



大沼学¹⁾、石庭寛子²⁾、玉置雅紀¹⁾

¹⁾ 国立研究開発法人国立環境研究所 ²⁾ 福島大学環境放射能研究所

背景

福島第一原発事故後 30 日間において、森林性齧歯類は **3.9 mGy/day の線量率で被ばく**を受けていたと推定されている (Garnier-Laplace J, et al. (2011) 図1)。この線量率を ICRP の誘導考慮参考レベル (ICRP (2008)) に照合すると、**繁殖能力の低下**が生じる可能性がある線量率となる。しかし、それ以後の森林性齧歯類における被ばく状況については情報が少ない。そこで、2012年～2016年の繁殖期に福島県内の帰還困難区域で捕獲したアカネズミ (*Apodemus speciosus*) を対象に被ばく量の計算を実施するとともに、精子や精巢の状態を観察し、**現在の繁殖能力の状況を評価・検討**した。

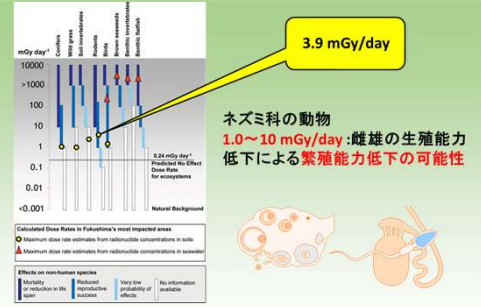


図1 事故直後の30日間における齧歯類の被ばく量の推定値 (Garnier-Laplace J, et al. (2011) より引用)

材料と方法

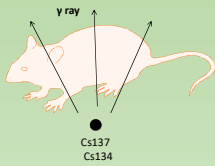
対象動物



図2 捕獲対象としたアカネズミ

2012年～2016年に福島県の帰還困難区域内でアカネズミ (*Apodemus speciosus*) を捕獲した (図2)。また、雄性生殖器への影響評価には、2013年と2014年に青森県と富山県で捕獲した個体を比較対照とした。

被ばく量の推定 (Onuma et al. 2020)



外部被ばく量は、捕獲地点の空間線量率を基に推定した。空間線量率の測定には、HANDY SURVEY METER Type NHE20CY3-131BY-S (Fuji Electric) を使用した。

内部被ばく量は、セシウム137の蓄積量をゲルマニウム半導体検出器で測定し、その量をもとにコンピュータプログラムEGSS (Hirayama et al. (2005)) を利用して推定した。セシウム137の蓄積量を測定した個体の内訳を表1に示した。

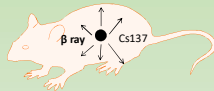


表1 内部被ばく量の推定に使用したアカネズミの年別、性別内訳

年	月	オス	メス	合計
2012	8月-11月	15	12	27
2013	7月-10月	13	6	19
2014	6月-8月	10	6	16
2015	8月	8	3	11
2016	8月-9月	10	8	18
合計		56	35	91

雄性生殖器への影響評価 (Okano et al. 2016, Ishiniwa 未発表)

以下の方法により、放射線の雄性生殖器への影響を評価した。

- ① 精巢におけるアポトーシスの発生状況 (TUNEL染色)
 - ② 奇形精子の割合 (位相差顕微鏡による観察)
 - ③ 精巢の酸化ストレスレベルの評価 (8-OHdGに対する免疫染色)
- 各項目で評価対象とした個体数の内訳を表2に示した。

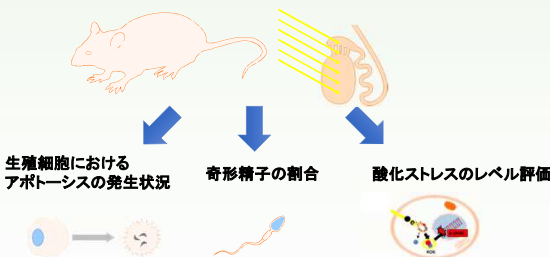


表2 雄性生殖器への影響評価に使用したアカネズミの年別、地域別内訳

	①アポトーシス			②奇形精子			③酸化ストレス		
	福島	青森	富山	福島	青森	富山	福島	青森	富山
2013	16	25	17	19	27	20	20	10	10
2014	12	5	6	18	5	8	17	5	6

結果と考察

被ばく量の推定

内部被ばく量と外部被ばく量を合計したところ、捕獲したアカネズミの被ばく量の平均値は、**0.20～0.54 mGy/day**と推定された (図3)。これは、繁殖能力の低下が起こるレベル (1.0mGy/day以上) 以下ではあるが、ICRP の誘導考慮参考レベル*で「**何らかの影響がある**」とされる**0.1mGy/day以上の被ばくが継続している**ことを示す結果となった。

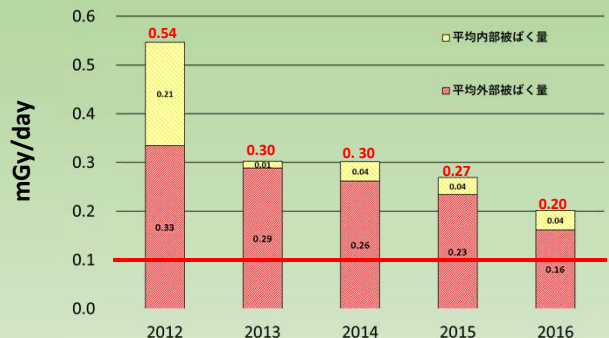


図3 帰還困難区域で捕獲したアカネズミの推定被ばく量の経時的変化 (Onuma et al. (2020)より一部改変し引用)

雄性生殖器への影響評価

帰還困難地域に分布するアカネズミに対して、「**何らかの影響がある**」とされる**0.1mGy/day以上の被ばくが持続している**。しかしながら、対照地域 (青森県、富山県) のサンプルと福島県のサンプルを比較して結果では、**アポトーシスを起こした細胞数と奇形精子の出現割合に有意差はなかった** (図4、5)。したがって、今回の推定された被ばく量は、帰還困難地域に分布するアカネズミの精子形成には**大きな影響を与えていない**と考えられる。

8-OHdGの免疫染色の結果では、帰還困難地域に分布するアカネズミの精巢で**8-OHdG陽性を示す細胞の数が、対照地域よりも多くなる傾向が観察された**。現在、抗酸化関連遺伝子の発現レベルも含め詳細な評価を実施中である。

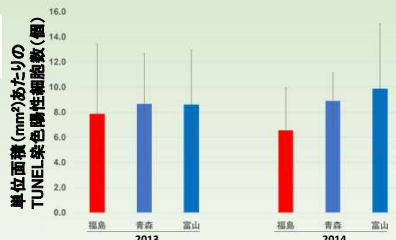


図4 各地域の精巢におけるアポトーシスを起こした細胞数 (TUNEL染色陽性) (Okano et al. (2016) のデータより作成)

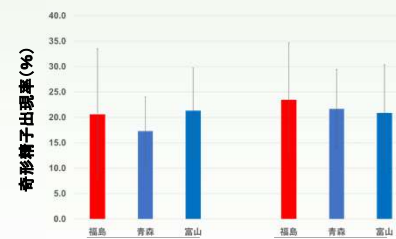


図5 各地域の奇形精子出現率 (Okano et al. (2016) のデータより作成)

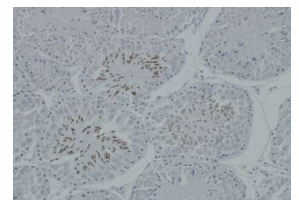


図6 8-OHdGを対象とする免疫染色結果。茶色に染色された細胞が8-OHdG陽性細胞。