

廃棄物の焼却とダイオキシン汚染

中井 義夫
平井 一之*

- I. はじめに
- II. ごみとダイオキシン (類)
- III. 焼却炉の構造とダイオキシン類の生成
- IV. まとめ

I. はじめに

ダイオキシンは地上最強の毒性をもつ有機化合物と言われている非意図的生成化学物質である。この物質は人が意図しないにもかかわらず除草剤の2,4,5-T等の合成時に副生したり(この種の除草剤を米軍がベトナム戦争の枯葉作戦でジャングルに大量散布したことにより地元住民が障害(流産, 奇形児出産, 発癌)を受けたことは著名な出来ごとである)ディーゼル車の排ガスやごみ焼却炉, 野焼き等, 物の燃焼により人が好むと好まざるとにかかわらず, 多かれ少なかれ発生するものであるが, 特に最近では焼却場より発生したダイオキシン汚染が問題化している。

焼却炉からの発生は焼却炉内の温度, 炉内滞留時間, 酸素濃度等の燃焼条件により異なるが, 1998年(平成10年)大阪府能勢町のごみ焼却施設(豊能郡美化センター)の周辺土壌や兵庫県千種町の焼却施設の煙道排ガス中から高い濃度のダイオキシンが検出され¹⁾, 同施設で就労していた元従業員2名が「大腸ガンや重い皮膚病になったのは施設内の高濃度ダイオキシンが原因」として淀川労働基準監督署に全国初の「ダイオキシン労災」を申請した²⁾。又, 環境中でも琵琶湖のヘドロ(底沼)中や産業廃棄物処理業者が野焼きしていた場所の土壌から高濃度のダイオキシン

が検出されたり, 埼玉県所沢市産の野菜から高濃度のダイオキシンが検出されたこととテレビ朝日(ニュースステーション, 久米宏キャスター)で報道され, これをきっかけに日本全国の野菜, 茶等について汚染の実態調査が行なわれ, ダイオキシンによる野菜や環境汚染が社会問題化しているのので, これらについて論考することとする。

II. ごみとダイオキシン(類)

1. 我が国のごみ排出量の推移と処理

廃棄物には家庭等から排出される一般廃棄物(以下, “一廃”という)と工場・事業場から排出される産業廃棄物(以下“産廃”という)がある。我が国の一廃発生量は1995年度(平成7年度)においては5,069万t/年となっており, 1人1日当りの排出量は1,105gとなる。又, 産廃は平成8年度で約4億5百万t排出されている³⁾。1988年度から1995年度までの一廃の排出量を経年的にみると図1にみるようにほぼ横ばいの状況となっている⁴⁾。又, 産廃の排出量は図2にみるように一廃と同様, ほぼ横這いの状態である。

ごみの処理方法は大きく分けて①直接焼却②焼却以外の中間処理として破碎・選別による資源化, 高速堆肥化等及び③直接埋め立て, その他がある。しかし, 我が国は国土が狭隘であるため埋め立て処理での対応は限界がある。又, 資源化, 高速堆肥化についても年々その量は増加の傾向にはあるが, 現在のところ

* 常葉短期大学環境システム研究所客員助教授
(社)静岡県環境資源協会事務局次長)

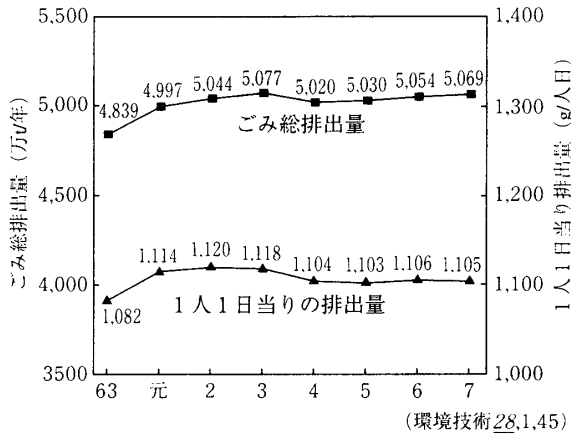


図1 ごみ排出量の推移

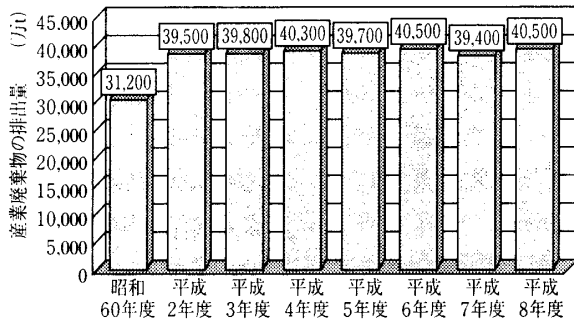


図2 産業廃棄物の総排出量の推移³⁾

ろ、さほど普及していないことから焼却処理が主流とならざるをえない。我が国における公営、公共企業体の焼却施設は平成7年度現在、約1,880あり、一廃全体の76.2%が焼却により処分されている⁴⁾。(その他、資源化、高速堆肥化等の中間処理で約12.3%、埋め立てで11.5%が処理されている⁵⁾)このような傾向は地方においても同様で静岡県においても焼却処理が主体で表1にみるように平成5年度より9年度までの5年間をみても約81~82%が焼却処理されている。

産廃の業種別排出量は例年同様の傾向であるが電気、ガス、熱供給業、水道事業からは大量の汚泥が排出されるため業種間では最も多く(約7,979万トン(全体の19.8%)),次いで建築廃材(コンクリート、木材等)が出る建設業からが(約7,714万トン(19.1%)),第3位には畜産を含む農業で、廃温室ハウスのビニールシートや家畜の糞、ワラ等約7,252万トン(17.9%),次いでパルプ・紙・紙加

表1 処理方法別ごみ処理量の推移

(単位: t/年)

| 収集形態 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|-----------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| 焼却 | 1,054,319 (81.7%) | 1,069,878 (82.3%) | 1,080,647 (82.6%) | 1,124,145 (82.5%) | 1,129,225 (82.6%) |
| 焼却以外の中間処理 | 165,674 (12.9%) | 168,478 (13.0%) | 166,220 (12.7%) | 170,766 (12.6%) | 170,596 (12.5%) |
| 直接埋立 | 62,443 (4.8%) | 55,707 (4.3%) | 56,264 (4.3%) | 61,554 (4.5%) | 62,656 (4.6%) |
| 自家処理 | 7,439 (0.7%) | 5,897 (0.4%) | 5,700 (0.4%) | 6,262 (0.4%) | 4,830 (0.3%) |
| 合計 | 1,289,875 | 1,299,960 | 1,308,831 | 1,362,727 | 1,367,307 |
| 伸び | 100 | 101 | 101 | 106 | 106 |

(一般廃棄物処理事業のまとめ(平成9年度)静岡県)

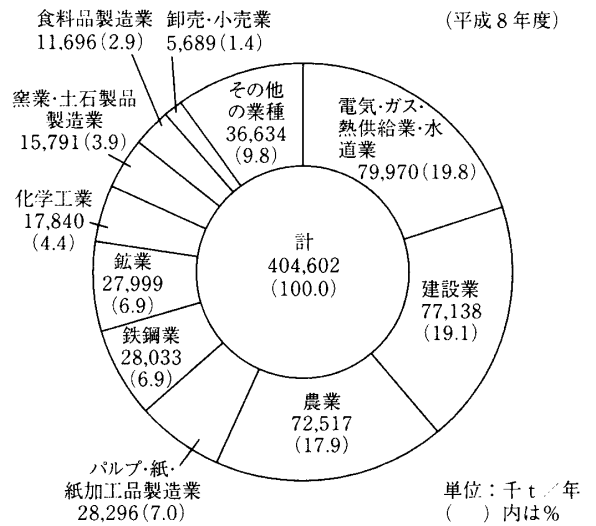


図3 産業廃棄物の業種別排出量³⁾

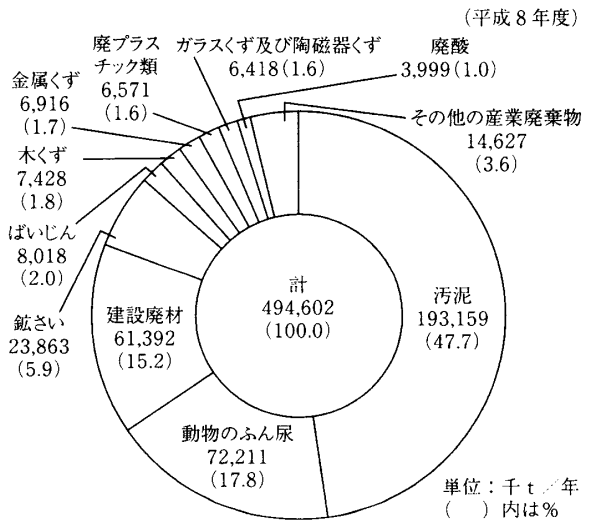


図4 産業廃棄物の種類別排出量³⁾

廃棄物の焼却とダイオキシン汚染

工品製造業が約2,830万トン（7.0%）、以下、鉄鋼業、鋳業となっており、この6業種で約8割を占めている。（図3参照）又、廃棄物の種類別排出量をみた場合、図4にみるように汚泥が圧倒的に多く193,159千t（47.7%）となっている。これは例年同様の傾向であるが、上水道事業では河川から飲料水の源水を取水し、浄水する過程で凝集剤等により汚濁物質を除去する際に大量に出るものである。次いで、意外と多いのが動物のふん尿で72,211千t（17.8%）排出されている。これは最近の食生活向上により食肉の生産、鶏卵用鶏を多頭飼育することから排出物も多量に排出されるためである。この両者で産廃の約65.5%と過半量を大きく超えている。

産廃の処理は図5にみるように金属くず、ガラスくずその他、直接の再生利用量が5,300万t（13%）、焼却、破碎等中間処理量が31,800万t（79%）、直接最終処分（埋立て）3,300万t（8%）となり、処理の主体は汚泥の脱水で脱水処理施設は全中間処理施設12,025中約6,500施設あり約54%がこれに相当する。又、ダイオキシンの発生に関係してくる廃プラスチック焼却施設は約20.3%あり施設数にして約2,400あることとなっている³¹。その他の焼却施設では汚泥を脱水した後焼却するものが567、廃油の焼却用が578、その他雑物焼却用が485施設あり、これらは焼却によるダイオキシンの発生源となり得るものである。

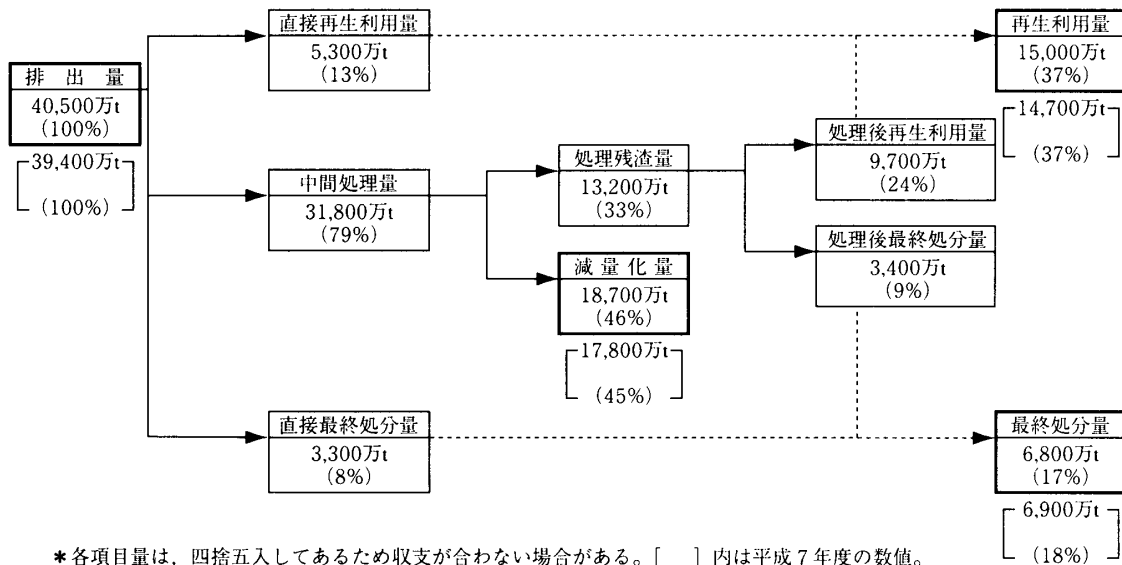


図5 全国産業廃棄物の処理フロー³¹

2. ごみの焼却とダイオキシンの生成

環境中のダイオキシンは都市ごみ焼却炉に由来するものが主体をなしており、平岡京大名誉教授によれば表2にみるように約78%～88%のダイオキシンが都市ごみ焼却炉（場）から一廃を焼却する時に発生しているとしている。

その後、環境庁が最新データを加え試算した結果でも表3にみるように市町村のごみ（一廃）焼却施設から8割、産廃焼却施設か

ら1割が発生していると集計している。

ごみの焼却炉からダイオキシンが発生する理由は、有機性のごみがダイオキシン生成の前駆体となり、それが焼却炉の燃焼温度や炉内での焼却滞留時間、炉中の酸素濃度、焼却煙中のダスト表面に存在する重金属が触媒となり塩素と反応することにより生成することが通説となっている。そのメカニズムは未解明の部分が多いのが現状であるが、今のところ①焼却炉中で生成する場合と、②焼却後、

からの生成が主体、即ち炉内において生成する方が煙道内で生成するものよりも多いことになる。

燃焼時ダイオキシンを全く発生させないようにするには焼却物中に塩素を全く含まないようにすれば可能であるが現実的には不可能である。例えば塩素源となる塩化ビニルを分別収集により入れないようにしてもダイオキシンは発生する。これは塩化ビニルに由来する塩素は無くても食物残渣に由来する食塩からの塩素があるためである。又、塩素量とダイオキシンの発生量とに関して図7にみるように焼却炉に投入する廃棄物中の塩素含有量と排ガス中のダイオキシン濃度には相関が認められないとする報告⁶⁾もあり、ごみの燃焼によりダイオキシンの発生はさけられないことである。ダイオキシンのごみ燃焼による発生量(濃度)の予測は焼却炉の燃焼条件にも関係するため、予測は困難であることが現状である。又、焼却炉から排出する排ガス中の粉塵を除去する電気集塵機内でも発生する。ダイオキシンは人為的発生源以外にも昔から落雷や山火事等により生成していたことも判明している。例えば図8にみるように大阪湾や琵琶湖のヘドロ(底質)中にも約100数十年前の低質コアからもダイオキシン類が検出されている。

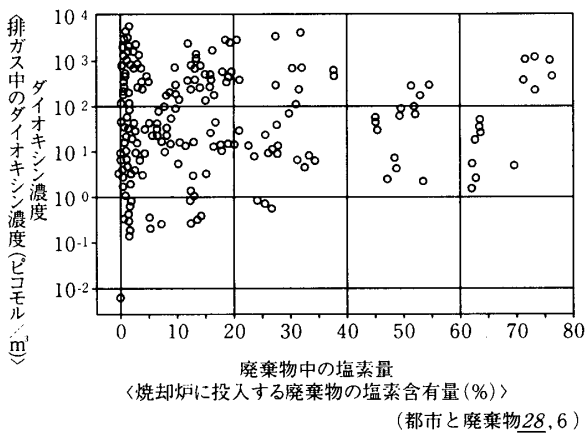


図7 廃棄物中の塩素量と排ガス中ダイオキシン濃度

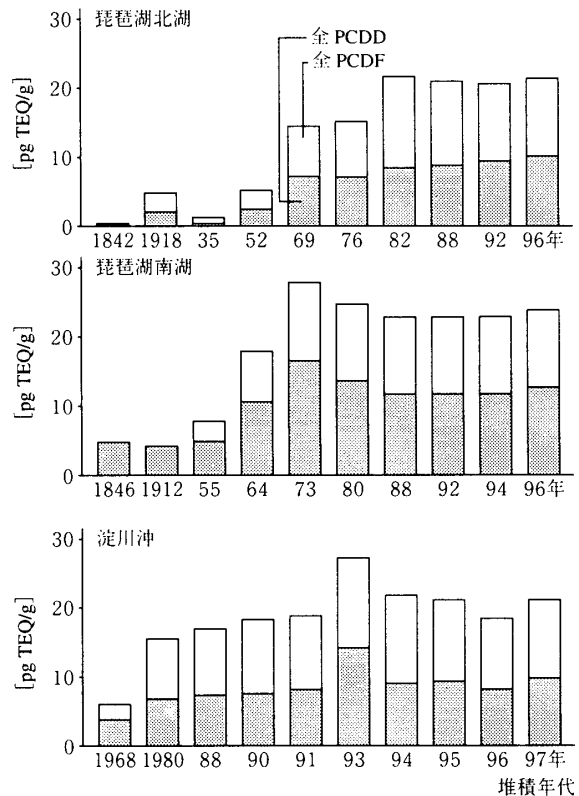


図8 ダイオキシン汚染の歴史トレンド(日本の例)

3. 農産物及び環境等におけるダイオキシン類の濃度

テレビ朝日の久米宏キャスターが平成11年2月1日のニュースステーションで所沢市産の“野菜”から高濃度のダイオキシンが検出されたと報道して以来、所沢市産の野菜全種目が大手スーパーなどで販売中止になったり、野菜の価格が暴落し生産者は大きな打撃を受けた。その後、野菜はハウレンソウやせん茶であることが判明したが、その影響は直ちに止まらなかった。又、その余波を受けて茶の主要生産地である静岡県や鹿児島県では大問題となり、県内産の茶を対象としたダイオキシン調査が行われた。

所沢市産ハウレンソウと茶については農水、厚生両省と埼玉県が緊急調査を行ないハウレンソウ(10検体)は0.0086~0.18pgで平均0.051pgであり、1997年に厚生省が全国を対象に行なった調査結果0.044~0.043pg、平均0.19pgより低く、又、せん茶(6検体)については0.58~1.7pg、平均1.1pgであったとし、茶については100℃の湯で5分間浸出し

た場合、ダイオキシンの湯中へは平均0.002pg/lで移行率も0.01%と低く濃度も低いことから埼玉県産野菜は食べたり飲んでも健康に問題ないとの安全宣言を行なった⁷⁾。

静岡県においても急遽、農林水部が県内3ヶ所にある県立農業関係試験場で前年収穫した栽培歴の明確な普通せん茶中のダイオキシン濃度を緊急調査した。その結果、3ヶ所で採取した3試料のダイオキシン濃度は平均で0.53pg (最高0.92pg, 最低0.25pg)であった。その内、0.42pgであったせん茶を使い、埼玉県と同じ方法、条件でお茶を入れ浸出液から0.0015pgとせん茶に含まれるダイオキシン類のわずか0.35%であったとして安全宣言を出している⁸⁾。

鹿児島県においても6ヶ所で試料を採取し6検体について調査した結果平均0.34pg (最高0.67pg)であり、その内の2検体については検出しなかったと安全宣言を行なっている⁹⁾。

これらにより埼玉県をはじめ静岡県・鹿児島県内の茶業者は一樣に安どしておりテレビ朝日による報道の件に関しては一応結末がついた。しかし、この報道は放送の中で野菜の名称を上げずに埼玉県産“野菜”と報道したため野菜全般の価格が暴落し、関係の無い野菜生産者にまで迷惑を与えた事件であった。このようにマスコミの報道は生産者、消費者に計りしれない影響を与える。消費者も世の中の出来事を速く知りたいと願うのは当然でありマスコミがこれにこたえようと速く報道することは非常に結構なことであるが報道の公共性、重大性を考慮した場合、速く正確に誇張なく伝えることが必要である。筆者も過去に迷惑を経験したことがあるが、公害関連の問題については往々にして誇大に報道されがちである。現在の日本社会においてテレビの位置づけは、一般消費者にとっては情報の提供源のみでなく権威あるものとしてとらえられている。例えば〇〇氏はテレビの〇〇番組に出ているので偉い人だといったたぐいである。視聴者は報道の眞びよう性については

判断する尺度は持ち合せていない。ただ単に〇〇テレビで放送したからとの理由で報道の品質については保証されたものとされがちであるからである。平和時にはペンが剣よりも強しと言われているようにこの件についてもテレビ局は“報道の訂正には当らない”と発表しており(平成11年3月26日付静岡新聞)農家への損害については知らぬ顔の態度である。しかし、この件を契機にして消費者もダイオキシン問題に関心を持つようになったことは結構なことである。

4. 一般環境及びごみ焼却施設周辺のダイオキシン類の濃度

ダイオキシンを含む化学物質の環境調査の動向は国(環境庁)が地方自治体の協力を得て“有害物質モニタリング調査”を従来から行ない環境中の多種類の化学物質の実態調査を実施している。その中でダイオキシンもベンゼンやトリクロロエチレンその他の物質と共に調査が行なわれている。その結果は表4にみるように大気一般環境においては平成2年度より調査が行なわれ9年度までのデータをみるかぎりその濃度は平均値で0.4~0.94pgで経年的に大きな変化はみられていない。また、1997年度(平成9年度)調査の地域分類別調査結果をみると全体平均値で一般環境68地点の平均値は0.55pgであり又、工場、焼却場等の発生源周辺2地点の平均値は0.58pg、道路沿道3地点の平均値は0.47pgで全国ベースの調査では3分類した地域で大差はみられていない。なお、住宅地と焼却場周辺を比較した場合もほぼ同じレベルであり差はみられていない。しかし、全測定点68のうち約21%、

表4 ダイオキシン類の大気環境温度(一般環境)の経年変化 (単位: pg-TEQ/m³)

| | 平成2年度 | 平成4年度 | 平成6年度 | 平成8年度 | 平成9年度 |
|-----|-------|-------|-------|-------|-------|
| 平均値 | 0.64 | 0.54 | 0.40 | 0.94 | 0.55 |
| 最小値 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.05 | 0.010 |
| 最大値 | 2.73 | 1.37 | 1.33 | 1.67 | 1.4 |

(環境庁H.10.12.22公表資料)

廃棄物の焼却とダイオキシン汚染

表5 平成9年度ダイオキシン類モニタリング調査結果の概要

(単位: pg-TEQ/m³)

| 物質名 | 地域分類 | 地点数 | 検体数 | 平均 | 最小 | 最大 |
|---------|-------|-------------|--------------|----------------|-------------------|---------------|
| ダイオキシン類 | 一般環境 | 63 (218) | 181 (407) | 0.55 (0.46) | 0.010 (0.0001) | 1.4 (2.1) |
| | 発生源周辺 | 2 (29) | 8 (49) | 0.58 (0.65) | 0.40 (0.00044) | 0.75 (3.3) |
| | 沿道 | 3 (7) | 8 (14) | 0.47 (0.63) | 0.14 (0.14) | 0.80 (1.4) |
| | 全体 | 68 (254) | 197 (470) | 0.55 (0.49) | 0.010 (0.0001) | 1.4 (3.3) |

(注) 括弧内は年平均値として評価することができないデータも含めた数値である。(環境庁H.10.12.22公表資料)

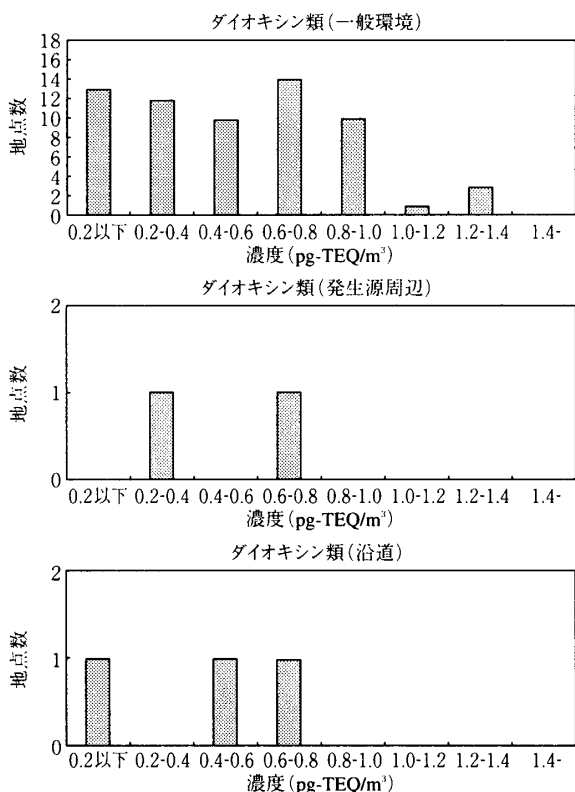


図9 ダイオキシン類の大気環境中濃度分布 (夏冬を含む年2回以上の測定)

14地点が“大気指針値” 0.8pgを超えていることは注意に値するものである。これらの地域は東京、大阪、埼玉、千葉に集中しており、最大値を示したのは東京都清瀬市の1.4pgであった。また、これらの値の濃度分布は図9にみるように、一般環境と発生源周辺とに傾向の違いはみられない。一方、静岡県においても表6の17地点において一般大気環境調査

表6 平成9年度静岡県内ダイオキシン大気環境濃度実態調査結果 (単位: pg-TEQ/Nm³)

| 番号 | 調査地点 | 地域分類 | 結果 |
|----|--------|--------|--------|
| 1 | 御殿場市 | 中小都市地域 | 0.98 |
| 2 | 熱海市 | 中小都市地域 | 0.35 |
| 3 | 天城湯ヶ島町 | 中小都市地域 | 0.056 |
| 4 | 下田市 | 中小都市地域 | 0.12 |
| 5 | 伊豆長岡町 | 中小都市地域 | 1.2 |
| 6 | 沼津市 | 工業地域周辺 | 0.76 |
| 7 | 富士市 | 工業地域周辺 | 1.4 |
| 8 | 富士川町 | 工業地域周辺 | 0.53 |
| 9 | 清水市 | 工業地域周辺 | 1.1 |
| 10 | 静岡市 | 大都市地域 | 0.91 |
| 11 | 静岡市山間部 | 中小都市地域 | 0.072 |
| 12 | 島田市 | 中小都市地域 | 0.50 |
| 13 | 大東町 | 中小都市地域 | 0.13 |
| 14 | 磐田市 | 中小都市地域 | 0.12 |
| 15 | 天竜市 | 中小都市地域 | 0.0093 |
| 16 | 浜松市 | 大都市地域 | 0.11 |
| 17 | 湖西市 | 工業地域周辺 | 0.37 |

(H.11.3.13静岡県環境部公表)

を行なっているが、そのうち富士市、長岡町、清水市、御殿場市、静岡市内で測定した値が大気指針値を超えており、特に富士市のデータは国の全国集計(表5)の中の最高値と同じ値であることは注目すべきであると考えられる。前記、表6のデータを工業地域周辺、県内大都市地域、中小都市地域と地域別に分類整理した場合、工業地域が最も高濃度である。(表7)

また、テレビ朝日でとりあげられた埼玉県

表7 ダイオキシン類の大気環境濃度調査結果
(単位: pg-TEQ/Nm³)

| 地区 | 県のダイオキシン濃度 | 全国(平成8年度) |
|--------------|-------------------------|-------------------------|
| 工業地域周辺 平均 | 0.37~1.4 (5地点) 0.83 | 0.38~1.67 (6地点) 1.00 |
| 大都市地域 平均 | 0.11~0.91 (2地点) 0.51 | 0.30~1.65 (6地点) 1.02 |
| 中小都市地域 平均 | 0.01~1.2 (10地点) 0.35 | 0.05~1.56 (6地点) 0.82 |

については日本工業大学、佐藤茂夫助教授によれば、埼玉県東部地域の大気中のダイオキシン類濃度が高いのは久喜市周辺において自治体の一廃焼却施設が5ヶ所、建設系解体産廃焼却施設が3ヶ所、工業団地などの事業所の焼却施設が7ヶ所あり、大気中のダイオキシン濃度は表8にみるように大気指針値を超えているところが多いのはそれらの施設からのダイオキシン類が調査時の主風向、北～北北西の風で運ばれてきたためではないかと推測している¹⁰⁾。

環境庁では次年度も“平成10年度ダイオキシン類長期大気曝露影響調査”と題し大気、土壌、地下水の他、食事、血液中のダイオキシン類を大阪府能勢町地域の廃棄物焼却施設周辺地区(A地区と称し、豊能美化センターから2km以内)及びその対照地域(B地区と称し焼却施設から2km以遠)と埼玉県内の3市(所沢市、狭山市、川越市)2町(三芳町、大井町)の廃棄物焼却施設周辺地域(A地区)及びその対照地域(B地区)について調査している¹¹⁾。その結果、大気中のダイオキシン類については表9にみるように能勢地域については廃棄物焼却施設周辺の方が濃度が高い結果が出ているが、埼玉県地域については逆に対照地域が高い濃度となっている。このことは大気中のダイオキシン類は風の影響を受けるため短期調査では一定の結果が得られなかった結果と考えられる。大気中のダイオキシン類濃度を「窒素酸化物総量規制マニュアル」[改訂版]に準拠しプルーム・パフモデル(平均化モデル)でごみ焼却場を中心とした10km

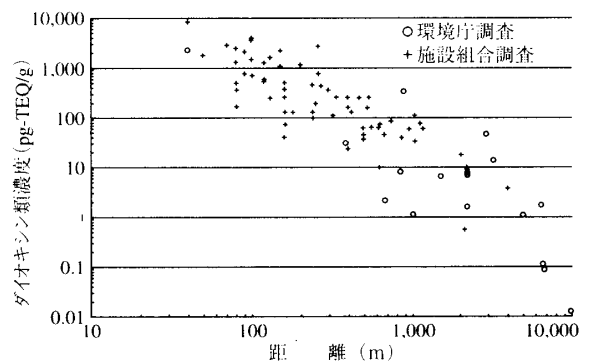
表8 大気中のダイオキシン類濃度調査結果

| | 測定年月日 | 測定地点 No. | 毒性等価濃度 pg-TEQ/m ³ |
|-----|------------------------|-------------|---------------------------------|
| 久喜市 | 1997年 12月25日~12月26日 | 1 | 2.0 |
| | | | 1.8 |
| | | 2 | 3.0 |
| | | 3 | 2.2 |
| | | 4 | 1.9 |
| | | 5 | 1.9 |
| | | 6 | 2.7 |
| | | 7 | 3.0 |
| 宮代町 | 1998年 1月20日~1月21日 | 8 | 2.2 |
| | | 9 | 0.84 |
| | | 10 | 0.86 |
| | | 11 | 1.0 |
| | | 12 | 1.3 |
| 杉戸町 | 1998年 1月20日~1月21日 | 13 | 1.3 |
| | | 14 | 0.9 |
| | | 15 | 1.1 |
| | | 16 | 1.3 |
| 鷺宮町 | 1998年 2月17日~2月18日 | 17 | 1.2 |
| | | 18 | 1.3 |
| | | 19 | 0.30 |
| | | 20 | 0.15 |
| | | 21 | 0.18 |
| | | 22 | 0.14 |

注: 地点1は二重測定(月刊廃棄物)

四方の拡散計算結果は環境庁“ダイオキシンリスク評価検討会”¹²⁾において発生源からの最大着地濃度発生距離と濃度を算出した例はあるが、机上と実際の差が出るものとする。

又、土壌中のダイオキシン類濃度は表10にみるように国が設定した土壌中のダイオキシン暫定的ガイドライン値(1000pg-TEQ/g)を下回っているが両地域とも明らかに焼却施



(官公庁公害専門資料34,4,139)

図10 豊能郡美化センターからの水平距離と土壌中のダイオキシン類濃度との関係

廃棄物の焼却とダイオキシン汚染

表9 大気の調査結果

(単位：pg-TEQ/m³)

| | | 大阪府能勢町地域 | | 埼玉県地域 | |
|--------------------------|-------------|-----------------|------------------|----------------|-------------|
| | | A地区(n=2) | B地区(n=2) | A地区(n=2) | B地区(n=4) |
| ダイオキシン類 | 平均値 | 0.11 | 0.037 | 0.45 | 0.60 |
| | 範囲 (測定値) | (0.021, 0.19) | (0.034, 0.040) | (0.44, 0.45) | 0.48~0.67 |
| コプラナーPCB | 平均値 | 0.0057 | 0.0038 | 0.021 | 0.021 |
| | 範囲 (測定値) | (0.0014, 0.010) | (0.0022, 0.0053) | (0.029, 0.012) | 0.016~0.024 |
| ダイオキシン類 + コプラナーPCB | 平均値 | 0.11 | 0.041 | 0.47 | 0.62 |
| | 範囲 (測定値) | (0.022, 0.20) | (0.036, 0.045) | (0.46, 0.47) | 0.50~0.69 |

注：実測濃度が「定量下限未満(N.D.)」であった異性体の毒性等量を「0」として計算。

表10 土壌の調査結果

(単位：pg-TEQ/g)

| | | 大阪府能勢町地域 | | 埼玉県地域 | |
|--------------------------|------|------------|-------------|----------|-----------|
| | | A地区(n=6) | B地区(n=10) | A地区(n=9) | B地区(n=6) |
| ダイオキシン類 | 平均値 | 63 | 7.4 | 29 | 7.6 |
| | 標準偏差 | 130 | 13 | 15 | 4.1 |
| | 中央値 | 7.0 | 1.6 | 28 | 6.3 |
| | 範囲 | 1.1~330 | 0.012~43 | 7.6~51 | 3.1~14 |
| コプラナーPCB | 平均値 | 0.66 | 0.21 | 3.2 | 0.52 |
| | 標準偏差 | 0.83 | 0.30 | 1.8 | 0.22 |
| | 中央値 | 0.36 | 0.022 | 3.7 | 0.49 |
| | 範囲 | 0.0004~2.1 | 0.0004~0.91 | 0.74~5.7 | 0.21~0.86 |
| ダイオキシン類 + コプラナーPCB | 平均値 | 64 | 7.7 | 32 | 8.1 |
| | 標準偏差 | 132 | 14 | 16 | 4 |
| | 中央値 | 7.3 | 1.7 | 30 | 6.8 |
| | 範囲 | 1.1~332 | 0.012~44 | 8.3~56 | 3.3~15 |

注1：実測濃度が「定量下限未満(N.D.)」であった異性体の毒性等量を「0」として計算。

注2：能勢町A地区の集計結果は、参考までに測定を行った豊野郡美化センターの敷地法面における調査結果を除いている。豊野郡美化センターの敷地法面における調査結果は、ダイオキシン類濃度が2,300pg-TEQ/g、コプラナーPCB濃度が38pg-TEQ/gであった。

表11 血液の調査結果について

(単位：pg-TEQ/g 脂肪)

| | | 大阪府能勢町地域 | | 埼玉県地域 | |
|----------|------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | | A地区(n=15) | B地区(n=17) | A地区(n=16) | B地区(n=15) |
| ダイオキシン類 | 平均値 | 20 | 19 | 14 | 14 |
| | 標準偏差 | 15 | 12 | 5.6 | 6.1 |
| | 中央値 | 17 | 18 | 13 | 13 |
| | 範囲 | 2.9~56 | 6.0~59 | 6.3~26 | 7.3~30 |
| コプラナーPCB | 平均値 | 14 | 12 | 10 | 9.5 |
| | 標準偏差 | 12 | 6.1 | 5.2 | 5.0 |
| | 中央値 | 11 | 10 | 9.4 | 7.1 |
| | 範囲 | 2.1~47 | 4.0~27 | 2.9~19 | 3.9~20 |

注：実測濃度が「定量下限未満(N.D.)」であった異性体の毒性等量を「0」として計算。

設周辺が対照地区よりも高い値となっている。又、豊能郡美化センター周辺については同センターからの距離別減衰を土壤中濃度について測定している。これによると図10にみられるように距離別に明確に相関がみられ、ダイオキシン類の影響調査は大気よりも土壌調査が有効であることを示唆しているものと考えられる。

又、血液中のダイオキシン類の濃度については表11のように大阪府能勢地域や埼玉県地域においても焼却施設周辺住民と対照地域住民との間には明確な差は認められておらず、日本人の通常値は20~30pgといわれていることからこの調査では血中ダイオキシン濃度は問題ないものと考えられる。従って、ダイオキシン類の距離別影響調査を行う場合には必ず土壌中の濃度についても行うべきと考える。

Ⅲ. 焼却炉の構造とダイオキシン類の生成

1. ごみ(一廃)焼却炉の種類と構造及びその特徴

我が国では「廃棄物の処理及び清掃に関する法律」で一廃の処理は地方自治体が行うことと規定されているため、各地方自治体が行うことと規定されているため、各地方自治体及びその共同体ではごみ焼却施設(炉)を所有しごみ処理を行なっている。処理を行う焼却

炉の種類型式は機種種類かがあるが大別して①ストーカ(火格子)式②流動床式③回転炉式④バッチ炉式の4種類がある。①のストーカ式は炉の底部がストーカと呼ばれる火格子となっており、その上に上部のごみ投入口(ホッパー)から投入されたごみが上段から下段に移動(ストーカが立ち上る構造となっており上から下へごみを送る)しながら燃焼する方式で燃焼用空気は底部のストーカ部から送入する構造となっている。(図11)この形式の焼却炉は昭和30年代から建設され始めた歴史の長い焼却炉で現在、大型炉の約80%がこの型式のもので代表的な大型炉である。②の流動床式とは図12にみるように、炉は立て形で底部に小さな穴が空いた床がある。この炉内に粒径0.6~1mmの砂を入れ床の底部から高温の加熱高圧空気を炉内に吹き込む構造となっており、ごみは炉内の砂層の上部に投入し、炉底部より吹き込まれた熱風により砂と共に下から上へ、あたかも沸騰するように攪拌される。その過程でごみは焼却される構造となっており、砂と共に流動状態となるので流動床式焼却炉といい、砂を熱媒体として用い熱の授受を行なうため、従来の火炎による燃焼とは全く異なる原理のもので、この型式の炉は

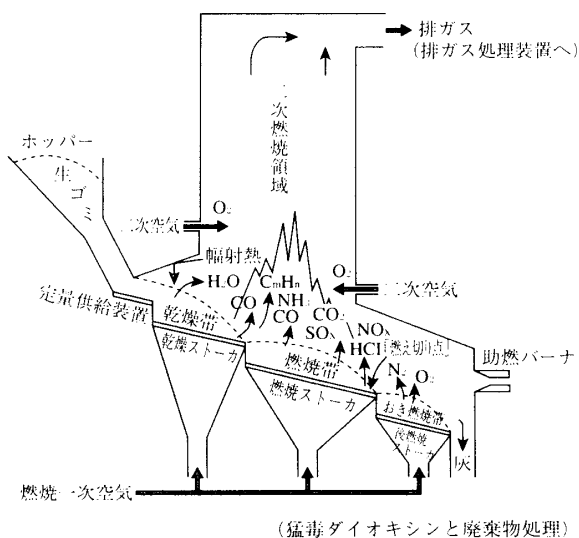


図11 ごみのストーカ燃焼炉の模式図

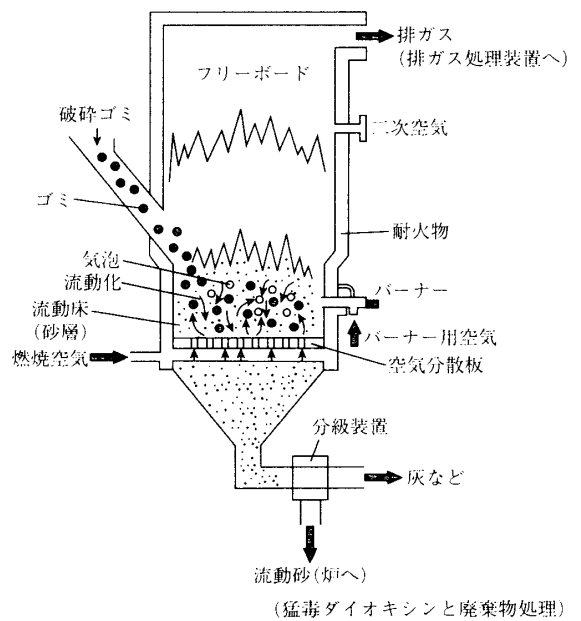


図12 流動床型燃焼炉の模式図

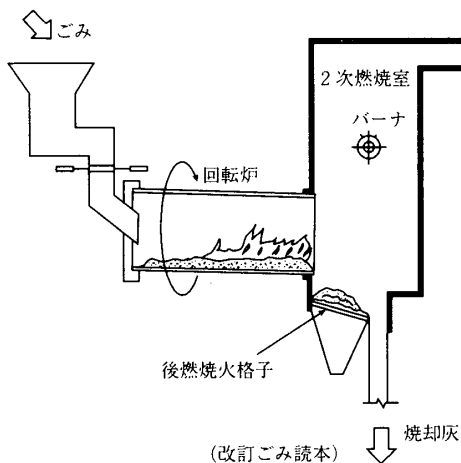


図13 回転炉式焼却炉の模式図

ごみと砂の伝熱効率が高いため水分の多いものでも短時間で燃焼することが出来、ストーカ式に比べ燃焼時間は数十分の1～百分の1程度と短くて済み、又、ごみに混入してくる不燃物を燃焼後、炉内から砂と共に排出させ、砂と不燃物を振動ふるいにかけることにより分離するが容易であることもメリットの一つである。この炉は従来は化学工場乾燥炉等として用いられたものを焼却炉として不燃物含有廃棄物用に開発されたもので、この種の炉は昭和50年代から徐々に普及して、現在では新設される焼却炉の約70%（準連続炉約50%、連続炉約20%）がこの型式の炉になっているという。③の回転炉式燃焼炉は図13にみるように鉄鋼製円筒型のロータリーキルン（回転円筒）がやや傾斜して横向に設置しており、横に回転している。ごみは傾斜円筒の上部より投入し円筒の回転と共にごみが下部へ移動しながら乾燥→燃焼し、未燃分は後部の火格子部の“後燃焼炉”で完全燃焼する。この型式の炉はストーカ式に比較し、ごみの攪拌効率が高いため比較的高発熱量のごみでしかも大型不燃物が多いごみの燃焼処理に適している。しかし、キルン部での燃焼制御が容易でないため国内での実績は少ない。④のバッチ炉は立て型の比較的小さな炉で底部は火格子となっており、ごみは上部の投入口（ホッパー）より直接ごみを間欠的に燃えているごみの上部に投入し、積層した状態で

燃焼させるタイプである。このタイプの焼却炉ではごみの投入時、一時的に不完全燃焼により黒煙が出やすく、燃焼効率が悪く、財政規模の小さい町村等の自治体が主に使用していたタイプで、現在は、ごみ処理の広域化、集約化等により公害防止対策の容易な大型焼却炉への転換が進み、その数は減少している。

又、ごみ焼却炉は使用する形態（主に稼働時間）により①全連続炉②準連続炉③バッチ炉（固定式、機械化式）に分類することができる。①全連続炉は24時間稼働で数ヶ月間連続運転する炉で、焼却処理能力の比較的大きい炉、即ち、処理能力80t/日以上以上の焼却施設に採用されており、効率的に大量のごみを安定的に燃焼できるので主に中～大都市焼却施設で使われている炉である。②準連続炉は1日16時間程度の運転を行う施設で主に使用されており、処理能力40～180t/日程の中規模燃焼施設で採用されている。③バッチ炉、特に固定式バッチ炉は1日8時間程度以下の稼働で処理能力20t/日以下程度の小規模焼却施設で使われている。（機械化バッチ炉も1日8時間程度運転されている焼却施設で使用されている炉で、処理能力は固定式よりやや大きい）

2. 焼却炉からのダイオキシン類排出実態

平成10年4月22日付静岡新聞によれば、大阪府能勢町の豊能美化センターと同種類のごみ焼却施設（炉）（流動床式焼却炉で電機集塵機付）を稼働させている岩手県内、新潟県内、大分県内の焼却炉からの排ガス中にそれぞれ100ng/Nm³、290ng/Nm³、240ng/Nm³の高濃度のダイオキシン類が含まれていたと報道している。その他、各地で施設管理者が排ガス中のダイオキシン類濃度を測定しているが、厚生省が全国の施設を対象にした実態調査の1997年（平成9年）公表分でも表12にみるように300ng/Nm³を超えた施設があった。（厚生省の排ガス中の基準=80ng/Nm³）

現在、全国に公設ごみ処理施設（炉）は平成7年現在、1880存在することからこのよう

表12 ダイオキシン排出濃度の高い施設*

(厚生省97年4月11日公表分) (濃度: ng/Nm³)

| 施設名 | 都道府県 | 濃度 |
|------------|-----------|-----|
| 宍粟環境美化センター | (兵庫県千種町) | 990 |
| 北川町塵芥処理場 | (宮城県北川町) | 600 |
| 小浜町清掃センター | (長崎県小浜町) | 590 |
| 御宿町清掃センター | (千葉県御宿町) | 500 |
| 久慈地区清掃センター | (岩手県久慈市) | 480 |
| ごみ処理場 | (鹿児島県大口市) | 440 |
| 大東清掃センター | (岩手県大東町) | 390 |
| 楠町清掃工場 | (山口県楠町) | 380 |
| 廿日市市清掃センター | (広島県廿日市市) | 360 |
| 与論町清掃センター | (鹿児島県与論町) | 350 |
| 府中町清掃事務所 | (広島県府中町) | 330 |
| 君津市清掃工場 | (千葉県君津市) | 301 |

*ここでは特に300ng/Nm³を超えた施設だけを示している。

(厚生省97年6月24日公表分) (濃度: ng/Nm³)

| 施設名 | 都道府県 | 濃度 |
|--------------------------|-----------|-----|
| 珠洲市清掃センター | (石川県珠洲市) | 580 |
| 庵原郡環境衛生組合 富士川クリーンセンター | (静岡県庵原郡) | 500 |
| 大崎西部環境衛生組合 じんかい焼却場 | (宮城県大崎) | 450 |
| 松浦市総合衛生センター ごみ処理場 | (長崎県松浦市) | 420 |
| 加唐島ごみ焼却炉 | (佐賀県鎮西町) | 400 |
| 大磯町ごみ処理施設 | (神奈川県大磯町) | 370 |
| 荻田町清掃事務所 | (福岡県荻田町) | 330 |

(猛毒ダイオキシンと廃棄物処理より)

表13 ごみ焼却施設排ガス中のダイオキシン類濃度

(単位: ng-TEQ/Nm³)

| | 旧ガイドライン非適用 | | | | | 旧ガイドライン適用 | | | | |
|---------|------------|------|------|------|-----|-----------|-----|-----|------|------|
| | 施設数 | 中央値 | 平均値 | 最小値 | 最大値 | 施設数 | 中央値 | 平均値 | 最小値 | 最大値 |
| 全連続式 | 232 | 4.4 | 14.0 | 0.00 | 200 | 47 | 0.2 | 0.9 | 0.00 | 10.3 |
| 准連・バッチ式 | 353 | 23.0 | 51.1 | 0.35 | 990 | 73 | 2.2 | 8.1 | 0.04 | 80.0 |
| 全施設 | 585 | 13.0 | 36.4 | 0.00 | 990 | 120 | 1.4 | 5.3 | 0.00 | 80.0 |

注1: 平成8年度実施の「総点検調査」結果及び平成7年12月調査による。

2: 「旧ガイドライン非適用」とは、平成5年度より前に稼動した施設とした。

3: 「旧ガイドライン適用」とは、平成2年のガイドラインに従って設計された施設。ここでは平成5年度以降に稼動した施設とした。

4: 1施設に複数炉の測定データがある場合はその平均値をその施設のダイオキシン類濃度とした。また、炉により測定回数異なる場合は各炉の平均値を平均し、その施設のダイオキシン類濃度とした。

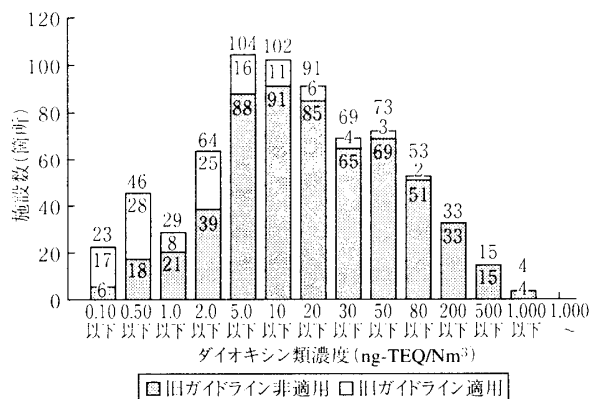


図14 ごみ焼却施設排ガス中のダイオキシン類濃度度数分布

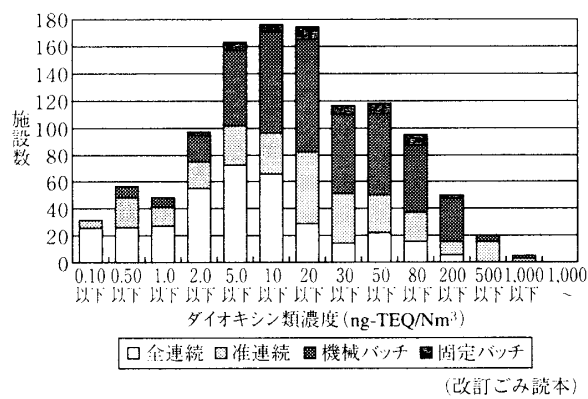


図15 一般廃棄物焼却排ガス中ダイオキシン類の濃度分布

な高濃度のダイオキシン類を排出している施設は今後、数が増えるものと予想される。厚生省では水道環境部内に「ごみ処理に係るダイオキシン削減対策検討会」を平成8年6月に設置し“ごみ処理に係るダイオキシン類発生防止等ガイドライン”——ダイオキシン類削減プログラム——と題して現況及び発生防止対策を検討している。それによれば、炉を全連続式、准連続式等、と使用形態別に分類し、ごみ焼却施設（炉）排ガス中のダイオキシン類濃度を整理した。（表13）

それによれば、旧ガイドライン非適用の平成4年度以前の古い焼却炉の排ガス中のダイオキシン類濃度の平均値は基準値80ng/Nm³をクリアしているが、最大値は990ng/Nm³と非常に高濃度のものがある。これらの濃度分布をみると5～20ng/Nm³の範囲の施設が多いことが分る。（図14）

ダイオキシン類の生成は焼却炉の型別及び使用形態により異なるので、これを全連続、准連続等、型別、使用形態別にダイオキシンの排ガス中の濃度分布をみると一般的に全連続式炉は比較的低濃度であり（図15）特に低濃度領域に多くの炉があり、高排出濃度領域のものは少ない傾向がある。これに対し、機械バッチ式の炉はダイオキシン類排出高濃度領域の炉が多い。この理由は間けつ運転であるため点火、消火時に燃焼温度が低いためダイ

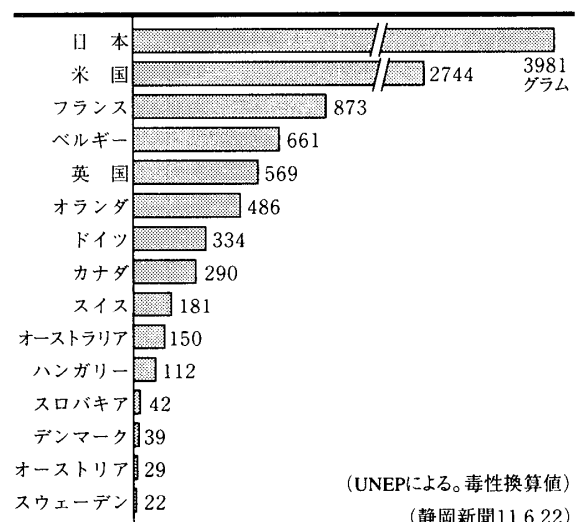


図16 各国のダイオキシン類の年間排出量

オキシンが生成され易いものと考えられる。

日本は図16にみるように世界の主要15ヶ国間でダイオキシンの排出量が最も多い国であり表14にみるように一廃，産廃焼却炉よりの排出は78～79%を占めているが（表14で1998年は前年よりも約半減している理由は、法（大気汚染防止法，廃棄物の処理及び清掃に関する法律）の規制強化によるものであるといわれている）その他，製鋼用電気炉等からも排出しているため全業界をあげて対策を講じ，総排出量を2001年には1997年の9割を削減するため政府は平成11年3月30日の関係閣僚会議でそれを決定している。又，厚生省でも焼却炉よりの排出量を将来は図17にみるように20年後（2016年）には1996年ベースの0.4%まで削減するように努めるとしている。

3. 焼却炉からのダイオキシン類生成抑制とその対策

焼却炉においてダイオキシン類が生成する主な部位は大別して2ヶ所あり，その1つは

表14 発生源ごとのダイオキシンの排出量

| 発 生 源 | 排 出 量 | |
|-------------------|--------------------|---------------------|
| | 1997年 | 1998年 |
| 一般廃棄物焼却施設 | 4320 | 1340 |
| 産業廃棄物焼却施設 | 1300 | 960 |
| 未規制小型廃棄物焼却施設(事業所) | 325～345 | 325～345 |
| 火 葬 場 | 1.8～3.8 | 1.8～3.8 |
| 製鋼用電気炉 | 187 | 114.7 |
| 鉄鋼業焼結工程 | 118.8 | 100.2 |
| 亜鉛回収業 | 34.0 | 16.4 |
| アルミニウム合金製造業 | 15.7 | 14.3 |
| その他の業種 | 約26 | 約26 |
| たばこの煙 | 0.075～13.2 | 0.076～13.9 |
| 自動車排ガス | 2.14 | 2.14 |
| 合 計 | 6330～6370 (1.2) | 2900～2940 (0.56) |

※排出量の単位はグラムで，最も毒性の高い2,3,7,8四塩化ダイオキシンに換算した値
排出量の合計の()内の数値は水への排出(内数)

(静岡新聞(夕)H.11.6.25)

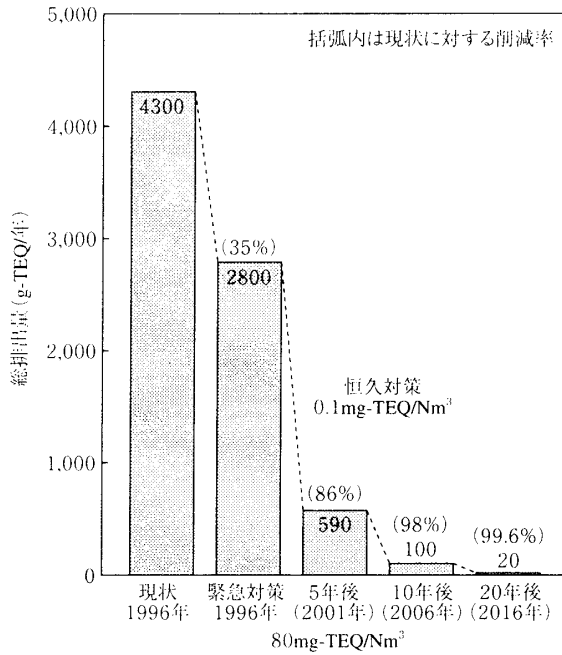


図17 ダイオキシン類削減対策実施による総排出量の将来予測

(計算の方法)

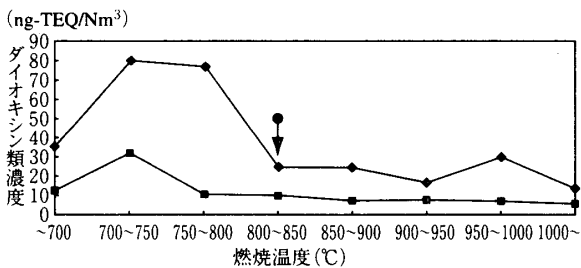
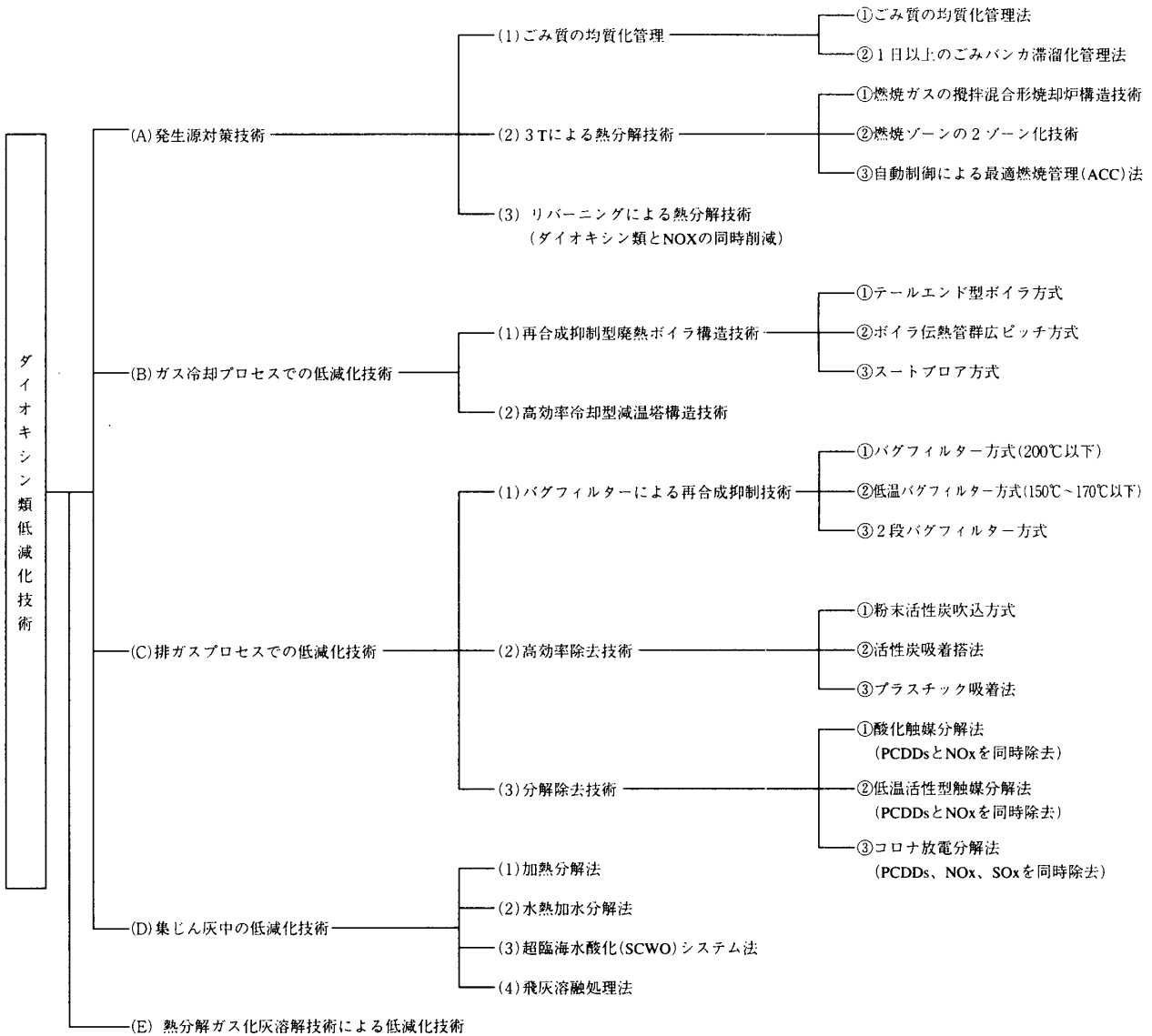
- 共通事項
 - ①全国の市町村の設置するごみ焼却施設の排ガスに含まれて排出されるダイオキシン類の量を推計した。
 - ②焼却施設は、竣工から20年後に更新され、更新により間欠運転炉は全連続炉に集約されるものとした。
 - ③ごみ焼却施設からのダイオキシン類の排出量は、次の式により計算した。
総排出量(g-TEQ/年) = 排出濃度(ng-TEQ/Nm³) × 排ガス量原単位(Nm³/t) × 焼却量(t/年)
 - ④ごみの焼却量については、平成5年度実績値を用い、その後一定とした。
 - ⑤排ガス量原単位(ごみを1トン焼却した際に発生する排ガス量)として、5,000 Nm³/tを用いた。
- 緊急対策
排出濃度が80ng/Nm³を超える施設が緊急対策を行うことにより達成される排出量の推定値。
- 5年後
5年後の排出量の推定値。5年後に残されている旧ガイドライン非適用炉のうち、半数において、恒久対策の基準に適合するものとした。
- 10年後
10年後の排出量の推定値。10年後に残されている旧ガイドライン非適用炉のすべてが恒久対策の基準に適合するものとした。
- 20年後
20年後の排出量の推定値。すべての施設が全連続炉に更新されるとした。(厚生省、ダイオキシン類削減プログラムより)

ごみを焼却する炉本体内であり他の1つは排煙中のばい塵を除去する集塵機部分である。特に集塵機部分については幾種類かある集塵機のうち、電圧を数万ボルトに加電し電極に集塵する電気集塵機が設置されている場合にはダイオキシン類が生成し易く、逆にバグフィルター (Bag Filter) で集塵する場合はダイオキシン類の生成は非常に少ない。従って、ダイオキシン類の生成を抑制する対策は基本的には焼却炉の構造と燃焼温度等の運転維持管理に関する部分が根本となるが、その他にも表15に見るように集塵機の前に粉末活性炭等を排ガス中に吹き込み低減化する対策等が種々ある。しかし、ダイオキシン類生成抑制の基本は3Tの原則といわれており、ダイオキシン類が生成しにくいように高温で燃焼する“燃焼温度 (Temperature)” 未燃炭素分が炉内で充分分解するための“滞留時間 (Time)” ダイオキシン類生成の原料となる未燃炭素分を完全燃焼させるための“酸素との混合 (Turbulence)” の三要素がある。石川¹³⁾が厚生省の「ダイオキシンの排出削減に向けて」より引用したダイオキシン生成低減対策の紹介では炉内の燃焼温度とダイオキシン類の生成濃度との関係は図18にみるように

800℃以下では高濃度 (80ng程度) に生成するが、それ以上の温度では平均値で約20ng程度と低いことが分る。又、ダイオキシン類が生成する炉内での滞留時間と熱分解の関係については滞留時間 1 ± 0.1秒間での実験結果では図19でみるように図中のダイオキシン類 (ジベンゾダイオキシン, ジベンゾフラン, ビフェニール) は700℃で急激に分解することが分る。次に、集塵機入口における排ガス温度は一般的に低い方がダイオキシン類の生成が少ないといわれているように図20で明らかのように250℃以下ではダイオキシン類濃度は低く300℃以上では高濃度となることが明確である。又、未燃炭素分のダイオキシン化を防止するための完全燃焼化の判断として行なわれている排ガス中のCO (一酸化炭素) 濃度を測定した結果では図21にみるように100ppm程度以上で急激にダイオキシン濃度が増加している。これは不完全燃焼が起っている証拠といえる。完全燃焼が出来ていればCO₂ (二酸化炭素) 濃度が高くなりCO (一酸化炭素) 濃度が低くなるからである。従って、図21にみるようにCO濃度が高い領域は不完全燃焼が行なわれ、未燃炭素分からダイオキシン類が還元的空気の雰囲気内で生成し

廃棄物の焼却とダイオキシン汚染

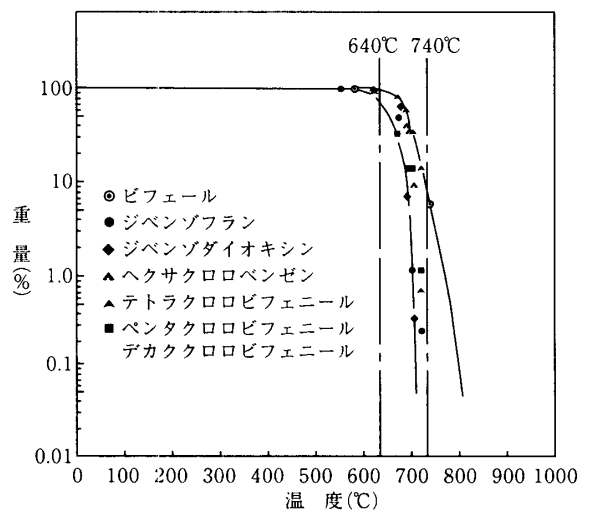
表15 ごみ焼却プラントのダイオキシン類低減化(熱分解・抑制・除去・分解・溶融)技術 (都市と廃棄物)



・ 燃焼温度を800~850℃以上にするとダイオキシン類濃度が低減する。

● 平均値 ■ 中央値 (都市と廃棄物)

図18 燃焼温度とダイオキシン類濃度の関係



(滞留時間: 1±0.1秒) 出典: タクマ技術資料

図19 ダイオキシン類の熱分解特性

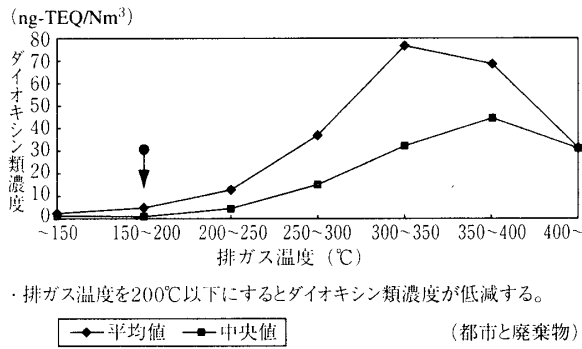


図20 集じん器入口における排ガス温度とダイオキシン類濃度の関係

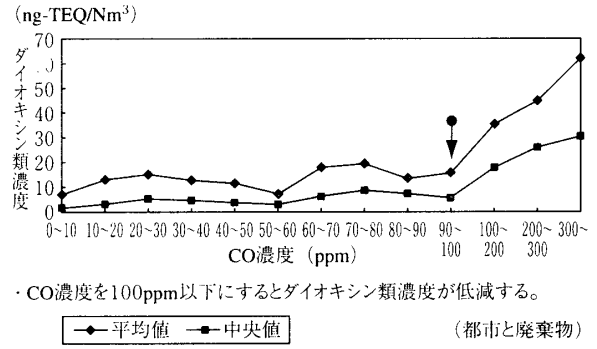


図21 煙突出口における排ガス中のCO濃度とダイオキシン類濃度の関係

表16 ダイオキシンに係る濃度基準

(単位: ng-TEQ/m³ N)

| 燃焼室の処理能力 | 新設の基準 | 既設の基準 | | |
|------------|-------|-----------------------|------------------------|-------------|
| | | 平成9年12月1日～平成10年11月30日 | 平成10年12月1日～平成14年11月30日 | 平成14年12月1日～ |
| 4 t/hr 以上 | 0.1 | 基準の適用を猶予 | 80 | 1 |
| 2 ～ 4 t/hr | 1 | | | 5 |
| 2 t/hr 未満 | 5 | | | 10 |

表17 最近竣工したごみ焼却施設 (廃熱ボイラ、発電機付帯) のダイオキシン類濃度 (煙突出口)

| 施設名 | 竣工年月日 | 炉規模 | 排ガス処理設備 | 法規制値 (既設炉) ng-TEQ/Nm ³ | ダイオキシン濃度 ng-TEQ/Nm ³ | 測定日 |
|----------------------|---------|-------------|---------------|-----------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------|
| 東山クリーンセンター(長野県) | 平成10年3月 | 65t/24h×2基 | バグフィルター | 5 | 0.036(1号炉) 0.068(2号炉) | 10年3月20日 |
| 筑南クリーンセンター(つくば市) | 平成9年2月 | 125t/24h×3基 | バグフィルター | 1 | 0.13(1号炉) 0.082(2号炉) 0.097(3号炉) | 9年12月4日 9年11月11日 9年12月3日 |
| クリーンセンター多摩川(東京都) | 平成10年3月 | 150t/24h×3基 | バグフィルター+脱硝 | 1 | 0.039 | 10年4月3日 |
| 東京都江戸川清掃工場 | 平成9年3月 | 300t/24h×2基 | バグフィルター+洗煙+脱硝 | 1 | 0.016(1号炉) 0.021(2号炉) | 10年1月28日 |
| 東京都千歳清掃工場 | 平成8年3月 | 600t/24h×1基 | バグフィルター+脱硝 | 1 | 0.083(1号炉) | 9年10月28日 |
| マドリッドプラント (流動床式炉、荏原) | 平成7年3月 | 220t/24h×3基 | バグフィルター | 0.2 (性能保証値) | 0.02 (平均値) | |

(都市と廃棄物 Vol.29, No.1)

ていることの証拠である。以上のようにダイオキシン低減対策が分かっているため、これらの基本原理をふまえダイオキシン類の排出規制については大気汚染防止法及び廃掃法で排出基準値が強化され表16にみるように平成9年12月1日以降に新設した炉については大型炉 (4 t/hr以上) については0.1ngと従来

の80ng (2002年まで) よりも著しく厳しい基準が適用されることになったが石川¹³⁾ は表17に示すように焼却炉の規模に関係なく発生源対策が十分なされていれば0.1ngの規制値をクリアすることは可能であるとしている。以上のようなことから廃掃法施行規則が改正され平成9年12月1日以降新設される焼却炉

廃棄物の焼却とダイオキシン汚染

表18 廃棄物の処理及び清掃に関する法律施行規則による構造基準

| 施設の構造基準 | | 新設 平成9年 12月1日から |
|---|---|-----------------------|
| 外気と遮断された状態で、廃棄物を定量ずつ、連続的に燃焼室に供給できる供給装置を設置すること (ガス化燃焼方式を用いた焼却施設、1時間当たりの処理能力が2トン未満の施設については定量供給装置の設置が免除されています。) | | ○ |
| 燃 焼 室 | 燃焼ガスが摂氏800度以上の状態で燃焼できる燃焼室を設置すること | ○ |
| | 燃焼ガスが摂氏800度以上の温度のまま2秒以上滞留できる燃焼室を設置すること | ○ |
| | 外気と遮断された燃焼室を設置すること(二重扉を設置するなどの措置を講ずること) | ○ |
| | 助燃装置を設置すること | ○ |
| | 必要な空気を供給できる設備を設けた燃焼室(供給空気量を調節する機能を有するもの)を設置すること | ○ |
| 燃焼ガスの温度を連続的に測定・記録する装置を設置すること | | ○ |
| 集じん装置に流入する燃焼ガスの温度をおおむね摂氏200度以下に冷却できる冷却設備を設置すること | | ○ |
| 集じん装置に流入する燃焼ガスの温度を連続的に測定・記録する装置を設置すること | | ○ |
| 生活環境保全上の支障が生じないようにすることができる排ガス処理設備を設置すること (なお、新設は平成9年12月1日から、また、既設も平成14年12月1日から高度のばいじん除去機能を有するものを設置すること) | | ○ |
| 排ガス中のCOの濃度を連続的に測定・記録する装置を設置すること | | ○ |
| ばいじんを焼却灰と分離して排出し、貯留することができる灰出し設備・貯留設備を設置すること | | ○ |
| ばいじん又は焼却灰が飛散・流出しない設備を設置すること | | ○ |

表19 廃棄物の処理及び清掃に関する法律施行規則による維持管理基準

| 施設の維持管理基準 | | 新設 平成9年 12月1日から |
|--|--|-----------------------|
| ビット・クレーン方式によってごみを投入する場合には、常時、廃棄物を均一に混合すること | | ○ |
| 燃焼室への廃棄物の投入は、外気と遮断した状態で定量ずつ連続的に行うこと | | ○ |
| 燃焼ガスの温度を摂氏800度以上に保つこと | | ○ |
| 焼却灰の熱しゃく減量が10%以下になるように焼却すること | | ○ |
| 運転開始時は、助燃装置を作動させる等により、炉温を速やかに上昇させること | | ○ |
| 運転停止時は、助燃装置を作動させる等により、炉温を高温に保ち燃焼し尽くすこと | | ○ |
| 燃焼ガスの温度を連続的に測定・記録すること | | ○ |
| 集じん装置に流入する燃焼ガスの温度をおおむね摂氏200度以下に冷却すること | | ○ |
| 集じん装置に流入する燃焼ガスの温度を連続的に測定・記録すること | | ○ |
| 冷却設備・排ガス処理設備に堆積したばいじんを除去すること | | ○ |
| 排ガス中のCO濃度が100ppm以下になるように燃焼すること | | ○ |
| 排ガス中のCO濃度を連続的に測定・記録すること | | ○ |
| 排ガス中のダイオキシン類濃度が基準以下となるように焼却すること | | ○ |
| 排ガス中のダイオキシン類濃度を年1回以上測定・記録すること | | ○ |
| 排ガスによる生活環境保全上の支障が生じないようにすること | | ○ |
| ばいじんと焼却灰を分離して排出し、貯留すること | | ○ |
| 火災防止に必要な措置を講ずるとともに、消火設備を備えること | | ○ |

表20 焼却灰中のダイオキシン類濃度

| 炉型式 | 旧ガイドライン非適用 | | | | | 旧ガイドライン適用 | | | | |
|---------|------------|-------|-------|-----|------|-----------|-------|-------|-----|------|
| | 施設数 | 中央値 | 平均値 | 最小値 | 最大値 | 施設数 | 中央値 | 平均値 | 最小値 | 最大値 |
| 全連続式 | 44 | 0.025 | 0.158 | nd | 1.30 | 9 | 0.000 | 0.023 | nd | 0.18 |
| 准連・バッチ式 | 45 | 0.100 | 0.505 | nd | 8.80 | 6 | 0.087 | 0.099 | nd | 0.24 |
| 全施設 | 89 | 0.054 | 0.333 | nd | 8.80 | 15 | 0.006 | 0.053 | nd | 0.24 |

注：1. ダイオキシン類濃度単位 ng-TEQ/g
 2. 平成8年度実施の「総点検調査」結果による。
 3. 焼却灰として測定されているが、実際には飛灰が混入しているケースが含まれている。
 (厚生省ダイオキシン類削減プログラムより)

表21 飛灰中のダイオキシン類濃度

| 集じん器 炉型式 | 旧ガイドライン非適用 | | | | | 旧ガイドライン適用 | | | | |
|-------------|------------|------|------|------|-----|-----------|-----|-----|------|-----|
| | 施設数 | 中央値 | 平均値 | 最小値 | 最大値 | 施設数 | 中央値 | 平均値 | 最小値 | 最大値 |
| 電気集じん器 | 132 | 4.9 | 12.4 | 0.01 | 100 | 2 | 1.9 | 1.9 | 0.85 | 2.9 |
| ろ過式集じん器 | 9 | 2.1 | 2.3 | 0.18 | 6.0 | 28 | 0.6 | 1.4 | 0.09 | 8.7 |
| 全連続式 | 141 | 4.3 | 11.8 | 0.01 | 100 | 30 | 0.6 | 1.5 | 0.09 | 8.7 |
| 電気集じん器 | 196 | 10.0 | 19.0 | 0.07 | 240 | 15 | 1.9 | 2.8 | 0.59 | 8.6 |
| ろ過式集じん器 | 11 | 1.7 | 2.4 | 0.49 | 4.9 | 43 | 1.5 | 3.1 | 0.00 | 24 |
| マルチサイクロン式 | 51 | 2.3 | 9.4 | 0.01 | 155 | | | | | |
| 准連・バッチ式 | 258 | 7.5 | 16.4 | 0.01 | 240 | 58 | 1.6 | 3.0 | 0.00 | 24 |
| 全施設 | 399 | 6.1 | 14.8 | 0.01 | 240 | 88 | 1.5 | 2.5 | 0.00 | 24 |

注：1. ダイオキシン類濃度単位 ng-TEQ/g
 2. 平成8年度実施の「総点検調査」結果による。
 (厚生省ダイオキシン類削減プログラムより)

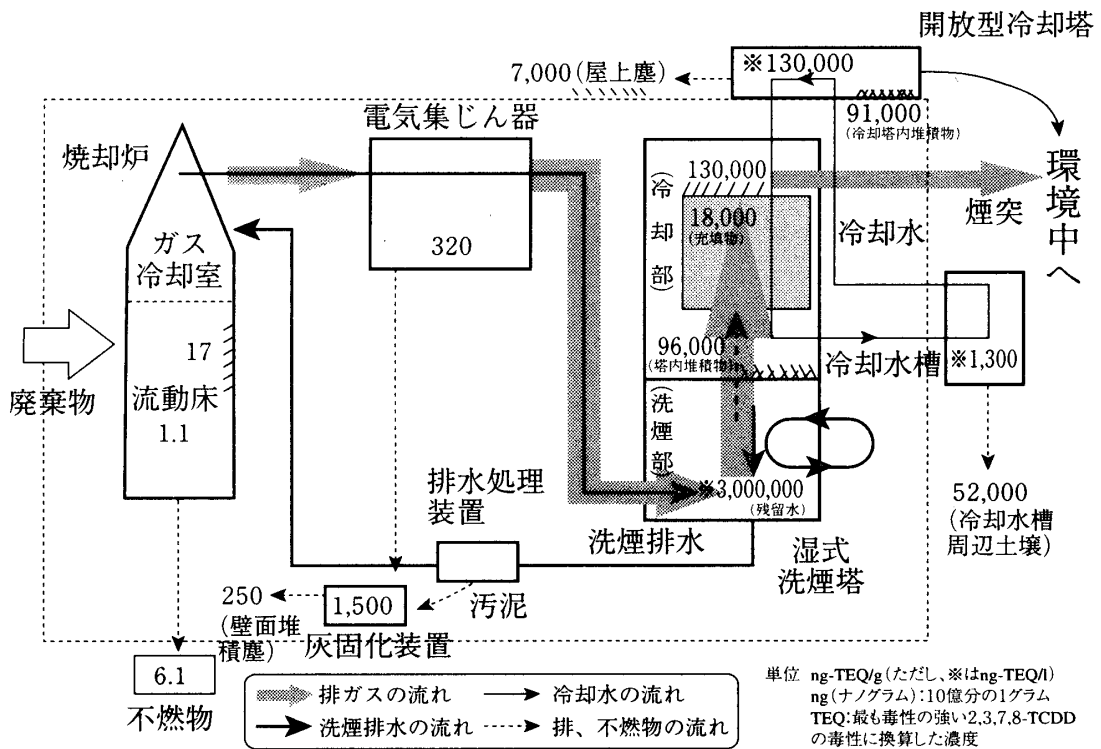


図22 豊能郡美化センターの構成とダイオキシン濃度

の構造基準については表18に示すように規定され又、施設の維持管理基準についても表19のように規定された。これらの基準を遵守すれば焼却炉よりのダイオキシン類の生成を減少することが出来るが、これ以外にも焼却施設周辺への汚染を防止するには稼動に供ないソフト面でも対応する必要がある、ダイオキシン類は焼却灰や飛灰中にも存在することから（表20、表21）、炉から灰を回収する際には散水等を行ない湿らせて灰が飛散しないように行うことが重要である。又、その他の留意事項は焼却施設の各部分別には廃掃法施行規則の基準を満しているが、施設全体としてダイオキシン類が漏れ出る場所がないか盲点を見る必要があると考える。1998年4月16日付各新聞紙¹⁴⁾では大阪府能勢町“豊能郡美化センターの敷地内で焼却場煙突より100m離れた池の底泥から23,000pgと国内最高濃度のダイオキシン類が又、敷地南部のノリ面から8,500pgが検出されたとのことであるが、同センター周辺におけるダイオキシン類高濃度汚染の原因が厚生省の現地調査結果¹⁵⁾から、ハード面のみでなく以下のようなソフト面に起因する原因も含まれていたことが分った、即ち、同センターでは燃焼部（流動床）、集塵部、排ガス洗煙部が図22にみるように構成されており、同センター周辺へダイオキシン類を移行させた部位は排ガス洗煙部であり廃掃法施行規則に定めのない部位からの漏出で、誰もが気づかなかった盲点の部位からであった。その盲点の第1は大気中への排出については開放型冷却水塔からの飛沫の飛散であり第2の水系への漏出については除塵液を冷却する冷却水に除塵液の一部が混入し、これが外部の池等へ漏出し汚染をさせたものである。

第1の開放型冷却水塔については、このセンターでは排煙中の塩化水素、硫黄酸化物等を除去するため、湿式洗煙塔を設置しており、同塔の洗煙部では洗煙水をシャワーのように上部より流し塩化水素等の洗浄除去と共に副次的にダイオキシン類も若干除去され、それ

らが洗煙水に移行した。更に、この洗煙液は洗浄塔内で循環使用されていたためダイオキシン類は濃縮され高濃度となり洗煙塔の冷却部に接続して屋上に設置された開放型冷却塔に一部分が混入し、これが冷却水と共に飛沫となって大気中へ飛散し、周辺環境を汚染したものである。又、第2の水系への汚染については冷却水に移行したダイオキシン類は開放型冷却水塔及び湿式洗煙塔の冷却部を循環する冷却水を貯留する冷却水槽からダイオキシン類が混入した冷却水の一部が水系へ流出したことが原因で、豊能郡美化センターではソフト面での対応の不十分さがうかがえたケースであった。

その他、ソフト面ではダイオキシン類生成の原因となる塩素源となるプラスチック類の焼却を止める件については分別収集により焼却物から除外することも有効と考えられるが「廃棄物処理（廃プラスチック）実態調査報告書」¹⁶⁾によれば各自治体では廃プラスチックの分別収集やリサイクルを行ないたいが一般家庭や小売店、事業者の協力が得られなければ実現しないとしており、今後、新設する場合には減容固化機を導入したり油化などの技術が確立すればそれを導入したいと前向に検討している自治体があるが、いづれにしてもプラスチック類の処理について各自治体は困惑していることが現状である。

IV. まとめ

日本は世界主要15ヶ国中、ダイオキシン類の排出量が最も多く、その発生源としては焼却炉からのものが約9割（一般ごみの焼却炉約8割、産業廃棄物焼却炉約1割）と、そのほとんどがごみの焼却炉から排出されているのが現状である。この発生を4年以内に1997年に比べ9割削減するための政府の指針が決定されている。ダイオキシン類は有機化学物質中最強の毒性をもった物質であることから、人に対する影響が危惧される。新聞報道（平成11年6月15日付静岡新聞）によれば任期満了に伴うベルギーの総選挙で鶏肉等のダ

イオキシンの汚染問題での対応を批判された現政権が敗北し政権が交代したと報じている。我が国においてもごみ焼却施設(炉)がダイオキシン汚染が原因で初めて廃炉となった大阪府、豊能郡美化センターの例や埼玉や大阪府能勢町の住民が公害調停委員会(公害関係の裁判所のような機関)に焼却炉の停止を求めて公害調停を申請したりしており、ダイオキシン類については今後、人に対する健康影響や環境汚染調査が更に行なわれることであろうが、ダイオキシンは毒性が強いと共に難

分解性であるため一担人体内に入ると約10年間は体内に残留する物質である。従って、我々はダイオキシンの生成を抑制するように事業所のみでなく一般住民も塩ビ等を一般焼却ごみに混ぜないなど、生成防止に自分達の問題として留意していかなければならないものとする。

謝 辞

資料を提供していただいた静岡県環境部廃棄物対策室、鈴木隆、生活環境室、佐藤千明、杉山文人、各主幹に御礼申し上げます。

【参考文献】

- 1) 平成10年4月22日付静岡新聞
- 2) 平成11年3月26日付静岡新聞夕刊
- 3) 官公庁公害専門資料 34, 3, 120 (1999)
- 4) 入江登志男 環境技術 28, 1, 43 (1999)
- 5) 入江登志男 環境技術 28, 1, 44 (1999)
- 6) 都市と廃棄物編集部 都市と廃棄物 28, 6, 49 (1998)
- 7) 平成11年3月25日付静岡新聞
- 8) 平成11年4月9日付 同上
- 9) 平成11年4月8日付 同上
- 10) 月刊廃棄物 24, 281, pp24~25 (1998)
- 11) 官公庁公害専門資料 34, 4, pp132~139 (1999)
- 12) 都市と廃棄物 28, 6, 55 (1998)
- 13) 都市と廃棄物 29, 1, 28 (1998)
- 14) 資源環境対策 34, 9, 872 (1998)
- 15) 都市と廃棄物 29, 1, pp53~54 (1998)
- 16) (社)静岡県環境資源協会 廃棄物処理(廃プラスチック)実態調査報告書 平成7年3月
- 17) 都市と廃棄物 28, 6, 47 (1998)