

焼却灰主体の埋立地における腐植物質の生成および溶出傾向

九州大学大学院 学生会員 ○李 政準 正会員 島岡 隆行 正会員 崎田 省吾

1. はじめに

廃棄物埋立地において、有機物分解の副産物である腐植物質は、重金属や有機汚染物質と錯体形成、疎水結合して移動していることが知られている^{1,2)}。また、ライシメータ実験より、焼却残渣からも腐植物質の生成が確認され²⁾、生ごみ埋立地より有機物負荷の低い焼却灰主体埋立地においても、生成した腐植物質が有害物質と結合・移動していると推定される。しかし、生成した腐植物質が、埋立層内の環境条件（特に、pH）によってどのような溶出傾向を示すかについては、不明な点が多く残されている。

本研究では、焼却灰主体の埋立地における腐植物質の生成およびその溶出挙動を明らかにすることを目的として、埋立地においてボーリング調査を行い、得られた試料から腐植物質を抽出した。埋立深度別、埋立経過期間別に腐植物質の生成について検討した。また、埋立年度の異なる焼却残渣を用いて pH 依存性試験を行い、有機物および腐植物質の溶出に及ぼす pH の影響を評価した。

2. 試料および実験方法

2.1 埋立焼却残渣からの腐植物質の抽出

焼却残渣と破碎不燃物が埋立処分されている F 埋立地（供用開始：1988 年、閉鎖予定：2018 年）においてボーリング調査を実施し、深さ方向に 4.2m、18.3m、および 28.3m の地点から採取した試料（以後、それぞれ R1、R2、R3 とする）を腐植物質の抽出に供した。埋立日誌および聞き取り調査から、各試料は、それぞれ埋立後 4、12 および 14 年が経過していることが分かった（表 1 参照）。各試料から、国際腐植物質学会（IHSS）の固体試料中の腐植物質抽出方法³⁾に準拠した方法によって、腐植物質の抽出・分離・精製を行った。

2.2 有機物および生成された腐植物質の溶出に及ぼす pH の影響

焼却残渣主体の埋立地において、有機物および生成された腐植物質の溶出に及ぼす pH の影響を調べるため、0 埋立地の異なる 3 地点の表層(0m)から焼却残渣を採取し（表 1 参照）、pH 依存性試験を実施した。実験方法を図 1 に示す。採取した試料を風乾後、0.25mm の篩を通過したものを実験に供した。試料 50g に脱イオン水を加え（L/S 10）、pH 依存性試験装置（718 AT/3-20, Metrohm 社）を用いて、pH7,12 に保ちながら 6 時間攪拌振とうした。振とう後、0.45 μ m のメンブレンフィルタでろ過し、国際腐植物質学会の水溶液中腐植物質の抽出方法³⁾に準拠して、ろ液から腐植物質を分離した。得られたろ液と分離された腐植物質画分について、TOC analyzer（TOC-Z, (株)島津製作所）を用いて溶存性全有機炭素（TOC）濃度を測定し、pH による有機物および腐植物質の溶出特性を検討した。

表 1 採取試料の概要

Landfill	F landfill			O landfill		
Sample name	R1	R2	R3	A	B	C
Sampling depth (m)	4.2	18.3	28.3	0	0	0
Landfilled year (yr)	1998	1990	1988	2001-2002	1997	1994-1996
Elapsed time (yr)	4	12	14	1-2	6	7-9

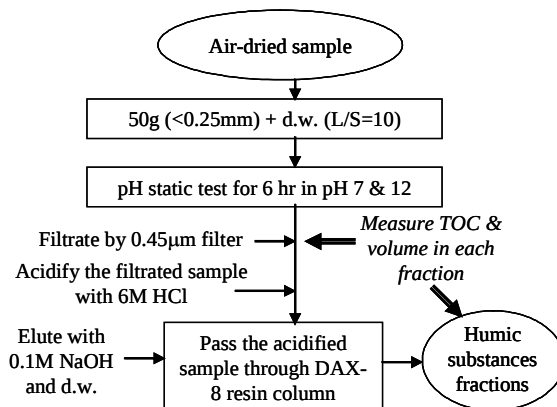


図 1 pH 一定条件下での有機物および腐植物質の溶出実験

3. 結果および考察

3.1 埋立焼却残渣中の腐植物質

F 埋立地から採取した試料から腐植物質を抽出した結果を図 2 に示す。試料 R1、R2、R3 からそれぞれ 0.22% (440mg/200g-ash)、0.13% (258mg/200g-ash)、0.04% (72mg/200g-ash) が抽出された。腐植物質量は、埋立層表層、すなわち、埋立後の経過期間が短い方が多くなる傾向を示した。これは、埋立初期に生成した腐植物質のうち低分子・溶溶性のものは、雨水による浸透水とともに洗い出されたため、また、埋立層深部は、腐植物質が生成しにくい条件であるためと考えられる。また、いずれの試料もフミン酸よりフルボ酸が多く含まれていることが示された。

3.2 全有機炭素(TOC)および腐植物質のpHによる溶出特性

0 埋立地の試料を用い、pH7、12 における有機物および生成された腐植物質の溶出量を図 3 に示す。いずれの試料においても、pH7 での有機物および腐植物質の溶出量が大きく、これらの溶出には pH が影響していることが示唆された。pH7 に対して pH12 で溶出量が非常に小さかった理由としては、アルカリ性では溶解しにくい有機物が多く含有されていたから、あるいは、埋立初期は高アルカリ雰囲気であることから、アルカリ条件下で可溶性有機物が、すでに浸透水とともに洗い出されていたためと考えられる。しかし、図 2 にも示されているように、一般的には、腐植物質の生成量に関しては、フミン酸よりも移動性の高いフルボ酸の方が多く生成されることから、アルカリ条件下で可溶性有機物が、浸透水とともに洗い出されたと考えられる。また、埋立経過期間によっても溶出量は異なっており、試料 A (埋立後 1~2 年) からの有機物および腐植物質の溶出量がかった。各 pH で溶出した TOC 中の腐植物質の割合は、埋立経過期間が長い試料ほど低くなり、腐植物質の割合が減少していた。

有機物が分解され腐植化する過程で、生成した腐植物質の溶出における pH 依存性が変化していることが示唆され、有害物質の挙動にも大きな影響を与えていると考えられる。

4. 結論

- (1) 埋立焼却残渣(ボーリング試料)から腐植物質を抽出した結果、焼却残渣からも腐植物質が生成していることが確認された。また、深さ方向および埋立経過期間によって腐植物質の存在量は異なり、上層の方が下層より多く抽出された。
- (2) pH 依存性試験結果より、いずれの試料でも pH7 での有機物および腐植物質の溶出量が大きく、これらの溶出には pH が影響していることが示された。また、各 pH で溶出した TOC 中の腐植物質の存在割合は、埋立経過時間が長い試料ほど低くなったことから、有機物が腐植化する過程で、生成した腐植物質の溶出における pH 依存性が変化していることが示唆された。

今後は、埋立前の焼却残渣についても pH 依存性試験を行い、有機物および腐植物質の溶出挙動を詳細に検討する予定である。

[参考文献] (1) 宮島 徹、森 めぐみ (1996) : 腐植物質の溶液内平衡、分析化学、Vol.45、No.5、pp. 369-399. (2) Kim, Y.-J. and Osako, M. (2004): Investigation on the Humification of Municipal Solid Waste Incineration Residue and its Effect on the Leaching Behavior of Dioxins, Waste Management 24, pp. 815-823. (3) IHSS (International Humic Substances Society): <http://www.ihss.gatech.edu/>

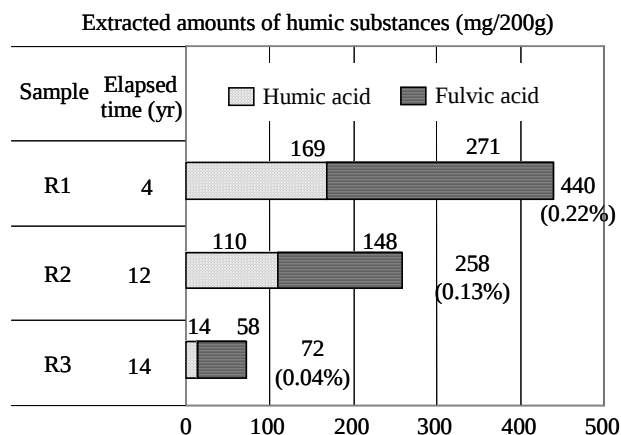


図 2 埋立焼却残渣からの腐植物質抽出結果

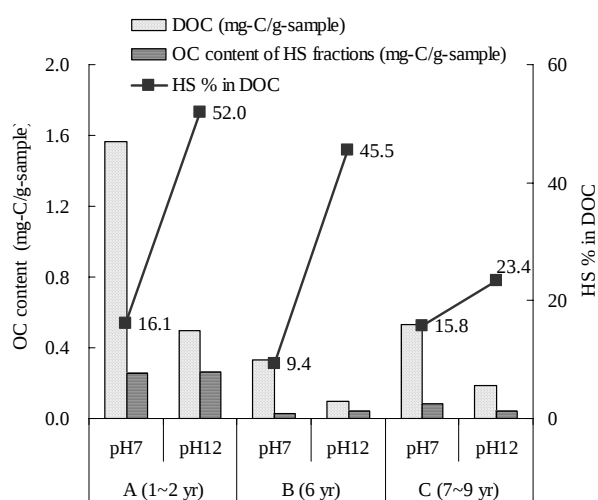


図 3 埋立焼却残渣中の有機物および腐植物質の pH による溶出傾向