臭気物質の機器測定*

加藤 龍夫

1. はじめに

最初に機器測定と臭気問題の推移について書いておきたい。臭気は典型7公害の1つとして扱われ、感覚障害のために騒音と並んで苦情件数の割合が高いものであった。従って、その規制方式が要望されたが、そのためには臭気の計測が前提となる関係上、昭和46年悪臭防止法が制定された時点で、GCおよびGC/MS技術を主体とした機器測定を基本とする方針が示されたり。廃棄物、排ガス等が原因となる悪臭公害は、硫化水素、アンモニアの少例を除いて、有機ガスおよび蒸気が対象で、GC、GC/MSを欠いては測定ができないからである。当然、臭気成分の測定としては、低濃度、多成分の分析性能を必要とする。だから、臭気規制、対策と測定方法に関しては、一方の悪臭問題の多発と他方の技術の進歩とが密接に関連してきた経過が見られるのである。つまり、一般周辺にある不快臭気はGCあるいはGC/MSで確認、定量が可能であるということによって防除対策が立てられ、また機器測定の精度が向上したことによって種々の環境マイナス要因が明らかにされてきたことがわかる。

ところで、人間は空気中で生活し、臭気は鼻で感ずるわけだから、悪臭現象は元来が大気汚染に属する。しかし、極微量で臭気感覚があって、毒性に注目する一般の大気汚染質とは行政では別項目として扱われている。さらに、発生状態でも排ガスとして出る一方、排水として出て、その排水から大気へ揮発して悪臭公害となっている場合も多い。こういう点でも、臭気現象は大気汚染よりやや複雑な扱いとならざるを得ない。

い。例えば、規制対象上、1号規制発生源排ガス、2号規制敷地境界環境大気、3号規制排水路排水などと区分する必要も起きてくる。本項の課題は水質汚濁に関係した機器測定ということであるが、以上見たように、臭気測定はガス測定あるいは環境大気測定と共に水質測定も同等に大切なテーマとなっている。つまり、臭気物質の機器測定ということでは、大気、水質にわたり、有機汚染物質全般に対するGC、GC/MS技術という広い範囲に広がってしまう。

しかし、これは理屈であって、現実には臭気の対象となる物質は限られているし、また分析方法といっても、現在では特別な目的の場合を除外して、とくに難解な方法が必要とされる訳ではない。それゆえ、現時点で水試料を主体として、揮発性有機物、およびやや高沸点有機物を扱う際のごく普通の手順を述べ、ついで特殊な問題成分について操作方法や分析実例を補足する方式で整理してみるのが適当と考えられる。

ただ、筆者は大気汚染のGC分析のテーマで、本邦にGCが導入された当初から一貫してGC環境分析に従事してきた関係上、悪臭問題で分析技術を開発する場面にしばしば立ち会っている。この約4半世紀に測定機器の進歩はめざましく、精度向上、対象の拡大および環境研究の普及等、どれをとっても今昔の感に耐えないが、昔単純で今複雑は何事にとっても世の常であって、これは当然の現象である。しかし、方法の発達には1つ1つ積み重ねの成果によるものであるから、現時点の技術水準および今後の動向を見通すに当たって、2、3悪臭分析の経過に触れておきたいと思う。

GC分析が悪臭問題で最初に使用されたのは、昭和36年8月に羽田空港一帯に原因不明の悪臭が発生し、遠く赤羽まで流れた事件であった。その時発生源と思われる川崎の大師運河に大量廃棄された油を採取し、これからメチルメルカプタンを分析して、原因がつかとめられた。当時はGC検出器はまだ水素炎イオン化検出器がなく、感度が悪い熱伝導度セル検出器であったため、大量の試料濃縮を必要とした。水、油の混合液にN₂ガスを通して揮発成分を追いつき、すでに完成していた液体酸素冷却（低温吸着方式）による大気濃縮法を用いて濃縮して、GC分析によって数種類の硫化化合物を確認したものである。GCそのものも開発

Tatsuo Katoh

昭和28年 東京都立大学理学部化学科卒業
都立大学、富山大学を経て
48年 横浜国立大学環境科学研究センター教授
理学博士

〔趣味〕 陶芸 温泉 漢詩

* GC and GC/MS Analysis of Odor Substances, 昭和60年9月11日受理

後数年の段階で、報告は米国でロスアンゼルススモッグ空気の濃縮試料、また数年後によりやくバルブ工場排ガスの直接導入のGC分析数例を見る程度であった状況ゆえ、この調査は廃液を通気して揮発成分を追い出し、濃縮して分析する方法としては最初のものとなった。

つぎに、昭和45年1月に東京都上水道に異臭水事件が起きた。この時、Ryhyage型のGC/MSが島津製作所で試運転を始めた機会に当たっていたために、臭気原因調査にGC/MSを適用した。試料は朝霞浄水場での事件当日の塩素処理水、活性炭および平常時の河川水、浄水等であって、これらも通気追い出し、低温吸着濃縮を行ってGC/MS分析に供した。その結果、保存されていた試料から溶剤類を含む多種類の有機塩素化合物を確認し、原因が大量の工場廃液であることを明らかにした²⁾。しかし、最も注目したシクロヘキシルアミンについては、河川原水の採取を欠いた状況下で、直接つきとめるには至らなかった。ただ、この調査はGC/MS開発直後に当たり、現在知る限りではGC/MSを適用した世界最初の環境研究例であったと考えられる。また、付記すれば、この時塩素化浄水からクロロホルムを確認していて、水道水トリハロメタン問題はその後数年たって起こっているの、この点でも先鞭をつけた記録であると見なされる。

水道水の臭気に関しては、その後数年から放線菌菌株を抽出してジオスミンに対するGC/MS同定研究が開始されている³⁾。昭和46年悪臭防止法が制定されて、この前後10年間に大気環境臭気、硫黄化合物、アンモニア、アミノ酸、脂肪酸、スチレン、揮発性溶剤類の分析方法が整備されて、ほとんどの悪臭事象の扱

いが可能になった⁴⁾。水質分析においても、大気分析と共通の操作があって、その点では大気で解決済みであれば水質で特別な困難はない。高沸点、不揮発性成分が問題とされるような場合には、水質分析にまだ未解決な分野も残されている。しかし、飲料水を除いては、この種の要求は普通多くない。いずれにしても、GC、GC/MSによる水質分析に関しては、現時点で今日迄の成果をまとめておくことは時宜を得た作業で、本稿はその中の臭気現象に関係した部分の概要といったところとなる。

2. 試料処理方法

化学分析の立場から見た環境試料は、大気、水、土壌、生物の4つに分類され、その中に含まれる成分をGC、GC/MSに導入する操作が試料処理方法つまり環境分析の主要操作となる。もちろん、極低濃度が対象とされるから、その操作のほとんどが濃縮方法である。水質汚濁ということであれば、水濃縮が主体で、一部大気や土壌にも関連する範囲を考えることにする。

さて、以上の観点で水試料の取り扱い方法を整理してまとめると、表1のようになる。

一般に水試料の処理に関しては、各取り扱い機関で検討して、それぞれ習熟した方法を実施しているような段階で、それらを一応大づかみに区分けしてみた訳であるが、さらに細部について分類する必要は現在のところないであろう。ここで、Aは濃度が高く濃縮しない場合で除外すると、BからEまでは気相濃縮で大気分析に共通した操作があり、FからHまでは溶媒抽出で液として導入する点で、大別できる。また、目的を考える

表1 水試料処理方法

濃縮方法		試料量	備考
A 直接導入		数 μl	
B ヘッドスペース	1. 臭気用改良 2. トリハロ用バイアル瓶 (公定) 等	2 l 50 ml 200 ml	揮発性成分一般 水道水トリハロ定量 揮発性成分一般
C 真空曝気		100~200 ml	
D バブリング	1. パージ&トラップ 2. 酸, アルカリ反応追い出し	100~200 ml	アルカリ性, 酸性成分
E 吸着-加熱脱着	Tenax GC	500 mq	高沸点成分
F 吸着-溶媒抽出	1. Amberlite XAD-4, (+)抽出, 濃縮 2. Amberlite XAD-2 (+)抽出, 濃縮 3. 活性炭 (+)抽出, 濃縮	5~200 l 30 m^3 1500 l	カビ臭低沸点検索 カビ臭高沸点検索
G 溶媒抽出	1. ヘキサン (公定) 2. (+)濃縮 一般用 3. (+)濃縮 高沸点用	50 ml 1 l 1 l	下水臭 カビ臭
H 蒸溜	1. 水蒸気蒸溜, 抽出 2. 真空蒸溜, 抽出	1.7 l 2 l	

と試料量が比較的少量の場合には定量に重きをおいた利用となり、数百以上の多量の特別な場合は主に未知成分の検索のために試みられている。それゆえ、個々の操作条件を取り上げて同列に比較して論ずることは意味がない。以下、簡単に各論を示すことにする。

Bは低沸点揮発性成分を対象とした簡便な方法である。一般に水試料を考えると、液相（水）と気相（空気）の間に有機成分は分配され、一定温度条件下でヘンリーの法則が成り立っている。これを水中臭気分析に利用するために、武藤らが検討した結果⁴⁾（環境庁：悪臭物質の測定に関する研究プロジェクト）ppm以下の極低濃度でもこの法則が成り立つことが確かめられた。ただし、このヘンリー定数相当値 K （ガス濃度 C_g / 水中濃度 C_L ）は水温、pH、水の動き状態（静置、攪拌、通気条件）等により大きく変動するために、装置、操作、再現性および経済性にわたって詳細な検討が進められた。そこで具体的には2ℓ試料水を40℃で気、液両相を攪拌して、その気相部分の濃度を測定する形式を設定した。この時の気相濃度は $C_g = KC_L^m$ ($m \approx 1$ 、ただしトリメチルアミンを除く) で、これから試料水中の濃度が求められる。この実験装置の一例は図1に示す。

また、悪臭防止法当初規制物質に対する K 値の実験値は表2の通りである。安定時間は、この時点まで気相濃度は上昇し、以後一定値となる時間を示す。

ついで、B-2は水道水中のトリハロメタン、塩素系溶剤の混入が問題化して、厚生省が都道府県あてに指示した簡易な方法である⁵⁾。これは、容量50ないし100ml用バイアルを利用し、これに0.7~0.85容量の試料水を入れ、25±2℃の条件で、その気相部分を採取分析する。ついで同一条件で標準ガスを分析し、両者比

表2 「ヘッドスペース法」における各定数と安定時間

物質名	温度(℃)	K	m	安定時間(分)
硫化水素	20	260	1.04	60~80
	40	400	1.02	60~80
メチルメルカプタン	20	83	1.03	60~80
	40	145	0.98	60~80
硫化メチル	20	27	0.98	60~80
	40	58	1.03	60~80
トリメチルアミン	20	0.108	1.38	20~30
	40	0.87	1.31	20~30
アンモニア	20	2.2	0.82	15~20
	40	2.1	0.94	15~20

較によって定量する。直接対象とされる物質はクロロホルム、ブロモジクロロメタン、ジブロモクロロメタン、ブロモホルム、トリクロロエチレ、テトラクロロエチレおよび1,1,1-トリクロロエタンで、直接には臭気を問題にするものではないけれども、高濃度の場合あるいは他の揮発成分の場合には臭気成分の測定にも使われる。この種の試料準備は分析目的に応じて少しずつ変わった方法で応用されている。たとえば遠隔地試料については分析室（都市大気、水中には必ず塩素化合物が含まれている）での汚染を避けるために、シリコーンゴム栓付き60mlガラス瓶に採取してきた試料水を30ml注射筒で抜き取り、その分純窒素ガスを補てんした状況でその気相部を分析する。このような簡便な処理によって、ECDあるいはGC/MS-SIM法を用いることで、0.001ppbの定量が可能である。

Cは真空曝気一濃縮を使用するやや厳密な操作法である⁶⁾。1ℓ真空瓶を2本用意し、真空状態でその1つに試料水200mlを注入する。両者を接続して恒温水槽に入れ、平衡に達したらコックを閉じ、気相1ℓの真空瓶を純窒素で常圧にし、大気試料と同様の方法で濃縮（低沸点成分の場合は普通低温吸着法、高沸点成分の場合は常温吸着法）してGC、GC/MS分析に供する。この方式では低温度域の気液平衡は比較的安定であって、たとえば塩化ビニル、13ppb試料を70℃恒温槽で5回繰り返して実験して変動係数は、7.47であった。図2に操作の手順を、図3に気液平衡濃度の関係を示す。

なお、この場合ヘキサンについて見ると、気相と液相の分配で約100倍の濃縮となっている。そしてさらに1ℓを1ml（試料管）に1000倍濃縮するから、計10万倍の濃縮を行った計算になる。

Dは初期の研究以来しばしば行って来たバブリング

図1 機械攪拌によるヘッドスペース容器

図2 真空曝気法装置

図3 水-気相中の有機化合物濃度

追い出し方式である。バブリングで溶存ガスを追い出す場合、温度は当然としても、追い出し瓶の管径、気泡の大きさ、通気速度等によって揮発速度が大きく影響されることは周知のことである。しかし、精密な装置を組み、一定条件で操作すれば十分に精度のよい分析値を得ることができる。その一例を図4に示す。

この装置では不純物の混入を防ぐため窒素ガス循環方式をとっている。処理条件は試料水100mlを、300mlの追い出し瓶に入れ、恒温水槽 $25 \pm 0.5^\circ\text{C}$ 、通気速度 $0.05 \sim 0.5 \text{ l/min}$ としている。窒素ガス通気量5lであるから、水蒸気を除去するために過塩素マグネシウム管をつけ、また捕集はTenax GC管を使用している。通気量と回収率の様子の一例を図5に示す。

Eは水試料の濃縮に吸着剤を用い、これを直接加熱脱着してGC、GC/MSに導入する方法である。Ryan

図4 通気追い出し装置

図5 通気ガス量と回収率

らは吸着剤として Amberlite XAD を用いて吸着捕集したものを、加熱脱着して Tenax GC 管に再捕集し、これを GC 導入している。操作がより簡易な方法⁸⁾では直接 Tenax GC 管に通水し、これを乾燥後、加熱脱着して導入する方法が検討された。その操作は図6に示す通りである。

この装置では試料水を瓶に入れ、窒素ガスで加圧して Tenax GC 管に $5 \sim 10 \text{ ml/min}$ の流速で 500ml を通水する。通水後、Tenax GC 管 D' に接続して、窒素10lを通して乾燥させ、GC、GC/MS 試料とする。これらの条件は炭化水素 $\text{C}_{10} \sim \text{C}_{20}$ 範囲に相当するやや高沸点有機成分に適當である。ナフタレン、ジフェニルメタン、クレゾール、ジオスミン等が対象となつて

A: 窒素ガスポンプ B: モレキュラシブ 5 A C: 採水ビン
D, D': TENAX 管 E: メスシリンダー F: TENAX-GC
G: 流量計 H: 冷却精製用 C-22 I: 液体酸素

図6 Tenax 管吸着濃縮装置

おり、FID の場合0.1ppb, GC/MS—SIM の場合、0.001ppb が定量できる。

F は吸着した成分を溶媒抽出して GC, GC/MS 試料とするものである。一般に Amberlite XAD—4 と Amberlite XAD—2 が検討されていて、前者が低沸点成分用に、後者が高沸点成分用に適用される。共に水道水あるいは河川水のカビ臭検索を目的に研究されており、そのために試料水は数百ℓ以上と莫大な量を使用する場合がある。XAD 樹脂を水中微量有機成分捕集に利用する研究は Junk らによって⁹開始され、詳細な報告があるが、ここではごく普通の手順を示すにとどめる¹⁰。まず Amberlite XAD—2 (20~60メッシュ) を精製し、200ml を 4 cmφ×60cm のガラスカラムに充てんし濃縮管とする。これに約90ml/min の流速で試料水 5ℓ を自然滴下で通水する。採取後、水分を除去し、エーテル抽出液400ml に抽出し、無水硫酸マグネシウムで脱水後、KD 濃縮により 1 ml にし、GC, GC/MS 導入試料とする。その 1 つの装置は図 7 に示す。同様な方式により、濃縮カラムを水道蛇口に直結して、数カ月に数十 m³ も採取する試みもある。吸着剤に活性炭を用いることも、京都市水道水に臭気が発生した昭和46年の時期に、同じ意図で行われている。しかし、これらは極微量成分の検索を目的とし、一般の水中の臭気汚染質の定量分析操作から離れる。

G は溶媒抽出だけで試料準備を行う場合で、GC, GC/MS 試料処理法としてとくに工夫はないが、一応トリハロメタン用に公定法が指示されている⁵⁾。すなわち、試料水40ml を共栓付メスシリンダーに採り、10ml の n—ヘキサンと振とうし、静置後 n—ヘキサン層を検液とするものである。この場合、100%溶媒に抽出されたとしても約 4 倍の濃縮に過ぎず、微量分析としての効果はほとんどない。ただ、溶媒抽出は複雑な成分をあらかじめ分割しておく必要がある時に有効な手段であるので、そのような基本の操作を図 8 に引用し

図 7 XAD-2 樹脂濃縮装置

図 8 溶媒抽出系統図

て¹¹⁾示しておく。

Hは蒸留操作を含む濃縮方法で、河川水に対して水蒸気蒸留と真空蒸留を適用した実験の比較例が示されている¹²⁾。試料水は約2ℓをNickerson-Likensの装置で100mlエチルエーテルを抽出液として3日間連続水蒸気蒸留を行い、その後KD濃縮している。また、同じ試験水を凍結後、真空蒸留し、その蒸気を-80℃でトラップ後、これを連続液液抽出器で300mlエチルエーテルに24時間抽出し、その後KD濃縮した。これら蒸留装置を図9に示す。

両者共2-Butoxyethanal, 2,6-Di-t-butyl-4-methylphenol等、23成分を検出しているが、真空蒸留の方が数値が高く、よりすぐれているとしている。いずれにしても、検索を目的とした半定量的手法とみなされる。

3. GC, GC/MSによる分析

分析機器の条件としては、水質分析として特別な分野があるわけではなく、分離、検出器等、大気分析などと全く共通である。検出器も採取、濃縮した試料に対し、ごく普通の適用であるから、特別に説明の必要はないが、一応順序として示しておくのと表3の通りである。

ただ、試料の処理で見たように現在までのところ、水質の機器分析は悪臭防止法に関連した部門の外は、水道水のトリハロメタン、カビ臭といったやや特殊な対象に努力が集中しているように見える。しかし、臭気の機器測定の方法としては、飲料水の微妙な臭いも、

工場排水による悪臭も全く差がなく、さらに臭気物質と一般有機物質と区別している訳ではないから、これらを総合した成果のいくつかをあげることにする。

化学工場の廃液を河川や地下水に流出させてしばしば悪臭問題が起こっている¹³⁾。この場合、前者は流出した臭気成分が大気中に揮発して、後者は井戸水に入って汚染として顕在化するのが普通である。この種試料の分析は最もポピュラーで、また定性定量に障害はない。

河川水については、著者らが昭和45年糸魚川地域において調査を行い、バブリング方式で濃縮した試料でGC/MSでクロロブレン、塩化ビニル以下9成分の臭気原因物質を明らかにした。定量は真空曝気方式でFIDを用い、0.01から2000ppbの範囲で濃度を計測した。その後、定量は簡略化して、60ml瓶によるヘッドスペース方式、GC/MS-SIMに変えて各数点分析に効果を

表3 GC 検出器の使用条件

検 出 器	使 用
水素炎イオン化検出器 FID	有機化合物一般 硫黄化合物, 燐化合物 塩素化合物
炎光光度検出器 FPD	
エレクトロンキャプチャー検出器 ECD	
熱イオン化検出器 NP-FID	窒素化合物 定性確認, 検索
ガスクロマトグラフ-質量分析計 GC/MS	
単イオンモニタリング法 GC/MS-SIM	選択定量

Nickerson-Likensの装置

A: サンプル容器, B: 抽出溶媒用容器

凍結真空蒸留装置

A: サンプル容器, B: 受器, C: オイルトラップ,
D: デュービン, E: 真空ポンプ

図9 蒸留装置

上げている。この時の質量数は表4に示す通りである。

分析条件は、島津 LKB9000, OV-101, 2%クロモソルブ WHP 100/120メッシュ, 0.34mmφ×2 m, カラム温度 室温～100℃ (保持時間が1分以内になるように成分により調節した) キャリヤーHe 20ml/min, イオン化電圧20eVとした。

地下水に関しては、富山県福岡町における井戸水臭分析を示す。町中心部の井戸が飲用不能となり、従来公定試験では原因不明だった時、GC/MS分析でただちに原因物質が明らかにされたものである。調査は周辺30カ所の井戸水を採取し、真空曝気方式で濃縮、GC/MSで確認、FIDで定量した。分析結果は極めて多量の1,1,1-トリクロロエタンを測定し、この溶剤廃棄が汚染の原因であることがわかった。

また、濃度分布図を作ると図10のようになって、地下水が上流から下流へ汚染質を運んでいる状況が認められる。数値は1,1,1-トリクロロエタンのppb濃度値である。

つぎに最近問題の多い下水臭について適用される方法を説明する。下水試料は極めて複雑な構成で、一例としてGC/MSのTICクロマトグラムを示すと、図14のごとくである。

従って、下水臭の防除には全体として臭気成分の検

図10 井戸水の臭気成分濃度分布

表4 GC/MS-SIM法による環境分析条件

成分	SIM 質量数 m/z
塩化ビニル	62
ビニルアセチレン	52
クロロブレン	88
トリクロロエチレン	130
トルエン	92
ジクロロブタジエン	122
トリクロロブテン	109

索作業と主要成分の変動の把握の2つの面が大切となる。そこで現時点で実施する方式を表5に示す。

すなわち、目的と対象に合致した試料処理とGC, GC/MS条件が選択される。また、ここで硫黄化合物やアミン類、脂肪酸類に対する濃縮等必要があれば、臭気大気分析技術を応用することになる。

水道水については水源水質の悪化にともなう、カビ臭とトリハロメタンの発生が、それぞれ重要な分野となっている。カビ臭は琵琶湖原水のひどい汚染があって、比較的初期の段階でGC/MSによる検索が

図11 ジオスミンと2-メチルイソボルネオールのマススペクトル

表5 下水臭に対する分析条件

分析対象	検出器	GCカラム	試料処理法	検出限界 μg/l
酢酸	MS-SIM	SP-1000 15% +H ₃ PO ₄ 1% Chromosorb WAW	直接導入	200
エタノール	MS-SIM	SP-1000 15% +H ₃ PO ₄ 1% Chromosorb WAW	直接導入	100
アセトン	MS-SIM	Tenax GC	直接導入	50
パルミチン酸	MS-SIM	Unisole 400 5% Unipor S	n-ヘキサン抽出	10
脂肪族炭化水素 芳香族炭化水素 塩素化合物	MS-SIM	OV-101 2% Chromosorb WHP	ヘッドスペース	約0.1
硫黄化合物	FPD	1,2,3-TCEP 25% Chromosorb WAW	ヘッドスペース	0.5~10
未知成分	MS	PEG 20M 3% Chromosorb WHP	Tenax管濃縮	
未知成分 (塩素化合物)	ECD	Fused Silica Capillary SE 54	n-ヘキサン抽出	
未知成分 (窒素化合物)	NP-FID	Fused Silica Capillary SE 54	n-ヘキサン抽出	

進められ、臭気主要成分としてジオスミンと2-メチルイソボルネオールを検出が各機関で行われている¹⁴⁾。これら放線菌や藍藻類が発生する臭気成分は臭覚閾値が極端に低いとされ、事実pptまたはそれ以下の検出感度を持つことが要求される。そのため既述のように大量の試料水濃縮が試みられたが、近年GC/MSの性能が著しく向上し、高感度分析が普及することが期待される。ジオスミンと2-メチルイソボルネオールのマススペクトルは図11の通りで、GC/MS-SIM法では前者は $m/z=1/2$ 、後者は $m/z=95$ を用いて分析される。

なお、底質抽出物質まで含んだ複雑な系に対するGC/MS検索の発展にともなう、マトリックス除去法、保持指標の整備、検索プログラム開発あるいはコンピューター化の方向に研究が進められている。ただし、ここでは紙面の関係で省略する。

水道水のもう1つの問題であるトリハロメタンに関しては、トリクロロエチレン、テトラクロロエチレン等と一緒に分析技術上の障害はない。60mlガラス採取瓶ヘッドスペース法とECDを使用した範囲の分析条件を示しておく¹⁵⁾。装置はHewlett-Packard 5840A、カラムは0.31mm ϕ ×50m、フィルム厚1.0 μ m、Crosslinked 5% phenylmethyl silicone、キャリア純窒素2.5ml/min、ガス圧1.0kg/cm²である。試料はヘッドスペース気相部分0.1ml、スプレットレス導入する。温度は40℃から200℃まで段階的に昇温し、計測、記録、エイジングして分析サイクルを終わる。全行程は自動化されていて、数カ月連続稼動ができるようにしてある。

分析技術が既にこのような段階であるから、得られる環境データも従来のように数検体を偶然測って推定の多い解釈から、連続多数データによる、分布、成分

比率の統計的扱いに変化してくる。

以上、機器測定の進歩と普及は今後とも環境汚染の抑止にますます不可欠なものと考えられるが、この点機器は未開に対する電灯のようなもので、それは環境研究における迷信を消滅させる機能を有する。それというのも今は汚染による環境の危機に際して、極端なデータ不足の状況にあるからで、水質汚濁の分野にももっと多数の機器の投入を期待する次第である。

参考文献

- 1) 厚生省公害部編集：「悪臭防止法解説」，1971年6月
- 2) 日本環境衛生センター，「朝霞浄水場異臭水分析試験報告書」：昭和46年5月；加藤龍夫・石黒智彦：横浜国大環境研紀要，4，13（1978）
- 3) 菊地徹他：水道協会雑誌，491，45（1975）
- 4) 日本環境衛生センター：「悪臭物質の測定等に関する研究」，昭和55年3月；加藤龍夫・石黒智彦・重田芳広：「悪臭の機器測定」，講談社，昭和59年
- 5) 環境と測定技術，Vol 11，No. 3，52（1984）
- 6) 加藤龍夫・仲山伸次：横浜国大環境研紀要，2，13（1976）
- 7) J.P. Ryan, J.S. Fritz：J. Chromatograph Science, 16, 254（1978）
- 8) 加藤龍夫・秋山賢一・鈴木茂：横浜国大環境研紀要，7，11（1981）
- 9) G.A. Junk, et al：J. Chromatograph, 99, 745（1974）
- 10) 篠原亮太他：分析化学，26，856（1977）；土屋悦輝他：薬学雑誌，98，124（1978）
- 11) Lawrence H. Keith：「Identification & Analysis of Organic Pollutants in Water」Ann Arbor Science, 1977
- 12) 白石寛明・安原昭夫・大槻晃：国立公害研究所報告，No. 36（1982）
- 13) 加藤龍夫・仲山伸次：横浜国大環境研紀要，2，21（1976）
- 14) 日本水道協会：「異臭味水対策の指針」，昭和54年
- 15) 加藤龍夫・花井義道・槌田博：横浜国大環境研紀要：11，37（1984）

「水質汚濁研究」12月号特集予告

〈特集〉機器分析法の新しい可能性

1. プラズマ発光法の環境試料分析への応用／東京大学 原口紘彦，角田欣一	横浜市公害研 二宮勝幸
2. MSの環境分析への新しい応用／国立公害研 安原昭夫	4. ESR法の環境科学への適用／兵庫県公害研 吉村哲彦
3. NMSによる環境試料の分析／横浜国立大学 廣田稜，	5. 分光機器のコンピューター制御による性能向上について／㈱パーキンエルマージャパン 錦田晃一

○'86年1月号予告「水質汚濁防止に果たしてきた協会の役割」

○'86年2月号予告「アジア会議」

○'86年3月号予告「アメニティ」