

## 歴史的変遷に立脚した河川環境修復手法に関する研究

研究予算：運営費交付金（治水勘定）

研究期間：平21～平24

担当チーム：河川生態チーム

研究担当者：萱場 祐一、傳田 正利

### 【要旨】

本研究では、過去からの河川生態系の変遷を定量的に再現し、定量的な河川環境修復目標の設定とその方法の提案を行う目的とし、①過去の環境復元技術を活用した河川環境修復目標項目の抽出・重点化、②過去の環境復元技術・GISを活用した流域河川環境復元計画・検証システムの開発を行った。

①については、信濃川水系千曲川を対象に魚類生息環境を指標として、明治期と平成期の河川生態系を比較した。その結果、平成期の河川では、河床低下に伴う流路形態の単調化が生じ、その結果として、魚類生息環境の劣化が生じていた。この劣化を修復するため、信濃川水系千曲川において、高水敷掘削を行い河川生態系の復元に成功した。②については、流域スケールで河川生態系修復の効果を検証するシステムを開発した。千曲川で問題となる特定外来生物アレチウリの流域スケールでの個体群拡散の再現と高水敷掘削によるアレチウリの生育抑制に適用し、結果を検証した。その結果、両検証ともに良好な成果を得た。

キーワード：歴史的変遷、河床低下、生息環境変化、高水敷掘削、外来種抑制

### 1. はじめに

「多自然川づくり」や「自然再生事業」に代表される河川環境の保全・修復の実務では、過去の河川環境を目標とし実施されることが多い。しかし、多くの事業において、その目標設定は定性的に実施されることが多い。河川環境の修復目標の明確な設定、修復効果の検証、修復効果の低減に伴う再度の修復について、定量的な検討が進められることは少ない。河川事業を含めた土木事業に関しては、事業の重点化や効率化、その効率的な維持管理に関しては社会的要請が強く、河川環境復元事業もその例外ではない。河川環境復元事業の目標設定、効果の検証、効率的な維持管理について、より定量的な検討が一層求められると考えられる。

河川工学分野では、過去の河川環境復元、物理環境と生物生息の関係性に関する研究が進展し、河川環境復元事業の目標設定等に関する研究の基礎技術が整いつつある。これらの技術を活用しながら、本研究では、(イ)過去の環境復元技術を活用した河川環境復元項目の抽出、重点化手法の検討、(ロ)過去の環境復元技術・GISを活用した流域河川環境復元計画・検証システムの開発、以上の流れで研究を行った。

(イ)に関しては、平成21年から平成23年度まで過去の河川環境に関する資料が保存される信濃川水系千曲川において、流域スケールで過去の河川環境情報復元を行い、現在と比較した。その結果、河川高水敷の形成に伴う氾濫原的環境の消失が、魚類群集や植物群落をはじめとする河川生態系に負の影響を与えていることを定量的に明らかにした。この結果を受け、河川生態学術研究会千曲川グループ(参加者：信州大学、国土交通省北陸地方整備局)と連携し、河川高水敷の試験掘削（以下、掘削と記述する）を行い、氾濫原的環境を創出し、魚類群の生息環境復元と植物群落の良好な生息環境を復元することに成功した。これらの取り組みの中で、土木研究所は千曲川で問題となっている特定外来生物アレチウリ (*Sicyopterus japonicus*) に着目し、掘削によるアレチウリの生育抑制効果の検証し、その有効性を確認することが出来た。同時に、掘削が不可能な高水敷内に侵入したアレチウリを防除するため、アレチウリの埋土種子除去工法（以下、除去工と記述する）を開発し、その有効性を確認した。

(ロ)に関しては、河川工学と生態系モデリングを活用し、流域スケールでの河川環境修復計画・検証システム（以下、検証システム）を開発した。検

証システムを用いて、アレチウリの千曲川への侵入・拡散過程を再現した。次に、種子拡散により個体群を拡大させるアレチウリの生態を考慮し、土壌内のアレチウリ種子（埋土種子）の分布とその発芽能力についての検討を行い、発芽能力を有する埋土種子の分布様式を推定する手法を開発した。その後、埋土種子が個体群拡大掘削と除去工の組み合わせにより流域スケールでのアレチウリ防除計画に検証システムを試行し、その実用性を検証した。

本報告では、平成 21 年度から平成 24 年度までの研究成果をとりまとめると共に、本研究での課題、今後の研究の方向性を議論する。

## 2. 流域スケールにおける機能面から見た河川環境の機能の変遷評価と修復項目の抽出・重点化手法の提案

### 2.1 流域スケールでの機能面から見た河川環境の機能の変遷評価

#### 1) 河川環境の機能の変遷評価と河川環境修復目標の設定の重要性

効果的かつ効率的な河川環境修復を行うには、河川環境の修復目標を設定する必要がある。この目標設定は、河川環境修復事業内容の明確化、事業効果の明瞭な評価を可能にする。また、維持管理においては、事業実施後の時間の経過とともに河川環境の機能劣化が生じた場合、再修復を行う判断基準となる可能性もある。

既往研究においても、河川環境の修復目標の設定方法に関する研究が盛んに行われてる。それらの

成果は、河川環境の修復目標の設定方法は、(イ) 改修する前の当該地区の比較的良好な環境を目標とするもの、(ロ) 近傍の河川で自然環境が良好に保たれている河川を目標とするもの、(ハ) 人為的な影響が軽微であった数十年前の状態を目標とする方法、以上、大きく分けて 3 つに分類される。(イ) 及び(ロ) は、河川環境修復の目標設定方法として、適切ではあるが、日本の河川は過去から多くの改変を受け、良好な自然環境が保全されている河川は十分残っているとは言い難い。そのため、日本の多くの河川で河川環境の修復目標を設定するためには、(ハ) の過去の河川環境の状態を目標するのが望ましい。すなわち、過去から現在までの河川環境の変遷を理解し、加えて、劣化した河川環境の機能の中でも特に機能の低下が著しい機能を抽出した後、その機能の低下を定量的に評価し、その機能の修復目標設定を行う必要がある。

玉井は、日本の河川環境が 3 つの時期に大きく変化したことを指摘している。第 1 時期は日清戦争前後（1849 年～1904 年）である。この時期は、1896 年に最初の河川法が制定され、淀川や利根川などの大河川で連続堤防による治水事業が進展している。第 2 時期は日露戦争後から第一次世界大戦（1904 年～1918 年）にかけてで、第 2 次産業革命の時期といえる。海運・鉱業などの企業活動が活発化し、電力が動力としての地位を固めたことが特徴である。第 3 時期は、いわゆる経済の高度成長期（1960 年～1975 年）である。産業が第 1 次産業から第 2 次産業や第 3 次産業へシフトし、農村から都市部へ人口の大移動が生じた。また、急激な工業化や都市化に伴い、

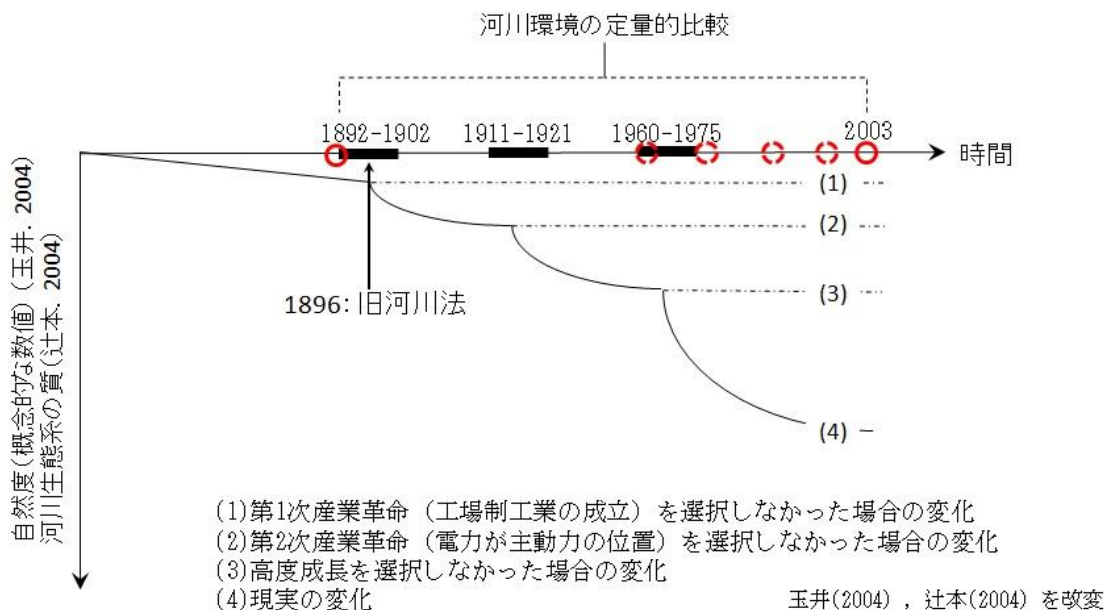


図-1 河川環境目標設定

新たな水資源政策が必要となり、これを念頭においた水資源政策が必要となった。この社会的要請を受け、新河川法が1964年に制定された。玉井及び辻本は、この変化を図-1のようにまとめている<sup>12)</sup>。われわれは高度成長に伴って達成した高い文明生活を享受しており、これを全て放棄して昭和30年代初頭的生活水準に戻すことは望まず、河川環境の修復目標を図-1の曲線(3)と曲線(4)の中間部にあることを指摘している<sup>1)</sup>。この指摘は妥当であるが、曲線(3)と曲線(4)の中間部では、自然環境の修復が一定程度に限られる点は否めない。より良好な河川環境の修復を行うためには、時期3よりも前の河川環境を構成する機能の中から現在の河川でも実現出来る機能等を抽出し、現在の河川でその機能の復元を試みる必要がある。

このような背景から、本研究では、より良好な河川環境であったと推定される明治期の河川環境状況を定量的に再現した後、最も人為的インパクトの少なかった明治期の河川環境と現在の河川環境との比較を通じて、復元すべき生態的機能を抽出する必要があると考えた。そこで、本研究において筆者らは、地理情報システム（Geographical Information System：GIS）を用いて河川地形を復元し、平面流況計算を用いて河川流況再現、物理生息場モデルで魚類生息環境の推定を行い、明治期と平成期の河川環境の復元、復元すべき生態的機能を考察した。

## 2) 明治期と平成期の河川地形と河川流況の比較

本研究では、明治期における河川地形及び河川流況を復元するため、国土交通省北陸地方整備局千曲川河川事務所（以下、千曲川河川事務所と記述する）より、明治期の河川測量復元結果の貸与を受けた（以下、明治期測量成果と記述する）。明治期測量成果は、千曲川河川事務所が長野県立歴史館に所蔵されていた1892年（明治25年）の長野県の河川測量成果を解析し、現在の測地系に適合させたものである。明治期の測量成果は、平面図（1/200）、縦断面図（1/2000）及び横断面図（1/1000）で構成され、これらの測量成果が、現在の平面図、縦断面図及び横断面図と同様に解析出来る精度を有している。この明治期測量成果は、明治期の河道地形及び流況の詳細な再現、物理生息場モデルを用いた生物生息空間の推定という大きな可能性を秘めている。そのため、筆者らは、筆者らが開発した過去の環境情報復元手法を適用し<sup>3)</sup>、明治期の地形及び流況を再現した。

まず、明治期測量成果を地理情報システム

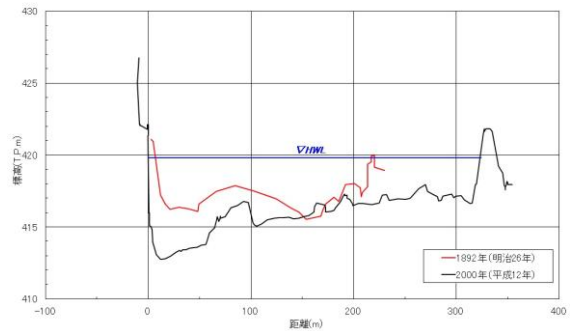


図-2 調査地における河川横断面図の比較

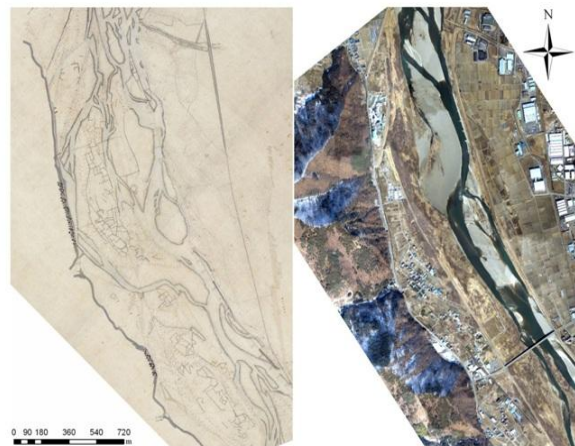


図-3 明治期と平成期の河川流路の平面図

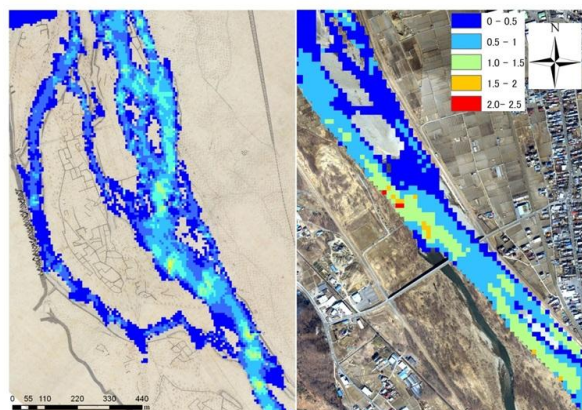


図-4 明治期と平成期の河川流況の比較

（Geographic Information System、以下、GISと記述する）に取り込み、空間内挿を行い河道内地形を再現した。明治期測量成果を詳細に分析すると、明治期には連続堤が建設されていなかったため、堤内地への高頻度の氾濫が想定された。そのため、明治期の堤内地の地形を作成するため、同時期の旧版図の

コンター線を GIS へ取り込み、同じく空間内挿を行い堤内地の地形を再現した。再現した堤内地の地形に河道地形データを合成し、明治期の河道及び堤内地地形（以下、明治期地形と記述する）を再現した。次に、明治期地形と平成期の地形データを対象に、固定床平面流計算を行い、明治期の流況と平成期の流況を再現した。再現した流況は、上流端流量が  $40\text{m}^3/\text{s} \sim 2000\text{m}^3/\text{s}$  とした。

図-2 に調査地の明治期と平成期の河川横断形状の比較、図 3 に明治期と平成期の河川流路の平面図、図-4 に明治期と平成期の河川流況の比較を示す。明治期と比較して、平成期の河床は最新河床部で約 4m 低下し、最新河床高と河川高水敷との比高差が増大した（図-2）。明治期の河川流路は、複数の流路に分かれ蛇行しているのに対し、平成期の流路は単調で直線化していた（図-3）。明治期の流路は、流速の分布が多様であるのに対し、平成期は、流速が同程度の箇所がまとまって存在した。また、平成期は、全体的に流速が速い空間が多く、局所的に 2m/s 以上の空間が多かった（図-4）。

### 3)物理生息場モデルを用いた明治、昭和及び平成の魚類生息環境の評価

図-4 の結果に物理生息場モデルを用いて、明治期と平成期における魚類生息環境を再現した。対象とする空間属性は、流速、水深、底質、植物とし、選好曲線は、筆者らが千曲川で現地観測した体長別の魚類生息状況と空間属性との関係性から算出した。

次に、明治期、平成期において、式(1)、(2)を用いて、CSI (Composite Suitability Index: 合成適性値)、WUA を算出し比較した。

$$CSI = (SI(v) \times SI(d) \times SI(s1) \times SI(s2) \times SI(s3) \times SI(c))^{1/6} \quad (1)$$

ここに

- $SI(v)$  : 流速に関する選好度
- $SI(d)$  : 水深に関する選好度
- $SI(s1)$  : 底質分類 1 (砂泥) に関する選好度
- $SI(s2)$  : 底質分類 2 (小中礫) に関する選好度
- $SI(s3)$  : 底質分類 3 (大礫) に関する選好度
- $SI(c)$  : 植物カバーに関する選好度

$$WUA = \sum_i a_i (CSI)_i \quad (2)$$

ここに

$a_i$  : 各セルの水表面積

これらの WUA 算出作業を各魚種の各体長別に関して行った。算出した各魚種の各体長別の WUA をレーダチャートを作成し、明治期と平成期で比較した。

### 4)物理生息場モデルを用いた明治、昭和及び平成の魚類生息環境の評価

図-5 に明治期と平成期の WUA の比較を示す。明治期は平成期と比較して、ドジョウを除くすべての種で WUA が大きくなった。特に、モツゴやアブラハヤといった止水域を選好する魚類の WUA が大きくなった。

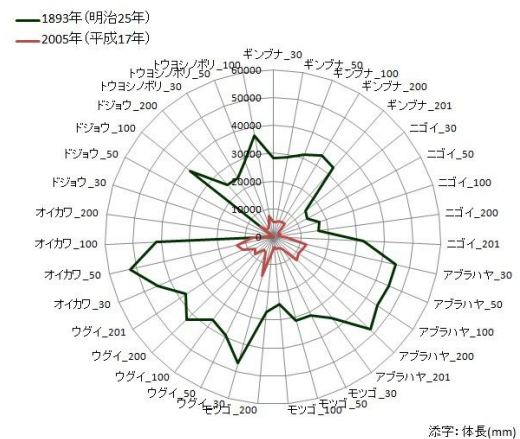


図-5 明治期と平成期の WUA の比較

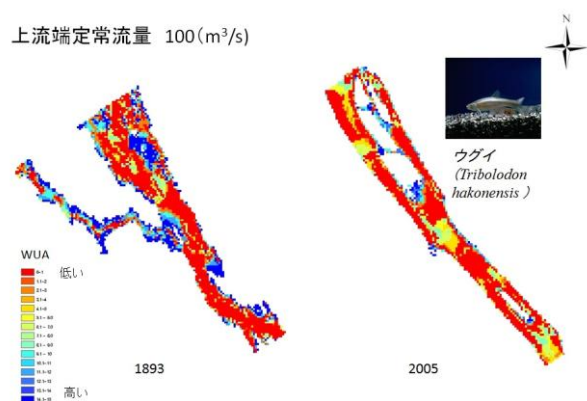


図-6 ウグイの明治期と平成期の WUA 平面図の比較

図-6 に千曲川の優占種である上流端流量  $100\text{m}^3/\text{s}$  時の明治期と平成期におけるウグイ WUA 平面図の比較を示す。明治期は平成期と比較して、支流路部や水際域に WUA の大きい区域があった。平成期には高水敷上を流れる小支流部と水際周辺域にのみ WUA の高い区域があるのみであった。

図-5 と図-6 から、複数に分岐する複雑な流路計

上と河川水際域の氾濫原的環境の減少が魚類生息環境を悪化させていると考えられた。

## 2. 2 河川高水敷試験掘削等による冠水頻度の増加の必要性

2章1節「流域スケールでの機能面から見た河川環境の機能の変遷評価」においては、魚類に関する物理生息場モデルを用いて、明治期と平成期の魚類生息環境を比較し、魚類生息環境の劣化を定量的に把握することが出来た。

図-4、図-5、図-6は、河川環境の劣化要因を推定するのに重要な示唆を与える。特に、図-6において、WUAの値が大きい区域（青色部）は、支流部や水際域に集中している。これは、①明治期においては、平成期と比較して流路と高水敷の比高差が小さいこと、②明治期の流路は、平成期の流路と比較して複雑であること、以上の2点に起因すると考えることが出来る。明治期において、流路と高水敷の比高差が少なく、小規模な出水においても、高水敷上を流路が流下したと考えられる。この流路の流下は、複雑な砂州の形成を促し、その結果として、明治期の河川には、複雑な流路が形成されたいと推定することが出来る（図-5）。

これらの現象は、千曲川において問題となっている植物群落の多様性低下、外来生物の侵入、樹林化の進行に関しても影響を与えていると考えられる。図-4に示すように、明治期の千曲川では、流路が広範囲に広がり、各流路の流速は細流土砂移動が期待で

きる程度であった。この現象は、高水敷の表層土壌の移動しやすさや細流土砂分の堆積の可能性が少なかったことを示していると考えられる。これらの特性により、礫河原の維持や樹林化の進行が抑制されていた可能性が高いことを示す。つまり、高水敷上を流路が流下する頻度の減少が植物群落の多様性低下、外来生物の侵入、樹林化を促したと推定することが出来る。

河川管理の現場において、高水敷への冠水頻度を上げるために可能なことは、近年、注目をされている河川高水敷の掘削が有効であると考えられる。次章で紹介する千曲川の高水敷掘削の計画時には、千曲川河川事務所の検討結果や本研究で復元した明治期の河川流況復元が、一つの方向性を示した。すなわち、図-6で示した様に、流量 $100\text{m}^3/\text{s}$ 程度で、明治期と平成期の魚類生息環境の差異が著しかったということは、より河川内の流速が速くなる流量 $100\text{m}^3/\text{s}$ 以上では、魚類生息環境の劣化がより顕著になると考えることが出来る。信濃川水系千曲川における高水敷掘削時には、流量 $100\text{m}^3/\text{s}$ で必ず冠水する比高を一つの目標として高水敷掘削が行われ良好な成果を上げている。次章以降で、その内容を紹介し、河川高水敷掘削の有効性を検証する。

## 3. 河川高水敷掘削を通じた河川環境修復効果の検証

### 3. 1 河川高水敷の試験掘削の概要

千曲川では、信州大学、国土技術政策総合研究所、



図-7 鼠地区における試験的河道掘削後の河岸域周辺の景観の遷移

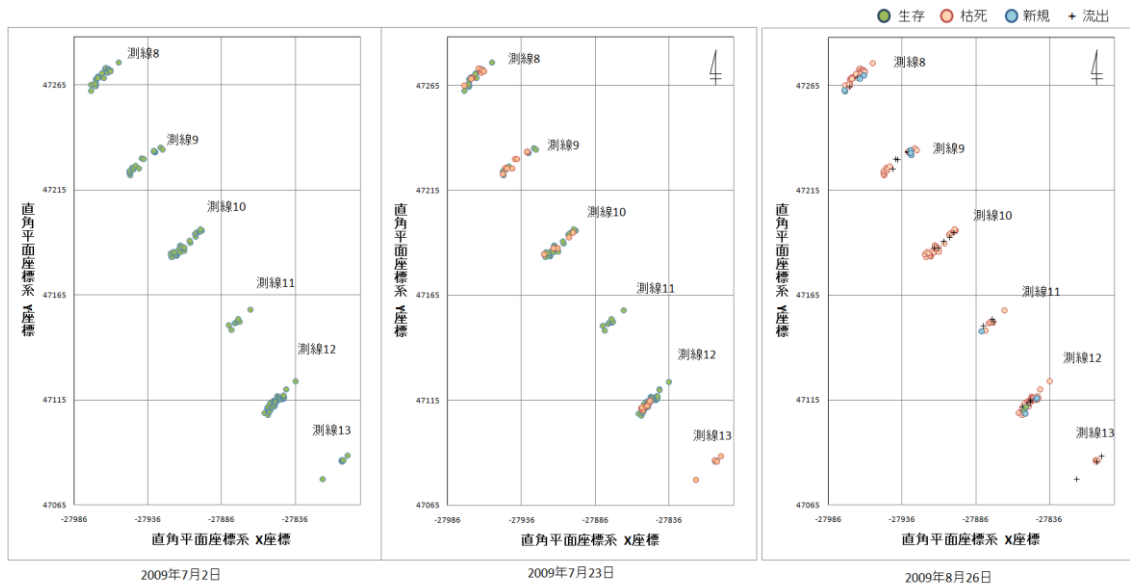


図-8 アレチウリの個体生育追跡結果

土木研究所、北陸地方整備局を主メンバーとする河川生態学術研究会千曲川グループが組織され、河川管理に伴う人為的インパクトと河川生態系のレスポンス、河川生態系の保全・復元に効果的な河川管理に関しての研究が行われている。平成16年度(2004

年)より、千曲川では千曲川本来の河川環境の復元を目的とした試験的河道掘削に関する研究を実施している<sup>4)</sup>。

2章において、明治と平成の河川流況の比較を整理し、河川と高水敷の比高差の増大、河床低下による

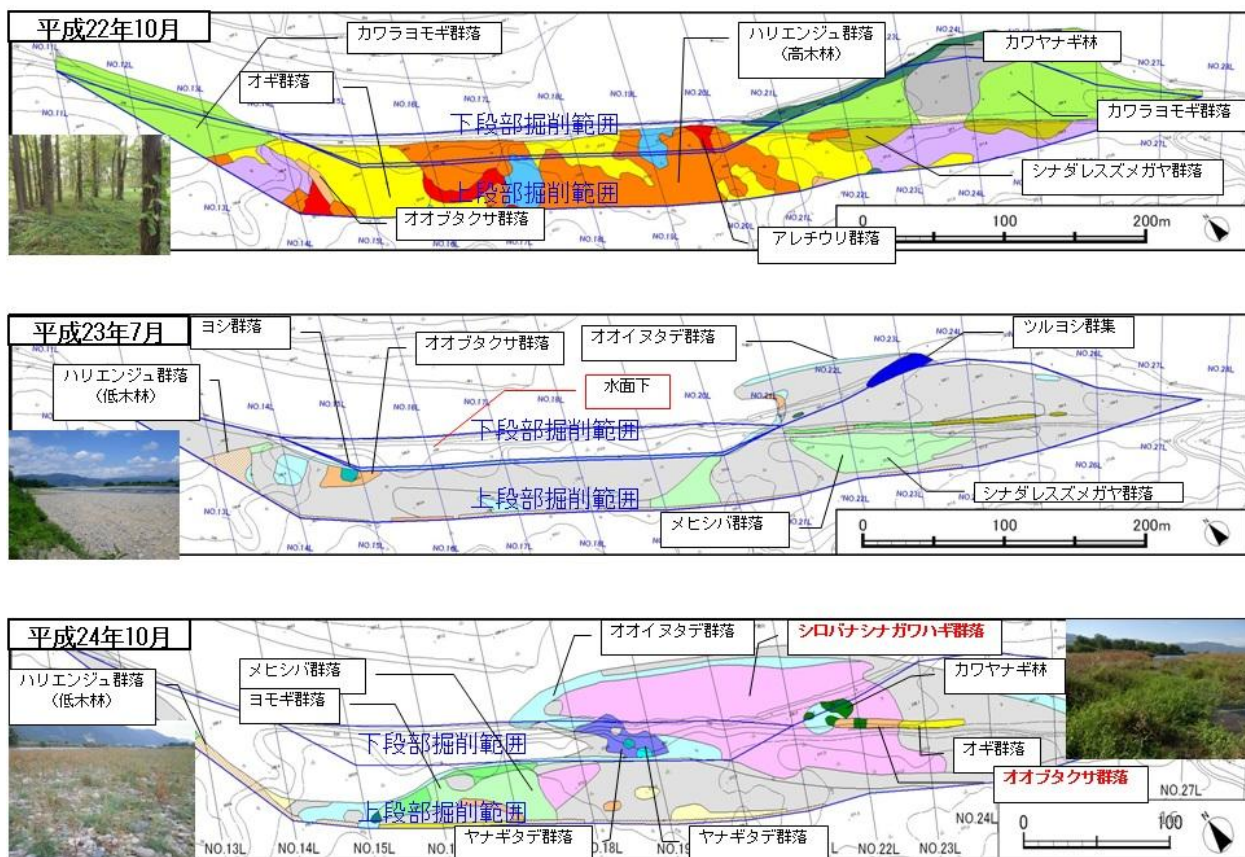


図-9 冠着地区における試験的河道掘削後の河岸域周辺の景観の遷移

高水敷への冠水頻度の低下、それに伴う生物生息環境の劣化を魚類の生息環境を一例に指摘した。千曲川G内においても、冠水頻度の低下がもたらす生物生息空間の減少と冠水頻度の復元を通じた生物生息環境の必要性が指摘された。

この様な背景から、千曲川Gでは、平成17年(2005年)に河道掘削の試行実験として、栗佐地区(長野県千曲市栗佐地先、直轄81km地点)において、河道掘削を行った。河道掘削時には、高水敷の冠水頻度の設定が議論となったが、本研究の成果を判断材料の一つとし、「最低でも年1回の冠水する」という目標を立て、河道掘削を行った。その結果、外来生物の侵入抑制、河川に依存する植物種の再生が可能であることを明らかにした。

この成果を受け、千曲川Gは、平成21年度(2009年)に、鼠地区(長野県埴科郡坂城町鼠地先、直轄98km)の支流部沿いの高水敷において試験的河道掘削を行い、2009年1月から図-7に示すように、高水敷を標高の異なる3段に掘削した。主に解析対象とした掘削面に関して説明すると、掘削面1は、常時水面下にある高さ、掘削面2は、最低年1回冠水する段に設定した。その結果、鼠地区においても、外来生物の侵入抑制、河原環境の典型性を有する植物群落の再生、樹林化の抑制等の効果を確認した。

鼠地区において、土木研究所は、高水敷掘削による物理環境の変化がアレチウリ初期生育に与える影響を評価した。その結果、高水敷掘削による冠水頻度・掃流力の増加が埋土種子を流失させ、表層土壌水分量の減少しやすい河原的環境の創出がアレチウリの初期生育を抑制する可能性があることが確認された。

栗佐地区、冠着地区の結果を受け、平成23年度(2011年)には、冠着地区(長野県千曲市冠着地区、直轄88km地点)高水敷において、実際の河道管理を想定した大規模な河道掘削を行い、他地区と同様に、外来生物の侵入抑制や礫河原の再生に成功した(図-8)。

栗佐地区、鼠地区及び冠着地区の結果は、河川高水敷掘削は、河川生態系の問題の保全と復元に大きな可能性を持つことを示している。河川高水敷掘削の可能性は、従来の研究で指摘されていたことである。しかし、本研究の大きな成果は、「最低でも年1回の冠水する」という修復目標を明示した点にある。河川管理の実務では、設計・施工・管理の行為の目標となる目標値が求められる。本研究で明示した「最

低でも年1回の冠水する」という目標は、一見、定性的な目標に見えるが、河川地形測量成果、水文調査の結果に基づき河川工学的な解析を行えば、平易に掘削面の標高値等を簡便に算出出来る。従来の経験則的な改修目標の設定よりも、より定量的な改修目標の設定が可能となる。

#### 4. 歴史的変遷に立脚した流域河お川環境復元計画・検証システムの提案

##### 4.1 復元計画・検証システムの概要

###### (1) 河川環境復元計画検証システムの概要

歴史的変遷を評価する場合には、河川管理で定期的に収集・蓄積されているデータを河川環境評価を行うために適切に処理し、活用することが望ましい。河川管理で定期的に収集されるデータは、河川横断測量、流量水位観測データ、空中写真、河川水辺の国勢調査がある。

本研究では、図-11に示すこれらのデータを活用した歴史的変遷に立脚した河川環境復元の計画・検証システムを提案する(以下、河川環境復元計画検証システムと記述する)。

河川環境復元計画検証システムは、景観生態学で指摘される空間的階層性の考慮へ対応したことが特徴となっている<sup>7)</sup>。通常、河川環境保全の現場では、保全対象エリアとなる特定の区間を設定し、当該区間の生息環境保全を行うことが多い。しかし、河川生態系は、当該地区への流入する流量変化に伴う流況変化、上下流からの生物移入等、当該区間だけシステムが決定されない。すなわち、当該区間に影響を与えるより大きな空間スケールへの配慮が必須となる。

本システムでは、多様な空間スケールをシームレスに扱うことが出来る地理情報システム(Geographical Information System: GIS)の特徴を活かしこれらの問題に対応している。河川環境検証システムは、流域スケールを対象とする1次元システムと流域内の特定区間を対象とする2次元システムで構成した。

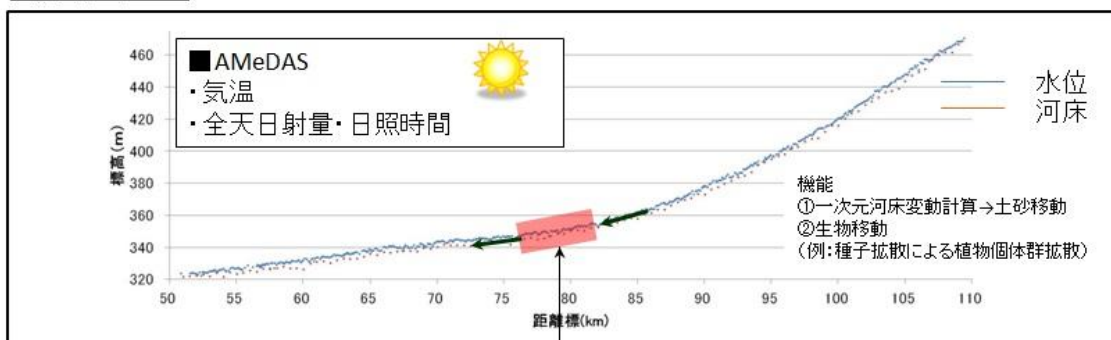
具体的な特徴を以下に示す。

###### (2) 流域スケールを対象とした1次元システム

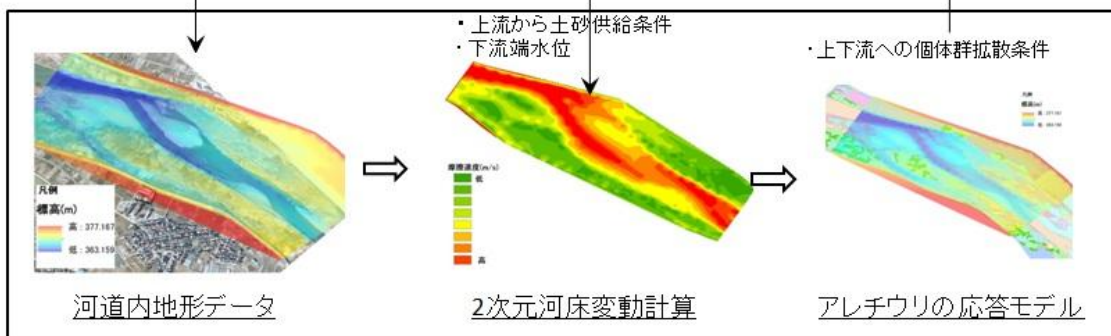
1次元システムは、河川管理の現場で収集される河川横断測量データ、流量水位観測データ等を活用して、1次元河床変動計算を用いて流域スケールでの流況と流砂移動を再現する。次に、種子拡散を行

空間スケール:大

■流域スケール



■地先スケール



空間スケール:小

図-10 河川環境復元計画システムの概要

う種の種子の多くは、細砂と同程度の沈降速度を持つものが多いという既存研究の成果に基づいて<sup>8)</sup>、種子拡散を行う種の種子を細砂に見立てて、上流から拡散させ、植物の種子の下流への拡散と漂着の形態を予測し、種子分散による個体群拡散戦略を持つ個体群の拡散を予測するシステムとした。

(3) 地先スケールを対象とした2次元システム

地先スケールの2次元システムでは、特定区間の流況、地形変化及び植物群落の生育状況をモデル化システムである。2次元システムでは、検討対象となる当該地区近傍の河川横断測量データを対象に内挿計算を行い、当該地区の河川の詳細な平面地形を再現する。この河床地形データを用いて2次元の河床変動計算を行い、河川流況と河川地形の変化を推定する。同時に、上流端から対象の植物種子の浮遊特性と類似する流送土砂を流下させ、種子の漂着区域を推定する。次に、冠水頻度や土壌水分量等をパラメータとし、対象植物の発芽・生育適性が高い区域を特定し、生育中の他の植物との競争を考慮しながら対象植物の生育状況を推定する。植物群落の面的分布を求める。対象植物が生育し、種子生産が行われ、冠水等により下流への流下が生じた場合、1

次元システムへ流下種子数を入力する。その結果、当該地区の河川環境保全・復元行為が流域全体の植物個体群動態へ影響を与えるかを評価出来るシステムとなっている。

本2次元システムの利点は、流域内のどの区間でも計算区間を設定できる点にある。河川管理の現場において、掘削区間をどの区間とするかが、問題となることが多いが、対象河川内の任意の区間で、2次元システムを適用出来る。加えて、植物群落保全・修復を目的とする高水敷掘削を行った場合、当該地先の植物群落保全効果を検証出来るだけでなく下流域への種子拡散効果の低減が見込めるのか等の検討を行えることが出来るのが最大の利点である。

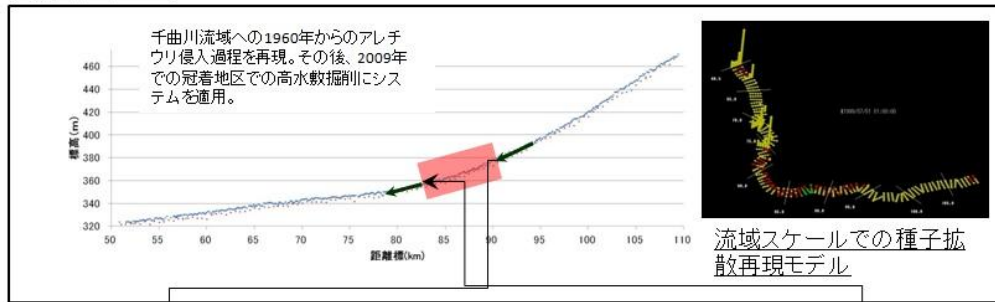
4.2 復元計画・検証システムを用いた千曲川におけるアレチウリ個体群の拡散再現とその精度検証

図-11に示す河川環境復元計画検証システムの精度を検証するために、千曲川流域におけるアレチウリ個体群の拡散過程の再現を行った。検証は、河川環境復元計画検証システムにより再現した流域スケールでのアレチウリ拡散過程と流域の市町村の地域史の記録が一致するかを検証した。その後、千曲



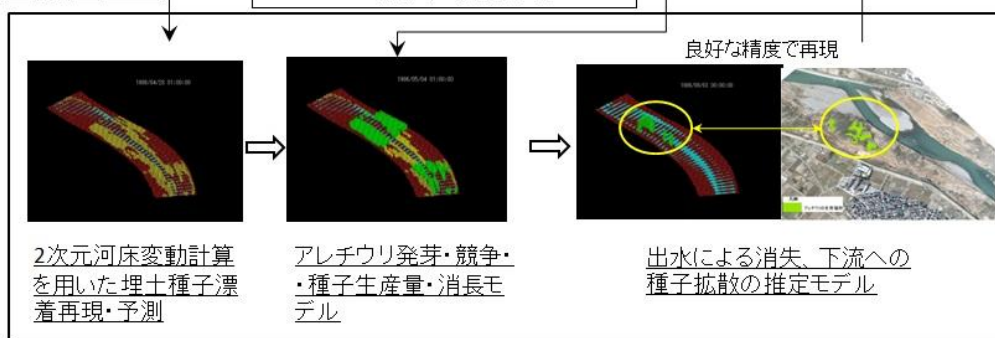
空間スケール:大

■流域スケール



■地先スケール

■AMeDAS(気温)・発芽適地モデル



空間スケール:小

図-11 河川環境復元計画システムの概要

川冠着地区におけるアレチウリの分布を河川環境復元計画検証システムで再現出来るかを検証した。以下にその詳細を示す。

(1)河川環境復元計画検証システムにより再現した流域スケールでのアレチウリ拡散過程と地域史との整合性の検証

千曲川上流においては、1969年(昭和44年)に、アレチウリは長野県南佐久郡佐久穂町八千穂村付近と長野県小諸市近傍で発見されている<sup>9)</sup>。その後、1972年(昭和47年)に長野県長野市近傍の千曲川でアレチウリが発見されている<sup>10)</sup>。当時、長野市近傍ではアレチウリ侵入の要因となった畑地や酪農等

への大規模な転作は行われていないことを考慮すれば、上流からの種子流下により、アレチウリが拡大していったと考えることが出来る。すなわち、1969年から1972年の約3年で、アレチウリは千曲川上流から中流域へ拡散したと推定出来る。アレチウリは、地域史に記録されたように長野市近傍まで種子拡散していることがわかる。河川環境復元計画検証システムで、アレチウリ個体群の拡散過程を再現した結果、良好に拡散過程を再現した。このことから、河川環境復元計画検証システムは流域スケールでのアレチウリの個体群拡散を一定の精度で再現していると考えられる。



図-12 河川環境復元計画システムで再現したアレチウリ個体群の空間分布

(2)千曲川冠着地区におけるアレチウリの平面分布の再現とシステムの検証

図-12に示すように、河川環境復元計画検証システムは高水敷上のアレチウリの分布を良好に再現した。(1)河川環境復元計画検証システムにより再現した流域スケールでのアレチウリ拡散過程と地域史との整合性の検証、(2)千曲川冠着地区におけるアレチウリの平面分布の再現、2つの結果から、河川環境復元計画検証システムは流域スケールから地先スケールまで、一定の精度でアレチウリ分布を再現していることが確認出来た。

4.4 復元計画・検証システムを用いた河川環境の維持管理手法に違いが河川環境に与える影響の評価

4章3節において、河川環境復元計画検証システムの有効性の検証を行い、その有効性を検証することが出来た。本節では、河川環境復元計画検証システムを用いて、河川環境の維持管理を目的とした河川高水敷掘削の方法の差異が、アレチウリの防除に与える影響を検証する計算を行い、河川環境復元計画検証システムの利用可能性を検証した。検証は、冠着地区で掘削を行わなかった場合(現状)、冠着地

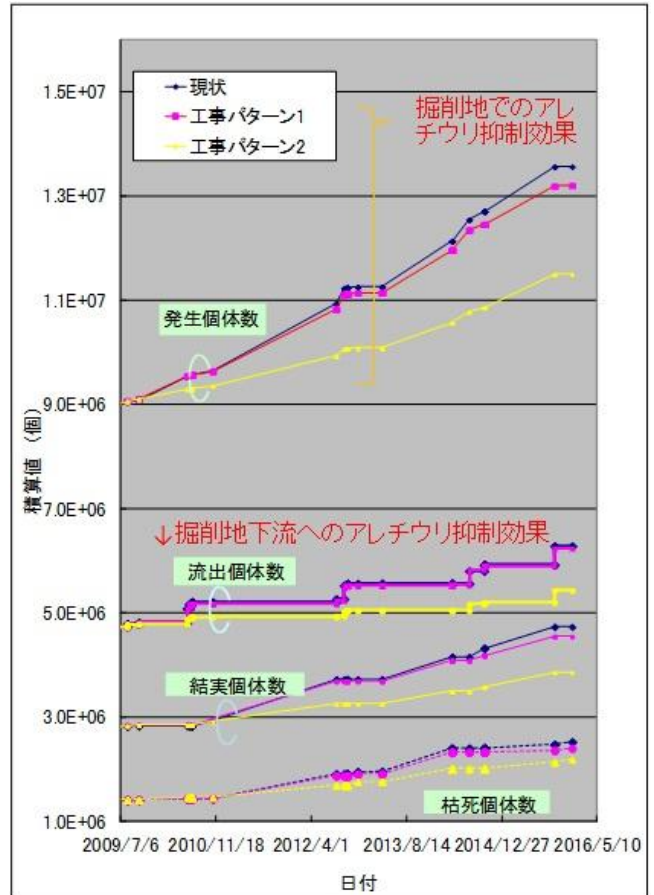


図-14 ハリエンジュ, アレチウリ, オギにおける冠水流量時の摩擦速度の推定と移動判定

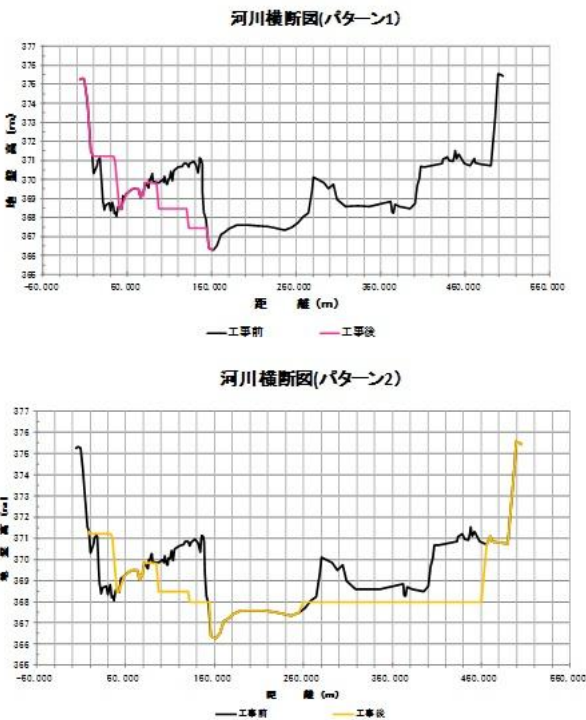


図-13 ハリエンジュ, アレチウリ, オギにおける冠水流量時の摩擦速度の推定と移動判定

区で行った高水敷掘削の横断面(パターン1)、パターン1に加え、右岸側の高水敷も河道掘削を行う(パターン2)のシミュレーションを行い、高水敷掘削形状の差異が、アレチウリ個体群の再生産、下流への種子供給に与える影響を考察した(図-13)。考察は、冠着地区において発芽する個体数(発生個体数)、冠水により流失する個体数(流出個体数)、高水敷掘削による創出された河原的環境で枯死する個体数(枯死個体数)、種子結実まで至る個体数(結実個体数)に分類し、集計した。シミュレーションは、冠着地区において高水敷掘削が行われた2009年3月からシミュレーションを行い、2016年までの期間でシミュレーションを行った。

図-14にシミュレーション結果を示す。河川高水敷掘削をしない場合に比べて、河川高水敷掘削を行うことにより、アレチウリ個体群の防除を行うことが出来ることを示している。また、実際の掘削よりも大規模に河川高水敷を掘削することにより、アレチウリ防除には効果があることを示している。この

効果は、掘削地のアレチウリ個体群防除に留まらず、下流側への防除効果が高いことを示している。

本研究で開発したシステムは、従来の研究では、配慮されたいない空間的階層性に配慮し、地先スケールでの河川地形変化、植物群落変化の予測に活用出来る可能性を示すだけに留まらず、当該地区の高水敷掘削が、流域の河川生態系への波及効果を検証出来る点に大きな進歩があり、今後、より定量化が求められる河川環境保全・復元において重要な意義を持つことを示している。

#### 参考文献

- 1)千曲川・犀川治水史研究会：千曲川 一世紀の流れ、明治 26 年測量図と今、信濃毎日新聞社、pp. 10-15.
- 2)玉井信行編編：河川計画論、東京大学出版会、pp.3-33, 2004
- 3)辻本哲郎：砂州景観保全を河川生態工学からどう意義つけるか、河川技術論文集第 10 巻、pp.43-48, 2004 年 6 月
- 4)傳田正利・天野邦彦・原田守啓：GIS・画像解析システムを用いた過去の河川氾濫状況再現手法の開発、土木情報利用論文集, Vol.17, pp.249-256, 2008
- 5)河川生態学術研究会千曲川グループ：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 年 3 月
- 6) 傳田正利・黒川貴弘・島野光司・三輪準二：河川高水敷掘削による物理環境変化がアレチウリの初期生育に与える影響に関する研究、水工学論文集,第 54 巻,2010 年 2 月, pp. 1237-1242
- 7)Richard T. and T. Forman: Land Mosaic The ecology of landscapes and regions , pp.11-14 , Cambridge University Press, 1995.
- 8) 吉川正人・星野義延：河床堆積物中に含まれる植物種子と堆積物粒子の沈降速度との関係, 河川環境管理財団報告、2011.
- 9) 長野県南佐久郡誌刊行会：南佐久郡誌自然編(下), P324, 2005.
- 10) 佐久市教育委員会：佐久市誌自然編：1998

## STUDY ON RIVER ENVIRONMENT RESTORATION MEHTOD BASED ON HISTORICAL CHANGE

**Budged:** Grant for operating expenses General account

**Research Period:** FY2009 ~ FY2012

**Research Team:** Water Environment Research Group River restoration team

**Author:** Masatoshi DENDA and Yuichi KAYABA

### **Abstract :**

This study aimed to quantitatively reconstruct historical change of river ecosystem and quantitatively a target setting of river ecosystem restoration and aimed to propose procedure of the target setting. This study conducted , (1) propose of set method of a river environment restoration target using reconstruction method of past river environment, (2)Development of planning system of river environment restoration in river basin scale, using the reconstruction method and Geographical Information System(GIS).

The results are following.(1) We compared fish habitat condition between river ecosystem in 1890s and river ecosystem in 2000s as indicator, in the Chikuma river. The results indicated that the fish habitat condition in 2000s degreased comparing condition in 1890s. In order to restore the degradation, we conducted test excavation of river terrace and success to restore the river ecosystem.(2)We developed the system verifying effect of river ecosystem restoration at river basin scales Then, we applied the system to planning of preventing of the bur cucumber population. The system reconstructed the historical diffusion at basin scale and the dynamics of bur cucumber population at the test excavation area.

### **Keyword :**

Historical change of river environment , habitat change , river terrace excavation, prevent planning of alien species