

吉野川河道内における樹木および土地利用型の分布の変化とそれに及ぼす流域の諸環境

Influencing Factors on Distributional Changes in Trees and Land-use Types in the Yoshino River, Shikoku, Japan

鎌田 磨人* 岡部 健士** 小寺 郁子***
Mahito KAMADA Takeshi OKABE Ikuko KOTERA

注1

Abstract : The purpose of this paper is to describe distributional changes of trees and land-use types in a river and discuss factors in the changes from several points of view. The study area is the alluvial section of the Yoshino River in Shikoku, Japan, extending for about 75 km from the river mouth. Based on aerial photographs taken in 1964, 1975 and 1990, meshed maps of the distribution of trees and land-use types were made and compared with one another.

Distribution of bamboo plantation widely changed between 1964 and 1975. This change was caused mainly by progression of embankment. Distribution of trees expanded remarkably in the period between 1975 and 1995. Factors contributing to this expansion are as follows: 1. Cessation of gravel digging; large scaled gravel digging, which had been continued until ca.1975, destroyed tree habitats and inhibited tree establishment. 2. Regulation of low flows; stable water supply in the seedling season regulated by four major dams since the 1970s have been advantageous for tree colonization. 3. Reduction of sediment supply due to dam constructions and 'sabo' works; the reduction of sediment supply developed so-called armor coat, and thus caused fixation and stabilization of bar-beds.

Key Words : Distribution of Riverine Tree and Land-use type, Environmental Change in Watershed, Flooding Regime, Human Activity

1. はじめに

近年、生態系の保全と治水の両立という観点から、河道内植物群落の適正な管理が重要視されてきている。それを合理的に進めるためには、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、河道の形状と底質、流況等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。

さて、河道内の植生は、洪水によっていずれは破壊され、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と考えられる¹⁾。このような河道内の植物群落の動態を理解するためには、洪水の頻度や強度等で示される攪乱レジームや河床形態等の物理的環境に対する植物群落の反応、さらに、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によるハビタットの改変が、群落の維持や変化に及ぼす影響を的確に評価する必要がある。

ただし、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等の人為的な要因によって、攪乱レジーム自体が変化してきている^{2,3)}。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。また、主に高水敷に分布する河畔林要素としての竹林などは、築堤等の河川工事にともない分布状態が変化するであろう。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、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

* 徳島県立博物館 Tokushima Prefectural Museum

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

*** 徳島大学大学院 Graduate School, University of Tokushima

ソ・スケールあるいはミクロ・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。

私たちはこのような両スケールの視点から、河川植生の動態を把握しようとしている^{4,5,6,7,8)}。本報告では、高水敷における竹林や耕作地等の土地利用型の分布の変化を概観するとともに、河道内の州上に分布する樹木の分布を流域の変化と関連づけて考察する。

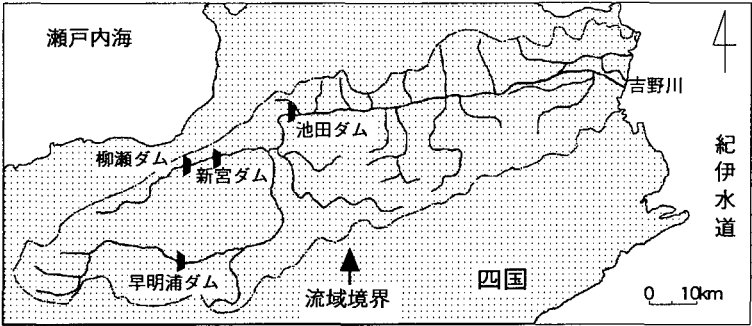


図1 吉野川の流域図

2. 調査流域と調査方法

2.1 吉野川流域の概況

調査対象としたのは、一級河川吉野川流域である。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)。この河道内には上流域から下流域まで様々な州が発達し、ヤナギ類を中心とする木本群落や、ツルヨシ、ヨシ、オギなどの草本群落が広く分布している。

吉野川は、農・工業用水や飲料水の供給源として流域の産業や生活と深く結びついている。一方、吉野川の基本高水流量は24,000m³/s(岩津)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。そのため、上流には治水や利水を目的として、早明浦ダム、柳瀬ダム、新宮ダム、池田ダム等が建設されている(表1)。

表1 流域のダムの概況

	早明浦ダム	柳瀬ダム	新宮ダム	池田ダム
完成年	1978	1953	1976	1975
集水面積 (km ²)	472.0	170.7	251.9	1904.0
有効貯水容量 (万m ³)	28900	2960	1170	440
洪水調節容量 (万m ³)	9000	760	500	440
計画高水流量 (m ³ /sec)	4700	2600	1600	11300
調節流量 (m ³ /sec)	2700	1200	400	200

2.2 調査方法

調査区間は、吉野川本川のうち、河口から上流73.5kmに建設されている池田ダムまでの範囲の河道内とした(図1)。なお、ここで言う河道とは、締切堤防が設置されている場合にはその堤外、それが設置されていない場合には、水防用の河畔林、自然高水敷および低水流路を合わせた区域とした。調査した範囲はくさび型の沖積平野になっている。この区間の平均河床勾配は1/920と緩やかで、土砂の堆積作用が卓越する。

この調査区間について、1964年、1975年および1990年を対象に、アカメヤナギ等のヤナギ類を中心とした高木性の樹木の分布、ならびに耕作地や竹林などの土地利用型の分布を以下の方法で把握した。まず、1/25,000の地形図上で吉野川の河道内に100m×100mのメッシュをかぶせた。ついで、各年代における各メッシュ内での樹木の分布状況や土地利用型を、国土地理院が撮影した空中写真から判読して記録した。記録の対象とした樹木は草本との区別が可能な2~3m以上にまで成長したものである。

樹木や土地利用型の分布に及ぼす人為的作用について検討するために、各メッシュにおける砂利採取の痕跡および築堤の有無を確認し記録した。このようにして作成したメッシュ図^{9,10)}を比較することにより、樹木や土地利

用型の分布の変化を把握した。

3. 調査結果の整理

メッシュ図の比較に基づく樹木や土地利用型の分布の変化を、河口から池田ダムまでを7kmずつの10区間(ただし、63kmから池田ダムまでの73.5km区間については10.5km)に分け、以下に示す。

3.1 樹木の分布動向

図2に1964年、1975年、1990年の吉野川河口から池田ダムまでの73.5km内における樹木の分布概況を示す。1964年から1975年の間では、14km～28kmの区間で樹木を含むメッシュの数はわずかながら増加した。逆に、28km～73.5kmの区間では減少した。1975年から1990年の間に河道内の樹木は、全区間において大幅に増加した。近年、河道内の樹木は全体として分布を広げていると言える。

3.2 竹林の分布

図3に各年における竹林の分布を示す。なお、ここでの竹林はマダケを主体とするもので、その起源は、水防を目的として古くから植林・管理されてきたものである¹⁰⁾。

さて、三代代とも竹林は上流域において多く分布する傾向があったが、1964年から1975年の間に、特に42km～56km区間において竹林を含むメッシュの数は激減していた。一方、56km～63km区間では1975年から1990年の間に顕著な増加が見られた。

3.3 耕作地の分布

図4に各年における耕作地の分布を示す。耕作地の分布状態には、三代代で大きな変化はない。竹林とは逆に、下流域に多く分布している。1964年から1975年の間に、35km～42km区間で若干の減少が見られるが、これは築堤による締切りにより、耕作地が堤内にとりこまれたためである。

3.4 砂利採取地の分布

図5に各年の河道内の州上における砂利採取地の分布を示す。1964年および1975年には、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。1964年の砂利採取は、主に下流域で行われていたが、1975年には上流域にその中心が移動していた。1990年には空中写真で判定できるほど大規模な砂利採取は行われていなかった。

3.5 築堤の進捗

図6に各年の各区間における本格的な締切り堤を含むメッシュの数を示す。河口から35kmまでの区間では1964年以前にすでに築堤が完了していた。35km～42km区間では

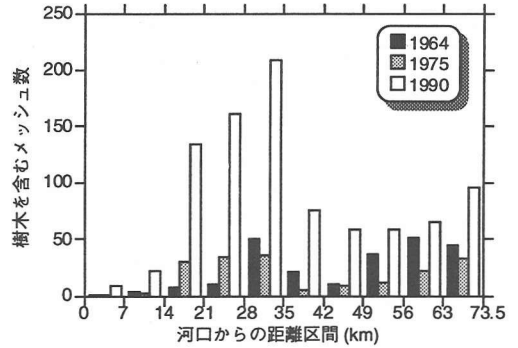


図2 河道内の樹木の分布の変化

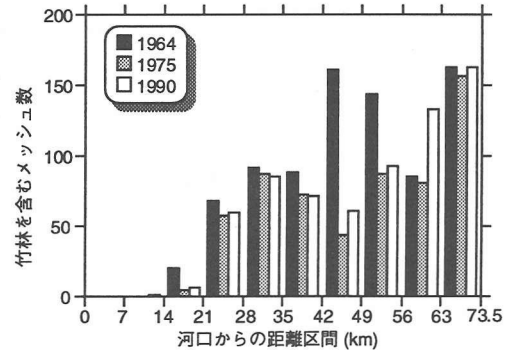


図3 河道内の竹林の分布の変化

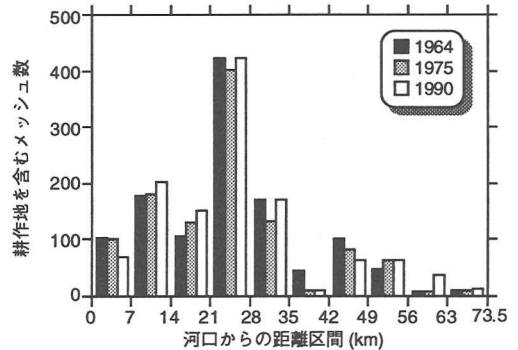


図4 河道内の耕作地の分布の変化

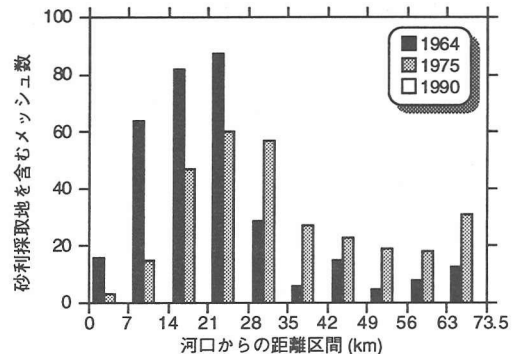


図5 州上の砂利採取地の分布の変化

1964年以前から始まった築堤が、現在は既成している。
42km～56km区間では1964年以降に築堤が開始され、現在も
進行している。

4. 考 察

4.1 竹林の分布に及ぼす築堤の影響

図3に示した35km～63kmの区間における竹林の分布の変
化には、築堤事業が密接に関係している。まず、1964年か
ら1975年の間に、特に42km～56kmの区間のメッシュ数が激
減しているのは、3.5で述べたように、この区間で1964年か
ら1975年の期間に築堤工事が急速に進捗したからである。

この区間の堤防法線は、防水林として管理されてきた竹林域を通るように計画されたため、竹林の多くが堤防敷
地として伐採・整地された。また、堤外地に残された竹林も、疎通能の確保を理由にほぼ皆伐されたのである。
図7-左に、この期間における各区間の竹林を含むメッシュの数の変化と、新規築堤が確認されたメッシュ数との関
係を示した。築堤に直接必要な敷地を上回る竹林域の減少が認められる。これは、上述したような理由ととも
に、築堤後に竹林が堤内にとりこまれたため、定義上、それが河道内から消失したことにもよっている。

以上のような傾向とは対照的に、1975年以降には築堤事業の進捗はあるものの(図6)、竹林が含まれるメッシュ
数は減少するというよりもむしろ微増の傾向がうかがえる(図7-右)。この理由は、1970年代の後半頃から、社会的
趨勢として竹林の環境保全機能の重要性が見直され始めたのに対応して、河川管理者も竹林を可能な限り保全し
ながら築堤を進める方向に転換を図ってきたためである。なお、56km～63km区間では、1975年から1990年の間に
竹林を含むメッシュ数が急増していたが、これは、築堤事業関連で建設省が買い上げた耕作地や自然高水敷など
に、これらと接する竹林から竹が侵入してきたことによっている。

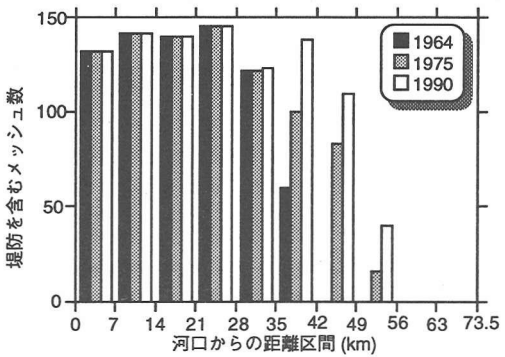


図6 築堤箇所の推移

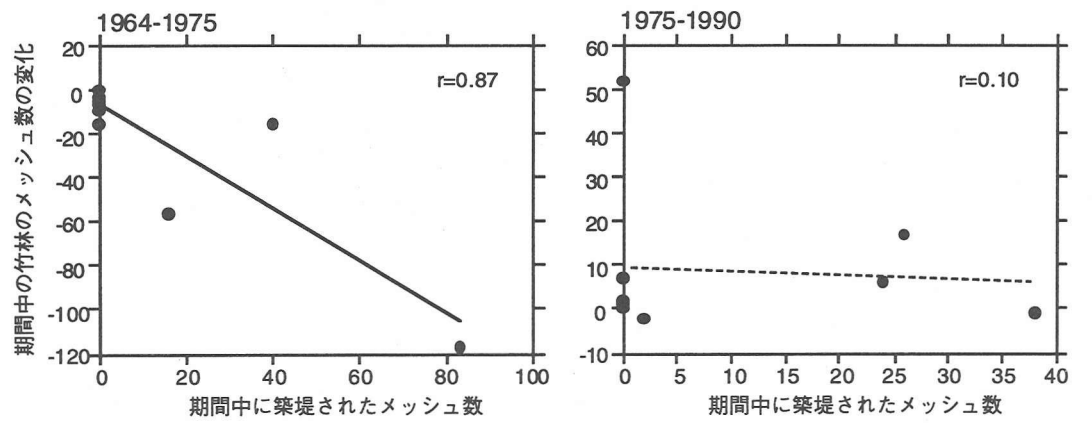


図7 各区間における築堤箇所の増加数と竹林を含むメッシュ数の変化との関係

4.2 河道内の樹木分布の変化に関わる諸要因

図2で見られたように、1975年以降、吉野川の州では樹木が繁茂するようになってきている。ここで優占する木
本種はアカメヤナギやネコヤナギ等のヤナギ類であるが、これらがうまく定着し、順調に成長するためには、次
のような条件がそれぞれの生活史段階で必要となる。まず、ヤナギ類は1mm程度の微少な種子を散布するが、そ
れは乾燥に対する耐性がなく、その発芽には十分な水分が要求される^{12,13)}。このため、芽生えは低水路沿いに発生
することになるが、その後増水した場合には簡単に流されてしまう。吉野川でのヤナギ類の種子散布と芽生えの

時期は4-5月であり、この期間における安定した流況が、芽生えとその定着にとって必須の要件である¹³⁾。次に、その芽生えが長期にわたって順調に成長し続けるためには、そのハビタットとしての州そのものが安定していることが重要な要因となる。以下においては、上述のような流況や州の安定性に関わる流域の環境要因として、1)ヤナギ類の芽生え期や定着期の流況の安定に関わる貯水ダム、2)成長期における州の攪乱要因としての砂利採取、3)土砂汙止を通して本川の州の安定性に影響を与える支川の床止めの進捗に着目し、その実態を概観しながら、河道内の樹木の増加との関連について考察するとともに、4)州上に定着した樹木自体による州の改変効果についてもふれておきたい。

(1)ダム建設による流量調節：1953年に柳瀬ダムが建設され、ついで1975年から1978年の間には、池田ダム、新宮ダム、早明浦ダムが相次いで建設された(表1)。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。このようなダム群による洪水調節によって、定着した樹木を破壊する頻度が少なくなったことが推測される。さらに、ダム建設後は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、それが芽生える期間である4-5月に安定した流量の水供給が行われるようになった⁹⁾。この時期の安定した水供給は、乾燥に対する耐性が無く、また流されやすいヤナギ類の芽生えが定着するのに大きく寄与したものと思われる。

(2)砂利採取：1964年～1975年および1975年～1990年の二年代間についてメッシュ図をオーヴァーレイし、砂利採取の存在状態の変化を4形態(有→有、有→無、無→有、無→無)に分類するとともに、そのメッシュ数を集計した。そして、それらの中で樹木の存在状況の変化(樹有→樹有、樹有→樹無、樹無→樹有、樹無→樹無)を集計した。これらの結果を表2に示す。砂利採取の最盛期にあたる1964年～1975年については、1964年と1975年の両年ともに樹木の分布が認められないメッシュ(樹無→樹無)の割合が非常に高かった。特に、1964年に砂利採取が行われていた所でその傾向が顕著であった。また、1964年に砂利採取が行われていた所では、1975年に樹木が消失していたメッシュ(樹有→樹無)は確認できなかったが、これはもともとほとんどのメッシュで樹木が存在していなかったことによる。

砂利採取が1964年に行われており、1975年には行われていなかった254個のメッシュ(有→無)では、樹木の新たな発生(樹無→樹有)が確認されたのは12メッシュ(7.9%)であった。逆に、砂利採取が1964年に行われておらず、1975年に行われていた212個のメッシュ(無→有)では、樹木が新たに発生(樹無→樹有)したのは5メッシュ(4.7%)にすぎなかったが、樹木が消失(樹有→樹無)したのは21メッシュ(9.9%)であった。なお、砂利採取の変化のすべての形態で樹木の新たな発生(樹無→樹有)が確認されているが、そのほとんどは単木状の非常に疎な状態で発生したものであった。この中で、1964年に砂利採取が行われていたが1975年にはそれが行われていなかったメッシュ(有→無)のうちの4個、また、1964年にも1975年にも砂利採取が行われていなかったメッシュ(無→無)のうちの7個では、1975年には樹木が密生して発生していることが確認された。

一方、砂利採取に対する規制が行われるようになった1975年から1990年の間では、1975年に砂利採取が行われていた281個のメッシュ(有→無)の中でも、それが行われていなかった1881個のメッシュ(無→無)の中でも、1990年にはともに約32%のメッシュで新たな樹木の発生が確認され、3%程度のメッシュで樹木が消失した。

以上、個々のメッシュの年代間の比較を通して、砂利採取が州上の樹木の

表2 砂利採取と樹木の分布状態の変化

砂利採取の 変化形態	メッシュ内の樹木分布の変化(メッシュ数, カッコ内は%)				計
	樹無→樹有	樹有→樹無	樹有→樹有	樹無→樹無	
1964→1975					
有→有	5 (7.9)	0 (0)	1 (1.6)	57 (90.5)	63
有→無	12 (4.7)	0 (0)	2 (0.8)	240 (94.5)	254
無→有	5 (2.4)	21 (9.9)	4 (1.9)	182 (85.8)	212
無→無	77 (3.8)	139 (6.9)	49 (2.4)	1743 (86.8)	2008
1975→1990					
有→無	90 (32.0)	7 (2.5)	8 (2.8)	176 (62.6)	281
無→無	606 (32.2)	61 (3.2)	70 (3.7)	1144 (60.8)	1881

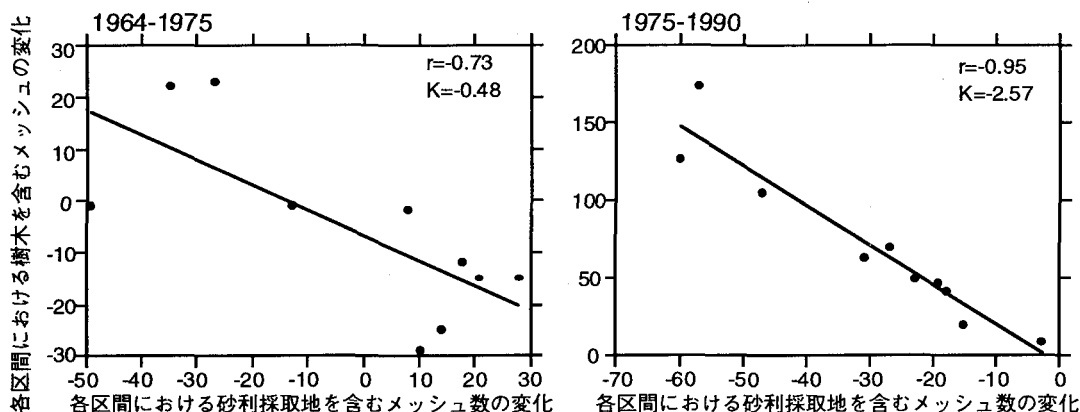


図8 各区間における砂利採取地を含むメッシュ数の変化と樹木を含むメッシュ数の変化との関係

分布に関与していることを示した。ただし、ここでは11年あるいは15年の間隔をおいての比較であるので、個々のメッシュの直前の状態については示されていない。加えて、砂利をトラック等で運搬する際に生じる、採取ピット以外での地表面の攪乱の影響についても示されていない。砂利採取の最盛期にあたる1964年～1975年で、1975年には砂利採取が行われなくなっていたメッシュにおいても樹木の増加が少ないのは、このようなことが影響しているのかもしれない。

図8に、1964年～1975年および1975年～1990年の各期間中の、各距離区間における砂利採取地を含むメッシュの数の変化と、樹木を含むメッシュの数の変化との関係を示す。各区間における砂利採取地を含むメッシュ数の増減は、その区間が砂利採取によって受ける攪乱の相対的な強度の変化を表すものと考えることがきでる。両年代に共通して、砂利採取地を含むメッシュ数の変化量と、樹木を含むメッシュの数の変化量との間に、明瞭な負の相関が認められる。すなわち、砂利採取が少なくなった区間では、砂利採取による直接的および間接的な攪乱が弱まったことにより、樹木が順調に成長できるようになったことを強く示唆している。

以上のように、砂利採取は樹木のハビタットの破壊をもたらすものではあったが、その一方で、地下水位にまで達する砂利採取は、ヤナギ類の定着に適した場所を提供したこともあったと思われる。砂利採取のピットがあった地点にアカメヤナギ群落が発立していることが、空中写真の判読および現地調査により確認されているからである。

(3)砂防等による土砂攔止：メッシュ図を作成する過程で、主要な15支川での床止め工の施行の有無についても調べた結果、1964年には9支川（流域面積；211.3km²）で床止め工が施行されていた。ただし、その時点では床止め間の流路は網状となっており、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14支川（流域面積；300.1km²）で床止め工が竣工しており、流路もほぼ固定されていた⁹。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と言われ¹⁰、これらのダムによっても下流への土砂供給は減少している。こうした土砂攔止により、本川下流の州上ではアーマコートが形成されている。そのため、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。すなわち、州の物理的環境は、近年、安定してきており、樹木が順調に成長できるようになっていると言える。

(4)定着した木本による土砂の捕捉：ヤナギ群落は、その発芽・定着時に十分な水が必要なため、低水路沿いに定着する¹¹。そして、その後の成長につれて土砂をトラップし堆積させていく。そのため、そこでは河床上昇が生じると同時に、成長したヤナギ群落が洪水時の疎通能を低下させ、低水路部においては河床が低下する。その結果として、河床の高低差は3～5m増大していることが報告されている^{4,5,8}。このように、近年、州は相対的に水面

5. おわりに

きている。図9に示すような複合的な要因により、現時点では、河道内の州は安定してきており、このことが樹木が定着し成長できる機会を増加させている。さらに、そこに定着した樹木は、洪水時に流送される土砂をとらえ、そこに堆積させることにより、樹木群落下の州の安定性をさらに高めているのである。

州上の植生の保全や管理を考える場合、その変化の方向を予測する必要がある。そのためには、それら植物群落の定着や成長に関わる生態学的なプロセスを把握するとともに、流域環境の変化が、ハビタットとしての州の特性にどのような影響を与えつつあるのかという情報も含めながら、植物群落の遷移系列を考えなければならない。ここで考察してきたような州の安定化とそれに伴う樹木の増加は、攪乱による破壊を前提とする本来の河川植生の維持機構とは、生態学的には異なったものになってきている可能性をも示唆している。

謝 辭

徳島県立博物館の太田陽子氏および徳島大学総合科学部の山邊栄一氏には、メッシュ図の作成およびデータのとりまとめを手伝っていただいた。また、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。本研究を行うにあたっては、河川環境管理財団および笹川研究助成による研究補助金を一部利用した。ここに記して感謝したい。

引用文献

- 1) 石川慎吾 (1991) 揖斐川の川辺植生, II. 扇状地域の砂礫堆上の植生動態. 日本生態学会誌, 41: 31-43.
- 2) 萱場祐一・島谷幸宏 (1995) 扇状地河川における地被状態の長期的変化とその要因に関する基礎的研究. 河道の水理と河川環境シンポジウム論文集: 191-196.
- 3) 李參熙・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の関連性. 環境システム研究, 24: 26-33.
- 4) 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.
- 5) 岡部健士・鎌田磨人・湯城豊勝・林雅隆 (1996) 交互砂州上の植生と河状履歴の相互作用—吉野川における現地調査. 水工学論文集, 40: 205-212.
- 6) Kamada, M., Y. Ohta & T. Okabe (1996) Interrelation between tree distribution in river and environmental change of

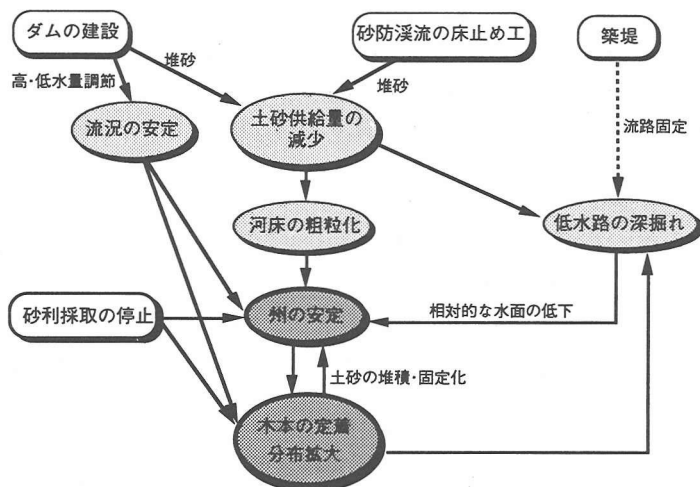


図9 州上の樹木の分布に関わる諸要因

- basin due to human activity. Interpraevent 1996- Tagungspublikation, Band 2: 245-252.
- 7) Okabe, T., M. Kamada & M. Hayashi (1996) Ecological and hydraulic study on floodplain vegetation developed on a bar. Interpraevent 1996- Tagungspublikation, Band 1: 235-244.
 - 8) 岡部健士・鎌田磨人・小寺郁子 (1997) 交互砂州上の植物群落とこれに及ぼす河状履歴の影響. 水工学論文集, 41: 373-378.
 - 9) 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.
 - 10) 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. (印刷中)
 - 11) 「四国三郎物語」編集委員会 (1997) 四国三郎物語－吉野川の洪水遺跡を訪ねて. 建設省徳島工事事務所, 徳島.
 - 12) Ishikawa, S. (1994) Seedling growth traits of three Salicaceous species under different conditions of soil and water level. Ecological Review, 23: 1-6.
 - 13) 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.
 - 14) 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.