

# 千曲川<sup>ねずみ</sup>鼠・戸倉地区の試験的河道掘削に関する研究

Study on the pilot excavation of river channel in the Chikuma river within Nezumi- Togura District

河川・海岸グループ 研究員 西嶋 貴彦  
 河川・海岸グループ グループ長 前田 諭  
 水循環・まちづくりグループ 研究員 阿部 充  
 河川・海岸グループ 研究員 和泉谷 直毅  
 いであ(株) 主任研究員 竹内 洋子

本稿は、千曲川中流域において実施した高水敷掘削による外来植物（アレチウリ、ハリエンジュ）の駆除・生育抑制、及び、在来の水辺植生の再生に関する調査・研究成果について報告するものである。近年、千曲川中流域では外来植物の増加が著しく、在来種の生息・生育環境を悪化させるとともに、種の多様性を減少させており、河川環境管理上の主要な課題となっている。

千曲川中流域の鼠地区及び戸倉地区において、高水敷掘削により棚田状の試験地を造成することで、冠水頻度や洪水時に受ける攪乱の程度などが異なる複数の敷高を設定し、その後の環境の変化をモニタリングすることにより、アレチウリ及びハリエンジュの駆除・生育抑制、在来植生の再生等に関する基礎的知見の収集を試みた。

鼠地区では掘削後4年が経過した段階でも、出水により試験地が冠水することにより、アレチウリの実生に対する生育抑制効果が確認された。また、戸倉地区では掘削後2年が経過し、出水により掘削時の地形から大きく変化したが、河原と在来植生が繁茂する状態が維持され、外来植生の生育抑制効果も確認された。

今後は継続的なモニタリングにより川の営力を活用した河川の自然環境を維持するための河道掘削の物理条件設定、河道断面維持の確認、及び維持管理方策の検討を行う必要がある。

**キーワード：**自然再生、高水敷掘削、洪水、河川生態系、外来種、アレチウリ、ハリエンジュ、在来の水辺植生

This paper reports survey and research results in the middle reaches of the Chikuma river on extermination and inhibition of alien plant species (*Sicyos anglatius* and *Robinia pseudoacacia*) by flood channel excavation and restoration of indigenous waterfront plant species. In recent years, in the middle reaches of the Chikuma river, alien species flourishes, turning habitats and breeding ground for indigenous species into undesirable ones and losing biodiversity, making it an important issue from river environmental management perspective. By experimentally creating terraced fields by excavation of flood channel in Nezumi-Togura in the middle reaches of the Chikuma river, setting multiple bed heights with different frequency of flooding and degrees of disruption expected, by monitoring environmental changes, we intended to obtain scientific knowledge on the extermination and inhibition of *Sicyos anglatius* and *Robinia pseudoacacia* and restoration of indigenous plant species.

In Nezumi district, even 4 years after excavation, by having the test field flooded, seedling growth inhibition of *Sicyos anglatius* was confirmed. Additionally, in Togura district, 2 years after excavation, even after geographical features change significantly due to flooding after excavation, maintenance of riverbed and indigenous plant species and growth inhibition of alien species were confirmed.

For future, by continuous monitoring, we must set physical conditions for channel excavation, confirming the maintenance of cross-section of river channel and consider management policy measures to maintain natural river environment by making use of inherent force of the river

**Key Words:** nature restoration, flood channel excavation, flood, river ecology, *Sicyos anglatius*, *Robinia pseudoacacia*, indigenous waterfront plant species

## 1. はじめに

### 1-1 千曲川中流域の抱える課題

千曲川は甲州、信州と秩父（武州）三国の境にある甲武信ヶ岳（標高2,475m）の中腹、2,200m辺りから湧出する湧き水に流れを發し、長野県から新潟県に流れて日本海に注ぐ日本で最も長い幹川流路延長を誇る信濃川水系のうちの長野県内の呼び名である。かつての千曲川は、瀬や淵のある多様な流れの中に砂礫河原が広がり、水際部には水辺のエコトーンが形成されるなど、生物の良好な生息空間となっていた。

しかし、昭和55年頃までに実施された砂利採取等による河床低下に伴い、低水路と高水敷の比高差が大きくなり、河道固定に伴う高水敷の乾燥化が見られるようになった。そういった場所は、洪水による植生流失をもたらす外力及び頻度が減少するとともに、一旦堆積した土砂は掃流されにくくなり、また植生による流速低減に伴う土砂堆積が進むため、表層に細粒土層が形成される。これは、大洪水が発生しても流失せず、樹林化の進行を促進させる要因となる。そのため、従来多かった草本植物に代わり、木本植物が増えて、本来の千曲川生態系とは異なる鬱蒼とした樹林地と化している。

樹林化の問題と平行して外来種の侵入が増えてきており、アレチウリやハリエンジュが多くみられる。特にハリエンジュは流下阻害、流木の発生という治水面での課題に加えて、河川巡視の際の視認性の悪化、不法投棄の誘発等、維持管理面での課題も発生しており、駆除・生育抑制について早急な対応が求められている。

### 1-2 千曲川中流域川づくりの目標

千曲川における治水及び自然環境の課題を踏まえ、国土交通省北陸地方整備局千曲川河川事務所は川づくりの目標を以下のように設定している。

流下能力を確保するとともに、砂礫河原やヨシ、ヤナギなどの水際植生などが形成され、これがその後維持される環境の創出を目指す

この環境の創出により、河道の樹林化による流下阻害を防ぐとともに、河道内における生物の生息、生育環境の保全を図る

この目標を達成するため、高水敷掘削により河川が本来有する自然の営力が機能するようにすることで、外来植物が駆除され、侵入や定着がしにくい河道を再生し樹林化を防ぐ試みを自然再生事業として実施している。

自然再生事業の実施に際しては、高水敷掘削による効果を把握するため、鼠地区において試験掘削を実施し、モニタリング調査を行うことにより得られた知見を自然再生事業計画に反映させることで、効果的かつ効率的に事業を実施することとなった。

### 1-3 千曲川河川生態学術研究会

千曲川河川生態学術研究会（河川生態学術研究会千曲川研究グループ。以下千曲川研究グループとする）は、生態学者、河川工学の研究者及び河川管理者が協働し、河川の自然の仕組みを生態学的な観点から解明するとともに、河川管理に役立てるための総合的な調査・研究を進めていくことを目標に設立された。平成16年度より開始した粟佐地区（81.0km付近）における調査・研究では、「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」をテーマとし、高水敷掘削による人為インパクトと洪水による自然インパクトが、河川生態系に与える影響についての様々な知見を蓄積した。また、攪乱を受けやすい地形を創出したことで、その後の洪水により外来植物であるオオブタクサが駆逐され、在来植生が優占する場へ遷移することが確認された。

平成20年度からは、研究フィールドを鼠地区（97.5km付近）戸倉地区（87.5km付近）に移し「インパクト・レスポンスの視点からの河川中流域生態系の形成・維持機構の解明」をテーマに、水の流れによりつくりだされる物理環境（地形、基質、水質、物質の移動など）とそこに棲む生き物の相互関連性を明らかにすることを目的として調査・研究を実施している。そこで得られた知見については、河道掘削後のモニタリング調査に有効に活用されている。

## 2. これまでに河道掘削した地区の概要

### 2-1 粟佐地区の河道特性

平成18年3月に河道掘削を実施した粟佐地区は、低水路の平均河床勾配は  $I = 1/510$ 、代表粒径は  $dR = 40\text{mm}$  であり、河道区分はセグメント2-1に分類される区間である。但し、セグメント2-1と上流側のセグメント1とのほぼ境界に近く、河床勾配の急変点の直下流に位置する。上流部で見られる多列砂州・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。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られる。

## 2 - 2 鼠地区の河道特性

鼠地区は、低水路の平均河床勾配が  $I = 1/220$ 、代表粒径は  $dR = \text{約 } 53\text{mm}$  で、河道区分はセグメント1のほぼ中央に位置する。

勾配の急なセグメント1では掃流力が大きく、一般的には  $B/H$  が小さくなる傾向にある。しかし、千曲川のセグメント1は、滞筋が「谷底」のような地形を移動していることから、低水路幅が大きくなり、その結果、河幅水深比 ( $B/H$ ) が大きい。このため、滞筋が低水路内で移動しやすく蛇行の程度が大きい。

鼠地区が位置するセグメント1 (91.0K ~ 101.0K) では、無次元掃流力が移動限界を越えており、交互砂州化が進行しているものの、多列砂州が存在し、滞筋がまだ多列化している。

経年的には、98.0k 付近の砂州および左岸高水敷でも平成16年にかけて樹木が継続的に繁茂しており、大きな出水の後の平成11年11月の写真においてもその生育が認められる。このことから当該箇所は砂州との比高が大きく、攪乱を受けにくい状況になっていると考えられる。97.5 ~ 98.0k 付近の左岸側河岸部や99.0k 付近の堰下流の州には、出水の影響により植生

の生育、破壊が繰り返されている箇所がみられるが、近年では砂州の固定化し、滞筋と砂州の二極化が進行している。

しかし、上流の山の張り出し部に川の流れがぶつかって流向を変えるため、滞筋の形状がほぼ固定化している。このため、複列砂州の発生しやすい区間に位置しているが、平成元年ぐらいからの10年間で、砂州の固定化が進行しており陸地化した砂州との比高が増大し植生域が固定化している。

これより、鼠地区はセグメント1の中で、特殊な地形状況から川の流れが制御(制限)されており、千曲川における典型的なセグメント1ではなく、千曲川中流部において特殊な箇所と位置づけることが妥当と考えられる。

鼠地区は、掘削箇所上下流の経年的な変化から主流は掘削箇所の対岸側でほぼ固定しており、川の流れ(流量・流速など)の影響を受けにくい箇所と考えられる。今後もこの状況は続くものと考えられ、地形に変化が来すような大規模な出水でなければ影響を受けにくいと考えられる。

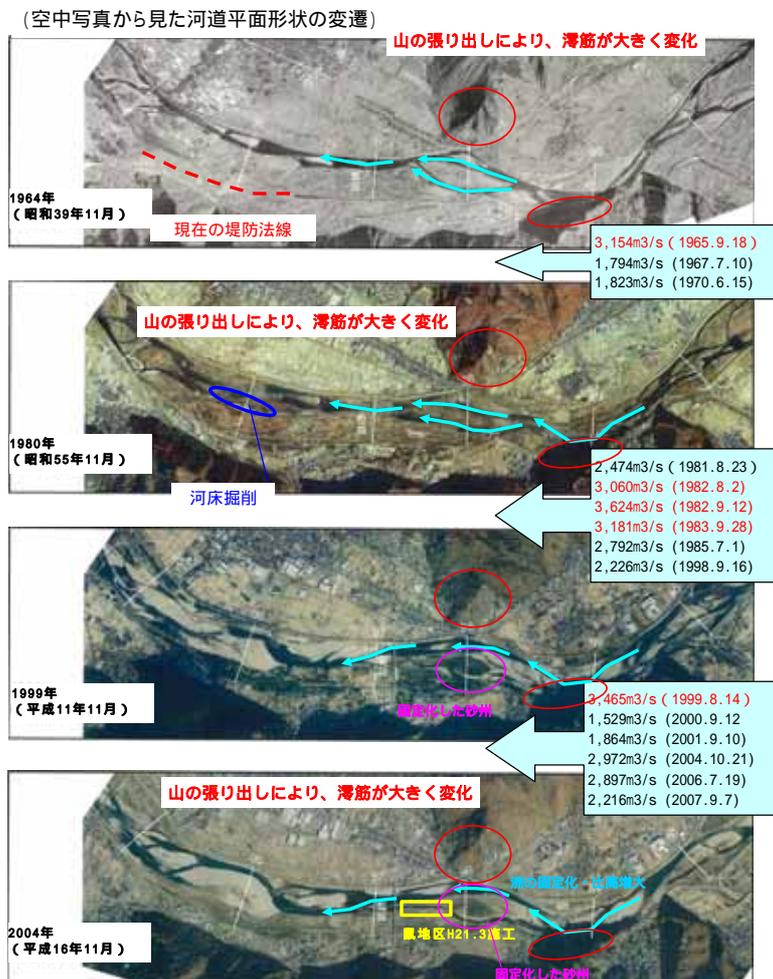


写真 - 1

### 2 - 3 戸倉地区の河道特性

戸倉地区は、低水路の平均河床勾配が  $I = 1/340$  となっており、代表粒径は鼠地区と同様に  $dR = \text{約 } 53\text{mm}$  で河道区分はセグメント1に位置づけられる。

戸倉地区の上流の87.5k、88.0k右岸は平成12年以降に高水敷が造成され、これにより滞筋が河道中央部へ移動し滞筋の固定化が見られる。

セグメント1は河床高(最深・平均)および低水路内の河積は大きく変化してきてはいない。元々、複列砂州の発生しやすい領域に位置しているが、近年では交互砂州・複列砂州の混成領域へ移行してきている。

低水路内の砂州におけるレキ河原と植生面積の経年変化を見ても、出水による植生域の減少が大きい。砂州が冠水しやすく、かつ変動しやすいことが伺える。

戸倉地区の経年的な変化を見ると、平成10年10月、平成11年11月の出水により複列砂州化(複列流路化)したものの、その後、88kから下流で流路の固定化が顕著であり交互砂州が発達している。セグメント1全体では、交互砂州・複列砂州の混成領域へ移行する傾向が見られるが、その傾向は戸倉地区では顕著に見られる。こういった意味では、千曲川のセグメント1を

“代表する箇所”と考えられる。

戸倉地区は、掘削箇所は湾曲の内岸部に位置するが、外岸側(上流右岸側)に造成された高水敷の影響で流が寄ることが想定される。対象箇所はほぼ主流に面しており、川の流れ(流量・流速など)の影響を受けやすいと考えられる。階段状に掘削することによる冠水頻度の違い、これによる物理的・生物的な環境の変化を把握しやすいと考えられる。(調査の目的を把握しやすいと考えられる。)

表 - 1 掘削地の概要

掘削地区	粟佐地区	戸倉地区	鼠地区
セグメント	2 - 1		
河床勾配	1 / 510	1 / 340	1 / 220
代表粒径	40mm	53mm	53mm
川幅(堤間幅)	約400m		
直線部・湾曲部	直線部	蛇行部	直線部
砂州形態	交互砂州	複列・交互砂州混在	複列・交互砂州混在
河川管理上の課題	・外来植物(アレチウリ)の繁茂が著しい	・河床低下 ・外来植物(ハリエンジュ・アレチウリ)の繁茂が著しい	・河床低下 ・外来植物(ハリエンジュ・アレチウリ)の繁茂が著しい
その他特記	・将来的に掘削が必要となる犀川合流点～杭瀬下における典型的な砂州景観を有した場所 ・勾配の急変点	・粟佐地区と鼠地区の中間に位置する ・砂利採取 河道の固定化 樹林化が典型的に進んだ区間	・過去の調査結果の蓄積がある ・砂利採取 河道の固定化 樹林化が典型的に進んだ区間
掘削時期	2006年1～3月	2011年1～3月	2009年1～3月

(空中写真から見た河道平面形状の変遷)

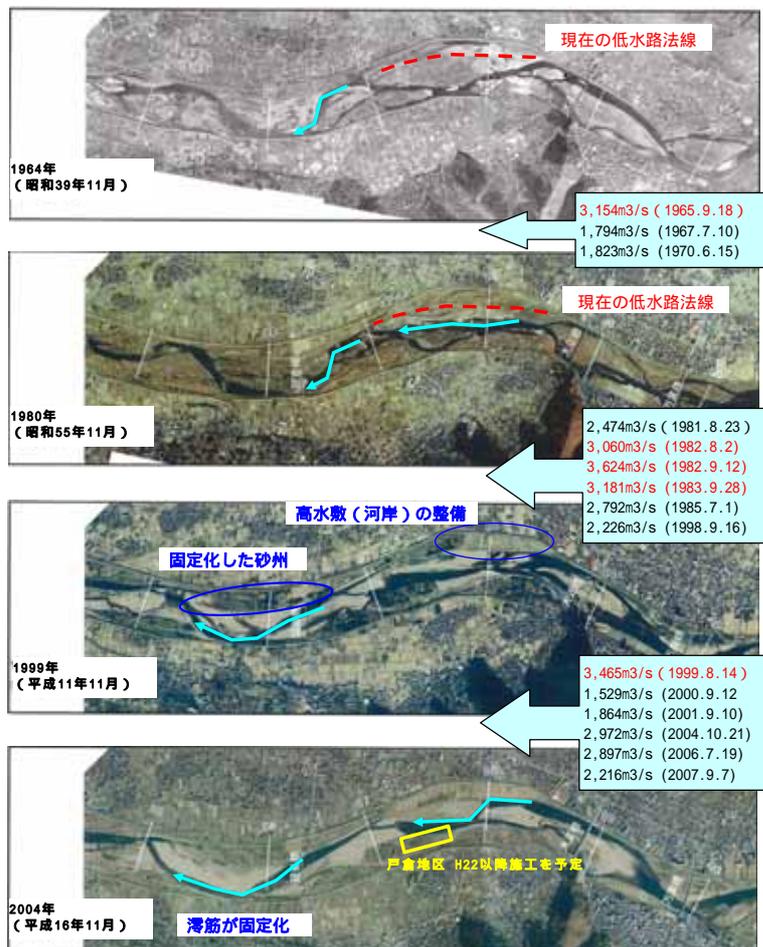


写真 - 2

### 3. 試験掘削のねらい

#### 3 - 1

試験掘削は、アレチウリ及びハリエンジュの駆除・生育抑制、在来植生の再生、その他の河道内における生物の生息場の保全・再生に資する基礎的知見を得ることを目的とし、実施に際しては、高水敷掘削により棚田状の試験地を造成することで、冠水頻度や洪水時に受ける攪乱の程度が異なる複数の敷高を設定し、その後の環境の変化をモニタリングすることとし、鼠地区（平成21年3月）戸倉地区（平成23年3月）の2地区において試験掘削を実施した。

掘削高については、粟佐地区における試験掘削結果を踏まえた上で、外来植物の生育抑制及び水辺在来植生の再生と維持を期待して、図-1に示す掘削高、掘削高の高さに設定した。

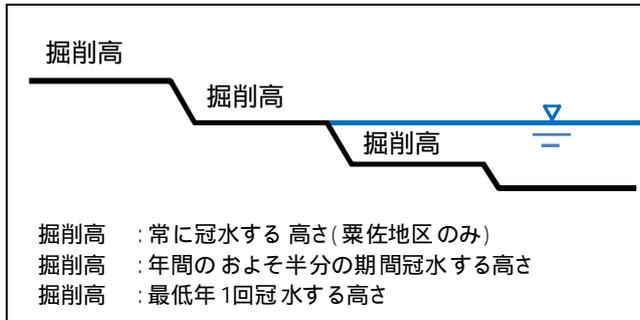


図-1 掘削高模式図

#### 3 - 2 モニタリング調査の実施

試験地における掘削後の植生の変化及び外来植物（アレチウリ、ハリエンジュ）の詳細な生育状況の変化を把握するため、試験地周辺において、植生図作成調査、植生断面図作成調査、外来植物（アレチウリ、ハリエンジュ）分布状況調査を鼠地区（平成21年度～平成23年度）戸倉地区（平成23～24年度）でそれぞれ実施した。

なお、植生の変化に伴う他の生物（鳥類等）の生息状況の変化を把握するため、千曲川研究グループの研究者により実施された調査・研究結果を確認することにより、高水敷掘削及び洪水によるインパクトが河川生態系に及ぼす影響について考察した。

掘削後の環境変化の把握にあたっては、図-2に示す状態1～状態4の場の維持や変化について、年1回冠水の有無や洪水の規模・時期、掘削高等に着目し、定点写真による見た目と植生図等から判断し整理した。場の状態については、礫河原や在来の草本類が繁茂する状態1～状態3を目指しており、状態4とならない環境が維持される必要がある。

### 4. 掘削後の変化

#### 4 - 1 鼠地区における掘削後の変化

鼠地区の掘削高毎の冠水日数を表-2に、日最大水位図を図-3に示す。設定どおり掘削高においても最低年一回は冠水している状況であった。

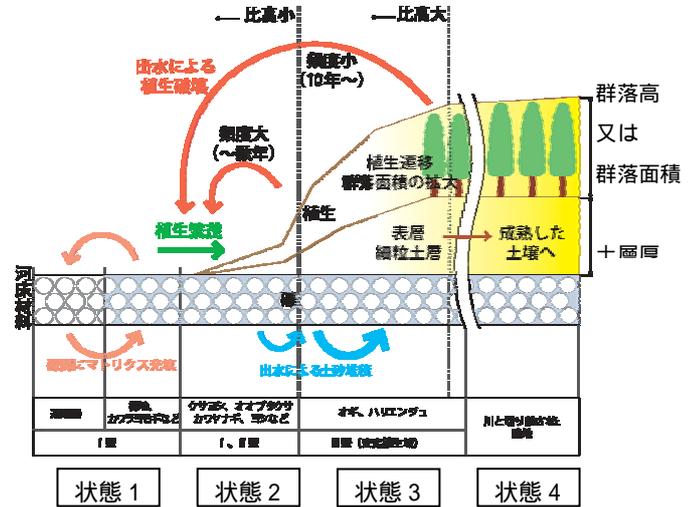


図-2 掘削により目指す環境

表-2 掘削高毎の冠水日数（鼠地区）

年	掘削高	掘削高	掘削高
H21	-	285.5日	0.7日
H22	-	279.4日	1.2日
H23	-	112.5日	1.3日
H24	-	289.5日	0.3日

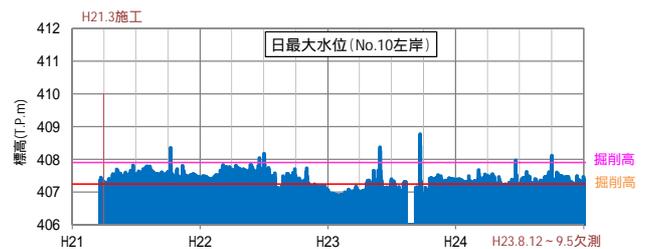


図-3 日最大水位の変動（鼠地区）

全体として、掘削高 と の両方で、出水により植生の剥離等もみられており、状態2が維持されている。また、掘削箇所では毎年1回以上の冠水が生じており、目指す環境が維持されている。

河道横断面図をみると、掘削高の敷高は維持されている。No.9～No.12付近の掘削高でやや堆積しているが、堆積高は掘削高程度となっていた。

植生繁茂状況については、掘削後、水際や低水敷、高水敷に在来植生が繁茂し、その状態が維持されてい

る。

アレチウリについては、別途、個体数調査を行っており、掘削前には著しく繁茂していたが掘削により除去された。掘削後は実生個体が確認されているが、開花・結実個体は確認されておらず、年1回以上冠水する敷高の掘削により、外来植物を抑制する効果があることを確認した。

#### 4 - 2 戸倉地区における掘削後の変化

##### (1) 掘削後の出水状況

戸倉地区の掘削高毎の冠水日数を表-3に、日最大水位図を図-4に示す。鼠地区同様に掘削高 においても最低年一回は冠水している状況であった。

表-3 掘削高毎の冠水日数(戸倉地区)

年	掘削高	掘削高	掘削高
H23	-	292.3日	1.4日
H24	-	366.0日	0.04日

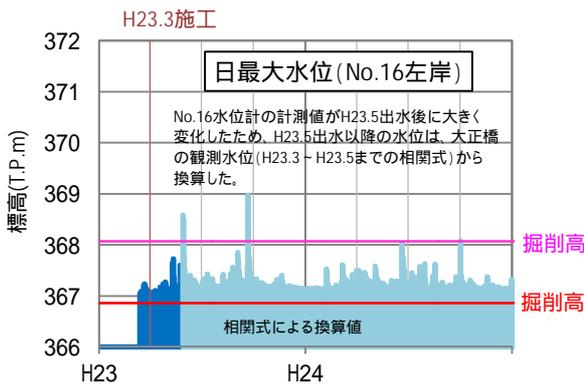


図-4 日最大水位の変動(戸倉地区)

日最大水位の算出にあたり、戸倉地区では平成23年3月より水位計が図-5に示す位置に設置されているが、掘削箇所のNo.16左右岸に設置された水位計が平成23年9月の出水で流出した。そのため、掘削箇所の冠水頻度を把握するため、掘削箇所に近くデータが存在するNo.16右岸と大正橋下流観測所の時刻水位を用いて、水位記録のある期間の相関をとり推定した。

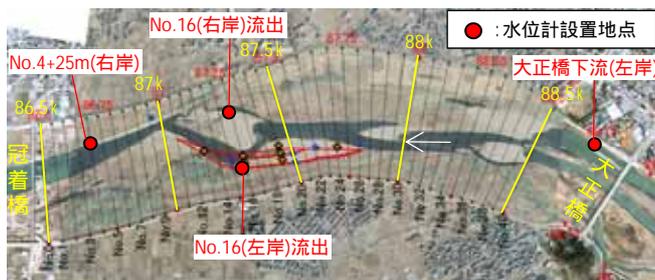


図-5 水位計設置箇所位置図(戸倉地区)

平成23年3月の施工後間もなく、平成23年5月の出水により掘削高 が水没し、平成23年9月の出水により河岸浸食(No.13付近)や周辺での土砂堆積(No.13~No.21)等の土砂移動が生じた。このような変化が生じたが、掘削高 は裸地と在来植生が繁茂する状態1から状態2の間で維持されている。

掘削箇所では、毎年1回以上の冠水が生じており、目指す環境として、礫河原や在来植生の繁茂する環境が維持されている。



写真-3

## (2) 河道掘削範囲全体での景観変化

平成23年2月に河道掘削が実施された掘削範囲の植生景観がどの程度変化したかを把握するために、掘削前(平成22年度)の植生図と掘削後の平成23年7月及び平成23年10月、平成24年10月の植生図を利用して景観区分図を作成し、河道掘削実施前後の植生景観の比較を行った。景観区分図について、図-6に整理した。

景観区分は表-4に示す、水際草本植生、低水敷草本植生、高水敷草本植生、樹林、裸地・道路、開放水面の6区分とし、さらに在来種と外来種に区分し、アレチウリについては別区分とした。

河道掘削及び伐採の実施後の景観変化の全体傾向として、掘削前はハリエンジュ林やアレチウリ群落が発達する高水敷だったが、掘削により除去され礫河原の景観となった。

掘削後1年目は、植物が生育しても出水により流失もしくは生育が阻害され、植生遷移が進行しにくい状態にあり、砂礫の掃流・堆積が発生し、大部分で砂礫河原が維持された。

掘削後2年目は、依然として植生遷移の進行は出水の影響を受けやすい立地条件によって進みにくい状況であるが、低水敷草本植生を主体に増加傾向がみられた。

ハリエンジュ林の再生が下流部の一部でみられたが、平成23年9月の出水により面積は減少した。また上流部掘削範囲陸側の法面でも帯状に再生しており、こちらは出水により減少せず、維持された。

## (3) 掘削面ごとの景観変化

掘削高 は、掘削直後の平成23年3月の出水により地形が変化し、常時水面下となり、植生は成立しなかった。平成23年9月の出水では、砂礫河原が出現し、その翌年の平成24年には低水敷草本植生(在来・外来)が砂礫河原の大部分に生育した。平成23年9月の砂礫河原の出現に伴いワンドが出現し、その翌年の平成24年には水際草本植生(在来・外来)がみられた。

表-4 景観区分と戸倉地区植生図の群落名

景観区分		群落名	
水際草本植生	水際草本植生(在来)	ヨシ群落	
		ツルヨシ群落 ヤナギタデ群落	
	水際草本植生(外来)	キシウスズメノヒエ群落	
低水敷草本植生	低水敷草本植生(在来)	オオイヌタデ・オオクサキ群落	
		メシバ・エノコログサ群落	
		ヨモギ群落	
		セリ・クサヨシ群落	
	低水敷草本植生(外来)	ヒメムカシヨモギ・オオアレチノギク群落 シナダレスズメガヤ群落 シロバナシナガワハギ群落	
高水敷草本植生	高水敷草本植生(在来)	オギ群落	
	高水敷草本植生(外来)	オオブクサ群落 セイタカアワダチソウ群落	
	アレチウリ群落(外来)	アレチウリ群落	
樹林	ヤナギ林(在来)	ヤナギ林(カワヤナギ、タチヤナギ) カワヤナギ群落(低木林) タチヤナギ群落(低木林)	
		ハリエンジュ林(外来)	ハリエンジュ群落(高木林) ハリエンジュ群落(低木林)
			裸地・道路
	開放水面	開放水面	開放水面

掘削高 は、1年目は平成23年7月に低水敷草本植生(在来)が一部で出現したが、平成23年9月の出水で大きく減少し、植生が少ない状態で推移した。2年目の平成24年は低水敷草本植生(在来・外来)が増加し、それに伴い裸地が減少した。掘削前にみられたアレチウリ群落は掘削により消失し、その後群落はみられない。ハリエンジュ林(外来)の再生が下流部の一部でみられたが、平成23年9月の出水により面積は減少した。また上流部掘削範囲陸側の法面でも帯状に再生しており、こちらは出水により減少せず、維持された。

## (4) アレチウリとハリエンジュの経年変化

アレチウリとハリエンジュを対象とした外来種分布調査を戸倉地区で掘削後継続実施した。平成23年に掘削を実施し、平成23年に2回、平成24年は1回の調査を行っており、これらの結果を経年的にとりまとめた

アレチウリ個体数については、平成23年7月に101個体、10月に106個体、平成24年10月には実生個体55個体、成熟個体6個体の合計61個体が確認された。アレチウリの確認個体数は平成23年度よりも減少していた。これは平成23年度に数多く確認された3段目における発芽が今年度はほとんど見られなかったためである。一方で、掘削面においては平成23年度には見られなかった開花・結実した個体が見られ、また実生の生育密度も増加していた。これは出水により生育基

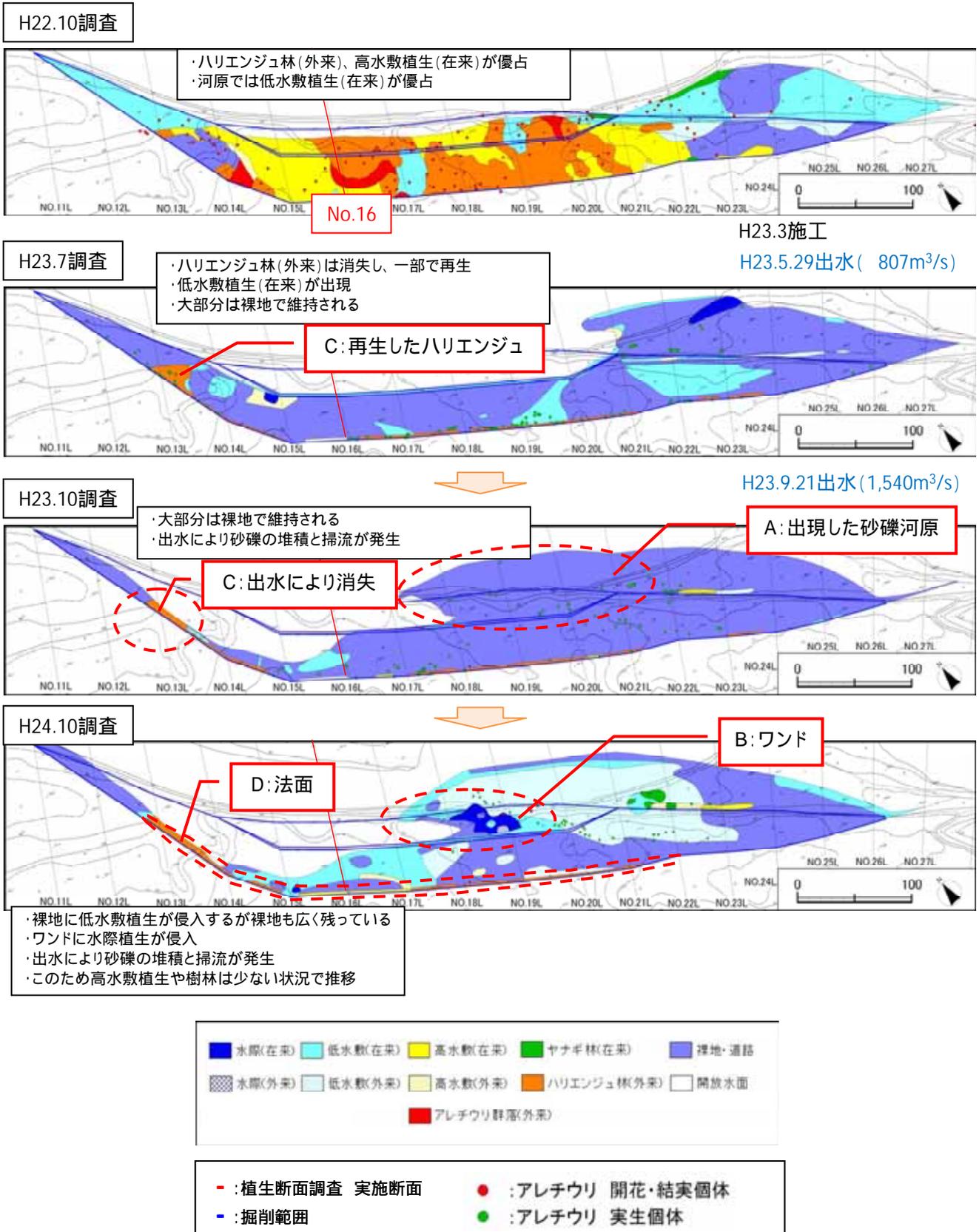


図 - 6 戸倉地区の景観区分図

盤となる土壌が堆積した上に種子が侵入したため、開花・結実に至ったと考えられる。

以上のことから、戸倉地区において、アレチウリは出水による個体の流失と種子供給の両方が今後も発生し、一定の生育はみられると予想される。戸倉地区において、掘削地の上部は堆積傾向にあり、出水の度に新たな堆積が起こる。このためアレチウリが侵入、生育しても出水の度に埋没する可能性が高く、当面は小規模な繁茂にとどまると予測される。しかし、堆積が継続し、出水の影響を受けにくくなるとアレチウリの繁茂が始まると考えられる。

ハリエンジュの芽生えについてみると、平成23年7月には全く確認されなかったが、10月には174個体が確認され、平成24年10月には6個体が確認された。平成23年に確認された実生個体は24年度には確認されておらず、確認された実生は今年発芽したものばかりであった。以上のことから、現時点では心配された実生の定着は起こっていないと考えられる。

## 5. 考察

### 5-1 掘削地の評価

#### (1) 鼠地区掘削地の評価

鼠地区では、掘削箇所でも年1回以上の冠水が生じており、施工から約4年経過した現在でも、目指す環境である在来植生が繁茂する状況(主に状態2)が維持されていた。

掘削高でやや堆積しているが、その高さは掘削高程度であり、なだらかな横断勾配の河道形状が創出されている。但し、規模の大きい出水時に土砂堆積が進行する等、地形が変化する可能性があるため、その変化に着目して経過をみていくことが重要である。

#### (2) 戸倉地区掘削地の評価

戸倉地区では、掘削箇所でも年1回以上の冠水が生じており、施工から約2年経過した現在でも目指す環境である河原環境や在来植生が繁茂する状況(状態1から状態2)が維持されていた。

掘削後の平成23年5月の出水で掘削高が水没し、河岸浸食や周辺で土砂堆積が生じた。

## 6. 今後の課題

今後もモニタリング調査を継続することにより、長期的な植生の遷移過程を把握することが必要である。

外来種対策の観点では、アレチウリについては、高水敷掘削により高い抑制効果が得られたことから、今後は高水敷掘削による生育抑制メカニズムの解明によ

り、効果向上や効率化を目指す必要がある。

また、ハリエンジュについては、高水敷掘削により事業実施地区全体として駆除効果が得られたが、一部残存した根茎からの萌芽が確認されている。したがって、萌芽刈り取り等の持続的な維持管理技術との組合せを検討する必要がある。

## 7. おわりに

本研究の遂行にあたり、平林公男代表(信州大学繊維学部教授)をはじめとする千曲川研究グループの委員の方々、国土交通省北陸地方整備局千曲川河川事務所の職員の方々には大変貴重なご指導とご助言を頂きました。ここに厚く御礼を申し上げます。

### <参考文献>

- 1) 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から -, 信濃毎日新聞社, 長野, (2006)
- 2) 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 - 粟佐地区の試験的河道掘削に関する研究 -, (2008.3)
- 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-鼠地区を中心として-, (2001.3)
- 4) 楯慎一郎, 小林稔, 大橋伸之: 千曲川粟佐地区の試験的河道掘削に関する研究, リバーフロント研究所報告, 第18号, pp.15-24, (2007.9)
- 5) 川口究, 丸岡昇, 内藤正彦, 今井素生: 千曲川鼠地区の試験的河道掘削に関する研究, リバーフロント研究所報告, 第21号, pp.57-66, (2010.9)
- 6) 毛利栄一郎, 丸岡昇, 佐合純造, 川口究: 千曲川鼠地区の試験的河道掘削に関する研究(2), リバーフロント研究所報告, 第22号, pp.19-26, (2011.9)
- 7) 毛利栄一郎, 山崎昇, 佐合純造, 川口究, 和泉谷直毅, 平野亮: 千曲川鼠地区の試験的河道掘削に関する研究(3), リバーフロント研究所報告, 第23号, pp.12-19, (2012.9)
- 8) 須藤忠雄, 前村良雄, 丹野幸太: 久慈川水系における外来植物対策検討 ハリエンジュ及びアレチウリの効果的な駆除方策について -, リバーフロント研究所報告, 第19号, pp.96-103, (2008.9)
- 9) 増子輝明, 前村良雄, 森川陽一, 阿部充: 神流川における河道内樹木の適正管理について, リバーフロント研究所報告, 第21号, pp.67-76, (2010.9)