

# 鬼怒川の河道地形及び植生の変遷と相互関係

大沼 克弘<sup>1</sup>・遠藤 希実<sup>2</sup>・天野 邦彦<sup>3</sup>

<sup>1</sup>正会員 国土交通省国土技術政策総合研究所環境研究部河川環境研究室主任研究官（〒305-0804 茨城県つくば市旭1番地）

E-mail:oonuma-k2i2@nilim.go.jp

<sup>2</sup>正会員 国土交通省国土技術政策総合研究所環境研究部河川環境研究室研究官（同上）

<sup>3</sup>正会員 国土交通省国土技術政策総合研究所環境研究部河川環境研究室室長（同上）

治水・環境両面を勘案した適切な河道管理を行うにあたっては、河道地形と植生の相互関係について把握することが重要である。本研究では、鬼怒川の16.0~26.0kmを対象に、既往調査成果をもとに、昭和39年以降の5年代における3次元地形データ及び推定植生図を作成し、河道地形及び地被の変遷を整理した。その結果、砂利採取等河道掘削後、砂州が形成され、そこに植生が繁茂して土砂が堆積し、それが偏流を引き起こして濡筋が低下するというプロセスが浮き彫りになった。さらに、各年代ごとの地被の変化を整理し、変化が起こる要因について主に地形との関係に着目して考察を行うとともに、現在の植生がこれらの変遷の影響を色濃く受けていることを示した。

**Key Words :** morphology, vegetation, change, interaction, Kinu river

## 1. はじめに

近年、多くの河川において、高水敷や中州、寄州等の樹林化の進行や、氾濫原の乾燥化の進行、自然裸地の草地化等が見られる。

ダムによる攪乱の減少が樹林化の誘因となることもあれば<sup>1)</sup>、砂利採取等により低水路と高水敷に段差が生じ、高水敷に植生が繁茂してそこに土砂が堆積し、偏流により濡筋の河床低下の進行を招き、そのため氾濫原植物等の減少が生じることもある<sup>2)</sup>。

このようなことは、多くの場合河川環境面で好ましくないだけでなく、河床の深掘れの進行等による河川構造物への影響等治水面でも問題となることがある。

治水・環境両面を勘案した適切な河道管理を行っていくためには、対象とする河川におけるこのような現象の機構解明を行い、それを踏まえて適切な対策を行うことが肝要である。

その際に重要なのは、河川地形と植生を流れと流砂を媒介として相互に作用するシステムとして捉え<sup>3)</sup>、理解を深めることである。なぜなら、河川の場合には、自然の営力に伴う河道の変化や植生・生物などの自然生態系の変遷があり、それらの変化を的確に認識した上で、将来に向けてより良い治水・利水・環境条件の整備を進めるといふ、創造的かつ積極的な概念が与えられるべきものと考えられるからである<sup>4)</sup>。

河川地形と植生の相互関連に関する研究としては、例えば低水路川幅が縮小するプロセスに関するものがある。例えば、藤田らは、現象の力学的機構解明に基づき、植物の繁茂がウォッシュロードの堆積を促進し、川幅が縮小していく過程を明らかにした<sup>5)</sup>。大沼らは、植生の消長と植生による細粒土砂の堆積過程をモデル化し、そのモデルでの予測計算結果に基づいた河道掘削後の戦略的な河道管理方法について示した<sup>6)</sup>。大石らは、全国7河川を対象に、横断測量成果や空中写真等を用いて、川幅水深比や河床低下量といった河道特性や地被の長期変動の実態を整理し、マクロ的な観点からその関連性について分析を行っている<sup>7)</sup>。

また、天野らは、レーザープロファイラにより取得した面的な地盤高データと様々な流量規模での水理計算結果を合わせて利用し、冠水頻度や攪乱の程度と植生の繁茂状況との関係を解析して、河川の微地形と植生繁茂との関連性を千曲川のハリエンジュ群落を例に明らかにし、このような分析・評価手法が樹林化抑制の具体策の検討に有効であることを示唆した<sup>8)</sup>。

しかしながら、河道地形と地被の両者について面的な変遷を整理し、双方の関係性について考察し、それを踏まえて現在の植生と過去の河道地形変化の履歴との関連性について分析した事例はほとんどない。

本研究では、鬼怒川を対象に、昭和39年から直近までの5年代について、3次元地形データ及び推定植生図を

作成し、河道地形及び地被の変遷を整理し、それらの変遷の要因について考察するとともに、現在の植生が、これらの変遷の影響を色濃く受けていることを示す。

## 2. 方法

既往調査成果をもとに、5年代における3次元地形データ及び推定植生図を作成し、それらのデータを用いて河道形状及び地被状況の変遷を把握するとともに、分析を行うために必要な水理計算を行った。

なお、各年代ごとに用いた資料は表-1のとおりである。各年代に用いる既往調査の調査時期はできる限り近接するよう選定した。

### (1) 対象河川及び対象区間の概要

本研究では、鬼怒川の16.0kから26.0kの区間を対象とした。

鬼怒川は、栃木県日光市の鬼怒沼を水源とし、栃木県と茨城県を流れ利根川に合流する、流域面積1760km<sup>2</sup>、幹川流路延長176.7kmの河川である。

対象区間の河床勾配は約1/2500で、河床が沖積粘性土あるいは洪積シルト層となっているところが多く、河床材料の代表粒径は0.5mmで、セグメント2-2に該当する<sup>9)</sup>。

区間内には、河床低下対策として平成3年に設置された石下床止め(22.8k)が、区間直上流には昭和42年に改築された鎌庭第一床止め(26.68k)が、区間直下流には平成7年に設置された三妻床止め(15.85k)がある。また、対象区間では昭和44年頃まで活発に砂利採取が行われた。その後量は少ないものの平成5年頃まで砂利採取が継続的に行われている。対象区間の上流でも砂利採取が行われており、さらに対象期間中にダム群が供用(昭和41年に川俣ダム、昭和59年に川治ダム)されている。

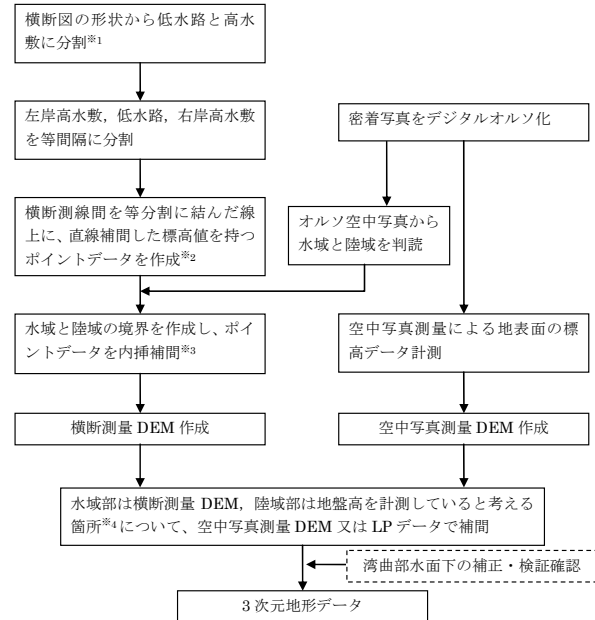
### (2) 3次元地形データの作成方法

作成にあたっては、横断測量データ、LPデータ、空中写真測量データを用いた。LPデータは、面的な標高データを取得でき、微地形を捉えることができるが、植生が密生に群生している場合などは地上面を捉えることが難しく、水面下の河床の標高は把握できないという問題があり、データは平成18年しかない。空中写真測量データは、LPより精度は落ちるものの面的な標高が推定できるが、60%以上オーバーラップした密着写真が必要であり、地面が露出していない箇所は地物の表面の標高しか計測できず、写真の写りぐあいによっては精度が低下する等の問題がある。

そのため、以下の方針で作成した。

表-1 各年代別使用データ

| 年代 | 3次元地形データ    |        |       | 推定植生図 |         |
|----|-------------|--------|-------|-------|---------|
|    | 空中写真・レーザー測量 |        | 横断測量  |       |         |
|    | 調査年         | 使用データ  | 調査年   | 調査年   | 使用データ   |
| 1  | S39年        | 空中写真   | S39年度 | S39年  | 空中写真    |
| 2  | S45年        | 空中写真   | S44年度 | S45年  | 空中写真    |
| 3  | S60年        | 空中写真   | S58年度 | S60年  | 空中写真    |
| 4  | H13年        | 空中写真   | H13年度 | H13年  | 河川水辺の国調 |
| 5  | H18年        | レーザー測量 | H16年度 | H18年  | 河川水辺の国調 |



※1: 河道の概略の線形に沿った地形データを作成する

※2: 水域と陸域境界を交差するラインでは中間地点の誤差が大きくなる可能性が高いためポイントデータは作成しない

※3: 水域部と陸域部の勾配変化を表現するため、水域と陸域で境界を作成し、境界を越えて補間しないようにする

※4: 自然裸地、低基草地、水田、畑地、グラウンド・人工構造物を想定

図-1 3次元地形データ作成フロー

- ・水面下の河床の標高データは、横断測量データを活用する。
- ・陸域部の標高データは、横断測量データを基本に、空中写真測量で計測した標高データで補間する。LPデータがある平成18年については、LPデータで補完する。ただし、樹冠等を示している可能性があるデータでは補間しない。
- ・高水敷や滞筋部など河道特有の変化点を考慮した地形データの作成を行う。

3次元地形データの作成手順は図-1のとおりである。

### (3) 推定植生図の作成方法

60%オーバーラップした空中写真を立体視し、色調、樹冠の形状等から、水域、裸地、草地、ヤナギ林、その他樹林(落葉広葉樹林、常緑広葉樹林、植林、竹林)、その他(耕作地、グラウンド、人工構造物)に分類した。ただし、河川水辺の国勢調査の植生図がある場合はそれを用いた。

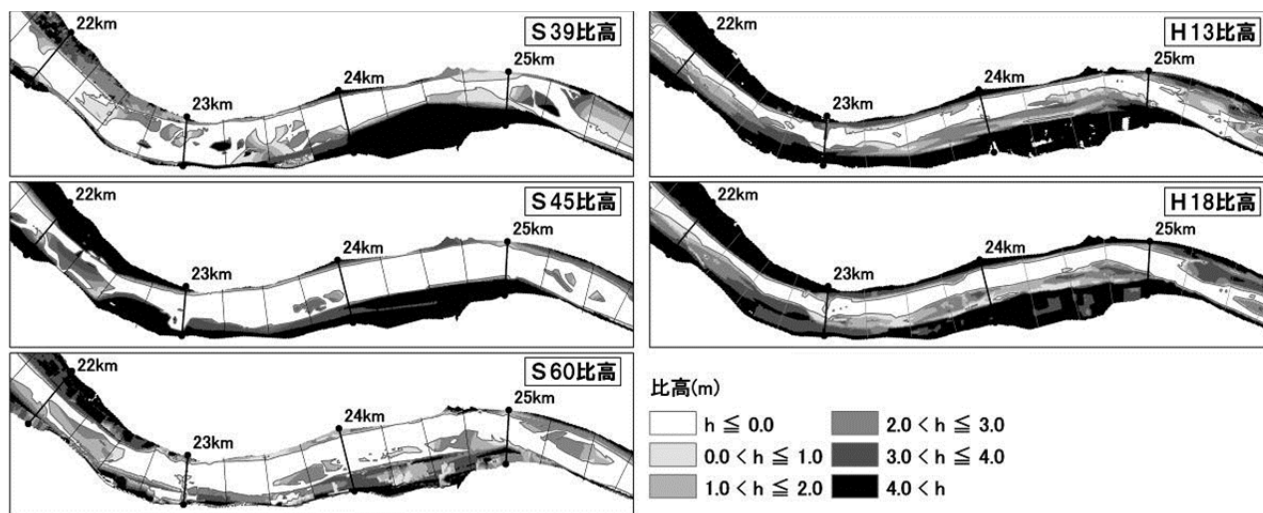


図-2 対象区間上流部における比高の分布

#### (4) 水理計算方法

対象区間下流の水海道（11.0k）の流量観測結果を用いて、先述の各年代ごとに平均的な平水流量や年最大流量等を算出し、それぞれの対象流量について準二次元不等流計算を行った。その際用いた統計期間は、年代1は昭和35～38年、年代2は昭和39～44年、年代3は昭和45～59年、年代4は昭和60～平成12年、年代5は平成13～17年である。なお、計算結果を面的なデータに展開することや植生消長と水理量の関係を把握する際に樹木群内の水理量も把握できるように、本研究では樹木群死水域を設定せず、樹木群による透過係数から算出した粗度係数で流下阻害を表現することとした。河道条件は先述したように分析対象とする各年代に最も近い時点での横断測量成果を基盤とし、地被状況は各年代で作成した推定植生図に基づくこととした。

### 3. 結果

#### (1) 地形の変遷

先述のように、鬼怒川の16.0～26.0kを対象に3次元地形データを作成している。ここでは、対象区間の上流側を対象に、先述の各年代の平水流量の不等流計算結果の水位に対する比高の分布図として図-2に示す。

図-2を見ると、例えば24.5k付近左岸側に着目すると、昭和39年から45年の間に砂利採取により州が減少し、その後上流から次第に細長い州が延伸し、やがて州が寄州化していく様子が見てとれる。図-4の水域に着目すると、この過程で、昭和60年から平成13年の間にワンドがたまりに変化し、さらに平成18年の間にたまりが減少しているのが見てとれる。25.5k付近の中央部に着目すると、砂利採取により州が減少し、その後次第に中州が発達し、

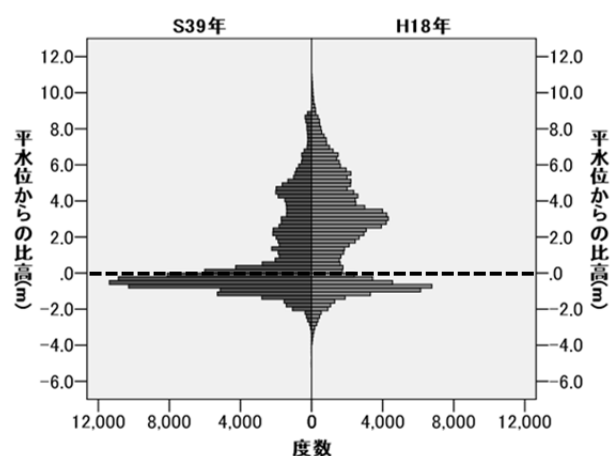


図-3 対象区間の比高のヒストグラム

さらに発達して右岸堤防側の小流路がワンド化して寄州となっていく過程が見てとれる。25.7kでは、砂利採取後に次第に中州が発達しているが、寄州となるまでには至っていない。

対象区間の16.0～25.0kでは、このように、砂利採取に端を発して、いくつかの地形変化のパターンが見られる。先述の中州が発達して寄州化したものとしては、他に17.5k付近、22.4k付近が挙げられる。中州が発達するが寄州となるまでは至らないパターンは、19.5k付近、21.5k付近に見られる。また、砂利採取後に寄州が発達していくパターンもあり、18.2k付近で見られ、湾曲の内岸側で発達している。

昭和39年と平成18年の3次元地形の5mメッシュデータをもとに、平水位に対する比高の各年代の比高のヒストグラムを図-3に示す。このヒストグラムを見ると、平成18年のほうが比高が平水位の水面下で低く、陸域で高くなっている、すなわち地形の二極化が進んでいることがわかる。

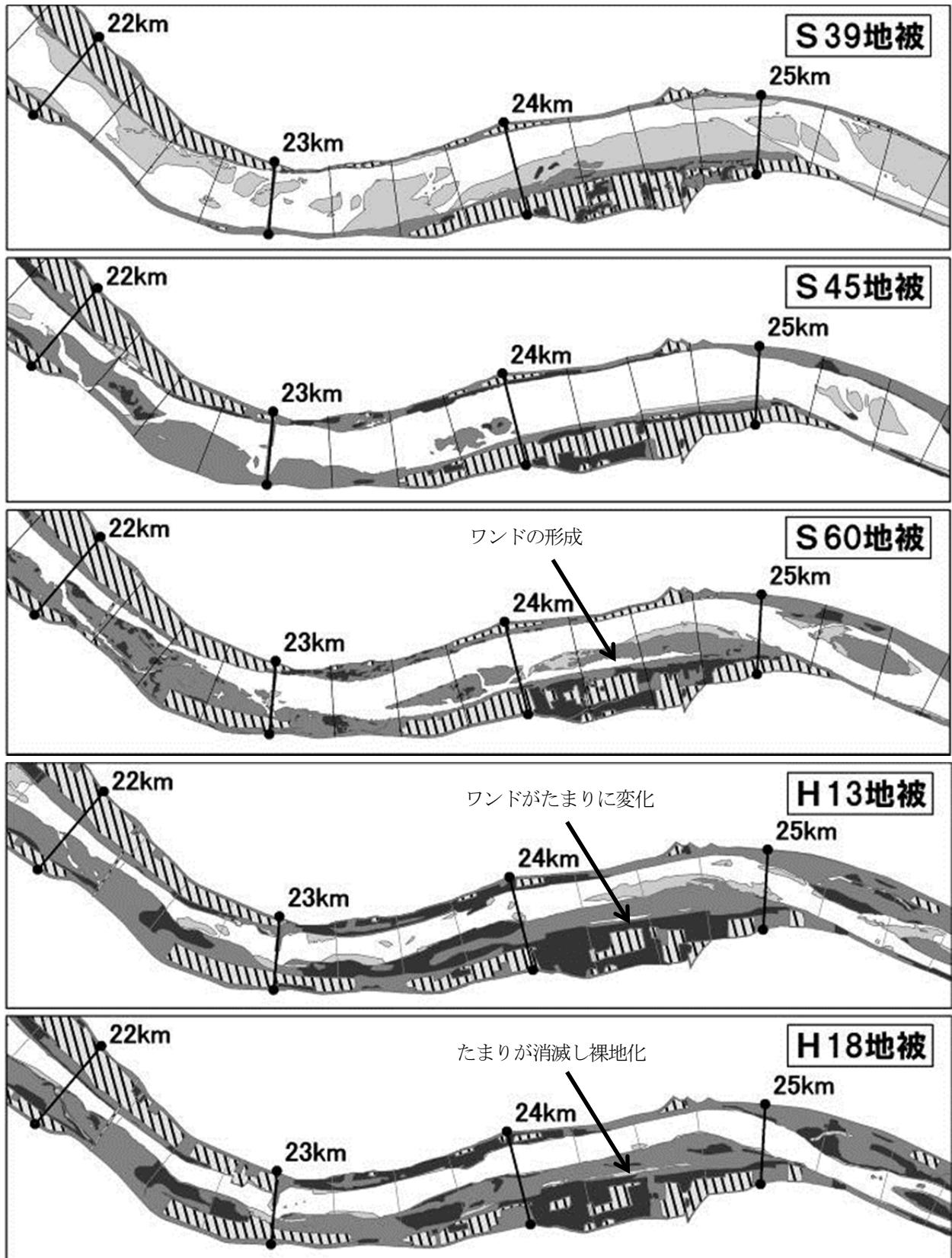


図-4 対象区間上流部における地被の分布

表-2 地被の変化

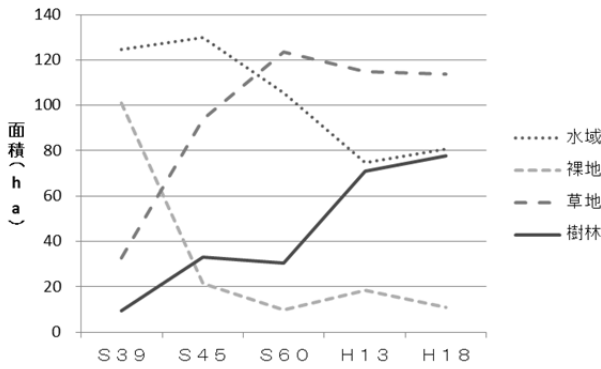


図-5 地被面積の変遷

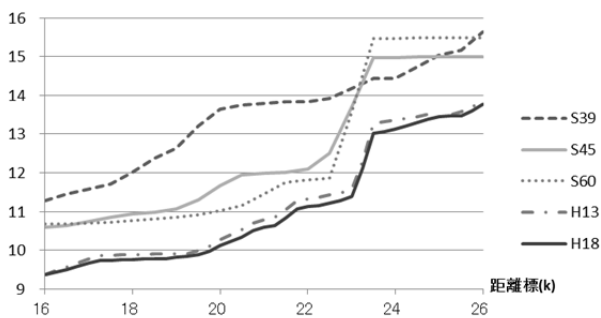


図-6 平水位の経年変化

(2) 地被の変遷

先述の対象区間を対象に各年代の推定植生図を作成しているが、ここではその例として、対象区間の上流側について、図-4に示す。さらに、各年代の地被の割合の変化を図-5に示す。

併せて、2つの年代間の地被の変化を表-2にクロス集計表として整理した。ただし、植林、畑地、水田、果樹園、グラウンド、人工構造物といった人為的な地被については整理の対象から外しており、2つの年代のどちらかがこれらの地被となっているところはカウントしていない。地被の内訳は、カウント対象とした4つの地被状態ごとに、前の年代(縦の列)から次の年代(横の行)にかけて地被状態がどのように変化したかについて、該当変化量(面積)を全面積に対する割合で示したクロス表として整理している。例えば1期については、昭和39年時点ではカウント対象の地被の38.2%が裸地であったが、その裸地が昭和45年に水域に変化したのがカウント対象の23.1%、すなわち昭和39年に裸地であったところの約6割(23.1/38.2)が水域に変化し、裸地の状態が昭和45年まで持続したのはカウント対象の4.3%、すなわち昭和39年に裸地であったところの約1割(4.3/38.2)にすぎないことを示している。

なお、推定植生図では、ヤナギ林とその他樹林を分けていたが、面積の変遷を見ると両者が同様の傾向となっ

|         |    | S45地被区分 |      |       |       |       |
|---------|----|---------|------|-------|-------|-------|
|         |    | 水域      | 裸地   | 草地    | 樹林    | 合計    |
| S39地被区分 | 水域 | 27.3%   | 3.4% | 13.8% | 4.1%  | 48.6% |
|         | 裸地 | 23.1%   | 4.3% | 8.3%  | 2.6%  | 38.2% |
|         | 草地 | 0.3%    | 0.1% | 8.1%  | 1.8%  | 10.2% |
|         | 樹林 | 0.1%    | 0.0% | 1.0%  | 1.9%  | 3.0%  |
|         | 合計 | 50.8%   | 7.8% | 31.1% | 10.3% | 100%  |

|         |    | S60地被区分 |      |       |       |       |
|---------|----|---------|------|-------|-------|-------|
|         |    | 水域      | 裸地   | 草地    | 樹林    | 合計    |
| S45地被区分 | 水域 | 36.7%   | 2.5% | 9.5%  | 1.0%  | 49.8% |
|         | 裸地 | 2.8%    | 0.9% | 3.6%  | 0.2%  | 7.6%  |
|         | 草地 | 1.2%    | 0.1% | 25.4% | 4.4%  | 31.1% |
|         | 樹林 | 0.2%    | 0.0% | 6.5%  | 4.7%  | 11.5% |
|         | 合計 | 41.0%   | 3.4% | 45.1% | 10.4% | 100%  |

|         |    | H13地被区分 |      |       |       |       |
|---------|----|---------|------|-------|-------|-------|
|         |    | 水域      | 自然裸地 | 草地    | 樹林    | 合計    |
| S60地被区分 | 水域 | 26.0%   | 5.4% | 4.6%  | 5.1%  | 41.1% |
|         | 裸地 | 0.7%    | 0.5% | 1.6%  | 0.7%  | 3.4%  |
|         | 草地 | 2.2%    | 0.8% | 29.3% | 12.3% | 44.5% |
|         | 樹林 | 0.3%    | 0.1% | 3.9%  | 6.7%  | 10.9% |
|         | 合計 | 29.3%   | 6.7% | 39.3% | 24.8% | 100%  |

|         |    | H18地被区分 |      |       |       |       |
|---------|----|---------|------|-------|-------|-------|
|         |    | 水域      | 裸地   | 草地    | 樹林    | 合計    |
| H13地被区分 | 水域 | 25.4%   | 1.6% | 0.3%  | 0.6%  | 28.0% |
|         | 裸地 | 3.8%    | 1.2% | 1.0%  | 0.4%  | 6.4%  |
|         | 草地 | 0.6%    | 0.7% | 32.1% | 7.1%  | 40.5% |
|         | 樹林 | 0.3%    | 0.4% | 4.8%  | 19.8% | 25.2% |
|         | 合計 | 30.0%   | 3.8% | 38.2% | 28.0% | 100%  |

ていたことから、以後、この二つを分けずに、樹林として扱い、分析・考察を行っている。

概ね、水域や裸地が減少し、草地や樹林は増加する傾向が見られるが、草地は近年頭打ちの傾向が見られる。

4. 考察

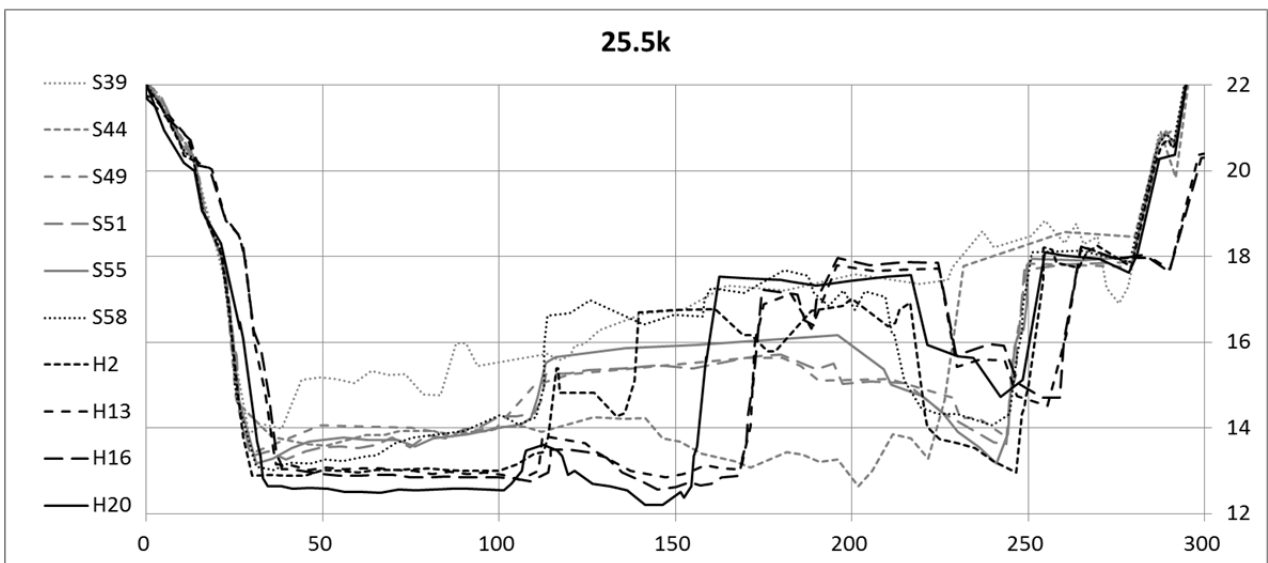
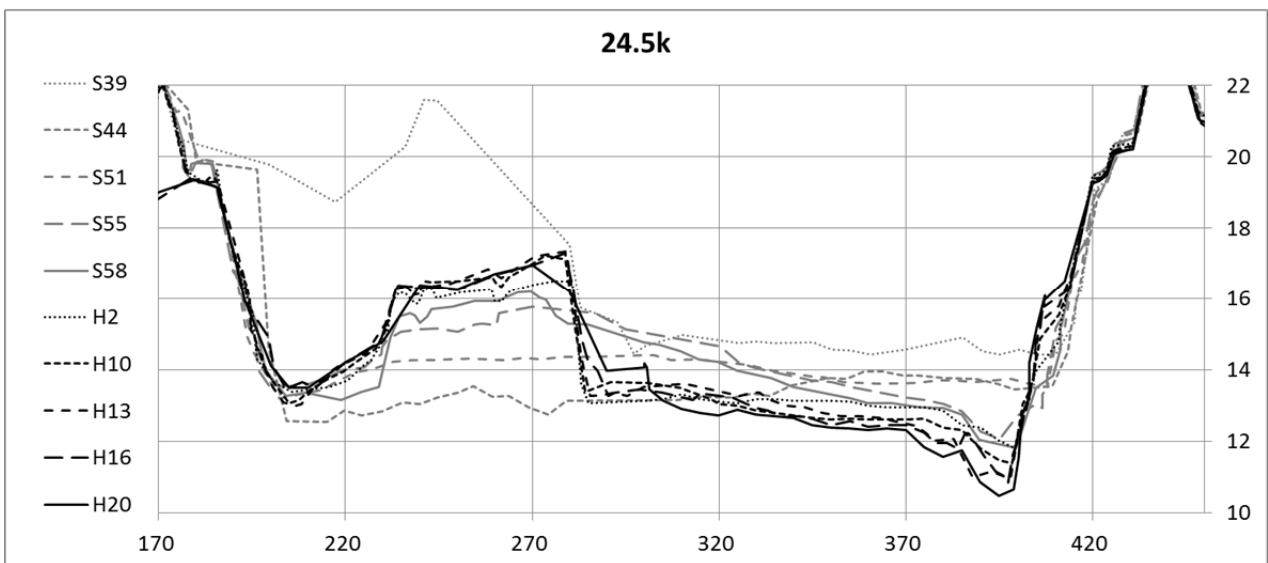
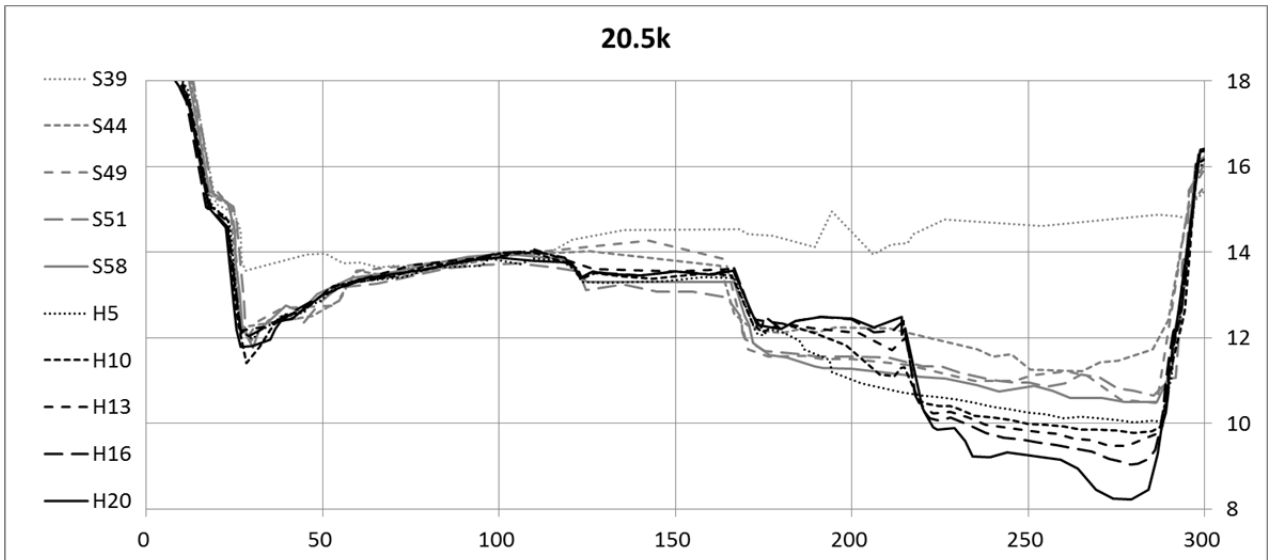
以下、表-1でいう年代1から2の間を1期、年代2から3の間を2期、年代3から4の間を3期、年代4から5の間を4期として考察を述べる。

(1) 地形及び地被の変遷に関する考察

全期を俯瞰すると、地形については、先述のように平水位の水面下では深いところが多くなり、陸域では平水位に対する比高が高くなる傾向が見られる。これは、後述するように州が堆積傾向にあるだけでなく、図-6からわかるように平水位の低下、すなわち滞筋の河床低下が進んでいることによるものと考えられる。地被については、先述のように、水域や裸地が減少し、草地や樹林は増加する傾向が見られる。

次に期別に考察する。

1期では、図-5に示すように、裸地が大幅に減少し、



※横軸：横断距離(m)，縦軸：標高(m)

図-7 横断形状の変遷 (20.5k,24.5k,25.5k)

草が大幅に増加している。樹木の増加も大きい。裸地が大幅に減少しているのは、表-2からわかるように裸地が水域や草地に変化しているためである。これは、例えば図-7 (24.5k) では、低水路の左岸側で大幅な河床低下がこの間に見られるように、この頃盛んに行われていた砂利採取等河道掘削によるものと考えられる。このようなところは他に16.4k付近、23.5k付近、25.7k付近等で見られる。草が大幅に増加しているのは、表-2からもわかるように水域や裸地から変化したことが主因である。水域から草地への変化は、16.7k付近左岸、22.7k付近左岸等で見られるが、この期間に低水路部分に土砂が堆積して州となり、そこに草が繁茂したためと考えられる。樹木については、水域から変化したものが最も多く、次に裸地から変化したものが多く、前者の例としては20.5kの左岸側が挙げられ、後者の例としては22.3kの中州が挙げられ、水域であったところに州が形成され、やがてそこに樹木が繁茂したものと考えられる。

2期では、図-5からわかるように、水域や裸地が減少し、草が増加している。これは、表-2からわかるように、水域、裸地から草地への変化は多いものの、その逆が少ないことによるものである。水域から草地へ変化しているところとしては、24.5k付近の州が代表的であるが、水域であったところに州が形成され、その後裸地の一部に草が繁茂したのと考えられる。詳しくは(2)で述べる。裸地から草地へ変化したところとしては、17.7k付近左岸、19.2k付近左岸、25.5k付近中州が例としてあげられる。樹木が草地に変化したところも多いが、それより少ないものの草地から樹木に変化したところも多い。前者の例としては、17.5k付近左岸や20.5k付近左岸が挙げられる。17.5k付近の州は堆積傾向であるが、20.5k付近の州は図-7からわかるように、横断距離約120mから160mにかけて一部人為的なものと見られる大幅な河床低下が昭和49年と51年の間に起きていることから、これにより樹木が伐採されて掘削で裸地化した後に草地化したと考えられる。

3期では、水域が減少し、樹木が大幅に増加し、裸地が増加しているのが特徴である。これは、草地から樹木に変化したところが多く、次いで水域が自然裸地や樹木に変化したところが多いためである。草が樹木に変化した例としては、17.5k付近左岸や23.7k付近左岸が挙げられる。水域が自然裸地に変化した例としては24.5k付近の州の水際に細長く見られ、州の発達によるものである。水域が樹木に変化した例としては、20.5k付近左岸の州の水際に細長く見られる。これは、図-7からわかるように、州が前面に発達し(横断距離200m付近)、さらに滞筋の河床低下が起きたことも手伝って、当初は裸地であったところに、水際に好むヤナギが立地したと考えられる。

4期については、他の期間に比べ変化は小さいものの、水域と樹木が増加し、裸地が減少しており、草が微減となっているのが特徴である。これは、草地から樹木に変化しているところが樹木から草地に変化しているところよりも多く、かつ裸地から水域に変化しているところが水域から裸地に変化しているところが多いためである。草が樹木に変化しているところの例としては25.7k付近の中州が挙げられ、地盤高はこの間全体的に上昇している。また、図-4ではわかりにくいですが、平成13年で樹木だったところの周辺で草が樹木に変化している傾向が見られる。これは、樹木の周辺で日当たりが悪くなり、草地の生育環境が悪化したことによるものと考えられるが、これはまだ推測の域を出ていない。裸地から水域に変化している例としては24.5k付近の州の水際が挙げられる。他に18.9k付近の州の水際、25.0k付近の州の水際が挙げられるが、この二箇所はいずれも水衝部であり、側岸侵食によるものと考えられる。

## (2) 横断形状に着目した地形及び地被の変遷に関する考察

24.5k付近は、これまで述べてきたように、砂利採取後、上流から次第に細長い州が延伸し、その州が発達してやがて寄州化したところである。この過程を図-7の横断測定の重ね合わせを見ながらより詳細に分析する。昭和44年までは、砂利採取によるものと見られる大きな河床低下が左岸側に見られる。その後、左岸側で次第に州が発達し、それに伴い右岸側では河床が低下している。そして昭和58年になると州の左岸側(横断距離230m付近)において、平成2年になると州の右岸側(横断距離280m付近)において横断勾配が急になっているのが見て取れる。図-4で昭和60年の推定植生図を見ると、州の左岸側が草地、右岸側が裸地となっており、この州の急勾配化は植生繁茂の時期にほぼ符合していると考えられる。その後、州の河床高はさらに上昇し、近年は頭打ち傾向となっている一方、右岸側の滞筋は河床低下傾向が続いており、図-6からもわかるように昭和60年頃から平水位が低下している。そのため、横断距離210m付近は河床の変化が小さいにも関わらず、図-4からわかるように平成13年と18年の間にたまりが消滅し、裸地や草地となっており、さらにその周辺部まで視野を広げると、昭和60年から平成13年の間にワンドがたまりに変化し、平成13年から18年の間にたまりが減少しているのが見てとれる。

先述のような河岸の変化は、セグメント2河道の低水路掘削後に見られることがある川幅縮小現象<sup>5)</sup> であると考えられる。これは、高水敷河岸が河床に比べはるかに急な横断勾配をもっており、また、高水敷高は低水路から離れるほど低くなっており、かつ、新しく形成された

高水敷の法尻の高さが概ね平水位帯の中にあるという特徴<sup>5)</sup>からも裏付けられる。すなわち、低水路の河道掘削後、河床の主材料の流送により砂州が形成され、平水位よりも高い範囲の河床に植生が繁茂し、小規模な洪水が数度作用して植生の減勢効果により植生繁茂領域にたまり、高水敷が形成され、さらに、堆積した細粒土砂を好む植生への遷移を起し、植生の効果と高水敷と河床の段差による流速差により高水敷形成が引き続き進行するという現象が起きていたと考えられる。一方で、このような高水敷形成に伴い偏流が生じ、滞筋の河床低下が起きていると考えられる。また、近年高水敷の河床上昇が頭打ちになっているのは、高水敷と滞筋の段差が大きくなり、高水敷が浸水する頻度が減少するためと考えられる。このように、州の河床上昇のペースが近年減少しているところとしては、他にも17.5kや21.5kが挙げられ、いずれも滞筋の河床低下が進行しており、同じようなメカニズムによるものと考えられる。

次に、25.5kでの変遷について述べる。先述のように、砂利採取後中州ができ、それが発達して寄州となったところである。図-7のように、昭和44年までに砂利採取とみられる大きな河床低下が起きている。その後、中州が形成され、中州の両岸とも勾配が緩かったが、昭和51年には左岸側が急勾配化し、昭和58年には右岸側が急勾配化している。図-4より、昭和45年当時は中州全体が裸地であったが、昭和60年には草地となつてなっていることから、この間に裸地に草本が繁茂したと考えられ、河岸勾配が急傾斜化するタイミングと整合がとれている。

### (3) 砂利採取後の砂州形成に関する考察

対象区間における各年代における平均年最大流量時の川幅水深比を各測線について求め、それに河床勾配の0.2乗を乗じたものをグラフ化したのが図-8である。岸ら<sup>10)</sup>による知見から、複列砂州、単列砂州、砂州非発生領域をあてはめたところ、全ての年代についてほぼ全区間単列砂州が発生する領域となっていることがわかった。すなわち、昭和39年の時点でもほぼ単列砂州発生領域であったが、砂利採取が活発に行われた後の昭和44年の時点でもなお全区間にわたりその領域に入っており、砂利採取後に砂州が形成される条件にあったことがわかる。もし仮に砂利採取が、実際行われたよりも比較的狭い幅で深く行われていたならば、砂州は湾曲部内岸以外はほとんど形成されず、その後の変遷や現在の河相も実際とは大きく異なっていたかもしれない。

### (4) 近年の植生と河道地形及び河道変遷の履歴との関連に関する考察

ここでは、事例として、24.5k付近、25.5k付近について述べる。

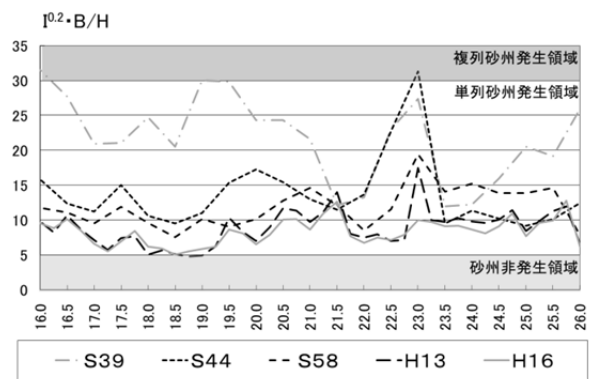


図-8 各横断面の砂州形成条件との関係

24.5k付近では、これまで述べたような寄州化が進展する過程で、図-2や図-7からもわかるように、横断距離210m付近が帯状に窪地になっている。ここは昭和60年当時はワンドであったところであるが、平成13年にはたまりとなり、平成18年にはたまりが消滅したところである。この部分は裸地やヨシ群落を中心とする草木が繁茂している。ここより低水路側の州はこれより小高くなっているが、そこには主にオギ群落やカナムグラ群落が繁茂している。これらは一般的にヨシ群落より比高が高いところに繁茂しているが、ここにもそれがあてはまる。さらに、小さな裸地の中州が見られるが、これは図-7でいうと横断距離310m付近であり、平水位(H18で13.29m)ぎりぎりの高さであるために植生が繁茂していないものと考えられる。

このように、寄州化の進展の過程でワンドがたまりに変化しているところとしては他に17.5k付近が挙げられるが、やはりヨシが帯状に分布している。

25.5k付近は、中州が発達して寄州となったところであるが、図-2や図-7からもわかるように、昭和60年の時点で中州であったところが平成18年にはさらに小高くなっており、小流路だったところが陸域化してその名残でやや低くなっている。そして、図-4から見てとれるように、平成18年には、前者は草地(オギ群落)、後者は樹木(タチヤナギ群落(低木))となっている。吉川ら<sup>11)</sup>によれば、河辺に生育するヤナギ科樹種の種子は風と水の両方によって散布され、細粒物質が堆積した河岸の湿った裸地で発芽するので、稚樹群落が砂州の前縁部の水際に沿って帯状に形成され、鬼怒川でもタチヤナギ、カワヤナギ、オノエヤナギの三種は、砂州の前縁部や旧河道が取り残された小流路に沿って、密生した帯状の稚樹を形成していることが多いという。25.5k付近のタチヤナギもこれに当てはまると考えられる。



## 5. まとめ

以上のことから、対象区間である鬼怒川16.0～26.0kでは、もともとあった州（主に裸地）が砂利採取等河道掘削により相当消滅したが、依然として交互砂州が形成されやすい川幅水深比であったことから砂州が形成され、州が発達して概ね平水位より高いところで植生が繁茂し、植生による土砂の捕捉により州には土砂が堆積し、それが偏流を招いて滞筋の深掘れが生じ、いわゆる二極化が進化したと考えられた。また、滞筋の河床低下により、平水位が低下し、これが州の植生域の拡大を引き起こしたり、ワンドがたまりに変化したり、たまりが減少するところも見られた。このような人為的インパクト後の河川地形と植生の相互関係の履歴の積み重ねが、現在の植生にも大きな影響を与えているところもあり、今後治水・環境の両面を勘案した河道管理を検討する上でも参考となる事例と考えられた。

## 6. 今後の課題

本稿では触れていないが、各期間の地被の変化パターン（裸地→草地、裸地→ヤナギ林、草地→ヤナギ林等）ごとに、比高、平均年最大流量時摩擦速度、期間最大流量時摩擦速度等の指標値についてどのような違いがあるか分析したが、あまり有意な結果が得られなかった。これは、例えば草本でも繁茂しやすい場の特性が種により異なっているにもかかわらず、同一カテゴリーで分析したことが一因と考えられる。今後はいくつかの代表的な種に絞るとともに、本稿では触れていない河床材料等の現地調査を適宜行い、種の規定因子の分析を行っていく必要がある。

謝辞：関東地方整備局下館河川事務所より、空中写真や河川水辺の国勢調査等の資料を提供いただいた。記して謝意を表します。

## 参考文献

- 1) Azami K., H.Suzuki, et al : Changes in riparian vegetation communities below a large dam in a monsoonal region:Futase Dam,Japan, River Research and Applications, 20, pp.549-563, 2004.
- 2) 河川環境管理財団：河道変遷特性に関する研究, 1999.
- 3) 山本晃一：構造沖積河川学, pp.4-6, 山海堂, 2004.
- 4) 河川環境管理財団河川総合研究所：河川の植生と河道特性, 河川環境総合研究所資料第1号, p.8, 1996.
- 5) 藤田光一, John A.MOODY, 宇多高明,藤井政人：ウォッシュロードの堆積による高水敷の形成と川幅縮小, 土木学会論文集, No.551/II-37, pp.47-62, 1996.
- 6) 大沼克弘, 武内慶了, 今村能之, 藤田光一, 西本直史, 平井新太郎, 宮内信：セグメント2河道を対象とした河道掘削後の戦略的河道管理に関する研究, 河川技術論文集, 第15巻, pp.291-296, 2009.
- 7) 大石哲也, 萱場祐一, 天野邦彦：全国7河川の河道特性及び地被の長期変動の実態とその関連性, 河川技術論文集, 第11巻, pp.357-362, 2005.
- 8) 天野邦彦, 傳田正利, 時岡利和, 大石哲也：水理特性に着目した河川微地形の生態的機能評価の試み, 河川技術論文集, 第12巻, pp.483-488, 2006.
- 9) 山本晃一, 阿左美敏和, 田中成尚, 新清晃, 鈴木克尚：鬼怒川の河道特性と河道管理の課題, 河川環境総合研究所資料第25号, 2009.
- 10) 岸力, 黒木幹男：中規模河床形態の領域区分に関する理論的研究, 土木学会論文報告集, 第342号, pp.87-96, 1984.
- 11) 吉川正人, 福嶋司：鬼怒川河辺におけるヤナギ群落の分布と形成様式, 植物学会誌, 第16巻第1号, pp.25-37, 1999.

(2011.9.8 受付)

## CHANGE OF MORPHOLOGY AND VEGETATION IN THE KINU RIVER AND ITS INTERACTION

Katsuhiko ONUMA, Maremi ENDOU and Kunihiko AMANO

For proper river management to consider both flood control and the environment, it is important to understand the interaction of morphology and vegetation. In this study, we made 3D topographic data and estimated cover map in the area of 16.0-26.0k in the Kinu river at five dates after 1964 based on existing survey, and organized the change of morphology and cover. Through this study, we realized the process of change. After gravel excavation, sandbar was formed, plants grew at this sandbar, sediment was accumulated at plant area, and this caused degradation of river bed at low water channel. We organized the change of cover for every period, considered the cause of the change mainly from viewpoint of morphology, and explained that these process have strong effect on present vegetation.