

極微量化学物質分析：ダイオキシン類、POPsをはじめとする有害化学物質分析

当研究所では、開設当初はBOD、COD、栄養塩類などの環境基準項目の分析を中心に行うとともに、ダイオキシン類をはじめとする微量化学物質の分析技術の研究を進めてきました。ダイオキシン類、PCB類などのPOPs(残留性有機汚染物質)は、ダイオキシン類対策特別措置法の制定や、ストックホルム条約の締結により分析の必要性が高まりました(詳細はi-NET Vol.24をご参照ください)。

これらの物質は、通常の環境基準項目で要求されるmg/L、mg/gレベルの10億分の1(pg/L、pg/g)の極微量分析が要求されます。そのため、試料の前処理方法やGC/HRMS(高分解能ガスクロマトグラフ質量分析計：写真1)による分離カラムを含めた測定条件の検討を行い、効率的で、精度よく、かつ、より少ない試料量で多成分を同時に分析できる分析法の開発を進めてきました。現在では、この技術を活かした極微量化学物質の分析を主にしています。

例えば、絶縁油中の微量PCB分析では、高速GCカラムの開発により、通常40～60分間の分析時間を5～6分間に短縮し、迅速に分析データを提供することが可能となりました(詳細はi-NET Vol.24をご参照ください)。

また、信頼性の高い分析を維持するためには、使用する試薬、機材などのブランクを管理する必要があり、有機溶媒蒸留装置、試料捕集用低ブランクポリウレタンフォームなどの開発を行っています。

このような技術開発・改良を継続して行い、増加する環境監視項目に対応すべく努力しています。



写真1 GC/HRMS(高分解能ガスクロマトグラフ質量分析計)

このほか、大気降下物を効率的、かつ汚染・分解の少ない状態で採取するための採取装置の開発や、水中の極微量有機化学物質を分析するために現場で大量の水を濃縮する装置の開発を行いました(写真2、詳細はi-NET Vol.28をご参照ください)。

このように当研究所では、環境分析の他にも試料採取にかかわる製品の開発・提供も行っています。



写真2 微量有機化学物質濃縮装置

生体中の有機化学物質分析

化学物質がヒトの健康に与える影響を評価するためには、周辺環境の調査だけでなく、対象とするヒト生体中の化学物質濃度を把握し、環境中の化学物質濃度と健康状態とを比較解析することが必要となります。しかし、血液試料などは、被験者に負担をかけずに得ることのできる試料量が限られることから、これまでは生体中で比較的濃度の高い物質のデータしか得ることができませんでした。

当研究所では、前述のPOPs、及び同様に健康影響が危惧されるその他の化学物質に対し、少量の血液からでも分析が可能な大容量注入装置(SCLV injection system)を開発し、低濃度の分析を可能としました。

また、GC(ガスクロマトグラフ)では測定が難しい水溶性の化学物質に対しては、高感度かつ多成分の物質を同時測定可能なLC/MS/MS(液体クロマトグラフタンデム型質量分析計)を導入しています。

体内に入った化学物質は、蓄積性の高い状態から分離排泄できるよう体内で代謝され、尿から排泄されます。このように、化学物質のヒトへのばく露を把握するためには、血液中のPOPsなどの分析以外に尿中の化学物質を対象とした分析技術の開発が必要です。

当研究所では尿中の化学物質など、水溶性の高い物質に対してLC/MS/MSを使用し、化学物質全般にわたる分析技術の開発を進めています。さらに、高感度かつ高速な多成分同時測定の手法を開発するため、UHPLC(超高速液体クロマトグラフ：写真3)を導入し、既存技術を含めて改良を進めています。



写真3 UHPLC/MS/MS
(超高速液体クロマトグラフタンデム質量分析計)

微量元素の化学形態別分離分析

環境中の金属元素の分析に関して、JISなどで採用されているICP-MS(誘導結合プラズマ質量分析計)による測定法が一般化してきました。当研究所では早い段階からICP-MSを導入し、環境試料、食品、生体試料の金属元素の分析を行ってきました。

現在、世界的に問題となっている環境汚染物質のひとつにヒ素があげられます。当社ではヒ素を形態別に分析する技術を確立し、食品、生体試料の分析に適用しています。ヒ素は人体における必須微量元素といわれており、有機態ヒ素として食品、特に海藻類などに多く含まれています。

その反面、無機態ヒ素は、一旦環境を汚染すると速い速度で広範囲に広がり深刻な健康問題を引き起こします。食品中の有機態ヒ素は大半が生物体内で代謝合成された非常に毒性の低いもので、健康影響を考える際には、これら有機態ヒ素類と水質汚染などに由来するヒ素(多くは無機態ヒ素)とを分離して測定する必要があります。当研究所では高感度で金属元素を分析できるICP-MS(写真4)に液体クロマトグラフを接続したLC/ICP-MSを用いて、米やヒト尿中の化学形態別ヒ素を分離、分析しています。

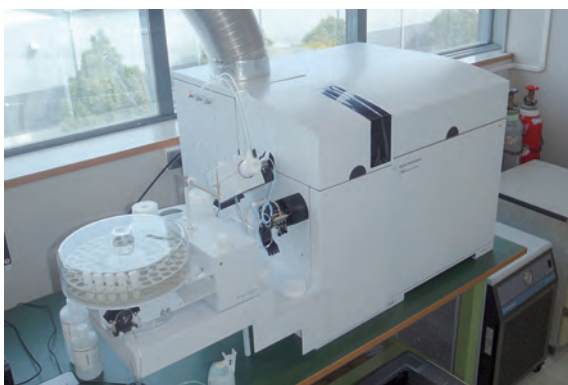


写真4 ICP-MS(誘導結合プラズマ質量分析計)

これにより無機態ヒ素(亜ヒ酸あるいはヒ酸)と体内での代謝合成物であるメチルアルソン酸、ジメチルアルシン酸、アルセノバタインなどを個別に分析することが可能となり、健康リスクの評価において非常に重要な情報を得ることができます。

その他の元素(特に遷移元素)についても、化学的形態により環境、あるいは生体に与える影響は異なりますので、今後、形態別分析技術の開発と調査を進める予定です。

放射能分析

当研究所における放射能分析の開始は、10年以上前に遡ります。半減期22.2年の鉛-210、半減期30.2年のセシウム-137の堆積物中放射能を分析することで海域・湖沼などの堆積物の年代を調べることができます。これら放射能分析と微量化学物質分析の組み合わせにより、ダイオキシン類をはじめとした有害化学物質の堆積年代測定技術の開発を進めてきました(写真5、詳細は*i-NE*T Vol.5をご参照ください)。



写真5 Ge(ゲルマニウム)半導体γ線スペクトロメーター

これまでに培った放射能分析の技術を根幹に、2011年の福島第一原子力発電所事故以来急務となった環境中の放射能分析に関しても、事故直後から分析を開始し、事故後の間もない時期から大気、降下物試料などを採取して、ヨウ素-131やセシウム-134、137などの環境放射能データを取得しました。

また、放出された放射性物質の中でも、特に健康への影響が大きいと危惧されている放射性ストロンチウム分析についても、鉛-210の分析技術を応用し、いち早く分析技術を確立して、水質、底質をはじめとする環境中の分析を行っています。さらに現在は、ヒト生体中の放射能を測定するため、少量の血液で高感度に放射能を分析できるウェル(井戸)型Ge半導体γ線スペクトロメーターを導入し、血液中の放射性セシウムなどの高感度分析の技術開発を行っています。