

福島原発事故による放射能の 生物への影響に関する 論文や記事の紹介

2015/7/24



はじめに：福島第一原発の事故で放出された放射能の生物に与える影響がどのようなものであるか、大変気になります。以下、目についた論文や記事の紹介をしたいと思います。論文については、基本的に「概要」の部分訳、関連記事については極めて荒い抄訳です。もっと詳しく知りたい方、正確な情報を欲しい方は、URL を示しますので、原文をお読みください。

I 【ミミズ、サル、オオミズナギドリ、オオタカ】

【1】 Environmental radioactivity damages the DNA of earthworms of Fukushima Prefecture, Japan (環境放射能がフクシマ県のミミズの DNA に損傷を与えている)、European Journal of Wildlife Research, February 2014

<http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10344-013-0767-y>

【概要】(略) 環境放射能への暴露がイノシシとミミズの DNA へ与える影響を調査し、これらの動物への放射能の移行モードについて調べた。環境放射能の低い領域 ($0.28 \mu\text{Sv/h}$) と高い領域 ($2.85 \mu\text{Sv/h}$) から採取された動物中の DNA 損傷をコメント解析法を用いて解析した。イノシシを最高位捕食者とする食物連鎖モデルを作り、土壌・植物・ミミズ・イノシシの放射能レベルを測定した。イノシシ中の DNA 損傷は 2 つの領域間で有意な違いは見られなかったが、放射能の高い領域のミミズは低い領域のものより DNA 損傷が有意に大きかった。放射性物質は、直接土壌から或は間接的に摂食から、蓄積する可能性がある。放射能で汚染しているところに住んでいる野生生物には DNA 損傷のリスクがある。ただし、食餌習慣の違いでそのリスクは種毎に変化する。(略)

【2】 Low blood cell counts in wild Japanese monkeys after the Fukushima Daiichi nuclear disaster (フクシマ第一原発災害後の野生日本猿の低血球数)、Scientific Reports, July 2014

<http://www.nature.com/srep/2014/140724/srep05793/full/srep05793.html>

【概要】福島市の森林地区に住む野生の日本猿の集団に関し 1 年間の血液学的研究を行った。この地区は福島第一原発から 70 km のところにある。(略) 比較のために、福島第一から約 400 km の下北半島に住む猿も調べた。フクシマの猿の全セシウム濃度は $78-1778\text{Bq/kg}$ 、一方、下北の猿に関しては検出限界以下だった。下北の猿に比べて福島猿は、白血球数・赤血球数・ヘモグロビン・赤血球容積率のいずれもが有意に少なく、こどもの猿の白血球数は筋肉のセシウム濃度に有意な負の相関を示した。(略)

【3】 Reduced vitamin A (retinol) levels indicate radionuclide exposure in Streaked Shearwaters (Calonectris leucomelas) following the 2011 Fukushima nuclear accident (フクシマ原発事故に続くオオミズナギドリの放射性核種への暴露をビタミン A レベルの低下が示している)、Ecological Indicators, August 2014

http://www.researchgate.net/publication/261673872_Reduced_vitamin_A_%28retinol%29_levels_indicate_radionuclide_exposure_in_Streaked_Shearwaters_%28Calonectris_leucomelas%29_following_the_2011_Fukushima_nuclear_accident#search='%E3%80%90%EF%BC%93%E3%80%91+Reduced+vitamin+A+%28retinol%29+levels+indicate+radionuclide+exposure+in+Streaked+Shearwaters+%28Calonectris+leucomelas%29+following+the+2011+Fukushima+nuclear+accident'

【概要】 (略；放射能への暴露はビタミン A 等の抗酸化剤のレベルを下げる事が分かっている。) 海で餌を得ている御蔵島 (伊豆諸島) の (抱卵後の) オオミズナキドリの分布域はフクシマ放射能プルームと一致しているが、枇榔島 (日向灘) の繁殖コロニーは事故の影響地域外にある。両島のオオミズナキドリの幼鳥の放射能への (2011 年繁殖期、すなわちフクシマ事故の 4 か月から 7 か月後における) 生理学的応答を調べた。幼鳥の集団には両島の違いは見られなかったが、御蔵島の若鳥にはビタミン A のレベルの有意な低下がみられた。利用できる情報から判断して、この低下はフクシマの事故による放射能被ばくの影響の可能性が最も高い。(略)

【4】 Effects of the Fukushima Daiichi nuclear accident on goshawk reproduction (オオタカの繁殖へのフクシマ第一原発事故の影響)、Scientific Reports, March 2015

<http://www.nature.com/srep/2015/150324/srep09405/full/srep09405.html>

【概要】 (略) 福島第一原発事故の前後、北関東の最高位捕食鳥であるオオタカの 22 年間のフィールドにおける観察と繁殖状況の解析を行った。繁殖の成績は事故の前に比べて著しく減少し、事故後 3 年の研究期間において段々減少した。更に、この現象は (原発事故によって引き起こされた) 巣の下で測定された放射能汚染の空間線量の増加によって第一に引き起こされたもので、他の原因ではないことを示唆している。外部被ばくとともに、内部被ばくがオオタカの繁殖の成績に重要な役割を果たしている可能性を示唆している。

II 【琉球大学グループ：蝶 (ヤマトシジミ)】

【1】 The biological impacts of the Fukushima nuclear accident on the pale grass blue butterfly (ヤマトシジミに及ぼすフクシマ原発事故の生物学的影響)、Scientific Reports, August 2012

<http://www.nature.com/srep/2012/120809/srep00570/full/srep00570.html>

【概要】 (略) 日本ではよく見られる蝶 (ヤマトシジミ) に対する事故の生理学的および遺伝学的影響を示す。2011 年 5 月にフクシマ地区で第一産卵成虫を採取したが、その一部は比較的中度の異常を示した。第一産卵雌からの F₁ 子孫はよりシビアな異常を示し、それは F₂ 世代に引き継がれた。2011 年 9 月に採取された成虫は 5 月のものよりもっとシビアな異常を示した。同様の異常は、外部および内部被ばくにより実験的に再現された。フクシマ原発からの人工的放射性核種がこの種の蝶に生理学的遺伝的損傷を与えたと結論される。

【2】 The Fukushima nuclear accident and the pale grass blue butterfly: evaluating biological effects of long-term low-dose exposures (フクシマ原発事故とヤマトシジミ：長期低レベル被ばくの生物学的影響の評価)、Evolutionary Biology, August 2013

<http://www.biomedcentral.com/1471-2148/13/168>

【結果】 次の点が明らかになった：○この属の蝶 (ヤマトシジミ) を指標種として用いることは多くの利点がある。○フクシマで採取された蝶の前翅は南および北の地方で採取された蝶よりも有意に小さい。○フクシマ地区で採取された蝶に成長の遅れが見られる。○フクシマ地区で採取された蝶の異常な色パターンは温度および兄弟

交配による色パターンとは異なり、人工的な放射性核種および化学的突然変異誘起剤によるものに似ている。○突然変異の蓄積が 2011 年 5 月から 9 月に異常率の増加によって検出された。(略)

Ⅲ【Moller & Mousseau らによる研究：鳥その他の数と多様性】

【1】 Abundance of birds in Fukushima as judged from Chernobyl (フクシマの鳥の数：チェルノブイリからの評価)、Environmental Pollution, January 2012

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0269749112000255>

【概要】(略) フクシマとチェルノブイリに共通な 14 種の鳥の解析を行い、鳥の数は放射能が増すとマイナスの効果を受けること、また福島の方がチェルノブイリよりその影響が強い(14 種とも)ことが分かった。フクシマでは、調査の実施が 3 月から 6 月の繁殖期にぶつかったことがその原因と考えられる。

【2】 Differences in effects of radiation on abundance of animals in Fukushima and Chernobyl (動物の数に及ぼす放射能の影響：フクシマとチェルノブイリの違い)、Ecological Indicators, January 2013

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1470160X12002324>

【概要】(略) チェルノブイリでは、クモ・バッタ・トンボ・チョウ・ハチ・セミ・トリのいずれも線量が高い処ほど数の減少が著しかった。フクシマでは、これら 7 種のうち 3 種(チョウ・トンボ・バッタ)だけで数の減少が見られた。フクシマは事故後 6 か月で、放射線への被ばくが主な原因で、チェルノブイリは事故後 25 年、被曝と突然変異の積み重ねの結果と考えられる。(略)

【3】 The effects of low-dose radiation ~Soviet science, the nuclear industry – and independence? (低レベル放射能の影響：ソビエト科学、核産業…、独立系?)、Significance, February 2013 (The Royal Statistical Society)

<https://nuclearhistory.wordpress.com/2013/04/01/the-effects-of-low%E2%80%90dose-radiation-soviet-science-the-nuclear-industry-and-independence-author-anders-pape-moller-timothy-a-mousseau/>

【序文】チェルノブイリとフクシマは、低レベル放射線の生物への影響について世界的な関心を引き起こした。しかし、これまでの研究は、ソビエト科学・核産業にサポートされた研究と数少ない独立した科学者の研究の人を惑わすような混合物であった。A.P.Moller と T.A.Mousseau は、低レベル放射能の動物・植物・人への影響を研究するこれらの広範な努力の道案内をする。

【記事の内容】○ソビエト・フランス・日本等の政府や政府機関は、チェルノブイリや福島に関する情報の発表を遅らせたり隠したりした。1950 年代のたばこ産業と市民との対立が原子力をめぐっても現れている。○チェルノブイリ(フクシマ)では、場所によって汚染の度合いが大きく違う(図 1)。○フクロウ・ネズミ・ヒト・ムラサキツユクサ・タマネギについて、自然放射能の影響を調べた 46 論文に関するメタ解析を行い、自然放射能が生物にマイナスの影響を与えること、その影響は植物の方が大きいことを示した。○放射能と動植物の形態異常について調べた。クワガタムシでは、放射能の強いところほど、非対称の角の出現が多いことが示された。○チェルノブイリとフクシマで、放射能レベルの高い処ほど、鳥やその他の生物の数の減少が大きいことが示された。その傾向は、福島の方が強い(チェルノブイリは、事故からの年数が長いので、適応が進んでいる)。○チェルノブイリ事故での死者は、基になる仮定の仕方では 8 人から 100 万人までと推定。IAEA 等は(汚染の強い処だけを評価して、過剰死を低く見積もり)心理的なストレスが原因であると。しかし、鳥や他の動物もストレ

スを受けるといふのであろうか！世代交代の短い生物で低線量のマイナスの影響が見られるが、人の世代は 30 年と長く、遺伝的影響はこれからのことである。○生物への低線量の放射能のマイナスの影響に関し閾値があるという証拠はほとんどない（線形閾値なしモデル）。チェルノブイリ事故での汚染が低レベルである中部・西部ヨーロッパを評価の対象に含めれば、人口がものすごく多くなり、影響は膨大なものになる。○これから事故が起きるかどうかではなく、いつ起きるかが問題だ。

【4】 Generic and Ecological Studies of Animals in Chernobyl and Fukushima（チェルノブイリとフクシマにおける動物の属に関する研究および生態学的研究）、*J. Hereditary* (5) 2014

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25124815>

【概要】（略）チェルノブイリの強制避難区域の放射能の高い地域において、トリ・ハチ・バッタ・トンボ・クモ・哺乳類の数が減少した。フクシマでは、トリ・チョウ・セミの数は放射能が高いほど減少が著しいが、トンボ・バッタ・ハチ・クモの数は、少なくとも事故後の夏の間は、有意な減少を示していない。チェルノブイリとフクシマの違いは暴露からの時間の違いで、チェルノブイリでは多世代にわたる突然変異の蓄積の影響が考えられる。（略）

【5】 Outcomes of Fukushima: Biological Effects of Radiation on Nonhuman Species（福島原発の結果：人間以外の種への放射能の生物学的影響）*J. Hereditary*, (5) 2014

<http://jhered.oxfordjournals.org/content/105/5/702.full>

【概要】（略）今日まで、自然界における個々の生物の適応度に対する電離放射線の暴露の影響と閾値に関する理解は完全ではない。この特別号における 3 本の論文が、ヒト以外の生物に対する放射能の生物学的および生態学的影響の研究の出発点になることを望む。

【6】 Cumulative effects of radioactivity from Fukushima on the abundance and biodiversity of birds（鳥の数と多様性への福島由来の放射能の累積的影響）、*J. Ornithology*, March 2015

http://www.researchgate.net/publication/273770328_Cumulative_effects_of_radioactivity_from_Fukushima_on_the_abundance_and_biodiversity_of_birds

【概要】放射能の毒的あるいは遺伝的な効果に耐える鳥毎の能力の違いが原因で、種が違えば放射能に対する感受性が異なる。鳥の数と多様性が放射能から悪い影響を受けているかどうかを調べるために、福島県の鳥の一斉（個体数）調査（2011-2014）を行った。鳥の数は、放射能のレベルが上がるとともに減少し、異種間に有意な偏差があった。放射能が時間的に低減しても、放射能の強さと鳥の数は時間とともに逆比例的である。この関係は、栄養レベルがよくなるとあまり顕著ではなくなった。これらのことは、鳥の数と種の豊かさに対する放射能の悪い影響は時間とともに累積していくという仮説と一致している。

【7】 Abundance and genetic damage of barn swallows from Fukushima（福島のスズメの数と遺伝的被害）、*Scientific Reports*, April 2015

<http://www.nature.com/srep/2015/150330/srep09432/full/srep09432.html>

【概要】（略）スズメの幼鳥の低レベルの被ばくがその末梢血赤血球に対する遺伝的損傷を増加させるかどうかを調べた。熱蛍光線量計を用い、巣の材料の放射能を測ることにより、外部被ばくを評価した。コメント解析により DNA の損傷を評価した。更に、色々な環境放射能レベルに渡ってスズメの数の計量をし、その数量と年齢比を評価した。巣の標本の放射能は 497~143,349Bq/kg、一方、外部被ばくは 0.15mSv と 4.9mSv の間だった。

巢の放射能汚染による被曝はひな鳥の遺伝的損傷に相関していなかったが、高いレベルの汚染による被曝ではツバメの数の減少と幼鳥の割合の減少があった。このことは、生存率の低下、生殖率や飛べるまでに育つ割合の減少を示している。(以下、省略)

【8】 Birds are in a Trailspin Four Years after Fukushima (福島後 4 年、鳥類が急降下)、Smithsonian.com, April 2015 : Ben Mirtin による Tim Mousseau (University of South Carolina)の複数の論文とその批判の紹介記事

<http://www.smithsonianmag.com/science-nature/birds-are-tailspin-four-years-after-fukushima-180955134/?no-ist>

【記事の内容】 ●11年7月に福島に入り、鳥の数のカウントと白斑の観察、福一の周りの400ヶ所。鳥の種類と生息数の急激な減少、状況が毎年悪くなっている。○全部で2400羽近くのカウント、57種類の鳥のデータ；放射能に対しそれぞれの感受性を示す。30種類で数の減少が見られた(2011/7~2014/?)。○カラスやスズメのような留鳥は渡り鳥より高い感受性を示した。○2012年、汚染地域で白い羽の斑点(patches of bleach-white feathers)のある鳥が捕まるようになった。(2000年、チェルノブイリでは、捕まえた鳥の20%に白斑が認められた。)これは、放射線誘起のストレスが原因で、鳥の抗酸化力を減退させるためである。2013年までに、双眼鏡で観測できるくらい大きな白斑が見られるようになった。

▲Mousseauらは、福島とチェルノブイリのこのようなデータは事故後の異なるステージでの野生動物への累積的影響と考えているが、全く異なった見方をする研究者もいる。△福島とチェルノブイリの放射能レベルでは、細胞の抗酸化力は放射能の酸化力を上回る。鳥の白斑は(多分、数の減少も)、放射能以外のなんらかの原因と考えられる。△鳥の羽の色はいろいろな原因によって変化する。加齢や羽の生え代りなど。△高レベルの初期の被ばくの効果と低レベルの後の効果を区別することは困難。△事故後、人間がいなくなったことが長期的には生物多様性と生息数に(良い)影響を与える。

★Mousseauの研究方法(フィールドにおける観察)と旧来の方法(制御された被ばく量と個々の動物の観察)が違う。

【9】(意見論文)チェルノブイリやフクシマ原発の事故が鳥類等に及ぼした影響の検証、日本鳥類学会誌、(1)2015

http://altmetrics.ceek.jp/article/www.jstage.jst.go.jp/article/jjo/64/1/64_71/_article/-char/ja/

【内容】これまで分かった悪影響：外部形態の異常・腫瘍・白内障・精子の形態異常と行動・脳容量・生存率・繁殖率・成長率・生息数・送粉者と植物の相互作用・果実食者と植物の相互作用・捕食者と動物の相互作用・宿主と寄生者の相互作用・分解作用・生態系

今後の研究：○低線量放射線の累積的な影響、○放射線の直接・間接的影響、○放射線の急性および慢性的影響、○放射線の影響に関する研究結果の反復、○突然変異とその分布拡大、○放射能に対する適応

おわりに：紹介者は、生物や生物への放射能の影響に関してずぶの素人ですので、誤読・誤解、訳の間違い等々が多々あるかと思えます。読まれた方からのご指摘を待ち、訂正をしたいと思います。また、この紹介をまとめるにあたり、三陸の海を放射能から守る岩手の会の会員に、種々ご検討いただきました。ありがとうございました。

倉茂道夫(nc3kk5@bma.biglobe.ne.jp)