

## 気候変動に伴う豪雨が最終処分場に及ぼす影響

九州大学工学部 学生会員 ○田村浩人  
九州大学大学院工学府 Ho Nhut Linh  
九州大学大学院工学研究院 フェロー会員 島岡隆行、正会員 小宮哲平

## 1. はじめに

現在、世界各地において、地球温暖化の影響により様々な問題が起こっている。特に近年では日本各地で気候変動によってゲリラ豪雨が多発している。ここ 30 年間では、時間降水量 50mm 以上の「非常に激しい雨」は 1.3 倍に、時間降水量 80mm 以上の「猛烈な雨」は 1.7 倍にも増加しており、将来的にも短時間豪雨の発生確率は高くなる予測がされている<sup>1)</sup>。我が国の最終処分場では浸出水などの管理と早期の安定化が求められ、豪雨は浸出水の水質及び安定化に影響を及ぼすと考えられる<sup>2)</sup>が、その影響は定量的に明らかにされていない。

本研究では、豪雨が埋立地における浸出水の水質に及ぼす影響を評価することを目的に、廃棄物充填カラムによる散水実験を行った。

## 2. 実験概要

## (1) 実験試料

粒径 10mm 以下の一般廃棄物焼却灰を用いた。表 1 に実験試料の基本性状を示す。

## (2) カラム散水実験

図 1 にカラム散水実験装置の模式図を示す。内径 15cm、高さ 100cm のアクリル製カラムを用い、試料の厚さ 80cm とし、焼却灰を  $1.1\text{g}/\text{cm}^3$  で充填した。カラム上端開口部には水が全面に行き渡るように砂利層を 5cm 敷き詰めた。また、カラム内雰囲気は、準好気性埋立構造を模擬したものである。散水条件に関して、今回の実験では散水強度を変えることによって豪雨の影響を把握することにした。年間平均降雨強度を模擬した平均降雨を与えた後に、一定の間隔で豪雨を模した散水強度で散水を行った。具体的には、実験始めの約 4 週間は平均降雨 (15mm/h で 30 分間) をほぼ毎日散水した。その後 2 日おきに散水を行ったが、その散水の 3 回に 2 回は平均降雨、3 回に 1 回は豪雨 (表 2 に示す散水強度で 1 時間) を散水した。散水日の翌日に浸出水を回収し、浸出水の水量及び水質 (pH、EC、TOC、T-N、陽イオン、陰イオン) を測定した。

## 3. 実験結果及び考察

## (1) 豪雨時の浸出水水質の挙動

図 2 に散水量及び浸出水の pH の経時変化を示す。pH は大きくなつきを示したが、すべてのケースにおいて豪雨時に発生した浸出水の pH の値が大きくなった。これは豪雨による洗い出し効果で pH 上昇の原因となる酸化カルシウムなどのアルカリ性物質が多く溶出したからだと考えられる。特に散水強度が大きいものほど豪雨時の pH の値は大きくなり、また豪雨前後における値の変化が大きかった。

図 3 に散水量及び浸出水の TOC 濃度の経時変化を示す。豪雨時に発生した浸出水の TOC 濃度は比較的小さくなるという結果となった。これは豪雨時における浸出水の流出速度が平均降雨の時より早かったため焼却灰との接触時間が短くなったことが理由として挙げられ、そのため洗い出しの効果があまり見られなかったと考えられる。また豪雨後の平均降雨における TOC の濃度は散水強度が大きいものほど上昇が大きかった。これは散水強度の違いにより豪雨後におけるカラム内の滞水量や湿潤状態が異なり、散水強度が大きいものほど滞水

表 1 実験試料の性状

測定項目	試料	焼却灰
含水比 (%)		11.3
溶出試験 (環告46号)	pH(-)	12.1
	EC(mS/cm)	7.4
	TOC(mg/L)	24.6
	T-N(mg/L)	1.9

表 2 実験条件

ケース	充填試料	散水強度
No.1	焼却灰	小(25mm/h)
No.2		中(50mm/h)
No.3		大(100mm/h)

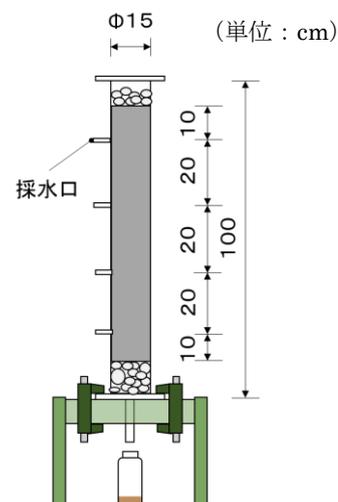


図 1 カラム実験装置

量が多く、TOC 濃度の高いカラム内保有水が多く含まれていたからだと考えられる。

## (2) TOC 濃度変化

図 4 に TOC 散水量変化比と濃度変化比の関係を示す。ここで、散水量変化比は散水量と前回の散水量との差を前回の散水量で除したものであり、濃度変化比は同様に散水後濃度と前回の散水後濃度との差を前回の散水後濃度で除したものである。図中の破線は

TOC 濃度変化比と散水量変化比の関係を表す近似曲線である。散水量変化比が大きい時には 3 ケースとも TOC 濃度変化比は小さい値をとるが、大きな差は見られなかった。つまり豪雨時の散水強度が大きくなって、その時の浸出水の濃度の変化の割合はあまり変わらないという結果だということがわかる。散水量変化が小さい時には、3 ケースとも TOC 濃度変化比は大きくなった。散水強度が大きく濃度変化比は大きくなるという結果になった。つまり散水量変化比が小さくなると水質の悪化が著しくみられ、散水量が大きいものほど水質の悪化がより顕著に見られるという結果になった。これらの原因は上で述べたように散水強度の大きいものほど豪雨後のカラム内滞水量が多く、浸出水の水質がより悪化するということから起こるものだと考えられる。近似曲線の式として  $y = -a \cdot \ln(x+1)$  を採用した。実験値と近似曲線の誤差が最小となる  $a$  を求めたところ、散水量変化比が負の領域では  $a = 0.79$ 、正の領域では  $a = 0.31$  であった。散水量変化比が負の時と正の時で  $a$  の値が異なることから、両者で現象が異なることが示唆された。多孔質体の水分特性曲線が排水過程と給水過程で異なることを考慮すると、散水量変化比の正負で水分移動現象が異なり、そのことが散水量変化比と TOC 濃度変化比の関係の違いをもたらしたと推察された。

## 4. まとめ

豪雨時には様々な汚染物質の濃度が減少するという結果となった。また豪雨後の平均降雨における浸出水の TOC 濃度は散水強度が大きいほど高いという結果になったため、豪雨によってカラム内の滞水量や水分移動現象などに違いが出ることで浸出水の水質に影響を及ぼすということが把握でき、散水強度が大きいほどその影響は大きいとわかった。近似曲線を用いることで異なる豪雨が水質に及ぼす影響を定量的に把握することができた。今後は実験を継続していくとともに、実際の埋立地の条件に近づけるために大型カラムによる散水実験を行って豪雨時の挙動をさらに詳しく見ていく。

【参考文献】 1) 総務省: 気象の動向, 2017, [http://www.soumu.go.jp/main\\_content/000514806.pdf](http://www.soumu.go.jp/main_content/000514806.pdf). (閲覧日: 2018 年 12 月 25 日) 2) 金谷健, 寺島泰: 実気象条件下における都市ゴミ焼却灰充填層浸出水の水量水質変化, 廃棄物学会論文誌, Vol.6, No.2, pp.39-48, 1995.

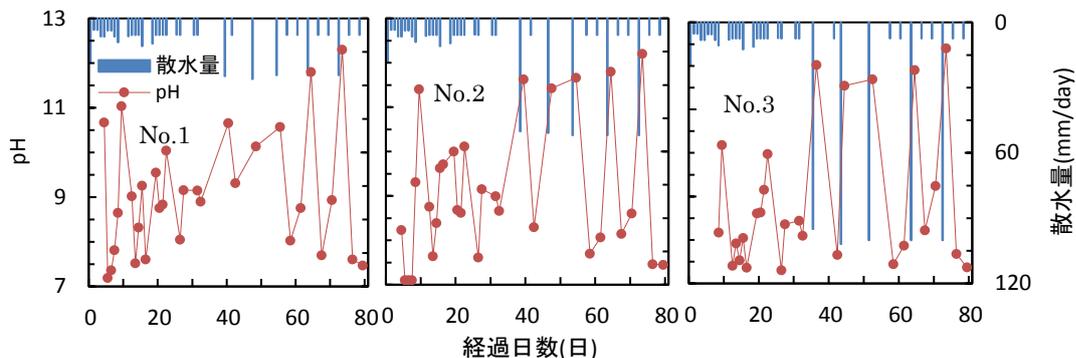


図 2 散水量及び浸出水の pH

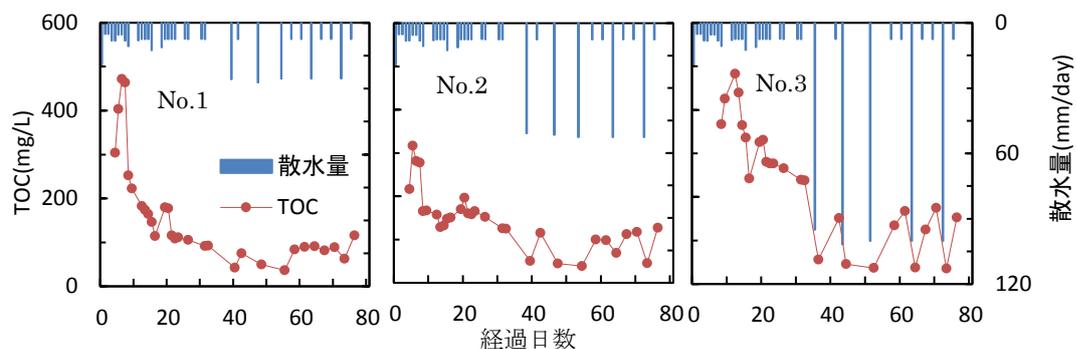


図 3 散水量及び浸出水の TOC

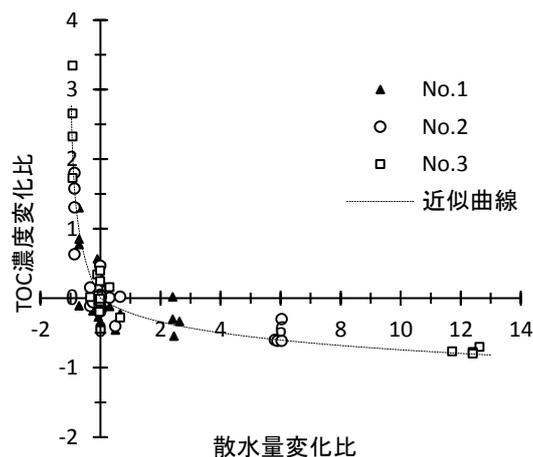


図 4 TOC 濃度変化比と散水量変化比の関係