

水生生物の生息場に配慮した護岸ブロック工法に関する研究

Research on a revetment method used the concrete block that considers
the environment for habitat of aquatic animals.

本田隆秀*¹ 浅利修一*² 城戸聡*² 力山基*¹ 山中誠*²
Takahide Honda Shuichi Asari Satoshi Kido Motoi Rikiyama Makoto Yamanaka

ABSTRACT : Recently, in disaster construction of a river etc., the ecological concrete block for revetment is used instead of a revetment of concrete. However, the function of the environmental side of this block is not clarified. First, we conducted investigation of physical environment and fishes about the two sections (①natural riverbank, ②a revetment of concrete), before grasping this function. As a result, it turned out that those factors which affects habitation of fishes is the shading effect and the effect of reducing the flow velocity. We investigated in order to compare the three sections (①、②、and ③the block for vegetation) with the block which expects those effects. Consequently, it increased more than the amount of fishes of other sections.

It turned out that the ecological revetment is effective as a method of construction which restores the habitat of fishes in the urban river of monotonous environment, and in the irrigation and drainage canals, etc."

KEYWORDS ; environmental restoration, ecological revetment, fishes, cover of vegetation, riverbank

1 はじめに

河川の災害工事や農業用排水路工事において、コンクリート護岸ブロックは安全性、経済性、維持管理の容易さ等から多く用いられてきた。護岸工は、水生生物のハビタットとして重要といわれている水際部に設置されることが多く^{1)、2)、3)、4)}、「水際線の単調化や固定」といったハビタットの消失が問題となる場合がある^{3)、4)}。平成2年に「多自然型川づくり実施要領」が通達され、その後、平成9年の河川法改正により「河川環境の整備と保全」が河川法の目的として加わり、また、平成14年の土地改良法改正により土地改良事業での「環境への配慮」が法的に位置づけられた。このことにより、護岸設置箇所の生態系や景観を保全するような方法^{1)、3)}が求められ、従来型コンクリート護岸に変わり、環境への負荷を低減した環境保全型護岸ブロック工法の採用が増加している。しかし、この工法の環境機能については、知見が十分蓄積されていないのが現状である。既存研究では、河道の拡幅や従来型コンクリート護岸設置等の典型的な河川工事の前後と10年後の魚類調査において、従来型コンクリート護岸でも僅かに蛇行を残した区間では護岸前面の寄り州や、植生等の河岸微地形により魚類相の回復がみられたとの報告⁵⁾もある。

そこで本研究では、環境保全型護岸ブロック設置前後や近傍の自然河岸における水際域の物理環境と魚類の生息状況の調査^{6)、7)、8)}を定量的に行い、その環境機能（特に魚類の生息状況）を把握した。

2 研究の概要

2. 1 調査位置の概要

* 1 共和コンクリート工業株式会社 技術部 Kyowa Concrete Industry Co., Ltd. Engineering Department

* 2 共和コンクリート工業株式会社 技術研究所 Kyowa Concrete Industry Co., Ltd. Technical Research Center

調査は、木曾川の支川・新境川に合流する（独）土木研究所自然共生研究センターの実験河川A（ほぼ直線で流路延長約 800m）に調査区間を設定して行った。なお、調査区間（測点 No. 3+40.00 付近）の河床勾配は約 1/800、河床幅は約 2.5m、法面勾配は約 2.0 割である。

2.2 実験河川Aにおける人工出水および、調査項目と実施時期

実験河川Aの区分、実施項目、実施日、調査項目、出水状況及び調査項目を表-1に示す。平成14年3月に護岸工事を行っており、工事前に事前調査、工事後に事後調査を行った。調査項目は、物理環境調査、魚類調査、底生動物調査、である。

2.3 事前調査

(1) 事前調査の方法

事前調査は、2区間「従来型コンクリート護岸区間：以下、Con区間（25m）」、「護岸設置前の自然河岸区間：以下、自然区間（25m）」を設定し、平成13年8月と9月（以下、夏期）、10月（以下、秋期）、平成15年3月に2回（以下、冬期）の計5回行った（表-1）。設定した2区間の物理環境調査として、水際域の植物の水面張出し状況⁹⁾と植生内外部の照度を計測し、水量として平常時と出水時の水深や流速を電磁流速計等で計測した（各測点・横断方向50cmメッシュを基本）。また、魚類調査は刺網（目合9mm）で区間を仕切り、電気ショッカー（Smith-Root社製；Model-12B）とタモ網で採捕し、その場で同定、湿重量等を計測した^{6)、7)、9)}。

(2) 事前調査の結果

魚類調査の結果を図-1に示す。5回の調査で19種（ヨシノボリ属は1種とした）、717尾を採捕した。Con区間の湿重量・個体数は5回調査の合計で自然区間の個体数・湿重量を下回る結果となった。調査時期別に比較すると、夏期調査ではCon区間の個体数・湿重量が自然区間を下回る結果となったが、秋期と冬期の調査ではCon区間と自然区間の個体数・湿重量は同程度で、両区間とも夏期に比べて少ない結果となった。

次に、水理調査の一例として流速調査の結果を図-2に示す。Con区間では水際部の流速と中央部の流速分布には差が見られず、単調区間となっていた。夏期の自然区間の水際部では流速が小さく、中央部では大きくなっており、水際部の植生により多様な流速場が形成されていた。一方、植生が枯れた冬季の自然区間の流速はCon

表-1 出水実施日、調査項目、出水状況

区分	実施名	実施日	出水状況・調査項目		
			物理環境	魚類	底生動物
事前調査	出水A	平成13年8月23~24日	1.0t/sec 出水		
	調査①	平成13年8月26~27日	○	○	○
	調査②	平成13年9月27~28日		○	○
	出水B	平成13年10月3・5日	0.5t/sec、1.0t/sec、1.3t/sec 出水		
	調査③	平成13年10月9~10日		○	○
	調査④	平成14年3月1日		○	
事後調査	調査⑤	平成14年3月19~20日	○	○	○
	調査⑥	平成14年8月21~23日	○	○	○
	出水C	平成14年8月30~31日 9月2~3日	0.5t/sec、1.0t/sec 出水		
	調査⑦	平成14年9月2~3日	○	○	○
	調査⑧	平成14年11月8日		○	
	調査⑨	平成15年3月17~19日	○	○	○
	出水D	平成15年3月19日	1.0t/sec 出水		
	調査⑩	平成15年3月20~21日	○	○	○

■ 8月下旬 ■ 9月下旬 ■ 10月上旬 ■ 3月上旬 ■ 3月下旬

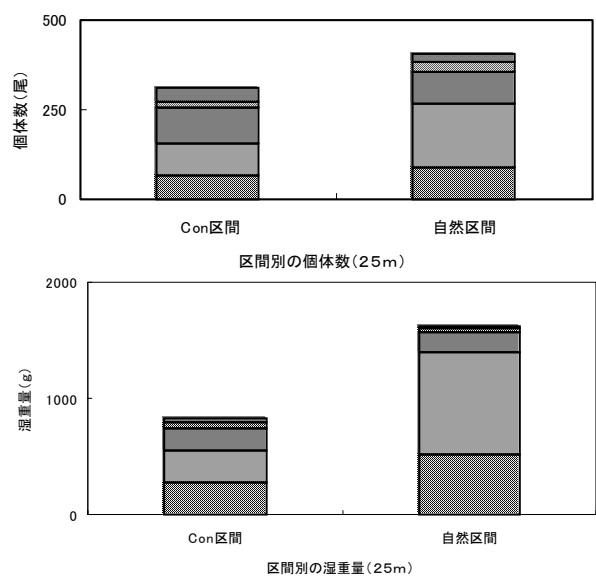


図-1 区間別にみた魚類の湿重量・個体数（事前調査）

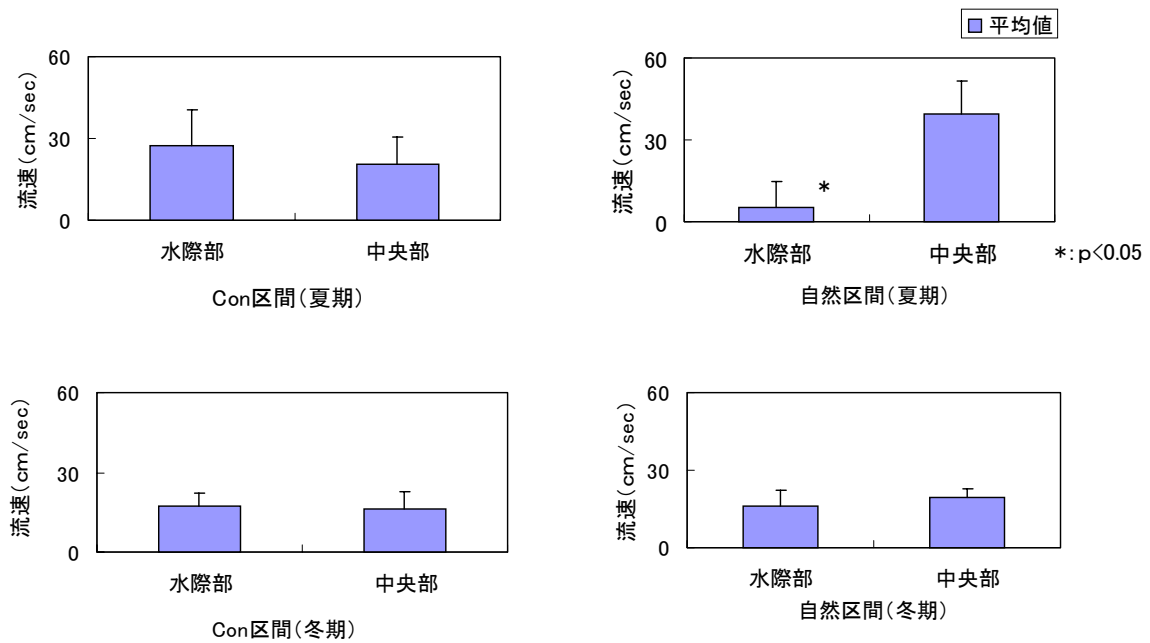


図-2 区間別の水際部と中央部の流速（調査時期別）



植生倒伏時



植生繁茂時

写真-1 同一流量（約1.0 t/sec）に対する水位（事前調査）

区間と同様に水際部、中央部の流速に差が見られず、流れは単調となっていた。

この植生状況の違いによる出水時の水位状況を写真-1に示す。右写真は夏期の植生が繁茂した自然区間に出水（流量約1.0 t/sec）を与えた時の水深約1.0mの状況である。左写真は植生を倒伏した状態の自然区間に同一流量を与えた時の水深約0.6~0.7mの状況であり、粗度の違いによって流下能力に差が見られた。

照度調査（秋期）では、Con区間中央部で80,000~100,000(Lux)程度に対し、水際部で3,000~6,000(Lux)程度と低く、植生による遮光作用が見られた。冬期には鳥類等の飛来や水生生物の捕食状況を目視確認した。これは水際部の植生が枯れたことで、その植生によるカバーが消失し、鳥類が魚類等を捕食し易い環境となったためと考える。

2.4 事前調査結果を踏まえた護岸構造の提案及び、事後調査

(1) 護岸構造の提案

事前調査の結果より、水際部の植生カバーにより流速や照度の分布が変化し、魚類の生息量（個体数・湿重量）が増加した。その一方で、植生によって粗度が大きくなり流下能力が低下した。

そこで、護岸設置予定区間の下流側10mは、左岸に水際域復元ブロック護岸（以下、水際B区間）とした。護岸構造は、図-3に示す様に流下断面を出来る限り阻害しないよう控長の15cm異なるブロック（一般的なブロック積擁壁の控長35~50cmの範囲内）とし、水際部を平面的に見て凸形状とした。これは、凸形状による流況の多様化に伴う河床材の変動、更にはその河床材の変動によって底生動物の生息状況を変化（魚類の餌場）させる

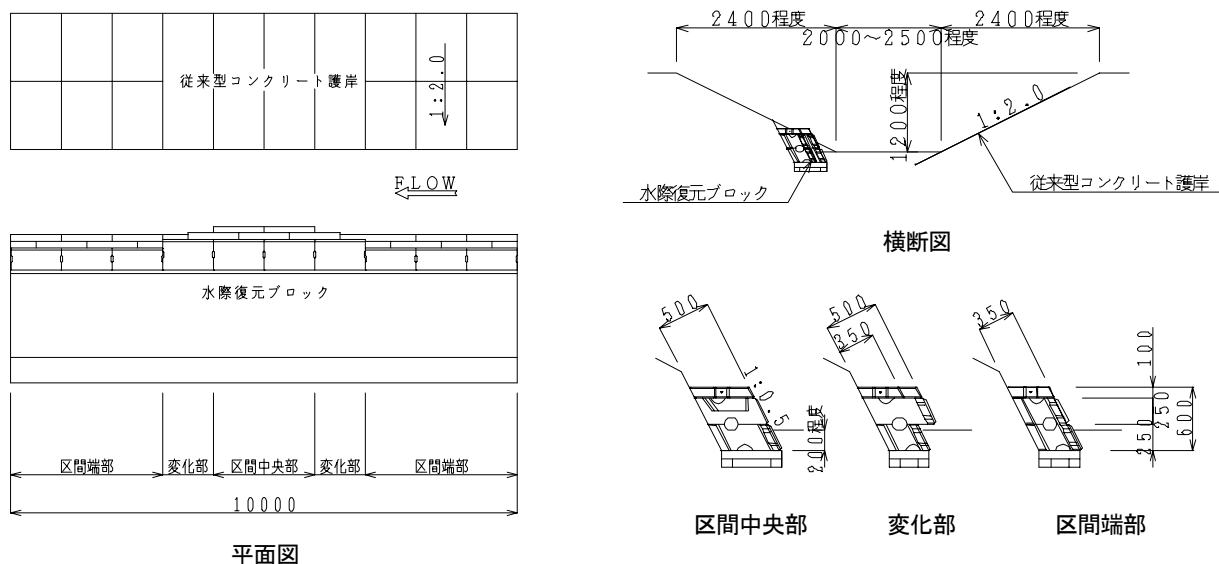


図-3 水際復元ブロック区間護岸構造概略図 (単位: mm)

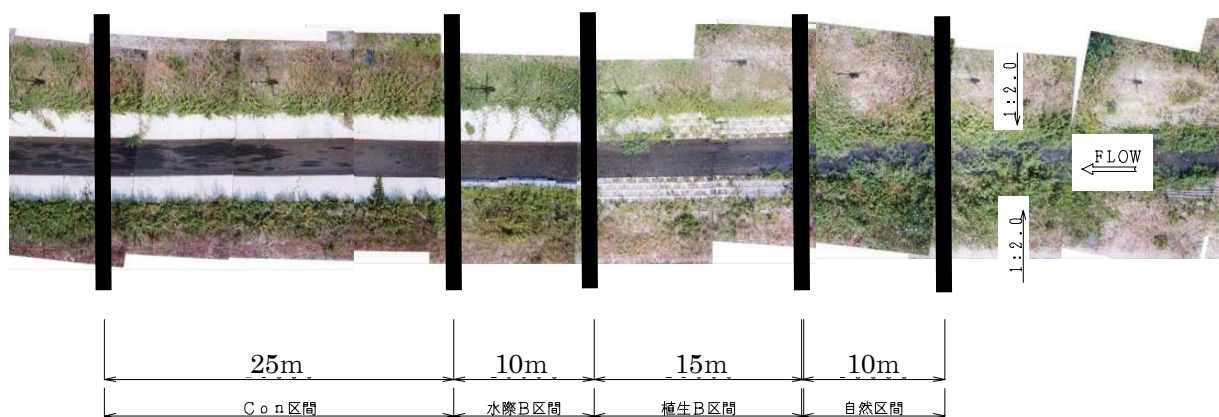


図-4 事後調査区間 (撮影平成14年7月)

ような構造とし、魚類にとって多様な生息環境^{5)、6)、7)、8)}を期待するものである。また、断面的方向のオーバーハング形状やブロック内部に入組んだ空洞部を設けることで、流速の低減や遮光作用による魚類等の走流性¹⁰⁾、走陰性^{10)、11)}を利用した集魚効果、あるいは鳥類からの捕食圧の低減等を期待する構造とし、以下、これらの作用・効果をカバー効果と定義する。

なお、この区間の対岸は植物が生育しない様、従来型コンクリート護岸とし、この区間の上流側両岸15mは植生ブロックを2割勾配で布設した植生ブロック護岸区間とした (以下、植生B区間)。

(2) 事後調査の方法

事後調査は図-4に示すとおり、(1)で提案した水際B区間(10m)、植生B区間(15m)に、事前調査と同様のCon区間(25m)、自然区間(10m)を加えた4区間を設定した。調査は平成14年8月と9月(以下、夏期)、11月(以下、秋期)、平成15年3月に2回(以下、冬期)の計5回行った(表-1)。調査方法は基本的に事前調査と同様の項目とした。ただし、水際B区間の水理調査は水際域について詳細(水際から50cmまでを12.5cmメッシュ)に計測した。更に底生動物調査はサーバーネット(25×25cm、目合0.5mm)を用いて採集したのち、同定、湿重量等を計測した⁹⁾。

(3) 事後調査の結果

魚類調査結果を図-5に示す。5回の調査で22種(ヨシノボリ属は1種とした)、1557尾を採捕した。水際B区間の湿重量・個体数は他区間と比較して、全調査の累積で最も多い結果となった。

次に、水理調査の結果の一例を、図-6に示す。図-6左は水際B区間の水際部の夏期平常水位(流量約0.1

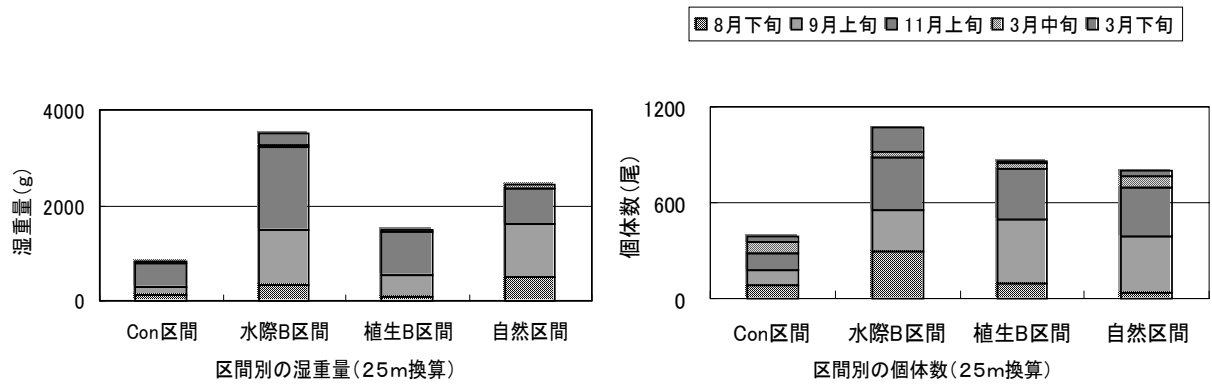


図-5 区間別にみた魚類の湿重量・個体数（事後調査）

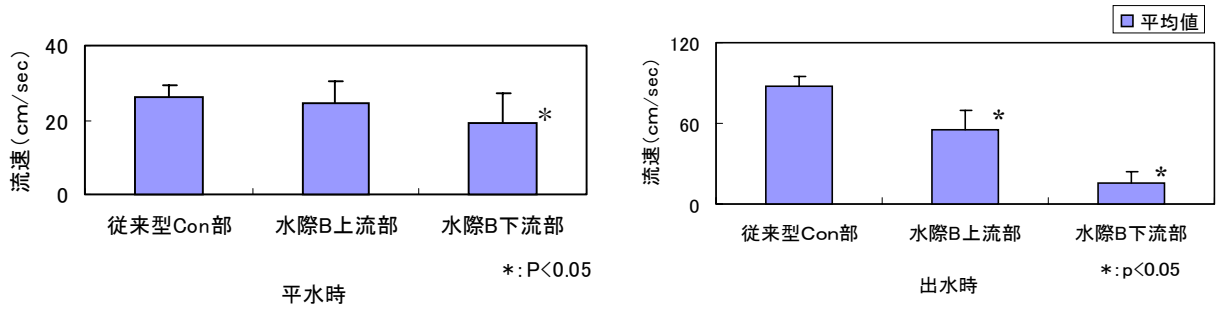


図-6 護岸形態別にみた水際部の流速

t/sec)における流速測定結果を示したものである。左岸水際域復元ブロック護岸の下流部（水際B下流部）の流速は、上流部（水際B上流部）及び、右岸の従来型コンクリート護岸部（従来型Con部）の流速と比較して小さく、よどみ域が形成されていた。図-7右は水際B区間の水際部の冬期出水時（流量約1.0 t/sec）における流速測定結果を示したものである。左岸水際域復元ブロック護岸の下流部（水際B下流部）の流速は、上流部（水際B上流部）及び、右岸の従来型コンクリート護岸部（従来型Con部）の流速と比較して小さく、平常水位と同様によどみ域が形成されていた。しかし、出水時の水際復元ブロック護岸の上流部（水際B上流部）の流速は、右岸の従来型コンクリート護岸部（従来型Con部）の流速と比較して小さく、平常水位と異なっていた。これは、水際B区間の護岸凸部構造の影響によるものと考えられる。

図-7は、水際B区間における出水時の河川横断方向中央部（以下、中央部）と左岸の水際域復元ブロック護岸の水際部（水際B部）、および、右岸の従来型コンクリート護岸水際部（以下、従来型Con部）の流速測定結果を示したものである。水際B部の流速は、従来型Con部の流速、および、中央部の流速と比較して小さくなっていた。従来型Con部の流速と中央部の流速には差が見られなかった。この護岸凸部の流況変化の影響により、河床材に変化が生じ、凸部上流側は浮き石、凸部下流側は砂・シルトの堆積により沈み石となったことを目視により確認した。更に、この河床材料の変動によって、底生動物の生息状況にも違いが見られた^{12), 13)}。

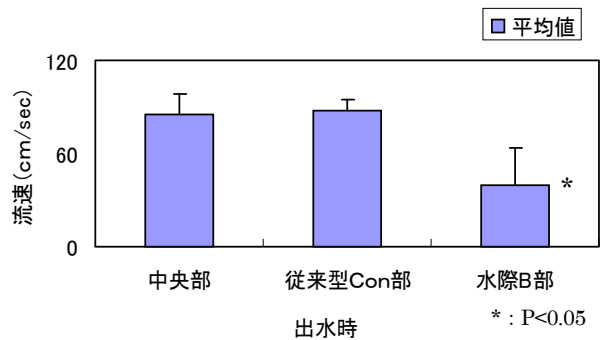


図-7 出水時の護岸形態別の水際部と中央部の流速

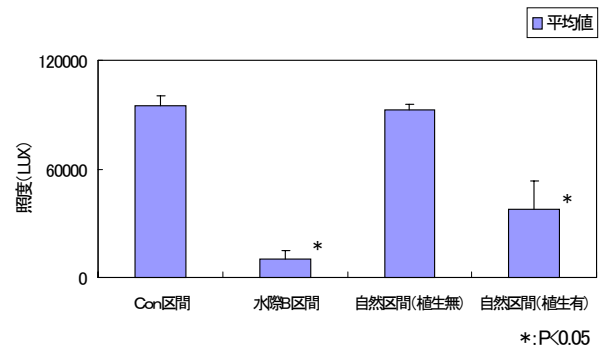


図-8 護岸形態別の水際部の照度

この水際 B 区間の水際域に変化を与えた出水時（流量約 1.0 t/sec）の水位は約 0.6～0.7m であり、事前調査で植生が繁茂した自然区間（夏期）での出水（流量約 1.0 t/sec）時の水位（約 1.0m）より低く、秋期の植物が枯れ始めた自然区間や Con 区間の水位と同程度であった。

図-8 は植生内部の照度を測定した結果（冬期）である。水際 B 区間における水際部の照度が Con 区間や自然区間の植生内部と比較して低い結果となった。これは、自然区間の植生が枯れる一方で、水際 B 区間ではオーバーハングやブロック内部に入組んだ空洞部形状の遮光効果が、夏期・冬期といった調査時期によらず維持されていたためである。

3 まとめ

以上のことから、水際 B 区間の魚類個体数・湿重量が、他の区間と比較して多くなった要因は、護岸の凸部構造による多様な流速場（よどみ域）の形成、それに伴う河床材変動による底生動物の生息場の形成、遮光効果による陰影の形成、オーバーハング形状による避難場の形成といった夏期の自然区間と同様に、多様な物理環境を形成させたためと思われる。

魚類の生息環境に着目し、事前調査の結果で得られた植生のハビタットとしての効果（遮光効果、流速低減効果、捕食圧の低減）を護岸に付加し、物理環境（流速、照度等）と魚類生息量を定量的に調査した。その結果、提案した護岸ブロック工法は、調査時期によらない遮光効果や、出水時・平常水位での流速低減効果を確認した。その環境下で魚類生息量（個体数・湿重量）が多い結果となった。このことは、単調化した都市河川や農業用排水路等での、特に、魚類の越冬環境¹⁴⁾の復元工法として有効であると考ええる。また、平常水位時や出水時等の流量変動（自然の流水の力）に対して河床材料を変動させ、底生動物の生息状況にも影響を与えた¹⁵⁾。

これまで、経験的に用いられてきた環境保全型ブロックや魚巣ブロックも、今後、復元目標を設定し、環境機能を有したブロックの選定が必要である。そのためにも、定量的、かつ、継続的な調査データの蓄積が重要であると考ええる。

謝辞

本研究は（独）土木研究所自然共生研究センターの活用研究として実施させて頂きました。調査の機会を与えて頂きましたアドバイザー委員の先生方々、同センターの萱場センター長、皆川研究員、河口特別研究員、（国）中部地方整備局河川部河川工事課（前・中部技術事務所環境共生課）水野係長、並びに、本研究にご協力頂きました方々に厚く御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 建設省河川局：改訂新版建設省河川砂防技術基準（案）同解説設計編 I、pp. 32-48、1997.
- 2) （社）全国防災協会：美しい山河を守る災害復旧基本方針、pp. 1-1～1-34、2-1～2-60、2002.
- 3) 農林水産省農村振興局：土地改良事業計画指針、pp. 1-57、2002.
- 4) 小出水規行他：農業用排水路網における魚類生息分布とその環境、応用生態工学研究会第 6 回研究発表会講演集、pp. 39-42、2000
- 5) 林田寿文他：田川における河川改修 10 年後の魚類生息環境及び、魚類相の変化、第 55 回土木学会年次講演会、2000
- 6) 萱場祐一他：直線河道における魚類生息環境の復元の試みとその効果、河川技術論文集、pp. 369-374、2001.
- 7) 河口洋一他：実験河川における魚類の分布と生息環境の関係、土木技術資料、Vol. 44、No. 10、pp. 26-31、2002.
- 8) 井上幹生他：小河川の物理的環境構造と魚類の微生息場所、日本生態学会誌、Vol. 44、pp. 151-160、1994.
- 9) 建設省河川局河川環境課：平成 9 年度版河川水辺の国勢調査マニュアル河川版（生物調査編）、1997.
- 10) 有元貴文他：魚の行動生理学と漁法、恒星社厚生閣刊、1995.
- 11) 井上実他：河川魚類の明・暗環境における走向行動、日本水産学会誌、Vol. 12、No. 48、PP. 1697～1701、1982.
- 12) 百瀬浩他：ダム湖畔における水路の環境整備と流水性生物の生息場所創出効果、環境システム研究論文集、Vol. 28、pp. 233-240、2000.
- 13) 谷田一三：生息場所・種・生態関係の多様性から「多自然型川づくり」を考える、水処理技術、Vol. 37、pp. 443-451、1996.
- 14) 渡辺恵三他：積雪寒冷地におけるサクラマス幼魚の越冬環境と河川構造～その創出に向けた事前調査結果から～、応用生態工学研究会第 6 回研究発表会講演集、pp. 39-42、2000.
- 15) 皆川朋子他：流量変動が生物に及ぼす影響に関する実験的検討、河川技術論文集、pp. 191-196、2000.