

# 千曲川栗佐地区の試験的河道掘削に関する研究

Research for riverbed excavation experiment in Awasa district, Chikuma River

研究第四部 研究員 楯 慎一郎

研究第四部 次 長 小林 稔

研究第四部 主任研究員 大橋 伸之

本稿は、千曲川河川生態学術研究会が3年間に実施した「千曲川栗佐地区の試験的河道掘削が河川生態系に与える影響」をテーマとした調査・研究成果について報告するものである。千曲川河川生態学術研究会では、現地調査を通し、「千曲川本来の河川環境を取り戻すためにはどのような河道掘削が望ましいか」について調査・研究を実施した。低水路が固定され、陸地化して外来植生が優占していた高水敷は雛壇状に切り下げられ、部分的に冠水頻度が大きくなるように設定した。調査・研究の過程では大洪水が来襲し、人為インパクト（河道掘削）および自然インパクト（洪水）の双方の影響について比較が可能となった。

植生を全て除去し3段に切り下げた高水敷の河床は、礫・砂・シルト分が均一に混じり合い、埋土種子が一斉に芽生えた。湿地的な環境となった水際では、希少種を含む在来植物が生育し始めた。水生昆虫類は掘削後、約2ヶ月半で対象区と同レベルの種類数・個体数まで回復した。一方、平常水位で水をかぶらない高水敷は外来植生が優占していたが、大洪水が来襲すると外来種はそのほとんどが枯死し、生き残ったオオイヌタデなどの在来植生がその後優占した。洪水によって流域全体に影響を受けた水生昆虫類は、局所的な掘削の影響とは対照的に回復までに長い時間を要した。

一連の調査・研究の結果、当該地区の河道掘削においては、①貴重種を含む水辺本来の植生の再生を人為的に実現できる可能性があること、②当該規模の掘削の影響からの生物回復は比較的早いこと、③河道掘削を実施する際には、なるべく多様な物理環境を創出することが望ましいこと、などが明らかとなった。

キーワード：河道掘削、人為インパクト、洪水、自然インパクト、河川生態系、外来種、在来種

This paper reports the results of a series of research conducted by the Chikuma River Ecology Research Group over a period of three years on the impact of experimental riverbed excavation in the Awasa district of the Chikuma River on the river ecosystem. Through field surveys, the Chikuma River Ecology Research Group conducted studies on what kind of riverbed excavation should be done in order to restore the river environment of the Chikuma. Because the low-flow channel had been fixed and the high-flow channel had become part of the land and was predominantly covered with alien plants, the high-flow channel was cut down into a stepped shape so that the frequency of submersion rose locally. A major flood occurred during the research process, making it possible to compare a human impact such as riverbed excavation and a natural impact of flood.

The bed of the high-flow channel stripped of vegetation and cut into a three-level step shape made uniform mixture of gravel, sand and silt, and buried seeds began to sprout all at once. In the water edge zones that formed wetland-like environments, native plants including rare species began to grow. After the excavation, aquatic insect species recovered its diversity and the number up to just about same level as the control area in around two and a half months. On the other hand, the alien plants died after the flood water covered the riverbed and native species gave priority over afterwards.

Thus, a series of studies has shown that (1) it is possible to restore the natural riverside vegetation including rare species, (2) the fauna and flora can recover from the impact of excavation of the scale considered in a relatively short period of time and (3) when excavating a riverbed, it is desirable to create the physical environments as diverse as possible.

*Key words : riverbed excavation, human impact, flood, natural impact, river ecosystem, alien plants, native species*

## 1. はじめに

「河川生態学術研究会」は、河川の生態系に焦点を当て、河川の構造と機能、さらにそれらを支えている自然のシナリオを明らかにし、河川管理への新たな貢献を目指そうと、主に大学の生態学者・土木工学、建設省土木研究所（現 独立行政法人土木研究所・国土交通省国土技術政策総合研究所）などが協力し合い、今から約10年前の1995年（平成7年）に発足した<sup>1)</sup>。発足当初は多摩川および千曲川の2河川を研究フィールドとしてスタートしたが、これまでに木津川、北川、標津川および岩木川の4河川が加わり、2007年現在、本研究会は小倉紀雄東京農工大学名誉教授を委員長として、合計6河川で調査・研究が進められている。

なお、河川生態学術研究会における活動方針やこれまでの取り組み、成果の概要などについては、パンフレット「川の自然環境の解明に向けて（第5版）」<sup>2)</sup>にまとめられている。

## 2. 千曲川河川生態学術研究会

### 2-1 研究会の設立

河川生態学術研究会は、1996年（平成8年）から千曲川において千曲川研究グループを組織し、鼠橋地区を中心に河川生態系の基礎調査を実施してきた。平成13年度までに鼠橋地区における調査・研究成果が論集「千曲川の総合研究－鼠地区を中心として－」<sup>3)</sup>にまとめられ、第1期の研究が終了した。また、2006年には当研究グループ代表の信州大学（当時）沖野外輝夫教授編集による図書「洪水がつくる川の自然」<sup>4)</sup>が出版されている。

その後、研究会のメンバーが次期の研究テーマとして選定したのは、千曲川河川事務所が抱える河川管理上の課題にアプローチするための「河道掘削による人為インパクトが生態系に与える影響を把握すること」であった。研究体制も「千曲川河川生態学術研究会」（以下“千曲川研究会”と称す）と名を改め、平成16年度から研究を開始した。以下にメンバーを示す。

#### ●平成18年度 千曲川河川生態学術研究会メンバー

委員長 中村浩志（信州大学教育学部教授）

天野邦彦

（独）土木研究所水環境研究グループ上席研究員）

島野光司（信州大学理学部物質循環科助教授）

東城幸治（信州大学理学部生物化学教室助手）

中本信忠（信州大学繊維学部応用生物科学科教授）

長田健（前国立長野工業高等専門学校非常勤講師）

平林公男（信州大学繊維学部応用生物科学科助教授）

藤田光一

（国土技術政策総合研究所河川環境研究室長）

藤山静雄（信州大学理学部生物科学教室教授）

山下武宣（国土技術政策総合研究所河川研究室長）

吉田利男（信州大学農学部名誉教授）

#### 【研究協力者】

赤松史一（信州大学大学院工学研究科）

市川哲生（NPO法人犬山里山学研究所研究員）

笠原里恵（東京大学大学院農学生命科学研究科）

木村悟朗（信州大学大学院総合工学系研究科）

傳田正利

（（独）土木研究所水環境研究グループ研究員）

福島雅紀

（国土技術政策総合研究所河川研究室主任研究官）

星野義延（東京農工大学農学部助教授）

元木達也

（㈱環境アセスメントセンター環境計画部研究員）

#### 【顧問】

沖野外輝夫

（早稲田大学人間科学部特任教授・信州大学名誉教授）

桜井善雄（応用生態学研究所長・信州大学名誉教授）

以上、平成19年3月現在、50音順、敬称略

### 2-2 研究課題と目的

平成16年6月に開催された第1回研究会において研究課題と研究目的が論議され、「河道掘削による人為インパクトが生態系に与える影響把握」をテーマにした研究が実施されることになった。

千曲川には、洪水を安全に流下させるために必要な河積が確保されていない区間が数箇所存在する（図-1）。また、高水敷と低水路の比高の拡大により、水域と陸域を結ぶエコトーン帯が減少し、千曲川本来の水辺の植生が失われてきている。また、高水敷の陸地化が進むと共に、アレチウリなどに代表される外来の帰化植物の急速な増大が見られるようになってきている。そのため、流下能力不足区間において、陸地化が進んだ河岸部を一部試験掘削し、学術研究の新たなフィールドとすることになった。本研究は、人為インパクトを与えた掘削地の変化、変遷を調査することにより、河川の自然の仕組みの解明に役立てると共に、千曲川本来の河川環境を取り戻すために役立つ河道掘削の方法を検討し、今後の河川管理に資することを目的とするものである。

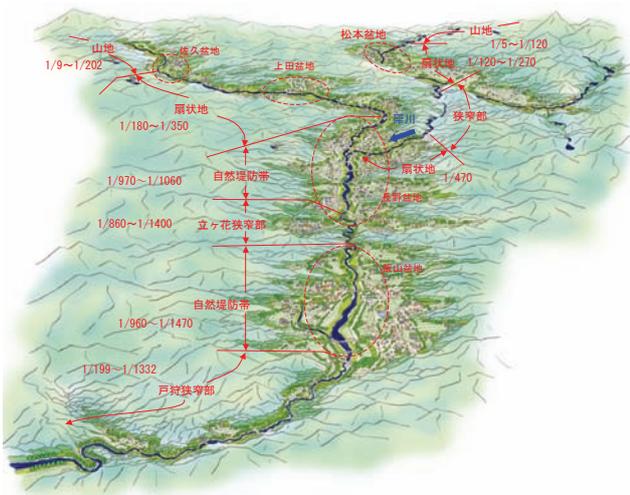


図-1 千曲川地形図<sup>5)</sup>

### 3. 粟佐地区の概要

#### 3-1 河道特性

粟佐地区(81.0km付近)はセグメント2-1区間の最上流部に位置し、区間の平均河床勾配1/1,000程度、区間の代表粒径は40mmとなっている。砂州の形態は、セグメント1とセグメント2-1の境界に位置するため、複列砂州と交互砂州の混在領域となっている(写真-1)。粟佐地区が属する65.0km(犀川合流点)~82.0km(杭瀬下)は、低水路幅が狭くて深く大きく蛇行している複断面区間で、ミオ筋は経年的に固定している。



写真-1 千曲川粟佐地区(81.0km付近)<sup>5)</sup>

#### 3-2 流況特性

粟佐地区は、上流部で見られた多列砂州・複列砂州領域から交互砂州領域へ砂州景観が変化する領域である。図-2に示す水理計算結果が示すように、粟佐地区では大きく地形が変化し、流れの形態が大きく変化する。つまり、粟佐地区は出水時、急激な流速低下と水深増加により流れの形態が大きく変化する地点である。物質(土砂等)輸送から考えれば急激な流速低下と水深増加は、上流部から流下してきた物質を堆積さ

せる場所であると考えることが出来る。粟佐地区は、長期的にみれば土砂・物質などが堆積する箇所があり、河道掘削などにより流下能力不足を解消する必要がある区間と考えられる。

このように、将来的に流下能力確保のための河道掘削が必要であること、また、調査の際に現場に入りやすいことなどの理由により、千曲川研究会では粟佐地区を試験掘削の対象地に決定した。

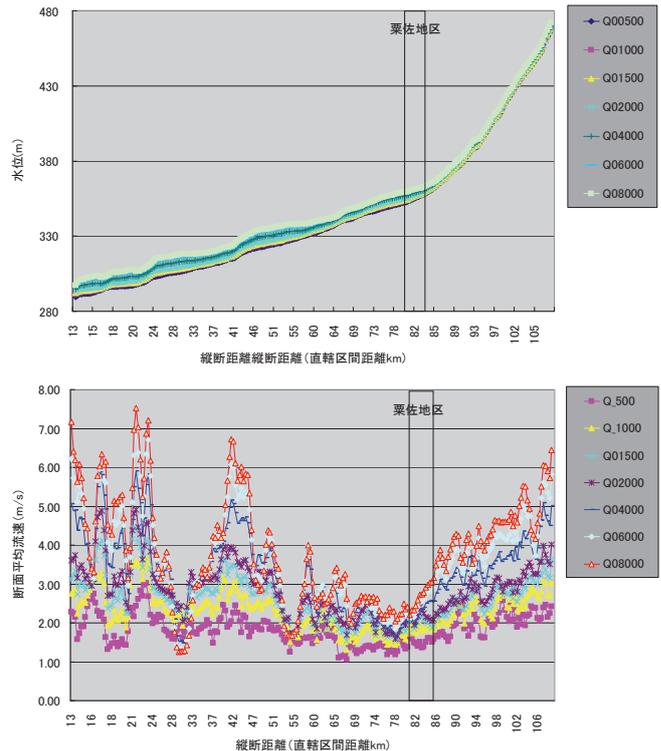


図-2 水位と断面平均流速の縦断変化<sup>6)</sup>  
(傳田委員による水理計算結果)

### 4. 掘削形状

#### 4-1 掘削方針

本調査・研究の目的は、「水位あるいは冠水頻度と水際部の植生の進入、繁茂状況、及びそれらを利用する生物やその利用形態との関係を比較すること」であり、得られた成果は今後の河川管理へ反映させるものである。千曲川研究会では、上記目的に基づいて協議を進め、下記の方針に基づいて河道掘削を行うことになった。

##### (1) 植生の除去

水際及び陸域の植生をすべて抜根除去した後、河道掘削により河岸部に棚田状の段を設ける(図-3)。

##### (2) 段の高さ

段の高さは、図-4に示すように3種類(水際側から「常に冠水する高さ」と「年間のおよそ半分の期間

冠水する高さ」と「最低年一回冠水する程度の高さ」とした。

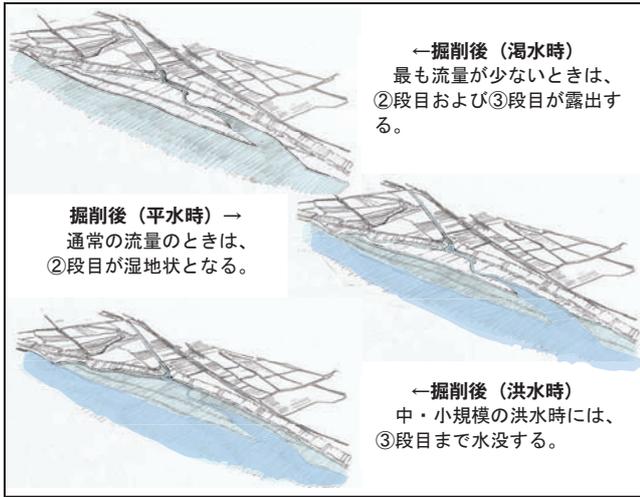


図-3 掘削高模式図

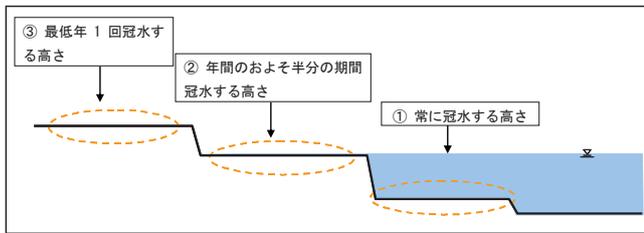


図-4 河岸部の柵田状の段（3段）のイメージ

(3) 縦断勾配

掘削面の縦断勾配は平均河床高の勾配と同じ (I=1/820) とする。

(4) 各段の幅

形成される「場」がハビタットとして機能するためには、ある程度まとまった面積が必要であるため、各段の幅は10m以上確保し、掘削勾配は1：3.0とする。

(5) 緩傾斜掘削

冠水頻度と植生の侵入の関係をより連続的に把握するために、「常に冠水する高さ」から「最低年一回冠水する高さ」に緩傾斜掘削する区間も設ける。

(6) ワンドの造成

多様な環境を創出するため、水路（黒川）の出口（本川との合流部）を拡張し、ワンドを造成する。

(7) 蛇かご工、水制工の設置

流水による浸食を防ぐ必要があるため、上流側に蛇かご工、及び水制工を設置する計画とする。

4-2 掘削工事

河道掘削の全工程を含む工事は、渇水期の平成18年1月6日から平成18年3月27日までの約3ヶ月間にわたって実施した。掘削体積は14,800m<sup>3</sup>、掘削面積は

1段目2,823m<sup>2</sup>、2段目5,594m<sup>2</sup>、3段目3,274m<sup>2</sup>である。工事開始から約2週間で対象箇所植生を全て伐採した後、約1ヶ月半で掘削工を実施し、最後に法面と高水敷の整地を行った。

5. 調査・研究体制

調査・研究体制については、大きく3つの研究分野（物理環境・水域環境・陸域環境）に分かれ、河道掘削という人為インパクトを与えたときに想定される河道特性、水理特性、および各種生物への影響を事前に想定し、作成したインパクト-レスポンスフロー（図-5）から導き出されたモニタリングの観点に主眼を置いて、それぞれの研究者がテーマを決定し、調査・研究に取り組んだ。各研究者の研究テーマおよび事務局が実施した基礎調査の内容については、表-1および表-2に示す。

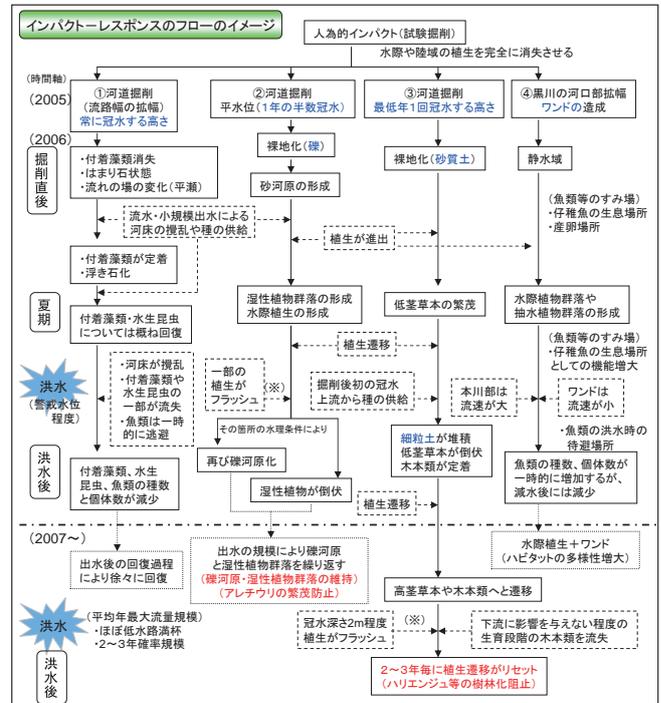


図-5 インパクト-レスポンスフローのイメージ

表-1 各研究者の研究テーマ

研究分野	研究者 (研究協力者)	研究テーマ
物理環境	福島雅紀・山下武宣	河川管理のための河道掘削後の河床変動調査
	徳田正利・天野邦彦	広域スケールにおける物理環境変化に関する研究
水域環境	中本信忠	洪水を想定した掘削による付着藻類群集の応答に関する研究
	平林公男・木村信明	粟佐橋 (81.0km) 付近の水生昆虫類の特徴と河床攪乱に対する定着メカニズムの解明
	東城幸治	試験掘削による河床攪乱が底生動物に与える影響評価、および攪乱後の回復過程の追究
	吉田利男	河川掘削による河床攪乱と、河床回復過程と水生昆虫羽化量の変化の解析
	長田健	魚類に与えるタマリ・ワンドの存在価値
	島野光司	河川掘削後の河畔植生の再生動態
陸域環境	赤松史一	陸域・河川生態系間の物質動態-河道掘削による河畔域に生息するクモ類への影響
	藤山静雄	河道掘削が河川敷の昆虫相及び地表性動物相に及ぼす影響について
	中村浩志・笠原里恵	試験掘削による鳥類への影響評価
	吉田利男	河道掘削による哺乳類へのインパクトに関する研究
	桜井善雄	ハビタットの変化と生物利用の関係に関する研究

表-2 事務局が実施した基礎調査の内容

基礎調査項目	目的
定点写真撮影等	・施工前中後での変化を景観として把握(遠景+近景)
洪水時：栗佐橋よりビデオ撮影	・洪水時の流れの状況の把握(栗佐橋中央からのビデオ撮影)
航空写真撮影	・地形、植生の把握 ・変遷の把握 ・平面的な情報の基礎データ(ベースマップ、植生図、ハビタットマップ作成) ・洪水時のベクトル解析
地形測量	・調査を行う際の共通基盤(ベースマップ作成)
横断測量	・地形変化の把握 ・流況解析モデル作成
植生図作成	・植生の変遷の把握 ・植生と他生物との関係解析
その他	・樹木高調査 ・水質調査 ・試験掘削(地質)調査

## 6. 調査・研究結果の概要

### 6-1 掘削前の状況(2005年4～12月)

まず、表層の河床材料については、全ての地点で90%粒径が1mm以下の砂・シルトで覆われていた。水際の河岸侵食箇所における地質調査では、砂礫の互層構造となっており、数回の大規模な出水で徐々に形成されていったことが伺えた。また、試験掘削予定地の表層は細粒土が1m程度堆積しており、その下の礫層が形成されてから高水敷上で礫が移動するような大きな出水が発生していないと予想された<sup>7)</sup>。

次に、水域生物について、藻類は付着珪藻の *Nitzschia spp.* の生息割合が高く、付着珪藻全体の現存量は冬季の方が大きかった(夏期のChl-aは約50mg/m<sup>2</sup>、冬季は最大240mg/m<sup>2</sup>)<sup>8)</sup>。

水生昆虫類では、栗佐地区ではハエ目のユスリカ科が優占しており、その他にトビケラ目およびカゲロウ目が多くを占めた。トビケラ目ではヒゲナガカワトビケラおよびシマトビケラ類が優占していた。また、カゲロウ目に関しては、日本産カゲロウ目全13科のうち8科が定量サンプリングによって確認されるなど、栗佐地区のカゲロウ相は極めて多様であることがわかった<sup>9) 10)</sup>。

陸域生物について、植生では、千曲川中流域で一般的に見られるオオイヌタデの他、オギ、クサヨシ、オオブタクサ、アレチウリなどが優占する典型的な高水敷の植生が見られた。これは、ヤナギ群落が発達するような、土砂が厚く堆積した高水敷で見られる植生である。一方、アゼナやチョウジタデ、タカサブロウ、カワヂシャ、タコノアシなどの河畔域特有の種群は見られなかった。また、埋土種子調査では85種の植物の発芽を確認し、タネツケバナ、ヒメジョオン、メマツヨイグサ、ハルサキヤマガラシ、ヨモギ、ナズナ、アゼナ、クサイなどの個体数が多かった<sup>11)</sup>。

哺乳類では、中型哺乳類はタヌキ、キツネ、イタチが頻繁に確認され、小型哺乳類はアカネズミが多く確

認されている<sup>12)</sup>。また、掘削予定地にはオオヨシキリ、モズ、キジバト、キジ、カワセミの計5種類24つがいの鳥類が営巣・繁殖しており、そのうちオオヨシキリが19つがいと最もつがい数が多かった<sup>13)</sup>。

### 6-2 掘削後の状況(2006年4～7月)

掘削直後の栗佐地区の様子は写真-2に示すとおりである。



写真-2 掘削直後の栗佐地区<sup>14)</sup>  
(下流方向から左岸側を撮影)

表層の河床材料については、水没した掘削面①および掘削面②の面(図-4参照)の代表粒径(60%粒径)が3～5cmと大きくなり、粒度分布の幅も広がった。掘削面③では、「A.代表粒径が1～3cmに大きくなり、かつ粒度幅が広がった地点」、「B.代表粒径が0.2～0.4mmとやや大きくなり、かつ粒度分布は掘削前と同様な地点」、「C.掘削前と変わらない地点」の3パターンが確認された<sup>7)</sup>。

水域生物については、藻類は掘削による種組成に大きな変化はみられていない<sup>8)</sup>。一方、水生昆虫類は、掘削工事終了直後には個体数密度が著しく低い結果となり、掘削の影響を強く受けたことが伺えた。しかし、その後すぐにユスリカ科が密度を上昇させ、掘削終了後20日ほどで最大に達した。次にカゲロウ目、トビケラ目の順で個体数が増加し、2ヶ月半後には試験掘削地上流に設けた対照地点と同レベルまで水生昆虫相が回復した<sup>9) 15)</sup>。また、掘削地を流れる水路を拡幅することによって造成した人工ワンドには、掘削後1ヶ月を経過した頃より稚魚(種不明)が多数遊泳していることが確認されている。

陸域生物について、植生では掘削前と比較して大きな変化はなく、掘削面②ではオオブタクサが優占し、6月上旬には被度が100%、群落高が3mを越えた。一方、掘削面②の一部をなだらかなスロープ状に施工した箇所では、アゼナ、タカサブロウ、カワヂシャ、ゴ

キヅルなどの水辺に生育する河畔域本来の植物が多く発生した<sup>11)</sup>。

掘削直後の哺乳類調査では、タヌキおよびイタチの足跡が確認され、センサーカメラでキツネおよびイタチが撮影された。一方、ネズミ類などの小型哺乳類は確認されなかった<sup>12)</sup>。また、鳥類では、草地、藪、樹木で繁殖するキジ、モズ、キジバトおよび水際の崖に営巣するカワセミの計4種類の繁殖がみられなくなり、新たに造成された砂礫地にコチドリが4つがい繁殖した。さらに、掘削によってヨシ原が失われたにもかかわらず、掘削地を優占していたオオブタクサにオオヨシキリが9つがい繁殖した<sup>13)</sup>。

### 6-3 夏季(2007年7月)に來襲した洪水によるインパクト

掘削工事が終了して3ヶ月半が経過した7月18日-19日にかけて、発達した梅雨前線による洪水が栗佐地区を襲った。近傍の立ヶ花観測所では既往第2位の水位を記録するなど、千曲川流域に大きな被害をもたらした。ここに、掘削工事を経て洪水発生に至るまでの対象区域の地形の変遷の様子を写真-3に示す。

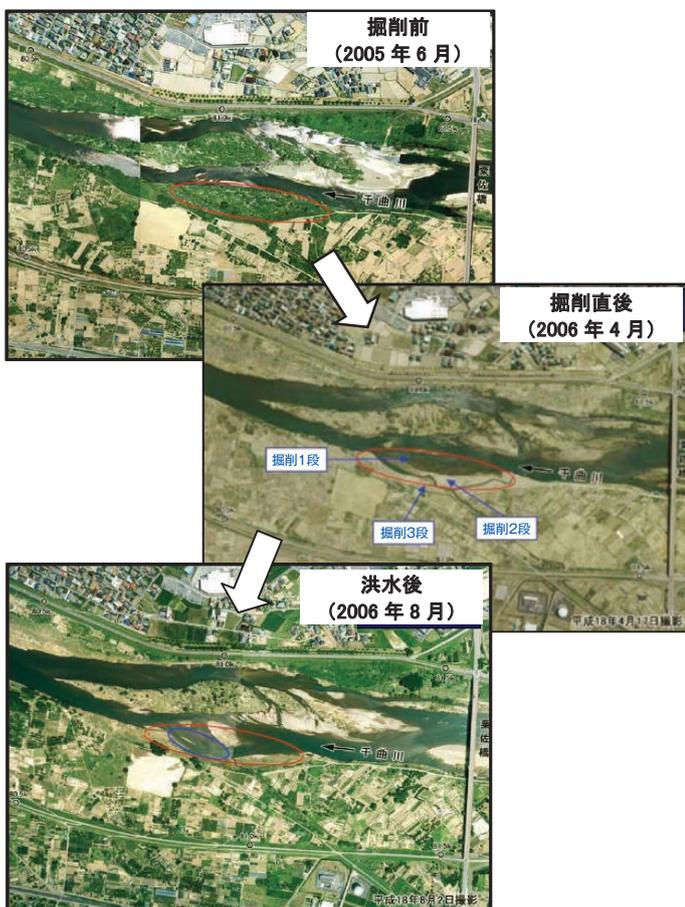


写真-3 対象地区の地形の変遷<sup>5)</sup>  
(上:2005年6月 中:2006年4月 下:2006年8月)

そして、栗佐地区における洪水後の物理環境および各生物の状況は、以下の通りである。

まず、掘削前、掘削後および洪水後における河床材料の粒径の時系列変化を図-6に示す。先述したとおり、洪水前は全ての調査地点で粒径が細かい砂・シルトであった。掘削後は代表粒径が大きくなる地点が増え、粒度分布の幅が広がった。そこへ洪水が来襲し、各地点で均等な粒度分布となった。具体的には、代表粒径が2~4cmに分級された地点および0.4mm以下に分級された地点の、大きく2つに分けられた。このように、洪水は礫、砂、シルトを分離する。つまり、空間的に礫のみの場所、砂のみの場所、シルトのみの場所、それら2つが混合した場所など、場に多様性をつくる一方、材料としては極めて分級された状態を生じさせることが確認された<sup>7)</sup>。なお、この洪水により、掘削地に造成した人工ワンドは流出した。

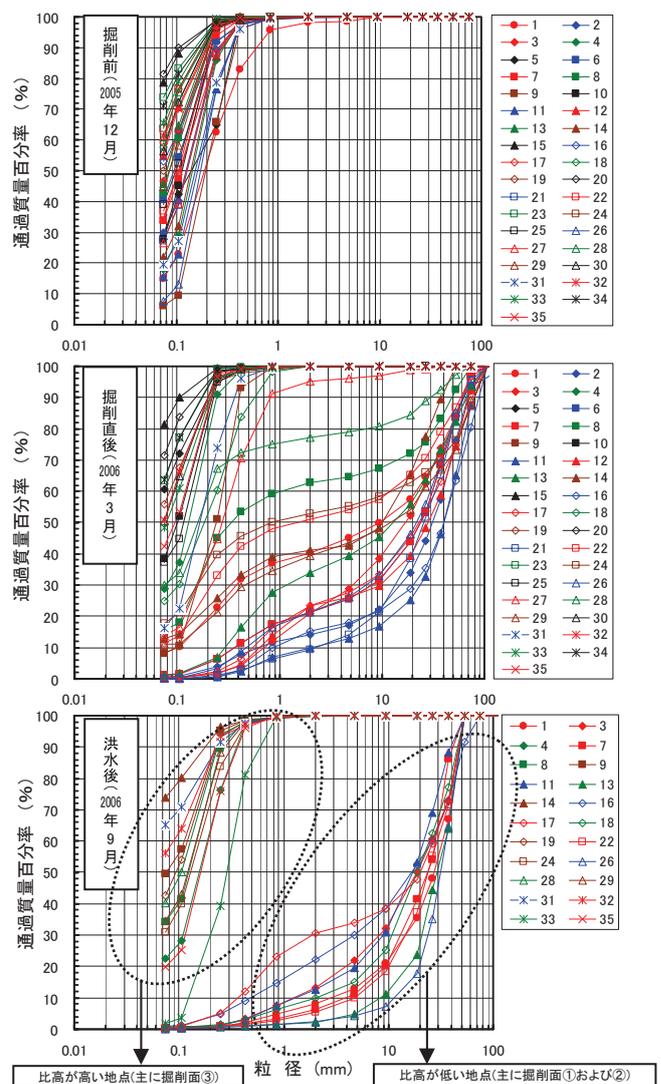


図-6 河床材料の粒度分析結果(粒径加積曲線) 全地点の重ね合わせ図<sup>7)</sup>

水域生物については、藻類の増殖に与える明確なインパクトは確認されず、むしろ年間を通して水位変動が不安定だったことによる光合成への影響の方が大きいと判断された<sup>8)</sup>。

水生昆虫類は、出水後に総個体数が1,500から48(単位: 個体/0.27m<sup>2</sup>)まで減少し、大きなダメージを受けたことが伺えた。1ヶ月後の調査においても総個体数が500個体/0.27m<sup>2</sup>までしか回復しておらず、河道掘削による人為インパクトを受けた時の回復速度と比較すると大きな差があった。この差違について、人為インパクトの場合は、影響を被る地区はインパクトの加わる箇所、あるいはそのやや下流部であり、影響を受けていない上流部にはこれまで通りの底生生物が棲息しているため、流下等によって速やかに水生昆虫相が回復するものと判断される。これに対し、自然インパクトの場合は上・下流を含めた広い範囲に大きな影響を被っているため、底生生物の供給源が絶たれ、流下等による水生昆虫相の回復に時間がかかるものと考えられる<sup>10)</sup>。

次に陸域生物について、植生では注目すべき大きな変化がみられた。すなわち、掘削によって比高が低くなった中水敷の植生は洪水の影響を受けやすくなり、オオブタクサ、アメリカセンダングサ、アレチウリなどの外来種は被度、頻度ともに大きく減少した一方で、オオイヌタデ、クサヨシ、オギなどの河畔域特有の在来種は、洪水による影響を受けたものの、被度、頻度ともに大きな減少はみられず、オオイヌタデやオギの平均被度は洪水後に増加した。外来種のオオブタクサは、硬く柔軟性のない茎を持っているため、出水時には茎が横倒しになり、枯死したものと考えられる(写真-4)。また、つるを這わせる生活型を持つアレチウリなどは、洪水による掃流力や、他の植物が流される際に巻き込まれたりして、容易にフラッシュされてしまったと考えられる。対照的に、オオイヌタデは柔軟な茎を持っているため、洪水によって一時的に倒されても、時間をかけて垂直に立ち上がっていく様子が確認できた(写真-4)。その後、10月初旬にも中規模の洪水があったが、最終的にオオイヌタデ群落は開花・結実し、生活史を全うした。また、掘削面②の一部をなだらかなスロープ状に施工した箇所では、洪水後、アゼナ、タカサブロウ、タマガヤツリ、ウシクグなどの水田雑草が出現した。このほか、環境省の準絶滅危惧種であるカワヂシャ、絶滅危惧Ⅱ類であるタコノアシなどの出現も確認されている<sup>11)</sup>。

これら植生の変化に伴い、種子を主要な餌とする鳥類の出現にも変化がみられた。洪水後に大群落を形成

したオオイヌタデには、その種子を餌とするカワラヒワ、スズメ、カシラダカ、アトリ等が秋から冬に大群を形成した<sup>13)</sup>。

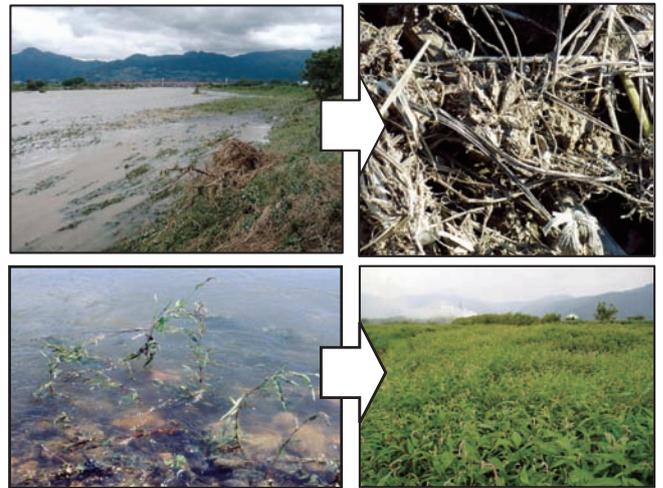


写真-4 洪水で倒伏し枯死したオオブタクサ(上)と倒伏したが立ち上がり優占種となったオオイヌタデ(下)<sup>5) 14)</sup>

## 7. 考察

### 7-1 栗佐地区の特徴

平林委員らが解析した結果を引用し、今回調査対象地点とした栗佐地区の特徴をまとめると、以下のとおりである。

- ① 河床勾配が大きく変化する場所である。
- ② ものが溜まりやすい場所である。
- ③ 砂州が形成しやすい場所である。
- ④ 以前より砂利採取が活発に行われ、高水敷への冠水頻度が低下しており、陸地化が進んでいる。
- ⑤ 高水敷上の植物群落について、樹林化が進み、外来種が繁茂し、多様性が低下傾向にある。
- ⑥ ⑤の結果、動物群集の多様性の低下を招き、単純な生態系の構造をとりやすいことが懸念される。

一方で、ものが溜まりやすいことは埋土種子や動物の休眠卵なども保存されやすいことを意味し、堆積物中には、他の地域ではみられない様々な生物がポテンシャルとして保存されている可能性が高い。また、今回の調査で、堆積物を餌および住み場所として利用する水生昆虫が多く確認され、多量の埋土種子が発芽したことは、上記の仮説を裏付けるデータとなろう。

### 7-2 人為インパクトと自然インパクトの差

福島委員による研究成果より、掘削による人為インパクトでは空間的に一様な粒径の河床材からなる河原を形成するのに対し、洪水による自然インパクトでは冠水の度合い(水理量)に応じて多様な場を形成する

ことがわかった。このため、前者では植物にとって発芽に適した土壌が一樣に形成されるので、掘削地一面に予想外に早い植生の回復がみられたが、後者では泥、砂、礫に明確に分離されるため、植物の発芽・生育に適さない場所がつけられた。つまり、洪水後の礫床地では容易に植物が生育せず、砂州のような場所が形成・維持されると考えられる。

また、6-3節における東城委員の研究成果でも述べたとおり、掘削が生態系に与えるインパクトは局所的であり、比較的早期に水生昆虫相が回復するが、洪水によるインパクトは流域全体に広範囲に及ぶので、回復には時間がかかる。平林委員、木村委員の研究成果からは、「早期定着する生物群集について“流下による供給”および“成虫による産卵行動”が指摘でき、リーチスケールでの回復メカニズムが働いていること」が示唆された。したがって、掘削工事対象区よりも上流にある程度良好な水生昆虫類の供給源となる瀬があれば、掘削対象区においてすみやかな回復が期待できると予想される。

### 7-3 冠水頻度を上げることによる効果

今回の試験的掘削のように、高水敷を段々に切り下げて増水時に水に浸かりやすくし、その場所の冠水頻度が上がるように造成したことは、結果的に外来種であるオオブタクサを駆逐し、河川固有の在来植生を回復させることとなった。これは、河道掘削によって造成された裸地には、生育速度が速いオオブタクサがまず初めに優占したが、冠水の攪乱を受けてフラッシュされ、流出を免れたオオイヌタデの生育条件（気候や競合種がないことなど）がそのとき幸運にも整っていたため、洪水後に優占種となり、秋に結実するまでに至ったと考えられる。

また、これまで高水敷が河川に対し崖状に接していた部分をなだらかなスロープ状に施工したことで、現在貴重となった種や水辺本来の種が、播種や移植なしに生育するようになった。

上記、島野委員による研究成果および赤松委員による物質循環の研究成果をもとに、傳田委員は試験掘削による物理環境の変化が植物群落に与えた影響を、HEPを用いて評価している。その結果、オオブタクサは冠水頻度が高い場所や流速の増大を忌避する傾向があることがわかった<sup>16)</sup> (図-7)。

島野委員らによるこれらの成果は、冠水頻度等を考慮した高水敷の掘削によって、貴重種を含む水辺本来の植生の再生を人為的に実現できる可能性があることを示唆している。

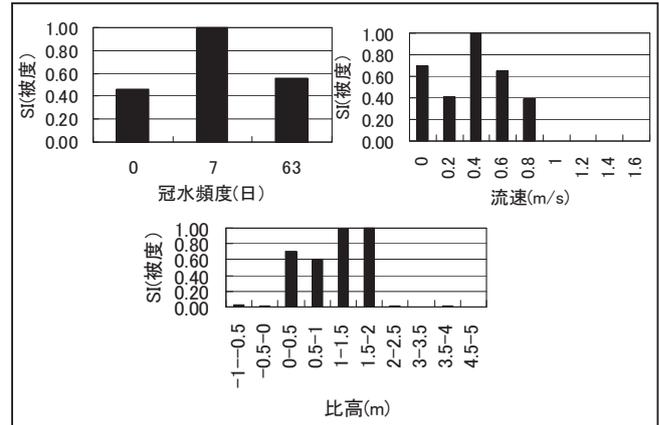


図-7 オオブタクサの選好度<sup>16)</sup>

### 7-4 多様な環境の創出

千曲川河川生態学術研究会における今回の取り組みでは、「千曲川本来の河川環境をいかに取り戻すのか」という命題が与えられ、以下のように様々な環境が試験的に造成された。

- ① 高水敷の冠水頻度を上げるため、3段に切り下げたこと
- ② 水辺まで連続するスロープ状の場所を設けたこと
- ③ ワンドを造成したこと

①および②について、水に浸かりやすくすることと湿潤な環境を創出することが、河川本来の在来植生を回復させることに有効なのは、既述したとおりである。今回、人工的に3段に造成した場所を、既往第2位の規模の洪水が襲ったが、水が引いた後でも、造成した基本的な構造は比較的維持されていた。このことから、今回のような形状をもって掘削することは、同様な河道特性を持つ区間では事後の管理面からみても有効であると考えられる。

残念ながら③の人工ワンドは、7月の洪水によって流出してしまったが、掘削工事終了後1ヶ月目には稚魚が多数生息している様子が確認されている(写真-5)。水際植生の生育がまだ不十分で、水面をカバーしていなくても、「流速が遅く、流されにくいこと」、「水深が浅いため、大型の捕食者が侵入できないこと」、「堤内地からの栄養に富んだ水の流入により、稚魚の餌料生物が豊富」、「カワセミなどの捕食者は、稚魚を餌の対象にすると採餌の努力量が多分に必要となるので、捕食対象とはならない」などの理由により、人工のワンドは稚魚にとって住みやすい場であると、中村委員は推測している。

このように、河道掘削などの河川工事を実施する際には、なるべく多様な物理環境を創出することが望ましいことを、平林委員らは提言している。



写真-5 造成したワンドおよびワンド内で確認された稚魚(いずれも7月洪水の前)<sup>14)</sup>

## 8. 今後の課題

本調査・研究では、掘削工事によって比高を下げるにより、洪水時に受ける掃流力が大きくなって外来種が流失し、結果的に千曲川本来の植生を回復できた。しかし、当然のことながら、洪水の規模が小さかった場合、もしくは洪水が起きなかった場合には、外来種であるオオブタクサやアレチウリの優占状態が年間を通じて続いていた可能性を否定できない。また、本来植生の変遷を今後も維持していくためには、上流から流下してくる種子や植物の生活史、季節変動などの様々な要因を視野に入れた複合的な研究が必要となる。

また、河道は元の状態に戻るように変化する(拡幅後の河積が縮小する)ことがあるため、河川管理の観点からはその変化を事前に予測することも重要となる。したがって、千曲川本来の植生の変遷を今後も維持していくためには、高水敷をどの程度切り下げるのが適しているのか、といった物理的解析を通し、河川管理への有効活用をはかるとともに、千曲川の河川生態系の解明を進めることが大切であると考えている。

千曲川研究グループは、平成18年度をもって鼠橋地区および栗佐地区における調査・研究を一通り終了し、千曲川の中流域における基本的な生態系の構造に関するデータを蓄積できた。今後は、双方の研究フィールドを含んだ、上田から栗佐地区下流の犀川との合流点までを調査対象とし、「インパクト-レスポンスにより形成・維持される河川中流域の生態系の解明」を新たな研究テーマに掲げて、物理環境の変化とそこに棲む生き物の変化との相互関連性に着眼した調査・研究を実施していく予定である。

## 9. おわりに

本稿の基礎となった論集の作成にあたり、中村浩志会長をはじめとする千曲川研究会の皆様には、論集の

編集委員会などの運営も含めて大変お世話になりました。また、研究会の運営や貴重なデータの提供を賜りました国土交通省北陸地方整備局千曲川河川事務所の田上澄雄所長、松原誠所長、江口斉調査専門員、宮下優調査専門員をはじめとする職員の方々、論集のとりまとめに尽力頂いた東京建設コンサルタント(株)の皆様には心より御礼申し上げます。

### <参考文献・資料提供>

- 1) 山岸哲：河川生態学術研究会について，RIVER FRONT, Vol.52, p3, (2005)
- 2) 河川生態学術研究会：川の自然環境の解明に向けて－河川生態学術研究会の概要－，第5版，リバーフロント整備センター（2006）
- 3) 河川生態学術研究会千曲川研究グループ：千曲川の総合研究－鼠橋地区を中心として－（2001）
- 4) 沖野外輝夫・河川生態学術研究会千曲川研究グループ：洪水がつくる川の自然－千曲川河川生態学術研究会から，信濃毎日新聞社（2006）
- 5) 国土交通省北陸地方整備局千曲川河川事務所：写真提供
- 6) 傳田正利・天野邦彦：栗佐地区の流況特性（水理計算結果からの考察），千曲川の総合研究Ⅱ－栗佐橋地区の試験的河道掘削に関する研究－，千曲川河川生態学術研究会（印刷中）
- 7) 福島雅紀・植木真生・山下武宣・末次忠司：生物層の生活基盤としての物理環境の変化～河道掘削による変化と出水による変化の違い～，千曲川の総合研究Ⅱ－栗佐橋地区の試験的河道掘削に関する研究－，千曲川河川生態学術研究会（印刷中）
- 8) 中本信忠・石原大樹：洪水を想定した掘削による付着藻類群集の応答に関する研究，千曲川の総合研究Ⅱ－栗佐橋地区の試験的河道掘削に関する研究－，千曲川河川生態学術研究会（印刷中）
- 9) 平林公男・木村悟朗：河道掘削によって新たに造成された瀬に初期定着する水生昆虫類の種類相とそのメカニズム，千曲川の総合研究Ⅱ－栗佐橋地区の試験的河道掘削に関する研究－，千曲川河川生態学術研究会（印刷中）
- 10) 東城幸治：千曲川中流域栗佐地区における河床攪乱が底生生物に与える影響の評価、および攪乱後の回復過程の追究－自然攪乱の影響や回復過程との比較検討－，千曲川の総合研究Ⅱ－栗佐橋地区の試験的河道掘削に関する研究－，千曲川河川生態学術研究会（印刷中）
- 11) 島野光司・岩田直人・星野義延・吉川正人：千曲

川中流域における高水敷掘削前後の植生の変化,  
千曲川の総合研究Ⅱ - 粟佐橋地区の試験的河道掘削に関する研究 -, 千曲川河川生態学術研究会  
(印刷中)

- 12) 吉田利男・市川哲生・元木達也：河川掘削による哺乳類へのインパクトに関する研究, 千曲川の総合研究Ⅱ - 粟佐橋地区の試験的河道掘削に関する研究 -, 千曲川河川生態学術研究会 (印刷中)
- 13) 中村浩志・笠原里恵：千曲川粟佐地区における河道掘削の生息鳥類への影響とその評価, 千曲川の総合研究Ⅱ - 粟佐橋地区の試験的河道掘削に関する研究 -, 千曲川河川生態学術研究会 (印刷中)
- 14) 中村浩志：写真提供
- 15) 吉田利男・市川哲生・元木達也：河道掘削による河床改変及び河床回復過程と水生昆虫羽化量の変化の解析, 千曲川の総合研究Ⅱ - 粟佐橋地区の試験的河道掘削に関する研究 -, 千曲川河川生態学術研究会 (印刷中)
- 16) 傳田正利・天野邦彦：HEP を用いた粟佐地区の試験掘削が植物群落に与えた影響評価, 千曲川の総合研究Ⅱ - 粟佐橋地区の試験的河道掘削に関する研究 -, 千曲川河川生態学術研究会 (印刷中)