

*山中裕樹（龍谷大・地球研），源利文（地球研），Deyi Wu, Hainan Kong (Shanghai Jiao Tong University), Zhi-hong Wei (Chinese Research Center of Lake Erhai), Liu Bin (Dali Environmental Protection Bureau), 川端善一郎（地球研）

はじめに

Erhai は中国雲南省にある湖で、長さ 42 km、幅 8.4 km、最大水深 20.9 m、容積は $2.88 \times 10^9 \text{ m}^3$ である。水面の標高は 1974m であり、低緯度・高標高に位置し、特異な環境が形成されている。雲南省全域の生物相について言えることだが、Erhai に生息する水生生物に限ってみても固有種が多く、生物学的に注目度の高い湖である。しかし現在 Erhai は湖岸の開発、汚濁物質の流入など、急速な経済成長に伴う変化にさらされている。

生態系および水質の保全のためには水温、光、溶存酸素濃度、栄養塩濃度など、湖沼の陸水学的特性についての基礎情報が必要であるが、いまだ十分に知見が蓄積されているとは言い難い状況にある。本研究ではまず、最も水域生態系およびその背景となる陸水学的特性に影響を与える水温について広域調査を行い、時空間的な水温分布パターンについて解析したので報告する。

方法

水温は水産資源的に最も重要なコイ科魚類が産卵期を迎える冬から夏にかけての 4 ヶ月間（2009 年 2 月 28 日から 6 月 22 日）に行った。調査地点は沖と沿岸部、流入河川を含む 40 地点で、内訳は沖 12 点、沿岸部 27 地点、西部の溪流 1 地点である。水温測定は水温ロガー（UA-001-64; Onset, Pocasset, MA, USA）を用いた。各地点に表層（水面から 50 cm）と底層（湖底から 50 cm）にロガーを設置した（溪流は 1 水深のみ）。記録は 20 分毎に行い、得られたデータはロガー間でのずれを較正した。

結果

6 月 23 日のロガー回収時点で 26 地点のロガーが紛

失し、4 地点ではロガーが干出していたため、最終的に 10 地点分のデータを以降の解析に利用した。内訳は、沖、沿岸部、それぞれ 5 地点である。

期間中、全体としては一貫して水温の上昇が見られ、およそ 12°C から 24°C へと 2 倍程度変化した。ただし、日平均水温の全期間平均値 (T_{AV}) および日内水温変動 (T_{SD}) の全期間平均値に地点間で大きな差が認められた。

沖でも沿岸部でも、表層と底層の T_{AV} に差が無かった。一方で、 T_{SD} には沖においても沿岸部においても表層と底層の間に有意な差が見られ、表層のほうがより変動幅が大きかった。表層の T_{SD} は底層の T_{SD} よりも沿岸部では 1.95 倍、沖では 3.19 倍大きかった。

期間の最初には沿岸部のほうが沖よりも温かったが、日平均水温の差は徐々に減少し、その差が全くなくなる状態が期間中 4 度観測された。沖の表層と底層の日平均水温の差は 1°C を超えることはほとんどなく、低頻度ではあるが差がなくなる状態も観測された。

考察

Erhai は沖と沿岸部、また表層と底層との間での温度差が継続的に維持されることは少なく、水平方向にも鉛直方向にも水が混合しやすい温度環境であることが示唆された。沖の鉛直方向での温度差が小さく、夜間には水温差がなくなる頻度が高くなることが示されたことから、頻繁に鉛直混合が起きる多循環湖に該当すると考えられた。

在来生物群集にとってはこの特徴的な温度環境が保全されるべきであるが、一方で、汚濁物質や毒性物質の流入があった場合にはその影響が湖全体に短時間で拡散する潜在性を持つ環境であることが明らかとなった。

*篠原隆一郎（東大新領域，日本学術振興会特別研究員）磯部雅彦（東大新領域）

1. はじめに

手賀沼は日本で富栄養化が最も進んだ湖のひとつである。手賀沼では近年様々な事業が行われ、多少水質は改善されたものの、現在も日本でワースト6位と極めて汚濁が進んでいる状態である。この高いCODの原因は、植物プランクトン量が依然多いためである。現在の状況を打開するためには、植物プランクトンにとって制限要因となり得るリン循環の解明が極めて重要になってくると考えられる。

手賀沼のように極めて浅い湖沼では、風による泥の巻き上がりが、リンのソースとして極めて重要であると考えられる。Shinohara & Isobe (2010)では、風の日変動に応じた泥の巻き上がりが植物プランクトンの増殖に極めて重要であることを示した。しかし、手賀沼のような浅い湖沼ではほぼ常に懸濁している状況であるとも言える。例えば手賀沼であれば、静穏な状態であっても、懸濁粒子量で言えば 15mg L^{-1} 程度は常に存在しており、約半分程度は無機物であると報告がある(Shinohara & Isobe, 2010)。本研究は、このように常に浮遊している粒子が保持する藻類利用可能態リンの量と、懸濁物質が供給された際の量を定量化することを目的とした。

2. 方法

現地観測は手賀沼における北岸に位置する1地点で行った。つまり、その地点は南風の影響を強く受ける。観測は、午前、午後、夜間の3回行った。午前、午後は東風が吹いており、観測地点においては静穏であった。それに対し、夜間の観測では、その直前まで南風が吹いており、懸濁粒子の濃度が高い状況であった。

採水は水深1.2m程度の地点で行い、鉛直に4点(0, 20, 50, 90 cm)の地点で行った。採水後直ちに実験室に持ち帰り、それらについてGF/Fフィルターを用いてろ過を行い、原液、濾液に関して、溶存性無機態リン(DIP)、溶存態リン(DP)、全リン(TP)の分

析を行った。懸濁態リン(PP)に関しては、 $PP=TP-DP$ として求めた。懸濁態リンの画分に関しては、 NH_4Cl ($\text{NH}_4\text{Cl-P}$)、 NaOH (NaOH-P)、 HCl (HCl-P)を用いて逐次抽出することによって得られるものを懸濁性無機態リンとした。そのうち、 $\text{NH}_4\text{Cl-P}$ 、 NaOH-P を、藻類利用可能態リンとした。

3. 結果と考察

全ての期間において、リンは懸濁態が約90%以上を占めていた。さほど風の影響を受けていなかった、午前、午後においては、DIPが、 $0.009\sim 0.022\text{ mg L}^{-1}$ 程度であったが、藻類利用可能態リン($\text{NH}_4\text{Cl-P}+\text{NaOH-P}$)は、約 $0.04\sim 0.05\text{ mg L}^{-1}$ 程度存在し即座に利用されるDIPの約2倍程度存在していた。つまり、極めて静穏時であっても、常に浮遊している粒子に藻類利用可能なリンが付着しており、そこからリンが供給される可能性がある。特に NaOH-P は藻類利用可能態リンで最も多く、深度方向に緩やかに増加する傾向が午前・午後共に同程度の濃度で観測され、この画分は静穏時であっても常に浮遊する粒子に吸着して存在しているものと推察された。

夜間においては、懸濁粒子は午後における濃度に対して約1.3倍程度の濃度で観測された。無機物量も、懸濁粒子量の約66%を占めており、これは、無機物が巻き上がったことによる懸濁粒子量の増加であった。その際の懸濁粒子吸着態リンの画分に関しては、 NaOH によって抽出されるリンが最も増加しており、午後の約1.5倍程度増加していた。それに対して、他の画分に関しては、ほぼ同程度の濃度であり、巻き上がりによって NaOH に吸着したリンが特に多く供給される可能性が示された。つまり、この結果は、巻き上がった際にpHが上昇した際には、そこからDIPが供給されるリスクが増大することを示している。実際の発表では、実験結果も交えて行う予定である。

*大八木麻希、八木明彦（愛知工業大学・工学）

1 はじめに

深見池（北緯 $35^{\circ} 19'$ 、東経 $137^{\circ} 49'$ ）は長野県下伊那郡阿南町に位置する天然湖で、短径 150 m、長径 300m（上野、1958）、面積 2.1ha、体積 $1.4 \times 10^5 \text{m}^3$ 、容積 $1.0 \times 10^5 \text{m}^3$ 、最大深度 7.75m の富栄養湖であり、流入は 10 河川、流出は 1 河川である。

メタン分布の水平分布について、深見池の分布特徴を明らかにする。

2 方法

2002 年 4 月から 2009 年 12 月に月 1 回の観測（内 8 回昼夜観測）を行った。サイホン式採水器を用いて、湖心（深度 7.75m）にて採水を行い、成層期では酸化還元境界層付近は 25cm 間隔で採水した。溶存 CH_4 は、試水をガラスシリンジに外気に触れさせないようにして採水し密栓した。試水はただちに現地でヘッドスペース法により試水と He ガスを約 2 : 1 の割合で 30ml のガラス製シリンジに注入し、約 300 回混合して He ガス中に置換した。その後シリンジ内の He ガスを取り出した後、研究室に持ち帰り、SCD 測定器（半導体ガス検出器）のメタンガスアナライザー（KK センサーテック、SG-15）で定量した。

3 結果及び考察

全有機炭素(TOC)

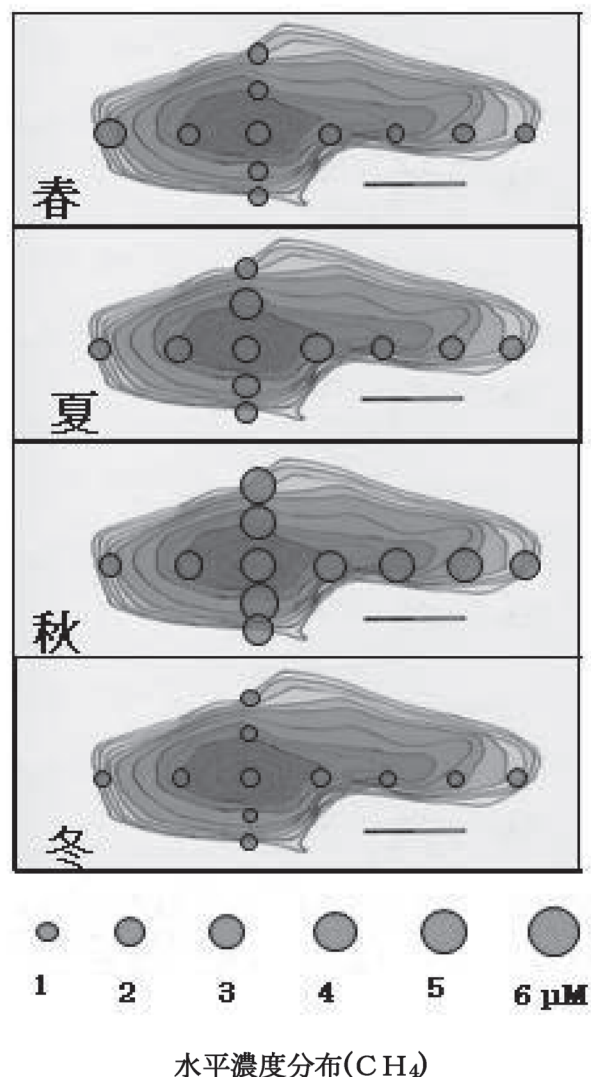
炭素は、各月で計測された表層水（水平地点及び、湖心）の値を平均すると、春: 9.00 mgC L^{-1} 、夏: 8.77 mgC L^{-1} 、秋: 10.8 mgC L^{-1} 、冬: 11.2 mgC L^{-1} （年平均値: 9.45 mgC L^{-1} ）が得られた。この値から負荷量や季節の影響を受けていないことが確認された。

メタン(CH_4)

メタンは季節ごとの値を見ると、春: $1.39 \mu\text{M}$ 、夏: $1.92 \mu\text{M}$ 、秋: $3.13 \mu\text{M}$ 、冬: $0.82 \mu\text{M}$ （年平均

値: $1.95 \mu\text{M}$ ）となった。各月で計測された表層水（水平地点及び、湖心）の値を平均すると、10 月と 11 月に $2.81 \sim 3.45 \mu\text{M}$ の高い値が得られた。この理由は 10 月～11 月にかけて気温の低下によって水温成層が崩れ、下層の濃度が高い水層の水と、上層の濃度が低い水層の水とが混合されたためだと考えられる。

また 11 月～12 月にかけて急激なメタン濃度の低下 ($3.45 \mu\text{M} \rightarrow 0.82 \mu\text{M}$) が見られた。その理由は、水温成層が崩れ、湖水が循環し、嫌気層がなくなったためメタン生成量が減ったのが原因だと示唆された。



*岩木真穂¹⁾, 古川善紹²⁾, 酒井 敏¹⁾

¹⁾京都大学 人間・環境学研究科 ²⁾京都大学 理学研究科

1. はじめに

一般的に積雪量の評価には積雪深が用いられているが、積雪後に自重や融解・再凍結によって積雪後に積雪密度が変化するため、積雪を量的に扱う場合には積雪水量として評価する必要がある。

本研究では、びわ湖集水域北部の4点で定期的に積雪観測を行い、積雪水量を実測し、その差引から融雪量を推定した。

2. 方法

2009年12月から2010年4月まで、びわ湖集水域北部(図1)にて積雪・気温観測を行った。

積雪観測は、余呉・栃ノ木峠・中河内・柳ヶ瀬にて週に1~3回程度、計100回程度行った。測定内容は、積雪深、積雪重量、雪温であり、雪の層状態の観察も行った。1回の積雪観測で、積雪深と積雪重量は3回測定し、その平均値を用いた。積雪深の測定は折尺を用い、積雪重量の測定は島津製作所製の電子天秤を用いた。雪温は佐藤計量器製作所製のサーミスタ温度計を使用し、10cmごとに測定した。気温はT&D社のおんどとり Jr.用いて、柳ヶ瀬(アメダス観測地点)・栃ノ木峠の2地点に設置し10分間隔で測定を行った。また、アメダスデータ(柳ヶ瀬)の10分間隔値も降雪の有無の確認に使用した。

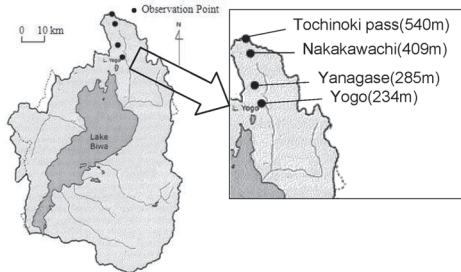


図1: 調査地

3. 結果と考察

①積雪深と積雪水量

柳ヶ瀬における積雪水量実測値とアメダスの日積雪深の関係を図2に示した。積雪水量が少ない期間は良い相関を示すが、降雪直後は積雪水量を過大評価し、融雪期は過小評価していることが示された。

②雪温観測

柳ヶ瀬と中河内において10cmごとに観測した積雪内での最高雪温・最低雪温を図3に示した。降雪後は最高雪温と最低雪温の差が大きいが、融雪時は雪温が全層-0.7から-0.9℃でほぼ一様であった

③積雪水量の観測結果

柳ヶ瀬と中河内における積雪水量の観測結果を図4に示した。図4は積雪が含んでいる水量を示しており、2点ともに2月上旬から中旬に積雪水量が最大であった。

④融雪量の推定

積雪水量の差から柳ヶ瀬・中河内における融雪量を推定した(図5)。これより、融雪量は中流域の柳ヶ瀬・上流域の中河内ともに2月上旬までは少なく、柳ヶ瀬では融雪洪水前後(2月26日前後)が最も多く、中河内では、3月下旬の融雪量が最も多かったことが示された。

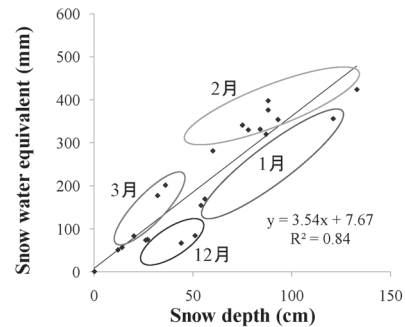


図2: 積雪深と積雪水量の関係(柳ヶ瀬)

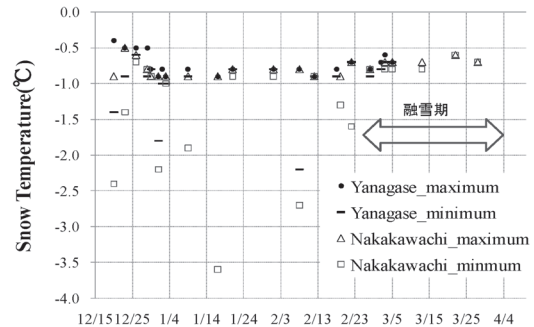


図3: 雪温の変化(柳ヶ瀬・中河内)

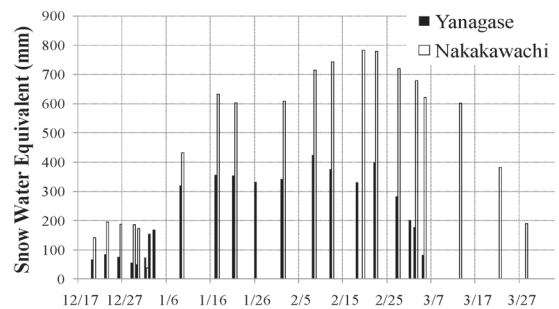


図4: 積雪水量の観測結果(柳ヶ瀬・中河内)

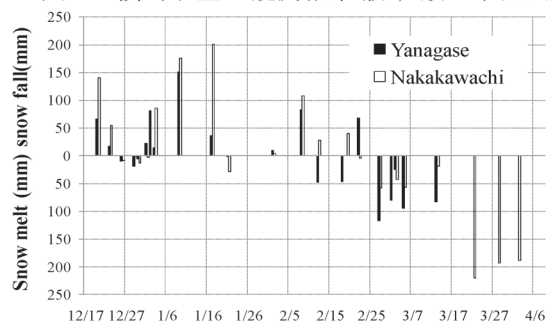


図5: 降雪量と融雪量(柳ヶ瀬・中河内)

謝辞: 測器を提供くださった滋賀県立大学の倉茂好匡教授とお茶の水女子大学の長谷川直子准教授に感謝いたします。

*牧田朋子、木庭啓介、柏原千里、佐々木雄治（農工大農）、
山本雅道（信大山地水環境教育研）、Karen Casciotti、
Matthew McIlvin (WHOI)、楊宗興（農工大農）

はじめに

長野県の木崎湖では夏から秋にかけて深水層の貧酸素層で NO_2^- 蓄積が報告されている。この貧酸素環境には NH_4^+ 、 NO_3^- 、 NO_2^- 、そして高濃度の N_2O が共存しており、脱窒だけでなく硝化が同時に起こることにより、大量の N_2O が生成することが報告されている (Yoh et al., 1990)。近年 NO_3^- についてはその同位体比が微量で測定できるようになったが

(Casciotti et al., 2002)、さらに NO_2^- についても NO_3^- と別個にその同位体比の測定が可能となっている

(McIlvin and Altabet, 2005)。 NO_2^- の濃度や同位体比測定はこれまでほとんど行われていない。 NO_2^- の同位体比測定により、その挙動を推定することは、湖沼における窒素循環の包括的な理解につながる。そこで本研究では木崎湖貧酸素層における NO_3^- と NO_2^- の安定同位体比測定により、 NO_2^- の生成プロセスについての検討を行った。

材料と方法

長野県木崎湖湖心（最大深度 28m）において、2007 年 7/31、9/27、10/30 に湖水のサンプリングを行った。ここで得られた試料のうち、 NO_2^- が比較的高濃度な深度に対して、 NO_2^- の窒素安定同位体比 ($\delta^{15}\text{N}$ 値) を Aside 法 (McIlvin and Altabet, 2005) を用いて測定した。並行して $\text{NO}_3^- + \text{NO}_2^-$ の $\delta^{15}\text{N}$ を脱窒菌法

(Casciotti et al., 2002) を用いて測定し、濃度と $\delta^{15}\text{N}$ を用いたマスバランス計算から NO_3^- の $\delta^{15}\text{N}$ を算出した。

結果と考察

表 1 に 2007 年の 3 回のサンプリングにおいて、 NO_2^- が高濃度に検出された深度における溶存酸素濃度、 NO_3^- および NO_2^- の濃度・ $\delta^{15}\text{N}$ 、 NO_3^- と NO_2^- の $\delta^{15}\text{N}$ の差分を示した。この 4 試料の溶存酸素濃度は 0~3% と低く、貧酸素条件である。窒素同位体比はいず

れも NO_2^- が NO_3^- と比較して小さく、その差は 9.6~19.8% であった。

環境中における $\delta^{15}\text{N}$ は $\text{NH}_4^+ > \text{NO}_3^- > \text{NO}_2^-$ の順に高い値を持ち、 NO_2^- の $\delta^{15}\text{N}$ は最も低くなる

(Casciotti et al. 2007)。脱窒による $\text{NO}_3^- \rightarrow \text{NO}_2^-$ の還元過程では同位体分別により NO_2^- の $\delta^{15}\text{N}$ が NO_3^- よりも 13~30% 小さくなる (Casciotti 2009)。一方硝化による $\text{NO}_2^- \rightarrow \text{NO}_3^-$ の酸化が生じていたとすると、この過程では通常とは逆の同位体分別が起こるため ^{14}N が NO_2^- プールに残り、 NO_2^- の $\delta^{15}\text{N}$ が NO_3^- よりも 9~20% 小さくなる (Buchwald et al. 2010)。今回の $\text{NO}_3^- - \text{NO}_2^-$ 間の $\delta^{15}\text{N}$ の差は硝化および脱窒の双方の可能性を示す。溶存酸素濃度が低いことから脱窒の可能性が高い一方、2008 年の調査によってほぼ同時期の同深度において硝化活性の指標となり得るヒドロキシルアミンの蓄積が確認されたことから硝化の存在は否定しきれない。当日の発表ではさらに酸素同位体比 ($\delta^{18}\text{O}$) を加えて議論することで、この NO_2^- 蓄積が硝化と脱窒どちらの寄与が重要であるかについて考察する。

表 1. NO_3^- および NO_2^- の濃度・窒素安定同位体比

深度 (m)	DO (%)	濃度 (μM)		同位体比 (‰)			
		NO_3^-	NO_2^-	$\delta^{15}\text{N}_{\text{NO}_3^-}$ (A)	$\delta^{15}\text{N}_{\text{NO}_2^-}$ (B)	A-B	
7/31	24	0	11.1	1.5	10.9	-8.9	19.8
9/27	20	0.2	7.3	1.3	9.9	0.3	9.6
10/30	12	2.6	2.3	0.4	14.5	-2.3	16.8
	14	0.4	5.5	0.4	8.7	-10.2	18.9

引用文献

Yoh et al 1990, *Jpn. J. Limnol.*, 51, 163-171
Casciotti et al. 2002, *Anal. Chem.*, 74, 4905. McIlvin and Altabet, 2005, *Anal. Chem.*, 77, 5589. Casciotti, 2009, *GCA*, 73, 2061. Buchwald and Casciotti, 2010, *Limnol. Oceanog.*, 55, 1064.

W
E
B
非
公
開
希
望

W
E
B
非
公
開
希
望

P-079 九州中部の非火山地域に流出する温泉の深部起源炭素に富む炭酸成分

*酒井拓哉 (大分大学大学院教育学研究科)

大沢信二・山田誠・三島壮智・吉川慎・鍵山恒臣 (京都大学地球熱学研究施設)

1. はじめに

九州の阿蘇火山と霧島火山の間に位置する広大な非火山地域の地下には比抵抗域が存在し、火山活動はないが地殻流体が生成しうる熱エネルギーが深部から供給されていると示唆されている(鍵山・宗包,2006)。そこで、我々は上記地域を対象として、そこに湧出する温泉水を採取し、試料水の主要化学成分濃度、水の安定同位体比、全溶存炭酸(以下DIC: Dissolved Inorganic Carbon)の濃度と炭素安定同位体比および溶存ガスの希ガス同位体濃度を測定し、データ解析結果等に基づき深部由来の炭酸成分の検知とその起源の解明を試みた。

2. 試料の採取と分析

研究対象地域内にある計44ヶ所の泉源から温泉水を採取した(図1)。ただし、湧出状態からの制約があり、溶存ガス分析用試料の採取は8ヶ所の温泉地(図1BのT、AR、AX、AI、AE、AN、B、E)のみである。現地では採水の他に、水温とpHの測定を行った。化学分析では HCO_3^- を除く主要化学成分はイオンクロマトグラフィーで測定した。DICは電極法にて測定し、その測定値と水温、pHの値を用い、化学平衡計算から HCO_3^- 濃度を求めた。また、水の安定同位体比(δD と $\delta^{18}\text{O}$)、DICの炭素安定同位体比($\delta^{13}\text{C}$)、溶存希ガス同位体(^3He 、 ^4He)濃度の測定はニュージーランド地質核科学研究所および(株)地球科学研究所の質量分析計を用いて行った。

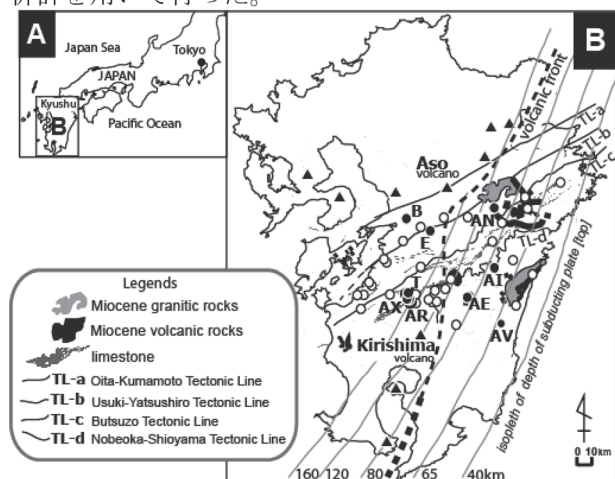


図1. 調査地点

3. 結果・考察

試料水の水の同位体組成($\delta^{18}\text{O}$ vs. δD)をみると全て天水線に沿ってプロットされ、水は天水起源であることが示されたが、DICの濃度と炭素同位体比($\delta^{13}\text{C}$)の関係に、土壌 CO_2 起源以外の由

来の CO_2 の寄与のあるものが認められた。今回の研究対象地域には石灰岩地域が無視できないほど存在し、土壌 CO_2 を溶解させた地下水が石灰岩に作用して形成された温泉水である可能性もあるが、温泉水の Ca^{2+} と HCO_3^- のモル濃度比が1:2からはずれていることから、浅所の石灰岩からの寄与は考慮する必要がないと判断した。そして改めてDICの濃度と炭素同位体比($\delta^{13}\text{C}$)の関係をみると、土壌 CO_2 を溶解した地下水と深部起源 CO_2 の混合が認められ、しかも混合系列が少なくとも2つ存在し(系列a、系列b)、2種類の深部起源 CO_2 の存在が示唆された。混合関係をDICの高濃度側へ外挿して得られる $\delta^{13}\text{C}$ 値から、系列aの深部起源 CO_2 はプレート脱水流体由来、系列bのそれはマントル由来であることが予想された。

それぞれの混合系列内にある温泉水の溶存希ガス同位体データを用い、Sano and Marty(1995)に倣って $\delta^{13}\text{C}$ (DIC)とC(DIC)/ ^3He の相関関係をみたところ、先の混合系列内aにあり、深部起源 CO_2 の寄与の大きい温泉水(AI、AE)に関しては霧島火山や阿蘇火山の噴気ガスに近い値を示し、混合系列bに属する温泉水(AX、T、AR)はマントル起源ガスに近い値を示した。そして、起源炭素の構成比率を同位体保存則から計算したところ、系列aの深部起源炭素はスラブ由来、系列bの深部起源炭素はマントル由来の炭素にややスラブ由来のものが混合しているということが示された。

その結果を再びDICの濃度と炭素同位体比($\delta^{13}\text{C}$)の関係にフィードバックし、深部起源炭素の寄与率の高い温泉を割り出して地図上に表すと、霧島火山の北東方向にスラブ起源炭素に富む温泉が帯状に並び、よりマントル起源炭素に富む温泉は人吉盆地に集中的に分布していることがわかった。前者の帯状域を鍵山・宗包(2006)の低比抵抗域と比較してみたところ大まかに一致し、その低比抵抗域の形成には地下に潜在するスラブ脱水流体が関与している可能性がある。さらに、地質構造線との位置関係からスラブ脱水流体は地下深部にまで達するような深い断裂系を通して上昇してきているように思われた。一方、人吉盆地は断層運動によって相対的に落ち込んでできた構造性盆地だと考えられているが(山路・2003)、そのエリアにマントル起源ガスを地殻浅部まで上昇させる何らかの流体の通路が形成されていることを本研究の成果は暗示していると考えられる。

W
E
B
非
公
開
希
望

P-081 屋久島の河川における河道内樹木の繁茂と河床材料の安定性の関係

*勝村昌央（東大院・新領域），浅枝隆（埼玉大・理工），
山室真澄（東大院・新領域）

1. はじめに

河川改修やダム建設などにより河川の治水安全度が著しく向上した一方で，近年，河道内の樹林化が問題となっている．河道内の樹林化は，樹木の流木化や河積阻害，河床の洗掘など治水面への影響に加え，礫河原の減少やそこをハビタットとする動植物の喪失，さらには外来植物の侵入など生態系への影響も危惧される．

本研究の対象地である屋久島には流量調節を行うダムが存在しない．このことから，屋久島の河川は樹林化していないと予想していたが，いくつかの河川において河道内に樹木が侵入している様子が確認された．屋久島の河川では巨礫の間に堆積した土砂から樹木が生えており，河床材料の移動性が重要な要素となっていると考えられる．そこで本研究では，河床材料の移動性の有無と樹木繁茂との関係性について検討することで，屋久島河川における河道内樹木繁茂のメカニズムを把握することを目的とした．

2. 材料と方法

対象地は鹿児島県屋久島の河川である．なかでも，河道内に樹木がみられた一湊川，永田川を対象とし，それぞれ上流から調査地点 St.1～6，St.7～8 を設けた．これら調査地点において，河床材料調査と，河道内の樹木について，群落内において最も古くから存在していたと推測される個体をいくつか選定し，樹高および胸高直径の測定を行った．樹齢については，すでに伐採されている樹木の切り株の年輪数を数え，直径を測定した．これをもとに樹齢—胸高直径の関係式を作成し，先の個体について，その胸高直径を代入することで樹齢を推定した．

3. 結果

河床材料調査は，一湊川と永田川でそれぞれ 39 サンプル，28 サンプルを得た．写真判読から得た粒径をもとに河床表層の粒度分布図を作成した結果，

一湊川では大きな差がみられなかった．永田川では調査地点中，最も上流に位置する St.7 で巨礫の割合が高く，St.8，St.9 では差がみられなかった．

表 1 に河道内でみられた樹木の樹齢を推定した結果を示す．関係式は，伐採済みの個体，31 個体から導いた．河道内の樹木は一湊川では，St.2，St.3，St.4 で，永田川では St.7 でみられた．これら河道内樹木について，群落内で最も古くから存在していたと推測される個体の樹齢を推定した結果，St.2 で 23 年，St.4 で 16 年であると推定された．St.7 でみられた個体は樹齢 60 年であると推定され，調査地点中，最も大きな値を示した．

4. 考察

樹木がみられた St.2，St.3，St.4，St.7 のうち St.2，St.3 は堰直上流である．砂防堰堤や治山ダムの直上流では，土砂の堆積により堰堤内が緩勾配化し，本来の勾配で流出するはずの土砂が安定して堆積するようになってしまう．それにより樹木が繁茂したと考えられる．

St.4，St.7 はそれぞれ川幅が 19m→35m，20m→65m と急激に広がっている場所に位置する．St.4，St.7 では通水断面が増加することで流速が低下し，巨礫が安定して堆積するようになったため州が形成され，樹木が繁茂したと推察される．

河道内の樹木が流失するには，州ごと流失しなければならない．これに従えば，州が形成されてから樹齢と同程度，あるいはそれ以上の年数が経過しており，その間は礫が安定して存在していたと考えられる．

表 1 河道内樹木の樹齢推定結果

地点名	樹高 (m)	DBH (cm)	樹齢 (年)
一湊川 (St.2)	14.8	21.1	23
一湊川 (St.4)	7.3	13.5	16
永田川 (St.7)	8.1	62.0	60

*虻川和紀（東大院・新領域）， 徐純輝（東大院・新領域）， 杉本憲一（(株) Windy Network），
浅田昭（東大生研）， 山室真澄（東大院・新領域）

はじめに

陸水湖沼の詳細地形の把握は、今後の陸水湖沼の地形・地質研究、水産、環境保護において重要かつ必要な情報と成る。また、陸水湖沼に生息する沈水植物は、水質浄化や生態系の保全に重要な役割を果たしており、健全な湖沼環境を維持するために必要不可欠である。しかし、現在は湖岸工事や富栄養化などにより、減少・衰退が著しく、絶滅が危惧されている種も存在する。沈水植物を維持し保護するためには、減少原因を解明し防ぐとともに、沈水植物の分布や分布の規定要因を解明しなければならない。しかしながら、分布の調査法は発達しておらず、詳細な分布の把握などには至っていない。このような背景から、マルチビームソナーを用いた、効果的に詳細に沈水植物の分布・生育状況を観察するための調査研究を詳細地形調査とともに行った。

マルチビームソナー（マルチビーム音響測深機）

マルチビーム音響測深機とは、湖底に向けた船の下から左右放射状に指向性の鋭いビームを多数配列して、船の進行と同時に一度に多数点の水深を測定する装置である。マルチビーム測深技術は、高性能・多機能化しており、データ解析、利用技術、周辺技術の進展とともに、目覚しく進展している技術である。

十和田湖の詳細地形調査と沈水植物調査

詳細な地形を把握するために SeaBat8125 マルチビーム音響測深機（エラック社）と Sonic2022 マルチビーム音響測深機（R2sonic 社）の 2 つの音響測深機を用いて調査を行った。SeaBat8125 は船との直行方向に 120° スワスで 240 本の音響ビームで測深を行う。周波数は 455kHz を用いており、最大約 6mm の分解能での測深が可能である。Sonic2022 は、最大 160° スワスを 256 本の音響ビームで測深を行う。周

波数は、200kHz～400kHz の可変式で任意の周波数に変更可能である。また、スワスも 10°～160° の任意のスワスに変更可能である。十和田湖の水深の浅いところを SeaBat8125 で、深いところを Sonic2022 により大体 100%カバーとなるように計測を行った。

これらの機器の動揺を高度に補正するため、RTK-GPS、光ファイバージャイロ・モーションセンサーを使用し、全ての情報を GPS-1pps 信号で GPS 時計に同期させた。沈水植物調査では、Sonic2022 を用いて計測を行った。使用周波数は、200kHz、400kHz の 2 周波を用いた。沈水植物の調査箇所は 6 地点とし、北湖に 2 点、西湖に 2 点、東湖に 2 点設けた。沈水植物調査は、1 地点ごとに 200m×25m のラインを設け、2 周波で 100%カバーでの計測を行った。ライン上で 200m に達する前に水深 15m を超える地点は、水深 15m とした。西湖の休屋付近のみ、緩やかな傾斜のため、ライン長を 400m とし測定を行った。また、採草器と水中カメラを用いて種同定等の確認を行う。

解析

2 つの音響測深機で計測した測深データは、10cm グリッドの湖底詳細地形情報を得るために、専用のソフトを用いて解析を行う。その後、地形の 3 次元を行う。

沈水植物調査では、200kHz、400kHz の 2 周波の音響ビームから沈水植物の有無の確認または、背丈を分離する解析を行う。その後、詳細地形調査で作成した 3 次元湖底図と合わせて沈水植物表示を行う。

*松本麻佑, 小杉理子, 田上奈津美(岡山理大・院),
齋藤達昭, 山口一裕(岡山理大)

1. はじめに

岡山城内堀では夏から秋にかけてアオコが大量発生し、それに伴う景観悪化などが問題化している。また、夏になると硫化水素の発生による悪臭も問題化している。内堀の栄養塩類や硫化水素の供給源として底泥が多大な影響を与えていると考えられる。2008年に、底質が水質へ与える影響を調べるため、カラム実験を行った。西堀の栄養塩類は嫌気性状態で水中へ多く溶出していたことから、西堀と東堀の底泥からの栄養塩類溶出特性に違いが明らかになった。2009年には、アオコ発生を抑制させる目的で西堀へ旭川の水を注入する実験も行われた。そこで水換えによる水質や底質への影響を検討した。

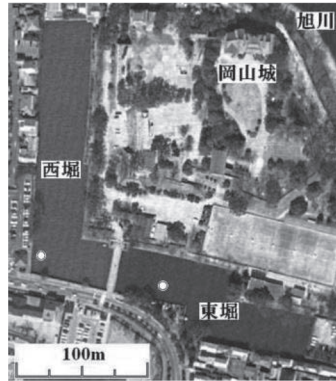


図1 採泥地点

2. 実験方法

図1の白丸で示した2地点で採泥、採水を行った。鉛直方向に表層と中層と底層の3地点をそれぞれ採水した。採水に至り、pH, EC, DO, 水温の測定を同時に行った。採取した泥はORPを測ったのち、密閉容器に入れ、持ち帰った。その後、水のアルカリ度, COD, 全リン(TP), 全窒素(TN), 全有機炭素(TOC)を測定した。泥についても検知管による酸揮発性硫化物量(AVS)の測定や有機物量の測定を行った。

3. 結果, 考察

内堀では、井戸から塩水の混合した地下水を供給されていて、塩分濃度が高かった。そこで、2009年3月末、水換えにより塩分濃度が低い旭川の川水が導入された。5月までは底層のDOは高い値で維持されていた。7月から8月の夏季にかけてDOは低下するが、9月からはDOが高くなり、10月から12月にかけてDOの高い状態が維持された。底層のTN,

TPの濃度も低いまま維持され、底泥からのTN, TPの溶出が制限されたために、アオコの大量発生を抑制したものと考えられる。

2010年は4月までは水温は低く、特に東堀は5月まで透明度が高く、底の泥がはっきり見えていた。しかし、5月以降になると例年より水温が高くなった。底層のDOも西堀は5月に、東堀は6月には底層のDOは0mg/lに近い値まで下がっていた。

2010年2月から7月中旬までの底質の有機物量の変化は、西堀のほう有機物量は少なく、底質直上水中のTN, TPは西堀のほうが多かった。カラム実験の結果、栄養塩類の溶出量は西堀のほう東堀より多く溶出しており、嫌気性状態のほう好気性状態の溶出量が上回っていることもわかっている。アオコの発生は、例年は8~9月であったが、6月には発生した。この原因については、水温やDOの条件が強く影響しているものと考えられるが、今後詳細に検討したい。

底泥はともに落葉や木の枝などを多くふくんでおり、西堀の底泥は東堀と比べて、色が黒く、一方の東堀の底泥は茶色であった。ORPはともにマイナスを示し、西堀は平均-240mV, 東堀は平均-180mVであった。西堀の泥中のAVSは非常に高く、東堀の約15倍の量であった。西堀の底泥では嫌気性微生物の活動が活発であると考えられる。東堀には築城からの底泥がたまっていると言われるが、実際は60~70cmほど堆積している状態にある。しかし、西堀は、平成6年に底泥浚渫工事が行われている。西堀の浚渫時にはセメント系固化材を使用し、堀の底ほとんどの面積はセメント系固化材により覆われているものと思われる。その後、現在までに底泥が20cmほど堆積している。このような底質の堆積環境の違いが、底泥中の生息している微生物の種類にも影響を与えていることが考えられる。さらに底質からの栄養塩類の溶出特性に違いも生じていると考えられる。

*長谷川直子（お茶の水女子大学）・北澤大輔（東京大学生産技術研究所）

青田容明（金沢大学）・熊谷道夫（滋賀県琵琶湖環境科学研究センター）

はじめに

2009年の夏季、筆者らは琵琶湖北湖においてサーミスタチェーンを設置し、その水温変動の空間による違いを捉えた。その中で興味深かった強風時の水温変化の地点による不均一性があり、この結果とモデルによる計算結果の比較考察を試みた。

観測方法

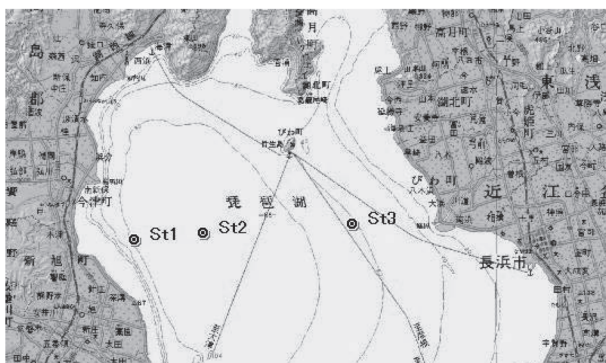


図1：観測地点

図1に示す3地点に、2009年7月28日から同年11月6日までSt1（水深70m地点）は0~45m、St2は（水深92m地点）45~65m、St3（水深60m地点）は50~70mに5m間隔で自記水温計を設置し、10分ごとに水温計測を行った。

結果・考察

彦根では10月8日に986hPa、最大瞬間風速23.8m、日平均風速9.2m/sを記録した。このときの風向は北北西だった。図2にはSt1とSt3の表面水温と今津の風速を示す。10月8日から9日にかけて、St1とSt3では表面水温の変化に大きな違いがあった。St3では10度近くも水温が低下しているが、St1ではそのような変化は見られなかった。また、この水温低下は10月8日の午前3時ごろから強風が吹き始めたのに対応して起こっていた。モデルによる計算結果によると、水温低下が見られたのは、東岸ではなく西岸であり、深層の冷たい水が上がってくるのは北西岸で見られた。以上の計算結果は観測結果と異なるものであった。図3に示すように、St3においては強風の通過に伴い大規模な水温変動が起こった。

また図4に示すように、観測深度が45m、50mという深い地点ではあるが、このときのSt1~St3の3地点での水温変化を見てみると、北湖第一湖盆中心のSt2ではほとんど変化が見られなかったのに対して、St1とSt3という沿岸に近い地点ではこのような深部においても水温が約

1.5度も上昇していた。またこの2地点の水温上昇は時間差があり、上昇の開始時刻とピークの時刻ともに16~19時間ほど、St3のほうが遅かった。

発表では、モデル計算結果と観測値のさらに詳細な比較検討を行いたいと考えている。

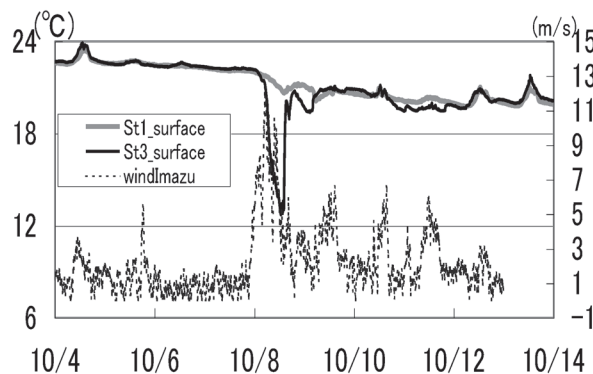


図2：St1とSt3における表面水温変動ならびに今津の

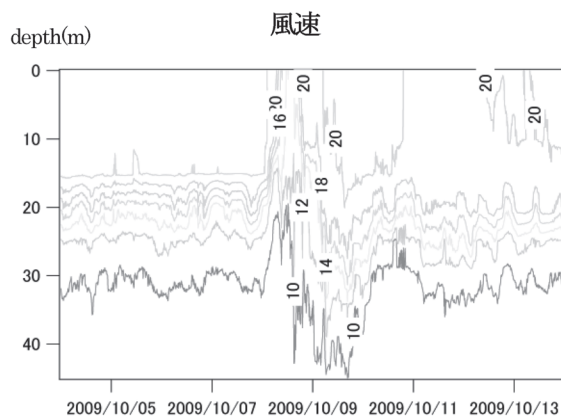


図3：St3における強風発生時の水温変動

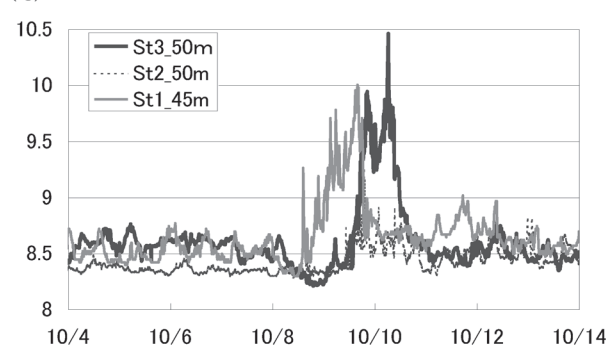


図4：St1,2,3における強風発生時の水温変動(水深は45mと50m)

謝辞：本研究は、環境省の地球環境研究総合推進費（課題番号 Fa-084、代表者永田俊）の支援により実施された。

*韓 波・福本将・荒川洋平・佐竹研一（立正大・院・地球環境科学研究科）

1. はじめに

近年、自動車の急激な普及により、燃料使用量が増大し、とくに都市およびその近郊における大気への窒素化合物が増加している。そして窒素化合物を含む汚染大気の移流による森林や河川に降下され、森林や河川への影響が懸念されている。このうち硝酸イオンはその健康への影響が指摘されている。

日本水・風布川が古くから人々によって飲料水として利用されて来た名水であり、環境省によって埼玉県で唯一名水百選に選ばれた。近年、関東地方では窒素汚染の進んでいる地域が多く、飲料水としてよく利用する通称日本水の硝酸態窒素濃度が環境基準 10mg N l^{-1} を超えていることが懸念された。

そこで本研究では、荒川の源流、上流、中流、下流域および荒川に流入する支流、湧水を対象として、大気由来窒素附加の影響を把握するため、水質の経年変化・季節変化及び環境因子と関係について長期間での定期的なデータを得ることを目的として研究を行った。

2. 研究方法と調査地域

本研究では荒川上流域にある日本水および風布川、荒川全流域において、定期的に採水を行い、窒素化合物を含む溶存イオン濃度を調べた（図1）。

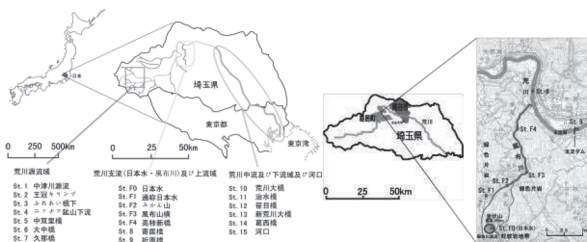


図1 荒川およびその支流である日本水・風布川

河川水はダイビング式採水器（図2）を用いて橋の上から採水を行った。直接採水ができる場合は表層水を100mlのポリビンに採取した。その際に水温、pH、ECをpHメーター（HORIBA D-50）で測定した。試水は $0.45\ \mu\text{m}$ のフィルターでろ過し、ろ液を100mlのポリビンに入れ、研究室に持ち帰り、 -30°C の冷凍庫で凍結、保存した。

溶存イオン濃度はイオンクロマトグラフ（DIONEX-120）を用いて測定した。

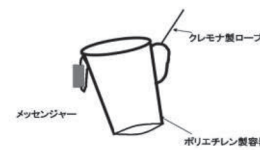


図2 ダイビング式（立正大式）採水器

3. 結果および考察

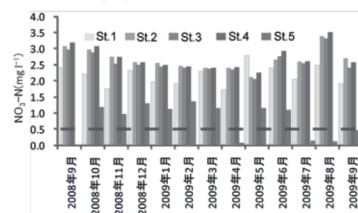


図3 日本水・風布川の硝酸態窒素濃度 (2008年9月～2009年9月)

日本水（St. F0）の硝酸態窒素濃度は 0.75mg N l^{-1} であり、また、風布川源流（St. F1）の硝酸態窒素濃度の年間平均値は 2.1mg N l^{-1} であり、環境基準で定められている 10mg N l^{-1} を超えていないことが明らかとなった。また、風布川の St. F1～St. F4 硝酸態窒素濃度は一般的な湧水の無機態窒素濃度（ $0.1\sim 0.5\text{mg N l}^{-1}$ ）より高い、年間平均値は 2mg N l^{-1} 以上という高濃度であることが明らかとなった（藪崎, 2010）。

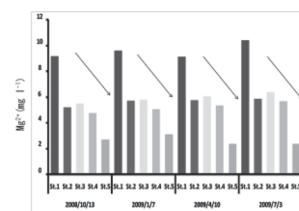


図4 風布川の上流～下流及び荒川に合流した後の Mg^{2+} 濃度の変化

日本水は蛇紋岩の風化過程で溶出する Mg を含むため、その影響を受け、 Mg^{2+} イオン濃度が非常に高いことが知られている。風布川源流（St. F1）では St. F1～St. F4 に対し Mg^{2+} イオンが多く、流下に伴って、濃度が減少していくという変化が見られた。

4. 引用文献

藪崎志穂（2010）日本の地下水・湧水等の硝酸態窒素濃度とその特徴。地球環境 15, 2, 121-131.

*大八木 英夫（日本大学文理学部）

塚脇 真二（金沢大学環日本海域環境研究センター）

1. はじめに

トンレサップ湖は、アジアモンスーンの影響のため、雨季と乾季で湖水位・湖面積の季節変化が極めて大きい湖として知られ、東南アジア最大の淡水湖である。湖水位の変動は、メコン川の水利特性と密接に関連しており、雨季にメコン川の水がトンレサップ川を通じて同湖に逆流し、湖水の水質に影響を与えているといえる。

バングラデシュやインドそしてメコン川流域を含む東南アジアの国々では、地下水からのヒ素の流出が深刻化しており、その飲用によるヒトへの健康被害が大きな社会問題となっている。カンボジアにおいても UNICEF や WHO によってヒ素の流出が確認され、特にカンボジアではクラチエ地域を中心にヒ素による地下水の汚染実態調査が実施されている。

本研究は、メコン川からの流入が明らかであるトンレサップ湖とその湖に流入するシェムリアプ川におけるヒ素濃度分布について報告をする。

2. 調査概要

シェムリアプ川の源流域から下流域およびトンレサップ湖における観測を 2010 年 3 月に実施した。現地において、4.8 アルカリ度法により HCO_3^- を、その他の溶存主要成分については、また、試料を $1\mu\text{m}$ にろ過をし、実験室に持ち帰りイオンクロマトグラフ法によって測定を行った。また、一部のサンプルには硝酸を滴下し冷暗保存し、国立環境研究所において ICP-AES にて微量元素の分析を実施した。

3. 結果および考察

トンレサップ湖に流入するシェムリアプ川のヒ素濃度は、すべて 0.004mg L^{-1} 未満であった。しかし、トンレサップ湖の心央部では WHO 飲料水ガイドライン (0.01mg L^{-1}) を超えてはいないが、 $0.0050 -$

0.0089mg L^{-1} と、それに近い値が確認された。この値は、ヒ素濃度が問題となっているカンボジアのカンダール地域やクラチエ地域の地下水のヒ素濃度は 0.19mg L^{-1} と高濃度が確認されており（井上ほか、2005）、これに比べては低い濃度であった。奥村（2007）によれば乾季にはトンレサップ湖の湖心にメコン川の水が残ることが推測されており、湖心において検出されたヒ素は、湖に流入するメコン川からの起源であると示唆される。

参考文献

井上英・阿草哲郎・久保田領志・国頭恭（2005）：
メコン河下流域における地下水のヒ素汚染．環境
化学討論会講演要旨集，14，pp.140-141．

奥村康昭・塚脇真二・遠藤修一・大八木英夫（2007）：
カンボジア・トンレサップ湖の電気伝導度の変化
について．陸水学雑誌，68，1，pp.51-57．

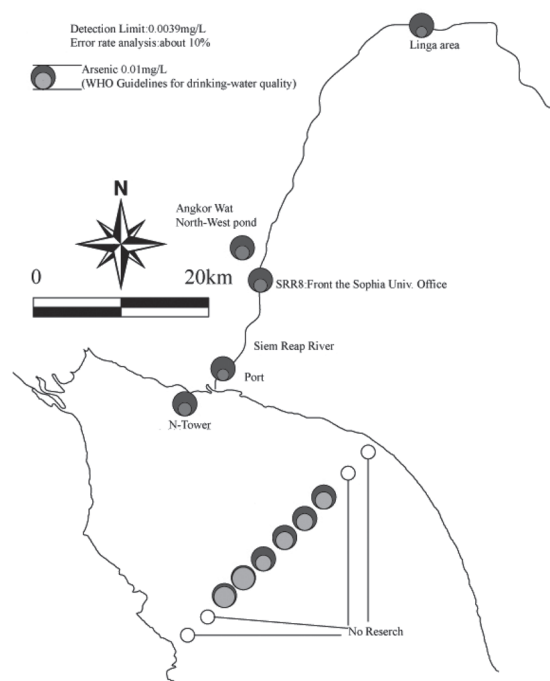


図1 トンレサップ湖およびその周辺のヒ素濃度
(2010年3月)

Analysis on DOC transformation in a forested catchment using stable carbon isotope values

Nobuhito Ohte (Forest Sci. Univ. Tokyo); Yoh Takahashi (Environ. Sci. Kyoto Univ.);
Masayuki Itoh (CER, Kyoto Univ.); Masanori Katsuyama (Environ. Sci. Kyoto Univ.);
Naoko Matsuo (Environ. Sci. Mie Univ.)

In order to elucidate the production, consumption and transformation mechanisms of dissolved organic carbon (DOC) in temperate forested catchment, time and spatial variations in several parameters which characterize the DOC quality were surveyed in various hydrological processes in a headwater catchment in central Japan. Rain, through fall, soil waters in various depths, groundwater and streamwater were sampled since June 2006 to November 2008. Concentration, $\delta^{13}\text{C}$, fluorescence spectrum and UV absorbance of DOC were measured. We measured the $\delta^{13}\text{C}$ -DOC values using an IRMS with a CO_2 purifying system connected to a TOC analyzer. Combined discussions on the profiles of concentration, $\delta^{13}\text{C}$ and fluorescence characteristics provided following findings: 1) Microbial decomposition of DOC was commonly predominant for consumption in relatively shallower soil horizons (0 to 30 cm in depth) regardless of the soil moisture condition

among the soil profiles at the different parts in hillslope, while adsorption was significant in the relatively dry soil profile. 2) During this process, persistent portions remained preferentially in the soil solution. 3) In the groundwater body, two different processes caused; protein-like dissolved organic carbon was added in the relatively oxygen rich part and the $\delta^{13}\text{C}$ value decreased with the anoxic DOC decomposition in the oxygen poor part, suggesting the methanogenic activity related DOC production (Figure 1). Stream DOC characteristics were determined by relative contributions of subsurface water and groundwater. Then, it received fresh DOC with high fulvic fluorescence peak from bank side or riparian zones again. These indicated that the stream DOC characteristics were influenced not only by in stream and streamside organic supply, but also terrestrial DOC formation through the groundwater discharge.

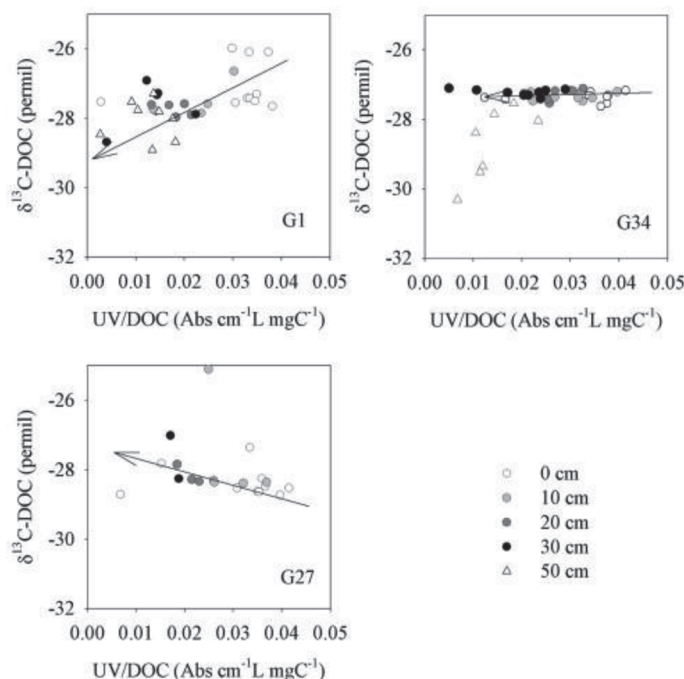


Figure 1. Relationship between UV/DOC and $\delta^{13}\text{C}$ -DOC of soil water at three different soil profiles. G1, G34 and G27 were located in the lower, middle and upper part of hillslope in a headwater catchment.

*寺井久慈・門野祐太郎・佐古純一郎（中部大学応用生物学部）

1. はじめに

下水処理の高度化が遅れているため、窒素・リンの除去率が悪く、閉鎖性水域の富栄養化が一向に改善されない状況が続いている。

下水処理の曝気過程により硝化は進行するが、脱窒に必要な嫌気過程が確保できないためである。本研究では各種多孔質担体に脱窒菌を固定化して、曝気条件下でも脱窒が効率的に進行する固定化担体の検討を行った。

2. 材料と方法

多孔質担体として牡蠣殻2種（養殖A・B）と木炭3種（スギ、ナラ、ウバメガシ備長炭）を用いた。それぞれの担体についてオートクレーブにより吸水させて吸水量を測定し、全体積に対する吸水率を求めた。担体は適当な大きさに破碎して用いた。

脱窒菌は春日井市の高蔵寺下水処理施設から単離・純化して継代培養している菌株（KJ-1）を脱窒菌MPN培地で前培養した。担体を同培地に入れてオートクレーブで担体内部に培地を吸収させたものに、前培養した脱窒菌を添加して4日間培養し担体に結合固定させた。担体の表面に付着した脱窒菌はオートクレーブ滅菌水で洗浄しWash outした。牡蠣殻の場合は Ca^{++} の溶出によりアルカリ性になるため塩酸でpH7に調整した。

担体を収納するアクリル円筒管（内径53.5mm、高さ120mm）の表面に孔を開けて通水性を良くし、下端にプラスチック製ネットを固定し、底にポンプを入れるために高さ5cmの足を取り付け、これを容積3Lのバケツに入れて反応層とした。この反応層に下水処理施設の好

気槽水を20日以上曝気し完全硝化した硝化水をオートクレーブして投入し、好気条件（エアポンプ曝気）、嫌気条件（窒素曝気）で24時間放置し事前条件とした。電子供与体として酢酸ナトリウムを添加した時間を0timeとして、定期的に試水を採取し、イオンクロマトグラフで NO_3^- 、 NO_2^- を測定した。途中、酢酸ナトリウムを適宜再添加した。

3. 結果と考察

吸水率は牡蠣殻A:32-33%、牡蠣殻B:15-16%、スギ炭:83-93%、ナラ炭:61-62%、備長炭:33%とそれぞれ固有の値を示した。牡蠣殻Aでは好気条件でD0が 5mgL^{-1} 以上が保持された状況で50時間後に NO_3^- 、 NO_2^- ともに消失した。しかし、牡蠣殻Bでは嫌気条件ではAと同様であったが、好気条件ではD0が 6mgL^{-1} 以上で、 NO_3^- 、 NO_2^- の消失は75時間後になった。炭ではスギの場合、嫌気条件でも脱窒活性が低く、脱窒菌が十分担体に固定化されていないと判断された。ナラ炭の場合、嫌気条件では40時間後に NO_3^- が消失し、80時間後に NO_2^- が消失した。好気条件ではD0が 6mgL^{-1} 以上で NO_3^- 、 NO_2^- の消失は100時間後であった。備長炭の場合は嫌気条件で100時間後 NO_3^- 、 NO_2^- が消失する。好気条件ではD0は 8mgL^{-1} が維持されて100時間後に NO_3^- はほぼ消失するが NO_2^- はまだ蓄積段階であった。

スギ炭を除いては実験に供した担体は脱窒菌を固定化して、好気条件下で脱窒できることが示された。脱窒活性の違いは担体に固定化される脱窒菌量の違いと考えられ、牡蠣殻Aが好気条件下での脱窒の良好な担体となることが示された。

P-089 木津川河川水の採取時期・地点によるイオン組成変動にみられる 流域地質および人為起源物質の影響

*山根悠資（同志社大学大学院工学研究科）、横尾頼子（同志社大学理工学部）

1. はじめに

木津川の源流は三重県に位置し、京都府八幡市付近で宇治川、桂川と合流し淀川となる。近畿地方を東西に横断する木津川流域は、様々な地質で構成されており、その支流では上流部と下流部で異なる地質を流域に含んでいる。

本研究では採取時期・地点の異なる木津川水系の河川水のイオン組成変動を解析し、流域の地質や人為起源物質が河川水質へ与える影響を明らかにした。

2. 試料と方法

調査は2008年7月23日から25日、2009年6月6日から7日、2009年12月5日から6日の3回行った。木津川の源流付近である三重県伊賀市坂下橋から最下流地点の京都府八幡市御幸橋まで木津川本流16地点および支流の下流部19地点と宇治川、淀川支流の防賀川各1地点でpH、ECの測定と採水を行った。

さらに2009年8月27日から28日には木津川支流の上流部16地点で調査を行い、同様にpH、ECの測定と採水を行った。

研究室においての Na^+ 、 Ca^{2+} 、 K^+ 、 Mg^{2+} 、 SiO_2 濃度の分析には高周波プラズマ質量分析計を、 Cl^- 、 NO_3^- 、 SO_4^{2-} 濃度の分析にはイオンクロマトグラフィーを用いた。 HCO_3^- 濃度は未濾過の試料水のアルカリ度を算出することにより求めた。

3. 結果・考察

3. 1. 木津川支流の水質への地質の影響

2008年7月、2009年6月および12月に採取した支流のイオン組成は、採取時期によらず同じであり、流域を構成する地質に応じて異なっていた。この結果は、支流の水質形成には流域の地質が大きく関係

していることを示している。

各支流の上流部で採取された河川水では、ECや NO_3^- 濃度が下流部よりも低く、人為起源物質による汚染は少ない。上流部のイオン組成は下流部と同様に流域の地質に応じて分けることができ、小流域の地質の影響を反映している。

3. 2. 木津川支流の水質への人為起源物質の影響

久米川、石部川、山田川、青谷川のイオン組成やEC、 NO_3^- 濃度は採取時期によって大きな違いがみられた。これらの支流は、他の支流と比べていずれの時期もEC、 NO_3^- 濃度が高く、流域の地質に対応したイオン組成を示さないことから、人為的影響を受けている。

山田川の上流部では、下流部に比べて NO_3^- 濃度が低く、同様の流域地質をもつ普賢寺川と似たイオン組成を示した。この結果は人為的影響を受けている河川では地質起源のイオンに加えて人為起源のイオンが入っていることを示している。久米川と青谷川の上流部でも NO_3^- 濃度が低く、下流部に比べると人為的影響は小さくなっている。石部川では上流部でECと NO_3^- 濃度が下流部より高く、上流部から人間活動の影響を受けている。

3. 3. 木津川本流のイオン組成

本流のイオン組成は採取時期によらず同じであり、支流と比べて一定であるが、詳細に見ると流下にもなって二段階で変化していた。最上流の坂下橋、阿保東部橋から新長田橋、岩倉大橋から最下流の御幸橋の3つに組成が分かれる。岩倉大橋より下流では、流量が多い服部川の流入や中流部に分布する花崗岩帯の影響によって、水質は一定となっていると考えられ、本流に対しても地質の影響があるといえる。

W
E
B
非
公
開
希
望

*松見悠世 (岡山理大院・理) 山口一裕, 北岡豪一 (岡山理大・理)

1. はじめに

岡山平野は、岡山三大河川である旭川、吉井川、高梁川を中心とした笹ヶ瀬川、砂川、足守川等の河川の運搬・堆積作用により形成された典型的な沖積平野である。岡山平野の地下水には伏流水が豊富で、岡山市の大切な水源として利用されている。今後も地下水を貴重な資源として利用していく上で、地下水の現状を把握することは必要不可欠なことである。また、岡山平野の地下水が児島湾に海底湧出している、岡山平野の地下に塩水侵食していると推定されている。その岡山平野-児島湾間の流動係を考える上でもこの調査は重要であると思われる。

そこで本研究は、地下水の水質特性と放射性同位体トリチウム(以下³H)濃度の測定を行い、岡山平野の地下水流動系の現状を調査した。

2. 観測・実験

岡山平野 4 地点(図 1)の井戸水を現在までに 5 回(2008 年 10 月 30 日, 12 月 10 日, 2009 年 7 月 16 日, 2010 年 4 月 19 日, 5 月 10 日)採水しており、現地調査として気温、水温、pH、電気伝導度(EC)、標高水位を測定した。室内実験としてイオンクロマトグラフィーによる溶存イオン成分、塩酸滴定法による HCO₃⁻、液体シンチレーションカウンタ(LB-5:ALOKA)による³H濃度の測定を行った。³Hの測定には、濾過および完全蒸留したサンプルから 1L を電解濃縮したものを使用している。

3. 結果・考察

平福小の地下 2~4m の砂礫層中を流れている地下水(平福小(浅))の水質は、Na - (Cl,HCO₃)型である。図 2 から旭川と平福小(深)、児島湾のちょうど中間あたりに位置している。このことから、旭川の流入水に極めて僅かながらの塩水化した水が混入していると考えられる。平福小(深)の地下水は、地下 15~18m の砂礫層中を流れているが、水質が Na - Cl 型であった。これは海水の流入による Na⁺, Cl⁻の上昇によるものであると考えられる。³H もほとんどなく、このことから滞留時間の長い海水の混入が考えられる。したがって、平福小(深)は塩水化の影響を受けていることが分かった。

御野小の地下水は、地下 3~6m にある砂礫層中を流れている浅層の地下水である。その水質は Ca-HCO₃ 型の地下水で、旭川の水質、濃度共に類似しており、さらに、³H 濃度がほぼ旭川のレベルと同程度であることから旭川の伏流水であると思われる。東中山下公園(浅)の地下水は、地下 4~6m にある砂礫層中を流れている浅層の地下水である。その水質は御野小と同じく Ca-HCO₃ 型であり、この水も旭川の伏流水であると考えられる。

東中山下公園(深)の地下水は、地下 10~14m にある砂礫層中を流れているもので、その水質は Na-HCO₃ 型である。³H 濃度は、3.60±0.15TU と現在の天然レベルである 3.50TU より僅かながら高い値を示した。また、岡南小の地下水も同程度の深さである地下 8.4~11.5m の砂礫層中を流れている。その水質は同じ Na-HCO₃ 型である。³H 濃度は、東中山下公園(深)より高い 4.60±0.20TU であった。共に天然レベル以上の³H 濃度を持つことから滞留時間の長い水であることが示された。岡南小と東中山下公園(深)の位置関係を考慮し、さらに、ピストン流を仮定した場合、³H 濃度からも 2 地点が同じ流動系にあるとは考えにくいので、異なる 2 つの流動系の可能性が示された。

以上の結果、観測地点の浅層地下水は旭川の伏流水であり、地下 10m 付近では複数の流動系の存在の可能性が示された。また、児島湾に近い干拓地では塩水化していることが分かった。

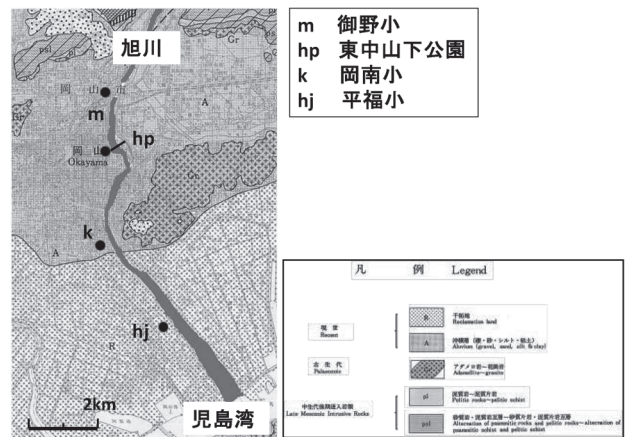


図 1. 観測地点

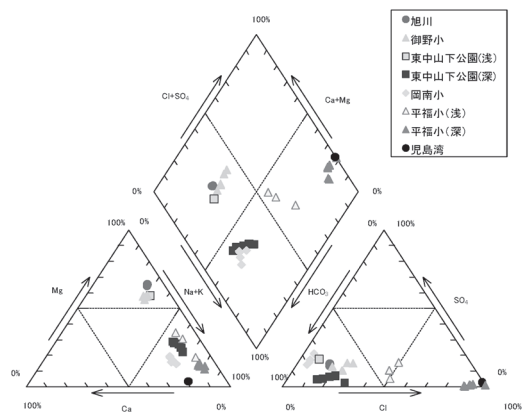


図 2. 観測地点の水質

P-092 都市部を流下する小河川の上流域における水質特性とその変動の要因

*水野慎二¹⁾・小杉理子¹⁾・田上奈津美¹⁾・山口一裕²⁾

1)岡山理大・院 2)岡山理大

1. はじめに

岡山県南西部に位置する児島湖では水質の汚染が問題となってきた。近年徐々に改善されてきてはいるが環境基準を達するまでには至っていない。

笹ヶ瀬川は、その児島湖へと流入する最大の河川である。笹ヶ瀬川では、上流域において多くの農地、ゴルフ場、住宅地があり農業用水としても利用されている。また、源流付近には空港も存在する地域である。下流域においては、近年の都市化に伴い商業地や住宅地が増加している地域である。

我々の研究室では、支流の吉宗川と田原川を含む上流域に絞り 2005 年から 2009 年まで継続して水質調査を実施している。水質に対する自然的・人為的要因の影響を探り、笹ヶ瀬川の水質と周辺環境との関係や長期間の水質変動を調査した。また、年間変動の特徴からその変動の要因についても検討した。

2. 観測・実験方法

i)2005 年～2007 年…笹ヶ瀬川上流域において笹ヶ瀬川本流 7 地点、支流の吉宗川と田原川で各 2 地点ずつの計 11 地点。

ii)2008 年…笹ヶ瀬川最上流 4 地点、田原川 7 地点の計 11 地点。

iii)2009 年…笹ヶ瀬川上流 7 地点、12 月から同流域内で 24 地点、日応寺河川トンネル内 5 地点(図 1)。

現地にて気温、水温、pH、EC(電気伝導度)、流量を測定し採水を行った。また、実内実験においてイオンクロマトグラフィーによる陽イオン(Na⁺, K⁺, Mg²⁺, Ca²⁺)と陰イオン(Cl⁻, NO₂⁻, NO₃⁻, SO₄²⁻)、塩酸滴定法による HCO₃⁻の各イオン濃度の測定、分光光度計による濁度の測定、過マンガン酸カリウム法による COD[全 COD(T-COD), 溶存態 COD(D-COD)], 及びモリブデン酸イエロー吸光光度法による Si 濃度の測定をそれぞれ行った。



図 1. 観測地点(2009 年)

3. 結果・考察

河川中の有機物汚濁の指標として T-COD を測定した結果、2005 年から同地点で継続して観測を行っ

ている①,③地点では6月から8月にかけて上昇し、10月から12月では減少傾向がみられた。しかし、ECは、夏季に減少し、冬季に上昇する傾向が支流を含めみられた。EC、CODともに季節変動があり、特に降水量の多い夏季にかけて COD は大きく上昇し、ECは逆に減少した。

流量と COD 負荷量の関係から $L=kQ^n$ (L:COD 負荷量, k:定数, Q:流量)の $n=1.6$ と示したことからこの水域では洗い流し型であり、増水時での急激な上昇から短期集中の降水時に大きく左右されることが明らかになった。そこで、降水の河川に与える影響を降り始めからの毎時観測を行い水質の変動を調査した結果、降水量増加とともに EC は減少するのに対し、COD は減少した後に再び増加するという傾向がみられた。年度別に変動をみると夏季での T-COD は 2008, 2009 年の値が 2005 年から 2007 年の値より低く表れていた。これは梅雨の時期にまとまった雨が降らなかった影響が考えられる。降水量と COD 値の変化の関係をより明確にするために、溶存態(D-COD)、懸濁態(P-COD)について検証した結果を図 2 に示した。ひと雨の降水量が約 8.0mm 未満ではばらつきがあり降水の影響が少ないと考えられる。しかし、約 13.0mm を超えると COD 値の上昇がみられ影響が大きいと考えられる。河川流域周辺からの地表面上の流れる直接流出の影響や土壤中を浸透して短時間で押し出されて流出する地下水の間接流出の影響があると考えられる。流下に伴い農用地と住宅地が河川を囲むように混在しているため生活排水などの人為的要因も考えられるが、集中した降水による自然的要因も加わることで水質への有機物負荷の影響が起きていると考えられる。年間降水量と比較すると多雨であった年では年間 COD 負荷量が高いのに比べ、少雨の年では低い値を示した。このことから、笹ヶ瀬川から児島湖への流入量の変動が児島湖の水質に影響を与えていると考えられ、その影響の度合いについて検討する必要があると思われる。

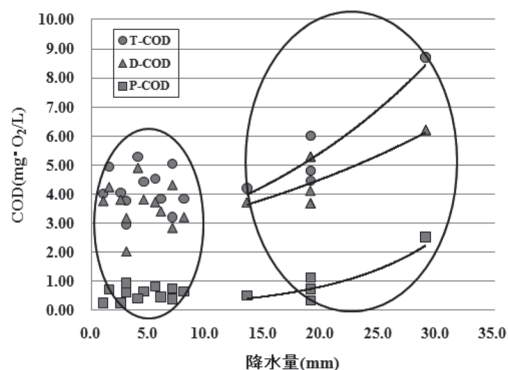


図 2. 降水量増加に伴う各 COD との関係

P-093 FDA法による河川流下有機物に付着する微生物細胞外活性酵素の分析

* Gombo Nyamsuren (埼玉大院・理工学)・藤野 毅 (埼玉大・理工学)、
Hnin Wityi (埼玉大院・理工学)

現在、地球規模で環境が急変する中、生物生産量を把握することは益々重要であるが、物質循環の観点から、有機物分解の状態を適宜把握することも大変重要である。しかしながら、微生物による有機物分解のプロセスは複雑であり、時間も掛かり、それを簡易にモニタリングする手法はあまり存在しない。

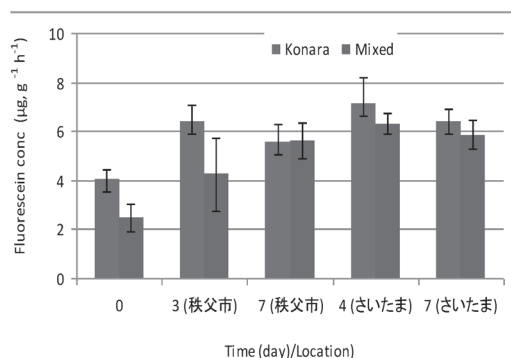
公害対策の視点で長年用いられてきた有機汚濁の指標であるBODやCODは重要なパラメーターであるが、BODは通常5日間を有して行われる溶存酸素量の測定、CODは難分解性の有機物を含めた全炭素量という限られた情報のみが与えられている。従って、それ以外に河川水質や生態系の状態を把握する、潜在的に生じている環境変化の応答を迅速に捉える手段は少ない。

河川流下有機物に付着する細菌・菌類は、細胞膜の外に酵素を分泌して高分子を低分子化してから細胞の中に取り込む。酵素は、特定の化合物の、特定の化学結合の特定の化学変化にしか働かない触媒であり、すでに各酵素の働きについて詳細な分析がなされており、代表的なものとして β -glucosidase、Leucine-aminopeptidase、Phosphataseが挙げられ蛍光光度計による測定が主流となっている。しかしながら、感度が高く正確である反面、高価な装置を必要とする。

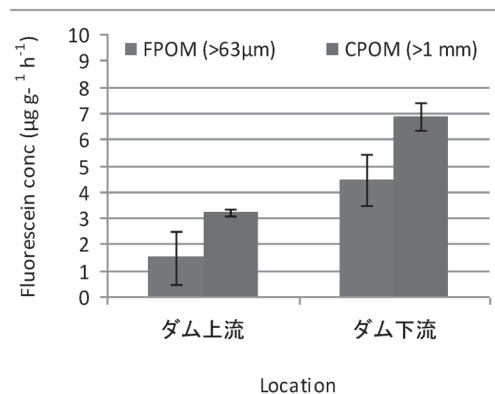
一方、細菌・菌類に、Protease、Lipase、およびEsteraseのいずれかを有すると、フルオレセイン二酢酸を加水分解させると蛍光物質を生成する。この蛍光物質の測定は可視光の吸収で済み、安価で精度も良い。一般的にこれらの酵素をほとんどの細菌・菌類が有していることから、総微生物活性(Total microbial activities)として全微生物量の推定が行える。この手法は土壌微生物の分野で、特に菌類のバイオマスの推定として利用されている。

河川で適用する場合、これまでの評価法に加えて、水温やpH、溶存有機物、無機イオンの状態によって、同じ由来の有機物でも分解の速度や状態が異なるこ

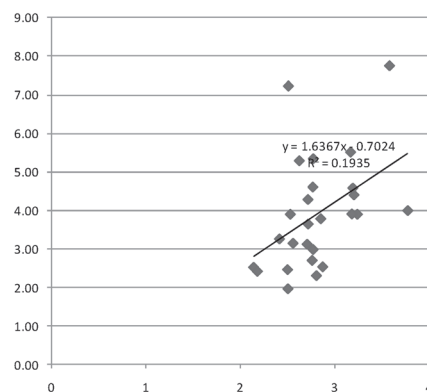
とが考えられ、炭素量の計測だけでなく、それが今後早く分解されるものであるのかなど、将来予測の材料の一つとして利用できるのではないかと考える。以下に、いくつか測定例を示す。



図：細胞外活性酵素により生成した蛍光物質量(コナラと数種混在したサンプルの比較、数値はリターバックを設置した後の日数)



図：ダム上下流間の活性の相違の検証例



図：エルゴステロール含有量(縦軸：mg/gAFDM)との相関

1. はじめに

干潟には、豊かな生物相が形成されている。河口干潟は陸からの水と海水が出合う汽水域であり、汽水を好む独特の生物が多様に生息している。

河口干潟では、河川水が海水と出会うと浮遊粒子が凝集し、河川の流速の急速な減少により、特に岸辺で泥が堆積しやすい。泥中には多くのプランクトンが生息し、それらをエサとする生物が集まるので、干潟は生物の宝庫になっているものと考えられる。

干潟は潮汐により海水、川水、地下水が複雑に交じり合うため、塩分濃度の時間的、空間的な変動の激しい地帯である。海水と川水には酸素が含まれているが、干潟地中の地下水には酸素が乏しい。干潟は、貧酸素の地下水の出口であるから、生物の生息には厳しい条件が存在していると言える。にもかかわらず、干潟に生物が豊富に生息しているのは、潮汐による干潟の塩分濃度の変化の過程の中に、汽水性の生物が過ごしやすい環境が形成されているものと考えられる。本研究は、干潟での塩分濃度と溶存酸素濃度の変化を観測し、干潟における淡水と海水の交流状態と水質環境の状態を明らかにしようとするものである。

2. 観測場所・観測方法

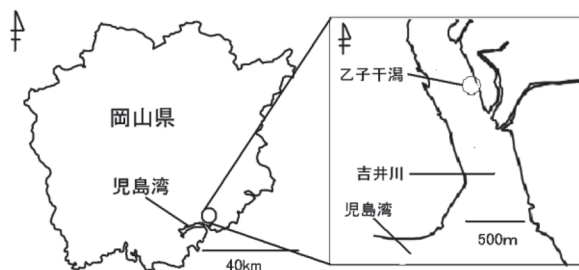


Fig.1 観測地点

海水と淡水の混合割合は電気伝導度(EC)の測定によって容易に知ることができる。干潟における海水と淡水の動きを明らかにするため、干潟表層中の EC と温度の鉛直分布の観測を行った。観測場所は岡山県吉井川の河口の乙子干潟である(Fig.1)。干潟に 2 m のパイプを打ち込み、JFE アレック社製の水温塩分計 COMPACT-CT と水温深度計 COMPACT-TD を用いて 1 秒間隔で自記録した。

3. 結果と考察

Fig.2 と Fig.3 に示すこれまで得られた観測結果の一例として、2010 年 7 月 22 日の下げ潮時における EC と温度の鉛直分布の変化を示したものである。

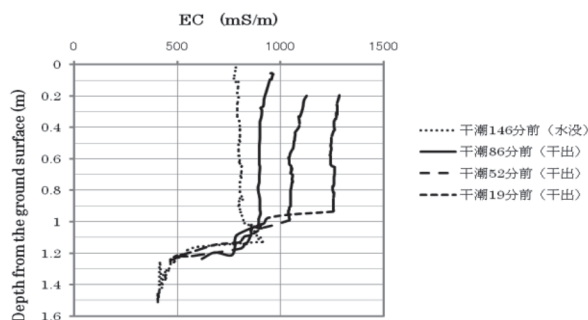


Fig.2 7/22 吉井川乙子干潟の EC の鉛直分布

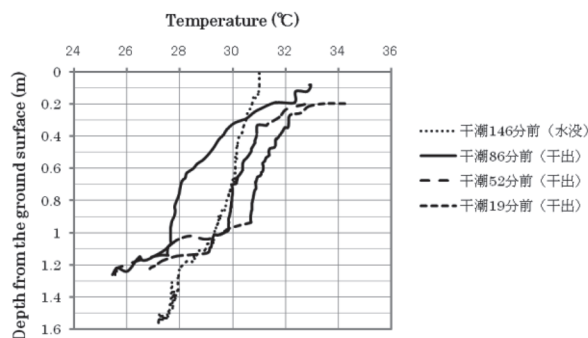


Fig.3 7/22 吉井川乙子干潟の温度の鉛直分布

乙子干潟では 1 m より下の層では EC が急激に低くなり、温度も同様に低くなっている。これは明らかに表層の水とは異なる地下水が流れていることを示している。同様の方法で、前浜干潟である児島湾の高島干潟で観測したところ、地表から 1 m 下から 1.7 m 下まで EC の値が急激に下がる。いずれも、干潟表層の粘土層の下の砂層には陸からの地下水が流れていることを示している。

一方、表層に着目すると、下げ潮時に、EC と温度は時間とともに上昇している(干出 146 分前の値はパイプを干潟へ打ち込んだ直後の観測値である)。これは河口干潟では満潮時に川岸に浸入した海水が、下げ潮時に干潟地層中をゆっくりと沖合に向かって水平に移動していることを表していると考えられる。河口干潟では、川岸における潮汐に伴う陸と川の水の出入りが干潟表層の EC と温度の変化に影響を与え、特に、引き潮時に酸素を含んだ水が表層に供給されているものと考えられる。それによって生物に住みよい環境が作られているものと推定される。

*松尾和哉(岡山理大院・理)・北岡豪一(岡山理大・理)

1. はじめに

閉鎖池である岡山城の内堀では、水質改善のため、2001年に城内に掘られた井戸から塩分の高い地下水が注入されたが、改善されないため、2008年に休止された。その時、河川水の注入実験も行われた。その後、堀には人工的な注入はなく、降水だけが供給源となっている。堀水の EC は徐々に低下しており、依然として、時にアオコが大量発生している。閉鎖池の水の維持機構と水質の形成過程を明らかにするため、水位、水温、EC の週 1 回の定期観測とデータロガーによる水位の観測を行っている。

本報告は、水位の変化から水収支を推定し、その結果と EC の変動を用いて堀水の水質の形成過程を検討しようとするものである。

2. 観測方法

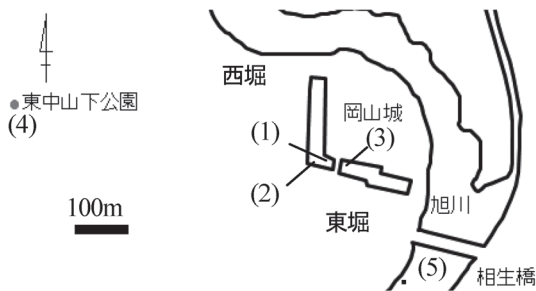


Fig.1 内堀の研究地点

(1), (2): 西堀, (3): 東堀, (4): 平野地下水, (5): 河川(国交省)

Fig.1 の (1), (3), (4)点で水圧データロガーによる観測, また, (5)で国交省による河川水位が観測されている。(2), (3)点で週 1 回の定期観測を行っている。

3. 観測結果

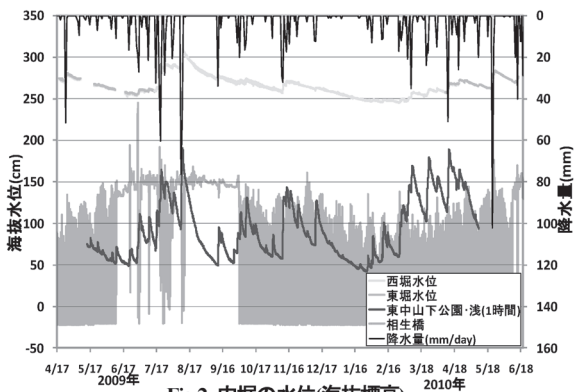


Fig.2 内堀の水位(海拔標高)

Fig.2 は、(1), (3)の堀水位と、(4)の平野井戸水位、(5)の旭川の水位(国交省)の変動を示したものである。堀水は地下水の水位よりも高く、外部からの地下水や河川水の流入は考えられない。定期観測による水位と EC の変動を Fig.3 と Fig.4 に示す。

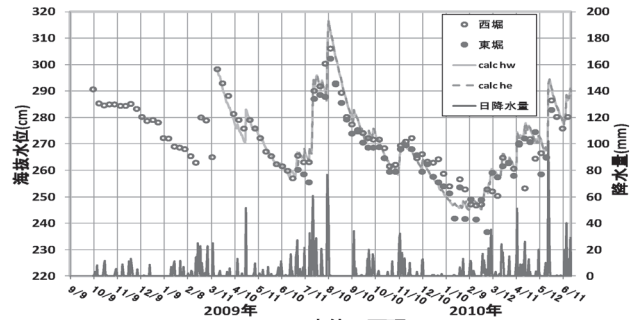


Fig.3 水位の再現

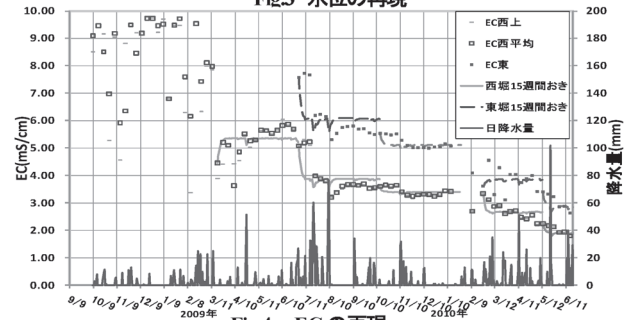


Fig.4 ECの再現

4. 水収支と物質収支

堀水の水収支は、水面への降水、城内からの地表水、地下水の流入、城外への地下水流出、および水面蒸発を 1 日ごとに与えて、水位の変動を計算した。ただし、蒸発は無降雨日のみとして、とりあえず年間を通して一定とした。城内外への流出入は、堀の水位と城内外の水位との差に比例するものとした。計算値と実測値の差が最小になるように、計算したところ、定期観測による水位の変動をほぼ再現することができ(Fig.2 中の実線と破線)、城内外の地下水の水位、蒸発量などを求めることができた。これによって、堀水を毎日出入りする各要素の流量が推定される。

一方、岡山城内堀の水質は、NaCl 型なので、EC で表現ができ、物質収支は、堀水の EC の変動に合うように、上の水収支の結果を用いて 1 日ごとに計算した。(Fig.4) ただし、堀水と底泥との物質交換は、堀水の EC と泥中の EC との差に比例するものとした。底泥間隙水の EC がゆるやかに変動していることがわかった。(Fig.5)

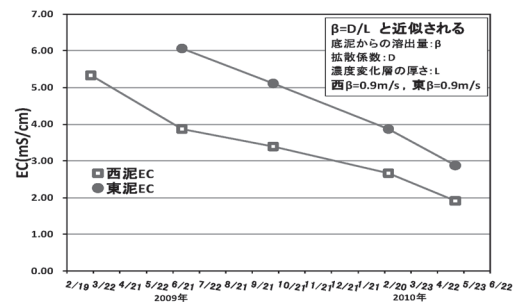


Fig.5 底泥の濃度の変化

これは、かつて堀に注入されていた高塩分の水が底泥から徐々に抜け出していることを表し、底泥中の間隙水が堀水の水質に大きく寄与していることが知られる。

-岡山平野の例-

*竹内 徹(岡山理大院・理) 北岡豪一・山口裕一(岡山理大・理)
清水裕太・小野寺真一(広島大院・総合科学)

1. はじめに

沿岸域で堆積した完新世粘土層は、比較的時代が新しく間隙水の含有量も多い。粘土層間隙水は地下水のポテンシャルによってゆっくり移動するが、透水係数とポテンシャルによっては一万年間で数 10m の移動もありうると考えられる。また間隙水中の水は分子拡散によって一万年で数 10m であるが拡散する。従って、縄文時代に堆積した厚さ 10m の粘土層内には堆積当時の水が残っている可能性が考えられる。

本報では、酸素同位体比をもちいて現在の河川水や地下水と完新世粘土層中間隙水の酸素同位体比を比較することにより、間隙水に過去の陸水が残っているかどうかを明らかにすることを目的とする。

2. 地域概要と分析方法

岡山平野の中央部は旭川の沖積作用と人工的な干拓によって形成され、児島湾と児島湖で限られる。以前の岡山平野は瀬戸内海の内湾で、湾内には干潟が発達して海成の粘性土が厚く堆積している。

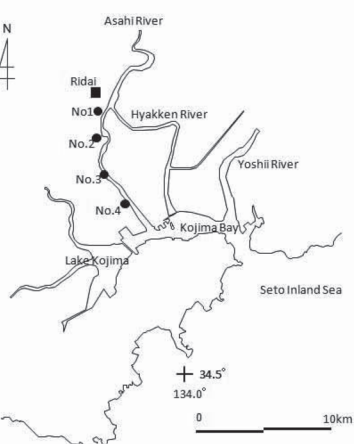


Fig.1 観測孔位置

2008年8月に岡山平野の地下水位の動きを明らかにするため、旭川の西側に沿って4地点に観測孔が設置され、掘削時にコアが採取された(Fig.1).

今回はNo.4で間隙水を遠心分離により抽出し、間隙水と観測孔地下水及び旭川の河川水の酸素同位体比とイオンクロマトグラフィーによる化学分析を実施した。

3. 結果と考察

酸素同位体比と塩化物イオン濃度の関係で、間隙水は浅層・深層地下水と海水との混合線上にプロットしている(Fig.2).

これは間隙水が浅層・深層地下水と海水の混合によって成り立っている可能性を示していると思われる。

深層地下水のCl濃度が高い要因が粘土層の影響を受けているのとなれば、No.3でも同様のことが起こる

と思われる。よって海水の影響によるものとすれば、元の地下水の同位体比は海水と地下水の混合線から-7(‰)に推移すると思われる。

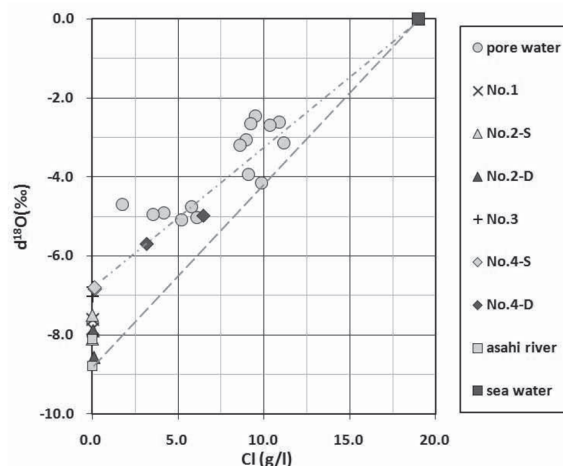


Fig.2 $\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$ - Cl(g/l)

酸素同位体比と上流からの水平距離の関係では、No.4の浅層地下水の同位体比が河川水より高い値を示している(Fig.3)。浅層地下水はCl濃度が低いので、同位体比が高くなる要因は海水との混合ではなく蒸発濃縮による可能性を示していると思われる。No.2の浅層・深層地下水の同位体比が低いのは、同地点が旭川より取水した岡山城の旧堀の埋立地であることから、現在も川からの地下水供給の可能性を示していると思われる。

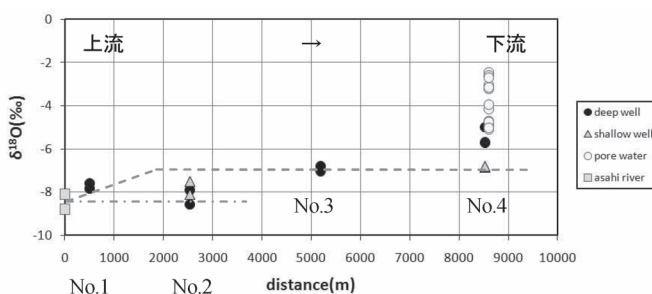


Fig.3 $\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$ - distance(m)

同位体比からみた完新世粘土層内の間隙水は、海水と蒸発濃縮した地下水(浅層・深層)の混合による可能性を示しており、過去の陸水が残っている可能性を言うことは難しい。

地下水の同位体比が-7(‰)のあたりで推移していることから、岡山平野の地下水は旭川からの供給ではなく、平野に降った降雨が蒸発濃縮して地下水へ供給されている可能性を示していると考えられる。

W
E
B
非
公
開
希
望

溪流中の硫酸イオンの簡易吸着法および その硫黄同位体比からの起源推定

*土井崇史、永淵修(滋賀県大・環境)、横田久里子(豊橋技科大・工)、吉村和久(九大・理)、
阿久根卓(鹿児島県環境技術協会)、山中寿朗、宮部俊輔(岡山大院・自然)

陸水の酸性化や森林衰退などを引き起こす大気汚染物質である硫黄化合物の起源推定には、硫黄同位体比($\delta^{34}\text{S}$)がよく用いられる。河川などの陸水中の硫酸イオンの $\delta^{34}\text{S}$ 値の測定には、試料水に塩化バリウムを添加し、硫酸イオンを硫酸バリウムとして沈殿されて回収した後、同位体比質量分析計で $\delta^{34}\text{S}$ 値を測定する方法が一般的に用いられている。しかし、河川などの硫酸イオン濃度の低い陸水では数百mL～数Lの試料が必要となる。そのため、多量の試料を持ち帰ることが困難な離島や移動手段を徒歩に限られる山岳地域の調査への適用は困難である。

本研究では、強塩基性陰イオン交換樹脂(Dowex 1×8、ダウケミカルカンパニー社製、Cl⁻型)を入れたメッシュバッグを水中に係留することで、硫酸イオンを現場捕集濃縮する手法を検討した。

樹脂への硫酸イオンの捕集特性を検討した結果、一般的な河川より高濃度の塩化物イオンと硝酸イオンが共存し、硫酸イオン濃度が 1 mg L^{-1} と低い試料においても、 $\delta^{34}\text{S}$ 値の測定に必要な硫酸イオン量を 1 g 程度の樹脂で1時間以内に捕集可能であった。本法は、少量の樹脂を入れた小さいメッシュバッグのみで、直接水中の硫酸イオンを短時間にサンプリングできることから、離島や山岳地域などの調査にも適している。

さらに本法を用いて、宮之浦岳(1935m)をはじめとする急峻な山岳が連なり、世界自然遺産にも登録されている屋久島において、溪流河川中の硫酸イオンの起源推定を行った。屋久島の西部では、島の固有種であるヤクタネゴヨウの立ち枯れが起こっており、大気汚染物質の影響が原因の一つとして示唆されている。

非海塩性硫酸イオンの硫黄同位体比($\text{nss } \delta^{34}\text{S}$)は、島の北東部(-3.9～+0.3 ‰)に比べ、北西から南西に

かけての西部(+1.1～+7.5 ‰)および中央山岳部(+3.2、+3.7 ‰)で高い値を示した。海塩以外の硫黄の供給源としては火山活動や化石燃料の燃焼が考えられる。活発な火山である桜島、薩摩硫黄島が、屋久島の北に存在するが、同様の影響を受けると推測される島の北東部と北西部で $\text{nss } \delta^{34}\text{S}$ 値が異なることから、これらの影響は小さいと考えられる。化石燃料起源としては、屋久島に流入する気団が主に中国の北京、天津および渤海周辺を通過してくる(永淵ら、2002)ことから、中国のエネルギー源の7割を占める石炭の燃焼による放出が推測される。これらの北緯30度以北の中国からロシアにかけて産出される石炭の $\delta^{34}\text{S}$ 値(本山ら、2002)は、島の西部および中央山岳部の $\text{nss } \delta^{34}\text{S}$ 値と一致している。これらのことから、石炭起源の $\delta^{34}\text{S}$ 値の高い硫黄を含む空気塊が、島の西および北西から流入し、宮之浦岳(1935 m)をはじめとする急峻な山岳にぶつり、西部および中央山岳部に $\delta^{34}\text{S}$ 値の高い硫黄が沈着したと考えられる。今後、東アジア諸国では、経済発展に伴う硫黄化合物の放出がさらに増大すると予想されることから、屋久島の陸水の酸性化や生態系への影響が危惧される。

《参考文献》

本山玲美、柳澤文孝、小谷卓、川端明子、上田晃(2000)：氷雪、62、215-224

永淵修、柿本大典、海老瀬潜一、浮田正夫(2002)：陸水学雑誌、63、11-19

*澤田律子¹⁾・小寺浩二²⁾

1)法政大・学、2)法政大・地理

I はじめに

周囲を海域に囲まれた島嶼の環境では、表流水は即座に海洋へと流出し、それと共に様々な物質が同時に海洋へと流出している。中でも亜熱帯気候に属する八重山諸島では、島の周囲にはサンゴ礁等が発達し、貴重な環境が形成されているため、島を流下し、海洋へと流出する陸水が沿岸域に及ぼす影響は大きい。石垣島においては赤土流出が以前から問題視されており、名蔵川や轟川の土砂や栄養塩の流出解析が流域単位で行われているが、本研究は流域単位にとどまらず、陸水を広域的にとらえ、その季節変動や降雨イベントによる変動を明らかにすることを目的とする。

II 対象地域概要

東京から2000kmの距離に位置し、人口、産業の面から見ても南西諸島の中でも中心的な島として存在する。気候は亜熱帯海洋性で、平均気温は23.7℃、平均降水量は2127.2mmであり、北部には於茂登岳(525.8m)を始めとした於茂登連峰が連なり、雨の降り方に地域差が見られる。一級河川は存在しないが、主要河川には宮良川、名蔵川、轟川が挙げられ、その他には大小100ほどの名前をついた川や沢が存在する。人口は南部に集中する。

III 研究方法

石垣島の諸河川において2008年5月より、およそ3か月に1回の頻度で現地水温観測を実施した。観測項目は、水温、EC、DO、TURB、TDS、pH、RpH、流量、であり、サンプルによりアルカリ度測定、イオンクロマトグラフによる主要溶存成分測定、TOC分析計による全溶存炭素量分析を行なった。降雨サンプルを用いて、その組成を明らかにし、また、月一回の頻度で、河川水と降水のサンプリングを実施している。

IV 結果・考察

1) 季節変動

ECに関しては2009年2月から2010年5月までの6回の調査では於茂登連山周辺ではどの月においてもECが低く、月ごとの変動が小さい。最も変動幅が大きい地点は大浦ダムで、現在工事中によりせき止めが行われているため、常に水が濁った状態でわずかに流れている。そのため、変動が最も大きくなっている。最も変動が小さいのは宮良川の源流部で、変動係数は0.01であった。2009年2月と2010年2月のECを比較すると、宮良川や轟川で2009年の方が高くなっている。これは、2009年には2月の下旬、2010年には2月の中旬に調査を実施したため、2月の中旬では稲作の作付が終わっていないことが原因として挙げられる。

2) 降雨による変動

降雨時には降水による希釈のためECの低下が起こるが、降雨後には底質から養分が溶出し、一時的なECの増加が見られる。荒川橋と八重山ヒュッテ前橋では降雨の翌日には平常値に戻っており、於茂登花崗岩類を流下する河川では溶存成分が少ないことから、どちらも花崗岩類を流下しているためと推察される。一方沖積層を流下するブネラ橋や前勢岳西川中橋では降雨翌日もECは増加したままである。

V おわりに

陸域からの物質流出は一定ではなく季節や降雨イベントなどに対し影響を受け変動する。台風などの季節的なイベントも踏まえ、今後は変動の要因を明らかにしたい。

参考文献

小寺浩二・米山亜里沙・飯泉佳子・寺園敦子(2009):石垣島諸河川の流域特性と物質流出特性,日本陸水学会第74回大会講演要旨集,190.

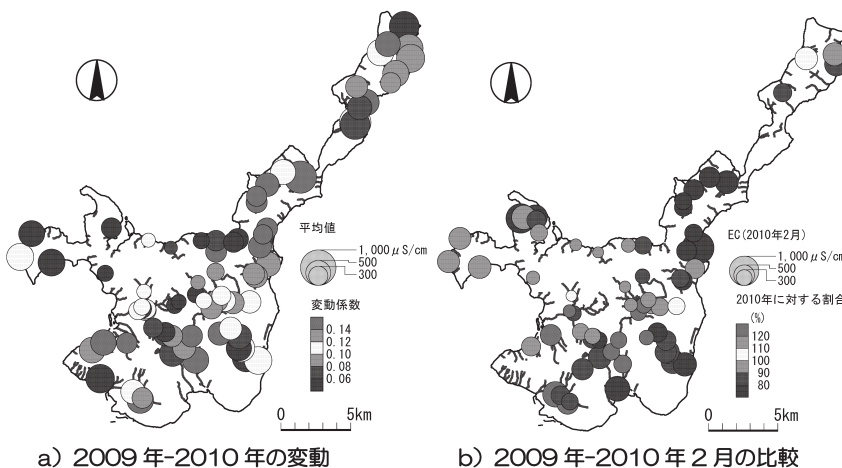


図1 ECの季節変動

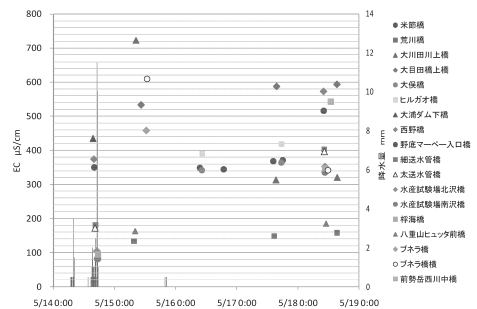


図2 降雨によるECの変動(2010年)

P-102 信濃川下流域の一大支川（左岸側渋海川と右岸側刈谷田川）の 陸水生物相に関する比較研究

*安部 信之・松本 史郎・帆苺 信夫・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）

1. はじめに

渋海川は、新潟・長野県境の関田山地の三方岳（1,139m）に源をもち、流路延長 80.2km の水系最長の支川で、信濃川河口より 69.5km 地点で信濃川左岸に合流する。流れは、東頸城丘陵の新第三紀層の軟弱な地滑り地帯の地盤を穿入蛇行し、出水の度ごとに濁流化することに基因して、アユも生息しないような河相を呈している。

刈谷田川は、越後三山只見国定公園の安山岩質の守門岳（標高 1,538m）に源を發し、東山丘陵にある栃尾、見附の人口密集地を通り、沖積平野の水田地帯を流れ、流路延長は 53.5km で、信濃川河口より 53km で信濃川右岸に合流する。

私たちは、渋海川を 2007 年から 2009 年までに 5 回、刈谷田川を 2006 年から 2007 年までに 6 回陸水生物調査を実施し、上・中流域の地形・地質の異なる両河川の生物相を比較検討してみた。

2. 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、夏期には石面のカワシオグサ (*Cladophora glomerata*) が剥がれた群体が流下水中に目立った。渋海川では、周囲の水田からの流入が少なく、緑藻の *Spyrogylla* spp. やツヅミモ類がわずかに数細胞検出されたが、刈谷田川より少なかった。また、緑・藍藻相も安定せず、調査時ごとに種の変動が大きかった。渋海川の下流部は、堰の影響で鞭毛藻類の *Ditynobryon divergens* や *Mallomonas tonsulata* などもみられたが、上流にダム湖を有する刈谷田川より少なかった。

珪藻類は、渋海川では、採水試料で 210taxa、付着試料で 142taxa、刈谷田川では、採水試料で 296taxa、付着試料で 229taxa が同定できた。渋海川の上流域では、刈谷田川の上・中流域で多くみられた *Achnantheidium* spp. が目立ち、中・下流域で *Nitzschia inconspicua* が優占していた。刈谷田川の中・下流

域では、底泥の多い Bc 型域で生息する珪藻相を反映して *Nitzschia palea* や *Navicula* spp. など多くの種が検出された。

底生動物は、昆虫類 77 種、甲殻類 6 種、軟体動物 3 種、環形動物 4 種、扁形動物 1 種の計 91 種が採集できた。渋海川では、42 種 1,515 個体を採集したが、信濃川右岸の各支川より少なく、底生動物相は貧弱であった。個体数はウルマーシマトビケラ、現存量はハグロトンボが多かった。また、匍匐型で掃き採り食者のヒラタカゲロウ類は、極めて少数であった。刈谷田川では、83 種 4,577 個体を採集できたがカゲロウ目やトビケラ目が多かった。個体数では、造網型で濾過採集食者のウルマーシマトビケラが最も多く、次いでヒゲナガカワトビケラであった。現存量はヒゲナガカワトビケラが最も多く、優占種となっていた。

魚類は、刈谷田川で 22 種、渋海川で 23 種が採集されたが、両川ともコイ科魚類を主体とする類似した魚類相であった。両川ともオイカワ定着期（1930 年代）以降の国内・国外からの外来魚が刈谷田川で 13.6%、渋海川で 21.7% を占め、最近では、コウライモロコの侵入が目立った。

Aa 型域を比べると、刈谷田川ではヤマメとニッコウイワナが見られたのに、渋海川では得られなかった。刈谷田川ではカジカが広域分布を示したが、渋海川では最上流側にとどまった。刈谷田川では、ドジョウ、シマドジョウ、スナヤツメが多数採集されたが、渋海川では少なかった。これらの相違は、河床や水際植物の繁茂の状態に起因していると思われる。

3. まとめ

両川の水質は渋海川が弱アルカリ性に対し、刈谷田川は弱酸性を示し、EC の平均値は渋海川が 156.9 μ S/cm、刈谷田川 87.4 μ S/cm で、可成り相違していた。上流域のダムの有無や中・下流域の河床の形状を反映して、上述したような各種陸水生物相の差異がもたらされたものと推測される。

*都筑俊樹¹⁾・小寺浩二²⁾

1)法政大・学、2)法政大・地理学教室

I はじめに

福島県の磐梯山周辺には、猪苗代湖をはじめとして裏磐梯三湖や五色沼、温泉や湧水など、様々な形で豊富な水資源が存在している。

猪苗代湖では、元来、酸性湖であったが、近年では急激な中性化が見られ、同時に水質悪化も問題となっており、水環境の把握が求められている。

そこで本研究では、猪苗代湖および集水域河川の長期的な水環境変化について、既存の様々な水環境情報を整理し、最近の水質を継続観測することで、現状の問題点を明確にしたい。

II 対象地域

猪苗代湖は福島県の中央に位置し、猪苗代町・郡山市・会津若松市に面している。猪苗代湖は阿賀野川水系に属し、その上流部に当たる。成因は断層湖および堰止湖である。面積は 103.9km²、海拔高度 514m、総貯水量 54 億トン、年間総流入量 10 億トンで、滞留時間は 5.4 年である。猪苗代湖の流入河川は大小 30 ほどの河川があり、長瀬川が最大流量であり、次いで舟津川になっている。流出河川は会津盆地へと流れる日橋川と、郡山市周辺で上水道水や農業・工業用水として利用されている安積疏水がある。

III 研究方法

まず、公表されている様々な水環境情報を整理するとともに、水文地理学的視点から、猪苗代湖および集水域河川の流域特性と自然特性を明確にして、長期的な水環境変化の状況を明らかにした。また、2009年4月から翌2010年6月までの継続観測を実施し、その計 16 回の現地観測結果から、猪苗代湖の水質の季節変動把握と水環境の監視を行った。

IV 結果・考察

(1) 猪苗代湖

猪苗代湖の全循環期は 2009 年 12 月 5 日から翌 1 月 9 日までの間に訪れており、その時期が、比較的遅いことがわかった。また、南北・東西の水温・水質断面図からは、水平方向には一様の分布が広範囲に見られ、湖流による混合が示唆された。春先の北部の低温水、夏の南部の高温水の分布は、それぞれ、磐梯山の伏流水、南域流入河川の影響と考えられる。

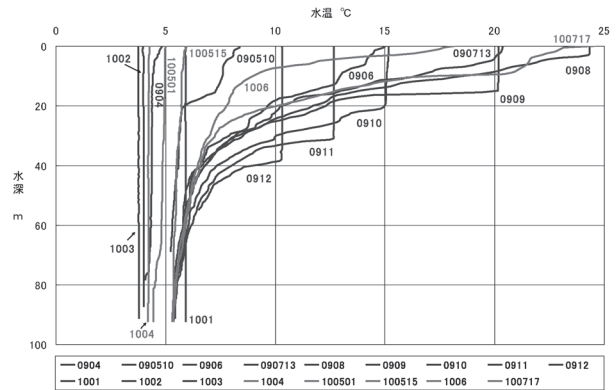


図1 猪苗代湖湖心における水温鉛直分布 (2009年4月~2010年7月)

(2) 流入河川

湖北東部の河川では EC や COD が高い地点が多く、湖水への影響が強いと思われる。特に湖水への影響が強いと考えられる長瀬川では暖候期に水質の変動が激しく、ダムの放流水の影響と考えられる大きな変動が観測された。

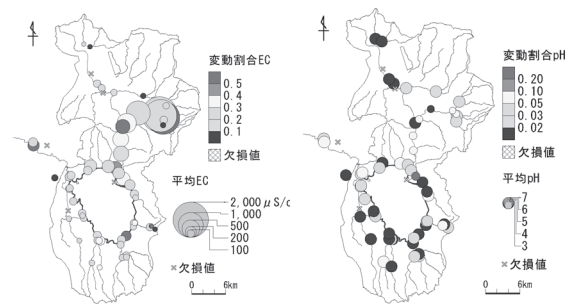


図2 現地調査結果(左: EC, 右: pH)

V おわりに

定期的な現地観測により、猪苗代湖集水域河川の水質季節変動と湖水の循環システムが明確になった。ただし、猪苗代湖の水質に最も大きな影響を与える長瀬川の流量と水質変化に関しては、月 1 回程度の観測では不十分で、さらに詳細な観測やデータ解析が必要である。

調査方法を練り直し、湖水中性化問題の核心に迫りたい。

参考文献

千葉茂 (1988):猪苗代湖・裏磐梯湖沼群の水質.地学雑誌,97-4,134-139.

W
E
B
非
公
開
希
望

**P-105 Variation of isotopic signature of zooplankton and POM
in lake depending on autochthonous matter**

*Lee, Jaeyong, Jeffrey Owen, Young-soon Choi, Chang-won Jang, Jae-sung Eom, Bomchul Kim

(Kangwon National University, Chunchon, Korea)

1. INTRODUCTION

The study is focused on isotopic variation of POM and zooplankton during the clear water phase of Lake Soyang (2007 to 2009).

2. RESULTS AND DISCUSSION

$\delta^{13}\text{C}$ of POM in epilimnion were much heavier than those of metalimnion and hypolimnion. Isotopic values tended to be lighter with depth. It is considered as characteristics of source material in the water column.

Autochthonous derived from primary production dominated in epilimnion, while allochthonous materials produced by rainfall season during the summer would be dominated in both metalimnion and hypolimnion. $\delta^{13}\text{C}$

of zooplankton in epilimnion was very similar to POM which is mainly originated from phytoplankton. It may be resulted from grazing effect of zooplankton on phytoplankton community. However considerable difference between them was observed in meta-and hypolimnion due to different source of POM in deep layers. Furthermore, both $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$ of zooplankton showed large difference before and after monsoon period that would be resulted from seasonal succession of phytoplankton.

The composition of phytoplankton was changed from diatom to cyanobacteria dominated community after summer rainfall season. We expect that the study will provide useful information for understanding food web structure in artificial lake ecosystem.