測れない放射能をはかる

（日本アイソトープ協会常務理事）　池　田　長　生

東京教育大学に赴任したのは昭和29年12月であった。その少し前，私は東大理学部においていわゆる「ビキニの灰」の分析に携わった。主要成分の検出・定量は2週間ばかりで終ったが，その中にかなり多量のウラン－237(^{237}U，半減期6.75d)の存在が認められた。

「ビキニの灰」における^{237}Uの存在は二つの意味で重要であった。一つはこれが爆弾の種類を知る手がかりを与えること，もう一つはそのβ^-壊変によって生成するネプツニウム－237(^{237}Np，2.14×10^6y）の存在を示唆することである。前者については，この爆弾が核分裂(fission)－核融合(fusion)－核分裂に基づく3F爆弾であることを示すものとして，当時のマスコミを賑わせた。後者については，^{237}Uの壊変によって生成する^{237}Npの放射能の理論値は^{237}Uの放射能の約1／10^8に過ぎず，当時は到底検出できる量ではなかった。しかし，その後の一連の核爆発実験により，環境に蓄積される恐れのあるいわば「水面下」の核種であった。同様にテクネチウム－99(^{99}Tc，2.11×10^5y），ヨウ素－129(^{129}I，1.57×10^7y)などの長半減期放射性核種も，原子力施設周辺の特別の場合を除けば，まだ直接放射能測定によっては検出されていない「水面下」の核種である。しかし今後核燃料再処理や放射性廃棄物の処理・処分などの進展に伴い，環境におけるこれらの核種の蓄積を考えるとき，その分布，移行の挙動を「水面下」で捉え，やがて「水面上」に出たときに備えることは極めて重要である。

直接放射能の測定によって検出することのできない「極超微量」の放射性核種をどのようにして検出するか。一つの可能性は放射化分析法の適用である。例えば，^{129}Iの放射化分析法による定量例は1970年代に外国で報告され，わが国でも，1981年に筑波大学の筆者らの研究室において，茨城県東海村の土壌試料中にはじめて^{129}Iが検出，定量された。この方法は試料を原子炉中で中性子で照射するとき，^{129}I(n，γ)^{130}Iの核反応で生成する^{130}I(12.36h)の放射能を測定することに基づいている。線束密度10^{13}の中性子で1時間照射するとき，この方法の感度は，直接放射能を測定する場合に比して，約50000倍向上する。同様に，^{237}Npの場合には，^{237}Np(n，γ)^{238}Npの核反応で生成する^{238}Np(2.117d)を測定することにより，感度を約12000倍向上させることができる。また^{99}Tcに対しては，^{99}Tc(n，γ)^{100}Tcの核反応を利用する放射化分析で，^{99}Tcの放射能を直接測定する場合よりも，照射直後において，感度を約1800倍向上させることができるが，^{100}Tc(15.8s)が短寿命であるため，照射終了後3分以内に測定を終了しなければ，放射化分析のメリットはない。これに対し，筆者らは^{99}Tc(n，n′)^{99m}Tcの核反応を利用する放射化分析法を開発したが，これによると，直接^{99}Tcの放射能を測定する場合に比して，感度を約8倍向上させることができる。

これらの放射化分析においては何れもγ線スペクトロメトリーの適用が可能であり，感度が高く，これにより「水面下」の極低レベルの放射性核種の定量が可能となる。反面試料物質の成分元素からも大量の放射能が生成するために，実験室のバックグラウンドを高める恐れが多く，あるかないか分からない程度の微弱な放射能を検出，測定するに際して，致命的な障害となる。

そこで放射化分析法に代わる注目すべき新しい方法として，ICP質量分析法，正式には誘導結合プラズマ質量分析法(inductively coupled plasma mass-spectrometry)の適用が考えられた。ICP質量分析法は微量元素の新しい定量分析法として1980年ごろ登場し，ここ10年足らずの間に急速な発展を遂げた方法である。河川水，海水，土壌，岩石などの環境試料や地質学的試料，尿，血清などの生体試料，半導体材料，金属材料など，広い方面に応用され，定量された元素は約50元素に及ぶ。筆者らの研究室ではこの方法に着目し，最近土壌試料中の^{99}Tc，^{237}Np，^{239}Pu，^{240}Puなどを定量することに成功した。測定に要する時間は放射化分析法の場合に比して大幅に短縮され，かつ，検出限界も約1／10に下げることができた。ICP質量分析法は今後環境試料中の微弱長半減期放射性核種の定量に威力を発揮するものと思われる。

こうして「ビキニの灰」の分析の際にヒントの与えられた^{237}Npは，その後の相次ぐ原水爆実験によって次第に環境に蓄積し，一方では分析方法の進歩もあって，いまやその他のいくつかの「水面下」の長半減期放射性核種とともに，多くの環境試料中に，比較的容易に検出・定量できるようになった。環境におけるこれらの放射性核種の分布，蓄積，移行などの挙動についても，多くの新しい知見を「水面下」で得ることができた。そして平成元年3月を以って，私は筑波大学を定年退官することとなった。筑波を去って筑波を顧みるとき，化学系，アイソトープセンターそして環境科学研究科において，多くの先輩，同僚，協同研究者に恵まれ，楽しく研究・教育に従事できたことはまことに有難く，感謝に堪えない。そして環境科学の研究・教育を標榜する環境科学研究科において，環境放射能の研究・教育に何がしかの成果を上げることができたことは大きな喜びである。環境科学研究科そして筑波大学の今後益々の御発展，御繁栄を心から祈る次第である。