

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 12 日現在

機関番号：32607

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2012～2014

課題番号：24580279

研究課題名(和文) 東日本大震災による地盤沈下にもなう新旧潮間帯生物群集の動態

研究課題名(英文) Succession of intertidal organisms after the subsidence by the Great East Japan Earthquake

研究代表者

加戸 隆介 (Kado, Ryusuke)

北里大学・海洋生命科学部・教授

研究者番号：40161137

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,900,000円

研究成果の概要(和文)：東日本大震災による大規模地盤沈下による潮間帯生物群集への影響を明らかにするため、3年間に渡り岩手県越喜来湾の防波堤壁面上の生物遷移過程を調査した。その結果、地盤沈下した裸地にチシマフジツボが最初に付着したことに加え、津波により雑食性のキタムラサキウニが一時的に激減したことにより、潮間帯には一時的に多様性の高い生物群集が形成された。しかし、その後のキタムラサキウニの密度増加とともに多様性は減少し、2014年末には震災前に似たキタムラサキウニのみが優占する磯焼け状態に戻りつつある。この遷移過程は過去に行われた実験と酷似し、キタムラサキウニの生態学的影響の大きさが本震災で検証された。

研究成果の概要(英文)：To survey the influence of the Great East Japan Earthquake to intertidal organisms, succession of intertidal communities have been observed at a quay in Okirai Bay, Iwate Prefecture for three years.

The results were as follows: 1) The succession observed after the earthquake was not special, but was the same succession occurred when predation pressure by sea urchins *Strongylocentrotus nudus* would be lowered artificially in the field. 2) They decreased biodiversity of shallow water communities. 3) Intertidal barnacle *Semibalanus cariosus* plays a role to increase biodiversity by offering their shells as a substrate to other sessile organisms. 4) If the earthquake had occurred at other season, different succession would have been observed. 5) Barge and the tugboats settled alien barnacles on the hull in their home port have brought them involuntarily to the area that were suffered from the Tsunami and needed restoration. 6) The same events will be able to occur when they returned.

研究分野：海洋生物生態学

キーワード：生物多様性 潮間帯生物相 チシマフジツボ ナンオウフジツボ キタムラサキウニ 捕食圧 東日本大震災 地盤沈下

1. 研究開始当初の背景

(1) 東北の沿岸漁業は近年、外来種による環境攪乱、在来のウニ類がもたらす磯焼け現象、地球温暖化がもたらす水温上昇による生産力低下の懸念、など多くの問題を抱えている(図1の3と4)。そうしたなか、東日本大震災により、東北沿岸海域は甚大な被害を受け、沿岸海域への物理的被害、内湾の生産力や沿岸生物への影響の解明が急務となっている。今回の震災は、大規模な地盤沈下を伴ったため、潮間帯生物への影響が特に心配された。潮間帯は海洋環境の中で最も変化の激しい生息場所であり、その環境にのみ適応した固有種を多く含んでいる。それゆえに、これら潮間帯生物への影響解明は生物多様性保全と岩礁域の生産力維持の立場から重要な問題である。

(2) 今回の大震災は視点を変えれば、a) 地盤沈下による潮間帯生物への新たな付着基質の提供、b) 潮間帯生物群集の潮下帯への大規模移植、という自然の壮大な実験と見なせる。現場からは、ウニなどの匍匐性動物が一時的に少なくなったとの報告があり、磯焼け現象解決の糸口になる可能性があるとともに、この結果を克明に調べることで、浅海域大規模開発や生物群集移植の影響をシミュレートすることにもつながると考えられる。

2. 研究の目的

本研究は、東日本大震災による津波や地盤沈下を被った三陸沿岸域の潮間帯生物群集の被害状況と自然の修復過程を明らかにするものである。そのために、1) 地盤沈下によって強制的に下方に移動させられた生物群集がどのような変遷をたどるかを明らかにする、2) 新たに海面下に加わった裸地(震災前の潮上帯部)への生物の加入状況を把握して、その遷移過程を明らかにする、3) 潮間帯に供給される幼体の種や量を過去に蓄積された情報と比較することで、沿岸や湾内の親個体群(ソース)の生残・規模を推測する。これらから、大震災が三陸沿岸域の生物多様性に及ぼした影響を知り、三陸内湾域が持つ環境修復に擁する期間や回復の程度を明らかにすることを目的とする。

3. 研究の方法

(1) 過去の状況と比較するため、越喜来湾の防波堤の岸壁を調査場所にした。そこでの付着生物相、海洋環境を定期的に把握するため、昼間の干潮時に月一度の頻度で水中カメラを岸壁に沿って降ろし、この映像を記録媒体に保存して、後に PC 上の画像から、種査定、個体密度等を深度別に測定した。

(2) 過去に上記の場所において付着生物相調査用の試験板を用いて付着生物相の長期モニタリングを実施してきており、同じ手法

(平均水面下 40cm に設置、毎月試験板の交換)で継続調査を行い、過去の変動結果と比較することにより震災の影響を統計的に解析する。

4. 研究成果

(1) 震災1年後の状況(図1の10-12):

新潮間帯生物群集: 130cm 地盤沈下した調査地点は沈下前にはマガキ、エゾカサネカンザシが優占する低多様性群集だったが、震災後の新潮間帯域には、春にはチシマフジツボ、夏にはムラサキイガイ、冬から翌春に海藻、夏にムラサキイガイ殻上にアカフジツボと外来フジツボの *Perforatus perforatus* (以下、ナンオウフジツボと呼称) などが新たに加わり、生物多様性が増加した。震災年の秋までキタムラサキウニ密度は低かったが、その後、震災以前の密度に増加した。これから、過去の実験的調査による仮説「キタムラサキウニによる捕食圧抑制とチシマフジツボの生残により生物多様性が増加する」は、強く支持される結果となり、ほぼ同様の遷移が現在進行中である。

旧潮間帯生物群集: 潮下帯に沈下した潮間帯中、下部の生物群集は、その環境変化によって直ぐに死亡することはなかったが、沈下後に他生物による被覆により生残が左右される可能性がある。

付着生物加入状況: 付着生物の経月加入結果は、震災以後2年続けてアカフジツボの有意な付着密度増加を示したが、その理由は定かたで無く、今後の湾内養殖施設増加に伴う変化を調べながら考察する必要がある。

以上より、震災後の変化は津波や震災の影響による特異的な現象では無く、生物的環境要因が変化した際にも生じる現象であり、潮間帯生物相の形成に潮下帯に出現する付着性動植物の被覆圧の少なさが大きく関与していることが新たに示唆された。

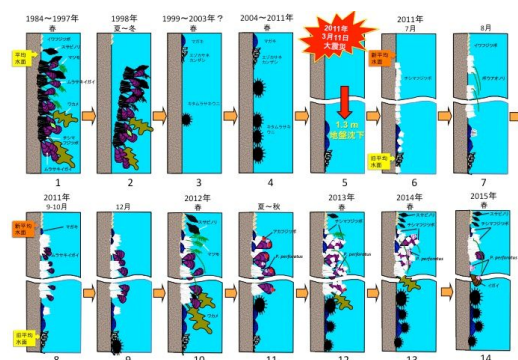


図1 潮間帯生物群集の震災前後の遷移過程

(2) 震災2年後の状況(図1の13):

新潮間帯生物群集: 震災1年後に多様性が増加した群集は2年目を迎えて平均水面下100cm以下でキタムラサキウニの密度が増加傾向にあり(図2)、それによる摂餌圧が増加したことにより多様性(種数)が低下し続けた。それ以後では震災前のマガキ、エゾカサ

ネカンザシの2種が優占した群集から、イワフジツボ、チシマフジツボ、ムラサキガイ、ナンオウフジツボ、アカフジツボ、マガキ、エゾカサネカンザシが混在する多様性が増加した群集へと変化した。

旧潮間帯生物群集：潮下帯に沈下した震災前の潮間帯生物群集（マガキ、エゾカサネカンザシ）は、夏期に群体ボヤなどによる被覆が確認されたが、冬期には被覆生物がいなくなり、生残率は不明ながら生き残っている可能性がある。

付着生物加入状況：付着生物の経月加入状況をみると、アカフジツボで付着盛期が震災前の8月から震災後に10月にシフトし、密度も増加傾向であったのに対し、その他の付着動物の密度は震災前に比べて減少傾向を示した。ただし、その密度は過去の平均値と有意差はなかった。震災後に出現したナンオウフジツボの付着時期は7-9月で、2012年に比べ2013年に付着時期が1ヶ月早まり、付着密度も9倍に増加した。

以上、震災後の生物相は震災前に比べて高い多様性を維持していると判断できるが、キタムラサキウニの密度は震災直後の1個体/m²から16個体/m²に漸増していたことから（図2）今後の密度の推移と潮間帯生物相の関係を注視する必要があるとかんがえられた。

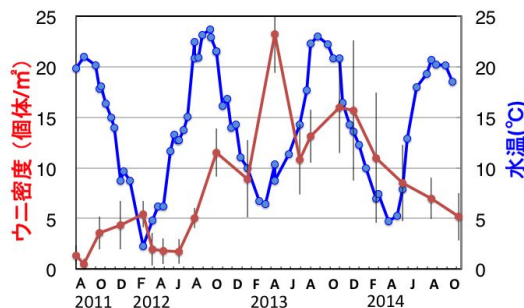


図2 キタムラサキウニ密度と水温の推移

(3) 震災後3年目の状況（図1の14）:

新潮間帯生物群集：キタムラサキウニ密度は2014年2月以降低下気味で、11月時点では5個体/m²であった。潮下帯ではキタムラサキウニの捕食圧により磯焼け状態を呈し、生物多様性は極めて低く、震災以前の様相を示した。潮間帯の中・下部においてもキタムラサキウニによる捕食圧に加えて、肉食性腹足類のチヂミボラがチシマフジツボに高密度に群がっており、チシマフジツボとムラサキガイの2層構造の群集構造が崩壊気味であった。両者の帯状分布の幅は10-20cmに狭まり、ムラサキガイ密度は極めて低下するとともに、生き残っているチシマフジツボにも死亡個体が増加している。4) 潮間帯下部にわずかに加入したマガキも死亡が目立つ。5) ナンオウフジツボは潮間帯中・下部に定着し、同サイズのチシマフジツボより生き残っている確率が高い傾向が見られる。2014年に

はチシマフジツボ、アカフジツボの加入が付着板調査により確認されたが、潮間帯中部以深の個体はキタムラサキウニにより剥ぎ取られていた。

旧潮間帯生物群集：海藻被覆により明確には確認できていないが、マガキについては外見上生残し続けているように思われた。

付着生物加入状況：ナンオウフジツボは夏期に引き続き加入が確認され、付着期間はこれまで最も長く3ヶ月にわたったが、付着密度は低下した（図3）。

以上、震災後に増加した潮間帯生物相の種多様性は昨年同様、急速に減少しつつあり、キタムラサキウニによる捕食圧の影響が震災以前の程度に戻っていると考えられた。加えて、チヂミボラによる影響も多様性減少の要因として注目する必要があると考えられた。在来種の個体数が減少する中、新たな外来種ナンオウフジツボの定着と潮間帯下部での優占度が高まっている傾向にある。本種のキタムラサキウニによる被捕食率などについて、今後追跡してゆくことにより、東北太平洋岸での潮間帯生物相の変化を注視することが重要と考えられる。また、浅海域の生物多様性の維持・向上やそれに伴う生産性の向上を目指すには、キタムラサキウニ密度の制御が不可欠であると結論された。

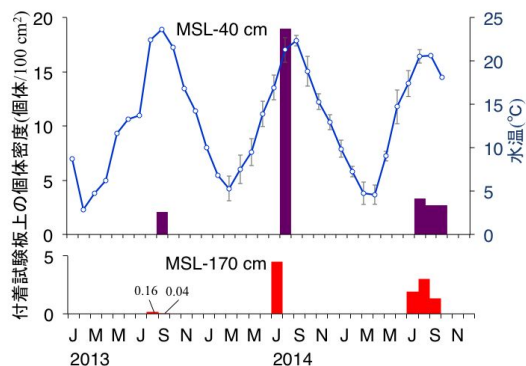


図3 ナンオウフジツボの異なる水深での付着時期

以上の震災後の生物相遷移から次のことが明らかとなった。

- 1) 震災後に潮間帯で見られている生物遷移は、震災時にのみ起こりうる稀有の出来事では無く、平時に起こりうる、またキタムラサキウニの密度を下げることによって再現可能な生物遷移である
- 2) 東北太平洋岸ではキタムラサキウニが潮間帯および潮下帯の生物多様性を低めている。この地方の生物多様性を高めるには、キタムラサキウニの密度制御が不可欠である。
- 3) チシマフジツボは自らの殻を他の付着生物の付着基質として提供することで、潮間帯の生物多様性を高める役割を果たしている。
- 4) 地震発生の時期が夏以降（チシマフジツボの付着時期が過ぎた後）であったなら、今

回と同じ生物遷移が繰り返されたとは考えにくい。

5) 地盤沈下により潮下帯に運ばれた付着生物は直ちに死亡する訳ではなかったことから、かれらは元来広い環境耐性を有していると判断できる。

6) 大規模地震や地盤沈下が起こっても、津波に付随する泥の堆積などが無ければ、潮間帯生物相は4年ほどで元に戻りうる。

7) 復興工事のために異なる生物地理区から台船が来港すると、船体付着生物に外来種が存在した場合には、他県や他地域に外来種を拡散させてしまう危険性がある。今震災で東北地方に新たに出現した外来種の *Perforatus perforatus* (ナンオウフジツボ) がその貴重な例として挙げられる。

8) 同じ事が復興工事を終えて母港に帰港する台船にも言えることから、人為的外来種拡散の危険性を深刻に考える必要がある。

9) ナンオウフジツボは東北太平洋岸に定着したと考えられ、水温が13℃以上で繁殖活動を開始し、付着が起こると考えられるが、現状では夏期にのみ付着時期が存在すると見られる。今後、この外来種の動向に注意が必要である。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計2件)

加戸隆介 東日本大震災が岸壁の潮間帯生物相にもたらした変化と新たな課題、月刊海洋(査読無し),46(12),72-78,2014

加戸隆介 三陸の潮間帯生物群集に対する震災による地盤沈下の影響、うみうし通信(査読無し),75,8-9.2012

[学会発表](計6件)

濱口光・加戸隆介 新規外来フジツボ *Perforatus perforatus* の現在の生息域と生態から見た今後の分布域. 2015年度日本付着生物学会研究集会・総会. 2015.3.27, 東京海洋大学(東京都,港区)

濱口光・小笠原誠・辻季宏・難波信由・加戸隆介 新規外来フジツボの *Perforatus perforatus* の東北における分布域と生態的特徴について. 2014年度日本プランクトン学会・日本ベントス学会合同大会. 2014.9.5, 広島大学(広島県,東広島市)

Hikaru Hamaguchi, Yasuyuki Nogata, Keiju Okano, Makoto Ogasawara, Toshihiro Tsuji, Nobuyoshi Nanba and Ryusuke Kado. A new alien barnacle *Perforatus perforatus* in Japan and its growth, settlement season and survival of larvae for different temperatures. 2014ICMCF Satellite Symposium. 2014.07.11, National University of Singapore(Singapore)

加戸隆介 東日本大震災が岸壁の潮間帯生物相にもたらした影響と新たな課題. 平

成26年度日本水産学会春季大会シンポジウム「地震・津波から3年後の東北地方太平洋沿岸域の現状」-天災による自然撓乱と修復による人為的撓乱-,2014.3.27,北海道大学(北海道,函館市)

長野聡一郎・辻季宏・小笠原秀明・吉田冬人・木村敏弘・酒井あずさ・平野健志・難波信由・加戸隆介 岩手県越喜来湾における震災前後の付着生物の加入と群集構造の変化. 2014年度日本付着生物学会研究集会・総会. 2014.3.26, 東京海洋大学(東京都,港区) 加戸隆介 東日本大震災が潮間帯生物の多様性に与えた影響とその評価 日本学術会議学術フォーラム“東日本大震災からの水産業および関連沿岸社会・自然環境の復興・再建にむけて”. 2013.11.29, 日本学術会議(東京都,港区)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

加戸 隆介 (KADO, Ryusuke)
北里大学・海洋生命科学部・教授
研究者番号: 40161137

(2) 研究分担者

難波 信由 (NANBA, Nobuyoshi)
北里大学・海洋生命科学部・准教授
研究者番号: 20296429