

栄養塩等を継続的に供給可能な 藻場ブロックの開発

—東北太平洋岸における藻場再生の取組み—

宮城大学・北辻政文

南三陸ネイチャーセンター友の会
https://m-inuwashi.jp/lecture2019/takuzo_lecture_01/

1

背景

東北地方の太平洋岸(三陸)は、黒潮、親潮および津軽暖流等の寒暖流が交り、植物プランクトンが大量に発生することにより、多種多様な水産資源の生産性が高まることから世界三大漁場に数えられるほどの豊かな漁業資源を有している。このため、漁業関係者は三陸の海から多くの恩恵を授かってきた。ところが、近年、海藻がなくなる「磯やけ」が発生し、浅場生態系の環境への影響を危惧している。とくに東日本大震災以降、この現象は顕著になっている。

「磯やけ」の原因

- ①海水温上昇の影響により栄養塩(窒素, リン)の豊富な親潮の南下が滞り、海水が貧栄養状態となったこと
- ②同様に海水温の上昇に伴い冬季のウニの活動が活発になり、1~2月の海藻の稚苗を食い荒らしていること。さらに震災直後に漁ができず、ウニが大量発生したことも影響。「食害」
- ③森林からの川を介して供給される鉄イオンが減少したこと。



岩手・大船渡市の海底²
(日本経済新聞)

求められる対策

①栄養塩の供給: 植物が生長するためには、窒素(N)、リン(P)およびカリウム(K)が肥料として必要である。カリウム(K)は海水中に大量に存在するので、窒素(N)、リン(P)を供給できれば良い。栄養塩の拡散速度をコントロールし、また生長期の1月~5月に少量あれば良い。直接施肥は、効果が少ないばかりか、赤潮などの環境汚染にもつながる。

②食害対策: 海藻を食するアイゴやウスズミなどの魚は現状では東北地方には少ないことから、食害対策の対象となるのはウニである。

③鉄の供給: 鉄イオンは、海藻の生長に直接寄与する栄養塩とは異なるが、光合成色素であるクロロフィルの濃度を高め、硝酸イオンの摂取を促進する作用を有することから海藻の生長、増殖には不可欠なミネラルであることから鉄の供給は不可欠である。しかし、鉄は $Fe \rightarrow FeO \rightarrow Fe_2O_3$ と変化し、安定した酸化第二鉄(Fe_2O_3)は水に溶けにくく、植物への供給が難しい。自然界ではフルボ酸などのキレートと結合し水溶性となる。

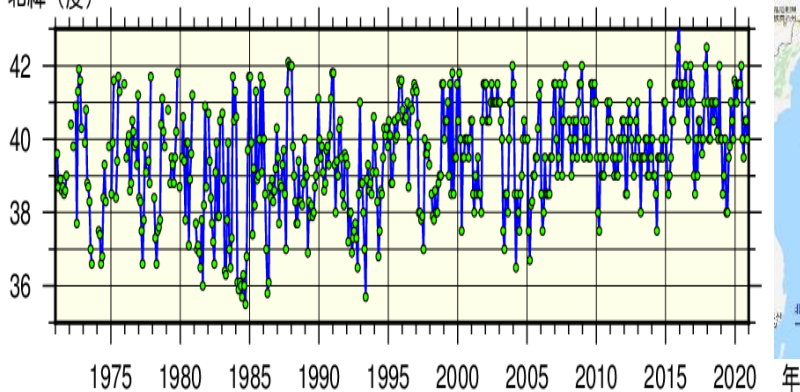
3

令和3年3月1日 気象庁発表
(次回発表予定 令和4年2月28日)

栄養が豊富な親潮が南下しない

https://www.data.jma.go.jp/kaiyou/data/shindan/b_2/oyashio_exp/oyashio_exp.html

北緯(度)



日本東方海域における月ごとの親潮の南限位置の経年変動



4

ブロックの構造



今回開発したコンクリート製藻場ブロックには透水性(透水係数 $1 \times 10^{-2} \text{cm/sec}$ 程度)の $300 \times 300 \times 100 \text{mm}$ のポーラスコンクリートを4枚組み込んでいる。これにより、水中への放出される鉄イオンや栄養塩の急激な拡散速度をコントロールするものである。さらに、鉄イオンや栄養塩濃度が低下した場合、横穴からキレート剤および栄養塩を追加供給することが可能であり、これまでは一過性であった鉄分や栄養塩の恒常的供給が可能となり、海藻の安定的な成長を持続できる。

7



岩手県

北側

- 1: スラグ + クエン酸
- 2: スラグ + クエン酸 + 栄養塩
- 3: スラグ + 栄養塩

南側

- 1: スラグ + クエン酸
- 2: スラグ + クエン酸 + 栄養塩
- 3: スラグ + 栄養塩

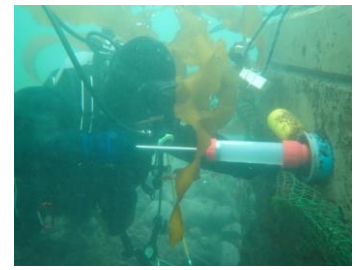
8



コンブに寄って来るウニ, アワビ



クエン酸の供給



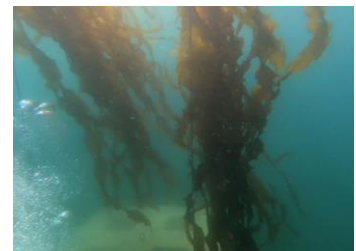
有機液体肥料(N:8%)の供給



ブロック近傍の海底



N2 (スラグ+クエン酸+液肥)



S1 スラグ+クエン酸のみ

モニタリング状況



生長量: N1 < N3 < N2
刈取った海藻 (1回目)



生長量: N1 < N3 ≤ N2
刈取った海藻 (2回目)

ブロック1個当たり3kg(乾燥重量)炭素Cを固定



N2(1回目状況)



N2(2回目状況)

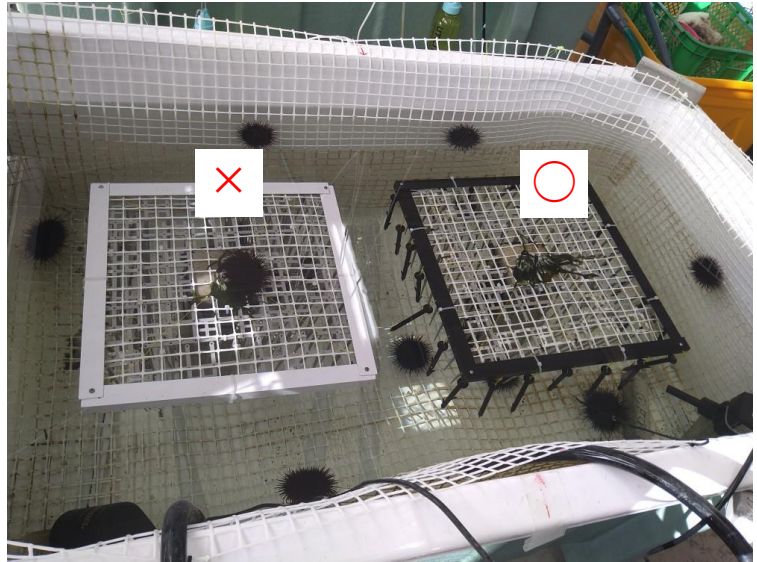


ウニプロテクターの開発



藻場ブロックに海藻が生えてもウニの食害を防げなければ母藻群落は形成されない。このため、**ウニプロテクター**の開発は母藻群落の形成には不可欠である。

試作したウニプロテクターには**針状**および**浮動棒**を取り付けている。



11

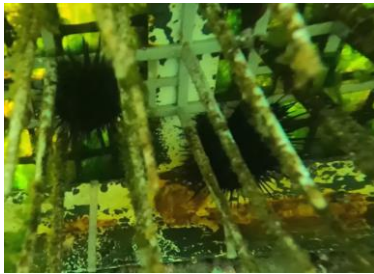


針状のみに比べ**浮動棒**を取り付けると効果が大きい。

12

モニタリング状況

プロテクター設置後 22.3



13

モニタリング状況

22.5

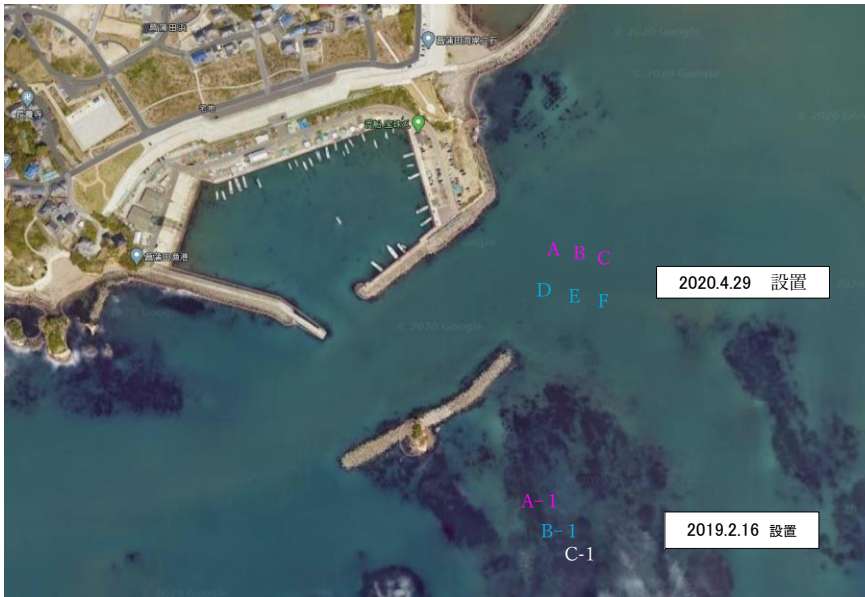


ブロック1個当たり150kgの海藻が生え、約20kgのCO₂を固定。



14

七ヶ浜



2020.4.29 設置

- A: スラグ+クエン酸+栄養塩
- B: スラグ+クエン酸+栄養塩
- C: スラグ+クエン酸+栄養塩

- D: スラグ+栄養塩
- E: スラグ+栄養塩
- F: スラグ+栄養塩

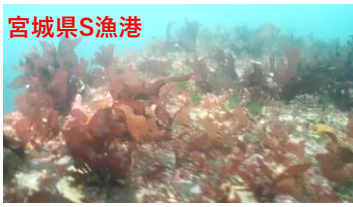
2019.2.16 設置

- A-1: スラグ+クエン酸+栄養塩
- B-1: スラグ
- C-1: なし

15



宮城県S漁港



1.5年



1年



3年



1.5年



1年



3年



1.5年



1.5年



3年

17

普通セメントは製造時に760kg/トンのCO₂を排出していることから、普通セメントを用いた場合、ブルーカーボンを獲得しても相殺されてしまいます。



以下の機能を有する

- ・ユニプロテクター
- ・透水孔
- ・シリカ
- ・表面の凹凸



再生骨材L



ジオポリマー

コンクリート材料の検討

①再生骨材の利用

- ・再生骨材は耐久性が低く、高い強度が望めないが、海中ではその影響が少ない。
- ・未水和反応のモルタルが多く、中性化によりCO₂を固定できる。

②再生セメントの活用

コンクリートの中には未水和のセメントが残っており、これから再生セメントを製造できれば、環境負荷の低減につながる。

③ジオポリマーの活用

セメントは製造時に760kg/トンのCO₂を発生していることから、接合材としてジオポリマーを用いる。これによりCO₂の排出量は約1/4まで抑えられる。