

磯焼け

藤田大介

はじめに

磯焼けとは、浅海の岩礁・転石域において海藻の群落（藻場）が季節的消長や多少の経年変化の範囲を越えて著しく衰退または消失して貧植生状態となる現象で、回復までに長い年月を要したり、磯根資源の成長不良や減少を招いて沿岸漁業に大きな影響を及ぼしたりすることで古くから知られている。

磯焼けの発生原因

磯焼けが発生する原因は様々で、各海域の地形、海洋学的特性、生物の種組成、沿岸利用の歴史などによって当然異なる。気象・海況の変化に伴って直接発生する例としては、エルニーニョの発生や黒潮流軸の接岸に伴う記録的な高水温・貧栄養、台風による激浪など、生物相の変化に伴う例としては、ウニ・魚類など藻食動物の摂餌圧の増大、また、人間の活動が関わる場合としては、生活・産業排水の流入に伴う汚濁・富栄養化、河川改修や護岸整備に伴う海水の停滞・懸濁物質・堆積浮泥の増加、哺乳類・魚介類（ウニなど藻食動物の捕食者）の乱獲、その他の事例としては火山灰の堆積などが挙げられる。これらの原因は単独または複合して藻場に影響を及ぼす。古い時代には気象・海況の変化とみなされる場合でも、昨今は人間の生活・産業の影響を無視できず、これらが直接的に藻場を衰退させることもあれば、ウニなどの摂餌圧を高めることにより藻場を衰退させることもある。



図 1 北海道南西岸のウニ焼け



図 2 魚類による磯焼け（伊豆半島）

ウニの摂餌圧の増大に限っても、寄り藻などの餌不足、捕食者からの解放、加入量の増加または移入、水温や波浪環境の好転など、様々な理由が考えられる。

磯焼けの景観、発生パターンおよび区別すべき現象

磯焼けによって生じる貧植生域の景観は様々で、無節サンゴモまたは固着性の無脊椎動物が優占、裸地に近い、少なくとも季節的に多少の直立海藻が存続するなどの場合がある。参考までに、図 1～3 にウニ、魚類、濁り・浮泥堆積による磯焼けの例を示す。磯焼けの結果かどうかは別として、貧植生域が発生する位置を沿岸の岸沖（深浅）方向でみると、いくつかのパターンがある（図 4）。このうち、沖焼けが最も普通で、丸焼けはその極端な場合である。岸焼けは藻場の岸側やタイドプール、八口（スポット状）は漸深帯に生じる。中焼けの場合には貧植生域の岸側と沖側に相当規模の藻場が認められる。

なお、浅海域では、元来藻場が成立しない区域があり、過去に藻場の存在が確認されていなければ磯焼け地帯との識別が困難なこともあるが、磯焼けの過大評価を防ぐためにも可能な限り区別すべきである。例えば、藻場の沖（深所）側では、岩礁や転石が分布していても、海水の停滞、光不足、浮泥の堆積、ウニの恒常的な摂餌圧などの理由でもともと貧植生域（沖焼け）となっている。また、藻場は、気候の寒暖や海況の変化に伴い、現存量や生育面積（特に下限水深）



図3 海水の濁り・浮泥による磯焼け(富山湾東部)

が多少とも経年変動を示すのがふつうである。このような恒常的な貧植生域や小規模な藻場の衰退は磯焼けと呼ばない。このほか、春の大潮の頃に干出や河川水の影響により潮間帯の海藻が白くなる白化現象、潮汐の影響が弱い飛沫帯下部で恒常的な無植生域となる bare zone など磯焼けとは呼ばない。

なお、砂泥域のアマモ群落も、海水の濁りや底質の悪化、ウニの摂餌圧の増大、荒廃病により顕著に衰退することがある。磯の現象ではないので、磯焼けとは呼ばないが、自然のバランス崩壊が磯だけで起こるのではないことは十分に認識すべきである。

磯焼け・磯焼け地帯に関する表現

藻場の衰退・消失、つまり磯焼けのプロセスを示す表現は意外に少なく、磯焼け、磯枯れ、reef burning, getnogum (韓国語で coast + melting の意)およびdeforestationの語があるにすぎないが、海藻の枯死を deterioration, dieback, 群落の裸地化を denudation などの語で表わすことがある。一方、磯焼けかどうかは別として、貧植生域、すなわち「場」を現す表現は多く、不毛域・植生衰退域は barren area, sea desert, 焼け磯, 焼け根, burnt reef, deforested area, 無節サンゴモ繁茂域はマサゴ原, pink rock, white rock, サンゴモ平原 (coralline flat), red-algal dominated habitat (漸深帯の) 白化現象 (bekhwa <韓国語>, algal whitening), ウニ多産域は (urchin-dominated) barren ground およびウニ焼け (urchin barren) などと呼ぶ。富山県東部では広大な磯地帯に発達する漂砂の滞留スポットをヌケと呼ぶが、ここでは漂砂の影響下にある磯地帯が貧植生域となる。

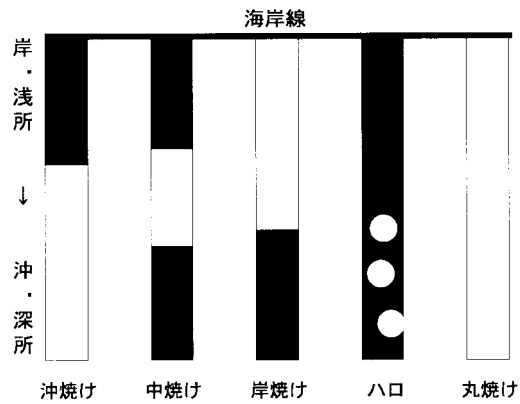


図4 発生位置による貧植生域の分類

(■: 藻場, □○: 貧植生域)

これらの各表現は微妙にニュアンスが異なるため、適宜使い分ける必要があるが、英語圏では barren ground が最も普通である。実際の貧植生域は、直立海藻が乏しい一方、藻食動物や無節サンゴモが豊富で、文字通りの barren ではないため、coralline community あるいは sea urchin coralline community と言うべきとの意見もある。最近、一部の日本の研究者が coralline flat を用いている。これはニュージーランド北部の平坦な岩盤 (flat) に認められる恒常的な urchin barren を指し、rock flat とも呼ばれる。実際は図5に示すような中焼けで、岸側にガラモ場、沖側にカジメ属海中林が認められる。日本語のサンゴモ平原はともかく、英語の表現 (特に flat) は背景知識がないと理解しにくい。

磯焼け研究の事始め

日本で最初に学界へ磯焼け現象を紹介したのは松原新之助 (1853 ~ 1916) で、1892年に各地のテングサ群落の衰退を磯枯と呼んだ。伊豆半島東岸の方言であった磯焼けの語を学界で初めて用いたのは岸上鎌吉 (1986) である。この後、遠藤吉三郎 (1873 ~ 1920) は、日本初の海藻の教科書「海産植物学」を著して「海藻減少論」を論じ、磯焼けをその一つとして位置付けた。最初に海外に磯焼けを紹介したのも遠藤で、現在に至るまで彼の磯焼けの解釈が「広辞苑」(岩波書店)等の国語辞典で採用されている。遠藤 (1903) は「海藻磯焼け調査報告」の中で、「或る特別なる沿岸一地区を限りて其処に産する海

藻全部又は一部枯落して不毛となり従って有用海藻は勿論、之に頼りて生息するアワビ、磯付き魚等の収穫を減し或は全くこれを失ひ為に漁村の疲弊を来すことあり伊豆東岸にしては此現象を「磯焼け」又は「磯枯れ」と称し現今梢や普通語となれるものの如し」と定義づけた。彼は磯焼けの原因を山林の伐採に起因する出水（淡水流入）の影響と考えたが、実測は行っておらず、運河の塩分勾配と植生の関係を論じた一論文を根拠として推察したにすぎない。その後も遠藤の説に対する実証例はないが、著者は長雨や出水に伴う海水の濁りや浮泥の堆積が淡水流入との関わりで重要と考えている。同じ頃、日本の海藻学の創始者、岡村金太郎（1867～1935）も伊豆地方や青森県下北地方の磯焼け地帯を視察し、海流の異変を磯焼けの主因と考えている。その後、第二次大戦後まで磯焼けの報告が散見されるが、実験や観測が中心となるのは、山田幸男（日本藻類学会の設立者、1900～1975）が「沿岸に於ける水産物増産を阻害する石灰藻繁殖防止」（1955年）と題するプロジェクト研究を行ってからである。

無節サンゴモ

磯焼け地帯に生育する無節サンゴモの生態学的研究は、日本が最も盛んである。特に、北海道南西岸の優占種エゾイシゴロモ *Lithophyllum yessoense* Foslie については、分布・被度、生殖周期、発生、成長、多年生、再生、光合成、表層・多層剥離、藻食動物に対する摂餌刺激物質や着底変態誘起物質、着生生物に対する着生阻害物質などの報告があり、他の海藻、藻食動物あるいは海況との関係も論じられている。一般に、本種のような温帯産の大型無節サンゴモは、藻食動物の高摂餌圧や貧栄養・高水温条件に強く、長年、海底基質を被うが、富栄養条件下では珪藻や種々の海藻に速やかに被われてしまう。近年、国産種の分類が集大成されたことから、今後、各種の生態学的研究が進むと思われる。

ウニ焼け

現在知られている磯焼けの最も古い記録は、ノルウエー沿岸で大量のウニが海藻を食べ尽くす様子を記した von Düben（1847）の小文で、ス

エーデン古語で書かれている。日本でも1940年代には礼文島などでウニによるコンブ礁の破壊例が記録されている。本格的な実験・観察は1960年代以降で、カリフォルニア沿岸のケルプ場改良計画（KHIP）でウニ大発生によるジャイアントケルプ海中林の衰退が報じられて以来、世界各地で報告が相次いだ。日本では、1970年代に東北海区水産研究所が実施した「浅海域における増養殖漁場の開発に関する総合研究」（1979年）の海中林造成事業に端を発し、東北地方太平洋沿岸や北海道日本海沿岸などで研究が盛んになった。大規模な藻場（主にコンブ目海中林）の衰退を引き起こすのは北半球に広く分布するオオバフンウニ *Strongylocentrotus* 属のウニで、国内でもキタムラサキウニ *S. nudus* の個体群動態やその摂餌に対する波浪の影響を調べた研究などがある。

ウニ焼けの場合には、ウニの除去・漁獲、高水温・疾病によるウニの大量斃死、ラッコなどウニ捕食者の資源回復などにより、海藻の植生が回復する。近年、世界のウニ資源は日本人の胃袋に向けた漁獲・輸出が行われており、ウニ輸出国では、漁獲圧の増大に伴ってウニが減り、大規模なウニ焼けがすでに見られなくなった地域（例：カリフォルニア）も多い。また、ウニの個体群調節についても、海況変動のほかに沿岸漁業における捕食生物（複数種、特に大型魚の減少）の乱獲が問題視され始めている。

海況変動

日本では、1930年代から、テングサ、コンブ、ワカメあるいはアワビなどの豊凶と海水温・海水比重の年変動の対比が行われていた。しかし、磯焼けと呼ぶに値する大規模な藻場の衰退を海況変動と結びつけたのは先のKHIPで、エルニーニョが発生した1957-59年の海中林衰退を航空写真の経年変化として示したのが最初である。この後、カリフォルニア南部沿岸では、1982-84年、1997-98年にもエルニーニョが発生し、ジャイアントケルプ海中林に大きな影響を及ぼしている。ここでは潜水による定線調査が続けられており、高水温ストレスや窒素欠乏、あるいは嵐と海中林衰退との関連が示され、エルニー



図5 ニューゼaland北部の海藻植生
 上段：岸側のガラモ場，中段：サンゴモ平原と呼ばれるウニ焼け帯，下段：沖側のカジメ属海中林

ニョ終息後の植生回復も観察されている。国内では、黒潮流軸の接岸と伊豆半島(田牛)のアワビ漁獲量の減少との関係を示した研究、北海道日本海沿岸の水温変動とコンブ漁獲量や藻場面積の変動との関係を調べた研究などがある。

近年、低温、清浄で無機栄養塩を豊富に含む海洋深層水の陸上取水が始まってから、栄養塩の重要性が再認識されている。沿岸の深層水放水域で海藻の植生が回復したとの報告があるほか、北海道南西岸の磯焼け地帯から採集した転石(無節サンゴモが被覆)に加温深層水をかけ流し、コンブなどの潜在的植生を成立させた報告がある。今後、水温一辺倒ではなく、栄養塩やその吸収に関わる波浪環境との関係がますます重視されるであろう。

終わりに

磯焼けとして扱われている現象のうち、あるものは不可抗力とも言える大自然の変化によ

て発生しているが、その反面、破壊的な沿岸漁業、産業・生活排水に伴う富栄養化、河川改修・海岸保全に伴う沿岸環境の悪化など、何らかの形で人間の活動が関与していると思われる事例も極めて多い。中には、異説が存在し、十分に解明されたとは言い難いものもあるが、近年の日本の磯焼け研究では、漁業や沿岸利用・保全の実態から目を背け、気象・海況に原因を求めようとするものが目立つ。今後の磯焼け調査・研究の優先課題は、各地の藻場生物相の解明、主要環境要因とあわせたモニタリングの強化、過去の生物群集や沿岸利用の変遷の調査である。昨今、沿岸の漁業資源の中には極限状態まで資源水準が落ち込んでいるものが多く、磯焼け回復の目標とすべきベースラインを遡るのも難しくなっている。なお、ここでは、磯焼けの克服とも評される水産土木的手法を用いた強制的回復(日本固有の環境修復?)の事例は特に挙げなかった。これは、磯焼けの調査・研究の究極的な目標があくまでも節度ある漁業とバランスのとれた沿岸利用を目指すことにあり、新たな環境改変を引き起こしうる手法は安易に選択すべきではないと考えるからである。

主な文献(教科書・総説)

- Bertness, M.D., S.D., Gaines, and M.E. Hay 2001. Marine Community Ecology. Sinauer Associates. Sunderland.
- 藤田大介 1999. サンゴモの生態. SESSILE ORGANISMS, 16:17-25.
- 藤田大介 2002. 磯焼けの現状. 水産工学, 39, 41-46.
- 藤田大介 2002. 海洋深層水と磯焼け研究. 海苔と海藻, 64, 27-32.
- Harrold, C. and Pearse, J.S., 1987. The ecological role of echinoderms in kelp forests. Echinoderm studies, 2: 137-233. (藤田大介・大野正夫訳 1992. 海中林における棘皮動物の生態学敵役割. 富山県水産試験場.)
- 三本菅善昭 1994. 磯焼けの生態. 産庁中央水産研究所, 横浜.
- 谷口和也 1999. 水産学シリーズ120. 磯焼けの機構と藻場修復. 恒星社厚生閣, 東京.
- Tegner, M.J. and P.K. Dayton 1987. El Nino effects on Southern California Kelp Forest Community. Advances in Ecological Research, 17:243-279. (藤田大介訳 1992. カリフォルニア南部の海中林群集に対するエルニーニョの影響. 富山県水産試験場.)

(富山県水産漁港課)