

嶋田 純

熊本大学 大学院自然科学研究科
教授

地域水循環を踏まえた地下水持続利用システムの構築

§ 1. 研究実施体制

(1) 「水循環機構・構造の実態解明」グループ

① 研究代表者: 嶋田 純 (熊本大学大学院自然科学研究科、教授)

② 研究項目

- ・地下水涵養・流動機構の解明とモデルの開発と島嶼地域への適応
- ・3次元高精度電気探査装置の開発と可視化技術の実用化
- ・マルチ同位体法の開発
- ・持続的な地下水管理システムの構築

(2) 「水質浄化・負荷軽減技術の開発」グループ

① 主たる共同研究者: 川越 保徳 (熊本大学大学院自然科学研究科、教授)

② 研究項目

- ・簡易水質浄化技術の開発
- ・土壌/地下水環境中の微生物学的窒素代謝系の解明

(3) 「淡水生物を利用した水質モニタリング手法の開発」グループ

① 主たる共同研究者: 北野 健 (熊本大学大学院自然科学研究科、准教授)

② 研究項目

- ・遺伝子導入生物センサー等の開発と実用化の検討

§ 2. 研究実施の概要

湿潤温帯の我国では水循環は極めて活発なため、地下水の帯水層構造と循環様式を把握して適切に管理すれば、水量の持続的確保は可能である。また、硝酸汚染に代表される面的な地下水質汚染に対しても、的確な水質モニタリング手法を用いた発生機構・変動プロセスの把握と、帯水層特性に応じた水質改善策により、持続的地下水利用システムの構築が可能となる。本研究では、特定地域の水循環の一環としての地下水流動機構の解明と、それを踏まえた水量・水質両面からの持続的な地下水利用システムの構築を目的として、これまで個別に実施されていた地下水水量評価・水質負荷軽減の開発研究を地下水管理システムとして統合する。

研究方法としては、水理地質構造把握手法としての周波数変換型 3 次元高精度電気探査装置 (H25 年度に特許申請) や、新たな地下水年代トレーサー (CFCs 法、SF₆ 法、⁸⁵Kr 法など) の開発を行い、H24 年度までにほぼ方法論を確立した。これら新しい観測データと、これまで熊本地域で蓄積されてきた地下水流動の観測情報を用いて、3 次元地下水流動モデルの検証と内部・外部境界の改良を行って、より現実に対応できる地下水流動モデルを構築した。これまでに熊本地域では、地下水流動モデルを用いて地下水管理に必要な休耕田人工涵養制度の定量的評価を行ってきたが、H26 年度以降は改良した広域 3 次元モデルを用いて帯水層内での硝酸性窒素の変遷の再現を目指しており、最終年度までに地下水質に関する持続的利用の管理方法の提案を目指す。

また、帯水層内での硝酸性窒素の実態を把握すると共に、そこで出現している微生物を媒介とした生物化学的な脱窒プロセス解明のためにマルチ同位体 (CNOS) 手法を提案・確立し、H24 年度までに閉鎖実験系において妥当性を検証した。H25 年度は、還元帯水層における脱窒タイプの判別方法/方法論の有効性を熊本地下水地域で確立/実証し、国際誌に投稿した。また人為起源の硝酸性窒素負荷を軽減させるため、既に汚染してしまった地下水から効率的に硝酸イオンを除去する選択型イオン交換繊維の開発も行っており、実験室レベルでの性能確認を完了して実用規模への展開を模索している。

さらに、遺伝子導入生物センサーとして開発したメダカやゼブラフィッシュ等を用いて、硝酸イオンを含む地下水質を継続的にモニタリングするために、環境基準値を超過すると発色する生物センサーの開発も並行して行っている。H24 年度に確認された硝酸イオン濃度に特化して反応する特定遺伝子を用いて、H25 年度は蛍光色を発するモニタリングメダカの開発に着手したが、顕著な成果に至らなかったため、赤色発色のメダカの開発を再検討する予定である。

これまでの4年間は主に熊本地域での方法論の構築と検証を行ってきたが、H26-27 年度は温暖化に伴う海面上昇等の地下水問題に逼迫している亜熱帯礁島嶼地域に適用して、提案手法の汎用化を試みる。既に H24 年度より南大東島の観測調査に着手しており、H25 年度は 3 次元広域地下水流動の概念モデルを構築した。また、同様な成果展開先として想定している都城盆地においても、既存の水理地質や水文情報を基に 3 次元広域地下水流動モデルを構築し、観測値との整合を確認した。

§ 3. 成果発表等

(3-1) 原著論文発表

論文詳細情報(国内)

- 1 嶋田 純(2013)熊本地域における広域地下水流動の実態とその持続的管理を目指した取り組み. 全国環境研会誌, 38(1), 11-16.
- 2 嶋田 純(2013)広域地下水流動の実態を踏まえた熊本地域における地下水の持続的利用を目指した新たな取り組み—地下水資源量維持のための揚水許可制の導入—. 日本地下水学会誌, 55(2), 157-164.
- 3 田上雅弘・一柳錦平・嶋田 純(2013)日本における降水の安定同位体比の季節変動と空間分布. 日本水文科学会誌, 43(3), 73-91.
- 4 細野高啓(2013)地下水研究における種々の安定同位体比を用いた新たな取り組み. In: 特集『水環境評価に向けた安定同位体研究の最前線』, 水環境学会誌, 36, 231-236.
- 5 河原正泰(2013)銅スラグからの重金属の溶出性. J of MMIJ, 第129巻, 第5号, 192-196. (ISSN 1881-6118).
- 6 川越保徳(2013)硝酸態窒素による地下水汚染に関する研究動向, 環境技術, Vol.42, No.12, 706-712.
- 7 吉村和久・池田善文・栗崎弘輔・岡本 透・藤川将之・松田博貴・山田 努(2013)秋吉台長登銅山大切坑石筍に記録された硫化鋳製錬. 月刊地球, 53, 594-602.
- 8 山田 努・馬淵しの・松田博貴・栗崎弘輔・吉村和久(2013)沖永良部島産鍾乳石の同位体比組成に記録された10年規模の周期的環境変動. 月刊地球, 53, 637-642.
- 9 松田博貴・佐藤祐也・栗崎弘輔・吉村和久(2013)鍾乳石に記録された南大東島の開拓史と植生変遷. 月刊地球, 53, 650-658.
- 10 松田博貴・洲脇美智子・佐藤祐也・鹿島美香(2013)鍾乳洞滴水からみる海風からの海塩除去に果たす防風林の機能. 月刊地球, 53, 659-665.

論文詳細情報(国際)

- 1 Ono, M., Tokunaga, T. Shimada, J. and Ichiyangi, K. (2013) Application of Continuous ^{222}Rn Monitor with Dual Loop System in a Small Lake. Ground Water, 51(5), 706-713. (DOI: 10.1111/gwat.12002)
- 2 Ako, A.A., Eyong, G.E.T., Shimada, J., Koike, K., Hosono, T., Ichiyangi, K., Richard, A., Tandia, B.K., Nkeng, G.E., Roger, N.N. (2013) Nitrate contamination of groundwater in two areas of the Cameroon Volcanic Line (Banana Plain and Mount Cameroon area). Applied Water Science, in press.
- 3 Ako, A.A., Shimada, J., Hosono, T., Kagabu, M., Richard, A., Nkeng, G.E., Tongwa, A.F., Ono, M., Eyong, G.E.T., Tandia, B.K., Mouncherou, O.F. (2013) Flow dynamics and age of groundwater within a humid equatorial active volcano (Mount

- Cameroon) deduced by δD , $\delta^{18}O$, 3H and chlorofluorocarbons (CFCs). *Journal of Hydrology*, 502, 156-176. (DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jhydrol.2013.08.032>)
- 4 Shiraishi E, Hosseini H, Kang DK, Kitano T, Akiyama H (2013) Nanosecond pulsed electric field suppresses development of eyes and germ cells through blocking synthesis of retinoic acid in medaka (*Oryzias latipes*). *PLoS One*, e70670. (DOI: 10.1371/journal.pone.0070670)
 - 5 Obata S, Yuasa E, Seki D, Kitano T, Saitoh H (2013) Molecular cloning and bacterial expression of the catalytic domain of the SENP1 gene of *Oryzias latipes*. *Biosci. Biotechnol. Biochem.*, 77, 1788-1791.
 - 6 Huang XW, Wei QY, Urata K, Tomoshige Y, Zhang XH, Kawagoshi Y. (2013) Kinetic study on nitrogen removal performance in marine anammox bacterial culture, *Journal of Bioscience and Bioengineering*, Sep 13. (DOI:pii: S1389-1723(13)00305-8. 10.1016/j.jbiosc.2013.08.004)
 - 7 Guangyu Zhou, Naoki Yokoyama, Yuichiro Yoshino, Takahiro Yamashita, Yasunori Kawagoshi (2013) Comparative Study on the Performance of Microbial Fuel Cells and Bacterial Community at Different Temperatures, *Journal of Water and Environmental Technology*, Vol.11, No.2, 71-79 2013.
 - 8 Moukana, J.A., Asaue, H., and Koike, K. (2013) Co-kriging for Modeling Shallow Groundwater Level Changes in Consideration of Land Use/Land Cover Pattern, *Environmental Earth Sciences*, Vol. 50, online pp.1495-1506. (DOI: 10.1007/s12665-013-2235-0)
 - 9 Misonou, T., Asaue, H., Yoshinaga, T., Matsukuma, Y., Koike, K., and Shimada, J. (2013) Hydrogeologic Structure and Groundwater Movement Imaging in A Tideland Zone Using Electrical Sounding Resistivity: A Case Study at A Coastal Area of the Ariake Sea, Southwest Japan, *Hydrogeology Journal*, Vol. 21, online pp.1593-1603.(DOI:10.1007-s10040-013-1022-z)
 - 10 Kudo, K., Nagamatsu, T., Shimada, J., Kabeya, N., Tanaka N. (2013) Subsurface water storage for the different land-use catchments evaluated by deuterium excess dispersion model of stream water - Observation by the paired small forest and grassland catchments -. *IAHS Publ.*, no.359, 371-376.
 - 11 Hosono, T., Tokunaga, T., Tsushima, A., Kagabu, M., Nakata, H., Shimada, J. (2013) Multiple-use of stable isotope ratios to understand groundwater quality changes in Kumamoto area, southern Japan. *IAHS Publ.*, 2013, no.361, 257-264.
 - 12 Hosono, T., Tokunaga, T., Tsushima, H., Shimada, J. (2014) Combined use of $\delta^{13}C$, $\delta^{15}N$, and $\delta^{34}S$ tracers to study anaerobic bacterial processes in groundwater flow systems. *Water Research*, 54, 284-296.

(3-2) 知財出願

- ① 平成 25 年度特許出願件数 (国内 1 件)
- ② CREST 研究期間累積件数 (国内 1 件)