

【報 文】

文献から見た磯焼け対策研究の歩み

桑原久実*1・綿貫啓*2・青田徹*3・安藤亘*4
川井唯史*5・寺脇利信*6・横山純*7・藤田大介*8

Trends in Literature on Seaweed Restoration Techniques on Barren Grounds in Japan

Hisami KUWAHARA *1, Akira WATANUKI *2, Toru AOTA *3,
Wataru ANDO *4, Tadashi KAWAI *5, Toshinobu TERAWAKI *6,
Jun YOKOYAMA *7 and Daisuke FUJITA *8

Abstract

To detect the trend on seaweed restoration techniques on barren grounds in Japan, domestic literature (> 1,000) published since 1970 were surveyed. The literature contains local survey (18%), experiments and detailed observations (23%), recovery trials (43%) and reviews (16%). The literature increased chronologically with a temporal maximum in 1980-85. Among the local areas, literature was particularly abundant in western coasts of Hokkaido and Pacific coasts of middle Honshu (from the Kii Channel to Cape Inubo). The target seaweed bed types were mostly kelp and Sargassum forests and the dominant causative agents of these bed reductions were intensive grazing by sea urchins and herbivorous fishes. The literature analysis revealed that 'removal' of sea urchins and 'defense' of seaweeds were unreasonably preceded by employing stones or concrete blocks and transplanting seaweeds. Grazing by herbivorous fishes is a recent problem in southern Japan; the literature abruptly increases after 2000. These may represent some of the reasons why barren ground recovery projects were unsuccessful.

2006年4月12日受付, 2006年4月12日受理

キーワード 磯焼け対策, 藻場回復, 食害, 文献の変遷

key words : Barren ground techniques, Seaweed restoration, Herbivory, Trends in literature.

*1 National Research Institute of Fisheries Engineering, 7620-7, Hasaki, Kamisu, Ibaraki, 314-0408, Japan (水産総合研究センター水産工学研究所 〒314-0408 茨城県神栖市波崎7620-7)

*2 Alpha Hydraulic Engineering Consultants Co., Ltd., 9-14, Hassamu, Nishi, Sapporo, Hokkaido, 063-0829, Japan (アルファ水工コンサルタンツ 〒063-0829 北海道札幌市西区発寒9条14丁目516-336)

*3 TETRA Co., Ltd., 3-11-34, Mita, Minato, Tokyo, 108-0073, Japan (株式会社テトラ 〒108-0073 東京都港区三田三丁目11番34号 (センチュリー三田ビル))

*4 Fisheries Infrastructure Development Center, 2-14-5, Tukiji, Chuo, Tokyo 104-0045, Japan (紺水産土木建設技術センター 〒104-0045 東京都中央区築地2-14-5 サイエスタビル3階)

*5 Hokkaido Nuclear Energy Environmental Research Center, 261-1 Miyaoka, Kyowa, Hokkaido 045-0123, Japan (北海道原子力環境センター 〒045-0123 北海道共和町宮丘261-1)

*6 Fishery Research Agency, Queen's Tower B 15F, 2-3-3, Minatomirai, Nishi, Yokohama, Kanagawa, 220-6115, Japan (独立行政法人水産総合研究センター 〒220-6115 神奈川県横浜市西区みなとみらい2-3-3 クイーンズタワーB15階)

*7 Fishery Agency, 1-2-1, Kasumigaseki, Chiyoda, Tokyo, 100-8907, Japan (水産庁 〒100-8907 東京都千代田区霞が関1-2-1)

*8 Tokyo University of Marine Science and Technology, 4-5-7, Konan, Minato, Tokyo, 108-8477, Japan (東京海洋大学 〒108-8477 東京都港区港南4-5-7)

1. はじめに

沿岸域に形成される藻場は、基礎生産の場、魚介類の餌場やすみ場であり、生物相を豊かにし、水質浄化も行うことから、その重要性が高まっている。しかし、これまでの沿岸開発では埋立てが数多く行われ、藻場の面積は1973年以降の約20年間で約1万ヘクタール減少したことが報告されている(磯部, 1993)。このほか、沿岸域の環境変化に伴って藻場が衰退・消失する磯焼けが問題になっている。

これまで、磯焼けの実態やそのメカニズム(三本管, 1994)や磯焼け状態の診断技術(全国沿岸漁業振興開発協会, 2001),あるいは藻場の造成技術(能登谷, 2001)については総説もあるが、近年深刻化している植食性魚類の食害対策も含め、いわゆる磯焼け対策に重点をおいた既存の文献の整理は行われていない。

このような背景から、水産庁では2004年から「緊急磯焼け対策モデル事業」をスタートさせた。この事業は、藻場の形成阻害要因を特定し、それを排除・軽減するための効果的・効率的な対策手法の開発を行い、それらの成果を取りまとめたガイドラインを作成することを目的としている。筆者らは、本事業の検討委員や事務局として、まず、1970年から2004年までに公表された磯焼けや藻場造成に関する文献を収集し、磯焼け対策技術の現状や今後の動向を中心に整理した。これまでに提案されてきた技術について、成果、問題点、持続性、経済性などを明らかにし、今後の方向性を明らかにしたいと考えたためである。ある技術に関して、文献数の多寡が必ずしも実効性の評価を示すとは限らないが、少なくとも各時代の度合いを反映していると解釈できる。そこで、本報では、文献調査で得られた技術に関して、文献数から磯焼け対策技術の変遷を概観した結果を報告する。

2. 入手した文献の範囲と整理方法

1970年以降の藻場造成や磯焼けに関する論文・報文あるいは報告書等を1,000以上入手した。入手した文献の範囲は、国と都道府県の研究機関の報告書・研究報告、北海道の水産業改良普及事業活動報告事例集・技術改良試験報告書・プラザ関連調査研究事業報告書、日本水産学会誌、日本水産増殖学会誌、日本水産工学会誌「水産工学」、日本藻類学会誌「藻類」などである。これらのうち、本文中に「磯焼け」という用語が記述されている文献を抽出し、内容の重複を避けて整理したところ、約534件が得られたので、この文献の傾向を分析することにした。各文献を対象とする海藻、海域、藻場の分布制限要因(磯焼けの継続要因)、磯焼け対策手法の4項目のカテゴリーで分類し、動向を調べた。

収集した文献は、調査レベル(現地調査による磯焼け

状況の把握)が18%、基礎研究レベル(植食動物の生態行動や摂餌行動などの研究)が23%、実用研究レベル(植食動物からの海藻類の防御、海藻増殖のための移植など)が43%、さらに、研究成果のレビューが16%であった。このように、実用研究レベルが多く見られたが、基礎研究の成果を踏まえて実施されたものは比較的少なく、基礎研究から現地での実証試験を系統的に繋げる研究プロセスが重要と感じた。

3. 海区別の文献数

収集した文献は図-1に示した海区ごとに分類した。図-1の海区分は「図鑑 海藻の生態と藻礁(徳田ら, 1991)」に従い、海藻の分布は寺脇(1996)を参考に概略を示した。また、図-2には研究対象となっている海藻種に区分した文献数の変遷を5年ごとにまとめた。研究対象となっている海藻種は、コンブ(マコンブ、ホソメコンブ、ミツイシコンブ等)、コンブ以外のコンブ科植物(アラメ、カジメ、クロメ等)、ホンダワラ類が多く、それ以外ではテングサも僅かに認められた。図-2によると、1980~1985年に文献数が95件と多くなってい

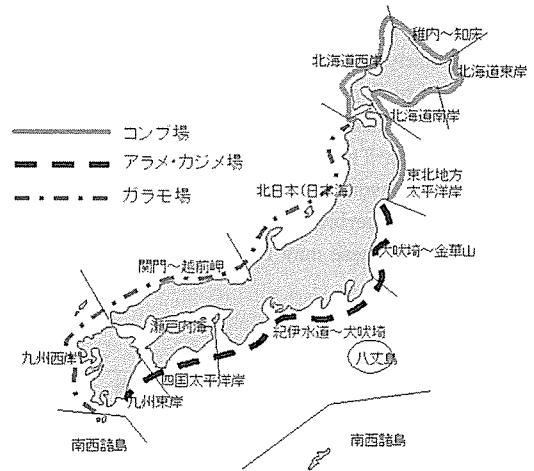


図-1 海区と藻場

海区は徳田ら(1981)、藻場の分布は寺脇(1996)を参考にした。

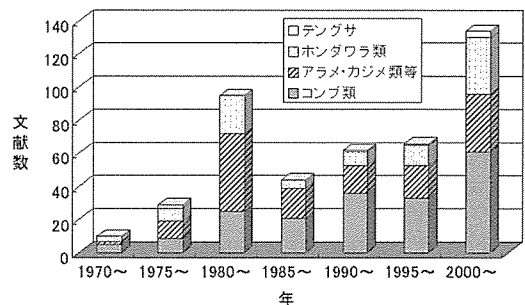


図-2 文献を対象とした海藻種の変遷

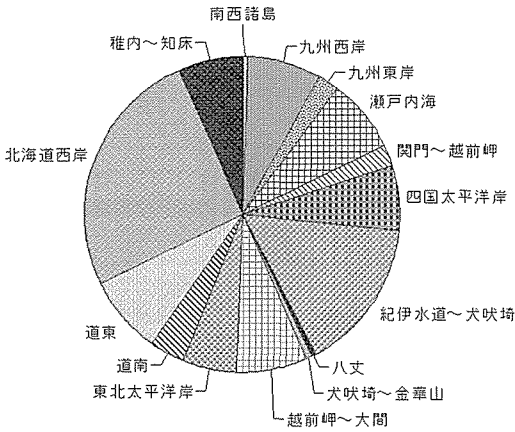


図-3 文献で対象とした海区
海区分は図-1を参照

ることがわかる。これは、1975年～1978年にかけて伊豆地方では黒潮接岸による高水温で大規模な磯焼けが発生し(河尻ら, 1979), 1980年代にカジメ群落維持や拡大を目的として、移植実験が積極的に実施されたことが影響している。また、この時期に黒潮の影響を受けやすい和歌山県や徳島県でもカジメやホンダワラ類の移植や種苗生産技術の開発が行われている。アラメ・カジメ、ホンダワラ類の磯焼けに関する文献は1985年以降やや減少するが、2000年以降に再び増加している。北海道を中心としたコンブの磯焼けに関する文献は、1980年以降、20～30件/5年の水準で安定している。

図-3に対象とした文献の海区別割合を示す。ここではレビューや室内の基礎実験等は含まず、実海域での研究や試験結果等の事例462件が対象である。これによると、広く日本の各地で磯焼けに関する報告や取り組みがなされていることがわかる。北海道と東北地方の太平洋

側のコンブ分布域を対象とした文献数は50%と多い。特に、北海道西岸は26% (118件) で他の海域を多く引き離している。次いで、紀伊水道～犬吠埼のアラメ・カジメが16%、四国の太平洋側のカジメの磯焼けに関する文献が6%を占めている。日本海側では、北海道西岸を除くと、大間～越前岬～関門の磯焼けに関する文献の合計は9%と少ない。これは本州の日本海側において磯焼けが深刻ではなかったか、関心が低かったのか、理由は明らかではない。

図-4に5年ごとの海区別文献数の変遷を示す。オホーツク海に面した稚内～知床では、1990～1995年にウニ除去によってコンブ漁場の回復を行う試験が網走水産試験場や稚内水産試験場で実施され18件の報告があるが、その後は少ない。北海道西岸では慢性的なキタムラサキウニの食害による磯焼けが継続しており、その対策に関する文献は1970年代後半から年々増加する傾向にある。越前岬～大間の日本海側では2000年に入ってから文献が23件と多いが、これらの海域では大規模な磯焼けは認められていない。件数が多いのは、藻場の衰退を把握するための調査やホンダワラ類の移植試験などが実施されたことによる。紀伊水道～犬吠埼の太平洋側ではアラメ・カジメが対象だが、前述したように伊豆地方の磯焼け対策によって1980～1985年の文献が24件と多く、その後も継続して多い。四国地方の太平洋側でも1980～1985年に文献が16だがその後は少ない。瀬戸内海は、1970～1975年に本四架橋の工事によってワカメの生育への影響が懸念され、工事着工前の研究が見られた(例えば、井伊, 1972)。その後は、布施(1976)がホンダワラ類の衰退を報告し、1980～1985年にはホンダワラ類(山本, 1980)やカジメ(山内・長浜, 1983)の移植試験が実施されたが、広範囲に及ぶ磯焼け海域は報告されていない。九州

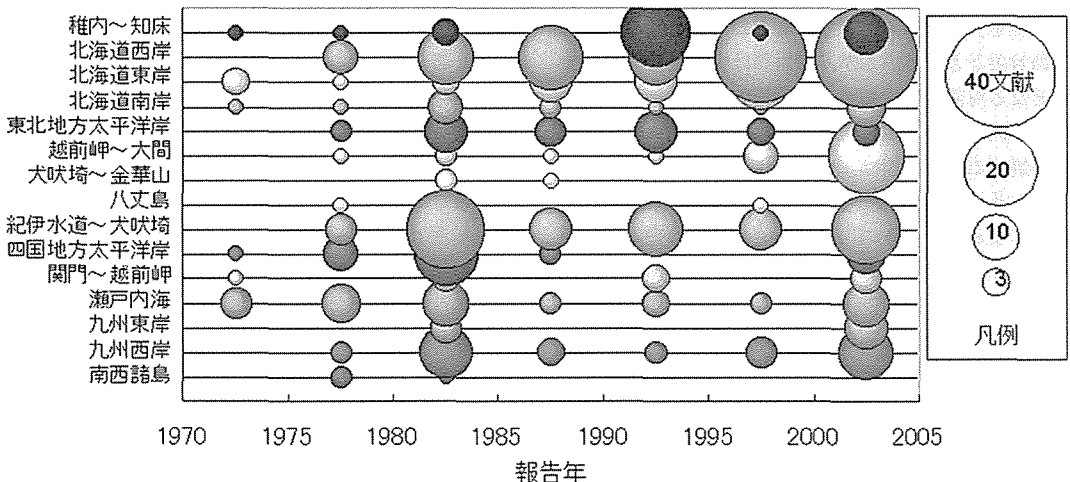


図-4 海区別文献数の変遷
海区分は図-1を参照

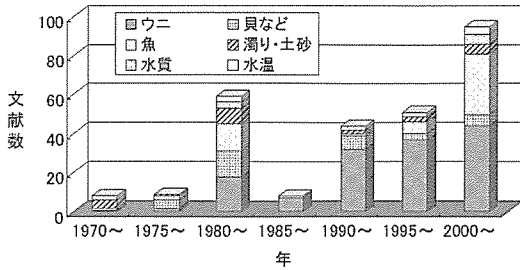


図-5 磯焼けの継続要因に関する文献数の変遷

西岸は、1980~1985年の文献が11件とやや多い。新村(1983)によると、鹿児島県では1960年代に磯焼けが発生し、その継続要因はウニ類や植食性魚類の食害であり、人為的な排除の必要性を示すとともに威嚇や網仕切りを検討すべきとしている。長崎県は1998年にアラメ、カジメ、クロメの葉状部の欠損が顕著になり、ブダイ、アイゴ、イスズミ、ニザダイによるクロメの摂食痕の研究(桐山ら, 2000)が行われ、植食性魚類が大きくクローズアップされた。現在、葉状部に残された摂食痕から食害魚種を解明することが可能となってきている。南西諸島ではサンゴ礁が発達し、局所的にはホンダワラ類などの藻場が分布し、モズク養殖漁場も広がっているが、海藻の繁茂は必ずしも好ましい状態ではなく、ウニや魚の摂餌活動は海藻によるサンゴの被覆を防ぐのに必要な存在でもある。したがって、ハコ状のウニ食害などが存在していても、磯焼けという認識や対策の研究はない。

4. 磯焼け継続要因の変遷

各地の磯焼けの発生原因には諸説があるが、各文献で磯焼けの継続要因として示されたものを整理した結果を図-5に示す。図からわかるように、磯焼けの継続要因として注目された項目としては植食動物のウニと魚が多い。食害を引き起こすイベントとして、藻食性の巻貝も研究の対象とされているが、ウニ類は慢性的な磯焼けで餌料となる海藻が不足しても雑食性のために飢餓に強く、磯焼けの回復を妨げる動物として注目されている。暖海域の磯焼けの継続要因は、1970年代後半から植食性魚類が指摘され、1980~1985年には魚類の食害対策の研究報告が多くなったが、その後の1985~1995年の10年間は少なくなっている。これは伊豆半島に見られた黒潮の接岸による大規模な磯焼けが回復したためと考えられる。1995年以降は、植食性魚類による藻場の衰退や磯焼けの継続が顕著になり、特に2000年以降は、各地で植食性魚類による磯焼けの継続が認識されてきたことから、アイゴやブダイ等の摂餌行動や生態に関する研究が勢力的に行われ文献数も大幅に増えた。その他の要因としては、水温、濁り、土砂の堆積、浮泥の堆積等のような水質に関する要因が取り扱われているが、文献数は少ない。

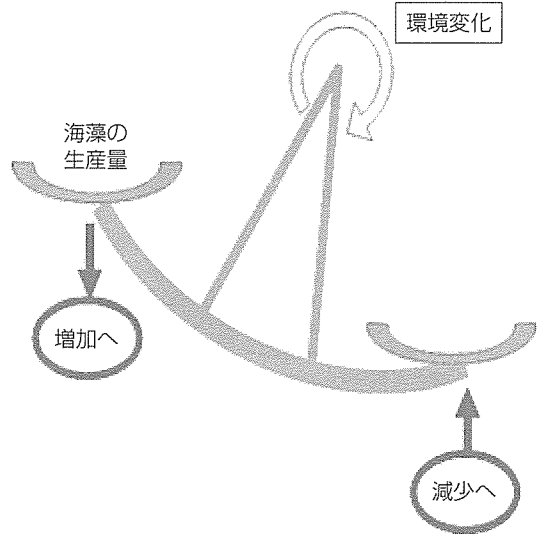


図-6 磯焼け海域における海藻の生産量と食害動物の摂餌量とのアンバランスと対策

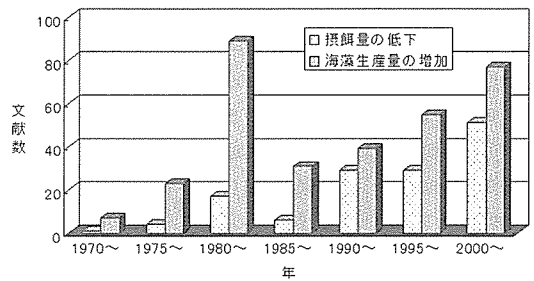


図-7 食害対策と海藻増殖対策の文献数の変遷

5. 磯焼け対策の変遷

このように、多くの磯焼けは、図-6のように植食動物の摂食量と海藻の生産量のバランスが崩れ、植食動物の摂食量が海藻の生産量を上回っているために継続していると考えられる。この状況は、沿岸域の開発や温暖化などの環境変化に伴って拡大しているとの印象さえ受けるが、磯焼け対策とは、植食動物の摂食を制御し、海藻の生産量を増やし図-6のようなアンバランスになっている天秤を元に戻してバランスを保つことと考えられる。図-7には、この考え方に従って食害対策と海藻増殖対策の文献数の変遷を示した。これによると、1990年以前の磯焼け対策では、植食動物の食害から藻場を守ることを視野に入れた事例は少なく、海藻類の移植や播種あるいは人工種苗による藻場造成が多く行われていたことがわかる。また、1980年頃からは投石やブロックで海藻の付着基盤をつくる築磯(つきいそ)が各地で実施され、海藻増殖事業が顕著に増えた。その後、1990年以降になると植食動物の食害対策に関する文献が増えるようになるが、これは、海藻を増殖しても一時的な効

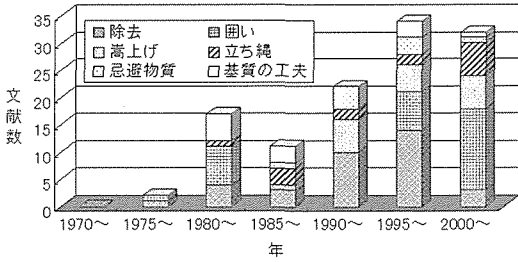


図-8 ウニの食害による磯焼けの対策に関する文献の変遷

果に留まり、植食動物の食害が制御されなければ磯焼けが回復しないことが理解されたためと考えられる。このことは、磯焼け対策は、まず藻場形成の阻害要因となっている食害動物の密度を管理し、その上で海藻類の増殖を図ることが重要であることを示す歴史的な教訓といえる。

6. ウニ類による磯焼け対策の変遷

図-8に、ウニ類による磯焼け対策に関する文献数の変遷を示す。ウニ類の磯焼け対策に関する文献は1970年代には2件と少なく、1980年代以降は年とともに増えている。1995~2000年では34件と最も多い。対象とされるウニの大半はキタムラサキウニとエゾバフンウニで、それ以外ではムラサキウニとガンガゼが比較的多い。

ウニ類による磯焼け対策では、潜水や船上からの水視やカゴ網で漁獲によりウニ類を海底から「除去」する事例を扱った文献が多い。また、1990年代後半から海底に刺網やカゴ等でウニ類の侵入を遮断する「囲い」に関する文献が多くなるが、これは北海道渡島西部水産技術普及所指導所が考案した刺網を棒網状にしたウニフェンス(例えば、川井ら、1998)の効果調査や実用化研究が盛んになったためである。

また、川俣ら(1994)によってキタムラサキウニがコンブを摂餌できない流速や水温範囲が水槽実験によって求められて以来、波浪の軌道流速によってウニ類の摂餌圧を制御する研究や調査が多くなった。磯焼け地帯でも海面付近に海藻が生え残ることから、着生基質の天端水深を浅くできれば波当たりを強くでき、ウニ類の摂餌圧を低減させて食害から守ることになる。この対策技術は元来、「光量の確保」として開発されていた「嵩(かさ)上げ」の新しい側面として注目される。

ウニ類は波によって揺れるロープのような構造物へ這い上がりやすいことから、「立ち縄」や人工海藻などの揺動体に海藻を生育させる研究も比較的多く見られる。また、ウニ類の摂餌を「忌避させる化学物質」を利用してウニ類が侵入しにくい領域を形成し藻場を造成する試みが1990年代に報告されている。「基質の工夫」では、冠砂地帯に人工基盤を一定間隔で設置したり、基盤に微

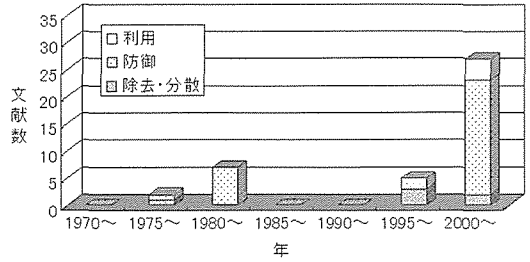


図-9 植食性魚類の食害による磯焼けの対策に関する文献の変遷

弱電流を通してウニの侵入を防止する方法なども検討されているが数件と少ない。なお、図示しなかったが、除去したウニの利用に関する文献も見られた。

7. 植食性魚類による磯焼け対策の変遷

図-9に植食性魚類による磯焼け対策に関する文献数の変遷を示す。魚類による磯焼け対策に関する文献は、ウニの場合(図-8)と比べてみるとわかるように、現象が認識されて間もないこともあって極めて少ない状況にある。研究の対象種としてはアイゴとブダイの事例が多く、ほかにイスズミ類とニザダイも扱われている。

魚類が関与する磯焼け対策では、魚から海藻を守る「防御」が多く、そのほとんどが「囲い」によって海藻を保護する事例である。特に、2000年以降、藻場の一部を囲い網(尾上ら、2000、向井ら、2003)、防護カゴ(桐山ら、2001)または人工海藻(石川・荻田、2002)等で囲うことによって魚類の食害から海藻を保護する文献が21件と増えた。しかし、囲いの中では海藻類が保護されても、これが母藻(幼胚の供給源)となって周辺の藻場が回復したという事例は見あたらず、囲い網、カゴ等の強度不足により台風等で破損することが、たびたび報告されている。このほか、「防御」においては、単一種の海藻群落より複数種で構成される群落の方が魚の食害にあいにくいことが報告され、他の海藻との混植によって対象種を保護する研究(石川ら、2003)も見られる。「囲い」以外の対策では、定置網や刺し網で漁獲する「除去」があるが、問題となっている植食性魚類が漁獲対象種となっていない場合が多く、ほとんど手つかずの状況にある。魚が嫌う忌避物質による「分散」の文献はまだ非常に少ない。2000年以降は、植食性魚類を食材としての利用や食品加工に関する研究開発が行われるようになってきている(大迫、2006)。

8. 海藻増殖技術の変遷

海藻増殖技術に関する文献数は非常に多く多岐に渡る。そこで、今回は磯焼け対策として海藻を増やすという観点の文献を中心に選んだ(図-10)。図によると1980~1985年の文献数は106件と最も多く、基質供給が43件、

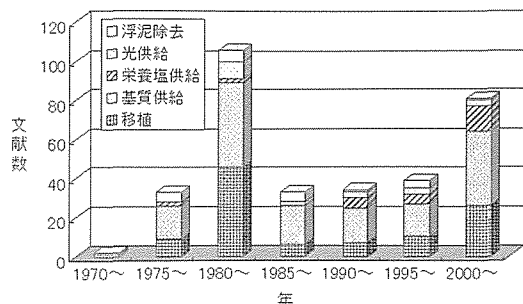


図-10 海藻の増殖技術による磯焼け対策に関する文献の変遷

移植が46件であった。全般的な傾向として「基質供給」と「移植」が多い。

基質供給は1975年以降に文献数が多くなっている。これは磯焼け対策として、老朽化した漁場の回復や新規の漁場造成として投石や囲い礁などの築磯が施工されたためと考えられる。特に、1980年以降は大規模増殖場造成事業によって北海道から東北地方を中心に藻場造成が積極的に実施されたため、関連試験や効果調査の結果が数多く報告されている。

移植の文献は1980~1985年に多いが、これは前述したように、1975~1978年にかけて伊豆地方の黒潮沿岸による海中林の大規模な磯焼けが発生し、その対策として静岡、和歌山、高知、徳島等、黒潮の影響の強い海域において、アラメやカジメの海藻移植や種苗生産技術に関する文献が多くなった。また、この時期に、北海道ではコンブ遊走子の供給による播種や種糸を基盤に巻き付けて基盤に種苗を移植する方法が試みられ、上記以外の南日本ではホンダワラ類を対象に種苗移植やスポアバックによる幼胚供給が盛んに行われている。

栄養塩供給は海藻の生育に必要な窒素やリン肥料を海域に長期間にわたり溶出させる施肥に関する試験が報告されている。テングサやコンブへの施肥や発酵魚かす投入による海域肥沃、カルボン酸によるアカモクの増殖等の研究、海洋深層水の放流による肥沃化がある。さらに、光合成を強化するために海水中に二価の鉄分を供給する基盤に関する研究報告もある。2000年以降は13件と増える傾向にある。

光供給は海藻の増殖に光を供給するもので、中層延縄を用いた海藻の育成や海中浮き棚施設を用いた藻場造成が行われた。また、人工光を利用した海藻育苗などの試みも1980~1985年に実施されているが、その後は光供給に関する文献は少ない。なお、浮泥の除去による海藻の増殖に関する文献はあまり多くない。

以上のように、海藻の増殖に関する研究は多くなされているが、植食動物の食害が藻場形成の阻害要因である場合、ここで示したような海藻の増殖技術のみで対策を実施し失敗した事例も多数見受けられた。したがって、

いわゆる海藻増殖技術は、植食動物の摂餌圧を減じた後に実施することが必要である。

9. 終わりに

1970年以降に公表された磯焼け対策に関する文献の調査を実施し、その動向を整理した。磯焼けが継続している海域において、初期に実施された対策は藻場の形成阻害要因を特定するのではなく、海藻の増殖技術であることが多かった。しかしながら、磯焼けの継続は、植食動物の食害が要因となっている場合が多く、海藻の増殖技術のみでは、藻場の回復が困難であった。植食動物のうち、ウニ類の食害対策は歴史も古く、「除去」と「防御」に関しての事例が報告され、研究の段階から具体的な実施段階に入っていると考えられるので、今後は効果的・効率的な実施手法の開発と実施体制の整備が望まれる。これに対して、アイゴやブダイのような植食性魚類の食害対策は歴史が浅く、「防御」の事例は比較的多く見られるが、「囲い」の中の海藻が守られても外に藻場が広がった成功例はない。これは、魚の食圧が極めて高いためと考えられ、今後、「除去」や「分散」の技術開発が望まれる。ここでは、文献の動向を整理に止め、磯焼け対策の個々の要素技術については別に報告する。

参考文献

- 井伊 明 (1972) : 浮泥による光の減衰がワカメの育成におよぼす影響, 本四架橋漁業影響調査報告 (生理・生態班試験研究結果集), pp.145-150.
- 石川 徹・萩田淑彦 (2002) : 藻場管理手法開発事業, 平成13年度高知県水産試験場事業報告書, 第99巻, pp.147-154.
- 石川 徹・田井野清也・萩田淑彦 (2003) : 藻場管理手法開発事業, 平成14年度高知県水産試験場事業報告書, 第100巻, pp.90-116.
- 磯部雅彦 (1993) : 海岸の環境創造—ウォーターフロント学入門—, 朝倉書店.
- 大迫一史 (2006) : 藻食魚の食品利用への展開, 水産工学会誌 (投稿中).
- 尾上静正・内海訓弘・三浦慎一・日高悦久・山本義博・寿 久文 (2000) : 藻場再生緊急対策事業, 平成12年度大分県海洋水産研究センター事業報告, pp.223-253.
- 川井唯史・桑原久実・金田友紀 (1998) : 5.1.3ウニフェンスを用いた実証試験, 平成10年度北海道立中央水産試験場事業報告書, pp.209-211.
- 河尻正博・佐々木正・影山佳之 (1979) : II 磯焼け漁場調査 2. 磯焼け漁場調査—Ⅶ 田牛におけるアワビの漁獲量変動と黒潮蛇行期, 静岡水試事報, pp.197-198.
- 川俣 茂・足立久美子・山本正昭 (1994) : キタムラサキウニに及ぼす波浪の影響, 平成6年度日本水産工学会学術講演会講演論文集, pp.85-88.

- 桐山隆哉・野田幹雄・藤井明彦・松田正彦・森 洋治 (2000) : II. 植食性魚類7種のクロメに対する摂食について, 藻類増養殖開発研究事業, 平成11年度長崎県総合水産試験場事業報告, pp.51-60.
- 桐山隆哉・舩田大作・金子仁志・森 洋治・藤井明彦 (2001) : 藻類増養殖開発研究事業, 平成12年度長崎県総合水産試験場事業報告, pp.74-89.
- 三本菅善昭 (1994) : 磯焼けの生態, 水産業関係試験研究推進会議資源増殖部会テーマ別研究のレビュー, Ser.3, 水産庁中央水産研究所, p.164.
- 新村 巖 (1983) : 南日本における藻場造成技術と問題点, 水産の研究, 2(6), pp.67-71.
- 全国沿岸漁業振興開発協会 (2001) : 磯焼け診断指針, p.74.
- 寺脇利信 (1996) : 1章 藻場, 21世紀の海藻資源, 緑書房, pp.1-30.
- 徳田 廣・川島昭二・大野正夫・小河久朗編 (1991) : 図鑑 海藻の生態と藻礁, 株式会社緑書房, 東京, p.198.
- 能登谷正浩編著 (2003) : 藻場の海藻と造成技術, 成山堂書店, 東京, p.267.
- 布施慎一郎 (1976) : 瀬戸内海中央部におけるガラモ場の衰退について, ベントス研連誌11/12, pp.50-52.
- 向井幸則・小山善明・芝 修一・谷藤直純・井口久和・松田 清・歌 邦夫 (2003) : 磯焼け海域における小型海藻を混生させたホンダワラ類藻場造成手法とその効果, 水産増殖, 第51巻, 第2号, pp.127-134.
- 山内幸児・長浜達章 (1983) : カジメの大量種苗培養および移植技術に関する研究, 指定調査研究報告, pp.1-15.
- 山本 翠 (1980) : ヤツマタモクの人工採苗試験 (昭和53~54年度), 山口内海水研報, pp.136-144.