

モニタリングデータに基づく漁業資源変動予測手法

木所英昭

(独) 水産総合研究センター

Kidokoro@fra.affrc.go.jp

はじめに

私達が日頃より食している水産物の多くは天然資源に依存しています。そのため、気候・海洋環境の変化によって、これまで獲れていた魚が急に獲れなくなったり、逆にほとんど獲れていなかった魚が急に多く獲れたりすることがあります。その結果、私達の食卓に並ぶ魚介類の種類が変化し、時として、食生活にも大きな影響を与えることが生じます。中でも、いわし類、さば類およびサンマ等のいわゆる大衆魚は海洋環境の変化によって大きく変化する特性があるため、影響が大きくなる傾向があります。さらに、近年の猛暑や温暖化等の影響による海水温の上昇も重なり、北海道で暖水性の魚が多く漁獲される一方、サンマが日本周辺に来遊しにくい傾向が続き、話題となりました。

基本的に天然資源に依存する水産物の多くは、気候や海洋環境の影響を受けやすく、供給が不安定になりやすい側面があります。そのため、気候・海洋環境および漁業資源の現状を把握すること、および今後を予測することが、水産物を安定的に供給する上で重要です。ただし、水産物の供給を不安定にする気候・海洋環境および水産資源の変動には様々な時間スケールがあり、それぞれの時間スケール（数日スケールから数十年スケール）によっても問題点および対応の仕方が異なってきます。例えば、地球温暖化による影響は非常に長い時間スケール(100年くらい?)の変化として影響を把握する必要があるのに対し、魚群の分布・回遊による漁獲変動は数日～1ヶ月単位、さらに天候による漁船操業の可否は日単位の供給量の変化と関連します。ここでは、漁業資源の増減と関連する「数年～数十年スケール」の中長期的な変化を取り上げ、海洋環境（特に水温）の変化と漁業資源の関連、およびこれらの変化に対する取り組みについて概要を紹介します。

水産資源の中長期的変動（数年～数十年スケールの変化）

いわゆる大衆魚と呼ばれる小型浮魚類（マアジ、さば類、いわし類、サンマ、スルメイカ）は海洋環境（主に水温）の10年～数十年スケールの変化（気候の温暖化、寒冷化）に伴う生態系の変化によって資源量が大きく変動する特性があります。特に水温特性によって、優占する魚種が変化する魚種交替と呼ばれる現象が知られています。海洋環境の中長期的な変化の一例として、図1に日本海中部における表面水温の変化を示します（資料は気象庁のHP http://www.data.kishou.go.jp/kaiyou/shindan/a_1/a_1.html より）。表面水温は温暖化に伴う長期的な上昇傾向にある他、10年～数十年スケールで温暖、寒冷が繰り返

してきました。近年では、1970年代後半～1980年代に水温が低下し、寒冷な環境となっていました。1990年以降は水温が上昇し、温暖な環境へと変化しました。特に2000年以降は、水温が過去100年間で最も高い水準になっています。

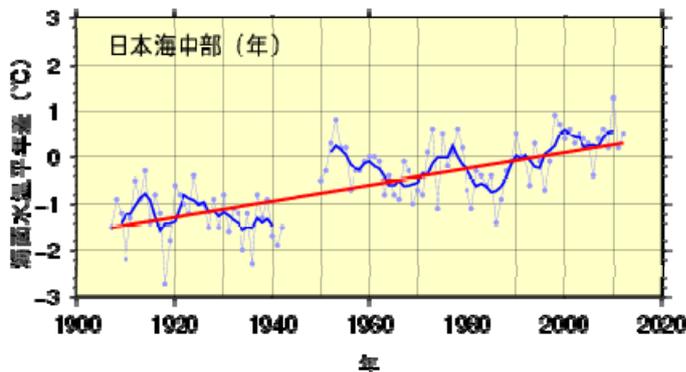


図1 日本海中部における表面水温の変化（気象庁のホームページ http://www.data.kishou.go.jp/kaiyou/shindan/a_1/a_1.html より）

このような水温の10年～数十年スケールの変化は小型浮魚類の資源量の変化と大きく関連しています。特にマイワシでは資源量および漁獲量の変動が大きいのが特徴です。マイワシの漁獲量は、日本周辺海域の水温が低かった1970年代～1980年代は多い年で年間400万トン以上ありましたが、日本周辺海域の水温が上昇した1990年代以降は、急速に資源量および漁獲量が減少し、2000年以降は数万トンレベルまで減少しました（図2）。一方、マイワシとは逆に、カタクチイワシやスルメイカの漁獲量は、水温が低下した1970年代～1980年代には減少しましたが、水温が上昇した1990年代以降は増加し、現在まで比較的高い水準で経過しています（図2）。しかし、現在は低水準となっているマイワシも、海洋環境が変化（低水温化）することで、再び急増することが期待される一方、現在、資源状況が良好なカタクチイワシやスルメイカでは、海洋環境の変化（低水温化）によって資源量や漁獲量が大きく減少することが懸念されます。そのため、早期に海洋環境の変化による資源量や漁獲量の変化を把握すること、可能であれば変化を予測することが要望されています。さらに、海洋環境の変化による漁業資源の変化、特に生残率の変化のメカニズムの解明が現状の把握および今後の予測精度を向上させる上でも重要となっています。

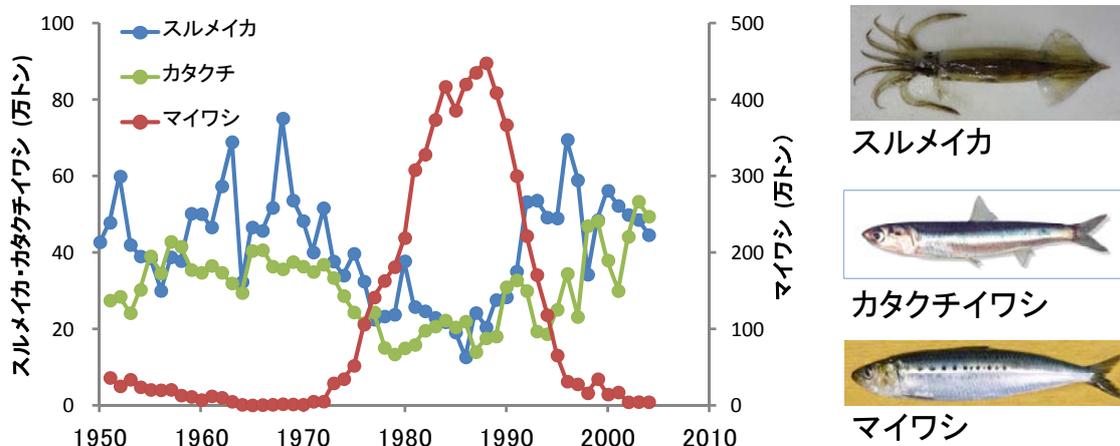
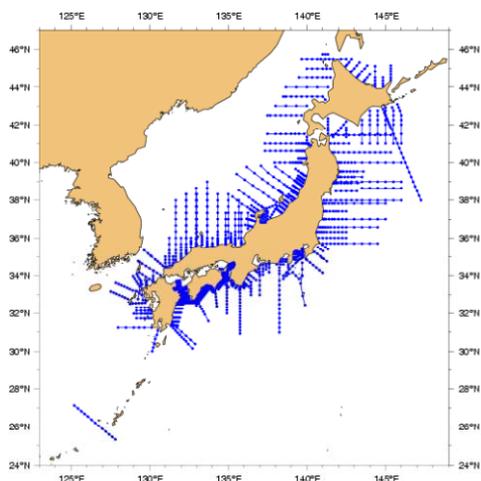


図2 スルメイカ、カタクチイワシおよびマイワシの漁獲量の変化

漁業資源および海洋環境のモニタリング

漁業資源の変動要因のメカニズムを考える場合、稚仔魚期の生残が特に重要と考えられています。一般的に、漁獲対象となる魚介類は多くの卵を生むものの（多くは、1匹の雌で数千～数十万の卵を生みます）、その後生き残って漁獲対象サイズまで成長する個体はほんの僅かです。つまり、幼稚仔魚期の生残率が非常に高いのが特徴です。さらに、幼稚仔魚の生残率は年々の海洋環境（水温、餌、流れ）によって変化するため、幼稚魚期の生残率の違いが漁業資源の変動と大きく関与します。そのため、海洋環境や漁業資源のモニタリングを毎年継続して実施し、その年の海洋環境（水温、餌、流れ）と、幼稚仔魚の生残率および漁業資源の資源量を把握することは、現状を把握するばかりでなく、今後の変動を予測する際の重要な情報となります。特に寿命が短いサンマ（寿命が2年）やイカ類資源（主に寿命が1年）では、毎年の生残率の変化によってその年の漁獲量が大きく変化するため、毎年のモニタリングが特に重要であり、各種調査が実施されています。



漁業資源調査における海洋環境の調査定線図
各調査点において、水深 300～1000m までの水温・塩分観測の他、魚の餌となるプランクトンの調査を実施



スルメイカの資源調査概要

図3 漁業資源調査の概要 上図：海洋環境調査、下図：スルメイカの資源調査概要

スルメイカ資源のモニタリング調査

ここで、漁業資源のモニタリングの一例として、スルメイカ（日本のイカ類漁獲量の70%を占める重要な漁業資源です）のモニタリング調査を紹介します。まず、スルメイカの生態概要として、スルメイカは回遊性のイカであり、季節的に日本周辺海域を大きく回遊する特性があります。通常、水温の低い春先は主に山陰～九州沿岸域に分布しますが、水温の上昇と共に北上し、水温の高い秋口には北海道周辺からサハリン沿岸まで分布範囲が拡大します。秋以降は水温の低下と共に南下し、多くは秋～冬にかけて西日本沿岸域から東シナ海で産卵して一生を終えます。

日本周辺海域を広く回遊し、1年で成長・成熟、産卵・死亡するスルメイカのモニタリングには、それぞれの発育段階、および分布に応じた調査が必要になります。まず、スルメイカの幼生の分布調査を山陰～東シナ海にかけて実施し、幼生の分布量を調査することでその年の獲り残し量や、産卵状況を把握します（図3）。また、スルメイカの漁獲が本格化する前（4月～6月）には、漁獲サイズになる前のサイズ（体長3～10cm）の分布量を調査し、このサイズまでの生残数（および生残率）を把握すると共に、その年のスルメイカの漁獲状況の予測を行います。さらに、スルメイカの漁業が本格化する6月～7月には、商業漁船と同じ方法（いか釣り）で採集調査を実施し、その年のスルメイカの資源量を推定すると共に、資源量の中長期的な変化を把握しています（図4）。

モニタリング調査の結果から、スルメイカの資源量（秋季発生系群）は、1980年代は50万トン前後でしたが、2000年前後には約200万トンに増加したと推定されました（図5）。また、日本と韓国の漁船によってスルメイカは、1980年代は資源量の30～40%が漁獲されていましたが、近年は20%以下しか漁獲されていないと計算されています。

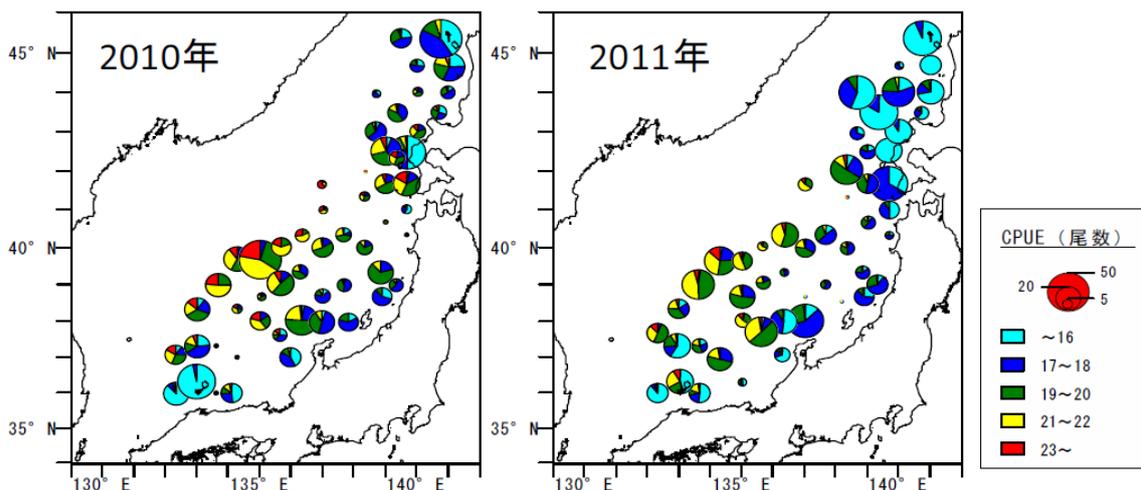


図4 日本海におけるスルメイカ（秋季発生系群）の資源調査結果
図中、○の面積は各調査点の分布密度の指標となるCPUE(釣機1台1時間の採集尾数)を示し、各色は各体長範囲(cm)の比率を示す。

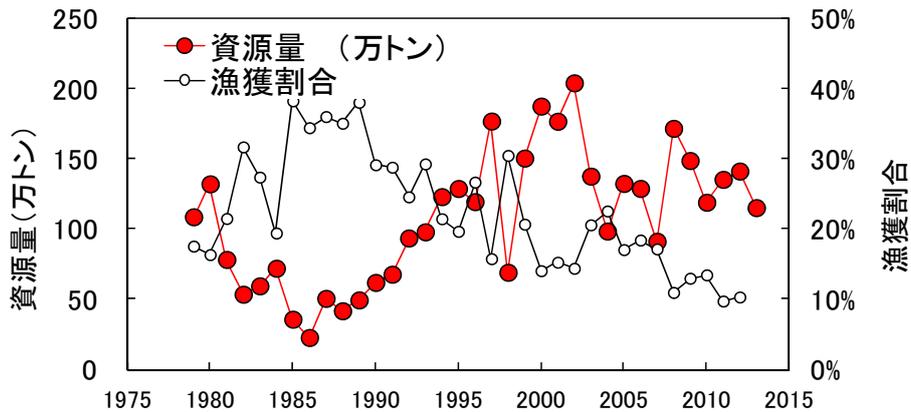


図5 スルメイカ（秋季発生系群）の資源量および漁獲割合（漁獲量／資源量）の変化

スルメイカの生態的特性の変化

資源量の変化に加えて、スルメイカでは海洋環境の中長期的な変化と同時期に生態的特性（産卵場の位置および産卵時期）も変化していたことが、長年にわたるモニタリング調査の結果、明らかになってきました。先に紹介したとおり、スルメイカの漁獲量および資源量は水温の低下と共に1970年代～1980年代に減少し、低水準となりました。この時期の日本海における幼生の分布調査結果では、スルメイカの幼生が山陰～北陸沿岸域を中心に採集されており、この海域付近で産卵したと推定されます（図6）。その後、資源が増大した1990年代以降では、対馬海峡から東シナ海でもスルメイカの幼生が採集されるようになり変化し、1990年代以降では、産卵する海域が南に拡大しました（図6）。また、産卵時期も1980年代は秋が中心であったと推定されているのに対し、1990年代以降では、水温の上昇によって秋～冬まで産卵時期が拡大したと推察されています。

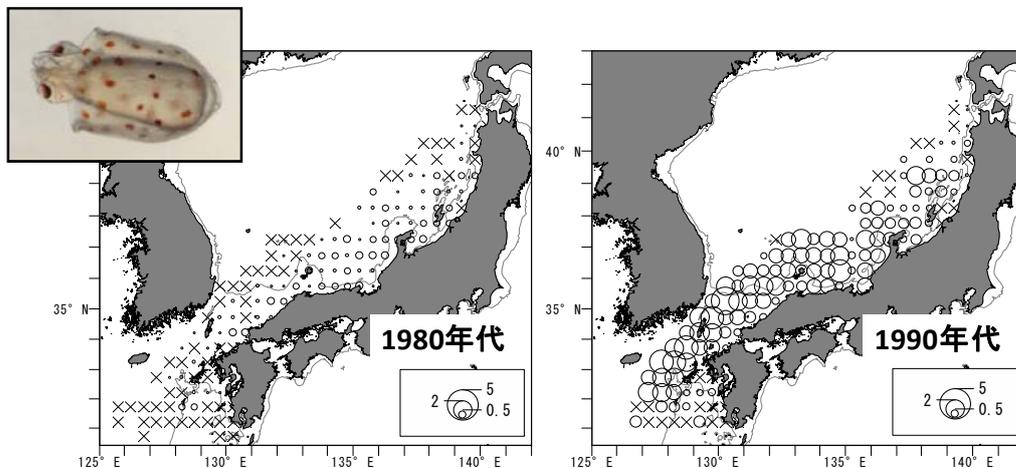


図6 スルメイカ（秋季発生系群）の幼生分布の変化
○の大きさは平均採集個体数、×は採集されなかった調査点を示す。

スルメイカの資源動向判断・予測

以上の様に、スルメイカでは、海洋環境が寒冷化すると産卵時期や産卵場が縮小し、資源量が減少することによって漁獲量も大きく低下することが明らかとなってきました。そのため、スルメイカの資源量に加えて、スルメイカの産卵場および海洋環境の調査を行うことによって、現在のスルメイカの資源量がどのような状況にあり、今後どのように推移していくかを判断することが可能になりました。なお、今年の調査結果でも秋の対馬海峡付近および冬季の東シナ海でもスルメイカの幼生が採集され、これらの海域にスルメイカの産卵場が形成されていることが確認されています。そのため、翌年（および今後数年間）にスルメイカが大きく減少するような状況にはないと判断されています。

海洋環境データを用いた漁期・漁場予測

一方、良好な資源状況にも関わらず、近年の夏季の高水温化によって、スルメイカの分布が北方、沖合に偏り、日本漁船にとってスルメイカが漁獲しにくい状況になっています。そのため、資源量が多いと推定されているにもかかわらず、近年はスルメイカの漁獲量が伸び悩んでいます。そのため、スルメイカでは適確な漁場位置の予測や効率的な漁場探索手法の開発が、供給量や漁業経営を安定させる上で重要な課題となっています。特に、スルメイカ、サンマの分布は海洋環境（水温）と深く関係していることから、人工衛星による海面水温情報、海洋観測調査結果による情報および海洋動態モデルによるシミュレーション結果を利用した分布予測手法、漁場探索技術および情報提供技術の開発・運用が進められています（図7）。

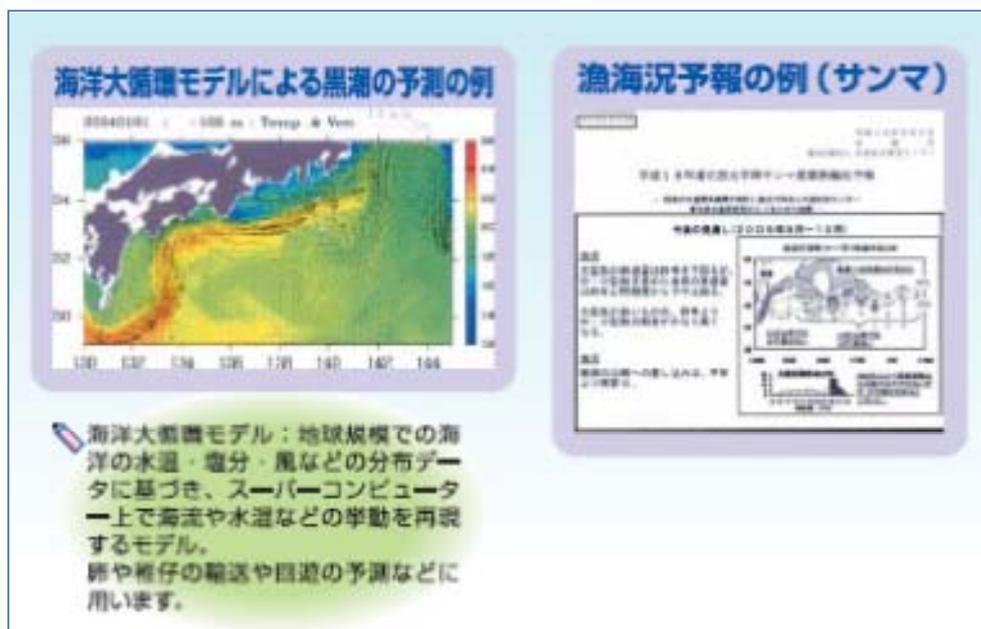


図7 海洋動態モデルを用いた水温分布のシミュレーションおよびその結果を用いた漁況予報（漁場の位置、漁期、漁獲量の予測）の事例（ここではサンマの漁況予報）

消費者として私達にも出来る情報活用と対応

今回紹介しましたように、漁業資源は海洋環境の中長期的な変化と共に大きく変化する特性があります。そのため、漁業資源の管理（例えば漁獲量の総量規制による資源保護）には、海洋環境の変化も考慮しながら進めることが重要となっています。例えば、近年のマイワシ資源のように海洋環境がマイワシ資源の増加にとって不適な場合（つまり資源が増えにくい場合）には、資源保護を重視するような管理が重要です。その一方、近年（特に 2000 年以降）の海洋環境が資源量の増加に好適な場合（つまり資源が増えやすい場合）は、適度な漁獲強度の下、積極的に有効活用することが望まれます。

また、海洋環境の変化による漁業資源の変化、および漁業資源の保護には私達消費者も協力して対応することが重要です。基本的に、資源状態が悪化している漁業資源を消費するよりも、資源状態が良好な漁業資源を中心に消費していくことは、資源保護の観点からも重要です。さらに、資源量が減少した漁業資源では、通常、供給量が減少し、価格も高くなる傾向があるため、家計への負担も高くなりがちです。したがって、漁業関係者ばかりでなく、私達消費者も漁業資源の現状や、今後の漁況見通しに関する情報を利用し、賢明な消費活動および漁業資源保護への取り組みを支援していくことが大切です。その結果、漁業資源の適切かつ持続的な利用、供給量の不安定性の軽減に繋がることが期待されます（ただし、実際には様々な嗜好、食文化、食習慣もあり、なかなか難しいのが現実でもあります）。

*水産総合研究センターにおける漁業資源に関する情報提供サイト

漁業資源の評価：<http://abchan.job.affrc.go.jp/index1.html>

漁業資源の変動要因：http://abchan.job.affrc.go.jp/index_hendou.html

漁況・海況予測：<http://abchan.job.affrc.go.jp/index2.html>

*漁業資源および漁業資源に関する海洋観測のモニタリングは、水産庁「我が国周辺水域資源評価等推進委託事業」をもとに実施されています。