを示している。

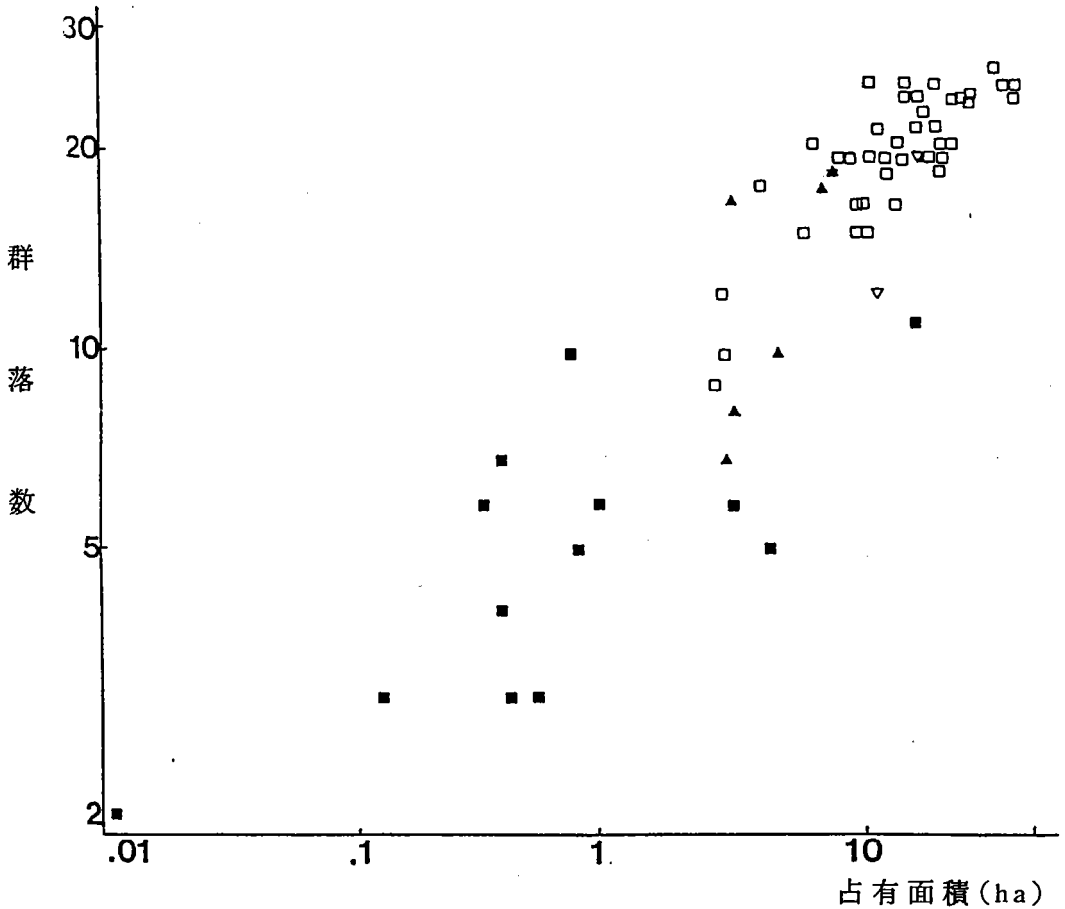


図6 各分割地域における自然植生の占有面積と群落数（両対数表示による）

表1 自然植生の群落数とその占有面積との偏相関係数

コントロール変数	水面を除いた面積 (a)	自然植生の占有面積の割合 (b)
中流域	0.36	0.60
下流域	0.81	0.59

そこで人為的な改変の割合と対応する各分割地域の特性として、低水護岸の岸辺の長さに占める割合（東京都1979）を水際改変率と名づけ、分割地域の自然植生の群落数との相関を求めたところ、有意な負の相関を示した（ $d. f. = 62, r = -0.68$ ）。中流域と下流域とに分けて同様の相関を求めるとどちらの場合も相関係数は負だったが、下流域でのみ有意だった。このことも、下流域では、人為的改変が、分割地域の群落数を決めている主要因であることを示している。

第3項 考察

植生図を作成した、奥田、曾根（1979）が多摩川の植物群落の縦方向の分布について解析してい

る。本研究では、同じ植生図を地域の群落数という観点から解析することによって、河口から18Km地域までの下流域と19Km地域から上流側の中流域とに区分することができた。13Km地域には調布取水堰があって、ここより下流のみ海水の影響があるが、上記の区分とは一致しない。一方、奥田、曾根は植物群落の占有面積の縦方向の分布を5Kmごとに整理して、20Km付近より下流ではグラウンドの占有面積が大きいことを示した。このことは、下流域で自然植生の群落数と自然植生の残存の割合や水際改変率との相関が高いことと対応している。すなわち、下流域では、人為的影響が地域の群落数を規定しているといえよう。そのため、本研究では、下流域を調査対象から除くことにする。

また、地域の群落数はその占有面積と相関が高いことから、河辺植生の多様性を維持するためにはその占有面積を保全しなければならないと言わねばならない。

第3節 河辺植生の群落内の種数

一般に、地域のフロラの豊かさは、その地域の群落の数と各群落の構成種数とで決まると考えることができよう。この節では各群落の構成種数の指標として、種密度(単位面積あたりの種数)を用いた。

第1項 調査方法

多摩川河辺植生の種密度を以下のようにして調査した。1980年3月から4月まで予備調査を行なったあと、7月下旬より9月まで本調査を行なった。調査地は図2に示してある。建設省京浜工事事務所が河口から200mごとに設置している杵杭を横に結んで定義される河川敷横断線上に、植生の水際の限界から土手の表法肩までの幅2mのベルトトランゼクトを設定した。この際、グラウンドなどで大規模な人為的改変が行なわれている横断線を調査の対象から除外した。相観によってベルトトランゼクトの植生を群落分けした各群落に1個ずつ長さ1m幅2mの方形区を置いた。各方形区の調査項目は④無機環境として、①杵杭を基準にし、cm単位で水準測量した標高、②相観と触感とによって識別した土性(表2)を記録した。⑥植生の記載として、①出現種とその被度(肉眼により、5%未満、5%、10%、10%からは10%刻みで90%まで、および95%、100%の13段階)、②相観による優占種、③平均的な群落高、④全植被率(①と同じく13段階)を記録した。④-②、⑥-①、②、④についてはすべて同一調査者の判定によった。④-①で求めた標高から冬の水位の標高を差し引いたものを、方形区の水面からの高さとした。冬の水位は晴天が1週間以上続いて水位が低くかつ安定した1980年2月23日と24日に実地測量した。一部の実測できなかった横断線については、1979年冬の横断面測量図の水位で代用した。

この節では、⑥-①から各方形区の出現種数を算出して、これを種密度とした。種密度と方形区の④-②などの特性との関係を調べた。

表2 土性の分類基準

粒径	日本農学会のよび方	本調査の記載
(mm)	礫	粗 礫
200		礫
20		細 礫
2		粗 砂
0.25	粗 砂	砂
0.05	細 砂	細 砂
0.01	微 砂	
	粘 土	粘 土

註) なお、解析にあたっては、粒径 20 mm以上の礫の有無を中心に以下の4ランクを用いた。

土 性 ラ ン ク	ランク1	地表より15cmの深さまでの層に礫がほとんどない
	ランク2	地表より5cmの深さまでの層には礫がほとんどなく、かつ、5cmより15cmの深さの層に礫がある
	ランク3	地表より5cmの深さまでの層に礫があるが少ない
	ランク4	地表より5cmの深さまでの層は、礫が主体を占める

第2項 結 果

種密度の平均は、春の調査で9種/(2m²方形区)、夏の調査で8種/(2m²方形区)であった。

種密度と水面からの高さの間には特別の関係はみとめられなかった(図7)。種密度は土性との関係では、礫のない方形区で小さかった(図8)。

生物的環境の一部と種密度の間に以下に述べるようないくつかの傾向がみられた。種密度と方形区の優占種との関係を見ると、平均種密度が最大の場合には最小の場合の3倍以上と、その開きが大きかった。(表3a、b)。種密度は全植被率60~95%のランクで最大であった(図9)。推定現存量(全植被率と群落高の積によって定義)のやや低い所で、種密度は最大であった。(図10)。

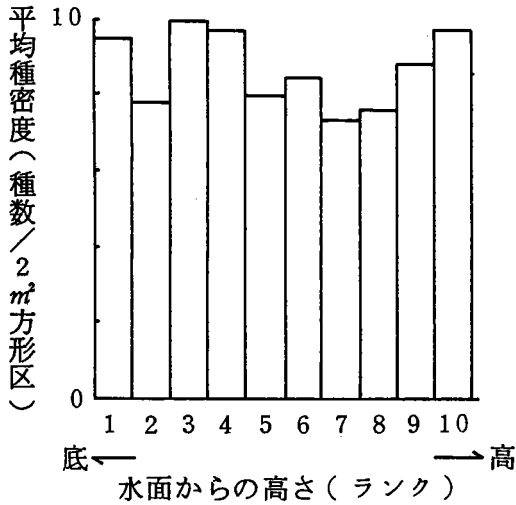


図7 方形区の水面上からの高さ
と種密度

ランク	水面からの高さ(m)	ランク	水面からの高さ(m)
1	-0.5~0	6	2.0~2.5
2	0~0.5	7	2.5~3.0
3	0.5~1.0	8	3.0~3.5
4	1.0~1.5	9	3.5~4.0
5	1.5~2.0	10	4.0 以上

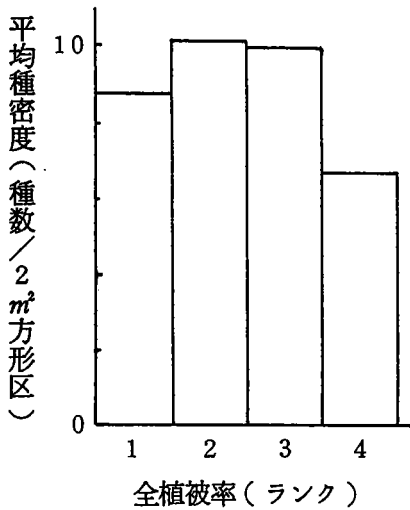


図9 全植被率と種密度

ランク	全植被率
1	50%以下(7段階)
2	60, 70%
3	80, 90, 95%
4	100%

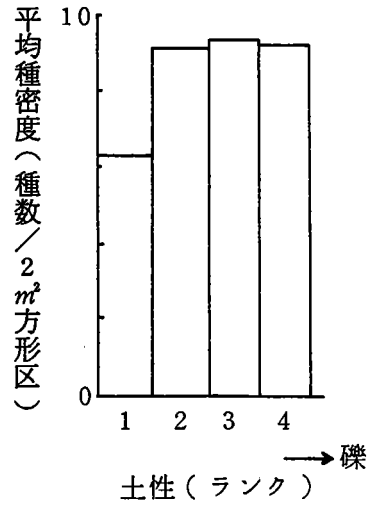


図8 土性と種密度
ランクは表2による

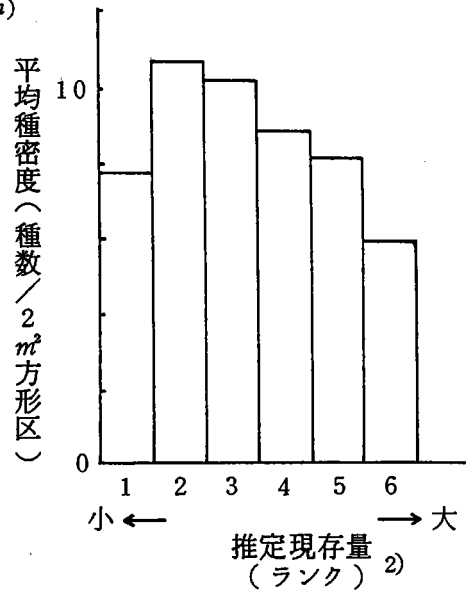


図10 推定現存量と種密度

註1) 推定現存量 $B = \text{群落高} \times \text{植被率} = \text{植生の体積}(m^3/m^2)$

2) ランク

1	$3 \log B < -1$
2	$-1 \leq 3 \log B < 0$
3	$0 \leq 3 \log B < 1$
4	$1 \leq 3 \log B < 2$
5	$2 \leq 3 \log B < 3$
6	$3 \leq 3 \log B$

第3項 考 察

まず、多摩川河辺植生内部の種密度の分布について考察する。種密度が優占種によって異なる(表2)から、種密度が優占種が規定する植物群落の諸特性と関連しているこちが予想される。その特性のうち考察可能なのは、全植被率(図9)と推定現存量(図10)として把握した植物量である。

表3 方形区の優占種と種密度

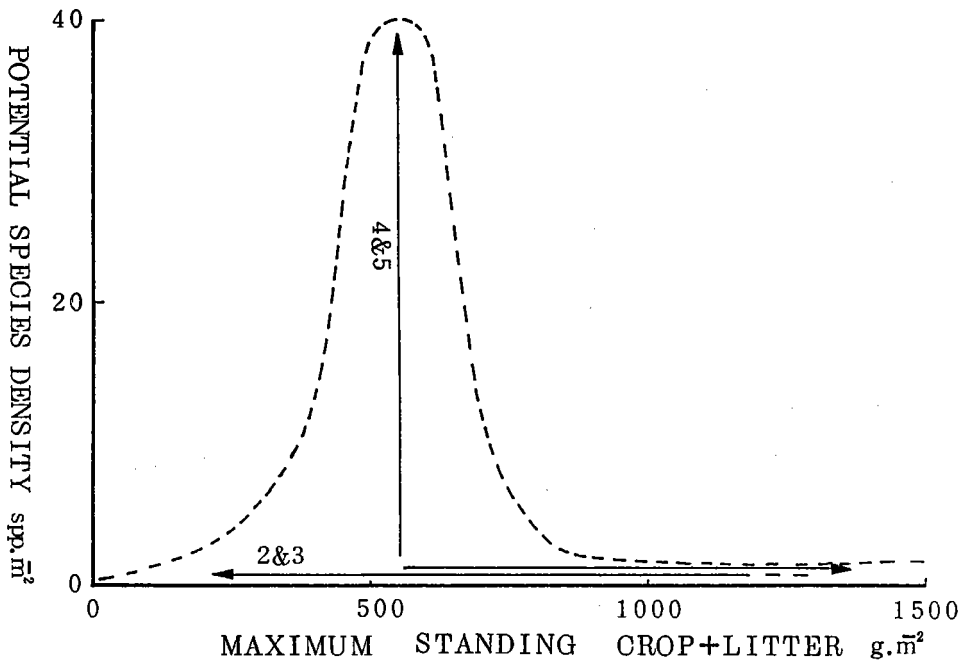
(a) 春

(b) 夏

優 占 種	種 密 度 (種数/(2m ²))	優 占 種	種 密 度 (種数/(2m ²))
ネ ズ ミ ム ギ	1 6.8	チ ガ ヤ	1 2.1
ナ ギ ナ タ ガ ヤ	1 4.6	メ マ ツ ヨ イ グ サ	1 1.8
イ ヌ コ リ ヤ ナ ギ	1 2.4	マ ル バ ヤ ハ ズ ツ ウ	1 0.3
イ チ ゴ ツ ナ ギ	1 1.5	イ ヌ コ リ ヤ ナ ギ	9.9
ヨ モ ギ	1 0.5	ク ワ モ ド キ	9.6
オ ニ ウ シ ノ ケ グ サ	1 0.4	オ ニ ウ シ ノ ケ グ サ	8.9
テ リ ハ ノ イ バ ラ	8.7	ヨ モ ギ	8.2
ス ス キ	7.4	ス ス キ	8.1
ノ イ バ ラ	6.9	ツ ル ヨ シ	7.1
裸 地 ¹⁾	6.8	イ タ ド リ	6.6
オ ギ	3.9	ク ズ	6.5
平 均	8.9	裸 地 ¹⁾	6.3
		オ ギ	5.8
		ア レ チ ウ リ	4.8
		平 均	8.4

註 1) 全植被率10%以下の方形区を裸地と呼ぶ。

種密度と植物量との関係は、植物量の少ない所では植物量の増大に伴って種密度も増大し、極大値をとり、逆に植物量の増大につれて種密度は減少するといえる。ここで、極大値を越えた植物量での種密度の減少は、大型の植物の侵入によって種間競争が大きくなり競争排他の原理が働くことによると推測できる。同様の現象と推論は、年間最大現存量と種密度との関係について、Grime(1978)によって述べられている(図11)。ところで最近の河川水質の富栄養化と、土性の細粒化は、植物量の増大をもたらしている(後に詳述する)と考えられるので、種密度の低下を招く可能性も予想できる。富栄養化と種密度についての同様な関係は河川における肉眼的水性動物についても知られている。種密度は富栄養化が進行すると減少するので、Beck-Tsuda法による水質判定は種密度を富栄養化の指標としている(津田1964)。



Scheme relating the processes (1-5) which control species density in herbaceous vegetation.

1. dominance, 2. stress, 3. disturbance, 4. niche-differentiation, 5. arrival and establishment of suitable species

図 11 現存量と種密度との関係 (Grime, 1978)

多摩川河辺植生の種密度を、他の場所における研究例と比較してみよう。多摩川河辺植生は平均 9 種 / (2 m² 方形区) であるが、イギリスの草原では、平均 2.4 種 / m² (Grime 1979 より算出) であるから、多摩川河辺植生の方が種密度がかなり低いと言わなければならない。多摩川河辺植生の種密度が高くないのにフロラが豊かなのは、群落数が多いためであると予想される。これは先に解析した「日野市の植生」や奥田ほか (1977) において多摩川河川敷で識別されている群集の数が多いことによって支持される。

しかし、現時点における日本の植物社会学の群落分類体系は未完成で、研究者によって群集レベルの認識に不統一があるため、異なる植生の間で群落数を比較することは容易ではない。将来、体系化が完成した暁には植生図は現状よりもずっと解析可能性を増して、五万分の一地形図のように解析の資料として広く利用されるであろう。本章では、植生図の利用について若干の新しい面を見いだしたが、これは将来の可能性を予想させるものである。

まとめてみると、多摩川河辺植生のフロラが豊かなのは、群落が多いことに由来すると言えるだろう。植物社会学では、同じような立地が続くかぎり同じ群落が成立する (奥田、望月 1978) としているので、これは、立地が多様であることに由来すると言い直せる。そこで、多摩川河辺植生は、立地の環境と植物の分布との関係の解明をめざす研究の好適な対象となりうると考えて、4 章以下の解析を行なうこととした。

第4章 多摩川河辺植生における群落および種の分布

第1節 群落の横方向の分布

河川敷横断方向の群落の分布の様式を把握するため、植生図を材料として以下の解析を行なった。

第1項 資料と解析方法

「多摩川河川敷現存植生図」(奥田ほか1979)(縮尺1:5000)と、建設省京浜工事事務所の「多摩川定期縦横断面測量図」「多摩川洪水痕跡調査測量成果」とを、比較して、群落の立地の性格付けを行なった。日本の一級河川では、河口から200mごとに杵杭が設置されていて、標高の基準とされるとともに、3年ごとに水平距離1:1000、垂直距離1:100の横断面測量図が作成されている。図2の地域1、2、3内の横断面上の左岸の杵杭から水平距離5mごとの地点の標高を横断面測量図から10cm単位で読み取って、植生図上の群落との対応を調べた。測量は水位の低いときしか行われなから横断面ごとに測量図上の水位を渇水期である冬の水位とし、1974年9月1日の洪水の水位を前記「痕跡調査測量成果」から読み取って、最高水位とした。冬の水位と最高水位との高さの差を6等分して、読み取り地点の冠水頻度の指標とした。ここで、冬の水位を下境界とする区間をランク0とし、最高水位を下境界とする区間をランク6として、これを冠水指数と呼んだ。

各冠水指数ランクの読みとり地点を集計し、次に各ランクにおけるそれぞれの群落の相対頻度を求めた。ここで、冠水指数を用いたことと、相対頻度を取ったことによって、川幅、水位変動の異なつた地域の群落の分布を比較可能にした。

第2項 結 果

解析した地域の読み取り地点数を表4に示した。冠水指数ランクに対する読み取り地点の頻度分布(図12)をみると、冠水指数が中程度の部分の頻度が高いことがわかる。

次に代表的群落の横方向の分布を把握するため、出現数が上位にある6群落(ナガバギンギンシーギンギン群集、メドハギーヨモギ群落など、アキノエノコログサーコセンダングサ群集、オギ群集、オオバコオーダー、自然裸地)について、冠水指数に対する頻度分布を図13に示した。これら群落の分布の重なりは大きいものの、最高頻度を与える冠水指数ランクは、それぞれの群落によって異なつていた。

また、全群落の横方向の分布の様式の再現性を検討するため、15地点以上出現した場合、各群落の分布を3地域で比較した。表5に各群落の分布中心の冠水指数を表わすための相対比した頻度に対する冠水指数の平均と、分布の幅とを示した。分布中心の指標とした平均は、各冠水指数ランクの地点が同数あると仮定したときの分布の中央である。各群落の分布中心は、解析した3地域の間でそれ程変わることはなかつた。

表 4 群落の横方向の分布の解析に用いた地域

地域名	水位測定点名	位置(河口からの距離)		読取横断面の数	読取地点数
		上限(Km)	下限(Km)		
調布	石原	3 1.8	2 6.8	2 6	1 9 3 8
日野	日野橋	4 3.8	3 8.8	2 6	2 1 8 7
青梅	調布橋	6 1.8	5 6.8	2 1	8 6 3
計				7 3	4 9 8 8

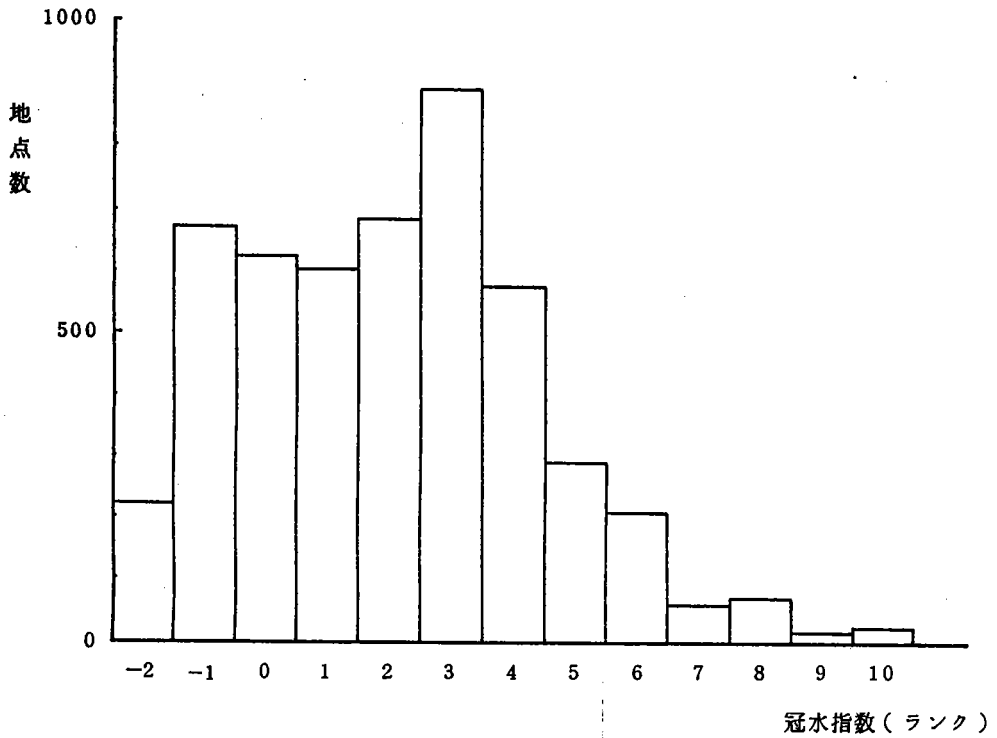


図 1 2 冠水指数に対する読み取り地点の頻度分布

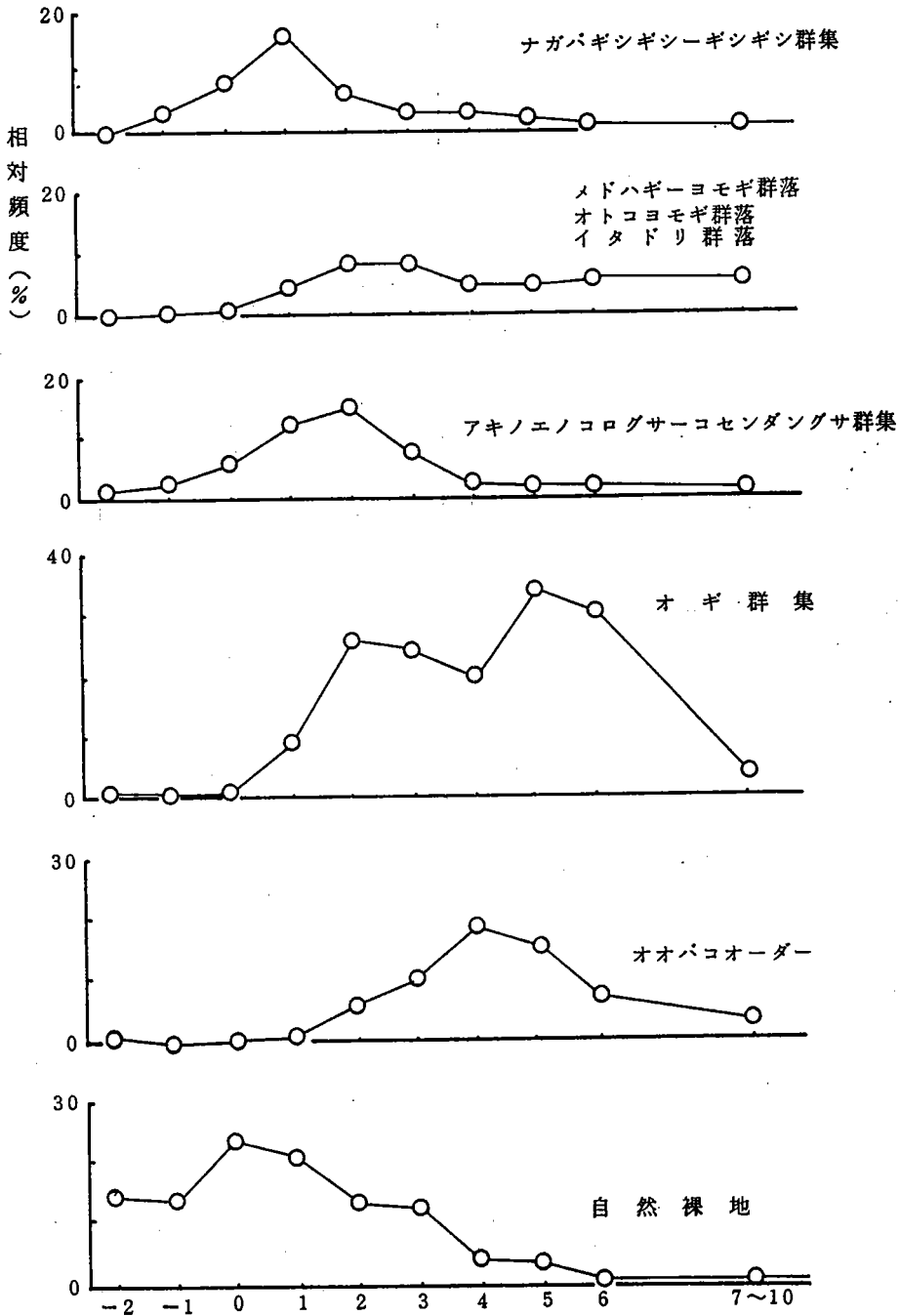


図13 冠水指数(ランク)に対する群落の分布

表5 群落の横方向の分布

全域については、15地点以上出現した群落を記載し、
各地域については、5地点以上出現した群落だけ記載した。

群 落 名	全 域			青 梅			日 野			調 布						
	地点数	冠水指数		地点数	冠水指数		地点数	冠水指数		地点数	冠水指数					
		レンジ			レンジ			レンジ			レンジ					
		下限	上限		平均	下限		上限	平均		下限	上限	平均			
ミゾハ群落、オオクサキビ・ヤナギタテ群落	30	-1	2	0.6	23	-1	2	0.7	6	-1	1	0.3				
オオイタタデーオオケタテ群落	48	-1	1	-0.8					17	-1	1	-0.1	31	-1	1	-0.1
タマガヤツリーヌマガヤツリ群落	15	-1	2	0.5					5	0	2	0.9	10	-1	2	0.8
コアカザーオオオナノミ群落	72	-2	4	1.4									71	-2	4	1.2
ナガバギンギンギンギン群落	257	-1	6	1.5	5	-1	1	0.2	128	-1	6	2.0	124	-1	4	0.7
オニウシノケグサ群落	92	-2	4	1.7	49	-2	4	1.1	43	1	4	2.9				
ヨモギーメドノギ群落、イタドリ群落など	216	-1	10	3.8					111	-1	8	4.4	105	0	10	3.9
アキノエノコログサーコセンダングサ群落	317	-2	7	1.9	69	-1	7	1.9	83	-2	8	2.3	165	-2	5	1.7
マルバヤハズソウーカワラノギク群落	15	2	6	4.3					14	3	6	4.4				
カワラヨモギーカワラサイコ群落	31	1	10	5.0					16	3	6	5.9	15	1	10	5.2
セリークサヨシ群落	51	-2	4	1.7	11	-2	4	1.6	35	-1	3	1.9	5	0	3	0.4
ツルヨシ群落	58	-2	5	1.4	33	-2	5	1.4	12	2	4	2.5	13	0	3	1.7
オキ群落	738	-2	8	4.0					560	-2	8	4.0	175	-2	7	3.6
トダンノ群落、ススキ群落	176	-1	9	4.6	84	-1	9	4.5	64	1	8	5.3	28	2	8	5.4
イヌコリヤナギ群落など	69	1	7	1.9	6	1	4	3.1	62	1	4	2.0				
テリハノイバラ群落	18	2	4	2.6					12	2	4	2.6	6	2	3	2.8
カラスビシャクーニシキソウ群落	30	2	10	5.5					19	2	6	5.6	10	3	5	3.9
ヒメムカンヨモギーオオアレチノギク群落	19	3	6	5.0									15	3	6	4.4
オオバコオーダー	296	-2	10	4.3	32	3	6	5.0	80	0	8	4.7	184	-2	10	4.1
イヌムギーヨモギ群落	24	2	9	6.0					11	2	8	5.4	13	3	9	6.8
ゴルフ場・グラウンドなどの人工草地	150	2	9	4.6	15	5	5	5.0	69	4	8	5.9	66	2	9	3.9
スズメノヤリチガヤ群落	64	4	10	6.9					20	4	8	7.1	44	4	10	7.6
ニセアカシア群落	35	1	10	6.0	9	1	4	3.6					23	3	10	6.6
造成裸地	222	-1	10	3.2	40	-1	10	3.4	40	2	4	3.9	142	-1	9	4.5
コンクリート裸地、住宅地	109	0	10	5.3	22	0	10	6.1	31	2	8	7.1	56	2	10	5.8
自然裸地	681	-2	9	0.8	157	-2	9	1.8	353	-2	6	0.7	171	-2	4	0.5
開放水域	1,024	-4	4	-1.0	237	-4	4	-0.9	358	-2	4	-1.0	419	-3	3	-1.0

第3項 考 察

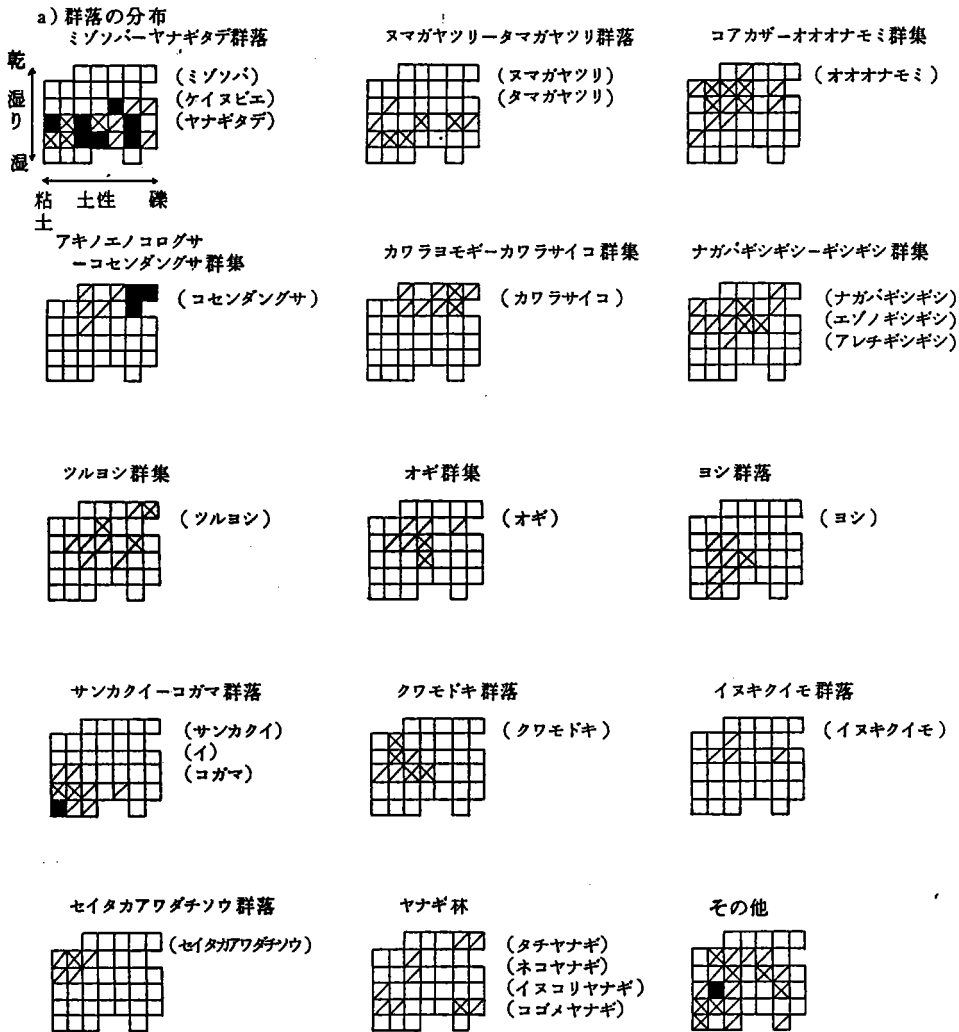
植生図上で河辺植生の縦方向と横方向との分布を比較すると、縦方向については6.2Kmの長さにもかかわらず4群落しか識別できないのに対して横方向には例えば拝島4.6.2Km地点右岸の300mの距離に13群落が出現していることにも示されるように、縦方向よりも横方向への群落の変化が著しい。奥田、曾根(1979)は植生図の解析にあたって、縦方向の分布についてのみ解析を行なっている。しかし、植生の変化の大きい方向である、横方向の解析も重要である。

檜原(1945)は、河辺植生の横方向の帯状分布を、不安定帯・半安定帯・安定帯の3つに区分した。曾根(1973)は、安定帯を、高水敷と護岸域(堤防)とに区分し、流水域、沿水域との4区分とした。その区分に基づいて、曾根は河辺植生の典型的横断線を選んで群落の分布調査を行ない、その結果に基づいて断面模式図を描いたが、模式図のような典型的地点は現実にはほとんどない(曾根私信)。横方向の群落分布を明らかにする方法としては、このように典型的地点を主観的に選択して精密に調査する方法と、多くの地点をまとめて全体の傾向をみていく研究方法とが考えられる。ここで使った後者の方法では、多数の横断線についての情報を得る必要があるため労力がかかるという困難があるが、既成の植生図を利用することにより、横方向における、より普遍的な群落分布像を把握することができた。

それぞれの群落の分布にはかなり重なりがみられる(図13)。その理由として、①分布可能域の重なりが大きい、あるいは、②冠水指数以外の環境要因によっても群落の分布が支配されているための、2つの説明が考えられる。②の環境要因として利用可能な既存のデータから考察が可能なのは、土壌環境である。曾根・野口(1976)は、多摩川河川敷全域から典型的な群落を選び、その土壌条件を記載している。その結果を表示法を変更して図14に引用した。「土壌条件の湿り」の軸のうち、冠水、過湿は地点の冠水指数の低いことと対応している。しかし、冠水指数は地点の高さをとっているから、単に湿りだけではなく、洪水による立地の攪乱の受けやすさをも含んだ総合環境である。したがって、両者は指標として同じではない。図14の土性の軸で分布が限定されている群落が存在することから土性も植物の分布を支配する要因となっている可能性が高い。

次に、横方向の群落の分布を群落構成種の生活形という視点から考察する。表5をみると、多摩川中流に出現する群落を、a)冠水指数の平均が2未満の水辺の植物群落、b)2から6の洪水の影響をあまり受けない群落及びc)6以上の土手の群落とに区分することができる。aにはミゾソバ群集、オオイヌタデーオオケタデ群落、タマガヤツリーヌマガヤツリ群落など、bにはヨモギメドハギ群落、オギ群集、カワラサイコーカワラヨモギ群集など、cには、スズメノヤリチガヤ群落などが属している。タウコギクラス(河辺好窒素性一年生草本群落)の群落はすべてaに属するので、洪水の影響を受けやすい不安定な立地に一年生の群落が成立すると言えよう。

次にこのタウコギクラスの群落の分布をさらに詳細に検討しよう。自然裸地は洪水による植生の破壊によって作られるにもかかわらず、最も水際にあるのではない。同クラスのうち、ミゾソバ群集、オオクサキビーヤナギタデ群落、オオイヌタデーオオケタデ群落、タマガヤツリーヌマガヤツリ群落は、自然裸地よりもさらに水際に分布中心をもっていた。逆に、自然裸地より冠水指数の大きい、水



b) 調査地点の分布

		土性							
		粘土	細泥	細砂	粗砂	細礫	粗礫	石塊	
湿度	乾	0	0	2	1	3	38	12	56
	着乾	3	6	17	11	2	13	0	52
	適湿	3	19	21	7	4	7	1	62
	湿	10	15	17	6	3	6	1	58
	過湿	21	18	13	5	3	5	3	68
	冠水	5	2	4	0	0	1	0	12
	湿	42	60	74	30	15	70	17	308*

■ : 相対頻度 50%以上
 × : " 20%以上50%未満
 / : " 20%未満で存在
 ただし、母数が3以下の場合
 すべて/に含めた。

* 調査点数 319 点中 11 点は不明

図 14 群落の土壌環境に対する分布
 曾根・野口(1976)の表示法を改変
 右下()内は、群集または群落の標徴種

面から高いところに分布中心をもつ同クラスの群落としては、アキノエノコログサーコセンダングサ群集、コアザザオオオナモミ群集があった。これらのことから、洪水によって新生した裸地には、水際からと、より高い側からとの、両側から植生が侵入してくると言えよう。

表4のカラスピシャクニシキソウ群集以下は、代償植生および植生以外の単位であり、人為の影響の下に成立するものである。これらの分布中心も地域間でかなりよく一致している。これは、植生に対して人間が及ぼす影響の仕方、すなわち人間の利用様式もまた、冠水指数に依存して決められている可能性を示唆している。

まとめてみると、本節では、横方向の群落の分布が冠水指数とかなりの程度まで対応していること、土壌環境もまた影響を与えているらしいことを示した。

第2節 洪水による植生の破壊と再生

河辺植生では洪水による破壊及びそれに起因する遷移という時間的な変化が大きい。そこで、多摩川では最大級の洪水である1974年の洪水の前後における、群落の占有面積の変化を植生図を用いて把握することを試みた。

第1項 資料と解析方法

1974年9月1日に多摩川沿岸を襲った洪水は、狛江市の堤防を欠壊させる程の規模であったから、河辺植生に大きな影響を与えた。この洪水の前後に多摩川では、富士(未発表一部は奥田1972)、大場(1973)、奥田(1973)、富士・曾根(1976)、奥富ほか(1975)、奥田ほか(1979)の植生図が作成されている。先に述べたように、日本の植物社会学では群落レベルの認識が植物社会学者によって異なっているため、対比可能な植生図は限られている。ここでは、同じ系統に属する富士(1972年調査)、富士・曾根(1974年調査)、奥田ほか(1976年調査)の3枚の植生図を比較した。これら植生図のいずれにも含まれている地域は浅川合流点の日野市域(図2)であり、ここを解析の対象とした。植生図の縮尺が異なり、植生図上の特定の地点の変化を追うことは困難なので、群落の占有面積を比較した。面積の読み取りにあたっては、大縮尺の場合はアニメ用セルを黒マジックでぬりつぶして自動面積計(林電工)で行ない、小縮尺の場合はグラフ用紙をあててますめを計数した。

第2項 結果

洪水前後の各群落の変化を図15に示した。洪水で自然裸地が拡大し、2年後にはタウコギクラスの群落などが侵入して裸地はせばまっている。1974年の洪水に匹敵する規模の洪水は1947年以来おこっていないから、1972年の植生図は洪水のない時期が続いて遷移が進行した状態を表わしている。1974年の植生図は洪水直後の調査結果、1976年の植生図は洪水による破壊から回復しつつある植生の調査結果である。

1972年と1974年の各群落の占有面積を比較すると、次のことがわかった。洪水による破壊によって自然裸地が拡大する。マルバヤハズソーカワラノギク群集と、ナガバギシギシーギシギシ群集とい

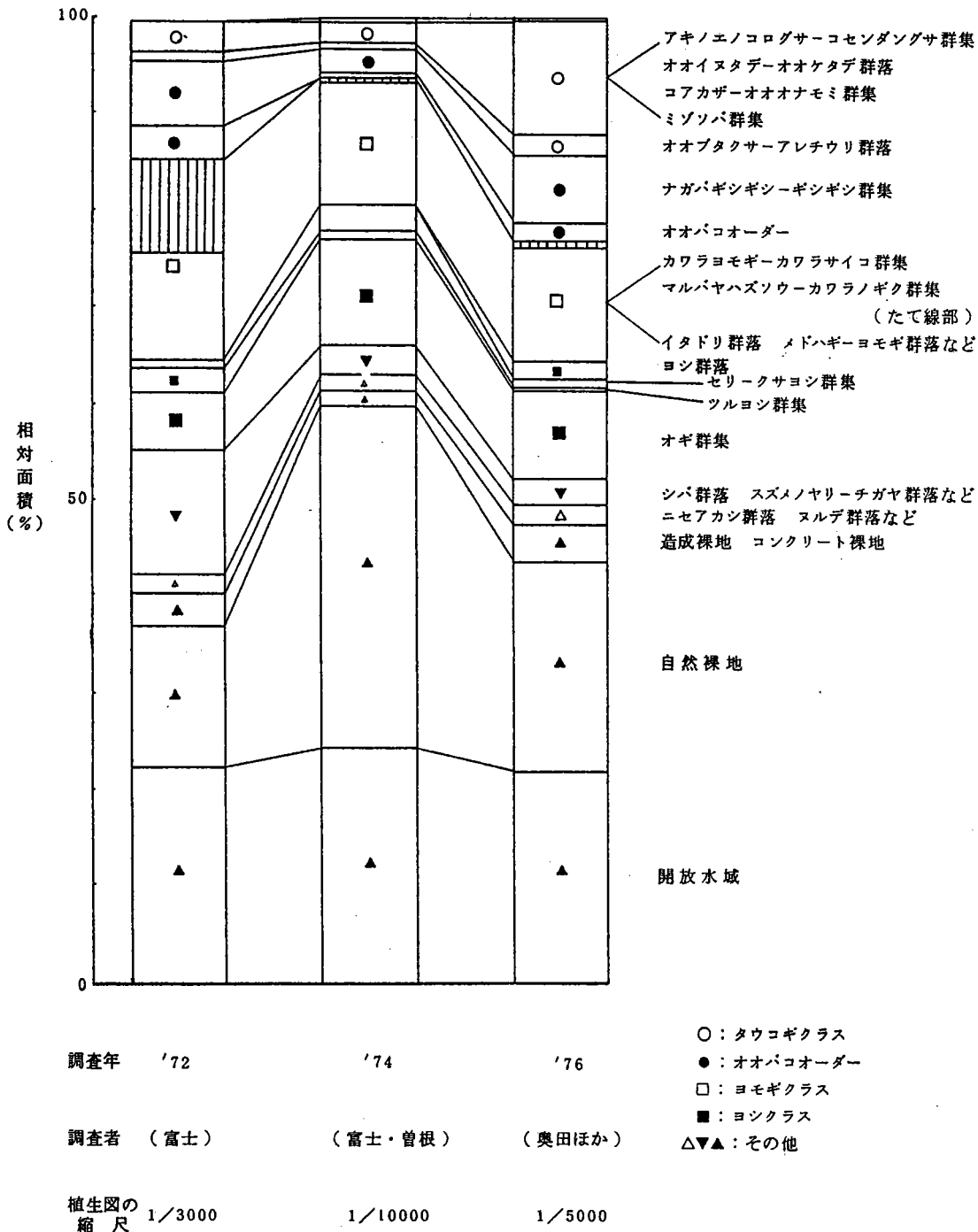


図15 洪水前後の群落の占有面積の変化

う、短命の多年草を主体とした群落の占有面積が減少する。シバ群落などもその占有面積が減少したが、工事による人為的影響によるものであることが、航空写真から判断できる。

破壊からの回復が進んだ1976年の植生図では、自然裸地の占有面積は減少し、タウコギクラスの群落の占有面積が拡大し、ナガバギンギシ-ギンギシ群集の占有面積は1972年のレベルにまで回復した。しかし、マルバヤハズソウ-カワラノギク群集は回復しなかった。

前節までの解析に供した植生図は、主に1976年の調査に基づいており、本節で1976年の植生図を呼んでいるものもその一部である。この植生図は、1972年当時より自然裸地やタウコギクラスの群落の占有面積が大きいことから、洪水前の状態まで未だ回復していない遷移途上の植生を調査したものであると解釈できる。著者が行なった1980年の現地調査時には、前年秋に起った小規模な洪水にもかかわらず、1976年の植生図とは大きく景観が異なり、遷移が進んだことを示していた。曾根（私信）も、1979年の洪水による破壊からの植生の回復がきわめて速かに進行したことを指摘している。

第3項 考察

河辺は、生物群集が成立し、発達し、遷移するが、たった一回の洪水や、短期間の強い乾燥によっても生物群集が部分的に消滅するといった動的な生態系の典型的実例である（奥田1978）。そのため、河辺植生の研究にあたって、時間因子を無視することは許されない。植生図の時間的な変化を比較した研究としては、「府中市の植生」（奥富ほか1976）において、推定作成した過去の植生図を現存植生図と比較した例がある。河辺植生を扱った例としては、飯泉ほか（1975）の広瀬川の例、大森（1978、1979）の浅川の例がある。広瀬川では、大倉ダムの建設によって、洪水がおこらなくなったことが原因となり、遷移が大きく進んだことが示されている。

洪水による破壊とそれからの再生、すなわち遷移のくりかえしによって、河辺植生は全体として動的平衡状態にある（飯泉・菊池1980）ともいわれている。洪水によって形成された裸地から出発する二次遷移は、そのような動的平衡状態の中での振動とみなすことになる。人為的影響の少ない河川ではこの振動の幅が小さいと考えられる。例えば朝鮮北部の豆満江でドロノキ-ヤナギ林が大洪水によって裸地化したのが2年後には萌芽と実生により稚樹が多数回復している（平尾1941）。

起因を問わず、日本における二次遷移ではごく初期に一年生草本が優占することが多くの観察例から明らかにされている。河辺植生においても、洪水によって新生した裸地には一年草の群落が入り込む（図14）。西上・丸山（1973）西上ほか（1974）も、江ノ川の洪水によって、初夏に新生した裸地にオナモミが異常繁殖し、翌年はエノコログサがこれにおきかわったことを観察している。

多摩川で特徴的なことは、1974年の洪水の後マルバヤハズソウ-カワラノギク群集の占有面積が減少したままで回復の兆しが見られないことである（図15）。航空写真（1972、1974）を対照してみると、同群集の大部分の生育地は、洪水によって裸地化したか水域となっており、（奥田1976にも秋川合流点について同様の記載がある）、前節表5に示したように1976年の植生図における頻度も小さい。このことは、都市河川である多摩川では、動的平衡と呼べるような状態はすでに失われている可能性を示唆している。以下(a)(b)(c)はこの可能性を支持しているとみられる。(a) 奥田（1978）は、いわゆる好窒素性植物の群落構成種における割合が、多摩川の上流から下流に向

うにつれて増加していることを、河川水質の過窒素化の進行と結びつけ、植物群落間の種組成の相互関係から導びきだした過窒素化に伴う群落変化の系列を図示している。(b)この数十年間の間に多摩川河辺植生が変化してきたことは、かつては丸石河原が広がっていたにもかかわらず現在河川敷の大部分が植被におおわれている事実(金井1979)によっても裏付けられる。近年、多摩川の河原では植被率が増大して、「緑の濃い川」となった(曾根私信)ともいわれている。また、(c)多摩川河辺植生の構成種に帰化植物が多いこと(付表)も、植生が変化してきたことを支持するであろう。

次に多摩川河辺植生の動的平衡状態が失われた原因について考察する。マルバヤハズソウカワラノギク群集は、通常の増水では冠水しない場所に位置する、砂礫を主とした貧栄養な乾性立地に先駆的に生じる(奥田1978)とされている。この群集の立地には、1974年の洪水の影響を受けたところが多かったことから、この群集は洪水で破壊されやすい立地に成立していて、ふつうは洪水後に新生した裸地に再び侵入するという存在様式をとると考えられる。ところが、1974年の洪水のあと、この群集の立地は減少し、たとえ残っていても好窒素性一年草から成るタウコギクラスの群落となっている。これは、流域の人間活動の増大によって河川水質が富栄養化したこと、および、ダム建設、河川敷グラウンド建設などのため礫質だった土壌に粘土質が多くなったためであろう。マルバヤハズソウカワラノギク群集の種は、タウコギクラスの種との競争に敗れたか、あるいは富栄養化によって生育できなくなったものと考えられる。現在、関東地方特産のこの群集を保護する必要が認められている(建設省京浜工事事務所1980)が、保護が必要となったのは、このような人為的影響の増大の結果とみられる。

植生の変化は、連続的におこるよりも、洪水によって不連続的におこることが本研究で示唆された。解析に使った「多摩川河川敷現存植生図」は今後も適宜再調査改版の予定であると聞く。洪水の植生の変化に及ぼす影響が大きいので、調査時期を、次期の大洪水の直後及び、その破壊からの回復過程にするのが有効である。また、再調査にあたっては、群落の識別を、各調査間で比較対照できる工夫が必要である。

第3節 一横断線における種の分布

河川横断線における種の分布の細かな把握を行ない、次の節の広域調査の方法の指針を求めた。

第1項 材料と方法

多摩川中流の秋川市小川(図2)の4.9.4 Km地点の横断線の植生を1980年8月上旬、および11月下旬に現地調査した。この地点を選んだのは、地形上の理由により、直接的な人為的攪乱が比較的少ないからである。調査の方法は、大むね3章3節と同様である。異なる点は、右岸の水際の植生の分布限界を起点としてとった幅1m長さ100mのベルトトランゼクトを、100個の1m×1mの方形区に分割し、横断線に沿っての植生の変化を連続的に記録したことである。立地の高さを、冬の水位との高さの差によって表したことは同じであるが、基準とした冬の水位は横断面測量図から読み取った1979年1月20日の水位である。

こうして得た結果に基づき、水面からの高さ、土性との2つの環境要因に対応させて種の分布様

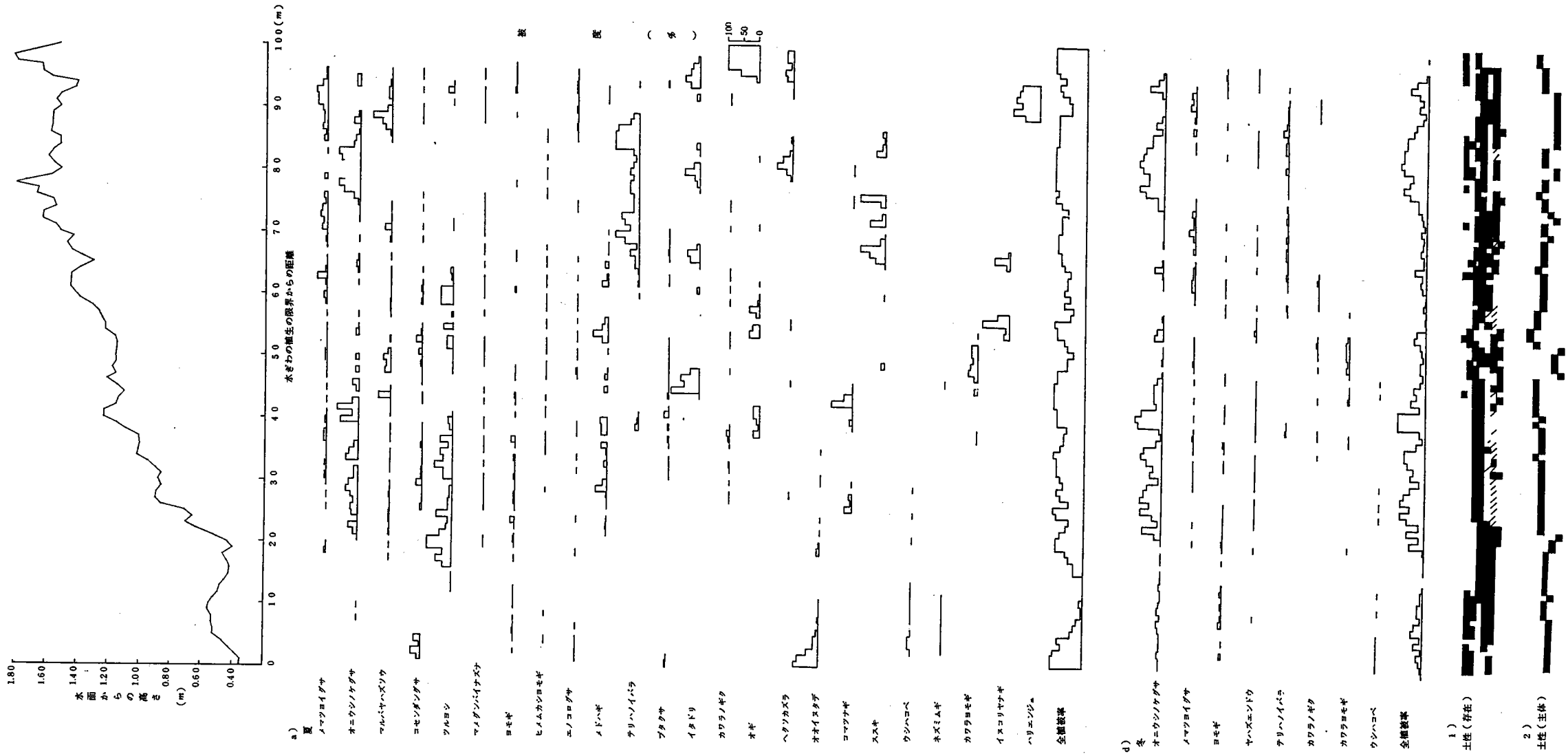


図 16 河口から 49.4m 地点横断線における種の分布
 註 1) ■: 地表面から深さ 5cm までの層に存在, \: 地表面から 5~15cm の層に存在,
 上から順に、落葉層・粘土・細砂・砂・細礫・礫・粗礫
 2) 地表面から深さ 5cm までの層で最も多いもの
 上から順に、粘土・細砂・砂・細礫・礫・粗礫
 3) 全出現種数 夏: 84 種 冬: 60 種

式を検討した。

第2項 結果

4.9.4 Km地点の横断線の植生のうち調査した部分を図16に示した。種は各々固有の分布様式を持ち植生の変化は連続的である。しかし、水際から5.5 m地点までのオオイヌタデが優占した部分、5.5 m地点から15.5 m地点までの裸地的な部分のように優占種によって群落分けすることができる。この群落分けは、相観によって行なうことができる。このことは、本章4節の広域調査において、相観によって植生を群落分けし群落ごとに1個ずつ方形区を置いた根拠である。

無機環境のうちから、水面からの高さとの2つの因子を抽出して、その2軸の作る平面上にそれぞれの種の平均被度を示したものが図17である。高さの幅が全体で2 mにも満たず、高さ環境の差が小さいためか明確な傾向を示さない種もあるものの、はっきりした傾向を示す種が多い。例えば、テリハノイバラの分布は水面からの高さが高い所にかたよっており、オオイヌタデは逆に低い所にだけ分布している。植物の分布が立地の水面からの高さとの比較的良好に対応していたので、本章4節の広域調査にあたって、同様なデータの収集を行なうこととした。

秋の調査(図16b)では、冬枯れの中で寒地系多年草のオニウシノケグサの被度が増大していた。図には特に示さないが、芽生えも多く見られ、翌春の植生の帯状分布をある程度予想させた。

第3項 考察

すでに何度か述べたように、河辺植生の変化は縦方向よりも横方向の方が大きい。この点に着目し

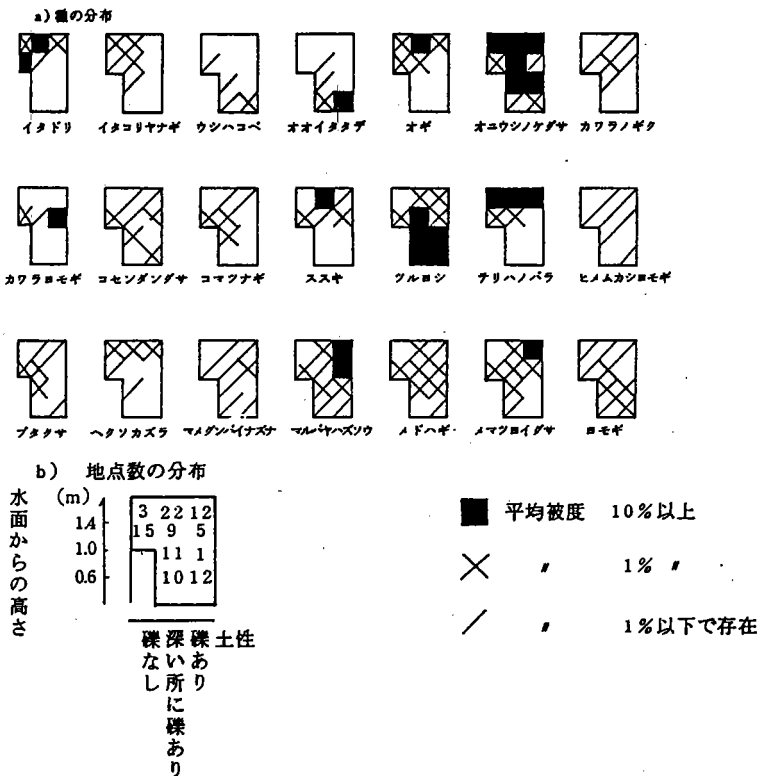


図17 4.9.4 Km 地点横断線上の水面からの高さとの土性に対する種の平均被度

て、横方向にベルトトランゼクトを設けて、河辺植生の記載をした例がいくつかある(平尾1941、鈴木・秋山1975)。いずれも1本のベルトトランゼクトについて調査を行なっただけで調査点数が少ない。労力がかかるので、調査点数を増すことができないからである。したがってベルトトランゼクトの中の植生の連続的变化を記載する方法は、河辺植生の全体像を把握する方法としてはあまり適しているとはいえない。

ベルトトランゼクトの利用は、季節的な植生の変化の把握に有効であることが示された。都市河川である多摩川では、自然の、あるいは人為的な攪乱が大きくて、永久方形区はすぐ破壊される。位置を測量したベルトトランゼクトの場合は、壊されたときの再設定が容易である。図16a(夏)b(冬)を対比することができたことから、このような永久ベルトトランゼクトの設定によって、季節変化の把握が可能であると言えよう。

第4節 多摩川中流における種の分布

種の分布についてやや広域に及ぶ巨視的な調査を行ない、種の分布と対応している環境要因を見いだそうと試みた。同時に、分布のデータに基づいて、多摩川河辺植生構成種を種群に分けて、種群の特性の一部を明らかにすることを目的とした。

第1項 材料と方法

1980年7月下旬から9月にかけて中流の8地域(図2)の現地調査を行なった。この調査は第3章第3項と同一の調査であるが植生について出現種とその被度を解析の資料とした点が異なる。方形区の設置にあたっては、前節での知見に従って、相観すなわち優占種によって植生を群落分けし、各群落に1個方形区を置くこととした。こうすることによって、解析結果に対する種の量的な差の影響を軽減することがこの方法の目的である。なぜなら、例えば水際は種の分布の移り変わりが大きい、横断線の中でその占める割合は小さい。もし、等間隔に方形区を置いたとしたら、水際に分布の限られた種についてのデータが少ないから、このような種を解析の対象から除くことになる。河辺植生の構成種全体についての情報を得るためには、群落分けした各群落ごとにデータを取らなければならないのである。

データの解析にあたって、東京大学大型計算機センターのHITAC VOS3システムを利用し、SPSSV8、BMDP、及びPPSSのプログラムライブラリーを用いた。解析の対象とした種は、出現した247種(付表)のうち、常在度2%以上の85種であり、方形区数は424である。

方形区に対する種の出現挙動から種の分布の様式を把握するため、以下の3種類の多変量解析法を用いた。すなわち、a)種のクラスター分析 b) Agnew(1961)の種間のアソシエーションによる種の座標付けと林(1970)の e_{ij} 型数量化法の組み合わせによる種の座標付け、c)方形区の主成分分析である。多様性の高い熱帯多雨林の場合データとして量的データより質的データを用いた方が優れた結果を得ることができた(Austin and Greig-Smith 1968, 1972)との知見を参考として、フロアの豊かな多摩川河辺植生の解析にあたっては、方形区における種のある・なしを基礎データとした。

a) Rモードとよばれている変数間の分類を行なうクラスター分析を、BMDP1Mプログラムライ

ブラリーによって適用した。ここで、変数としては、それぞれの種をとり、変数値としては、方形区における種のある・なしの1-0型を用いた。Rモードクラスター分析では、各変数間の類似度行列に基づいて変数の分類を行なうが、本解析では類似度行列として相関行列を用いた。分類作業は、似たもの同志を少しずつ集めていくという集合的手法のうちの、類縁関係を示す階層構造を求めながら結合を進める階層的手法で行なった。すなわち、最初に各変数を1個の変数からなるクラスターとみなす。そして、類似度の高い関係にあるクラスターの組を結合して新しい1つのクラスターにおきかえる。これを反復して、すべての変数を枝先にもつ樹状図を作り上げる。結合作業の各段階における新しいクラスターとそのほかのクラスターとの距離の求め方として、新しいクラスターを形成することになった2つのクラスターとそのほかのクラスターとの間の類似度の平均をとる群平均法(奥野ほか1976)を採用した。

b) 種間のアソシエーションの有無を求めるため、以下のようにして χ^2 値を求めた。

種間にアソシエーションが認められないとの帰無仮説をたて、 2×2 分割表を用いて検討する。一般に 2×2 分割表は、

		種 1	
	種 2	+	-
+		a	b
-		c	d

χ^2 値を次の式で計算する。

$$\chi^2 = (a+b+c+d)(ad-bc)^2 / (a+b)(c+d)(a+c)(b+d)$$

この値を自由度1の χ^2 値の表と対照して、帰無仮説を有意に棄却できる場合にアソシエーションありとする。ここでは、常在度2%の種まで対象としているので、 $a+c$ または $a+b$ の値が小さいことが多くなるため、少数例のためのYatesの補正を施した χ^2 値を検定に用いた。

$n = a+b+c+d$ とするとき

$$\chi^2 = (|ad-bc| - n/2)^2 \times n / (a+b)(c+d)(a+c)(b+d)$$

こうして得た5%水準で有意の種間のアソシエーションは数が多すぎるために、Agnew(1961)の例のように種を座標付けることは不可能に近かった。そこで、アソシエーションを林の e_{ij} 型数量化によって解析して、種の座標付けを行なった。

林の、外的基準がない場合の e_{ij} 数量化は、なんらかの測度で複数の対象相互の類似度が与えられたとき、類似の高いものが近くに、低いものが遠くなるように全対象を位置づける方法である。分析の出発点となる(85×85)の類似度行列の類似度 e_{ij} は、それぞれの2種間の方形区への出現挙動の同一性から得た χ^2 値の有意性によって、0.01%レベルを3、0.1%レベルを2、1%レベルを1とし、出現挙動を同じくする場合($a+d > b+c$)を+、異にする場合($b+c > a+d$)を一、有意性が1%レベルではみだせない場合を0とする。-3から+3までの7段階とした。この方法は、数量化の対象 i に付与する数値を x とするとき e_{ij} が大きいほど、 x_i と x_j との距離が小さくなるように数値 x を定めるのであるが、このとき、対象 i に付与する数値を1種類とは限らずに、一般

にk種類として対象相互の遠近関係をk次元のユークリッド空間に表わす。本解析では、PPSS プログラムライブラリーQUITY4 サブプログラムを用いて、種の相互の遠近関係を3次元のユークリッド空間に表わした。

c) 主成分分析とは、相関のある多数の変数が与えられた場合に、それらの変数の持つ情報を一度になるべく多く表現することのできるような合成得点、すなわち主成分を求める方法である。ここでは、変数として方形区における種のある・なし、ケースとして方形区を用いた。

はじめに、i番目のケース(i=1, 2, ………、N)のj番目の変数の値を f_{ij} とし、これを成分とする $N \times n$ のデータ行列 F を仮定する。次に、変数をそれぞれ、平均0・分散1となるように標準化し、その標準化した値を z_{ij} 、標準化されたデータ行列を Z とする。変数間の相関係数行列 R は Z の転置行列を Z' とすると、

$$R = \frac{1}{N} Z' Z$$

によって得られる。

相関係数行列 R を用いて、主成分分析を実施すると、各主成分ごとにn個の変数に対する重み w_j ($j=1, 2, \dots, n$)が得られる。この重みと、標準化されたデータの値 z_{ij} とを用いて、

$$g_i = w_1 z_{i1} + w_2 z_{i2} + \dots + w_n z_{in}$$

によって得られた値 g_i ($i=1, 2, \dots, N$)を成分とするベクトルが主成分である。すなわち、第k主成分は、

$$g_k = Z W_k = \begin{pmatrix} z_{11} & z_{12} & \dots & z_{1n} \\ z_{21} & z_{22} & & z_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ z_{N1} & z_{N2} & & z_{Nn} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} w_{k1} \\ w_{k2} \\ \vdots \\ w_{kn} \end{pmatrix} \\ = \begin{pmatrix} \sum_{j=1}^n w_{kj} z_{1j} \\ \sum_{j=1}^n w_{kj} z_{2j} \\ \vdots \\ \sum_{j=1}^n w_{kj} z_{Nj} \end{pmatrix}$$

となる。 g_i を、方形区のスコアと呼び、方形区の座標づけに用いた。

主成分の性格を明らかにするために、もとのn個の変数と主成分との関係を、相関係数によって表わす。この相関係数は、

$$a_i = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^n z_{ij} g_j$$

によって得られる。 a_i を因子負荷量と呼び、種の座標づけに用いることができる。

第k番目の主成分の固有値 λ_k は、相関係数行列 R の固有値と対応する。この λ_k と総分散との比は寄与率と呼ばれ、とりだされた主成分の有効性の指標となる。

計算にはSPSSV8プログラムライブラリーのFACTORサブプログラムを用いた。

次に、環境と植生との直接的対応関係を把握するため、①直接傾度分析(Whittaker1973a)を行なった。方形区の水辺からの高さとし性とをそれぞれランク分けして、種の被度をその上に3重

・クロス集計(ザイゼル1947)した。水面からの高さ(ランク)と土性(ランク)との作る平面にこうして得た種の平均被度をぬり分けて図示し、その結果から、種の分布をタイプ分けした。タイプ分けにあたっては、図18のように平面を6つに分け、平均被度を比較した。

② 優占種の分布(Whittaker1973b)と環境との関係の直接傾度分析を行なった。先のアソシエーションについての知見(b)を利用して、優占種をグループ分けして、そのグループの分布を、水面からの高さ(ランク)と土性(ランク)との上に、相対頻度を3重クロス集計することによって検討した。

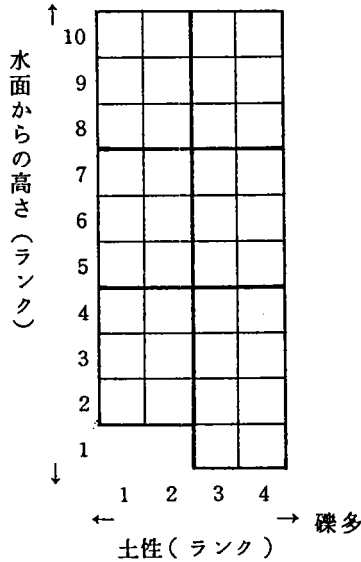


図18 直接傾度分析に基づく分布による種のグループ分けの基準

註) 太線でしきられた6ブロックの平均被度を比較した。

③ 植物間相互作用と、種の分布との関係の一端を知るため、方形区的全植被率を4ランクに分けて、それに対する種の相対頻度の分布を調べた。

第2項 結果

(a) 種のクラスター分析の結果、多摩川河辺植生を大きく3つの種群に分けることができた(図19)。(b) 種のアソシエーション(表6)をその林の e_{ij} 型数量化でまとめる(図20)と、第1軸でオギとその他の種とが分離した。つまり、オギは他の種との間に負のアソシエーションをもつ場合が多い。オギと比較的類似度が高いと認められる種は、ヤブジラミ、アレチウリ、オニウシノケグサであった。第2軸と第3軸とによって、オギ以外の種が分散するので、図20には第2軸と第3軸とを示した。オギの作る第1軸はこの平面に直交する軸で図示されていない。この平面の第1、第4象限には、クラスター分析で得られた3つの種群のひとつ種群3が散らばって分布しており、他の2つの種群である種群1と種群2とは、第2、第3象限に、分布していた。種群1は第3象限に分布し、第2象限を中心として分布している種群2とやや連続しているものの、両者に属する種はそれぞれまとまっていた。種群3の中でも特にアソシエーションの強い種の組み合わせが見いだされた。ススキ、クズ、マ

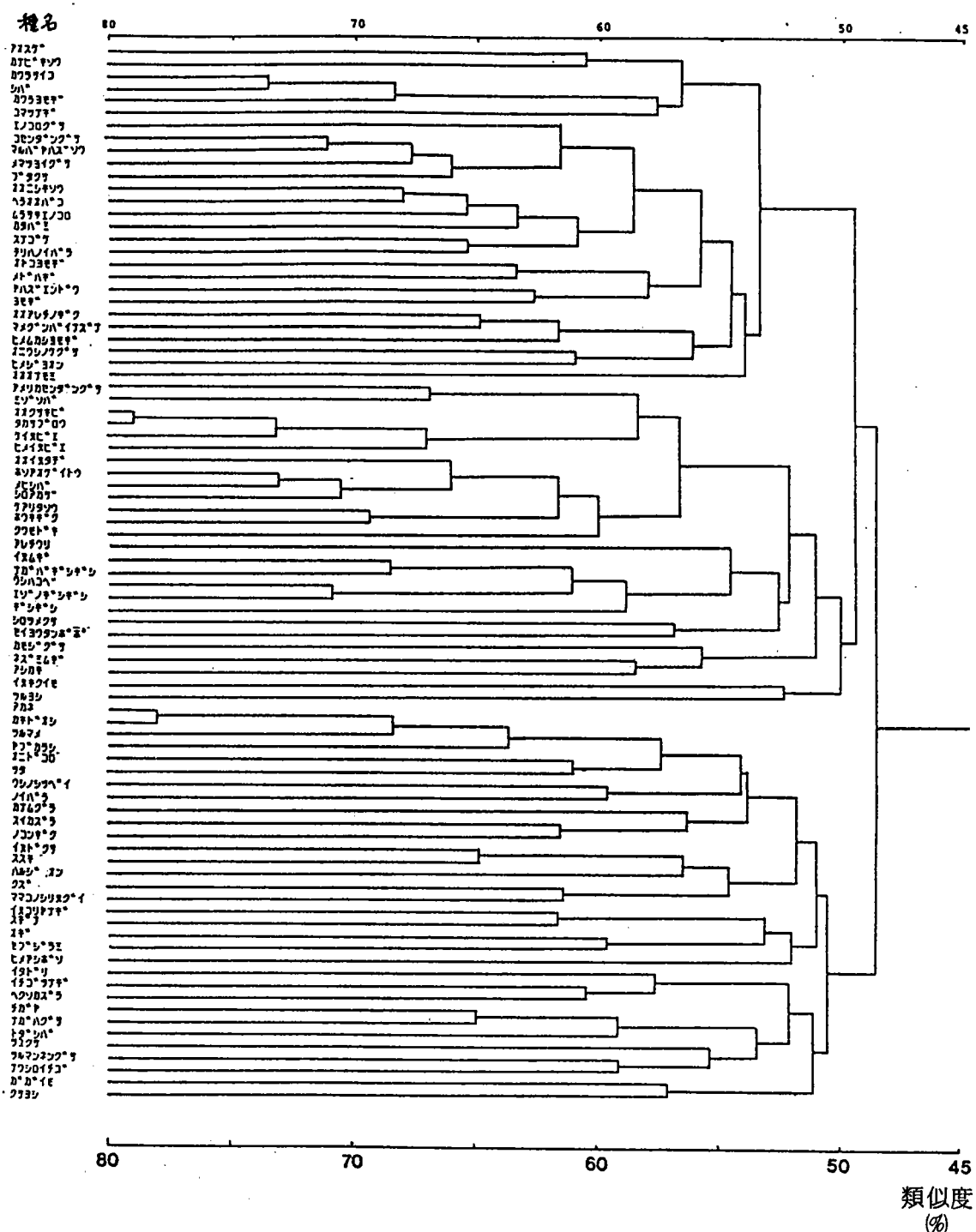


図19 種のクラスター分析による樹状図

表6 種のアソシエーション

方形区に

- + : 共存 +++ : 0.01%レベル, ++ : 0.1%レベル, + : 1%レベル
- : 排他 --- : 0.01%レベル, -- : 0.1%レベル, - : 1%レベル

2 × 2 分割表のχ²値より計算
本文参照

<ul style="list-style-type: none"> 7822 7823 7824 7825 7826 7827 7828 7829 7830 7831 7832 7833 7834 7835 7836 7837 7838 7839 7840 7841 7842 7843 7844 7845 7846 7847 7848 7849 7850 7851 7852 7853 7854 7855 7856 7857 7858 7859 7860 7861 7862 7863 7864 7865 7866 7867 7868 7869 7870 7871 7872 7873 7874 7875 7876 7877 7878 7879 7880 7881 7882 7883 7884 7885 7886 7887 7888 7889 7890 7891 7892 7893 7894 7895 7896 7897 7898 7899 7900 7901 7902 7903 7904 7905 7906 7907 7908 7909 7910 7911 7912 7913 7914 7915 7916 7917 7918 7919 7920 7921 7922 7923 7924 7925 7926 7927 7928 7929 7930 7931 7932 7933 7934 7935 7936 7937 7938 7939 7940 7941 7942 7943 7944 7945 7946 7947 7948 7949 7950 7951 7952 7953 7954 7955 7956 7957 7958 7959 7960 7961 7962 7963 7964 7965 7966 7967 7968 7969 7970 7971 7972 7973 7974 7975 7976 7977 7978 7979 7980 7981 7982 7983 7984 7985 7986 7987 7988 7989 7990 7991 7992 7993 7994 7995 7996 7997 7998 7999 8000 	<ul style="list-style-type: none"> 7999 8000 8001 8002 8003 8004 8005 8006 8007 8008 8009 8010 8011 8012 8013 8014 8015 8016 8017 8018 8019 8020 8021 8022 8023 8024 8025 8026 8027 8028 8029 8030 8031 8032 8033 8034 8035 8036 8037 8038 8039 8040 8041 8042 8043 8044 8045 8046 8047 8048 8049 8050 8051 8052 8053 8054 8055 8056 8057 8058 8059 8060 8061 8062 8063 8064 8065 8066 8067 8068 8069 8070 8071 8072 8073 8074 8075 8076 8077 8078 8079 8080 8081 8082 8083 8084 8085 8086 8087 8088 8089 8090 8091 8092 8093 8094 8095 8096 8097 8098 8099 8100 8101 8102 8103 8104 8105 8106 8107 8108 8109 8110 8111 8112 8113 8114 8115 8116 8117 8118 8119 8120 8121 8122 8123 8124 8125 8126 8127 8128 8129 8130 8131 8132 8133 8134 8135 8136 8137 8138 8139 8140 8141 8142 8143 8144 8145 8146 8147 8148 8149 8150 8151 8152 8153 8154 8155 8156 8157 8158 8159 8160 8161 8162 8163 8164 8165 8166 8167 8168 8169 8170 8171 8172 8173 8174 8175 8176 8177 8178 8179 8180 8181 8182 8183 8184 8185 8186 8187 8188 8189 8190 8191 8192 8193 8194 8195 8196 8197 8198 8199 8200 8201 8202 8203 8204 8205 8206 8207 8208 8209 8210 8211 8212 8213 8214 8215 8216 8217 8218 8219 8220 8221 8222 8223 8224 8225 8226 8227 8228 8229 8230 8231 8232 8233 8234 8235 8236 8237 8238 8239 8240 8241 8242 8243 8244 8245 8246 8247 8248 8249 8250 8251 8252 8253 8254 8255 8256 8257 8258 8259 8260 8261 8262 8263 8264 8265 8266 8267 8268 8269 8270 8271 8272 8273 8274 8275 8276 8277 8278 8279 8280 8281 8282 8283 8284 8285 8286 8287 8288 8289 8290 8291 8292 8293 8294 8295 8296 8297 8298 8299 8300 8301 8302 8303 8304 8305 8306 8307 8308 8309 8310 8311 8312 8313 8314 8315 8316 8317 8318 8319 8320 8321 8322 8323 8324 8325 8326 8327 8328 8329 8330 8331 8332 8333 8334 8335 8336 8337 8338 8339 8340 8341 8342 8343 8344 8345 8346 8347 8348 8349 8350 8351 8352 8353 8354 8355 8356 8357 8358 8359 8360 8361 8362 8363 8364 8365 8366 8367 8368 8369 8370 8371 8372 8373 8374 8375 8376 8377 8378 8379 8380 8381 8382 8383 8384 8385 8386 8387 8388 8389 8390 8391 8392 8393 8394 8395 8396 8397 8398 8399 8400 8401 8402 8403 8404 8405 8406 8407 8408 8409 8410 8411 8412 8413 8414 8415 8416 8417 8418 8419 8420 8421 8422 8423 8424 8425 8426 8427 8428 8429 8430 8431 8432 8433 8434 8435 8436 8437 8438 8439 8440 8441 8442 8443 8444 8445 8446 8447 8448 8449 8450 8451 8452 8453 8454 8455 8456 8457 8458 8459 8460 8461 8462 8463 8464 8465 8466 8467 8468 8469 8470 8471 8472 8473 8474 8475 8476 8477 8478 8479 8480 8481 8482 8483 8484 8485 8486 8487 8488 8489 8490 8491 8492 8493 8494 8495 8496 8497 8498 8499 8500 8501 8502 8503 8504 8505 8506 8507 8508 8509 8510 8511 8512 8513 8514 8515 8516 8517 8518 8519 8520 8521 8522 8523 8524 8525 8526 8527 8528 8529 8530 8531 8532 8533 8534 8535 8536 8537 8538 8539 8540 8541 8542 8543 8544 8545 8546 8547 8548 8549 8550 8551 8552 8553 8554 8555 8556 8557 8558 8559 8560 8561 8562 8563 8564 8565 8566 8567 8568 8569 8570 8571 8572 8573 8574 8575 8576 8577 8578 8579 8580 8581 8582 8583 8584 8585 8586 8587 8588 8589 8590 8591 8592 8593 8594 8595 8596 8597 8598 8599 8600 8601 8602 8603 8604 8605 8606 8607 8608 8609 8610 8611 8612 8613 8614 8615 8616 8617 8618 8619 8620 8621 8622 8623 8624 8625 8626 8627 8628 8629 8630 8631 8632 8633 8634 8635 8636 8637 8638 8639 8640 8641 8642 8643 8644 8645 8646 8647 8648 8649 8650 8651 8652 8653 8654 8655 8656 8657 8658 8659 8660 8661 8662 8663 8664 8665 8666 8667 8668 8669 8670 8671 8672 8673 8674 8675 8676 8677 8678 8679 8680 8681 8682 8683 8684 8685 8686 8687 8688 8689 8690 8691 8692 8693 8694 8695 8696 8697 8698 8699 8700 8701 8702 8703 8704 8705 8706 8707 8708 8709 8710 8711 8712 8713 8714 8715 8716 8717 8718 8719 8720 8721 8722 8723 8724 8725 8726 8727 8728 8729 8730 8731 8732 8733 8734 8735 8736 8737 8738 8739 8740 8741 8742 8743 8744 8745 8746 8747 8748 8749 8750 8751 8752 8753 8754 8755 8756 8757 8758 8759 8760 8761 8762 8763 8764 8765 8766 8767 8768 8769 8770 8771 8772 8773 8774 8775 8776 8777 8778 8779 8780 8781 8782 8783 8784 8785 8786 8787 8788 8789 8790 8791 8792 8793 8794 8795 8796 8797 8798 8799 8800 8801 8802 8803 8804 8805 8806 8807 8808 8809 8810 8811 8812 8813 8814 8815 8816 8817 8818 8819 8820 8821 8822 8823 8824 8825 8826 8827 8828 8829 8830 8831 8832 8833 8834 8835 8836 8837 8838 8839 8840 8841 8842 8843 8844 8845 8846 8847 8848 8849 8850 8851 8852 8853 8854 8855 8856 8857 8858 8859 8860 8861 8862 8863 8864 8865 8866 8867 8868 8869 8870 8871 8872 8873 8874 8875 8876 8877 8878 8879 8880 8881 8882 8883 8884 8885 8886 8887 8888 8889 8890 8891 8892 8893 8894 8895 8896 8897 8898 8899 8900 8901 8902 8903 8904 8905 8906 8907 8908 8909 8910 8911 8912 8913 8914 8915 8916 8917 8918 8919 8920 8921 8922 8923 8924 8925 8926 8927 8928 8929 8930 8931 8932 8933 8934 8935 8936 8937 8938 8939 8940 8941 8942 8943 8944 8945 8946 8947 8948 8949 8950 8951 8952 8953 8954 8955 8956 8957 8958 8959 8960 8961 8962 8963 8964 8965 8966 8967 8968 8969 8970 8971 8972 8973 8974 8975 8976 8977 8978 8979 8980 8981 8982 8983 8984 8985 8986 8987 8988 8989 8990 8991 8992 8993 8994 8995 8996 8997 8998 8999 9000 	<ul style="list-style-type: none"> 9000 9001 9002 9003 9004 9005 9006 9007 9008 9009 9010 9011 9012 9013 9014 9015 9016 9017 9018 9019</
--	--	--

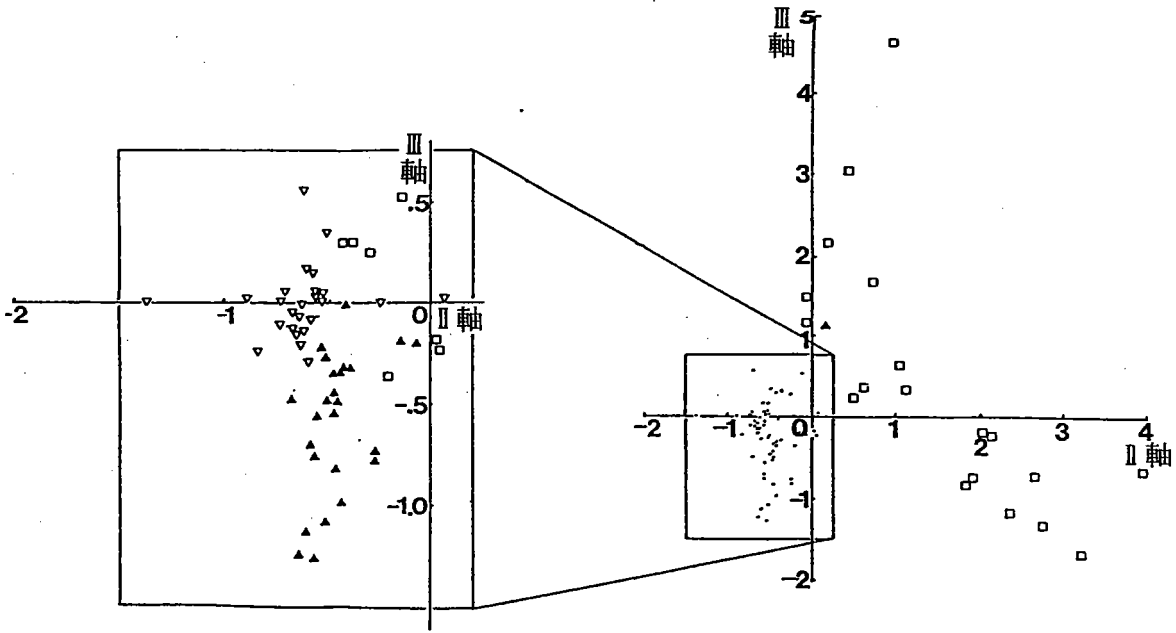


図20 アソシエーションによる種の座標付け
(林の e_{ij} 型数量化法による)

- 註 1) I軸では、オギだけが分離
2) 記号、▲：クラスター分析の種群1、▽：種群2、□：種群3

マコノシリヌグイがその一つで、他には、イタドリとヘクソカズラの組があった。

c) 方形区に対する種のある・なしを変数として、方形区の主成分分析を行なうと、全調査地をまとめて扱ったときも、全調査地を、上・中流の3地域に分割したときも、第1主成分および第2主成分の寄与率はそれぞれ6%および5%で低いものの、2%程度の寄与率の第3主成分以下とは明瞭な差があったので、第2主成分までを抽出した。

第1、第2主成分に対する因子負荷量を図21および図22a、b、cに示した。全地域をまとめて分析した場合も、日野地域、府中・調布地域それぞれについて個別に分析した場合もよく似た因子パターンを示した。さらに、青梅・羽村-秋川・拝島地域は、若干因子パターンが異なるものの、それぞれの主成分に対する因子負荷量が最大の種は、他の地域の場合と大きな異動がないので2つの主成分の意味は他の場合と同じであろう。したがって、主成分分析の結果に地域間での再現性があったと言えよう。

第1主成分と第2主成分に対して、方形区のスコアをプロットし、それぞれの方形区の水面上からの高さや土性とを、図23abの上に示すと、第1主成分は土性と対応し、第2主成分は水面からの高さに対応している。したがって、環境条件として記載した水面からの高さや土性が河辺植生を記載する上で有効であることは、この解析から裏付けられたことになる。

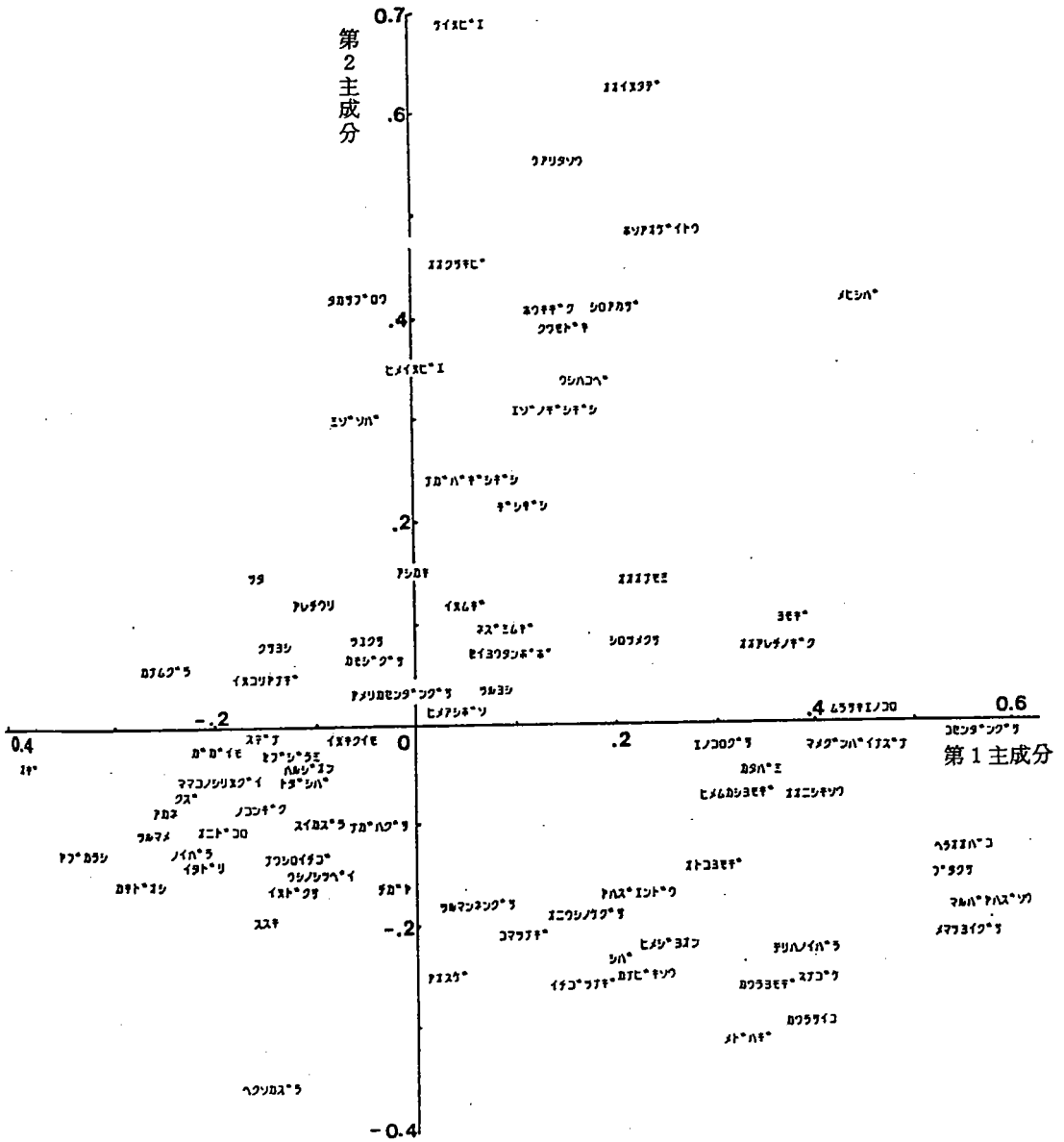


図 2 1 主成分分析の因子負荷量 (全地域)

図 23a 主成分分析の第1、
第2主成分のスコアによっ
て座標付けした方形区の水
面からの高さ。

水面からの高さランク

- : 8, 9, 10 ↑ 高
 ▽ : 6, 7
 ▲ : 4, 5
 ● : 1, 2, 3 ↓ 低

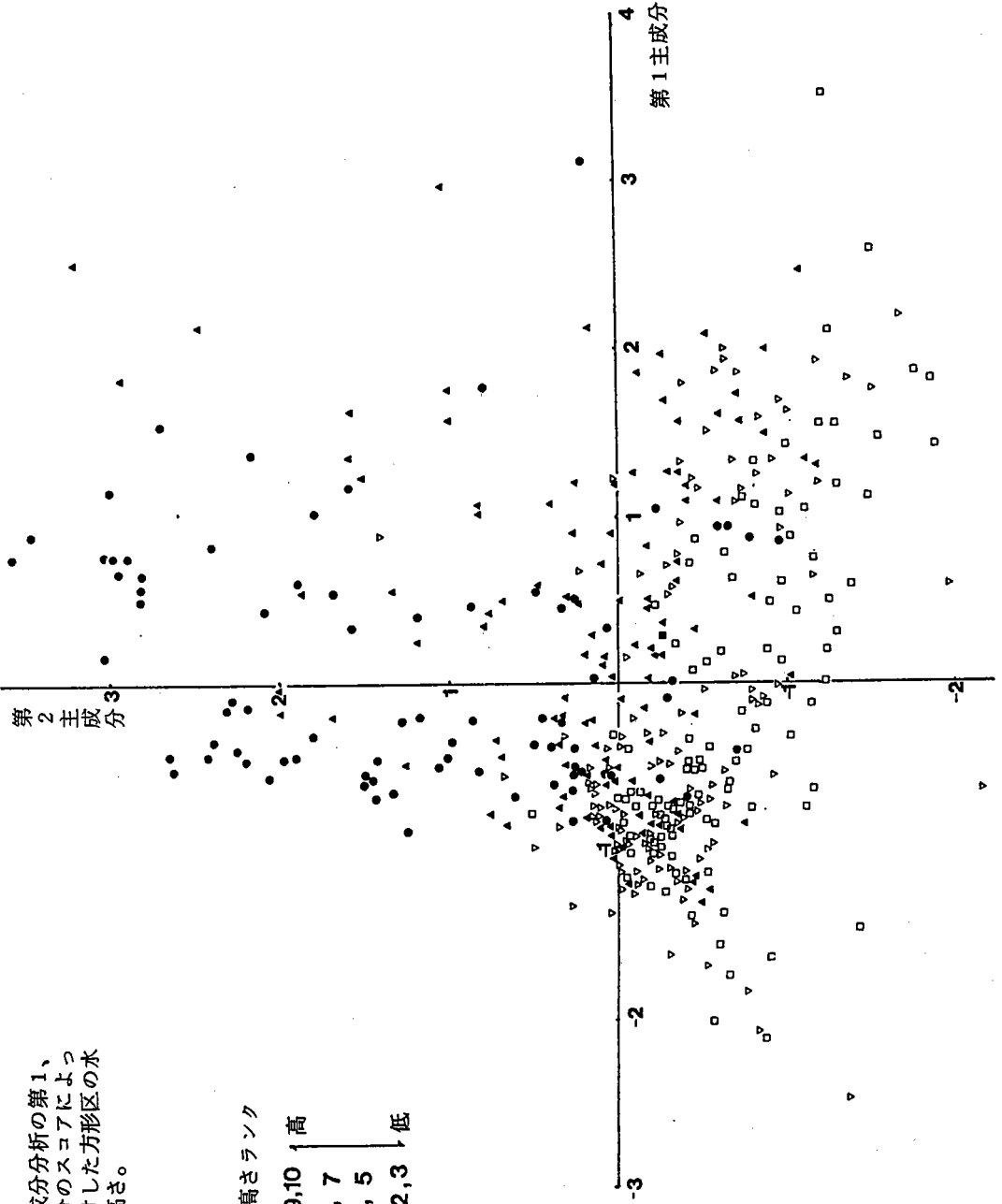
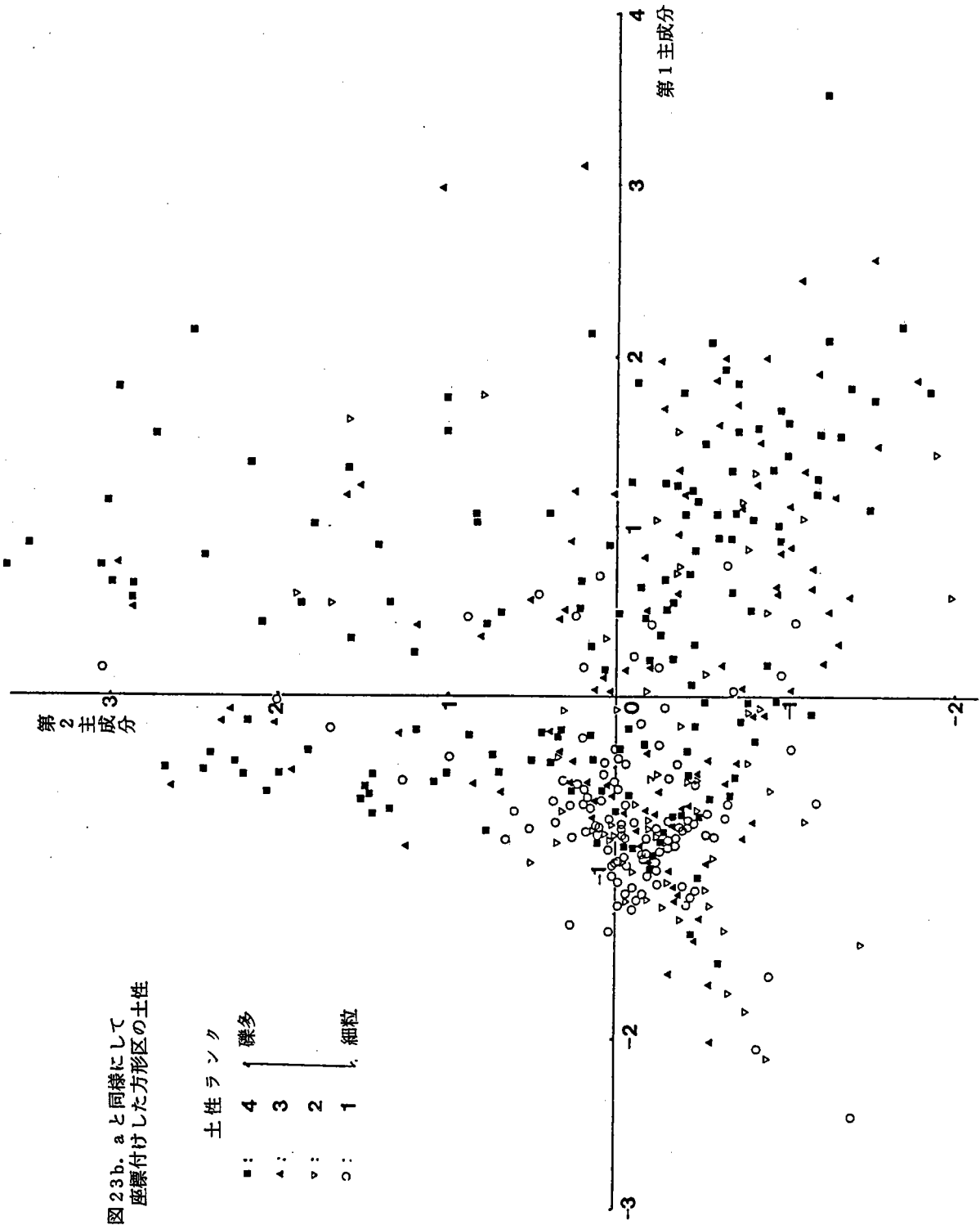


図 23b. aと同様にして
座標付けした方形区の土性



aの種のクラスター分析の結果と、cの主成分分析の因子負荷図を対応させる(図24)と、aで得た3つの種群の性格付けができる。種群1は第2主成分について正の値を示す。種群2は第1主成分については正で第2主成分については負の値を示す。種群3は第1主成分、第2主成分とも負の値を示す。図23によって主成分を意味付けした結果をあてはめると、種群1は水面からの高さの低い立地に分布し、種群2は水面からの高さの高い礫質の立地に分布する。種群3は水面からの高さが高く土性の細かい立地に分布すると言える。

水面からの高さや土性に対する種々の平均被度の分布(図25)から、直接傾度分析による種の分布様式のタイプ分けを行なった(表7)ところ、8グループが識別できた。こうして得たグループは、クラスター分析で得た3つの種群とよく対応していた(図26)。この方法は、①②③の方法とは原理的に全く異なるので、多摩川河辺植生に3つの種群を想定することの妥当性を支持するものと言えよう。

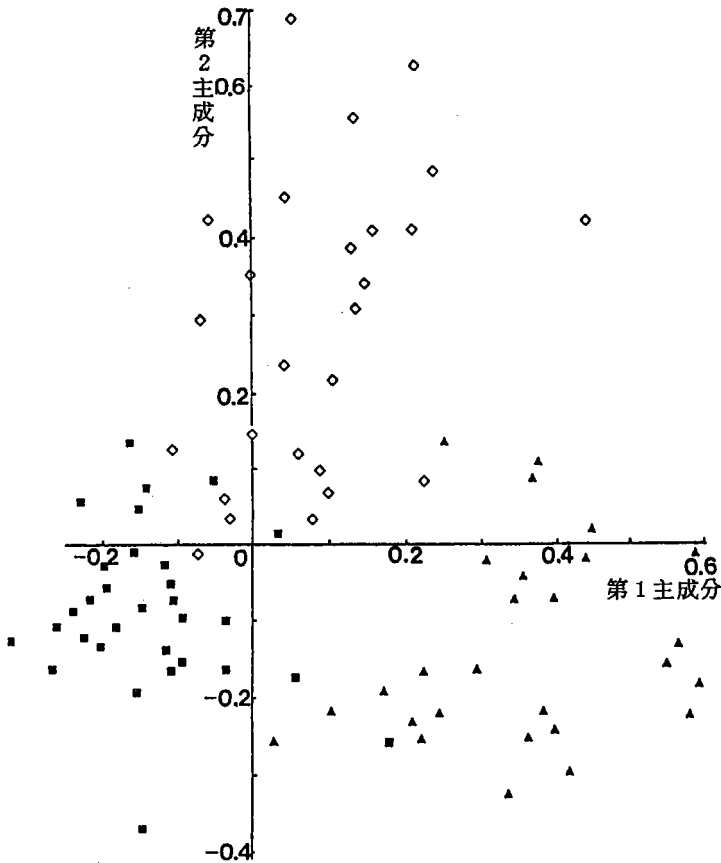


図24 クラスタ分析と主成分分析との対応

クラスタ分析の
 ◇：種群1 ▲：種群2 ■：種群3

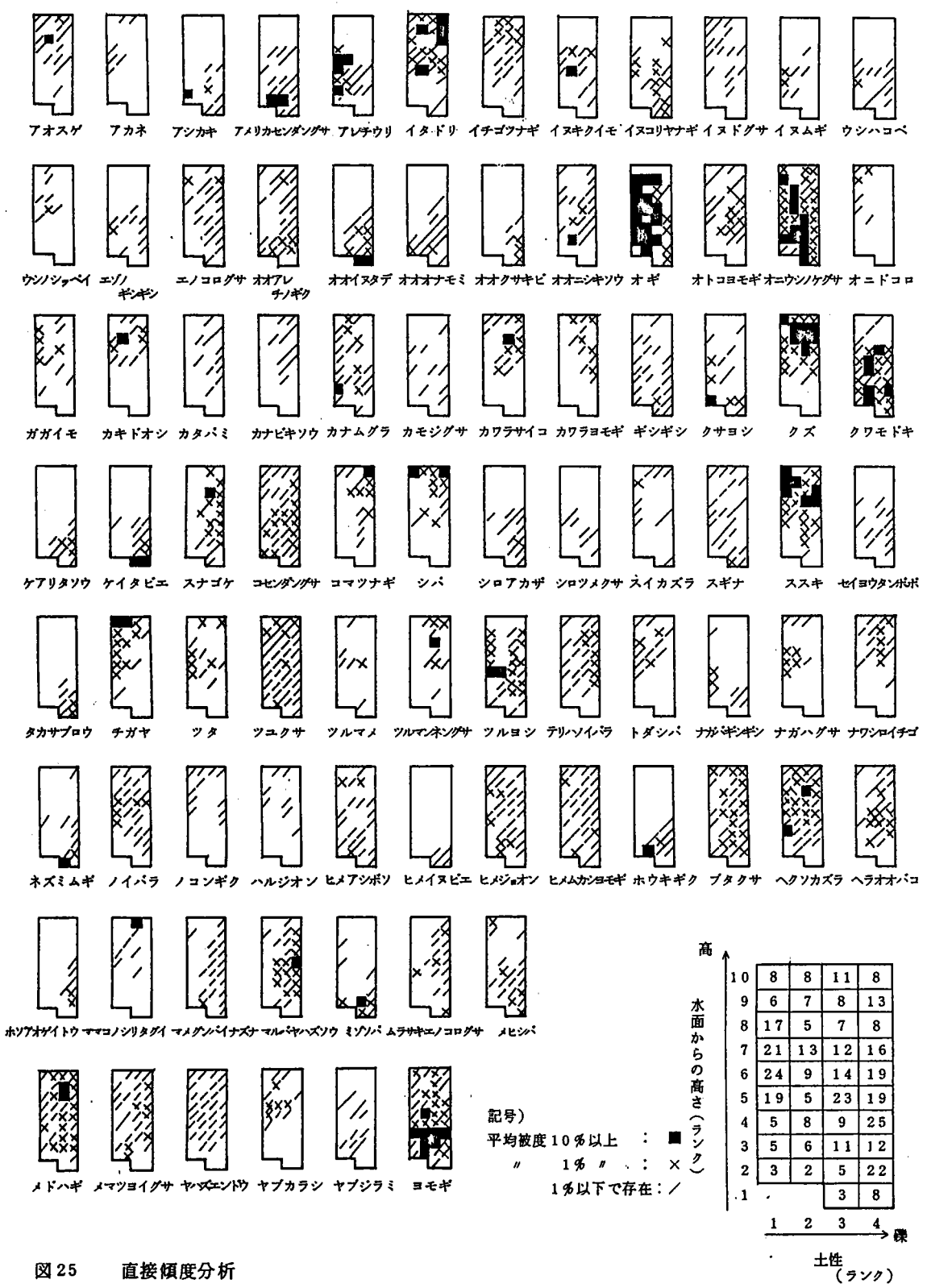


図 25 直接傾度分析
水面からの高さ と 土性 に対する種の平均被度の分布として表示

表7 直接傾度分析に基づく水面からの高さとの土性に対する分布による種のグループ分け。

		土 性		
		細 粒	広 い	礫 質
水面からの高さ	高	アカネ・ツルマンネングサ ウシノシッペイ・トダシバ イヌドクサ・ナガハグサ オニドコロ・ママコノシリヌグイ ガガイモ・ヤブカラシ チガヤ	アオスゲ・スイカズラ イタドリ・ス ス キ イチゴツナギ・ツ タ オオニシキソウ・ノイバラ カキドオシ・ノコンギク ク ズ・ハルジオン シ バ・ヤハズエンドウ	カナビキソウ カワラサイコ カワラヨモギ コマツナギ テリハノイバラ ナワシロイチゴ メ ド ハ ギ
	中 く ら い	アレチウリ イヌムギ オギ ツルマメ ヤブジラミ	イヌキクイモ・ツユクサ オニウシノケグサ・ツルヨシ カナムグラ・ヒメアシボン カモジグサ・ヒメジョオン ギシギシ・ヒメムカシヨモギ コセندگانグサ・ヘクソカズラ スギナ・ヨモギ セイヨウタンポポ	エノコログサ・マメグサ・イナズナ オオアレチノギク・マルバヤハズソウ オトコヨモギ・ムラサキエノコロ カタバミ・ スナゴケ・ ブタクサ・ ヘラオオバコ・
	低 い		イヌコリヤナギ ウシハコベ エゾノギシギシ オオオナモミ クサヨシ クワモドキ シロツメクサ ナガバギシギシ ネズミムギ アシカキ	アメリカセندگانグサ・ヒメイヌビエ オオイヌタデ・ホウキギク オオクサキビ・ホソアオゲイトウ ケアリタソウ・ミゾソバ ケイヌビエ・メヒシバ シロアカザ タカサブロウ

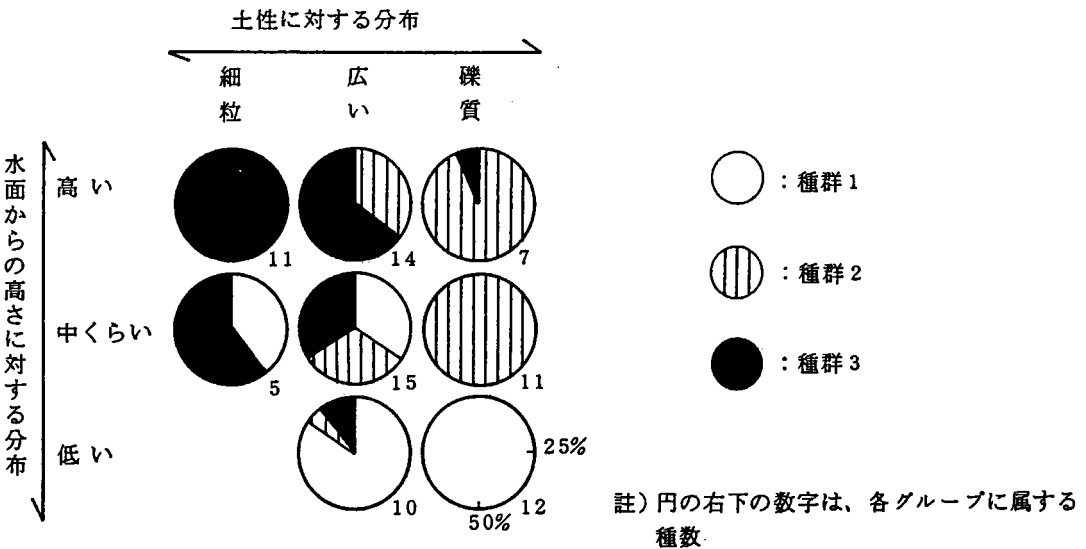


図26 直接傾度分析の結果から分類した種のグループにおける種群1, 2, 3の割合(%)

優占種について種の場合と同様に直接傾度分析を行なった(図27)。ここで、裸地(全植被率10%以下の方形区)の分布は、水面からの高さが低く、礫質な立地に限られていた。

方形区的全植被率に対する種の分布を図28に示した。近年、更新におけるギャップ(植被のすきま)の重要性が広く認められているので、方形区におけるギャップの有(全植被率100%未満)、無(全植被率100%)が重要であると考えられる。そこで方形区を全植被率100%の区と、100%未満の区とに区分して、それぞれの種のある・なしとの間に2×2分割表を作って χ^2 検定で、帰無仮説「種のある・なしと全植被率とは独立である」を検定した。有意性を認めた場合、全植被率100%の区で「ある」の割合が低い種を低植被率立地を好む種高い種を高植被率立地を好む種と定義した。低植被率立地を好む種は、種群1、または種群2に属していた(表8)。高植被率立地を好む種は、ほとんど種群3に属していた。

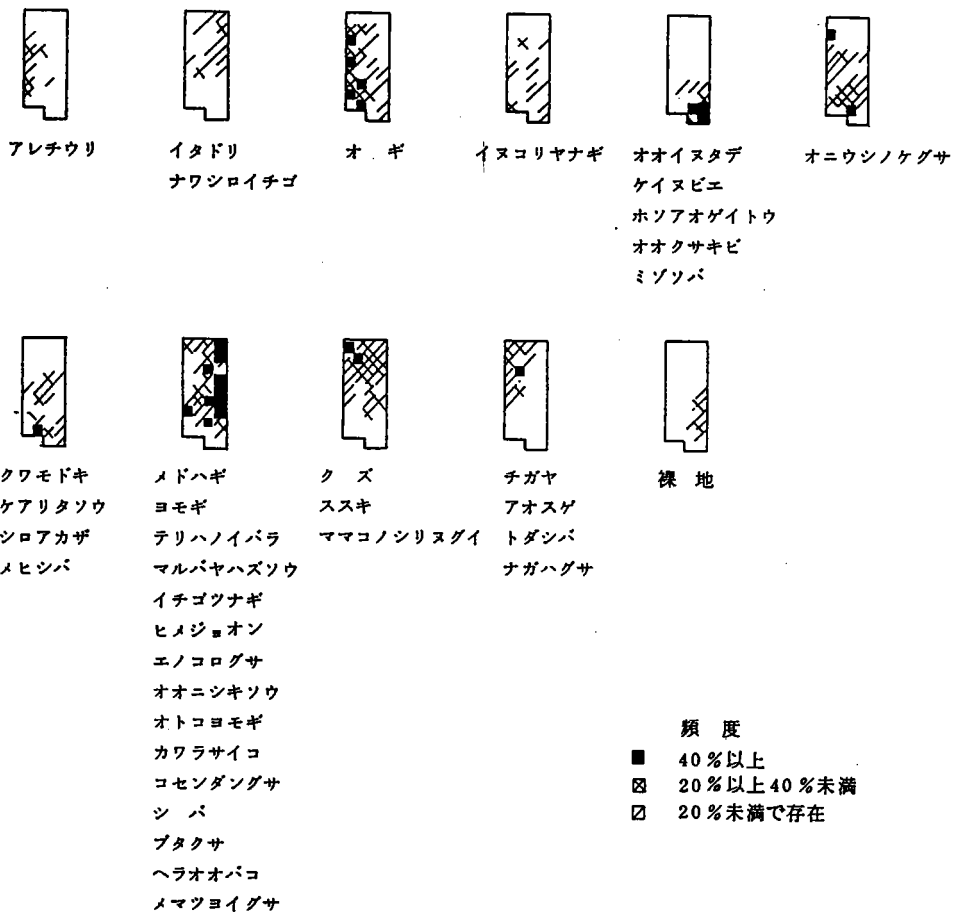


図27 優占種群の直接傾度分析
水面からの高さと同土性に対する優占種群の頻度

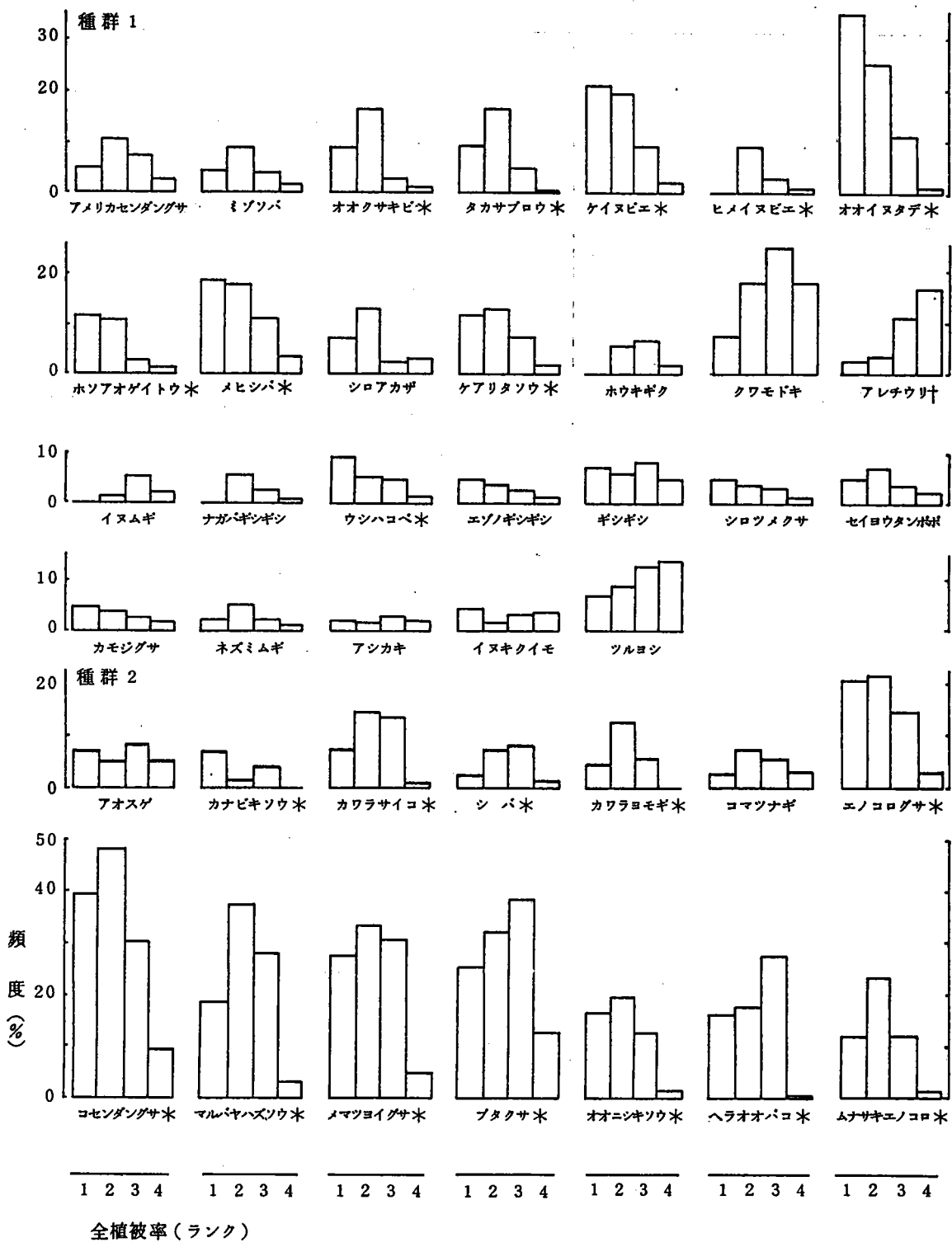


図28 全植被率に対する種の頻度の分布 その1

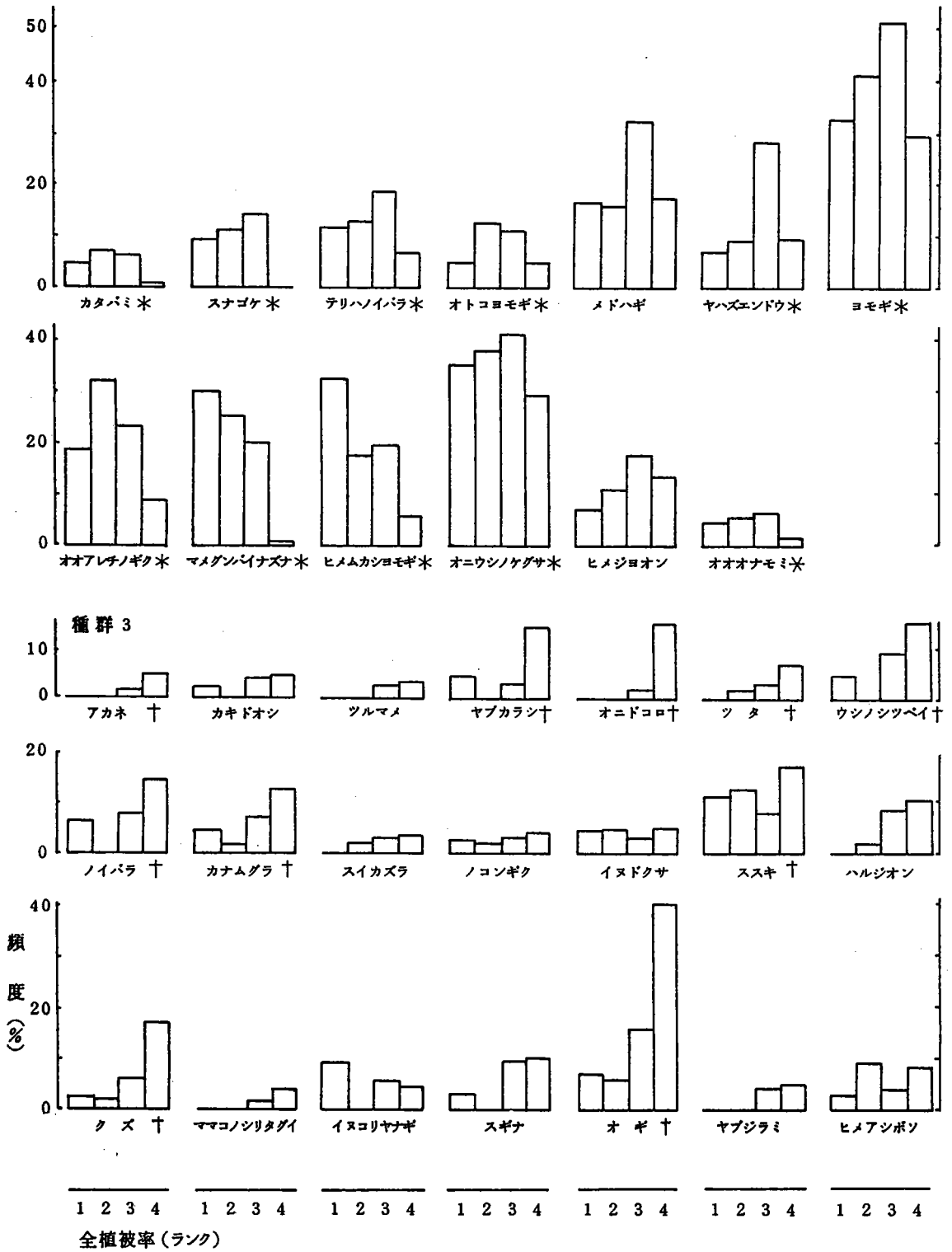


図28 全植被率に対する種の頻度の分布 その2

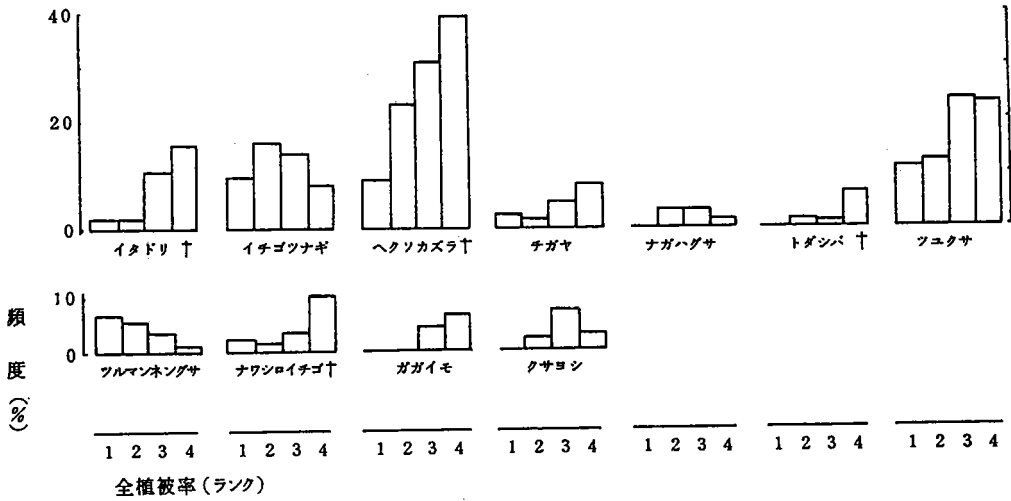


図28 全植被率に対する種の頻度の分布 その3

全植被率
(ランク)

図 28 その3

註 1) 全植被率ランク ランク-1: 全植被率50%以下、ランク-2: 全植被率60%、70%
 ランク-3: 全植被率80%、90%、95%、ランク-4: 全植被率100%
 (全植被率の調査時の記載は、13段階 本文参照)

2) 各ランクの方形区数 ランク-1: 43、ランク-2: 56、ランク-3: 142、
 ランク-4: 183

3a) *: 低植被率立地を好む種
 +: 高 "

3b) 低植被率立地とは、方形区に植被のすきま、すなわちギャップが存在する立地を指し、全植被率100%未満のランク-1~3とする。一方、高植被率立地とは、ギャップの存在しない全植被率100%のランク-4をさす。

種のある・なしと、立地のギャップのある・なしとの2x2分割表から、Yatesの χ^2 を求め、有意性を検定した(5%水準)。低植被率立地と種のある、高植被率立地となしの結びつきが認められた場合*とした。

表8 全植被率に対する種の分布と、クラスター分析で得られた3種群との対応

	低植被率立地を好む種(種数)	高植被率立地を好む種(種数)
種群1	9	1
種群2	23	0
種群3	0	14

註) 図28に基づく。

方形区におけるギャップの割合を、水面からの高さとし土性との平面上の分布図として図29に示した。種群1および種群2の分布域(図25)はギャップの多い立地に対応している。これは、表8の方形区的全植被率に対する種の分布で、低植被率立地を好んだ種が、種群1と種群2のどちらかに属していたことと一致する。種群1、種群2を低植被率立地に依存する種群と位置づけることができる。

第3項 考 察

優占種群の分布図(図27)は、それぞれの種が優占していない場合も含めた種の分布図(図25)と対応している。また、図25と、曾根・野口の群落の分布図(図14)と比較すると、群落標徴種もあるものの、オギ、カワラサイコなどはよく対応している。対応しない種がある原因は、先に述べ

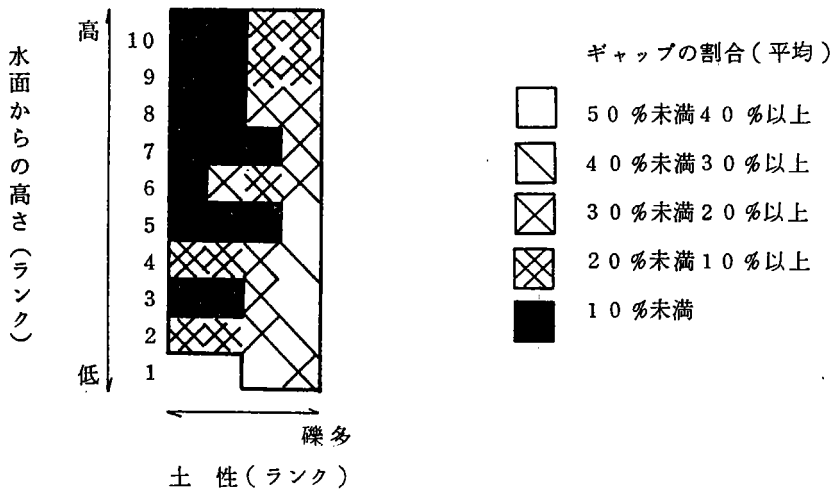


図29 (1) ギャップの水面からの高さとし土性に対する分布

註1) 方形区における植被のすきま。100 - (全植被率)として求めた。

たように、考慮した環境要因が同じではないことであろう。

さて、多摩川河辺植生構成種に3つの種群を推定することの妥当性を結果の項で示した。そこで、この3つの種群の性格をとらえるため、生活型、帰化率という視点から検討を加えてみよう。

3つの種群の生活型組成を、ラウンケアの休眠型によって分類して図30に示した。夏期一年生植物係数(Thsの割合)は、種群1、種群2、種群3の順に減少している。微小地上植物係数(Nの割合)は、逆に種群1、種群2、種群3の順に増加している。地中植物係数(Gの割合)すなわち冬に地上部が枯死する多年草(主に大型)の割合は種群3で高い。したがって種群1は夏季一年草が主体、種群2は冬にも地上部が残る小型多年草と冬季一年草とが主体、種群3は大型多年草と木本とが主体であると性格づけできる。種の寿命と立地の安定性との間には相関があると一般に考えられているから、種群1は、不安定な立地の植物、種群3は、かなり安定した立地の植物であるということになる。

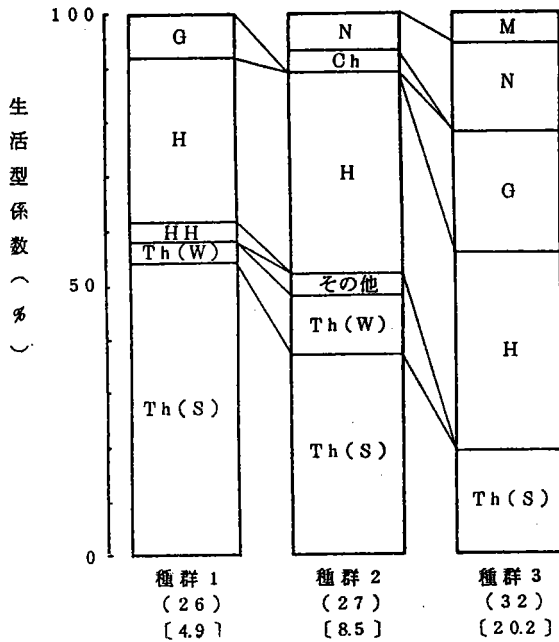


図 30 クラスタ分析で得られた 3 種群の生活型組成

()内：各種群の所属種数、[]内：遷移度、M：小型地上植物、N：微小地上植物、Ch：地表植物、H：接地植物、G：地上中植物、Th(s)：夏季一年生植物、Th(w)：冬季一年生植物、HH：水湿植物、その他：コケ植物

遷移度は、沼田(1978)による。構成種の寿命は、M、Nを100年、HH、Ch、H、Gを10年、Th(w)を2年、Th(s)を1年とし、「その他」は平均の計算から除外した。

3つの種群の間の関係を、構成種の寿命による遷移の指標である沼田(1978)の遷移度(図30註)で比較する。遷移度は、種群1、種群2、種群3の順に増大しているので、この指標に従えば、種群1→種群2→種群3の遷移系列を推定できる。先に述べた立地の安定性も、種群1→種群2→種群3の順に増大することになる。

帰化率を比較(図31)すると、種群1、種群2、種群3の順に減少している。種群1には、帰化植物以外にも、史前帰化植物(前川1943)として農耕と結びついて分布を拡大してきた種が多いので、史前帰化植物も考慮して、在来植物の割合を計算したところ種群間の差が非常に大きく、種群1、種群2、種群3の順に増大している。

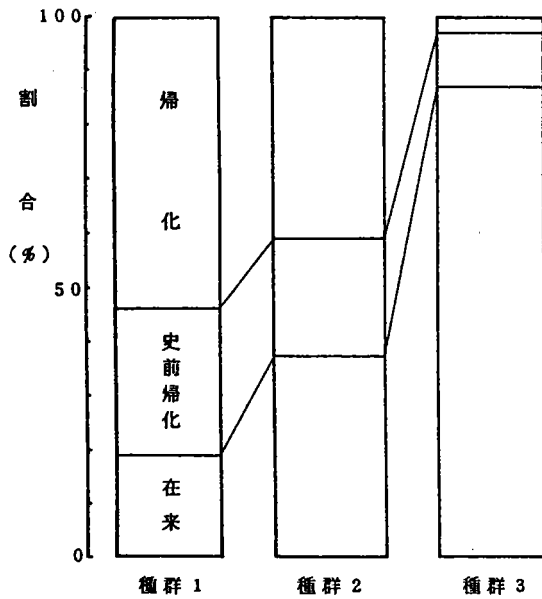


図3.1 クラスタ分析で得られた3つの種群における、帰化植物、史前帰化植物¹⁾の割合

註 1) 前川(1943)による

帰化植物：江戸時代以降に日本に人為的に侵入した種。

史前帰化植物：農耕と結びついて、分布を拡大し、かなり古くから日本に分布する種。

在来植物：上記の2つに、属さない種。

種群3は、ほとんどの構成種が在来であるという顕著な特徴をもっている。

まとめてみると、方形区に対する分布から得た3つの種群は、かなり異なった性格をもっていた。

第6章 総合討論

多摩川河辺植生のフロラが豊かであることを3章で示した。このような植生においては植物の種間競争という生物間相互作用が種の分布を決めていると考えがちである。しかし、水面からの高さや土性との2つの無機環境を考慮することで、植物の分布をかなりよく整理することができた。この2つの無機環境に優占種が対応して分布していた(図27)ことから、無機環境に優占種が対応して分布し、その他の種はその優占種に対応して分布しているとして、上記の分布を説明できる。後者の対応付けは今後の課題である。この2つの無機環境に対応する主成分分析の第1主成分、第2主成分の寄与率がそれ程大きくないのは、2つの無機環境と間接的に関係している種が多いためであると言うことができよう。

一般に構成要素が多すぎることは研究を困難にする。本研究ではこの困難さを多変量解析の手法で克服することによって、フロラの豊かさを、植物の分布を決めている種の戦略を研究する上での利点に変えることができた。

イギリスでは、そのフロラが日本より単純なため、種の分布が環境との相関としてかなりよく把握されていて、それを基礎資料として、種群を比較する研究が盛んに行なわれている(例えばGrime 1979)。それが可能なのは、定量的な分布調査の蓄積がある(Grime and Lloyd 1972)ためである。

本研究において種の分布の実態をかなり定量的に把握できたことによって、その把握した分布に基づいて材料とする種を決めることが可能になった。

謝 辞

曾根伸典氏(石勝エクステリア)には、我々の多摩川研究のきっかけとなった講義をしていただいたのを初めとして、その後5年後の今日に到るまで貴重なご助言をいただいていた。さらに本論文においては未発表資料の引用を許していただいた。ここに深く感謝する。

本研究は多くの方々のご好意の上に成り立っているので、ここに感謝の意を表したい。財団法人とうきゅう環境浄化財団には、研究費の助成をしていただいた。建設省京浜工事事務所には、内部資料の閲覧及び、水文学的資料の理解のための指導を受けた。東京都水道局、公害局には資料の閲覧の便宜を図っていただいた。東京農工大学波丘地実験所及び小川潔氏(東京学芸大学)には、現地調査の根拠地を与えていただいた。富士堯氏(日野4中)には未発表資料の引用を許していただいた。

調査計画及び解析に当って、福田裕史氏(南島飾高)、可知直毅氏(国立公害研)、岡崎芳次氏(東京大学)の援助を受けた。

さらに 現地調査には、下記の人たちに協力していただいた。上記の岡崎氏、辻淑子氏(お茶の水女子

大)、井坂立子氏(女子栄養大)、竹中明夫氏、村上哲明氏、塚田義人氏、根本泰行氏、高嶋幹夫氏(東京大学)、小野敏生氏(京浜女子商業高)、安田智子氏(鎌倉高)。

最後に、研究開始以来、終始励ましと助言と努力とを提供していただいた東京大学理学部植物学教室生態学研究室の皆様には謝意を表したい。

本研究を支援して下さった皆様に心からお礼を申し上げます。ご好意に報いるため、今後の研究に一層の発展を期したい。

摘 要

植生図の解析によると、都市河川多摩川の河辺植生は、都市の中のそのほかの植生と比較して、フロラが豊かである。そのフロラの豊かさは、立地の多様さに由来する可能性が高い。

そこで、立地と種との関係を明らかにするために植生調査を行なった。方形区に対する種の出現挙動を基礎データとしてクラスター分析によって、多摩川河辺植生構成種を3種群に分類した。方形区の主成分分析によって抽出した第1、第2主成分は、方形区の土性、水面からの高さそれぞれ対応していたので、この2つの環境要因を軸として直接傾度分析を行なった。直接傾度分析によって得られた種の分布様式によって種をグループ分けしたところ、先の3種群とよく対応していた。

直接傾度分析および主成分分析の結果に基づいて3種群の性格付けを行なうと次のようになる。種群1は水際の礫質の裸地と結びついた種が主体。種群2は、水面からの高さの高い礫質の立地の種が主体。種群3は、水面からの高さの高い、土性の細かい立地の種であると言える。

引 用 文 献

- AGNEW, A. D. Q. 1961. The ecology of Juncus effusus L. in North Wales. J. Ecol., 49: 83-102.
- AUSTIN, M. P. & GREIG-SMITH, P. 1968. The application of quantitative methods to vegetation survey. II. some methodological problems of data from rain forest. J. Ecol. 56:827-844.
- , ASHTON, P. S. & GREIG-SMITH, P. 1972. III. a re-examination of rain forest data from Brunei. J. Ecol., 60:305-324.
- CALDER, D. M. 1961. plant ecology of subalpine shingle river-beds in Canterbury, New Zealand. J. Ecol., 59:581-594.
- CLEMENTS, F. E. 1916. Plant Succession, 205 pp., Hafner Press, New York.
- FENNER, M. 1980. The inhibition of germination of Bidens pilosa seeds by leaf canopy shade in some natural vegetation types. New phytol., 84:95-101.
- 富士 堯. 1977. 無題. 「帰化植物——雑草の文化史——」(長田武正・富士堯)、98—151、保育社、大阪。
- 富士 堯・曾根伸典. 1976. 日野市の植生、70PP.、日野市、東京。
- GRIME, J. P. 1978. Interpretation of small-scale patterns in the distribution of plant species in space and time, In "Structure and Functioning of Plant Populations" (ed. FREYSEN, A. H. & WOLDENDORP, J. W.): 101-124, North-Holland Publishing Company, Amsterdam.
- . 1979. Plant Strategies and Vegetation Processes, 222 pp., John Wiley & Sons, Chichester.
- & LLOID, S. 1973. An Ecological Atlas of Grassland Plants, 192pp., Edward Arnold London.
- 波田善夫. 1972. 瀬野川の河床植生、広島大学生物学会誌、39:18-21.
- 林知己夫・樋口伊佐夫・駒沢 勉. 1970. 情報処理と統計数理、400PP.、産業図書、東京
- 平尾経信. 1941. 洪水後の河原の植生、日本林学会誌、23:8-13.
- 日立製作所. 1979a. HI TAC VOS1/VOS2/VOS3 数量化理論 プログラムパッケージ PPSS機能編、220PP.、日立製作所、横浜。
- . 1979b. HI TAC VOS2/VOS3 拡張統計計算プログラムパッケージ BMDP 機能編 第2分冊——Mシリーズ(多変量解析)、236PP.、日立製作所、横浜。
- 堀川芳雄・奥富 清. 1959. 三段峡の峡谷植生. 「三段峡と八幡高原」、181-194、広島県教育委員会、広島。
- 井手久登・亀山 章・武内和彦・井上康平・棟久郁子. 1975. 道路周辺植生の群落構造的考察——青木ヶ原国道139号における事例、応用植物社会学研究、4:26-54.

- 飯泉 茂・菊池多賀夫. 1980. 植生群落とその生活、201PP.、東海大学出版会、東京。
- ・内藤俊彦・石川慎悟. 1975. 広瀬川の植生と植物相。「広瀬川流域植生調査報告書」89PP.、仙台。
- 伊藤秀三. 1979. 植生学における多様性概念———展望と課題. 生物科学、31:200-209.
- 岩月善之助・水谷正美. 1974. 原色日本藓苔類図鑑、405PP.、保育社、大阪。
- 香川 匠. 1941. 河畔樹林の群落学的研究. 生態学研究、7:89-107.
- 金井郁夫. 1979. 自然観察の方法、204PP.、講談社、東京。
- 神崎 巍. 1975. 河辺植物社会、「福岡県植物誌」:152-158. 福岡県高等学校生物研究会、福岡。
- 加藤 迪. 1973. 都市が減ぼした川. 207PP.、中央公論社、東京。
- 建設省京浜工事事務所. 1974. 多摩川洪水痕跡調査測量成果、川崎。
- . 1975. 多摩川定期縦横断面測量図、川崎。
- . 1980. 多摩川河川環境管理計画報告書、265PP.、川崎。
- 北村四郎・村田 源・堀 勝. 1957. 原色日本植物図鑑(上)、297pp.、保育社、大阪。
- . ———. 1961. 同上(中)、390pp.、同上、同上。
- . ———. 小山鉄夫. 1964. 同上(下)、464PP.、同上、同上。
- KOPECKÝ, K. 1965. Einfluss der Ufer- und Wassermakrophyten-Vegetation auf die Morphologie des Fluss-bettes einiger tschechoslowakischer Flüsse. Arch. Hydrobiol., 61:137-160.
- . 1966. Ökologische Hauptunterschiede zwischen Röhrichtgesellschaften fließender und stehender Binnengewässer Mitteleuropas. Folia Geobot. Phytotax., 1:193-242
- . 1967. Die flussbegleitende Neophytengesellschaft *Impatiens-Solidaginetum* in Mittelmähren. Preslia, 39:151-166.
- . 1968. Zur Polemik über die phytozönologische Erfassung der Flussröhrichtgesellschaften Mitteleuropas. Preslia, 40:397-407.
- . und HEJNY, S. 1965. zur Stellung der Flussröhrichte des *Phalaridion arundinaceae*-Verbandes in mitteleuropäischen phytocoenologischen System. Preslia, 37:320-325.
- 栗田精一. 1943. 河原植物群落の生態学的研究、特に洪水が植群に及ぼす影響に就て、生態学研究、9:125-138、199-223.
- 前川文夫. 1943. 史前帰化植物について、植物分類地理、13:274-279.
- 三宅一郎・山本嘉一郎. 1976. SPSS統計パッケージI基礎編、263PP.、東洋経済新報社、東京。
- . 中野嘉弘・水野欽司・山本嘉一郎. 1977. 同上II解析編、318PP.、同上。
- 南川 幸. 1963. 矢作川水系河原植物群落の植物群落生態学的研究。「矢作川の自然」、188-250、名古屋女学院短期大学生生活科学研究所、名古屋。

- . 1979. Phytosociological studies of the vegetation on the dry beds of the River NAGARA and its tributaries, In "Vegetation and Landscape Japans" (ed. Miyawaki, A. and Okuda, S.): 281-288. Yokohama Phytosociological Society, Yokohama.
- MIYAWAKI, A. und OKUDA, S. 1972. Pflanzensoziologische Untersuchungen über Auen-vegetation des Flusses Tama bei TOKYO, mit einer vergleichenden Betrachtung über die Vegetation des Flusses Tone. *Vegetatio*, 24: 229-311.
- 宮本憲一. 1980. 都市と経済, 144 pp., 日本放送出版協会, 東京.
- MOOR, M. 1958. Pflanzengesellschaften schweizerischer Flussauen. *Mitt. Schweiz. Anst. forstl. Versuchsw.*, 34: 221-360.
- . 1969. Zonation und Sukzession am Ufer stehender und fliessender Gewässer. *Vegetatio*, 17: 26-32.
- 森田英代. 1980. 多摩川河川環境管理計画案をめぐって。人と自然, 9: 12-16.
- 中西弘樹・関 太郎. 1979. 小瀬川の河辺植生, 「弥栄峡の自然」(名勝弥栄峡総合学術調査団). : 397-422, 名勝弥栄峡総合学術調査委員会, 広島—山口.
- 中野治房. 1910. 中部利根河岸の植物生態に就て, 植物学雑誌, 277: 27-35.
- . 1944. 草原の研究, 208PP., 岩波書店, 東京.
- 猶原恭爾. 1936. 阿武隈川河原植物群落の生態学的研究. 生態学研究, 2: 180-191, 306-318.
- . 1937. 同上 同上, 3: 35-46.
- . 1945. 荒川河原植物群落の生態学的研究並に其の治水植栽と高水敷牧場化. 資源科学研究叢書, 8: 1-155.
- 西上一義・丸山 敏. 1973. 江ノ川河岸植生におよぼした洪水の影響. 山蔭文化研究紀要, 13: 71-89.
- . ———. 杉村喜則. 1974. 江ノ川河岸植生の洪水後の回復. 同上, 14: 79-86.
- 沼田 真. 1978. 遷移度概念とその適用. 「植物生態論集」(吉岡邦二博士追悼論文集出版会編), 60-70. 東北植物生態談話会, 仙台.
- 奥田重俊. 1972. 多摩川の現状——河辺植生, *Urban Kubota*, 7: 22-23.
- . 1973. 多摩川中流部の河辺植生の現状, 浅川合流点付近現存植生図解説, 16 pp., 東京都公害局内部資料.
- . 1976. 多摩川流域の植生と植生図, 「多摩川流域自然環境調査報告書第一次調査」, 220-300, 財団法人とうきゅう環境浄化財団, 東京.
- . 1978. 関東平野における河辺植生の植物社会学的研究, 横浜国立大学環境科学センター紀要, 4: 43-112.
- . 藤間照子・井上香世子・箕輪隆一. 1977. 多摩川流域現存植生図 1: 50000, 財団法人とうきゅう環境浄化財団, 東京.
- . 望月陸夫(編). 1978. 日本植生便覧, 至文堂, 東京.

- ・曾根伸典．1979. 現存植生図の応用による多摩川流域の環境解析、「多摩川流域自然環境調査報告書第三次調査」、177-218、財団法人とうきゅう環境浄化財団、東京。
- ・———・藤間照子・富士 堯．1979. 多摩川河川敷現存植生図1:5000、同上。
- 奥野忠一・久米 均・芳賀敏郎・吉澤 正．1971. 多変量解析法、430 pp.、日科技連出版社、東京。
- ・芳賀敏郎・矢島敬二・奥野千恵子・橋本茂司・古河陽子．1976. 統多変量解析法、299 pp.、同上。
- 奥富 清・辻 誠治・吉川順二・曾根伸典．1975. 府中市の植生、72 pp.、府中市、東京。
- 大場達之．1973. 多摩川、日野附近の植生、20 pp.、東京都公害局内部資料。
- 大井次三郎．1965. 日本植物誌 シダ編、244 pp.、至文堂、東京。
- ．1975. 日本植物誌 顕花編、1582 pp.、同上。
- 大森雄二．1978. 植生調査その後、日野の自然、76:4-5。
- ．1979. 植生調査その後(4) 浅川(高幡橋から一番橋まで)、同上、79:2-3。
- 長田武正．1976. 原色日本帰化植物図鑑、425 pp.、保育社、大阪。
- SEIBERT, P. 1958. Die Pflanzengesellschaften in Naturschutzgebiet "Pupplinger Au". *Landsch. -Pfl. und Vegetationskunde*, 1:1-79.
- 品田 穰．1978. 都市の人間環境、「都市環境入門」(半谷高久・松田雄孝編)、164-182、東海大学出版会、東京。
- ．1980. ヒトと緑の空間、209 pp.、同上。
- シュミットヒューゼン、J. 1959. (宮脇 昭訳、1968.) 植生地理学、307 pp.、朝倉書店、東京。
- 曾根伸典．1973. 多摩川域の植物分布——府中市域、「府中市自然調査報告(第4次調査)」:12-31、府中市教育委員会、東京。
- ．1977. 阿武隈川源流地域における河畔の草原植生、「昭和51年度自然環境保全の観点からみた環境管理手法および土地利用計画策定に関する基礎研究」:47-52、環境庁、東京。
- ・野口恵子．1976. 河辺環境の諸要因に対して河辺植生の指標性を求める研究(1)——河辺植生と土壌条件、「多摩川流域自然環境調査報告書第2次調査」:91-150、財団法人とうきゅう環境浄化財団、東京。
- 鈴木由告・秋山好則．1975. 会津大川の河原群落の観察例、「植物生態の観察と研究」(沼田真編):205-208、東海大学出版会、東京。
- 高橋 裕・阪口 豊．1980. 日本の川、「日本の自然」:219-230、岩波書店、東京。

- 多摩川1975編集委員会. 1975. 多摩川'75資料編:137pp.、財団法人とうきゅう環境浄化財団、東京.
- 東京都. 1979. 河川改変状況調査票——多摩川、「環境庁委託第2回自然環境保全基礎調査、河川調査報告書」:5-6、東京.
- 津田松苗. 1964. 汚水生物学、258pp.、北隆館、東京.
- 湧井史郎. 1976. 多摩川における人為的環境変化が河辺の植生に与える影響、「多摩川自然環境調査報告書第1次調査」:301-345、財団法人とうきゅう環境浄化財団、東京.
- WHITTAKER, R. H. 1972. Evolution and measurement of species diversity. *Taxon*, 21:213-251.
- . 1973a. Direct gradient analysis, Inⁿ Handbook of vegetation Science 5 Ordination and Classification of Communitiesⁿ (ed. WHITTAKER, R. H.):7-52, Dr. W. Junk b. v. -Publishers-The Hague, Groningen.
- . 1973b. Dominance-types, Inⁿ Handbook of vegetation Science 5 Ordination and Classification of Communitiesⁿ (ed. WHITTAKER, R. H.):387-402, Dr. W. Junk b. v. -Publishers-The Hague, Groningen.
- ザイゼル、H. 1947. (木村 定・安田三郎訳.1962.)数字で語る、247PP.、東洋経済新報社、東京.

和名学名対照表

1. アオウキクサ	<u>Lemna paucicostata</u> Hegelm.
2. アオスゲ	<u>Carex breviculmis</u> R. Br.
3. アカネ	<u>Rubia akane</u> Nakai
4. アキノノゲシ	<u>Lactuca indica</u> Linn. var. <u>laciniata</u> (O. Kuntze) Hara
5. アキメヒシバ	<u>Digitaria violascens</u> Link
6. アシカキ	<u>Leersia japonica</u> Makino
7. アズマネザサ	<u>Arundinaria chino</u> (Fr. et Sav.) Makino
8. アゼナルコ	<u>Carex dimorpholepis</u> Steud.
9. アブラガヤ	<u>Scirpus wichurae</u> Bockl.r.
10. アメリカセンダングサ	<u>Bidens frondosa</u> Linn.
11. アメリカネナシカズラ	<u>Cuscuta pentagona</u> Engelm.
12. アレチウリ	<u>Sicyos angulatus</u> Linn.
13. アレチギンギン	<u>Rumex conglomeratus</u> Murr.
14. イ	<u>Juncus effusus</u> Linn. var. <u>decipiens</u> Buchen.
15. イイギリ	<u>Idesia polycarpa</u> Maxim.
16. イシミカワ	<u>Polygonum perfoliatum</u> Linn.
17. イタドリ	<u>Polygonum cuspidatum</u> Sieb. et zucc.
18. イチゴツナギ	<u>Poa sphondylodes</u> Trin.
19. イヌエンジュ	<u>Maackia amurensis</u> Rupr. et Maxim. var <u>buengeri</u> (Maxim.) C. K. Schn.
20. イスガラシ	<u>Rorippa indica</u> (Linn.) Hochr.
21. イヌキタイモ	<u>Helianthus strumosus</u> Linn.
22. イヌコウジュ	<u>Mosla punctulata</u> (J. F. Gmel.) Nakai
23. イヌコリヤナギ	<u>Salix integra</u> Thunb.
24. イヌドクサ	<u>Equisetum ramosissimum</u> Desf. var. <u>japonicum</u> Milde
25. イヌビユ	<u>Amaranthus lividus</u> Linn.
26. イヌホウズキ	<u>Salanum nigrum</u> Linn.
27. イヌムギ	<u>Bromus catharticus</u> Vahl.
28. イボクサ	<u>Aneilema Keisak</u> Hassk.
29. イボタノキ	<u>Ligustrum obtusifolium</u> Sieb. et Zucc.
30. ウキクサ	<u>Spirodela polyrhiza</u> (Linn.)Schleid.

31. ウシハコベ Stellaria aquatica (Linn.) Scop.
32. ウシノシツペイ Hemarthria sibirica (Gandog.) Ohwi
33. ウツギ Deutzia crenata Sied. et Zucc.
34. ウナギツカミ Polygonum sieboldii Meisn.
35. ウマノアシガタ Ranunculus japonicus Thunb.
36. エゾノギンギン Rumex obtusifolius Linn.
37. エノキ Celtis sinensis Pres. var. japonica (Plauch.) Nakai
38. エノキグサ Acalypha australis Linn.
39. エノコログサ Setaria viridis (Linn.) Beauv.
40. オオアレチノギク Erigeron sumatrensis Retz.
41. オオアワガエリ Phleum pratense Linn.
42. オオアワダチソウ Solidago gigantea Ait. var. leiephylla Fern.
43. オオイヌタデ Polygonum lapathifolium Linn.
44. オオイヌノフグリ Veronica persica Poir.
45. オオオナモミ Xanthium canadense Mill.
46. オオクサキビ Panicum dichotomiflorum Michx.
47. オオケタデ Polygonum orientale Linn.
48. オオニシキソウ Euphorbia maculata Linn.
49. オオバコ Plantago asiatica Linn.
50. オオフタバムグラ Diodia teres Walt.
51. オオマツヨイグサ Oenothera erythrosepala Borbas
52. オガルカヤ Cymbopogon tortilis (Presl.) Hitchc. var. goeringii (Steud.) Han. -Mazz.
53. オギ Miscanthus sacchariflorus (Maxim.) Benth.
54. オトコヨモギ Artemisia japonica Thunb.
55. オニウシノケグサ Festuca arundinacea Schreb.
56. オニグルミ Juglans ailanthifolia Carr.
57. オニタバコ Youngia japonica (Linn.) DC.
58. オニドコロ Dioscorea tokoro Makino
59. オニノゲン Sonchus asper (Linn.) Hill
60. オノエヤナギ Salix sachalinensis Fr. Schm.

61. オヘビイチゴ Potentilla kleiniana Wight et Arnott
62. オヤブジラミ * Torilis scabra (Thunb.) DC.
63. オランダガラシ Nasturtium officinale R. Br.
64. オランダミミナグサ Cerastium glomeratum Thuill.
65. ガガイモ Mataplexis japonica (Thunb.) Makino
66. カキドオシ Glechoma hederacea Linn. var. grandis (A. Gray) Kudo
67. カゼクサ * Eragrostis ferruginea (Thunb.) Beauv.
68. カタバミ Oxalis corniculata Linn.
69. カテンソウ Nanocnide japonica Blume
70. カナビキソウ Thesium chinense Turcz.
71. カナムグラ Humulus japonicus Sieb. et Zucc.
72. ガマ * Typha latifolia Linn.
73. ガマズミ Viburnum dilatatum Thunb.
74. カモジグサ Agropyron tsukushiense (Honda) Ohwi var. transiens (Hack.) Ohwi
75. カラスウリ Trichosanthes cucumeroides (ser.) Maxim.
76. カラムシ Boehmeria nipononivea Koidz.
77. カワジサ Veronica undulata wall.
78. カワラケツメイ Cassia nomanensis (Sieb.) Honda
79. カワラサイコ Potentilla chinensis Ser.
80. カワラナデシコ Dianthus superbus Linn. var. longicalycinus (Maxim.) Williams
81. カワラニガナ Ixeris tamagawaensis (Makino) Kitam.
82. カワラノギク Aster kantoensis Kitam.
83. カワラハハコ Anaphalis margaritacea (Linn.) Benth. et Hook. var. yedoensis (Franch. et Savat.) Ohwi
84. カワラヨモギ Artemisia capillaris Thunb.
85. キクイモ Helianthus tuberosus Linn.
86. キササゲ Catalpa ovata G. Don
87. ギンギン Rumex japonicus Houtt.
88. キツネアザミ * Hemistepta lyrata Bunge
89. キツネノボタン * Ranunculus quelpaertensis Leveille
90. キツネノマゴ Justicia procumbens Linn. var. leucantha Honda (sens. mit.)

91. キンエノコログサ Setaria glauca(Linn.) Beauv.
92. キンミズヒキ Agrimonia pilosa Ledeb.
93. クコ Lycium chinense Mill.
94. クサイ Juncus tenuis Willd.
95. クサギ Clerodendrum trichotomum Thunb.
96. クサノオウ Chelidonium majus Linn. var. asiaticum(Hara) Ohwi
97. クサボケ * Chaenomeles japonica(Thunb.) Spach
98. クサヨシ Phalaris arudinacea Linn.
99. クズ Pueraria lobata(Willd.) Ohwi
100. クララ Sophora flavescens Aiton
101. クワモドキ Ambrosia trifida Linn.
102. ケアリタソウ Chenopodium ambrosioides Linn.
103. ケイヌビエ Echinochloa Crus-galli P. Beauv. var. caudata Kitagawa
104. ケヤキ Zelkova serrata(Thunb.) Makino
105. ゲンノショウコ Geranium thunbergii Sied. et Zucc.
106. コアカザ Chenopodium ficifolium Smith
107. コアカソ Boehmeria spicata(Thunb.) Thunb.
108. ゴウシュウアリタソウ Chenopodium pumilio R. Br.
109. コウゾリナ Picris hieracioides Linn. var. glabrescens(Regel) Ohwi
110. コオニタビラコ * Lapsana apogonoides Maxim.
111. コゴメガヤツリ Cyperus iria Linn.
112. コセンダングサ Bidens pilosa Linn.
113. コナスビ Lysimachia japonica Thunb.
114. コナラ Quercus serrata Thunb.
115. コハコベ Stellaria media(Linn.) Villars
116. コブナグサ Arthraxon hispidus(Thunb.) Makino
117. コマツナギ Indigofera pseudo-tinctoria Matsum.
118. コマツヨイグサ Oenothera laciniata Hill
119. コメツブツメクサ Trifolium dubium Sibth.
120. コモチマンネングサ * Sedum bulbiferum Makino

121.	サナエタデ		<u>Poligonum scabrum</u> Moench
122.	サンカクイ		<u>Scirpus triqueter</u> Linn.
123.	シソ		<u>Perilla frutescens</u> (Linn.)Britton var. <u>crispa</u> (Thunb.)Deane forma <u>viridis</u> (Makino)Makino
124.	シナダレスズメガヤ		<u>Eragrostis curvula</u> (Schrad.)Nees
125.	シバ		<u>Zoysia japonica</u> steud.
126.	ジュズダマ		<u>Coix lacryma-jobi</u> Linn.
127.	シラスゲ *		<u>Carex doniana</u> Spreng.
128.	シロアカザ		<u>Chenopodium album</u> Linn.
129.	シロツメクサ		<u>Trifolium repens</u> Linn.
130.	スイカズラ		<u>Lonicera japonica</u> Thunb.
131.	スカシタゴボウ		<u>Rorippa islandica</u> (oeder)Borbás
132.	スギナ		<u>Equisetum arvense</u> Linn.
133.	ススキ		<u>Miscanthus sinensis</u> Anderss.
134.	スズメウリ		<u>Melothria japonica</u> (Thunb.)Maxim.
135.	スズメノエンドウ *		<u>Vicia hirsuta</u> (Linn.)S. F. Gray
136.	スズメノチャヒキ		<u>Bromus japonicus</u> Thunb.
137.	スズメノカタビラ *		<u>Poa annua</u> Linn.
138.	スズメノテッポウ *		<u>Abpecurus aequalis</u> Sobol. var. <u>amurensis</u> (Komar.)Ohwi
139.	スズメノヤリ *		<u>Luzula capitata</u> (Mig.)Mig., ap. Komar.
140.	スナゴケ		<u>Rhacomitrium canescens</u> (Hedw.)Brid.
141.	スベリヒユ *		<u>Portulaca olercea</u> Linn.
142.	セイタカアワダチソウ		<u>Solidago altissima</u> Linn.
143.	セイヨウタンポポ		<u>Taraxacum officinale</u> Weber
144.	セリ		<u>Oenanthe javanica</u> (Blume)DC.
145.	セリバヒエンソウ		<u>Delphinium anthriscifolium</u> Hance
146.	タカサブロウ		<u>Eclipta prostrata</u> (Linn.)Linn.
147.	タガラシ *		<u>Ranunculus sceleratus</u> Linn.
148.	タケニグサ		<u>Macleaya cordata</u> (Willd.)R. Br.
149.	タコノアシ		<u>Penthorum chinense</u> Pursh
150.	タチイヌノフグリ *		<u>Veronica arvensis</u> Linn.

151. タチツボスミレ Viola grypoceras A. Gray
152. タチヤナギ Salix subfragilis Anders.
153. タツナミソウ Scutellaria indica Linn.
154. タネツケバナ Cardamine flexuosa With.
155. タビラコ Trigonotis peduncularis(Trevir.)Benth.
156. タマガヤツリ Cyperus difformis Linn.
157. タラノキ Aralia elata(Miq.) Seemann
158. チガヤ Imperata cylindrica (Linn.) Beauv. var. koenigii
(Retz.) Durand et Schinz.
159. チョウジタデ Ludwigia prostrata Roxb.
160. ツタ Parthenocissus tricuspidata(Sieb. et Zucc.) Planch.
161. ツボミオオバコ Plantago virginica Linn.
162. ツメクサ Sagina japonica (SW.) Ohwi
163. ツユクサ Commelina communis Linn.
164. ツルウメモドキ Celastrus orbiculatus Thunb.
165. ツルボ Scilla scilloides (Lindl.) Druce
166. ツルマメ Glycine soja Sieb. et Zucc.
167. ツルマンネングサ * Sedum sarmentosum Bunge
168. ツルヨシ Phragmites japonica Steud.
169. テリハノイバラ Rosa wichuraiana Crep.
170. テンツキ sp. Fimbristylis sp.
171. トキホコリ Elatostema densiflorum Franch. et Savat.
172. ドクダミ Houttuynia cordata Thunb.
173. トダシバ Arundinella hirta (Thunb.) C. Tanaka
174. トボシガラ Festuca parvigluma Steud.
175. ナガバギシギシ Rumex erispus Linn.
176. ナガハグサ Poa pratensis Linn.
177. ナギナタガヤ Festuca myuros Linn.
178. ナギナタコウジュ Elsholtzia ciliata (Thunb.) Hylander
179. ナズナ Capsella bursa-pastoris(Linn.) Medik.
180. ナワシロイチゴ Rubus parvifolius Linn.

181.	ニシキソウ	<u>Euphorbia pseudochamaesyce</u> Fisch. ,Mey. , et Lallem.
182.	ニリンソウ	<u>Anemone flaccida</u> Fr. Schm.
183.	ニワトコ	<u>Sambucus sieboldiana</u> Blume, ex Graebn.
184.	ニワホトリ	<u>Eragrostis multicaulis</u> Steud.
185.	ヌスビトハギ	<u>Desmodium oxyphyllum</u> DC.
186.	ヌルデ	<u>Rhus javanica</u> Linn.
187.	ネコハギ	<u>Lespedeza pilosa</u> (Thunb.) Sieb. et Zucc.
188.	ネジバナ	<u>Spiranthes sinensis</u> (Pers.) Ames
189.	ネムノキ	<u>Albizia julibrissin</u> Durazz.
190.	ネズミノオ	<u>Sporobolus indicus</u> (Linn.) R. Br., sensu lato
191.	ネズミムギ	<u>Lolium multiflorum</u> Lamarck
192.	ノイバラ	<u>Rosa multiflora</u> Thunb.
193.	ノカラマツ	<u>Thalictrum simplex</u> Linn. var. <u>brevipes</u> Hara
194.	ノカンゾウ	<u>Hemerocallis longituba</u> Miq.
195.	ノゲン	<u>Sonchus oleraceus</u> Linn.
196.	ノコンギク	<u>Aster ageratoides</u> Turcz. var. <u>ovatus</u> (Franch. et Savat.) Nakai
197.	ノチドメ	<u>Hydrocotyle maritima</u> Honda
198.	ノビル *	<u>Allium grayi</u> Regel
199.	ノブドウ	<u>Ampelopsis brevipedunculata</u> (Maxim.) Trautv.
200.	ノボロギク	<u>Senecio vulgaris</u> Linn.
201.	ノミノツヅリ	<u>Arenaria serpyllifolia</u> Linn.
202.	ノミノフスマ *	<u>Stellaria alsine</u> Grimm var. <u>undulata</u> (Thunb.) Ohwi
203.	ハイチゴザサ	<u>Isachne nipponensis</u> Ohwi
204.	ハエドクソウ	<u>Phryma leptostachya</u> Linn. var. <u>asiatica</u> Hara
205.	ハキダメギク	<u>Galinsoga ciliata</u> (Raf.) Blake
206.	ハコベホオズキ	<u>Salpichroa rhomboides</u> Miens
207.	ハナイバナ	<u>Bothriospermum tenellum</u> (Hornem) Fisch. et Mey.
208.	ハハコグサ	<u>Gnaphalium affine</u> D. Don
209.	ハリエンジュ	<u>Robinia pseudo-acacia</u> Linn.
210.	ハルジオン	<u>Erigeron philadelphicus</u> Linn.

211.	ハルタデ *	<u>Polygonum persicaria</u> Linn.
212.	ヒエガエリ	<u>Polypogon fugax</u> Steud.
213.	ヒガンバナ	<u>Lycoris radiata</u> (L'Herit.) Herb.
214.	ヒナタイノコズチ	<u>Achyranthes fauriei</u> Lév. et van.
215.	ヒメアシボソ	<u>Microstegium vimineum</u> (Trin.) A. Camus
216.	ヒメイヌビエ	<u>Echinochloa crus-galli</u> (Linn.) Beauv. var. <u>praticola</u> Ohwi
217.	ヒメウキガヤ	<u>Glyceria depauperata</u> Ohwi
218.	ヒメオドリコソウ *	<u>Lamium purpureum</u> Linn.
219.	ヒメジソ	<u>Mosla dianthera</u> (Hamilt.) Maxim.
220.	ヒメシダ	<u>Lastrea Thelypteris</u> (Linn.) Bory
221.	ヒメジヨオン	<u>Erigeron amuus</u> (Linn.) Pers.
222.	ヒメスイバ	<u>Rumex acetosella</u> Linn.
223.	ヒメムカシヨモギ	<u>Erigeron canadensis</u> Linn.
224.	ヒメヤブラン *	<u>Liriope minor</u> (Maxim.) Makino
225.	ヒルガオ	<u>Calystegia japonica</u> Choisy
226.	ヒレハリソウ	<u>Symphytum officinale</u> Linn.
227.	ビロードモムズイカ	<u>Verbascum thapsus</u> Linn.
228.	ヒロハホウキギク	<u>Aster</u> sp.
229.	フジ	<u>Wisteria floribunda</u> (Willd.) DC.
230.	ブタクサ	<u>Ambrosia artemisiifolia</u> Linn. var. <u>elatior</u> (Linn.) Descourtils
231.	ヘクソカズラ	<u>Paederia scandens</u> (Lour.) Merrill var. <u>mairei</u> (Léveillé) Hara
232.	ヘビイチゴ	<u>Duchesnea chrysantha</u> (Zoll. et Mor.) Miq.
233.	ヘラオオバコ	<u>Plantago lanceolata</u> Linn.
234.	ホウキギク	<u>Aster subulatus</u> Michx
235.	ホソアオゲイトウ	<u>Amaranthus patulus</u> Bertoloni
236.	ホソムギ	<u>Lolium perenne</u> Linn.
237.	ホトケノザ *	<u>Lamium amplexicaule</u> Linn.
238.	ママコノシリヌグイ	<u>Polygonum senticosum</u> (Meisner) Franch. et Savat.
239.	マメグンバイナズナ	<u>Lepidium virginicum</u> Linn.
240.	マルバヤハズソウ	<u>Kummerovia stipulacea</u> (Maxin.) Makino

271. マンテマ sp. Silene sp.
242. ミズキ Cornus controversa Hemsley
243. ミソソバ Polygonum thunbergii Sieb. et Zucc.
244. ミチヤナギ Polygonum aviculare Linn.
245. ミミナグサ Cerastium holosteoides Fries var. hallaisanense
(Nakai) Mizushima
246. ミナトタムラソウ Salvia verbenaca Linn.
247. ミノゴメ Beckmannia syzigachne(Steud.) Fernald
248. ムベ Stauntonia hexaphylla(Thunb.) Decaisne
249. ムラサキエノコログサ Setaria viridis (Linn.) Beruv. forma misera Honda
250. ムラサキケマン Corydalis incisa (Thunb.) Pers.
251. メガルカヤ Themeda japonica (Willd.) C. Tanaka
252. メドハギ Lespedeza cuneata (Du Mont. d. Cours.) G. Don
253. メヒシバ Digitaria adscendens (H. B. K.) Henr.
254. メボタンズル Clematis apiifolia DC. var. biternata Makino
255. メマツヨイグサ Oenothera biennis agg.
256. ヤエムグラ Galium spurium Linn. var. echinospermon (Wallr.) Hayek
257. ヤナギタデ Polygonum hydropiper Linn.
258. ヤハズエンドウ Vicia angustifolia Linn. var. segetalis(Thuill.) Koch
259. ヤハズソウ Kummerovia striata (Thunb.) Schindler
260. ヤブカラシ Cayratia japonica(Thunb.) Gagn.
261. ヤブカンゾウ Hemerocallis fulva(Linn.) Linn. var. Kwanso Regel
262. ヤブジラミ Torilis japonica (Houtt.) DC.
263. ヤブツルアズキ Azukia angularis(Willd.) Ohwi var. nipponensis(Ohwi) Ohwi
264. ヤブヘビイチゴ Duchesnea indica(Andr.) Focke
265. ヤブマメ Amphicarpaea edgeworthii Benth. var. japonica Oliver
266. ヤブラン Liriope platyphylla Wang et Tang
267. ヤマアワ Calamagrostis epigeios (Linn.) Roth
268. ヤマグワ Morus bombycis koidz.
269. ヤマハギ Lespedeza bicolor Turcz. forma acutifolia Matsum.
270. ヤマブキ *

271. ヨウシュヤマゴボウ Phytolacca americana Linn.
272. ヨツバムグラ Galium trachyspermum A. Gray
273. ヨモギ Artemisia princeps Pampan.
274. ワレモコウ Sanguisorba officinalis Linn.

- 註) 1) 大井(1965、1975)を主として、長田(1976)、北村ほか(1957、1961、1964)岩月・水谷(1974)も併せて用いた。
2) * : 1980年春の調査のみ出現。
3) 1980年春・夏の植生調査で方形区に出現した種を記載した。

補遺 多摩川河川敷管理に対する提言

第1節 多様な価値

多摩川河辺植生のフロラは豊かであって、都市全体のフロラの豊かさへの貢献も大きい。フロラが多様さと、この多様さをもたらした立地の多様さとは、多摩川河川敷に多様な機能をもちうるオープンスペースを作りあげている。この空間は、建築や耕作は河川法によって禁止されているものの、市民誰でもが使用許可を得ることなく使える点で、市民の真の共有空間と言える。市街地では、グラウンド等使用許可なしには使えない空間や、用途の限られた空間、例えば立入禁止の芝生などの、公有空間はあっても、市民が自由に使える共有空間はごく少ないので、多摩川のかなりの面積を有し、かつ多様な機能をもつ可能性を秘めたオープンスペースはきわめて貴重である。また、事故の危険が全くないとは言えないものの、多摩川河川敷は子供たちが制約なしに遊べる場でもある。魚釣り、水遊び、探険ごっこ、堤防法面での尻すべり（禁止されてはいるが）などに河川敷を利用する子供たちも多い。自然観察のフィールドとしても、多摩川河川敷の多様な立地と植生は、またとない素材を提供してくれる。ある小中学生を対象とした自然観察会では、多摩川中流下流の4地点で、年に20回近くの観察会を開催し、数多くの観察テーマの下に、観察や自然を生かした遊びを行なっている（表9）このように自然教育の場としても、多摩川河川敷は幾多の利用の可能性をもっている。

表9 1980年に行なわれた多摩川河川敷における自然観察会のテーマ

日本ナチュラリスト協会1980年定例総会資料より倉本が作成

季節/場所	中流（日野橋是正和泉多摩川）	下流（大師橋）
春	旅鳥、植物 植物検索ゲーム ギンギンのハムシ、ハバチ	旅鳥 アシ笛作り カニ
夏	空き缶でいかだの組立 河原の石 湧水 水生動物	水遊び オリエンテーリング キャンプ
秋	河原の昆虫（バッタなど） 川遊び オギの原っぱの探険 種子散布様式 オリエンテーリング 家作り（材料オギ） アシナガバチの巣	カニ 旅鳥 キクイモ堀り 鳥の足跡の足型取り クラゲの観察
冬	化石さがし カモのぬり絵 すだれ作り（材料オギ） クラフト（材料オギ、オギの穂） 河川敷火災の原因調査	冬鳥 たこ作り（骨組の材料ヨシ）

第 2 節 微妙なバランスの上の多様性

多摩川河辺植生は、現在フロラの多様性に富んでいるものの、この豊かなフロラが、自然の力と人間活動との微妙なバランスの上に成立していることは、本研究で示した通りである。人間活動の影響による、多摩川河辺植生の変化は、図 3 2 の概念図に要約できる。河川敷の全植被率が増大したのは近年のことであって、本来の多摩川は丸石河原だった（金井 1979）。当時は、貧栄養で礫質の裸地、すなわち種群 2 の立地が河川敷全体に広がっていたと考えられる。そこに近年になって種群 1 が侵入し、種群 3 の勢力が拡大したと推測できる（第 5 章第 4 項）。人間活動が現状のまま河辺植生に影響を与え続けるのなら、種群 1 の侵入がさらに進行して、多摩川固有の稀産種をその中を含む種群 2 はますます衰退することが予想され、現在保護が検討されている種群の絶滅の危険性が大きいと言わねばならない。

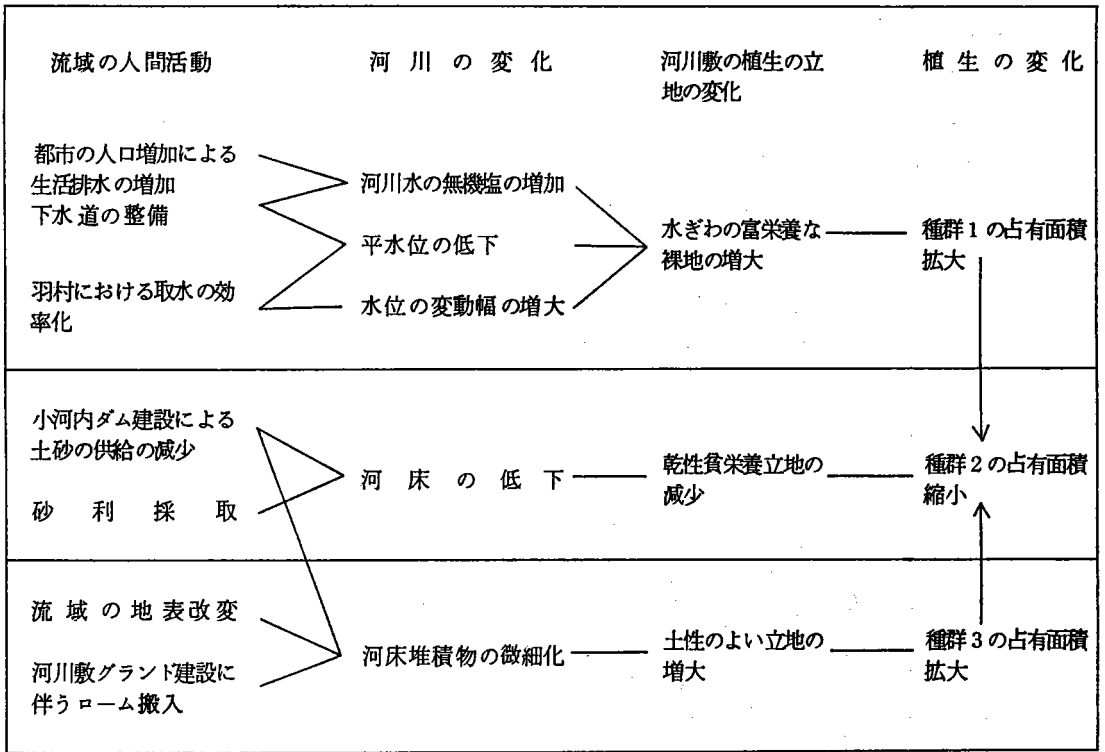


図 3 2 多摩川河辺植生の変化（中流部）

植生の変化が市民と多摩川の関わりを与える影響は、景観の変化と、人々が実際に近づかなくなるという親水性の低下との 2 つに要約できる。品田（1980）は意味微分法を直接バリマックス法の因子分析で処理することによって、植生の人間の視環境評価にかかわる特性を検討し、（草たけの）かなりそろった低い植生で空間量の大きいものが、やすらぎ感が高いと結論している。また、（優占種の）優占度の高い一見すっきりした植相を示す植生の方がやすらぎ感が高いことも示している。この知見に基づいて考えると、土手の上から多摩川を景観として眺めた場合、種群 3 のオギやススキの原は、やすらぎ感の高い植生であると言える。土手の上から眺めると、土手が高いため、十分な空間量が保証され、植

生の質に左右されることなく、やすらぎ感が高いことが期待できるからである。しかし、土手を下りて、河床に立つと状況は一変する。種群3、種群1の群落は、草たけが人の背たけより高くしかも密生する場合も多いので、空間量は小さく、やすらぎ感が低い。また、植生調査でなければ人がはいろいろ密生した群落も多く、今回の調査によって図らずも形成された踏み跡が一般の人の通路として利用されるようになってしまった地点までである。種群2は草たけが低くて空間量が大きいのでやすらぎ感が高く、加えて植被率が低いので、人間の通行も容易である。このように植生によって、水際への近づきやすさは変化する。親水性の低下は、水質汚濁によることはもちろんであるが、それだけによるのではなく、河辺植生の変化にも由来するのである。

第3節 環境管理計画によせて

多摩川河川敷の利用と保全については、首都圏を流れているため、地域住民の数が多という社会的背景があるので、異なる立場からの多くの要求がなされてきた。管理者である国は、個々の要求に個別に対応するという姿勢を改めて、全体についてのマスタープランを作成し、それに基づいて今後の利用と保全の円滑化をはかろうとしている。このマスタープラン（「多摩川河川環境管理計画書」建設省京浜工事事務所1980）に本研究の成果を踏えて論評を加えたい。

第3章で述べたように、河辺植生の多様性は、面積に規定されている。現在、多摩川の川幅は、拝島付近で最大で、それより下流側では狭まっている。これは、過去に、堤防を流路の側に移して、耕地、宅地などの堤内地を増加させてきた歴史の産物であろう。しかし、面積を確保するためには、堤防をこれ以上流路の側に移すようなことなく、河幅を維持する必要がある。これは、マスタープランの中で、洪水対策として河道をこれ以上狭めない「ゆとりある河道計画」をとるとしているので一応問題ないと言えよう。

前節で触れた植生の変化（図33）については、マスタープランの方針の「多摩川らしさの維持」を保障する施策が現実に行なわれるのなら、現在の多様なフロラを維持することが可能であろう。小河内ダムの影響をとり除くことはできないが、水質の保全と平水位を一定水準に保つことによって、種群1のさらなる拡大をくいとめることも可能と思われる。

マスタープランの、機能空間配置計画図及び各ゾーンの整備の方向と模式図を見ると、河川敷の利用区分を細かに規定している。これは植生の多様性を維持していくという点からみて、好ましいとは考えられない。マスタープランにおいても、中水敷の保全の項で、河道を固定的に考えるべきではないとしているように、河川につねに動きを伴うものである。河辺植生は洪水によって変動しながらも、全体としては平衡を保つことこそが本来の姿である（第4章第2節）。したがって、ある特定の稀産種の立地を他と切り離して保護するだけでは、その種を保護することはできない。洪水後、その植生の生育場所が移動して再生する場を確保しておくことがぜひとも必要なのである。そのためには利用区分をあまり細分化しないことと、利用施設を固定的に整備しないで、つねに自然の変化に対応して利用形態を変更できるようにしておくことが、第一に必要なのである。

マスタープランは、本来の河川敷特性を生かした利用をうたっており、河川敷のランドとしての利用を好ましいものとはとらえていない。私もランドとしての利用は好ましくないと考える。ランド

建設による表土の搬入が、植生に影響を与えている可能性は先に示したとおりである。また、植生の占有面積を減少させることによって、植生の多様性を低下させていることも述べた。さらに、造成によって水際が急傾斜になって、人間が水辺に下りられなくなるという影響もある。また、高いグラウンドの存在が視野に入ることで、水辺から見た場合の視環境の低下を招くことにもなる。さらに、許可を得なければ利用できない場合がほとんどで、必ずしも市民が自由に利用できる共有空間とはならない場合が多い。このような理由から、河川敷にグラウンドを新規に建設してはならないし、既存のグラウンドも撤去していくべきである。

堤内地の想定氾濫区域や支川を使って、水と緑のネットワークを作るという構想は、河川敷内部についてだけ考えてきたこれまでの計画よりも、はるかに高く評価できるものの、流域全体、あるいは、東京全体の、自然をとりもどすための再構築がより急務であり、その中に、水と緑のネットワークも位置づけるべきである。現状では、都市の再構築は不可能であるように見えるが、そうではない。昭和55年国勢調査速報によれば、東京都は全国で唯一の人口減少県に転落した。さらに、自然増加率を人口増加率から差し引いた社会増減率は、東京都、大阪府、愛知県の三大都市圏ともマイナスである。(朝日新聞1980年12月19日夕刊)また、三大都市圏の空き家率は現在では10%近い(宮本1980)。そして、都市における人口減少は、広い意味の住環境の貧困によると考えられている。都市が生き残る道は、都市を地域住民が主体となって再構築し、地域に水と緑と土のある共有空間を創出することだと私は考える。現在、都市における市民の自然保護運動は自然の残っている場所の保存運動という従来からの運動に加えて、世田谷、立川などで、自然を創出する運動へと発展している。都市の中の共有空間は、居住地から近いので、そこに多様な利用形態を重層化することができる(品川1978)。都市の中に共有空間がとりもどされたときには、多摩川は都市の一隅のままとまった自然としての様々な機能をもつことになるだろう。