

アイソトープ実験研究施設

教授：福田 国彦 放射線診断学
(兼任)
講師：吉沢 幸夫 放射線測定法, 分子遺伝学

教育・研究概要

I. 放射線耐性生物における耐性機構の解析

放射線などの極限状態に耐性であることが知られているクマムシは、緩歩動物門に属する体長1ミリにも満たない微小な動物で、8本の足でゆっくりと歩く様子が熊を連想させることから日本語でクマムシ、英語では water bear という名前が付けられている。その生存域は広く、深海から陸上までさまざまな環境に生息している。我々は、クマムシの放射線耐性機構を明らかにするために、東京都下水道局有明水再生センターより活性汚泥の提供を受け、クマムシを回収して性状を調べた。活性汚泥から回収されたクマムシを18S-rDNAのDNA塩基配列および形態から同定したところ、すべて同一種で、和名ゲスイクマムシであった。クマムシの中でもオニクマムシやチョウメイムシは、乾燥すると肢をちぢめて干からびて樽と呼ばれる状態になるが、活性汚泥から回収されたゲスイクマムシは樽様の形態になるものの完全な樽にはならず、水を加えても蘇生することはなかった。これらのクマムシの放射線耐性を調べるため、日本原子力研究開発機構高崎量子応用研究所のコバルト60照射装置を用いて5kGy、2kGy、1kGy、0.5kGyの4条件でγ線照射して未照射群と共に生存率を調べた。その結果、オニクマムシ・チョウメイムシは5kGyのγ線に耐性であったのに対し、ゲスイクマムシは2kGyには耐性であったが5kGyのγ線を照射すると動かなくなり、ゲスイクマムシはオニクマムシに比べて放射線に感受性であることが分かった。

蛍光染色剤であるCellTracker Green CMFDA (Lonza Walkersville, Inc. 以下CellTracker)の存在下でクマムシにγ線を照射すると放射線感受性が増すことが分かった。そこで1μM CellTracker溶液中で、X線照射装置MBR-1520R(日立メディコ)を用いてゲスイクマムシを375Gy、250Gy、125Gyの被ばくとなるようにX線を照射した。その結果、CellTrackerなしでは375Gyに耐性であったのに比べ、CellTrackerが存在すると耐性度は125Gyまで低下した。

II. 自然起源放射性物質を利用した製品に関する研究

我々は、肺がんの原因として喫煙に次ぐとされる空气中ラドンの濃度を測定するために、シリコーンをシンチレータとして用いる測定法の開発を行って来た。世界保健機構はラドンによる被ばくを原因とする肺がんを抑制する目的で、室内ラドン濃度の参考レベルを100Bq/m³とすることを2009年に提案し、この値を実現することが困難な国においても300Bq/m³を超えないことを要求している。日本では、土壤中のウラン・トリウム濃度が比較的低いため、多くの家屋において室内ラドン濃度は参考レベル100Bq/m³を大幅に下回る。一方、自然起源の放射性核種を含む物質である自然起源放射性物質を利用した浴剤がいわゆる「ラドン温泉」として市販され、利用されている。自然起源放射性物質を利用する際は、安全確保に関する指針「ウラン又はトリウムを含む原材料、製品等の安全確保に関するガイドライン」に従わなければならない、モナザイト・バストネサイト・ジルコン・タンタライト・リン鉱石・チタン鉱石・石灰石・精製ウラン・精製トリウムが指定物質とされている。これら指定物質のウランまたはトリウムの放射能濃度が1Bq/gを超える場合にはこのガイドラインの対象となる。そこで、トリウムを含むアマン精製を用いた温浴用水製造装置により製造された「トロン温泉」中の放射性核種の同定と定量を試みた。液体シンチレーションカウンタLSC-6100(アロカ)による測定の結果、α線測定において²³²Thおよび²²⁴Raのピークが確認された。一方、γ線の測定により²¹²Pb(239keV)および²²⁸Ac(338keV)の存在が明確に確認され、これにより、それぞれの親核種である²²⁰Rn、²²⁸Raおよび²²⁴Raが含まれていることが示唆された。いずれの核種も放射能は1Bq/gより十分に低かった。

III. 環境中における放射性降下物の挙動

2011年3月に発生した福島第一原子力発電所事故により環境中に放出された放射性物質の分布と挙動の調査を行なった。福島県および関東地方から土壌や植物などの環境試料を採取し、放射性物質の定量とイメージングプレートを用いた画像解析を行なった。2011年6月に福島県川俣町で採取されたタケノコ試料のイメージング画像から、放射性セシウムが竹の内部に取り込まれタケノコの生長点に集積している様子が明瞭に見られた。同一竹林におけるタケノコの調査を翌年以降も継続して行ない、竹林内での放射性セシウムの循環および年次推移の詳

細について調べている。また、マツ・ヒノキなど針葉樹の放射線画像からは、葉に付着した放射性物質濃度の高い粒状の物質の存在が確認された。2011年3月の時点ですでに伸長していて風雨に曝された葉には放射性物質が付着していたが、その後生育した葉にはほとんど付着していない様子が観察された。

〔点検・評価〕

1. 施設

アイソトープ実験研究施設は、本学における放射性同位元素 (RI) を用いた基礎医学・生化学研究の実施と支援を行っている。また、RIを使用しない動物実験・遺伝子組換え実験等も積極的に受け入れている。2012年度は、12講座・研究室の35名、2カリキュラムの13名の合計48名(うち女性17名)が実験・研究を行った。昨年度に比べ、2講座・研究室の減少で利用者数は変わらずであった。RI受入件数は11件で8件の減少、使用核種は ^{32}P 、 ^{51}Cr 、 ^3H 、 ^{35}S 、 ^{125}I などであり、使用量合計は783MBqで427MBqの減少であった。RI利用は減少傾向にあり、保有する設備・機器を広く利用してもらう試みが必要である。

2. 研究

2011年3月11日の東北地方太平洋沖地震によって引き起こされた福島第一原子力発電所事故により、環境中に放出された放射性物質の分布と挙動の調査を積極的に行うと共に、放射線の生物に与える影響の研究、放射線に関わる教育等に注力している。

「環境中における放射性降下物の挙動」については、一般市民の関心は依然として高く、関連研究会での発表や、一般向けの講演会・測定会等も継続して行っていきたい。

「放射線耐性生物における耐性機構の解析」については、購入したギンゴケからオニクマムシとチョウメイムシを、有明水再生センターより分与を受けた活性汚泥からゲスイクマムシを採取して実験に用いる手法が確立されている。タンパク質を染色する蛍光色素であるCellTrackerが存在するとゲスイクマムシの放射線感受性が増加することを確認できた。放射線照射時にCellTrackerが存在することにより発現量の変化する遺伝子を検索して行きたい。

「自然起源放射性物質を利用した製品中の放射能」については、予想外にラドン濃度が低い結果となったが、利用者の健康面からは望ましいことと言える。

3. 教育

放射線障害防止法に基づく教育訓練を年9回実施

し93名が受講した。施設管理部署の一次立入者を対象とした教育訓練を年度初めに3回実施し17名が受講した。大学院共通カリキュラムにおいてRI基礎技術の取得を目的とした1コース3日間の実習を行い、2コース8名が受講した。研究室配属学生講座3名が6週間の実習を行った。

社会貢献活動の一環として、一般向けの放射線教育を行っている。2011年度より、NPO法人放射線教育フォーラムの行っている勉強会を協催することとなり、第3回勉強会を3月2日に6階講堂で開催した。また、北杜市立甲陵高校において「温泉とラドン」をテーマとしてサイエンスカフェを10月6日に行った。他にも各地で開かれている市民レベルでの講演会に講師を派遣している。

研究業績

Ⅲ. 学会発表

- 堀内公子, 箕輪はるか, 吉沢幸夫. 浴水中のトリウム系列核種の解析. 2012日本放射化学会年会・第56回放射化学討論会. 東京, 10月. [日本放射化学会年会・放射化学討論会研究発表要旨集2012:56:76]
- 堀内公子, 箕輪はるか, 吉沢幸夫. 鉱物より溶出したトリウム系列放射性核種の解析. 若手放射線生物学研究会第3回若手勉強会. 岡山, 3月.
- 堀内公子, 箕輪はるか, 吉沢幸夫. 人工温泉に含まれる放射性核種の解析. 日本温泉科学会第65回大会. 登別, 9月.
- 箕輪はるか, 吉沢幸夫. 東京慈恵会医科大学西新橋校周辺における福島原子力発電所事故による放射性物質の調査. 第129回成医会総会. 東京, 10月. [慈恵医大誌2012:127(6):227-8]