

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和元年5月28日現在

機関番号：32669

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K08087

研究課題名(和文) 原発災害後における野生ニホンザルの健康影響

研究課題名(英文) Health effects of wild Japanese monkeys after FUKUSHIMA Disaster

研究代表者

羽山 伸一 (Hayama, Shin-ichi)

日本獣医生命科学大学・獣医学部・教授

研究者番号：80183565

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)：2011年3月に東日本大震災に伴って爆発した福島第一原発から放出された放射性物質に被ばくした野生ニホンザルを対象に、被ばくによる健康影響を明らかにした。

筋肉中放射性セシウム濃度は、ほとんどの個体で数十～数百Bq/kgを示し、2011年当時から徐々に低減しつつあるが、1000Bq/kgを越す個体も未だにいるため、高濃度に汚染した食物を摂取している可能性が示唆された。また、原発災害前に妊娠した胎仔と災害後に妊娠した胎仔の相対成長を比較したところ、災害後の胎仔で体重と頭部のサイズのいずれも有意に低下していることが明らかとなった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は、放射性物質に被ばくした野生霊長類における健康影響を世界ではじめて明らかにした。調査対象とする福島市は、福島第一から約60kmに位置するが、サルが生息しているのは主に除染不能な森林内であり、採食している餌生物はいまだに数千Bq/kgと高濃度の放射性物質に汚染され、継続的に被ばくしている。また、同一地域同一種で長期間にわたってセシウム濃度を観測した事例はない。サルは野生状態でも20～25年程度の寿命があり、こうした長期的な低線量被ばくによる健康影響を評価するためには、きわめて適した研究対象である。

研究成果の概要(英文)：We clarified the health effects of exposure to wild Japanese macaques exposed to radioactive materials released from the Fukushima Daiichi nuclear power plant that exploded in March 2011 following the Great East Japan Earthquake.

The concentration of radioactive cesium in muscle showed several tens to several hundreds of Bq / kg in most individuals, and gradually decreased from 2011, but it was contaminated in high concentration as there are still more than 1000 Bq / kg. It was suggested that food may be ingested. Moreover, when relative growth of the fetus which gave birth before the nuclear disaster and the fetus which got pregnant after the disaster was compared, it became clear that the weight and the size of the head of the fetus after the disaster were significantly reduced.

研究分野：獣医学

キーワード：原発災害

1. 研究開始当初の背景

2011年3月に発生した東日本大震災にともなう福島第1原子力発電所の爆発（以下、原発災害）により、福島県東部地域は土壌1平米あたり数十万から数百万Bqの放射性物質で汚染された。放射性物質が今後、生態系や人間を含めた動物体内でどのような動態をたどるのかを明らかにすることは、広大な汚染地域の効率的な除染対策や生態系および人間における健康影響の予測に欠かせない。

この問題に関する先行研究は、チェルノブイリ原発事件を中心に多数の報告がある。しかし、その多くが放射性物質の野生生物における蓄積量とそれに対応する肉眼的な異常や個体数の変動などをテーマにしたものである。したがって、環境中から野生動物への移行ルートやそのメカニズム、あるいは放射性物質の体内蓄積による野生動物への健康影響、その結果としての野生動物個体群や生態系へ影響のメカニズムが明らかではなく、現在でも論争が続いている。

申請者らは、2007年から福島市と研究協力協定を締結し、この地域に生息する野生ニホンザル（以下、サル）の個体群を対象に野生動物管理学的な調査を実施してきた。とくに、鳥獣保護法にもとづく「福島県ニホンザル特定鳥獣保護管理計画」によって、福島市が個体数調整のために捕殺した個体をこれまでに800頭以上回収し、解剖検査により妊娠率や初産年齢などの個体群動態学的パラメータを明らかにし、一部の成果を公表した（[Hayama et al. 2011](#)）。この論文はわが国の野生ニホンザル個体群における繁殖パラメータを初めて明らかにしたものである。

こうした調査の過程で、東日本大震災が発生した。これまで研究を実施してきた福島市だけではなく、福島第一原子力発電所周囲の警戒区域を含めた福島県東部地域には、サルが数千頭生息しており、世界ではじめて野生霊長類が被ばくしたことになる（図1参照）。

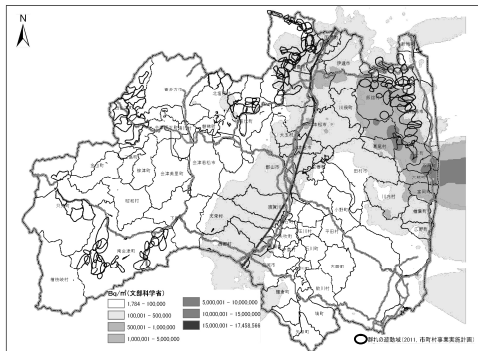


図1： 福島県における放射性セシウムの土壌沈着量およびニホンザル野生群の分布、出所：文部科学省（色の濃淡で放射性セシウム土壌沈着量を表示）および福島県（サルの各群れの行動域を黒囲みで表示）の資料による

申請者らは、これまでに原発災害発生直後からサルの筋肉中放射性セシウム濃度（以下、セシウム濃度）の経時的推移（[Hayama et al 2013](#)）や、被ばくしたサルの血球数減少とセシウム濃度との関連（[Ochiai et al 2014](#)）などの研究成果を公表し、現在も福島市におけるサルの健康影響調査を継続している

- ・ [Hayama S.](#) et al. Concentration of radiocesium in the wild Japanese Monkey (*Macaca fuscata*) over the first 15 months after the Fukushima Daiichi Nuclear Disaster. ***PLOS ONE*** 8(7):e68530. (2013)
- ・ Ochiai K, [Hayama S.](#) et al. Low blood cell counts in wild Japanese monkeys after the Fukushima Daiichi nuclear disaster. ***Scientific Reports*** 4: 5793. (2014) ([corresponding author](#))

2. 研究の目的

本研究では、2011年3月に東日本大震災に伴って爆発した福島第一原発から放出された放射性物質に被ばくした野生ニホンザルを対象に、セシウム濃度を測定するとともに、臨床医学的検査および病理学的検査を行い、被ばくによる健康影響を明らかにする。

とくに、本計画期間中に下記の2点について明らかにすることを目指した。

1) 筋肉中セシウム濃度の低下にともなって、血球数は回復するか？

チェルノブイリ原発災害では、被ばくした子供たちの血球数は7~12年後に回復傾向を示した。福島県ではセシウム濃度の低下に伴って、同様の事象が起こるのか否かを確認する。

2) 内分泌器官や生殖に影響はないのか？

チェルノブイリ原発災害では、甲状腺異常や新生児の発育障害などが報告されているが、サルでも長期被ばくによる内分泌器官や生殖への影響が予測される。また、もっとも被ばく量が多かった2011年に胎仔あるいは新生仔だったサルは2016年から出産年齢を迎えることから、本研究期間における妊娠率の変化を観測する。

3. 研究の方法

材料)本研究期間(2016~2018年度)に、福島市に生息するニホンザル400頭の死体を回収し、解剖分析および血液検査に供した。これらのサルは、鳥獣法にもとづく特定鳥獣保護管理計画によって、自治体が個体数調整で捕殺した個体である。

方法)サルの筋肉中のセシウム濃度を測定するため、解剖時に、各個体の後肢の筋肉を500~1000g採取する。採取された筋肉は、測定時まで-30度で冷凍保存する。

各個体の年齢は、Iwamoto et al (1987)の方法に従い、歯の萌出から査定し、幼獣(0~3歳)、亜成獣(4~5歳)、成獣(6歳以上)に区分する。

セシウム濃度は、ゲルマニウム半導体スペクトロメトリ(Canberra, GC2020-7500SL-2002CSL)およびNaI(Tl)シンチレーション検出器(Atomtex, AT1320A)で分析する。また、サル筋肉中セシウム濃度は、物理的半減期から捕獲日の値に補正する。

捕獲された個体の血液は、殺処分後に心臓採血によって採取し、常法により血球数等の検査を実施した。

捕獲された個体は解剖され、生殖器および胎仔を採取し、ホルマリン固定して保存した。胎仔は体重、体長(CRL)、頭部の長径および短径を測定した。頭部サイズは、長径と短径の積で示した。

4. 研究成果

筋肉中放射性セシウム濃度は、ほとんどの個体で数十~数百Bq/kgを示し、2011年当時から徐々に低減しつつあるが、1000Bq/kgを越す個体も未だにいるため、高濃度に汚染した食物を摂取している可能性が示唆された。

血球数は、成獣でやや回復傾向を示したが、幼獣では回復が認められず、むしろ低下する傾向がみられた。さらなる継続的な追跡調査が必要である。

原発災害前後における胎仔の成長や形態的变化を明らかにする目的で、2008年から2016年に福島市で採取した胎仔の外部計測を行った。これまで原発災害があったチェルノブイリと福島いずれでも、同一の野生動物個体群における胎仔の成長を経時的に調査して災害前後で比較した研究は見当たらず、本研究がはじめてとなる。

原発災害前に妊娠した胎仔35個体と災害後に妊娠した個体32個体において、CRL(crown ramp length・頂臀長)に対する体重および頭部のサイズ(頭蓋の最大長径と最大横径の積)の相対成長を比較したところ、災害後の胎仔で体重と頭部のサイズのいずれも有意に低下していることが明らかとなった。頭部のサイズとCTスキャナーで計測した頭蓋容積は高い相関を示すことから、脳の発達が抑制されていることも予想された。これらの胎仔の母親の栄養指標に有意差は認められず、観察された発育遅滞は放射線被ばくの影響が示唆された。

妊娠率は、本研究期間中に妊娠個体がほとんど採取されず、ほかの期間との統計的な比較は行うことができなかった。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 1 件)

1. Hayama S. M. Tsuchiya K. Ochiai et al.(他 8 名) Small head size and delayed body weight growth in wild Japanese monkey fetuses after the Fukushima Daiichi nuclear disaster. *Scientific Reports* 7: 3528. (2017) DOI:10.1038/s41598-017-03866-8 (査読有)

〔学会発表〕(計 6 件)

1. 羽山伸一「福島市のニホンザルにおける放射性セシウムの蓄積状況」第 33 回日本霊長類学会大会 (2017 年 7 月 15-17 日) 自由集会 1「東日本大震災被災地, 6 年後のニホンザル管理を考える」
2. 羽山伸一「福島市の野生ニホンザルにおける健康影響調査について」第 33 回日本霊長類学会大会 (2017 年 7 月 15-17 日) 特別企画集会「被ばく地のニホンザル研究: 長期調査の意義を考える」
3. 山本 有紗, 吉村 久志, 山本 昌美, 加藤 卓也, 名切 幸枝, 石井 奈穂美, 落合 和彦, 近江 俊徳, 羽山 伸一, 中西 せつ子 ... 福島第一原発災害後の福島市の野生ニホンザルにおける末梢血球数および骨髄造血組織の減少について、第 33 回日本霊長類学会大会 (2017 年 7 月 15-17 日)
4. 土屋 萌, 落合 和彦, 鈴木 浩悦, 神谷 新司, 加藤 卓也, 名切 幸枝, 石井 奈穂美, 近江 俊徳, 羽山 伸一, 中西 せつ子, ... 福島第一原発災害後の福島市に生息する野生ニホンザル (*Macaca fuscata*) 胎仔と幼獣の成長遅滞について、第 33 回日本霊長類学会大会 (2017 年 7 月 15-17 日)
5. 鈴木 諒平, 吉村 久志, 山本 昌美, 加藤 卓也, 名切 幸枝, 石井 奈穂美, 落合 和彦, 近江 俊徳, 羽山 伸一, 中西 せつ子 ... 福島第一原子力発電所事故後の福島県福島市のニホンザル (*Macaca fuscata*) における甲状腺の組織形態学的変化について、第 33 回日本霊長類学会大会 (2017 年 7 月 15-17 日)
6. S. Hayama, M. Tsuchiya, K. Ochiai, S. Nakiri, S. Nakanishi, N. Ishii, A. Tanaka, T. Kato, F. Konno, Y. Kawamoto, T. Omi. Biological effects in wild Japanese monkeys (*Macaca fuscata*) after the Fukushima Daiichi nuclear disaster. *the 27th Congress of the International Primatological Society* (2018 年)

〔図書〕(計 1 件)

1. 羽山伸一. 福島第一原発災害による放射能汚染問題. 中川・辻 編「日本のサル」東京大学出版会, p.287-304. (2017)

〔産業財産権〕

出願状況 (計 0 件)

名称：
 発明者：
 権利者：
 種類：
 番号：
 出願年：
 国内外の別：

取得状況 (計 0 件)

名称：
 発明者：
 権利者：
 種類：
 番号：
 取得年：
 国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究分担者

研究分担者氏名：

ローマ字氏名：

所属研究機関名：

部局名：

職名：

研究者番号（8桁）:

(2)研究協力者

研究協力者氏名:

ローマ字氏名:

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。