

N-9 最終処分埋立地から回収した塩の利用方法の一提案

共和化工(株) ○中村佳代 川本博樹 柏原正紀
佐賀大学 原田浩幸 井上勝利

1. はじめに

一般廃棄物は中間処分を経て最終処分される。焼却処分のときに大気汚染防止を目的とした排ガス処理過程では焼却灰に塩類が混入し、それが埋立地において溶出し高塩類問題が発生している。具体的には処分場下流の山間部河川に汽水域に見られる珪藻類の繁茂、塩類含有用水による農業被害などの事例をあげることができる。

そのため、RO 法や ED 法によって濃縮してそれに引き続いて蒸発法によって固形物塩を回収しているが問題は副生成物の塩の再利用先が、現状では皆無に近いことである。そこで本研究では、浄水汚泥を下水処理場の脱リン材として利用する方法を参考にして、回収塩を下水処理場で再利用する方法を提案した。

固形物として回収した塩は下水処理に運搬して、再び水道水や処理水に溶かしてこれを3%の塩水とする。この塩水を電気分解すると、+極より塩素イオンが発生してひきつづき溶解がおこり次亜塩素となる。この原理はすでに食品産業の殺菌やプールの殺菌で商品化されている。やや規模の大きな例としては浄水場がある。しかし下水への適用は全く検討されていない。それは処理量が大きいことなどによるが、逆に処分できる回収塩量も確保でき塩の価格がかからないことから現実的なものになりうる。

2. 回収塩処分量

埋立地浸出水 100m³/日、流入塩素濃度 5000 mg/l、放流塩濃度 500mg/l の条件で設計すると乾燥塩が1日あたり 742.5kg 発生する。この乾燥塩の主成分を NaCl として次亜塩素に利用できる塩素(以降 有効塩素と称する)は 247.5kg/日となる。下水処理場の殺菌に使う塩素の注入濃度を 3.0mg/l とすると、処理可能な下水量は 82500m³/日に相当する。

3. 回収塩の品質

実験に用いた回収塩はCa回収→生物処理→凝集膜ろ過→活性炭→塩濃縮(電気透析)→蒸発で得た塩である。表1には溶解して測定した回収塩の性状を示す。硬度成分や塩分、硫酸、硝酸およびナトリウム、カリウム濃度が高いが、重金属や有害物質についていずれも定量下限値未満にある。

4. 電解次亜塩素発生の実証実験

実験は処理水量約 13000ton/day のY処理場に有効塩素発生量 0.6kg/day の能力を持つ装置を搬入し、最終沈殿池越流水の一部を対象として実験をおこなった。回収した塩は T 埋立処分場から提供された。

実験はまず、1m³タンクに塩を水道水で NaCl3%に相当する塩素濃度になるように溶解する。この操作は2週間に一度おこなう。これを容積 1600ml の電解室に 50ml/min で供給する。電解室には表面積 80cm²の DSE 電極を6段に設置してある。電解室の周りには下水処理水を冷却水として流している。この結果、液温は約 26 度前後になっている。運転は6時から18時までの運転を毎日繰り返している。発生した水素はブローアで希釈して大気に放出する。水素ガスについては安全装置がついている。生成した次亜塩素は 0.1m³ のタンクに貯留して、そこから越流水との接触タンクに注入する。

表2には回収した NaCl の電解による次亜塩素発生状況の長期データを示す。電流効率にばらつきはあるものの、

有効塩素濃度は目標値である1%に達しており、6ヶ月間の測定では生成濃度の低下はみられなかった。また、図1に連続運転の結果を示す。電解電圧が少しずつ上昇していることから硬度成分の電極表面への付着が考えられるが電解効率の低下は見られていない。

表1 回収塩の性状

項目	含有量	項目	含有量
塩素イオン	560 g・kg ⁻¹	六価クロム	<0.05mg・kg ⁻¹
硫酸イオン	1900mg・kg ⁻¹	フッ素	<5mg・kg ⁻¹
硝酸・亜硝酸イオン	950 mg・kg ⁻¹	ホウ素	<1 mg・kg ⁻¹
ナトリウム	310 g・kg ⁻¹	有機リン	<0.5 mg・kg ⁻¹
カリウム	120 g・kg ⁻¹	フェノール類	<1 mg・kg ⁻¹
マグネシウム	1400 mg・kg ⁻¹	n-ヘキサン (鉱油)	<10 mg・kg ⁻¹
カルシウム	810 mg・kg ⁻¹	n-ヘキサン (動植物油)	<10 mg・kg ⁻¹
COD	67 mg・kg ⁻¹	四塩化炭素	<0.002mg・kg ⁻¹
ダイオキシン類	N.D.	ジクロロメタン	<0.02 mg・kg ⁻¹
銅	<1 mg・kg ⁻¹	1,2-ジクロロエタン	<0.004mg・kg ⁻¹
亜鉛	<1 mg・kg ⁻¹	シス-1,2-ジクロロエチレン	<0.04 mg・kg ⁻¹
鉛	<0.02mg・kg ⁻¹	1,1,1-トリクロロエタン	<1 mg・kg ⁻¹
カドミウム	<0.01mg・kg ⁻¹	1,1,2-トリクロロエタン	<0.006mg・kg ⁻¹
マンガン	<1 mg・kg ⁻¹	トリクロロエチレン	<0.03 mg・kg ⁻¹
全クロム	<1 mg・kg ⁻¹	1,3-ジクロロプロペン	<0.002mg・kg ⁻¹
バナジウム	<1 mg・kg ⁻¹	シマジン	<0.003mg・kg ⁻¹
珪素	30 mg・kg ⁻¹	ベンゼン	<0.01 mg・kg ⁻¹
鉄	<1 mg・kg ⁻¹	テトラクロロエチレン	<0.01 mg・kg ⁻¹
ヒ素	<0.01mg・kg ⁻¹	総水銀	<0.005 mg・kg ⁻¹
セレン	<0.01mg・kg ⁻¹	アルキル水銀	<0.005 mg・kg ⁻¹
シアン	<0.1 mg・kg ⁻¹	ポリ塩化ビフェニル	<0.005 mg・kg ⁻¹

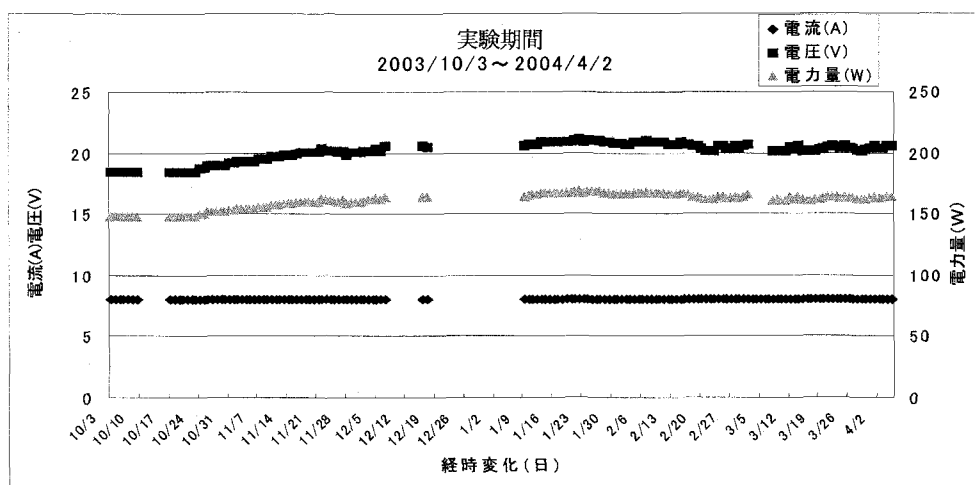


図1 長期実験における電流・電圧・電力量

5. 電解次亜塩素の効果

下水処理水に電解次

表2 実験データ

Item\ dates	10/3	10/31	11/12	12/8	1/9	2/6	3/8	4/5
有効塩素 (mg/l)	10880	15000	13500	13700	14250	12600	13330	12630
供給量 (l/h)	2.79	2.91	3.12	3.10	2.72	2.88	3.36	2.72
次亜塩素発生量 (g/h)	30.36	43.65	42.12	42.47	38.76	36.29	44.79	34.35
電流効率 (%)	47.80	68.74	66.33	66.88	61.04	57.15	70.53	54.10
電圧 (V)	18.7	19.4	20.0	20.8	20.7	21.1	20.4	20.7

結果を表3に示す。

電解次亜塩素は市販の薬品より残留の細菌数が少なくなっており、その効果が認められた。

6. 電極の変化

表3 電解次亜塩素の殺菌効果

	大腸菌群数 (個/ml)	一般細菌 (個/ml)
最終沈殿池越流水	180	14000
最終沈殿池越流水+2mg/l 電解次亜塩素	0	580
最終沈殿池越流水+2mg/l 市販次亜塩素	7	1400

実験終了後、電極表面に付着したスケール成分をEDX法により分析した。

その結果、C 18%、O 65%、Mg 11%、Si 4%となっており、マグネシウム・珪素主体のスケールが付着したことがわかる。これにより図1の電圧の昇がひきおこされる。

スケール生成は極性を定期的に転換することで防げますが、DSE電極の場合、転換するとコーティングが剥がれてしまうため、半年に一度程度の薬品洗浄が必要となる。

7. ランニングコスト

市販12%次亜塩素溶液の相場を1kgあたり29円程度とし、これを次亜塩素酸ナトリウムあたりの有効塩素量1kgあたりに換算すると270円となる。これにはメーカーからの運搬料なども含まれる。処理量82500m³/日の下水処理場に電解次亜発生装置を導入する場合、次亜塩素酸ナトリウムあたりの塩素量1kgを得るには原塩代0円(同じ行政区の環境施設なので)、電気代を46円(10.95円/kWh)、希釈水代を4円(20円/m³)、薬品代・薬洗代・電極消耗代あわせて25円(電極寿命を25000時間とする)、保守点検代4円が必要となり合計で79円となる。これを12%溶液に換算すると約10円/kgとなる。なお運搬代も同じ行政区内でのやりとりなので試算に入れていない。

表4はイニシャルコストとランニングコストの関係から設備費を何年で回収できるかを下水処理場の規模との比較で示したものである。10000m³/日で7年、80000m³/日で約3.4年と試算された。

表4 イニシャルコスト設備費と設備費差額回収年の関係

	10000m ³ /日	20000m ³ /日	40000m ³ /日	80000m ³ /日	160000m ³ /日
市販次亜塩素設備費(単位:百万円)	31	40	56	80	107
電解次亜塩素設備費(単位:百万円)	47	62	90	127	195
設備費差額回収年(年)	7	6	5	3.4	3

8. まとめ

埋立地からの回収塩の有効利用を処理分量の検討から埋立地と下水処理場をリンクすることで確立できると提案し、実証実験で1%の電解次亜塩素を連続的に生成できることを示した。また、コスト試算でもランニングコストが安いので、イニシャルコストも比較的早期に回収できることを示した。このように本提案は極めて有効で実用可能であることが証明された。