

1章 海水温上昇と藻場の関係

(1) 海藻の生育上限温度

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。主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。生育上限温度が高いほど海水温上昇へ対応できる可能性がある。

【解説】

実海域における海水温上昇の影響は前述の通り多岐に渡るが、海藻の地理的分布を制限する要因としては海水温が大きいと考えられる。実海域では高水温に耐えられなくなった海藻は枯れてしまう（立ち枯れ）ことが報告されている（藤田，2002）。

既往の知見に加えて、令和4年度および5年度の水産基盤整備調査委託事業「海水温上昇に対応した藻場整備における検討調査」（以下、調査委託事業という）における培養実験結果から海藻種による生育上限温度をとりまとめた（表1-1）。実験では1℃間隔で水温を調整した複数の水槽で、最長15日間海藻片を培養してその変化を観察することで、生育上限温度を決定した。例えば図1-1のママタワラにおいては、32℃での培養ではわずかに生長が見られ、33℃での培養で藻体が黒化・崩壊したことから、32℃を生育上限温度としている。同種の海藻でも採取地によって生育上限温度が異なる可能性や、室内実験条件が実海域の環境と異なる点に留意する必要があるが、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高いことが分かる。生育上限温度の情報は、海水温上昇に対応した磯焼け対策において対象種を選定する際に参考とすることができる。

表1-1 主な海藻の生育上限温度（村瀬 2022）に調査委託事業の結果を追加
（赤字は亜熱帯性種、他は温帯性種）

種名 (部位)	生育上限温度 (°C)						
	26	27	28	29	30	31	32
ワカメ幼体 (養殖株) ^{*1}		アカモク ^{*2} ワカメ幼体 (天然株) ^{*1}	クロメ (成体) ^{*3} クロメ (幼体) ^{*5}	アラメ (成体) ^{*3}	ママタワラ ^{*2} ホンダワラ ^{*2} ジョロモク ^{*2} ノコギリモク (基部) ^{*5}	ヤツマタモク ^{*2} ノコギリモク ^{*2,5} ジョロモク ^{*2} ヨレモク ^{*5} ヨレモク (基部) ^{*5}	ヒジキ ^{*4} ママタワラ ^{*5} クレバモク ^{*5} マジリモク ^{*5}

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

文献 *1, 村瀬ら (2021), *2, 原口ら (2005), *3, 村瀬・野田 (2018), *4, 村瀬ら (2015)

*5, 調査委託事業の結果

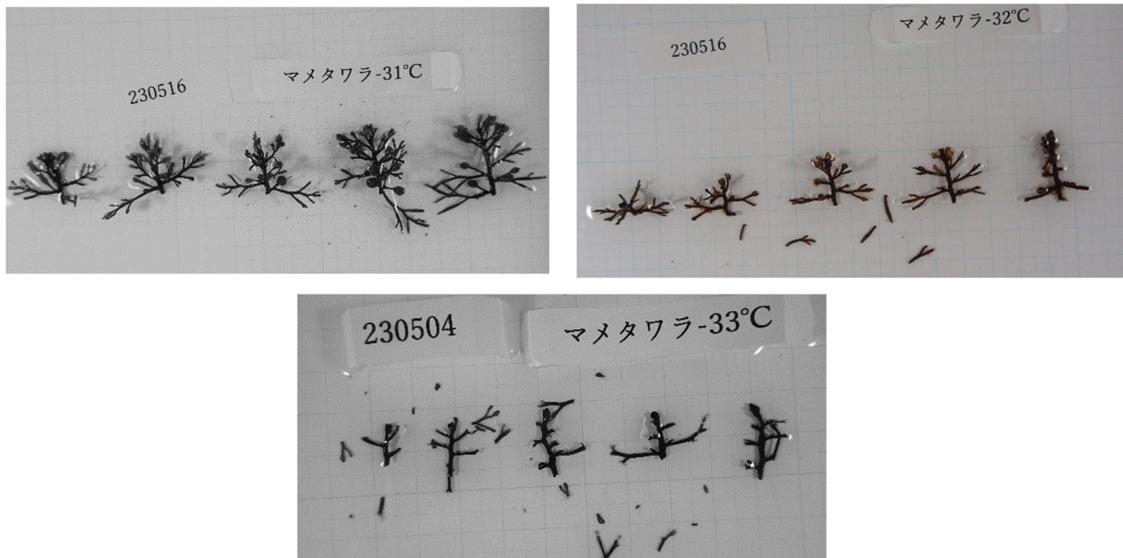


図 1-1 マメタワラにおける室内実験の結果
 (上段左 31°C・培養 15 日目、上段右 32°C・培養 15 日目、下段 33°C・培養 3 日目)
 33°Cでは藻体が黒化し崩壊している

(2) 海水温上昇による藻場分布の変化

現状の分布や海水温上昇を考慮し、我が国沿岸の主な藻場構成種 34 種について、予測される将来的分布を示したハビタットマップを作成した。海水温変化の勾配が急な北日本沿岸では海水温上昇による海藻分布の地理的変化が小さい予測となる。一方で、関東以西が現在の主要な分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な予測となる。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という予測となる。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考えられる。

【解説】

全国の各海域で、藻場の保全・創造対策を推進するための基本的な考え方を取りまとめた藻場ビジョンが策定されている。その藻場ビジョンの整理や関係者へのヒアリングを踏まえて我が国沿岸に分布する主な海藻種 34 種の将来的なハビタットマップを作成した（巻末に「参考資料」として掲載）。

主な傾向として、北日本沿岸では海水温の変化の海岸線に沿って急であるため、海水温上昇に伴う海藻分布域の地理的変化が小さくなる（コンブ類等）。一方、関東以南では海水温変化が緩やかであり、海水温の上昇が海藻の地理的分布域に大きく反映される傾向にあり、温帯性ホンダワラ類やカジメ類で分布が狭まる種が多い。亜熱帯ホンダワラ類は南日本中

心の現状分布が北に広がる傾向がある。

なお、将来的なハビタットマップの予測は、海面水温が一律に上昇すると仮定して実施している。その予測方法と留意点を下に示す。

予測方法

- 1991年～2020年の日本沿岸における海面水温平均値（月別）のうち8月と2月のデータ（図1-2）をそれぞれ、現行（2020年）の最高水温と最低水温としている
- IPCCシナリオのRCP2.6（2℃上昇）とRCP8.5（4℃上昇）の両シナリオにおける2100年時点の予測水温まで、現行水温から直線的に上昇すると仮定した（図1-3）
- 上記に沿って10年後（2030年）と30年後（2050年）海水温を予測している
- 例えば2℃上昇シナリオでは2020年比で10年後に0.3℃上昇、30年後に0.6℃上昇として予測している（図1-3）
- 8月と2月の海面水温平均値（図1-2）それぞれにおいて、現状分布における北限と南限の海水温を、海水温上昇の幅だけ北上させる
- 海水温上昇による分布域の変化を考慮した8月と2月の海面水温平均値の図を重ね合わせ、重なる部分を将来的な分布域としている

留意点

- 海水温以外の要素や局所的な環境等は考慮していない
- 海水温のコンタ図から目測で将来水温を予測している

将来的なハビタットマップの予測結果の例として、温帯性カジメ類であるアラメと亜熱帯性ホンダワラ類であるキレバモクの例を図1-4と図1-5に示している。赤線が現状の分布を、水色線が10年後（2030年）の分布を、青色線が30年後（2050年）の分布を示す。アラメでは分布が大きく北上する予測となり、西日本での分布が限定的になると考えられる。キレバモクでは、西日本の大部分または関東まで広く分布が拡大する予測である。

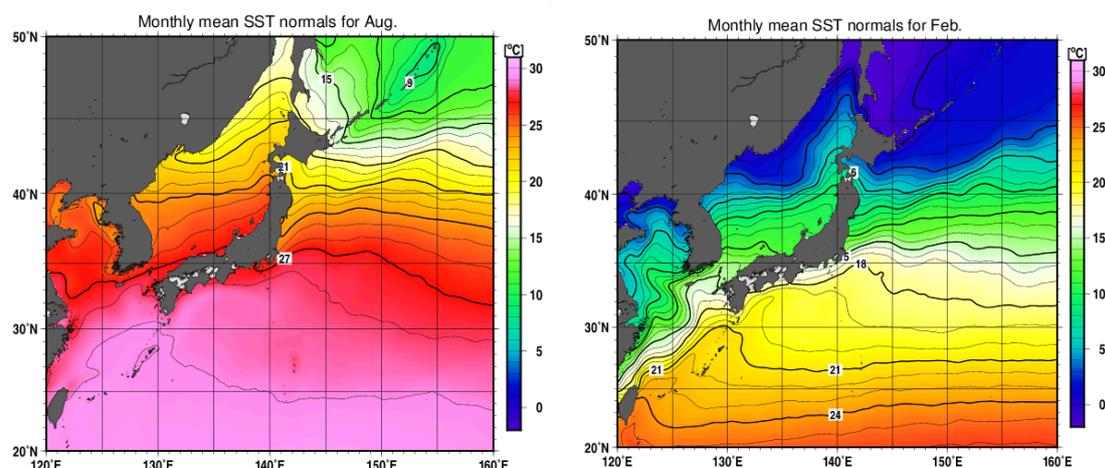
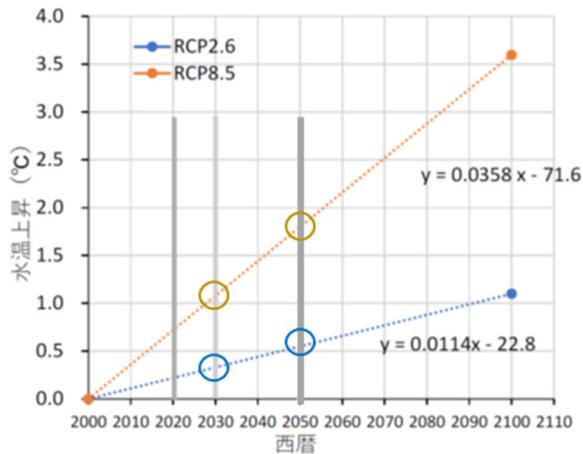


図1-2 高水温期（右：8月）と低水温期（左：2月）の海面水温平均値



経過年数	10年後	30年後
西暦	2030	2050
RCP2.6	0.3	0.6
RCP8.5	1.1	1.8

図 1-3 両シナリオにおける 2030 年と 2050 年の予測水温上昇 (°C, 2020 年比)

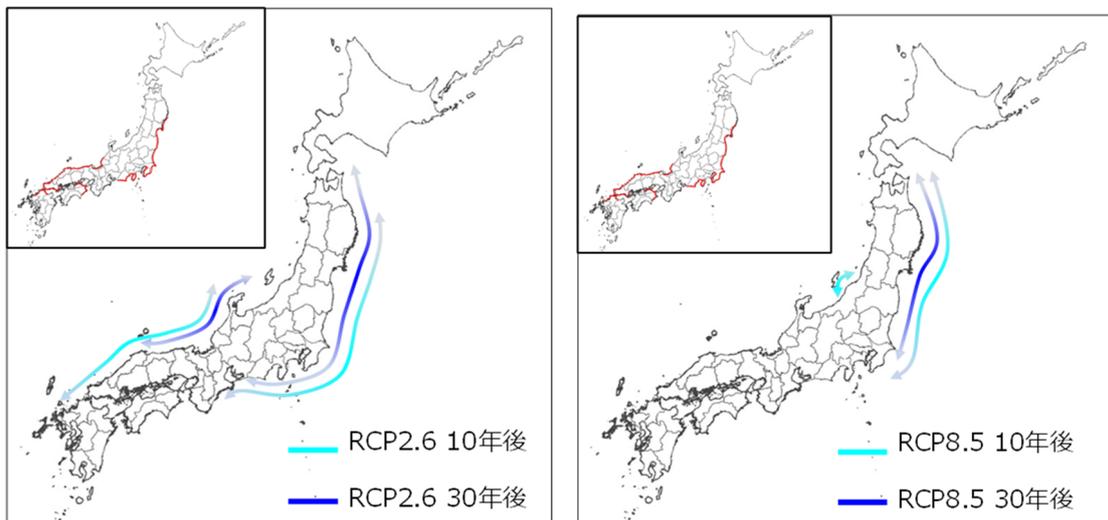


図 1-4 将来的分布予測の例 (アラメ) (左 : 2°C上昇シナリオ、右 : 4°C上昇シナリオ)

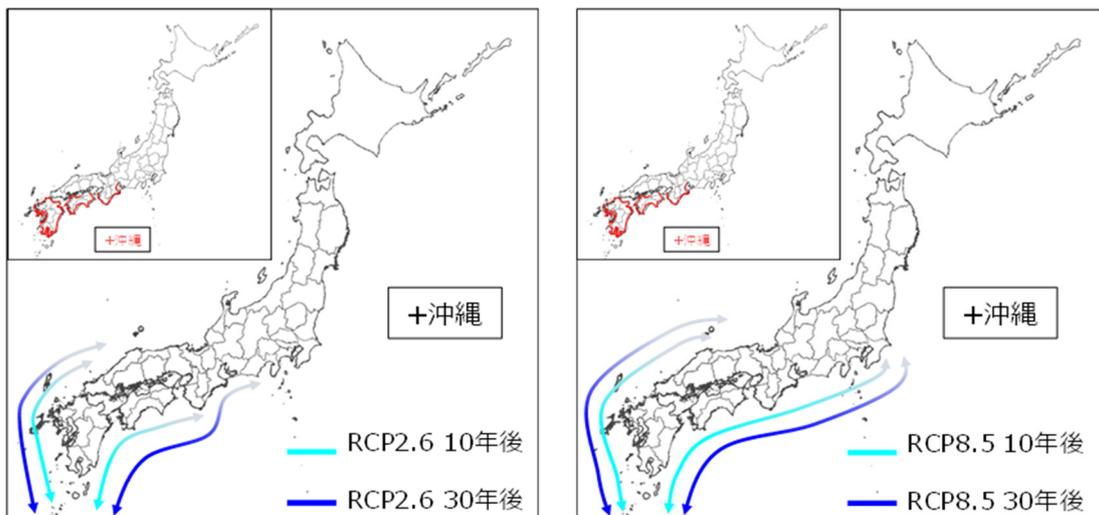


図 1-5 将来的分布予測の例 (キレバモク) (左 : 2°C上昇シナリオ、右 : 4°C上昇シナリオ)

参考情報：海水温上昇による植食性魚類の生息分布の変化

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、ブダイといった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っている場合がある。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を作成した。

予測方法は海藻と基本的に同様だが、現在の分布を把握する際に、一時的な分布か年間を通じた分布かを考慮しておらず、高水温期にわずかに確認されただけでも分布しているとみなしている。したがって、北日本においては分布域となったからといって食害が直ちに強まるとは限らない点に留意が必要である。

予測された将来的なハビタットマップ（参考資料（2）将来的な分布予想）では既に東北地方にまで分布するとされるアイゴとイスズミ類に対して、ブダイの分布拡大が目立つ。ただし、分布域自体はさほど拡大しない予測であるアイゴやイスズミ類においても、海水温上昇による摂食行動の活発化や個体数の増加によって、食圧が高まることが懸念される。

海水温の上昇と植食動物による食害への影響を模式的に示した図 1-6 を見ると、海水温が上昇することで、10°C程度が致死水温とされるアイゴ等の南方系植食動物の冬期の生き残りが助長されることが分かる。更に植食動物の摂食が活発となる 20°C以上の水温期間が長くなるとともに、食害期間も長期化する。これに高水温による海藻の生長低下が加わることで磯焼けが拡大する、と推測される（（財）海洋生物環境研究所，2012）。

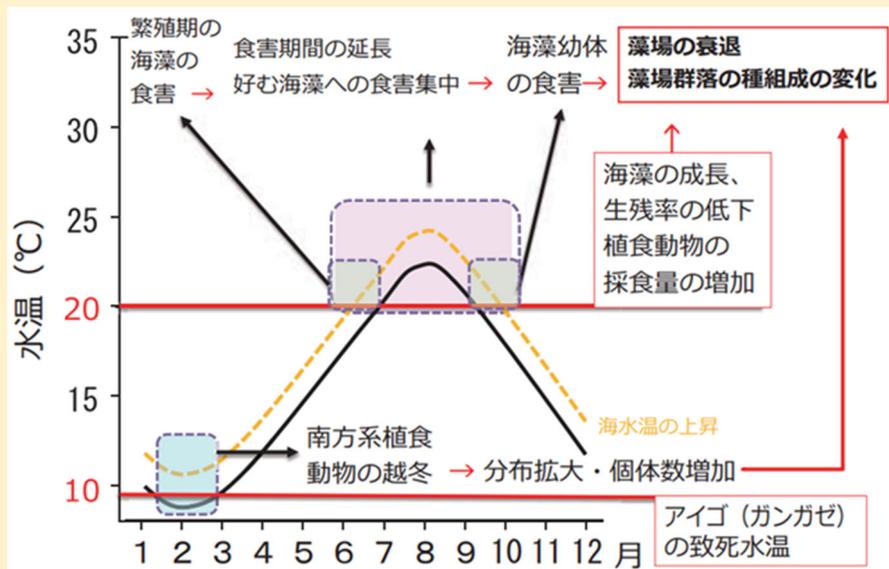


図 1-6 予想される海水温上昇が海藻と植食動物に及ぼす影響
(海生研ニュース No. 138, 2018)

前述の藻場構成海藻種の分布と同様に、主要な植食性魚類の分布を予測した例としてアイゴの結果を図 1-7 に示す。前述のとおり、大幅には分布域は広がらない予測であるが、食

圧は増加していくと考えられる。

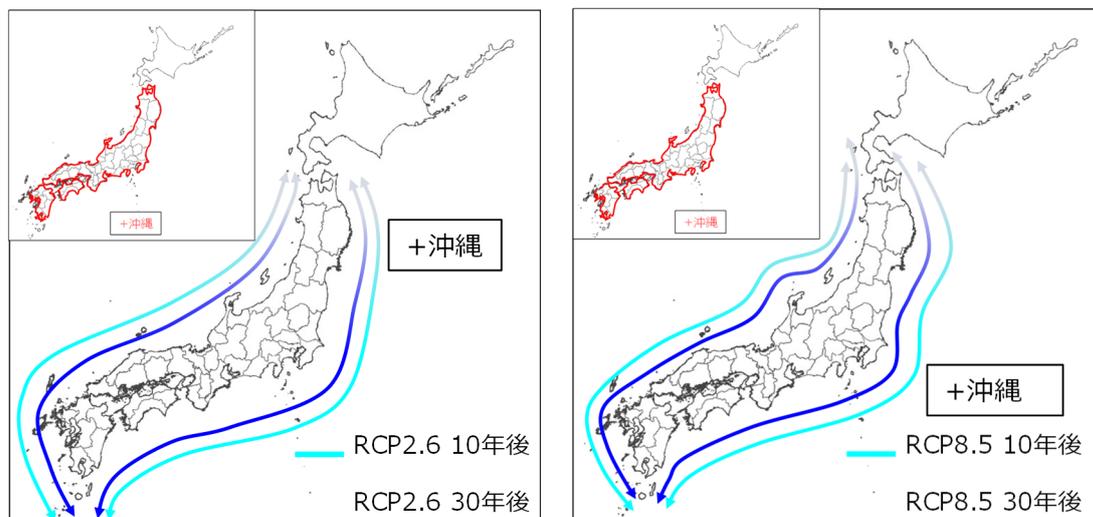


図 1-7 アイゴの分布予測 (左 : 2°C上昇シナリオ、右 : 4°C上昇シナリオ)