

下水へ流入した Cs、Sr の下水汚泥、焼却灰への移行・濃縮に関する研究

岩手大学 学生会員 ○畑中拓真

岩手大学 正会員 石川奈緒、伊藤歩、海田輝之

1. はじめに

東日本大震災に伴い福島第一原発力発電所の事故で放射性物質が環境中に放出し、東日本各地で水道水や降下物中で検出された。本研究では環境中から検出された放射性核種を持つ Cs、Sr に着目し、岩手県の下水処理場において安定同位体の Cs、Sr のモニタリング調査を行うことで、下水処理工程において放射性 Cs、Sr がどのように移行するのか推測した。

2. 実験方法

2.1 モニタリング調査

調査は岩手県の都南浄化センターで行った。採取した試料は流入水、放流水、脱水汚泥、焼却灰、最初沈殿池汚泥および最終沈殿池汚泥である。6月から12月まで毎月1回試料を採取し、各試料中のCsおよびSrの濃度を測定した。各試料をビーカーに適量とり、硝酸と塩酸により分解濃縮し、0.45 μm のメンブレンフィルターで吸引ろ過した。ろ液中のCsの濃度をICP質量分析装置 (Thermo、iCAP Qs) にて、Srの濃度をICP発光分析装置(Shimadzu、ICPE-9000)にて測定した。

2.2 活性汚泥へのCsの収着実験

Csについて、活性汚泥への収着特性を把握するためバッチ収着実験を行った。500 mL振とうフラスコに返送汚泥150 mLを入れ、初期Cs濃度が10、50、100、500、1000 μg/LになるようにCs溶液と超純水を加え、全量を500 mLに調整した。好気条件または、窒素で曝気した嫌気条件で振とう機にて振とうした。振とう後48時間後に試料を採取した。また好気条件で振とうしていた試料については試料採取後に嫌気条件にし、さらに48時間振とう後に試料を採取した。試料は遠心分離 (3000 rpm、10分) を行い、0.45 μm のメンブレンフィルターで吸引ろ過した。ろ液のCs濃度をICP質量分析装置にて測定した。

3. 実験結果

3.1 モニタリング調査

採取試料中のCs濃度は流入水で0.11 - 0.27 μg/L、放流水で0.12 - 0.20 μg/L、最初沈殿池汚泥で0.25 - 1.26 μg/L、最終沈殿池汚泥で0.76 - 1.63 μg/L、脱水汚泥で0.19 - 0.93 mg/kg、焼却灰で0.48 - 1.89 mg/kgであった。Sr濃度は流入水で58.8 - 76.1 μg/L、放流水で47.7 - 66.2 μg/L、最初沈殿池汚泥で90.3 - 645.5 μg/L、最終沈殿池汚泥で309.2 - 531.0 μg/L、脱水汚泥で1.8 - 2.2 g/kg、焼却灰で6.2 - 9.2 g/kgであった。

表 - 1、表 - 2に各元素の総量を示す。月毎の流入水の総量は試料の濃度に月の総流入水量を乗じて得た。他の項目についても同様に求めた。

Csは流入水よりも放流水の総量が多いことが示された。これはCs濃度が流入水よりも高い、下水処理場内の場内返流水が流入水のサンプリングポイントよりも後で合流するためと考えられる。Srは放流水よりも流入水の総量が多いことが示された。場内返流水のSr濃度は流入水のSr濃度とほぼ同じであることから、流入水から放流水への減少分は、汚泥へと移行したと考えられる。

最初沈殿池汚泥、最終沈殿池汚泥の Cs、Sr 総量を t 検定を用いて検定した結果、Cs は $p = 0.63$ 、Sr は $p = 0.19$ と

キ - ワ - ド 下水処理、Cs、Sr、収着

連絡先

岩手大学：岩手県盛岡市上田4-3-5 TEL 019-621-6982

表 - 1 下水処理システムにおける Cs の総量

	流入水 (g/月)	放流水 (g/月)	最初沈殿池汚泥 (g/月)	最終沈殿池汚泥 (g/月)	脱水汚泥 (g/月)	焼却灰 (g/月)
6月	-	-	-	-	54	30
7月	-	-	-	-	245	99
8月	979	1114	39	40	178	163
9月	506	581	22	79	124	142
10月	819	905	113	40	90	93
11月	1037	759	68	34	53	56
12月	610	668	26	27	41	50

表 - 2 下水処理システムにおける Sr の総量

	流入水 (kg/月)	放流水 (kg/月)	最初沈殿池汚泥 (kg/月)	最終沈殿池汚泥 (kg/月)	脱水汚泥 (kg/月)	焼却灰 (kg/月)
6月	206	174	56	17	48	50
7月	460	429	21	30	56	50
8月	347	311	22	16	46	53
9月	301	259	8	15	47	55
10月	328	259	57	16	53	63
11月	277	232	35	17	51	61
12月	242	226	8	14	42	59

どちらも有意差は認められなかった。従って、どちらの元素も最初沈殿池汚泥、最終沈殿池汚泥に同程度移行すると考えられる。また、汚泥中のCsとSrはほぼ全量が灰へ移行していた。

3.2 活性汚泥へのCsの収着実験

Csの収着等温線を図1に示す。得られた収着等温線を Freundlich 式に当てはめた。

$$Q = K_F C^n$$

Q: 収着量(μg/kg) C: 溶液中濃度(μg/L)

K_F: Freundlich 係数(L/kg) n: Freundlich 指数

3条件とも Freundlich 式に当てはまり、K_F、nの値に違いが見られなかった。例として好気条件の収着等温式を図1に示す。このことからCsの収着特性は細菌や微生物の取り込みとは関係が無く、汚泥等の表面上に収着する事が示唆された。

Srで同様の実験を行った際に得られた収着等温式である $Q = 1257C^{0.52}$ と比較すると、活性汚泥はCsよりもSrの方が収着能が高く、活性汚泥へ移行しやすい事がわかった。

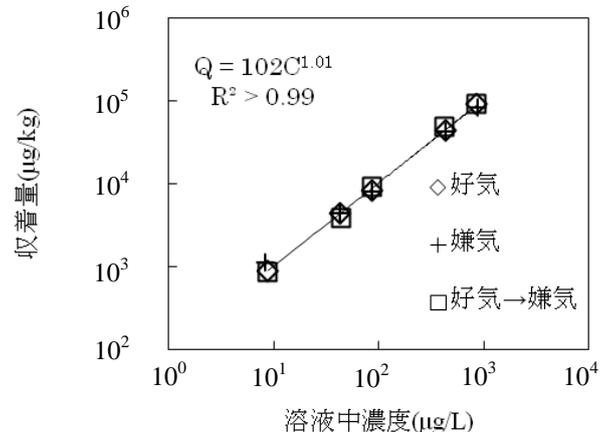


図1 各条件におけるCsの収着等温線

4. まとめ

本研究ではモニタリング調査と室内実験により下水処理におけるCs、Srの挙動を明らかにした。収着実験ではCsの活性汚泥への収着は細菌や微生物の活動は影響しない事が示され、Srと比較するとCsの収着量は小さい事が明らかになった。このことから、下水処理施設でCsは流入水よりも放流水の方が総量が多くなる原因は下水処理場内で循環する場内返流水の影響である可能性が示された。また、汚泥中のCs、Srはほぼ全量が灰へ移行した。

引用文献

- 1) 加賀谷功人ら、下水処理場におけるセシウムおよびストロンチウムの移行・濃縮挙動、平成23年度 土木学会 東北支部技術研究発表会 講演概要集 VII - 33