

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 8 日現在

機関番号：32612

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2012～2014

課題番号：24651053

研究課題名(和文)アカネズミ野生集団を用いた放射線影響の多角的評価

研究課題名(英文) Multidimensional approach for evaluating the effect of radioactive contamination using the large Japanese wood mouse.

研究代表者

友澤 森彦 (TOMOZAWA, Morihiko)

慶應義塾大学・法学部・助教

研究者番号：80581868

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,100,000円

研究成果の概要(和文)：放射性物質による汚染が野生の小型哺乳類に与える影響を調べるため、汚染レベルの異なる4地域から小型哺乳類を捕獲し筋肉中の放射性セシウムの濃度(筋Cs濃度)を計測した。その結果、筋Cs濃度はトラップ地点の地表での空間線量率と相関していた。またアカネズミの尿中8-OHdGの濃度を測定したところ、筋Cs濃度と弱く相関していた。さらにマイクロサテライトおよびミトコンドリアCytb遺伝子における遺伝的多様性を比較したところ、変異の増加は見られなかった。この事は放射線被曝がアカネズミの酸化ストレスレベルにわずかに影響した可能性があるが、集団の遺伝的多様性には大きな影響を与えていない事を示唆している。

研究成果の概要(英文)：To detect the effect of radioactive contamination on wild rodents, we examined concentrations of radiocesium in skeletal muscles and bones of rodents that were caught in four localities with different contamination levels. The concentrations of radioactive cesium were correlated with the air-dose rates at the individual's trapping points. We also examined the concentrations of urinary 8-OHdG and genetic variation in two genetic markers (microsatellites and Cytb gene) of the large Japanese wood mouse (*Apodemus speciosus*). The 8-OHdG concentrations were weakly correlated with the radiocesium concentrations in muscles and bones, while the genetic variation at population level did not. These results suggest that the low-dose irradiation has a little effect on the level of oxidation stress of this species, although it did not influenced on the genetic variation at population level.

研究分野：系統地理学

キーワード：アカネズミ 遺伝的多様性 放射線影響 酸化ストレス

1. 研究開始当初の背景

2011年3月の福島原子力発電所の事故以降、環境中に放出された放射性物質の生態系や人体に対する影響は日本および国際社会の重大な関心事であった。放射性物質は事故直後には大気の流れや降雨によって運ばれ樹木の樹冠や土壌有機物層の表層に沈着するが、その後時間が経過すると共に生態系を循環していくと考えられる。しかし低線量の放射線が生物の組織や細胞、分子レベルに及ぼす中長期的な影響やその野外におけるモニタリング方法についてはほとんど判っていない。

特に野生生物における世代を超えた遺伝的影響についてはチェルノブイリを中心に調べられているが、影響があるとする研究とないとする研究が双方存在し、統一的な見解はない。代表者らはこれまでアカネズミを含む日本産野生哺乳類を対象とし、野外における捕獲調査と研究室での分子生物学的実験に基づいた生態遺伝学的研究に従事してきたが、原発事故による環境への放射性物質の飛散という事態に直面し、我々の経験を活かすことでこれまで未知であった放射性物質の拡散が野生生物の組織や細胞および遺伝に及ぼす影響の解明やそのモニタリング方法の開発に貢献できるのではないかとこの着想に至った。

2. 研究の目的

本研究ではアカネズミ野生集団に対して生態学および集団遺伝学的なアプローチから放射線影響を把握する事で、放射性物質の汚染が野生哺乳類集団に与える影響をモニタリングする手法を開発することを試みた。

3. 研究の方法

(1) 汚染レベルの異なる5地域(0.02~10 μ Sv/h)からアカネズミを含む小型哺乳類を採集し、外部被曝の指標として個体ごとに捕獲地点での線量当量率(μ Sv/h)を地表で測定し、空間線量率とした。測定にはNaIシンチレーションサーベイメータ(TCS-172 Hitachi ALOKA medical Ltd.)を使用した。筋肉および骨中に蓄積された放射性セシウム(^{134}Cs および ^{137}Cs)の濃度(以下筋Cs濃度)をゲルマニウム半導体検出器を用いて測定した。また、アカネズミおよびヒメネズミについては臼歯摩耗度および体重・頭胴長から個体の月齢を推定し、相対的な被曝量を推定した。

(2) DNAの酸化ダメージを検出するため、

アカネズミの尿に含まれる8-ヒドロキシデオキシグアノシン(8-OHdG)の濃度をELISA法により測定し、筋Cs濃度および月齢などとの相関関係をみた。

(3) また、マイクロサテライトマーカー8遺伝子座、およびミトコンドリア *Cytb* 遺伝子(456bp)の塩基配列を決定し、遺伝子多様度および塩基多様度を汚染レベルの異なる地域間で比較した。各集団における遺伝的多様性はそれぞれの集団がもともと持っていた遺伝的多様性に大きく影響されるため、事故の影響を検出するのは困難である。そこで日本列島全域から取られたアカネズミ48個体について *Cytb* 遺伝子の塩基配列を決定し、そのデータに見られる多型サイトを汚染地域から取られたサンプルセットのデータから除外することで事故前に起きたと思われる変異を極力排除して比較した。

*本研究では使用した機器の関係で空気吸収線量率(Gy/h)ではなく、線量当量率(Sv/h)を用いた。

4. 研究成果

(1) 研究期間中に計5地点から合計439個体の小型哺乳類を捕獲し、筋肉中の放射性セシウムの濃度(以下筋Cs濃度)を計測した。アカネズミの筋Cs濃度は同一集団内でも個体によって大きくばらついたが、トラップ地点の地表での空間線量率と強く相関していた(図1)。この事はアカネズミの筋Cs濃度を内部被曝だけでなく、野生個体の相対的な被曝量の推定値として活用できる事を示唆している。

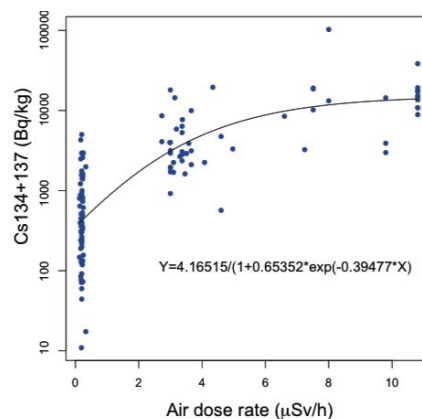


図1. 筋肉中放射性セシウム濃度(Cs134+137)と捕獲地点の空間線量率(Air dose rate)の関係

- (2) 一方でアカネズミの尿中の8-OHdG濃度は全データを用いた場合、筋Cs濃度とも捕獲地点の空間線量率とも有意な相関はみられなかった。しかし、個体ごとに大きくばらついており、外れ値を除外した場合には筋Cs濃度、捕獲地点の空間線量率と有意に相関した(図2)。この事は放射線被曝が野生アカネズミの個体の酸化ストレスレベルに影響した可能性を示唆するが、その影響は他の調べていない要因(個体ごとの生理状態など)の影響と比べて小さい事を示唆している。

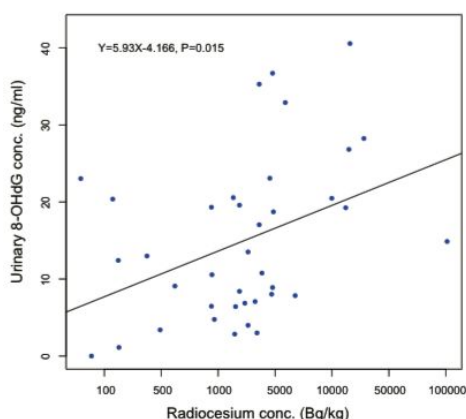


図2. 外れ値を除いた場合の尿中8-OHdG濃度と筋肉中放射性セシウム濃度(^{134}Cs および ^{137}Cs)の関係

- (3) さらにマイクロサテライトマーカーおよびミトコンドリア遺伝子の塩基配列における遺伝的多様性を集団間で比較したところ、両マーカーともに汚染レベルに伴った多様性の増加は見られなかった。新しい変異に限ってカウントした場合も汚染レベルに伴った変異の増加は見られなかった。従って、放射線被曝により酸化ストレスの増加があったとしても、遺伝的な変異の増加には至っていないと考えられる。しかしながら遺伝的多様性に影響が見られないという結果は被曝量が遥かに高いと思われるチェルノブイリ近郊の集団で行われた研究でも得られており(Meeks et al. 2007)、この事は集団レベルにおける遺伝的多様性を指標にした手法が放射性物質による汚染の遺伝的影響を把握する上で有効な手法とはいえないことを示唆している。今後のより正確な影響把握のためには全ゲノム規模での解析や高線量地域を含むより網羅的なサンプリングによる解析など感度の高い手法を用いる事が必要だろう。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 0 件)

〔学会発表〕(計 5 件)

Morihiko Tomozawa, Shinsuke Sakamoto, Jun Sato, Fumio Yamada. Relationship between concentrations of 8-OHdG in urine and radioactive cesium in muscle of the large Japanese field mouse, *Apodemus speciosus*, after the Fukushima nuclear accident. The Eleventh International Mammalogical Congress, Belfast (United Kingdom) 2013. 11th - 16th August

福島第一原発事故後のアカネズミ尿中8-OHdG濃度について 友澤森彦, 坂本信介, 佐藤淳, 山田文雄, 小泉透 日本哺乳類学会 2013年度大会(岡山理科大学)岡山県岡山市 9月6-9日

福島第一原発事故後のアカネズミ野生集団の遺伝的多様性について 友澤森彦, 坂本信介, 佐藤淳, 山田文雄 日本哺乳類学会 2014年度大会(京都大学)京都市 9月4-7日

山田文雄, 友澤森彦, 中下留美子, 島田卓哉, 菊池文一. 2014. 小型哺乳類における放射性セシウムの部位別濃度比較と内部被曝線量の推移. 日本哺乳類学会 2014年度大会(京都大学)京都市 9月4-7日

友澤森彦 放射線の野生生物に対する影響について2012年慶應義塾大学自然科学研究教育センターシンポジウム(慶應義塾大学)神奈川県横浜市 11月26日

〔図書〕(計 0 件)

研究組織

(1) 研究代表者

友澤 森彦 (TOMOZAWA, Morihiko)
慶應義塾大学・法学部・助教
研究者番号: 80581868

(2) 研究分担者

佐藤 淳 (SATO, Jun)
福山大学・生命工学科・准教授
研究者番号: 80399162

坂本 信介 (SAKAMOTO, Shinsuke)
宮崎大学・フロンティア科学実験総合センター・研究員
研究者番号: 80611368

(3)連携研究者

黒岩 麻里 (KUROIWA, Asato)
北海道大学・理学研究科・准教授
研究者番号：20372261

山田 文雄 (YAMADA, Fumio)
独立行政法人森林総合研究所・企画部・上
席研究員
研究者番号：10353905

久保田 善久 (KUBOTA, Yoshihisa)
独立行政法人放射線医学総合研究所・放射
線防護研究センター・環境防護研究チーム
リーダー
研究者番号：70161685

小泉 透 (KOIZUMI, Toru)
独立行政法人森林総合研究所・野生動物研
究領域・野生動物研究領域長
研究者番号：40353677