

(36) 湖沼底質中の微量有機汚染評価のための指標物質の検出

—琵琶湖赤野井湾を対象として—

Detection of Indicator Contaminant(s) for Evaluating the Micro-Organic Pollution of Lake Sediments: Application to the Sediment Samples of Akanoi Bay, Lake Biwa

原田 淳・ 山敷庸亮・ 山下尚之・ 清水芳久・ 松井三郎・

Jun HARADA*, Yousuke YAMASHIKI*, Naoyuki YAMASHITA*, Yoshihisa SHIMIZU*, Saburo MATSUI*

ABSTRACT : The pollution of lake sediments by organic micropollutants has been of growing environmental concern due to their suspected long term effects on both human health and the surrounding ecosystem. In this research, in order to search the indicator organic micro-contaminant(s) which can be usable for representing the micro-organic pollution, an analytical methodology consisting of freeze-drying, soxhlet extraction with dichloromethane, concentration by rotary-evaporator, purification by Sep-pak florilil cartridge, and quantification by GC/MS was formulated and applied to the lake sediments of Akanoi Bay, Lake Biwa. With the detection of two polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) (i.e., fluoranthene and pyrene) in the sediment samples, it was concluded that these two PAHs can be the candidate of the indicator contaminants. Based on the horizontal distribution of these PAHs and the particle size distribution of the sediment samples, it was furthermore considered that the river inflows into the Bay are the main pollution sources.

KEYWORDS : organic micropollutants, lake sediments, indicator contaminant(s), polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs), particle size distribution.

1. 緒論

人々は科学技術の高度化による利便性、快適性を享受する一方で、自らが意図的、非意図的に生成する化学物質によって、大気、水、土壤などの環境を汚染している。半無限的な希釈能力を有すると考えられていた海や湖沼にも現在では多種多様な化学物質が存在することが明らかになり、特に これら海や湖沼の底質には、水溶解度が低く生態濃縮性の高い化学物質が高濃度で蓄積している例も多く報告されている。したがって、これらの化学物質による汚染に対策を講じる上で底質の汚染状況を把握することが不可欠であると考えられる。しかし、底質汚染の中でも特に長期的影響が懸念される微量有機汚染物質に関しては、PCBなど特定の地域において観測される物質を除いてその調査例はあまり多いとは言えない。また、微量有機汚染物質には多くの種類があり、1つ1つを測定することは時間的にも経済的にも多くの困難が伴うと考えられる。そこで、我々はこれらの微量有機汚染を代表する指標となるような物質を特定することができれば、これを測定することにより微量有機物質による底質汚染を全般的に評価することが可能になると考え、具体的にはこの指標物質により底質汚染の実態を把握・検討することを目標としている。本研究では、この最終目標を達成するための第一段階として、以下のような3つの具体的な目的を設定した。

(目的1) : 底質から微量有機汚染物質を抽出・分析するために有効な方法を構築する。

(目的2) : 琵琶湖赤野井湾を対象として、上記において構築した方法を用いてその底質を定性的に分析し、

* 京都大学工学部附属環境質制御研究センター

検出された物質の中から、微量有機汚染の指標となりうる物質を特定する。

（目的3）：琵琶湖赤野井湾の底質を対象として、上記において特定した指標物質の定量分析を行い、湾内底質中の分布を把握し、その汚染要因について検討する。

なお、本研究における微量有機汚染物質とは、人間の諸活動に由来する有害である（または有害である可能性をもつ）微量有機物質である。

2. 抽出・分析（前処理）方法の構築

底質中微量有機汚染物質の抽出は、乾燥、抽出、濃縮、精製の順に行った。以下にこれらのそれぞれの方法および分析方法について説明する。

2.1 乾燥方法

底質中に微量に存在する有機汚染物質を定性・定量分析するためには、これらの物質を底質から抽出・濃縮する必要がある。これらの抽出・濃縮には疎水性有機溶媒による固・液抽出および濃縮が実施される。この際、底質に含まれる水分は、これらの疎水性有機溶媒と接触させると底質粒子表面を覆い、底質粒子（固相）と有機溶媒（液相）の物理的接触を妨げ、固・液抽出の効率を低下させる原因となる。したがって、固・液抽出操作の前処理として水分除去（乾燥）が必要となる。本研究では、この底質の乾燥方法として、底質中の微量有機汚染物質を保持できる可能性がより高いと考えられる凍結乾燥を採用した。

凍結乾燥に供する底質試料は、まず、冷蔵庫（4℃、暗所）に保管しておいた試料の表層10cmの部分を取り取り、これをガラス瓶に入れてよく混合し均質化したものとした。これを容量1Lのガラス製ナス型フラスコに移し、凍結用機器及び工業用変性アルコール（-40℃）を用いて約15分間かけて全体を凍結させた後、真空減圧機に取り付けて約36時間静置し乾燥させた。乾燥した試料は全体の重量を測定した後、ガラス製ねじ口瓶（100mL）に入れ、口をアルミホイルで覆い、キャップをはめて密閉した状態で次の抽出操作を行うまで冷蔵庫（4℃、暗所）中に保存した。

2.2 抽出および濃縮方法

抽出は、ジクロロメタンを溶媒としたソックスレー抽出器を使用して実施した。抽出に用いた円筒ろ紙は、グラスファイバー製のもの（直径28mm、長さ100mm、東洋ろ紙製）である。また、底質試料の抽出に先立ち、円筒ろ紙に付着している可能性のある微量有機物を除去することを目的として、あらかじめジクロロメタン約100mLを使用して、ソックスレー抽出器を利用して24時間洗浄した。溶媒の加熱にはマントルヒーターを用い、24時間抽出を行うことおよび溶媒の揮発性を考えて、溶媒が約1時間に1回循環するようにスライダックを使用して温度調節を行った。冷蔵庫に保管しておいた凍結乾燥済みの試料を室温に戻してから、円筒ろ紙にその高さの3/4程度添加し、試料の重量を測定した後、抽出操作を開始した。抽出終了（24時間）後、マントルヒーターの電源を切り、抽出液が室温に戻るのを待ってから冷却器を取りはずし、円筒ろ紙中の試料およびソックスレー抽出器内壁を少量のジクロロメタンで2回洗浄し、この洗浄液も抽出液に加えた。この抽出液に10～20gの無水硫酸ナトリウムを加えて十分に混合し抽出液中に残存する水分を除去した。更に、この抽出液を容量100mLのナス型フラスコに移し換え、先ほど加えた無水硫酸ナトリウムをジクロロメタンで2回洗浄し、この洗浄液も加えた後、40℃の湯浴中でロータリーエバポレーターを使用して蒸発乾固させた。最後に蒸発乾固させた試料にヘキサン5mLを加えて抽出物を再溶解し、これを液・1とした。なお、既存の方法は濃縮作業が煩雑、長時間であったので、作業中の微量有機汚染物質の揮発の可能性低減および作業時間の短縮による労力低減のため可能な限り操作を単純化した。

2.3 精製および分画方法

有機溶媒を使用して底質試料中の微量有機汚染物質を抽出する際には、目的とする微量有機汚染物質に加えて、底質中にその成分として元来存在する種々雑多な有機・無機の化学物質が抽出される可能性がある。これらの化学物質を除去するために、本研究ではSep-pakフロリジルカートリッジを用いて抽出試料の精製

および分画を実施した。なお、カートリッジは抽出試料精製の前に、あらかじめヘキサン20mLでコンディショニング（洗浄）をした。

精製および分画は、まず、ガラス製シリンジを用いてカートリッジに液-1を添加し、通過した液を画分-1とした。続いてヘキサン10mL、アセトン/ヘキサン 15:95（体積比）10mL、アセトン/ヘキサン 10:90（体積比）10mL、アセトン/ヘキサン 15:85（体積比）10mLの順にカートリッジに添加し、通過した液をそれぞれ画分-2、画分-3、画分-4、画分-5とした。なお、これらの液を添加する際には、液の通過速度を約2mL/minに調節した。各画分試料は容量10mLのバイアル瓶に入れ、試料及び溶媒が揮発しないように、ゴム栓をして密閉した後、その上からハンドクリッパーを用いてアルミキャップにより再度密閉し、分析に供するまで冷凍庫（-30℃、暗所）に保存した。なお、既存の方法は硫黄除去のために銅粉末を使用していたが、本研究の方法を用いた場合、標的物質と硫黄が分画によって分離可能なので、銅粉末を使用する必要がなくなった。

以上、2-1から2-3までの操作に使用した器具は、すべて透明のポリシリケートガラス製（葉さじはステンレス製）であり、有機化合物を吸着する可能性のある色付きガラス製のは避けた。また、試薬はすべて残留農薬試験用特級（ナカライテスク）を使用した。

2.4 分析方法

各試料中の微量有機汚染物質を定性・定量分析するために本研究ではGC/MS（GasChromatograph SHIMADZU GC-17A、Mass Spectrometer SHIMADZU QP-5000）を使用した。分析条件をTable 1に示す。

3. 底質サンプリング

3.1 琵琶湖赤野井湾について

赤野井湾は琵琶湖南湖の東岸北部に位置する浅水湾である（Fig. 1 参照）。湾の面積は約1.5km²で、水深は浅く平均約2mである。湾へ流入する主な河川は法竜川、石田川、新守山川である。これらの河川の総流域面積は約23km²であり、その土地利用は水田（約60%）と宅地（約40%）である¹⁾。湾岸にはヨシなどの抽水植物が発達しており、底質は岸に近い場所では砂泥質で、沖に行くにしたがって泥質が増加する傾向がある。

1983年9月に初めて南湖でアオコが発生した（北湖では

Table 1 Analytical conditions of GC/MS.

Column	J&W SCIENTIFIC fused silica capillary column (DB-1, 30m×0.32mm i.d.×0.25 μm)
Temperature	Injection Port: 300℃ Oven: 50℃(1min) to 300℃(5min) at 10℃/min Interface: 230℃
Carrier gas	He (3.1mL/min)
Injection mode	Splitless (purge off 1min)
Ionization method	EI
Ionization voltage	70eV

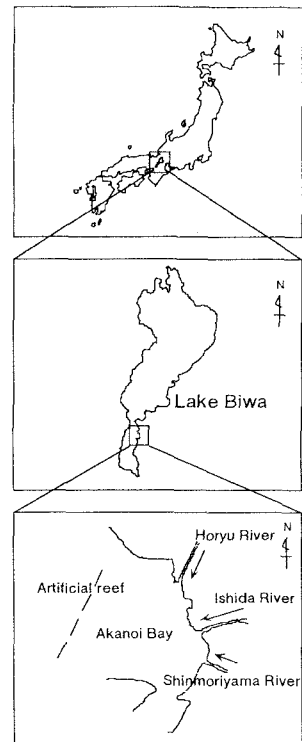


Fig. 1 Geographic location of Akanoi Bay

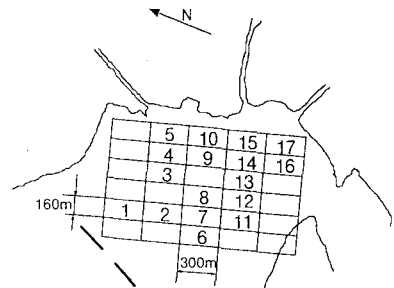


Fig. 2 Sampling points in Akanoi Bay.

1994年が初めて)。赤野井湾で初めてアオコが発生したのは1988年であり、それからほぼ毎年発生するようになった。近年、窒素やリンなどの栄養塩に関しては底質が水質に与える影響が無視できないとされており、赤野井湾では底質改善事業として底質の浚渫・除去作業が1992年から開始されている。

このような状況の中、現在までにあまり調査研究されていない微量有機汚染物質について、赤野井湾の底質が現時点でどの程度汚染されているかを把握することは非常に重要であると考えられる。

3.2 底質サンプリング方法

本研究で採用したサンプリング地点の位置をFig.2に示す。流入河川の河口位置を考慮した上で、赤野井湾全体を覆うようにステーションの位置を選定した。隣り合うステーションの距離は、サンプリングおよび試料分析時間を考慮した上で、南北方向に300m、東西方向に160mとした。底質のサンプリングは、コアサンプラーおよび押し出し棒を使用して行った。全ステーションのサンプリングを終えた後、直ちに試料を実験室に持ち帰り、抽出・分析を行うまで冷蔵庫（4℃、暗所）に保存した。

4. 実験結果及び考察

4.1 琵琶湖赤野井湾底質中微量有機汚染物質の検出

微量有機汚染物質を検出するために、本研究ではGC/MSによる一斉分析を実施した。一斉分析は、まず液-1について実施し、次に画分-1～画分-5の順に行った。

St. 1 の底質試料の液-1に対して一斉分析を行った結果のTotal Ion ChromatogramをFig.3に示す。Fig.3より液-1中には、脂肪族炭化水素が多く存在することがわかる。Fig.3の保持時間24.4分、25.9分、および27.5分に検出されるピークがこれに対応する。また、17.9分には分子状硫黄、22.9分にはフタル酸ビス（2-エチルヘキシル）（DEHP）、25.3分には多環芳香族炭化水素（PAH）（分子量252）が検出された。他のサンプリング地点についても得られた結果は同様であった。

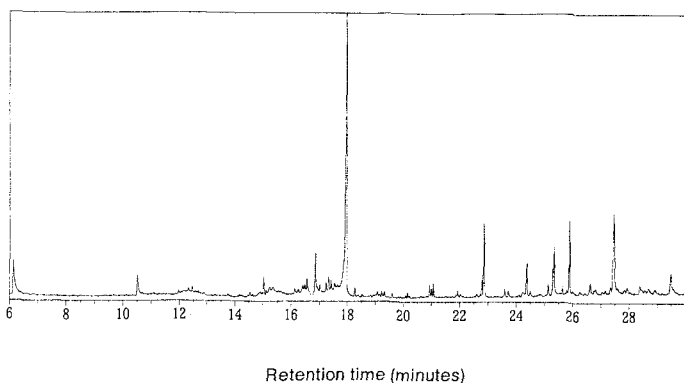


Fig. 3 Total ion chromatogram of Liquid-1.
(Sediment sample at St.1)

脂肪族炭化水素についてはその発生源を特定することが困難であること、および有害性が無視できると考えられることから、本研究における指標物質の対象とはしなかった。分子状硫黄は自然由来の物質であり、土壌中や底質中に広くそして多量に存在しているためこれも指標物質として適切ではない。したがって、赤野井湾底質中から微量有機汚染物質として検出されたのはDEHPおよびPAHのみと考えることができる。

同一試料中におけるDEHPの検出およびその再現性の欠如は、環境中に存在する固体・液体・気体試料をGC/MSを利用して分析する場合に頻繁に観測される現象である。現在までにその再現性を向上させるための様々な対策・手法の改良が実施されてきているが、DEHPは実験室内の大気中などにも存在する可能性があり、DEHPの由来および再現性の欠如に関するの究明が十分に実施されているとは言えない²⁾。また、一般に環境中に存在するDEHP濃度の範囲はGC/MSの検出限界と比較して、ほぼ同程度かあるいはそれ以下であると考えられている。したがって現段階ではDEHPを底質の微量有機物による汚染を検討するための指標物質として選定することは適当ではないと考えられる。

PAHは石油、石炭などの化石燃料および木材などの有機物質の熱分解および不完全燃焼によって生成される³⁾。このため自動車排ガス中には多種類のPAHが含まれている。さらに、コールタールは、アスファルトや不透水性の防腐塗料として使用されているが、このコールタール中にも多種類のPAHが含まれている⁴⁾。したがって道路やその周辺および大気中には、PAHおよびそれらが付着した粉じんなどが多量に存在し、これらが雨や風によって運ばれることにより、環境は広く汚染されることになる。また、PAHの中には、発ガン性を持つことで有名なBenzo(a)pyreneをはじめとして、多くの有害物質が存在する。更に、上記のDEHPとは異なり、環境試料中のPAH濃度を定量することは比較的容易であると考えられる。

以上より、本研究では、底質の汚染を評価するために有用な微量有機物質（即ち、指標物質）としてPAHを採用することとした。また、画分1、画分2、画分3、画分4、および画分5についてGC/MSによる分析を行った結果、PAHは画分3のみに存在し、底質由来の分子状硫黄、脂肪族炭化水素などは画分3に存在しないことが確認された。したがって本研究では、以下においてPAHに注目することとし、対象とする分析試料は画分3のみとした。

4.2 琵琶湖赤野井湾底質中PAHの定量分析

(1) 定量対象物質の特定

4.1において指標物質として選定したPAHには多くの種類が存在する。アメリカの環境保護局（EPA）は、“priority pollutants”として水域環境への流出を規制する必要がある物質を挙げているが、その中には16種類のPAHが含まれている⁵⁾。St.1、St.2、St.3、St.4、St.5、St.6およびSt.8の画分3に対して、GC/MSを使用して一斉分析を行った。このデータを用いて、フラグメントイオンを上述の16種類のPAHの分子量に設定し、それぞれのイオンのイオンクロマトグラムを作成した。この結果、これらの底質試料中には分子量が202および252のPAHが存在することがわかった。Fig.4にSt.5のイオンクロマトグラムを示す。Fig.4中の番号をつけたピーク（1、2および3）

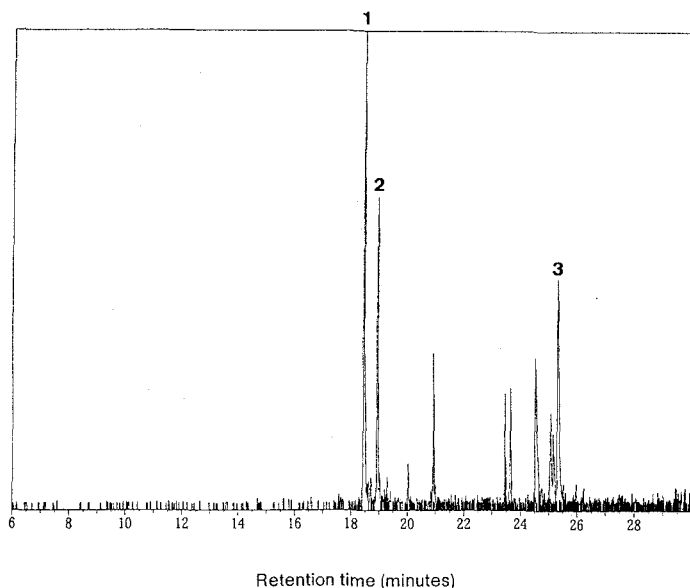


Fig. 4 Ion chromatogram of mass number 202 and 252.
(Sediment sample at St.5)

はSt.1～St.8の全てのステーションで検出されたが、それ以外のピークについては検出されたステーションと検出されなかったステーションが存在した。本研究においては、琵琶湖赤野井湾を対象として底質の分析を実施したことを考慮すると、設定した全ステーションにおいて検出されるPAHの分布を測定することが重要であると考えられる。したがってこれ以降の検討は、番号をつけたピークに対応するPAHに着目して実施した。

番号1および番号2のピークはいずれも分子量202のPAHである。またこの分子量に対応する標準物質を利用してGC/MSで分析した結果より、番号1のピークはFluoranthene、番号2のピークはPyreneであることがわかった。番号3のピークは分子量252のPAHであった。分子量252のPAHには6種類の物質があり、これらは

互いに構造異性体である。このため、これら6種類のPAHのマススペクトルは非常に類似しており、また、保持時間も非常に接近していることから、番号3のピークを同定するには至らなかった。以上から、本研究においては、対象とするPAHをFluorantheneとPyreneに絞ることとした。

(2) GC/MSによる定量分析結果

対象物質をFluorantheneとPyreneとして、赤野井湾における全ステーションの底質試料の画分3についてGC/MSで定量分析を行った。なお、定量分析は絶対検量線法（外部標準法）を用いて行った。また、St.14、15、16および17の底質試料に対しては、本研究で採用した抽出方法によるFluoranthene-d10の添加回収実験も同時に行った。しかし、St.14、15、16および17の底質試料に添加したFluoranthene-d10の回収率はいずれの場合も70%以下となり、回収率が良好であったとは言い難い。この原因の一つとしては、抽出の対象となるPAHは底質中の有機成分のみならず、無機成分にも捕捉されており、後者を疎水性有機溶媒で抽出することに困難があったことが挙げられる。したがって、無機成分からの抽出、すなわち回収率を上げるためには、今後、抽出方法・抽出溶媒などの更なる改良を加える必要がある。なお、本研究においては、回収率は添加回収実験に使用した4つのステーションからの底質を使用した場合の回収率を基に52.2%とした。

FluorantheneおよびPyreneの定量分析結果をそれぞれTable 2に示し、これらを基にして赤野井湾底質におけるこれらの微量有機汚染物質の平面分布をグラフにしたものをそれぞれFig.5およびFig.6に示す。Fig.5とFig.6を比較すると2つのPAHの平面分布が類似していることがわかる。そこでFluorantheneとPyreneの相関を検討するために、各ステーション毎のFluoranthene濃度を横軸に、Pyrene濃度を縦軸にプロットした。この結果をFig.7に示す。Fig.7より両者の相関係数（R2）は0.86となり、これら2種のPAH濃度には高い相関があることが認められた。

互いに相関があること、すなわち、環境中における分布が類似していることが確認されたFluorantheneおよびPyreneの物性をそれぞれTable 3に示す6）。これら2種のPAHは互いに構造異性体であり、分子量は共に202.26である。また水溶解度

Table 2 Concentrations of two PAHs.

Station No.	Concentration (mg/kg-drywt)	
	Fluoranthene	Pyrene
1	4.20 × 10 ⁻²	2.35 × 10 ⁻²
2	3.84 × 10 ⁻²	2.29 × 10 ⁻²
3	2.57 × 10 ⁻²	1.11 × 10 ⁻²
4	7.01 × 10 ⁻¹	3.58 × 10 ⁻¹
5	1.32 × 10 ⁻¹	3.50 × 10 ⁻²
6	1.03 × 10 ⁻¹	2.82 × 10 ⁻²
7	7.58 × 10 ⁻²	2.99 × 10 ⁻²
8	4.73 × 10 ⁻²	2.61 × 10 ⁻²
9	6.48 × 10 ⁻²	3.05 × 10 ⁻²
10	2.58 × 10 ⁻¹	1.01 × 10 ⁻¹
11	2.35 × 10 ⁻¹	2.54 × 10 ⁻¹
12	3.98 × 10 ⁻¹	3.01 × 10 ⁻¹
13	1.38 × 10 ⁻¹	1.13 × 10 ⁻¹
14	9.30 × 10 ⁻²	6.55 × 10 ⁻²
15	1.09 × 10 ⁻¹	7.26 × 10 ⁻²
16	4.04 × 10 ⁻¹	1.85 × 10 ⁻¹
17	5.10 × 10 ⁻¹	3.56 × 10 ⁻¹

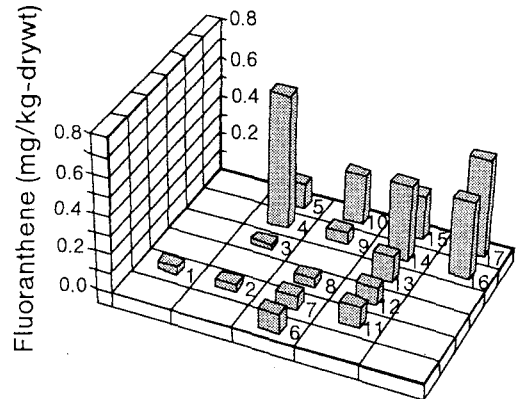


Fig. 5 Distribution of fluoranthene in Akanoi Bay.

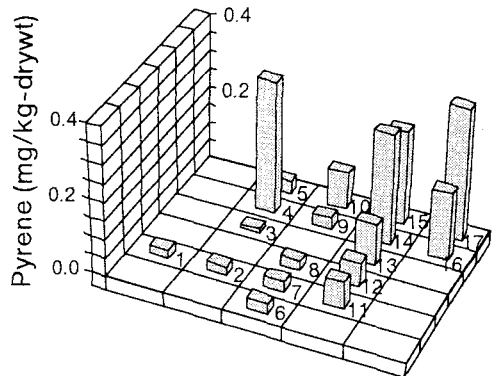


Fig. 6 Distribution of pyrene in Akanoi Bay.

が非常に低く、ほとんど水に溶けない。さらに、Pow（オクタノール/水分配係数）および沸点も類似している。したがって、4.1で説明したようにその発生源もほぼ同一であり、これら2種のPAHの環境中における分布は類似していると考えられることから、これら2種のPAHの環境中における挙動も類似しているものと推察される。

また、PAH濃度と底質の粒度との関係を検討するために、各ステーションから採取した底質の粒度分布を測定した。測定は各ステーションの底質試料の表層部分1cmを切り取り、粒度分布測定装置（SALD-3000、島津製作所製）を使用して行った。各ステーションの底質試料のメディアン径の測定結果をTable 4に示す。ただし、St.6およびSt.15については、採取した底質試料の全量をソックスレー抽出に使用する必要があったため、粒度分布測定には至らなかった。

Fig.5およびFig.6より、赤野井湾底質中におけるFluorantheneおよびPyreneの分布の特徴は河口に近い場所で濃度が高く、沖へ行くにしたがって濃度が低くなることである（Fig. 2参照）。湖沼などの閉鎖性水域におけるPAHの流入源としては流入河川および大気と考えられるが、この分布の特徴から赤野井湾においては河川がその主な流入源であることが示唆される。この場合、本来ならば河口に近い場所ほど濃度が高くなるはずである。しかし、St. 4とSt. 5およびSt. 14とSt. 15については河口から少し離れたステーションの方が濃度が高くなっていることがわかる。これは底質の粒径の違いに起因するものと考えられる。例えば、St. 4とSt. 5に注目すると、St. 5のメディアン径はSt. 4に比較して2倍以上の値である。一般に粒径が大きくなるほど比表面積は小さくなるので、表面に捕捉される物質も少なくなる。したがって、赤野井湾において河川から供給されると考えられるPAHは、まず、河口部において捕捉されるが、河口部底質の粒径が比較的大きく、その捕捉容量を超えてPAHが河川から流入する場合には、河口から離れた部分にもPAHが到達するものと考えられる。そして、沖合いに捕捉容量が大きい（即ち、粒径の小さい）底質が存在する場合には、その箇所におけるPAH濃度が高くなることが予想される。また、St. 14とSt. 15についてはSt. 15のメディアン径の測定結果がないので正確なことは言えないが、やはりSt. 15の方が粒径が大きいものと推察される。しかし、Pyrene濃度についてはほとんど差がないことから、St. 4とSt. 5ほどの粒径の差はないと考えられる。

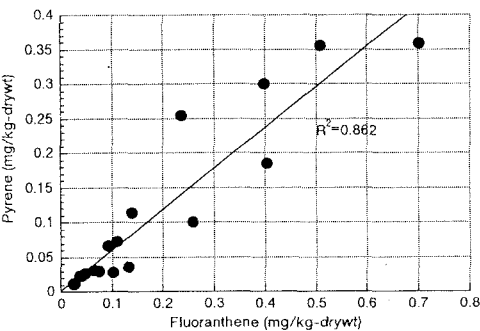


Fig. 7 Correlation of fluoranthene and pyrene.

Table 3 Properties of fluoranthene and pyrene.

Property	Fluoranthene	Pyrene
Structure		
Molecular weight	202.26	202.26
Specific gravity	1.252 (0°C)	1.271 (27°C)
Melting point (°C)	110~111	154
Boiling point (°C)	382	404
Water solubility(mg/kg)	0.206 (25°C)	0.132 (25°C)
Log Pow	5.22	4.88
Toxicity	LD ₅₀ 2000mg/kg (orally in rats)	LD ₅₀ 514mg/kg (abdominally in mice)

Table 4 Particle size distribution of sediment samples.

Station No.	Particle size [mean diameter(μm)]
1	12.2
2	19.0
3	23.5
4	17.4
5	36.7
6	-
7	17.7
8	16.1
9	13.2
10	15.1
11	12.7
12	22.4
13	24.5
14	26.5
15	-
16	13.4
17	12.3

4.3 今後の課題

本研究で構築した抽出・分析方法については環境試料に適用することを目的としていることから、本研究では操作の簡素化による汎用性の向上を目指し、さらに回収率の向上を考慮した。今後の改良点としては、分子量の小さい物質を揮発させてしまう可能性がある凍結乾燥を使用しないこと、ソックスレー抽出と他の抽出方法（例えば、超臨界抽出方法など）を比較してより抽出効率の良い方法を採用することなどが挙げられる。

本研究で構築した抽出・分析方法によって定量される汚染物質としては、農薬、プラスチック添加剤およびPAHが挙げられる。実際に赤野井湾底質中に適用した結果、農薬の存在については確認できず、仮に存在していたとしても検出限界以下のごく微量であったと考えられた。プラスチック添加剤としてDEHPが同定されたが、前述の議論の通り、定量の際の再現性に問題があるため、定量を行うには至らなかった。したがって本研究では微量有機汚染の指標物質としてPAHを選定したわけであるが、PAHが底質汚染の指標として妥当か否かは、今後プラスチック添加剤など他の微量有機汚染物質との相関を観るなど、更なる調査・検討を加えていかなければならない。しかし、少なくとも河川由来の微量有機汚染物質による底質汚染を把握する上での指標物質としてPAHは妥当であると考えられる。

5. 結論

本研究では、底質中の微量有機汚染物質を抽出・分析する方法を構築すること、その方法により実際に琵琶湖赤野井湾の底質を分析し、微量有機汚染の指標となる物質を特定すること、およびその物質を定量し、汚染の要因を検討することを目的とした。本研究で得られた結論を要約すると以下ようになる。

- (1)既存の方法を参考にして底質の抽出（前処理）・分析方法を検討し、適切な改良を加えた結果、抽出（前処理）・分析方法として、「凍結乾燥→ソックスレー抽出器を使用したジクロロメタンによる溶媒抽出→ロータリーエバポレーターを使用した濃縮→Sep-pakフロリジルカートリッジを使用した精製および分画→GC/MSを使用した分析」を採用した。
- (2)上記(1)において構築した方法を琵琶湖赤野井湾底質の分析に適用した結果、脂肪族炭化水素、分子状硫黄、DEHP、PAHなどが検出された。これらの中から、有害であることおよび再現性よく定量できることを考慮して、微量有機汚染の指標物質としてPAHを選定した。
- (3)琵琶湖赤野井湾の底質試料中のPAH、特にFluorantheneとPyreneの濃度分布を定量し、この結果を流入河川河口の位置、底質の粒径分布などを考慮して比較検討した結果、PAHの主な流入源は河川であることが推察された。

今後は、本研究で採用した抽出（前処理）・分析方法を更に改良するとともに、これらの方法を他の底質試料にも適用し、PAHの微量有機汚染指標物質としての重要性を検討することを通して、微量有機汚染の実態を把握・検討することが必要であると考えられる。

参考文献

- 1) 山中直：赤野井湾の水質特性について、琵琶湖研究所赤野井研究会資料、1996.
- 2) Furlong, E.T: Personal Communication, USGS, Denver, Colorado, USA, 1995.
- 3) 滋賀県立衛生環境センター：琵琶湖底質調査報告書（昭和61年度～昭和63年度）、82、1990.
- 4) 加須屋実：環境毒性学（下巻）、日刊工業新聞社、1978.
- 5) Larry H.Keith, William A.Telliard: Priority pollutants I-a perspective view, Environmental Science&Technology, Vol.13, No.4, 416-423, 1979.
- 6) 環境庁環境化学物質研究会：環境化学物質要覧、387、430、1985.