

CONTENTS



私、セメタローと申します。詳しくは2ページをご覧ください。

1 JCA NEWS

セメント業界賀詞交歓会を開催 ほか

JCA REPORT

3 寒冷地に暴露したAEコンクリートの耐凍害性 材齢20年報告の概要

(社)セメント協会 コンクリート専門委員会

11 土木分野におけるプレキャストコンクリート 製品技術の現状と展望 …… 國府 勝郎

20 藻場再生への挑戦

《長崎県沿岸海域を中心とした
海藻付きコンクリートブロックを用いた藻場造成の取り組み》
……鈴木 裕明ほか

27 建築のプレキャストコンクリート技術

《実務者からみたその変遷と今後の方向性(1/3)》 ……小早川 敏

38 山岳トンネル覆工コンクリート

残されている施工上の問題点 ……出頭 圭三

43 ストック総プロ

《その狙いと取り組み》 ……榎野 紀元

第36回セメント協会論文賞・受賞論文

52 コンクリートからの重金属溶出 メカニズムに関する研究

……河合 研至ほか

Cのイメージ⑭ コンクリート名所案内

60 秩父太平洋セメント(株)秩父工場

ずいそう

18 わたしゃ、あんたのそばがえェ〜 ……松田 好史

17 26 HOT NEWS

49 Event Guide

59 気になった国内図書の目次

64 目についた外国雑誌の記事情報

66 セメント需給概況

70 主要建設工事・資材統計

72 セメント協会のHome Pageより・3月号予告

36 今月の表紙/TOPICS・羽田空港で大規模コンクリート 舗装[東京都/撮影:2009年1月14日, 古屋祐介(本誌)]

- | | | |
|---|---|---|
| ④ | ② | ①打設前の様子(目地金物設置状況), ②一層目を敷き均す
プレーサスプレッダーに生コンを搬入, ③一層目打設後に |
| | ③ | 鉄網を敷設, ④二層目を敷き均し締固めるスリップフォー |
| ① | ⑤ | ムペーパー, ⑤機械と人力による平坦仕上げの様子 |

藻場再生への挑戦

ー長崎県沿岸海域を中心とした海藻付き コンクリートブロックを用いた藻場造成の取組み

鈴木 裕明^{*1}

坪田 晃誠^{*2}

1. はじめに

海の中にも陸上と同じように“森”が存在します。この海の森を一般的には藻場、または海中林と呼んでいます(写真1)。近年、日本沿岸の岩礁域では、この藻場が「磯焼け」と呼ばれる海藻の消失現象で大幅に減少してきていることが問題となっています。藻場が磯焼けなどによって大きく縮小すると、そこに生息する磯根動物も消失し、沿岸漁業にとって大きな影響を及ぼします。

また、藻場は、“海のゆりかご”とも表現され、イカなどが海藻に卵を産み付け、幼稚子魚の隠れ場、生育場として、アワビやサザエの餌場として、多種多様な海洋生物を支える大変重要な場所です。さらに、海藻が水質を浄化し、二酸化炭素を吸収することで、地球環境にとっても重要な場所となっています。

今回、紹介する研究は、長崎県沿岸海域を中心として、海藻が着生しているプレートを食害防止ネット内に保護する方法を用いて、多年生褐藻類である



写真1 豊かなアラメ藻場 [株ベントス 南里海児氏撮影]

アラメ類の遊走子や、ホンダワラ類の幼胚を磯焼けしている周辺水域に供給する核藻場としての役割を持つ藻場(以下、核藻場という)の造成を目指すものです。

2. 長崎県沿岸海域における磯焼けの惨状

環境省が実施した1990年頃(1989~91年)の調査(環境庁自然保護局, 1994)では、日本沿岸の藻場面積は約20万haで、約13年前の調査と比べて約6,400ha(東京ドーム約1,400個分)の藻場が減少したと報告されています。1990年代に入ってから、静岡県御前崎1地先だけでも8,000haもの藻場が磯焼け現象として消失する事態が起きており、最近の詳細データはありませんが、現在も磯焼けの拡大傾向が続き、さらに深刻な状態になっているものと推測されます。

埋め立て工事など、人為的な開発で藻場が消失す

*1 住友大阪セメント(株) 建材事業部

*2 九州電力(株) 総合研究所

REGENERATION OF THE SEAWEED BED TO CREATE A RICH, FERTILE SEA/UNDERTAKINGS TO CONSTRUCTION OF SEAWEED BED THAT CENTERS ON NAGASAKI PREFECTURE COASTAL SFA AREA

CONSTRUCTION OF SEAWEED BED USING CONCRETE BLOCKS WHERE SEAWEED HAS GROWN (by Hiroaki SUZUKI, et al.)



写真2 魚類の食害にあったアラメ
〔(有)崎陽潜水 兵働 真氏撮影〕

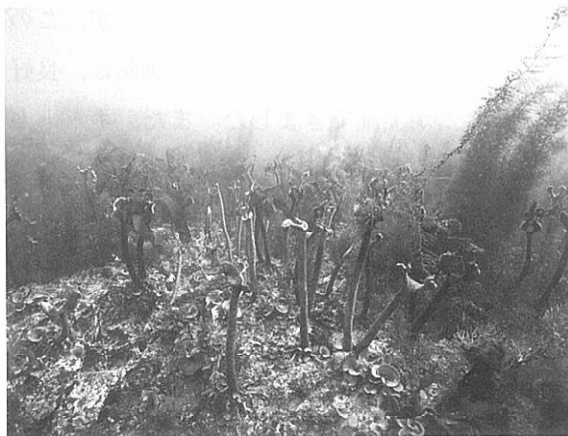


写真3 魚類の食害により葉上部のみが消失したアラメ
〔榎ベントス 南里海見氏撮影〕

るのではなく、海藻が自然と消えてしまう磯焼けの持続原因は、いくつかの原因が考えられますが、特に、長崎県沿岸海域では、過去の周辺海域の予備的調査で、ネット内では、海藻が生育するもののネット外の場合、魚類と思われる摂食痕を確認後、海藻が消失していくことがわかりました。これは、イスズミ、アイゴ等、藻食性魚類の食害と考えられています。

こうした魚類による海藻の食害は、1998年頃から報告されるようになり、近年では九州沿岸海域で、海藻の魚による食害被害が多数報告されるようになりました(写真2, 3)。

3. 海藻を食べる魚

海藻を食べる魚、藻食性魚類は、代表的な種として、アイゴ、イスズミ、ブダイ、などがいます(写真4)。長崎県を始めとして、古く昔から、魚が海

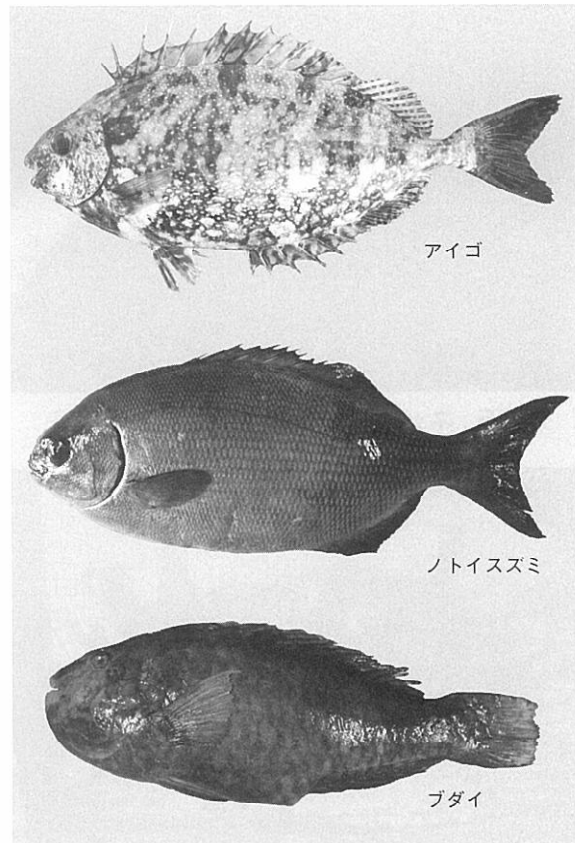


写真4 海藻を食べる魚たち
〔長崎大学 山口敦子准教授 提供〕

藻を食べることが知られていましたが、まさかこの魚たちが藻場衰退の犯人達とは、なかなか考えられない状況でした。大規模な藻場が魚に食害を受けることが確認されるようになってきたのは、最近のことです。

では、なぜ、最近になって以前から存在した魚が原因で、磯焼けが進行しているのかという疑問が生じます。これには、地球温暖化で、海水温が上昇し藻食性魚類の海藻を食べる量と海藻が繁茂している海藻生産量のバランスが崩れてきた、との見方があります。特に、長崎県沿岸では、海藻の多くの種類が、子孫を残すための種(遊走子、幼胚)を供給する秋口に、水温が十分に下がり切らないため、海藻を食べる魚たちの活動が続き、種を出す海藻を食べ尽くしてしまうことが磯焼けの持続原因ではないかと考えられ始めています。昔は、魚が海藻を食べてはいたが、海藻が子孫を残す大事な時期には、海藻を食べることを止めていた(活動できない低水温になった)との考え方は、ごく最近の研究でわかってきたこと



写真5 ネット付き藻場礁に蛸集まるイソズミ



写真7 ネットが破損しアラメが消失

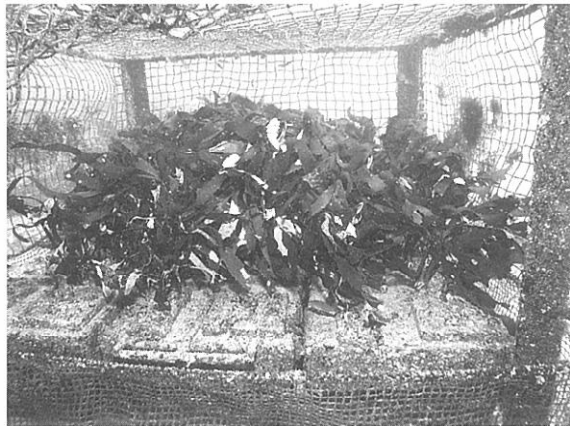


写真6 ネット内で繁茂するアラメ

です。しかし、磯焼けの持続原因は、複雑であり、魚の食害に原因を特定できるものではありません。今後の多くの研究により、そのナゾがより解明されていくことが期待されます。

4. ネットを用いた魚類の食害防止実験

長崎県沿岸周辺で海藻が消失している原因は、その海藻消失現場に、魚類の食痕(噛み後)があり、イソズミなどによる魚類の食害ではないかとの予測を立て、2000年から、長崎県の壱岐海域でコンクリート製の藻場礁に、魚類の食害ネットを装着し、海藻を保護する実験をスタートしました。実験をはじめたころは、水深5～8m海域の浅海域では、台風やシケでネットが何度も破損し、思うような実験ができなかったのですが、苦心の末、破れにくいネットの装着方法を考案し、さらにネットが汚れにくいシリコンによる防汚処理技術が確立したことで、実証実験が確実にできるようになりました。

その後、長崎県内のさまざまな海域で、ネットを

用いた魚類の食害防止実験を行いました。このどの海域でも、ネットの中であれば、海藻は、良好に繁茂することが実証できました。また、ネットが無いものや破損したものは、秋口(9月頃～)から、魚類の食害が始まり、やがてすべての海藻が食べ尽くされてしまいました。このように、魚類の食害が夏を越えた秋口から始まることは、夏まではホンダワラ類など、比較的さまざまな海藻があり、魚が食べる海藻類も十分あるものの、夏を越え、ホンダワラ類が無くなってしまつたと残ったアラメ類を食べ始めることで食害が顕著になるのではと考えています。

5. 海藻着生プレートを用いた藻場造成

長崎県沿岸海域の磯焼け海域で、ネットで海藻を保護することによって、ネット内で海藻が繁茂することが実証されました(写真5～7)。これを機に、海藻が無くなった磯焼け海域に再び藻場を復活させる藻場造成に挑戦しています。

その手法は、ネット内で繁茂させた海藻を母藻基地として活用し、これを周辺海域に海藻の種(遊走子、幼胚)として供給しようとするものです。

ネット内で、海藻を繁茂させる方法としては、海藻着生プレートをネット内に設置後、海藻(ここではアラメ類)から種糸と呼ばれる海藻の胞子が着生した糸を人工採苗し、その糸を小型の特殊な形状の射出成型品に巻き付け、海面を利用し、いかだなどで、海藻の幼体を育てる海藻の垂下式中間育成による人工採苗手法で海藻着生プレートを作る方法と、

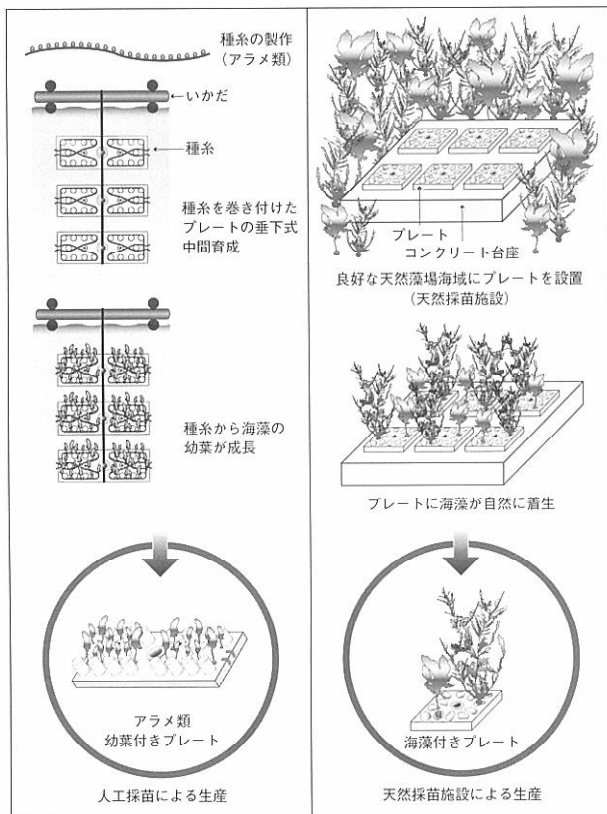


図1 海藻着生プレートの生産方法(STEP1)

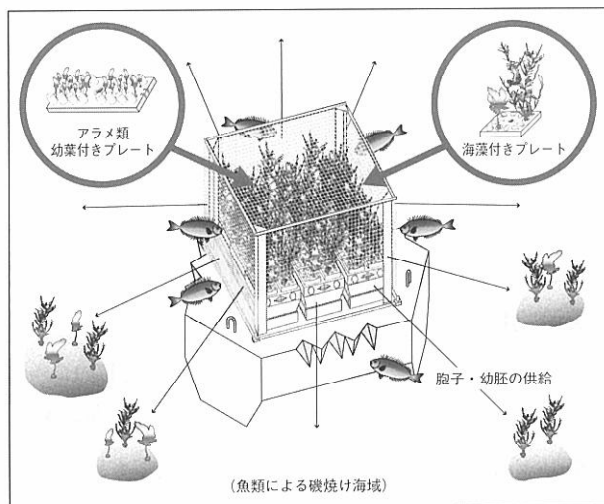


図2 核藻場の造成方法(STEP2)

自然界の良好な藻場がある天然海域の中にプレートを設置し、海藻の種をプレートに自然に付着させ、海藻を生育し海藻着生プレートを生産する天然採苗施設による方法があります。

この海藻着生プレートは、プレート表面が、海藻が着生しやすい特殊な凹凸形状をしており、中央には、ボルト固定用の孔があり、コンクリートブロックには、ステンレスボルトと特殊な樹脂製蝶ナット

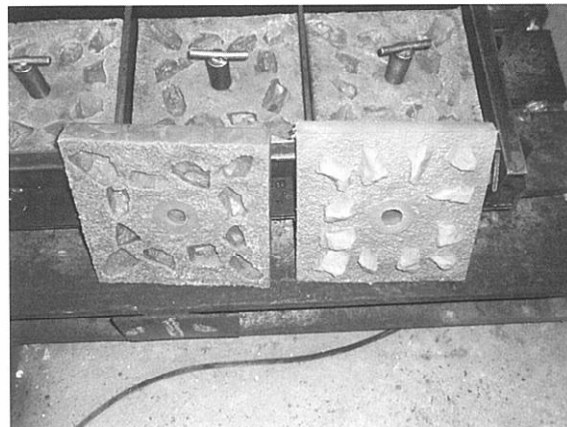


写真8 天然採苗用プレートと型枠



写真9 天然採苗で着生したカジメ(アラムの仲間)

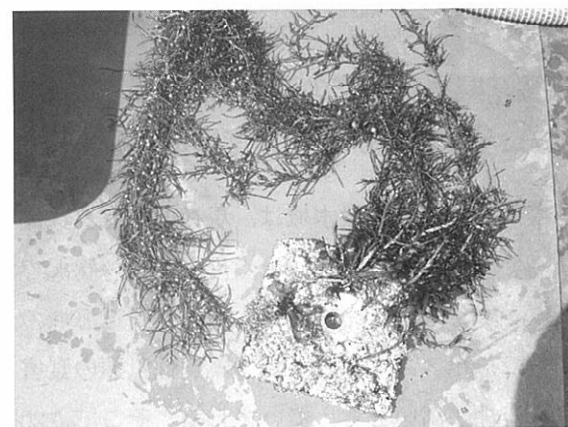


写真10 天然採苗で着生したホンダワラ類

で脱着します(図1, 2)。

なお、天然採苗施設用のプレートや、人工採苗された海藻幼体付きの射出成型品を取り付ける台座プレートはモルタル製で、石炭灰、高炉スラグを再資源化材料として重量比60%に混合したりサイクル製品です(寸法は、200×200×25~60mm)。また、このプレートは、K-RIP(九州地域環境・リサイクル産業交流プラザ)よりK-RIP環境性能検証を2007年11月に付与されています(写真8~10)。

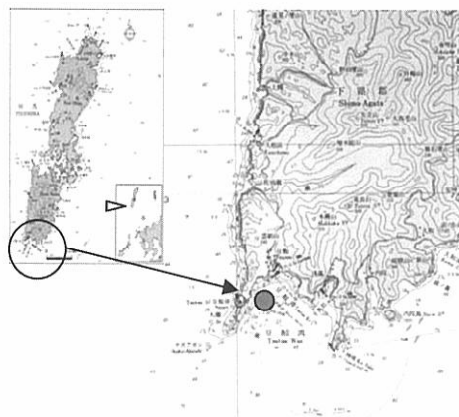


図3 アラメの核藻場造成実験海域 [対馬市豆酏地先]



写真11 人工採苗で生産したアラメ

6. 長崎県対馬市での海藻付きコンクリートブロックを用いた核藻場造成実証実験

長崎県対馬市の豆酏水域は、現在では磯焼け海域となっており、近辺には全く母藻がない状況です(図3)。磯焼けの持続原因は、過去の周辺海域の予備調査で、イスズミ、アイゴ等藻食性魚類の食害である可能性が高いと考えていました。そこで、2006年より魚類の食害をネットで防止したアラメの核藻場造成を試みています。

従来の藻場造成手法(投石やコンクリートブロックを海底に設置し、周辺から海藻の種が運ばれてきて、海藻が自然着生、生育する方法)では、海藻がまったくない状態では、どんなに基質を工夫しても海藻が生えることが困難なことから、海藻付きコンクリートブロックにして、海域に設置する方法を実施しました。すなわち、新品のコンクリートブロックに、海藻付きプレートを陸上で取り付けて、海藻

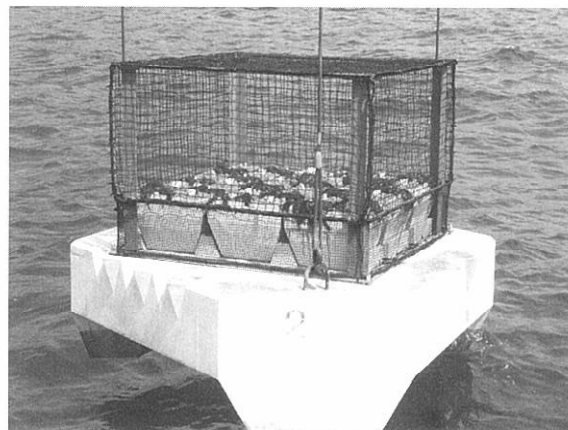


写真12 ネット付き藻場礁の沈設状況

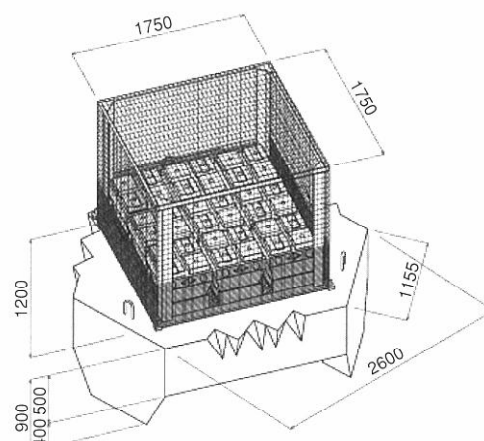


図4 ネット付き藻場礁のイメージ

付きの状態にして海に沈めるのです。

アラメは、種糸に人工採苗してそれをプレートに巻付け、葉長が10~20cm位に生長するまで、対馬市美津島町海域のいかだで10か月ほど垂下式中間育成を行っていたものを使用しました(写真11)。

アラメの着生したプレートは、すべて作業台船上でネット付き藻場礁に取り付け、台船のクレーンで沈設し、海域に設置しました。

6-1. ネット付き藻場礁

ネット付き藻場礁は、基盤2.6×2.6×0.9mのコンクリート部に、海藻生育部分のかさ上げと海藻着生を考慮し、コーナー部が多くあるFAブロックと呼ぶ空中重量166kgのブロックが9個設置されており、礁全体で空中重量が8.6tです。また、1基当りでプレートが最大36枚まで装着できます。魚類の食害を防止するネットは1辺が5cmの正方形目のも



写真13 沈設直後のネット付き藻場礁

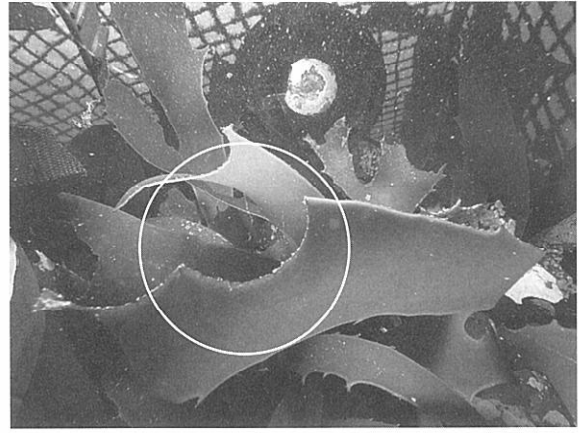


写真15 ネットからはみ出した海藻が魚にかじられた食痕



写真14 14か月後のネット付き藻場礁のアラメ



写真16 ネット付き藻場礁内で繁茂するアラメ(20か月後)

じ網で、シリコン防汚加工が施してあります。破損しにくい工夫として、ネット全体を袋状に加工しており、藻場礁のアンクル支柱に結束バンドで取付けています。なお、ネットは側面の2面が、窓のように開く構造で、この窓部の閉塞も結束バンドを使用しています(写真12、図4)。

6-2. 沈設後1年2か月後の潜水調査

ネット付き藻場礁の設置後、14か月(2007年12月)経過した時にスキューバ潜水による効果調査を実施しました。この時、アラメは幼体から2回越冬している状態です。ネットの破損は無く、シリコンの防汚効果で付着物等の汚れも少なく良好な状況でした。アラメの生育は良好で、多数の株で子嚢斑(種を出す成熟部)が確認されました。なお、ネットから外部へはみ出した葉体には、藻食性魚類の歯形とみられる摂食痕が多数あり、摂食痕の歯形は、その大きさや形状から、多くがイスズミによるものと推

測されました(写真13~15)。

6-3. 沈設後1年8か月後の潜水調査

2008年6月に、第2回目の潜水調査を実施しました。ネット付き藻場礁は、設置後、20か月が経過しています。

この調査で、アラメの新芽がネット付き藻場礁の周辺岩礁で多数確認できました。この海域が磯焼けでアラメがすべて消失していることより、今回観察されたアラメ新芽の種の供給源は、ネット付き藻場礁内のアラメが母藻と判断できます。このことは、完全な磯焼け海域に、新たな海藻の種を供給する核藻場造成ができたことを意味しており、大きな成果となりました(写真16)。

しかし、ネットの外に出現したアラメの新芽は、魚類と思われる食痕が多数確認されており、今後、出現した新芽が、魚類の食害にさらされながら、幼体から成体になり、順調に生育していくかは、今後

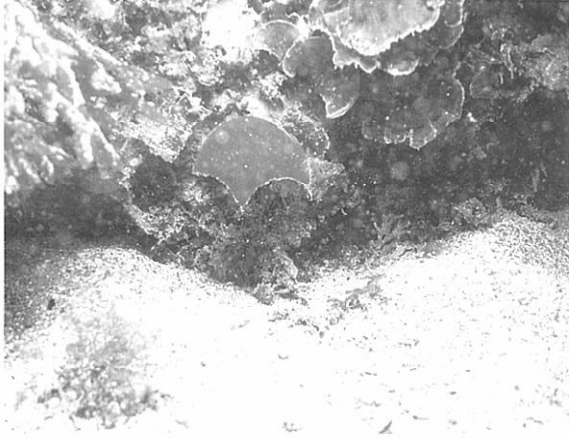


写真17 周辺海域に出現したアラムの新芽
(魚の歯形がある)

の調査で明らかにする必要があります(写真17)。

また、この海域での藻場の再生には、このような核藻場造成の他に、藻食性魚類の駆除など、海藻生産と魚類の食害量のバランスを取り戻す必要があります。総合的な藻場造成の取組みも大変重要と考えています。

7. おわりに

「磯焼け」という言葉は、伊豆半島東海岸の古くからの方言のようで、まさしく磯が焼け野原のような状態になる、海が死んでしまうといった表現です。海の森である藻場は、“海のゆりかご”と言われるように、海洋生物の重要な場所ですが、水質浄化や二酸化炭素の固定による地球温暖化防止機能など、日本沿岸の豊かだった海の状況が変化していくにつれ、藻場の重要性が再認識されてきています。

長崎沿岸では、魚が海藻を食べ尽くしていき、磯焼けが持続している実態が明らかになってきています。これは、やはり地球温暖化の影響で、海の生態系に変化が起きているのではないかと思います。

また、海藻付きの状態にして、コンクリートブロックを設置していく藻場造成手法は、従来型のハード事業(港湾、漁港漁場基盤整備事業など)ではなく、ソフト(海藻生産)も組み合わせた新たな取り組みと考えています。

今回紹介した技術は、これからさらに、さまざまな検証・実証を積み重ねていかなければなりません。今後も、日本沿岸の世界的にも極めて豊かな海の森＝藻場を守り、再生していく挑戦を続けていきたいと思っています。

最後に、貴重な写真をご提供いただいた(株)ベントス 南里海児氏、(有)崎陽潜水 兵働 真氏、そして藻食性魚類の標本写真をご提供いただいた長崎大学 山口敦子先生に、この場を借り厚くお礼申し上げます。

[参考文献]

- 1) 桐山隆哉／長崎県下で発生したアラム類の葉状部欠損現象，水産開発No.79，pp.8～13，2001.9
- 2) 吉村 拓／藻食性魚類と藻場の関係，潮流No.30，pp.66～70，2002.1
- 3) 磯焼け対策ガイドライン，(社)全国漁港漁場協会，2007.7
- 4) 鈴木裕明，川畑三彦，園部幸治，小島 一，犬東敬史／海藻着生プレートを用いた対馬市豆蔵海域における核藻場造成について，平成20年度日本水産工学会学術講演会論文集，pp.57～60，2008.6
- 5) 平成20年度磯焼け対策全国協議会資料，2008.10