

## ネパール・カトマンズ盆地の地下水中における健康関連微生物の汚染実態 Occurrence of health-related water microorganisms in groundwater of the Kathmandu Valley, Nepal

原本 英司<sup>1\*</sup>  
HARAMOTO, Eiji<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> 山梨大学大学院総合研究部  
<sup>1</sup> University of Yamanashi

ネパールのカトマンズ盆地では、急速な人口増加に伴って衛生状態が悪化し、病原微生物（ウイルス、原虫および病原細菌）による水系感染症の発生が深刻な問題となっている。しかしながら、現地住民の主要な飲料水源である地下水における病原微生物の汚染実態はほとんど明らかにはされておらず、水系感染リスクの定量的な評価やリスク制御手法の構築を困難としている。

講演者は、文部科学省グローバル COE プログラム「アジア域での流域総合水管理研究教育の展開」や地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム（SATREPS）「微生物学と水文水質学を融合させたネパールカトマンズの水安全性を確保する技術の開発」を通じ、地下水を中心としたカトマンズ盆地の水環境中における健康関連微生物（病原微生物およびその指標微生物の総称）の汚染実態の解明に取り組んできている。これまでに得られた主な知見としては、(1) 地下水中の健康関連微生物の汚染レベルは井戸の構造によって大きく異なること、(2) ヒト以外の複数種の動物による地下水中の糞便汚染が生じていること、(3) 現行の糞便汚染指標微生物である大腸菌や大腸菌群が検出されない地下水からも病原微生物が検出され、指標微生物の有効性に限界があること、などが挙げられる。

本講演では、これまでの研究成果の概要を紹介する予定である。

キーワード: 健康関連微生物, 微生物指標, 微生物起源解析

Keywords: Health-related water microorganism, Microbial water quality indicator, Microbial source tracking

## ネパール・カトマンズ盆地の地下水中のアンモニアの起源推定 Ammonium sources of groundwater in Kathmandu Valley, Nepal

中村 高志<sup>1\*</sup>; 西田 継<sup>1</sup>; 山本 勇生<sup>2</sup>; 平賀 皓大<sup>2</sup>; Khanal Anoj<sup>3</sup>; Shrestha Suresh Das<sup>3</sup>;  
風間 ふたば<sup>1</sup>

NAKAMURA, Takashi<sup>1\*</sup>; NISHIDA, Kei<sup>1</sup>; YAMAMOTO, Yuki<sup>2</sup>; HIRAGA, Kodai<sup>2</sup>; KHANAL, Anoj<sup>3</sup>;  
SHRESTHA, Suresh das<sup>3</sup>; KAZAMA, Futaba<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 山梨大学・国際流域環境研究センター, <sup>2</sup> 山梨大学・工学部, <sup>3</sup> CDG, Tribhuvan University

<sup>1</sup> ICRE, University of Yamanashi, <sup>2</sup> faculty of eng., University of Yamanashi, <sup>3</sup> CDG, Tribhuvan University

Groundwater quality is a critical problem in the Kathmandu Valley, Nepal. The population of the city increased by 6 times in the last six decades and more than half of water demand depends on groundwater source. Microbial and nitrogen contamination causes loss of water resources, nevertheless, understanding of nitrogen source and dynamics in groundwater system still remains insufficient in the central area of the valley. Objective of this study is to identify source of ammonium contamination on shallow and deep groundwater.

Groundwater samples were collected from 34 shallow wells and 5 deep tube wells in September 2014. Ammonium ion were detected from 12 shallow wells and 2 deep wells. Those ammonium concentrations ranged from 1.3 to 103 ppm. Nitrogen isotope values in ammonium ranged from -0.3 to 9.3 permil; this wide range of the nitrogen isotope values suggested possibility of ammonium contamination from natural and anthropogenic sources.

### Acknowledgement

This study are supported by the Science and Technology Research Partnership for Sustainable Development Program (SATREPS, Project Manager: Prof. Narendra Man Shakya and Prof. Futaba Kazama) of Japan Cooperation Agency (JICA)/Japan Science and Technology Agency (JST).

キーワード: カトマンズ, 都市, 地下水, アンモニア性窒素同位体, 硝酸性窒素・酸素同位体

Keywords: Kathmandu, Urban, Groundwater, Nitrogen isotope in ammonium, Nitrogen and oxygen isotope in nitrate

## 水道漏水の減少が新宿区おとめ山公園湧水に与える影響 Effects of reduced leakage from the water main on the spring at Otomeyama Park in Shinjuku ward

高野 雄紀<sup>1\*</sup>; 芳村 圭<sup>2</sup>; 村上 道夫<sup>3</sup>; 上村 剛史<sup>4</sup>

TAKANO, Yuki<sup>1\*</sup>; YOSHIMURA, Kei<sup>2</sup>; MURAKAMI, Michio<sup>3</sup>; UEMURA, Takeshi<sup>4</sup>

<sup>1</sup> 東京大学理学部地球惑星物理学科, <sup>2</sup> 東京大学大気海洋研究所, <sup>3</sup> 東京大学生産技術研究所 (現所属: 福島県立医科大学医学部), <sup>4</sup> 海城中学高等学校

<sup>1</sup>Dept. of Earth and Planetary Phys., Univ. Tokyo, <sup>2</sup>Atmosphere and Ocean Research Institute, Univ. Tokyo, <sup>3</sup>IIS, Univ. Tokyo (Present address: School of Medicine, Fukushima Med. Univ.), <sup>4</sup>Kaijo Junior and Senior High School

東京の湧水の量の減少は、人々の憩いの場が失われるとして問題となっている。これまで湧水量の減少要因は、不透水性面積率の増加に伴う降水浸透阻害であると考えられてきた。長期的な湧水量の減少についてはいくつか報告されてきたが、この原因に関して水収支に基づく定量的な議論は行われていない。そこで本研究では2009年から2013年までおとめ山公園にて湧水量調査を行い、タンクモデルを用いた水収支の解析を行った。湧水量の減少の原因として不透水性面積率の増加だけでなく水道漏水による涵養量の減少も検討した。

水の安定同位体比の測定から、水道漏水が湧水の涵養源となっていることが示唆された。細密数値情報(10 m メッシュ土地利用)を用いた推定から、対象地域の不透水性面積率は1980年代以降ほとんど変化せず湧水量の変化に影響していないことが分かった。2012~2013年のデータから同定されたモデルは2009~2012年の観測値をよく再現した。モデルを用いて1998年から湧水量を計算することで、1998年以降水道漏水によって湧水量が経年的に減少していることを明らかにした。

キーワード: 湧水, 東京都区部, 不透水性面積率, 水道漏水, タンクモデル

Keywords: spring, Tokyo wards area, impervious land cover fraction, water main leakage, tank model

## 水質データベースを用いた大阪府地下水流動系の3次元マッピング Three-dimensional mapping of groundwater flow system in Osaka Basin based on the database of water chemistry

新谷 毅<sup>1\*</sup>; 益田 晴恵<sup>1</sup>; 根本 達也<sup>1</sup>; 升本 真二<sup>1</sup>; 三田村 宗樹<sup>1</sup>; 森川 徳敏<sup>2</sup>; 安原 正也<sup>2</sup>;  
丸井 敦尚<sup>2</sup>

SHINTANI, Tsuyoshi<sup>1\*</sup>; MASUDA, Harue<sup>1</sup>; NEMOTO, Tatsuya<sup>1</sup>; MASUMOTO, Shinji<sup>1</sup>; MITAMURA, Muneki<sup>1</sup>;  
MORIKAWA, Noritoshi<sup>2</sup>; YASUHARA, Masaya<sup>2</sup>; MARUI, Atsunao<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 大阪市立大学大学院理学研究科, <sup>2</sup> 産業技術総合研究所

<sup>1</sup>Graduate school of science osaka city university, <sup>2</sup>National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

Osaka Basin is a large reservoir of groundwater resources, which can be used for various applications as industrial and domestic water resources. However, the uptake of groundwater has been strictly regulated in the center of Osaka Basin since 1960s to avoid geogenic disasters such as land subsidence, which actively occurred in the period of rapid economic growth. The land subsidence has stopped since 1970s because of the regulation, and groundwater has not been extensively used for more than three decades. However, the uptake of groundwater has been a threat again due to increasing consumption of groundwater for private water supplies since 2000s. Depths of private wells for industries, hospitals, etc., are mostly from 100 to 300m from the ground surface, where the shrinking clay layers severely occurred. Because those groundwaters have not been used for long time, present water chemistry is not well documented.

In this study, groundwaters mainly sampled from the wells between 100 and 300m depths were studied for the stable hydrogen and oxygen isotope ratios and major chemical components to estimate the origins of groundwaters. Combining the results of this study and previous studies, three-dimensional mapping of groundwater geochemistry was drawn to discuss the groundwater flow system of the basin and the effect of the land subsidence to the present groundwater geochemistry. Aquifers of groundwater were classified by geological information including marine clay layers. This study was successful to visualize the groundwater chemistry as three-dimensional maps, which clearly show the following features of groundwater chemistry.

Hydrogen and oxygen isotope ratios of the groundwater  $\leq 100$ m depths increased from mountainous areas to the center of plain, and the origin of these groundwaters were local meteoric water. In the western plain of Uemachi plateau, of which altitude is below sea level, the stable isotope ratios of groundwaters ( $\delta^2\text{H}$ :  $-40\text{‰}$  ~,  $\delta^{18}\text{O}$ :  $-5\text{‰}$  ~) are larger than those of local meteoric water ( $\delta^2\text{H}$ :  $-45\text{‰}$  ~ $-40\text{‰}$ ,  $\delta^{18}\text{O}$ :  $-7\text{‰}$  ~ $-6\text{‰}$ ), due to mixing with seawater. Thus, the seawater invaded into the aquifers of these areas, especially those between marine clay layers Ma12 and Ma9.

The stable isotope ratios of the groundwater were low ( $\delta^2\text{H}$ :  $\sim -55\text{‰}$ ,  $\delta^{18}\text{O}$ :  $\sim -8\text{‰}$ ) in the deeper aquifers than the Ma9. Slightly lower isotope ratios of the groundwaters than those of local meteoric water with diluted Na-HCO<sub>3</sub> type chemistry suggested that the groundwater contained squeezed pore water from the overlying clay layers. It would be the evidence of excessive wage of groundwater when the land subsidence actively occurred.

キーワード: 地下水, 同位体

Keywords: groundwater, isotope

## マイクロバブルによる凝集浮上処理を用いた石油随伴水からの微細油分粒子の除去 Removal of very fine oil particles from produced water by microbubble flotation in conjunction with coagulation technic

小島 啓輔<sup>1\*</sup>; 田崎 雅晴<sup>1</sup>; 岡村 和夫<sup>2</sup>; Mark N. SUEYOSHI<sup>1</sup>; Rashid S. AL-MAAMARI<sup>3</sup>  
KOJIMA, Keisuke<sup>1\*</sup>; TASAKI, Masaharu<sup>1</sup>; OKAMURA, Kazuo<sup>2</sup>; MARK N., Sueyoshi<sup>1</sup>;  
RASHID S., Al-maamari<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 清水建設株式会社, <sup>2</sup> 株式会社テクネット, <sup>3</sup> スルタンカブース大学  
<sup>1</sup>SHIMIZU CORPORATION, <sup>2</sup>TECNET Co. Ltd, <sup>3</sup>Sultan Qaboos University

During the oil production process, oily waste water is coproduced at a rate several times that of oil. This water is known as produced water. Most produced water requires treatment to prevent groundwater contamination because it contains very fine oil particles as dispersed and dissolved oil, which are very difficult to separate by gravity separation. It also contains heavy metals, boron, corrosive fluids such as H<sub>2</sub>S, and other chemicals. The treatment and disposal of produced water is a significant operating expense for oil and gas companies. Therefore, treatment levels and technologies are selected based on disposal method or reutilization objectives, environmental impacts, economics, and other such factors.

A 50 m<sup>3</sup>/day capacity pilot plant was designed, fabricated, and utilized to conduct produced water treatment trials in Oman. Pilot treatment trials of produced water from three different oilfields in Oman were carried out by nitrogen microbubble flotation in conjunction with coagulation/flocculation. Filtration and adsorption treatment processes were tested as advanced process for reutilization objectives.

Oil concentration in one of the produced waters was reduced to below the Omani standard for re-use, through microbubble flotation combined with coagulation/flocculation treatment. Oil concentrations in the other two produced waters, which had higher-initial concentrations, were reduced to below the Omani standard for marine discharge. With additional adsorption treatment, these concentrations were further reduced of the level of the re-use standard as well.

Additionally, aeration treatment was effective for removal of sulfur compounds such as sulfide from produced water.

キーワード: 石油随伴水, マイクロバブル, 凝集浮上処理, 油分除去

Keywords: produced water, microbubble flotation, coagulation/flocculation, oil removal

## 発生土や分別土の利用と地盤環境への影響 Utilization and environmental suitability of excavated and recovered soils

勝見 武<sup>1\*</sup>  
KATSUMI, Takeshi<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> 京都大学大学院地球環境学堂

<sup>1</sup> Graduate School of Global Environmental Studies

土木工事では従来より「切り盛りをバランスさせる」などと称して、切土やトンネル掘削などの発生土を盛土や土地造成などに効果的に活用してきた。土という資源を有効に活用しつつ、地震や洪水など災害多発で、かつ平野部の少ない国土の整備が営まれてきたのである。一方、掘削土砂に自然的原因で重金属等が含まれたり酸性水を発生しうるリスクが近年クローズアップされるようになってきている。特に、2003年に施行され、2010年に比較的大きく改正された土壤汚染対策法により、掘削土中に自然的原因で含まれる重金属等への対応について、より一層の配慮が払われるようになってきている。

土や岩石に重金属が含有している状況は特別なことではない。重金属元素が高濃度で含まれていれば鉱床となり、事業として成立するほどの濃度と規模の鉱床であれば鉱山として我々人類に恵みをもたらす。一方、採掘するほどの高濃度ではないが、環境基準を超過するような含有量・溶出量を呈する岩石や土も存在し、これらを掘削する際にはその取扱いが問題となる。このような重金属等が地盤中に含有する原因としては、熱水作用による金属鉱物の生成、温泉水や鉱泉水からの重金属の濃集、海中における重金属の濃縮などが考えられている(湊, 1998)。また、その結果として表れる重金属存在形態を整理すると、鉱物の主成分として含まれる場合、鉱物中の微量成分として含まれる場合、岩石に構成する細粒分(泥岩を構成する微細粒子など)に吸着した状態で含まれる場合、海成堆積物に含まれる場合、腐植物等の有機物と化合して存在している場合、などが考えられ、溶出特性もこれらの存在形態に応じて異なることに注意が必要である。

自然由来の重金属等の含有の可能性のある地盤に対して工事を行う場合には、その有害性を判定する必要がある。溶出リスクの評価として一般的に行われる平成3年環境庁告示第46号の溶出試験は本来は表層の人為汚染を対象としているため、自然由来の重金属等にこれをあてはめるにはいくつか難点があることには既に多くの指摘がある。例えば46号試験は2mm以下の土壌を対象としているが、掘削ずりでは岩をどのくらいの大きさまで粉碎するのかが問題となる。また、時間の経過に伴いpHが低下して溶出量が増加するものもあるが、46号試験ではそのような特性は評価できない。過酸化水素水を用いて強制酸化の条件をつくりだし酸性化可能性と溶出量を検討する例もみられるが、この方法では岩石そのものが有する中和緩衝作用を考慮できないため重金属溶出量を過大に評価しうる問題点もある。短期・長期それぞれについて酸性水の発生と重金属等の溶出特性を的確に判定し、対応につなげることが重要である。例えば乾ら(2014)は数種類の岩石について27ヶ月の雨水暴露試験を含む様々な試験を行い、「建設工事における自然由来重金属等含有岩石・土壌への対応マニュアル(暫定版)(2010)」で提示されている全含有量に基づくスクリーニング試験や、3%過酸化水素水による強制酸性化試験の有効性を議論している。様々な成果を踏まえ、科学的合理性のある環境安全性の評価法の体系化が求められる。

2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震・大津波の被災地では復旧・復興に関わる様々な土木事業が行われ、岩手・宮城・福島3県をあわせると12,600万m<sup>3</sup>もの土が必要との報告もある(地盤工学会, 2014)。この大量の土砂を確保するのに一部では新たな土取り場を開発することも行われているが、発生土の有効利用を進め、新材の利用をできる限り抑制することが必要である。地震と津波により多量に発生した災害廃棄物等には相当量の土砂が含まれており、処理によって再生された分別土砂の有効利用も求められた。分別土砂の一部にはヒ素やフッ素で環境基準を超えるなどの報告があった。復興事業で土砂が不足する中、基準超過の土砂についても環境安全性を確かめながら資材として利用していく可能性についても議論が必要である。土の選定・利用にあたっては、有害物質に対する安全性だけでなく、力学特性や耐久性、施工性や経済性なども十分に考慮されなければならない。「土の総合マネジメント」が重要である。そのような背景に基づき、地盤工学会では「災害廃棄物から再生された復興資材の有効活用ガイドライン」をとりまとめ、基準超過の土砂について利用部位とモニタリングの配慮を行いつつ有効利用を行う考え方を提示した。本ガイドラインの対象は災害復興における土砂の利用だが、基準をわずかに超過する土砂の取り扱い、管轄の異なる事業間での土砂のやりとり、土砂のストックや運搬などの課題は、平時における副産物の有効利用にも関係する課題に位置付けられる。

キーワード: 発生土, 重金属, 地盤環境

Keywords: Excavated soil, Heavy metal, Geoenvironment