

研究最前線

低線量率放射線を長期間照射したマウスの子孫を調べる

生物影響研究部 田中 聡



放射線が引き起こす生物影響はその影響がどの世代に現れるかによって、身体的影響（被ばくした本人に症状が現れる）と継世代影響（その子孫に症状が現れる）とに分類することができます。その中で特に、低線量率長期被ばくの継世代影響についてはよく分かっていません。そこで私たちは、マウスを使って正確なデータを得る実験を行っています。実験に際しては、ウイルスや細菌などの影響を受けないように注意して C57BL / 6J 系統というマウスを飼育し、まずオスに低線量率 (20mGy / 日、1mGy / 日、0.05mGy / 日；1日あたり22時間の照射) の放射線 (セシウム-137ガンマ線) を約400日間連続照射します。その後、放射線を当てていないメスと交配して仔を得、さらに仔同士を交配することにより孫を得ます。これらのマウスを終生飼育して、



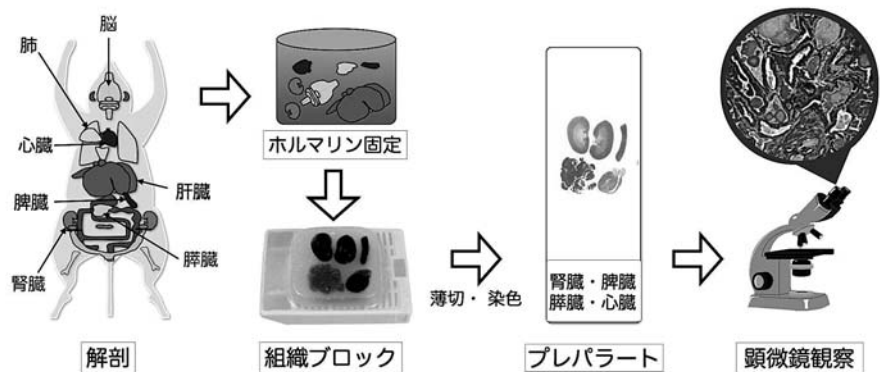
①放射線照射によって親の生殖細胞の遺伝子に変化が生じるかどうか、②生じた変化が生まれてくる子孫の数や性比、寿命、死因、腫瘍発生および遺伝子等に影響を与えるかどうか、③仔に発生した腫瘍が孫まで遺伝し、孫においても同じ種類の腫瘍が発生するかどうかなどについて調べています。

これらの情報を得るために三つの異なるレベルで調べます。最初に、マウスを解剖して肉眼で観察します (解剖学的検索)、次に詳しく観察したい組織の試料 (プレパラート) を作って顕微鏡で調べます (組織学的検索)。そしてもうひとつは、遺伝子について調べるものです (分子生物学的検索)。

この研究で最も重要かつ基礎となるデータは死因や腫瘍発生に関することで、これらは解剖学的検索と組織学的検索を実施することにより得られます。死亡したマウスを解剖して、肉眼で全身臓器の変化を観察し、どの臓器に腫瘍の発生や炎症などの病変が見られるかを観察します。観察結果を元に、病変部位を含む臓器から一匹について十数枚になるプレパラートを作製して、これらのプレパラート

を顕微鏡で詳細に観察することによって、発生した腫瘍の種類と良性・悪性の判定、肺炎等の炎症や腎症（ネフローゼ）などの非炎症性疾患等を診断します。そして、これらの病変がどの程度死因に関わっているかを判断して、そのマウスがどんな原因で死亡したのかを診断します。また、親の生殖細胞の遺伝子に突然変異が生じたのかどうか、腫瘍等の病変に遺伝子突然変異がどのように関わっているのかを調べるため、マウスの尻尾や病変から DNA を取り出し、遺伝子突然変異を検索します。その方法としては、数十万の遺伝子発現を一度に調べることができるマイクロアレイ法によって突然変異を検出し、PCR 法およびサザンハイブリダイゼーション法によってその突然変異の詳細を調べるなどの手法を用いています。

これらの検索を、実験に用いる全てのマウスについて実施する計画で、正確なデータを数多く得ることを目指しています。



〔研究者に聞く〕

Q. これまでのマウス実験で、身体的影響についてはどのようなことが判明していますか。

A. マウスに放射線（ガンマ線）を400日間連続して当てて寿命の変化を調べました。放射線を当てなかったマウスと比べて、自然放射線の約20倍にあたる1日あたり0.05mGyを照射したマウスでは、寿命やがん発生などについてほとんど差は見られませんでした。1日あたり20mGy照射したマウスではがんによる早期死亡で寿命の短縮が見られました。

Q. C57BL/6J という系統のマウスはどんな性質があり、なぜこの系統を使っているのですか。

A. 子孫の調査では、遺伝学的な形質が安定していることが重要です。そのような条件を満たすマウス中で、C57BL/6J 系統は比較的繁殖力が強く、放射線影響以外にもがん・免疫研究、毒性・微生物分野など幅広く使用されているマウスであるため使っています。

Q. 親マウスの数と、仔の数はどのくらいですか。また、調べるマウスの総数はどのくらいですか。

A. 実験は放射線を当てないグループと異なる線量率の放射線を当てる3グループを設定しています。各グループあたり、オス親180匹、メス親200匹で、生まれてくる仔マウスの数がオスメス合わせて約460匹、孫マウスの数はオスメス合わせて約700匹で合計約1,540匹になります。4グループの総計で6,200匹位になると見込んでいます。

Q. メスマウスに放射線を照射して非照射のオスマウスと交配する実験はしないのですか。

A. この実験ではオスに照射していますが、メス親照射の実験も大切ですので、こちらもできればいいなと思います。

Q. マウスの尾の DNA を用いるのはなぜですか。

A. 親の生殖細胞の遺伝子に突然変異が生じたのかどうかは、その親個体の仔の体の細胞中の DNA を調べることにより分かります。その細胞はどこからとってもよいのですが、尾の部分は毛が少なく DNA を抽出しやすいということが大きな理由です。

アクティブ試験中の六ヶ所村大型再処理施設周辺における大気環境中¹²⁹I濃度

赤田 尚史、柿内 秀樹、久松 俊一、一戸 孝暁、菅野 邦昭、島 長義
〔日本原子力学会2009秋の大会（2009年9月）で発表〕

大型再処理施設の運転に伴い主排気筒から大気中に放出される微量の放射性核種の環境中における挙動を明らかにし、中長期的な線量評価を行うことを目的に、総合的環境移行・線量評価モデルを開発している。そこで、開発したモデルの検証に必要な実測値を得る為に、再処理施設主排気筒の東側約2600mに位置する環境科学技術研究所構内において、アクティブ試験開始後の大気中¹²⁹I濃度と¹²⁹I/¹²⁷I同位体比、¹²⁹I降下量と降下物中¹²⁹I/¹²⁷I同位体比の観測を行った。

大気中粒子状・ガス状¹²⁹I濃度は、主排気筒からの気体状¹²⁹I放出量が多い月に濃度が高くなる傾向が認められ、このときの¹²⁹I/¹²⁷I同位体比は 10^{-7} ～ 10^{-6} のレベルを示した。一部の期間を除き、粒子状¹²⁹I濃度はガス状¹²⁹I濃度よりも低かったが、放出量が多い月ほど、全¹²⁹I濃度に対する粒子状¹²⁹Iの占める割合が¹²⁷Iの場合より大きくなる傾向が認められた。¹²⁹I降下量も放出量が多い月に増加する傾向が認められ、¹²⁹I/¹²⁷I同位体比は、半数以上の試料で 10^{-7} から 10^{-6} の高い同位体比が観測された。これまでの国内外における報告によると、再処理施設の影響を受けていない一般環境では 10^{-7} を超えるような¹²⁹I/¹²⁷I同位体比は見出されていないことから、 10^{-7} ～ 10^{-6} を示す¹²⁹I/¹²⁷I同位体比は、アクティブ試験により放出された¹²⁹Iの影響によるものと考えられた。なお、安全評価の手法により¹²⁹Iによる年間の預託実効線量を試算した結果、2007年で $0.06\mu\text{Sv}$ 、2009年で $0.17\mu\text{Sv}$ となり、年間線量限度値（ 1mSv ）に較べて極めて低い値であった。

本研究は、青森県からの受託事業により得られた成果の一部である。

〔研究者に聞く〕

- Q. ¹²⁹I/¹²⁷I同位体比を求めることに、どのような意味があるのですか。
- A. 自然環境中に存在するヨウ素（I）は、ほとんどが放射線を出さない¹²⁷Iです。その他、ごくわずかに原子力施設などから出てくる放射性の¹²⁹I、¹³¹Iなどの同位体があります。その中で¹²⁹Iは半減期が1570万年と長く、長期間冷却された使用済み燃料の再処理に伴って環境中に放出されます。そこで、採取した試料の¹²⁹Iと¹²⁷Iの比を求め、原子力施設の影響のない場合の値と比べることで、再処理施設からの影響を評価することができます。
- Q. 試料採取場所が再処理施設から離れていくと、測定値はどうなると考えられますか。
- A. 大気中に放出された¹²⁹Iは空間的に拡がりますので、排気筒から遠くなると大気で希釈され、¹²⁹I濃度および¹²⁹I/¹²⁷I比は低くなると考えられます。希釈の程度は、その時の風向と風速に依存すると考えられます。
- Q. 粒子状、ガス状に分けて測定する意味はどのようなことですか。
- A. 大気中に存在する物質が地表面へ沈着する速度等は、その物質の物理・化学的存在形態によって異なる事が知られています。粒子状かガス状かで沈着速度は変わり、それに伴って被ばく線量の値も変わります。そこで、それらを別々に測ることによって正確な存在量を把握し、モデル計算に反映させようとしています。

第156回環境研セミナー

講師：東北大学大学院農学研究科
准教授 福田 智一氏

開催日：平成21年9月9日

演題：遺伝子組み換えマウス、近年における
技術の進展と発癌機構研究への応用

人工的に外来性の遺伝子を導入し遺伝子発現をさせたマウス（トランスジェニックマウス）の作成法と AuroraA というがん遺伝子の機能解析に関する内容を中心に、放射線によるがん発生機構解明のための新しいトランスジェニックマウス技術を使った応用の可能性について紹介されました。

トランスジェニックマウスに導入した AuroraA 遺伝子が発現し続けることにより、発がんが発生するかどうかという研究について、①各種組織におけるタンパク質の発現、②同じく mRNA の発現、③ AuroraA タンパク質の発現制御の知見などのデータを示して話されました。結論は発現し続けた AuroraA タンパク質も、元来細胞の持つ正常

AuroraA タンパク質と同様に急速に分解されてしまい発がんが見られなかったというものでした。トランスジェニックマウスの新しい応用技術に関しては、一定の時期に遺伝子の働きを任意にコントロールできるような組織特異的、時期特異的トランスジェニックマウスを用いた、高線量率放射線発がんとがん抑制遺伝子 p53 の発現制御との関係に関する研究例を紹介されました。低線量率放射線による p53 などの挙動に関する調査は今後の応用課題の一つとの思いを持ちました。

(杉原 崇)



福田 智一氏

短 信

中学生が研究活動体験

六ヶ所第一中学校で実施している職業体験学習で、9月1、2日の2日間にわたり3年生2名(男女各1名)が環境研で研究活動の体験をしました。湖沼群の水質調査を体験するため、担当研究員の指導のもと、沼に入って試料採取することから始め、分析結果をまとめるまで、研究者が実際に行う内容を経験してもらいました。湖水の試料採取では、ライフジャケットを



着て恐る恐る沼の中に入って行く様子がうかがえました。

翌日、分析の前処理までしておいた試料を使って、含まれている水質汚染の原因物質の分析機器による測定、分析結果のコンピュータ入力、作図を行い、その結果について研究者から説明を受けました。

実習内容には中学生にとってやや難しい内容もありましたが、後日送付されてきた礼状には、研究が楽しかったのもっと勉強をして研究職と関係のある仕事に就いてみたいと思った、実験室での「ろ過実験」が特に心に残ったといった記載がありました。



編集・発行 財団法人 環境科学技術研究所（広報連絡委員会）

〒039-3212 青森県上北郡六ヶ所村大字尾駮字家ノ前1番7

電話 0175-71-1200(代) ファックス 0175-71-1270 URL : <http://www.ies.or.jp>