千曲川 鼠（ねずみ）地区の試験的河道掘削に関する研究（3）

Study on the exploratory river channel evacuation in the Nezumi district in the Chikuma River (3)

河川・海岸グループ　研　究　員　**毛利栄一郎**
専務理事　**山﨑　昇**
河川・海岸グループ　グループ長　**佐合　純造**
生態系グループ　研　究　員　**川口　究**
河川・海岸グループ　研　究　員　**和泉谷直毅**
いであ（株）　主査研究員　**平野　亮**

本稿は、千曲川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。

千曲川鼠地区において、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撹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。

掘削後 3 年が経過した段階で、洪水により試験地が数回冠水した結果、確認されたアレチウリの個体数は顕著に減少し、実生に対する生育抑制効果が確認された。一方、掘削地周辺において、1 年目はオオイヌタデやヌマガヤツリ、2 年目はヨモギやオギなどの在来種が優占した。

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 extermination and restraint of alien plants (Sicyos anglatus and Robinia pseudoacacia) due to flood channel evacuation in the Chikuma River, as well as investigation and research about restoration of indigenous waterfront vegetation. Recently, alien plants have substantially increased in the middle reaches of the Chikuma River, deteriorating the habitat of indigenous species, and decreasing the diversity of species. This is a main problem in river environment.

In the Nezumi district of the Chikuma River, we created a test land resembling terraced paddy fields by flood channel evacuation. By setting several bed heights with different frequency of flooding or extent of disruption, we monitored subsequent changes in the environment, and accumulated basic knowledge about extermination and inhibition of Sicyos anglatus and Robinia pseudoacacia, as well as restoration of indigenous vegetation.

Three years after evacuation, during which a test land was flooded several times, the population of Sicyos anglatus has remarkably decreased, showing inhibition of the plants grown naturally. On the other hand, indigenous species such as Percicaria lapathifolia and Cyperus glomeratus, and Artemisia princeps and Miscanthus sacchariflorus became dominant around evacuated areas in the first year and second year, respectively.

We will continue monitoring to determine physical evacuation conditions to maintain the natural river environment using the inherent force of the river, confirm the cross sectional surface of river channels, and study future methods of maintenance and management.

Keywords: nature restoration, flood channel evacuation, flood, river ecosystem, alien species, Sicyos anglatus, Robinia pseudoacacia, indigenous waterfront vegetation

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発し、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、1980 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､撹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「インパクトー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。

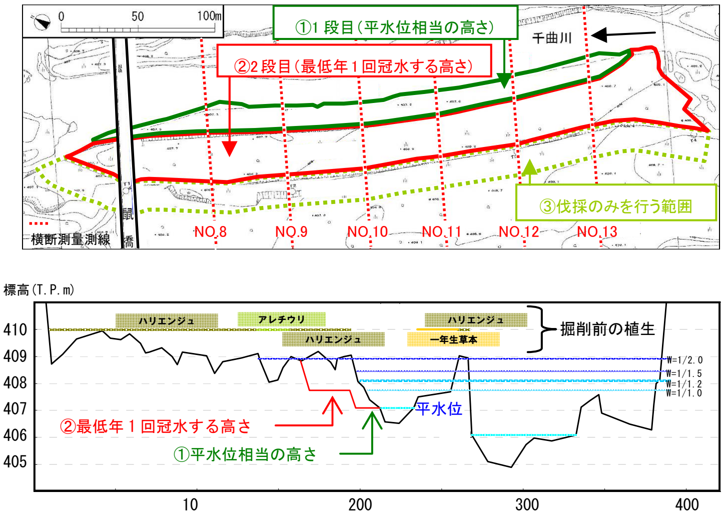
2. 鼠地区での外来種対策

2－1 試験掘削のねらい

鼠地区は、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、試験掘削の実施に際しては、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撹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により、平成 21 年 3 月に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、①1 段目は、平水位相当の高さ②2 段目は最低年 1 回冠水する高さに設定した。なお、試験地の周辺地区からのアレチウリ、ハリエン

ジュ侵入の影響を低減するため、バッファエリアとして、2 段目の周囲に約 20m幅の伐採のみを行う範囲を設けた。



図－1　鼠試験掘削地の掘削形状

２－２　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）分布状況調査を平成 21 年度～平成 23 年度に実施した。

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。

(1) 植生図作成調査

試験地周辺において、既存の植生図及び航空写真等を基に下図を作成した上で現地調査を行い、現存植生図を作成した。群落区分は原則として「河川水辺の国勢調査植物調査（河川版）植物群落一覧表」に従った。また、群落内に千曲川における主要な外来植物（ハリエンジュ、アレチウリ、オオブタクサ、シナダレスズメガヤ等）が混在する場合は混在しない群落と区別して植生図を作成した。なお、現地において重要種（環境省レッドリスト､長野県レッドデータブック記載種）が確認された場合には確認位置及び生育状況を記録した。調査時期は、10 月の 1 回とした。

(2) 植生断面図作成調査

試験地内において、水際から樹林帯までの横断方向の植生断面図を作成した。植生断面図には、測線の両側2mの範囲に出現した植物種を群落ごとに記録した。また、植生の変化と関係する物理環境要因を把握するため、主要な群落の生育場の特徴(河床材料の状況等)を目視観察により記録した。調査時期は、10月の1回とした。

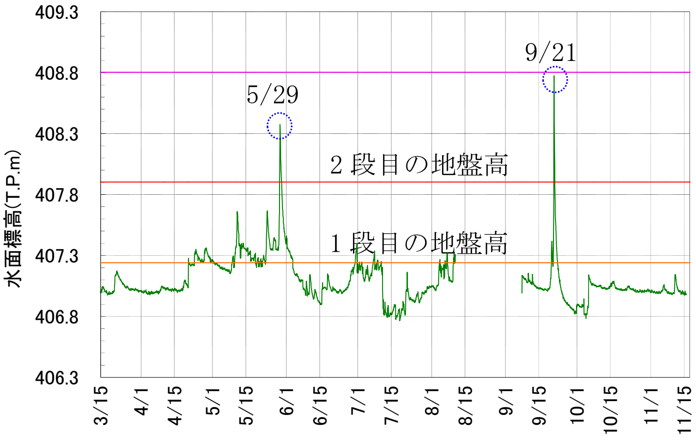
(3) 外来植物分布状況調査

試験掘削範囲の 1 段目、2 段目において調査を実施した。アレチウリについては、生育位置と個体数、おおよその植被面積を記録し、ハリエンジュについては生育位置と個体数、樹高を記録した。位置の記録は、測位誤差約 3mの GPS を用いた。調査時期は、10 月の 1 回とした。

３．鼠地区掘削後の変化

３－１　掘削後の出水状況

平成 23 年は平成 21 年 3 月の掘削以降はじめて平均年最大規模（生田観測所流量 1,150m^3/s 程度）以上の出水が発生した年であった。掘削地の 2 段目まで冠水した出水は 2 度発生しておりそれぞれの流量は 5 月 29 日が参考流量 882m^3/s、9 月 21 日が参考流量 1,722m^3/s であった。



図－2　平成 23 年 3 月～11 月までの出水状況

３－２　平成 23 年 10 月における植生の状況

試験範囲の掘削面等による違いと植生面積比を図－3 に示す。

掘削範囲は掘削の比高に応じて掘削面 1（平水位程度にある段）、掘削面 2（最低年 1 回冠水する段）、伐採のみを行う範囲（数年に 1 度冠水する段）の 3 段階に区分される。掘削面毎の植生の状況を以下に示す。

(1) 1 段目

平水位であり適度の撹乱が発生しやすい環境であることを反映して、湿性の多年生草本群落であるヨシ群落、ツルヨシ群集、ウキヤガラ－マコモ群集、セリ－クサヨシ群集等が大部分を占めていた。一部にタチヤナギ群集（低木林）がパッチ状にみられた。

(2) 2 段目

掘削面 1 及び伐採のみを行う範囲と同様に、セリークサヨシ群集の割合が高く、植生遷移が進行した場所ではタチヤナギ群集（低木林）やオギ群落が発達していた。

また、掘削面 1 にはみられないマルバヤハズソウ群落やヨモギーメドハギ群落等の乾性地にみられる群落が下流部を中心に分布していた。

一部でハリエンジュ群落（低木林）やシナダレスズメガヤ群落等の外来植物群落も確認された。

(3) 伐採のみ行う範囲

セリークサヨシ群集が優占しており、その大部分でアレチウリが混生していた。下流部ではアレチウリが優占する群落も確認された。ハリエンジュ群落（低木林）がパッチ状にみられた。

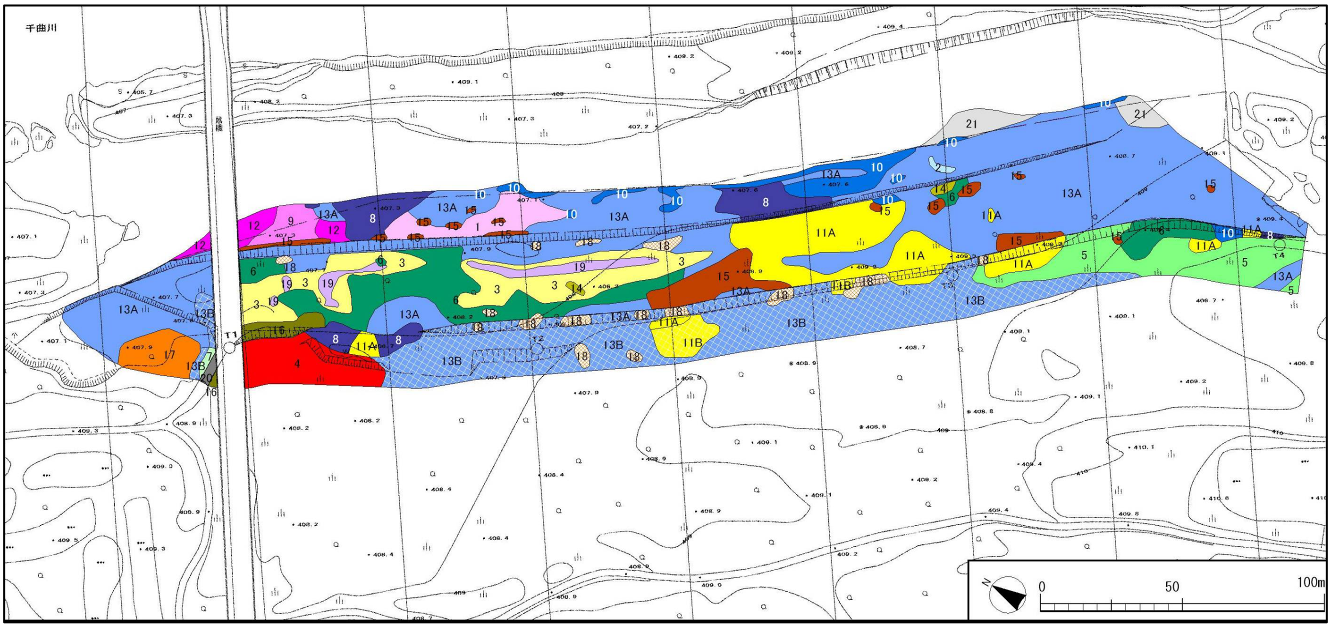
３－３　外来種の生育状況

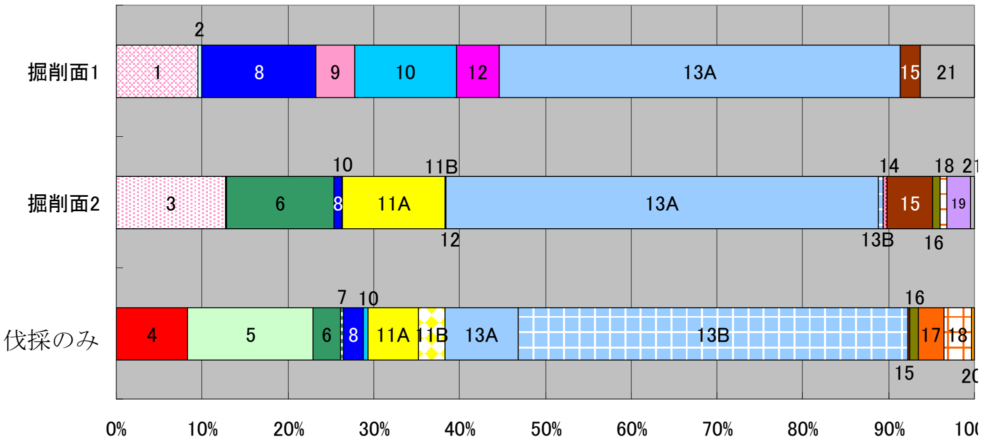
掘削地におけるアレチウリ、ハリエンジュの確認状況について図－4、図－5 に示す。

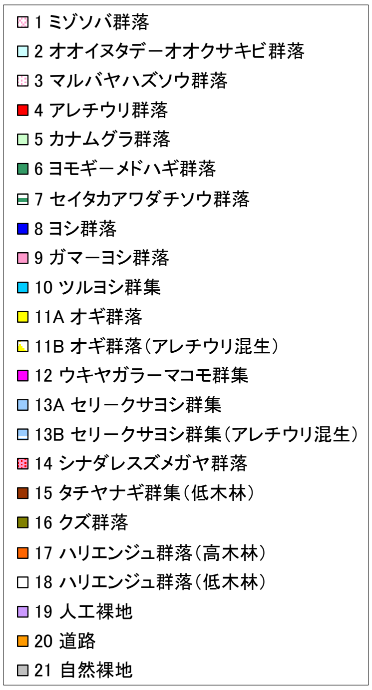
(1) アレチウリの分布状況

個体数についてみると、掘削面 1 では 49 個体が、掘削面 2 では 61 個体が確認され、掘削面 1 が掘削面 2 に比べて若干少なかった。

植被面積については、掘削面 1 では 0 であった。これは確認個体の生育状況が実生だったため植被面積としてカウントしていないためである。掘削面 2 については確認個体数が 61 個体と多く確認されていたが、植被面積は計 19 ㎡と少なかった。掘削面 2 でも実生個体の割合が多かったことがその要因である。







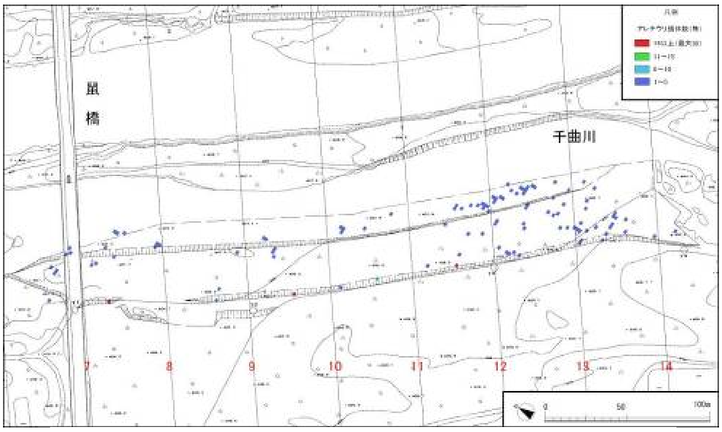
図－3　試験範囲の植生分布

(2) ハリエンジュの分布状況

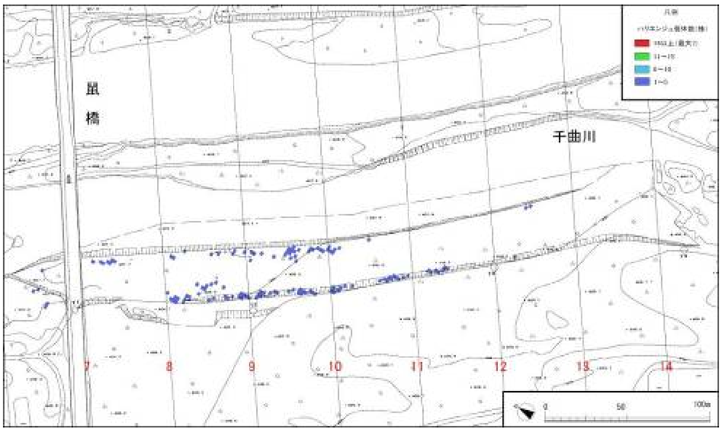
ハリエンジュの本数についてみると、掘削面 1 では確認されず、掘削面 2 では 87 本と多かった。

樹高についてみると、掘削面 2 では最大で 5mの個体が確認された。

分布状況についてみると、平成 22 年と同様に、掘削範囲の中央部には少なく、河川側の法肩部分及び陸側の法尻から法面の部分に集中していた。また、掘削範囲の上流部に少なく、中央部から下流部にかけて多い傾向がみられた。



図－4 アレチウリの分布状況(平成 23 年 10 月)



図－5 ハリエンジュの分布状況

３－４ 掘削範囲の植生の変化

河道掘削及び伐採の実施後の植生変化を図-6 に示す。各掘削面の違いとして、下記の点が上げられる。

(1) 1 段目

掘削面 1 では 1 年目に水際植生（外来）が広くみられたが、2 年目以降は水際植生（在来）や低水敷植生（在来）に置き換わり減少した。これは、1 年目は一年草で外来のアメリカセンダングサ群落が広く分布していたが、大規模洪水が発生しなかったことにより点在していた多年生で在来のクサヨシ、ツルヨシ等が拡大することにより、アメリカセンダングサ群落が消失したためである。

(2) 2 段目

掘削面 2 では河道掘削実施により 1 年目はアレチウリ群落・ハリエンジュ林が消失し、低水敷植生（在来）が広く分布した。2 年目には高水敷植生（在来）が一部に出現し、3 年目はヤナギ林（在来）とハリエンジュ林（外来）が一部に出現した。2 年目に高水敷植生（在来）が増加したのは、オギ群落の出現によるものである。オギは多年草で地下茎による繁殖を行うのが特徴であり、撹乱の比較的少ない立地に成立する植物である。

掘削面 2 では平成 22 年に 2 回、平成 23 年にも 2 回冠水したものの、撹乱の程度としては弱いためオギ群落の拡大、樹林の侵入に至っていると考えられる。

(3) 伐採のみの範囲

伐採のみの範囲では河道掘削実施により掘削面 2 と同様にアレチウリ群落・ハリエンジュ林が消失したが、1 年目に高水敷植生（外来）が広く分布した。2 年目に高水敷植生（外来）は消失したが、アレチウリ群落が広く分布した。3 年目も同様にアレチウリは広くみられ、ハリエンジュ林の再生が一部でみられた。

３－５ 中流域全体の植生分布と比高との相関関係について

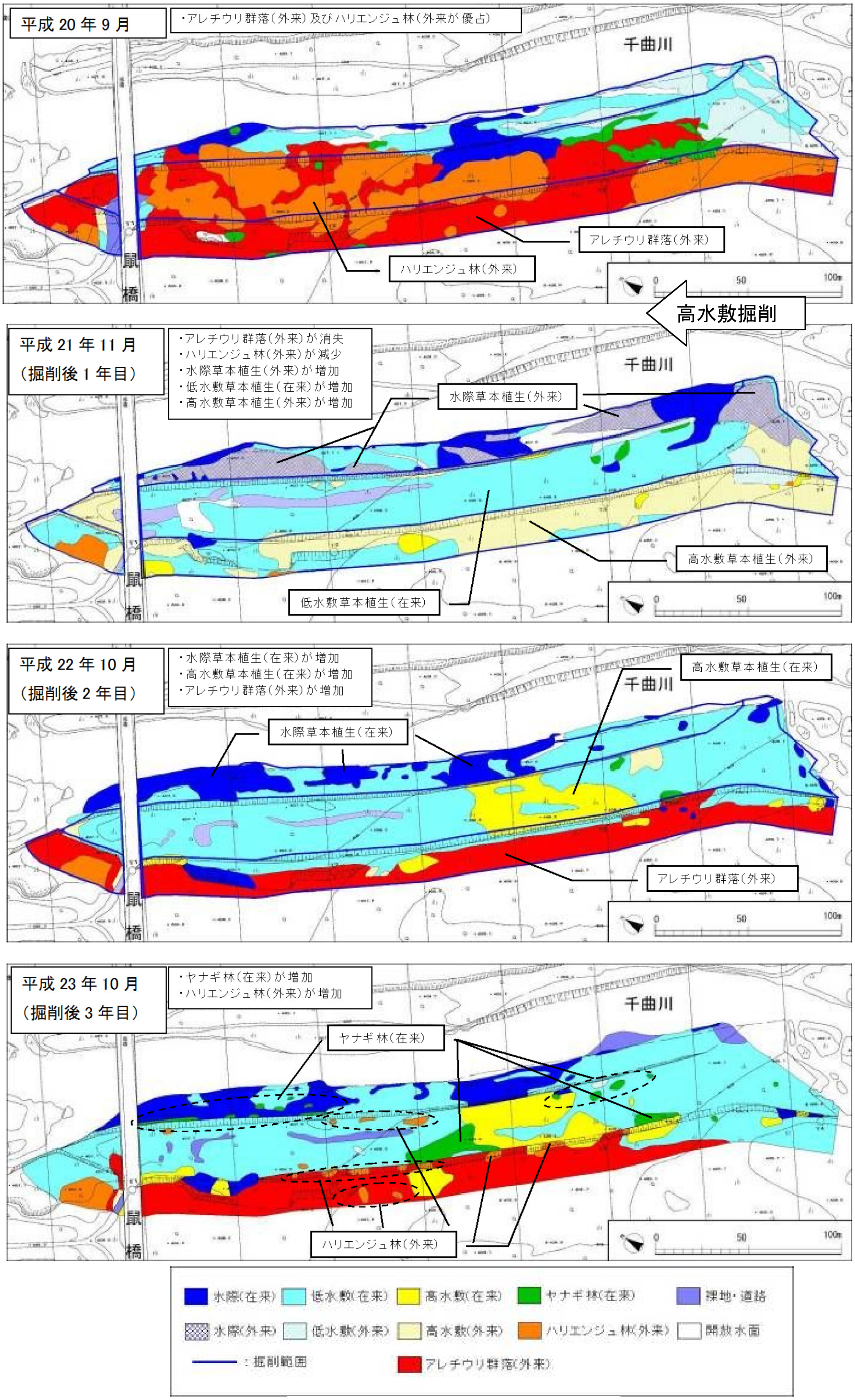
河川敷に成立する植生は、その生育基盤となる物理環境を反映していると考えられる。植物と物理環境の関係を明らかにすることにより、掘削地の植生の状態把握や将来予測を行う際に、河川管理の上で継続的に取得している物理環境を指標とすることが可能になると考えられる。ここでは、中流域の植生と物理環境との関係について、千曲川中流域の 65.0ｋ（犀川合流点）～109.0ｋ（直轄管理区間最上流）を対象として、検討を行った。

(1) 検討に使用する物理環境

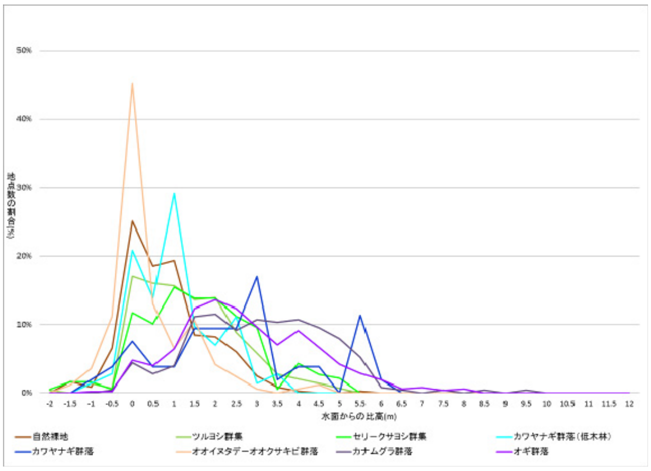
植生の指標となる物理環境は①継続的に取得されていること、②中流域全域にわたって取得されていること、③植生図と比較するために 2 次元的に展開が可能なこと（座標データをもっていること）、を満たすものとした。以上の条件を満たすものとして、定期横断測量の結果を使用することとした。定期横断測量結果は平成 19 年 4 月測量の物を使用した。使用する植生図は平成 20 年度に実施された河川水辺の国勢調査の結果を用いた。

(2)検討の結果

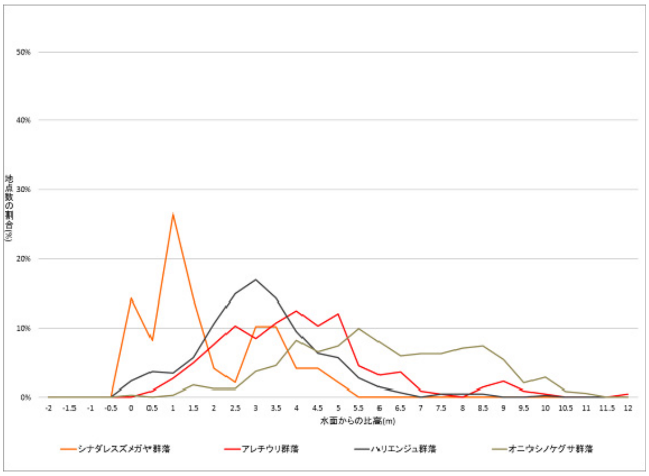
検討区間における水面からの比高に応じた植生の分布を図ー7、図ー8、比高に応じた在来植生と外来植生の比率を図ー9 に示す。


平成 20 年 9 月
・アレチウリ群落（外来）及びハリエンジュ林（外来が優占）
千曲川
アレチウリ群落（外来）
ハリエンジュ林（外来）
鼠橋
高水敷掘削
平成 21 年 11 月
（掘削後 1 年目）
・アレチウリ群落（外来）が消失
・ハリエンジュ林（外来）が減少
・水際草本植生（外来）が増加
・低水敷草本植生（在来）が増加
・高水敷草本植生（外来）が増加
水際草本植生（外来）
高水敷草本植生（外来）
低水敷草本植生（在来）
平成 22 年 10 月
（掘削後 2 年目）
・水際草本植生（在来）が増加
・高水敷草本植生（在来）が増加
・アレチウリ群落（外来）が増加
高水敷草本植生（在来）
水際草本植生（在来）
アレチウリ群落（外来）
平成 23 年 10 月
（掘削後 3 年目）
・ヤナギ林（在来）が増加
・ハリエンジュ林（外来）が増加
ヤナギ林（在来）
ハリエンジュ林（外来）
0
50
100m
水際（在来）
低水敷（在来）
高水敷（在来）
ヤナギ林（在来）
裸地・道路
水際（外来）
低水敷（外来）
高水敷（外来）
ハリエンジュ林（外来）
開放水面
：掘削範囲
アレチウリ群落（外来）

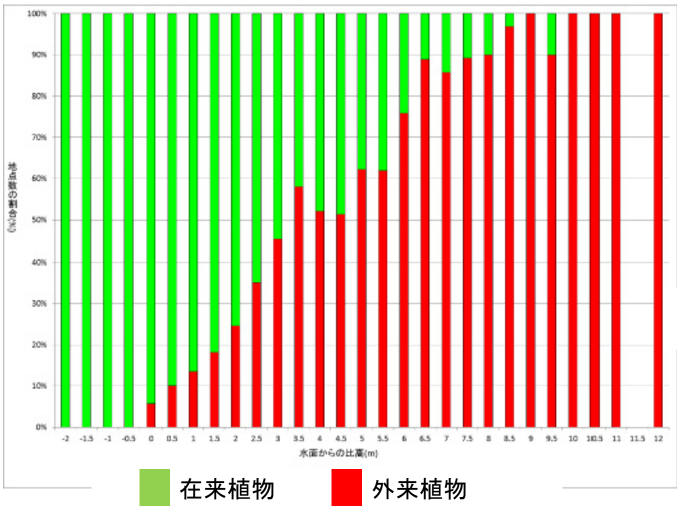
図－6　鼠地区の植生変化



図－7　水面からの比高（横軸）に応じた
在来植生分布（縦軸）



図－8　水面からの比高（横軸）に応じた
外来植生分布（縦軸）



図－9　水面からの比高（横軸）に応じた在来植物と
外来植物の分布比率（縦軸）

検討の結果から中流域に生育する植物は、水面からの比高と相関関係があることが示唆された。

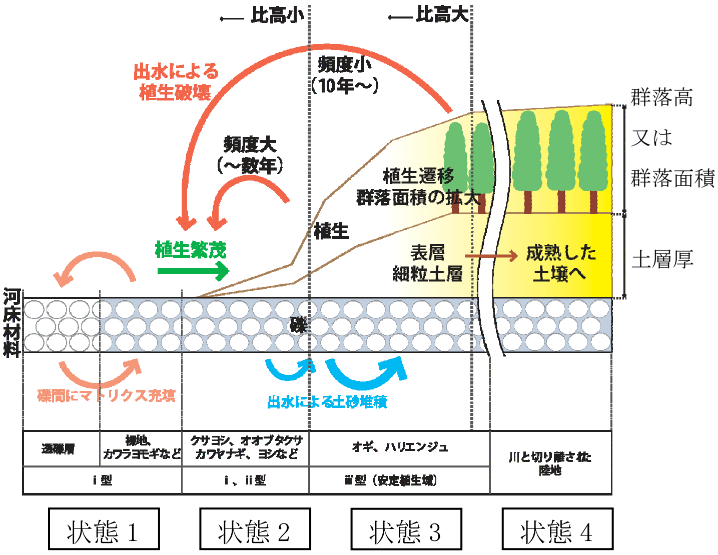
水面からの比高が低い箇所では水際の在来植生が成立する可能性が高く、比高が高くなるにつれて在来植生の割合は減り、外来植生が増加し始め、比高がさらに増加すると外来植生が優占する。セグメントごとに同様の検討を行うと、在来植物、在来植物の優先する比高は異なるが、同様の傾向を確認することができた（表－1）。

表－1　水面からの比高に伴う植生分布のまとめ

植生の特徴	中流域全体	セグメント 2-1 65～82k 粟佐を含む	セグメント 1 下流 82～91k 戸倉を含む	セグメント 1 中流 91～101k 鼠を含む	セグメント 1 上流 101～109k
・在来植生が優占	-0.5～1.5	-0.5～3.0	-0.5～2.5	-0.5～1.0	-0.5～1.0
・在来植生の減少 ・外来植生の出現・増加	1.0～3.5	2.0～5.5	1.0～4.5	1.0～2.5	1.0～2.5
・外来植生が優占	3.5～	5.5～	4.5～	2.5～	2.5～

4．考察

4－1　掘削面の評価



図－10　自然再生のイメージ

各掘削面の状態を評価するに当たり図－10 の自然再生のイメージをもとに状態を区分した。

(1) 1 段目

1 段目については状態 2 であると考えられる。タチヤナギやカワヤナギの侵入が見られており、在来植物による水辺本来の植生が進行しており良好な水辺環境が再生されていると評価できる。

今後、大規模な出水が見られない場合には、泥の堆積が進行し、ウキヤガラーマコモ群落やヨシ群落が拡

大し、ヤナギが侵入した場所では生長して、低木林を形成すると予想される。小規模な攪乱が頻繁に発生する水際部ではツルヨシ群落が維持されると予想される。

大規模な出水が見られた場合は裸地化し、掘削直後から現在見られた同様の遷移が繰り返されると考えられる。

(2) 2 段目

2 段目については状態 2 から状態 3 への移行途中であると考えられる。上流部、下流部ともに在来種が優占しており、良好な状態であるといえる。オギの密度が比較的高く、高茎で高密度に生育するオギ群落は地表面の光条件が悪く、他の植物が生育しにくいことから、ハリエンジュ、アレチウリの生育抑制効果も期待できる。しかし、一部でハリエンジュの萌芽が樹高 4～6mに成長しており、今後、出水による攪乱を受けない場合はハリエンジュが拡大する可能性がある。

４－２　河川管理への活用

本研究を通し、千曲川中流域においては、高水敷掘削により冠水頻度を人為的に調整することで、外来植物の生育を抑制し、在来の水辺植生を再生することが可能であることが示唆された。また、中流域全体の植生分布と比高の関係から、鼠地区で設定された掘削高さ（1 段目：平水位相当、2 段目：最低年一回冠水する高さ）が、外来種対策を実施するうえで有効な高さであることもデータから示唆された。比高が高くなると外来植物が侵入する可能性が高くなることから、掘削地において適切な維持管理を行うことにより、外来植物の侵入を防止することが可能であると考えられる。なお、外来種が優占し始める比高は下流側で 5.5m、上流で 2.5mであったことから、掘削地の比高はそれ以下に保つことが望ましい。

以上の事から外来種の侵入しやすい場所などを適切に管理していくためのモニタリング項目として、定期横断測量の結果を活用し、水面からの比高を管理していく事は有効であると考えられる。

５．　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、その個体は、3 年で樹高 4m以上に成長している。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。

６．おわりに

本研究の遂行にあたり、中村浩志会長（信州大学教育学部教授）をはじめとする千曲川河川生態学術研究会の委員の方々、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Ⅱ –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) 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
7) 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