

吉野川の砂洲上におけるヤナギ群落およびアキグミ群落の分布と立地特性

Disuribution of *Salix* spp. and *Elaeagnus umbellata* communities in relation to their stand characteristics on bars in Yoshino River, Shikoku, Japan.

鎌田 磨人* 郡 麻里** 三原 敏* 岡部健士*
Mahito KAMADA Mari KOHRI Satoshi MIHARA Takeshi OKABE

Abstract : Distribution of *Salix* spp. community and *Elaeagnus umbellata* community on bars was surveyed in middle and down reaches of Yoshino River, Shikoku, Japan and recorded on 1:5,000 map. Physical conditions of bars, namely distance from the river mouth, width of bars, mean maximum size of bar-bed materials and elevation, were also detected through field survey and checking cross-sectional data measured by the Ministry of Construction of Japan.

The abundance of both communities at an every bar was quantified by two methods; mesh and line-transect methods. The reliability of line-transect method to know relative abundance of the communities in a large area was confirmed by comparing the results of two methods.

As the result of multiple regression analysis, the abundance of each community could be explained by using some physical factors. The width of *Salix* community appearing on a transect line can be expressed in terms of a bar width and its partial widths divided by elevation intervals of one meter. The width of *Elaeagnus umbellata* can be expressed in terms of mean maximum size of bar-bed materials and the partial widths of a bar divided in every one meter elevation.

Key Words : *Elaeagnus umbellata* community, line-transect method, multiple regression analysis, physical conditions of bars, *Salix* community, Yoshino River

1. はじめに

近年、日本各地の河川では、中・下流域の河道内において植生が著しく繁茂するようになってきている^{1,2,3,4)}。河道管理の立場からは、河道内の植生、特に木本群落の発生・成長は、疎通能障害、水衝部の発生、局所洗掘の進行などの要因として懸念される⁵⁾。その一方で、樹木は州の動きを抑制し、流路を安定させることも考えられる。また、樹木は鳥類などに営巣地やねぐらをを提供することを通して、優れた生態系維持機能を発揮する⁶⁾。

治水・利水に加えて、健全な生態系を維持することも必要とされている現在、河道内の植物群落をそれら両面から適正に管理するための方法を確立することが急がれる。それを合理的に進めるためには、まず、河道内に分布する各植物群落がどのような立地条件の下で成立しているのかを明らかにしたうえで、それら植物群落の動態を予測する必要がある^{7,8)}。

植物群落の分布状態の変化を予測するためには、現在の植物群落の分布状態を定量的に把握しておかなければならない。その時、草本群落あるいは木本群落といった群落の種類(生活型の違い)や、対象とする範囲の広さによって方法論が異なってくる^{9,10,11)}。特に、広範囲にわたる植物群落の分布調査とその定量化には多大な労力を伴うので、それを簡便に行うための方法を考えることが肝要である。

このようなことから、本研究では、吉野川の砂洲上において優占する木本群落であるヤナギ群落とアキグミ群落に着目し、広い範囲を対象とした場合の群落の分布や立地特性を簡便に把握するための方法について、まず検

* 徳島大学 工学部 建設工学科 Department of Civil Engineering, University of Tokushima

** 広島大学大学院 国際協力研究科 Graduate School for IDEC, Hiroshima University

討を行う。そして、両群落の分布を特徴づける立地環境を明らかにしたうえで、物理環境に係わる情報から群落分布を予測することの可能性について考察する。

2. 調査地の概要

調査対象とした吉野川は高知県瓶ヶ森に発し、中央構造線に沿ってほぼ東流して紀伊水道に

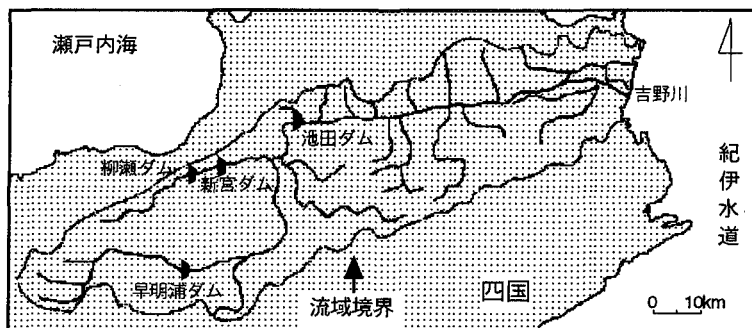


図1. 吉野川の流域図

注ぐ日本有数の河川であり、その流域面積は3,750km²、幹川流路延長は198kmである(図1)。吉野川の岩津地点(河口から約40km)における基本高水流量は24,000m³/sと日本最大であり、その治水が歴史的な重要課題であった。

この河川内には上流域から下流域まで多様な形態の州が発達し、ヤナギ群落やアキグミ群落などの木本群落や、ツルヨシ、ヨシ、オギなどの草本群落が広く分布している¹⁹。また、本河川の州上では、1975年以降に樹木の分布が急速に拡大してきていることが確認されている³。

調査対象としたのは、吉野川河口から78km(池田ダム)までの河道内で、高水敷を除いた範囲(砂州)である。

3. 方法

3-1. 植生図の作成

現地調査により、ヤナギ群落、アキグミ群落の分布を1/5,000地形図に書き込み、それらの分布を把握した。調査は1998年8月、9月に行った。なお、調査範囲内に分布するヤナギ類としてはアカメヤナギが最も優占し、次いでネコヤナギ、そしてタチヤナギやヨシノヤナギ、ジャヤナギなどが混じる。

3-2. メッシュ法による植物群落の分布把握

ヤナギ群落とアキグミ群落の分布を量的に把握するため、群落分布図(1/5,000)から、各州上における両群落の面積を次のように求めた。すなわち、群落分布図に5mmメッシュ(実スケールでは25m)をかぶせ、それぞれの群落が含まれるメッシュ数、および州全体のメッシュ数を数えた(以下、この方法をメッシュ法と呼ぶ)。そして、各群落の面積占有率(%)をそれぞれの州について求めた。メッシュ法は、広範囲を対象とした植物群落の分布を定量的に把握するためには優れた方法であるが^{3,10,11)}、多大な労力を伴うものでもある。なお、対象となった砂洲の数は150個であり、計測したメッシュ総数は30,796個であった。

3-3. ライン・トランゼクト法による植物群落の分布把握

今後の調査の簡便化を図るために、次のような方法について検討した。まず、建設省が河口から200mごとに設置している定期横断測量面に着目した。そして、群落分布図上で、横断測量線の前後約100m範囲に存在するヤナギ群落とアキグミ群落の分布領域を測線上に投影し、その長さを測った(以下、この方法をライン・トランゼクト法と呼ぶ)。同様の方法は、地域間で植生の分布構造を比較するために用いられており、その簡便性と有効性が指摘されている¹⁹。なお、今回利用した定期横断測量資料は、群落の分布調査を行った1998年に最も近い年に測量が実施された1995年のものである。

ライン・トランゼクト法によって植物群落の分布をどのくらい適切に把握できるのかについては、以下の方法で検討した。すなわち、それぞれの州について、まず、各横断測量線上における州の領域の線分長(州幅)を計測した後、測線上に投影されたヤナギ群落とアキグミ群落の線分長(群落幅)をそれぞれ合計した。次に、州の領域の合計線分長に対する各群落の合計線分長の割合(群落幅比)を求め、占有率(%)とした。そして、それぞれの州につい

て、メッシュ法で面的に求めた各植物群落の占有率と、ライン・トランゼクト法で線的に求めた占有率とを比較した。

3-4. 立地環境の把握

植物群落が分布する立地環境を把握するために、まず、群落が分布する横断測量線について、河口からの距離、川幅および州幅を計測した。

次に、植物群落の繁茂が著しい区間(河口からの距離が20～75kmの範囲)を対象に、以下の調査を行った。まず、約1～2km間隔になるように州を選定し、それぞれの州上の隣り合う2、3の横断測量線上(計87)において、礫の長径を最大から順に20個ほど測り、その平均値を求めた。各州を特徴づける物理的環境として最大礫サイズに着目したのは、それが州の安定性の指標になると思われたこと、また、予備調査の段階で、特にアキグミ群落は、アーマコートが進んだ州や橋桁の設置のために整地された州など、比較的大きな礫が露出した場所に多く分布しているように思われたからである。

さらに、個々の州の地形条件を把握するために、建設省の定期横断測量資料を用いて、上述した87の横断線を対象に州表面の低水面からの比高を1m間隔で階級区分し、それぞれの階級に属する土地の幅を求めた。

3-5. 植物群落の分布と立地環境との対応

各植物群落の分布と立地の物理環境との対応を調べるため、上で求めた物理環境量の間、および、横断線上における各群落の幅と物理環境量との間の相関係数を求めた。そして、その結果を参照しながら、それぞれの植物群落の分布特性を説明するのに適当な物理環境量を選び、重回帰分析を行った。

4. 結果と考察

4-1. ライン・トランゼクト法の有効性

図2に、メッシュ法で計測したヤナギ群落とアキグミ群落の縦断的な分布傾向を示した。なお、河口からの距離は、各州の中央までの距離で示した。

各群落の分布には次のような特徴があった。ヤナギ群落においては、20km付近から35km付近の間に非常に大きな規模の群落が分布し、上流側で群落の規模が小さくなる傾向があった。アキグミ群落は、25kmより上流に分布し、特に上流側で比較的大きな規模の群落が分布する傾向があった。

図3では、各州においてメッシュ法で確認された各植物群落の占有率(面積率)と、ライン・トランゼクト法で把握された占有率(群落幅比)とを比較した。メッシュ法による占有率とライン・トランゼクト法による占有率との相関係数(r)は、ヤナギ群落については0.71であり、アキグミ群落については0.75であった。すなわち、それぞれの群落の分布傾向は、ライン・トランゼクト法によってもある程度把握することができる。ただし、近似直線の傾き(k)はヤナギ群落については0.54であり、ライン・トランゼクト法では占有率が実際の約半分に過小評価されるこ

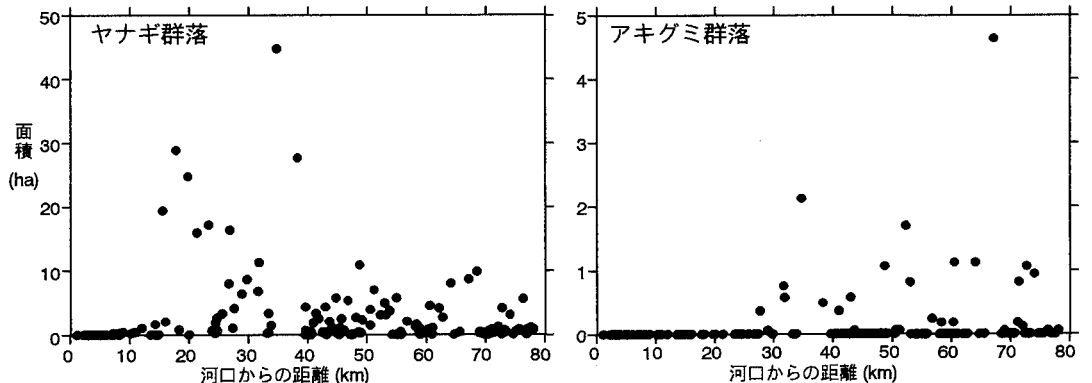


図2. ヤナギ群落およびアキグミ群落の河道縦断方向での分布

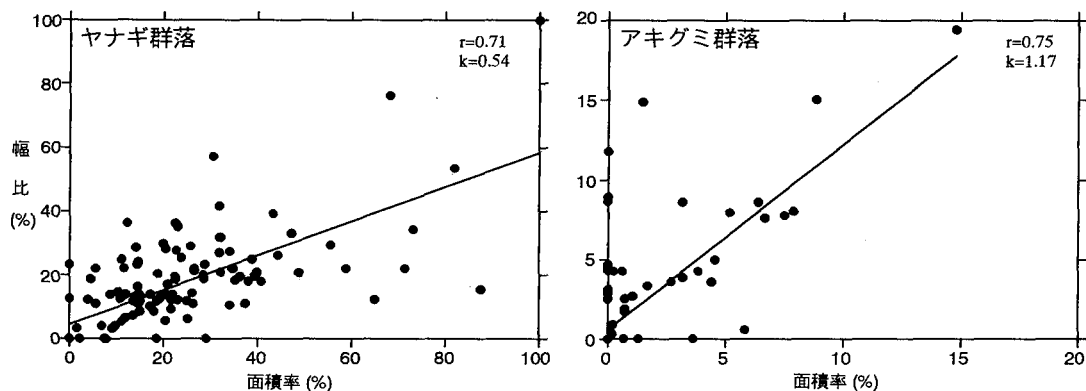


図3. メッシュ法に対するライン・トランゼクト法の群落の占有率の検出率

とがわかる。これは、ヤナギ群落が細長い線状に分布しているためであり、そのような形状をした群落の空間的な広がり、ライン・トランゼクト法では把握しにくいことを意味している。一方、アキグミ群落の近似直線の傾き(k)は1.17であり、ライン・トランゼクト法によって把握された占有率は、面的に確認されるそれとほぼ一致している。これは、アキグミ群落が円や方形に近い形状をしているためである。

このように、ライン・トランゼクト法は、群落のパッチ形状の特徴を考慮する必要があるものの、広い範囲にわたる群落の分布状態を把握することを目的とする場合には、簡便で有効な方法であると言える。

4-2. 河道内の物理的環境と群落の分布との対応

表1に、群落の立地の物理環境の代表指標として求めた諸量(河口からの距離、横断測量線上における川幅、州幅、平均最大礫サイズ、それぞれの比高階級に属する土地幅)の間の相関係数をまとめた。

川幅と河口からの距離には負の相関が認められ($r=-0.72$)、上流ほど川幅が狭いことが示されている。また、州幅と河口からの距離についても負の相関が認められ($r=-0.65$)、上流にいくほど州幅が狭くなることわかる。逆に、川幅と州幅の間には、非常に高い正の相関($r=0.95$)が認められ、下流部のより広い氾濫原を有する河道区間では大量の土砂が滞留し、大きな州が形成される状況を確認することができる¹⁹⁾。以上のように、河口からの距離、川幅、州幅は互いに関連した非独立の変量であると言える。

一方、1mから6mまでの各比高階級に属する州の部分幅は、川幅および州幅との相関が比較的高いが、比高階級

表1. トランゼクトライン上の物理環境量間の相関係数

略号	距離	川幅	州幅	礫サイズ	比高階級別土地幅					
					0-1 m	1-2 m	2-3 m	3-4 m	4-5 m	5-6 m
略号	D	W_f	W_b	S	W_{0-1}	W_{1-2}	W_{2-3}	W_{3-4}	W_{4-5}	W_{5-6}
距離	1.00									
川幅	-0.72	1.00								
州幅	-0.65	0.95	1.00							
礫サイズ	0.74	-0.48	-0.39	1.00						
比高階級別土地幅										
0-1 m	-0.22	0.30	0.26	-0.20	1.00					
1-2 m	-0.36	0.60	0.53	-0.23	0.30	1.00				
2-3 m	-0.49	0.68	0.69	-0.25	-0.04	0.29	1.00			
3-4 m	-0.45	0.46	0.46	-0.33	0.34	0.09	0.30	1.00		
4-5 m	-0.46	0.45	0.48	-0.39	-0.04	-0.12	0.21	0.43	1.00	
5-6 m	-0.27	0.51	0.50	-0.22	0.05	0.02	0.04	0.16	0.37	1.00

表2. トランゼクトライン上のヤナギ群落幅・アキグミ群落幅と物理環境量との相関係数

略号	距離 D	川幅 W_r	州幅 W_b	礫サイズ S	比高階級別土地幅					
					0-1 m $W_{0.1}$	1-2 m $W_{1.2}$	2-3 m $W_{2.3}$	3-4 m $W_{3.4}$	4-5 m $W_{4.5}$	5-6 m $W_{5.6}$
ヤナギ群落 (S_w)	-0.23	0.46	0.50	-0.11	0.05	0.26	0.34	0.21	0.05	0.52
アキグミ群落 (E_w)	0.24	0.07	0.11	0.28	-0.09	0.02	0.05	0.15	-0.11	0.37

間での相関は低い。これは川幅が広く州幅も広い所では、それぞれの比高階級に属する土地も広くなる傾向があるものの、各比高階級の土地の配分は州によって異なっていることを示している。

平均最大礫サイズは、河口からの距離との相関が高く、上流部ほど礫の最大粒径が大きくなる傾向が把握されている。

表2に、ライン・トランゼクト法で求めた植物群落幅と物理環境量との相関を示した。ヤナギ群落の幅については、川幅、州幅、2-3mおよび5-6mの比高階級に属する土地幅との間での相関が、他の物理環境量との間での相関よりも高かった。アキグミ群落幅は川幅や州幅との相関が低く、平均最大礫サイズや、5-6mの比高階級に属する土地幅との相関がやや高かった。

4-3. 物理環境量を用いた群落分布の予測

上述のように、植物群落の幅と州の物理環境量の間にはある程度の相関が認められるので、物理量から群落の分布量を予測することが可能であると思われる。このことを確認するために、目的変数としてトランゼクトライン上のヤナギ群落の幅とアキグミ群落の幅を、説明変数として互いに独立な変量であると考えられる物理環境量を選び、重回帰式を作成した。なお、式で使用する略号は表1、2に示したものである。

ヤナギ群落の幅については州幅と、0m~6mの各比高階級の土地幅を説明変数とし、

$$S_w = 4.71 \times W_b - 0.52 \times W_{0.1} + 0.31 \times W_{1.2} - 0.13 \times W_{2.3} + 0.53 \times W_{3.4} - 1.05 \times W_{4.5} + 0.68 \times W_{5.6} + 33.77 \quad \dots (1)$$

の式を得た。各横断面上に出現すると予測されたヤナギ群落の幅と、実際に分布していた幅との重相関係数は0.80であり、予測精度は高かった。図4-1にライン・トランゼクト法によって把握されたヤナギ群落の幅と、重回帰式(1)によって予測されたヤナギ群落の幅を対応させて示した。

現在の州上に分布しているヤナギ群落の立地特性について、次のようにまとめることができる。すなわち、ヤナギ群落は大きな砂州が形成されている地点に大規模な群落が形成されやすい。このことは、砂礫の滞留時間が長い場所、すなわち、地表面が動きにくくヤナギが成長するのに適した安定した場所で群落が形成されやすいことを意味していると思われる。また、1-3m、2-3mおよび5-6mの比高階級に属する土地が広く存在する大きな砂州上に発達した群落があるが、これは以下のような理由によると思われる。ヤナギは、まず低水路沿いに芽生えが発生し、その後群落の定着・成長とともに洪水時に流送される土砂を捕獲し堆積させるので、群落の成長に伴い、周辺の河床位を数メートルも上昇させる^{6,15)}。ヤナギの定着に適した流況は時間的に不連続に整うことが知られており、吉野川でのヤナギ群落は1977年、1986年、1994年に発生したことが確認されている¹⁶⁾。その結果、群落は不連続な帯状に分布し、州上で河床が上昇する部分も不連続になる。式(1)で比高階級土地幅の係数の符号が不連続に変化するのは、このようなヤナギ群落の定着・成長のプロセスを反映していると思われる。

アキグミ群落の幅については、3m~4mおよび5m~6mの比高階級の土地幅を説明変数とし次式(2)を得た。ただし、河口より50.4kmに存在するアキグミ群落(図4-2参照)の立地環境は支川の影響が大きく、また、人工的な改変を伴っていた。そのため、本研究で把握した物理環境のみでは把握できないと考え、解析からは除外した。

$$E_w = 0.96 \times W_{3.4} + 0.22 \times W_{5.6} + 14.24 \quad \dots (2)$$

重回帰式(2)の予測値と実際の分布との重相関係数は0.77であり、本群落の分布量についての予測精度も比較的

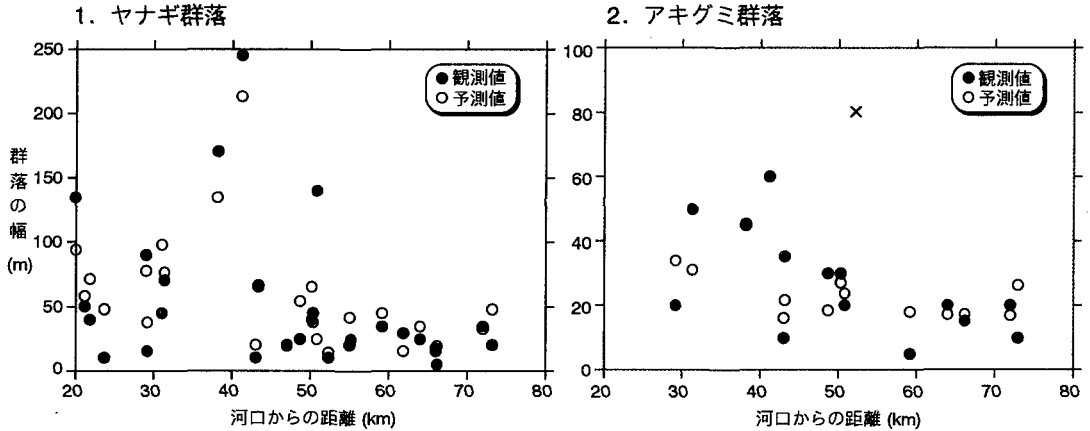


図4. 重回帰式によるヤナギ群落およびアキグミ群落幅の予測。ただし、50.4 kmにあるアキグミ群落(x)は解析から除外した。

高かった。図4-2にライン・トランゼクト法によって把握されたヤナギ群落の幅と、重回帰式(2)によって予測されたヤナギ群落の幅を対応させて示した。

現在の州上に分布しているアキグミ群落の立地特性について、次のようにまとめることができる。すなわち、アキグミ群落は川幅や州幅とはあまり関係がなく、比高の高い部分が広く存在するような砂州上で群落が発達している。

このように、横断線付近に現存するヤナギ群落やアキグミ群落の大きさは、その州幅や各比高階級の土地幅を用いることにより、ある程度の確からしさでの予測が可能であることが確認された。

5. おわりに

本研究では、メッシュ法とライン・トランゼクト法により、吉野川河道内の州上におけるヤナギ群落とアキグミ群落の分布を把握し、これら両方の方法で把握された分布量(各州における占有率)を比較した。そして、ライン・トランゼクト法は、群落のパッチ形状によってある程度の制約があることを認識していれば、広い範囲を対象とした群落の分布傾向を把握するのに利用可能であることを確認した。河道内の州上における樹林化は日本各地の河川で確認されているが^{1,2,3,9)}、そのような河川で適切な樹木管理を計画するにあたっては、それら群落の質や量を河道全域において確認しておくことが必要である。ライン・トランゼクト法は、それを簡便に行うことができるという点で価値の高い方法であろう。さらに、一級河川の直轄区間では、建設省によって定期的な横断測量が行われている。そのため、トランゼクトラインを定期横断測量線上におけば、群落の分布と地形・比高との対応を把握することも容易である。

本研究では、上述のような方法でヤナギ群落およびアキグミ群落の分布と物理的環境を把握し、それらの間の対応を検討した。そして、ヤナギ群落は砂礫の滞留時間が長いと思われる川幅が広いところにあり、しかも、2-3mおよび5-6mの比高階級に属する土地が広く存在する大きな砂州上で優占度が高いこと、アキグミ群落は大きな砂礫で構成され、かつ、5-6mといった比高の高い部分が広く存在するような砂州上で優占度が高いことを見出すことができた。さらに、両群落の分布現況はこれらの物理環境量から推測することが可能であることを示した。

ただしこれは、群落が発生する場所についての将来予測を可能にするものではない。それぞれの群落の発生・定着に必要な立地環境の把握には至っていないからである。上述したようにヤナギは、群落の定着・成長とともに群落周辺の河床位を上昇させており、群落が発生・定着するのに必要な立地環境は、成長した群落が立地して

いる現在の環境とは異なっていたと考えられる。

今後、治水面からは、河道内で繁茂した樹木を伐採する必要性も生じられると思われるが³⁾、その時には、対象となる群落の再生可能性や、新たなハビタット整備のあり方も同時に検討しておかななくてはならない。すなわち、それぞれの群落の発生場所や発生後の群落の消長を予測しながら、管理方針を決定する必要がある。そのために、個々の樹木種の実生が定着するために必要な条件や、実生の生残プロセスなどを明らかにし、その生態学的なパラメータをも組み込んだ分布予測モデルを開発することが求められる。

謝 辞

本研究を行うにあたっては、河川環境管理財団による研究補助金を一部利用した。また、建設省徳島工事事務所の方々に多大な御協力をいただいた。記して感謝する。

引用文献

- 1) 李 参照・山本晃一・島谷幸宏・萱場祐一 (1996) 多摩川扇状地河道部の河道内植生分布の変化とその変化要因との関連性。環境システム研究, **24**: 26-33.
- 2) 李 参照・藤田光一・塚原隆夫・渡辺 敏・山本晃一・望月達也 (1998) 歴床河川の樹林化に果たす洪水と細粒土砂送流の役割。水工学論文集, **42**: 433-438.
- 3) 鎌田磨人・岡部健士・小寺郁子 (1997) 吉野川河道内における樹木および土地利用型の分布とそれに及ぼす流域の諸環境。環境システム研究, **25**: 287-294.
- 4) 水戸唯則・安田 実 (1997) 河道内の樹林化の実態と要因分析に関する研究。リバーフロント研究所報告, **8**: 104-112.
- 5) リバーフロント整備センター 編 (1994) 河道内の樹木の伐採・植栽のためのガイドライン(案)。山海堂, 東京。
- 6) Long, M.E. (1997) The grand managed canyon. *National Geographic*, **192** (1): 114-135.
- 7) 岡部健士・鎌田磨人・小寺郁子 (1997) 交互砂州上の植物群落分布とこれに及ぼす河状履歴の影響。水工学論文集, **41**: 373-378.
- 8) 小寺郁子・岡部健士・鎌田磨人 (1998) 河川砂州上に分布する植物群落の立地条件としての物理環境因子。環境システム研究, **26**: 231-237.
- 9) Kamada, M. & T. Okabe (1998) Vegetation mapping with the aid of low-altitude aerial photography. *Applied Vegetation Science*, **1**: 211-218.
- 10) 太田陽子・鎌田磨人・岡部健士 (1996) 徳島県吉野川内の木本と土地利用型の分布－1964年および1990年のメッシュ図。徳島県立博物館研究報告, **6**: 39-72.
- 11) 鎌田磨人・山邊栄一・岡部健士 (1997) 徳島県吉野川内の木本と土地利用型の分布－1975年のメッシュ図。徳島県立博物館研究報告, **7**: 1-23.
- 12) 西浦宏明 (1991) 吉野川流域における川辺植生。徳島県高等学校理科学会誌, **32**: 25-35.
- 13) 鎌田磨人・曾宮和夫 (1995) 東部四国山地における景観構造の空間的および時間的比較。野生生物保護, **1**: 77-90.
- 14) 中村太士 (1990) 河床堆積地の時間的・空間的分布に関する考察。日本林学会誌, **72**: 99-108.
- 15) 岡部健士・鎌田磨人・林 雅隆・坂東礼子 (1996) 砂州上の植生と河状履歴の相互関係。徳島大学工学部研究報告, **41**: 25-38.
- 16) 鎌田磨人・長岡公治・岡部健士 (1997) 吉野川の砂州上のヤナギが不連続な帯状に分布するのはなぜか。第44回日本生態学会大会講演要旨集, p. 29.