

ラム実験(第4章)によって、浸出液中のダイオキシン類濃度把握及び埋立物、降雨、浸出水の分析によるダイオキシン類収支の検討を行った。更に、ダイオキシン類の溶出挙動調査(第6章)では、様々なパラメータを設定してダイオキシン類の溶出挙動について、実験的に特性把握を行った。

次に、最終処分場におけるダイオキシン類の低減化対策案策定については、水・汚泥WGにより水処理施設におけるダイオキシン類挙動調査(第7章)を行い、水処理工程におけるダイオキシン類の挙動、汚泥に移行したダイオキシン類の実態の把握を行った。一方、分解技術WGでは浸出水中及び汚泥に移行したダイオキシン類の分解技術について実験的に研究を行い(第8章)、各社のそれぞれの処理方式による処理実験の結果について検討を行った。

最後に、最終処分場におけるダイオキシン類の排出濃度レベルの検討については、動向評価部会において、昨年度から継続して収集している文献について、データベース化を行うことを目指して、文献の整理を行った。

過去3年間にわたる研究成果の有効活用を図るため、ダイオキシン類排出抑制のための最終処分場管理マニュアルとして、埋立技術編(骨子案第10章2)、水処理編(骨子案第10章1)に分けて作成することとした。

表1-1. 今年度調査の位置付け

分類	最終処分場におけるダイオキシン類の挙動把握	最終処分場におけるダイオキシン類の低減化対策案策定	最終処分場におけるダイオキシン類の排出濃度レベルの検討
平成9年度	浸出水、処理水中ダイオキシン類及びコプラナPCB濃度調査	浸出水等廃水中のダイオキシン類低減化技術文献調査	国際的なダイオキシン規制の動向文献調査
平成10年度	最終処分場におけるダイオキシン類実態調査 ・処分場におけるダイオキシン類収支調査 ・処分場の履歴とダイオキシン類濃度との関連調査 ・埋立物-土壌-水の相互のダイオキシン類の分配や移動の研究	最終処分場におけるダイオキシン類の低減化技術実態調査 ・水処理過程におけるダイオキシン類収支調査 ・水処理工程ごとのダイオキシン類除去特性の評価 ・水処理工程の諸条件とダイオキシン類との関係等調査	浸出水中のダイオキシン類が放流水系等の生態系へ与えるリスクに関する文献調査 ・リスクの特徴(分解性、水・大気・土壌分配比、拡散性、生物蓄積性) ・物質の毒性(毒性の種類、対象、発現期間、範囲) ・物質の拡散(排出源、生産量、使用量、放出量、環境存在量)
	カラム実験によるダイオキシン類挙動調査 ・浸出液中のダイオキシン類濃度測定結果 ・ダイオキシン類収支(埋立物、降雨、浸出水)	ダイオキシン類低減化技術研究 ・各社のそれぞれの処理方式による処理実験結果及びその評価	
平成11年度	・既採取サンプルの分析(ダイオキシン類、コプラナPCB)(第2章挙動部会A実態調査、第3章挙動部会B実態調査)	・水処理施設におけるダイオキシン類挙動調査(第7章水・汚泥WG調査)	・環境リスクに関する情報分析調査(第9章動向評価部会調査)
	・粉じん飛散調査(第4章粉じんWG調査)	・浸出水・水処理汚泥中ダイオキシン類分解技術調査(第8章分解技術WG調査)	
	・カラム実験継続(第5章挙動部会カラム実験)		
	・溶出挙動試験(第6章溶出WG実験)		
	↓	↓	
最終処分場におけるダイオキシン類の挙動把握 ダイオキシン類排出抑制のための最終処分場管理マニュアル(第10章2.埋立技術編骨子案)	ダイオキシン類排出抑制のための最終処分場管理マニュアル(第10章1.水処理編骨子案)	ダイオキシン類に関する最終処分場のリスク評価 ・排出濃度レベルの検討	
↓			
最終処分場におけるダイオキシン類対策のまとめ(最終報告書)			

・用語の定義

なお、本報告書では、次の表現を用いることとする。

統一名称	略称等	意味
最終処分場	処分場	埋立地、サイト
施設No. 4 処分場No. 4		水処理施設を中心に考えると施設No. 4 処分場全体を考えると処分場No. 4
焼却灰	主灰	焼却炉の炉底から排出される焼却残渣物
飛灰		集じん機による捕集ばいじんとボイラ、 ガス冷却室等から捕集された灰の総称
焼却残渣		焼却灰+飛灰
ダイオキシン類	DXNs	ダイオキシン+ジベンゾフラン(コプラ ナPCBは含まない)
ダイオキシン	PCDDs	ポリ塩化ジベンゾパラジオキシン
ジベンゾフラン	PCDFs	ポリ塩化ジベンゾフラン
コプラナPCB	CO-PCBs	
粒子体	SS性	ろ過された残渣から検出されるダイオキ シン類を粒子体ダイオキシン類という。 (本調査では特段の断りがない限り、 1 μ mのろ紙を用いて粒子体溶解性を分 割した)
溶解性	非SS性	ろ液から検出されるダイオキシン類を溶 解性ダイオキシン類という。(本調査で は特段の断りがない限り、1 μ mのろ紙 を用いて粒子体溶解性を分割した)

第2章 最終処分場におけるダイオキシン類挙動調査1(挙動部会A)

2-1. 調査概要

1) 調査目的

本調査は、以下に示す内容に対する基礎資料となることを目的として、実際の最終処分場におけるダイオキシン類の挙動を把握しようとするものである。

- ① 埋立物－土壌－液相－気相の間のダイオキシン類の分配，移動
- ② 最終処分場の特性（立地，埋立物の種類等）とダイオキシン類濃度の関係
- ③ 最終処分場におけるダイオキシン類の収支推定

また、本調査の実施調査フローを図2-1に示す。

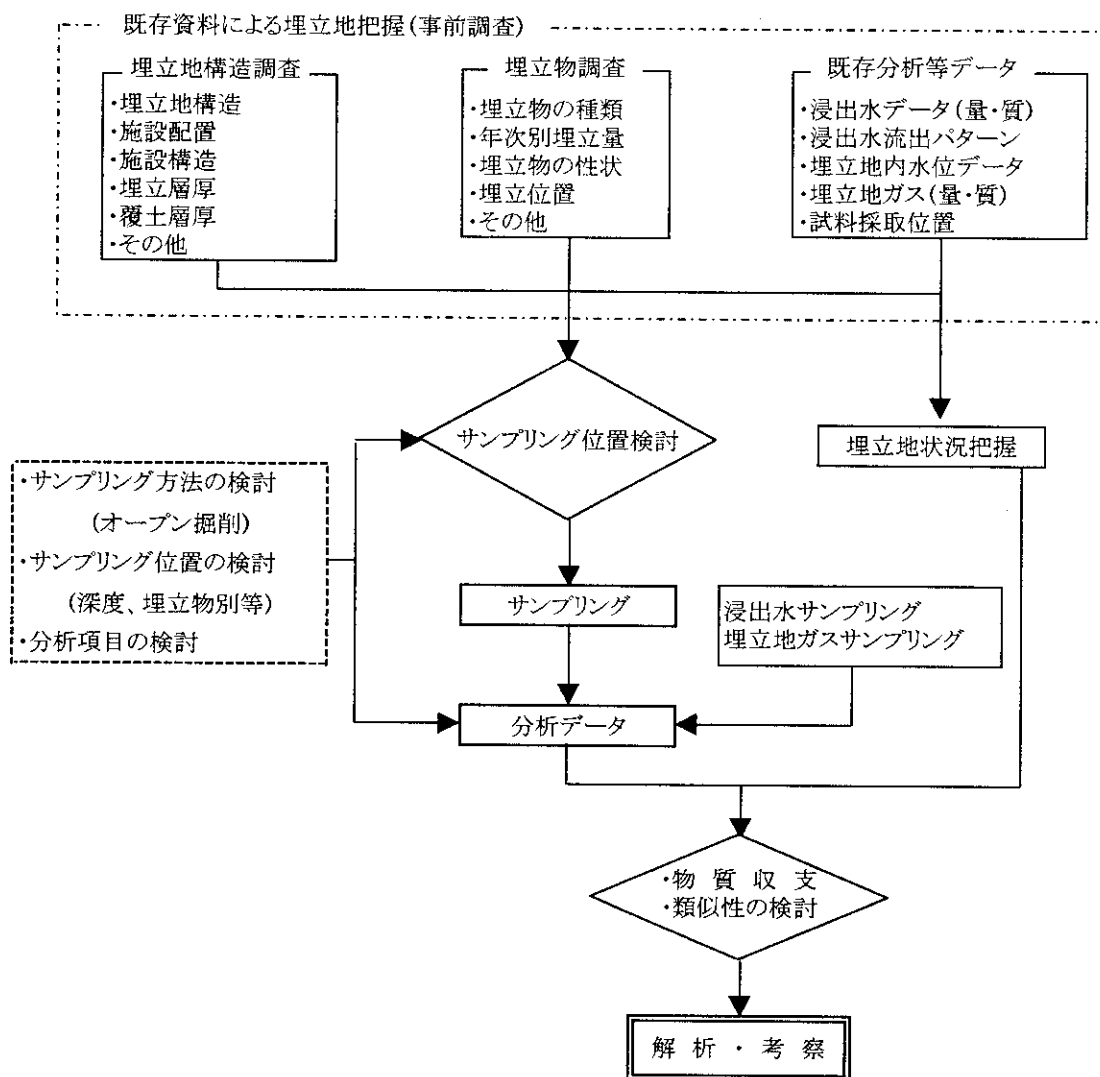


図2-1 調査フロー

2) 調査対象最終処分場（処分場No.15）

本調査の対象最終処分場である処分場No.15（以下、「本処分場」という。）の概要を以下に示す。

(1) 最終処分場規模と埋立廃棄物

本処分場の概略平面を図2-2に、概要を表2-1に示す。

本処分場は、埋立面積約11万 m^2 を有し、浸出水集排水管による準好気性埋立て構造となっている。また、埋立方式は、即日覆土を施すセル方式であり、比較的長期に露出するような部分においては、浸出水削減に係る雨水排除のために中間覆土をセメント混合処理している。本調査前年度までに12年間埋め立てが行われており、現在も埋立中である。

本処分場のこれまでの埋立物の種類と量及びその構成割合は、焼却灰が全体の約5割を占めて最も多く、飛灰と合わせて全体の約6割弱を占めており、これらは6焼却施設（A～F）からのものである。

各焼却施設からの焼却残渣埋立期間は、A、B及びFが埋立開始からの12年間、C、Dが埋立開始後10年目から3年間、Eが埋立開始後3年目から6年目までの4年間であり、E焼却設は同7年目以降廃止され現存しない。

また、炉型式では、A～C及びEの焼却施設が全連ストーカー式、Dが准連ストーカー式、Fが機械化バッチ式であり、塩素ガス対策設備では、A、C、D、Fが乾式、Bが半湿式、Eが半乾式である。

一方、浸出水は、これまでに約37万 m^3 が処理・放流され、処理過程で発生した脱水汚泥（約3千t）は本処分場で埋立処分されている。

なお、本調査において埋立層内部の資料採取は、処分場のほぼ中央に盛り立てられた埋立完了部（以下、「調査部」という。）の法面部をオープン掘削して実施した。

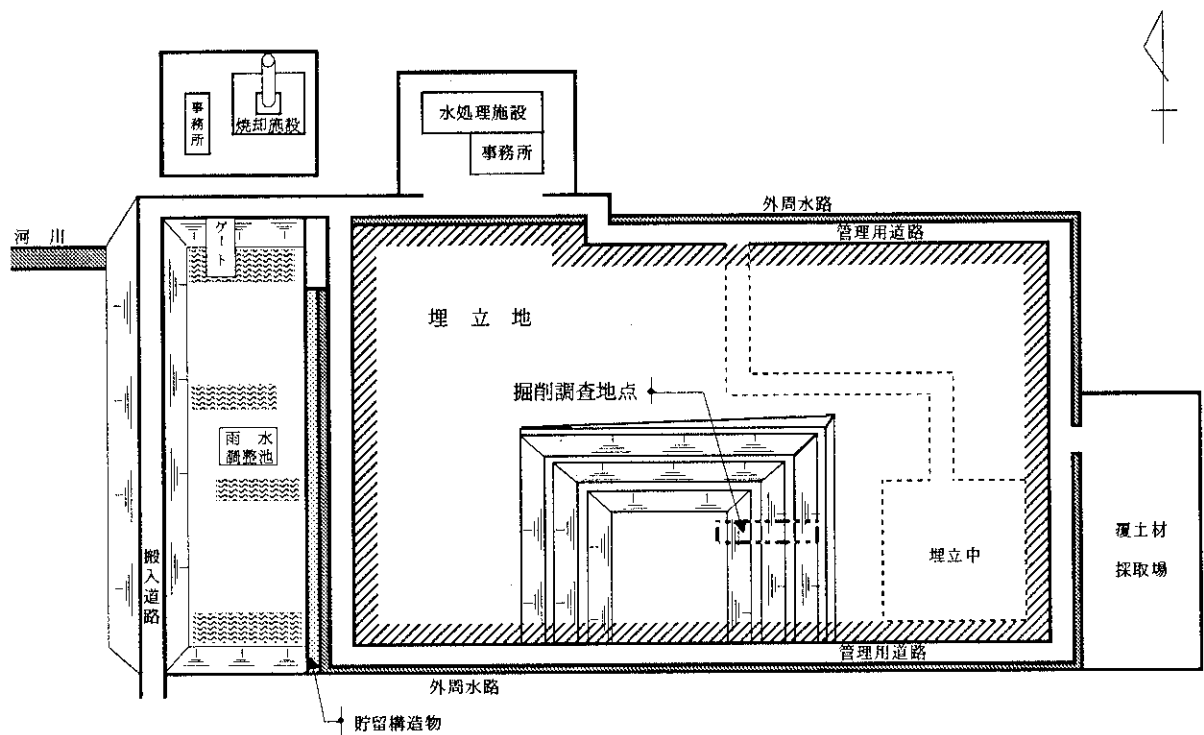


図2-2 処分場 No. 15 の施設と周辺状況

表2-1 処分場 No. 15 の概要

項目	施設の主たる概要					
面積	<ul style="list-style-type: none"> 全体埋立面積：約 110,000 m² (調査前年度までに埋め立てられた面積) 内 調査部面積：約 19,700 m² 					
埋立構造	・ 準好気性埋立て構造					
埋立方式	<ul style="list-style-type: none"> ・ 即日覆土を施すセル方式 ・ (浸出水削減に係る雨水排除のため中間覆土をセメント混合処理) 					
埋立期間	<ul style="list-style-type: none"> ・ 全体の埋立期間：12年間(調査前年度まで) ・ 調査部埋立期間：埋立開始後4年目から4年間 					
埋立物の種類と量	区分		埋立地全体		調査部	
	埋立物		埋立重量(t-wet)	割合(%)	埋立重量(t-wet)	割合(%)
	飛 灰	約	136,000	12.4 (21.0)	約	47,000 (12.0 (20.2))
	焼 却 灰	約	510,000	46.7 (78.5)	約	185,000 (47.1 (79.4))
	脱 水 汚 泥	約	3,000	0.3 (0.5)	約	1,000 (0.3 (0.4))
	小 計	約	649,000	59.4 (100.0)	約	233,000 (59.4 (100.0))
	その他不燃	約	199,000	18.2 (44.8)	約	74,000 (18.9 (46.5))
	覆 土 材	約	245,000	22.4 (55.2)	約	85,000 (21.7 (53.5))
	小 計	約	444,000	40.6 (100.0)	約	159,000 (40.6 (100.0))
	合 計	約	1,093,000	100.0	約	392,000 (100.0)
浸出水等	<ul style="list-style-type: none"> ・ 浸出水処理水量：約 367,000 m³ (調査部埋立期間中の浸出水処理水量 約 113,000 m³) ・ 脱水汚泥は、当該埋立地に埋め立てられている。 (脱離液は、浸出水調整槽へ返送されている。) 					

1): 飛灰及び焼却灰は、6ヶ所の焼却施設からのものである。
2): ()内数値は、小計に対する割合

(2) 周辺状況と排水系統

本処分場の周囲には、前出図2-2に示したように、埋立地を中心として下流側に雨水調整池（以下、「池」と略す。）がある。池の北側には一般廃棄物のバッチ式焼却施設が存在し、埋立地の上流側の山腹には即日及び中間覆土用の土砂採取場がある。

また、本処分場の周辺雨水や、地下水、浸出水の処理水等の排水系統は、図2-3に示すように、処理水は地内に設置されている放流塔と接続し河川放流となっており、その他は全て雨水調整池で合流し、放流塔から河川へ放流されている。

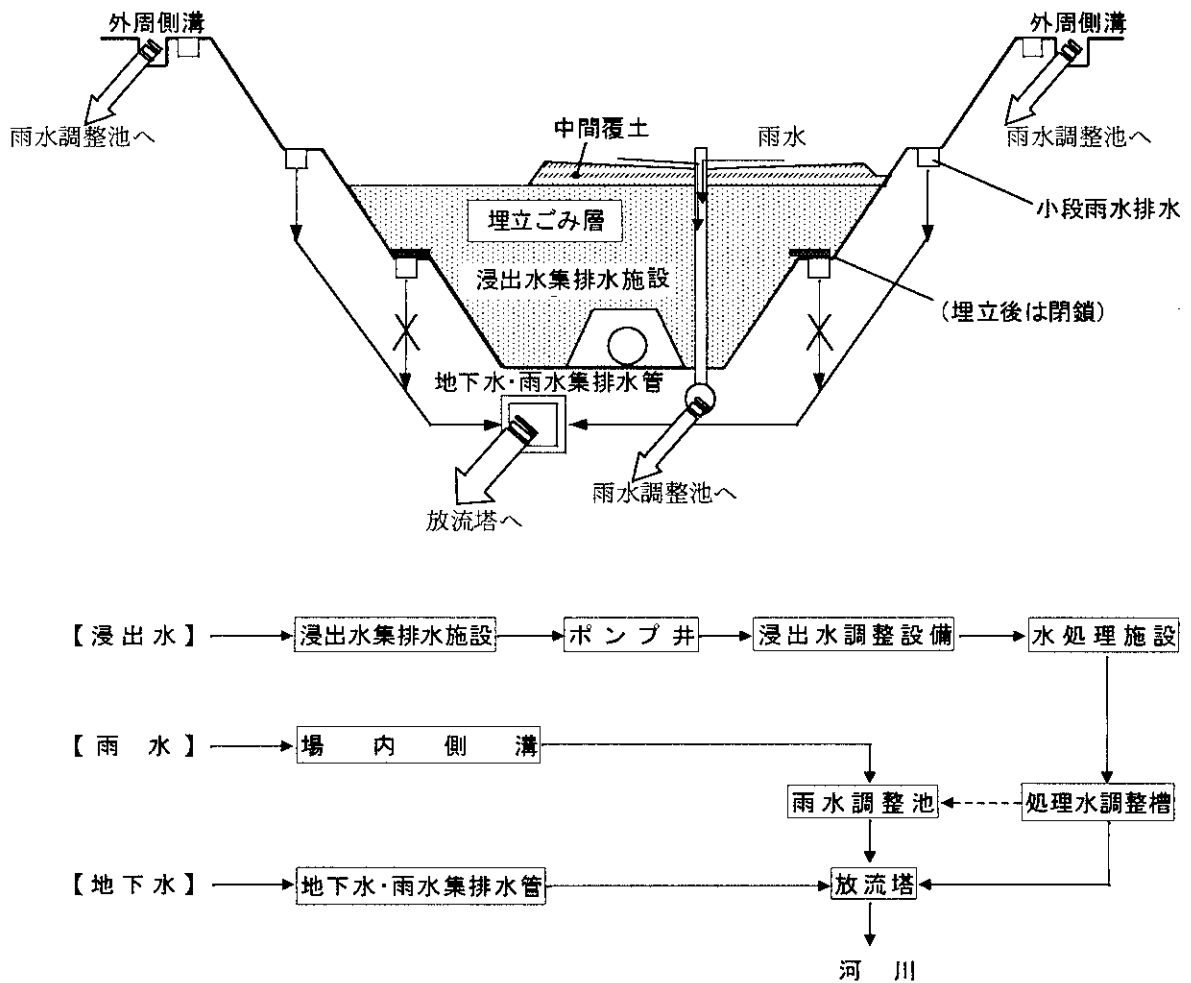


図2-3 処分場No.15の雨水，地下水，処理水等の排水系統

(3) 調査部の概要

前出図2-2に示した調査部の断面を図2-4に示す。

調査部の埋立方法は、高さ5mの土堰堤（法面1:1.8）を築き、次いで埋立ごみ層約2.5m毎に中間覆土（約20cm）を施し堰堤高さまでごみの埋め立てを行い、その後、小段幅（約5m）を確保して、再び築堤，埋立てを繰り返したものである。

また、調査部は、前出表2-1に示したように、埋立開始後4年目から4年間埋め立てた場所であり、焼却施設A，B，E及びFの4施設からの焼却残渣が埋め立てられている。

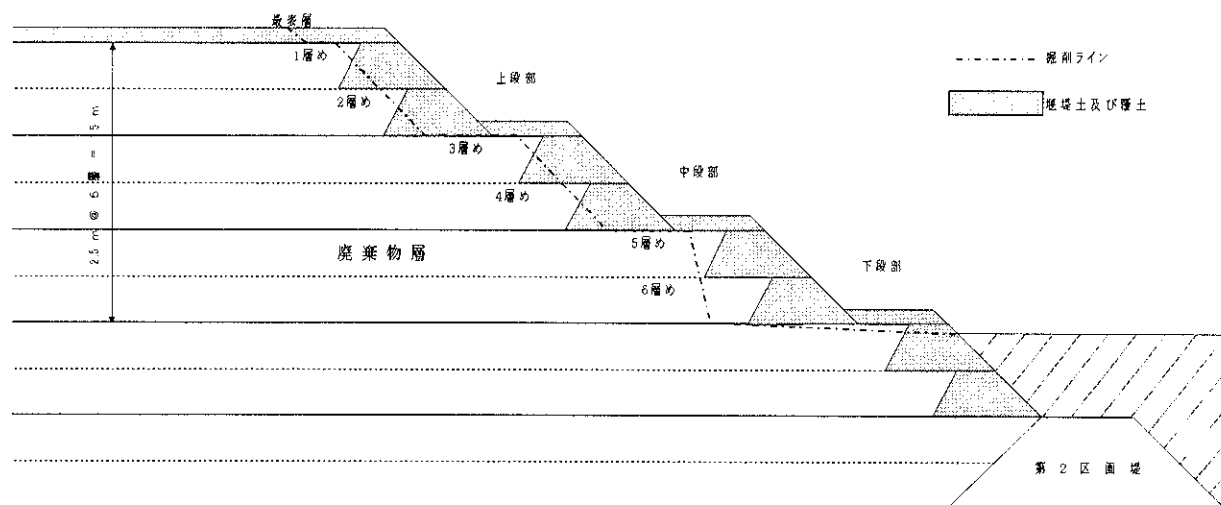


図2-4 調査部の概略断面と掘削

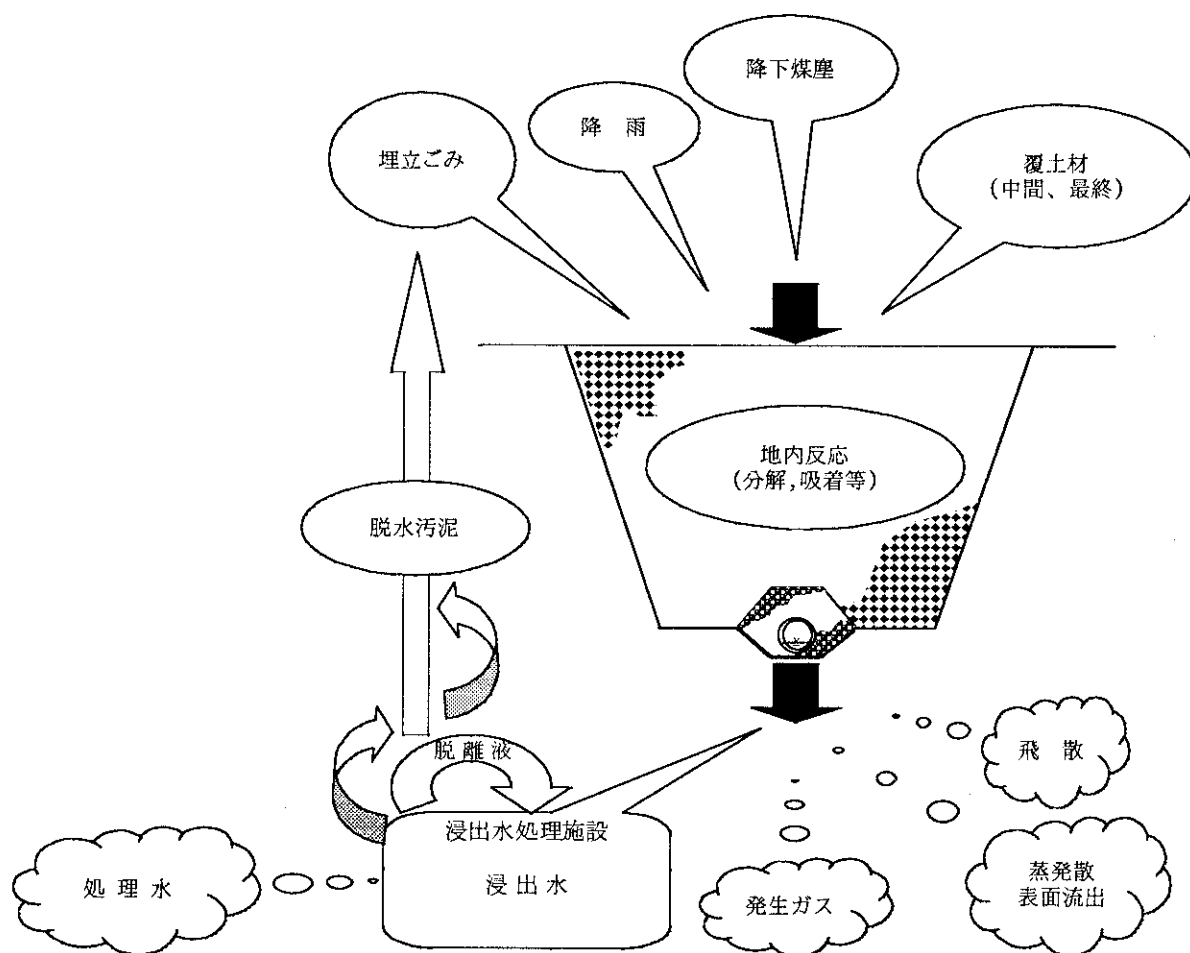
3) 分析対象物質と分析項目

(1) 物質収支モデルと分析対象物質

本処分場におけるインプット、ストック、アウトプットの形態別の物質については、図2-5に示すような収支モデルを考えた。

なお、この中で、埋立地内で生じる粉じん飛散や、蒸発、表面流出等のダイオキシン類については、焼却残渣等に含まれる量に比較して非常に微量と想定されることから今回対象としないものとした。また、浸出水処理における汚泥脱水時の脱離液についても、脱離液が浸出水調整槽へ返送されることから対象としていない。

一方、前出図2-2に示したように、処分場からの排水が一旦池に流入していることから、処分場のダイオキシン類との比較のために、池の底泥土も対象とした。



*飛散，蒸発，表面流出及び脱離液は考慮しない。

図2-5 処分場No.15におけるダイオキシン収支モデル

以上のようなことを踏まえ、インプット、ストック、アウトプット等の形態別の分析対象物質は、つぎに示すような物質とした。

なお、インプットとなる埋立ごみのうち、その他不燃の多くは土砂・ガレキであり、また、特定できないことから調査対象外とした。

【インプット】：I

- I ① 焼却灰
- I ② 飛 灰
- I ③ 覆土材（施工用仮置部）
- I ④ 降下ばいじん（雨水に含めて同時測定）

【ストック】：S

- S ① 埋立層ごみ
- S ② 埋立層覆土
- S ③ 現場浸透水

【アウトプット】：O

- O ① 浸出水原水
- O ② 浸出水処理水
- O ③ 脱水汚泥
- O ④ 埋立地ガス

【そ の 他】：A

- A ① 池の底泥土

(2) 分析項目

前項で示した存在形態別の対象物質は、その性状から次のように分類される。

【土壌分析】：焼却残渣，覆土，

埋立層ごみ，埋立層覆土，池底泥土，脱水汚泥

【水質分析】：浸出水原水，浸出水処理水，降下煤塵(雨水共)，現場浸透水

【ガス分析】：埋立地ガス

各分析の内容については、比較・解析上の観点から、各物質とも分析内容を統一するものとし、以下に示す内容とした。

【土壌分析】：下記の4項目

- ① ダイキソ類，② 含水比，③ 強熱減量，④ C，⑥ N

【水質分析】：下記の10項目

- ① ダイキソ類，② pH ，③ BOD，④ COD ，⑤ SS
- ⑥ VSS ，⑦ T-N，⑧ Cl^- ，⑨ TOC ，⑩ EC

【ガス分析】：下記の5項目；合わせてガス量，温度を測定

- ① ダイキソ類，② O_2 ，③ N_2 ，④ CO_2 ，⑤ CH_4

(3) 分析数量のまとめ

前項までに述べたサンプリング対象物質と分析項目、及びその数量について、まとめると表2-2のようになる。

表2-2 分析対象物質と分析一覧

分析区分	土壌分析							水質分析				ガス分析
	飛灰	焼却灰	覆土	脱汚泥	埋立層ごみ	埋立層覆土	池底泥	浸出水原水	浸出水処理水	現場浸透水	降下ばいじん	埋立地ガス
対象物質形態	I ^①	I ^②	I ^③	O ^③	S ^①	S ^②	A ^①	O ^①	O ^②	S ^③	I ^④	O ^④
測定項目	気温						●					
	気圧						●					
	温度											●
	ガス流量											●
分析項目	DXN類	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	pH							●	●	●	●	
	BOD							●	●	●	●	
	COD							●	●	●	●	
	SS							●	●	●	●	
	VSS							●	●	●	●	
	T-N							●	●	●	●	
	Cl-							●	●	●	●	
	TOC							●	●	●	●	
	EC							●	●	●	●	
	含水比	●	●	●	●	●	●	●				
	強熱減量	●	●	●	●	●	●	●				
	C	●	●	●	●	●	●	●				
	N	●	●	●	●	●	●	●				
	O2											●
	N2											●
CO2											●	
CH4											●	
降下煤塵											●	
検体数	5	5	1	1	14	7	1	1		4	1	1
分析項目数	5	5	5	5	5	5	5	10		10	11	5
備考	6焼却施設からの焼却残渣が埋め立てられているが、現在は5施設が稼働している。		同左	覆土は、埋立地近傍から採土されている。	浸出水処理施設において発生する汚泥は、脱水後本埋立地で埋め立てられている。	埋立地内の試料採取は、オープン掘削により実施する。	埋立地内の試料採取は、オープン掘削により実施する。				雨水を含む	

表2-3 試料採取の要領及び状況等

対象物質	試料採取の要領及び状況内容
I① 飛 灰	<p>稼働中の焼却炉（2炉）について、つぎの組合せ要領にて依頼・採取した。</p> <p>1号炉 × 1回め（午前） × 約10L/回 2号炉 × 2回め（午後） × （A¹が1杯分）</p> <p>これを混合し、四分法にて焼却施設の飛灰1検体とした。</p> <p>以上を5焼却施設について行い、5検体を得た。</p> <p>なお、焼却施設は3炉保有する施設もあったが、いずれも1炉オーバーホールの状況であった。</p> <p>【採取時期：1998年10月13日】</p>
I② 焼 却 灰	<p>焼却灰も、飛灰と同様な要領にて、5検体を得た。</p> <p>【採取時期：1998年10月13日】</p>
I③ 覆 土 材	<p>覆土材は、隣接する山腹部を掘削重機により採取し、埋立地内に一旦仮置きして使用されていることから、この仮置部から1検体を採取した。</p> <p>【採取時期：1998年10月13日】</p>
I④ 降下ばいじん	<p>調査部地表面上（図2-6参照）において、デポジットゲージを23日間設置し、降雨と共に捕集した。このときゲージ内には約7Lの雨水が捕水されていた。</p> <p>【採取時期：1998年10月13日～1998年11月5日】</p>
O① 浸出水原水	<p>浸出水揚水ピットにて採取し、1検体を得た。</p> <p>【採取時期：1998年10月13日】</p>
O② 浸出水処理水	<p>施設管理者に依頼・採取し、1検体を得た。</p> <p>【採取時期：1998年11月5日】</p>
O③ 脱 水 汚 泥	<p>施設管理者に依頼・採取し、1検体を得た。</p> <p>【採取時期：1998年11月5日】</p>
O④ 埋立地ガス	<p>調査部にある壘型ガス抜き施設（図2-6参照）にて、ローボリュームエアサンプラー（採取速度：約180L/min）を設置し、採取ガス量48m³を得た。</p> <p>【採取時期：1998年10月13日】</p>
S① 埋立層ごみ S② 埋立層覆土 S③ 現場浸透水	<p>調査部法面部を掘削重機にて、図2-7に示したようにオープン掘削し、最終覆土部、土堰堤部、廃棄物層から21試料を得た。また、表層から1層めにおいて、浸透水が滲み出てきたため、これを「現場浸透水」として採取した。</p> <p>また、埋立層灰の状況は、比較的乾燥気味であり、水の浸透形跡は見られなかった。</p> <p>【採取時期：1998年10月13日】</p>
A① 池 底 泥	<p>池の底泥を採取し、1検体を得た。</p> <p>【採取時期：1998年10月13日】</p>
A② 調査地点表土	<p>降下ばいじん採取地点の近傍にて、表土を採取し1検体を得た。</p> <p>【採取時期：1998年10月13日】</p>

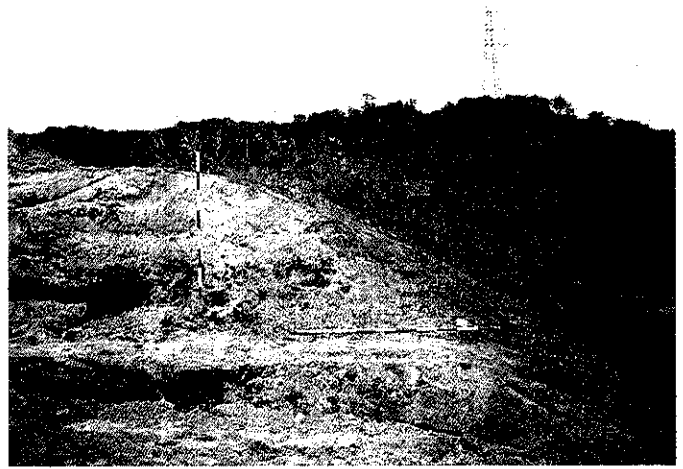


写真-2 最終覆土層(約1.3m)

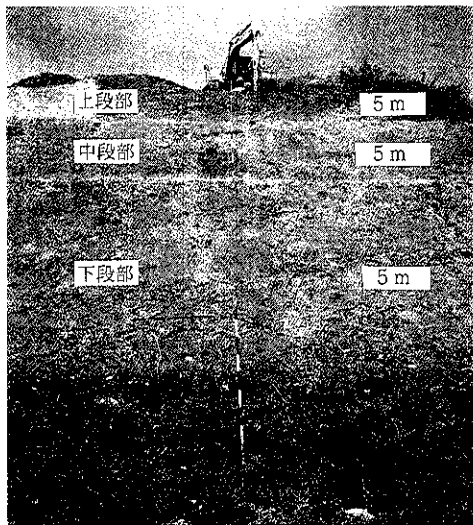


写真-1 掘削前全景

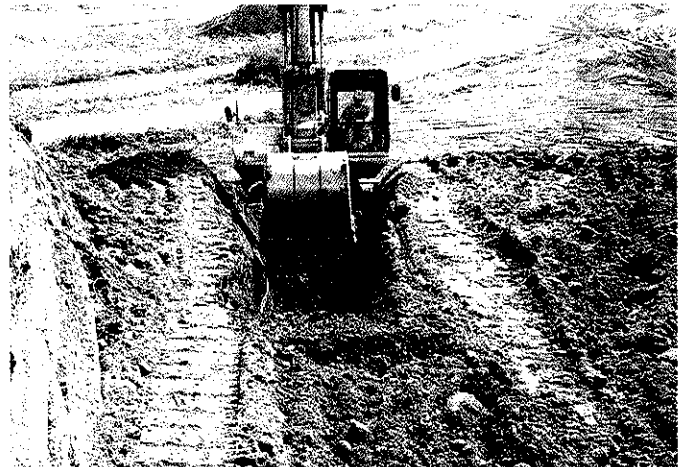


写真-3 最終覆土層から法面掘削状況



写真-4 法面部掘削状況

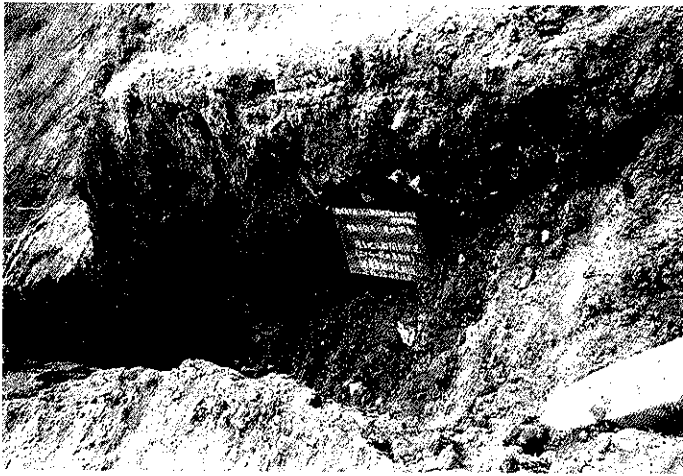


写真-5 現場浸透水出現位置（上段部中間）



写真-6 現場浸透水採水状況



写真-7 掘削後全景

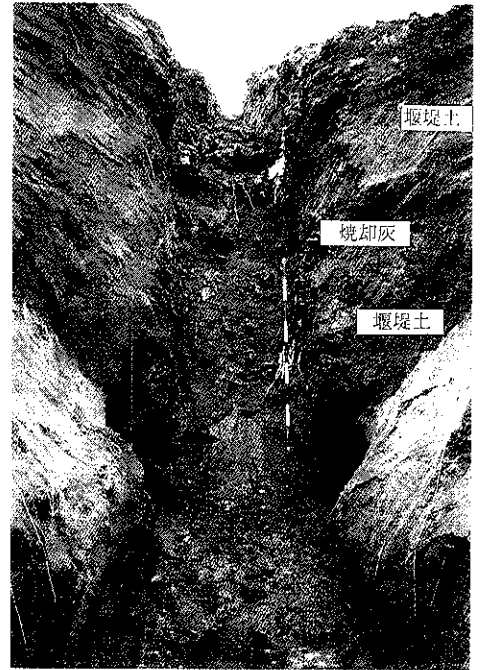


写真-8 下段部の直掘部接写(1)

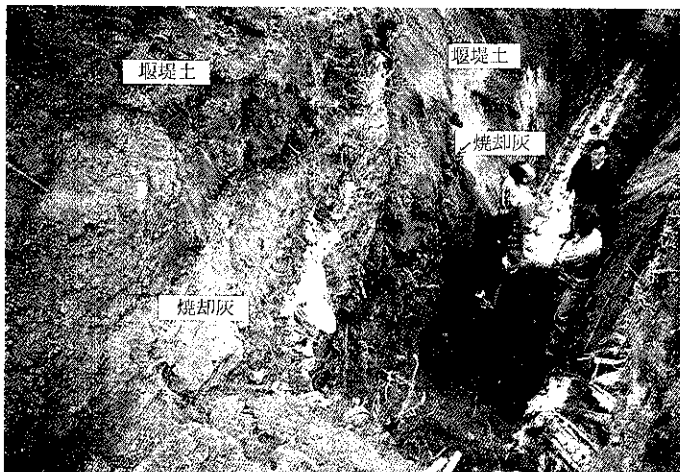


写真-10 下段部の直掘部（上方から）



写真-9 下段部の直掘部接写(2)

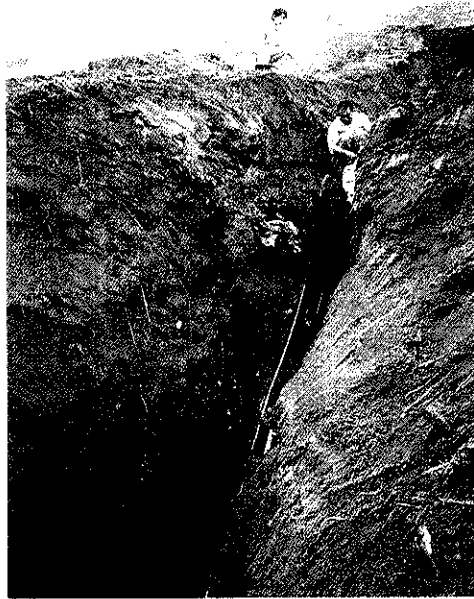


写真-11 下段部の直掘部サンプリング状況

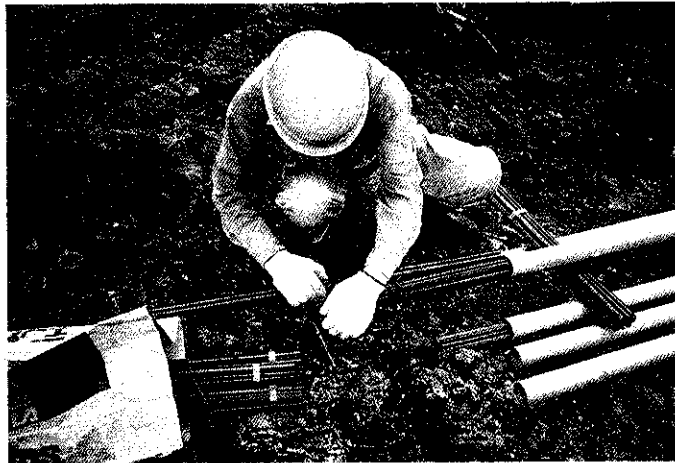


写真-12 採取用埋設管の作成作業状況
S字管(50cm管内：50cm突き出し)

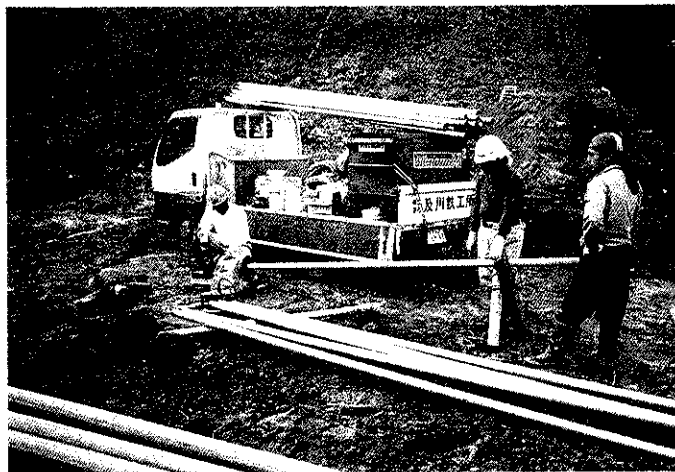


写真-13 採取用埋設管の作成作業状況



写真-15 採取用埋設管の設置状況（2段め）

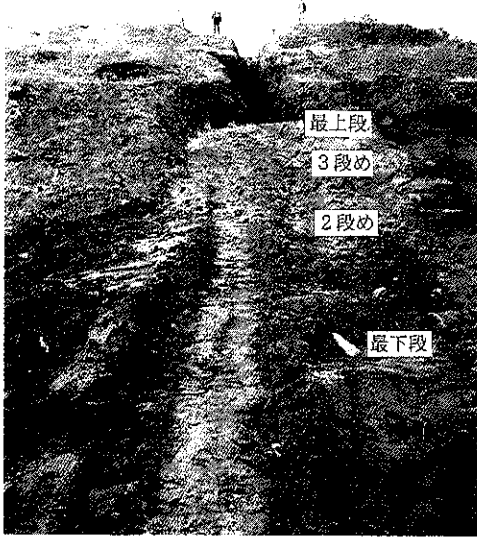


写真-14 採取用埋設管の埋設完了全景
（チューブ接続写真は別途）

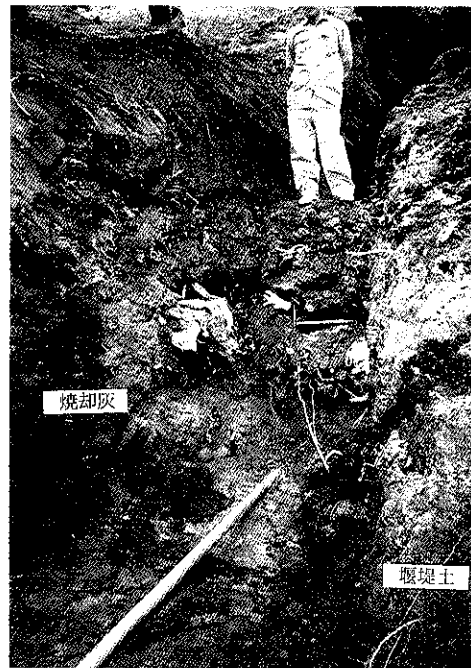


写真-16 採取用埋設管の設置状況（3段め）

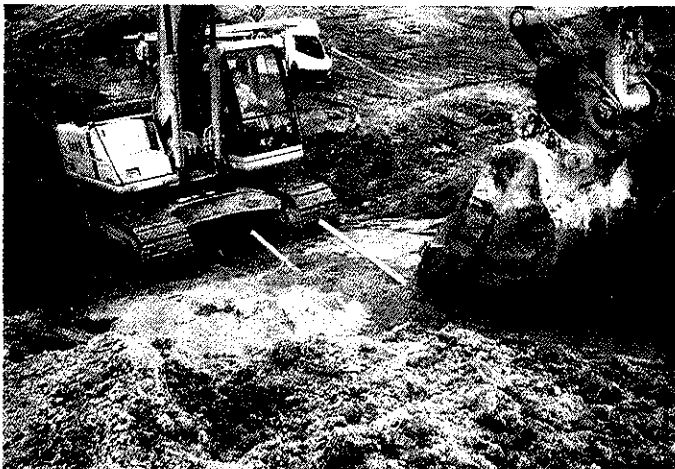


写真-18 埋め戻し状況



写真-17 採取用埋設管の設置状況（最上段）

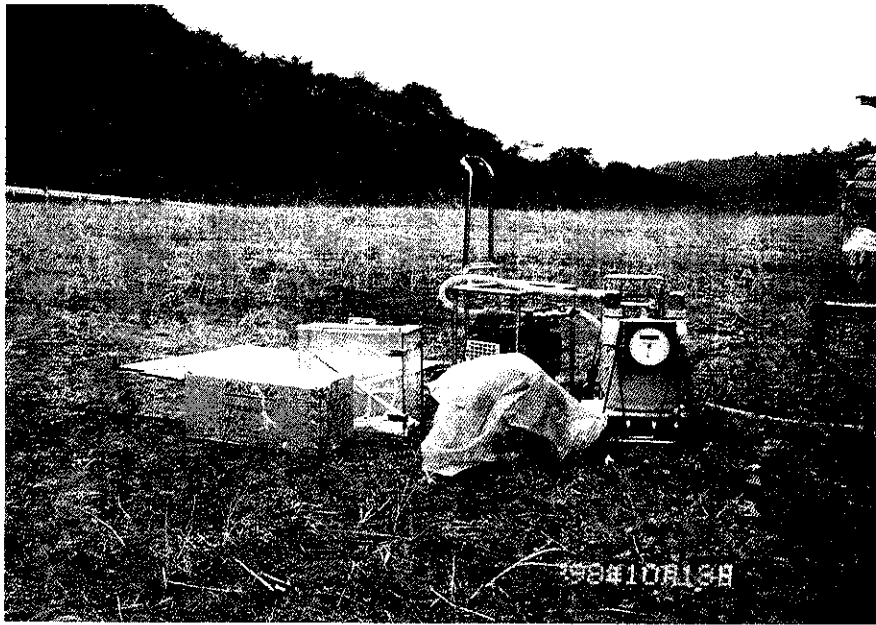


写真-19 埋立地ガスサンプリング



写真-20 降下ばいじんサンプリング

2) ダイオキシン類分析結果と考察

ここでは、前節で示した各試料のダイオキシン類分析結果について記述するものであるが、今回は1回の分析であり、移動、分解といった現象の把握にはいたらないため、これらの関連性については触れないものとし、各試料の結果と既存文献との比較、及び類似性の把握程度までとした。

また、分析結果として、ダイオキシン類の同族体毎の実測濃度をヒストグラムで表現し、同族体平均濃度を1に基準化（同族体平均濃度に対する各同族体の比率）し表現した折れ線グラフを合わせてグラフ化した。さらに、各グラフ左下には、ダイオキシン濃度、フラン濃度、ダイオキシン類実測濃度、及びダイオキシン類毒性等量を示した。

(1) 焼却残渣分析結果

5箇所の焼却施設で依頼・採取した飛灰及び焼却灰について、図2-8に示す。

ここで、各グラフにおいてダイオキシン類実測濃度の最大値は、飛灰についてはF焼却施設を500,000pg/g、他は100,000pg/gとし、焼却灰についてはすべて1,000pg/gとなっていることに留意する。

ダイオキシン類濃度は、焼却対象ごみや、炉構造等によっても異なると考えられるが、概ね以下のような結果となった。

【ダイオキシン類実測濃度について】

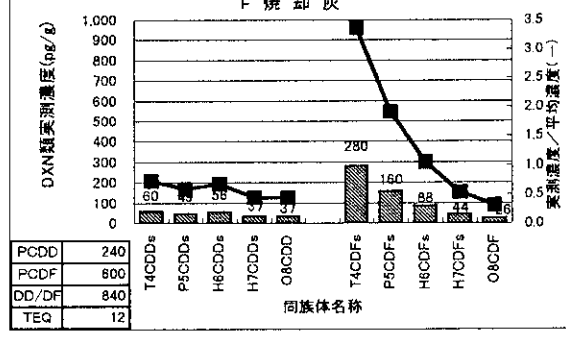
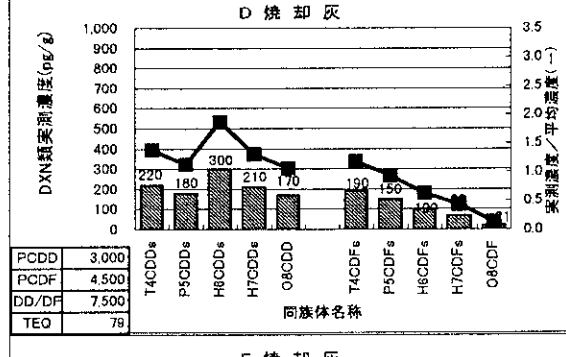
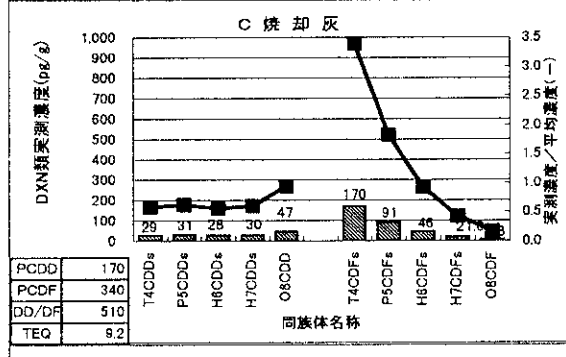
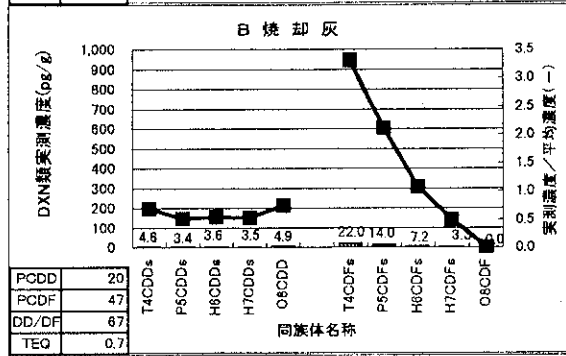
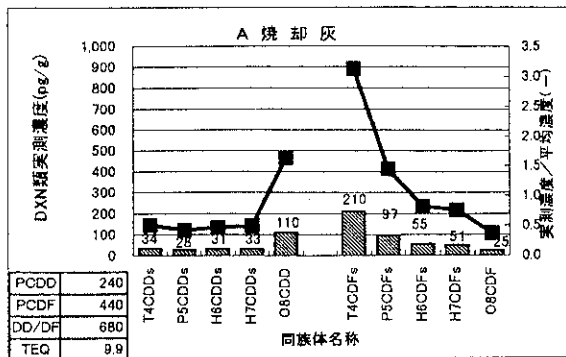
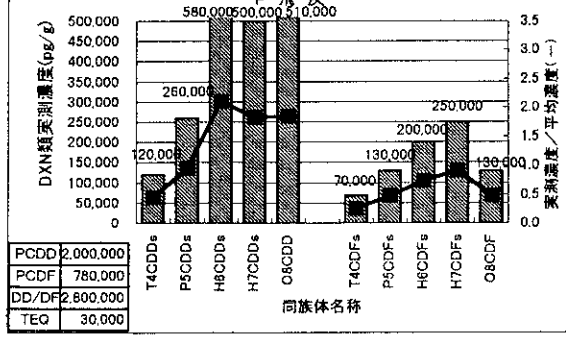
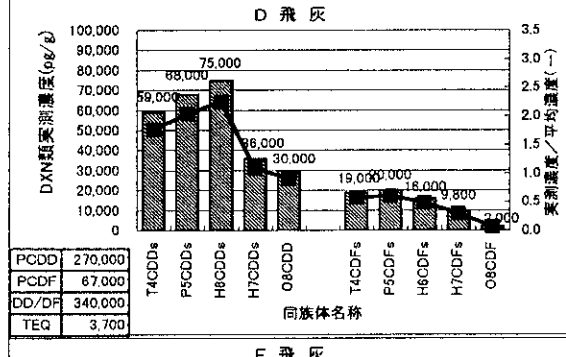
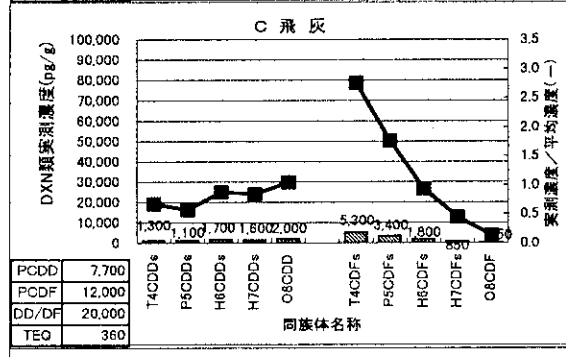
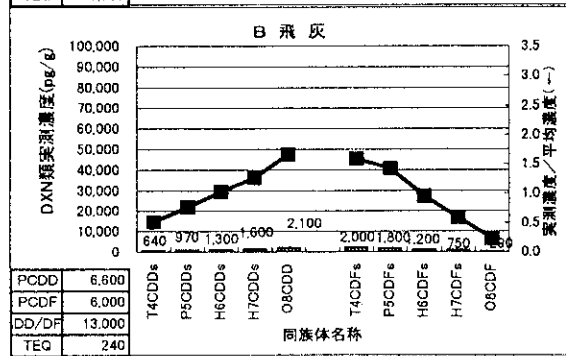
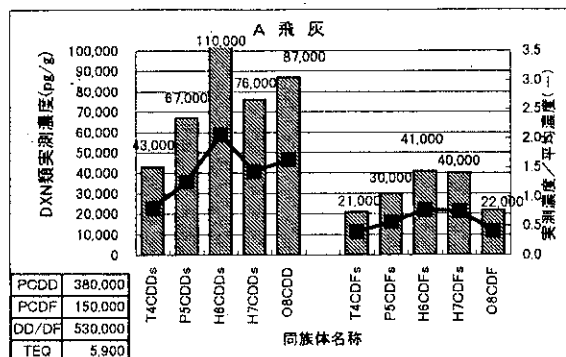
- ①飛灰中のダイオキシン類実測濃度は、焼却灰の濃度より2～3オーダー高く含まれている。
- ②各焼却施設の飛灰中のダイオキシン類実測濃度は、機械化バッチ炉であるF焼却施設の2,800,000pg/gが最も高く、次いでA及びD焼却施設が530,000pg/g、340,000pg/gと高い。また、B及びC焼却施設のダイオキシン類実測濃度は、A、B及びF焼却施設に比べ1～2オーダー低い濃度であった。
- ③各焼却施設の焼却灰のダイオキシン類実測濃度は、D焼却施設が7,500pg/gと最も高く、次いでF焼却施設が840pg/gと高いが、1オーダー低い濃度である。
- ④各焼却施設のダイオキシン実測濃度とフラン実測濃度は、A、B、D、F焼却施設の飛灰を除いては、後者が高い濃度となっている。

【ダイオキシン類毒性等量について】

- ①ダイオキシン類実測濃度と同様にF飛灰が30,000pg-TEQ/gと最も高い。

【平均濃度を1として基準化した場合の同族体パターンについて】

- ①飛灰では、A、F焼却施設の同族体パターンは良く似ており、B、C、D焼却施設では異なっている。
- ②焼却灰では、D焼却施設を除いては4塩化フランが高いパターンで各焼却施設とも似ている。
- ③また、D焼却施設の飛灰と焼却灰のパターンは似ている。



凡例
 PCDD : TOTAL PCDDs (pg/g) ■ Dioxin類実測濃度 (pg/g)
 PCDF : TOTAL PCDFs (pg/g) — Dioxin類実測濃度/平均濃度
 DD/FE : TOTAL PCDD/DFs (pg/g)
 TEQ : TOTAL TEQ (pg-TEQ/g)

図2-8 処分場No.15の受入焼却施設の焼却残渣の同族体分布比較