

沿岸巨大都市における感潮河川の河川-地下水交流と栄養塩流出 Nutrient transport and surface water-groundwater interaction in the tidal river of a coastal megacity in Japan

小野寺 真一^{1*}, 齋藤 光代², 清水 裕太¹, 吉川 昌志¹, 大西 晃輝¹
Shin-ichi Onodera^{1*}, Mitsuyo Saito², Yuta Shimizu¹, Masashi Yoshikawa¹, Koki Onishi¹

¹ 広島大学大学院総合科学研究科, ² 愛媛大学沿岸環境科学研究センター
¹Integrated Sciences, Hiroshima University, ²Ehime University

In coastal megacities, severe groundwater depression and water pollution occurred. These impacts affected to river environment change. Especially, the river mouth area has been deposited the polluted matters. These areas have characteristics of water level fluctuation which causes river water-groundwater interaction and the associated change in dynamics of nutrients. However, these effects on the nutrient transport in tidal reaches and nutrient load to the sea have not been fully evaluated in previous studies. Therefore, we aimed to clarify the characteristics of the nutrient transport with the river water-groundwater interaction in the tidal river of Osaka metropolitan city. We conducted the field survey from the river mouth to the 7km upstream area of Yamato River, which has a length of 68km and a watershed area of 1070 km². Spatial variations in radon (²²²Rn) concentrations and the difference of hydraulic potential between river waters and the pore waters suggest that the groundwater discharges to the river channel in the upstream area. In contrast, the river water recharged into the groundwater near the river mouth area. It may be caused by the lowering of groundwater level associated with the excess abstraction of groundwater in the urban area. The result also implies the seawater intrusion would accelerate the salinization of groundwater. The spatial and temporal variations in nutrient concentrations indicate that nitrate-nitrogen (NO₃-N) concentrations changed temporally and it negative correlated with dissolved organic nitrogen (DON) concentrations. Inorganic phosphorous (PO₄-P) concentrations showed the increasing trend with the increase of the river water level. Based on the mass balance, nutrient reproduction from the river bed was suggested in tidal reach. That was estimated to be 10 % of total nitrogen and 3% of phosphorus loads from the upstream.

Keywords: nutrient transport, surface-groundwater interaction, megacity, radon

瀬戸内海燧灘沿岸部の海苔養殖に及ぼす陸域由来栄養塩供給変化の影響 Effect of variation in the nutrient supply from terrestrial area on the coastal seaweed cultivation in the Hiuchi-Nada

齋藤 光代^{1*}, 小野寺 真一², 日高元喜³, 徳増 実⁴, 大西 晃輝², 清水 裕太²

Mitsuyo Saito^{1*}, Shin-ichi Onodera², Genki Hidaka³, Minoru Tokumasu⁴, Koki Onishi², Yuta Shimizu²

¹ 日本学術振興会特別研究員 PD, 愛媛大, ² 広島大・院, ³ 広島大, ⁴ 西条市

¹JSPS PD, Ehime Univ., ²Grad. School of Hiroshima Univ., ³Hiroshima Univ., ⁴Saijo city

近年瀬戸内海全域に共通の傾向として養殖海苔の色落ち・不作が深刻化しており, その原因究明および対策は急務の課題とされている。これまで, 下水道の普及等にもなう陸域からの栄養塩供給量の減少が, 海苔不作の一因となっている可能性が指摘されてきた。しかしながら, 栄養塩供給経路は地表水のみでなく, 厳密には地下水や海底堆積物からの供給も考えられることから, それらを含めた複合的な影響評価が不可欠である。そこで本研究では, 海苔養殖に及ぼす陸域由来の栄養塩供給量変化の影響について検討することを目的とし, 全国有数の青海苔の漁場である瀬戸内海燧灘沿岸部を対象に, 最近約 40 年間の海苔養殖量と栄養塩供給量の変化との対応関係を確認した。また, 地下水由来の栄養塩供給の影響等についても検討を行った。

* 本研究は, H24 年度科学研究費補助金 (特別研究員奨励費), 河川整備基金助成および日本生命財団環境問題研究助成 (代表: 齋藤光代) の支援により行われた。

富士川水系を流下する窒素とリンの輸送動態

Fluvial transport of nutrients along the river-to-ocean continuum in the Fuji River watershed

岩田 智也^{1*}, 青山隼人²

Iwata Tomoya^{1*}, Hayato AOYAMA²

¹ 山梨大学生命環境学部, ² 北海道大学環境科学院

¹University of Yamanashi, ²Hokkaido University

水系における窒素・リンの輸送動態の把握は、河川だけでなく下流の湖沼や沿岸域における富栄養化対策においてきわめて重要である。そのため、河川からの負荷量を予測する栄養塩輸送モデルが数多く開発されてきた。しかし、それらの多くは河川生物群集による水柱からのN・P取込み過程を重視していない。一方で、河川の生態系代謝が水系における栄養元素の輸送動態に大きく関わっていることが、海外の実証研究により明らかとなりつつある。しかし、河川による生元素の取込み速度や沿岸域への輸送量の調節を流域スケールで示した研究はない。そこで本研究は、河川の生態系代謝を明示的に組み入れたN・P輸送モデルを用いて、河川による栄養塩除去機能が沿岸域への栄養塩輸送に果たす役割を評価することを目的とした。

2010年9-10月に富士川流域の計107河川において、物理環境の計測と河川水の水質測定(全窒素TNと全リンTP)を行った。次に、野外調査で得られたTN・TPフラックスをもとに、N・P輸送モデルを構築した。既存の空間回帰モデルを参考に、流域からの窒素・リン発生プロセス、発生源から河川までの輸送プロセスおよび河川内での減衰プロセスを定式化した。ただし、河川内減衰項は、水温T、光合成有効放射Iおよび栄養塩濃度Cを考慮した反応速度式を用いて定式化し、実測値と予測値をもとにした最適化によりパラメータ推定を行った。

最適モデルで得られた窒素・リンの比流出量は、TN・TPともに水田や果樹園が最も高く、陸域からのTN発生量の46%、TP発生量の66%が農地から流出していた。また、流域の土地利用は河川の栄養塩除去効率にも影響していた。輸送モデルで推定された取込み速度Uは、栄養塩濃度や水温が高い農地・市街地河川で高かった。しかし、水柱から河床へのN・P原子の鉛直移動速度 v_f は、農地・市街地河川で低下していた。すなわち、農地や市街地河川の生物活性は高いものの、栄養塩濃度が高いために除去効率はむしろ低下していることを意味している。

しかしながら、河川生態系は流域の物質循環に大きく貢献していることも明らかとなった。富士川水系の河川生物による水柱からの除去量を試算したところ、TNは25t/d、TPは0.3t/dとなった。これは陸域発生源からの流出量のそれぞれ78%および44%に匹敵しており、河川の生態系代謝は陸域から海洋への栄養塩輸送量を調節していることを示している。本研究により、河川の栄養塩代謝は流域内における窒素・リンの保持や回転に大きく貢献していること、さらには土地利用によってその機能が低下している可能性も示された。河川生態系の機能保全を考慮した流域管理を行うことが、陸域から沿岸域へと流下する窒素とリンのフラックスを抑制するために重要である。

キーワード: 水系網, スパイラルメトリクス, 栄養塩, 流域代謝

Keywords: Drainage networks, spiral metrics, nutrients, basin metabolism

瀬戸内海沿岸湖における堆積物コアとマスバランスの比較からみる栄養塩収支の長期変化の推定

Estimation of phosphorus budget in coastal lake using mass balance model and sediment core profile data

金 広 哲^{1*}, 小野寺 真一¹, 清水 裕太¹, 齋藤 光代², 天野 敦子³

Guangzhe Jin^{1*}, Shin-ichi Onodera¹, Yuta Shimizu¹, Mitsuyo Saito², Atsuko Amano³

¹ 広島大学・院・総合, ² 愛媛大学・沿岸, ³ 産業技術総合研究所

¹Hiroshima University, Japan, Graduate School of Integrated Arts and Science, Japan, ²Ehime University, Japan, Center for Marine Environmental Studies, ³Institute of geology and Geoinformation Geological Survey of Japan ,AIST

In order to understand the processes of phosphorus retention and export in a eutrophic coastal artificial lake in western Japan, we estimated the phosphorus budget by the sediment nutrient data and a mass balance model approach from 1980 to 2008. The phosphorus flux from inflowing rivers is highest in summer period from June to August which contributes the 43% of annual average P input and is lowest at 9% in winter period from December to February. The phosphorus retentions determined by mass balance calculations were lower than those calculated from sediment total phosphorus concentrations and sediment accumulation rates. The mass balance results show around 400 tons of phosphorus was trapped in the lake from 1980 to 2008. Meanwhile the sediment core data shows the accumulation is about 3 times higher than that. It suggests that phosphorus release from sediment which was affected by the severe lake eutrophication in the 1970s contributed to the recent phosphorus cycle in the lake. The mass balance results suggest the phosphorus is trapped in the lake in all seasons except winter. The dominant period is in spring from March to May, which contributes an average of 57% of the annual average trapped phosphorus. The annual phosphorus trapped in lake calculated by the mass balance model has been decreasing from around 15 g m⁻² year⁻¹ in 1980 to around 0 in 2008. This result shows the decreasing trend of the nutrient flux into the lake, especially after the 1990s. However, core profile result shows a slightly increasing trend with variations up to 6 g m⁻² year⁻¹ in 2008. These different trends suggested the recovery of hyper eutrophication and high level of phosphorus recycle in lake is still continuing.

キーワード: Nutrient, Sediment core, Mass balnce, Lake Kojima, Seto Inland Sea

気候変動による洪水イベントの変化が流域の栄養塩輸送に与える影響
Effect of climate change on flood events as major driver of nutrient transportation in a suburban watershed

清水 裕太^{1*}, 小野寺 真一¹
Yuta Shimizu^{1*}, Shin-ichi Onodera¹

¹ 広島大学大学院総合科学研究科
¹Graduate School of Integrated Arts and Sciences, Hiroshima Univ.

This research aims to confirm the effect of climate change on flood events as a major driver of nutrient discharge. It was confirmed that small-scale flood events have decreased and extreme flood event has increased in western Japan. This trend leads that study catchment has advanced to polarization which has relatively low flows in base flow period and high flows in flood events. Accordingly, the capability of nutrient transportation during base flow condition has decreased. While amount of nutrient has accumulated inside of the catchment during drought period, large amount of nutrient will be transported in first flood event. It is like the first flush phenomenon on urban hydrology. It was confirmed that the mean N:P ratio of the catchment has been increased in recent decade. Although changes of human activities might be one of the reasons, it was suggested hydrologic changes also affected.

キーワード: 栄養塩輸送, 気候変動, 洪水, 渇水, SWAT モデル
Keywords: nutrient transport, climate change, flood, drought, SWAT model

日本の河川における溶存鉄生成要因の統計解析と類型化

Factor analysis and classification of dissolved iron concentrations of Japanese rivers

大西 健夫^{1*}, 佐久間香織², 平松研¹, 西村眞一¹, 楊 宗興³, 正木 篤³

Takeo Onishi^{1*}, Kaori Sakuma², Ken Hiramatsu¹, Shinichi Nishimura¹, Muneoki Yoh³, Atsushi Masaki³

¹ 岐阜大学応用生物科学部, ² 株式会社ミダック, ³ 東京農工大学農学研究院

¹Faculty of Applied Biological Sciences, Gifu University, ²Midac Co. Ltd., ³Graduate School of Agriculture, Tokyo University of Agriculture and Technology

近年、河川を通じた陸域から海洋への溶存鉄の輸送は、海洋への重要な鉄の供給源になり得ることが示されるようになってきた。例えば寒帯や亜寒帯では、低平で湿度が高く未分解の有機物の蓄積の多い湿地が、溶存鉄の主要な供給源であることが示されている。しかし、主として温帯に位置する日本の河川に対して同様にこの知見が適用できるとは限らない。そこで、本研究では、沖縄を除く日本列島の一級河川 45 河川 408 地点を対象として溶存鉄の生成要因となりうる気象（年平均気温および年降水量の 2 因子）、地形（傾斜の 1 因子）、地質（5 類型）、土壌（12 類型）、土地利用（10 類型）の総計 30 因子と溶存鉄濃度との関係を統計的に解析し、主要な決定要因を考察した。また得られた決定要因にもとづき、日本の河川を類型化し、それぞれの特徴を考察した。なお、主要な決定要因の抽出には一般化線形重回帰分析を適用し、AIC にもとづき要因の抽出を行い、得られた重回帰式を用いてその適用可能性を検定した。また、類型化には主成分分析とクラスター分析とを併用した。

重回帰分析の結果、溶存鉄濃度に正の影響を及ぼしうる因子として、土壌（グライ土、泥炭土、灰色低地土の面積率）、負の影響を及ぼしうる因子として、土壌（褐色低地の面積率）、土地利用（建物用地・ゴルフ場の面積率）、および気温が抽出された。それぞれの因子は、既往の研究で得られている知見とおおよそ整合するものであると同時に、ゴルフ場や気温といった新出の要因も検出された。得られた因子を用いて対象とした河川の類型化を行い、類型ごとに溶存鉄生成曲線の作成を試みた。その結果、土壌特性、気温、土地利用を変数とした曲線を得ることができた。今後、得られた式の汎用性を検証していくことが課題である。

キーワード: 溶存鉄, 土地利用変化, 多変量解析

Keywords: dissolved iron, landuse change, multivariate statistics

水質から見た宮城県の地下水の特徴と地下水流動

Geochemical characteristics of groundwater and its flow system in Miyagi Prefecture

益田 晴恵^{1*}, 松山彩華¹, 吉本幸平¹, 淵田茂司¹, 渡部薫¹, 岡林克樹¹, 香月雄介¹, 近岡史絵¹, 中屋真司², 青木秀斗², パン ホアン ミン ハ², 新谷毅², 平澤遼², 井川怜欧³, 丸井敦尚³, 丸岡照幸⁴

Harue Masuda^{1*}, Ayaka Matsuyama¹, Kohei Yoshimoto¹, Shigeshi Fuchida¹, Kaoru Watanabe¹, Katsuki Okabayashi¹, Yusuke Katsuki¹, Fumie Chikaoka¹, Shinji Nakaya², Shuto Aoki², Phan Hoang Minh Ha², Tsuyoshi Shintani², Ryo Hirasawa², Reo Ikawa³, Atsunao Marui³, Teruyuki Maruoka⁴

¹ 大阪市立大学, ² 信州大学, ³ 産総研, ⁴ 筑波大学

¹Osaka City University, ²Shinshu University, ³AIST, ⁴Tsukuba University

Major and minor element chemistry, stable isotopes (H, O, S), and radiogenic Cs (134 and 137) were analyzed for of ca. 200 groundwaters and 30 river waters taken from Miyagi Prefecture from the March to November 2012 to evaluate the groundwater quality at present and draw groundwater flow system in and around Sendai Plain, which was surrounded by high mountains in the northern and western end and facing to the Pacific Ocean at the east. Sendai Plain can be divided into northern and southern plains by Matsushima hill, and two large rivers run in the basins of each plain; Kitakami and Naruse rivers in the northern plain, and Natori and Abukuma rivers in the southern plain.

Groundwater chemistry is different in between the northern and southern plains. In the northern plain, diluted Na-Cl type shallow groundwater (spring water and groundwater from <10 m depth) and riverwater are found in the high mountainous and hilly areas, indicating that the groundwaters of this area are not chemically immature and residence time would be short to react with the soils and sediments to dissolve the salts. Dilute Ca-HCO₃ type shallow groundwaters are found in the plain basin as results of evolution of the water chemistry. In the southern plain, Ca-HCO₃ type water appears in the high mountain area, and Ca and HCO₃ concentrations become higher in the hill and inland basins. The groundwaters in the southern plain seem to be more mature than those in the northern plain. Along the coast, where Tsunami covered the ground in the 11th, March, 2011, seawater contaminated into the shallow Ca-HCO₃ type groundwaters. The highest Cl concentration was 14000 mg/L, however, most of the seawater contaminated groundwaters contained ~500 mg/L Cl. S isotope of sulfate ions also suggests the contamination of seawater. Deep groundwater (>10 m depth) occasionally gives Na-HCO₃ type chemistry. Also, high Na-Cl type chemistry occurs in the deep groundwaters in Sendai of the southern Plain and Ishinomaki in the northern plain. Those would be results of salinization due to excess use or fossil seawater. Thus, the groundwater aquifers >10 m depth from the surface are commonly at stagnant condition in the studied area.

Hydrogen and oxygen isotopes of groundwater become smaller from east to west along NS direction, parallel to the coast and mountains, in the southern plain, however, such a variation is not prominent for the groundwaters in the northern plain. The isotope ratios of groundwater change corresponding to the sampling sites but not depths, indicating small catchments of the deep groundwater in the studied area.

Contamination of toxic elements such as As is found from shallow and deep groundwaters. Some of them are presumed to originate the oxidation of As-bearing pyrite in the Neogene aquifer sediments. As contaminated groundwater can be found in the groundwaters from Tsunami affected area, although the relationship of seawater and/or sediments carried by Tsunami to As contamination is not clear at present.

Radiogenic Cs was not detected from the all samples analyzed here, thus, the accident at Fukushima Daiichi nuclear power plant would not cause contamination of radionuclides in the studied groundwater at present.

キーワード: 地下水汚染, 帯水層, 放射性物質, 放射性セシウム, 酸素・水素・イオウ安定同位体, ヒ素

Keywords: groundwater contamination, aquifer, Tsunami, radiogenic Cs, O, H, S stable isotopes, As

松本盆地の地下水流動に関する SF6 および CFCs のトレーサビリティ Traceability of SF6 and CFCs for Groundwater Flow in Matsumoto Basin, Japan

中屋 眞司^{1*}, 青木秀斗¹
Shinji Nakaya^{1*}, Hideto Aoki¹

¹ 信州大学

¹Shinshu University

Chlorofluorocarbons CFC-12, CFC-11, CFC-113 and sulfur hexafluoride SF6 are primarily of anthropogenic origin, while SF6 also occurs naturally. Groundwater dating by CFC-12, CFC-11, CFC-113 and SF6 is carried out in Matsumoto basin, central Japan, consisting of Quaternary sediments, in complex land use. CFCs and SF6 concentrations are extremely over record (EOR) in 40 % and 10 % in sampling points of the well waters, respectively. CFC-113 in EOR comes from industrial areas, indicates the source of SF6 in EOR in groundwater can be separated from industrial pollution of groundwater by CFC-113. CFCs in EOR must reflect the vertical infiltration of anthropogenic CFCs polluted surface waters in the basin. NO3-N is also likely to increase with the concentration of CFCs in EOR. The relationship between concentrations SF6 (Csf6) and CFC-12 (C12) indicates that groundwater flow can be explained as 'piston flow model' in shallow and deep aquifers in Matsumoto basin and that CFC-12 of three groundwaters are decomposed under DO <1.0 and pH >8. Although isotopic ratios of oxygen and hydrogen indicate that the source areas of groundwaters are mountains side of 1,500 m (a.s.l.) and highland of 800 m (a.s.l.) surrounding basin, the SF6 and CFCs tracers suggest that vertical infiltration of groundwaters from surface to well depth occurs within the basin. It is modeled that many recharged waters at mountain side move to the basin via river system and recharge again within sedimentary basin. Using SF6 tracer, average residence time of groundwaters ranges from 4 years to 37 years.

キーワード: 地下水, 年代測定, SF6, CFCs

Keywords: groundwater, dating, SF6, CFCs

ユーカリ林周辺の水と栄養塩の動態 - その2 Water and Nutrients Dynamics in and around Eucalyptus Forests. Part 2

田瀬 則雄^{1*}, 小野寺 真一², 山中 勤¹, 田村 憲司¹, 林 久喜¹, 仁平 尊明³, 滝澤 沙史¹, 李 盛源¹, ヒラタ ヒカルド⁴, サライバ フェルナンド⁴, テラダ ハファエル⁴, シロタ ヒカルド⁴

Norio Tase^{1*}, Shin-ichi Onodera², Tsutomu Yamanaka¹, Kenji Tamura¹, HAYASHI, Hisayoshi¹, Takaaki Nihei³, TAKIZAWA, Sachika¹, Seongwon Lee¹, HIRATA, Ricardo⁴, SARAIVA, Fernando⁴, TERADA, Rafael⁴, SHIROTA, Ricardo⁴

¹ 筑波大学, ² 広島大学, ³ 北海道大学, ⁴ サンパウロ大学

¹University of Tsukuba, ²Hiroshima University, ³Hokkaido University, ⁴University of Sao Paulo

ブラジルでは、南東部を中心に 350 万 ha、国土の 0.6 % がすでにユーカリ林となっており、世界最大のユーカリ植林国である。成長速度が著しく速いユーカリは木材資源としての有用性は高いが、環境への悪影響 - 水・栄養塩消費、多様性破壊、発生有害物質などが懸念され、オーストラリアなどの半乾燥地では弊害が出ているところもあるが、ブラジルではこれらの問題がほとんど顕在化していない(桜井, 1996; Lima, 2011)。一方、ブラジル南東部はサトウキビの主要産地でもあり、農地での施肥による地下水の硝酸性窒素汚染が一部顕在化しつつあるとともに、近年、強度の激しい降雨頻度が増加する傾向にともない畑地からの土壌侵食・流亡も深刻である。本研究は、ユーカリ林の環境・生態学的悪影響などがブラジルで顕在化していない科学的根拠と影響発現の閾値(条件)を現地調査と文献で行いながら、ユーカリの特性を利用し、農地からの栄養塩溶脱による地下水汚染とサトウキビの大規模耕作による土壌侵食の防止などを、ユーカリ林の植林地の配置 - 土地利用連鎖系 - , 営農方法の最適化により構築することを目的としている。今回は地域の地下水・湧水・河川水の一般水質および同位体について報告する。

研究対象地域はサトウキビ畑とユーカリ林が隣接し、地下水面が比較的浅いサンパウロ州の Rio Claro 市郊外(サンパウロ市の北西 160km, 22°25'30.67"S, 47°37'51.29"W)を選定した。調査地一帯は風成のシルト質砂層からなる標高 500 ~ 600 m の波状の準平原で、対象地域の南 35km の Piracicaba(サンパウロ大学農学部圃場)での年平均気温は 21.4 °C, 年降水量は 1279mm である。2012 年については、降水量は平年並であったが、7~10 月は降水量がほとんどなく、そのためその間の気温は高めであった。本サイトは上流側にサトウキビ畑が存在し、下流側にユーカリが植林され、その樹齢はおおよそ 5 年(通常 7 年で伐採)、樹高は 15m 程度である。また、下流側に閉鎖性の池が存在している。両土地利用の境界を挟んで 100m x 200m の範囲で、深度 1~18m ほどの地下水観測井網を設置し、地下水位、水質、表層土壌の理化学特性などを調査している。また、周辺地域で、湧水、井戸水、河川水なども採水・分析している。

サトウキビ畑が広がる周辺地域の地下水・湧水、河川水は溶存成分、栄養塩類が概して少なく、貧栄養の状態(土壌も交換性塩基などが少なく)で、水質は概して良好である。サトウキビ畑や一部のユーカリ林内では施肥と考えられる地下水中の硝酸性窒素濃度の上昇が認められたが、ユーカリ林や深層(数十 m)の地下水では硝酸性窒素濃度は低かった。

本発表は科学研究費補助金基盤研究 B [課題番号 23401003] の成果の一部である。

キーワード: ユーカリ, 土地利用連鎖系, 地下水汚染, 環境保全, ブラジル

Keywords: Eucalyptus, Land-use sequences, Groundwater contamination, Environmental conservation, Brasil

異なる有機物管理条件下の黒ボク土畑における硝酸塩の溶脱 Nitrate leaching in Andisol field under different organic matter management

江口 定夫^{1*}, 朝田景¹, 岩田幸良², 古賀伸久²
Sadao Eguchi^{1*}, ASADA, Kei¹, IWATA, Yukiyo², KOGA, Nobuhisa²

¹ 農業環境技術研究所, ² 農業・食品産業技術総合研究機構北海道農業研究センター

¹National Institute for Agro-Environmental Sciences, ²National Agriculture and Food Research Organization Hokkaido Agricultural Research Center

農地土壌における有機物管理は、土壌炭素蓄積だけでなく、根域下への硝酸塩の溶脱にも影響すると考えられる。本発表では、下層土がローム質及び砂礫質の黒ボク土畑を対象として、作物残渣施用の有無、堆肥施用の有無や施用時期の違いが、根域下への硝酸塩の溶脱に及ぼす影響を調査した結果について述べる。

森林における樹冠 - 堆積有機物 - 土壌の水移動に伴う放射性セシウムの移行 Migration of radiocaesium in forests with water flow through canopy, litter layer, and mineral soil

小林 政広^{1*}, 大貫靖浩¹, 篠宮佳樹¹, 蛭田利秀²

Masahiro Kobayashi^{1*}, Yasuhiro Ohnuki¹, Yoshiki Shinomiya¹, Toshihide Hiruta²

¹ 独立行政法人森林総合研究所, ² 福島県林業研究センター

¹Forestry and Forest Products Research Institute, ²Fukushima Prefectural Forestry Research Centre

東京電力福島第一原子力発電所事故後、大量の放射性物質が広範囲の森林に沈着した。長期的な影響が懸念される放射性セシウムは、初期には樹冠と堆積有機物層に多くが捕捉され、時間の経過とともに鉱質土壌へ移行すると予想される。ここでは、森林における、樹冠 - 堆積有機物 - 土壌の水移動に伴う放射性セシウムの移行について報告する。

茨城縣城里町および福島縣郡山市の森林において林内雨 (TF)、堆積有機物層通過水 (LL)、深度 30cm の土壌水 (SW) を採取した。試料の放射性セシウム濃度 (Cs-134、Cs-137) をゲルマニウム半導体検出器を用いて測定した。ろ過を行わずに測定し、一部の試料についてはろ過後再度測定した。

事故直後の 2011 年 3 月および 4 月に採取した茨城縣の森林 (スギ人工林) の TF には、14 ~ 60 Bq/L の Cs-137 が含まれていた。同じ期間に採取した LL では、Cs-137 は 10 Bq/L 未満であり、堆積有機物が放射性セシウムの多くを捕捉したと考えられる。その後、夏季に TF および LL の放射性セシウム濃度が上昇し、冬季に低下する傾向が認められた。

2012 年に試料採取を開始した福島縣の森林 (スギ林および落葉広葉樹林) においても、夏季に TF および LL の放射性セシウム濃度が上昇した。この傾向は特に LL で顕著であり、スギ林の試料には Cs-134 と Cs-137 の合計濃度が 100 Bq/L を超えるものがあった。この試料には懸濁物が多く含まれており、ろ過後に再測したところ、約 3 Bq/L まで低下した。

SW では、福島縣、茨城縣の放射性セシウム濃度は検出下限以下であり、土壌粒子による捕捉が示唆された。

キーワード: 森林, 放射性セシウム, 水移動, 堆積有機物

Keywords: Forest, Radiocaesium, Water flow, Litter layer

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

Abigail Cid^{1*}, Uham Song¹, Ichiro Tayasu¹, Jun-ichi Okano¹, Hiroyuki Togashi², Naoto F. Ishikawa¹, Aya Murakami¹, Takuya Hayashi³, Tomoya Iwata³, Ken-ichi Osaka⁴, Shin-ichi Nakano¹, Noboru Okuda¹
Abigail Cid^{1*}, Uham Song¹, Ichiro Tayasu¹, Jun-ichi Okano¹, Hiroyuki Togashi², Naoto F. Ishikawa¹, Aya Murakami¹, Takuya Hayashi³, Tomoya Iwata³, Ken-ichi Osaka⁴, Shin-ichi Nakano¹, Noboru Okuda¹

¹Ctr Ecol Res, Kyoto Univ, ²Field Sci Educ Res Ctr, Kyoto Univ, ³Dept Ecol Syst Engineer, Univ Yamanashi, ⁴Univ Shiga Pref
¹Ctr Ecol Res, Kyoto Univ, ²Field Sci Educ Res Ctr, Kyoto Univ, ³Dept Ecol Syst Engineer, Univ Yamanashi, ⁴Univ 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^{1*}, 朝田 景¹, 箭田佐衣子¹, 堀尾 剛¹, 稲生 圭哉¹, 江口 定夫¹
Seiko Yoshikawa^{1*}, Kei Asada¹, Saeko Yada¹, Takeshi Horio¹, Keiya Inao¹, Sadao Eguchi¹

¹ 農業環境技術研究所

¹ 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_3^- -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^2 、標高差 853 m 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^{-1} 、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

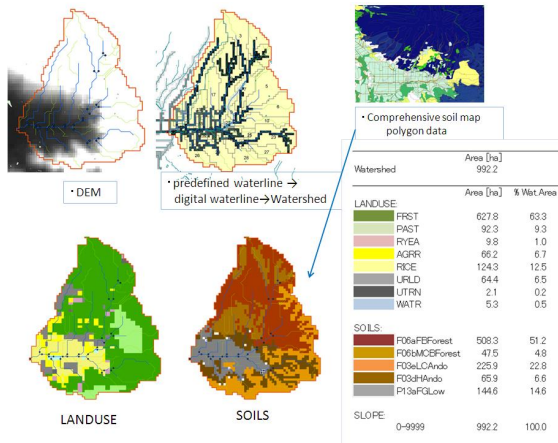
会場:コンベンションホール

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^{1*}, 土原 健雄², 石田 聡¹, 白旗 克志¹, 今泉 眞之¹Shuhei Yoshimoto^{1*}, Takeo Tsuchihara², ISHIDA, Satoshi¹, SHIRAHATA, Katsushi¹, Masayuki Imaizumi¹¹ 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, ² 農林水産省 農林水産技術会議事務局¹National Institute for Rural Engineering, NARO, ²Secretariat 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（²²²Rn）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（²²⁶Ra）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であったことから、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

AHW30-P03

会場:コンベンションホール

時間:5月22日 18:15-19:30

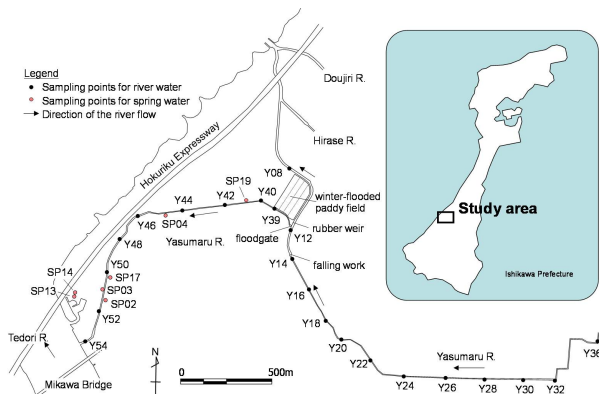
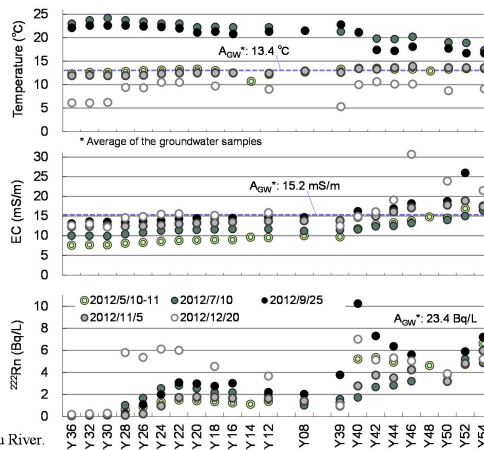


Fig. 1 (above-left) Sampling points of the study area.

Fig. 2 (right) Distributions of water temperature, EC and ²²²Rn concentration along with the Yasumaru River.



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^{1*}, 井伊 博行¹, 平田 健正¹
Masanobu Taniguchi^{1*}, Ii Hiroyuki¹, Tatemasa Hirata¹

¹ 和歌山大学

¹Wakayama 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m³、新宮川で160億m³、宮川で4.25億m³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^{1*}, 佐々木 寛幸¹

Seiji Nakao^{1*}, Hiroyuki Sasaki¹

¹ 畜産草地研究所 (農研機構)

¹Institute 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^{1*}, 小林政広¹

Yuko Itoh^{1*}, Masahiro Kobayashi¹

¹ 森林総合研究所

¹FFPRI

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}Cs , ^{137}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}Cs , ^{137}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 Bq m^{-2} となり、林内雨（樹冠通過雨）で約 1,000 ~ 25,000 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^{1*}, 玉井 幸治¹, 小林 政広¹, 大貫 靖浩¹, 清水 貴範¹, 飯田 真一¹, 延廣 竜彦¹, 澤野 真治¹, 坪山 良夫¹, 蛭田 利秀²

Yoshiki Shinomiya^{1*}, TAMAI Koji¹, KOBAYASHI Masahiro¹, OHNUKI Yasuhiro¹, SHIMIZU Takanori¹, IIDA Shinichi¹, NOBUHIRO Tatsuhiko¹, SAWANO Shinji¹, TSUBOYAMA Yoshio¹, HIRUTA Toshihide²

¹ 森林総合研究所, ² 福島県林業研究センター

¹For. and For. Prod. Res. Inst., ²Fukushima 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 ¹³⁷Cs 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 ¹³⁷Cs 流出量を求めたところ、183 Bq m⁻² 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、¹³⁷Cs 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⁻² となった。これは現地の ¹³⁷Cs 沈着量約 80 kBq m⁻² (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^{1*}, 浜田康治¹, 人見忠良¹

Tomijiro Kubota^{1*}, HAMADA, Koji¹, HITOMI, Tadayoshi¹

¹(独) 農研機構 農村工学研究所

¹NARO, 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：225km²）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^{1*}, Junya Okawauchi¹, Kazuaki Hiramatsu¹

Osama Eljamal^{1*}, Junya Okawauchi¹, Kazuaki Hiramatsu¹

¹Laboratory of Water Environment Engineering, Kyushu University

¹Laboratory 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^{1*}, 大手 信人¹, 小田 智基¹, 鈴木 雅一¹

Tomohiro Egusa^{1*}, Nobuhito Ohte¹, Tomoki Oda¹, Masakazu Suzuki¹

¹ 東大院農

¹The 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 km² catchment that included multiple geologies. At observation points with uniform geology, stream chemistry became constant beyond about 1km² 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. SiO₂ and Mg²⁺ concentrations became constant above 10 km², but Ca²⁺ and electrical conductivity did not become constant until 55 km². Our calculation revealed that almost all observed variables were explained by mixture based on geological percentages, in 1-17km². However, above 17km², 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 km². However, above 17 km², 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^{1*}

Yuji Miyashita^{1*}

¹ 神奈川県温泉地学研究所

¹ 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^{1*}, 小野寺 真一², 齋藤 光代³, 清水 裕太², 吉川 昌志²

Koki Onishi^{1*}, Shin-ichi Onodera², Mitsuyo Saito³, Yuta Shimizu², Masashi Yoshikawa²

¹ 復建, ² 広島大学大学院総合科学研究科, ³ 愛媛大学

¹Fukken, ²Integrated Sciences, Hiroshima University, ³Ehime University

本研究では、大量施肥流域における溶存亜酸化窒素 (N₂O) 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 N₂O 濃度、硝酸態窒素 (NO₃-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 N₂O 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 N₂O 濃度は、深度によらず 4 μgN L⁻¹ 前後を示し、下流域では深度 15m 以上の深部で 13 μgN L⁻¹ 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 N₂O 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⁻¹ 以下と低く、さらに溶存有機態炭素 (DOC) 濃度が 8 mgL⁻¹~10mgL⁻¹ 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 NO₃-N の大部分が N₂ の形態に変化しており、反応の途中段階で生じる N₂O 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 N₂O の発生が影響していると示唆された。また、N₂O 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、地下水中から海域への N₂O 負荷量は約 2kgN であり、NO₃-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^{1*}, 小野寺 真一², 清水 裕太²
Mitsuyo Saito^{1*}, Shin-ichi Onodera², Yuta Shimizu²

¹ 日本学術振興会特別研究員 PD, 愛媛大, ² 広島大・院
¹JSPS PD, CMES, Ehime Univ., ²Grad. 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^{1*}, 上野振一郎¹, 杉谷 健一郎¹
Mariko Yamamoto^{1*}, Shinichiro Ueno¹, Kenichiro Sugitani¹

¹ 名古屋大学大学院環境学研究科

¹ 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の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砕屑性リンが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^{1*}, 上野振一郎¹, 杉谷 健一郎¹
Subuda x^{1*}, Shinichiro Ueno¹, Kenichiro Sugitani¹

¹ 名古屋大学環境学研究科

¹ 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 (SiO₂, TiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, MgO, MnO, Na₂O, K₂O and P₂O₅) 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 P₂O₅ and C_{total} 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 (SiO₂, TiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, MnO, MgO, CaO, Na₂O, K₂O, P₂O₅) 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^{1*}, 小野寺 真一¹, 大西 晃輝¹, 齋藤 光代², 吉川 昌志¹
Yuta Shimizu^{1*}, Shin-ichi Onodera¹, Koki Onishi¹, Mitsuyo Saito², Masashi Yoshikawa¹

¹ 広島大学大学院総合科学研究科, ² 愛媛大学沿岸環境科学研究センター

¹Graduate School of Integrated and Arts Sciences, Hiroshima University, ²Center 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^{1*}, 小寺 浩二²
 Akira Hama^{1*}, Koji Kodera²

¹ 法政大(学), ² 法政大(地理)
¹Undergrad. Hosei Univ., ²Department 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

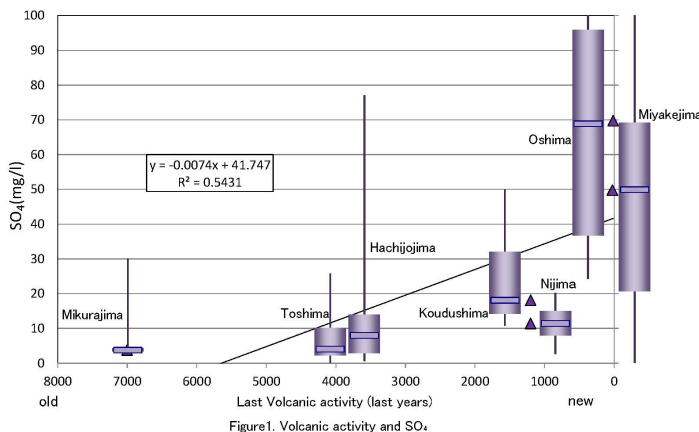


Figure1. Volcanic activity and SO₄

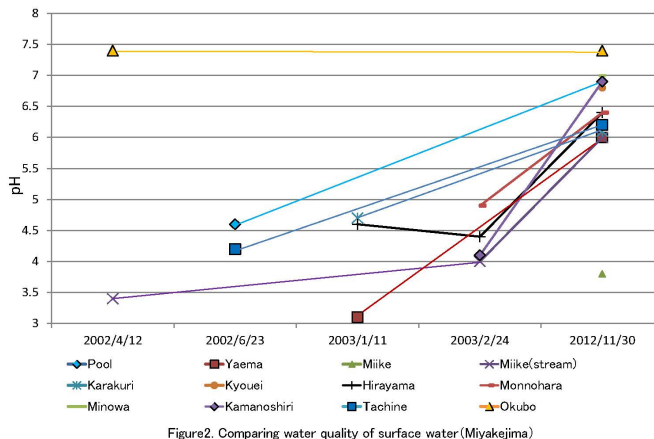


Figure2. Comparing water quality of surface water (Miyakejima)

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^{1*}, 小寺 浩二², 森本 洋一³
Syugo Kobayashi^{1*}, Koji Kodera², Yoichi Morimoto³

¹法政大(学), ²法政大(地理), ³法政大(院)
¹Hosei Univ., ²Hosei Univ., ³Hosei 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1,640km²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、メンブラン濾過後にイオンクロマトグラフによるNa⁺、K⁺、Ca²⁺、Mg²⁺、Cl⁻、NO₃⁻、SO₄²⁻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-HCO₃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43~95µS/cmで推移した。最も高かった7月は51~126µS/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。硫黄川ニセコアンペツ川ではSO₄²⁻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HCO₃⁻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

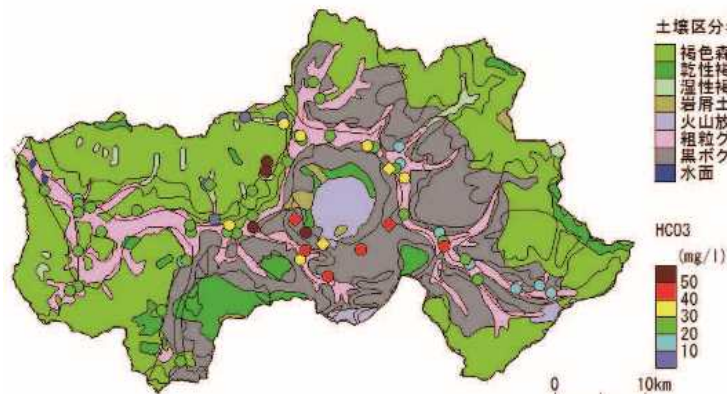


Fig.1 Soils and HCO₃⁻ concentration on the stream water (september)

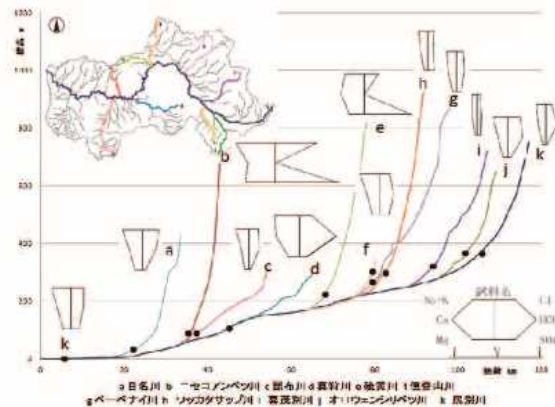


Fig.2 Longitudinal Profiles of the Rivers and water quality composition