

## 変わりゆく海洋環境：黒潮大蛇行と温暖化

国立研究開発法人 海洋研究開発機構  
付加価値情報創生部門

アプリケーションラボ主任研究員 美山 透

### 1. 日本周辺の海流と恵み

海が日本を囲み、日本の環境を形作っている。漁業、海運を通して我々に恵みをもたらす。セイリング、ダイビング、釣りなどのマリレジャーの舞台でもある。

海はじっと動かない水たまりではなく、海流という流れがあり、ダイナミックに動いている。図1は日本周辺の主な海流である。暖かい黒潮と対馬暖流、そして冷たい親潮がある。

黒潮（くろしお）は、太平洋の赤道海域から日本列島に沿って北上する暖流である。透明度が高

く栄養分が少ないため、海面から見ると吸い込まれるような黒っぽい色に見えることからその名がある。カツオ、ウナギなどの魚は黒潮に運ばれて日本にたどり着く。また、黒潮は大気に多くの熱と水蒸気を提供し、日本に湿潤で雨が豊富な環境をもたらしている。黒潮は流速が速いところで毎秒2.5m以上に達する世界最強の海流の一つである。これは自由形競泳世界記録保持者でも逆らっては泳げない速さだ。流れは幅100km、深さは1000mにも及び、輸送する水の量は季節や場所によって変化するが約毎秒2000～5000万トンといわれ、世界最大の河川アマゾン川の100倍以上の

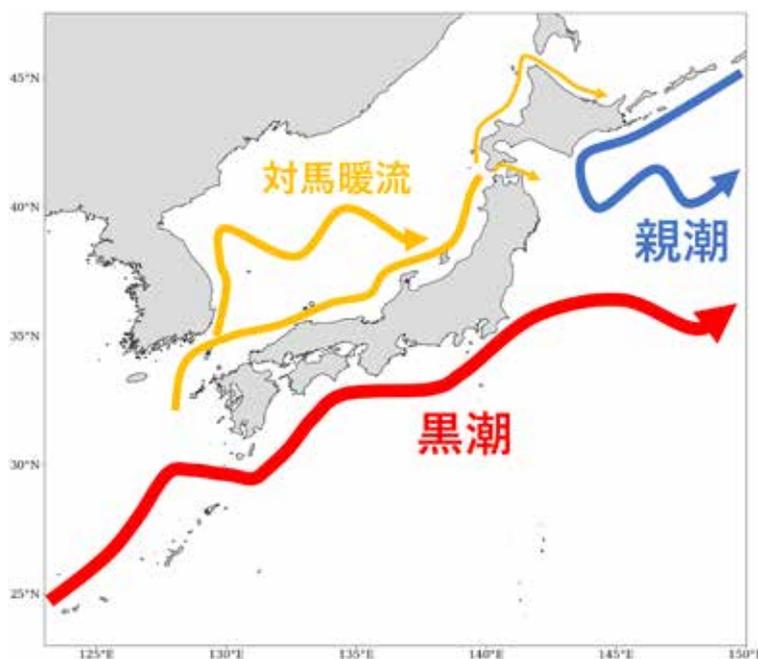


図1：日本周辺の主な下流。

流量である。

親潮（おやしお）は栄養塩が豊富で、魚や海藻を育てる“親”となっているのが名前の由来である。成長したサンマやサケは親潮に乗って日本にやってくる。親潮の冷たい海水温のために、北海道東部や東北太平洋岸では夏にあまり気温が上がり、霧が発生することが多い。日本の太平洋側では、栄養豊富な親潮と温暖な黒潮がぶつかることで、世界でも有数の漁場が形成されている。

対馬暖流（つしまだんりゅう）は対馬海峡を通して日本海に暖水を運び込む。対馬暖流のおかげで、日本の日本海に面した沿岸は同緯度の対岸にある朝鮮半島と比べて温暖な気候になっている。対馬暖流の高い水温から多くの水蒸気が蒸発することが冬に日本海側で雪が多く降る原因ともなっている。

これらの海流は、日本周辺の海水温に強いコントラストを作り出し、亜寒帯から亜熱帯までの幅広い生物相が存在する海環境を形成している。黒潮、対馬暖流、親潮のそれぞれの特徴が組み合わさることで、日本の独特な海洋環境と気候が生まれている。

## 2. 黒潮大蛇行

黒潮は、いつも同じ場所を流れているわけではなく、日本周辺の独特な海岸・海底地形を受けて、世界でもまれにみるほど大きな変化をしている（図2）。川のような強い流れで江戸時代は黒瀬川（くろせがわ）と呼ばれ恐れられていた時代から現在まで、黒潮の強い流れは海難事故の元であり、黒潮がどこを流れているかというのは海事関係者の関心事である。海上保安庁が黒潮の位置の推定値を毎日発表していることは、その証左である<sup>1</sup>。黒潮の位置によって魚の位置が変わるために、漁業者にとっても黒潮の位置は重要である。黒潮によって水の透明度が変わるため、ダイビングなどのマリトレジャーにとっても関心事である。

図2に日本南岸の海底地形をしめしている。黒潮の流れる先には伊豆海嶺と呼ばれる海底山脈が南北にのびている。1000メートル以上の深さに及ぶ流れである黒潮は、海嶺の切れ目で深くなっている所をなんとか通り抜けようとする。その通り抜ける道によって接岸流路や離岸流路という異なる流路が生じる（図2）。

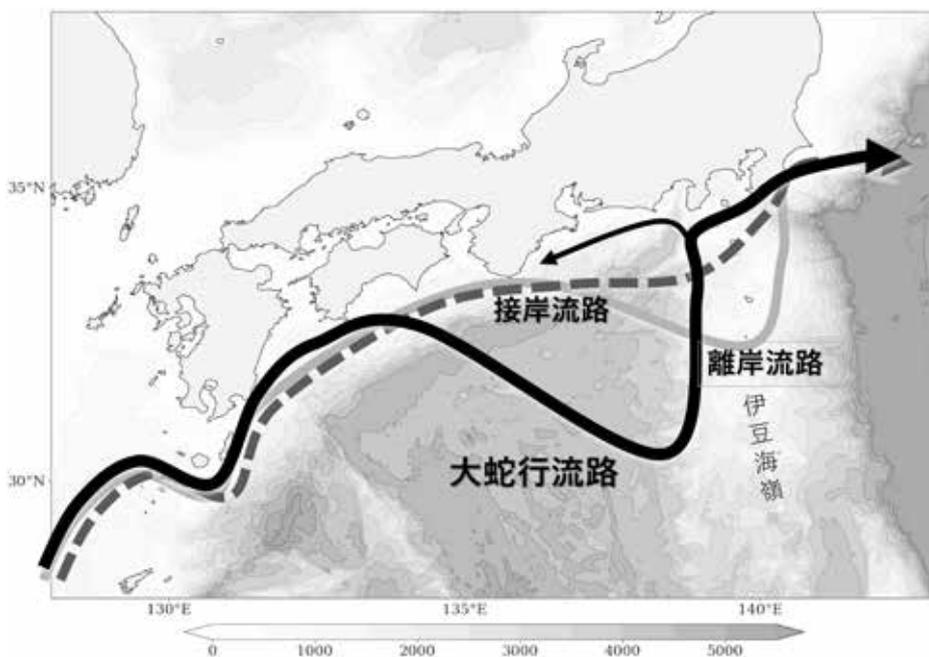


図2: 海底水深と黒潮の主な流路。

大きな黒潮流路の変動の中でも、黒潮大蛇行とは黒潮が紀伊半島から東海沖で極端に南まで蛇行する特異な流路であり（図2）、黒潮だけに見られる現象である<sup>2</sup>。黒潮大蛇行は一度始まってしまうと1年以上継続し、影響が長期化するという特徴がある。中でも2017年8月末に始まった黒潮大蛇行は2023年7月の段階で約6年たってもまだ続いており、観測史上最長になっている。

黒潮大蛇行の時とそうでない時では図3のように温度分布が大きく変わり、海洋生態系や気候に変化があらわれる。黒潮が本周辺の自然環境に与える影響は大きい。黒潮が大きく変化して初めてその大きさを実感することになる。

黒潮大蛇行時には、黒潮が離れる紀伊半島南沖では水温が低くなる（図3）。そのためにカツオなどが不漁になったりする。2018年冬期のサンゴ大量死の一因になったと考えられている。

一方、関東・東海沿岸では水温が高くなる（図3）。南からの魚が増えたり、海藻の生育が不良になったりするなど、海の生態系に大きな影響がある。シラスの不漁や東京湾でしばしばクジラが見られるなどのことにも黒潮大蛇行の影響が指摘されている。

黒潮が直撃する東海沿岸では、潮位を最大で20～30センチほど押し上げ高潮が起りやすいといわれている。実際、2017年台風21号による東海地方での高潮・高波の一因になった。

また、黒潮大蛇行時には南岸低気圧により東京

で雪が降りやすくなるという研究があり、それを裏付けるように、2018年1月22日から23日未明にかけて東京に20cmを超える積雪があり、交通に混乱が生じた。

近年の研究により、黒潮大蛇行に伴う東海沿岸の昇温により蒸発が盛んになり、関東に流れ込む水蒸気が増加するため、温室効果（温室効果気体である水蒸気が増えたことによる地表面への下向き放射の増加）で気温が上昇することが分かってきた<sup>3</sup>。さらに黒潮大蛇行の影響で高くなった湿度により、関東周辺では不快指数が80以上の不快日が統計的に6割程度増える可能性がある。2020年8月17日に静岡県浜松市の気温は41.1度を記録し、日本国内の観測史上最高気温に並んでいる。このときも黒潮は大蛇行しており、浜松沖の海水温は例年より3度も高い状態だった。これらのことから、この記録的猛暑の黒潮大蛇行が要因になった可能性がある。さらに、水蒸気の増加により大雨になりやすくなったり、対流が活発になることで雷が増えたりする可能性も指摘されている。

### 3. 温暖化する海

地球温暖化の進行とともに日本周囲の海の温度も上昇している。日本近海における平均の海水面の温度上昇率は100年当たり+1.24℃である<sup>4</sup>。この上昇率は、世界全体で平均した海面水温の上昇率（+0.60℃）よりも大きい。100年で1度強の温

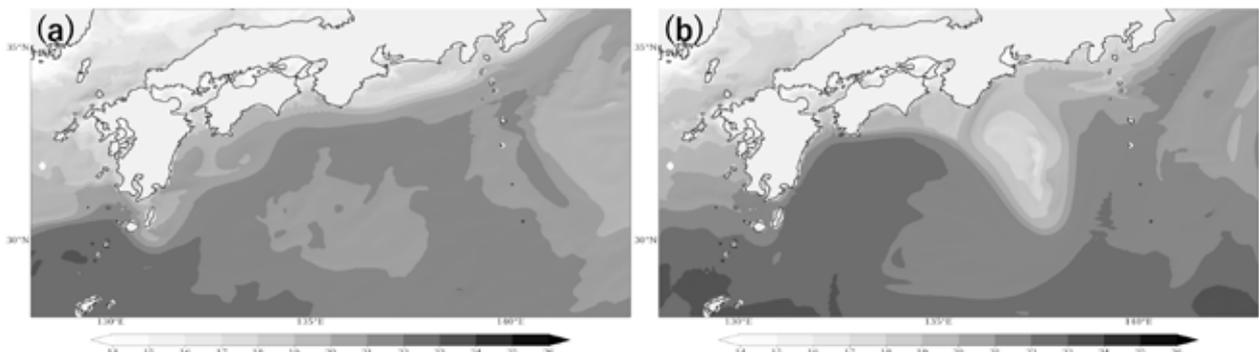


図3: 海面水温の比較。(a) 2012年1月1日黒潮接岸流路の時。(b) 2019年1月1日黒潮大蛇行の時。

度上昇は大きな温度上昇には感じられないかもしれないが、海の熱容量は大気のそれの約 1000 倍以上もあり、水温が変化しにくい海にとってこれは大きな変化である。

平均だけでは海の変化は語りきれない。それを概念的にしめしたのが図 4 である。自然はもともと時間的に変動している (図 4 (a) の太線)。ある年には記録的な猛暑などの原因によってまれに平年より数度以上の異常な水温上昇をしめすことがある。ある閾値を超えた異常な水温上昇を海洋熱波と呼ぶ<sup>5</sup>。海洋熱波が発生した時はサンゴが白化するなど海洋生態系に大きなダメージがある。

このような自然の水温変動に加えて、地球温暖化による水温上昇が加わったらどうなるであろうか。それを示したのが図 4 (b) である。地球温暖化自体は 100 年に 1 度程度のゆっくりとした温度上昇だったとしても (図 4 (b) 点線)、温度変動 (太線) はかさ上げされ、自然変動によって数度ほど気候値より水温が高くなり異常な閾値を超える海洋熱波が頻発することになる。実際、過去 30 年間で海洋熱波の発生日数、頻度は 2 倍に増加している。今後も地球温暖化とともにさらに海洋熱波が増えていくと予測されている。

海洋熱波は猛暑のような大気の影響だけでなく、黒潮大蛇行のような黒潮の変化や、親潮の変化に

よっても発生する。地球温暖化と海洋熱波の増加によって、日本周辺の生物相が変わってきており、それは漁業にも影響が出ている。例として、2010 以降親潮が弱まることによって、北海道・東北沖で海洋熱波が毎年夏に発生するようになっている (図 5)<sup>6</sup>。以前は年に水温が上がったり下がったりであったが、2010 年以降は毎年のように高い水温になっている。それによって 2010 年以降に北海道太平洋側における南方の魚のブリの漁獲量が急増している (図 5)。一方で北方の魚であるサンマやサケは不漁になっている。

海洋熱波と温暖化の影響は海にとどまるものではない。黒潮の高い水温からは大量の水蒸気が蒸発しており日本に湿潤な気候をもたらしている。この黒潮が温暖化することによって水蒸気の蒸発が増え、雨が降りやすくなる。これによって近年は毎年のように以前には見られなかったような豪雨が発生している<sup>7</sup>。今後の温暖化によってさらに豪雨が激しくなってくると考えられる。水温が高く保たれるとで、台風も勢力維持したまま日本に近づき影響を与えるようになる。対馬暖流の温暖さは、冬に日本海側で大雪をもたらしているが、これも温暖化によってドカ雪が増える可能性が指摘されている<sup>8</sup>。

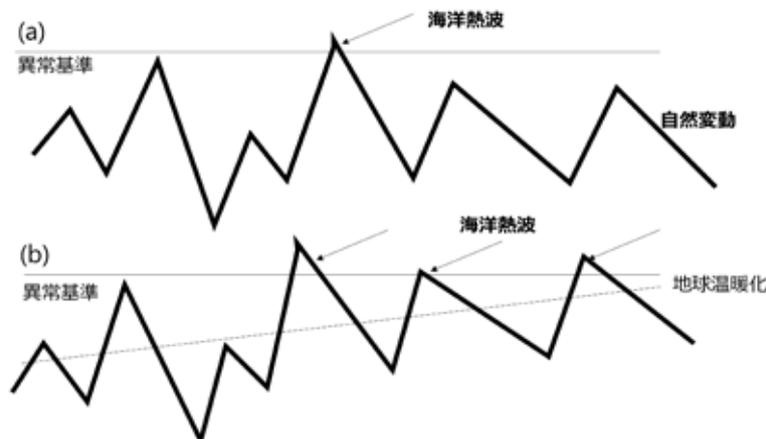


図 4: 海洋熱波の概念図。

(a) 自然変動のみの場合の水温変化。(b) 自然変動に地球温暖化が加わった場合の水温変化。温度上昇がある異常の閾値を超えたときに、海洋熱波と呼ばれる。

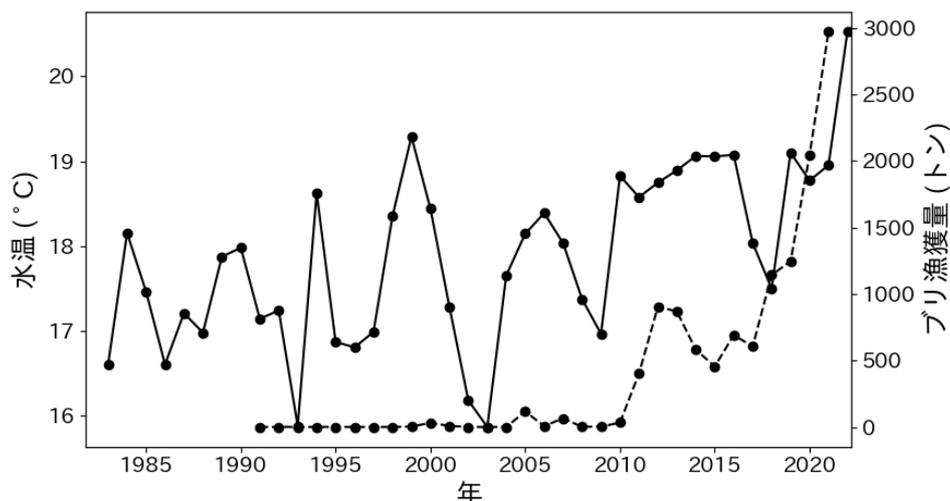


図5: 夏期(7~9月平均)海面水温の親潮域の海面水温の時系列(黒線;左縦軸の°C)と北海道南東部(日高・十勝・釧路)のブリ漁獲量の時系列(破線;右縦軸のトン)。漁獲量データは「北海道水産現勢」(<http://www.pref.hokkaido.lg.jp/sr/sum/03kanrig/sui-toukei/suitoukei.htm>)より入手した。

#### 4. おわりに

日本周辺の海洋は黒潮大蛇行のような変化に富む海でダイナミックに変化している。海洋の変化は海の生態系の変化により漁業に影響を与えるだけでなく、雨などを通して陸上の生活にも影響を与える。今後の地球の温暖化の進行と共にさらに複雑に海洋は変化していき、我々の生活に大きな影響を与えていくだろう。海の大きな影響を考えると、大気の変化が天気予報によって情報が伝えられているように、海の情報も重要となってくる。そのために筆者が執筆している「黒潮親潮ウォッチ」<sup>9</sup>のように、ますます海洋予測情報が提供されるようになるだろう。今後は豪雨のような防災情報を理解するためにも、海洋の情報が重要になっていくと考えられる。

##### 【引用文献】

- (1) 海上保安庁「海洋速報&海流推測図」<https://www1.kaiho.mlit.go.jp/KANKYO/KAIYO/qboc/>
- (2) 平田 英隆・西川 はつみ「黒潮大蛇行」[https://www.jamstec.go.jp/apl/hotspot2/terms/kuroshio\\_large\\_meander.html](https://www.jamstec.go.jp/apl/hotspot2/terms/kuroshio_large_meander.html)

[www.jamstec.go.jp/apl/hotspot2/terms/kuroshio\\_large\\_meander.html](https://www.jamstec.go.jp/apl/hotspot2/terms/kuroshio_large_meander.html)

- (3) 杉本周作「黒潮大蛇行で夏の関東蒸し暑く」[https://www.jamstec.go.jp/apl/hotspot2/articles/articles\\_Sugimoto-2021.html](https://www.jamstec.go.jp/apl/hotspot2/articles/articles_Sugimoto-2021.html)
- (4) 気象庁「海面水温の長期変化傾向(日本近海)」[https://www.data.jma.go.jp/gmd/kaiyou/data/shindan/a\\_1/japan\\_warm/japan\\_warm.html](https://www.data.jma.go.jp/gmd/kaiyou/data/shindan/a_1/japan_warm/japan_warm.html)
- (5) 西平楽「海洋熱波」<https://www.jamstec.go.jp/apl/hotspot2/terms/mhw.html>
- (6) 美山透「北海道・東北沖で海洋熱波が頻発していることが明らかに—海洋熱波とブリの漁獲量にも関連性—」[https://www.jamstec.go.jp/j/about/press\\_release/20210114/](https://www.jamstec.go.jp/j/about/press_release/20210114/)
- (7) 万田敦昌「中緯度海洋が梅雨前線と梅雨期豪雨に及ぼす影響」[https://www.jamstec.go.jp/apl/hotspot2/articles/articles\\_Manda-Moteki-2021.html](https://www.jamstec.go.jp/apl/hotspot2/articles/articles_Manda-Moteki-2021.html)
- (8) 川瀬, 宏明「地球温暖化が日本の雪に及ぼす影響」農業および園芸, 94巻4号, p. 296-304, <https://agriknowledge.affrc.go.jp/RN/2010927090.pdf>
- (9) JAMSTEC「黒潮親潮ウォッチ」<https://www.jamstec.go.jp/aplinfo/kowatch/>