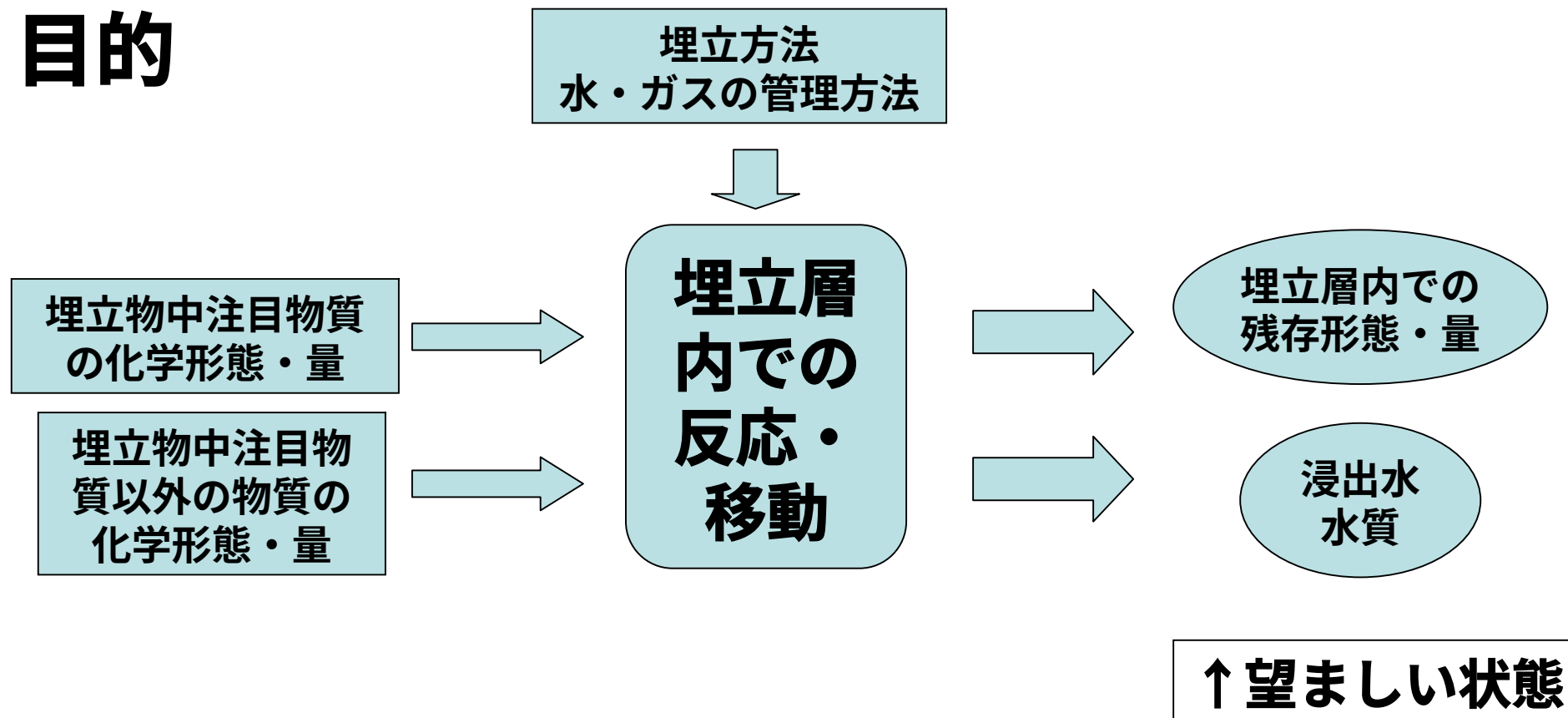


浸出水中の重金属・有機化学物質の 長期的消長に関する研究

宮崎大学	○ 土手裕
九州大学大学院	宮脇健太郎
	崎田省吾
福岡大学	柳瀬龍二

目的



<目的>

文献調査による、処分場の中での重金属・有機化学物質の長期的な消長・形態変化に関する情報の整理

浸出水中の重金属濃度

文献番号	1	2	3	4	5 a	5 b	6	7	排水基準（日本）
pH	-	-	-	-	6.9	9.4	11.18	10.0	5.8-8.6
Cd	0.006	0.0002	0.0002 -0.018	<0.01- <0.04	<0.01	<0.01	0.0001	<0.01	0.1
Ni	0.13	0.028	0.0036 -0.348	<0.01- 0.1	0.01	0.02	-	-	-
Zn	0.67	0.2	0.05-9	<0.01- 0.47	0.04	<0.01	0.0187	-	5
Cu	0.07	0.002	0.004- 0.27	<0.02- 0.17	<0.01	<0.01	0.47	-	3
Pb	0.07	<0.005	0.005- 0.019	<0.04- 0.13	<0.01	<0.01	0.0008	<0.01	0.1
T-Cr	0.08	0.003	0.005- 1.62	<0.01- 0.05	<0.01	<0.01	0.0393	<0.05	0.5(as Cr(VI))
t-Fe	-	-	-	-	5.5	0.19	-	<0.1	10
Mn	-	-	-	-	2	0.04	0.0027	<0.1	10
Hg	-	-	-	-	<0.0005	<0.0005	<0.0005	-	0.005
As	-	-	-	-	<0.01	<0.01	-	<0.01	0.1

1：デンマークでの106箇所の古い埋立地の浸出水の平均値、2：デンマークでの埋立終了した埋立地の浸出水の平均値
 3：ドイツでの埋立21-30年後埋立地の浸出水の範囲、4：イギリスでの4箇所の古い埋立地の浸出水の範囲
 5a：日本、14年間の埋立、埋立終了後4年目（一般廃棄物）、5b：日本、5年間の埋立、埋立終了後4年目（一般廃棄物）
 6：日本、埋立中、埋立開始から2年目のデータ（海面埋立、一般廃棄物の焼却残渣主体）
 7：日本、7年間の埋立、埋立終了から16年目（産業廃棄物・管理型）

浸出水中の重金属濃度の経時変化例

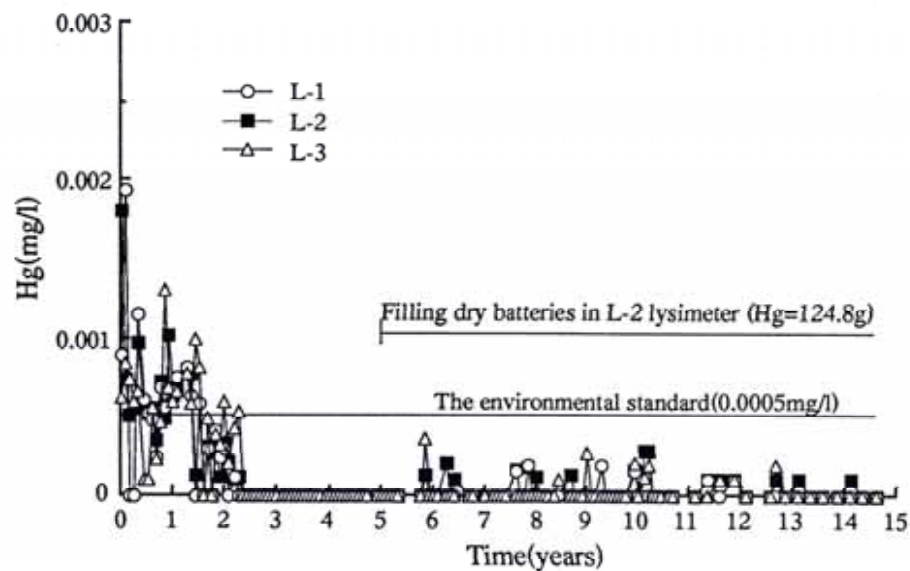


Fig.12 Change in the concentration of Hg in leachate

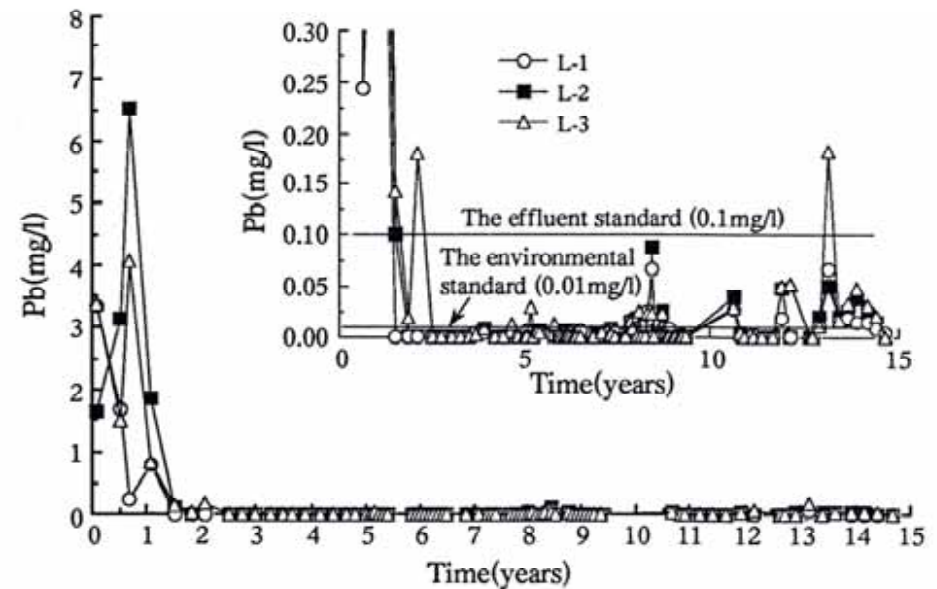


Fig.15 Change in the concentration of Pb in leachate

カラム実験

L1：焼却残渣

L2：焼却残渣＋アルカリ乾電池

L3：焼却残渣＋覆土

埋立層内中の重金属の形態変化：ドイツの有害廃棄物埋立地。埋立物の88%が、有害廃棄物焼却施設からのスラグ、メッキスラッジ、廃水処理スラッジ、汚染土壌、炉解体廃棄物、金属水酸化物スラッジ

	1 年目	3 年目	5 年目
酸化物 $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ ZnO Cu_2O		Zincite	Maghemite Zincite Cuprite
水酸化物 $\alpha\text{-Zn(OH)}_2$ $\gamma\text{-Zn(OH)}_2$ $\gamma\text{-FeOOH}$ $\alpha\text{-FeOOH}$	Wulfingite	Wulfingite Lepidocrocite	Ashoverite Lepidocrocite Goethite
ハロゲン化物 $\text{Zn}_5(\text{OH})\text{Cl}_2\cdot\text{H}_2\text{O}$ $\text{Cu}_2\text{Cl(OH)}_3$			Simonkolleite Atacamite
炭酸塩 ZnCO_3 $\text{Zn}_5(\text{OH})_6(\text{CO}_3)_2$			Smithonite Hydrozincite

埋立層内中の重金属の形態変化：つづき

	1 年目	3 年目	5 年目
硫酸塩 $\text{Cu}_4(\text{SO}_4)(\text{OH})_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ $(\text{Zn}, \text{Cu})_2\text{Al}_2(\text{OH})_6(\text{SO}_4)_{0.5} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ $\text{ZnFe}_2(\text{SO}_4)_4 \cdot 14\text{H}_2\text{O}$ $\text{ZnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ $\text{ZnFe}(\text{SO}_4)_2(\text{OH}) \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ $\text{Cu}_{15}(\text{SO}_4)_4(\text{OH})_{22} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ $\text{CuPb}(\text{SO}_4)(\text{OH})_2$ $\text{Cu}_{19}\text{Cl}_4(\text{SO}_4)(\text{OH})_{32} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ $\text{Cu}_4\text{Al}_2\text{SO}_4(\text{OH})_{12}(\text{SO}_4) \cdot x\text{H}_2\text{O}$ $\text{Cu}_4(\text{OH})_6\text{SO}_4$ $\text{CuFe}(\text{SO}_4)(\text{OH}) \cdot 4\text{H}_2\text{O}$		Wroewolfeite	Wroewolfeite Zn-Woodwardite Lishizhenite Gunningite Zincobotryogen Ramsbeckite Linarite Connellite Woodwardite Brochantite Guildite
リン酸塩 $\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ $\text{Fe}(\text{PO}_4) \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ $\text{Zn}_2(\text{OH})(\text{PO}_4) \cdot 1.5\text{H}_2\text{O}$ $(\text{Fe}, \text{Mn}, \text{Ca})_3(\text{PO}_4)_2$ $\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ $\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2$ $\text{ZnFe}(\text{OH})(\text{PO}_4)$ $\text{Zn}_2\text{Fe}(\text{PO}_4)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ $\text{CaZn}_2(\text{PO}_4)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ $\text{Cu}_2(\text{PO}_4)(\text{OH})$ $\text{Cu}_5[(\text{OH})_2(\text{PO}_4)]_2$ $\text{Cu}_3(\text{PO}_4)(\text{OH})_3$ $\text{CuFe}_6(\text{PO}_4)_4(\text{OH})_8 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	Vivianite Strengite	Vivianite Spencerite Iron phosphate hydrate Sarkopside Tarbuttite	Spencerite Graftonite Phosphophyllite Scholzite Libethenite Pseudomalachite Cornetite Chalcosiderite

長期溶出モデルで考慮されているパラメータ

文献	10	11
化学平衡（沈殿）	○	○
酸化還元電位	○	
炭酸塩バッファ	○	
収着	○	○
錯体生成	○（有効な配位子： CO_3^{2-} , OH^- ）	○
拡散		○

その他：pH

有機物の測定事例

物質名	埋立地の種類	濃度（測定年）	
ビスフェノールA	海面埋立	6 µg/L（埋立終了後9年）	0.14 µg/L（埋立終了後15年）
変異原性 （エームス試験による）	一般廃棄物処分場	200-1,500 net revertants/L（埋立前）	500 net revertants/L（埋立終了時（埋立期間20年））
ダイオキシン類	カラム試験（焼却残渣埋立）	溶出率(TEQ), <0.0001～0.041%（実験開始18年後）	

埋立層内での有機物の挙動モデル例

1) 長期的変化予測モデル：なし

2) 短期的予測モデル

- ①埋立物への吸着（塩化メタン類、ベンゼン、トルエン、ナフタレン、塩化ベンゼン類など）
- ②生物分解（リン酸トリエステル類、フタル酸エステル類）

まとめ

【重金属】

- ① 長期的な溶出機構の概略はおおよそ明らかになっている。今後は、その中で重要な要素であるpHの長期的な予測を進める必要がある。
- ② 埋立物、埋立方法が変化しているので、浸出水データのさらなる積み重ねが必要。

【有機化合物】

- ① 重金属のような時系列的なデータは少なく、浸出水データのさらなる積み重ねが必要。