

# 透水係数選択のための地下水中希土類元素の指標性評価に関する研究

\*齊藤由倫, 小澤邦壽(群馬衛環研), 木村真也(群馬環保課), 飯島明宏(高崎経済大)

## 1. はじめに

地下水流動の把握には、地下水位や地質条件等からこれを予測計算する数値解析モデルが開発されている。この中の重要なパラメータである透水係数は、実測が難しく一般に文献値が引用されるが、同じ地質であっても風化や亀裂等によりその値は大きく異なる。そこで、実際の地下水位や汚濁物質濃度(トレーサ)を指標に、これらをモデル上でうまく再現できる妥当な透水係数が探索される(モデル逆解析)。しかし、汚濁事例が乏しいフィールド等ではトレーサ情報が不足するため透水係数の探索が難しく、この方法による流動予測は制限されてしまう。

我々はこれまで、地下水中の希土類元素(REE)の類似性から、井戸同士の繋がりを評価する研究を行ってきた。そして、この評価を基に透水係数を選択したところ、実際の地下水位を再現したモデルを構築することができた。ただし、トレーサも再現できるかまでは未確認である。そこで今回は、REEを指標にした本手法を検証するために、汚濁物質( $\text{Cr}^{6+}$ )が観測されたフィールドにおいて、モデル逆解析によって得た透水係数が示す井戸同士の繋がりと、井戸間のREEの類似性について関係性を評価した。

## 2. 方法

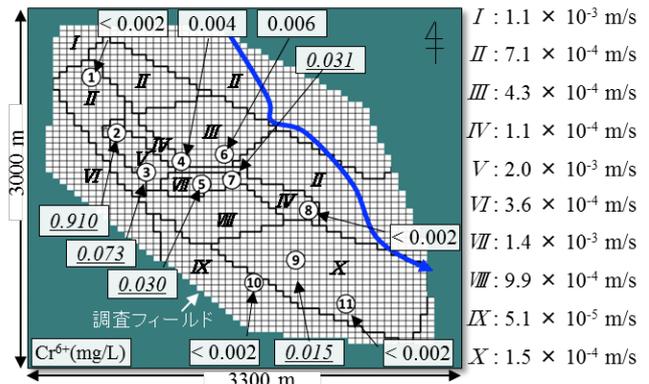
H22.9月、H23.1月、5月及び8月に群馬県内の図1に示す①~⑪の井戸(深度10m程度の浅井戸)で採水及び地下水位測定を行った。地下水中 $\text{Cr}^{6+}$ 濃度及びREE濃度は、試料水をろ過した後(孔径0.45  $\mu\text{m}$ 以下)、ジフェニルカルバジド吸光光度法及びICP-MSにてそれぞれ分析した。数値解析モデルはMODFLOW2000を用いた。

## 3. 結果及び考察

### (1) 透水係数に基づく井戸同士の繋がり

一般に浅層地下水は付近の河川と同方向に流れる。本フィールドの河川流行は南東方向で、調査井戸の地下水位勾配も同様であったことから、大局的な地下水流動は南東方向と推測した(図1)。 $\text{Cr}^{6+}$ 濃度も、②→③→⑤→⑦→⑨の南東方向への濃度減衰が確認できた(図1)。

以上の地下水位及び $\text{Cr}^{6+}$ 濃度の調査結果を基に、モデル逆解析から透水係数を推定しモデルを構築した(図1)。本モデルから計算された地下水位と $\text{Cr}^{6+}$ 濃度は、実測値と概ねよい一致を示したことから、推定した透水係数の妥当性を確認した。特に②→③→⑤→⑦→⑨を結ぶエリアは周囲よりも相対的に透水係数が高く、井戸同士の繋がりが強いことが推測された。すなわち、これらを繋ぐ局地的な地下水流動の存在が示唆された。



\*矢印はフィールド内を流れる河川の流向を示す

\*上記透水係数はx,y,z方向の値を合成した値

\* $\text{Cr}^{6+}$ (mg/L)は調査した4回の結果を平均した年平均値

図1 年平均 $\text{Cr}^{6+}$ 濃度と設定した透水係数

### (2) REEの井戸間の類似性及び透水係数との比較

地下水中REEの年平均濃度を、標準岩石(Chondrite)で規格化して(REEパターン)クラスター分析を行ったところ、11の井戸はX群[⑨①⑤②③]とY群[⑪⑩⑧④⑥⑦]に大別された(図2)。両群はEuからLuにかけての傾きに差があり、X群の方が大きい傾向であった(図3)。このX群には、前節で地下水の繋がりがあると考察した②→③→⑤→⑦→⑨の井戸が含まれていた。なお、⑦は②③⑤⑨同様に一定の $\text{Cr}^{6+}$ 濃度が検出されたことから、地下水の繋がりが強いと予想されたが、REEパターンでは別の群に分類された。しかし、Y群の中でも⑦は⑥とREEパターンがよく類似するという分析結果であり(図2)、両者は地理的にも近いことから、⑦は②→③→⑤→⑦→⑨の流れに含まれつつも、すぐ上流の⑥からの流れ込みも一部受けている可能性が考えられた。

以上のことから、透水係数から示された井戸同士の繋がりの強さと、REEの類似性に基づく識別結果には一定の対応関係がみられた。これは、REEパターンの類似性が、透水係数選択の指標になり得るとする本研究の仮説を支持する結果と考えられた。

なお、ここで示さなかった結果は発表にて紹介する。

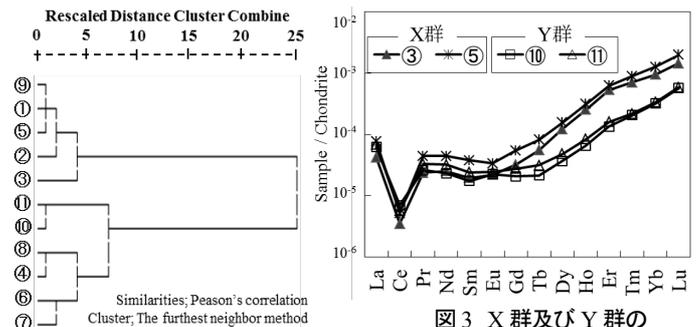


図2 REEパターンのクラスター分析

図3 X群及びY群のREEパターン例

# 筑波山における渓流水中Ca濃度と集水域地質の関係

\*越川昌美, 渡邊未来, 渡邊圭司, 林誠二 (国立環境研究所地域環境研究センター)

## 1. はじめに

筑波山は、水源となる森林が窒素過剰状態に陥り、溪流に流出するNO<sub>3</sub><sup>-</sup>濃度が高くなっている(窒素飽和している)危険性が高い地域である(渡邊ら, 2011)。筑波山溪流のpHは中性であるため、NO<sub>3</sub><sup>-</sup>とイオンバランスをとって流出しているのはCaをはじめとする主要カチオンである。窒素飽和した森林において、無機態窒素は大気経路で大量に供給されているが、Caは大気経路の供給が僅かである。従ってCaの流出が進行すると、樹木に対するCa欠乏が問題となることが懸念される(Schaberg et al., 2001)。

NO<sub>3</sub><sup>-</sup>流出増大がCa流出に及ぼす影響は、集水域の地質により異なると考えられる。筑波山には斑糲岩類、花崗岩類、ジュラ系堆積岩類が分布しており(吉岡ら, 2001)、地質の異なる集水域が多数存在する。従って、集水域地質が渓流水質におよぼす影響を調べるのに適した地域である。本研究は、筑波山において、NO<sub>3</sub><sup>-</sup>流出に伴うCa欠乏が問題となる可能性が高い集水域の特徴を明らかにすることを目的とする。

## 2. 方法

渓流水試料の採取は筑波山の39地点において、2007年8月および11月、2008年2月および5月の平水時に行った。試料はポリ瓶に直接採取し、冷暗所(氷冷)に保存して実験室に持ち帰った後、孔径0.45 μmのメンブレンフィルターで濾過を行った。濾液は、イオンクロマトグラフィーでCl<sup>-</sup>、NO<sub>3</sub><sup>-</sup>、SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>を、ICP-AESでCa, Mg, Na, K, Si, Alを分析した。非海塩性Ca濃度(nss-Ca)は、(渓流水中Ca)-(渓流水中Cl<sup>-</sup>)×(海水中Ca/Cl<sup>-</sup>比)により算出した。

39地点は、集水域を占める主な地質から、斑糲岩(9地点)、花崗岩(10地点)、変成岩(5地点)、その他(15地点)に4区分した。また、降水は筑波山で林外雨を月一回採取し、渓流水と同様に濾過と分析を行った。降水中のCaおよびCl<sup>-</sup>の降水量重み付き平均濃度から降水中Ca/Cl<sup>-</sup>比を算出し、(渓流水中Cl<sup>-</sup>)×(降水中Ca/Cl<sup>-</sup>比)を渓流水中の降水由来Ca濃度とした。

## 3. 結果と考察

- (1) nss-Caは全Caの93-99%であり、海塩の影響は小さかった。従って、以下の解析は全Ca濃度を用いて行った。
- (2) 渓流水中の全Ca濃度は、変成岩(12 ppm)および花崗岩(4 ppm)の方が斑糲岩(4 ppm)よりも有意に低かった( $p < 0.05$ ; Fisher's PLSD test)。
- (3) 渓流水中の降水由来Caが全Caに占める割合は平均19%であり、渓流水中のCaの大半が母材風化由来であった。降水由来Caの割合は、変成岩(33%)と花崗岩(21%)の方が斑糲岩(9%)よりも高かった。従って、変成岩と花崗岩の集水域では、母材風化由来Caの寄与が比較的小さく、Ca欠乏の可能性が斑糲岩よりも高いと考えられた。
- (4) 渓流水のCa/NO<sub>3</sub><sup>-</sup>比は、斑糲岩で高く、それ以外で低い傾向が認められた。イオンバランスを検討したところ、Ca濃度が同じでも、斑糲岩流域ではNO<sub>3</sub><sup>-</sup>以外のアニオン(特にHCO<sub>3</sub><sup>-</sup>)を伴って流出している可能性が示された。

【文献】渡邊ら (2011) 日本陸水学会第76回大会講演要旨集. 195; Schaberg et al. (2001) Ecosystem Health 7, 214-228; 吉岡ら(2001) 20 万分の 1 地質図幅「水戸」. 地質調査所.

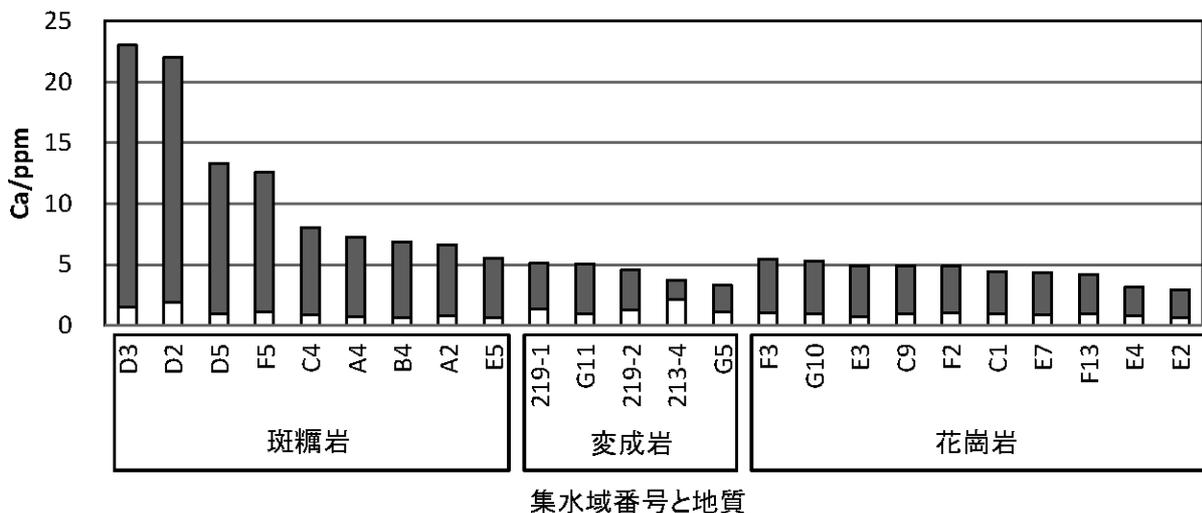


Fig. 1 筑波山渓流水に含まれる降水由来 Ca (白色で図示) と母材由来 Ca (灰色で図示) の濃度と集水域地質の関係

# 活火山山麓から湧出した沢の水質変化と 河床堆積物の組成変化

\*勝田長貴（岐阜大・教育），村上拓馬（金沢大・環日セ）  
西出紗耶加（岐阜大・教育），川上紳一（岐阜大・教育）

## 1. はじめに

長野県と群馬県の境に位置する浅間山は、日本列島における活動的な火山のひとつであり、山体とその周辺には多くの湧泉が存在する。このうち、火口南方の石尊山東側を源とする濁川においては、その河岸段丘崖から、火山岩を覆うように発達する縞状炭酸塩堆積物がこれまでに発見されている。しかし、その産状については、褐色に呈した河川水により河床が全く見えないこと、縞状堆積物が見つかった段丘崖の河床には堆積物が現在沈積していないことから、全く不明であった。そこで、この堆積物が、今日の濁川でも作られているかどうかを解明するために、流域の水文学的・地質学的調査を行った。

## 2. 材料と方法

調査範囲は、湧泉（標高約 1,490 m）から、縞状堆積物が発見された段丘崖（標高約 990 m）の全長約 5 km である。現地調査においては、河川中を遡行し、河床及び段丘崖の堆積物の特徴と分布を記載した。また、この結果をもとに、調査流域に 6 つの臨時観測点を設け、水質調査と水試料の採取を行った。水質調査については、現地にて、水温、pH、導電率、流量、気温を測定した。また、溶存 CO<sub>2</sub> 濃度を求めるために、採水直後に硫酸を用いて中和滴定を行った。水の化学分析では、ICP-AES により陽イオン（Na<sup>+</sup>、Mg<sup>2+</sup>、K<sup>+</sup>、Ca<sup>2+</sup>、Mn<sup>2+</sup>、Fe<sup>2+</sup>）濃度を、イオンクロマトグラフィーを用いて陰イオン（F<sup>-</sup>、Cl<sup>-</sup>、NO<sub>3</sub><sup>-</sup>、SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>、PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>）濃度をそれぞれ決定した。堆積物の分析は、顕微鏡観察、XRD、XAFS により行った。

## 3. 結果

源泉（標高 1,490 m）から下流 500 m（標高 1,400 m）の河床において、鉄水酸化物からなる赤褐色の軟泥堆積物が分布する。標高 1,400 m から下流域（少なくとも標高 1,010 m 付近まで）では、方解石を主体とする堆積物が河床全域を覆うようにコンクリート状に分布している。その堆積物には明瞭な縞構造が認められる。この範囲の段丘崖の一部には、埋没した縞状堆積物が見られた。また、流域には数 m から数 10 m 間隔で多数の砂防ダムが設置されていた。

一方、河川水の水質組成についても、河床堆積物と同

様に、源泉付近と下流域（標高 1,440–1,010 m）で顕著な差が見られた。方解石の飽和度指数は、源泉では -2.16、標高 1,440 m は -0.03 に対し（共に不飽和）、標高 1,350 から 1,010 m において 0.5 以上（過飽和）を示す。アルカリ度は、源泉から標高 1,010 m にかけて 2.2 から 1.5 mmol/L へ徐々に低下する。その他の成分は、次のとおりである：Fe<sup>2+</sup>は、源泉（標高 1,490 m）の 64.45 mg/L から標高 1,440 m では 3.49 mg/L へ急激に減少し、それより下流では 0.02–0.03 mg/L となる；Ca<sup>2+</sup>は、源泉から標高 1,440 m にかけて 53.07 から 74.37 mg/L に上昇し、それより下流では 65.09 mg/L（標高 1,010 m）へと徐々に減少する；SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>は、源泉から標高 1,440 m にかけて 54 から 97 mg/L に上昇し、それより下流では 95–98 mg/L の範囲で変動する；pH は、源泉から下流（標高 1,010 m）にかけて 5.8 から 8.4 へ徐々に上昇する；溶存 CO<sub>2</sub> 濃度は、源泉が 0.04 atm、それより下流では 0.0061（標高 1,440 m）から 0.0002 atm（標高 1,010 m）へ徐々に低下する。

## 4. 考察

以上の調査分析から、濁川の河床堆積物は、次の化学的素過程により生じたと推察される。Fe<sup>2+</sup>、Ca<sup>2+</sup>と全炭酸を高濃度に含む地下水が源泉から湧出する。Fe<sup>2+</sup>は、大気中の酸素と反応し、源泉付近で直ちに鉄水酸化物として沈殿し、その一部が河床に沈積する。溶存 CO<sub>2</sub>は、源泉より 200–500 m 下った標高 1,440 m から大気中へ脱ガスされる。これにより河川水の pH が上昇する。そして、これより下流域では、方解石に対して過飽和な環境となり、方解石が河床に沈積する。この堆積作用は、全炭酸の消費に依存し、現在の濁川では少なくとも標高 1,010 m まで生じている。

段丘崖（標高 990 m）の縞状堆積物は、現在の堆積場の段丘崖から産出することから、以前の堆積場は現在よりも下流に延びていたと推察される。また、今日この河床（標高 990 m）で堆積物の沈積が見られない理由は、流域に建設された砂防ダムにより流速が減少したためと判断される。

# 過去の草原利用が現在の森林生態系の物質循環に与える影響： PnET モデルを用いた長期影響評価から

\*福島慶太郎（京大フィールド研）・金子有子（琵琶湖環境科学研究セ）・徳地直子（京大フィールド研）・  
籠谷泰行・浜端悦治・尾坂兼一（滋賀県立大）・國松孝男（立命館大）

## 1. はじめに

近年、日本の植生景観の歴史から、現在森林であっても、明治から昭和初期まではススキやシバからなる草原や、広葉樹萌芽枝からなる低木林であり、貴重な資源として利用されていたケースが多いことが示された(小椋 2012)。このような過去の植生変遷や資源利用は、養分元素の収奪や蓄積への影響も非常に大きいものと考えられる。すなわち、現在の森林生態系の物質循環を考える上で、過去の森林利用形式を考慮することが重要であるといえる。

過去の植生状態から物質循環を把握することは現実的に困難である。そこで、森林の攪乱や植生の変遷が物質循環に与える影響をシミュレーションできるモデルの適用が望まれる。北米で構築された PnET-CN モデル(Aber et al. 1997)は、植物-土壌間の炭素・窒素循環と、水収支から計算される系外への窒素流出量を扱ったモデルで、植生変化や攪乱の影響を組み込んで、それらの経年変化を予測できる。

本研究では、かつて草原利用されていたと考えられる滋賀県の 2 集水域を対象とした。これらの集水域における物質循環や養分流出は、過去の草原利用の影響を受けているのだろうか。PnET-CN モデルを用いて、過去の草原利用が現在の物質循環に与える影響を明らかにすることを目的とした。

## 2. 材料と方法

調査地は、滋賀県高島市の R 流域(1.92ha)と L 流域(1.10ha)である。いずれの流域も 1960 年代までススキやコナラ萌芽枝を中心とした“ホトラ山”として利用され、その後はコナラやクリを中心とする二次林が成立した。R 流域では 2004 年頃からカシノナガキクイムシによるコナラの枯死が見られ始めた。L 流域では 1996 年にコナラ・クリからなる広葉樹二次林を伐採し、スギを植林した。両集水域とも 1990 年から週に 1 度の間隔で渓流水中の硝酸( $\text{NO}_3^-$ )・アンモニア( $\text{NH}_4^+$ )態窒素濃度を測定した。地上部の樹種、個体数、バイオマスは 1996 年より毎年計測した。PnET-CN モデルでは、1900~1960 年までを草原利用とし、それ以降の植生パラメータを日本の広葉樹に一般的な数値を文献から引用し

た。R 流域では 2004 年にコナラの枯死量(約 30%、籠谷・竹田 2010)に相当する部分的な切り捨て間伐を、L 流域では 1996 年に皆伐のシナリオをモデルに組み込んだ。気象パラメータについては、気温、降水量、光合成有効放射量は、一部実測とそれ以外はアメダスの今津観測所のデータを用いた。窒素降水量は調査地で観測したデータを用いた。アウトプットは年間値あるいは年間平均値で示した。

## 3. 結果および考察

バイオマスと渓流水の平均窒素濃度について、ホトラ山利用の有無と実測値をそれぞれ比較したところ、ホトラ山利用を考慮しない場合、バイオマスは実測値より 300t/ha 以上、窒素濃度で 0.3~0.7mgN/L 以上過大評価されたのに対し、ホトラ山利用を考慮するとバイオマスで 20t/ha 程度、窒素濃度 0.005~0.05mgN/L の過小評価だった。また、L 流域での伐採後の窒素流出も、ホトラ山利用を考慮した場合、ピーク値は実測の 2 倍程度、ピーク時も実際よりも 1 年早い結果となったが、植栽されたスギのバイオマス成長はおおむね再現され、ホトラ山利用のない場合に比べて実測値とのずれは小さかった。R 流域でのナラ枯れシミュレーションは、ナラ枯れ後に流出した窒素の濃度やタイミングがホトラ山利用有無にかかわらず大きく異なっていた。その中でホトラ山利用有、面積 30%の皆伐の条件下で最も実測値に近い結果となった。ナラ枯れのパラメータ設定については、今後の検討が必要である。以上、ホトラ山利用を考慮したほうが、本調査地で観測されたバイオマスや渓流水の窒素濃度にかかなり近い結果を示したことから、現在の物質循環量には 50 年以上前の植生や利用の歴史が反映されていることが分かった。

## 引用文献

- Aber et al. (1997) *Ecol Model* 101: 61-78.  
海老沢秀夫 (1994) *森林文化研究* 15: 185-192.  
籠谷泰行・竹田真知子 (2011) 平成 21 年度琵琶湖の水源を守る森林づくりの検討報告書 3-13.  
小椋純一(2012) *森と草原の歴史*, 古今書院 pp343.

# 間伐強度の違いがスギ林土壌からの硝酸溶脱特性に及ぼす影響

\*渡邊未来, 林誠二, 渡邊圭司, 錦織達啓 (国環所)  
多田千佳, 深澤遊, 清和研二 (東北大)

## 1. はじめに

窒素飽和とは、水源となる森林が窒素過剰状態に陥り、溪流への  $\text{NO}_3^-$  流出量が増大する問題である。関東地域の森林では、既に溪流水の  $\text{NO}_3^-$  濃度が高く、窒素飽和が顕在化している (Mitchell et al., 1997)。

Gundersen et al. (2006) は、適切な森林管理が窒素飽和を改善する可能性を指摘しているが、日本の人工林の多くは間伐遅れで荒廃した状態にある。しかし近年、森林の持つ多面的機能を回復、維持させる目的で、間伐等促進法の施行や森林環境税の導入が行われ、全国各地で人工林の間伐が推進されている。

我々の研究は、間伐等の適正な森林管理によって窒素飽和を改善することを大きな目的としている。本研究では、研究の第一段階として、間伐には土壌からの硝酸溶脱を抑制する効果があるか？を宮城県にある間伐強度の異なるスギ人工林で調べた。

## 2. 方法

試験地は、東北大学川渡フィールドセンター内にあるスギ人工林で、無間伐区、弱間伐区、強間伐区が約 0.5 ha ずつ 3 反復で並んでいる (Seiwa et al., 2012)。弱間伐区と強間伐区は、2003 年に立木密度 1108 本  $\text{ha}^{-1}$  であった 20 年生の林分を、それぞれ本数間伐率で 33% と 67% の間伐を実施し、さらに 2008 年にも同じ間伐率で再度間伐して造成した。冬季は積雪で立ち入りできないため、以下の調査は 2010 年の 5 月中旬から 12 月上旬に行った。

土壌水の  $\text{NO}_3^-$  濃度は、9 試験区で土壌の深さ 20, 50, 80 cm の位置にテンションライシメーターを設置し、6 月から 11 月まで毎月 1 回採取して測定した。夏季の林床植生による窒素吸収量は、8 月上旬に各区の 3 ヶ所で 1  $\text{m}^2$  の林床植生を刈り取り、その全窒素含有量を測定した。林内雨による無機態窒素流入量は、バルク式採雨器で採取した雨水を 6.5 ヶ月間毎月回収し、 $\text{NO}_3^-$  と  $\text{NH}_4^+$  の濃度と雨量を測定して算出した。

## 3. 結果

土壌水の  $\text{NO}_3^-$  濃度は、強間伐 < 弱間伐 < 無間伐の順に低かった (図 1)。夏季の林床植生による窒素吸収量は、強間伐区 ( $24 \pm 7 \text{ kgN ha}^{-1}$ ) が、弱間伐区 ( $16 \pm 6$ ) や無間伐区 ( $4 \pm 2$ ) より高かった。無機態窒素の流入量は、強間伐区 ( $5.0 \pm 0.2 \text{ kgN ha}^{-1} 6.5\text{month}^{-1}$ ) が、弱間伐区 ( $7.0 \pm 3.4$ ) や無間伐区 ( $6.6 \pm 0.7$ ) より低かった。

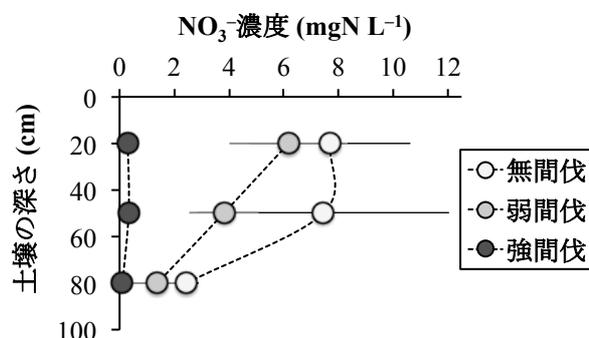


図 1. 土壌水中  $\text{NO}_3^-$  濃度の平均値 (各  $n=6$ )

## 4. 考察

強間伐区の土壌水中  $\text{NO}_3^-$  濃度は、全層で常に低く維持されていた。強間伐区では林床植生が発達していたことから、これは林床植生が土壌表層の無機態窒素を吸収した結果と考えられる。また、強間伐区では林冠ギャップが生じており、樹木葉への乾性沈着量が減少して無機態窒素の流入量が低下したことも結果に影響したと考えられる。一方の無間伐区の土壌水中  $\text{NO}_3^-$  濃度は、表層で高く、下層ほど低かった。これは林床植生が少ないため、土壌表層に無機態窒素が蓄積しており、下層でスギによる吸収が起きているものと推察された。

以上から、スギ林の強度間伐は、林床植生を豊富にすることで、無機態窒素の吸収量や窒素動態を変化させ、特に多雨で  $\text{NO}_3^-$  溶脱が生じやすい夏季に、土壌からの  $\text{NO}_3^-$  溶脱を抑制する可能性がある。

【引用文献】 Mitchell et al. (1997): *For. Ecol. Manage.*, 97: 39-51.  
Gundersen et al. (2006): *Environ. Rev.*, 14: 1-57.  
Seiwa et al. (2012): *For. Ecol. Manage.*, 269: 177-187.

# 河川伏流水中の窒素循環の解明

\*下田研人（東大院・新領域），山室真澄（東大院・新領域）

## 1. はじめに

河川の環境問題の一つに樹林化がある。樹林化とは、河川改修による洪水頻度の減少等の理由により、本来ならば礫河原であるべき場所が植生に覆われる現象である。樹林化は、礫河原の減少や外来種との競争による在来種の喪失、周辺地域への洪水リスクの増大などの影響をもたらす<sup>1)</sup>。このため、樹林化の発生メカニズムの解明が重要課題とされる。

河道内の土壌は本来、極めて貧栄養であり、特に窒素分が不足することから、大量のバイオマスをもった植物の生育には不向きである。従って樹林化が進行する過程で、樹木を含む大量の植生の成長を可能にする栄養塩類の供給が必須である。供給源として、例えば、大気窒素の固定が考えられてきた。しかし窒素固定能を有する植物が繁茂していない場所でも樹林化が進行する例があることから別の供給源の存在も予測され、本研究では中州の伏流水に着目した。

伏流水中の窒素動態に関する既報では、硝化脱窒が伏流水の窒素濃度に大きく影響する事<sup>2)</sup>、土壌中に混入している窒素成分が降雨イベントによって溶出され伏流水系に流入する事<sup>3)</sup>などが報告されている。しかしながら、これらの研究は降雨や冠水のイベントを十分に考慮しておらず、また流下に伴う窒素動態変化の速度パラメーターも十分に解明されていない。そこで本研究では、降雨や冠水のイベントによる伏流水中の窒素動態を解明できるように、継続的に伏流水の水質測定を行い、窒素動態を定量化することを試みた。

## 2. 材料と方法

先述の目的を達成できるフィールドとして、本研究では荒川・熊谷大橋(埼玉県熊谷市)下の裸地中州(長さ 240m、幅 25m)を対象地として選定し

た。観測孔に先端から 50cm にストレーナー加工(φ2.0mm の穴を高さ 1cm 間隔で 30 列)を施した φ40mm(内径)、長さ 1m の塩化ビニール製のパイプを設置し、伏流水面と常に連続性が保たれるようにした。開口部には目詰まりを起こさないように、24 メッシュ(0.84mm 四方)の金網で覆った。この観測孔を流下方向に対し平行に 30m 間隔で 1 列(計 7 地点)、垂直方向に 3 列(3 地点・5 地点・3 地点、計 11 地点)配置し(図 1)、採水・分析を行った。分析項目は水温、pH、溶存酸素濃度、TOC、T-N、各態イオン濃度、酸化還元電位である。今回の発表では 2012 年夏季の水質分析結果を報告する。

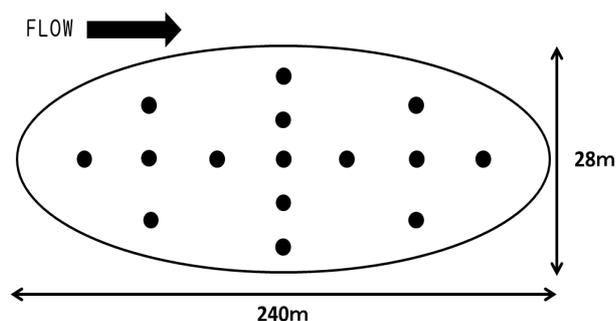


図 1 観測孔配置図

## 引用文献

- 1) Brian S Caruso (2006) .Project River Recovery: Restoration of Braided Gravel-Bed River Habitat in New Zealand's High Country. Environmental Management, 37, 840-861
- 2) Jay P. Zarnetske, Roy Haggerty, Steven M. Wondzell, Michelle A. Baker (2011). Dynamics of nitrate production and removal as a function of residence time in the hyporheic zone. JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH, 116, 1-12.
- 3) 中島治美, 鷺見哲也, 辻本哲郎 (2004) . 木津川裸地砂州における伏流水の水質特性. 河川技術論文集, 第 10 巻, 381-385.

# 福井県北川・南川における 硝酸態窒素の濃度と起源の時空間変化

\*坪井智子、杉本 亮、富永 修

(福井県大・海洋生物資源)

## 1. はじめに

硝酸態窒素 ( $\text{NO}_3^-$ ) は水域の富栄養化を引き起こす主要な原因の一つである。しかしながら、河川内の  $\text{NO}_3^-$  は、様々な窒素負荷源の影響を受けているだけでなく、河川内で生じる生物地球化学的プロセスの影響も受けるため、その動態は時間的にも空間的にも複雑である。本研究で対象とする北川と南川は幹川流路延長や集水域面積などの物理形態は類似しているものの、集水域の土地利用形態が大きく異なっている。そこで本研究では、北川と南川の  $\text{NO}_3^-$  濃度ならびに起源の時間的・空間的变化を明らかにすることを目的とし、 $\text{NO}_3^-$  の窒素・酸素安定同位体比 ( $\delta^{15}\text{N}$ 、 $\delta^{18}\text{O}$ ) 解析からその動態を評価した。

## 2. 材料と方法

2010年12月から2011年11月にかけて毎月平均時に北川と南川の上流域から下流域において多項目水質計を用いた水温、電気伝導度、pHの測定、また表層水の採水を行った。採水試料を用いて栄養塩濃度 ( $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{NO}_2^-$ 、 $\text{PO}_4^{3-}$ )、クロロフィル a 濃度、および  $\delta^{15}\text{N}$ 、 $\delta^{18}\text{O}$  を測定した。また、集水域の土地利用形態は ArcGIS を用いて解析した。

## 3. 結果

$\text{NO}_3^-$  濃度は北川と南川で大きく異なっていた (図1,2)。北川の  $\text{NO}_3^-$  濃度は、冬季に高く、夏季に低い傾向を示した。また、冬季に比べると、夏季には中下流域での濃度減少が顕著に生じていた。一方、南川の  $\text{NO}_3^-$  濃度は北川に比べると著しく低かった。また、時間的にも空間的にもその濃度は大きな変化を示さなかった。 $\delta^{18}\text{O}$  は北川・南川ともに冬季に高く、夏季に低い傾向があった。これは、冬季には降雨や降雪由来の  $\text{NO}_3^-$  が主な起源となっているのに対し、夏季には森林土壌で生成された  $\text{NO}_3^-$  が主な起源となっていることを示唆する。一方、 $\delta^{15}\text{N}$  は北川・南川ともに冬季は値が低く、また流程に沿った変化も小さかった。しかしながら、夏季には流程に沿った

変化が大きく、特に北川では中下流域において顕著な  $\delta^{15}\text{N}$  の上昇が生じていた。

## 4. 考察

北川と南川では、夏季の中下流域における  $\text{NO}_3^-$  濃度ならびに  $\delta^{15}\text{N}$  変動に大きな違いが認められた。北川は南川に比べて集水域内の水田面積や人口密度が中流以降に大きく増加するのが特徴である。また、5月から8月は水田利用期間であり、水田面積の大きな北川ほど  $\text{NO}_3^-$  濃度減少ならびに  $\delta^{15}\text{N}$  上昇が大きかったことから、水田利用面積の差異が河川水中の  $\text{NO}_3^-$  濃度動態に大きな影響を与えているものと考えられる。

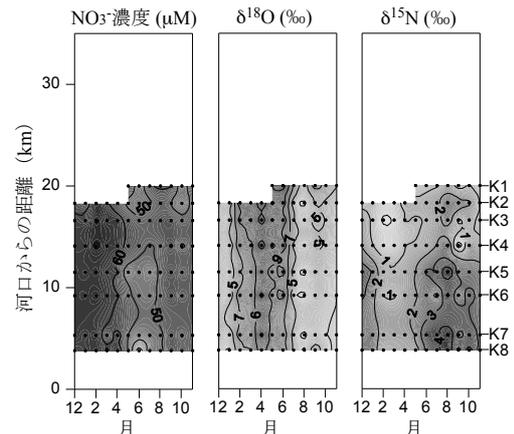


図1 北川における  $\text{NO}_3^-$  濃度、 $\delta^{18}\text{O}$ 、 $\delta^{15}\text{N}$  の時間的・空間的变化

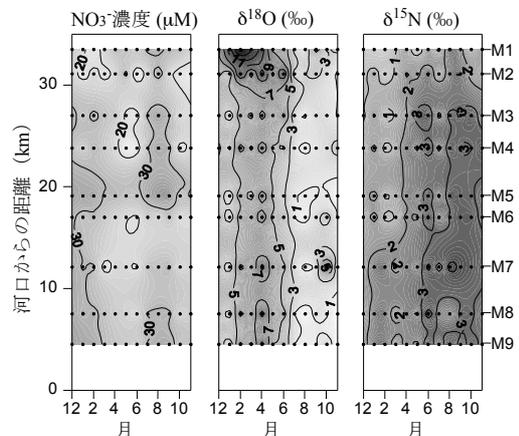


図2 南川における  $\text{NO}_3^-$  濃度、 $\delta^{18}\text{O}$ 、 $\delta^{15}\text{N}$  の時間的・空間的变化

# 奈良県護摩壇山試験地における森林施業に伴う渓流水質の長期変動

\*落合夏人 京都大学農学部森林科学科森林育成学研究室

徳地直子 京都大学フィールド科学教育研究センター

福島慶太郎 京都大学フィールド科学教育研究センター

## 〈はじめに〉

自然あるいは人為的な物質循環系の攪乱によって生態系機能は変化すると予想されている(Likens ら 1970; Swank ら 2001; 山谷 1993)。人為的な攪乱として特に森林施業に伴う物質循環系の攪乱の影響については未解明な部分が多く、国内外で様々な研究がおこなわれている(Fukuzawa ら 2006; Moore and Wondzell 2005; Feller 2005; Fahey 2005)。例えば、皆伐により樹木の養分吸収が停止し土壌微生物の硝化速度が上昇し  $\text{NO}_3^-$  が河川に流出する(Likens ら 1970; Haibara and Aiba 1990; Kunimatsu ら 2003; 浦川ら 2005; 福島・徳地 2008)。硝化が増加する過程で生成した  $\text{H}^+$  により  $\text{Ca}^{2+}$  などの塩基性カチオンの溶脱や、さらに河川の水量の増加が指摘されている(Likens ら 1970・1998)。また、伐採から植生が回復すると、河川の  $\text{NO}_3^-$  濃度は伐採前のレベルまで回復するが(Pardo ら 1995; Martin and Hornbeck 2000)、塩化物イオンは伐採直後から低下したまま 5 年経過しても回復しないことが報告されている(Reynolds ら 1995)。森林施業による森林生態系からの窒素流出を予測するモデルを構築する試みがなされているが(Forsius ら 1997; Aber ら 2002)、欧米を中心に構築されたモデルは、気候・地質・植生が異なる日本や東アジアに適応したモデルへと再構築する必要がある(Ohte ら 2001)。自然状態での河川水質の長期変動についても多くの研究はあるが、今日の環境変動影響下でますます重要性が増すと考えられる。

そこで本研究では、集水域単位で皆伐施業が行われ集水域ごとに林齢が異なる試験地内の 5 つの集水域を対象として、渓流水中の  $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{Na}^+$ 、 $\text{K}^+$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$  の濃度をおよそ月に 1 回計測した。また、これら濃度とこの試験地における年間の気温や降水量との関連性を考察した。これにより、我が国における皆伐ならびに自然条件での物質循環系への長期の影響の把握することを目的とした。

## 〈材料と方法〉

試験は奈良県十津川村の護摩壇山試験地(福島・徳地 2008)で行った。2012 年現在 10・12・23・38・49 年生の 5 渓流で 2002 年から月に 1~2 回のサンプリングを行った。採取した渓流水はラボに持ち帰りイオンクロマトグラフにかけ、 $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{Na}^+$ 、 $\text{K}^+$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$  の濃度を測定した。

また気象情報は、近隣の森林である京都大学フィールド科学教育研究センター森林ステーション和歌山研究林の HP (<http://fserc.kyoto-u.ac.jp/waka/>)に掲載されているデータを用いた。

## 〈結果および考察〉

$\text{NO}_3^-$  において、10 年生林では伐採後 2 年ほどたった後上昇をはじめ、そこから 5 年ほどでピークを迎え、その後減少した。また 12 年生林ではほかの集水域より濃度が高かったが計測開始時にはすでに低下を始めていた。23・38・49 年生林では計測期間中常に低い値を保っていた。これらの結果はこれまで本試験地で得られている皆伐後の渓流水質の変動の傾向に一致した(Tokuchi and Fukushima 2009)。一方、長期の傾向としては皆伐の影響からほぼ回復したと考えられる 23・38・49 年生林では 2008 年まで緩やかな上昇傾向を示し、その後低下した。気象条件との関係では、2008 年まで最高気温の低下傾向ならびに年間降水量の減少傾向がみられており、これらの要因との関係が示唆される。気象変動に伴う河川水質の変動の検討は今後大きな課題となると考えられ、ほかの調査項目についても検討を加える。

# 同一の水源地をもつ渋海川（信濃川支川）と保倉川 （関川支川）の陸水生物相の比較

\*帆苺信夫・松本史郎・安部 信之・帆苺 信・富樫 繁春・伊藤 正一・  
佐藤 豊・伊藤 章・本間義治 (新潟河川生態研究グループ)

## はじめに

新潟・長野県境の関田山地にある野々海峠周辺に水源地を持つ渋海川と保倉川は、それぞれ軟弱な第三紀層の地滑り地帯をもつ東頸城丘陵を北上し、渋海川は信濃川に合流する。一方、保倉川は米山山地で西進して高田平野を流れて関川に合流する支川である。私たちは、渋海川は2007年6月から2009年10月まで5回、保倉川は2010年6月から2011年10月まで5回にわたり両河川の陸水生物相の調査を実施した。これらの調査により得られた両河川の陸水生物相について、比較を試みたので報告する。

## 調査定点と方法

渋海川では4定点、保倉川では遊水池を含めて4定点を定め、各定点で採集したプランクトン・底生動物・魚類の種類組成から両河川の特徴を比較した。

## 結果と考察

プランクトンは、両河川ともに、緑・藍藻は貧弱で、種類数も細胞密度ともに少なく、プランクトン相は安定せず調査時ごとに種の変動が大きかった。夏期には石面のカワシオグサ (*Cladophora glomerata*) が剥がれ、群体のまま流下しているのが目立った。珪藻類は渋海川の試料には *Nitzschia inconspicua* を優占種とする種が多くみられ、保倉川では上流域で *Rhoicosphenia abbreviata*、中流域で *Reimeria sinuata* や *Nitzschia inconspicua* などを優占種としていた。動物プランクトンは、渋海川で周囲の水田から流入したと思われる小型動物がわずかに見られ、保倉川でも有殻アメーバや繊毛虫類などの原生物とワムシ類の *Colurella colurus* などが観察されたが数・量ともごくわずかであった。

保倉川遊水池のプランクトン相は、両河川のそれとは全く異なり、珪藻類の *Aulacoseira ambigua* が優占し、次いで *Dinobryon* などの鞭毛藻や緑藻類がそれに混じり、種数、細胞数ともに多かった。動物プランクトンは、小型のワムシ類が優占し、夏場には大型のカイアシ類 *Eodiaptomus japonicus* も多く見られ、動物・植物ともに平地の溜池で観察されるプランクトン相を示した。

底生動物は、両河川の5回の調査で、74種を採

集した。これらのうち種類数では、カゲロウ目が23種と最も多く、次いでトビケラ目の13種であった。個体数ではウルマーシマトビケラが514個体（渋海川497、保倉川17）で最も多く、次いでフタバコカゲロウの233個体（渋海川10、保倉川223）であった。

渋海川では、造網型で濾過食者であるウルマーシマトビケラが最も多く、優占種を形成していた。他にコガタシマトビケラ、ヒゲナガカワトビケラが多く出現した。各定点とも匍匐型で掃き採り食者であるヒラタカゲロウ類が極めて少なかった。

保倉川では、遊泳型で摘み採り食者であるフタバコカゲロウやコカゲロウの類が多かった。また、匍匐型で捕食者のフタマタマダラカゲロウ、ヨシノマダラカゲロウ等も多数検出された。しかし、濾過食者のトビケラ類は少なく、また、掃き採り食者であるヒラタカゲロウ類も、渋海川と同様希であった。

これら水生昆虫類の消化管内容物を検索すると、渋海川の場合流下物を、保倉川では流下堆積物に依存している種が大半であることが分かった。

魚類は、渋海川で23種、保倉川で11種を捕獲したが、保倉川は渋海川の半数に満たなかった。渋海川ではウグイ、カマツカ、ニゴイが、保倉川ではウグイ、シマドジョウ、カジカが目立った。渋海川では、オイカワ定着期（1930年代）以降の国内・国外からの外来魚が5種採集されたが、保倉川では1種だけであった。両川ともアユやサケ科魚類がほとんど採集されない点で類似していたが、流域が軟弱地盤で、濁流化しやすい河相によるものと思われた。一方、両川の相違については、渋海川が魚類相の豊富な信濃川の支川であることと、さらに両川の河床や水際植物の繁茂の状態に起因していると思われた。

## まとめ

両河川とも軟弱な地盤のため河床の石は泥かぶりの状態で、安定した藻類の着生が認められなかった。従って底生動物では掃き採り食者のヒラタカゲロウ類が少なく、魚類では藻類食のアユが殆どみられなかった。両河川の河床や水際の植生の違いを反映して動物群ごとの種組成や採集量に差異が認められた。

# 河畔林の植性が甲殻類(ヨコエビ)の分布に影響するか？ ～河川水中の Ca 濃度の変化を介して～

\*太田 民久(北海道大学・苫小牧研究林)

丹羽 慈((財)自然環境研究センター)

日浦 勉(北海道大学・苫小牧研究林)

## 1. はじめに

甲殻類の外骨格は大量のカルシウム(Ca)を含んでいる。しかし甲殻類は脱皮の度に体内の Ca の 10%程度を放出してしまう。甲殻類は脱皮後、水塊中の Ca を能動輸送にて吸収し、外骨格の再石灰化に用いる。そのため環境中の Ca はしばしば甲殻類の分布や成長を制限する要因となりうる。では、水塊中の Ca 濃度に影響を与える要因として何が考えられるだろう。先行研究の多くは酸性雨の影響に着目している。一方、我々は集水域の植生に新たに着目した。落葉リターのカルシウム濃度は樹種間で大きく異なる。特に杉やヒノキおよびセコイアといった樹種は広葉樹やモミ等と比べ 3 から 5 倍程度 Ca 濃度が高いことが知られる。それに伴い土壌中の Ca 濃度、さらにはそこからしみ出す水の Ca 濃度も変化する可能性がある。我々は、集水域の植生が異なることで河川水中の Ca 濃度が変化し、甲殻類の分布および密度に影響しているという仮説のもと野外調査および野外実験を行った。

## 2. 材料と方法

調査場所は北海道大学和歌山研究林を流れる古座川である。本河川は他河川と比べ、非常に Ca 濃度が低いことが知られている。我々は本河川に流れ込む細流およびその集水域を 1 つの調査サイトとし、計 9 個所の調査サイトを設けた(集水域の植生: 照葉樹×3, 杉林×3, 皆伐地帯×3)。我々は調査サイト毎に河川水、集水域の土壌および河川底生無脊椎動物のサンプリングを行った。さらに我々は野外実験として、杉林サイトにてサンプ

リングした甲殻類(*Gammarus nipponensis*)をケージに入れ、9河川それぞれに 10 個ずつセットした。そして、28 日後そのケージを回収し、生存個体数をカウントした。

## 3. 結果

河川水および土壌中の Ca 濃度は照葉樹林サイトと比べ杉林サイトで有意に高かった。そして皆伐サイトでは照葉樹林および杉林サイトの中間の Ca 濃度を示した。また、杉林サイトでは、*G. nipponensis* の密度が照葉樹林サイトおよび皆伐サイトと比べ 10 倍以上高かった。照葉樹林サイトと皆伐サイトにおける *G. nipponensis* の密度は同程度であった。さらに野外実験において照葉樹林にセットしたケージ内の *G. nipponensis* はほとんどが死亡していたのに対し、杉林サイトではほとんど死亡していなかった。

## 4. 考察

我々の結果は、集水域の植生が異なることで河川水中の Ca 濃度が変化し、甲殻類の分布および密度に影響するという仮説を示唆するものであった。リター中の Ca 濃度が高いとされる杉やヒノキは日本において広く植林されており、純林を形成していることも珍しくない。今回の結果をふまえて、異なる地域で集水域の植生が河川底生無脊椎動物の分布や密度に与える影響を調査する必要がある。ちなみに、皆伐サイトで *G. nipponensis* の密度が低かった原因は他の河川と比べ保水能力が低く攪乱が激しいことが原因の 1 つと考えられる。

# 管理型廃棄物最終処分場の浸出水調整池における anammox 菌の検出

相子伸之（地独・大阪府立環農水研）, 平大輔（崇城大・応生命）

矢吹芳教（地独・大阪府立環農水研）

## 1. はじめに

産業廃棄物最終処分場の浸出水には、窒素成分が数十から百数十 mg/L の高濃度に含まれている。処分場では、埋立て終了後も廃止に至るまで廃掃法の基準値を満たして浸出水を放流しなければならないため、浄化施設を設置して水質を管理する必要がある。

一方で、処分場の調整池（処理施設へ配水する浸出水の水量を調節する役割を持つ池）では、1ヶ月程度の滞留期間で窒素が低減することが明らかになっている。著者のこれまでの調査では、この窒素低減が調整池の池底付近で起こることが確認され、池底に堆積している底泥が窒素低減に大きく関与していることが示唆された。また、この浸出水には有機物が含まれているが、難分解性の有機物が多く、従属栄養的な脱窒が起きにくいと考えられることから、現地環境において、独立栄養的な脱窒である anammox 反応が自然発生的に起こっていることが推察された。

そこで本研究では、調整池の底泥に anammox 菌が存在するの否かを分子生物学的手法を用いて調べた。

## 2. 材料と方法

底泥は、S 処分場、および I 処分場の調整池の池底から、エッグマンバージ採泥器を用いて採取した。S 調整池では浸出水流入付近（地点①）、および排水処理施設への送水機付近（地点②）の合計 2 地点、I 調整池では、浸出水流入付近（地点①、②）の 2 地点と、処理施設付近（地点④）の 1 地点の合計 3 地点の底泥を試料とした。

anammox 菌の検出を PCR-クローニング解析により行った。採取した底泥（約 1.0 g）から ISOIL（ニッポンジーン）により DNA を抽出・精製した。この DNA を鋳型として、anammox 菌に特有の遺伝子であり、ヒドラジンから分子状窒素を生じる脱窒反応

を触媒するヒドラジン酸化酵素（hzo）遺伝子の PCR 増幅を試みた。PCR プライマーとして、H1（hzo c11F1(5'-TGAAAGACYTGYCAYTGG-3'）と hzo c11R2（5'-ACTCCAGATRTGCTGACC-3'）のセット）、および H4（hzo F1(5'-TGTGCATGGTCAATTGAAAG-3'）と hzo R1（5'-CAACCTCTTCWGCAGGTGCATG-3'）のセット）を用いた。PCR 後、アガロ-スゲル電気泳動により目的遺伝子領域が増幅されたことを確認した。得られた PCR 産物（hzo 遺伝子）を精製・クローニングした後、その塩基配列を決定し、BLAST による相同性検索を行った。

## 3. 結果と考察

S 調整池において 2 地点、I 調整池において 3 地点の合計 5 地点の底泥において DNA を抽出し、その DNA を鋳型として、H1 および H4 プライマーを用いて PCR を行った結果、S 調整池地点①、および I 調整池地点①において hzo 遺伝子の増幅が確認できた。さらに、S 調整池地点①のこの PCR 産物についてクローニング後、20 クローンについて塩基配列を決定したところ、*Candidatus Kuenenia stuttgartiensis* の hzo 遺伝子と 99% 以上一致する配列のみが得られた。水質調査では S 調整池では、浸出水が流入する地点①付近で窒素低減が起こっていると推察されたが、その地点の底泥に anammox 菌が存在していることが確認され、窒素低減にも貢献している可能性が得られた。また、I 調整池においても、底泥の anammox 菌の存在が確認され、窒素低減効果との関係および DNA シーケンスによる anammox 菌の解析が今後の課題となった。

## 謝辞

本研究は、環境省の平成 23 年度廃棄物・海域水環境保全に係る調査研究助成制度「管理型廃棄物最終処分場の浸出水調整池における自然発生的 anammox 反応を利用した窒素低減技術に関する研究（230002）」で実施した。

# 由良川流域における溶存有機物の蛍光特性

\*大槻あずさ・福崎康司・鈴木伸弥（京大院・農）・  
福島慶太郎・吉岡崇仁（京大・フィールド研）

## 1. はじめに

陸域から流出する溶存有機物（DOM）は河川を経由して湖沼・海洋へと輸送され、微生物の炭素源として用いられるだけではなく、微量金属・溶存酸素・窒素・リンなどの栄養塩の量を制御し、沿岸域の一次生産に寄与していることが知られている。平均的な河川水では DOM の約 50% が腐植物質と呼ばれる難分解性の有機物である。河川中の腐植物質の構造や機能性は原料物質や生成される環境によって異なり、水環境に密接に関係することが指摘されている。腐植物質の質による分解性の差異や、鉄などの微量金属との錯体形成能の違いが報告されており、対象とする流域において腐植物質の濃度とともに、その特性を評価することが必要である。

本研究は京都府北部の由良川流域における DOM の特性を 3 次元励起蛍光マトリックス（3dEEM）によって解析し、流域の土地利用との関係を調査した。

## 2. 材料と方法

由良川の流域面積は 1,880 km<sup>2</sup>、幹川流路延長は 146 km である。平成 18 年度版国土数値情報（土地利用細分メッシュデータ、国土交通省）を用いて、各採水地点の集水域の土地利用を森林面積率、農地面積率、市街地面積率に大別して算出した。由良川全流域の 81% が森林、12% が農地、4% が市街地である。この 3 つの土地利用は相互に強く相関し（森林と農地  $r^2 = 0.91$ 、森林と市街地  $r^2 = 0.91$ ）、森林が減少すると農地や市街地が増加するという関係だった。採水地点は源流にあたる森林溪流から河口まで、42～55 地点で、2009 年から 2012 年に季節毎に採水した。サンプルはガラス繊維ろ紙（Whatman、タイプ GF/F）でろ過後、全有機炭素計（TOC-V CSH、島津製作所）を用いて溶存有機炭素（DOC）濃度を測定し、蛍光分光光度計（F-7000、日立ハイテク）を用いて 3dEEM を測定した。DOM の 3dEEM データは

ラマン補正によって測定値を標準化し、Parallel Factor (PARAFAC) 解析を用いてピークを検出した。

## 3. 結果と考察

流域全体での DOC 濃度の平均値は  $62.3 \pm 66.1 \mu\text{MC}$  であり、DOC 濃度は冬季と春季に低く、 $50.2 \pm 33.9 \mu\text{MC}$  であった。夏季と秋季は  $73.7 \pm 84.7 \mu\text{MC}$  で高かったが、2011 年 10 月は  $51.0 \pm 24.0 \mu\text{MC}$  で、他の秋季より低く、冬季・春季に近い値だった。本流では年間を通して流下に伴って DOC 濃度が上昇する傾向が見られた。支流の採水地点では本流よりも DOC 濃度が大きくばらついた。また、源流部の森林溪流においても DOC 濃度が大きくばらついた。DOC 濃度と土地利用の間に相関は見られなかった。

3dEEM に PARAFAC 解析を行ったところ、3 種類の腐植物質に由来すると考えられる蛍光が得られた。得られた蛍光のピーク位置の励起波長(nm)/蛍光波長(nm)は、400/476、365/431、260/412 で、それぞれ腐植様蛍光 C1、C2、A と示す。平均蛍光強度はそれぞれ  $7.5 \times 10^{-2} \pm 4.8 \times 10^{-2}$  RU、 $4.9 \times 10^{-2} \pm 3.3 \times 10^{-2}$  RU、 $3.2 \times 10^{-2} \pm 2.6 \times 10^{-2}$  RU だった。3 種類共に DOC 濃度と相関があり（それぞれ  $r^2 = 0.80, 0.69, 0.72$ 、全て  $p < 0.001$ ）、全て DOC と同様の季節変動を示した。土地利用との関係は、C2、A と農地面積率との間に正の相関（それぞれ  $r^2 = 0.36, 0.35$ 、 $p < 0.001$ ）が見られた。但し、農地面積率と市街地面積率が強く相関するため、腐植様蛍光の起源が農地と市街地のどちらであるかを判断することは困難であった。DOC あたりの蛍光強度は、強い順に  $C1 > C2 > A$  となり、本流の流下過程で C1 がやや減少し、C2 と A は増加した。C1 は源流の地点とそれ以外の地点で DOC あたりの強度が大きく変化しなかったが、C2 と A では源流以外の地点で強度が高かった。C1 は自然・人為起源の双方から供給され、C2・A は人為起源から多く供給されると考えられる。

# 火山島における水環境-伊豆諸島を事例に-

\*濱侃<sup>1)</sup>・小寺浩二<sup>2)</sup>

1)法政大・学、2)法政大・地理学教室

## I はじめに

日本全国で、海岸線の長さが100mを超える島は多数あり、その数は約6,800もある。それらの島嶼のなかでも離島における水環境は特殊なものと言える。島の成因は様々だが、特に火山島は透水性が高く、恒常河川が少なく、淡水を得にくいとされる(新藤1992他)。そこで、本研究では島全体が火山であり、離島でもある伊豆諸島を研究対象とし、火山島における水環境の現状を明らかにし課題を探る。

## II 対象地域

伊豆諸島は、いずれも火山およびカルデラ式海底火山によって生まれた島々であり、その中でも特に面積の大きく江戸時代より人が住んでいた伊豆大島、八丈島、三宅島、新島、神津島、御蔵島、利島で構成される伊豆七島は、最南端の八丈島で東京から約287km、最も本州に近い伊豆大島は伊豆半島から約25kmの距離にある。いずれの島も降水量は多いが、恒常河川や湧水が豊富である八丈島・御蔵島を除いて淡水環境には恵まれているとは言えず、淡水を得るために様々な努力がなされてきた(新藤1992)。

## III 研究方法

伊豆諸島において沢水・湧水・井戸水を中心に現地水文観測を行った。観測項目は、水温、EC、DO、TURB、TDS、pH、RpH、流量(湧出量)であり、持ち帰ったサンプルにより、COD、TOC、シリカ(モリブデン青法)の測定、イオンクロマトグラフィーを使用した主要溶存成分分析を行なった。地下水については井戸を中心に調査を行った。

## IV 結果・考察

主要溶存成分を見ると、八丈島では三原山の湧水を中心にNa-HCO<sub>3</sub>型を示しており、例外的に三原山北部にCa-HCO<sub>3</sub>型の比較的古いとみられる水が見られる。八丈島調査2日目は、雨が強く降っていたため、降雨の影響を強く受け、雨と似た水質組成になっている。大島では、湧水を中心にCa-HCO<sub>3</sub>型が見られ、海の影響が強い地域はNa-Cl型を示した。島の中心部であり河口に近い温泉は、水温80℃をこえる熱水であり、火山ガスの影響を強くうけていると思われるCa-SO<sub>4</sub>型である。その中心部の地

下水が流れていくうちに岩石と触れ合う時間が増え、HCO<sub>3</sub>の値が上昇していると思われる。

キーダイアグラムを見ると、上下にばらつきを持っているが、降雨や海からの影響の大きいNa-Cl型の水の影響を強く受けた点が右上に来ていることから、その他のエリアにプロットされているものは、左および左下あたりにある滞留時間が比較的長い地下水と混ざり合っていると考えられる。

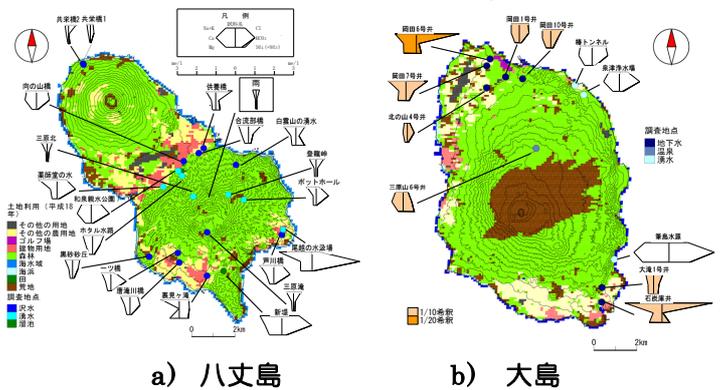


図1 シュティフダイアグラム(八丈島・大島)

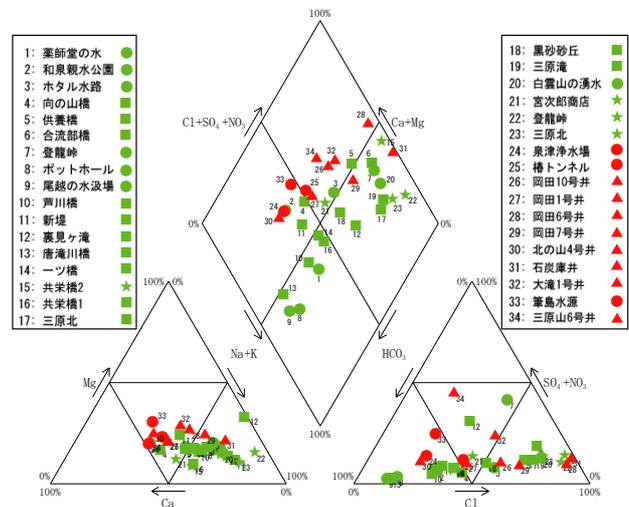


図2 トリリニアダイアグラム  
(緑：八丈島、赤：大島)

## V おわりに

今後は、他の島の調査をすすめ、分析結果から総合的に火山島の水環境の現状と課題を明らかにする。

## 参考文献

新藤静夫(1992)：火山島における地下水の開発と保全-伊豆諸島の場合(島嶼における水資源の開発と保全<特集>), 地下水学会誌, 34(3), 137-152.

# 河川における濁水が付着藻類の一次生産に及ぼす影響

\*宮川幸雄、森照貴、加藤康充、小野田幸生、萱場祐一  
(土木研究所・自然共生研究センター)

## 1. はじめに

濁水が河川生態系に及ぼす影響については、魚類や底生動物、底生性付着藻類など様々な分類群で報告されている。この中で底生性付着藻類（以下、付着藻類）については、濁水中の高濃度の無機物が付着藻類と混合することで、付着藻類そのものや付着藻類を餌資源とする生物群に影響を及ぼす可能性がある。特に、中流域の河川は光条件がよく生産性が高いこともあって、付着藻類が多く、多くの生物の餌として利用されているため、濁水が付着藻類に及ぼす影響の解明は重要と考えられる。

本研究では、付着藻類そのものの一次生産活動に着目し、濁水の流入によって付着藻類の組成及び活性がどのように変化するかについて検証を行った。

## 2. 方法

はじめに、付着藻類を定着させるため、タイルを自然共生研究センターを流れる実験河川に2週間沈水させた。本研究では、流速及び濁水濃度、流砂量を制御可能な循環型管路を用いて実験を行った。この管路に藻類を定着させたタイルを入れ、河川水を24時間通水させた。通水時に3つの要因について操作した。

- ①流速 (0.5m/s (平水時)、4.0m/s (洪水時))
- ②濁度 (10mg/L(平常時)、10,000mg/L(高濃度時))
- ③掃流砂 (あり、なし)

これらの条件を組み合わせ、計8通りの処理区を作成した。

通水後、タイルを循環装置(図1)内に設置し、24時間循環させ、溶存酸素濃度(DO(mg/L))の時間変化を観測し、一次生産速度を測定した。また、通水前後の付着藻類の有機物量(mg/m<sup>2</sup>)、無機物量(mg/m<sup>2</sup>)、クロロフィルα量(μg/m<sup>2</sup>)を測定した。

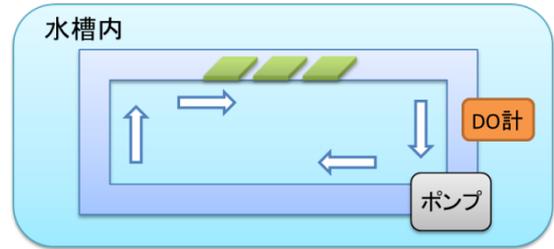


図1. 循環装置の概略

## 3. 結果と考察

循環装置中の溶存酸素濃度は夜間減少するものの、日中は増大しており、実河川で観測される生産速度とほぼ一致していた(図2)。

高濃度の濁水下では、平常時と比べて、太陽光が川底まで届きにくいことに加え、無機物が付着藻類に堆積し光が直接あたりにくくなる。そのため、濁水流入後、平常時の状態に戻っても、付着藻類中に残った無機物により、一次生産速度は低下すると考えられる。本研究では砂の有無や流速の影響について、議論を行う予定である。

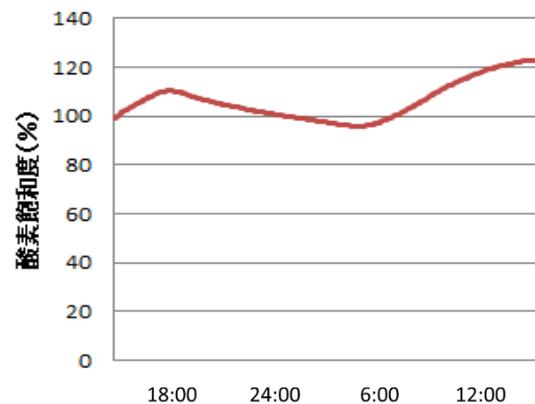


図2. 酸素飽和度の変化

# 讃岐平野の河川における浮遊藻類の種組成とその起源

\* 福田竜也 (愛媛大・院・農)・山田佳裕 (香川大・農)・野崎健太郎 (椋山女学園大・教)

## 1. はじめに

雨の少ない香川県では、効率的な水利用がなされており、河川の有機物濃度が高い。過去の研究から、主要河川の新川では、河川に供給される懸濁態有機物の大部分は、流域の灌漑用ため池から供給されることがわかっている。よって、河川の有機物汚濁を考える際には流域の浮遊藻類に関わる基礎的知見が重要になる。そこで、本研究では、新川下流及び主要ため池にみられる浮遊藻類の種組成及び細胞数の経時変化と、流域の水利用及び雨量の季節変化との関係を比較・解析した。

## 2. 調査方法

調査対象の新川は、全長 55.5 km の中小河川で、流域には大小合わせて約 90 カ所のため池が存在する。新川と水源となるため池について、浮遊藻類の種組成及び細胞数の時間変化を比較するため、流域で放流量が大きい男井間池と、男井間池の水が流入する地点より 3 km 下流の河川水を 2010 年 8 月下旬から 2011 年 11 月まで、週一回採取し、顕微鏡を用いて藻類の種類と細胞数を観察した。男井間池は、2010 年及び 2011 年の 9 月末～10 月に水量調節のため大規模な放流を行っている。

## 3. 結果

気象庁 (2012) によると、香川県高松市の雨量は、2010 年 8 月～2011 年 4 月は、2～125 mm/月と少なく、2011 年 5 月～11 月は 108～452 mm/月と雨が多かった。

新川下流の種組成は、2010 年 8 月下旬～2010 年 10 月中旬は *Microcystis aeruginosa* などの藍藻と *Scenedesmus opoliensis* など数種類の緑藻類が優先し、細胞数は  $2.3 \times 10^2 \sim 3.0 \times 10^3$  cell/mL であった。しかし、男井間池が放流した 2010 年 10 月末から *Cyrotella meneghiniana*、*Melosira varians* 等の珪藻が優先し、細胞数が  $4.0 \times 10^3 \sim 1.3 \times 10^4$  cell/mL まで上昇した。その後、2011 年 3 月末まで種組成は変化が少なく、細胞数も  $1.4 \times 10^3 \sim 3.9 \times 10^3$  cell/mL で、大きな変化が見られなかった。しかし、4 月になると種組成は大きく変わり *M. aeruginosa* などの藍藻が 5 月の中旬まで 50%以上を占め、細胞数も  $2.7 \times 10^3 \sim 1.1 \times 10^4$  cell/mL に上昇した。

この時期から、河川の種組成の変化が大きくなった。2011 年 5 月末～6 月は *Eudorina elegans* などの緑藻や、

*C. meneghiniana* が見られ、細胞数は  $3.7 \times 10^2 \sim 6.1 \times 10^2$  cell/mL と低かった。7 月～8 月には *M. aeruginosa* が優先し、細胞数は  $2.2 \times 10^3 \sim 5.8 \times 10^3$  cell/mL に上昇した。8 月末～9 月に再び緑藻が優先し、細胞数は  $3.5 \times 10^2$  cell/mL に下がった。その後、9 月下旬以降 11 月の終わりまで *M. aeruginosa* が優先し、細胞数も  $1.3 \times 10^4$  cell/mL へ上昇した。

男井間池の種組成は、2010 年 11 月中旬から 2011 年 2 月末まで *C. meneghiniana* 及び数種類の緑藻類が優先した。その他の日はごく一部を除き、*M. aeruginosa*、*Phormidium tenue*、など数種類の藍藻類が種組成の 80% 以上を占めた。細胞数は 2011 年 4 月上旬にかけて  $9.4 \times 10^4$  cell/mL へと著しく上昇した以外は、概ね河川より濃度が高く  $9.3 \times 10^2 \sim 2.4 \times 10^4$  cell/mL であった。

## 4. 考察

雨が少ない時期は河川水量が少なく、堰からの水の流下が乏しくなる。新川の 2010 年 10 月の種組成の変化及び細胞数の増加については、10 月の男井間池の大規模な放流のため、河川水が池水に置換されたためと考えられる。男井間池放流後、2011 年 3 月までの、河川の種組成及び細胞数の変化は比較的小さかった。少雨で河川源流からの水が減り、10 月に放流された男井間池の水の一部が交換されずに堰に滞留していたためと考えられる。

雨が多かった 2011 年 5～11 月については、5 月～6 月及び 8 月下旬～9 月上旬にかけて、種組成の大きな変化が見られた。これは、農繁期で水需要が増し、河川水の起源が多様化したためと考えられる。また、5 月～7 月は、ため池の流入が多いにも関わらず河川の細胞数が比較的低かった。比較的多い雨や細胞数の少ない灌漑用水の流域への供給により、新川の細胞数上昇が抑えられたと考えられる。

以上のことから、浮遊藻類はため池の放流時にため池から流入しており、河川の種組成はため池を反映していることがわかった。また、河川においてため池の水が優先すると、浮遊藻類の細胞数が上昇し、雨水や河川源流の水が優先すると細胞数が低くなり、種組成が多様化することがわかった。

# 流程と季節による流下粒状有機物の組成と 造網性トビケラの摂食生態の変化

\*坂田啓三（大阪府立大学大学院 理学系研究科）

谷田一三（大阪府立大学大学院 理学系研究科）

## はじめに

河川の底生動物群集において、ヒゲナガカワトビケラ科 *Stenopsychidae* およびシマトビケラ科 *Hydropsychidae* は、個体数や現存量において他のグループに卓越することが多い。この2科の幼虫は礫表面や礫間などに口から吐き出した糸を使って固着性の巣を作り、その上流側には捕獲網を張り、水流で運ばれてくる有機物(流下 POM)を集めて餌としている。これらのトビケラは造網性トビケラと呼ばれている。

造網性トビケラの餌となる流下 POM の起源は、溪畔植物の分解物、河床の付着藻類の剥離したもの、水生昆虫の脱皮殻や遺骸片などである。

河川連続体仮説によると、流下 POM の起源が河川の流程によって変化することが予測されている(Vannote et al., 1980)。上流域では溪畔林の発達により河床に差し込む日光が減少し、河床の藻類が少なく、陸上植物の分解物が河川に流入する比率が高くなり外来性有機物が相対的に多くなる傾向にある。中流域では河床に届く光エネルギーが増加するので付着藻類が増え、河川由来の有機物が相対的に多くなる。流下 POM の組成変化は、造網性トビケラの利用可能な餌の質に変化を与え、摂食生態にも影響を与えると考えられる。

本研究では、同一河川において流下 POM の流程と季節における変化と、その変化が造網性トビケラの餌内容に与える影響を明らかにすることを目的とする。

## 材料と方法

調査地点は紀ノ川水系の高見川・四郷川・日裏川(奈良県東吉野村)、紀ノ川(和歌山県橋本市)とした。各調査地点で流下ネット(メッシュサイズ;125

μm)を用いて流下 POM を各地点で5サンプル採取し、造網性トビケラは礫単位採取法により採取した。採取したサンプルは現地でホルマリン固定し、実験室に持ち帰った。流下 POM については、3サンプルを125~250 μm, 250~500 μm, 500~1000 μm, 1000 μm<に分画し、灼熱減量により有機物量を測定した。また、他の2サンプルはサイズ分画後に、プレパラートを作成し顕微鏡写真を撮影した。写真は ImageJ を用いて、内容物をデトリタス・陸生植物・河川性植物・キチン質(脱皮殻を含む)・動物遺骸に区分し、それぞれの面積を測定して、組成を求めた。

造網性トビケラは、消化管前方部の内容物をプレパラートにし、顕微鏡写真を撮影し、流下 POM と同様の手法で内容物の組成を調べた。

## 結果と考察

2011年8月に採取した流下 POM のサンプルでは、流下 POM の有機物量は、高見川で111.74 mg/m<sup>3</sup>、四郷川で24.34 mg/m<sup>3</sup>となり大きく違っていた。

組成をサイズごとに比較すると、全サイズについて、河川性植物の割合は高見川が四郷川より多く、陸生植物は四郷川が高見川での割合を上回っていた。

高見川の早瀬で採取したヒゲナガカワトビケラ *Stenopsyche marmorata* の消化管内容物は、デトリタスが卓越していたが、河川性植物も20%以上(平均では約30%)を占めていた。

それに対して、四郷川の支流である日裏川で採取したヒゲナガカワトビケラの消化管内容物は、デトリタス・キチン質等が大半であり、陸生植物が25%以上を占める個体も見られた。しかし、河川性植物の占める割合はどの個体でも2%に満たなかった。このように河川による顕著な消化管内容の違いが見られた。

# 房総半島における生物指標による河川環境評価

\*村上和仁、安藤 諭、五明美智男（千葉工大・生命環境）

## 1. 目的

現在、河川の水質は環境省が定めている環境基準値の BOD を主に用いて評価されている。しかし、これは化学的評価だけで河川環境を評価しており、多角的に環境を評価できていないという問題が生じる。

本研究では千葉県河川の環境マップを作成することを目的として、房総半島を流下する小糸川・小櫃川・養老川の季節ごとの水質環境について、付着珪藻・マクロベントス・水質から評価した。

## 2. 方法

### 2.1 調査期間

千葉県の房総半島を流下する小糸川・小櫃川・養老川を対象として、2009～2011 年度に四季別（5 月（春季）、7 月（夏季）、10 月（秋季）、1 月（冬季））に調査を行った。

### 2.2 調査地点

調査地点は、流域の土地利用形態を考慮して、小糸川においては、豊英大滝（山間部）・粟倉橋（ダム湖の下流）・八千代橋（畑地）・人見大橋（宅地）・人見橋（河口）の 5 地点、小櫃川においては、清水溪流公園（山岳部）・岩田橋（畑地）・椿橋（水田）・小櫃橋（宅地）・金木橋（河口）の 5 地点、養老川においては、粟又の滝（山岳部）・持田崎橋（山岳部）・楓橋（宅地）・浅井橋（畑地）・養老大橋（河口域）の 5 地点を調査対象地点とした。

### 2.3 現場調査

時刻、気温、水温、流速、川幅、水深、透視度、pH、DO、およびパックテストによる COD・COD(D)・NH<sub>4</sub>-N を測定した。また、付着珪藻については 5cm×5cm の方形枠（コドラート）内を歯ブラシで削ぎ落として採取し、マクロベントスについては D ネットにいるキック&スweep法またはエックマンバーJ採泥器にて採取した。

### 2.4 分析項目

分析項目は COD、BOD、Chl.a 濃度、Cl<sup>-</sup>、SS、栄養塩濃度（T-N、NO<sub>2</sub>-N、NO<sub>3</sub>-N、NH<sub>4</sub>-N、T-P、PO<sub>4</sub>-P）とした。採水後は速やかに水質を分析するとともに、付着珪藻およびマクロベントスの分類・同定・計数も行った。

## 2.5 評価方法

BOD の分析値は環境省が定めた河川の基準値にあてはめ、採取された付着珪藻については生物学的水質判定法により汚濁指数を判定した。さらに付着珪藻群集に基づく有機汚濁指数（DAI<sub>po</sub>）を求め、河川総合評価（RPI<sub>d</sub>）を算出し総合的に評価した。また、マクロベントスについては、BMWP スコア法のスコア表にまとめ、ASPT 値を算出して評価した。

## 3. 結果および考察

- 1) 小糸川・小櫃川・養老川のいずれの河川においても、BOD による評価は AA 類型もしくは A 類型が多く、水質は良好であった。
- 2) 付着珪藻の汚濁指数による生物学的水質汚濁階級は、 $\alpha$ ～ $\beta$ -ms の結果が得られ、概ね良好であった。
- 3) DAI<sub>po</sub>、RPI<sub>d</sub> による評価では良い状態とはいえ、春季から秋季にかけて汚濁の進行が認められた。
- 4) マクロベントスの ASPT 値は 7 前後となり、概ね良好な状態と評価された。なお、採取されたすべてのマクロベントスが BMWP スコアに当てはめられたわけではないので、今後、精査が必要である。

## 参考文献

- 1) 藤井賢一、村上和仁：小糸川における水質調査による河川環境評価、第 37 回土木学会関東支部技術研究発表会講演集、CD-ROM、東京（2010.3.）
- 2) 片山友樹、村上和仁：小糸川における水生生物による河川環境評価、第 37 回土木学会関東支部技術研究発表会講演集、CD-ROM、東京（2010.3.）
- 3) 安西亮佑、村上和仁：底生動物（BMWP スコア法）による小櫃川の環境評価、第 38 回土木学会関東支部技術研究発表会講演集、CD-ROM、東京（2011.3.）
- 4) 池田陽介、村上和仁：付着珪藻および水質からみた小櫃川の環境評価、第 38 回土木学会関東支部技術研究発表会講演集、CD-ROM、東京（2011.3.）
- 5) 今堀知章、村上和仁：付着珪藻および水質からみた養老川の環境評価、第 39 回土木学会関東支部技術研究発表会講演集、CD-ROM、金沢八景（2012.3.）
- 6) 加藤雄司、村上和仁：底生動物（BMWP スコア法）による養老川の河川環境評価、第 39 回土木学会関東支部技術研究発表会講演集、CD-ROM、金沢八景（2012.3.）

# ゲンジボタル生息域と水質の相関

安立亮一、\*戸田三津夫（静岡大工）  
小野田貴光（静岡大院工）

## 1. はじめに

静岡県西部に位置する佐鳴湖は、平成 13 年～18 年の間、環境省の公表する「COD の高い湖沼」のワースト 1 位であった。その後、19 年度はワースト 3 位、20 年度はワースト 4 位、21 年度はワースト 10 位（COD 7.6ppm）と改善の方向に向かっている。主な汚濁負荷は生活系、産業系排水であるが、面源系の栄養塩濃度も高く、湧水水源の硝酸態窒素濃度 $[NO_3-N]$ はしばしば 5 ppm を超える。

佐鳴湖への主な流入河川として、3 万  $m^3$ /日程度の流量の段子川（だんずがわ）、2 万  $m^3$ /日程度の新川があり、段子川の本流として 1 万  $m^3$ /日程度の権現谷川（ごんげんやがわ）がある。水の安定同位体比の値  $\delta^{18}O$  から、段子川においては天竜川水系からの用水に、台地法面の湧水が混合して流下、佐鳴湖に注いでいることを示し、新川、権現谷川については、源流から流末まで水のほとんどが湧水であると結論づけた。（松江大会 P66「安定同位体分析による佐鳴湖流域の水収支解析」参照）流入河川のうち、新川では支流（細流）と本流に断続的にゲンジボタル *Luciola cruciata* が見られるもののカワナ *Semisulcospira libertina* の生息密度は低い。一方、権現谷川本流には流末より 300 m ほど上流側に特異的に高密度でカワナが生息する区間があり、そこでは毎年ゲンジボタルの飛翔が見られ、地域の人々に親しまれている。我々は、この権現谷川のカワナ生息密度の特異性に注目した。すなわち、源流域から 1.5 km ほどの区間まではカワナの生息が見られないが、1.5～2.0 km 区間で徐々に生息密度が上昇し（約 500 個体/ $m^2$ ）、流末に至る区間で再び密度が下がり、合流後の区間には生息していない。今回は、カワナ生息密度と相関のある水質要素を明らかにする目的で研究を行った。その知見は、佐鳴湖流域の水文を理解する上で役立つものと考えられる。

## 2 材料と方法

ゲンジボタルの出現数とカワナの生息密度を、設定したサンプリング区間内でカウントした。また、生息域に加えて上流部と下流部で採水を行い、水温、pH、溶存酸素濃度、硝酸態窒素濃度 $[NO_3-N]$ 、リン酸濃度 $[PO_4]$ に加えて、カワナの殻を形成する炭酸カルシウムの沈着には、適度の pH とカルシウムイオン濃度、他のイオン濃度との相対濃度が影響すると考えられたため各種陽イオン濃度を測定した。

## 3. 結果

2011 年 1 月の調査時の水温の分布を図 1 に示した。St. 1 が上流側である。湧水と外気の温度差が大きい冬季においては、湧出水の水温は約 19°C くらい、河川水の水温は 10°C 付近で両者の区別が容易であった。上流部で湧出して間もない湧水の割合が高く、流下するにつれて大気による冷却で水温が徐々に低下しているのがわかる。

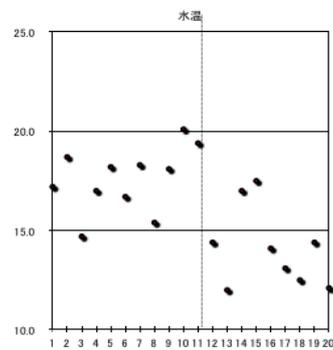


図 1. 権現谷川の水温分布（Jan. 2011）

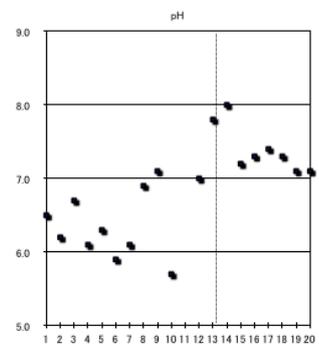


図 2. 権現谷川の pH 分布（Jan. 2011）

## 4. 考察

カワナの生息が見られるのは、図 1, 2 の破線で示した箇所を境に下流側のみであった。St. 11 付近で湧水が一旦終息するところまで pH がやや酸性寄り推移している。一方、破線より右の下流側では St. 13 付近から弱アルカリ性の別の層の湧水があり、再び水温が上昇すると同時に pH が急変している。面源負荷としての硝酸イオン、硫酸イオン、ならびにその影響を受けた金属イオンとカワナ生息の相関の詳細についてはなお検討中である。

# 中国における底生動物群集の流域酸性化による影響

\*吉村真由美（森林総合研究所・関西支所）・童曉立（華南農業大学）・莫江明（華南植物研究所）・楊宗興（東京農工大・農）

## 1. はじめに

近年中国では、経済発展が著しい一方、大気汚染物質の発生源対策が遅れているために、多量の大気沈着物が生態系に負荷されている。わが国での最大値を大きく上回る窒素沈着物が中国各地で測定されている。森林における窒素飽和現象も報告され始めている。酸性物質に対する生態系の感受性は、気候の影響を受けて形成される土壌タイプの違いによって大きく異なっている。イオン交換等による酸の中和緩衝能が気候条件によって大きく異なるからと考えられる。これまで、生態系への酸性物質の負荷の影響に関する研究は欧米等の地域で行われてきた。亜熱帯地域における酸性物質に対する生態系の感受性は欧米とは異なっていると考えられる。中国における酸性物質の生態系への影響については、大規模国際プロジェクトが先行研究としてあるものの、流域への酸性化の影響についてはほとんど解明されていない。中国南部の Dinghushan 及びその周辺において、土壌酸性化が中国南部のモンスーン型亜熱帯地域の溪流に生息する水生昆虫に与える影響を調べた。

## 2. 方法

中国南部の広州市の西 75km に位置する Dinghushan 森林生態保護区内および Dinghushan と気候条件が類似し、より酸性化物質の沈着量の少ない、Heishiding 内（Dinghushan よりさらに 50 kmほど北西）で調査を行った。風は南側の海から吹いているため、広州市において発生した大気汚染は北西の方向に流れる。Dinghushan は標高 1000m程度で

あり、酸性汚染物質はこの近辺の山に捕捉されやすく、その奥にある Heishiding には到着しにくい状況にある。

## 3. 結果と考察

Dinghushan の土壌 pHは 3.8-4.2、Heishiding の土壌 pHは 4.6-4.8 であった。また Dinghushan の渓流水 pHは 4.0 弱、Heishiding の渓流水 pHは 6.0 強であった。Dinghushan では上流からの pH3.5 前後の水と pH4.0 程度の水が合流して下流へと流れている。合流前の pH4.0 の場所に 1 箇所、合流後の場所に 1 箇所調査地を設け、個体数や分類群数を比較すると、合流後の個体数や分類群数は大きく減少した。低い pHの水が合流した結果、生息可能な場所が少なくなり水生昆虫が少なくなったと思われる。一方、Dinghushan と Heishiding で比較すると、Heishiding の個体数や分類群数が少なくなるという結果が得られた。亜熱帯では温帯より多くの細菌類が繁殖可能と考えられる。水生昆虫の卵や若令幼虫は、細菌感染によって死滅しやすいが、酸性域では生息できる細菌も少なくなると考えられる。そのため、酸性への耐性を多少なりとも持っている水生昆虫にとっては、pH4.0 酸性程度までなら酸性域の方が生息しやすいのではないかと考えられる。また、pHの低い Dinghushan には魚が生息していないということも一因と考えられる。

# 河川内におけるウグイ稚魚の餌資源

\*仲島 佑美(龍谷大・理工), 吉田 直子(龍谷大・理工)  
伊藤 琢哉(龍谷大・理工), 遊磨 正秀(龍谷大・理工)

## 1. はじめに

ウグイ (*Tribolodon hakonensis*) はほぼ日本全国に分布する代表的な淡水魚の一つである。ヤマメやイワナと同様に淡水型と降海型とがある。降海型のウグイは海で遊泳生活を送り、春先にかけて河川に遡上し産卵を行う。孵化した仔魚は、一年から数年を河川で生活した後に降海する。琵琶湖に生息するウグイも同様な遡河回遊性の生活史を持ち、仔稚魚の間は河川内で成長する。

現在の河川は、人間の生活を維持する為に、河川に人工的な構造を施す事があり、それは珍しい事ではない。滋賀県の河川でも同様に、アユや複数の魚が遡上する様な河川に、橋の深堀を防ぐ為の護岸・水制の設置等は欠かせない。

そういった非自然的な環境を含め、河川内では様々な所で稚魚が生活している。本研究では河川のいくつかの環境におけるウグイ稚魚の摂食活動について調査をした。

## 2. 方法

本研究は、日本滋賀県安曇川町を流れる安曇川の中流で調査を行った。安曇川から中流地点の4つの環境を選出(人工構造物帯、たまり、砂州、植物帯)して調査を行った。各地点の特徴を記す。人工構造物帯は河川岸側に設置されたコンクリートの水制が設置してあった。たまりは河川内で礫に囲まれて流速が弱まっていた所である。砂州は砂州外側に出来た止水帯になっている所である。植物帯はヨシ等の抽水植物が岸に生えていた。

また、各地点では、仔稚魚の餌資源採取(プランクトン、付着藻類)とそこに生息するウグイ仔稚魚を捕獲し、30%ホルマリンで固定し、消化管内内容物を見た。

## 3. 結果

ウグイ稚魚が生息していた各地点における水中の餌資源はほぼ流下した植物プランクトンのみであり、人工構造物帯と植物帯でのプランクトン量は、たまりと砂州に比べて少ない傾向に見られたが全体的に非常に少ない。それに比べ、付着藻類量では、人工構造物帯の水制表面に付く付着藻類が圧倒的に多い事が分かった。

次に、各地点における消化管内容物を比べると、人工構造物帯に生息するウグイ仔稚魚の植物プランクトン摂食量が多く、それは主に珪藻であった。

## 4. 考察

ウグイ仔稚魚にとって河川は成長の初期段階における重要な環境だが、遊泳能力の低い彼らは生息場所を選択することは不可能に近く、河川に行き着いた場所で摂食活動をしていかなければならない。そういった環境を4タイプに分けて行った今回の調査結果において特徴的なのは、人工構造物帯における水制表面に付く付着藻類にウグイ稚魚が依存していた事だ。河川に限らず、人工物という非自然的な物は様々な理由で嫌厭される事が多いが、仔稚魚にとっての餌生産に寄与している事実があった。しかし、それが仔稚魚の成長に寄与しているかまでは、分からない。

# 河川環境の違いとアユの味の評価

## —矢作川(愛知県)の事例を中心に—

\*服部典子(名古屋女子大・食栄), 浅井円花(名城大・薬), 村上哲生(名古屋女子大・家政)

### 1. はじめに

アユの味は、河川の水質およびそれにより異なる餌となる付着藻類の種類組成と関連があると信じられている。その品質の相違については1980年代から様々な研究機関で分析的に明らかにする研究が盛んに行われてきた。特にアユの成分分析は、養殖アユを天然に近い味に仕上げることを目的に多くの項目で行われ、分析的な手法でのアユの味の解析は、養殖アユの味の改善にある程度の成果を挙げた。しかし成分分析と生育環境、実際の食味の関係は科学的検証に未だ至らない。味というものは相互作用もあり個々の成分を足し算してきまるものではない。今まで明確にされてこなかったアユの味の評価を科学的に評価する方法では、成分の比較以外で人間を一種の計測機器と考える官能検査がある。これにより品質の差を見分けたり、変化を特定づけるだけでなく化学・物理的測定値などの客観的データと嗜好などの主観的データを関連付けることができる。このようにして実際の人間の味覚でアユ品質に優劣をつけることができれば今まで取り上げられなかったアユの味の低下問題について議論できるといえる。しかし、従来の官能試験は、特殊な訓練を受けた被験者を必要とし、大規模にまた手軽に行うには難点があった。そこで本研究では訓練されていない市民を被験者として、アユの味覚の差が検出されるかどうか検討してみた。またその差が河川の水質やアユの餌となる付着藻類の種類組成と関連があるか検討してみた。

### 2. 材料と方法

本研究対象河川は比較的人為的汚染が進んでいる愛知県矢作川を選んだ。官能検査は矢作川6地点で採捕した天然アユで味の比較をした。判定項目はアユの香り、肉の旨味、脂ののていどの各要素とた。総合評価については各要素の総和ではなく独立した項目として判定するようにした。被験者は毎年アユを食する矢作川流域の住民

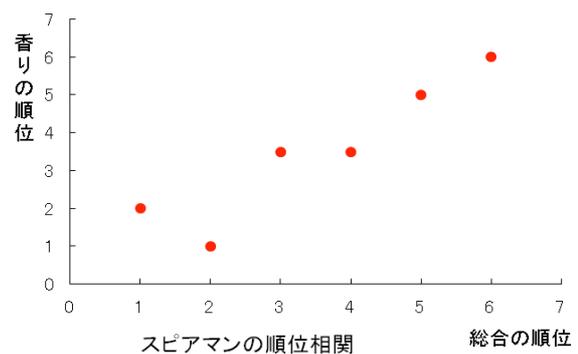
40名で、性別、年齢、食頻度を明らかにした。

官能検査はNewell&MacFarlane検定に基づいて評価を行い、併せて評価順位の合計だけではなく評価の高かった上位アユの組み合わせによる独自の順位法で解析を行った。

### 3. 結果考察

Newell&MacFarlane検定の結果、総合評価が最も高かったアユ(1位)と最下位のアユ(6位)の間では1%の危険率で有意に好ましさに差があった。香りについても1位のアユと6位のアユ間に5%の危険率で有意に好ましさに差があった。肉の旨味については有意な差はなかった。

アユの総合評価と香りの順位相関係数は0.928、脂の順位相関係数0.986で有意な相関関係が認められた。肉の旨味と総合評価は順位相関係数0.771であり相関関係は認められなかった。矢作川のアユは肉の旨味そのものより香りや脂に評価が行きやすいと示唆された。しかし、香り、肉の旨味、脂ののていど、それぞれの項目について特性と嗜好に分けて判定をする必要があった。



矢作川最下位のアユが生息する地域は生活雑排水が流れ込む河川環境でありBODは他よりも高い。アユの消化管内容物の違いも認められた。ポスター発表では、河川水質分布、および消化管内容物の藻類の種類組成も紹介する。