

令和元年6月17日現在

機関番号：12601

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15H02801

研究課題名(和文) 遷移過程にあるアマモ場からの溶存態・懸濁態物質の移出過程に対する定量的評価

研究課題名(英文) Quantitative evaluation of the transport of dissolved and particulate materials from a seagrass bed during succession

研究代表者

福田 秀樹 (Fukuda, Hideki)

東京大学・大気海洋研究所・准教授

研究者番号：30451892

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 11,500,000円

研究成果の概要(和文)：沿岸域において高い生産力有するアマモ場は陸域から流入する溶存態・懸濁態物質を捕捉することで、その流入負荷を緩衝する機能を持つとされている。東日本大震災に伴う津波により甚大な被害を受け、回復途上にある岩手県大槌湾根浜地区のアマモ場を対象とすることで、アマモの群落の規模と溶存態・懸濁態物質の移出量の関係を検討した。研究期間内にアマモの群落は震災前の三分の一程度まで拡大したが、震災には見られたアマモ場内外の栄養塩類、懸濁態物質の濃度差は見られず、現在の規模では陸域から流入する懸濁態物質を捕捉する機能を有していない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

沿岸域においてアマモ場は高い生物生産力を有する一方で、魚類の仔稚魚の生育場所としての機能や陸域から流入する溶存態・懸濁態物質を取り込むことで海域への流入負荷を緩和する機能を担っている。本研究は東日本大震災の大津波による被害から回復しつつあるアマモ場が海域への流入負荷を緩和する機能を失っていることを示したが、これらは東日本大震災により沿岸生態系が受けた擾乱がもたらす影響の長さを示す知見であると同時に、アマモ場という環境を保全する際にその機能を維持するために不可欠な知見を提供するものである。

研究成果の概要(英文)：Seagrass ground, which is productive ecosystem in the coastal ecosystem, plays a role of buffer mitigating inflow load of dissolved and particulate materials from the land area by incorporating them to biota and sediment. We examined a relationship between flux of dissolved and particulate materials from the seagrass ground in Otsuchi bay (northeastern Japan) to offshore and its. The seagrass ground in Otsuchi bay was severely damaged by the huge tsunami following the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake. The area of the seagrass ground recovered to about one third of that before the earthquake at the end of study period. However, comparison in distribution pattern of dissolved and particulate matters between within and out of the seagrass ground suggests that the seagrass bed has not acted as buffer mitigating inflow load of land materials since the great earthquake.

研究分野：生物地球化学

キーワード：生物海洋 アマモ場 東日本大震災

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

(1) 藻場や干潟に代表される沿岸生態系は、単位面積あたりの生産性が熱帯雨林の2~11倍と極めて高いだけでなく(国連環境計画, 2009) 藻類や海草の群落が海水の流れを物理的に和らげることで陸域から流入してきた栄養塩類や懸濁態有機物の滞留時間を増加させ、系内の生物による取り込みや体積を促進することで、沿岸域への過剰な有機物や栄養塩類の流入負荷を緩衝する役割も担っている。藻場内に流入した栄養塩類の一部は系内の一次生産を起点とする生物群集に利用され、生物体やデトリタスなどの懸濁態有機物として系外へと流出していくと考えられている。

(2) 2011年3月に三陸沿岸を襲った大津波は沿岸生態系に物理的な破壊をもたらしたが、拡散速度の大きい孢子により短期間で再生・回復すると期待されている岩礁帯の海藻群落に対して、海藻が固着し難い砂質で繁茂するアマモ場では生活の基質となる砂州自体が流出するなどの問題点が指摘されておりその回復に時間を要することが懸念されている(日本海洋学会 2011、永田・福田 2011)。アマモ場の消失は痛ましい悲劇である一方で、その後の遷移過程における物質循環過程を追跡することでアマモ場が果たしてきた役割に対する基礎的な知見をもたらすものと考えられる。

2. 研究の目的

(1) 三陸沿岸の内湾域の湾奥部に点在するアマモ場は、東日本大震災に伴う大津波により、その基質となる砂状堆積物が物理的に攪拌・流失したため、その群落の面積は大幅に縮小した。攪乱から回復の途上にあるアマモ場がからの溶存態・懸濁態物質の移出過程を把握することで、周辺の生産力の低い生態系(砂泥質堆積物系など)に対するアマモ場の機能の遷移過程を捉えることができると考えられる。そこで本研究は群落の拡大を経年的に追跡することにより、アマモ場の規模と周辺生態系への溶存態・懸濁態物質の移出効果の関係を定量的に明らかにすることを目的とした。

(2) 通常、異なるアマモ場間の比較を行っても、結果から群落の規模以外の環境条件の違いを排除することは困難であるが、2011年の大津波による攪乱から回復の過程にあるこの地点を経年的に観測し、さらに群落の規模が大きかった震災前に収集した試料との比較を行うことでアマモ場の規模を含む遷移過程とアマモ場からの物質の移出過程の定量的な関係を抽出することが可能であると考えられる。そこで本研究は震災前の観測結果があり、大津波による攪乱から回復過程にある岩手県の大槌湾のアマモ場を調査対象とし、アマモ場内外の溶存態・懸濁態物質、沈降物の分布状況の把握、超音波ドップラー流速計や係留式の流速計を用いたアマモ場周辺の流れ場の把握をアマモの草体が水柱内に立ち上がる夏季(5月から10月)と海底に仰臥する冬季(11月~4月)の二回、三年間に亘って行うことで、アマモ場の遷移過程と物質の移出過程の関係を明らかにすることを企図した。

3. 研究の方法

(1) 震災前にアマモが繁茂していた大槌湾の湾奥南部に位置する箱崎地区(津波による物理的被害の少なかった地区)と根浜地区(津波による砂浜が大きな損傷を受けた地区)にそれぞれ6点ずつ設けた地点において、2015年度に予備調査を実施した。ところが根浜地区では同年3月末で終了する予定であった砂防林の復旧工事が継続されており、10月までその工事現場より泥水が放出されていたことから(図1上段赤丸) 2015年度の観測結果は比較に用いないこととした。また箱崎地区について淡水の流入量が少なく、群落の面積も小さいことから、調査は根浜地区のみを対象とすることとした。

採水地点はかつてアマモが繁茂していた水深帯(水深4~5m)に3点(N1~N3)

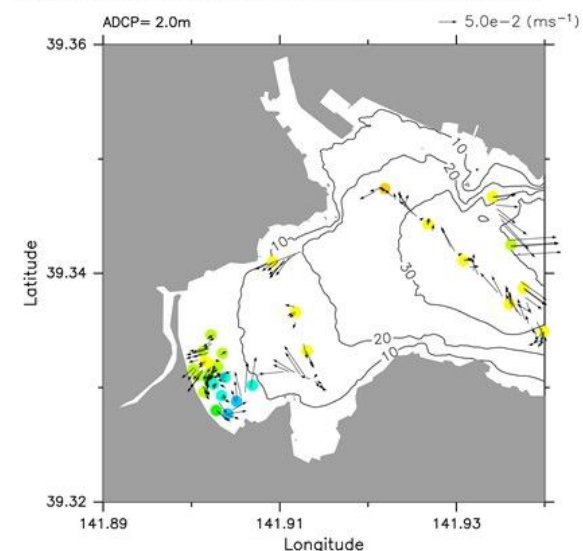


図1 (上) 根浜地区の観測点と鶴住居川の河口の関係(2015年6月)。赤丸は工事現場からの放水。(下) 根浜地区周辺の流速と塩分の分布。地形図は震災前のもの。

生育限界以深の水深 9~10 m の範囲に 3 点 (N4~N6) ずつ設けるものとし、N4~N6 については、超音波ドップラー流向流速計での観測結果から、アマモ場から流出した海水を得られる地点に設定した。観測は 2015 年 11 月から 2016 年 1 月に実施した予備的なもののほか、2016 年 10 月、2017 年 1~4 月、2017 年 10 月、2018 年 1 月、3~4 月に実施した。冬季調査に当たる 1~4 月の調査については荒天や、採取した試料の分注やろ過を行った東京大学大気海洋研究所国際沿岸海洋研究センターの移転などが重なり、観測日程を分散せざるを得なかった。

(2) 採水はニスキン採水器を用いて行い、水柱の中程度に相当する水深 2 m または 5 m より採取した。水温・塩分の鉛直プロファイルは CTD を用いて測定した。採水した試料を用いて栄養塩類の分析を行ったほか、ガラス繊維ろ紙 GF/F 上に藻類や懸濁物を捕集しクロロフィル a の濃度や有機炭素・窒素の物質質量ならびにそれぞれの安定同位体比の分析を行った。また測点 N2, N5 では海底から 2 m の位置に沈降物を採取するためのセジメントトラップを約 24 時間設置した。採取した沈降物は元素分析・質量分析に供したほか、3D ホログラフィ式粒子測定装置 (LISST-Holo、セコイア・サイエンティフィック社) で撮影し粒子サイズなどを計測した。

(3) アマモの繁茂状況を確認するために水中ビデオカメラを用いて海底を撮影した。ビデオカメラは専用のフレームを用いることで、カメラを海底から一定の距離に保ちながら撮影を行った。また流向および流速を測定するために電磁式流速計 (INFINITY AEM-USB, JFE アドバンテック社) をセジメントトラップとともに係留した。

4. 研究成果

(1) 根浜地区のアマモ場周辺の流況および塩分の分布から、鷺住居川の河川水は湾内に流入後、岸沿いに反時計回りにアマモ場に流入し、アマモ場南東にある漁港に流入した後、防波堤に沿うように流れ、やがて沖合へと流れていた (図 1 下段)。係留した電磁流速計の結果も潮汐に連動して流向が ~45 度程度の範囲で変動するものの、同様の結果を示していた。アマモの群落は N1 と漁港内で高密度に分布したものの、震災前は測点 N3 まで広がっていたにもかかわらず、2015 年 12 月の段階ではその西北端は N1 周辺にとどまっていた。その後、群落は N3 の方向に進展し始め、2018 年 4 月の段階では N1 と N2 の中間点付近でも草体が見られるようになった。

(2) アマモ場内の測点群 (N1~N3) とアマモ場に対して流れの下流側の測点群 (N4~N6) における溶存態・懸濁態物質の分布の代表として図 2 にクロロフィル a と硝酸塩の各濃度の平均値を示す。本比較で最も群落の面積が大きかった震災前の 2007 年ではアマモが水柱内に立ち上がる夏季にクロロフィル a と硝酸塩の各濃度はアマモの群落内で有意に濃度が高くなっていたが、アマモが海底に仰臥する冬季には有意な差が見られなかった。これはアマモの草体による懸濁物の捕集効果と、それら分解過程による栄養塩類の放出によるものであると考えられるが、流れの下流側では濃度が下がっていることから、これらはアマモ場内で消費または堆積していることを示唆している。一方で、震災後のアマモ場の面積が五分の一から三分の一程度に縮小した時期にはこれらの差は見られなかったことから、アマモ場による懸濁物の捕集にはある程度の群落の規模が必要となることが明らかとなった。

(3) アマモ場内外に設置されたセジメントトラップより採取された沈降物については、アマモ場の内外でその組成に大きな差が見られた。LISST-Holo を用いた観察により、震災後の 2016 年から 2018 年については深度の浅いアマモ場では砂粒の寄与が高いことが明らかとなり、波浪などにより堆積物が盛んに再懸濁していることを示している。一方で、アマモ場の内外で懸濁態有機炭素・窒素では有意な差が見られなかったことから、これら再懸濁した物質は周辺の生態系に拡散することなくアマモ場内に再堆積しているものと思われた。

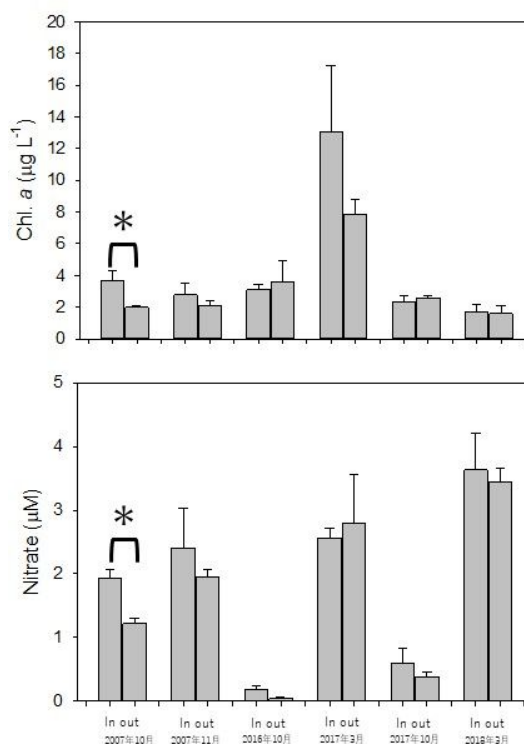


図2 アマモの生育可能帯の三点 (N1~3) の平均値 (In) と生育限界以深の三点 (N4~6) の平均値 (Out) の各濃度の比較。(上) クロロフィル a 濃度、(下) 硝酸塩濃度。エラーバーは標準偏差を示し、In と Out の平均値に有意差 ($p < 0.05$, Student's t-test) がある場合は*で示している。

(4) 隣接する地域の復旧工事によって、回復の遅れていた根浜地区のアマモ場では河川から流入する懸濁物やそれらより再生された栄養塩類が周辺の生態系に流失していることが明らかになった。本研究の研究期間内では懸濁態物質の捕集機能というアマモ場の機能が回復する段階まで捉えることが出来なかったが、今回の結果は群落の規模とアマモ場が粒子の捕集機能の關係に関する新たな知見をもたらすとともに、東日本大震災により沿岸生態系が受けた擾乱をもたらす影響の長さを示すものである。

<引用文献>

国連環境計画 (2009) Blue Carbon : The Role of Healthy Oceans in Binding Carbon

日本海洋学会 (2011) 東日本大震災による海洋生態系影響の実態把握と今後の対応策の検討 (提言) http://kaiyo-gakkai.jp/jos/archives/geje2011_artcl/1589

永田・福田 (2011) 大槌湾の物理化学環境およびプランクトン調査 (速報) <http://www.aori.u-tokyo.ac.jp/shinsai/j/research01.html>

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4件)

Hideki Fukuda, Yang Yanhui, Hiroyuki Takasu, Yuichiro Nishibe, Atsushi Tsuda, Toshi Nagata (2017) "Nutrient status of Otsuchi Bay on the Sanriku Coast of Japan: 5 Years after the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake" Bulletin on Coastal Oceanography, 54: 105-116. 査読有

福田秀樹・永田 俊 (2017) 東日本大震災から5年間の大槌湾の栄養塩環境 日本水産学会誌 83: 652-655

[学会発表](計7件)

Chia-Jung Lu, Mizuki Ueno, Hideki Fukuda, Hiroshi Ogawa Optical Properties of Dissolved Organic Matter and Humic Substances in a River-Influenced Coastal Environment ASLO 2018 Ocean Sciences Meeting, Portland, Oregon, 11-16 February 2018

福田秀樹・楊燕輝・高巢裕之・永田 俊 東日本大震災以降6年間の三陸沿岸大槌湾および主要流入河川における栄養塩環境の変化 JpGU-AGU Joint Meeting 2017, Chiba, 20-25 May 2017

田中 義幸・福田 秀樹・宮島 利宏 北地方太平洋沖地震の津波により分布が減少した岩手県大槌湾湾奥部のアマモ場の回復状況の検証 JpGU-AGU Joint Meeting 2017, Chiba, 20-25 May 2017

福田秀樹 三陸沿岸の栄養塩 日本海洋学会 2016年春季大会 東京 2016年3月

[図書](計0件)

[産業財産権]

出願状況(計0件)

取得状況(計0件)

[その他]

ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究分担者

宮島 利宏 (MIYAJIMA, Toshihiro)

東京大学・大気海洋研究所・助教

研究者番号: 20311631

(2) 研究分担者

田中 潔 (TANAKA, Kiyoshi)

東京大学・大気海洋研究所・准教授
研究者番号：20345060

(3) 研究分担者

田中 義幸 (TANAKA, Yoshiyuki)
八戸工業大学・基礎教育研究センター・教授
研究者番号：50396818

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。