

GC/C/IRMS による地下水中の有機塩素系化合物分解の評価 GC/C/IRMS as a tool to evaluate the degradation of chlorinated organic compounds in groundwater

米山 由紀^{1*}; 新井 洋平²; 中村 高志¹; 風間 ふたば¹
YONEYAMA, Yuki^{1*}; ARAI, Yohei²; NAKAMURA, Takashi¹; KAZAMA, Futaba¹

¹ 山梨大学国際流域環境研究センター, ² 株式会社日立プラントサービス
¹ICRE, UNIVERSITY OF YAMANASHI, ²Hitachi Plant Services Co.,Ltd

近年、微生物を利用したオンサイトでの地下水中の有機塩素系化合物の処理が注目されている。しかし、濃度のみの分析では実際に微生物作用がどの程度あったかを評価することが難しく、評価するための技術が求められている。

そこで、微生物による処理と同位体比値の関係を調べるために、有機塩素系化合物のトリクロロエチレン (TCE) とその分解生成物であるジクロロエチレン (DCE)、塩化ビニル (VC) 中の炭素安定同位体比 (δ 13C 値) の測定を行った。

測定には P&T(GL サイエンス社製) を前処理装置とした GC-C-IRMS(Agilent : 7890A GC System, SerCon : GC-CP, SerCon : 20-22) を用いた。測定下限は 200ng-C 程度で、測定精度は δ 13C 値でそれぞれ ± 0.08 、 ± 0.37 、 ± 0.11 ‰ であった。

地下水は、微生物活動を活発化させるための栄養剤を注入した場所と、対照地点として注入していない複数の場所で採取を行った。

微生物による処理を行っていない場所では濃度の減少はあるものの、一般に製造販売されている TCE の同位体比値とほぼ同じであった。一方、微生物処理を行っている場所の TCE は、濃度の減少とともに同位体比値が上昇する傾向を示した。また、TCE の分解生成物である DCE、VC でも同様の傾向を示した。

同等の濃度減少が起こった場合でも、GC-C-IRMS を用いた有機塩素系化合物中の δ 13C 値を測定することにより、希釈・拡散・吸着等の物理的要因による濃度減少と、微生物的分解を受けたことによる濃度減少を判別することが可能であることが明らかとなった。

キーワード: GC/C/IRMS, 有機塩素系化合物, 微生物分解

Keywords: GC/C/IRMS, chlorinated organic compounds, biodegradation

平塚市における大気水蒸気と雨水の地域特性 Isotope characteristic of rain water and atmospheric vapor in Hiratsuka, Japan

高木 健太^{1*}; 大木 誠吾²; 大場 武²
TAKAGI, Kenta^{1*}; OOKI, Seigo²; OHBA, Takeshi²

¹ 東海大学大学院理学研究科化学専攻, ² 東海大学理学部化学科
¹Course of Chemistry, Graduate School of Science, Tokai University, ²Course of Chemistry, School of Science, Tokai University

天水の酸素水素安定同位体比は地理的条件や気候に影響される。天水線は世界全体の平均同位体組成を表し、次式が与えられている。(Craig,1961)

$$\delta D = 8\delta^{18}O + 10 \quad (1)$$

しかしながら、y 切片はすべての地域で 10 になるとは限らない。日本では、天水は太平洋と日本海から生成され、季節風により 2 つの海の影響が変化する。一方、大気水蒸気の同位体比は大気循環の研究において重要とされているが、その研究例は少ない。本研究では、平塚市の降水と大気水蒸気で d-excess の変動について調べた。

実験方法

試料は東海大学湘南キャンパス 17 号館屋上にて 2013 年 7~12 月の期間採取を行なった。降水は Negrel et al.(2011) と Yoshimura(2002) を参考にし、時間日単位で採取した。採取した降水は 0.2 μ m フィルターで濾過し、100 ml ポリエチレンボトルに保管した。大気水蒸気は大気をドライアイスアルコールのトラップにて採取した。試料は降水 42 試料水蒸気 11 試料を採取した。同位体組成は水同位体比アナライザー PICARRO にて測定した。同日に採取した試料は日平均として値を出した。

結果考察

降水は δD が -86.4~+6.2 ‰、 $\delta^{18}O$ が -12.6~-2.6 ‰の間でそれぞれ変化を示した。大気水蒸気は δD が -223.5~-98.6 ‰、 $\delta^{18}O$ が -31.2~-14.7 ‰の間でそれぞれ変化を示した。 δD と $\delta^{18}O$ の関係式は降水で $\delta D = 9.2\delta^{18}O + 24.0$ ($R^2 = 0.95$) 大気水蒸気で $\delta D = 7.3\delta^{18}O + 7.9$ ($R^2 = 0.96$) と与えられた。そして、d-excess は 4.4~33.2 ‰の間で変化した。日本では、d-excess が太平洋では低く ($10 \leq d$)、日本海で高くなる ($20 \leq d$) ことが知られている (Waseda and Nakai, 1983)。本研究の試料では、d-excess の値は季節風の影響により値が夏は南風で低く、冬は北風で高い傾向が見られた。この傾向は大気水蒸気でも表れており、天水が受ける影響は大気水蒸気にも及ぼされると考えられる。降水の天水線はいくつかの要因、例えば異なる水蒸気の供給源を反映した d-excess に影響を受けていた。そのため GMWL とは傾きが変化していた。

キーワード: 降水, 同位体

Keywords: rain water, isotope

琵琶湖北部森林流域から流出する硫酸イオンの動態とその起源 Exploring the sources of sulfur ion deposition and runoff in forest watersheds on the northern side of Lake Biwa

中澤 暦^{1*}; 堀江 清吾¹; 永淵 修¹; 尾坂 兼一¹; 西村 拓朗¹
NAKAZAWA, Koyomi^{1*}; HORIE, Seigo¹; NAGAFUCHI, Osamu¹; OSAKA, Ken'ichi¹; NISHIMURA, Takuro¹

¹ 滋賀県立大学

¹The University of Shiga Pref.

To clarify the sources of sulfur ions in precipitation and runoff from forest watersheds, bulk deposition and stream water samples were collected within the small Kutsuki and Surumi forest watersheds on the northern side of the Lake Biwa basin, central Japan. Samples were analyzed for major ions and $\delta^{34}\text{S}$. Continuous monitoring from 1990 to 2010 showed that the average SO_4^{2-} concentration in stream water samples was 1.62 ± 0.31 (0.76, 3.58) mg l^{-1} at Kutsuki and 6.59 ± 1.54 (3.68, 16.1) mg l^{-1} at Surumi (t-test, $p < 0.01$). However, the average SO_4^{2-} concentration in bulk deposition samples was similar in both watersheds: 2.15 ± 1.31 (SD) mg l^{-1} (range, 0.202-10.2 mg l^{-1}) at Kutsuki and 2.24 ± 1.29 mg l^{-1} (0.350-6.07 mg l^{-1}) at Surumi (t-test, $p > 0.05$). The $\delta^{34}\text{S}$ values in bulk deposition samples fluctuated from +8.86 to +9.14 ‰ at Kutsuki and from +9.87 to +11.1 ‰ at Surumi, whereas non-sea salt (nss-) $\delta^{34}\text{S}$ in stream water samples varied from +6.89 to +12.0 ‰ and from +4.64 to +5.11 ‰, respectively (t-test, $p < 0.01$). It is said that the $\delta^{34}\text{S}$ values in coal products from northern China varied from -3 to -1 ‰ and Japanese oil varied from +5 to +18 ‰.

Our findings suggest that the difference in the ability of canopies in the watersheds to catch SO_4^{2-} dry deposition is the reason for the significant difference in nss- $\delta^{34}\text{S}$ values in stream water samples. The more open canopy in the Kutsuki watershed consists of young conifers and deciduous broadleaf trees, whereas the canopy in the Surumi watershed consists of mature conifer trees at a high density. Therefore, it appears that the Kutsuki watershed was only affected by SO_4^{2-} deposition from the Asian continent. There were not any domestic air pollution sources on the north side of Kutsuki. In contrast, the dense canopy of the Surumi watershed was affected by local SO_4^{2-} pollution sources of national roads which were located 1 km northwest from Kutsuki, rather than continental sources. Overall, this investigation suggests that the difference in stream water SO_4^{2-} concentrations in both watersheds is caused by the canopy differences.

岡山県旭川・吉井川水系の水質研究 Geochemical and isotope systematics of Asahi and Yoshii rivers

亀井 隆博¹; 山下 勝行^{1*}; 大西 彩月²; 栗原 洋子²; 千葉 仁¹; 中野 孝教³

KAMEI, Takahiro¹; YAMASHITA, Katsuyuki^{1*}; OONISHI, Ayaka²; KURIHARA, Yoko²; CHIBA, Hitoshi¹; NAKANO, Takanori³

¹ 岡山大学 大学院自然科学研究科, ² 岡山大学 理学部, ³ 総合地球環境学研究所

¹Graduate School of Natural Science and Technology, Okayama University, ²Faculty of Science, Okayama University, ³Research Institute for Humanity and Nature

瀬戸内海式気候に属する岡山県は年間降水量が全国平均よりも低く、安定した水資源の利用が課題となっている。岡山県をほぼ南北に流れる一級河川である旭川と吉井川の水は農業用水や水道水として利用されているが、多くの元素濃度や同位体比を用いた詳細な地球化学的研究は行われていない。本研究では、旭川水系では 2011 年 3 月、吉井川水系では 2012 年 4 月より採水を行い、それぞれ 147 地点 189 サンプル、119 地点 150 サンプルを採水し、サンプルに含まれる主要溶存成分、微量元素、O-H-S-Sr 同位体比について分析した。

《旭川水系》

旭川における重水素過剰値 (d 値) は源流域である中国山地で 20 以上の値をとる。これは流域内で最も高い値である。下流域に向かうにつれて支流の d 値は低くなり (< 12)、それが本流に流れ込むことによって本流の d 値も低下している。d 値の同一地点における季節変動は 3~4 ‰程度であり、地理的変動よりも小さいことが確認された。Ca, Mg などの主要溶存成分や Sr, Ba などの微量元素は上流から下流に向けて濃度が増加する。Sr 同位体比も一部の例外を除いて下流に向かうにつれて値が上昇する (0.705 から 0.7085)。上流域には主に第三紀~第四紀の火成岩類が分布しているが、中流域以南には古生代の堆積岩類や火成岩類が分布する。地層の年代変化に Sr 同位体比の変化がある程度対応していることから、Sr 同位体比はその地域の地層の Sr 同位体比を反映していると考えられる。

《吉井川水系》

吉井川における d 値や主要溶存成分、微量元素については旭川とよく似た傾向を示す。しかし、源流域での Sr 同位体比は旭川が約 0.705 であったのに対して吉井川では約 0.706 の値をとる。これは吉井川の源流域に中生代の花崗岩類が広く分布しているためだと考えられる。その他の旭川水系との大きな違いは SO₄ である。SO₄ 濃度は主要溶存成分や微量元素と同様に上流から下流に向けて高くなる傾向があるが、人口密度の高い津山盆地や農業地域で高い値を示す特徴がある。また、S 同位体比は両河川共に上流域では $\delta^{34}\text{S} > 10$ を示すが、下流に向かうにつれて値が低下する傾向が見られた。このような傾向は、Nakano et al. (2008) によって琵琶湖付近の河川水からも報告されており、農業に用いられる肥料の影響が強くでている可能性がある。

キーワード: 水質マップ, 旭川, 吉井川, 岡山県, 同位体, 微量元素

Keywords: Geochemical map, Asahi River, Yoshii River

鳥海山西麓の地下水流出特性 Characteristics of groundwater discharge around western foot of Mt.Chokai

浅井 和見^{1*}; 浅井 和由¹; 林 武司²; 草野 由貴子³; 茂木 勝郎³; 安原 正也⁴; 森川 徳敏⁴; 高橋 浩⁴
ASAI, Kazumi^{1*}; ASAI, Kazuyoshi¹; HAYASHI, Takeshi²; KUSANO, Yukiko³; MOGI, Katsuro³; YASUHARA, Masaya⁴
; MORIKAWA, Noritoshi⁴; TAKAHASHI, Hiroshi⁴

¹ 地球科学研究所, ² 秋田大学, ³ 東京大学, ⁴ 産業技術総合研究所

¹GEO-SCIENCE LABORATORY, ²Akita university, ³University of Tokyo, ⁴AIST

出羽富士と形容される鳥海山は、日本を代表する成層火山の1つである。火山体は主に安山岩溶岩によって形成されており、西麓においては溶岩流の末端が日本海まで達している。海岸付近では溶岩流末端から地下水が集中的に流出しており、その一部は海底湧水になっている(谷口, 2009)。著者らは、海底湧水の湧出機構を明らかにすることを目的として2012年と2013年の夏季に地球化学的手法による調査を実施した。その結果、安定同位体比や年代トレーサーの分析結果に基づいて、海底湧水や海岸湧水の主涵養域が山麓部であることや比較的長い滞留時間(約25年)を持つことが分かってきた(浅井ほか, 2013)。一方、海底湧水の流出量については、いくつかの地点で直接測定が試みられているが、溶岩流の割れ目等から点として湧出する海底湧水の総量を評価するのは容易ではない。本研究では、陸域側の水収支から海底湧水の流出量を間接的に評価することを目的として、2014年1月末に鳥海山西麓を中心に15河川において渇水期の河川流量観測を実施した。発表では、基底流量分布からみえる西麓の地下水流出特性や渇水期における海底湧水・海岸湧水の涵養標高・年代データについて紹介する予定である。

キーワード: 鳥海山, 海底湧水, 基底流量, 水収支, 地下水年代

Keywords: Mt.Chokai, submarine spring, base-flow, hydrological balance, groundwater age

磐梯山南麓の湧水の安定同位体比と涵養域の推定— 2013 年の調査結果を元にした解析—
Estimation of groundwater recharge area at the south foot of Mt. Bandai using the observation data in 2013

藪崎 志穂^{1*}
YABUSAKI, Shiho^{1*}

¹ 福島大学共生システム理工学類
¹ Faculty of Symbiotic Systems Science, Fukushima University

磐梯山は標高 1,816 m の第四紀の活火山で、福島県のほぼ中央部に位置する猪苗代湖の北側にそびえる山である。1888 年に水蒸気爆発が発生し、山頂北側の山体が大きく崩壊し、下方へと流れ出たこれらの堆積物が磐梯山北麓を流れていた河川をせき止めて、檜原湖、小野川湖、秋元湖、そして五色沼をはじめとした大小数百の湖沼群を作り出したことは有名である。磐梯山は火山であるため地表面の透水性はよく、多量の水が地下へ浸透し、地下水を涵養している。磐梯山の地下水は、磐梯山の周辺自治体（北塩原村、猪苗代町、磐梯町）で水道水源として利用されており、地下水利用の観点においても地下水流動の解明は重要である。しかしながら、磐梯山の地下水流動については、これまで殆ど明らかにされていない。そこで、本研究では、磐梯山一帯の湧水、地下水の水質・同位体特性等を把握して、地下水流動や滞留時間を推定することを目的として、各地点で調査を実施している。本発表では、2013 年度に磐梯山の南麓で実施した調査結果について報告する。

磐梯山南麓の調査は磐梯山の中腹から山麓部の 2 地域を対象として、2013 年 6 月と 11 月に実施した。調査地点の標高は約 590~620 m (地域 1) と 640~704 m (地域 2) である。EC は 10 mS/m 以下の地点が殆どで、水質組成は Ca-HCO₃ 型が多くを占めている。酸素安定同位体比 ($\delta^{18}\text{O}$) は -11.1~-10.8 ‰ (地域 1), -11.2~-11.1 ‰ (地域 2) で、水素安定同位体比 (δD) は -67~-65 ‰ (地域 1), -68~-67 ‰ (地域 2) であり、それぞれ高度効果が認められる。これらの同位体比を 2012 年の調査結果から求めた涵養直線 (藪崎ほか, 2013) に当てはめると、平均涵養標高は約 1,150~1,270 m (地域 1) と約 1,360~1,420 m (地域 2) となり、地域によってやや異なっているが、概ね 1,200~1,400 m 付近で涵養されていることが推定された。2012 年に調査を行った北麓や西麓の涵養標高の推定値と比べると、南麓ではやや涵養標高が低いという特徴が認められた。今後は南麓部の更に標高の低い地域 (標高 520~550 m 付近) の調査を行い、磐梯山南麓部の地下水等の涵養域、地下水流動について更に検討を進めてゆく予定である。

キーワード: 磐梯山, 涵養域, 湧水, 水質, 安定同位体
Keywords: Mt. Bandai, recharge area, spring water, water quality, stable isotopes