

文献による磯焼け対策技術の歩み

桑原久実(水産工学研究所)、綿貫 啓(アルファ水工コンサルタンツ)、青田 徹(テトラ)、
安藤 亘(水産土木建設技術センター)、川井唯史(北海道原子力環境センター)、
寺脇利信(水産総合研究センター)、藤田大介(東京海洋大学)、横山 純(水産庁)

1. はじめに

従来から磯焼け現象の報告はあるが、決定的な打開策は少なく、地域ごとに試行錯誤を続けている。磯焼け海域では、藻場の衰退原因を究明し、実効ある対策を講じないと藻場の再生は困難である。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、そのガイドラインの作成を目指している。事業を進めるに当たって、過去の研究事例を把握すべく文献調査を実施した。これまでも磯焼けの実態やそのメカニズム(三本管, 1994)、磯焼けの状態の診断手法(全国沿岸漁業振興開発協会, 2001)については報告されているが、藻場の再生技術や近年南日本を中心に深刻化している植食性魚類の食害対策については整理されてない。そこで著者らは1970年以降の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整理することとした。ここでは収集した文献から34年間の動向について紹介する。

2. 入手した文献の範囲と整理方法

主に各水産試験場の報告書、北海道の水産業改良普及事業活動報告・技術改良試験報告・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、日本藻類学会誌などを対象に、1970年から2004年までの1,000以上の文献を入手した。そのうち、「磯焼け」という用語が記述してある文献で内容が重複した文献を除くと534件の事例に整理できた。文献の内訳は調査レベル(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(植食動物に対する海藻の防御、海藻増殖のための移植など)が43%、さらには、研究成果のレビューが16%であった。ただし、基礎研究の成果を踏まえて実施されたものは少なく、基礎研究から現地での実証試験まで系統的に繋げる研究プロセスの重要性が感じられた。

次に、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)、磯焼け対策の種類の4項目にカテゴリー分けし、動向を調べた。磯焼け対策は磯焼けの原因もさることながら、継続している要因を把握し、その対応策を講じることが必要である。そこで、磯焼けの継続要因ごとに対策方法を整理した。

3. 海区別の文献数

文献を海区別に分類した(図 - 1)。扱われた海藻の種類ごとの文献数の変遷を5年ごとに集計して図 - 2に示した。対象種は大型の褐藻類が大半である。文献数の多い2000年以降で見ると、全体134件のうちコンブが61件、コンブ以外のコンブ科植物(アラム、カジメ等)が35件、ホンダワラ類が34件であり、紅藻のテングサが4件であった。80年代以降に文献数が多くなっている。



図 - 1 海区と藻場の分布
徳田ら(1991)、寺脇(1996)より作成

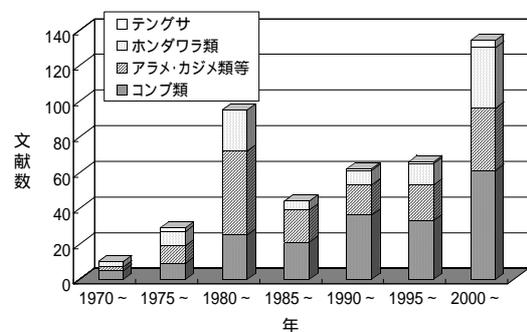


図 - 2 対象種ごとの文献数の変遷

これは75年から78年にかけて伊豆地方で黒潮接岸による高水温の影響で海中林の大規模な磯焼けが発生(河尻ら, 1979)し、80年代に対策としてカジメの移植実験が実施されたことによる。また、同時期に黒潮の影響を受けた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た。その後、一旦減少したが、2000年以降に再び増加している。

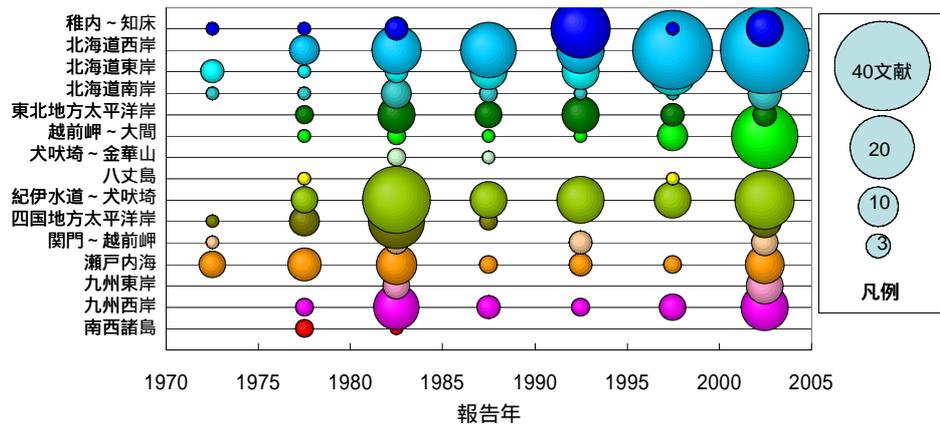


図 - 3 海区別の磯焼けに関する文献数の変遷

図 - 3に5年ごとの海区別の文献数の変遷を示す。稚内～知床では、90～95年にウニ除去によりコンブ漁場を回復する試験が行われ18件の報告がある。北海道西岸ではキタムラサキウニの食害による磯焼けが慢性的に継続し、その対策に関する文献が70年代後半から増え、95～2000年には32件、2000年以降は40件あり海区毎の文献では最も多い。日本海の越前岬～大間では2000年以降に23件あるが、大規模な磯焼けではなく、新潟の藻場の衰退状況調査(例えば、山田, 2001)や秋田、青森の海藻の移植調査(中林, 2002、山内ら, 2002)などが実施されたことによる。80～85年では前述したように黒潮接岸の影響による磯焼け対策が太平洋の紀伊水道～犬吠埼で24件、四国地方では16件の文献が出ている。瀬戸内海では布施(1976)がホンダワラ類の衰退を報告し、80～85年にはホンダワラ類(山本, 1980)やカジメ(山内ら, 1983)の移植実験が実施されたが、広範囲に及ぶ磯焼けの報告はない。九州西岸では80～85年に11件とやや多いが、新村(1983)は60年代の鹿児島県の磯焼けがその後も継続した要因にウニ類や雑食性魚類を挙げ、威嚇や網仕切り等の人為的な排除の必要性を指摘した。長崎では98年にアラメ等の葉状部の欠損が顕著になり、ブダイ、アイゴ、イスズミ類、ニザダイによるクロメの摂食痕の研究(桐山ら, 2000)が大きくクローズアップされてきた。

4. 磯焼けの継続要因の変遷

磯焼けの継続要因として指摘された項目を図 - 4に示す。植食性動物(ウニ類、巻貝類、魚類)が注目されている。2000年以降で見ると、95文献中ウニが44件、貝が6件、魚が31件であり、これらで85%を占めている。暖海域の磯焼けの継続要因は、70年代後半から

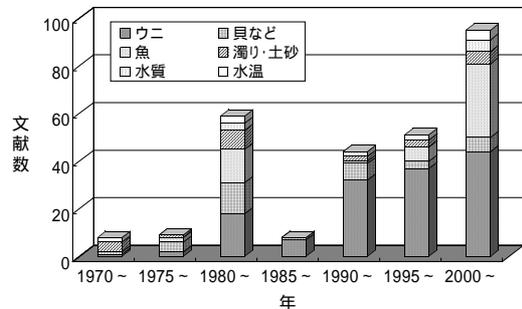


図 - 4 磯焼けの継続要因に関する文献の変遷



図 - 5 磯焼け域の海藻の生産量と食害動物の摂餌量とのバランス

植食性魚類が指摘され、80～85年には魚類の食害の報告が14件あったが、85～95年は少ない。これは黒潮接岸による大規模な磯焼けが回復したためと推察される。95年以降、再び植食性魚類の影響が顕著になり、特に2000年からは31件と大幅に増えた。他の要因として水温や濁り、浮泥の堆積等の指摘があるが文献数は少ない。

このように磯焼けの継続要因は藻食性動物の摂餌圧が高いことが多くの海域で指摘された。磯焼け対策は、究極には海藻を食害から守ることと海藻を増やす

ことになり、図 - 5の天秤のバランスを元に戻すことであると考えられる。海藻の保護が十分でない海藻の増殖を試みても藻場は維持されない。また、近年は沿岸域の開発や温暖化などの環境変化により、ますます磯焼けが拡大する方向に傾くことも懸念される。

以後の整理では、この天秤のバランスを戻す視点で主要な磯焼け継続要因ごとに対策の傾向を示す。

5. ウニ類による磯焼けの対策方法の変遷

図 - 6にウニ類による磯焼け対策の文献数の変遷を示す。種類別にはキタムラサキウニとエゾバフンウニが主で、方法別では潜水や船上からの漁獲あるいはカゴ網漁業によって「除去」する文献が95～2000年に14件と全体の約半数を占めた。このほか、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90年代後半から多くなり、2000年以降では15件と約半数を占めた。「囲い」では北海道の水産技術普及指導所が考案した刺網を束ねたウニフェンス(例えば、川井ら,1998)の効果調査に関するものが大半である。

川俣ら(1994)の水槽実験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。海藻の付着基質の天端水深を浅くすると波当たりが強くなり、ウニ類の摂餌圧が低減するので海底の「嵩上げ」に関する文献がやや多くなった。嵩上げで流動が大きくなると海藻の栄養塩類の取り込みも増加し、成長促進も期待できる(例えば、桑原ら,1998)。

ウニ類は波によって揺れるロープのような素材には上りにくいことから、「立ち縄」や人工海藻などの揺動構造物による藻場の核づくりに関する文献も増え、2000年以降では6件と全体の1/5を占めた。

上記以外に、ウニ類が忌避す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する試みが90年代に報告された。基質の工夫では、砂地に点在する岩礁にはウニが侵入しにくいことを利用して、冠砂地帯に一定間隔で人工基盤を設置する方法(廣瀬ら,1999)や基盤に微弱電流を通してウニの侵入を防止する(道津,2002)方法が検討されている。

6. 植食性魚類による磯焼けの対策方法の変遷

図 - 7に植食性魚類による磯焼け対策の文献数の変遷を示すが非常に少ない。対象魚種はアイゴ、ブダイ、イスズミ類、ニザダイが挙げられる。

魚類から海藻を「囲い」により「防御」する報告が中心で、2000年以降は囲い網(尾上ら,2000、向井ら,200

3)、防護カゴ(桐山ら,2001)や人工海草(石川ら,2002)等で囲うことで海藻を保護する文献が21件と増えた。囲いの中は海藻類が保護されるが、これを核藻場として周辺の藻場が回復した事例は少なく、網や籠等の強度不足で台風時に破損するという課題の指摘が目立つ。また、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,2004)も見られる。その他に、定置網や刺し網による「除去」や忌避物質により食害魚を「分散」させる文献も見られたが少ない。2000年以降には植食性魚類の食材利用に関する研究も現れてきた。

7. 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い(図 - 8)。全般的な傾向として、基質の供給と海藻の移植が

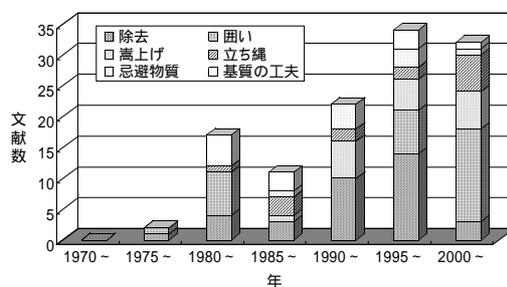


図 - 6 ウニによる磯焼け対策の文献数の変遷

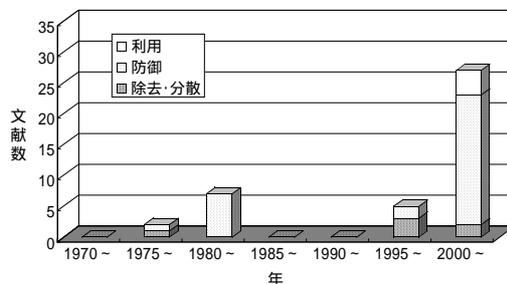


図 - 7 植食性魚類の食害対策に関する文献数の変遷

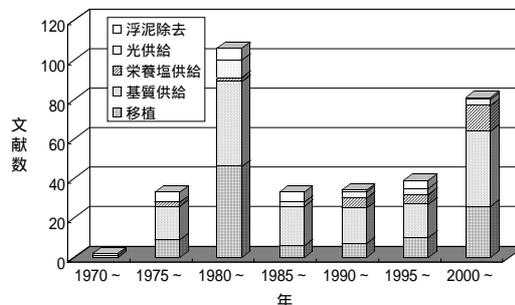


図 - 8 磯焼け対策としての海藻増殖技術の文献数の変遷

多いことが図からわかる。基質の供給は75年以降に文献が多くなっている。囲い礁などの築礁の施工の増加によると考えられ、80～85年には43件の文献があった。特に、80年以降は北海道から東北地方を中心に大規模増殖場造成事業が実施されたことで調査研究事例が増えた。

80～85年には移植に関する文献が46件と非常に多い。静岡等の黒潮の影響が強い海域においてはアラム、カジメの種苗生産や移植に関する文献が多く、北海道ではコンブ種苗の移植、南日本ではホンダワラ類を対象とした播種が多く行われた。

栄養塩供給は窒素やリンを溶出させる施肥や海洋深層水の放流による肥沃化などがある。光合成を強化するために二価の鉄分を供給する報告もあり2000年以降は13件と増える傾向にある。光供給は、中層延縄飼育や海中浮き棚施設などであり、また、人工光を利用した海藻育生などの試みが80～85年に実施された。

局所的にウニ類の摂餌圧を下げ、移植等の手段で海藻増殖を図り、藻場が回復した事例はあるが、植食性動物の摂餌圧に対抗するのに必要な藻場の規模を求める研究はない。海藻増殖技術は植食性動物の摂餌圧を減じた後に実施することにより、効果的に藻場が形成されるものと考えられる。

8. 終わりに

磯焼け対策に関する文献調査からその動向を整理した。磯焼けが継続している海域では、ウニ類やアイゴやブダイのような植食性動物による食害が大きな問題である。対策は、これらの植食性動物の個体数密度の制御が最も重要であり、種苗が不足しているようであれば、摂餌圧を減じながら移植や播種が必要となる。しかしながら、植食性魚類に関する研究は非常に少なく、実効ある磯焼け対策には植食性魚類の生態や行動、漁法、利用方法のさらなる研究開発が急務と考えられる。

ここでは、文献の動向の整理にとどめ、対策の具体的な内容までは踏み込まなかった。磯焼け対策の要素技術については、本講演会で別に報告する。

引用文献

石川ら(2002);平成13年度高知県水産試験場事業報告書,第99巻,pp.147-154.
石川ら(2004);平成14年度高知県水産試験場事業報告書,第100巻,pp.90-116.
尾上ら(2000);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.

川井ら(1998);平成10年度北海道立中央水産試験場事業報告書,pp.209-211.

河尻ら(1979);静岡水試事報,pp.197-198.

川俣ら(1994);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.

桐山ら(2000);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.

桐山ら(2001);平成12年度長崎県総合水産試験場事業報告,pp.74-89.

桑原ら(1998);北海道忍路湾における波浪,ウニの摂食および海藻の関係,海岸工学論文集,Vol.45,2,pp.1171-1175.

三本菅(1994);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,164pp.

新村(1983);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,74pp.

寺脇(1996);1章 藻場,21世紀の海藻資源,緑書房,pp.1-30

道津(2002);電気評論,2002.10,pp.60-31.

徳田ら(1991);図鑑 海藻の生態と藻礁,株式会社緑書房,東京,198pp.

中林(2002);平成13年度秋田県水産振興センター報告,pp.202-204.

廣瀬ら(1999);海洋開発論文集,第15巻,pp.165-170.

布施(1976);ベントス研連誌11/12,pp.50-52.

向井ら(2003);水産増殖,第51巻,第2号,pp.127-134.

山内ら(1983);指定調査研究報告,pp.1-15.

山内ら(2002);平成12年度青森県水産増殖センター事業報告第31号,pp.349-353.

山田(2001);平成13年度新潟県水産海洋研究所年報,pp.127-129.

山本(1980);山口内海水研報,pp.136-144.