

**特集3** 生態系科学における大規模野外操作実験

## 直線化された川の再蛇行化—分野間の協働について—

河口 洋一\*・中村 太士\*\*

\*九州大学大学院工学研究院環境都市部門

\*\*北海道大学大学院農学研究科森林管理保全学講座

An experimental re-meandering of a channelized river: a multidisciplinary collaborative research.

Yôichi KAWAGUCHI (Faculty of Engineering, Kyushu University) and Futoshi NAKAMURA

(Department of Forest Science, Graduate School of Agriculture, Hokkaido University)

北海道東部を流れる標津川下流域では、国内で初めてとなる川の再蛇行化実験が実施された。実験は、直線化によって河道周辺に残された旧河道（河跡湖）の一つと、直線河道の再連結によって行われた。再蛇行化の前後に、直線河道と旧河道を対象として河道形状や地形に関する調査、藻類、底生動物、魚類に関する調査と安定同位体比による食物網構造の解析を行い、実験の評価を試みた。

室内実験と再蛇行試験区での調査から、河道の分流部での流速分布や土砂の堆積を予測するモデルを組み立てた。再蛇行後の蛇行河道は、直線河道では見られない縦横断形状の変化が見られたが、水深、流速、底質といった物理環境要素は河道間で異ならなかった。

再蛇行後、直線流路、蛇行流路ともクロロフィル $a$ 量は小さかったが、直線流路の堰き上げ下流部では著しく大きかった。蛇行流路（旧河道）の底生動物や魚類は、再蛇行化によって止水性から流水性に入れ替わった。底生動物にとって蛇行湾曲部の内岸側に形成される寄洲は重要な生息場であり、魚類にとっては外岸側で河岸浸食によって水中に倒れ込んだ樹木が重要な生息場であった。再蛇行前、直線流路と蛇行流路（旧河道）に生息する生物相の同位体比特性には違いがあり、両者の食物網構造は異なった。

再蛇行化実験では個々の研究成果が得られ、現在は、個々の成果の補完や分野を横断する研究テーマの発掘を検討している。

キーワード：安定同位体比、河道地形、魚類、藻類、底生動物

## はじめに

国内外を問わず河川を対象とした操作実験で最も多いのは、長さ数メートルの小規模な実験水路をもちいた研究で、藻類、底生動物、魚類を対象に実験が行われ、多くの研究成果が報告されている (Palmer 1995 ; Kuhara et al. 1999 ; Taniguchi and Nakano 2000 ; Taylor et al. 2002 ; Larned et al. 2004 ; Álvarez and Peckarsky 2005)。このような小規模な実験水路を使った研究のメリットは、大規模な野外操作実験と比較して繰り返しが取りやすく、実験デザインが立てやすい、そして実際の河川と比較して操

作がしやすいことにある。一方、大規模な野外操作実験は実際の河川で行うため扱う空間スケールが大きくなり、その結果、繰り返しが十分に取りにくい、あるいは操作できる環境要因が制限されるといった難しさがある。特に、日本の河川は梅雨や台風による大雨で出水が起りやすく、出水で実験装置が全て流されてしまうといった危険性をもっている。このような問題がある反面、実際の河川で特定の要因だけコントロールして実験を行うため、得られる結果が特異的なものではなく、実河川の現象をそのまま反映していることが大きなメリットである。

日本で行われた河川を対象とする大規模な野外操作実験を顧みると、北海道大学苫小牧フィールドステーションを流れる幌内川で、ビニールハウスやエンクロージャ

2005年5月30日受付、2005年11月21日受理

\*e-mail: kawaguchi@civil.kyushu-u.ac.jp

一を野外河川に設置して行った操作実験が挙げられる (Nakano et al. 1999 ; Miyasaka and Nakano 1999 ; Kawaguchi et al. 2003 ; Kato et al. 2003 ; Baxter et al. 2004)。ビニールハウスを用いて陸域と水域を移動する有機物を操作する、あるいは長さ数10 mのエンクロージャーを用いて魚類の生息密度を操作するような大がかりな実験は、海外でもそれほど多くの事例があるわけではない (Wallace et al. 1997 ; Sabo and Power 2002)。国内ではほかに、木曾川の河川敷に長さ800 m、川幅3 mの実験河川を3本もつ自然共生研究センターで、流量を人工的に変動させ出水が藻類に及ぼす影響 (皆川ほか 2003) や、出水による魚類の生息場所選択に関する研究 (佐川ほか 2005)、水際の河岸形状を変化させ (例えば、植生河岸とコンクリート護岸) 魚類や甲殻類の生息状況を調べた研究 (Kawaguchi et al. in press)、また、流量を一定にした実験河川で溶存酸素濃度の連続観測から一次生産速度や呼吸速度を推定する研究などが行われている (萱場 2005)。

操作実験そして野外河川での調査全般を通じ、多くの河川生態研究は川の上流域でおこなわれており、中下流域での野外調査や操作実験は少ない。この理由は、上流域の調査は比較的少人数で実施する事が可能であるのに対し、中下流域では川の規模が大きくなるにつれ調査に多くの人手が必要となることや調査方法が確立されていないこと、さらに人為的影響が大きいことに起因していると思われる。しかし、河川に関する環境問題の多くは人為的影響の強い中流域や下流域の河川で発生しており、問題を改善するためにも基礎研究の必要性が指摘されている。

本論で紹介する「直線化された川の再蛇行化」は、北海道の東部を流れる標津川の下流域で、直線河道と直線化によって河道周辺に残された一つの旧河道 (河跡湖) を再び連結する方法で行われている。このような河道形状の改変は、基本的に個人の研究者が行えることなく、河川管理者や地域住民との合意が必要である。川の再蛇行化と氾濫原の復元によって、失いつつある自然環境を取り戻すという標津川の試みは、国内では例をみない大規模な実験であるが、世界ではすでに幾つかの事例がある (河口ほか 2005)。しかし、先駆的な事例では、川の再蛇行化に対する河川環境や生物群集の応答を明らかにした研究例は未だ少ない。そのため、川の再蛇行化に伴う生態系の変化を、物理的、化学的、生物的側面から明らかにする必要性は高く、今後、川の再生事業を実施するためにも、基礎データの蓄積が求められている。

## 標津川の変遷と現状の課題

標津川は、北海道東部に位置する知床山系の一つである標津岳 (1,061 m) を源とし、支川の武佐川と合流してオホーツク海に注ぐ、流域面積671 km<sup>2</sup>、流路延長77.9 kmの二級河川である (図1A)。本来、二級河川は都道府県が管理者であるが、河川法に定めた北海道に関する特例の指定河川制度により、標津川の下流区間については国土交通省が管理している。標津川は中標津町と標津町にまたがって流れ、流域内の基幹産業は農業と漁業である。

かつての標津川は、蛇行を繰り返しながら湿地帯の中を流れ、川にはイトウ (*Hucho perryi*) やアメマス (*Salvelinus leucomaenis*) といった魚類が数多く生息し、また、ハルニレ (*Ulmus davidiana* var. *japonica*)、ヤチダモ (*Fraxinus mandshurica* var. *japonica*)、ハシドイ (*Syringa reticulata*) の大木が川沿いに茂り、そこにはシマフクロウ (*Ketupa blakistoni*) も生息していた (平井・空閑 2005)。一方で融雪期や洪水時に川が氾濫し、人々の生活を脅かすこともあった。戦後、1932年に河川改修工事が始まり、1953年以降は治水安全度の向上と流域の土地利用開発を目的として工事は本格化し、1970年代後半までには下流域の蛇行河川は直線化された (平井・空閑 2005)。これに伴い多数の旧河道が本川から切り離され、河跡湖として直線化された標津川周辺に残されている (図1B)。蛇行した川を直線化することによって、水深や流速といった物理環境要素が均一化し、縦断的にも横断的にも構造の変化が小さい単調な川になった。標津川での河道の直線化は、河道周辺の地下水位を低下させ、土地利用を変えることが目的であった。そのため、河道形状の変化と周辺の土地利用の変化はほぼ同時期に起こっている。下流にあった湿地は農地に転換され、中流域にみられた農地は川にそってその範囲を拡大し、さらに、上流域の自然林は伐採されて人工林化した (平井・空閑 2005)。標津川の中下流域における河道の直線化や土地利用の大幅な改変により、かつてみられたイトウやアメマスがいなくなり、大径木に営巣するシマフクロウも確認できなくなった (標津川技術検討委員会事務局 2000)。このため、昔みられたイトウやシマフクロウが棲めるような標津川を取り戻したいという地域の要求に対し、行政側が応じる形で蛇行河川と氾濫原の復元を目的とした自然再生が検討されることとなった。

## 標津川自然再生プロジェクト

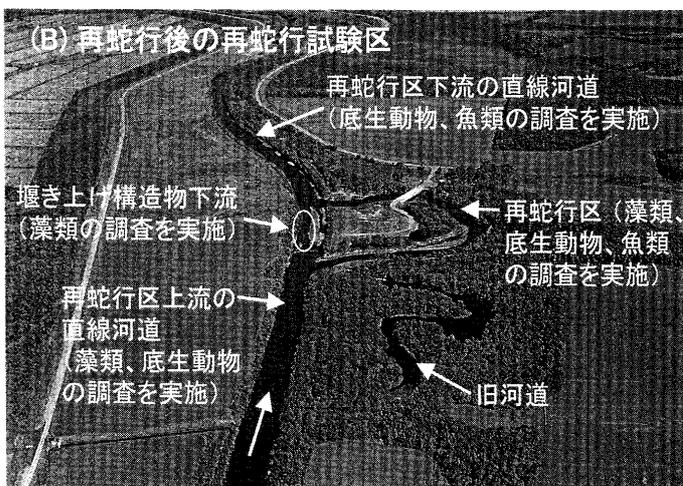
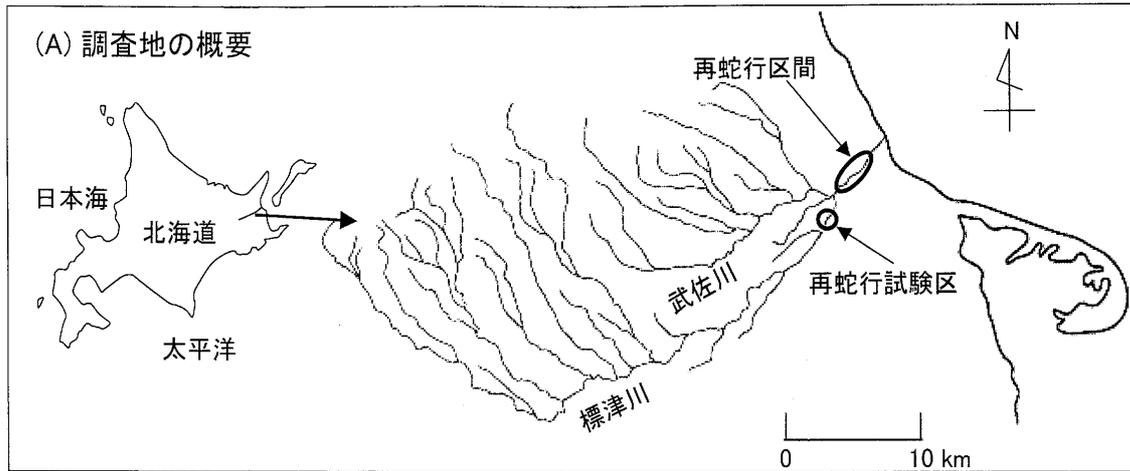


図1. (A) 調査地の概要。(B) 2002年(再蛇行後)での標津川の再蛇行試験区の写真(河口ほか2005改図)。藻類、底生動物、魚類の調査を実施した場所を記入。

## 川の再蛇行化計画

標津川における川の再蛇行化と氾濫原の復元が計画されている区間は下流域にあたる(図1A)。直線化された川の再蛇行化は国内で初めてであり、多くの技術的検討を要するため、まずは再蛇行試験区において一つの旧河道と直線河道を連結させ(図1B)、再蛇行化した区間で起こる現象について異なる分野の研究者(河道地形、水質、藻類、底生動物、魚類、植物等)が調査を行い、得られた知見を基に、再蛇行区間(延長約3.8 km)で蛇行復元を行うことになった。本論では、この再蛇行試験区における実験の結果を報告する。再蛇行化によって旧河道の止水的な環境は大きく変化すると予測されたため、旧河道の一部を矢板によって区切ることで現在の止水環境を保全している。また、この再蛇行化にあたり、直線河道と蛇行河道の分流部より少し下流側(本川)で堰き上げ工事が実施された(渡邊ほか2005)。理由は、河道が直線化され約30年経過したことで河床が低下し、蛇行河道への通水を維持するには直線河道を堰き上げる必要

が生じたからである。

再蛇行化した河道周辺は、ヤナギ類 *Salix* spp. を中心とする河畔林で覆われ、また、旧河道周辺は、ヤナギ類やミズナラ *Quercus crispula*、ハンノキ類 *Alnus* spp. などの河畔林が存在し、抽水植物のヨシ *Phragmites australis* や、浮遊植物のタヌキモ *Utricularia vulgaris*、浮葉植物のネムロコウホネ *Nuphar pumilum* といった水生植物が繁茂していた。調査地付近の河川形態は、可児(1944)の分類によるBc型で、平均水面幅28 m、最大水深は2.3 m程度であった。

今回の川の再蛇行化実験において調査検討した項目は、1) 分流部と蛇行河道における河床変動の検討、2) 地下水流動および水質の変化、3) 人工湿地による栄養塩負荷量の軽減、4) 植生の変化、5) 水生生物の生息場環境、遺伝的多様性、およびサケ科魚類の行動調査、6) 安定同位体比の計測による栄養基盤の変化である。幾つかの結果はすでに発表されており(例えば、河口ほか2005; 中野ほか2005)、今回はその一部を紹介する。

## 再蛇行化の評価

## 河道地形による評価

再蛇行化実験で河道地形の変化を明らかにする研究は、1) 蛇行河道と直線河道がともに存在する分流システムの解明、2) 蛇行河道における土砂の浸食と堆積のバランスであった（長谷川ほか 2003；佐藤ほか 2002；渡邊ほか 2005）。海外での川の再蛇行化で、直線と蛇行河道の分流システムが維持できなかった事例は多い。例えば、オーストリアとスロバキアの国境を流れるモラバ川では、標津川の再蛇行化実験と同様に、直線河道から蛇行河道（旧河道）に通水を行ったが、蛇行河道の流入部に土砂が堆積し、結果的に直線河道と蛇行河道が分断された（渡邊 2002）。分流の維持が困難なため、直線河道と蛇行河道の両方に通水する 2 way 方式を選ばず、直線河道を埋め戻して蛇行河道に水を流す 1 way 方式を採用する事例（例えば米国のキシミー川やデンマークのスキヤーン川）も見られる。しかし、標津川の場合 1 way 方式では洪水

流下能力の確保が問題となり、現在は 2 way 方式が採用されている。今回の再蛇行化実験の前に、室内の水理模型実験から分流部の流速分布を予測し、実際の試験地で分流部の流速を計測し、分流部における流速分布や土砂の堆積を予測するモデルを組み立てた。現段階では様々な流量に対する分流部の流速分布と土砂の堆積が理論的に説明されている。さらに、再蛇行後の河道変化についても、事前に水理模型実験を行い予想した。しかし、予測された河道の変化と再蛇行化実験で見られた現象は異なっていた。野外実験から、河岸浸食に対し河床に形成される砂州の影響が大きいことが明らかになった。また、植生の有無で耐浸食性が異なることも示された。室内で行った詳細な水理模型実験の予測と実際の野外実験では異なる結果が示されたが、これをもとに、より精度の高い理論的解析が可能になっている。

また、直線河道と蛇行河道の縦横断形状の違いを検討するため、再蛇行後の 2002 年の夏に、河道の縦横断測量を実施した（図 2、河口ほか 2005）。直線河道では河床の

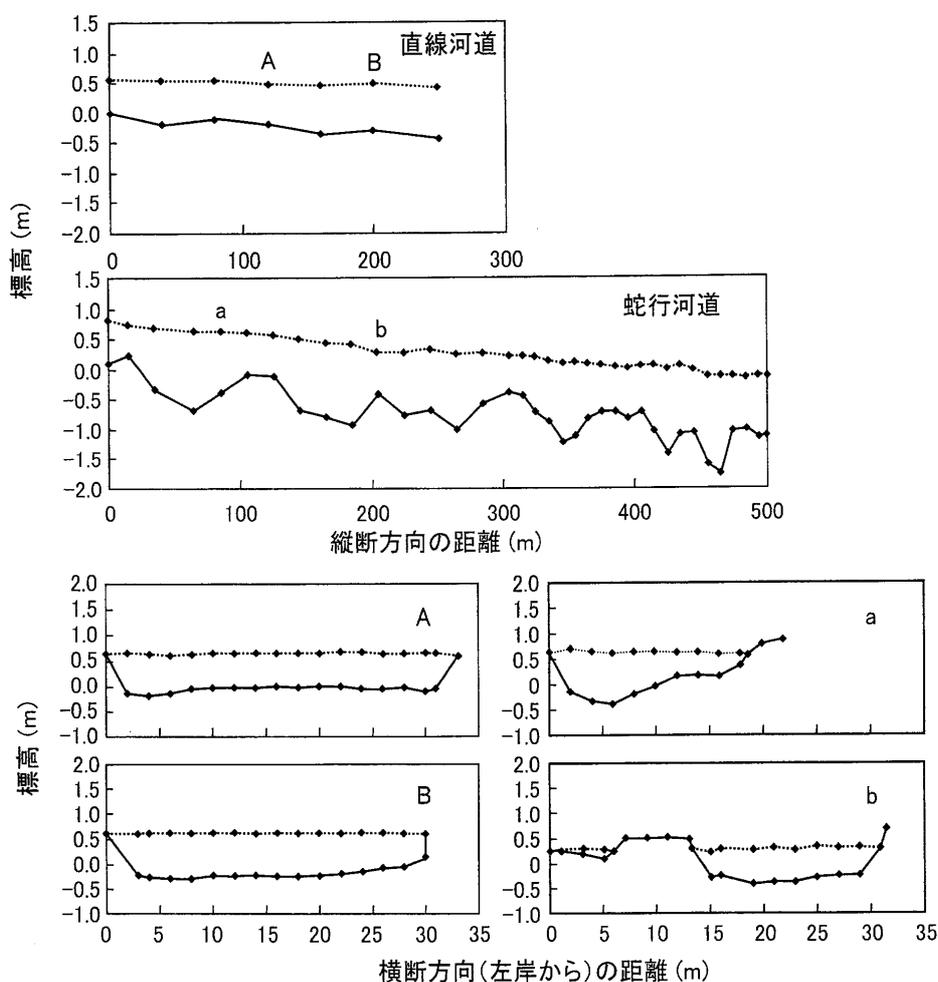


図 2. 上図は再蛇行後の直線河道と蛇行河道の縦断図を、下図は横断図を示し、波線は水面を、実線は河床を表す。横断図は縦断図に記された大文字、小文字の地点で計測している。(河口ほか 2005 改図)

## 標津川自然再生プロジェクト

変動が認められなかったが、再蛇行化した蛇行河道では外岸側水衝部が洗掘され、内岸側に土砂が堆積した。しかし、水深、流速、底質といった河道の物理環境要素については、直線河道と蛇行河道で大きな違いはみられなかった。特に、川が蛇行しているにも関わらず、平均流速は直線河道で70 cm/sec、蛇行河道で71 cm/secとほぼ等しく、両河道で緩流速域がほとんどみられなかった。理由は、再蛇行化によって流路延長は約2倍になったにもかかわらず、蛇行河道の水面勾配が未だ緩やかになっていないため、分流部下流（直線河道側）に実施した堰き上げと下流合流部における河床低下に起因している。

## 藻類による評価

再蛇行後、秋に行った藻類の調査では、蛇行流路と直線流路のクロロフィル $a$ 量が極端に少なく2 mg/m<sup>2</sup>程度であったのに対し、再蛇行化にともない流量が著しく低下した直線流路の堰き上げ下流では、底生藻群落（主な種は糸状珪藻 *Melosira varinas*）が著しく発達し、クロロフィル $a$ 量は300 mg/m<sup>2</sup>に達した（野崎ほか、未発表）。標津川下流域は人為的な栄養塩負荷が高く（野崎ほか2005）、直線流路の堰き上げ下流のように流速が小さく、平常時における河床の礫移動が小さい場所では、底生藻類による一次生産が大きくなったと考えられる。一方、直線流路そして蛇行流路の流速は早く、平常流量時にも河床の礫が移動することが現地で観察されており、このような河床材料の不安定性がクロロフィル $a$ 量を低く抑えたと考えられる。このことは、直線流路だけでなく蛇行流路においても、河川生態系の物質循環の基盤である底生藻類から、上位の栄養段階の生物に対するエネルギー移動が小さくなる可能性を示唆する。今後、現在の蛇行流路に流速の遅い部分を創出することができれば、底生藻群落の発達が見込め、河川水中の栄養塩成分の除去、そして底生藻食の水生動物の増加など生態系構造の変化が予想される。

## 底生動物による評価

中野ほか（2005）は、底生動物に関して二つの結果を示している。一つは、再蛇行化により旧河道に生息していた止水性の底生動物のほとんどが消失し、流水性の底生動物に入れ替わったことである。標津川の旧河道は、約30年前の河道の直線化によって人為的に作られた止水環境で、直線流路には流水性の、旧河道には止水性の底生動物が生息し、生物群集には大きな違いが見られた（中野ほか2005）。再蛇行化によって底生動物の群集組成が大きく変化することは、キシミー川における再蛇行化事業でも報告されている（Toth 1993）。標津川では、再

蛇行化を計画している下流約3.8 kmの区間にも、長さ300 mから1 kmにもなる大きな旧河道が残されており、再蛇行化に当たっては、生物多様性保全の視点からの議論が必要である。

二つ目は、「再蛇行化された流路では直線流路に比べて物理環境が多様になり、底生動物群集も多様になる」という仮説をたてて再蛇行化実験の検証を行ったが、仮説は支持されなかった。仮説検証のため、自然蛇行流路が残る近隣の西別川に基準区を設け、標津川の再蛇行化流路を実験区、直線流路を対照区として定量的な調査を行った。物理環境の多様度を示す水深の変動係数とタクサ数との間には正の相関が見られたが（中野ほか2005）、横断線上のタクサのほとんどが、水深が浅く、水流の緩やかな水際領域で見つかった（図3）。水際領域で底生動物の生息密度やタクサ数が高かったのは、平常時における河床安定性が高いためと考えられた。今回の実験から沖積低地河川の末端部では、水際領域が底生動物群集の生息場所として重要であることが示唆され、蛇行湾曲部に形成される寄州は、特に安定した水際領域を生じさせることから、底生動物にとって重要な生息環境であることが示唆された。

## 魚類による評価

河口ほか（2005）は、再蛇行前後に標津川の直線流路と蛇行流路（旧河道）に調査区を設定し、定量的な魚類調査の結果を報告している。再蛇行前の蛇行流路では、ヤチウグイ（*Phoxinus phoxinus sachalinensis*）、フナ属（*Carassius* spp.）、イトヨ太平洋型（*Gasterosteus* sp.1）、イバラトミヨ淡水型（*Pungitius pungitius*）といった止水性の魚類が多く捕獲され、直線流路では、シマウキゴリ（*Chaenogobius* sp.1）、サクラマス（*Oncorhynchus masou*）、フクドジョウ（*Noemacheilus barbatulus toni*）が少数確認された。再蛇行前の蛇行流路と直線流路の魚類相は大きく異なっていたが、再蛇行化に伴い蛇行流路の魚類相は止水性から流水性へと変化し、蛇行流路の魚類相は直線流路とほぼ等しくなった。再蛇行前の蛇行流路における魚類と甲殻類の生息量は直線流路と比較して極めて大きかったが、再蛇行化によって止水性の魚類は大きく減少した。

再蛇行後の蛇行流路で、潜水観察と投網で確認した魚類の個体数は、対照区である直線流路よりも多かった（図4A）。確認した魚類の多くはサクラマスで、そのサイズから多くは0歳魚であると考えられた。しかし、蛇行流路では直線流路にいなかった全長300 mm以上の大型のサケ科魚類が複数確認され、これらは海から遡上したサ

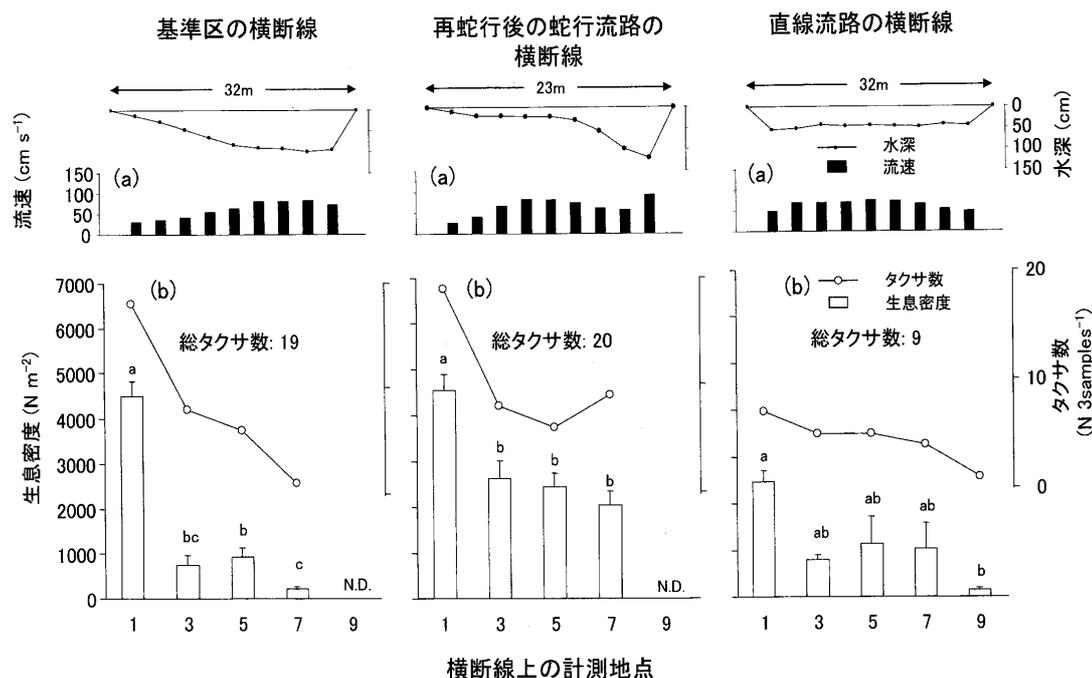


図3. 2002年6月に基準区、再蛇行後の蛇行流路、直線流路に設定した各横断線上で計測した (a) 流速と水深、(b) 底生動物の生息密度とタクサ数を表す。誤差線は標準誤差を示す。白抜き棒グラフで同じ小文字の場合、統計的な違いがないことを示す (Scheffe's test,  $P > 0.05$ )。 (中野ほか 2005 改図)

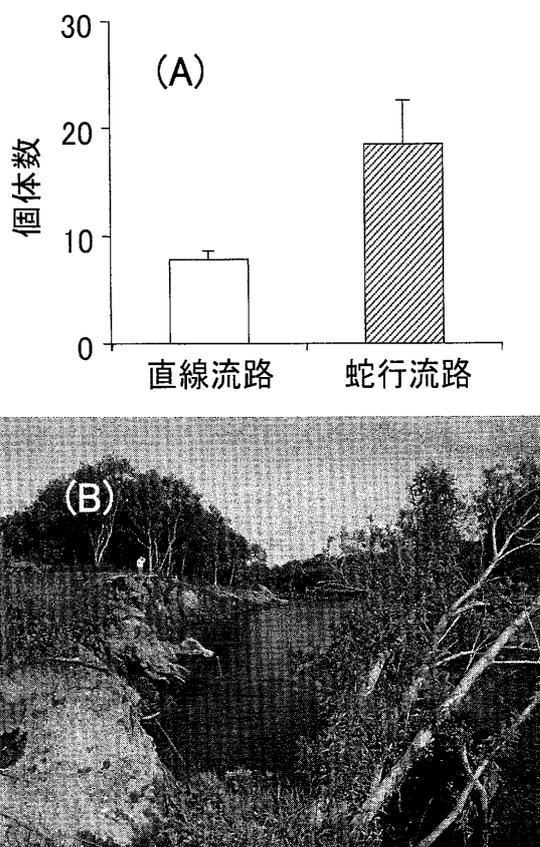


図4. (A) 再蛇行後、直線流路と蛇行流路で潜水観察によって確認した魚類と、投網で採捕した魚類の個体数の合計 (平均  $\pm 1$  SE,  $n = 4$ )。 (河口ほか 2005 改図) (B) 再蛇行後、河岸浸食によって蛇行流路内に倒れ込む樹木の写真。

クラマスやカラフトマス (*O. gorbuscha*) の親魚だった。大型のサケ科魚類とサクラマス幼魚は、蛇行流路の湾曲部で河岸の側方浸食が進み、浸食によって水際の河畔林が水中に倒れ込んだ樹木周辺で確認され (図4B)、魚類が定位していた倒木周辺の流速は小さかった (河口、未発表)。一方、対照区である直線流路では、サクラマス幼魚の個体数は少なく、大型のサケ科魚類は確認されなかった。好適な生息場所の量は、河川性魚類の生息密度を規定する重要な要因であり (Moore and Gregory 1988; Fausch and Northcote 1992)、再蛇行後の蛇行流路ではサクラマスが選好する環境が局所的に形成されたと考えられる。しかし、蛇行流路の平均流速は直線流路と変わらず、水衝部の浸食も激しいため、倒木によって造られた水中カバーも出水によって消失し (河口、未発表)、長期にわたり魚類が利用できる環境ではないと考えられた。

#### 安定同位体比による食物網構造の比較

これまで述べてきたように、再蛇行化実験では、藻類、底生動物、魚類といった各栄養段階の生物ならびに河道の物理的な変化や水質環境の変化等を個別研究によって明らかにしたが、生態系として河川の総合的な診断を行うためには、安定同位体比測定法による食物網構造の解析が有効である (高津ほか 2005)。

再蛇行前、直線流路と蛇行流路 (河跡湖) に生息する

標津川自然再生プロジェクト

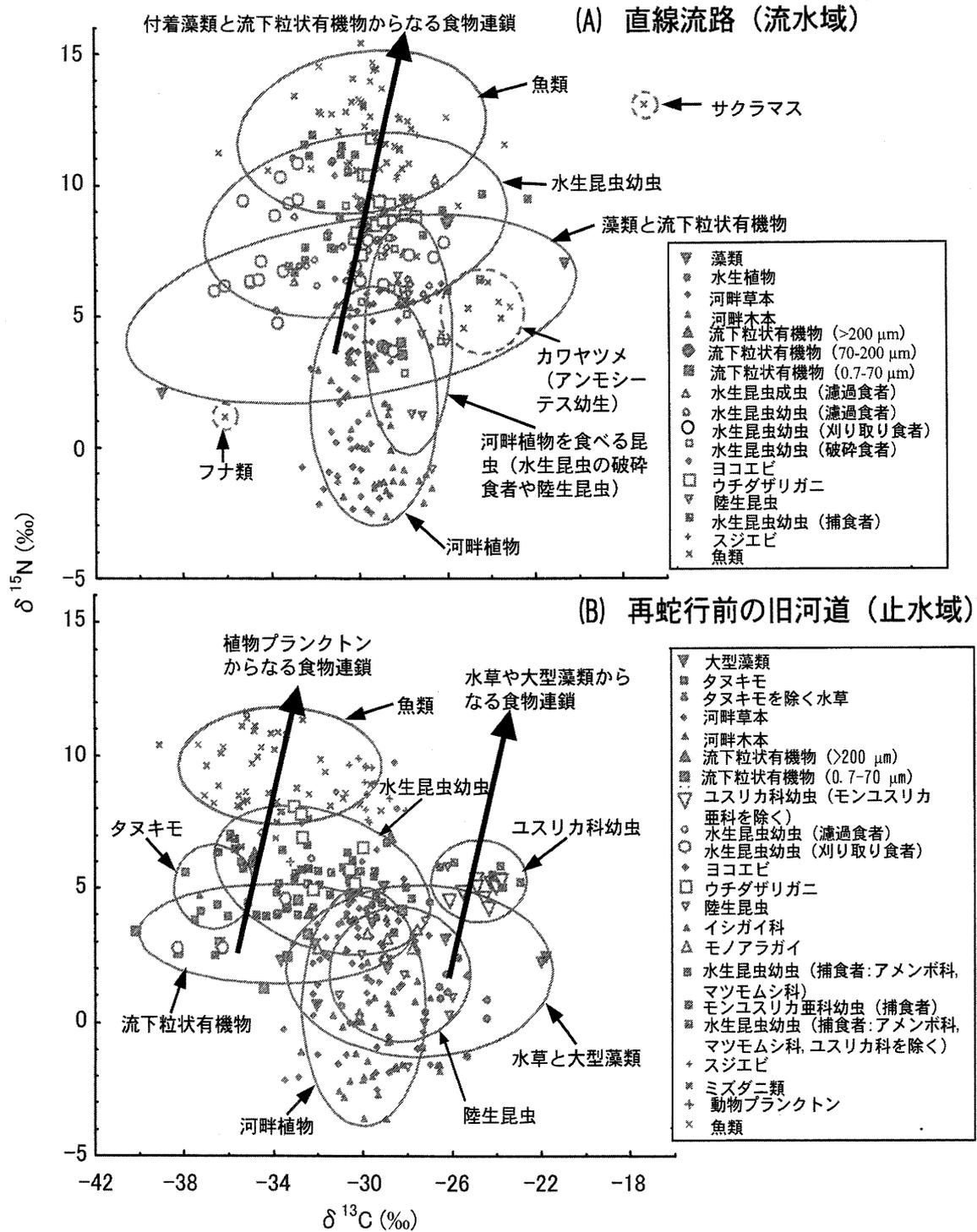


図5. (A) 標津川の直線流路 (流水環境) と (B) 再蛇行前の旧河道 (止水環境) における有機物質の  $\delta^{13}\text{C}$  -  $\delta^{15}\text{N}$  分布図。(高津ほか2005改図)

生物相の同位体比特性には違いがあり、両者の食物網構造の違いを示すことができた (図5)。直線流路では付着藻類の  $\delta^{13}\text{C}$  が大きく変動するが、分布中心は流下粒状有機物とほぼ等しく、これら栄養基盤の中心から傾き4.1のラインが水生昆虫群集と魚類群集の中心を通ることが示された。また、破碎食者である水生昆虫や陸生昆虫は、

河畔植物を餌資源としていることが示唆された。一部の魚類 (フナ類、サクラマス、カワヤツメのアンモシーテス幼生) は魚類群集の分布中心とは大きく異なる同位体比特性を示し、上流もしくは下流域の異なる環境から移動してきた個体と考えられた。一方、再蛇行前の蛇行流路 (河跡湖) は、植物プランクトンからはじまる食物連

鎖と、水草や大型藻類からはじまる食物連鎖の二つの系列が存在することが示された(図5)。

## 今後の取り組み

### 実験の評価と評価を活かした取り組み

今回の再蛇行化実験では、個々の研究成果が得られた。現在は、個々の成果の補完や分野を横断する研究テーマの発掘を検討している。例えば、異分野間の研究者による現地セミナーを行い、現象を各自の視点から説明し、分野間の認識の違いを理解することで、新たな研究に発展すると考えている。今回の実験で注目すべき点は、各栄養段階の生物にとって、蛇行復元の効果が異なる環境を通じて影響を与えた点にある。例えば、底生動物は湾曲部の内岸側に形成される寄州に多く生息しているが、魚類は湾曲部の外岸側、浸食によって流路内に倒れ込んだ樹木の周辺で大型の魚類が確認されているなどである。どちらの環境も直線流路には見られず、川が蛇行することで流路の横断方向に多様な水辺環境が形成され、水生生物の生息を可能にしている。今後は、土砂の浸食と堆積によって河道微地形がどのように形成・消失し、このような構造の変化による生物への直接的影響と、食物連鎖を介した栄養的な繋がりによる生物群集への影響の両方から、蛇行河川の機能を明らかにしたい。

今回の調査から、蛇行流路の流速が直線流路と変わらないほど大きく、また緩流速域がほとんどないといった特徴が示され、水生生物の生息域が流速によって規制されている可能性が示唆された。また、蛇行流路では河岸の浸食によって流路内に倒れ込んだ樹木が魚類の生息場として利用されていたが、それらは出水によって流され、長期的に利用できる環境ではなかった。これらの事実から、蛇行流路に人工的に倒木を投入、固定することで緩流速域を創り出し、魚類や底生動物の生息場を造成する実験を行っている。現在、物理環境の変化と水生生物の応答をモニタリングしている。

### データ電子化について

平成13年から始まった標津川の蛇行復元プロジェクトは約5年の月日がたち、蛇行復元区間のみならず流域全体を対象とした調査が行われてきた。これまでの研究成果は毎年報告書として提出され、それらのオリジナルデータは各研究者によって管理されている。このプロジェクトは約10年の期間が設定されており、最近では研究者の入れ替わりも見られる。このような状況の中、本年度からこれまでに収集したデータの電子化を行い、一括し

て管理することになった。その目的は、本プロジェクトで集めたデータの基準化を行い、今後の環境モニタリング、そして継続調査に役立てるためである。そのためには、参加研究者が収集したデータについても、一定期間の所有権は認めるものの、将来は各研究者が了解した上で公開することを目指している。数年後、新しい研究者が標津川のプロジェクトに参加した場合、どのようなデータがあるのか、また誰に連絡をとればそれらのデータを使用できるかといった事が明確になっていれば、研究効率も上がり、長期生態観測も可能になる。国内の河川に限定してみると、このようなプロジェクトにおいてデータの電子化や管理を行うのは初めてであり、今後は他地域でも同様な取り組みが進められるだろう。

### 社会的ニーズによる大規模野外操作実験の意義とその活用について

これまで、生態学分野の大規模な野外操作実験は、基礎的な野外調査の結果を基に、仮説検証型の実験計画をたてて行われてきた。一方、今回示したような標津川の事例は、学術的な興味が発端でなく、社会的ニーズがもととなっており、その背景は大きく異なる。しかし、今回のような河道形状を変えるような大規模な操作実験は、河川管理者や地域住民の合意がない限り実施することはできない。今日、河川環境に対する地域住民の関心も高く、また行政側(河川管理者)の意識も従来の治水・利水を主体とした河川管理から、環境を加えた河川管理に移行しており、様々な社会的ニーズに応じた大規模な再生事業(例えば、氾濫域の再生など)が行われることも、今後増えるであろう。そのような機会に恵まれた時、科学的調査による事業の評価を公開し、新たな管理指針を検討することは、社会的そして学術的にも意義のあることと思われる。また、社会的ニーズによる大規模野外操作実験では、異分野の研究者と交流することが多く、そうした環境の中から新たな作業仮説が生まれる可能性も高い。

標津川の試験的な蛇行復元(大規模な野外操作実験)では、個々の研究成果が示され、現在は分野間で相互に研究内容を理解する段階にきている。今後は新たな研究テーマの発掘を行いながら、さらに、本試験地における蛇行河川と氾濫原の復元にむけ、分野間の協議を行っていく必要がある。

## 謝 辞

本論文を校閲し有益な助言をいただいた二名の校閲者、

編集委員ならびに編集委員長に対して、心より御礼を申し上げます。

## 引用文献

- Álvarez M, Peckarsky BL (2005) How do grazers affect periphyton heterogeneity in streams? *Oecologia* 142: 576-587
- Baxter CV, Fausch KD, Murakami M, Chapman P (2004) Fish invasion restructures stream and forest food webs by interrupting reciprocal prey subsidies. *Ecology* 85: 2656-2663
- Fausch KD, Northcote TG (1992) Large woody debris and salmonid habitat in a small coastal British Columbia stream. *Can J Fish Aquat Sci* 49: 682-693
- 長谷川和義・藤田将輝・渡邊康玄・桑村貴志 (2003) 標津川旧蛇行通水時の堰をとまなう分岐流量配分比に関する研究. *水工学論文集* 47: 529-534
- 平井康幸・空閑健 (2005) 標津川における自然再生事業への取り組みについて. *応用生態工学* 7: 143-150
- 可児藤吉 (1944) 溪流棲昆虫の生態. (吉川晴男編) 昆虫上. 研究者, 東京
- Kato C, Iwata T, Nakano S, Kishi D (2003) Dynamics of aquatic insect flux affects distribution of riparian web-building spiders. *Oikos* 103: 113-120
- 河口洋一・中村太士・萱場祐一 (2005) 標津川下流域で行った試験的な川の再蛇行化に伴う魚類と生息環境の変化. *応用生態工学* 7: 187-199
- Kawaguchi Y, Saiki M, Mizuno T, Kayaba Y (in press) Effects of different bank types on aquatic organisms in an experimental stream: contrasting vegetation with concrete revetment. *Verh. Internat. Verein. Limnol.*
- Kawaguchi Y, Taniguchi Y, Nakano S (2003) Terrestrial invertebrate inputs determine the local abundance of stream fishes in a forested stream. *Ecology* 84: 701-708
- 萱場祐一 (2005) 溶存酸素濃度の連続観測を用いた実験河川における再曝気係数, 一次生産速度及び呼吸速度の推定. *陸水誌* 66: 93-105
- 高津文人・河口洋一・布川雅典・中村太士 (2005) 炭素, 窒素安定同位体自然存在比による河川環境の評価. *応用生態工学* 7: 201-213
- Kuhara N, Nakano S, Miyasaka H (1999) Interspecific competition between two stream grazers mediated by non-feeding predatory fish. *Oikos* 87: 27-35
- Larned ST, Nikora VI, Biggs BJB (2004) Mass-transfer-limited nitrogen and phosphorus uptake by stream periphyton: A conceptual model and experimental evidence. *Limnol Oceanogr* 49: 1992-2000
- 皆川朋子・福嶋悟・萱場祐一・尾澤卓思 (2003) 出水が河床石面付着物に及ぼす影響に関する実験的検討. *河川技術論文集* 9: 475-480
- Miyasaka H, Nakano S (1999) Effects of drift- and benthic-foraging fish on the drift dispersal of three species of mayfly nymphs in a Japanese stream. *Oecologia* 118: 99-106
- Moore KMS, Gregory SV (1988) Response of young-of-the-year cutthroat trout to manipulation of habitat structure in small stream. *Tran Am Fish Soc* 117: 162-170
- 中野大助・布川雅典・中村太士 (2005) 再蛇行化に伴う底生動物群集の組成と分布の変化. *応用生態工学* 7: 173-186
- Nakano S, Miyasaka H, Kuhara N (1999) Terrestrial-aquatic linkages: riparian arthropod inputs alter trophic cascades in a stream food web. *Ecology* 80: 2435-2441
- 野崎健太郎・紀平征希・山田浩之・岸大弼・布川雅典・河口洋一 (2005) 標津川河跡湖の水質環境. *応用生態工学* 7: 165-172
- Palmer TM (1995) The influence of spatial heterogeneity on the behavior and growth of two herbivorous stream insects. *Oecologia* 104: 476-486
- Sabo JL, Power ME (2002) River-watershed exchange: effects of riverine subsidies on riparian lizards and their terrestrial prey. *Ecology* 83: 1860-1869
- 佐川志朗・萱場祐一・荒井浩昭・天野邦彦 (2005) コイ科稚仔魚の生息場所選択—人工増水と生息場所との関係—. *応用生態工学* 7: 129-138
- 佐藤耕治・渡邊康玄・横山洋・中津川誠 (2002) 分岐合流部を含む河道における砂州の影響. *水工学論文集* 46: 719-724
- 標津川技術検討委員会事務局 (2000) 標津川技術検討委員会資料
- Taniguchi Y, Nakano S (2000) Condition-specific competition: implications for the altitudinal distribution of stream fishes. *Ecology* 81: 2027-2039
- Taylor BW, McIntosh AR, Peckarsky BL (2002) Reach-scale manipulations show invertebrate grazers depress algal resources in streams. *Limnol Oceanogr* 47: 893-899
- Toth LA (1993) The ecological basis of the Kissimmee River restoration plan. *Florida Scientist* 56: 25-51
- Wallace JB, Eggert SL, Meyer JL, Webster JR (1997) Multiple trophic levels of a forest stream linked to terrestrial litter input. *Science* 277: 102-104
- 渡邊康玄 (2002) 欧州における川の自然再生への取り組み事例調査報告. *北海道開発土木研究所月報* 593: 28-35
- 渡邊康玄・長谷川和義・森明巨・鈴木優一 (2005) 標津川蛇行復元における2way河道の流況と河道変化. *応用生態工学* 7: 151-164