

機関番号：13501

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2008～2010

課題番号：20510023

研究課題名(和文)

駿河湾御前崎沿岸をモデルにした海藻相・藻場を指標とする温暖化の影響評価

研究課題名(英文)

Impact assessment of global warming by an index of seaweed flora and bed modeled at Omaezaki coast, Suruga Bay, central Japan

研究代表者

芹澤 如比古 (SERISAWA YUKIHIKO)

山梨大学・教育人間科学部・准教授

研究者番号：80408012

研究成果の概要(和文)：海藻相・藻場を指標として温暖化の影響を評価することを目的に駿河湾御前崎地先で研究を行った。現在御前崎に生育している緑藻は21種から27種へと増加し、褐藻は39種から24種へ減少し、年平均気温は1935～2010年までの76年間で0.89℃、年平均水温は0.52℃上昇していることが判明した。また、年平均気温・水温が低い年には海藻類の現存量は高く、逆に高い年には現存量が低くなることが明らかになった。したがって、海藻相・藻場は温暖化の影響評価の指標になり得ると判断された。

研究成果の概要(英文)：The aim of this study is to assess the impact of global warming by an index of seaweed flora and bed at Omaezaki, Suruga Bay. The number of species in green algae those currently growing at Omaezaki were increased from 21 to 27, whereas brown algae decreased from 39 to 24. During 76 years (1935-2010) at Omaezaki, the annual average temperatures were increased 0.89 degrees centigrade in air and 0.52 degrees centigrade in water. Moreover, the biomass of seaweeds was haigh in lowere annual average air and water temperatures, and low in higher temperatures. Thus, seaweed flora and bed was judged to be able to be an index of the impact assessment of global warming.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	2,200,000	660,000	2,860,000
2009年度	800,000	240,000	1,040,000
2010年度	600,000	180,000	780,000
年度			
年度			
総計	3,600,000	1,080,000	4,680,000

研究分野：複合新領域

科研費の分科・細目：環境学・環境影響評価・環境政策

キーワード：生態系影響評価, 藻場評価, 温暖化, 海藻相, バイオマス, 海水温

1. 研究開始当初の背景

近年、地球温暖化によって生物の分布域の攪乱が問題となり、現時点における生物相の把握と、温暖化による生物相への影響を評

価することは緊急の課題である。長命な樹木を中心とする陸上植物では環境変化の影響はすぐには現われ難いが、短命な海藻類では環境変化に敏感に応答することが知られて

いる (cf. 今野 1977, 宝月 1986, Lobban & Harrison 1997)。ある海域に生育する海藻類の種組成は温度による影響を強く受けていることが知られているが (cf. Feldmann 1937, 瀬川 1956, 新崎 1976), これまでに地球温暖化に伴う海水温の上昇に関連した海藻植生の変化に言及した研究はほとんど行われていないのが現状である。本州中部に位置する駿河湾御前崎・相良沿岸では、かつて約 8,000 ヘクタールにおよぶ藻場 (サガラメ海中林) が存在したが (環境庁自然保護局 1994), 2000 年には消滅したことが報告されている (相楽 2004)。このような藻場・海中林の衰退は日本各地で生じているが (環境庁自然保護局 1994), 御前崎・相良域における藻場の消滅は最大である。このような藻場の消滅や衰退の原因については海岸域開発や、水質汚濁、海水温の上昇、藻食動物の食害の他諸説あり、海域によって原因も様々なようであるが、近年の地球温暖化による海水温の上昇は看過できない影響を海藻植生に与えていると考えられる。実際に土佐湾でも 180 ヘクタールに及ぶカジメ海中林が海水温の上昇により消滅した可能性が指摘されている (芹澤ら 2000, Serisawa et al. 2004)。さらに、御前崎地先ではこのような大規模なサガラメ海中林消滅の後、どのような海藻種がどれくらい生育しているかについては申請者らの調査報告が日本藻類学会で行われているのみである (原ら 2007)。

2. 研究の目的

御前崎沿岸における海藻相と気温・水温の現状把握を行うとともに過去の海藻相と気温・水温の既往資料解析を行い、藻場・海藻相の変遷と温度上昇との関係を解明し、海藻相・藻場を指標として温暖化の影響評価を行うことを目的とした。

3. 研究の方法

本研究では御前崎沿岸に生育する海藻類を研究対象に、以下の 3 項目について特に掘り下げて研究を行った。

(1) 現在と過去の海藻相の比較

現状把握調査：調査は御前崎地先で 2008～2010 年まで月 1 回程度、大潮の干潮時に行った。なお、潮位の関係で 1～3, 10～12 月は夜間調査であった。潮間帯に生育する海藻類と打ち上げ海藻について定性的な目視確認調査を行い、御前崎に現在生育する海藻種をリスト化した。なお、一部の海藻については採集して種の同定後、押し葉標本作製し

た。

既往資料解析：これまで御前崎で行われた海藻相調査に関連する文献を収集し、生育が確認された種をリスト化し、現状把握調査により作成されたリストと比較した。

(2) 現在と過去の温度環境の比較

現状把握調査：御前崎の潮下帯上部、大潮の干潮時に水深 50cm 程度の場所に建材ブロック 5 個をロープや針金で結束した基盤にオンセット社製水温ロガーを設置し、1 時間間隔で水温を測定した。ロガーは 2～4 ヶ月毎に定期的に交換し、パソコンでデータを吸い上げて水温の解析を行った。

既往資料解析：気温については御前崎測候所で午前 10 時に測定された 1935～2010 年までのデータを、水温については 1935～2006 年までは気象庁が午前 10 時に御前崎港で測定したものを、それ以降は上述の著者らが設置した温度ロガーのデータから午前 10 時のデータを抽出して解析を行い、現在と過去のデータを比較した。

(3) バイオマス調査による単位面積あたりの年間生産量 (CO₂ の固定量) の推定

2008～2009 年には月 1 回、2010 年は 2 ヶ月に 1 回、潮間帯中部から下部において海藻類が平均的に生育している場所を選び、50×50cm の方形枠を 3 ヶ所設置し、枠内の海藻類すべてをスクレーパーを用いて基部より採集した。採集した海藻類は種類別に分けて湿重量を測定し、2 日以上風乾させた後、種ごとに 80℃で 48 時間以上乾燥機で乾燥させ、乾重量を測定した。また、乾重量より 1 m² 当たりの現存量を算出した。さらに、短命または一年生の海藻種が大多数であるので、月別現存量の最大値と最小値の差から 1 m² 当たりの年生産量を推定した。

4. 研究成果

(1) 現在と過去の海藻相の比較

本調査期間中に緑藻種はアオサ目 7 種、シオグサ目 6 種、ミル目 6 種、ミドリゲ目 3 種、ハネモ目 3 種、イワヅタ目 1 種の合計 26 種が御前崎地先で確認された。また、海産種子植物としてエビアマモが確認された。これに、2005～2007 年の間に 1 回だけ打ち上がったヤブレグサ (芹澤・芹澤 (松山) 2009) を加えた 27 種が、著者らが 2005～2010 年までに確認できた緑藻種である。これまでに、大島 (1946) は 1941～1946 年に 15 種、林田 (1972) は 1969～1972 年に 20 種、澤田 (1991) は 1954～1991 年に 16 種、澤田 (2000) は 1954～2000

年に21種、小西・林田(2004)は1999年14種の緑藻種を確認している。これまでの知見と比べると2005-2010年に確認された27種は最多の出現種数であり、緑藻種が増加したことが明白になった。

また、調査期間中に褐藻類39種が確認され、この内、打ち上げのみで採集された種は18種であり、ケウルシグサやカジメとホンダワラ属の13種の計15種が偶発的な漂着種であった。これまでに、大島(1946)は1941-1946年に31種、林田(1972)は1969-1972年に38種(打上2種)、澤田(2000)は1954-2000年に39種、小西・林田(2004)は1999年15種の褐藻種を確認している。最近同地に生育している褐藻類は偶発的な漂着種を除いた39-15=24種であり、過去の報告では打ち上げなど漂着種に関する記述が無いものが多いが、リストに上がったものは概ね生育種と判断できるので、近年褐藻種が減少していることが明らかとなった。

紅藻種については微小で種の判別が難解なものも多いが、現在までに内部構造の観察など標本の精査により、調査期間中に95種を確認している。これまでに御前崎沿岸から報告された紅藻類は46-124種と幅が大きい。これも紅藻類の種の同定が難解であるからであろう。本研究で確認された紅藻種はこれまでの知見と比べて多いとも少ないとも言えない。

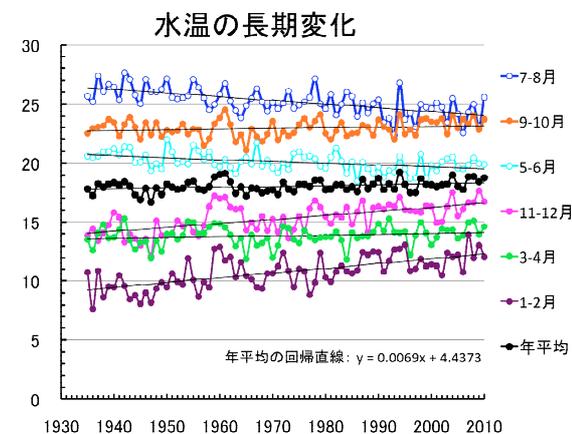
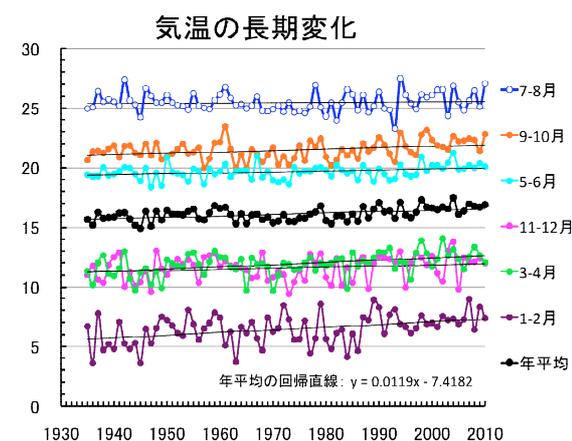
以上より、御前崎沿岸では緑藻種が増加し、褐藻種が減少していることが明らかとなった。

(2) 現在と過去の温度環境の比較

年平均気温と水温の長期的変動について左図に示した。年平均気温は長期的に上昇傾向を示し、その回帰式は $y=0.0113x-6.3065$ であった。1935-1962年までと1963-2010年までの期間で傾向が変化したので、1963年以降の回帰式についても求めると $y=0.0277x-38.783$ となった。これらの回帰式から当該年間における気温の上昇について算出すると、1935-2010年までの76年間では 0.85°C 、1963-2010年までの48年間では 1.30°C 上昇したことが分かった。

年平均水温も長期的に上昇傾向を示し、その回帰式は $y=0.0069x+4.4373$ であった。また、同様に1963年以降の回帰式についても求めると $y=0.017x-15.638$ となった。これらの回帰式から当該年間における水温の上昇について算出すると、1935-2010年までの76年間では 0.52°C 、1963-2010年までの48年間では 0.80°C 上昇したことが分かった。

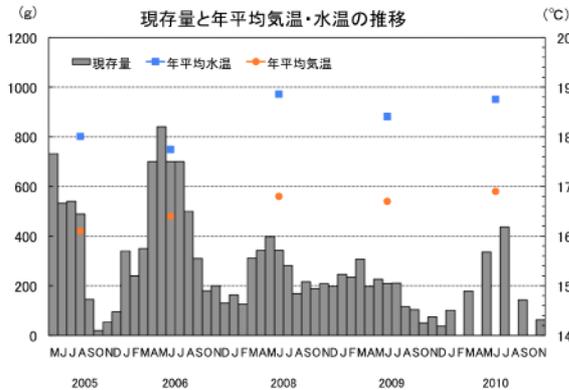
気温と水温の2ヶ月平均値の長期的変動について言及すると、気温は7-8月については長期的な変化傾向は見られなかったが、その他の月、すなわち1-6月と9-12月についてはいずれも長期的に上昇傾向を示した。また、1-4月、つまり冬季から春季にかけては、回帰直線の傾きはそれ以外と比べるとやや大きかった。水温は5-8月については長期的な変化傾向は見られないかむしろ下降傾向であったが、その他の月、すなわち1-4月と9-12月についてはいずれも長期的に上昇傾向を示した。



(3) バイオマス調査による単位面積あたりの年間生産量(CO₂の固定量)の推定

海藻類の現存量は2008年は4-6月に高く、5月に最大で $397.0\text{g 乾重}/\text{m}^2$ 、2月に最低で $126.1\text{g 乾重}/\text{m}^2$ であった。2009年は3月が最大で $307.4\text{g 乾重}/\text{m}^2$ 、12月が最小で $37.4\text{g 乾重}/\text{m}^2$ であった。2010年は5-7月に高く、7月に最大で $327.7\text{g 乾重}/\text{m}^2$ 、11月に最低で $46.9\text{g 乾重}/\text{m}^2$ であった。下図に示すように当研究室では2005-2006年にも現存量調査を行っており、この時期の年平均気温・水温は2008-2010年よりも低かったが、現存量は高

かった。つまり、年平均気温・水温が上昇した 2008～2010 年の現存量はそれ以前より減少したことが明らかになった。



年生産量の推定にはいくつかの方法があるが、年の最大現存量と最小現存量の差から求めると、御前崎の年生産量は 2008 年が 270.9g 乾重/m², 2009 年が 270g 乾重/m², 2010 年が 280.8g 乾重/m²であった。

御前崎沿岸の潮間帯岩礁域の総面積は約 31.1ha であるので、これに単位面積あたりの年生産量を乗じて御前崎の潮間帯全体での海藻類の一次生産量を算出したところ、84.9～87.3t 乾重/年となった。海藻類の炭素量は一般に乾重量の 3 割程度なので、御前崎沿岸で海藻類が 1 年間に固定する二酸化炭素量は、25.2～26.2t CO₂/年と推定することができた。

一方で、それぞれの種の年間現存量の最大と最小の差からも年生産量は算出することができるが、それによると御前崎の潮間帯全体における海藻類の炭素固定量は約 51 t CO₂/年と見積もられた。

以上より、御前崎地先の気温・水温は長期的に上昇しており、それに関連して緑藻種が増加し、褐藻種が減少したことが明らかになった。御前崎・相良沿岸ではかつて 8,000 ヘクターに及ぶサガラメ海中林が存在したが、2000 年には消滅したことが報告されている。本研究でもサガラメは全く確認できず、大型褐藻も偶発的な打ち上げ種以外はほとんど確認できなかったため、同地では磯焼けが継続していると言える。このような磯焼けの継続には気温・水温の長期的上昇の影響も関与していることが示唆された。また、気温・水温の影響で海藻類の現存量や生産量が左右され得ることが明らかになった。そして、御前崎地先の海藻群落における現存量の変化から年生産量と年炭素固定量を推定することができた。以上より、海藻相・藻場は温暖化の影響評価の指標になり得ると判断さ

れた。

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)

- ① 芹澤如比古, 芹澤 (松山) 和世. 2010 年 3 月. 静岡県御前崎の緑藻類. 山梨大学教育人間科学部紀要, 査読無, 11: 45-54.

[学会発表] (計 6 件)

- ① 芹澤如比古他. 静岡県御前崎の褐藻相と気温・水温の長期的変動. 日本藻類学会第 35 回大会, 富山大学, 富山県, 2011 年 3 月 27 日.
- ② 芹澤如比古他. 静岡県御前崎地先に生育するナンバンハイミル, ミル, ヒラミルの小囊の季節変化. 日本藻類学会第 35 回大会, 富山大学, 富山県, 2011 年 3 月 27 日.
- ③ 芹澤如比古他. 伊豆下田周辺の海藻相と気温・水温の長期的変動. 日本藻類学会第 35 回大会, 富山大学, 富山県, 2011 年 3 月 28 日.
- ④ 芹澤如比古他. 静岡県, 御前崎の緑藻相と気温・水温の長期的変動. 日本藻類学会第 34 回大会, 筑波大学, 茨城県, 2010 年 3 月 21 日.
- ⑤ 芹澤如比古他. 静岡県御前崎沿岸に生育する海藻類の種組成と現存量-2009-. 日本陸水学会甲信越支部会第 35 回研究発表会, 精進レークホテル, 山梨県, 2009 年 11 月 29 日.
- ⑥ 芹澤如比古他. 気象庁測定データの解析による御前崎の気温と水温の長期的変動. 日本陸水学会甲信越支部会第 35 回研究発表会, 精進レークホテル, 山梨県, 2009 年 11 月 29 日.

[その他]

ホームページ等

http://erdb.yamanashi.ac.jp/rdb/A_Display.Scholar/1_5/6F6DE9AB2C808792.html

6. 研究組織

(1) 研究代表者

芹澤 如比古 (SERISAWA YUKIHIKO)
山梨大学・教育人間科学部・准教授
研究者番号: 80408012

(2) 研究分担者

該当なし

(3) 連携研究者

該当なし