

千野川における河川改修に伴う生態系の復元 に関する研究

INVESTIGATION ON RESTORATION OF ECOSYSTEM IN CHINO RIVER DUE TO RIVER CONSTRUCTION WORKS

杉尾 哲¹・村上啓介¹・神田 猛²・森田哲夫³・西脇亜也⁴・伊藤 哲⁵

Satoru SUGIO, Keisuke MURAKAMI, Takeshi KANDA, Tetsuo MORITA,
Aya NISHIWAKI and Satoshi ITO

¹正会員 工博 宮崎大学 工学部土木環境工学科 (〒889-2192 宮崎市学園木花台西1-1)

²農博 宮崎大学 農学部自然共生フィールド科学教育研究センター (〒889-0506 延岡市赤水町376-6)

³農博 宮崎大学 農学部食料生産科学科 (〒889-2192 宮崎市学園木花台西1-1)

⁴農博 宮崎大学 農学部地域農業システム学科 (〒889-2192 宮崎市学園木花台西1-1)

⁵農博 宮崎大学 農学部生物環境科学科 (〒889-2192 宮崎市学園木花台西1-1)

This paper shows the results of the research project on restoration of ecosystem in Chino River, Miyazaki prefecture. At a part of the river, a new channel was excavated beside the old channel. Some work were examined to restore the ecosystem in the new channel. River environments in both channels were monitored for one year after the construction. The following ones were clarified. The flow condition and the river bed materials are different from each channel. About 68% of the plants in the old channel are restored in the new channel. The inhabiting density of *Semisulcospira* in the new channel is less than that in the old one, however the number of landed larvae of firefly in the new channel is more than that in the old one. Many kinds of bird and fish are found in the new channel. From the results, the new channel is evaluated in relatively good condition to restore the ecosystem. However, it is necessary to continue the monitoring of river environments.

Key Words : Restoration of ecosystem, river environment, *Semisulcospira*, larvae of firefly,
Plants, bird, fish

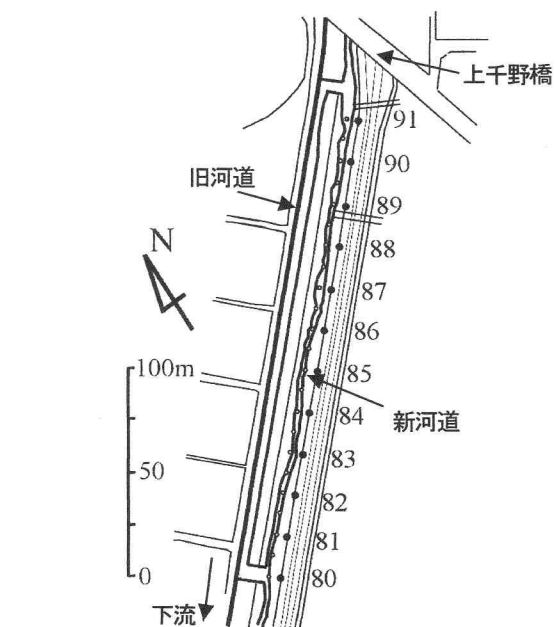
1. まえがき

わが国では、平成9年に河川法が改正されて、治水・利水と環境保全を調和させた河川改修が行われている¹⁾。河川環境には、人間活動に関するものや自然的なもの及び精神的なものがあるが、それらは水辺の生態系の保全が基本となっている。健全な生態系の保全は、生態系を持続可能な復元力のあるものにすることによって達成される²⁾。ここに、生物は水や土壌などの多様な要素と複雑に絡んでバランスしている。したがって、河川改修に伴って生態系の復元を図る必要がある場合には、生態系の相互作用や復元過程の形態についてモニタリングを行って、その結果を評価し、フォローアップに活かすことが重要となる³⁾。しかし、これらを具体的にどのように進めるかについては不明な点が多く、技術的課題と

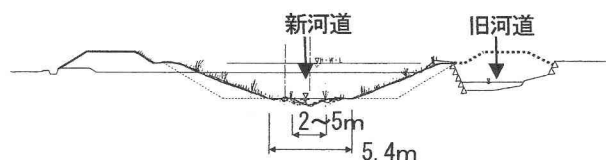
なっている。本研究は、この技術的課題について基礎資料を提供することを目的に、改修中の河川を対象に河川環境の調査を行って検討したものである。

2. 調査対象河川の概要

本研究で対象とした河川は、宮崎県最南端の串間市に位置する二級河川千野川である。千野川は、流域面積6km²、流路延長5.7kmの小河川であるが、たびたび氾濫することから改修事業が行なわれている。しかし、改修区間のうち、河口から1.9km地点の上千野橋の下流部は県内で最も早い4月下旬～5月上旬にゲンジボタルの飛翔が多数観察される地区として広く知られており、改修に際してボタルの生息環境の保全が課題となった。このため、上千野橋の直下流地点から240m区間で、河道の横に



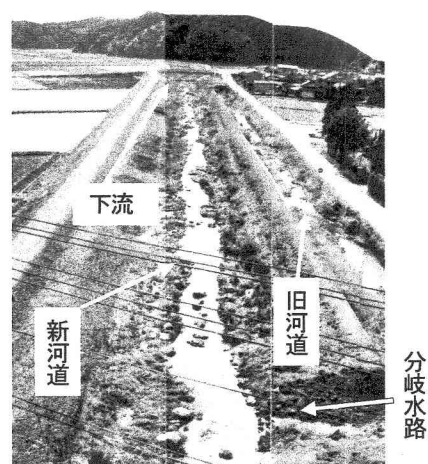
図—1 調査区間と測点



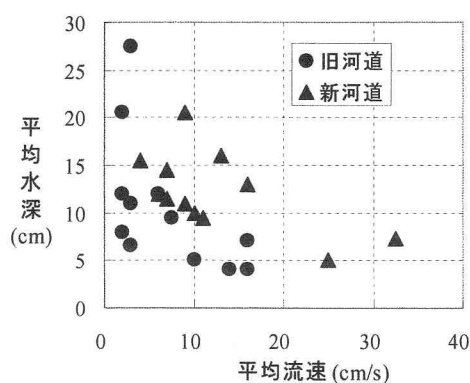
図—2 標準河道断面図

新河道を開削してホタルの幼虫を移植することが計画され、その開削工事が平成13年11月にほぼ完了した。この区間の状況を図—1 及び写真—1 に示し、代表的な横断面を図—2 に示す。ここに、旧河道は河床幅5m、深さ2m、護岸勾配5分の台形断面の直線水路である。新河道は法面勾配3割、低水路幅5.4mの台形断面水路であり、低水時における底生動物の生息環境を維持するため、河床に低水路が設けられている。

これらの情報を得た著者らは、自立できる生態系の復元を図るために、プロジェクト研究を平成13年8月に開始して、本格的な調査を平成14年1月から開始した。調査区間は新河道と旧河道が並行する区間を含めた約300m区間とした。川づくり工法については事業主体である宮崎県串間土木事務所と施工業者及び地元住民を含めて協議して、その意見を施工に反映してもらうこととした。低水路の形成については、基本的には自然のダイナミズムに任せることとしたが、当初は現河道の渇水期の流下断面に合わせて、水路幅を2~5m、低水路床からの深さを0.3m程度に設定した。また、所々に自然石を配置して流れの蛇行を図ることで、瀬や淵が連続する水辺環境の創出を図った。なお、新河道開削後は新河道上流端に矢板で堰を設けて新河道への流入量を制御していたが、出水時に流水障害となることを考慮して、平成14年6月上旬に矢板を撤去した。新河道の堤防法面の一部につい



写真—1 上千野橋の下流部



図—3 平均流速と平均水深（平成14年11月観測）

ては、在来植生の回復を促進するために、旧河道の河床材料と堤防表土を客土した。

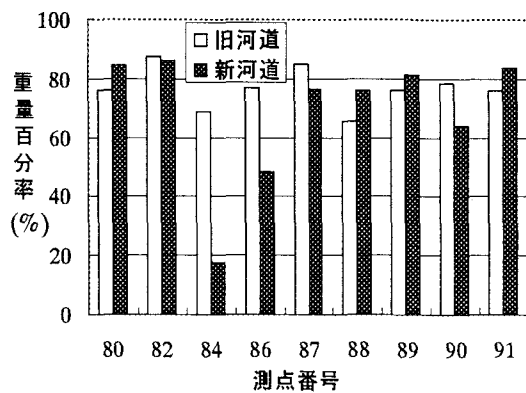
3. 新旧河道の水路内環境

(1) 調査方法

流況調査は、平成14年5月25日と11月29日の2回実施した。新河道と旧河道に沿って設けた測点において、平均流速、平均水深、水面幅を測定した。底質調査は、11月に新河道と旧河道の河床表層の底質を採取して粒度分析を行った。水質調査は、7月30日と12月11日に新河道と旧河道で採水して実験室へ持ち帰り水質分析を行った。

(2) 流況

図—3は、新河道と旧河道における水路内の平均流速と平均水深の場所的な変動を示したものである。水路内の平均流速は4cm/s~32.5cm/s、平均水深は5cm~20.5cmの間でばらついており、水路内の流況にある程度の場所的な変動が形成されている。しかしながら、両河道における平均流速と平均水深の関係を比較すると、新河道における平均流速と平均水深の場所的な変動は旧河道に比べて若干小さい状況にある。



図－４ 礫の場所的な分布

(3) 底質

開削した新河道の低水路床は地質が粘性土であった。旧河道の河床状況からホタル幼虫の生息域を形成するには河床に礫が必要と判断されたので、平成13年12月3日～12月16日に粒径が50～150mmの礫を新河道の全区間にほぼ均等に50m³投入した。

図－４は、礫に分類される（粒径が2mm以上）粒径範囲の重量百分率を各測点ごとに示したものである。旧河道についてみると、礫の重量百分率は65%～87%で、場所的な変動は小さい。一方、新河道における礫の重量百分率は18%～86%の間でばらつき、旧河道に比べると変動の程度は大きい結果となった。この理由として、新河道の低水路幅を場所的に変化させた効果があげられる。しかし、開削後に大きな出水がまだ発生していないため、流水による掃流作用はまだ十分に働いておらず、瀬と淵の区分が明確ではない。なお、新河道に投入した礫の一部は水路床表面下に沈下する傾向にあった。

(4) 水質

表－１は、両河道の中央部における河川水の水質を示したものである。両時期とも、BODやT-N濃度は十分に低く、良好な水質の水が流れている。冬季の水質はSSがやや高いが、これは採水時に上千野橋の上流で河床掘削工事が行われていたためと考えられる。なお、旧河道の上

表－１ 新旧河道における水質

時期 場所	平成14年7月30日		平成14年12月11日	
	旧河道	新河道	旧河道	新河道
pH	7.3	7.3	7.7	7.7
DO (mg/L)	9.1	9.5	11.4	11.0
BOD (mg/L)	0.9	0.5	0.5	0.9
SS (mg/L)	2	2	15	26
T-N (mg/L)	0.25	0.28	0.42	0.48
NH ₄ -N (mg/L)	0.1	0.1	0.1	0.1
Ca (mg/L)	5.8	5.1	5.8	7.1
CL (mg/L)	6.6	6.6	7.4	7.8

流端で小さな水量の湧水が発見された。その水質は表－１に記載のものと類似しているが、Caが41mg/Lと高い濃度であった。湧水地点の付近には、カワニナが多く、その生息との関連が考えられる。

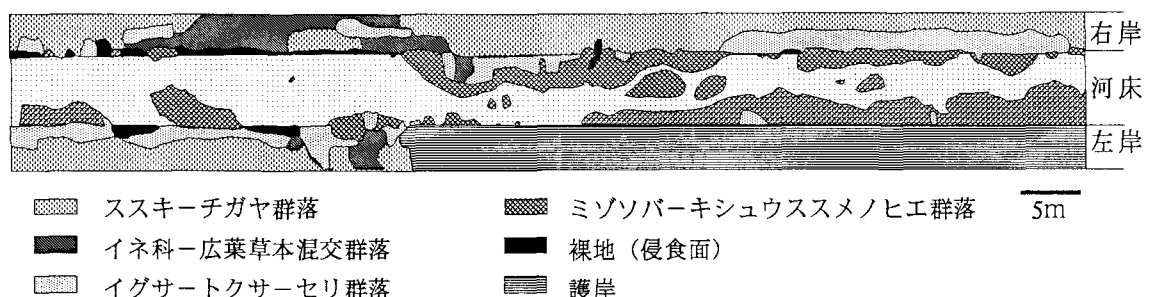
4. 新旧河道の植生

(1) 調査方法

旧河道の中央部分の80m区間において、平成14年7月11日に堤防法面及び河床堆積面の群落を相観的に分類し植生図を作成した。なお、旧河道はほぼ台形の直線水路であるため、河床部分についてはそのまま平面図を作成し、法面部分については平面に展開した形で作図した。また、上千野橋より下流約300mの旧河道及び新河道の兩岸を対象として、5月29日と9月11日に高等植物種の生育調査を行った。調査は立地を河床、堤防法面、堤防天端に三分し、それぞれの立地毎に出現した植物を記録した。

(2) 結果と考察

旧河道の植生は、一部をコケ類が覆う土壌露出面を含めて5タイプに分類された。図－５に示すように、河床堆積面は、他の生育場所と明瞭に異なる群落が分布した。法面では上部にススキチガヤ群落を優占し、下部及び凹地にはイグサやトクサを含む群落の細かいパッチが認められた。これらの植生分布は、それぞれの立地におけ



図－５ 千野川の工事区間旧河道の相観植生図

(河床を除く兩岸部分は平面上に展開して描かれている)

表-2 新旧河道における生息場所別種数の比較

生息場所	時期	総出現種数	新旧共通種数	復元率(%)	類似度(%)
天端	5月	71	44	62.0	61.1
	9月	82	37	45.1	54.4
法面	5月	89	40	44.9	49.1
	9月	79	32	40.5	45.7
河床	5月	37	17	45.9	54.0
	9月	45	12	26.7	40.0

復元率=100×NC/NO

類似度=100×2×NC/(NO+NN)

ただし、NC：新旧共通種数、NO：旧河道の出現種数、

NN：新河道の出現種数

る土壌の水分含有率や土壌養分量、攪乱の種類と質に対応した微細分布の違いを示していると思われ、同時にホタルに対しても産卵や蛹化のハビタットを提供していると推察される。

このように旧河道の植生は、一度改修を受けた台形の直線水路であるにも関わらず、立地や植生の分化が示唆された。また、外来植物が高い優占度で出現する群落は認められなかった。しかし、より自然度の高い河川の植生配分⁴⁾と比較すると、セイタカヨシ群落やマコモ群落など、同気候下、同規模河川の自然植生に存在すべき植生が欠落していた。したがって、新河道での植生復元においては、微地形や土壌環境の不均一化を図り、より自然に近い植生配列の再生を目指す必要がある。

生育植物相の調査では192種が確認され、このうち旧河道には170種、新河道には138種が出現した。共通種は116種(旧河道170種の68.2%)であり、新旧河道の類似度(表-2脚注参照)は全体では75.3%となった。すなわち、新河道開削の施工後1年未満で68.2%の植物種が復元されており、今回採用された旧河道の河床材料や堤防表土の新河道法面への客土が生物相の復元にある程度有効であったことを示している。また今回、絶滅危惧植物であるタコノアシ(環境省のRDBで絶滅危惧Ⅱ類)が旧河道と新河道の両方で確認され、今回の工法がこの種の移植に有効であったといえる。ただし、表-2に示すように生育場所別の復元率は26.7%~62.0%であり、また新旧河道の類似度も生育場所別では40.0%~61.1%と全体の数値に比較して低かった。この結果は、新河道の植物が必ずしも生育すべき場所に復元されているわけではないことを示している。このことから、植生の移植においては材料の採取元と移植先の立地を細かく対応させることが重要であると考えられる⁵⁾。

今回、新河道に復元されなかった64種(旧河道170種の約30%)には、イヌドクサ、ハチジョウカグマなどの多年生草本やエゴノキ、クワ、ムラサキシキブ、ムクノキなどの木本種が多い。これらは移植そのものが困難な

種である可能性もあるが、遷移が進行すると出現もある程度期待されるものも多い。同様に、現在は一時的に出現している植物種であっても、今後の遷移の進行とともに競争排除されてゆく可能性がある。したがって、植生復元の成否については、今後の推移をモニタリングによって、より長期的な視点から工法の効果を評価していく必要がある。

5. カワニナとホタル

(1) 調査方法

平成14年7月11日と12日に、新河道と旧河道の植生調査区間(80m)と同じ区間において、各約90地点で河床の25×25cm枠内に占めるカワニナ数を測定した。また、平成15年3月27日と4月1日の夜に、新河道と旧河道でホタルの幼虫の上陸数を測定した。

(2) 結果と考察

a) カワニナ密度

カワニナはゲンジボタルの幼虫の餌となるため、その個体数の増加はホタル個体群の維持にとって重要である。平均カワニナ密度は、旧河道は7.9匹/625cm²であったのに対し、新河道では5.7匹/625cm²であり、両河道間で差がある傾向が認められた(t検定、P=0.0896)が、新河道でもカワニナ密度が相当程度、回復していた。

b) ホタル幼虫の上陸数

平成14年7月と11月には、旧河道において河床中のゲンジボタルの幼虫を数百匹捕獲して新河道に移植した。これらの作業は、手作業と水中ポンプ利用作業の両方で実施した。なお、ポンプの使用については、予備実験で71%~100%の高い幼虫生存率が期待できたことから適当と判断した⁶⁾。その後、平成15年3月27日の夜には新河道で83頭、旧河道で15頭の幼虫の上陸が観察され、4月1日にも新河道で71頭、旧河道で13頭の幼虫の上陸が観察された。いずれも新河道で幼虫の上陸数が多いことから、新河道の水路内環境がホタル幼虫の生息可能な程度に復元されていると評価できる。今後は、蛹、成虫、産卵の生活史ステージを考慮した場合でも新河道でホタル個体群が持続可能かどうかを検討する必要がある⁷⁾。

6. 小動物

(1) 調査方法

鳥類の調査は、日の出から日没まで上流側の上千野橋から下流方向へ、下流側の佃之前橋から上流と下流の両方向に向けて、およそ400mにわたる範囲を目視により定点観察を行った。地図上に種類・飛来時刻・移動経路・滞在中の行動・飛び去った時刻を記録した。観察には

表－3 夏, 秋, 冬に各地点で確認された鳥類と種数

	夏季	秋季	冬季
天端			カラヒラ キジバト ツグミ ハクセキレイ ホオアカ チョウゲンボウ
法面	セッカ	スズメ セッカ	アオジ イカル オオジュリン カシラダカ カラヒラ ジョウビタキ スズメ ツグミ ホオジロ ピンズイ ホオアカ シロハラ
河床	アオサギ ゴイサギ ツバメ カササギ	アオサギ ゴイサギ チュウサギ ダイサギ	キセキレイ コサギ スズメ イソナ
種数	3目4科5種	3目5科9種	3目7科17種

フィールドスコープ・双眼鏡を用いた。

小型哺乳類の調査は、島状に孤立した旧河道の左岸の一部で、生け捕り罠を用いて夜間に行った。生け捕り罠は法面に5m間隔で2列に配置し、34個を帯状に仕掛けた。同時に、夜間に千野川を利用する鳥類・小型哺乳類を確認するため、水辺近くに自動撮影装置を日没前に設置した。調査は夏季（平成14年の7月28～29日）、秋季（9月9～10日と10月12～13日）及び冬季（平成15年2月22～23日）の4回行った。鳥類の分類は小林⁸⁾に従った。

(2) 結果と考察

鳥類調査の結果、6目12科25種が確認された。これらの種の確認状況を表－3に示した。河床では夏と秋にサギ科の鳥類が採餌するのがよく認められたが、冬には見られなくなった。一方、法面は地上に落ちた種子の採餌のために、冬季、頻繁に利用された。冬季に観察された17種のうち、アオジ、オオジュリン、カシラダカ、ジョウビタキ、ツグミ、ピンズイ、シロハラ、タヒバリの8種が冬鳥であり、法面植物の種子がこの地で越冬する冬鳥にとって、重要な飼料源であることが示唆された。夜行性のゴイサギが日の出前に河道から飛び立つのを数回にわたり目撃したが、本種も含めて自動撮影装置に記録された動物はなかった。9月に生け捕り罠でハツカネズミが一頭捕獲された。捕獲地点は工事の過程で裸地化し、切り離され孤立していたので、この個体は植生回復後、旧河道の仮設橋あるいは水面を渡って、移動してきたものと思われた。一方、野焼きにより地表部の観察が容易になった冬季には新河道兩岸の法面で新しいモグラ塚が多数確認され、野焼きがモグラ類の生存に影響を及ぼさないことと、新しい法面がモグラ類の生息に不適ではないことが示唆された。

7. 魚介類

表－4 調査によって確認された介類

	種名	学名
甲殻類	ヌマエビ	<i>Paratya compressa</i>
	ヤマトヌマエビ	<i>Caridina japonica</i>
	ミナミテナガエビ	<i>Macrobrachium formosense</i>
	スジエビ	<i>Palaemon paucidens</i>
	マメコブシガニ	<i>Philyra pismus</i>
貝類	モクズガニ	<i>Eriocheir japonicus</i>
	イシマキガイ	<i>Clithon retropictus</i>
	カワニナ	<i>Semisulcospira bensoni</i>
	マシジミ	<i>Corbicula japonica</i>
	マンカサガイ	<i>Inversidens japonensis</i>
	カラスガイ	<i>Cristaria plicata spatiosa</i>

(1) 調査場所と方法

魚介類の調査地点は、旧河道（St.1）と新河道（St.2）、さらに上流の上千野橋上流付近（St.3）の3箇所とした。調査は春季（平成14年4月1～2日）、夏季（7月17～18日）、秋季（11月7～8日）及び冬季（平成15年1月18～19）の4回行った。

採集には、たも網、刺し網、セルピンを用いた。春には出現種を把握することを目的として採集したが、夏、秋、冬には、生息個体数の定量的評価ができるように採集努力量を考慮しつつ採集した。すなわち、それぞれの漁具による採集を1地点あたり30分とし、夏及び秋には、6人で採集した。冬には3人で採集したので、採集量を2倍して比較した。

各種類につき数個体を10%ホルマリン溶液で固定して実験室へ持ち帰り、さらに詳細な検討に供した。それ以外の採集個体は個体数、およその体長を記録した後、放流した。魚類の分類は中坊⁹⁾、甲殻類は武田¹⁰⁾、貝類は吉良¹¹⁾に従った。

(2) 結果と考察

魚類は6目7科15種、甲殻類は4科6種、及び貝類は4科5種が確認された（表－4）。春季にSt.1とSt.3でボウズハゼが確認されたが、その後は見られなかった。ボウズハゼは、アユと同様に河床の岩石に着く付着藻類を専食する両側回遊魚である¹²⁾。したがって、新河道の河床が粘性土であること、あるいは工事に伴う水の濁りなど、この種の生息に好ましくない要因が多かったことが考えられる。

夏から冬にかけて魚類の定量採集結果を表－5に示す。時間経過に伴い個体数を増やしたのは、ギンブナ及びメダカであった。特にメダカは、新河道では密度が高く、メダカの生息に適した環境であると考えられた。メダカは流れの緩やかな場所を好み、底質より、水面近く的环境要因が重要である。また、水面を覆う植物は、鳥類による捕食を低下させ、水中の植物は産卵床として有効と考えられている¹³⁾。

表-5 夏、秋、冬における各調査地点の採集魚類個体数

種名	季節	夏			秋			冬		
	調査区間	St. 1	St. 2	St. 3	St. 1	St. 2	St. 3	St. 1	St. 2	St. 3
	学名									
ウナギ	<i>Anguilla japonica</i>	2	2		1	1	1			4
ギンブナ	<i>Carassius auratus langsdorfii</i>		2			12	8		26	12
タカハヤ	<i>Moroco jouyi</i>					1				
アユ	<i>Plecoglossus altivelis aitivelis</i>			1						
ボラ	<i>Mugil sephalus cephalus</i>						1			
メダカ	<i>Oryzias latipes</i>	57	243	13	92	200	6	284	466	
カワアナゴ	<i>Eleotris oxycephala</i>			1						
スミウキゴリ	<i>Gymnogobius</i> sp.1			1			2			
ウキゴリ	<i>Gymnogobius urotaenia</i>						1		2	2
ゴクラクハゼ	<i>Rhinogobius giurunus</i>	22	10	5	1	14	16	2	8	6
シマヨシノボリ	<i>Rhinogobius</i> sp.CB	13	16	18		1	21		4	82
クロヨシノボリ	<i>Rhinogobius</i> sp.DA	3	5	5	2		3			4
ヌマチチブ	<i>Tridentiger brevispinis</i>						1			
チチブ	<i>Tridentiger obscurus</i>	1	1		1	1				

その他の魚種、特に底質に密着して生活するハゼ科魚類は、メダカのように新河道で増加する傾向を示さなかった。これらの魚種には砂礫による空隙の多い河床が適しており、新河道の粘性土の多い河床は生息条件として好適ではないと思われた。

冬季、上千野橋上流付近（St. 3）でメダカが観察されなかった。このことについては、上千野橋付近で改修工事が進み、法面表土が露出して水面を覆う植物がなかったことが、原因であったと考えられる。

8. 地域との連携

川づくり工法についての理解と河川環境保全についての認識を深めてもらうために、平成14年5月1日と11月22日に、地元住民、施工業者及び行政担当者との協議を行った。協議は地区の公民館で開催し、地区住民はそれぞれ20数名が参加した。また、11月22日には、地区住民や近くの小学校の児童37名の参加を得て、旧河道の河床中のホタル幼虫の捕獲と新河道への移植を協働した。

9. あとがき

新河道内でホタルの幼虫の上陸が確認されたことや、新河道開削の施工後1年未満で旧河道の植物種が7割近く復元していることなどから、新河道での生態系の復元が着実になされつつあると考える。しかし、生態系復元の成否については、今後の推移をモニタリングして評価する必要がある。今後も本年度に実施した調査を継続して実施して検討する予定である。

謝辞：本研究は、(財)河川環境管理財団の調査研究助成を受けて行った。また、宮崎県串間土木事務所及び(株)国土開発コンサルタントと連携して行った。ここに記して感謝の意を表します。

参考文献

- (財)リバフロント整備センター編：河川と自然環境，理工図書，2000。
- 森下郁子，森下雅子，森下依理子：川のHの条件－陸水生生態学からの提言－，山海堂，2000。
- 土屋十圀：多自然型川づくりの適用と課題，応用生態工学，2(1)，pp. 21-27, 1999。
- 宮脇 昭編：日本植生誌 九州，至文堂，1981。
- 日本緑化工学会：生物多様性保全のための緑化植物の取り扱い方に関する提言，日本緑化工学会誌，27(3)，pp. 481-491, 2002。
- 藤原秀志，杉尾哲：河川改修に伴う河川環境の復元と生態系の保全に関する調査・研究（その2），土木学会西部支部研究発表会講演概要集，pp. B106-B107, 2003。
- 境 裕子，丸谷知己，伊藤 哲：ゲンジボタルの生活環に影響する河川空間の動態に関する研究，九大農芸誌，47(3-4)，pp. 213-222, 1993。
- 小林桂助：原色日本鳥類図鑑，保育社，1963。
- 中坊徹次編：日本産魚類検索，全種の同定，第二版，東海大学出版会，2000。
- 武田正倫：原色甲殻類検索図鑑，北隆館，1982。
- 吉良哲明：原色日本貝類図鑑，保育社，1959。
- 福井正二郎：ボウズハゼの岩面匍行について，魚類学雑誌，Vol. 26, No. 1, pp. 84-88, 1979。
- 佐原雄二，細見正明：メダカとヨシ，現代日本生物誌10，岩波書店，2003。

(2003. 4. 11受付)