

短	報
Note	

東日本大震災被災地東北3県における 水産資源モニタリング提言

芝野あゆみ^{*†}・金岩 稔^{**}

(平成25年9月30日受付/平成26年3月11日受理)

要約：東日本大震災により被災した岩手・宮城・福島県の水産業の長期的な復興のためには信頼性の高い資源管理が欠かせない。漁業の努力量を故意に増減させ、資源量の応答をモニタリングし、生物学的情報や資源状態に合わせて水産資源管理方策を探る手法を積極的な順応的管理と呼ぶ。被災地では複数の魚種で漁獲努力量が下がっており、今まで観測されていない漁獲努力量下での資源の応答をモニタリングすることができる。これは前述の積極的な順応的管理と同様の状況であり、そのモニタリングは資源評価・資源管理において大きな意義を持つ。本研究では、被災地において震災後直ちに得られる情報を用いて、積極的な順応的管理を漁業資源管理に使用する場合を想定し、3県でデータを得られた49魚種を対象とし、県における重要度と生物学的特徴を考慮した基準でモニタリング優先順位を求めた。しかしながら、これらの結果は恒久的なものではなく、今後漁獲努力量や生息環境の変化が明らかになるにつれ、更新していくことが重要であると示唆された。

キーワード：水産資源, 積極的な順応的管理, 東日本大震災, モニタリング

はじめに

2011年3月11日に発生した東日本大震災では、東北の太平洋沿岸を巨大な津波が襲い、特に岩手・宮城・福島3県の水産業は甚大な被害を受けた。現在水産庁は水産業の復旧・復興計画を推進しているが、その計画は漁港や漁船の復旧が中心であり、適切な資源管理に基づく健全な漁業の建設への考慮が十分とはいえない¹⁾。長期的な漁業の復興には、信頼性の高い資源評価に基づく資源管理体制の確立が欠かせない。

一般的に、資源状態に関する情報は漁獲開始以降に収集されることが多く、得られる情報は既に一定の漁獲圧にさらされたものに限られている。一方、岩手県・宮城県・福島県では、漁船数減少や漁期短縮などにより、多くの魚種で漁獲努力量が減少した²⁾。この状況下での資源の情報を、過去の漁業から得られた知見と組み合わせることで、異なる漁獲圧における資源の情報を資源評価に用いることができ、より信頼性のある資源管理が可能となる。

例えば、漁獲努力量の大きな変化に反応して親魚量が変化した場合、漁獲努力量に応じた親魚量と、それに対応する加入量の情報が手に入る。このように、漁獲に対して資源がどのように反応するか積極的に情報を集め、生物学的情報や資源状態に合わせて管理方策を探る手法は、積極的な順応的管理 (active adaptive management) と呼ばれる^{3,4)}。

今回の震災では自発的に漁獲努力量を減少させたわけで

はないが、これに反応して親魚量が変化するのであれば、その変化をモニタリングし順応的管理に生かすことは、積極的な順応的管理と呼べるだろう。また、今回のように多くの魚種で漁獲努力量が減少することは稀であり、今まで観測されていない漁獲努力量下での資源の応答をモニタリングすることは、資源評価・資源管理上の意義が大きい。

しかし、人的・金銭的資源には限りがあり、漁獲対象とされる全魚種でモニタリングを行うことは難しいため、各魚種の優先度を順位付けする必要がある。その際、地域にとって重要な魚種、積極的な順応的管理に適した生活史を持つ魚種を優先することは一つの選択肢となるであろう。そこで本研究では、これらの性質に基づいてモニタリングの重要度を測る指標として、漁獲重量・漁獲金額・生息海域・寿命の4つを用いて順位付けを試みた。

一つ目の漁獲重量は食料供給上の重要度、二つ目の漁獲金額は経済的重要度を示す。これらの重要度が高い資源は持続的かつ安定した利用が求められると考えられる。

三つ目の生息海域は、資源管理対象を区分する要素であり、管理の有効性を示す。例えば、一つの湾内で生活史が完結し他の海域の個体と遺伝的交流のない資源は、湾内の漁業者のみで管理が可能である。また、生息海域の狭い魚種は東北3県での漁獲努力量の変化に対する応答性が高いと予測される。一方、沿岸小型漁船漁業の復旧は他漁業種類に比べて被災地全体で遅れており²⁾、沿岸資源は漁獲努力量が小さい状態が続いている。そのため、前述の目的に

* 東京農業大学生物産業学研究科生物産業学専攻

** 東京農業大学生物産業学部アクアバイオ学科

† Corresponding author (E-mail: ayumi.shibano@gmail.com)

則れば、沿岸資源は沖合遠洋資源よりも優先順位が高いと考えた。

四つ目に、対象魚種の寿命を考える。例えば、サンマやイワシのような寿命が短い魚種では、漁獲努力量減少により親魚が多く生残してもその親魚が加入を支える期間は短く、親魚増加の影響は少ない。対照的に、マダラのような長寿命の魚種では、生残した親魚が数年間にわたり再生産に貢献する。つまり、寿命の長い魚種では漁獲努力量減少により親魚が増加した場合、加入を支える期間が長く、影響が大きいといえるだろう。従って、長寿命種は積極的な順応的管理に適していると考えられる。

そこで本研究では、被災地において積極的な順応的管理を漁業資源管理に使用する場合を想定し、入手可能なデータを用いて実現可能な基準設定の一提案として、漁獲重量・漁獲金額・生息海域・寿命データを用い、岩手県・宮城県・福島県で水揚げされている漁業資源についてモニタリング優先順位を検討した。

方 法

前述の4つの指標を用いて評価するために、モニタリング優先順位の評価基準として、漁獲重量・漁獲金額・寿命の長さ・漁場の4種類を用いた。

データ参照元として、漁獲重量と漁獲金額評価には農林水産省水産統計⁵⁾を用い、震災前のデータを得られた49魚種を網羅的に評価対象とした。寿命評価では平成24年度わが国周辺の水産資源の資源評価報告⁶⁾からベニズワイガニ・ブリ類・フグ類・ヒラメ・イカナゴ類・カタクチイワシ・キチジ・マアジ・マダイ・マイワシ・サバ類・サンマ・サワラ・スケトウダラ・スルメイカ・ズワイガニ・アジ類・イカ類・カニ類のデータを得た。平成24年度国際漁業資源の資源評価報告⁷⁾からビンナガ・カツオ・キハダ・クロマグロ・メバチ・メカジキ・サメ類・カジキ類・サケ類・マス類のデータを得た。資源管理計画書⁸⁾からアナゴ類のデータを得た。HILLら(1989)による報告⁹⁾からクロカジキ、NICOLとENDO(1999)による報告¹⁰⁾からオキアミ類、永島と鳥澤(2003)¹¹⁾からアカイカ・アワビ類・ホッケ・ホッキガイ・マダラ・メヌケ類・ナマコ類・タコ類・ウニ類のデータを得た。エビ類に関しては平成24年度わが国周辺の水産資源の資源評価報告⁶⁾と長嶋と鳥澤(2003)による報告¹¹⁾の両方からデータを得た。漁法別漁獲重量の評価には平成22年度宮城県漁海況情報¹²⁾、平成22年福島県海面漁業漁獲高統計¹³⁾を用いた。

漁獲重量及び漁獲金額はそれぞれ、各県の各魚種が全国でどの程度のシェアを有しているかを以下の式によって評価した。

$$\text{各県各魚種の漁獲重量シェア} = \frac{\text{各県の漁獲重量}}{\text{全国の漁獲重量}}$$

$$\text{各県各魚種の漁獲金額シェア} = \frac{\text{各県の漁獲金額}}{\text{全国の漁獲金額}}$$

また、県内の漁獲金額において各魚種がどの程度の重み

を有しているかを評価するため、以下の式によって各県各魚種の漁獲金額を評価した。

$$\text{各魚種の県内漁獲金額シェア} = \frac{\text{各魚種の漁獲金額}}{\text{県内全魚種の漁獲金額}}$$

以上の3つの評価基準をそれぞれ得点として扱い、これらを県ごと魚種ごとに合算した。この際、本来これらの重要度に適切な重み付けをした上で評価するべきだが、重要度は漁業種や魚種ごとに異なり、かつ客観的な重み付けをすることは困難なため、今回は同じ重み付けで評価した。得点が県ごとの平均値よりも大きい魚種はモニタリングの重要度が大きいと判断した。メヌケ類・ホッキガイ・エイ類・クロカジキ・ナマコに関しては漁獲重量データを得られなかったため、漁獲重量の得点を0とし、漁獲金額データのみを用いて評価した。

各魚種の寿命の長さは、最長確認年齢に基づいて分類した。寿命に雌雄差のある魚種に関しては、より長い方を用いた。メヌケ類など複数の魚種を含む分類群に関しては、その分類に属する種の最長確認年齢を用いた。サメ類はヨシキリザメとネズミザメを主要な組成種と考え、これら2種の最長確認年齢を用いた。シラスはマイワシ・カタクチイワシを主要な組成種と考え、これら2種の最長確認年齢を用いた。

生息海域を漁法から推定するため、農林水産省水産統計⁵⁾と金田(1995)¹⁴⁾の漁法の定義を参考として、各漁法を沿岸漁業と沖合漁業に分類した。各魚種各漁法の漁獲重量が漁業全体の中で占めるシェアを、以下の式によって魚種ごとに求めた。

$$\text{各漁法の県内漁獲重量シェア} = \frac{\text{各漁法の漁獲重量}}{\text{県内の全漁法の漁獲重量}}$$

今回、岩手県における漁法別漁獲重量のデータは得られなかったため、岩手県で水揚げされる魚種に関しては漁法による評価対象から除外した。

宮城県に関しては14漁法20魚種のデータを用いた。沿岸漁業として小型底曳き・刺網・定置網・沿岸イカ釣り、沖合漁業として沖合底曳き・延縄・棒受網、分類不能な漁法として敷き網・たも網・ランプ網・船曳網・大目流し網・一本釣りを設定した。漁法が不明のデータは分類不能に含めて解析を行った。

福島県に関しては15漁法43魚種の漁獲重量データを用いた。沿岸漁業として小型底曳き・貝けた網・刺網・定置網・陥穿漁具(つば・どう・かご)・採貝・沿岸延縄・沿岸流し網、沖合漁業として沖合底曳き・まき網・沖合流し網・サンマ棒受網、分類不能な漁法として船曳網・イカ釣り・ひき釣りを設定した。沿岸での漁獲割合が50%を超えた種はモニタリングの重要度が大きいと判断した。

これらの基準を用い、県ごとに各魚種のモニタリング優先順位を求めた。

結 果

漁獲重量・漁獲金額シェア及び寿命に基づいた魚種優先順位の評価結果を図1に示す。各県の平均得点は、岩手県が10.3、宮城県が18.2、福島県が6.6、3県全体で29.5であった。

各県の平均得点を超えた魚種は、寿命の長い順に、岩手県ではサメ類・キチジ・メバチ・ウニ類・マダラ・サケ類・アワビ類・サンマ・オキアミ類・スルメイカの10魚種であった。

宮城県ではメヌケ類・クロカジキ・サメ類・クロマグロ・キチジ・ピンナガ・メカジキ・その他のカジキ類・メバチ・アナゴ類など16魚種が県の平均得点を超えた。

福島県ではホッキガイ・クロカジキ・カレイ類・ヒラメ・キチジ・メバチ・アナゴ類・マダラ・サバ類・マイワシなど16魚種が県の平均得点を超えた。

3県全体では、クロカジキ・サメ類・クロマグロ・キチジ・メカジキ・その他のカジキ類・メバチ・ウニ類・アナゴ類・

マダラなど17魚種が3県全体での平均得点を超えた。

各県各魚種の漁法別漁獲重量の割合を図2に示す。宮城県において沿岸での漁獲割合が50%を超えたのは、カタクチイワシ・サワラ・シロサケ・ヒラメの4魚種であった。

福島県においては、アカイカ・アワビ類・ウニ類・サケ類・サワラ・スズキ・その他の貝類・チダイ・ヒラメ・フグ類などの13魚種であった。

考 察

被災による漁業被害は深刻で、その影響による漁獲努力量減少は早急に対策がなされるべき課題であるが、この漁獲努力量減少は新たな資源情報を得る機会と捉えることができる。今回、可能な限りインターネット上に公表されており迅速に収集できるデータを用いて、この目的に則しモニタリングに適した魚種の優先順位を概算した。今回示した手法は、東日本大震災のような激甚災害が起きた場合であっても、既存のデータのみを用いて一定の客観性を保ちながらモニタリングの優先順位を検討することが可能であ

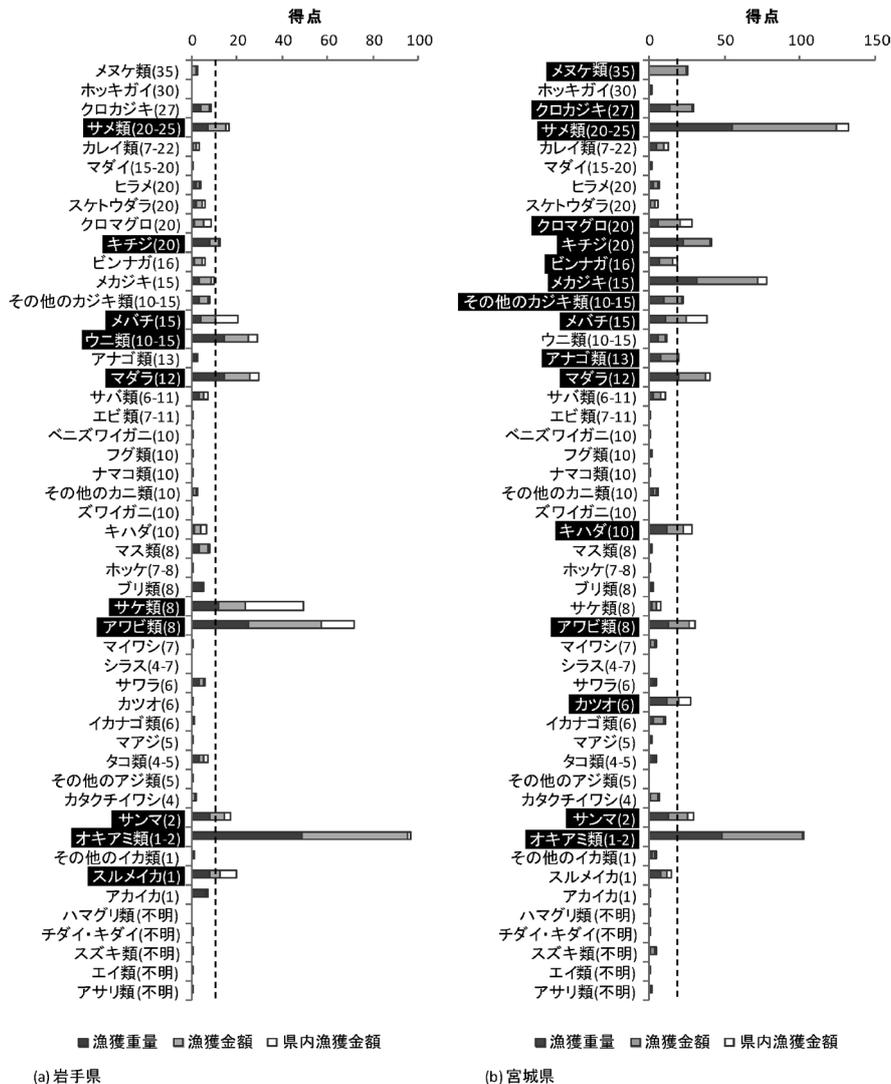


図1 各県の漁獲重量・漁獲金額の全国シェアに基づく得点。点線は県内の平均得点を示す。括弧内の数字は寿命年数、白抜き文字は平均得点を超えた魚種を示す。

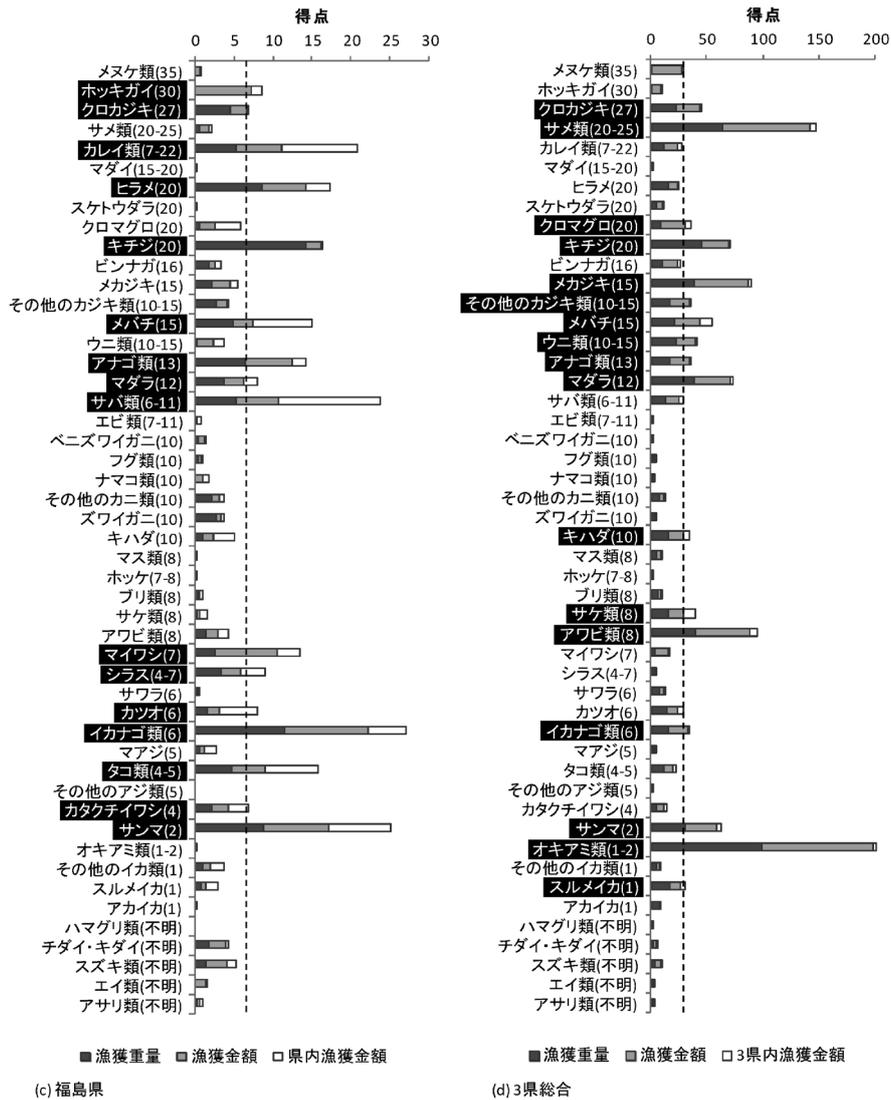


図 1 続き

り、モニタリング計画を立ち上げる際に有効であろう。しかしながら、対象魚種や優先順位は、漁獲努力量の減少度や復興進捗状況、生息環境の回復状況といった情報が得られるに従い見直されるべきである。

漁獲重量と漁獲金額による評価では、資源の変化がこの地域における漁獲努力量の減少と関連性が小さいと考えられるマグロ類やサンマなど高度回遊性魚類も優先魚種に選出された(図1)。これを回避するために漁法によって漁獲対象種の生息海域を推定したが、この推定においても高度回遊性魚類が優先魚種に選出された(図2)。このことから、漁法は多数の魚種の包括的な判断には適する一方、それぞれの種の地理的分布を必ずしも表していないことが明らかとなった。実際の運用にはそれぞれの種の生活史を詳細に検討した評価が必要となろう。また、本研究では沿岸資源は漁獲努力量が大きく減少していると仮定したが、実際の各県各魚種での努力量減少と減少期間については差異があると予想され、今後の検討が必要である。

今回の解析では生息海域の広がりを判断することはできなかったが、少なくとも国際漁業委員会によって管理され

ている魚種は沿岸資源と考えにくいため、優先順位を下げることは妥当であろう。国内資源として扱われている魚種でもサンマやイワシ類のように生息海域が広いものもあるが⁶⁾、日本におけるサンマやイワシ類漁業は主に東北3県を拠点に行われているため⁵⁾、東北3県におけるモニタリングは重要であるといえる。また、どの程度寿命の長い魚種が順応的管理に適するののかという点も判断が難しいが、寿命の短い魚種は親子関係が単純と考えられるため順応的管理に適さない。例えばスルメイカはマイワシ・マサバ・スケトウダラなどの長寿命種に比べて世代交代が早く、短い期間の漁獲統計資料を用いても親子関係がより顕著に現れる魚種と考えられる¹⁵⁾。従って、少なくとも寿命が一年の魚種の順位を下げることは理に適っているといえるだろう。

また、漁獲重量と漁獲金額による評価では福島県のシラスが上位にあったが、シラスの主な組成種はマイワシとカタクチイワシであることから、これらのモニタリングは同義であると考えられる。

以上の要素を考慮すると、優先すべき魚種は図1または

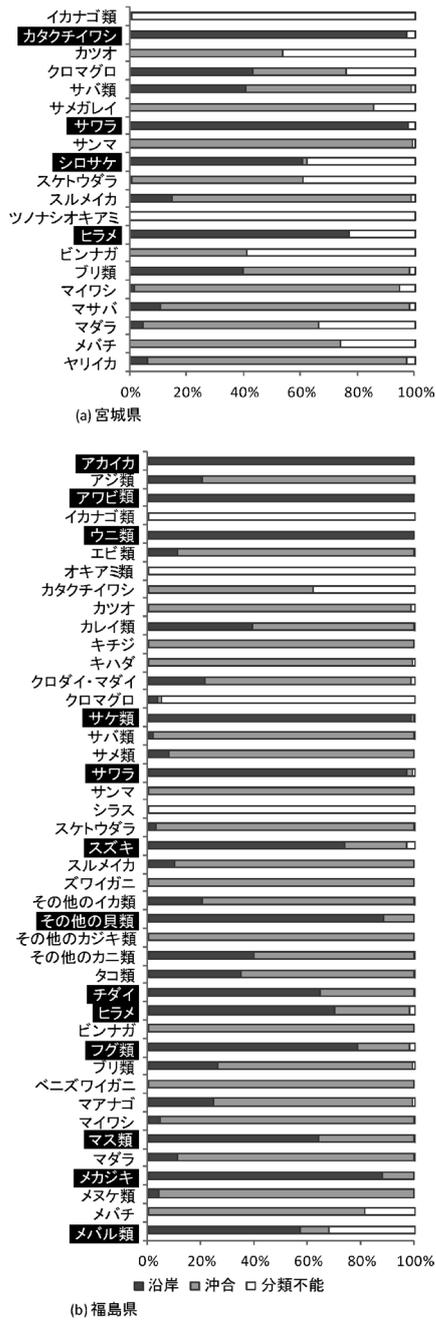


図 2 各県の漁法別漁獲重量割合。白抜き文字は漁獲重量割合が50%を超えた魚種を示す。

2に示された候補のうち、国内資源であり寿命が二年以上のものに絞られる。この基準に従うと、岩手県の優先魚種はキチジ・ウニ類・マダラ・アワビ類・サンマ・オキアミ類であると考えられる。宮城県の優先魚種はメヌケ類・キチジ・アナゴ類・マダラ・アワビ類・サンマ・オキアミ類・カタクチイワシ・サワラ・ヒラメである。福島県ではホッキガイやアワビ類を含む貝類・カレイ類・ヒラメ・キチジ・アナゴ類・マダラ・サバ類・マイワシ・イカナゴ類・タコ類・カタクチイワシ・サンマ・ウニ類・サワラ・スズキ・チダイ・フグ類・メバル類である。3県全体の優先魚種は、キチジ・ウニ類・アナゴ類・マダラ・アワビ類・イカナゴ類・サンマ・オキアミ類であると考えられる。

上記の優先魚種には、全国シェアは低いが沿岸での漁獲重量割合が多い魚種が含まれている。例えばフグ類の得点は低いが(図1)沿岸での漁獲量が多いため(図2)優先魚種に選出された。しかしながら、産業上の有用性が低く沿岸でしか漁獲されない混獲魚であるとするれば、本質的な優先順位は高いとはいえない。また、今回はメヌケ類やホッキガイなど一部の魚種の漁獲重量データを得られず、これらの魚種の得点が過小評価された恐れがあり(図1)、これらの漁獲重量が多いのであれば優先順位は上がるであろう。

本研究では海面漁業種を評価対象としたが、今後、淡水魚種も含めた考察が必要である。特に福島県ではモクズガニ・ヒメマスなどの漁獲を自粛しており¹⁶⁾、これらの資源は漁獲努力量減少の影響を受けていると考えられる。今回は評価対象としなかった茨城県や群馬県でも淡水魚の出荷制限が行われており¹⁶⁾、漁獲努力量が減少した状態が続いていると推察され、これらの資源についても検討が必要である。また、マボヤは漁獲重量・漁獲金額データを得られなかったが、ほぼ宮城県でしか生産されず、かつ沿岸資源と考えられるため、実際の優先順位は高い可能性がある。

今後モニタリングを行う主体者について検討する際は対象魚種の遺伝的・生態学的分布を考慮することが重要である。海産二枚貝類は地域集団ごとに遺伝的分化していることが報告されており¹⁷⁾、海産二枚貝類と同じように固着性であるアワビ類・ウニ類は湾ごとに別系群である可能性があるため、県ごとのモニタリングが必要であろう。また、県境を越えて分布する魚種では国や水産総合研究センター主導でのモニタリングが必要と考えられる。

また、震災直後の資源は津波による攪乱の影響を受けている可能性があり^{2,18,19)}、長期的に調査を行っていくことで今後のモニタリング計画の再評価を行うことができるであろう。

被災地漁業の復興のためには信頼性の高い資源評価が不可欠であり、積極的な順応的管理は大きな役割が期待される。従って、被災地漁業において重要な魚種を選定しモニタリングを行うことは喫緊の課題である。本研究では、限られたデータしかない状況下で実現可能な基準設定について、予備的な解析によって一つの提言を行った。今後、本研究で把握できなかった諸要因を考慮に入れた更なる検討を行い、より現実的なモニタリングが行われることを望む。さらに、今後漁獲努力量や生息環境の変化が明らかになるにつれ、モニタリング計画を更新していくことが重要である。また、実際のモニタリング計画を構築する際には、漁港・魚種ごとに水揚げ方法や水揚げ物の特徴を考慮した効率的なサンプリング手法を検討する必要がある、今後の課題としたい。

謝辞：本稿に対して有益なご意見を賜った東北区水産研究所山田陽巳氏、岩手県水産技術センター後藤友明博士、中央水産研究所の牧野光琢博士に心から感謝申し上げます。また、原稿を改善するだけにとどまらず、解析方法や表現方法に関してまで丁寧なご助言ご指導を頂きました二名の匿名査読者にも深く感謝いたします。

引用文献

- 1) 水産庁, 東日本大震災による水産への影響と対応 (http://www.jfa.maff.go.jp/j/sinsai/pdf/2taiou.pdf) (最終アクセス 2013 年 12 月 26 日)
- 2) 後藤友明 (2013) 漁獲統計データから見た岩手県の漁業における東日本大震災からの復旧・復興の現状と課題. 水産海洋研究 77 : 241-251.
- 3) HILLBORN R, WALTERS C.J. (1992) Quantitative fisheries stock assessment. Chapman and Hall, New York.
- 4) WALTERS C.J., MARTELL S.J.D. (2004) Fisheries ecology and management. Princeton University Press, New Jersey.
- 5) 農林水産省大臣官房統計部 (2010) ポケット水産統計. 農林統計協会. 東京.
- 6) 水産庁・水研センター, 平成 24 年度わが国周辺の水産資源の資源評価報告. (http://abchan.job.affrc.go.jp/digests23/index.html) (最終アクセス 2013 年 12 月 26 日)
- 7) 水産庁・水研センター, 国際漁業資源の資源評価報告. http://kokushi.job.affrc.go.jp/index-2.html (最終アクセス 2013 年 12 月 26 日)
- 8) 福島県, 福島県マアナゴ資源回復計画. (http://www.jfa.maff.go.jp/j/suisin/s_keikaku/pdf/fukushima_maanago.pdf) (最終アクセス 2013 年 12 月 26 日)
- 9) HILL K.T., CAILIET G.M., RADTKE R.L. (1989) A comparative analysis of growth zones in four calcified structures of Pacific blue marlin, *Makaira nigricans*. *Fishery Bulletin* 87 : 829-843.
- 10) NICOL S., ENDO Y. (1999) Krill fisheries : Development, management and ecosystem implications. *Aquatic Living Resources* 12 : 105-120.
- 11) 永島敏博, 鳥澤雅監修, 上田吉幸, 前田圭司, 嶋田 宏, 鷹見達也編 (2003) 漁業生物図鑑 新 北のさかなたち, 北海道新聞社. 札幌.
- 12) 宮城水技セ, 平成 22 年度宮城県漁海況情報. (http://www.pref.miyagi.jp/mtsc/kaiyou/gyokaikyo.html) (最終アクセス 2013 年 12 月 26 日)
- 13) 福島県, 平成 22 年福島県海面漁業漁獲高統計. (http://www.cms.pref.fukushima.jp/download/1/H22kentoukei.pdf) (最終アクセス 2013 年 12 月 26 日)
- 14) 金田禎之 (1995) 日本の漁業と漁法. 成山堂書店. 東京.
- 15) 磯田 豊, 東屋知範 (1998) 再生産率の時間変化に対する水産資源の応答. 北海道大学水産学部研究集報 49 : 1-14.
- 16) 農林水産省, 各県の操業自粛等の状況 (http://www.maff.go.jp/mobile/kinkyu/tohoku_saigai/06/seigen/index.html) (最終アクセス 2013 年 12 月 26 日)
- 17) 尾庭きよ子 (1990) 貝類における地域集団の遺伝的分化と種分化. 博士論文. 東北大学. 宮城.
- 18) 平成 23 年度水産庁漁場復旧対策支援事業 被害漁場環境調査事業成果の概要 (http://tnfri.fra.affrc.go.jp/shinsai/H23higai.pdf) (最終アクセス 2013 年 12 月 26 日)
- 19) 三宅隆人・北川陽一・片山知史 (2013) 宮城県女川湾奥部における津波後の底魚の資源特性. 平成 25 年度日本水産学会秋季大会講演要旨集.

Recommendation of Fishery Stock Monitoring in Iwate, Miyagi and Fukushima Prefectures for Future Active Adaptive Management

By

Ayumi SHIBANO*[†] and Minoru KANAIWA**

(Received September 30, 2013/Accepted March 11, 2014)

Summary : The 2011 Tohoku Earthquake and tsunami heavily damaged the fishing industry in Iwate, Miyagi and Fukushima prefectures. Reliable fishery stock management is one of the essential components for reconstruction of the fishing industry in these areas. If we experimentally change the fishing effort, we could gain information on a range of stock abundance. This is known as “active adaptive management”. In Iwate, Miyagi and Fukushima prefectures, fishing effort of many stocks has decreased. Surveys on stocks in this low mortality would contribute to future stock assessment and management under active adaptive management theory. In this paper, we discuss the monitoring priority of each species targeted in these areas, considering the importance of the fish in each prefecture and their biological characteristics. However it is suggested that monitoring priority has to be updated when the information on recovery of fishing effort and/or habitats is obtained.

Key words : Fishery stock, active adaptive management, Tohoku Earthquake, monitoring

* Graduate school of Bioindustry, Tokyo University of Agriculture

** Department of Aquatic Bioscience, Faculty of Bioindustry, Tokyo University of Agriculture

[†] Corresponding author (E-mail : 50110001@bioindustry.nodai.ac.jp)