

- 環境技術移転のための分析ビデオシリーズ -

環境試料のサンプリング

SAMPLING FOR ENVIRONMENTAL MONITORING

付属テキスト

社団法人 海外環境協力センター

はじめに

本ビデオ「環境モニタリングのためのサンプリング」は、途上国の環境ラボラトリーに派遣された専門家の方々が、技術移転において基礎的な指導を効果的に行うための視聴覚教材として、昨年度の「化学分析の基本操作」に引き続き、社団法人海外環境協力センターが平成11年度環境庁請負事業により制作したものです。

本ビデオでは、環境分析技術の関連として重要な一分野であるサンプリングについて、ごく基本的な教育を目的に、「水質試料のサンプリング」、「環境大気のサンプリング」、「発生源排ガスのサンプリング」の3テーマを中心に取り上げました。

本ビデオの制作に当たっては以下のメンバーからなる検討委員会を設置し、教材の構成に関する検討及びシナリオに関する議論を行うとともに、収録時間の関係でビデオに収録できなかった技術内容について、書面で補足を行うためのテキストを編集するに当たっては、原稿執筆者としてもご尽力いただきました。

環境分析ビデオ教材制作支援検討会

委員長	白山 肇	富山県環境科学センター (財)環日本海環境協力センター	副主幹研究員 副主幹研究員
委員	平野 耕一郎	横浜市環境科学研究所	主任技術吏員
同	牧野 和夫	環境庁環境研修センター	主任教官
同	村田 弘	神奈川県横須賀三浦地区行政センター	環境調整課長
同	渡辺 欣愛	元、環境庁環境研修センター主任教官	

なお、撮影に当たっては、横浜市環境科学研究所及び神奈川県薬剤師会公害衛生試験所の懇切なご協力をいただきました。

1. ビデオの内容

1) プロローグ

本題に入る前に、環境を客観的に知るために行う分析は、提供された試料が調査の目的に適ったものでなければ、正しい結果を得ることはできないことを述べ、そのためには、調査目的を明確に理解して現地を調査し、適切なサンプリング計画を立て、周到な準備を行った上で性格な手法でサンプリング作業を行うことの必要性を説いています。

2) 水試料のサンプリング

まず、水質試料の種類に関する説明を行い、それぞれの試料採取に応じた様々な容器とその使用における注意点を紹介しています。次に、河川における採水における一連の作業、すなわち、現場の観測と野帳への記録、そして流速、温度、pH、透視度等基本データの現地測定、採水してから容器への移し替え及び保存のための固定作業について紹介しています。つづいて、水深の大きい水域における下層水の採取及び透明度の測定を説明し、最

後に工場排水の採取を取り上げています。

3)環境大気のサンプリング

まず、環境大気の汚染物質にはガス状物質と粒子状物質があることを説明し、ガス状物質の捕集には吸収液、吸着剤、容器を用いる方法がありその各々について具体的な捕集方法について紹介しています。また、捕集のプロセスで重要なのは採取する空気の量を正確に測定することであると説き、その測定のための機器の種類及びそれらの精度を校正する必要性についても説明しています。次に、粒子状物質の捕集について、ローボリューム・エアサンプラー、ハイボリューム・エアサンプラーを用いて機器やろ紙の扱い方等を解説しています。最後に、簡易な測定方法として便利な、ディフュージョン・サンプラーを紹介しています。

4)発生源排ガスのサンプリング

前項と同様、汚染物質にはガス状物質と粒子状物質があり、ガス状物質のうちSO_x及びNO_xについて廃棄物焼却炉の排ガスを対象として、汚染ガスのサンプリングに加え、排ガス中の水分や酸素濃度の測定についても実際の作業を紹介しています。粒子状物質については、煙道におけるサンプリングで最も考慮しなければならないのは「等速吸引」であり、ピトー管を用いて測定する実作業に加え、プローブの先端にろ紙をセットする場面も紹介しています。

2. 付属テキストの内容

本テキストはビデオの付属教材として、第1部と第2部とで構成されています。

第1部では、ビデオの編集に当たって作成された撮影シナリオ原稿を、編集後に作品の映像とナレーションに合わせて最終的に修正したものを掲載しました。また、ビデオに録音されているナレーションの英文も併せて掲載したので、カウンターパートへの技術指導を行う際に活用したり、現地語への翻訳にも利用いただければ幸いです。

第2部では、収録時間の制約からビデオに盛り込めなかった内容や補足事項についての解説を掲載しました。以下に、各章ごとの執筆を担当された方々を紹介します。

第1章	環境試料サンプリングの意義と目的	村田 弘 (神奈川県)
第2章	水質試料のサンプリング (2.1、2.5、2.6)	白山 肇 (富山県)
	” (2.2、2.3、2.4)	渡部 欣愛 (元環境庁)
第3章	環境大気のサンプリング	平野 耕一郎 (横浜市)
第4章	発生源排ガスのサンプリング	藤村 満 (グリーンポル(株))

平成12年3月

社団法人海外環境協力センター

第 1 部

	ページ
撮影原稿「環境試料のサンプリング」	
- 環境技術移転のための分析ビデオシリーズ -	1
英語ナレーション原稿	
SAMPLING FOR ENVIRONMENTAL MONITORING	
- Analysis Video Sieries for Environmental Technology Transfer -	11

撮影原稿 「環境試料のサンプリング」

- 環境技術移転のための分析ビデオシリーズ -

プロローグ

水試料のサンプリング

環境大気のサンプリング

発生源排ガスのサンプリング

エピローグ

撮影原稿「環境試料のサンプリング」
- 環境技術移転のための分析ビデオシリーズ -

映 像	解 説 内 容
・プロローグ	
1-1 サブタイトル 「環境技術移転のための分析ビデオシリーズ、その2」 メインタイトル 「環境試料のサンプリング」 イメージ映像	解説-1 私たちを取り巻く環境を客観的に知る方法に、環境調査・分析があります。環境分析では、調査目的に合った適切な試料のサンプリングが、正しい環境データを得る鍵となります。
1-2 イメージ映像とテロップ 水試料のテーブル(1) 固形試料のテーブル(2) 気体試料のテーブル(3) 各サンプリングの特徴的な場面	解説-2 環境分析の対象となる試料は、水試料、固形物試料、空気試料などがあります。 水試料としては、河川水や湖沼水、海水、それに地下水などのほか、工場から放流される産業排水や、生活排水などがあります。 また、固形試料試料には、土壌、底質、汚泥、固形廃棄物など、様々なものがあります。 気体状の試料としては、大気中の浮遊粉じんや有害ガス状物質などのほか、工場などから排出されるばい煙や、自動車などの排ガスが対象になります。 このビデオでは、水試料のサンプリングと、大気試料のサンプリングを中心に紹介しますが、発生源のサンプリングについても一部触れています。
1-4 適切なサンプリング計画 「調査目的の把握 適切な調査地点の選定 適切な調査時期の設定 (季節、曜日、時間帯) 調査項目と方法の選定」	解説-3 サンプリングの計画に当たっては、規制のための調査なのか、汚染実態の現状把握なのか、その目的をよく理解することが大切です。 調査の目的に合わせて、調査地点を十分に検討します。 そして、代表的なサンプルが得られるような、調査時期を設定します。 分析項目とその測定方法についても十分検討を加え、必要かつ十分なものを選定します。 調査の成否は、サンプリング計画できまると言っても過言ではありません。
1-3 サンプリング作業の場面 1-5 野帳に記録する場面	解説-4 対象となるサンプルの形態によって、採取方法、使用する器具は異なりますが、サンプリングは決められた手順で行うことが大切です。 また、現地で観察した事項は後で重要な判断材料となりますから、できるだけ詳しく野帳に記録することが大切です。

・水試料のサンプリング	
2-1 セグメントタイトル 「水試料のサンプリング」	解説-5 最初に水質調査における水試料のサンプリング方法について説明します。
2-2 河川の映像 「河川等の水質に影響を与えるもの 自然条件、人の生活、産業活動」 調査項目のテーブル	解説-6 河川等の水質は、人の生活、産業活動、自然界などからの影響を受けています。 基礎的な水質指標には、pH、BOD、COD、溶存酸素、濁度などがあり、また、有害物質の項目としてはシアンや農薬などがあります。 水質の富栄養化に係る汚濁項目としては、窒素化合物やリン化合物などが重要な指標です。 また、工場や鉱業からの重金属汚染などがあります。
2-7 準備した採取用具など一式	解説-7 現地でスムーズな作業をするために、周到な準備が大切です。予備品もできるだけ持参します。たった一つの器具や試薬がないために、作業ができないこともあります。準備には念を入れましょう。
2-8 種類の異なる試料びん びんの使い分けのテーブル	解説-8 分析対象の種類に応じて、適切な材質の試料びんが選択されます。 例えばこの例のように、分析対象とする物質に応じて、大きさの異なるポリびんやガラスびんを用意して行き、それぞれに試料を入れて持ち帰ります。
2-9 数種類のポリびん	ポリエチレンびんは軽くて機械的な衝撃等に強く、CODやBODの試料や、金属分析用の試料など、日常的に広く用いられます。 しかし、ポリエチレンびんは気体やある種の液体を通すため、長時間経つと濃度がわずかながら変化します。また、ガラスびんに比べて微量金属や油分を吸着しやすいことが知られています。
2-10 各種のガラスびん	ガラスびんは、壊れやすい欠点がありますが、微量な有機成分や、微量な金属成分の分析に適しています。また、農薬など光分解性のあるものには、褐色びんが使われます。」
2-11 滅菌済みのびん	大腸菌群数など細菌試験のための試料には、あらかじめ滅菌した市販の滅菌びんを用います。
2-11A オートクレーブでガラスびんを滅菌する。	あるいはガラスびんを使う場合には、オートクレーブなどで滅菌を行ってから、使用します。
2-3 橋の上から採水を行う様子	解説-9 次に河川で採水をする場合の一般的な手順について説明いたします。 河川での採水は、本来は両岸と流れの中心で行うのが望ましいですが、一箇所で行うときは、橋の上など採水が容易な場所から、流れの中心付近で採水します。

<p>2-12 現場を観察し、野帳に書き留める</p> <p>2-12A 流速を測定する作業</p>	<p>解説-10</p> <p>現場では、まずノートに現地の状況について見たままの状態を、簡潔に書き留めることを習慣づけましょう。天候や日照の状況、護岸や川底の状況、植生の状態なども後で貴重な観察記録となります。</p> <p>必要に応じて流速の測定や、川幅・水深などを計測します。</p>
<p>2-15 バケツによる採水</p> <p>2-12B 採取した水</p>	<p>解説-11</p> <p>表面水の採水には、ロープを付けたバケツや、ひしゃくなど現場で使いやすいものを使います。川底が浅いときは、泥などが舞い上がらないように採水します。</p> <p>採取した水試料の色調、濁りの様子、浮遊物や沈殿の有無を記録します。</p>
<p>2-13 棒状温度計で水温を測定する</p>	<p>解説-12</p> <p>水温は通常、採水直後の水に棒状温度計を入れるか、現場の水に直接差し入れて測定します。バケツなどに採水する場合は、外気の温度の影響を避けるために大量に採取し、温度計の上端付近まで水に浸し、5分ほど経ってから測定します。</p>
<p>2-14 携帯型 pH メーターで pH を測定する。</p>	<p>解説-13</p> <p>水質の基本的なパラメーターとして、水素イオン濃度指数、すなわち pH があります。PH の測定は、最近では携帯形の pH メーターが多く使われています。</p> <p>これらの現場測定は、適切な採水を行うための判断にもなる基本的なパラメータですので、必ず実施するようにします。</p>
<p>2-17 試料びんの内部をすすぎ、用意した何種類かの試料ビンに試料を分けて取る</p> <p>2-18 びんの表示など</p>	<p>解説-14</p> <p>現場では、少量の採取した水で、内部を数回すすぎます。採水する量は、調査の目的と分析に必要な量から決まります。分析のやり直しなども考慮して、余分に採水します。</p> <p>試料ビンには採水地点や試料番号を判るように番号を付けておくか、ラベルをはがれないように貼り付けます。</p>
<p>2-19 DO サンプルの採取</p> <p>採取した水を培養ビンに静かに注入し、内部を洗浄する</p> <p>試水を入れ、気泡を追い出す。</p> <p>スポイドで溶液を加える</p> <p>転倒させて沈殿を混合する</p>	<p>解説-15</p> <p>溶存酸素を測定するための採水では、できるだけ空気と接触しないように採取します。</p> <p>気泡が生じないように試料を流し込み、内部を洗います。</p> <p>次に、改めて試料を静かに流し込み、壁面に残った気泡を追い出すようにします。</p> <p>びんの横を軽く叩き、気泡を完全に無くします。</p> <p>固定のための硫酸マンガ溶液と、ヨウ化カリウム-アジ化ナトリウム溶液を加えます。</p> <p>空気が残らないようにオーバーフローさせながら栓をし、転倒を繰り返して混合します。</p>

<p>試料に少量の酸を添加する。</p> <p>2-21 クーラーボックスに試料ビンを格納する。</p>	<p>解説-16</p> <p>金属元素は、試料ビンに器壁に吸着する恐れがあるので、採水直後に硝酸または塩酸を加え、pH を 1 にして保存します。</p> <p>また、シアン分析用の試料は少量の水酸化ナトリウムを加えます。</p> <p>BOD や COD、窒素酸化物、リン化合物などの分析用の試料は、氷や保冷剤をいれたクーラーボックスや発泡スチロール箱に収納して運搬します。</p> <p>これらは分析室に持ち帰った後、直ちに分析を行うようにします。</p>
<p>2-22 透視度計に試料水を入れる。</p> <p>上からのぞきながら排水していく</p> <p>二重線十字</p>	<p>解説-17</p> <p>濁りの測定にはいろいろな方法がありますが、最も簡単なものが透視度の測定です。</p> <p>まず、試料水を透視度計に入れます。</p> <p>上からのぞきながら、試料水を少しずつ減らしていきます。</p> <p>底に描かれた十字の 2 本線がはっきりと識別できるところで排水を止めます。この時の深さをセンチメートル単位で読みとります。</p> <p>この方法は、濁度が比較的高い場合に適しています。</p>
<p>2-24 エクマンバージを投げ込み、採泥後に引き上げる。</p> <p>2-24A 採泥器の中から底泥を取り出す。</p>	<p>解説-18</p> <p>底質試料のサンプリングには、エクマンバージ形採泥器などを用いて、3 回以上採取します。</p> <p>採取した汚泥を、1 キログラム程度持ち帰ります。</p>
<p>2-16B 海の映像</p> <p>2-16 バンドーン採水器を投入する</p> <p>2-16A 採水器を試料を取り出す</p>	<p>解説-19</p> <p>次に湖や海などで下層の水を採水する方法を説明します。</p> <p>下層の水を採水するには、バンドーン採水器などを用いて、希望の深さまで下ろします。</p> <p>次に、メッセージャーを落として、採水器のふたを閉じます。</p> <p>採水器を引き上げた後に、ゴム管のコックを開けて試料を容器に移します。</p>
<p>2-23 セッキ板を投げ入れ、測定する</p>	<p>解説-20</p> <p>湖や海などの透明度は、直径 25cm から 30cm の白色の透明度板を水中に沈めて、これが識別できなくなる深さをメートル単位で表示します。</p>
<p>2-25 工場の排水のイメージ映像</p> <p>2-25B 放流口からひしゃくで排水を汲み上げる。</p>	<p>解説-21</p> <p>工場や事業所の排水のサンプリングは、一般に河川や下水道に放流される直前の水路、ピット、排水口などで行います。</p> <p>採水に用いる器具や操作手順は、環境水のサンプリングとほぼ同じです。採水時間は、工場の操業状態などを考慮して、平均的な排水を捕らえるようにします。</p>

・環境大気のサンプリング	
3-1 セグメントタイトル 「環境大気のサンプリング」	解説-22 私たちを取り巻く環境大気中には、様々な汚染物質が含まれています。それらは、自然界に由来するものと、人間活動に由来するものがあり、あるものはガス状物質として存在し、あるものは粒子状物質として大気中に浮遊しています。
3-2 「ガス状物質のサンプリング」 「吸収液捕集、固体吸着捕集、容器採取」	解説-23 大気中に少量存在する有害ガス状物質のサンプリングは、吸収液に捕集する方法や固体吸着剤による捕集などが代表的なものです。ここでは、現場での取扱いの基本を説明します。
3-3 ガス吸収びんによる捕集操作	解説-24 インピンジャーなどのガス吸収ビンに、目的成分に応じた種類の吸収液を入れます。 トラップとポンプ、ガスメーターを連結し、一定の流量で空気を吸引します。
3-4 吸着管での捕集操作	解説-25 炭化水素やホルムアルデヒドなどのガス状物質の捕集には、捕集剤を詰めたカートリッジ・チューブを用いる方法があります。 サンプリングの際は、カートリッジチューブの手前に除湿管を取り付けて、ポンプで大気を吸引します。
3-4A ヤニスターのコックを開け、大気をサンプリングする 3-4B バッグに採取する	解説-26 吸着剤での捕集が難しいガス状物質などは、真空容器に採取する方法があります。 このほかに、ポンプによってバッグに採取する方法もあります。
3-5B 各種のポンプ	解説-27 大気試料のサンプリングには、ダイアフラムポンプ、リニアポンプ、ロータリポンプなど各種形式のポンプが使用されます。
3-5 ガスメーター、浮き子式流量計 3-5A 湿式ガスメーター 3-5B 乾式ガスメーター	解説-28 大気中の物質の濃度を求めるには、サンプリングした空気の体積を計測しなければなりません。空気量のデータは、最終的な濃度値を左右する重要なファクターです。 体積の測定には、積算式ガスメーターや浮き子式のロータメーターを利用します。 ガスメーターには、湿式と乾式の2種類があります。湿式ガスメーターは精度が高く、基準器としても利用されることもありますが、機械的に弱く内部に水をいれるために取扱いにはやや手間がかかります。 乾式ガスメーターは、使い勝手がよく、実際のサンプリングには広く使われます。しかし定期的に、基準器に接続して校正する必要があります。

<p>3-6 ガスメーターの指針を読み取る。</p> <p>3-6A ストップウォッチでの計測する。</p>	<p>解説-29 ガスメーターでは、サンプリングの開始時の指針の読みと、終了時の指針の読みの差から、採取した空気の体積を求めます。</p> <p>毎分当たりの吸引量を求めるには、例えば、メーターの針が1回転するのに要する秒数を、ストップウォッチで何回か計測します。</p>
<p>3-7 ロータメーターの浮き子と目盛り</p> <p>3-7A 基準のガスメーターと流量計をつなぎキャリブレーションを行う</p>	<p>解説-30 吸引の流量を調整するには、浮き子を用いるロータメーターを取り付けておくと、流量が直読できるので大変便利です。</p> <p>ロータメーターは、使用する圧力条件や吸引ポンプによる脈動により指示値が異なりますので、あらかじめ、実際のサンプリングの際と同じ器具・条件で、目盛りのキャリブレーションを行っておく必要があります。</p>
<p>3-8 「浮遊粉塵のサンプリング」</p> <p>3-8A 円形ろ紙ホルダーにろ紙をセットする</p>	<p>解説-31 粒子状物質は、ろ紙によるろ過捕集でサンプリングします。最も簡単な方法は、ろ紙ホルダーに円形のろ紙を装着し、大気を吸引する方法です。</p> <p>これはローボリュームエアサンプラーのフィルターホルダーに、ろ紙を取りつけるところです。フィルターホルダーは、通常地上 1.2mの高さに取り付けます。</p>
<p>3-10 サンプラーと流量計、ポンプ間の接続状況</p>	<p>解説-32 サンプラーと流量計、ポンプの間は、折れ曲がったり、つぶれたりしない適切なチューブを用いて接続します。また、接続部分から空気がリークしたり、サンプリング中に外れたりしないように、しっかりと接続します。</p>
<p>3-11B スイッチ類のカバー状況</p>	<p>解説-33 スイッチの部分や、電源コードの接続部分には雨水が入らないように注意しましょう。</p>
<p>3-12 屋上などにハイボリュームサンプラーを設置した状態</p> <p>3-12A 10μm セパレータを取り付けたハイボリュームサンプラー</p>	<p>解説-34 ハイボリュームエアサンプラーは、短時間に多量の粉じん試料が捕集できるので、環境大気の調査に多く利用されます。</p> <p>ハイボリュームエアサンプラーには、10μmあるいは2.5μm以上の粒子をカットするようなセパレータを備えたタイプと、全ての粒子を捕集する開放型のタイプがあります。</p>
<p>3-13 ハイボリュームサンプラーを固定する</p> <p>3-13B リールコード</p>	<p>解説-35 サンプラーは風が通る適当な場所に設置し、強風で倒れないように重石やロープで固定します。</p> <p>電源をコードリールで延長する場合は、巻いたまま使用すると誘導電流によって加熱され危険ですので、ほどいて使うようにします。</p>

<p>3-13A フィルターを取り付けた状態</p> <p>3-13B ロータメータが上がっている状況と、ボリュームを調整する動作</p> <p>3-14 角形フィルターの使用前・後 秤量室の映像</p> <p>3-14A 天秤室</p>	<p>解説-36</p> <p>粉じんの捕集には、ガラス繊維製あるいは石英繊維製のフィルターが使われます。</p> <p>フィルターをホルダーに装着したら、プロアモーターを稼働させ、所定の吸引流量に合わせるよう、ボリュームスイッチを調整します。</p> <p>使用前のフィルターおよび粉じんをサンプリングした後のフィルターは、一昼夜以上、調湿を行って恒量になった後、天秤で秤量をします。</p>
<p>3-15 「ディフュージョンサンプラーによる簡易サンプリング」</p> <p>3-15A 各種の簡易サンプラー</p> <p>3-15B 簡易サンプラーを設置した状態</p>	<p>解説-37</p> <p>電源の無い場所や、多数の地点で同時にプリングを行う場合に、簡易なディフュージョンサンプラーは大変有効な手法です。</p> <p>ディフュージョンサンプラーには多くの種類のものがありますが、いずれも小さな孔や隙間をガス分子が通過して捕集剤の所まで到達し、吸収反応によって捕集されるものです。</p> <p>これらのサンプラーは大変小形であり、ポンプで吸引する必要もなく、屋外において降雨や直射日光を避けるようにして大気中に一定時間暴露するだけで、目的の物質が定量的に捕集されます。</p>

<p>・発生源排ガスのサンプリング</p>	
<p>4-1 セグメントタイトル 「発生源排ガスのサンプリング」</p>	
<p>4-2 工場内の風景と煙道の状況、測定場所の状況</p> <p>煙道の状況と採取位置</p>	<p>解説-38</p> <p>工場などのばい煙発生施設の排ガスをサンプリングするには、測定のための測定口と作業場所が必要です。</p> <p>これは清掃工場の煙突の例ですが、測定口は煙突の直線になっている部分で、排ガスの流れが一様になっていると思われる場所に設けてあります。</p>
<p>4-3 採取口(フランジ)の蓋の状況</p> <p>4-3A 測定口の蓋を取り外す作業</p>	<p>解説-39</p> <p>採取口は、排ガスの流れに直角に採取管を挿入することができ、かつ安全な作業ができる位置に設けられており、通常時は蓋がされています。</p> <p>排ガス測定時には、測定口のフランジのボルトを外し、蓋を取り外します</p>
<p>4-4 吸収びんによる SO_x のサンプリング</p>	<p>解説-40</p> <p>排ガス中の硫黄酸化物(SO_x)は、過酸化水素水を入れた吸収びんに、排ガスを吸引することで捕集します。</p>

<p>吸引ポンプとガスメーター</p> <p>4-4A リボンヒーターを巻いてある導管</p>	<p>サンプルガスの吸引は毎分1リットル程度の流量で、20～30分間行います。</p> <p>サンプルガスの導管の内側に水が凝結するのを防ぐように、リボンヒーターを巻き付けて保温します。」</p>
<p>4-5 真空フラスコによる NOx 分析試料の採取</p> <p>4-5A 酸素濃度計により排ガス中の酸素を測定している状況</p>	<p>解説-41 排ガス中の窒素酸化物(NOx)のサンプリングは、内部を真空にしたフラスコあるいは注射筒を用いて、排ガスを採取します。真空フラスコの中には、NOx を酸化するための硫酸酸性の過酸化水素が入っています。</p> <p>排ガス中の NOx 濃度は、空気の混合による希釈の影響を補正するため、しばしば酸素濃度を基準にして換算をします。このため排ガス中の酸素濃度を測定します。</p>
<p>4-6 ばいじんのサンプリング</p> <p>4-6A 円形ろ紙 / 円筒ろ紙ホルダー</p>	<p>解説-42 ばいじん量の測定は、フィルターにより濾過捕集を行い、重さを測ることにより行います。</p> <p>ばいじんの量に応じて、捕集には円形ろ紙あるいは円筒ろ紙が使用されます。</p>
<p>4-7 吸引ノズル部分の映像</p> <p>4-7A ピトー管とマンノメーター</p> <p>特殊ピトー管</p> <p>傾斜マンノメーターの目盛</p>	<p>解説-43 ばいじん粒子を吸引する場合、採取ノズル部分の吸引速度と、排ガスの流れの速度とを一致させる必要があります。これを等速吸引と言います。</p> <p>このため、排ガスの流速をあらかじめピトー管とマンノメーターを用いて測定します。</p> <p>ダクトの排ガス測定では、このような特殊ピトー管を普通使用します。</p> <p>排ガスの流れによって生じる動圧を、傾斜管マンノメーターによって測定し、流速に換算します。</p>
<p>4-8 吸湿管により排ガス中の水分を吸収させる</p> <p>4-8A 天秤で吸湿管の重さを量る。</p> <p>4-9 円形ろ紙の装着</p> <p>吸引ノズルを付け、シールテープで止める。</p> <p>ろ紙ホルダーを付けた採取管を測定口に差し込む。</p> <p>真空ポンプとガスメーター</p> <p>円形ろ紙を回収する。</p>	<p>解説-44 ばいじん濃度の測定においては、排ガス中の水分量を測る必要があります。塩化カルシウムを入れた吸湿管に排ガスを吸引し、水分を吸収させます。</p> <p>吸湿管の重量を上皿天秤で測定し、その重量変化により水分量を求めます。</p> <p>円形ろ紙を用いて採取を行う場合、あらかじめ秤量したろ紙をホルダーに装着します。</p> <p>等速吸引条件に合うように選択されたサイズのノズルをはめ込み、外れないようにシールテープで止めます。</p> <p>ろ紙ホルダーを先端に取り付けた採取管を、測定口から煙道内に所定の深さまで差し込み、固定します。</p> <p>吸引ポンプに接続をして、サンプリングを開始します。</p> <p>サンプリングを終えたるろ紙ホルダーを、放冷した後、円形ろ紙を回収します。</p>

・エピローグ	
5-1 これまでの特徴的な場面	解説-45 環境問題に関する客観的なアプローチは、サンプリングから始まります。 試料のサンプリングが適切に行われなければ、いくら高級な分析機器を用いても、腕の良い分析技術者が正しく分析したとしても、得られたデータは何の意味も持ちません。そればかりか、間違った結論を導き出し、判断を誤る恐れがあります。
5-2 「協力： 横浜市環境科学研究所 神奈川県薬剤師会 グリーンブルー(株)」 「企画：海外環境協力センター」 「制作：日本シネセル」 「提供：環境庁」	解説-46 採取現場の日常的な観察と、注意深いサンプリングが何よりも大切です。 環境分析では、十分な事前調査と、周到な計画と準備が欠かせません。研究者自らが現場を正しく把握し、サンプリング、分析から考察に至るまでの過程をよく理解することが求められます。

英語ナレーション原稿

SAMPLING FOR ENVIRONMENTAL MONITORING

- Analysis Video Series for Environmental Technology Transfer -

Prologue	12
Sampling of Water	13
Sampling of Ambient Air	16
Sampling of Stack Gas	19
Epilogue	21

SAMPLING FOR ENVIRONMENTAL MONITORING

Analysis Video Series for Environmental Technology Transfer, No. 2

PROLOGUE

Explanation 1

Environmental survey and analysis is among the methods used to obtain objective information on the environment around us. The collecting of appropriate samples which meet survey objectives in an environmental analysis is the key to the obtaining of accurate environmental data.

Explanation 2

Samples which are collected for use in environmental analysis include water, solid material and air samples.

Water samples are collected from rivers, lakes, the ocean, underground water, industrial waste water which is discharged from factories and household waste water.

In addition, various solid samples are collected such as soil, bottom sediment, sludge and solid waste.

Gaseous samples include airborne dust, noxious gases in the atmosphere, soot and dust released from factories, and exhaust from motor vehicles.

This video will focus primarily on the taking of air and water samples, and sampling at the source will also be touched upon.

Explanation 3

It is important to understand the sampling objectives when setting up a sampling plan. For example, is a survey being conducted to comply with regulatory requirements or is it designed to monitor the present pollution conditions.

The survey site must be carefully considered, making sure it is appropriate to meet the survey objectives.

A survey season and period then needs to be set down so that representative samples can be obtained.

The parameters of analysis and the corresponding measurement methods must also be carefully considered to make sure that all requirements are covered without any redundancy.

The success of a survey will depend largely on the accuracy of the sampling design.

Explanation 4

The collection methods and tools to be used will depend on the characteristics of the targeted sample, and it is important to conduct the sampling in accordance with established procedures.

On-site observations can also represent important information for use in later evaluations, and you should make sure to take detailed field notes.

SAMPLING OF WATER

Explanation 5

Let's first look at the sampling methods used in water quality surveys.

Explanation 6

The water quality in rivers and streams is affected by daily human activity, industry and the natural environment itself.

The basic water quality indicators include pH, BOD, COD, dissolved oxygen and turbidity. Cyanides and pesticides can also be considered toxic substances. Important indicators related to eutrophication are nitrogen and phosphorous compounds. Another areas of concern are heavy metals originating from factories and mines.

Explanation 7

Thorough preparation is essential to smooth sampling work on-site. You should bring whatever backups you can. There have been cases where a job could not be completed simply for the lack of a single tool, spare part or reagent. Prepare properly to avoid such incidents.

Explanation 8

The type of sample containers should be selected corresponding to the type of analyses planned.

For example, as can be seen here, plastic and glass bottles of all sizes corresponding to the materials to be analyzed are brought to the site. Samples are placed in the containers and taken back to the laboratory.

Polyethylene bottles are widely used in the collection of COD, BOD and metal samples because they are light and shock resistant. However, the concentration of gases and some liquids can change slightly if stored for a long time in polyethylene containers because they can pass through polyethylene. Also minute amounts of metals and oils can adhere more readily to polyethylene in comparison to glass.

Glass has the drawback that it breaks easily, but it is suitable for use with minute amounts of organic substances and the analysis of trace heavy metals. Amber colored

glass bottles are used for substances which breakdown under exposure to light such as pesticides.

Commercially pre-sterilized bottles are used to collect samples for micro-biological testing such as for coliforms.

When glass containers in stock are used, they are first sterilized in an autoclave.

Explanation 9

Next let's look at the general procedures for collecting river water.

Water samples ideally should be taken on both banks of the river and in the center of the water flow. However when only one sample from a single location is taken, the water should be collected close to the center of the flow from an accessible spot such as on a bridge.

Explanation 10

You should get into the habit of concisely recording the on-site conditions that you observe. Information on the weather and sunlight conditions, condition of the embankments and river bottom together with information on flora and fauna will later serve as a valuable resource for evaluation.

You should measure the flow velocity, as necessary, and the width and depth of the river.

Explanation 11

Equipment which is easy to use on-site such as a bucket with a rope attached or scoop should be used to collect surface water. Make sure to collect water that does not contain mud when the river bed is shallow.

Record the color, turbidity, and the presence of suspended solids and sediment in the collected sample.

Explanation 12

Water temperature is normally measured with a glass thermometer immediately after the sample is collected or by directly measuring the sampled body of water on-site. A large sample should be collected when using a bucket to avoid the effects of air temperature. The thermometer should be inserted up to the upper edge and allowed to stand five minutes before taking a reading.

Explanation 13

A basic water quality parameter is the hydrogen ion concentration index or pH. pH is often measured these days with a portable pH meter.

These on-site measurements will constitute the basic parameters used to evaluate whether an appropriate water sample has been taken. So let's make sure everything is done correctly.

Explanation 14

Rinse out the inside of the bottles on-site several times using a small amount of the collected water. The amount of water to be collected will be determined based on the survey objectives and the amount required for analysis. More than enough water should be collected just in case an analysis has to be redone.

The sample containers should be labeled with a number or affixed with a label that cannot be removed so that the collection site and sample number can be identified on site.

Explanation 15

Water samples that are to be used to measure dissolved oxygen should be collected in such a way that contact with air is minimized.

The sample is poured in so as not to form air bubbles and the inside of the bottle is washed out.

Next the sample is gently poured into the container so that bubbles on the sides of the bottle are removed. Also tap the side of the bottle to fully ensure that all bubbles are disappeared.

A magnesium sulfate solution and potassium iodide-sodium azide solution are added to fix dissolved oxygen in the sample.

The solution is overflowed to remove air, a stopper is inserted, and the bottle repeatedly turned upside down to mix the solution.

Explanation 16

Since metals can adhere to the side of the sample containers, nitric acid or hydrochloric acid is added to set the pH at 1 and the sample is stored.

In addition, a small amount of sodium hydroxide is added to samples to be used in the analysis of cyanides.

Samples to be used in the analysis of BOD, COD, nitrogen oxides and phosphorus compounds should be transported in a cooler or polystyrene box containing ice or a coolant. These samples should be analyzed immediately after delivery to the laboratory.

Explanation 17

Turbidity can be measured using a variety of methods. The simplest way is to measure the transparency.

First put the water sample into a transparency meter. Then slowly release the water sample while observing it from directly above.

Stop draining the water when the two lines which form a cross on the bottom can be clearly distinguished. The depth at this moment should be recorded in centimeters. This method is appropriate for use when the turbidity is relatively high.

Explanation 18

An Ekman Barge dredger is used in the sampling of the river bottom and three or more samples are collected.

The collected samples taken back to the laboratory should weigh about 1 kilogram.

Explanation 19

Next let's take a look at collecting bottom layer water in lakes and seas.

A Vandorn water sampler which is lowered to the desired depth is used in the collection of bottom layer water. Next a messenger is dropped and the lid of the water sampler is closed.

After retrieving the water sampler, the cock on the rubber tube is opened and the sample transferred to another container.

Explanation 20

The transparency of lake and sea water is determined by immersing a white secchi plate with a diameter of about 25 to 30 centimeters in the water, and recording the depth in meters at which it cannot be seen.

Explanation 21

The sampling of water discharged from plants and businesses is generally conducted in drainage channels, pits and discharge ducts just prior to the release of the water into the river or sewer system.

The tools, containers and procedures used in the collection of these samples is almost the same as those used in environmental water sampling. The collection time should be set, taking into consideration the plant operation, and a typical discharge sample should be collected.

SAMPLING OF AMBIENT AIR

Explanation 22

A wide variety of pollutants are present in the air that we breathe. These pollutants include both those generated by the natural world and those generated by human activity. Some are present in the form of gases and others are suspended in air in the form of particulate matter.

Explanation 23

Sampling of noxious gases found in small amounts in the atmosphere is usually conducted either by collection using an absorbing solution or collection using a solid adsorbent. Let's look at the guidelines for basic on-site handling.

Explanation 24

Different absorbents are placed in a gas absorption bottle such as an impinger corresponding to the targeted compounds.

The suction tube is connected to a trap, pump and gas meter, and a fixed amount of air is drawn into the system.

Explanation 25

A method employing an adsorbent-packed cartridge tube is often used in the capture of gases such as hydrocarbons and formaldehyde.

A moisture absorption tube is attached in front of the cartridge tube during sampling and air is sucked in using a pump.

Explanation 26

Gases that are difficult to capture with an adsorbent are collected with a vacuum canister.

Collection via a bag using a pump is also an option.

Explanation 27

Different types of pumps such as a diaphragm pump, linear pump and rotary pump are used in the collection of air samples.

Explanation 28

The volume of air, which has been sampled, must be measured when determining the concentration of matter in air. Air volume data is an important factor which determines the final concentration value.

An integrating gas meter and a float flow meter are used in the measurement of air volume.

There are two types of gas meters available, wet and dry.

The wet gas meter is highly precise, and is often used as a reference device. However it is fragile and takes some effort to use because it contains water.

The dry gas meter is easy to operate and widely used in actual sampling. However it must be regularly calibrated using a reference device.

Explanation 29

If a reading of the gas meter is taken when sampling is started, then the volume can be calculated by determining the difference with the final reading.

To calculate the suction flow rate, you should measure the number of seconds required for the needle to rotate once several times using a stopwatch.

Explanation 30

In the regulation of the suction flow rate, a direct reading can be obtained for the flow rate if a float rotor meter is installed.

The rotor meter gives different values based on the pressure conditions or the pulsation depending the suction pump which is used. A scale calibration must be conducted in advance under the same conditions and using the same devices as the actual sampling.

Explanation 31

Particulate matter is sampled by filtration using a filter paper. The simplest method is inserting circular filter paper to the filter paper holder and drawing in air.

This is where the filter paper is inserted in the low volume air sampler filter holder.

The filter holder is normally set up at 1.2 meters above ground.

Explanation 32

Appropriate tubes that do not bend or break are used to connect the sampler, flow meter and pump. In addition, the tube should be firmly connected so that air does not leak at the connection points or come off during sampling.

Explanation 33

Take care to make sure that rain water does not get into the switch or connections of the electrical cords.

Explanation 34

A high volume sampler can collect a large volume of soot and dust in a short period of time, thus it is frequently used in surveys of the ambient air.

High volume air samplers come in two types. One sampler is equipped with a separator that allows only particles smaller than 10 μm or 2.5 μm to pass through. The other sampler, an open face type, allows all particles to pass through.

Explanation 35

The sampler is placed in an appropriate location where the wind passes through, and it is fixed in place with heavy weights or rope.

If the electrical cord is extended with a cord reel, make sure to fully unroll the cord because excess heat can be generated by the induced current if it is not.

Explanation 36

A glass fiber filter or quartz fiber filter are used in the collection of airborne dust.

Once a filter is inserted in the holder, the blower motor is turned on, and the volume controller adjusted to a set suction flow rate.

The pre-sampling filter and post-sampling filter are weighed on a balance after humidification for more than a day and a constant weight achieved.

Explanation 37

A diffusion sampler is an extremely effective device when there is no on-site power source or sampling is being performed simultaneously at multiple sites.

There are several different types of diffusion samplers, but in all cases the gas molecules pass through pores and fine crevices until they reach the absorbent and are collected by the chemical reaction.

These samplers are simple and compact. They do not require a pump and can be used to quantitatively collect the target material by placing it in a shed to avoid rain and direct sunlight and exposing it to the atmosphere for a fixed period.

SAMPLING OF FLUE GAS

Explanation 38

A measuring hole and work place are required in the sampling of flue gas from facilities such as factories which emit soot and smoke.

This is an example of a stack in an incinerator. The measuring hole should be placed at a straight part of the stack where it is thought that the flue gas flow is steady and uniform.

Explanation 39

The measuring hole should be set up in a location where work can safely be done and a suction tube can be inserted at a right angle into the flow of the flue gas.

Normally the hole is covered with a lid.

The flange bolt on the measuring hole is removed, and the lid taken off when the flue gas is measured.

Explanation 40

Sulfur oxides in the flue gas are collected by drawing the flue gas into an absorption bottle containing hydrogen peroxide.

The sample gas is drawn for 20 to 30 minutes at a flow rate of approximately 1 liter per minute.

A ribbon heater is wrapped around the sampling tube to warm it and prevent the condensation of moisture on the inside of the tube.

Explanation 41

The sampling of nitrogen oxides in flue gas is done by collecting the gas using a vacuum flask or syringe. The vacuum flask contains acidic hydrogen peroxide with sulfuric acid for the oxidation of the nitrogen oxides.

As always, the concentration of nitrogen oxides in flue gas is converted based on the standard oxygen concentration in order to compensate for the effects of dilution through the mixing of air. The oxygen concentration in flue gas is measured for this reason.

Explanation 42

The measurement of dust and soot is performed by filtration using a filter and measuring the weight.

Circular or cylindrical filter paper is used corresponding to the amount of soot and dust to be collected.

Explanation 43

Care must be taken that the suction velocity of the collection nozzle and velocity of the flue gas flow correspond when drawing in soot and dust. This is called isokinetic sampling.

For this purpose, the flue gas flow velocity is measured with a Pitot tube and manometer.

This type of special Pitot tube is normally used in the measurement of duct flue gas.

The dynamic pressure created by the flow of the flue gas is measured using an inclined manometer and the flow velocity is calculated.

Explanation 44

The moisture content in the flue gas must be measured in the measurement of the soot and dust concentration. The flue gas is drawn in through a moisture absorption tube containing calcium chloride and the moisture is absorbed.

The weight of the moisture absorption tube is measured on a druggists' scale, and the moisture content is calculated based on the change in weight.

When collecting a sample using circular filter paper, a pre-weighed filter paper is set in the holder.

A nozzle that meets the isokinetic sampling conditions is attached and wrapped with tape to make sure it does not come loose.

A collection tube with a filter paper holder at the tip is inserted through the measuring hole to a set length within the duct and fixed into place.

A suction pump is connected and the sampling begun.

The filter holder is allowed to cool after the sampling is completed and the circular filter paper removed.

EPILOGUE

Explanation 45

Sampling is the starting point for an objective approach to environmental problems.

If sampling is not done properly, then the data gathered will be meaningless no matter how sophisticated the equipment used, how expert the laboratory technician or how accurate the analysis. It does not stop there, erroneous conclusions could be drawn and misguided decisions could be made.

Explanation 46

Above all, regular observation of the survey field and careful sampling are important. An adequate advance survey, comprehensive sampling design and in-depth preparation are critical to successful environmental analysis. Researchers themselves must be sufficiently familiar with the sampling site, and fully understand the entire process from sampling, analysis through to conclusion.

第 2 部

	ページ
1 . 環境試料サンプリングの目的と意義	23
2 . 水質試料のサンプリング	26
3 . 環境大気のサンプリング	42
4 . 発生源排ガスのサンプリング	51

1．環境試料サンプリングの目的と意義

1.1 目的と意義の明確な理解

環境試料のサンプリングを行う場合、その目的と意義とを明確に理解しておく必要がある。環境の状況を正確に把握するためには、現場での記録と分析機器による分析データが必要であるが、その分析データは環境を代表するものでなくてはならない。環境を代表するデータを得るためには、分析のもとになる試料が環境を代表するものでなければならない。しかし、そのような試料はただやみ雲に採取して得られるものではなく、適切なサンプリング計画とサンプリング作業を行ってはじめて得られるものである。

サンプリングには、水に関しては河川水や海水、工場排水のサンプリングがある。大気に関しては工場、自動車からの排ガスや、環境大気のサンプリングがある。また、河川の底の土砂をサンプリングすることもある。

サンプリングを計画する時に最も大切なのが、最初に述べたように「サンプリングの目的と意義とを明確に理解すること」である。すなわち、何のために何をどのような方法で調査するのかを正確に理解することである。また、サンプリング作業は定められた手順で実施することが大切である。この場合、測定項目に適合した採取器具とサンプル容器を使用することが大切となる。

定期的な調査により環境の変化を把握するためのサンプリングには、分析データの連続性が求められ、毎回、同一場所で同じ方法でのサンプリングが必要である。法律への適合状況の調査のためのサンプリングには、厳密性が求められる。また、事故時のサンプリングには、現場の状況を的確に把握し原因追求と対応策を検討するための資料を得る意味がある。

以上のポイントをわかりやすくしたものが次ページに示すチャートである。現場を観察し、調査計画を立て、サンプリングを行う際の参考にしていただきたいと思います。

1.2 環境の定点観測における留意点

あらかじめ定められた地点における定期的な調査の場合、下表に示す項目に着眼し調査を計画し、準備、実施していただきたい。

	水質測定	大気測定	
計画	河川・海の水質調査 <ul style="list-style-type: none"> — 地点選定（何の代表地点か） — 調査日 / 調査地点の確認（地図） — サンプルング方法 / 調査項目 — 試料の保存と前処理 — 測定回数 / 分析項目 	大気環境の調査 <ul style="list-style-type: none"> — 地点選定（何の代表地点か） — 調査地点付近の発生源の把握 — 調査日 / 調査地点の確認（地図） — サンプルング方法 / 調査項目 — 試料の保存 — 測定回数 / 分析項目 	
策定	工場排水の水質調査 <ul style="list-style-type: none"> — 書面調査 <ul style="list-style-type: none"> — 排水口の位置 — 排水の種類 — 調査日 / 調査地点の確認（地図） — サンプルング方法 / 分析項目 	排ガスの調査 <ul style="list-style-type: none"> — 書面調査 <ul style="list-style-type: none"> — 測定孔の確認 — 発生源の種類・規模等 — 自主測定結果 — サンプルング場所等の安全確認 — 調査日 / 調査対象 / 書面調査 — サンプルング方法 / 分析項目 	現場情報として
調査の準備	調査項目に合った器材、容器、現場野帳を準備する 調査地点ごとに容器を分類して準備する 地図、カメラ	調査項目に合った器材、容器、現場野帳を準備する。 濾紙の秤量など事前の準備を行う サンプルング用機器が稼働するか必ずテストする	
調査日	河川・海の水質調査 <ul style="list-style-type: none"> — 前日の天候と上流の天候の記録 — 水位の確認 — 工事等周囲の状況の記録 — 感潮域では潮見表の確認 工場排水の水質調査 <ul style="list-style-type: none"> — 排水の外観の記録 	大気環境の調査 <ul style="list-style-type: none"> — 気象条件（天候、気温、風向・風速等） — 調査地点の周囲の状況の記録 排ガスの調査 <ul style="list-style-type: none"> — 施設の稼働状況（燃料使用量） — 排ガス温度 — 排出ガス量 	
実施	器具や容器の供洗いに注意する サンプルング容器を確認する 試料水の保存と前処理を確認する サンプルング箇所を明記する サンプルング時間を記録する	サンプルング機器の暖気運転をする サンプルングバッグを供洗いする サンプルング場所を明記する サンプルング時間とサンプルング量を記録する	

1.3 事故対応の場合の留意点

事故は突発的に発生するので、日頃から事故を想定した準備が必要である。もし、事故が発生したら、下表に示す例にならって現状把握を行い、原因の追求、対策の立案に必要なサンプリングを計画し、準備し、実施していただきたい。

	河川で魚が大量に浮上	色のついたガスの排出	息苦しくて咳き込む
情報入手	現場情報として <ul style="list-style-type: none"> — 浮上箇所は — 魚の大きさ・量 — 河川の水位は — 河川の水位は — 河川の異変は — 現在も浮上中か 	現場情報として <ul style="list-style-type: none"> — ガスの噴出場所は — ガスは何色か — 風下に鳥は飛んでいるか — 風向きは — 臭いの有無 	現場情報として <ul style="list-style-type: none"> — 息苦しい場所は — 周囲の人々の様子 — 煙突の有無は — 煙突の有無は — 臭いの有無 — ガス噴出は停止したか
調査の原因追求・対策	原因の推定 <ul style="list-style-type: none"> — 水位と気温 — 大量死 — 付近の工場情報 現場確認に持参する物 <ul style="list-style-type: none"> — 現場野帳 — ポリびん — PH試験紙 — 魚を入れる袋 — ポリバケツ — カメラ 	原因の推定 <ul style="list-style-type: none"> — ガスの噴出場所 — ガスの色 / 臭いの有無 — 付近の工場情報 現場確認に持参する物 <ul style="list-style-type: none"> — 現場野帳 — 簡易ガス検知器 — サンプリングバッグ — 簡易ポンプ — カメラ — トランシーバー — 防毒マスク 	原因の推定 <ul style="list-style-type: none"> — 息苦しい場所 — 周囲の人々の様子 — 臭いの有無 現場確認に持参する物 <ul style="list-style-type: none"> — 現場野帳 — 簡易ガス検知器 — サンプリングバッグ — 簡易ポンプ — カメラ — トランシーバー — 防毒マスク
措置	調査は複数班で実施 <ul style="list-style-type: none"> — 浮上魚の確認 — 水位の確認 — 周辺工場の調査 		
ため	溶存酸素不足の場合 <ul style="list-style-type: none"> — 水温計 — 携帯PH計 — 溶存酸素びん 		
サンプリング	毒物等異物の場合 <ul style="list-style-type: none"> — 水温計 — 携帯PH計 — 滅菌済びん — ガラスびん — 褐色ガラスびん — 金属類固定薬品 — 試料水採取器具 		

2．水質試料のサンプリング

2.1 調査計画の立て方

2.1.1 調査に当たって考慮すべき要素

水質調査の実施にあたっては、「何のために」、「何を」そして「どのような方法で」といった三つの要素を常に考えなければならない。

「何のために」：調査目的

どのような目的で水質調査を行うかによって、調査地点、サンプリングの頻度と回数、測定項目などが異なるので、目的に応じて調査計画を立てなければならない。

「何を」：調査対象

河川水、湖沼水、地下水、海水、各種の用・排水など、対象とする水によつて成分の濃度、共存物質などが異なり、また水質の変動、分布のパターンについてもそれぞれ特徴がある。調査目的と調査方法（特に測定項目と分析方法）を考慮した上で、対象となる水の特質を十分に理解し、それに応じたサンプリング計画を立てなければならない。さらにこのような一般的差異、特徴のみでなく、対象とする水域の状況も考慮する必要がある。

「どのような方法で」：調査方法

前項 と関連して、対象とする水に応じた定量法を選択し、また必要に応じた前処理を行うように計画しなければならない。調査目的によっては、必要とする精度に応じて、操作の簡便性、迅速性を重視して定量法を選ぶこともあり、またサンプリングとも関連するが、連続的な測定、自動分析なども必要に応じて考慮することがある。

水質調査の計画を立てる際には、(a)調査地点の選定、(b)調査部位、(c)調査の時期、(d)調査の頻度、(e)サンプリングの方法、(f)試料の保存と前処理、(g)水分析の進め方（測定項目と分析方法）、(h)関連する資料の収集等を考える。

また、現実的な制約も考慮しなければならず、理想と現実のギャップをいかに調整し、目的に合った調査計画を立てるかが大切なポイントとなる。考慮すべき点としては、(イ)調査地点の状況、(ロ)採水の方法、(ハ)運搬の手段、交通機関、(ニ)分析すべき試料水の容量および容器の数、(ホ)調査人員と技能、経験の程度、(ヘ)調査経費等である。水質調査を初めて行う水域の場合には、予備調査を行って状況を良く把握しなければならない。

たとえば(イ)については、調査地点までの交通の便、周囲の状況、予定地点の用・排水路の状況など、地図ではわからないことが多いので、現地へ行って調べる必要がある。

(ロ)についても、直接採水できるか、流速・水深などと関連して、どのような採水器が使用できるか、使用可能な船があるかなど確かめておかなければならない。

調査対象が、工業用水、工場排水、上水、下水などで、これらの水質管理を目的とした調査では、対象とする水の性質、処理施設の有無、および周辺の水域の状況などの把握が重要である。

ここでは特に(a)調査地点の選定、(b)調査部位、(c)調査の時期、(d)調査の頻度について以下に説明する。

2.1.2 調査地点の選定

河川、湖沼、海域を対象として、水域の水質を把握するための調査と、用・排水の管理あるいは汚濁状況に関連した調査の場合の、調査地点の選び方を表 2.1 に示した。

表 2.1 調査地点の選定

水域	一般的な水質調査	用・排水管理、汚濁に関する水質調査
河川	主要な支流が合流する前の本流、支流の地点、および合流後十分に混合した地点 河口に近い地点 ダム、湖などのある場合、その前後の地点 異常な水質の水が流入する可能性があれば、その前後の地点	利水地点。 排水および排水流入前の地点と流入後十分に混合した地点
湖沼	湖心部 流出河川の流出口付近 流入河川および流入後の混合した地点	利水地点 排水および排水流入後の混合した地点
海域	水域の地形、河川の流入状況などを考慮して選定する。	水域の地形、海流、潮流、利水状況、主要な汚染源の位置などを考慮して選定する。

2.1.3 調査部位

(1) 河川

採水地点における水質の均一性と調査目的を考慮して決める。

代表的な水質の場合

代表的な水質を知るための試料は、流心部（河川の横断面で流速が最大の部分）で採水するのが原則とされている。しかし流速分布を詳しく測定して流心部を求めるのは、時間と労力を要し、またそれほどの厳密さを必要としないので目視で流れの最も速い部分を見分けてその表層水を採水するのが普通である。また採水方法は、水面から水深の20%の深さで採水する方法（公共用水域調査方法 - 日本の環境庁指定）があるが、実際にはこのような深度の水を狭い幅で採水することは困難なことが多く、表層水をバケツなどを用いて採水する方法で十分である。

水質が不均一の場合

河川の横断方向の位置、および深さによって水質が異なる場合には、目的に応じて種々の部位で採水し、それぞれの試料を分析するか、混合試料を作って分析を行う。たとえば、水質の異なる支流、排水などが流入し、よく混合していない地点では水質が不均一なことがある。このような調査地点は、の代表的な水質を知る調査では必用としなかったが、他に適当な調査地点がないときには採水と分析に労力を要す

るが、混合・拡散の調査を実施しなければならない。

水質の不均一なことが予想される場合は、現場で水温、pH、電気伝導率、溶存酸素などを測定し、均一性を確かめてから採水部位を決めるとよい。

(2) 湖 沼

湖沼では、水深による水質の差異に注意して採水部位を決める必要がある。

温帯地域にある湖沼では、夏と冬に水温躍層が形成され、上層と下層の水の混合が妨げられるため、水質の垂直分布にも特徴が見られることが多い。この場合、表層水だけではなく水温躍層より下層の水も採水する必要がある。

亜熱帯地域では、たとえば乾季と雨季がある場合、両季で垂直分布の傾向を把握するための採水が必要である。また懸濁物質の沈降と分解、底泥からの溶出などにより、底層水が特徴的な水質をもつことがある。特に有機汚濁、富栄養化、あるいは重金属の挙動などに注目して調査を行う場合には、底層水、底泥直上水の採水も重要である。以上をまとめると、

1点採水の場合：表層水を採水する。

2点採水の場合：表層水と底層水を採水する。

水質の垂直分布を把握する場合：水温、pH、電気伝導率、溶存酸素などの垂直分布を測定し、成層の状況をみて3点以上の採水を行う。

利水目的に応じた調査：農業、水道、工業用水などの利水と関連した水質調査では、取水の部位に対応して採水する。

(3) 海 域

表 2.2 には、主に沿岸域を対象とした海域の水質調査における試料採取方法の一例として、海域水試料の採水部位を示した。

表 2.2 海域水試料の採水部位

水深 (m)	採水部位 (m)
< 5	海面下 0.5
5 ~ 10	海面下 0.5、2
> 10	海面下 0.5、2、10

海面下 0.5m、2m、10mの層を水深に関係なく、上層、中層、下層と呼ばれることもあり、結果の表示にあたっては注意を要する。また種々の研究的な調査では、深度別の試料水を目的に応じて採水する。

2.1.4 調査の時期

(1) 河 川

水質の概況を把握する調査では、採水日の前に比較的好天が続き水質が安定した日を選ぶ。

通年調査などでは、採水間隔がほぼ一樣になるように定期的に採水する。

用水の水質調査では、利水状況に対応した時期を選ぶ。

(2) 湖沼

水質の概況を把握するためには、季節毎に調査を実施する。
富栄養化に関連した調査では、停滞期を重視する必要がある。
ダムなどの建設による人造湖において、水温、濁りの影響を重視する場合は、流入河川の増水期を含めて調査する。

2.1.5 調査の頻度

対象とする水域の水質の変動パターンを例示として説明する。

日変動パターンの例

都市下水、工場排水などの流入している河川では、周期的な日変動を示すことがある。この場合の代表水質や流出負荷量を求める場合は、かなり頻度を高くして採水する必要がある。

月変動パターンの例

降雨状況、流量、流域の種々の要因に関連して変動するSSなどについては、1回/月の測定ではその変動パターンをつかみ得ないこともあるので頻度を高くする。

増水に伴う水質変動の例

水質と種々の化学成分の流出機構を関連させて検討する必要がある場合には、特に降雨による増水については初期に短い間隔で採水する必要がある。

2.2 試料容器の種類

試料容器としては、共栓つきびん（Bottle with ground stopper）を用いるが、通例、ポリエチレンびんや無色共栓ガラスびんが用いられる。これらの容器は試料を汚染させたり、試料から試験目的の成分が逃げることをないように、良質の材質のもので密栓できるものでなければならない。使用に際しては、試験に支障がないように十分洗浄して用いる。ゴム栓やコルク栓は試料を汚染する恐れがあるので使用しない。

これらの材質について、以下のような長短を揚げることができる。

2.2.1 ポリびん(ポリエチレン・ポロプロピレン等)

無着色のものを使用する。衝撃に強く、軽便で耐薬品性に優れており、一般に広く使用されている。硬質のものと、比較的柔軟性をもつものがあり、材質からの溶出成分は少ないと見られている。ただし、製品によっては製造時に使用される触媒のモリブデンやクロム、チタンなどがわずかに溶出した例があり、使用目的に注意する必要がある。着色したものは好ましくなく使用しない。

ポリびんは、不透明なこと、熱に弱く、通気性があるので、微生物や藻が繁殖しやすいので試料の長期間保存には注意が要る。

市販のミネラルウォーターの空びん（PET ボトル、Polyethylen terephthalate resin bottle）も使用できるが、肉厚が薄く傷などがあると割れやすいので使用に際しては十分な確認が要る。果実汁やコーヒー、茶類に使用されたものは、付着成分を完全に洗浄で除くことは難しいので使用しない。

ポリエチレンびんは試料中のりん化合物や有機物質、重金属類などを吸着する傾向がある。重金属類の吸着は、硝酸又は塩酸の添加による保存処理で防止できる。

びんの洗浄

使用前に水道水などで洗浄し、さらに蒸留水又はイオン交換水で洗浄する。微量の金属類を試験する場合は、温硝酸(1+10)又は温塩酸(1+5)で洗い、さらに水道水などで洗った後、蒸留水又はイオン交換水で洗浄する。

一度使用したびんを再使用する場合は、温硝酸(1+10)又は温塩酸(1+5)または、界面活性剤などの洗浄薬液でよく洗い、次に水道水で洗った後、さらに蒸留水又はイオン交換水で洗浄する。付着物があるときは、あらかじめ洗浄だけにクレンザー等(石鹼類は器壁に付着しやすいので好ましくない)を付けて軽くこすり洗いをして取り除いた後、上と同様の操作で洗浄する。洗浄剤には、試験目的の成分を含まないものを用いるようにする。

2.2.2 ガラスびん

試料容器として広く使用され、試料の変質が少なく、また観察が容易であるなどの多くの利点がある。ただし、破損しやすく多量の運搬には不便である。

材質として硬質ガラスと、軟質ガラスに分けられる。試料容器としては、一般に硬質ガラス製で型吹き製の製品が使われる。製品には、広口びんと細口びんがあり、いずれを用いてもよいが、肩部を洗浄しやすくした形状のものが使いやすい。新しいびんからは特にアルカリ類が溶出しやすい、これにはナトリウム、カリウム、シリカ、ホウ素などがある。また製品によっては、砒素、亜鉛、アンチモン、鉛などが、わずかに溶出する例もある。特にホウ素は硬質ガラスびんから溶出するので、ホウ素の試験では軟質ガラス製を使用する。ガラスの化学組成の例を表 2.3 に示す。

表 2.3 ガラスの化学組成例(%)

	軟質ガラス	硬質ガラス
SiO ₂	71.3	80.5
Al ₂ O ₃	1~3	2.0
Na ₂ O	13.4	4.4
K ₂ O	1	0.2
MgO	0.3	0.1
CaO	12.5	0.3
B ₂ O ₃	~	11.8
As ₂ O ₃	0.01	0.3
Fe ₂ O ₃	0.01	0.04

使用に際しては、ポリびんの場合と同様に洗浄を十分行っておく。

ガラスびんを再使用する場合、洗浄はもとより、付着物についてはその種類にもよるが、硝酸・過酸化水素混液 [硝酸(6N) 3 容と過酸化水素水(30 w/v%) 1 容の割合で混合したもの] を入れて分解除去してからよく洗浄して用いるとよい。

測定対象項目で、農薬や有機化学成分、亜硝酸イオンなど光分解や光化学反応を起こしやすい成分を測定する試料については、容器は遮光性のある褐色の着色びんを使用するか、

るか、容器を黒色の遮光紙で包むとか遮光性の袋に入れ、保冷箱に入れて試験室へ運び、できるだけ速やかに測定する。

2.2.3 その他

一升びん、ビールびん、藤巻びん等は軟質ガラスで作られており、成分が溶出し易く、また、相当汚れていることが予想され、洗浄による完全除去は困難であることが多い。したがって、これらの空びんの使用は避ける。

水質調査には予定数以上の採水を考えて、予備の試料びんを携行するのが常識であるが、びん以外に不時の採水用にポリエチレン袋を用意しておくると便利である。

2.3 採水器の種類と使用方法

試料の採水には、調査の目的や採水地点の状況などを勘案し、最も適当な採水器具を用いて行うことになる。以下に、代表的な採水器について述べる。

2.3.1 試料容器による採取(表層の水を採取する方法)

試料容器を、採取場所の水で 3、4 回洗う。この際洗浄した水で、採取場所の水を汚染しないよう注意して行う。

試料容器を静かに沈めて、満水になるまで水を流し入れ密栓する。試料が凍結するおそれのある場合には、試料容器容量の 10% 程度の空間を残す。

2.3.2 バケツや柄付採水器(ひしゃく)などを用いて表層の水を採取する方法

いずれもポリエチレン製のものがよく使われる。バケツには必要に応じロープなどを付けて使用する。ひしゃくは柄の長さを調節できるものが便利である。ポリプロピレン製など、他の合成樹脂製のものを用いてもよい。ステンレス鋼製のものは、微量の重金属類の試験に用いるものでなければ用いてもよい。図 2.1 に柄付採水器(ひしゃく)の一例を示す。

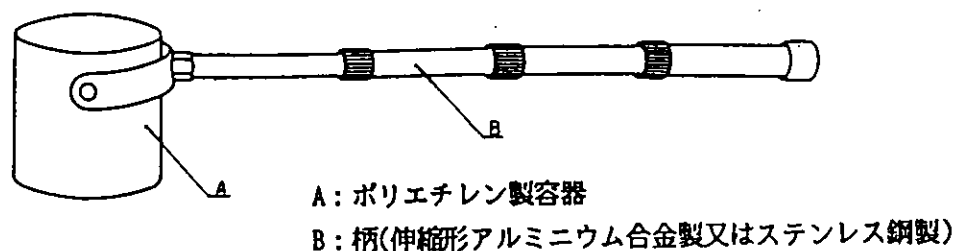


図 2.1 柄付き採水器の一例

操 作：採水場所の水で採水器を洗う。次いで採取場所の水をくみ取り、その水で手早く試料容器を洗浄した後、満水になるまで試料容器に流し入れ密栓する。

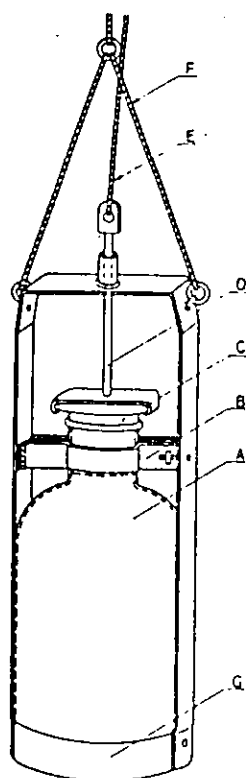
懸濁物が多い試料の場合は、不均一にならないように試料をよくかき混ぜながら、手早く試料容器に流し入れる。

2.3.3 ハイロート採水器による採取

この採水器では、貯水槽、水路、河川、湖沼、井戸、海域などにおける各深度の試料を採取することができる。一般に水深が10m以下の浅い場所での試料採取に用いられている。しかしこの方法は、試料容器内の空気を入れ替えて採水するため、採水時に水をかき混ぜるので、薄い成層の試料採取には適さない。また試料が空気と接触するため、溶存酸素などの溶存気体や還元性物質の試験試料の採取には適さない。

この採水器は、おもりを付けた枠に試料容器を取り付けたもので、目的の水深で試料容器の栓を抜き試料を採取する。容量は500～1000mlのものが一般的に用いられている。

図2.2にハイロート採水器の一例を示す。



- A: 試料容器
- B: 保持金具
- C: 試料容器の栓
- D: 共栓保持金具
- E: 開栓用鎖またはひも
- F: 吊り下げ用ロープ
- G: おもり

図2.2 ハイロート採水器の一例

操作：ハイロート採水器、吊り下げ用ロープ、開栓用鎖など各部に異常のないことを確認した後、予め採取場所の水で洗浄した試料容器を取り付け、共栓用保持金具に固定する。

吊り下げ用ロープで採水器を採水位置の深度まで静かに沈め、深度を確認する。

開栓用鎖またはロープを引いて開栓し、しばらく放置してから試料を採取する。

開栓用鎖またはロープを緩めて栓を閉じた後、採水器を引き上げ、試料容器を取り外し密栓する。

製品についての詳細な取り扱い、説明書に従う。

吊り下げ用ロープには、あらかじめ深度ごとの目印を付けておく。

採水場所の水を、ロープなどで汚染しないよう配慮する。

採水器を水中に落として失わないようにするために、吊り下げ用ロープの手元は固定しておくとうい。

簡易型採水器

図 2.3 に、簡易なものとして、試料容器に重りを付けた採水びんの例を示す。これらは、採水用ひもを引いてゴム栓又は軟質塩化ビニール管を外すことにより、試料を採取するもので、おもり付き吊り下げ用ロープによる試料容器の固定を確実に行わないと栓を抜くときに試料容器が外れやすいので注意する。

「おもり」として、きれいに洗浄した適当な大きさの石塊等を、樹脂製の編み目の袋に入れて吊り下げ使用してもよい。

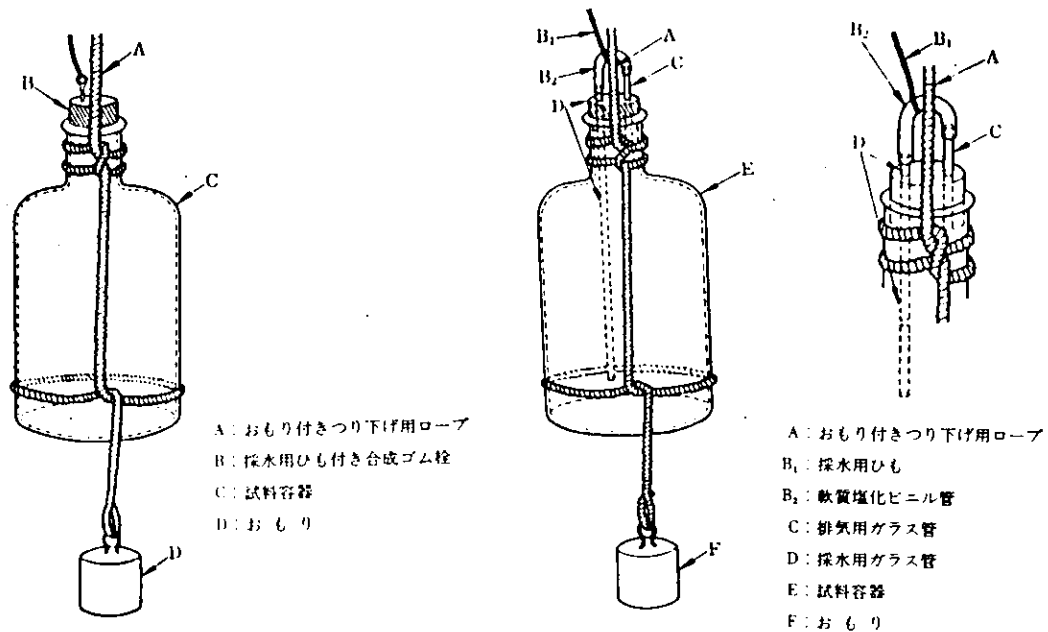


図 2.3 試料容器を用いた採水びんの例

2.3.4 バンドーン採水器

貯水槽、水路、河川、湖沼、井戸、海域などにおける各深度の試料を採水する。

合成樹脂製円筒の上下に合成ゴムのふたを取り付けたもので、ポリエチレン製の不透明のものやアクリル樹脂製やポリカーボネート製などの透明のものがある。円筒の容量は、1～20Lのものがある。

図 2.4 にバンドーン採水器の例を示す。

操作: バンドーン採水器のメッセンジャー受け、上下のふた、ゴムふた用ワイヤー、吊り下げ用ロープなど各部に異常のないことを確認する。メッセンジャー受けのバネが弱くなっていると、採取の途中で円筒のふたが閉じることがあるので、よく確認しておく。あらかじめ採水器の円筒と上下のふた、使用するバケツ類を採取場所の水で洗う。上下のふたをワイヤー留め金具に取り付ける。吊り下げ用ロープでバンドーン採水器を採水位置の深度まで静かに沈め、深度を確認する。

上下に動かすため、薄い成層での採水には不向きである。

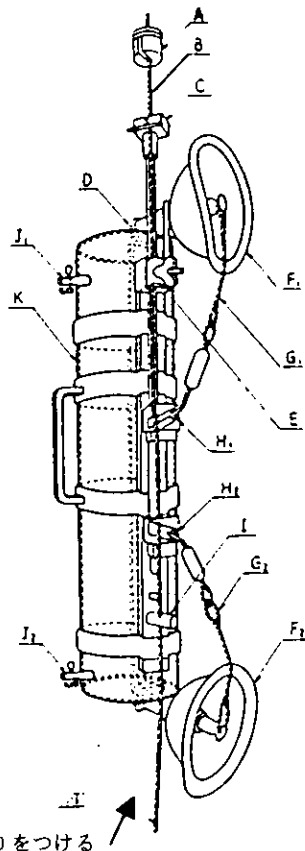
バンドーン採水器を引き上げ、円筒内の試料取り出し用ピンチコック付ビニール管(軟質)を開いて試料の一部でバケツ類を洗浄した後、残りの試料をバケツ類に移す。

試料をかき混ぜながらこの試料水で試料容器を1~2回洗浄した後、満水になるまで流し入れ密栓する。

採取した試料中の溶存酸素を測定する場合は、採水器の試料取り出し口に、軟質塩化ビニール管を取り付け、溶存酸素測定用の試料びん(溶存酸素びん)の底部にビニール管の先端が届くように挿入し、試料を流し込み、試料びんの50%相当量をオーバーフローさせ、手早く所定の溶存酸素固定操作、またはDOメーターによる測定を行う。

試料中に懸濁物が見られる場合は、これらが円筒の底部に沈降し、懸濁物が不均一になる恐れがあるので、取り扱いには注意が要る。

製品の詳細な取り扱い法については、取り扱い説明書による。



- A: メッセージャー
- B: つり下げ用ロープ(又はワイヤー)
- C: メッセージャー受け
- D: ゴムひも
- E: ロープ締金具
- F₁, F₂: ゴムふた
- G₁, G₂: ゴムふた用ワイヤー
- H₁, H₂: ゴムふた用ワイヤー止金具
- I: ロープ固定部
- J₁, J₂: 試料取出し用ピンチコック付軟質塩化ビニール管
- K: 合成樹脂製円筒

ロープの先端におもりをつける

図 2.4 バンドーン採水器の例

2.3.5 絶縁採水器

汲みあげた水を現場水温に保つため、外部との熱の出入りが少ないように工夫された採水器で、現場での操作性に優れている。所定の水深まで採水器を沈めメッセージャーを落とすと、ふたと採水筒が落ち試料を密閉するものや、または上下のふたが閉じ採水筒内に試料を密閉して採取するものがある。

図 2.5 に絶縁採水器の例を示す。

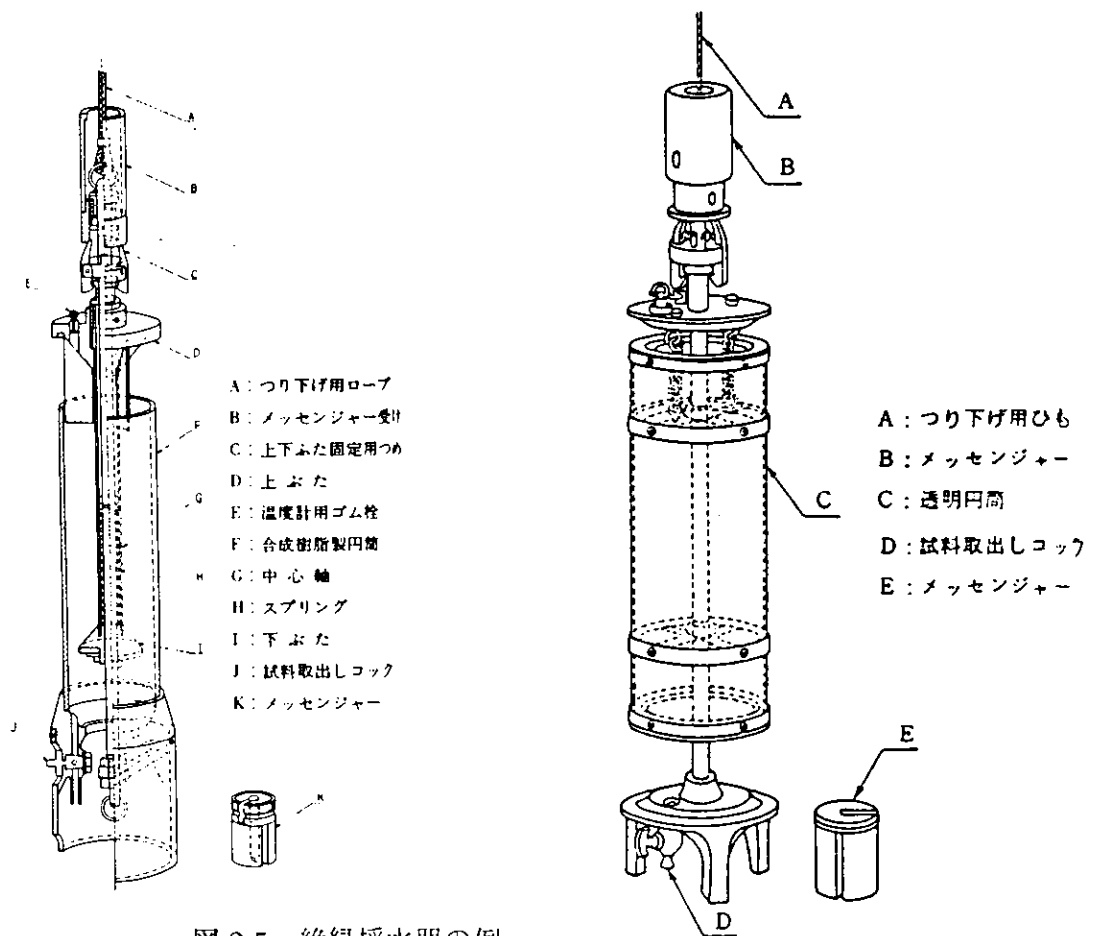


図 2.5 絶縁採水器の例

この採水器は構造上やや通水性に劣るため、筒内の水との交換をよくするため、所定の深度で採水器を数回上下させてから採水する。このため、少なくとも 60 cm 以上の厚さの水が混合採取されるので、これ以下の薄い成層の採取には不向きである。

水温は、棒状温度計を差し込む口があり測定できる。製品には、採水筒の周囲を厚い合成ゴム等で包み、試料の水温変化を少なくしたものもあり、井戸水などのように水温測定が重要な場合に使用される。

採水器の洗浄や一般的な操作上の留意事項は、前述のバンドーン採水器に準じる。

2.3.6 その他の方法

水中ポンプ用いる方法：

水中ポンプには工事用の大型のタイプから、家庭用の小型のタイプまでその種類は多いが、採水用としては、揚水量が毎分十数リットルから数十リットル程度で、揚水高の能力 2メートル程度のものが使いやすい。家庭の浴槽水波み上げ用のポンプ等も使用できる。このタイプには直流電圧 6V～12V で駆動するタイプが多く軽便であり、現場での電源も車のバッテリーを利用できるので使いやすい。この際、導管に水道用ビニール管等を使用するが、管内に藻類や有機物等が付着したりして汚れやすいので、使用前の洗浄や点検が重要である。

その他：

観測用の小舟の底が水面より若干低くなっていることを利用して、その水位差を利用してサイホンの原理で採水する方法や、実験室用の小型の真空ポンプを用いて、試料びんに吸引捕集する方法などの工夫がある。

流れのある水域における採水時の留意点

河川や堀等で水の流れのある所では、採水器は流されやすく、所定の深度での試料採取は難しく、現場の状況に応じて適切な配慮が必要になる。

観測用の小舟から採水する場合は、流れや風により船が移動しないよう、アンカー(錨)を用いるとか、船をロープで岸辺の木立や橋桁に繋いで固定する等の工夫が要る。

採水作業は、採水器やその他の観測機材の使用に際して、ロープやケーブル等が船のスクリューや舵取り装置などに影響しないような位置で行なわなければならない。通例は船の舳先付近が適当とされている。

水の流れて採水器が流され、所定の深度に保持できない場合は、真っ直ぐなポールに採水器を括り付け、船から垂直に所定の位置に下ろして採ることができる。この場合、水深測定用の深度目盛りのついたポール(底部側先端に円形平板が付いていて、ポール部分には10~20 cm 間隔で色分けされた目盛りが印され、複数本をネジ込んで繋ぐようになっている)等を利用すると便利である。図 2.8 に例を示す。

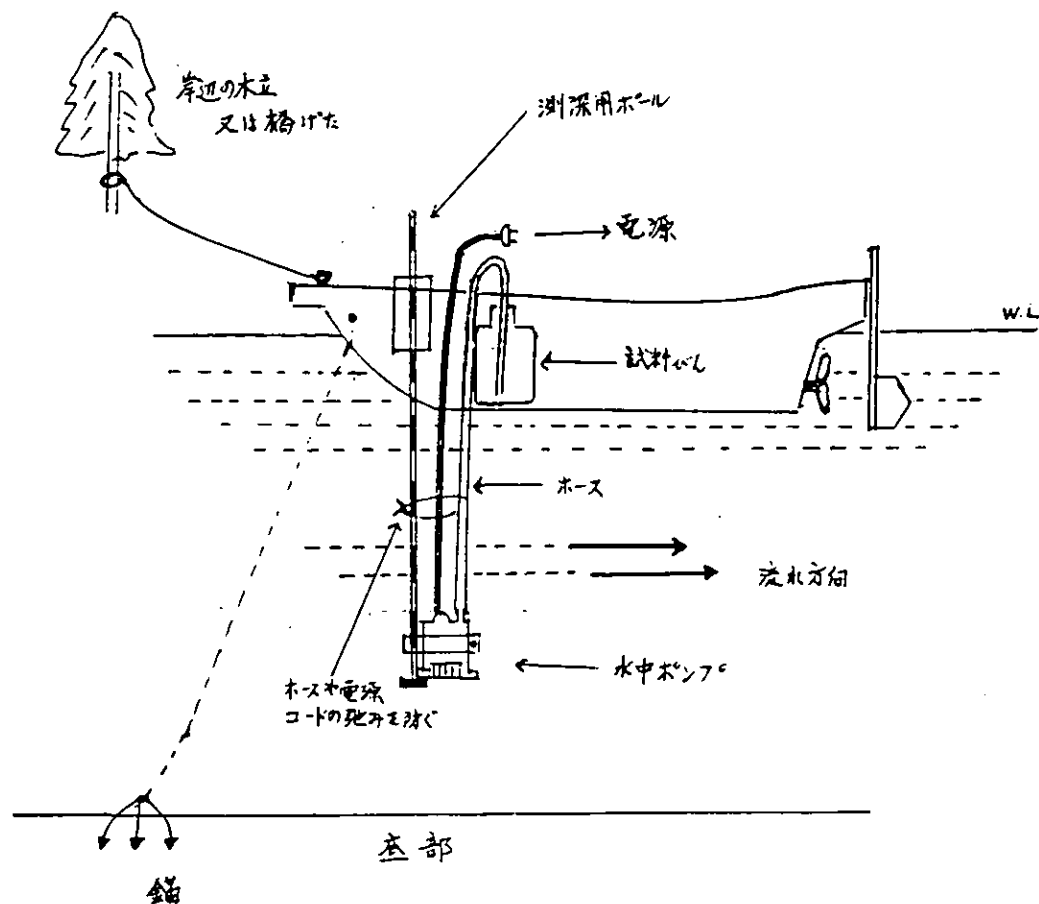


図 2.8 流れのある水域での採水例

2.4 試料水の保存方法

計画した水質項目を現場で測定できれば、採水後の時間経過に起因する水質の変化と、これによる誤った判断を避けることができるが、通常は調査日程、測定用機材の運搬、測定現場の条件など多くの制約が伴うので、現場での測定は必要最少項目にとどめ、通例は試料を容器に入れ実験室に持ち帰ってから測定するのが一般的である。

この際に試料を保存するためには、適切な処置をする必要がある。保存法は、項目毎の試験方法にもよるが、一般にpH調整、薬品添加、冷蔵などであり、生物活性、化合物の加水分解および揮散化の抑制を目的としている。

試料の必要採水量は、分析方法や対象成分の濃度などによって異なるので、予め調査対象項目毎に必要な量を検討して決めるようにする。

採取した試料の保存方法は、原則として項目毎に公定法に定められている方法に従って行う必要がある。表2.4にはJIS法やStandard Methodを参考にして、項目ごとの試料水保存上の注意事項を列挙した。これ以外の項目では、一般に0~10℃で暗所保存すればよい。必要試料水量は一応の目安として示した。

表2.4 試料水保存上の注意事項

試験項目	採水びん	必要試料水量 (ml)	前処理および保存方法
臭気	G	500	共栓ガラスびんにいっぱい満たして、4℃で暗所に保存し、できるだけ早く測定する。
色度	G	200	物理的、生化学的变化を受けやすいので、速やかに測定する。
濁度	P、G		約4℃で暗所に保存し、24時間以内に測定する。測定前に試料を強く振とうする。
アルカ度および酸度	P、G(B)	200	びんいっぱい採取し、密栓して4℃で保存し、24時間以内に測定する。空気中の炭酸等の影響を避けるため、試料を攪拌したり、大気中に放置しない。
懸濁物質(SS)、全溶解物質(TDS)および全蒸発残留物質(TR)	P、G(B)	500	速やかにろ別し測定する。軟質ガラスびんに保存すると、TDS、TRが増大する。鉄、マンガンを含む場合、空気に触れないよう密栓し、10℃以下(凍結させない)で暗所に保存する。
BOD	P、G	1000	0~10℃の冷暗所に保存し、できるだけ速やかに試験操作を行う。
COD	P、G	100	0~10℃の冷暗所に保存し、できるだけ速やかに測定する。
TOC、TOD	G、P	100	10℃以下の冷暗所に保存する。
ヘキサン抽出物(油分) 不揮発性鉱物油・動植物油	G(S、広口)	5 L~10 L	n-ヘキサンでよく洗った共栓広口びんに、適当な空間が上部に残るように採水する。全量を測定に用い、移し替えたり、分取したりしない。保存、運搬の必要がある場合は、メチルオレンジ指示薬を加え、試料水が赤色を呈するまで塩酸(1+1)を加え密栓する。

(次ページに続く)

試験項目	採水びん	必要試料水量 (ml)	前処理および保存方法
四塩化炭素抽出物質	G (S、広口)	1000	ヘキサン抽出物に準じて行う。
フェノール類	G	500	リン酸を加えて pH を約 4 としたのち、試料 1 L につき硫酸銅(Ⅱ)五水和物 1g を加えて振り混ぜ、0～10 の暗所に保存する。
窒素 (1)亜硝酸イオン	P、G	100	0～10 の暗所に保存し、できるだけ速やかに測定する。3 日程度保存する場合は、試料 1L 当たりクロロホルム 1ml を加え 0～10 の暗所に保存する。イオンクロマトグラフィーにより測定する場合は、保存処理を行わず速やかに測定する。
(2)硝酸イオン	P、G	100	速やかに測定する。直ちに行えない場合は、試料に塩酸または硫酸を加え、pH を 2～3 に調整し 0～10 の暗所に保存する。イオンクロマトグラフィーにより測定する場合は、保存処理を行わず速やかに測定する。
(3)アンモニウムイオン	P、G	500	変化しやすいので速やかに測定する。直ちに行えない場合は、硝酸イオンに準じ保存する。
りん (1)りん化合物	G (A)	100	りんの形態別の分別定量を行う場合は、採水後直ちに対象項目に応じたる過操作を行い保存する。中性の状態を試料 1 L につきクロロホルム約 5ml を加えて 0～10 の暗所に保存する。1～2 日の保存では、中性の状態でも 0～10 の暗所に保存できる。
(2)全りん	G (A)	100	硫酸又は硝酸を加えて pH を約 2 にして保存できる。
(3)溶存りん	G (A)	100	採水後直ちに 0.45 μm 又は No.5C のろ紙でろ過し、試料 1 L につきクロロホルム約 5ml を加えて 0～10 の暗所に保存する。中性の状態でも 0～10 の暗所に 1～2 日は保存できる。
(4)リン酸イオン	G (A)	100	上に準じる。
溶存酸素	G	100～300	採水後直ちに測定する。または、現場で所定の酸素固定処理を行い、密栓して 0～10 の暗所に保存し、できるだけ速やかに測定する。
残留塩素	G	100	採水後直ちに測定する。保存はできない。
シアン化合物	P、G	500	水酸化ナトリウム溶液(20W/V%)を加えて pH を約 12 にして保存する。残留塩素など酸化性物質が共存する場合は、L-アスコルビン酸を加えて還元した後、pH を約 12 とする。
硫黄化合物	P、G	200	硫化物イオン、亜硫酸イオン、硫酸イオン等の形態別に分類され、それぞれ適用する分析法により採水直後の処理や保存方法が異なる。

G：ガラスびん

P：ポリびん

(A)：酸洗浄びん

(B)：ほう珪酸ガラスびん

(S)：溶媒洗浄びん

なお、光反応の影響を受けやすい項目については、褐色びん又は暗箱に保管すること。

2.5 試料の運搬方法

採取した試料水は、試料びんに入れて実験室へ運ぶ。採水時には、次の点に十分注意する必要がある。

- (1) 試料びんは、定量目的に合った材質のものを用品、あらかじめよく洗浄しておき、試料びんによる汚染が起こらぬようにする。
- (2) 試料びんを少量の試料水で2、3回共洗いしたのち、満水になるまで試料水を静かに流しこんで密栓する。
- (3) 懸濁物質を多く含む試料水は、試料びんに分取する際に不均一にならないよう、できるだけ手早く行う。木片、木の葉などの粗大な浮遊物質は入らないように注意する。
- (4) 試料保存のためには、項目によって2.4で述べた固定処理をしなければならない。
- (5) 試料びんには、採水地点、採取年月日・時刻などを明確に記したラベルを使用する。

試料は通常の場合、採水車で実験室へ運ばれる。試料水の車への積み込みや運送における注意点を以下に記す。

- (1) 多くの分析項目を同時にサンプリングする時は、2.2で述べた多種類のサンプル容器があるので、分析項目別に区別して積み込むとよい。
- (2) サンプル容器が車の運行中に転倒しないようにするため、項目毎に仕切り板を設けた箱を使用すると便利である。
- (3) ガラス容器のような割れやすい容器には、容器どうしの接触等による破損を避けるためのネットの使用や、容器間の衝撃を緩和するための柔らかい素材をはさむ等の工夫を要する。
- (4) 車内の温度上昇による濃度変化が起きる項目(BOD、COD、細菌、VOC等)については、氷や冷媒等の入ったアイスボックス(クーラーボックス)に入れて運搬する。

持ち帰った試料水は、冷蔵庫、低温室などで保存する。分析はできるだけ早く行うことが原則であるが、項目によっては適切な処理を行うことにより保存が可能である。

2.6 現場野帳の記載方法

サンプリングとともに、気温、水温の測定を行い、試料水の外観を観察し記帳する。特に変化しやすい成分については、現地で測定するか、保存のための処理などを行う。表 2.5 に採水時の測定に必要な器具と試薬を示した。

表 2.5 採水時の測定項目と機材

項目	器具と試薬
外観	無色透明なガラスびんまたはビーカー
気温、水温	棒状温度計、サーミスタ温度計
pH	pH比色計またはpHメーター
透視度	透視度計
透明度	セッキ板
濁度	濁度計
電気伝導度	電気伝導率計
溶存酸素	酸素びん、溶存酸素固定試薬と器具 またはDOメーター
Fe ²⁺ 硫化物イオン	吸光光度定量用の試薬と器具、分光光度計（携帯用） 固定用の試薬と器具
流量	流速計および横断面測定用器具

調査内容によっては、現地で測定すべき項目と必要な器具、試薬などを追加しなければならない。また、河川、湖沼、地下水、海水など対象によって必要のない項目もあるので調査目的によって現地測定の項目を選び、試薬、器具などを選ぶ。表 2.6 に採水日誌の一例を示した。以下、この表の記載要領を示す。

- (1) 採水者： 採水は原則として2人以上の複数で実施するので、それに関わった者全ての名前を記入。
- (2) 調査名： 調査実施件名を記入。
- (3) 河川名または工場名： 河川、湖沼、地下水、海水など対象によって必要な事項、また工場等の発生源の場合はその名称を記入。
- (4) 採水地点： 河川であれば橋の名前、湖沼の場合は湖心あるいは湖岸（ダムサイト等）、地下水の場合は井戸等の所有者名、海水の場合は近くの沿岸の地名等、発生源の場合はどの処理工程の排水であるか分かるように明記する。なお、定期的なモニタリング地点とか既に地図上にプロットしてある地点であれば、地点番号で簡略化できる。
- (5) 採水時間： 時・分の単位で記入。
- (6) 天候： 採水日の前日と当日について、快晴、晴れ、曇り、雨等で記入。
- (7) 外観： 採水の濁りの度合いを目視で観察して記入。例えば濁りがある場合は、「強」、「中」、「弱」等の3段階表示で、無い場合は「無し」と表示する。
またその時の水の色も記しておくとい。水質の色の国際的基準として「フォーレル・ウーレ水色計」が使用されている。フォーレル（11種）とウーレ（10種）の水質標準液を計21種の色で観察できる。
- (8) 気温/水温： 気温は一般的な棒状温度計で直射日光を避けて測定する。水温も棒状温度

計で一定値になるまで試料水に浸けて測定する。またハンディタイプのpHメーターに付属しているデジタル式の水温計でも測定できる。

- (9) pH、溶存酸素、電気伝導度：ハンディタイプメーターを所有していれば、必ず測定し記録する。また、溶存酸素計は酸素びん使用の測定値とクロスチェックすることも大事なことである。
- (10) 川幅、深度：河川の場合は川幅を記す。初めての調査地点であれば、川の両端までの歩数を数え、それに歩幅を掛けたもので概算する。河川の深度は重要な測定項目であるので、おもりを付けたロープ等を用いて測定し、野帳に記入する。また、湖沼や海域の垂直分布調査では、各採水深度をここに記入する。
- (11) 流速：目視で観察し、例えば5段階程度に分けて記述する。流量の簡易測定としては「浮子による測定」があるので、調査目的の必要性に応じ測定する。
 なお、流速の測定場所の選定に当たっては、一般に次のことを考慮する。
 a) 水流がなるべく1本の流路であること。
 b) 上・下流にわたって川幅の数倍（普通は4倍）程度、直線的に流れており、断面・河床勾配に大きな差異のないこと。
 c) 岩や石が不規則に並ぶような、河床の状態が悪いところは避ける。
 d) 水流が急速または緩慢に過ぎないこと。
 e) うず、逆流、溜水などの生じないところ。
- (12) 備考：臭気、いつもと違う環境の変化（植生、水鳥等）があれば記入する。

表 2.6 採水日記

		採水者			調査名	年 月 日		
					採水年月日			
河川名又は工場名								
採水地点								
採水時間								
天候	前日							
	当日							
外観								
気温 / 水温		/	/	/	/	/	/	/
pH								
溶存酸素 (mg/l)								
電気伝導度 (μ/cm)								
河幅 (m)								
深度								
流速								
備考								

3．環境大気のスプリング

酸性雨の原因物質となる二酸化硫黄、窒素酸化物及び光化学オキシダント等の大気汚染物質は、国際的なデータの整合性やグローバルな濃度評価の上から、測定データの今まで以上の質的向上が望まれている。特に試料大気をスプリングする際、流量が変動すると測定精度に大きな影響をもたらすことから、従来のフロート型面積流量計（ローターメーター）に加え、最近では質量流量計（マスフローメーター）等のような電気的な流量制御装置が併用され、測定精度の質的向上が図られている。そこで、スプリングに対する一般的な注意事項とスプリングに関する調査計画等について述べる。

3.1 調査計画

環境汚染を調査する上で、通常われわれが欲しいデータは大気中の汚染物質濃度とその汚染源濃度との関係である。大気汚染濃度は気象や汚染源の変動によって変化し、さらには測定器や測定者によって調査される大気汚染濃度データは変動する。このうち測定法によって生ずるデータ変動を最小限に止めることは言うまでもないが、測定データは気象変動やスプリング地点の設置環境等によって強く影響されることから、これらを踏まえた上でスプリングに関する調査計画を立てる必要がある。

3.1.1 測定点の選定

大気中の汚染物質濃度は場所や時刻によって異なっている。各地点の測定値がその周囲の空気質を代表するものでなければならない。しかし、測定地点の汚染物質濃度は付近の汚染源の存在、周囲の自然環境や人工的な構造物（例えば丘、樹木、池、沼、建築物、道路等）の存在、測定地点の高度等によって左右される。したがって、地形や構造物等の複雑な影響を最小限に止めるように地域を代表する測定地点を選ばなければならない。

3.1.2 設置高度

人間の活動範囲と大気汚染の人体影響を考慮した場合、地上 1.5 ~ 2 m の地点に設置するのが最も望ましい。しかし平坦地はともかく、特に建物の密集している市街地においては、地上に設置することはその周辺地域の汚染度を代表しない恐れがあることから、その地表面にある建物等の影響をできるだけ除く必要がある。

気象観測の場合、気温は地上 1.2 ~ 1.5 m、風速は地上 6 ~ 10 m 以上で測る。ガス状の汚染物質を測定する場合には、地上に強いガス吸着物質が存在しない限り気温の測定と同様に考えればよい。しかし、ハイボリュームエアサンプラーによる粉じん測定の場合、地上からのダストの舞い上りを考慮しなければならない。特に、土壌が乾燥しているグラウンド等で測定する時は、設置場所について十分に考える必要がある。

3.2 環境大気測定における流量

3.2.1 物質移動量に関する計測

環境大気自動計測器において、スプリング流量は試料大気濃度を測定する上で最も

重要である。サンプリングは目的物質を採取することであり、その測定対象とする物質の移動量を求めるために、サンプリング流量が必要である。したがって、サンプリングを行う場合に目的物質の移動量が動的な流量や静的な流量として採取速度(sampling rate)、捕集速度(collecting rate)、拡散速度(diffusion rate)等で測定される。

3.2.2 動的な流量

吸引ポンプ等を用いてサンプリング流量が動的な方法で求められる。

3.2.3 静的な流量

吸引ポンプ等の動力を使用せず、標準ガス発生のための蒸気拡散法や、大気試料サンプリングのための分子拡散法等のような場合は、静的な方法で物質移動量を求める。

3.3 流量測器とサンプリングガス流量

大気汚染物質濃度を測定する際、目的成分の捕集と一緒にサンプリングされる空気量が測られる。空気量の測定対象には、表 3.1 に示すような流速、容積流量、積算流量(空気量)、圧力等があり、これらは正確に測る必要がある。

表 3.1 試料空気量に関する測器

測定対象	測器	測定範囲
流速	ピトー管	5 m/sec 以上
	熱線風速計	0.05 ~ 40 m/sec
流量	ベンチュリーメーター	1 L/sec ~ 100 m ³ /sec
	オリフィスマーター	1 cm ³ /sec ~ 100 m ³ /sec
	ローターメーター(浮子式流量計)	0.01 cm ³ /sec ~ 50 L/sec
	マスフローメーター	0.2 cm ³ /sec ~ 400 L/sec
容量 (体積)	石鹼膜流量計(精密膜流量計)	1 cm ³ /sec ~ 1000 m ³ /sec
	湿式ガスマーター	制限なし
	乾式ガスマーター	"
	ルーツメーター	"
圧力	マノメーター	0 ~ 2 atm
	アネロイド圧力計	0 ~ 0.3 atm
	ブルドン管	0.2 atm 以上

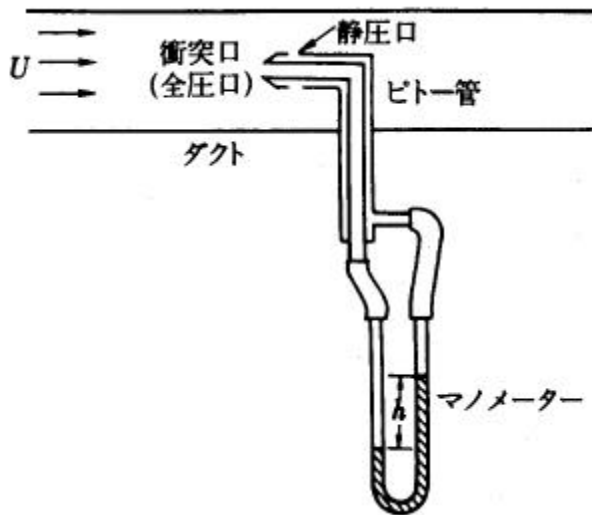


図 3.1 ピトー管

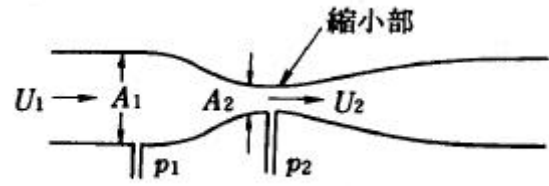


図 3.2 ベンチュリーメーター

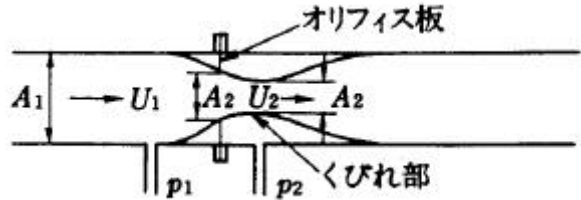


図 3.3 オリフィスメーター

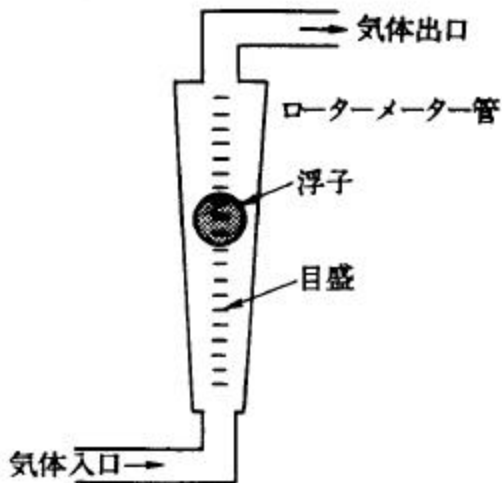


図 3.4 ローターメーター (浮子式流量計)

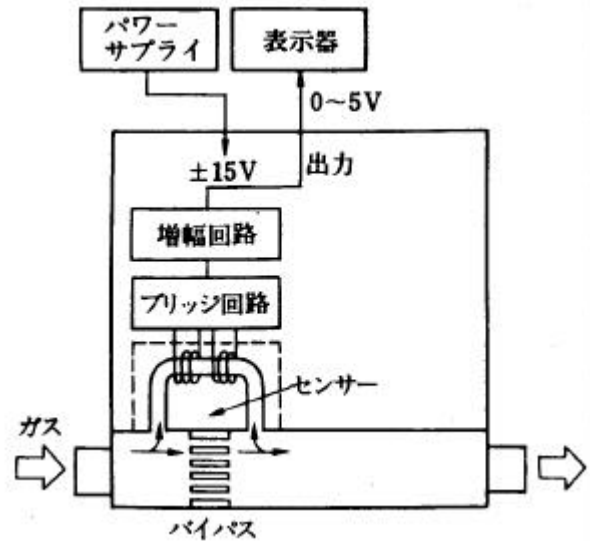


図 3.5 マスフローメーター

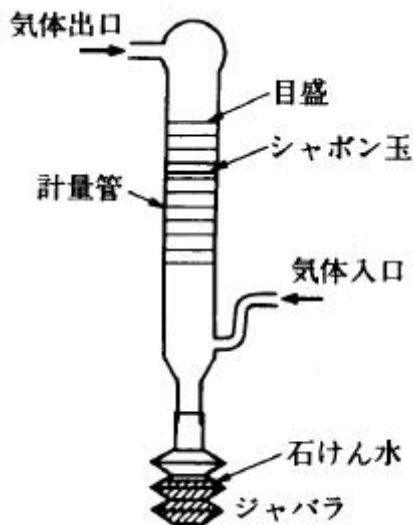


図 3.6 石鹸膜流量計

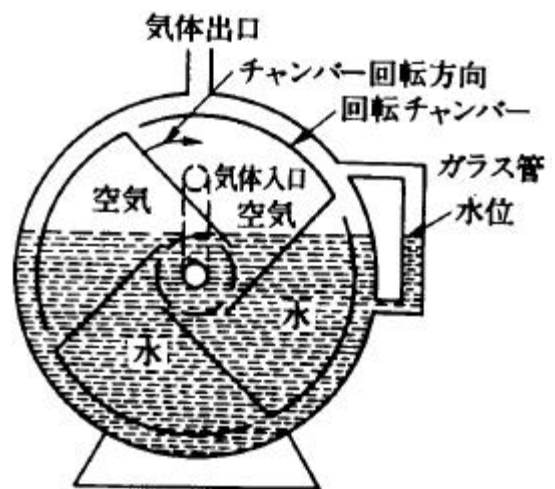


図 3.7 湿式ガスメーター

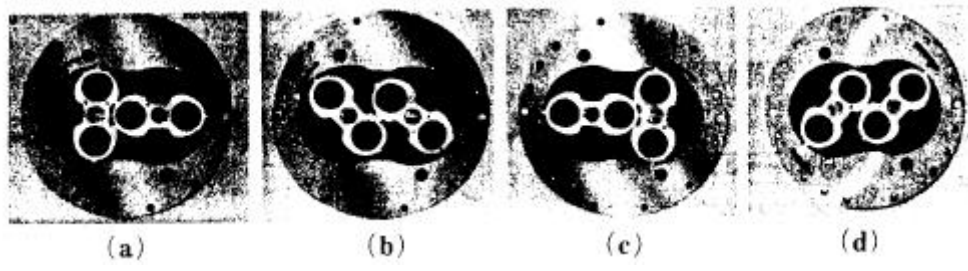


図 3.8 ルーツメーター

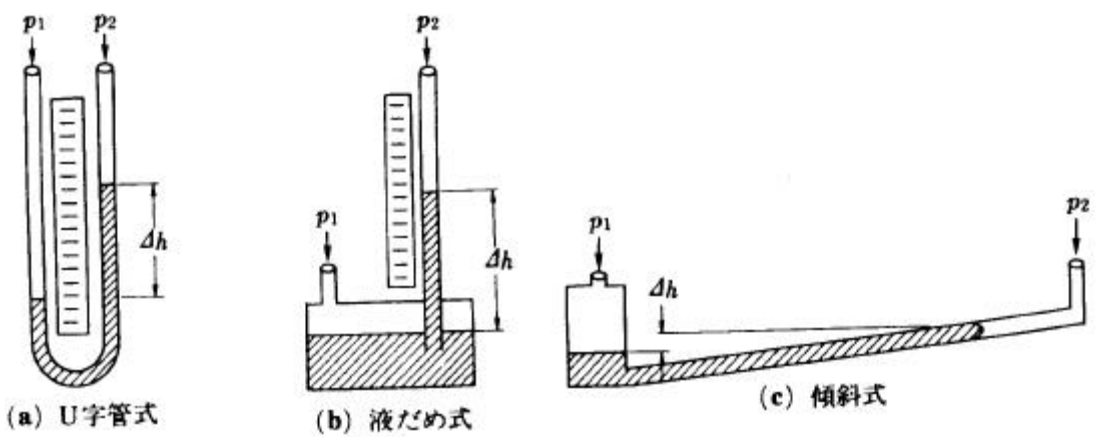


図 3.9 マノメーター

3.4 環境大気における流量調整

3.4.1 流量制御装置

環境大気測定において流量制御装置は、試料ガスの流量調整と安定化を図るために用いられるものであり、手動と自動の2つの調整方式がある。

(1) 手動調整方式

大気採取流量の調整部に広く用いられている方式で、流量調整弁としてニードル弁、吸引量調整バイパス側の大気導入口用フィルタ、脈動防止用毛細管(オリフィス)等で構成されている。

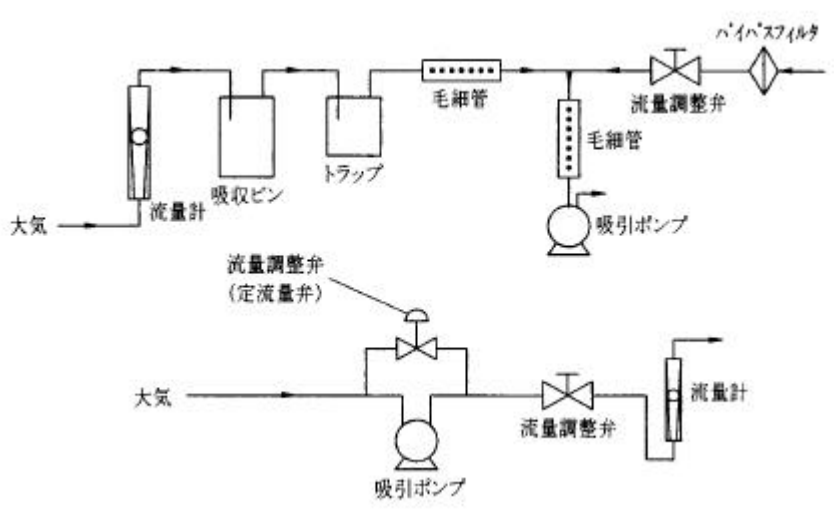


図 3.10 大気採取流量調整部の構成例 (手動方式)

図3.10に手動方式の大気採取流量調整部の構成例を示す。

(2)自動調整方式

大気採取流量の安定化を図るために自動調整方式のフローコントローラが用いられている。この方式には、面積流量計の浮子の位置をコントロールする方式、マスフローコントローラによる方式および圧力調整方式等がある。図 3.11

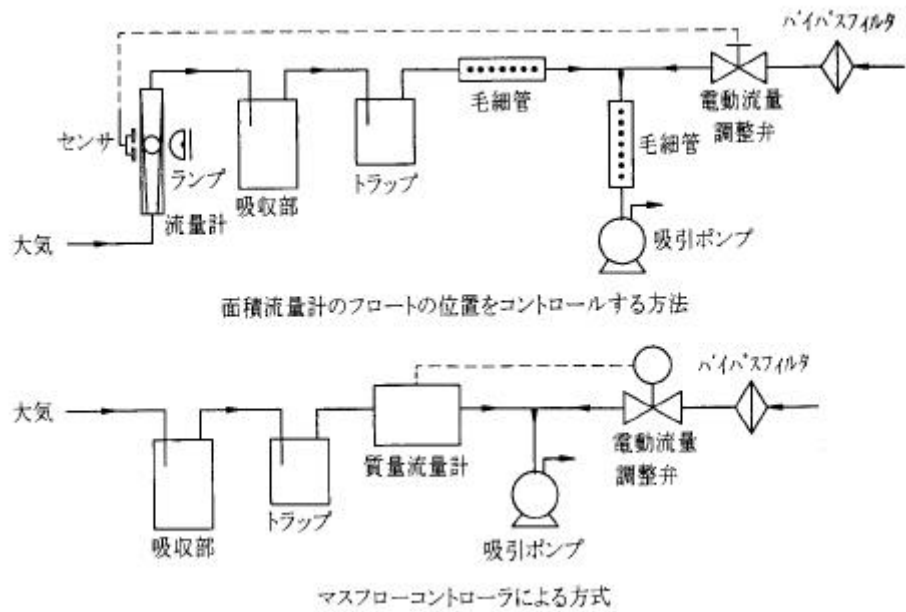


図 3.11 大気採取流量調整部の構成例 (自動方式)

に自動方式の大気採取流量調整部の構成例を示す。

3.4.2 流量計の目盛確認

流量計は使用にともない流路管内が汚れ測定誤差の原因となるため、定期的に洗浄をし、流量計の目盛確認が必要である。この流量計に対する目盛確認は基準とする校正済み流量計（基準流量計）の指示値と比較する方法で行う。

(1)基準流量計の作成

基準とする流量計は「JIS Z 8761 フロート形面積流量計による流量測定方法」に規定される目盛校正法にしたがい校正することが原則であるが、簡便法として湿式ガスメーターまたは精密膜流量計（石鹼膜流量計）を用いて図 3.12 に示すような装置構成で校正する。

(2)ハイボリュームエアサンプラーにおける基準流量計と流量確認

図 3.13 および図 3.14 に示すような装置構成でハイボリュームエアサンプラーの流量計を校正する。

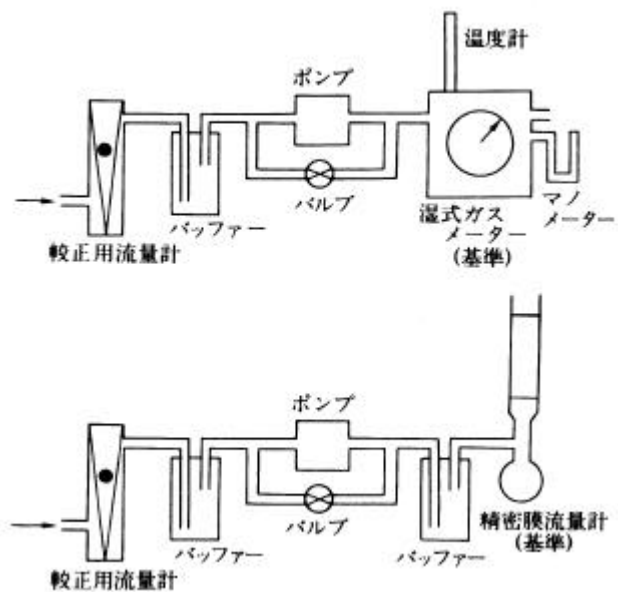


図 3.12 基準流量計の目盛校正装置例

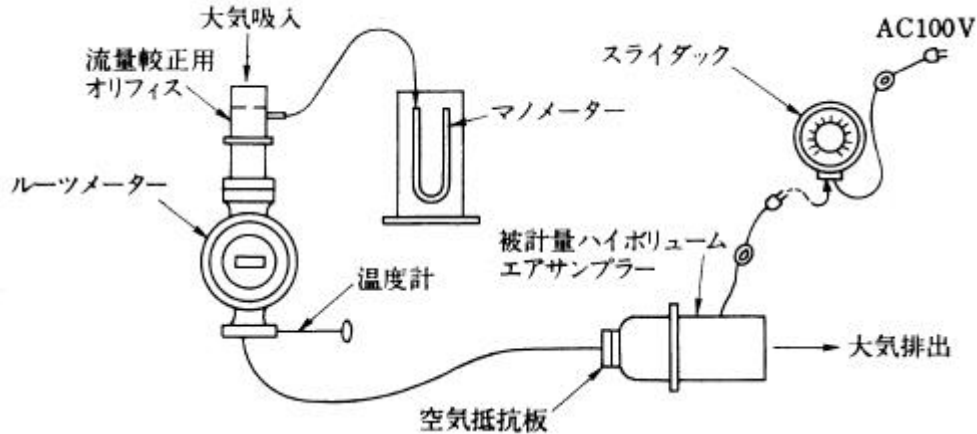


図 3.13 ルーツメーターを基準とした流量校正用オリフィスの検量線作成

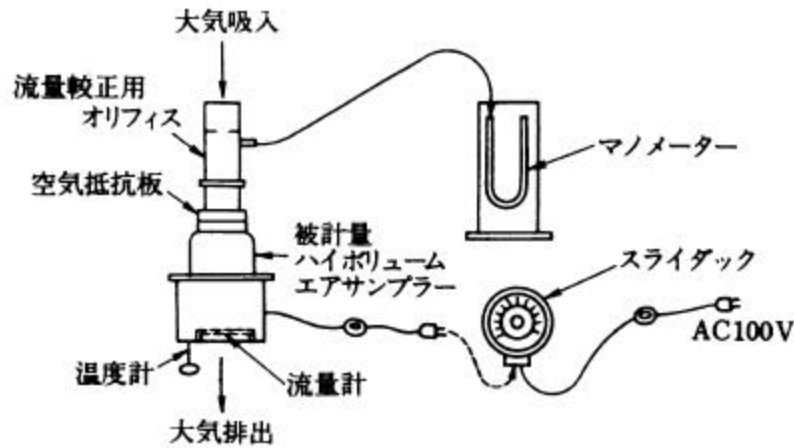


図 3.14 流量校正用オリフィスを基準としたサンプラーの流量計の目盛校正

3.5 環境大気における流量測定の実状と課題

環境大気中のサンプリングでは、吸収液中に大気汚染物質が捕集されることから、試料大気のサンプリング時における流量変動が測定精度に大きな影響を与える。通常の大気サンプリングにおいては、フロート型面積流量計（ローターメーター）が広く用いられている。ローターメーターは試料大気の温度や圧力に影響されることから、代わりに質量流量計（マスフローメーター）が用いられていることもある。しかし、質量流量計も、試料大気中の水分によって測定流量が影響されることから絶対的な流量計ではない。そこで、少しでもサンプリング流量の測定精度を増すために、除湿器を流量計測ラインに装着し、湿度影響による流量変動を低減させる。

3.6 ガス状物質のサンプリング

試料空気をサンプリングする際、測定目的によって試料採取容器が選定され、幾つかのサンプリング方法によって行われる。

大気中の汚染物質は常に均一濃度で保たれているわけではない。特に発生源がサンプリング地点に近い場合には時間的な濃度変動があることから、その地点での平均濃度を得るためには試料採取に長時間をかけることが望ましい。

3.6.1 自然換気法

試料採取容器の口を開き、測定地点に固定して自然換気に従い、大気が容器の中に入るのを待った後、口を閉じてサンプリングする方法である。この方法の利点は、測定地点でのある時間範囲内の平均濃度が得られるが、それほど厳密な測定法ではない。

3.6.2 真空法

試料採取容器を測定前に真空にしておき、測定地点でバルブを開くだけでサンプリングできる方法である。この方法の利点は、瞬時にサンプリングする必要がある測定等に適している。

3.6.3 流しとり法

測定場所で試料採取容器の一方の試料採取口よりエアポンプ等で吸引し、他方の試料採取口より試料ガスを導入する方法である。この方法は時間的にまた試料ガスの代表性において、大気サンプリングをする上で最も適した方法である。

3.6.4 置換法

容器内にバッグを入れ、容器内のガスを出し入れすることで、バッグ内の試料空気を出し入れする方法である。バッグ内の試料空気を出し入れできるなど便利な点が多いが、バッグの材質については測定成分によって選定しなければならない。

3.6.5 濃縮捕集法

(1) 吸着法

吸着剤を充填した管に試料ガスを通気させて目的成分を含む物質を吸着捕集する方法である。吸着剤としては活性炭、シリカゲル、モレキュラーシーブ、アルミナ、ガスクロマト用充填剤等が利用されているが、それらのうち活性炭が最も広く使用されている

(2) 低温濃縮法

寒剤を用い低温に保った容器の中に試料採取管を入れ、寒剤におけるその成分の蒸気圧より高濃度の成分が捕集される原理を利用している。しかし目的成分の捕集効率は、その成分の温度における蒸気圧値と試料濃度との差や、捕集剤に対する溶解度や吸収率、トラップの形状、ガス流量等に依存している。

(3) 吸収剤反応法

大気中のアルデヒドの測定に用いられている DNPH 法等がある。

4.6.6 反応液吸収法

インピンジャーの中に測定成分に合った反応吸収液を入れ、環境大気中のガス状物質を一定の吸引流量でサンプリングする方法である。

3.7 粒子状物質のサンプリング

3.7.1 サンプリングろ紙の選定

一般にろ紙の基本的な捕集原理として、慣性衝突効果、さえぎり効果、拡散効果、重力(沈降)効果、静電効果の5種類がある。粒径が約 0.1 μm 以下の微小粒子では拡散効果が、0.1 ~ 0.5 μm の粒径範囲では拡散効果とさえぎり効果が、0.5 μm 以上では慣性衝突効果とさえぎり効果が有効に働くことが知られている。

粒子状物質の捕集効果は、微小粒子では拡散効果が、約 2 μm 以上の粗大粒子では慣性衝突効果、さえぎり効果および重力効果が有効になる。

測定対象とする物質の性質および分析方法によつてろ紙の選定は異なるが、粒子状物質の捕集用ろ紙は繊維状ろ紙(ファイバーフィルター)と多孔状ろ紙(メンブランフィルター)の2種類である。各ろ紙の分類と種類を表 3.2 に示す。

表 3.2 各種ろ紙の分類とその特性

分類	種類	製品例	吸湿量(mg)*
繊維状	セルロースファイバー	No.5A	1.4 ± 0.8
	グラスファイバー	AP20	0.36 ± 0.04
		T60A20	0.03 ± 0.01
	石英ファイバー	2000QAST	0.17 ± 0.03
多孔状	セルロースエステルメンブラン	AA ホﾟアサイズ 0.3 μm	0.52 ± 0.11
	フロロポアメンブラン	AP07 ホﾟアサイズ 10 μm	0.07 ± 0.02
	ニュークリポアメンブラン	ホﾟアサイズ 0.5 μm	0.09 ± 0.04
	銀メンブラン	FM1.2 ホﾟアサイズ 1.2 μm	0.012 ± 0.005

* 相対湿度 90 %の環境に一昼夜放置後の重量変化

3.7.2 ろ紙の秤量

測定前と測定後の捕集用ろ紙を恒温恒湿の天秤室等に一昼夜放置した後、測定感度が 0.1mg 以上の直示天秤を用いて秤量する。ろ紙は破損しやすいのでろ紙の取り扱いと秤量操作には十分注意し、同じ試料について 2 回以上の秤量をし、それらの秤量値がほぼ一致することを確かめる。一致しない時は重量が安定するまで秤量する。

3.7.3 捕集ろ紙の保存

試料採取したろ紙は直ちに分析することが理想であるが、実際には数多くの試料をまとめて処理する方が効率的であるため、ろ紙の材質と分析目的に応じて保存する。

捕集したろ紙の保存は分析目的によって異なる。重金属成分は、室内汚染を避けるためにビニール袋等に入れ、常温保存でもかまわない。陰イオンや有機質成分は常温では揮発および変質を招きやすい物質があるため、冷蔵あるいは冷凍保存の必要がある。また、ベンゾ(a)ピレンのように常温、室内光下で明らかに濃度減少する物質もある。したがって、多種類の成分分析を目的とする試料は冷凍遮光下で保存するのが望ましい。

3.7.4 天秤の取扱い

(1) 天秤設置上の注意点

可能な限り天秤室等の専用の室に天秤を置くのが望ましいが、天秤室がない場合には、人の出入りの少ない所で室温が安定している所等に設置する。

振動のある場所には天秤を設置しない。

直射日光、暖房器具等の熱源のある場所には設置せず、できるだけ熱源から遠ざける。

天秤室がある場合、室内の湿度は $60\% \pm 10\%$ 、温度は 20 以上が望ましい。

(2) 使用上の注意点

天秤を使用する際、姿勢を正しく、肘等を天秤台の上に載せない。また、必要以上に天秤に体を近づけない。読取り限界の小さな天秤ほど体温による影響を受け、ゼロ点が変わるからである。

作動状態にする場合、操作ハンドルは静かに回す。

吸湿性のある試料を秤量する場合、天秤室の設置環境に十分に慣らしてから秤量することが望ましい。

メンブランフィルター等のように帯電性のある試料を秤量する場合、アルミホイル等を利用して帯電対策を講じてから秤量する必要がある。

4. 発生源排ガスのサンプリング

本ビデオでは、発生源における排ガスのサンプリング作業のイメージを把握していただくために、現場における代表的な映像として硫黄酸化物および窒素酸化物のサンプリングと、ばいじん（ダスト）のサンプリングの状況を紹介した。

発生源排ガスのサンプリングは、測定項目ごとに手法が定められており多様である。それらを詳細に説明することは本テキストの主旨ではないので、ここではごく導入部分についてのみ概説する。個別の具体的手順については、JISなどの参考図書に詳しく記述されているので、そちらを参照願いたい。

4.1 試料ガスの採取位置と採取口

燃焼排ガスは、燃焼装置から煙道を通して煙突に導かれ、大気に放出される。代表的な試料ガスを採取する位置は、煙道または煙突の直線部分で、屈曲部分や断面形状の急激に変化する部分から出来るだけ離れた場所で、流れが整流されて均一となっている場所を選択する。

煙道に亀裂がある場合、空気の漏れ込みが多いと排ガス流に偏流が起き、濃度分布ができるので好ましくない。

測定作業を安全に、かつ容易に行えるような場所に、排ガス流に対して直角に採取管を挿入できるように採取口を設ける。採取口は煙道断面上で、互いに直行する（90度の方向に）2ヶ所を設けるのが望ましい。採取口の大きさは、ダスト採取用のノズルも挿入できるように直径15 cm以上とするのが望ましく、長さ10～15 cmの鋼管を溶接し、フランジを設けて通常時は蓋をしておくようにする。

また必要に応じて、作業のために適当な高さの足場と手摺を設け、昇降用の階段なども必要となる。吸引ポンプなどの機器を作動させるため、電源もできるだけ近くにあって方がよい(注1)。

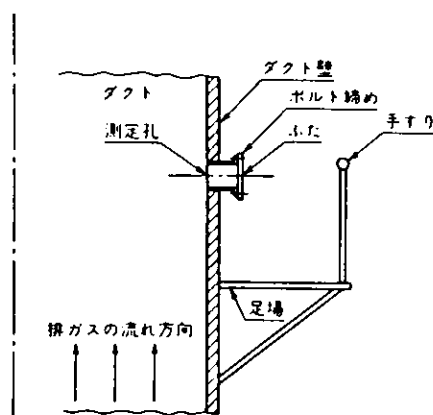


図4.1 採取口の構造の例

注1: サンプリング場所が高所の場合、吸引ポンプなどは地上に置いて長い真空ゴム管で接続し、上下で連絡しながら分業することもある。

4.2 硫黄酸化物のサンプリング

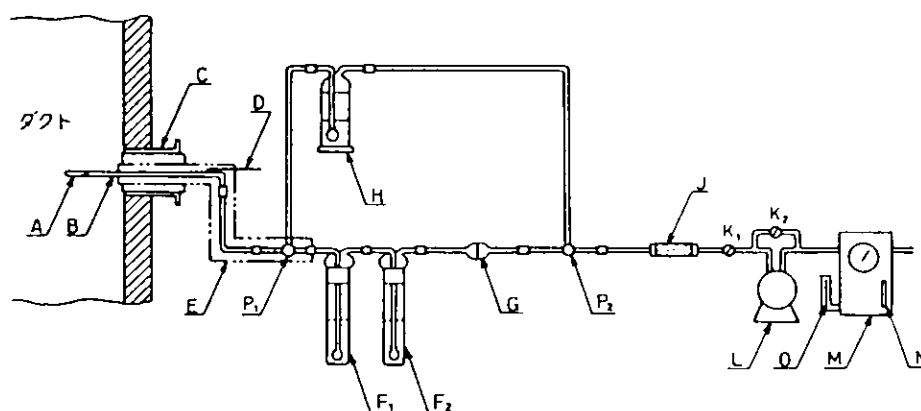
排ガスの硫黄酸化物(SO_x: SO₂+SO₃)の分析方法には、比濁法など4種類の化学分析法をあげることができる(注2)。本ビデオでは、イオンクロマトグラフ法による場合のサンプリングの事例を紹介している。

また、自動計測器による連続分析も行われることがあるが、この場合の対象成分はSO_xではなくSO₂である。

4.2.1 試料ガスの採取装置

試料ガスの採取装置は、化学分析法を用いる場合にどの成分にもほぼ共通なものであり、その一般的な事項についてはJIS法でも規定されている(注3)。

SO_xの採取装置の構成例を図4.2に示す。



- | | |
|--|--|
| A:ろ過材 | J:乾燥管 |
| B:試料ガス採取管 | K ₁ , K ₂ :流量調節コック |
| C:保温材 | L:吸引ポンプ |
| D:温度計 | M:ガスメータ |
| E:ヒータ | N:温度計 |
| F ₁ , F ₂ :吸収瓶(容量250 ml又は100 ml) | O:マノメータ |
| G:ガラスフィルター | P ₁ , P ₂ :流路切換三方コック |
| H:洗浄瓶(吸収液50 mlを入れる。) | |

図4.2 SO_x試料採取装置の例

(1) 試料採取管

煙突あるいは煙道に設けられた採取口に挿入し、試料ガスを吸引するものである。排ガス中の腐食性ガスによって侵されない材質として、通常、硬質ガラス管が用いられる(フッ化水素のサンプリングには、ステンレス鋼が使用される)。

注2: JIS K 0103 -1995「排ガス中の硫黄酸化物分析方法」

注3: JIS K 0095 -1994「排ガス試料採取方法」

採取管の先端には、排ガス中のダストが試料に混入しないよう、ろ過材を装着する。ろ過材としては、シリカウールあるいは石英繊維製の円筒ろ紙が使用されることが多い。

(2) ガス吸収びん

硫黄酸化物 (SO_x) を吸収させるためのガラスびんで、容積100または250mlのものを2本直列に連結し、吸収液を約50mlずつ入れる。

吸収液としては、比濁法による場合は過酸化水素水(1+9)、イオンクロマトグラフ法による場合は過酸化水素水(1+99)を用いる。なお、過酸化水素は直射日光や高温により分解するので、保管には注意する。

(3) 採取管および導管の加熱

試料ガス中の水分が凝縮すると、排ガス中のSO_xがそこに溶解してマイナスの誤差を生じるので、リボンヒーターを巻いて採取管や導管を加熱する。

また、接続のための配管もできるだけ短くする。

(4) 吸引ポンプ

ポンプは十分な能力があって小型である方が使いやすい。流量計あるいはガスメーターはポンプの後に付けるので、ポンプ部分で外気からのリークがあってはならない。

(5) 流量計、ガスメーター

排ガス中のSO_xの濃度を測定するためには、吸引ガスを計測しなければならない。通常は積算量が読める湿式ガスメーター（または乾式ガスメーター）で、指針1回転が1 lの小型のものを用いる。ガスメーターはその出口側を大気開放（1 atm）の条件で校正されているので、吸引ポンプの後に取りつける。

(6) 乾燥びん

吸引ポンプの手前には、シリカゲルを入れた乾燥びんを取りつけ、吸収びんから出てくる水分を吸収させる。

4.2.2 採取手順

- 1) 採取装置の組立てを終えたら、吸収液を入れてリーク試験を行う。
- 2) リークがないことを確認したら、採取管を採取口に挿入して固定し、ウェスなどで隙間を埋める。
- 3) 一旦排ガスを十分に吸引し、採取管内に残っている空気を排ガスと置換する。
- 4) ガスメーターの積算値を記録してから、ポンプを作動させ約1 l/minの流量で20～30分採取する。サンプリング中のガスメーター部分の温度を記録しておく。
- 5) 終了後は再びガスメーターの積算値を読み取る。
- 6) 吸引量はその差から吸引量を求めるが、標準状態（温度0℃、圧力1 atm）の体積に換算する。湿式ガスメーターを用いた場合は、水蒸気圧の分も補正して、乾きガス量に換算する。

4.3 窒素酸化物のサンプリング

自動測定機を用いる方法のほか、窒素酸化物($\text{NO} + \text{NO}_2$)を対象とする化学分析法として2種類の方法がある(注4)。

また、最近は自動計測器による連続分析が使われることが多くなってきた。自動計測器では、 NO と NO_2 、および NO_x の濃度が表示されるようになっている。

本ビデオでは、亜鉛還元ナフチルエチレンジアミン吸光光度法(Zn-NEDA法)によるサンプリングの場面を紹介している。

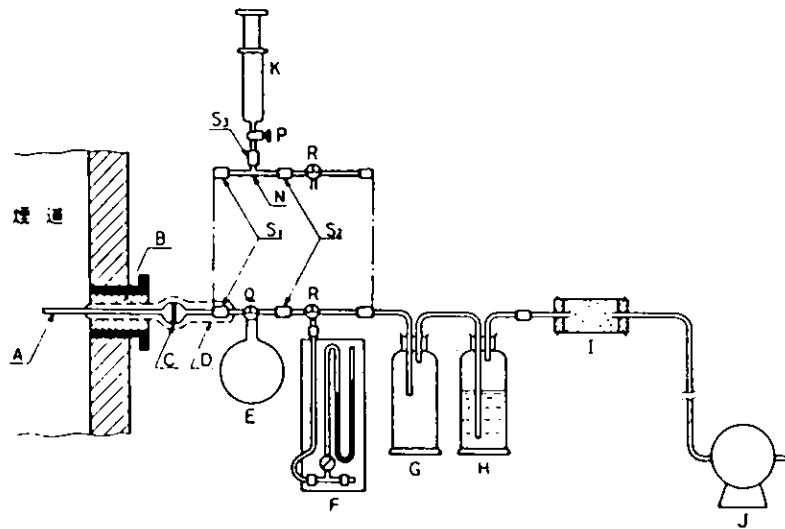
4.3.1 Zn-NEDA法による試料ガスの採取

この方法では他の項目の場合と異なり、試料ガスの採取を注射筒あるいは中を真空にした丸形フラスコを用いて行う。試料ガス中の NO_x はオゾンの存在下で、吸収液(純水に希硫酸約20 mlを入れたもの)に吸収されて硝酸イオンとなる。

試料ガスは、同一採取位置において近接した時間内で2回以上採取し、それぞれについて分析する。

4.3.2 試料ガスの採取装置

採取装置の構成を図4.3に示す。



- | | |
|-------------------------------|--------------------------|
| A : 試料ガス採取管 | I : 乾燥管(*) |
| B : 保温材 | J : 吸引ポンプ |
| C : ろ過材(*) | K : 試料ガス採取用注射筒(K) |
| D : ヒータ(*) | N : T字管 |
| E : 試料ガス採取用フラスコ(E) | P : 注射筒(K)用コック |
| F : 閉管水銀マンオメータ | Q, R : 三方コック |
| G : 空瓶(逆流防止用) | S_1, S_2, S_3 : けい素ゴム管 |
| H : 洗浄瓶[水酸化ナトリウム溶液(4 mass %)を | |

図4.3 NO_x 試料採取装置(例)

注4: JIS K 0104 -1984「排ガス中の窒素酸化物分析方法」

丸形フラスコは、三方コック付きの容量 1 l のものを用い、試料採取管、導管、ろ過材などはSO_xの場合に準じる。

(3) 試料採取手順

- 1) 吸収液約mlを入れ、真空ポンプによって吸収液が沸騰する程度まで減圧をしておく。このときのフラスコ内の圧力と温度を測定する。
- 2) 三方コックを切り替え、試料ガスを吸引する。その後 1 分間、振り混ぜる。
- 3) しばらく放置し、室温まで放冷する。
- 4) 圧力と温度を測定してから、オゾンを含む酸素を加えて試料を酸化させ、硝酸イオンにする。1 分間振り混ぜてから放置すれば、これが分析用試料となる。
- 5) 濃度の算出に必要な試料ガス採取量を、標準状態 (0 、 1 atm) の乾きガス量として算出する。

(4) 酸素濃度による換算

煙道排ガス中のNO_x濃度は、しばしば外部からの空気が混合して希釈された後のものである。排出の規制に当たっては希釈の影響を補正して、一定の基準酸素濃度のもとに換算した値で表示することになっている。このため一般にNO_xのサンプリングに伴って、酸素濃度を併せて測定する。

酸素濃度の測定には、従来よりオルザット式分析器が用いられるが(注5)、近年は自動計測器(磁気式またはジルコニア方式)による連続分析を行うことが多くなった(注6)。

注5: JIS K 0301 (1998)「排ガス中の酸素分析方法」

注6: JIS B 7983 (1994)「排ガス中の酸素自動計測器」

4.4.3 測定点

ダスト濃度の測定位置の考え方はガスの場合と同様であるが、ダストの場合は煙道の大きさに応じ、その断面上で所定の点数以上の測定が規定されている。

例えば円形断面の煙道では図4.5に示すように、中心から半径方向にエリアを分割し、それぞれ所定の距離の点で測定する。角形煙道では等断面積に分割したエリアの中心点で測定するのが原則である。従って、測定対象とする煙道の断面形状や寸法を事前に知らなければならない。

なお、小規模の煙道の場合は中心点で測定してもよい。また、排ガスの流速を測定した結果、その分布が左右対称と見なせる場合は、中心から片側半分あるいは4分の1の点数に減らしてもよい。さらに、既存の測定結果からダストの濃度分布が判っている場合は、平均の濃度が得られる代表点で測定してよい。

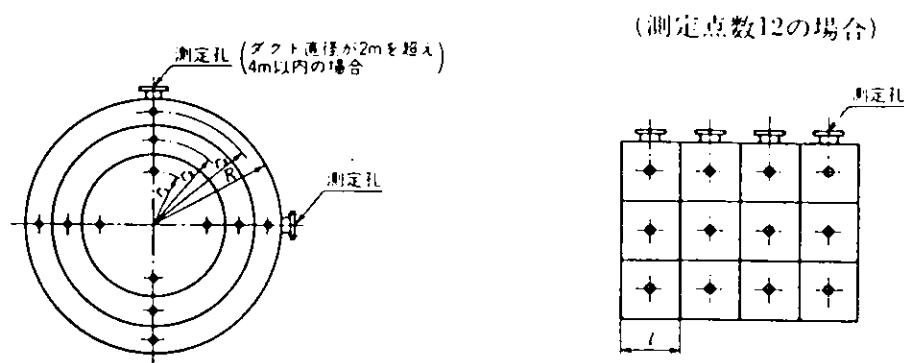


図4.5 円形断面ダクト／角形断面ダクトの測定点の例

4.4.4 採取装置の構成

ダスト試料の採取装置はいくつかの方式に分けられるが、図4.6には最も基本的な、普通型手動採取装置の構成例を示す。日本では一般に捕集器の部分を経道内に入れる「1形」方式を用いることが多い。

(1) 試料捕集部

試料の捕集部は、吸引ノズル、捕集器(ろ紙ホルダー)などを組み合わせたもので、1形では排ガス流の中に挿入する。

ノズルは、排ガスの流速に合わせて試料ガスを吸引するために、異なる内径のもの(2mmごとに段階的なサイズがある)を複数用意して行く。

ダストの捕集には、その発生源の濃度に応じて円形ろ紙または円筒ろ紙が用いられる。図4.7には、それぞれの捕集器の形状を示す。ろ紙の材質としては、耐熱性が高く、酸性ガスの吸着によって重量変化を起こさない石英繊維製のものが一般に使用される。

なお、極端にダスト濃度が高い発生源では、シリカウールを詰めたダストチューブを用いることもある。

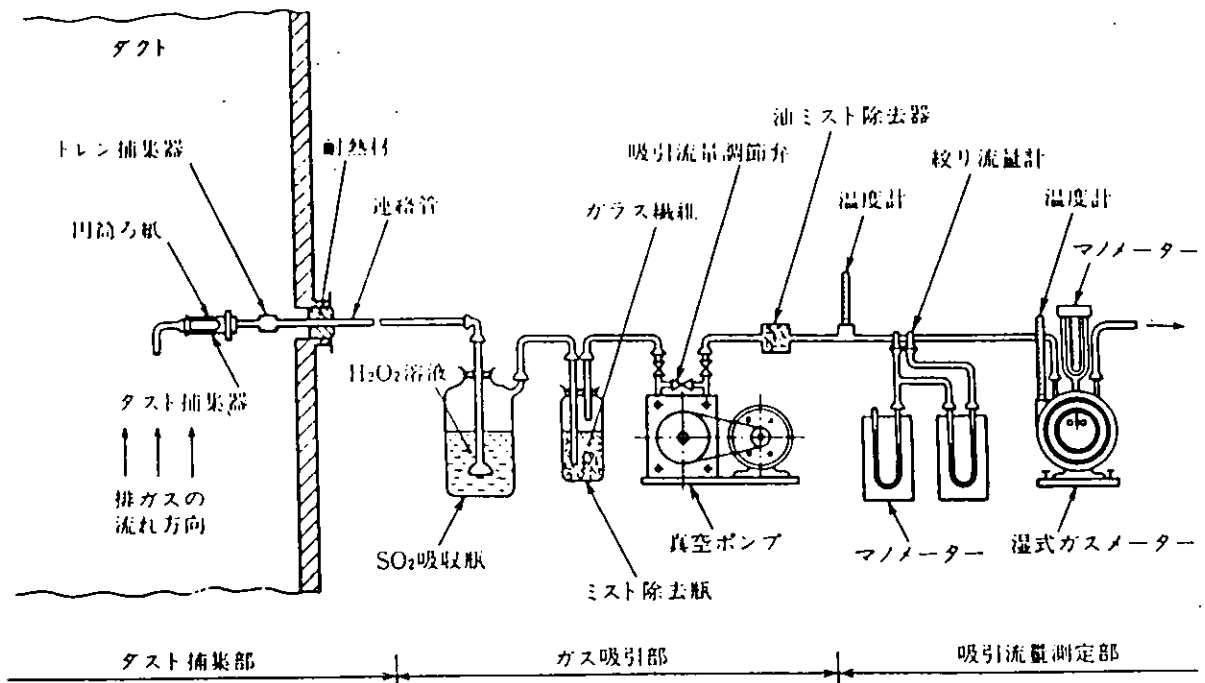


図4.6 普通型採取装置の構成 (JIS 1形)

(2) ガス吸引部

ガスの吸引には、所要の流量で吸引することのできる真空ポンプやダイヤフラムポンプを用いる。排ガス中の酸性ガスや水分などがポンプに浸入すると、内部が腐食し故障の原因となるので、過酸化水素(約3%)を入れた約SO₂吸収びんとガラスウールを詰めたミスト除去びんをポンプの手前に必ず取りつける。

(3) 吸引流量測定部

積算式的气メーター(通常は湿式ガスメーター)をポンプの後につないで、吸引試料ガス量の計測を行う。面積流量計(フロート形)を取りつけておくと、流量の確認には便利である。

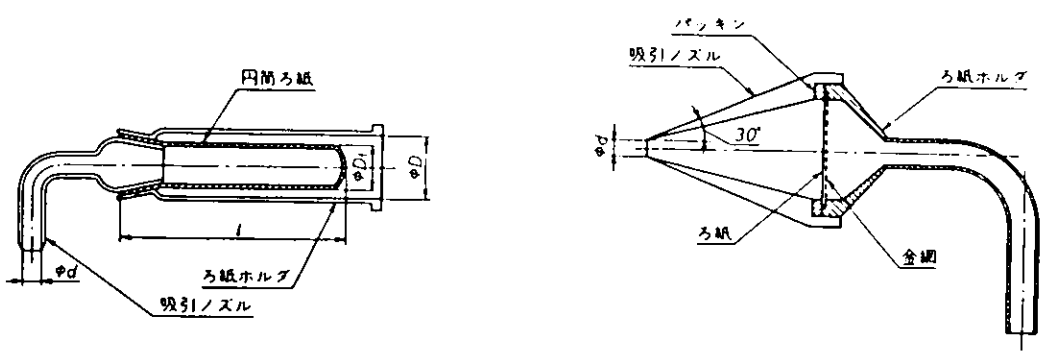


図4.7 円筒ろ紙、および円形ろ紙を用いる捕集器の例

4.4.5 等速吸引

ダストの採取で特徴的なことは、排ガスの流速と等しい速度で、試料ガスをノズルから吸引すること（これを「等速吸引」という）が必要である。

図4.8は、ノズル部分での吸引速度と排ガス流速との関係が、ダスト濃度の測定値にどう影響するかを示したものである。

もし、吸引速度 v_n が排ガス流速 v よりも小さい場合、排ガスはノズルの回りを溢れるように流れるが、粒子はその慣性力により直進しノズルの中に直進する。このため、実際のダスト濃度よりも測定値が高めに出る。逆に吸引速度 v_n が排ガス流速 v よりも大きい場合、ノズル周辺のガスだけが内部に流入し希釈されることになるので、実際よりも低めに濃度が測定される。

等速吸引からのずれによる誤差は、石炭燃焼ダストや集塵装置の入口などのように粒径が大きいほど影響が大きく、粒径が小さいサブミクロンサイズの粒子ではあまり影響はない。

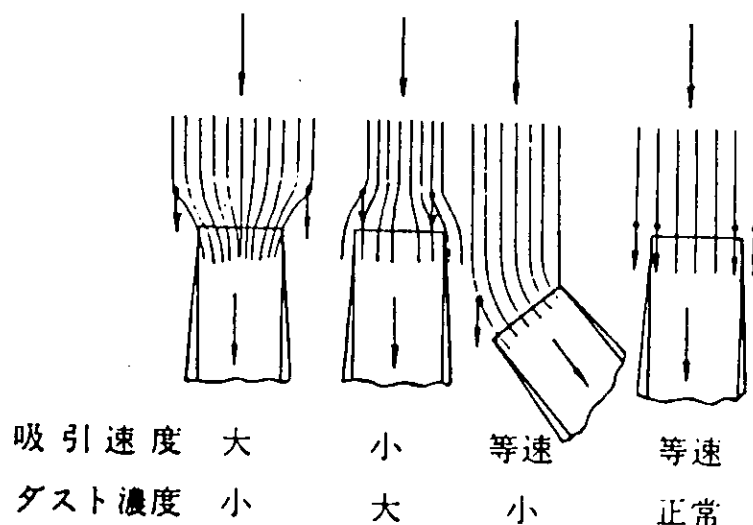


図4.8 等速吸引の概念

4.4.6 排ガス流速の測定

ダスト試料の等速吸引を行うためにも、また、1時間当たりの汚染質排出量を求めるためにも、各測定点における排ガスの流速を試料採取前に測定しておく必要がある。

流速の計測には一般に図4.9のような特殊ピトー管(ウエスタン形)を用い、煙道内の静圧と動圧を測定する。動圧から流速に換算するためのピトー管係数は、あらかじめメーカー等で校正された値を用いる。

また、動圧はわずかなものであるため、図4.10のような傾斜管マンオメーターにより、差圧を拡大して読み取る。

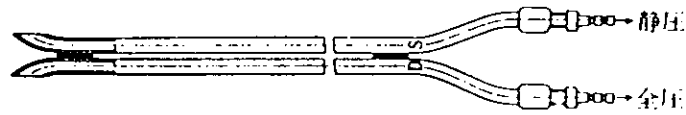


図4.9 ウエスタン形特殊ピトー管

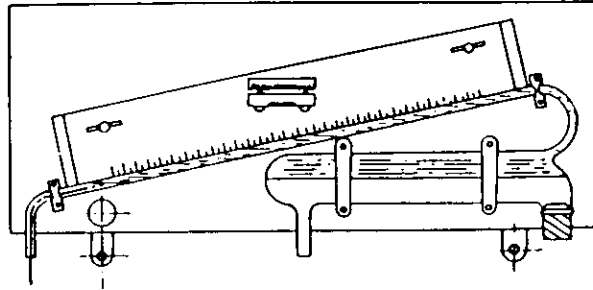


図4.10 傾斜管マンノメーター

4.4.7 水分量の測定

排ガス中の水分量は、吸湿管に水分を吸収させ、その重量変化を天秤で測って求める。

図4.11のような吸湿管に、粒状の塩化カルシウムを充填し、吸湿剤の飛散を防ぐためにガラスウールを詰めたものを事前に用意し、秤量しておく。

試料の吸引は煙道断面の中心付近1点から行い、吸湿管2本を直列に連結して水槽で冷却する。吸引流量は、1本の吸湿管の吸収剤1g当たり0.1 l/min以下になるようにし、吸湿した水分が0.1~1gを目安に吸引する。

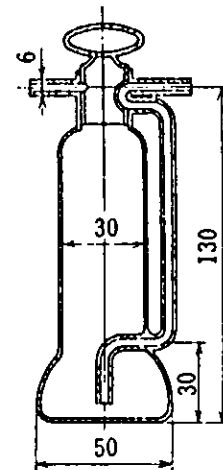


図4.11 シェフールド形吸湿管

4.4.8 その他の測定

上述したようにダスト濃度の測定に当たっては、排ガスの流速(および静圧)、水分量の他に、排ガス温度、酸素濃度の測定などが必要である。

排ガスの温度は一般に、熱電対により測定を行う。

また、酸素濃度はNO_xの箇所でも説明したように、オルザット式分析器あるいは自動計測器により測定する。

参考文献

<水質サンプリング>

- ・半谷、高井、小倉：「水質調査ガイドブック」、丸善（1999）
- ・半谷、小倉：「第3版 水質調査法」、丸善（1995）
水質調査に関する教科書で、調査計画、サンプリングから分析に至るまでを解説している。
- ・半谷高久：「水分析におけるサンプリング」（フィールドワークシリーズ 水編）、講談社（1972）
- ・小島、長谷川、田村、武者：「サンプリング - 分析試料の採取と調製 -」（フィールドワークシリーズ 大気編）、講談社（1970）
- ・日本分析化学会北海道支部編：「環境の化学分析」、三共出版（1998）
- ・日本薬学会 編：「衛生試験法・注解 1990」、金原出版(1990)、
- ・環境庁 監修：「環境水質分析法マニュアル」、環境化学研究会（1993）
- ・JIS K 0094-1994：「工業用水・工場排水の試料採取方法」
- ・JIS K 0101-1998：「工業用水試験方法」
- ・JIS K 0102-1998：「工場排水試験方法」

<大気サンプリング>

- ・日本分析化学会北海道支部編：「環境の化学分析」、三共出版（1998）
- ・左右田礼典：「大気分析におけるサンプリング II ガス」（フィールドワークシリーズ 大気編）、講談社（1970）
- ・輿 重治：「大気分析におけるサンプリング I エアロゾル」（フィールドワークシリーズ 大気編）、講談社（1970）
- ・JIS Z 8814-1994：「ロウポリウムエアサンブラ」
- ・環境庁大気保全局「有害大気汚染物質測定方法」

<発生源排ガスサンプリング>

- ・通産省 監修：「四訂 公害防止の技術と法規 - 大気編」、産業環境管理協会(1995)
- ・JIS K 0095-1994：「排ガス試料採取方法」
- ・JIS K 0103-1995：「排ガス中の硫黄酸化物分析方法」
- ・JIS K 0104-1984：「排ガス中の窒素酸化物分析方法」
- ・JIS K 0301-1998：「排ガス中の酸素分析方法」
- ・JIS Z 8808-1995：「排ガス中のダスト濃度の測定方法」