

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 30 年 6 月 13 日現在

機関番号：82101

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15H04537

研究課題名(和文) 原発事故後の潮間帯生物相の変化と放射性核種による影響評価

研究課題名(英文) Changes in intertidal biota after the 2011 Fukushima nuclear disaster and possible effects by radionuclides

研究代表者

堀口 敏宏 (HORIGUCHI, Toshihiro)

国立研究開発法人国立環境研究所・環境リスク・健康研究センター・室長

研究者番号：30260186

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,000,000円

研究成果の概要(和文)： 1)コドラート法により付着動物の種数と個体数密度、湿重量密度を茨城県、福島県及び宮城県の7定点で調べ、経年変化を明らかにした。また、2)イボニシ個体群解析のため、福島県の旧警戒区域の富岡、大熊、双葉及び南相馬の4定点で定期調査を行い、イボニシ個体群密度、殻高組成、性成熟及び産卵状況を調べ、その経年変化を明らかにした。
3)1F周辺で観察されたイボニシ個体群の激減に関する原因究明に向けて、急性影響の観点から、イボニシに対する放射性核種等の曝露実験を行った。また、4)イボニシに対する放射線の影響解析を、イボニシ鰓組織のアポトーシス(細胞死)に焦点を当てて、進めた。

研究成果の概要(英文)： In May and June 2015, and June 2016, we conducted quantitative quadrat surveys of sessile invertebrates at seven intertidal sites in Ibaraki, Fukushima, and Miyagi Prefectures, including the sites near the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant (FDNPP), to check whether species richness, population densities, and biomass had recovered from declines after the 2011 Tohoku earthquake, tsunami, and nuclear disaster. Additionally, in April, July, August and September from 2015 to 2017, we monitored the population density and spawning behavior of rock shells (*Thais clavigera*) in the field near the FDNPP. Increases in species richness and population densities in the intertidal zones near the FDNPP were not found until at least 4-5 years had passed after the 2011 disaster. Densities of and reproductive performance by *T. clavigera* populations near the FDNPP in 2017 remained below levels before the accident.

研究分野：生態毒性学

キーワード：潮間帯 無脊椎動物 棲息 繁殖 放射性核種 化学物質

1. 研究開始当初の背景

2011年3月の東日本大震災に付随して起きた東京電力福島第一原子力発電所(1F)の事故により放射性核種が大量に放出され、海洋を含む周辺環境を汚染した。原発事故による放射能汚染と生物影響については、1986年4月に旧ソ連で起きたチェルノブイリ原発事故の記録・報告があるが、海洋汚染とその生物影響に関する知見は少ない。放射性核種による海洋の汚染(生物への蓄積)と影響(外部被曝及び内部被曝)については、大気圏核実験が盛んであった1950~1960年代に多くの研究報告がなされたが、近年では少なくなっている。一方、近年では国際放射線防護委員会(ICRP)がICRP Publicationsを刊行し、主として外部被曝による生物影響の知見の整理・公表を行っているが、水棲生物に対する被曝線量評価の研究はきわめて少なく、したがって、影響評価の知見もヒトや実験動物のそれと比べると、少ない。海域の放射能汚染という点では、英国・セラフィールドの核燃料再処理工場周辺海域の報告があるが、主として汚染(蓄積)に関するものであり、影響の知見は少ない。

一方、1F事故では3基の原子炉が同時にメルtdownした世界に前例のない事故であり、しかも海域に大量の放射性核種が直接漏洩した点でも特異的である。申請者が2011年12月に1Fの半径20km圏内(警戒区域:当時)で予備的な現地調査を行った結果、イボニシなどの巻貝類のほか、カニ・ヤドカリ・フナムシなどの節足動物がほとんど見られなかった。2012年4月~8月に千葉県から岩手県に至る東日本43地点(1F警戒区域を含む)で実施した詳細調査の結果、1F近傍で種数が少なく、イボニシが広野町~双葉町(1Fを含む約30km)でほとんど見られなかった。また、2013年及び2014年に1F周辺の旧警戒区域の4地点と茨城・宮城両県の3地点で付着動物群集に関する定量調査と解析を行っ

た結果、1F南側の地点で種数、個体数及び湿重量がいずれも低値であり、且つ、1F事故前よりはるかに低水準であることが見出された。今回の1F事故の後、チョウなどの昆虫類やツバメなどの鳥類において原発事故関連とされる異常が報告されているが、それらは全て個体レベルのものであった。一方、個体群及び群集レベルの異常とみられる現象はこれまで報告されておらず、本研究によるものが初めてであった。したがって、1F周辺の潮間帯生物相の推移を継続して追跡するとともに、上述の異常とみられる現象をもたらした原因を究明する必要がある。

2. 研究の目的

現地調査として、1)付着動物の種数、個体数、湿重量を茨城県、福島県及び宮城県の7地点においてコドラート法で調べ、付着動物群集解析を行う。また、2)イボニシ個体群解析のため、福島県の旧警戒区域の富岡、大熊、双葉及び南相馬の4地点において定期調査を行い、イボニシ個体群密度、殻高組成、性成熟及び産卵状況を調べ、解析する。これにより、1F周辺における付着動物群集及びイボニシ個体群の経時/経年変化を明らかにする。

室内実験により、3)これまでに1F周辺で観察された異常とみられる現象(ここでは、特にイボニシの激減)の原因究明と4)イボニシに対する放射線の影響解析を進める。このうち、3)については、「津波以外の要因(原子炉から漏れ出た放射性核種または有害化学物質)によって潮間帯生物の斃死(急性影響)等が生じた」との作業仮説の下、急性影響の観点からイボニシに対する放射性核種等の曝露実験を行う。また、4)について、急性影響及び慢性影響の観点から、¹³⁷Csまたは⁹⁰Srに被曝したイボニシ鰓組織のアポトーシス(細胞死)に焦点を当てて解析する。

3. 研究の方法

1) コドラート法による調査、2) 目視観察と全個体数採集、殻高組成解析及び光学顕微鏡による生殖腺組織の観察など、3) ^{137}Cs 、 ^{90}Sr 及びヒドラジンのイボニシに対する半止水式曝露実験、4) TUNEL 法などによるアポトーシス細胞の検出と透過型電子顕微鏡によるアポトーシス細胞の判定。

4. 研究成果

茨城県の神栖市波崎海水浴場と日立市久慈浜漁港、福島県の富岡町富岡漁港、大熊町夫沢(1Fの南側約1km)、双葉町久保谷地(1Fの北側約1km)、南相馬市小高区浦尻、及び宮城県の石巻市渡波漁港の7地点において、毎年5~6月に50cm×50cmの方形枠を用いた付着生物調査を行った。各地点で鉛直方向に3箇所(潮下帯~潮間帯下部、潮間帯、潮間帯上部~潮上帯)で付着動物群集を採集し、種数、種別の個体数と湿重量を調べた。種数、個体数密度及び重量密度を解析し、経年変化を明らかにした。

また、イボニシの棲息状況の観察のため、毎年4月に楢葉町山田岡、下繁岡及び波倉浜畑、富岡町毛萱浜畑と富岡漁港、大熊町小入野と夫沢(1Fの南側約1km)、双葉町久保谷地(1Fの北側約1km)と双葉海水浴場、浪江町請戸漁港と棚塩本町、及び南相馬市小高区浦尻と角部内、村上海岸の14地点において現地調査を行い、個体群密度(単位時間当りの採集個体数)及び殻高組成を解析した。2016年7月にイボニシが採集されない“空白域”が消失した。また、イボニシの産卵状況の観察のため、毎年7~8月に対照地点の茨城県ひたちなか市平磯の他、福島県の富岡町毛萱浜畑と富岡漁港、大熊町小入野と夫沢(1Fの南側約1km)、双葉町久保谷地(1Fの北側約1km)と双葉海水浴場、南相馬市小高区浦尻の計8地点において現地調査を行った。その結果、2011年12月の調査開始以降、2017年に初めて、大熊町小入野と夫沢(1Fの南側約1km)、双葉町久保谷地(1Fの北側約1km)

において少数ながら産卵が観察された。富岡町毛萱浜畑、双葉町双葉海水浴場、南相馬市小高区浦尻においても本研究の期間中に産卵が確認された。また、イボニシの生殖周期を明らかにするため、茨城県ひたちなか市平磯、福島県富岡町富岡漁港及び大熊町夫沢の3地点で2017年6月(平磯)あるいは同年4月(富岡漁港と大熊町夫沢)以降、毎月標本を採集し、生殖巣組織標本を作製して性成熟について組織学的に調べた。

イボニシに対する ^{137}Cs 、 ^{90}Sr 及びヒドラジンの急性影響を調べる曝露実験を行った結果、顕著な影響は認められなかった。一方、TUNEL法などによる、イボニシ鰓組織におけるアポトーシス細胞の検出と透過型電子顕微鏡によるアポトーシス細胞の判定に関する検討も進めて知見を得た。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計 1 件)

Horiguchi, T., Yoshii, H., Mizuno, S., Shiraishi, H.: Decline in intertidal biota after the 2011 Great East Japan Earthquake and Tsunami and the Fukushima nuclear disaster: field observations. Scientific Reports, 査読有, 6, 20416, 2016. (DOI: 10.1038/srep20416)

[学会発表](計 8 件)

Horiguchi T., Kodama K., Kume G., Kang I.J.: Less recovery from decline in intertidal biota around Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant. 4th International Conference on Radioecology & Environmental Radioactivity, Berlin(Germany), p.655-656, September 2017.

堀口敏宏, 児玉圭太, 久米元, 姜益俊: 福島県潮間帯における付着生物群集の組成と密度の経年変化, 第4回福島第一原発事故による周辺生物への影響に関する勉強会, 成田市, 同予稿集, p6-7, 2017. Horiguchi T.: Critical appraisal and perspectives on gastropod imposes studies. 18th International Symposium on Toxicity Assessment, Limeira(Brazil), p.7-8, July 2017. 【Invited presentation】

Horiguchi T., Yoshii H., Mizuno S., Kodama

K., Shiraishi H.: Decline in intertidal biota after the 2011 Great East Japan Earthquake and Tsunami and the Fukushima nuclear disaster. 7th Bilateral Seminar Italy-Japan, Minamibouso (Japan), p.15-16, November 2016. 【Invited presentation】

堀口敏宏：東日本大震災及び福島原発事故後の東日本沿岸における潮間帯生物の種数と棲息密度，「福島第一原発事故による周辺生物への影響に関する研究会」，大阪，同講演要旨集，pp.5-6，2016. 【招待講演】

Horiguchi T., Yoshii H., Mizuno S., Shiraishi H.: Did intertidal biota decline after the 2011 Great East Japan Earthquake and Tsunami and the Fukushima nuclear disaster?, SETAC Europe 26th Annual Meeting, Nantes (France), May 2016.

堀口敏宏：福島県潮間帯及び沿岸の海産生物における質的・量的変化，第58回日本甲状腺学会学術集会，福島，同講演要旨集，p55，2015. 【招待講演】

Horiguchi T., Kodama K., Akatsuka T., Shiraishi H.: Changes of sessile organisms around the Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Plant after nuclear accidents in March 2011. SETAC Europe 25th Annual Meeting, Barcelona (Spain), May 2015.

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況(計 0 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

取得状況(計 0 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等

<http://www.nies.go.jp/whatsnew/2016/20160204/20160204.html>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

堀口 敏宏 (HORIGUCHI, Toshihiro)
国立研究開発法人国立環境研究所・環境リスク・健康研究センター・室長
研究者番号：30260186

(2) 研究分担者

久米 元 (KUME, Gen)
鹿児島大学・農水産獣医学域水産学系・准教授
研究者番号：00554263

児玉 圭太 (KODAMA, Keita)
国立研究開発法人国立環境研究所・環境リスク・健康研究センター・主任研究員
研究者番号：90391101