

北谷川における河川形態変化とそれに伴う河川環境変化に関する考察

Consideration Concerning The Changes in The Form and Environment about Kitadani River

須藤達美*・道土正規**・藤田正治***

By Tatsumi Suto, Masanori Michiue and Masaharu Fujita

Our fishes research conducted on the Kitadani River found that the fish species have been reduced, compared with those around 1955. To determine the reasons for this decrease, we examined changes in the form and water of the river. As a result, we could speculate some phenomena. In particular, we recognized that changes in the form of the river caused by improvements could adversely affect the fishes. We also understood that changes in water temperature restricts the fishes inhabiting the river.

Keywords: River environment, Environmental investigation
Environmental restoration, River form

1. はじめに

多自然型川づくりなどに見られる河川環境の保全および復元に関して、効果的な環境調査方法や、生物の生息と河川構造との関係については未解明な部分が多い。本研究では、実際の河川を取り上げ、河川構造の変化とそれに伴う生物環境の変化からこの問題を解明し、今後の河川計画に反映させることを目的とする。なお、ここで言う河川環境の復元とは、過去の環境が良好であった時代に生息した生物種の多くが、河川改修後、数年から数十年程度の期間内に安定して定着することと定義する。

2. 対象河川の概要および調査方法

調査の対象とした北谷川は、鳥取県内を流れる一級河川天神川の支流であり倉吉市内を流れている。当河川は、流域面積 26.2km²、幹線の流路延長 9.1km、平均河床勾配 1.9%、山陰地方の平水時比流量¹⁾より求めた平水時流量 0.86m³/s、計画洪水流量 265m³/s、沿川住民の人口約 2,000 人で、市内山地に発し、天神川の中流域に合流している。周辺は農村地帯であり、河川水は農業用水の他に一部生活用水としても利用されている。なお下水処理設備はない。

調査項目は主に、過去と現在における河川形態、水質、魚類や底生生物、植物などの生物の生息状況である。

* 正会員 株式会社フジタ 技術本部 (〒151 東京都渋谷区千駄ヶ谷 4-6-15)

** 正会員 工博 鳥取大学教授 工学部土木工学科 (〒680 鳥取市湖山町南四丁目 101)

*** 正会員 工博 京都大学助教授 農学部林学科 (〒606-01 京都市左京区北白川追分町)

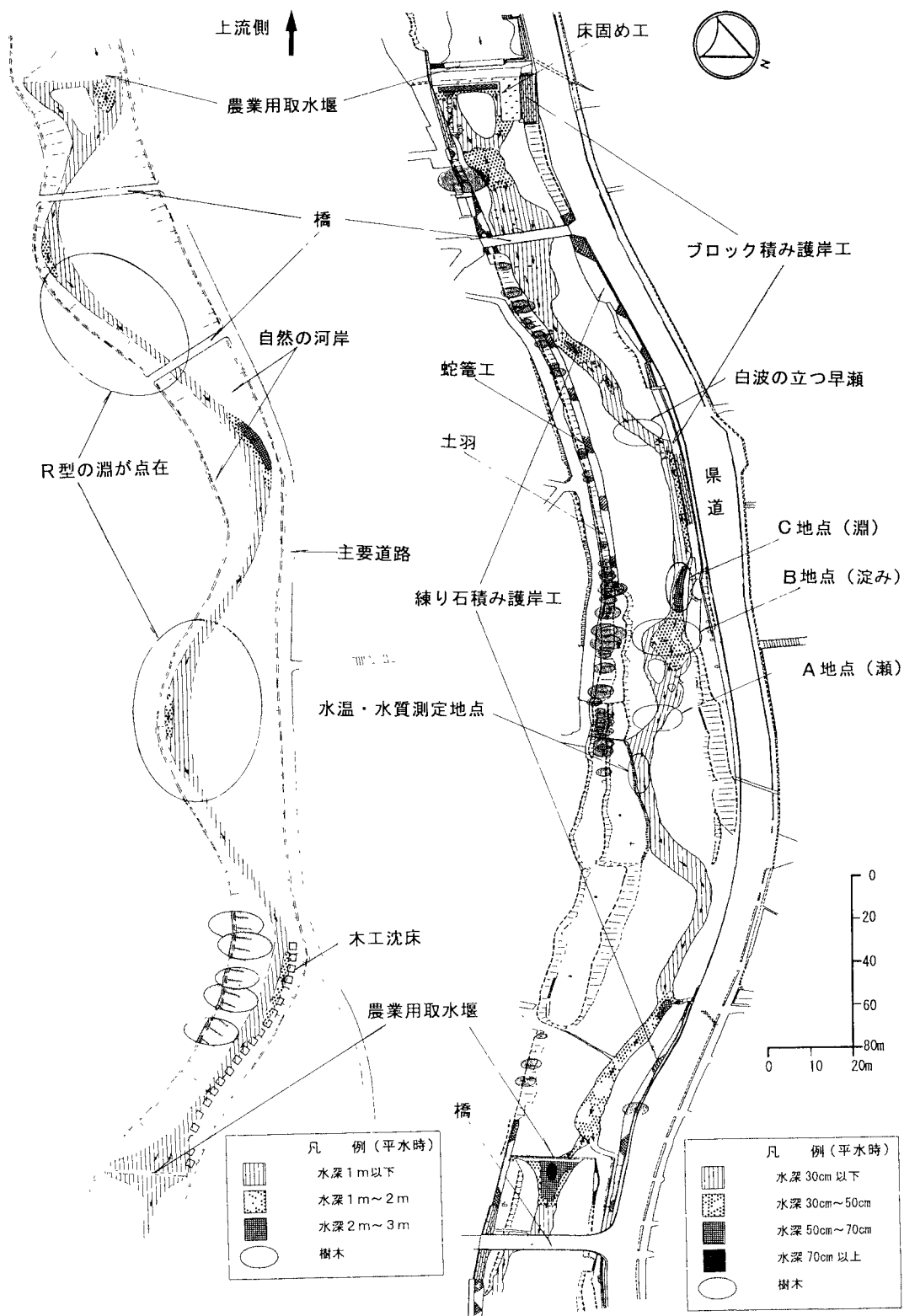


図-1 昭和30年代頃の河川形態
(ヒアリング調査結果による平水時の河川形態)

図-2 現在の河川形態
(平成7年6月20日の調査による平水時の河川形態)

過去の状況は地元住民に対するヒアリング調査および文献調査、原則的に現況は実測により調べた。また、調査対象区間は、古くからの民家が河川周辺に多く、過去の情報が入手しやすい約 500 m 区間を選定し調査した。なお、過去の状況とは、本河川において豊かな環境が存在した昭和 30 年頃の状況を指すものとする。

3 過去と現在の河川形態の比較

図-1、2 は昭和 30 年代と現在の調査区間の河川形態を示したものである。ヒアリング調査によれば、当該区間は昭和 40 年の新河川法の施行後の 40 年代前半に全面的な河川の改修を行っている。その主な内容は、線形の直線化、河床の拡幅、水衝部となる左岸のコンクリート化、取水堰直下の床固め、巨石の撤去などで、左岸はブロック積みおよび練り石積みの護岸、右岸は土羽で流出防止策として蛇籠を敷設している。

河川形態に影響を与える要素は、①河道勾配、②流量、③供給土砂量、④河道の線形、⑤河床材料の 5 項目と考えられる。そこでこれらの項目に関して以下に考察する。なお、図-1 の過去の河川形態は、ヒアリング調査に基づいて作成した資料であるが、蛇行の状況および淵や瀬の状況、水深、樹木の位置などの信頼度は高い。

まず河道勾配は、下流に見られる農業用の取水堰は古くから存在しており、改修前後の変化はなく 0.74% 程度である。流量については、過去のデータが存在しないため、比較検討は不可能であるが、ヒアリング調査結果では、平水流量はやや減少しているようである。流域面積は不変であり、耕作面積に変化がないため農業用水など取水量の増加もない。流量が減少した原因の一つには、流域の植林がもたらす山間部の保水力低下も考えられる。

供給土砂量は、上流部にダムが存在しないこと、河道勾配に変化がないこと、河川改修以降土砂崩れを伴う大規模な風水害がないことなどから、過去と現在において大きな変化はないと推測できる。河道の線形については、過去に右岸の拘束がなく、自然な蛇行が生じて振幅が大きくなり、水衝部が明確に現れている。一方、現在は改修により両岸とも護岸が固定されており、この影響で蛇行の振幅が制限されて小さくなっている。また明確な水衝部は現れていない。表-1 に護岸構造の変化を示す。かつては両岸とも自然河岸であったが、現在は洗掘が進行しやすい左岸部は全てコンクリート化されている。右岸は土羽による堤防が中心となっている。なお、かつての河川には、床固め工として約 100m の木工沈床が存在した。

河床材料については、粗度係数の低下と改修時の資材としての利用のために、直径約 50cm を越える巨礫は河床から撤去された。これにより、現在の河床は拳大から人

表-1 護岸構成の変化

護岸構造		左岸(m)		右岸(m)	
		過去	現在	過去	現在
土堤防	自然	535.0	0.0	535.0	277.5
	蛇籠	0.0	0.0	0.0	117.5
練り石積み		0.0	405.0	0.0	100.0
ブロック積み		0.0	130.0	0.0	40.0

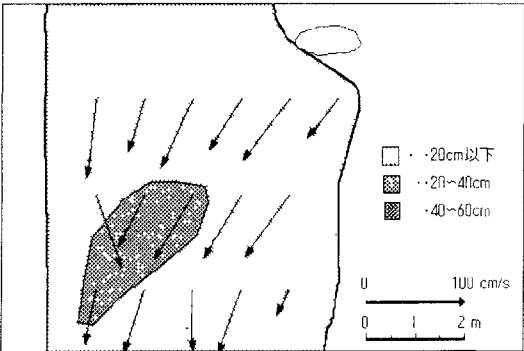


図-3 A地点（瀬）の流況

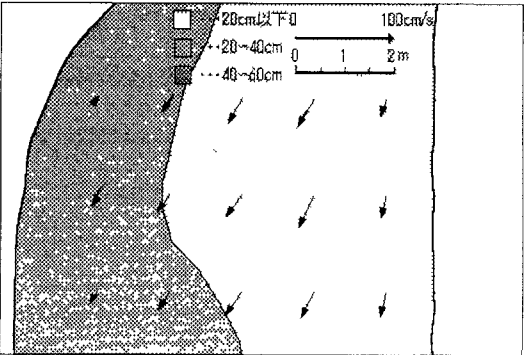


図-4 B地点（淀み）の流況

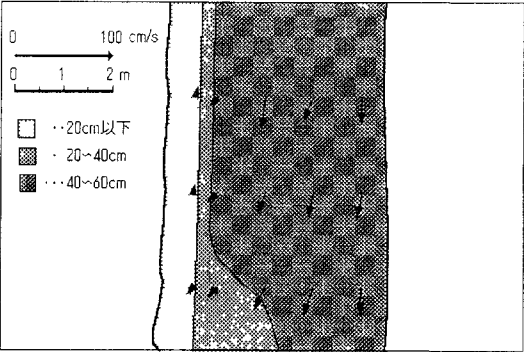


図-5 C地点（淵）の流況

頭大の礫を中心に若干の砂とシルトにて構成されている。河床材料が特徴的な分布を示す箇所としては、図-2に示す唯一白波が立つ早瀬区間の河床が人頭大の礫で構成されている他、淵尻や水が淀む箇所に砂およびシルトが数センチ程度堆積しているのみである。

上述の河川形態変化の各要素と生物の生息に重要な役割を果たす河道の非一様性の関係について以下に考察する。図-1に示すように、過去に5箇所の明確な淵で水深が1～2 m以上となっていたのに対し、図-2に示す現状では、70cm以上は下流部の取水堰直下で最大水深80cmを示すのみである。これは護岸の構築および河床の拡幅による直線化が洗掘を抑制する結果となり、淵に土砂が堆積したことによると考えられる。また、かつては淵の対岸が広い河原となっていたが、現在は淵の縮小化により明確な河原は存在しない。これは流速の一樣化により、土砂の運搬堆積作用が弱められたことによると考えられる。更に、巨礫の撤去により、R型²⁾の淵がなくなっている。これは水深の均一化を促すとともに、生物の隠れ家を喪失させる結果となる。このように、護岸の構築に伴う河道の直線化、巨礫の撤去などにより、水深が浅く均一化するとともに、流速が一樣化していることがわかる。ここで、本河川における現状の代表的な瀬、淀み、淵の流況についての調査した結果をみると以下ようになる。図-3に示すA地点の瀬は、流速が70cm/S前後、水深は全体的に10cm程度で、流向が交差する部分が若干洗掘されている。図-4のB地点の淀みは、流心が左岸に偏り、右岸の流速が0 cm/sに近くなっている。図-5に示すC地点の淵の状況では、水深が40cm以上の深い箇所での流速および流向は一樣であり、水深の浅くなる右岸に淀みが発生している。また、各地点の河床材料は、それぞれ拳大の礫、シルトおよび砂、砂と多少の礫で構成されている。このように、形態上は瀬、淀み、淵が形成されているが、水深、流速、流向、河床材料について非一様性が喪失している。

4. 過去と現在の河川環境の比較

全国的に河川の過去の生物的環境を示す資料は乏しく、ここでは比較的多くのデータが得られた魚類に絞って分析を行う。表-2は、過去と現在の本河川に生息する魚種について調査した結果である。過去の魚種については、河川周辺の住民に対するヒアリング調査によるものである。現況は、水中カメラによる移動撮影、および最も魚影の濃い淵における夕刻から夜にかけての固定撮影により得られた結果である。同表より、魚種は17種から5種に減少し、また生存個体数も明らかに減少している。

魚類の生息に必要な主な要素は、生活空間、水質、餌の生産量である。本河川の魚種減少の要因を考えた場合、河川改修が影響する河川構造の変化、水質汚濁、水質や植生、河床材料の変化に起因する餌の量の減少が考えられる。

河川形態の変化については前述の通りである。水質に関して、図-6に河川水質の生活環境項目の調査結果を示す。本河川水域の水質類型は6段階評価のうち最もきれいなAAであるが、大腸菌群数において基準の50MPN/100mlを3回とも大きく越えている。これは生活廃水の混入が原因と考えられる。しかし、その他の測定項目では必ずしも汚濁が進行しているとは言えない。表-3は水質測定用の簡易キットを用いて調査した結果である。同表から、蛇行一波長につき一対の瀬と淵が存在する河川形態分類のBb区分に一般的に生息する魚類に対し、総合的には現時点では影響を与えるような汚濁要因はないと言える。また、図-7に示す4

表-2 魚種の比較

昭和30年代前半まで	現 在
(アカザ)、(アユカケ)、ウグイ、(マルタウグイ)、(ウナギ)、(カマツカ)、(カワムツ)、(カワヤツメ)、(コイ)、タカハヤ、(タナゴ類)、ドジョウ類、ドンコ、(ナマズ類)、フナ類、(メダカ)、(ヨシノボリ類)	ウグイ、タカハヤ、ドジョウ類*、ドンコ*、フナ類*

()・・・生息しなくなった魚種 *・・・生息数が極端に減少した魚種

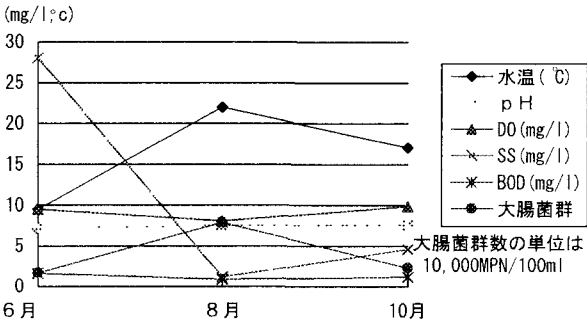
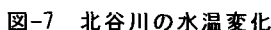


図-6 水質測定結果

一方、汚濁指数による方法は、各

餌の生産量に関しては、表-4 の湿重量の測定結果が参考になる。河川の中流域における底生生物の湿重量

測定日 平成7年8月30日午後2時 天候 くもり



地点	第1優占種法		汚濁指数法		湿潤重量 (g/m ²)	総合判定
	第1種優占種	判定	汚濁指数	判定		
A 瀬	6月	コガタソトビケラ	β ms	1 39 os	12 96	$os \sim \beta$ ms
	10月	ユスリカ亜科	β ms	1 63 β ms	1.91	β ms
B 淀	6月	クダモノサケ	β ms	2.00 β ms	4 92	β ms
	10月	イソコブシムシ	α ms	2 19 β ms	13.6	$\beta \sim \alpha$ ms
C 俣	6月	ウスベヒバカコノホコサ	os	1 57 β ms	1.92	$os \sim \beta$ ms
	10月	エドモロコサケ	os	1.53 β ms	10 9	$os \sim \beta$ ms

汚濁指数	水質階級	感覚指数	代表種
1.0～1.0	○ s(貧腐水性水域)	大変きれいな水域	ナミウス ムノ・エルモンビノカガリ ロウ アヲバ ¹ コガリ ロウ・オオキマカガリ ² ウヅマ ³ ノマトビ ⁴ ケ ⁵ ・フ ユ類
1.6～2.5	β ms(β 中腐水性水域)	ややきれいな水域	コガ ⁶ ロウ類 キロカガ ⁷ ケ ⁸ ロウ コガ ⁹ タノマトビ ¹⁰ ケ ¹¹ ・オノノミ ¹² ヒ ¹³ ウ ¹⁴ モンユスリカ類 ¹⁵ ・エリユスリカ類 ¹⁶
2.6～3.5	α ms(α 中腐水性水域)	やや汚濁した水域	ミス ムノ・アメリカサ ¹⁷ リカ ¹⁸ ニ マツモム ¹⁹ ・タイウチ ²⁰ ・ミン カマキリ ²¹
3.6～4.0	P s(強腐水性水域)	汚濁した水域	イ ²² ミミ ²³ ス類 ²⁴ ・サカネキ ²⁵ イ ²⁶ セスノ ²⁷ ユスリカ ²⁸ ・ユスリカ類 ²⁹

が通常 20g/m² 以上⁴⁾であるのに対し、6月の瀬におけるそれが 12.96g/m²と比較的少ない値となっている。これは、前述の河川形態変化による影響に加え、湿重量の大部分を占める水生昆虫の生息密度の低下を招く、付着性藻類の繁茂などが主な原因と考えられる。6月の調査時に観測された藻類の増殖については、水深が浅くなったことによる河床材料への日射量の増大、および流速の低下や一様化が影響を与えていると推測される。日本の淡水魚類の食性には、昆虫食や魚食といった肉食性、草食性、雑食性があり、本河川の過去に生存した魚類の中で肉食魚類に分類される魚種はアカザ、カマツカである。水生昆虫の減少は、これらの魚種の現存量の低下を招く可能性がある。

以上の結果を踏まえ、ここで過去の魚類の復元について考える。河川改修工事において河川環境を改変できる範囲は空間構造のみに限定されている。このため、前述の各種調査により魚類の生存可能性を明らかにし、瀬や淵といった河川形態の基本的要素以外にも、生息可能性のある魚種に対する必要十分な構造の提供が重要になる。表-6は、産卵、生殖を除く魚類の生態と河川空間構造の関係⁵⁾を整理したものである。同表より、魚類には成長のステージに合った空間構造が必要であること、現在確認されない魚種に必要な共通の生息環境は、砂礫底や淀み、泥底などであることがわかる。

しかし、これら魚類の復元に必要な生活環境を最大限提供した場合でも、主に水質面でアカザ、ヨシノボリ類、また本水系中の横断構造物の存在によって、海洋に下るアユカケの復元は難しいと考えられる。

5. まとめ

今回調査した北谷川では、治水および利水を目的とした河川改修によって、主に線形や河床材料が変化し、この影響で水深、流速および河床材料の一様化が生じている。このような河川構造の一様化は、魚類の生息環境を奪う結果となり、魚種減少の一要因となっている。また、魚種の減少は河川空間の問題だけではなく、水質汚濁や餌の生産量減少など複合的な要因によるものである。これら原因の追求には、従来の調査方法に加え、生物学的な水質判定法や夏期水温の測定などが有益な情報となる。

河川環境の復元には、一般的に多様な生活空間の設定が必要であり、対象生物を考慮しない多孔質空間の安易な提供による環境創造、また同一サイズの単一な空間創出などは有効に機能しない場合が多い。十分な調査に基づき、環境悪化の原因を調べ、生物に必要な生活空間を提供すべきであろう。

最後に、ご指導ご協力をいただいた鳥取大学教育学部の藤島弘純教授、並びに貴重なデータを提供していただいた倉吉市社会福祉協議会の野島完氏に深く感謝致します。

参考文献

- 1) 鳥取県研修教育センター編：天神川流域とその周辺、総合印刷出版、pp. 31、1983.
- 2) 水野信彦・御勢久右衛門：河川の生態学、築地書館、pp. 188～210、1993.
- 3) 森下郁子：指標生物学、山海堂、pp. 125～144、1985.
- 4) 水野寿彦監修：淡水生物の生態と観察、築地書館、pp. 107、1993.
- 5) 宮地傳三郎ら：原色日本淡水魚類図鑑、保育社、pp. 53～351、1978.

表-6 北谷川の過去の生息魚種と生息に適した環境

環境 魚種	淵	平瀬	早瀬	流速	淀み	土の 河岸	砂礫底	泥底	多孔質 空間
(アカザ)		△◎	△◎	速・中					
(フユカサ)				中・遅			△◎		
(ウグイ)				中・遅					◎
(カマツカ)				中・遅			△○◎		
(カサネ)	△○◎	△		中・遅		◎	△		
(カサネ)				遅			△	○	
(コイ類)				中・遅	△○	△○			
(タコ 類)				中・遅	○			◎	
(ナマズ 類)				中・遅	△	◎	○◎	◎	
(メダカ)				中・遅	◎				
(ヨシノボリ類)	◎	△◎	◎	速・中	○		△◎		
ナギ類*				中・遅	△○	△○			
イノボリ類*	◎	◎		中・遅			△○◎	△○◎	
トソコ*				中・遅			△	◎	(◎)
ウグイ類	○◎	◎		速・中			△		
カサネ	△			中・遅		◎			

◎・・・成魚期必要 ○・・・仔稚魚期必要 △・・・産卵時必要
()・・・生息しなくなった魚種 *・・・生息数が極端に減少した魚種