

環境研ニュース

Institute for Environmental Sciences

第 52 号

2006年 1 月

新年を迎えて

財団法人 環境科学技術研究所
理 事 長 大 桃 洋 一 郎



明けましておめでとうございます。

旧年を振り返り、新年の決意を新たにしたいと思います。

昨年続発したテロ、天災および幼児を対象にした犯罪を思うにつけ、今年こそ心から「おめでとう」と言える年になって欲しいと願わずにはおられません。

話は変わりますが、昨年八重洲ブックセンターで「現代化学 No.416」を購入しました。「変わり行く研究環境」特集号で、研究評価に関する座談会や研究に携わる者にとって興味のある記事が載っており、東京から三沢に帰る新幹線「はやて」の中で一気に読んでしまいました。

渡辺正氏の「社会不安を生む科学」には、共感する部分もありましたが、「地球温暖化のあやしさ」には共感できない部分や疑問が残りました。果たして11月23日の「デーリー東北」にグリーンランドからの報告として、温暖化で「後退する大氷河、海凍らず、氷上の猟困難に」と題する1頁8段組みの大きな記事が載りました。そのほかにも世界各地から異常気象に関する惨状が多数寄せられました。確かに異常気象のすべてが産業活動による大気中二酸化炭素の濃度上昇と、それによる地球温暖化のせいにはできないでしょうが、私には極めて深い関係があるように思えてなりません。議論をしているうちに手遅れにならないかと心配になりました。また「国立大学は法人化して変わったか」と題する座談会には、研究に携わる者にとって示唆に富む指摘が随所にありましたが、野依先生の「文明の発展が文化の衰退を招くのは悲しいことですね」の一言が特に印象に残りました。その座談会に繰り返し出てきたのは、「研究評価」と「競争」あるいは「競争的資金」と言う言葉でした。現代はまさに「競争」の時代であり、「評価」の時代です。この両者は密接に関連しており、評価が低ければ資金も減額されるのが通例です。しかし「競争」の行き過ぎには新たな弊害を生む危険性があります。「競争」のないところに進歩はないことも事実ですが、「競争・評価」制度を取り入れるには細かな配慮が必要です。即ち中には長期にわたる観察が必要な研究もあるからです。環境研が実施している研究は、放射線や放射性核種の環境安全に係る実証的調査研究です。実証研究には時間が必要です。私たちは原子燃料サイクル施設周辺住民の安心に結びつく重要な実証試験に従事していることを認識し、着実に研究を進めてゆきたいと思います。

ミニ地球居住実験；エコノートが語る

環境研では、閉鎖型生態系実験施設（ミニ地球）を使って放射性物質の生態系での循環を把握する実験を行うため施設の整備などを進めてきました。昨年の9月と10月に合計3回、施設内と外側との大気を隔離し、施設内で栽培する作物の出す酸素と施設内の二酸化炭素のみを利用して一週間の生活をする初めての実験を実施し、無事終了しました。そこで、ミニ地球内で居住した2名の研究員（エコノート）に、実験を通して感じたことなどを紹介してもらいます。

植物のありがたさを実感

篠原 正典

2005年9月6日13時、「ミニ地球」での居住生活の始まりです。

ミニ地球は、23種類の作物の栽培と家畜（ヤギ）の飼育のみならず、人間の居住も可能とした他に類を見ない完全閉鎖型のユニークな実験施設です。私は、この施設でのエコノートとして、4年半の準備を行ってきました。

今年の実験の主目的は、ミニ地球施設と外との大気を隔離し、栽培している作物に取り込まれた二酸化炭素が、炭素として生態系内を動き回る挙動を調査することです。

施設の居住スペースは約50㎡で、そこに2人で暮らした私には、体重の若干の減少がみられましたが、実験の遂行に影響を与える問題は見つかりません。しかし、精神的には大きな変化・発見がありました。一つは、自分のことやミニ地球内のことより、外にいる人々や外で起きる様々な事件がとても気になったことです。「私のこの状況をなんとかしてくれ」と思うより「みんなは大丈夫かなあ」と感じるようになったのです。もう一つは、植物たちに対する「有り難い」という



思いです。伝え聞いたり本を読んだりしたのではなく、育てた植物が作り出す酸素で実際に自分が生かされるという、まさに生の体験を通して湧き出てきた、有り難いなあ、という気持ちです。

現在は、採取したデータを解析し、長期化へ向けた課題の抽出と検討を行っています。居住期間中に行う作物の手入れ、ヤギの世話などを通して、ミニ地球生活に楽しみを感じながら、今後とも実験を続け、エコノートの任務を果たしていきたいと思っています。

自然の物質循環の一部である人間を意識

小松原 修

今回の実験の居住期間は連続7日間という短期間のものでしたが、初めて、施設の扉を完全に閉め切った連続24時間以上の滞在でした。日課の植物栽培、動物の飼育管理や機器のメンテナンスなどの実験関連作業を行ったり、使用できる水量に制限があるため7リットルのお湯だけを使ってシャワーを浴びるなどの独特の生活でしたが、平成13年度から訓練を積んできているので違和感を覚えることはありませんでした。

エコノート2名と2頭のシバヤギの呼吸に必要な酸素は、施設内で栽培する植物が光合成によって生産する酸素で、不足することなく、エコノートとシバヤギが吐き出す二酸化炭素もCO₂分離装置で分離回収し、濃度上限とする5000ppmに達することなく実験を行えることが確認できました。実験中は植物からの酸素を呼吸に利用しただけでなく、植物からの収穫物を食糧として自ら調理加工して食べましたが、使用した食材の大部分を施設内の作物でまかなったのも今回が初めてのことでした。

普段ほとんど気にかけることはありませんが、ミニ地球の外でも同様に植物の恩恵を受けて生活しているということを、ミニ地球の生活で改めて認識させられました。また、自分自身も自然界の物質循環のパーツのひとつであることを意識させられました。

今後は今回の実験結果を受けて、より長期の滞在を実現し、自然界における ^{14}C などの物質循環モデルとパラメータの整備に役立てたいと思います。



「低線量放射線被ばくと生体防御機能に関する国際検討委員会」を開催して

環境研では、六ヶ所村に立地している核燃料サイクル施設周辺における環境放射線（能）の影響リスクを科学的に評価することを目的として、低線量放射線被ばくが生物に及ぼす影響についてマウスを用いた実験を行っています。今年度からは、放射線がマウスの免疫系をはじめとする生体防御機能に及ぼす影響と、それに関連して発生する、

がんや非がん性の病気発生の仕組みを解明するための調査研究（生体防御機能影響実験調査）を始めました。

本格的な研究の実施に先立ち、日本国内外の、放射線生物学、免疫学、病理学といったこの研究に関連する学問分野の専門家に参加をいただいて、研究の遂行に有益な学術情報の交換と研究内容に



関する助言等を得ることを目的とした会合が、今回の国際検討委員会です。平成17年9月28日より30日までの3日間、六ヶ所村文化交流プラザ「スワニー」においてシンポジウム形式で開催しました。

環境研で進めている生物影響実験調査の概要および生体防御機能影響実験調査の研究内容と計画について紹介した後、特別講演「放射線生物影響研究における問題点」において、膨大な実験データのレビューを通して不確定あるいは未解決な問題点と、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対象とすべき研究項目に関する紹介が大阪大学名誉教授野村大成氏からありました。

個別の内容について紹介するセッションとして、①マクロファージと生体防御、②放射線被ばくと非がん病変、③樹状細胞と生体防御、④放射線被ばくと生体防御および⑤リンパ球/NKT細胞と生体防御を設定しました。各セッションにおいては、①炎症や疾病に重要な役割を演じているマクロファージとその産生する因子について、②原爆被爆者の非がん疾病や継世代影響等について、③免疫応答の調節役である樹状細胞の感染、腫瘍、移植や自己免疫病等における役割について、④非電離放射線（紫外線）も含め放射線により誘導される

生体応答とその機構について、⑤免疫応答の司令塔、制御役であるT細胞やNKT細胞による免疫応答制御、アレルギー疾患や腫瘍免疫監視機構等における役割について、それぞれ講演と討議が行われました。

今回の国際検討委員会を通じ、放射線による発がんや非がん疾病の機構に関連する示唆的な情報、適応応答等未だ不確定かつ議論の多い低線量放射線による生体応答機構について考慮すべき問題点、がんや非がん疾病の制御機構について興味深い情報等、低線量率・低線量放射線による生物影響研究を進めてゆく上で有益な情報が得られました。

環境研の主要な施設の見学も行いましたが、一昨年10月に新しくオープンした先端分子生物科学研究センターについて、ほとんどの見学参加者が放射線連続照射施設やSPF動物飼育施設、細胞・遺伝子解析機器などに強い印象を受けたようでした。また、生体防御機能影響実験調査の進め方に関するアンケート調査でも、免疫細胞の異常と疾病との関連や線量率・線量との関連等に、取り組みを期待する意見が寄せられました。

なお、海外から7名、国内研究者29名、一般から43名の参加がありました。

(小木曾洋一)



ゲノム解析法の進歩と 放射線の生物影響研究

生物影響研究部 高 島 貴 志



生物の研究分野では、遺伝子の解析技術に近年めざましい進歩がみられ、ヒトおよびマウスのゲノム(全DNA塩基配列)が2001年と2002年にほぼ解読されました。その結果、3万個弱のマウス遺伝子のうち、99%がヒトと共通もしくは類似していました。ゲノムの情報が解読されたことでその後のゲノム研究が加速され、ゲノム全体を網羅的に感度良く解析できるアレイCGH法という新しい解析技法も考案、改良されてきました。この技術では、ゲノム上の多数(数百~数十万まで)の領域に対応する塩基配列のDNAを貼り付けたスライドガラス(マイクロアレイやDNAチップと呼ばれています)を用いることで、遺伝子の欠損や増幅といった染色体異常や個人差について非常に多くの情報を一度に得ることができます。

環境研では、低線量率の放射線がヒトに与える影響の把握を目指し、遺伝子のほとんどが類似しているマウスを実験動物として研究を行っています。これまでに、低線量率(21 mGy/日)でのγ線連続照射マウスにおいて、リンパ腫等による早期死や特定の腫瘍発生率の増加が起こることを認めています。被ばくによりリンパ腫等による早期死などが起こる理由を遺伝子レベルで理解することは、そのような放射線の影響が観察されない、より低い線量率での被ばくリスクを評価するためにも重要なことです。放射線被ばくが人体に与える悪影響の代表は遺伝子へ傷をつけることです。この傷は染色体上でかなりランダムに起こると考えられるため、どのようなタイプの傷がどの程度つくのかについて、特に低線量率被ばくの場合には解析が非常に困難でした。我々は平成15年度より上述のアレイCGH法の導入を進めてきました。現在までに、低線量率γ線照射実験で生じた悪性リンパ腫82例について染色体異常を解析し、照射マウスと非照射マウスのリンパ腫で様々な違いがあることがわかりました。また、マウスのリンパ腫で高頻度に異常を起こしていた遺伝子領域と、ヒトのリンパ腫で高頻度に異常を起こしていると報告されている遺伝子領域とが非常に良く対応しており、ヒトとマウス間で共通の発癌メカニズムが関与している可能性が高いと考えられました。今後、さらに最新のゲノム解析技術をうまく取り入れ、低線量率放射線被ばくの生物影響についてその分子機構解明に取り組んでいきたいと考えています。

第137回環境研セミナー

日時：平成17年10月25日(火)

講師：東京農業大学 応用生物科学部 教授

但野利秋氏

演題：植物における各種イオンの吸収特性

今回のご講演では、植物根の構造や細胞へのイオン吸収機構に関する基本的な知見とともに、植物生育に係わるイオン獲得機構についての研究成

果を解説していただいた。

土壌中における養分の不足などは植物にとってストレスとなり、それに打ち勝って正常な生育を維持するために植物は種々の機能を発現する。不足しがちなリン酸を獲得するために、根の伸長や菌根の形成によるリン酸吸収表面積の拡大を行う一方、根からの有機酸や酸性ホスファターゼの分泌による難溶性リン酸化合物や有機態リン酸の利用を行う。塩類土壌で生育する植物は、根の細胞がナトリウムを積極的に排除し、カリウムを選択的に吸収する機能を備えている。また、高pHの土

壤に生育する植物は鉄欠乏の脅威を克服するために鉄を効率的に獲得するための機能を備えている。イネ科植物では、根細胞内で合成したムギネ酸を分泌し、形成されたムギネ酸鉄(III)を根原形質膜のトランスポーターにより吸収する。それ以外の植物では、根からのプロトンおよびキレート化合物の分泌により鉄を溶解し、根細胞原形質膜の三価鉄還元酵素活性により二価鉄に還元して吸収している。

これらは、放射性核種の土壌-植物間移行の研究においても非常に重要な知見であり、たいへん有意義なご講演であった。(武田 晃)



但野利秋氏

第138回環境研セミナー

日時：平成17年12月6日(火)

講師：広島大学 原爆放射線医科学研究所 教授
神谷研二氏

演題：「突然変異を誘発する損傷乗り越え DNA 合成酵素 REV1 の機能と発がん」

生体の DNA には紫外線や放射線、化学物質、活性酵素などによって絶えず損傷が生じており、それを修復しないと突然変異が蓄積し、がんや老化などを引き起こす。これを回避するために生物は DNA 修復機構を持っており損傷乗り越え型修復はそのうちの一つである。DNA 複製には細胞が分裂する際に必要な酵素である DNA ポリメラーゼが関わっている。紫外線によるチミンダイマーなどの損傷ではこの酵素は損傷部位で複製を停止してしまうためさらに特殊な損傷乗り越え型 DNA ポリメラーゼが働く。REV1 はこの様な酵素の一つで DNA

損傷部位である AP 部位にシトシン塩基(C)を入れる活性がある。すなわち AP 部位がグアニン塩基(G)に由来すれば正常に修復されるが、それ以外の塩基の場合は点突然変異が生じることになる。これは生物が進化の過程で獲得した、ミス危険を冒してでも修復を行おうとする機構である。自然発生がんの細胞にもこのようなタイプの突然変異は多く見つかる。上記の観点からみると自然に生じたがん放射線で生じたがんの遺伝子変化には違いがないかもしれない。放射線によるがん化過程における損傷乗り越え型修復の作用をより詳しく調べるために、演者らのグループは REV1 酵素を作る遺伝子を改変したトランスジェニックマウスとノックアウトマウスを作成し研究を進めている。この講演は放射線の遺伝子影響研究に有用な知見を与えるものであった。(田中 聡)



神谷研二氏

第139回環境研セミナー

日時：平成17年12月15日(木) 10:30~12:00

講師：名古屋大学大学院 工学研究科エネルギー
理工学専攻 助教授
山澤弘実氏

演題：「東アジアにおける物質大気輸送のモデリング」

山澤先生は、大気中に含まれる物質が数千km以上の広域にわたって輸送されることについて、数値モデルを用いた研究を行っている。その中で、東アジア地域でのラドン(^{222}Rn)及びその壊変生成物(^{210}Pb)の輸送に関する研究について講演いただいた。

使用した長距離大気輸送モデルは、ソースコードが公開されている既存の気象モデル(MM5)に、

独自に開発した差分型移流拡散モデルを組み込んだもので、東アジア地域での ^{222}Rn 及びその壊変生成物の鉛 (^{210}Pb) を対象に行った計算を、実測して得られた八丈島での ^{222}Rn 地上濃度及び東海村での ^{210}Pb 沈着量で検証した。その結果、高・低気圧等の総観規模現象に伴う数日周期の ^{222}Rn 地上濃度変動は、極めて良好に再現されていた。しかし、小規模な気象現象に伴う急激な ^{222}Rn 濃度変動については一部再現できないことや、低濃度時の予測性能の向上のための改善が必要であることが明らかとなった。また、 ^{210}Pb の地表沈着量については、気象モデルで計算された降水量の代わりにレーダーアメダス降水量データを用いることにより、沈着量の予測が改善できた。更に、ランダムウォーク型の拡散モデルを、時間を遡る方向に計算する

ことによって、数日周期の ^{222}Rn 濃度変動が良好に再現され、放出源の位置と放出量を推定することが可能であることを確認した。

今回の講演内容は、当研究所において進めている環境放射能動態研究に対し有益な知見であり、大変意義深いものであった。 (川端 一史)



山 澤 弘 実 氏

短 信

六ヶ所村の産業祭りで 理科実験教室

毎年恒例の六ヶ所村主催「ろっかしょ産業まつり」(10月29日(土)・30日(日)、尾駁漁港特設会場)において、特別イベント「環境研実験教室」と称して理科教室・放射線測定実演を実施しました。

「ろっかしょ産業祭り」は今年で第22回を迎え、目玉イベントである「鮭つかみどり」はイクラを満々とお腹に蓄えた新鮮なメス鮭がとれるということで、前売券がすぐに完売してしまうほど六ヶ所村だけでなく周辺地域でも有名なお祭りとなっています。

環境研は平成8年から「ろっかしょ産業祭り」に参加し、今年で第10回目を迎えました。産業祭りにおいてもすっかり馴染みのイベントとして

定着し、これを目当てに来たという子供もいるほどです。

今年環境研理科教室では「オリジナルプラ板キーホルダーを作ろう!!」を行いました。透明な熱収縮性プラスチックに好みの絵を描いてもらい、トースターで熱を加えることで1/5程度まで収縮してキーホルダーとなります。熱でプラスチックが縮む様子や、描いた絵がきれいに縮んだキーホルダーを見て、子供も保護者も大変感心していました。

放射線測定実演では例年のスパークチャンバーや霧箱といった放射線が目に見える装置、放射線測定機器を用いた測定実演に加え、今年度新登場のオーロラ発生装置が注目を浴びました。人工のオーロラを見て「とてもきれい」「神秘的」などの声が多く聞かれました。



今年の「ろっかしよ産業祭り」は初日の荒天で客足が伸びず、どうなるかと心配されましたが、2日目は天候も回復しトータルでは例年以上のお客様が来場されました。環境研実験教室で用意した1,200個の記念品(村の鳥であるオジロワシをデザインしたレーザークリスタル)も、2日目のお昼過ぎには無くなってしまふほどの多くの来場者で賑わいました。放射線、原子力等に関する普及活動はもちろんのこと、地域住民の方々との交流を深めることができた貴重な2日間となりました。

八戸市で知識普及活動を実施

環境研では昨年度から、青森県民を対象にして、各種エネルギーによる発電と環境のかかわりに関する知識を普及するため、講座「原子力と環境のかかわり」を開催しています。今回は11月8日から12月7日まで毎週1回、計5回にわたり、八戸駅前のユートリーで開きました。普及活動の中心となる原子力については、原子力発電、放射線、原子燃料サイクルと3回に分け、それぞれの技術的な内容から始まり、現在の状況などについて、講師の体験談を織り交ぜながら紹介しました。また、原子力によるエネルギー供給の現況や全体のエネルギー供給上の位置づけなどについて理解を促すため、化石エネルギー利用、再生可能エネルギーにそれぞれ焦点を当てた話を1回ずつ行いました。

平日の夕方からの2時間でしたが、延べ181名(平均36名/回)の方が受講されました。八戸方面であまり原子力に関する企画が行われていないのでよい機会だったといった声や、各講師の説明は分かり易くて勉強になった、原子力を初めて勉強できた、放射線や安全対策を理解でき不安が解消したなどの感想も寄せられました。

新職員紹介

環境シミュレーション研究部

佐藤 力



10月1日付けで環境シミュレーション部の研究員として勤務することになりました。それまでは、東京海洋大学で動物プランクトンの生態について(例えば彼らが何をどれくらい食べてどのくらいの速さで成長して何個くらい卵を産むのか等)研究していました。今まで得てきた技術を、環境研での研究に生かすことができればと思っております。

子供の頃からいろいろな生き物を飼育したり観察したりするのが好きでした。そんな少年の興味の対象はやがて、地球表面の約71%を占める海洋とそこに棲む生物に移っていきました。陸上とは違って、海の中に棲む生物の生活を普段我々は直接見ることは出来ません。そんな生活をちょっと覗き見してみたいと思う私のような変わり者は何をするかというと、奴さん達を水槽に入れて飼育し、生活時間を共有するのです。飼育条件さえ良ければ、彼らは独特で不思議な生活様式の一部を見せてくれます。そのような瞬間を見ることは本当にエキサイティングでこの上ない喜びです。やはり私は変わり者のようです。

今まで暖かい所にばかり居たので、青森の冬は毎日びっくりのし通しです。車が凍っていたり、雪をかいたり、なんて有り得ませんでしたから……。そんな青森一年生を、どうかよろしく願いいたします。

環境研ニュース 第52号 2006年1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駮字家ノ前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