

平成21年 5月13日現在

研究種目：基盤研究（C）
 研究期間：2006～2008
 課題番号：18580242
 研究課題名（和文） 農業地帯における人間活動と水環境・生態系の関係
 研究課題名（英文） Relation between human activities and water environment/ecosystem in agricultural are
 研究代表者
 平松 研(HIRAMATSU KEN)
 岐阜大学・応用生物科学部・准教授
 研究者番号：90271014

研究成果の概要：水路改修により、産卵に植生が必要な魚類が減少し、植生を必要としない魚類が増加するとともに、下流河川から大量のタイリクバラタナゴが侵入するといった魚類を中心とした生物種構成の変化が見られること、生物相の遷移は3から4年である程度の収束を見せること、魚溜工などの自然配慮型の工法が魚類の保全に効果があること、水理環境は大幅に変化するが、水質などには大きな変化を与えていないこと、改修が魚類の移動には大きな影響を与えていないこと、産卵適地が失われた魚類が藻類やゴミなどに産卵することにより繁殖を継続していることについても知見を得た。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2006年度	1,600,000	0	1,600,000
2007年度	1,000,000	300,000	1,300,000
2008年度	900,000	270,000	1,170,000
年度			
年度			
総計	3,500,000	570,000	4,070,000

研究分野：農学

科研費の分科・細目：農業工学・農業土木学・農村計画学

キーワード：農業用排水路，魚類相，改修，生態系配慮工法，水環境

1. 研究開始当初の背景

水田を中心とする農村の水域はメダカやフナなどの身近な生物をはぐくむ二次的自然としての機能を有していたが、近年の土地改良や圃場整備によりそれら機能が失われてきていると指摘されていた。その中で、都市近郊を集水域とする排水路の改修が計画されており、生態系および水環境に対する改修の影響を明確に記録しておく必要があると考えられた。

大都市近郊の農業地帯を流下している排水路においては、集水域が宅地化や都市化さ

れることに伴い、降雨時の流出ピークが増大化するとともにピーク出現時間が早期化する傾向がしばしば見られる。また、これらの地域においては、宅地化等により地域住民の人口は増加し、水路の溢水による洪水が生じた場合には被害が甚大となる恐れが出ているが、土地価格の上昇により水路自体の通水断面を大きくしたり、堤防を築堤したりすることは極めて困難になってきている。結果として、洪水の流下速度を上げるために水路床をコンクリート化するという選択肢が残されることになる。一方で、農村地域における

生態系あるいは生物相はいわゆる二次的自然として、地域あるいは地域住民の生活と共に存在しており、近年、その重要性が再認識されるようになってきている。特に河川との連続性が期待できる排水路には、ビオトープあるいはバイオハビタットとしての役割が強く求められており、コンクリート水路化はその流れに逆行するものとして、周辺住民や環境団体からは酷評されることも少なくない。

これらの相反する問題に対して、様々な自然工法や環境配慮型工法が提案されてきており、各種整備および改修には重要要件として導入されつつある（たとえば、農業土木学会(2004), Swales(1982)）。一方で、これら工法を用いた改修の効果は、設置された箇所毎の特性の違いや効果自体の抽出の困難さから依然十分に評価されているとはいえない。

2. 研究の目的

今回はケーススタディとして愛知県大江排水路を取り上げ、排水路の改修を主として、人間活動が当該水域の生態系や水環境にどのような影響を及ぼすのかを明確に記録し、解析を行うことを目的とした。また、同様の改修が計画されたときのために、定量的な評価とそれを可能にするモデル化とそれをサポートする調査手法の開発を目指した。

さらに得られた調査結果より、その改修の問題点、導入した環境配慮型工法の効果を明らかにすることとした。

3. 研究の方法

内容としては大きく分けて、魚類等調査、水環境調査、DNA マーカーによる魚類の移動調査、安定同位体による魚類の栄養段階調査、魚類の繁殖状況調査となる5種類の調査を実施した。魚類等調査では、投網、タモ網による採捕および目視による確認を行い、生息する種を同定するとともに個体数や体長などを計測した。ただし、調査箇所において全捕獲調査を行うことは困難であったため、エフォートを同一とする調査方法をとった。水環境調査では、電磁流速計 (Kenek VP-3000) による魚溜工および水路断面の流速分布計測、スタッフ等による水深と魚溜工内の堆砂状況の計測、植生の有無などの確認を行うことにより、水路の物理的側面を検討するとともに、投げ込み式機器 (Horiba W22XD) による水温、pH, EC, DO, SS, 塩分濃度の計測とパックテストおよび分光光度計 (Shimadzu UV1240) 等による COD, アンモニア態窒素, 亜硝酸態窒素, 硝酸態窒素, リン酸態リン, クロロフィル a の測定を行い、化学的な側面から水路の状況を検討した。これらの調査を 12 月から 3 月の冬季を除いて概ね月 1 回の頻度で実

施した。この他に、各年の 6, 8, 10 月には、光学顕微鏡により、プランクトンおよび付着藻類について主な種の同定を行った。DNA マーカーによる魚類移動調査では年間 10 回以上の個別調査を実施し、RAPD 法およびマイクロサテライト法と補助的にイラストマー蛍光インク識別法による解析を行った。安定同位体による魚類の栄養段階調査については、研究協力をしていただいた石川県立大学研究室で解析を行った。魚類の繁殖状況は 4 月から 8 月に集中し、個別調査を実施するとともに、採集した魚卵や稚仔魚を持ち帰り、分析した。

4. 研究成果

データ収集は年間 20 回を超える生態および水環境等調査により行い、農業排水路内での生物相の変動がかなり明らかとなってきた。結果をまとめると、平成 11 年度より進められてきた水路改修により、メダカやカムルチーなどの産卵に植生が必要な魚類が減少し、モツゴやカダヤシ、コウライモロコなどの植生を必要としない魚類が増加するとともに、下流河川から大量のタイリクバラタナゴが侵入するといった魚類を中心とした生物種構成の変化が見られること、生物相の遷移は 3 から 4 年である程度の収束を見せること、魚溜工などの自然配慮型の工法が魚類の保全に効果があることなどが明らかとなってきた (図 1 は種構成の変化, 図 2 は水路の地点別 (上下流) の種構成状況, 図 3 は確認種数の経年変化, 図 4 は確認総数の経年変化を示す。表 1 は魚巣ブロックを含む魚溜工の魚類の生息に対する有効性を検証するため、本排水路の魚溜区間と水路区間で投網による捕獲数の差を比較したものである。すなわち、2007 年度の各地点における、魚溜区間とその上下流部の水路区間の投網 1 回の平均捕獲数の差について Wilcoxon 検定を用いた結果である。非灌漑期は灌漑期に比べ水深が極端に低下するため、非灌漑期における水路部は魚類の生息地としてあまり適していないと考えられる。そこで、魚溜工部が水深低下や渇水時に魚類の退避所として機能しているかを検証するため、2006 年、2007 年のデータより、4,5,10,11 月を非灌漑期、6,7,8,9 月を灌漑期として、その両者の集魚率=(魚溜工部における確認数)/(魚溜工部と水路部における合計確認数)の差を検定した。検定方法には Student's t 検定を用いた。表 2 は検定の結果を表したものであり、非灌漑期と灌漑期の集魚率に危険率 1% で有意差が認められたことを示している。このことより、非灌漑期は灌漑期より魚類の集魚率が高いと考えられ、非灌漑期や渇水時に魚溜工部は魚類の退避所として一定の効果が認められることになる。表 3 は改修前後の生物多様性を示してお

り、改修により生物相が変化しているのにも拘わらず、多様性自体は大きな変化が出ていないこと、すなわち、新しい生態系が形成されていることを示している)。また、水理環境は大幅に変化するが、水質などには大きな変化を与えていないこと、珪酸塩濃度が水路中で変化しないこと、DNA解析を用いた分析により、改修が魚類の移動には大きな影響を与えていないこと(図5)、産卵適地が失われたフナなどの魚類が流れてきた藻類やゴミなどに産卵することにより繁殖を継続していることについても知見を得た。これらのデータおよび解析結果については、農業農村工学会論文集および日本雨水資源化学会誌に投稿中である。今後は、これらの生態系データおよび水路内の水環境と地域の情報とをうまく関連させることのできるモデルの構築が課題となる。

この他にも、この研究に関連したいくつかの付加的な成果を得た。一つ目としては、魚類の行動を検討する段階で、アユの跳躍行動についても調査し、アユが水面直下において加速し、いわゆる助走をとらないことを明らかにした。この成果は農業農村工学会論文集で公表した。二つ目としては、魚類を識別する方法としてデジタルカメラと画像処理手法を応用することを検討し、Support Vector Machineを導入することにより一定の魚類識別が可能となった。この成果は Proc. International Symposium of Lowland Technology 2008 で公表した。

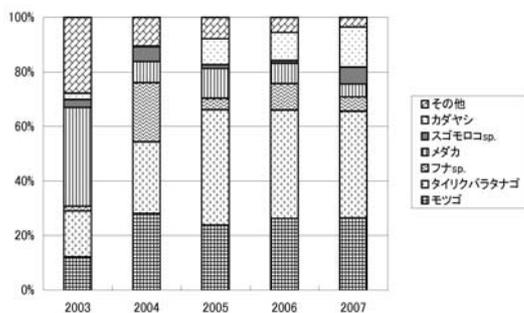


Fig. 1 A 地点における種構成の経時変化

Table 1 投網捕獲数の有意差検定結果 (2007)

	平均値	標準偏差	データ数	P 値
魚溜区間	9.12	14.21	48	p<0.0001
水路区間	0.79	1.84	48	

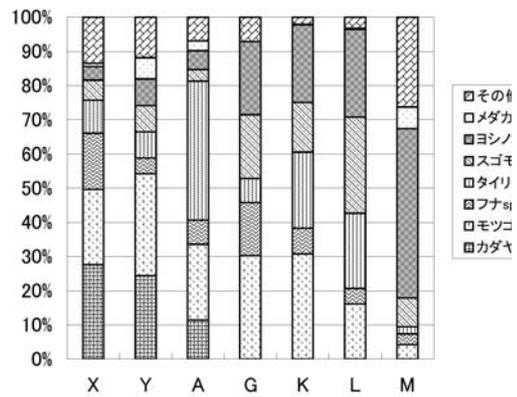


Fig. 2 地点毎の魚種構成 (2007)

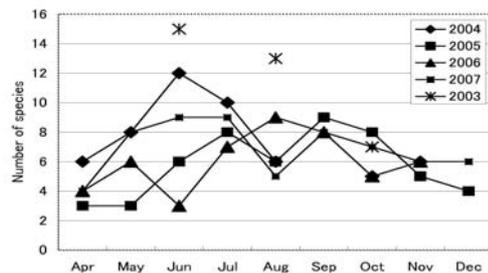


Fig. 3 A 地点における確認種数の経時変化

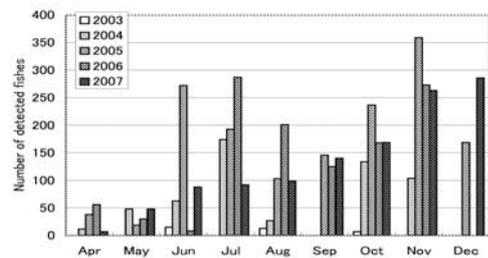


Fig. 4 A 地点における確認総数の経時変化

Table 2 集魚率(角変換後の値)の有意差検定結果(2006,2007)

	平均値	標準偏差	データ数	P 値
灌漑期	60.1	8.7	8	0.0047
非灌漑期	76.7	10.9	8	

Table 3 K 地点における種の多様性評価

地点	年度	Simpson's (1-λ)	Shanon- Wiener's <i>H'</i>
K	2005	0.736	2.28
	2006	0.777	2.53
	2007	0.778	2.32

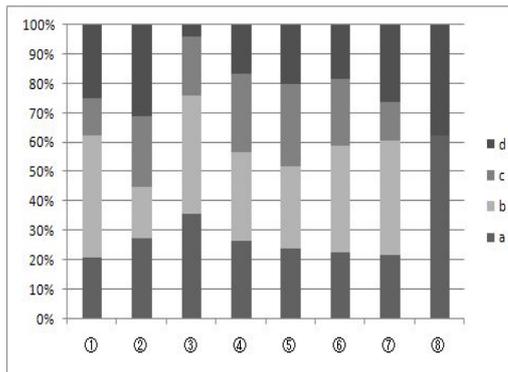


Fig. 5 DNA マーカーによるモツゴの遺伝子型分布 (①が下流, ⑧が上流を示す)

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 2 件)

- ① 馬渕和三, 平松研, 板垣博: アユの跳躍行動とプール水深について, 農業農村工学会論文集, 査読有り, No. 260, pp. 39-46, 2009.
- ② Hiramatsu, K., Yogo, M. & Loucks, D. P.: Screening and Detection of Fish in a Still Picture Using SVM. Proc. Int. Symp. Lowland Technology, 635-639, 2008.

[学会発表] (計 2 件)

- ① 矢田修, 平松研, 板垣博: 水田及び水域における珪酸塩および鉄分の減少について, 平成 19 年度農業農村工学会全国講演会要旨集:636-637, 2007 (松江)
- ② 矢田修, 平松研, 板垣博: 水田及び水域における珪酸塩および鉄分の減少について, 平成 18 年度農業土木学会京都支部第 63 回研究発表会講演要旨集:152-153, 2006 (大阪)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

平松 研 (HIRAMATSU KEN)

岐阜大学・応用生物科学部・准教授

研究者番号: 90271014

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし