

RDF 施設におけるダイオキシン類の生成に関する研究
総括報告書（11 年度）

第2章 平成11年度調査結果

2.1 RDF化施設におけるダイオキシン類*収支調査

平成11年度のRDF化施設におけるダイオキシン類*生成に関する研究を更に進めるために、現在稼働中の2ヶ所のRDF化実証施設におけるダイオキシン類及びコプラナーPCBの排出量を測定し、ダイオキシン類*の収支調査を行った。

2.1.1 RDF化実施施設（その1）

1) RDF化A施設 施設概要

- (1) 施設規模：10トン/日（8時間稼働）
- (2) ごみ種類：一廃可燃ごみ

2) 実験日程

平成11年11月5日、2回

3) 分析項目

(1) 固体

| 試料 | 三成分 (水分、灰分、可燃物) | ダイオキシン類 | コプラナーPCB |
|-----|--------------------|---------|----------|
| 原ごみ | ○ | ○ | ○ |
| RDF | ○ | ○ | ○ |

(2) 排ガス

| | 流量 | 温度 | 水分 | O ₂ 、N ₂ 、CO | ばいじん 濃度 | ダイオキ シン類 | コプラナー PCB |
|----------------------|----|----|----|------------------------------------|------------|-------------|--------------|
| 排ガス試料-1 乾燥機出口 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 排ガス試料-2 脱臭炉出口 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 排ガス試料-3 排ガス処理設備出口 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |

(3) ダイオキシン類等の測定

- ・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
厚生省生活衛生局水道環境部環境整備課（平成9年2月）
- ・ダイオキシン（PCDDs）及びジベンゾフラン（PCDFs）
- ・4-8 塩素化物の各同族体毎のトータル濃度とその総和
- ・2.3.7.8 位置の塩素置換体の各異性体濃度（17異性体）
- ・I-TEFを適用

(4) コプラナー PCB の測定

- ・ 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
厚生省生活衛生局水道環境部環境整備課（平成9年2月）
- ・ WHO（1998）で毒性等価係数の規定された12異性体

4) ダイオキシン類*収支計算用データの採取

- (1) 原ごみ：11月5日のダイオキシン類*測定時間（4時間）内におけるごみ投入量を測定。この間のごみを採取して1試料を分析した。
- (2) RDF：11月5日のダイオキシン類*測定時間（4時間）内に製造されたRDFから代表サンプルとして1試料を採取し分析した。
- (3) 排ガス：11月5日の乾燥機出口、脱臭炉出口、排ガス処理施設出口の測定孔より、施設の安定運転を確認した後、4時間採取した。

従い、ダイオキシン類*の収支計算は11月5日の各種測定データをベースに算出した。

5) フローシート

本実験で使用した施設の概略フローシートと試料採取箇所は図2.1.1-1に示す。

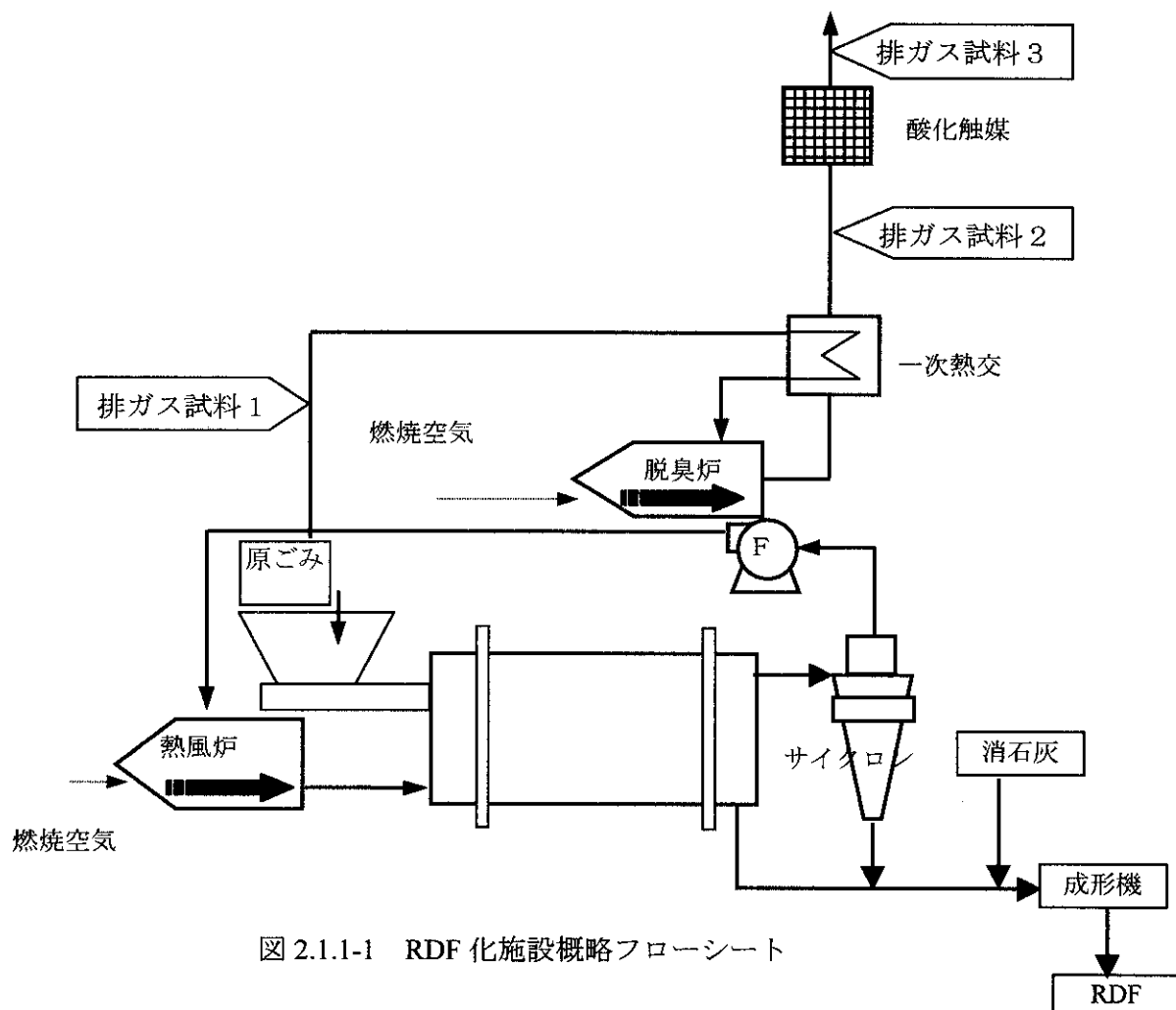


図 2.1.1-1 RDF 化施設概略フローシート

6) 測定結果

11月5日の実験で得られた各種データを下記に示す。

(1) 固形物分析値 (測定日: 1999年11月5日)

① 原ごみ処理及びRDF製造量

| 種類 | 能力 | 単位 |
|-----|-----|------|
| 原ごみ | 1.0 | トン/h |
| RDF | 0.6 | トン/h |

② 固形分分析値 (単位: % as received)

| | 水分 | 灰分 | 可燃分 |
|-----|------|------|------|
| 原ごみ | 44.8 | 5.6 | 49.7 |
| RDF | 5.6 | 11.9 | 88.1 |

③ 固形分中のダイオキシン類及びコプラナーPCB濃度 (Dry-base)

| 試料名 | ダイオキシン類濃度 (ng-TEQ/g) | コプラナーPCB濃度 (ng-TEQ/g) |
|-----|-------------------------|--------------------------|
| 原ごみ | 0.0019 | 0.000056 |
| RDF | 0.0041 | 0.00040 |

(2) 排ガス分析値

① 測定日: 1999年11月5日、1回目

| 測定項目 | ガス流量 | 温度 | 水分 | CO ₂ 濃度 | 酸素濃度 | ダスト濃度 | HCl濃度 |
|----------------------|--------------------|-----|------|--------------------|------|--------------------|---------------------|
| 単位 | m ³ N/h | ℃ | % | % | % | g/m ³ N | mg/m ³ N |
| 排ガス試料-1 乾燥機出口 | 乾き: 3,250 | 145 | 19.9 | 3.1 | 16.6 | 0.062 | 12 |
| | 湿り: 4,140 | | | | | | |
| 排ガス試料-2 脱臭炉出口 | 乾き: 4,830 | 271 | 10.3 | 2.4 | 17.4 | 0.0050 | 12 |
| | 湿り: 5,540 | | | | | | |
| 排ガス試料-3 排ガス処理設備出口 | 乾き: 4,930 | 249 | 10.0 | 2.4 | 17.4 | <0.003 | 10 |
| | 湿り: 5,640 | | | | | | |

② 測定日: 1999年11月5日、2回目

| 測定項目 | ガス流量 | 温度 | 水分 | CO ₂ 濃度 | 酸素濃度 | ダスト濃度 | HCl濃度 |
|----------------------|--------------------|-----|------|--------------------|------|--------------------|---------------------|
| 単位 | m ³ N/h | ℃ | % | % | % | g/m ³ N | mg/m ³ N |
| 排ガス試料-1 乾燥機出口 | 乾き: 3,530 | 156 | 19.9 | 3.3 | 16.2 | 0.073 | 14 |
| | 湿り: 4,410 | | | | | | |
| 排ガス試料-2 脱臭炉出口 | 乾き: 5,220 | 288 | 10.3 | 3.2 | 16.2 | 0.0031 | 14 |
| | 湿り: 5,820 | | | | | | |
| 排ガス試料-3 排ガス処理設備出口 | 乾き: 5,320 | 238 | 10.0 | 3.0 | 16.4 | <0.003 | 8.0 |
| | 湿り: 5,920 | | | | | | |

(3) 排ガス中のダイオキシン類及びコプラナーPCB濃度 (O₂濃度：16%換算値)

① ダイオキシン類濃度

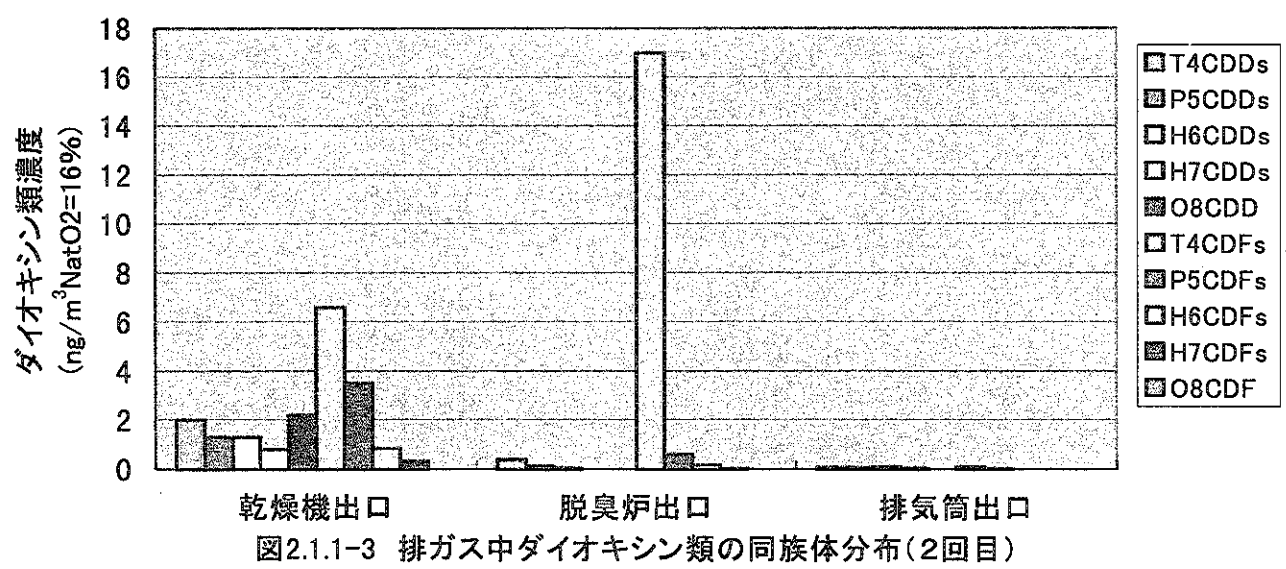
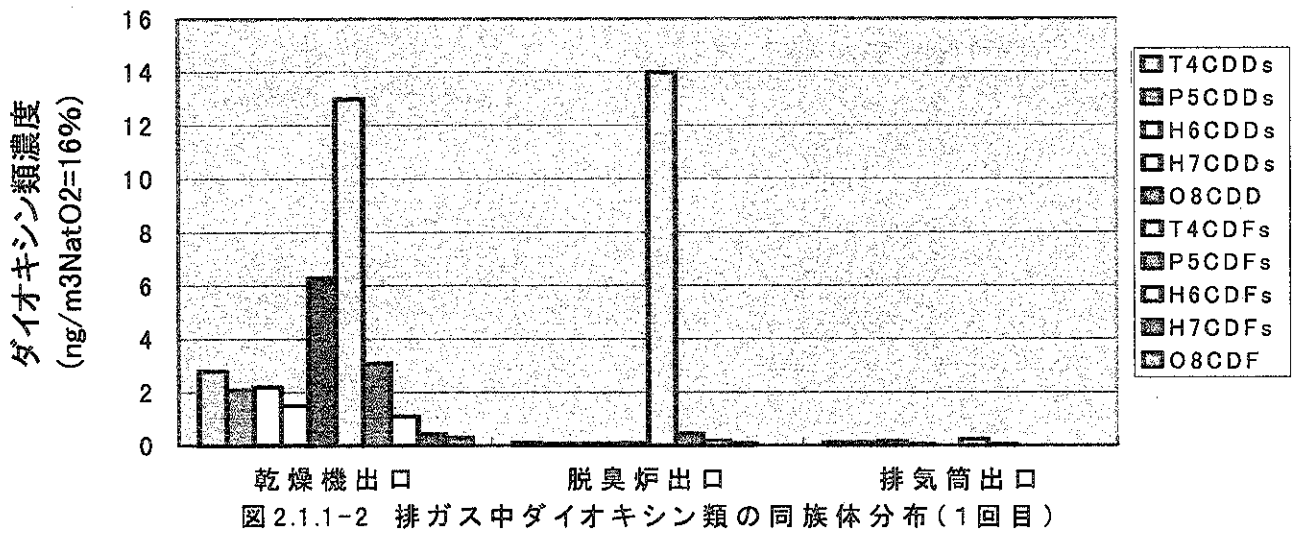
| 測定位置 測定日 | 排ガス試料-1 乾燥機出口 (ng-TEQ/m ³ N) | 排ガス試料-2 脱臭炉出口 (ng-TEQ/m ³ N) | 排ガス試料-3 排ガス処理設備出口 (ng-TEQ/m ³ N) |
|-------------|---|---|---|
| 11月5日1回目 | 0.23 | 0.022 | ND(<0.016) |
| 11月5日2回目 | 0.16 | 0.031 | 0.00028 |
| 平均値 | 0.195 | 0.0265 | 0.00014 |

② コプラナーPCB濃度 (TEF:WHO-1997)

| 測定位置 測定日 | 排ガス試料-1 乾燥機出口 (ng-TEQ/m ³ N) | 排ガス試料-2 脱臭炉出口 (ng-TEQ/m ³ N) | 排ガス試料-3 排ガス処理設備出口 (ng-TEQ/m ³ N) |
|-------------|---|---|---|
| 11月5日1回目 | 0.033 | 0.000068 | 0.000081 |
| 11月5日2回目 | 0.020 | 0.00012 | 0.000077 |
| 平均値 | 0.0265 | 0.000094 | 0.000079 |

原ごみ、RDF 及び排ガス（試料 1～3）のダイオキシン類同族体分布図を図 2.1.1-2、図 2.1.1-3、図 2.1.1-4 に示す。原ごみ、RDF に含まれるダイオキシン類の同族体分布については、類似のパターンでダイオキシンよりジベンゾフランの方が高い特徴を示している。

尚、RDF 化施設の排ガス中のダイオキシン類の挙動については、図 2.1.1-5 に示す通り脱臭炉、排ガス処理設備において、99%以上分解されており安全性が確認された。



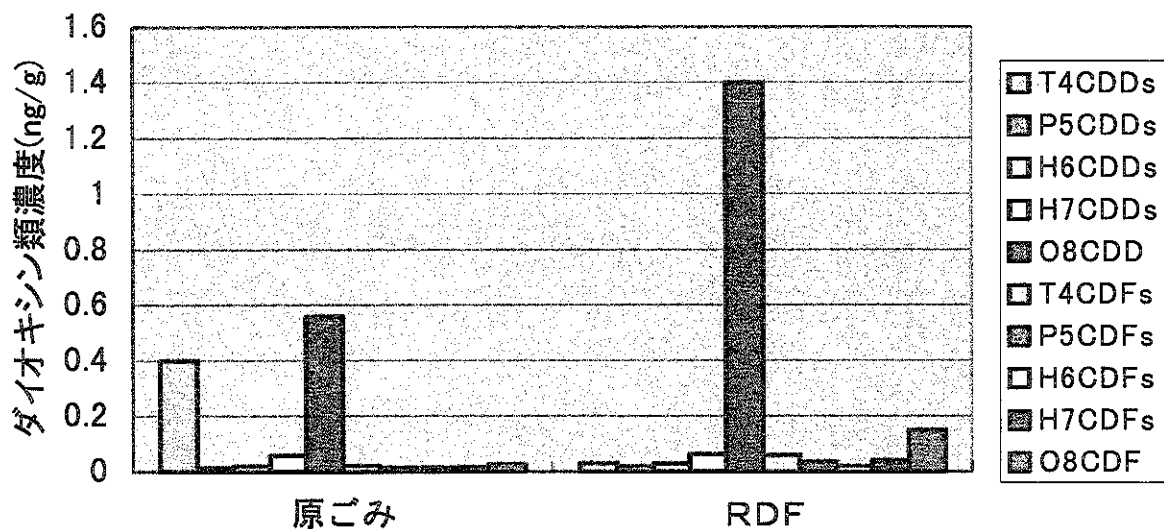


図2.1.1-4 原ごみ、RDF中ダイオキシン類の同族体分布

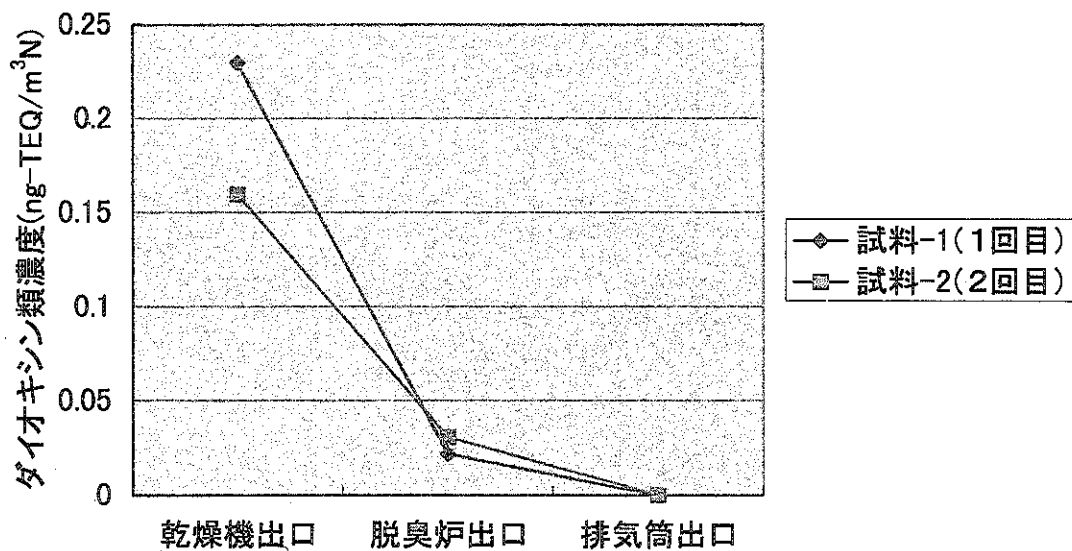


図2.1.1-5 排ガス中ダイオキシン類の推移

7) ダイオキシン類及びコプラナーPCBの収支結果

11月5日の実験で得られた各種データから計算したダイオキシン類及びコプラナーPCBの物質収支を下記の表及び図2.1.1-6に示す。

(1) ダイオキシン類及びコプラナーPCBの収支結果

| | 処理量 | ダイオキシン類排出 原単位 | コプラナーPCB 排出 原単位 |
|----------------------|----------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 原ごみ | 1.0トン/h | 1.05 μ g-TEQ/ごみトン | 0.03 μ g-TEQ/ごみトン |
| 排ガス試料-1 排ガス処理設備出口 | 3,390m ³ N/h(乾) | 0.66 μ g-TEQ/ごみトン | 0.09 μ g-TEQ/ごみトン |
| 排ガス試料-2 排ガス処理設備出口 | 5,025m ³ N/h(乾) | 0.13 μ g-TEQ/ごみトン | 0.0005 μ g-TEQ/ごみトン |
| 排ガス試料-3 排ガス処理設備出口 | 5,125m ³ N/h(乾) | 0.0007 μ g-TEQ/ごみトン | 0.0004 μ g-TEQ/ごみトン |
| RDF | 0.6トン/h | 2.32 μ g-TEQ/ごみトン | 0.23 μ g-TEQ/ごみトン |

8) まとめ

本研究にて、RDF化施設（実稼働施設）のダイオキシン類及びコプラナーPCBの収支計算を実施した結果、

- (1) 図2.1.1-5に示す通り乾燥機から排出されるダイオキシン類は排ガス処理設備にて処理され、現在最も厳しいとされている排出基準0.1ng-TEQ/m³Nを大幅に下回っていること。
 - (2) 排ガスから大気に放出されるダイオキシン類*総量が0.0011 μ g-TEQ/ごみトンと少ないこと。
 - (3) RDF中のダイオキシン類*が3 μ g-TEQ/ごみトン以下であるが、原ごみ中のダイオキシン類*に比べ増加する傾向にあること。
- 以上が確認出来た。

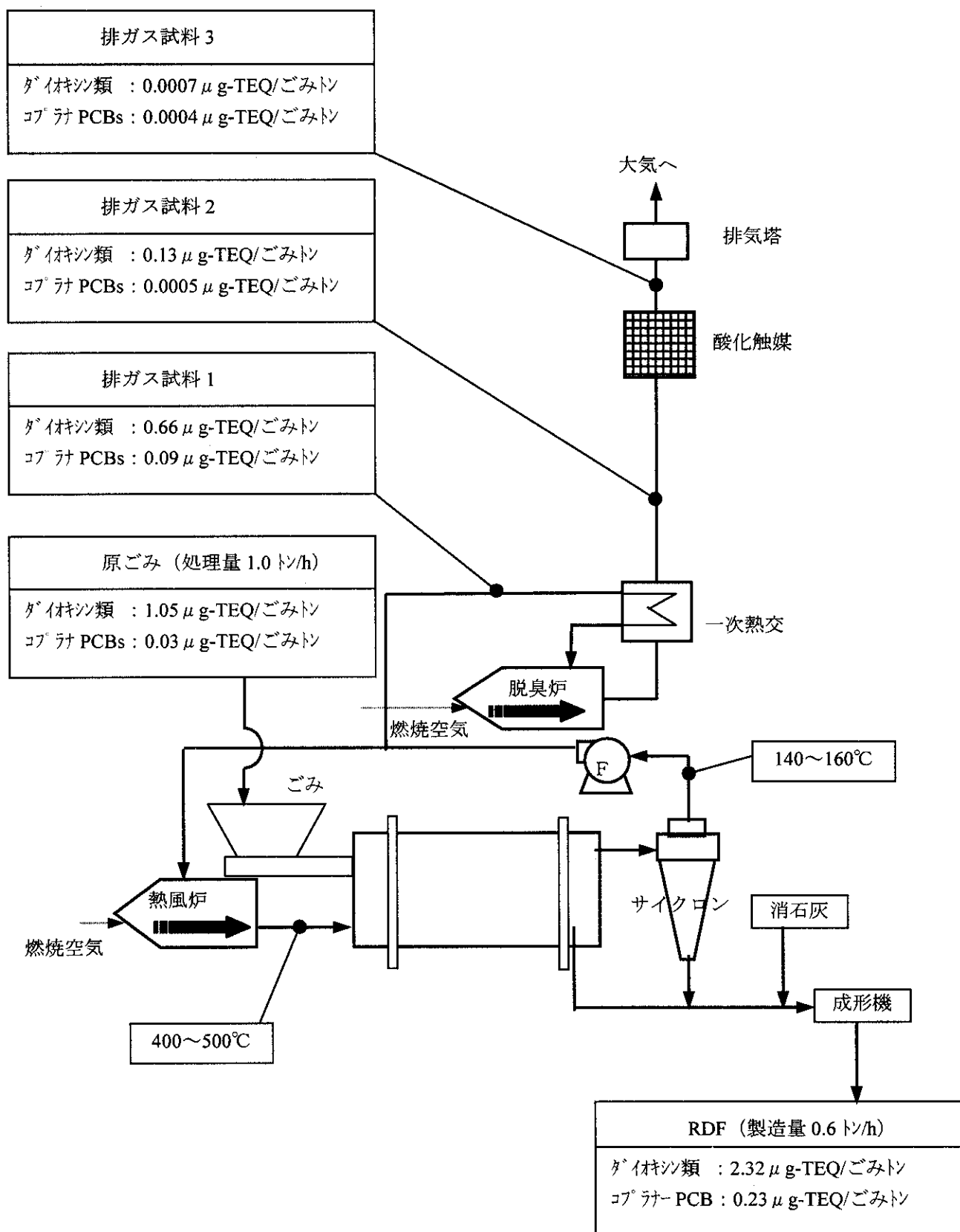


図 2.1.1-6 ダイオキシン類、コプラナー PCB 収支調査

2.1.2 RDF 化実施施設（その2）

1) RDF 化 B 施設 施設概要

- (1) 施設規模 : 30 トン/日 (8 時間稼働)
- (2) ごみ種類 : 一廃可燃ごみ

2) 実験日程

平成 11 年 10 月 26 日 (火)、27 日 (水) 及び平成 12 年 1 月 11 日 (火)

3) 分析項目

(1) 個体

| 試料 | 三成分 (水分、灰分、可燃物) | ダイオキシン類 | コプラナーPCB |
|-----|--------------------|---------|----------|
| 原ごみ | ○ | ○ | ○ |
| RDF | ○ | ○ | ○ |

(2) 排ガス

| | 流量 | 温度 | 水分 | O ₂ 、N ₂ 、CO | ばいじん 濃度 | ダイオキ シン類 | コプラナー PCB |
|----------------------|----|----|----|------------------------------------|------------|-------------|--------------|
| 排ガス試料-1 乾燥機出口 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 排ガス試料-2 脱臭炉出口 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 排ガス試料-3 排ガス処理設備出口 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |

(3) ダイオキシン類等の測定

- ・ 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
厚生省生活衛生局水道環境部環境整備課 (平成 9 年 2 月)
- ・ ダイオキシン (PCDDs) 及びジベンゾフラン (PCDFs)
- ・ 4-8 塩素化物の各同族体毎のトータル濃度とその総和
- ・ 2.3.7.8 位置の塩素置換体の各異性体濃度 (17 異性体)
- ・ I-TEF を適用

(4) コプラナーPCB の測定

- ・ 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
厚生省生活衛生局水道環境部環境整備課 (平成 9 年 2 月)
- ・ WHO (1998) で毒性等価係数の規定された 12 異性体

4) ダイオキシン類収支計算用データの採取

- (1) 原ごみ：10月26日のダイオキシン類*測定時間（4時間）内におけるごみ投入量を測定。この間のごみを採取して1試料を分析した。尚、10月26日の測定値は農薬等の影響が出たため RDF と共に1月11日に再測定した。従ってダイオキシン類*の収支計算は1月11日に再測定した値にて算出した。
- (2) RDF：10月26日のダイオキシン類*測定時間（4時間）内に製造された RDF をトラックに積み込み重量を測定する。この RDF から代表サンプルとして1試料を採取し分析した。
- (3) 排ガス：10月26日、27日の両日、乾燥機出口、脱臭炉出口、排ガス処理設備出口の測定孔より、施設の安定運転を確認した後、4時間採取した。

従い、ダイオキシン類*の収支計算は10月26日の各種測定データをベースに算出した。

5) フローシート

本実験で使用した施設の概略フローシートと試料採取箇所は図2.1.2-1に示す。

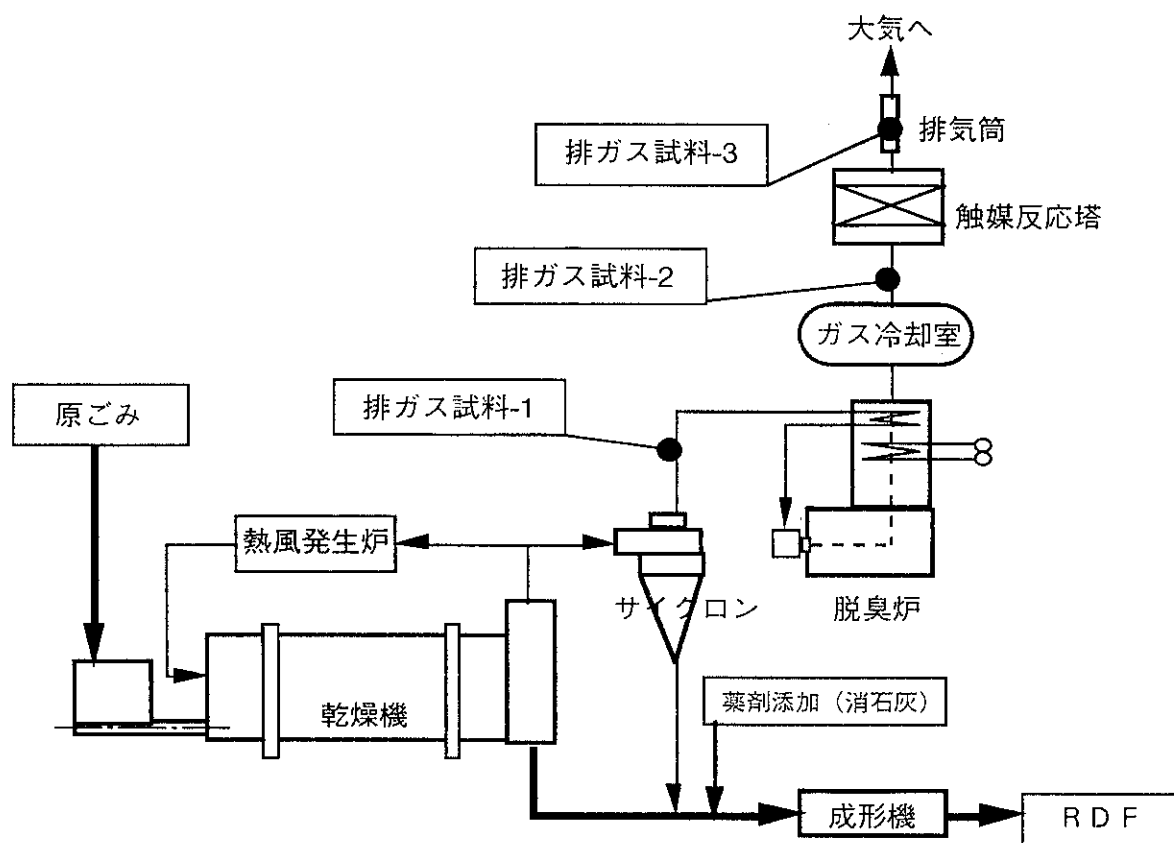


図2.1.2-1 RDF化実施設概略フローシート

6) 測定結果

10月26日、27日及び1月11日の実験で得られた各種データを下記に示す。

(1) 固形物分析値 (測定日：平成11年10月26日及び平成12年1月11日)

① 原ごみ処理及びRDF製造量

| 種類 | 重量 | 単位 |
|-----|-------|----|
| 原ごみ | 27.06 | トン |
| RDF | 16.24 | トン |

② 固形物分析値 (単位：% as recived)

| | 水分 | 灰分 | 可燃分 |
|-----|------|------|------|
| 原ごみ | 45.1 | 7.5 | 47.4 |
| RDF | 10.4 | 10.5 | 79.1 |

③ 固形物中のダイオキシン類及びコプラナーPCB濃度 (Dry-base)

| 試料名 | ダイオキシン類濃度 (ng-TEQ/g) | コプラナーPCB濃度 (ng-TEQ/g) |
|-----|-------------------------|--------------------------|
| 原ごみ | 0.00053 | 0.000089 |
| RDF | 0.0077 | 0.00012 |

(2) 排ガス分析値

① 測定日：平成11年10月26日

| 測定項目 | ガス流量 | 温度 | 水分 | CO ₂ 濃度 | 酸素濃度 | ダスト濃度 | HCl濃度 |
|----------------------|--------------------|-----|------|--------------------|------|--------------------|---------------------|
| 単 位 | m ³ N/h | ℃ | % | % | % | g/m ³ N | mg/m ³ N |
| 排ガス試料-1 乾燥機出口 | 乾き：8,100 | 148 | 25.3 | 3.5 | 15.8 | 0.81 | 3.1 |
| | 湿り：11,000 | | | | | | |
| 排ガス試料-2 脱臭炉出口 | 乾き：9,300 | 316 | 21.4 | 5.4 | 13.2 | 0.0010 | 9.4 |
| | 湿り：12,000 | | | | | | |
| 排ガス試料-3 排ガス処理設備出口 | 乾き：14,000 | 289 | 18.2 | 3.2 | 15.8 | <0.001 | 4.9 |
| | 湿り：17,000 | | | | | | |

② 測定日：平成11年10月27日

| 測定項目 | ガス流量 | 温度 | 水分 | CO ₂ 濃度 | 酸素濃度 | ダスト濃度 | HCl濃度 |
|----------------------|--------------------|-----|------|--------------------|------|--------------------|---------------------|
| 単 位 | m ³ N/h | ℃ | % | % | % | g/m ³ N | mg/m ³ N |
| 排ガス試料-1 乾燥機出口 | 乾き：9,100 | 149 | 25.4 | 3.0 | 16.6 | 1.26 | 11 |
| | 湿り：12,000 | | | | | | |
| 排ガス試料-2 脱臭炉出口 | 乾き：9,500 | 310 | 24.5 | 5.2 | 13.6 | 0.0017 | 8.2 |
| | 湿り：13,000 | | | | | | |
| 排ガス試料-3 排ガス処理設備出口 | 乾き：15,000 | 286 | 17.0 | 3.2 | 15.8 | 0.0021 | 4.6 |
| | 湿り：18,000 | | | | | | |

(3) 排ガス中のダイオキシン類及びコプラナーPCB 濃度 (O₂濃度 : 16%換算値)

① ダイオキシン類濃度

| 測定位置 測定日 | 排ガス試料-1 乾燥機出口 (ng-TEQ/m ³ N) | 排ガス試料-2 脱臭炉出口 (ng-TEQ/m ³ N) | 排ガス試料-3 排ガス処理設備出口 (ng-TEQ/m ³ N) |
|-------------|---|---|---|
| 10月26日 | 0.13 | 0.0068 | 0.0028 |
| 10月27日 | 0.11 | 0.00053 | 0.0038 |
| 平均値 | 0.12 | 0.0037 | 0.0033 |

② コプラナーPCB 濃度 (TEF : WHO-1997)

| 測定位置 測定日 | 排ガス試料-1 乾燥機出口 (ng-TEQ/m ³ N) | 排ガス試料-2 脱臭炉出口 (ng-TEQ/m ³ N) | 排ガス試料-3 排ガス処理設備出口 (ng-TEQ/m ³ N) |
|-------------|---|---|---|
| 10月26日 | 0.014 | 0.000024 | 0.000048 |
| 10月27日 | 0.027 | 0.000053 | 0.000063 |
| 平均値 | 0.021 | 0.000039 | 0.000056 |

原ごみ、RDF 及び排ガス (試料-1~3) のダイオキシン類同族体分布図を図 2.1.2-2、図 2.1.2-3、図 2.1.2-4 に示す。

原ごみ、RDF に含まれるダイオキシン類の同族体分布については類似のパターンで、ダイオキシンよりジベンゾフランの方が高い特徴を示している。

排ガス中のダイオキシン類において 10月26日の排ガス試料-1 に 1.3.6.8-T4CDDs と 1.3.7.9-T4CDDs が高い数値を示しているがガスクロマトグラフのピークパターンから農薬の CNP に酷似しており農薬由来のダイオキシンが混入したものと推定される。

尚、RDF 化施設の排ガス中のダイオキシン類の挙動については図 2.1.2-5 に示す通り脱臭炉にて 97%以上分解されており安全性が確認された。

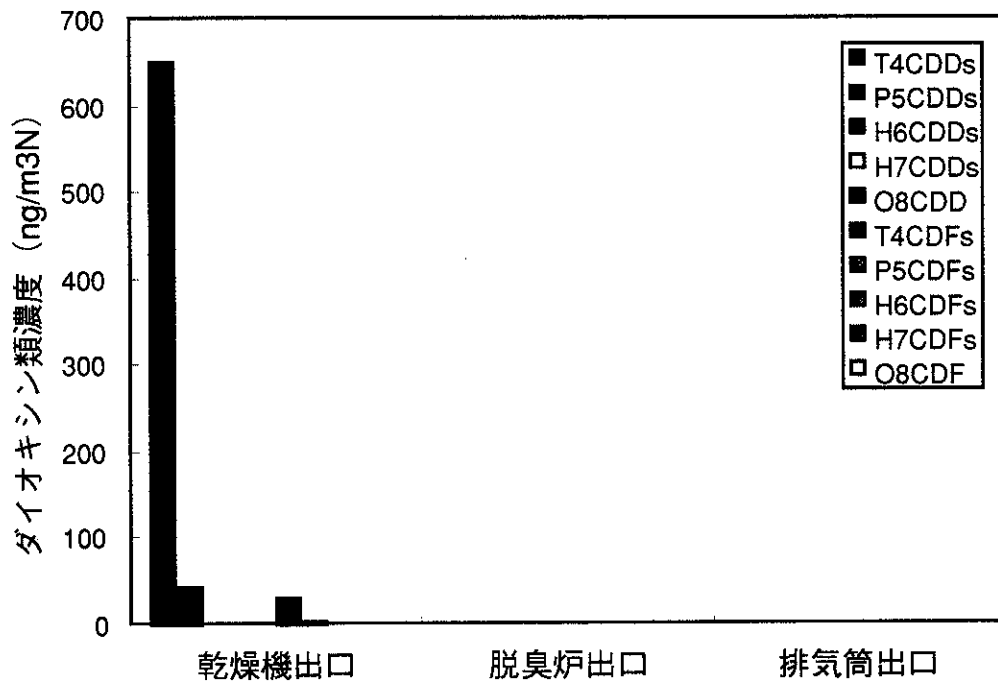


図2.1.2-2 排ガス中ダイオキシン類の同族体分布(10/26)

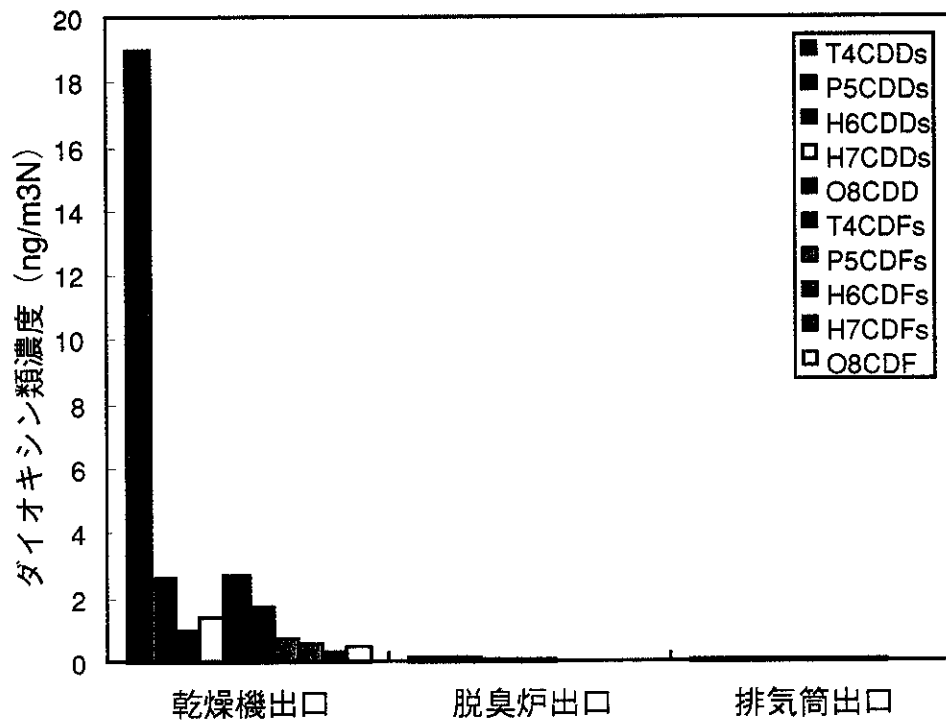


図2.1.2-3 排ガス中ダイオキシン類の同族体分布 (10/27)

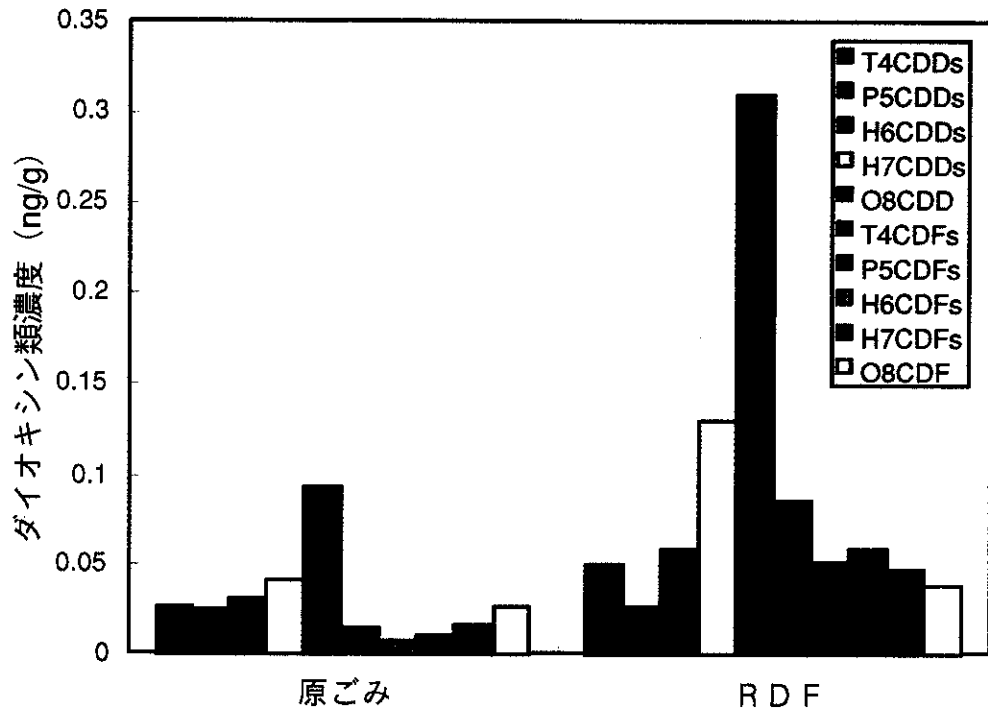


図2.1.2-4 原ごみ、R D F中の同族体分布

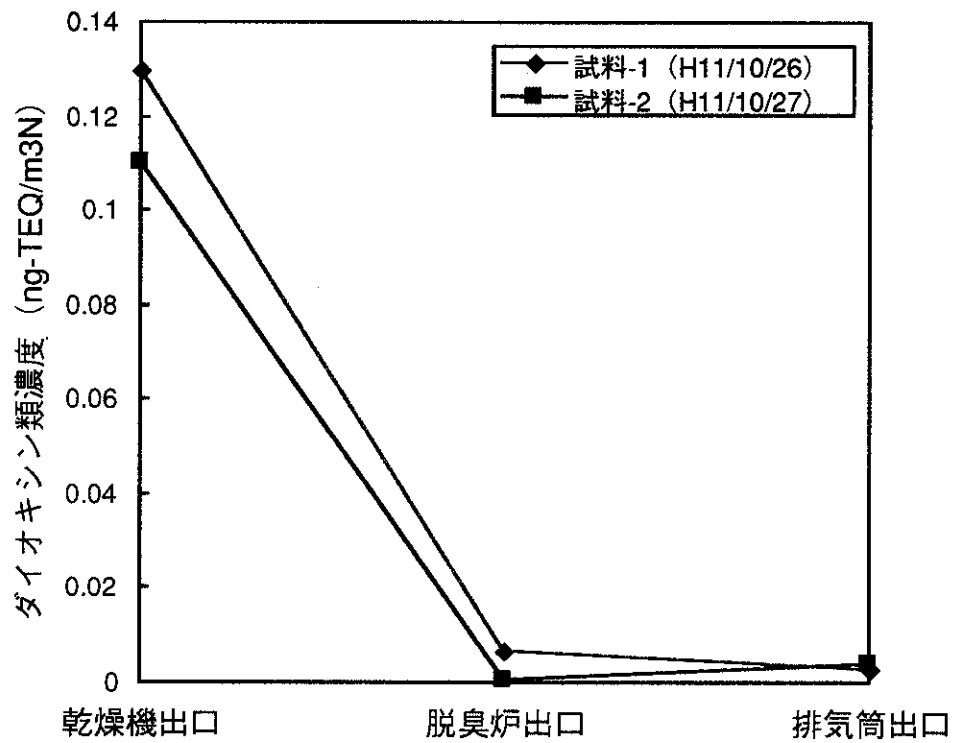


図2.1.2-5 排ガス中ダイオキシン類の推移

7) ダイオキシン類及びコプラナーPCBの収支結果

10月26日、27日の両日の実験で得られた各種データから計算したダイオキシン類及びコプラナーPCBの物質収支を下表及び図2.1.2-6に示す。

| | 処理量 | ダイオキシン類排出 原単位 | コプラナーPCB 排出 原単位 |
|----------------------|--------------------------|-----------------------|--------------------------|
| 原ごみ | 3.26 トン/h | 0.29 μ g-TEQ/ごみトン | 0.049 μ g-TEQ/ごみトン |
| 排ガス試料-3 排ガス処理設備出口 | 14,000m ³ N/h | 0.01 μ g-TEQ/ごみトン | 0.00018 μ g-TEQ/ごみトン |
| RDF | 1.96 トン/h | 4.1 μ g-TEQ/ごみトン | 0.65 μ g-TEQ/ごみトン |

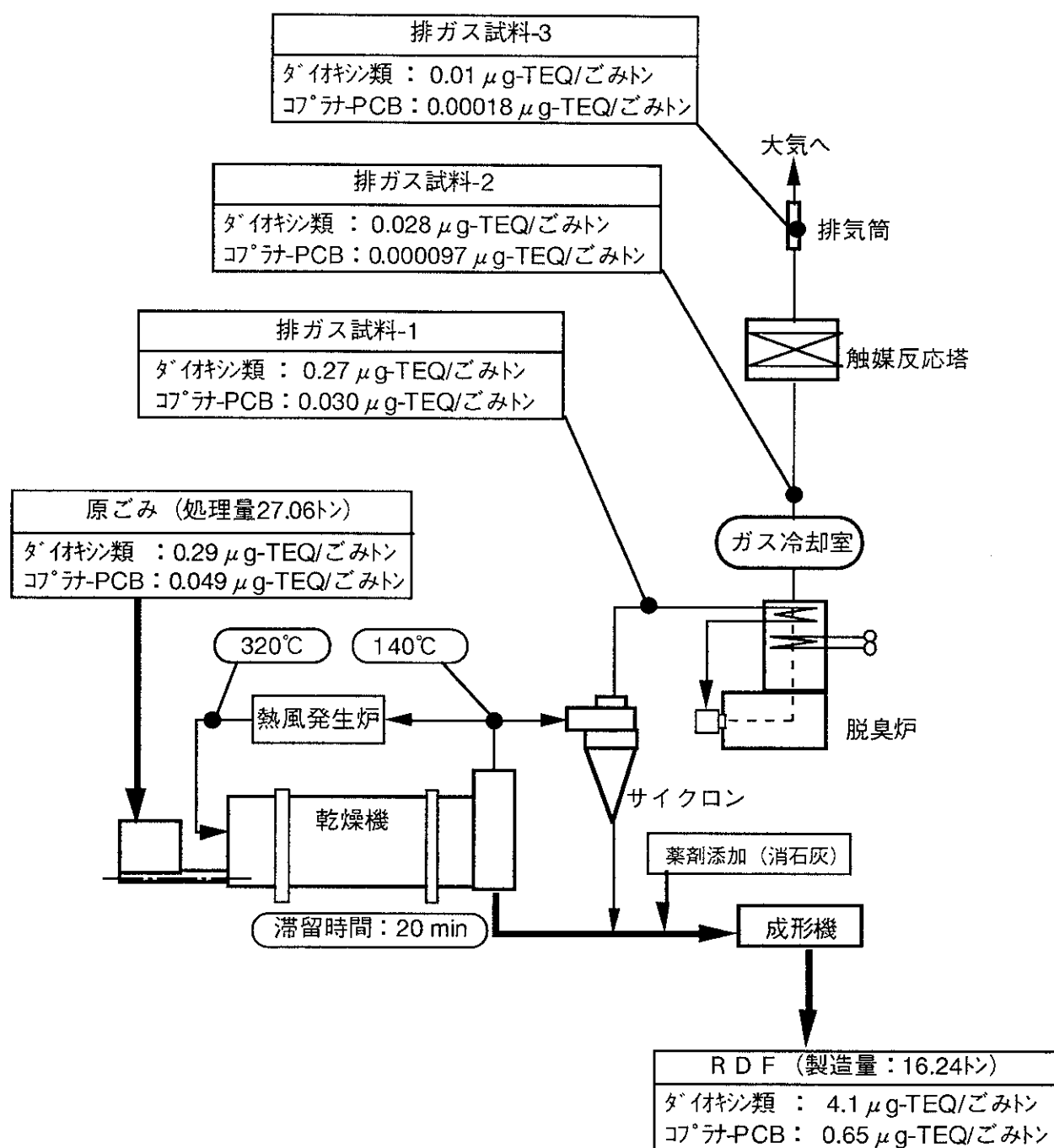


図2.1.2-6 ダイオキシン類、コプラナーPCB収支調査

8) まとめ

本研究にて、RDF 化施設（実稼働施設）のダイオキシン類及びコプラナーPCBの収支計算を実施した結果、

- (1) 図 2.1.2-5 に示す通り乾燥機から排出されるダイオキシン類は排ガス処理設備にて処理され、現在最も厳しいとされている排出基準 $0.1\text{ng-TEQ/m}^3\text{N}$ を大幅に下回っていること。
- (2) 排ガスから大気に放出されるダイオキシン類*総量が $0.01\mu\text{g-TEQ/ごみトン}$ と少ないこと。
- (3) RDF 中のダイオキシン類*が $5\mu\text{g-TEQ/ごみトン}$ 以下ではあるが、原ごみ中のダイオキシン類*に比べ増加する傾向があること。

が確認できた。

2.1.3 RDF 化実証施設

1) RDF 化 C 施設 施設概要

- (1) 施設規模 : 2.5 トン/時
- (2) ごみ種類 : 一廃可燃ごみ他

2) 実験日程

平成 11 年 10 月 26 日 (火)、12 月 15 日 (水)

3) 分析項目

(1) 固体、液体

| 試料 | 三成分 (水分、灰分、可燃物) | ダイオキシン類 | コプラナーPCB |
|-----|--------------------|---------|----------|
| 原ごみ | ※ | ○ | ○ |
| RDF | ○ | ○ | ○ |
| 排水 | — | ○ | ○ |

※ 今回は分析せず、過去 4 回の分析値の平均を使用

(2) 排ガス

| | 流量、 水分 | 温度 | O ₂ 、N ₂ 、 CO ₂ | ばいじん 濃度 | ダイオキ シン類 | コプラナー PCB |
|-----------|-----------|----|---|------------|-------------|--------------|
| 乾燥機出口 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| バグフィルタ入口 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 湿式脱臭装置出口 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 活性炭脱臭装置入口 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 活性炭脱臭装置出口 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |

(3) ダイオキシン類等の測定

- ・ 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
厚生省生活衛生局水道環境部環境整備課 (平成 9 年 2 月)
- ・ ダイオキシン (PCDDs) 及びジベンゾフラン (PCDFs)
- ・ 4-8 塩素化物の各同族体毎のトータル濃度とその総和
- ・ 2.3.7.8 位置の塩素置換体の各異性体濃度 (17 異性体)
- ・ I-TEF を適用

(4) コプラナーPCB の測定

- ・ 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
厚生省生活衛生局水道環境部環境整備課 (平成 9 年 2 月)
- ・ WHO (1998) で毒性等価係数の規定された 12 異性体

4) ダイオキシン類*収支計算用データの採取

- (1) 原ごみ：10月26日のダイオキシン類*測定時間（4時間）内におけるごみ投入量を測定。この間のごみを採取して1試料を分析した。
- (2) RDF：10月26日のダイオキシン類*測定時間（4時間）内に製造されたRDFを計量する。このRDFから代表サンプルとして1試料を採取し分析した。
- (3) 排水：10月26日のダイオキシン類*測定時間（4時間）内のプラント排水（脱臭冷塔排水及び脱臭洗浄塔排水）を計量，採取して1試料を分析した。尚，採取したプラント排水は隣接清掃工場で処理する前のものである。
- (4) 排ガス：10月26日、12月15日の両日，乾燥機出口、バグフィルタ入口、湿式脱臭装置出口、活性炭脱臭装置入口および活性炭脱臭装置出口の測定孔より、施設の安定運転を確認した後、4時間採取した。なお、10月26日のデータは一部計測不良と考えられた。従って、ダイオキシン類*の収支計算は、排ガスについては12月15日の測定データ、それ以外の各種測定データは、10月26日の測定データを用いて算出した。（参考として、上記2日以外に採取したダイオキシン類計測データを示す。）

5) フローシート

本実験で使用した施設の概略フローシートと試料の採取箇所を図 2.1.3-1 に示す。

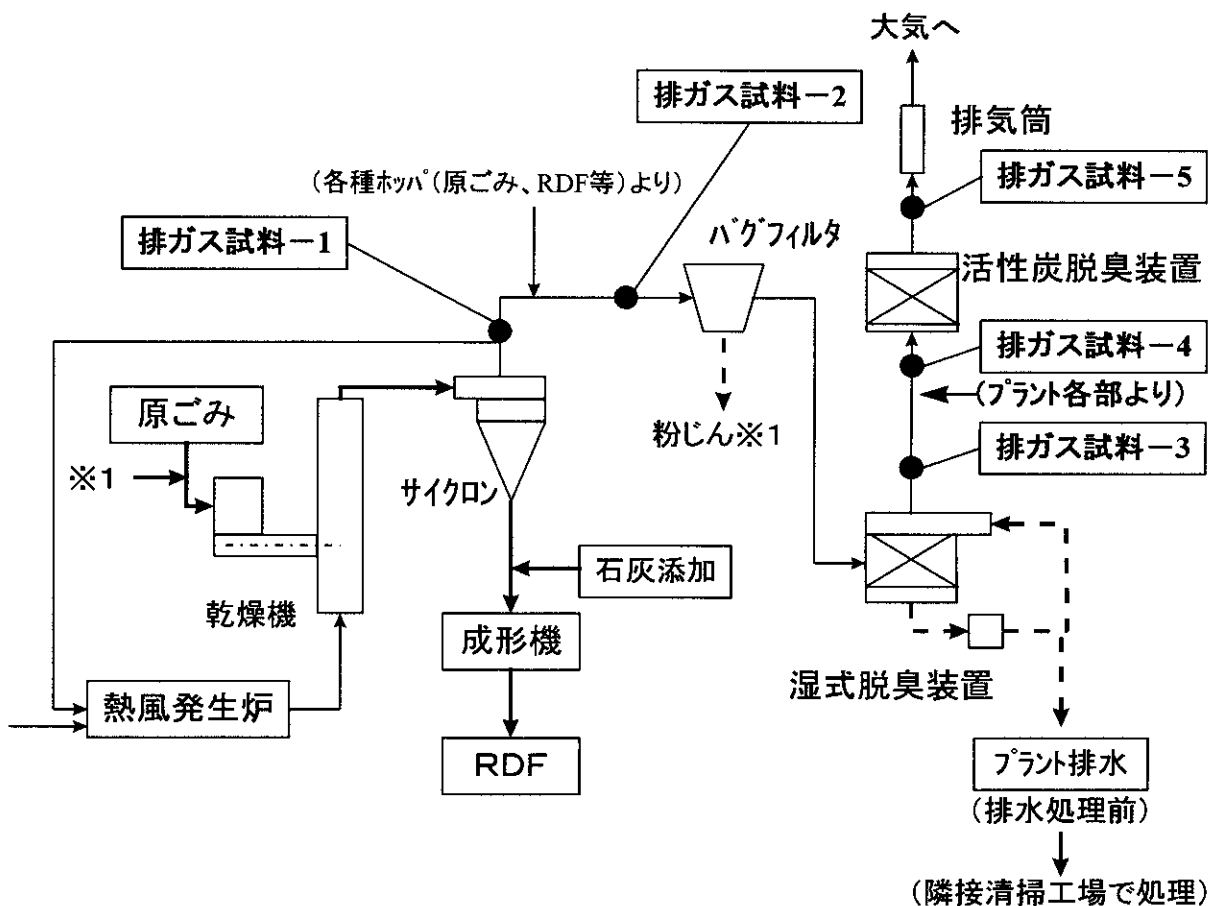


図 2.1.3-1 RDF 化施設概略フローシート

なお、バグフィルタで回収された灰は、原ごみのホッパに戻され、再度乾燥機に投入される。乾燥機の運転条件は、以下の通りであり、乾燥機の入口温度を制御している。

| | |
|---------------------|--------------|
| 乾燥機入口温度 | ； 185℃ (制御値) |
| 乾燥機出口温度 (サイクロン出口温度) | ； 155℃ |
| ごみの乾燥機内滞留時間 | ； 40 秒 (推定値) |