

# 河道内の木本群落の動態と流域環境

徳島県立博物館 鎌田 磨人

## 1. 河川内植生の動態を理解するためにはどのような視点が必要か

近年、河川内の植物群落は、生物群集の多様性の維持と治水の両立という観点から重要視されてきている。そのため、生態学的な視点と河川工学的な視点の両面を合わせ持ちつつ、河道内の植生の分布と河状との相互作用について解明していかななくてはならない。

河川内の植生の成立や維持を理解するためには、次のような観点を持つことが重要である。すなわち、一般に州上では、低水路から陸側に向かうに連れて変化する比高に応じて、異なった植物群落が分布する。州の中的位置（上流寄りか下流寄りか）などによる違いはあるものの、大まかに見るとこの比高の違いは、地下水位、河床材料の粒径などにも対応している。また、比高の違いは洪水の影響を受ける頻度や強度の違いも反映する。これら環境要因はそれぞれが独立してあるのではなく、互いに関連しあいながら総体として植物群落の分布に関わってくる。

ところで、近年、生態学では生物群集の維持に関わる攪乱の重要性が認識されてきている。この概念は、主にブナ林などの極相林で発展してきたものであるが、河川でも例外ではないであろう。むしろ、河川では頻繁に起こる洪水が河川植生の分布に大きな影響を与えているであろうことは想像に難くない。河川では攪乱要因としての洪水を受ける頻度や規模は主に比高に応じて決まってくる。低水路沿いではその頻度が大きく、常に攪乱にさらされている状態となる。ここでは、1年生の草本群落や先駆的な木本群落が、洪水による破壊を前提として分布することになるであろう。逆に、内陸側の比高の高いところでは洪水の頻度が少ないために、多年生の草本群落やより遷移後期に出現するような木本群落が分布することになる。しかしながら、自然河川ではこうした比高の高いところに分布する群落も数十年に1度というような大規模洪水にみまわれることにより破壊され、裸地にもどされる。低水路沿いと内陸側では、裸地にもどる期間の違いこそあれ、河川植生は、いずれは破壊され、再生することを前提にしたサイクリックな遷移の中で動的に維持されていることには違いないのである。

このような観点到立つと、河川植生を永続性のあるものとしてとらえるのではなく、破壊と再生の中で維持される動的単位として認識することが重要となる。河川内の植物群落の動態を把握するためには、洪水の頻度や強度、また、洪水によって形成される河床形態等の物理的環境に対する植物群落の反応や、洪水時に流送される土砂などを植物群落自体がトラップすることなどによる地形（あるいはハビタット）の改変が、その植物群落の維持や変化にどの程度影響を及ぼすのかを評価することが必要となるのである。

近年さかんに用いられるようになった近自然型工法によって植栽される植生は、永続性のあるものとして考えられているように思われる。より自然生態系に近い形で河川植生を復元していくためには、それを動的な観点から見直していく必要があるであろう。ここで問題となるのは安定河川を求める治水と、攪乱を前提とする河川植生の配置にどのように

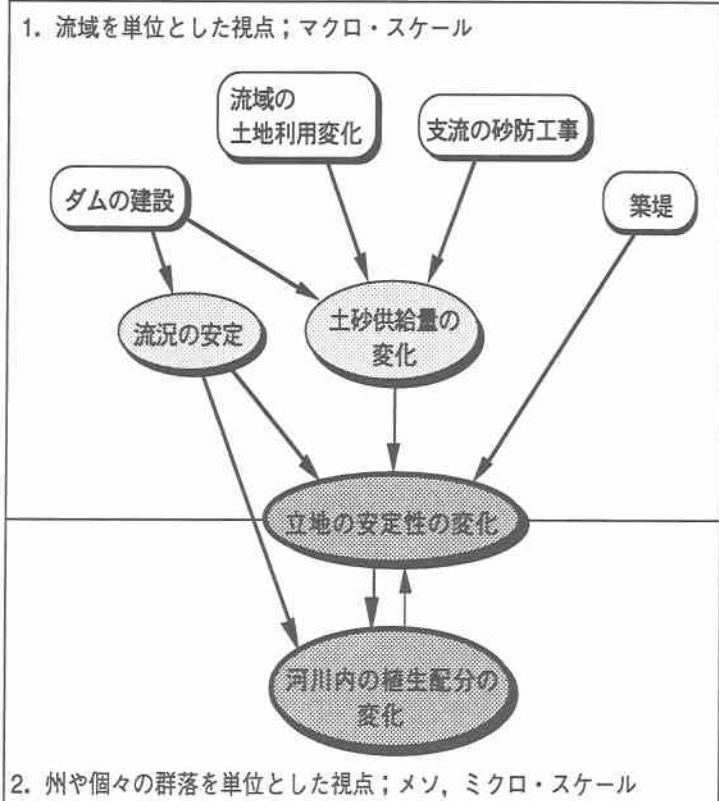


図1. 河川植生を見る視点。

折り合いをつけるかということになるのかもしれない。そのためにも、攪乱の規模や頻度と、群落の維持や変化の関係を定量的に評価する方法を見いだす必要がある。

問題はまだある。河川内の州における植生の定着や成長には、洪水や堆積物の移動などの攪乱レジームが関与していることは上述のとおりである。しかし多くの河川では、貯水ダムの建設、床止め工や砂防ダムの建設、築堤、流域の森林面積の変化などの人為的な要因によって、その攪乱レジーム自体が変化してきている。そのため、研究対象として調査する州がどのような状態にあるのかを、流域的な視点から位置づけておくことも必要となるのである。すなわち、現在の河川における植生動態を理解するためには、州や個々の植物群落、またそれぞれの種の生活史特性などを中心としたメソ・スケールあるいはマイクロ・スケールな視点と、流域の土地利用の変化や治水・利水事業の進捗などを考慮したマクロ・スケールな視点の両者を合わせ持つことが必要となってくる(図1)。

本報告では、こうした視点から徳島県吉野川における河川内植生の動態を把握するために進展させつつある研究を紹介する。特に、ヤナギ類を中心とする木本の分布動向を把握するとともに、それを河川内環境の変化だけにとどまらず、流域環境の変化やそれに伴う州の安定化と対応させながら、マクロなスケールからの考察を中心に行うことにする。

また、メソ・スケールあるいはマイクロ・スケールな観点からは、吉野川のいくつかの州での群落分布と河状履歴との相互作用や、吉野川で優占的な木本であるアカメヤナギの実生の定着プロセスについて、現地調査および実験的な方法を用いて検討を行いつつある。これらについても、今までに得られた若干の知見を紹介しておきたい。

## 2. マクロ・スケールで見た木本の消長とその要因

### 1) メッシュマップの作成

アカメヤナギなどのヤナギ類を中心とした高木性木本のマクロ・スケールでの消長については、1964年、1975年、および1990年の空中写真を判読して把握し、それらを比較検討することとした。すなわち、河口から上流約75kmにある池田ダムまでの本川内を対象として、1/25,000の地形図に100m×100mのメッシュをかぶせ、各メッシュ内の木本の分布状況や土地利用形態などを記録した。なお、記録した木本は他の草本や低木との識別が可能であった、2～3m程度以上にまで成長したものであり、その木本の生育状態は「単木」と「群生」に分類した[1, 2, 3]。

### 2) 河川内の木本の分布動向

図2に1964年、1975年、1990年の吉野川河口から池田ダムの73.5km内における木本の分布を示す。1964年から1975年の間で、木本が分布するメッシュ数は一時減少した。しかし、1975年から1990年の間に河川内の木本の分布は、大幅に増加した。しかもこの増加は下流域から池田ダムまでのすべての領域で起こっていた。近年、河川内の木本は全体として分布を広げているといえる。

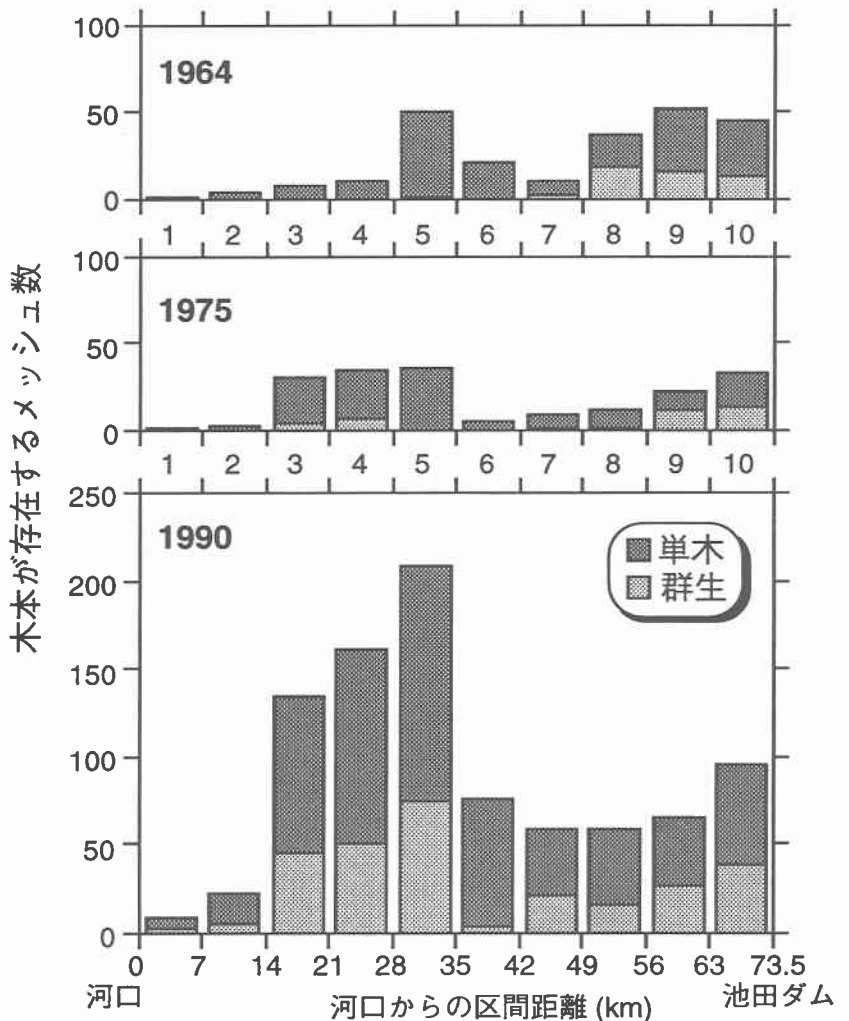


図2. 吉野川の各区間において木本が生育するメッシュ数の変化。

### 3) 砂利採取

1964年および1975年の空中写真からは、当時、広範囲にわたって砂利採取が行われていたことが確認された。現在でも小規模な砂利採取は行われているが、空中写真において判定できるほど大きい規模のものは行われていない。1964年に砂利採取が行われていたことが確認できた325個のメッシュのうち、木本の生育が認められたメッシュ数は11であった。1990年には、同じメッシュ内で木本が生育するメッシュ数は104となり、1964年の9.5倍になっていた。一方、1964年に砂利採取が行われていなかったメッシュのうち、木本の生育が認められたメッシュ数は231であった。そして、1990年のそれは786で、1964年の3.4倍であった[3]。砂利採取が行われていたメッシュと、行われていなかったメッシュにおける、木本が生育するメッシュ数の増加傾向の違いは、砂利採取による木本生育地の物理的破壊の影響があったことを示すものと思われる。

### 4) 築堤

堤防は流路を固定し、低水路の深掘れを促進することが多い[4]。そのため、周辺に堤防を持つ洪水敷や州はより安定化すると思われる。空中写真の判読により、全域を1964年と1990年の堤防の有無によって区分し、それぞれの範囲のメッシュについて木本の生育状態を調べた。その結果、1964年にも1990年にも築堤されていない範囲にある州では、65.2%のメッシュ内で木本が増加し、15.2%のメッシュ内で減少した。逆に、1964年にすでに築堤されていた範囲にある州では、86.0%のメッシュ内で木本が増加し、4.7%のメッシュ内で減少した。このことは、築堤が、木本が生育できるような安定した州を形成する効果を持つことを示唆する[2]。

### 5) ダム建設による流量の変化

1975年から1978年の間には、1953年に建設された柳瀬ダムに加えて、池田ダム、早明浦ダム、新宮ダムが建設された。これらのダムによる洪水時の流量調節について、多目的ダム管理年報から検討した。早明浦ダムを除く3つのダムでは、洪水時の流入量と流出量はほとんど同じであった。最も大きい貯水容量を持つ早明浦ダムは、 $9.0 \times 10^7 \text{m}^3$ （洪水期）の洪水調節容量を持ち、計画上、 $2,700 \text{m}^3/\text{s}$ のピークカットを行うことができる。しかし、1964年から1990年の間に実際に行われたカット量は最大でも $1164 \text{m}^3/\text{s}$ にすぎなかった。これらのことから、ダムによる洪水調節が、下流の州に実質的な影響を及ぼしたとは考えがたい。

一方、吉野川においてアカメヤナギやネコヤナギの種子散布が行われ、それが定着する期間である4月～5月は、田植えの時期に重なるため安定した水供給が行われる[2]。水位変動に敏感であるヤナギ実生の定着に関して、このことは非常に有利に働くと思われる。

### 6) 支川における床止め

州への土砂供給の変化の目安として、床止め工が行われた支川の数、1964年、1975年、1990年との間で、空中写真から比較した。主要な15支川のうち、1964年には9支川で床止めの存在が認められた。ただし、1964年の時点では、床止め間の流路は網状となっていることが観察された。そのため、完全には固定されておらず、本川への盛んな土砂供給が継続していたと考えられた。1990年には新たに4つ、計14の支流で床止め工が竣工しており、流路もほぼ固定されていた。したがって、1964年から1990年の間に、支川から本川への土砂供給量は劇的に減少したと考えられる。

これに加えて、吉野川流域に建設された貯水ダムには、年間 $0.98 \times 10^6 \text{m}^3$ の土砂が堆積していることが指摘されており[4]、これらのダムによっても下流への土砂の供給は減少していると思われる。

### 7) 流域山地における土砂生産

州の形成等に係わる土砂の生産は、主に山地斜面の崩壊によるとされているが[5]、崩壊の起こりやすさは、山地の土地利用の状況等によって変化すると思われる。流域の山地では、1960年から1970年の間に無立木地および広葉樹林の面積が減少し、針葉樹林の面積が増加している。こうした土地利用の変化が、土砂生産量に影響を及ぼしているかどうかを検討した。なお、流域山地斜面における土砂生産の推定には、難波[6]による有林地および無林地における100ha当たりの崩壊面積および崩壊土砂量の値を用いた。その結果、河状に変化を与えるほどの土砂生産量の変化はほとんどないと推定された。すなわち、下流への土砂供給は、山地からの土砂生産量の変化よりも、床止め工による土砂の固定や、貯水ダムにおける堆砂によって影響を受けていると思われる。

### 3. メソ・スケールで見た群落動態

#### 1) 吉野川の州上の群落分布と河床横断面の変化

図3に吉野川の河口より20kmほどに位置する州の植生図と、1980年、1986年、1992年の河床横断面図を示す。オギ群落は比較的地形変化の少ない高位に立地し、有機物含有量の多いシルト質を多く含む土砂が表層に堆積している。ヨモギ群落は立地環境の幅が広く、その地点の河床の地形変動も比較的大きい。ヤナギ群落は標高が低く、粒径の大きな河床に定着するが、その後の成長につれて粒径の細かな土砂をトラップし堆積させていく[7]。そのため、20.0km断面上では、この12年間で最大約3mの河床上昇が生じていた。一方、低水路部においては、河床が総じて低下し、結果として断面内における河床の高低差は3～5m増大したことになる[8, 9]。

また、1964年と1981年の間に、大幅な河床低下がおこったことも確認されている[2]。これは、1975年頃まで盛んに行われた砂利採取の影響が大きい[4, 10]。

このように、近年、州は相対的に水面より高くなっている。さらに、この州で行った現地調査では、そこで粗粒化現象が起こっていることが確認され、洪水時における表層土砂の移動頻度はかなり抑制されるようになっていると考えられた。これらのことから、州の物理的な環境は、近年、極めて安定してきていると判断される。そのため、定着したヤナギや多年生草本の成長にとっては適した条件が整ってきていると考えられる。

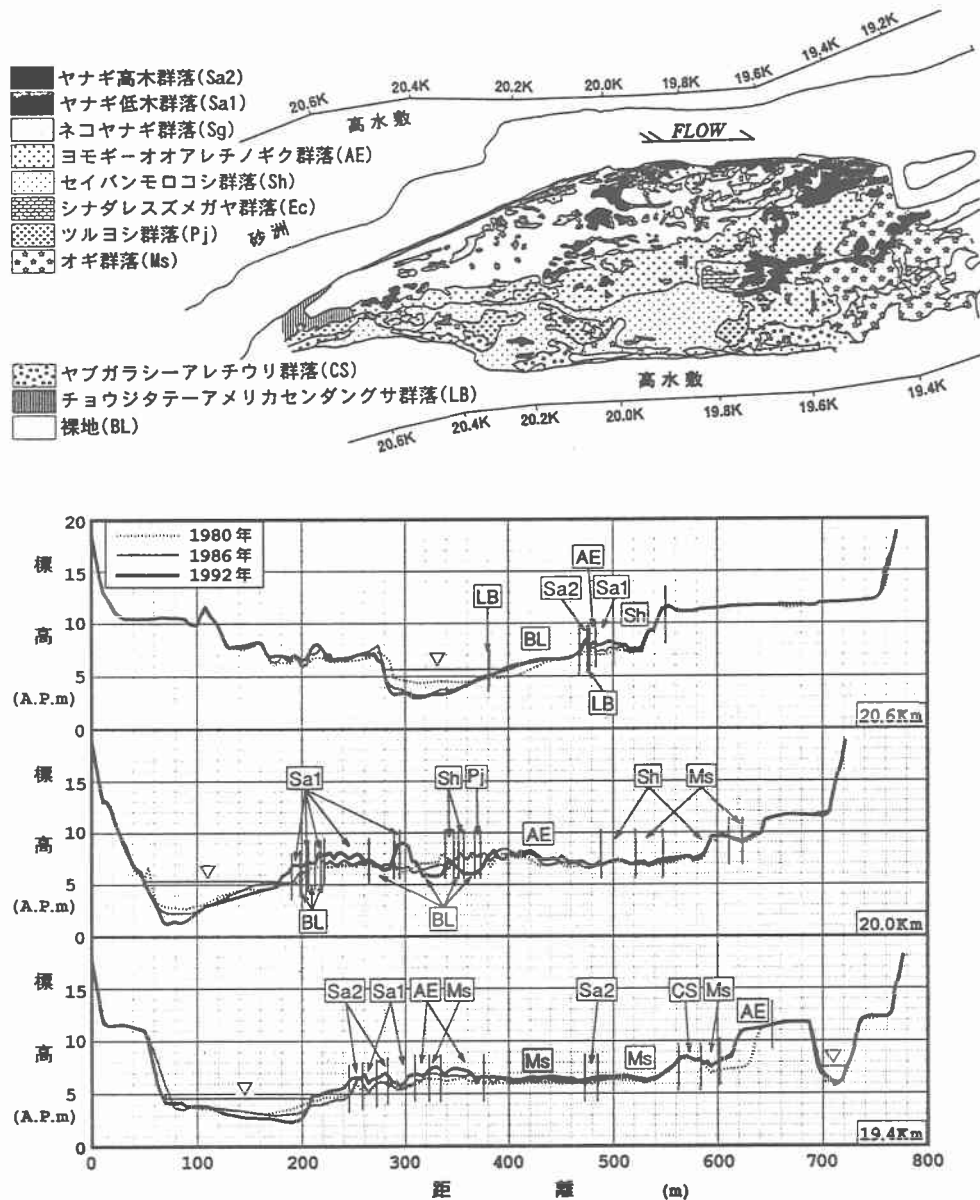


図3. 吉野川の州上における群落の分布と河床横断面の変化(岡部ら[8]).

## 2) ヤナギはどのような条件の時に定着できるのか

吉野川の砂州上では、アカメヤナギやネコヤナギを始めとするヤナギ群落が一連の帯状となって分布している(図3)。こうした不連続な分布は、それぞれの群落が異なった年代に定着したことを示していると思われる。それでは、ヤナギ群落はどのような条件が整った時に定着できるのでしょうか？ このことについて、実生定着期における水位変動とそれに対するヤナギの耐性、およびヤナギ群落が成立して以降の河床変動との関連から調査した[11]。

まず、水位変動とアカメヤナギの芽生えの耐性について、地下水位や沈水期間を変えた実験を行い確認した。その結果、地下水位が20cmほどまでであれば成長することが可能であるが、30cmまで低下すると直ちに枯死することが確認された。逆に、3ヶ月間水没させても85%の芽生えが生残した。

一方、河口から約20kmの州上で樹高の異なる2つのアカメヤナギ群落からアカメヤナギをそれぞれ1個体ずつ、また、ネコヤナギ群落からネコヤナギとアカメヤナギを1個体ずつ掘り出し、根際の年輪を数えた。それに基づき、これらの群落が成立した年、および定着が観察されている1994年の水位変動を確認したところ、芽生えの定着期である4-5月の水位の標準偏差は25cm以下であり、かつ、4-5月の水位平均値と成長期にあたる6-10月の水位平均値との差は-5cmから25cmの間であった。これら掘り出したヤナギの定着面の標高はほぼ等しく、定着した年の4-5月の平均水位面もそれにほぼ等しかった。

これらのことから、ダム群による実生定着期の安定した水供給が、吉野川内のヤナギの増加に影響していることが予測される。また、この州上でのヤナギ群落の定着は、1973年、1977年、1986年、1994年であったことが確認されたが、これはマクロ・スケールで見た木本の増加傾向に一致している。

ヤナギ群落が定着した以降は、ヤナギ群落自体が土砂をトラップし河床面を上昇させるが、このことにより、州は低水路側に拡大し、新たな定着場所を提供することになる。また、空中写真などからの情報により、州上で行われた、地下水位面にまで達する砂利採取によっても定着場所が用意されたことも推測された。

## 4. おわりに

河川内に分布する植物は点として存在しているが、それは河川という線(Corridor)によって、流域の面と結ばれている。河川内の植生の分布やその成立は、洪水やそれによって流送される土砂の挙動など、攪乱レジームによって支配されており、それには、流域の状況が大きく関与しているのである。そして、上述してきたように、特に一級河川の中・下流域では、流域の多様な人為的環境変化が複合的に関与し、その攪乱レジーム自体を変化させてきている。現時点では、この複合的な要因の変化が河川内の州を安定させ、木本の定着機会を増加させていると思われる。さらに、そこに定着した木本は、洪水時に流送される土砂をとらえ、そこに堆積させる。その結果、木本群落下の州の安定性はさらに高められるようになると思われる。ただし、ヤナギ自体の発芽・定着には十分な水分が必要であるため、そこでのヤナギの再生は困難になってくるであろう。また、州全体にわたる低水路からの相対的な河床高さの増加は地下水位の低下させ、州全体が乾性的な環境にしているとも考えられる。そのため、州上の植生の遷移動向が変化してきているかもしれない。

このように、河川内の植物群落の動態、また、保全等を考えるにあたっては、流域を視野に入れた景観生態学的で、マルチ・スケールな観点から検討しておくことが重要であろう。そしてその上で、河状と河川内植生との相互関係についての、さらに詳細な研究が必要であろう。

最後になったが、これらの研究の遂行にあたっては、建設省徳島工事事務所の方々に常に多大な御協力をいただいている。ここに記して感謝したい。

## 引用文献

- [1] 鎌田磨人・太田陽子・岡部健士(1995) 流域の変化と河川植生. 国際景観生態学会日本支部会報, 2(5): 1-3.
- [2] Kamada, M., Y. Ohta & T. Okabe (1996) Interrelation between tree distribution in river and environmental change of basin due to human activity. *Interpraevent* 1996; Protection of habitat against floods, debris flows and avalanches.

Tagungspublikation, Band 2: 245-252.

- [3] 太田陽子・鎌田磨人・岡部健士 (1996) 徳島県吉野川内の木本の分布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.
- [4] 芦田和夫・高橋 保・道上正則 (1983) 河川の土砂災害と対策－流砂・土砂流・ダム堆砂・河床変動. 森北出版, 東京.
- [5] 芦田和夫・奥村武信 (1974) ダム堆砂に関する研究. 京大防災研究所年報, 17B: 555-570.
- [6] 難波宣士 (1959) 崩壊地の基本的特性について. 林野庁治山事業調査報告書, II号: 1-54.
- [7] 小寺郁子・鎌田磨人・岡部健士・上月康則 (1997) 一級河川・吉野川の砂州上における植物群落の分布と河状履歴. 第44回日本生態学会大会講演要旨集, p.29.
- [8] 岡部健士・鎌田磨人・林 雅隆・板東礼子 (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.
- [9] Okabe, T., M. Kamada & M. Hayashi (1996) Ecological and hydraulic study on floodplain vegetation developed on a bar. Interpraevent 1996; Protection of habitat against floods, debris flows and avalanches. Tagungspublikation, Band 1: 235-244.
- [10] 石原藤次郎 編 (1975) 土砂の流送・運搬に伴う自然環境変化に関する研究. 文部省科学研究費「自然災害特別研究研究成果（自然災害科学総合研究班）」報告書.
- [11] 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.