

平成 1 2 年度  
内分泌攪乱化学物質大気環境調査結果

環境省環境管理局大気環境課

平成 1 3 年 1 0 月

## 1. 調査の概要

### (1) はじめに

内分泌攪乱化学物質(いわゆる環境ホルモン)は、人や野生生物の内分泌作用を攪乱し、生殖機能阻害、悪性腫瘍等を引き起こす可能性のある環境汚染物質であり、世代を越えた深刻な影響をもたらすおそれがある。

環境省は、平成10年5月(平成12年11月改訂)に内分泌攪乱化学物質に関する基本的な考え方、今後の対応方針等をまとめ、SPEED'98(環境ホルモン戦略計画)を発表している。この計画に基づき内分泌攪乱作用を有すると疑われる65物質を中心に各媒体毎に全国の汚染状況を把握するための調査を行うこととしている。

大気環境に係る調査においては、大気中から検出される可能性の高い物質を中心に、平成10年度にフタル酸ジエステル類及びベンゾ(a)ピレンについて統一した測定方法をもって全国的な調査を実施し、大気環境中の濃度を把握した。また、平成11年度にはフタル酸ジエステル類及びヘキサクロロベンゼンについて全国的な状況を把握した。

平成10年度及び11年度の大気環境調査は、「化学物質分析法開発調査報告書」等における測定方法に基づき実施してきたところであるが、これまで調査した物質以外の物質について確立された測定方法は水質や底質等に比べて少ない状況である。

### (2) 平成12年度調査の目的

平成12年度の内分泌攪乱化学物質大気環境調査においては、測定方法の確立等のために、内分泌攪乱作用が疑われる物質のうち、平成9年度以降に全国的な調査が実施されていない物質であり、かつ採取方法は定まっていないが、分析方法が存在する物質を中心に、採取方法の検討及びフィールド調査を実施し、今後の大気環境における内分泌攪乱作用が疑われる物質の全国的な状況を把握する調査に資することを目的とした。

### (3) 調査概要

本調査の対象物質としては、SPEED'98において内分泌攪乱作用が疑われる物質(65物質)のうち、平成9年度から11年度までに全国的な大気環境の調査が行われていない物質であり、かつ採取方法は定まっていないが、分析方法が外因性内分泌攪乱化学物質調査暫定マニュアル(平成10年10月、環境庁水質保全局水質管理課)(以下「暫定マニュアル」という)において存在する43物質とした。また、平成12年11月に改訂されたSPEED'98には掲載されていないが、分析方法が暫定マニュアルにおいて存在するスチレンについても参考として調査を実施した。本調査での対象物質をSPEED'98での物質番号を併記して表1に示した。

平成12年度の調査において測定方法を確立するために、添加、回収実験で大気中での対象物質の回収率を求めること等により適当な採取方法について検討を行った。そして、

その検討結果を踏まえて少なくとも1種類の採取方法で24時間の試料の採取を行い、その試料を分析するフィールド調査を3地点で実施した。

なお、本調査における採取方法に関する実験並びにフィールド調査での試料採取及び分析は財団法人日本環境衛生センターで行われた。

表 1 調査対象物質

No.	SPEED'98 No.	物質名
1	3	ポリ臭化ビフェニル(PBB)
2	5	ペンタクロフェノール
3	6	2,4,5-トリクロフェノキシ酢酸(2,4,5-T)
4	7	2,4-ジクロフェノキシ酢酸(2,4-D)
5	8	アミロール
6	9	アトラジン
7	10	アラクロール
8	11	シマジソ
9	12	ヘキサクロシクロヘキサン(HCH)、イフルメラチオン
10	13	カルバリン
11	14	クロルデン
12	15	オキシクロルデン
13	16	trans-ノカロール
14	17	1,2-ジブrom-3-クロロプロパン
15	18	DDT
16	19	DDE, DDD
17	20	ケルセン
18	21	アルドリソ
19	22	エンドリソ
20	23	ディルトリソ
21	24	エンドスルファン
22	25	ヘプタクロル
23	26	ヘプタクロルエポキシイソキサート
24	27	マラチオン
25	28	メソミル
26	29	メトキシクロル
27	31	ニトロフェン
28	33	トリブチルスズ
29	34	トリフェニルスズ
30	35	トリフルオロリン
31	36	アルキルフェノール、ニルフェノール、4-オクチルフェノール
32	37	ビスフェノールA
33	44	2,4-ジクロフェノール
34	46	ベンゾフェノン
35	47	4-ニトロトルエン
36	48	オクタクロスチレン
37	50	ヘノミル
38	55	メトリブジン
39	56	シペルメトリソ
40	57	エスフェンバレート
41	58	フェンバレート
42	59	ペルメトリソ
43	60	ビソクロソリソ
44	-	スチレン

### 3-1 採取方法の検討

調査対象物質を、採取方法ごとに以下に示すグループに分け、各グループ特有の検討事項（採取用フィルタの違いによる捕集率への影響、抽出溶媒による回収率への影響など）について実験し、大気環境における適当な採取方法について検討した。採取した試料の分析方法は、暫定マニュアルに基本的に準拠した。

各グループでの検討内容及びその結果のうち、採取方法を含めた測定方法全体について調査している添加回収率（試料捕集口に一定量の試料を添加し、通常の操作で吸引、回収した量の添加量に対する割合）に関する部分を中心に以下に記載した。

なお、各グループに含まれる対象物質は後の表2に示した。

グループA：有機塩素系農薬、ベンゾフェノン

グループB：アルキルフェノール類、塩素系フェノール類

グループC：農薬類、フェノキシ系農薬、アミトロール

グループD：有機スズ化合物

グループE：スチレン

グループF：4-ニトロトルエン、1,2-ジブromo-3-クロロプロパン

#### A．有機塩素系農薬及びベンゾフェノンに係る検討

有機塩素系農薬等の採取方法として、ポリウレタンフォーム及び活性炭ろ紙を用いた2種類の採取方法による対象物質の添加回収率について検討した。

ポリウレタンフォームを用いた採取方法

対象物質（ケルソ、ヘプタクロル、キイト及びベンゾフェノンを除く）について、1 µg/mLに調整した100 µLの試験液をろ紙に添加し、ポリウレタンフォームを2段重ねて設置した。大気を350L/minの流量で24時間吸引する添加回収試験を実施した。アルドリン、ヘプタクロル、オクタクロロスチレンを除きほぼ満足できる回収率が得られた。また、ポリ臭化ビフェニルについては、全ての異性体の結果は得られていないが、3臭化物以上の異性体で回収率がよいという傾向が見られた。

活性炭ろ紙を用いた採取方法

対象物質（ポリ臭化ビフェニルを除く）について、0.01 µg/µLに調整した0.8~1.0 µLの試験液をろ紙に添加し、活性炭ろ紙を2枚重ねたホルダーを設置した。大気を10L/minの流量で24時間吸引する添加回収試験を実施した。-及び-ヘキサクロロシクロヘキサン(HCH)の回収率が低い結果となった。

#### B．アルキルフェノール類及び塩素系フェノール類に係る検討

アルキルフェノール類等の採取方法として、ガラス繊維ろ紙及び各種エムポアディスクを用いた対象物質の添加回収率について検討した。

3種類のエムポアディスク(SDB-XC、SDB-XD、C18)にガラス繊維ろ紙を重ねて捕集を行った。対象物質のうちアルキルフェノール類については40 µg/mL(但し、ノニルフェノールについては400 µg/mL)に調整した試験液を、塩素系フェノール類については1000 µg/mLに調整した試験液を、各ディスクに50 µL添加し、大気を10L/minの流量で24時間吸引し、各ディスク及びガラス繊維ろ紙のそれぞれの添加回収率を求めた。その結果を表3に示す。なお、各ディスク及びガラス繊維ろ紙は試験液を添加する前に、5%アスコルビン酸を塗布し、乾燥させてから用いた。

ガラス繊維ろ紙と3種類のエムポアディスクで回収した合計を見ると、ガラス繊維ろ紙とSDB-XDを用いたものが最もよい結果であったが、塩素系フェノール類の2,4-ジクロロフェノール及びペンタクロロフェノールにおいて添加量に対して回収量が多いという問題が見られた。

表3 アルキルフェノール類と塩素系フェノール類の添加回収率(%)

	ガラス繊維ろ紙+SDB-XC		ガラス繊維ろ紙+SDB-XD		ガラス繊維ろ紙+C18	
	ガラス繊維ろ紙	SDB-XC	ガラス繊維ろ紙	SDB-XD	ガラス繊維ろ紙	C18
4-t-ブチルフェノール	2	108	0	90	1	136
4-n-ペンチルフェノール	1	106	0	111	1	183
4-n-ヘキシルフェノール	2	105	0	102	0	166
4-ヘプチルフェノール	2	120	1	116	0	184
4-t-オクチルフェノール	3	130	3	113	1	161
4-n-オクチルフェノール	5	151	1	135	1	197
ノニルフェノール	8	142	5	105	6	161
ビスフェノールA	182	0	93	18	68	0
2,4-ジクロロフェノール	3	222	2	170	0	18
ペンタクロロフェノール	29	182	16	154	7	136

### C. 農薬類、フェノキシ系農薬及びアミトロールに係る検討

農薬類等の採取方法として、ガラス繊維ろ紙及び各種エムポアディスクを用いた対象物質の添加回収率について検討した。

3種類のエムポアディスク(C18、SDB-XB、SDB-XC)にガラス繊維ろ紙を重ねて添加回収試験を行った。対象物質を1 µg/mLに調整した100 µLの試験液をガラス繊維ろ紙に添加し、大気を10L/minの流量で1時間吸引し、添加回収率を求めた。その結果を表4に示す。なお、エスフェンバレート、メソミル及びベノミルについては、分析方法に関する技術的問題から結果を得ることができなかった。

表4 農薬類、フェノキシ系農薬及びアミトロールの添加回収率(%)

	ガラス繊維ろ紙+C18	ガラス繊維ろ紙+SDB-XB	ガラス繊維ろ紙+SDB-XC
トリフルリン	36	37	38
シマジン	103	109	109
アトラジン	102	104	111
メトリアジン	92	97	141
カバール	388	396	375
ピンクロゾリン	16	17	21
アクロール	106	104	110
マラチオン	74	90	106
パラチオン	96	90	92
ニトロフェン	128	98	104
ペルメリン	191	155	181
シペルメリン	70	78	72
フェンバレート	109	105	86
2,4-D	55	30	46
2,4,5-T	62	37	46
アミトロール	53	76	78

農薬類ではピンクロゾリンのように一部回収率が悪いものもあるが、ガラス繊維ろ紙とエムポアディスクの組み合わせはどれも比較的良好な結果が得られた。フェノキシ系農薬(2,4-D及び2,4,5-D)ではエムポアディスクとしてC18を用いた場合以外で特に回収率が低かった。アミトロールについては、SDB-XB、SDB-XCにおいて良好な回収率が得られた。フィールド調査においては、エムポアディスクとしてSDB-XC(ただし、フェノキシ系農薬はC18)を用いることとした。

#### D. 有機スズ化合物に係る検討

有機スズ化合物の採取方法として、エムポアディスク及びろ紙の回収率に及ぼす影響、24時間採取による添加回収率について検討した。

エムポアディスク及びろ紙の回収率に及ぼす影響

エムポアディスク(SDB-XD、SDB-XC、C-18)及びろ紙(ガラス繊維、活性炭)に、有機スズ化合物(トリブチルスズとトリフェニルスズ)を各0.02 µg、そのサロゲート化合物(トリブチルスズ-d27とトリフェニルスズ-d15)を0.5 µg、それぞれ添加し、アセトンで抽出したものをヘキサン転溶し、脱水した後プロピル化する操作を行った。結果を表5に示す。

この結果から、C-18及びガラス繊維ろ紙で有機スズ化合物及びそのサロゲート化合物の回収率が比較的良好であった。

表5 エムポアディスク及びろ紙からの回収率の比較(%)

	エムポアディスク及びろ紙				
	SDB-XD	SDB-XC	C-18	ガラス繊維ろ紙	活性炭ろ紙
トリブチルスズ-d27	128	137	103	100	29
トリフェニルスズ-d15	98	124	89	88	6
トリブチルスズ	72	65	84	114	120
トリフェニルスズ	112	113	111	112	122

有機スズ化合物の添加回収率

有機スズ化合物の採取方法を検討するために、有機スズ化合物を各0.02 µg、そのサロゲート化合物を0.5 µg添加したガラス繊維ろ紙とC-18を重ねてフィルタホルダに装着し、大気を7L/minの流量で24時間吸引し、添加回収率を求めた結果、その回収率は良好であった(表6)。

表6 有機スズ化合物の添加回収率(%)

	添加量(ng)	1回目	2回目	平均
トリブチルスズ-d27	500	91	94	93
トリフェニルスズ-d15	500	116	118	117
トリブチルスズ	20	91	81	86
トリフェニルスズ	20	115	104	110

E. スチレンに係る検討

スチレンについては、これまでの文献等による調査からキャニスターによる採取方法が適当であると判断した。

F. 1,2-ジブromo-3-クロロプロパン及び4-ニトロトルエンに係る検討

捕集管(TENAX-TA)を用いて、対象物質の添加回収率について検討を行った。

捕集管に対象物質を1 ng添加し、大気を0.1L/minで3時間吸引する添加回収試験を実施した。1,2-ジブromo-3-クロロプロパン及び4-ニトロトルエンについては、良好な回収率が得られた(表7)。

表7 添加回収試験結果

	回収率(%)
1,2-ジブromo-3-クロロプロパン	82
4-ニトロトルエン	82

### 3-2 フィールド調査

試料採取にあたっては排ガス等の汚染源が調査地点の近くにいることを確認して採取機材を設置し、「3-1 採取方法の検討」における検討結果を踏まえた方法により大気試料を採取した。ただし、採取方法の検討において分析に関する技術的問題があったエスフェンバレート、メソミル及びベノミルについては、フィールド調査の対象から除いた。採取時間は24時間を基準とした。

なお、雨天時に試料採取の影響が生じる場合には採取を行わなかった。

#### 3.2.1 試料採取地点

調査地点は都市部2地点及び山間部1地点とした。

#### 3.2.2 試料採取方法

試料採取は、「3-1 採取方法の検討」における検討結果を踏まえた方法により実施した。詳細な採取方法は後の表2に示した。

#### 3.2.3 分析方法

分析方法は、暫定マニュアルに基本的に準拠した。

#### 3.2.4 精度管理

内分泌攪乱化学物質の測定は極めて低濃度の測定であるため、測定データに対する精度管理として以下の項目について実施した。

##### a) 内標準物質の回収率

本調査においては、 $^{13}\text{C}$  或いは  $^{37}\text{C}$  1 でラベル化された内標準物質があるものについては、サンプリングスパイクとして試料採取時にろ紙等に添加し、その回収率により捕集時の精度を確認した。

##### b) 装置の検出下限及び定量下限

検量線の最低濃度の標準溶液を用い、これを5回以上繰り返して測定し、得られた値より標準偏差を求める。得られた標準偏差の3倍を装置の検出下限、10倍を装置の定量下限とした。

##### c) 測定方法の検出下限及び定量下限

試料採取に用いるろ紙等に、装置の定量下限程度の量となるように標準溶液を添加し、所定の方法により分析を行う。これを5回以上繰り返して実施し、得られた値より標準偏差を求める。得られた標準偏差の3倍を測定方法の検出下限、10倍を測定方法の定量下限とした。

##### d) 二重測定

2セット同時に採取した試料を測定し、個々の測定値がそれらの平均値の $\pm 30\%$ 以内となるかを確認した。

#### (4) 調査結果

平成12年度の調査結果より、分類したグループ内でも物質によって添加回収率等に違いがあるものの、概してグループBのアルキルフェノール類、グループDの有機スズ化合物、グループCのフェノキシ系農薬等の35物質程度については、本年度調査結果を反映させた測定方法を確立することができる状態となった。しかし、グループBの塩素系フェノール類やグループCの農薬類の一部については採取方法等について問題が残った。なお、採取方法の検討結果を踏まえた測定方法を用いて3地点で行ったフィールド調査ではほとんどの物質が検出下限値以下となったが、 $\alpha$ -ヘキサクロロシクロヘキサン、クロルデン、ディルドリン、ノナクロル、トリフルラリン、ビスフェノールA及びベンゾフェノンにおいて検出下限値以上であった地点があり、全国的な調査において検出例が出る可能性がある。ただし、全ての物質での二重測定等の精度管理を実施し得なかったことにより値の信頼性に乏しいこと、及び調査地点が3地点であることにより環境濃度に関する情報に乏しいことに加えて、検出下限値が測定物質により異なることから全ての物質を同一条件で比較することができない点に注意する必要がある。

## 2. 今後の対応について

平成12年度の内分泌攪乱化学物質の大気環境に係る調査においては、測定方法の確立等を行い、大気環境における内分泌攪乱化学物質の全国的な状況を把握する調査に資することを目的とした。平成12年度の調査により測定方法として確立可能な物質が35物質程度あることがわかったことから、今後調査可能な物質の測定方法を用いてSPEED'98（環境ホルモン戦略計画）に基づき内分泌攪乱作用が疑われる物質を中心に全国の汚染状況を把握するための調査を実施することを予定している。また、測定方法に関する問題が残っていることから、今後とも内分泌攪乱作用が疑われる物質に係る測定方法の調査を引き続き行う予定である。

表2 平成12年度大気環境調査における各グループの対象物質とフィールド調査に用いた採取方法

対象物質	採取方法
<p>グループA： (有機塩素系農薬) -HCH、-HCH、-HCH、-HCH、 p,p'-DDT、p,p'-DDE、p,p'-DDD、 メトキシクロル(*)、ケルセン、 アルドリン(*)、ディルドリン、 エンドリン、エンドサルファン (*)、ヘプタクロル、ヘプタクロ ルエポキシサイド、trans-クロル デン(*)、cis-クロルデン(*)、 オキシクロルデン、trans-ノナ クロル(*)、cis-ノナクロル、オ クタクロロスチレン(*)、ポリ臭 化ビフェニル(PBB) (ベンゾフェノン) ベンゾフェノン(*)</p> <p>(*)はフィールド調査において 採取方法 による検討をしたこ とを示す。</p>	<p><u>ガラス繊維ろ紙・活性炭ろ紙採取方法</u></p> <p>ろ紙等の準備 ガラス繊維ろ紙(GB-100R 47mm (東洋濾紙))及び活性炭ろ紙(KFペーパーP-175A 47mm (東洋紡績))は大型ソックスレ - 抽出器を用い、アセトンで洗浄した。洗浄済のろ紙は清浄なアセトン中に試料採取の直前まで保存した。洗浄済ろ紙を乾燥機で穏やかに乾燥させフィルタホルダに装着し、サロゲート化合物(p,p'-DDT-13C12, HCB-13C6)を添加し、試料採取に供した。 なお、ろ紙等の乾燥時には汚染を防止するため、あらかじめ乾燥機を十分に空焼きした。フィルタホルダは四弗化エチレン樹脂性のものを用い、ろ紙装着前に超音波洗浄器を用いてアセトン洗浄を行った。</p> <p>試料採取 各測定地点にてフィルタホルダを器材と接続し、流量10L/minで24時間連続捕集を行った。フィルタホルダとポンプは約2mのテフロン管で接続し、機材からの影響を直接受けないようにした。試料採取後はテフロン栓で密閉した後、試験室に持ち帰り、分析に供した。</p> <p><u>ガラス繊維ろ紙・ポリウレタンフォーム採取方法</u></p> <p>ろ紙等の準備 ガラス繊維ろ紙(GB-100R 200×254mm(東洋濾紙))及びポリウレタンフォーム(ポリエーテルタイプ、密度0.016g/m3)は大型ソックスレ - 抽出器を用い、アセトンで24時間洗浄を行った。洗浄済のろ紙及びポリウレタンフォームは乾燥機で穏やかに乾燥させたのち、ハイポリウムエアサンブラに装着し、サロゲート化合物(p,p'-DDT-13C12, HCB-13C6)を添加し、試料採取に供した。</p> <p>試料採取 各測定地点にて、流量 350L/min で 24 時間連続捕集を行った。</p>

<p>グループB：  (アルキルフェノール類) 4-t-  ブチルフェノール、4-n-ペンチ  ルフェノール、4-n-ヘキシルフ  ェノール、4-ヘプチルフェノー  ル、4-t-オクチルフェノール、  4-n-オクチルフェノール、ノニ  ルフェノール  (塩素系フェノール類) 2,4-ジ  クロロフェノール、ペンタクロ  ロフェノール、ビスフェノール  A</p>	<p>ガラス繊維ろ紙・エムポアディスク採取方法</p> <p>ろ紙等の準備  ガラス繊維ろ紙(GB-100R 47mm (東洋濾紙))及びエムポアディスク(SDB-XD 47mm (3M))はソックスレー抽出器を用い、アセトンで24時間洗浄した。  なお、ろ紙等の乾燥時には汚染を防止するため、あらかじめ乾燥機を十分に空焼きした。フィルタホルダは四弗化エチレン樹脂性のものを用い、ろ紙装着前に超音波洗浄等によりアセトン洗浄を行った。  対象物質は採取時に酸化されることが予想されるため、ガラス繊維ろ紙及びエムポアディスクに5%アスコルビン酸溶液を塗布した。</p> <p>試料採取  各測定地点にてフィルタホルダを器材と接続し、流量10L/min程度で24時間連続捕集を行った。フィルタホルダとポンプは約2mのテフロン管で接続し、機材からの影響を直接受けないようにした。試料捕集後はテフロン棒で密閉した後、試験室に持ち帰り分析に供した。</p>
<p>グループC：  (農薬類) アトラジン、シマジ  ン、メトリブジン、カルバリル、  アラクロール、エチルパラチオ  ン、マラチオン、ニトロフェン、  トリフルラリン、シペルメトリ  ン、エスフェンバレレート、フ  ェンバレレート、ペルメトリン、  ピンクロゾリン、メソミル、ベ  ノミル  (フェノキシ系農薬) 2,4,5-ト  リクロロフェノキシ酢酸  (2,4,5-T)、2,4-ジクロロフェ  ノキシ酢酸(2,4-D)  (アミトロール)アミトロール</p>	<p>ガラス繊維ろ紙・エムポアディスク採取方法</p> <p>ろ紙等の準備  ガラス繊維ろ紙(GB-100R 47mm (東洋濾紙))及びエムポアディスク(SDB-XCあるいはC18 47mm (3M)、C18エムポアディスクは2,4,5-T及び2,4-Dを対象)はソックスレー抽出器を用い、アセトンで24時間洗浄した。  なお、フィルタの乾燥時には汚染を防止するため、あらかじめ乾燥機を十分に空焼きした。フィルタホルダは四弗化エチレン樹脂性のものを用い、ろ紙装着前に超音波洗浄等によりアセトン洗浄を行った。</p> <p>試料採取  各測定地点にてフィルタホルダを器材と接続し、流量10L/minで24時間連続捕集を行った。フィルタホルダとポンプは約2mのテフロン管で接続し、機材からの影響を直接受けないようにした。試料捕集後はテフロン棒で密閉した後、試験室に持ち帰り分析に供した。</p>

<p>グループD： (有機スズ化合物) トリブチルスズ及びトリフェニルスズ</p>	<p><u>ガラス繊維ろ紙・エムポアディスク採取方法</u></p> <p>ろ紙等の準備 ガラス繊維ろ紙(GB-100R 47mm (東洋濾紙))及びエムポアディスク(C18 47mm (3M))はソックスレー抽出器を用い、アセトンで24時間洗浄した。</p> <p>なお、フィルタの乾燥時には汚染を防止するため、あらかじめ乾燥機を十分に空焼きした。フィルタホルダは四弗化エチレン樹脂性のものを用い、ろ紙装着前に超音波洗浄等によりアセトン洗浄を行った。</p> <p>試料採取 採取に際して、ろ紙に同位体標識された有機スズ化合物を添加した後、フィルタホルダを器材と接続し、流量7L/minで24時間連続捕集を行った。フィルタホルダとポンプは約2mのテフロン管で接続し、機材からの影響を直接受けないようにした。試料捕集後はテフロン棒で密閉した後、試験室に持ち帰り分析に供した。</p>
<p>グループE： スチレン</p>	<p><u>キャニスター採取方法</u></p> <p>キャニスターの準備 キャニスター容器を加熱しながら真空にした。</p> <p>試料採取 真空にしたステンレス製容器(キャニスター：15L)に24時間で約12Lの試料を捕集した。試料採取流量の調節にはパッシブサンプラーを使用した。</p>
<p>グループF： 4-ニトロトルエン及び1,2-ジブromo-3-クロロプロパン</p>	<p><u>捕集管採取方法</u></p> <p>捕集管の準備 ガラス製捕集管に、石英ウールを詰め、Tenax-TAを約0.15g充てんした後、石英ウールで栓をする。捕集管は、窒素気流中310℃で1晩空焼きした後、両端をステンレス製の栓をして保存した。</p> <p>試料採取 捕集管のステンレス製の栓をはずし、吸引ポンプにつながったステンレス管に接続し、100mL/min程度の流量で24時間大気試料を採取した。なお、捕集管は雨よけ及び遮光用のステンレス管に挿入されている。</p>