

[資料]

模擬埋立地実験による埋立地早期安定化の検討

川崎幹生 長森正尚 小野雄策

1 はじめに

埋立地は必要不可欠な社会基盤施設である。しかしながら、人々から迷惑施設の一つとして考えられているため、また、地方自治体の緊迫した財政状態のため新たな処分場の建設は非常に難しい状況にある。一方、埋立地が抱えている問題として、埋立終了後も浸出水中の汚濁物質濃度が基準を下回らない、ガスを放出するといった安定化の遅延という問題がある。今後、地域住民が安心して埋立地の建設を受け入れ、また、次世代に至るまで管理が及ばないようにするために埋立地に関わる研究を進めなければならない。

本研究は最終処分場内に早期安定化の試みとして運転操作の異なる3種類の模擬埋立地(テストセル)を建設し、浸出水及び発生ガスの調査を1年間行った。本報では混合廃棄物の溶出試験結果及び浸出水の質変化について報告する。

2 テストセルの構築

2.1 テストセルの構造

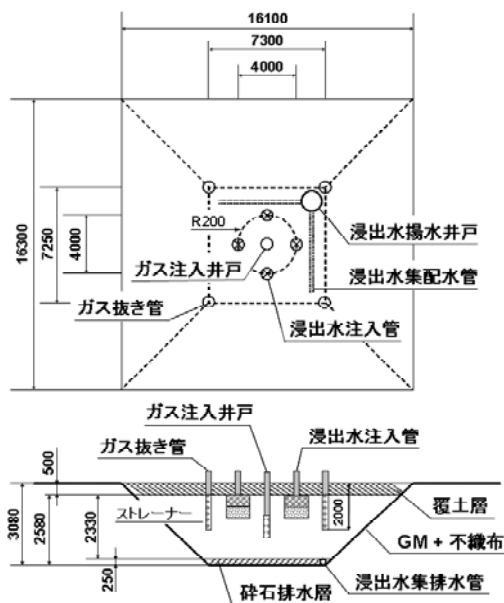


図1 好気性テストセルの平面図及び断面図

3種類のテストセルは通気+浸出水循環、浸出水循環及び無通気・無循環の運転操作を行い、それぞれ好気性セル、嫌気性セル及び対照セルとした。好気性セルの構造を図1に示した。テストセルの容量は約400m³であり、砕石排水層(0.25m)、廃棄物層(2.33m)、覆土層(0.5m)からなる三層構造である。

2.2 埋立廃棄物の割合

テストセルを建設した最終処分場には主に、焼却灰、不燃物破砕残さ及び廃プラシュレッダーダストの3種類が搬入されている。それぞれのテストセルには一日に搬入された廃棄物を埋め立てたため、埋立廃棄物割合が異なっている。各セルの埋立廃棄物割合を表1に示した。

表1 各テストセル内の埋立廃棄物割合及び総重量

	好気性 (wt%)	嫌気性 (wt%)	対照 (wt%)
焼却灰	43.8	47.3	55.1
不燃物破砕残さ	26.9	30.8	24
廃プラシュレッダーダスト	25.8	15.3	9.4
熔融スラグ	2.7	2.1	5.9
燃え殻	0	3	4.8
し尿処理場焼却灰	0	0.9	0
ガラス・陶磁器くず	0.7	0.6	0.9
総重量 (t)	297.1	391.7	433.7

焼却灰テストセルは廃棄物を埋め立てた後、表面覆土を施した。好気性セル及び嫌気性セルの通気及び浸出水の循環は埋立完了後、60日間を経過した後に開始した。また、梅雨期においてテストセル内の保有水量が増加したため、164日経過後から浸出水採取日毎にテストセル系外へ浸出水の排水を行った。

3 実験・結果及び考察

3.1 廃棄物溶出試験

対照セルに搬入された主な廃棄物の溶出試験結果、pH分布を図2に示した。焼却灰溶出液は強アルカリ性を示し、不燃物破砕残さや廃プラシュレッダーダストの溶出液は弱アルカリ性を示すことがわかった。すなわち、主な埋立廃棄

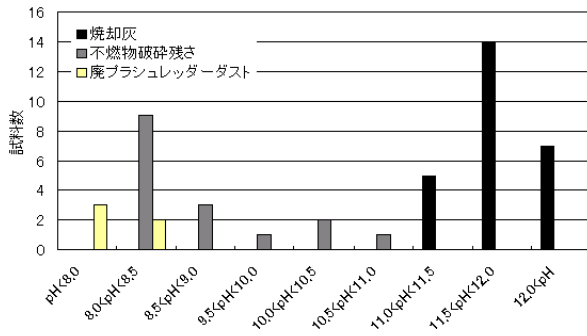


図2 対象セル埋立廃棄物の溶出試験 (pH分布)

物の配合比を考慮することにより、アルカリ性範囲内でのpH制御が可能であることが示唆される。また、不燃物破砕残さは試料により質がかなり異なることがわかった。

図3に溶出試験の電気伝導度(EC)分布を示した。焼却灰は不燃物破砕残さや廃プラシュレッダーダストに比べおよそ10倍高い伝導度を示した。

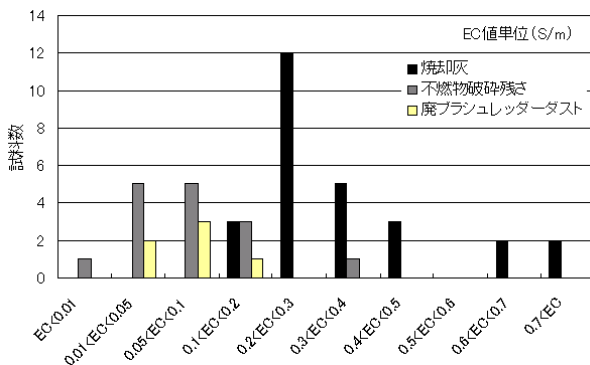


図3 対象セル埋立廃棄物の溶出試験 (EC分布)

3.2 廃棄物の混合比の影響

テストセルに埋め立てられた廃棄物から焼却灰7種類及び廃プラシュレッダーダスト3種類を用いて溶出液pHに対する廃棄物混合比の影響を調べた。実験に用いた廃棄物は各廃棄物を等重量混合し、混合焼却灰(A)及び混合シュレッダー(S)としてA及びSの混合比を変えて溶出試験を行った(廃棄物/水=1/10)。結果を表2に示した。

表2 廃棄物混合比による影響

試料重量比 (A:S)	pH	Eh (mV)	EC (S/m)
A	11.2	178	0.206
S	7.8	346	0.085
1 : 4	9.6	279	0.109
2 : 3	10.0	258	0.125
2 : 2	10.0	255	0.146
3 : 2	10.4	241	0.148
4 : 1	11.0	228	0.174

廃棄物の混合比によってpHで1以上、水酸化物イオン濃度で10倍以上の差が生じる事がわかる。これらの結果から、各テストセルの初期条件が異なることが示唆された。

3.3 テストセル

3.3.1 テストセル浸出液のpH変化

図4に試験期間内におけるpH変化を示した。好気性セルでは浸出液の初期pHがその他の二つのセルに比べかなり低いことがわかる。表2の結果から、焼却灰の混合比が浸出液のpHに影響を与えることはわかるが、焼却灰の混合比を20~80%変化した場合もその差は最大で1.4であることを考慮すると、埋立廃棄物、不燃物破砕残さの質が浸出液のpHにかなりの影響を与えていることが示唆される。

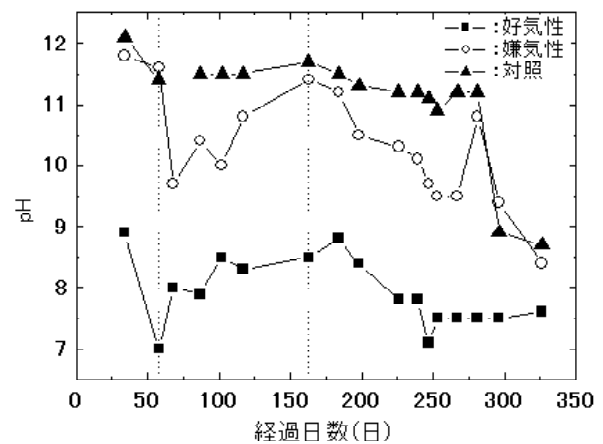


図4 テストセル浸出液のpH変化

また、廃棄物の質の差により初期変動(0~60日目)に与える影響がわかる。一方、通気及び浸出液循環を行った場合、浸出液循環を行った嫌気性セルにおいてpHの急激な減少が観察された。しかし、以後は増加を示した。

一方、通気及び浸出液の循環を行った好気性セルのpHは増加した。対照セルは他の2つのセルに比べてpHの変化が少ないことから、浸出液の循環によるアルカリ成分の洗い出しが影響していることがわかった。また、浸出液をテストセル系外へ排出しない場合、浸出液の循環によりアルカリ成分の濃縮が起こるため徐々にpHの増加が観察された。浸出液をテストセル系外へ排出した164日目以降、各セルのpHは減少し、326日目にはpH9以下になった。これらの結果から、廃棄物層のpHを下げ早期安定化を促進する場合、廃棄物の混合比も重要な要素ではあるが、それ以上に廃棄物層内の透水性を高めることが重要であることが示唆された。

3.3.2 テストセル浸出液の塩化物イオン(Cl⁻)の変化

図5に無機イオンの溶出として試験期間内におけるCl⁻濃度の変化を示した。

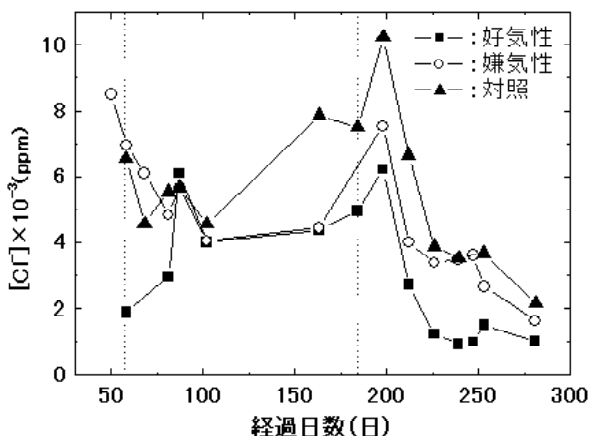


図5 テストセル浸出水の[Cl⁻]変化

Cl⁻濃度は通気や浸出水循環の影響をほとんど示さず、pH変化とほぼ同様に、梅雨期のためテストセル系内に水がたまっている間は増加を示し、浸出水を系外へ排出した場合、急激な減少を示し、実験終了時にはほぼ同じレベルまで濃度が減少した。この結果からもCl⁻イオンのような洗い出しの影響を受けやすい物質は、廃棄物層内の透水性を高めることにより早期に濃度減少をもたらすことが可能であることが示された。

3.3.3 テストセル浸出水のDOC変化

有機汚濁指標の一つであるDOCの変化を図6に示した。

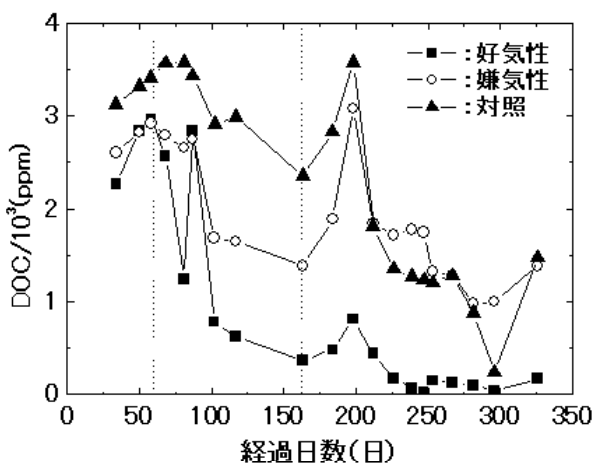


図6 テストセル浸出水のDOC変化

運転開始前(60日以前)をみると対照セル浸出水中のDOCが一番高く、嫌気性セル、好気性セルの順番になっている。この序列はテストセル中に埋め立てられた廃棄物の総量と同じ順であるが、埋立廃棄物の中で浸出水のDOCに対する寄与が大きいと考えられる不燃物破砕残さ及び廃プラシュレッダーダストだけを見ても、好気性セルは157t、嫌気性セルは180t、対照セルは145tであり、対照セ

ル中に埋められた不燃物破砕残さ及び廃プラシュレッダーの量が一番少ないことがわかった。すなわち、不燃物破砕残さは排出元により質の違いがかなりある、または、焼却灰中に水に溶解しやすい有機炭素化合物が含まれていることが示唆された。これらの結果から有機汚濁物質の観点から早期安定化を考慮する場合、不燃物破砕残さや焼却灰の質を管理することが重要な要素になることがわかった。

一方、テストセル運転開始直後(60日)から好気性及び嫌気性セル浸出水において、運転効果によるDOCの減少が観察された。100日(6月初旬)経過後から、梅雨により全てのテストセル内に徐々に水が溜まったため、嫌気性雰囲気になり全てのテストセルが同じDOC減少挙動を示した。60日から100日までの期間のDOC減少率(最大値から最小値へ)を比較したところ、好気性セルの場合は74%、嫌気性セル及び対照セルの場合はそれぞれ42%及び19%であった。このように、有機物の分解効率は浸出水の循環(好気性セル及び嫌気性セル)により2倍、通気(好気性セル)により更に2倍高くなることがわかった。

テストセル系外へ浸出水を排出した164日目以降、全てのテストセルにおいて排出による洗い出しと考えられるDOCの急激な増加及び減少が観察された。

これらの結果は、埋立地内部への通気や浸出水の循環、貯留・排出等の運転操作を行うことにより有機汚濁物質の早期分解が可能になることを実証した。

3.3.4 テストセル浸出水の紫外可視吸収スペクトル変化

各テストセルの運転操作の差が見られなかったため、DOCよりも有機物の特徴をとらえることができる手法として、紫外可視吸収スペクトルの変化を観察した。図7に各テストセルから通気・浸出水循環前60日目及び運転中180日目に採取された浸出水の紫外可視スペクトル変化を示した。測定範囲400nm～190nmにおいて、明瞭なスペクトルを得るために各浸出水は適度に純水を用いて希釈後測定している。また、ベース補正は純水を用いて行った。

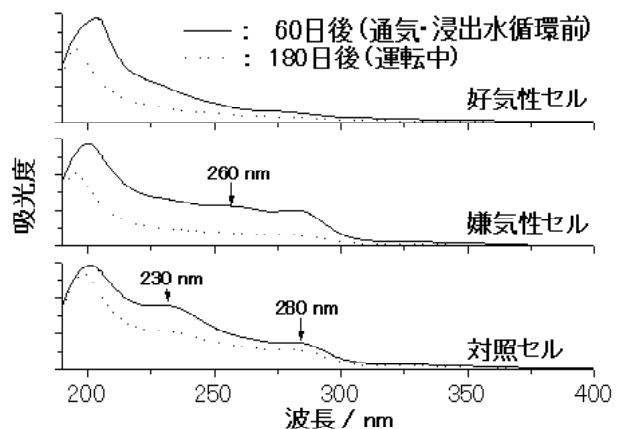


図7 各テストセル浸出水の紫外可視スペクトル変化

全てのセルにおいて220nm～200nmの波長範囲に最も大きな吸収を持つピークが現れる。運転操作の差による違いとして、嫌気性セルでは280nmと260nmに、対照セルでは280nmと230nmにピークが観察された。

このように、運転操作の差からスペクトル波形の差異が見られたため、対照セルにおいてピークが観察される波長280nm及び230nmの吸光度に着目し、全てのセルの比較を行うために吸光度比($\lambda_{280}/\lambda_{230}$)とDOCとの関係について検討した。結果を図8に示した。

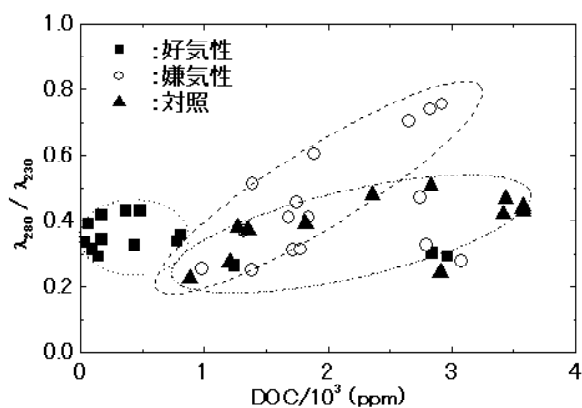


図8 DOCと吸光度比との関係

好気性セルの場合、吸光度比の変動幅が小さいが、嫌気性セルの場合、その変動はかなり大きかった。すなわち、吸光度比から見た場合、運転操作の違いが顕著に観察されることがわかった。これらの結果から運転操作は有機物の分解に対して効果を示していることが示唆された。

4 まとめ

埋立地の早期安定化を検討するために、可能な限り実際の埋立条件・埋立地環境に合わせた模擬埋立地、テストセル3基を埋立地内に建設した。

各テストセルは1日に搬入される廃棄物を埋め立てたため、廃棄物の量・質とも異なり、初期の各テストセル浸出水水質にはかなりの差が見られた。しかし、大気の強制注入や浸出水の循環を行うことによって、浸出水中の有機汚濁物質が減少していることから、埋立地の運転管理によって浸出水中の有機汚濁物質を効果的に削減することが可能であることが実証できた。

また、浸出水の紫外可視吸収スペクトルが運転条件の違いにより異なる変化を示すため、浸出水水質から見た埋立地内部安定化を評価する上で評価手法の一つになる可能性が示唆された。

今後は、埋立地の早期安定化を促すための運転管理(大気の注入や浸出水の循環)に伴う経済性や廃棄物の質を制御する手法等の検討を行う必要がある。

本研究は、独立行政法人国立環境研究所循環型社会形成推進・廃棄物研究センター最終処分技術開発研究室井上雄三氏(前室長:現副センター長)、山田正人氏(主任研究員)、ブレント・イナッチ氏(主任研究員)氏と共同で実施した研究であること、また、埼玉県環境整備センターの協力を得て行った研究であることを付記するとともに、その他関係各機関・共同研究者に深く感謝の意を表します。