



行政院所屬各機關因公出國人員出國報告書

(出國類別:其他(研修))

一九九九年度中日技術合作計畫:
「公害問題全才養成計畫」研修

服務機關:	環保署	環保署	環保署	嘉義市環保局
出國人職稱:	組長	科員	科員	技士
姓 名:	李賢衛	王國能	張錫玉	吳明政

出國地點:日 本

出國期間:八十九年九月廿八日至八十九年十月六日

報告日期:八十九年十二月

行政院研考會/省(市)研考會
編號欄

I5/c08907510

目 錄

壹、前言

一、研習行程及課程 -----	1
二、公害問題全才養成研修課程內容 -----	2

貳、研習內容與心得

一、日本國家環境行政 -----	3
二、日本環境法令 -----	5
三、大氣污染現況 -----	7
四、水質污染現況 -----	14
五、廢棄物處理現況 -----	16
六、公害紛爭處理 -----	28
七、環境管理制度 -----	31
八、東京都環境保全政策 -----	33
九、東京都新江東清掃工場參訪 -----	36
十、東京都葛西污水處理場參訪 -----	37
十一、電力業環境保全施策參訪 -----	38
十二、家電製品資源回收再利用參訪 -----	39
十三、千葉縣環境保全政策參訪 -----	40
十四、公害健康被害補償制度 -----	42
十五、公害防止管理者制度 -----	44
十六、大阪府環境保全政策參訪 -----	47
十七、市民團體環境保全活動參訪 -----	49
十八、神奈川縣環境保全政策參訪 -----	52
十九、石油業環境保全施策參訪 -----	54
二十、食品業環境保全施策參訪 -----	55
參、結論與建議 -----	56
肆、附錄（日文資料） -----	58

公害問題全才養成研修報告

壹、前言：

一、研習行程及課程：

環境污染防治問題係當前世界各國所面臨重要的課題之一，尤其是巴賽爾公約及聯合國京都會議之後，對於廢棄物處置原則，要求各國自己產生的廢棄物，必須在自己國境處理及面對地球溫暖化所需 CO₂ 減量問題加以解決。我國亦是世界地球村的一員，為善盡地球村成員的本份，必須積極推動相關環保工作。此次奉派赴日研修「公害問題全才養成」共計四位成員，為期二十一日（九月十七日至十月七日），在台北駐日經濟文化代表處及社團法人產業環境管理協會細心安排，研修有關大氣、水質、廢棄物、公害糾紛處理，環境監測體系，環境行政與管理及公害健康被害補償制度與預防事業等內容，同時也參訪地方政府（東京都、神奈川縣、千葉縣、大阪府）環境保全政策及電力業、石化業、焚化爐、污水處理場、食品業實地了解環境保護設施，藉由專業老師授課講解，以及彼此間的意見交換，使我方研習人員獲得相當多的心得，謹此致謝。四位研習人員確信透過此次國外研習，除可增廣見聞了解日本的風土民情外，更體認日本國民，事業機構、環保團體人員及環保專業人員對環境保護的付出印象深刻，同時也了解到日本對於開發人才資源（污染防治技術控制及管理方法的教育研修）、研究開發環保產業技術及人才交流提坐開發中國系環保訊息不遺餘力，相信所獲得的豐富資料對個人今後執行環保工作極具參考價值。

二、公害問題全才養成研習課程內容

日 期	課程內容	研習地點
09/17	去程（台北－東京）	
09/18	公害問題全才養成始業式	社團法人產業環境管理協會
09/19	1. 環境行政	社團法人產業環境管理協會
	2. 環境法令	社團法人產業環境管理協會
09/20	1. 大氣污染現況	社團法人產業環境管理協會
	2. 水質污染現況	社團法人產業環境管理協會
09/21	1. 廢棄物處理現況	社團法人產業環境管理協會
	2. 公害紛爭處理	社團法人產業環境管理協會
09/22	環境管理制度	社團法人產業環境管理協會
09/25	東京都環境保全政策見習	東京都廳環境局總務部
09/26	1. 東京新江東清掃工場見習	東京二十三區清掃一部事務組合
	2. 葛西污水處理場	東京都下水道局葛西處理場
09/27	1. 電力業環境保全施策	東京電力橫濱水力發電所
	2. 家電製品資源回收工廠	橫濱東芝京濱事業所入舟工場
09/28	1. 公害健康被害補償制度及公害健康被害預防事業	公害健康被害補償預防協會
	2. 公害防止管理者制度	社團法人產業環境管理協會
10/02	大阪府環境保全施策見習	大阪府環境農林水產部
10/03	市民環境保全活動見習	大阪府財團法人公害地域再生協會
10/04	神奈川縣環境保全政策見習	神奈川縣環境農政部
10/05	1. 石化業環境保全施策見習	日石三菱精製(株)根岸製油所
	2. 食品業環境保全施策見習	日清製油(株)橫濱磯子工場
10/06	「公害問題全才養成」研修評價會	社團法人產業環境管理協會
10/07	返程（東京－台北）	

貳、研習內容與心得

一、日本國家環境行政：

講授時間：九月十九日（星期一）上午

地點：社團法人產業環境管理協會

講師：中山哲男（協會常務理事）

講授概要：

- （一）日本於 1960 年代至 1970 年代經濟高度成長，當時企業界及民眾對污染防制尚未積極重視，因此所造成大氣污染、水污染、噪音污染及地層下陷等相當嚴重，如所發生之水俣病、痛痛病及四日市氣喘等重大公害病症及自然環境嚴重的破壞。
- （二）1967 年公害對策基本法施行，明確規範事業、政府、地方在公害防制相關事務之責任、義務，訂定環境基準，規範排放污染物質之措施、公害防制設備及監視系統之體系。
- （三）由於環境污染的嚴重，日本於 1970 年有大氣污染防止法、水質污濁防止法等 14 項環境相關法令施行，因此當時的國會被稱為「公害國」，主要明訂事業單位對公害防制之責任、政府施工方針明確化、擴大公害之定義範圍，強化自然環境之保護，使地方政府之權限增大，訂定環境基準並進行監測，並於 1972 年制定自然環境保全法。
- （四）至 1980 年代，由於各項法令制定已趨完善，且事業單位對於公害防制亦有相當之責任感及改善，另民眾亦適時發揮監督功效，因此在環境保護及改善方面均有相當之成果。

(五)對於事業單位所產生之公害問題，雖已有相當程度之改善，但由於經濟高度發展，大量消費集中於都市，於是衍生都市廢棄物大量增加，造成都市生活環境品質降低日趨嚴重。

(六)日本對公害問題防制及改善主要有下列方式：

1. 周延法律規範。
2. 地方政府與事業單位訂定公害防止協定。
3. 事業單位於設立污染防制設備時，給予補助或賦稅減免，以增加事業單位改善公害之意願。
4. 事業單位主動改善意願增加。
5. 地方政府及民眾適時的監督及監測。

(七)日本今日環境問題：

由於事業單位所造成之公害問題，已獲得有效控制及改善；但隨著經濟發展及人口過於集中於都市活動，造成都市環境負荷增加及廢棄物大量增加等問題；另由於汽車數量大量增加，對於所排放廢氣所造成之空氣污染亦有增加之趨勢。

環境污染問題原僅屬於單一國家區域性問題，但隨著國際性污染的增加，造成全球環境問題日趨嚴重如地球溫暖化、臭氧層破壞、熱帶雨林減少及動植物種類減少等。

(八)心得：

日本之環境保護及污染防制工作之所以有相當的成效，主要有以下原因，並可做為我國參考：

1. 政府對法令制定相當明確及周延。

由於有多項公害案件發生，使政府、事業單位及

民眾對於環境保護意識趨於積極。

2. 日本一般事業單位及民眾守法觀念良好。日本事業單位對於本身企業形象非常重視，能主動投入污染防制工作。
3. 日本事業單位對政府單位所發布之政策與行政指導，配合程度相當高。
4. 事業單位對污染防制方面不吝投入大量人力與資金，且政府亦能予融資或賦稅減免配合。
5. 日本科學研究風氣興盛，對於各項污染技術能不斷改進更新，以減低與防制污染情形。

二、日本環境法令

講授時間：九月十九日（星期二）下午

地點：社團法人產業環境管理協會

講師：高橋東一（協會研修部次長）

講授概要：

（一）介紹日本現行環境法令有關循環型社會基本法其循環六法

1. 廢棄物處理法。2. 再生資源利用促進法。3. 建設回收再利用法。4. 食品廢棄物回收再利用法。5. 容器包裝回收再利用法。6. 家電回收再利用法及 7. 綠色購入法。

（二）循環六法及綠色購入法之體系：

1. 廢棄物處理法。2. 再生資源利用促進法。3. 建設回收再利用法。4. 食品廢棄物回收再利用法。5. 容器包裝回收再利用法。6. 家電回收再利用法。7. 綠色購入法。
→循環型社會基本法→環境基本法

1. 循環型社會基本法概述：

(1)「循環型社會」主要內容：抑制廢棄物發生、循環資源與循環利用、適正處分確保天然資源的消費抑制、減低環境負荷。

(2)一般廢棄物、產業廢棄物循環資源處理優先順序之基本原則：抑制發生、再使用、再利用、熱回收、適正處分

(3)「循環型社會」責任分擔

政府方面：策定循環型社會形成推進基本計畫。

自治體方面：計畫之執行者。

事業者方面：抑制廢棄物之發生，擴大生產者責任。

民眾方面：有關製品長期間使用、再生品的使用，協助分別回收。

(4)修正廢棄物處理法：修正內容為，禁止廢棄物野外燃燒，以避免二次公害（戴奧辛）。

(5)修正再生資源利用促進法：修正內容為製品自主回收及再資源化。

(6)建設資材促進法：其內容為

①對象：解體工事的施工業者。

②對象物：特定建設資材（鋼筋、混凝土、木材）

③特定建設資材再資源化。

(7)食品廢棄食物回收再利用法：其內容為

①對象：食品之製造、加工、販賣業者。

②對象物：食品廢棄東西、製造、加工、調理過程之廢棄東西、食品循環資再利用。

(8)家電回收再利用法：平成十三年四月一日施行，
以家用之電視機、電冰箱、洗衣機、空調機為主。
其內容：

- ①消費者負擔回收處理費其中電視機二七〇〇元
(日幣)、電冰箱四六〇〇元(日幣)、洗衣機
二四〇〇元(日幣)、空調機三五〇〇元(日幣)。
- ②製造業者負責各項家電回收率：電視機 55% 、
電冰箱 50% 、洗衣機 50% 、空調機 60% ，目
前全國置放三十八個收集場所並陸續增加中。
- ③市町村在於抑制、防止非法丟棄、確保收集定點。

三、空氣污染現況防止對策

講授時間：九月二十日(星期三)上午

講授地點：社團法人產業環境管理協會

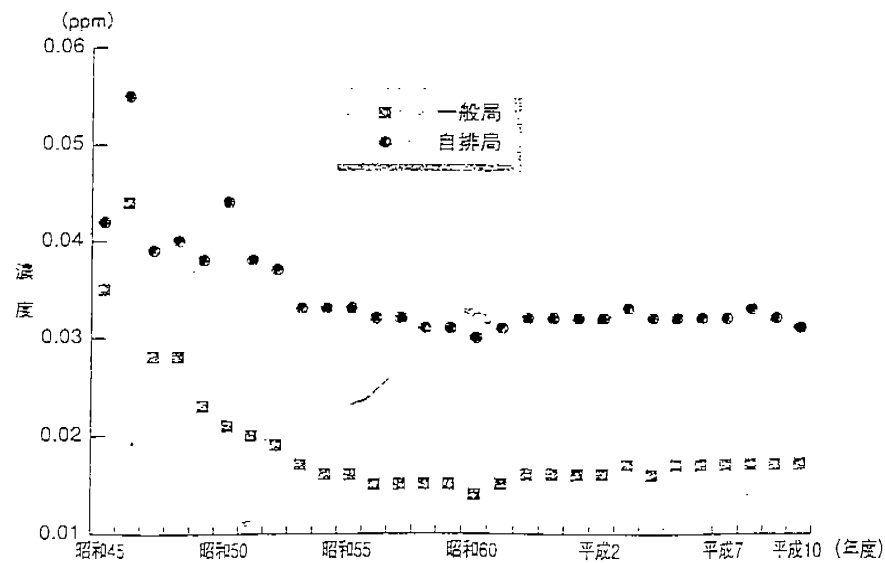
講 師：小林惠三(協會技術部次長)

講授概要：

(一)NO₂ 現況與對策

1. 目前日本 NO₂ 濃度年平均値如圖 3-1

圖 3-1 二酸化窒素濃度の年平均値



資料：環境庁

2. NO₂環境基準達成状況 図 3-2、3-3

図 3-2

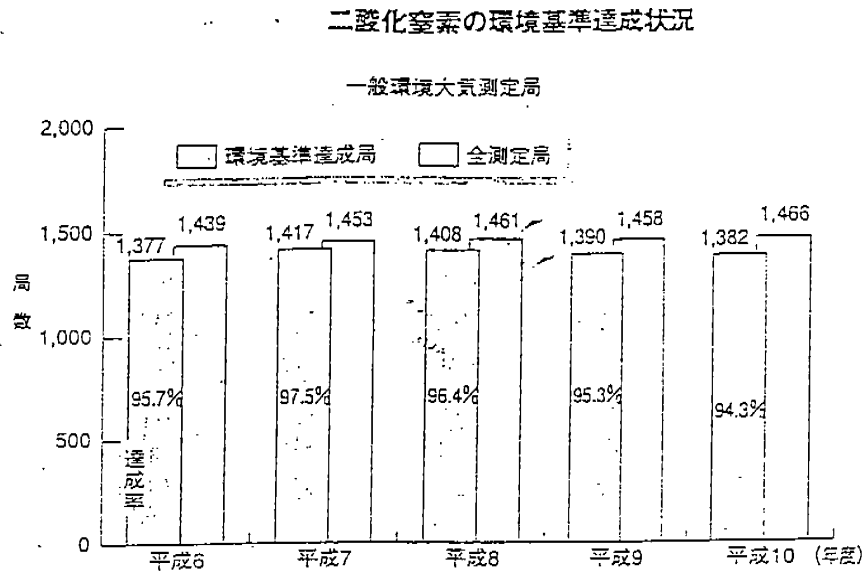
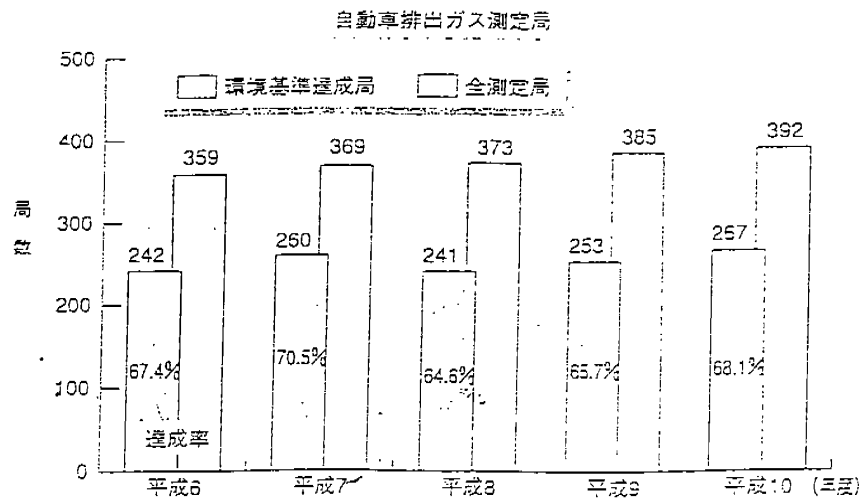


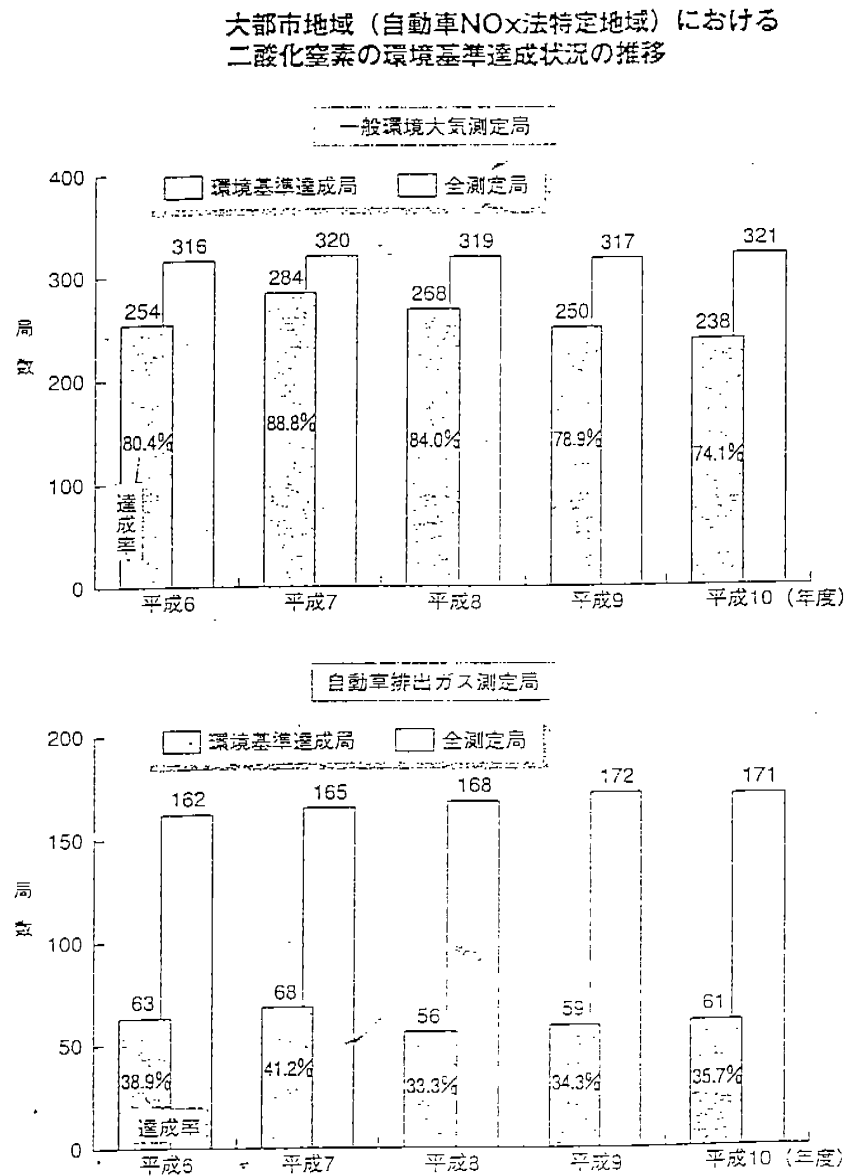
図 3-3



資料：環境庁

3. 大都市地区 NO_x 環境基準達成状況如图 3-4

图 3-4



資料：環境庁

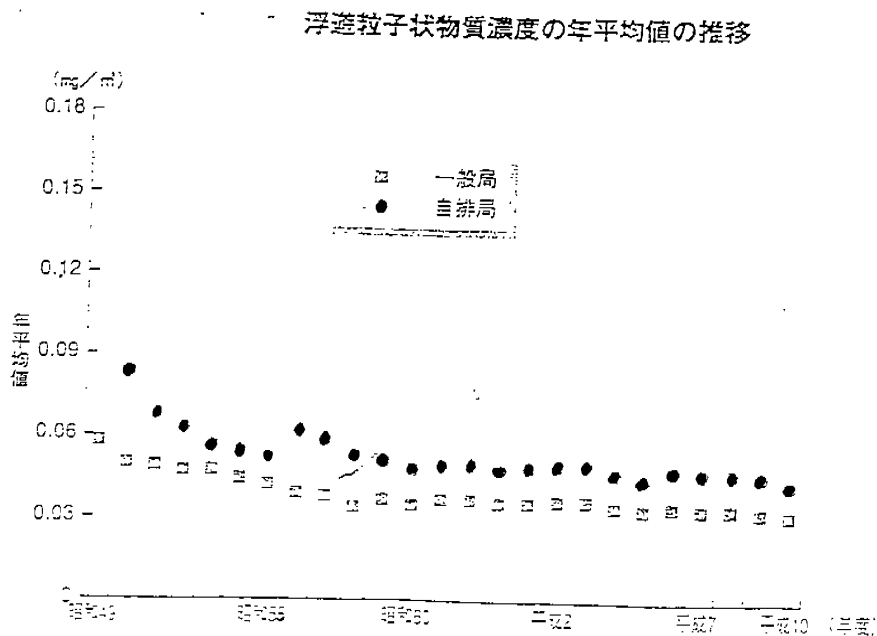
4. NO_x 防止對策計有

- (1) 制定自動車 NO_x 法。
- (2) 低公害車普及促進。
- (3) 研議船舶、航空器大氣污染物質排出對策。
- (4) 推動 NO_x 排出低減技術：如低 NO_x 燃燒技術（二段燃燒法、排氣再循環低 NO_x 燃燒機器）及排煙脫硝技術等。
- (5) 小規模燃燒器（低 NO_x）之普及啟發。

(二) 懸浮微粒污染現況與對策

1. PM 物質濃度年平均値推移如圖 3-5

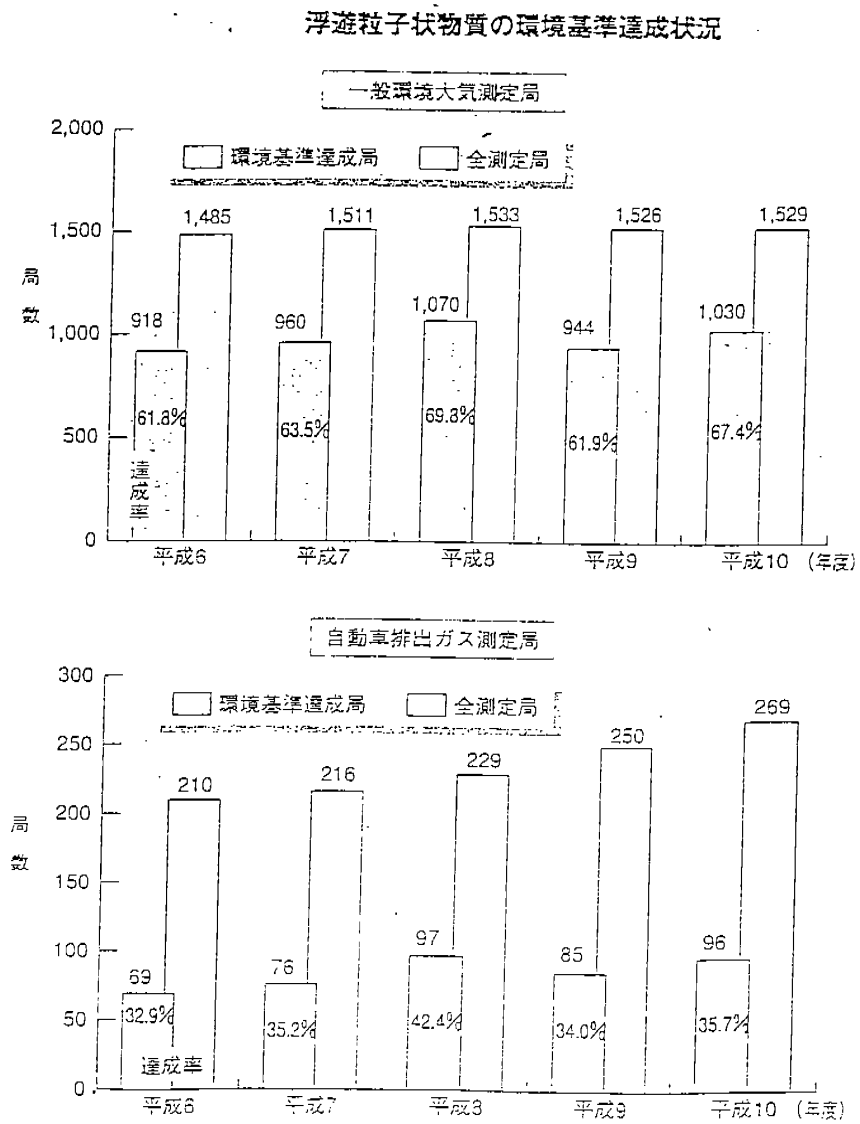
圖 3-5



資料：環境廳

2. PM 物質環境基準達成状況如圖 3-6

圖 3-6



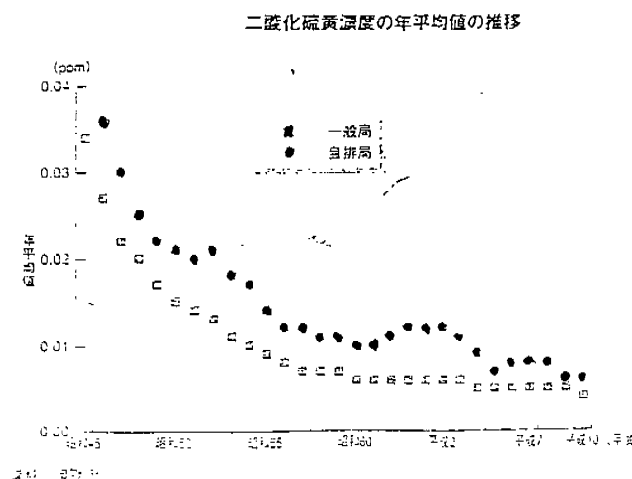
3. PM 物質防止對策

- (1) 針對 PM 物質發生源眾多及複雜性，大氣中化學變化產生二次生成物之發生機構，高濃度地區環境基準達成率綜合對策探討環境因素，煙道排出粒子物質實態調查，及污染預測及削減對策方法檢討等加強推動進行。
- (2) 針對微小粒子物質 (PM_{2.5}) 對健康影響關連性，PM_{2.5} 測驗法調查性實施及防疫學與動物實驗對 PM_{2.5} 物質曝露影響進行調查。
- (3) 針對積雪地區道路交通工具輪胎按裝鐵鍊，造成道路損傷及產生大量揚塵污染等問題，致使生活環境惡化等將立法方式規範於指定地區內使用原則。

(三) SO_x 污染現況與對策：

1. SO_x 濃度年平均値推移及環境基準達成狀況如圖 3-7

圖 3-7



二氧化硫黃的環境基準の達成状況（長期的評価）

（一般局）

項目 \ 年度	6年度	7年度	8年度	9年度	10年度
測定局数	1,604	1,608	1,612	1,595	1,579
達成局数	1,600	1,603	1,610	1,590	1,575
達成率(%)	99.8	99.7	99.9	99.7	99.7

（自排局）

項目 \ 年度	6年度	7年度	8年度	9年度	10年度
測定局数	91	94	101	104	103
達成局数	91	94	101	104	103
達成率(%)	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

注1：有効測定時間に達していない測定局は除く。

注2：自排局については、試料採取口が車道にあるものを除いて評価した。

資料：環境庁

2. SO_x 防止対策

(1) 實施 SO_x 排出規制，施設單位的排出規制及工場的總量管制及削減計畫執行，燃料中硫份含有率基準之訂定等方式。

(2) 發展 SO_x 物質排出低減技術。

(3) 重油脫硫使燃料性質改善及工場排煙脫硫裝置普及化。

(四) 心得：

1. 從日本大氣污染防制經驗，得知從政府嚴格且直接的規制及行政指導，產業界充份預測規制內容研究投資與防制技術開發迅速有效，致對產業所造成大氣污染防制成功。

2. 1993 年日本公害對策基本法及環境基本法制定後，進

而考慮到都市生活型大氣污染問題，廢棄物焚化爐所造成 Dioxin 污染問題，自然生態保護問題，生物多樣性與地球溫暖化等問題提出具體的對策，並將「環境」視為一體的觀念，採取「循環」「共生」「參與」及「國際組織」四原則，期使社會經濟活動對環境負荷降到最低的觀念，可提供我國參考。

四、水質污染現況

講授時間：九月二十日（星期三）下午

講授地點：社團法人產業環境管理協會

講 師：小野節夫（協會技術部水質課課長）

講授概要：

（一）水質改善對策：就水域（海域、河川域、湖泊等）的水質污染防治，依中央政府、地方自治體、企業體、居民四類分別設定改善對策如下：

1. 中央政府：

- （1）水質污染之環境基準設定。
- （2）水域的類型指定（部分委託地方自治體）
- （3）水質的測定（委託地方自治體執行）
- （4）排水基準設定。
- （5）總量規制等。

2. 地方自治體：

- （1）排水基準的加嚴基準設定。
- （2）總量削減計畫策定。
- （3）總量規制基準規定。
- （4）測定計畫策定。
- （5）水質環境基準的水域類型。

3. 企業體

- (1) 公害防止設備、設施等之設置。
- (2) 排出量的抑制。
- (3) 生產製程的改善。

4. 居民：

- (1) 排水處理設備的整備。
- (2) 排出抑制。
- (3) 生活方式的改善。

(二) 相關廢水處理技術概要（如附錄二）。

(三) 心得：

1. 日本水污染之總量管制制度主要著眼於總量污染削減之管制，訂定目標後分期執行，目前正執行第五次總量削減管制工作，其亦同時考慮事業廢水及生活污水防治對策，由二方向進行削減，下水道之建設便成為積極之防治污染及削減總量之對策，其執行面而言相當具體及實際，對企業之發展並不會造成重大衝擊。查我國污染總量之管制執行方式與日本不甚相同。若規定某地域之污染負荷已超越總量而不允許新的產業進入排放污水，則我國很多水域皆已超越水體標準，依規定則企業體不允許新設廠，執行上困難重重，似可建議參採日本之執行方式。
2. 廢水經處理後污泥處置問題，過去大都將其焚化減量化後，再將其灰燼送管理型掩埋場掩埋，污水下水道系統或水肥處理場的污泥亦同，但該等污泥實有機性，理論上可從堆肥方式著手，予以資源化，本方面技術應加速開發。

3. 目前全球環境因過去過度的開發，致水資源愈加匱乏，故對於經適當處理的污水，宜研究如何應用於次級用途的用水，如澆花、灌溉、灑水或地下水補注等功能，使處理的水能充分應用，減少原水的負擔。

五、廢棄物處理現況：

講授時間：九月二十一日（星期四）上午

講授地點：社團法人產業環境管理協會。

講 師：遠藤小太郎（協會技術部次長）

講授概要：

（一）日本政府於平成八年（1996）訂定環境保護五年計畫，該計畫規劃未來日本垃圾處理將百分之百焚化處理，但因日本目前廣泛探討戴奧辛污染問題，除成立「戴奧辛問題對策會議」以為因應。並於 1997.07 制定「戴奧辛特別措置法」，由國會議員主動立法，屬於緊急性法令。目前日本戴奧辛類的排出量及目錄該法所訂定排出基準。及相關收集資料如下：

1. Dioxin 問題的歷史
2. Dioxin 環境基準
3. 日本目前各行業 Dioxin 排出量及目錄
4. 日本「Dioxin 特別措置法」概要
5. Dioxin 廢水及廢氣排出基準
6. Dioxin 環境污染過程概念圖
7. Dioxin 化學構造異性體
8. 焚化爐全程構造及各部位 Dioxin 濃度值
9. 焚化爐針對 Dioxin 防制管理基準設施

1. ダイオキシン問題の経緯

1957	米国東部及び中西部において、ヒヨコの大量死事件が発生。	エサに混ぜられた脂肪の中にダイオキシン類が混入していたことが判明した。
1962 ～1971	米国がベトナム戦争において、枯葉剤として2,4,5-T等を使用。	2,4,5-T等製造過程の副生成物として、ダイオキシン類が発生する。 後に肝臓癌、流産、出産欠陥等が多発していることがベトナムの研究者により報告された。
1976	イタリアのセブソにある農薬工場で爆発事故が発生。	TCDDが飛散し、事故後、ニワトリ、猫等の動物が死亡。現在も立入禁止となっている区域がある。
1978	ニューヨーク州ラブキャナルの農薬工場の化学系産業廃棄物による汚染事故発生。	230世帯以上が移転。
1982	ミズーリ州タイムズビーチで土壌汚染が判明。	農薬工場の廃棄物が油に混ぜられて、ほこり止めとして道路等に散布されたことによる。 米政府は町全体を買い上げ、全町民及び企業を移転させた。
1983	愛媛大学の立川教授らのグループがごみ焼却場の飛灰からダイオキシンを検出し、公表した。	調査9施設でTCDDが7～250ng/gの範囲で検出された。
1984	厚生省の専門家会議において、当時の知見に基づく判断が示され、報告書がとりまとめられた。	廃棄物処理に係るダイオキシンの問題を評価考察するための評価指針を100pg-TEQ/kg/dayとする。 焼却処理に伴う一般市民及び施設職員への影響については、現段階では健康に影響が見出せないレベルである。 埋立処分については、現行法令を遵守することで対処できる。 今後、さらに知見を集積することは必要である。
1990.12	厚生省が「ダイオキシン類発生防止等ガイドライン」を作成し、都道府県に通知。	当時において技術的に実施可能な限り、ダイオキシン類の発生防止等を効率的に推進するという観点から、総合的な対策をとりまとめた。 ごみ焼却施設については、ガイドラインに示す対策の実施により大幅な排出濃度の低下が期待される。特に、新設の全連続炉については排ガス中のダイオキシン類濃度を0.5ng-TEQ/Nm3程度以下になることが期待される。
1992.2	環境庁が紙パルプ工場に係るダイオキシン類対策の推進について関係団体に要請。	塩素漂白等に伴うダイオキシンの発生抑制対策を製紙関連団体に対して要請するとともに、都道府県等に協力要請。
1995.11	厚生省が「ダイオキシンのリスクアセスメントに関する研究班」を設置。	ダイオキシンの人体に対する毒性評価の研究が進められ、1996年6月28日に当面の耐容1日摂取量(TDI)として10pg-TEQ/kg/dayを提案する中間報告がとりまとめられた。
1996.5.29	環境庁がダイオキシン検討会を設置。	健康影響の未然防止の観点から、「ダイオキシンリスク評価検討会」「同毒性評価等分科会」「ダイオキシン排出抑制対策検討会」を設置し、1996年12月19日に健康リスク評価指針値として、5pg-TEQ/kg/dayとする中間報告をとりまとめた。
1996.6.3	厚生省が「ダイオキシン削減対策検討会」を設置。	1990年のガイドラインを見直し、ダイオキシン対策を推進する。 ダイオキシン削減対策技術に関する新たな知見を活用し、緊急対策と恒久対策に分けて検討を行い、1996年10月3日に緊急対策に係る部分を中間報告としてとりまとめた。
1996.7.12	厚生省が「ごみ焼却施設からのダイオキシン排出実態等総点検調査」を通知。	市町村の設置するごみ焼却施設を対象に1996年12月までに排ガス中のダイオキシン類濃度等を調査するよう、都道府県を通じて、市町村に指示。

2. ダイオキシン類の環境基準

媒 体	基準値	測定方法
大 気	0.6 pg-TEQ/m ³ 以下	ポリウレタンフォームを装着した採取筒をろ紙後段に取り付けたエアサンプラーにより採取した試料を高分解能ガスクロマトグラフ質量分析計により測定する方法
水 質	1 pg-TEQ/l 以下	日本工業規格 K 0312 に定める方法
土 壌	1,000 pg-TEQ/g 以下	土壌中に含まれるダイオキシン類をソックスレー抽出し、高分解能ガスクロマトグラフ質量分析計により測定する方法
備 考 1 基準値は、2,3,7,8-四塩化ジベンゾ-パラ-ジオキシンの毒性に換算した値とする。 2 大気及び水質の基準値は、年間平均値とする。 3 土壌にあっては、環境基準が達成されている場合であって、土壌中のダイオキシン類の量が 250 pg-TEQ/g 以上の場合には、必要な調査を実施することとする。		

3. 日本におけるダイオキシン類の排出量目録(WHO-TEF(1998))

発 生 源	排 出 量			備 考		
	平成 9 年	平成 10 年	平成 11 年	平成 9 年	平成 10 年	平成 11 年
一般廃棄物焼却施設	5000	1550	1350	②	②	②
水	0.037	水 0.037	水 0.028	→	①	①
産業廃棄物焼却施設	1500	1100	690	①	②	②
水	0.51	水 0.51	水 0.50	→	①	①
小型廃棄物焼却炉 (事業所設置。焼却能力 200 kg 未満)	340~591	340~591	279~481	→	①	①
火葬場	2.1~4.6	2.2~4.8	2.2~4.8	②	②	←
製鋼用電気炉	228	139.9	141.5	③	③	③
製紙業 (KP 回収ボイラー)	2.0	2.0	2.0	③	←	←
(汚泥焼却炉、スラッジボ イラー)	3.3	3.3	3.3	③	←	←
塩化ビニル製造業	水 0.74	水 0.71	水 0.74	④	④	④
	0.55	0.55	0.56	→	③	③
水	0.54	水 0.37	水 0.32	③	④	④
セメント製造業	2.47	2.47	2.32	→	③	③
鉄鋼業 焼結工程	135.0	113.8	101.3	③	③	③
鋳鍛鋼製造業	1.57	1.57	1.23	→	③	③
銅一次製錬業	4.91	4.91	0.46	→	③	③
鉛一次製錬業	0.053	0.053	0.036	→	③	③
亜鉛一次製錬業	0.36	0.36	0.14	→	③	③
銅回収業	0.053	0.053	0.048	→	③	③
鉛回収業	1.25	1.25	0.45	→	③	③
亜鉛回収業	42.3	20.4	18.4	③	③	③
貴金属回収業	0.023	0.023	0.035	→	③	③
伸銅品製造業	3.16	3.16	1.16	→	③	③
アルミニウム合金製造業	21.3	19.4	13.6	③	③	③
アルミニウム圧延業 (軽金属圧延工程等)	1.61	1.61	1.46	→	③	③
水	0.335	水 0.065	水 0.085	③	④	④
(押出専用工程)	0.052	0.052	0.043	→	③	③
電線・ケーブル製造業	2.21	2.21	1.21	→	③	③
アルミニウム鋳物・ダイカス ト製造業	0.41	0.41	0.39	→	③	③
電気業 火力発電所	1.63	1.55	1.64	③	③	③
タバコの煙	0.1~0.2	0.1~0.2	0.1~0.2	①	①	①
自動車排出ガス	1.12	1.12	1.12	→	①	←
最終処分場	水 0.093	水 0.093	水 0.093	→	①	←
合 計	7300~7550	3310~3570	2620~2820			
うち水への排出	2.3	1.8	1.8			

- (注) 1. 排出量の単位：g-TEQ/年
 2. 水への排出については実態調査結果のあるものについて記載した。
 3. 排出量については、無印のものは大気への排出を示す。
 4. 備考欄の矢印は推計年と同様の排出があったとみなしたことを示す。
 5. 備考欄の番号は次に示す事項と対応する。
 ①：平成 12 年 6 月環境庁推計
 ②：平成 12 年 6 月厚生省推計
 ③：平成 12 年 6 月通商産業省推計
 ④：平成 12 年 6 月環境庁・通商産業省推計

5. ダイオキシン類の排出基準(排ガス)

(単位：ng-TEQ/m³_N)

施設の種類	焼却炉の 焼却能力	新設施設基準	既設施設基準	
			平 13.1.15～ 14.11.30	平 14.12.1
廃棄物焼却炉 (焼却能力が合計 50 kg/h 以上)	4 t/h 以上	0.1	80 (平 10.12.1 より 適用)*	1
	2～4 t/h	1		5
	2 t/h 未満	5		10
製鋼用電気炉		0.5	20	5
鉄鋼業焼結施設		0.1	2	1
亜鉛回収施設		1	40	10
アルミニウム合金製造施設		1	20	5

(注) * 廃棄物焼却炉[焼却能力 200 kg/h(ただし、廃プラスチック類焼却施設の場合は 100 kg/d) 以上] 及び製鋼用電気炉については既に規制対象となっているが、焼却能力 50 kg/h 以上 200 kg/h 未満の施設については、平成 13 年 1 月 15 日から適用。

表 ダイオキシン類の排出基準(排水)

(単位：pg-TEQ/l)

特定施設の種類* ³	新設施設 排出基準	既設施設 排出基準* ¹
・硫酸塩パルプ(クラフトパルプ)又は亜硫酸パルプの製造の用に供する塩素又は塩素化合物による漂白施設 ・廃 PCB 等又は PCB 処理物の分解施設 ・PCB 汚染物又は PCB 処理物の洗浄施設	10	10
・アルミニウム又はその合金の製造の用に供する焙焼炉、溶解炉又は乾燥炉に係る廃ガス洗浄施設、湿式集じん施設 ・塩化ビニルモノマーの製造の用に供する二塩化エチレン洗浄施設		10 (20)* ²
・一般廃棄物焼却施設の廃ガス洗浄施設、湿式集じん施設、汚水又は廃液を排出する灰の貯留施設(焼却能力 50 kg/h 以上のものに限る) ・産業廃棄物焼却施設の廃ガス洗浄施設、湿式集じん施設、汚水又は廃液を排出する灰の貯留施設(焼却能力 50 kg/h 以上のものに限る)		10 (50)* ²
・上記の施設から排出される下水を処理する下水道終末処理施設 ・上記の施設を設置する事業場から排出される水の処理施設		10

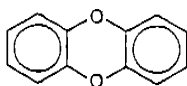
(注) *¹ 既設施設については、平成 13 年 1 月 15 日から適用。

*² () 内は、法の施行後 3 年間適用する暫定的な水質排出基準。

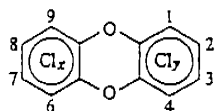
*³ 廃棄物の最終処分場からの放流水に係る基準については、最終処分場の維持管理基準を定める命令により 10 pg-TEQ/l と規定。

4. ダイオキシン類対策特別措置法の概要

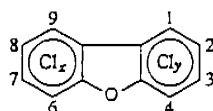
1. 法律制定の目的（第1条）
 - (1) ダイオキシン類による環境汚染の防止や、その除去等を図り、国民の健康を保護することが必要。
 - (2) このため、施策の基本とすべき基準、必要な規制、汚染土壌に係る措置等を内容とする、新たな枠組みの整備。
2. 法律の概要
 - (1) ダイオキシン類に関する施策の基本とすべき基準
 - ① 耐容一日摂取量（TDI：Tolerable Daily Intake）（第6条）
人の体重1kg当たり4pg以下で政令で定める値
 - ② 環境基準（第7条）
大気汚染、水質汚濁（水底の底質の汚染を含む）、土壌汚染に関する環境基準の設定。
 - (2) 排出ガス及び排水に関する規制（表3参照）
 - ① 特定施設
規制の対象となる特定施設を政令で指定。
 - ② 排出基準（第8条）
排出ガス（大気）、排水（水質）に係る排出基準の設定。
総理府令で技術水準を勘案した全国一律の基準を定め、特に必要があれば都道府県が条例でより厳しい基準を定めることが可能。
 - ③ 大気総量規制基準（第10条）
都道府県知事は、環境基準達成が困難な大気総量規制地域（政令指定）について、総量削減計画を作成、総量規制基準を設定。
総量規制地域の設定については、住民から都道府県を經由して国に意見申し出が可能。
 - ④ 特定施設の設置の届出、計画変更命令（第12条～第16条）
特定施設を新設する際に、知事へ届け出。知事は60日以内に計画変更の命令が可能。
なお、既存施設については、法の施行後1月以内に届け出。
 - ⑤ 排出の制限、改善命令（第20条～第22条）
排出基準、総量規制基準の遵守義務。知事は改善命令が可能。
なお、既存施設については、法の施行後1年後から遵守義務。
 - (3) 廃棄物焼却炉に係るばいじん・焼却灰等の処理等
 - ① ばいじん・焼却灰中の濃度基準（第24条）
ばいじん・焼却灰中のダイオキシン類の濃度基準を厚生省令で設定。当該基準は、廃棄物処理法上の処理基準として用いる。
 - ② 廃棄物最終処分場の維持管理基準（第25条）
廃棄物の最終処分場の維持管理の基準を総理府令・厚生省令で設定。当該基準は、廃棄物処理法上の処分基準として用いる。
 - (4) 汚染土壌に係る措置（第29条～第32条）
知事は、土壌環境基準を満たさない地域のうち特に対策が必要な地域を指定（地域指定の要件は政令で定める）し、対策計画を策定。
汚染土壌の除去等に関する対策に、「公害防止事業費事業者負担法」「公害の防止に関する事業に係る国の財政上の特別措置に関する法律」を適用。
○公害防止事業費事業者負担法
国・地方公共団体の行う公害防止事業の費用を、因果関係が明確な汚染事業者に負担させる。
○公害の防止に関する事業に係る国の財政上の特別措置に関する法律
地方公共団体の行う公害防止事業について、国の補助負担割合のかき上げ（この場合、50/100～55/100）を行う。
 - (5) 国の計画（第33条）
内閣総理大臣は、事業分野別の排出量の削減目標量や、そのための措置、廃棄物減量化施策などを定める計画を作成（公害対策会議の議を経て策定）。
 - (6) 汚染状況の調査・測定義務
 - ① 知事は大気、水質（底質を含む）、土壌の汚染状況を常時監視し、環境庁長官に報告。（第26条）
 - ② 国・地方公共団体は汚染状況を調査測定。（第27条）
調査測定の結果は、知事がとりまとめて公表。
 - ③ 事業者は排ガス、排水の測定義務。（第28条）
測定の結果は知事に報告され、知事がとりまとめて公表。
 - (7) 施行期日（附則第1条）
公布の日から6か月以内の政令で定める日（最終期限は、平成12年1月15日）から施行。
 - (8) 検討（附則第2条）
○臭素系ダイオキシンに関する調査研究の推進。
○健康被害の状況、食品への蓄積状況を勘案して科学的知見に基づく検討。
○小規模な廃棄物焼却炉等に関する規制のあり方についての検討等



ダイオキシンの構造
(dibenzop-dioxin)



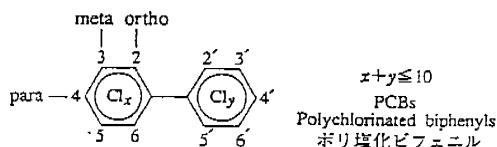
(a) PCDDs
(ポリ塩化ジベンゾパラ-ジオキシン)



(b) PCDFs
(ポリ塩化ジベンゾフラン)

塩素数		PCDDs: ダイベンゾパラダイオキシン —chlorodibenzo-para-dioxins—				PCDFs: ダイベンゾフラン —chlorodibenzofurans—			
Cl 数	英語名称	同族体名称	分子式	分子量*	異性 体数	同族体名称	分子式	分子量*	異性 体数
1	mono-(M ₁)	M ₁ CDD	C ₁₂ H ₇ ClO ₂	218	2	M ₁ CDF	C ₁₂ H ₇ ClO	202	4
2	di-(D ₂)	D ₂ CDD	C ₁₂ H ₆ Cl ₂ O ₂	252	10	D ₂ CDF	C ₁₂ H ₆ Cl ₂ O	236	16
3	tri-(T ₃)	T ₃ CDD	C ₁₂ H ₅ Cl ₃ O ₂	286	14	T ₃ CDF	C ₁₂ H ₅ Cl ₃ O	270	28
4	tetra-(T ₄)	T ₄ CDD	C ₁₂ H ₄ Cl ₄ O ₂	320	22	T ₄ CDF	C ₁₂ H ₄ Cl ₄ O	304	38
5	penta-(P ₅)	P ₅ CDD	C ₁₂ H ₃ Cl ₅ O ₂	354	14	P ₅ CDF	C ₁₂ H ₃ Cl ₅ O	338	28
6	hexa-(H ₆)	H ₆ CDD	C ₁₂ H ₂ Cl ₆ O ₂	388	10	H ₆ CDF	C ₁₂ H ₂ Cl ₆ O	372	16
7	hepta-(H ₇)	H ₇ CDD	C ₁₂ HCl ₇ O ₂	422	2	H ₇ CDF	C ₁₂ HCl ₇ O	406	4
8	octa-(O ₈)	O ₈ CDD	C ₁₂ HCl ₈ O	456	1	O ₈ CDF	C ₁₂ HCl ₈ O	440	1
1 塩素～8 塩素		M ₁ ～O ₈ CDD 合計			75	M ₁ ～O ₈ CDF 合計			135
4 塩素～8 塩素		T ₄ ～O ₈ CDD 合計: PCDDs			49	T ₄ ～O ₈ CDF 合計: PCDFs			87

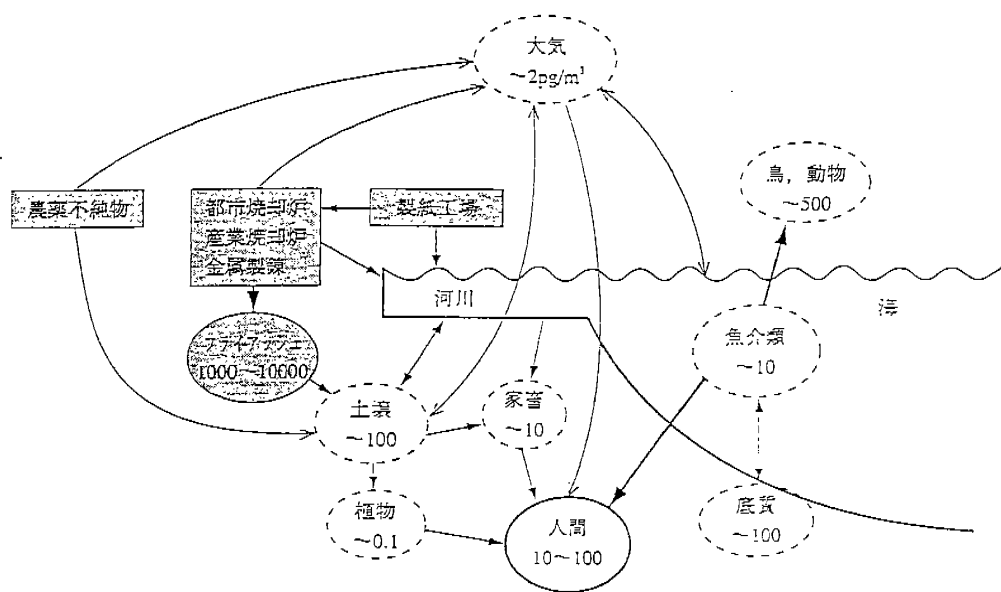
PCDDs 及び PCDFs の同族体 (* Cl は ³⁵Cl のみとして計算, 小数点以下は省略)



塩素数		PCB (Polychlorinated biphenyl) ポリ塩化ビフェニル			
Cl	表記	同族体名称	分子式	分子量	異性体数
1	Mono	M ₁ CBs	C ₁₂ H ₉ Cl	188	3
2	Di	D ₂ CBs	C ₁₂ H ₈ Cl ₂	222	12
3	Tri	T ₃ CBs	C ₁₂ H ₇ Cl ₃	256	24
4	Tetra	T ₄ CBs	C ₁₂ H ₆ Cl ₄	290	42
5	Penta	P ₅ CBs	C ₁₂ H ₅ Cl ₅	324	46
6	Hexa	H ₆ CBs	C ₁₂ H ₄ Cl ₆	358	42
7	Hepta	H ₇ CBs	C ₁₂ H ₃ Cl ₇	392	24
8	Octa	O ₈ CBs	C ₁₂ H ₂ Cl ₈	426	12
9	Nona	N ₉ CBs	C ₁₂ HCl ₉	460	3
10	Deca	D ₁₀ CB	C ₁₂ Cl ₁₀	494	1
1～10 塩素化		M ₁ ～D ₁₀ CB			209

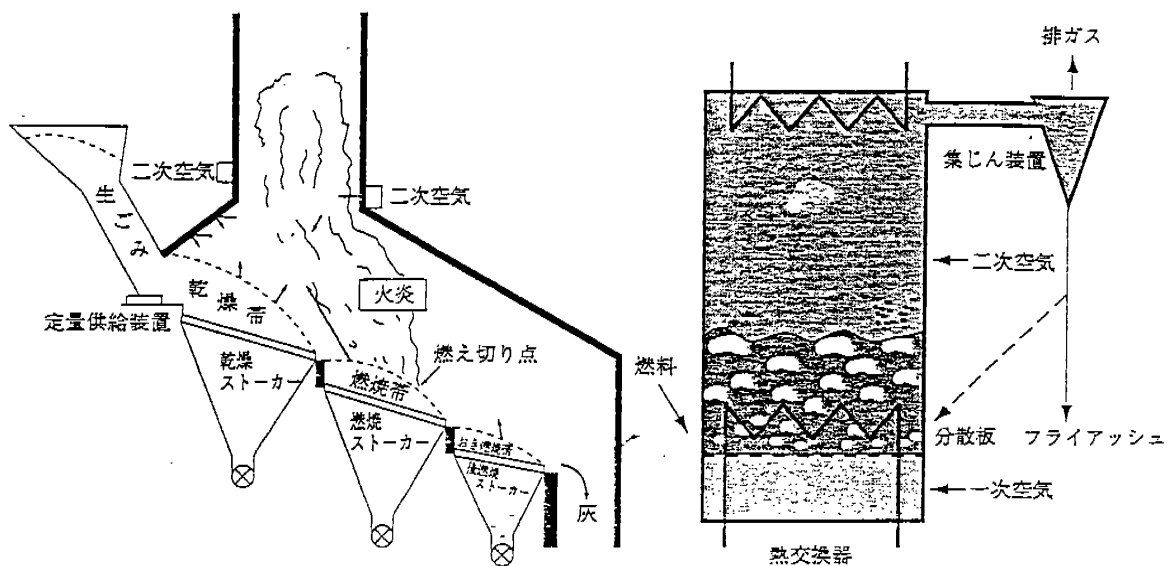
注) Cl は ³⁵Cl のみとして計算, 小数点以下は省略

7. ダイオキシン類の化学構造と異性体



(注) 数字は汚染の程度を示す (ppt-TEQ)

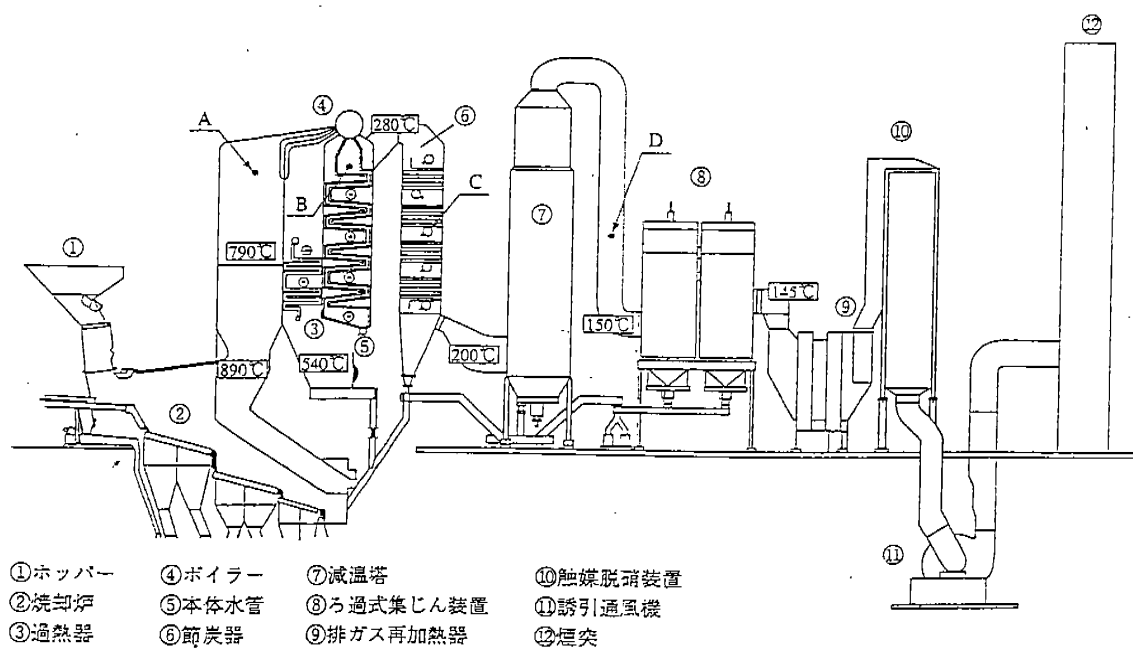
6. ダイオキシン類の環境汚染経路の概念図



(A) 火格子燃焼装置(ストーカー炉)

(B) 流動床燃焼装置

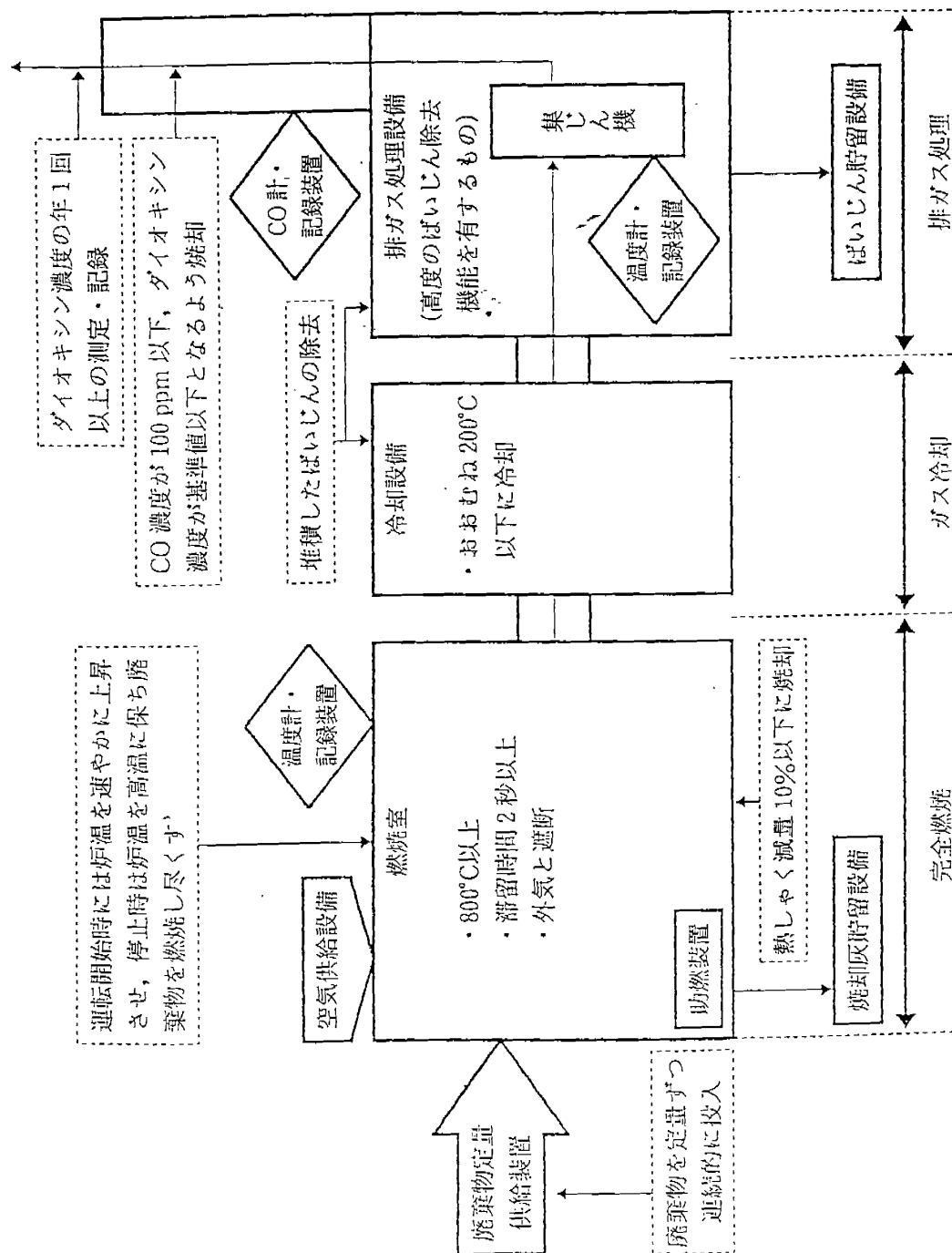
図3 代表的な廃棄物燃焼炉



- ①ホッパー ④ボイラー ⑦減温塔 ⑩触媒脱硝装置
 ②焼却炉 ⑤本体水管 ⑧ろ過式集じん装置 ⑪誘引通風機
 ③過熱器 ⑥節炭器 ⑨排ガス再加熱器 ⑫煙突

	温度 (°C)	PCDDs (ng-TEQ/m ³ _N)		PCDFs (ng-TEQ/m ³ _N)		PCDDs・PCDFs (ng-TEQ/m ³ _N)		PCBs (ng/m ³ _N)	PCP (ng/m ³ _N)
		粒子状	ガス状	粒子状	ガス状	粒子状	ガス状		
A スラグスクリーン入口	750	0.15	0.15	0.29	0.38	0.44	0.53	4600	1300
B 本体水管出口	280	1.1	0.11	2.5	0.18	3.6	0.29	6200	2900
C 節炭器中間	230	1.0	0.080	1.6	0.11	2.6	0.19	4900	2300
D バグ入口	150	1.1	0.047	1.8	0.063	2.9	0.11	5100	1800

8. ストーカー炉の全体構成と各部位でのダイオキシン類濃度



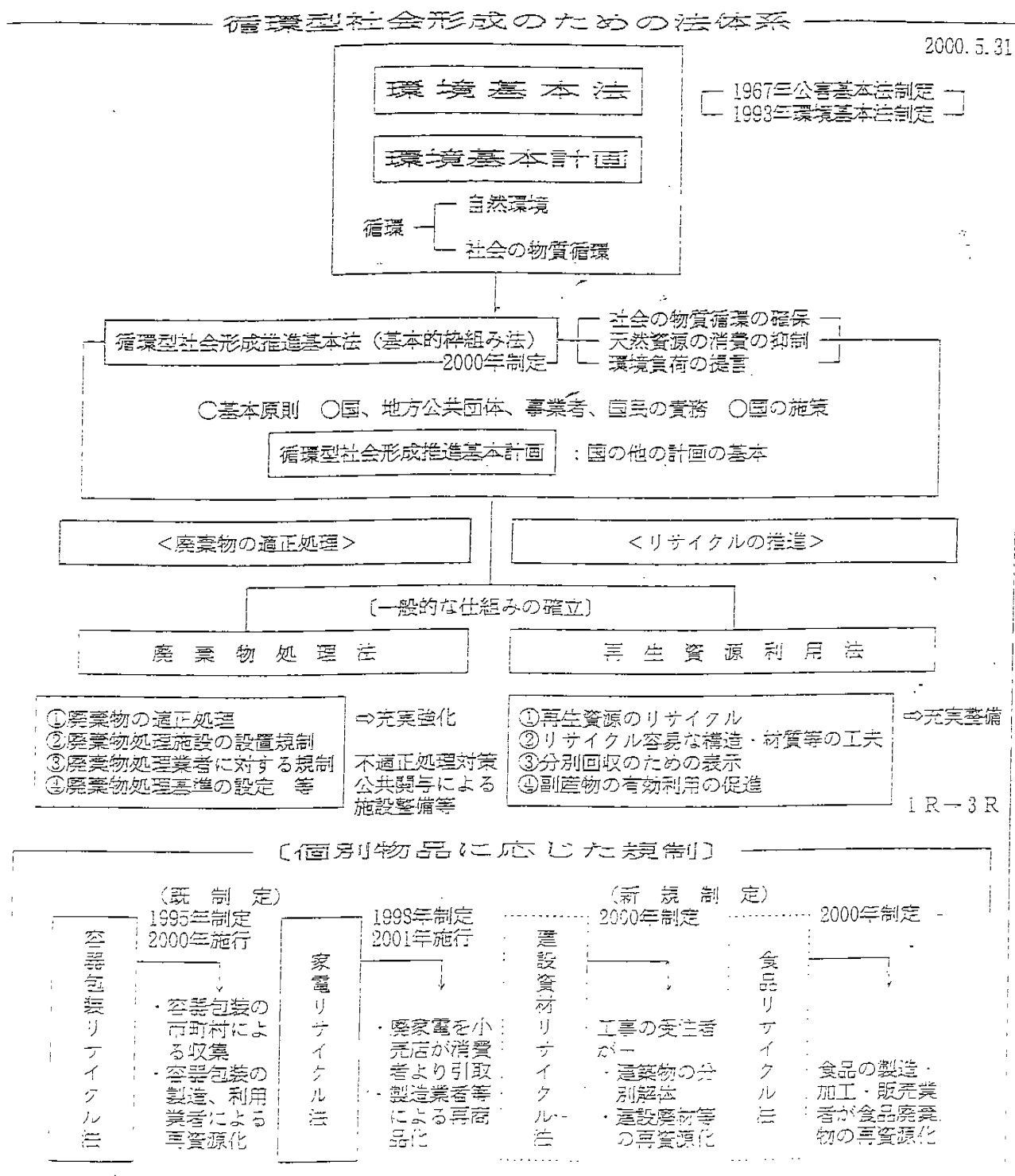
9. 廃棄物焼却炉の構造基準・維持管理基準のイメージ図

(二)修正完全燃燒對策，另加強推動廢棄物 3 R (Reduce, Reuse, Recycle) 體系。

(三)平成十二年(2000)頒布一循環型社會推進基本法，建立精神與目標，期盼二十一世紀日本社會資源能循環使用。配合前項基本法之訂定，一併修訂下列法令：

1. 廢棄物處理法(厚生省 2000.5.26 修訂)
2. 資源有效利用促進法(通產省 2000.5.30 頒布)
3. 容器包裝再生利用法(厚生省 2000.5.30 修訂)
4. 家庭用電機器再商品化法(通產省 1998.5 頒布)
5. 建設資材再生利用法(建設省 2000.5.24 頒布)
6. 良品廢棄物再生利用法(農林水產省 2000.5.30 頒布)

(四) 日本推動形成循環型社會建構之法令體系如下圖：



(環境産業新聞社)

(五)心得內容：

1. 日本政府推動「資源有效利用促進法」各省廳基於主管權責努力推動各項資源回收工作，於經費、人力、效率及維持管理均有明顯之成果。我國各目的事業主管機關於資源回收或輔導清理之工作較欠缺積極輔導措施，另因權責分工不明確，資源回收工作似乎已成為環保署獨立推動，未來應加以釐清各機關權責共同推動。
2. 廢棄物焚化爐產生戴奧辛污染問題，日本採取下列方式或處理設備防止現有焚化爐產生 Dioxin 可供我國參考。
 - (1) 將靜電集塵器改裝袋式集塵器，並於集塵器前或後填加活性炭吸附設備。
 - (2) 提高燃燒溫度。(針對流體化床焚化爐戴奧辛污染問題) 另產生的含戴奧辛集塵灰的處理方式如下：
 - (3) 高溫熔融（一千二百度）。
 - (4) 固化處理。
 - (5) 採行廢棄物（垃圾）直接高溫熔融。

六、公害紛爭處理制度

講授時間：九月二十一日（星期四）下午

講 師：楊井貴晴（公害等調整委員會事務局總務課長）

講授地點：社團法人產業環境管理協會

講授概要：

(一)公害紛爭處理制度沿革

1. 日本公害紛爭處理制定背景：

昭和三十年（一九五五）後半時期，經濟高度成

長，公害如水俣病、痛痛病、氣喘病……等陸續發生，其公害不僅使民眾財產減少，亦傷害民眾之生命、健康，導致被害住民與公害發生源之企業間有大規模紛爭，以往皆以司法之民訴裁判為主，和解太少，才有公害糾紛處理法之制定。

2. 公害紛爭處理法之制定

公害紛爭處理法於昭和四十五年（一九七〇）制定，其主管機關在中央為總理府之中央公害審查委員會，在都道府縣為其所屬公害審查會、連合公害審查會，處理公害紛爭處理。

（二）公害紛爭處理之手續：由紛爭當事人提出，才受理，其程序為：

1. 疏導：由公害審查委員會及公害審查會之委員中指定三人為疏導委員，釐清紛爭之問題關鍵，疏導雙方之紛爭。
2. 調停：由公害審查委員會及公害審查會之委員中指定三人為調停委員，進行調查、分析、判斷，若雙方接受調停，調停方成立。
3. 仲裁：由公害審查委員會及公害審查會之委員中指定三人為仲裁委員，仲裁乃係雙方當事人有仲裁契約，由仲裁委員會仲裁判斷，其最終之仲裁判斷與法院之確定判決，有同一效力。
4. 裁定：由公害審查委員會及公害審查會之委員中指定三人或五人為裁定委員，分為二種裁定並具有準司法之性質

（1）責任裁定：係指公害被害人之有無損害賠償責任

及賠償金額多寡之裁定。

按公害被害人申請損害賠償之責任裁定（公害紛爭處理法四十二條之十二），而責任裁定委員得依申請或依職權調查證據，調查證據時得①命當事人或參考人出席陳述。②命鑑定人出席鑑定。③命關係人提出文書或物品並得予以留置。④進入有關場所檢查文書或物品。⑤保全證據。⑥調查證據（公害紛爭處理法四十二條之十六、十七、十八）。經裁定委員會為責任裁定時，自裁定書之正本送達之日起三十日內，若未對該責任裁定提起損害賠償訴訟時，或撤回其訴時，就其損害賠償，視為當事人間成立與該責任裁定同一內容之合意（公害紛爭處理法四十二條之二十）。

(2)原因裁定：公害污染行為與公害被害人受害之間有無因果關係之裁定。

上開所述，無論責任裁定或原因裁定，究其性質，係屬審判一種，可見裁定委員會具有準司法機關性質。由上可知公害紛爭處理制度具有下列四大特色：

- (1)手續簡單，迅速解決紛爭。
- (2)費用便宜，減輕當事者經濟負擔。
- (3)各委員具有專門學識及豐富社會經驗，能充份收集資料，俾能正確解決問題。
- (4)各公害紛爭處理機關，將其協調處理之事實，適時反應至行政機關，以作為政策改善之參考。

(三)公害防止協定之訂定

「公害防止協定」乃針對可能發生公害之企業，企

業負責人、行政單位及居民間須有協定。

日本之公害防止協定並無法源，僅有道德約束，並無強制執行力，其乃補充法律之不足，針對企業自然環境條件而訂定內容，戰前針對土地買賣協定；戰後針對破壞環境，對附近居民有所補償為協定；目前之協定皆在防患未然，如一九六四年，橫濱市與橫須賀火力發電廠訂定之協定，其內容為：(1) 當時居民對大氣污染非常感冒，地方自治團體乃提出必須對大氣管制，避免造成污染 (2) 地方自治團體用科學之計算方式核算符合環境之數據，企業必須符合上開嚴格標準才能設廠，至此協定始臻完備。由於協定發展之背景係因高度經濟成長所帶來公害，造成社會很大問題，而國家法律又無法完全遏阻公害發生，雖公害防止協定無強制力，但日本之企業非常重視名譽與形象，並且愛護環境，故多數企業都會訂定公害防止協定並遵守協定內容。

七、環境管理制度

講授時間：九月二十二日（星期五）上午

地點：財團法人產業環境管理協會

講師：岩田修正（協會研修部課長）

講授概要：

(一)日本環境管理規格採國際規格 ISO14000 系統，由於企業取得認證後，對於參與政府投標及外銷均有較多機會，因此在日本有越來越多企業取得認證。

1. 大企業—以電氣機械業取得 ISO14001 環境管理認證較多，因為電氣輸出歐美如取得 ISO14001 認證機會較多；另 ISO9000 品質管理，以建設事業取得較多，

因參與投標需取得認證的要求。

2. 小企業一取得認證之中小企業，多為大企業之衛星工廠，由於大企業的要求，中小企業不得不取得認證。
3. 環境管理認證導入成果：①提昇企業形象②，政府採購的對象及成為企業中的模範，③員工意識的改革，④企業向銀行貸款時條件比較好。
4. 日本取得認證費用如以公司員工 100 人為例約為 400 萬日圓。

(二)日本環境省總合環境相關業務，其編制如下：

1. 總合環境政策局：所掌事務環境保全基本政策企劃並推動、關係行政機關的調整、地球環境保全公害防止及自然環境的保護、地球環境保全等相關行政機關及研究機關的經費、公害防止計畫、國土利用計畫、公害健康被害補償及預防、公害防止事業者負擔相關制度、環境保全工場立地的規制基準訂定及實施、事業所排出化學物質及廢棄物量的基準及管理改善、環境影響評估基準制定及審查、大阪灣臨海地域開發整備法、獨立行政法人評價委員會事務、國立環境研究所及國立水俣病總合研究業務、環境事業團的組織及營運。
2. 地球環境局：所掌業務地球環境保全基本政策企劃及制訂與推動、地球環境保全相關行政機關事務調整、地球環境保全相關行政機關的試驗研究經費及試驗研究委託費分配計畫、南極地域的環境保護、環境保全溫室效應排出抑制基準等制訂：環境保全臭氧層保護基準制訂、環境保全海洋污染防止基準制訂、環境省

所掌國際事務總合。

3. 環境管理局：所掌事務主要為與人的健康及生活環境保護相關法令制訂及排出基準、監視、測定等。
4. 自然環境局：所掌事務自然環境保護及整備基本政策企劃及制訂與推動、自然環境保護相關行政機關事務調整、自然環境優良狀態的維持、自然公園及溫泉之保護整備等相關業務。

(三)心得：

1. 日本企業認證取得家數越多，但對於認證取得後對企業的營運管理是否有實際的改善，卻需進一步的評估。
2. 日本行政機關對於法令的制訂、實施均相當明確，且各單位權責劃分亦相當清楚。

八、地方政府大氣污染狀況測定及公害糾紛處理

參訪地點：東京都廳

時間：九月二十五日（星期一）全日

接待人員：藤原（東京都環境局總務部情報連繫課）

參訪概要：

(一)該局測定內容茲分為

1. 大氣污染常時監測：

(1)測定項目（13項目）

環境基準設定項目： NO_2 、pH、光化學反應物、 SO_2 、CO。

其他項目：NO、風向、風速、溫度、濕度、日射量、甲烷、非甲烷性碳氫化合物。

(2)測定地點：住宅地區等設置一般環境大氣測定局47局。

道路沿途設置自動車排出氣體測定局
35 局。

2. 有害大氣污染物質監視調查：

(1)測定項目：揮發性有機化合物、重金屬類、多環
芳香族碳氫化合物計 25 項。

(2)測定地點：住宅道路等設置一般環境大氣測定局
12 局。

道路沿道設置自動車排氣測定局 2 局。

其他：1 局。

(3)每月測定 1 回。

3. 相關測定資訊如附錄三。

(二)公害糾紛處理：

1. 東京都公害糾紛處理待成立公害審查會，由人格高
潔、見識高者在知事與議會同意任命，由 15 委員構
成；委員需保持政治的中立性，處理對象計有下列 7
種公害。

(1)大氣污染。

(2)水質污染。

(3)土壤污染。

(4)噪音。

(5)振動。

(6)地盤下陷。

(7)惡臭。

2. 調停手續主要流程如圖 8-1

3. 紛争事件処理状況（1971.4~2000.8）如图 8-2

圖 8-1

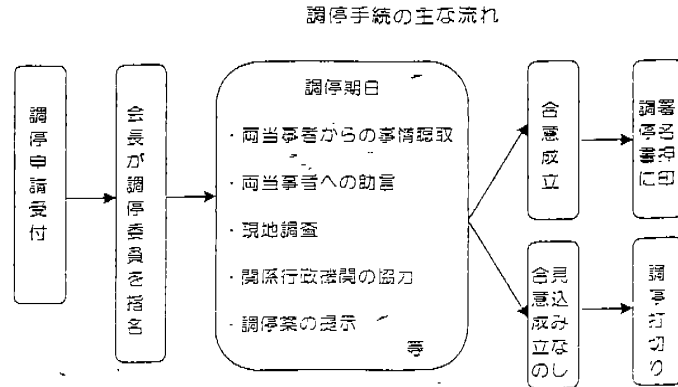


圖 8-2

	取扱件数	申請	調停	終結	成立	打ち切り	取下	原簿に	公署へ送付
あつせん	7	6	1	7	4	3	0	0	0
調 停	153	152	1	147	91	45	11	3	3
取 下	0	-	-	-	-	-	-	-	-
合 計	160	158	2	154	95	48	11	3	3

* 送付とは、公害紛争処理法 27 に基づき、国の公害調整委員会へ調停記録を送付したものである。

図 2 紛争の発生源業種別比率（取扱件数160件）

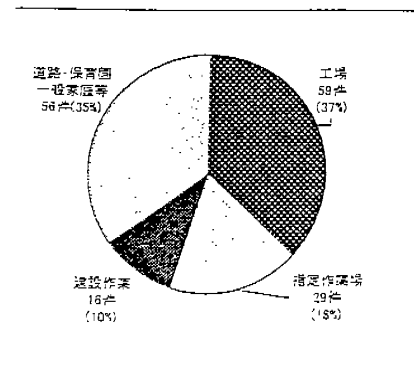
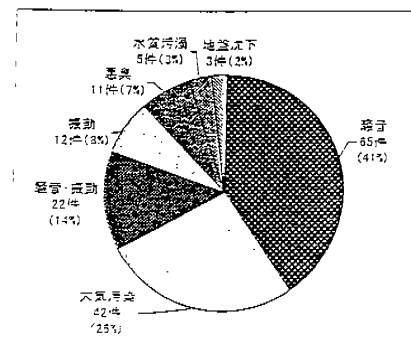


図 3 紛争の公害現象別比率（取扱件数160件）



注：主な公害点となった現象により分けた。

九、新江東清掃工場見習：

參訪地點：東京二十三區清掃一部事務組合（新江東清掃工場）

時間：九月二十六日（星期二）上午

接待人員：內田光夫（新江東清掃工場管理課課長）

參訪概要：

（一）該場相關設施：

1. 處理量：1800 T/日

2. 焚化爐：全連續式燃燒式火格子燒卻爐。

燒卻量：600 T/24h × 3 座。

發熱量：最高 3200 kcal/kg。

基準 2400 kcal/kg。

最低 1700 kcal/kg。

3. 鍋爐：過熱器自然循環式水管。

蒸發量 最大 121 T/24h × 3 座。

4. 污染防治設備：集塵設備、洗煙設備、NO_x 去除設備、白煙防止設備等

（二）相關資料如附錄四。

（三）心得：

該場建設規劃時同時考慮到 1. 公害防止、2. 熱有效利用、3. 建築物景觀等因素，結合周遭公共設施如東京都夢之島綜合體育館、東京都夢之島熱帶植物館、東京辰巳國際游泳場及江東區家庭熱供給設施，配合位於海邊環境，全場外牆顏色由淺藍至藍之設計與周邊環境調和，可為我國都市垃圾處理規劃之參考。

十、葛西處理場見習：

參訪地點：東京都下水道局葛西處理場

時 間：九月二十六日（星期二）下午

參訪概要：

（一）該場係位於東京都江戸川區臨海町，緊臨葛西臨海公園，佔地面積約 36Ha，計畫處理人口 757,000 人，普及率 100% 至平成 10 年該場計畫處理能力為 630,000 人，處理面積 4,893Ha。

（二）該處理場特色：

1. 場地域位於收集區域路盤低位置，使污水幹源流入皆可到達場地。
2. 第一沈澱池下部設有雨水貯留池，第二沈澱池為二層設計，以增加上層土地利用，且曝氣槽採用深槽。
3. 水處理設施上層建造成臨海球技場，提供住民利用。
4. 設有污泥處理設施，處理自有污泥外，亦接受中川處理場、小菅處理場之污泥。
5. 污泥經燃燒後，燒卻灰作為建材之利用。
6. 臭氣對策設備的設置（沈砂池、第一沈澱池、曝氣槽、濃縮槽污泥脫水機）

（三）心得：

東京都污水處理場設置理念，除了處理收集地區之廢污水外，處理過程同時考慮到諸多理念足供我國之參考，概述如下：

1. 再生水的利用：河川清潔復育，防災用水利用，缺水時利用。
2. 污泥的利用：輕量細粒材、花瓶等、地磚製造、水泥

原料利用。

3. 能量的利用：消化排氣發電、污泥燃燒發電、燒卻排熱利用、地區冷暖房的利用。

4. 其他用途：殘土的利用下水道管內有效利用，上層土地有效利用。

十一、電力業環境保全政策見習：

參訪地點：橫濱市東京電力（株）橫濱火力發電所

時 間：九月二十七日（星期三）上午

參訪概要：

(一) 1. 該發電站成立於 1962 年，逐步擴充且在政府積極推動環境保護政策實施清潔發電，目前於 1998 年在原有設備的基礎上擴建 ACC（改進型聯合循環）發電設備，達成 350 萬 KW 規模。

2. ACC 發電使用不含硫分的 LNG，故不產生 SO_x 及 PM，原有機組使用原油部分，則設置 EP 去除粉塵。

3. 透過改善燃燒設備，使用新脫硝技術，將 NO_x 抑制到最低限度。

4. 細心考慮排水處理，含製程用水、雨水流入廢水處理設施處理後排放。

(二) 心得：

1. 場內空地約有 3.5 萬平方公尺綠地，種植了 6 萬棵 160 種樹木，提供住民利用，同時設有棒球場、室外遊戲設施、草坪、人行步道等設施，和地區住民融為一體的宜人綠地空間，可供我國電場之參考。

2. 該電場秉持清潔燃料及節能型發電，使提高其輸出功率化，熱效率高達 49%，如以目前火力發電 40% 之熱

效率相比，每年可節省 365 萬桶原油足可借鏡。

十二、家電製品資源回收見習：

參訪時間：九月二十七日（星期三）下午

地點：橫濱市東芝 TERM 株式會社 (Total Environmental and Recycling Management)

參訪概要：

(一) TERM 公司設立目的針對東芝電器所製造之家電製品從消費者回收後處理、廢棄或掩場，包含資源物品回收經處理後再利用。事業活動包括：

1. 資源回收

(1) 廢塑膠產品回收製造燃料、原料、油化等資源。

(2) 廢家電製品之資源回收 (OA 機器、醫療機器、金融機器等)

(3) 半導體用包裝材料重新再使用。

(4) 個別需要對應。

2. 施設工事事業：環境及資源回收事業高度化活用。

3. 環境事業：接受委託代為處理。

(1) 資源回收中心的管理。

(2) 廢水處理設施管理。

4. 處理過程採取下列程序：

(1) 收集：設立全國性廢家電製品回收體系。

(2) 處理：收集、搬運、中間處理。

(3) 處分：再生及最終處分。

(二) 該公司另設有下列事業部門：

1. 環境保全事業：環境診斷、治療。

大氣、水質、土壤污染分析，治療及改良。

2. 環境分析事業：計量証明分析。

3. 環境監查事業。

(1) 環境監查、支援。

(2) 環境教育。

(3) 環境情報收集。

(二) 心得：

1. 東芝 TERM 公司經營理念秉持對社會貢獻，顧客對企業的信賴，對人類與社會的尊重及建構企業未來經營風範等諸項精神，為環境貢獻，同時也為社會建立典範及企業責任，此一形象可供我國家電製品業者借鏡。

2. 公司對環境的努力，不僅提供優良及先進產品外，同時對廢棄物減量，再資源化的推進，污泥原料化及廢塑膠燃料化最新技術的活用等提供管道，使一般業者得以遵守相關法律防止不法丟棄外，也創造了就業的機會，擴大公司的營運範圍。

十三、千葉縣環保全政策見習：

參訪時間：九月二十八（星期四）全日

地 點：千葉縣廳

接待人員：竹下正男（千葉縣環境生活部環境生活課副主幹）

參訪概要：

(一) 有關千葉縣政府於公害糾紛處理內容概述如下：

1. 成立千葉縣公害審查委員會

(1) 設置委員會依據千葉縣行政組織條例第 28 條

(2) 委員會固定成員 15 名，每次任期 3 年，由下列構成

具學識經驗者 5 名（一般為大學教授）

法官或律師 5 名

社會賢達人士 5 名

2. 另設立公害調停委員會

(1)會長指定公害審查委員會委員 3 名組成。

(2)由調停委員長指揮運作。

3. 至 2000 年 9 月止共調停 30 案件共 50 件參加對象，
調停內容為噪音 19 件、水質污染 4 件、惡臭案件 3
件、大氣污染 1 件、地盤下陷及振動各 1 件，共調停
成立 14 件佔 50%，餘為調停終止或取消調停亦佔 50%。

4. 調停主要手續及流程如下：

(1)申請前相談：含管轄範圍、手續內容、申請書內
容、代理人選任及所需費用等。

(2)接受申請書：由千葉縣環境生活部環境生活課受
理。

(3)申請受理：送公害審查委員會。

(4)調停委員決定：由會長指定 3 名調停。

(5)調停程序：含意見聽取、現場會勘、收集資料、
調停委員裁量。

(6)調停成立或停止：調停書製作。

(二)千葉縣政府大氣環境監測內容概述如下：

1. 該縣依據大氣污染防治法第 22 條規定，對縣內各政
令市執行大氣環境常時測定。

2. 測定項目： SO_2 、 NO_2 、 CO 、光化學物質 O_3 、懸浮微粒。

3. 為達成環境基準，分別有下列對策以為因應。

(1)工場、事業場對策。

- (2)自動車交通公害對策。
- (3)浮游粒子狀物質對策。
- (4)大氣污染緊急時削減對策。
- (5)光化學反應物發生狀況時對策。

十四、公害健康被害補償制度與預防事業

講授時間：九月二十九日（星期五）上午

講師：高藤榮次（公害健康被害健康補償預防協會企劃課長）

講授地點：社團法人產業環境管理協會

講授概要：

（一）前言

日本自一九五六年以來相繼發生四大公害（熊本水俣病、富山痛痛病、新瀉水俣病及四日市氣喘病），政府為照顧受害者，於一九六九年訂定「公害健康被害救濟特別措施法（簡稱救濟法）」，一九七二年訂定「公害無過失責任法」，一九七三年制定「公害健康被害補償法」，一九七四年成立「公害健康被害補償協會」，一九八八年更名為「公害被害補償預防協會」辦理相關業務。

（二）公害健康被害補償制度

1. 內容

日本公害健康被害補償制度乃依據「公害健康受害補償法」而制定，其內容包括補償範圍、對象及種類，詳述如后：

（1）補償範圍：因空氣污染及水污染致生命、身體及健康為主。

第一種區域：因空氣污染致慢性支氣管炎、支氣管氣喘、氣喘性支氣管炎及肺氣腫者。

(2)補償對象：第一種區域及第二種區域受害者為主
居住在第一種區域內一定期間以上又罹患上述疾
病者：

由都、道、府、縣知事認定

(3)補償種類：根據受害者情況，依法規定，給予補
償，其補償計有以下七種：

- ①療養給付及療養費
- ②障害補償費
- ③遺族補償費
- ④遺族補償一次補償金
- ⑤兒童補償津貼
- ⑥療養津貼
- ⑦喪葬費

第二種區域：因水污染致新瀉、熊本鹿兒島之水
俣病、富山痛痛病及島根、宮崎之
慢性砷中毒者

各項補償費均有一定標準，其中第一種區域之補償
由政府認定並由公害被害補償預防協會承辦補償業務；
另，第二種區域之補償由政府認定並由公害被害補償預
防協會承辦補償業務外，受害者亦可與業者和解或法院
判決而一次補償。

此制度係日本特色，對不特定者有重大解決對策，
亦可縮短訴訟時間，值得我國參考學習。

(三)公害健康被害預防事業制度

1. 本制度之基金，乃向排放 SO_2 之業者、自動車製造業
(汽車公會)逐年徵收費用，至八十四年由於基金共

計五百億日元，已不再向業者徵收，其中排放 S02 之業者四百億日元、自動車製造業（汽車公會）五十億日元及政府補助五十億日元，此五十億日元可以存銀行、買國債，但不能買股票，以其孳息為特定地點空氣污染之用。

2. 基金孳息之之運用：本基金孳息之之運用其中由

(1) 公害被害補償預防協會實施項目計有：

- ① 調查研究：空氣污染致影響健康之綜合研究、低公害自動車調查研究等。
- ② 知識普及：推廣各種運動，如低公害自動車之宣導，提昇民眾之知識普及。
- ③ 研修：針對地方公共團體所從事之事業開班研修。

(2) 地方公共團體實施項目計有：

- ① 計畫作成：由協會提供地方公共團體金額，針對空氣污染地域環境改善作成計畫。
- ② 健康相談：由醫師、保健婦相談、指導。
- ③ 健康診查：以乳幼兒為對象。
- ④ 機能訓練：以氣喘兒童為對象計有游泳教室、音樂教室、露營等。
- ⑤ 設施等整備：低公害車、醫療機器整備等。

十五、公害防止管理者制度

講授時間：九月二十九日（星期五）下午

講師：鶴崎克也（協會技術部長）

講授地點：社團法人產業環境管理協會

講授概要：

(一)日本公害防止管理者目的

一九七〇年，日本為了解決公害問題，陸續制（修）定「公害對策基本法」、「大氣污染防治法」等公害法規，並於一九七一年制定「特定工廠之公害防止組織健全法」，規定一定規模以上之製造業、電氣供給業、瓦斯供給業、熱供給業等事業，應設置環保專責人員，以配合公害法律之推動，減輕污染，其內容如后：

1. 本制度內容即針對「特定工廠」而言，而「特定工廠」係指：

(1)一定規模以上之

- ①製造業（包括物品加工業）。
- ②電氣供給業。
- ③瓦斯供給業。
- ④熱供給業。

(2)一定規模以上之污染設施其有：

- ①煤煙發生設施。
- ②特定粉塵發生設施。
- ③一般粉塵發生設施。
- ④污水排出發生設施。
- ⑤噪音發生設施。
- ⑥振動發生設施。

(二)公害防止組織體系，依事業規模大小，而分設專責人員，分述如后：

1. 公害防止統括者（任務：公害防止全般職務並統括負責）→公害防止主任管理員（任務：技術上輔佐公害防止統括者；並指揮監督公害防止管理員者）→公害

防止管理者（任務：業務之技術事項實際責任負責）。

2. 公害防止統括者→公害防止管理者。

3. 公害防止管理者。

特定工廠之公害防止組織健全法第三條明定：特定工廠，其員工在二十人以上者，應選任公害防止統括者（廠長）一人，督導污染防治之全責，事業主並應於三十日內，將名單送交地方政府（都、道、府、縣）知事。

另，公害防止管理者之選任，係依特定工廠不同之污染發生設施及其規模而選任，目前計有(1)大氣第一種公害防止管理者(2)大氣第二種公害防止管理者(3)大氣第三種公害防止管理者(4)大氣第四種公害防止管理者(5)水質第一種公害防止管理者(6)水質第二種公害防止管理者(7)水質第三種公害防止管理者(8)水質第四種公害防止管理者(9)特定粉塵公害防止管理者(10)一般粉塵公害防止管理(11)噪音公害防止管理者(12)振動公害防止管理者(13)公害防止主任管理者共十三種，明（2001）年將有關戴奧辛公害防止管理者加入。

大規模特定工廠係指煤煙發生設施，其廢氣平均總排放量，每小時在四萬立方米以上及廢水平均總排放量，每日在一萬立方米以上者，應選任公害防止總括者一人→公害防止主任管理員一人（襄助總括者從事污染防治業務）→公害防止管理員者三人

小規模特定工廠係指煤煙發生設施，其廢氣平均總排放量，每小時未滿四萬立方米及廢水平均總排放量，每日未滿一萬立方米者，應選任公害防止總括者一人→公害防止管理員者三人。

公害防止管理者資格之取得：

日本公害防止管理者之資格取得有二種途徑，（一）須經國家考試合格，（二）參加資格認定講習並取得證書者。

1. 須經國家考試合格

每年至少舉行一次國家考試，全國分為九個區域同時舉行考試，一九七一年由通產省實施，一九七一年委由社團法人產業環境管理協會承辦考試業務，國家考試任何人均可參加，並無任何限制，至目前為止，參加國家考試合格者，約計二十五萬人。

2. 資格認定講習者

高等學校畢業者，於工場實務經驗七年以上者，才有資格參加講習，講習時間計二十小時，至目前為止，參加資格認定講習並取得資格者，約計二十萬人。

十六、參觀大阪府環境保全政策見習

參訪時間：十月二日（星期一）下午

地點：大阪市大阪府環境農林水產部

接待人員：玉利（環境管理課）

參訪概要：

大阪府面積 1,893 平方公里，人口數 883 萬人，人口密度每平方公里 4,670 人，為了創造民眾舒適生活環境及自然環境的共生；大阪府訂有以下條例：

- (1)大阪府環境基本條例。
- (2)大阪府生活環境保護等相關條例。
- (3)大阪府自然環境保全條例。
- (4)大阪府景觀條例。

上述的條例使大阪府對於環境保護有了法源的依據，另訂定各項計畫推動，如下：

- (1)大阪府環境總合計畫。
- (2)大阪地域公害防止計畫。
- (3)大阪府區域綠地計畫。

大阪府對於公害發生所採取的解決方法及編制如下：

(1)公害紛爭的解決手段

- ①公害的紛爭由發生地的各市町村公害擔當課受理，並由苦情相談員邀集陳情人及被陳情人瞭解事實情形，並進行噪音、振動等測定，以掌握實際情況，並對被陳情人進行公害防止對策的指導，以解決公害紛爭。
- ②成立公害審查會及公害調整委員會，由學識經驗豐富的人士任調停委員，以中立的立場進行調停、仲裁。
- ③如陳情人對調停結果不滿意，可向裁判所提訴訟。

(2)公害審查會與公害調整委員會的設置

- ①各都道縣府設置公害審查會，對地區性典型 7 公害相關的公害紛爭進行調停、仲裁等。
- ②公害調整委員會，主要對典型 7 公害、水俣病等重大的健康紛爭、大氣污染、水質污染造成動植物的損害，金額達 5 億日元以上的紛爭、航空及新幹線的噪音紛爭，進行調停、仲裁等。

大阪府的公害審查會於昭和 45 年 11 月設置，由律師、學識經驗豐富人士等 15 名組成，委員需經大阪府議會同意，並由知事任命；受理調停或仲裁時，由 3 名委員組成調停、仲裁等相關措施，但由於往往需時甚久，對於陳情人或公害防止，是否能適時發揮功效，仍有待商確。

十七、財團法人西淀川公害地區再生促進會見習

參訪時間：十月三日（星期二）全日

地點：大阪市財團法人公害地區再生中心

接待人員：傘木宏夫（總幹事）

參訪概要：

本次參觀由該會理事長森協君雄親自主持，主要說明其參與公害抗爭運動的經歷、日本的公害經驗公害被害者救濟運動及該會角色調整情形等。

（一）理事長森協君雄說明其參與公害抗爭行動的原由：

1963 年日本西淀川的午後，小孩在空地上玩球，時任計程車司機的森協君剛好走過，發現坐在旁邊發呆的另孩，他好奇的問小孩們：「為什麼他不跟你們一起玩？」，小孩說：「他有氣喘」，當時他不瞭解氣喘是甚麼病，直到他到男孩的家，走進屋子看見榻榻米上許多暗紅色血跡斑點，他驚奇的問男孩的媽媽，男孩的媽媽說：「每天晚上當他氣喘發作就不停抓」，為了不讓他那麼痛苦，媽媽就用力在他的背上摩擦，血就這麼滴下來了；因此他想起來西淀川的路上在白天開車居然要開車燈，且五公尺內無法辨識前方物體，學校也因濃煙而無法上課，與這男孩一樣患有氣喘病的小孩都被學校隔離，這件事情讓他久久無法釋懷。

有遇見那男孩後他就致力於公害患者反污染的抗爭行動中，直接向工廠抗議，在不斷冒出大量的惡臭濃霧煙囪下，企業主仍然否認工廠煙囪排出的是有污染的空氣，並且說：「這些煙霧就像烤鰻魚般好聞」。

（二）日本的公害經驗

日本在1969年以前有關污染的法規都還沒建立時，反公害團體甚麼都不能做，自從1969年污染防治法實施後，工廠依然沒將他們的控訴聽進去，「所以我們就將身上淋上油，坐在工廠門口抗爭，並組織公害患者200人到大阪地方政府前抗議，但因為抗爭時間過長，深夜裡有很多公害患者氣喘病發，由救護車送走就醫」，就這樣，終於地方政府同意將公害患者的「健康補償」納入體制內，在同時公害患者的團體也與日本環境廳研擬全日本公害患者新的「健康醫療補償法」，此時也是日本反公害運動最旺盛的時候，他堅定的表示：「除非製造污染者對其所作所為能負起責任，不然污染是不會停止的，更別說會有乾淨的空氣了」，西淀川公害患者遂於1978年對工業區的污染工廠提出法院訴訟。

(三)日本的公害受害者救濟運動

1995年3月2日打了17年的日本西淀川公害訴訟終於勝利，判決中不僅對企業主索取39億9千萬日元的「賠償金額」，更讓當地的9家企業的負責人低頭道歉認錯」，雖然原告中原有的519人已經因公害疾病死了171人，且大多已達高齡，在17年的日子裡多數失去了伴侶，但他們始終不忘「留給子孫一個未來的藍天及乾淨的空氣」及「西淀川環境的復建計畫」，他們堅持法院及政府在他們死前要給一個解決的方案，而忍著身上的痛楚帶著親屬的遺像死守法院的公正，西淀川案的勝訴，這遲來的正義正是他們付出了一生青春歲月所換來的最好禮物。

1974年日本西淀川地區的天空常常被工廠排出的濃

煙所掩蓋，早上曬的衣服到晚上收時已成黑色，在同年被日本環境廳指為公害地域，為日本第一個被指定為公害的地區，當時西淀川的人口有 11—12 萬人，現在則減少到 9 萬人，被認定的公害患者多達 7 千人，未被認定而有類似症狀者不計其數，患者的症狀為：氣喘、氣管炎、支氣管炎、慢性支氣管炎、肺氣腫等呼吸道疾病，大多數公害患者都還居住在此地生活，現在都已年老並已納入國家健康保險醫療制度中，而西淀川醫院從一開始就義務地建立起每一位公害患者的流行病學資料，所以對公害訴訟有很大的幫助。

(四)岡前女士親身說明其被害情形：

由 78 歲頭髮銀白神情堅定的岡前女士口中知道：「其實西淀川的工業區從 1957 年時鐵工廠已在排放廢氣，1962 年時更讓人無法忍受，在 1963 年時我先生是當時反公害運動的活躍份子，當時有許多小孩因空氣污染的疾病而廢學，當時受害者多達 10 萬 2 千人」，岡前先生於 1973 年發現得了氣喘，為了有更多的時間參與反公害的運動，他不願意到醫院接受治療，因此病情逐漸轉壞，在 1986 年 6 月不得不住院治療，並於二週後死亡，死前已有三年的時間沒能躺著睡覺過，「我看著他死後躺著的姿勢心想他終於可以好好休息了」。

(五)西淀川公害地區再生促進會角色調整情形

該會成立之初是反公害抗爭運動為主要訴求，因為當時政府對於污染防治相關法令尚未制定完善，且企業主對於污染防治的意願低落，因此造成相當多的民眾成為公害受害者，痛苦終其一生且求助無門，後來政府體

認公害的嚴重而制定完善的污染防治法令，公害問題才逐漸改善。

1995 年 3 月西淀川公害訴訟勝利，該會亦逐漸改善其以往抗爭的方式，改為以推動公害地區再生為訴求，爭取地區民眾的支持，改善生活環境品質，並推動都市的重新規劃，該會由於長期推動反公害的相關活動，因此也獲得律師及相關專業人士的認同。

(六)心得：

日本在 1960 年代公害問題由於政府未十分重視，致造成民眾成為公害的受害者，雖然已造成相當多民眾終身的痛苦，但由於隨著政府及企業者的重視，儘力扶平以往所造成的遺憾，因此傷痛會逐漸消失，但更重要的是不要重蹈覆轍。

十八、神奈川縣環境保全政策見習

參訪時間：十月四日（星期三）全日

地點：神奈川縣環境農政部總務室

接待人員：山田修

參訪概要：

神奈川縣鄰東京都，為船隻進入東京灣必經之地，為了環境保護的需要，設有環境農政部，其編制計有：環境農政總務室、環境計畫課、大氣水質課、廢棄物對策課、綠政課、林務課、水源森林推進課、農業振興課、農地課、畜產課、水產課等。神奈川縣對於光化學大氣污染緊急時的對應及防止對策取以下措施：

(一)緊急時的對應

1. 常時監視：縣內設有一般環境、汽車排氣監測站計 87

站及光化學氧化物監測站計 55 站，各監測站所監測的數據與測定局連線，以掌握大氣狀況。

2. 注意報等的發布：每年的 4 月至 10 月實施，每日早上 10 時委託日本氣象協會發布，如光化學物質濃度上昇，且處於高濃度的狀態，由大氣水質課發布注意報及環境科學中心監視。

3. 連絡體制：注意報的發布採傳真及電話連絡。

由公害關係主管課及行政中心連絡以下各單位：教育廳（通知小、中、高等學校注意）衛生部（通知保健所等對於受害狀況的掌握）媒體（讓民眾瞭解注意報的發布）煤煙排出者（要求執行排出量削減計畫）。

4. 排出量削減的要求：要求煤煙排出事業，於光化學注意報發布後，依削減計畫書減少煤煙排出量。

5. 宣導：印發光化學大氣污染發生狀況宣導手冊，以防止學校兒童受到傷害。

上述緊急時的對應措施，能事先預測污染發生的可能性，並採取必要的防制協施，使得光化學大氣污染所造成的傷害能降至最低。

（二）防止對策：

1. 一氧化氮防止對策（固定污染源）

對於一氧化氮排出的事業單位採取總量管制，並改善燃燒的技術及防止設備的設置，以降低污染量的產生。

2. 碳氫化合物防止對策（固定污染源）

碳氫化合物排出主要的發生源為使用厚油、石油

製品、石油化學製品、塗料、印刷、接著劑等。

3. 汽車公害防止對策（移動污染源）

一氧化氮及碳氫化合物發生源原主要為工廠或事業場所，近年來汽車的排出量有增加的趨勢。

（三）心得：

神奈川縣對於污染的防制，除了有完善的法令規定外，民眾及事業單位對於環境保護的觀念亦有相當的共識，共同為建立良好的生活環境而努力。

十九、日石三菱精製（株）根岸製油所參訪

參訪時間：十月五日（星期四）上午

地點：神奈川縣橫濱市日石三菱精製根岸製油所

接待人員：渡邊（該所環境管理部）

參訪概要：

- （一）對於廠內排水採冷卻水循環使用，以節約用水，並有油水分離生物處理系統處理廢水。
- （二）採用含硫量低的燃料，並設置完善防制設備，以減輕對大氣的污染。
- （三）對於臭氣之控制，除採密閉構造外，並設置脫臭設施。
- （四）採用低噪音設備，並於必要場所設置隔音牆，與住宅相鄰地區，並設有綠帶，以降低噪音對鄰近住宅之影響。
- （五）在廢棄物處理方面，進行廠內改善、工業減廢以降低廢棄物處理成本。
- （六）在環境綠美化方面，廠區內普遍植樹木，並設置綠帶，以降低對廠區四周環境的衝擊。
- （七）設置油料回收船，船上除裝設回收設備外，並備有消防設備；另設置防漏浮纜，以防油輪卸油時原油外洩，阻

止污染面積擴大。

(八)儲油槽四周設有防洩堤，防止因油槽破裂，而使原油外洩。

(九)建廠時即考慮廠區與鄰近地區高程問題，以防原油外洩時流入鄰近地區。

(十)廠區設有完善消防體制及編組，並每年舉行消防演練。

(十一)與附近民眾保持良好互動關係，如附近居民有舉辦活動廠方亦會積極參與；另廠方亦會主動舉辦活動，邀請附近居民參加。

(十二)遇有大氣污染警報，配合政府依排出量削減計畫，削減污染排出量，以降低污染程度。

二十、日清製油（株）橫濱磯子工場參訪

參訪時間：十月五日（星期四）下午

地點：橫濱市日清製油公司橫濱磯子工場

接待人員：河本（該場總務課）

參訪概要：

(一)廠區總面積 233,000 平方公尺，員工 940 人（職員 250 人、子公司 270 人，協力公司 420 人）。廠區用地均以填海造地方式取得。

使用原料大部分均由外國進口，由大型輪船運至該廠專用碼頭貨。

(二)該廠廢水採海洋放流，每日有專人負責檢驗及操作，政府單位每年二次至該廠督導。

該廠設有小型焚化爐處理廠內所產生之垃圾，並力行垃圾減量及資源回收，以降低處理成本。

(三)對於易產生噪音之設備，均裝設有隔音設備，減低對周

圍居民的影響。

(四)廠區內遍植樹木，以降低工廠硬體設備對環境之衝擊。

(五)廠內設有棒球場，假日開放供附近居民使用，增加與居民互動關係。

(六)廢水處理所產生之污泥，經脫水處理後做為有機肥料使用。

(七)心得：日本事業單位除對污染防治投入大量人力、資金外，對於綠美化及與附近民眾互動關係亦相當重視，使民眾能瞭解廠方之作為，降低衝突的發生。

參、結論與建議

一、日本制定「循環型社會基本六法」，法令嚴謹，企業及民眾能遵守配合，確對未來日本社會勾勒出美好願景，在過度浪費物質的生活型態，及依賴焚化爐或掩埋等終端處理，確實須要反省，我國面臨垃圾處理場興建困難的課題遠較日本為甚，政府企業體及國民是否應即早朝向循環型社會或生態社會之生活模式，答案是非常明確的。

二、日本「公害健康被害補償制度」行之有年，且於民間成立「公害被害補償預防協會」推動此制度，作為民眾、企業體、政府溝通的橋樑，發揮實質功能，可作為爾後國內推動此項工作之參考。另設置日本公害健康被害基金，一方面給與因公害而受損害者補償，另一方面對產業加強執行環境污染預防工作，對國內減少公害紛爭有頗大助益。

三、日本目前全國各界非常重視戴奧辛污染及防制問題，甚至由國會主動立法要求企業體及政府所設之大型焚化爐符合相關規範。各級政府及產業協會積極進行大型垃圾焚化廠戴奧辛檢測以真正了解焚化廠戴奧辛產生原因，同時進行必要防制

措施，如將靜電集塵器改採袋式集塵設備，對於爐渣與飛灰的處理進行溶融成電漿等高技術處理之可行性評估。

四、日本政府與產業界合作共同興建事業廢棄物處理設施，推動廢棄物再利用模式，由政府協助技術性可行之處理方式或再利用技術，促使業者逐步順利運轉，建立良性廢棄物處理市場，值得我國參考學習。另日本民間產業技術經驗透過交流或技術轉移以提供我國清除處理業者參考，以提昇我國清理業者的技術本能與營運管理能力。

五、日本大型家電製品生產公司大部份設有廢家電回收清運處理體系，如東芝公司設置 TERM 子公司負責回收、清運、處理該公司廢家電，能力上亦接受其他廢產品之處理，此一制度係由通產省協調家電製造業者成立共同組合建立回收系統，尤其將各種廢家電品回收廠先行建設完成後，才命令執行回收工作，其成效相對增加，如此完整的先期規劃與作業，值得參考。

六、日本環境保護及污染防制工作之所以有相當成效主要有下列原因，可做為我國參考：

(一)政府對法令制定相當明確及周延，各權責單位如通產省、厚生省、環境廳等積極提出對策，規範事業、政府、地方單位在公害防制相關事務之責任及義務，確立責任分工以提升行政效率。

(二)由於有多項重大公害案件發生，使政府、事業單位及民眾對於環境保護意識趨於積極，且日本一般事業單位及民眾守法觀念良好，重視團體或個人的企業形象，主動投入或積極配合政府行政指導，達到事半功倍效果。

(三)事業單位對污染防制方面不吝投入大量人力與基金，政

府亦能予融資成賦稅減免配合，各項污染防治技術不斷改進更新迅速提供有效設施以降低污染。

七、日本污水下水道系統普及率高，污水處理技術已具有相當的普遍性及方便性，企業自行處理廢水至嚴格排放標準技術上是容易取得的。目前主要著力於總量污染削減之管制，訂定目標及分期執行，下水道之建設便成為積極之防治污染及削減總量之對策，就執行面而言相當具體及實際對企業之發展不造成重大衝擊，應可提供我國執行水污染總量管制之參考。

肆、附錄：日文資料

附錄一：具體的大氣污染防止技術。

附錄二：排水處理技術概要。

附錄三：東京都地區環境監測資料。

附錄四：新江東清掃工場簡介。

附錄五：葛西污水處理場簡介。

2. 高煙突化

地表付近から排出された大気汚染物質は、図 2-1 に示すように風下になるにしたがって拡散幅が増大するので、地表濃度は減少する。しかし、図 2-2 に示すように高煙源から排出された汚染物質の地表濃度は、煙源の位置では濃度がゼロであるが、ある距離になると鉛直方向の拡散幅の増大とともに濃度が出現し、 X_m で最大濃度 C_m が出現する。

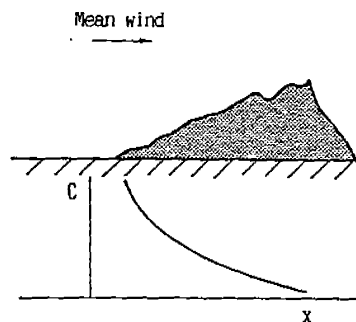


図 2-1 地表発生源による風下地表濃度濃度の変化

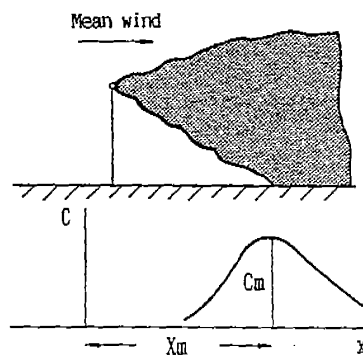


図 2-2 高煙源による風下地表濃度の変化

拡散条件が一定のとき、有効煙突高度 H_e が 2 倍になれば地表最大濃度 C_m は $1/4$ に減少する。種々の H_e における風下方向地表濃度の一例を図 2-3 に示す。

このことより、煙突高さを高くすることは地表濃度を低減することになり、一種の発生源対策であることが分かる。

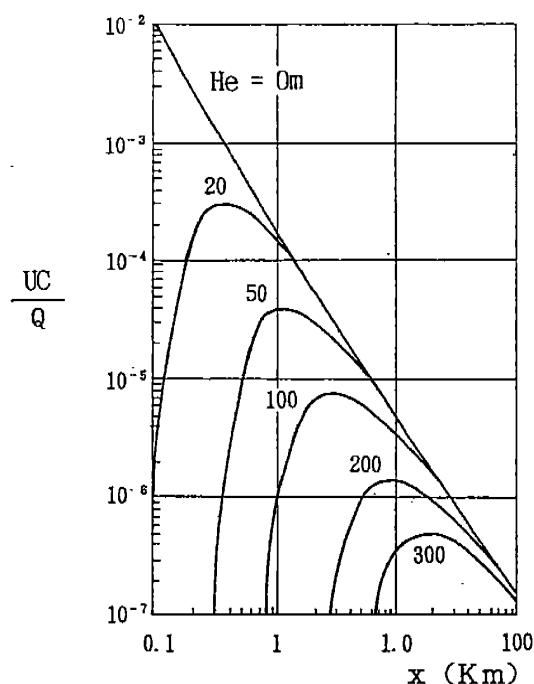


図 2 - 3 有効煙突高さ H_e と地表濃度 C の関係(U : 風速、 Q : 汚染物質排出量)

3. 重油の脱硫

重油の脱硫法としては微生物による方法、放射線照射による方法、金属酸化物による方法、接触式水素化脱硫法などが考えられているが、現在のところ水素化脱硫法のみが技術的にも経済的にも実現可能である。現在、工業的に実施されている重油の水素化脱硫法は直接脱硫法、間接脱硫法およびその両者を合わせた中間法の 3 つに大別することができる。これらの方式の系統図を図 3 - 1 ~ 図 3 - 3 に示す。

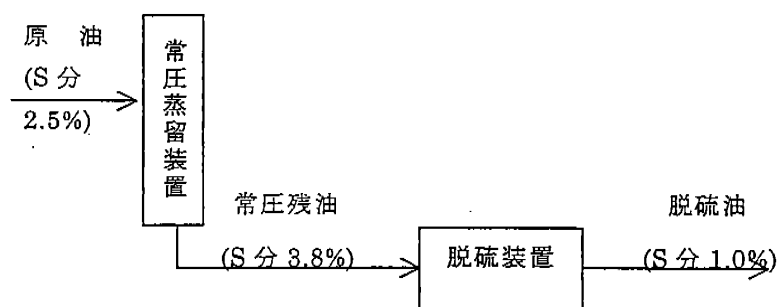


図 3 - 1 直接脱硫法

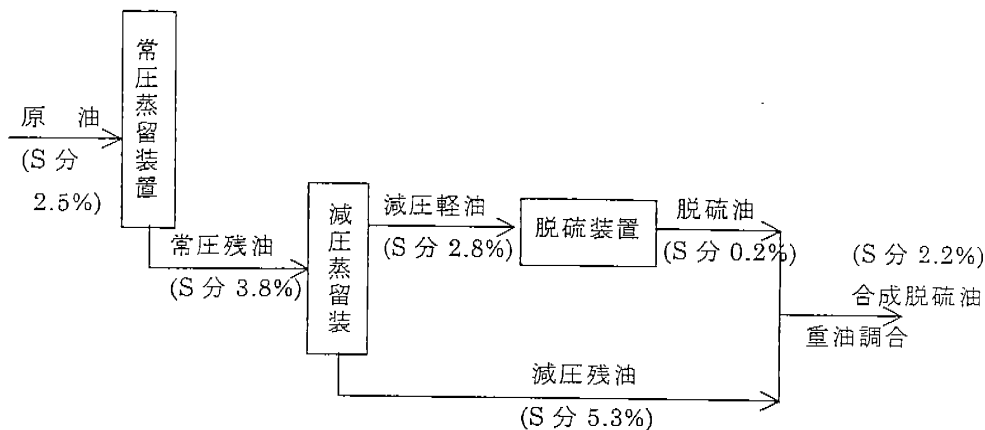


図 3 - 2 間接脱硫法

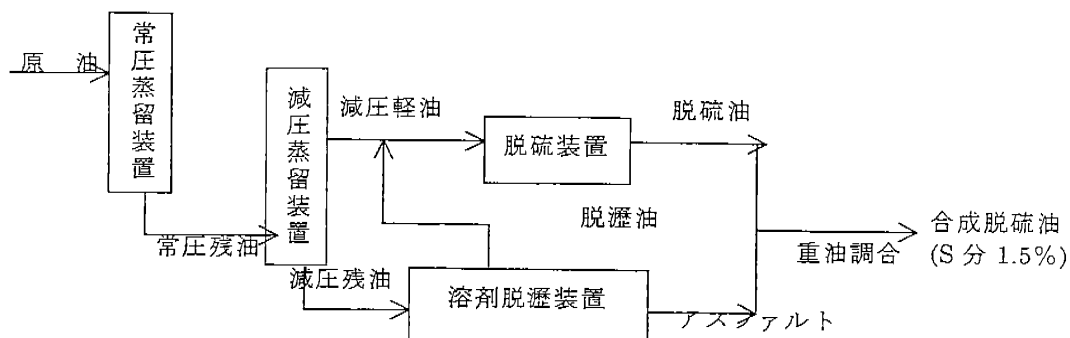


図 3 - 3 中間法

3.1. 直接脱硫法

この方法は常圧蒸留装置の釜残（常圧残渣）をそのまま脱硫装置に導入し、高温、高圧、触媒の存在下で水素下脱硫を行う方式であり、約 75%前後の脱硫ができるといわれている。本法は使用する触媒を反応塔内に固定するか、あるいは流動状態にするかにより固定床方式と懸濁床方式の 2 つに大別することができる。両方式とも反応温度 350～450℃、反応圧力 50～200kg/cm²液空間速度(LHSV)1.0 前後で反応が行われる。一般的にはアスファルテン分やバナジウムなどの金属成分を多く含む原料油に対しては懸濁床方式が有利であるが、表 3 - 1 にみられるように生成油の軽質化が固定床方式より大きいので重油の需要が多い場合あまり好ましくない。

表 3 - 1 懸濁床方式と固定床方式の製品収率、性状の比較例
(クウェート常圧残油、硫黄 3.8Wt%)

	懸濁床	固定床
製品収率(Vol%)		
ガス、LPG	1.5(Wt%)	0.4(Wt%)
ナフサ	4.3	1.2
中間留出油	17.6	10.0
残油	79.5(S=1.0Wt%)	90.5
水素消費量(Nm ³ /Kℓ)	113	123

3.2. 間接脱硫法

この方法は常圧残渣を一度減圧蒸留し、触媒被毒物質（たとえばアスファルテン分、バナジウム及びニッケルなどの有機金属化合物など）の少ない減圧軽油と、これらの濃縮されている減圧残油とに分離する。そして脱硫しやすい減圧軽油のみを水素化脱硫し、得られた脱硫油に減圧残油を混合しS分の少ない油を得る方法である。このため減圧軽油からみると脱硫率は90～95%と高いが、常圧残油からみると脱硫率は40～45%程度である。

3.3. 中間法

中間法は直接脱硫と間接脱硫の中間的方法であるが、アスファルト分に分けるという意味からいうと間接脱硫法に属する方法といえる。この方法は図3-3に示したように常圧残油を減圧蒸留し、減圧軽油と減圧残油とに分離するところまでは間接脱硫法と同様であるが、この方法では減圧残油をさらにプロパンあるいはその他の溶剤で処理して可溶分と不溶分に分離する。この可溶分（脱瀝油）を減圧軽油と一緒にして脱硫し、これに不溶分（脱瀝残油）を混合して最終脱硫油を得る。この方法を適用することによって最終のS含有量を約1.5%程度（脱硫率として60%程度）まで脱硫できる。

3.4. 発生源対策としての重油脱硫

発生源対策として重油脱硫を実施する場合以下の問題点を解決する必要がある。

(1) 使用燃料の統一

現状燃焼施設で使用されている燃料はA重油、B重油、C重油及び灯油並びに石炭であり、かつS分含有量も1.2～3.5%までばらつきがある。したがって、まず各社の使用燃料を同一種の燃料に統一する必要がある。

(2) 燃料転換に伴う設備の改造の要否

(1)の使用燃料の統一に際し問題となるのは、設備上の改造なしに燃料転換が可能かどうかということである。特にGENERAL COALを使用している場合、重油への転換を行うならば大幅な設備改造が必要と思われる。

4. 排煙脱硫

発生源対策としては低硫黄燃料への転換、重油の脱硫と並んで排煙から硫黄酸化物を除去する排煙脱硫法がある。この方法は、排煙を吸収剤、吸着剤と接触させ、または触媒で酸化して、硫黄酸化物を亜硫酸塩、硫酸塩、硫酸などとして回収するかまたは廃棄する方法である。回収物は、石こう、硫安、硫酸ソーダ、亜硫酸ソーダ、硫酸、硫黄などである。

4.1. 排煙脱硫法の分類

排煙脱硫法の種類は多く、分類法もいろいろあるが、ここでは吸収法、吸着法、接触酸化法に大別し、さらに吸収法を湿式法と乾式法に分類する。吸収法は亜硫酸ガスと化学的に反応しやすい化合物を吸収剤として排ガスに接触させ、亜硫酸ガスを液体または固体の化合物として排ガスから分離する方法である。吸収法は、さらに次のように分類することができる。

4.1.1. 湿式法

吸収剤を水に溶解した溶液吸収法と、吸収剤を水に懸濁させたスラリー吸収法がある。溶液吸

収法では吸収剤の種類によって、カセイソーダ法、亜硫酸ソーダ法、アンモニア法、希硫酸法に分類される。同様にスラリー吸収法も石灰法、水酸化マグネシウム法に分けられる。

湿式法は排ガスを溶液またはスラリーで洗浄して、排ガス中の硫黄酸化物を亜硫酸塩あるいは硫酸塩として除去する方法であり、ボイラ排ガス、硫酸工場テールガスなどの処理に数多く実用化されている。現在、実用化されているプロセスの大部分は湿式法である。湿式法は脱硫率が高く、操業も容易で、高濃度の亜硫酸ガスを含む排ガスの処理にも適用できるが、水を用いるため排煙の温度が低下し、煙の拡散がわるくなるので処理後の排煙を再加熱する方法等が実施されている。

4.1.2. 乾式法

アルカリ土類金属、アルカリ金属、マンガンなどの各種酸化物を吸収剤として、固相-気相反応で排ガス中の硫黄酸化物を硫酸塩として除去する方法である。吸着法は、約 100℃の燃焼ガスを活性炭層に通し亜硫酸ガスと酸素を活性炭で吸着する方法で、吸着された亜硫酸ガスは酸素と反応して無水硫酸となり、さらに水蒸気と反応して硫酸となって吸着される。硫酸を脱着した活性炭は繰り返し脱硫に用いられる。

接触酸化法は亜硫酸ガスを五酸化バナジウム触媒を用いて接触的に酸化して無水硫酸とする方法で、接触硫酸製造法として工業的に行われている。この反応を応用して排ガス中の亜硫酸ガスを無水硫酸として除去する方法が、接触酸化排煙脱硫法である。亜硫酸ガスの接触酸化は 450～470℃で行われる。

4.2. 湿式吸収法

4.2.1. 石炭のスラリーを吸収剤とする方法

CaCO_3 、 Ca(OH)_2 、カーバイドかすなどを、約 200 メッシュ以下に粉砕したものを 5～15% スラリーとして排ガスを洗浄する。亜硫酸ガスは亜硫酸カルシウムとなる。これを空気酸化して石こうとして回収あるいは廃棄する。溶液の pH により脱硫率は異なり、高 pH では脱硫率は高いがスケーリングの心配がある。

4.2.2. 水酸化マグネシウムのスラリーを吸収剤とする方法

亜硫酸ガスを反応させて、亜硫酸マグネシウムあるいは硫酸マグネシウムとする。吸収剤の一部を循環系から抜き出し、乾燥後熱分解により吸収剤を再生すると同時に、発生する濃厚亜硫酸ガスは硫酸原料ガスとして用いるか、または液体 SO_2 として回収する。

4.2.3. アンモニア水溶液を吸収剤とする方法

アンモニア水溶液はアンモニアの分圧が高く、排ガスに伴われて損失となるので、亜硫酸ガスを吸収して亜硫酸アンモニウムの水溶液として使用するのが普通であり、亜硫酸ガスを吸収して亜硫酸水素アンモニウムを生じる。吸収塔を出た吸収液にはアンモニアと水を加えて循環使用し、一部が回収工程へ送られる。回収法としては、①硫酸を加えて硫安と濃亜硫酸ガスを回収する方法、②アンモニアを加えて亜硫酸アンモニアとした後、加圧空気で酸化して硫安を回収する方法、③硫酸を加えて 150℃、5Kg/cm² に加熱処理して、硫黄と硫安を回収する方法、④石灰石あるいは消石灰を加えて石こうを回収し、アンモニアを再生する方法がある。

4.2.4. カセイソーダまたは亜硫酸ソーダを吸収剤とする方法

カセイソーダまたは亜硫酸ソーダを吸収液として亜硫酸ガスを吸収し、生成した亜硫酸水素ナトリウムを処理して硫酸ナトリウム、亜硫酸ナトリウム、石こうとして回収するか、または

排気する方法と、亜硫酸ガスとして回収する方法などがある。吸収液の再生法としては、水蒸気による加熱分解法、カセイソーダを加える方法などがある。

4.2.5. 希硫酸を吸収剤とする方法

酸化触媒を添加した希硫酸を吸収液として亜硫酸ガスを吸収して硫酸とする方法である。充てん塔で亜硫酸ガスを吸収した吸収液は、酸化塔で空気酸化されて硫酸となり吸収塔に循環するが、その一部は抜き出して結晶槽に送り、石灰石と反応させて石こうを回収する。

4.3. 乾式吸収法

4.3.1. 石灰またはドロマイトの炉内添加法

高温において石灰石あるいはドロマイトが分解して生成する酸化カルシウムまたは酸化マグネシウムは、亜硫酸ガスおよび酸素と反応して直接硫酸塩を生成する。ボイラの燃焼室へ石灰石やドロマイトの粉末または消石灰を吹き込み、これを燃焼ガスによって輸送する間に前期の反応によって亜硫酸ガスを固定し、集じん機で捕集する。吹き込み位置のガス温度が約 1050℃ の場合、最良の結果が得られる。脱硫率は一般に低く、亜硫酸ガスに対する理論量の 1～2 倍の添加で、20～40%程度である。伝熱面などへの吸収剤の付着が問題になる。

4.3.2. アルカリ系の吸収剤による方法

多孔質のアルミナにアルカリ金属の酸化物を保持させたもの、あるいは炭酸ソーダ（軽質ソーダ灰）を約 300℃ の燃焼排ガスに添加して、亜硫酸ガスを硫酸ナトリウムとして固定する。集じん機で捕集された吸収剤は約 600℃ の水素などで還元し、吸収剤を再生するとともに硫化水素を回収する。また、融解炭酸塩混合物（炭酸リチウム、炭酸ナトリウム、炭酸カリウム）を吸収剤とする方法もある。

4.3.3. 酸化マンガンを吸収剤とする方法

活性の高い $\text{MnO}_x \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ($x=1.5\sim 1.8$, $n=0.3\sim 1.0$) を吸収剤として用いる。微粉状吸収剤は 135～150℃ の排ガスに添加された後、吸収塔内を気流輸送される間に亜硫酸ガスを吸収し、硫酸マンガンとして固定される。次いで、集じん機で排ガスから分離される。捕集された吸収剤は大部分が循環使用されるが、一部を抜き出し、アンモニア水の存在下で空気酸化することによって硫酸を回収するとともに吸収剤を再生する。

4.4. 吸着法

活性炭を吸着剤とする活性炭法では、排ガスと活性炭の接触方式として、固定床、移動床、流動床が用いられる。活性炭は再生して繰り返し使用するが、再生法としては水洗脱着法、加熱脱着法、水蒸気脱着法があり、活性炭に吸着されていた亜硫酸ガスは濃厚亜硫酸ガス、硫酸、または石こうとして回収する。数基の活性炭充てん塔があり、バルブの切換えによって吸着、水洗、乾燥を繰り返す。排ガスは除じんされた後、130～145℃ で乾燥塔を通して水洗後の活性炭を乾燥させる。このために温度の低下したガスはもとの排ガスと混合されて、約 100℃ で吸着塔へ送られ脱硫される。水洗塔からは希硫酸が得られる。これを濃縮するか、あるいは石灰石を加えて石膏を回収する。活性炭は間欠的に水洗され、洗浄後はガス冷却塔へ送られて、排ガスの冷却と硫黄の濃縮が同時に行われる方法もある。活性炭を移動床とし、これと向流あるいは十字流に排ガスを流して亜硫酸ガスを吸着し、約 300℃ の酸素を含まないガスまたは過熱水蒸気で脱着する方法もある。

4.5. 接触酸化法

燃焼排ガスを集じん機で除じんした後、450～470℃で触媒層を通し、亜硫酸ガスの90%を無水硫酸に酸化する。次いで、エコノマイザまたは空気予熱器で冷却し、その間に生ずる硫酸ミストを硫酸で吸着する。

4.6. その他の方法

排ガス中の亜硫酸ガスを硫化水素などと反応させ、単体の硫黄として除去する方法、鉛室法による硫酸製造と同様に窒素酸化物を酸素移動の媒体として排ガス中の亜硫酸ガスを酸化して硫酸として除去する方法などがある。

5. NO_x低減化技術

5.1. NO_xの生成メカニズム

窒素と酸素の化合物としては、NO、NO₂、N₂O、N₂O₃、N₂O₄、N₂O₅などが知られているが、一般の燃焼装置で化石燃料の燃焼によって発生するのは、そのほとんどがNOとNO₂であり、両者の和、NO+NO₂を窒素酸化物、NO_xとよんでいる。ボイラーなどの通常の燃焼装置ではNO₂は、NO_xの容積割合で数%～10%程度であり、NO_x中のほとんどはNOであると考えてよい。しかし、非常に高い空気比で燃焼させている装置、たとえばガスタービンの場合などは、NO_x濃度としては低いが、NO₂がNO_xの50%をこえるようなこともある。燃焼において発生するNOは、そのNの供給源からつぎの二つに分けることができる。

① 空気中の窒素分子が高温状態において酸化されて生成するもの

② 燃料中に含まれる各種の窒素化合物から燃焼に際して生成されるもの

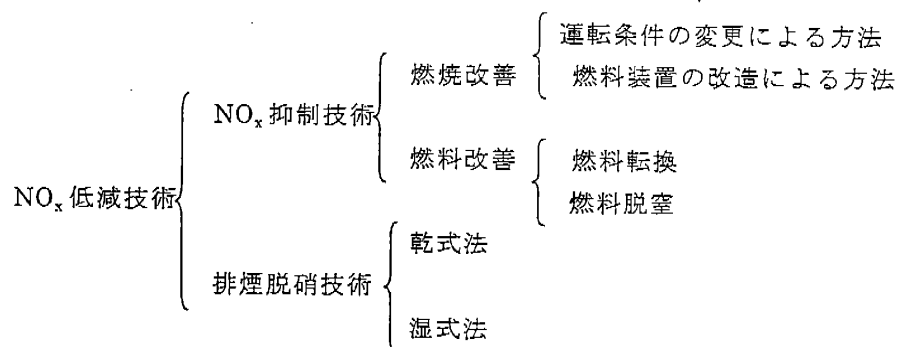
①は熱的な作用によって発生するのでThermal（熱的）NO_xと呼ばれ、一方、②は燃料中のN分から生成されるのでFuel（燃料）NO_xと呼ばれている。

このように生成源、生成機構が大きく異なる2種類のNO_xがあること、及びSO_xの場合と違って燃料中のN分のすべてはNO_xとはならないことなど生成機構は複雑であり、このことは同一の低減技術を行っても、その発生施設ごとに、低減効果が異なるなどの結果をもたらすことになる。

5.2. NO_x対策技術の分類

窒素酸化物の防除技術には、表5-1に示すようにNO_x抑制技術（低NO_x燃焼技術）と排煙脱硝技術がある。NO_x抑制としての燃焼改善の技術は、炉内の燃焼条件をできるだけNO_xの生成がしにくいようにするための技術である。燃料改善のうち、燃料脱窒については現在のところ重油から硫黄分を除去する重油脱硫のような技術が窒素分についてはまだ確立されていないが、重油脱硫の際、付随的にある程度の窒素分が除去されるので、低硫黄燃料を使用することはNO_x低減にも効果があることになる。

表 5 - 1 NO_x 低減技術の分類



5.3. 燃焼改善による NO_x 抑制技術

5.3.1. 低空気比燃焼による NO_x 対策

NO_x は、空気の構成ガス成分である窒素(N₂)と酸素(O₂)とが高温で反応してできたものである。そしてこれは発生機構から大別して Thermal NO_x と Fuel NO_x とに分けられるが、これらの生成量は火炎温度、酸素濃度、火炎内のガスの滞留時間によって変化してくる。結論から先にいえば、火炎内における NO_x の生成量は、火炎温度を下げ、酸素濃度を低下させ、さらに滞留時間を短くすることによって抑制することができる。

低空気比燃焼とは、このうち酸素濃度を低くして燃料を燃焼し、NO_x の生成量を抑え込もうという低 NO_x 化の方法である。すなわち、燃焼施設に供給する酸素の量をできるだけ燃料が燃えるのに必要な最低の酸素量に近づけて燃焼施設を運転しようということころみである。このため、燃焼施設に供給された空気中の酸素は、ほとんど燃料と化合し、これに使われてしまい、窒素と反応して NO_x を生成する余地が与えられないので、低 NO_x 化が達成できると考えればわかりやすい。

一般のバーナでは、NO_x の生成に関係するといわれる火炎の最高温度は空気比 1、すなわち理論空気量の場合よりわずかに空気過剰の状態で作られるといわれており、それより空気比が小さくなると温度は低下し、大きくなっても酸素の混合のための温度低下を来す。そのうえ、空気比が小さければ小さいほど酸素濃度が薄くなるので、これらの影響が重なりあつて低空気比の場合に NO_x 濃度が低下する結果になる。もちろん、この場合でもガスの混合性の善し悪しが問題となり、長炎の場合と短炎の場合とを比較すると、短炎の方が NO_x 濃度は高く、長炎よりも小さい空気比で NO_x 濃度は上昇する。このように、酸素濃度を低くする低空気比燃焼は、酸素濃度の影響だけで、低 NO_x 化が実現するとは限らない。なお、図 5 - 1 は排ガス中の酸素濃度と、NO_x 濃度との関係を示した実験例で、酸素が 1% 以下になった場合、NO_x 濃度が急激に減少していることが示されており、低空気比燃焼の効果がよく現れている。しかしながら図 5 - 2 に示すように、あまり空気比を低下させ、低 NO_x 化を実現しようとする、ばいじんが余計発生することになる。

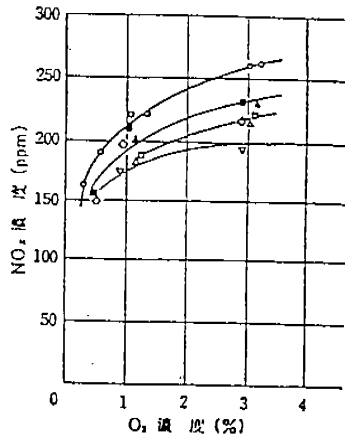


図 5-1 排ガス中の酸素(O_2)濃度と NO_x 濃度の関係 (例)

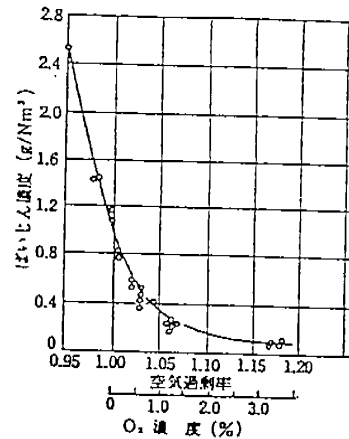


図 5-2 排ガス中のばいじん濃度と 酸素(O_2)濃度の関係 (例)

5.3.2. 熱負荷の低減による NO_x 対策

NO_x の生成は、火炎温度が高ければ高いほど速く、その生成量も大きい。したがって火炎温度を低下させることにより低 NO_x 化をはかることができる。燃焼室内に入る燃焼熱量を考える時、燃焼室体積熱負荷 (単位燃焼室体積当りに単位時間内に投入される燃焼熱量をいう。単位は $Kcal/m^3 \cdot h$) の値が大きければ火炎温度は上昇し、 NO_x 発生量は増加すると考えられている。

図 5-3 は数種の火力発電所における体積熱負荷と NO_x 排出量の関係を示したものである。この場合 NO_x 排出量は燃焼室に入る燃料の熱量当りの NO_x 発生量 (Kg) で示してある。このように体積熱負荷が大きいくほど NO_x 発生割合が大きいくことがよく示されている。さらに、図 5-4 はあるボイラーにおける定格蒸気発生量に対する実稼動の場合の蒸気発生量の比、すなわち負荷率と NO_x 発生量との関係を示したもので、負荷率が小さくなれば NO_x 発生量が減少することを示しており、低負荷運転が NO_x 発生量を低下させる手段であることがわかる。

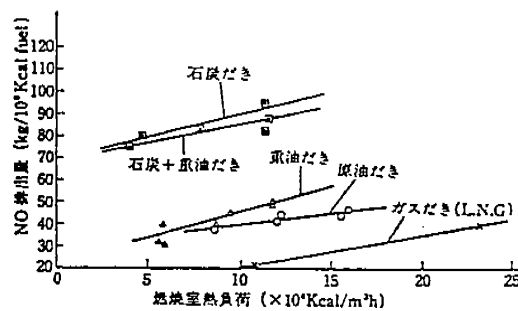


図 5-3 火力発電所の燃焼室熱負荷と NO_x 排出量の関係例

しかしながら、ただ単に負荷を下げることは設備の稼働率、しいては工場の稼働率を下げることに繋がる。したがって、大切なことは、省エネを図り無駄な燃料を使わないよう工夫することであり、この省エネにより NO_x だけでなく無駄なコストも抑えることができる。

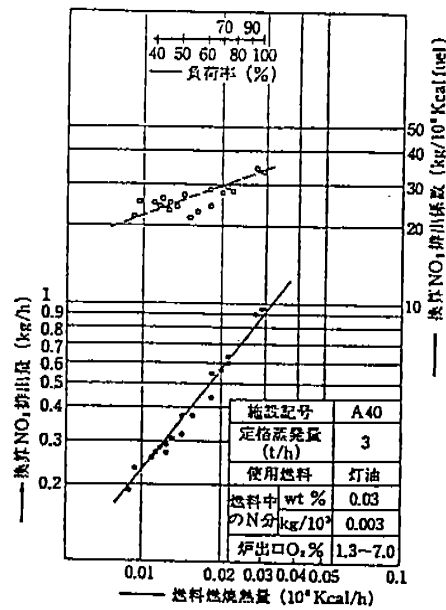


図 5-4 ボイラーの負荷率と NO_x 排出量の関係例

5.3.3. 燃焼用空気の温度低下による NO_x 対策

大型火力発電所やガラス溶融炉のように燃焼用空気の予熱を行っている施設が多く存在する。これらの施設においては、この予熱温度を低下させることも火炎温度を下げ NO_x 対策となる。例えば、空気予熱器を用いて空気を排ガスと熱交換して予熱し、燃焼に用いているボイラーと、予熱しないでそのまま空気で燃焼しているボイラーについて NO_x 発生量を求めてみると、予熱しない場合が予熱したときに比べて NO_x 発生量は 10% 低いというデータがある。そこで低 NO_x 化のために、空気予熱温度を低下させることも一つの方法であるということがいえ、必要に応じて行われている。しかしこの方法は、5.3.2 で述べた熱負荷の低下による稼働率の低下と同様、熱効率の低下という問題が起こってくる。

5.3.4. 低 NO_x バーナ

低 NO_x バーナは、現在各メーカーでさまざまな原理、構造のものが開発されており、その適用に当たってはバーナ及びその付帯設備の比較的小幅の改造ですむので、中あるいは小規模の燃焼施設では、新設の場合のみならず既設装置にも向くものであるといえる。中小施設に対しては NO_x 抑制対策の本命といってもよい。低 NO_x バーナをその原理、構造から分類すると、次の四つに分けられる。

- ① 混合促進型
- ② 分割火炎型
- ③ 自己再循環型
- ④ 段階的燃焼組込み型

(1) 混合促進型

図 5-5 に示すように、このバーナでは燃料噴流と空気流とをほぼ直角的に衝突させる

ことにより、急速な混合をはかり、ちょうど吊鐘を横にしたような非常に薄い火炎をつくる。混合を良好にするために空気の流速はかなり速く、また従来型バーナのように一次、二次空気に分かれておらず、すべてが一次空気とみなせるような送入法をとっている。また、燃料噴流と空気流の速度の比を変えることにより、ある程度の範囲で火炎形状を変化させることもできる。さらに非常に薄い、面積の大きな火炎となることから、火炎自身からの放射による熱の伝達はよく、最高火炎温度があまり高くなり、また高温での燃焼ガスの滞留時間も短縮され、Thermal NO_x が減少する。

図5-6は、このバーナの NO_x 排出量を示したものである。空気比が低下すると NO_x 濃度も若干低下するが、その差は比較的少なく、この点がこのバーナの一つの特徴になっている。火炎径は空気比、負荷にあまり左右されず、また火炎長さも50%負荷まではほとんど変化しない。

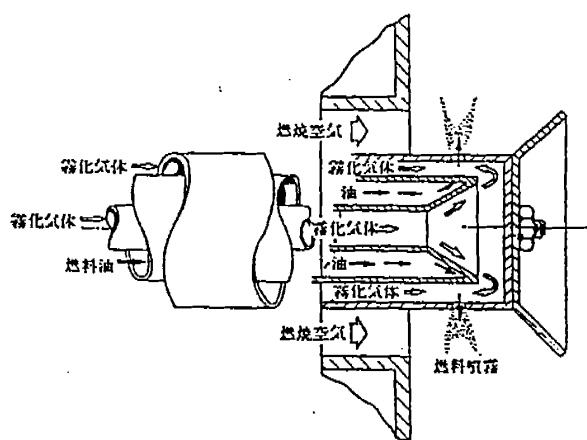


図5-5 混合促進型低 NO_x バーナ

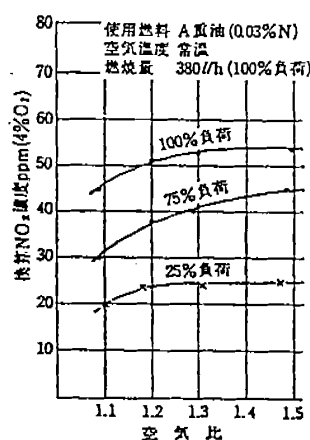


図5-6 混合促進型低 NO_x バーナの NO_x 排出量

(2) 分割火炎型

図5-7は分割火炎型バーナの一例である。このバーナはバーナチップの先端面に図のように溝を設け、火炎を複数の独立した小火炎に分割し、火炎温度の低下と滞留時間の短縮によって Thermal NO_x を抑制する方法である。

このタイプのバーナには、油圧噴霧式と蒸気を用いた二流体噴霧式がある。図5-8は分割火炎型バーナと他の抑制対策を組合せた場合の効果を示したものである。

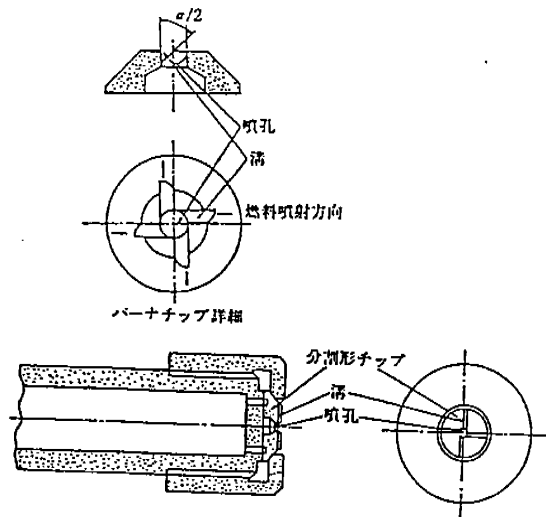


図 5-7 分割火炎型低 NO_x バーナ（渦巻式油圧噴霧バーナ）

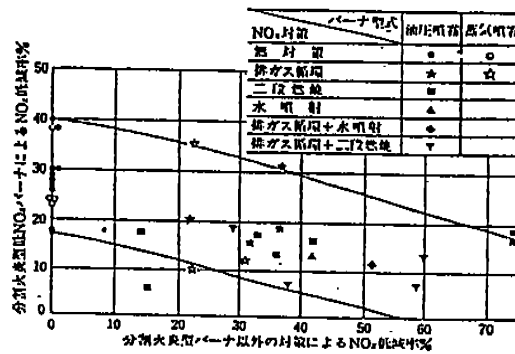


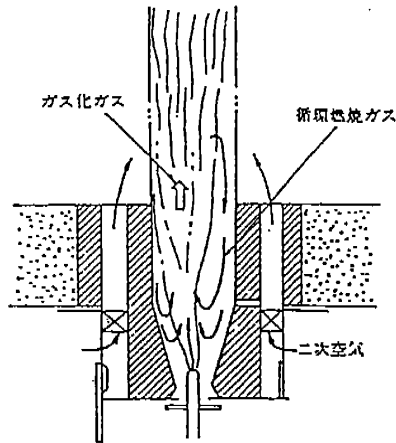
図 5-8 分割火炎型低 NO_x バーナによる NO_x 低減率と分割火炎型バーナ以外の対策による NO_x 低減率の関係

(3) 自己再循環型

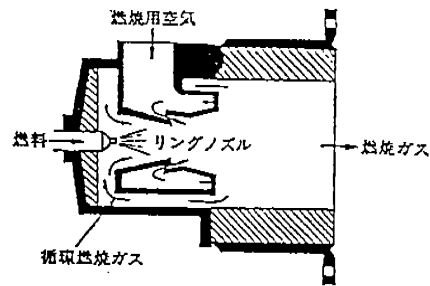
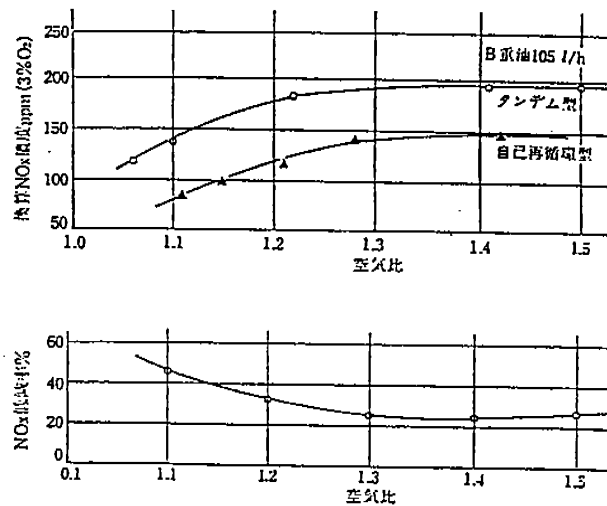
この形式は、空気と燃料の噴流によって生じる伴流により、バーナ内部で燃焼ガスの再循環を強制的に行わせることによって循環域での O₂ 濃度を低下させるとともに燃料の蒸発、ガス燃焼に近づけることによって NO_x の低減をはかるというものである。伴流というのは、高速の流れに伴って起こる周囲流体の流れであり、この場合、高速の空気と燃料流はまわりの燃焼ガスを引っ張り、自分の中に取り入れる性質を利用している。この燃焼ガスの取り入れ法により、自己再循環型バーナは、図 5-9 に示すように二種類に分けられる。

図 5-10 は、このバーナと従来型のタンデムバーナの NO_x 排出量を比較したものである。NO_x 低減率は 25～45% 程度である。火炎長さや火炎径は空気比に対してあまり変化しない。しかし火炎の寸法はかなり大きくなるので、ボイラーなどに適用する場合には、燃焼室とのマッチングに十分注意する必要がある。またこのバーナには空気予熱を高めても、あまり NO_x 排出量は変わらないという特徴がある。

①



②

図 5-9 自己再循環型低 NO_x バーナー図 5-10 自己再循環型バーナーと従来型バーナーの NO_x 排出量の比較

(4) 段階的燃焼組込み型

この方式はバーナー構造により、後で後述する二段燃焼や Off-stoichiometric 燃焼などの段階的燃焼を行わせることによって一段目で O_2 濃度の低い燃焼状態をつくり、 NO_x を抑制するものである。段階的燃焼というのは、燃焼用の空気が数段（通常は二段）に分けて供給されるものであり、一段目の燃焼では、必ず O_2 濃度の低い状態が作られている。従来の燃焼法でも一次、二次空気というように、これと近い形での空気の送込法がとられているが、それをさらに明確にした状態にしてあるのが、段階的燃焼法であると考えてよい。図 5-11 及び図 5-12 にガス用及び油用二段燃焼組込み型低 NO_x バーナーの概略構造を示す。また、図 5-13 にこのバーナーの NO_x 抑制効果例を示す。

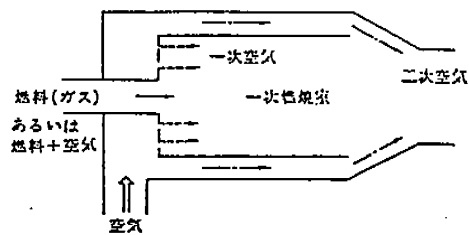


図 5-11 ガス用二段燃焼組込み型
低 NO_x バーナ

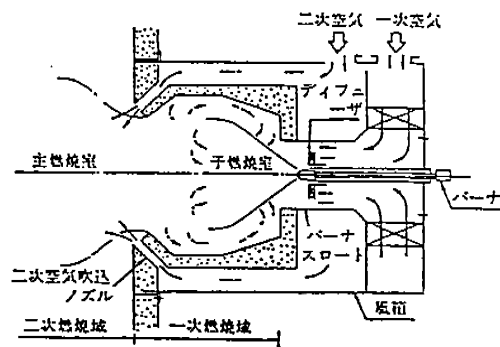


図 5-12 油用二段燃焼組込み型
低 NO_x バーナ

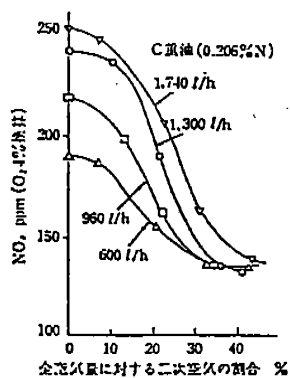


図 5-13 油用二段燃焼組込み型低 NO_x バーナの効果

5.3.5. 二段燃焼

この方法は、固定燃焼装置に対する NO_x 対策として最も歴史が古く、1950 年代の終りに、米国において火力発電用ボイラ向けの対策として開発が始まった。この方法の原理は図 5-14 に示すように、燃焼用空気を二段階に分けて供給し、一段目においては空気比が 1 以下（通常は 0.8~0.9）で燃焼させ、その後流の二段目で、所定の空気比に不足分の空気を送って完全燃焼させるものである。

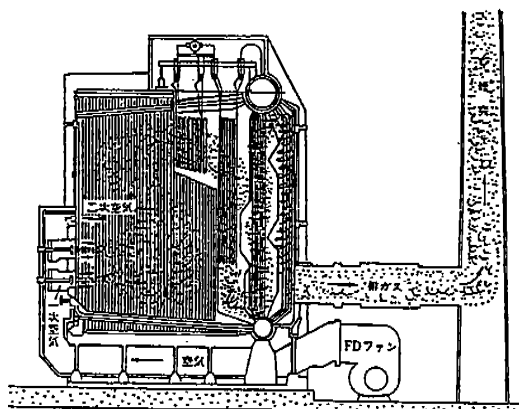


図 5-14 二段燃焼

二段燃焼では、一段目での O_2 濃度の低い燃焼と、二段目空気吹き込み点以後の比較的すみやかな燃焼によって NO_x 抑制を可能にしている。低 O_2 燃焼が前段階にあるため、通常の燃焼に比べると完全燃焼に必要な空気量は若干多くなる。この方法は図 5-15 に示すように、Thermal NO_x と Fuel NO_x の両方に低減効果をもち、一段目空気比および総合空気比によって、その程度は異なるが、おおむね Thermal NO_x に対して 50~30%、Fuel NO_x に対して 50% 以下の低減を示す。

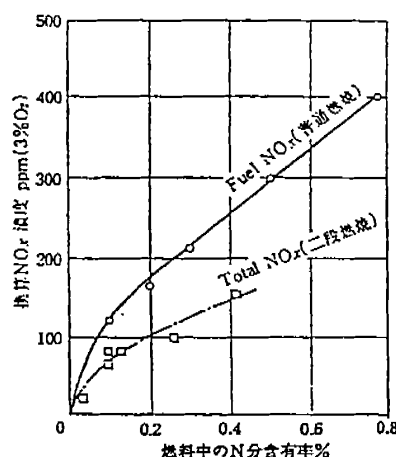


図 5-15 NO_x 低減に対する二段燃焼の効果

二段燃焼をとった場合、特に注意しなければならないのは、ばいじんや CO、HC などの未燃分の発生量の増加である。CO や HC は計測されることがまれなので見過ごすことが多いが、二段燃焼を適用したボイラーでは 500ppm 以上の CO を排出しているものがある。これまでのボイラーでは、小型のものを除き、10~20ppm 以下であることを考えると大幅な増加である。また、大型の施設では、二段燃焼によって、不安定燃焼を生じやすいことが報告されている。これは一時的にせよ、燃焼の初期段階で空気不足の燃焼を行わせていることと、バーナ部での空気速度が低下して、炉内での燃料と空気の混合特性が悪化するためであると考えられている。

5.3.6. Off-stoichiometric 燃焼

大型のボイラーでは、燃焼室の前面、あるいはそれと対向した面に多数のバーナが配置されているのが普通であり、これまでの燃焼法では、これらのバーナに燃料と空気をできるだけ均一になるように送入していた。なぜなら、こうすれば、空気比の低い状態で良好な燃焼状態が得られ、ボイラーの効率が良くなると同時に低温部腐食の原因である SO_3 の発生をおさえることができるからである。このように空気比を下げた燃焼法は低過剰空気燃焼とか低 O_2 運転と呼ばれており、これも NO_x 抑制対策の一つではあるが、これから説明する Off-stoichiometric 燃焼は、これまで望まれる方向として追求されていた燃料と空気の均一送入とは逆に、まるでためめというわけではないが、積極的に不均一にしようとする方法である。

実際の方法としては図 5-16 に示すように空気量の配分は従来どおり均一にして、多数バーナのうち何本かの燃料を増加し、燃料の濃い状態で使用し、その周囲には空気過剰のバーナか、あるいは空気のみを送入口を配置するようにする。抑制の原理ならびに効果の程度は二段燃焼

と同じと考えてよい。ただし、二段燃焼より過剰空気の吹込み位置が燃料過濃バーナに近く、均一に分布させることができるので、二段目以降の燃料と空気の混合がよく、ばいじん、CO、HCなどの発生防止のうえからはすぐれていると思われる。図5-17はこの Off-stoichiometric 燃焼による Thermal NO_x 低減効果を示したものである（燃料が天然ガスなので Fuel NO_x はない）。

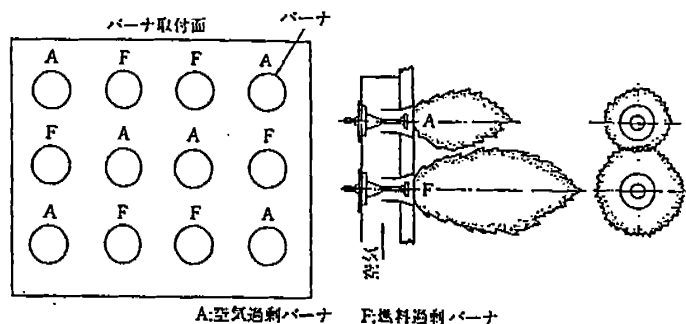


図5-16 Off-stoichiometric 燃焼

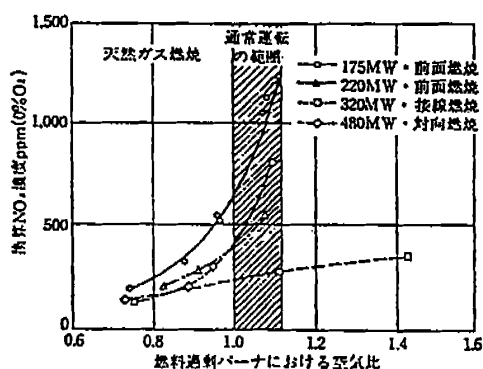


図5-17 Off-stoichiometric 燃焼の効果

5.3.7. 排ガス循環燃焼

図5-18に示すように、燃焼用空気に低温の燃焼排ガスの一部を混入して燃焼させ、燃焼させ、燃焼温度の低下によって NO_x を抑制しようとするのが、この方法である。排ガスは完全燃焼したものであるから $\text{N}_2, \text{CO}_2, \text{H}_2\text{O}, \text{O}_2$ が主成分であり、この中には再度燃焼室に送られても、燃えて発熱するようなものはない。しかもこれらは排ガスの状態、すなわち 200°C 程度までに冷却されているので、新しい燃料の発した熱をもらうことになって、燃焼室内での温度は低下してしまう。この温度低下によって図5-19に示すように Thermal NO_x はかなり低減できるが、Fuel NO_x に対しては図5-20のように殆ど効果をもたない。

排ガス循環燃焼の場合、循環用送風機やダクトの装置など、かなりの装置改造を行わなければならないうえ、さらにこれらの新設機器の装置スペースの問題もあるので、中小施設にはお奨めできない対策である。

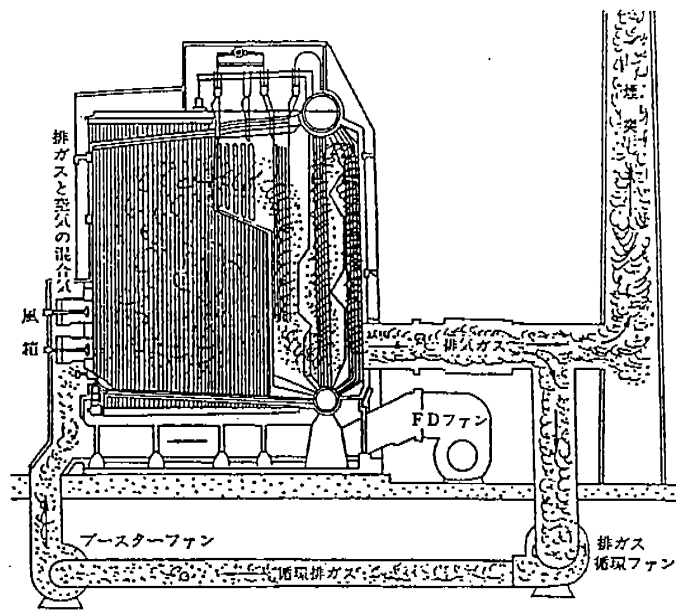


図 5-18 排ガス循環燃焼

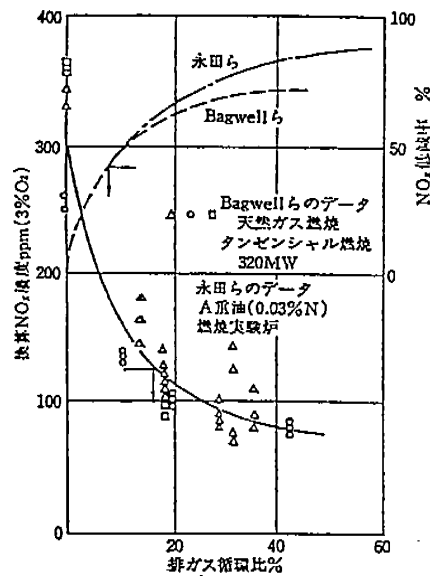


図 5-19 排ガス循環燃焼の Thermal NO_x 低減効果
(ガスあるいは低 N 分燃料使用の場合)

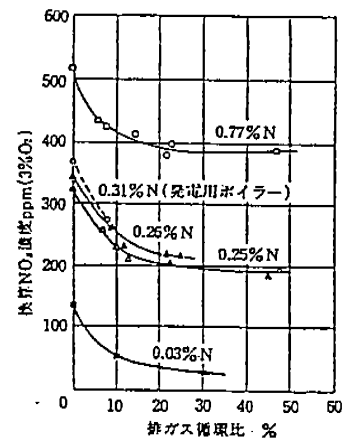


図 5-20 排ガス循環の効果及び
燃焼中 N 分による違い

5.3.8. 水あるいは蒸気噴射

水あるいは蒸気を燃焼室内に吹き込んで燃焼させた場合にも、排ガス循環燃焼と同様、燃焼温度が低下することになるので、NO_xを抑制することができる。吹き込まれた水や蒸気が燃料の燃焼により発生する熱を奪うわけである。この方法の場合、燃焼温度の低下が NO_x 低減の主因となっているので、Thermal NO_x に対しては効果をもつが、Fuel NO_x には影響はないと考

えてよい。水あるいは蒸気の燃焼室内への吹込み方法としては、次の三通りの方法がある。

- ① 燃焼用空気中に水あるいは蒸気を噴射させる。
- ② 燃焼室内のある位置で、水あるいは蒸気を吹込む（二流体式のうち蒸気を霧化媒体としたバーナにおいて、霧化用蒸気量を増加させる方法も、この範疇に含まれる）。
- ③ 燃料に水を混合したエマルジョン（乳濁液）燃料を用いる。

水あるいは蒸気を吹込む場合、吹込み量が同じなら燃焼室全体の燃焼に関与していない領域にまでいきわたるようにするよりも、燃焼域にだけ吹き込む方が温度低下に対して有効に作用する。したがって、①の方法より②あるいは③の方が NO_x 低減効果は大きくなると考えてよい。②の場合には、同じ理由から吹き込む位置が重要な影響因子となるが、一般的にはバーナにできるだけ近い位置が良いとされている。同量の水と蒸気を噴射した場合、水の方が蒸気潜熱に相当する分だけ温度低下が大きいと考えられるので、 NO_x 抑制効果は高くなる。②の方法による対策は、バーナ近傍に水あるいは蒸気の噴射孔を設けるなど比較的小幅の改造で実施できるので、ガスや灯油、A 重油などの良質燃料を用いる場合の NO_x 対策に向いている。ただし、排ガス保有熱の増大による熱効率の若干の低下は覚悟する必要がある。特に蒸気を用いる場合、エネルギー的な損失は大きくなる。

5.3.9. まとめ

一般的にいつて、運転条件の変更による抑制対策は、現在稼働中の施設でも経済的な負担なしに適用できる方法であるが、それだけに低減効果もあまり大きくなく、また実際の運用においても問題のあるものが多い。それに対して新燃焼法による NO_x 低減対策のための自由度が大きいのでよいが、すでに稼働中の装置につけようとする場合には、かなりの装置の改善を必要とするものが多い。これまでの燃焼改善による NO_x 抑制技術をまとめると表 5-2 のようになる。

表 5-2 種々の NO_x 抑制対策の特徴

抑制方法		Thermal NO _x				Fuel NO _x			H	考慮しておかなければならない障害				備考		
		抑制理由			D	抑制理由				I	J	K	L			
		A	B	C		E	F	G								
運転条件	過剰空気比範囲の変更	◎	◎	◎	△			◎	△			×	大型施設では、低過剰空気燃焼。Fuel NO _x に対しては低過剰空気燃焼が効果あり。特に高い空気比以外、L×印は低過剰空気比側に移行したとき。			
	エアレジスタ動作による燃焼室内混合特性の変更	◎	◎	○	△		△	△	◎	○		○	混合不良化では F,G,○印、I,K,L×印。混合良好化では F,G×印、I,K,L◎印。			
	燃焼室熱負荷の低減	◎		○	○				◎	△	×	×	◎	かなり大きいもの ○ あまり大きくないもの △ 装置ごとに異なるもの		
	燃焼用空気予熱の低減	◎		○	○				◎	△	×	×	×	◎	かなり大きいもの ○ あまり大きくないもの △ 装置ごとに異なるもの	
燃焼方法	低 NO _x パバーナ	混合促進型	○	◎	◎				○				◎			H: 対策としてとる場合の難易度 ◎ 現状の装置のままでも可能なもの ○ 若干の改造が必要なもの △ 大規模な装置の変更が必要なもの
		分割火炎型	◎		◎	◎				○						I: 燃効率の低下
		自己再燃型	○	◎	○	◎		○		○						J: 出力の低下
		段階的燃焼組込型	◎		◎	◎		○	○	○						K: 装置の大型化
	二段燃焼		◎		◎		○	○	○			×			L: 他の汚染質（ばいじん、CO、HC（炭化水素類））の増加 × 特に関係の強いもの ○ 装置ごとに異なるもの ◎ 改善が予想されるもの	
	Off-stoichiometric 燃焼		◎		◎		○	○	○			×			既：既設に適用した場合 新：新設に適用した場合	
	排ガス循環燃焼	◎		○	◎				△	×			×			L×印は過剰の場合、適性の場合には、ばいじん、CO について改善の可能性大。
その他	水あるいは蒸気噴射	◎		○	○				○	×			○			L ばいじんについての改善の可能性大。
	燃料転換	◎	◎	◎	□	○		◎	△				◎			石炭、重油からガスへ、あるいは低 N 分燃料への転換。D が○印は重油からガスへ転換したとき、増加することがあるため。
	燃料室形状	◎		○	◎				△							

- A: 燃焼温度の低下
 B: 燃焼室での O₂ 濃度の低減
 C: 高温域での滞留時間の減少
 ◎ 特に関係のあるもの
 ○ 関係のあるもの
 D: 抑制効果の程度
 ◎ かなり大きいもの
 ○ あまり大きくないもの
 △ 抑制法と効果が一定の関係になく装置ごとに異なるもの
 □ これまでの研究成果でその効果が明瞭でないもの
 E: 燃料中の窒素化合物の低減
 F: 初期燃焼域における O₂ 濃度の低減
 ○ 作用するもの
 △ 装置ごとに異なるもの
 G: 抑制効果の程度
 ◎ かなり大きいもの
 ○ あまり大きくないもの
 △ 装置ごとに異なるもの
 H: 対策としてとる場合の簡易度
 ◎ 現状の装置のままでも可能なもの
 ○ 若干の改造が必要なもの
 △ 大規模な装置の変更が必要なもの
 I: 燃効率の低下
 J: 出力の低下
 K: 装置の大型化
 L: 他の汚染質 (ばいじん、CO、HC (炭化水素類)) の増加
 × 特に関係の強いもの
 ○ 装置ごとに異なるもの
 ◎ 改善が予想されるもの
 既: 既設に適用した場合
 新: 新設に適用した場合

5.4. 燃料転換による NO_x 抑制技術

燃料を転換して NO_x 発生量を低下させようとするには、まずどのような燃料を燃焼させるとどの程度の NO_x が発生するか理解しておく必要がある。そこで、今 NO_x の排出係数というものをを用いて燃料毎の値を比較する。NO_x の排出係数は、NO_x の排出量を kg で示し、その量がどのようにした結果排出されたかを表すために、たとえば単位量の燃料を燃焼すると、どの程度の NO_x が出るかを示した NO_x 排出割合である。すなわち 10kg の重油を燃焼した結果、NO_x が 55kg 排出されたとすれば、NO_x の排出係数は 5.5kg-NO_x/kg 重油ということになる。もちろん燃料の使用量として石炭なら ton、ガス燃料なら Nm³ を用いるが、これではお互いに燃焼量を比較できないので、発熱量で示すことが多い。

排出係数は、いろいろな施設における NO_x 排出量と燃料消費量の実測結果をいくつも集め、これを統計的に処理して推定する。すなわち、排出係数とは、「ある汚染物質が燃料燃焼や工業

生産のような人間活動に伴って大気中に排出する場合、その排出量を人間活動水準で割った統計的割合のことである」といえるのである。排出係数は、アメリカ合衆国政府によって大分以前からまとめられ発表されてきているが、日本においても、たとえば環境庁大気保全局によって大気汚染物質の実測が行われ、その算出に努力がかたむけられてきた。

表 5-3 は、主として日本の環境庁大気保全局が行った固定燃焼施設における NO_x 排出量実態調査結果を用いて、燃料消費量当りの NO_x 排出量をまとめたものである。この表からわかるように、 NO_x の排出量は用いた燃料の種類で異なり気体燃料の場合少ないが、それでもガスの種類によって異なっている。また、液体燃料も燃料の種類で相違があり、重油より軽質油の方が NO_x 発生量は少ない。一方、最も NO_x 発生量が多いのは石炭であることがわかる。以上のことは、Fuel NO_x はガス、軽質油の方が重質油、石炭より少ないことを示している。しかし、この傾向は特にボイラーのように、炉の温度が比較的低い場合に顕著であるが、ガラス溶解炉、セメント焼成炉などのように炉の温度が高く Thermal NO_x の発生量の大きい場合は顕著でない。以上のことからわかるように、燃料転換はかなり有効な NO_x 防止対策であり現在多くの固定燃焼施設で用いられている。

表 5-3 施設別、燃料別 NO_x 排出係数($\text{NO}_2\text{kg}/10^8\text{kcal Fuel}$)

発電ボイラー			事業用ボイラー		
燃 料	測定施設数	排出係数	燃 料	測定施設数	排出係数
石 炭	1	128.0	C 重油	79	56.6
石炭+重油	1	105.3	B 重油	10	40.5
重 油	26	63.0	A 重油	58	25.2
原 油	2	56.5	灯 油	34	20.7
天然ガス	1	38.9	C 重油+ガス	3	35.5
			都市ガス	15	24.0
			LPG	6	32.4

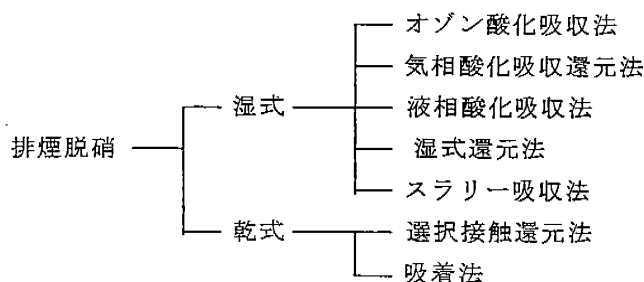
鋼材加熱炉			石油加熱炉		
燃 料	測定施設数	排出係数	燃 料	測定施設数	排出係数
C 重油	13	55.8	C 重油	5	34.6
B 重油	4	56.4	C 重油+副生ガス	3	34.5
A 重油	9	37.4	副生油	4	28.4
軽油	2	42.8	副生油+副生ガス	3	22.2
灯 油	7	17.4	副生ガス	8	45.4
天然ガス	3	14.8	LPG	1	19.8

注：この表で示した排出係数は、表示してある数の測定施設における NO_x 排出量、燃料燃焼量から求めた NO_x 排出割合($\text{NO}_2\text{kg}/10^8\text{kcal Fuel}$)を施設ごとに平均したものである。このため測定施設 1 の場合、実測された排出割合がそのまま示されている。一般に測定施設数が多いほど信頼性が高いと考えてよい。なお発熱量は高発熱量である。

5.5. 排煙脱硝による NO_x 低減

排煙脱硝には、表 5-4 に示すように、湿式と乾式による方法がある。湿式排ガス脱硝法は図 5-21 に示すように排ガスをアルカリ溶液などの液体でよく洗浄し、排ガス中の NO_x をこの溶液の中に吸収して除去する方法であり、乾式排ガス脱硝法は、排ガスを湿式法のように濡らすことなく排ガス中の NO_x を触媒を用いて分解したり、粒状の吸収剤を用いて NO_x を吸着して除去する方法である。

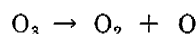
表 5-4 排煙脱硝の分類



5.5.1. オゾン酸化吸収法

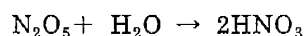
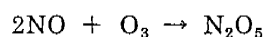
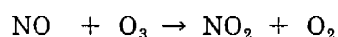
排ガスの NO_x の大部分を吸収しやすい形に酸化する方法として、オゾンを使用する排ガス脱硝法があり、洗浄液としては水かアルカリ溶液を用いる。

オゾンは酸素より酸化力のはるかに強く、酸化されやすい物質に出会うと、次式のように反応し、容易に原子状の酸素を出してこれを酸化する。

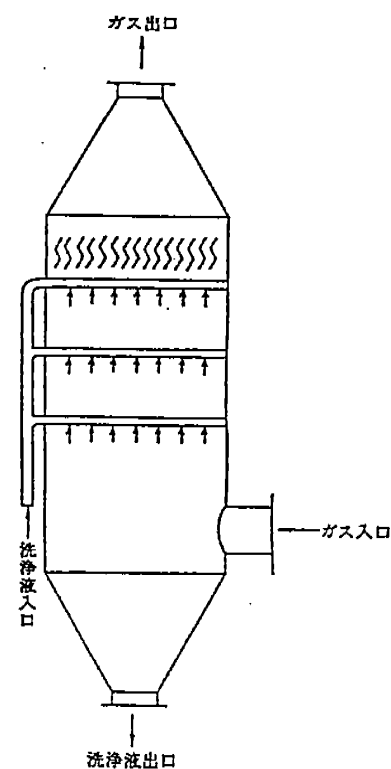


排ガス中にオゾンを加えると、排ガス中の NO は N₂O₅ または NO₂ にまで酸化されるが、これは吸収塔で水またはアルカリ溶液で吸収される。

洗浄液に水を用いた場合の NO の酸化、水への吸収反応は次のように示される。

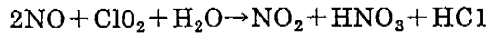


この場合、NO_x は硝酸として回収されるわけであるが、得た希硝酸は精留塔で 60% 程度の硝酸に濃縮する。この方法は、オゾンを酸化剤としているため、NO_x を酸化するのに酸素ができるだけで、他の汚染物質を反応系に持込まない点で有利であるが、高压放電してオゾンを作るオゾン発生機の大型化があまり進んでいないこと、この電力消費量が大きいことなどの問題がある。オゾン酸化吸収法は、図 5-21 スプレー塔天然ガス専焼火力発電所排ガスの脱硝に利用し、100,000Nm³/h の装置を稼働している実績があるが、この場合水洗いして NO_x を硝酸として回収しており、高性能が確認されている。

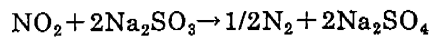
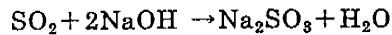


5.5.2. 気相酸化吸収還元法

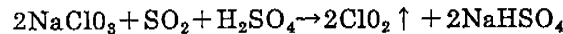
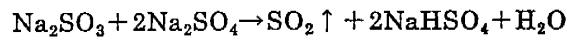
この方法は、排ガス中の NO_x を二酸化塩素を主体とする塩素系薬品により気相で酸化し、吸収液として亜硫酸ナトリウム水溶液を用いて吸収し、 NO_x を N_2 に還元処理する方法である。この方法は、酸化剤としてオゾンも用いることができるし、特徴として排ガス中の二酸化硫黄も処理できる脱硝、脱硫プロセスである。このプロセスは図5-22に示すように、まず冷却塔を用い、燃焼排ガスを水で増湿冷却すると同時に、除じんしてから酸化剤である二酸化塩素ガスを排ガス中に導くようにする。こうすると排ガス中の NO は、次のように反応して半分は NO_2 に、半分は硝酸になる。



そこで排ガスは、水酸化ナトリウムを吸収液とする棚段塔に送られ、脱硫と脱硝が同時に行われる。すなわち排ガスは水酸化ナトリウム溶液で循環洗浄されるが、この場合排ガス中の二酸化硫黄が吸収され、次のように亜硫酸ナトリウムが生成し、これが酸化剤で生成した NO_2 を還元して次のように硫酸ナトリウムを生成する。



なお、排ガス中の NO の酸化用に用いる二酸化塩素は、洗浄液中に残る亜硫酸ナトリウムを用い、塩素酸ナトリウムに作用させて発生させる。この反応式は、次のとおりである。



このプロセスは、ボイラー排ガス処理用や、加熱炉排ガス処理用にすでに稼動しているが、図5-22は処理ガス量 $62,000\text{Nm}^3/\text{h}$ のボイラー排ガス処理用の装置のフローシートを示したものである。表5-5は、この方法における吸収塔での還元条件であり、表5-6にはランニングデータを例示した。このようにこの方法は、脱硫率、脱硝率ともかなり高く、それぞれ99.5%、95%程度が期待できる。このプロセスの問題としては、薬剤を多種類使用するのでその運転管理及びコストに問題の有ることがあげられるほか、廃水処理上の問題もある。

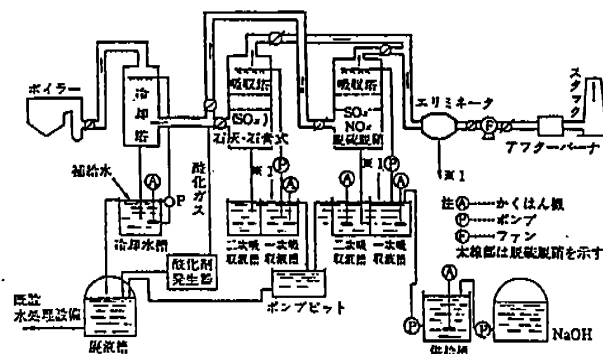


図5-22 気相酸化吸収還元法プロセスフローシート ($62,000\text{Nm}^3/\text{h}$)

表 5-5 吸収塔での還元条件

項 目	数 値
1) 吸収塔運転条件	
空塔速度	3~6m/sec
気液比	2~10l/m ³
段数	4 段
2) 吸収液循環 pH	6~8
3) 吸収循環液中の SO ₃ 濃度	10~100g/l(Na ₂ SO ₃ として)

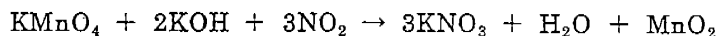
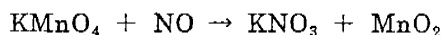
表 5-6 気相酸化還元法のランニングデータ

テスト No.	空塔速度 (m/sec)	圧損 (mmH ₂ O)	SO ₂ 濃度(ppm)		NO _x 濃度(ppm)	
			入 口	出 口	入 口	出 口
1	5.85	210	770	4	240	14
2	5.85	210	810	4	245	12
3	5.70	200	780	4	250	13
4	5.70	200	800	5	238	15
5	5.70	200	800	4	260	10
6	5.91	215	810	4	242	14
7	5.90	215	810	4	270	18
8	5.48	190	790	4	255	19
9	5.67	195	750	4	260	17
10	5.70	200	740	4	263	14
11	5.81	205	780	5	268	18
12	5.81	205	800	5	248	15
13	5.90	215	790	5	250	12
14	5.70	200	810	5	260	15
15	5.81	205	810	5	258	13

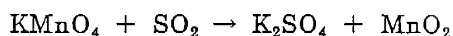
5.5.3. 液相酸化吸収法(MON 法)

前述の二つの排ガス脱硝法は、排ガスの NO_x の主成分である NO にガス状物質であるオゾンや二酸化塩素を作用させて酸化し洗浄液に吸収させる方法で、これらを気相酸化吸収法というが、この液相酸化吸収法方法は、たとえば酸化力のあるマンガン酸素酸塩をアルカリ水溶液に溶解した洗浄液で排ガスを洗浄する方法がある。すなわちこの方法は、排ガス中の NO を洗浄液中のマンガン酸素酸塩で酸化して硝酸塩として固定し吸収するやり方で、その代表なのが MON 法である。

MON 法として過マンガン酸カリウムを酸化剤に、アルカリとして水酸化カリウムを用いた場合の反応式を次に示す。



また排ガス中の二酸化硫黄も同様次のように吸収される。

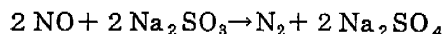
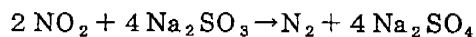


このように MON 法は排ガス脱硝も同時に行なえる特徴を有している。また生成した MnO₂ は、沈降性がよいための過が容易で、たやすく洗浄液から分離出来るので、回収し再生工程に送り電解酸化して再使用することができる。MON 法の実績としては、充てん塔の実験で NO

除去率 90～95%のデータがある。そして過マンガン酸カリウムの使用量は、この 1 モル (158.03g)が NO、SO₂それぞれ 1 モル(NO 30g、SO₂ 64g)に相当するので、過マンガン酸カリウム 1kg で NO 0.19kg、SO₂ 0.04kg を処理できる。

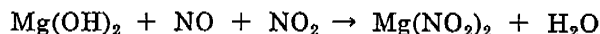
5.5.4. 湿式還元法

これは亜硫酸ナトリウム水溶液で排ガスを洗浄して、排ガス中の NO_xを窒素にまで還元する方法であり、その基礎式は次のとおりである。



5.5.5. スラリー吸収法

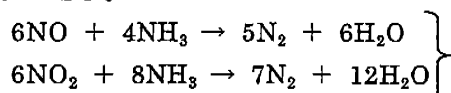
前述のように排ガス中に NO と NO₂ が等モルずつ、いいかえれば等濃度で存在している場合は、アルカリの水溶液で吸収することができる。そこでこの方法は、排ガス中の NO_xをあらかじめ NO と NO₂ とが等濃度になるよう調整して、水酸化マグネシウムをスラリー状にして接触させ、亜硝酸マグネシウムとして NO_xを吸収しようとするもので、この反応は次式のとおりである。



この場合、得た亜硝酸マグネシウムは、加熱分解して水酸化マグネシウムとして再使用し、この際発生する NO を酸化して硝酸とし、一部は排ガス中に入れて NO₂ 補給用に使い、NO、NO₂ が排ガス中で等濃度となるよう調整する。この方法は、排ガス脱硫も可能であるが、反応速度がおそく、装置が大型化する欠点がある。また水酸化マグネシウムの代わりに水酸化カルシウムを用いても実施できる。

5.5.6. アンモニアによる選択性接触還元法

排ガス中の NO_xを触媒を用いてアンモニアで還元する接触還元法は、前述のようにアンモニアがある温度範囲で、選択的に NO_xを還元するため都合がよく広く用いられており、その反応は次のように進む。



少し重複するようであるが、ここで選択的に還元するというのは、たとえばメタンや一酸化炭素を用いた還元のように、排ガス中の酸素や二酸化硫黄とも反応するようなことはなく、アンモニアの場合は NO_xとの反応が圧倒的に起こりやすく NO_xを選択して還元しているように見えるからである。一酸化炭素やメタンによる還元は、NO_xを還元するばかりでなく、酸素や二酸化硫黄とも反応するので、還元剤が脱硝以外の目的に消費されることになるうえ、この消費すなわち燃焼による温度上昇が問題となる。必要とするアンモニアの量は NO_x処理量で定まり、NO、1mol(30g)に対してアンモニア 1mol(17g)を必要とする。すなわちアンモニア 1kg で処理できる NO は 1,318Nm³である。次に反応温度はほぼ 250～425℃とされているが、この点がこのプロセスの問題点といわれている。というのは一般に燃焼排ガス温度がこの温度より

低い場合は、例えば熱交換器を用いて加熱しなければならないので、設備がかさみかなりのエネルギーが消費されるからである。

さて次に問題は触媒である。この還元反応の反応速度は遅いので、前述のように触媒を必要とするが、その性質、その量などが問題となる。まず触媒には貴金属系のものと非貴金属系のものとがある。そして貴金属系のものでは NO_x の還元が窒素まで進まず、 NO_x が若干存在するようになっているともいわれている。しかし、触媒についてそれよりも問題なのは被毒である。触媒はそれ自身が触媒作用をもたなくても、ある物質をほんのわずかに加えてみると著しくその触媒能力が高まる場合があり、この作用を促進作用といい、その物質を促進剤という。

一方これとは逆に、触媒にわずかでも加わるとその触媒能力が低下する物質がありこの微量物質を毒物(poison)といい、この作用を被毒作用といっている。 NO_x のアンモニアによる選択性接触還元法に使用する触媒にもこのようなことがあり、種々の促進剤が研究され、さらに被毒対策が検討されている。そしてもっとも問題なのは排ガス中に存在するばいじん、二酸化硫黄等汚染物質の脱硝触媒に対する毒作用であり、現在開発されている触媒にはこれらにより被毒し、その活性が失われるものが多い。そのため、ばいじん、二酸化硫黄などが含まれていないガス燃料や、軽質油の燃焼排ガスのようなクリーン排ガスしか接触還元できない触媒も多い。しかし中にはこれら汚染物質を含むダーティー排ガスも脱硝できるものも開発されているが、あまりダーティーであると活性が劣化することは避けられないようである。

このようなことから、排ガス脱硝装置の前に集じん装置や脱硫装置を設置して、あらかじめクリーンガスにして脱硝することも検討されているが、この場合、たとえば湿式排ガス脱硫装置を用いると排ガス温度が $50\sim 60^\circ\text{C}$ に低下してしまうので、脱硝温度に上昇させるため著しくエネルギーを消耗することになり問題となる。このようなことから今後一層の触媒開発が注目されている。つぎに触媒の使用量であるが、触媒は決して價格的に安いものではないので注目される場所である。一般に触媒量は、触媒層 1m^3 あたり 1 時間に何 m^3 の排ガスを脱硝し得るかという価で示し、これを空間速度といい、英語の Space Velocity を略して SV といっている。SV は、排ガス流量(m^3/h)を触媒層体積(m^3)で除した値であるから $\text{m}^3/\text{h}/\text{m}^3=\text{h}^{-1}$ という単位で示される。SV は大きい方が望ましいわけであるが、この場合 $7,000^{-1}$ 以下と見込まれている。触媒の形状は、粒状、ペレット状、リング成形にしたものといろいろありこれを充てんして反応器とするが、この形は特に排ガス中のばいじんの堆積に関係し、さらに前述の SV とともに触媒の損失にも関係する。

5.5.7. その他の還元剤による還元法

前述のように排ガス中の NO_x は、アンモニアばかりでなく一酸化炭素やメタンによっても還元することができる。しかし、これら還元剤は、排ガス中の NO_x だけを還元するのではなく、酸素と反応し発熱するので大量の還元剤を消費するとともに、この熱を回収しなければ経済的に好ましくない。すなわち選択的接触還元法でないのである。図 5-23 は、一酸化炭素を還元剤とし特殊な触媒を用いた排ガス脱硝装置のフローシートである。これはボイラー排ガス処理用に設置されたもので、処理ガス量は $10,000\text{Nm}^3/\text{h}$ 、処理ガス組成は $\text{NO}_x 150\sim 200\text{ppm}$ 、硫黄酸化物 $250\sim 350\text{ppm}$ である。

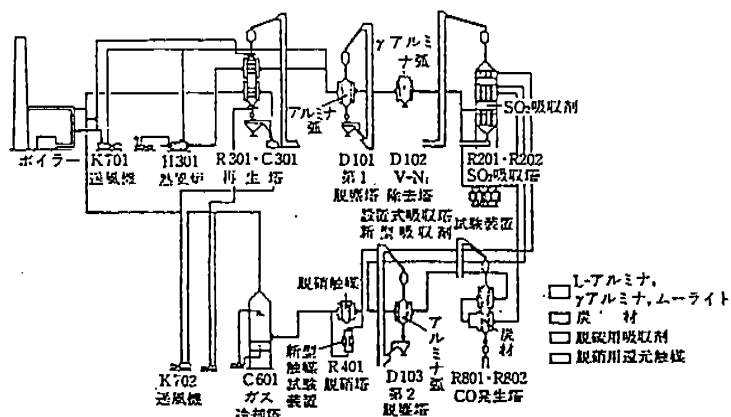


図 5-23 非選択的接触還元排ガス脱硝装置の一例

この装置は、硫黄酸化物、ばいじんを除去して脱硝塔に排ガスを導く必要があり、図のように排ガス脱硫装置、集じん装置を前置しており、排ガス中の NO_x を 1~5ppm、硫黄酸化物を 1~2ppm にまで除去して排出している。なお、このような非選択的還元法は、アンモニアによる選択的還元法が問題としている触媒の劣化のほかに、発熱の吸収のことを考えると酸素や硫黄酸化物濃度の高い燃焼排ガスへの適用は疑問であるといわれている。

5.5.8. 吸着法

活性炭やモレキュラシーブを用いて NO_x を吸着する方法は、排ガス脱硫技術における活性炭吸着のように一応原理としては考えられるが、吸着量は排ガスが低温であるほど大きいことや NO の吸着は NO_2 の吸着より小さいこと、さらに水分が吸着に傷害を与えるなどの理由でその実用化にはかなり問題があるといわれている。

6. 粒子状物質低減化技術

気体中に含まれる固体粒子や液滴の分離操作を一般に集じんと呼んでいる。気体中の粒子の呼び方は、例えば、煙、霧、ダスト、ミスト、ヒュームなどがあるが、はっきりとした分類ではない。一般には固体粒子をダスト、液体粒子をミストとして示すことが多い。特に蒸気の凝縮により生成するような $1\mu\text{m}$ 以下の微小な固体粒子をヒュームと呼ぶことがある。

集じんは、古くから種々の方法が試みられ実用化されているが、それらの代表的なものを捕集機構別に分類すると、重力沈殿（重力沈降室、多段沈降室）、慣性分離（バップル室、ルーバ室）、遠心分離（サイクロン、マルチクロン、ダブルクロン、サイクロンスクラバなど）、濾過集じん（バグフィルタ、繊維充てん層）、洗浄集じん（コットレル、2段式）のように分けられるが、たとえば湿式サイクロンのように、遠心力利用のサイクロンに洗浄スプレを設け、また粒子の重力・慣性力を利用しているものでは、いくつかの機構が組み合わされており、一概に分類しがたい。

6.1. 重力集塵装置

空気中に含じんガスを導き、ダストをみずからの重力によって自然沈降させ分離する装置である。空室とダスト取り出し部をもった簡単な構造のもので、沈降室に入って $1\sim 2\text{m/s}$ に減速したダストは慣性力を失って沈降する。ダストの空室内沈降の理論から、室内進行方向距離が大きいほど、また室内高さが小さいほど、小さいダストが分離できることになるが、実際には沈降室の長さを大きくすると据付面積が大きくなるので、沈降室高さを小さくして、これを数段並べた多段沈降室（ホワード型）が用いられる。図6-1のホワード型は $20\mu\text{m}$ 位までのダストに適用できる。この装置は取扱いが簡単で設備費が安く、また圧力損失も $10\text{mmH}_2\text{O}$ 前後と小さいため、含じん量の多いガスの処理の場合にプレダスター（一次集じん器）として粗粒子の除去に適する。

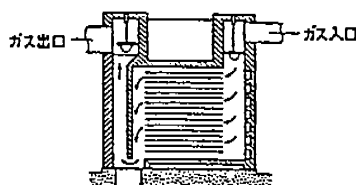


図6-1 ホワード式集じん装置

6.2. 慣性力集塵装置

慣性力集じん装置は含じんガスをじゃま板などに衝突させ、あるいは気流の急激な方向転換を行い、粒子をその慣性力によって分離捕集する装置である。慣性力利用の意味では、遠心力あるいは洗浄による集じんも、また充てん層形式にしても慣性集じんに属するが、ここでは慣性力（および重力）のみによる比較的単純な集じん法に限る。装置の概略図を図6-2に示す。(a)は衝突型で、転流によりいっそう分離効果を高めている。(d)のルーバー型は反転式を利用したもので、斜めうしろ向きのスリットを周辺に設けた先細の円管に含じんガスを導き、慣性によってダストを直進させ先端の集じん箱に導く。スリット入口付近のガス速度を一定にするため、ルーバ管には適当なテーパを取ることが必要で、また処理ガス量に応じて適当数の管を

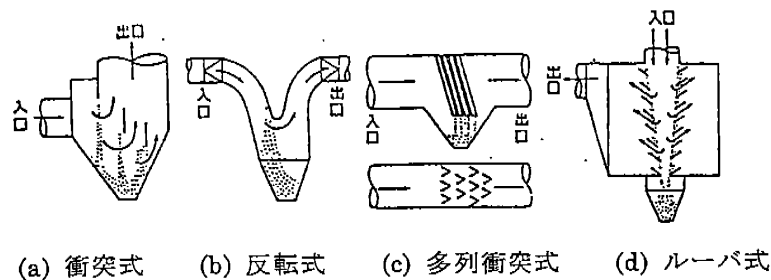


図 6-2 慣性集じん器の各種形式

並列して利用する。慣性力集じん装置の機能は、次の項目によって、その良否を判定することができる。

- ① 衝突式では、一般に衝突直前のガス速度が大きく、装置出口のガス速度が小さいほど分離ダストの同伴が少なく、高い集じん率が得られる。
- ② 反転式では、方向転換をするガスの曲率半径が小さいほど細かいダストを分離捕集することができる。
- ③ 含じんガスの方向転換回数は多いほど圧力損失は大きくなるが、集じん率は高くなる。
- ④ ダストホッパーは、分離したダストが容易にガス流によって同伴されない形状と、灰出し装置などの故障時を考慮して十分な容積をもっていることが必要である。

いずれも高い集じん率は望めず、ダストで 20μ 、ミストで 2μ 以上に適しているため、プレダスタとして有効である。流速は $2\sim 30\text{m/s}$ で用いられ、圧力損失は $100\text{mm H}_2\text{O}$ 以下である。

6.3. 遠心力集塵装置

含じんガスを旋回運動させて得たダストの遠心力を利用して分離する装置である。遠心力によれば、重力の数百倍ないし数千倍の沈降速度（横方向に）が得られ、優れた集じん性能が期待できる。この重力に対する遠心力の比を遠心力効果といい、その値 z は次式で求められる。

$$z = \frac{v^2}{rg} \quad (6-1)$$

ここで、 r は回転半径[m]、 v は回転周速度[m/s]、 g は重力の加速度[m/s²]である。この値によって遠心力集じんの性能が評価できる。

式(6-1)にみるように、 r の小さいものは z を大きくとれるから比較的小型のサイクロンが性能に優れ、数 μm まで分離できる。

6.3.1. サイクロン

サイクロンはこの種の代表的装置で、その原理を図 6-3 に示す。すなわち含じんガスは、円筒部の上部から $10\sim 20\text{m/s}$ の速度で接線方向に吹き込まれ、内部を壁面にそって旋回しながら下部の円錐部に入り、次第に中心部の上昇流に転じて最後に上部円筒の排出管から出ていく。ガラ中のダストは内部で旋回運動する際、大きな遠心力のため円筒壁面に衝突し沈降して集じん箱に取り出される。この遠心力のために壁面が摩耗しやすく、高価な材料が必要となる。これに用いるダストの適当な粒径範囲は $10\sim 100\mu\text{m}$ 、圧力損失は $100\sim 200\text{mm H}_2\text{O}$ と、他装置に比較して高い。

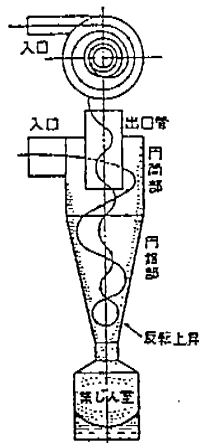


図 6-3 サイクロン

6.3.2. マルチサイクロン

図 6-4 に示すように、並列にした小型サイクロン内外筒間のガス通路に、案内羽根を設けて遠心力を与えるようにしてある。このため処理ガス量も大きくとることができ、数 μ までの捕集が期待できる。遠心力分離装置の中でも高性能の部類に属し、集じん率は 70~95%といわれている。

6.3.3. サイクロンスクラバ

含じんガスに水を噴霧して集じん率を高めようとする形式のもので、図 6-5 にその概要を示す。これは後に述べる洗浄集じんにも分類できる。

装置が簡単で性能がよいため、種々の変形が試みられている。サイクロンはホッパ（円錐部）にダストが堆積すると吹き上げが起こって集じん率が減少する。このため、集じん部にさらに 1 個の補助のサイクロンを直列に付けたダブルクロン、集じん部からガスをフィルタまたは小型サイクロンを通して抽気するブローダウン型、あるいは円筒部わきに予備分離室を設けて排気口付近からの散逸を防ぎ、集じん率を上げようとするファントングレン型などがある。

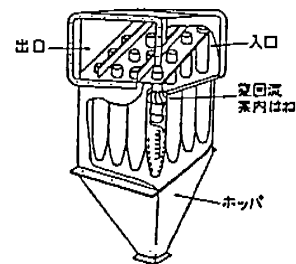


図 6-4 マルチサイクロン

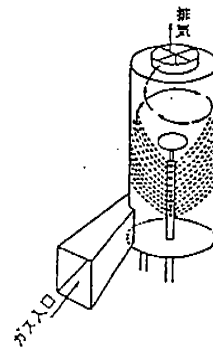


図 6-5 サイクロンスクラバ

6.4. ろ過集塵装置

この装置は、含じんガスをろ過材に通してダストをろ過分離する装置である。織布（または紙）によるものと、充てん層（おもにガラス繊維、ときに砂や石炭など）によるものがあり、両者はかなり集じん機構が異なるので分けて考えなければならない。しかし、充てん層形式のエアフィルタは、主として空気調和用など入口濃度が極めて低い場合に限られる。ろ過材を用いるろ過集じんは、布や紙のように薄いろ過材の表面に付着堆積したダスト層を、ろ過層として分離を行うもので、表面ろ過と呼ばれる。その代表的なものはバグフィルタで、そのろ過機構を図6-6に示す。すなわち、最初はダストがろ布に付着していて分離され、いわゆる初層（一次付着層、ダスト膜とも）が形成される。これまでは集じん率は低い、数秒～数分間で初層が形成されるとダスト自身の層によって1 μ m前後の微小ダストも捕集できるようになり、集じん率も99%を超えるようになる。圧力損失が次第に大きくなるためダスト層を払い落とすが、初層は残るので集じん率の低下は起こらない。普通使われるバグフィルタ（図6-7）では、径10～50cm、長さ1～10mの円筒形袋（バグ）を底を上にして並べて吊るし、下からガスを内部に送る。バグの付着ダスト層は適当な時間間隔で払い落とすが、この機構は装置の性能を左右するほど重要である。

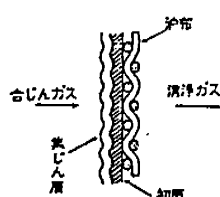


図6-6 ろ布における濾過作用の機構

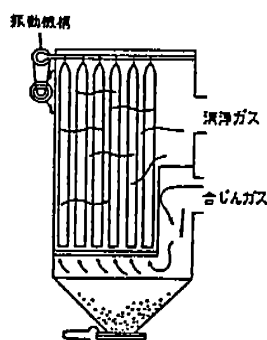
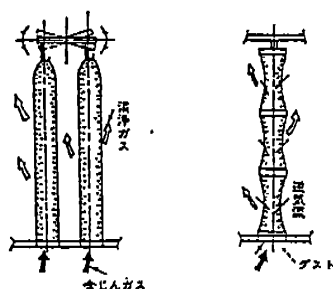


図6-7 バグフィルタ

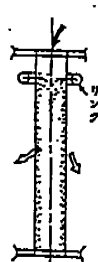
代表的な4種の払い落とし方法を図6-8に示す。①は従来の機械的振動型で、最近③、④の逆噴射型も普及してきた。連続ろ過操作が可能で、余分のろ過室を要しない利点をもっている。

ろ過面のガス流速はダストの粒径によっても異なるが、一般には0.3～10cm/sの範囲である。圧力損失は100～150mm H₂O、設備費は電気集じん装置に次いで高価である。100℃以上の高温ガス（最近のガラスウールろ布では300℃位まで耐えられる）、湿ったガスの処理には適しない。またろ布の摩耗による局部的破損から吹き抜けを生ずることがある。ろ布の耐熱性、耐アルカリ性、吸湿性および機械的強度などは、ろ布材の種類によって異なるので、処理ガスの性状に応じた選択が必要になる。

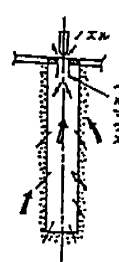


① 振動型

② 逆気流型



③ 逆気流ジェット型



④ パルス・ジェット型

図6-8 ダスト層の払い落とし方法

6.5. 洗浄集塵装置

含じんガスを液滴または液膜と衝突あるいは接触させ、ダストを洗浄水中に捕捉して分離する方法で、その装置をスクラバと呼ぶ。そのおもな分離機構は、①液滴、液膜と微小ダストとの慣性による衝突付着、②微小ダストの拡散による付着、③増湿による粒子の凝集性の増加、④ダストを核とした蒸気の凝結、⑤気泡によるダストの付着などが考えられる。

この方法は、装置が比較的安価で、機種によっては $0.1\mu\text{m}$ 程度まで高い集じん率で捕集でき、アルカリ液を用いれば硫黄酸化物などの有害ガスも同時除去できるなど優れているが、最大の欠点は多量の水を要し（機種により異なるが、ガス 1ℓ 当り最低 0.05ℓ 程度は必要）、しかも排液をさらに固液分離するという操作が加わる。したがって、設備費としてシッケナ、その他の水処理設備の分も加わる。したがって、設備費としてシッケナ、その他の水処理設備の分も加わる。また、腐食性ガスの場合、腐食や浸食も問題になる。圧力損失も、とくにベンチュリの場合 $850\text{mmH}_2\text{O}$ まで達するなど概して高くなる欠点がある。スクラバは次の 3 種に大別できる。

6.5.1. ため水式

水または他の液体を常時一定量保有する構造のもので、少量の水ですみ、液体供給には圧力を必要としない。球状物質を多孔板上にのせて充てん塔形式や、図 6-9 に示すような転流型スクラバがある。後者では含じんガスが高速で水中に入り気泡状に分散して転流し、通り抜けるさいダストが捕捉されるが、圧力損失が大きくなる。

6.5.2. 加圧式

加圧した水を噴射させ、衝突あるいは拡散によりダストを捕捉するもので、この方式にはベンチュリスクラバ（図 6-10）、ジェットスクラバ（図 6-11）、洗浄塔（図 6-12）などがある。

ベンチュリは中でも最も優れた性能をもっている。サイクロンのガス吸い込み部にベンチュリ管を挿し込んでスロート部の速度を $50\sim 100\text{m/s}$ 程度の高速にし、その周囲のノズルから液ガス比で $0.5\sim 1.5\ell/\text{m}^3$ の洗浄液を注入すれば、液は高速気流により微粒化され、拡がり管の中の激しい乱れによりガスと接触、後でサイクロンで分離される。圧力損失が $400\sim 850\text{mmH}_2\text{O}$ と大きいのが欠点であるが、高い集じん率が期待できる。とくに最近の高压高炉では、 $2000\text{mmH}_2\text{O}$ 程度のベンチュリがよく用いられている。この加圧水式では、洗浄水として、シッケナ、ストレーナなどで固液分離された上澄液を使用するが、加圧ノズルの閉塞に注意する必要がある。

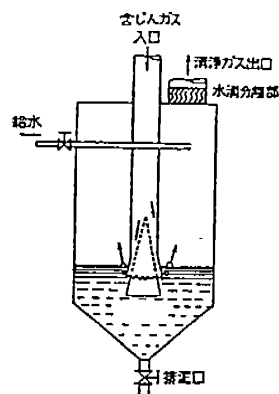


図 6-9 転流型スクラバ

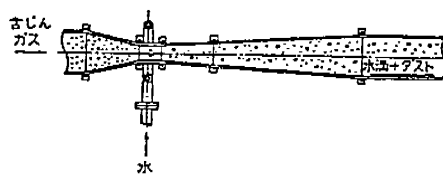


図 6-10 ベンチュリスクラバ

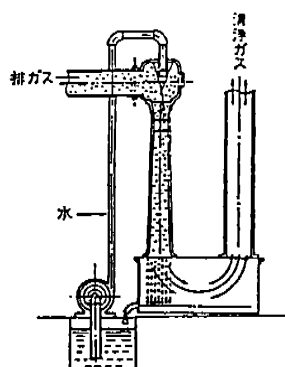


図 6-11 ジェットスクラバ

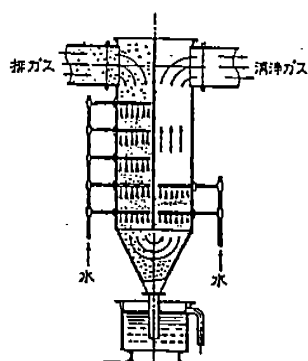


図 6-12 洗浄塔

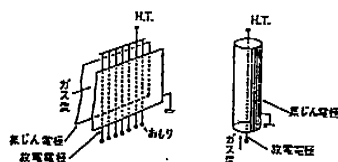
6.5.3. 回転式

洗浄水の分散を羽根車の機械的回転によって行うスクラバの総称で、タイゼンワッシャ、ロートクロンなどがこれに属する。タイゼンワッシャは多翼固定棒と回転する棒状羽根との間隔を通過する含じんガスに、回転運動によるせん断力で激しい乱れを与え、一方水を遠心送風機で中心より放射状に噴霧させてガス中のダストを接触捕集するもので、100～200mmH₂O の昇圧を行いうる利点がある。

6.6. 電気集塵装置

電気集じん装置とは、直流高電圧によってコロナ放電を発生させ、ガス中のダストを帯電させて（放電極部）、この帯電粒子を電氣的エネルギーの場である電界中を通過させ、ガスと分解させる機構（集じん極）をもつ粒子静電捕集方式をいう。電気集じん装置は、他の集じん装置に比較して、きわめて高い集じん率が得られ、極微粒子といわれるようなサブミクロン粒子（1μm 以下の粒子）も捕集が可能である。

電極形式には平衡平板形と円筒形（図 6-13）があり、通常負極が放電極、正極が接地されて集じん極になる。図 6-14 は平衡平板形電極の場合で、中央○印が高压放電極である。この放電極に数万ボルトの電圧をかけると、両電極間に火花放電する前にコロナ放電が起こり空気の絶縁が破壊される。発生した正負符号のイオンのうち放電極と異符号の＋イオンは放電極で電荷を失い、－イオンがガス分子またはダストに付着してクーロン力によって集じん極板上に捕集される。



(a) 平板形集じん器 (b) 円筒形集じん器

図 6-13 単段形集じん器

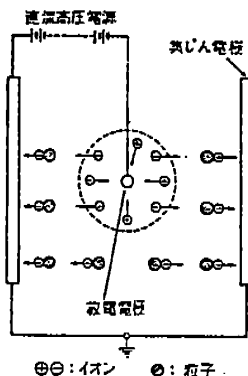


図 6-14 電気集じんの原理

6.6.1. 一段式と二段式

電気集じん装置を荷電形式によって分類すると、図6-15に示すように一段式と二段式とに大別される。

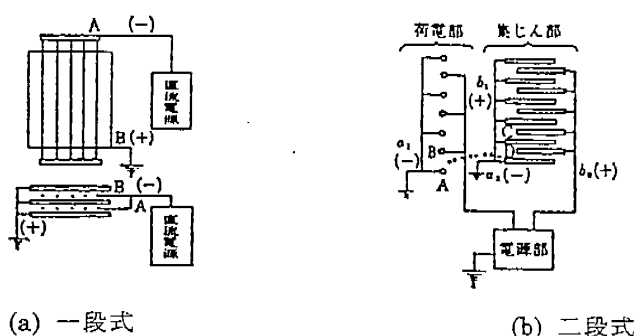


図6-15 荷電形式による電気集じん装置の分類

一段式は産業用として最も広範囲に採用されている形式で、ダスト粒子に電荷を与える荷電部と、荷電粒子を集じん極に捕集する集じん部とが、同一の電界において行われる。一段式では、飛散ダストに対する荷電と集じんが繰り返し行われるため、ダストの再飛散に対してきわめて有効であるが、ダストの見掛け電気抵抗が異常に高い場合に起こる逆電離現象を避けることはできない。一方、二段式は荷電部と集じん部との電界が分かれている形式で、微細なダスト濃度も比較的少ないばい煙の前処理に用いられる静電凝集器などに採用されている。この場合、逆電離は起こらないが、集じん極追打時の再飛散ダストは、そのまま同伴されるので、通常、後段に二次集じん装置が必要となる。

6.6.2. 湿式と乾式

電気集じん装置の電極に付着堆積したダストを洗浄する方法として、機械的衝撃を電極に与える形式と、水で洗浄する方式とがある。前者を乾式電気集じん装置、後者を湿式電気集じん装置と呼んでいる。乾式は機械的追打のときダストの再飛散が生じること、及び粒子の見掛け電気抵抗率の値が電気集じん作用に適さないときに起こる再飛散現象を伴うおそれがある。湿式は常に水膜を流下させているのでこのような再飛散は生じない。

6.6.3. 電気集じん装置の集じん率

電気集じん装置の集じん率については、一般式として、次式で与えられるドイッチュの式がある。

$$\eta = 1 - \exp\left(-\frac{\omega A}{Q}\right) \quad (6-2)$$

ここに、 η : 集じん率

ω : ダストの移動速度(cm/s)

A: 有効集じん面積(cm²)

Q: 処理ガス量(cm³/s)

集じん率を高めるには、ダスト粒子の移動速度 ω を大きくし、処理ガス量当りの有効集じん面積 A/Q を大きくとることが必要となる。移動速度 ω に最も大きな影響を与えるのは、荷電及び集じん空間の電界強度であり、処理ガス量当りの有効集じん面積 A/Q は、つまり荷電時間を大きくとること、いい換えれば装置の大きさが大きいほど集じん率は高くなる。

6.6.4. ダストの見掛け電気抵抗率と集じん率

電気集じん装置の放電特性にもっとも大きく影響を与え、集じん率に影響するものはダストの見掛け電気抵抗率である。一般に電気抵抗率とは物質の種類によって定まる定数である。ある物質の電気抵抗率は、一定な形（立体的）としたその物質の電気抵抗を測定する。この抵抗を物質の固有電気抵抗率という。すなわち、ある物質の電気抵抗率とはこのような立法体の抵抗に換算したときの値をいう。図6-16に処理時のガス温度、ガス湿度におけるダストの見掛け電気抵抗率と集じん率及び放電電流の特性を示す。

(1) $10^4 \Omega \cdot \text{cm}$ 以下の場合（再飛散領域）

ダストの見掛け電気抵抗率 $10^4 \Omega \cdot \text{cm}$ 以下の場合、図6-17に示すように帯電ダストが集じん極に付着すると、直ちに負荷を放電中和し空間へ飛び出していく。また、ただちに帯電ダストとなり、集じん極に付着され再び電荷を放ち空間に戻る。この動作を繰り返す。一般にこれを飛躍現象または異常飛散と呼んでいる。

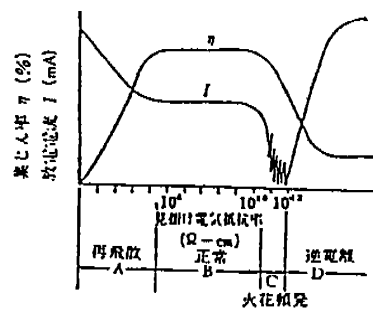


図6-16 ダスト見掛け電気抵抗率と集じん率

(2) $10^4 \sim 5 \times 10^{10} \Omega \cdot \text{cm}$ の場合（正常領域）

ダストの見掛け電気抵抗率が $10^4 \sim 5 \times 10^{10} \Omega \cdot \text{cm}$ 程度の範囲では、帯電ダストの電氣的な中和が適当な速さで行われるため、理想的な電気集じんが行われる。

(3) $5 \times 10^{10} \sim 10^{11} \Omega \cdot \text{cm}$ 前後の場合（火花頻発領域）

ダストの見掛け電気抵抗率が $5 \times 10^{10} \Omega \cdot \text{cm}$ 程度を超えると集じん極に付着した帯電ダストの電氣的な中和が遅くなるため、集じん極の表面に付着したダスト層内には、図6-18に示すように、電界が形成されこの分だけ放電極のコロナ発生電圧は低くなる。ダスト層の絶縁破壊電界強度を超えると、集じん極側から正コロナが発生するようになる。この現象を逆電離と呼んでいる。この状態になると集じん率は低下する。この火花頻発領域は、逆電離の第一段階とも呼ばれている。

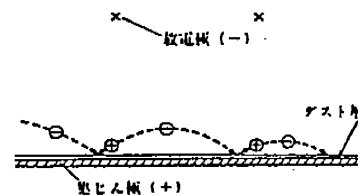


図6-17 異常再飛散現象

(4) $10^{12} \Omega \cdot \text{cm}$ 以上の場合（逆電離領域）

ダストの見掛け電気抵抗率が $10^{12} \Omega \cdot \text{cm}$ 程度を超えると、火花放電は全く停止し、荷電は安定し放電流が大量に流れるようになるが、ダスト層の全面にわたって絶縁破壊が起こり、集じん極の全面から、リン光を帯びた正コロナが発生するようになる（図6-19）。このような逆電離現象が起きると、荷電は一見安定し大量の放電電流が流れることになるが、これらは大部分が正コロナ電流で、逆集じんの働きをなし、集じん率は著しく低下することになる。通常、逆電離の対策としては、処理ガスの調湿によってダストの見掛け電気抵抗率を下げる方法が採用されている。調湿の方法には、処理ガスに SO_3 または水分を注入するなどの方法がとられる。

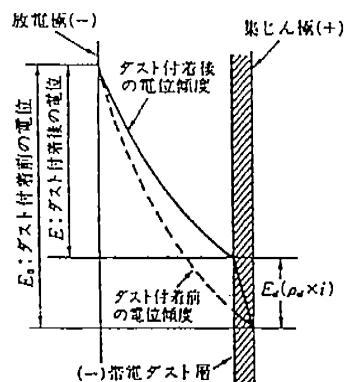


図 6-18 負帯電ダストによる電界の形成

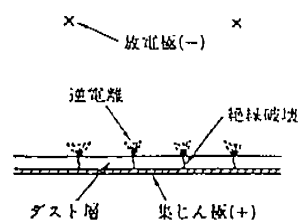


図 6-19 逆電離現象

6.7. 装置選択上の注意

集じん装置にはいずれも一長一短があって、万能の装置が見当たらない。とくに濃度が高く粒径分布の幅の広いダストには、1つの装置で完全な捕集はできないので、異なった性能をもった2種の装置を組み合わせる方法がしばしば採用される。また、簡単な分離器を前置して集じん率を向上させる方法もよく行われている。組み合わせ方法については、それぞれの状況に応じて適当な方法を考える必要がある。

集じん装置はフード、ノズル、ダクト、分離器、送風機、排出ダスト処理装置からなり、作業現場の労働環境改善を目的とした集じんや、開放型の炉（電気炉）などにおいてはフッドの果たす役割は非常に大きい。また、集じん装置の運転中に起こる故障の過半数は送風機であるから、たとえば羽根へのダストの付着、または水分凝縮に伴う有害ガス成分の作用など、あらかじめ十分検討して送、排風機の形式や材質を選定する必要がある。このように、集じん装置における付属部分については、場合によってはダストおよびガス条件について、また各種装置の特性や保守について十分検討の上選択する必要がある。各種装置の性能比較を表6-1に示す。

表 6-1 各種集じん装置の実用的比較

分類名	形式	取扱われる 粒径 [μm]	圧力損失 [mmAq]	集じん率 [%]	設備費	運転費
重力集じん装置	沈降室	1000~20	10~15	40~60	小程度	小程度
慣性力 "	ルーバ型	100~20	30~80	50~70	"	"
遠心力 "	サイクロン型	100~5	100~200	70~95	中程度	中程度
洗浄 "	ベンチュリスクラバ	100~0.1	400~850	80~95	"	大程度
ろ過 "	バグフィルタ	20~0.1	100~200	90~99	"	中程度以上
電気 "		20~0.05	10~20	80~99.9	大程度	小~中程度

7. VOCs 除去技術

7.1. 炭化水素類

炭化水素類は図 7-1 に示すように、原油、石油製品、石油科学製品等として様々な分野で使用され取り扱われている。また、それに伴って炭化水素類を排出している業種、施設も多岐多様にわたっている。排出防止技術による排出抑制対策には排出形態の多岐多様さに応じ各種のものがあるが、日本の環境庁大気保全局では表 7-1 に示すように施設別排出抑制対策方法を取りまとめている。

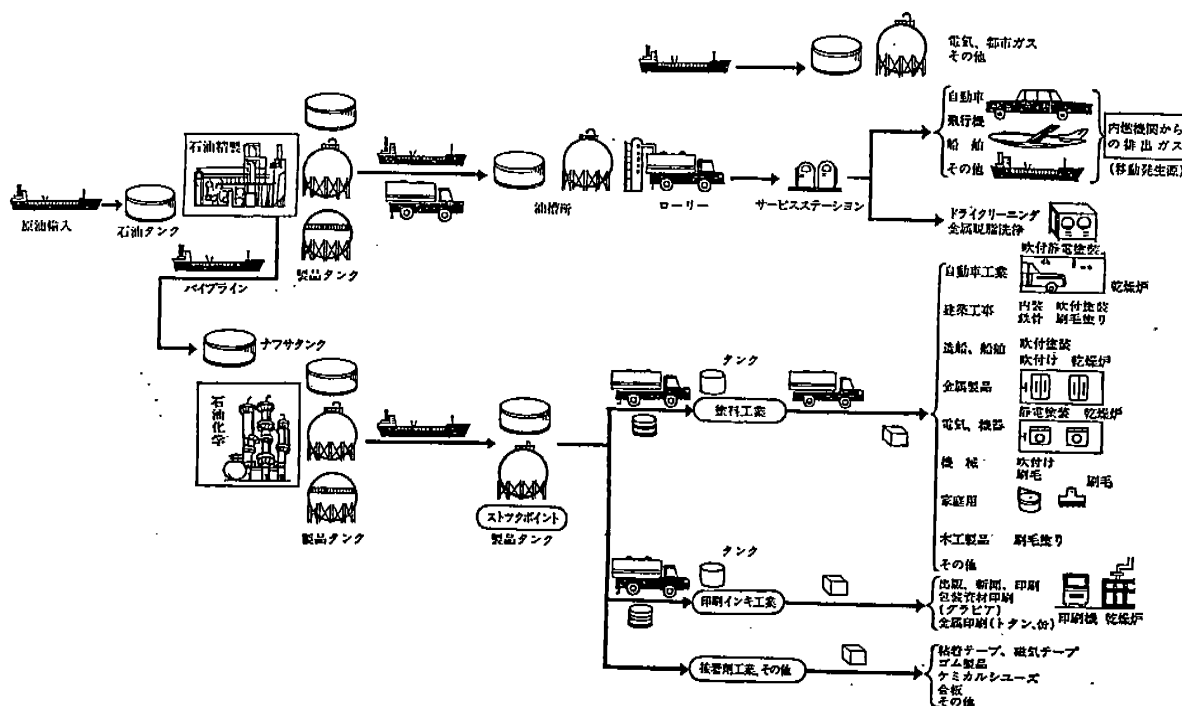


図 7-1 炭化水素類の主な発生源

表 7-1 (1) 施設別排出抑制対策

業種・対策 施設	排出業種 (日本標準産業 分類による)	排出抑制対策
1 貯蔵施設	石油・石炭製品 製造業 化学工業 食料品・たばこ 製造業 電気・ガス業 飲業 卸売業・小売業 運輸業	①タンク色を白色、銀白色等の淡彩色とした浮屋根式又は内部浮屋根式とするか、若しくは凝縮、吸収等の処理装置の設置。 ②特に新設の大規模施設にあつては、浮屋根式又は内部浮屋根式とする。 ③タンク車、タンクローリー等を用いて出荷する場合には、ベーパーリターン設備又は処理装置の設置。 なお、船舶への出荷については、更に検討を要する。 ④給油所における地下貯蔵施設など特定の使用状態にあるものについては、ベーパーリターン設備が適用できる。 ⑤貯蔵物質の冷却、ブリザーバルブの使用など。

表 7 - 1 (2) 施設別排出抑制対策

2 輸送施設 (船舶、タンクローリー、ドラム缶等)	石油・石炭製品製造業 化学工業業 鉱業 卸売業・小売業 運輸業	①ベーパーリターン設備等を使用して貯蔵施設又は処理装置と繋結できるよう適切な構造とする。 なお、船舶については、船体の耐圧強度、船倉レベルの確認方法等の問題があり、更に検討を要する。
3 塗装施設 (乾燥を含む)	木材・木製品製造業 家具・装備品製造業 ゴム製品製造業 なめし皮・同製品製造業 窯業・土石製品製造業 鉄 鉱 業 非鉄金属製造業 金属製品製造業 一般機械器具製造業 電気機械器具製造業 輸送用機械器具製造業 精密機械器具製造業 武器製造業 その他の製造業 サービス業 建設業	①屋外塗装や屋外塗装に近い大型機械類などの屋内塗装では、低公害塗料の使用。 ②上記以外の屋内塗装では、低公害塗料の使用又は吸着、接触酸化、直接燃焼等の処理装置の設置。 ③塗装方法、塗装工程等の改善による塗着効率の向上。
4 印刷施設 (乾燥を含む)	出版・印刷・同関連産業 パルプ・紙・紙加工品製造業 木材・木製品製造業 窯業・土石製品製造業 金属製品製造業 非鉄金属製造業 その他の製造業	①低公害印刷インキの使用。 ②金属板印刷における焼付工程などでは、吸着、接触酸化等の処理装置の設置。
5 金属等脱脂施設	繊維工業業 家具・装備品製造業 非鉄金属製造業 金属製品製造業 一般機械器具製造業 電気機械器具製造業 輸送用機械器具製造業 精密機械器具製造業 武器製造業 その他の製造業 サービス業	①吸着、凝縮等の処理装置の設置。 ②アルカリ、エマルジョン、揮発性の低い溶剤などによる脱脂方法への転換。
6 接着剤塗布施設 (乾燥を含む)	繊維工業業 木材・木製品製造業 パルプ・紙・紙加工品製造業	①低公害接着剤の使用。 ②吸着、接触酸化等処理装置の設置。

表 7-1(3) 施設別排出抑制対策

	ゴム製品製造業 なめし皮・同製品製造業 窯業・土石製品製造業 鉄 鋼 業 非鉄金属製造業 電気機械器具製造業 その他の製造業 建 設 業	
7 その他		排出実態は必ずしも明らかではないが、1～6以外にも乾留施設、混合・混練施設、抽出施設などの炭化水素類が排出されているものと考えられる発生源がある。これら発生源への対策としては、まず排出実態を明らかにし、その上で第Ⅱ部第3章に示した防止技術の中から対策を選定することにより対応は可能と考えられる。また、既に処理装置による対策を実施している例もある。

出典：光化学スモッグ防止に向けて炭化水素類排出抑制マニュアル、環境庁大気保全局、1982年

7.2. 有機系塩素化合物(洗浄用溶剤)

中小企業事業団では有機系塩素化合物の排出抑制対策を取りまとめている。

洗浄装置からの排出ガスに関する対応策は基本的には、洗浄装置をできる限り密閉化する。そのために、装置全体を囲むチャンバーを設け、密閉化した部分からの吸引はできる限り最小限度にとどめることが大変有効である。それによって排出濃度及び排出量をかなり抑制できる。さらに、このような対応策をとることにより、活性炭吸着処理、深冷又は圧縮深冷等による排出ガスの回収、処理設備の小型化が可能となる。洗浄装置、フード、チャンバー等からの排出ガスを極力抑制するための対応策を次に示す。

7.2.1. 被洗浄物の搬入部・搬出部にフード又はチャンバーの設置

槽の上部から排気すると、洗浄装置を囲うフードの搬入部・搬出部から大量の空気を吸い込み、溶剤の拡散による損失が多くなるため避けなければならない(図7-2参照)。

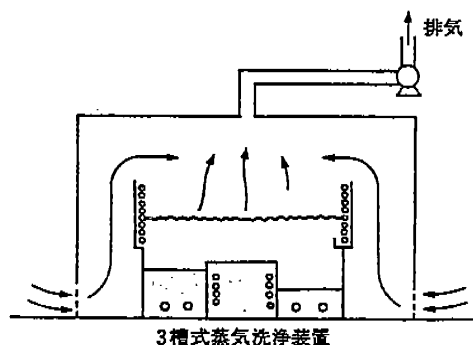


図 7-2 3槽式蒸気洗浄装置の囲い式フードの悪い例

図7-3に示すように、洗浄装置を囲むチャンバーを設置し、さらにその外側の被洗浄物の搬入部・搬出部にもそれぞれチャンバーを設け、局所排気はここから吸引する。その時、作業

場から搬入部・搬出部へ流入する空気の流速を有機則第 16 条第 1 項の制御風速（囲い型フードの場合、0.4m/秒）以上に保つことが必要である。

洗浄装置を囲むチャンバーからの排気は、被洗浄物を搬入・搬出する際に出入口チャンバーへ蒸気が漏れない程度の吸引とする。そして、その吸引口は、洗浄装置上部の冷却管部付近の比較的蒸気濃度の高い部分に設定する。その理由は、回収は高濃度である方が効率の良いことと、洗浄装置を囲むチャンバー全体に高濃度の蒸気が充満されるのを防ぎ、搬入・搬出作業時に若干外のチャンバーに漏れたとしても、その影響を少なくすることができるからである。吸引した蒸気は、濃度は高いが、ガス量が少量であるから、比較的小型の活性炭吸着装置等により溶剤を回収して再利用することができる。

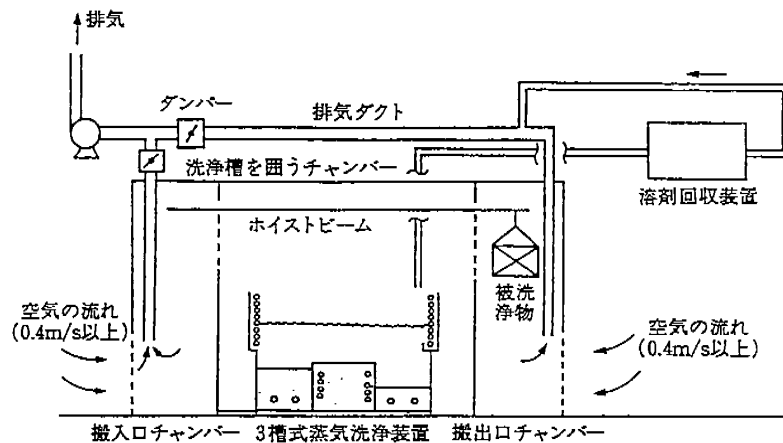


図 7-3 3 槽式蒸気洗浄装置の被洗浄物の搬入部・搬出部のチャンバーの設置及び排気系統の例

7.2.2. 風量調節ダンパー

局所排気装置の搬入部及び搬出部の排気ダクトは、図 7-3 に示すようにそれぞれのダクトに風量調節ダンパーを設け、適切な風速になるように調節する。

7.2.3. 洗浄装置の蓋の設備

洗浄槽に適切な蓋が設けられていないときには、蒸気洗浄槽の周辺の気流により溶剤蒸気が拡散し、溶剤の損失となる。大型及び小型蒸気洗浄槽周辺の気流と溶剤蒸気の拡散の状態を図 7-4 及び図 7-5 に示す。

洗浄槽には蓋を設け、手動又は自動的に被洗浄物の搬入・搬出時のみ蓋が開く構造にし、洗浄作業時は閉じることにより溶剤蒸気の損失を抑制できる。蓋の構造は、スライド式シャッター、ハッチ（観音開き又は左右スライド）等とし、開閉は蒸気層を乱さないようにゆっくり行なう。洗浄槽のハッチ式蓋（観音開き）の例を図 7-6 に示す。

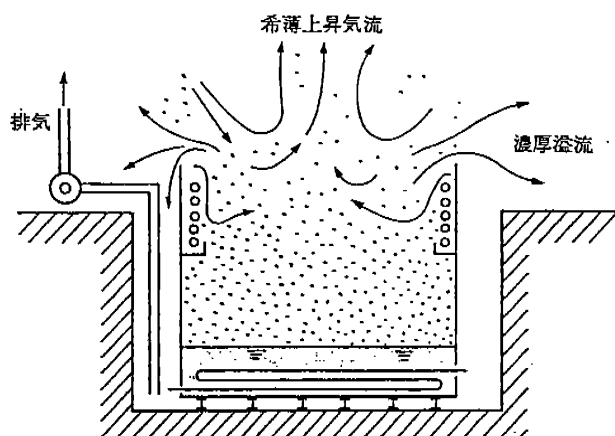


図 7-4 大型蒸気洗浄層の気流と拡散の状態

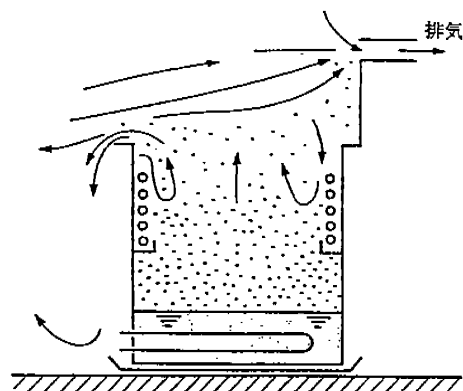


図 7-5 小型蒸気洗浄層の気流と拡散の状態

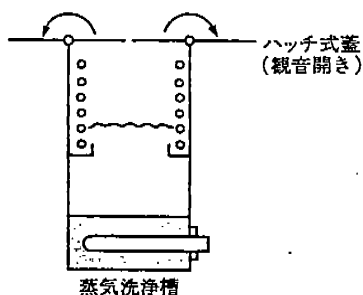


図 7-6 蒸気洗浄層のハッチ式蓋の例

7.2.4. 完全密閉型洗浄装置

スプレー洗浄、シャワー洗浄、蒸気洗浄等では、洗浄運転中は、洗浄装置を完全に密閉する構造にすることにより溶剤の排出を大幅に抑制できる。そのために、被洗浄物の搬入部・搬出部にチャンバーを設け、外部との入口・出口及び洗浄槽との入口・出口にそれぞれ完全に密閉できる扉を取り付ける。完全密閉型蒸気洗浄装置の例を図 7-7 に示す。

この装置の特長は、被洗浄物に随伴する溶剤蒸気を除去するために被洗浄物を搬出する前に扉 A 及び B を閉じたまま排気ポンプを稼動してチャンバー内の空気を排出することにある。この時、チャンバーが真空にならないよう空気の流入口（チェック弁）を設ける。その位置は、チャンバー内の気流ができるだけピストン流になるようにする。扉 A、チャンバー、扉 B を経由して被洗浄物を洗浄槽内に入れる。洗浄中は扉 B を閉じ、洗浄後、被洗浄物は扉 B を開いてチャンバーに取り出す。次いで、扉 B を閉じ、ファンを稼動してチャンバー内の蒸気を完全に取り去ってから扉 A を開いて被洗浄物を取り出すが、液の持ち出しのないように被洗浄物の置き方（並べ型）を工夫し、乾燥を充分に行う。

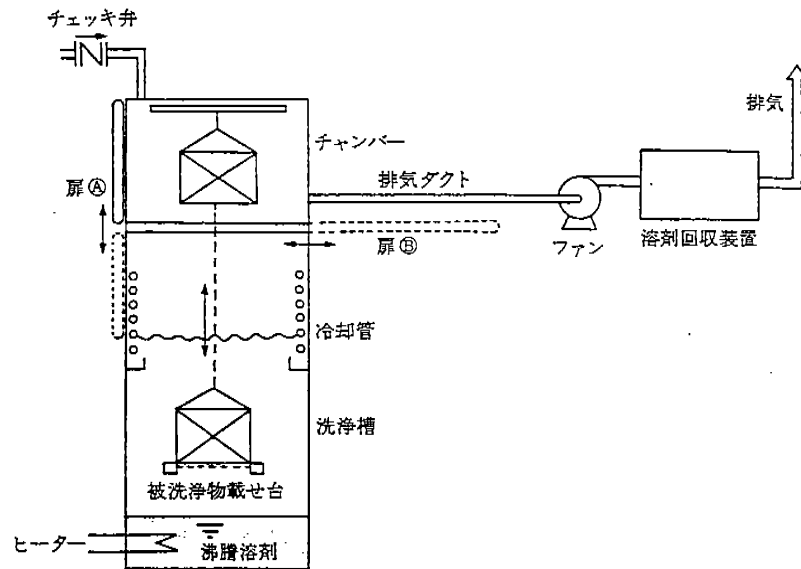


図 7-7 完全密会型蒸気洗浄装置の例

7.2.5. フリーボード比

洗浄装置のフリーボード比(洗浄槽の短い方の開口寸法 a に対する蒸気/空気境界から洗浄槽の上端までの高さあるいは深さ b の比 b/a)は、排出ガスの抑制対策として非常に重要なものの一つである)。フリーボード比は、できる限り大きくすることにより、溶剤の拡散による損失や蒸気層の乱れによる損失を低減することができる。特に、被洗浄物を連続的に搬送する洗浄装置で蓋をすることが難しい場合には、フリーボード比を大きくすることが排出抑制に有効である。

7.2.6. 冷却能力

冷却効果を高めるには、洗浄槽の幅をできる限り狭くし、かつ、冷却管の伝熱面積を十分に大きくとる。この場合、冷却管を2段に分けて、それぞれにチラー水及び水道水を通すと冷却効果が高くなる。また、冷却水の供給水温のみでなく、戻り水温にも注意し、冷却水量が十分かどうか確認する。冷却水の供給水温は、トリクロロエチレン及びテトラクロロエチレンでは25℃以下、塩化メチレンでは5～15℃に保ち、供給水温と戻り水温との温度差は、10℃以内になるようにする。

7.2.7. 圧縮冷却

圧縮冷却による溶剤の回収は、排出量の削減対策として有効である。例えば、トリクロロエチレンの蒸気洗浄において、蒸気洗浄槽の蒸気層のすぐ上部からトリクロロエチレンを含むガスを吸引し、6Kg/cm²G までに圧縮し、次いで-35℃まで冷却して凝縮回収した後、常圧に戻すと、トリクロロエチレンの濃度は約350ppmになる。塩化メチレンでは、さらに高濃度の約30,000ppmになる。

しかしながら、この方法は、高濃度ガスから溶剤を回収するのに非常に有効である。回収後

の排出ガスは、まだ濃度が高いので活性炭吸着等によりさらに溶剤を回収する。また、活性炭吸着を用いず、冷却凝縮した冷たいガスを洗浄槽のフリーボード部に戻せば、蒸気槽の冷却と系外への排気量の削減に有効で、大気への排出を抑制できる。また、排出ガスの再循環の場合には、冷却を -35°C のような低温にする必要がなく、冷凍機の負荷を低減できる。図7-8に圧縮冷却による溶剤の回収と排気再循環の例を示す。

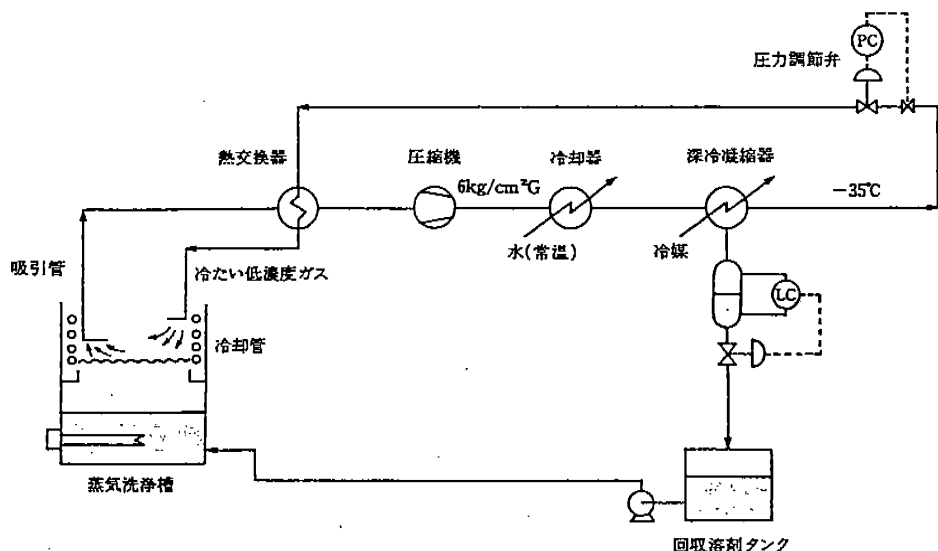


図7-8 蒸気洗浄装置における圧縮冷却による溶剤の回収と排気再循環の例

7.2.8. 密閉型に近づけた蒸気洗浄装置

密閉型に近づけた蒸気洗浄装置への改造例を図7-9に示す。洗浄作業中にもフード内部で仕切りができるように仕切り蓋、槽内の額縁型邪魔板、槽の内部蓋等を設置する。さらに、槽内蒸気層に槽外を経由した循環冷却系を設ける。また、槽の周辺、扉のすき間に沿った吸引ダクトを設置すること等によりフード内部の気流を乱さないで作業環境への溶剤蒸気の漏れを防ぐことができる。

7.2.9. 真空洗浄装置

真空洗浄装置は、急激な排気負荷の問題を除けば、乾燥工程も含めて密閉化度の非常に高い装置である。しかし、真空排気が急激に発生するので、その排出ガスの処理の仕方には注意が必要である。

真空洗浄装置においてスプレー洗浄等を行なうと、洗浄装置内はその温度における蒸気圧（表7-2参照）に相当する溶剤が存在する。例えば、 20°C における空気中の飽和量は、トリクロロエチレンは約 $76,000\text{ppm}$ 、テトラクロロエチレンは約 $21,000\text{ppm}$ 、塩化メチレンは約 $460,000\text{ppm}$ で非常に濃度が高い。活性炭吸着速度には一定の値があり、その速度を超えて排気ガスを送ると吸着されないで、残った溶剤蒸気はそのまま排出されることになる。従って、この真空洗浄装置からの排気ガスを直接活性炭吸着処理する場合には、非常に大きな容量の活性炭が必要となり効率的でない。その対策として、蓄圧室に一時的にためておき、洗浄装置の復圧時にそのガスを洗浄装置に戻すようにすれば、溶剤の損失が少なくなる。また、真空漏れ

の際に入りこんだ空気の放出のみを負荷すればよいので、活性炭の容量も大幅に少なくすることができる。

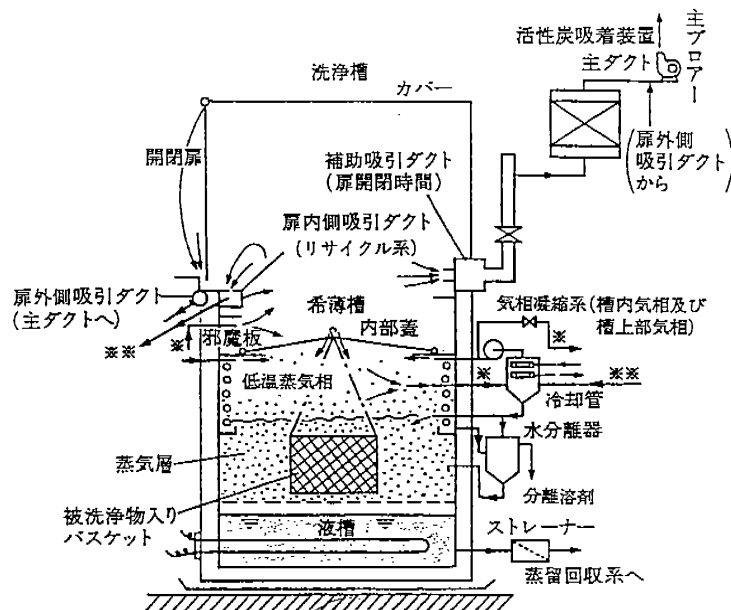


図 7-9 密会式に近づけた蒸気洗浄装置の例

表 7-2 塩素系有機溶剤の蒸気圧

温度 (°C)	蒸 気 圧		
	トリクロロエチレン	テトラクロロエチレン	塩化メチレン
-50	0.5 mmHg		6 mmHg
-40	1.3	0.2 mmHg	15
-30	3	0.4	28
-20	6	1	51
-10	11	2	88
0	20	5	145
10	35	8	229
20	59	16	350
30	93	27	523
40	144	41	760
50	214	67	1.4 atm
60	311	104	1.9
70	456	155	2.6
80	608	226	3.4
90	1.1 atm	319	4.5
100	1.5	439	5.7
110	1.9	592	7.9
120	2.5		9.0
130	3.2		
140	4.0		
150	4.9		

7.2.10. 活性炭等による排出ガスの処理

塩素系有機溶剤を含む排出ガスは、活性炭吸着等で処理することができる。取り扱いの注意点は次のとおりである。

- ① 活性炭吸着装置は、活性炭が塩素系有機溶剤で飽和状態になる前に吸着を停止し、再生又は変換を行なう。
- ② 吸着を停止した活性炭に水蒸気を吹き込んで塩素系有機溶剤を脱着し、回収する場合には、活性炭の乾燥、水分離器の詰まり及び水抜きに注意する。
- ③ 水分離器により分離された水は適切に処理する。

活性炭吸着装置には次の3方式があり、いずれも実用化されている。

- ① 粒状活性炭（固定床式）方式
- ② 繊維状活性炭（固定床式）方式
- ③ ビーズ状活性炭（流動床式）方式

活性炭吸着装置は、排出ガスを連続的に処理するために、通常、図7-10に示すように2塔式として、吸着と脱着（再生）とを切り替えて交互に使用する。

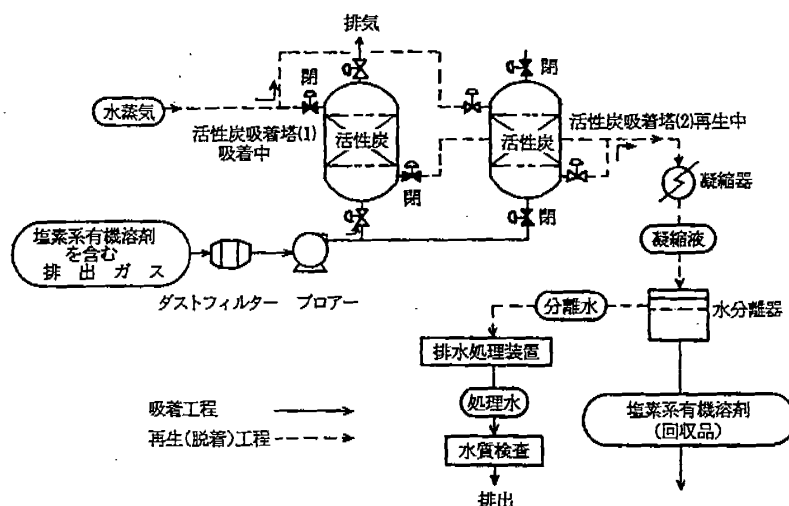
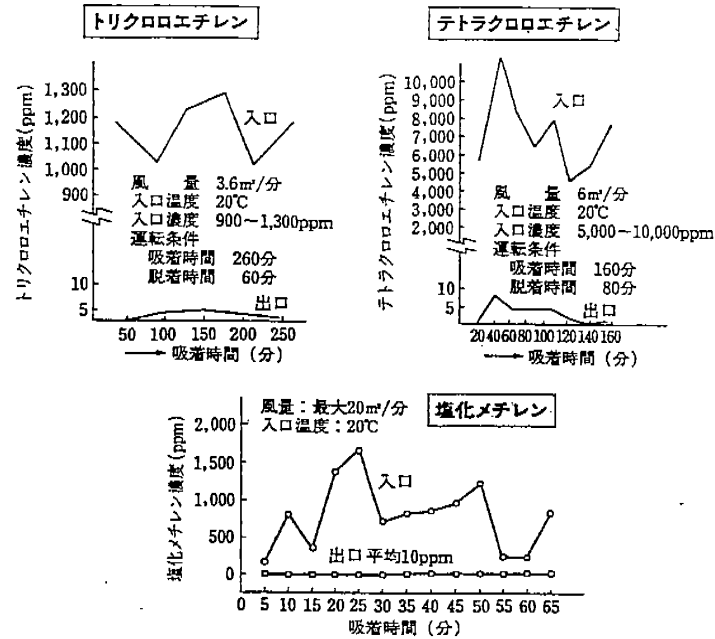


図7-10 塩素系有機溶剤排出ガスの活性炭吸着装置（2塔式）の例

活性炭吸着装置から水蒸気を吹込んで塩素系有機溶剤を脱着して回収する場合、水分離器からの水は飽和濃度に近い溶剤を含んでいるので適切な排水処理を行なう必要がある。なお、活性炭吸着装置から加熱空気、ヒーター等を用いて塩素系有機溶剤を脱着して回収することもできる。塩素系溶剤排出ガスの活性炭による吸着処理時の入口及び出口ガス濃度の一例を図7-11に示す。

排ガス処理後の使用済み活性炭は、ポリ袋に入れて密封して、これをふた付き容器等に入れてふたをして廃棄物置場に保管し適正に処理する。塩素系有機溶剤の回収液、水分、安定性（pH又は酸分等）等に留意して再利用する。

①粒状活性炭吸着方式



②繊維状活性炭吸着方式

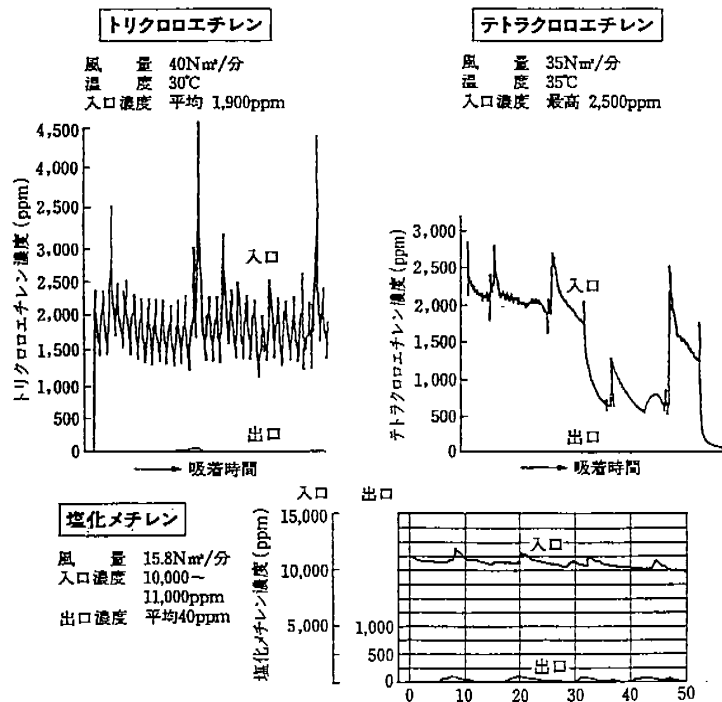


図 7-11(1) 塩素系有機溶剤排出ガスの活性炭吸着装置の入り口及び出口ガス濃度の例

③ ビーズ状活性炭吸着方式

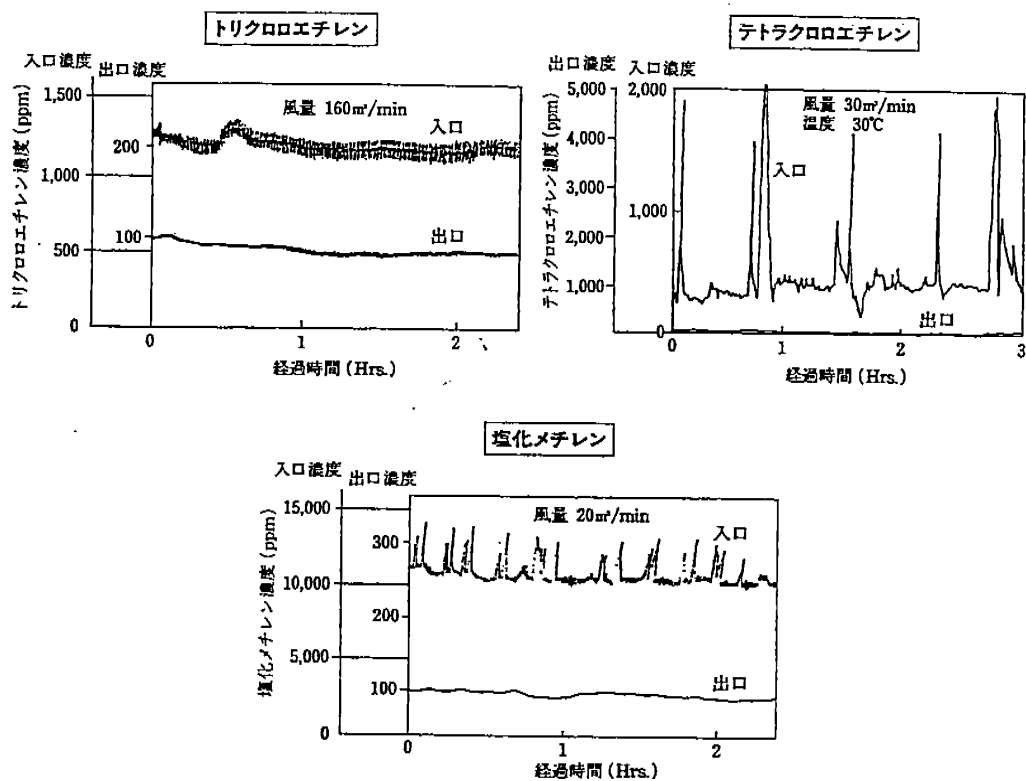


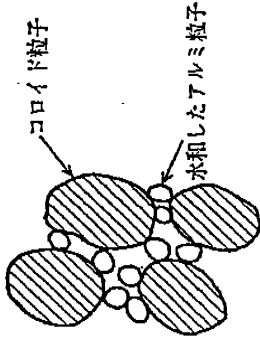
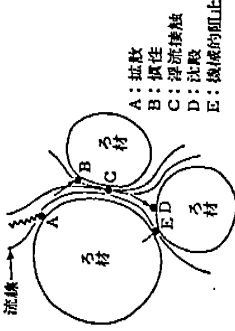
図 7-11(2) 塩素系有機溶剤排出ガスの活性炭吸着装置の入り口及び出口ガス濃度の例

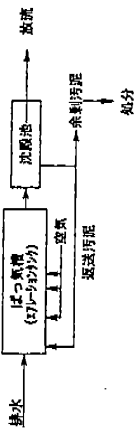
1 排水処理技術の概要

表－1

処理技術 の 分 類	処理法の概要	代表的な排水処理技術	その他の排水処理技術
生 物 学 的 処理	微生物作用を活用して 有機物の分解除去を行 う。	・ 活性汚泥法 ・ 硝化脱窒活性汚泥法 ・ 生物脱磷活性汚泥法	・ 散水ろ床法 ・ 生物膜法 ・ 酸化池 ・ オキシデーションデ イッチ
固 液 分 離 処理	物理作用（重力、ろ過 等）により懸濁物質と 溶解性物質を分離す る。	・ 凝集沈殿法 ・ 油水分離法 ・ 砂ろ過法	・ 沈殿分離法 ・ 浮上分離法 ・ ろ過分離法
物理・化学 的処理	薬剤・酸化剤により、 汚濁物質を酸化分解、 あるいは吸着除去す る。	・ オゾン分解法 （酸化・還元法） ・ 活性炭吸着法 （吸着法）	・ 逆浸透膜法 ・ 電気透析法 ・ イオン交換法 ・ 塩素分解法 ・ 紫外線分解法 ・ キレート吸着法 ・ アンモニアストリッ ピング法 ・ 晶析脱磷法 ・ 鉄接触材磷除去法

表一2

	a. 活性汚泥法	b. 凝集沈殿法	c. 砂ろ過法
(1) 原理等	好気性微生物群とその呼吸に必要な溶存酸素及び微生物の代謝分解・増殖に必須な基質(有機物)の3つの重要因子を、相互の接触をうまく保ちながら、微生物による基質の好気性分解を活発に進めようとする処理法である。	排水中の 10^{-4}cm ($1\mu\text{m}$) 以下の微細粒子が荷電していることに着目し、電荷を中和すると共に衝突機会を増大させ、下図に示すように、粒子を凝集させて大きくし、フロックを形成させて沈殿分離する。 	凝集沈殿処理等で除去できなかった微量の懸濁物質をさらに除去するためにろ過処理するものであるが、一般的に砂がろ材として用いられるので砂ろ過法と呼ばれる。 ろ過の効率を高めるために、砂だけでなく、アスラサイト、ガーネットなどをを用いて多層構造とする方法もある。 ろ材を充填したろ過装置に排水を通水し、ろ材の間隙を通してろ過する際に懸濁物質がろ材に捕捉されることを利用する。懸濁物質は、ろ材の空隙に抑留されるが、捕捉される粒子の大きさはろ材の空隙に比べてはるかに小さいことから、機械的な篩い分け機構に加えて懸濁粒子が凝集してろ材と接合するものと考えられている。 
(2) 主な反応機構	生物化学反応	・電気化学反応 ・沈殿分離	・機械的篩い分け ・凝集接合
(3) 主な除去対象物質	生物分解性の有機物	10^{-4}cm ($1\mu\text{m}$) 以下の微細粒子及び電気化学反応により析出するイオン態溶存物質	凝集沈殿処理で除去できなかった微量の懸濁物質

(4) プロセスの構成	① ばっ気槽 ・ばっ気槽の活性汚泥 (好気性微生物群) に空気を供給する。 ② 沈殿池 ・有機物を分解した活性汚泥を重力により分離する。 	① 薬品注入 ・微細粒子 (コロイド粒子) が持つ電荷と反対の電荷を持つ薬品を添加する。 ・アルミニウム、鉄などの金属イオンが一般的であるが、高分子有機物による薬品も開発されている。 ② 凝集操作 (コアギュレーション) ・添加した薬品の混和と衝突機会を増大させるために急速かく拌する。 ③ フロック形成 (フロキュレーション) ・衝突合一した粒子をさらに衝突させフロックを成長させる。 ・この操作は緩速かく拌により行う。 ④ 沈殿分離 ・①～③の操作により得られた懸濁粒子のフロックを沈殿分離する。	① ろ過塔 ・篩い分けを行うろ材 (珪砂等) の充填槽 ② 逆洗装置 ・目詰まりした物質を逆流洗浄する。
(5) 薬品使用	特になし	凝集剤として薬品を使用する。	特に使用しないが、凝集剤を使用することもある。
(6) 汚泥の生成	有機物の除去に伴い増殖した微生物群の一部を余剰汚泥として処分する。	除去された微細粒子と添加した薬品に起因する汚泥を処分する。	捕捉した懸濁物質を洗浄 (逆洗) し、汚泥として処分する。
(7) 主な操作因子	・ばっ気槽の微生物量 (MLSS) の維持 ・エアレーションによる溶存酸素	・薬品の選定と添加量の決定 ・急速かく拌条件 ・緩速かく拌条件	・ろ過速度 ・逆洗頻度
(8) 処理プロセスの位置づけ	・有機性排水の主要処理プロセス ・生物処理技術の代表的処理法	・主として濁質を含む無機性排水の主要処理プロセス ・生物処理と組み合わせる生物処理で除去困難な有機物、磷の除去効果を高めることが可能	・生物処理、凝集沈殿法の仕上げ処理 ・オゾン処理、活性炭吸着処理の機能保護のための前処理 ・単独で排水処理に使用されることは一般的ではない。

	d. オゾン処理法	e. 活性炭吸着法	f. 油水分離法
(1) 原理等	オゾン (O₃) は、不安定であるため、次に示すように、酸素原子1つを解離して酸素になる。 $O_3 \rightarrow O_2 + O$ このとき生じる酸素原子 (O) は、発生期の酸素原子とも呼ばれ、塩素よりも強い酸化力を持ち、塩素のよう副生成物を生じないこと等の利点があるため、排水の化学的酸化剤として生物処理水に残存する有機物の分解や消毒、ウィルスの不活性化、脱色に用いる。	活性炭は、炭素を主成分とする多孔質体で活性化されているため、表面に微細孔が無数に存在する。比表面積が大きく、生物学的あるいは物理・化学的に除去できない微量溶存有機物も吸着除去出来ることを活用する技術である。特に生物処理で除去できなかった有機物も、活性炭吸着法により効率よく除去できるとされている。 活性炭の形状により、粒状のものを吸着塔に充填し排水を流して処理する方法と、粉末活性炭を排水に添加して混和し沈殿等により分離する方法があるが、粒状活性炭を吸着塔に充填する方法が一般的である。 活性炭の原料としては、やしがら、石炭などがある。処理を継続すると吸着除去効果が低下するので、活性炭の再生処理が必要となる。 吸着反応に加えて、活性炭表面に微生物が増殖し、生物処理も行われる。これを意図的に行うものを生物活性炭と呼ぶこともある。	油類が水よりも軽いことを利用し、水中の油類を浮上分離させる処理法である。
(2) 主な反応機構	化学反応	・吸着反応 ・生物化学反応	重力分離
(3) 主な除去対象物質	難分解性の有機物	難分解性の有機物	主として石油精製排水に含まれる油分
(4) プロセスの構成	①原料空気精製 ②オゾン発生 ③オゾン反応	①活性炭吸着塔 (粒状炭の場合) ②注入設備と沈殿分離設備 (粉末炭の場合) ③再生設備 (外部機関に委託して処理する場合が多い) ④処理効果を高めるため、通常は以下に示す、I→II→IIIの順に通水する多段吸着操作が行われ、1段目の吸着能力が低下すると、II→III→Iの順に操作を変える。この方をメリーゴーランド方式と呼ぶ。	処理効果を高めるために、装置として標準化されているのは、次の2つが代表的である。 ①API 油水分離槽 API (American Petroleum Institute : アメリカ石油協会) が標準仕様を定めた装置で、槽内の平均流速を 0.9m/分以下とするように水路幅と水深を定める。装置の概要を以下に示す。

		第I塔 第II塔 第III塔 多段吸着操作	②PPI (Parallel Plate Interceptor) 油水分離槽 以下に示すように水槽に多数の平行傾斜板を挿入し、水面積当たりの有効分離面積の拡大と整流効果を図っている。	
(5) 薬品使用	特になし			特になし
(6) 汚泥の生成	特になし			排水に含まれる懸濁物質で、油水分離中に沈殿するものをスラッジとして引き抜き処分する。
(7) 主な操作因子	- 反応時間 - オゾン供給量	- 通水速度 - 再生頻度		槽内の流速
(8) 処理プロセスの位置づけ	- 生物処理で除去困難な有機物、着色排水対策等のための仕上げ処理 - 消毒に用いることもある。	生物処理で除去困難な有機物、着色排水対策等のための仕上げ処理	- 排水処理の前処理 - 主として石油精製業に適用される。 - 単独で排水処理に使用されることは一般的ではない。 - 処理水を放流するためには、活性汚泥法や活性炭吸着法等の処理法と組み合わせることが必要。	

(1) 原理等	g. 硝化脱窒活性汚泥法	h. 生物脱磷活性汚泥法
	排水中の窒素成分を硝酸態窒素にまで硝化した後、脱窒反応によって窒素ガスとして大気中に放散させて除去する方法である。 ①エアレーションタンクの流入部を無酸素状態とし、流入水の有機物と硝化液を受けて、脱窒菌の作用により、硝酸態窒素を窒素ガスとして大気中に放散させる。 ②好気槽において、活性汚泥、亜硝酸・硝酸菌の作用により、有機物を分解するとともに、有機態窒素を硝酸態窒素に硝化し、脱窒のために無酸素槽に循環する。 ③沈殿槽において混合液から微生物を沈殿分離し、その一部を余剰汚泥として処分する。	エアレーションタンクの流入部を嫌気状態とし、ここでは、活性汚泥が磷を放出するものの、その後の好気状態において生体合成に必要な以上の磷を過剰に摂取する現象が見出され、その現象を活用する方法で、その原理は、次のように説明されている。 ①エアレーションタンクの流入部を嫌気状態とし、活性汚泥中に蓄積されている磷を磷酸態磷として吐き出す。 ②好気槽において、活性汚泥は排水中の有機物を酸化分解し増殖するが、その際得られたエネルギーにより、一旦エアレーションタンクに放出した磷酸態磷を再吸収しポリ磷酸を合成してエネルギーを貯える。 ③その結果、通常3%程度である活性汚泥の磷含有率が5%程度にまで高まるので、余剰汚泥の引き抜きにより磷除去が可能となる。
(2) 主な反応機構	生物化学反応	生物化学反応
(3) 主な除去対象物質	窒素及び生物分解性有機物	磷及び生物分解性有機物

(4) プロセスの構成	①無酸素槽 ・脱窒 ②好気槽 ・硝化 ③沈殿槽 ④硝化液循環	①嫌気槽 ・炭の吐き出し ②好気槽 ・炭の過剰採取 ③沈殿槽
(5) 薬品使用	特になし	特になし
(6) 汚泥の生成	特になし、脱窒作用に必要な有機物源として排水を用いる場合とメタノールを用いる場合がある。 増殖した微生物の一部を余剰汚泥として処分する。	増殖した微生物の一部を余剰汚泥として処分する。
(7) 主な操作因子	・好気・嫌気槽の微生物量の維持 ・脱窒槽の嫌気状態の維持	・嫌気・好気槽の微生物量の維持 ・嫌気槽の嫌気状態の維持
(8) 処理プロセスの位置づけ	・窒素除去対策のための処理 ・活性汚泥処理の変法として導入が比較的容易	・炭除去のための処理 ・活性汚泥処理の変法として導入が比較的容易

2 主要排水処理技術の実態

(1) 除去率

表-3

除去対象物質	排水処理技術	除去率 (%)		
		COD	窒素	磷
有機物除去	①活性汚泥法	80	40	40
	②凝集沈殿法	50	40	70
有機物・窒素除去	③硝化脱窒活性汚泥法	80	60	40
有機物・磷除去	④活性汚泥法＋凝集沈殿法	85	50	80
	⑤活性汚泥法＋凝集沈殿法＋砂ろ過法	95	50	95
	⑥活性汚泥法＋凝集沈殿法＋砂ろ過法＋活性炭吸着法	97	50	95
	⑦生物脱磷活性汚泥法	80	20	80
	⑧硝化脱窒活性汚泥法＋凝集沈殿法	92	65	82
有機物・磷・窒素 同時除去	⑨硝化脱窒活性汚泥法＋凝集沈殿法＋砂ろ過法	95	70	90
	⑩硝化脱窒活性汚泥法＋凝集沈殿法＋砂ろ過法＋活性炭吸着法	97	70	90
	⑪硝化脱窒活性汚泥法＋生物脱磷活性汚泥法	95	60	80

注) ②凝集沈殿法で除去できる有機物は微細粒子に限られる。

表-4 (平均的な除去効果の得られない業種とその想定される要因)

業 種	除去困難な 水質項目			想定される要因 (主な汚濁源)	代表的な業種その他の区分	
	COD	T-N	T-P			
畜産農業 (1及び2)	○	○	○	動物のふん尿に含まれる有機物、窒素及びリンが高濃度であり、完全な処理が困難	2	畜産農業(日平均排水量1,000 m ³ 未満の事業場の場合に限る)
食料品製造業 (5～50)	○	○	○	原材料に含まれる有機物、窒素及びリン並びに品質改良剤に含まれる窒素及びリンが高濃度であるため、完全な処理が困難	5 11	肉製品製造業 水産練製品製造業 など
	○			原材料に含まれる有機物が高濃度であるため、完全な処理が困難	8	水産缶詰・瓶詰製造業
			○	原材料の豆の加工に使用する薬品類に含まれるリンが高濃度であるため、完全な処理が困難	26 38	生菓子製造業 あん類製造業
繊維工業 (51～68)	○	○		難分解性の染料、固着剤等の薬品類に含まれるCOD及び窒素が高濃度であるため、完全な処理が困難	63	繊維工業で繊維雑品染色整理工程に係るもの など
パルプ・紙・紙加工品製造業 (69～97)	○	○		製品の洗浄等により排出される難分解性有機物に含まれるCOD及び窒素が高濃度であるため、完全な処理が困難	76	パルプ製造業、洋紙製造業又は板紙製造業で溶解パルプ製造工程に係るもの
	○			木材中のリグニンに含まれる難分解性有機物が高濃度であるため、完全な処理が困難	81	パルプ製造業、洋紙製造業又は板紙製造業で未さらしクラフトパルプ製造工程に係るもの など
無機化学工業 (102～108)	○	○	○	製品の洗浄により排出される排水中のCOD、窒素及びリンが高濃度であるため、完全な処理が困難	102	窒素質・りん酸質肥料製造業
	○			反応残渣の洗浄により排出される排水中の難分解性CODが高濃度であるため、完全な処理が困難	105	ソーダ工業 など

有機化学工業 (109～155)	○	○	○	原料、使用薬品、製品の一部に含まれる有機物、窒素及びリンが難分解性かつ高濃度であるため、完全な処理が困難	110	石油化学系基礎製品製造業で環式中間物・合成染料・有機顔料製造工程に係るもの
					131	医薬品原薬・製剤製造業
		○	○	原料の皮くず中の有機物に含まれる窒素及びリンが高濃度であるため、完全な処理が困難	142	ゼラチン・接着剤製造業
窯業 (156～172)	○			研磨等を使用される難分解性有機物を含む薬品類に含まれるCODが高濃度であるため、完全な処理が困難	163	ガラス繊維・同製品製造業など
金属・機械・電気工業 (173～208)	○	○		洗浄・表面処理を行う際に使用する薬品類及び原材料に付着している難分解性有機物及び窒素が高濃度であるため、完全な処理が困難	201	電気めっき業 など
生活関連その他の業種 (98～101) 及び (209～232)	○	○	○	動物の血液やたん白質に含まれる有機物、窒素及びリンが高濃度であり、完全な処理が困難	228	と畜場
		○	○	人のし尿・生活雑排水に起因する窒素及びリンは、現在普及している処理方式では完全な処理が困難	214	旅館 など
		○	○	搬入される食品類に含まれる窒素及びリンが解凍・洗浄により排水されるが、その濃度が高濃度であるため、完全な処理が困難	229 230	中央卸売市場 地方卸売市場 など

注) 表の数字は、「化学的酸素要求量についての総量規制基準に係る業種その他の区分及びその区分ごとの範囲（平成8年環境庁告示第13号）」別表第1欄に掲げる数字。

(2) 普及率

表－5

排水処理技術	普及状況 (%)
①活性汚泥法	30
②凝集沈澱法	20
④活性汚泥法＋凝集沈澱法	20
⑤活性汚泥法＋凝集沈澱法＋砂ろ過法	
⑥活性汚泥法＋凝集沈澱法＋砂ろ過法＋活性炭吸着法	
③硝化脱窒活性汚泥法	4
⑧硝化脱窒活性汚泥法＋凝集沈澱法	
⑨硝化脱窒活性汚泥法＋凝集沈澱法＋砂ろ過法	
⑩硝化脱窒活性汚泥法＋凝集沈澱法＋砂ろ過法＋活性炭吸着法	
⑪硝化脱窒活性汚泥法＋生物脱磷活性汚泥法	
その他の処理法	26
合 計	100

(3) 費用

表一 6

排水処理技術	建設費 (百万円)				運転費 (百万円)			
	3,000 m ³ /日	10,000 m ³ /日	50,000 m ³ /日	100,000 m ³ /日	3,000 m ³ /日	10,000 m ³ /日	50,000 m ³ /日	100,000 m ³ /日
a. 活性汚泥法	250	600	2,000	3,000	5	10	45	80
b. 凝集沈澱法	160	350	1,200	1,900	5	10	60	120
c. 砂ろ過法	180	350	830	1,200	1	2	10	20
d. 砂ろ過処理法	110	250	750	1,200	15	40	160	250
e. 活性炭吸着法	250	610	2,000	3,300	40	120	580	1,200
f. 油水分離法	15	30	110	200	—	—	—	—
g. 硝化脱窒活性汚泥法	350	780	3,660	6,140	8	24	97	179
h. 生物脱磷活性汚泥法	350	780	3,660	6,140	5	10	45	80
④ 活性汚泥法 + 凝集沈澱法	350	680	2,360	4,040	9	22	105	197
⑤ 活性汚泥法 + 凝集沈澱法 + 砂ろ過法	550	1,080	3,160	5,340	10	24	113	211
⑥ 活性汚泥法 + 凝集沈澱法 + 砂ろ過法 + 活性炭吸着法	750	1,680	5,160	8,640	45	140	680	1,336
③ 硝化脱窒活性汚泥法 + 凝集沈澱法	450	880	3,660	6,640	12	36	157	296
⑨ 硝化脱窒活性汚泥法 + 凝集沈澱法 + 砂ろ過法	650	1,180	4,460	7,940	13	38	165	310
⑩ 硝化脱窒活性汚泥法 + 凝集沈澱法 + 砂ろ過法 + 活性炭吸着法	850	1,780	6,460	11,140	48	154	732	1,435
⑪ 硝化脱窒活性汚泥法 + 生物脱磷活性汚泥法	550	1,380	6,160	10,140	8	24	97	179

表 - 1 環境基準達成状況 (光化学オキシダント及びベンゼン等有害化学物質を除いて長期評価)

項 目	一 般 局				自 排 局			
	平成11年度		平成10年度		平成11年度		平成10年度	
	測定局数 達成局数	達成率 (%)	測定局数 達成局数	達成率 (%)	測定局数 達成局数	達成率 (%)	測定局数 達成局数	達成率 (%)
二酸化窒素	44 40	90.9 (91.1)	44 25	56.8	35 15	42.9 (45.9)	35 7	20.0
浮遊粒子状物質	47 40	85.1 (85.4)	47 7	14.9	35 21	60.0 (61.1)	34 0	0.0
光化学オキシダ ント	41 0	0.0 (0.0)	41 0	0.0	—	—	—	—
二酸化硫黄	20 20	100 (100)	28 28	100	5 5	100	7 7	100
一酸化炭素	11 11	100 (100)	11 11	100	17 17	100 (100)	17 17	100
ベンゼン	12 10	83.3	9 0	0.0	2 0	0.0	2 0	0.0
トリクロロエチ レン	12 12	100	9 9	100	2 2	100	2 2	100
テトラクロロエ チレン	12 12	100	9 9	100	2 2	100	2 2	100

注) () の数字は、八王子の測定結果を入れた場合の達成率。

表 - 2 年平均濃度等
(単位: ppm ただし、浮遊粒子状物質 mg/m^3 、有害大気汚染物質 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

項 目	一 般 局		自 排 局	
	年平均濃度	98% 値又は 2%除外値	年平均濃度	98% 値又は 2%除外値
二酸化窒素 【0.06】	0.028 (0.030)	0.051 (0.058)	0.040 (0.041)	0.063 (0.069)
浮遊粒子状物質 【0.10】	0.040 (0.045)	0.084 (0.112)	0.047 (0.058)	0.100 (0.147)
光化学オキシダ ント 【0.06】	0.026 (0.023)	— —	— —	— —
二酸化硫黄 【0.04】	0.005 (0.006)	0.009 (0.011)	0.005 (0.008)	0.010 (0.016)
一酸化炭素 【10】	0.6 (0.7)	1.3 (1.5)	1.2 (1.3)	2.2 (2.5)
ベンゼン 【3】	2.7 (4.7)	— —	4.3 (6.9)	— —
トリクロロエチ レン 【200】	2.6 (5.8)	— —	3.1 (6.1)	— —
テトラクロロエ チレン 【200】	1.4 (2.5)	— —	1.8 (3.5)	— —

注1) 【 】内の数字は、大気汚染物質の環境基準を示す。

注2) ()内の数字は、平成10年度の値を示す。

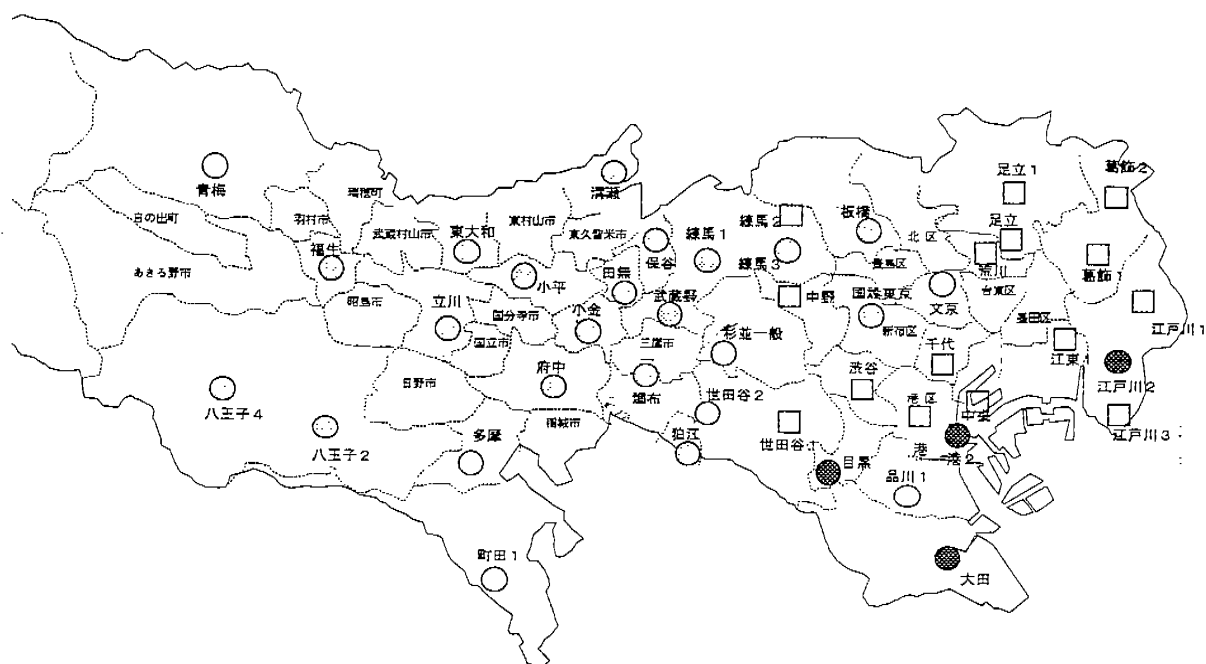
平成11年度における二酸化窒素及び浮遊粒子状物質の状況（総括）

		環境基準の達成状況		年平均濃度	継続局の状況	
		達成状況	属性の違いによる内訳		経年変化	濃度変化
二酸化窒素	一般局	91%（昭和48年度以降最高の達成率） ○地域別特徴：湾岸部の3局が未達成		0.028ppm（昭和59～61年頃に相当） ○季節変動：7、8月に大きく濃度減少。1月に濃度減少。	トレンド値よりも 0.002ppm減少 (36局)	9/36 減少
	自排局	43%（50年以降最高の達成率） ○地域別特徴：区部にも達成局が出現（6局）	日交通量小中大 交差点局重層局	0.040ppm（昭和60年頃に相当） ○季節変動：7、8月に大きく濃度減少。1月に濃度減少。	長期トレンドとほぼ同じ (19局)	3/19 減少 3/19 増加
浮遊粒子状物質	一般局	85%（測定開始以来最高の達成率） ○地域別特徴：区部東側（6局）と町田の測定局が未達成。そのうち、環境基準2日連続超過により5局未達成		0.040mg/m ³ （測定開始以来の最低値） ○季節変動：5月を除き、全体的に濃度減少。特に、7、8月に大きく減少。	トレンド値よりも 0.003mg/m ³ 減少 (36局)	14/36 減少 4/35 増加
	自排局	60%（測定開始以来最高の達成率） ○地域別特徴：区中心部でも環境基準を達成 環状7号線沿線の測定局はほぼ未達成	日交通量小中大 交差点局重層局	0.047mg/m ³ （測定開始以来の最低値） ○季節変動：全体的に濃度減少。特に、7、8月、2月に大きく減少。	トレンド値よりも 0.008mg/m ³ 減少 (10局)	8/10 減少

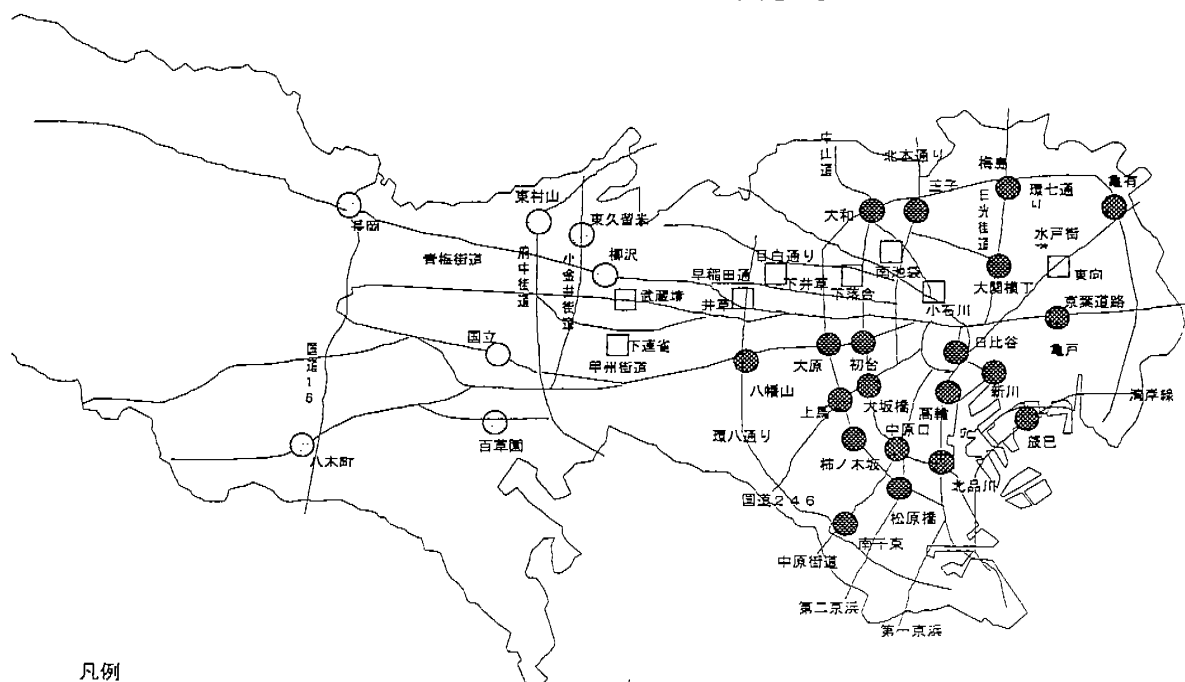
注) 日交通量：小～3万台未満、中～3万台～5万台未満、大～5万台以上
 交差点局：日比谷、北品川交差点、中原口
 重層局：辰巳、大坂橋、松原橋、大原、上馬、中山道大和

図-1 二酸化窒素の環境基準達成状況

(1) 一般環境大気測定局



(2) 自動車排出ガス測定局



凡例

○ 印は、平成10年度に引き続き環境基準を達成した測定局を示す。

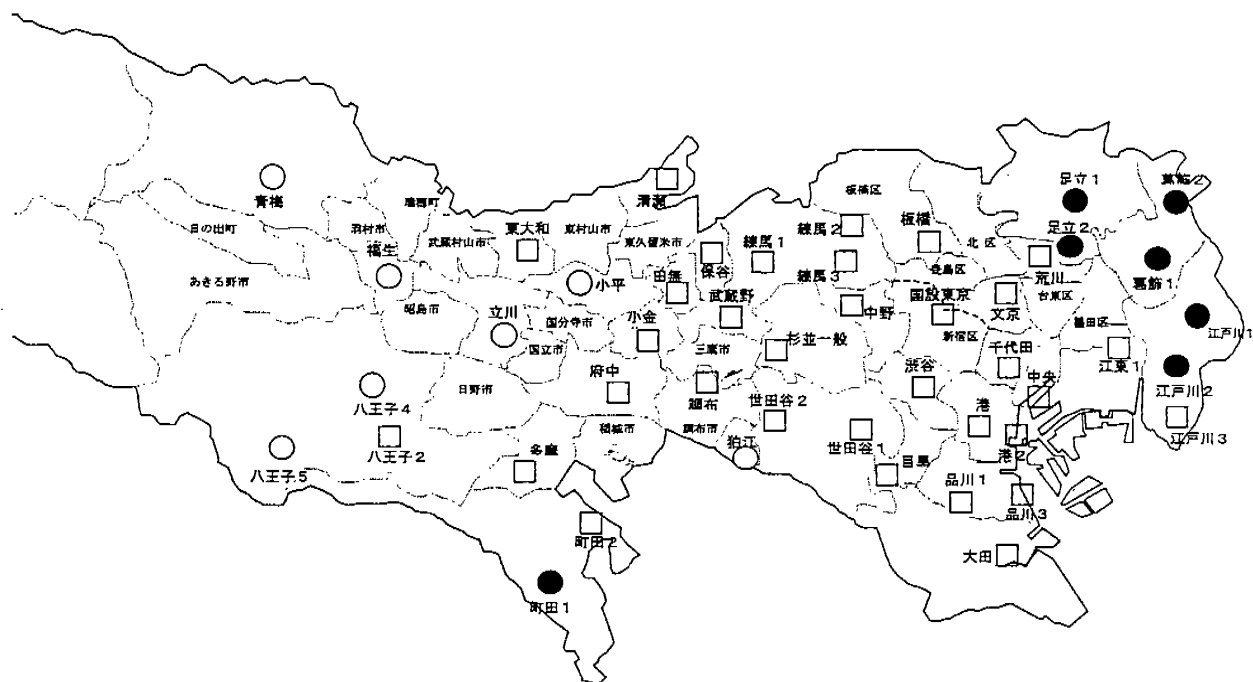
□ 印は、平成11年度に環境基準を達成した測定局を示す。

● 印は、環境基準を達成しなかった測定局を示す。

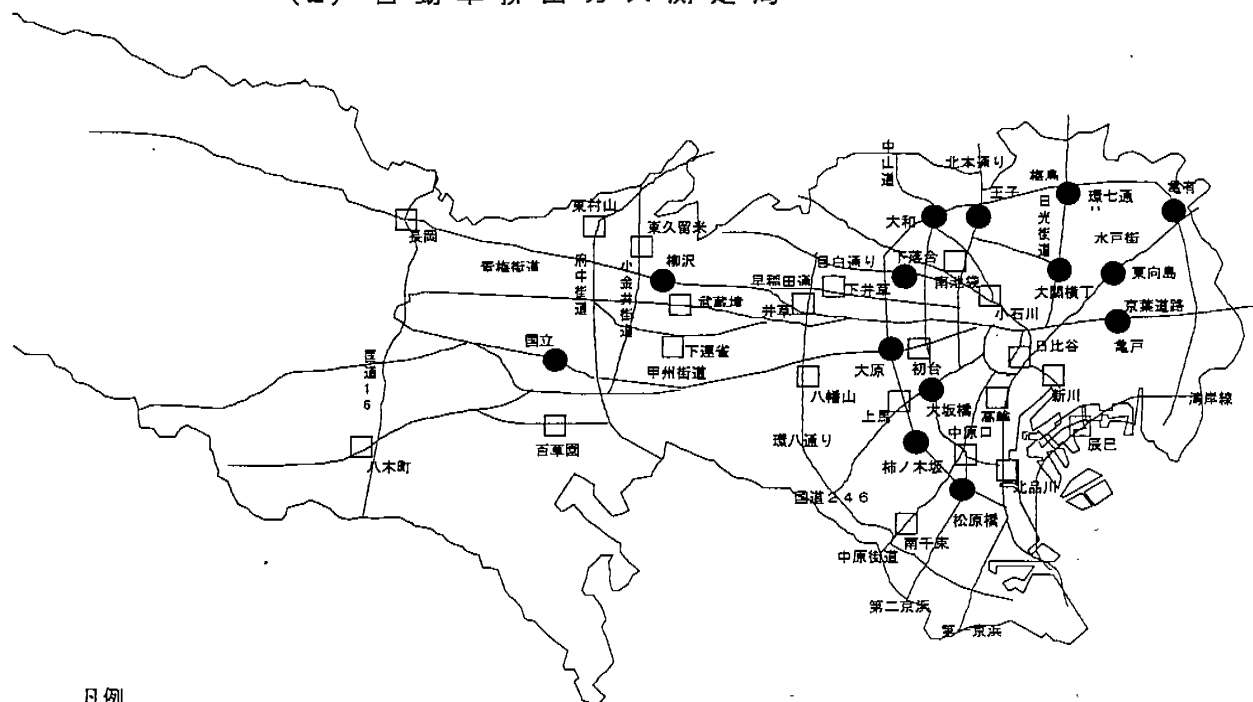
注) 測定地点の名称は、測定局の略称による。

図-2 浮遊粒子状物質の環境基準達成状況

(1) 一般環境大気測定局



(2) 自動車排出ガス測定局



凡例

- 印は、平成10年度に引き続き環境基準を達成した測定局を示す。
- 印は、平成11年度に環境基準を達成した測定局を示す。
- 印は、環境基準を達成しなかった測定局を示す。
- 注) 測定地点の名称は、測定局の略称による。

二酸化窒素（NO₂）

表－3 環境基準達成状況

年 度	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
一般局	測定局数	37	39	43	44	44	44	44	44	44
	達成局数	16	18	29	24	24	31	27	23	25
	達成率(%)	43.2	46.2	67.4	54.5	54.5	70.5	61.4	52.3	56.8
自排局	測定局数	30	30	30	30	30	32	33	34	35
	達成局数	4	3	8	4	5	5	4	3	7
	達成率(%)	13.3	10.0	26.7	13.3	16.7	15.6	12.1	8.8	20.0

注) 環境基準については、34ページ参照

表－4 年平均濃度

(単位: ppm)

年 度	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
一般局	区 部	0.033	0.035	0.033	0.034	0.034	0.034	0.034	0.034	0.033
	多 摩 部	0.026	0.028	0.027	0.027	0.025	0.027	0.027	0.027	0.025
	都	0.030	0.032	0.031	0.031	0.031	0.031	0.031	0.031	0.030
自排局	区 部	0.041	0.045	0.042	0.042	0.042	0.043	0.043	0.043	0.043
	多 摩 部	0.033	0.036	0.035	0.035	0.035	0.037	0.037	0.037	0.035
	都	0.039	0.043	0.041	0.041	0.041	0.042	0.042	0.042	0.041

注) 環境基準の達成度をみる目安としての年平均値は、おおむね0.03ppmである。

表－5 環境基準に適合した日の割合

年 度	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
一般局	測定日数	13187	14029	15385	15869	15788	15892	15880	15881	15703
	適合日数	12777	13516	15076	15469	15403	15559	15564	15517	15286
	適合率(%)	96.9	96.3	98.0	97.5	97.6	97.9	98.0	97.7	97.3
自排局	測定日数	10828	10885	10826	10833	11089	11518	11833	12199	12537
	適合日数	10043	9557	9846	9817	10136	10560	10840	11141	11371
	適合率(%)	92.8	87.8	90.9	90.6	91.4	91.7	91.6	91.3	90.7

注1) 適合率とは、全測定局の有効測定日数に占める環境基準に適合（日平均値が0.06ppm以下）した日の割合をいう。

注2) 測定日数とは、1日20時間以上1時間値が測定された日数（有効測定日数）をいう。

注3) 適合日数とは、1時間値の日平均値が0.06ppm以下の日数をいう。

(2) 浮遊粒子状物質 (SPM)

ア 環境基準の適合状況

一般局では、47局中7局で、自排局では、35局中14局で環境基準を達成していないが、全測定日数のうち環境基準に適合（日平均値が $0.10\text{mg}/\text{m}^3$ 以下）した日の割合は、一般局で99.1%、自排局で96.8%である。両局とも適合割合は、10年度より3ポイント強上回り、過去10年で最高であった。（表-8）。

イ 年平均濃度の経年変化

汚染状況を年平均値でみると、一般局では $0.026\text{mg}/\text{m}^3$ （八王子市館町局）から $0.058\text{mg}/\text{m}^3$ （足立区西新井局）の範囲内にあり、都平均値は $0.040\text{mg}/\text{m}^3$ で、10年度（ $0.045\text{mg}/\text{m}^3$ ）を下回った。自排局では、 $0.037\text{mg}/\text{m}^3$ （小石川局、井草局）から $0.075\text{mg}/\text{m}^3$ （松原橋局）の範囲内にあり、都平均値は $0.047\text{mg}/\text{m}^3$ で、10年度（ $0.058\text{mg}/\text{m}^3$ ）に比べ大きく低下した（表-7及び表-17~18）。

年平均濃度は、一般局及び自排局とも、3年度をピークにやや減少傾向にあるが、11年度に濃度は大きく低下した。特に、自排局で著しかった（図-6）。

図-5 SPM環境基準達成率の経年変化

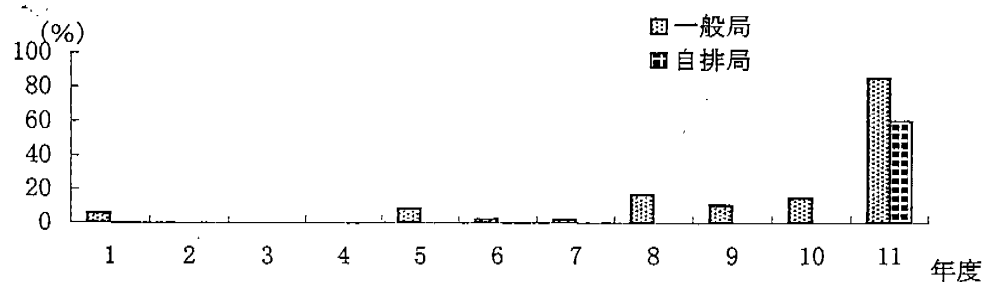
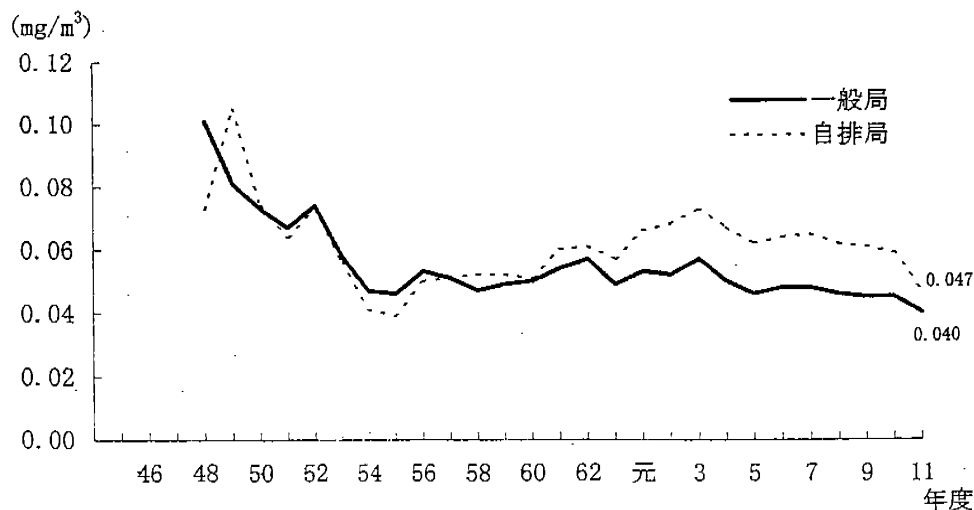


図-6 SPM年平均濃度の経年変化



浮遊粒子状物質（SPM）

表-6 環境基準達成状況

年 度		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
一般局	測定局数	37	38	43	47	47	47	47	47	47	47
	達成局数	0	0	0	4	1	1	8	5	7	40
	達成率 (%)	0.0	0.0	0.0	8.5	2.1	2.1	17.0	10.6	14.9	85.1
自排局	測定局数	13	13	13	13	23	25	27	30	34	35
	達成局数	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21
	達成率 (%)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	60.0

注) 環境基準については、34ページ参照

表-7 年平均濃度

(単位: mg/m³)

年 度		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
一般局	区 部	0.054	0.059	0.051	0.046	0.049	0.049	0.048	0.047	0.046	0.042
	多 摩 部	0.050	0.053	0.049	0.044	0.046	0.046	0.045	0.043	0.044	0.037
	都	0.052	0.057	0.050	0.046	0.048	0.048	0.046	0.045	0.045	0.040
自排局	区 部	0.070	0.075	0.069	0.064	0.065	0.065	0.062	0.060	0.058	0.048
	多 摩 部	0.065	0.068	0.062	0.057	0.061	0.064	0.061	0.062	0.058	0.045
	都	0.068	0.073	0.067	0.062	0.064	0.065	0.062	0.061	0.058	0.047

注) 環境基準の達成度をみる目安としての年平均値は、おおむね0.035mg/m³である。

表-8 環境基準に適合した日の割合

年 度		2	3	4	5	6	7	8	9	10	10
一般局	測定日数	12919	13724	14659	16220	16306	16236	16291	16453	16189	16500
	適合日数	11962	12317	13391	15423	15492	15337	15764	15793	15560	16359
	適合率 (%)	92.6	89.7	91.4	95.1	95.0	94.5	96.8	96.0	96.1	99.1
自排局	測定日数	4597	4581	4485	4407	8077	8708	9403	10449	11761	12381
	適合日数	3839	3666	3709	3799	7068	7378	8427	9183	10519	11984
	適合率 (%)	83.5	80.0	82.7	86.2	87.5	84.7	89.6	87.9	89.4	96.8

注1) 適合率とは、全測定局の有効測定日数に占める環境基準に適合（日平均値が0.10 mg/m³以下）した日の割合をいう。

注2) 測定日数とは、1日20時間以上1時間値が測定された日数（有効測定日数）をいう。

注3) 適合日数とは、1時間値の日平均値が0.10mg/m³以下の日数をいう。

(3) 光化学オキシダント (O_x)

ア 環境基準の達成状況等

環境基準の達成局は、平成元年度に1局あったが、それ以降はない(表-10)。

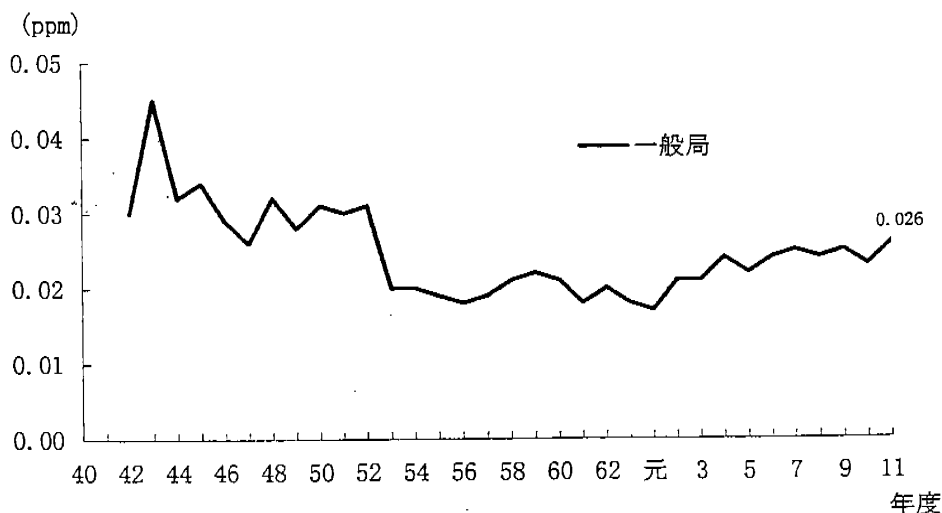
一般局全局で環境基準が未達成の状況にあるが、昼間の測定時間(5～20時)のうち、環境基準に適合した時間の割合は93.8%で、過去10年で最低であった(表-11)。

イ 年平均濃度の経年変化

昼間の1時間値の平均濃度(5～20時)でみると、一般局では、0.014ppm(国設東京局)から0.034ppm(八王子市館町局)の範囲内にあり、都平均値は、0.026ppmで、10年度(0.023ppm)を上回った(表-10及び表-17)。

年平均濃度は、平成元年度以降、やや上昇傾向にある(図-7)。

図-7 O_x年平均濃度の経年変化(一般局)

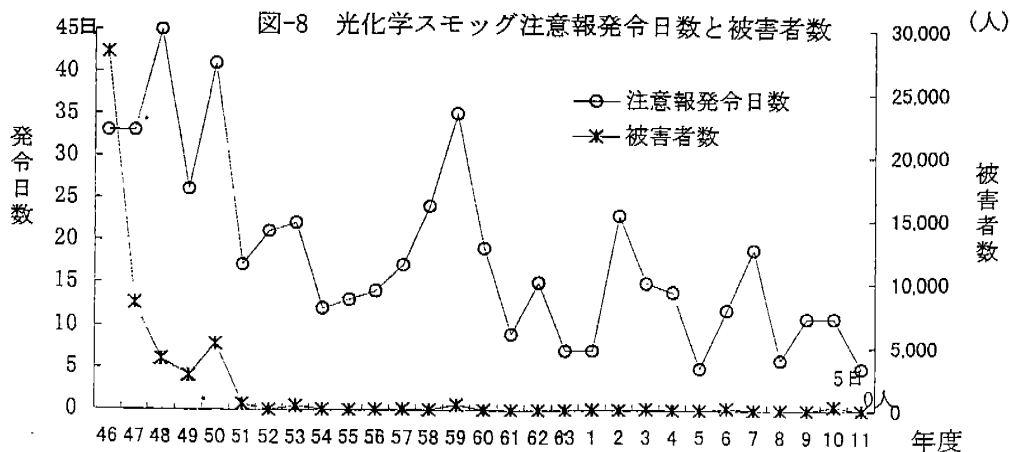


ウ 光化学スモッグ注意報の発令状況等

平成11年度の光化学スモッグ注意報の発令日数は、5日で平成5年と同じく過去最低であった。

また、光化学スモッグによると思われる被害の届出はなかった。

(図-8、表-12)。



光化学オキシダント (O_x)

表-9 環境基準達成状況

年 度	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
一般局	測定局数 36	37	38	41	41	41	41	41	41	41
	達成局数 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	達成率 (%)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

注1) 環境基準については、34ページ参照

注2) 光化学オキシダントの主成分であるオゾン (O₃) は、自動車から排出される一酸化窒素 (NO) により分解されるため、自動車排出ガス測定局では測定していない。

表-10 年平均濃度

(単位: ppm)

年 度	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
一般局	区 部 0.019	0.020	0.022	0.021	0.022	0.023	0.022	0.023	0.021	0.024
	多摩部 0.024	0.024	0.026	0.024	0.027	0.028	0.027	0.028	0.026	0.028
	都 0.021	0.021	0.024	0.022	0.024	0.025	0.024	0.025	0.023	0.026

注) 年平均濃度は、昼間15時間(5~20時)の測定値の平均である。

表-11 環境基準に適合した時間の割合

年 度	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
一般局	測定時間数 189175	193747	199931	213994	215880	215775	217571	217099	216446	218641
	適合時間数 181654	184643	190436	207590	203837	205485	208681	205555	206014	205082
	適合率 (%)	96.0	95.3	95.3	97.0	94.4	95.2	95.9	94.7	93.8

注1) 適合率は、全測定局の有効測定時間数に占める環境基準に適合(1時間値が0.06ppm以下)した時間の割合をいう。

注2) 適合時間数とは、1時間値が0.06ppm以下の時間数をいう。

表-12 光化学スモッグ注意報発令状況等

年 度	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
発令日数	23	15	14	5	12	19	6	11	11	5
被害者数	4	103	0	0	183	5	0	3	333	0

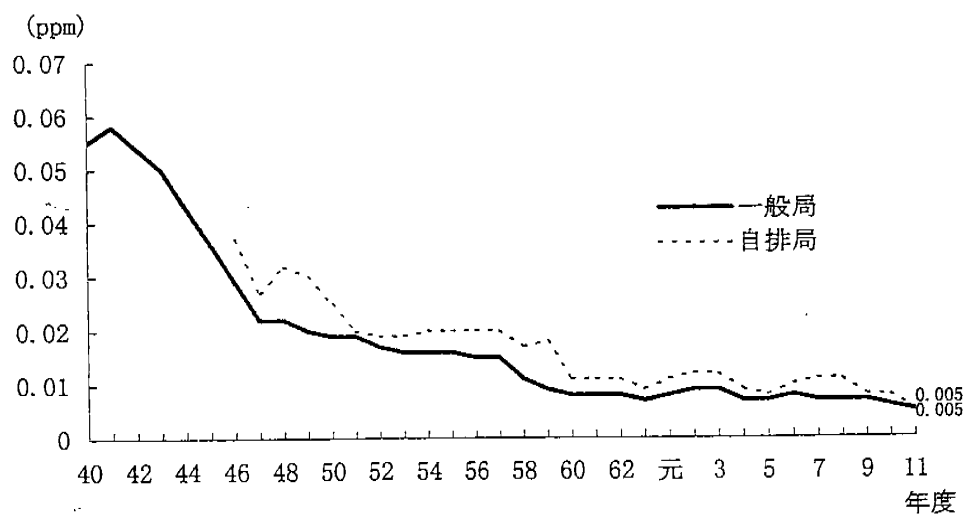
注) 被害者数は、光化学スモッグによると思われる被害届出(衛生局調べ)による。

(4) 二酸化硫黄 (SO₂)

一般局及び自排局とも、昭和58年度以降、昭和62年度に1測定局で未達成であったのを除き、全局で環境基準を達成している(表-13)。

ここ十数年ほど低濃度を維持しているが、平成11年度の年平均濃度は、一般局が0.005ppm(10年度0.006ppm)、自排局が0.005ppm(10年度0.008ppm)で両局とも測定開始以来最も低い濃度である(表-14及び図-9)。

図-9 SO₂年平均濃度の経年変化



二酸化硫黄（ SO_2 ）

表-13 環境基準達成状況

年 度		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
一般局	測定局数	36	36	37	28	28	28	28	28	28	20
	達成局数	36	36	37	28	28	28	28	28	28	20
	達成率 (%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
自排局	測定局数	4	4	4	4	7	7	7	7	7	5
	達成局数	4	4	4	4	7	7	7	7	7	5
	達成率 (%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

注) 環境基準については、34ページ参照

表-14 年平均濃度

(単位: ppm)

年 度		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
一般局	区 部	0.010	0.010	0.008	0.007	0.008	0.008	0.008	0.007	0.006	0.005
	多 摩 部	0.007	0.007	0.006	0.006	0.007	0.006	0.006	0.006	0.005	0.004
	都	0.009	0.009	0.007	0.007	0.008	0.007	0.007	0.007	0.006	0.005
自排局	区 部	0.012	0.012	0.009	0.008	0.010	0.011	0.010	0.007	0.008	0.005
	多 摩 部	—	—	—	—	0.012	0.012	0.013	0.009	0.007	0.004
	都	0.012	0.012	0.009	0.008	0.010	0.011	0.011	0.008	0.008	0.005

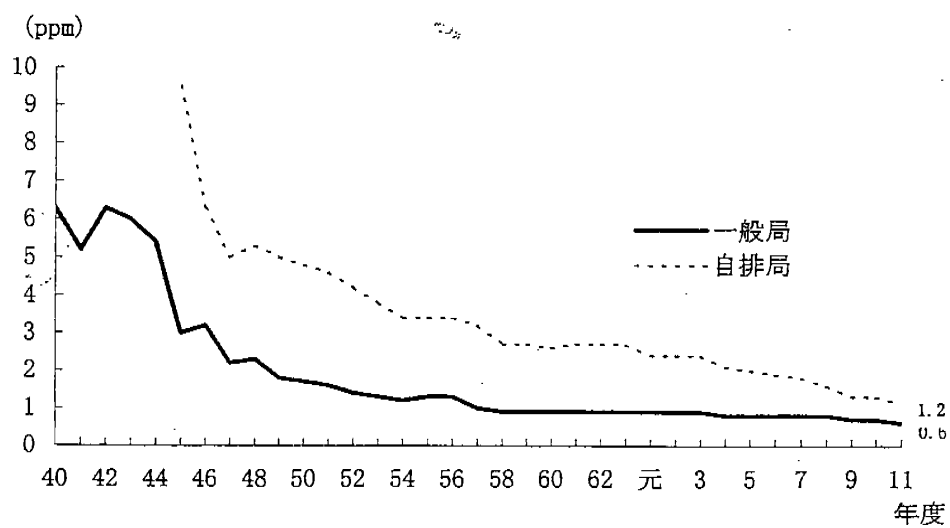
注) 環境基準の達成度をみる目安としての年平均値は、おおむね0.02ppm である。

(5) 一酸化炭素（CO）

一般局及び自排局とも、昭和58年度以降、全局で環境基準を達成している（表－15）。

平成11年度の年平均値は、一般局で0.6ppm（10年度0.7ppm）、自排局で1.2ppm（10年度1.3ppm）と、両局とも低い濃度を維持している（表－16及び図－10）。

図－10 CO年平均濃度の経年変化



一 酸 化 炭 素 (C O)

表-15 環境基準達成状況

年 度		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
一般局	測定局数	35	35	35	35	35	35	35	11	11	11
	達成局数	35	35	35	35	35	35	35	11	11	11
	達成率 (%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
自排局	測定局数	31	32	32	32	32	34	34	17	17	17
	達成局数	31	32	32	32	32	34	34	17	17	17
	達成率 (%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

注) 環境基準については、34ページ参照

表-16 年平均濃度

(単位: ppm)

年 度		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
一般局	区 部	0.9	0.9	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.7	0.7	0.6
	多 摩 部	0.9	0.9	0.8	0.8	0.7	0.8	0.7	0.7	0.7	0.6
	都	0.9	0.9	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.7	0.7	0.6
自排局	区 部	2.3	2.4	2.1	2.0	2.0	1.8	1.7	1.3	1.3	1.2
	多 摩 部	2.4	2.3	2.1	2.0	1.7	1.7	1.6	1.2	1.1	1.0
	都	2.4	2.4	2.1	2.0	1.9	1.8	1.6	1.3	1.3	1.2

注) 環境基準の達成度をみる目安としての年平均値は、おおむね5ppm である。

表-17 平成11年度東京都一般環境大気測定局の測定結果

測 定 局 名	略 称	二酸化窒素 NO ₂			浮遊粒子状物質 SPM		
		環境基準 0.06ppm		年平均値 (ppm)	環境基準 0.10mg/m ³		
		達成状況	98%値 (ppm)		達成状況	2%除外値 (mg/m ³)	
千代田区神田司町 中港海国設東(新宿)金場	千代田 中港海国設東	○ ○ ○ ○ ○	0.059 0.060 0.057 0.062 0.051	0.037 0.034 0.031 0.037 0.029	○ ○ ○ ○ ○	0.081 0.089 0.097 0.086 0.084	0.040 0.035 0.049 0.035 0.037
文京区本駒込 江品品目黒区碑八文	文京 江品品目黒	○ ○ ○ ○ ×	0.048 0.057 0.045 ... 0.061	0.031 0.032 0.025 ... 0.033	○ ○ ○ ○ ○	0.097 0.082 0.089 0.081 0.074	0.052 0.039 0.045 0.035 0.028
大田区東横田 世田谷区宇田	大田 世田谷	×	0.063 0.058 0.051 0.055 0.056	0.033 0.031 0.027 0.031 0.029	○ ○ ○ ○ ○	0.095 0.078 0.090 0.080 0.093	0.054 0.039 0.041 0.040 0.048
杉並区久我山 荒板練馬区神井北	杉並 荒板練馬	○ ○ ○ ○ ○ ○	0.051 0.056 0.050 0.048 0.055	0.027 0.030 0.031 0.026 0.029	○ ○ ○ ○ ○	0.099 0.086 0.094 0.081 0.092	0.053 0.038 0.042 0.039 0.042
練馬区立飾 足立区葛西	練馬 足立	○ ○ ○ ○ ○ ○	0.052 0.056 0.055 0.055 0.054	0.028 0.029 0.030 0.026 0.026	○ × × × ×	0.084 0.106 0.095 0.093 0.089	0.032 0.058 0.046 0.039 0.041
江川区戸川 江川区戸川	江川 江川	○ ○ ○ ○	0.054 0.064 0.060	0.026 0.031 0.030	× × ○	0.093 0.103 0.097	0.038 0.053 0.037
区 部 平 均		85.2%	0.053	0.030	78.6%	0.090	0.042
八王子市市川 八王子市市川	八王子 八王子	○ ○ ○ ○ ○ ○	0.043 0.033 ... 0.040 0.049	0.025 0.016 ... 0.024 0.027	○ ○ ○ ○ ○	0.071 0.058 0.074 0.076 0.076	0.034 0.026 0.032 0.040 0.038
青府調町 梅中布田	青府調町 梅中布田	○ ○ ○ ○ ○ ...	0.033 0.048 0.046 0.045 ...	0.018 0.029 0.026 0.024 ...	○ ○ ○ × ○	0.071 0.079 0.076 0.100 0.081	0.032 0.036 0.035 0.052 0.039
小平市市川 小平市市川	小平 小平	○ ○ ○ ○ ○ ○	0.047 0.047 0.048 0.046 0.041	0.026 0.024 0.025 0.025 0.023	○ ○ ○ ○ ○	0.073 0.091 0.089 0.070 0.068	0.035 0.054 0.040 0.027 0.028
狛東清多 江大瀬摩	狛東清多 江大瀬摩	○ ○ ○ ○ ○	0.051 0.040 0.047 0.050	0.026 0.023 0.025 0.028	○ ○ ○ ○	0.073 0.071 0.078 0.077	0.039 0.038 0.041 0.040
多 摩 部 平 均		100%	0.044	0.024	94.7%	0.076	0.037
都 平 均		90.9%	0.051	0.028	85.1%	0.084	0.040

注 1) 質 物 状 物 質
 注 2) の 都 期 物 質
 注 3) あ、長 粒 状
 注 4) 局 遊 遊 遊
 注 5) 局 遊 遊 遊
 注 6) 局 遊 遊 遊
 注 7) 局 遊 遊 遊
 注 8) 局 遊 遊 遊
 注 9) 局 遊 遊 遊
 注 10) 局 遊 遊 遊
 注 11) 局 遊 遊 遊
 注 12) 局 遊 遊 遊
 注 13) 局 遊 遊 遊
 注 14) 局 遊 遊 遊
 注 15) 局 遊 遊 遊
 注 16) 局 遊 遊 遊
 注 17) 局 遊 遊 遊
 注 18) 局 遊 遊 遊
 注 19) 局 遊 遊 遊
 注 20) 局 遊 遊 遊
 注 21) 局 遊 遊 遊
 注 22) 局 遊 遊 遊
 注 23) 局 遊 遊 遊
 注 24) 局 遊 遊 遊
 注 25) 局 遊 遊 遊
 注 26) 局 遊 遊 遊
 注 27) 局 遊 遊 遊
 注 28) 局 遊 遊 遊
 注 29) 局 遊 遊 遊
 注 30) 局 遊 遊 遊
 注 31) 局 遊 遊 遊
 注 32) 局 遊 遊 遊
 注 33) 局 遊 遊 遊
 注 34) 局 遊 遊 遊
 注 35) 局 遊 遊 遊
 注 36) 局 遊 遊 遊
 注 37) 局 遊 遊 遊
 注 38) 局 遊 遊 遊
 注 39) 局 遊 遊 遊
 注 40) 局 遊 遊 遊
 注 41) 局 遊 遊 遊
 注 42) 局 遊 遊 遊
 注 43) 局 遊 遊 遊
 注 44) 局 遊 遊 遊
 注 45) 局 遊 遊 遊
 注 46) 局 遊 遊 遊
 注 47) 局 遊 遊 遊
 注 48) 局 遊 遊 遊
 注 49) 局 遊 遊 遊
 注 50) 局 遊 遊 遊
 注 51) 局 遊 遊 遊
 注 52) 局 遊 遊 遊
 注 53) 局 遊 遊 遊
 注 54) 局 遊 遊 遊
 注 55) 局 遊 遊 遊
 注 56) 局 遊 遊 遊
 注 57) 局 遊 遊 遊
 注 58) 局 遊 遊 遊
 注 59) 局 遊 遊 遊
 注 60) 局 遊 遊 遊
 注 61) 局 遊 遊 遊
 注 62) 局 遊 遊 遊
 注 63) 局 遊 遊 遊
 注 64) 局 遊 遊 遊
 注 65) 局 遊 遊 遊
 注 66) 局 遊 遊 遊
 注 67) 局 遊 遊 遊
 注 68) 局 遊 遊 遊
 注 69) 局 遊 遊 遊
 注 70) 局 遊 遊 遊
 注 71) 局 遊 遊 遊
 注 72) 局 遊 遊 遊
 注 73) 局 遊 遊 遊
 注 74) 局 遊 遊 遊
 注 75) 局 遊 遊 遊
 注 76) 局 遊 遊 遊
 注 77) 局 遊 遊 遊
 注 78) 局 遊 遊 遊
 注 79) 局 遊 遊 遊
 注 80) 局 遊 遊 遊
 注 81) 局 遊 遊 遊
 注 82) 局 遊 遊 遊
 注 83) 局 遊 遊 遊
 注 84) 局 遊 遊 遊
 注 85) 局 遊 遊 遊
 注 86) 局 遊 遊 遊
 注 87) 局 遊 遊 遊
 注 88) 局 遊 遊 遊
 注 89) 局 遊 遊 遊
 注 90) 局 遊 遊 遊
 注 91) 局 遊 遊 遊
 注 92) 局 遊 遊 遊
 注 93) 局 遊 遊 遊
 注 94) 局 遊 遊 遊
 注 95) 局 遊 遊 遊
 注 96) 局 遊 遊 遊
 注 97) 局 遊 遊 遊
 注 98) 局 遊 遊 遊
 注 99) 局 遊 遊 遊
 注 100) 局 遊 遊 遊

オキシダント O_3 (5時～20時)			二酸化硫黄 SO_2			一酸化炭素 CO		
環境基準 0.06ppm		年平均值 (ppm)	環境基準 0.04ppm		年平均值 (ppm)	環境基準 10ppm		年平均值 (ppm)
達成 状況	1時間値の最高値 (ppm)		達成 状況	2%除外値 (ppm)		達成 状況	2%除外値 (ppm)	
×	0.120	0.018	○	0.011	0.005	…	…	…
×	0.108	0.022	○	0.013	0.007	…	…	…
×	0.119	0.021	…	…	…	…	…	…
×	0.130	0.020	○	0.014	0.007	…	…	…
×	0.082	0.014	○	0.010	0.006	○	1.3	0.7
×	0.140	0.024	…	…	…	…	…	…
×	0.136	0.023	…	…	…	…	…	…
×	0.140	0.026	…	…	…	…	…	…
×	0.147	0.024	○	0.010	0.004	…	…	…
×	0.134	0.025	…	…	…	…	…	…
×	0.113	0.018	○	0.011	0.005	○	1.5	0.6
×	0.136	0.026	○	0.008	0.003	○	1.4	0.6
…	…	…	…	…	…	…	…	…
×	0.108	0.024	…	…	…	…	…	…
×	0.136	0.027	○	0.010	0.005	…	…	…
×	0.150	0.028	…	…	…	…	…	…
×	0.143	0.028	○	0.008	0.003	○	1.4	0.6
×	0.123	0.024	…	…	…	…	…	…
×	0.156	0.030	…	…	…	○	1.4	0.6
×	0.112	0.026	…	…	…	…	…	…
…	…	…	…	…	…	…	…	…
×	0.126	0.025	○	0.010	0.006	…	…	…
…	…	…	…	…	…	…	…	…
×	0.131	0.027	…	…	…	…	…	…
…	…	…	…	…	…	…	…	…
×	0.133	0.028	○	0.009	0.004	○	1.7	0.6
×	0.132	0.026	…	…	…	…	…	…
×	0.147	0.025	…	…	…	…	…	…
0%	0.129	0.024	100%	0.010	0.005	100%	1.5	0.6
×	0.139	0.029	○	0.009	0.005	…	…	…
×	0.150	0.034	…	…	…	…	…	…
…	…	…	…	…	…	…	…	…
×	0.146	0.026	…	…	…	…	…	…
×	0.128	0.026	○	0.007	0.003	…	…	…
×	0.154	0.030	○	0.007	0.003	○	0.9	0.5
×	0.119	0.025	…	…	…	…	…	…
×	0.168	0.027	…	…	…	…	…	…
×	0.135	0.028	○	0.008	0.004	…	…	…
×	0.148	0.029	…	…	…	…	…	…
×	0.151	0.030	…	…	…	○	1.3	0.6
×	0.135	0.026	○	0.008	0.004	…	…	…
×	0.173	0.030	…	…	…	…	…	…
…	…	…	…	…	…	…	…	…
×	0.125	0.025	○	0.009	0.005	○	1.0	0.6
×	0.144	0.028	○	0.008	0.004	…	…	…
×	0.122	0.027	…	…	…	…	…	…
×	0.142	0.027	○	0.010	0.006	○	1.3	0.6
×	0.110	0.025	○	0.004	0.002	○	1.4	0.6
0%	0.141	0.028	100%	0.008	0.004	100%	1.2	0.6
0%	0.134	0.026	100%	0.009	0.005	100%	1.3	0.6

「八王子市片倉測定局」の二酸化窒素、浮遊粒子状物質、オキシダント、二酸化硫黄並びに理する局と同等の取扱いをしている。値による。ただし、二酸化硫黄、一酸化炭素、浮遊粒子状物質の場合、環境基準を超える日は、2局（千代田区神田司町局、八王子市館町局）で達成した。

表-18 平成11年度東京都自動車排出ガス測定局の測定結果

測 定 局 名				二酸化窒素				NO ₂		浮遊粒子状物質		S P M	
				環境基準0.06ppm				年平均值 (ppm)		環境基準 0.10mg/m ³		年平均值 (mg/m ³)	
				達成 状況		9 8 % 値 (ppm)				達成 状況			
日新 高初下	比 落	谷川 輪台合	千中 新新	田央 宿宿	×	0.067	0.044	○	0.088	0.042	×	0.095	0.045
					×	0.065	0.042	○	0.096	0.041	○	0.099	0.048
					×	0.070	0.044	○	0.103	0.060	×	0.103	0.060
					○	0.068	0.046	×					
					○	0.056	0.033	×					
小大東 亀辰	石 関	川丁 島戸巳	文台 墨江江	京東 田東東	○	0.056	0.034	○	0.089	0.037	×	0.104	0.039
					×	0.064	0.038	×	0.106	0.039	×	0.107	0.045
					○	0.057	0.033	×	0.097	0.042	○		
					×	0.061	0.037	×					
					×	0.068	0.039	○					
北中 大柿松	品 原坂木原	川口 橋坂橋	品 品目目大	川川 黒黒田	×	0.075	0.047	○	0.087	0.040	○	0.094	0.043
					×	0.069	0.046	○	0.127	0.061	×	0.109	0.057
					×	0.078	0.052	×	0.137	0.075	×		
					×	0.067	0.042	×					
					×	0.079	0.051	×					
南上 八大井	千 幡	東馬 山原草	大世 世世杉	田田 谷谷谷並	×	0.061	0.038	○	0.086	0.040	○	0.099	0.052
					×	0.076	0.049	○	0.094	0.048	○	0.106	0.044
					×	0.064	0.041	○	0.084	0.037	×		
					×	0.068	0.043	×					
					○	0.054	0.034	○					
下南 王大梅	井池	草袋 子和島	杉豊 板足	並島 橋立	○	0.057	0.034	○	0.098	0.041	○	0.094	0.044
					○	0.060	0.038	×	0.101	0.048	×	0.134	0.069
					×	0.061	0.038	×	0.106	0.045	×		
					×	0.082	0.053	×					
					×	0.070	0.042	×					
龜	有	葛	飾		×	0.076	0.044	×	0.126	0.065			
区 部 平 均					23.1%	0.067	0.042	53.8%	0.103	0.048			
八武下 百東	木蔵 連草村	町境 雀園山	八武 三日東	子野 鷹野山	○	0.049	0.031	○	0.078	0.039	○	0.093	0.039
					○	0.054	0.033	○	0.094	0.045	○	0.091	0.045
					○	0.060	0.036	○	0.100	0.048	○		
					○	0.051	0.033	○					
					○	0.045	0.027	○					
国東 柳長	久 留	立米 沢岡	国東 保瑞	立米 谷穂	○	0.059	0.040	×	0.110	0.057	○	0.098	0.048
					○	0.056	0.033	×	0.104	0.048	○	0.082	0.040
					○	0.056	0.037	×					
					○	0.050	0.031	○					
多 摩 部 平 均					100%	0.053	0.033	77.8%	0.094	0.045			
都 平 均					42.9%	0.063	0.040	60.0%	0.100	0.047			

注1) 欄内の…印は、測定項目なし。

注2) 「八木町測定局」は、八王子市の管理する局であるが、都が管理する局と同等の取

注3) 環境基準の達成状況の欄は、長期的評価による。ただし、二酸化硫黄、一酸化炭素、
した場合には、非達成と評価する。

注4) 短期的評価では、二酸化硫黄及び一酸化炭素とも全局で達成しているが、浮遊粒子

二酸化硫黄 S O ₂			一酸化炭素 C O		
環境基準 0.04ppm		年平均値 (ppm)	環境基準 10ppm		年平均値 (ppm)
達成 状況	2%除外値 (ppm)		達成 状況	2%除外値 (ppm)	
...	...	...	○	1.8	1.0
...	...	...	...	...	...
...	...	...	○	2.2	1.0
...	...	...	○	2.6	1.7
...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...
...	...	...	○	1.6	0.8
...	...	...	...	...	...
○	0.012	0.006	○	1.7	0.8
...	...	...	○	1.5	0.6
...	...	...	...	...	...
○	0.009	0.004	○	2.2	1.2
...	...	...	○	2.3	1.2
...	...	...	○	3.5	1.9
...	...	...	...	...	...
○	0.014	0.007	○	2.9	1.7
...	...	...	...	...	...
...	...	...	○	2.1	1.2
...	...	...	...	...	...
...	...	...	○	2.3	1.1
...	...	...	○	1.6	0.8
...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...
○	0.008	0.003	○	2.7	1.6
...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...
100%	0.011	0.005	100%	2.2	1.2
...	...	...	...	...	...
...	...	...	○	2.1	1.0
...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...
○	0.007	0.004	○	2.1	1.2
...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...
...	...	...	○	1.4	0.8
100%	0.007	0.004	100%	1.9	1.0
100%	0.010	0.005	100%	2.2	1.2

扱いをしている。
 浮遊粒子状物質の場合、環境基準を超える日が2日以上連続
 状物質は達成しなかった。

表-19 八王子市一般環境大気測定局の測定結果

測定局名	二酸化窒素 NO ₂			浮遊粒子状物質 SPM		
	環境基準		年平均値 (ppm)	環境基準		年平均値 (mg/m ³)
	達成 状況	98%値 (ppm)		達成 状況	2%除外値 (mg/m ³)	
片倉町	○	0.043	0.025	○	0.071	0.034
横館	○	0.042	0.024	○	0.074	0.032
元八王子	○	0.033	0.016	○	0.058	0.026
	○	0.039	0.022	○	0.069	0.033
平均	4/4 (100%)		0.022	4/4 (100%)		0.031

表-20 八王子市自動車排出ガス測定局の測定結果

測定局名	二酸化窒素 NO ₂			浮遊粒子状物質 SPM		
	環境基準		年平均値 (ppm)	環境基準		年平均値 (mg/m ³)
	達成 状況	98%値 (ppm)		達成 状況	2%除外値 (mg/m ³)	
八木町	○	0.049	0.031	○	0.078	0.039
由木	○	0.044	0.027	○	0.084	0.041
打越	○	0.043	0.027	...	...	...
平均	3/3 (100%)		0.028	2/2 (100%)		0.040

注) 欄内の…印は、測定項目なし。

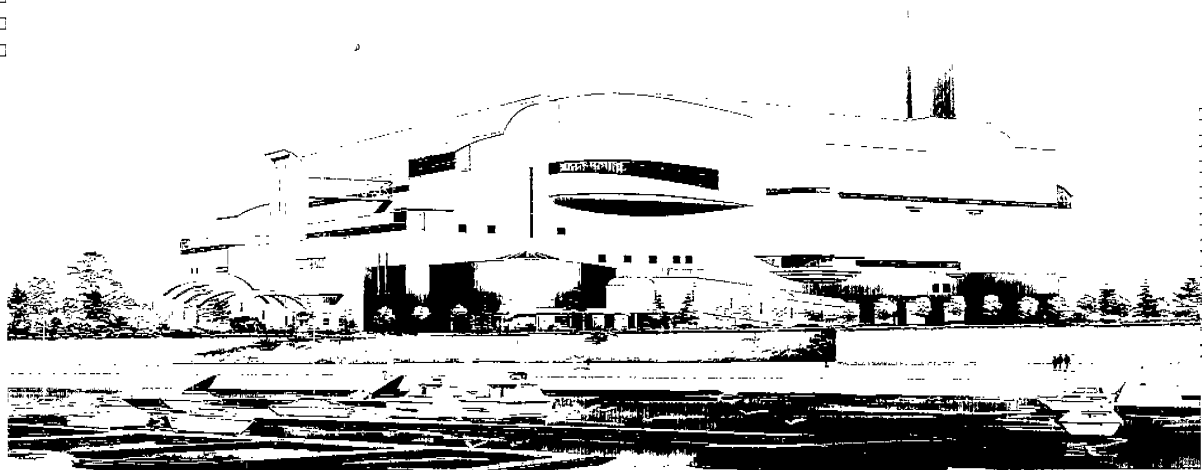
備考: 大気汚染防止法第31条第1項、同法施行令第13条第1項の規定に基づ

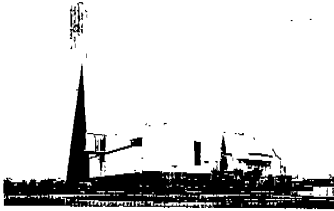
オキシダント O_3 (5時～20時)		二酸化硫黄 SO_2			一酸化炭素 CO		
		環境基準		年平均値 (ppm)	環境基準		年平均値 (ppm)
環境基準 達成状況	年平均値 (ppm)	達成 状況	2%除外値 (ppm)		達成 状況	2%除外値 (ppm)	
×	0.029	○	0.009	0.005	…	…	…
×	0.027	…	…	…	…	…	…
×	0.034	○	0.007	0.004	…	…	…
…	…	…	…	…	○	1.0	0.5
0/3 (0.0%)	0.030	2/2 (100%)		0.005	1/1 (100%)		0.5

一酸化炭素 CO		
環境基準		年平均値 (ppm)
達成 状況	2%除外値 (ppm)	
○	1.5	0.8
○	1.6	0.7
○	1.2	0.6
3/3 (100%)		0.7

き、大気汚染常時監視事務は、八王子市長に委任されている。

新江東清掃工場





はじめに

ごみ問題の解決には、ごみ発生そのものを抑制することが極めて重要ですが、これとともに清掃工場や最終処分場などの施設整備の充実も強く求められています。

なかでも清掃工場の建設や老朽化した施設の建替はごみの適正処理を行うため緊急かつ重要な課題となっています。

新江東清掃工場は施設の老朽化により低下した焼却能力の回復と安定的な全量焼却体制の確保のため、建替を行ったものです。

清掃工場の役割

ごみはどんなに発生そのものの抑制やリサイクルを徹底したとしても必ず排出され、その適正処理が必要になります。

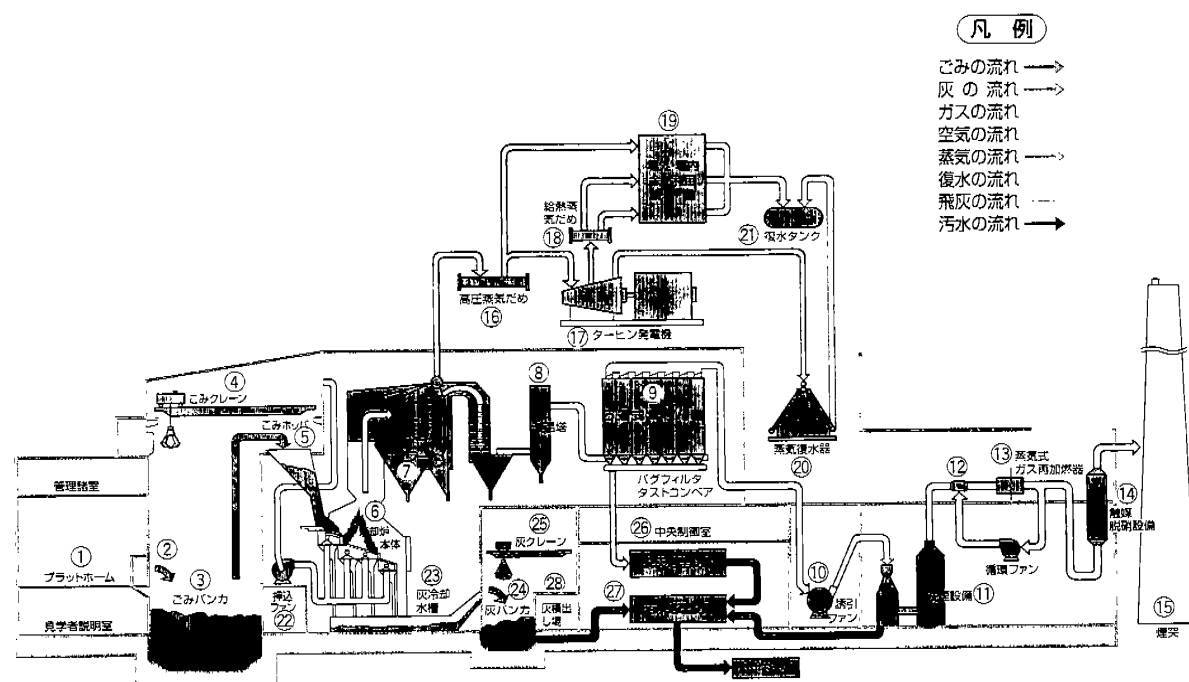
清掃工場は焼却による衛生的な処理とともにごみの体積を約 20 分の 1 に減らすことができ、貴重な最終処分場を長く使用することができます。

新江東清掃工場は、公害防止対策に万全を尽くすことはもちろん、ごみを燃やす際に発生する熱を利用し発電や蒸気・温水を地域の公共施設に供給し、ごみを資源として活用しています。

施設の特徴

- (1) 公 害 防 止 大気汚染物質の排出量を抑制するため法規制値より厳しい自己規制値を設定し、公害防止に万全を期しています。
- (2) 熱 利 用 ごみの焼却により発生した熱をボイラで熱回収し、蒸気を発生させます。
この蒸気を利用して、ごみの焼却施設では国内最大の 5 万kWの蒸気タービン発電設備を設置しています。
また、近隣の東京都夢の島総合体育館、東京都夢の島熱帯植物館、東京辰巳国際水泳場、江東区いこいの家に熱供給しています。
また、雨水は中水利用槽に溜め、用水として利用しています。
- (3) 建築デザイン 建物は海原に浮かぶヨットをイメージさせるデザインとし、隣接する夢の島マリナなど周辺景観に調和するものとしています。

焼却施設プロセスシート



設備概要

- | | |
|----------------------------|------------------------------|
| ①プラットホーム | ⑩誘引ファン(両吸込ターボ形) 3基 |
| ②ごみバンカゲート(観音開式) 21門 | ⑪洗煙設備(湿式か性ソーダ洗浄方式) 3基 |
| ③ごみバンカ(約 45,000 m³) | ⑫混合器 3基 |
| ④ごみクレーン(定格荷重約 16 t) 4基 | ⑬蒸気式ガス再加熱器(白煙防止) 3基 |
| ⑤ごみホッパ 3基 | ⑭触媒脱硝設備(窒素酸化物除去) 3基 |
| ⑥焼却炉(全連続燃焼式火格子焼却炉) 3基 | ⑮煙突(150 m) |
| ⑦ボイラ(過熱器付自然循環式水管ボイラ) 3基 | ⑯高圧蒸気だめ 3基 |
| ⑧減温塔(水噴霧式) (2基/炉) 6基 | ⑰タービン発電機(抽気復水タービン) 50,000 kW |
| ⑨ろ過式集じん機(バグフィルタ形)(2基/炉) 6基 | ⑱給熱蒸気だめ 1基 |
| ⑪誘引ファン(両吸込ターボ形) 3基 | ⑲場外・場内余熱利用設備 |
| ⑫混合器 3基 | ⑳蒸気復水器 3基 |
| ⑬蒸気式ガス再加熱器(白煙防止) 3基 | ㉑復水タンク 2基 |
| ⑭触媒脱硝設備(窒素酸化物除去) 3基 | ㉒押込ファン(片吸込ターボ形) 3基 |
| | ㉓灰冷却水槽 3基 |
| | ㉔灰バンカ(約 2,900 m³) |
| | ㉕灰クレーン(定格荷重約 9 t) 3基 |
| | ㉖飛灰処理設備(排ガス中和方式・混練方式) |
| | ㉗污水处理設備(重金属除去凝集沈殿ろ過方式) |
| | ㉘灰積出し場 |

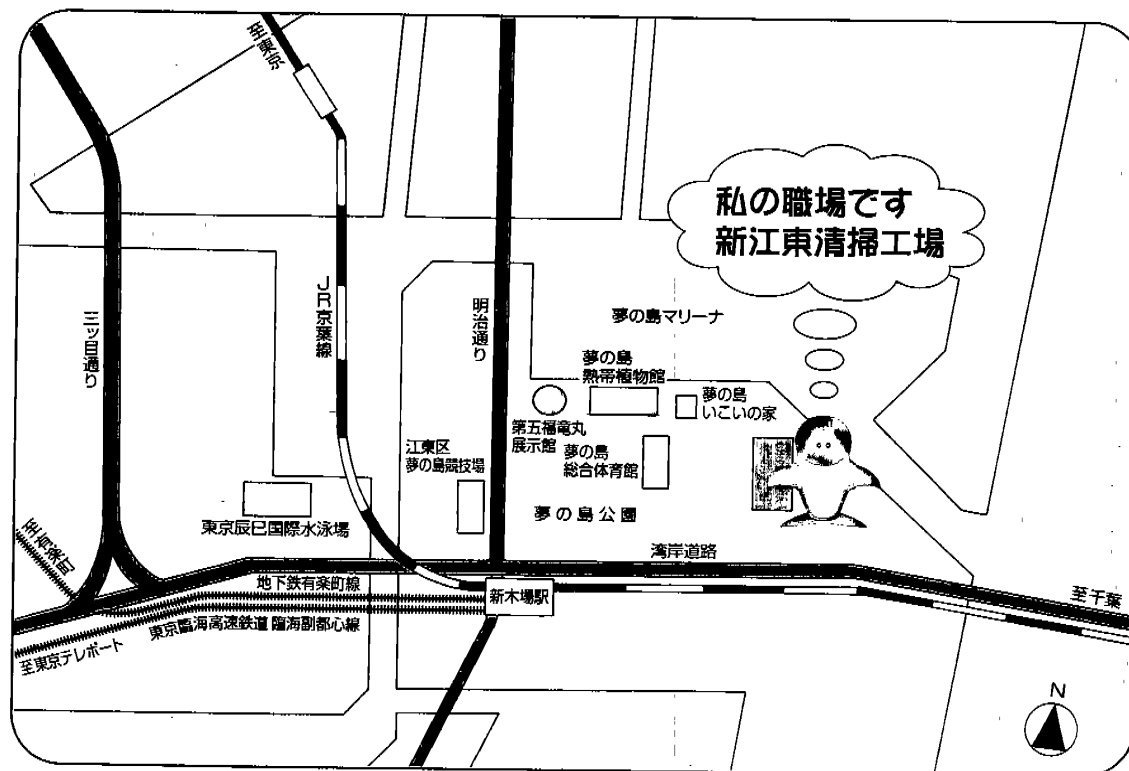


中央制御室

施設概要

名 称	新江東清掃工場
所 在 地	東京都江東区夢の島3番地 TEL. 03-5569-5341 FAX. 03-5569-5346
敷地面積	約 61,000 m ²
焼却能力	1800 t / 日 (600 t / 日 × 3 炉)
煙 突	鉄筋コンクリート外筒支持鋼製内筒形 約 150 m
建築構造	鉄骨鉄筋コンクリート造・一部鉄骨造 地下1階・地上9階
建築面積	約 27,000 m ²
工事期間	平成6年7月～平成10年9月
竣 工	平成10年9月
施 工	タクマ・住友建設共同企業体

案内図



新江東清掃工場

●交通機関

JR京葉線・地下鉄有楽町線・東京臨海高速鉄道 臨海副都心線

新木場下車 徒歩 15 分

都バス 夢 01 (錦糸町駅～新木場駅)・木 11 甲 (東陽町七丁目～新木場駅)

夢の島下車 徒歩 15 分

R100

古紙配合率100%
白色度82%再生紙を使用しています

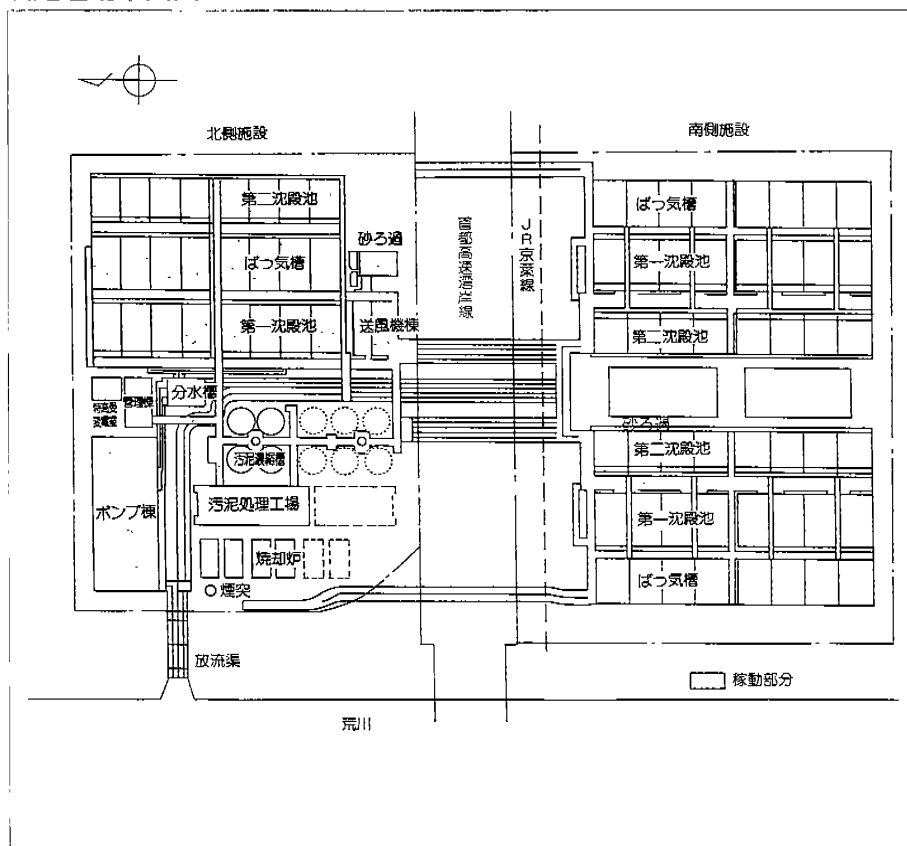
葛西処理場の特色

- ① 葛西処理区の地域は、路盤が低く流入幹線の処理場到達位置が低い。
- ② 第一沈殿池下部に雨水貯留池を設置。
ばっ気槽は深槽、第二沈殿池は二階槽を採用し、土地の有効利用を図った。
- ④ 水処理施設の一部を利用した臨海球技場がオープンし、多くの住民に利用されている。
- ⑤ 污泥処理施設を有し、中川処理場・小菅処理場からの污泥を受け入れ、処理している。
- ⑥ 焼却灰の建設資材への利用。
- ⑦ 臭気対策設備の設置。
(沈砂池、第一沈殿池、ばっ気槽、濃縮槽、污泥脱水機)

■主要施設 (平成11年度末現在)

項 目	状 況
敷地面積	約36ha
処理能力	400,000m ³ /日 (污水)
水 処 理 施 設	
受電設備	66kV (2回線)
発電設備	4サイクル単動ディーゼル ×2基 (各6620kW) 自励交流発電機×2基 (3相6kV、各7,500kVA)
流入管渠	円形渠 長島町幹線 φ7,000mm 葛西 幹 線 φ3,500mm 江戸川幹線 φ3,750mm
沈 砂 池	污水6池、雨水12池
第一沈殿池	北8池、南2池
ばっ気槽	北8槽、南2槽
第二沈殿池	北8池、南2池
汚 泥 処 理 施 設	
污泥濃縮槽	4槽
污泥脱水機	22台
焼 却 炉	4基
遠心濃縮機	5台
煙 突	3脚自立型、直径φ1.7m、高さ100m

■処理場平面図



下水道のしくみ

★下水道は、下水道管・ポンプ所・下水処理場の3つの施設から成り立っています。

下水道管

家庭や工場から出る汚水と雨水（両方を合わせて下水といいます）を集めて流す

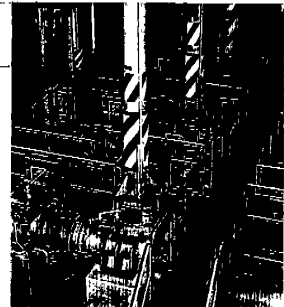
下水を処理場まで導く管が下水道管です。
下水道管は、東京中に葉脈のように張りめぐらされています。
下水道管の大きさは、小さいものは直径25cmから大きいもので直径7mに及ぶものまであります。



ポンプ所

汚水を処理場に送ったり、雨水を川や海に放流する

下水道管は、下水を自然流下させるため傾斜をつけてあるので、徐々に深くなっていきます。相当の深さになると、ポンプで下水を地表近くまでくみ上げて、再び自然流下させます。ポンプ所がこの役目を担っています。
また、大雨の時など、下水道管に流れ込んだ雨水をすみやかに川や海に放流し、浸水を防ぐのもポンプ所の大切な役割です。



下水処理場

運ばれてきた下水をきれいに処理して、海や川へ戻す

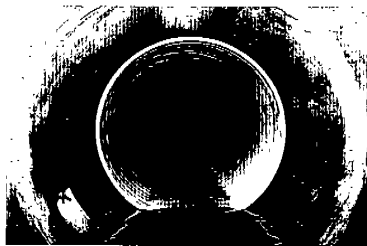
これからの下水道事業の展開は

■普及の促進

全ての都民の皆さんが、下水道を利用できるよう整備を促進し、処理場・ポンプ所の施設能力の増強を行います。

■施設の再構築

東京の下水道は、110年以上の歴史があります。老朽化した下水道施設を計画的・効率的・経済的にリニューアルしていきます。



■浸水対策

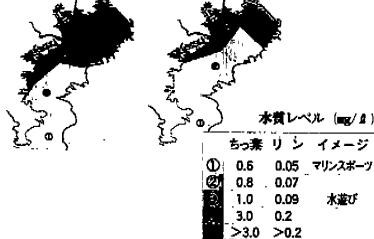
東京の浸水は、宅地化や舗装が進み雨が地下へしみ込みます、下水道管の能力を超えて流れ込むことが主な原因です。
地域に応じた雨水対策を実施し、浸水に強いまちにしていきます。

■高度処理

これまでの下水処理をさらにレベルアップして、ちっ素やりんを削減し、水遊びのできる東京湾やきれいな河川を目指します。

現況

将来



■合流式地下下水道の改善

都内の多くは、雨水と汚水を一緒に下水道管へ流す合流式です。大雨で下水道管に大量の雨水が集まると、途中の川や海に一部が流れ出ることがあります。

より多くの下水を処理場へ導き処理できるよう、施設を改善し、川や海を守っていきます。

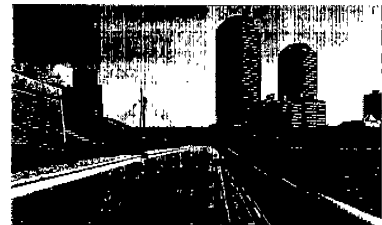
■再生水利用

都市の貴重な水資源として、トイレ用水や清流復活の環境用水などに下水処理水（再生水）の利用を進めます。



■下水汚泥の資源化・減量化

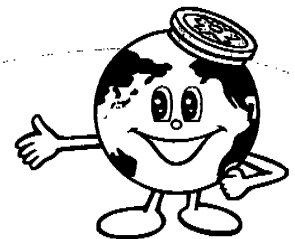
毎日大量に発生し、埋め立て処分している汚泥の減量化に努めます。また、メトロレンガの製作などで汚泥の100%資源化を目指します。



■下水の熱利用

下水の持つ大気との温度差などを利用した熱エネルギーを、地域冷暖房事業や、施設の冷暖房に活用します。

このほかにも、施設の上部利用・下水道管内の光ファイバー通信網などの施設の有効利用を推進していきます。



《こんな時は、こちらへご連絡ください》

★お宅の下水のトラブル発生！

- トイレのつまりや、配管の故障は…

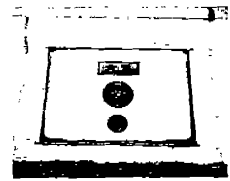
トイレが詰まったときは、まず、ラバーカップを使ってみましょう。



それでもダメな場合やその他の故障は、責任者のいるお近くの「指定下水道工事店」へご相談ください。

- 「指定下水道工事店」の連絡先がわからないとき
民間機関「総合設備メンテナンスセンター」
(TEL 03-3585-0195) 休日も対応しています。

- 道路の汚水ますが詰まって悪臭がしたり、マンホールのふたが、がたついているとき
各区にある下水道局の出張所へご連絡ください。



- 道路の下水のトラブルを、夜間や休日に発見した場合

「夜間サービスセンター」
(TEL 03-3241-0768)



★道路のトラブル発生！

- 道路の雨水ますが詰まっているのを発見したら
その道路を管理する事務所へご連絡ください。
(例えば区道は、区役所へ)

★その他

- その他、下水道料金などの下水道に関するご質問・お問い合わせは、お近くの下水道局管理事務所へ。

●下水道工事にご理解を

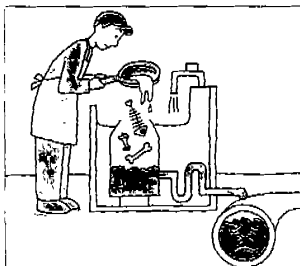
- 老朽化した下水道施設の再構築や、能力を増強する下水道工事を行っています。

下水道局では、都民生活への影響を最小限にするため、路上で行っている工事をできるだけ減らすよう取り組んでおります。下水道工事へのご理解とご協力をお願いいたします。



下水道局からのお願い

★皆さんのほんの小さな思いやりで、川や海を汚すのを防いだり、快適な生活環境を守ることができます。簡単なことから始めてみませんか？



★キッチンで…

生ゴミや油・ソースなどを流すと、処理場で下水をきれいにするのに大変負荷がかかり、川や海を汚す原因となります。ディスポーザーで、生ゴミを粉碎して流すのも同じです。生ゴミは水切り袋に集め、油やソースなどは古新聞や布きれに吸わせ燃えるゴミに出しましょう。



★トイレ…

水に溶けにくいティッシュペーパーや紙おむつなどを流すと、排水管やますを詰まらせ、故障や悪臭の原因となります。燃えるゴミとして出しましょう。



★マンホール…

ますやマンホールから、シンナーやガソリン、危険な薬品類などを流すと、下水道管を溶かし、爆発して大事故の原因にもなります。絶対に流さないで下さい。



★家の前の掃除…

落ち葉、タバコの吸い殻などのごみを、道の端などにあるますから入れないで下さい。詰まって故障したり、降雨時に水があふれ出したりします。燃えるごみと燃えないゴミに分別して処分しましょう。

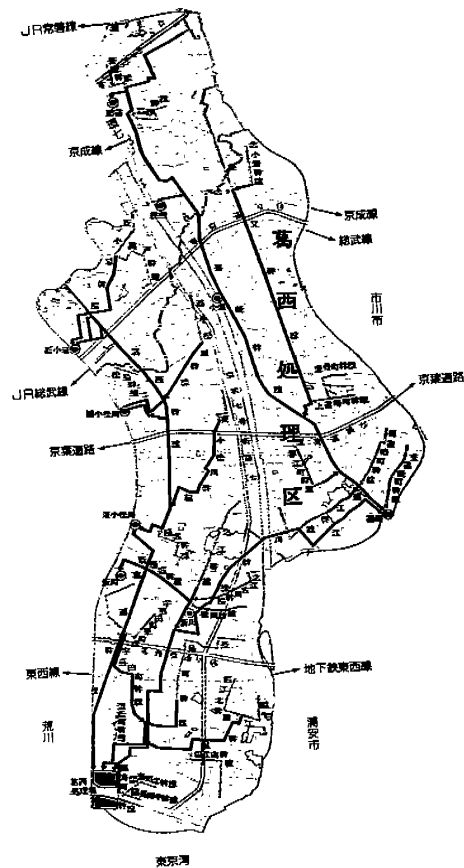
東京都下水道局

葛西処理区の現況

葛西処理区は、荒川（中川との合流点から下流）と江戸川に囲まれた江戸川区の大部分と葛飾区の一部の地域で、その面積は4,893ヘクタールになります。

処 理 区 域	江戸川区の大部分及びの葛飾区の一部
処 理 面 積	4,893 ha
計画処理人口	757,000人、普及率100%

■处理区域



葛西処理場の歴史

葛西処理場は昭和39年に都市計画決定された。
(計画処理能力240,000㎡/日) 昭和49年に
調査検討した結果をもとに当初計画を大幅に改
訂し、昭和50年に事業変更認可(計画処理能
力940,000㎡/日)を得て昭和51年9月から
葛西沖の埋立地において、処理場建設が始まった。

昭和56年9月東京都23区内の9番目の処理場として、湾岸道路の北側施設の一部（処理能力80,000m³/日）が稼働し、昭和63年には北側施設全部（処理能力320,000m³/日）が稼働した。その後、平成4年には湾岸道路の南側施設の一部（処理能力80,000m³/日）が稼働し、葛西処理場の処理能力400,000m³/日となり現在に至っている。

なお、平成10年事業変更認可により計画処理能力630,000m³/日となっている。

