

北海道幌延地域における地下水中のリンの起源の一考察

○井岡聖一郎(幌延地圏環境研究所)・酒井利彰(同)

・石島洋二(同)・五十嵐敏文(北海道大学)

Origin of phosphorus of groundwater in Horonobe town, Hokkaido

Seiichiro Ioka, Toshiaki Sakai, Yoji Ishijima (Horonobe Research Inst. for the Subsurface

Environment) and Toshifumi Igarashi (Hokkaido Univ.)

キーワード(Key word) : 地下水(groundwater), リン(phosphorus), 全有機態炭素(total organic carbon), 酸化還元反応(redox reaction)

1. はじめに

地下水中に存在するリン(P)は、流出域である地表水体の富栄養化の要因や湿地、沿岸生態系の形成に重要な役割を果たしている(例えば, Slomp and Van Cappellen, 2004; Griffioen, 2006)。

しかしながら、地下水中に存在するリンの挙動に関する研究は、同じ栄養塩である窒素の地下水中での挙動に関する研究と比較するとあまり報告されていない。例えば、窒素の安定同位体比を用いた地下水中の窒素の起源に関する研究は数多く認められるが、リンの起源に関する研究例は少ない(例えば、鶴巻, 1982; 池田, 1984)。

そこで、本発表では北海道北部に位置する幌延町において、地下水中(第四紀堆積物)のリンの挙動、特にその起源についての考察を行ったので報告する。

2. 研究地域

研究地域である丘陵域周辺から沿岸域(下沼(S)→中ノ島(WE)→浜里(H))を Fig.1 に示す。地下水採取に利用したピエゾメータおよび民家の自噴井のスクリーン深度および地質の概略を Fig.2 に示す。

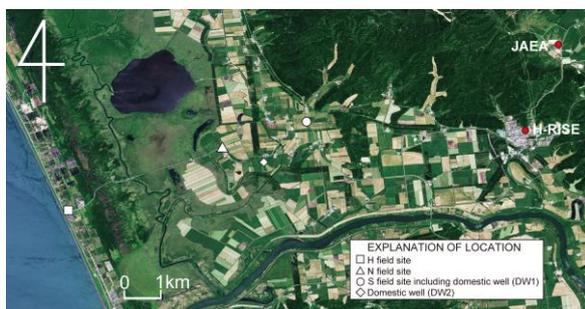


Fig.1 Map of study area with sampling locations.

3. 方法

地下水の採取にあたっては、採取前にできるだけ1well volume分の排水を実施した。そして、試料は使用分析装置ごとに分けて採取した。ICP分析用サンプルは、PTFE0.20μm フィルター(ADVANTEC DISMIC-25_{HP})で濾過を行ってからポリプロピレン製容器(以下、ポリ瓶)に採取

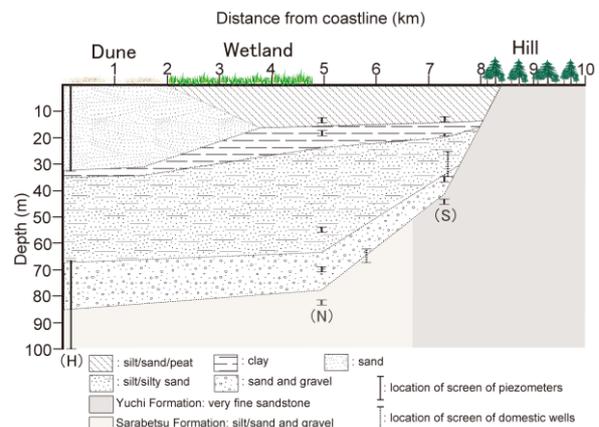


Fig.2 Hill-to-coastal area section showing simplified geology, land use, and locations of screens of piezometers and domestic wells.

し、酸を添加した。IC分析用は、濾過後ポリ瓶に採取した。アルカリ度滴定用試料は、濾過を実施せずにポリ瓶に採取した。採取容器は、使用前に酸洗浄を実施した。

測定項目は、 Na^+ 、 NH_4^+ 、 Mg^{2+} 、 K^+ 、 Ca^{2+} 、 F^- 、 Cl^- 、 Br^- 、 NO_3^- 、 SO_4^{2-} 、P、Fe、Mn、Al、Sr、Ba、Si、B、全有機炭素(TOC)、アルカリ度である。ICPはICPS-7510(Shimadzu)を、ICはICS-1000(DIONEX)と761 Compact IC(Metrohm)を、TOC分析は、TOC-V_{CSH}(Shimadzu)をそれぞれ用いた。アルカリ度は滴定で求めた。地下水の物理化学パラメータは、W-22XD(HORIBA)を用いて原位置で測定した。

飽和指数(SI)の算出は、PHREEQC for Windows ver.2.15.02(Database: phreeqc)を使用した。

4. 結果および考察

本研究地域における地下水中のリンは、0.1~10mg/Lの範囲で認められた。高濃度の1地点を除くと、0.1~3mg/Lの範囲に分布していた(Fig.3)。

鶴巻(1982)や池田(1984)は、地下水中のリンの起源として、嫌気的条件下において生じる酸化還元反応の有機物の分解過程において溶出する可能性を指摘している。本研究地域の地下水は嫌気的条件下(井岡ほか, 2009)であることから、本研究地域においてもリンの起源として有機物の分解起源の可能性が考えられる。そこで、TOC濃度とリン濃度との相関関係を明らかにした(Fig.4)。リン濃度はTOC濃度と非常に良い正の相関関係があり、嫌気的条件下である本研究地域の地下水中のリンの起源は、有機物の分解生成物の可能性が考えられた。一方、鶴巻(1982)や池田(1984)では検討されていないが、リン濃度の制御要因には、リン酸塩鉱物からのリンの溶出も考えられることから、Vivianite($\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$)とHydroxyapatite($\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$)のSIの算出を行った(Fig.5)。その結果、一部平衡状態が認められるものの、Vivianiteは過飽和が、Hydroxyapatiteは不飽和が卓越した。なお、地質コアの観察からもVivianiteが確認されており、SIの算出結果を支持している。したがって、リン酸塩鉱物からのリンの溶出も本研究地域における地下水中のリン濃度の形成に寄与していると考えられた。

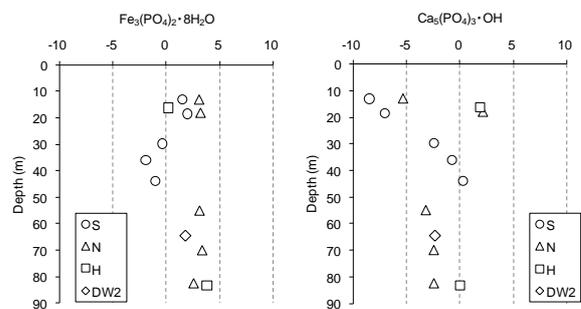
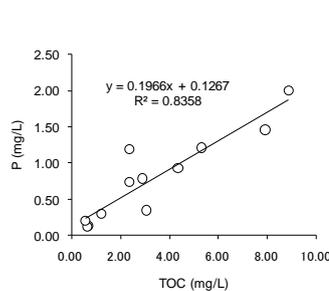
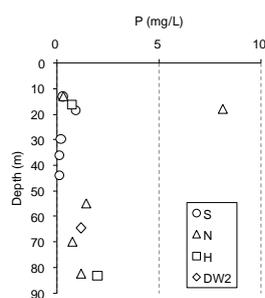


Fig.3 Vertical profile of P concentrations. Fig.4 Relationship between P and TOC concentrations.

Fig.5 Vertical profiles of saturation indices.

5. おわりに

本研究地域における嫌気的条件下の地下水中のリンの起源としては、酸化還元反応の有機物の分解生成物が考えられた。また、リン濃度の形成にはリン酸塩鉱物の寄与も示唆された。

参考文献

- 井岡聖一郎・酒井利彰・石島洋二・五十嵐敏文(2009): 北海道幌延町における第四紀堆積物中地下水の鉄、マンガン濃度制御要因。(社)資源・素材学会北海道支部平成21年度春季講演会講演要旨集, 43-44.
池田喜代治(1984): 関東構造盆地中央部の被圧地下水の水質. ハイドロロジー, **14**, 36-49.
鶴巻道二(1982): 大阪府泉州地域の被圧地下水の水質-とくに水質と地盤沈下量との関連性-. 日本地下水学会誌, **24**, 103-114.
Griffioen, J (2006): Extent of immobilization of phosphate during aeration of nutrient-rich, anoxic groundwater. *Journal of Hydrology*, **320**, 359-369.
Slomp, C.P. and Van Cappellen, P (2004): Nutrient inputs to the coastal ocean through submarine groundwater discharge: controls and potential impact. *Journal of Hydrology*, **295**, 64-86.