

平成 22 年 6 月 7 日現在

研究種目： 基盤研究 (B)
 研究期間： 2007 ~ 2009
 課題番号： 19360237
 研究課題名 (和文) 有機フッ素化合物による地下水汚染の機構解明と対策技術の確立
 研究課題名 (英文) Assessment and countermeasures of groundwater contamination by perfluorinated organic compounds
 研究代表者
 滝沢 智 (TAKIZAWA SATOSHI)
 東京大学・大学院工学系研究科・教授
 研究者番号： 10206914

研究成果の概要 (和文)：

東京都区部の被圧・不圧地下水及び湧水の 53 地点を対象に、13 種類の有機フッ素化合物 (PFCs)、並びに医薬品を分析し、これらの新規微量化学物質による地下水汚染の実態について明らかにするとともに、汚染源について考察をした。その結果、不圧地下水や湧水などから高濃度の PFCs が検出されたほか、比較的深い被圧地下水からも PFCs が検出され、東京の地下水は広範に PFCs 汚染が進んでいることが明らかとなった。

研究成果の概要 (英文)：

Fifty-three groundwater samples were collected from springs, confined and unconfined aquifers in Tokyo. Thirteen species of perfluorinated carbons (PFCs), as well as pharmaceuticals, were analyzed. High concentrations of PFCs were detected in springs and unconfined aquifers, but PFCs were also detected in confined aquifers, which indicated the wide-spread contamination of groundwaters in Tokyo by PFCs.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	10,100,000	3,030,000	13,130,000
2008年度	2,900,000	870,000	3,770,000
2009年度	2,400,000	720,000	3,120,000
総計	15,400,000	4,620,000	20,020,000

研究分野：工学

科研費の分科・細目：土木工学・土木環境システム

キーワード：有機フッ素化合物、地下水、PFOS、PFAs、地理情報システム、東京、微量汚染物質

1. 研究開始当初の背景

2. 研究の目的

関東首都圏の水道水源となっている地下水中のペルフルオロアルキル化合物による汚染の実態を把握するとともに、発生源情報

の収集と GIS によるデータの整理、さらに地下水の流動モデルと組み合わせてペルフルオロアルキル化合物による汚染機構の解明を行うことを目的とする。

3. 研究の方法

東京都区部を対象に、2007年から2009年にかけて、地下水をサンプリングし、有機フッ素化合物の分析を行うとともに、医薬品である crotamiton を分析し、比較をおこなった。採水地点は、防災井戸などの公共井戸、及び浴場などの私有井戸を対象に、不圧地下水 32 地点、被圧地下水 18 地点、湧水 3 地点の合計 53 地点であり、東京 23 区中 19 区の地下水から採水した。

分析は Murakami ら (2008) の分析方法に準じ、perfluorohexane sulfonate (PFHxS), perfluoroheptane sulfonate (PFHpS), perfluoro-octane sulfonate (PFOS), perfluorodecane sulfonate (PFDS), perfluoroheptanoate (PFHpA), perfluorooctanoate (PFOA), perfluorononanoate (PFNA), perfluorodecanoate (PFDA), perfluoroundecanoate (PFUnDA), perfluorododecanoate (PFDoDA), perfluorotridecanoate (PFTrDA), perfluorotetradecanoate (PFTtDA), perfluorooctane sulfonamide (FOSA) の計 13 成分を測定した。

4. 研究成果

地下水中の PFOS, PFOA, PFNA, PFDA の濃度分布を全国一級河川, 流入下水, 二次処理水と比較したところ、地下水における濃度は PFOS が <0.25-987 (中央値 5.7) ng/L, PFOA が <0.25-1840 (8.5) ng/L, PFNA が <0.25-620 (1.7) ng/L, PFDA が <0.25-34 (0.9) ng/L であった。測定した PFCs の合計濃度は <0.25-1951 (中央値 35) ng/L であった。地下水における PFOS, PFHpA, PFDA, PFUnDA の濃度の中央値は全国一級河川より高濃度であった。PFOS, PFOA, PFNA 等の濃度が下水中の濃度を大きく超える地点があった。

また、採水井戸の深さと測定した PFCs の合計濃度の関係については、PFCs は不圧地下水と湧水において高濃度で検出されたが、被圧地下水でも、比較的浅い井戸で数百 ng/L レベルで汚染されている地点が存在し、さらに深さ 100 m 以深の井戸でも PFCs が検出されていた。このことから、被圧帯水層においても後半に PFCs による汚染が進んでいることが明らかとなった。

地下水, 全国一級河川, 下水処理水の PFOS 濃度と、下水に由来し、都市排水の汚染指標である医薬品の crotamiton 濃度との関係を調べた。その結果、地下水からは PFOS もにが検出され、crotamiton が検出されなかった地点が多いのに比べて、河川水からは crotamiton のみが検出され、PFOS が検出されなかった地点があった。一方、下水からは常に PFOS と crotamiton が検出された。また、

地下水では、下水や河川と比べ、PFOS 濃度が crotamiton 濃度に対して相対的に高かった。これは、地下水中の PFOS は下水以外に発生源があると考えられるほか、下水中に含まれる PFOS 濃度が crotamiton 濃度に比べて低いため、河川水により下水が大幅に希釈されている場合は、PFOS が検出されないためであると考えられた。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 7 件)

- ① 村上道夫、滝沢 智、フッ素系界面活性剤の水環境汚染の元凶と今後の展望、水環境学会誌、査読有、2010、印刷中
- ② 村上道夫、平岡絵里、黒田啓介、小熊久美子、滝沢 智、千代田区における震災時の水需給の推定と地下水利用の可能性、用水と排水、査読有、52(2)、2010、125-135.
- ③ 村上道夫、黒田啓介、滝沢 智、都市域の地下水保全と利用についての新しい展開、科学、Vol. 79、No. 11、2009、pp. 7-9、岩波書店
- ④ Murakami M, Kuroda K, Sato N, Fukushima T, Takizawa S, Takada H, Groundwater pollution by perfluorinated surfactants in Tokyo, Environmental Science and Technology, 査読有, Vol. 43, No. 19, 2009, 3480-3486
- ⑤ 黒田啓介、福士哲雄、小熊久美子、滝沢智、東京都区部における地下水中の溶存鉄濃度および酸化還元電位の分布特性、日本水文科学会誌、査読有、第 38 巻、第 2 号、2008、63-70
- ⑥ Kuroda, K., Fukushima, T., Takizawa, S., Murakami, M., Takada, H., Nakada, N., Aichi, M., Hayashi, T., Tokunaga, T., Sources and factors influencing groundwater contamination in Tokyo metropolitan area, Proc. 6th International Groundwater Quality Conference, 査読有, GQ07, 2008, 50-57
- ⑦ Nakada, N., Kiri, K., Shinohara, H., Harada, A., Kuroda, K., Takizawa, S., Takada, H., Evaluation of pharmaceuticals and personal care products (PPCPs) as water-soluble molecular markers of sewage, Vol. 42, No. 17, pp. 6347-6353, Environmental Science and Technology, 2008.

[学会発表] (計 4 件)

- ① 黒田啓介、村上道夫、小熊久美子、高田

秀重, 滝沢智, 東京都区部における地下水のPFCs汚染, 第44回水環境学会年会, 2010年3月15日, 福岡

- ② Kuroda K., Fukushi T., Murakami M., Oguma K., Takada H. and Takizawa S. Pharmaceuticals as markers of sewage pollution in groundwater in Tokyo, 2009 American Water Works Association Water Quality Technology Conference, 2009年11月17日, Seattle
- ③ Kuroda K., Fukushi T., Murakami M., Oguma K., Takada H., and Takizawa S. (2009) Anthropogenic Gadolinium and Pharmaceuticals as Tracers of Sewage Contamination in Groundwater, Micropol & Ecohazard 2009, 2009年6月、San Francisco
- ④ Kuroda K., Fukushi T., Takizawa S., Murakami M., Takada H., Nakada N., Aichi M., Hayashi T., Tokunaga T., Sources and influencing factors of groundwater contamination in Tokyo metropolitan area, 6th International Groundwater Quality Conference, 2007年12月、Western Australia

6. 研究組織

(1) 研究代表者

滝沢 智 (TAKIZAWA SATOSHI)
東京大学・大学院工学系研究科・教授
研究者番号：10206914

(2) 研究分担者

小熊 久美子 (OGUMA KUMIKO)
東京大学・大学院工学系研究科・講師
研究者番号：00361527

徳永 朋祥 (TOKUNAGA TOMOCHIKA)
東京大学・大学院新領域創成科学研究科・
准教授
研究者番号：70237072
(H19→H20：連携研究者)

高田 秀重 (TAKADA HIDESHIGE)
東京農工大学・農学部・教授
研究者番号：70187970
(H19→H20：連携研究者)