

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

¹ GSJ, 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

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 CERE S

¹ Graduate School of Sciences, Chiba Univ., ² CERE S, 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-比の変化が大きいことから、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

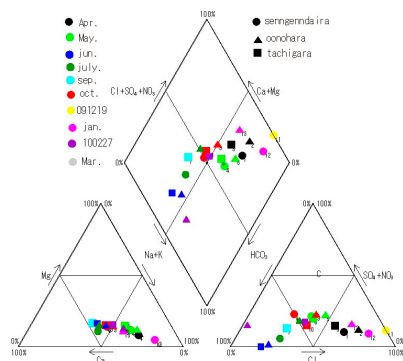


Figure 1 Trilinear diagram in the main stream upstream (0904~1003)

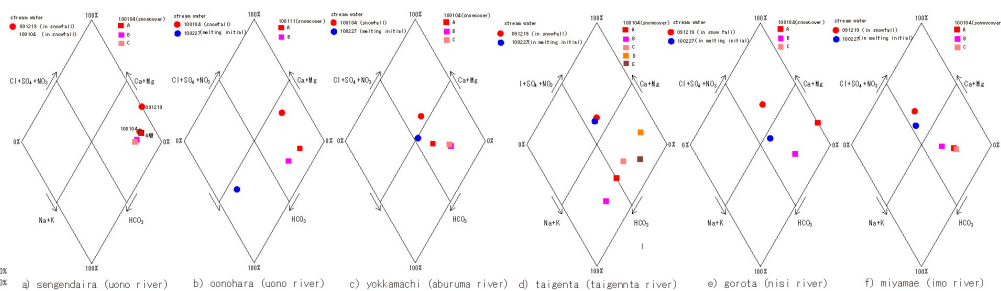


Figure 2 Keydiagram (snowcover • streamwater)

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.

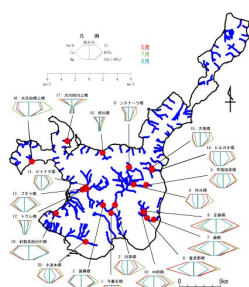


fig.1 stiff diagram

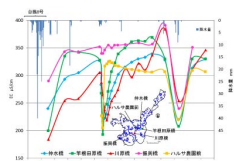


fig.2 valiation of EC after rainfall

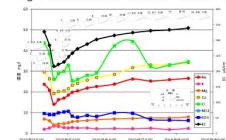


fig.3 valiation of main dissolved elements after rainfall (R.Nakamizu)

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

¹ Graduate of science, Hokkaido University, ² Faculty 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、最下段のゲイトが開いた状態で、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

¹ Grad. 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