



寺脇利信¹・新井章吾²：30（最終回）．山口県周防大島町 伊保田地先の砂泥底に設置された階段型実験藻礁

はじめに

本シリーズでは、瀬戸内海西部に位置する広島湾奥部の大野瀬戸・亀瀬地先の砂泥底に点在する巨礫において、水深+1mでタマハハキモク *Sargassum muticum* Yendo (Fensholt) が、水深0～3mでクロメ *Ecklonia kurome* Okamura が、優占することを報告した（寺脇・新井 2001）。今回は、広島湾の湾口部に位置する山口県周防大島町伊保田地先の砂泥底に設置された階段型実験藻礁について、設置4年後の状況を観察したので報告する。

30. 山口県周防大島町伊保田地先の砂泥底に設置された階段型実験藻礁

現地の概要と方法

瀬戸内海の西部・広島湾湾口部の山口県周防大島町伊保田地先については、藻場海藻の水平・垂直分布様式（寺脇ら 2001）、局所的な環境条件と海藻植生の関係（寺脇ら 1996）、藻場造成試験の長期モニタリング（吉川ら 2001）、造成された実験藻場での魚類相（松永ら 1992）、実験藻礁上の海藻植生の人為的な調整による付着動物群集の変化（山本ら 1999）、そして、砂泥の作用等の自然環境条件を活用したアカモク群落への植生の誘導（吉田ら 2006）など、藻場の生態または保全に関する多様な研究報告がみられる。

山口県周防大島町（旧・東和町）伊保田地先において、1996年3月27日に、C.D.L. 基準0.5, 1.5, 2.5, 3.5, 4.5, 5.5, 7.5および8.5 mの8水深の砂泥底（図1）に、砂面からの比高1, 6, 12, 18, 30および48 cmの6段の基面を有する階段型実験藻礁を設置した（図2）。本藻礁では、設置水深と海底砂面からの比高の組み合わせにより、到達光量や砂泥の影響などの環境条件の異なる海藻類の着生面を基面ごとに供給したと見なすことが出来る。設置後の毎年、各基面での堆積砂泥厚を計測後、砂泥を払い、基面上に設けた25 cm×40 cmの方形枠内の固着動物と海藻類の種類別被度を測定した。このうち、設置2.5年後までの各基面上の海藻植生の遷移過程については既報において報告し（Terawaki *et al.*, 2000）、基面毎の環境条件との関係について考察した。

その後、本藻礁の一部の基体については、漁船の操業を含む事故等により転倒・破損したため、4年後までに観察を中断した。残存した水深0.5, 1.5, 2.5および3.5 mに設置した4基について、2000年3月13日に、設置4年後の観察を行った。これらの基体については、水深0.5 m設置礁では上～中段部で不規則的に複数種が最優占種となり、最下段で無植生であり、水深3.5 m設置礁では4年後まで最優占種は上～中段部でアカモクからノコギリモクに、中～下段部でホンダワラからマメタワラまたはウミウチワに交代し、最下段

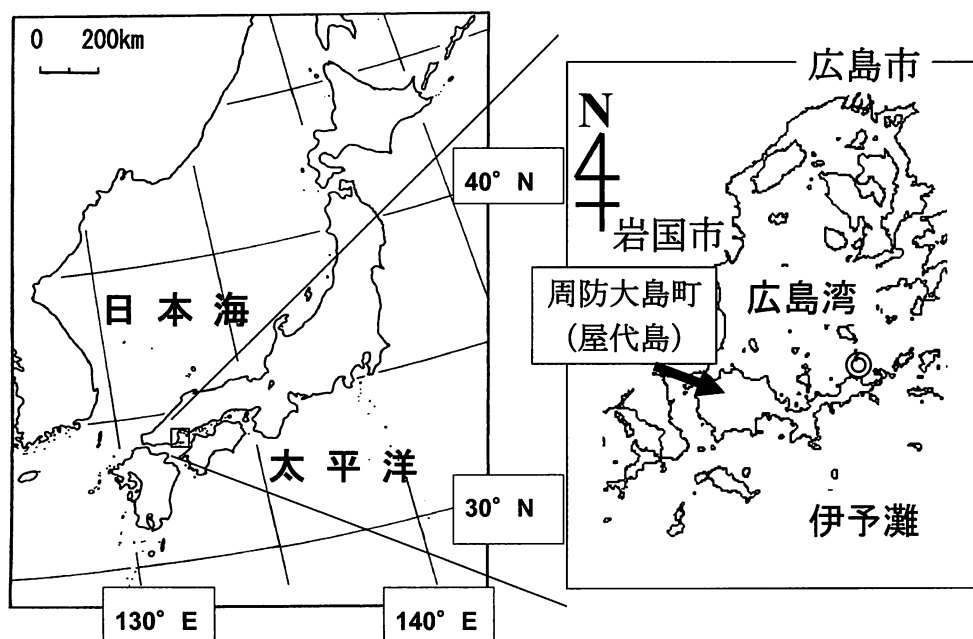


図1 山口県周防大島町伊保田地先の概略位置

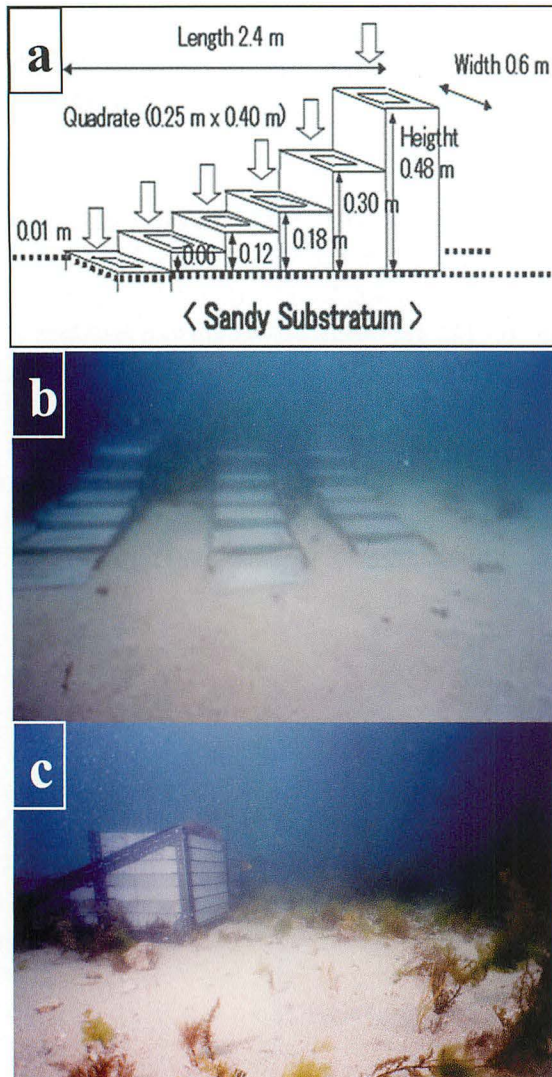


図2 山口県周防大島町伊保田地先の砂泥底に設置された階段型実験藻礁の模式図 a. 模式図 (Terawaki *et al* 2000), b. 前面から (水深 0.5 m 設置礁; 4 基中の 3 基が見えている), c. 水深 0.5 m 設置礁の周辺海底の植生。

で無植生であったことが報告されている (寺脇ら 2004)。

結果

山口県周防大島町伊保田地先の砂泥底に設置された本藻礁における藻場の景観模式図を図 3 に示した。なお、ここでは、本藻礁の設置時における砂面からの比高 1, 6, 12, 18, 30 および 48 cm の 6 段の基面について、便宜的に、比高の高いほうから順に第 1 段, 第 2 段等と称し、比高の最も低い段を第 6 段として記述する。

水深 0.5 m 設置礁

水深 0.5 m 設置礁の景観写真を図 4a に示した。

第 1 段 (設置時比高 48 cm) : 砂泥厚 1 mm で、固着動物ではサンカクフジツボが被度 20% で優占し、海藻ではマクサが被度 80% で優占した。

第 2 段 (設置時比高 30 cm) : 砂泥厚 2 mm で、固着動物ではイタボガキ科が被度 20% で優占し、海藻ではトゲモクが被度 75% で優占した。

第 3 段 (設置時比高 18 cm) : 砂泥厚 4 mm で、固着動物ではイタボガキ科が被度 25% で優占し、海藻ではシキンノリが被度 80% で優占した。

第 4 段 (設置時比高 12 cm) : 砂泥厚 8 mm で、固着動物が見られず、海藻では無節サンゴモ類が被度 80% で優占した。

第 5 段 (設置時比高 6 cm) : 砂泥厚 64 mm で、固着動物が見られず、海藻ではタマハハキモクが被度 40% で優占した。

第 6 段 (設置時比高 1 cm) : 砂泥厚 207 mm で、固着動物が見られず、直立海藻も基面被覆海藻の無節サンゴモ類も見られず、無植生であり、まるで設置直後のコンクリートのよう刷新された基面であった。

水深 1.5 m 設置礁

藻礁が徐々に砂泥中に埋没しつつある水深 1.5 m 設置礁の景観写真を図 4b に示した。

第 1 段 (設置時比高 48 cm) : 砂泥厚 3 mm 堆積で、固着動物ではオオヘビガイが被度 40% で優占し、海藻ではシキンノリが被度 60% で優占した。

第 2 段 (設置時比高 30 cm) : 砂泥厚 14 mm 堆積で、固着動物ではオオヘビガイが被度 10% で優占し、海藻ではシキンノリが被度 40% で優占した。

第 3 段 (設置時比高 18 cm) : 砂泥厚 101 mm で、固着動物ではサンカクフジツボが被度 20% で優占し、海藻ではタマハハキモクが被度 70% で優占した。

第 4 段 (設置時比高 12 cm) : 砂泥厚 167 mm で、固着動物ではサンカクフジツボが被度 20% で優占し、海藻ではカバノリが被度 5% で優占した。

第 5 段 (設置時比高 6 cm) : 砂泥厚 257 mm で、固着動物が見られず、直立海藻も基面被覆海藻の無節サンゴモ類も見られず、無植生であり、まるで設置直後のコンクリートのよう刷新された基面であった。

第 6 段 (設置時比高 1 cm) : 砂泥厚 335 mm で、第 5 段と同様に、無植生であり、まるで設置直後のコンクリートのよう刷新された基面であった。

水深 2.5 m 設置礁

藻礁が徐々に砂泥中に埋没しつつある水深 2.5 m 設置礁の景観写真を図 4c に示した。

第 1 段 (設置時比高 48 cm) : 砂泥厚 7 mm で、固着動物ではオオヘビガイが被度 90% で優占し、海藻ではフクロノリが被度 60% で優占した。

第 2 段 (設置時比高 30 cm) : 砂泥厚 12 mm で、固着動物ではオオヘビガイが被度 80% で優占し、海藻ではフクロノリが被度 70% で優占した。

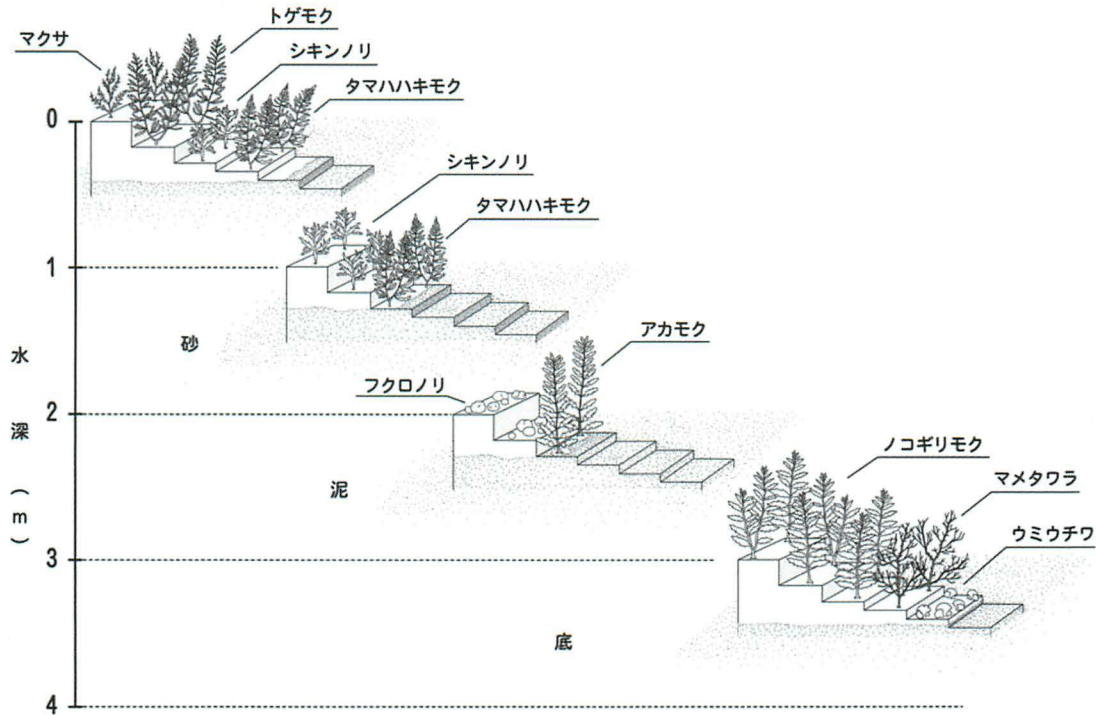


図3 山口県周防大島町伊保田地先の砂泥底に設置された階段型実験藻礁における藻場の景観模式図(2000年3月)

第3段(設置時比高18 cm)：砂泥厚30 mmで、固着動物ではオオヘビガイが被度90%で優占し、海藻ではアカモクが被度50%で優占した。

第4段(設置時比高12 cm)：砂泥厚50 mmで、固着動物が見られず、直立海藻も基面被覆海藻の無節サンゴモ類も見られず、無植生であり、まるで設置直後のコンクリートのよう刷新された基面であった。

第5段(設置時比高6 cm)：砂泥厚114 mmで、第4段と同様に、無植生であり、まるで設置直後のコンクリートのよう刷新された基面であった。

第6段(設置時比高1 cm)：砂泥厚212 mmで、第4および5段と同様に、無植生であり、まるで設置直後のコンクリートのよう刷新された基面であった。

水深3.5 m設置礁

水深3.5 m設置礁の景観写真を図4dに示した。

第1段(設置時比高48 cm)：砂泥厚4 mmで、固着動物ではオオヘビガイが被度70%で優占し、海藻ではノコギリモクが被度90%で優占した。

第2段(設置時比高30 cm)：砂泥厚12 mmで、固着動物ではオオヘビガイが被度90%で優占し、海藻ではノコギリモクが被度60%で優占した。

第3段(設置時比高18 cm)：砂泥厚9 mmで、固着動物ではオオヘビガイが被度80%で優占し、海藻ではノコギリモクが被度90%で優占した。

第4段(設置時比高12 cm)：砂泥厚14 mmで、固着動物

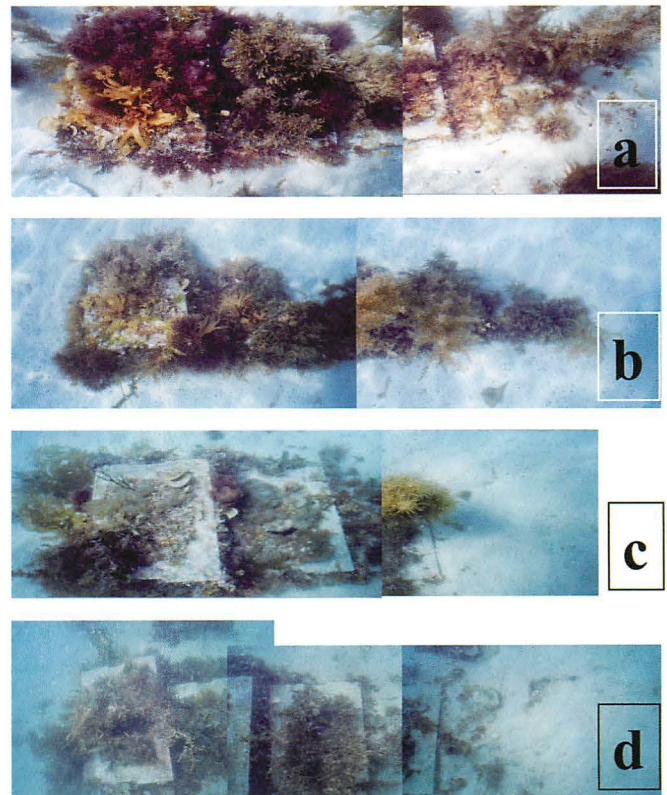


図4 山口県周防大島町伊保田地先の砂泥底に設置された階段型実験藻礁 a. 水深0.5 m設置礁, b. 水深1.5 m設置礁 (やや傾きながら埋没しており、一方、4段～6段の鉄製フレームに生育する海藻も見えている), c. 水深2.5 m設置礁, d. 水深3.5 m設置礁。

ではオオヘビガイが被度 50% で優占し、海藻ではマメタワラが被度 20% で優占した。

第 5 段（設置時比高 6 cm）：砂泥厚 32 mm で、固着動物ではオオヘビガイが被度 40% で優占し、海藻ではウミウチワが被度 20% で優占した。

第 6 段（設置時比高 1 cm）：砂泥厚 70 mm で、固着動物が見られず、直立海藻も基面被覆海藻の無節サンゴモ類も見られず、無植生であり、基面では還元状態が進行していた。

まとめ

2000 年 3 月 13 日の観察では、山口県周防大島町伊保田地先の砂泥底に設置された本藻礁において、水深が浅く、比高が高く、砂泥厚が薄い、すなわち到達光量が多く砂泥の影響が小さい基面では食用にされる紅藻マクサおよびシキンノリが優占し、水深が深く、比高が高く、砂泥厚が薄い、すなわち到達光量が少ないが砂泥の影響も小さい基面では多年生大型褐藻のノコギリモクが優占し、いずれの水深でも比高が低く、砂泥厚が厚い、すなわち砂泥の影響が大きい基面では無植生であった。なお、水深 1.5 m および 2.5 m 設置礁では、藻礁が徐々に砂泥中に埋没しつつあることから、比高が中程度でも砂泥厚が厚く、砂泥の影響が大きいと考えられ、1 年生のアカモク、多年生だが 1 年生的な生態のタマハハキモクおよび短命海藻のフクロノリ等が優占し、初期から中期への退行的遷移がみられた。また、サンカクフジツボなどの固着動物は砂泥が堆積している基面では死亡していたが、このことにより過去あるいは過去の一時期に砂面が低下したことが確認された。

注目点

山口県周防大島町伊保田地先の砂泥底に設置された本藻礁において、海藻植生の概要は以下の通りであった。マクサが最も浅い水深 0.5 m 礁の最も比高の高い第 1 段の基面で優占した。シキンノリが水深 0.5 m 礁の第 3 段、水深 1.5 m 礁の第 1 および 2 段で優占した。フクロノリが水深 2.5 m 礁の第 1 段および 2 段で優占した。タマハハキモクが水深 0.5 m 礁の第 5 段および水深 1.5 m 礁の第 3 段で優占した。ノコギリモクが水深 3.5 m 礁の第 1, 2 および 3 段で優占した。無植生が水深 0.5 m 礁の第 6 段、水深 1.5 m 礁の第 5 および 6 段、水深 2.5 m 礁の第 4, 5, 6 段、水深 3.5 m 礁の第 6 段に認められた。サンカクフジツボなどの固着動物は砂泥が堆積している基面では死亡していたが、このことにより過去あるいは過去の一時期に砂面が低下したことが確認された。

これらのことから、水深が浅く、比高が高く、砂泥厚が薄い、すなわち到達光量が多く砂泥の影響が小さい基面では食用にされる紅藻マクサおよびシキンノリが優占し、水深が深く、比高が高く、砂泥厚が薄い、すなわち到達光量が少ないが砂泥の影響が小さい基面では多年生大型褐藻のノコギリモクが優占し、いずれの水深でも比高が低く、砂泥厚が厚い、すなわち砂泥の影響が大きい基面では無植生であった。なお、

水深 1.5 m および 2.5 m 設置礁では、藻礁が徐々に砂泥中に埋没しつつあることから、比高が中程度でも砂泥厚が厚く、砂泥の影響が大きいと考えられ、1 年生のアカモク、多年生だが 1 年生的な生態のタマハハキモクおよび短命海藻のフクロノリ等が優占し、初期から中期への退行的遷移がみられた。マクサとシキンノリが優占していた基面は、設置 2 年後（寺脇ら 2004）を中心に、トゲモクなどのホンダワラ類が優占していた。海藻が密生する平坦な建材ブロックには砂がトラップされやすく、海藻の生殖細胞が着底しにくくなることから、栄養繁殖するマクサや多年生のシキンノリが群落を形成したと考えられる。

本地先の自然岩礁の岩面上では、比高 0.2 m 以上の基面で多年生ホンダワラ類のノコギリモク、トゲモク等、比高 0.2 m 以下で 1 年生ホンダワラ類のアカモク等がみられた（寺脇ら 1996）。本地先の他の実験藻礁上において、人為的に植生を調整することにより、多年生大型ホンダワラ類優占群落では葉上付着動物が少なく、多様な小型ホンダワラ類群落では葉上付着動物が多く、また、刷新が繰り返される基面では底生動物が多かった（山本ら 1999）。一方、本地先の自然岩礁に近い砂泥底に設置された建材ブロックでは、比高 0.3 m まで 1 年生のホンダワラ類が見られたことから、砂泥上の建材ブロック等では、自然岩礁の岩面上におけるよりも、砂泥の影響による物理的な環境の攪乱が生じやすく、海藻遷移の初期相が繰り返しやすい傾向が示唆されている（寺脇ら 1996）。さらに、着生面の砂面からの比高をアカモク群落に類似させ、時期を変えて別の人工的な基面を設置したところ、1 年目には多様な群落となるものの、2 年目からはアカモク群落が成立した（吉田ら 2006）。これに対し、本藻礁については、各基面上において、海底から巻き上がった砂の堆積量が異なり、低い基面では漂砂の影響をより大きく受けており、本藻礁が砂中に徐々に埋没するのに従い、砂の影響をより強く受けるようになった基面では、1 年生ホンダワラ類から小型海藻のアナアオサやウミウチワへと優占種が変化した（Terawaki *et al.*, 2000）。

本藻礁では、水深と砂泥底面からの比高が異なる組み合わせの基面の付与のみにより、自然岩礁の岩面（寺脇ら 1996）および人工物の基面（吉田ら 2006）における砂泥の影響、または人為的な調整（山本ら 1999）に相当する作用によって、海藻植生の遷移が制御され、多様な優占種が並存する藻場が形成されたと考えられる。すなわち、本藻礁においては、到達光量が多く砂泥の影響が小さい基面から、到達光量が多いが砂泥の影響が大きい基面を経て、到達光量が少ないが砂泥の影響が小さい基面、そして、到達光量が少なく砂泥の影響が大きい基面までの、環境条件の差異に起因して、無植生を含めた異なる植生の海藻群落が形成された。これらにより、多様な種類あるいは特定の有用種を対象とした藻場造成における、砂泥海底の砂面変動や砂泥の堆積を考慮した構造物の大きさ、形状および配置の有効性が示されている。従って、これらの結果は、沿岸域の砂泥海底において、埋め立てなど

により過去に消失した磯浜などの自然環境を模倣した地形・底質の回復のみによって、自然に近い形で、人為的な管理をできるだけ必要としない藻場の計画的な回復（寺脇 1996）に向けた科学的な基礎情報の蓄積に資するものと考えている。

謝辞

潜水観察地点の確保など本研究の遂行に協力いただいた山口県水産研究センター内海研究部および山口県東和町漁業協同組合（当時）の皆様、さらに、本模式図を作成頂いた新井良一氏に心より感謝する。潜水観察ならびに本模式図の公表に際し、便宜を図るとともに原稿の高関をたまわった（独）水産総合研究センター瀬戸内海区水産研究所の吉田吾郎博士にお礼を申し上げる。

おわりに

本シリーズは、第1回の富山県水見市宇波地先（寺脇・新井 1999）以来、今回まで、ちょうど10年に亘り本誌に連載させていただいた。その中で、筆者らがこれまでに観察する機会を得た日本各地の沿岸地先について、岩礁性の藻場、砂泥性の藻場、その両者の混在する藻場、さらに、海岸構造物や消波ブロック等の人工的な基盤・基質の上に形成された藻場の景観模式図を報告した。

「藻場の景観模式図」は、水中での透視条件の制限から、カメラ等を用いての遠景撮影が困難な藻場等の海底について、広い範囲にわたる観察と現場の実情に即して取得した調査データとに基づき、選定した対象を中心に描写することを通じて、現場の全体観を表現するために考案した。この「藻場の景観模式図」という表現方法については、限られた情報から安直に結論を下すことを避けるとともに、次段階の、より定量的な調査・実験の企画に資することを主目的とし、様々な試行錯誤を繰り返してきた。今回をもって、海藻類の調査方法や環境条件の把握水準という意味でのデータの質がある程度の幅内で揃っている範囲について、ほぼ公表し終えたことから、本連載を終了する。

今後には、本シリーズにより得られた情報が参考となり、海藻類の生育に大きな影響を及ぼす様々な環境要因の条件について、効率的な定量的測定に資する調査・実験等が企画されるようになることを期待したい。また、景観とその背景としての環境要因に基づく沿岸域の環境情報図の作成は、藻場の保全や回復および資源海藻や藻場に蛸集する有用魚介類の増殖などにとって重要である。そこで、筆者らとしては、藻場の景観模式図について、本シリーズにて報告した地点等を主体としつつ、未発表等のその他の地点等も加えて、できるだけ一覧できるような資料等として取りまとめる作業を進めたいと考えている。

筆者の一人・寺脇は、連載の開始時には「安芸の宮島」を臨む広島湾に立地する瀬戸内海区水産研究所に所属していたが、連載の継続中に4回の異動に伴う3回の転居を経て、最

終回の本稿については能登半島を臨む富山湾に面する富山県水産研究所にての執筆となった。筆者の一人・新井は、連載の継続中に、二つ目の研究所にも所属するとともに、社会人大学院入学など、より一層の多忙な日々を送ることとなった。これらのことなどから、これまではほとんど意識することの無かった10年という長大な時間の経過というものを、現時点において実感している。なお、本シリーズの掲載内容への問い合わせや調査・実験を企画されるにあたってのご相談等については、当面、今回の所属等へいただければ対応できるものと考えている。

本連載を完遂させていただくにあたり、データ取得段階のみならず、公表に際しても、快く了解いただくことに加えて、様々な便宜を図っていただいた関係団体の皆様に深く感謝する。本シリーズの掲載・刊行に際しては、企画を採用するとともに丁寧なご対応をいただいた「藻類」と文誌の編集委員会、特に、原稿ごとに適切なご指導をいただいた歴代の編集委員長諸氏に心からお礼を申し上げる。

引用文献

- 松永浩昌・船江克美・薄 浩則 1992. 三枚定刺網を中心とした漁獲結果から見た造成ホンダワラ藻場域に蛸集する魚類について. 南西水研報 25: 21-42.
- 寺脇利信 1996. 藻場. 大野正夫編 21世紀の海藻資源—生態機構と利用の可能性—, pp. 3-30. 緑書房, 東京.
- 寺脇利信・吉田吾郎・吉川浩二・有馬郷司 1996. 瀬戸内海西部における基面の高さ別のホンダワラ植生の観察. 南西水研報 29: 49-58.
- 寺脇利信・新井章吾 1999. 藻場の景観模式図 1. 富山県水見市宇波地先. 藻類 47: 147-149.
- Terawaki, T., Yoshida, G., Yoshikawa, K., Arai, S. & Murase, N. 2000. "Management-Free Techniques" for the restoration of Sargassum beds using subtidal, concrete structures on the western Seto Island Sea, Japan. *Environmental Sciences* 7: 165-175.
- 寺脇利信・新井章吾 2001. 藻場の景観模式図 8. 広島湾奥部の大野瀬戸・亀瀬. 藻類 49: 199-202.
- 寺脇利信・吉川浩二・吉田吾郎・内村真之・新井章吾 2001. 広島湾における大型海藻類の水平・垂直分布様式. 瀬戸内水研報 3: 73-81.
- 寺脇利信・吉田吾郎・新井章吾・高谷知恵子・村瀬 昇 2004. 広島湾内の砂泥底に設置した階段型実験藻礁の経年観察. 平成16年度日本水産工学会学術講演会講演論文集: 131-132.
- 山本智子・濱口昌巳・吉川浩二・寺脇利信 1999. 植生の異なる実験藻場における生物群集の決定要因. 水産工学 36: 1-10.
- 吉田吾郎・吉川浩二・新井章吾・寺脇利信 2006. アカモク群落内に設置した実験基質上の海藻植生. 水産工学 42: 267-273.
- 吉川浩二 2003. ガラモ場の遷移と管理. 能登谷正浩編著 藻場の海藻と造成技術, pp. 190-209. 盛山堂, 東京.

(¹ 〒936-8536 富山県滑川市高塚 364 富山県農林水産総合技術センター水産研究所, ² 〒811-0114 福岡県粕屋郡新宮町湊坂 3-9-4 (株) 海藻研究所)