

# 海の季節性と魚類相の変化

## Seasonality in the sea and fish phenology

川崎 健\*

Tsuyoshi KAWASAKI\*

東北大学名誉教授

Professor Emeritus, Tohoku University

### 摘 要

海の季節性は陸上とは大きく異なる。これは海水の物理的・化学的特性によるものであり、とくに熱的慣性が大きいことに由来する。表層と100 m深とはまったく別の世界で、季節の進行も異なる。海洋生態系の長期変動様式も陸上生態系とは異なる特徴を示し、大気-海洋間の相互作用と連動して、レジームシフトと呼ばれる数十年スケールの変動と転換を行う。北海道-本州東方水域は、黒潮と親潮が交錯する、世界で一、二を争う生産性の高い水域であり、季節的な環境変動が大きい。常磐沖水域における水温・塩分の年変化と魚類相の季節変化を示す。地球温暖化がサンマ漁業の季節変化に及ぼす影響についても検討する。

キーワード：親潮, カツオ, 極前線帯, 黒潮, サンマ

Key words: Oyashio, skipjack tuna, polar frontal zone, Kuroshio, saury

### 1. はじめに：海洋の特性

海の生物季節を考える際に、まず指摘しなければならないのは、陸上と異なる海的环境特性である。それは、一言でいえば持続性である。海水は大気に比べて質量が桁違いに大きく、約300倍である。このことは慣性が大きいことを意味している。慣性とは、運動が持続する性質のことである。このように、海水は重く、運動が始まるとなかなか止まらない。

また、海洋の熱容量は大気の1,000倍もある。地表の熱は、ほとんど海洋に貯めこまれている。海洋は地表のエネルギーの貯蔵庫である。海洋は暖まりにくく、冷めにくい。このことを、熱的慣性が大きいという。別の言い方をすれば、古いことを記憶している。海は変化しにくい、いったん変化すればそれが持続する。

純水の密度は、標準的な空気の密度の1,000倍以上である。淡水では4℃で密度が最大になるが、塩分を含む海水では4℃以下で最大になり、塩分が増すにしたがって、密度最大時の水温は低くなる。

さらに、海洋環境を考える場合に、考慮に入れなければならないのは、海水の水平循環(海流)と鉛直循環(上下混合)である。海中のある定点を考えてみよう。通常は暖流に覆われている場所に寒流が差し込むと、真夏でも、突然真冬の環境となる。鉛直混合でも、同じことが言える。

### 2. 海洋生物の変動特性

海洋生物には、レジームシフトという変動特性がある。これは陸上生物には見られない変動特性である。レジームシフトというのは、20世紀の終わりとごころ確立した新しい概念である。海洋生物の季節変化を考える際にも、この変動特性を考慮に入れなければならない。

レジームシフトとは、“大気-海洋-海洋生態系から構成される地球表層システムの基本構造(レジーム)が数十年スケールで転換(シフト)する”ことである。たとえば日本のマイワシ漁獲量には、1936年159万トン、1965年0.9万トン、1988年449万トン、2005年3万トンという3桁の長期変動が見られる。このように生物量が長期大変動する脊椎動物は、陸上には存在しない。

### 3. 常磐沿岸水域における環境の変化

北海道~本州東方水域は極前線帯といわれ、南では暖流の黒潮が東に流れ、北からは寒流の親潮が南下し、変化が激しく、世界で一、二を争う生産力の高い水域である(図1)。海の生物季節の問題を、極前線帯南部に位置する常磐沿岸水域について考えてみたい。常磐地方とは、福島県から茨城県北部におよぶ沿海地方である。福島県沖における浮魚(表層性魚類)のレジームシフトについて説明しよう。

受付：2011年9月21日、受理：2012年1月25日

\* 〒251-0031 神奈川県藤沢市鶴沼藤が谷1-10-6, e-mail: aceg-1937-xz@cfnet.ne.jp

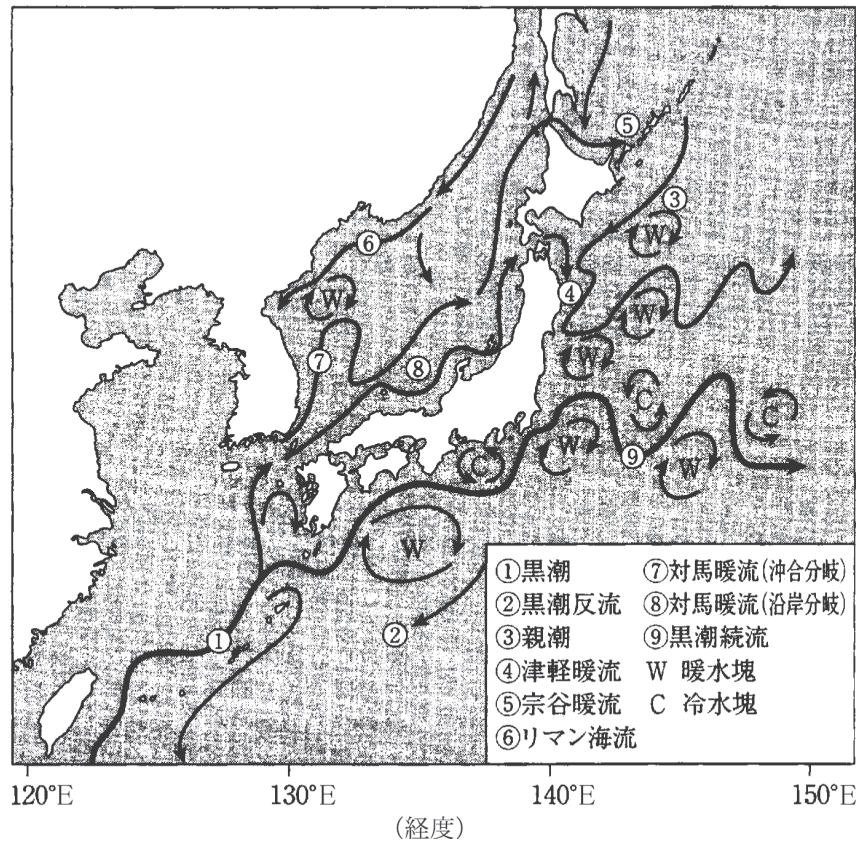


図1 日本周辺の海流.  
教員研修センターHP<sup>1)</sup>(一部改変).

レジームシフトの特徴は、数十年スケールの魚種交代である。1965年～1984年の20年間に福島県に水揚げされた浮魚の魚種種別漁獲量変動を見ると、もっとも優占した浮魚は、カタクチイワシ→マサバ→マイワシ→カタクチイワシと、20年間にサイクル的な変化をしている。季節変化を考える際にも、このことを考慮に入れなければならない。

水深300m程度の浅海における海の季節変化は、次のようである。春になって気温が上昇すると、SST(Sea Surface Temperature, 海面水温)も上昇して、表層に数十mの薄い高温層ができ、躍層によって下層と隔てられる。SSTは8月に最高となりその後低下するが、それとともに鉛直混合が盛んになり、中層は後れて10月ごろ水温が最高となる。つまり、中層は表層に比べて季節の進行が遅い。その後さらにSSTが低下するとともに密度が高まって鉛直循環が強まり、上下の温度差が小さくなっていく。そして春が来る(図2)。しかし、多くの沿岸水域では海流が流れており、その消長によって影響される。

常磐地方の沿岸から沖合にかけての水域は、日本沿岸では海洋学的にもっとも複雑な水域である(図1)。南からの高温高塩な黒潮水と北からの低温低塩な親潮水が、ここで相接する。黒潮が強いときには、冬でも夏の気候となり、親潮が強いときには、夏でも冬の気候となる。このことを具体的に、茨城県大洗沖の定点(北緯36度19分、東経141度06分)にお

ける、2008年1月～12月の毎月1回の観測(海面～水深300m)の時系列について見てみよう(茨城県水産試験場観測)。

水塊の性格は、基本的に水温と塩分で決まる。水温2.0℃、塩分33.5%以下の海水を、純親潮水という<sup>2)</sup>。水温10℃以上、塩分34.0%以上の海水は黒潮水である。これらの中間は混合水である。大洗沖定点について、水温(図2)、塩分(図3)の鉛直断面の時系列を示す。

SSTの変化を見ると、1月は18℃台でその後低下し、4月・5月は12℃台となっている。その後昇温し、8月には26℃台とピークに達している。その後下降して、12月には16℃となっている。これだけ見ると、SSTは順調に季節変化をしているように見える。しかし、水温および塩分の鉛直断面の周年変化を見ると、きわめて大きな変化が生じているのが分かる。それは、2008年の場合には、5月と9月～11月に生じている変化である。

5月に生じているのは、海面～100mにおける水温5℃以下、塩分33.5%以下の純親潮水の北からの貫入である。海面から下層まで一気に真冬の世界になった。9月～11月に生じているのは、水深50m以深における、水温16℃以上、塩分34.5%以上の強力な黒潮水の北上と、50m以浅における、塩分33.6%以下の親潮水の貫入である。この結果、水深30mと50mの間の20mに、10月には塩分33.83%～34.31%のきわめてシャープな塩分躍層が形成さ

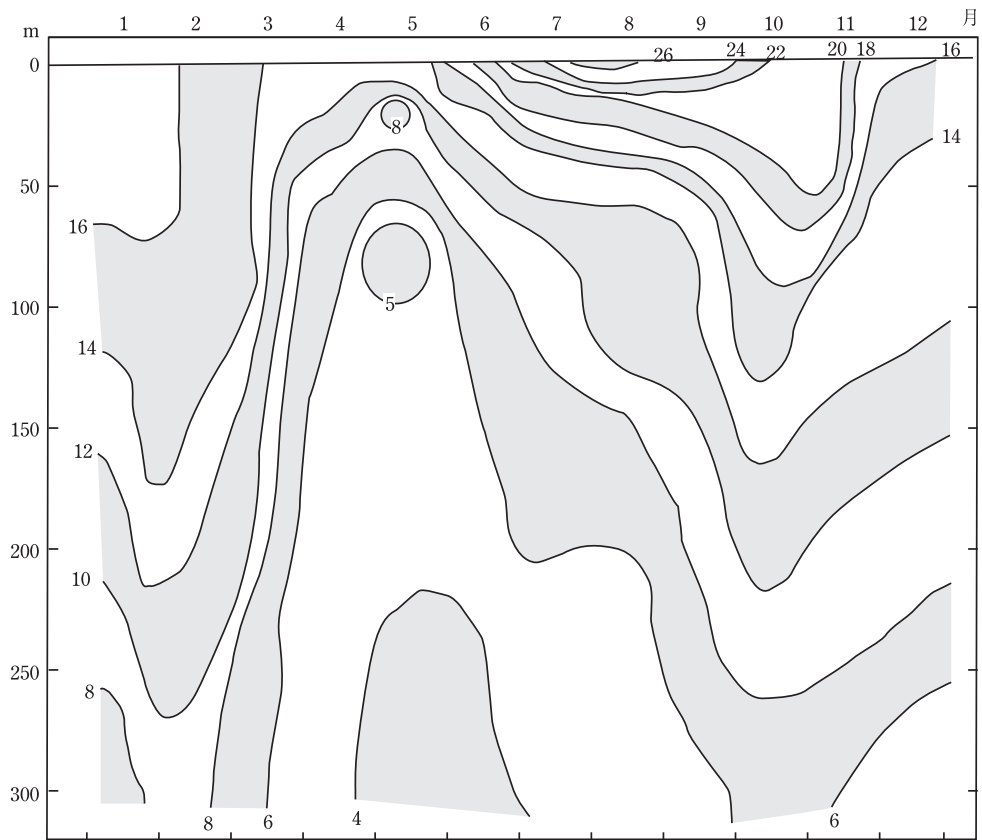


図2 茨城県大洗沖定点(36度19分N, 141度06分E)における2008年1月~12月の水深300mまでの水温プロファイル(茨城水産試験場観測).  
水温の単位は℃.

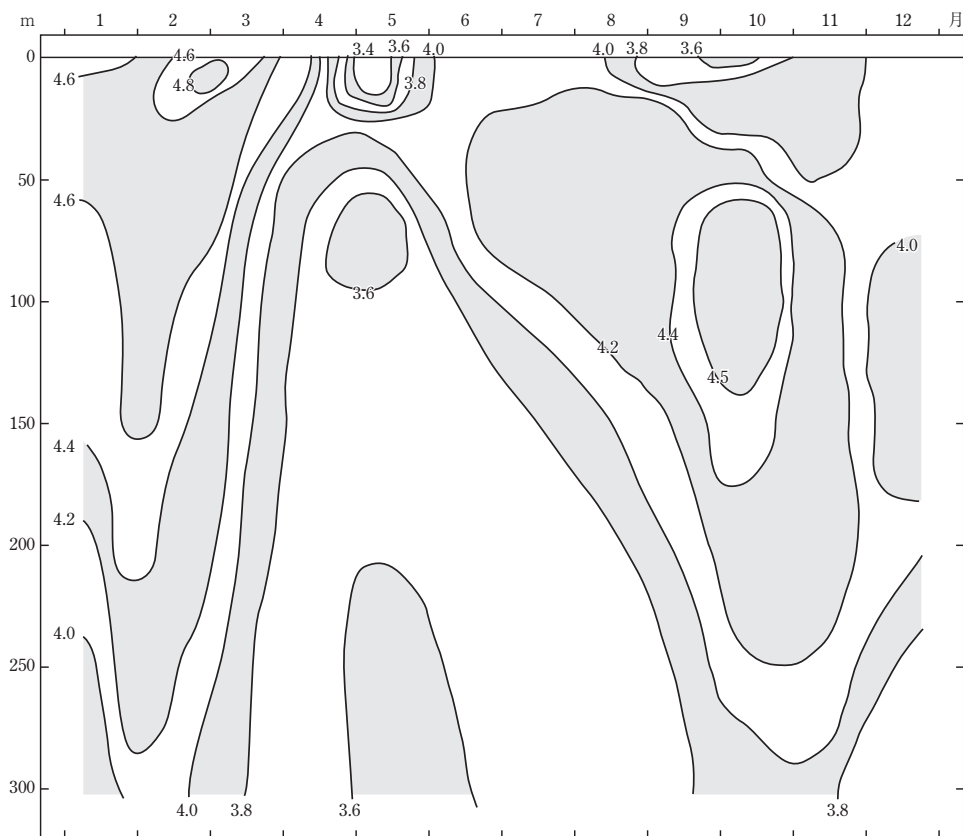


図3 茨城県大洗沖定点(36度19分N, 141度06分E)における2008年1月~12月の水深300mまでの塩分プロファイル(茨城県水産試験場観測).  
塩分の単位は%: 2桁目の数字3を省略してある. たとえば4.6=34.6%.

れている。表層と中層は、親潮水と黒潮水のまったく別の世界である。

しかし、このような大きな周年変化は、水深200mまでの話で、それ以深になると、非常に変化の少ない環境となる。これを海洋の2層構造という。図2、図3を見れば、このことがよく分かる。水深20mにおける水温の年間の変化幅は、21.46℃～7.38℃(14.12℃)、塩分では34.69‰～33.52‰(1.17‰)と非常に大きい。これに対して、水深300mでは、水温で9.20℃～3.48℃(5.72℃)、塩分で34.19‰～33.57‰(0.62‰)と、変化幅は非常に小さくなる。

本州一北海道東岸沖の水域は、黒潮と親潮に挟まれる極前線帯であり、生産力が非常に高く、世界有数の大漁場である。この水域の表層一中層生物は上記のように極端に変動する環境にさらされているのである。

#### 4. 常磐沿岸水域における魚類相の季節変化

1985年における福島県の漁獲統計を用いて、常磐沿岸水域における魚類相の月変化を見る(図4)。表層回遊魚について見ると、季節を告げるのはカツオであるが、沖合における黒潮勢力の増大とともに4月に北上先端群が到着し、5月～7月が盛期である。8月になるといわゆる戻りガツオとなって、10月で漁期が終わる。カツオと入れ替わるようにして、9月～11月がサンマ、10月・11月がシロザケ、12月・1月がマサバ、12月～2月がマイワシの

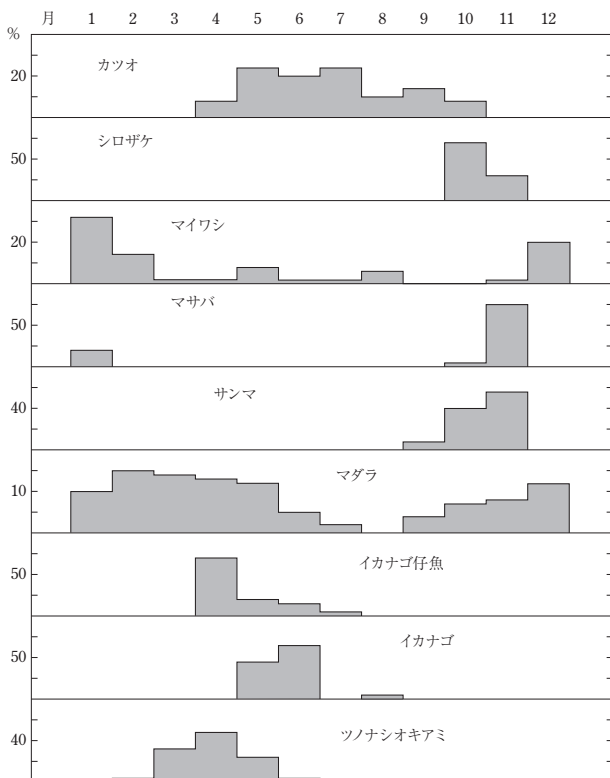


図4 福島県における1985年の魚種別「月別水揚量/年水揚量」の推移。

季節である。

底生魚のマダラについて見ると、変化の小さな深い海を反映して、8月を除いて周年漁獲されている。マダラは冷水魚であるから、水温の低い12月～5月が盛期となっている。

ごく沿岸に分布するイカナゴについて見ると、表層で群れている仔魚期のコウナゴは、4月が盛期で、成長して成魚となって砂質の海底に潜り、5月・6月に漁獲される。冷水性動物プランクトンであるツノナシオキアミは親潮沿岸分枝の南下にともない、3月～5月に表層で漁獲されている。年間で親潮がもっとも強いのは、この時期である。1985年は、親潮沿岸分枝の非常に強い年であった。

#### 5. 地球温暖化と漁業生産

大気は温暖化しており、それに伴って海洋も温暖化している。気象庁によると日本周辺水域の温暖化は大気より大きく、最近100年間で+1℃以上で、とくに日本海中部では+1.7℃に達している。このような温暖化が魚類とくに浮魚の季節移動にどのような影響を与えているのか、について検討した。

サンマは、日本列島の太平洋沖を、秋から冬にかけて北海道沖から九州南にかけて南下し、春から夏にかけて北上する典型的な季節性回遊魚である。サンマの福島県における月別水揚量の年水揚量に占める割合を、1965年～94年の30年間について、細かい年変動を消去するため、5年ごとに平均して図5に示してある。1965年～69年には、サンマは9月から11月まで長い期間にわたって漁獲され、10月に漁獲のピークがある。1970年～74年には、漁期は10月・11月に短縮され、漁獲開始の主な月は10月に移り、ピークが11月と遅くなっている。この傾向は、1975年～79年にはさらに強まり、1980年

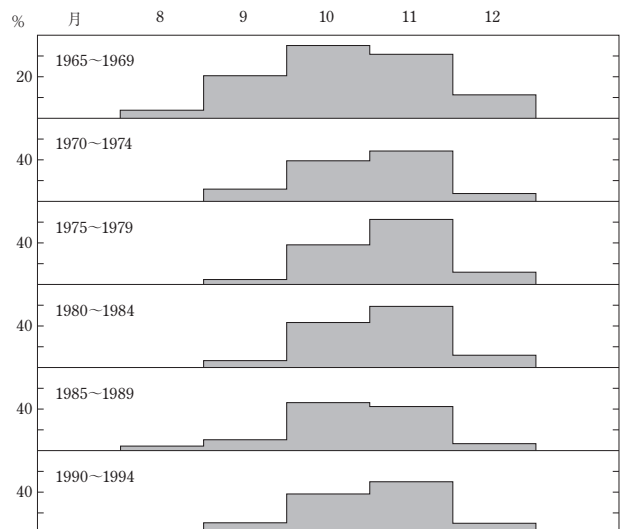


図5 福島県におけるサンマ水揚量の、1965年～1994年について5年ごとに平均した「月別水揚量/年水揚量」の推移。

～84年にも同様である。ここまでの経過を見ると、地球温暖化によってサンマの南下が遅れているように見える。しかし、1985年～89年には漁獲のピークは10月に早まり、1990年～94年には11月に戻っている。

以上をまとめて言うと、1965年～69年と1970年～75年の間に常磐沖のサンマの漁期に大きな変化が見られ、その開始とピークは1ヵ月遅れた。これは地球温暖化の影響と考えられるが、それから25年間は明瞭な傾向的な変化は見られず、地球温暖化の影響は、必ずしも明らかではない。

## 6. まとめ

地球は水球とも言われ、地球表面積の71%は海が占める。海の平均水深は3,800 mであり、海水の量はぼう大である。このように、海洋は地球の気候形成に決定的な役割を担っているが、海の季節と陸の季節の関係は必ずしも明確ではなく、たとえば東北地方太平洋側では、暖かい陸上の冬と冷たい冬の海がしばしば同居している。この問題の解明は、今後の課題であろう。

## 謝 辞

茨城県大洗沖定点の資料については、二平 章氏を煩わした。記して感謝する。

## 引用文献

- 1) 独立行政法人 教員研修センター。  
〈<http://www.nctd.go.jp/>〉
- 2) 川合英夫(1972)黒潮と親潮の海況学, 海洋物理Ⅱ, 海洋科学基礎講座2, 東京大学出版会, 129-320.



## 川崎 健

Tsuyoshi KAWASAKI

1928年中国福州市生まれ。専攻は海洋生物資源の動態。東北大学農学部水産学科を1950年に卒業後、農林省水産研究所に勤務、1975年東北大学教授。1992年から台湾海洋大学客員教授。

1983年にレジームシフトを見だし、2007年に太平洋学術協会より畑井メダルを受賞。2011年にレジームシフトのメカニズムに関する“trophodynamics 仮説”を提唱。2009年に『イワシと気候変動』(岩波新書)を上梓。2012年に『*Regime Shift: Fish and Climate Change*』(Springer)を刊行予定。

