

一般廃棄物最終処分場浸出水及び一般廃棄物焼却灰の塩類調査 (第2報)

The Survey of Inorganic Salts in Seeping Water from Controlled Waste Landfills and Municipal Solid Waste Incineration Ashes (II)

柳 茂 菅原 隆一*¹ 高橋紀世子
 葛岡 勝悦*² 岩澤 理奈 斎藤 善則

Shigeru YANAGI, Ryuuiti SUGAWARA, Kiseko TAKAHASHI
 Shouetsu KUZUOKA, Rina IWASAWA, Yoshinori SAITO

一般廃棄物焼却灰の発生状況を調査した結果、塩化物イオン発生量はストーカ炉が平均1.5kg/人/年、流動床炉が平均1.0kg/人/年と流動床炉が低い値を示す傾向がみられた。塩化物イオン発生量と飛灰中の消石灰量には、強い相関がみられ、塩化物イオン捕集のための必要量を添加していることが窺えた。最終処分場の浸出水を冷却水として再利用している事業場では塩化物イオン及びナトリウム、カリウムの系内蓄積が確認された。実働中の脱塩処理プラントの種類、規模、諸経費についてデータベース化した。X線回折の結果では、全てのストーカ炉で難溶性のフリーデル氏塩が検出された。

キーワード：一般廃棄物；焼却灰；塩類；最終処分場；浸出水

Key words : municipal solid waste ; incinerated ashes ; inorganic salts ; controlled waste landfills ; seeping water

1 はじめに

全国的に一般廃棄物最終処分場の浸出水中の塩類濃度は上昇傾向にあると言われている。それは昨今の最終処分場の逼迫から、延命化を図る必要があり減容化のため、可燃物はすべて焼却処理して最終処分場に埋め立てられるため、結果として多量の塩類が蓄積するためである。本研究では、一般廃棄物処分場に埋め立てられる焼却灰に焦点を絞り、環境保全及び焼却灰の再生資源の利用促進の基礎資料とするため、一般廃棄物焼却施設による塩類の発生状況とその性状及び脱塩処理施設アンケート調査を実施したので報告する。

2 調査方法

2.1 焼却灰の発生状況及び塩類含有量

調査した10事業場の焼却炉は①～④はストーカ炉、⑤はストーカ炉+灰溶融炉、⑥⑦は流動床炉、⑧は流動床式ガス化溶融炉、⑨⑩はストーカ炉で、最終処分場浸出水を水処理後、焼却炉の冷却水として再利用している施設である。これらの焼却灰発生量と塩類含有量を調査した。調査方法、分析方法は前報¹⁾と同じである。

2.2 脱塩処理施設アンケート調査²⁾

最終処分場に設置されている全国7ヶ所の脱塩処理施設について、管理状況等のアンケート調査を実施した

2.3 脱塩処理施設副生塩の分析

水処理方式の異なる2施設からの副生塩について、融雪剤としての使用の可能性を検討するため、重金属等の分析を行った。

2.4 X線回折による分析

X線回折分析を行い、焼却灰中の塩類の結晶構造を解析した。

3 結果と考察

3.1 焼却灰の発生状況及び塩類含有量

一人年間当たりの焼却灰発生量を図1に示した。①～④では主灰、飛灰、併せて平均48kgであった。⑤では、併せて21kgでスラグが14kgであった。⑥⑦では主灰の発生はなく、がれきと飛灰併せて平均23kgであった。⑧ではがれきと飛灰併せて18kgでスラグが8kgであった。スラグやがれき類を除いた焼却灰発生量はストーカ炉(48kg)、流動床炉(15kg)、ガス化溶融炉(12kg)の順に減少していた。一方、浸出水を再利用しているストーカ炉では⑨は多めで⑩は少なめの発生量であった。

1人年間当たりの塩化物イオン発生量を図2に示した。消石灰を投入しない①を除き、ストーカ炉②～⑤は主灰、

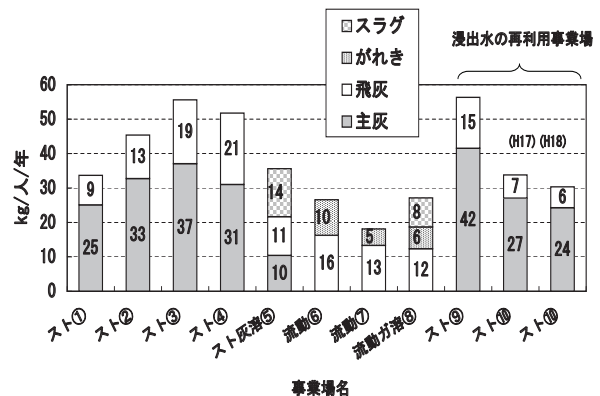


図1 一人年間当たりの焼却灰発生量

* 1 現 宮城県立循環器・呼吸気病センター

* 2 現 (財)日本冷凍食品検査協会

飛灰、併せて平均 1.5kg、流動床炉⑥～⑧は平均 1kgと低い値を示した。浸出水の再利用事業場⑨では主灰、飛灰とも①～⑧に比べて、異常に高い値を示し、リサイクル系内に蓄積されていることが認められた。同様の⑩では、平成 17 年度には主灰と飛灰とに同程度含有していたが、平成 18 年度には主灰 0.3kg、飛灰 1.3kgと飛灰に多く主灰で減少した。割合が変化した理由は調査時には不明であったが、後日ガス冷却室直後の煙道に、多量の塩類堆積が見つかり、このことが原因と思われた。

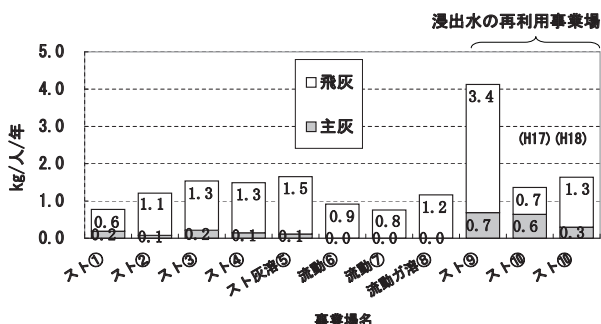


図2 1人年間当たりの塩化物イオン発生量

飛灰中に占める消石灰の割合を図3に示した。施設により0～39%と大きく異なっていたが、一般に流動床炉は低い値を示した。①～⑧で塩化物イオン発生量と消石灰投入量との間に相関係数 0.89 の強い相関がみられた。

一方、金属類の溶出試験結果及び含有量試験結果を表1、2及び図4～7に示した。②と浸出水の再利用事業場⑨を比較すると、⑨では水処理で除去が不可能なナトリウム、カリウムが塩化物イオンと同様に飛灰に多く含

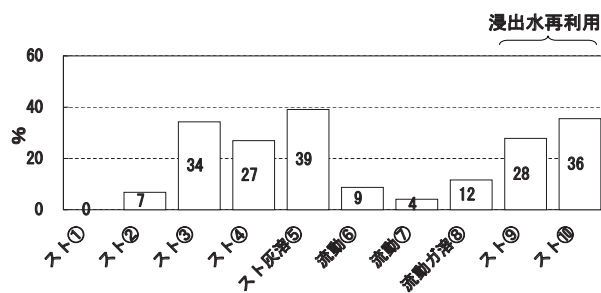


図3 消石灰投入量 (飛灰に占める割合)

表1 金属類溶出試験結果

事業場名称	スト②		スト灰溶⑤		流動⑦	スト⑨		H17・スト⑩		H18・スト⑩	
	②主灰	②飛灰	⑤主灰	⑤飛灰	⑦飛灰	⑨主灰	⑨飛灰	⑩主灰	⑩飛灰	⑩主灰	⑩飛灰
種類	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
Ca	190	3,100	860	3,800	1,600	86	2,800	140	4,400	100	3,700
Mg	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Na	330	2,300	430	1,700	1,500	1,000	13,000	1,400	7,200	1,100	11,000
K	110	3,100	110	2,500	800	270	5,000	590	5,900	310	7,000
Fe	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Mn	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Cu	0.9	<0.1	<0.1	<0.1	1.2	1.6	<0.1	2.2	<0.1	2.1	<0.1
Zn	0.1	0.4	1.2	0.2	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	1.3	<0.1	<0.1
Cr ⁶⁺	0.016	0.053	0.03	0.12	0.03	<0.01	<0.01	<0.01	0.04	<0.01	0.60
Cd	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03
Pb	0.2	2.0	0.90	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	0.10	0.90	0.39	<0.03
As	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03
Se	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03
Hg	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005

表2 金属類含有量試験結果

事業場名称	スト②		スト灰溶⑤		流動⑦	スト⑨		H17・スト⑩		H18・スト⑩	
	②主灰	②飛灰	⑤主灰	⑤飛灰	⑦飛灰	⑨主灰	⑨飛灰	⑩主灰	⑩飛灰	⑩主灰	⑩飛灰
種類	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
Si	63,000	36,000	88,000	34,000	66,000	96,000	20,000	45,000	14,000	80,000	23,000
Al	20,000	7,000	15,000	5,400	18,000	17,000	4,700	17,000	3,900	16,000	5,200
Ca	58,000	160,000	110,000	250,000	140,000	110,000	120,000	54,000	140,000	120,000	100,000
Mg	8,400	9,000	6,700	6,700	9,200	7,600	4,700	7,000	6,900	6,900	7,600
Na	14,000	26,000	17,000	27,000	32,000	39,000	190,000	73,000	23,000	28,000	210,000
K	5,200	29,000	5,500	28,000	12,000	8,500	76,000	49,000	6,300	7,600	89,000
Fe	6,900	5,100	8,400	3,900	5,000	6,000	1,400	5,500	1,900	3,700	1,800
Mn	530	480	610	390	370	590	130	230	140	410	210
Zn	1,900	4,800	2,100	6,600	3,600	3,000	2,800	1,300	2,800	1,100	2,400
Cu	1,400	370	1,400	<1	2,500	770	<1	820	4.3	330	90
C _r	49	59	37	59	100	53	49	44	40	44	39
Cd	2.9	72	7.0	55	19	16	30	3.6	23	<1	18
Pb	450	920	330	510	1,100	320	520	210	370	240	330
As	2.3	8.5	2.1	11	10	3.3	5.8	2.3	3.8	2.2	6.8
Se	0.01	0.17	0.05	0.14	0.05	0.01	0.09	0.09	0.11	0.06	3.4
Hg	0.001	0.19	<0.001	<0.001	0.004	<0.001	0.002	<0.001	<0.001	<0.001	0.020

※Si, Alは粉末ブリケット - 蛍光X線分析法により測定

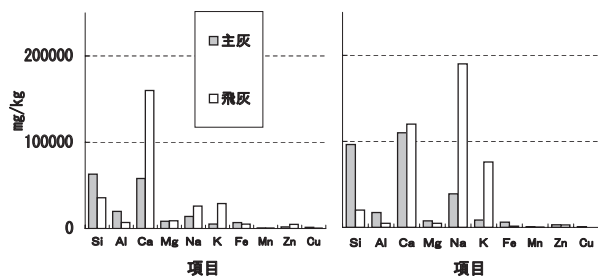


図4 スト②金属含有量 図5 スト⑨金属含有量

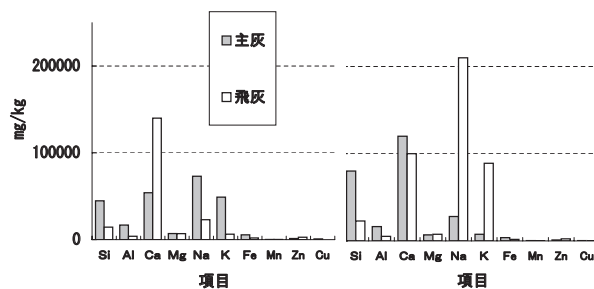


図6 スト⑩金属含有量 (H17) 図7 スト⑩金属含有量 (H18)

有していた。

同様の⑩では平成17年度にはナトリウム、カリウムが主灰に多く含まれていたが、平成18年度には⑨と同様に飛灰に多く含有していた。原因として煙道への塩類堆積により割合が変化することが考えられた。模式的に塩類の高濃度化を図8に示した。

水処理では塩化物イオン、ナトリウム、カリウム等の可溶性塩類は除去できないため、塩類が蓄積し、焼却炉の機能低下をまねくこと、また、埋め立て終了後も浸出水は安定化するまで、同様な管理が必要なこと等により、将来的には脱塩処理や放流等の検討が必要になるものと考えられる。その場合には脱塩した副生塩の有効利用を図る必要がある。

3.2 脱塩処理施設アンケート調査

設置年度が平成9年～15年の全国7事業場の協力を得て維持管理等の調査を行った結果は表3に示した。(1)設置経緯では地元との協議により当初から設置したものが3件で、稲枯れ被害発生後に設置したものが2件、2件が無回答であった。(2)処理方式では電気透析方式が5件、逆浸透膜処理方式が2件で、そのうち1件は薬品溶解などへ処理水を再利用するのが目的で一部を脱塩処理するものであった。(3)機種選定理由では実績、性能比較、維持管理費の面から電気透析方式としたものが3件、水道施設実績、総合比較から逆浸透膜方式としたものが2件、電気透析方式2件では無回答であった。(4)濃縮水の乾燥方法は間接蒸気加熱方式が多かった。(5)イニシャルコストは2億5千万～41億5千万円と規模と設計条件により大きく異なり比較困難であった。m³/日当たりの処理規模単価は6百万～5千2百万円であった。(6)ランニングコストは放流の場合、電気透析方式は2600～6000円/m³と幅があったが、後年になるほど安価の傾向がみられた。また、逆浸透膜方式では1例であるが7400円/m³であった。(7)処理水量規模は40～200m³/日であるが、放流できない場合には、大雨時に場内貯留を余儀なくされる例もあり、十分な容量の調整槽設置等の対策が必要であった。(8)処理目標水質のうち塩化物イオンについては300～500mg/Lであったが、3件が無回答であった。(9)副生塩の利用方法では融雪剤(凍結防止剤)としての利用が最も多く4件で、皮革用なめし塩利用が2件、ボイラー軟水器の樹脂再生塩利用が2件

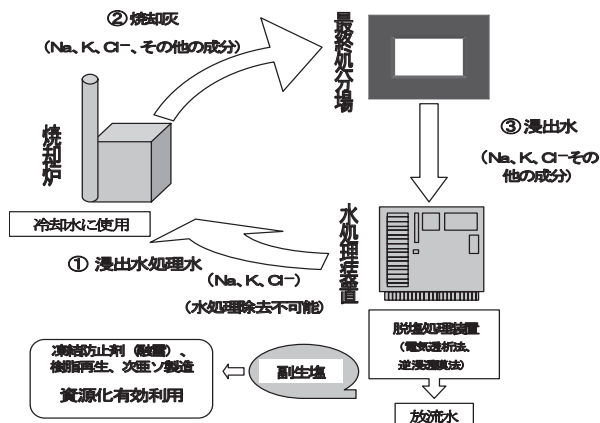


図8 最終処分場浸出水の塩類の蓄積

であった。(10)管理委託業者は殆どがメーカー関連会社であったが、一部地元の業者に委託している例もあった。(11)維持管理上のトラブルについては、浸出水原水TDS(溶解性塩類総量)濃度が計画値を大幅に超過し、結晶固化装置の加熱器を交換した例、蒸発乾燥装置の修繕例、電極液(硝酸)の濃縮水への混入などの報告があった。(12)浸出水処理フローシートは、回答のあった施設では、すべてCa除去、生物脱窒、凝集沈殿砂ろ過(又は凝集UF膜ろ過)、活性炭吸着、キレート処理、脱塩処理の順であった。

3.3 脱塩施設副生塩の分析

分析結果を表4に示した。施設Dと施設Hの水処理フローシートは、図9に示した。

溶液ではどちらもアルカリ性を示したが、施設HではpH10.6を示し、白い沈殿が生じた。中和したところ沈殿物は溶解し、溶解液のカルシウム濃度が上昇したことから沈殿物はカルシウム化合物と判断した。また、施設Hではセレンが検出され、硝酸性窒素が高い値を示した。これは、施設Hでは生物脱窒処理とキレート処理を設置していないためと考えられる。融雪剤として、道路に散布するためには環境保全上の問題が生じない状態で使用する必要がある。

3.4 X線回折による結晶構造の確認

結果を表5、図10～11に示した。焼却灰をセメント原料として再資源化する際に塩化物イオン含有量が問題となり、受け入れは含有量0.1%未満である。文献では

表3 脱塩処理施設アンケート調査結果

施設名称	A	B	C	D	E	F	G
脱塩処理稼働開始	平成9年4月	平成11年4月	平成13年4月	平成14年4月	平成14年10月	平成14年10月	平成15年4月
脱塩方式	電気透析法	逆浸透膜処理	電気透析法	電気透析法	逆浸透膜処理	電気透析法	電気透析法
処理能力	55m ³ /日	65m ³ /日	120m ³ /日	150m ³ /日	200m ³ /日	70m ³ /日	40m ³ /日
目標水質	Cl ⁻ <300mg/l	無回答	無回答	Cl ⁻ <500mg/l	Cl ⁻ 354mg/l	Cl ⁻ 300mg/l	無回答
放流有無	放流	放流	無放流	放流	放流	放流	無放流
経緯	周辺は水田、放流先は農業用水であり、農業被害の未然防止のため設置	一部処理水の再利用のために設置。(薬品溶解、施設床洗浄等)	無回答	平成13年に放流河川流域において、塩害が発生したため脱塩処理を設置	地元と協議し、目標処理水質を設定した。その結果、脱塩処理を設置	旧処分場の放流水で、稲が枯れる塩害が発生したため海まで導水管設置。新処分場は山間部のため脱塩処理を設置	無回答
機種選定理由	無回答	水道事業での実績	機種選定専門委員会	既存の水処理施設に増設したことから実績のある電気透析を採用。	逆浸透膜、電気透析、蒸発濃縮方式について検討、逆浸透を採用。	性能発注。	無回答
濃縮水の乾燥方法	間接蒸気加熱式	なし	ディスクドライヤーで乾燥	ドラムドライヤーで乾燥	結晶固化装置(ボイラー)で乾燥	蒸発乾燥	結晶固化装置(ボイラー)で乾燥
イニシャルコスト	28億7660万円	8億7150万円	41億5300万円	約12億円	21億2392万円	約22億円	2億4900万円
ランニングコスト	5800円/m ³	1460円/m ³	6027円/m ³	不明 円/m ³	7400円/m ³	2584円/m ³	4830円/m ³
年間処理水量	14,000m ³ /年	26,395m ³ /年	17,141.2m ³ /年	30,000m ³ /年	21,583m ³ /年	16,236m ³ /年	13,600m ³ /年
管理委託料	39,282,100	14,700,000	21,934,500	不明	21,000,000	16,797,265	不明(一部委託)
電気料	5,551,548	3,156,000	10,993,367	5,000,000	14,633,000	12,856,604	36,000,000
消耗品費	2,180,626	4,778,000	12,082,598	2,500,000	50,295,000	504,720	10,000,000
修理工費	14,795,780	2,757,000	7,451,521	15,000,000	22,327,000	3,469,557	2,000,000
燃料費	1,237,010	459,000	4,246,232	20,000,000	10,849,000	4,497,120	8,000,000
その他	18,498,121	12,668,000	46,610,986	不明	39,918,000	3,835,335	2,000,000
その他内容	薬品、水道ガス、電話、樹木管理、ブル借上料	分析、運搬、保険料	無回答	無回答	水道、電話、分析、汚泥処理、生成塩委託処理、機械点検整備	水質分析	無回答
補助制度	国庫補助金	有り	無回答	無回答	環境省補助	環境省補助	環境省補助
これまでのトラブル	なし	特になし	無回答	電極液(硝酸)が濃縮水に混入し、生成塩の硝酸性窒素が高い値となった。	浸出水原水TDS濃度が計画値を大幅に超過。処理水の再利用が不可(ボイラー使用水を上水に転換)。結晶固化設備の配管詰まり、堆積等発生(改善後・・・夜間無人運転)対策—結晶固化装置の加熱器交換、部品洗浄を毎日実施。(TDS 30000mg/l)	電気透析装置の定期的オーバーホール。蒸発乾燥装置の修繕。	降水量に対する処理能力不足。処分場内貯留水あり。
水処理フローシート	無回答	浸出水 ↓ 調整槽 ↓ Ca除去 ↓ 生物脱窒処理 ↓ 凝集沈殿 ↓ 砂ろ過 ↓ 活性炭吸着 ↓ 水銀・キレート処理 ↓ 一部脱塩処理 ↓ 消毒放流 ↓ 水再利用	浸出水 ↓ 調整槽 ↓ Ca除去 ↓ 生物脱窒処理 ↓ 凝集UF膜ろ過 ↓ 活性炭吸着 ↓ 脱塩処理 ↓ 貯留槽 ↓ 処理水は処分場に散水。	浸出水 ↓ 調整槽 ↓ Ca除去 ↓ 生物脱窒処理 ↓ 凝集沈殿 ↓ 砂ろ過 ↓ 活性炭吸着 ↓ キレート処理 ↓ 脱塩処理 ↓ 消毒放流 (150m ³ /日)	浸出水 ↓ 調整槽(5000m ³) ↓ Ca除去 ↓ 生物処理 ↓ 凝集沈殿 ↓ 砂ろ過 ↓ 活性炭吸着 ↓ キレート処理 ↓ 脱塩処理 ↓ 消毒放流 (100m ³ /日)	浸出水 ↓ 調整槽 ↓ Ca除去 ↓ 生物脱窒処理 ↓ 凝集UF膜ろ過 ↓ UVオゾン酸化 ↓ 活性炭吸着 ↓ キレート処理 ↓ 脱塩処理 ↓ 消毒放流 (70m ³ /日)	浸出水 ↓ 調整槽 ↓ Ca除去 ↓ 生物脱窒処理 ↓ 凝集UF膜ろ過 ↓ 活性炭吸着 ↓ キレート処理 ↓ 脱塩処理 ↓ 貯留槽 ↓ 焼却施設冷却水利用
脱塩処理フローシート	無回答	キレート処理水 ↓ MF膜処理 ↓ 逆浸透膜処理 ↓ 処理水再利用	活性炭処理水 ↓ 処理水槽 ↓ 電気透析装置 ↓ 消毒槽 ↓ 濃縮水槽 ↓ 乾燥設備	キレート処理水 ↓ 処理槽 ↓ 電気透析装置 ↓ 消毒槽 ↓ 濃縮水槽 ↓ 乾燥設備 (4~8月の利水期間 は脱塩水のみ放流し、 500mg/l以下で管理。 他の期間は管理 基準なし。)	キレート処理水 ↓ MF膜処理 ↓ 前処理槽 ↓ 逆浸透膜処理 ↓ 消毒槽 ↓ ろ液受槽 ↓ 結晶固化装置	キレート処理水 ↓ 処理槽 ↓ 電気透析装置 ↓ 消毒槽 ↓ 濃縮水槽 ↓ 乾燥設備	キレート処理水 ↓ 処理槽 ↓ 電気透析装置 ↓ 貯留槽 ↓ 濃縮水槽 ↓ 乾燥設備
副生塩の利用方法	1 軟水器のイオン交換樹脂再生 2 融雪剤	なし	融雪剤、皮革用なめし塩。	凍結防止剤として販売	委託処理皮革工場	皮革工場にて再利用	試験的に融雪剤として他県に搬出。ボイラー軟水装置再生塩として使用。

0.5%程度の難溶解性塩分の含有が報告された例もあり³⁾、原因と考えられるフリーデル氏塩が今回の全てのストーカ炉の焼却灰から検出した。浸出水の再利用事業場では主灰でのみ検出したが、他では飛灰で多く検出した。また、飛灰固化処理のセメント添加時点で出現しており、コンクリートの水熱反応が関連している可能性が示唆された。X線回折データは、これからの焼却灰の資源化や溶融スラグの有効利用の基礎資料として結晶構造を知る上で有用である。

4 まとめ

- (1)塩化物イオン発生量はストーカ炉が平均 1.5kg/人/年、流動床炉が平均 1.0kg/人/年と流動床炉が低い値を示した。
- (2)塩化物イオン発生量と飛灰中の消石灰量は、強い相関がみられた。
- (3)最終処分場の浸出水を冷却水として再利用している事業場では塩化物イオン及びナトリウム、カリウムの系内蓄積が確認された。埋立終了後も管理を継続しなければならないことを考えれば、脱塩処理や放流等の対

表 4 副生塩分析結果

最終処分場施設名称	D	H
施設区分 (一廃・産廃)	産業廃棄物	一廃産棄物
施設区分 (屋内・屋外管理型)	屋外管理型 (放流)	屋内屋根付き管理型 (無放流)
水処理及び副生塩製造設備内容	カルシウム除去・生物脱窒・凝集沈殿・電気透析・砂ろ過・活性炭処理・キレート処理・乾燥	カルシウム除去凝集沈殿・砂ろ過・活性炭吸着・電気透析・乾燥
分析試料	副生塩 10%水溶液	副生塩 10%水溶液
水素イオン濃度 pH	#9.3	#10.6
窒素化合物 CN (mg/L)	<0.01	<0.01
銅及びその化合物 Cu (mg/L)	#<0.001	0.001
鉛及びその化合物 Pb (mg/L)	#0.003	0.008
六価クロム化合物 Cr ⁶⁺ (mg/L)	<0.02	<0.02
砒素及びその化合物 As (mg/L)	<0.001	<0.001
総水銀化合物 Hg (mg/L)	<0.0005	<0.0005
アルキル水銀化合物 (mg/L)	検出せず	検出せず
トリクロロエチレン (mg/L)	<0.003	<0.003
テトラクロロエチレン (mg/L)	<0.001	<0.001
ジクロロエチレン (mg/L)	<0.002	<0.002
四塩化炭素 (mg/L)	<0.0002	<0.0002
1,2-ジクロロエチレン (mg/L)	<0.0004	<0.0004
1,1-ジクロロエチレン (mg/L)	<0.002	<0.002
トリス(1,2-ジクロロエチレン) (mg/L)	<0.004	<0.004
1,1,1-トリクロロエチレン (mg/L)	<0.03	<0.03
1,1,2-トリクロロエチレン (mg/L)	<0.0006	<0.0006
1,3-ジクロロベンゼン (mg/L)	<0.0002	<0.0002
ベンゼン (mg/L)	<0.001	<0.001
セレン (mg/L)	<0.002	0.012
ほう素及びその化合物 (mg/L)	#0.48	0.1
ふっ素及びその化合物 (mg/L)	#*0.25	#*0.25
アモニア性窒素NH ₃ -N (mg/L)	#*0.1	#*0.1
亜硝酸性窒素NO ₂ -N (mg/L)	#*0.05	#*0.05
硝酸性窒素NO ₃ -N (mg/L)	4	140
ダイオキシン (TEQ (pg-TEQ/g))	-	PCDD, PCDF, Co-PCB, すべて検出せず

*印は1%水溶液として測定
#印は2%水溶液として測定

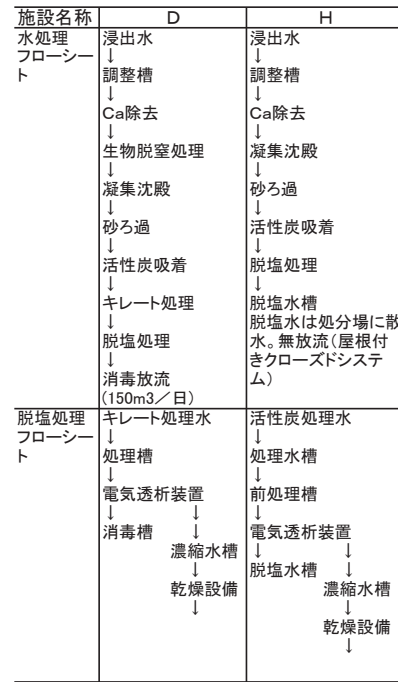


図 9 水処理フローシート

表 5 X線回折解析結果

試料名	化学式	化合物名	試料名	化学式	化合物名
スト②主灰	Ca ₂ Al(OH) ₆ Cl(H ₂ O) ₂	Friedels salt	スト②飛灰(セメント固化物)	Ca ₂ Al(OH) ₆ Cl(H ₂ O) ₂	Friedels salt
	SiO ₂	Cristobalite low	スト②飛灰(固化前)	CaClOH	Sylvite syn
	Ca(CO ₃)	Calcite - synthetic		NaCl	Calcium Chloride Hydroxide Halite
スト灰溶⑤主灰			スト灰溶⑤飛灰(セメント・キレート固化物)	Ca ₂ Al(OH) ₆ Cl(H ₂ O) ₂	Friedels salt
			スト灰溶⑤飛灰(固化前)	CaCO ₃	Calcite
				CaCl ₂ ·Ca(OH) ₂ ·H ₂ O	Calcium Chloride Hydroxide Hydrate
				CaCO ₃	CALCITE
				Ca(SO ₄)	Anhydrite
			Ca(OH) ₂	Portlandite syn	
流動ガ溶⑧スラグ	Al(OH) ₃ ·0.33Al ₂ (Si _{3.67} Al _{0.33} O ₁₀)(OH) ₂	Montmorillonite	流動⑦飛灰(固化物)	NaCl	Sodium Chloride
			流動⑦飛灰(固化前)	NaCl	Sodium Chloride
			流動ガ溶⑧活性炭捕集(セメント・キレート固化物)	KCl	Sylvite syn
			流動ガ溶⑧消石灰捕集(セメント・キレート固化物)	CaClOH	Calcium Chloride Hydroxide
H17スト⑩主灰	CaCO ₃	CALCITE	スト⑨飛灰(固化物)	NaCl	Halite
	Ca ₂ Al(OH) ₆ Cl(H ₂ O) ₂	Friedels salt	スト⑨飛灰(固化前)	KCl	Sylvite syn
	Ca ₂ Al(OH) ₆ Cl(H ₂ O) ₂	Friedels salt		NaCl	Potassium Chloride
	CaCO ₃	CALCITE	H17スト⑩飛灰(固化物)	NaCl	Sodium Chloride
H18スト⑩主灰	CaCO ₃	CALCITE	H18スト⑩煙道堆積物	KCl	Sylvite syn
			H18スト⑩飛灰(固化物)	NaCl	Sodium Chloride
				KCl	Sylvite

Friedels salt
その他

塩素化合物(Friedels saltを除く)

策を早急に検討する必要があると思われた。

- (4)国内の実働中の脱塩処理プラントの種類、規模、諸経費についてデータベース化した。
- (5)副生塩を融雪剤として使用するには環境保全上の配慮が必要であり、硝酸性窒素も考慮すべきものと思われた。
- (6)X線回折の結果では、全てのストーカ炉の焼却灰から難溶性のフリーデル氏塩が検出され、再資源化の際配慮が必要である。

最後に調査にご協力頂きました脱塩処理施設事業場の皆様、焼却場・最終処分場管理関係者の皆様及び保健所の皆様に、この場をお借りしまして御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 柳茂, 菅原隆一, 斎藤善則: 宮城県保健環境センター年報, 24, 79 (2006).
- 2) 相良敏正, 三池真一郎, 大澤正明: 最終処分場浸出水の脱塩処理技術の現状と課題, Life and Environment, 47, 10, 44 (2002).
- 3) 秋元耕一郎, 樋口壮太郎, 花嶋正孝, 小櫻義隆, 三角文彦, 永田考: 都市ごみ焼却灰のセメント原料化リサイクル実証実験, 第16回廃棄物学会研究発表会講演論文集, p.604 (2005).

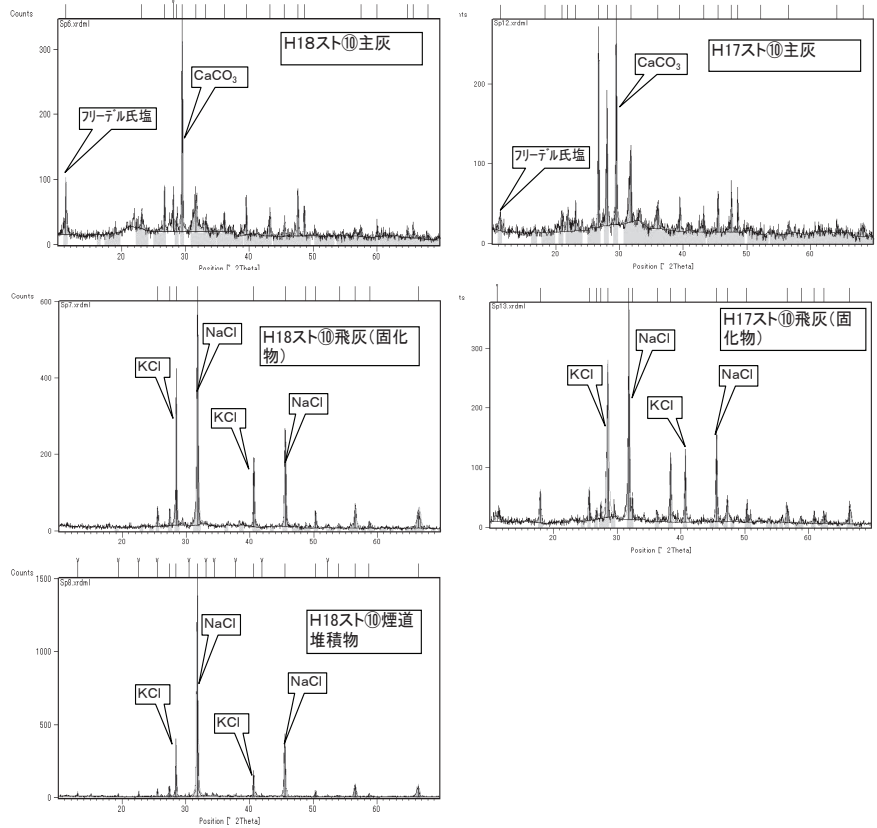


図 10 X線回折チャート(浸出水の再利用事業場スト⑩)

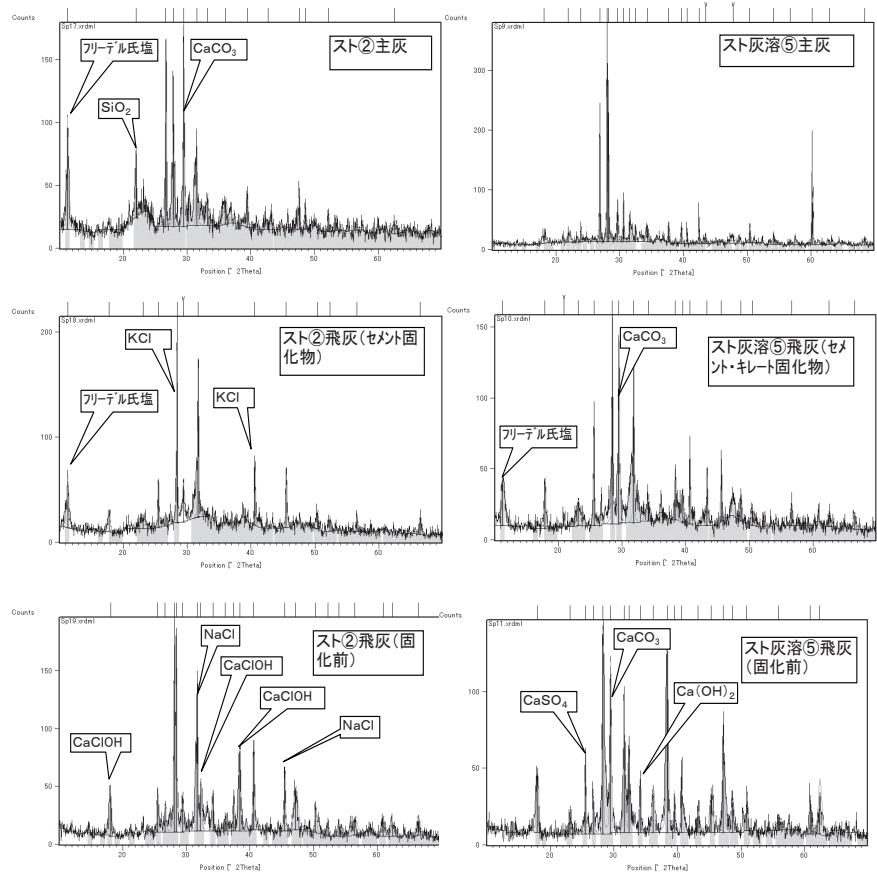


図 11 X線回折チャート(セメント固化前後)