

海面処分場における大気中CO₂吸収による内水ポンドのpH低下 (その2)

○(正)宮脇健太郎¹⁾、藤田悠輔¹⁾、(正)遠藤和人²⁾、(公)東海林俊吉³⁾
 1) 明星大学、2) (国研) 国立環境研究所、3) (公財) 廃棄物・3R研究財団

はじめに

- 最終処分場→埋立終了後、廃止基準を満たした後→廃止
- 全国の海面処分場は 力所埋立容量の %を占める。
- 焼却残渣割合が高い→アルカリ性物質→高pHの保有水(11以上)
- アルカリ性物質は長期にわたり存在、超長期でも層内が高pHを維持
- 海面処分場の廃止基準 (pH9)
- 海面処分場では、保有水位調整・水質安定化などのため内水ポンド(残留海面)を残すケースも存在する。
- 内水ポンドでのpH低減機構=ポンドに滞留する水の希釈効果(海水緩衝能含む)+大気中二酸化炭素の中和効果

既報では、室内試験を用い、ポンドでの希釈効果および大気中CO₂の中和効果を確認した。本報告では、実処分場の条件を模擬し、高pHの模擬浸出水を模擬ポンドに導入し、**ポンド表面積の影響**について実験的に検討し、また、実験条件のパラメータで簡易モデル試算を行い、**表面CO₂吸収フラックスの推定**を実施

実験方法

内水ポンド模擬槽: 水槽(各種サイズのバット、表1参照)
 模擬した実処分場内水ポンド: 容量200,000m³、深度6m
 スケール: 1/375(水深16mm)
 模擬内水ポンド水: 人工海水(MARINE ART SF-1) 1/4濃度
 模擬浸出水(保有水): 上記ポンド水をCa(OH)₂でpH11or12に調整
 実験操作: ポンプを用いて31.2mL/日(実処分場1500m³/日相当)でポンド模擬槽に流入、同量と同じ速度で模擬ポンド水を採取
 測定項目(24時間毎): pH、EC、酸消費量(pH8.3)欠測、Mg、Ca、K、Na濃度
 大気非接触条件での試験(混合、採水を連続短時間)も実施

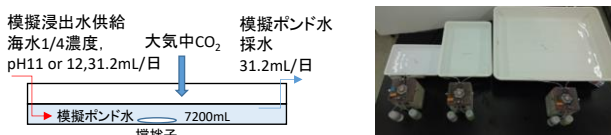


図1 ポンド模擬槽(概略)

写真1 内水ポンド模擬槽

表1 模擬試験条件

試験条件	水槽(mm)	容量(L)	ポンド内濃度	模擬浸出水 pH	大気接触
① 標準	700×600	7.2	海水1/4	11,12	有・無
② 表面積1/4	400×300	2	海水1/4	11,12	有・無
③ 表面積1/8	300×200	1	海水1/4	11,12	有・無

実験結果

(内水ポンド模擬実験)
 ・大気接触条件では、流入水 pH11,12によらず、模擬槽のpHは8前後で推移
 ・表面積(容積)1/4及び1/8条件についても、特に差はないことから、今回の実験条件では、大気中CO₂により十分中和が進んでいることが確認
 ・大気非接触条件では、pH11条件では容量(表面積)が小さくなるほど、模擬槽pHが早く増加する傾向(希釈の影響)
 ・海水の緩衝能主要因のMgは容量(表面積)により差が生じた。

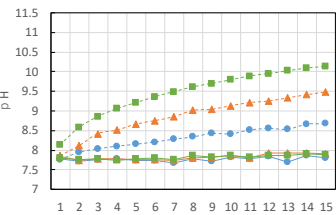


図2 ポンド模擬槽pH変化(流入pH11)

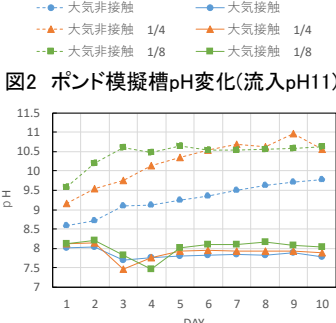


図3 ポンド模擬槽pH変化(流入pH11)

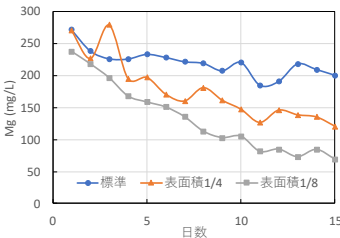


図4 ポンド模擬槽pH変化(流入pH11)

簡易モデル

- (純水条件: 緩衝能無視)
 ・大気非接触では中性域から流入水のpH11に向かい単調にpHが増加
 ・一定の表面CO₂吸収フラックスを与えると(大気接触条件)、pHは概ね8前後(図表中にフラックス表示)
 ・表面積小がpH増加が早い(初期pHには影響あり)
 ・流入水がpH12でも、pHは8程度

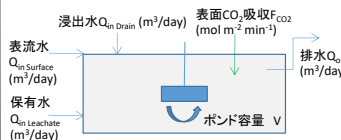


図 簡易モデル概要

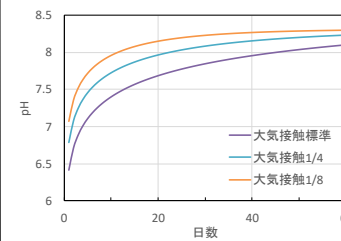


図 表面積の影響(pH11)

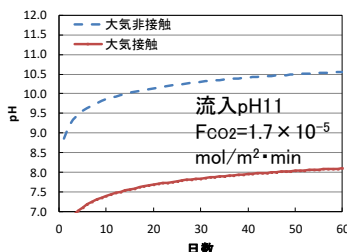


図 pH変化(標準)

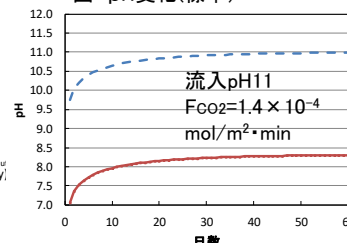


図 pH変化(表面積1/8)

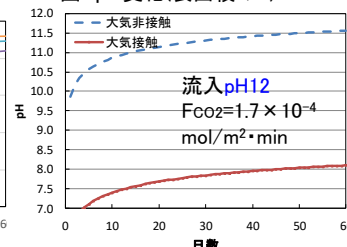


図 pH変化(標準、pH12、概要未記載データ)

表2 簡易モデル計算条件(左: 標準、中央: 表面積1/4、右: 表面積1/8)

ポンド容量 V (m ³) 200000			ポンド容量 V (m ³) 50000			ポンド容量 V (m ³) 25000		
暗渠水	Q _{inDra} (m ³ /日)	1500	暗渠水	Q _{inDra} (m ³ /日)	1500	暗渠水	Q _{inDra} (m ³ /日)	1500
表流水池	Q _{inSa} (m ³ /日)	0	表流水池	Q _{inSa} (m ³ /日)	0	表流水池	Q _{inSa} (m ³ /日)	0
保有水	Q _{inLea} (m ³ /日)	0	保有水	Q _{inLea} (m ³ /日)	0	保有水	Q _{inLea} (m ³ /日)	0
排水量	Q _{out} (m ³ /日)	1500	排水量	Q _{out} (m ³ /日)	1500	排水量	Q _{out} (m ³ /日)	1500
暗渠水pH		11	暗渠水pH		11	暗渠水pH		11
暗渠水OH ⁻	mol/L	0.001	暗渠水OH ⁻	mol/L	0.001	暗渠水OH ⁻	mol/L	0.001
表流水pH		6	表流水pH		6	表流水pH		6
表流水H ⁺	mol/L	0.0000	表流水H ⁺	mol/L	0.0000	表流水H ⁺	mol/L	0.0000
初期槽内pH		7.8	初期槽内pH		7.8	初期槽内pH		7.8
初期槽内OH ⁻	mol/L	0.0000	初期槽内OH ⁻	mol/L	0.0000	初期槽内OH ⁻	mol/L	0.0000
保有水pH		11	保有水pH		11	保有水pH		11
保有水OH ⁻	mol/L	0.001	保有水OH ⁻	mol/L	0.001	保有水OH ⁻	mol/L	0.001
ポンド表面CO ₂	mol m ⁻² min ⁻¹	0.0000173	ポンド表面CO ₂	mol m ⁻² min ⁻¹	0.0000693	ポンド表面CO ₂	mol m ⁻² min ⁻¹	0.000139
ポンド深さ	m	6	ポンド深さ	m	6	ポンド深さ	m	6
ポンド表面積	A (m ²)	30000	ポンド表面積	A (m ²)	7500	ポンド表面積	A (m ²)	3750

まとめ

室内試験条件では、内水ポンドへ流入する浸出水のpHが12程度であっても、一定程度の表面積があれば大気中CO₂吸収による中和が起こり、排水基準pH9以下となる可能性を示した。
 簡易モデルでは表面積が小さいほど、大きな表面CO₂吸収フラックスを設定する必要があった。なお、今回の実験条件でのフラックスでは、最大でも実測値²⁾程度であった。想定した実処分場では、内水ポンド表面を1/8まで小さくしても、中和される可能性が高いことが推測された。
 今後、スケールアップした試験を実施し、室内試験と整合性を確認する。

【参考文献】前報など

- 宮脇健太郎(2018): 海面処分場における大気中CO₂吸収による内水ポンドのpH低下(模擬室内試験)、第29回廃棄物資源循環学会研究発表会講演論文集, pp.463-464
- 2) 遠藤和人(2018): 海面処分場の内水ポンドにおける二酸化炭素吸収フラックスの実測、第29回廃棄物資源循環学会研究発表会講演論文集, pp.451-452(2017)

謝辞: 本調査は大阪湾広域臨海環境整備センターが実施した令和元年度環境保全対策調査の一環として実施しました。調査にご協力いただいた関係各位に深謝いたします。

連絡先

明星大学理工学部総合理工学科
 環境科学系 宮脇健太郎
 miyawaki@es.meisei-u.ac.jp

