

流れ藻シリーズ⑥ 長崎県壱岐島における藻場再生（Ⅲ）

－藻場消失と海水温の影響；その対策は？－

一般社団法人マリンハビタット壱岐

代表理事 田山久倫

技術士（衛生工学・建設・環境）・甲種危険物取扱者

環境計画センター 会長代行 鍵谷 司

はじめに

『環境施設』第177号（2024.9）では、長崎県壱岐島における、機能性藻礁リーフボール礁による藻場回復実証実験の結果を紹介した。実験実施の背景を理解するために、我が国および長崎県・壱岐島における磯焼けの状況と藻場回復の取り組み、とくに、植食性魚類のイスズミの駆除などについて紹介した。通常、藻場回復のための藻礁はコンクリート製であるが、これが微量であるが海水に溶解し、表面近傍が強いアルカリ性になるので、藻場回復に大きな効果が期待できないとの指摘がある。なお、海流や栄養塩、太陽光などの条件が整うと影響は軽微とも言われている。しかしながら、防災機能を優先して膨大に設置された浅瀬のテトラポットなどの波消しブロックに海藻が繁茂する様子はほとんど見かけない。

ついで、『環境施設』第178号（2024.12）では、リーフボール礁による藻場回復実証実験を1年半にわたって実施し、海藻の生育状況をモニタリングした結果をまとめた。とくに、壱岐島では、磯焼け対策に官民一体となって取り組んでおり、コンクリート製プレート藻礁による藻場回復事例も報告されている。ほぼ同じ海域におけるコンクリート製プレート藻礁と機能性藻礁リーフボールの藻場成育状況を目視による観察結果を比較した。その結果、リーフボールの藻場生育状況が数倍の効果があることが明らかであることを紹介した。

藻場回復の取り組みについては、直接的な藻場消失原因であるウニや植食動物による食害はこれ

らを駆除する取り組みが効果を発揮しているが、藻場消失の要因には、①栄養塩不足、②鉄イオン不足、③光合成阻害、④海水温の上昇等が挙げられている。とくに、海水温上昇は、発芽から生育に至るすべての段階で影響を及ぼし、しかも、地球温暖化が主要な要因であるので、今後もさらに拡大し、深刻化するものと懸念される。

磯焼けの拡大・進行に危機感を持ち、国は2007年に磯焼け対策ガイドラインを作成し、改訂を重ねて内容を充実させて、磯焼け対策を推進してきた。しかし、18年を経過しても磯焼けを止めることができず、藻場回復が進んでいるとは言えない状況である。その背景に、地球温暖化に伴う海水温の上昇による広範な影響が読み取れる。その後、2024年4月に、磯焼けガイドラインではほとんど記述されなかった海水温上昇に焦点を当てた報告書が公表されている。

以下、報告書に記載された海水温上昇に伴う藻場に対する影響および対策の考え方、事例についてまとめ、海水温上昇の対応を「水温」と「流れ」に注目して独自に考察したので紹介する。

1. 海水温の上昇に伴う藻場への影響について

我が国の磯焼けの進行に危機感が広がり、2007年に磯焼け対策ガイドライン初版（水産庁）が発行され、これまでに多くの磯焼け対策（海藻のタネ不足、ウニによる食害、栄養塩の不足等への対策）が行われてきた。2022（令和3）年3月にガイドライン第3版が発行され、従来の海藻の消失

要因であるウニや植食性魚類の駆除、つまり対症療法的な対策から原因療法である藻場再生への取り組みへと進展している。

しかしながら、海藻生育に大きな影響を及ぼすと懸念される海水温の上昇、その対処方法については、確たる対応が提示されていない。海水温の上昇は、地球温暖化に起因するのであり、国際的に取り組まれているが、上昇を止めることは容易ではない。その影響は、海洋生態系に限らず人類の生存にも影響を及ぼす地球規模の環境問題なのである。

さて、磯焼けガイドラインが作成されてからすでに18年を経過するが、私の調べた範囲では、海水温の上昇に伴う影響あるいは対策の具体的な取り組みについては必ずしも明記されていない。以下に海水温上昇による藻場および再生・回復に係る要点を整理した。

1. 1 藻場衰退とその要因について

(1) 我が国の藻場の衰退と特徴

近年の藻場の状況について、沿岸の39都道府県に対するアンケート調査結果が報告されている。藻場衰退の都道府県は、図1に示すように、2020(令和2)年には8割近くであった。このうち、九州から四国、近畿、東海、関東、東北三陸海岸の太平洋沿岸部がほぼ帯状に、さらに東北から北海道の日本海沿岸部に達する。衰退が認められない海域あるいは不明な海域は、北海道オホーツク海から太平洋沿岸部と、新潟の日本海沿岸部等である。



図1 藻場衰退が認められる都道府県

藻場の衰退要因は、図2に示すように、ウニの食害(26%)が最も高く、次に植食性魚類の食害(21%)と海水温の上昇(21%)が続く。これらの調査結果等からも、藻場消失防止および磯焼け防止対策としては、ほぼ半分を占めるウニの食害(26%)と植食性魚類の食害(21%)への対策に重点を置いた磯焼け対策ガイドラインに反映されている。

ところで、海水温の上昇による藻場への影響も大きな要因になっている。海水温の上昇に伴い実際に起こっている現象についてもアンケート調査結果が報告されている。海水温の上昇による藻場衰退の影響であるとの実感が高いことを示す。なお、詳細は引用資料を参照して下さい¹⁾。

(2) 磯焼け対策ガイドラインで示す海水温上昇の影響について

2022(令和3)年3月発刊の磯焼け対策ガイドライン第3版では、磯焼けの発生と海水温の影響については、次のように記述されている。

地球温暖化は、海水温の上昇を促し、海洋生態系や藻場に大きな影響を及ぼすが、藻場の生育環境にもさまざまな悪影響を及ぼす。図3に概要を示す。

海藻が減少する直接的な要因は、海藻が、①植食動物に食べられる、②枯れる、③芽生えなくなる、④流失する、のいずれか、もしくはこれらの組み合わせによる。したがって、これらの作用で海藻が消失し、回復が不十分な場合には磯焼けを

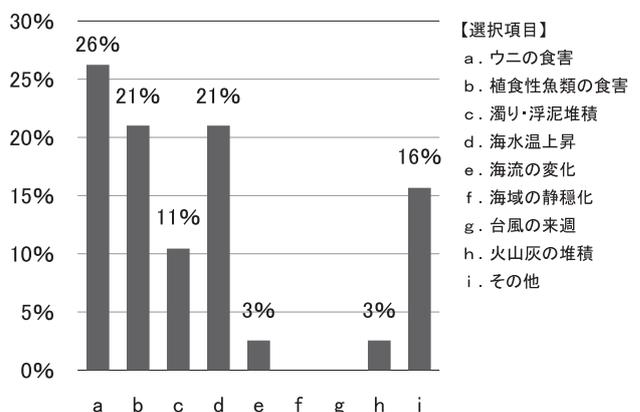


図2 藻場衰退の持続要因

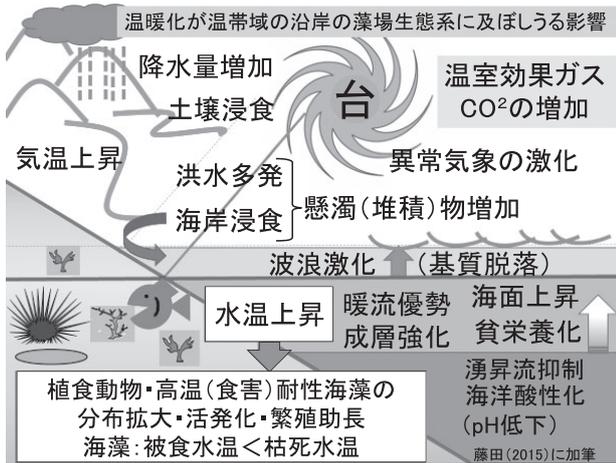


図3 温暖化に伴う藻場生態系への影響²⁾

引き起こす。さらに、植食動物は、北日本ではおもにウニと小型巻貝、南日本ではこれに植食性魚類が加わり、磯焼けを促進する。

- ①植食動物による食害が顕著になるのは、水温が高めに推移して摂餌活動が盛んになるが、寄り藻が減ると生えている海藻を食べるようになる、また、消波構造物や養殖の増加により、海流の流れが静かになったり、あるいは海中に投石やコンクリートブロックが設置されると植食動物が定着し、繁殖するなどが考えられる。
- ②海藻が枯れるのは、高水温（一般海域では貧栄養を伴う）または低塩分が続き、生理障害が回復しない場合である（図4）。
- ③芽生えなくなるのは、食害や生理障害による場合もあるが、堆積物により海藻の付着・生育の阻害や藻体の埋没が起こるためである。堆積物

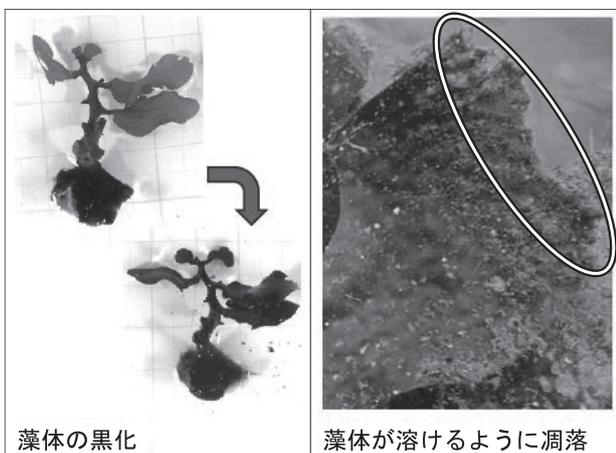


図4 高水温による藻体の異常¹⁾

の増加は、近海の温暖化に伴い暴風雨が激化しているため、降水量が増加すれば、土壌の浸食や洪水が増え、海中でも懸濁物質や堆積物が増加する。堆積物の増加は、護岸や消波構造物の増加に伴う沿岸域の静穏化を促す。

- ④暴風雨の激化に伴い波浪の影響が増大すれば、海藻の流失も盛んになる。
- 近年の温暖化は上記①～④のいずれの側面でも海藻の減少の要因となっている。

1.2 海水温上昇に対応した磯焼け対策の考え方

磯焼け対策ガイドラインでは、海水温の影響については、②海藻が枯れることを述べただけであり、対策については何ら具体的な記載はなく、有効な対策は少ないのが現状である。令和6年4月に、「海水温上昇に対応した藻場保全・造成手法（暫定版）」（水産庁漁港漁場整備部）が公表された。ここでは、「海水温自体の影響」と「高水温により高まる食圧」に焦点を当てて、その対策手法についての考え方が取りまとめられている。海水温自体の影響への対策においては、大きく2つの方法、「高水温下でも生育可能な海藻種を用いる方法」と「海水温上昇が抑えられている場所を活用する方法」が紹介されている。

(1) 海水温の影響；海藻の生育上限温度について
海藻が枯死せず生育できる上限の温度を「生育上限温度」という。おもな藻場構成種である大型褐藻の生育上限温度は亜熱帯性ホンダワラ類で最も高く、次いで温帯性ホンダワラ類、温帯性カジメ類の順である（表1）。生育上限温度が高いほど、海水温上昇に対応できる可能性がある。

(2) 高水温下でも生育可能な海藻種；海水温上昇による藻場分布の変化

現状の藻場分布や海水温上昇を考慮し、我が国沿岸のおもな藻場構成種34種について、予測される将来的な分布図が作成されている。その特徴は、①北日本沿岸では海水温上昇による海藻分布の地理的变化が小さい、②関東以西が現在の主要な分

表1 おもな海藻の生育上限温度

	生育上限温度 (°C)						
	26	27	28	29	30	31	32
種名 (部位)	ワカメ幼体 (養殖株)	アカモク ワカメ幼体 (天然株)	クロメ (成体) クロメ (幼体)	アラメ (成体)	マメタワラ ホンダワラ ジョロモク ノコギリモク (基部)	ヤツマタモク ノコギリモク ジョロモク ヨレモク ヨレモク (基部)	ヒジキ マメタワラ ※キレバモク ※マジリモク

注1：特に部位の記載がないものは主枝

注2：本表におけるクロメは日本海側の個体で、Akita *et al.* (2020) ではツルアラメとされる

注3：※は亜熱帯性種、他は温帯性種

布域となっている温帯性ホンダワラ類や、カジメ類において、分布域の狭小化や北上が顕著になる、
③南方系種（亜熱帯性ホンダワラ類等）においては、西日本を中心に分布を拡大する。このように、種や地域で傾向は異なるが、海水温上昇に伴い、海藻の分布域が変化すると予測される。

(3) 海水温上昇による植食性魚類の生息分布の変化；参考情報

海水温の上昇により、藻場の形成・維持に影響を与える植食動物（ウニ、魚類、巻貝）の分布も変動すると考えられる。中でも、アイゴやイスズミ類、ブダイなどの植食性魚類による食害報告が近年増えており、既に西日本や中部太平洋岸では磯焼け発生や継続要因となる場合がある。そのため、藻場構成種のみでなく植食性魚類（アイゴ、イスズミ類、ブダイ）も対象に将来的なハビタットマップが作成されている。マップは、カラーなので原本を参照して下さい。

1.3 海水温上昇に対応した藻場保全等の事例紹介

高水温化における藻場保全対策としては、「高水温下でも生育可能な海藻種を用いる方法」と「海水温上昇が抑えられている場所を活用する方法」の2種類が記載されている。

ここでは、海水温上昇が抑えられている場所を活用する事例（①と②）、植食性魚類を徹底して除去した事例（③）、食われても再生できる海藻に関する知見（④）を4つの事例が紹介されている。

①海水温が抑制される深場を活用したクロメ生育の実証試験

クロメの生育環境改善のため、深場を利用して夏期水温の抑制効果を検証した。長崎県壱岐海域において水深が5m区画と15m区画を設けて試験し、水温変化とクロメの生育状況を評価した。図5は、令和4年から5年の夏季（7月から10月）4日ごとの水温変化を示す。その結果、夏期に5m区画と15m区画で最大約1.5°Cの水温差があり、枯死水温（29°C）を超えた期間が少ない15m区画でクロメの成長が良好であった。なお、クロメの成育は、水温29°Cを長期間超えた5m区画では、秋以降の成長が遅延した。

その結果、深場はクロメの生育において夏期水温を抑制する有効な環境であること、枯死水温を超えるとダメージが残って生育に影響すること、

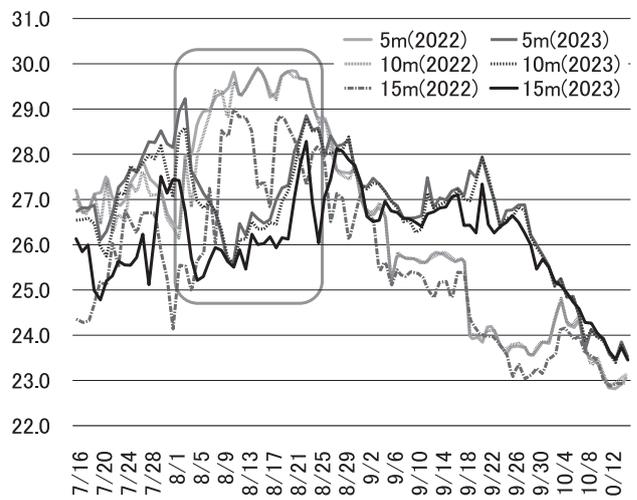


図5 壱岐海域実証区の夏季水温（令和4～5年）

地域による水温差のばらつきがあるため、事前調査が必要であることおよび地域特性や水温以外の要因（栄養塩、光量など）の検討が必要である。

【ポイント】高水温状態が長く続くと、成長が遅延すること、枯死水温を超えると生育に影響すること、試験区は、海流の穏やかな浅瀬ではないことに留意する必要がある。また、生育上限温度がわずかに1.5℃低いだけで順調に生育したことである。

②土佐湾におけるカジメ群落の分布と造成

高知県土佐湾においては、海水温の上昇とともにカジメが減少し、現在カジメ群落が確認される地区は、田ノ浦地先（黒潮町）と宇佐漁港南部（土佐市）のみである。そのうち、後者のカジメ群落は2003年に造成された核藻場から拡大したものである。ウニからの食害を防ぐべく支柱上のロープにカジメ種苗を設置したことおよび河川の流入により0.5～1.0℃程度周辺より低い海水温が要因と考えられる。カジメ群落ともに近くに河川が流入しており、河口周辺の沿岸海域は夏期の水温上昇を抑制できる環境として「海水温上昇が抑えられている場所を活用する方法」の適地になりうると考えられる。

【ポイント】河川の流入する河口周辺の沿岸海域は水温上昇が抑制される。

③壱岐市における徹底したイスズミ除去

壱岐市の沿岸海域では、以前はアワビ・サザエの餌となる藻場が形成されていたが、近年の水温上昇により、植食性魚類（イスズミ等）の摂食活動が長期化および活性化し、食害による磯焼けが拡大した。藻場の衰退傾向が続き、平成30～令和元年度には深刻な磯焼け状態となった。そこで壱岐市は、官民一体となって藻場回復に取り組み、令和元年度よりイスズミの買い取り制度をスタートさせ、漁業者によって多くのイスズミが捕獲されており、令和元～4年度の4年間では26,000尾以上のイスズミが除去された。その結果、集中的に除去が行われた郷ノ浦地区では、令和5年度には約276haの大規模なヨレモク藻場が回復した。

④早熟性カジメの磯焼け対策への活用可能性

神奈川県三浦半島西岸では、2010年ごろからアイゴやウニによる食害が主要因で磯焼けが発生し、深刻な状況である。通常、カジメは成熟までに1年以上を要するが、カジメやクロメでは1年以内に成熟する早熟性の藻体が存在する。早熟性の藻体はアイゴ等の植食性魚類の食圧が高まる夏～秋までに成熟し遊走子を放出することが可能なため、次世代を残せる。

早熟性カジメの人工種苗を作製し、陸上水槽や海域にて育成試験を行った結果、早熟性を確認しており、今後の藻場再生への活用が期待できる。いわば、「食われても再生する藻場」を形成するという観点での取り組みである。

【考察；まとめ】

海水温自体の影響への対策においては、「高水温下でも生育可能な海藻種を用いる方法」と「海水温上昇が抑えられている場所を活用する方法」が紹介されている。簡略すると、①海水温が抑制される深場の活用、②食害を防止と河川の流入する海水温の低い地帯を利用、③徹底した植食魚イスズミの除去、④早熟性カジメを活用し、食圧の大きな時期をずらす手法である。これらの手法を概観すると、食害が大きくなる夏季の高水温時期あるいは水温上昇が起こりにくい水深の深い海域の利用などであるが、抜本的な解決策とは言いがたい。

注目すべきキーワードは、河川水であり、海流（流れ）である。例えば、図6にウニが優占する磯焼け（＝ウニ焼け）域における海藻の残存状況を示す。このように、磯焼け域といえども、海水流動の大きい平磯突端部、離れ岩、暗礁、砂に囲まれた岩盤、あるいは河川水の影響が強い河口周辺では海藻が生え残っていることが多い。つまり、河川が流れ込む海域では、栄養塩、ミネラルが豊富であるほかに、夏季には海水よりも水温が低いことや、流れがあるので海水にも「流れ」が生じ、滞留しない、滞留しなければ、表面が異常な高温にならないと考えられる。このことは、磯焼け地

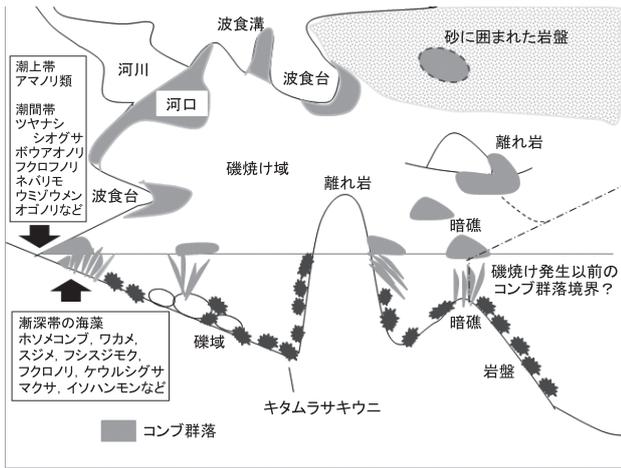


図6 磯焼け域におけるコンブ群落の残存状況 (藤田、1996)

帯であっても藻場回復が可能であることを示唆する。

2. 「流れ」(河川水および海流)による藻場環境の保全について

上記の海藻の繁殖および生育条件に注目すると、河川水の流入や適度な海流は、海藻の繁殖を促す効果が大きいことを示す。いわば、藻場における適度な海水の「流れ」は、栄養分の供給、塩分や海水温の平準化に寄与する。つまり、海藻の生育上限温度を超えるような状況を回避できることを示唆する。

2.1 海水温の上昇と藻場環境について

水温の上昇は、単に温度が高くなるだけでなく、様々な藻場環境に変化をもたらす。

以下に、ガイドラインや暫定版が示唆する「流れ」の効用を考察した。

(1) 「流れ」と藻場環境について

①河川水の存在

海面は、太陽光により表面から温められる。水温が高くなると、海水は膨張して軽くなるので(図7)、その程度は表層は温かい層で覆われる。当然、熱伝導により下層部もゆっくりと温められる。一方、太陽が沈むと大気温度が下がるので、表面

から放熱して海水温が低下する。その結果、表層水は重くなるので、沈降して対流が起こると考えられる。

とくに、海水の流れの小さい滞留地帯では、表層と下層の温度差が大きいため、海藻の生育上限温度を超える頻度が高くなる。しかしながら、河川水の流入等があると、谷川水は水温が低く、しかも淡水は軽いので、海面の表層部を広い範囲で流れ、表層部を冷却する。また、河川水は、森林地帯や土壌地帯を流下する過程で、栄養分やミネラルを豊富に含んでいることも海藻の生育には優位に作用すると考えられる。

②海流の存在

表層部は太陽光で温められ、温められた海水は軽いので表層へ移流し(図7)、蓋をした状態になり、対流は起こらない。しかしながら、適度な海流があると、とくに、沿岸部では、浅瀬、岩場、離れ岩や暗礁等が存在し、湧昇、渦巻きあるいは岩場でせき止められ乱流が発生する。海水がかき混ぜられ、水温が平準化する。つまり、異常な高温にはならないことを示唆する。また、放熱で水温が低下する夜間に下層部へ沈み込むので、水温の平準化が促進され、高水温の影響が緩和されると考えられる。

(2) 海水温の上昇と藻場生育環境について

海水温の上昇は、藻場の繁殖、生育に大きな影響を及ぼす。基本的には、水温が上昇すると溶存

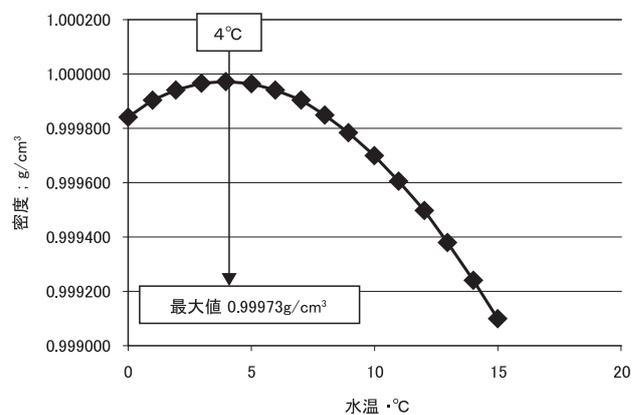


図7 水温と密度の関係(水温が高くなると軽くなる)

している気体（酸素、二酸化炭素）の溶解度が小さくなるので、溶解していた成分は大気へ放出されるので、海中濃度が低下する。高温化に伴う対流の抑制・阻害に伴う影響は、海水成分（栄養塩、塩分、溶存物）の供給が阻害される。

①酸素と藻場環境について

水温上昇は、単なる海藻の繁殖や生育に影響を及ぼすのみではなく、藻場環境に広範囲に影響を及ぼす。とくに、海藻は植物のように見えるが、実際には「藻類」という別の分類に属する。光合成を行うので植物と似た特徴を持つ。一般的には、水中の二酸化炭素と水と太陽光により光合成により生育し、その過程で酸素を生成するイメージである。

ところで、海藻は光合成によってエネルギーを作り出すが、成長や維持のためには酸素を利用した細胞呼吸を行っており、海藻が成長するために重要な役割を果たす。水温が高くなると海水中の酸素溶解度が低下し（図8）、酸素供給が不足し、成長の維持や繁殖に影響する。

②二酸化炭素と藻場環境について

一般的に、海水中に溶存した二酸化炭素は、海水温が上昇すると溶解度が小さくなるので（図9）、海中から大気へ放出され、大気濃度が高くなる。つまり、二酸化炭素の供給源となりうること、海水の二酸化炭素類の低下によりpHが変化するなどの影響がある。

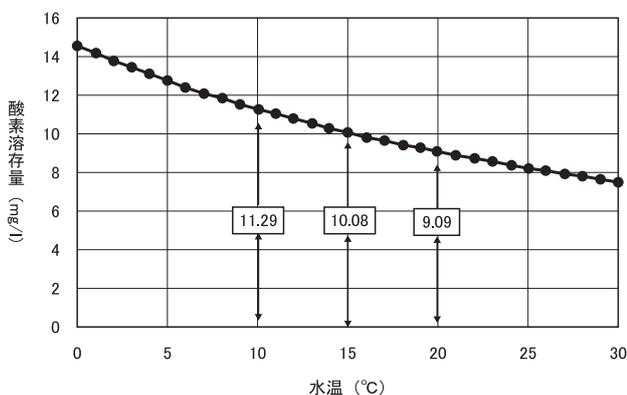


図8 水温と酸素の溶解度の関係

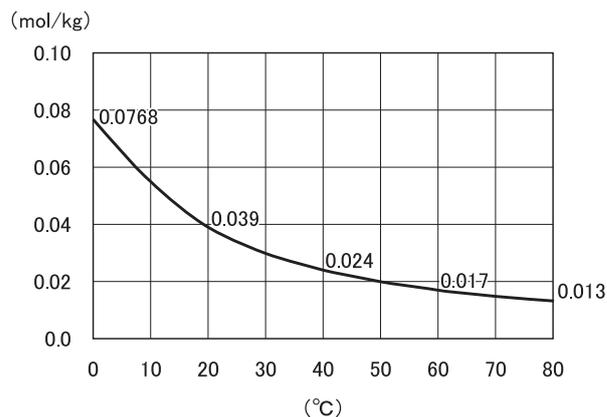


図9 水温と二酸化炭素の溶解度の関係

③海水の高温化に伴う貧栄養化について

太陽光により表層の海水温が上昇すると対流が阻害される。上下層の混合が抑制されると、深層に豊富に含まれている栄養塩（窒素・リンなど）の表層への供給が減少し、貧栄養化が進む。また、風や海流の影響で栄養豊富な深層水が表層に供給される現象（湧昇流）が、高温化によって弱まるなどの影響がある。これらの要因が組み合わさることで、海水温の上昇は表層の貧栄養化を引き起こす。

2.2 海水の高温化抑制と藻場環境の保全について

磯焼け対策ガイドラインでは、海水温の影響については、海藻が枯れることを述べただけであり、具体的な対策について何ら記載はなく、有効な対策は少ない。また、海水温上昇に対応した藻場保全・造成手法（暫定版）では、「海水温自体の影響」と「高水温により高まる食圧」に焦点を当てた対策事例が紹介されただけである。

ところで、ガイドラインおよび暫定版には、海水温上昇に対する藻場環境を保全するさまざまなヒントを読み取ることができる。その主たる事項は、「流れ」と「低水温」の利用であろう。例えば、高水温化対策として、水温の低い深場での藻場育成、河川水の流れ込む河口の利用が藻場回復に有効であったと紹介されている。逆に、深層部の低水温の海水を表層部の高温水域に供給することで、海草の生育上限温度以下を確保できるとの考え方に行き着く。

(1) 海面における高温化の抑止について

海水温の上昇は、基本的には太陽光により表層が加熱され、ここが熱源となり下層へと熱伝搬により伝達されると考えられる。つまり、基本的に海水温度は深いほど低下する(図10)。例えば、2024年8月15日の真夏の東シナ海における海面温度(深さ1~2m)は、約30℃であるが、水深50mでは25℃、100mでは20℃程度であった⁴⁾。

高温化による海藻の喪失の原因には、①長期的な高温化により藻体が衰弱する(いわば、人間に例えると夏バテで衰弱)、②短期的に生育上限温度を超えるため衰弱して枯れる(いわば、熱中症で衰弱)、があると考えられる。長期的と短期的な高温化の影響が想定されるので、それぞれに適した対策が思い浮かぶ。なお、風や海流などによる攪拌・混合が起こる海域では、異常な高温化は起こり難いので、ここでは、静穏な沿岸部の磯焼け地帯を想定する。

【注】海水温には、海面温度と表層水温のデータが用いられるが、気象庁が示す海面温度は、通常は水深1~2mの水温を指し、表層水温は、おもに人工衛星によるリモートセンシング(放射計測)で観測されたデータを解析し表面数cm以下の温度を示す。

(2) 表層水温を低下する方法について

海水の高温化を防止するためには、次の2つの

方法が考えられる。いずれも実証・実践した事例は見当たらない。

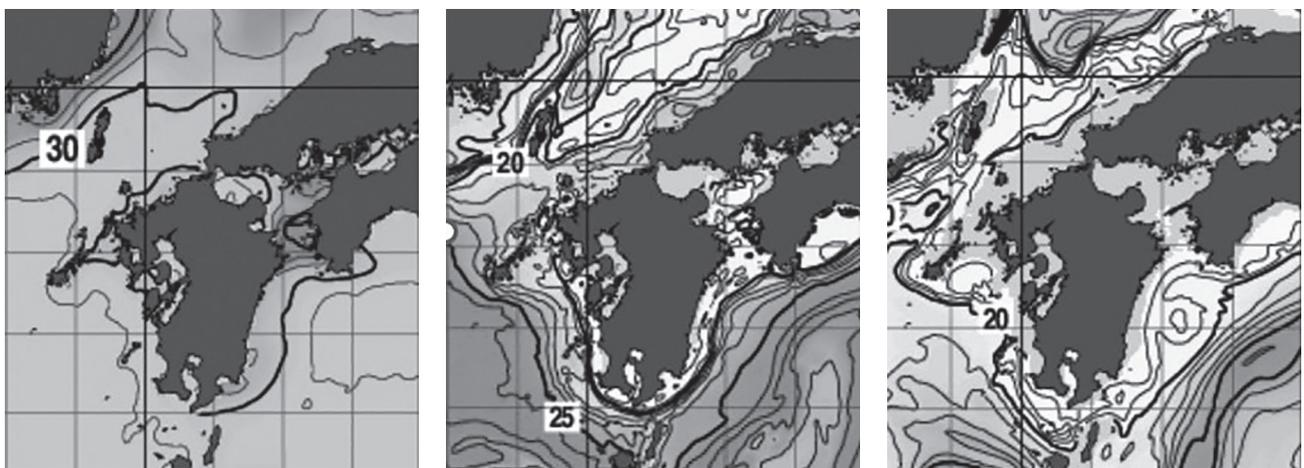
①表層水よりも水温が低い下層水を供給して対流を促す；平均水温の低下

海水は、表層部が太陽光で暖められ、熱伝達によりしだいに下層部が暖められる。基本的には、温度が高いと軽くなるので、表層部は温度が高く、水深が深いほど低くなる。表層水の温度を下げるためには、温度の低い下層部の海水を汲み上げて表層部に給水する方法が想定される。

低水温の海水は、攪拌や混合をしなくても、表層水よりも重いので、自然に沈降し、対流が起こる。利用する下層部の海水は、深いほど温度が低いので、低温化効果は大きいですが、深層部までの距離が長くなり、取水設備費などが高額化する。

ところで、壱岐島における実証試験では、水深15m地点の水温は水深5mより1.5℃ほど低い(図5)、また、図10では、水深50m地点では、表面よりも5℃程度水温が低いと報告されている。つまり、表層海面を冷却するためには、より深い下層部の海水を利用すると、効果は大きいと予想される。また、下層部の低温水は、溶存酸素や栄養塩が豊富であり、表層部への供給は、海藻の生育環境の保全に大きく寄与すると期待できる。

②表層水温の平準化による異常高温化の抑止



海面の水温分布

水深50mの水温分布

水深100mの水温分布

図10 海面の温度分布(東シナ海；2024.8.15)⁴⁾

海藻の衰弱や枯死は、生育上限温度を超える異常高温により発現すると考えられる。異常高温化を防止するためには、表面温度の平準化を促す方法が効果的であると考えられる。すなわち、海面における表層から下層への熱伝達は、温度差が小さいほど、熱伝搬速度は小さくなる。つまり、表面温度を低下させるだけでも、下層部の温度は抑制できると考えられる。上記の下層の低温水の給水による低温化も一つの方法であるが、より簡単に表層部のみを攪拌・混合し、異常な高温化を防止することも高温化の影響を軽減する選択肢の一つになろう。例えば、

水深が1～2m程度の浅層部であれば、ウナギ養殖池で活用されている水車等の活用が有効であろう。表面の攪拌は、酸素の供給や栄養塩を補給することができるので、藻場生育環境の改善にも役立ち、磯焼け地帯でも藻場再生につながると期待できる。

【結論】

海水の高温化の影響は、流れのほとんどない滞留地帯において海藻の生育上限温度を超える異常高温が熱源となり、下層部へ伝熱することにより生じると考えられる。この表層部の異常高温帯の低温化により、下層部の水温上昇が抑制される可能性があり、すべての磯焼け地帯に適用できる重要なメカニズムであると期待できる。

おわりに

海水の温度上昇は、海藻の繁殖や生育に大きな影響を及ぼし、磯焼けの要因になっている。しかしながら、2007年の磯焼け対策ガイドラインでは、海藻が枯れることを述べただけであり、対策については何ら具体的な記載はない。また、2024年の海水温上昇に対応した藻場保全・造成手法（暫定版）では、「海水温自体の影響」と「高水温により高まる食圧」に焦点を当てて、対策手法と事例を述べているが、対症療法的な限定的な対応であり、広く普及するとは思えない。

高水温対策等は、食害対策および海藻の生育上限温度以下の水域の利用が有効とあり、とくに、磯焼け地帯でも河川水など流れのある海域では影響が軽減されるとの報告がある。海水は、表層温度が高くなり、下層部へ熱伝達するので、表層部分が異常高温にならない対策が有効であることを示唆する。つまり、下層部の低温の海水を汲み上げて表層部へ供給することにより、対流を促進して異常高温化を抑止できるのではと考えられる。また、最も水温が高くなる表層を攪拌・混合して水温の平準化を図り、下層への熱伝達速度を緩和することにより、異常な高温化を抑止できると考察した。これらの異常高温化を抑止することにより、磯焼け地帯であっても藻場回復が可能であるとの期待が膨らむ。

今回は、8割の都道府県で磯焼けが起きている中で、「磯焼けがない」とされている瀬戸内海について取り上げたい。

〈引用・参考資料〉

- 1) 第3版 磯焼け対策ガイドライン 第5章 我国沿岸の磯焼けの現状 p.60；水産庁（令和3年3月）
- 2) 海水温の上昇に対応した藻場の保全・創造について；（一社）水産土木建設技術センター 完山 暢；令和5年度磯焼け対策全国協議会（令和6年1月20日）
- 3) 海水温上昇に対応した藻場保全・造成手法（暫定版）；水産庁漁港漁場整備部（令和6年4月）
- 4) 表面水温に関する診断表・データ；気象庁