

## 那賀川中・下流域の砂州における物理的環境の変化と樹木の分布拡大パターン

Temporal change of woody plant distribution on bars in relation to the change of physical condition of bar-beds in middle and lower reaches of the Naka River, Shikoku, Japan

荒木健太郎<sup>1</sup> 遠野竜翁<sup>2</sup> 鎌田磨人<sup>3</sup> 湯城豊勝<sup>4</sup> 岡部健士<sup>5</sup>

Kentaro ARAKI, Tatsuo TONO, Mahito KAMADA, Toyokatsu YUKI, Takeshi OKABE

**Abstract:** The expansion pattern of woody plant on bars were revealed in relation to the change of physical condition of bar beds in the Naka River, Shikoku, Japan. The temporal changes of woody plant distribution were compared by using aerial photographs taken in 1963, 1976, 1986 and 1999. Bar shapes and particle size of bar surface were also compared temporally.

The area that woody plants occurred was drastically expanded between 1976 and 1986, particularly in lower and upper reaches. It is considered that these changes have been corresponding with stabilization of the river-bed; Bar surfaces downstream from dams have become covered by coarse sediment. Fine sediment was washed out by floods and is no longer supplied to the bars because dams have trapped the sediment material. Only coarse materials have remained on the bar surfaces. Bar beds covered by coarse materials are more difficult to dislodge during floods, the bar-bed has thus been stabilized.

**Keywords;** *Expansion of woody plant distribution, Naka River, Physical condition of bar-bed, Temporal change*

### 1. はじめに

近年、日本各地の河川砂州上において砂州の安定化に伴い、樹木が著しく繁茂するようになってきている<sup>1) 2) 3) 4)</sup>。これら砂州の安定化の要因としては、ダム建設による土砂供給量の減少や堤防・堰などの設置による滞筋の固定化など、河川管理における公共事業が挙げられるが、それらと近年における河道内樹木の急激な繁茂とを関連づける研究の蓄積はまだ少ない<sup>5)</sup>。

ところで、樹木群落の繁茂は、河道管理の立場からは疎通能障害、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一方<sup>6)</sup>、砂州の動きを抑制することによって流路の安定に寄与することが期待される<sup>7)</sup>。加えて、集約的な土地利用がなされ、堤内には樹木群落が少ない中・下流域においては、河道内に成立している樹木群落は、鳥類等に営巣地やねぐら、餌としての果実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とともに<sup>8)</sup>、優れた景観機能も有している。したがって、治水と生態系維持機能をバランスよく発揮させることを目指した維持・管理の方法を考える必要がある。このような観点から、より効率的に河川管理を行ってゆくためには、河道内の砂州上で繁茂しつつある樹木の生態的特性を把握し、また、群落拡大のプロセスとその要因を明らかにしておく必要がある。そしてその上で、今後どのように樹木群落が発達していくのかを予測できるようにしておく必要がある。

これらのことを念頭におきながら、荒木ら<sup>9)</sup>は、徳島県の一級河川である那賀川河道内に成立している樹木群落であるアカメヤナギ群落、ネコヤナギ群落、アキグミ群落、カワラハンノキ群落が、どのような立地環境に対応して分布しているかを明らかにし、それらの分布特性について、群落優占種の生態的な特性と関連付けながら考察を行った。本研究では、那賀川におけるこれら樹木群落がいつ頃から繁茂し始めたのかを過去3年代の空中写真から明らかにし、それに関与したと思われる要因について考察する。

## 2. 調査地の概要

研究対象とした那賀川は、徳島県剣山に発し、徳島・高知両県の県境山地の東側に沿って南下した後、東へ流れ、紀伊水道へ注いでいる一級河川であり、その流域面積は、874 km<sup>2</sup>、幹川流路延長 125 km である（図 1）。

那賀川は上流域では多い年には 3000mm もの降雨があり、しかも勾配が急なため、流域が小さい割に洪水の規模が大きい暴れ川として知られている。河道形状は上流部では大きく蛇行している峡谷型であるが、下流部の河口から約 11km までの区間はほぼ直線状であり、川幅も広がっている。

那賀川水系には、上流から順に、小見野々ダム、追立ダム、長安ロダム、川口ダムが設置されている。それらの概況を、表 1 に示した。

河道内の砂州上には、アカメヤナギ、ジャヤナギ、ネコヤナギ等のヤナギ類のほか、カワラハンノキ、アキグミ、ヨシ、ツルヨシ等の群落が分布している。また、上流部においては治水管理のためにマダケ等が植えられているのが特徴である<sup>9)</sup>。

本研究では、河口から川口ダムに至る河道延長約 43km の区間を対象とし、以下のような調査を行った。

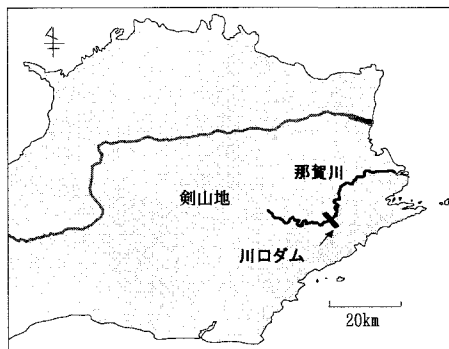


図 1 調査河川

表 1 那賀川水系におけるダムの概況

|                         | 小見野々ダム   | 追立ダム    | 長安ロダム               | 川口ダム    |
|-------------------------|----------|---------|---------------------|---------|
| 目的                      | 発電       | 砂防・発電   | 洪水調節・発電<br>既得取水の安定化 | 発電・逆調節  |
| 竣工年                     | 1968年    | 1952年   | 1960年               | 1956年   |
| 総貯水容量(m <sup>3</sup> )  | 16750000 | 923000  | 54278000            | 6463000 |
| 有効貯水容量(m <sup>3</sup> ) | 11420000 | 92000   | 43497000            | 950000  |
| 洪水調節容量(m <sup>3</sup> ) | —        | —       | 10960000            | —       |
| 計画堆砂容量(m <sup>3</sup> ) | 6937000  | 1876000 | 5294000             | 1050000 |

## 3. 調査方法

### 3. 1 樹木の分布領域の把握

まず、現地調査と航空写真の判読により 1999 年の植生図(1/5000)を作成した。次に、それを参考にしながら、国土地理院によって 1964 年、1976 年、1986 年に撮影された航空写真により樹木が分布する領域を把握し、1/5000 の地形図上に記録した。これらの年代は、入手可能な航空写真からなるべく等年代間隔になるよう選んだものである。そして、その植生図に現地スケールで 25m×25m のメッシュをかおせ、砂州上で樹木が分布する領域の面積を年代別に調べた。最後に、それらを比較することにより、樹木分布の年代的な変化を把握した。なお、過去のものについては、航空写真からの樹種の判読は不可能であるため、樹木と一括して扱った。

### 3. 2 砂州の形状変化の把握

樹木のハビタットとしての砂州の物理的な環境の変化の把握を目的として、砂州の形状を年代間で比較した。この際、2 つの年代の写真に写りこんでいる砂州の位置や形状が同様であるか、あるいは異なっている

かを、比較する 2 年代のうち新しい年代の写真上での砂州の位置や形状を基準に判定した。すなわち、前年代と比較して砂州の形状も位置も大きく変化したもの (◎)、砂州の位置は変わらないが形状が大きく変化したもの (○)、砂州の形状がわずかに変化したもの (+)、砂州の形状の変化がなかったもの (—) の 4 つの変動パターンに分類して記録した。変化が激しかった砂州ほど樹木の分布に対する影響が大きかったと考えてよい。

### 3. 3 表層礫サイズの経年変化

樹木のハビタットとしての砂州の物理的な環境としては、粒度も重要である。しかしながら、調査範囲すべてについて、これを同様の基準で経年的に把握することは困難である。我々は次のような方法でこれを試みた。

まず、25m×25m のメッシュをかけた 1/5000 の地形図を用意した上で、2000 年に調査範囲に含まれるすべての砂州を踏査した。そして、それぞれのメッシュを覆っている表層砂礫の粒度を目視で階級区分して、メッシュ内で 30% 以上の面積を覆う階級をそのメッシュの代表粒径として書き込んだ。様々な粒度階級の砂礫が混在するメッシュ内で、30% 以上という被覆率は十分に多いと判断されたためである。区分した粒度階級は、I; 2mm 未満 (砂)、II; 2mm 以上 7.5cm 未満 (礫)、III; 7.5cm 以上 30cm 未満 (コブル)、そして、IV; 30cm 以上 (ボールダー) である。なお、これらのうち 2 階級が 30% 以上の割合で混在している場合には、I+II、II+III、III+IV といった中間的な階級を設けて記録した。

河口から上流 18km までの直轄範囲については、国土交通省によって 1968 年と 1986 年に行われた表層砂礫の粒度分析資料を次のように加工して用いた。すなわち、砂州部分の表層砂礫についての粒度曲線から中央粒径を求め、それを上記の粒度階級にあてはめて整理した。

18km より上流部分については、1950 年代に筏を組んで木材の搬出を行う船頭であった方とともに舟で下りながら、個々の場所について当時の最小、平均、最大礫サイズ等についての聞き取りを行い、それぞれの情報を 1/5000 地形図上に書き込んだ。そして、その結果を上記の粒度階級に整理した。

そして、1950 年代、1968 年、1986 年の粒度の情報について確認し得た地点について、現状と比較した。

## 4. 結果

### 4. 1 樹木群落と砂州の経年変化

図 2 に、各年代において樹木が分布する領域のメッシュ数および砂州領域のメッシュ数を、河口から 4km ごとの区間にわけて示した。

樹木が分布するメッシュ数については、下流部で 1976 年から 1986 年にかけて劇的な増加が見られた。また、上流域でも規模は小さいものの、増加が見られた。中流域では特に変化はなかった。砂州の面積は下流では大幅な変動があったが、中流より上では大きな変化は見られなかった。

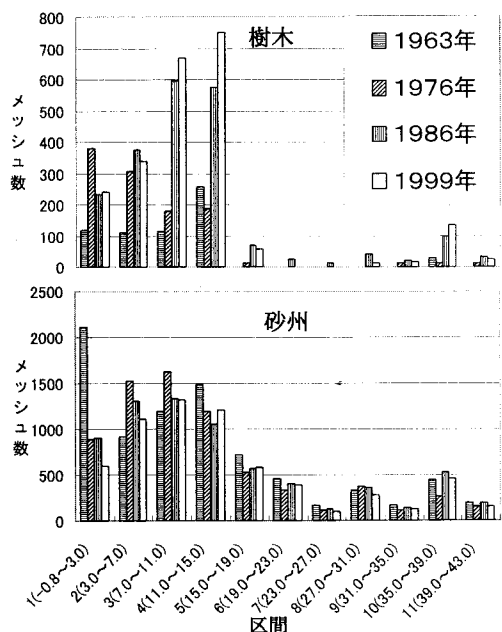


図 2 樹木の分布領域のメッシュ数  
および砂州領域のメッシュ数

表2に、砂州の位置および形状の変化を示した。変化パターンにより、調査範囲を3つの区間に区分することが可能である。すなわち、近年まで砂州の形状変化が続いている15kmまでの下流域の区間(1-4)、変化が終息傾向にある15kmから31kmまでの中流域の区間(5-8)、そして、変化が1986年までに終息した31kmから川口ダムまでの上流域の区間(9-11)である。

#### 4.2 表層礫サイズの経年変化

図3は、表層礫サイズの経年変化を示したものである。これより、近年になって、特に30kmより上流部で砂州表層の砂礫が粗粒化してきている傾向が認められる。また、下流部の10km付近までの範囲でも粗粒化している傾向がある。10km付近から20km付近までは、大きな変化は認められない。

#### 4.3 砂州上の樹木分布面積の変化

図2と表2より、砂州上での樹木分布の変化パターンが3つの区間で異なっており、それは、砂州の形状の変化パターンが異なる3つの区間に対応しているように思われた。また、その範囲は、砂州上における粒度の変化パターンの違いともある程度対応している。

そこで、調査範囲を0～15km、15～31km、31～43kmの3区間に分け、各区間において分布する砂州の面積とそこでの樹木の分布面積との年代別の対応関係を図4に示した。ここで、樹木が立地する砂州が安定している期間が長ければ長いほど、砂州上で樹木の分布する領域の割合は大きくなると仮定できる。

上流域や下流域では、1963年、1976年における決定係数は低く、砂州の面積と樹木が分布する面積には対応関係は見られなかった。しかし、1986年以降には砂州面積が大きいところで、樹木の分布面積も大きくなる傾向が認められた。これらの河道範囲における1976年以降の樹木の増加は、1976年以降に樹木の生長を阻害する要因が減少してきたこと、すなわち、砂州が安定してきたことを意味していると思われる。

中流域では1986年に若干の対応関係が見られるのみであった。

表2 砂州形状の変化

◎: 砂州の位置も形も変化  
○: 砂州の形が大きく変化  
+: 砂州の形が小さく変化  
-: 変化なし

| 河口からの距離 | 1963～1976 | 1976～1986 | 1986～1999 |
|---------|-----------|-----------|-----------|
| 0       | ○         | +         | -         |
| 1       | ◎         | ◎         | ○         |
| 2       | -         | -         | -         |
| 3       | -         | -         | -         |
| 4       | ○         | +         | ○         |
| 5       | ○         | -         | +         |
| 6       | ◎         | ◎         | +         |
| 7       | ◎         | ○         | ◎         |
| 8       | ◎         | +         | ◎         |
| 9       | +         | +         | ○         |
| 10      | +         | +         | +         |
| 11      | +         | ○         | +         |
| 12      | ○         | +         | +         |
| 13      | +         | +         | +         |
| 14      | +         | +         | +         |
| 15      | +         | +         | -         |
| 16      | -         | -         | +         |
| 17      | -         | -         | -         |
| 18      | +         | +         | -         |
| 19      | ○         | ○         | +         |
| 20      | ○         | +         | +         |
| 21      | -         | +         | +         |
| 22      | +         | -         | -         |
| 23      | ○         | -         | -         |
| 24      | ○         | +         | +         |
| 25      | +         | +         | -         |
| 26      | -         | +         | -         |
| 27      | -         | +         | -         |
| 28      | ○         | +         | -         |
| 29      | -         | -         | -         |
| 30      | +         | -         | -         |
| 31      | +         | +         | -         |
| 32      | -         | -         | -         |
| 33      | -         | -         | -         |
| 34      | -         | -         | -         |
| 35      | -         | +         | -         |
| 36      | -         | -         | -         |
| 37      | +         | -         | -         |
| 38      | +         | +         | -         |
| 39      | -         | -         | -         |
| 40      | -         | -         | -         |
| 41      | -         | -         | -         |
| 42      | -         | -         | -         |
| 43      | -         | -         | -         |

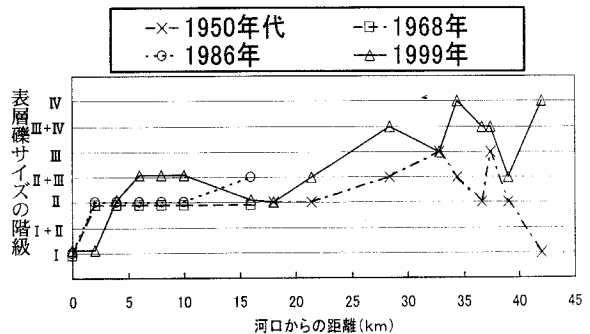


図3 表層礫サイズの経年変化

## 5. 考察

那賀川の樹木群落は、1980年代から1990年代にかけて、特に下流域および上流部で分布を拡大していた(図2, 図4)。これはその期間に、それらの河道区間の砂州で、樹木が生育可能な立地環境が整えられた事を示唆している。

ところで、精度は高くはないものの、上流域や下流域では、近年、河床材料の粗粒化が生じているように見える(図3)。河床の粗粒化は、同じ洪水流量が与えられても、砂州の表層が動きにくくなっていること、すなわち、樹木の生育立地が洪水攪乱から保護されやすくなっていることを意味する<sup>4) 10)</sup>。こうしたことがこれらの河道区間における樹木の分布拡大の要因となっていると推測される。

図5は、調査区間より上流にある川口ダムを含む4つのダムにおける堆砂量の推移をまとめたものである。これら4つのダム群によって、約1900万 $\text{m}^3$ もの砂礫が下流部に供給されなくなっている。このことがダム直下である上流域の砂州で粗粒化を引き起こした原因である<sup>11)</sup>。

下流域については、11km地点、13km地点、18km地点に1955年頃に設置された堰群による影響を受けていると思われる。これら堰群は土砂の流下を妨げるとともに、滞筋の固定化をもたらししている。滞筋の固定化とそれに伴う滞筋の深掘れは砂州横断方向の傾斜を急にするため、洪水時の水の引き際における流速を高める。そして、それは砂州表層砂礫の粗粒化を助長することになる。

15kmから31kmの河道範囲で樹木の分布拡大が見られない理由は、今のところ明らかにできない。ただし、1986年には下流域や上流域と同様に、砂州上における樹木の分布領域が拡大している傾向が見られる。1999年に樹木が減少したのは、その間に河道改修が行われたこと等、別な人為的要因が作用しているのかもしれない。

那賀川の川口ダムより下流で特に31~43 kmの区間

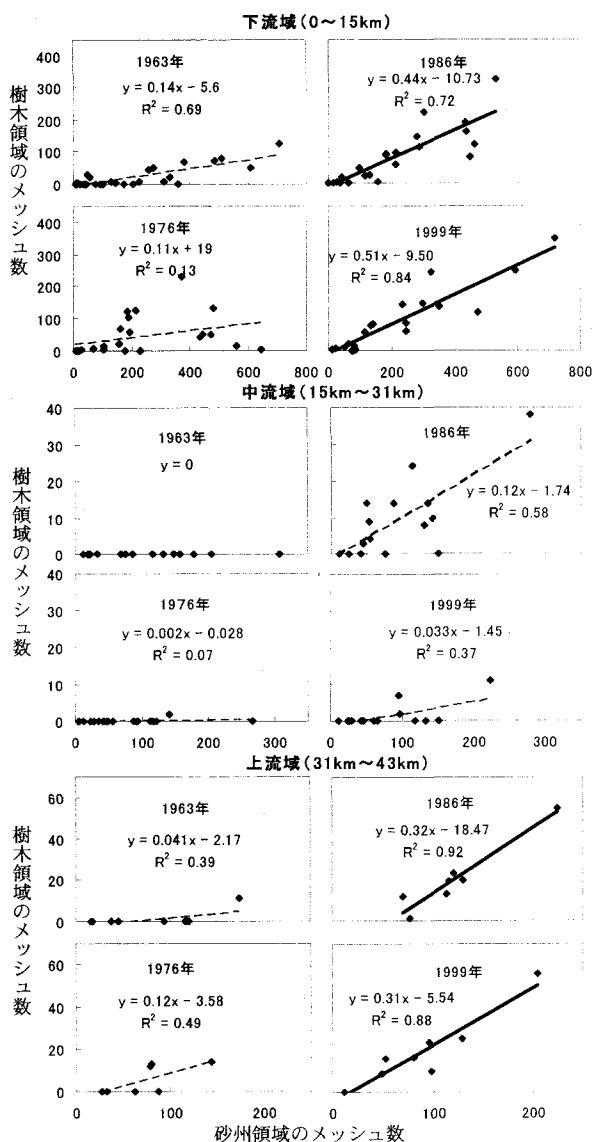


図4 砂州の面積と樹木の分布面積との対応関係

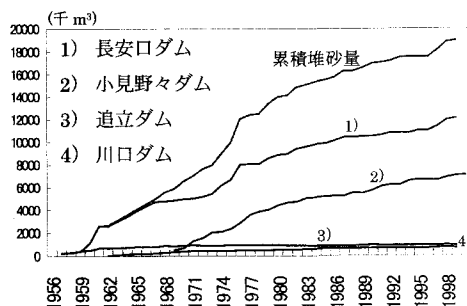


図5 ダム堆砂量の推移

では、ダム設置に伴う河床の粗粒化、下流域 15 km までの範囲については、堰の設置による滞筋の固定化および河床の粗粒化によって砂州の物理的安定性が増し、その結果、1980 年代に樹木の分布領域が拡大したものと考えられる。

ところで、図 4 に見られるように、上流域では 1986 年、1999 年ともに、砂州面積における樹木の占める割合が 30%程度であった。一方、下流域においては、砂州上で樹木が分布する領域は 1986 年には 44%であったが、1999 年には 51%にまで達している。このような上流域と下流域の砂州上において樹木が分布する領域の割合が異なっているのは、それらの範囲の砂州上において樹木の生育が潜在的に可能な領域の違いを反映していると思われる。また、下流域において、近年さらに樹木の分布領域が増加しているのは、表層砂礫の粗粒化によって砂州が安定し始めた時期が遅かったことに由来していると思われる。

荒木ら<sup>9)</sup>によると、群落の分布は上流域と下流域で異なっており、下流域にはアカメヤナギ群落およびアキグミ群落、上流域にはネコヤナギ群落、カワラハンノキ群落、およびアキグミ群落が分布している。このうち下流部のアキグミ群落については、1986 年を境に急激に拡大したことが明らかにされている<sup>7)</sup>。このように、河床の物理的環境の変化に伴って樹木の分布は拡大しているものの、河道範囲によって優占する樹種が異なっている。今後、個々の樹種の生活史特性や群落拡大のプロセス等の生態学的な特性と、各生活史段階において必要とされる立地環境、また洪水攪乱と群落分布との対応関係等を個別に明らかにしてゆく必要がある。

**謝辞：**本研究をとりまとめるにあたって、国土交通省那賀川工事事務所からダム堆砂量に関する資料の提供等、多大な御協力をいただいた。本研究を遂行するにあたって、河川環境管理財団から河川整備基金の助成を受けた。

## 引用文献

- 1) 李 参熙・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との関連性。環境システム研究, 24: 26-33.
- 2) 李 参熙・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・山邊栄一・岡部健士 (1997a) 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.
- 4) 鎌田磨人・岡部健士・小寺郁子 (1997b) 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。環境システム研究, 25: 287-294.
- 5) 中村太 (1999) ダム構造物が水辺林の更新動態に与える影響。応用生態工学, 2:125-139.
- 6) リバーフロント整備センター 編 (1994) 河道内の樹木伐採・植栽のためのガイドライン(案)。山海堂。
- 7) 湯城豊勝・岡部健士・鎌田磨人・西野賢太郎・郡麻里 (2000) 那賀川下流における樹木の定着とその影響。水工学論文集, 44: 843-848.
- 8) Long, M. E. (1997) The grand managed canyon. National Geographic, 192 (1): 114-135.
- 9) 荒木健太郎・鎌田磨人・湯城豊勝・岡部健士 (2000) 那賀川中・下流域における樹木群落の分布と立地特性。環境システム研究論文集, 28: 247-254.
- 10) 郡 麻里・鎌田磨人・岡部健士・中越信和 (2000) 吉野川河道内の砂州上におけるアキグミ群落の分布状況と立地特性。環境システム研究論文集, 28: 353-358.
- 11) 辻本哲郎 (1999) ダムが河川の物理的環境に与える影響—河川工学及び水理学的視点から—。応用生態工学, 2:103-112.