

Geochemistry, from rain water to groundwater and pollution in Dhaka water

*Mst. Shamsun Nahar¹

1. Earth Consultant Co. Ltd, Toyama, Japan

Rain water is the source of most ground water and a logical starting point for the study of groundwater geochemistry. However natural and anthropogenic dusts and gases modify the composition. Before the rain turns into ground water, various processes in the soil may affect the concentrations. Dhaka, capital of Bangladesh, is a megacity dependant on groundwater for the majority of its water supply. Recharge to the groundwater aquifer is insufficient to balance abstraction, groundwater levels are in decline and water quality is compromised by seepage from areas of urban and industrial contamination and leakage from polluted rivers. Environmental isotope distributions have been used independently to evaluate the significance of potential sources of pollution. Both approaches identify the polluted River Buriganga as the main threat to groundwater quality, indicating priorities for monitoring and aquifer protection. In this abstract, we will follow the evolution in water chemistry from rain, via soil and contaminated river recharge to the aquifer.

Keywords: Dhaka Rainwater, River pollution, Groundwater

バングラデシュ・ラクシュミプールの地下水ヒ素汚染に関わる帯水層中堆積物中のヒ素と関連元素の挙動

Behavior of As and its related elements to causes groundwater As contamination in the aquifer sediment of Lakshmipur, Bangladesh

*平井 望生¹、Reza Selim、益田 晴恵¹

*Nozomu Hirai¹, Selim Reza, Harue Masuda¹

1.大阪市立大学大学院理学研究科

1.Osaka City university

【はじめに】

地下水ヒ素汚染は世界的に問題となって30年以上が経過するが、今も解決していない。なかでもバングラデシュの国土面積の大部分を占めるガンジスデルタと、このデルタ地帯に土砂を供給するガンジス川、ブラマプトラ川、メグナ川流域での汚染は深刻である。

地下水ヒ素汚染は地質体に起源物質があり、地下水環境に伴って溶出する。先行研究からは地下水環境が還元的な場合にヒ素が検出されることが多い。一方でヒ素溶出の最初期には酸化反応が重要だという指摘もある。本研究ではガンジスデルタの、還元環境で地下水ヒ素汚染が出現するラクシュミプール近郊の堆積物の分析によりヒ素溶出プロセスを検討した。

【分析方法】

分析に用いた試料は深度130ftまでのボーリングコアである。BCR法によって深度別(5ftごと)に抽出した溶液試料を、ICP-MS (SPQ 9700 日立ハイテック社製)を用いて元素質量分析を行った。この方法は1.酸可溶態(主として炭酸塩と弱く吸着したもの)、2.易還元性(酸化物態、主として酸水酸化鉄・マンガン酸化物)、3.易酸化性(還元物態、主として有機物)、4.難溶態(主としてケイ酸塩と硫化鉱物)に固定された元素を分析する簡便な方法である。ヒ素を固定する物質の特定には向かないが、ヒ素の溶出過程の推定には有用である。分析した元素はSi、Fe、Mg、Ca、Asである。XRDを用いた鉱物同定、XRFを用いた全堆積物の元素分析、ICP-MSを用いた総ヒ素量の定量も行った。

【結果と考察】

Fe、Mg、Caは難溶態が最も高い割合で含まれていた。酸化物態のMgとFe、FeとSi、還元物態のMgとFeに正の相関が見られた。また難溶態のMgとFe、FeとSiにも正の相関が見られた。これらのことは、Mg、Fe、Siが同一の起源物質に由来していることを示している。Fe、Mgに関して、深度が深くなるにつれて酸化物態の割合が高くなる傾向がみられた。これらのことはMgとFeを含む鉱物が、酸化反応により分解されて酸化物として沈殿していることを示唆している。

Asは難溶態に最も多く含まれている。次いで還元物態、酸化物態、酸可溶体であった。各深度の還元物態ヒ素と総ヒ素の濃度に正の相関が、酸化物態と還元物態の濃度に負の相関が見られた。難溶態と酸化物態のAsとFeの濃度には正の相関が見られる。したがってFeを含む鉱物の分解に伴って溶出したヒ素が酸化物態のFe鉱物に固定または強く吸着されたと推定される。また3元素は60フィート付近だけ酸化物態の割合が極端に減少する傾向がある。

XRD解析の結果、ほぼ全ての深度でFeとMgを含む塩基性鉱物として黒雲母、緑泥石、角閃石が含まれていた。しかし深度が増すにつれて緑泥石と角閃石の比が1に近づき、深度120ft以深では強度の大きさが緑泥石<角閃石であった。もしも3種の鉱物のももとの比が同じであったと仮定できるのであれば、緑泥石は深度の増加、または年代の増加に伴って分解していると考えられる。

本調査地域の地下水環境は還元的であると考えられるが、帯水層堆積物には酸水酸化鉄が安定に存在できる程度の弱い還元状態である。また、深度が増すにつれて酸水酸化鉄が増加することから、地下水浸透の過程で還元化反応が進行していると推定される。Asの溶出はこの反応に伴って起こっている。酸化物態のAsとFeの濃度に良い相関があることは、地下水中のAsは酸水酸化鉄からの脱着で起こっていることが説明できる。ヒ素を含む塩基性鉱物の酸化分解が地下水環境を還元していると考えられる。また、この塩基性鉱物は緑泥石である可能性が高い。本研究では生物化学反応についての検討を行っていないため、この反応に生物が関与しているか

どうかは不明である。

キーワード：地下水、ヒ素、バングラデシュ

Keywords: groundwater, arsenic, Bangladesh

同位体組成と化学成分からみる「とやまの名水」の特徴と起源の検討

Characteristic and origins of "Valuable Water Springs in Toyama Prefecture" using isotopic composition and chemical concentration

*片境 紗希¹、張 勁²、上田 晃²

*Saki Katazakai¹, JING ZHANG², Akira UEDA²

1.富山大学大学院理工学教育部、2.富山大学大学院理工学研究部

1.Graduate School of Science and Engineering for Education, University of Toyama, 2.Graduate School of Sciences and Engineering, University of Toyama

Total eight spots of spring water from Toyama Prefecture were selected as 'The 100 Exquisite and Well-Conserved Waters (EW water)' by Ministry of the Environment in Japan. However, with enhancement of groundwater usage in recent years, water quality and flux diminished gradually. To understand the origins and water qualities of these spring water, we measured hydrogen and oxygen stable isotopes, together with chemical composition of spring water, groundwater, rivers, and rainfall in Toyama Prefecture. All EW water in the Toyama Prefecture lied in the middle of meteoric water line with d-value (δD - $\delta^{18}O$) of 30 in winter and 10 in summer. This suggests that EW water was well-mixed and balanced by precipitation in all seasons. Muratsubaki located in the edge of Kurobe alluvial fan, has very similar mineral composition with nearby confined groundwater, suggests having the same catchment origin with Kurobe River. Using $\delta^{18}O$ and water property data, this spring water is known that originated from high mountain area with 1658m elevation and well forested. Furthermore, downstream show higher SiO_2 and lower Na/Ca ratio relative to upstream, well agreed with longer residence time in the downstream (0-5 yrs) comparable with previous study. In contrast, no significant difference of SiO_2 and Na/Ca versus $\delta^{18}O$ between groundwater and river in the Sho River fan, implying short transit time from river to groundwater. This study highlights the importance to examine groundwater source to sustain high quality EW water, e.g. paying attention to water preservation in the forest area.

キーワード：地下水

Keywords: groundwater

Spatial and temporal variation of stable isotopes in precipitation in Hokkaido, North Japan

*Xiaoyang Li¹, Atsuko Sugimoto^{1,2}, Akihiro Ueta^{1,3}

1. Graduate School of Environmental Science, Hokkaido University, 2. Faculty of Environmental Earth Science, Hokkaido University, 3. present address: Laboratory for Measurement & Analysis, The General Environmental Technos CO., LTD

Stable isotopes in precipitation have been widely used for paleoclimate and paleohydrology reconstruction, which is based on its temperature effect and amount effect. However, the relationship of stable isotopes of modern precipitation against meteorological variables has not yet been understood well. In this study, precipitation was collected at 6 locations in Hokkaido during the period from March 2010 to February 2013 to investigate relationship between isotope ratios of precipitation and meteorological condition and to clarify the underlying processes. Relatively low $\delta^{18}\text{O}$ with high d-excess for annual averages were observed at three sites in the region along Sea of Japan (Teshio, Nakagawa and Sapporo), compared to the other three sites on Pacific side (Tomakomai, Shibeche and Akkeshi). Seasonally, winter precipitation showed the lowest $\delta^{18}\text{O}$ and highest d-excess among seasons. Weekly $\delta^{18}\text{O}$ was positively correlated with temperature and negatively with the amount of precipitation in most season and regions. To investigate the relationship between meteorological condition and $\delta^{18}\text{O}$ values, 264 precipitation events were identified. Precipitation events from low pressure systems were classified into three groups (northwest, southeast and middle) according to their trajectories. Precipitation events with trajectory of southeast of Hokkaido showed relatively lower $\delta^{18}\text{O}$ than those in northwest, although the amount of precipitation in Hokkaido area was not different between them. Lower $\delta^{18}\text{O}$ values observed in earlier case was attributed to lower $\delta^{18}\text{O}$ values of water vapor due to heavy rainfall in the upstream region of the trajectories of low pressure systems on Pacific Ocean. Observed isotopic composition of water vapor also supports this.

Keywords: stable water isotopes, precipitation, Hokkaido

福島県東部とその周辺の地下水の起源と流動系

Sources and flow system of groundwater in and around eastern Fukushima Prefecture

*村崎 友亮¹、益田 晴恵⁴、井上 凌⁴、坂本 裕介¹、丸井 敦³、小野 昌彦³、中屋 眞司²、近岡 史絵⁴、新谷 毅⁴、平井 望生⁴、山野 翔馬¹

*Yusuke Murasaki¹, Harue Masuda⁴, Ryo Inoue⁴, Yusuke Sakamoto¹, Atsusi Marui³, Masahiko Ono³, Shinji Nakaya², Fumie Chioka⁴, Tsuyoshi Shintani⁴, Nozomu Hirai⁴, Syouma Yamano¹

1.大阪市大学理学部地球学科、2.信州大学工学部水環境・土木工学科、3.産業総合研究所、4.大阪市立大学理学院理学研究科生物地球系専攻

1.Osaka City University, Department of Geosciences, Faculty of Science, 2.Department of Water Environment and Civil Engineering, Faculty of Engineering, Shinshu University, 3.National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, 4.Department of Geosciences, Faculty of Science, Osaka City University

2011年3月11日に発生した東日本大震災時には、水圏にも大きな影響を与えた。津波による塩水化や福島原子力発電所の事故によって大気中に放出された放射性物質である。事故後、飛散した。放射性物質は降水などによって地表に降った。原子力発電所付近では震災後の調査で事故起源であると考えられるトリチウムが地下水中で検出されたという報告がある(藪崎, 2015)。

本研究では震災後の地下水圏の状況を把握するために放射性物質の流れた地域である宮城県南部・福島県東半部・栃木県北部の河川水と地下水を採取し、一般水質・微量元素(Si・Fe・Mn・As・Zn)・水素酸素安定同位体比・年代トレーサー(SF₆・CFCs)・放射性セシウムを分析した。その結果に基づいて調査地域内の水の地下水流動系を考察した。

調査地域の河川水、地下水の溶存成分は希薄で、比較的良好な水質が保たれている。山間の希薄な水はNa-Ca-HCO₃型で、溶存成分濃度が高くなるとCa-HCO₃型からCa-HCO₃-SO₄型へと変化する。浜通り、中通りを中心として山麓～低地にかけて、硫酸イオンや硝酸イオンが卓越する水が集中する傾向があった。採取地点は集落、畑の近くで、地下水帯水層に表層から人為的に汚染された排水の付加があると推定される。また、沿岸部の津波浸水域では一部塩化物イオンが卓越した水が見られたが、その濃度は海水に対して極めて希薄である。津波による地下水塩水化は短期間で回復している。一方、西側の越後山脈や奥羽山脈の山間部の河川水は温泉水の流入によるCa-SO₄型の水質が見られる。

δDとδ¹⁸Oの関係は、δDダイアグラム上でδ¹⁸O = -9.5%を境に二本の異なる回帰直線を示した。δ¹⁸Oが-9.5%より大きいものの回帰線はGMWL(Global Meteoric Water Line)に平行であり、またその大部分が福島県の中通り以東に分布していることから太平洋気団に起源を持つ降水に由来していることが示唆される。特に大きいδ¹⁸Oは宮城県から福島県の海岸平野と栃木県の関東平野に分布し、その次に大きいものが阿武隈山地と中通りに分布している。δ¹⁸Oが-9.5%以下の同位体比の小さい試料は特に越後山脈、奥羽山脈に沿って分布する。また日本海気団に由来する天水の回帰線近くの同位体比を持つ。特に標高の高い山地に起源を持つ河川水でこの傾向が顕著であることから、それらは日本海気団に由来する降水を起源としていると判断される。中通りの山麓と北部の福島盆地では多くの試料が、二本の天水線の間にプロットされている。このことはこの地域の水が太平洋気団に由来する降水と日本海気団に由来する降水の両方を起源にしていることを示している。

採取した地下水の滞留時間は7～51年であった。20～30年の滞留時間を示したものが最も多かった。10年以内の短い滞留時間を持つ水は山麓に近い平野に分布する傾向がある。研究地域南部の方が北部より滞留時間が短い傾向があるが、これは南部では涵養源と採水点の距離が比較的近く、流動距離が短いことに起因している。

本研究で分析した試料中の放射性セシウム(Cs-137・Cs-134)は、定量下限値の10Bq/kg以下であり、地下水中の拡散は認められなかった。

東北地方太平洋沖地震から5年が経った。涵養年代を考慮すると今後滞留時間の短い地域から、トリチウムを始めとして、放射性物質の拡散が見られる可能性があり、監視が必要である。

森林と水田が集水域の熊木川水系における河川懸濁態有機物の炭素同位体比

Carbon isotope composition of riverine particulate organic matter in the Kumaki River system with forest and paddy field in Noto Peninsula, Japan

*長尾 誠也¹、鈴木 智代²、落合 伸也¹

*Seiya Nagao¹, Tomoyo Suzuki², Shinya Ochiai¹

1.金沢大学環日本海域環境研究センター、2.金沢大学大学院自然科学研究科

1.Institute of Nature and Environmental Technology, Kanazawa University, 2.Graduate School of Nature and Engineering Science, Kanazawa University

River systems play an important role on geochemical processes in watershed and the source of nutrient and organic matter to coastal marine environment. Land-use pattern in river watershed reflects water quality and bioavailable chemical compounds in river waters. Rain and snow events also influence water quality, transport flux and migration behavior of organic matter in river systems. To understand the transport processes and sources of organic matter, researchers have been applied tracers such as C/N ratio, $\delta^{13}\text{C}$, radiocarbon and biomarkers. Carbon isotopic compositions, $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{14}\text{C}$, are useful tools because of identification of plant types (C3 and C4) and apparent age of organic matter. The purpose of this study is to understand the transport behavior of particulate organic matter (POM) in rivers, which have watershed with abandonment of forest and paddy field in present Japanese watershed condition. The river research was carried out at the Kumaki River system, the Kumaki River and Nishiyachi River during 2009-2011, in the Noto Peninsula, Japan. We set up at three sites (headwater, upper and middle reaches) of the Kumaki River and at three sites in the Nishiyachi River of the main tributary. Riverine suspended solids were separated from 60-90 L river waters using continuous flow centrifugation method. $\delta^{13}\text{C}$ values range from -28.5 to -24.8‰ for the organic matter in riverine suspended solids and river bottom sediments. The $\delta^{14}\text{C}$ values are 86 to 97‰ at the headwater site, -5 to 34‰ at the upper site and -18 to -64‰ at the middle site. The $\delta^{14}\text{C}$ of POC decreases from the headwater to the middle sites at the Kumaki River. POC content is 3.9 to 21%, and C/N ratio ranges from 9 to 19. These parameters also show downward decreasing trend in the river line. Similar downward variations were found in the Nishiyachi River but little bit different correlation with $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{14}\text{C}$. Land-use pattern in the Kumaki River watershed is occupied by forest in the upper area and by paddy field along the middle and lower river area. These results indicate that paddy field in the middle and lower watershed area in the Kumaki River system has main sources of POM exported to the coastal marine environments.

キーワード：放射性炭素、炭素安定同位体、懸濁粒子、陸起源有機物

Keywords: Radiocarbon, stable carbon isotope, suspended solids, terrestrial organic matter