

(3) 有効煙突高さ

a. 排煙上昇高さ

煙突からの排ガスの有効煙突高さ H_e は、K市A清掃工場での調査例と同様に算出した。

b. 沈降効果による有効煙突高さの低下

連続的に排出された粒子の煙流主軸は、重力沈降によって風下に向かって降下する。この効果を組み入れるため、拡散式における H_e を、A清掃工場での調査例と同様に、式3のように置き換えた。

(4) 大気中濃度・地表面沈着量計算式

a. 無降水時

慣性沈着及び重力沈降を考慮する。拡散式は、A清掃工場での調査例と同様、式4～7を用いた。

b. 降水時

慣性沈着、降水沈着及び重力沈降を考慮する。拡散式は、A清掃工場での調査例と同様、式8～15を用いた。

(5) 拡散パラメータ(P-G 図&無風・弱風時パラメータ)

当該対象施設の煙突も、A清掃工場と同様、実高さが概ね50m上で排ガス熱量も大きく、比較的大規模な煙源で有効煙突高さもかなり高くなることから、平均的拡散場としては上層拡散場に属する煙源であると考えられる。そこで、拡散パラメータを導く大気安定度として、地上気象から算定された安定度区分よりも一定程度中立にシフトした安定度を、A清掃工場での調査例と同様に想定した(表3-3-9)。

拡散パラメータも、A清掃工場と同様に Pasquill-Gifford 図及び「無風・弱風時に係る拡散パラメータ」(窒素酸化物総量規制マニュアル記載)を使用した。

2) 試算結果

(1) 日平均値および月間降下量の試算

前述のように当該施設の粒径分布データが得られていないため、A清掃工場での測定データを用いるケースを標準として、以下に示す発生源想定ケースについて試算した。

表 3-3-22 想定ケース一覧

ケース	概要
1	標準ケース（粒子体の粒径分布はA清掃工場データ使用）
2	全量をガス体と想定したケース
3	粒子体の粒径を全量 5 μm としたケース *
4	粒子体の粒径を全量 20 μm としたケース *
5	粒子体の粒径を全量 50 μm としたケース *

*：新施設については粒子体の比率を50%と仮定

大気中濃度の試算結果を表 3-3-23に、降下量の試算結果を表 3-3-24に示す。

旧施設での日平均値の試算結果についてみると、大きな粒径を想定したケースほど着地濃度は高く予測されており、重力沈降による有効煙突高さの低下の効果が現れている。実測値が施設直近の50m地点で最も高いのに対し、予測値は東1km地点が最も高くなっている。今回使用した風速データはアメダス局のもので1m未満の分解能を持たないので、弱風頻度が多い当該地域の場合、モデルと実態とのずれがやや大きいとも考えられるが、この直近地点を除けば、実測値と予測値の差は実測値の30%~90%程度で、オーダー的にはかなり一致しているとも評価できる。

排出量が約1000分の1に減少した新施設においては、予測値は fg/m^3 のオーダーで実測値との比較はほぼ無意味であろう。実測値は依然として pg/m^3 のオーダーであるが、9月時点と比較して概ね2~10 pg/m^3 程度低下しており、これが当該施設からの寄与の減少に概ね見合ったものと考えられる。

降下量の予測結果を旧施設についてみると、直近の 50m 地点を含め、ほとんどの地点で、オーダー的にかなりよい整合を示しているといえる。ただ、粒子体の全量を $50 \mu\text{m}$ と想定したケースは過大評価といえそうである。

新設については、排出量の減少に伴い、降下量予測値も約 1000 分の 1 に減っており、直近の地点でも実測値の約 50 分の 1 である。しかし、実測値そのものがいずれの地点においても $1.2\sim 1.7 \text{ ng/m}^2/\text{day}$ であり、特定の発生源によるものではないことがあきらかである。

表 3-3-23 大気中ダイオキシン類日平均濃度の試算結果（単位：pg/m³）

期間	測定地点	概算距離	実測濃度	ケース				
				1	2	3	4	5
9月 10日 11日	50m 地点	90m	29	3.50	3.50	3.50	3.53	3.73
	東 1 km 地点	1.4 km	22	8.94	8.89	8.97	10.6	21.8
	東 2 km 地点	2.1 km	12	6.88	6.87	6.90	7.71	10.9
	東 5 km 地点	4.7 km	6	4.26	4.35	4.26	4.20	1.93
	西 1 km 地点	1.0 km	12	2.81	2.80	2.81	3.09	6.05
	西 2 km 地点	1.7 km	12	2.14	2.13	2.15	2.37	4.22
	西 5 km 地点	4.9 km	9.4	0.567	0.566	0.567	0.582	0.645
12月 3日 4日	西 10km 地点	9.3 km	3.5	0.175	0.175	0.176	0.177	0.182
	50m 地点	70m	6.3	0.00982	0.00982	0.00982	0.00987	0.00847
	東 1 km 地点	1.4 km	11	0.00548	0.00548	0.00550	0.00582	0.00748
	東 2 km 地点	2.1 km	7.8	0.00393	0.00393	0.00394	0.00417	0.00481
	東 5 km 地点	4.7 km	8.2*	0.00255	0.00255	0.00255	0.00281	0.00280
	西 1 km 地点	1.0 km	4.1	0.00586	0.00586	0.00588	0.00623	0.00803
	西 2 km 地点	1.7 km	3-3	0.00517	0.00517	0.00520	0.00567	0.00731
西 5 km 地点	4.9 km	6.8	0.00310	0.00310	0.00310	0.00360	0.00394	
西 10km 地点	9.3 km	1.7	0.00283	0.00283	0.00283	0.00341	0.00113	

*は平成 11 年 3 月 5 日～6 日の測定値である。

注) 毒性等価濃度ではなく総量をあらわしている。

表 3-3-24 ダイオキシン類降下量の試算結果（単位：ng/m²/day）

期間	測定地点	概算距離	実測値	ケース				
				1	2	3	4	5
8月 25日 9月 17日	50m 地点	90m	110	103.	20.1	103.	107.	130.
	東 1 km 地点	1.4 km	5.3	7.33	1.33	7.40	10.7	51.8
	東 2 km 地点	2.1 km	29	6.21	0.993	6.28	9.62	43.1
	東 5 km 地点	4.7 km	2.3	3.73	0.539	3.77	5.75	10.3
	西 1 km 地点	1.0 km	12	9.76	1.87	9.82	12.6	43.8
	西 2 km 地点	1.7 km	11	9.02	1.63	9.07	11.8	45.4
	西 5 km 地点	4.9 km	2.9	3.83	0.678	3.85	4.99	8.83
12月 3日 1月 12日	西 10km 地点	9.3 km	1.4	1.99	0.363	2.00	2.54	1.99
	50m 地点	70m	1.6	0.0362	0.0198	0.0721	0.0747	0.0905
	東 1 km 地点	1.4 km	1.7	0.00223	0.00119	0.00453	0.00629	0.0279
	東 2 km 地点	2.1 km	1.6	0.00207	0.00106	0.00430	0.00575	0.0278
	東 5 km 地点	4.7 km	1.3	0.00196	0.000835	0.00447	0.00670	0.00975
	西 1 km 地点	1.0 km	1.6	0.00175	0.000965	0.00350	0.00527	0.0260
	西 2 km 地点	1.7 km	1.2	0.00119	0.000653	0.00238	0.00354	0.0170
西 5 km 地点	4.9 km	1.4	0.000468	0.000257	0.000936	0.00139	0.00231	
西 10km 地点	9.3 km	1.4	0.000266	0.000137	0.000552	0.000856	0.000831	

注) 毒性等価濃度ではなく総量をあらわしている。

3. 3. 5 調査結果のまとめ

・本調査では、2つの「都市ごみ焼却施設周辺環境等のダイオキシン類調査」結果を基に、廃棄物焼却施設から排出されるダイオキシン類の周辺の大気環境及び土壌環境への影響程度を、大気拡散モデルにより推定した。

・大気拡散モデルとしては、一般のガス状及び粒子状の排ガス物質と同様に取り扱うガウス型のプルーム・パフモデル（粒子に対する重力沈降、乾性沈着、湿性沈着の影響を考慮）を用いた。

・拡散予測は、実測が行われた日平均のダイオキシン類大気中濃度及び期間中のダイオキシン類降下量を対象とした。なお、数値としては、TEQ（毒性等価濃度）ではなく全ダイオキシン類濃度または降下量で行った。

・大気中濃度については、実測された粒子体の比率及び粒径分布の範囲では、粒子状物質としての拡散特性はそれほど顕著には現れず、全量ガス状として扱った場合の予測値との差は小さい。しかし、降下量については、粒子状物質の特性は顕著にあらわれ、全量ガス状として扱った場合の予測値との差は大きく、実測値との整合のうえからも粒子状物質としても考慮したモデルでの予測は妥当なものであった。

・大気中濃度については、都市域での調査を対象とした場合、予測値が実測値よりも1～2オーダー低かったが、田園地域での調査を対象とした場合（発生量が多い旧施設の場合）では、両者の差は実測値の30～90%程度でオーダー的に一致した地点もあった。

・対象施設からのダイオキシン類発生量が激減した田園地域の新施設稼働時は、大気中濃度が旧施設稼働時より概ね2～10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 程度減少しており、旧施設の寄与分として計算された大気中濃度の減少と概ね一致する結果となった。

・降下量については、都市域については極近傍地点で、田園地域の旧施設についてはより遠方の数km程度の範囲まで、予測値は実測値とオーダー的によい整合を示した。

・以上の点から、拡散モデルのさらなる検討も必要であるが、大気中濃度における実測値と予測値の差及び新施設における降下量についての実測値と予測値の差からは、対象施設以外の発生源（その他の廃棄物焼却施設、自動車排ガス、土壌その他からの飛散等）の影響があることは明らかと考えられ、こうした発生源からのダイオキシン類発生量の把握と拡散モデルへの取り込みが今後の課題である。

・また、A清掃工場周辺調査での大気中及び土壌中濃度と降下量の同族体別測定値を基に相互の関係について解析した結果、拡散モデルによる予測値を妥当なものとする、土壌中濃度への工場排煙からのダイオキシン類寄与は、数%～10%程度と推察された。

3. 4 豊能郡美化センターにおけるダイオキシン類の発生と挙動調査

豊能郡美化センター（以下「美化センター」という）の周辺土壌のダイオキシン類による高濃度汚染に関し、平成10年7月の施設内の調査、採取試料分析の結果と既存のデータ等をもとに、美化センター施設でのダイオキシン類の発生から土壌汚染に至る挙動を検討した。

3. 4. 1 調査の概要

1. 美化センター焼却施設の概要

美化センターの処理フロー概要を図 3-4-1に示す。このうち、ダイオキシン類の挙動に関係すると考えられる装置類の概要は以下の通りである。

- ・ 炉形式 准連続、流動床式
- ・ 処理能力 53t/16h (26.5t/16h×2炉)
- ・ 竣工 昭和63年 3月
- ・ 燃焼設備
 - ごみ供給機 2軸スクリュー式
 - 給じん機 回転式
 - 不燃物排出機 スクリュー式
 - 焼却炉 流動床式円筒型
 - 昇温バーナ 高圧噴霧式
- ・ 排ガス処理設備
 - ガス冷却室 水噴霧式炉頂型
 - 電気集じん器 横型乾式
 - 湿式洗煙装置 円筒縦型（以後の装置は2炉分共通）
 - 冷水塔 開放型
 - 煙突 RC内部レンガ積40m
- ・ 灰処理設備
 - 鉄分バンカ 角型
 - 不燃物バンカ 角型
 - 飛灰固化装置（セメント固化）
 - 固化物バンカ 角型
- ・ 排水処理設備
 - 施設排水処理装置 凝集沈殿ろ過方式
 - 洗煙排水処理装置 液体キレート注入、凝集沈殿

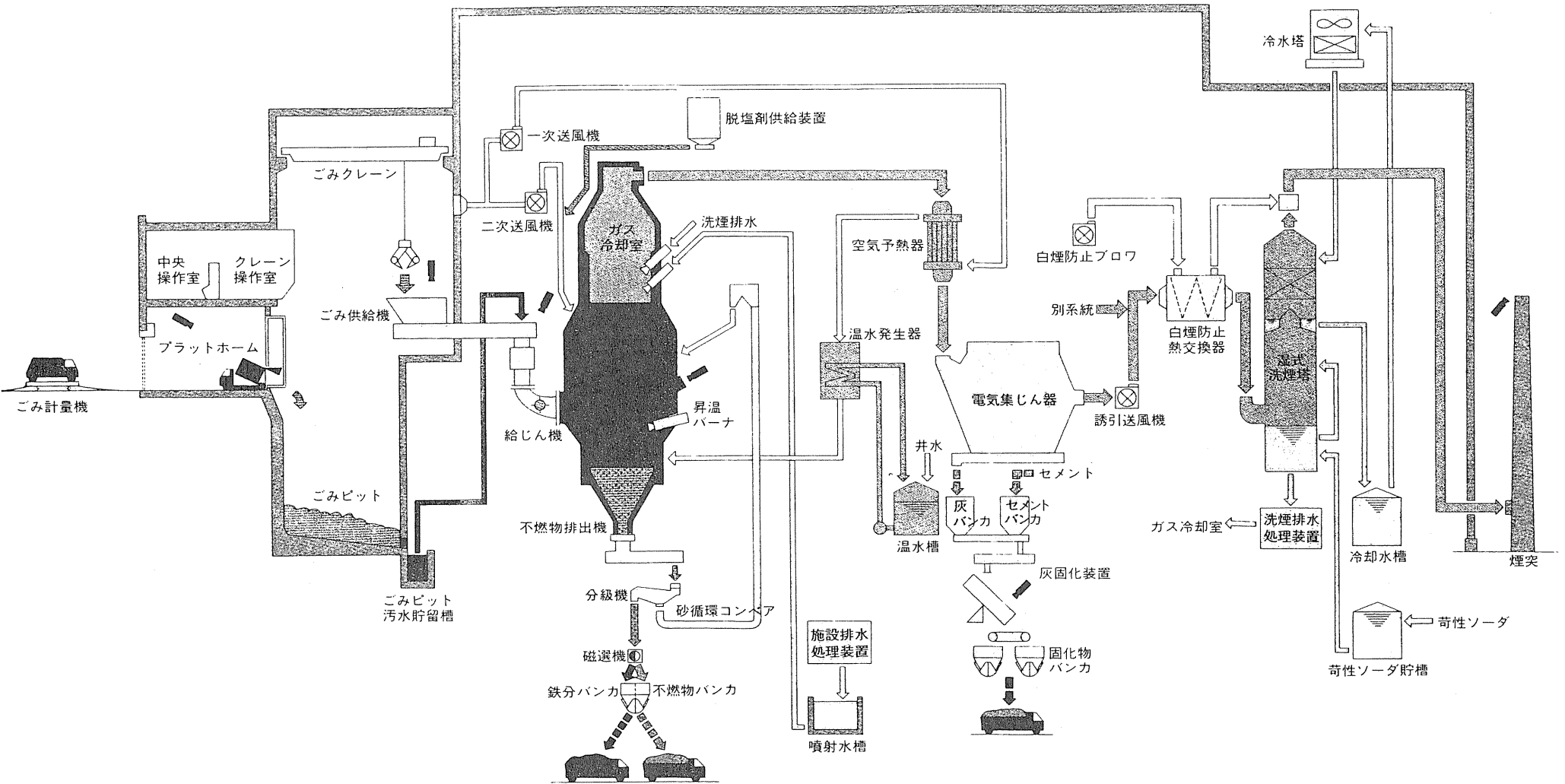


図 3-4-1 施設処理フロー

2. 施設周辺土壌及び施設内土壌の分析データ

周辺土壌関係についての汚染状況を表 3-4-1、図 3-4-2に示す。この中で特徴的なことは、施設に近いほどダイオキシン類の値が高くなっていることであり、煙突地点から100m以内ではほとんどが1000pg-TEQ/gを超える高濃度となっていた。一般には煙突からの排ガスは拡散する際風下側の数百メートル以降で高濃度が発生するものと考えられており、これら至近距離での土壌の汚染は煙突からの排ガス以外の原因の存在を示唆するものであった。なお、冷却水槽直近の土壌については、特に高濃度の汚染が見られた。

3. 施設内各機器の汚染状況

施設内については施設の稼動中は排ガス、集じん灰以外にはダイオキシン類の測定はされていなかったが、平成10年7月の試料採取では洗煙装置周りを中心に施設の機器内部の汚染状況について調査した。これらの機器内を調査した結果、洗煙装置内部や冷水塔内部に多量の堆積物や汚染水が目視され、機器周辺についても堆積物や黒く着色した土壌等があり、これらを試料として採取した。

4. 灰等の分析結果

前記試料のダイオキシン類分析結果の概要は表 3-4-2、図3-4-3に示すが、当初の予想を越えた高濃度の数値となり、特に洗煙装置、冷水塔周りが高かった。集じん灰の値についても運転中に採取したものの値に比べても1桁以上高い値であり、飛灰の固化装置周りの残留飛灰についてはそれ以上の値を示していた。

3. 4. 2 施設内高濃度汚染の原因

前記のように、美化センターの施設内調査により、排ガス処理装置関係を中心にダイオキシン類による高濃度汚染物があることが判明した。これら汚染物の生成、蓄積の原因について、メーカー資料等もあわせて以下に検討した。

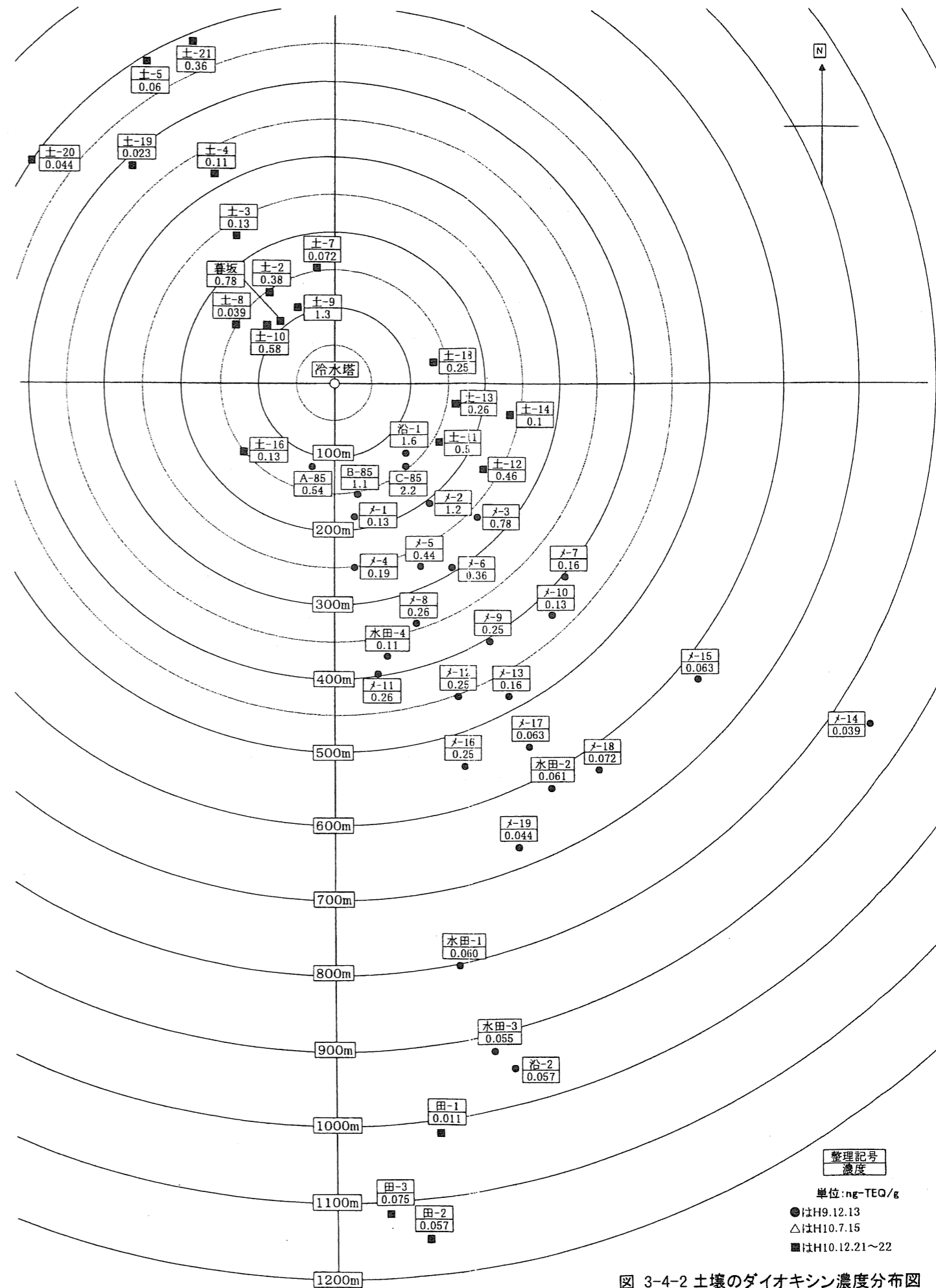
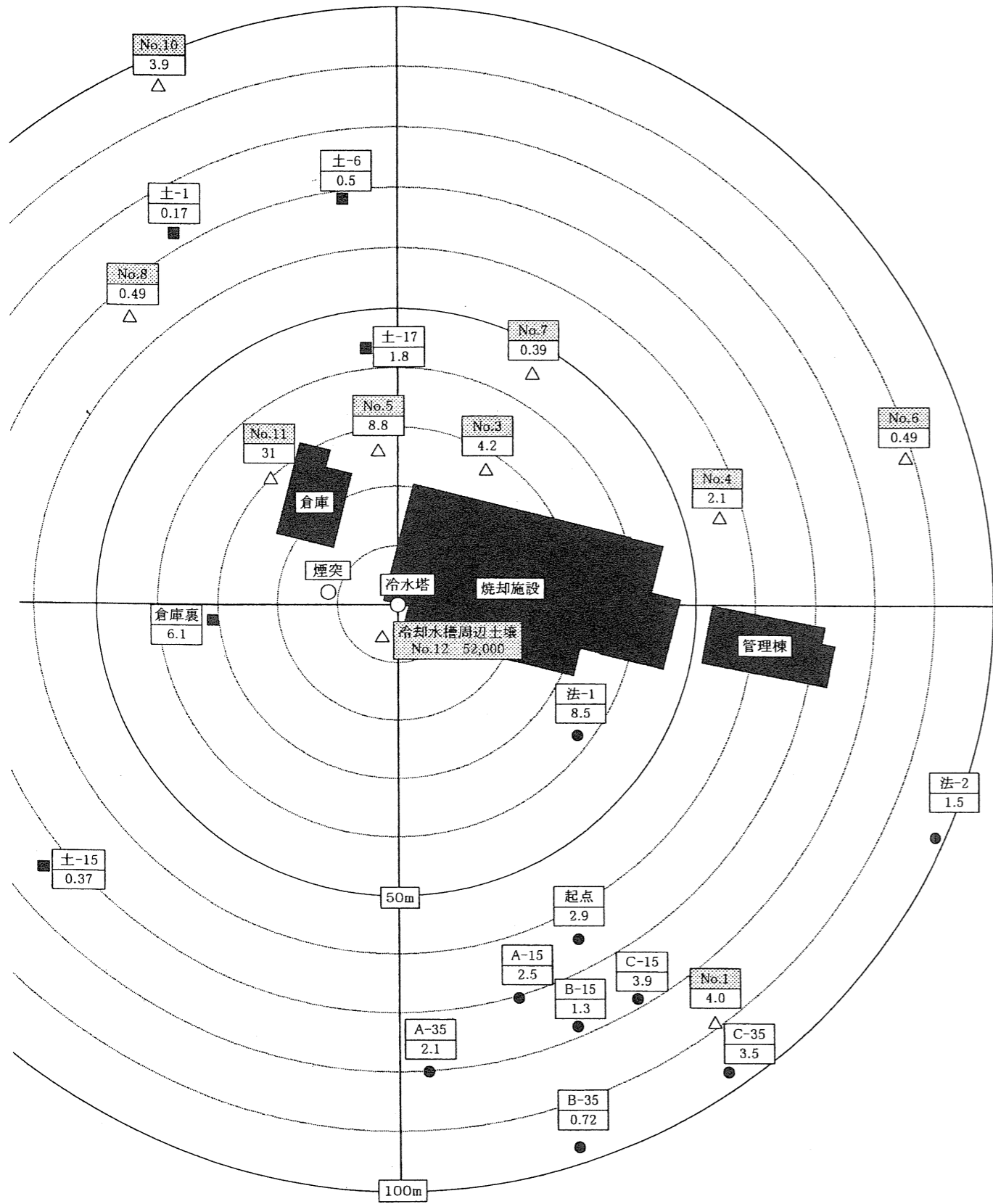


図 3-4-2 土壌のダイオキシン濃度分布図

単位：ng-TEQ/g

単位：ng-TEQ/L

3-129

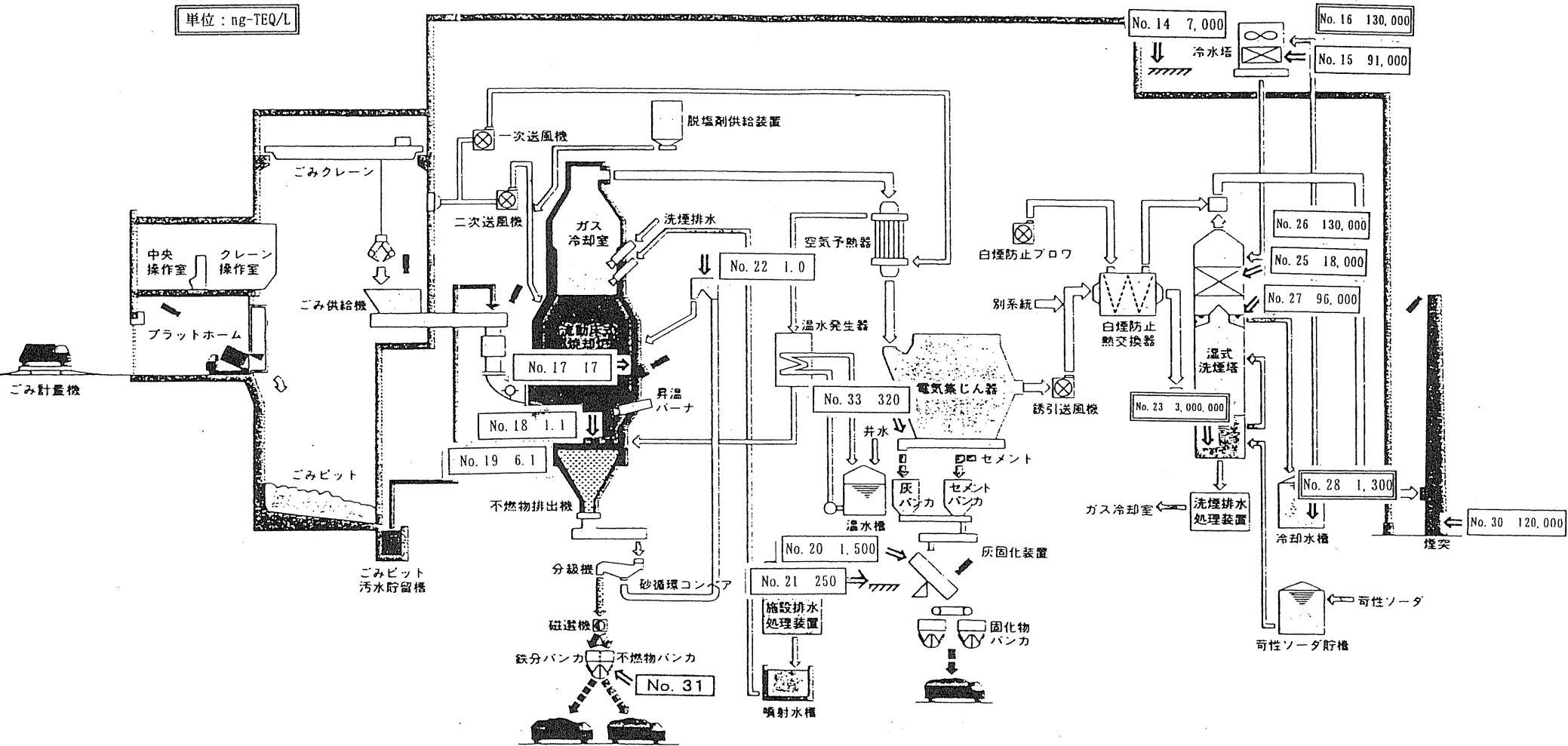


図 3-4-3 施設内採取地点及びダイオキシン類毒性等量濃度

1. 焼却炉本体

1) 炉内温度

排ガス測定日の運転記録、温度チャート等のデータによると、立ち上げと焼却時に合わせて4.6kLの灯油を使用（通常の日は0.2kL程度）した条件で、1号炉については炉内温度は平均770℃、低い時は720℃位である。2号炉についてはおおむね800℃以上であるが、立ち上げ後2時間は平均して800℃以下であった。

2) 燃焼室滞留時間

美化センターの焼却炉は、前図のように下部が燃焼室、上部がガス冷却室となっていて、いわゆる炉頂ガス冷却タイプである。メーカー資料から燃焼室での滞留時間を計算すると約5秒という数値が出ている。この燃焼室では炉の中央部の側面から二次空気が供給され、ガスの完全燃焼と混合を図っており、2段に分けて空気を吹込んでいる。最も上段の吹込み口は燃焼室の上部にあり、これから上の部分だけで滞留時間を計算すると実効滞留時間は2.4秒である。

3) 燃焼室内でのガス攪拌

燃焼室では二次空気の供給が適切に行われて燃焼室内のガス攪拌が十分なされるという条件も必要である。メーカー資料によれば二次空気の供給はごみ質により増減し低質ごみでは二次空気量はゼロとなっている。二次空気ゼロということは燃焼室内におけるガスの攪拌混合が不十分ということであり、これに代わる攪拌手段が必要になり、たとえば燃焼室の形状断面を急に変えて渦流を起こす方法があるが、美化センターの場合このような形状はとられていない。これに関しメーカーは平成4年に二次空気のノズル数の4本から12本への増強と吹込み速度の増加を提案している。

4) CO濃度

美化センターの場合、旧ガイドライン以前の炉であるためCO計は設置されていない。前記排ガスダイオキシン類測定時の値で見ると124ppmが記録されている。このときの2号炉ガス冷出口のO₂濃度は11.6%あったことからみるとCO濃度が高いのは燃焼空気量の不足ではなく、やはり前記のような炉内でのガス攪拌が十分でなかったということになる。

5) 立ち上げ、立ち下げ

美化センターは施設概要にもあるように准連続炉であり、毎日立ち上げ、立ち下げを行う間欠運転型の施設であった。メーカーの運転要領書によれば、立ち上げ時はバーナ点火後10分後にはごみ投入、30分後にはバーナ停止となっている。立ち下げ時にはバーナ運転は行っていない。

2. ガス冷却室

1) 位置及び形態

美化センターのガス冷却室は、前図のように炉頂部に位置する。この形式では冷却室内での噴霧水の分散や霧化が十分でないと下部の燃焼室に悪影響を与えることになる。特に噴霧ノズルの位置が冷却室の下部に配置されている場合、ノズルのつまりや腐食などがあり、更に高質ごみ等で噴射水の多量噴霧を必要とするときは、蒸発しきれない水が燃焼室へ流れて燃焼状態の悪化を招くことが考えられる。

2) 冷却能力

冷却室のもともとの設計では電気集じん器の入口温度は300℃であり、その前に空気予熱器でもガス温度降下があるため、実際は350℃まで落とすことになっていた。電気集じん器の入口温度を下げようとするれば噴射水を従前より増加する必要があり、これは同様に下部燃焼室に悪影響を与えることになる。温度チャートの記録によると実際の電気集じん器入口温度は320～330℃であった。

3. 集じん器

1) 除じん性能

美化センターの集じん器は電気集じん器であり出口ばいじん濃度は50mg/Nm³以下である。ばいじん除去性能としては年4回の測定結果をみても問題なくクリアしている。ただし、電気集じん器という性質上、ばいじん中に未燃炭素等が含まれていた可能性はある。

2) 入口温度

前記したように、入口温度設計値は300℃であり、実際の運転温度は320～330℃であった。これについてはメーカーから組合に対して平成4年に改善案が

提案され、あわせて、入口温度を250℃とするための冷却装置の改造、集じん器底部の電気ヒーターによる腐食防止等が提案されている。

3) 立ち下げ・停止時

立ち下げ時には炉内に残っていた未燃のごみの不完全燃焼により未燃ダストが発生するものとみられ、これは煙道や集じん器内に堆積するものと考えられる。集じん器内は前記のように300℃以上であり、集じん器が保温されていることもあって急激に内部温度は下がらない。温度チャートを見ても停止後集じん器入口温度が300℃以上の状態が6～8時間も続いていたこともあり、この間に残留ダスト中でダイオキシン類が生成された可能性が考えられる。

4. 洗煙装置

洗煙装置は焼却に際して発生する酸性ガス（ SO_2 , HCl 等）に対する高度処理として集じん器の後に設置されている。この装置の断面概要を図3-4-4に示す。

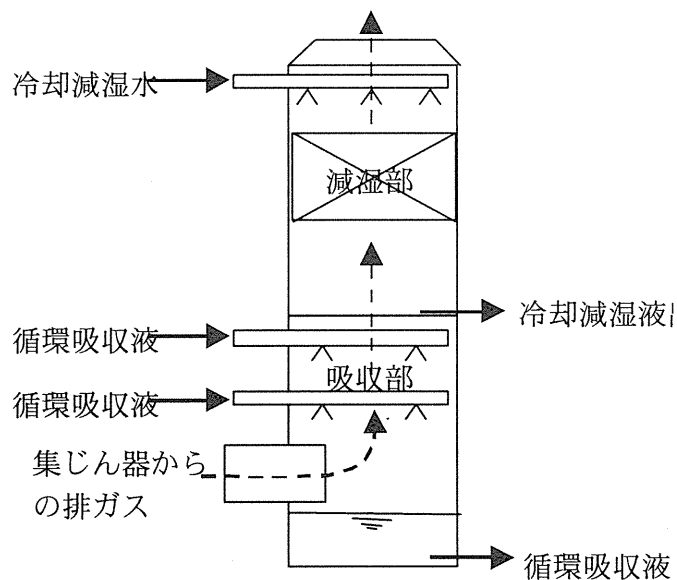


図3-4-4 洗煙装置

1) ダイオキシン類の取り込み

排ガスは装置入口部分で急冷されるため、以後は100℃以下となる。このため集じん器内のようなダイオキシン類の生成はないと考えられる。逆にこの洗煙装置内では本来の目的である酸性ガスの除去以外にダイオキシン類の取り込み（吸

収)が行われたと考えられる。この根拠としては、ダイオキシン類測定時に電気集じん器出口ガスの値より煙突出口ガスの値の方が小さかったことが挙げられる。また、前記したように平成10年7月の洗煙装置からの試料採取の結果、洗煙排水や装置内充填物への堆積物から極めて高濃度のダイオキシン類が検出された(吸収部残留水3,000,000ng-TEQ/L、減湿部堆積物130,000 ng-TEQ/g等)ことも、排ガス中のダイオキシン類が一部洗煙装置中に取り込まれたことを示している。

2) ダイオキシン類の排出

洗煙装置に取り込まれたダイオキシン類は、一部は装置内に蓄積され、残りは外部へ排出される。外部への排出は洗煙排水、減湿水を通じての排出の2つが考えられる。洗煙排水は洗煙排水処理装置へ、減湿水は冷水塔へ送られるが、その後の施設外排出メカニズムについては後で述べる。

3) ダイオキシン類の蓄積

今回洗煙装置の調査で判ったことの中で、特徴的なことの一つは、前記のように、減湿部内の充填物への高濃度に汚染された堆積物が多量見られたことである。このことは減湿部で排ガス中のダイオキシン類が減湿水に取り込まれ充填物表面に沈着して蓄積していったことを意味する。同様に、吸収部底部に残留していた洗煙排水にも高濃度のダイオキシン類が検出されており、洗煙排水処理装置を含めての蓄積量も大きい。

5. 冷水塔

1) 冷却水の水質、水量

洗煙装置の前段の吸収部で排ガス中のHClや Soxなどの酸性成分は取り除かれているため、後段の減湿部では冷却水はほとんど中性である。排ガス中の水分を除去するためには80℃位のガスを50℃位まで冷却する必要があるため、このため水を循環しながら大量に(60~95m³/h)供給している。なお、今回の調査で冷却水槽内残留水から1300ng-TEQ/Lのダイオキシン類が検出されているため、排ガス中のダイオキシン類が冷却水に取り込まれたものと考えられる。

2) 水バランス

減湿部では排ガス中の水分が冷却水に取り込まれるため冷却水の水量は増える。この量は設計値で3~4m³/h、一日当たり50~60トンの水が余ることになり、この

ままでは水が冷却水系統からあふれて施設全体の水バランスがくずれ、排水のクロード化が困難になる。

3) 開放型冷水塔

美化センターの場合、図 3-4-5 に示すように、開放型の冷水塔を採用して水を蒸発させて余剰水が出ないようにしている。冷水塔の上部から供給された冷却水は、充填物の間を流れ落ちる際、側面から吹込んでくる空気と接触し、熱交換を行うと共に一部が蒸発する。このことによって、余剰な水を蒸発させて水バランスを取るようになっている。一方最近使われてきている密閉型では装置内での水の蒸発はない。

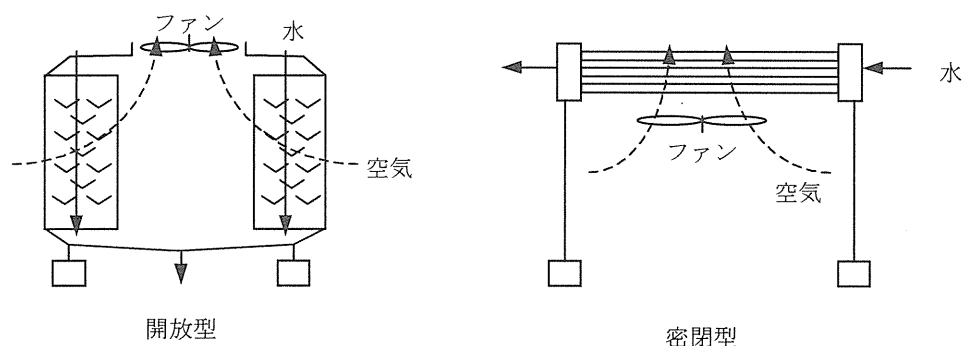


図 3-4-5 冷水塔

4) 堆積物

水が蒸発する際、水に溶けていた塩分や含まれていた SS 成分は冷水塔内に残ることになる。減湿部には前記したような堆積物があることからわかるように、冷却水には塩分や SS 等が相当含まれており、これが冷水塔内の充填物に沈着堆積したものと考えられる。堆積物からはダイオキシン類も 91,000ng-TEQ/g と高濃度の値が測定されている。

5) 白煙、ミスト

開放型冷水塔の特徴として、装置から白煙（ミスト）が出やすいことがあげられる。塔内で水が蒸発して水蒸気が発生するが、この温度は一般に外気よりは高く、しかも冷水塔内では流入空気は多量の温水と接触するため湿度が高くなり、ほとんど飽和状態になる。これが冷水塔上部から放出される際、温度の低い大気に冷やされて水分が凝結し白煙が発生する。この白煙は大気と混合して湿度が下

がるため徐々に消滅するが、冬季では長く残ることになる。また、冷水塔では冷却水が空気に同伴されて、小さな水滴の形で放出されることも考えられる。

6) 大気汚染の可能性

本施設は停止中であり、直接確認はできないが、他の施設の冷水塔排気からダイオキシン類が検出され、美化センターでは、冷水塔からミストの発生が多かったとの情報もあり、また煙突よりも低位置にあつて排気量も多く、拡散条件も悪いことからこの冷水塔を通じてのダイオキシン類排出があつたと考えられる。

3. 4. 3 土壌高濃度汚染の発生

施設内で生成されたダイオキシン類が、どのように施設外汚染につながつたかについての検討は以下の通りである。

1. 汚染量算定について

今回の施設周辺の土壌汚染はこれに相当する施設からの排出量があり、さらに施設内でこれを供給する生成量があつたとして、周辺地域を含めた施設全体でのダイオキシン類について次のような収支が考えられる。

- ・施設持込量＋施設内生成量＝施設内蓄積量＋施設外排出量
- ・施設外排出量＝残さ＋固化飛灰＋煙突排ガス＋冷水塔排気

施設持込量としては、搬入ごみ中にもともと含まれていたダイオキシン類があり、施設内生成量としては、焼却炉内、電気集じん器内での生成量（分解分は差し引く）が考えられる。施設内蓄積量としては洗煙装置減湿部や冷水塔への堆積物、洗煙排水内への蓄積等がある。施設外へは煙突からの排ガスに含まれる排出量や焼却残さや固化飛灰などに含まれるダイオキシン類が排出されることになる。

前記した冷水塔からの排気についてもその汚染量を計上する必要がある。美化センターでの生成・蓄積・排出の概要を図 3-4-6 に示した。