

## Phosphate oxygen isotopes as a tool to trace phosphorus sources and cycling in a watershed

Abigail Cid<sup>1\*</sup>, Uham Song<sup>1</sup>, Ichiro Tayasu<sup>1</sup>, Jun-ichi Okano<sup>1</sup>, Hiroyuki Togashi<sup>2</sup>, Naoto F. Ishikawa<sup>1</sup>, Aya Murakami<sup>1</sup>, Takuya Hayashi<sup>3</sup>, Tomoya Iwata<sup>3</sup>, Ken-ichi Osaka<sup>4</sup>, Shin-ichi Nakano<sup>1</sup>, Noboru Okuda<sup>1</sup>  
Abigail Cid<sup>1\*</sup>, Uham Song<sup>1</sup>, Ichiro Tayasu<sup>1</sup>, Jun-ichi Okano<sup>1</sup>, Hiroyuki Togashi<sup>2</sup>, Naoto F. Ishikawa<sup>1</sup>, Aya Murakami<sup>1</sup>, Takuya Hayashi<sup>3</sup>, Tomoya Iwata<sup>3</sup>, Ken-ichi Osaka<sup>4</sup>, Shin-ichi Nakano<sup>1</sup>, Noboru Okuda<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Ctr Ecol Res, Kyoto Univ, <sup>2</sup>Field Sci Educ Res Ctr, Kyoto Univ, <sup>3</sup>Dept Ecol Syst Engineer, Univ Yamanashi, <sup>4</sup>Univ Shiga Pref  
<sup>1</sup>Ctr Ecol Res, Kyoto Univ, <sup>2</sup>Field Sci Educ Res Ctr, Kyoto Univ, <sup>3</sup>Dept Ecol Syst Engineer, Univ Yamanashi, <sup>4</sup>Univ Shiga Pref

### Introduction

Phosphorus (P), which is an essential element for all of life on the earth, often limits the productivity of aquatic ecosystems, especially of freshwater ecosystems, because of its scarcity relative to other macronutrients. In contrast, modern anthropogenic P loadings have caused serious eutrophication and deteriorated ecosystem services all over the world, stimulating social needs for studies on P cycling. Although identification of the primary P sources can provide useful information for designing the best ecosystem management practices to control eutrophication, standard methods have not yet been established because P-involved chemical processes are complicated and P has no stable isotopes as natural tracers. With traditional P transport models, for instance, we have difficulty in estimating the relative contribution of P loadings from a variety of sources. Recently, however, a new isotopic technique has been developed to measure oxygen isotope ratio of dissolved inorganic phosphate ( $d^{18}O_p$ ), which distinguishes different phosphate sources and also reflects the degree of phosphate turnover by organisms.

Here we apply the phosphate oxygen isotope analysis to a synoptic survey to identify natural and anthropogenic P sources and evaluate its relative importance to biological P recycling in the Yasu River, the largest tributary river of the Lake Biwa Watershed.

### Materials & Methods

We collected river waters in October 2012 from 36 sites across the mainstream of the Yasu River and its branches, whose catchment areas greatly vary in land use pattern. We also collected water samples from 8 sewage treatment plants, 2 agricultural waste water plants and 1 livestock farm as potential point sources of anthropogenic P. A concentrated liquid phosphate fertilizer which is commonly propagated for agricultural purposes in this region was provided by a fertilizer manufacturer and evaluated as an indicator of agricultural non-point P source. Furthermore, we collected sands from the riverbed of 5 headwaters as natural P sources. The sand samples saturated with pure water were shaken at the ambient water temperature to naturally desorb dissolved inorganic phosphates. These samples were treated with magnesium-induced coprecipitation (MagIC) method for phosphate extraction and then converted to silver phosphate after purification through the sequence of resin separation and precipitation. We determined  $^{18}O_p$  for each of these silver phosphate samples using a thermal conversion elemental analyzer coupled to a continuous flow isotope ratio mass spectrometer via a helium stream. The delta value was calculated as follows,

$$d^{18}O_p = (R_{sample} / R_{VSMOW} - 1) * 1000$$

where  $R_{sample}$  is the ratio of  $^{18}O/^{16}O$  in our sample and  $R_{VSMOW}$  is the ratio of  $^{18}O/^{16}O$  in the isotopic standard for oxygen, Vienna standard mean ocean water (VSMOW). The raw values were corrected by normalizing to internal working standards of silver phosphate, which have been calibrated to the VSMOW.

### Results & Discussion

We detected significant differences in the  $d^{18}O_p$  among a variety of potential P sources, showing this technique is applicable to trace P sources in the river ecosystems. River waters also showed a marked variation in their  $d^{18}O_p$  among sites within the river. Based on an isotopic equilibrium model which assumes theoretical equilibrium of temperature-specific oxygen isotope exchange between dissolved phosphate and ambient water under rapid biological P turnover, we evaluated the relative importance of biological P recycling to external P loadings. Our data revealed that P is completely recycled by organisms in some sites while there is a surplus of P in other sites. We discuss how human density and land use pattern can affect P pollution and also what conditions increase the potential for biological P recycling in the watershed ecosystems.

キーワード: Biological recycling, Lake Biwa Watershed, Land use, Non-point source, Phosphate oxygen isotope analysis  
Keywords: Biological recycling, Lake Biwa Watershed, Land use, Non-point source, Phosphate oxygen isotope analysis

## SWATの桜川流域への適用 - その2 . 灌漑水路網および肥培管理の組み込みとその結果 -

### Application of SWAT to the Sakura Riv. watershed. 2. Incorporation of irrigation & management operations into the model.

吉川 省子<sup>1\*</sup>, 朝田 景<sup>1</sup>, 箭田佐衣子<sup>1</sup>, 堀尾 剛<sup>1</sup>, 稲生 圭哉<sup>1</sup>, 江口 定夫<sup>1</sup>  
Seiko Yoshikawa<sup>1\*</sup>, Kei Asada<sup>1</sup>, Saeko Yada<sup>1</sup>, Takeshi Horio<sup>1</sup>, Keiya Inao<sup>1</sup>, Sadao Eguchi<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 農業環境技術研究所

<sup>1</sup> National Institute for Agro-Environmental Sciences

#### <はじめに>

湖沼資源の持続的利用や保全のためには、流入河川の流量や水質の適切な管理が重要である。農業が関わる流域レベルの水・溶質移動解析には、地形・土壌・気象条件のほかに、作物種や肥培管理等の情報を入力できる米国のSWAT (Soil and Water Assessment Tool) が有効と思われる。著者らは、前報では水質汚濁が問題となっている茨城県の霞ヶ浦に注ぐ桜川流域について、土地図データに農耕地土壌分類第2次案ポリゴンデータ(小原ら, 2011a)を用い、各土壌の物理性に農地土壌の物理的性質データベース SolphyJ(Agricultural soil profile physical properties database, Japan)(江口ら, 2011)の基本的統計値を用いた、日本に適した水・溶質移動解析の枠組みを示した。本報では、農耕地土壌分類第2次案に代わって、農耕地以外の土壌も含めた包括的土壌分類のポリゴンデータ(小原ら, 2011b)を土地図データに用い、桜川流域の中の農業が盛んな一支流域の逆川流域について、灌漑水路網および肥培管理を組み込んだSWATモデルを作り、その流量・水質の予測結果と実測値を比較する。

#### <方法>

霞ヶ浦土地改良区の配水関連資料によると、桜川流域内の水田のほとんどが、霞ヶ浦用水により灌漑されている。また、現地調査により、逆川流域の森林からの渓流水はほとんど灌漑水に利用されずに河川を流下していることがわかった。

そのため、本流域については、河川と水路網を Pre-defined streams として入力した後、DEM-based で Watershed を決めた。また、同資料から、逆川流域について流域平均の日灌漑水量を計算し、水田 HRU (Hydrologic response units) の Management operations に組み込んだ。

国土省の土地利用データ、農業環境技術研究所の包括的土壌分類図のポリゴンデータ、および、つくば市館野の気象データ(2006~2012年)を読み込み、河床の透水性や粗度に関わるパラメータを実際に合わせて入力し、流量・水質を予測する数値計算を行なった。逆川下流の流量測定地点(双つ橋)において、SWATによる予測流量、NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N濃度と2011~2012年の実測値(年間20回程度)とを比較した。

#### <結果と考察>

双つ橋地点を流域の出口とした逆川流域は面積9.9 km<sup>2</sup>、標高差853mで、sub流域は26、HRUは閾値を LandUse/Soil/Slope = 5/50/0 と設定すると82となった。また、流域の土地利用は8区分された(森林63%、水田13%、採草地9%、畑地7%、荒地1%、住宅地6%、道路0.2%、水域0.5%)。土壌は5区分され(細粒質褐色森林土51%、淡色黒ボク土23%、ばん土質褐色森林土5%、表層腐植質黒ボク土7%、細粒灰色低地土15%)、それぞれに SolphyJ の基本的統計値を入力した。

SWATは米国で開発されたため、水田についてはあまり考慮されておらず、現行の pothole(凹地)という機能を用いても、湛水中の水・溶質の動きを表現することができない。そのため、水田に加えた灌漑水の地表流出をなるべく小さくするように CN2(表層のカーブナンバー)に最小値を用いるなどの方法を選択した。また、crop databases に rice はあるものの、おそらく陸稲と思われ、収量やバイオマスが低く設定されているため、水稻の収量に近づくように、rice のデータを修正した。このように水稻栽培を表現するために、いくつかのパラメータの修正や便宜的方法の選択を行った。

また、数値計算では、河床にコンクリートを想定した場合(河床の透水係数0 mm h<sup>-1</sup>、マニング粗度係数0.014)の解析結果では、降雨に合わせて短時間に急激な流量ピークが現れた。そのため、CH\_K2(河床の透水係数)、CH\_LN2(川の粗度)、ALPHA\_BF(地下水のsub流域内における河川への到達日数遅延係数)、GW\_DELAY(土層通過後の土壌水の地下水帯への到達日数)などを実態に合うように調整すると、河川基底流量や河川流量ピーク高さの適合性が増した。

数値計算の結果、逆川下流部において測定された流量(主に平水時に年間約20回測定)をほぼ再現することができた。しかし、硝酸態窒素は予測値が実測値を上回る傾向が見られた。水田による脱窒機能が反映するようにパラメータの修正が必要と思われる。

流量、溶質、土砂の流亡が大きいのは河川の増水時であることから、精度の向上には、増水時も含めた河川流量や水質の連続測定が必要である。

#### (引用文献)

小原ら(2011a) 農業環境技術研究所報告, 29,1-73

江口ら(2011) 研究成果情報, 27, 60-61 (独) 農業環境技術研究所

AHW30-P02

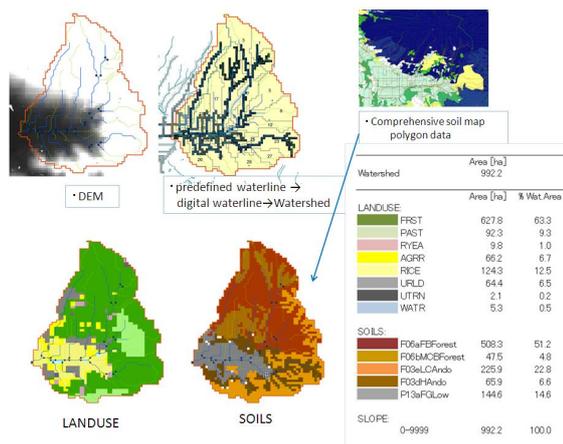
会場:コンベンションホール

時間:5月22日 18:15-19:30

小原ら (2011b) 研究成果情報, 27, 86-87 (独) 農業環境技術研究所

キーワード: SWAT, 灌漑水路, 水田, 肥培管理, 包括的土壌分類

Keywords: SWAT, irrigation channel, paddy field, agricultural management, comprehensive soil taxonomy



## 手取川扇状地の扇端部河川における地下水寄与割合の推定

## Estimating the groundwater contribution into a river situated in the alluvial fan of the Tedori River

吉本 周平<sup>1\*</sup>, 土原 健雄<sup>2</sup>, 石田 聡<sup>1</sup>, 白旗 克志<sup>1</sup>, 今泉 眞之<sup>1</sup>Shuhei Yoshimoto<sup>1\*</sup>, Takeo Tsuchihara<sup>2</sup>, ISHIDA, Satoshi<sup>1</sup>, SHIRAHATA, Katsushi<sup>1</sup>, Masayuki Imaizumi<sup>1</sup><sup>1</sup> 独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構 農村工学研究所, <sup>2</sup> 農林水産省 農林水産技術会議事務局<sup>1</sup>National Institute for Rural Engineering, NARO, <sup>2</sup>Secretariat of Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council, MAFF

石川県南部の加賀平野に発達する手取川扇状地は、白山に源を発して西流し、日本海に注ぐ手取川によって形成された扇状地である。扇状地の地下水は工業用、水道用、消雪用、農業用などの目的で広く使用されている。また、手取川下流域の湧水帯には冷水魚であるトミヨが生息しているが、その個体数は近年減少傾向にある。このように、手取川扇状地では地下水資源および生態系の保全が求められており、そのためには地表水・地下水交流の実態解明が不可欠である。

安産川（やすまるがわ）は、手取川扇状地の扇端部に位置する小河川で、上流は農業用水路と接続している。上流部と下流部は水門で仕切られ、上流部からの河川水の大半は放水路を北進して日本海に流れ込む。流域の主な土地利用は、上流では水田、下流では住宅地である。安産川周辺には自噴井や揚水井が多くみられる。

安産川では、採水調査を2012年5月10-11日、7月10日、9月25日、11月5日、12月20日（井水採取のみ12月27日）の5回実施し、Fig. 1に示す地点で河川水と井水を採取した。試料水の電気伝導度（EC）と水温は、現地での採水直後に電気伝導度・pH計（東亜DKK社製WM-22EP）で測定した。ラドン（<sup>222</sup>Rn）濃度は、現地でトルエン抽出法によって抽出した試料を持ち帰り、液体シンチレーションカウンタ（Packard社製、2250CA）で測定した。測定誤差は約0.1 Bq/Lである。

測定された水温、EC、ラドン濃度の安産川における分布をFig. 2に示す。井水の水温は地点や季節によらずほぼ一定で、平均13.4℃、標準偏差0.6℃である。一方、安産川最上流部（Y36）の水温は、夏期の7月に23.0℃、冬期の12月に6.1℃である。夏期や冬期には、河川水の水温が下流ほど地下水の平均水温に近づく傾向が見られるが、水門の直下流部（Y39）で一旦乖離する。井水は、河川水のECは下流ほど上昇する傾向が見られるが、下流域では井水のECを超える。ラドン濃度は最上流部のY36で0.1-0.2 Bq/Lであるが、Y28-Y24の区間で1.0 Bq/Lを超える。また、9月など、時期によってはY40でラドン濃度が大きく上昇する。

ラドンは、ラジウム（<sup>226</sup>Ra）の崩壊によって帯水層から放出され地下水に付加される一方、地表水には殆ど含まれていないことから、地下水の指標としてしばしば用いられている。安産川の上流部と下流部それぞれにおいてラドン濃度が上昇している区間は、地下水の流出が示唆される。

安産川上流部では、Y28-Y24間で1.0 Bq/Lを超える点が季節によって変動していることから、地下水流出区間の上端が移動していることが推察される。上流部周辺の主な土地利用は水田であり、非灌漑期の11月でY24から、灌漑期の7月でより上流のY28からラドン濃度が1.0 Bq/Lを超えていることから、上流部の地下水流出には水田への湛水が関係していると考えられる。なお、12月にもY28から1.0 Bq/Lを超えているが、連日の降雪や降雨によって水田が湛水状態にあったことから、地下水流出に係る推論とは矛盾しない。地下水流出区間のラドン濃度の大小は、上流からの農業用水の流入量によるとみられる。水温やECの分布は、ラドン濃度から推定される地下水の流出状況と整合的である。

安産川下流部では、時期によって水門が開閉し、下流部へ流入する水量が変動するため、ラドン濃度の大小にも差異が生じる。水温の分布はラドン濃度から推定される地下水流出状況と整合的であるが、ECについては地下水の平均値を超える区間がみられる。現地では高ECの雑排水の流入が確認されている。なお、住宅地であるため、排水溝によって集められた降水が直接、安産川に流れ込むこともあり得る。

河川水が地下水とそれ以外の地表水から構成されたと考え、2成分の混合モデルによってラドン濃度から地下水の寄与割合を推算した。また、7月と12月については、水温からも寄与割合を推算した。地下水を代表するラドン濃度と水温は平均値を、地表水については各調査時のY36の測定値をそれぞれ用いた。ラドン濃度から推定された地下水の寄与割合の最大値は、5月から12月まで順に、上流域で6.1%、11.7%、12.9%、7.2%、25.5%、下流域で28.0%、22.0%、43.6%、25.0%、29.4%である。水温で推定された寄与割合の最大値は、7月と12月でそれぞれ、上流域で15.6%と60.3%、下流域で42.7%と61.6%である。ラドン濃度による寄与割合が小さく見積もられているのは、揮散や放射崩壊でのラドン減少による過小評価とみられる。一方、水温は大気との熱平衡や日射の影響で、寄与割合を過小または過大に評価している可能性がある。今後の研究では、他の水質指標を用いた多角的な検討によって地下水流出区間の変動機構や降水・雑排水など地下水以外の寄与を明らかにすることで、扇状地における地下水流出の状況を包括的に解明することが必要である。

キーワード: ラドン, 放射性同位体, 環境同位体, 水温, 地下水流出, 多面的機能

Keywords: radon, radioisotopes, environmental isotopes, water temperature, groundwater discharge, multifunctionality in agriculture



## 大台ヶ原を水源とした流域の流出解析 Runoff analysis of the water resource from Odaigahara

谷口 正伸<sup>1\*</sup>, 井伊 博行<sup>1</sup>, 平田 健正<sup>1</sup>  
Masanobu Taniguchi<sup>1\*</sup>, Ii Hiroyuki<sup>1</sup>, Tatemasa Hirata<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 和歌山大学

<sup>1</sup>Wakayama University

最近では水による災害が多くなり、紀伊半島でも2011年8月30日からの台風の豪雨により河川が氾濫し、堤防が決壊して都市機能が破壊された。紀伊半島は非常に雨量も多く、これまでダムを整備、道路の整備、堤防の整備など対策がなされてきた。これまでも治水、利水から河川計画が幾度も練られ、改善されてきたが、予想を超える水量に耐えきれず、今回大きな被害を出した。そこで、本研究ではGISデータの加工処理から、水収支解析までシステム化することにより、分布型の水収支解析システムの開発と紀伊半島の大台ヶ原を水源とする紀ノ川、熊野川、宮川における洪水時の水収支の解析を行った。8日間での流出量は紀ノ川で4.98億m<sup>3</sup>、新宮川で160億m<sup>3</sup>、宮川で4.25億m<sup>3</sup>であった。

キーワード: 流出解析, 紀伊半島, 台風, 河川流量, 流出

Keywords: Runoff analysis, Kii Peninsula, Typhoon, River flow, Outflow

## 傾斜放牧草地における牛行動制御柵の導入による牧柵沿い侵食の抑制法 A control method for erosion along fence lines on sloping pastures by installing fences for controlling cattle behavior

中尾 誠司<sup>1\*</sup>, 佐々木 寛幸<sup>1</sup>

Seiji Nakao<sup>1\*</sup>, Hiroyuki Sasaki<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 畜産草地研究所 (農研機構)

<sup>1</sup>Institute of Livestock and Grassland Science, NARO

放牧地において、家畜(ウシ)は牧柵沿いを往来する習性があり、柵に沿って牛道と呼ばれる幅の狭い溝状の通路が形成される。放牧地の地形によっては、この牛道に雨水が集中し、牛道の傾斜が急な場合、リル侵食やガリ侵食に発達することがある。草地保全上は雨水の分散排水が望ましいが、地形的な制約などから必ずしも分散排水に適した牧区設置にすることが困難な場合もある。したがって、牛道に雨水が集中するような箇所では、ウシの柵沿いの通行を制御し、侵食の発達を抑えるとともに、柵沿いではない箇所に牛道を形成させ、雨水の流れを変更させるなどの工夫が必要である。

本研究では、既設牧柵に牛行動制御柵(既設牧柵から一定の角度で、魚骨のように配置・設置する牧柵)を放牧地の一画に設置し、柵沿い侵食や牛道形成の状況を調査した。その結果、行動制御柵の設置により、柵沿いのリル侵食は進行が止まり、その一部は植生に被われて消失していた。また、行動制御柵には新たな牛道や裸地部が形成されるが、それらは、既設柵の方向ではなく、草地側へ向かっており、既設柵沿いへの雨水流下は減少すると考えられた。

キーワード: 傾斜放牧草地, 土壌侵食, 牧柵

Keywords: sloping pasture, soil erosion, fence

## 関東平野周辺部の森林における大気からの放射性セシウムの流入実態 Atmospheric deposition of radiocesium in forest sites on the periphery of the Kanto plain

伊藤 優子<sup>1\*</sup>, 小林政広<sup>1</sup>  
Yuko Itoh<sup>1\*</sup>, Masahiro Kobayashi<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 森林総合研究所  
<sup>1</sup>FFPRI

東京電力福島第一原子力発電所から大気中に大量に放出された様々な放射性物質が移流・拡散し、乾性、湿性沈着として周辺地域に負荷された。本研究では、関東平野周辺部に位置する森林における、事故直後の放射性セシウムの森林への流入量の実態を明らかにすることを目的とした。

関東地方（茨城県、群馬県、東京都、埼玉県）および新潟県内の森林 15 地点において、林外雨、林内雨（樹冠通過雨）を採取した。福島第一原子力発電所から採取地点までの直線距離は約 120 ~ 250km である。採取地点の植生は、主にスギ、ヒノキ人工林で落葉および常緑広葉樹林が各 1 地点である。採取した各試料の溶存成分（ $< 0.45 \mu\text{m}$ ）についてゲルマニウム半導体検出器を用いて  $^{134}\text{Cs}$ ,  $^{137}\text{Cs}$  の測定を行った。

関東甲信越地方に多くの放射性物質が流入したとされる、2011 年 3 月 15 日 ~ 23 日の降水、降雪を含む試料の全てから放射性セシウム（ $^{134}\text{Cs}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ）が検出された。この期間の林外雨による沈着量は約 4,000 ~ 40,000  $\text{Bq m}^{-2}$  となり、林内雨（樹冠通過雨）で約 1,000 ~ 25,000  $\text{Bq m}^{-2}$  の範囲であった。

## 森林流域における渓流水を通じた放射性セシウムの年間流出量とその特徴 The annual output of radiocaesium in stream water from a forested watershed

篠宮 佳樹<sup>1\*</sup>, 玉井 幸治<sup>1</sup>, 小林 政広<sup>1</sup>, 大貫 靖浩<sup>1</sup>, 清水 貴範<sup>1</sup>, 飯田 真一<sup>1</sup>, 延廣 竜彦<sup>1</sup>, 澤野 真治<sup>1</sup>, 坪山 良夫<sup>1</sup>, 蛭田 利秀<sup>2</sup>

Yoshiki Shinomiya<sup>1\*</sup>, TAMAI Koji<sup>1</sup>, KOBAYASHI Masahiro<sup>1</sup>, OHNUKI Yasuhiro<sup>1</sup>, SHIMIZU Takanori<sup>1</sup>, IIDA Shinichi<sup>1</sup>, NOBUHIRO Tatsuhiko<sup>1</sup>, SAWANO Shinji<sup>1</sup>, TSUBOYAMA Yoshio<sup>1</sup>, HIRUTA Toshihide<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 森林総合研究所, <sup>2</sup> 福島県林業研究センター

<sup>1</sup>For. and For. Prod. Res. Inst., <sup>2</sup>Fukushima Pref. For. Res. Ctr.

福島第一原発事故により放射性セシウム (Cs) が環境中に放出された。森林は放射性 Cs を系内に保持する傾向が強いと考えられているが、地形が急峻で雨量の多い日本の場合、出水時に流出する懸念がある。そこで、福島県の森林流域で渓流水を通じて流出する放射性 Cs の挙動を調査した。本報では、2012 年の放射性 Cs の流出量とその特徴について報告する。

調査は、福島県郡山市 (年雨量 1163 mm, 平均気温 12.1 ) の福島県林業研究センター多田野試験林 (北緯 37 °22', 東経 140 °14') の小流域 (流域面積 1.2ha, 標高 358 ~ 409m, 起伏比 0.42) で行った。地質は堆積岩 (砂岩・凝灰岩) である。植生はスギ・ヒノキ人工林 (約 48 年生) にコナラ等落葉広葉樹林とアカマツ林が混在する。三角堰と水位計を流域末端に設置して流量を観測した。流量堰の直上に自動採水装置を設置し、渓流水を主に 1 時間間隔で約 2L ずつ採集した。自動採水装置に据付可能な濁度センサーを設置し、10 分間隔で濁度を自動記録した。

これまでに得られた 5 出水 (2012 年 3 月 23 日、3 月 31 日、5 月 3 日、5 月 28 日、6 月 19 日) の 28 データを用いて検討したところ、濁度と <sup>137</sup>Cs 濃度の関係は相関が高かった ( $r=0.828$ ,  $p<0.001$ )。この関係を使って観測期間中 (3 月 20 日 ~ 12 月 11 日の 267 日間) の <sup>137</sup>Cs 流出量を求めたところ、183 Bq m<sup>-2</sup> であった。日雨量 5mm 以上の日を出水時、それ未満の日を平水時とすると、<sup>137</sup>Cs は出水時に 84 % が流出した。年間値 (365 日) に換算すると 250 Bq m<sup>-2</sup> となった。これは現地の <sup>137</sup>Cs 沈着量約 80 kBq m<sup>-2</sup> (文科省航空機モニタリング 2011/10/13 の測定結果) の 0.3 % であった。

キーワード: 森林, 渓流水, 放射性セシウム

Keywords: forest, stream water, radiocaesium

## 福島県広瀬川流域における放射性Csの流出特性

### The runoff characteristic of radioactive Cs in the Hirose river basin, Fukushima prefecture

久保田 富次郎<sup>1\*</sup>, 浜田康治<sup>1</sup>, 人見忠良<sup>1</sup>

Tomijiro Kubota<sup>1\*</sup>, HAMADA, Koji<sup>1</sup>, HITOMI, Tadayoshi<sup>1</sup>

<sup>1</sup>(独) 農研機構 農村工学研究所

<sup>1</sup>NARO, Institute for Rural Engineering

福島県広瀬川流域は、H23年3月の東日本大震災に起因する東京電力福島第一原子力発電所の事故に伴う放射性物質の沈着量が比較的多い河川流域の一つである。本河川は流域内の水田の農業用水源として利用されているものの、震災後はその放射能汚染が懸念される。そのため、河川水に含まれる放射性Csの流出特性と農業用水に含まれる懸濁物質中の放射性Csについて調べたので、その結果の一部を報告する。

広瀬川流域では、H24年4月中旬以降、大関地点（流域面積：225km<sup>2</sup>）を中心として採水調査を行った。大関地点には、福島県の水位・流量観測所が設置されており、これより水位および流量でデータを得た。大関地点における放射性Cs濃度と濁度、水位の推移をみると、放射性Cs濃度は、濁度とほぼ重なり、H24年5月3日～4日の降雨増水時には、河川水位の上昇とともに濁度と放射性Cs濃度の上昇が見られ、また、代かき・田植え期（5月10日～26日）においても河川水の濁度および放射性Cs濃度の上昇が見られた。放射性Cs濃度と濁度の相関は高く、また、放射性Cs濃度と流量にも相関がみられた。さらに、放射性Cs負荷量と流量の関係を表すL-Q式には非線形の $L=kQ^n$ 型が適合することがわかった。

一方、水中に含まれる懸濁物質の特性を把握するために、広瀬川の支流のひとつである小国川の水掛りの水田において沈殿槽を設置して沈降性の懸濁物質を採取しその特性を調べた。その結果、用水中の放射性Cs濃度は平水時に1Bq/L未満、増水時には数Bq/Lと低いものの、懸濁物質自体の放射性Cs濃度は3回の調査で55,000～62,000Bq/kgと比較的高いことがわかった。

キーワード: 放射性Cs, 流出特性, 広瀬川, L-Q式

Keywords: radioactive Cs, runoff, Hirose river, L-Q equation

## Pseudo Model for Phosphate Adsorption from Water onto Different Adsorbents Pseudo Model for Phosphate Adsorption from Water onto Different Adsorbents

Osama Eljamal<sup>1\*</sup>, Junya Okawauchi<sup>1</sup>, Kazuaki Hiramatsu<sup>1</sup>

Osama Eljamal<sup>1\*</sup>, Junya Okawauchi<sup>1</sup>, Kazuaki Hiramatsu<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratory of Water Environment Engineering, Kyushu University

<sup>1</sup>Laboratory of Water Environment Engineering, Kyushu University

Release of Phosphate from wastewater to resources of water constitutes the main risk for reduced water quality. At the same time Phosphate is an essential nutrient for all forms of life and can not be replaced by any other element. Current global reserves of Phosphate are expected to be exhausted in 50 years. Phosphate is mostly obtained from mined rock phosphate and there is a lack of alternatives to substitute it. Therefore, in this study the removal of Phosphate using different adsorbents was studied by conducting batch tests and kinetic adsorption model. The kinetic adsorption model was applied to predict the rate constant of adsorption based on pseudo equations. Through the investigation, pseudo first order and second order kinetic adsorption model showed that the kinetic adsorption is consistent with the second order model from which it can be inferred that the mechanism of Phosphate adsorption is chemisorption.

Batch tests and kinetic adsorption models results showed that using the marble dust as adsorbent among other materials could be remove more than 93% of Phosphate from aqueous solution.

キーワード: adsorption of Phosphate, adsorption model, kinetic model, pseudo equation, batch Test

Keywords: adsorption of Phosphate, adsorption model, kinetic model, pseudo equation, batch Test

## 複数の地質を含む流域における河川水の流量・水質空間分布と流域面積の関係 Relationship between catchment scale and the spatial variability of stream discharge and chemistry

江草 智弘<sup>1\*</sup>, 大手 信人<sup>1</sup>, 小田 智基<sup>1</sup>, 鈴木 雅一<sup>1</sup>

Tomohiro Egusa<sup>1\*</sup>, Nobuhito Ohte<sup>1</sup>, Tomoki Oda<sup>1</sup>, Masakazu Suzuki<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 東大院農

<sup>1</sup>The University of Tokyo

We investigated whether the representative elementary area (REA) concept can be adopted in catchments with multiple geologies. REA was defined as a certain threshold size of catchment area above which spatial variability among small catchments becomes small and can be ignored. From the definition of REA, in the area above the size of REA, only some knowledge (minimum knowledge) of the underlying distributions is needed for continuum assumptions. For verifying the adoption of REA concept in meso-scale catchments with multiple geologies, we need to examine whether the spatial variability of discharge and chemistry can be explained by mixing based on geology percentages. We observed stream discharge at 65 points and water chemistry at 157 points in a 55 km<sup>2</sup> catchment that included multiple geologies. At observation points with uniform geology, stream chemistry became constant beyond about 1km<sup>2</sup> in granodiorite and volcanic rocks. The values to which stream chemistry converged were different between the two geologies. At observation points with multiple geologies, spatial variability remained large beyond a few square kilometers. SiO<sub>2</sub> and Mg<sup>2+</sup> concentrations became constant above 10 km<sup>2</sup>, but Ca<sup>2+</sup> and electrical conductivity did not become constant until 55 km<sup>2</sup>. Our calculation revealed that almost all observed variables were explained by mixture based on geological percentages, in 1-17km<sup>2</sup>. However, above 17km<sup>2</sup>, observed values were higher than calculated values. In regions with multiple geologies, the adoption of the REA concept with minimum parameter, geology, was confirmed at 1-17 km<sup>2</sup>. However, above 17 km<sup>2</sup>, our results indicated that the REA concept does not apply.

キーワード: 空間分布, 河川水, 流域面積, 水質, 基岩地質, REA

Keywords: spatial variability, stream water, catchment scale, water chemistry, bedrock geology, REA

## 神奈川県内における硝酸性窒素高濃度地下水地域における地下水の水質と窒素同位体比について

### A study of the quality of the water and the nitrogen isotope ratio of the groundwater in Kanagawa.

宮下 雄次<sup>1\*</sup>

Yuji Miyashita<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> 神奈川県温泉地学研究所

<sup>1</sup> Hot Springs Res. Insti. of Kanagawa Pref.

#### はじめに

硝酸性窒素による地下水汚染原因を解明する手法として、地下水中に溶存する窒素の安定同位体比を用いる方法がある。この手法では、汚染源となる化学肥料や家畜し尿、生活排水中の窒素同位体比の差から、地下水中の窒素起源を推定する方法である。しかし、地下水中の窒素同位体比は、異なる汚染起源の影響による混合や、硝化や脱窒等による同位体濃縮等により、汚染起源の窒素同位体と異なる値に変化する場合が多く見られる。

そこで、本研究では、平成14年度から神奈川県内の硝酸性窒素高濃度地下水地域で行っている窒素汚染起源解明調査において得られた主要溶存成分及び窒素同位体比の測定及び解析結果を用いて、地域ごとの特性や水質や窒素同位体比の変化傾向について、比較検討を行った結果について報告する。

#### 調査概要

汚染原因究明調査は、平成14年度～平成23年度に、環境基準超過地点の周辺地域を対象として行う汚染井戸周辺地区調査とあわせて、9市町22地域184地点において調査を行った。調査は海老名市(2地域)、三浦市(1地域)、茅ヶ崎市(2地域)、寒川町(1地域)、綾瀬市(4地域)、秦野市(9地域)、伊勢原市(1地域)、中井町(1地域)、及び大磯町(1地域)において行った。

各調査では、環境基準超過井戸を中心とした半径1～2kmの範囲を対象地域とし、1地域につき5～15地点程度の井戸から地下水を採取した。採取した地下水は、主要溶存成分及び窒素安定同位体比の測定を行うとともに、国土地理院発行の土地利用分類図を用いて、対象地域内の土地利用区分比率を算出した。

#### 考察

これまでに行った汚染原因究明調査において、各地域ごとの硝酸性窒素汚染原因は、化学肥料単独起源と判断された地域が22地域中9地域(41%)、生活排水単独起源と判断されたものが1地域(5%)、化学肥料・生活排水混合起源と判断されたものが7地域(32%)、化学肥料・その他混合起源が2地域(9%)、原因が解明できなかった地域が3地域であった。全22地域中、生活排水による単独起源と判断された地域は1地域のみであった。一方、原因が解明できなかった3地域を除いた19地域中、硝酸性窒素汚染原因に化学肥料起源の影響が見られた地域は、19地域中18地域であった。このことから、神奈川県における硝酸性窒素高濃度地下水地域においては、ほとんどの地点で化学肥料による影響が見受けられることが明らかとなった。

キーワード: 硝酸性窒素, 窒素同位体比

Keywords: nitrate nitrogen, nitrogen isotope ratio

## 農業肥料大量負荷地域における地下水中の亜酸化窒素ガス濃度分布の季節変化と大気放出ポテンシャル

### Seasonal variation in nitrous oxide concentration of groundwater and its emission potential in agricultural watersheds

大西 晃輝<sup>1\*</sup>, 小野寺 真一<sup>2</sup>, 齋藤 光代<sup>3</sup>, 清水 裕太<sup>2</sup>, 吉川 昌志<sup>2</sup>

Koki Onishi<sup>1\*</sup>, Shin-ichi Onodera<sup>2</sup>, Mitsuyo Saito<sup>3</sup>, Yuta Shimizu<sup>2</sup>, Masashi Yoshikawa<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 復建, <sup>2</sup> 広島大学大学院総合科学研究科, <sup>3</sup> 愛媛大学

<sup>1</sup>Fukken, <sup>2</sup>Integrated Sciences, Hiroshima University, <sup>3</sup>Ehime University

本研究では、大量施肥流域における溶存亜酸化窒素 (N<sub>2</sub>O) の不圧地下水中の空間分布特性を明らかにし、季節変化について考察することを目的とし、瀬戸内海沿岸の果樹園流域を対象として、地下水中の N<sub>2</sub>O 濃度、硝酸態窒素 (NO<sub>3</sub>-N) 濃度およびその他の溶存化学成分の地下水流動に伴う濃度変化から、溶存 N<sub>2</sub>O の空間分布をもたらす要因についての考察を行った。上流域の N<sub>2</sub>O 濃度は、深度によらず 4 μgN L<sup>-1</sup> 前後を示し、下流域では深度 15m 以上の深部で 13 μgN L<sup>-1</sup> の高い濃度を示したにも関わらず、深度 15m 以下の浅部ではほとんど検出されないという空間分布が認められた。この空間分布をもたらす要因の一つとして、上流域では硝化の過程での N<sub>2</sub>O の発生が影響していると示唆された。一方で、下流域の浅部では DO が 2mgL<sup>-1</sup> 以下と低く、さらに溶存有機態炭素 (DOC) 濃度が 8 mgL<sup>-1</sup>~10mgL<sup>-1</sup> と高い値を示したため、完全な脱窒が起こることによって NO<sub>3</sub>-N の大部分が N<sub>2</sub> の形態に変化しており、反応の途中段階で生じる N<sub>2</sub>O はあまり検出されなかったものと考えられる。一方で、下流域の深部は浅部と比較して DO が若干高かったことから、脱窒反応の副産物である N<sub>2</sub>O の発生が影響していると示唆された。また、N<sub>2</sub>O 濃度の季節変化を見ると、冬に高い値を示し、夏に低い値を示した。地下水位は夏に高く、冬に低くなっており、水位の変化による脱窒強度の変化が季節変化に影響していることが考えられる。さらに、地下水から海域への N<sub>2</sub>O 負荷量は約 2kgN であり、NO<sub>3</sub>-N の負荷量と比較すると約 0.27% であった。

キーワード: 亜酸化窒素, 地下水, 農業流域, 硝酸性窒素, 大気放出, 季節変化

Keywords: nitrous oxide, groundwater, agricultural watersheds, nitrate, emission, seasonal variation

農業用貯水池における栄養塩状態および植物プランクトン分布特性とその制御要因 -  
瀬戸内海沿岸島嶼部における検討  
Characteristics of nutrient condition and phytoplankton variation and its controlling factors in agricultural reservoirs

齋藤 光代<sup>1\*</sup>, 小野寺 真一<sup>2</sup>, 清水 裕太<sup>2</sup>  
Mitsuyo Saito<sup>1\*</sup>, Shin-ichi Onodera<sup>2</sup>, Yuta Shimizu<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 日本学術振興会特別研究員 PD, 愛媛大, <sup>2</sup> 広島大・院  
<sup>1</sup>JSPS PD, CMES, Ehime Univ., <sup>2</sup>Grad. School of Hiroshima Univ.

Reservoirs and ponds have been used as important water resources in the agriculture area with little rain, and its importance will increase with the worldwide climate change. However, the lack of maintenance causes eutrophication and phytoplankton bloom, which often induces the problem such as clogging of irrigation line. For the sustainable use of agricultural reservoirs, it is important to clarify the trigger of eutrophication and control it based on the characteristics of reservoirs. We aimed to confirm the characteristics of nutrient condition and phytoplankton variation and its controlling factors in agricultural reservoir, nutrients and fluorescence data were collected and the relation with residence time was examined on the 6 ponds (P1~P6) located on a small island intensively cultivated by citrus farms in western Japan.

Residence times of pond water were estimated to be from 7 to 2,348 days, which decreased about 1/3 from August to December in P1, P2 and P3. Nutrient condition in the pond water was totally in the significant N-rich and P-limited condition compared with the Redfield ratio in both summer and winter. The estimated budget of DIN, DIP and DSi suggests that the ponds acted as a sink of nutrients to the downstream environment throughout the year. Fluorescence was totally higher in the ponds with shorter residence time. It suggests the possibility of that cyanobacteria with relatively low chlorophyll content was dominant in the longer residence time ponds, while other phytoplankton such as diatom and green algae was dominant in the shorter residence time ponds in the study area. On the seasonal variation, residence time decreased while fluorescence increased in P1 and P2 from August to December. It suggests that the dominant species of primary producer changed from cyanobacteria to diatom from summer to winter. These results suggest that residence time is one of the critical factors for controlling the phytoplankton variation in the ponds.

## 河口干潟堆積物中のリンの存在形態と、底生微細藻類の生息規模との関係性評価 Evaluation of phosphorus species and their relationship to benthic microalgae in an estuarine tidal flat

山本 真里子<sup>1\*</sup>, 上野振一郎<sup>1</sup>, 杉谷 健一郎<sup>1</sup>  
Mariko Yamamoto<sup>1\*</sup>, Shinichiro Ueno<sup>1</sup>, Kenichiro Sugitani<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 名古屋大学大学院環境学研究科

<sup>1</sup> Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University

河口干潟は、河川からの豊富な栄養塩の流入により、高い生産性を保ち、そこに生息する生物の食物連鎖を通して水質浄化機能に役立っている。干潟潮間帯における主な栄養塩の一つである窒素は、マクロベントスやさらに食物連鎖上位の生物による取り込みだけでなく、細菌による硝化・脱窒作用により干潟域の系から除去されていると考えられる。一方リンは、河川水が海域に流れ込む河口付近で、懸濁物や金属水酸化物への吸着、沈降、再浮上、溶脱を繰り返しながら海域へと流れ込む。堆積物内においても嫌気的な環境によって拡散し、溶脱する現象が見られ、常に動的状態を示すリンの循環過程は複雑である。このため河口沿岸域のリン循環過程については、これまでも多くの研究が行われてきたが、生物学的側面からの知見はあまり多く得られていない。そこで本研究では、リンを取り込むことで海域への溶脱を抑制していると考えられる底生微細藻類について、その生息規模を把握することにより、干潟堆積物中のリンの循環における生物寄与を評価することを試みた。なお今回は表層の底生微細藻類だけでなく、堆積物内部の微細藻類も評価の対象とした。数は少ないものの堆積物内部にも生息していることが確認されており、暗闇でも長期にわたって生息することができる種がいることが実験的に確認されている。このような河口干潟における堆積物内微細藻類についての基礎的知見を得ることも目的の一つとした。

研究対象地は、名古屋市港区に位置する藤前干潟で2012年8月に試料採集を行った。蛍光X線分析法(XRF)による堆積物元素組成、およびアセトン抽出法を用いたクロロフィルa定量による生物量の分析を行ったところ、生物量とリンに相関がみられた。 $(r = 0.78)$  すなわち藤前干潟ではリンが制限栄養素になっていたことが確認された。さらにリンの連続抽出法(SEDEX法)による形態別分析を行ったところ、表層では鉄結合態リンが50%以上を占めていたが、15cmの深度では自生アパタイトおよび碎屑性リンが50%を占めていたことが分かった。一方底生微細藻類および陸源性有機物を含む難溶性リンは表層で3%、深部で8%となった。

今後さらに分析を進め、リンの存在形態に対する底生微細藻類の生息規模とその反応について観測および分析を行う予定である。

キーワード: リン, 河口干潟, 底生微細藻類

Keywords: phosphorus, estuarine tidal flat, benthic microalgae

## 長良川河口堰域における堆積物の重金属汚染の評価 Evaluation of heavy metals pollution in sediment in the Nagara River Estuary Barrage region

x ソブダ<sup>1\*</sup>, 上野振一郎<sup>1</sup>, 杉谷 健一郎<sup>1</sup>  
Subuda x<sup>1\*</sup>, Shinichiro Ueno<sup>1</sup>, Kenichiro Sugitani<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 名古屋大学環境学研究科

<sup>1</sup> Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University

Heavy metals are the most common and serious pollutants in natural environment because of their toxicity, persistence and bioaccumulation problems. The excess occurrence of heavy metals in sediment can be attributed to either natural or anthropogenic sources. Heavy metals that released from these sources tend to be absorbed onto suspended particulate matters, furthermore, incorporated into bottom sediment as SPM precipitated. Sediment acts as carrier and source of heavy metals in aquatic environment, and reflects water quality.

The Nagara River had long been recognized as one of the cleanest rivers in Japan. However, in 1995, for the purposes of flood control and water use, the Estuary Barrage has been brought into operation, and the natural environment of the Nagara River has changed remarkably. So far, the studies carried out by numbers of researchers and communities which were mainly focused on downstream of the Estuary Barrage, and the upstream area was not studied that much. However, unpublished work by Hiramatu (2009) suggests that by the Barrage (the Nagara River Dam) and inflow of poorly treated sewage waters cause the environmental problems at its upstream area.

We collected systematically 70 sediment samples within a stretch of 30 km along the upstream of the Barrage, from 2009 to 2011, using Ekma-Birge Grab. Sediment samples were dried at 105 °C for 24 hours and homogenized. These samples were fractionated using a series of sieving process according to needs of further analysis. The grain size distributions of sediment samples suggest that the fraction <180micrometer would be a reasonable choice for further analysis. Major components (SiO<sub>2</sub>, TiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MgO, MnO, Na<sub>2</sub>O, K<sub>2</sub>O and P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) and minor components (Ba, Co, Cr, Cu, Nb, Ni, Pb, Rb, Sr, Th, Y, Zn, and Zr) were analyzed by X-ray fluorescence (XRF) spectrometer. FLASH 2000 organic elemental analyzer was employed to analyze the C, N, H, and S.

Compare to the upper stream, the content of finer fraction, and that of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> and C<sub>total</sub> in sediment increased at the Barrage area. Meantime, the high C/N ratios (C/N>10), suggest terrestrial organic matter likely to be responsible. The major compositions (SiO<sub>2</sub>, TiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MnO, MgO, CaO, Na<sub>2</sub>O, K<sub>2</sub>O, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) of the sediment are in a great agreement with the upper crustal average of Japan. Compared to the upper crustal average values of Japan (Togashi et al, 2000), these elements are enriched or depleted to various degrees; Co (x1.5-2.2), Cr (x0.3-2.1), Cu (x0.2-2.1), Ni (x0.5- 1.7), Pb (x0.9-3.6) and Zn (x1.5-4.2). The enrichment factors of heavy metals differ from site to site, and some samples are remarkably enriched in Zn and Pb. According to the location of these enriched sites, Sakai River, Sai River, and Kuwabara River, these three branches likely to be contributing to the enrichment of those two elements.

キーワード: 長良川, 堆積物, 重金属

Keywords: Nagara River, sediment, heavy metals

## 流域の栄養塩輸送に及ぼす小規模停滞水域の影響 The effect of small impoundments on nutrient transport in a suburban watershed

清水 裕太<sup>1\*</sup>, 小野寺 真一<sup>1</sup>, 大西 晃輝<sup>1</sup>, 齋藤 光代<sup>2</sup>, 吉川 昌志<sup>1</sup>  
Yuta Shimizu<sup>1\*</sup>, Shin-ichi Onodera<sup>1</sup>, Koki Onishi<sup>1</sup>, Mitsuyo Saito<sup>2</sup>, Masashi Yoshikawa<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 広島大学大学院総合科学研究科, <sup>2</sup> 愛媛大学沿岸環境科学研究センター

<sup>1</sup>Graduate School of Integrated and Arts Sciences, Hiroshima University, <sup>2</sup>Center for marine environmental studies, Ehime University

There are small impoundments on streams such like weir in the worldwide. In spite of large number of them, the effect of those on nutrients retention is little understood. The objective of this study is to confirm effect of small impoundments on nutrient transport on a catchment scale. Seasonal variation of DN:Cl- ratio which indicates that the ratio increased in summer season and decreased in winter season was confirmed at impoundments. The result of relationship between residence time and difference of concentration of nitrate indicates that greater decrease of nitrate confirmed when it has relatively long residence time. Especially, attenuation of nitrate would start from 2 days of residence time, which is shorter than days that large impoundment start from 8-10 days. Therefore, it is suggested that small impoundments are more effective for nitrate attenuation than large ones. In contrast, the relationship with difference of concentration of DN shows that there is a possibility that the large impoundment could be changed from sink to source. However, small impoundment is easy to maintain itself than large reservoir as dams, by dredging of sediment and removal of colonies of phytoplankton. For conservation of water environment in watersheds which are loaded anthropogenic nitrogen, the small impoundments should be used as places for purification of nitrogen in meaning of a kind of reservoir operation.

キーワード: 小規模貯水池, 滞留時間, 窒素除去, 大和川

Keywords: small impoundment, residence time, nitrogen removal, Yamato River

## 伊豆諸島における水質の比較研究 The comparative study of the water quality in Izu Islands

濱 侃<sup>1\*</sup>, 小寺 浩二<sup>2</sup>  
 Akira Hama<sup>1\*</sup>, Koji Kodera<sup>2</sup>

<sup>1</sup>法政大(学), <sup>2</sup>法政大(地理)  
<sup>1</sup>Undergrad. Hosei Univ., <sup>2</sup>Department of Geography, Hosei Univ.

### 1. はじめに

島嶼における水環境の把握は、小地域(離島)の水環境把握の観点での研究価値、また島に暮らす人々にとっても水利用において重要なものといえる。本研究対象地である伊豆諸島は島嶼のなかでも、いずれも火山活動によって生まれた火山島であり、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、本研究では島が火山活動により作られ、離島でもある伊豆諸島を研究対象とし、調査結果の比較を通し、それぞれの島における水環境の現状を明らかにし課題を探る。

### 2. 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。伊豆諸島の降水量は、本土に比べ、はるかに多いが、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)。

### 3. 結果と考察

水質組成をみてもわかるように、すべての島を通じて、離島という環境のもと雨水・海からの影響が大きかった。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る。降水の影響が強い島では、全体的にキーダイアグラムの右にプロットされる。どの島においても、水質組成において NaCl の割合が大きく関係している様子が、図上での分布をみるとよくわかる。

伊豆諸島の水環境には、人口密集地が一部なこともあり、そのような地域を除いて人的汚染は顕著にはあらわれていない。むしろ年降水量をはじめとした自然的な影響、特に湧水などが大きく関わることが示唆された。

また、三宅島においては 2000 年の噴火後の表流水の水質データと現在の水質を比較することができ、噴火当初に見られた水質の悪化は現在ではほとんど見られないようになった。

### 4. おわりに

本研究により、一見似た条件にある島嶼においても、多様な水質を示し、大きな差があることが判明した。今後は、現地調査を継続し、分析をすすめ、結果から総合的に島嶼の水環境の現状と課題を明らかにする。

キーワード: 火山, 伊豆諸島, 降水, 開析  
 Keywords: Volcano, Izu Islands, Precipitation, Dissection

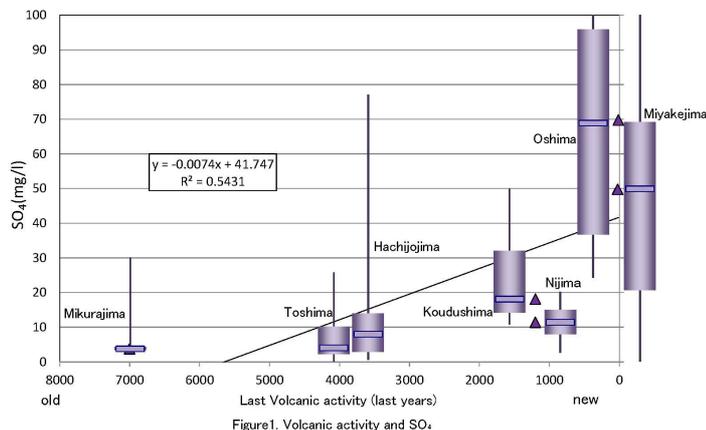


Figure1. Volcanic activity and SO<sub>4</sub>

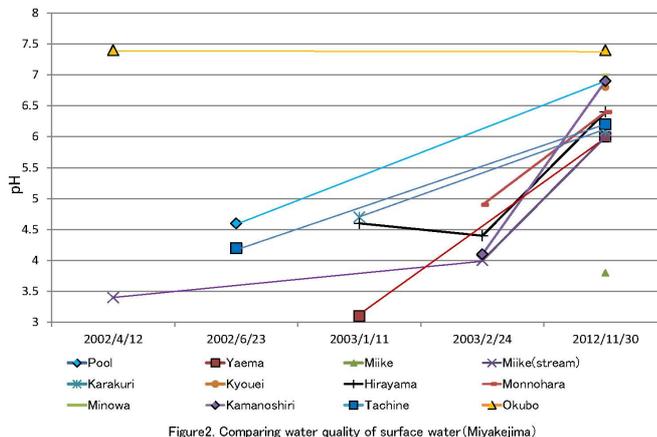


Figure2. Comparing water quality of surface water (Miyakejima)

## 北海道尻別川流域における河川水質変動特性 Variation characteristics of stream water quality in the Shiribetsu River basin

小林 修悟<sup>1\*</sup>, 小寺 浩二<sup>2</sup>, 森本 洋一<sup>3</sup>  
 Syugo Kobayashi<sup>1\*</sup>, Koji Kodera<sup>2</sup>, Yoichi Morimoto<sup>3</sup>

<sup>1</sup>法政大(学), <sup>2</sup>法政大(地理), <sup>3</sup>法政大(院)  
<sup>1</sup>Hosei Univ., <sup>2</sup>Hosei Univ., <sup>3</sup>Hosei Univ.

### 1 はじめに

日本有数の清流として知られている尻別川は北海道の南西部を流れ、羊蹄山やニセコ連邦を水源に持ち、豊富な有数がある流域としても知られている。流域内は北海道有数の農業地帯となっており、農用水としての利用されている。流域水質に関しては国土交通省による尻別川本流における水質観測は行われているが、支流を含む流域全体を対象とした研究は例を見ない。本研究では尻別川流域において現地水文定点観測を実施し、支流が本流の水質に与える影響や地質や土壌が河川水質に与える影響について、現地観測結果や公開されているデータから考察を行い、尻別川流域の水質変動特性について理解を試みた。

### 2 尻別川流域

尻別川は支笏湖西方に位置するフレ岳(1,046m)に起源し、西方に向け流れ中流部では羊蹄山(1,893m)北麓を迂回しニセコ町以降は蛇行を繰り返し流下し、蘭越町磯谷で日本海へ注ぐ幹線流路長126km、流域面積1,640km<sup>2</sup>の1級河川である。

### 3 研究方法

河川水質観測を2012年5月-2013年3月の隔月で行い、5万円による本流及び2次流以上の支流下流部、湧水など最大63点での調査を行った。観測項目はATWTECpHRpH概算流量を行い、試料を大学にて簡易濾過後ICTCTOC、メンブロン濾過後にイオンクロマトグラフによるNa<sup>+</sup>、K<sup>+</sup>、Ca<sup>2+</sup>、Mg<sup>2+</sup>、Cl<sup>-</sup>、NO<sub>3</sub><sup>-</sup>、SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>の測定を行い、GISによる図化・解析を行った。

### 4 結果と考察

本流の水質はNa-HCO<sub>3</sub>型の水質を示し、ECは融雪水による希釈時は上流から下流にかけ43~95 μ S/cmで推移した。最も高かった7月は51 - 126 μ S/cmであり、顕著な希釈がみられないのは羊蹄山などの基底流出量が多いためと考えられる。本流中流部では施肥により一時pHが8.4まで上昇するが、支流の合流により平常に戻る。硫黄川ニセコアンベツ川ではSO<sub>4</sub><sup>2-</sup>が卓越し、pH4.0を下回る酸性河川となっている。羊蹄山南麓を流れる真狩川知来別川では弱アルカリ性を示しHCO<sub>3</sub><sup>-</sup>が多くみられ、地質や土地利用と影響がみられた。

### 5 おわりに

本研究では地質や土地利用が河川水質に大きく寄与していることが明らかになった。今後はGISを用い小中流域ごとの負荷量を算出し、水質形成機構について更なる解明につなげたい。

キーワード: 尻別川流域, 河川水質, 季節変動, 湧水, 羊蹄山  
 Keywords: Shiribetsu river basin, stream water quality, seasonal variation, spring, Mt. Yotei

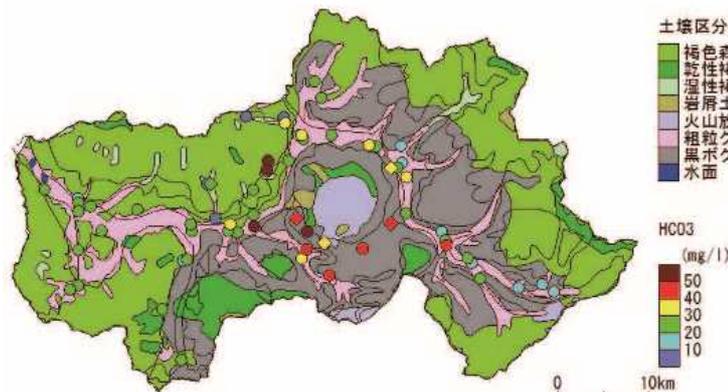


Fig.1 Soils and HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> concentration on the stream water (september)

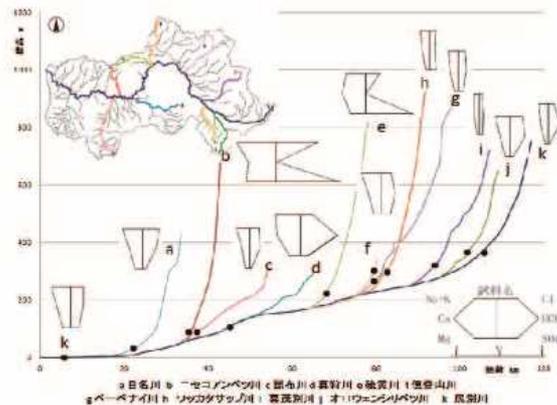


Fig.2 Longitudinal Profiles of the Rivers and water quality composition