

吸着塔に試料を充填し、150℃(集じん・洗煙装置を想定)に加温した。そこにTCDD170~190ng/Nm³(dry値)を含んだ水分20%の加湿空気0.60Nm³/h(wet値)を空間速度560,000~3,200,000h⁻¹で流した。通ガスから3時間後に実験を終了し、試料中のTCDD量を分析した。分析は、平成9年厚生省発行の「廃棄物処理におけるダイオキシン類標準測定分析マニュアル」を準拠した。

3.2.3 実験結果および考察

各試料に対する、空間速度とTCDD除去率の関係を求めた結果を図3-2-2に示す。TCDD除去率は、(a)式を用いて算出した。

$$\text{TCDD除去率} = \frac{\text{TCDD添加量}}{\text{試料のTCDD吸着量}} \quad \dots\dots(a)$$

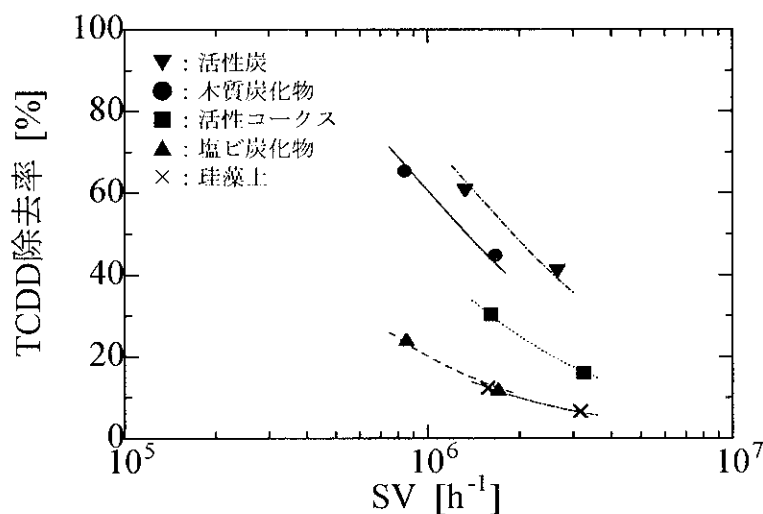


図3-2-2 空間速度とTCDD除去率の関係

ガス温度：150℃

TCDD濃度：170~190 ng/Nm³ (dry値)

また、有機系試料の木質炭化物、塩ビ炭化物、活性コークス、活性炭のTCDD除去率は、図3-2-3に示すようにBET表面積に依存する。またBET表面積4.8m²/gの塩ビ炭化物とBET表面積33m²/gの珪藻土には、同程度のTCDDが吸着した。

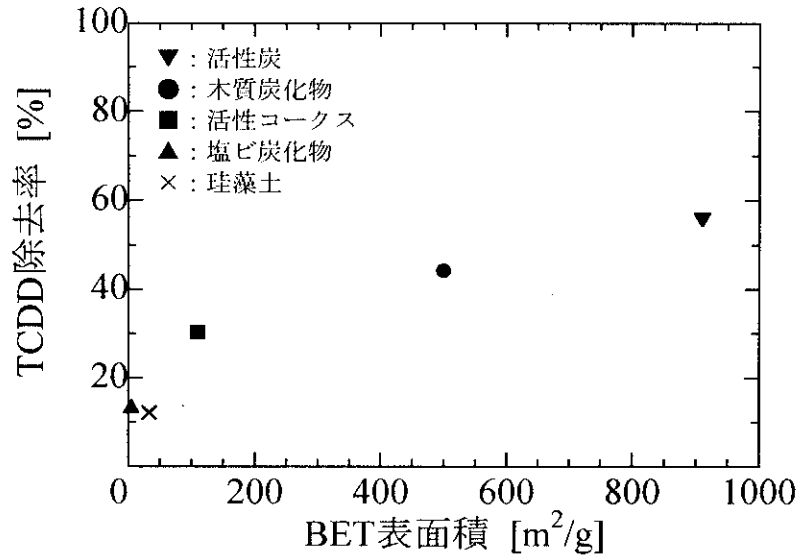


図3-2-3 BET表面積とTCDD除去率の関係

ガス温度：150℃

TCDD濃度：170⁻190 ng/Nm³ (dry値)

SV値：1,600,000 h⁻¹ (図3-2-2の近似線から推算)

3.2.4 結言

未燃炭素の代表試料として、木質炭化物、塩ビ炭化物、活性コークス、活性炭を、比較試料として、珪藻土をそれぞれ選定し、これら5種類のTCDD吸着実験をおこなった。その結果、TCDD除去率はBET表面積に依存することが分かった。今後、実際の焼却炉で排ガス中の未燃炭素がどのようにダイオキシン類の吸着除去に関わっているか、市販活性炭以外の未燃炭素系物質についてのダイオキシン類吸着性能はどうか等について調査する必要があるものと考えられる。

第4章 ダイオキシン類を含む残渣物の実態、低減化技術の調査

4.1 残渣物の実態に関する調査（文献調査）

4.1.1 調査目的

本調査はデータベースを基に各残渣物中のダイオキシン類排出濃度を把握することを目的とした。

ただし、このデータベースを用いたダイオキシン類排出濃度の全国を一括した解析は既に行われているので、より実態に近いダイオキシン類排出濃度を調査するため、ここでは全国の約3割の一般廃棄物を焼却している政令指定都市の施設とその他の施設に分けて集計して調査することとした。

4.1.2 データベースの内容

本調査に用いたデータベースは、廃棄物研究財団のダイオキシン類データベース作成ワーキンググループによりまとめられたものである。

本データベースは検体数が約6,000件に及ぶものであるが、ここでは一般廃棄物焼却施設での排ガスを除く残渣物（主灰、飛灰、混合灰、排水、水処理汚泥）およびそれに関連するもの（処理飛灰、水処理原水）をピックアップして集計に用いた。

なお、廃棄物研究財団のダイオキシン類データベース作成ワーキンググループで調査されたダイオキシン類濃度の集計結果のうち、一般廃棄物処理の残渣物に関連するものについて表4-1-1～4、図4-1-1～6に示す。

表4-1-1 固体試料中のダイオキシン類濃度（施設分類順、採取物種類順）

| 施設分類 | 採取物種類 | TEQ単位 | データ数 | 平均値 | 最小値 | 最大値 | 標準偏差 |
|----------|----------|-------|-------|------|---------|------|-------|
| 1:一廃処理施設 | 11:主灰 | ng/g | 581 | 0.11 | 0 | 3.3 | 0.32 |
| 1:一廃処理施設 | 12:飛灰 | ng/g | 1,383 | 8.68 | 0.00075 | 560 | 25.06 |
| 1:一廃処理施設 | 13:混合灰 | ng/g | 166 | 5.83 | 0 | 190 | 19.12 |
| 1:一廃処理施設 | 18:処理飛灰 | ng/g | 86 | 4.44 | 0 | 57 | 9.09 |
| 1:一廃処理施設 | 19:その他灰類 | ng/g | 1 | 0.31 | 0.31 | 0.31 | |
| 1:一廃処理施設 | 44:水処理汚泥 | ng/g | 34 | 0.73 | 0.0037 | 7 | 1.36 |

表4-1-2 固体試料中のダイオキシン類濃度度数分布（施設分類順、採取物種類順）

| 施設分類 | 採取物種類 | TEQ 単位 | 0以上 | 0.5以上 | 1以上 | 3以上 | 5以上 | 10以上 | 30以上 | 50以上 | 100以上 |
|----------|----------|-----------|-------|-------|-----|-----|------|------|------|-------|-------|
| | | | 0.5以下 | 1以下 | 3以下 | 5以下 | 10以下 | 30以下 | 50以下 | 100以下 | |
| 1:一廃処理施設 | 11:主灰 | ng/g | 553 | 16 | 9 | 3 | | | | | |
| 1:一廃処理施設 | 12:飛灰 | ng/g | 243 | 164 | 344 | 168 | 199 | 196 | 32 | 24 | 13 |
| 1:一廃処理施設 | 13:混合灰 | ng/g | 83 | 12 | 33 | 15 | 2 | 11 | 6 | 3 | 1 |
| 1:一廃処理施設 | 18:処理飛灰 | ng/g | 29 | 19 | 15 | 4 | 7 | 9 | 2 | 1 | |
| 1:一廃処理施設 | 19:その他灰類 | ng/g | 1 | | | | | | | | |
| 1:一廃処理施設 | 44:水処理汚泥 | ng/g | 23 | 4 | 5 | 1 | 1 | | | | |

表4-1-3 液体試料中のダイオキシン類濃度（施設分類順、採取物種類順）

| 施設分類 | 採取物種類 | TEQ単位 | データ数 | 平均値 | 最小値 | 最大値 | 標準偏差 |
|----------|-------------|-------|------|-----------|----------|----------|-----------|
| 1:一廃処理施設 | 31:排水原水 | pg/L | 1 | 3.20 | 3.2 | 3.2 | |
| 1:一廃処理施設 | 38:処理水(放流水) | pg/L | 37 | 1.02 | 0 | 12 | 2.25 |
| 1:一廃処理施設 | 71:洗煙排水原水 | pg/L | 12 | 20,176.34 | 6.1 | 100,000 | 30,328.75 |
| 1:一廃処理施設 | 72:第一凝沈出口水 | pg/L | 4 | 26.75 | 1.1 | 85 | 39.57 |
| 1:一廃処理施設 | 75:砂ろ過出口水 | pg/L | 5 | 250.68 | 0.38 | 1,200 | 531.07 |
| 1:一廃処理施設 | 76:活性炭層出口水 | pg/L | 1 | 880.00 | 880 | 880 | |
| 1:一廃処理施設 | 78:洗煙排水処理水 | pg/L | 68 | 18.20 | 0 | 720 | 92.42 |
| 1:一廃処理施設 | 79:その他水 | pg/L | 4 | 271.55 | 3.2 | 985 | 477.19 |
| 1:一廃処理施設 | 81:主灰溶出 | pg/L | 6 | 0.01 | 0.00017 | 0.017 | 0.01 |
| 1:一廃処理施設 | 82:飛灰溶出 | pg/L | 6 | 2.22 | 0 | 7.8 | 3.51 |
| 1:一廃処理施設 | 86:処理飛灰溶出 | pg/L | 8 | 0.09 | 0 | 0.56 | 0.20 |
| 1:一廃処理施設 | 87:処理混合灰溶出 | pg/L | 1 | 0.00 | 0.000038 | 0.000038 | |

表4-1-4 液体試料中のダイオキシン類濃度度数分布（施設分類順、採取物種類順）

| 施設分類 | 採取物種類 | TEQ 単位 | 0以上 | 0.01以上 | 0.1以上 | 1以上 | 10以上 | 100以上 | 1000以上 | 10000以上 |
|----------|-------------|-----------|--------|--------|-------|------|-------|--------|---------|---------|
| | | | 0.01未満 | 0.1未満 | 1未満 | 10未満 | 100未満 | 1000未満 | 10000未満 | |
| 1:一廃処理施設 | 31:排水原水 | pg/L | | | | 1 | | | | |
| 1:一廃処理施設 | 38:処理水(放流水) | pg/L | 7 | 11 | 10 | 8 | 1 | | | |
| 1:一廃処理施設 | 71:洗煙排水原水 | pg/L | | | | 1 | 2 | 1 | 8 | |
| 1:一廃処理施設 | 72:第一凝沈出口水 | pg/L | | | | 2 | 2 | | | |
| 1:一廃処理施設 | 75:砂ろ過出口水 | pg/L | | | 1 | 2 | 1 | | 1 | |
| 1:一廃処理施設 | 76:活性炭層出口水 | pg/L | | | | | | 1 | | |
| 1:一廃処理施設 | 78:洗煙排水処理水 | pg/L | 6 | 7 | 18 | 27 | 8 | 2 | | |
| 1:一廃処理施設 | 79:その他水 | pg/L | | | | 1 | 2 | 1 | | |
| 1:一廃処理施設 | 81:主灰溶出 | pg/L | 2 | 4 | | | | | | |
| 1:一廃処理施設 | 82:飛灰溶出 | pg/L | 4 | | | 2 | | | | |
| 1:一廃処理施設 | 86:処理飛灰溶出 | pg/L | 6 | | 2 | | | | | |
| 1:一廃処理施設 | 87:処理混合灰溶出 | pg/L | 1 | | | | | | | |

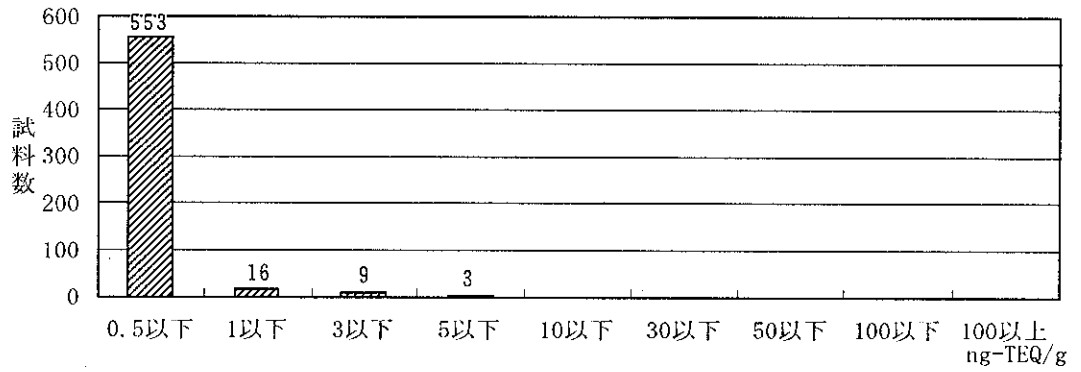


図4-1-2 ダイオキシン類濃度度数分布（一廃処理施設，主灰）

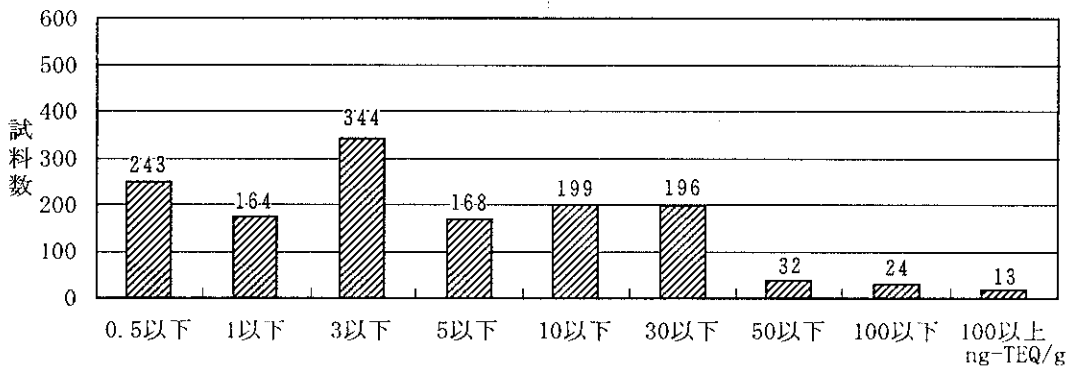


図4-1-2 ダイオキシン類濃度度数分布（一廃処理施設，飛灰）

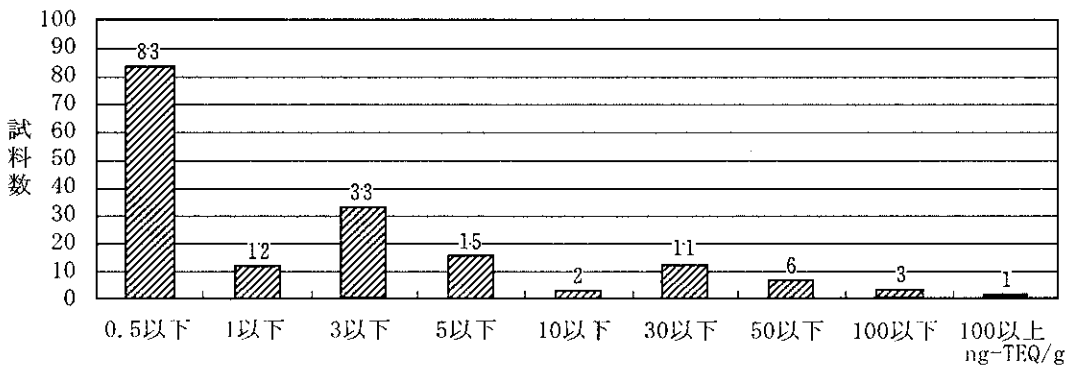


図4-1-3 ダイオキシン類濃度度数分布（一廃処理施設，混合灰）

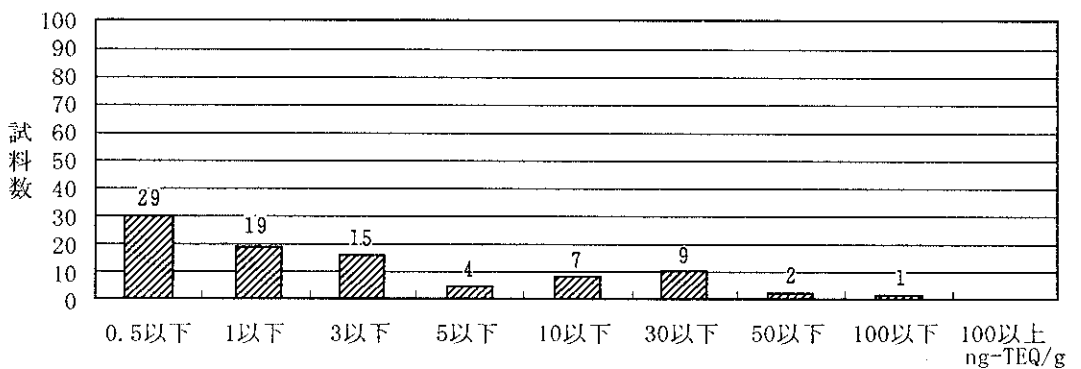


図4-1-4 ダイオキシン類濃度度数分布（一廃処理施設，処理飛灰）

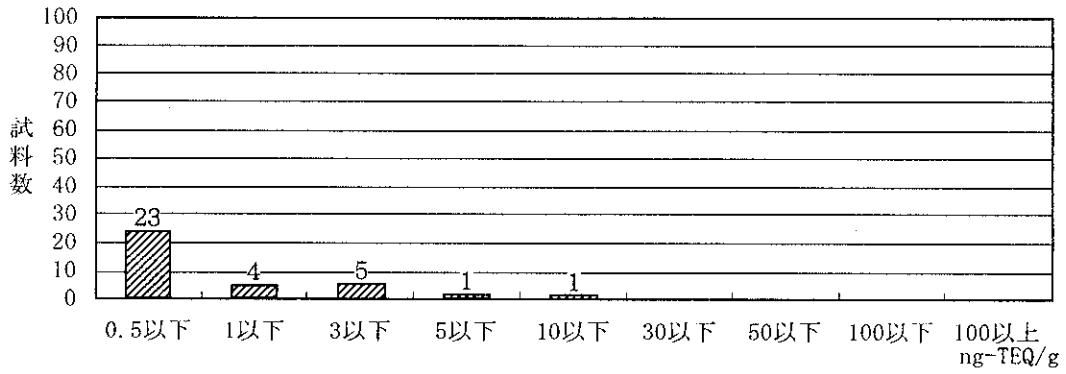


図4-1-5 ダイオキシン類濃度度数分布（一廃処理施設，水処理汚泥）

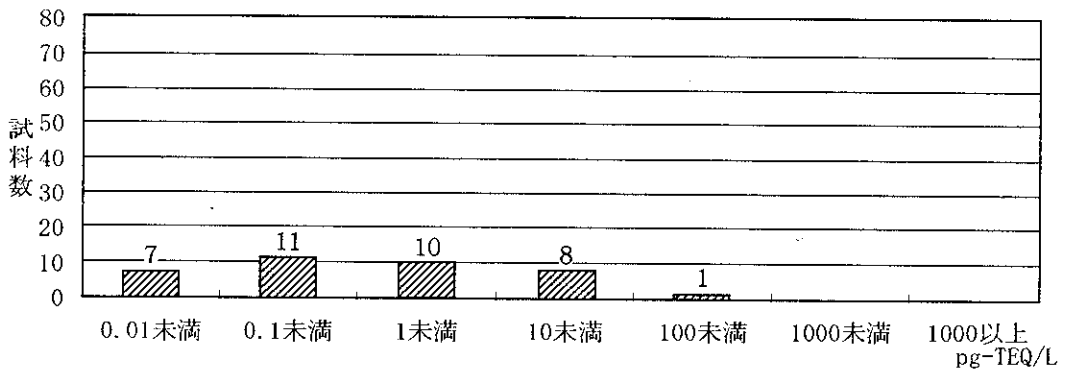


図4-1-6 ダイオキシン類濃度度数分布（一廃処理施設，処理水）

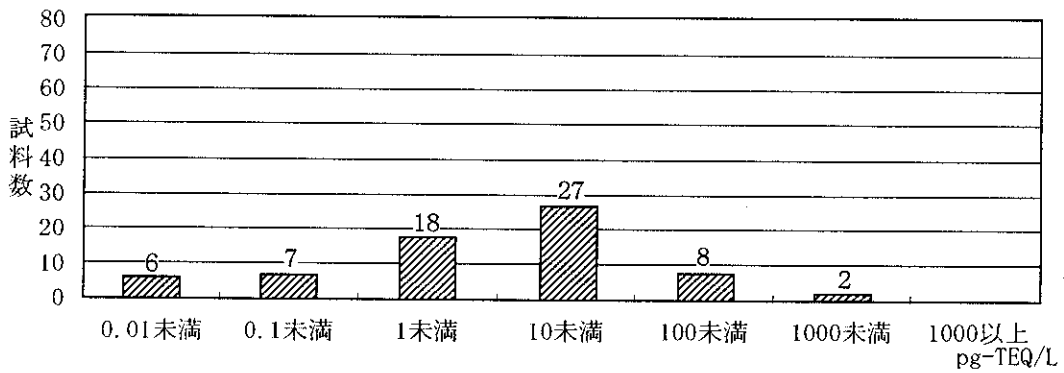


図4-1-7 ダイオキシン類濃度度数分布（一廃処理施設，洗煙排水処理水）

4.1.3 調査結果

1. 政令指定都市の施設およびその他の施設における排出濃度および基準値適合状況

データベースを政令指定都市の施設およびその他の施設に分け、各残渣物ごとに集計して平均等を求めた結果を表4-1-5～表4-1-6および図4-1-8～図4-1-14に、ダイオキシン類濃度分布を表4-1-7～表4-1-8および図4-1-15～図4-1-21に示す。

平均値で比較すると、主灰、処理水ではやや政令指定都市の施設の方が高い値となり、その他は政令指定都市の施設の方が低い値となった。中央値で比較すると、主灰、混合灰、水処理汚泥、処理水で政令指定都市の施設の方が高い値となった。

混合灰、処理飛灰、水処理汚泥、無機系原水、処理水、洗煙排水原水では、少なくとも一方で検体数が少ないために一部の高濃度検体の影響で平均値が上ることにより、中央値との差が広がっていると考えられる。この傾向は、最大値の大きい政令都市以外の施設で顕著に現れている。

ダイオキシン類濃度分布を比較すると、処理水を除き、政令指定都市以外の施設の方が高い濃度域に分布している。

なお、排ガス処理方式等により細分化するための情報がデータベース上に揃っておらず、項目数の増加に伴い統計処理が煩雑になることから、分類についてはワーキンググループでまとめられた項目に合わせて集計を行った。

表4-1-5 残渣物中のダイオキシン類濃度（固体試料）

| 項目 | 分類 | TEQ単位 | データ数 | 平均値 | 中央値 | 最小値 | 最大値 |
|----------|--------|-------|-------|------|------|---------|-----|
| 11:主灰 | 政令指定都市 | ng/g | 100 | 0.17 | 0.04 | 0.0001 | 1.2 |
| | その他 | ng/g | 481 | 0.10 | 0.02 | 0 | 3.3 |
| 12:飛灰 | 政令指定都市 | ng/g | 119 | 4.76 | 1.60 | 0.00075 | 66 |
| | その他 | ng/g | 1,264 | 9.05 | 2.60 | 0.0066 | 560 |
| 13:混合灰 | 政令指定都市 | ng/g | 4 | 1.80 | 1.30 | 1 | 3.6 |
| | その他 | ng/g | 162 | 5.93 | 0.47 | 0 | 190 |
| 18:処理飛灰 | 政令指定都市 | ng/g | 11 | 1.37 | 0.53 | 0.063 | 7.9 |
| | その他 | ng/g | 75 | 4.89 | 1.00 | 0 | 57 |
| 44:水処理汚泥 | 政令指定都市 | ng/g | 28 | 0.59 | 0.22 | 0.0071 | 3.2 |
| | その他 | ng/g | 6 | 1.39 | 0.10 | 0.0037 | 7 |

表4-1-6 残渣物中のダイオキシン類濃度（液体試料）

| 項目 | 分類 | TEQ単位 | データ数 | 平均値 | 中央値 | 最小値 | 最大値 |
|------------|--------|-------|------|-----------|-----------|--------|--------|
| 31:無機系原水 | 政令指定都市 | pg/L | 1 | 3.20 | 3.20 | 3.2 | 3.2 |
| | その他 | pg/L | 0 | — | — | — | — |
| 38:処理水 | 政令指定都市 | pg/L | 28 | 1.28 | 0.35 | 0 | 12 |
| | その他 | pg/L | 9 | 0.21 | 0.03 | 0 | 1.2 |
| 71:洗煙排水原水 | 政令指定都市 | pg/L | 3 | 8,573.33 | 9,800.00 | 920 | 15,000 |
| | その他 | pg/L | 3 | 36,000.00 | 43,000.00 | 14,000 | 51,000 |
| 78:洗煙排水処理水 | 政令指定都市 | pg/L | 39 | 3.57 | 1.40 | 0 | 27 |
| | その他 | pg/L | 25 | 33.03 | 1.40 | 0 | 720 |

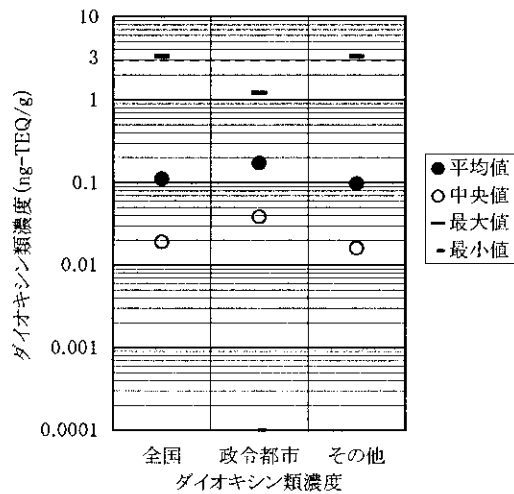


図4-1-8 ダイオキシン類濃度(主灰)

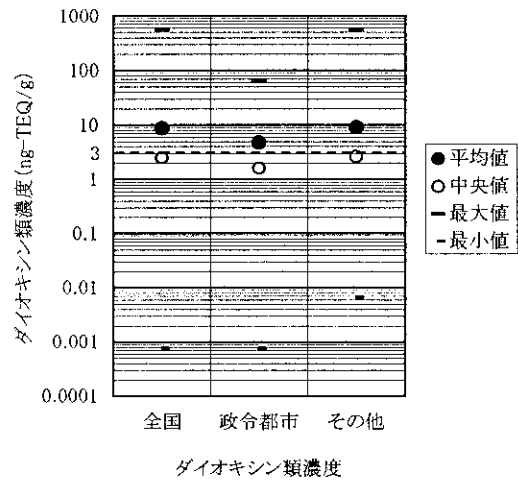


図4-1-9 ダイオキシン類濃度(飛灰)

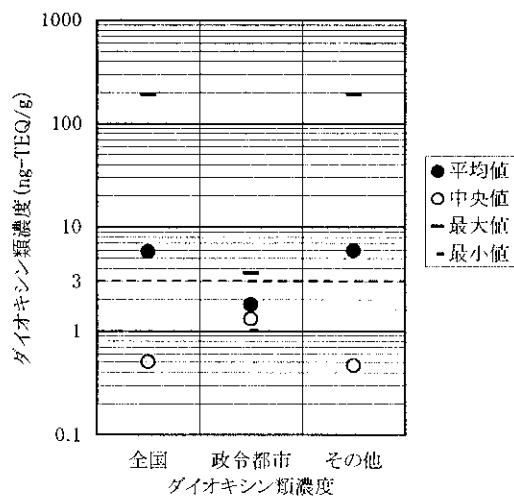


図4-1-10 ダイオキシン類濃度(混合灰)

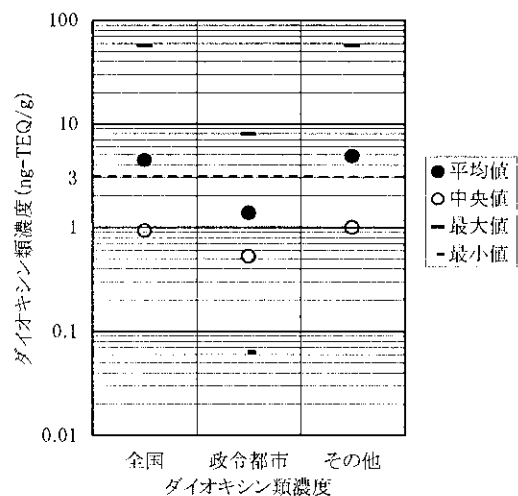


図4-1-11 ダイオキシン類濃度(処理飛灰)

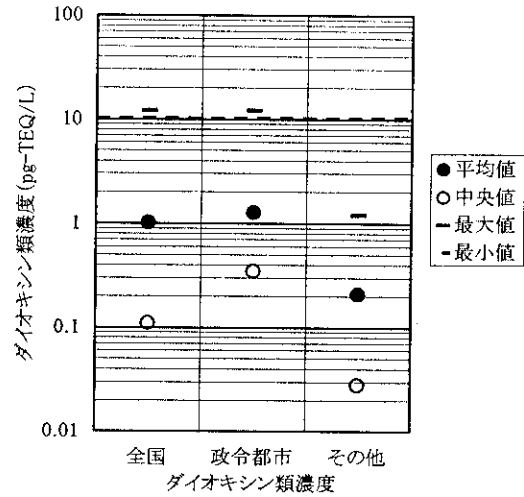
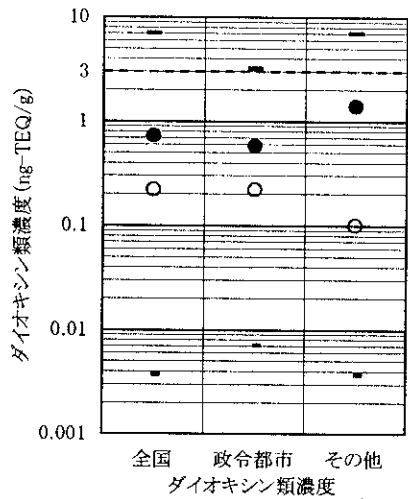


図4-1-12 ダイオキシン類濃度(水処理汚泥) 図4-1-13 ダイオキシン類濃度(処理水)

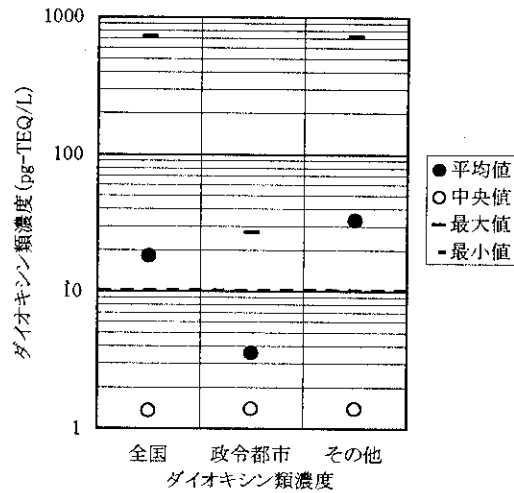


図4-1-14 ダイオキシン類濃度(洗煙排水処理水)

表4-1-6 排出基準適合率 (固体試料)

| 採取物種類 | 分類 | TEQ 単位 | 0以上 | 0.5以上 | 1以上 | 3以上 | 5以上 | 10以上 | 30以上 | 50以上 | 100以上 |
|---------|--------|-----------|-------|-------|-----|-----|------|------|------|-------|-------|
| | | | 0.5以下 | 1以下 | 3以下 | 5以下 | 10以下 | 30以下 | 50以下 | 100以下 | |
| 1:主灰 | 政令指定都市 | ng/g | 89 | 7 | 4 | | | | | | |
| | その他 | ng/g | 464 | 9 | 5 | 3 | | | | | |
| 2:飛灰 | 政令指定都市 | ng/g | 29 | 18 | 33 | 13 | 13 | 9 | 3 | 1 | |
| | その他 | ng/g | 214 | 146 | 311 | 155 | 186 | 187 | 29 | 23 | 13 |
| 3:混合灰 | 政令指定都市 | ng/g | | 1 | 2 | 1 | | | | | |
| | その他 | ng/g | 83 | 11 | 31 | 14 | 2 | 11 | 6 | 3 | 1 |
| 8:処理飛灰 | 政令指定都市 | ng/g | 5 | 4 | | 1 | 1 | | | | |
| | その他 | ng/g | 24 | 15 | 15 | 3 | 6 | 9 | 2 | 1 | |
| 4:水処理汚泥 | 政令指定都市 | ng/g | 19 | 4 | 4 | 1 | | | | | |
| | その他 | ng/g | 4 | | 1 | | 1 | | | | |

表4-1-6 排出基準適合率（液体試料）

| 採取物種類 | 分類 | TEQ 単位 | 0以上 | 0.01以上 | 0.1以上 | 1以上 | 10以上 | 100以上 | 1000以上 |
|-------------|--------|-----------|--------|--------|-------|------|-------|--------|--------|
| | | | 0.01未満 | 0.1未満 | 1未満 | 10未満 | 100未満 | 1000未満 | 1000以上 |
| 31:排水原水 | 政令指定都市 | pg/L | | | | 1 | | | |
| | その他 | pg/L | | | | | | | |
| 38:処理水(放流水) | 政令指定都市 | pg/L | 6 | 6 | 8 | 7 | 1 | | |
| | その他 | pg/L | 1 | 5 | 2 | 1 | | | |
| 71:洗煙排水原水 | 政令指定都市 | pg/L | | | | | | 1 | 2 |
| | その他 | pg/L | | | | | | | 3 |
| 78:洗煙排水処理水 | 政令指定都市 | pg/L | 4 | 4 | 11 | 17 | 3 | | |
| | その他 | pg/L | 2 | 3 | 5 | 9 | 5 | 1 | |

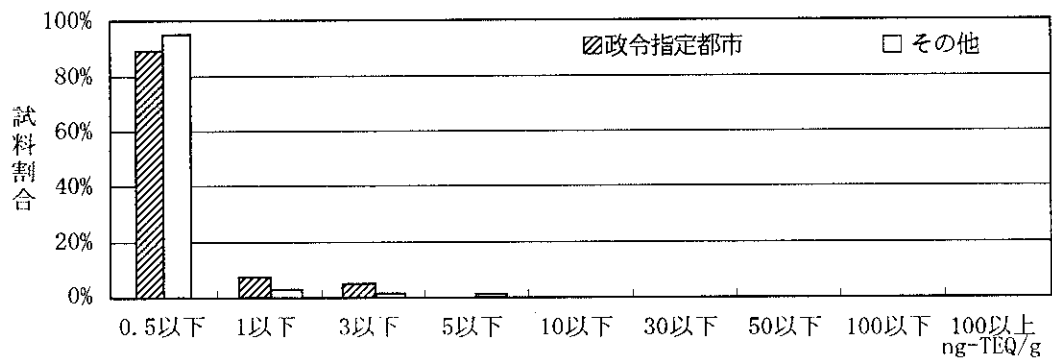


図4-1-15 ダイオキシン類濃度分布(主灰)

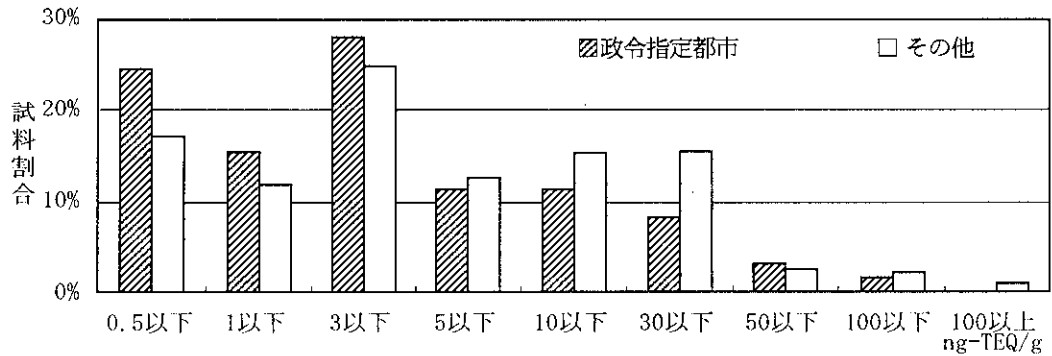


図4-1-16 ダイオキシン類濃度分布(飛灰)

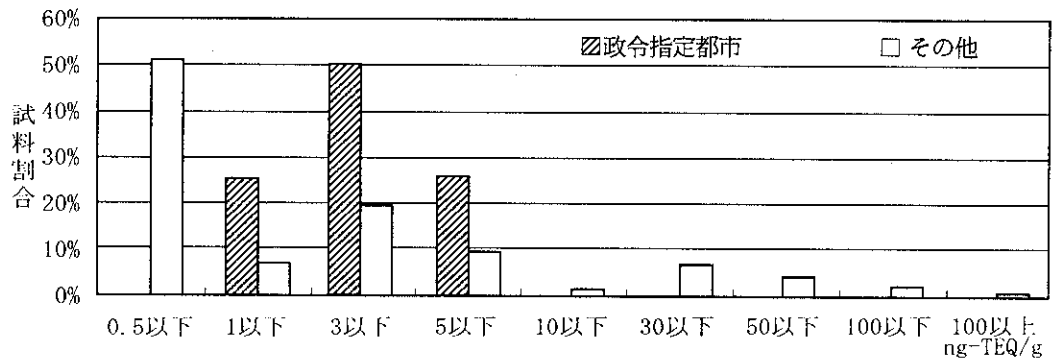


図4-1-17 ダイオキシン類濃度分布(混合灰)

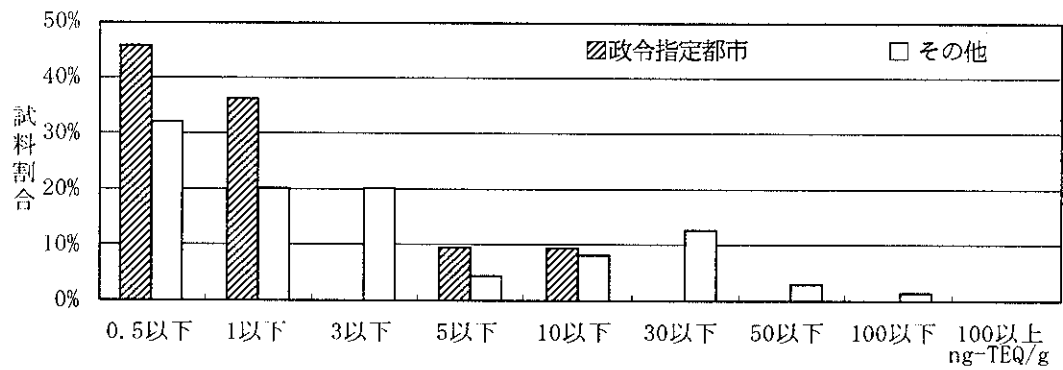


図4-1-18 ダイオキシン類濃度分布(処理飛灰)

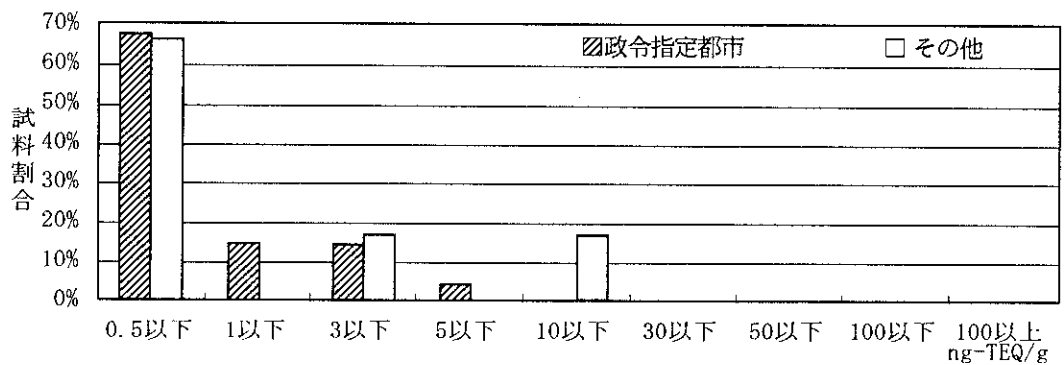


図4-1-19 ダイオキシン類濃度分布(水処理汚泥)

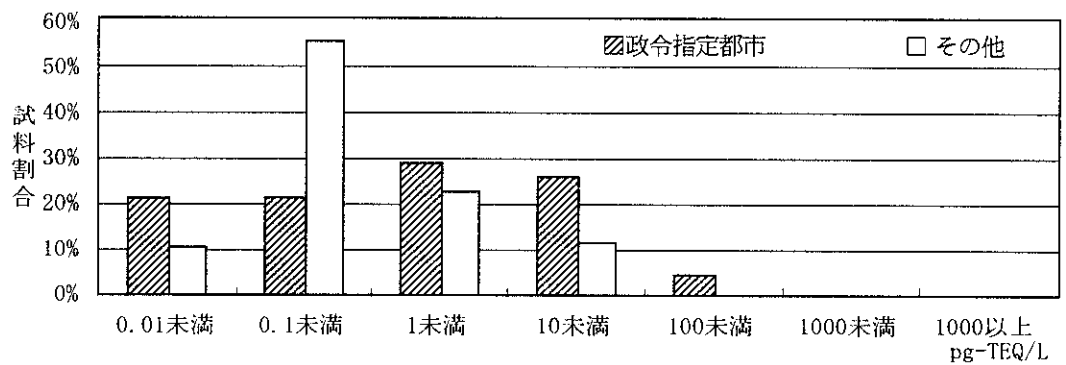


図4-1-20 ダイオキシン類濃度分布(処理水)

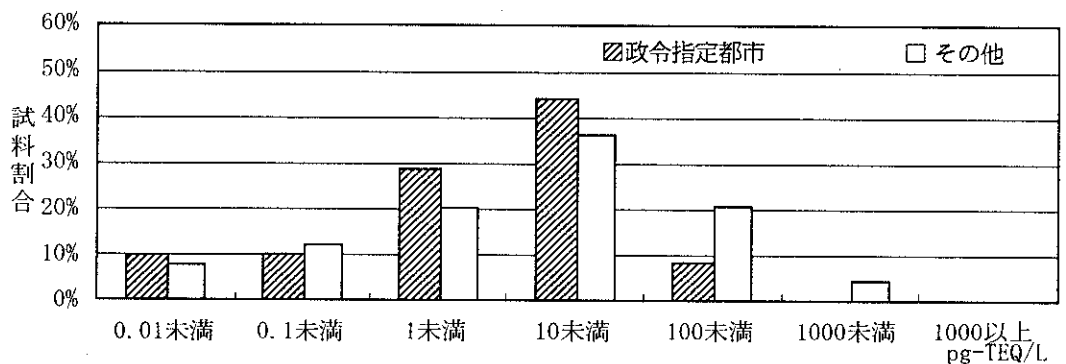


図4-1-21 ダイオキシン類濃度分布(洗煙排水処理水)

2. 加重平均による排出濃度の算出

1) 全国および政令指定都市のごみ焼却量

廃棄物処理事業実態調査結果から平成7年度における全国および政令指定都市のごみ焼却量をまとめたものを表4-1-9に示す。

政令指定都市では全国の約3割のごみを焼却している。

表4-1-9 全国および政令指定都市のごみ焼却量（平成7年度）

| | ごみ焼却量 (t/年) | 割合 |
|---------|----------------|--------|
| 全国 | 39,494,411 | 100.0% |
| 政令指定都市 | 11,933,464 | 30.2% |
| 札幌市 | 676,139 | 1.7% |
| 仙台市 | 388,333 | 1.0% |
| 千葉市 | 235,299 | 0.6% |
| 東京都（区部） | 3,307,328 | 8.4% |
| 横浜市 | 1,451,781 | 3.7% |
| 川崎市 | 489,463 | 1.2% |
| 名古屋市 | 768,542 | 1.9% |
| 京都市 | 718,909 | 1.8% |
| 大阪市 | 1,911,785 | 4.8% |
| 神戸市 | 615,207 | 1.6% |
| 広島市 | 314,608 | 0.8% |
| 北九州市 | 444,907 | 1.1% |
| 福岡市 | 611,163 | 1.5% |
| その他 | 27,560,947 | 69.8% |

試料提供：(財)日本環境衛生センター

2) 加重平均による残渣物中ダイオキシン類濃度の算出

政令指定都市の施設およびその他の施設における各残渣物中ダイオキシン類濃度をごみ焼却量の割合で加重平均して、全国レベルでの各残渣物中ダイオキシン類濃度を求めた。

表4-1-10 残渣物中のダイオキシン類濃度（加重平均値）

| 項 目 | TEQ単位 | 政令指定都市 | その他 | 加重平均 | |
|------|------------|--------|------|-------|-------|
| 固体試料 | 11:主灰 | ng/g | 0.17 | 0.10 | 0.12 |
| | 12:飛灰 | ng/g | 4.76 | 9.05 | 7.75 |
| | 13:混合灰 | ng/g | 1.80 | 5.93 | 4.68 |
| | 18:処理飛灰 | ng/g | 1.37 | 4.89 | 3.83 |
| | 44:水処理汚泥 | ng/g | 0.59 | 1.39 | 1.15 |
| 液体試料 | 38:処理水 | pg/L | 1.28 | 0.21 | 0.53 |
| | 78:洗煙排水処理水 | pg/L | 3.57 | 33.03 | 24.13 |

4.1.4 まとめ

本調査では、廃棄物研究財団のダイオキシン類データベース作成ワーキンググループによりまとめられたデータベースを基に、より実態に近い残渣物中のダイオキシン類濃度を算出するため、政令指定都市の施設およびその他の施設に分けて集計した結果を実際のごみ焼却量で加重平均して算出することを試みた。

その結果をワーキンググループでの集計結果（単純平均）と比較したものを表4-1-11および図4-1-22に示す。

主灰はほぼ同様の結果となったが、飛灰・混合灰・処理飛灰・処理水では加重平均した結果の方が低い値となり、逆に水処理汚泥・洗煙排水処理水では加重平均した結果の方が高い値となった。

表4-1-11 集計結果の比較

| 項目 | TEQ単位 | 加重平均 | 単純平均 | 差 | |
|------|------------|------|-------|-------|--------|
| 固体試料 | 11:主灰 | ng/g | 0.12 | 0.11 | 0.01 |
| | 12:飛灰 | ng/g | 7.75 | 8.68 | ▲ 0.93 |
| | 13:混合灰 | ng/g | 4.68 | 5.83 | ▲ 1.15 |
| | 18:処理飛灰 | ng/g | 3.83 | 4.44 | ▲ 0.61 |
| | 44:水処理汚泥 | ng/g | 1.15 | 0.73 | 0.42 |
| 液体試料 | 38:処理水 | pg/L | 0.53 | 1.02 | ▲ 0.49 |
| | 78:洗煙排水処理水 | pg/L | 24.13 | 18.20 | 5.93 |

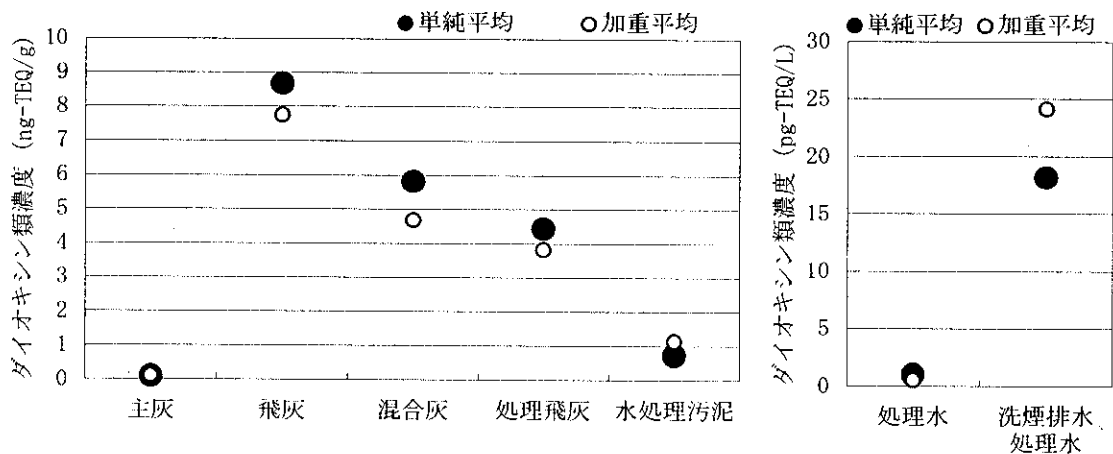


図4-1-22 集計結果の比較

4.2 残渣物のダイオキシン類低減化技術に関する調査（文献調査）

一般廃棄物焼却残渣（焼却灰、飛灰、洗煙排水、汚泥）中に含まれるダイオキシン類低減化技術に係る文献を、主として最近の廃棄物学会研究発表会講演論文集（第6回～第10回）、全国都市清掃研究発表会講演論文集（第16回～第21回）から抽出してまとめた。なお、一部上記論文集以外に廃棄物学会誌等からも抽出した。

4.2.1 最近の文献調査

1. ダイオキシン類低減化技術方式について

最近の文献で発表されている廃棄物処理残渣物のダイオキシン類低減化技術についての文献調査結果を以下に記述する。

ダイオキシン類低減化技術として発表されている技術方式には次のような方式がある。

- ・ 熔融方式（固定床炉、回転炉、キルン）
- ・ 高温焼却方式
- ・ 還元性熱分解方式
- ・ 化学分解方式
- ・ 超臨界水酸化分解方式
- ・ 光分解方式
- ・ 金属触媒酸化方式
- ・ 生物分解方式
- ・ 分離方式 など

しかし、これらの技術は、その成熟度において必ずしも一率ではなく、実用プラントとしての実績をもつ事例のものもあれば、未だ実証プラントの段階のもの、研究段階のものもある。また、汚染土壌について、その修復に有効であることが実証されたため、焼却残渣物についても有効であろうとされているものもある。したがって、それぞれ技術方式の評価については、十分な検討が必要である。

なお、廃棄物を対象としたダイオキシン類低減化技術には、ガス化熔融方式、焼成方式、従来の特別管理一般廃棄物の処理方式として規定されている熔融方式以外の3方式、内部熔融方式等もあるが、これらについては以下のことで、ここでいう低減化技術の分類からは除外した。

- ・ ガス化溶融技術については、本調査の対象が焼却残渣物というところから、ここではとりあげないこととした。したがって、ストーカ式焼却炉の最終段階で酸素リッチの燃焼空気を利用して灰を溶融する内部溶融方式は、ガス化溶融方式に同類として分類されるものとし、ここではとりあげないこととした。
- ・ 焼成方式については、ダイオキシン類等を分解することにより、セメント原料等としてのリサイクル技術に属するものとして、ここでいう低減化技術としての分類からは除外した。
- ・ 従来の特別管理一般廃棄物の処理としての溶融以外の3方式（セメント固化、酸抽出、薬剤処理）については、最終処分場等でのダイオキシン類の飛散防止として有効であるが、ここでいう低減化技術の分類からははずした。

2. 文献カードおよび文献リスト

調査した文献のうち、主なものについては文献カード(NO. 4-2-1~19)とし、その他は文献リスト表4-2-1としてまとめた。

1. タイトル

和 文：溶融プロセスにおける低沸点重金属類とダイオキシン類の挙動

2. 執筆者

氏 名：上林史郎，阿部清一(以上 ※1)
古角雅行(※2)

国 籍：日本
所属機関：※1；(株)クボタ，※2；東京都清掃局

3. キーワード

飛灰，溶融，ダイオキシン類

4. 出典

第8回 廃棄物学会研究発表会講演論文集(1997) P. 677～679

5. アブストラクト

回転式表面溶融炉(能力20 t/d)で、実験試料として、ストーカ式焼却炉の湿式コンベヤから排出された焼却灰とEPで捕集された飛灰を使用して、実験した。

次表は、〔 RUN2-1：焼却灰+飛灰(混合灰)，溶融室内を還元雰囲気とした場合
RUN2-2：焼却灰+飛灰(混合灰)，溶融室内を酸化雰囲気とした場合 〕
の条件でのダイオキシン類分解の状況である。

| RUN No. | 試料 | 単位 | PCDD _s | PCDF _s | PCDD _s +PCDF _s | TEQ |
|---------|----------|----------------------|-------------------|-------------------|---|---------|
| RUN 2-1 | 焼却灰 | ng-/g | 67 | 90 | 160 | 1.5 |
| | 飛灰 | ng-/g | 110 | 220 | 320 | 3.7 |
| | スラグ | ng-/g | 0.0051 | 0.0072 | 0.012 | 0.00049 |
| | 溶融飛灰 | ng-/g | 0.73 | 0.30 | 1.0 | 0.0064 |
| | 脱硝塔出口排ガス | ng-/m ³ N | 1.2 | 1.4 | 2.5 | 0.028 |
| RUN 2-2 | 焼却灰 | ng-/g | 45 | 59 | 100 | 1.1 |
| | 飛灰 | ng-/g | 70 | 270 | 340 | 4.1 |
| | スラグ | ng-/g | 0.011 | 0.0059 | 0.017 | 0.00027 |
| | 溶融飛灰 | ng-/g | 0.80 | 0.35 | 1.1 | 0.0082 |
| | 脱硝塔出口排ガス | ng-/m ³ N | 1.1 | 2.1 | 3.2 | 0.022 |

注) 排ガス中のダイオキシン類濃度はO₂12%換算値

なお、ダイオキシン類の分解率は、総量で還元溶融時に99.93%，酸化溶融時に99.92%となった。またTEQの分解率ではどちらも99.94%となった。

以上のように、溶融処理は焼却灰あるいは飛灰中のダイオキシン類を効率良く分解する事ができ、これらからのダイオキシン類による環境負荷を低減化できる。

1. タイトル

和 文：コークスベッド式灰溶融におけるRDF添加試験

2. 執筆者

氏 名：深田能伸，馬場史郎，平田雄彦，平岡龍三(以上 ※1)
常深武志(※2)，古角雅行(※3)

国 籍：日本

所属機関：※1；石川島播磨重工業(株)，※2；大阪ガスエンジニアリング(株)
※3；東京都清掃局

3. キーワード

飛灰，焼却灰，溶融，コークスベッド，RDF

4. 出典

第8回 廃棄物学会研究発表会講演論文集(1997) P. 622～624

5. アブストラクト

ストーカ式焼却炉から発生した焼却灰および飛灰を同一水槽で冷却混合したものの(焼却残渣)を試料として、コークスベッド式灰溶融実証設備で溶融試験を実施した。試験条件は以下の3RUNとした。

- ・ RUN 1：コークスによる焼却残渣溶融
- ・ RUN 2：コークス+可燃ごみRDFによる焼却残渣溶融
- ・ RUN 3：コークス+廃プラRDFによる焼却残渣溶融

次表は試験に使用した試料の特性を示す。

| 項 目 | 焼却残渣 | 可燃ごみRDF | 廃プラRDF | コークス |
|----------------------|------|---------|--------|------|
| 強熱減量(%) | 4.7 | 76.9 | 91.8 | 92.2 |
| 含水率 (%) | 29.3 | 7.9 | 2.2 | 3.4 |
| 発熱量(高位)(kcal/kg) | 681 | 4850 | 6220 | 7360 |
| PCDDs+DFs (ng-TEQ/g) | 1.2 | 0.04 | 0.0063 | — |

RUN1, 2, 3における二次燃焼室出口の排ガス中のダイオキシン類は次表のとおりであった。

| 項 目 | RUN 1 | RUN 2 | RUN 3 |
|-------------------------------------|-------|-------|-------|
| PCDDs+DFs (ng-TEQ/Nm ³) | 0.035 | 0.12 | 0.14 |

なお、本試験によりコークスの代替燃料として、RDFを利用したことによるスラグ組成への影響はないこと、また、代替率としては、可燃ごみRDF25%、廃プラRDF27%まで実施し、操業上の影響もないことを確認した。

1. タイトル

和 文：旋回流溶融炉による飛灰処理

2. 執筆者

氏 名：河端博昭，伊藤 正，秩父薫雅，鈴木富雄

国 籍：日本

所属機関：(株)神戸製鋼所

3. キーワード

旋回流溶融炉，スラグ，ダイオキシン類，流動床式都市ごみ焼却炉

4. 出典

第13回 全国都市清掃研究発表会 講演論文集 III-4-23

5. アブストラクト

- ・ 実験装置により、生成スラグの性状、ダイオキシン類の分解状態の調査をした。
- ・ 装置は円筒型で、上部より燃料、飛灰、1次空気を吹き込み、炉の途中から2次空気を供給する。飛灰は旋回しながら溶融し、炉壁を伝わって下部へと流れる。生成スラグは水冷式チェーンコンベヤにより連続排出される。排ガスは二次炉、クーリングチャンバー、マルチサイクロン、誘引ファンを経て煙突から大気へ排出される。
- ・ 実験試料灰は流動床式焼却炉の2種類の飛灰を使用した。
- ・ 実験の結果、スラグ中のダイオキシン類は飛灰中の含有量（2.8および11 ng-TEQ/g）の1/2,000～1/10,000に減少し、濃度は0.0012および0.0014ng-TEQ/gとなった。また、ダイオキシンバランスは飛灰中の総量100として、分解が98.89%，排ガスへ0.86%，溶融飛灰へ0.22%，スラグへ0.03%という結果であった。

1. タイトル

和 文：酸素バーナーによるごみ焼却飛灰溶融試験の概要(第1報)

2. 執筆者

氏 名：金藤紘一郎，広瀬秀志，後藤 拓，市原 忠

国 籍：日本

所属機関：大同特殊鋼(株)

3. キーワード

ごみ焼却灰，ダイオキシン類，溶融，酸素バーナー

4. 出典

第8回 廃棄物学会研究発表会講演論文集(1997) P. 608～610

5. アブストラクト

排ガス処理に消石灰を添加しているごみ焼却施設の飛灰は飛散しやすく、塩基度や溶融点が高いうえ、溶融塩が生じやすいので、飛灰単独溶融は困難とされてきたが、著者らは、酸素バーナーの高温火災中に飛灰を供給して安定溶融する方式を開発し、実用化の目処を得た。

実験設備では、飛灰は、目開き1.6mmの振動篩をとった後、酸素バーナーに気流輸送され、火炎中(2,000℃以上)を通過しつつ溶融し、溶融炉の底部のプール内で溶融を完結後、排出され水砕スラブとなる。

燃料は主として灯油とし、液化酸素を気化させた酸素を用いた。

熱収支は、テスト炉での熱原単位は300万kcal/灰tであるが、20t/dの実機では、150万kcal/灰t以下になると推定される。

飛灰中のダイオキシン類の分解については、3.0ng-TEQ/gの飛灰を処理して、0.00019 ng-TEQ/gの溶融スラグと0.012 ng-TEQ/gの溶融飛灰になり、分解率として99.7%の結果を得た。

1. タイトル

和 文：アーク式飛灰混合溶融における溶融条件と物質挙動

2. 執筆者

氏 名：金藤紘一郎，市原 忠，比屋根均，後藤 拓（以上 ※1）
古角雅行（※2）

国 籍：日本
所属機関：※1；大同特殊鋼（株），※2；東京都清掃局

3. キーワード

焼却灰，飛灰，混合灰，溶融，アーク式，ダイオキシン分解

4. 出典

第7回 廃棄物学会研究発表会講演論文集（1996）P. 451～453

5. アブストラクト

3t/dのアーク式飛灰混合溶融実証設備で、灰水槽等で脱塩されていないストーカ炉の焼却灰と、ストーカ炉乾式脱HCl（消石灰吸込み）バグ灰を使用し、飛灰混合率は約30%で一定とし、溶融実証試験をした。
ダイオキシンの分解挙動として下記の結果（一例）を得た。

表 ダイオキシンの分解挙動（RUN-9）

| | | 焼却灰 | 飛灰 | 混合灰 | スラグ | 溶融飛灰 | 排ガス | 排出物合計 |
|------------|-----|--------|-------|---|------|-------|---------------------|-------|
| 濃度 | 単位 | ng/g | ng/g | ng/g | ng/g | ng/g | ng/m ³ N | — |
| | TEQ | 0.228 | 7.8 | 2.52 | 0 | 0.003 | 0.40 | |
| 量 | 単位 | mg/h | mg/h | mg/h | mg/h | mg/h | mg/h | mg/h |
| | TEQ | 16.77 | 245.2 | 252.0 | 0 | 0.033 | 0.877 | 0.910 |
| T-DXN's分解率 | | 99.67% | | (炉内雰囲気…O ₂ ：12.5%，CO：118ppm) | | | | |

試験結果では、ダイオキシンの分解率は炉内雰囲気温度1,100以上、酸化雰囲気、炉内ガスの滞留時間1秒以上の確保及び排ガスの炉出口での200℃以下への急冷により、系外排出物合計で99%以上となった。また、炉内CO濃度を下げ、雰囲気温度を上げることにより、更に分解度は高くできる可能性がある。