

# 海面埋立最終処分場における 低コスト廃棄物層早期安定化技術の構築



一般財団法人徳島県環境整備公社  
橋管理事務所 主任主事 佐藤貴志

## 発表の構成

1. 研究目的
2. 実験場の情報
3. 研究内容

『海面埋立最終処分場における  
低コスト廃棄物層早期安定化技術の構築』

### 3.1 LSA実験の準備

- 3.1 1) 実施する廃棄物層の準備
- 3.1 2) モニタリング管の打設(貫入)
- 3.1 3) 実験装置

# 発表の構成

## 3.2 早期安定化技術の検討

3.2 1) 詳細な実験の概要

3.2 2) 安定化の手法

## 4. 結論

## 5. まとめ

# 1. 研究目的

- ・海面埋立最終処分場の廃棄物層早期安定化技術の構築を目的とする。

→廃棄物層が水没状態のまま、準好気性環境の構築を図る。

**本実験での安定化とは、廃止基準達成を念頭に置く。**

- ・周辺環境との調和を図ることにより、周辺住民との調和、信頼関係の構築を目的とする。
- ・低コストで早期安定化する技術を構築することにより、社会貢献を目指す。

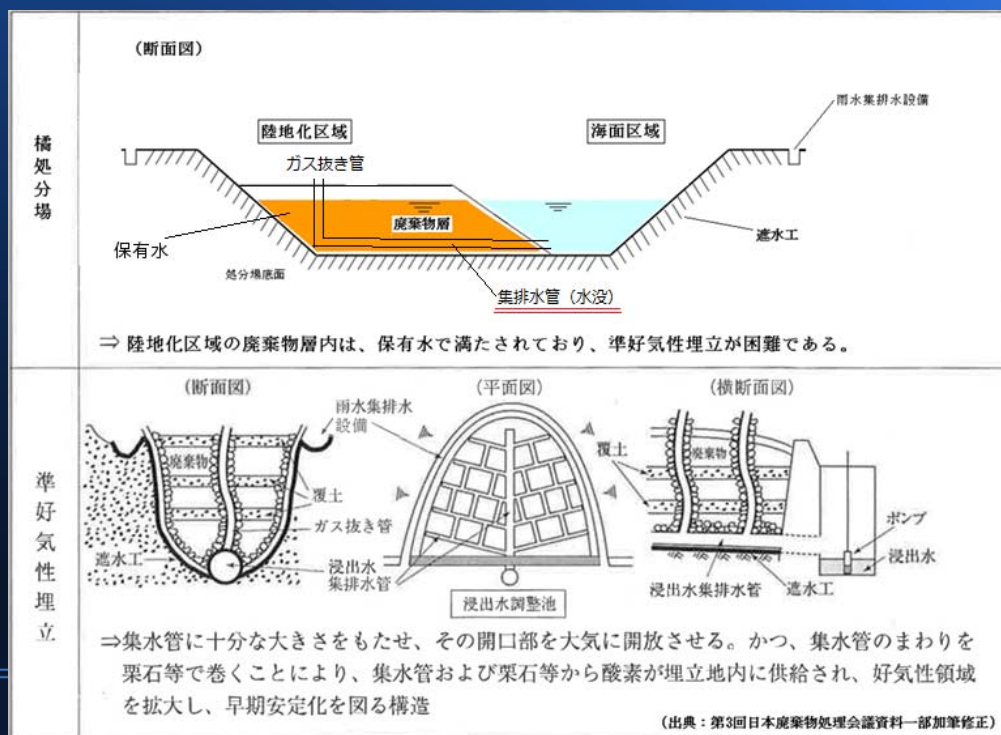
# 2. 実験場の情報

## ● 橘処分場（海面埋立最終処分場）

名称	橘処分場	
所在地	〒779-1631 徳島県阿南市橘町小勝187番の地先公有水面	
処分場面積	94,000㎡	
埋立処分容量	630,000㎡	
供用開始	平成13年6月28日	
受け入れ品目	廃プラスチック類、ガラスくず・コンクリートくず及び陶磁器くず、金属くず、がれき類、ばいじん、無機性汚泥、燃え殻、鋳さい、廃石膏ボード、一般廃棄物、陸上建設残土、湾岸浚渫土砂	<b>進捗率 約30%</b> <b>（平成26年3月末）</b>
水処理施設	処理能力：485㎡/日	

# 2. 実験場の情報

海面埋立最終処分場は、準好気性埋立が困難である。





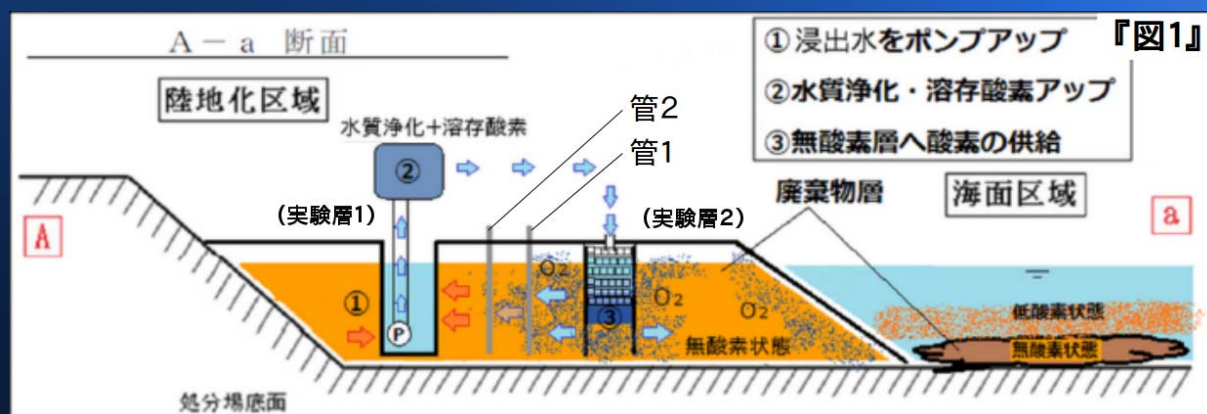
### 3. 研究内容

海面埋立最終処分場における  
低コスト廃棄物層早期安定化技術の構築

### 3. 研究内容

海面埋立最終処分場における  
低コスト廃棄物層早期安定化技術の構築

廃棄物層が水没状態のまま、準好気性環境の構築を図る。



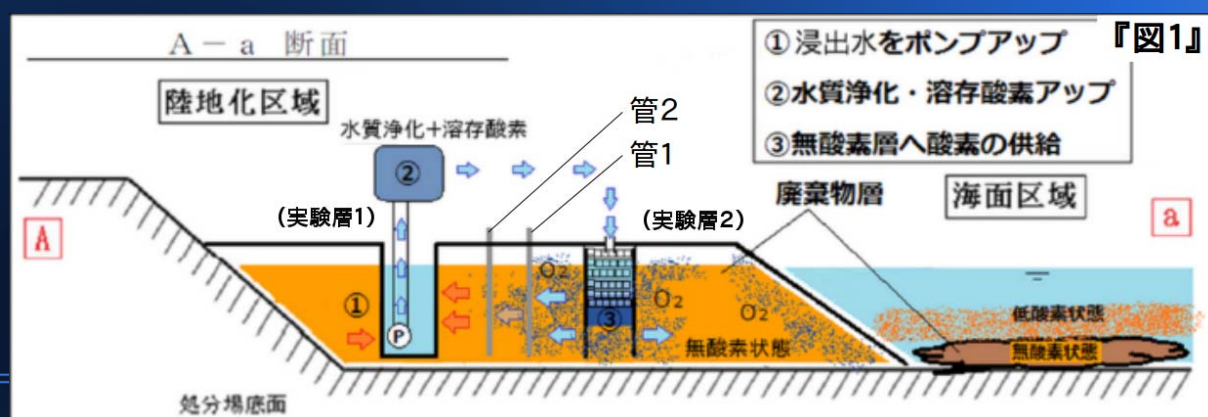
廃棄物層に、酸素を溶存酸素という形で供給する。

# 3. 研究内容

海面埋立最終処分場における  
低コスト廃棄物層早期安定化技術の構築

廃棄物層に、酸素を溶存酸素という形で供給する。

1. 保有水を引抜く
2. 水質浄化および溶存酸素値上昇を行う
3. 任意の廃棄物層へ落とし込む



## 3. 1 LSA実験の準備

- ➔ 1) 実施する廃棄物層の準備
- 2) モニタリング管の打設(貫入)
- 3) 実験装置

## 3. 1 LSA実験の準備

### 3.1 1) 実施する廃棄物層の準備

廃棄物層を掘削し、2つの実験層を準備する。



## 3. 1 LSA実験の準備

### 3.1 1) 実施する廃棄物層の準備

(1) 実験層1 (保有水を引抜く側)

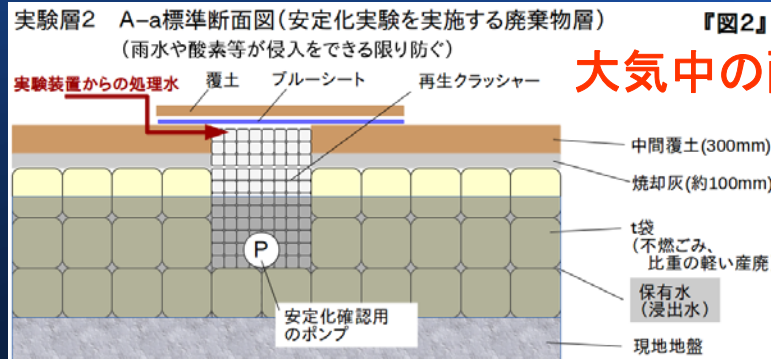




# 3. 1 LSA実験の準備

## 3.1 1) 実施する廃棄物層の準備

### (2) 実験層2 (安定化の対象となる廃棄物層)



掘削後、再生クラッシャーに置き換え、

# 3. 1 LSA実験の準備

## 3.1 1) 実施する廃棄物層の準備

### (2) 実験層2 (浄化対象となる廃棄物層)



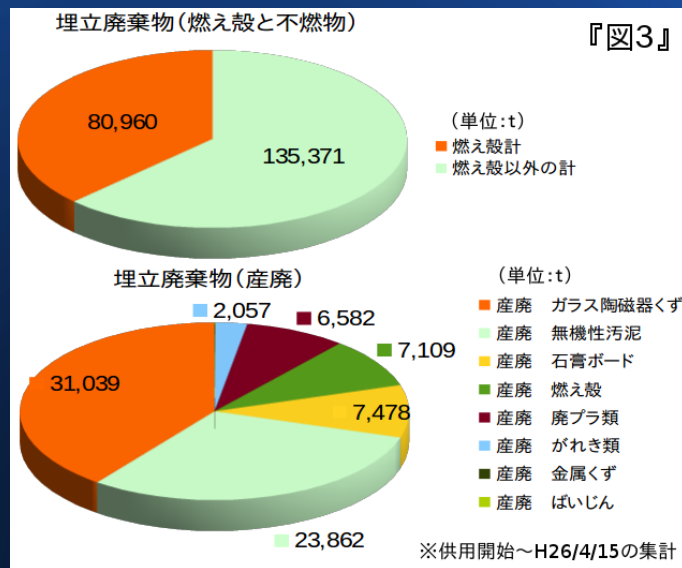
ブルーシートを敷設後、覆土。



## 3. 1 LSA実験の準備

### 3.1 1) 実施する廃棄物層の準備

#### (3) 実験層1及び実験層2の共通事項



#### ・COD値

160mg/L

#### ・廃棄物層の組成

覆土材層(残土)

焼却灰層(セメントのように固化)

t袋による不燃ごみ層

#### ・保有水の流動性

縦方向は浸透し難いが、横方向は非常に浸透し易い。

## 3. 1 LSA実験の準備

### 1) 実施する廃棄物層の準備

### ➡ 2) モニタリング管の打設(貫入)

### 3) 実験装置



### 3. 1 LSA実験の準備

#### 3.1 2) モニタリング管の打設(貫入)

実験層1と実験層2の間に、等間隔でモニタリング管を設置。  
覆土材を開口せず、打設(貫入)により実施。

(大気中の酸素の影響を軽減する施工方法)

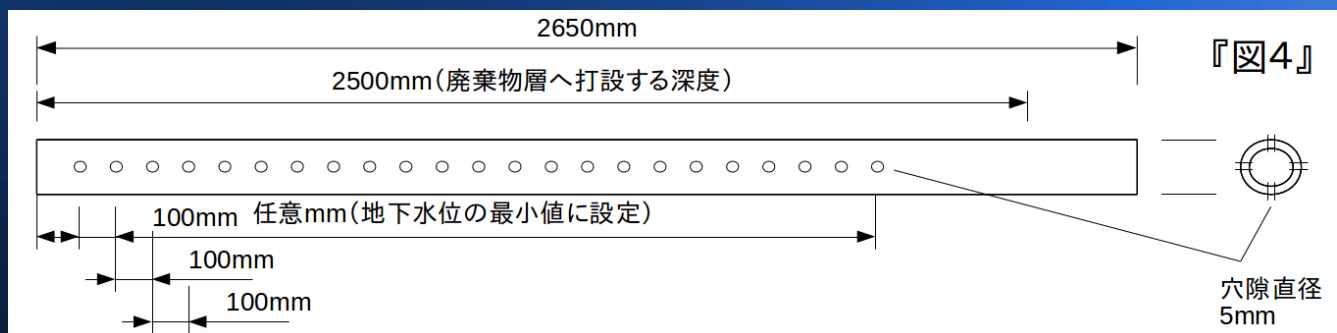


### 3. 1 LSA実験の準備

#### 3.1 2) モニタリング管の打設(貫入)

##### (1)モニタリング管の仕様

安価で入手が容易な一般構造用炭素鋼鋼管を加工。



地下水位の上下動に対応できる深度に設定。

実験層2から近いモニタリング管を「管No1」、

遠いモニタリング管を「管No2」とする。

## 3. 1 LSA実験の準備

### 3.1 2) モニタリング管の打設(貫入)

#### (2) 実験層とモニタリング管の位置関係

各実験層との間に、等間隔でモニタリング管を設置する。



硬い焼却灰の層を貫通できず、位置を変えながらの打設となった。

## 3. 1 LSA実験の準備

### 3.1 2) モニタリング管の打設(貫入)

#### (3) モニタリング管に設置するセンサー

DO計は、溶存酸素量0~50mg/L、表示分解能0.01mg/L  
のものを選定した。

・センサー部の角膜洗浄およびキャリブレーション

→ 週1回

・本センサーは、**実際のデータより低く記録され、正確なデータの取得ができなかった。**

本センサーは、計測時に一定の流速が必要であったが、  
モニタリング管内では、これを満たす流速を得られず、

**水質変動の目安を確認するに留まった。**

### 3.1 LSA実験の準備

1) 実施する廃棄物層の準備

2) モニタリング管の打設(貫入)

➡ 3) 実験装置

## 3.1 LSA実験の準備

### 3.1 3)実験装置

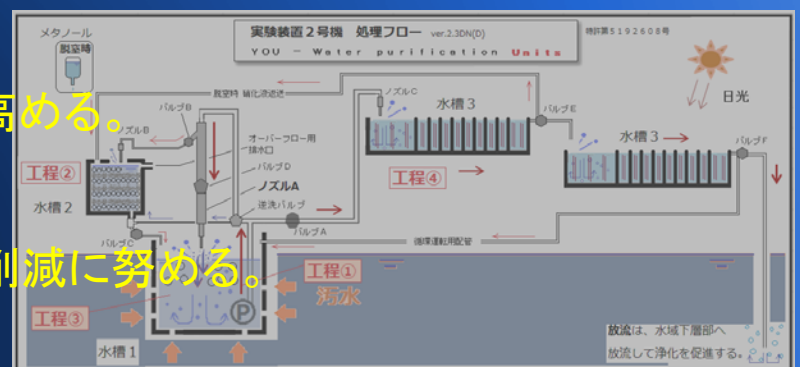
保有水を浄化し、溶存酸素値を上昇させ、  
廃棄物層内の保有水を流動化させる装置である。

・処理水の溶存酸素値上昇  
→水没状態の廃棄物層に、酸素を溶存酸素という形で供給する。

・処理水のCOD値低下  
→廃棄物層の洗浄効果を高める。

・低コストによる実施  
→自作することとし、コスト削減に努める。

・生物処理を実施  
→廃棄物層内の目詰まり対策  
→硝化液による廃棄物層早期安定化が加速することを期待する。





# 3. 1 LSA実験の準備

## 3.1 3)実験装置

### (1)実験装置の仕様等

#### ・処理能力

生物処理を実施 約32m<sup>3</sup>/day (硝化処理まで)  
生物処理を実施しない 約50m<sup>3</sup>/day (COD値30mg/L以下)

#### ・処理水質

DO値 年平均3.0mg/L以上 (原水は無酸素状態)  
COD値 10mg/L程度 (原水は160mg/L)

#### ・消費電力(家庭用単層100V)

動力 約430W  
コントロールユニット 約200W



# 3. 1 LSA実験の準備

## 3.1 3)実験装置

### (1)実験装置の仕様

#### コントロールユニットの開発

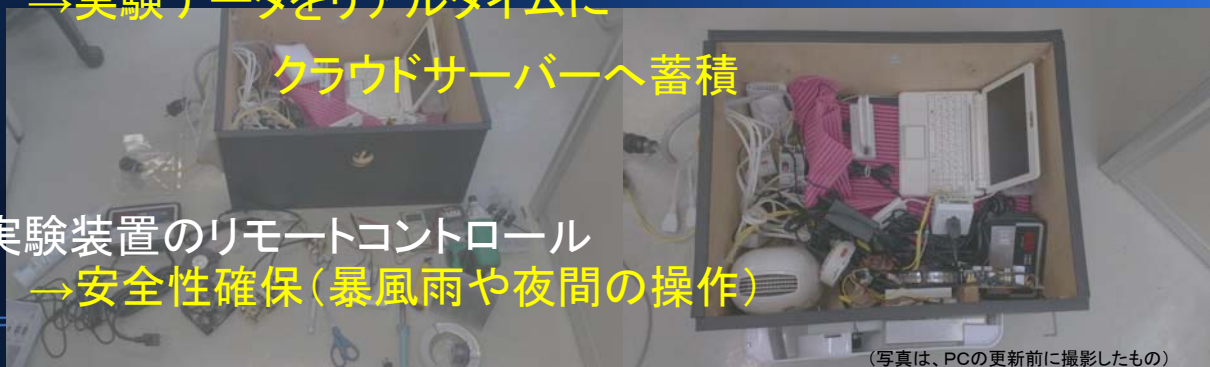
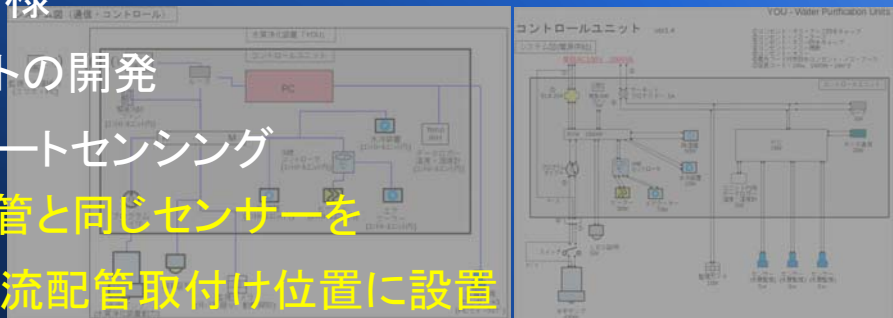
#### ・実験データのリモートセンシング

→モニタリング管と同じセンサーを  
放流配管取付け位置に設置

→実験データをリアルタイムに  
クラウドサーバーへ蓄積

#### ・実験装置のリモートコントロール

→安全性確保(暴風雨や夜間の操作)



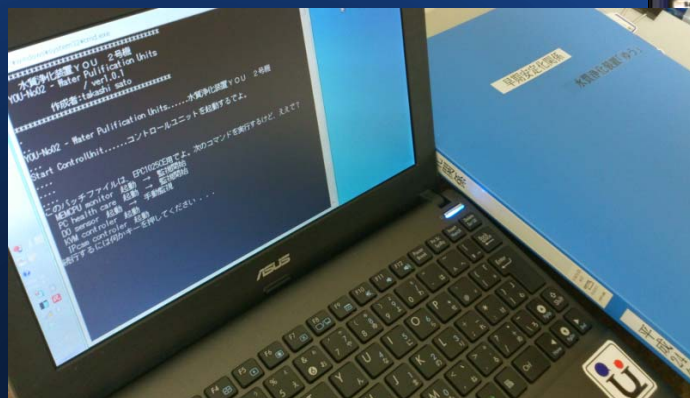
(写真は、PCの更新前に撮影したもの)

# 3. 1 LSA実験の準備

## 3.1 3)実験装置

(1)実験装置の仕様等

実験装置のインターフェース



コントロールユニットに

搭載するPC

(LTE回線若しくは3G回線で通信)



3.1 LSA実験準備は、

ここまで



## 3. 2 早期安定化技術の検討

### ➡ 1) 詳細な実験の概要

#### 2) 安定化の手法

(1)平成23年度方式(参考)

(2)LSA実験方式(平成24年度方式)

## 3. 2 早期安定化技術の検討

### 3.2 1)詳細な実験の概要

#### (1)安定化率の算出

現在のCOD値と目標値に対する割合

実験による安定化の進捗状況を把握しやすくするため、安定化率として数値化することとした。

$$\text{安定化率 (\%)} = \left\{ 1 - \frac{(\text{COD値} - \text{目標のCOD値})}{(\text{実験開始時のCOD値} - \text{目標のCOD値})} \right\} \times 100$$

・実験開始時のCOD値 : 160mg/L

・目標のCOD値 : 30mg/L(廃止基準値)



## 3. 2 早期安定化技術の検討

### 3.2 1) 詳細な実験の概要

#### (2) 実験層2へ送る酸素量の算出

$$\text{処理水に含まれる酸素量 (kg)} = \text{D0値 (mg/L)} \times \text{処理水量 (m}^3\text{)} \div 1000$$

とする。

本来であれば、

$$\text{処理水に含まれる酸素量 (mg)} = \text{D0値 (mg/L)} \times \text{処理水量 (L)}$$

であるが、処理量が大きくなるため上記算出式を利用する。

## 3. 2 早期安定化技術の検討

### 3.2 1) 詳細な実験の概要

#### (3) 実験データの取得方法

※計画どおり、平成25年度実験の継続するため、  
実験データは、LSA期間以外のデータもすべて公開する。

##### ① 実験層2へ送る酸素量(kg)

→基本的に3600秒毎に取得

350日間の1件毎すべてに、3.2(2)の算出式を適用し算出

##### ② 実験層2の安定化状況の確認

→COD、溶存酸素、 $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{HS}^-$ 、OPR、  
pH、水温、色

測定頻度：月1回

安定化率の算出：1.3.2.(1)

## 3. 2 早期安定化技術の検討

### 3.2 1) 詳細な実験の概要

#### ③ 管No1及び管No2の安定化の確認

→COD、溶存酸素、 $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{HS}^-$ 、OPR、  
pH、水温、色

測定頻度: 実験終了時

安定化率の算出: 1.3.2.(1)

#### ④ 実験層1の安定化状況の確認

→COD、溶存酸素、 $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{HS}^-$ 、OPR、  
pH、水温、色

測定頻度: 実験終了時

安定化率の算出: 1.3.2.(1)

## 3. 2 早期安定化技術の検討

### 1) 詳細な実験の概要

### 2) 安定化の手法

手法の比較を行う。

(1) 平成23年度方式(参考)

(2) LSA実験方式(平成24年度方式)

本研究は、平成23年度から実施しており、

これまで異なる2つの安定化の手法で実験を行った。

成果が大きかった手法をLSA実験とする。

### 3. 2 早期安定化技術の検討

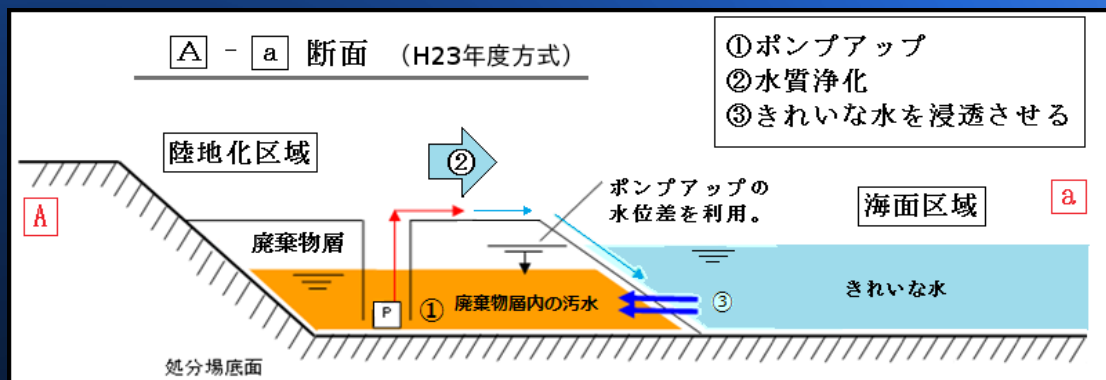
#### 2) 安定化の手法

➡ (1) 平成23年度方式(参考)

(2) LSA実験方式(平成24年度方式)

### 3. 2 早期安定化技術の検討

(1) 平成23年度方式(参考)



廃棄物の埋立によって陸地化した区域の廃棄物層から、浸出水を引抜いて、まだ陸地化していない海面区域へ落とし込む。

→保有水の引抜きによる、層内の流動化のみである。



### 3. 2 早期安定化技術の検討

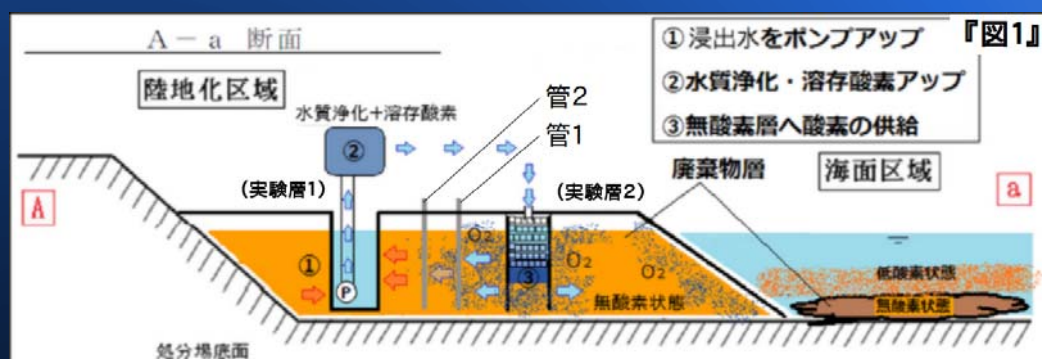
#### 2) 安定化の手法

(1) 平成23年度方式(参考)

➡ (2) LSA実験方式(平成24年度方式)

### 3. 2 早期安定化技術の検討

(2) LSA実験方式(平成24年度方式)



実験層1に設置した実験装置により、保有水を汲上げて水質浄化し、溶存酸素値を上昇させて実験層2に送水する。

→溶存酸素という形で酸素を供給しながら、きれいな水で層の洗浄をし、廃棄物層の早期安定化を促進する。

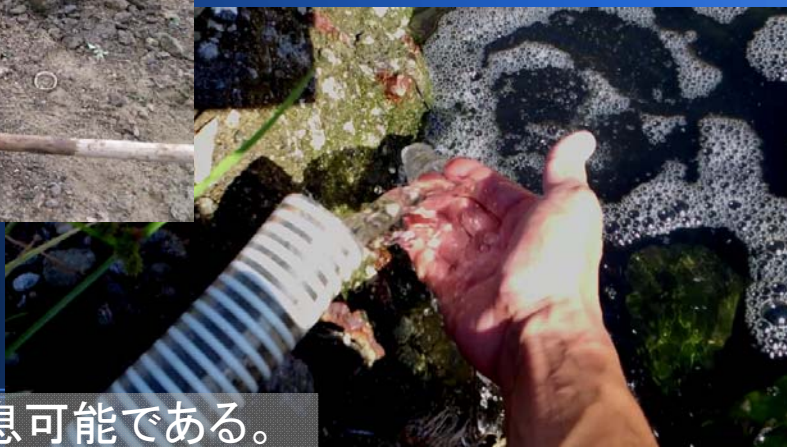
## 3. 2 早期安定化技術の検討

### 3.2 2)LSA実験方式(平成24年度方式)

「LSA実験方式」の 廃棄物層の洗浄効果



同じ水質の水では、洗浄効果はない。



処理水は、ゲンゴロウが生息可能である。

## 4. 結論

海面埋立最終処分場における  
低コスト廃棄物層早期安定化技術の構築

# 4. 結論

## 海面埋立最終処分場における 低コスト廃棄物層早期安定化技術の構築

LSA実験においても廃棄物層の安定化(廃止基準達成)を確認できた。

### 実験層 2



安定化完了 : 平成25年11月7日 (191日経過)

酸素供給量 : 14.12kg

処理水量 : 4767.30m<sup>3</sup>

# 4. 結論

## 海面埋立最終処分場における 低コスト廃棄物層早期安定化技術の構築

※酸素供給量とCOD低下には、反比例関係がある。

### 実験層 2



実験完了 : 平成26年4月15日 (350日経過)

酸素供給量 : 31.82kg

処理水量 : 9735.75m<sup>3</sup>

COD値16mg/L



# 4. 結論

## 海面埋立最終処分場における 低コスト廃棄物層早期安定化技術の構築

### 「処理水量」と「COD値」（参考）

#### 実験層 2



安定化完了：平成25年11月7日 (191日経過)

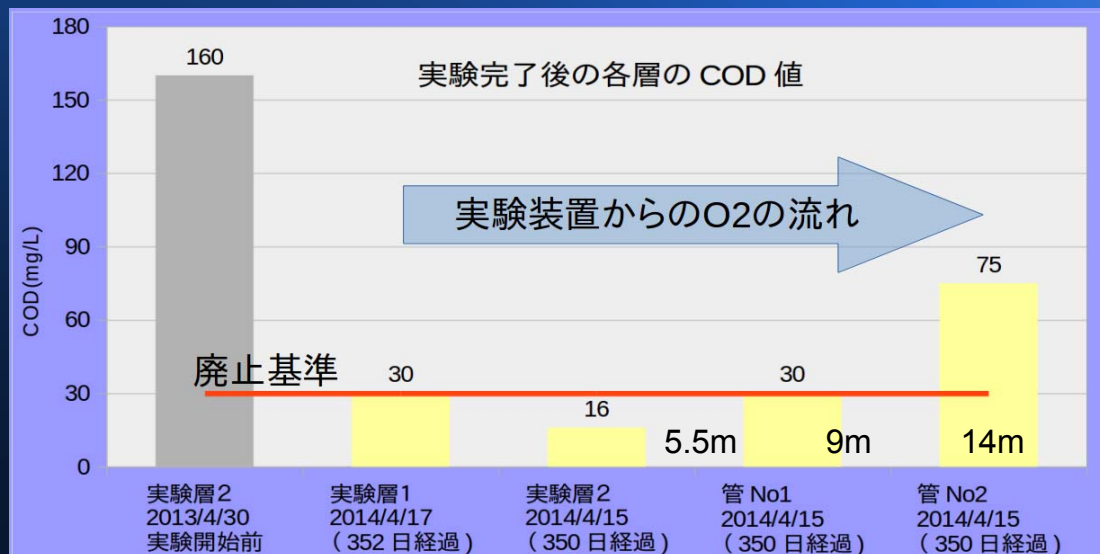
酸素供給量：14.12kg

処理水量：4767.30m³

# 4. 結論

## 海面埋立最終処分場における 低コスト廃棄物層早期安定化技術の構築

### 処理水の流動化の距離と効果



総延長14m全域で、安定化が確認できた。

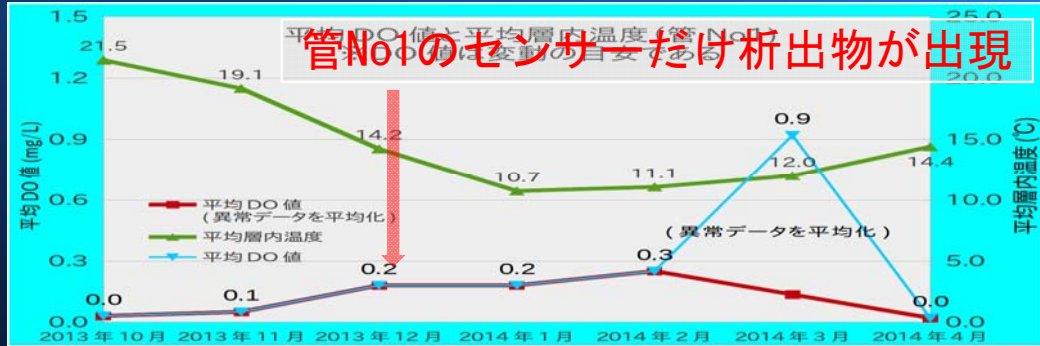
# 4. 結論

## 海面埋立最終処分場における 低コスト廃棄物層早期安定化技術の構築

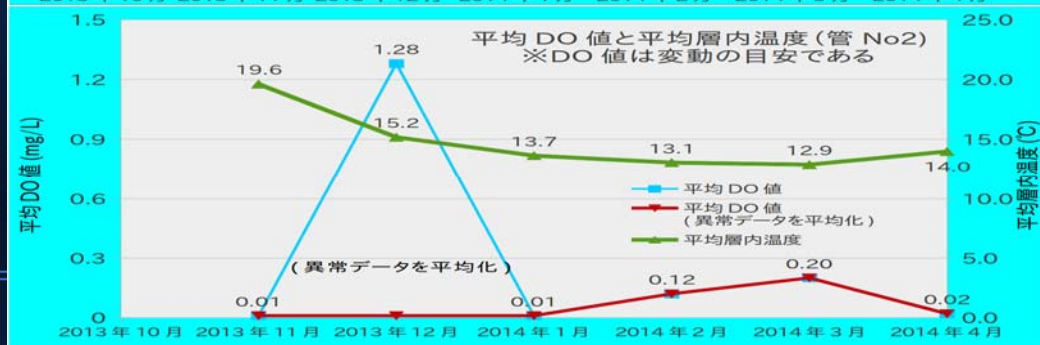
### モニタリング管の測定結果

※DO値は正確ではない。(管内は、適度な流速が得られなかった。)

管No1



管No2



# 4. 結論

## 海面埋立最終処分場における 低コスト廃棄物層早期安定化技術の構築

管No1のセンサーに析出物した物質について

X線回折の結果  $\text{CaCO}_3$  及び  $\text{SiO}_2$  と判明した。



廃棄物層内に酸素が余裕が出てきたことを示唆する。  
実験層2の安定化率が100%に到達した翌月12月2日に析出。



# 5. まとめ

## 海面埋立最終処分場における 低コスト廃棄物層早期安定化技術の構築

海面埋立廃棄物最終処分場の廃棄物層のように水没状態であっても、

酸素の供給ができれば、

陸上埋立の準好気性埋立と同様に

早期安定化は可能であることが確認できた。

# 5. まとめ

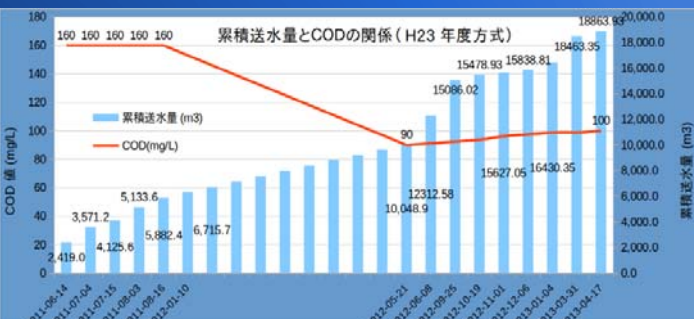
## 海面埋立最終処分場における 低コスト廃棄物層早期安定化技術の構築

### 安定化の手法の比較

LSA実験方式



平成23年度方式



約1年

安定化に要した日数: 191日

流動化した水量: 4,767.30m<sup>3</sup>

約2年

安定化に要する日数: 不明

流動化した水量: 18,863.93m<sup>3</sup>

準好気性埋立と同様、酸素の供給なくしては、  
早期安定化（廃止基準達成）はありえない。



# 5. まとめ

海面埋立最終処分場における  
低コスト廃棄物層早期安定化技術の構築

## 安定化の手法の比較

「LSA実験方式」と「平成23年度方式」との違い

	「LSA実験方式」	「平成23年度方式」
酸素の供給の有無	3.0mg/L以上	なし
保有水の流動化	指向性、距離長い (圧力差を利用)	周辺のみ
層の洗浄効果	COD値10mg/Lで洗浄	効果なし
硝化液の添加	あり	なし

# 5. まとめ

海面埋立最終処分場における  
低コスト廃棄物層早期安定化技術の構築

## 改善が見られた測定項目について

嫌気状態と関係が深い測定項目が改善。

実験層2 水質測定結果

測定日時	2013/04/30	2013/08/12	2013/10/01	2013/11/07	2013/12/02	2014/01/03	2014/02/01	2014/03/08	2014/04/15
安定化率(%)	0.0	53.9	65.4	100.0	100.0	100.0	107.7	110.0	110.8
COD(mg/L)	160	90	75	30	30	30	20	17	16
pH	10.90	8.81	8.61	8.25	8.20	8.50	8.47	7.50	7.33
ORP(mV)	-251	-280	-177	-220	-202	-173	-177	-149	-111
水温(℃)	15.1	25.9	24.8	21.4	18.7	17.0	16.6	14.4	17.7
DO(mg/L)	-0.5	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	1.8
HS-(mg/L)			0.1	0.2	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1
NH4+(mg/L)	7	7	7	3	7	10	7	7	10
NO3-(mg/L)	N.D.	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	3.2
色	透明	透明(薄茶)	透明	透明	透明	透明	透明	透明	透明
臭気	無臭	中	中	微	微	微	微	無	無
COD(mg/L)4/17採水 (外部の分析機関 の測定結果)									15

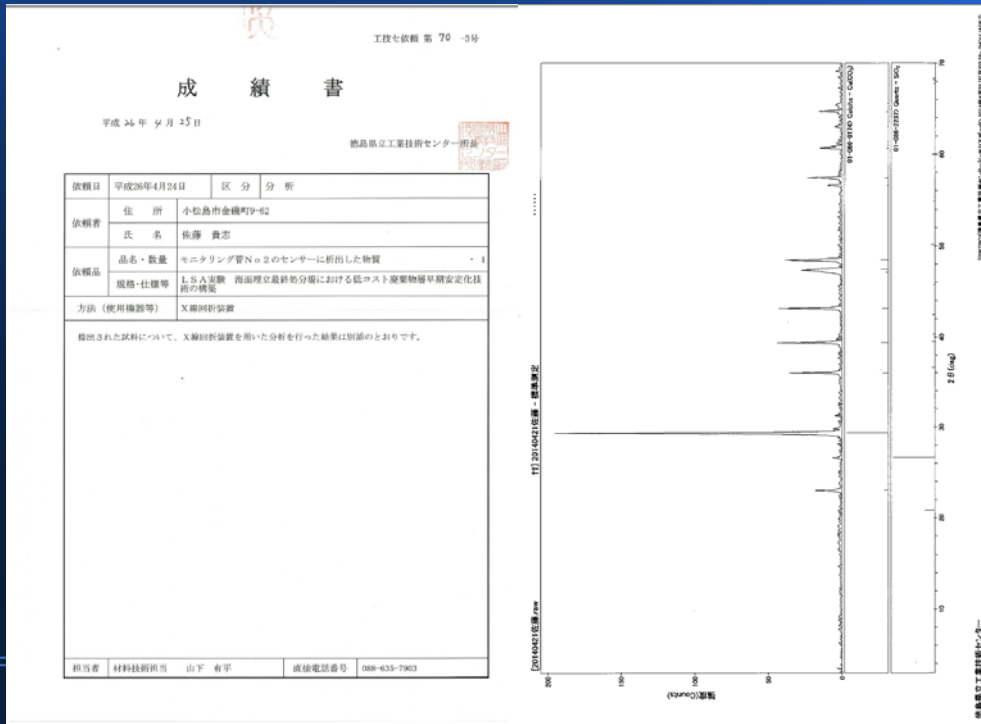
嫌気状態が緩和されたと言える。



# 「 X線回折結果 - CaCO<sub>3</sub> 及び SiO<sub>2</sub> 」

測定：徳島県立工業技術センター

(管No1のセンサーに析出した物質)



実験終了後  
X線回折  
回折結果

Ca(CO<sub>3</sub>)  
SiO<sub>2</sub>