

森林斜面における表面流出への EUROSEM モデル適用性の検討 Applicability of EUROSEM for surface runoff in forested slope plain

池田 英史^{1*}; 若松 孝志¹; 中屋 耕¹; 阿部 聖哉¹
IKEDA, Hideshi^{1*}; WAKAMATSU, Takashi¹; NAKAYA, Ko¹; ABE, Seiya¹

¹ 一般財団法人 電力中央研究所

¹Central Research Institute of Electric Power Industry

Sediment yield in agricultural area has been environmental and economic problems in many countries. In order to restrain sediment yield and to conserve water resource, scientific watershed managements are required in many watersheds. In USDA (United State Department of Agriculture), USLE model (Universal Soil Loss Equation) was developed and applied to many sites. USLE model is empirical model, and requires long term observation data. Then, physical based models, such as WEPP (Water Erosion Prediction Project) and EUROSEM (EUROpean Soil Erosion Model), were developed and applied to watersheds where long-term observation had not been conducted.

In some Japanese forest, forest management, such as thinning, has not been conducted fitly in these years. In poorly managed forest area, sediment yield with surface runoff has occurred and supplied suspended solids into stream, reservoir and coastal area. However, in forested watersheds, application of these models has not been conducted frequently, and it is required to validate and apply these models based on observation of meteorology, forestry, pedology and hydrology.

EUROSEM model is one of the useful tools for evaluation of sediment yield in forested area. In this study, hydrological applicability of EUROSEM is discussed. EUROSEM is a prediction model for sediment yield, which was developed by European Union in 1990s. It consists of hydrological and sediment sub-models, those are physical-based process models in non-steady state. EUROSEM has been applied to agricultural areas in Europe and China, for example in watershed of Three Gorge dam, Yangtze River. On the other hand, it is not applied to Japanese forest area frequently, where sediment yield is reported recently.

In Central Research Institute of Electric Power Industry (CRIEPI), we have been conducting observation for sediment yield since June 2010 in Akagi testing center, located in north Kanto plain. The observation system consists of 3 sites, one open field and two forest stands. For open field, precipitation was observed using Laser Precipitation Monitor (LPM, THEIS, FRG) consequently. For in two forest stands, vegetation, meteorology and hydrology survey were conducted. In vegetation survey, canopy analyzing and forest floor survey were conducted in every months. In meteorology survey, precipitation was observed using LPM consequently. In hydrology survey, surface runoff was observed in experimental area with 2m length and 0.5m width using tipping gauge continuously. Soil moisture and temperature were observed in every 10 minutes in experimental area.

In these two forest stands, EUROSEM hydrological sub - model was applied in 35 storm events, and simulated surface runoff was validated based on observed data. EUROSEM hydrological sub model was applied to 10 storm events in previous study and appeared to simulate surface runoff for storm events with rainfall intensity between 2.0 - 5.0mm / 10min. In this study, surface runoff was simulated well in storm events with rainfall intensity larger than 5.0mm/10min using infiltration rates lower than those in laboratory experiments.

キーワード: 森林, 表面流出, 土壌流出, 予測手法, EUROSEM, 降雨-流出

Keywords: Forest, Surface Runoff, Sediment Yields, Prediction Method, EUROSEM, Storm - Runoff

Distribution of trace elements in 3 small rivers and the surrounding geology in the North Osaka prefecture, Japan

Distribution of trace elements in 3 small rivers and the surrounding geology in the North Osaka prefecture, Japan

EVEN, Emilie^{1*}; NOJIMA, Aki¹; MASUDA, Harue¹
EVEN, Emilie^{1*}; NOJIMA, Aki¹; MASUDA, Harue¹

¹Department of Geosciences, Osaka City University, Japan

¹Department of Geosciences, Osaka City University, Japan

The Rivers Yono, Ibaraki and Minoh, that are tributaries of the River Yodo in the northern part of the Osaka prefecture, Japan, flow across the Paleozoic-Mesozoic sedimentary formations and the Ibaraki granitic complex. Waters from these rivers have been used for domestic purposes and some trace metals have been reported in concentrations above the environmental standard limits. Previous studies have shown that the sedimentary rocks were the sources of trace metals, especially arsenic, whereas the granitic sequence of quartz diorite, granodiorite and adamellite is believed to be the source of rare earth elements (REEs). In addition to track back of the origin of these trace elements, the transportation phases and the geochemical budget of trace metals along the river flow are examined as a first step to set up a simple transportation model. Here are presented first results.

Results showed that the geochemical patterns of riverbed sediments matched the distribution of the source rocks. The geochemistry of trace elements in river water is likely controlled by the weathering of riverbed sediments. River sediments from sandstone and quartz diorite contained high amount of trace elements and yielded high concentrations of trace metals in river water but low concentrations of REEs. Comparatively, river sediments originated from adamellite contain lower amounts of trace elements but river waters flowing across this formation showed to have the highest concentrations of REEs. O/H isotopic ratio in river water pointed at the meteoritic origin of the water in the upper reaches of rivers and the contribution of groundwater in the lower reaches. The fractionation of trace elements regarding the different size pools of total concentration, 0.45 μm and 0.22 μm filtration showed that most of the trace elements were transported within the <0.22 μm phase. Temperature of river water seems to influence the concentrations of elements, as concentrations increased with increasing temperature throughout the year. The role of organic matter (likely as colloidal carriers) is limited since an inverse relationship was observed. Water mixing calculation with major and trace elements yielded accurate geochemical budget model (<5% error), where as redox sensitive species induce large errors of >15%, even on few meters distance along the flow path.

キーワード: Rare Earth Elements, River Water, Source rock, Trace Metals, Transportation

Keywords: Rare Earth Elements, River Water, Source rock, Trace Metals, Transportation

山地農業流域における地下水中の酸素安定同位体比および硝酸態窒素濃度の季節変化
Seasonal variation in oxygen stable isotopic ratio and nitrate concentration in a mountain agricultural watershed

有富 大樹^{1*}; 小野寺 真一¹; 齋藤 光代²; 丸山 豊¹; 金 广哲¹; 大西 晃輝³
ARITOMI, Daiki^{1*}; ONODERA, Shin-ichi¹; SAITO, Mitsuyo²; MARUYAMA, Yutaka¹; JIN, Guangzhe¹; ONISHI, Koki³

¹ 広島大学, ² 岡山大学, ³ 株式会社復建調査設計

¹Hiroshima University, ²Okayama University, ³Fukken Co., Ltd.

本研究では、酸素安定同位体比等の分布をもとに、花崗岩流域の沿岸不圧帯水層における岩盤地下水の寄与を含む地下水流動を推定するとともに、それに伴う硝酸態窒素濃度の季節変化について考察を行うことを目的とした。そのため、対象地域には、齋藤 (2008), 大西 (2013) によって硝酸態窒素濃度の減衰が確認されている果樹園流域を設定した。

水文流出モデルによる河川からのリン輸送量推定の現状と課題 An Overview of Recent Hydrological Models for Estimating Phosphorus flux

清水 裕太^{1*}; 小野寺 真一²; 齋藤 光代³
SHIMIZU, Yuta^{1*}; ONODERA, Shin-ichi²; SAITO, Mitsuyo³

¹(独)農研機構 近畿中国四国農業研究センター・JSPS-PD, ²広島大学大学院総合科学研究科, ³岡山大学大学院環境生命科学研究科

¹NARO/WARC JSPS-PD, ²Graduate School of Integrated Arts and Sciences, Hiroshima University, ³Graduate School of Environmental and Life Science, Okayama University

森林、農地そして都市から流出したリンは地表流や排水路など様々な経路を通じて、最終的に河川へと流れ込む。そして河道内において物理的、化学的、生物的プロセスを経ることにより、その多くが河道内に保持される。このため、河川へ流入してから海域へと到達するまでに時間を要する。流域物質収支に関する多くの研究事例では、流域内で発生したリンの合計量と、流域から流出したリンの合計量は一致しないことが多い。この原因としては、流域内での保持効果によるものと考えられる。河道内でのリンの保持は、様々なプロセスの複合的な結果によって生じる。このため、河川からのリン流出を考える上で、発生プロセスだけでなく、保持プロセスについても知る必要がある。近年では流域の不均一性を考慮することのできる水文流出モデルが使用されつつある。これらは欧米を中心に数多く開発され、最近では河川流量だけでなく水質や土砂流出量の推定精度も向上してきている。

本発表では、流域からのリン輸送量をどの程度の精度で見積もることができるのかについて、水文流出モデルのリン動態プロセスの取り扱いとその問題点について整理し、今後の課題を含め議論を行う。

キーワード: 水文流出モデル, リン, 物質輸送, 流域

Keywords: Hydrological Model, Phosphorus, Material transport, Watershed

ベトナム北部を流れる紅河における水質汚濁とヒ素の挙動について Water pollution and arsenic behavior in the Red River, North of Vietnam

井上 凌^{1*}
INOUE, Ryo^{1*}

¹ 大阪市立大学大学院理学研究科
¹graduate school of science, Osaka City

ベトナム北部を流れる紅河は中国の雲南省に源流をもち、ベトナム領内では 3000 m 級の山々からなるホアンリエン山脈に沿ってほぼ平行に流れている。その下流域には紅河デルタが広がっているが、そのデルタの直上に位置する農村地帯では地下水のヒ素汚染が深刻な問題となっている。ヒ素の原因物質は河川を通じて帯水層に運搬されたと考えられているが、その運搬過程はわかっていない。本研究ではベトナム領内において採集した紅河の河川水・懸濁物・堆積物の分析を行うことにより、紅河を通じたヒ素の運搬過程を考察した。また、主成分の分析結果から浮かび上がったベトナム領内における水質汚濁の状況と原因に関しても述べる。

河川水の主化学成分濃度はベトナム領内で最上流部に位置するラオカイ周辺で 5.0(meq/L)、中流のバオハでは 2.4(meq/L)、イェンバイで 2.1(meq/L)、下流のハノイで 3.4(meq/L)であった。ラオカイとハノイの間で濃度が低下しているが、この原因はホアンリエン山脈を涵養域とする支流から周辺よりも低濃度の水の流入があるからである。本流への支流の寄与は水の酸素・水素同位体比の変化からも明らかである。ラオカイ周辺では水の $\delta 18O$ が -9.9~-10.0 ‰、 $\delta 2H$ が -69 ‰程度である。一方、ホアンリエン山脈を涵養域とする支流では $\delta 18O$ が -12.9~-13.0 ‰、 $\delta 2H$ が -91~-92 ‰である。ラオカイとハノイの間では $\delta 18O$ が -11.6~-11.9 ‰、 $\delta 2H$ が -82~-84 ‰である。ホアンリエン山脈から流入する河川水は下流域への水質汚濁の影響を緩和しているといえる。

ヒ素は河川水試料から全ヒ素濃度と溶存ヒ素濃度を得ることができ、これらの差分を懸濁態ヒ素濃度とした。さらに、水試料を濾過して得られた懸濁物を XRD に使用し、懸濁物の鉱物組成を調べた。これらの結果から懸濁態として河川水中に存在するヒ素はスメクタイトと非常に高い正の相関 ($r^2=0.92$) を持ち、カオリナイトとも緩やかに正の相関を持つ ($r^2=0.55$) ということが明らかになった。また、懸濁態として存在する鉄とヒ素には相関は見られなかった。

したがって、ヒ素は河川中では酸水酸化鉄と挙動していない。また、分析済みの懸濁物ではスメクタイトは紅河本流で採集したサンプルでのみ確認された。そのことから紅河では粘土鉱物(主にスメクタイト)に吸着することで上流域から下流へとヒ素が運ばれている可能性が高いと考えられる。

キーワード: ヒ素, 紅河, ベトナム, 同位体
Keywords: arsenic, Red River, Vietnam, Isotope

SWAT および HYDRUS モデルを用いた沿岸農業流域の水収支解析 Estimation of water balance in a coastal agricultural catchment using SWAT and HYDRUS Model.

金 広 哲^{1*}; 清 水 裕 太²; 小 野 寺 真 一¹; 齋 藤 光 代³; 松 森 堅 治²
JIN, Guangzhe^{1*}; SHIMIZU, Yuta²; ONODERA, Shin-ichi¹; SAITO, Mitsuyo³; MATSUMORI, Kenji²

¹ 広島大学大学院総合科学研究科, ²(独) 農業・食品産業技術総合研究機構・近畿中国四国農業研究センター, ³ 岡山大学大学院環境生命科学研究科

¹Hiroshima University Graduate School of Integrated Arts and Sciences, ²National Agriculture and Food Research Organization, Western Region Agricultural Research Center, ³Graduate School of Environmental and Life Science, Okayama University

Quantify the rate of ground water recharge and clarify the water balance in watersheds is basic and important for efficient ground water resource management. It is particularly important in regions with little rain which face with the risk of water shortage. However, the rate of aquifer recharge is one of the most difficult factors to evaluate. Especially, the former method of groundwater recharge estimation, are normally subject to large uncertainties and easily to cause errors. Recently, there are several attempting for estimation of groundwater recharge using distributed hydrological models in the world.

The Soil and Water Assessment Tool (SWAT) Model is one of a physically based and quasi-distributed continuous time hydrological model used to estimate water budget in previous researches around the world. SWAT Model has been implemented for watershed hydrology related issues such as estimation of surface water flow and groundwater recharge rate. We could more specific testify the groundwater flux combined SWAT Model with HYDRUS Model which is a software package for simulating water, heat, and solute movement in two- and three-dimensional variably saturated media. The objective of this research is to estimate water balance and to clarify the groundwater recharge parameter in an agricultural catchment in the Seto Inland Sea, using the SWAT Model, and to estimate the groundwater flow using the HYDRUS Model.

The study site is located on the southern part of Ikuchi Island, which is one of the islands in central Seto Inland Sea. The orange groves cover approximately 50% of the total catchment area. Due to the small annual precipitation (approx.1000mm/y) with large inter-annual variation, Ikuchi Island is facing a risk of water shortage in the serious dry year.

As input to SWAT Model, topographic data (10 m grid), soil map (1/25000), land use map (1/25000) and weather information were used to build and calculate the SWAT Model. Evaporation was estimated by the Penman-Monteith method. Simulation time periods is 2000-2013, including warm up period of 2000-2003 and calibration period of 2003-2004. The calibration was conducted using the Sequential Uncertainty Fitting (SUFI2). The reproducibility of daily discharge in calibration period by the model was found to be acceptable (NSE=0.69, RSR=0.56, PBIAS%=18, R²=0.75). Amount of groundwater recharge is accounted as the water discharge into aquifer except the flows which are eventually discharged from aquifer, such as return flows into river and amount of water moving into the vadose zone.

The result shows spatial difference in groundwater recharge rate. About 10 times higher groundwater recharge rate was found in middle and downstream areas. While middle and downstream area are indicated the main groundwater recharge area, upstream is small recharge rate due to steep slope. Groundwater recharge shows smaller volume than river discharge, it comprise about 17% of total precipitation in annual average consideration. From the comparison of water balance calculation, it is found that both of river discharge and groundwater recharge fluctuated in high precipitation year of 2011 (1,527mm), low precipitation year of 2005 (781mm) compared to average balance. In high precipitation year, groundwater recharge rate increased about 6 times than in low precipitation year, the increasing of river discharge is at about 2.5 times.

Consequently, it was confirmed that spatial and temporal variation of groundwater recharge rate in long term. And we could estimate the long term water balance base on these information. However, it is noted that this result may include some uncertainty and chance to improve. Seat model could not reflect the groundwater flow, simulated with HYDRUS Model on the groundwater flow could provide us with the groundwater data. In the presentation, more detailed data cover long time periods and results testifying groundwater level variation with HYDRUS Model will be displayed.

キーワード: Ikuchi Island, SWAT Model, HYDRUS Model, groundwater recharge rate, water balance
Keywords: Ikuchi Island, SWAT Model, HYDRUS Model, groundwater recharge rate, water balance

大和川感潮域における栄養塩動態の季節変化 Seasonal variation in nutrient dynamics in the tidal zone of Yamato river

小野寺 真一^{1*}; 齋藤 光代²; 清水 裕太³; 丸山 豊¹; 宮岡 邦任⁴; 金 広哲¹; 有富 大樹¹
ONODERA, Shin-ichi^{1*}; SAITO, Mitsuyo²; SHIMIZU, Yuta³; MARUYAMA, Yutaka¹; MIYAOKA, Kunihide⁴; JIN,
Guangzhe¹; ARITOMI, Daiki¹

¹ 広島大学, ² 岡山大学, ³ 近畿中国四国農研センター, ⁴ 三重大学
¹Hiroshima University, ²Okayama University, ³NORO, ⁴Mie 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 nutrient dynamics 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. In addition, model simulations were also conducted. 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, river water seeped into the groundwater in 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 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 during a summer, especially phosphorus was large.

キーワード: 季節変化, 栄養塩動態, 干潮河川, 汚濁, リン

Keywords: seasonal variation, nutrient dynamics, tidal river, pollution, phosphorus

成層安定度に基づくため池の類型化及び生態系指標に関する検討
Examination on the classification and ecological index of ponds based on the stability of stratification

大久保 賢治^{1*}; 齋藤 光代¹; 高木 真也¹; 小野寺 真一²; 丸山 豊²; 金 广 哲²; 有富 大樹²; 清水 裕太³
OKUBO, Kenji^{1*}; SAITO, Mitsuyo¹; TAKAGI, Shinya¹; ONODERA, Shin-ichi²; MARUYAMA, Yutaka²; JIN, Guangzhe²
; ARITOMI, Daiki²; SHIMIZU, Yuta³

¹ 岡山大, ² 広島大, ³ 学振 PD, (独) 農研機構 近中四農研セ

¹ Okayama Univ., ² Hiroshima Univ., ³ JSPS PD, NARO/WARC

We aimed to examine on the classification and ecological index of the small ponds based on the stability of stratification. The seasonal variation of the stratification was examined using the monitoring data of water temperature in multiple depths in the 4 different ponds located on an island which is highly influenced by agricultural activity. DO, fluorescence, nutrients data were used for the evaluation of ecosystem condition.

*This research is supported by the Grants-in-Aid for Scientific Research (A) (No. 25241028, Shin-ichi Onodera).

八郎瀨調整池の堆積物柱状試料における岩石磁気測定の鉛直分布特性 - 干拓地建設の影響 - Rock magnetic profiles of sediment cores in Hachirogata : effect of a land reclamation

太田 雄貴^{1*}; 佐藤 高晴¹; 小野寺 真一¹; 金 广哲¹; 齋藤 光代²; 早川 敦³
OTA, Yuki^{1*}; SATO, Takaharu¹; ONODERA, Shin-ichi¹; JIN, Guangzhe¹; SAITO, Mitsuyo²; HAYAKAWA, Atsushi³

¹ 広島大学大学院総合科学研究科, ² 岡山大学大学院環境生命科学研究科, ³ 秋田県立大学生物資源科学部
¹Graduate School of Integrated and Arts Sciences, Hiroshima University, ²Graduate School of Environmental and Life Science, Okayama University, ³Faculty of Bioresource Sciences, Akita Prefectural University

We examined the influence of land reclamation on rock magnetic profiles in Lake Hachirogata. In this lake, all flowing rivers exist on an east side and a large reclamation land touch at west and north sides. Two sediment core samples were collected at the eastern central (HL-1) and northwestern bankside (HL-2) sites in this lake in September 2013, using the 1m piston core sampler (7-8 cm diameter). HL-1 was 77cm and HL-2 was 78cm. 岩石磁気測定試料は、半裁した堆積物断面の中央からパイプの長さ方向について連続的に採集した。採集は約 7cm³ の立方体状のプラスチックキューブを用いた。HL-1 から 33 個、HL-2 から 34 個得られた。採取後直ぐに試料を冷蔵保存した。その後、広島大学にて帯磁率測定、等温残留磁化 (isothermal remanent magnetization : IRM) 測定、三成分 IRM 段階熱消磁実験を行った。帯磁率測定には Bartington 社製 MS2 センサーを用いた。帯磁率測定では測定値に多少のばらつきが見られたため、1 個の試料につき 3 回以上測定し、安定して得られた値の平均値を試料の帯磁率として採用した。IRM 段階付加には夏原技研社製 MMPM-10 パルスマグネタイザーを用いた。各段階付加後、夏原技研社製 SSM-85 スピナー型磁力計を用いて IRM 測定を行った。IRM 測定は残留磁化強度が十分に大きく再現性が高かったため、1 個のキューブ試料について 1 回測定した。1.3T で獲得された IRM を飽和残留磁化 (Saturation IRM : SIRM) とした。HL-1 の三成分 IRM 段階熱消磁実験は試料中含まれる磁性鉱物推定のために行われた。熱消磁は、夏原技研社製 TDS-1C 熱調節器を持つ夏原技研社製 TDF-8 熱消磁装置を用いた。TDF-8 は外部磁場を 25nT 以下まで遮断している。今回は 80,120,180,240,280,320,360,440,520,540,560,580,600,640,680 °C の 15 段階で熱消磁を行った。

HL-1 では帯磁率と SIRM が上方に向かって徐々に減少する傾向を示した。これは磁性鉱物の含有量が上方に増加していることを示唆している。三成分 IRM 段階熱消磁実験からは、どの層準も Soft 成分が卓越していることが明らかであった。深度 0~60cm の Soft 成分は 240~280 °C と 560~580 °C で急激な減少を示した。このことから HL-1 に含まれる主な磁性鉱物はチタノマグネタイト、マグヘマイト、マグネタイトである可能性が高い。しかし、HL-1 基底部の Soft 成分は 240~280 °C で急激な減少を示したが、280 °C 以上では緩やかに減少し、360~440 °C でほぼ全て消磁された。HL-1 基底部は SIRM/x も高かったため、グレイジャイト (Fe₃S₄) を含んでいる可能性がある。

HL-2 の三成分 IRM 熱消磁実験結果は全ての層準で Soft 成分が卓越していた。また、240~280 °C と 560~580 °C で Soft 成分の急激な減少を示した。このことから HL-2 の主な磁性鉱物は HL-1 と同じくチタノマグネタイト、マグヘマイト、マグネタイトである可能性が高い。帯磁率は深度 45~76cm で上方にわずかに増加し、深度 30~40cm で最大値を示した。深度 0~30cm は上方に減少する傾向を示した。SIRM は帯磁率とわずかに傾向が異なり、深度 58cm で最大値を示した。深度 58cm は他の層準と比べて Hard 成分がわずかに大きかった。深度 58cm の Hard 成分は 680 °C で消磁されたため、ヘマタイト (Fe₂O₃) が含まれていることが考えられる。

以上のように HL-1 と HL-2 の岩石磁気パラメータはそれぞれ異なる傾向を示しており、八郎瀨干拓工事を含め、八郎瀨調整池周辺の何らかの環境変化を反映している可能性がある。

キーワード: 八郎瀨調整池, 堆積物, 岩石磁気, 干拓

Keywords: Lake Hachirogata, sediment, rock magnetism, land reclamation

瀬戸内沿岸海水中でのラドン・ラジウム核種の空間分布およびその影響要因
Spatial distribution of radon (^{222}Rn) and radium (^{226}Ra , ^{228}Ra) in the coastal seawater
of Seto Inland Sea and its con

齋藤 光代^{1*}; 小野寺 真一²; 太田 朋子³; Guo Xinyu⁴; 武岡 英隆⁴; 大西 秀次郎⁴; 窪田 卓見⁵
SAITO, Mitsuyo^{1*}; ONODERA, Shin-ichi²; OHTA, Tomoko³; GUO, Xinyu⁴; TAKEOKA, Hidetaka⁴; ONISHI, Hidejiro⁴;
KUBOTA, Takumi⁵

¹ 岡山大, ² 広島大, ³ 北大, ⁴ 愛媛大・CMES, ⁵ 京大炉

¹ Okayama Univ., ² Hiroshima Univ., ³ Hokkaido Univ., ⁴ CMES, Ehime Univ., ⁵ KURRI, Kyoto Univ.

本研究では、瀬戸内海中央部の沿岸域を対象に海水中における放射性ラドン・ラジウム核種の空間分布を確認するとともに、その影響要因について検討することを目的とした。

*本研究は、H24 年度クリタ水・環境科学振興財団（代表：齋藤光代）および H24 年度京都大学原子炉事件所共同利用研究（代表：小野寺真一）の支援により行われた。

熊野灘沖南海トラフ堆積物中におけるヒ素濃度の分布 Arsenic distribution in porewater and coexisting sediments of Kumano Basin, Nankai Trough

吉西 晴香^{1*}
YOSHINISHI, Haruka^{1*}

¹ 大阪市立大学大学院理学研究科
¹Osaka City University

ヒ素汚染地下水は世界中で深刻な問題となっている。特に、バングラデシュやインドの西ベンガル地域など、ヒマラヤ山系に源流域を持つ大河流域で汚染が進んでいることが知られている。ヒ素の原因物質は泥岩中の硫化鉱物であると考える研究者がいるが、どのようなメカニズムで堆積岩中にヒ素が濃縮するのかは、あまり研究がされていない。そこで本研究では、現世の付加体堆積物中における初期続成作用に伴うヒ素の挙動を探ることを目的として堆積物と共存する間隙水中のヒ素濃度の深度ごとの変化を追跡した。

本研究では統合国際深海採掘計画 (IODP) の第 338 回航海によって南海トラフ、熊野海盆沖で採取された 3 地点 (C0002、C0021、C0022) で得られた間隙水とそれを搾り取った後の堆積物試料を用いて、主成分とヒ素濃度の測定を行った。堆積物については主成分鉱物組成も分析した。C0002 地点は半遠洋性のタービタイト末端堆積物で構成される。C0021 地点は地滑り堆積物で構成されている。C0022 地点はスプレー断層直上で 100mbsf (mbsf = meters below the seafloor) に断層が観察されている。

間隙水中でのヒ素の濃度は C0002 では、200 – 300mbsf までは 0 – 1.1 μ M であるが 300 – 400mbsf までは深度に伴いおよそ 3 μ M まで増加傾向にある。400mbsf で最大値をとると、その後は減少する。C0021 では、0 – 160mbsf まではヒ素濃度は平均して 0.2 μ M で深度による変化はほとんど見られない。しかしその後 200mbsf までにヒ素濃度は急増している。C0022 では、0 – 100mbsf までは、ヒ素濃度は 0.3 μ M まででほとんど変化しない。その後 130 – 160mbsf で高いピーク (1.5 μ M 程度) をとり、200mbsf までは急減する。200mbsf 以深は深度による変化は見られない。一方、堆積物中のヒ素濃度は C0002 (300 – 500mbsf) では 40 – 120 μ M、C0022 (100 – 150mbsf) では 40 – 90 μ M であり、濃度変化は深度によらない。XRD で検出された鉱物組成はいずれの地点でも主に石英、長石、雲母、方解石、粘土鉱物類、緑泥石・カオリナイトで構成されており、角閃石、黄鉄鉱が検出された試料もあった。

船上分析による間隙水中の主成分組成との比較から、ヒ素濃度は pH や鉄、鉛、マンガンと関係していることが分かった。ヒ素は多くの微量重金属と同様に海底面で酸水酸化鉄とともに共沈して堆積物に濃縮し、還元的な環境下で脱着しないしは酸水酸化鉄の分解に伴っていったん間隙水中に溶出すると推定される。その後、深度が増すと黄鉄鉱などに固定されると考えられるが、最終的にヒ素を固定する鉱物は現時点では不明である。

キーワード: ヒ素, 南海トラフ, IODP
Keywords: Arsenic, Nankai Trough, IODP

山地森林溪流における溶存無機態リン濃度の形成過程に関する研究 Research on dissolved inorganic phosphorus concentrations forming process in a forested mountainous stream

武田 愛実^{1*}; 大手 信人¹; 江草 智弘¹; 鈴木 雅一¹
TAKEDA, Manami^{1*}; OHTE, Nobuhito¹; EGUSA, Tomohiro¹; SUZUKI, Masakazu¹

¹ 東京大学大学院農学生命科学研究科

¹ Department of Forest Science Graduate School of Agricultural and Life Sciences

Since the ecosystems of river, lake, and ocean are supported by P supply from terrestrial area, it is important to understand the mechanisms behind the P discharge from the catchments through the aquatic system. It has generally been considered that loss of P from a forested area through a headwater stream is small, because it is preserved tightly within forested ecosystem. It has previously been reported that heavy rainfalls lead to a large P loss from forested catchments, and major fractions of exported P is particulate form absorbed onto soil particles. Therefore, many studies have focused on particulate P load during high flow condition. However, it has been still poorly understood about the controlling mechanisms of sources and transport of dissolved inorganic phosphorus (DIP), which is directly available for organisms. In order to explain the controlling mechanisms of DIP discharge, we conducted field investigations on the DIP dynamics through the elemental hydrological processes in the hill slopes of a headwater catchment, and illustrated the spatial distribution of DIP concentrations of the stream network in meso-scale catchment.

The study site was Fukuroyamasawa experimental watershed located in The University of Tokyo Chiba Forest and Inokawa watershed including Fukuroyamasawa. The size of Fukuroyamasawa is 1 ha, and that of the Inokawa watershed is 503 ha. Through fall water, stem flow water, litter layer infiltration water, soil water, groundwater and stream water were sampled once every two weeks from August 2013 to November 2013. Rainwater was collected at the meteorological station located near by Fukuroyamasawa. In Inokawa watershed, flow observation and stream water sampling at the point with various watershed area on low-flow period in September 2013 and December 2013. The samples were filtered by 0.45 micrometer membrane filters immediately after the sampling. Then DIP was analyzed using molybdenum blue (ascorbic acid) absorptiometry.

The average DIP concentration of rainwater was 0.2 micromol / L during the observation period. That of through fall, stem flow and litter layer infiltration water were 0.9, 1.7 and 10.9 micromol / L respectively. DIP concentration felt remarkably with soil layer passage, and the average DIP concentration of soil water, groundwater and stream water was 0.6 micromol /L. DIP concentration in Inokawa stream water ranged from minimum limit of determination, 0.1 micromol /L, or less to 9.2 micromol / L. When we investigated the relation between DIP concentration and a contributory area, DIP concentration differed in about 2 km² or less, and it increased at the larger than 2 km² as the contributory area became large. There was a strong positive correlation between DIP concentration and EC.

In Fukuroyamasawa, it was shown that DIP added during canopy passage was almost absorbed in the soil layer at particles, and was removed from the water, and hardly contributing to the outflow to a mountain stream. EC is an index for underwater dissolved matter concentration, and it turns out that the amount of the dissolved matter concentration of mineral origin is shown at Inokawa watershed. Therefore, the relationship of DIP concentration and EC has suggested that mountain stream underwater DIP mainly originates in bedrock weathering, and that the spatial distribution of DIP concentration is determined with the contribution of a groundwater course which passes bedrock.

Keywords: Dissolved Inorganic Phosphorus (DIP), forested mountainous stream, spatial distribution, catchment area

秋田県玉川における主化学成分濃度とストロンチウムおよび硫黄同位体比を用いた 河川水混合過程の推定 Mixing of river water as deduced from major component concentration, Sr and S isotopic ratios in Tama River, Akita.

若狭 幸^{1*}; 石山 大三²; 松葉谷 治³; 佐藤 比奈子²; 申 基澈⁴; 中野 孝教⁴
WAKASA, Sachi^{1*}; ISHIYAMA, Daizo²; MATSUBAYA, Osamu³; SATO, Hinako²; SHIN, Kicheol⁴; NAKANO, Takanori⁴

¹ 秋田大学 大学院 工学資源学研究科 環境資源学研究センター, ² 秋田大学国際資源学部, ³ 秋田大学名誉教授, ⁴ 大学共同
利用機関法人 人間文化研究機構 総合地球環境学研究所

¹Center for Geo-Environmental Science, Akita University, ²Faculty of International Resource Sciences, Akita University, ³Emeritus
professor, Akita University, ⁴Research Institute for Humanity and Nature

秋田県玉川は、その上流（渋黒川）に玉川温泉大噴から強酸性（pH=1.2）、高温（T=98℃）の温泉水が混入するため、下流域まで河川水が酸性である。その酸性度を弱めるために、温泉水を河川流出前に中和する施設が設置されている。本研究では、河川水の主化学成分濃度やストロンチウムおよび硫黄同位体比をトレーサーとして、支流の合流による河川水の混合率を推定し、この酸性温泉水の下流への影響範囲を明らかにすることを目的とした。玉川温泉大噴の温泉水は、中和処理施設に導入され、石灰岩で中和されたのち、渋黒川に放出される。大噴の温泉水は、塩化物イオン、硫酸イオン濃度が高く、硫黄同位体比が高い（ $\delta^{34}\text{S}=31.8\text{‰}$ ）。さらに、中和処理により、カルシウムイオン濃度とストロンチウムイオン濃度が高くなり、ストロンチウム同位体比も高い（ $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}=0.7068$ ）。渋黒川に放出された温泉水は、渋黒川が玉川本流に合流するまでに混合率20%まで河川水により希釈される。さらに、玉川本流との合流により8%まで希釈される。その後、雄物川との合流までのあいだに主化学成分濃度は、ほぼ流入する支流とほぼ同じ値になる。また、pHは約3から約7まで変化する。ストロンチウム同位体比については、大噴が0.7040、中和施設が0.7068、合流する各支流の値は、それぞれの流域の地質を反映して0.7049-0.7062の範囲で異なる。したがって、主化学成分でみられたような二成分のはっきりした混合関係はみられないが、ほぼ同様な混合関係を示す。硫黄の同位体比は大噴の SO_4^{2-} が31.8‰で、雄物川合流点近くの河川水の SO_4^{2-} の値が6.5ないし8.8‰で、主化学成分で見られた二成分の混合関係とほぼ同じ混合関係がみられる。これらの結果から、玉川における合流する各支流の混合関係について発表する。

キーワード: 河川水の混合, 秋田県, 主化学成分濃度, ストロンチウム同位体比, 硫黄同位体比

Keywords: Mixing of river water, Akita, Concentration of major chemical components, Strontium isotopic ratio, Sulfur isotopic ratio

農業用水路内における放射性セシウムの分布特性について Feature of distribution of radioactive cesium in irrigation canal

久保田 富次郎^{1*}; 樽屋 啓之¹; 田中 良和¹; 浜田 康治¹
KUBOTA, Tomijiro^{1*}; TARUYA, Hiroyuki¹; TANAKA, Yoshikazu¹; HAMADA, Koji¹

¹ (独) 農研機構 農村工学研究所

¹National Institute for Rural Engineering, NARO

2011 年 3 月に発生した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より、放射性物質が福島県を中心とする地域に沈着した。地域に広く沈着した放射性セシウムが、環境中でどのように再移動し集積するかを明らかにすることは、住民の安全安心の確保や農業・農地の再汚染防止の観点から重要な課題である。本研究では、農業用水路の取水口から用水路の下流までの底質に含まれる放射性セシウムを事例として調べることで、農業用水路内への放射性セシウムの堆積特性を明らかにすることを目的とする。

事例調査地区として、福島県中通り地方に立地し、阿武隈川より取水する幹線用水路および支線用水路を含む水路システムを選定し、H24 年 11 月に堆砂量と底質中の放射性セシウム濃度および空間線量率の分布調査を実施した。その結果、以下が得られた。

はじめに、水路勾配が比較的大きい幹線用水路上流では掘込み部を中心として、砂質堆積物がみられ、それらの放射性セシウムは $1\sim 5\text{kBq kg}^{-1}$ と比較的低かった。それに対して水路勾配が緩やかで流速が低下する支線用水路では泥状物の堆積が卓越し、それらに含まれる放射性セシウムは、 $3\sim 28\text{kBq kg}^{-1}$ と全般に高かった。

また、単位面積当たりの放射性セシウムの堆積量は、上流水路の掘込み部で $44\sim 86\text{kBqm}^{-2}$ および $8\sim 17\text{kBqm}^{-2}$ 、下流水路で $25\sim 315\text{kBqm}^{-2}$ 、 55kBqm^{-2} となった。ここで、水路内の単位面積当たりのセシウム 137 の堆積量を、同じ場所へのセシウム 137 の沈着量 ($120\sim 210\text{kBqm}^{-2}$) と比較した。その結果、下流水路の一部を除くと多くの地点で、水路内への放射性セシウムの堆積は周辺への沈着量より小さかった。

一方、水路内の空間線量率は、全般的に湛水の影響を受けて低かったが、堆積面が露出した水路では、空間線量率が高い傾向にあり堆積物の影響が認められた。

キーワード: 放射性セシウム, 農業用水路, 堆積物, 空間線量率

Keywords: radioactive cesium, irrigation canal, sediment, air dose rate

瀬戸内海島嶼部における地下水利用—尾道市瀬戸田町生口島の事例— Current status of the groundwater use in an island of the Seto Inland Sea: a case study of Ikuchijima-island

谷口 智雅^{1*}; 小野寺 真一²; 高橋 英博³; 齋藤 光代⁴; 清水 裕太⁵

TANIGUCHI, Tomomasa^{1*}; ONODERA, Shin-ichi²; TAKAHASHI, Hidehiro³; SAITO, Mitsuyo⁴; SHIMIZU, Yuta⁵

¹ 三重大学人文学部, ² 広島大学大学院総合科学研究科, ³ (独) 農業・食品産業技術総合研究機構 近畿中国四国農業研究センター, ⁴ 岡山大学大学院環境生命科学研究科, ⁵ (独) 農研機構 近畿中国四国農業研究センター, 学振 PD

¹ Faculty of Humanities, Law and Economics, Mie University, ² Graduate School of Integrated and Arts Sciences, Hiroshima University, ³ NARO Western Region Agricultural Research Center, ⁴ Graduate School of Environmental and Life Science, Okayama University, ⁵ NARO Western Region Agricultural Research Center, JSPS PD

本研究は、降水量が少なく、水資源も限られており、渇水リスクの高い瀬戸内海島嶼部における尾道市瀬戸田町生口島を対象として、アンケート調査による地下水利用の実態把握を行った。アンケート調査は、柑橘栽培農業が盛んに行われており、農業用水用水源に地域的差がある尾道市瀬戸田町宮原地区と林地区を対象に選択式アンケート票を用いた対面方式により2013年7月13～15日の期間に行った。宮原地区は人口446人(203世帯)、林地区は人口1,201人(519世帯)で、その内、宮原地区で90世帯、林地区で146世帯からアンケート結果が得られた。

本対象地域の上水道はかつて島内の水を水源としていたが、安定した水源確保のため島外からの受水が開始され、現在では島外からの受水量を充実させている。かつては、地下水を水源として頼っていたため、家庭用井戸の所有率も宮原地区で74.4%、林地区で61.6%と高くなっている。しかし、井戸は所有しているが、利用していない世帯もある。用途としては、宮原地区・林地区ともに庭の散水や洗車としての雑用水としての利用が多く、家事や洗濯、風呂などにも利用している世帯も見られる。また、飲用水として利用している世帯も宮原地区で6世帯、林地区で10世帯あった。さらに、渇水期における農地の井戸の地下水量について、十分でないと感じている人は宮原地区で約21%、林地区で18%と、地下水の賦存量は少なくないと感じており、島内の重要な水資源として認識されている。また、アンケートによる用途結果から生活用水としての1日あたりの地下水利用量の推計を行った結果、宮原地区で1世帯平均361.1リットル、林地区で1世帯平均270.7リットルが利用されていると算出された。

本調査は科研費基盤研究(A)(No.25241028、研究代表者:小野寺真一)の支援によって行われた。