

RPSで分かった日本海スケトウダラ復活の鍵

三宅博哉

キーワード：スケトウダラ、日本海、RPS、温暖化、レジーム・シフト

RPS

RPS (アール・ピー・エス、再生産成功率) は本誌75号で紹介されているように、資源診断のキーワードです。親魚から生み出された卵のうち、何尾が生き残るかを表します。人間社会の出生率に似て、この数字が大きければ資源量(人口)は増加し、小さければ減少します。

現在、日本国内の出生率は「2」を下回っていて、人口の減少と高齢化が社会問題となっています。魚の場合、RPSの変動幅が大きいのが特徴で、RPSが大きくなると、マイワシやニシンのように大発生することも珍しくありません。逆にRPSが極端に小さくなると、資源は崩壊してしまうのです。

人間社会の場合、少子化の原因は、育児支援制度の不備、高額な教育費、核家族化や社会不安など多岐にわたりますが、魚のRPSが変動する原因は、漁業形態に大きな変化が無いとすると、魚の生息する環境にあると考えられます。RPSは、環境の変化が水産資源に与える影響の指標とも言えます。この実例として、日本海スケトウダラの場合を見てみます。

日本海スケトウダラの減少

北海道日本海に分布するスケトウダラは北部日本海系群と呼ばれ、ひとつの資源(ストック)として管理されています。系群とは、生まれてから成長して繁殖するまでのサイクルを行う集団(群れ)を表します。他の系群との繁殖交流がない集団と仮定しますが、ストックという場合には、資源を管理する上で都合の良い、海域単位で分ける

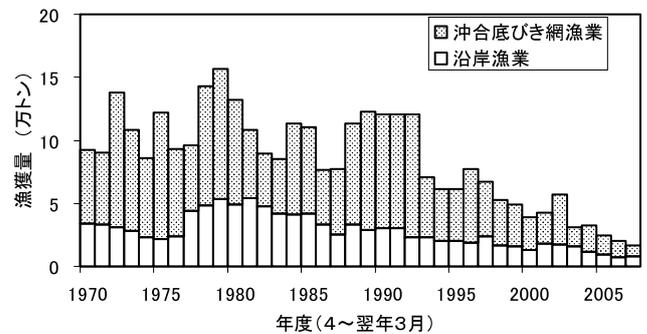


図1 北海道沿岸日本海のスケットウダラ漁獲量

こともあります。

北海道日本海でのスケトウダラ漁獲量は、図1に示すように1990年代以降右肩下がりで、2005年度以来、漁獲量は2万トンを下回っています。つい10年ほど前までは、こうした資源減少の原因は獲り過ぎ(=乱獲)が原因と考えられていました。しかし、獲る側から見ると、「昔に較べたら漁船は半分以下になっているのに、それでも獲り過ぎと言うのか」、「韓国トロール漁船が来なくなったのに、魚は増えないぞ、どうなっているんだ」、との指摘が上がっていました。

獲り過ぎと判断された根拠となっていたのは、コホート解析とかVPAと呼ばれる資源計算の結果です。水産試験場では、漁港市場に水揚げされたスケトウダラを購入して、体長や体重などを測り、年齢を調べます。そして、1年間に何歳魚が何尾漁獲されていたのかを見積ります。このようなデータを何年も積み重ねると、海の中に何歳魚が何尾いたのか、遡って計算できるようになります。そうすると、資源量に対して漁獲量が適切であったか、獲り過ぎていなかったかを判断できるようになるのです。

親子関係

このような計算から、卵を産む親の量と、卵から育った子の数なども計算することができるようになります。日本海スケトウダラでは、親とそれらが産んだ子の関係は図2のように示され、〇〇年の親の量は△△トンで、それらが産んだ卵から2歳まで育った子の数は××尾であることが分かります。親の量の単位は重量となっていますが、これは体重が重いほど多くの卵を生み出すため、尾数よりも重量の方が、生み出す卵数の目安に適しているからです。

図2によると、1984～1988年の5カ年は親の量が12万～20万トンしかなかったのですが、子の数は7億～15億尾と多くなっています。ところが、それ以外の年は親の量が多くても、子の数は8億尾を超えることはありません。

RPSは変化する

生み出された卵の生き残りやすさを調べるために、上で述べた親子関係をRPSで表わします。日本海スケトウダラのRPSは、[2歳の尾数÷親の総重量]として計算できます。つまりRPSとは、図2に示したそれぞれの点と原点(0、0)を結んだ直線の傾きに相当します。日本海のスケトウダラの場合、RPSが図2の直線Aより上にある年と、下にある年に分けられそうです。下にある年ではRPSが低く、親の量が20万トン以上あっても、3～8億尾程度の子しか見込めないのです。近年は、RPSが低いから子の数が減る→そこから育つ親も減る→さらに子の数が減る、という負のスパイラル(らせん型)に陥っている状況です。

次に、RPSが年代と共にどのように変化したのか、詳しく見てみます。図3に親の量(産卵親魚重量)とRPSの年変化を示しました。棒グラフで示した親の量は、1980年代には15万から20万トンでほぼ横ばいで、1987年を除き大きな変化は見られ

ません。しかし、1990年代に入ると、2008年まで単調に減少していることが分かります。一方、RPSは1984～1988年が高く、それ以外の年は10(尾/kg)以下です。特に2002～2004年の3年間は1(尾/kg)以下と、非常に低くなっていることが分かります。

つまり、RPSを時間軸に沿って眺めてみると、RPSが高い年代(1984～1988年)と極端に低い年代(2002～2004年)、およびそれ以外の年の3つのパターンに分けることができます。

また、RPSの変化には、1984、1991、1998年と約7年の周期性が見られます。それに一致するかのように、2005年のRPSは3(尾/kg)と少し高くなりました。しかし、貯金でいえば元金に相当する親魚重量が少なかったため、資源が回復するまでには至りそうもありません。

では、2006、2007年のRPSはどうか?と思われることでしょう。親の量は2008年まで示していますが、RPSは2005年までしか示していません。これは2歳魚を子の数としているためで、2005年生まれがようやく2歳となって、漁獲され始めた

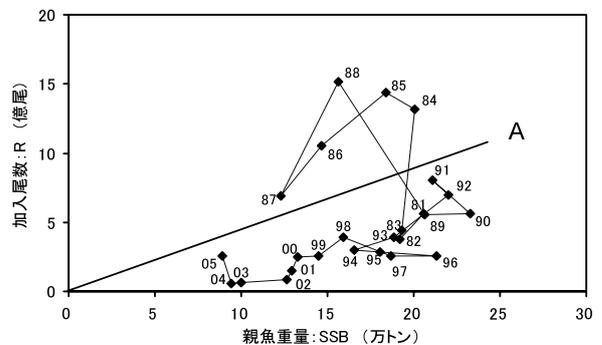


図2 親魚の量と加入量(2歳まで生き残った子の数) 図中の数字はスケトウダラ加入量が生まれた年の下2桁を表す。

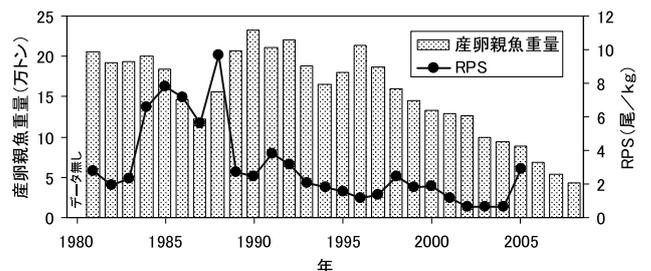


図3 産卵親魚重量とRPSの変化 2000年以降については、データの蓄積によって、今後更新される。

ことを示しています。計算上は、もっと若い年齢まで計算できるのですが、0、1歳魚は、漁業での漁獲量が少ないため、計算されるRPSの精度が大幅に低くなります。漁業の漁獲物だけを調べる方法では、2歳魚を子の数とするのが、限界と考えられます。

水試では、その対策として、試験調査船北洋丸(238トン)、おやしお丸(178トン)および金星丸(151トン)によって、0歳魚、1歳魚の分布調査を行ない、RPSに替わる指標を作ろうと、研究を進めています。

ところで、なぜRPSは高い年と低い年があるのでしょうか。RPSは人間がコントロールするのはできるのでしょうか？

温暖化とレジーム・シフト

温暖化といえば、現在最もホットな話題です。読者の皆さんも目にしない日は無いくらいの、社会問題となっています。洞爺湖サミットでも取り上げられ、CO₂排出規制とかマイバック利用などの運動が盛り上がっています。

北海道の日本海沿岸でも、温暖化が観測されていて、中央水試海洋環境部の田中部長が発表した標準化水温(図4)にも、温暖化傾向が表れています。ただし、気候変動に周期性があるように、水温変動にも十年から数十年におよぶ複数の周期が報告されています。それらのタイミングが一致すると、変化が増幅され、大幅な水温変動が見られるという考え方があります。1990年頃に起きた大幅な水温上昇も、こうしたタイミングの一致が原因かも知れません。

日本海に分布するスケトウダラも、こうした高水温の影響を受けていると考えられています。しかし、周期性があるということは、寒い年も周期的にやってくるということです。そして、このような周期は日本海だけでなく、地球規模の気候変

動に連動していると考えられます。それらの気候変動に駆動されて、気候-海洋-生態系の基本構造がひとつのシステムとして全地球的、長期的なスケールで転換する現象をレジーム・シフトと呼んでいます。この概念は、東北大学名誉教授の川崎先生によって提唱され、今では国際的にも認められています。多くの水産資源の動態は、このような環境の変化と連動しているのです。

そこで、日本海の水温がレジーム・シフトとどのような関係にあるのか気になるところです。前出の田中部長が発表した日本海沿岸の長期間水温データから冬期間(12月から3月)を抜き出し、レジーム・シフトと比べると、寒冷期から温暖期、温暖期から寒冷期への変化が起こった年と、レジーム・シフトが起こった年とがほぼ一致することが分かりました(図4)。

次にこの冬期水温データとスケトウダラのRPSを比較すると、水温が高いとRPSは低くなる関係が見られました(図5)。1984~1988年の寒冷な5年間だけRPSが高いのです。なるほど、水温変化、いやレジーム・シフトと日本海のスケトウダラは連動していたんだなあ、と分かります。

ここまでは、よくある話です。北米のサケやイワシなど多くの魚種で数量変動が気候変動と同期していることが、報告されています。現在は、なぜそうなるのという論議が盛んです。一体どのようにして、気候変動がスケトウダラのRPSに作用するのでしょうか？

この点を明らかにするために、筆者は10月と2

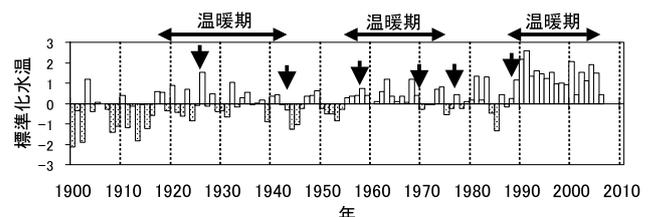


図4 北海道日本海の冬期(12~3月)標準化水温の変動(三宅・田中、2006)
縦矢印はレジーム・シフト(安中・花輪、2007)を示す。

月の水温を調べました。その結果、秋(10月)の水温が高い場合には、日本海のスケトウダラの分布深度が深くなることが分かりました。そのため、温暖化によって、海底深度の浅い北部海域の産卵場が衰退してきたと考えました。また、2004年や2007年の2月の水温が、スケトウダラ卵のふ化に適した水温範囲よりも、高くなっていたことが分かりました。このような年には、卵のふ化率は低下していたはずですが、これらの水温による影響が複合的に作用して、RPS変動の原因となっていたと考えられます。

ベーリング海でのスケトウダラ研究を見ると、餌となるプランクトンの豊度や、逆にスケトウダラ稚魚を食べる他の魚種の活動性など、水温の間接的な影響のほか、風や塩分なども考慮する必要があります。しかし、日本海スケトウダラについて言えば、水温の直接的な影響が最も大きいと言えます。

さて、どうやら1990年代の漁獲量の減少は、獲り過ぎだけが原因ではないことが分かりました。「えっ、スケソ減少の原因は温暖化ではないの?」と思われるかも知れません。確かに、これまでの話では温暖化の影響を説明してきました。しかし、全ての原因が温暖化にある、とまでは言えないのです。漁船の数は確かに減ったのだけれども、それでも結果的に獲り過ぎとなっていたのです。

RPSが低下した場合、それに見合った漁獲量に減らすことが必要なことは、中央水試資源管理部の星野氏が本誌75号に書いたとおりです。先にも述べたように、RPSはリアルタイムにモニターすることはできないので、漁獲量の削減は後手に回りがちです。RPSが低くなくても、そのことに気づくのが遅れて漁獲量を元の量に維持しようとする、結果的に、獲り過ぎ(乱獲)になってしまうのです。

したがって、近年のスケトウダラ資源の減少は、

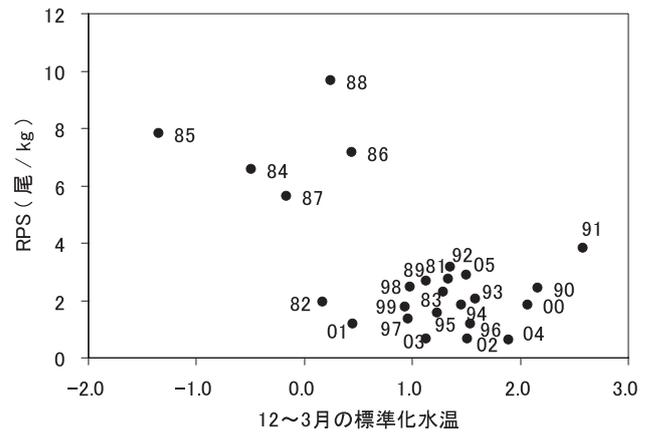


図5 冬期(12~3月)水温とRPSの関係
図中の数字は西暦年の下2桁を表す。

温暖化が引き金となって、獲り過ぎが追い打ちをかけた結果と考えられます。

今後の展望

それでは、日本海スケトウダラの未来には夢も希望もないのでしょうか。その希望の星は2006年生まれ群です。これは、前述した試験調査船による調査で、卵や稚魚の時から生き残りが良く、相当たくさん分布していることがつかめています。その原因は2006年冬季の水温が低かったためです。その前年の2005年生まれも、前述のように、少しは期待できそうです。ただし、それらに続く2007年は非常に生き残りが悪く、2008年も高い豊度は期待できそうにありません。

日本海沿岸の水温に、大きな影響を与えている対馬暖流の流量は、中多・田中(2002)によると5、6年周期で変動しますから、前述したスケトウダラのRPSの周期約7年とほぼ一致します。ですから温暖期にあっても、水温が低くて、RPSが高くなる年は、周期的にやってくると期待できます。その年が来るまで、元金となる2005、2006年生まれを最大限残す、これが負のスパイラルから脱出する、日本海スケトウダラ復活の鍵なのです。

(三宅博哉

中央水試資源管理部 報文番号 B2297)