

環境（ダイオキシン類）

谷村 俊史

1 はじめに

ダイオキシン類は、強い毒性と高い残留性を持つことから、代表的な環境汚染物質と考えられている。そのため、2000年にダイオキシン類対策特別措置法が施行され、大気関係施設および水質関係施設の排出規制が開始された。また、ダイオキシン類に係る環境基準が設定され、併せて都道府県知事には、環境中のダイオキシン類汚染の状況について、常時監視の義務が課された。これに伴い、環境中のダイオキシン類の測定方法を定めた公定法が、環境媒体ごとに示されている^{1)~4)}。ここでは、環境試料中のダイオキシン類分析について、公定法に沿ってその概略を紹介したい。

2 環境汚染物質としてのダイオキシン類

ダイオキシン類は、ポリ塩化ジベンゾ-パラ-ジオキシン (PCDDs)、ポリ塩化ジベンゾフラン (PCDFs)、ダイオキシン様ポリ塩化ビフェニル (DL-PCBs) の総称で、塩素の置換数と置換位置によって多くの異性体が存在する。

毒性は異性体によって異なり、2,3,7,8-位に置換塩素をもつPCDDsの7種とPCDFsの10種およびDL-PCBsの12種の計29の異性体が毒性をもつとされている。したがって、通常のダイオキシン類分析では、それら29の異性体を分析対象としている。その中で最も毒性が強いとされているのが、2,3,7,8-TeCDD(図1)で、この異性体の毒性を1として、各異性体の毒性を相対的に表した値が毒性等価係数TEF (toxic equivalency factor)である。この係数は、世界保健機関(WHO)が設定しているが、新たな知見に基づき適宜改訂されている。現在は、表1および表2に示す、2006年に改定された係数が用いられている。なお、DL-PCBsは表2に示すように、ノンオルト体とモノオルト体の2種類に分類されている。ノンオルト体はオルト位(2,2',6,6')に置換塩素をもたない化合物であり、モノオルト体はオルト位に置換塩素を1個もつ化合物である。

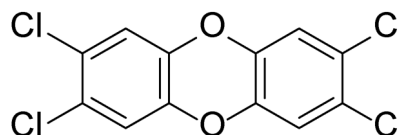


図1 2,3,7,8-TeCDD

表1 PCDDs および PCDFs の毒性等価係数

化合物	WHO-TEF2006
2,3,7,8-TeCDD	1
1,2,3,7,8-PeCDD	1
1,2,3,4,7,8-HxCDD	0.1
1,2,3,6,7,8-HxCDD	0.1
1,2,3,7,8,9-HxCDD	0.1
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	0.01
1,2,3,4,6,7,8,9-OCDD	0.0003
2,3,7,8-TeCDF	0.1
1,2,3,7,8-PeCDF	0.03
2,3,4,7,8-PeCDF	0.3
1,2,3,4,7,8-HxCDF	0.1
1,2,3,6,7,8-HxCDF	0.1
1,2,3,7,8,9-HxCDF	0.1
2,3,4,6,7,8-HxCDF	0.1
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	0.01
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	0.01
1,2,3,4,6,7,8,9-OCDF	0.0003

表2 DL-PCBs の毒性等価係数

化合物	WHO-TEF2006
3,3',4,4'-TeCB (#77)	0.0001
3,4,4',5'-TeCB (#81)	0.0003
3,3',4,4',5'-PeCB (#126)	0.1
3,3',4,4',5,5'-HxCB (#169)	0.03
2,3,3',4,4'-PeCB (#105)	0.00003
2,3,4,4',5'-PeCB (#114)	0.00003
2,3',4,4',5'-PeCB (#118)	0.00003
2',3,4,4',5'-PeCB (#123)	0.00003
2,3,3',4,4',5'-HxCB (#156)	0.00003
2,3,3',4,4',5'-HxCB (#157)	0.00003
2,3',4,4',5,5'-HxCB (#167)	0.00003
2,3,3',4,4',5,5'-HpCB (#189)	0.00003

Proper Methods for Treatment and Handling of Real Samples—Environmental Dioxins.

表 3 ダイオキシン類の環境基準値

環境媒体	基準値
大気	0.6 pg-TEQ/m ³ 以下
公共用水域水質	1 pg-TEQ/L 以下
公共用水域底質	150 pg-TEQ/g 以下
地下水質	1 pg-TEQ/L 以下
土壌	1000 pg-TEQ/g 以下

ダイオキシン類濃度は、29種の異性体の実測濃度にそれぞれのTEFを乗じて、2,3,7,8-TeCDDの毒性に換算した毒性等量（toxic equivalent quantity : TEQ）を算出し、その総和で表す。環境基準もこの毒性等量で評価することとされており、環境媒体ごとの基準値は表3に示すとおりである。なお、大気質、公共用水域水質および地下水質は、年間平均値で評価する。また、土壌では、環境基準が達成されていても、250 pg-TEQ/g 以上の場合は、必要な調査を実施することとされている。

3 試料採取

環境試料中のダイオキシン類分析では、適切なサンプリングを行うことが、非常に重要である。特に、注意しなければならないのは、外部からの汚染である。例えば、環境水では通常ダイオキシン類の存在量は極微量であり、サンプリング時に外部からの汚染をわずかでも受けると、分析結果に大きな影響を及ぼす可能性がある。

環境媒体ごとの具体的なサンプリング方法を、以下に示す。

3・1 環境大気

環境大気は、ハイポリウムエアサンプラ（図2）に、石英繊維ろ紙とその後段にポリウレタンフォーム2個を装着した採取筒を取り付けて、1000 m³程度を採取する。採取時間は、24時間あるいは7日間のいずれかで行われており、目的に応じて選ぶ。24時間平均値を求める場合は、700 L/min程度の高流量で24時間採取する。週平均値を求める場合は、700 L/min程度の高流量で24時間採取する操作を7回繰り返して行うか、100 L/min程度の中流量で7日間の連続採取を行う。なお、流量計はハイポリウムエアサンプラの通常の使用状態のもとで、基準流量計（オリフィス流量計）により定期的に校正しておく必要がある。

試料採取に使用する石英繊維ろ紙はあらかじめ加熱等により、ポリウレタンフォームはアセトンによりソックスレー抽出器または超音波洗浄機を用いて洗浄を行い、それぞれブランク値を低減してから使用する。特に洗浄後から試料採取までの保管において、周辺空気からの汚染等が無いよう密閉して保管する。

また、環境大気のサンプリングでは、試料採取の妥当



図 2 ハイポリウムエアサンプラの例

性を確認する目的で、サンプリングスパイクとして石英繊維ろ紙にサンプリングスパイク用の内標準物質を一定量添加する。これは試料採取開始までに添加を行う。このサンプリングスパイクとしては、例えば、揮発性が比較的高い4塩素化物の安定同位体標識化合物のうち、毒性の低い¹³C₁₂-1,2,3,4-TeCDD等が用いられている。

3・2 環境水（河川、湖沼、海域、地下水）

環境水の採取で使用する試料容器は、原則としてガラス製のものをを用いる。一般的には、3Lのガロン瓶が使用されている。試料容器は、使用前にメタノール（またはアセトン）およびトルエン（またはジクロロメタン）でよく洗浄し、完全に乾燥させ、洗浄に使用した溶媒が容器内に残らないようにする。

1回の分析に必要な試料量は、分析機関の検出下限値などによって異なるが、おおむね20L以上が必要である。また、通常は再分析に備えて、1回分の予備試料も採取するので、その場合は1箇所あたりの採水量として40L以上が必要となる。なお、ダイオキシン類が容器の内壁に吸着する可能性があるため、試料水による容器の洗浄は行わない。また、移送中にガロン瓶が破損する恐れがあるため、満水にするのは避け、空間を残すようにする。

環境水のサンプリングで特に注意を要するのは、河川水と地下水である。河川水の場合、水深の浅い河川では、直接川の中に入って採水するが、底質の巻き上げに十分注意し、採取者の位置より上流側で採水する必要がある。また、地下水は湧水と井戸水に大別できるが、湧水の場合は採取場所が重要で、常時湧出している箇所を選定して採水する。井戸水では、原則として、現に使用されている井戸から採水することとされている。長期間

休止している井戸または使用頻度が少ない井戸から採水する場合には、井戸内の滞留水を排除してから採水を開始する必要がある。なお、ポンプが設置されていない井戸で採水する場合は、採水機器（ポンプ、配管、採水器、ロープ等）を十分に洗浄し、採水時に表面土壌粒子やその他の異物が井戸水に混入しないよう、十分留意しなければならない。

また、環境水では稀れであるが、試料水中に残留塩素が存在する場合には、ダイオキシン類の再合成が懸念されるため、チオ硫酸ナトリウム五水和物やL(+)アスコルビン酸を添加し、残留塩素の除去を行う必要がある。

3・3 底質

底質は、エクマンバージ型採泥器(図3)を使用して、底質表面から10 cm程度の泥を3回以上採取し、それらを混合して採泥試料とする。エクマンバージ型採泥器での採取が困難な場合は、これに準ずる採泥器を使用する。例えば、ドレッジ採泥器の一種である熊田式採泥器(図4)などが使用されている。

採泥試料は清浄なバット等に移し、小石、貝殻、動植物片等の異物を除いた後、均一に混合し、その500～

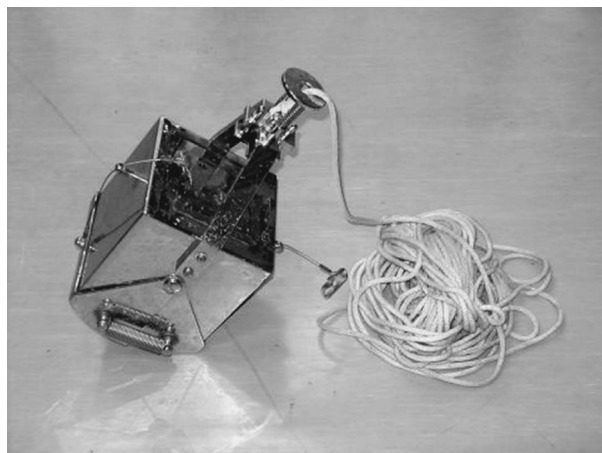


図3 エクマンバージ型採泥器

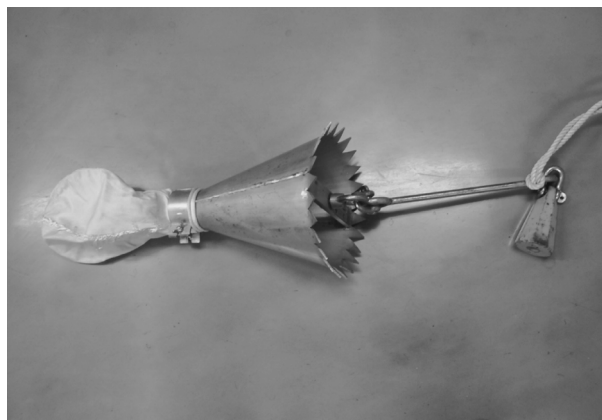


図4 熊田式採泥器

1000 g を密閉可能なガラス製容器に入れて、ポリエチレン袋等で密封し、クーラーボックス等に入れ氷冷して持ち帰る。

採取した底質は、金属製のバット等に入れて、金属製のヘラ等がかたまりを押しつぶして砕きほぐし、ほこり等が入らないようアルミホイル等で覆い、時々混ぜながら室内で数日間放置して自然乾燥する。この際、室温以上の加熱、送風等を行ってはならないが、空気を入れ換えるための、試料が吹き散らされないような緩やかな換気は行ってもよい。また、相互の試料間の汚染等が起こらない状態にする。風乾した底質は、中小礫、木片、動植物片等を除き、土塊、団粒を破碎後、2 mmの目のふるいを通過させ、分析用の試料とする。

3・4 土壌

土壌試料の採取は、原則として、表層5 cmの土壌について、5地点混合方式で行う。すなわち、採取地点は、中心の1地点と、その周辺の4方位5～10 m までの間から各1地点ずつの合計5地点である(図5)。これら5地点から試料を採取し、風乾等を行い等量混合する。

試料採取は、原則として採土器を用い、直径5 cm程度、長さ5 cm以上の柱状試料を採取し、そのうち上部(地表面)より5 cmまでの部分を試料として採取する(図6)。なお、砂質土壌等で柱状の採取ができない場合は、シャベル、スコップ等を用いて、所定の深さの土壌を採取する。

採取に使用する採土用具は金属製のものとし、採取に当たっては、ダイオキシン類の他試料からの汚染を防ぐため、他地点の採取時に付着した土壌等を完全に除去し、必要に応じて洗浄を行う。採取した土壌は、ステン

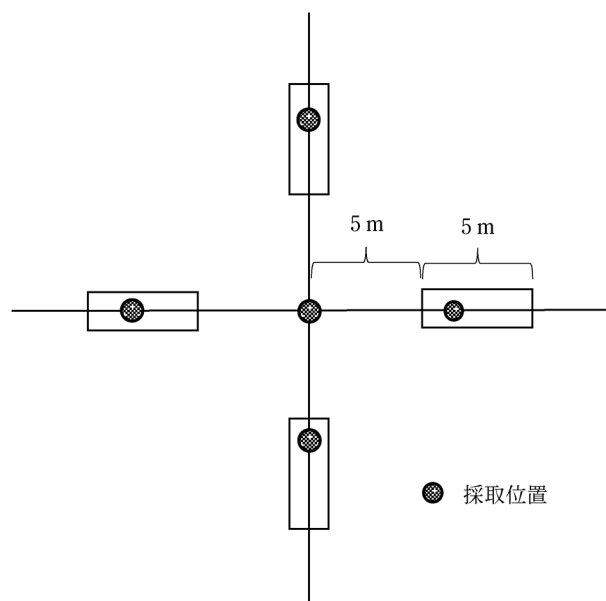


図5 5地点混合方式の土壌採取の例

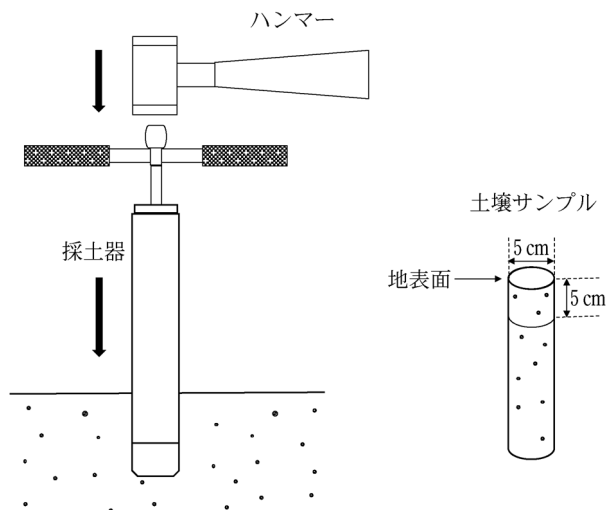


図6 土壌採取の例

レス製等でダイオキシン類が吸着しにくく、密封が可能で遮光性がある容器に収める。また、採取した土壌の状況として、現地土性および土色の判定を行い記録する。

採取した土壌は、底質の場合と同様に、風乾、粉碎およびふるい操作を行う。これらの操作により得られた5地点の試料をそれぞれ等量ずつ十分混合し、分析用の試料とする。

4 分析方法

採取した環境試料は、有機溶媒で抽出し、必要なクリーンアップを行った後、高分解能ガスクロマトグラフ質量分析計 (GC/HRMS) で測定する。

4.1 抽出

採取試料からのダイオキシン類の抽出は、原則としてソックスレー抽出で行う。抽出溶媒は、主にトルエンやアセトンを使用する。

なお、抽出操作の前にクリーンアップスパイクとしての内標準物質を、採取試料に一定量添加する。このクリーンアップスパイクは、通常は分析対象である29種の異性体すべての安定同位体標識化合物（例えば、¹³Cラベル化体）を使用する。

4.1.1 環境大気

環境大気では、試料採取した石英繊維ろ紙とポリウレタンフォームにクリーンアップスパイクを添加し、石英繊維ろ紙は、トルエンでソックスレー抽出を行い、ポリウレタンフォームは、アセトンでソックスレー抽出を行う。これらの抽出液を濃縮して混合後、一定量とする。

4.1.2 環境水

環境水では、試料水にクリーンアップスパイクを添加した後、ガラス繊維ろ紙でろ過し、ろ過残渣とろ液に分け、それぞれ別々に抽出する。

ガラス繊維ろ紙は、孔径0.5 μm程度で、有機バイン



図7 水質固相抽出装置の例

ダーを含まない物を使用する。ろ過残渣は風乾などで水分を除去して、トルエンでソックスレー抽出を行う。

次に、抽出用固相にろ液を通水し、通水後、抽出用固相の水分を十分に除去して、トルエンでソックスレー抽出を行う。抽出用固相は、オクタデシル基 (ODS) を化学的に結合させたシリカゲルを固定したもので、ディスク形が一般的に使われている。

さらに、試料容器の内壁をトルエンまたはジクロロメタンで洗浄した洗液を無水硫酸ナトリウムで脱水し、上述の二つの抽出液と混合する。この抽出液を濃縮して一定量とする。なお、試料水のろ過と抽出用固相への通水を連続で行う装置 (図7) を使用すると、作業時間を大幅に短縮することができる。また、ろ液は、トルエンまたはジクロロメタンで、液-液抽出する方法もあるが、大量の抽出溶媒が必要となる。

その他の方法として、分散型固相吸着-凝集法がある。この方法は、試料水に吸着固相を加えてダイオキシン類を吸着捕集し、同時に加えた凝集剤で凝集沈殿させるものである。得られた凝集沈殿物をろ過により取り出し、乾燥後、トルエンでソックスレー抽出する。この場合も、試料容器の内壁は有機溶剤で洗い、洗液は脱水して凝集沈殿物の抽出液に合わせる。

4.1.3 底質および土壌

試料10~50 gを円筒ろ紙にはかり取り、クリーンアップスパイクを添加し、トルエンでソックスレー抽出を行う。この抽出液を濃縮して、一定量とする。

4.2 クリーンアップ

ダイオキシン類分析では、適切なクリーンアップが必要不可欠であり、可能な限り夾雑成分を除去する必要がある。クリーンアップには、多層シリカゲルカラムク

ロマトグラフィー、活性炭シリカゲルカラムクロマトグラフィー、アルミナカラムクロマトグラフィーのほか、ヘキサン・ジメチルスルホキシド（DMSO）分配処理や金属銅を用いた硫黄処理など多くの手法がある。その中でも、多層シリカゲルカラムクロマトグラフィーおよび活性炭シリカゲルカラムクロマトグラフィーがよく用いられているクリーンアップ法である。

多層シリカゲルカラムクロマトグラフィー（図8）は、シリカゲルと、硝酸銀、硫酸、水酸化カリウムを含浸させたシリカゲルを積層したもので、脂肪族炭化水素類や含硫黄化合物など、多くの夾雑物を除去することができる。また、活性炭シリカゲルカラムクロマトグラフィーでは、平面構造化合物の選択的吸着分取が可能で、例えば、モノオルト体のDL-PCBsとその他のダイオキシン類を分画することができる。

アルミナカラムクロマトグラフィーは、活性炭シリカゲルカラムクロマトグラフィーとほぼ同様なクリーンアップ効果が期待できる。しかし、アルミナの活性は、製造ロットや開封後の保存状態によって変化が認められ、溶出パターンが変動しやすい。そのため、飛灰などの抽出液を用いた分画試験で、測定対象成分が目的画分に溶出することを、あらかじめ確認しておく必要がある。また、アルミナは水分の影響を受けやすく、活性が大きく低下することがあるため、保存・管理には十分な注意が必要である。

ヘキサン・ジメチルスルホキシド（DMSO）分配処理は、脂肪族炭化水素などの低極性物質の除去を目的としたもので、油分、特に鉱物油を効果的に除去することができる。しかし、操作は非常に煩雑で、長時間を要する。

ダイオキシン類分析で特に注意すべき夾雑物は、硫黄分（環状分子 S_8 ）で、底質試料に多く含まれていることがある。この硫黄分の除去が不完全であると、シアノプロピル官能基を高い割合で含む強極性キャピラリーカ

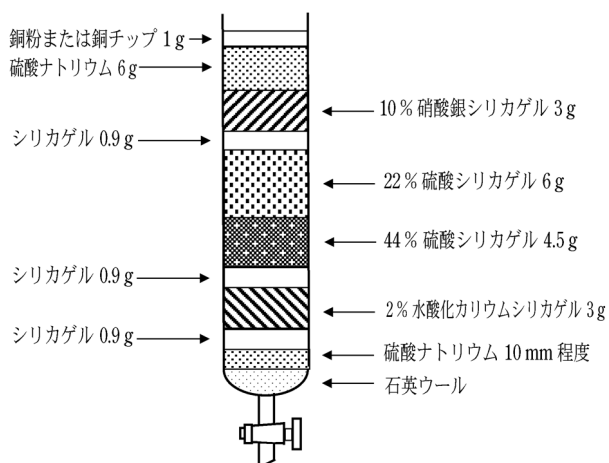


図8 多層シリカゲルカラムの例

ラムでは、一部の異性体が吸着現象を起こすことが知られていることから、前述の硝酸銀を含浸したシリカゲルや金属銅を用いた処理が必須である。

クリーンアップが終了した抽出液は、シリンジスパイク用の内標準物質を一定量添加し濃縮後、GC/HRMS測定用溶液とする。この最終検液は、通常20~100 μ Lで、非常に微量である。

4.3 GC/HRMS 測定

ダイオキシン類の同定および定量は、高分解能ガスクロマトグラフ質量分析計（GC/HRMS）で行う。分解能は10000以上が要求されるが、使用するGC分離カラムと内標準物質の種類によっては、12000程度が必要になる。このため汎用の四重極型質量分析計は使用できず、二重収束型質量分析計（図9）が必要である。

また、分離カラムについても規定があり、PCDDsおよびPCDFsの測定では、2,3,7,8-位塩素置換体が可能な限り単離でき、かつ、すべての化合物についてクロマトグラム上における溶出順位の判明しているカラムを、また、DL-PCBsの測定では、12種類のDL-PCBsが他のPCBs化合物と可能な限り単離でき、かつ、4塩化物から10塩化物のすべてのPCBs化合物についてクロマトグラム上における溶出順位の判明しているカラムを使用すること、とされている。

実際の測定では、すべての分析対象異性体を1種類の分離カラムで分析するのは困難であるので、2~3種類の分離カラムを併用することになる。多くの組み合わせが報告されているが、最近ではBPX-DXN（SGE）とRH-12ms（Inventx）を組み合わせた方法が普及している。

4.4 毒性等量の算出

環境媒体中のダイオキシン類は毒性等量で評価するため、得られた各異性体の実測濃度から、毒性等量を求める。その算出方法は前述のとおりであるが、定量下限未



図9 二重収束型質量分析計の例

満のデータの取り扱いについては、次の三つの方法がある。

- ①定量下限以上の値はそのままその値を用い、定量下限未満で検出下限以上の値と検出下限未満のものは0（ゼロ）として各化合物の毒性等量を算出し、それらを合計して毒性等量を算出する。
- ②定量下限以上の値と定量下限未満で検出下限以上の値はそのままその値を用い、検出下限未満のものは試料における検出下限を用いて各化合物の毒性等量を算出し、それらを合計して毒性等量を算出する。
- ③定量下限以上の値と定量下限未満で検出下限以上の値はそのままその値を用い、検出下限未満のものは試料における検出下限の1/2の値を用いて各化合物の毒性等量を算出し、それらを合計して毒性等量を算出する。

これらの方法のうち、環境試料で主に使われているのは、①と③の方法である。土壌については①の方法で、その他の媒体では③の方法で毒性等量を算出することとされている。したがって、例えば、きわめて清浄な地下水で、TEF値をもつ29異性体がすべて検出下限未満であったとしても、地下水は③の方法で算出するため、毒性等量は0にはならない。よって、濃度が非常に低く、多くの異性体が検出下限未満であるような試料の場合、毒性等量はその分析機関の検出下限に大きく依存することになる。ダイオキシン類濃度を毒性等量で評価する場合は、このような点についても注意が必要である。

5 精度管理

ダイオキシン類分析は、多成分の極微量分析であるため、分析精度の管理を十分に行う必要がある。

例えば、クリーンアップスパイクの回収率は、50～120%の範囲内であればならない。もし、この範囲をはずれる場合には、再度抽出液からクリーンアップをやり直す必要がある。また、環境大気の測定において、サンプリングスパイクの回収率が、70～130%の範囲内でない時には、測定の信頼性に問題があるため、原則として欠測扱いとし、その原因を取り除いた後、再度試料採取を行うこととされている。その他、環境媒体ごとに多くの精度管理項目が定められている。

さらに、公定法では言及されていないが、精度管理の手法として、認証標準物質の活用も有効である。日本分析化学会から、ダイオキシン類分析用の認証標準物質、例えば河川、海域の底質や土壌等が頒布されている。これらの標準物質を分析試料と併行して分析し、得られた分析値を認証値と比較することで、分析操作の妥当性を確認することができる。

6 安全対策

ダイオキシン類は有害性が高いので、吸入したり直接

皮膚に接触しないよう、十分な注意が必要である。

また、分析で使用する有機溶媒についても、ドラフトなどを適切に使い、その蒸気を吸入することのないよう、留意しなければならない。分析に使用する有機溶媒は、作業者の健康リスクの観点から、必要最少限にとどめるべきと考えられている。しかし、ダイオキシン類分析では、他の環境汚染物質の分析と比べ、多くの有機溶媒を使用しているのが実情である。これは、試料の抽出やクリーンアップの工程で、各種の有機溶媒を使用するほか、分析に用いるガラス器具類や試料採取器具などの洗浄でも多量に使用されるためである。この洗浄は、ブランクの低減を目的としたものであるが、同様な効果は加熱処理（例えば、450℃で数時間）でも期待できる。加熱処理には時間がかかるという難点があるものの、この方法を積極的に活用あるいは併用することで、洗浄に使う有機溶剤の低減が可能になる。

7 おわりに

環境中のダイオキシン類分析について、試料採取および前処理方法を中心に、その概要を述べた。分析方法全体の詳細については、各公定法や成書^{5)~7)}を参照された。

ダイオキシン類対策特別措置法が施行され、ダイオキシン類の環境監視が本格的に開始されてから20年以上が経過した。環境中ダイオキシン類の現状についてみると、環境大気では2006年度以降、全国すべての測定地点で環境基準を達成している。また、全国平均の経年変化は、図10に示すように、近年は0.02 pg-TEQ/m³前後で推移しており、環境基準値の約1/30である。しかし、すべての環境媒体で、環境基準を100%達成しているわけではない。2018年度の全国データ⁸⁾で見ると、水質では、河川の1.4%、湖沼の2.2%および河川底質の0.3%の地点で環境基準を超過している。これからも、ダイオキシン類の環境動態について、注意深く監視する必要があると思われる。

一方、ダイオキシン類の分析方法についてみると、当

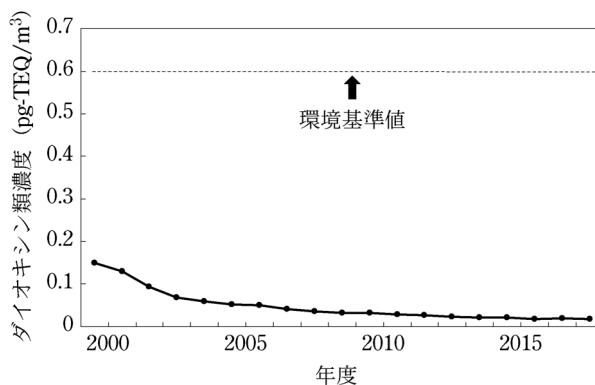


図10 環境大気中ダイオキシン類濃度（全国平均）の経年変化

初の分析方法に多くの改良・改善が加えられ、大きく進歩している。その結果、主に迅速化が図られ、それはコストの削減にも寄与している。しかし、依然として煩雑で費用のかかる分析であるのも事実である。ダイオキシン類分析が多成分の極微量分析であるため、ある程度は止むを得ないといえるが、今後は分析精度とのバランスを保ちながら、よりいっそうの簡便、迅速な分析方法の開発が望まれる。

謝辞

本稿の執筆に際し、貴重なご助言をいただいた環境省環境調査研修所、岩切良次教官に深く感謝します。

文 献

- 1) JIS K 0312, 工業用水・工場排水中のダイオキシン類の測定方法 (2020).
- 2) ダイオキシン類に係る土壌調査測定マニュアル, 環境省水・大気環境局土壌環境課 (2009).

- 3) ダイオキシン類に係る底質調査測定マニュアル, 環境省水・大気環境局水環境課 (2009).
- 4) ダイオキシン類に係る大気環境調査マニュアル, 環境省水・大気環境局総務課ダイオキシン対策室大気環境課 (2008).
- 5) 平井昭司監修: “現場で役立つダイオキシン類分析の基礎”, (2011), (オーム社).
- 6) 平井昭司監修: “現場で役立つ水質分析の基礎” (2012), (オーム社).
- 7) 多賀光彦監修: “ダイオキシンと環境” (1999), (三共出版).
- 8) 環境省: 平成 30 年度ダイオキシン類に係る環境調査結果 (2020).



谷村俊史 (Toshifumi TANIMURA)

山口県環境保健センター (〒753-0871 山口県山口市朝田 535)。九州工業大学大学院工学研究科修了。博士 (理学)。《現在の研究テーマ》光触媒を利用した環境浄化。《趣味》釣り, スポーツ観戦。
E-mail: tanimura.toshifumi.01 @ pref.yamaguchi.lg.jp

原 稿 募 集

話題欄の原稿を募集しています

内容: 読者に分析化学・分析技術及びその関連分野の話題を提供するもので、分析に関係ある技術、化合物、装置、公的な基準や標準に関する事、又それらに関連する提案、時評的な記事などを分かりやすく述べたもの。

但し、他誌に未発表のものに限ります。

執筆上の注意: 1) 広い読者層を対象とするので、用語、略語などは分かりやすく記述すること。2) 啓もう的であること。3) 図表は適宜用いてもよい。4) 図表を含めて 4000 字以内 (原則として

図・表は 1 枚 500 字に換算) とする。

なお、執筆者自身の研究紹介の場とすることのないよう御留意ください。

◇採用の可否は編集委員会にご一任ください。原稿の送付および問い合わせは下記へお願いします。

〒141-0031 東京都品川区西五反田 1-26-2

五反田サンハイツ 304 号

(公社)日本分析化学会「ぶんせき」編集委員会

[E-mail: bunseki@jsac.or.jp]