

平成10年度
厚生科学研究報告書

テトラクロロエチレンの排出に伴う大気中拡散分布調査

平成11年 3月

はじめに

テトラクロロエチレンは、ドライクリーニングの洗浄用溶剤として広く使用されているが腎毒性および肝毒性、発癌性、蓄積性などの懸念があり、化学物質の審査及び製造等の規制に関する法律、大気汚染防止法、水質汚濁防止法、廃棄物の処理及び清掃に関する法律等によりさまざまな規制がなされている。このうち、大気汚染防止法では、テトラクロロエチレンの大気中の環境基準が、 $0.2\text{mg}/\text{m}^3$ 以下と定められているとともに、クリーニング所においては、クリーニング機（以下「ドライ機」という。）のうち、1台の処理能力が $30\text{kg}/\text{回}$ 以上のもを有する施設を、指定物質排出施設として指定し、活性炭吸着装置等の設置によりテトラクロロエチレンの排出抑制基準値を $500\text{mg}/\text{m}^3$ 以下（新設ドライ機は $300\text{mg}/\text{m}^3$ 以下）にするよう規制が行われている。しかし、1台の処理能力が $30\text{kg}/\text{回}$ 以下のドライ機を複数設置する施設は指定を受けていない。また、処理能力が $30\text{kg}/\text{回}$ 以下である場合、当該濃度が環境基準（ $0.2\text{mg}/\text{m}^3$ ）以下であることの確認はなされていないなど、現行の規制では、住民の健康被害の防止の見地からは未だ十分なものとは言い難い。このため、クリーニング所から排出されるテトラクロロエチの濃度およびその分布について、詳細な調査を行い、環境基準を遵守するためのドライ機の管理方法、使用方法等について検討を行う必要がある。なお、厚生省では、ドライ機の処理能力が1台当たりたり 30kg 未満であっても、2台以上を有する施設で合計 30kg 以上の場合、活性炭吸着装置を設置することとし、合計 30kg 未満の施設においても、設置が望ましいという指導が行われている（平成5年4月9日厚生省生活衛生局長通知衛指第74号）。

本研究の1年次においては、クリーニング所から排出されるテトラクロロエチレンが周辺地域にどのように分布するか、方向、距離、濃度について調査を行い、大気汚染防止法の環境基準をどの程度遵守できているかを把握するとともに、2年次において、ヒトに対する曝露状況調査を行い、住民に対する健康被害への影響を予測するとともに、健康被害の防止を目的として、クリーニング所におけるドライ機の使用方法、管理方法等についてのガイドラインを作成する。

平成11年3月

全国クリーニング環境衛生同業組合連台会
クリーニング総合研究所所長
主任研究者 門 脇 武 博

厚生科学研究研究委員会

委員長	門脇 武博	全国クリーニング環境衛生同業組合連合会 クリーニング総合研究所所長 (北里大学医療衛生学部公衆衛生学教授)
委員	仲座 政宏	北里大学医療衛生学部公衆衛生学講師
	片桐 裕史	北里大学医療衛生学部公衆衛生学助手
	宇田川 博司	全国クリーニング環境衛生同業組合連合会 クリーニング総合研究所副所長
	菅原 義昭	全国クリーニング環境衛生同業組合連合会 試験研究部部長

目 次

研究課題：テトラクロロエチレンの排出に伴う大気中拡散分布調査

I. 研究の目的	1
II. 研究の方法	
1. 調査対象クリーニング所	2
2. 開放型ドライ機の洗浄工程	2
3. 各クリーニング所のドライ機の内容と排出方式	
1) Aクリーニング所の開放型ドライ機	2
2) Bクリーニング所の密閉型ドライ機	3
3) Cクリーニング所の開放型ドライ機	3
4. 調査の項目	7
5. 気象状況	7
6. 試料捕集機器および捕集方法	
1) 試料捕集機器	7
2) 試料採取方法	7
7. 分析方法	
1) 抽出方法	14
2) 定量方法	14
III. 研究結果	
1. 調査時における気象状況	16
1) 調査実施日のドライ機稼動時間帯の気象状況	16
2) 各クリーニング所のドライ機排出口及び敷地内におけるテトラクロロエチレン濃度	23
3) クリーニング所周辺の大気中のテトラクロロエチレン濃度	25
IV. 考 察	
1. Aクリーニング所	26
2. Bクリーニング所	27
3. Cクリーニング所	27
V. 結 論	28
VI. 今後の課題	28
参考資料－ 1	29
参考資料－ 2	30

I. 研究の目的

ドライクリーニングでは、洗浄溶剤としてテトラクロロエチレンが広く使用されている。このテトラクロロエチレンは、環境汚染のみならず健康への影響として発癌性が懸念されている。

現在、わが国で使用されているドライクリーニング機は（以下ドライ機）洗浄工程の最後に脱臭工程の操作があり、ドラム内に外気を取り入れ、回収不能な溶剤を大気に排出する構造の開放型ドライ機と、ドライ機に内蔵された回収装置によりドラム内のテトラクロロエチレンを回収した後、再びドラム内へ空気を循環させる密閉型ドライ機の2種類がある。

大気汚染防止法では、開放型ドライ機の場合、1台の処理能力が30kg以上の場合、活性炭吸着処理装置の設置が義務づけられている。30kg未満の場合は努力義務となっている。

また、ドライクリーニング機から排出されるテトラクロロエチレン濃度として、既設ドライ機に対して排出抑制基準値 $500\text{mg}/\text{m}^3$ 以下が設定され（新設ドライ機は $300\text{mg}/\text{m}^3$ 以下）、規制が行われている。

さらに、平成8年5月に改正された大気汚染防止法（平成9年4月施行）で、テトラクロロエチレンの大気中の環境基準が、年間平均 $0.2\text{mg}/\text{m}^3$ 以下と設定された。

この研究においては、1年次において、クリーニング所から排出されるテトラクロロエチレンが、周辺地域に実際にどのように分布するか、方向、距離、濃度について調査を行い、大気汚染防止法の環境基準がどの程度遵守されているかを検討する。

II. 研究の方法

1. 調査対象クリーニング所

神奈川県相模原市内のテトラクロロエチレンを使用しているクリーニング所において、排出方式及び処理容量の異なる3ヶ所のクリーニング所を調査対象とした。

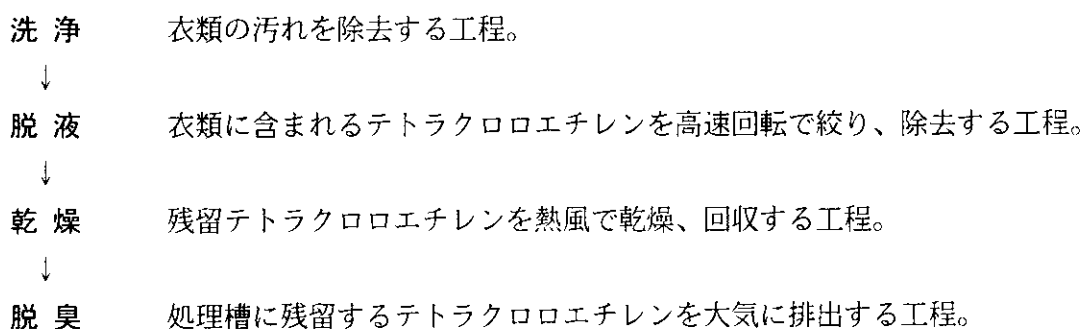
調査対象クリーニング所のドライ機の内容を表1に示した。

表1 調査対象クリーニング所ドライ機

調査対象 クリーニング所	処理能力	排出方式	活性炭 吸着装置
A	30kg	開放型	あり
B	20kg	密閉型	なし
C	10kg	開放型	なし

2. 開放型ドライ機の洗浄工程

ドライ機の種類や洗浄するものの汚れの状況等により、洗浄方式は多少異なるが、一般的な洗浄工程は以下のとおりである。



3. 各クリーニング所のドライ機の内容と排出方式

1) Aクリーニング所の開放型ドライ機 (図1)

1回の処理能力が30kgで、乾燥工程終了後、処理槽の中の回収できないテトラクロロエチレンを3分間外気と置換する脱臭工程がドライ機に組み込まれている。即ち、処理槽から排出されたテトラクロロエチレンを含む空気は、活性炭吸着処理装置でテトラクロロエチレンを吸着除去し大気へ放出される。テトラクロロエチレンを吸着した活性炭吸着処理装置は、蒸気(約100℃)を吹込み活性炭に吸着したテトラクロロエチレンを脱着回収した後、熱風にて乾燥し、冷風にて冷却して、次の脱臭工程の吸着に備えている。

2) Bクリーニング所の密閉型ドライ機 (図2)

1回の処理能力が20kgで、乾燥工程終了後の脱臭工程がなく、ドライ機に内臓された活性炭吸着処理装置でテトラクロロエチレンを循環回収し、大気への強制排気はない。

しかし洗濯工程終了後の衣類及び処理槽に未回収のまま残留しているテトラクロロエチレンが洗濯物を取り出す時に作業所内に一緒に排出される。

3) Cクリーニング所の開放型ドライ機 (図3)

1回の処理能力が10kgで、洗濯最終工程に脱臭工程があり、外気を吸引し処理槽内の未回収テトラクロロエチレンを含む空気は、活性炭吸着処理装置が設置されていないため直接大気に排出される。

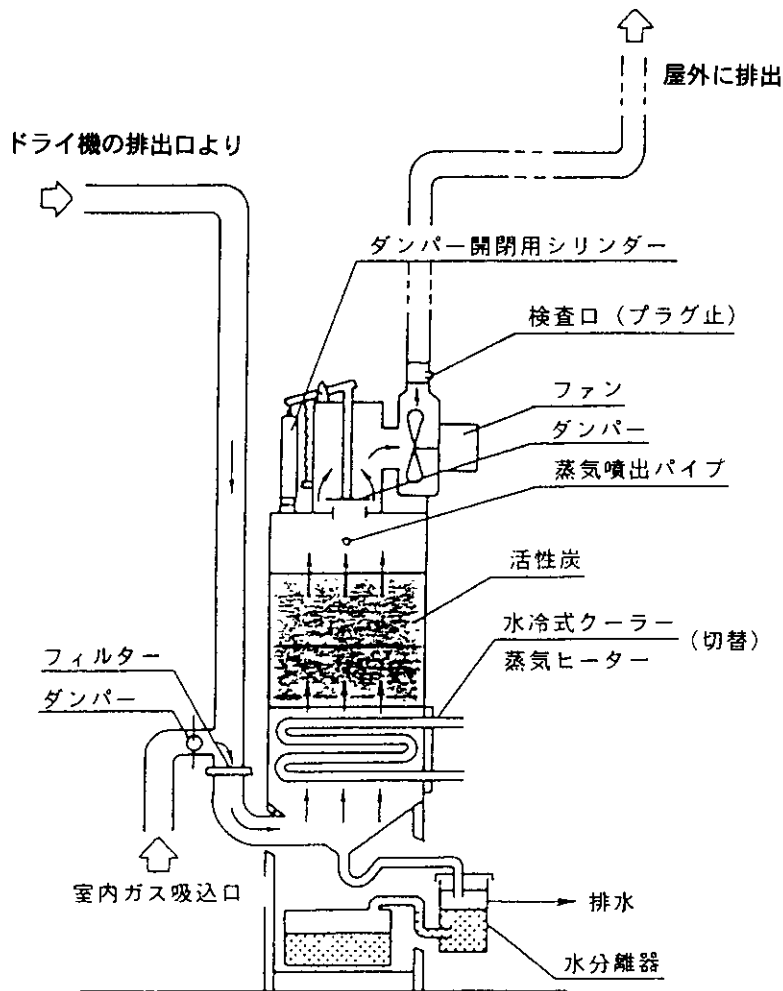
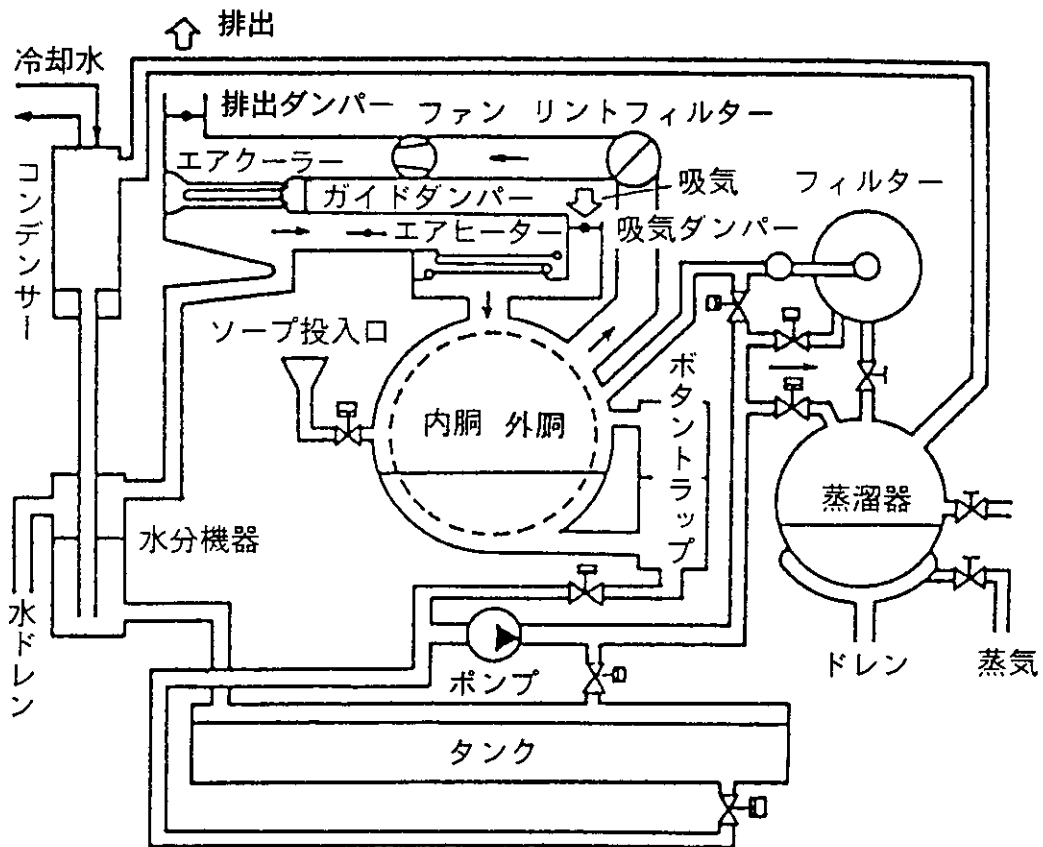


図1 Aクリーニング所ドライ機系統図

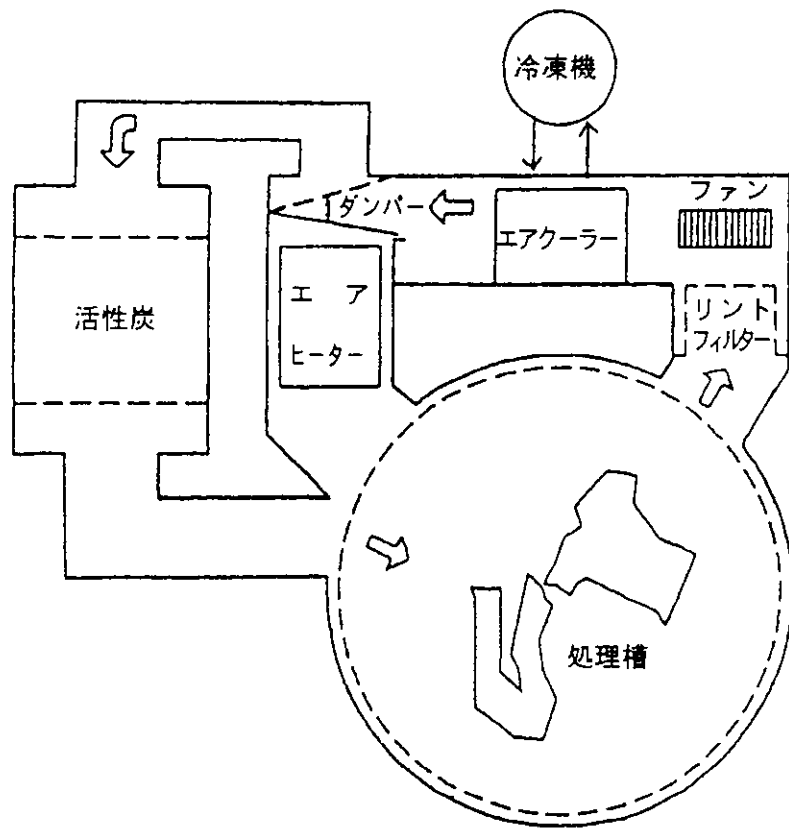


図2 Bクリーニング所ドライ機系統図

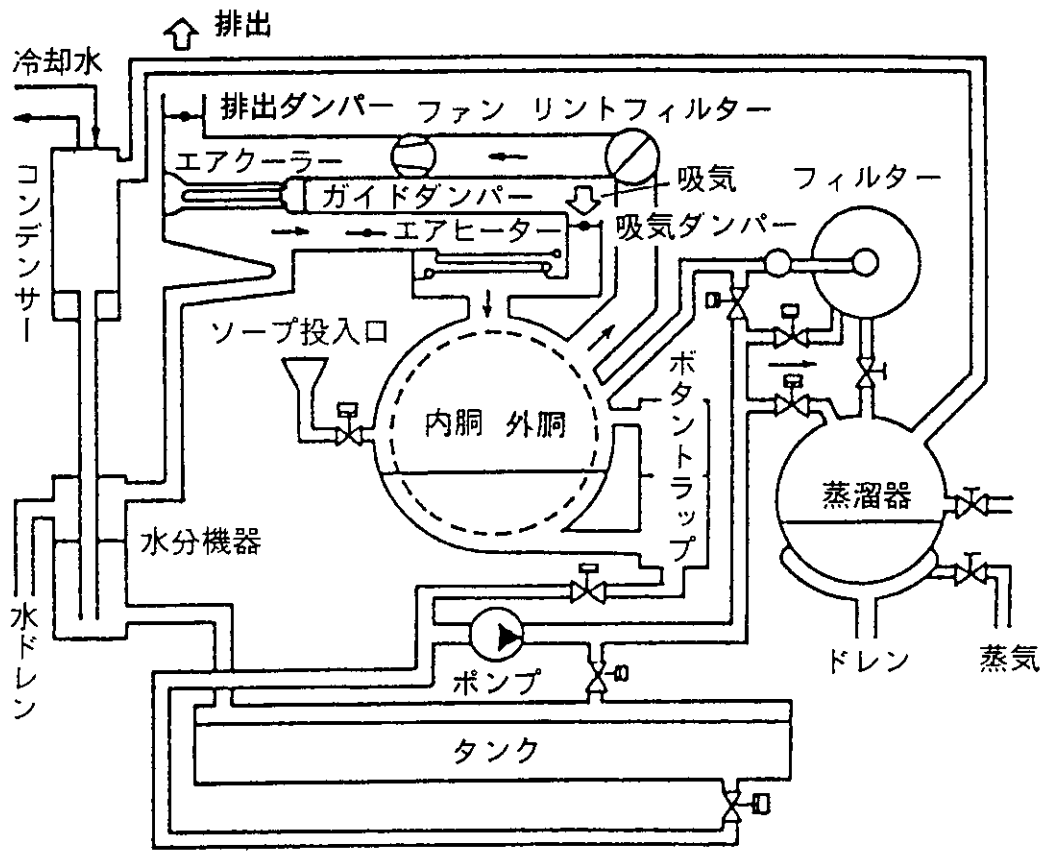


図3 Cクリーニング所ドライ機系統図

4. 調査の項目

- 1) 調査時の気象状況
- 2) クリーニング所の排出口のテトラクロロエチレン濃度の測定
- 3) クリーニング所敷地内のテトラクロロエチレン濃度の測定
- 4) クリーニング所周辺地域のテトラクロロエチレン濃度の測定

5. 気象状況

調査時における各クリーニング所周辺の風速、風向、温度、湿度を測定すると同時に、相模原市消防本部の気象観測データを入手した。

1) 測定機器

- ・クリモマスター風速計（日本科学工業）

6. 試料捕集機器および捕集方法

原則として、環境庁の「有害大気汚染物質測定方法マニュアル（平成9年2月）」に準拠した。

1) 試料捕集機器

- ・テドラーバック（柴田科学）
- ・チャコールチューブ（柴田科学） 参考資料-1
- ・パッシブガスチューブ（柴田化学） 参考資料-2
- ・ミニポンプ LFS-113D（Gilian）
- ・ “ NT-2N（柴田科学）
- ・積算流量計（株シナガワ）

2) 試料捕集方法

(1) クリーニング所排出口での試料捕集方法

洗濯工程最終の脱臭工程中、排出口から排出されるテトラクロロエチレン濃度、または、洗濯工程終了後の衣類取出し口での濃度を測定した。

- ① Aクリーニング所：ドライ機活性炭吸着装置排出口から、脱臭時に3分間テドラーバックへ排出ガスを直接捕集、その後ミニポンプを用い、 $100\text{ml}/\text{min}$ でチャコールチューブに再捕集した。
- ② Bクリーニング所：閉鎖型で、排出口がないため、洗濯処理終了後、衣料取出し時に取出し口で、①同様テドラーバックに直接捕集、その後ミニポンプを用い、 $100\text{ml}/\text{min}$ でチャコールチューブに再捕集した
- ③ Cクリーニング所：ドライ機から直接排出される排出ガスを捕集した。捕集方法はAクリーニング所に同じ。

(2) クリーニング所敷地内の試料捕集方法

A, B, Cクリーニング所敷地内4ヶ所(図4, 5, 6)で、高さ約1.5mの箇所、パッシブガスチューブを用い、24時間大気を捕集した。

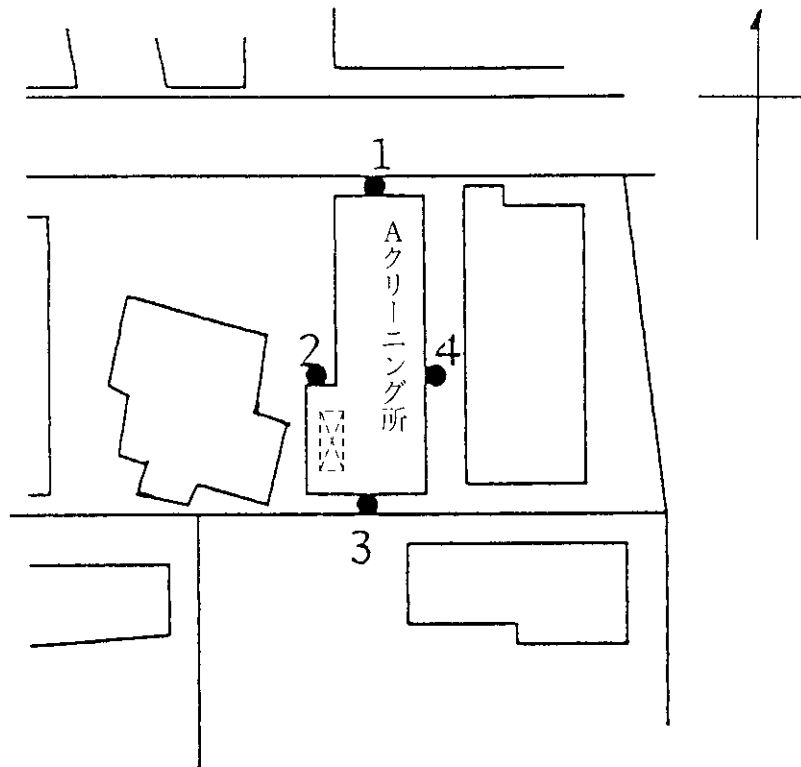


図4 Aクリーニング所敷地内の大気捕集地点

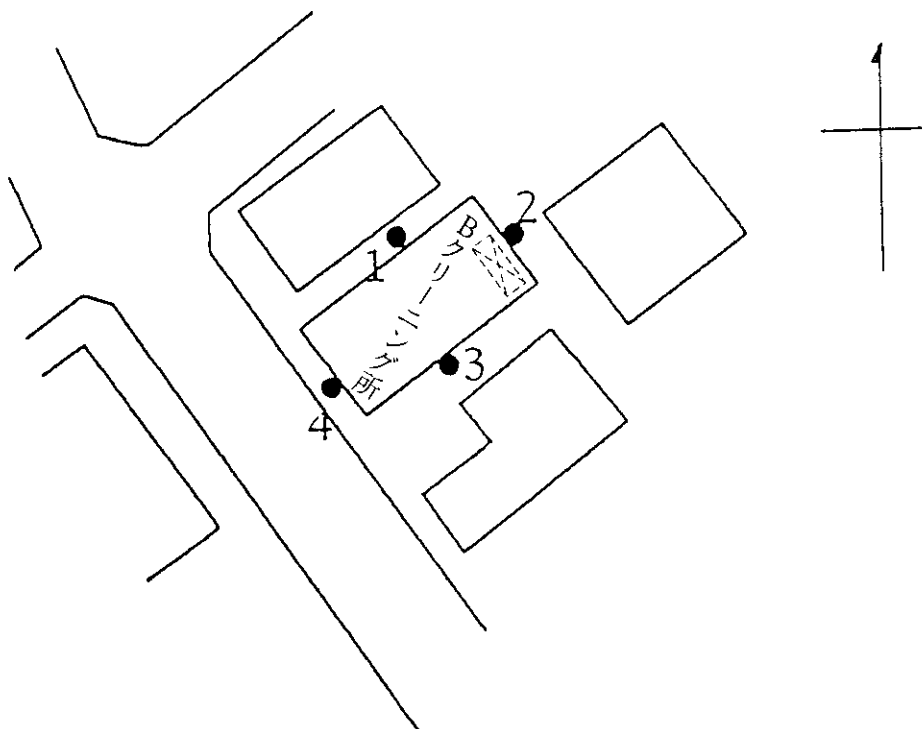


図5 Bクリーニング所敷地内の大気捕集場所

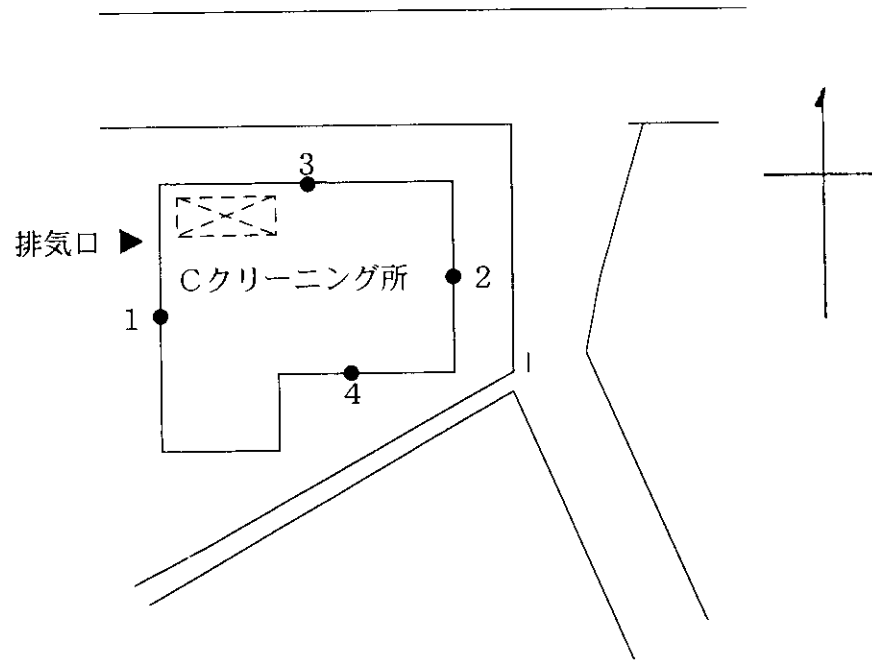



図6 Cクリーニング所敷地内の大気捕集地点

 ドライ機設置場所

(3) クリーニング所周辺の大気中のテトラクロロエチレンの試料捕集方法

地図上で各クリーニング所を中心として、東西南北 8 方位に、中心より 50m および 100m 地点 (図 7, 8, 9) を定め、民家の庭先、または塀、樹木、電柱などを利用し、地面より 0.5~1.5m の高さを測定点とした。

捕集開始は、各クリーニング所のドライ機稼動時間に合せて、ミニポンプ (柴田科学 : TN・2N) を用い、100ml/min で、チャコールチューブ (以下アクティブ法) に 24 時間大気を捕集した。同時にパッシブガスチューブ (以下パッシブ法) を用いて 24 時間併行測定を行った。

なお、地理的条件または立地条件などから (住宅がない等)、ミニポンプを設置できなかった測定点については、パッシブ法のみを用いて大気を捕集した。

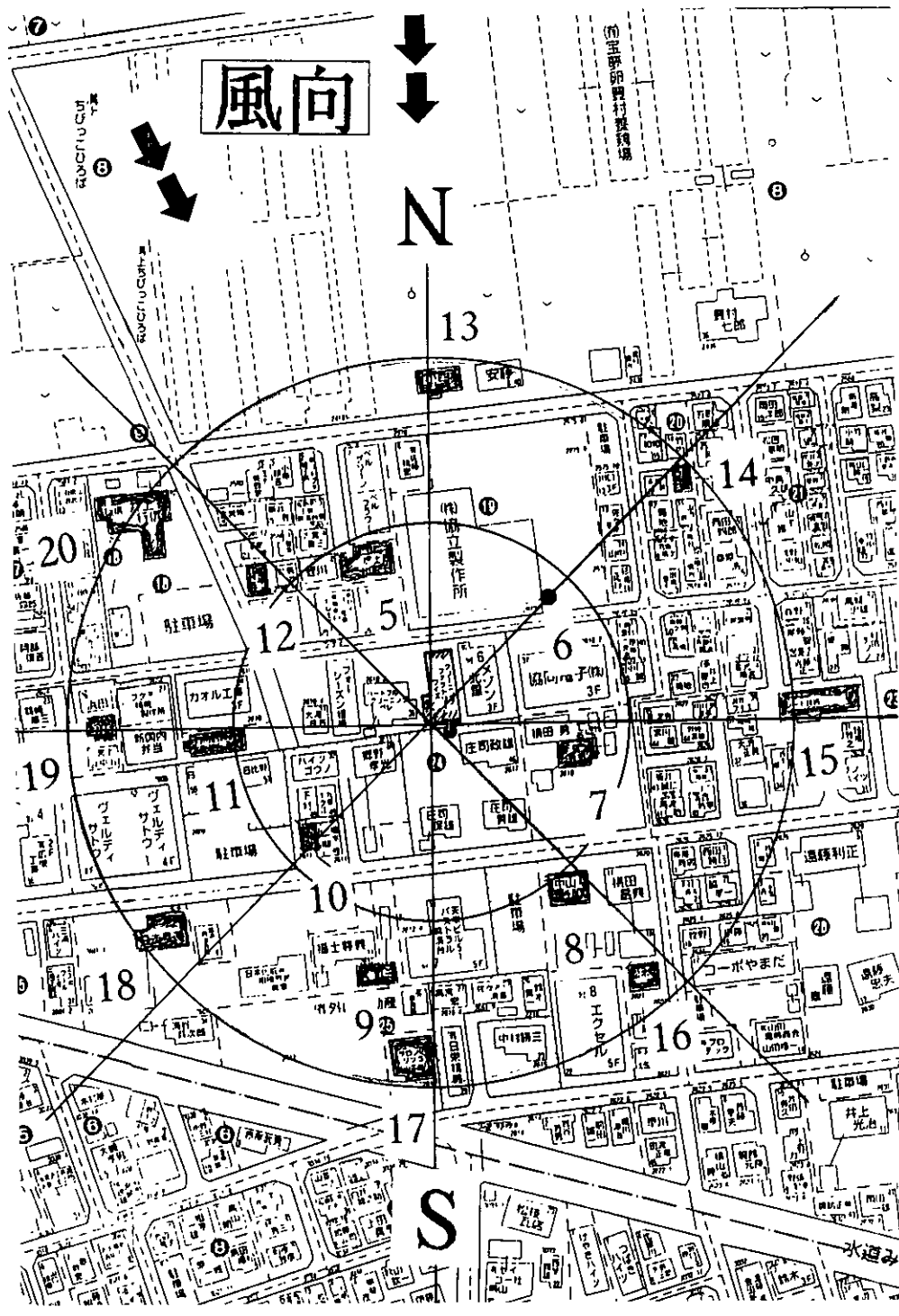


図7 Aクリーニング所を中心とした大気捕集地点

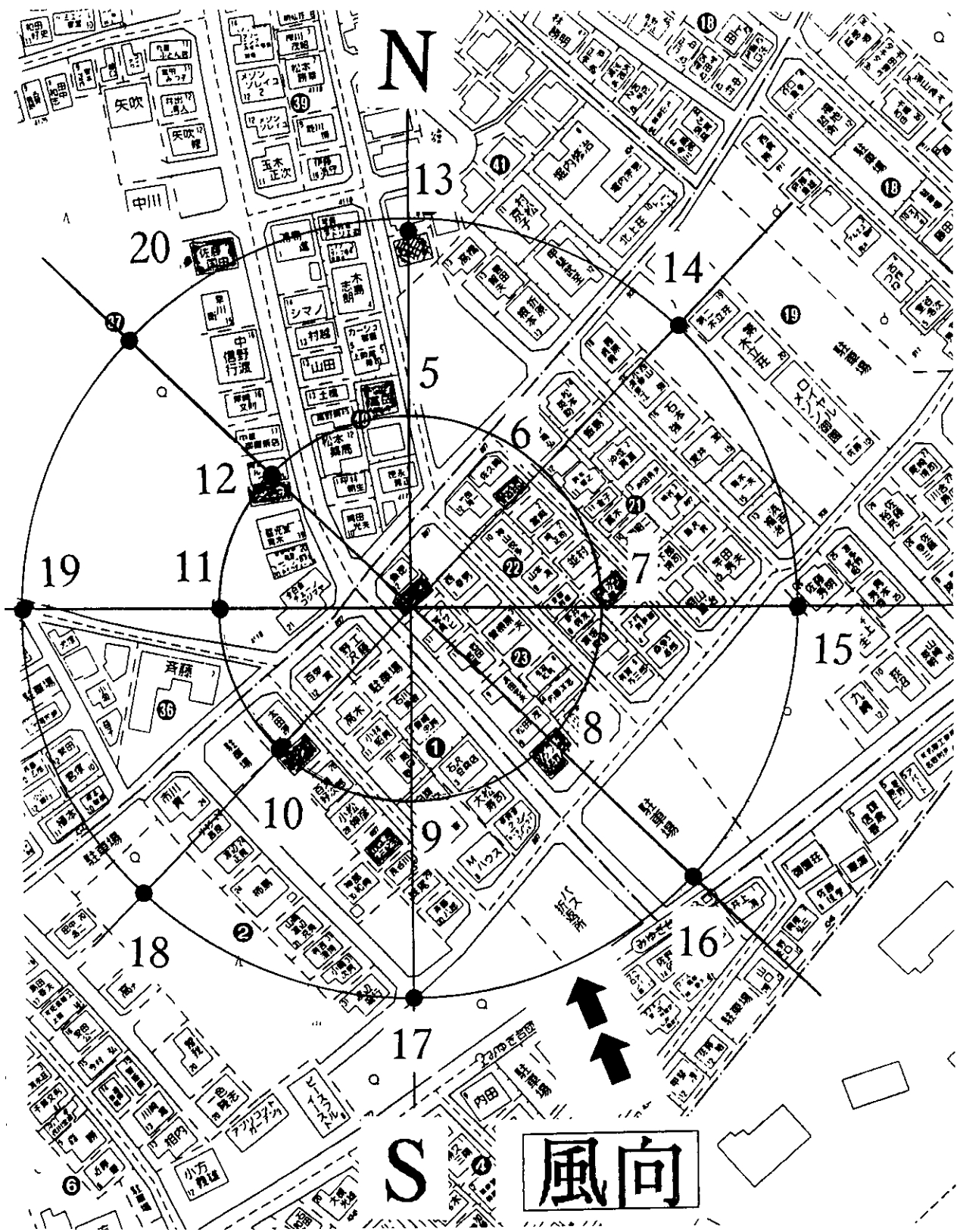


図8 Bクリーニング所を中心とした大気捕集地点

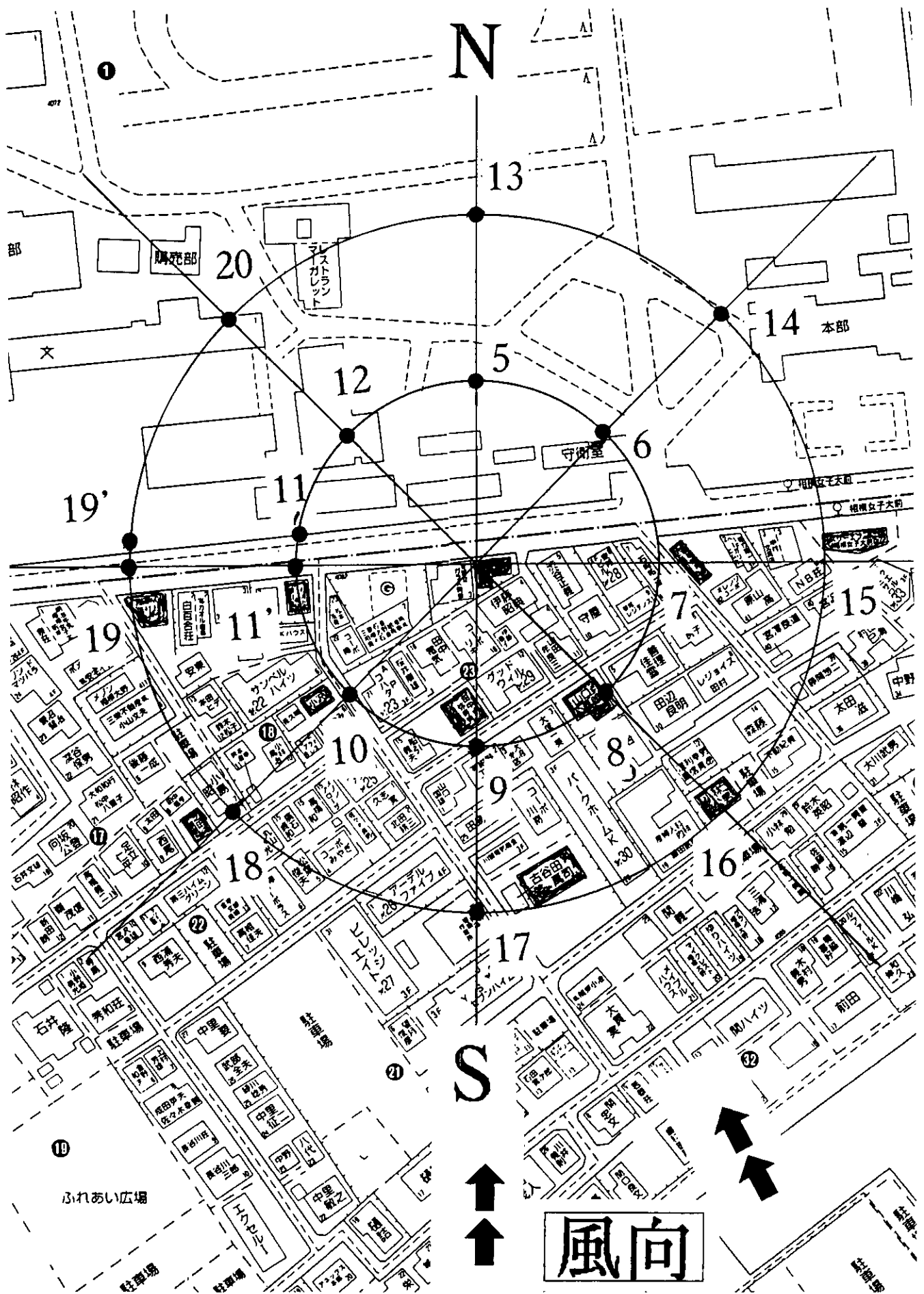


図9 Cクリーニング所を中心とした大気捕集地点

7. 分析方法

1) 抽出方法

各々の活性炭からテトラクロロエチレンを抽出するため、溶媒としてトルエンを用いた。

・抽出溶媒：トルエン（和光純薬 ∞Pure）

- (1) チャコールチューブ：活性炭をバイアルビン（内容量：1.5ml）に移し、トルエンを1mlを加え4時間振蕩し抽出、抽出液を定量用試料とした。
- (2) パッシブガスチューブ：活性炭をバイアルビン（内容量：3ml）に移し、トルエン2mlを加え4時間振蕩し抽出、抽出液を定量用試料とした。

2) 定量方法

- (1) 分析機器：ガスクロマトグラフ GC-14B（島津製作所）

- (2) 分析条件

検出器：電子捕獲型（ECD）

カラム：DW-624ワイドポアキャピラリーカラム J&W 30m×0.53Φ 膜厚3.0μm

カラム温度：70℃

注入口温度：150℃

検出器温度：150℃

キャリアガス：N₂ 30ml/min

メイクアップガス：N₂ 30ml/min

- (3) 検量線の作成

・テトラクロロエチレン（和光純薬特級）

- (4) パッシブ法からチャコール法への濃度換算

ミニポンプが設置できなかった測定点はパッシブ法のみを使用したため、パッシブ法によるテトラクロロエチレン濃度をアクティブ法による濃度に換算する必要がある。そこでアクティブ法とパッシブ法との併行測定から得られた各々のテトラクロロエチレン濃度（図10）を用いて回帰直線を求めると、

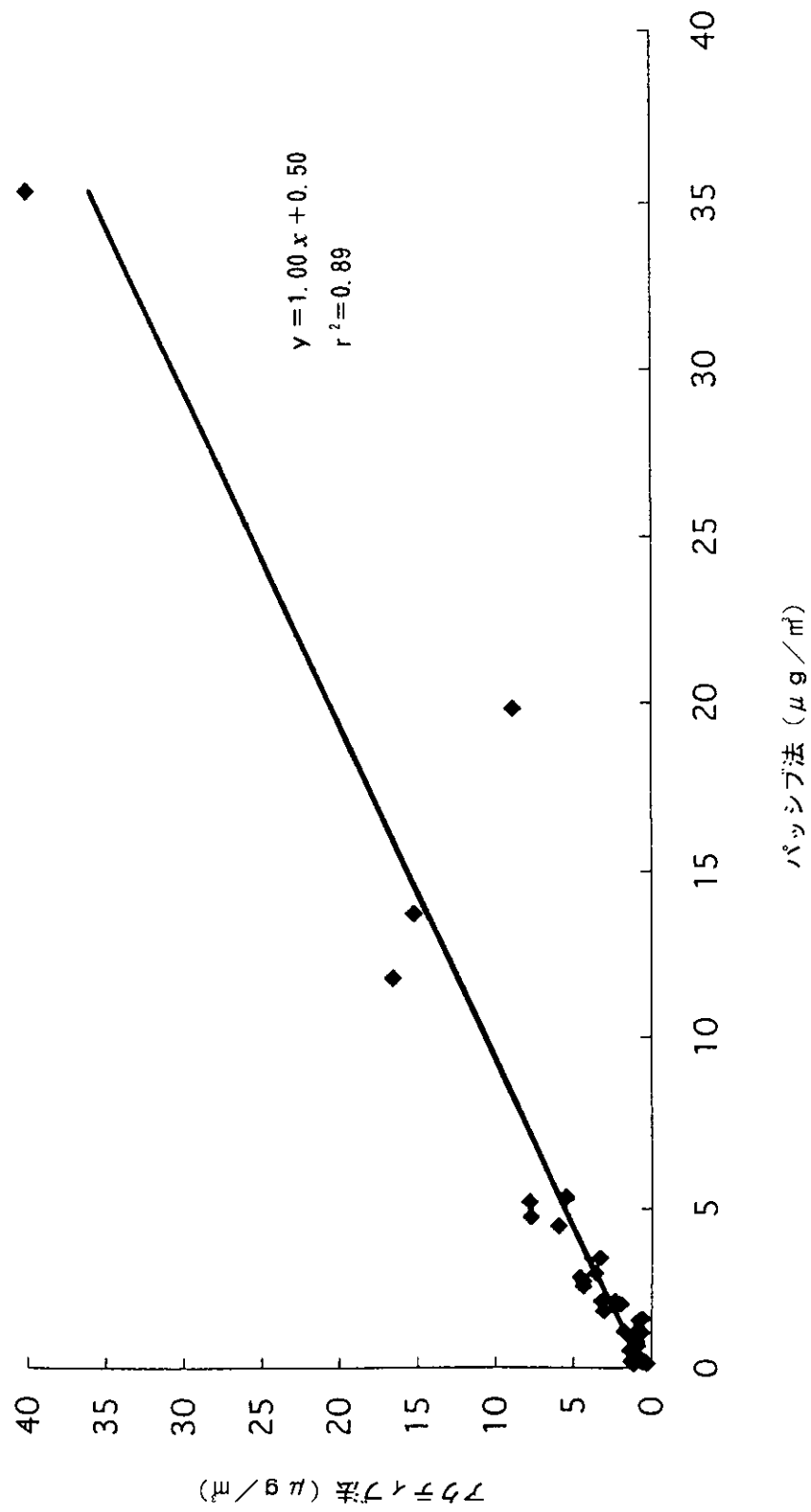
$$\text{回帰式は } y = 1.00x + 0.50$$

ただし、 y ：アクティブ法によるテトラクロロエチレン濃度（ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ）

x ：パッシブ法による当該濃度（ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ）

上記回帰式により、パッシブ法濃度をアクティブ法濃度に換算した。

図10 アクティブ法とパッシブ法との相関



Ⅲ. 研究結果

1. 調査時における気象状況

各クリーニング所周辺のドライ機稼動時間帯の気象状況は、表2に示した。

各クリーニング所の調査時におけるおおよその風向を、図7, 8, 9の地図上に矢印(⇒)で示した。また、相模原市消防本部より、提供された調査実施日の気象日報を表3～8に示した。

1) 調査実施日のドライ機稼動時間帯の気象状況

表2 ドライ機稼動時間帯の気象状況

項目 クリーニング所	風 向	風 速 (m/s)	温 度 (℃)	湿 度 (%RH)
Aクリーニング所	北北西～北	4.6～ 7.1	14.4～14.7	29.3～37.6
Bクリーニング所	南南東	3.8～ 5.0	12.6～14.7	33.1～36.3
Cクリーニング所	南南東～南	7.8～ 9.9	14.8～17.1	59.8～68.6

A、Bクリーニング所調査時と比較し、Cクリーニング所調査時は、風がやや強く、湿度も高い気象状況であった。