

<報 文>

GC/MS 用同定・定量データベースを用いる

土壌中有機汚染物質の網羅的分析に関する研究*

— GC/TOF-MS による同定精度の検証 —

宮 脇 崇**・飛 石 和 大**・竹 中 重 幸**

キーワード ①データベース ② NAGINATA ③同定精度 ④ GC/TOF-MS ⑤精密質量分析

要 旨

ガスクロマトグラフィー/質量分析法(GC/MS)用同定定量データベース(NAGINATA)を用いる土壌中有機汚染物質の網羅的分析について、その同定精度に関する検証を行った。農薬汚染および非汚染土壌の2試料を対象に、われわれが開発したスクリーニング法で分析を行い、NAGINATAによって同定した有機汚染物質について、ガスクロマトグラフィー/飛行時間型質量分析法(GC/TOF-MS)による精密質量分析で同定の確認を行った。その結果、有機塩素系化合物が高濃度で検出された農薬汚染土壌では、すべての物質が質量誤差2 mDa内で検出され、それらの同定が確認された。一方、非汚染土壌では一部の物質で不検出となったが、12物質のうち11物質について同定が確認された。これらの結果から、NAGINATAに一定以上の同定精度があることが示された。

1. はじめに

化学物質は現代社会に不可欠であり、医療、食品、繊維、農業、重工業等の各分野でさまざまな物質が使用されている。米国化学会に登録されている化学物質の数はおよそ6,500万種であり¹⁾、1日当たりの新規登録数は数千以上にも及ぶ。近年の化学物質の種類と生産量の増大は、限られた数の化学物質を測るだけでは安全性の確保が困難であることを示唆しており、事故や災害等を想定した危機管理体制を構築するためにも、より多くの化学物質を測る必要がある。

門上らが開発したガスクロマトグラフィー/質量分析法(GC/MS)用同定・定量データベース(NAGINATA)は、約1,000種の化学物質を一斉に同定・定量することができる^{2,3)}。これは、登録されたマススペクトル、保持時間、検量線情報をもとに、ソフトウェアが自動的にデータ処理を行うシステムである。一度の測定で、多成分の分析データが得られることから、環境分析をはじめ、食品検査、法医学等の各分野で広く活用されている^{4~6)}。しかしながら、NAGINATAを用いた化学物質の同定は、最終的に分析者による確認

*Study on a Comprehensive Analysis for Organic Pollutants in Soils by GC/MS Database System
—Validation of Identification Accuracy of NAGINATA by GC/TOF-MS—

**Takashi MIYAWAKI, Kazuhiro TOBISHI, Shigeyuki TAKENAKA (福岡県保健環境研究所) Fukuoka institute of health and environmental sciences

作業が必要になる。すなわち、ソフトウェアによる自動同定は一樣に行われるのではなく、物質ごとに判定1~5が付けられ、数値が大きいほど同定の確度が高いことを表わすが、どこまでを同定物質として判断するかは分析者に委ねられている。そのため、自動同定された物質については、判定数にかかわらず一つずつ確認を行うことが求められる。この確認作業にはヒューマンエラーを伴う可能性があるが、このような性質を持つNAGINATAの物質同定について検証した報告はほとんどない。そこで、本研究ではわれわれが開発した土壤中有機汚染物質のスクリーニング法⁷⁾(以下、本法)を例に、NAGINATAによって同定した有機汚染物質について、ガスクロマトグラフィー/飛行時間型質量分析法(GC/TOF-MS)による精密質量分析を行い、その同定精度に関する検証を行ったので、その結果を報告する。また、NAGINATAを環境分析に適用するうえで、筆者らが留意した点についても述べる。

2. 試料と方法

2.1 試験試料

試験用の試料は、農薬汚染が確認された土壌および化学汚染の影響が少ないと考えられる公園地の土壌であり、それぞれ土壌A、Bとした。採取した試料はステンレス製バットに入れて、金属製のヘラ等でかたまりを押しつぶして砕きほぐし、篩にかけて2 mm以下に調製した。その後、茶褐色のガラスびんに入れ、分析時まで室温で保管した。

2.2 試薬

分析試験で使用した溶媒は和光純薬工業製のアセトン、ヘキサン(ダイオキシン類分析用)、超純水(LC/MS用)である。定量用の内標準物質はNAGINATA用内標準 Mix III (1,4-Dichlorobenzene-d₄, Naphthalene-d₈, Acenaphthene-d₁₀, Phenanthrene-d₁₀, Fluoranthene-d₁₀, Chrysene-d₁₂)を使用した。内標準物質はヘキサンで希釈を行い、10 ng/ μ Lに調製した。精製工程ではシリカゲル(関東化学製、40~100 μ m, フラッシュクロマトグラフィー用)のほか、市販の固相吸着剤であるInertSep NH₂カートリッジ(GLサイエンス)およびEnvi-carb(スペルコ)を用いた。

2.3 前処理

本研究で使用したマイクロウェーブ抽出装置は、マイルストーンゼネラル製のETHOS TCである。抽出容器は約30 ml容の石英ガラス容器(114×20 mm i.d.)を使用した。抽出条件は既報⁷⁾に従い、以下の操作手順で行った。抽出容器に試料3 gを入れ、これに水4 mL、ヘキサン6 mLの順に溶媒を加えた後、マイクロウェーブ抽出を行った。抽出後、溶媒が2相に分離していることを確認して、上層のヘキサン抽出液5 mLを分取して精製に供した。

精製は、シリカゲルカラム(1.5 g), InertSep NH₂カートリッジ(360 mg)およびEnvi-carbカラム(100 mg)を用いて、バキュームマニホールドにより処理を行った。精製操作は既報⁷⁾に従って行い、得られた精製液はロータリーエバポレータで数 mLに濃縮した後、窒素気流下で100 μ L以下に濃縮した。これにNAGINATA用内標準物質を100 ng添加し、100 μ LにメスアップしてGC/MSおよびGC/TOF-MS測定用試料液とした。なお、本法の抽出~精製工程までの作業時間は約3時間であった。

2.4 GC/MS測定

測定は、四重極型ガスクロマトグラフ質量分析計(Agilent, 6890/5973N)で行った。キャピラリーカラムはHP-5MS(Agilent, 30 m×0.25 mm i.d. 0.25 μ m Film thickness)を用い、測定条件は既存のGC/MS条件⁸⁾に従った(表1)。本研究では、データベースソフトNAGINATA(西川計測(株))を用いて同定および定量を行った(図1)。自動検出されたすべての物質について、保持時間、マススペクトルの一致性(MS HIT率)およびイオン強度比を確認して、必要に応じて手動による再判定を行い、5段階の判定のうち4以上を本法による同定物質とした。なお、NAGINATAによる解析を行う場合は、試料測定の前に装置の性能をデータベース登録時の状態に調整しておく必要がある。そのため、MSのチューニング操作後に、装置性能評価用の標準液(Captafol, Decafluorotriphenylphosphine, Benzothiazoleほか計24物質)を測定して、その性能が基準値以上であることを確認した。

表1 GC/MS および GC/TOF-MS の測定条件

	GC/MS (NAGINATA)	GC-TOF/MS
Instrument	Agilent 5973 GCMSD	Agilent 6890N(GC) / Waters GCT Premier (TOF-MS)
GC conditions	Column : HP-5MS 30m × 0.25mm, 0.25um Film thickness Oven temp. : 70°C (2 min) - 25°C/min - 150°C (0min) - 3°C/min - 200°C (0 min) - 8°C/min - 280°C (10min) - 20°C/min - 300°C (0 min) Injection temp. : 250°C Transfer temp. : 280°C Injection mode : Splitless Injection volume : 2 μL	
MS conditions	Ionization mode : EI (70eV) Source temp. : 230°C, Quadrupole temp. : 150°C Scan range : 35 - 550 m/z Scan rate : 0.35 sec/scan	Ionization mode : EI (70eV), NCI(40eV CH ₄ gas) Source temp. : 280°C Scan range : 50 - 800 m/z Scan rate : 0.36 sec/scan

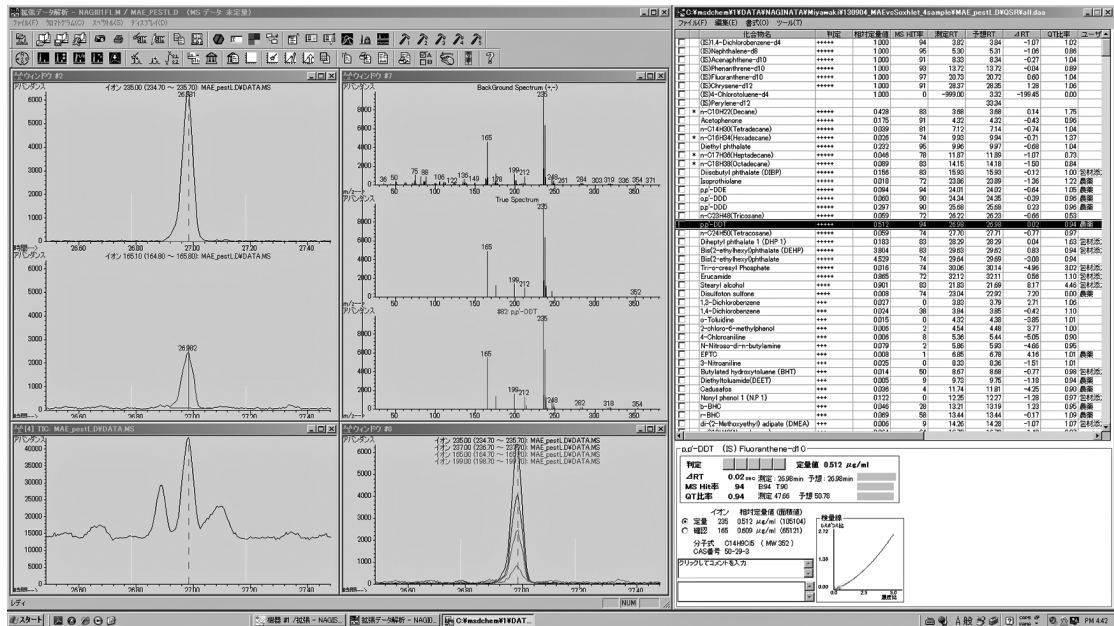


図1 NAGINATAの操作画面

2.5 GC-TOF/MS 測定

測定はジャスコインターナショナル(株)に依頼した。使用した装置は GC/TOF-MS (GCT Premier, Agilent6890N)である。本測定における GC 条件は前述した GC/MS 条件と同一にした(表1)。イオン化は EI 法で行い、質量分解能(半値幅)は7,000以上で測定を行った。物質の同定は、WILEY 8 および NIST05 のライブラリーによる確認で行った。

2.6 ブランク試験

本研究では、土壌 A および B を用いた試験と

同時にブランク試験を行った。抽出容器に水 4 mL およびヘキサン 6 mL を加えてマイクロウェーブ抽出を行った後、前述した操作方法に従い、精製および測定を行った。実試料と同様に、NAGINATA で判定が 4 以上であった物質をブランクとして同定した。

3. 結果と考察

3.1 実試料の分析結果および同定精度に関する検証

はじめに土壌 A の分析結果について報告する。

本法により検出された物質を表2に示す。土壌Aからは、DDT類、DDD類、DDE類およびHCH類等の有機塩素系化合物のほか、多環式芳香族炭化水素(PAHs)やアルカン類が判定4以上で検出された。また、フタル酸エステル化合物やアルコール系化合物等も判定4以上で検出されたが、これらは後述するブランク試験から同等レベルの濃度で検出されたため、本研究では対象外とした(表2に検出例として一部を掲載)。そこで、これらの物質を除いた19物質を本法による同定物質として、以下の計算式から実測濃度を求めた。

実測濃度(ng/g) = {検出濃度(ng/μL) - ブランク濃度(ng/μL)} × 100 μL × 6/5 / 試料量(g)

もっとも実測濃度が高かったのは*p, p*-DDDで、その濃度値は840ng/gであった。さらに、100ng/gを超える有機塩素系化合物が5種類あ

り、土壌Aが農薬由来の汚染を受けていることが明らかになった。

そこで、これら同定物質の存在を確認するため、同一の試料液を対象にGC/TOF-MSによる精密質量分析を行った。その結果、NAGINATAによって同定した19物質すべてが質量誤差2 mDa内で検出され、それらの同定が確認された(表2)。ところで、今回は対象としなかったフタル酸化合物では、判定が4以上であった一部の物質において、精密質量分析で検出されず、同定の不一致があった。その一例として、1-Nonanolは保持時間が予測時間よりも早かったことがその要因として考えられた。また、SteamideについてはMS HIT率がやや低かった以外に大きな要因がなく、その詳細については不明であった。

次に、土壌Bの分析結果について報告する。

表2 NAGINATAで同定した物質一覧およびGC/TOF-MSによる検証結果(土壌A)

種類	物質名	判定	MS HIT 率	ΔRT(s)*	QT 比率	実測濃度 (ng/g)	m/z (理論値)	m/z (実測値)	質量誤差 (mDa)
有機塩素系 化合物	<i>α</i> -HCH	5	99	0.16	0.97	110	180.9379	180.9381	0.2
	<i>b</i> -HCH	5	91	1.58	0.92	83	180.9379	180.9382	0.3
	<i>γ</i> -HCH	5	98	-0.17	1.02	53	180.9379	180.9378	-0.1
	<i>o, p</i> '-DDE	5	86	-0.83	1.17	5.5	246.0003	245.9991	-0.8
	<i>p, p</i> '-DDE	5	96	-0.29	1.02	100	246.0003	245.9998	-0.5
	<i>o, p</i> '-DDD	5	99	-0.03	0.87	280	235.0081	235.0071	-1.0
	<i>p, p</i> '-DDD	5	91	0.94	0.98	840	235.0081	235.0082	0.1
	<i>o, p</i> '-DDT	5	90	0.80	0.94	47	235.0081	235.0085	0.4
<i>p, p</i> '-DDT	5	90	0.38	1.08	330	235.0081	235.0083	0.2	
PAHs	Naphthalene	5	72	-0.08	1.19	3.6	128.0626	128.0625	-0.1
	2-Methyl naphthalene	4	80	-0.20	0.94	3.1	142.0783	142.0778	-0.5
アルカン類	n-C12H26(Dodecane)	5	91	0.26	1.05	57	170.2035	170.2047	1.2
	n-C13H28(Tridecane)	4	94	0.71	0.78	19	184.2191	184.2199	0.8
	n-C14H30(Tetradecane)	4	91	0.32	1.03	46	198.2348	198.2339	-0.9
	n-C15H32(Pentadecane)	4	74	-0.92	0.55	110	212.2504	212.2491	-1.3
	n-C16H34(Hexadecane)	5	91	0.35	0.92	96	226.2661	226.2673	1.2
	n-C17H36(Heptadecane)	5	91	-0.01	0.83	65	240.2817	240.2817	0.0
	n-C18H38(Octadecane)	5	93	-1.15	0.92	100	254.2974	254.2978	0.4
	n-C19H40(Nonadecane)	4	90	-1.04	0.94	39	268.313	268.3133	0.3
フタル酸 化合物ほか (不同定物質)	Diethyl phthalate	5	91	0.03	1.03	19	149.0239	149.0233	-0.6
	Bis(2-ethylhexyl) phthalate	5	78	2.24	0.98	553	279.1596	279.1601	0.5
	Diheptyl phthalate	4	84	1.57	1.06	284	149.0239	149.0238	-0.1
	1-Nonanol	5	90	-1.82	0.89	99	—	—	—
	Steamide	4	72	1.10	0.94	60	—	—	—

* ΔRT = 実測保持時間 - 予想保持時間(s)

NAGINATA によって判定 4 以上で検出された物質のうち、フタル酸化合物等を除いた12物質について実測濃度を算出した。その結果の一覧を表 3 に示す。土壌 B からは、PAHs やアルカン類等が検出され、それらの実測濃度は1.5~25ng/g の範囲内であった。この結果は、過去の実態調査例と比較しても低く⁹⁾、有機汚染物質による汚染影響が少ない試料であることがわかった。そこで、この土壌 B で同定された物質について GC/TOF-MS による精密質量分析を行った(表 3)。その結果、1,4-Dichlorobenzene を除くすべての物質が質量誤差 2mDa 内で検出された。1,4-Dichlorobenzene については、保持時間が予測時間よりも早かったこと、あるいはマススペクトルの一致度を表わす MS HIT 率がやや低かったことが、精密質量分析で不検出であった要因として考えられた。ゆえに、対象とした12物質のうち11物質について、同定の確認を行うことができた。

以上の結果から、NAGINATA に一定以上の同定精度があることが確認された。今回の検証結果は筆者らが開発した分析法に基づくものであり、適用する前処理法や判定の最終確認を行う分析者が異なれば、その同定精度が変わる可能性がある。本試験で得られたクロマトグラムでは、同定物質や内標準物質のピークへの妨害は確認され

なかった。これは、本法で使用した抽出溶媒がヘキサンを主体としていたため、マトリクスが少ない選択的な抽出ができたことが考えられたが、この点については試料数を増やして詳細な検討を行いたい。今後、物質同定に関する判定基準についてさらに精査していく必要はあるが、NAGINATA の同定精度に関して検証した例はほとんどなく、本研究によって一つの事例報告をすることができた。

3.2 ブランク試験の結果

土壌 A および B の分析と同時にブランク試験を行った。その結果、フタル酸化合物では Diethyl phthalate, Diisobutyl phthalate, Bis(2-ethylhexyl) phthalate, Dibutyl phthalate が、アルコール類では Lauryl alcohol, Cetyl alcohol, Stearyl alcohol が同定された。また、Erucamide, Myristic acid, Palmitic acid のほか、一部アルカン類も同定された。なお、アルカン類については土壌 A および B から検出された濃度よりも低いレベルであったため、本試験のブランク濃度を減算対象とした。

3.3 NAGINATA を環境分析に使用するうえでの留意点

NAGINATA は同時測定物質数に制限がなく、約1,000物質を一斉に測定できるため、有機汚染物質の網羅的分析に適した手法であるが、これを

表 3 NAGINATA で同定した物質一覧および GC/TOF-MS による検証結果(土壌 B)

種類	物質名	判定	MS HIT 率	$\Delta RT(s)^*$	QT 比率	実測濃度 (ng/g)	m/z (理論値)	m/z (実測値)	質量誤差 (mDa)
PAHs	Naphthalene	4	91	-0.08	2.41	3.2	128.0626	128.0619	-0.7
	2-Methyl naphthalene	5	91	-0.20	0.73	2.6	142.0783	142.0781	-0.2
	Acenaphthylene	5	83	0.50	1.54	1.5	152.0626	152.0623	-0.3
	Phenanthrene	5	91	0.68	1.05	24	178.0783	178.0782	-0.1
	Fluoranthene	5	91	1.55	1.44	3.0	202.0783	202.0780	-0.3
	Pyrene	5	91	1.20	1.38	8.6	202.0783	202.0777	-0.6
アルカン類	n-C12H26(Dodecane)	5	91	0.26	1.04	24	170.2035	170.2048	1.3
	n-C13H28(Tridecane)	4	91	0.71	1.23	7.3	184.2191	184.2177	-1.4
	n-C14H30(Tetradecane)	5	96	0.31	1.15	25	198.2348	198.2352	0.4
	n-C16H34(Hexadecane)	4	91	0.35	1.12	13	226.2661	226.2671	1.0
	n-C18H38(Octadecane)	4	83	-1.15	0.96	10	254.2974	254.2973	-0.1
有機塩素系化合物	1,4-Dichlorobenzene	4	73	-1.12	1.09	1.9	—	—	—

* ΔRT = 実測保持時間 - 予想保持時間 (s)

適切に使用するためには、ブランク試験の取扱いやデータ解析に関していくつか留意すべき点がある。

3.3.1 ブランク試験の取扱いについて

実試料を用いた分析を行う前、あるいは同時にブランク試験を行い、どのような物質がどのくらいの濃度、あるいは頻度で検出されるのかを十分に把握しておくことが大切である。NAGINATAではスキャンモードによる測定を行うため、試料中の成分だけでなく、分析操作中に混入した物質(コンタミネーション)も検出してしまう。そのため、検出した物質について、それが試料成分であるか、コンタミネーション由来であるかを判別しなければならない。加えて、ブランク試験でよく検出されるフタル酸類等の物質は経時的に濃度が変化するため¹⁰⁾、毎回の分析において必ずブランク試験を行う必要がある。

3.3.2 データ解析について

先述したとおり、NAGINATAは検出した物質の保持時間、MS HIT率およびイオン強度比の情報をもとに判定数をつけて同定精度の程度を表わす。そのため、目的物質が試料中に存在していても、当該ピークを妨害する外的要因があれば結果的に判定数が低くなり、同定を見逃してしまう可能性がある。このような影響を及ぼす要因の一つに、試料由来の夾雑成分(マトリクス)があげられる。

マトリクスは媒体によっても異なるが、環境試料中には天然由来の成分をはじめ、さまざまな化学物質が含まれている。ゆえに、マトリクスが多い試料ではスキャン測定で得られるクロマトグラムに数多くのイオンが検出されるため、目的物質のピークを妨害する可能性がある。NAGINATAにはこのような妨害を回避するデコンボリューション機能があるが、マトリクスによってはその適用が困難な場合もある。とくに、その量が多い場合には、クロマトグラムのベースラインが上昇して目的物質のピークが検出できなくなることや、目的物質の保持時間が予測時間に比べ大幅に遅れてしまうことなどがある。後者については、内標準物質の検出状況からも確認できるため、そのようなデータが得られた場合には注意が必要であるが、精確なデータを得るためには再精製を行

うことが望ましい。

また、マトリクスが少ない試料でも目的物質が高濃度で検出されるクロマトグラムではそのピークがブロードになり、ピークトップにおける保持時間が予測時間よりも遅れてしまうことがある。その際、目的物質のピークに隣接する類縁物質のピークがある場合(例：*p, p'*-DDDと*o, p*-DDT, Benzo(k)fluorantheneとBenzo(a&j&b)fluoranthene)には、注意が必要である。すなわち、後者の予測時間と前者の保持時間が近似することがあるため、誤同定をしてしまう可能性がある。これは、前述したマトリクスが多い試料においても同様のことがいえる。目的物質の検出濃度が検量線を超えるような濃度で定量された場合には、この点に留意して試料量や分取量を調整して再度分析を行った方がよいと考える。

最後に、NAGINATAを環境分析に適用させるためには、その特性をよく理解したうえで経験を積むことが必要である。この特性については、本報で述べた内容の他に宮崎らによって測定値の再現性に関する詳細な検証が行われている¹¹⁾。とくに、物質の物性や構造(官能基・骨格)によって、測定値のばらつきが異なるという知見は重要であると考えられる。また、NAGINATAによる物質同定は、最終的に分析者による判断が必要になるため、マスクロマトグラムやマススペクトルを十分に確認することが同定精度を高める大きなポイントとなる。そのため、濃度既知の試料や認証標準物質等を対象にした分析を適宜行い、使用する分析法の妥当性を確認しておくことが望ましい。データの信頼性を確保するためにも、このような精度管理を適切に実施していくことが大切である。

謝辞 GC/TOF-MSの測定には、ジャスコインターナショナル(株)の宮脇俊文氏にご協力をいただきました。ここに記して、感謝の意を表します。

一 文 献

- 1) A division of the American Chemical Society, CAS Database Counter, <http://www.cas.org/content/counter>
- 2) 門上希和夫, 棚田京子, 種田克行, 中川勝博: 有害化学

- 物質一斉分析用ガスクロマトグラフィー／質量分析法データベースの開発. 分析化学, **53**, 581-588 (2004)
- 3) K. Kadokami, K. Tanada, K. Taneda, K. Nakagawa: Novel gas chromatography-mass spectrometry database for automatic identification and quantification of micropollutants. *Journal of Chromatography A*, **1089**, 219-226 (2005)
- 4) 陣矢大助, 岩村幸美, 門上希和夫: 固相抽出法とGC-MS自動同定定量データベース法による水試料中半揮発性化学物質の包括的分析法の開発. 環境化学, **21**, 35-48 (2011)
- 5) 上野英二, 栂島由佳, 大島晴美, 大野勉: データベースソフトウェアを用いたGC-MSによる農産食品中残留農薬の多成分一斉分析法. 食品衛生学雑誌, **49**, 306-319 (2008)
- 6) 工藤恵子, 石田知己, 池田典昭: ガスクロマトグラフィー質量分析による標準物質を必要としない乱用薬物一斉分析法の開発. *Journal of the Mass Spectrometry Society of Japan*, **56**, 123-130 (2008)
- 7) 宮脇崇, 飛石和大, 竹中重幸, 門上希和夫: マイクロウェーブ抽出を用いる土壌中有機汚染物質のスクリーニング法の開発. 分析化学, **62**, 971-978 (2013)
- 8) GC/MS精度管理・相対定量ソフトウェア NAGINATA, 西川計測株式会社, <http://www.nskw.co.jp/analytical/product/chemplus/naginata.php>
- 9) 世界保健機関: 環境保健クライテリア No.202, 多環式芳香族炭化水素(PAH), 5 (1998)
- 10) 斎藤育江, 大貫文, 瀬戸博: 室内空気中フタル酸エステルの測定. 室内環境学会誌, **5**, 13-22 (2002)
- 11) 宮崎照美, 門上希和夫, 園田裕一, 陣矢大助, 山上仰, 東房健一, 尾川博昭: GC/MS全自動同定・定量データベースシステムにおける測定値の再現性の検証. 分析化学, **60**, 543-556 (2011)

■ 支部 だ よ り ■

東海・近畿・北陸支部

全国環境研協議会東海・近畿・北陸支部の活動について報告します。(支部事務局: 滋賀県琵琶湖環境科学研究センター)

1. 平成25年度支部役員会

- (1) 開催日時: 平成25年7月25日(金)
- (2) 場 所: 滋賀県琵琶湖環境科学研究センター(大津市)
- (3) 議 事
 - 1) 平成24年度収支決算および監査結果報告書について
 - 2) 平成25年度収支予算(案)および会計監事の指名について
 - 3) 平成25年度全国環境研協議会会長賞被表彰者の推薦について
 - 4) 平成25年度全国環境研協議会東海・近畿・北陸支部支部長表彰について
 - 5) 平成25年度全国環境研協議会東海・近畿・北陸支部総会等開催要領について
 - 6) 平成25年度全国環境研協議会東海・近畿・北陸支部専門部会による事業活動計画の応募について
 - 7) 平成25年度全国環境研協議会東海・近畿・北陸支部総会における討論議題について

2. 平成25年度東海・近畿・北陸支部総会

- (1) 開催日時: 平成25年9月6日(金)
- (2) 場 所: 兵庫県民会館(神戸市)
- (3) 議 事
 - 1) 平成24年度事業報告および平成24年度収支決算について
 - 2) 平成25年度事業計画案および平成25年度収支予算案について
 - 3) 平成25年度役員会報告
 - 4) 支部行事担当機関順序案について
 - 5) 全国環境研協議会組織図等について
 - 6) 討議
 - ① 各機関相互の情報交換に関するもの
 - ア 組織のあり方について
 - イ 研究の連携について
 - ウ 全国環境研協議会への参加旅費の予算
 - エ PM_{2.5}の注意喚起のための監視体制について

なお、支部総会終了後、支部表彰式が執り行われ、長年にわたり業務の推進に功績のあった5名の方が支部長から表彰されました。