

人新世海洋の三重危機 第三部：原子爆弾の36億倍の熱

イアン・アンガス著、脇浜義明訳

出典：Climate and Capitalism, 2020年10月24日



「2019年、世界の海洋（とりわけ深度2000メートルまでの表層部）は人類史上最高温度となった…最近5年間は、近代的装置で測定した結果、毎年最高温度が更新され、過去10年間も同じように記録的暖かさが続いた」 — リジン・チェン（成 里京）

1970年代まで地球が太陽から恒常的に受けるエネルギーの流れは、宇宙空間へ熱を反射放出することで相殺されたので、長い間地球の全体的エネルギー水準は大きく変化しなかった。しかし、地球にやってくる太陽エネルギーは一定だが、温室効果ガス濃度の上昇で、それまで地球が宇宙空間へ反射していた熱が大気中を出ることが出来なくなった。気候学者はこれを地球のエネルギー不均衡（地球による太陽エネルギー吸収量が放出量を超える状態）と呼んでいる。

過剰エネルギーは均等な形で地球システムに配分されているわけではない。一般に地球温暖化は気温上昇という形で表現されているけれど、実際には大気より海洋の方が太陽からの過剰熱を蓄えている — 海水温度1℃上昇は気温1℃上昇の1000倍以上の熱エネ

ルギー蓄積を必要とする。従って、海洋が過剰太陽エネルギーの大部分を吸収しているのである。空気や地面を温め雪を溶かすのに使われるのは太陽熱の7%で、残りの93%は海洋に吸収され蓄えられる。

科学では海洋熱容量を測る単位としてジュール — 1秒間に1ワットの電力を生産するのに必要なエネルギー量を表す単位 — が用いられる。中国科学院大気物理研究所の成里京の計算では、過去25年間の海洋熱容量増加は228セクステリオン・ジュールの熱量を要したという。228の後にゼロが21個も続く量である。想像を絶する数字なので、分かり易く説明する。ヒロシマ原爆のエネルギーは約63,000,000,000ジュールであった。過去25年間に海洋に吸収された熱量はヒロシマ原爆の熱量の36億倍に相当する。換言すると、1秒間にヒロシマ原爆は約5個爆発していることになる。しかもそれがどんどん加速している。1987年以降、海洋温暖化はその前の30年間に比べて4.5倍の速さとなった。気候変動に関する政府間パネルの計算では、たとえ一酸化炭素排出の大幅減少が実現したとしても、2100年までは海洋温度は1970年以降の上昇率の2~4倍の上昇率が続くという。二酸化炭素排出にブレーキがかかれば、5~7倍の上昇率となる。

海洋は膨大な太陽熱を吸収し蓄えることによって、地球のエネルギー不均衡の世界気候系への影響を先延ばししている。海洋学者グラント・ビッグの言葉を借りると、海洋は「気候に対して巨大なフライホイール(弾み車)の役割を担い、気候変動を緩和しているのだが、それは先延ばししているだけ」なのだ。この吸収・蓄積が支払う代償は記録的海水温上昇で、それが様々な形で世界のエコシステムを乱している。

* 2010年以降大西洋は過去2900年間のどの時期よりも海水温が暖かくなった。

* 海面上昇が沿岸コミュニティを脅かし、脆弱な湿地帯を破壊している。二酸化炭素排出量次第では、2100年までに、海面は現在より0.5 ~ 2メートル上昇する。

* 温暖化した海洋は酸素減となり、多くの魚種が発育不良となる。最近の研究によると、海水温が1℃上昇で魚の身体が平均して5%小さくなることが分かった。

* 陸に比べて海では生物の極地への移動が盛んになっている。熱帯の海洋生物多様性が減少し、低温海域に新種魚類が侵入して、食物網が乱れている。

* 移動できない有機体は発育不良か死滅している。オーストラリアのグレート・バリア・リーフのサンゴの半分が死んだ。

* 海水温暖化で発達するハリケーンや竜巻がますます凶暴化した。気候モデル・シミュレーションによると、2100年までに、カテゴリ5級の暴風雨の数は世界全体で85%増、大西洋で136%増となる。

熱波定着

一般に気候変動予測は長期的な平均的地球気温の変化について語る。それは確かに重要な判定基準だが、「平均的」というものは地域の短期的な変事を見えなくするので、誤解を

招く恐れがある。例えば、一方で将来の平均的地球気温に関する国際的交渉が行われているときに、過去の平均値をはるかに超える気温の熱波が地域で起きている場合がある。こういう地方熱波は繰り返し起き、だんだん強くなり、継続期間も長くなっている。同じことが海洋でも起きているのだ。

「海洋熱波」という概念は新しいもので、この語句が初めて使われたのは2011年の「西オーストラリア南西部沿岸の海水温度が前例のない高さに上昇」とする「水温異常」を報告した政府文書においてであった。少し前の2015年までは、海洋熱波という語句をタイトルに使った英語論文はせいぜい五つぐらいであったが、2019年になると92論文に増えた。この増加は、ネイチャー誌が「新研究分野の出現 — 海洋における温度が異常に暖くなる特別な期間における海洋熱波研究の出現」と呼んだものと呼応する。

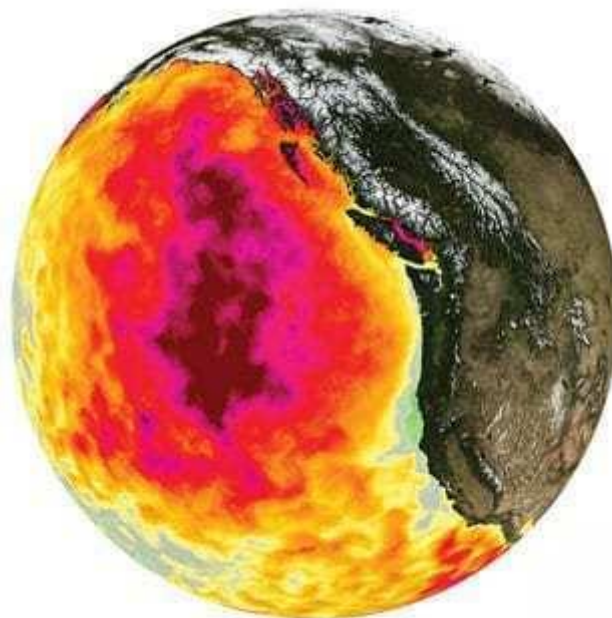
海洋熱波 (MHW) への科学的関心の突然の高まりは偶然ではない。過去20年間に海水気候が大きく変化したことから生じた当然の現象である。海水温度は通常より高くなる場所と期間が度々起き、その頻度と強度と長さが大きくなった。この異常現象は海洋生態系に破壊的影響を与えている。限られた水温範囲の中で生息してきた有機体は改めて適応進化するか、逃げるか、死滅するしかない。

海面上層部の温度が、その海域の過去30年間の水温のうち上位10%の高さの状態が5か月以上続くとき、MHWと規定される。最近 IPCC はもっと厳しい基準 — 上位1%の水温 — を採用し、「1982年以降海洋熱波の生起が倍増し、期間が長くなり、強度も大きくなり、範囲も広がった…MHWは自然現象としての気候変動と説明することはできない」と宣言した。スイスのベルン大学の気候学者たちは「MHWと確認される現象が起きる確率は、人為的原因による気候変動の影響で、従来の20倍になった」と報告している。

21世紀に入って、特に厳しいMHWが地中海(2003年)、ベンガル湾(2010年)、西オーストラリア(2011年)、北西大西洋(2012年)、北東太平洋(2013~2016年)、タスマン海(2016年)、ニュージーランド(2016年)で起きた。これらのMHWは海洋動植物に長く続く深刻な影響を与えた。例えば、西オーストラリアとタスマニアの海では、水温上昇で魚類の住処であるケルプ(昆布)森が死滅し、温水海域に生息するウニが侵入して海底を占拠し、ケルプやその他の海洋植物の再生を阻害している。

2013~2016年の北東太平洋の熱波は、それまでで最大・最長・最強のMHWであった。これは1958年のSF映画に因んで「ブロブ」と呼ばれた¹。映画の宇宙怪物と同じように、急速に大きくなって、生命体を包み込んで破壊するのだ。誕生したのは2013年の秋アラスカ湾で、1年もしないうちにメキシコまで南下、最後には広さ1000万平方キロメートル、深さ200メートルとなった。数千年間海洋生物の生命を支えてきた食物網が前例のない熱さの中で崩れた。植物性プランクトン、カイアシ類、オキアミ、その他の熱に弱い生物が死滅、それらを餌にしていた生物に影響を与えた — 例えば、1億匹以上のタラ、数百万羽の海鳥が餓死した。同じように、餌をなくしたアシカが数千匹餓死した。数百キロメートルにわたってケルプの森が萎びて滅びた。サクラメント川ではキング・サー

モンの95%が温水のために死んだ。記録的な有毒藻類の異常発生で放たれた神経毒のために、バンクーバー島からカリフォルニアまでの貝やカニの漁場が閉鎖された。



By early 2015, The Blob covered a vast area in the northeastern Pacific. Colors show variation from normal water temperatures. Source: C.L. Gentemann et al., *Geophysical Research Letters*, December 2016]

ブロブが消えたのは2016年であった。しかし海洋熱波は北東太平洋を悩ませ続けている。第二の規模と第三の規模のMHWがそれぞれ2020年と2019年に生じた。本論文執筆中の2020年10月、直近の海洋熱波が600万平方キロメートルにわたって起きた。その一月前には900万平方キロメートルの海洋熱波があった。

5年前までは、異常温度海域がカナダぐらいの広さになり2年間も続くとは、誰も想像しなかった。過去の海洋気候に関する研究は、主として海水平均温度の長期的変化とその影響に焦点を当てていた。現在では、「個別的な異常が生態系構造と機能に突然の大変化を引き起こすので、それは生態系にとっては極めて重要である」と論文に書いた著名科学者が18人もいる。彼らは「海洋熱波は人為的原因の気候変動によって強くなり、数十年後には生態系全体を再編し、生態系が提供してきた恩恵を潰す破壊工作員となるであろう」と警告している。

2019年12月に発表された研究は、海洋熱波の規模と頻度はますます大きくなり、今世紀後半には沿岸の多くの海域が「ほぼ恒常的MHW状態」となると予測している。その研究者たちの予測では、たとえ温室効果ガス排出が今世紀半ばに低下を始めても、2100年までに世界の海洋の約半分は1年365日間ずっと熱波に見舞われている状態になる。

もし温室効果ガス排出が減じなければ、2100年までに世界海洋の90%に熱波が定着して、そのうちの3分の2以上が最高強度のカテゴリー4となるであろう。(太平洋で1000平方キロメートルにわたって生態系を破壊し、何百万もの魚、鳥、海洋動物を殺し、さらに数百万もの海洋生物を追い払ったブロブは、カテゴリー3であった) 今後はカテゴリー5、カテゴリー6など、新しいカテゴリーを導入しなければならないかもしれない。現在の量の温室効果ガス排出が維持されると、2080年までに地球システムは「生物種が経験したことがない、これまでとは質的に異なった MHW 気候が支配する時代となる」かもしれない。

地球的規模の悲惨

海洋温暖化はそれだけで世界の生態系の安定を脅かすが²、海洋温暖化は単独で起きるのではない。海洋温暖化、酸素喪失、酸性化という三大害悪はすべて地球規模の炭素循環が乱れた結果である。長い間土中に埋まっていた炭素を大量に燃やすことが海洋化学を変化させ、海水を温め、海中酸素を追い出した。その過程は同時に起き、相互に補強し合い、海洋をますます微生物から鯨にいたる生物にとって住み難い場所、いや命取りの場所にする。

さらに悪いことに、海洋を痛めつけるのは3害悪ばかりではない。魚の乱獲によって多くの種が消滅した。2050年までには魚類の90%が絶滅するという予測がある。海中で分解されることがないプラスチックごみなどの汚染物質が沿岸から深海にいたる全海洋の生物を毒している。窒素肥料流出が沿岸部や河口部にたくさんの酸欠海域を作り出している。海底油田から危険な炭化水素が漏れているし、企業は希少鉱物採掘で深海底を浚渫する一 わずかに残っている未開拓部分にも破壊の魔の手が及んでいるのだ。

ヤン・ザラシーヴィッチとマーク・ウィリアムズという二人の環境地理学者が「海洋生態系の大改造」が進行中だと書いている。今の経済活動がこのまま続くと、「海洋の物理的、化学的、生物学的境界条件…が取返しがつかないほど変形する。地球と海洋にとって最悪な方向へと変形する。」

フランス通信社はIPCCの2019年海洋報告を解説する中で、その変形を次のようにまとめている。「これまで人間に進化に必要な栄養を与えてきた海洋が、今や地球的規模の悲惨をもたらす状態となっている。海洋環境を乱す炭素汚染を止めない限り、その状態は悪化する一方であろう。」

訳注

¹ 『ブロブ/宇宙から不明物体』(1988)の米国映画を指す。これは1958年の映画『マックイーンの絶対の危機』のリメイク版である。

² 今日のテレビで九十九里浜の海岸に多数の蛤がうちあげられているニュースがあったが、海水温度上昇で酸素不足となって、蛤が砂からはい出したものと考えられる。