

1,4-ジオキサンによる土壌・地下水汚染機構についての考察

Study on the mechanism of soil and groundwater contamination by 1,4-Dioxane

*中島 誠¹、日高 レイ¹*Makoto Nakashima¹, Ray Uwe Hidaka¹

1.国際航業株式会社

1.Kokusai Kogyo Co., Ltd.

1,4-ジオキサン (DXA) の土壌環境基準項目への追加が予定されている。DXA ($C_2H_8O_2$) は、水と密度がほぼ等しい常温で無色透明な液体であり、沸点が101°Cと比較的低く、水にも油にも溶けやすい、揮発性有機化合物 (VOC) である。このような性質から、溶剤として広く使用されており、過去には1,1,1-トリクロロエタン (MC) の安定剤として多量に使用されていた。DXAは、土壌中では有機物に吸着しにくく移動性が高い物質であると考えられ、他のVOCに比べて揮発性が低いため、土壌・地下水汚染機構に他のVOCとの違いがある可能性がある。

著者らは、1,4-ジオキサンの土壌・地下水での挙動特性を把握し、土壌・地下水汚染機構について考察することを目的として、固相-液相間および液相-気相間での分配試験および三種類の土壌カラム試験を行った。これらの試験に用いた土壌は豊浦砂と有機質土の二種類であり、DXAと共存していることが多いと考えられるMCの挙動と比較した。

分配試験では、DXAのほとんどが土壌水中に存在し、土粒子への吸着分と間隙ガスへの揮発分が非常に少ないこと、およびMCがNAPLとして水中に存在する場合にはMC相の存在がDXAの分布に影響を与えないことが把握された。

不飽和土壌における揮発特性を把握するための土壌カラム試験では、不飽和帯にDXA汚染土壌が存在する場合、汚染土壌から揮発したDXAが土壌ガス中を上方に拡散する間に各深度で土壌水中に溶け込むため、表層付近の土壌ガス中にDXAが拡散してくる可能性が低く、途中の深度で土壌溶出量が土壌環境基準を超える状態になる場合もあることが把握された。

不飽和土壌中における降雨時の浸透特性を把握するための土壌カラム試験では、不飽和土壌中のDXAは降雨浸透による水分の供給があればその水分中に溶解し浸透していきやすく、降雨浸透による水分の供給がなければそのまま高濃度で存在し続けることが把握された。このことは、降雨浸透のない建屋下等ではDXAが不飽和土壌中に高濃度で残っていた存在し続ける可能性があること、建屋等を解体して更地にしたことによりそのDXAが帯水層まで浸透して地下水汚染を引き起こすという可能性があることを示唆している。

本研究では、不飽和帯におけるDXAの挙動特性を把握することにより、DXA特有の土壌・地下水汚染機構について考察した。

本発表の内容は、環境省の環境研究総合推進費 (5-1503) で得られた成果の一部である。

キーワード：1,4-ジオキサン、土壌・地下水汚染、汚染機構、不飽和土壌、土壌カラム試験

Keywords: 1,4-Dioxane, soil and groundwater contamination, contamination mechanism, unsaturated soil, soil column experiment

Hydrochemical and isotopic composition of groundwater in Douala, Cameroon: Effect of recharge and waste water on water contamination

*Mengnjo Jude Wirmvem¹, Takeshi Ohba¹, Brice Tchakam Kamtchueng², Wilson Yetoh Fantong², Muga Yaguchi¹, Mumbfu Ernestime Mimba^{1,2}, Tasin Godlove Bafon³, Gloria Eneke Takem², Ako Andrew Ako²

1.Sch. of Sci, Tokai Univ., 2.IRGM, Cameroon, 3.Compagnie Minière Du Cameroun SA

High water demand for domestic use in the Douala urban city with over 3 million inhabitants is met mainly by shallow groundwater through shallow wells, boreholes and springs in Pleistocene alluvium and Pliocene sand deposits. Chemical controls and recharge process of the groundwater have not been thoroughly investigated. Accordingly, this study examines the main controls on groundwater composition and spatial view of its contamination, timing of recharge and link between the recharge process and quality of the water. Conventional field measurements in January 2015 were followed by analysis of major ions and stable hydrogen and oxygen isotopes in 52 water samples. A significant range of EC values from 15 to 6890 $\mu\text{S}/\text{cm}$ in both surface water and the groundwater suggests various controls on the chemical composition of the water. Low pH values in the groundwater from 3.61 to 6.92 with an average value of 5.04 indicate an acidic aquifer. The water types were Na-Cl, Ca-Mg-SO₄-Cl, Ca-Mg-HCO₃ and Na-HCO₃ with the Na-Cl water type being the most dominant in shallow open wells, boreholes and springs. Despite the nearness to the sea, only the River Wouri and few groundwater samples were strongly affected by salinization. Nitrate, which exceeded the WHO guide value of 50 mg/l in 22 % of the groundwater, poses a health problem, particularly infant methaemoglobinaemia. Mass ratios of Cl/Br in the groundwater ranged from 54 up to 3249 (with an average value of 652). The ratios scattered mostly along the mixing lines between dilute waters, septic-tank effluent and domestic sewage. The majority of samples especially the high NO₃⁻ shallow open wells clustered around the septic-tank effluent end member. This cluster indicates that shallow groundwater in the urban city of Douala is highly contaminated by seepage from the numerous and widely distributed pit latrines. The stable isotopes in the groundwater indicated its meteoric origin and rapid infiltration after rainfall. Most groundwater samples plotted between precipitation in the months of April and August along the Douala meteoric line showing no isotopic signatures of the most depleted and heaviest September to October monsoon rains. The narrow plot suggests a timing of the main recharge between the April and August rains and no considerable variation in recharge conditions during the hydrological year. The $\delta^{18}\text{O}$ values showed narrow ranges and overlaps in rivers (-3.10 to -2.13 ‰), springs (-3.09 to -2.90 ‰), shallow wells (-3.79 to -2.47 ‰), and boreholes (-3.53 to -2.88 ‰) with an even spatial distribution. These observations depict hydraulic connectivity, good water mixing and a homogeneous aquifer system mainly receiving local diffuse/direct uniform areal recharge from rainfall. The rapid and diffuse recharge through the permeable alluviums and sands favour the leaching of effluent from the pit latrines into the aquifer system; hence, the high NO₃⁻ and Cl⁻ in shallow wells. Based on ionic relations, the groundwater chemistry is mainly controlled by silicate weathering, ion exchange and leaching of waste from pit toilets. Drilling of deep boreholes is highly recommended.

Keywords: groundwater chemistry, Cl/Br ratio, waste water contamination, environmental isotopes, diffuse groundwater recharge, Douala-Cameroon

ネパール・カトマンズ盆地の地下水におけるアンモニアおよび硝酸イオンの起源と動態
Ammonium and nitrate contamination source and dynamics in groundwater of Kathmandu Valley,
Nepal

*中村 高志¹、西田 継¹、Shrestha Suresh Das³、山本 勇生¹、赤羽 和貴²、滝本 康裕²

*Takashi Nakamura¹, Kei Nishida¹, Suresh Das Shrestha³, Yuki Yamamoto¹, Kazuki Akahane², Yasuhiro Takimoto²

1.山梨大学・国際流域環境研究センター、2.山梨大学・生命環境学部、3.トリブワン大学・理学部

1.International Research Center for River Basin Environment, University of YAMANASHI, 2.Faculty of Life and Environmental Sciences, University of Yamanashi, 3.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 ammonia and nitrate source and contamination process in groundwater system. Objective of this study is to identify the source and contamination processes of the ammonium and nitrate in the groundwater.

Groundwater samples were collected from 32 shallow dug wells, 7 tube wells and 5 deep tube wells in September 2014 and August 2015. About 87% and 60% of groundwater exceeded WHO guideline values for ammonium and nitrate concentrations respectively. Nitrogen isotope values of ammonium suggest that natural soil production from lake sediments layer in the valley is main contamination sources for deep and shallow tube wells. In case of dug wells are contaminated by soil production with sewage nitrogen. And nitrogen and oxygen isotopes in nitrate suggest the sewage is main contamination sources of shallow dug wells and denitrification occurrence in shallow groundwater.

Ammonium nitrogen isotope values are shows less than 10%. On the other hand nitrate isotope values are above 10%, these differences of ammonium and nitrate-nitrogen isotope values are suggests the nitrate contamination sources are only sewage with out nitrification by ammonium originated from natural soil. The ammonium stored in groundwater body with out nitrification and denitrifications.

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：カトマンズ盆地、地下水、アンモニア態窒素同位体比、硝酸態窒素および酸素同位体比

Keywords: Kathmandu Valley, Groundwater, Nitrogen isotope in ammonia, Nitrogen and oxygen isotope in nitrate

Temporal variation of contamination in perched water and groundwater at an open dumpsite in Sri Lanka

*Udayagee PubuduPriya Kumarasinghe¹, Yudzuru Inoue¹, Takeshi Saito¹, Masanao Nagamori², Mowjood Mohamad³, Ken Kawamoto^{1,4}

1.Gaduate school of science and engineering, Saitama University, Japan, 2.Center for Environmental Science in Saitama, Japan, 3.University of Peradeniya, Peradeniya, Sri Lanka, 4.International Institute for Resilient Society, Saitama University. Japan

In Sri Lanka, solid waste management is mainly focused on waste collection and dump into open dumpsites. The leachate produced from these dumpsites often pollutes surface water and groundwater. Identification of temporal variation for leachate and groundwater quality is an important factor when installing leachate treatment systems, since water quality depends on many factors. In this study, an open dumpsite was selected from wet zone, Sri Lanka, and its perched water inside waste layer and groundwater quality were monitored for two years (March 2013 to March 2015). Perched water and groundwater samples were collected with one month interval and samples were analyzed for 14 parameters. Leachate pollution index (LPI) and piper diagrams were used to analyze the temporal variation of water quality. Overall and sub-indices of LPI were calculated to identify temporal variation of risk for groundwater contamination. Groundwater samples showed constant and low LPI values except for the initial stage of the monitoring and those constant values were similar to those for the control, a well located at out of the dumpsite. LPI indices calculated for perched water is higher than that of groundwater, but it gradually decreased with the time. There is no considerable different observed in perched water and groundwater with respect to the presence of heavy metals. Reduction of LPI exhibited the high dissolution of the pollutants over the time. No correlation was observed between LPI and amount of rainfall received over the time.

Keywords: Open solids waste dumps, perched water, groundwater, contamination, leachate pollution index (LPI)

地下水流動解析におけるV&Vへの対応

V&V approach for the groundwater analysis

登坂 博行²、*白石 知成¹Hiroyuki Tosaka², *Tomonari Shiraishi¹

1.清水建設(株)技術研究所 エネルギー技術センター 地層処分グループ、2.東京大学 工学系研究科 システム創成学専攻

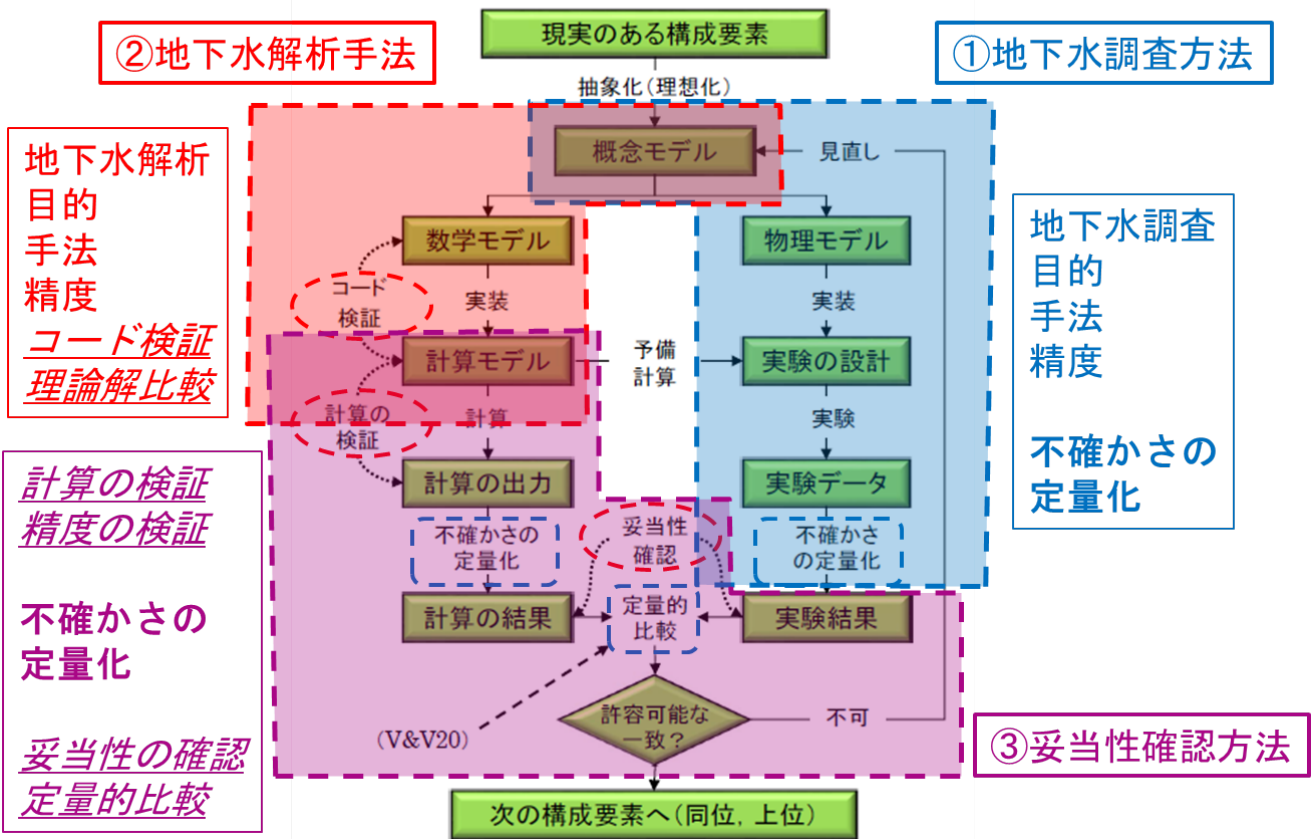
1.SHIMIZU CORPORATION, 2.The Univ. of Tokyo

近年、ISO9001シリーズにおける品質保証に対して、数値シミュレーションの品質保証をサポートするV&V (Verification and Validation: 検証と妥当性の確認) がさまざまなシミュレーション分野で注目されている。地下水流動解析に着目すると、従来は地下水解析に対する妥当性の議論はあまりなされなかった。しかし、放射性廃棄物処分の分野において、安全評価のために必要な地下水流動解析に対する数値解析モデル作成から妥当性確認までの一連の流れが土木学会から示された。関連した研究では、従来から用いられている水位、水圧、流量データのみでなく、地下水の化学特性の1つである地下水年代を妥当性確認のための検証データとして用いた例も見られる。不均質性や不確実性の評価方法に関して研究されている。一方、2014年に「水循環基本法」が施行された。地下水流動が影響因子となる地下施設設計や安全評価に対して、今後さらに地下水流動解析の必要性が高まることが予測される。加えて地下水解析の妥当性、不確実性に対する評価が重要な社会ニーズとなる可能性が高い。このような背景を受け、公益社団法人日本地下水学会では、2015年度から調査・研究委員会内での研究グループとして、「地下水解析におけるV&V対応の課題抽出研究グループ(以下、「本研究G」と称す)」が立ち上がり、今後学会活動として取り組むべき課題の抽出が行われ、当面の対応としては解析コード検証に有効となる具体的な例題集の作成を目指すことを目的とし、地下水解析コードの検証のための理論解や実験データの収集を行うこととなった。2016年度からは「地下水流動解析コード検証事例作成のための調査・研究グループ」として継続した活動を行い、コード検証事例集の出版、講習会の開催を目標としている。

キーワード：地下水流動解析、検証、妥当性の確認

Keywords: Groundwater flow analysis, Verification, Validation

ASME V&V10のフロー図と課題抽出にあたっての区分け



流量観測のための写真測量技術を用いた河川横断面測量の高精度化

Precise measurement of river cross-section using photogrammetry for discharge observation

*田林 雄¹

*Yu Tabayashi¹

1.筑波大学

1.University of Tsukuba

流量観測は通常、河川横断面積に流量を乗じて求められるが、河川横断測量を正確に行うことは難しく、得られたデータにはしばしば大きなデータが含まれる。物体の形状を詳細に計測する手法として写真測量があるが、専門的な知識や技量が要求され、これまで限定された分野で用いられてきた。近年、デジタルカメラや計算機、ソフトウェアの発達によって平易に写真測量が適用可能になった。本研究では筑波山麓の河川の小桜川の河川横断面を写真測量によって計測し、実測値（尺で計った水深）とよい一致を見た。また、尺では得られない連続的な水深の取得ができるためより正確な横断面の作成できた。濁度の高い水や光条件の厳しい環境では適用が難しいが、撮影条件の良い河川では作業の効率化と精度の向上が見込まれる。

キーワード：写真測量、河川縦断面、流量

Keywords: Photogrammetry, River cross-section, Discharge