

放射性核種 ^{36}Cl による地下水の滞留時間の推定

Application of bomb- ^{36}Cl in dating modern groundwater

戸崎 裕貴[1]; 田瀬 則雄[2]; 長島 泰夫[3]; 関 李紀[4]; 高橋 努[4]; 笹 公和[5]; 末木 啓介[5]; 松広 岳司[6]; 何 明[7]; 三浦 太一[8]; 別所 光太郎[8]; 松村 宏[8]

Yuki Tosaki[1]; Norio Tase[2]; Yasuo Nagashima[3]; Riki Seki[4]; Tsutomu Takahashi[4]; Kimikazu Sasa[5]; Keisuke Sueki[5]; Takeshi Matsuhiro[6]; Ming He[7]; Taichi Miura[8]; Kotaro Bessho[8]; Hiroshi Matsumura[8]

[1] 筑波大・環境科学; [2] 筑波大・生命環境; [3] 筑波大・人間総合; [4] 筑波大・応用加速器; [5] 筑波大・数理物質; [6] 埼玉ゴム工業; [7] 中国原子能研・核物理; [8] 高エネ研・放射線科学

[1] Environmental Sci., Univ. of Tsukuba; [2] Life and Environ. Sci., Univ. Tsukuba; [3] Comprehensive Human Sci., Univ. of Tsukuba; [4] UTTAC; [5] Pure and Applied Sci., Univ. of Tsukuba; [6] Saitama Rubber Mfg.; [7] Nuclear Physics, CIAE; [8] Radiation Sci., KEK

地下水の滞留時間の推定には、従来は水素の放射性同位体である ^3H (トリチウム) が有効なトレーサの 1 つとして利用されてきた。しかし、 ^3H の半減期は 12.43 年と短く、近年では核実験起源のパルス (bomb pulse) が減衰して天然レベルに戻りつつあり、トレーサとしての有効性が失われてきている。そのため、数十年オーダーの新しい地下水 (modern groundwater) に適用できるトレーサが必要である。

このようなトレーサとして、 ^3H と同様の bomb pulse をもつ放射性核種 ^{36}Cl が考えられる (Bentley et al., 1982)。新しい地下水に ^{36}Cl を用いる利点の 1 つは、半減期が約 30 万年と非常に長いために、 ^3H でみられるような放射壊変による減衰はほとんどないということである。しかしながら、新しい地下水の滞留時間の推定に ^{36}Cl の bomb pulse を適用した研究はなく、詳細な検討は行われていないのが現状である。

そこで本研究では、(1) ^{36}Cl の bomb pulse と地下水の滞留時間との関係を明らかにし、地下水のトレーサとしての有効性を確認すること、(2) ^{36}Cl のバックグラウンドレベルと bomb peak の値を把握し、地下水の滞留時間を推定できるかどうかを検討することを目的とした。

本研究では、筑波大学研究基盤総合センター応用加速器部門の AMS 装置を利用し、 $^{36}\text{Cl}/\text{Cl}$ (安定同位体に対する ^{36}Cl の原子数比) の測定を行った。その結果、以下のことが明らかとなった。

ドイツの Oderbruch 地域における地下水試料の $^{36}\text{Cl}/\text{Cl}$ を測定し、 $^3\text{H}/^3\text{He}$ 法による推定年代 (Sultenfuss and Massmann, 2004) と対応させることにより、約 20 年前には $^{36}\text{Cl}/\text{Cl}$ のバックグラウンドレベルは核実験以前のレベル ($7\text{E}-14 \sim 9\text{E}-14$) に戻っていたと推定された。また、グリーンランドの氷床コアの測定値 (Synal et al., 1990) との比較を行い、良く対応する結果が得られた。これにより、 ^{36}Cl の降下量の変化に対応して ^{36}Cl の bomb pulse が地下水中に存在していることが明らかとなり、 ^{36}Cl が数十年オーダーの新しい地下水のトレーサとして有効であることが確認された。

茨城県の筑波台地における深度の異なる地下水の $^{36}\text{Cl}/\text{Cl}$ を測定し、bomb pulse と核実験以前のバックグラウンドレベルをとらえられ、 ^3H 濃度 (安原, 2004) の傾向と一致した。これにより、 $^{36}\text{Cl}/\text{Cl}$ のバックグラウンドレベルが $1\text{E}-13 \sim 2\text{E}-13$ 程度であると推定された。また、氷床コアの測定値から推定した $^{36}\text{Cl}/\text{Cl}$ の時系列変化と地下水の値を対応させることにより、地下水の滞留時間は深度 40 m で 50 年程度、30 m で 35 年程度と推定された。このことから、 $^{36}\text{Cl}/\text{Cl}$ の時系列変化が推定できれば、地下水の滞留時間の推定が可能であることが示された。

引用文献

Bentley, H.W., Phillips, F.M., Davis, S.N., Gifford, S., Elmore, D., Tubbs, L.E. and Gove, H.E. (1982): Theronuclear ^{36}Cl pulse in natural water. *Nature*, 300, 737-740.

Sultenfuss, J. and Massmann, G. (2004): Datierung mit der ^3He -Tritium-Methode am Beispiel der Uferfiltration im Oderbruch. *Grundwasser*, 9, 221-234.

Synal, H.-A., Beer, J., Bonani, G., Suter, M. and Wolfli, W. (1990): Atmospheric transport of bomb-produced ^{36}Cl . *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research*, B52, 483-488.

安原正也 (2004): 私信.