

Groundwater flow systems in eastern half of Fukushima prefecture and its surrounding

~ calculation of mean residence time based on CFCs and SF₆ ~

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

*Yusuke Murasaki², Harue Masuda², Souma Yamano¹, Ryo Inoue², Yusuke Sakamoto², Tsuyoshi Shintani², Nozomu Hirai², Fumie Chikaoka², Goto Aoi², Shinji Nakaya³, Atsunao Marui⁴, Masahiko Ono⁴

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

1. Osaka city University Faculty of Science Department geosciences, 2. Department of Geosciences, Faculty of Science, Osaka City University, 3. Department of Water Environment and Civil Engineering, Faculty of Engineering, Shinshu University, 4. Geological Survey of Japan, AIST

Introduction

The tsunami occurring at the time of Tohoku Pacific Ocean earthquake on March 11, 2011, caused Fukushima Nuclear Power Plant accident happen to emit radioactive nuclei in the atmosphere. In Fukushima, groundwater has been used as not only agriculture but daily purposes. Since the radioactive nuclei move slowly in the groundwater system, it is necessary to continue observing groundwater for a long term to understand movement process and residence time. For that reason, it is important to understand groundwater flow system. The purpose of this study is to document the groundwater flow systems of the eastern half of Fukushima prefecture and its surrounding i.e. south of Miyagi and north of Tochigi prefectures. Here, the residence time of groundwaters collected in November, 2016 in July and October, 2015 and discussed based on the result of CFCs and SF₆ analyses.

Results

The study area was divided into three areas; area A (Hamadori and eastern slope of Abukuma mountains), area B (between the ridges of Abukuma and Echigo mountains included Nakadori), and area C (the southernmost part of Sendai plain).

The groundwaters from area A contained CFC-12 60-5000ppt, CFC-11 10-8000ppt and CFC-113 5-300ppt. The concentrations were lower in the groundwaters from the plains along the seashore than those from mountain area Those from area B contained CFC-12 100-10000ppt, CFC-11 10-10000ppt and CFC-113 8-500ppt. The concentrations were lower in those from the northern plain than the others. Although the concentrations of SF₆ were obtained only for the samples collected only from the central to southern part of the plain of this area, most of these waters contained excess SF₆ over the atmospheric one. The groundwaters from area C contained CFC-12 190-1000ppt, CFC-11 50-2000ppt and CFC-113 10-60ppt. Although the ranges of those value were overlapped with those of area A, only a few samples had the high concentrations.

Combination of the obtained concentrations suggest the four different models of groundwater flow i.e. Piston flow(PFM), Exponential mixing(EMM), the intermediate of PFM and EMM(PFM/EMM), Binary mixing(BMM). Some data could not be explained by these models. Most groundwaters can be explained EMM, BMM or PFM/EMM. Therefore, most of the studied groundwaters, especially from the plains, have more than two origins. However, the groundwaters from the mountain area had a single origin. Calculated mean residence times were 6-82 years and about 70% these were 15-40 years old. Groundwaters having short residence time within 15 years were concentrated from the slope to the foot of mountains over

areas A and C. Many groundwater were 15-30 years old in the area B, while those older than 31 years were concentrated on foot of the mountains and in the plains. The residence time of areas A and C was generally longer than area B.

Discussion

Samples dissolving excess SF₆ were concentrated on the plain of area B probably because factories near the sampling sites discharged it in the 1990s, which was calculated recharge ages. According to Fukushima prefecture prevention of global warming promotion center, the amount of SF₆ discharge in Fukushima would reach the peak to cause the dissolution of the excess SF₆.

In the plains between Abukuma Mountains and Echigo Mountains (Nakadori), precipitations recharged on these mountains and the plain part were mixed in the aquifer. It must be the reason why many groundwaters can be applied to mixing model. The mixing model can explain the groundwater flows especially at the foot of mountains because there is meeting of groundwaters originated from the different recharge areas.

The shorter residence time of groundwater from the areas A and C than those from B would be due to the elevations of recharge areas. Groundwaters in areas A and C were mainly recharged on the lower Abukuma mountains and those in area B did mainly on the higher Echigo mountains; i.e., paths to the sampling sites at the lower altitudes are comparatively short from the Abukuma mountains than Echigo mountains.

地下水揚水規制後の関東平野南西部の地下水流動の変遷

Groundwater flow transition in the southwestern Tokyo Metropolitan Area after restriction of groundwater abstraction

*林 武司¹、宮越 昭暢²、川合 将文³、川島 眞一³、国分 邦紀³、濱元 栄起⁴、八戸 昭一⁴

*Takeshi Hayashi¹, Akinobu Miyakoshi², Masabumi Kawai³, Shin-ichi Kawashima³, Kuniyuki Kokubun³, Hideki Hamamoto⁴, Shoichi Hachinohe⁴

1. 秋田大学教育文化学部、2. 国立研究開発法人産業技術総合研究所、3. 東京都土木技術支援・人材育成センター、4. 埼玉県環境科学国際センター

1. Faculty of Education and Human Studies, Akita University, 2. Geological Survey of Japan, AIST, 3. Civil Engineering Support and Training Center, Tokyo Metropolitan Government, 4. Center for Environmental Science in Saitama

関東平野の南西部に位置する武蔵野台地から荒川低地・大宮台地にかけての地域における被圧地下水の広域の流動は、かつて「浦和透水帯」、「浦和水脈」、「浦和流動地下水」などと呼ばれた（木野, 1970等）。これらの呼称は、地下水の流束が相対的に大きいこと示したものであり、当時すでに増大・拡大傾向にあった地下水揚水の影響を受けた流動であるが、一般社会に「良質な地下水が豊富に流れている」と誤認された経緯を有する。

この地域では、第二次世界大戦後から高度経済成長期にかけて、地下水の開発域が急速に拡大するとともに地下水揚水量が増大した。この結果、地盤沈下が低地だけでなく台地にまで広く発生したため、1960年代以降に法律（工業用水法、ビル用水法）や地方公共団体の条例が整備され、地下水の揚水量が規制されてきた。この結果、地域全体での地下水揚水量は減少してきたが、この地域は東京都と埼玉県にまたがっており、地区によって地下水の利用と規制の歴史が異なる。また現在も、地方公共団体によって、水道水源としての地下水利用の有無が異なる。

このような地下水の利用ならびに規制の経緯は、「浦和透水帯」や「浦和水脈」などと呼ばれた広域の地下水流動に影響してきたと考えられるが、その変遷や現状については不明な点が多い。その要因として、地下水流動が2都県にまたがり、多くの地方公共団体が関わっていることや、水理地質構造が十分に考慮されていなかったことなどが挙げられる。そこで本研究では、東京都ならびに埼玉県が蓄積してきた地下水位データや水理地質に関する情報、地方公共団体の地下水揚水量データ等を統合し、長期にわたる地下水流動の変遷と現状を把握することを目的とする。この成果は、水循環基本法で求められている河川流域・地下水盆地単位での地表水・地下水の統合管理、すなわち、水循環や地下水流動の保全や地表水・地下水の持続的な利用に資するものである。発表では、水理地質構造と地下水位データの三次元的な分布の経年変化から、地下水流動の変遷の特徴と現状を報告する。

本研究は、東京都土木技術支援・人材育成センター・秋田大学・産業技術総合研究所の共同研究ならびに埼玉県・秋田大学・産業技術総合研究所の共同研究の一環として実施するものである。

キーワード：地下水位変動、地下水開発、地方公共団体、地下水揚水規制、地下水盆地管理、首都圏

Keywords: groundwater level fluctuation, groundwater development, municipalities, restriction of groundwater abstraction, groundwater basin management, Tokyo Metropolitan Area

首都圏における地下温度の経年的な上昇とその要因—地下温度の長期変化に認められる地下水開発の影響—

Evaluation of subsurface warming in the Tokyo metropolitan area, Japan

*宮越 昭暢¹、林 武司²、川合 将文³、川島 眞一³、國分 邦紀³、濱元 栄起⁴、八戸 昭一⁴

*Akinobu Miyakoshi¹, Takeshi Hayashi², Masafumi Kawai³, Shinichi Kawashima³, Kuniki Kokubun³, Hideki Hamamoto⁴, Shoichi Hachinohe⁴

1. 国立研究開発法人産業技術総合研究所 活断層・火山研究部門、2. 秋田大学教育文化学部、3. 東京都土木技術支援・人材育成センター、4. 埼玉県環境科学国際センター

1. Geological Survey of Japan, AIST, 2. Faculty of Education and Human Studies, Akita University, 3. Civil Engineering Support & Training Center, Tokyo Metropolitan Government, 4. Center for Environmental Science in Saitama

筆者らは、都市域における長期の地下水利用や都市特有の熱環境、地球温暖化に伴う気候変動が地下環境に及ぼす長期的な影響を把握するため、首都圏に属する東京都および埼玉県を対象として、地下温度観測を継続的に実施している。これまでに、両都県に整備されている地盤沈下・地下水位観測井網を活用して、2000年から2016年まで地下温度プロファイルを繰り返し測定するとともに、2007年（埼玉県内4地点）および2012・2013年（東京都内6地点）から地下温度の高精度モニタリングを実施し、地下温度の連続的かつ微細な変化と、深度による変化傾向の差異を調査してきた。本発表では、それらの観測結果と、観測結果から明らかとなってきた地下温度変化の要因に関する検討結果を報告する。

筆者らの先行研究（宮越ほか、2010など）により、両都県の地下温度分布には明瞭な地域差が認められ、都心では郊外よりも相対的に高温であることが明らかとなっている。本研究では、2013～2016年の調査によって得られた地下温度分布と2003～2005年時の地下温度分布の比較により、過去10年間に、地下浅部に広く温度上昇が生じていることが明らかとなった。また、地下温度の上昇量は郊外よりも都心で大きく、両地域の温度差が増大していることが明らかとなった。さらに、地下温度の上昇は時間の経過とともに、より深部でも確認され、地下温暖化が地下深部に向かって拡大していることが示された。

地下温度のモニタリング結果から、これら地下温度の上昇は継続的に生じていることが確認され、温度上昇率は地域や深度により異なることが明らかとなった。埼玉県南東部の低地部に位置する観測地点では、深度30mで0.022°C/年、東京都東部に位置する観測地点では同じ深度で0.018°C/年であり、温度上昇率の変動は比較的小さく、観測期間中を通じて概ね一定した上昇傾向を示した。これらの地点は河川沿いの沖積低地に位置しており、地下温暖化は主に地表面温度の上昇に伴う熱伝導によって形成されたと考えられた。

一方、埼玉県南西部および東京都西部の武蔵野台地に位置する観測地点では、地下温度プロファイルの繰り返し測定結果から地下浅部の継続的な上昇が確認されるものの、温度上昇率は一様でない。また、温度上昇率には経年的な変化だけでなく、深度による変化も認められた。さらに、地下浅部だけでなく深度100m以深においても、温度変化は小さいものの局所的に有意な変化が認められた。これらの複雑な地下温度の変化は、水理水頭分布の経年的な変化の大きい地域や低水頭部で生じており、地下水流動の変化が地下温度分布の経年的な変化に影響を与えていることを示唆している。各観測地点で観測された地下温度の変化を地下地質構造や地下水流動と併せて解析することで、首都圏における地下温暖化の形成メカニズムを明らかにできると考えられる。

本研究は、東京都土木技術支援・人材育成センター、秋田大学、産業技術総合研究所による共同研究、ならびに埼玉県、秋田大学、産業技術総合研究所による共同研究の一部として実施した。

キーワード：地下温度、地下水流動、地下温暖化、地下水開発、都市化、首都圏

Keywords: subsurface temperature, groundwater flow, subsurface warming, groundwater development, urbanization, Tokyo metropolitan area

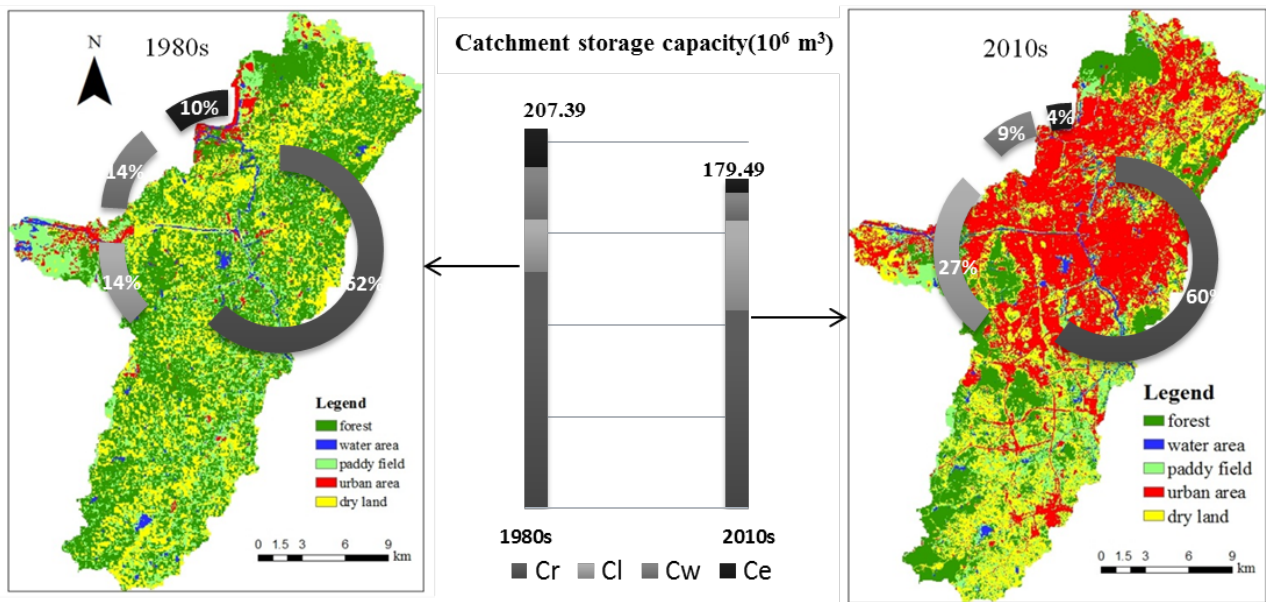
The effects of urbanization on catchment storage capacity of surface water –a conceptual model in plain catchment in Yangtze river delta

*Song Song¹, Youpeng Xu¹, Liu Yang¹

1. School of Geographic and Oceanographic Science, Nanjing University, Nanjing, China

Hydrological processes in Yangtze river delta area have been significantly changed due to rapid urbanization in the last 30 years. A conceptual model involving four modules - river network, lakes/reservoir, wetland/floodplain, and ecological land use –was proposed to evaluate the surface water storage capacity, as well as its temporal variation and its structural sensitivity from 1980s to 2010s in Qinhuai River Basin, Yangtze River Delta. The data sources include MSS/TM images, thematic maps, Digital Elevation Model, and gauged hydrological data from 1980s and 2010s. The main findings indicated that, 1) the main driver of the storage variation is the construction land expanded and forest decrease; 2) although the total water area increased, the complexity and stability of river network declined; 3) the surface water storage capacity of Qinhuai river catchment decreased by 13.45%, from $207 \times 10^6 \text{ m}^3$ to $179 \times 10^6 \text{ m}^3$ during the study period; 4) the lake/reservoir storage is the most sensitive module to the urbanization, while the river network module serves as main contributor to the total storage. More effects should be made in the protection and restoration of the low-level rivers, forest and wetlands to protect and restore the catchment storage capacity. The results of the study would provide support in policy formulation and intervention strategies.

Keywords: Storage capacity, urbanization, conceptual model, effect analysis, Yangtze River Delta



Urban flooding risk mapping using hydrodynamic and GIS models

*Boyu Feng¹, Chuiqing Zeng¹, Jinfei Wang¹, Ying Zhang²

1. University of Western Ontario, 2. Canada Centre for Mapping and Earth Observation, Natural Resources Canada

Rapid urbanization and unpreventable climate change have resulted in severe urban flooding events that hit worldwide cities more frequently and heavily. An instructive and up-to-date monitoring and evaluation on the distribution of flooding risks in cities is necessary and valuable for urban planning. This research applied two major approaches in current urban flooding studies: hydrodynamic and GIS models in a case study in London, ON, Canada. From the hydrological view, hydrodynamic models employ a series of hydraulic equations to calculate the motion of water from fluvial/pluvial-based sources. The inputs of such hydrodynamic models are often composed of detailed hydrological parameters (e.g. river crossing section), which need to be inputted by experienced hydrodynamic experts. Besides the high standard of hydrological expertise, hydrodynamic models involve heavy calculation and are often difficult to run with high spatial resolution data. For end-users who do not have hydrological background, the two features impede the easy access to hydrodynamic models. On the other hand, GIS models can be easily equipped with multiple high spatial resolution GIS layers. But in GIS models, hydrodynamic physics does not apply and the key parameters are often generated from historical flooding events or empirical models. Therefore, a bond between hydrodynamic and GIS models needs to be made in urban flooding studies, in order to take advantage of both models strength. This study used the water level result derived from one open-source hydrodynamic model (PCSWMM) as a known flooding event. According to the hydrodynamic model result, the parameters that the GIS model requires were decided. In this way, the GIS model can be considered as a simplification of the used hydrodynamic model. The used GIS layers in this study include DEM (digital elevation model), slope, curvature, landuse/landcover, and road system density. As a result, an urban flooding risk map is generated using the hydrodynamic-model-trained GIS model.

Keywords: Urban flooding, GIS model

大阪中心部の地下水の特徴について

Characteristics of ground water under the central Osaka

*北田 奈緒子¹、伊藤 浩子¹、越後 智雄¹、藤原 照幸¹

*Naoko Kitada¹, Hiroko Ito¹, Tomoo Echigo¹, Fujiwara Teruyuki¹

1. 一般財団法人地域地盤環境研究所

1. Geo-Research Institute

大阪平野のうち上町台地より西側では、海水準変動の繰り返しに伴う複数の粘土層が層状に堆積し、粘土層間の砂礫層は豊富な地下水が賦存する被圧帯水層を形成している。一方で、1960年代の工場用水の大量汲み上げによって引き起こされた深刻な地盤沈下が原因となり、現在は揚水が厳しく規制されている。しかし昨今、特に大阪市内においては、再生熱エネルギーとしての地下水利用プロジェクトが推進されるなど、地下水の有効利用についての検討が進められている。

そこで、現時点での地下水の性状に関するバックグラウンドデータを取得することを目的として、大阪駅周辺から中之島付近において、既設の観測孔を用いた水位・水温・水質調査を実施した。今回対象とした帯水層は、完新統の粘土層(Ma13)の下位に分布する砂礫層（第1被圧帯水層：Dg1）と、最上位更新統の粘土層(Ma12)の下位に分布する砂礫層（第2被圧帯水層：Dg2）である。水質については、2016年6、9、11、2017年1月の計4回採水した地下水について主成分組成などの分析を実施した。その結果、Dg1、Dg2共に還元的でNa-Cl型の水質組成を示し、特にDg1の方がより塩濃度が高いことが明らかとなった。また、0.45 μmのメンブレンフィルターでろ過した際に得られた細粒粒子の鉱物組成分析（XRD）を実施したところ、砕屑性粒子とともに非晶質の酸化鉄を含むことが判明した。地下水中に存在するこのような微粒子の存在量や鉱物組成は、将来的な地下水の有効利用法を模索していく中で重要な情報となる。

キーワード：地下水、ボーリング、データベース、水質

Keywords: ground water, borehole, database, water quality

新河岸川流域の水環境に関する研究

A study on the water environment in Shingashi river basin

*浅見 和希¹、小寺 浩二¹

*Asami Kazuki¹, Koji Kodera¹

1. 法政大学水文地理学研究室

1. Hosei University Lab. for Hydrogey

1.はじめに

日本の河川の水環境は都市化に伴い悪化したが、その後の環境保全等の活動により近年は改善傾向にある。しかし、都市域を流れる河川の中には依然として水質に問題があるものがあり、現在の都市域の河川の水環境を把握することは、水環境保全を進めていくうえで重要である。法政大学では東京近郊を流れる新河岸川流域の研究を1930年代から断続的に続けており、近年では市民団体と連携して水質調査を行なっている。ここでは2013年から2016年まで計4回実施した水質調査の結果をもとに、現在の新河岸川流域の水環境を明らかにする。

2.地域概要

新河岸川流域は、埼玉県の10市1町、東京都の3区6市1町の中に位置している。本流の新河岸川は荒川水系に属する1級河川で、源流は埼玉県川越市に位置し、荒川の右岸側を沿うような形で流れ、東京都北区にある岩淵水門付近で隅田川と合流する。流路延長は34.6kmあり、感潮区間は隅田川との合流点から約16kmである。また、流域面積は411km²で、支流の多くは東京都側に源流があり、埼玉県で新河岸川と合流する。

3.調査方法

毎年6月に実施される「身近な水環境一斉調査」において市民団体の方が採水した水を提供してもらい、研究室にてpH、RpH、ECの測定および分析器を用いてTOC、主要溶存成分の分析を行なっている。

4.結果

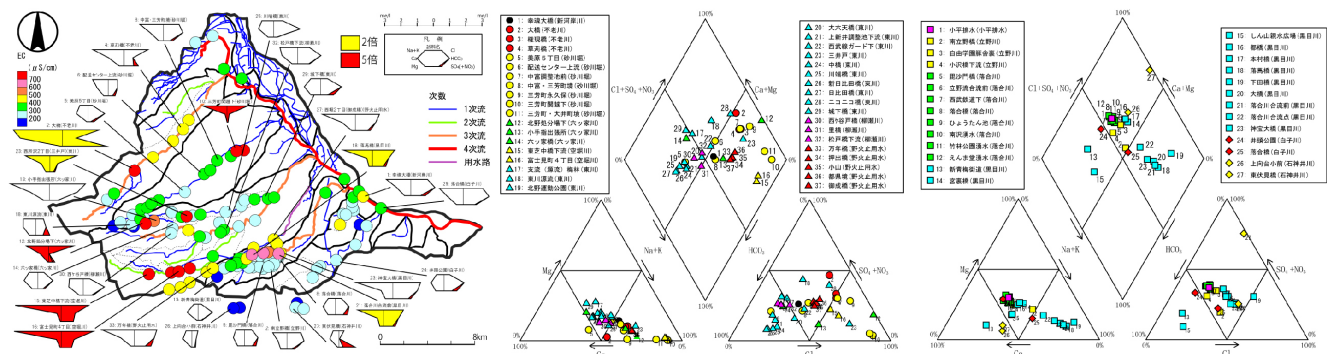
調査の結果、新河岸川流域内には様々な水質が分布しているが、各河川の上流域では重炭酸カルシウム型の水質組成となり、下流部で塩化ナトリウム型の組成を示す傾向が見られ、このことから生活排水の影響が示唆された。また、硝酸イオンも検出されることから、農業の施肥が河川に影響していることも予想された。

5.おわりに

分析できた地点に偏りがあるため、流域全体の水環境を把握するには至らなかった。今後はより市民団体との連携を深め、新河岸川流域全体の水環境を把握することを目指す。

キーワード：新河岸川流域、水質、都市化

Keywords: Shingashi river basin, Water Quality, Urbanization



河岸段丘上下における湧水の硝酸汚染と土地利用の関係

Nitrate contamination in spring water and its relation to land use at upper and lower river terraces

*長澤 裕太郎²、辻 盛生¹、鈴木 正貴¹、伊藤 英之¹

*Yutaro Nagasawa², Morio Tsuji¹, Masaki Suzuki¹, Hideyuki Itoh¹

1. 岩手県立大学、2. 地熱エンジニアリング株式会社

1. Iwate prefectural university, 2. Geothermal Engineering Co., Ltd

硝酸態窒素をはじめとした地下水汚染が社会的な問題となって久しい。これらの汚染の原因は、地上の土地利用によるとする先行研究が多数存在する。本研究では岩手県盛岡市北部に位置する河岸段丘周辺の湧水群における硝酸態窒素を含めた水質組成を調査し、土地利用からの影響の把握を試みた。対象湧水は、段丘上のA、B（山際）とC（水田脇）、段丘下のD、Eの5カ所からなる。段丘上の土地利用は、水田、住宅、鉄工所、養鶏所、電気部品工場、食堂などであった。段丘上のAとBの水質組成は類似していた。CはNO₃⁻がBよりも高い値を示した。DはCl⁻やNa⁺、K⁺およびHCO₃⁻などがBよりも高い値であった。EにおいてはDよりもNa⁺とK⁺、Cl⁻が少ないが、NO₃⁻がDと同様に高かった。C、D、Eにおいては水温の年変動が見られ、比較的表層を流れる地下水と考えられた。Dの方がEよりも水温の年変動は顕著であり、地下水の流れは異なるものと考えられる。CにおいてNO₃⁻とSO₄²⁻が増加したことから、Cは水田の施肥による影響が示唆された。一方、DについてはK⁺とCl⁻、Na⁺、Ca²⁺の増加傾向がCと異なり、家庭、もしくは産業排水などの水田灌漑や施肥とは別の人為的な影響が考えられる。DとEは水質組成が異なり、土地利用による地下水への影響は狭い範囲で影響することが示唆された。

キーワード：地下水、汚染、土地利用

Keywords: groundwater, contamination, land use

房総半島に見られる上ガスの分布と地球化学的特徴

Distribution and geochemistry of gas seepage on Boso peninsula, Chiba

*若林 泰葉¹、戸丸 仁¹

*yasuha Wakabayashi¹, Hitoshi Tomaru¹

1. 千葉大学

1. Chiba university

Within the area of Southern Kanto gas field in Chiba, with methane concentration of >99%, natural gas seepage is observed widely on land in the central part of Kujukuri plain to Otaki. Such gas has been used as a fuel by local residents, however, it may cause an accidental explosion and agricultural damage. In addition, if the gas is continuously released from the subsurface environment to atmosphere through the seepage, the impacts on the local carbon cycle should be taken into account. In this research, we aim to characterize the source, migration and seep processes of these gases by analyzing their chemical and isotopic compositions. Gas samples were collected from the boundaries between alluvial mudstone and sandstone or Kazusa Group, with a methane concentration generally of >75% and trace amounts of carbon dioxide and ethane with nitrogen from atmosphere. According to the methane/ethane ratio and stable carbon isotopic composition of methane, it is suggested that the majority of methane is of biogenic origin. Together with the stable carbon isotopic composition of carbon dioxide, it is considered that the methane is produced mainly by reduction of carbon dioxide and fermentation of acetate with some contribution of methane oxidation.

キーワード：上ガス、メタン、房総半島

Keywords: gas seepage, methane, Boso peninsula

Hydromechanical Modeling of Urban Road Collapse and Land Subsidence Induced by Underground Facility Failure

*Byeongju Jung^{1,2}, Hong-Jin Lee^{1,2}, Sueng Won Jeong^{1,2}, Dongwoo Ryu^{1,2}, Byoung-Woo Yum^{1,2}, In-Hwan Lee²

1. Korea Institute of Geoscience and Mineral Resources, 2. UGS Convergence Research Group, ETRI

As population of cities grow, the demands of underground developments increase accordingly. However, without careful consideration of urban hydrogeology and soil characteristics, those subsurface constructions could alter urban hydrogeology and consequently induce land deformation on the surface, which are potentially hazardous to local communities.

In particular, land subsidence and sudden road collapse phenomenon are one of major geohazard frequently occurring in many metropolitan cities of which underground facilities become gradually old. In most cases, these surficial collapses are known to be induced by the failure of near surface artificial underground structures and pipelines (e.g. water supply/ sewer lines, subway tunnels); however, exact hydromechanics process of collapsing which incorporated by groundwater and subsurface characteristics is not yet fully understood.

The purpose of this study is (1) to explore the feasible mechanism of land subsidence and road collapse in the urban areas, (2) to develop a hydromechanical model that simulates the moment of failure and quantify the interaction between pore pressure and associated effective stress field. The stability of collapsing area is also inferred using Columb Shear Failure (CSF) potential. Lastly, (3) using 2D and 3D models, a variety of possible scenario are tested to obtain quantitative relations between failure potential and hydrogeologic factors such as precipitation, aquifer heterogeneity and leakage events.

A fully coupled groundwater flow –deformation equation is used for solving an urban collapse problem corresponding to transient pore pressure changes by natural and anthropogenic factors. Preliminary numerical results show that the subsidence pattern and failure potential are closely related to the local fluid pressure change affected by groundwater leakage through cavities created by underground facility damage, and hydromechanical properties of the aquifer play important roles in either mitigating or exacerbating the collapse process.

Keywords: urban road collapse, fully coupled hydromechanical modelling, underground facility failure

Case investigation of the efficiency degradation of open loop geothermal cooling and heating system(OLGCHS) in Korea

Byeong Ho Lee¹, Kyeong Hwan Bae¹, Tae Hyeon Kim¹, *Lee Bo Hee¹, Nam Ju Kim²

1. Korea Groundwater and Geothermal energy Association, 2. Geo Engineering Co. Ltd

This study was conducted to improve energy efficiency of open loop geothermal cooling and heating system (OLGCHS) showing low energy efficiency. When OLGCHS were installed, hydrogeological properties and groundwater yield were not considered. Therefore, various problems such as groundwater depletion, circulatory disturbance of groundwater, groundwater overflow, clogging by materials, and decrease of energy efficiency occur in many facilities which OLGCHS was installed and maintenance is very difficult. These circumstances have a negative influence on the spread of the OLGCHS in Korea. However, there is no proper investigation and cause analysis to solve the above problems. In this study, an advanced standing column well(SCW) was developed. In advanced SCW, wells used in OLGCHS are arranged in a row and these wells are connected using pipeline. Therefore, well depth was reduced and groundwater circulation was improved in the advanced SCW compared to a common SCW. In addition, installation cost can decrease and energy efficiency can increase. This research was supported by a grant(16CTAP-C116546-01) from Technology Advancement Research Program funded by Ministry of Land, Infrastructure and Transport of Korean government.

Keywords: open loop geothermal cooling and heating system(OLGCHS), efficiency degradation, hydrogeological properties