

AHW026-01

会場:201A

時間:5月27日 14:15-14:30

沿岸地下水中のリン濃度の分布特性 - 水文地質的背景 -

Distribution properties of phosphorus concentration in coastal groundwater: hydrogeological background

小野寺 真一^{1*}, 齋藤 光代², 地下 まゆみ³, 清水 裕太¹, 金 広哲¹, 吉川 省子⁴

Shin-ichi Onodera^{1*}, Mitsuyo Saito², Mayumi Jige³, Yuta Shimizu¹, Guangzhe Jin¹, Seiko Yoshikawa⁴

¹ 広島大学大学院総合科学研究科, ² 愛媛大学, ³ 千葉科学大学, ⁴ 農研センター

¹Hiroshima University, ²Ehime University, ³Chiba Science University, ⁴Research Institute of Agriculture

Nutrient condition in water environment controls the ecosystem. Groundwater discharge to the oceans is significant as nutrient supply (Slomp et al, 2004 etc). Especially, phosphorus and silica concentration generally are relatively high in coastal area. However, it has not been enough to confirm the source of phosphorus in coastal groundwater in previous studies. This study aims to confirm hydrogeological properties in coastal groundwaters, and estimate the possible phosphorus sources of groundwater.

The study areas are Osaka, Marugame, Okayama, and Fukuyama alluvial plains and small island groundwaters in Hiroshima prefecture. We arranged hydrogeological and groundwater quality data sets in previous studies of Hiroshima University. The phosphorus concentrations were high in anoxic condition. In addition, shallow aquifers around alluvial clay had high concentrations. The phosphorus contents in alluvial sediments of Okayama plain were relatively high around alluvial clay. These results suggest the contribution of phosphorus from alluvial sediment to groundwater.

キーワード: リン, 沿岸地下水, 水文地質, 堆積物

Keywords: phosphorus, coastal groundwater, hydrogeology, sediment

AHW026-02

会場:201A

時間:5月27日 14:30-14:45

バングラデッシュ、ソナルガオの高ヒ素汚染地下水の滞留時間の推定 Residence Time estimation for the Highly Arsenic Contaminated Groundwater in Sonargaon, Bangladesh

中屋 眞司^{1*}, 益田 晴恵², 森川 徳敏³, 度会将仁¹, 青木秀斗¹, 三田村 宗樹², 前田 俊介², 岡林 克樹², アシュラフ・セディーク⁴

Shinji Nakaya^{1*}, Harue Masuda², Noritoshi Morikawa³, Masahito Watarai¹, Hideto Aoki¹, Muneki Mitamura², Shunsuke Maeda², Katsuki Okabayashi², Ashraf A. Seddique⁴

¹ 信州大学, ² 大阪市立大学, ³ 産業技術総合研究所 地質調査総合センター, ⁴ ジェソール科学技術大学

¹Shinshu University, ²Osaka City University, ³Geological Survey of Japan, AIST, ⁴Jessore Science & Technology University

Large-scale natural arsenic contamination of groundwater has been a serious problem in a number of areas around the world, especially in Asian countries, in many cases having a major impact on potable water.

Throughout a series of our studies in Sonargaon, Nayakaganj, Bangladesh (Mitamura et al., 2008; Itai et al., 2008; Seddique et al., 2008), vertical infiltration of surface water into the shallow aquifer would promote the As contaminated groundwater. In those studies, Mitamura et al. (2008) reported that the highly As contaminated wells are occasionally installed into the finer and micaceous sediment, and that the geological structure of the aquifers is an important control on the formation of As-contaminated groundwater in Bangladesh. Seddique et al. (2008) pointed out that the detrital biotite is a primary source of As, and chemical weathering of this mineral is an essential mechanism forming chemical composition of groundwater including As concentration. Heterogeneous distribution of major chemical component and oxygen and hydrogen isotopic ratios of the groundwaters indicated vertical infiltration of surface groundwater into the shallow sediments (Itai et al., 2008). The three-dimensional groundwater flow model numerically predicted that water recharged from the ground surface beneath the flood plain moves approximately 10 m to 20 m vertically downward, with a gradually increasing horizontal flow, toward the underlying Pleistocene middle mud layer (aquitard) (Nakaya et al., 2010). Groundwater pumped up from tube wells in the Holocene aquifer for daily use is recharged in several areas in the flood plain. The model also predicted that hotspots with the highest As concentrations (> 700 ppb) are formed on the vertical groundwater flow paths during surface water recharge and not on the horizontal flow paths. Therefore, the model supported the view that chemical weathering of detrital minerals in Holocene sediment (shallow aquifer) is an essential mechanism forming chemical composition of groundwater including As concentration.

In this study, to estimate the residence time of As highly contaminated groundwater in Holocene aquifer, we measured the concentrations of CFCs, ³He/⁴He and As in groundwater samples, including DO, sampled carefully at 20-25 m depth private tube wells in a recharge zone, As hot-spot in September and December, 2010. The apparent residence time is estimated to be from about 30 to 10 years from ³He/⁴He and from about 43 to 27 years from CFC-113. The As in groundwater ranges from 100 to 1250 ppb. The apparent residence time for high As groundwater (>500 ppb) ranges from about 40 to 27 years from CFC-113 in September samples, while it ranges from about 43 to 27 years from CFC-113 and from 28 to 10 years from ³He/⁴He in December samples. For December samples, higher As indicates shorter residence time. Moreover, As increases in concentration with depth from 100 ppb at 5 m depth to 700 ppb at 10 m depth for groundwater samples from survey wells. Since shorter residence time means shorter path length of groundwater flow from three-dimensional groundwater flow model (Nakaya et al., 2010), at our study site, the results lead to the As mobilization model that As is strongly released during vertical infiltration from surface to about 20 m depth for 10-20 years in As rich Holocene aquifer and As is transported by horizontal flow path without As release.

キーワード: 地下水, ヒ素汚染, バングラデッシュ, 滞留時間

Keywords: groundwater, arsenic pollution, Bangladesh, residence time

AHW026-03

会場:201A

時間:5月27日 14:45-15:00

沖縄本島南部地域の琉球石灰岩帯水層における硝酸態窒素の分布特性に関する考察 Study on characteristics of NO₃-N concentrations in groundwater of Ryukyu limestone region in southern part of Okinawa

中野 拓治^{1*}, 安元 純¹

Takuji Nakano^{1*}, Jun Yasumoto¹

¹ 琉球大学農学部地域農業工学科

¹ University of the Ryukyus

The study area is located in the southern part of Okinawa Main Island, Japan, where Ryukyu limestone is extensively distributed. We studied the behaviour and characteristics of NO₃-N in groundwater in this region by using observation data at 13 springs through long term monitoring

It was found that the NO₃-N concentrations at in springs ranged from 6.2 mg/L to 16.6mg/L during 17years in this area. The No₃-N concentrations had decreased from the mid-1990s to early 2000s. And The No₃-N concentrations not have been decreased or increased since early 2000s. Distribution of NO₃-N concentrations show various form according to location and differences of various form are approximately classified into two types (stable type and unstable type). It was considered that NO₃-N concentrations were influenced by the rainfall, geological structure and land use of upland fields. The equation between T-N concentrations and NO₃-N concentrations could be obtained from observed data. The predicted values of NO₃-N concentrations were approximately in agreement with the observed values.

キーワード: 硝酸態窒素, 地下水, 湧水, 琉球石灰岩

Keywords: NO₃-N, groundwater, spring water, Ryukyu limestone

AHW026-04

会場:201A

時間:5月27日 15:00-15:15

茶畑での多量施肥による地下水中の硝酸態窒素汚染の定量的解析

Quantitative analysis for nitrogen contamination of tea plantation area caused by excess fertilizer

井伊 博行^{1*}, 西尾洋平², 福岡芳枝²

HIROYUKI II^{1*}, YOHEI NISHIO², YOSHIE FUKUOKA²

¹ 和歌山大学 教授, ² 和歌山大学 大学院生

¹Professor, Wakayama University, ²Graduate School, Wakayama University

本研究では、湧水、河川水中の硝酸態窒素濃度を土地利用、施肥量、植物の吸収量などを加味して、降水量などの水収支条件が異なる他の地域でも適用可能な推定式を提案する。

推定法を確立するために、静岡市清水の茶畑を含む丘陵地斜面の湧水、河川水の水質、流域の土地利用、施肥量、降水量、流量を調査した。その結果を基に、湧水、河川水の水質を推定する方法を提案した。

推定式1: 単位面積あたりの施肥量が20kg/10aを越えると、流域の湧水の窒素濃度が増加する。このことから、20kg/10a以下では植物の吸収の許容範囲で、これを越えると、湧水中に窒素が増加すると考えられる。そこで、地下水中の硝酸態窒素濃度を推定するために、流域ごとの茶畑面積、果樹園面積、森林面積などの土地利用面積の割合、土地利用ごとの窒素投入量、土地利用ごとの作物の窒素吸収量、各流域の硝酸態窒素濃度を用いて、土地利用ごとの地下水中の硝酸態窒素濃度を推定した。年間の茶畑、みかん畑の窒素投入量は54, 24kg/10aである。年間の茶、みかんの窒素吸収量は21.6, 16kg/10aである。推定された茶畑、みかん畑、森林の地下水中の硝酸態窒素濃度は19, 2.8, 0mg/lである。推定した土地利用ごとの地下水中の硝酸態窒素濃度を用いることによって、流域の硝酸態窒素濃度を推定することができた。

推定式2: 推定式1に降水量を加味した推定法

推定式1は、降水量を考慮しておらず、調査地域の流域では、ほぼ同じ降水量条件であると仮定すれば、推定式が適用されるが、降水量の異なる他の地域では適用できない。そこで、施肥された肥料が降水によって希釈されるモデルを想定した。茶畑へ施肥される窒素の多くは硫酸で、地上に直接蒔かれており、茶畑に施肥された窒素は地上で降水によって溶解し希釈されたのち、表面流出、地下浸透するものと考えられる。その後、地下浸透した窒素が植物に吸収される。そこで、湧水の窒素濃度は次式のように表される。

湧水の窒素濃度 = (窒素施肥量 × 地下浸透する水の割合 - 吸収量) / [(降水量 - 蒸発散) × 地下浸透する水の割合]

推定式2によって、調査地域の各流域の濃度が推定された結果は、実際の測定値と良い一致が得られた。研究対象地では、施肥された窒素の約13%が作物に影響を与えることなく表面を流出し、約87%が一度地下に浸透し、その一部が植物に吸収されていることがわかった。また、一度地下に浸透した水の11% (180mm/year) が、河川に流出することなく地下深部に浸透していることも判った。

キーワード: 茶畑, 施肥, 硝酸態窒素汚染

Keywords: tea planation, fertilizer, nitrogen contamination

AHW026-05

会場:201A

時間:5月27日 15:15-15:30

異なる地下水流動スケールにおける硝酸汚染および濃度減衰特性 - 山地農業流域・ジャカルタ沿岸域・黄河デルタの例 -

Characteristics of contamination and attenuation of nitrate in groundwater with different scale of flow system

齋藤 光代^{1*}, 小野寺 真一²

Mitsuyo Saito^{1*}, Shin-ichi Onodera²

¹ 愛媛大学沿岸環境科学研究センター, ² 広島大学大学院総合科学研究科

¹CMES, Ehime Univ., ²Grad. Arts and Sciences, Hiroshima Univ.

本研究では、地下水流動スケールの異なる3つの地域（広島県山地農業流域、ジャカルタ沿岸域および黄河デルタ）を対象に、地下水の硝酸汚染および濃度減衰特性について議論することを目的とし、各対象地域の地形・地質情報および地下水流動にともなう硝酸性窒素（NO₃-N）および窒素安定同位体比（δ¹⁵N）の変化を基に考察を行った。

その結果、全ての地域において地下水涵養域ではNO₃-N濃度が高く、δ¹⁵Nは比較的低い値を示したが、地下水流動にともないNO₃-N濃度は減衰し、δ¹⁵Nは高くなる傾向が確認された。これらの結果から、いずれの地域においても希釈および脱窒によるNO₃-N濃度の減衰が生じていることが示唆された。また、特に黄河デルタにおいては、同位体濃縮率が他の地域と比較してより高い傾向を示した。地質条件、地下水流速および同位体濃縮の結果から、地下水中でのNO₃-N減衰ポテンシャルは黄河デルタ、ジャカルタ沿岸域、山地農業流域の順に高いと推定された。

キーワード: 地下水, 硝酸, 汚染, 減衰, 異なる地下水流動スケール

Keywords: groundwater, nitrate, contamination, attenuation, different scale of flow system

AHW026-06

会場:201A

時間:5月27日 15:30-15:45

硝酸性窒素汚染地下水における透水性浄化壁と自然浄化との融合は可能性か？ Simultaneous use of natural attenuation and permeable reactive barrier in nitrate contaminated groundwater

李 盛源^{1*}, 南 芳貴¹, 服部 雄太¹, 田瀬 則雄¹
Seongwon Lee^{1*}, Yoshitaka Minami¹, Hattori Yuuta¹, Norio Tase¹

¹ 筑波大学大学院 生命環境科学研究科

¹ University of Tsukuba

硝酸性窒素による地下水汚染問題については、発生源対策を推進するとともに、汚染されてしまった地下水の浄化対策を並行させる必要があると考えられる。このような背景から、近年、硝酸性窒素汚染地下水の浄化対策として、微生物分解を用いた透水性浄化壁の構築が有効であると考えられる(副島ら, 2002; 李・田瀬, 2007)。

透水性浄化壁工法とは汚染された帯水層に対して垂直に人工的な浄化壁を設置し、汚染された地下水を浄化壁内に通過させることで、硝酸性窒素を浄化する方法である。しかし、その実用化のためには、工事費用などの経済性を見直しが必要であると考えられる。そのため、やはり、自然浄化機能(脱窒など)をうまく活用し、コストを削減することが必要であると考えられる。

そこで、本発表では、実際に硝酸性窒素による地下水汚染が報告されている筑波台地平地林を対象に、自然浄化機能と人工的浄化手法の融合の可能性について考察を行った。

キーワード: 地下水, NO₃⁻, 透水性浄化壁, 自然浄化, 脱窒, 家畜排せつ物

Keywords: groundwater, NO₃⁻, permeable reactive barrier, natural attenuation, denitrification, animal waste

AHW026-07

会場:201A

時間:5月27日 15:45-16:00

地下水中の含有元素の地域差および循環システムから探る人為影響評価 Evaluation of artificial effect to the regional groundwater flow system in the southern Fossa Magna area

興水 達司^{1*}, 小林 浩², 内山 高¹

Satoshi Koshimizu^{1*}, Kobayashi Hiroshi², Takashi Uchiyama¹

¹ 山梨県環境科学研究所, ² 山梨県衛生環境研究所

¹YIES, ²YIPH

地下水中に含まれる元素の起源や循環を調べる上で、その起源が人為であるのか自然由来であるかの判断をする際に、有機系元素の場合には比較的容易にその判断ができるものの、無機元素の場合には必ずしも容易ではない。しかも、地下水中に含まれる無機元素が、地域によって濃度に大きな違いが認められる場合に、高濃度の原因を単純に人為的な要因には求められない事例について我々は具体的に報告してきている。例えば、地下水中の無機元素の濃度の違いが、地域によって極端に違う例として、バナジウム、リン、ウランなどについて、南部フォッサマグナ地域を中心に我々は報告してきた。我々の報告の場合も含め、近年における機器の分析精度が向上することに伴い、地下水中に微量に含まれる元素濃度の測定も容易になり、地下水中の微量元素濃度の地域差は詳しく把握できるようになり、これら元素の起源の検討が進展してきている。一方、このような地下水中の微量元素にくらべ、主成分元素のように含有濃度が著しく高い無機元素の場合には、仮に人為影響によって濃度が増していても、その識別が容易ではないのが一般的である。こうした場合においても、地下水中に含まれる無機元素の主たる由来である地質・岩石の化学的特徴と地下水循環システムを考慮することで、地下水中に含まれる無機元素が、その一部に人為由来が含まれているか否かの識別方法を見出したので報告する。

キーワード: 地下水, 主成分, 微量成分, フォッサマグナ

Keywords: groundwater, major elements, minor elements, Fossa Magna

AHW026-08

会場:201A

時間:5月27日 16:00-16:15

沖縄本島南部地域の琉球石灰岩帯水層における地下ダム建設事例を用いた地下水管理に関する考察

Study on management of groundwater reservoir with example from Ryukyu limestone aquifer in southern part of Okinawa

安元 純^{1*}, 中野 拓治¹, 高橋昌弘²

Jun Yasumoto^{1*}, Takuji Nakano¹, Masahiro Takahashi²

¹ 琉球大学農学部地域農業工学科, ² 日本工営

¹University of the Ryukyus, ²NIPPON KOEI CO

The Komesu and Giiza underground dams are first full scale underground dam facilities constructed for irrigation in Japan. A groundwater flow analysis was conducted with three dimensional numerical model (MODFLOW2000) apply for these dam reservoir areas. Through the comparison with calculation and observed data, the cut off wall of dams effectively storage the groundwater in the reservoir areas. This also found the Komesu underground dam can reduce the movement of salt-water into the reservoir areas, salt-water masses remained behind the dam at the time of it is completion.

The observed groundwater level at the reservoir areas were almost reproduced by this model, but there were a few differences between the calculation and observation, response analysis could be carried out to improved the model by inputting various data of geological-structure of Ryukyu limestone and introducing non-darcy flow.

The results of examination make it possible to improve the management of groundwater reservoir in the limestone aquifer area behind the underground dam.

キーワード: 地下ダム, 琉球石灰岩, 数値シミュレーション, 地下水管理

Keywords: underground dam, Ryukyu limestone, numerical simulation, menegement of groundwater

AHW026-09

会場:201A

時間:5月27日 16:30-16:45

農業用堰停滞水域内における水 堆積物間の栄養塩交換

Nutrient exchange between surface water and subsurface water in ponded shallow reservoir of a suburban river catchment

清水 裕太^{1*}, 小野寺 真一¹, 齋藤 光代²

Yuta Shimizu^{1*}, Shin-ichi Onodera¹, Mitsuyo Saito²

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

¹Grad. Sch. of Integr. Arts and Sciences, ²Center for Marine Environmental Studies

This research aims to clarify the nutrient exchange processes within the reservoir in a suburban river with considering of interaction between subsurface water and river water. The vertical distribution of nutrient concentration in the water column and sediment pore water indicates there was large concentration gradient of dissolved nitrogen and phosphorus across the water-sediment interface. NO₃-N was dominated in the water column although NH₄⁺-N and PO₄²⁻-P were dominated in the sediment pore water. The hydraulic gradient between the surface water and pore water in the sediment indicates that this reservoir has advection from the water column to the sediment throughout of a year. As a result, it was confirmed the surface water infiltration in this reservoir. Based on the estimation of nutrient flux by diffusion and advection, diffusive fluxes of NH₄⁺-N and PO₄²⁻-P was larger than advective fluxes. Totally, it was confirmed that this reservoir worked as a source of on the material transport in the river system. However, diffusive fluxes of NO₃-N and NO₂-N indicated downward (water column to sediment) as same as advective fluxes, because NO₃-N and NO₂-N would be attenuated by denitrification near the surface sediment. This result suggests the reservoir works as attenuation zone for nitrogen.

キーワード: 停滞水域, 栄養塩, 堆積物, 拡散, 移流, 高屋川

Keywords: Lentic water, Nutrient, Sediment, Diffusion, Advection, Takaya River

AHW026-10

会場:201A

時間:5月27日 16:45-17:00

山地源流域の降雨流出過程における土壌層および基盤岩中の地中水流動プロセス Subsurface flow processes of the soil and bedrock in a small headwater catchment

川口 晋平^{1*}, 辻村 真貴¹, 恩田 裕一¹, 加藤 弘亮¹, 山中 勤²

Shimpei Kawaguchi^{1*}, Maki Tsujimura¹, Yuichi Onda¹, Hiroaki Kato¹, Tsutomu Yamanaka²

¹ 筑波大学大学院生命環境科学研究科, ² 筑波大学陸域環境研究センター

¹Grad. Sch. Life Env. Sci., Univ. Tsukuba, ²TERC, University of Tsukuba

山地源流域の降雨流出過程における土壌層から基盤岩にいたる地中水の流動プロセスを明らかにすることを目的として、砂岩からなる、栃木県佐野市東京農工大学フィールドミュージアム唐沢山内ヒノキ林のKS2-5流域において、水文観測および水文トレーサー解析を行った。

観測期間(2010年6月19日 - 2010年12月29日)における総降水量(862 mm)に対する湧水の流出率は32.2%であった。ヒノキ林における遮断蒸発による損失を考慮にいれても6割未満に過ぎず、その収支から、より深部の岩盤中への地下水浸透が示唆された。

基盤岩中まで掘削された観測井の降水イベントに対する水位変化は、湧水点における流出ピークの波形と類似していた。両者の対応関係を調べるため降水ピークから流出ピークおよび地下水位ピークまでの遅れ時間の関係を検討したところ、比較的良好な1:1の線形関係がみられた。このことは、岩盤中における地下水が水理的に湧水と連続していることを示唆している。

流出水の成分分離を行うため、 SiO_2 濃度および HCO_3^- 濃度をトレーサーとして用い、降水成分、土壌水成分、基盤岩地下水成分を端成分として端成分混合解析を行った。その結果、降水ピークの直後には流出水に占める土壌水成分の割合が増加し、降水ピークの数10時間後に生じる2次的な流出ピーク時には基盤岩地下水の割合が60~70%と、極めて大きく寄与していることが推定された。

また、フロン類を用いて滞留時間の推定を行った結果、KS2-5流域における流出水の滞留時間はおよそ20年であることが推定された。

キーワード: 山地源流域, 砂岩地域, 降雨流出過程, 基盤岩地下水, 端成分混合解析, フロン類

Keywords: headwater catchment, sandstone, rainfall-runoff process, bedrock groundwater, end-member mixing analysis, CFCs

AHW026-11

会場:201A

時間:5月27日 17:00-17:15

源流域の水文化学的特性はイオンの動態だけで語れるのか？

Do ion dynamics represent the hydrochemical characteristics in headwater catchments?

寺嶋 智巳^{1*}, 森泉美穂子², 中村智博³

Tomomi Terajima^{1*}, Mihoko Moriizumi², Tomohiro Nakamura³

¹ 京都大学防災研究所, ² 中央農業総合研究センター, ³ 数理計画

¹DPRI, Kyoto University, ²Nat. Agr. Res. Ctr., ³Suri Keikaku Co.Ltd.

To understand the effect of complexation in transporting major metals, the concentrations of Na, Mg, Ca, Si, and fulvic acid like materials (FAM) were measured in two headwater streams of coniferous and deciduous catchments. The differences of concentration between total elements (T-Na, -Mg, -Ca) and ionic materials (Na⁺, Mg²⁺, and Ca²⁺) were equated with the concentration of non-ionic materials (NIM). The rates of NIM to the total elements in the coniferous and deciduous catchments respectively ranged 0% to 40% and 0% to 70% in stream baseflows and 5% to 60% and 20% to 60% in stormflows. In the stream baseflows, the relationships between NIM and total Si (T-Si) showed the high correlation ($r>0.9$) in both catchments. In contrast, in the stormflows, the relationships between T-Si and FAM showed good correlations ($r>0.8$) in both catchments, implying the organic-inorganic complexation was promoted. However, in the coniferous catchment, the good correlations ($r>0.8$) between NIM and T-Si or FAM were provided mainly at the rising limbs of the hydrograph, contrastive to the good correlations ($r>0.8$) both at the rising and falling limbs of the hydrograph in the deciduous catchment. These things exhibited that #1) in the low flow conditions, the complexation of the major metals with clay minerals could be the main process in transporting NIM in both catchments, #2) throughout the storm events, the complexation of clay minerals and humic substances (organic-inorganic complex) could be promoted in both catchments, #3) only at the rising limb of the storm hydrograph in the coniferous catchment, the complexation of the NIM with the organic-inorganic complex may have been the main process in transporting NIM, however, at the falling limb of the hydrograph, the NIM transport may have resulted from the effect of other materials such as organic acids, likely due to the more active production of organic acids in the soils of the coniferous than in the deciduous catchments, and #4) in the deciduous catchment, the NIM transport in the stormflows could be mainly controlled by the organic-inorganic complex throughout the storm events, on account of the small effect of the organic acids that may have resulted from low production in the soils. These findings emphasize that not only the ion dynamics but also the active complexation of Na, Mg, and Ca in freshwater environments, as well as the effect of differing vegetation on their complexation, should be carefully examined in the headwater hydrology.

キーワード: フルボ酸, 有機酸, 主要金属, 淡水環境, 有機・無機相互作用

Keywords: fulvic acid, organic acid, major metal, fresh water environment, organic-inorganic interaction

AHW026-12

会場:201A

時間:5月27日 17:15-17:30

茨城県内の2つの森林流域における水移動にともなう窒素流出 Nitrogen leaching from two forested watershed in Ibaraki, Japan

小林 政広^{1*}, 吉永秀一郎², 伊藤優子¹, 坪山良夫¹, 玉井幸治¹, 壁谷直記², 清水貴範¹

Masahiro Kobayashi^{1*}, Shuichiro Yoshinaga², Yuko Itho¹, Yoshio Tsuboyama¹, Koji Tamai¹, Naoki Kabeya², Takanori Shimizu¹

¹ 独立行政法人森林総合研究所, ² 独立行政法人森林総合研究所九州支所

¹ Forestry and For. Prod. Res. Inst., ² Kyushu Res. Center, FFPRI

1. はじめに

大気から多量の窒素化合物が流入する大都市周辺の森林において、窒素が生態系の必要量を越える「窒素飽和」が発現し、渓流水中の硝酸態窒素濃度が高くなることが報告されている。関東地方における渓流水質の多点調査では、渓流水中の硝酸濃度が高い地点が、平野部を取り囲む森林に多い傾向が明らかにされている(伊藤ら、2004)。森林に流入した窒素は土壌を通過する際に様々な生物化学的作用を受ける。そのため、土壌中における窒素の濃度変化および移動量を含めて、窒素の流入と流出の関係を明らかにする必要がある。本研究では、窒素流入量の異なる茨城県内の2つの森林流域において、雨水が土壌を通過して渓流水として流出する際の無機態窒素の濃度変化および移動量を明らかにした。

2. 試験地と研究方法

窒素流入量が相対的に少ない茨城県城里町の桂試験地および流入量が相対的に多い茨城県石岡市の筑波共同試験地の小流域において、林外雨、林内雨、堆積有機物層通過水(A₀層通過水)、土壌層通過水、地下水、渓流水を採取・分析し、無機態窒素の濃度および移動量を定量した。両試験地とも、土壌は火山灰を母材とする褐色森林土である。また、両試験地とも針葉樹人工林として利用されており、斜面下部にはスギが植栽されている。斜面上部は、桂試験地では主に落葉広葉樹の2次林、筑波共同試験地ではヒノキ林および落葉広葉樹の2次林である。林外雨および林内雨は、ポリエチレン製のロートとタンクよりなる装置で採取した。A₀層通過水は、堆積有機物直下に挿入したちりとり状の受け器とタンクよりなる装置で採取した。土壌水は、直径27cmのセラミックプレートと自動制御の吸引・貯留部から構成されるテンションライシメータを用いて採取した。渓流水は、週に1回の頻度で採水するとともに、Vノッチ式水量堰で流量を連続観測した。水試料は、メンブレンフィルター(孔径0.45 μm)でろ過し、イオンクロマトグラフ法およびICP発光分光法により主要溶存成分濃度を測定した。

3. 結果と考察

林外雨による無機態窒素流入量は、桂試験地で5.5 kg ha⁻¹ y⁻¹、筑波共同試験地で7.2 kg ha⁻¹ y⁻¹であった。林内雨による無機態窒素流入量は、桂試験地のスギ林で7.8 kg ha⁻¹ y⁻¹、筑波共同試験地のスギ林で11.4 kg ha⁻¹ y⁻¹、ヒノキ林で22.4 kg ha⁻¹ y⁻¹であり、林内雨として系に流入する窒素は筑波共同試験地で顕著に多かった。A₀層通過水の無機態窒素移動量は、桂試験地のスギ林で6.3 kg ha⁻¹ y⁻¹であったのに対して、筑波共同試験地のスギ林では3倍の22.1 kg ha⁻¹ y⁻¹であった。土壌水中の無機態窒素濃度は、筑波共同試験地で著しく高く、樹木根系より下層と考えられる深度100 cmを通過する土壌水中の無機態窒素濃度は、桂試験地ではゼロに近い値であったのに対して、筑波共同試験地では10 mg L⁻¹を超えた。同深度における年間の無機態窒素フラックスは桂試験地では0.5 kg ha⁻¹ y⁻¹に満たなかったが、筑波共同試験地では50 kg ha⁻¹ y⁻¹を上回った。地下水および渓流水中の濃度も筑波共同試験地では桂試験地より高く、筑波共同試験地の渓流水中の硝酸態窒素濃度は年間を通じて1 mg L⁻¹以上の値を維持した。渓流水としての流出量は、桂試験地で1.9 kg ha⁻¹ y⁻¹、筑波共同試験地で11.1 kg ha⁻¹ y⁻¹であった。林内雨としての流入と渓流水としての流出の収支は、桂試験地では流出が流入の約4分の1で生態系内に取り込まれる分が多かったが、筑波共同試験地では流出が流入と同程度ないし2分の1であり、生態系からの流出が多かった。筑波共同試験地の森林は、窒素が生態系の必要量を上回った「窒素飽和」の状態にあると考えられた。

伊藤優子・三浦寛・吉永秀一郎(2004) 関東・中部地方の森林流域における渓流水中のNO₃⁻濃度の分布 日本森林学会誌 86(3): 275 - 278.

AHW026-13

会場:201A

時間:5月27日 17:30-17:45

放牧草地におけるガリ侵食と土層硬度の関係

Relationship between gully erosion and soil-layer hardness on grazing pastures

中尾 誠司^{1*}, 山本 博¹

Seiji Nakao^{1*}, Hiroshi Yamamoto¹

¹ 畜産草地研究所 (農研機構), ² 畜産草地研究所 (農研機構)

¹NILGS, NARO, ²NILGS, NARO

わが国では、現在、全国で約 900 の公共牧場と呼ばれる大規模草地が存在している。これらの草地の多くは傾斜地に立地しており、大規模なガリ侵食が発生している事例もある。これらの草地における土壌侵食の特徴から判断すると、ガリ断面の規模は、概してガリ下流部に向かって大きくなる傾向にあるが、下流部のガリ深が必ずしも上流部に比べて大きくない場合があり、ガリの発達規模は土層構造などに影響される可能性があると考えられた。

本研究では、栃木県内の公共牧場において、ガリ侵食の著しい牧区を選定し、ガリの分布状況、横断面形状を計測するとともに、ガリに沿った、いくつかの地点で、SH 土壌貫入計および貫入式土壌硬度計を用いて、浅層および深層の土壌硬度分布を計測した。

その結果、ガリ溝の深さと硬度の高い土層が出現する深さは、概ね一致する傾向が見られ (Fig.1)、ガリの侵食深は土層の硬度特性に制限される可能性があることが明らかとなった。

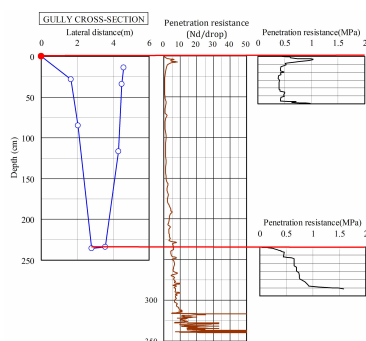


Fig.1 Relationship between gully channel profile and characteristics of penetration resistance

キーワード: 放牧草地, 土壌侵食, ガリ侵食, 土壌硬度

Keywords: Grazing pasture, Soil erosion, Gully erosion, Soil hardness

AHW026-14

会場:201A

時間:5月27日 17:45-18:00

堆積物に伴ったリンの輸送 Transport of sediment with phosphorus

地下 まゆみ^{1*}, 小野寺真一², 清水祐太²
Mayumi Jige^{1*}, Shin-ichi Onodera², Yuta Shimizu²

¹ 千葉科学大学, ² 広島大学

¹Chiba Institute of Science, ²Hiroshima University

Eutrophication is caused under the rich nutrient condition. Nutrient transport by terrestrial water to marine has been reported by so many researchers. Not only artificial water pollution but also the leaching from natural rocks and/or soils affects the eutrophication in the coastal area in various time scales, respectively. However, the source and transport of phosphorus (P) in various watersheds has not been clarified enough. Transporting sediment with high P concentrations has been identified as a major hydrological pathway for sediment associated P delivery to surface waters, and is considered a major threat to water quality. Especially, some researches have not been considered the mineralogical sources and carriers of phosphorus, and hydrological dynamics of phosphorus transport, respectively. So, it is important to determine kinds of minerals including P, and concentrations of P in each mineral. By the study about the characterization of P in the granite distributed area, it is known that P is included in mica minerals and/or iron hydroxide minerals.

This study is aimed at clarifying the relations of P contents and minerals weathering of rocks and sediments from drilling core at four points around Asahi River, Okayama Prefecture. Collected samples were examined the identification of mineral in sediment by the X-rays diffractometry and chemical composition of sediments by the X-ray fluorescence analysis. Furthermore, carbon and nitrogen contents in each collected samples were analyzed.

The constituted particle of the drilling core is comparatively big in particle size rather an upper basin than the lower basin. Quartz, feldspars, hornblende and clay minerals were recognized in all points. Mica minerals, kaolin minerals, chlorite, vermiculite and smectite were confirmed as clay minerals. XRD analyses show a decrease in mica minerals contents and a increase in vermiculite formed in altered sediment. Vermiculite has been formed as altered mineral from mica minerals such as biotite. The phosphorus concentration has negative relation to the potassium content. On the other hand, it was shown that it had equilateral relation to iron and magnesium content. The phosphorus content tends to increase in a part with much vermiculite. It is thought that phosphorus is adsorbed in vermiculite; however we must consider adsorption of phosphorus of the amorphous iron hydroxide. Sediment transport with a high phosphorus concentration has been identified as a major role to total phosphorus supply to the marine. Therefore, it is necessary to determine kinds of minerals including P, and concentrations of P in each mineral in stream sediments.

Keywords: phosphorus, mica mineral, vermiculite

AHW026-15

会場:201A

時間:5月27日 18:00-18:15

岡山県児島湖における湖底堆積物を用いた過去100年間の栄養塩流出量の復元 100 years variation in nutrient discharge reconstructed, using the sediment profile of an artificial lake in west Japan

金 広哲^{1*}, 小野寺 真一¹, 天野 敦子², 清水 裕太¹, 佐藤 高晴¹

Guangzhe Jin^{1*}, Shin-ichi Onodera¹, Atsuko Amano², Yuta Shimizu¹, Takaharu Sato¹

¹ 広島大学, ² 独立行政法人 産業技術総合研究所

¹Hiroshima University, ²AIST

Coastal sediments are an important sink for terrestrial derived nutrients. Sediment cores extracted from these environments can provide vertical phosphorus distribution which correlate with historical patterns of phosphorus sedimentation. Coastal lake sediment therefore provides information on phosphorus which can be used to reconstruct the paleoecological and pollution history of the lakes and their catchment basins. And also some climatic changes could also reflect on its recorded.

One 124-cm long core sample was taken by piston core sampler in Kojima Lake during September 2009. Sediment total phosphorus (TP) and total inorganic phosphorus (TIP) were determined by Asphila method. Local precipitation data, population data and paddy field data were also considered in the research.

The reconstruction of phosphorus discharge for last 100 years was conducted. We use the ²¹⁰Pb activity and ¹³⁷Cs activity to determine the dating data of the core sample. Sediment TP in sediment showed a slightly decreasing trend with the depth and through obvious peak in the core suggests the eutrophication in Kojima Lake for last century and the peak of nutrient load in around 1970s. As In Sasagase Basin and Kurashiki Basin, there is significant amount of farmland and residences area. And the construction of dike enhances the Nutrient retention in lake sediment. So the impact of intensive human activity and diversity of heavy nutrient discharge from the Rivers leads to abrupt changes of phosphorus in sediment both in organic and inorganic forms. The high P content of sediments in the eutrophic Kojima Lake is hypothesized to result from high P content of sediment in the inflow.

In addition, sediment TP and TIP contents in sediment indicated yearly variation. Relationship between TP content and factors were determined through liner correlation ship analysis. The variations of TP content were not clearly affected by the annual precipitation(1900-2000),population change(1920-2000)and paddy field area change(1949-2006) whereas it was related to the annual number of the event with daily rainfall over 100mm. Intensive extreme precipitation events results most of the points which sediment TP content is over 1.000mg/g. In 1976, there was 3 times of over 100mm daily precipitation leads to a high TP content recorded in sediment core at 1.161mg/g. The 2 times big precipitation year in 2005 also leads to a high TP record (1.155mg/g).The two big precipitation in year 1971 and 1972 related to a TP content of 1.023mg/g. Same trend also show on sediment TIP result which consist of most part of sediment TP content. This may because of the regional high rainfall carries more nutrients of the two basins farmland into the lake and the storm may have a direct effect of erosion. And high rainfall also brought more suspending sediment property and storm water runoff. An increase in the number of torrential rainfall events are hypothesized to increased phosphorus transported to ocean.

The climate change by global warming may expected to appear in the alternation in rainfall patterns and an increase in the occurrence of extreme climate change events, which may lead to a change in the frequency and intensity of storms. This influence has already been confirmed in Japan from daily precipitation including typhoon. Accordingly; it would be further enhanced over Japan due to the increase in atmospheric moisture availability. If precipitation changes more intensive and more sever, it may lead to a result that high soil erosion and high phosphorus river discharge. The phosphorus resources in sediment may also increase due to increase of extreme precipitation event. It would be a potential release pool of phosphorus to the environment again because the most part of TP in sediment is consists of inorganic forms. Consequently, climate change may enhance phosphorus discharge to open-sea.

Keywords: sediment, phosphorus, precipitation, extreme rainfall event

AHW026-P01

会場:コンベンションホール

時間:5月27日 09:00-10:45

日本列島における三次元水文地質モデルの構築と適用 Development of three dimensional hydrogeological model in Japanese islands and its applications

越谷 賢^{1*}, 丸井敦尚¹

Masaru Koshigai^{1*}, Astunao Marui¹

¹ 産業技術総合研究所地圏資源環境研究部門

¹GSJ, AIST

地下水は、水文循環を構成する再生可能な水資源であり、適正な利用によって持続的な活用が望める。地下水に寄せられる社会的な要求は多様化しており、地下水の保全と利用を両立した最適な地下水管理が求められている。近年の地下水管理の中核は、数値シミュレーションを活用した地下水収支の定量化である。ただし、地下水収支に基づく地下水管理においては、地下水盆や地下水賦存量の全容を把握することが重要となる。それは、地下水の挙動が容れ物となる地層の分布と水理特性の制約を受けるため、全容が明らかでなければ地下水障害が発生した場合の影響範囲を評価できないためである。また、従来の地下水開発は地下300m程度までを対象としていたが、近年では地下1,000mを超える開発が行われる現状にある。すなわち、把握すべき領域は従来と比較してより広範囲となっており、既存情報の再評価も含めた地下水に係る情報の整備が必要である。しかしながら、日本においては地下水の基礎情報がいまだ十分に整備されておらず、全国規模で地下深部に及ぶ地下水盆や地下水賦存量の全容を明らかとした研究はない。そこで、地下水管理の指標となる地下水盆の全容を全国規模で把握することを目的とし、関連データベースを活用しつつ、日本列島における三次元水文地質モデルを構築した。構築した三次元水文地質モデルは地質時代を鍵として同一の観点に基づき区分したものであり、広範囲にわたり帯水層となる地層の連続性や分布形状を明示することが可能となった。本報では、構築した三次元水文地質モデルとともに、モデルを用いた地下水賦存量、未利用水源の分布の推定結果や、温泉開発適性マップなどを適用事例として紹介する。

謝辞：本研究は、経済産業省よりの委託研究「沿岸域塩淡水境界・断層評価技術高度開発」の研究成果の一部である。また、産業技術総合研究所とサンコーコンサルタント株式会社との共同研究に基づいて実施された。ここに記して謝意を表します。

キーワード: 三次元モデル, 水文地質, データベース, 日本列島, 社会ニーズ

Keywords: Three dimensional model, Hydrogeology, Database, Japanese islands, Social demands

AHW026-P02

会場:コンベンションホール

時間:5月27日 09:00-10:45

千葉県下総台地における台地 - 低地系の水循環システムと硝酸性窒素濃度の時空間分布の対応に関する研究

Hydrologic cycle of upland-lowland system in Shimosa Upland, Chiba Prefecture and spatio-temporal distribution NO₃-N in

郡 佑輔^{1*}, 黄 琳¹, 山本 亮介¹, 福井 貴之¹, 近藤 昭彦²

Yusuke Kori^{1*}, Lin Huang¹, Ryosuke Yamamoto¹, Takayuki Fukui¹, Akihiko Kondoh²

¹ 千葉大学大学院理学研究科, ² 千葉大学 CEReS

¹Graduate School of Sciences, Chiba Unive, ²CEReS, Chiba University

1. はじめに

公共用水域における高濃度の硝酸性窒素はそのほとんどが人為起源であるが、閉鎖性水域の富栄養化の原因となり、様々な環境問題の要因となる。日本における硝酸汚染は1980年代頃からは改善の兆しも見えてきたが、印旛沼のような閉鎖性水域ではいまだ高い濃度のまま留まっている。人為起源の硝酸性窒素をコントロールするためには、正確な水・物質循環の把握と、人間による循環系への介入の実態を明らかにする必要がある。地域における詳細な汚染状況の把握と長期にわたるモニタリングが必要である。本研究では畑作地帯である千葉県下総台地東部の流域において、河川水および地下水を採取・分析し、流域スケールにおける環境水中の硝酸性窒素濃度の時間および空間分布の実態把握を試みた。その結果から台地 - 低地系における水循環・物質循環のあり方を検討することを目的とする。

2. 対象地域および調査方法

研究対象流域は印旛沼流域に属する鹿島川およびその支流の高崎川流域である。当該地域は全国有数の畑作地帯として知られており、千葉県内でも特に公共用水域における硝酸性窒素濃度の高い地域である(山崎, 2008; 郡, 2009; 二瓶ほか, 2010; 赤松ほか, 2010)。河川水については流域の悉皆調査および本流の流量観測を行い、季節変化と空間分布の特徴を捉えた。地下水は上流の台地帯を対象として採水調査を行った。

3. 結果および考察

河川水の硝酸性窒素濃度には季節変化が認められ、5、6月に低くなる傾向が得られた。この傾向は台地上の住宅地の採水点を除いてほとんどの観測点で認められていることから流域における水循環・物質循環の季節変化を捉えている可能性があると考えられる。5、6月の低下は水田における脱窒作用も考えられるが、圃場整備が行われている水田の灌漑用水源の地下水の硝酸性窒素濃度は低く、灌漑期の河川流量の数10%を占めることから灌漑用地下水による希釈の寄与も大きいことが明らかとなった。

高崎川上流域の各支流における流下方向の硝酸性窒素濃度の推移は3つの流路(A、B、C)の特性の違いにより特徴的な変化が認められた。流路A、Cは台地上の浅い開析谷から発し、次第に台地を下刻して流下する。最上流域には宅地が分布するが、流域内台地面には畑が多く存在し、開析谷の谷底は水田として利用されている。硝酸性窒素濃度は下流に向けて3kmほどは次第に濃度が上昇し、最大値に達した後、次第に低下した。地形的特徴から、地下水の流出強度が徐々に高まるタイプと考えられる。流路Bは明瞭な谷壁斜面をもつ開析谷の谷頭部を起源とする。硝酸性窒素濃度は最上流部の採水点から極めて高い傾向が見られた。流路Bは谷頭湧水として地下水流出により水流が形成されるタイプである。河川水の硝酸性窒素濃度の流下に伴う変動は地形駆動の地下水流動系と土地利用連鎖によって説明することができる。

なお、表流水の硝酸性窒素濃度は流下に伴い一度増加した後下流に向けて低下していく傾向が見られたが、河川水中の窒素負荷量は流下とともに増大する傾向が見られ、高崎川中流域における窒素負荷量は100~200t/年と見積もられた。

地下水に関する予察的調査によると台地上の灌漑井戸は概ね深度が60m程度であり、硝酸性窒素濃度は低い地点も発見されている。台地における“硝酸プール”は比較的浅層部にあると考えられる。浅層の地下水の排水系として開析谷の形成する局地下水流動系の評価が今後の課題として重要である。

4. おわりに

河川水の硝酸性窒素濃度の時空間変動および地下水の硝酸性窒素濃度分布から研究対象地域における硝酸性窒素濃度の実態が明らかにされてきた。今後は表流水と地下水の交流関係について、特に地形駆動の地下水流動系の観点から検討を進めていく必要がある。台地の地形の特徴、特に馬蹄形谷頭、皿状の浅い谷、侵食前線であるニックポイントの存在等の地形の特徴と、台地を構成する下総層群の層序の詳細な検討を組み合わせた地下水流動系の理解を進める予定である。

また、河川水の硝酸性窒素濃度の変化を理解するためには、深層からの低窒素濃度の水の付加、地下水からの

高濃度の水の付加、および 河川水灌漑による水田の脱窒効果を総合的に捉える必要がある。最下流部では印旛沼からの揚水もあり、人間により改変された水循環系の実態把握が必要である。

谷津の最上流部に設置された灌漑用井戸の上流部は耕作放棄されて、湿地になっている谷頭が存在する。谷頭域は地下水の流出強度が最も大きくなる領域であり、この部分の湿地による窒素除去機能の評価は生態系サービスを利用した健全な水循環系の構築における重要な研究対象である。

キーワード: 硝酸性窒素, 千葉県下総台地, 地形・土地利用連鎖, 地下水流動系, 公共用水域

Keywords: nitrate-nitrogen, Shimosa upland, Chiba Prefecture, The chain of land use and topography, groundwater flow system, public water area

AHW026-P03

会場:コンベンションホール

時間:5月27日 09:00-10:45

都市および山地部における硝酸態窒素濃度 - 京都盆地, 筑波山を例にして - Concentration of nitrate nitrogen in a urban and mountainous area - Case study of Kyoto Basin and Mt. Tsukuba -

藪崎 志穂^{1*}

Shiho Yabusaki^{1*}

¹ 立正大学地球環境科学部

¹ Rissho University

1970年代以降, 全国で地下水中の硝酸態窒素($\text{NO}_3\text{-N}$)濃度が上昇し, 深刻な社会問題として着目され始めた。硝酸態窒素の主な起源としては農耕地への過剰な施肥や畜産排泄物, 家庭排水などの複数の要因が挙げられ, これらが複数存在している地域では汚染源の特定が困難な場合もある。人為的影響の比較的少ない山地源流域においても, 硝酸態窒素濃度の高い地域があることも認められている。これは, 都市部で自動車排出ガスが大気中に放出され, 排気ガス中に含まれた窒素化合物も同様に風で運ばれ大気中へと拡散する。この大気中に含まれた窒素化合物が山地部に降下することによって窒素濃度が上昇すると考えられている。このように, 都市部から山地源流域まで広く硝酸態窒素の問題が生じており, 国や自治体においても地下水質測定調査等が実施され, 現況の把握や汚染地域に対する対策等が検討されている。

硝酸態窒素が多く含まれている水を多量に摂取し続けると, 特に乳幼児の場合にはメトヘモグロビン血症になる確率が高く, また成人でも胃癌や食道癌の発生につながる恐れがあるとされている。WHOの国際水質基準では, $\text{NO}_3\text{-N}$ として11.3mg/L以上を含有する場合に中毒になる可能性があると指摘している。日本においては, 1993年に「水質汚染防止法」が改正されて硝酸態窒素および亜硝酸態窒素は要監視項目に指定され, 1999年には $\text{NO}_3\text{-N}$ として10mg/L以下の基準が定められた。しかしながら, 10mgN/Lを超える地下水が各地に存在しており, 汚染源の特定や水質の改善などが要望されている地域も多くある。

本発表では, 茶畑や山地源流域, 都市部における硝酸態窒素濃度の観測例についてまとめ, 各地域の研究について紹介しその問題点等について報告する。

キーワード: 硝酸態窒素, 地下水, 筑波山, 京都盆地

Keywords: nitrate nitrogen, groundwater, Mt. Tsukuba, Kyoto Basin

AHW026-P04

会場:コンベンションホール

時間:5月27日 09:00-10:45

草地・林地からなる排水域谷底土壤中を移動する窒素濃度の推計 An estimation of nitrate concentration of soil water in a valley bottom of pasture-dominated drainage basin

山本 博^{1*}, 佐々木寛幸¹, 中尾誠司¹, 杉崎孝一郎², 徳永英二³

Hiroshi Yamamoto^{1*}, Sasaki Hiroyuki¹, Nakao Seiji¹, Sugizaki Kouichirou², Eiji Tokunaga³

¹ 農研機構畜産草地研究所, ² 軽井沢地理研究会, ³ 中央大学

¹National Institute of Livestock and Gras, ²Karuizawa Physical Geography Society, ³Chuo University

1. 目的

硝酸態窒素による土壌水, 地下水, 河川水における汚染は, 1960~1970年代から継続して生じており, 依然として地下水の濃度は環境基準値を超えている。農地におけるその対策として, 土壌中の窒素の形態変化, 作物吸収, 移動などの動態を組み込んだモデルの検討がされている (Johnsson, H. et al., 1987; van der Burgt G.J.H.M., et al. 2006)。これらのモデルは, 施肥窒素の土壌中での鉛直移動する過程でのモデル化であり, 土壌中の移動 (中村・取出, 2007) および植物との相互作用を含めた変動 (前田, 2008) へ適合する。

窒素の空間移動については, 多くの研究がされてきており, 土壌中から地下水帯におよぶ側方への移動について移動速度や滞留時間との関係での整理がされている (Seizinger et al., 2006; Rivett, et al., 2008; Creed and Beall, 2009)。しかしモデルやパラメーターの検討はまだ十分ではないようである。放牧草地は, 中山間地において比較的広い面積を利用していることから, 施肥窒素が草地から下流に与える影響を推計し評価することが, 資源活用と環境保全のために必要である。そこで, 本研究では傾斜地に位置するおもに草地・林地とからなる流域を対象に, 施肥を起源として空間移動する窒素濃度の大きさを推計することを目的とする。

2. 方法

1) 試験地の概要: 放牧利用をされている草地を主体とする二つの流域 (御代田流域 (部分流域 C,D,E) と浅麓流域 (流域 H)) を選定した。流域の土壌は腐植質黒ボク土で構成され, 地形は連続した谷と尾根とからなる。御代田 C 流域 (面積 35.73ha) における窒素施肥量は 97kg/ha/y である。浅麓 H 流域 (面積 46.10ha) の草地窒素施肥量は 42kgN/ha/y である。草地の一部は無施肥で管理し, 下流に林地が配置されている。

2) 試験方法: 草地流域内の尾根型斜面および谷底面において土壌水を採取し, 硝酸態窒素などの水質成分を測定した。また草地流域, 林地流域における湧水および河川水の流量とその水中に含まれる硝酸態窒素などの水質成分を測定した。測点の地形量は, 谷における測点では流域下流から上流方向に谷に沿って測定した水平距離 x (m) で表す。また斜面の測点は谷の位置から斜面の落水線に沿って斜面上方に沿って測定した水平距離 y (m) で表す。

3. 結果の概要

1) 草地流域内での窒素濃度変動

土壌水中の硝酸態窒素濃度は, 施肥草地の尾根型斜面では, 50cm 以深で平均 3 mg/L 以下と少ないのに対し 20cm 深では平均 14 mg/L で大きく, 斜面表層での窒素の側方移動が推定される。谷底面では, 100cm 深濃度は中下流部で増え下流に向かって減少する。谷底面の無施肥草地・林地における硝酸態窒素濃度は下流からの距離 x に沿う低減の平均は 0.0048 /m である。

2) 流域内を移動する窒素濃度の推計

多くの窒素の鉛直移動モデルで予測式として用いられる反応速度式を空間移動に拡張して, 谷底に沿う硝酸態窒素濃度の変動を推計した。施肥のアンモニア態窒素が硝酸へ変化することによる硝酸の増加定数を 0.0040 /m とし硝酸の脱窒・植物吸収などによる低減定数を 0.0048 /m とし, また斜面からの窒素が谷底の水路に周囲から集積するとして初期濃度を与えた場合の予測値は, 施肥窒素量のことなる小流域における施肥・無施肥の管理に対して実測値にほぼ適合した。黒ボク土からなる放牧草地での検討結果であり, ことなる土地, 牧草, 家畜からなる条件での検討はまだである。反応速度式に用いられた空間変動パラメーターについての広汎な検討が必要である。

4. まとめ

草地小流域における土壌水中の硝酸態窒素濃度は, 谷底では中流部で増加し, 下流の無施肥区・林地では減少する。この谷部での土壌水中の硝酸態窒素濃度変動に対して, 空間に拡張した反応速度式を用いると, 濃度値がほぼ予測できることが確認される。

キーワード: 硝酸態窒素, 移動モデル, 土壌水, 草地, 林地, 流域

Keywords: Nitrate, Transport model, Soil water, Pasture, Forest, Drainage basin

AHW026-P05

会場:コンベンションホール

時間:5月27日 09:00-10:45

南アジアの巨大都市における都市化と水質特性 Urbanization and water quality properties in South Asian Megacities

Haque Syeda Jesmin^{1*}, 小野寺 真一¹, 清水 裕太¹
Syeda Jesmin Haque^{1*}, Shin-ichi Onodera¹, Yuta Shimizu¹

¹ 広島大学大学院総合科学研究科

¹Hiroshima University

Increased population not only converts our environment it also change the landscape. Increasing population results urbanization that includes conversion of cities to megacities. These increased pressures of expansion affects the condition of the environment in many ways, it increase the amount of impervious surfaces and the quantity and types of products that human produce, use, and discard, thereby affecting water quality. Water quality deterioration is one of the major consequences of urbanization. These occur very often in megacities of developing countries, where untreated industrial sewerage and unplanned water use affects both surface and ground water quality. Among the Asian megacities, Dhaka and Delhi expanded remarkably and degraded their water quality over the years. These two cities are partially depending on the river with ground water extraction. Over the decades water quality deterioration trend is an inconvenient truth. Within these scenarios, trend analysis is necessary for efficient water resource management. Parameter specific trend analysis can give a right way to the policy makers to formulate need based water policy. This study tries to grasp the trend of the important water quality parameters of both surface and ground water with population growth. The general approach for the current study is to highlight the results available in literature on water quality with some firsthand data. Study includes observation for uneven years since 1980 and analysis is developed within a longitudinal data. Yamuna of Delhi and Buriganga of Dhaka are checked with historical data for surface water quality. Result shows that most of the water qualities deteriorate with increase population in varying degrees. pH, DO, BOD and Fecal Coliform (FC) are strongly correlated with population for surface water and Conductivity, Cl, Mn and Fe with ground water. Most of the ground water qualities parameters have deteriorating trend. Among surface water parameters some shows opposite trend between Dhaka and Delhi scenarios. This study concludes by discussing policy implications and avenue for further research.

Keywords: urbanization, water quality, megacity, pollution, south Asia

AHW026-P06

会場:コンベンションホール

時間:5月27日 09:00-10:45

巨大都市近郊の河川における水質汚濁特性-季節変化、BOD 起源、回復過程- Water pollution characteristics of mega-cities: seasonal variation, BOD sources and recovery process

大西 晃輝^{1*}, 小野寺 真一¹, 齋藤 光代², 清水 裕太¹
Koki Onishi^{1*}, Shin-ichi Onodera¹, Mitsuyo Saito², Yuta Shimizu¹

¹ 広島大学大学院総合科学研究科, ² 愛媛大学

¹Hiroshima University, ²Ehime University

本研究では、人口規模が1000万人を超す巨大都市における河川の水質汚濁特性を明らかにすることを目的とする。特に、水質汚濁が著しく一方で気候の異なる、現在のジャカルタ（チリウン川）と1970年代の大阪の河川（大和川）において、それぞれの水質汚濁形態を比較することで、流域における汚濁物質の貯留・流出特性や自然浄化機能に及ぼす気候の影響を明らかにするとともに、1980年代以降の大和川における水質変化に基づき、水質汚濁の回復過程について評価することを目的とした。その結果、以下のことが明らかになった。

まず、両地域ともにBOD濃度が平均で30mg/Lを超える非常に汚濁の深刻な状況であった。また、BOD濃度の季節変化は、大和川の下流では季節変化および水温変化にともなうアンモニウム態窒素濃度の変動、すなわちN-BODの変動の影響を強く受けるのに対して、チリウン川では水温の変動は小さいため、降水量の影響すなわち流量の変動にともなう懸濁物質の変動、すなわちC-BODの変動の影響を受けているという違いが見られた。特に、チリウン川では、雨季の増水期にBODの著しい低下を示し、河床などに貯留されていた汚濁物質の掃流効果による清浄化が示唆される一方で、下流への負の影響も考慮する必要が確認できた。また、チリウン川では大和川と比べて流下にとともなうBOD/Cl-比の変化が大きいため、河床の自然浄化能が高いことが示唆された。ただし、乾季は降水量の減少などにより河川水への酸素供給が減少し、貧酸素状態になってしまうため、自然浄化能が低下している可能性が考えられた。さらに、大和川における30年間のBOD回復過程は、1990年以前の汚濁期に無機態窒素の減少が、1991年以降に懸濁態有機物および無機態窒素の減少が相互的に関与していることを確認した。つまり、1990年以前は懸濁態有機物による水質汚濁以上にN-BODが主であったと考えられ、その後はC-BODの減少も関与してきたものと考えられる。そして、COD濃度・BOD濃度から推定される難分解性有機物濃度は、大和川において1990年以前のマイナス段階、1998年以降の上昇段階が確認できた。すなわち、BOD濃度の回復に反して、難分解性有機物濃度は上昇するという新たな問題が明らかになった。一方、チリウン川では、雨季に難分解性有機物が増加する傾向がみられ、増水時に未分解の物質が底質から供給されている可能性が示唆された。今後は、難分解性有機物についての詳細な議論が必要である。

キーワード: 水質汚濁, 河川, 巨大都市, BOD, 溶存窒素

Keywords: water pollution, river, mega-cities, BOD, dissolved nitrogen

AHW026-P07

会場:コンベンションホール

時間:5月27日 09:00-10:45

魚野川流域における融雪期の水質と積雪中の水質

Stream water quality in snow melting period and snow water quality in the Uono river basin.

森本 洋一^{1*}, 小寺 浩二²

Yoichi Morimoto^{1*}, Koji Koderu²

¹ 法政大・学, ² 法政大・地理

¹ Undergrad. Hosei Univ., ² Hosei Univ.

1. はじめに

積雪地帯では春先から初夏にかけて融雪水による流量増加が見られ、河川水質も融雪水の影響を強く受ける。また、温暖積雪地帯では北海道や北東北の寒冷積雪地帯に比べ、積雪期間中にも頻繁に融雪が発生し河川水質や融雪機構も寒冷積雪地のそれとは大きく異なる。新潟県信濃川支流魚野川流域は、冬季の積雪が多いところで3mを超え降雪の絶対量も多い豪雪地帯である。本研究では降雪や積雪に伴って生じる融雪水が流域環境や水環境、河川水質に与える影響について、現地観測による積雪情報を用いて考察した。

2. 研究方法

流域内において2009年4月から月1回の水文観測(AT、WT、pH-RpH、EC、TDS、DO)を冬季だけでなく夏季も行った。冬季・融雪期(2009年12月中旬~2010年6月中旬)は同様の観測を週1回行った。月1回行った観測は第1週目の週末に行った。また、同時に雪尺による積雪深観測、積雪サンプル採取(20cmごとに上から便宜的にA層、B層、C層とし最大5層)を行った。採水、採雪したサンプルは実験室でEC計測、主要溶存成分分析(Na^+ 、 K^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 Cl^- 、 NO_3^- 、 SO_4^{2-})、TC、IC、DOCを測定し、ICから重炭酸イオンを求めた。

3. 結果と考察

降雪時の河川水は Cl^- 、 SO_4^{2-} 、 NO_3^- と Na^+ 、 K^+ 濃度が高く Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 濃度が低い。浅間平橋や大野原橋、四日町橋ではA層の Cl^- 、 SO_4^{2-} 、 NO_3^- 濃度に河川水質成分が似ており、降雪が河川水の水質を形成していることが示唆された。 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} といった地質由来の成分も多くなっているため、降雪・積雪水に地下水が混ざった水質であると考えられる。そのため、地下水の多い上流域ではその傾向は低くなっている。2月27日は融雪初期であり融雪流出は始まっていると考えられるが、河川水質の希釈は4月や5月ほどではなく、積雪成分との明瞭な関係も見られなかった。しかし、本流中・上流部の大野原橋では1月と2月27日の水質組成が大きく異なりキーダイアグラムを見ても Cl^- 、 SO_4^{2-} 、 NO_3^- 濃度が明らかに低下している。 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 成分は増加していないことから、融雪水が直接川に流出し濃度低下を引き起こしたと考えられる。1月のB層の水質をみても若干 Cl^- 、 SO_4^{2-} 、 NO_3^- 濃度が低くなっているため、これが融雪期になるとさらに低下し融雪期の河川水質を形成する。大野原橋で顕著な変化が見られた要因として、もともと Cl^- 、 SO_4^{2-} 、 NO_3^- 成分を多く含む特徴的な水質であり(上流部にある高速道路で使われる凍結防止剤の影響)、変化が分かりやすいことがある。それだけではなく、この時期の高速道路の雪捨て場は捨てる量よりも融ける量の方が多く、しかも、融雪が進行しているため捨て雪内の成分が既に河川に流出してしまっていると考えられるため、融雪水には凍結防止剤成分はあまり含まれていないと思われる。

本流中流部における水位変化とEC値変化を見ると、3月から上昇しはじめ、それに伴いEC値の低下が見られた。4月3日には本流全体のECが100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 以下になり、融雪期間中に最も低い値を観測したのは5月22日であった。

4. おわりに

2009年4月から観測している水文データと冬季の積雪データをもとに、流域の水収支や物質収支に関して小流域ごとに明らかにし魚野川流域全体の水環境について明らかにしていきたい。

参考文献

森本洋一・小寺浩二(2011): 魚野川流域における積雪の水質組成と河川水質の関係, 日本地理学会 2010 年度春季学術大会発表要旨

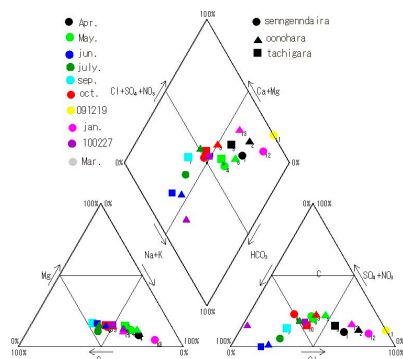


Figure 1 Trilinear diagram in the main stream upstream (0904~1003)

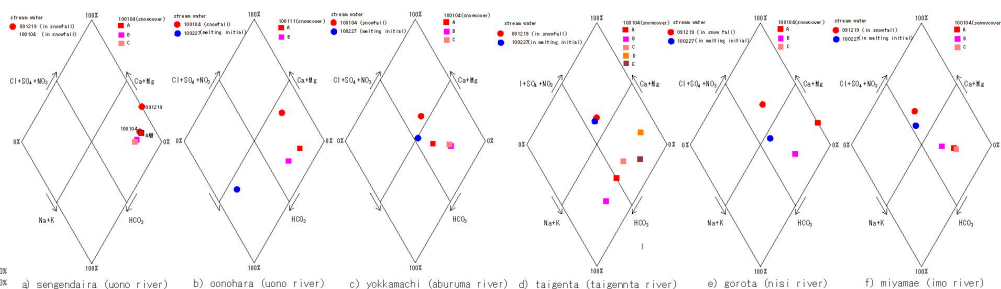


Figure 2 Keydiagram (snowcover • streamwater)

キーワード: 魚野川流域, 融雪期, 河川水質, 積雪, 溶存成分

Keywords: Uono river basin, snow melting period, stream water quality, snow, dissolved constituent

AHW026-P08

会場:コンベンションホール

時間:5月27日 09:00-10:45

石垣島における諸河川の流出変動特性 - 降雨による変動を中心に - Characteristics of outflow variations of rivers in Ishigaki Island

澤田 律子^{1*}, 小寺浩二²

Ritsuko Sawada^{1*}, Koji KODERA²

¹ 法政大学・学, ² 法政大学・地理

¹ Undergrad Hosei Univ., ² Hosei Univ.

1 はじめに

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

2 対象地域概要

東京から2000kmの距離に位置し、人口、産業の面から見ても八重山諸島の中でも中心的な島として存在する。気候は亜熱帯海洋性で、平均気温は23.7℃、平均降水量は2127.2mmであり、梅雨期と台風時の降雨が年間降水量の6割を占める。北部には県最高峰の於茂登岳(525.8m)を始めとする於茂登連峰が連なり、雨の降り方に地域差が見られる。一級河川は存在せず、主要河川には宮良川、名蔵川、轟川が挙げられ、他に大小100ほどの名前のついた川や沢が存在する。人口は南部に集中する。

3 研究方法

石垣島の諸河川約90地点において2009年2月より、約3か月に1回の頻度で計8回の現地水温観測を実施し、2010年9月の台風接近時には宮良川流域の5地点で3時間ピッチの集中観測、9点で24時間ピッチの観測を実施した。観測項目は、水温、電気伝導度(以下EC)、DO、TURB、TDS、pH、RpH、流量で、サンプルを用いて、イオンクロマトグラフによる主要溶存成分測定、TOC分析計による全溶存炭素量分析を行なった。月一回の頻度で、河川水と降水のサンプリングも実施している。

4 結果と考察

ECの標準偏差が20以下と小さい地点は於茂登岳周辺部に集中し、変動が大きい地点のECの地点平均値は高いことが特徴として挙げられる。石垣島の水質組成は主にアルカリ土類炭酸塩型に分類され、大半がCa-HCO₃型のパターンを示し、特に顕著なのが轟川で、石灰岩地域の特徴が表れたと思われる。一部でNa-Cl型と特異な性質を示すが、これはCa²⁺、HCO₃⁻の含有量が少ないだけでありNa⁺、Cl⁻の含有量はCa-HCO₃型の他の地点と同程度である。8月には台風の接近により溶存成分の大幅な低下が見られたが各成分の割合は平常時と変化がなく、轟川においては平常時と比較してECの低下幅が大きい。9月にはNa⁺、Ca²⁺、Mg²⁺、Cl⁻の上昇が見られ、台風接近に伴う暴風による風送塩の影響によるものと考えられる。宮良川ではNa⁺、Ca²⁺、Cl⁻が連動して変化しているのに対し、轟川ではCa²⁺の変動が不規則である。

集中観測に関して、降雨後にはECは急激に減少し、9月4日の正午ごろEC250 μS/cm以下の最小値が観測された後、ECは増加し始めるが、平常値までの回復には数日間の時間を要した。下流より川原橋、支流の振興橋、ハルサ農園前(水路)、仲水橋、竿根田原橋と分布しているが、竿根田原橋、仲水橋、川原橋という順で上流ほどECの回復速度が早く、下流に近づくにつれて回復は緩やかなスピードで起こっている。それに連動してCa²⁺、Mg²⁺、Cl⁻も増減しており、地点によってはNa⁺、SO₄²⁻も増減している。降雨イベントによるECの変動は降雨に伴う溶存物質の流出が引き起こしているが、地点によってその大きさに差異が生じていることから、土壌成分が流出しているところと、していないところがあることが分かった。

5 おわりに

雨量強度に対する土壌流出の関係性が見いだせれば、降雨時のECの値から雨量を算出することが可能となる。傾斜や地質といった様々な要因から、土壌成分の流失強度を導き、河川のECと雨量の関係を明らかにしていく必要がある。

参考文献

米山亜里沙・小寺浩二・飯泉佳子・寺園淳子(2009): 石垣島の河川特性と河川水水質特性に関する一考察, 2009年度地球惑星科学連合大会.

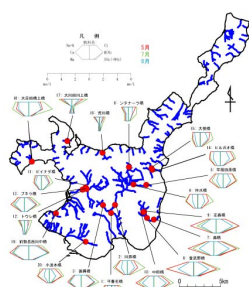


fig.1 stiff diagram

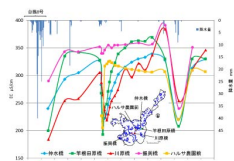


fig.2 valiation of EC after rainfall

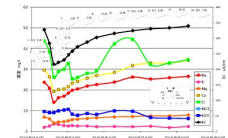


fig.3 valiation of main dissolved elements after rainfall (R.Nakamizu)

キーワード: 電気伝導度, 主要溶存成分, 降雨, 台風, 石垣島

Keywords: electrical conductivity, main dissolved elements, rainfall, typhoon, Ishigaki Island

AHW026-P09

会場:コンベンションホール

時間:5月27日 09:00-10:45

扇状地河川の地下水涵養評価の精密化 - 可搬式 ADV を用いた同時流量観測 Estimation of Groundwater Recharge from Low-Discharge and Gravelly River by Synoptic Survey using Handheld ADV

阪田 義隆^{1*}, 池田 隆司²
Yoshitaka Sakata^{1*}, Ryuji Ikeda²

¹ 北海道大学大学院理学院, ² 北海道大学大学院理学研究院

¹Graduate of science, Hokkaido University, ²Faculty of science, Hokkaido University

扇状地河川では、高透水性の礫床を通じて河川水と地下水が活発に交流している。特に河川水位が周辺地下水より高い上流では、流下過程における河川水の地下浸透が重要な地下水涵養源となる。この涵養機構は、原理的にはダルシー則で説明されるが、実際は様々な要因、例えば河床近傍の不均質性などが影響し、その定量評価はしばしば困難となる。このような扇状地河川における流量減少および地下水涵養の把握のため、数日で縦断的に河川流量を一斉に測定する、いわゆる同時流量観測がしばしば実施される。しかし、礫床に起因する複雑な水深や流速分布、出水前後の不安定な河道形状などにより、観測精度に問題がある。

札幌市を貫流する豊平川でも 1~2m³/s 程度の流量減少があるとされ、湧水流量 (約 3m³/s) や、扇状地の地下水利用 (約 1m³/s) に対する影響が懸念されている。これまでの同時流量観測では結果の一貫性が得られず、地下水資源や河川環境の管理・保全の上で大きな課題とされてきた。

そこで本研究では、近年実用化された可搬式 ADV (ドップラー流速計) を用い、より細密な測線分割と効率性を両立した同時流量観測を試みた。併せて、プロペラ式流速計を用いた従来法の観測結果や ADCP (流速プロファイラー) による観測結果と比較し、適用性について考察した。

本研究で用いた可搬式 ADV は、Sontek/YSI 社の "Flow Tracker" である。本製品は USGS との提携で開発され、2cm 程度の浅水深でも適用可能で、1mm/s の分解能を有する。また観測毎の異常値判定、観測後の流量計算、ISO 規格および USGS 推奨による不確定値の評価などが可能である。

流速の測定位置は、従来は河道断面を均等に分割して設定されてきたが、本観測では流心部など流量の集中箇所特に細密に設定し、分割した断面毎の流量が全体流量の 5~10% 以下になるようにした。また点状の粗礫によって河床形状が複雑なため、水深測定をより細かい間隔で実施した。

観測は、比較的水位が安定する 2~3 日以内で、扇頂部から扇端部の 10 地点と、その間で合流する 2 支川を対象に 2010 年 9 月~2010 年 12 月にかけて複数回行った。その結果、豊平川の流量減少区間は、石狩川合流点から扇頂部までの総延長 22km の内の約 1km (石狩川合流点から 17~18km 付近) と特定された。また雁来、藻岩観測所間の流量減少量は、ほぼ 0.2m³/s で一定となり、観測時の河川流量 (3~15m³/s) や観測時期 (水温、1~21℃) の影響は受けなかった。

プロペラ式流速計による従来観測は、流心部付近の流速測定の間隔が粗いことに加え、流速計に比較して水深が浅い箇所や測線と流線が斜交する箇所などの影響で、誤差が大きくなりやすかった。ADCP は水深が確保できる下流では可搬式 ADV とほぼ同じ結果が得られたが、勾配が急で水深が浅くなる上流では、中州や浅水深部の欠損のほか、繰り返し観測の偏差が大きくなった。

また観測値から水位流量曲線を作成し、既存の水位流量曲線の妥当性を評価するとともに、水位記録を流量に変換し、統計的な評価を行った。豊平川からの地下水涵養は、数十年前に比べ減少している可能性がある。この要因として、地下水利用の増加や地下鉄などの都市開発によって、河川周辺の地下水位が低下し、河川水との連続性が損なわれた可能性が考えられる。

キーワード: 扇状地, 地下水涵養, 同時流量観測, ADV, ADCP, 水位流量曲線

Keywords: alluvial fan, groundwater recharge, synoptic survey, ADV, ADCP, rating curve

AHW026-P10

会場:コンベンションホール

時間:5月27日 09:00-10:45

大滝ダムと周辺の水環境の関連性

Contribution of the Otaki dam and water environment in the surrounding area

江川 由記^{1*}, 井伊 博行², 谷口 正伸²

Yoshiki Ekawa^{1*}, HIROYUKI II², Taniguchi Masanoabu²

¹ 和歌山大学大学院システム工学部研究科, ² 和歌山大学システム工学部環境システム学科

¹Graduate school of Wakayama University, ²Wakayama University

2002年に貯水量8400万トンの大滝ダム本体が建設されたが、ダム湖に地滑りが発生し、最下段のゲートが開いた状態で、現在まで貯水できない状態である。完成すれば、水位が60m以上も上昇し、ダム湖内部、下流への影響が危惧される。そこで、本研究では、貯水前の環境を長期間掛けて調査し、貯水後に起こる現象が貯水によるものかを判断する情報を収集している。調査は、ダムの上流から下流部の河川水の溶存成分、植物プランクトンの種構成である。溶存成分は化学的な影響を、植物プランクトンは、化学的な影響と共に流れや水温などの物理的な影響を評価するために調査している。

その結果、まず水質に関しては、大滝ダムダム湖では規模は小さいが、夏場に水温成層が形成されていた。上層で26.5℃、下層で22.7℃、一方、溶存イオンの濃度はダム湖上層、低層での違いは見られないことがわかった。濁度に関しては、調査地点の中で最も源流に近い地点の平均的な濁度は0.3であった。この地点は見た目にも非常に透明感がありきれいであった。それに対し、大滝ダム下流域で泥かぶり現象がみられる地点の濁度は、予測とは違い0.4と源流付近の濁度とほぼ違いがなかった。しかし、見た目は全く違い、下流域の河川水の見目は、クリーミーな色をしている。これは微粒子の粒径が非常に小さく、コロイドに近い状態になっているのではないかと考えられる。つまり非常に沈殿されにくい状態である可能性が高いことがわかった。

キーワード: 大滝ダム, 紀ノ川, 濁度, プランクトン, 珪藻

Keywords: The Otaki dam, Kino river, Turbidity, Plankton, Diatom

AHW026-P11

会場:コンベンションホール

時間:5月27日 09:00-10:45

貯水池モデルによる農業用堰停滞水域のリン貯留・流出機構の解明 Phosphorus dynamics in ponded shallow reservoir

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

¹Grad. Sch. of Integr. Arts and Sciences

Phosphorus rock which is material of fertilizer faces to depletion in this century due to food demand behind human population increasing. Prevention of loss of phosphorus from farmland and reuse the material which includes phosphorus are strongly desired in agriculture because Japan obtains all of phosphate rock from import. Therefore it is important to look for the location of accumulation of phosphorus and to evaluate amount of loosed phosphorus.

The objective of this study is to clarify the mechanism of long-term variation for nutrient discharge in the Seto Inland Sea. Especially, we evaluate nutrient retention efficiency by small weirs on the stream using hydrodynamic ecological model.

The result of simulation for nutrient dynamics in the small reservoir using an eco-hydrodynamics model indicates that phosphorus overflows from water column to downstream in flood event while phosphorus circulates with sedimentation-resuspension inside the reservoir in ordinary condition. The net flux of phosphorus was estimated that 23% of total inflow is trapped in the reservoir and the residue is overflowed toward downstream. On the other hands, the net flux of nitrogen was estimated that 15% of total inflow is trapped as sedimentation, 26% is attenuated by denitrification and the residue is overflowed. These results suggest that the small reservoir has a capability of nutrient retention. The total sediment in the reservoir was estimated 62352 ton include with 42.4 ton of phosphorus. The result was equal to an accumulation of 15 years of estimated sediment. The result suggests that there is a possibility to be resource of phosphorus because the pore water was actually higher concentration than that in the water column. For fertilizer usage, it is an easy way to recycle of phosphorus from extraction of sediment than other material such as steel slag and sewage sludge.

キーワード: リン, 貯留, 農業用堰, 貯水池モデル, 高屋川

Keywords: Phosphorus, Retention, Agricultural reservoir, Hydro-eco reservoir model, Takaya River