福島原子力事故関連情報アーカイブ
FNAA Fukushima Nuclear Accident Archive

Title	原発事故直後に下水処理施設で発生した放射性物質を含む廃棄物の分析
Alternative_Title	Analysis of waste containing radioactive materials generated at sewage treatment facilities immediately after nuclear power plant accidents
Author(s)	奥村 大河(東京大学), 小暮 敏博(東京大学), 岩﨑 宏和(国土交通省), 末益 大嗣(環境省), 遠藤 和人(国立環境研究所), 落 修一(日本下水道新技術機構), 江藤 隆(日本下水道新技術機構), 齊藤 進(環境科学開発研究所) Okumura, Taiga(Tokyo Univ.); Kogure, Toshihiro(Tokyo Univ.); Iwasaki, Hirokazu(Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism); Suemasu, Hirotsugu(Ministry of the Environment); Endo, Kazuto(National Inst. for Environmental Studies); Ochi, Shuichi(Japan Inst. of Wastewater Engineering and Technology); Eto, Takashi(Japan Inst. of Wastewater Engineering and Technology); Saito, Susmu(Kankyo Kagaku Kaihatsu Kenkyusho Co., Ltd.)
Citation	第 7 回環境放射能除染研究発表会要旨集, p.28 The 7th Workshop of Remediation of Radioactive Contamination in Environment
Subject	セッション：計測技術 2・上下水道への影響
Text Version	Publisher
URL	https://f-archive.jaea.go.jp/dspace/handle/faa/157463
Right	© 2018 Author
Notes	禁無断転載 All rights reserved. 「第 7 回環境放射能除染研究発表会要旨集」のデータであり、発表内容に変更がある場合があります。 学会は発表の機会を提供しているもので、内容に含まれる技術や研究の成果について保証しているものではないことをお断りいたします。

Japan Atomic Energy Agency

原発事故直後に下水処理施設で発生した放射性物質を含む廃棄物の分析

○奥村大河，小暮敏博（東京大学），岩﨑宏和（国土交通省），末益大嗣（環境省）
遠藤和人（国立環境研究所），落修一，江藤隆（日本下水道新技術機構）
齊藤進（(株)環境科学開発研究所）

１．はじめに

福島原発事故によって周辺に拡散した放射性セシウム（Cs）等の放射性物質は雨水によって下水に流れ込んだため，下水処理施設では事故直後に高放射線量の廃棄物が大量に発生した．このような廃棄物を適切に処理するためには，放射性物質がどのような形態で存在しているかを解明することが肝要である．また，下水処理施設の放射性物質を含む廃棄物は集水地域の放射能汚染の実態を反映すると考えられ，詳細な分析はその地域の汚染状況の把握にも資するものである．そこで本研究では，事故直後に福島県内の下水処理施設で発生した沈砂，乾燥汚泥，水砕スラグの３つについて，含まれる放射性物質の特定・分析を行った．

２．実験手法

福島市堀河町終末処理場で沈砂および乾燥汚泥を採取した．これらの Cs の放射能濃度はそれぞれ 58,230, 18,023 Bq/kg だった．当処理場は福島市中心部 467 ha を処理区域として持つ．また福島県県中浄化センターで作られた水砕スラグ（13,318 Bq/kg）の分析も行った．当センターの処理区域は郡山市を中心とした 8,111 ha である．

これらの試料について，粉末 X 線回折（XRD）により含有鉱物相の同定を行った．またイメージングプレート（IP）を用いたオートラジオグラフィーにより，放射性物質の分布状態を調べた．さらに放射能を持つ粒子を特定してマイクロマニピュレータによってピックアップし，電子顕微鏡（SEM/TEM）を用いて分析した．

３．結果

沈砂を XRD 測定した結果，石英や長石類が多く含まれ，雨水とともに流れ込んだ土砂が主成分であることがわかった．沈砂をハンドプレスによりペレットにして IP を感光させると，限られた粒子にのみ放射能が存在していた．細粒画分を IP 上に分散して放射性粒子を特定し SEM で分析すると，放射性セシウムの吸着体として代表的な風化黒雲母（weathered biotite：WB）が多く特定された．また，一粒子あたり数 Bq の放射能を持つとされるガラス状放射性微粒子（いわゆるセシウムボール）と考えられる粒子はこれまでのところ見つかっていない．

乾燥汚泥には石英や長石類の他，リン酸塩鉱物の vivianite（$Fe_3(PO_4)_2(H_2O)_8$），有機物や非晶質物質が含まれていた．IP 上に分散して放射性粒子を特定し SEM で観察すると，微粒子の凝集体となっており，組成としては C，O，Na，Mg，Al，Si，P，S，K，Ca，Fe が検出された．この放射性粒子を集束イオンビーム法（FIB）で薄膜化し TEM で観察すると，やはり様々な鉱物の凝集体であることが確認された．元素マップを取得すると，WB と考えられる O，Mg，Al，Si，K，Fe を含む板状鉱物が複数含まれていた．おそらくこうした WB が放射性セシウムを吸着しており，沈砂と同様に乾燥汚泥も WB が放射性物質の主体であると考えられた．

水砕スラグを XRD 測定した結果，ほぼ全体がガラス化していたが，スピネル型結晶のピークが検出された．水砕スラグを樹脂に埋め込み，その断面を IP に接触させると全体が一様に感光したため，水砕スラグには放射能がほぼ均一に分布していることがわかった．TEM で観察するとガラスの内部は一様ではなく，K や Al を含むケイ酸塩ガラスと Mg，Ca，Fe を含むリン酸塩ガラスに分相していた．またリン酸塩ガラス中でさらに分相が進んだ部分では磁鉄鉱（Fe_3O_4）が析出しており，これが XRD で検出されたスピネル型結晶に対応していることがわかった．セシウムはカリウムと挙動を同じくするため，放射性セシウムはケイ酸塩ガラスに含まれており，これが水砕スラグの放射能源であると考えられた．