

(2) 埋立地周辺分析結果

埋立地周辺におけるダイオキシン類分析結果を図2-9に示す。

ここで、池底泥及び降下ばいじんの試料分析結果グラフは最大値を 1,000pgとし、その他は最大値を 100pgとしていることに留意する。

【ダイオキシン類実測濃度について】

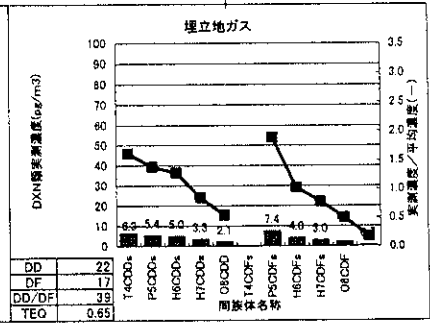
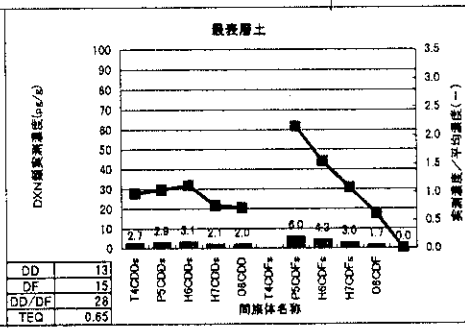
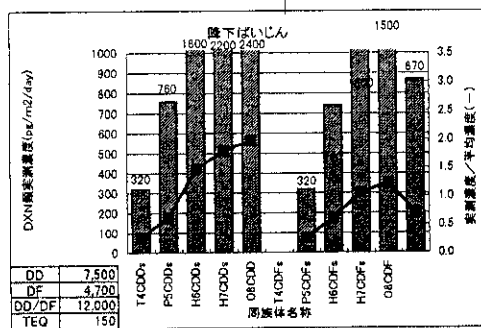
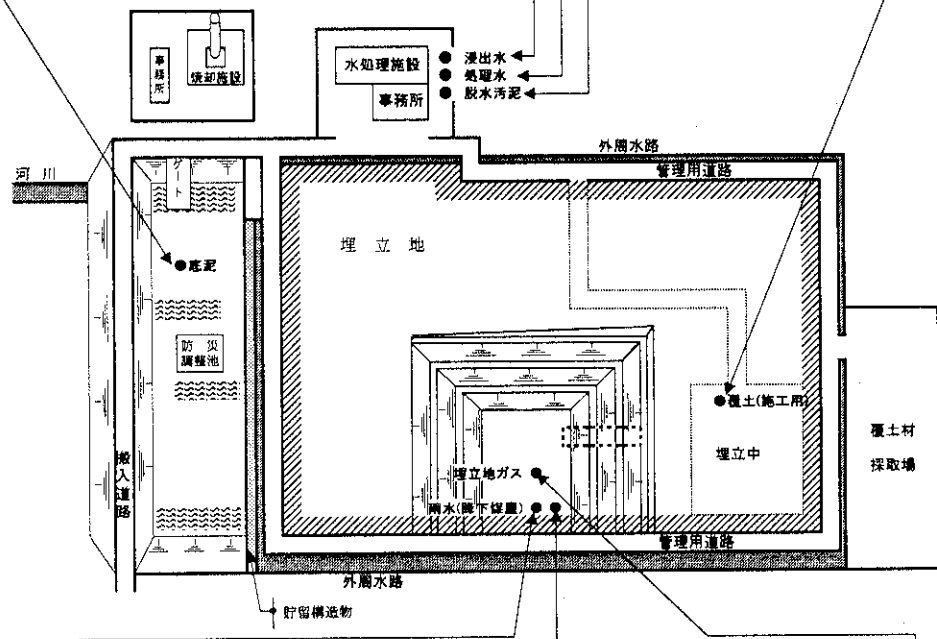
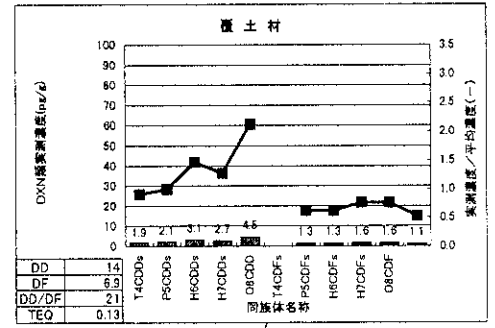
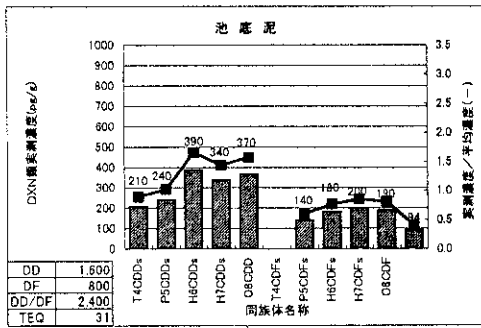
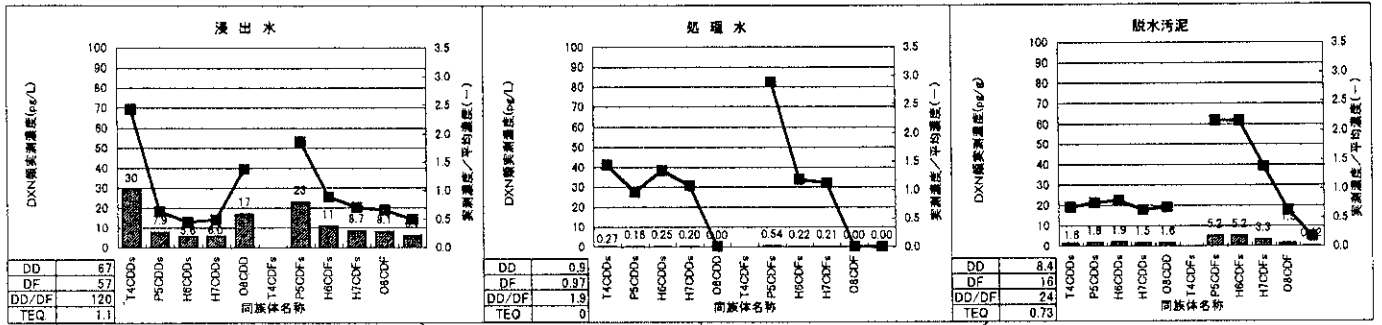
- ①採取時期は異なるが、浸出水のダイオキシン類実測濃度は120pg/Lであるのに対し、処理水は2オーダー低い1.9pg/Lであった。
- ②土壌である池底泥、覆土材及び最表層土では、池底泥が最も高く 2,400pg/gを呈し、覆土材及び最表層土は2オーダー低い濃度であった。

【ダイオキシン類毒性等量について】

- ①土壌である池底泥、覆土材及び最表層土では、ダイオキシン類実測濃度と同様に、池底泥が最も高く 31pg/gを呈し、覆土材及び最表層土は2オーダー低濃度であった。

【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隣接して採取した埋立地ガス及び最表層土は、4，5塩化ダイオキシン類を除いては、4塩化フランが高く似ている。
- ②①を除いて、埋立地周辺における同族体パターンには、類似性はみられない。



凡例
 PCDD: TOTAL PCDD
 PCDF: TOTAL PCDF
 DD/DF: TOTAL PCDD/DF
 TEQ: TOTAL TEQ

■: DXN 同族体濃度
 ○: DXN 同族体濃度/平均濃度

図2-9 処分場No.15周辺の採取試料における同族体分布比較

(3) 調査部分析結果

調査部の埋立層におけるダイオキシン類分析は、全部で22検体であり、このうち前年度13検体を分析し、今年度補足として9検体を分析した。これらの分析結果を試料番号と採取位置に合わせて図2-10に示す。

なお、埋立層内の試料分析結果グラフは最大値を 20,000pg/gとし、掘削中に湧出してきた現場浸透水は最大値を200pg/Lとしていることに留意する。また、下記()内○数値は、図2-10中の試料番号を指す。

【ダイオキシン類実測濃度について】

- 1.ダイオキシン類濃度では、1層目灰(①)が最も高く220,000pg/gを呈し、次いで6層目3.5m灰(⑮)が160,000pg/gと高い濃度である。
- 2.その他の埋立層の灰は、上記の灰より1オーダー低い濃度となっている。
- 3.最終覆土(21)、1層目堰堤土(⑰)、4層目堰堤土(⑳)、及び6層目覆土(⑧)と7層め覆土(⑯)のダイオキシン類濃度は、120~320pg/gと、埋立層の灰に比べ低い濃度である。
- 4.ただし、2、3層目堰堤土(⑱、⑲)のダイオキシン類濃度は、3.に示した土より1オーダー高い濃度となっている。
- 5.埋立層の灰と覆土のダイオキシン類濃度は、後者が1~2オーダー低い濃度となっている。

【ダイオキシン類毒性等量について】

- ・ダイオキシン類毒性等量の濃度は、実測濃度と同様に、1層目灰(①)及び6層目3.5m灰(⑮)が最も高く2,900pg/gを呈し、その他の灰は1オーダー低い濃度である。

【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.埋立層の灰については、6塩化ダイオキシンが高いパターンのものが多い。
- 2.同族体パターンが類似しているものを列記すると、つぎのようになる。

- ・1層目(①)と6層目3.5m(⑮)
- ・6層目1.5m(⑪)と同2.5m(⑬)
- ・最終覆土(21)と1層目~4層目堰堤土(⑰~⑳)
- ・6層目覆土(⑧)と7層目覆土(⑯)

特に、6層目覆土(⑧)と7層目覆土(⑯)は、他の同族体パターンと異なり、4塩化ダイオキシンが顕著に高いという特徴がある。

【インプット物質及び試料採取位置との濃度関係について】

インプット物質である各焼却施設の飛灰と焼却残渣、及び覆土材、脱水汚泥の濃度と、調査部の埋立層灰及び覆土の位置と濃度について、ダイオキシン類実測

濃度を図2-11に、ダイオキシン類毒性等量を図2-12に示す。

なお、前節にも示したように、1層目から4層目までの試料採取が連続していないことと、5層目と6層目には中間覆土が存在している。

- 1.ダイオキシン類実測濃度及び毒性等量とも、濃度は異なるものの同様の分布を示している。
- 2.埋立層の灰のほとんどは、各焼却施設の飛灰濃度の範囲で分布している。
- 3.埋立層の覆土濃度は、各焼却施設の焼却灰濃度の範囲であり、埋め立てられる前の覆土材よりも1オーダー高い濃度を呈している。

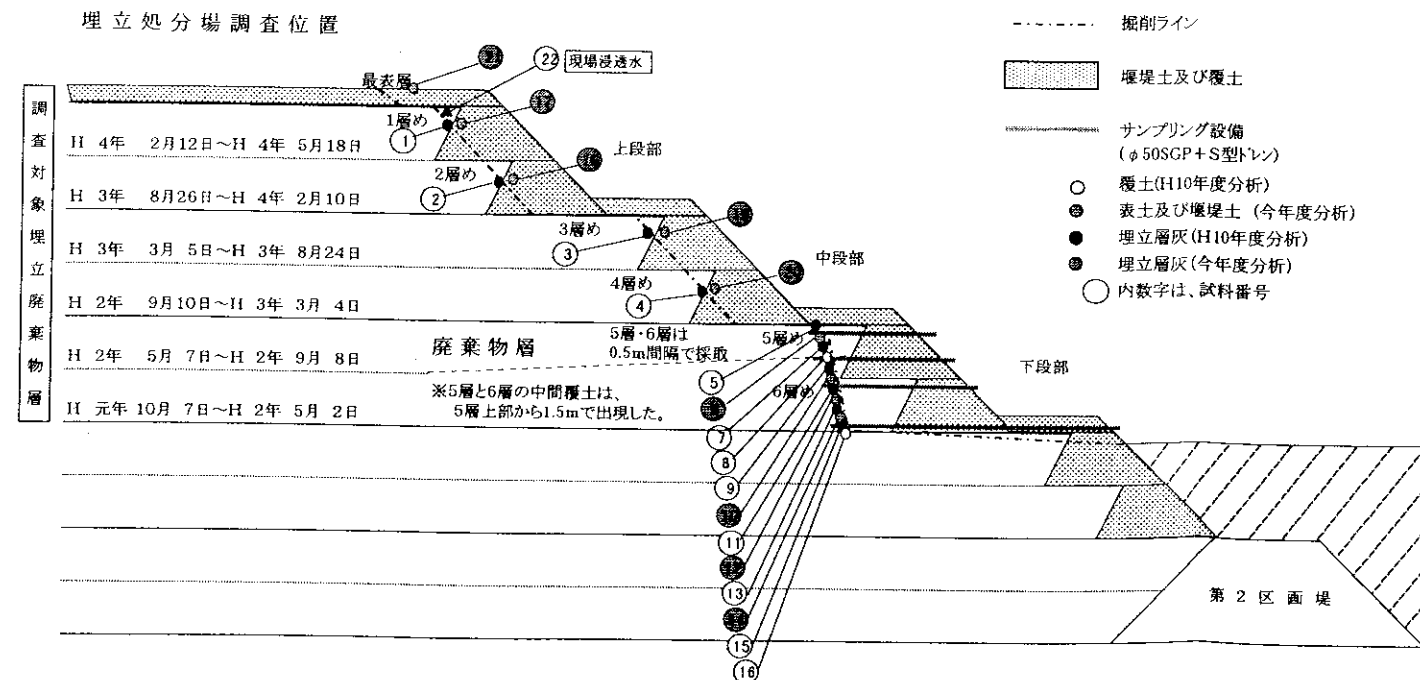
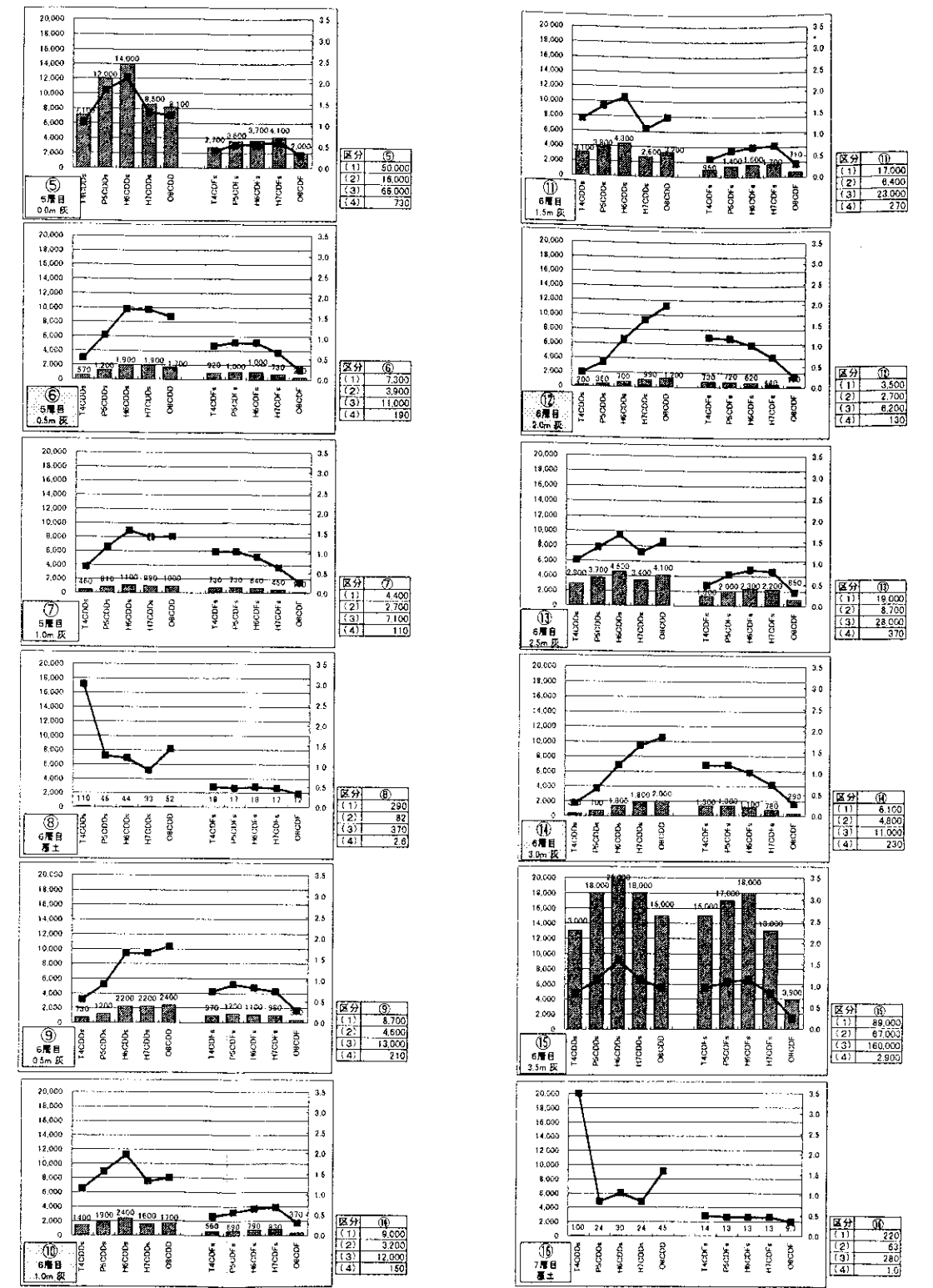
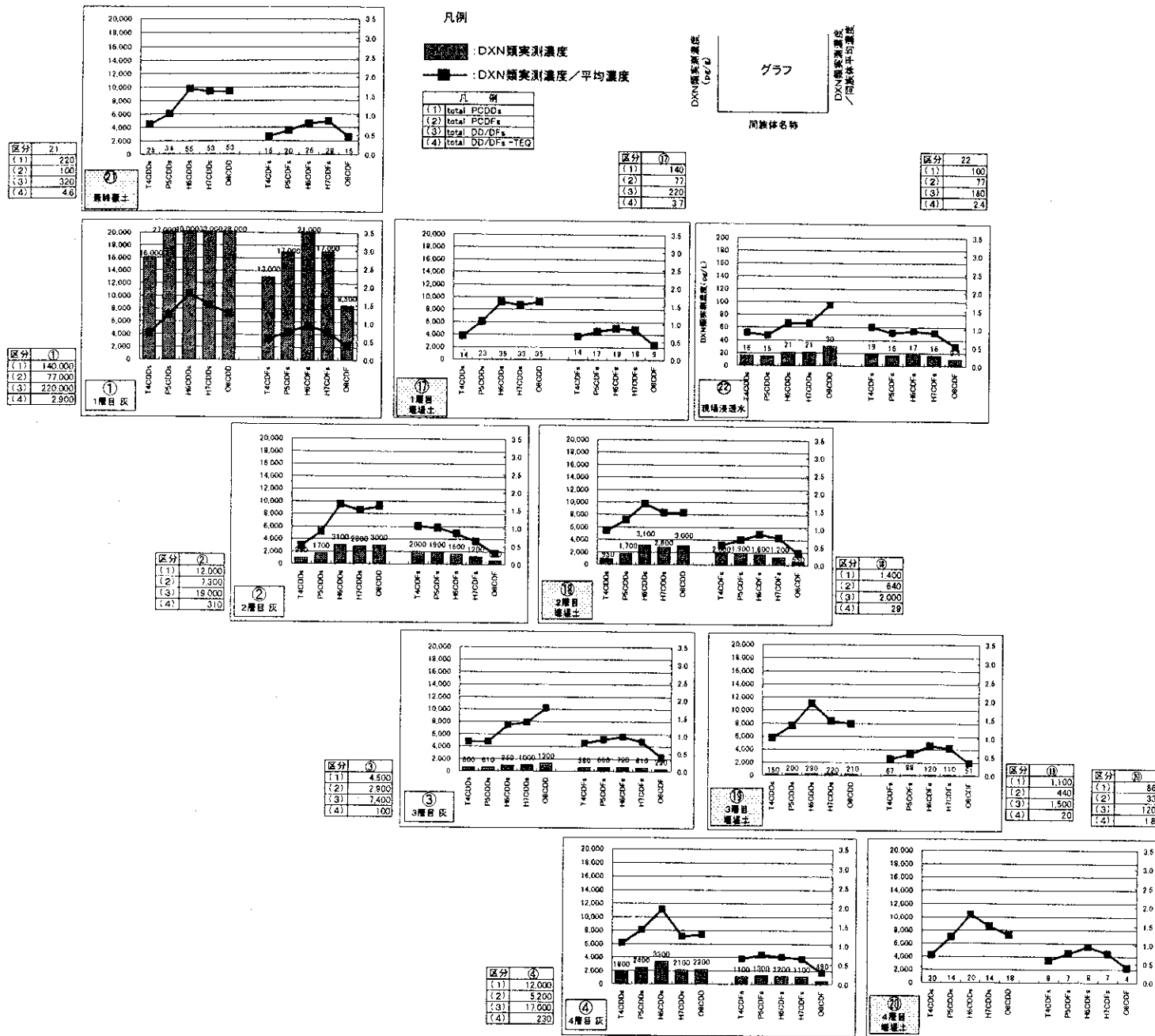


図2-10 処分場No.15の調査部採取試料における同族体分布比較

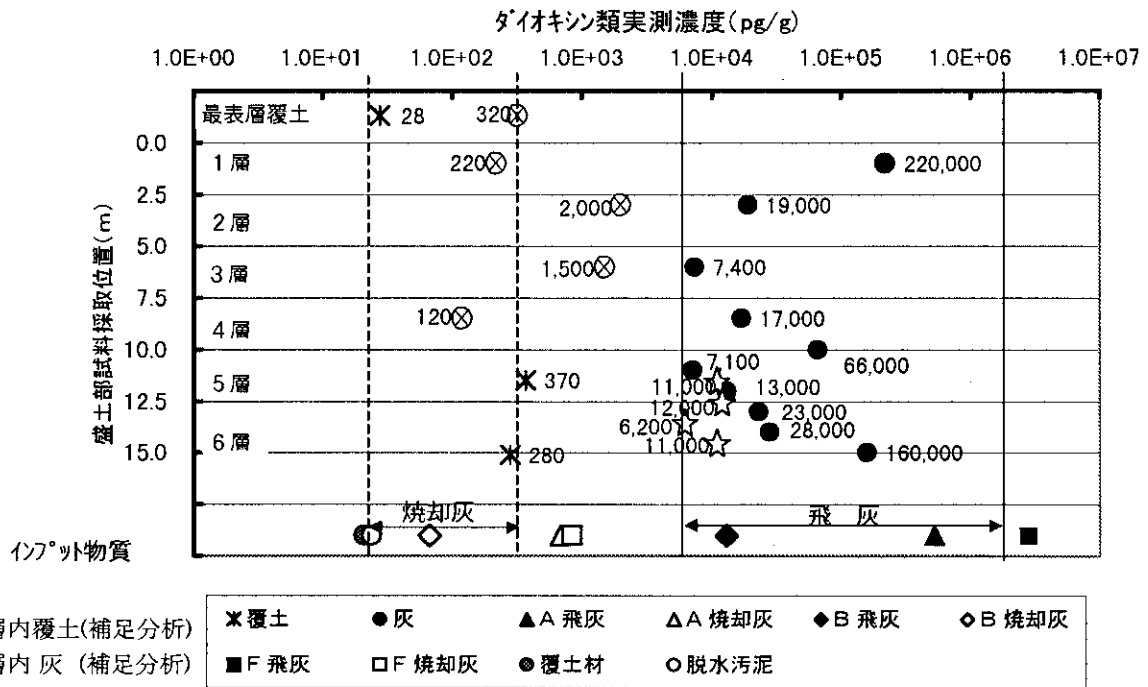


図2-11 覆土材，脱水汚泥，及び調査部試料採取位置とダイオキシン類実測濃度分布

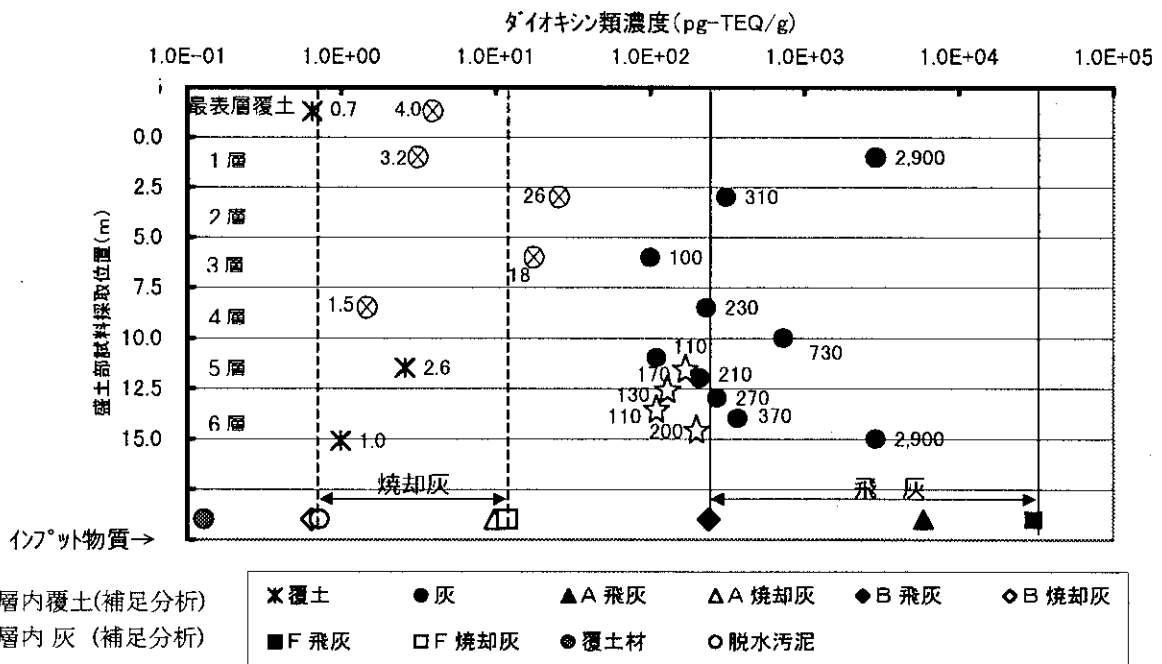
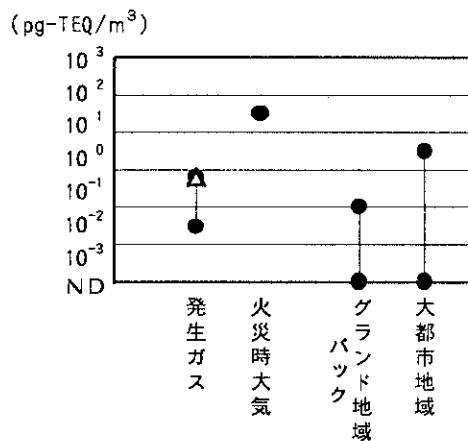
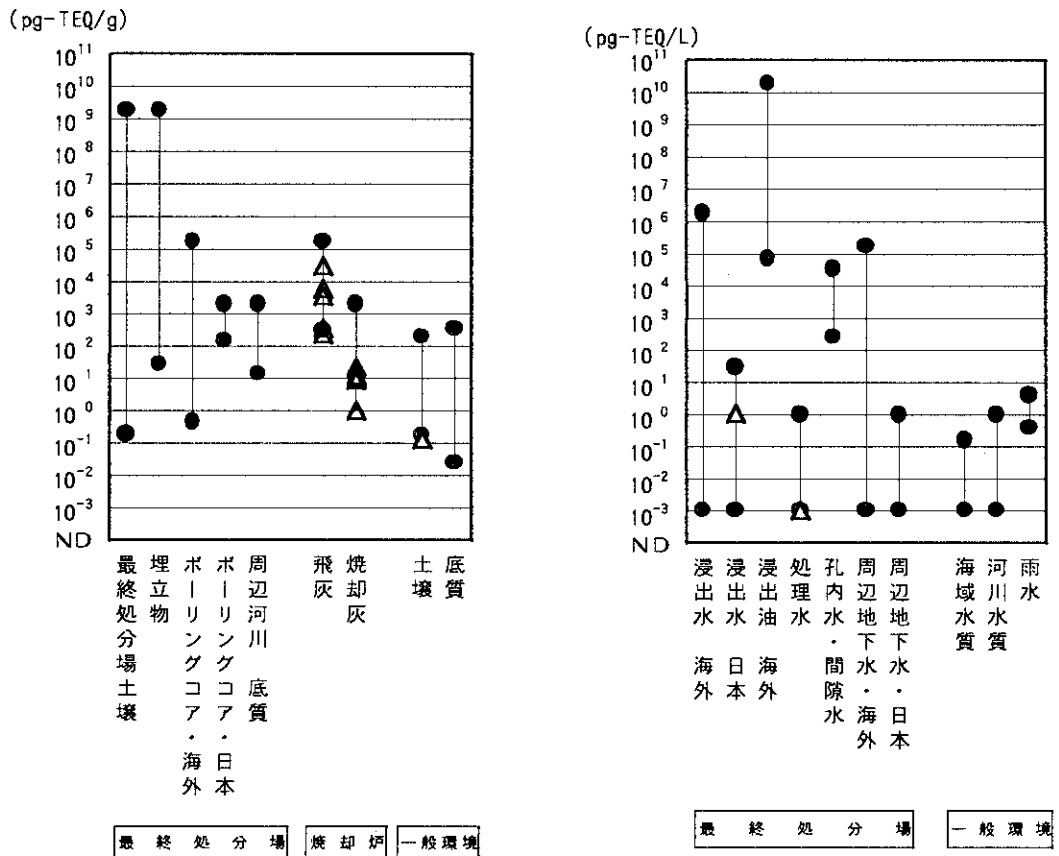


図2-12 覆土材，脱水汚泥，及び調査部試料採取の位置とダイオキシン類(TEQ)分布

(4) 既存文献値との比較

以上の焼却残渣（飛灰，焼却灰），埋立地周辺物質及び調査部の物質のダイオキシン類の毒性等量について、野馬^{*1)}がわが国及び海外において報告された約300件の文献等について整理した値と比較したものを図2-13に示す。

今回、調査した各物質のほとんどは、既存文献値の範囲にあることが分かる。



出典：野馬（未発表）

△：本調査結果値

図2-13 本調査結果と既存文献値との比較

*1)：野馬幸生，広島県保健環境センター生活環境部主任研究員

(5) 試料採取間の標準偏差に基づく類似性

ここでは、各試料間の関連性を見いだす一手法として、つぎのような手順で試料間の類似性を見るものとした。

標準偏差に基づく類似性の記号化を表2-4に示す。

なお、検出限界以下は「ゼロ」として処理し、標準偏差値の範囲設定については、あくまで目安程度に設定し、特に数値処理を行ってはいない。

また、処分場No. 15のダイオキシン類に係る全体埋立物の構成を図2-14に、調査部における埋立灰の構成を図2-15に示す。

手順1：同族体のダイオキシン類実測濃度の平均値を1に基準化



手順2：試料の組合せ毎に各同族体の誤差の二乗の和を求め標準偏差とする



手順3：標準偏差値の範囲を設定し記号化

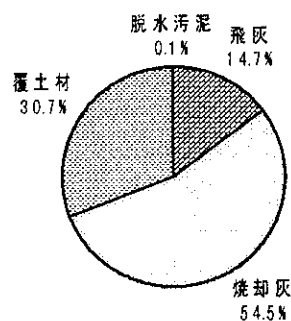


図2-14 全体埋立物の構成 (重量比-dry)

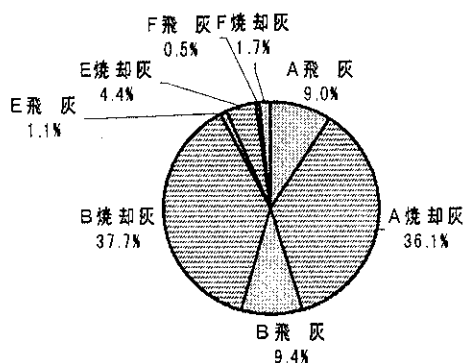


図2-15 調査部の埋立灰の構成 (重量比-dry)

【試料間の類似性について】()内数値は表2-4に示す試料番号

- ① A飛灰(1)とF飛灰(9)が似ている。
- ② A飛灰(1)は、埋立層灰(20)～(25)及び同(27)～(30)の全ての同族体パターンと似ているが、①に示したようにA飛灰(1)と似ているF飛灰(9)は、全ての埋立層灰とは似ていない。
- ③ これは、ダイオキシン類濃度では $F(2,800,000\text{pg/g}) > A(530,000\text{pg/g}) > B(13,000\text{pg/g})$ であるものの、図2-15に示すように、埋立灰の約9割がA, B焼却施設の焼却残渣で占められ $A(45.1\%) \approx B(47.1\%) \gg F(2.2\%)$ であるため、埋立層灰のほとんどの同族体パターンがA飛灰に類似しているものと考えられる。
- ④ 一方、A飛灰(1)と覆土材(12)、池底泥(18)が似ているが、F飛灰(9)とはこれに降下ばいじん(17)が加わり似ている。

- ⑤覆土材(12)の同族体パターンは各埋立層灰と似ており、埋立層覆土(26)及び(31)とは似ていないが、前出図2-11, 12に示した濃度分布より、埋立層覆土のダイオキシソ類濃度は覆土材のそれより高くなっている。
- ⑥また、埋立層覆土材(26)及び(31)は、⑤で述べたようにダイオキシソ類濃度が覆土材(12)より高くなっているものの、埋立層灰のいずれとも似ていない。
- ⑦浸出水(14)の同族体パターンは、現場浸透水(13)、及び埋立層灰(20)～(25), 同(27)～(30)とは全く異なり、4塩化が高いという特異性を持ち、むしろ埋立層覆土(26)及び(31)と似ている。
- ⑧現場浸透水(13)は、埋立層灰と同族体パターンが似ているが、現場浸透水が第1層め中間層部分から滲み出、採取時は埋立層灰上を通過したものを採取したためと考えられる。

(6) 本調査結果に基づく物質収支

今回の分析結果について、図2-5に示したダイオキシン類物質収支のモデルにダイオキシン類の実測濃度及び毒性等量を表示したものを図2-16，図2-17に示す。

また、以上の結果を基に、本最終処分場におけるダイオキシン類の物質収支について、各物質における推定量と、焼却残渣と覆土材及び降下ばいじんの総量を100%として、これに対する各物質中のダイオキシン類量及び毒性等量の割合を合わせて示したものを図2-18，図2-19に示す。

なお、算定根拠として、算出フローを図2-20に示す。

図2-18及び図2-19より、ダイオキシン類量及び毒性等量とも、インプットとなる飛灰と焼却灰において既に99.97%を占めており、これに対しアウトプットとなる浸出水，処理水及び埋立地ガスはいずれも1万分の1%～十万分の1%程度となった。

以上のことから、最終処分場では、埋め立てられたダイオキシン類のほとんどが貯留保管されている状況にあることがうかがえる。

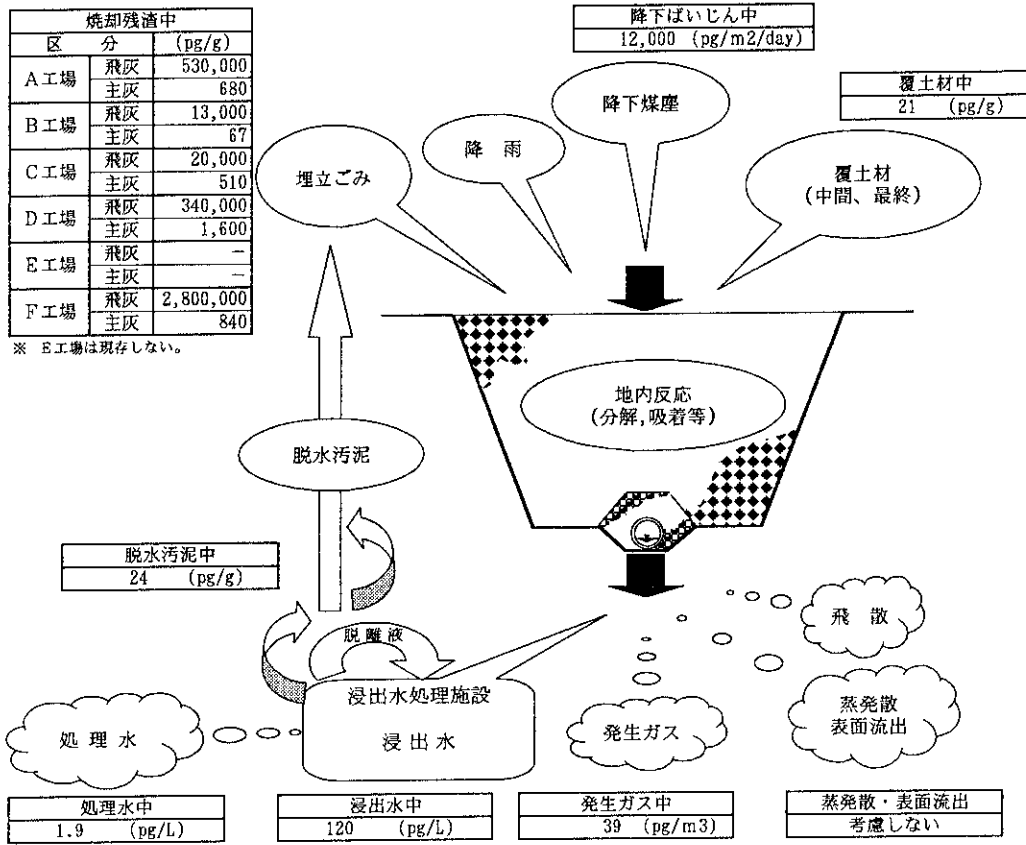


図2-16 NO.15最終処分場における物質収支モデルとダイオキシン類実測濃度

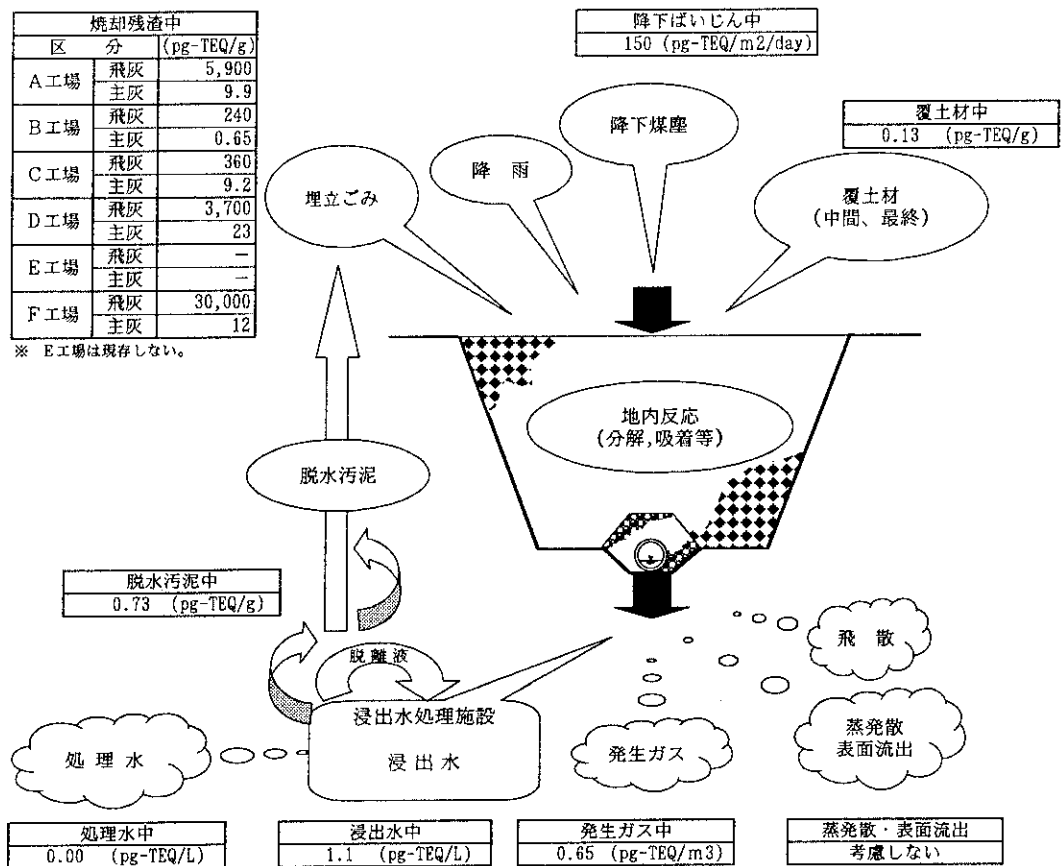


図2-17 NO.15最終処分場における物質収支モデルとダイオキシン類毒性等量

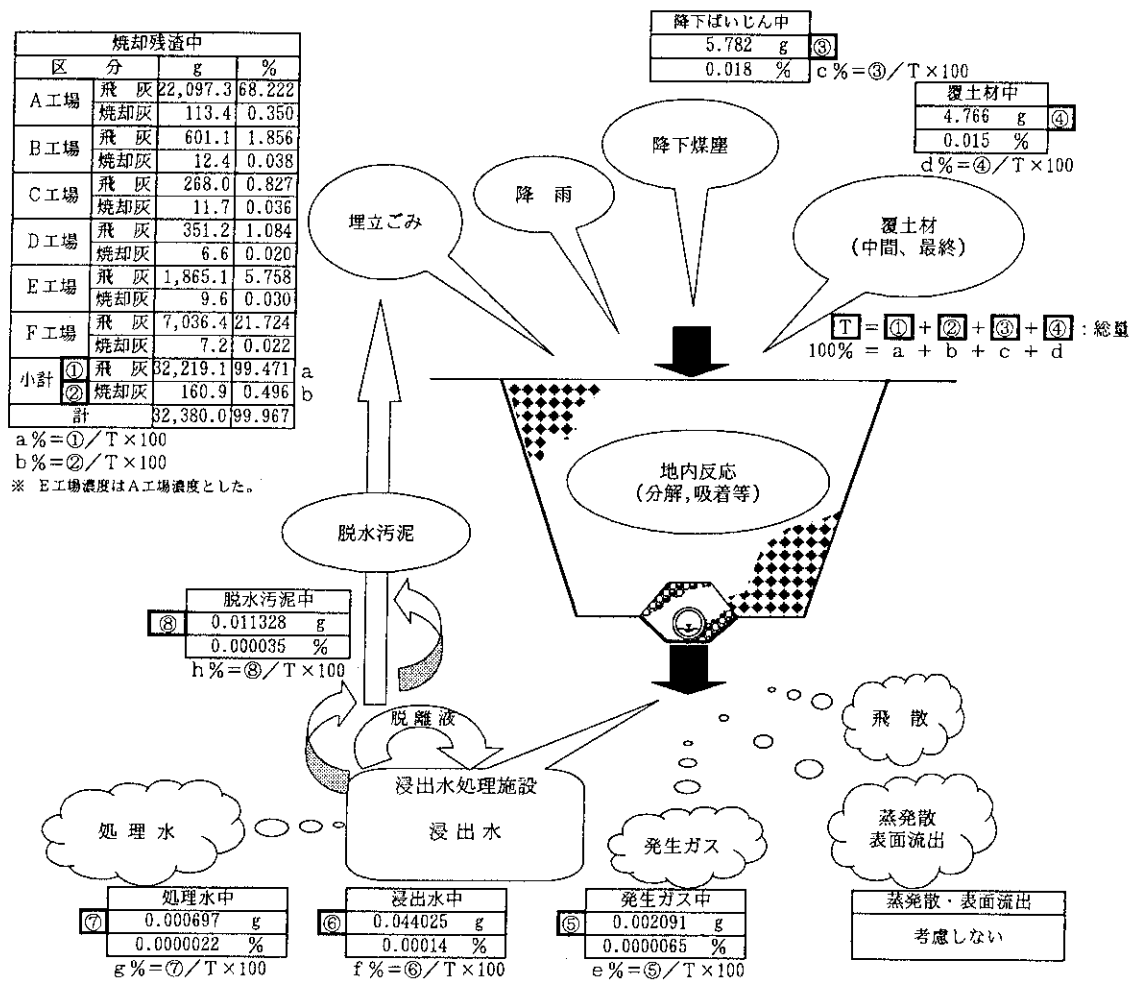


図2-18 NO.15最終処分場におけるダイオキシン類の物質収支

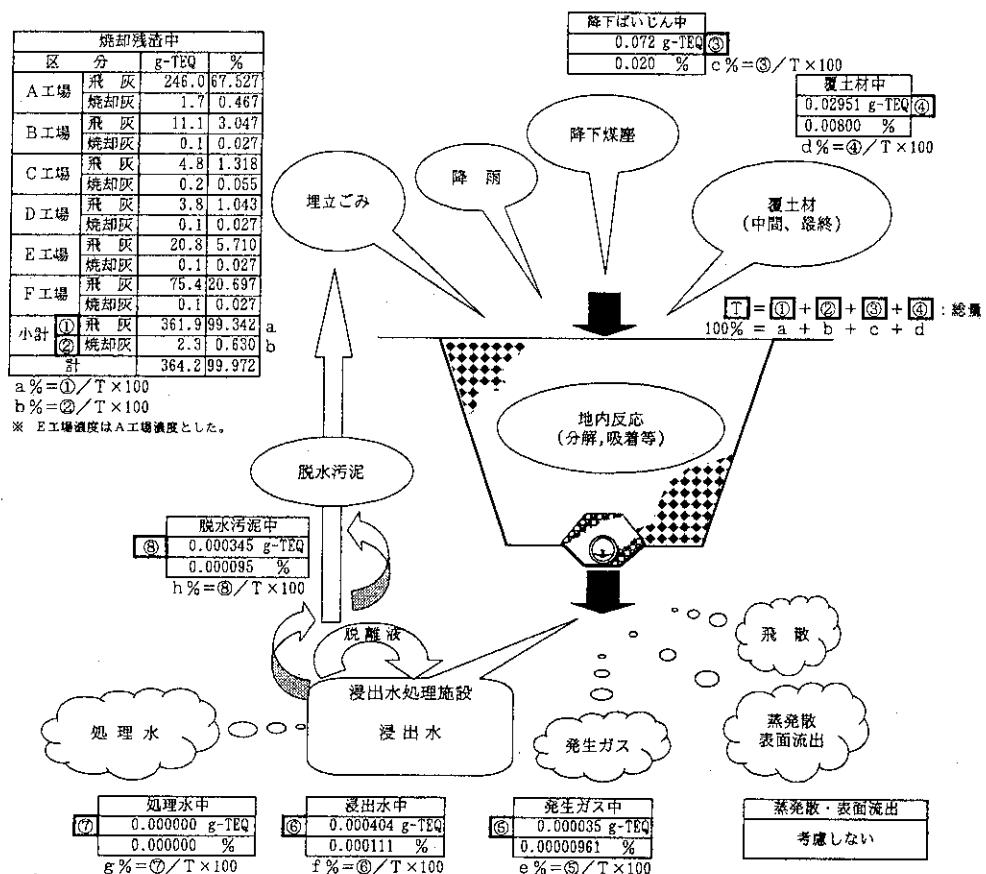


図2-19 NO.15最終処分場におけるダイオキシン類 (毒性等量) の物質収支

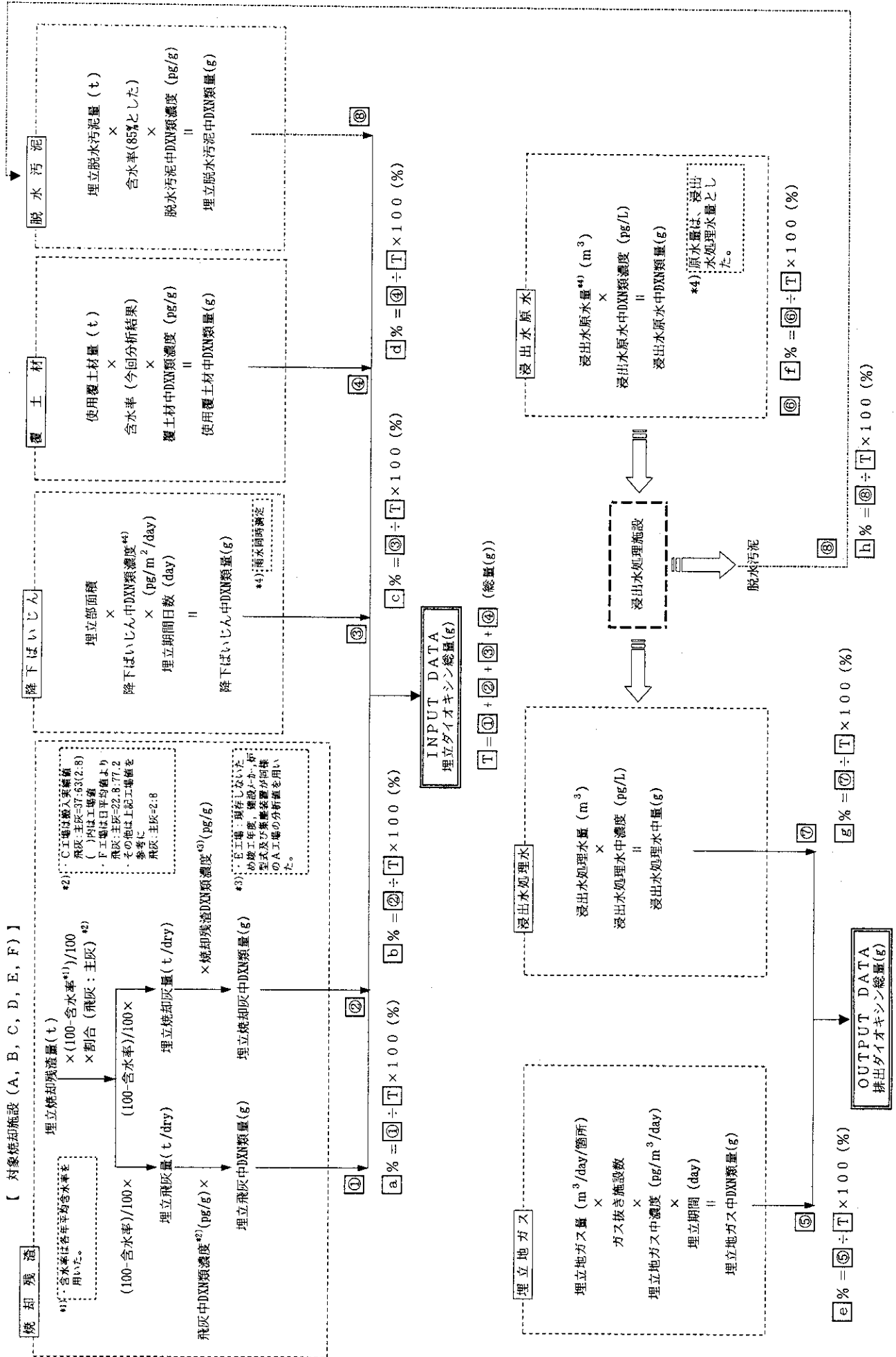


図2-20 NO.15最終処分場におけるダイオキシン類物質収支算定フロー

3) その他分析結果

各対象物質におけるダイオキシン類以外の分析について、CO-PCBs、水分、C及びNの分析結果を表2-6に、水質分析結果を表2-7に示す。

なお、焼却残渣のCO-PCBsは、各焼却施設の搬入割合に基づき、1試料を作成し分析した。

表2-6 CO-PCBs、水分、C及びNの分析結果

サンプル名	CO-PCB				水分 (%)	熱灼減量 (%) (乾ベース)	元素分析結果		
	【WHO/IPCS('93)】		【WHO('97)】				C (dry-%)	N (dry-%)	
	実測濃度	毒性等量	実測濃度	毒性等量					
A工場	飛灰	680 pg/g	10 pg-TEQ/g	590 pg/g	10 pg-TEQ/g	0.2	5.7	1.99	0.03
	焼却灰					21.6	4.1	3.72	0.12
B工場	飛灰					3.6	6.5	0.97	0.02
	焼却灰					9.2	2.1	0.56	0.02
C工場	飛灰					6.9	8.2	1.32	0.11
	焼却灰					21.1	4	1.93	0.06
D工場	飛灰					0	3.9	2.48	0.03
	焼却灰					24.5	6.7	5.11	0.2
E工場	飛灰					—	—	—	—
	焼却灰					—	—	—	—
F工場	飛灰					0.5	5.3	2.18	0.04
	焼却灰					0.7	2.1	4.1	0.12
覆土材					7.4	0.4	0.07	0.01	
脱水汚泥					—	—	—	—	
降下煤塵					—	—	—	—	
1層目 灰					10.7	1.3	7.32	0.21	
2層目 灰					6.4	1.3	2	0.06	
3層目 灰					5.8	1	3.88	0.12	
4層目 灰					6.7	0.9	2.57	0.25	
5層目 0m灰					10.4	2.1	3.45	0.11	
3層目 1m灰					13.6	2	1.85	0.06	
6層覆土(5-1.5)					14.6	2.1	0.82	0.06	
6層目0.5m灰(5-2.0)					13.3	2.4	2.05	0.06	
6層目1.5m灰(5-3.0)					12.7	2.8	4.06	0.12	
6層目2.5m灰(5-4.0)					14.6	2.1	7.33	0.24	
6層目3.5m灰(5-5.0)					19.6	2.9	4.2	0.08	
7層目覆土(6-覆土)					15.1	1.2	0.37	0.03	
最表層土					7	0.3	0.09	0.01	
現場浸透水	59 pg/L	0.1 pg-TEQ/L	48 pg/L	0.098 pg-TEQ/L	—	—	—	—	
浸出水原水	1500 pg/L	0.55 pg-TEQ/L	1400 pg/L	0.36 pg-TEQ/L	—	—	—	—	
施設処理水	2.5 pg/L	0.00031 pg-TEQ/L	2.5 pg/L	0.00031 pg-TEQ/L	—	—	—	—	
施設発生ガス	—	—	—	—	—	—	—	—	
池底泥	190 pg/g	1.6 pg-TEQ/g	160 pg/g	1.6 pg-TEQ/g	43.1	4.5	1.23	0.11	

表2-7 水質分析結果

項目	単位	現場浸透水	浸出水	処理水
pH(20℃)	—	8.0	7.0	7.1
BOD	mg/L	36	130	2.1
COD	mg/L	41	110	7.8
SS	mg/L	210	99	< 1
VSS	mg/L	30	38	—
T-N	mg/L	61	160	1.7
Cl	mg/L	850	23000	8000
TOC	mg/L	35	75	17
EC	μS/cm	450	5000	2400
TS	mg/L	2700	38000	14000
V-TS	mg/L	200	7300	180

2-3. まとめ

今回の調査において、ダイオキシン類の物質収支の観点からは、最終処分場へのインプット条件となる飛灰、焼却灰、降下ばいじん、及び覆土等の物質のうち、最も大きく関与するのは、周知の飛灰であることが再認識され、しかも、インプット全体(約364g-TEQ)の99.3% (毒性等量ベース) を占めていることが分かった。

また、降下ばいじん、覆土材においても、飛灰と比較すると微量ではあるもののダイオキシン類を含んでいることが分かったが、採取地点が埋立地及びその近傍であったためと考えられるが、経路については明確には言えない。

さらに、最終処分場からのアウトプット条件となる浸出水、処理水、及び埋立地ガス等からもダイオキシン類実測濃度で検出されたが、インプット量に比較すると非常に微量であり、数万～十数万の1パーセントとなった。

これらのことから、最終処分場におけるダイオキシン類のほとんどが、埋立地内に保管貯留されていることがうかがえる。

一方、調査部における14試料の埋立層灰のダイオキシン類毒性等価濃度は、インプット物質であるA～D飛灰濃度(240～5,900pg-TEQ/g)と同程度(100～2,900pg-TEQ/g)を呈していた。このことは、焼却施設A、Bからの焼却残渣が全埋立灰の92.2%を占め、A、B飛灰が全体埋立て飛灰の92.0%(dry)を占めていることや、5焼却施設のうち高濃度を呈したF飛灰は同2.5%(dry)であることなどからうかがえる。

ダイオキシン類の埋立物—土壤(覆土)—液相—気相間の分配、移動の観点からは、上述したように浸出水や埋立地ガスにダイオキシン類が含まれていることから、移動していることがうかがえるが、調査部においては現場浸透水の出現を除いては比較的乾燥状態にあったことや、設置した採取設備からの浸出水やガスの発生(臭いの確認はされたが、流出しているとは判断できなかった。)がなかったことから、その経路や分配割合等について、今回の調査では明らかにできなかった。

各同族体濃度は、その高低が各試料間において著しいことから、濃度における比較とは別に、各試料の同族体平均濃度を1として基準化し、各試料の類似性について整理したが、調査した5焼却施設の飛灰及び焼却灰は、炉型式が異なるもののA(全連ストーカ炉)とF(機械化バッチ式炉)がよく似ていることが分かった。また、埋立層灰も前述した埋立量構成でもわかるように、A飛灰とよく似ており、特徴的であったのは、浸出水及び埋立層覆土の4塩化同族体が高く、かつよく似ていたことである。

以上のように、今回の調査においては、現状把握にとどまったが、追跡調査等によりデータを蓄積し、ダイオキシン類の収支及び周辺環境への影響を把握していくことが今後望まれる。

第3章 最終処分場におけるダイオキシン類挙動調査2（挙動部会B）

3-1 調査概要

1) 調査目的

平成10年度の調査により、最終処分場におけるダイオキシン類収支の目安が得られた。また、最終処分場周辺環境中のダイオキシン類分布特性の例が明らかにされた。

本年度は、平成10年度と同じサイトを対象に試料の追加分析等を行うことにより、各試料のダイオキシン類含有量の代表性を検討し、これに基づくダイオキシン類収支の再検討を行った。

2) 調査方法

(1) 調査方法の概要

調査概要を表3-1に、調査対象を図3-1に示す。表3-1には平成10年度の調査概要も合わせて示す。

(2) 調査サイトの概要

本調査の対象とした最終処分場は、平成10年度と同様に施設No. 14とした（施設の概要についてはH10報告書に記載）。施設No. 14では、平成10年度調査時（平成10年9月）以降、平成11年9月までに、焼却灰が2,681t、飛灰が927t、覆土が5,915t埋立処分されている。

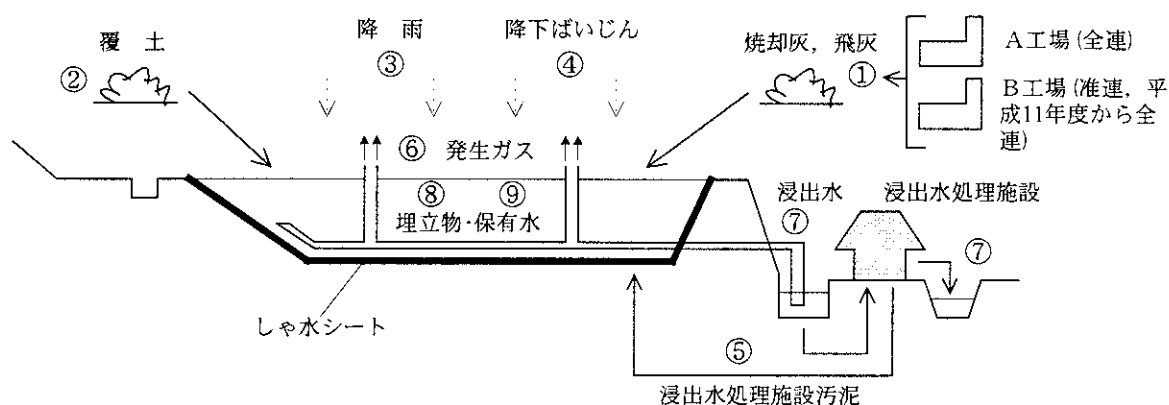


図3-1 ダイオキシン類収支調査対象

表3-1 ダイオキシン類収支調査概要

区分	No.	対象	採取日時	概要
入	①	焼却灰, 飛灰 (A, B工場)	H10. 10. 15, 16	焼却灰, 飛灰についてそれぞれ2工場で採取し、排出割合で混合し、焼却灰1検体、飛灰1検体を得た。
			H11. 8 H11. 9	焼却灰, 飛灰についてそれぞれ2工場で採取した。(2回採取し、それぞれ分析)
	②	覆土	H10. 10. 9	覆土材採取場の法面から試料を採取。
	③	降雨	H10. 11. 16 ~11. 28	最終処分場に隣接する浸出水処理施設敷地内で降雨を、ガロンビンを用いて直接採取。規定量(9L)に達するまで合計3回の降雨を採取した。
	④	降下ばいじん	H10. 10. 8 ~11. 9	最終処分場上流の近接地点で、降下ばいじんを連続1ヵ月間採取した。
入	⑤	浸出水処理 施設汚泥	H10. 10. 8	浸出水処理施設から最終処分場に持ち込まれる汚泥として第一, 第二凝集沈殿槽の底に堆積した汚泥をエクマンバージ採泥器により採取した(水・汚泥 WG と兼ねる)。
			H11. 8. 10 ~9. 9	第一, 第二凝集沈殿槽内に設置したセジメントトラップにより連続1ヵ月間採取した(水・汚泥 WG と兼ねる)。
出	⑥	発生ガス	H10. 10. 7~9	最終処分場内縦型ガス抜き管から、ローボリウムエアサンプラーにて、発生ガスを採取。約3.58m ³ の試料を得た。
	⑦	浸出水 処理水	H10. 10. 8	浸出水処理施設原水調整槽流出水を採取。滞留時間を考慮して処理水も採取(水・汚泥 WG と兼ねる)。
			H11. 9. 10 H11. 10. 1 H11. 10. 29	浸出水処理施設原水調整槽流出水を採取。滞留時間を考慮して処理水も採取(3回採取, 水・汚泥 WG と兼ねる)。
場内	⑧	埋立物 (サンプリングコア)	H10. 10. 8~9	機械ボーリングにてコアを採取。上部および下部の焼却残渣, 覆土を採取。
			—	平成10年度で採取したサンプリングコアから未分析層について合計8層を採取。
	⑨	保有水	H10. 10. 9	ボーリング孔内に有孔塩ビ管を挿入し、水換えの後、保有水を採取。
			H11. 9. 10 H11. 10. 1 H11. 10. 29	平成10年度に設置したボーリング孔内の塩ビ管から保有水を採取(3回採取)。

※ は、平成10年度実施の調査である。

(3) 試料採取方法

①焼却残渣（平成10年度，11年度調査）

平成10年度においては、A，B2工場で焼却灰，飛灰をそれぞれ採取し、それぞれを工場排出重量割合で混合し、焼却灰1検体、飛灰1検体とした。

平成11年度においては、2工場において同時に焼却灰、飛灰を採取したが、混合せずにそれぞれにわけて分析を行った。採取は時期を変えて2回行い、計8検体とした〔焼却灰4検体(A工場2検体，B工場2検体)，飛灰4検体(A工場2検体，B工場2検体)〕。

なお、B工場は、ダイオキシン対策として平成11年度から従来の准連続運転を全連続運転に切り替えて操業を行っている。また、A，B工場とも飛灰の中間処理は行っていない。

②覆土（平成10年度調査）

最終処分場に隣接する覆土採取場の法面から採取した。採取は法面の上部，中部および下部の3ヵ所で行い、等量混合したものを1検体として分析を行った。

③降雨（平成10年度調査）

最終処分場に隣接する浸出水処理施設敷地内で採取を行った。3L ガロンビンにステンレス製ロートをセットした状態で準備しておき、降り始めと同時に採取を開始し、降雨終了時まで採取を続けた。試料量が9Lに達するまで、合計3回の降雨を採取したが、試料は降雨ごとに分析機関に送り、最後に均一に混合したものを1検体として分析を行った。

降雨試料については、1 μ mろ紙によるろ過を行い、ろ液と残渣に分けて分析を行った。

④降下ばいじん（平成10年度調査）

最終処分場上流の近接地点において、連続1ヵ月間の採取を行った。採取にはデポジットゲージ(300mm ϕ ，20L)を用い、湿性降下物と乾性降下物は分離せずに採取した。

⑤浸出水処理施設汚泥（平成10年度，11年度調査）

平成10年度調査においては、第一および第二凝集沈殿槽の底に堆積している沈殿汚泥を、エクマンバージ採泥器(15cm \times 15cm)を用いて採取し、2検体を得た。

平成11年度調査においては、第一および第二凝集沈殿槽内にセジメントトラップ(200mm ϕ \times 200mmH，ステンレス製)を1ヵ月連続して設置し、沈殿汚泥をトラップ内に採取した。トラップの引き上げは1ヵ月間に3回行い、引き上げごとにトラップ内に沈殿している汚泥を全て採取し、最後に3回分を均一に混合して1検体とした。

⑥発生ガス（平成10年度調査）

最終処分場内縦型ガス抜管から発生するガスを採取した。採取管の開口部をシールし、吸引管を通じてろ紙およびポリウレタンフォームを装着したローポリウムエアサンプラーにて採取を行った。採取は2日間にわたって連続して行い、約3.58m³のガスを採取した。

⑦浸出水・処理水(平成10年度, 11年度調査)

平成10年度調査においては、浸出水は浸出水処理施設の流量調整槽流出水を、処理水は活性炭処理水を採取した。採取にはステンレス製のヒシャクを用い、ガロンビン(3L)に採取した。採取に当たっては、試料を平均化するため、30分間隔で3回の採水を行い合計30Lを分析機関にて均等混合し、1検体とした。

平成11年度調査においても平成10年度調査と同様の手法にて採取を行った。平成11年度においては、試料の代表性をさらに高めるために、最初の採水日から約3週間おきに計3回の採取を行った。なお、処理水の採取に当たっては、処理施設内での水の滞留時間を考慮して、浸出水採水後滞留時間だけ遅らせて採取した。

浸出水・処理水試料については、1μmろ紙によるろ過を行い、ろ液と残渣に分けて分析を行った。

⑧埋立物(平成10年度, 11年度調査)

平成10年度調査において、最終処分場内1ヵ所で機械ボーリングにて無水掘削(φ113mm)でサンプリングコアを得、上部, 下部の焼却残渣および覆土を試料として採取した。ボーリング位置および試料採取位置を図3-2に示す。

平成11年度調査においては、平成10年度調査で得られたサンプリングコアから、未分析の焼却残渣4層および覆土層4層、合計8層から試料を採取し、分析を行った。

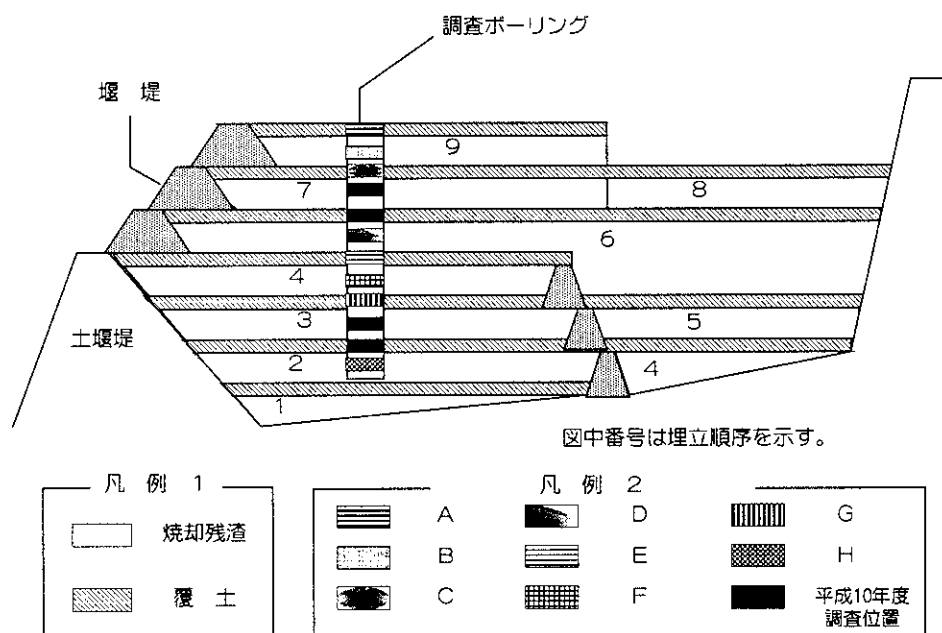


図3-2 埋立物採取位置

⑨保有水(平成10年度, 11年度調査)

平成10年度調査においては、埋立物採取後のボーリング孔に塩ビ管(L=11m)を挿入し、初期の孔内水を水換えした後に保有水を採取した。採取にはベイラー(孔内専用の採水器具)を用い、ガロンビン(3L×9本, 計27L)に採取した。