

# 農学研究院若手教員支援事業成果報告書

平成 22 年 1 月 26 日

支援対象研究分野：環境科学

研究課題名：多々良川水系での学際的環境研究とフィールド教育プログラムへの応用

支援期間：平成 20 年 10 月～平成 21 年 9 月

所属部門・研究分野：動物資源科学部門・アクアフィールド科学分野

研究代表者氏名：鬼倉 徳雄

共同研究者：智和正明・姜益俊・諸石淳也

## 1. 研究の成果, 達成度

サブテーマ 1 については、多々良川水系をモデルとした純淡水魚類の出現・非出現情報に基づく、河川の健全性評価手法を構築するとともに、同手法で評価が難しい上流域については、窒素・炭素安定同位体解析を用いた河川の健全性評価手法を構築した。具体的内容について以下に示す。

### ①純淡水魚類の出現・非出現情報に基づく、河川の健全性評価

流域を河川工学的手法に基づいて 3 区分し、それぞれの区分ごとに流域の都市用地面積と各魚種の出現・非出現を 1・0 のロジスティック回帰モデルで示したところ、都市用地の上昇に伴ってその出現確率が著しく低下する魚種、そして、逆に出現確率が上昇する種が特定された (図 1-1)。

それらの出現・非出現情報と環境省 RL 掲載種の分布情報を点数化した生物的評価指数と純淡水魚の種数が相関関係を示したことから (図 1-2)、本指数によって水系内での健全度を明瞭化できた。また、セグメントごとにその生物的指数と負の相関関係を示す環境要因が特定できた。具体的には、セグメント 1 (中流域) においては川幅に対する流路幅が広い場所ほど生物的評価指数が低下すること、セグメント M (上流域) においては堰の数が多いほどその指数が低下することが明らかとなった (図 1-2)。

### ②窒素・炭素安定同位体解析を用いた河川の健全性評価

多々良川水系内の 10 河川を対象に、カワムツと付着藻類を材料とした窒素・炭素安定同位体分析を行い、その差を食物連鎖長と定義した。すなわち、一次生産者である付着藻類と高次捕食者であるカワムツ間の差を算出することで、河川内の生物間相互作用の大きさを把握することを試みた。分析の結果、その値は河川によって大きく異なることが明らかとなった。この結果は、カワムツの餌資源が河川によって異なることを意味すると同時に、連鎖長の短い河川では生物間相互作用の単純化が起こっていると推定された。その値と流域の都市用地比率との関係性を解析したところ、負の相関関係が認め

られ(図 1-3)、都市化が進むと生物間相互作用の縮小が起こることが明らかとなった。高次捕食者から見たとき、都市化が進んだ河川では低次捕食者を始めとする餌資源の単純化が起こっていると判断される。

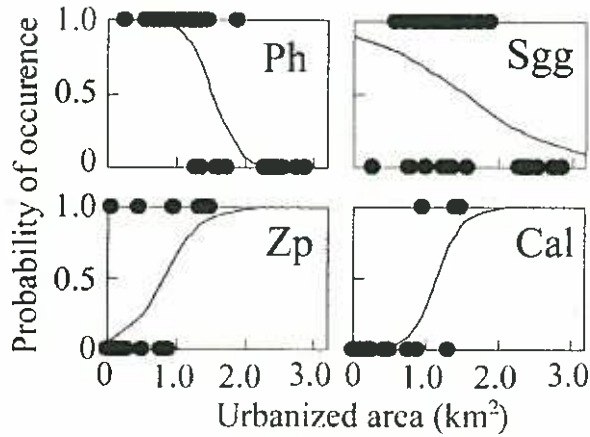


図 1-1. 都市用地面積の増減にその出現を影響される魚種. ロジスティックモデルによって、都市面積と出現確率の間に有意な関係性が認められた魚種のみ表示した. Ph: ムギツク(中流)、Sgg: イトモロコ(中流)、Zp: オイカワ(上流)、Cal: ギンブナ(上流)

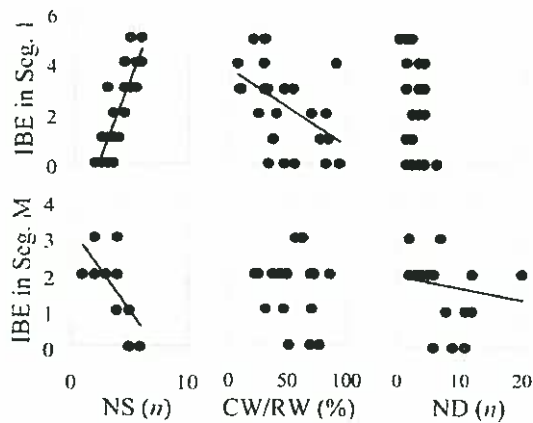


図 1-2. 中流域(Seg. 1)および上流域(Seg. M)における生物的評価指数(IBE)と純淡水魚類の種数(NS)、川幅に対する流路比(CW/RW)、堰数(ND)の関係.

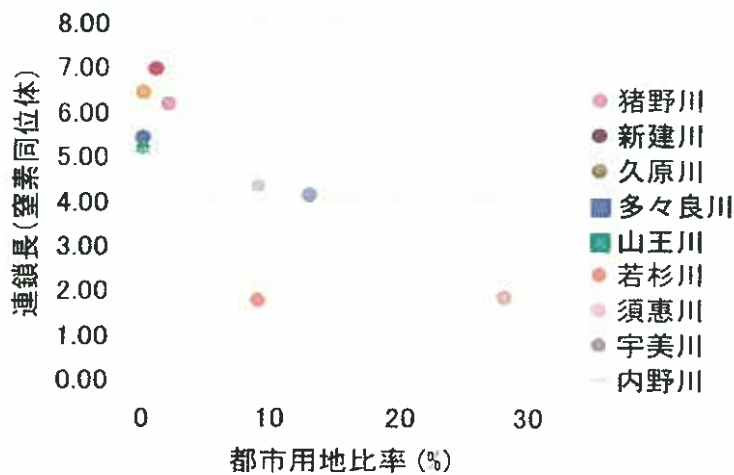


図 1-3. 多々良川水系 9 河川のデータに基づく都市用地比率と食物連鎖長の関係. Spearman 順位相関により有意な負の相関関係があることが確認された. 食物連鎖長は一次消費者(付着藻類)と高次捕食者(カワムツ)の窒素同位体比の差から算出.

サブテーマ2については、多々良川に生息するタナゴ（淡水コイ科の魚）の生物群における変動と二枚貝との関連性が評価できるモニタリング手法の構築を目的としており、この研究では、実験水槽下でのイシガイの貝殻開閉行動をパラメータとするモニタリング手法を構築した。貝の開殻距離の変動は二枚貝の活動を表す有効な指標である。具体的内容について以下に示す。

① 河川水の正常な水質状態における行動解析

ホール素子を装着したイシガイ（殻長 5cm 前後）8 個体を河川水の入った試験水槽に入れ、12 時間馴致を行った後、開殻距離を連続的に 12 時間記録した。すべての試験は止水で行い、水温は  $21 \pm 1^\circ\text{C}$  で維持した（図. 2-1）。

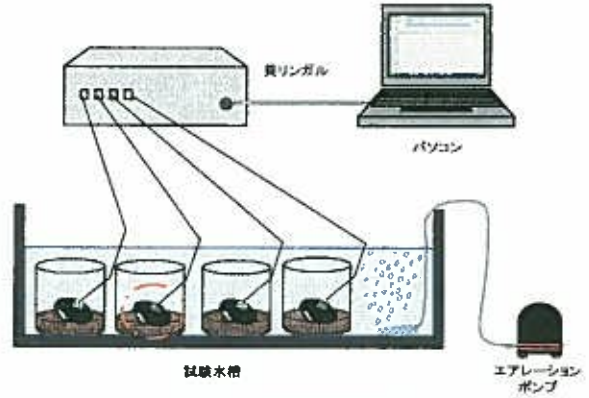


図 2-1. 試験概略図

各個体の貝殻開閉運動の概形を図. 2-2 に示した。イシガイは不規則に開閉を行なっているが、閉殻はせず、連続的な動きをしていることがわかった。

② 化学物質による水質悪化状態における行動解析

イシガイに有害化学物質塩化銅（II）2.5, 5 mg/L を流水（流量は 150 mL/min）で暴露し、その開閉行動の変化を解析した。試験の結果、暴露前は河川水での開閉運動に類似していたが、有害化学物質の暴露直後から殻を閉じてしまい、閉殻状態が持続された。（図. 2-3）この結果より、有害化学物質の流出によりイシガイは閉殻する回避行動を示し、水質悪化から身を守ることが明らかとなった。従って、化学物質などによって河川環境が汚染され、生息環境の水質変化が生じると、イシガイの行動パターンが影響され、共生生物であるタナゴの生息環境においても悪影響が見られると考えられた。

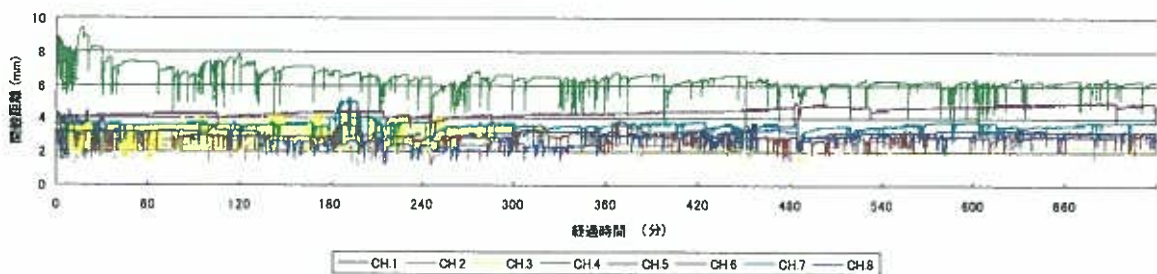


図 2-2. イシガイの貝殻開閉運動（河川水）

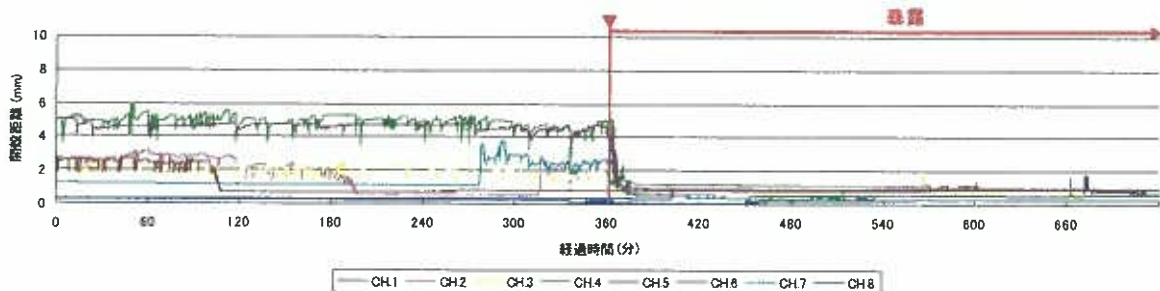


図 2-3. イシガイの貝殻開閉運動（塩化銅(II) 5 mg/L 暴露水）

サブテーマ3については、水系内の主要な支川において水質環境の時空間的分布を把握し、流域の土地利用等との関連性を解明した。具体的には、福岡県によって測定がなされている多々良川水系支川（須恵川、宇美川、多々良川）の下流域の過去30年分の水質分析結果（1977年～2007年）を用いて経年変化を解析した。さらに、多々良川水系各支川（須恵川、宇美川、久原川、猪野川、多々良川）において森林上流から都市域の下流にかけて計26地点の河川水を2カ月毎に採水し、水質分析を行った。

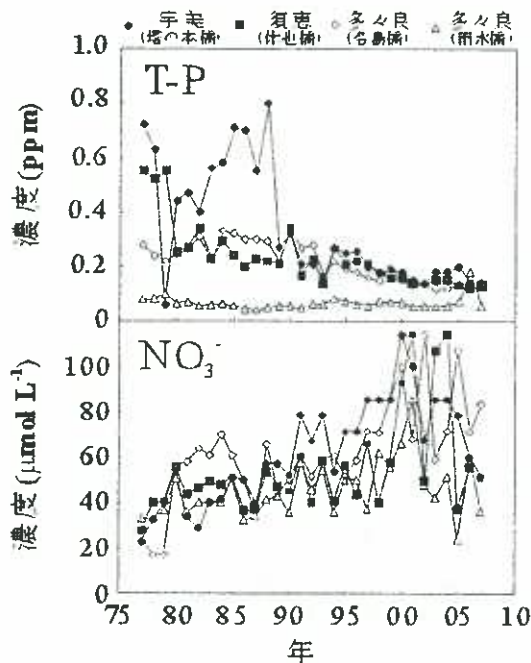


図 3-1 多々良川水系における全リン、硝酸イオン濃度の経年変化

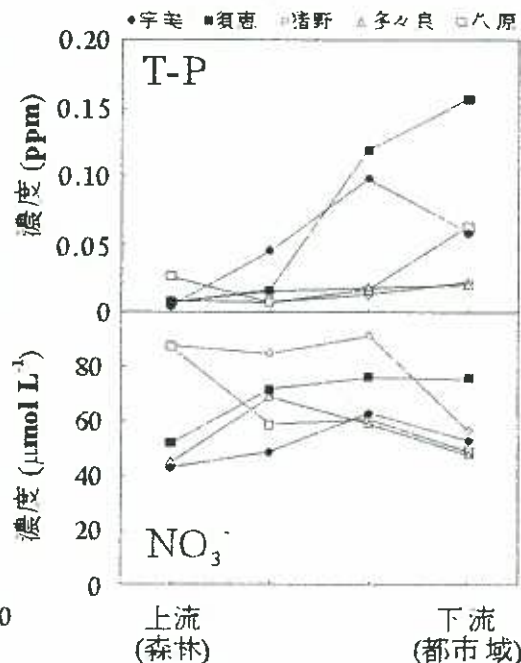


図 3-2 多々良川水系上流～下流における全リン、硝酸イオンの濃度変化

過去データを解析した結果、全リン濃度は70年～80年代にかけて高く、年々低下する傾向にあった（図3-1）。また、定期採水による分析結果から、全リン濃度は都市化の進んだ須恵川、宇美川で高く、上流から下流にかけて濃度が上昇していた（図3-2）。このことから、リンは都市化によって水質汚濁が進むという従来の知見と一致した。

一方、窒素の主要成分である硝酸イオン濃度は、年々上昇傾向にあった（図3-1）硝酸イオン濃度は都市化の進んだ須恵、宇美川で必ずしも高い値を示さず、森林上流域で既に高く、下流における濃度変化は認められなかった（図3-2）。このことから、都市化が硝酸イオン濃度に与える影響は小さいと考えられた。大気からの年間の窒素沈着量は多々良川流域の上流森林域で  $16 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$  程度であり、河川水へ高濃度窒素が流出するといわれている窒素沈着量の閾値 ( $10 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$ ) を超えていた (Chiwa et al., 2010)。その原因として、福岡都市圏の地域大気汚染や東アジアからの越境大気汚染が考えられた (Chiwa, 2010)。このことから、大気由来の窒素が多いために森林上流の窒素浄化が機能しておらず、下流域における河川水の窒素汚染を引き起こしていると判断された。

サブテーマ4については、多々良川水系をモデルとしたフィールド総合学習のための冊子を作成し（図 4-1）、全学教育科目である「フィールド科学入門：アクアフィールド科学プログラム」にて実習の事前資料として実習生全員に配布し、同プログラムの中で活用した。特に、最終日に行われる自習内容のとりまとめ、グループ討議とグループごとの発表の中で、本冊子は実習生たちに大いに活用された。今後も同冊子を毎年配布し、プログラムの中での活用を継続するつもりである。



図 4-1. フィールド科学入門：アクアフィールド科学プログラム配布資料。上段左：裏表紙；上段右：表表紙；下段左：5 ページ目(河川長と淡水魚類の出現種数)；下段右：6 ページ目(流域の都市化と希少淡水魚類の分布の関係)。

最後に、本研究課題の中で、サブテーマごとの研究レベルでの達成度、ならびに教育プログラムへのそれらの応用は十分に達成されたと考える。今後、サブテーマ1、2、3の中での研究データの相互利用等を積極的に進め、学際的な環境研究へと発展させたい。

## 2. 論文等の研究発表状況

### ●誌上発表

Chiwa M., Maruno R., Ide J., Miyano T., Higashi N., Otsuki K. (2010) The role of storm flow in reducing N retention in a suburban forested watershed, western Japan J. Geophys. Res. -Biogeosciences, in press.

Chiwa M. (2010) Characteristics of atmospheric nitrogen and sulfur containing compounds in an suburban-forested site in northern Kyushu, western Japan. Atmos. Res., in press.

### ●学会発表

富山ほか (2010) 都市河川における生態系の評価—純淡水魚類の分布解析と安定同位体分析の応用—。日本水環境学会九州支部研究発表会，北九州大学，平成22年3月。

## 3. 研究の波及効果

研究レベルでは、本支援事業終了直後に類似した研究テーマで研究資金が採択されていることが示すように、研究内容の妥当性や新規性が高く、今後、更なる研究の進展とその成果の発表に伴い、大きく波及していくものと考えている。社会的には、研究代表者を始め、河川事務所等の行政主催の委員会に呼ばれ、我々の技術を提供し、また情報提供等を積極的に行っており、都市河川の河川管理に本研究結果が広く応用されている。

## 4. 外部資金獲得に向けての取組状況

都市型河川をモデルとした安定同位体解析による人為的インパクトの評価(公益信託 エスペック地球環境研究・技術基金 平成21年度助成金採択 460千円)