

里海づくりを目指した藻場再生手法の確立

増養殖環境課 田井野清也・林芳弘・上野幸徳

I 研究概要

1 研究目的

近年の沿岸域における著しい藻場の衰退は、漁業や海域環境に多大な影響を与えている。平成6年以降に土佐湾中東部海域では200haを越す広大なカジメ場が消失した。特に、香南市夜須町手結地先では平成9年に約50haあったカジメ場が平成10年夏以降に急激に消滅し、1～2トンの水揚げのあったアワビ採貝漁業が消滅した^{1,2)}。漁業生産が低迷する中で、沿岸域の環境保全の重要性が強く認識されてきており、環境保全対策ならびに漁業生産の向上を目指し、藻場の再生が強く望まれている。水産試験場では平成15～17年にかけて「土佐湾の環境変動に対応した藻場の維持回復に関する研究」³⁻⁵⁾を実施しており、ウニ類と藻類の相互関係に関する研究、カジメ藻場を維持するウニ生息密度の予測、ガラモ場造成手法について研究を行ってきた。

本研究は、先の研究成果を基にウニ類除去による藻場再生を柱とした沿岸域管理手法を地先の漁業者と協働で開発することを目指す。このようにして漁業者をはじめとする地域住民が地先の環境を自らモニタリングしていく仕組みをつくることは、漁業生産力の向上、海洋環境の保全に大きく貢献するものと考えられる。

2 研究実施期間

平成18年4月から平成21年3月まで

3 研究実施海域

須崎市浦ノ内池ノ浦地先

4 研究項目

- (1) ウニ類除去による藻場再生の実証試験
- (2) 藻場管理手法の検討
 - 1) 各地先に対応した藻場再生手法の検討
 - ①藻場の重要性の広報（環境教育・人材育成）
 - ②森川海再生プロジェクトにおける里海づくり
 - 2) ウニ類の有効利用法の検討
 - 3) 高知県藻場再生指針の作成

これらのうち、平成19年度に実施した項目について以下に報告する。

II 研究内容

1 ウニ類除去による藻場再生の実証試験

(1) 目的

須崎市浦ノ内池ノ浦地先において実施した藻場再生手法としてのウニ類除去効果を実証する。

(2) 調査地点

須崎市浦ノ内池ノ浦地先において行った。調査地点の詳細は前報⁶⁾に示した。

(3) 調査日

平成19年6月27日、9月28日、12月11日、平成20年3月17日に行った。なお、ウニ類除去は平成18年6月30日～7月29日(内7日間)にかけて行った。

(4) 調査方法

ウニ類除去区内に設置した3カ所(St.1~3)と区外の1カ所(St.4)において海藻類と藻食性底生動物類の坪刈りを行った(図1)。大型多年生藻類は一边1mの方形枠、その他の藻類は一边0.5mの方形枠、底生動物類は一边2mの方形枠を用いた。さらに、ウニ類除去前の平成18年6月22日と平成19年12月11日に試験区内外の28カ所(図2)で潜水観察を実施し、トゲモクの被度(%)とウニ類の生息密度を記録した。

また、試験区内外をデジタルカメラ及び水中デジタルビデオカメラで撮影した。試験区の中央に位置するSt.2には水温データロガー(HOBO U22 Water Temp Pro v2)を設置し、1時間間隔で水温を計測した。

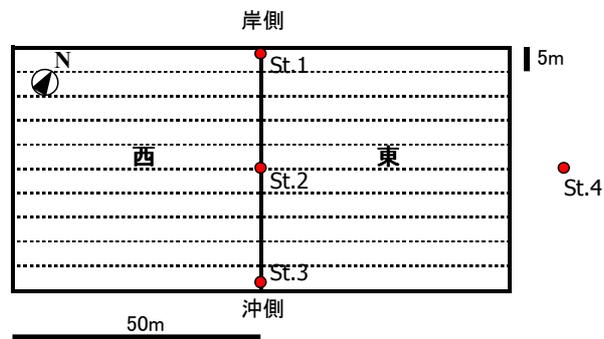


図1 ウニ類除去区と観察箇所

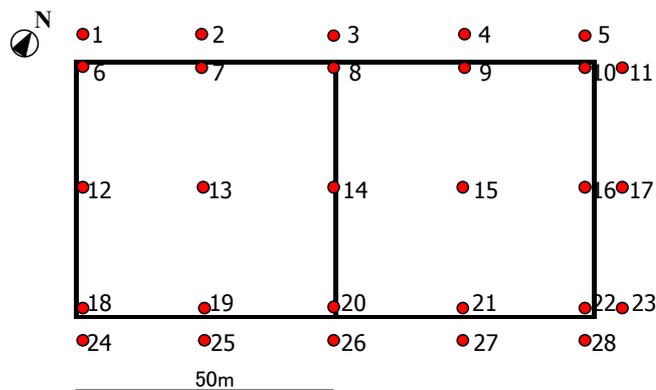


図2 潜水観察箇所

また、平成 20 年 1 月 4 日にボランティアダイバー 2 名に追跡調査に加わっていただき、ウニ類除去後の海藻群落の再生状況を実感していただいた。

(5) 結果と考察

1) 調査海域の水温

図 3 に調査海域の水温の経月変化を示した。

水温（日平均値）は 15.6~29.4℃の間を推移し、2006 年 8 月に最高となり、2007 年 3 月に最低となった。

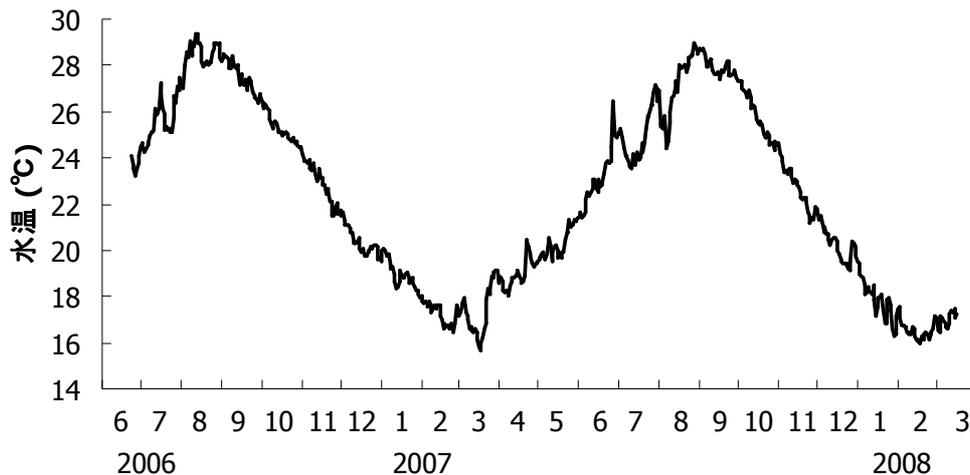


図 3 調査海域における水温の経月変化

2006 年 6 月 23 日から 2008 年 3 月 17 日にかけての日平均値を用いた。

2) ウニ類の再侵入状況

試験区内外に設置した観察点におけるウニ類の生息密度を図 4 に示した。

除去を完了してから約 1 ヶ月後（2006 年 9 月）から 7 ヶ月後（2007 年 3 月）にかけて実施した追跡調査の結果⁶⁾を概観すると、タワシウニの生息密度は除去前の 2.5~16.8 個体/m²から、除去から約 1 ヶ月後（2006 年 9 月）には 1 個体/m²以下となり、その後も 0~1.5 個体/m²の間を推移した。

ムラサキウニの生息密度は除去前の 0.5~18 個体/m²から、除去後約 1 ヶ月後（2006 年 9 月）の 0.3~2 個体/m²まで減少した。その後、St. 1 と St. 2 では徐々に生息密度が高くなり、除去完了から約 7 ヶ月後（2007 年 3 月）には除去前の 50%程度まで密度が増加した。これは、当該海域においては浅所においてムラサキウニの生息密度が高いことから、侵入が深所と比べて起こりやすかったためと考えられる。

ナガウニ属では除去前の 4.8~15.3 個体/m²から、約 1 ヶ月後（2006 年 9 月）には、St. 1、St. 2 で 2.5~3.3 個体/m²まで減少したが、沖寄りの観察点である St. 3 では小型個体の増加により 18.5 個体/m²まで増加した。その後、除去完了から約 7 ヶ月後（2007 年 3 月）まで試験区内の定点では 5 個体/m²以下で推移した。試験区外の St. 4 では試験区内の定点と比べて常に高密度で推移した。

除去完了から約 11 ヶ月後（2007 年 6 月）の試験区内の生息密度は、タワシウニで 0~5.5 個

里海づくりを目指した藻場再生手法の確立

体/m²、ムラサキウニで0.8~5個体/m²、ナガウニ属で2.3~8個体/m²となった。St.2とSt.3ではナガウニ属は増加傾向にあり、特に試験区の中心に位置するSt.2では除去前の生息密度を上回った。試験区外のSt.4ではタワシウニは33.3個体/m²、ムラサキウニは0.75個体/m²、ナガウニ属は24個体/m²確認された。これらタワシウニ、ナガウニ属の生息密度は最高値となった。

除去完了から約14ヶ月後(2007年9月)の試験区内の生息密度は、タワシウニで1.5~5.3個体/m²、ムラサキウニで0~3個体/m²、ナガウニ属で2~11.3個体/m²となった。2007年6月調査時に増加傾向にあったSt.2では2.5個体/m²まで減少したが、St.3では11.3個体/m²とさらに増加した。試験区外のSt.4ではタワシウニは26.8個体/m²、ナガウニ属は22個体/m²確認され、高密度状態が維持された。一方、ムラサキウニは採集されなかった。

除去完了から約16ヶ月後(2007年12月)の試験区内の生息密度は、タワシウニで0.3~1.8個体/m²、ムラサキウニで0~2.3個体/m²、ナガウニ属で0.5~15.5個体/m²となった。2007年9月調査時に増加傾向にあったSt.3では15.5個体/m²まで増加し、除去前の生息密度を上回った。試験区外のSt.4ではタワシウニは9.5個体/m²、ナガウニ属は17.5個体/m²採集された。ムラサキウニは2007年9月調査時と同様に採集されなかった。

除去完了から約19ヶ月後(2008年3月)の試験区内の生息密度は、タワシウニで0.5~1個体/m²、ムラサキウニで0~10.3個体/m²、ナガウニ属で2.3~10.8個体/m²となった。St.1ではムラサキウニの生息密度が10.3個体/m²まで急増し、除去前の約6割程度まで増加した。St.3において増加傾向にあったナガウニ属の生息密度は10.8個体/m²となり、わずかに減少した。試験区外のSt.4ではタワシウニは7個体/m²、ムラサキウニは0.5個体/m²、ナガウニ属は21.5個体/m²確認された。

除去後の侵入状況を種別に見ると、タワシウニは試験区内の定点では除去後には低密度で推移する傾向にあった。一方、試験区外のSt.4では変動が大きかったが、これは当該地点では岩盤が広がり、採取位置によりタワシウニの生息密度が大きく異なることによる。ムラサキウニでは岸寄りに位置するSt.1で他の定点と比較して高い値で推移し、変動が大きかった。ナガウニ属の生息密度は試験区の沖側に位置するSt.3と試験区外のSt.4では高密度で推移する傾向にあり、変動も大きいことが特徴的であった。今回の除去区は岸側から沖側に向けて50mの範囲であったことから、除去区内部へのウニ類の再侵入も早期に起こった可能性がある。さらに、岸寄りにはムラサキウニが、沖寄りにはナガウニ属が高密度に生息することから、それぞれの場所で優占種が早期に再侵入していたことが特徴的であった。

キタムラサキウニでは4~6月には深所の無節サンゴモ群落へ、9~10月には浅所のホソメコンブ群落へと季節的移動をすることが知られている⁷⁾。このような季節的な移動は、ムラサキウニやナガウニ属においては確認されておらず、今後は本調査地点で継続的に観察することで季節的移動の有無も明らかにしたいと考えている。

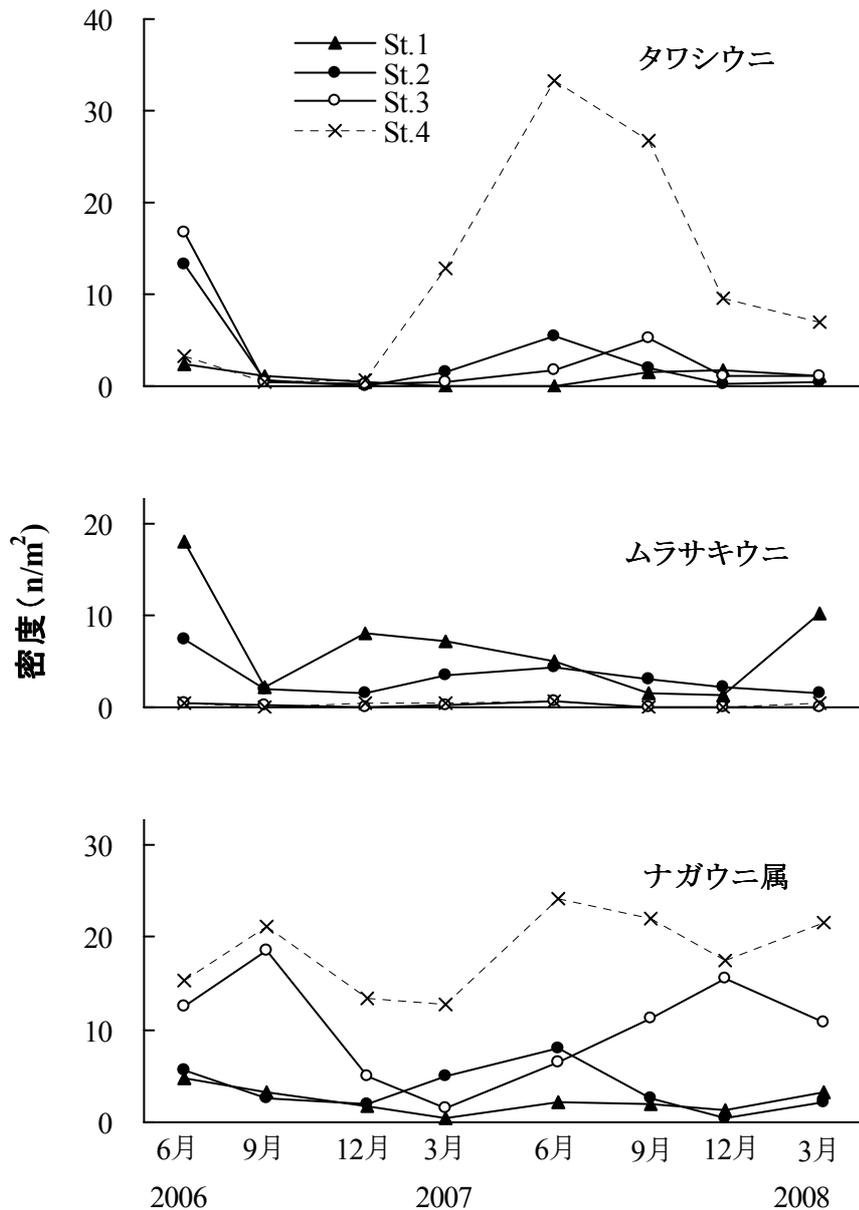


図4 観察箇所におけるウニ類の生息密度
St. 1~3 は試験区内、St. 4 は試験区外の調査地点 (図1)

3) ウニ類除去後の海藻類の生育状況

図5に試験区内外に設置した観察点における海藻現存量の推移を示した。

除去完了から約19ヶ月後(2008年3月)にかけての海藻類の遷移状況を生活型別に述べる。

小型一年生海藻は除去後に増加傾向にあり、特にSt.1では2006年12月~2007年6月にかけて611~852 g wet./m²の間を推移した。その後、2007年9月には著しく減少したが、2007年12月以降に再び増加に転じた。なお、平成18年度報告書⁶⁾においては小型多年生海藻と小型一年生海藻の区分けに間違いがあり、本報告書に掲載した内容が正しい。

小型多年生海藻類は100~400 g wet./m²の間を推移し、季節変化は見られなかった。

大型多年生海藻は本調査海域においてはトゲモクのみ見られた。除去完了から約5ヶ月後

里海づくりを目指した藻場再生手法の確立

(2006年12月)には、試験区内(St.1~3)に残存していたトゲモクの現存量が160~1,150 g wet./m²となった。さらに、除去完了から約7ヶ月が経過した2007年3月には多くのトゲモク幼体が観察された。除去後のトゲモクの生育状態は良好であり、概ね12月に現存量がピークとなり、3月には衰退するという季節的消長が確認された。

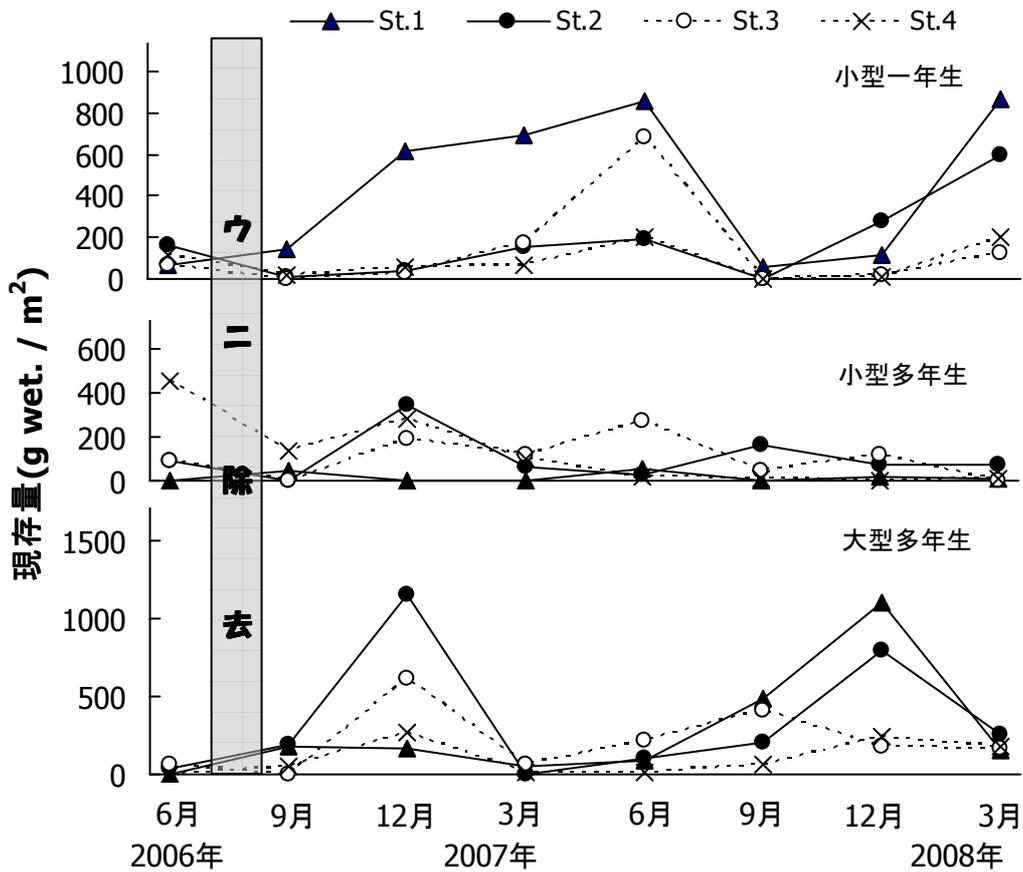


図5 観察箇所における海藻類の現存量の推移
St.1~3は試験区内、St.4は試験区外の調査地点(図1)

図6に2006年6月および2007年12月における試験区内外でのトゲモクの被度分布を示す。除去前の2006年6月における試験区周辺のトゲモクの分布状況は小型個体が見られる程度から10%までであった。除去完了から約16ヶ月後の2007年12月には、試験区内にトゲモク群落が広範囲に拡がり、被度の高いところでは60%に達した場所も見られた。さらに、これまで大型海藻の生育が見られなかった除去区の外側においてもトゲモクの生育を確認した。

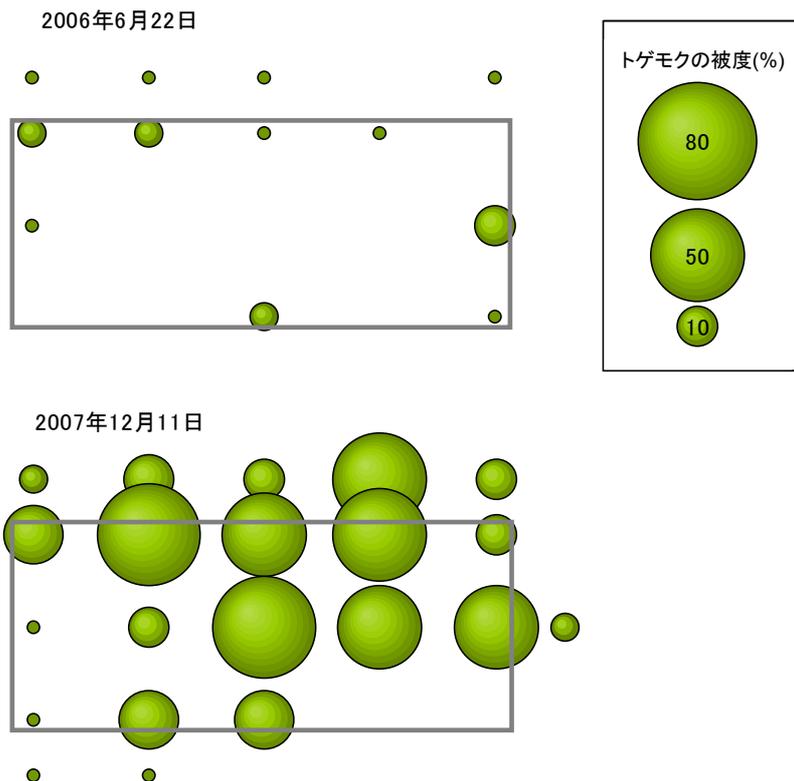


図6 ウニ類除去の前後におけるトゲモクの被度分布
 は除去区の範囲 (50m×100m) を示す

4) 高知県沿岸域におけるウニ類除去による藻場の再生

(1) 須崎市久通地先での取り組み

須崎市久通地先では、1977年からカジメを対象とした藻場造成が試みられ⁸⁾、1985年には約1.8haのカジメ場が形成された⁹⁾。その後、1995年には幼体のみ観察されたが¹⁰⁾、現在では見られない。他方、漁港内の一部や港外の深所にはホンダワラ類が生育し、特に港外にはツクシモクとキレバモクの群落が広範囲に認められるが¹¹⁾、浅所はウニ類が高密度で生息し磯焼け状態となっている。このような場所でホンダワラ群落の拡大を目指してウニ類除去(つぶし)を実施した。ウニ類除去は平成19年6月28日と10月11日に、海洋高校、高知大学、久通漁協と協働で実施した。6月には久通漁港内において15名が2時間半程度で約4,500個体のウニを除去した。さらに、10月には、12名が午前中は港内で前回除去しきれなかったウニ類を再度素潜りでつぶし、午後は港の外側でウニ類除去(素潜り除去及び潜水除去)を実施した。これにより2時間半程度で約1,600個体のウニ類を除去することができた。平成19年10月には、6月に除去した場所は珪藻類に覆われていた。さらに、大型多年生海藻のヨレモクモドキの幼体が観察された。平成20年3月17日には10月に見られたヨレモクモドキの幼体が20~30cm程度まで伸長し、生育株数の増加も確認した。

(2) 黒潮町上川口地先における取り組み

これまでにウニ類除去の効果が確認された黒潮町上川口地先¹²⁻¹⁶⁾において、「環境・生態系保全活動支援調査・実証委託事業」の一環で「漁業者によるウニ類除去」を実施した。なお、

里海づくりを目指した藻場再生手法の確立

詳細は別報¹⁷⁾に示した。

高知県内では、これまでに県内の5カ所でウニ類除去が試みられた。それぞれの地先において結果は異なり、2002年、2003年、2005年にウニ類除去を行った黒潮町上川口では、いずれの除去区も経過は順調で、岸沿いに残っていたトゲモク、ヨレモク、カジメが生育し始めている³⁻⁵⁾。最盛期には180haもの広大なカジメ群落が見られた香南市夜須町手結では、除去後、テングサ類が増加傾向にあったが、その後サンゴモ科海藻が増加しており^{13,14)}、現在も経過を観察中である。周辺にはカジメやホンダワラ類などの大型多年生海藻が全くないことから、ホンダワラ類のスポアバッグを利用した幼胚散布を試みている。室戸市坂本地先では現在までに海藻植生に大きな変化は認められていない^{15,16)}。当該試験区ではウニ類除去中にもブダイ等の植食性魚類が多数観察されており、海底には魚類のハミ跡が随所に見つかっている。ここではウニ類だけでなく、植食性魚類も海藻の生育に影響を与えている可能性が高いことが指摘されている¹⁸⁾。

「里海」は、「人手が加わることにより、生産性と生物多様性が高くなった沿岸海域」と定義されている¹⁹⁾。ウニの数を減らすことは人の力ででき、それにより沿岸域の藻場の再生が可能な地先もあると考えられる。平成16年度から全国的に取り組んできた磯焼け対策の中で、全国各地の対策事例をとりまとめた「磯焼け対策ガイドライン」²⁰⁾が作成された。さらに、それを参考に「高知県磯焼け対策指針」²¹⁾が2008年3月に作成されている。今後は指針を参考にしながら、市町村、地域住民、ボランティア、NPO、大学、海洋高校等と連携し、各地先で取り組み可能なウニ除去の形態（ボンベ潜水、素潜り、船上除去、ウニカゴ等）を組み合わせながら、取り組みを拡大させたいと考えている。

引用文献

- 1) 芹澤如比古・井本善次・大野正夫. 2000. 土佐湾, 手結地先における大規模な磯焼けの発生. Bull. Mar. Sci. Fish., Kochi Univ. 20:29-33.
- 2) Serisawa Y., Z. Imoto, T. Ishikawa and M. Ohno. 2004. Decline of the *Ecklonia cava* population associated with increased seawater temperatures in Tosa Bay, southern Japan. Fish. Sci. 70:189-191.
- 3) 田井野清也・石川徹. 2005. 土佐湾の環境変動に対応した藻場の維持回復に関する研究. 平成15年度高知県水産試験場事業報告書, 96-107.
- 4) 田井野清也・林芳弘・浦吉徳. 2006. 土佐湾の環境変動に対応した藻場の維持回復に関する研究. 平成16年度高知県水産試験場事業報告書, 63-74.
- 5) 田井野清也・林芳弘・上野幸徳. 2007. 土佐湾の環境変動に対応した藻場の維持回復に関する研究. 平成17年度高知県水産試験場事業報告書, 70-81.
- 6) 田井野清也・林芳弘・上野幸徳. 2008. 里海づくりを目指した藻場再生手法の確立. 平成18年度高知県水産試験場事業報告書, 100-108.
- 7) 吾妻行雄・川井唯史. 1997. 北海道忍路湾におけるキタムラサキウニの季節的移動. 日水誌, 63, 557-562.
- 8) 広田仁志・山口光明. 1982. 海岸構造物を利用したカジメ海中林造成, 水産土木, 18:15-18.
- 9) 溝淵勝宣. 1986. 60年度藻場造成試験の概要. 昭和61年度南西海区ブロック会議藻類研究

会誌，第6号：65-70.

- 10) 織田純生・村上幸二・黒岩隆・角原美樹雄. 1997. 生物モニタリング調査（漁場保全対策推進事業），平成7年度高知県水産試験場事業報告書，93：274-309.
- 11) 林芳弘. 2008. 漁場環境保全推進事業. 平成18年度高知県水産試験場事業報告書，93-99.
- 12) 大方町・（有）エコシステム. 2004. 平成14年度大方町藻場造成事前調査委託業務報告書，17pp.
- 13) 大方町・（有）エコシステム. 2004. 平成15年度大方町藻場造成事前調査委託業務報告書，9pp.
- 14) 高知県海洋局水産振興課・（株）パスコ. 2006. 藻場造成調査 藻場造成技術実証試験委託業務報告書，100pp.
- 15) 高知県海洋局水産振興課・（株）パスコ. 2007. 藻場造成調査 藻場造成技術実証試験委託業務報告書，131pp.
- 16) 高知県海洋部水産振興課・（株）パスコ. 2008. 藻場造成調査 藻場造成技術実証試験委託業務報告書，96pp.
- 17) 田井野清也・津野健太郎. 2009. 環境・生態系保全活動支援調査・実証委託事業. 平成19年度高知県水産試験場事業報告書，151-156.
- 18) 田井野清也. 2008. 黒潮の海で始まったウニ除去ー高知県ー。「磯焼けを起こすウニー生態・利用から藻場回復まで」（藤田大介・町口裕二・桑原久美編著）成山堂書店，東京. 132-137.
- 19) 柳哲雄. 2006. 里海論，恒星社厚生閣，東京，29-37.
- 20) 水産庁. 2007. 磯焼け対策ガイドライン，208pp.
- 21) 高知県. 2008. 高知県の藻場と磯焼け対策（高知県磯焼け対策指針），64pp.