

裂田の溝における護岸改修工事が 魚類生息量に与える影響

EFFECTS ON ABUNDANCE OF FISHES
BY BANK PROTECTION WORKS IN SAKUTA DITCH

神尾章記¹・渡辺亮一²・山崎惟義³・島谷幸宏⁴
河口洋一⁵・渡辺健一⁶

¹学生会員 福岡大学大学院 工学研究科水圏システム専攻 (〒814-0180 福岡市城南区七隈8-19-1)

²正会員 博(工) 福岡大学講師 工学部社会デザイン工学科 (〒814-0180 福岡市城南区七隈8-19-1)

³正会員 工博 福岡大学教授 工学部社会デザイン工学科 (〒814-0180 福岡市城南区七隈8-19-1)

⁴正会員 工博 九州大学教授 工学研究院 環境都市部門 (〒819-0395福岡市西区元岡744)

⁵正会員 博(学術) 九州大学助教 工学研究院 環境都市部門 (〒819-0395福岡市西区元岡744)

⁶学生会員 福岡大学 工学部社会デザイン工学科 (〒814-0180 福岡市城南区七隈8-19-1)

According to the field observation results performed in SAKUTA ditch, it becomes clear that 24 species of fishes are existed. In recent years, however, there have been increasing demands from local residents for the creation of the convenient irrigation channel.

The objective of this study is to evaluate the fish habitat and to discuss the relationship between vegetation covered ration and physical environmental condition in SAKUTA ditch. The study results indicate that the density of fishes in channel is related to the vegetation covered ratio and the velocity distribution in the ditch. These results suggested that the water's edge structure and the vegetation covered ratio in channel are greatly influenced to fish habitat evaluation.

Key Words : SAKUTA ditch, bank protection works, vegetation covered ratio, water's edge structure, fish, irrigation channel

1. はじめに

福岡県筑紫郡那珂川町を流れる裂田の溝(うなで)は、一の井手から取水され山田・安德地区の水田を潤す延長5kmに及ぶ農業用水路である。裂田の溝はその開削の謂れが日本書紀に記されている非常に歴史的価値も高い水路¹⁾であると同時に、今も現役の水路として用いられている稀有な水路である。しかしながら、農業用水路としての性格上、数年前から護岸改修工事が行われ、平成19年度末に対象区間の工事が終了した。

これまでに、筆者らは、改修対象区間において2004年から2006年まで改修前の護岸および水路内の物理的環境調査および魚類・植生調査を行ってきた。この三年に渡る調査結果より、抽水性植物(マコモ)や沈水性植物(オオカナダモ)が繁茂している土破護岸区間では、魚類の生息量が多いことが報告され²⁾、マコモを優占種とする抽水性植物が土破の部分に繁茂している場合には、

水路内に覆いかぶさっている葉の部分が陸上カバーとなり、魚類にとって敵からの隠れ場となること、およびオ

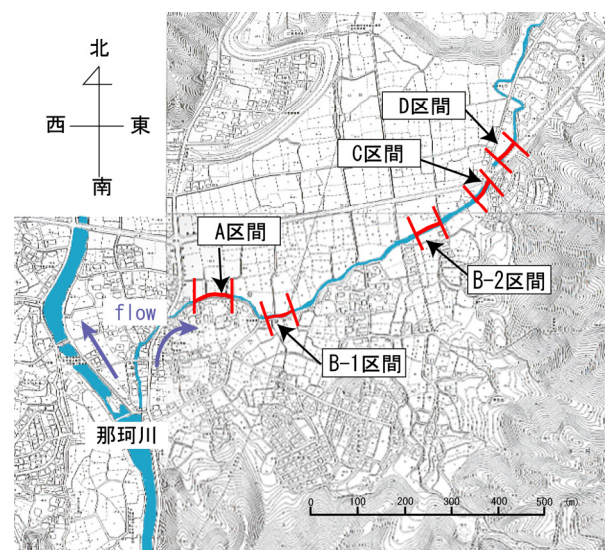


図-1 調査区間概要

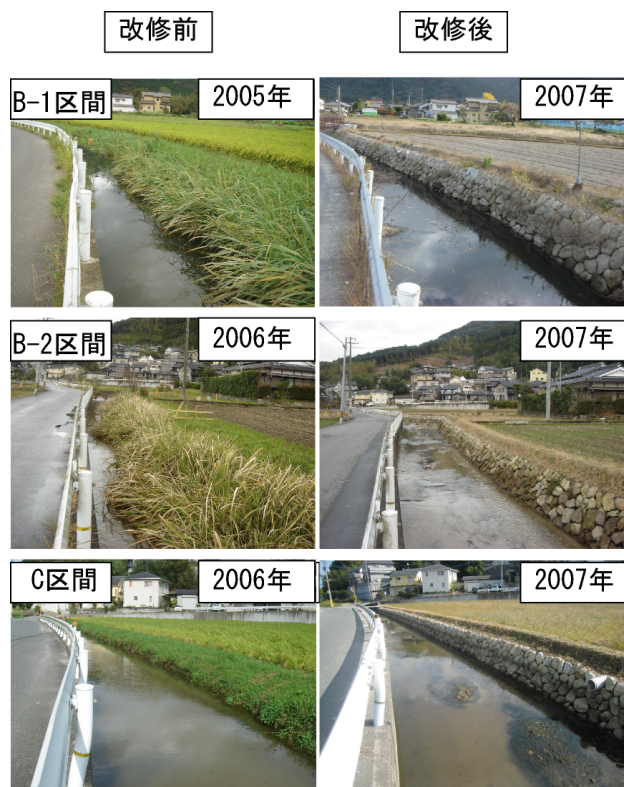


図-2 護岸改修区間の改修前後の様子

オカナダモを優占種とする沈水性植物が水路内に繁茂している区間では、水中カバーによる流速低減効果によって魚類の生息量に影響を与えていることがわかっている^{3) 4) 5)}。

今回調査を行った約1kmの区間（図-1参照）を含む水路には、24種の淡水魚が確認されており、福岡県のレッドデータブックに記載されている種も多く生息している。平成15年から開始された改修により、B-1、B-2、C区間は土羽・石積護岸から空石積護岸に改修する工事が行われた。図-2は、改修前後を比較した様子を示している。この護岸改修工事により、魚類にとって良好な生息環境が変化すると考えられ、筆者らは改修後もこれまでと同様な手法を用いて同一箇所でモニタリング調査を行った。実際の農業用水路を対象とした護岸形状の違いが魚類の生息量に与える影響に着目した研究としては鬼倉ら⁶⁾の研究があるが、本研究では護岸改修前後での、魚類の生息量にどの程度の違いがあるかについて考察を加えている。

2. 調査概要

(1) 調査区間

調査は2004年から2007年にかけての農閑期（11月初旬）に、福岡県那珂川町を流れる裂田の溝の上流部分（取水口から約1kmの区間：図-1参照）で行った。裂田の溝は、背振山を水源とする二級河川那珂川から一の井手において取水され、その後再び那珂川に合流する延長

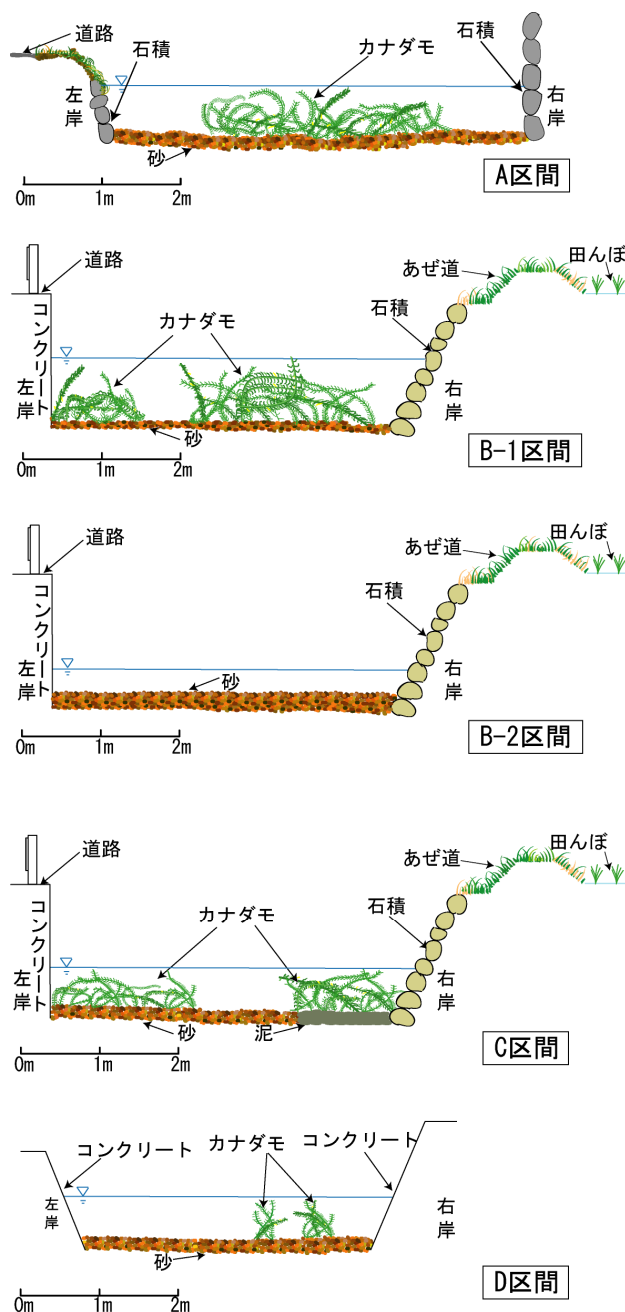


図-3 調査区間概略

約5km、現在約150haを灌漑する農業用水路である。図-1は、裂田の溝の位置および調査区間の概略を示している。今回の調査では、取水口から約1kmまでの区間において、A、B-1、B-2、C、D区間の五つの条件を設定した。この5区間は、改修前の護岸形状・植生分布の違いにより類型化している。このうち、B-1、B-2、C区間は平成19年度末に護岸改修工事が行われた。図-3は、2007年調査時の状況をもとに各区間の概略を示している。表-1は、2004年から2007年にかけての各調査区間の平均水面幅と平均水深の値を示している。1区間を5断面に分け、その平均を算出した。A区間の両岸は石積護岸であり、他の区間と比べると、浮石が多くみられ、魚類の餌となる水生昆虫が多く生息している。水路内には沈水性植物のオカナダモが繁茂している。表-1より、4年間の調査期

表-1 護岸改修前後の各区間の平均水面幅と平均水深の比較

	2004年		2005年		2006年		2007年	
	平均水面幅(m)	平均水深(m)	平均水面幅(m)	平均水深(m)	平均水面幅(m)	平均水深(m)	平均水面幅(m)	平均水深(m)
A	3.25	0.19	3.23	0.22	3.22	0.28	3.05	0.19
B-1	3.86	0.36	3.58	0.48	3.90	0.56	3.87	0.37
B-2	2.82	0.29	2.47	0.21	2.09	0.25	3.62	0.11
C	3.52	0.36	3.60	0.30	3.60	0.17	3.62	0.16
D	3.81	0.19	3.83	0.17	3.24	0.26	3.73	0.21

■ は、改修後の値を示している

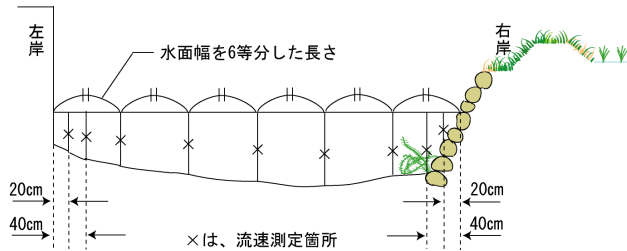


図-4 水路内の物理環境測定ポイントの設定

間に渡って、平均水面幅・平均水深ともにほとんど変化していないことがわかる。B-1区間では右岸が、今回の護岸改修により土羽護岸から空石積護岸となった。左岸は従来通りコンクリート護岸である。平均水面幅は4m程度、平均水深は約0.4m程度であり、改修前後での変化は小さい区間であり、河床材料は砂である。この区間は、水路内にオオカナダモが多く繁茂しているため、他の区間と比べて水路内の流速が遅く、水深がやや深くなっているのが特徴である。B-1区間は、改修前後共にオオカナダモが繁茂している。B-2区間は、右岸が改修により空石積護岸、左岸が従来通りコンクリート護岸であり、護岸の形状は、B-1区間と同じであるが、水路内の植生状態が異なっている。B-2区間は、改修前は、マコモ、オオカナダモが繁茂していたが、改修後はマコモが消失し、オオカナダモが激減している。改修前の平均水面幅約2.5m・平均水深約0.25mに対して、改修後の平均水面幅は約3.6m・平均水深約0.1mであり、今回の改修区間において最も平均水面幅、平均水深が変化した区間である、このため護岸改修の影響と断面拡幅による影響が合わさって出ている可能性がある。C区間は、右岸が空石積護岸、左岸がコンクリート護岸であり、護岸の形状は、B-1・B-2区間と同じであり、水中にオオカナダモが繁茂している。改修前後の平均水面幅・平均水深はほとんど変化していない。最後に、D区間は全区間のコントロールとなる二面コンクリート張りの区間（改修後20年以上経過）を示している。水中には、オオカナダモが、生えている。他の区間と比べ、流速が速いため、河床材料は礫と砂である。

(2) 調査方法

裂田の溝における護岸改修が魚類の生息に与える影響

を把握するために、護岸改修前の1箇所（A区間）、1年前に改修が行われた3箇所（B-1、B-2、C区間）と改修後20年以上経過しているD区間の計5区間で調査を行った。調査手順は、魚類調査の前に物理環境調査および植生調査を行い、これらの調査が終了した一週間後、魚類調査を実施した。

水路の物理環境調査は、水路および水際部の物理的な環境要素として水路幅・水面幅・水深・流速・河床材料の五項目および植生率の計測を行った。これらの環境要素の計測は、2004年10月27日、2005年10月26日、2006年10月25日および2007年10月25日に行なった。図-4は、物理環境調査測定ポイントを示している。物理環境的にほぼ同じであるとみなせる20mの計測区間を縦断方向に5mごとに区切り計測を行なった。護岸から20、40cmのポイントと水面幅を6等分した長さ計9ポイントを計測ポイントとし、左岸側から計測を行なった。水深は、0.5m単位で測り、流速は電磁式流速計（株）東邦電探社製の小型電磁流速計TK-105型：04年、マーシュマックバーニー社製の電磁式流速計モデル2000 FLO-MATE：05～07年）を用いて6割水深にあたる箇所の流速を3回計測した。河床材料は、2004年と2005・2006・2007年で計測方法が若干異なっている。2004年は、各区間の底質を左岸、流心、右岸の3つのポイントで土砂を採取した。採取した土砂の体積は30×30×5cmである。土砂は研究室に持ち帰り、一日乾燥させた後、ふるい分け試験を行った。2005・2006・2007年は、観測点を中心とする縦0.5m×横0.5mの範囲に優占する河床材料を砂（Sand:0.06～



図-5 魚類生息調査時の様子

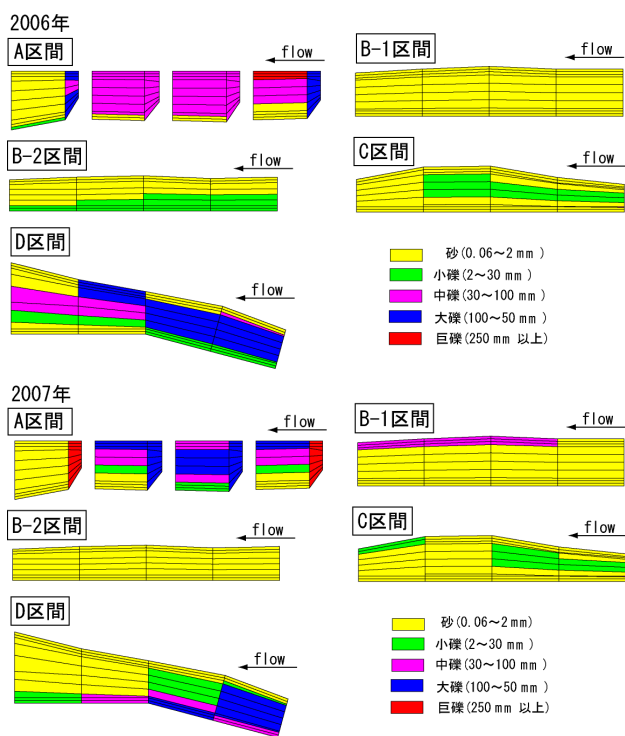


図-6 護岸改修前後の河床材料の変化

2mm), 小礫 (Gravel: 2~30mm), 中礫 (Pebble: 30~100mm), 大礫 (Cobble: 100~250mm), 巨礫 (Boulder: 250mm以上), 岩盤 (Bedrock) の6段階に区分し目視により測定した。植生率の計測は、区間ごとに目視で観察した植生の範囲を1マス1m²のセル上に、平面的に植生部分、水面面積部分を描く。その後、手計算により断面内の水面面積と植生範囲を算出し、一区間のカバー率を求めた。水中内の植生のカバー率を水中カバー率、陸上からの植生のカバー率を陸上カバー率と定義している。魚類の生息量調査日は、2004年の11月4、5日の2日間および2005年11月1、2日の2日間、2006年10月26日、11月8日の2日間、2007年11月1、2日の2日間で行なった。各調査区間は、物理環境調査区間と同じである。また、図-5に示すように1回当りの採取区間は5mとし、区間の上下に仕切り網(網目サイズ2cm×2cm)を設置して、15分間採取を行なった。一区間で採取を行なった人数は4人で、2人ずつ左岸と右岸に分かれて下流から行なった。なお、採取にはサデ網(口径0.6m×2個、口径0.8m×2個)を使用した。採捕した魚類・甲殻類は、種ごとに個体数と体長を記録した後、調査区間に放流した。

3. 調査結果

(1) 物理環境調査結果

表-1から、改修前後で最も変化が激しかった区間はB-2区間であり、水面幅が約1.5倍に広がり、水深は約半分に減少している、これに対して改修が行われたB-1・C区間ではほとんど水面幅と水深は変化していないことが

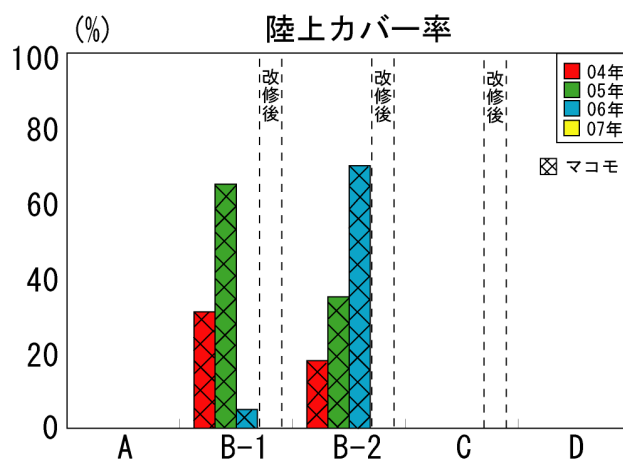


図-7 各区間の植生による陸上カバー率の変化

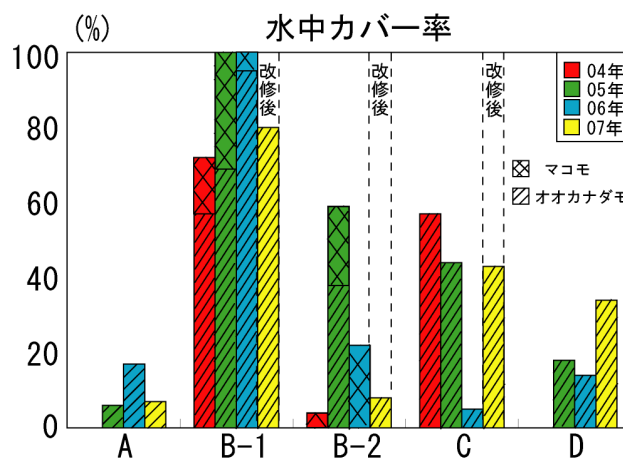


図-8 各区間の植生による水中カバー率の変化

わかる。図-6は、2006年と2007年の河床材料の分布状況を表している。この図から、改修前後で河床材料の構成要素はほとんど変化していないことがわかる。

(2) 植生の観測結果

図-7は各区間における植生の陸上カバー率の変化、図-8は植生の水中カバー率の変化を表している。ここで、陸上カバーとは、水面下に根茎のある抽水植物による水面上のカバーのことを指し、水面上をどの程度植物が覆っているかを表す指標である。また、水中カバーとは、水面下に繁茂している沈水植物によるカバーのことを表し、上から見た時に沈水植物がどの程度水路内を覆っているかで表現している。図-7より、抽水植物による陸上カバーは、改修後には消滅していることがわかる。次に、図-8より、改修前後で沈水植物による水中カバーは、B-2区間において、最も激しく減少していることがわかる。また、護岸改修が行われたB-1区間では水中カバーにはほとんど変化は見られず、C区間では改修後、水中カバーが約4倍に増加していることがわかる。

(3) 魚類の生息調査結果

各調査区間の魚類生息密度について、一元配置の分散

分析を行い、多重比較した。2005年と2007年を比較した場合、B-1、B-2区間で危険率1%の有意差が見られ、C区間で危険率5%の有意差が見られた。また2006年と2007年と比較した場合、B-2区間において、危険率1%の有意差が見られた。検定結果から考察すると、護岸改修前後の魚類生息密度差は、水路改修による影響と考えられる。図-9は、2004～2007年にかけての各区間の魚類の生息量の変化を示している。この図の縦棒エラーチャートは、変数の分布の様子を中心値、エラーバーで表したものである。中心値には平均を、エラーバーは最大値を表している。この図から、2007年に改修が行われていないAおよびD区間においては魚類の生息量はほとんど変化していないことがわかる。これに対して、護岸改修が行われた地点では、B-2区間において魚類の生息量が激減していることがわかる。また、護岸改修が行われたB-1・C区間においては、改修後に魚類の生息量が前年よりも多くなっていることがわかる。

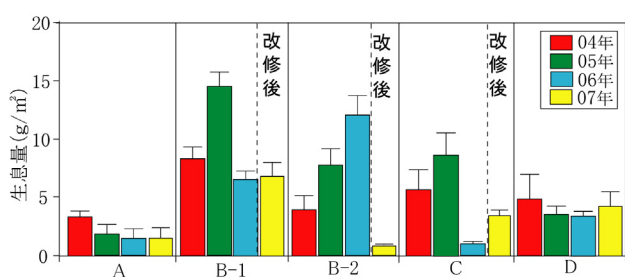


図-9 各区間における魚類生息量の変化

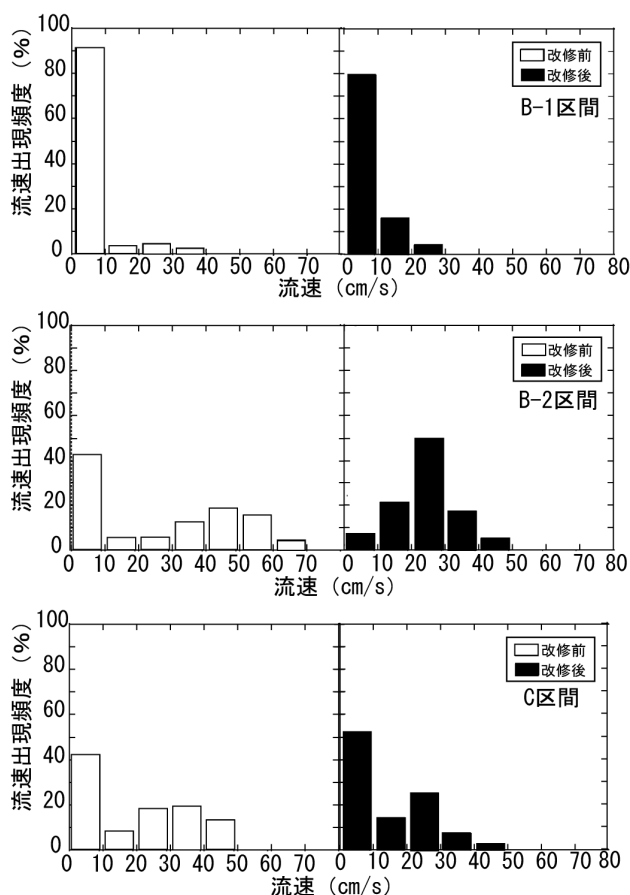


図-10 護岸改修区間の改修前後の水路内流速

4. 考察およびまとめ

(1) 護岸改修に伴う水路内の物理的変化

a) 護岸改修前後の水路内流速分布および水深

図-10は、2007年に改修が行われたB-1・B-2・C区間における流速出現頻度、図-11は同区間における水深出現頻度を示している。これらの図から、改修前後に水路内の流速分布が最も変化しているのはB-2区間であることがわかる。これに対して、B-1・C区間は、水路内の流速分布がほとんど変化していないことがわかる。B-2区間では、護岸改修の結果、土破護岸から空石積みの護岸へと代わり、陸上カバーを構成していた抽水植物が消失し、水路内が全体的に拡張され、水深も浅くなった結果、単調な流速分布へと変化したと考えられる。B-1およびC区間においても同様な護岸改修が行われた（図-2参照）が、この二つの区間では改修前後の平均水面幅と水面幅がほとんど変化していないことから、水路内の流速分布に大きな変化が見られなかったと考えられる。ただし、図-11より、水深に関しては護岸改修後、どの地点においても水深に偏りが見られ、水深の単調化傾向が表れている。

b) 護岸改修前後の河床材料の変化

図-6から、2007年に改修が行われたB-1・B-2・C区間において観測した結果と改修前の2006年の河床材料の構

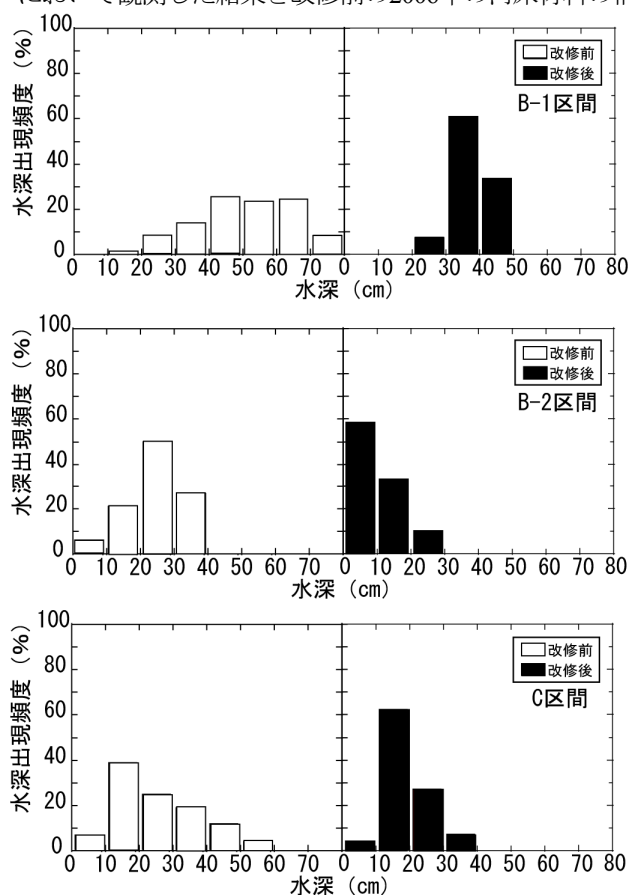


図-11 護岸改修区間の改修前後の水路内水

表-2 改修前後に出現した魚種と個体数

2006年					
種名	A	B-1	B-2	C	D
オイカワ	18	9	7		24
カワムツB型	66	24	77	110	117
☆オヤニラミ	4	5			
ギンブナ	2		1		
ムギツク	1		1	1	
イトモロコ					
タカハヤ					
☆アリアケギバチ	1	19			1
カマツカ	2		13	2	9
ドンコ	3	68	65	22	16
☆ドジョウ		6	2		7
ナマズ		2			
ヤマトシマドジョウ	45	7	9	28	42
ヨシノボリ類					3
☆スナヤツメ					
種数 15(4)	9	8	8	5	8
2007年					
種名	A	B-1	B-2	C	D
オイカワ	3	100	23	10	24
カワムツB型	41	270	41	32	95
☆オヤニラミ	1				
ギンブナ		11		3	
ムギツク	1				
イトモロコ					3
タカハヤ	23	16			
☆アリアケギバチ	2				6
カマツカ	2		8		2
ドンコ	14	25	1	27	57
☆ドジョウ	1	1	5	6	13
ナマズ		1			
ヤマトシマドジョウ	11	14	21	47	13
ヨシノボリ類	4	4	1	2	15
☆スナヤツメ					6
種数 15(4)	11	9	7	7	10

☆は福岡県レッドデータブックに記載されている絶滅危惧種で
() 内の値はその種数を示している

は改修後を表している

成要素を比較すると、B-1区間右岸側の水際部に中礫が堆積している程度で、その他の地点では改修前後で河床材料はほとんど変化していないことがわかる。これは、今回の改修によって生じた流速状況の変化程度であれば、河床材料の変化までは引き起こさないことを示していると考えられる。

(2) 護岸改修に伴う魚類生息量の変化

図-7, 8, 9から、護岸改修前後で水路内での植生状況と魚類の生息状況に最も大きな変化が表れたのはB-2区間であることがわかる。B-2区間では、植生による陸上カバーを構成していた抽水植物が消失したことに加えて、水中カバーもそれまでの半以下に減少しており、流速分布も同時に単調化している。このため、この区間においてのみ魚類の生息量が激減したと考えられる。ただし、水路内の水中カバーが失われた原因は支流からの砂の輸送が原因であると考えられる。同様な護岸改修が行われたB-1・C区間では、水深は単調化傾向にあるものの、護岸改修後に水路内に沈水植物が繁茂したため流速分布は改修前とほとんど変化しておらず、C区間においては改修前よりも魚類の生息量が増加していることがわかる。表-2は、各区間における魚類調査で出現した種数と個体数の概略を表しており、

表中の☆印は福岡県のレッドデータブックに記載されている絶滅危惧種である。この表より、護岸改修前後で水路内に生息している魚類の種数および個体数に目立った変化は現れていないが、絶滅危惧種に着目してみると、護岸改修区間においてはドジョウ以外の種は出現していないことが明らかとなった。

5. 今後の課題

農業用水路における護岸改修が魚類の生息量に与える影響について観測を行った結果、魚類の生息量に関しては、水路内の植生が回復するに伴って復元してることが明らかとなった。しかしながら、生息量は回復しても、以前から生息していた種が全て戻ってくるわけではなく、いわゆる単調な環境でも生息して行ける種が優先的にその生息場に戻ってきていると考えられる。今回の調査では、護岸改修後に生息が確認できなくなった絶滅危惧種の代表的な種としてオヤニラミとアリアケギバチが挙げられる。この2種は裂田の溝においてB-1区間に最も多く生息していた種であった。護岸改修後、確かにB-1区間の魚類生息量はほとんど変化していないが、何故、この2種が戻ってこないかについては十分に考察できていない。今後のモニタリング調査において希少種の存在可能性を探ることを継続することによって、護岸改修工事が希少種に与える影響について明らかにしていきたいと考えている。

謝辞：那珂川町の「なかがわの環境を考える会」の皆様には、調査に関するアドバイスや調査を行いやすいように便宜を計っていただき誠にありがとうございました。ここに記して謝意を示させていただきます。

参考文献

- 1) 那珂川町教育委員会：郷土誌那珂川，福岡県筑紫郡那珂川町，1981。
- 2) 渡辺亮一他：裂田水路における水際および水路内植生が魚類の生息量に与える影響，水工学論文集，vol.52，pp1153-1158，2008。
- 3) Kawaguchi, Y. Saiki, M. Mizuno, T. and Kayaba, Y.: Effects of different bank types on aquatic organisms in an experimental stream: contrasting vegetation cover with a concrete reventment, Verh. Internat. Verein. Limnol., 29, pp.1427-1432, 2006。
- 4) 平成15年度自然共生研究センター研究報告書，2003。
- 5) 平成16年度自然共生研究センター研究報告書，2004。
- 6) 鬼倉徳雄他：有明海沿岸域のクリークにおける淡水魚類の生息の有無・生息密度とクリークの護岸形状との関係，日本水環境学会誌，Vol.30/5，pp277-282，2007。

(2008. 9. 30受付)