

# 環境研ニュース

Institute for Environmental Sciences

第 53 号

2006年 4 月

## 環境動態研究部

— 環境放射能の挙動研究で目指していること —

環境動態研究部  
部長 久松俊一



『名は体を表す』と言われてますが、放射線安全に関する研究をしている分野で使われている名称には、しばしば名と体が離れているものがあります。例えば、「保健物理学」という言葉ですが、これを聞いて放射線防護や安全に関する学問を思い浮かべる一般の方は少ないのではないのでしょうか。実は、環境科学技術研究所の環境動態研究部という名称も、環境放射能研究部あるいは環境放射能動態研究部とした方が、体を表すという意味からは良いと思われれます。しかし、研究所の設立目的からみて環境放射能を研究することは言わば自明であったため、今の名称となりました。では、環境放射能の動態研究とは何をするのかということですが、環境中における放射能の挙動を解明することであり、環境中における放射能の詳細な分布を明らかにするところから始まると言えます。

### 地域の詳細データを把握

これまでに実施してきたことは、青森県六ヶ所村に立地している大型再処理施設の安全評価に用いられた自然科学的あるいは社会科学的なパラメータの安全余裕の確認、自然放射線の県内分布調査、再処理施設から排出される放射性核種のバックグラウンド調査です。青森県全体の環境ガンマ線線量地図を作成するとともに屋内、屋外、職場環境までのあらゆる環境におけるラドン濃度測定を行いました。再処理施設から放射性物質が放出される前に、青森県民が天然の放射線源から受ける線量を詳細に把握しておくことは、再処理施設に由来する放射性物質からの線量の意味を考える上で必須の情報と言えます。国内の平均的な値も有用ですが、立地地域における詳細なデータこそが実際に施設由来の放射線を受けることになる地域の方に重要であることは論を待ちません。天然の放射性物質から受ける青森県民の線量をまとめるためには、これまでのデータに加えて、食べ物に由来する内部被ばく線量が必要となります。そこで、日常食や各種食品中の天然放射能測定を行い、被ばく線量を算定する調査を平成18年度から開始します。また、国際放射線防護委員会で

の放射線防護に対する考え方の中で、人体に対する防護だけではなく環境自体の防護の必要性が認識されつつあり、地域のデータを得るという観点から、この考えに則った研究も行う考えです。

### **環境中での放射性物質の挙動予測**

動態研究部の名前の由来となった環境中の挙動研究ではどうでしょうか。当研究部では環境中に存在する天然放射能や安定元素及び核実験起源の放射能についての地域における挙動調査を行っています。結果として得られた各種の環境中移行速度、例えば土壌から作物への経根吸収に関する情報等ですが、これらを反映させた環境移行モデルを開発し、現実的な線量評価を行うことを当面の目標としており、モデルの骨格は既に出来上がりました。大気拡散・陸域移行、再処理施設に隣接する尾駱沼内の移行を記述する各モデルを作成しましたので、今後、これらを総合評価モデルとして統合し、地域で求めた移行速度をこの総合評価モデルへ入力して行きます。

このような挙動を研究する上で、放射能が環境中でどのような物理化学的形態を取っているかを明らかにすることは極めて重要となります。環境中での挙動は形態によって大きく左右され、生物への吸収率や影響も変わることは安定元素では良く知られています。しかし、環境中の放射能についての研究はなかなか進んでおりません。そもそも環境中に存在する放射能レベルが低いいため形態別に分けてしまうと分析が難しくなるためです。一方、形態別分析と環境中挙動の研究は挙動予測精度を上げるための鍵となると考えられることから、放射能そのものではなく同一元素の安定同位体を用いた手法を用いる、あるいは高感度の測定器を用意することによりこの問題へのアプローチを図っています。

再処理施設においては現在ウラン試験が終了し、実燃料を用いたアクティブ試験に続いて本格操業へと移行することになっています。アクティブ試験及び本格操業においては実際に放射能が環境中に放出されるため、それらを用いた環境挙動研究を今後重点的に行い、線量評価モデルの検証と高度化を行う予定です。形態別分析結果を組み込むことは簡単ではありませんが、それを着実に進めることにより環境中移行や線量評価の予測精度を向上させていきます。

### **将来は環境中移行制御も視野に**

さて、環境に関わりのあるほとんどの学問では研究している対象の記述、解析・挙動予測、制御の順に進むと考えられ、環境動態研究も例外ではありません。これまでは記述と解析・挙動予測の段階でしたが、これからは環境中における放射能の移行を制御することも求められると考えられます。即ち、一度環境中に出てしまった放射能を回収する、あるいは人体や生態系に影響を及ぼさないような形にする技術が重要となり、植物を使った土壌浄化も有望な手法の一つとされています。植物を用いる場合には対象とする土地における栽培に適したものでなければならず、手法の地域依存性が強くなります。この面でも基礎的な研究を積み重ねており、セシウムに対して耐性を持つ実験用植物の開発を行ってきました。今後はこの植物の遺伝子を解析し、浄化用の植物の育種へとつなげ、原子力利用の安心に貢献したいと思っています。

# 平成18年度の調査研究内容

環境研の理事会及び評議員会が3月10日に開催され、平成18年度の事業計画が了承されました。概要は次のとおりです。

## 1) 天然放射能による被ばく線量に関する調査研究

大型再処理施設からの放出放射能（以下、放出放射能という。）による被ばく線量の比較対照とするため、県民のバックグラウンド内部被ばく線量を求める。また、大型再処理施設周辺の生態系が受けるバックグラウンド線量調査を開始する。

## 2) 放出放射能の環境分布に関する調査研究

### (1) 環境移行・線量評価モデル

放出放射能の分布状況を調査し、開発した地域住民の線量評価モデルと尾駸沼での放射性核種の挙動モデルの検証を行うとともに、これらの結合に向けて既存システムの運用試験を行う。また、尾駸沼のモデル高度化のため、沼の周辺地域における放射能移行過程を示すモデルの基本設計を行う。

### (2) パラメータの高度化

環境中における微量元素の形態別分析を行い、形態間移行速度を明らかにするとともに、水中と土壌内における形態間移行速度を求めるための分析法や実験条件を確立する。また、植物の葉面に沈着した放射性核種の降水や風等の気象現象による除去率（ウエザリング係数）を求めるために実験法を確立する。

## 3) 植物の元素集積性に関する調査研究

セシウム、ストロンチウム及び微量元素を集積する植物・菌類の探索並びに集積特性解明のための手法開発に着手するとともに、耐性を制御する遺伝子座の決定に着手する。

## 4) 閉鎖系植物及び動物飼育・居住実験施設における炭素移行に関する調査研究

炭素-13 ( $^{13}\text{C}$ ) を使って、稲・葉菜の炭酸同化と生成物の分配による炭素移行データを収集するとともに、ヒトでの炭素移行実験に必要な

技術開発を行う。また、家畜に経口摂取させた炭素化合物の移行データを収集する。

## 5) 閉鎖系陸・水圏実験施設における炭素移行に関する調査研究

水圏実験施設にアマモを中心とした海草群落、陸圏実験施設にヨシ群落を中心とした湿地植物を導入した模擬自然生態系を作る。

## 6) 微生物系物質循環に関する調査研究

稲ワラなど収穫後の残渣を、土壌へ鋤き込んだり、堆肥に加えて微生物分解によるリサイクルをする際、残渣中炭素の土壌への移行、蓄積を調査する。また、土壌、作物残渣、堆肥に含まれる炭素化合物の存在形態について調査するとともに、圃場での炭素の挙動調査を開始する。

## 7) 低線量放射線の生物影響に関する調査研究

### (1) 低線量放射線生物影響実験調査

雄親マウスへの低線量率放射線の長期連続照射が、仔や孫の寿命や発がん等に与える、継世代影響調査とその病理学的解析を行う。

### (2) 低線量放射線の生体防御機能に与える影響調査

生体防御機能との関連から、がんおよび非がん疾病の発現機構を明らかにするため、免疫細胞及び生理・代謝機能への影響を調べる。

### (3) 低線量放射線のがん関連遺伝子に与える影響調査

低線量率放射線の連続照射により生じるがん関連遺伝子等の変化を、高精度・効率的な遺伝子解析手法により調べる。

## 8) 生物学的線量評価に関する調査研究

低線量率・低線量放射線がヒトあるいはマウスの細胞の染色体に及ぼす影響について調べる。また、より高感度で、迅速性のある細胞や染色体異常等の検出法の開発をめざす。

## 尾駁沼における放射性核種移行モデルの開発に向けて



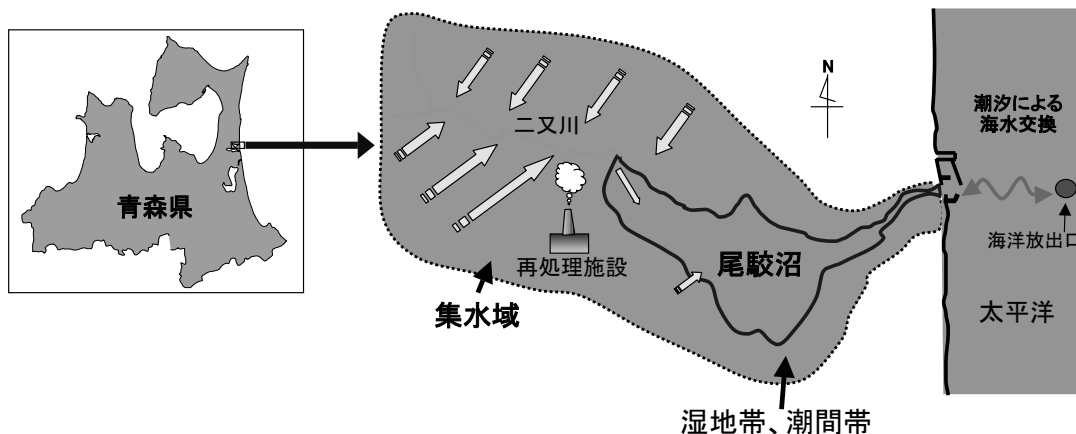
環境動態研究部 植田 真司

青森県六ヶ所村に、太平洋とつながっている尾駁沼という汽水湖沼があります。沼の西岸には使用済核燃料再処理工場があり、これから本格的な操業になると、工場の運転に伴って、極微量ではありますが放射性核種 ( $^3\text{H}$ 、 $^{14}\text{C}$  及び  $^{129}\text{I}$  等) が大気中及び沿岸海域中に排出されます。沼に直接放出されるものではありませんが、大気中に出た放射性核種が地上に落ちて沼に流入したり、海に出たものが潮の変化によって沼に流入することが考えられます。

このような排出放射性核種の動きを予測し、周辺環境への分配や蓄積などの影響を評価するには、数値モデルを用いることが有効な方法の一つです。モデル計算を行うには、例えば、湖盆形態、水理、気象、水質、生態系構造等、その地域の条件について限りなく忠実に再現できる数値(パラメータ)を導入し、モデルを構築することが理想です。

環境動態研究部では、5年前から水圏環境動態調査の一環として、尾駁沼の水の流れを再現した三次元流動モデルと、動植物プランクトンまでの低次栄養段階を対象とした生態系モデルを組み合わせたモデル(3D-Hydrodynamic Ecological Model)を作りました。それに放射性核種の移行速度係数、分配係数、それぞれの放射性核種の半減期等のパラメータを導入して計算をしました。その結果、このモデルでは、尾駁沼における水の流れ、低次生態系の物質収支、及び湖水中放射性核種移行に関しては、実際の沼での測定結果と比較して良好に再現できていましたが、放射性核種の沼の底への蓄積に関しては若干精度が下がることが明らかになりました。この点については、沼内部における懸濁物質の沈降過程や、沼周辺の陸域からの物質の流入に関するパラメータの精度を高めていく必要があると考えています。

そのためには、物質の沈降係数や生物間の移行係数などの物理、化学及び生物学的パラメータについての感度解析を行って精査していくとともに、尾駁沼周囲からの放射性核種等の流入量を正確に数値化するためのモデルの構築、さらにプランクトンを食べる魚類や底生生物の生態に関することもモデルに導入することが必要です。現在これらの改善に取り組んでいるところで、精度の高いモデルを確立することにより、排出放射性核種が尾駁沼に与える影響の評価を迅速に行うことができるようになります。



## 第140回環境研セミナー

日時：平成18年1月24日

講師：京都大学 生態学研究センター 助教授  
陀安一郎氏

演題：安定同位体を用いた、集水域の生態学研究

陀安先生は、環境および生物間相互作用が生み出す生物多様性の構造と機能の解明に向けて、安定同位体分析を武器に研究を進めている。

生物を構成する物質の安定同位体比を測定することで生態系における物質の流れの履歴を追えることを、シロアリが食材性、中間食性、土壌食性といった生態機能群を形成しながら植物遺体分解のほとんど全ての過程に関わるという研究例で紹介された。

また、生物間には時間スケールに差のある相互作用も存在するが、この時間差を、核実験により大気中に放出された $^{14}\text{C}$ などの放射性同位体を追跡することで研究できるという生態学分野では新しい方法も紹介された。さらに、古人骨等からの安定同位体分析により、当時の食生活様式などが推察されることは興味深い研究であった。

最後に安定同位体を用いた琵琶湖集水域の研究が紹介されたが、琵琶湖に流れ込む主だった河川の安定同位体を季節毎に網羅的に調



陀安一郎氏

べることで、琵琶湖の安定同位体比マップが出来上がっていく様は、安定同位体分析の「眼」からみえる新たな世界観の可能性と面白さを伝えてくれるものであった。

今回の講演は、放射性炭素の生態系での流れを安定同位体によって追跡しようという当研究所の研究目的において、具体的な研究のノウハウに加えその発展性の幅広さが学べるとても意義深いものであった。

(篠原 正典)

## 第141回環境研セミナー

日時：平成18年3月14日

講師：放射線医学総合研究所 緊急被ばく医療  
研究センター 被ばく医療部 部長  
明石真言氏

演題：放射線事故被ばく時の医療の現状と線量評価の重要性

原子力施設等で起きる様々な事故では、放射線被ばくあるいは放射性物質汚染の有無の判断、通報・連絡体制、医療機関への搬送体制、除染等処置など社会的に影響の大きい様々な問題点が指摘されている。原子力安全委員会が定める緊急被ばく医療体制では、三次被ばく医療機関である放医研が物理的線量評価、染色体及び緊急被ばく医療の3つのネットワークのもとに、東西2つの地域被ばく医療の連携をはかっている。この緊急被ばく医療の対象となる急性放射線症の症状や病期(注)と被ばく線量との関係、あるいは末梢血白血球や染色体解析等を指標とした推定被ばく線量について、1999年の東海村JCO事故等を事例にとると、線量に依存した病期(注)の長さや現れ方等、これまで放射線障害と診断の通念とされていたものとは異なる知見が得られた。ま

た、血管透過性の亢進、血清アミラーゼや尿酸値の上昇等診断・予後の新しいマーカーとなる可能性があること、造血幹細胞移植により回復した造血細胞の染色体異常が被ばくしていない提供者由来のものであったこと (bystander 効果の可能性)、あるいはマイトゲンやアロ抗原刺激による末梢血リンパ球増殖応答能と免疫グロブリンレベルの低下 (免疫能低下)、皮膚等移植片に対する拒絶反応の低下 (移植免疫能低下) 等、放射線に対する生体応答機構の一端を反映しているように感じられ、生物学的線量評価をはじめ低線量率・低線量放射線の生物影響研究をすすめてゆく上

で大変興味深く、示唆に富む講演であった。

(小木曾 洋一)

(注) 病期 病気の進行をその症状によって区分した期間を意味し、例えば潜伏期・発熱期・回復期など。



明石真言氏

## 短 信

### 六ヶ所村の小学校全校から参加 —冬の理科教室—

毎年、六ヶ所村教育委員会のご協力をいただき、冬期理科教室を開催していますが、今年は村内7校の小学校全校から5、6年生が参加しました。

2月3日～21日の期間、218名を11回に分け、「レプリカハンド (石こう手型) を作ろう!!」と題して、アルギン酸が主成分である型取り剤を用いた石こう手型作りとそれに関連した化学実験 (アルギン酸ボール作り) を行いました。

レプリカハンド作りでは、手を入れた型取り剤が固まっていく現象を身をもって体験し、また完成した立体の手型が手のしわや血管まで精巧に再現されていることに驚き、興味をもって取り組んでいました。アルギン酸ボール作りでは、アルギン酸の水溶液を塩化カルシウムの水溶液中に滴下

すると瞬時に球状あるいは柱状の固形物ができ、驚きの声を上げて楽しんでいました。

また、レプリカハンド作りに先立ち、環境研制作ビデオ「体の中から放射線」を見てもらいました。体の中から放射線が常に出ているということを知って初めて知った児童も多く見受けられました。



上手にできた!!

環境研ニュース 第53号 2006年4月

〔編集発行〕 財団法人 環境科学技術研究所

〔編集責任者〕 広報連絡委員会委員長 武山 謙一

青森県上北郡六ヶ所村大字尾駈字家ノ前1番7

☎ 0175-71-1200(代) FAX 0175-72-3690 URL : <http://www.ies.or.jp>

〔印刷〕 (有)アート印刷