

環境変動下の北部太平洋まき網漁業

独立行政法人 水産総合研究センター

中央水産研究所 牧 野 光 琢

東北区水産研究所 齊 藤 宏 明

第 **553** 号
(第 48 巻 第 1 号)

編 集
発 行

一般財団法人 東京水産振興会

「水産振興」発刊の趣旨

日本漁業は、沿岸、沖合、そして遠洋の漁業といわれるが、われわれは、それぞれが調和のとれた振興があることを期待しておるので、その為には、それぞれの個別的な分析、乃至振興施策の必要性を、痛感するものである。坊間には、あまりにもそれぞれを代表する、いわゆる利益代表的見解が横行しすぎる嫌いがあるのである。われわれは、わが国民経済のなかにおける日本漁業を、近代産業として、より発展振興させることが要請されていると信ずるものである。

ここに、われわれは、日本水産業の個別的な分析の徹底につとめるとともに、その総合的視点からの研究、さらに、世界経済とともに発展振興する方策の樹立に一層精進を加えることを考えたものである。

この様な努力目標にむかつてわれわれの調査研究事業を発足させた次第で冊子の生れた処に、またこれへの奉仕の、ささやかな表われである。

昭和四十二年七月

財団法人 東京水産振興会
(題字は井野碩哉元会長)

目次

環境変動下の北部太平洋まき網漁業

第五五三号

一、北部太平洋まき網漁業をめぐる環境.....	1
二、北まき発展の歴史的経緯.....	10
三、なぜマイワシが急減したのか.....	16
自然科学的考察.....	
四、なぜマサバが増えなかったのか.....	
社会科学的考察.....	23
五、次の魚種交替に向けて.....	35
六、北まきの望ましい管理とは.....	49
引用文献.....	54

時事余聞 編集後記

まき
牧野光琢

略歴

▽一九九七年京都大学農学部水産学科卒、英国ケンブリッジ大学修士、京都大学博士。横浜国立大学勤務を経て、二〇〇五年より中央水産研究所勤務。現在、漁業管理グループ長。北海道大学および横浜国立大学で客員准教授を兼務。

さい
とう
ひろ
あき
齊藤宏明

略歴

▽一九八六年東北大学農学部水産学科卒、東北大学博士。水産庁北海道水産研究所勤務、デンマーク水産研究所客員研究員勤務を経て、二〇〇一年より独立行政法人水産総合研究センター東北水産研究所勤務。現在生態系動態グループ長。

環境変動下の北部太平洋まき網漁業

独立行政法人 水産総合研究センター

中央水産研究所 牧 野 光 琢

東北区水産研究所 齊 藤 宏 明

一、北部太平洋まき網漁業をめぐる環境

(1) 北部太平洋まき網漁業（北まき）

まき網漁業とは、網具をもって水産動物を包囲し、その逃路を断ち、次第に包囲形を縮小してこれを採捕する漁業をいう（図1）。浮魚類の群れをまとめて一気に採捕

まき網漁業の操業海域は一〇海区に区分されている

する漁法であり、漁獲効率が非常に高いため、漁業法にもとづく漁業許可によって船団数が管理されている。北部太平洋海区（後述）においては、一五トン以上の網船を用いたまき網を操業する場合、「大中型まき網漁業」として農林水産大臣からの許可が必要となる（指定漁業）。

まき網漁業の操業海域は一〇海区に区分されている。千葉県南房総市野島崎灯台正南線と、東経一七九度五九分四三秒の線の間の海域（オホツク海および日本海の海域を除く）を、北部太平洋海区という。北部太平洋海区では、二〇一一年の東日本大震災前の時点で、三四ヶ統一二二隻（うち、二そうまき八ヶ統）の大中型まき網が操業していた。その標準的な船団構成は、網船一隻（八〇トンあるいは一三五トン型）、探索船一隻（八〇〜一〇〇トン前後）、運搬船二隻（それぞれ二〇〇〜二三〇トン前後）であり、およそ五〇〜六〇名の乗組員により操業される。なお近年は、運搬機能付きの大型の網船（三〇〇〜四一五トン前後）を使用することで、運搬船や探索船を伴わない省コスト型の操業も進められつつある。以下、本稿では、北部太平洋海区で操業する大中型まき網漁業を「北まき」と呼ぶ。震災前の時点（二〇〇八〜二〇一〇年）で、北まきの漁獲量は二八〜三五万トン、漁獲金額は二六〇〜四〇〇億円にのぼり、日本で最大の漁業の一つである。主な漁獲対象はマイワシ、セグロ（カタクチイワシ）、サバ類（マサバ、ゴマサバ）、カツオ、スルメイカなどである。

主な水揚げ港は、八戸、気仙沼、石巻、塩釜、波崎、銚子などであるが、後述する

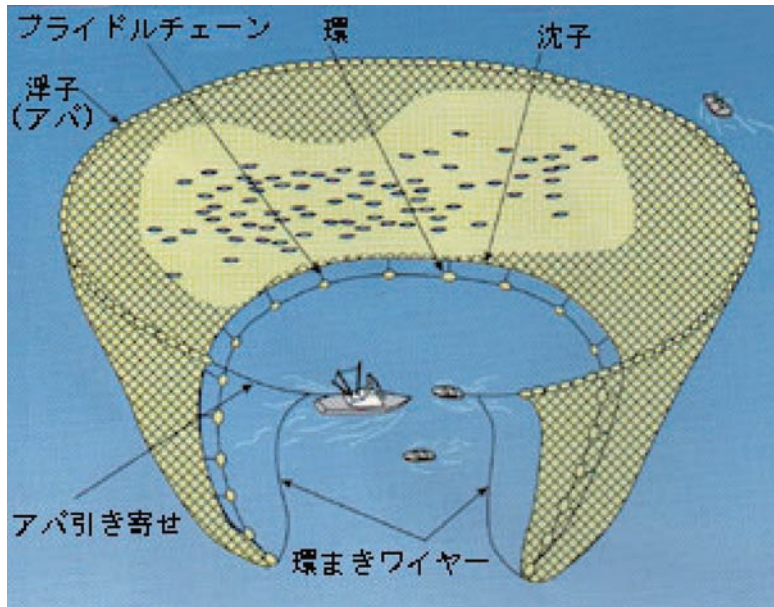


図1 まき網漁業（開発セ Webpage より転載）

ように近年は釧路港への水揚げも復活しつつある。震災前の時点の、各主要水揚げ港の特徴を概説すると、まず八戸では例年九～十一月に脂ののった高品質のマサバが水揚げされ、生鮮、缶詰、その他食用加工品を中心に仕向けられている。近年、マイワシの水揚げは少ない。石巻は、マサバの缶詰生産が比較的多く、またフィッシュミール産業も存在する。マイワシの水揚げはそれほど多くなく、主に生鮮中心に流通する。銚子・波崎はマイワシの水揚げが多く、生鮮流通や、つみれ原料、冷凍餌などに仕向られている。銚子・波崎のマサバは、八戸に比べると脂が落ちて比較的淡泊となり、特に近年は冷凍して海外に輸出されることが多い。気仙沼・塩釜については、一三五トン型の大型のまき網漁船がカツオ・マグロなどを中心に水揚げしており、漁獲量は多くないが、漁獲金額はおおきい。

北部太平洋海区における大中型まき網漁業許可を有する漁業者は、青森県、宮城県、福島県、茨城県、千葉県の五県においてそれぞれまき網漁業協同組合を組織し、これらの五組合が出資し、北部太平洋まき網漁業協同組合連合会が組織されている

北部太平洋海区における大中型まき網漁業許可を有する漁業者は、青森県、宮城県、福島県、茨城県、千葉県の五県においてそれぞれまき網漁業協同組合を組織している。また、これらの五組合が出資し、北部太平洋まき網漁業協同組合連合会（北まき連）が組織されている。北まき連は、漁業経営対策、漁獲統計管理、TAC管理、資源管理計画の執行、許可一斉更新対応、漁業調整などの業務をおこなっており、実質的に北まきの漁業管理の中核となっている組織である。なお、道東海域は北海道海区として制度上は別に扱われ、関係漁業者による北海道まき網漁業協会が組織されている。しかし、この海区で操業している大中型まき網の多くが北まき連の会員でもあること

から、本稿では便宜上、北海道海区における大中型まき網漁業の操業も併せて考察する。

(2) 北まきをとりまく自然・社会環境とその変動

北部太平洋海域における水産資源と生態系の最大の特徴は、黒潮と親潮がぶつかりあひ、両潮流の水が複雑に混ざり合う混合水域であるという点にある

北部太平洋海域における水産資源と生態系の最大の特徴は、黒潮と親潮がぶつかりあひ、両潮流の水が複雑に混ざり合う混合水域であるという点にある。黒潮の強さや流路は、広域の気象条件等により頻繁に変化する。よって、混合域における水温、水質、流向・流速、などの海洋環境も大きく変動する。この環境変動に伴い、各魚種の産卵、成長、生残、回遊経路・索餌経路や分布などが変化する。その結果、漁場の形成や魚群の大きさ、魚種構成も大きな変動を示す。図2は、一九〇五年から二〇〇五年までの一〇〇年間における、マイワシ、カタクチイワシ、サバ類（マサバ・ゴマサバ）の漁獲量変動を示したものである。広域を回遊するこれら多獲性浮魚類は、大漁・不漁を数十年の周期で繰り返すことが知られている。この現象を魚種交替と呼ぶ（青木ら二〇〇五）。図2では、一九三〇年代のマイワシ、一九六〇年代のカタクチイワシ、一九七〇年代のサバ類、一九八〇年代のマイワシ、二〇〇〇年代のカタクチイワシと、三種の魚種交替が繰り返しているようにみえる。

このような漁獲量の変動は、各魚種の資源量の変化のみならず、各魚種の経済価値

多獲性浮魚類のような資源は、国際的な市場需給の影響も受けやすい

の変動によっても引き起こされる。特に多獲性浮魚類の場合、その名の通り大量に漁獲されるため、冷凍・加工（家畜・養殖用ミールや油脂含む）の後に、水揚げ港の外の地域や国外に持ち出されることが多い。たとえば、マイワシが大漁に水揚げされた一九八〇年代の釧路や銚子や波崎では、漁獲のほとんどがミールや油脂に加工されていた。サバ類の産地として有名な八戸においても、豊漁期である一九七〇年代の地元での消費は、総漁獲重量の一〜四％程度であり、ほとんどが冷凍や加工製品として地域外に流通している。またこのような資源は、国際的な市場需給の影響も受けやすい。一九八〇年代後半、ペルーのアンチヨベータが豊漁になると、ミールの国際価格は低下し、それに伴い国内のマイワシ価格も大きく下落した。同様に、近年はノルウェーサバの国際価格変動によって、国産サ

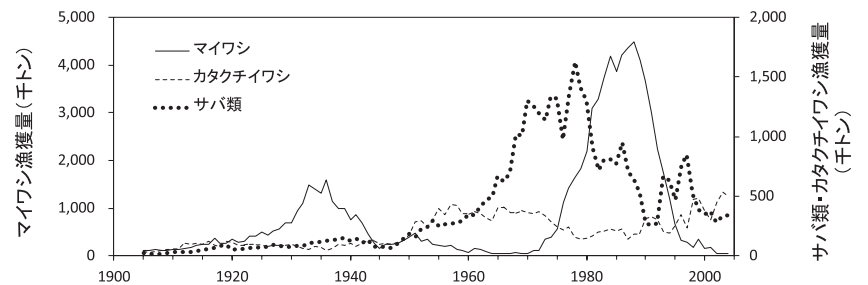


図2 マイワシ、カタクチイワシおよびサバ類（マサバ、ゴマサバ）漁獲量の経年変動（齊藤 2013 を一部改編）

北まきの管理を考察するためには、海の中の資源・生態系、海の上の漁業生産体制・技術、そして陸の上の加工・流通、さらにそれらを取り巻く制度的枠組みや、国際動向を統合的に分析する必要がある

(3) 本稿の目的

バ類の単価も影響をうけている。また後述のように、水揚げ港の処理能力を超える量が水揚げされると、使い道や保存場所が無いため買い手がつかず、単価が極端に下落することになる。この現象は、東日本大震災により陸上での加工・流通施設が大きな被害をうけた石巻や、資源回復により数十年ぶりにサバ類・マイワシの水揚げが戻ったものの、すでに加工・流通機能が低下してしまっていた釧路などで発生した。

漁業技術の進歩や漁業管理の制度変化によっても、漁獲量は大きな変化を示す。本稿第二節で紹介するように、たとえば動力船、あぐり網、魚群探知機、無結節網などの技術進歩は、まき網漁業の漁獲効率を大幅に向上させた。さらに、許可制度の変更、船団の総トン数制限の緩和や、TAC制度、資源回復計画の導入などの制度的変化も、直接的および間接的に、北まきの漁獲に大きな影響を与えてきた。

このように、北まきの管理を考察するためには、海の中の資源・生態系、海の上の漁業生産体制・技術、そして陸の上の加工・流通、さらにそれらを取り巻く制度的枠組みや、国際動向を統合的に分析する必要がある。

農林水産省農林水産技術会議は、二〇〇七年度から二〇一一年度にかけて、魚種交替現象が気象・海洋物理環境の変化によって引き起こされる海洋生態系構造の遷移現

研究プロジェクト「魚種交替の予測・利用技術の開発」を実施

象であるという仮説の下、魚種交替予測手法の開発と、その予測に基づく漁業管理方策の提言を行うことを目的とした研究プロジェクト「魚種交替の予測・利用技術の開発」(Studies on prediction and application of fish species alternation : SUPRFISH)を実施した。気象学、海洋物理学、生物海洋学、魚類生理学、魚類生態学、水産資源学、生態系モデリング、社会科学等の様々な学術分野の六〇名の科学者が参集し、以下の四つの研究系を設けて研究を行った。

- ・全体統括(水研セ東北水研・齊藤宏明グループ長)
- ・一系 生態系遷移を引き起こす海洋物理環境変動とその要因の解明(リーダー…東大海洋研・安田一郎教授)
- ・二系 環境変動に伴う低次生態系構造変化機構の解明(リーダー…東大院農・高橋一生涯教授)
- ・三系 魚種交替機構に關与する生理生態要因の解明(リーダー…水研セ中央水研・川端淳グループ長)
- ・四系 魚種交替モデルの構築と資源管理への展開(リーダー…水研セ中央水研・牧野光琢グループ長)

本稿では、このSUPRFISHプロジェクトの成果をふまえ、魚種交替発生メ

本稿の目的は、資源や経済、制度、技術など、北まきを取り巻く環境の様々な変動を前提として、どうすれば北まきを適切に管理することができるのか、を考察することにある

カニズムと予測手法に關して得られた知見を紹介するとともに、魚種交替現象に適合した北まきの漁業管理について概説する。本稿の目的は、資源や経済、制度、技術など、北まきを取り巻く環境の様々な変動を前提として、どうすれば北まきを適切に管理することができるのか、を考察することにある。具体的には、我が国における総合的な水産資源・漁業の管理のあり方(水研セ二〇〇九、牧野二〇〇九)で示された理念に基づき、太平洋におけるマイワシ・マサバの資源水準(資源・生態面)、北まきによるマイワシ・マサバの漁獲量と水産物自給率への貢献(食料供給面)、北まき漁業経営(経済・産業面)、北まき水揚げ地域への経済波及効果(地域面)に着目し、さまざまな漁業管理施策により期待される効果を検討する。

この目的のため、本稿では以下のような構成をとる。まず次節では、北まきが今日のように日本最大の漁業に発展してきた歴史的経緯を概説する。次いで第三節では、自然現象としての魚種交替現象(生態系遷移)に着目し、一九八〇年代末になぜマイワシが突如いなくなったのかについて、自然科学的研究の最新成果を紹介する。第四節では、魚種交替仮説の下でその後増えるはずであったマサバが、これまでなかなか増えなかった原因について、社会科学的見地から考察を加える。これらの結果を受け、第五節では、今後の魚種交替現象に備え、北まき漁業管理の四つの選択肢を立案し、それらが資源、漁獲量、自給率、漁業経営、地域経済等に与える影響を考察する。最後に第六節では、これからの北まき漁業管理の方向性について、私案をまとめる。

二．北まき発展の歴史的経緯

ここでは、江戸時代から現代までの北まき発展の歴史をまとめ

ここでは、江戸時代から現代までの北まき発展の歴史をまとめる。各時代の政治・経済的背景や技術進歩などにも言及しつつ整理するが、紙幅の制限上、各事項の詳細な説明や、すべての文献の紹介はできない。よって、ここで述べる歴史を年表にまとめた資料を著者の個人ホームページに公開する。興味のある読者はダウンロードの上、ご参照されたい。

(<http://www.k4.dion.ne.jp/~mitsutak/PurseSeinHistory.pdf>)。

(1) 江戸時代から敗戦まで

まき網漁業の技術的系譜は、江戸時代に日本の主要産業となったマイワシの漁業にさかのぼることができる（大海原一九八〇）。マイワシ漁業は、歴史的には瀬戸内海地方で発達したと言われている（北部太平洋海区まき網漁業生産調整組合一九九一）。一六世紀中ごろから、綿の栽培に用いる干鰯の需要が強まったことから、イワシ漁業が急速に発展した。また、徳川幕府により江戸が発展すると、関東での稲作の肥料としての需要も強まったとされる。一七世紀後半に網材がわら縄から麻に代わり、また

まき網漁業の技術的系譜は、江戸時代に日本の主要産業となったマイワシの漁業にさかのぼることができる（大海原一九八〇）。マイワシ漁業は、歴史的には瀬戸内海地方で発達したと言われている（北部太平洋海区まき網漁業生産調整組合一九九一）。一六世紀中ごろから、綿の栽培に用いる干鰯の需要が強まったことから、イワシ漁業が急速に発展した。また、徳川幕府により江戸が発展すると、関東での稲作の肥料としての需要も強まったとされる。一七世紀後半に網材がわら縄から麻に代わり、また

一八世紀中旬には、人口増・都市化・綿栽培の発展などにより干鰯需要が増大したことをうけて、まかせ網、小舌網、あぐり網、地びき網などのイワシ漁業技術が普及していった。坪井（一九八七）によれば、この江戸時代の間、一六五一年前後、一七一六年前後、一八〇〇年前後、一八六四年前後と、四回のイワシ豊漁期があったという。

一八六八年の明治維新にともなう諸制度の欧米化と、一八七五年の海面官有宣言・借区制により、日本の漁業生産は一時的に爆発的な増加を見せたが、結果的に乱獲に陥り、各地で漁場紛争が頻発

一八六八年の明治維新にともなう諸制度の欧米化と、一八七五年の海面官有宣言・借区制により、日本の漁業生産は一時的に爆発的な増加を見せたが、結果的に乱獲に陥り、各地で漁場紛争が頻発した。これへの対応として、一八八六年の漁業組合準則により、地域の漁業者組織による資源・漁業管理制度へと回帰する（牧野二〇一三）。日清戦争の勝利によりさらなる富国強兵を目指す日本は、一八九七年に遠洋漁業奨励法、一九〇一年に旧明治漁業法を制定し、資本制漁業の発展を進めるとともに、

一九〇四年の日露戦争を経て、アジアにおける資本主義国家としての勢力を拡大していく。この間、漁業技術としては、改良あぐり網や綿糸が普及し、また一九〇六年には静岡県水産試験場の「富士丸」が進水、日本初の石油発動機船の開発に成功し、その後機船ひき網が普及していく。

一九一四年の第一次世界大戦でも戦勝国となった日本は、明治維新後約五〇年という速さで世界有数の軍事強国に成長した。一九一八年にはサバを対象とした機船巾着網技術も確立し、また電気を使った集魚灯によるまき網技術も普及していく。北まき

敗戦直後の一九四五年一月に漁船造修計画を閣議決定し、マツカーサーラインの下で、国内の食料難への対応策として水産業の復興を進めた

海域では、一九二五年に銚子で機船まき網が導入され、イワシ大量水揚げに対応した陸上の加工業（イワシ油脂など）が発展していった。第二次世界大戦がはじまると、一九三八年に食料配給制が導入される。この戦争の末期には、多くの漁船が軍事徴用の後、沈没したため、漁獲能力は大幅に縮小した。

(2) 戦後復興から国連海洋法条約まで

第二次世界大戦中に多くの漁船を失った日本は、敗戦直後の一九四五年一月に漁船造修計画を閣議決定し、マツカーサーラインの下で、国内の食料難への対応策として水産業の復興を進めた。一九四九年に現行漁業法、一九五〇年に水産資源枯渇防止法、一九五一年に水産資源保護法を成立させる。この間、一九四九年に発生したドッジ・デフレによる金融難対策として、関東北あぐり漁業手形が発行される。また、一九五〇年ごろにカツオ・マグロまき技術が確立し、一九五二年ごろからは魚群探知機・揚網機・化繊漁網の使用が始まり、漁船の大型化、漁場の沖合化が進んでいく。一九五二年には、まき網漁業取締規則が制定され、まき網漁業の大臣許可制、大海区制、北部太平洋海区での集魚灯の使用禁止などが定められた。一九五五年ごろから、北まきは八〇トン型船団への移行が進んだ。

一九六四年にはIMF八条国に加盟し、多くの水産物の自由化が行われた

ともに、いわゆる高度経済成長期に突入する。一九六四年にはIMF八条国に加盟し、多くの水産物の自由化が行われた。このような国際環境の下、水産政策としては一九六一年に漁業生産調整組合法が制定され、北部太平洋まき網漁業生産調整組合が設立された。翌一九六二年には漁業法の大改正が行われ、指定漁業制度が導入される。このころから、北まきにも魚群探知機が普及している。また、労働力・資本・燃油費削減を目的として、二そうまきから一そうまきへの転換が進み、無結節網の普及も進んでいった。このような制度・技術の変化も受け、一九七〇年代にはいると北部太平洋海区はサバ類の豊漁期を迎え、北まきは大きな発展を遂げていった。一九七八年にサバ類漁獲量のピークを迎え、またマイワシの漁獲も増加しはじめたことから、北まき連によるミール工場がいわきで操業を開始する（一九八八年まで）。

一九八〇年代は、マイワシの豊漁期である。一九八一年に生産調整規則が改訂され、付属船合計総トン数上限が三五〇トンに拡大されたことなどをうけて、船団の大型化も進んでいった。日本経済はバブル期をむかえ、多くの金融機関が活発な融資を行っていたこともあり、北まきに漁船建造ブームが到来する。しかし、一九八五年のプラザ合意による円高、一九八六年GATTウルグアイラウンドによる魚粉関税の撤廃、ペルーでのアンチョベータ豊漁などをうけ、マイワシの漁獲量は増加したものの、単価と漁獲金額は減少していった。この間の技術上の大きな変化としては、一九八七年に単船操業方式の北勝丸が試験操業を開始している。

一九九七年よりTAC制度が開
始され、北まきの主要漁獲対象
である、マイワシ、サバ類（マ
サバ、ゴマサバ）がTAC管理
下に置かれることとなった

一九八九年ごろを境に、マイワシ資源は急激に減少し、北まきによる漁獲も大幅に縮小した（後述）。一九九二～九五年の資源管理型漁業構造再編緊急対策事業、一九九六～九九年の基幹漁業総合再編推進事業などの一環として、北まきの減船やミニ船団化がすすめられた。この間、一九九二年と一九九六年にはマサバ太平洋系群の卓越年級群が発生したが、期待されていたマサバ資源の増大にはつながらなかった（後述）。同じく一九九六年、日本は国連海洋法条約を批准し、資源管理法が制定されたことにより、翌一九九七年よりTAC制度が開始され、北まきの主要漁獲対象である、マイワシ、サバ類（マサバ、ゴマサバ）がTAC管理下に置かれることとなった。

(3) 水産基本法から震災まで

二〇〇一年に水産基本法が制定され、資源回復計画制度が創設されたことに伴い、二〇〇四年にはマサバ太平洋系群を対象とした資源回復計画が実施され、後述するようにな大きな成果を上げた（二〇一一年度まで）。二〇一一年度からは、新設された資源管理指針・資源管理計画制度に基づき、大中型まき網漁業における資源管理計画が実施されている。また漁船に関しては、二〇〇八年から開始された漁船漁業構造改革対策（二〇〇九年より漁船漁業構造改革総合対策）の一環として、網船（本船）の大型化やミニ船団化による収益性向上、労働居住環境の改善、漁獲物の高付加価値化、

労働の省力化などの実証事業が進められている。二〇一一年の東日本大震災前の時点で、北まきでは単船操業方式やミニ船団方式（二隻体制、三隻体制）の実証事業が一五件実施されている。

二〇一一年三月一日、東日本大震災が発生した。北まき三四ヶ統一二二隻のうち、二〇隻（うち網船八隻）が転覆、陸上打ち上げ等の甚大な被害を受けた。北まきの主要水揚げ港も多くが被災し、特に石巻港においては、加工・冷凍業及び流通機能に壊滅的な被害が発生した。現在、北部太平洋大中型まき網地域漁業復興プロジェクトの下、構造改革を併せた復興計画が実施されている。

三. なぜマイワシが急減したのか.. 自然科学的考察

前節で述べたように、一九七〇年代にサバ類、一九八〇年代にマイワシの豊漁で隆盛を極めた北まきは、一九八〇年代末からのマイワシ資源減少に伴い、一九九〇年代・二〇〇〇年代は漁獲量・漁獲金額ともに大幅に縮小した。本節では、一九八〇年代末にマイワシ資源が急激に減少した理由について、農林水産技術会議プロジェクト研究SUPERFISHの成果の一部を紹介する（齊藤二〇一三）。

(1) 黒潮統流域における水温と死亡率

マイワシは本州東方で冬季に産卵し、卵は黒潮に流されながら孵化して、黒潮統流域で仔稚魚期を過ごす（図3）。成長に伴って遊泳力が増すと、北上回遊をはじめ、夏には餌の豊富な親潮域に達する。一九八〇年代末から一九九〇年代前半の資源崩壊期、マイワシの産卵量は極めて高位（数千兆粒）にあり、シラス（仔魚）の分布密度も高かった。しかし、翌年一歳となって加入するマイワシが激減したのである（Watanabe et al., 1995）。さらに、摂餌域である親潮域で当歳魚が激減していたこともわかっている。これらのことから、黒潮統流域に輸送されたマイワシ仔稚魚が、水

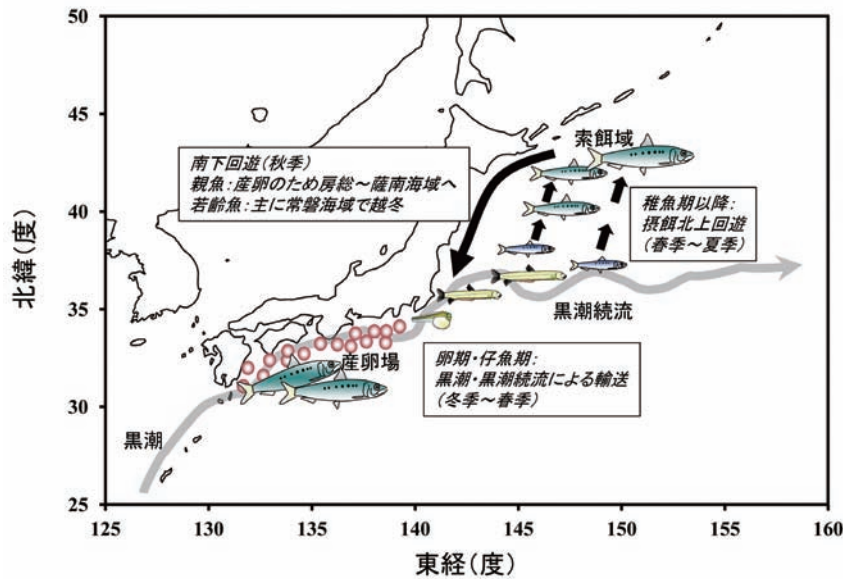


図3 マイワシの生活史と回遊（齊藤 2013 を一部改編）

太平洋マイワシ資源が急激に減少した一九八〇年代末、日本近海の海洋環境には大きな変化が起こっていたことが分かった。

温上昇を含む黒潮統流域の環境変化によって親潮域に到達する以前に死亡していたと推定された。以上の仮説に基づき、SUPERFISHでは、物理環境と生態系および浮魚類に関する研究を黒潮統流域に集中して行った。

その結果、太平洋マイワシ資源が急激に減少した一九八〇年代末、日本近海の海洋環境には大きな変化が起こっていたことが分かった。具体的には、一九八七年まで例年より低かった本州東方の水温が、一九八八年に急に一〜二℃も上昇していたのである。

これは海洋物理学的には極めて大きな変化である。一般に、水温の変化はマイワシの仔稚魚の死亡率に大きな影響を与えることが知られている。たとえばNoto and Yasuda (1999) によれば、黒潮統流南側海域の冬季表面水温とマイワシ仔稚魚の死亡率の間に正の相関が指摘されている。また、マイワシ飼育実験によっても同様の結果が得られている。

(2) 黒潮統流域における混合層深度と餌料環境

しかし、一℃程度の水温上昇でマイワシ仔稚魚がすべて死んでしまうわけではない。マイワシの加入失敗には水温以外の原因も存在するはずである。そこで、この一九八〇年代末から一九九〇年代前半の、黒潮統流域の物理環境とマイワシ加入率の

黒潮統流域の物理環境とマイワシ加入率の関係を改めて調べたところ、冬季の黒潮統流北側海域の水温との間に負の相関があることに加え、混合層深度との間に正の相関があることが明らかになった。

関係を改めて調べたところ、冬季の黒潮統流北側海域の水温との間に負の相関があることに加え、混合層深度との間に正の相関があることが明らかになった(図4)。この混合層深度の変化に注目し、マイワシ仔稚魚の餌となる動物プランクトンの生産への影響を生態系モデルを用いて解析したところ、混合層深度の浅い年には、例年四〜五月にピークとなる植物プランクトン生物量が二〜三月に見られ、マイワシ仔稚魚の来遊する四〜五月には低位となってしまうことが明らかとなった(Nishikawa and Yasuda 2008)。通常、マイワシ仔稚魚の餌生物である動物プランクトンは、植物プランクトンにやや遅れて増減する。以上の結果から、一九八〇年代末のマイワシ減少は次のようなプロセスで起こると推定された。

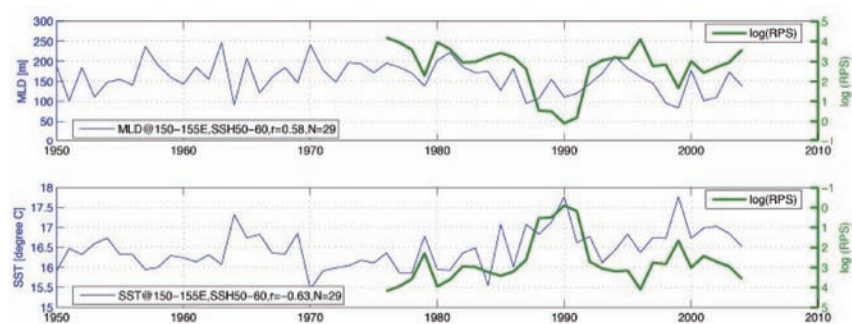


図4 混合層深度(上)および海面水温(下)とマイワシ再生産(log(RPS))の関係(Nishikawa et al. 2011 を一部改編)

マイワシ加入の失敗は、混合層の浅化によるマイワシ稚魚の来遊と餌生物生産のミスマッチによって引き起こされた

通常の年であれば、冬季混合層の発達とともに、深層に多い栄養塩が表層に供給される。春に太陽の光が強くなり表層に水温躍層が形成されると、植物プランクトンが豊富な栄養塩を利用して急激に増殖し、その生物量は四月にピークを迎える。マイワシ稚魚が黒潮統流域に來遊する四～五月には、餌となる動物プランクトンも多く、仔稚魚來遊と動物プランクトン生産がよくマッチしている。一方、混合層の浅い年には、水温躍層の形成が早まって植物プランクトンの増殖が例年よりも早く二～三月にピークを迎え、栄養塩供給量が少ないため、植物プランクトン量も少ない。動物プランクトン量も植物プランクトン生物量の低下を受けて低く、また例年より早く減少してしまうため、四～五月に來遊するマイワシ稚魚は餌不足となって成長率が低下する。海洋生態系では小さな生物ほど死亡率が高くなるため、成長率低下によって体サイズの小さな期間が長くなることは死亡率の上昇と直結する。つまり、マイワシ加入の失敗は、混合層の浅化によるマイワシ稚魚の來遊と餌生物生産のミスマッチによって引き起こされたのである。

(3) 太平洋東部海域の風力場変化とロスビー波による伝播

魚種交替予測で大きな問題となるのは、魚種交替を引き起こすであろう気象現象の中期予測（二年～二〇年）が困難なことである。そのため、SUPERFISHプロジェクト

クトでは、黒潮統流域で見られた海洋物理現象の前兆を把握することを目指した。マイワシ資源崩壊期（一九八〇年代後半から一九九〇年代前半）における海洋物理環境の解析には、JAMSTECのスーパーコンピューターである地球シミュレーターによる高解像度数値モデルを用いた。さらに、気象データと合わせた解析によつて、一九九八年以降の黒潮統流域水温上昇のメカニズムが明らかとなった。

発端は一九八三年のハワイ北の風力場の变化であった。この年、日付変更線から西経一五〇度、北緯三〇～三五度付近の東部北太平洋海域で、それまで弱かった東向きの風が強くなり、一九八四年に海面高度の強い正偏差が形成された（図5の①）。この正偏差は地球自転によるロスビー波によつて西に伝搬し（図5の②）、ほぼ四年かけて黒潮統流域に到達すると（図5の③）、黒潮と黒潮統流を強化して亜熱帯域から的高温水を統流域に運ぶことによつて、水温の急激な上昇を引き起こしたのである。

以上、SUPERFISHプロジェクトによつて、太平洋東部（ハワイ北方海域）の気象変動によつて引き起こされた海洋物理環境の変化が、三～四年かけて黒潮統流域へ伝搬することによつて統流域の生態系が変化し、日本のマイワシ資源崩壊の引き金となったことが明らかになった。

太平洋東部（ハワイ北方海域）の気象変動によつて引き起こされた海洋物理環境の変化が、三～四年かけて黒潮統流域へ伝搬することによつて統流域の生態系が変化し、日本のマイワシ資源崩壊の引き金となったことが明らかになった

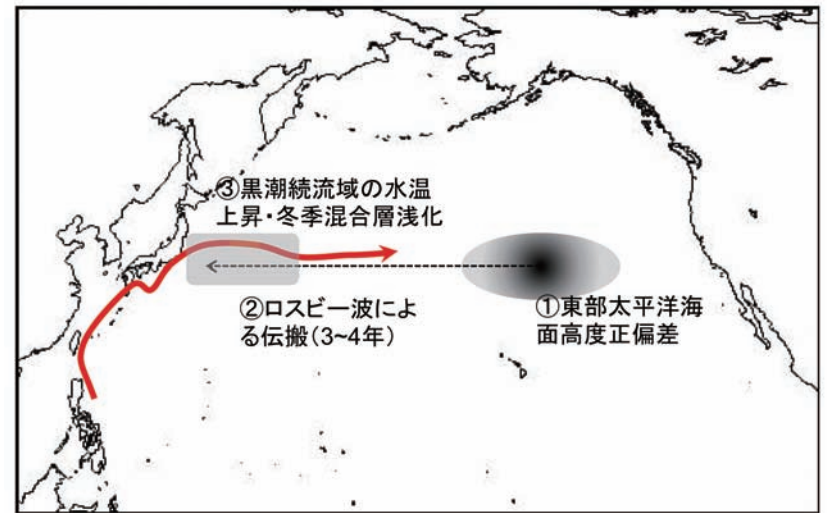


図5 太平洋東部海域の風力場変化とロスビー波による伝播
(斎藤 2013 を一部改編)

四. なぜマサバが増えなかったのか.. 社会科学的考察

魚種交替仮説に従えば、二〇〇〇年代にはサバ類の資源量が増大し、豊漁が発生したはずである。しかし現実には、サバ類（特にマサバ太平洋系群）の資源は回復しなかった。その原因について、資源学の分野では、一九九〇年代の乱獲の影響が指摘されている。

すべての乱獲の背景には、乱獲せざるを得ない経済的理由がある。本節では、なぜ二〇〇〇年代にマサバ太平洋系群が増えなかったのかについて、社会科学的観点から考察する。

(1) 漁獲量と漁獲金額の違いが意味するもの

図6と図7は、北まき連の資料を用いて作成した、一九七二年～二〇〇五年の三三年間の魚種別漁獲量（トン）および魚種別漁獲金額（千円）の推移である。一九七〇年代からサバ類を中心として北まきは発展し、一九八〇年代にはマイワシが豊漁となり、総漁獲量（図6）は二〇〇万トンを超えている。当時はマイワシの魚影が非常に濃く、著者が行った聞き取り調査によれば、破網事故も珍しくなかったとのことであっ

なぜ二〇〇〇年代にマサバ太平洋系群が増えなかったのかについて、社会科学的観点から考察

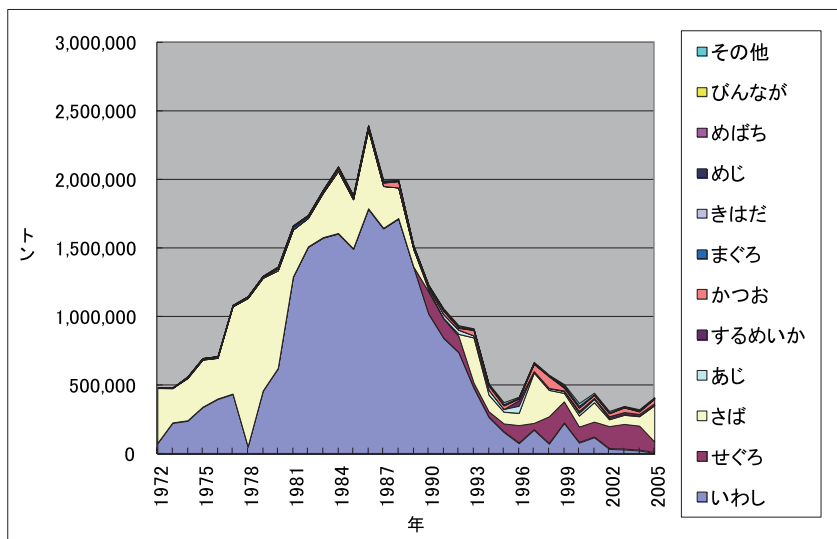


図6 北まき漁獲量の変化（データ：北まき連資料）

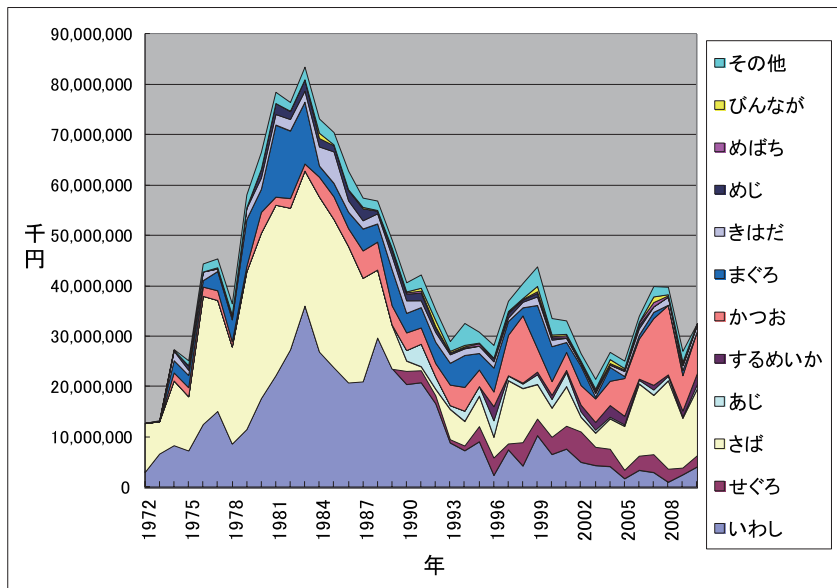


図7 北まき漁獲金額の変化（データ：北まき連資料）

一九七〇年代の中心はサバ類で、一九八〇年代のマイワシ豊漁が重なり、北まきは隆盛を極め、総漁獲金額のピークは一九八三年の八二七億円

た。北まきによる総漁獲量のピークは一九八六年の約二四〇万トンである。東日本大震災前、北まきによる総漁獲量が二八〇三五万トンほどであることに鑑みれば、当時の盛漁ぶりが想像できる。その後、一九八九年ごろからマイワシとサバ類の漁獲量は急減した。

魚種別漁獲金額の推移（図7）をみると、一九七〇年代の中心はサバ類である。聞き取り調査によれば、一九七〇年代にはいつてサバが獲れるようになると、北まき経営はどんどん儲かるようになった、とのことである。そこに一九八〇年代のマイワシ豊漁が重なり、北まきは隆盛を極める。総漁獲金額のピークは一九八三年の八二七億円である。

ここで、社会的科学的見地から重要となるポイントは、漁獲量と漁獲金額の変動に時差が存在している、という点である。当時のマイワシとサバ類の単価のデータも参照しながら、この間の北まき経営を少し詳しく見てみよう。漁獲金額が五〇〇億円を超えたのは一九七九年であった。その後、一九八三年に漁獲金額のピークを迎えた後、一九八八年まで毎年おおよそ五〇億円ずつ減少していき、五年後の一九八八年にはピーク時の約四分の三にまで縮小している。しかし、この間も「量」の豊漁は続いていた。一九八三年以降の収入は年々低下していく中で、漁獲量は増加していき、一九八六年に漁獲量のピーク（二四〇万トン）を迎えた後も、一九八七年、一九八八年と約二〇〇万トンの漁獲を揚げている。

量が、増えているのに、金額が減っていた理由二つ

このように、量が、増えているのに、金額が減っていた理由は、主に二つある。第一に、一九八〇年代前半までの漁獲構成をみると、単価の高いサバ類がある程度獲れていた。第二に、マイワシの単価をみると、一九七〇年代はおおよそ三〇円〜四〇円で取引されていたが、豊漁による単価の下落に加え、第二節で述べた国際的な経済制度や需給の変化により、一九八七年には九・七円にまで低下している。つまり、海には魚（主にマイワシ）が破網するほどたくさんいるにもかかわらず、魚種構成の変化と単価の低下により、漁業収入が年々減っていくという状況が続いたのである。このような状況では、通常は、より多く漁獲し、単価の下落を量の増加で補おうとするだろう。しかし、北まきの船団数は、許可制度により制限されているため、船を増やすことはできない。では、北まき経営者はどのように対処したのであるか？

(2) 当時の北まき経営者の判断

著者が北まき地域で行った聞き取り調査結果、および、各種統計資料を検討した結果、当時の北まき経営者のとった判断は以下のようであったと推測される (Makino and Mitani 2010)。

まず、海には魚がたくさんいるにもかかわらず、収入が毎年減っていくという状況に置かれたとき、経営者が第一に考え付く対処策は、漁獲能力を高めることである。

当時の経営者は、運搬船を大型化し、漁場と漁港の間の運搬能力を高めることで、実質的な操業効率を上げ、漁獲量を増やしたものと考えられる

しかし既述のように、許可制度の下では船団数を増やすことはできない。よって当時の経営者は、運搬船を大型化し、漁場と漁港の間の運搬能力を高めることで、実質的な操業効率を上げ、漁獲量（トン）を増やしたものと考えられる。図8は、北まき付属船の階層別総トン数の推移を示している。一九八三年の漁獲金額ピーク前後を境に、一〇〇〜一九九トン階層が大幅に減少し、代わりに二〇〇トン以上の大型船（その多くは三〇〇トン前後の運搬船だと思われる）が増えていることが分かる。バブル経済で資金調達も容易であったことに加え、累進課税制度の下では、儲けるほどに税率が増えるため、資本投資（漁船新造）により利益を削減し、納税額を節約するという経営判断が働いたことも容易に想像できる。聞き取り調査によれば、当時は三年ほどで建造費を完済できたという。

破産を避けるためには、一九九〇年代以降はマサバへの漁獲圧を高めざるをえなかったものと考えられる

その後、第三節で述べたように、一九八九年を境にマイワシは漁場からいなくなつた。しかし、過剰資本（特に大型の運搬船）と高コスト体質は残った。魚がいなくても、金融機関への漁船建造費の返済や、従業員への給与支払いは毎年続く。破産を避けるためには、一九九〇年代以降はマサバへの漁獲圧を高めざるをえなかったものと考えられる。図9は、マサバ太平洋系群の漁獲における未成熟個体（〇〜二歳）の比率をグラフに整理したものであるが、一九九〇年代は漁獲のほぼ九割が未成熟である。一九九二年と一九九六年にマサバの卓越年級群が発生したが、それらは未成熟のうちに採捕されてしまったため、期待されていたマサバ資源の増加には結びつかなかった。

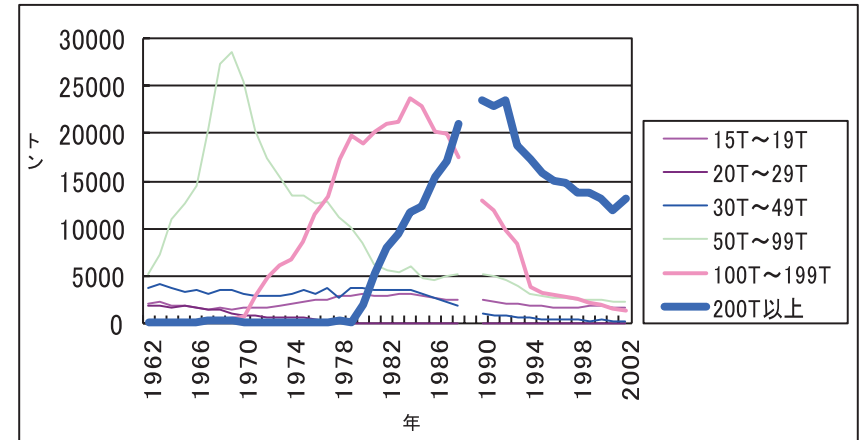


図8 北まき付属船の階層別総トン数の推移（データ：漁船統計）

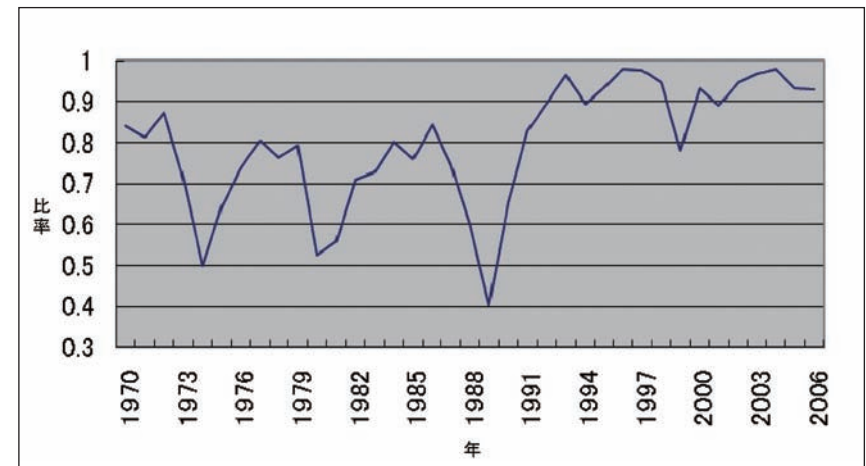


図9 マサバ太平洋系群漁獲物の年齢構成（データ：川端ら 2012）

漁網が破れるほどマイワシが獲れた

つまり、自然現象としての魚種交替が阻害されてしまったと解釈できる。なお、カタチイワシについては、当時もある程度の資源量が北部太平洋海区に存在していた。しかし、マサバ未成年魚（ジャミ、ジャミジャミなどと呼ばれる）よりも単価が低かったため、経営上は代替資源にはなり得なかったと考えられる。

著者は、この仮説の妥当性について、当時北まきで指導的役割を担っていた古老（船団を複数所有する経営者）にヒアリングしたことがある。その際にお聞きした話を以下に紹介する。まず、一九八〇年代はとにかくマイワシを獲りまくった、とのことであった。当時は破網も珍しくなく、また旧ソ連の缶詰工船が領海のすぐそばでマイワシを獲っていたほど、海に魚がいたそうである。ただし、漁が上手な船（船頭）は、マイワシがいなくなる直前（一九八七～八八年頃）に漁をやめたそうである。一方で、他の船はその後も大型運搬船の建造を続け（一隻約六億円ほど）、その後のローンの支払いに大変苦労して、マサバのジャミやジャミジャミを獲りまくったとのことであった。多くの経営者が一九八九年以降も新船建造を続けた一般的な理由について尋ねたところ、金融機関はいくらでも金をだすし、なにより造船所からの勧めが強く、これまでの付き合いもあったから断れなかった、というお話であった。

(3) マサバを増やすことはできたのか？ 資源経済モデルによる検証

もし一九八〇年代に過剰な資本投資を行わなければ、本当にマサバは増えたのだろうか？この点について、資源経済モデルを用いた分析の結果を紹介

以上の分析より、一九八〇年代（特に一九八三年の漁獲金額ピーク前後から一九八九年のマイワシ減少にかけて）に過剰な資本投資を行い、大型の運搬船を中心として漁船を新造した結果、操業コストが増大し、破産を回避するために一九九〇年代のマサバ資源を乱獲せざるを得ず、その結果、マサバ資源の増大が妨げられた、という仮説が整理された。では、もし一九八〇年代に過剰な資本投資を行わなければ、本当にマサバは増えたのだろうか？この点について、資源経済モデルを用いた分析の結果を紹介する（牧野・渡邊二〇一一）。

我が国の漁業管理は、欧米型のようなトップダウン的な制度ではないため、漁業管理施策の立案や執行に資源利用者組織が大きな役割を果たしている。このような管理制度を、共同管理（Co-management）と呼ぶ。これは、水産物が食料安全保障上重要な国・地域や、漁船数・水揚げ地が多く広範囲に拡散している水産業にとって効率的な管理制度である（牧野二〇一三）。また、このような制度下では、一般的に、生物学・資源学のみに基づいた管理施策の執行は適切ではなく、漁業経営や加工・流通の安定性をも考慮した施策がとられる。換言すれば、「これをやれば長期的に資源は増えるが、短期的に漁業経営は破たんする」というような施策は、いくらそれが生物学的に正し

くても、現実には導入できず、したがって社会科学的考察としても意味がないのである。よって、モデル化に際しては、様々な漁船規模の下で平均的な船団が赤字にならない範囲で操業（損益分岐操業）した時の資源への効果を分析した。

①一九九二年の時点での漁船規模を、実際よりもおおよそ一割程度小さい水準に制御し、かつ、
②五〇七年に一度発生するマサバ卓越年級群を赤字にならない範囲で二年ずつ二回獲り控えれば、二〇〇〇年には魚種交替が実現してマサバ豊漁期が来ていたであろう

計算にあたっては、まず、漁船規模・漁獲能力・総コストは比例すると仮定した。そして、漁船規模に応じた損益分岐操業（赤字にならない範囲での獲り控え）の必要収入（円）を計算した。また、マサバ漁獲量と漁獲物の年齢構成を説明変数としてマサバ単価を推定し、上記の必要収入を割り戻すことにより、経営上必要なマサバ漁獲量（トン）を推定した。この結果を資源動態モデルに入力し、今年の経営に必要なマサバ漁獲量が翌年のマサバ資源量・年齢構成に与える効果を計算した。この資源動態モデルは、水研セのマサバ太平洋系群資源評価チームとの連携により、現在の資源評価と基本的に同じモデルを用いている。その後、翌年の資源構成を前提として、損益分岐操業に必要な収入と漁獲量を計算し、翌年の漁獲量として入力する、という作業を繰り返した。計算期間は、マイワシ資源減少後の最初の許可更新が行われた一九九二年から二〇〇六年まで、漁業許可三回分の一五年間である。以上の計算を、様々な漁船規模とTACを仮定して繰り返した結果、①一九九二年の時点での漁船規模を、実際よりもおおよそ一割程度小さい水準に制御し、かつ、②五〇七年に一度発生するマサバ卓越年級群を赤字にならない範囲で二年ずつ二回獲り控えれば、二〇〇〇年には魚種交替が実現してマサバ豊漁期が来ていたであろうことが示された（図10および図

魚種交替現象の下で北まきを適切に管理するためには、マイワシが減少した後に、次のマサバを着実に保護してその増大を担保することが重要であり、そのためには、それを経営的に可能とするような事前の漁船規模抑制施策が重要である

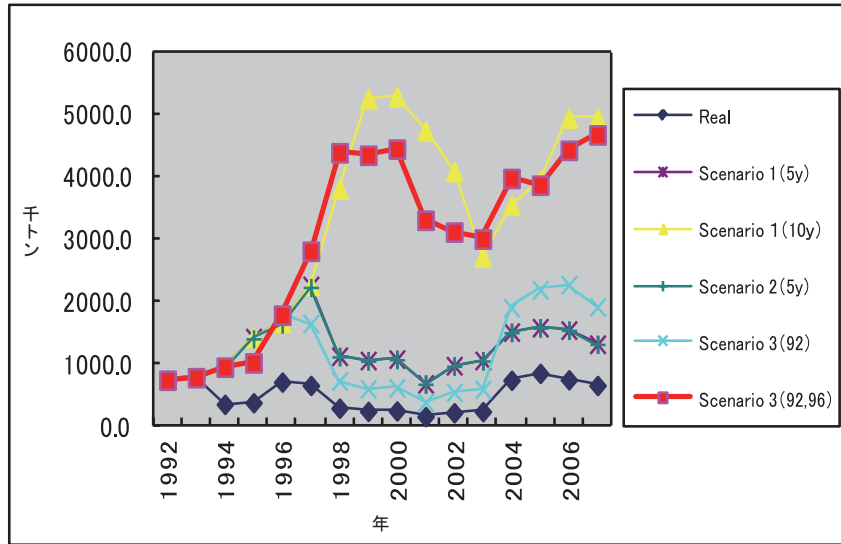


図10 マサバ資源量のシミュレーション結果

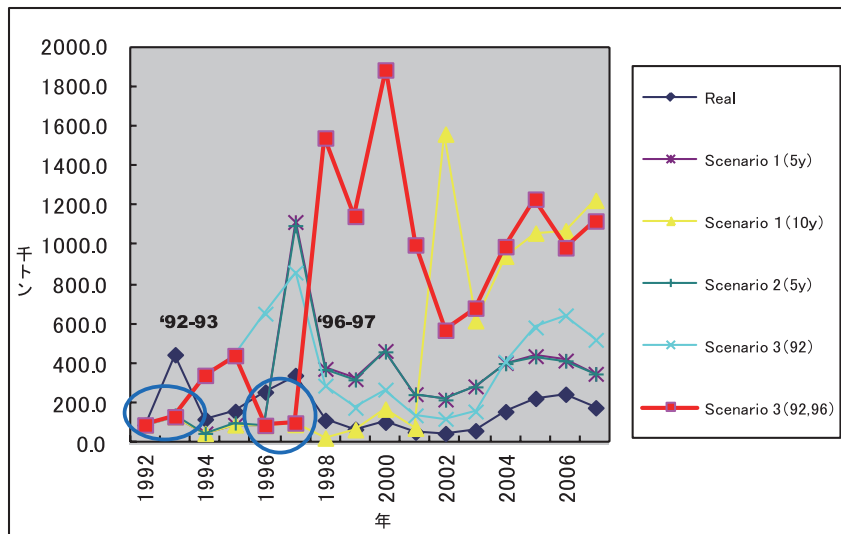


図11 マサバ漁獲量のシミュレーション結果

以上より、魚種交替現象の下で北まきを適切に管理するためには、マイワシが減少した後に、次のマサバを着実に保護してその増大を担保することが重要であり、そのためには、それを経営的に可能とするような事前の漁船規模抑制施策が重要であることが示唆された。なお、一九九〇年代以降の国産マサバ漁獲減少を補完するため、ノルウェーから加工原料のノルウェーサバ輸入が行われた。しかし、ノルウェーサバは脂が強すぎ、味が異なることから、加工法・調味法の修正や消費者への普及に関して、当時は多くの不確定要素があった。よって、本モデルで示したように、もし二〇〇〇年の時点で国産マサバが十分に水揚げされ、漁獲量に即した妥当な価格で流通していれば、国内のマサバ加工業者がノルウェーサバに転換することは無かったと考えられる。その場合、水産物自給率は約二%上昇していたと推定された。

なお、二〇〇三～二〇一一年度を実施されたマサバ太平洋系群資源回復計画により、現在のマサバ太平洋系群は順調に回復している。この計画は、卓越年級群が発生した際、それを重点的に保護することを趣旨とした内容であり、いわば順応的管理の理念（松田二〇一二）に基づく計画である。二〇一二年の資源評価票（川端ら二〇一二）によれば、資源量は一〇〇万トンを超えており、また産卵親魚量についても、計画の目標値（一八万トン）を大きく超え、現在は再生産関係が安定する四五万トンに到達したと推定されている（図12）。実際、二〇一三年には、道東海域で約三五年ぶりの

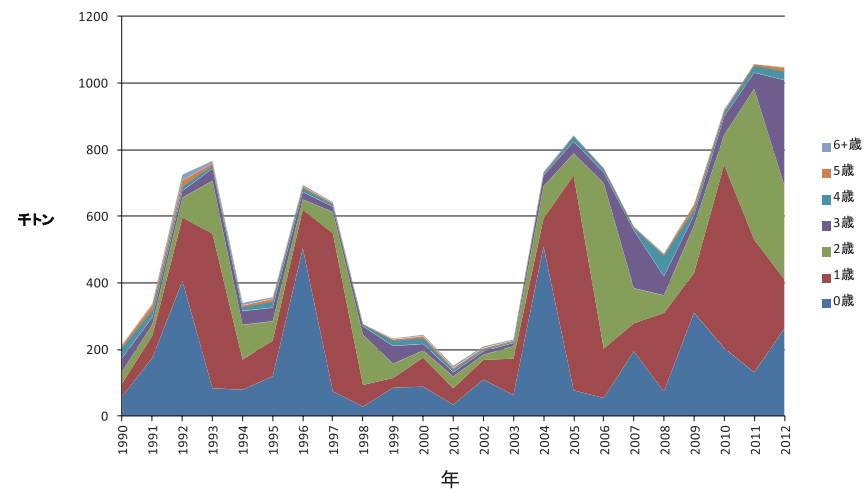


図12 マサバ太平洋系群資源量の推移（データ：川端ら 2012）

サバ豊漁が伝えられた。このような成果が実現した経済的背景の一つとして、回復計画を実施する前に行われた漁業総合再編推進事業など（本稿第二節参照）による、漁船規模制御施策が重要である。

五. 次の魚種交替に向けて

(1) 漁業管理オプションのレトロスペクティブ分析

上述のように、現在マサバ太平洋系群は順調に資源回復が進み、安定的水準に入りつつある。また、マイワシ太平洋系群も、徐々に資源回復が進んでいる。魚種交替仮説に従えば、今後はサバ類の豊漁とマイワシの豊漁が期待される。つまり、現在の北まき対象資源は、一九六〇～七〇年ごろとよく似た状況にあると解釈できる。そうであれば、これから二〇～三〇年後には再びマイワシの資源減少が発生するかもしれない。その時には、一九八〇年代後半のような問題を再発しないよう、適切な漁業管理施策を実施する必要がある。

前節までの分析により、魚種交替現象を示す資源を日本で適切に管理するためには、ある資源が減少した後に、次の資源を着実に保護してその増大を担保することが重要であり、そのためには、それを経営的に可能とするような事前の漁船規模抑制施策が

現在マサバ太平洋系群は順調に資源回復が進み、安定的水準に入りつつあり、マイワシ太平洋系群も、徐々に資源回復が進んでいる

本節では、北まきの漁船規模を抑制するための、四つの政策選択肢を提示するとともに、その効果を検討する

重要であることが示された。では、その漁船規模の制御をどうやって行えばよいのだろうか？

以下本節では、北まきの漁船規模を抑制するための、四つの政策選択肢（管理オプション）を提示するとともに、その効果を検討する。検討にあたっては、実際の北まきの過去のデータを用いて、「もしこのような施策をとっていたら、どうなっていたらうか」を計算することによって、今後の北まき管理のための「基本的な考え方を考察する。これを、レトロスペクティブ分析という（牧野・金子二〇一三）。計算期間は、前節までの結果を踏まえ、北まきの総漁獲金額のピーク（一九八三年）の直前の漁業許可一斉更新（一九八二年）以降を対象とした。

(2) モデルの構造

一九八二年以降一〇年間の漁獲構成をトン数で見ると（図6）、マイワシが八割程度を占めている。しかし漁獲金額の構成をみると（図7）、単価の低いマイワシの比率は低く（三三・五二％）、特に一九八〇年代中旬はサバ類の方が収入としては大きい（四〇・四四％）。よって、北まきの経済行動をモデル化するためには、マイワシのみを考慮するだけでは不十分であり、サバ類からの収入もモデルに組み込む必要がある。一方、太平洋北西部海域におけるマイワシとマサバの資源変動・海洋環境変動

には、相互関係が存在することが指摘されている。そこで、Extended Ricker Model (Yatsu et al., 2005) を用いて、海洋環境とマイワシとマサバの関係を再現した（図13）。さらに、漁獲物中のマサバ・ゴマサバ比率は実際の値を使用し、また、マイワシとサバ類（マサバとゴマサバ）の単価推定値（図14）を組合せることにより、二種を合計した漁獲金額の変動を再現した（図15）。

続いて、この合計漁獲金額を用いて、北まき経営者による投資行動（大型の運搬船の新造）の意思決定モデルを作成した。通常、企業の投資行動に関する意思決定モデルでは、資金調達能力の指標としての粗利益を説明変数に用いることが多い。しかし、北まきの新船建造はこれだけでは上手く説明できなかった。そこで、その理由を聞き取り調査結果を基に考察した。まず、上述のとおり、一九八三～一九八六年の間は、漁獲量が右方上がりである一方、マイワシ単価低下により漁獲金額は減少し続けた。よって、量でカバーしたい（沢山獲ることで収入を維持したい）という動機があったはずである。さらに、一九八七～一九八八年ごろは、資源量・漁獲量ともに十分であったにもかかわらず、急に新船建造が減退している。これは、上述の古老の証言にあるように、現場漁労長レベルにおいて、漁場形成や漁獲物構成の変化（若齢魚が網に入っていないなど）から、先行きに不安を感じていたからではないかと考えられた。以上の考察に基づき、資金調達能力としての粗利益の他に、大きな船倉の必要性の指標としての漁獲量と、資源見通しの指標としての再生産性効率（RPS）の二つを説

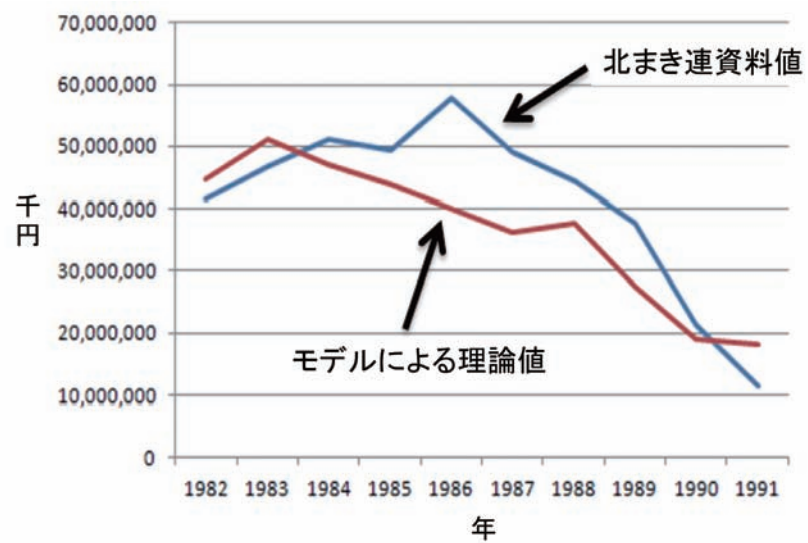


図15 サバ類とマイワシによる総収入の推定結果

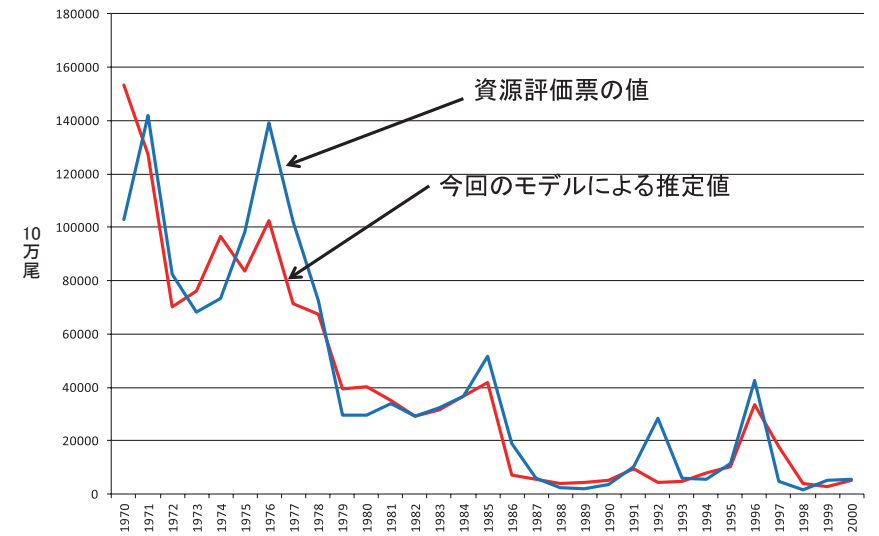


図13 Extended Ricker Model を用いたマサバ太平洋系群加入尾数の推定結果
(牧野・金子 2013 を基に作成)

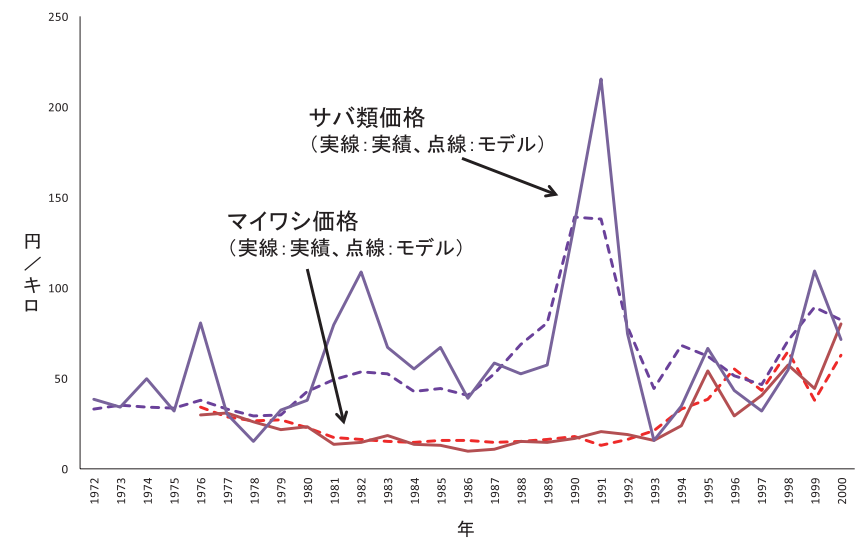


図14 サバ類とマイワシ単価 (円/キロ) の推定結果
(牧野・金子 2013 を基に作成)

明変数に加え、分析を行ったところ、北まき経営者による投資行動をある程度再現することができた(図16)。

以下、この投資意思決定モデルを用いて、北まき漁船規模を制御するための四つの管理オプションを想定し、その規模と効果を検討した。なお、一九八三年を初めとして、実際値とモデル値がずれている部分も残っている。その原因は、説明変数に含まれていない制度的要因(生産調整規定の改訂、新測度法の採用、海まき操業区の設定による見合い廃業、GATTウルグアイラウンドによる魚粉関税撤廃、プラザ合意による円高など)が影響しているものと考えられる。

(3) 四つの管理オプション

管理オプション1…増える資源はしっかり獲る。これは「自然の恵み」であるマイワシ資源が増えたときには、漁船を新造してどんどん獲り、資源が減った後は公費で船を十分に減らす、という考え方である。上述のように、一九八〇年代には資源増大にあわせて多くの運搬船を新造・大型化しており、これは現実に行われた施策に近い選択肢である。

管理オプション2…政府の強制力で制御する。政府が新船建造を強制的に禁止することも、理論的には考えられる。よって、実際の漁船新造隻数データをもちいて、

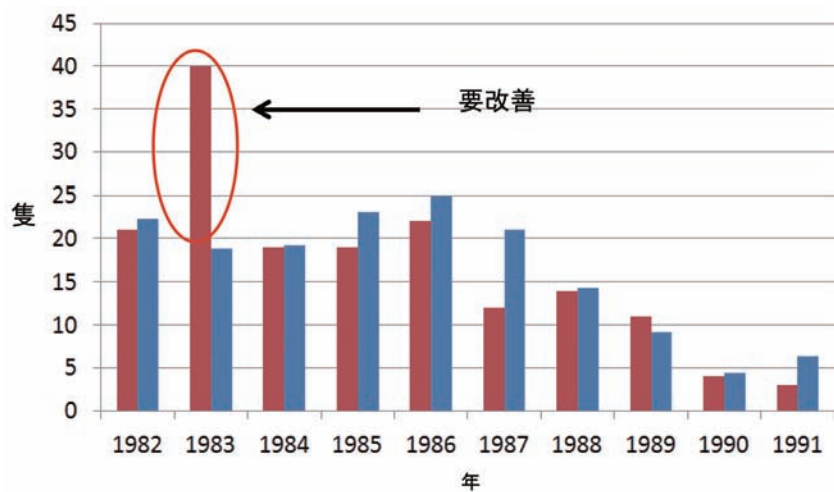


図16 北まき経営者の投資行動(新船建造)モデル
赤：実績値、青：モデルによる理論値

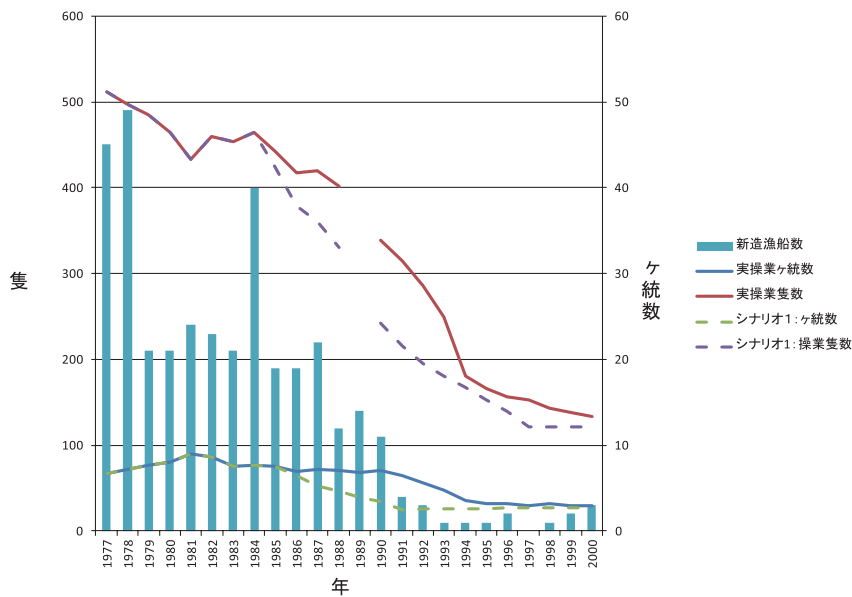


図17 政府による新船建造禁止シナリオの効果予測

政府による漁船新造禁止措置のタイミングを検討した(図17)。その結果、遅くとも一九八四年ごろには、新船建造を禁止する必要があることが分かった。一九八四年は、漁獲量は右上がりだが漁獲金額が下降し始めるタイミングである。このタイミングで、このような施策を実施するためには、綿密な海洋環境・資源モニタリングに基づき、資源減少・魚種交替現象の発生に関する確度の高い科学的知見が必要となる。

管理オプション3…税金を使わない範囲でやりくりする。 政府または北まき連が、水揚げに対して従量税あるいは賦課金を導入し、北まき経営者の投資意欲を減退させることを通じて、間接的に新船建造を抑制することも可能である。よって、上記の投資意思決定モデルを用いて従量税／賦課金を導入した時の新船建造減少効果を推定した。その結果、キロあたり六〇七円の課税／賦課を行えば、新船建造を望ましい水準に制御できることが分かった。しかし、当時の単価(マイワシ一〇〇一五円、サバ類五〇〇八〇円)を考慮すると、その実現可能性は低い。よって、課税／賦課による収入を減船補償に充てる方策を検討した。その結果、たとえばキロあたり二・〇円程度の課税／賦課を導入すれば、漁船新造を経済的に抑制し、その収入(約三五〇億円)を用いた減船が可能であることが示された。

管理オプション4…ITQ制により市場機構を活用する。 欧米の漁業経済理論によれば、ITQ(譲渡可能個別漁獲割当)制度を導入すれば、市場機構(マーケット・メカニズム)が働き、資源減少時には船団間でITQの売買が行われ、競争力の弱い

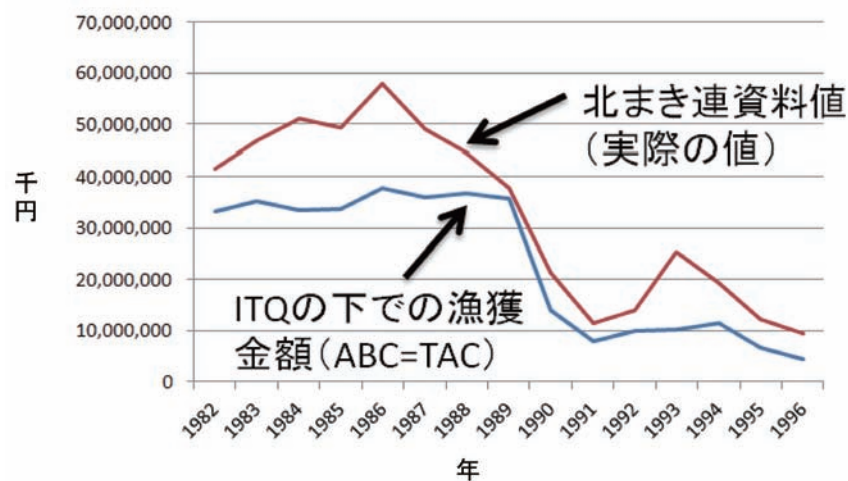


図18 マイワシ+サバ類の合計漁獲金額

計算の結果、遅くとも一九九〇年までにはITQの売却・廃業が始まったであろうこと、しかしITQ売却額は、多く見積もって一船団三・五億円程度であったと推定

船団が自主的に退出し、適正資本規模が実現できるとされる。よって、北まきに関してもITQの効果を検討した。ITQの効果を分析するためには、まずTACの設定が必要となる。そこで、現行のABC算定規則を前提として仮想TACを計算した。計算にあたっては、水産総合研究センターのマサバ太平洋系群およびマイワシ太平洋系群の資源評価担当者と協議し、一九八二年以降はマサバSSB（産卵親魚量）の維持を、一九九〇年以降はマイワシ中位維持とSSB/V Blimitを資源管理方針として設定した。なお、ITQ制度では市場機構の活用と自由競争が原則なので、TAC＝ABCを仮定した（図18）。ITQの初期配分については、実績方式ではなく、平等方式（競争力の強い船団にも弱い船団にも等量の分配）を仮定した。ITQの取引価格については、様々な粗利益率（〇・一〇・四）を仮定し、期待価格を計算した。また、割引率については、様々な不確実性を考慮し、年間五％を仮定した。

計算の結果、遅くとも一九九〇年までにはITQの売却・廃業が始まったであろうこと、しかしITQ売却額は、多く見積もって一船団三・五億円程度であったと推定された。この額は一年分の人件費にも満たない。また、当時の一船団の建造費用がおおよそ二五～三五億円であることも考え合わせると、ITQ制度のみでは、自律的資本調整が十分に機能しにくく、公費等による不足分の充填が必要と考えられた。なお、著者が行った当時の船主のヒアリング調査によれば、一般的に三・五億円程度での廃船はむずかしいが、一部には五億円程度で合意した船主もいたとのことであった。ま

た、もし一〇億円程度の補償金ができれば、多くの船主は廃業に合意したであろうとのことであった。

(4) 各管理オプションの地域経済への影響

第一節で述べたように、銚子・波崎においては、マサバやマイワシといった多獲性浮魚類の大半が冷凍冷蔵庫業者に仕向けられている。また、マイワシ豊漁期当時は缶詰等の生産も比較的盛んで、多くが輸出に回っていた。このことを踏まえた上で、北まきによる地域への経済波及効果を推定する産業連関分析モデルを開発した（金子二〇一三）。このモデルでは、水産食品部門を冷凍魚介類及び缶詰産業を分割し（図19）、移出（および輸出）の減少を北まきの漁獲量の減少による影響と読み替えることで、北まきの漁獲量の減少が地域経済に与える影響を評価している。

このモデルを用いて、上記の管理オプション1～4が地域経済に与える影響を推定した。まず、管理オプション1については、実際の施策と同様の経済的な軌跡を辿っていたと考えられる。一方で、管理オプション2～4については、実際の施策よりもマイワシやサバ類の漁獲が抑制されるため、地域経済にマイナスの影響がある。この影響を上記の方法により評価した結果が表1である。四つの選択肢のうち最も地域経済に与える影響が大きいのが、管理オプション3…従量課税による投資の抑制であり

北まきによる地域への経済波及効果を推定する産業連関分析モデルを開発

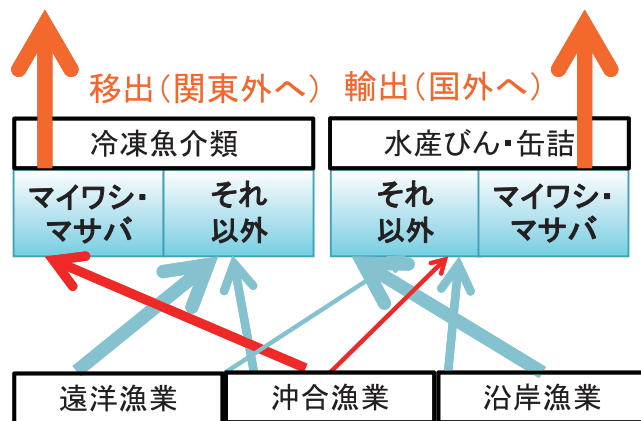


図19 北まき産業連関モデルにおける部門分割の概念図
（金子 2013 を一部改編）

表1 各管理選択肢による、1985年の関東圏への経済的影響推計値

	管理オプション2 建造禁止	管理オプション3 従量課税	管理オプション4 ITQ導入
直接効果	-151 億円	-198 億円	-153 億円
一次 波及効果	-83 億円	-110 億円	-87 億円
二次 波及効果	-29 億円	-38 億円	-30 億円
計	-263 億円	-346 億円	-270 億円

（※管理オプション1は、実際の施策から漁獲量は変化せず、よって地域経済の変化も無いと仮定）

一九八五年の一年間だけでおよそ三四六億円の経済的影響がある。また、管理オプション2・新船建造禁止では二六三億円、管理オプション4・ITQ導入では二七〇億円の経済的影響が推定された。

現在の太平洋北部地域周辺でのマイワシ・マサバの受け入れ能力は、一九八〇年代に比べて著しく低下しており、当時と同水準の水揚げは不可能である

なお、銚子・波崎においては、北部太平洋の中ではマイワシの減少ペースが比較的に緩やかだったこと、マイワシの減少に対応して小型のサバ類に水揚げをシフトさせたこと、冷凍冷蔵能力が技術的に向上したこと等により、現在でもある程度の水揚げを受け入れる体勢が整っている。このため、今後マイワシ・マサバが増加した場合でも、海外向け輸出で捌くことができる限り十分な経済波及効果が期待できる。一方で、当時フィッシュミール向けの仕向けが多かった釧路市では、マイワシ道東沖漁場の消失に伴う原料不足から、最盛期二四あった工場が短期間で三工場にまで減少している。同様に過去に大量のマイワシの水揚げがあった八戸についても、フィッシュミール会社数は現在二社にまで減少している。つまり、現在の太平洋北部地域周辺でのマイワシ・マサバの受け入れ能力は、一九八〇年代に比べて著しく低下しており、当時と同水準の水揚げは不可能である。

六．北まきの望ましい管理とは

(1) 魚種交替に適応した漁業管理の考え方

生態系の動態に応じた持続的漁業を実現するためには、生態系のメカニズムに関する自然科学的分析と、漁業およびそれを取り巻く社会のメカニズムに関する社会科学的分析の、両者を結合した考察が不可欠である

生態系の動態に応じた持続的漁業を実現するためには、生態系のメカニズムに関する自然科学的分析と、漁業およびそれを取り巻く社会のメカニズムに関する社会科学的分析の、両者を結合した考察が不可欠である。特に、北まきのように大規模変動を繰り返す魚種交替資源を対象とした漁業の管理においては、以下の二つの視点が重要である。

まず、図10～11が示すように、大変動する資源であっても適切な管理をすれば増えるということ（二〇〇〇年代のマサバ）、および、図18が示すように、たとえばABCⅡTACを実施していても、減るときには減るということ（一九九〇年代マイワシ）である。よって、たとえばMSY理論に代表される「一定の漁獲を維持すれば持続可能な生産が可能になる」といった理論は、北まきの管理には有効ではない。大規模に発生し、減少し、交替するという、生態的特性を前提とした漁業管理の考え方が必要となる。そこでは、ある資源が減少した後に、次の資源を順応的に保全してその増大を担保することが重要であり、そのためには、順応的な保全を経営的に可能とするよ

生態系と社会系の重層的な時間スケールの視点が必要

うな事前の漁船規模抑制施策と、卓越年級群の発生を着実に把握するための海洋調査が重要である。

次に、生態系と社会系の重層的な時間スケールの視点が必要である。魚種交替の失敗（二〇〇〇年代のマサバ資源増大の失敗）の本質は、一九九〇年代のマサバ加入乱獲よりも前の、一九八〇年代のマイワシ漁業管理の失敗（特に漁船規模制御の失敗）であった。つまり、魚種交替資源を対象とした水産業では、ある資源の管理が、次の資源の管理にも影響するのであり、それに対応した二〇〇〇～三〇〇〇年程の時間的視点が重要となる。この視点は、陸上産業を通じた地域経済にとっても同様に重要である。たとえば、一九八〇年代に大量のマイワシ水揚げを十分に加工業が活用できた背景には、一九七〇年代のマサバ豊漁による、陸上産業の十分な資本蓄積（十分な工場数と加工受入れ能力）と、それに裏付けられた価格の支え能力があった。しかし、前節の最後に述べたように、今の陸上産業に十分な受入れ能力は蓄積されていない。そもそも陸上産業からみれば、マサバはマイワシよりも格段に儲かる（利益率が高い）資源である。もし今後、儲かるマサバ資源を陸上産業が十分に活用する前にマイワシの増大期が到来するようであれば、陸上には十分な受け入れ能力が蓄積されず、よって一九八〇年代のように、大量のマイワシを社会が有効利用することが困難になると考えられる。つまり、魚種交替資源を対象とした漁業では、ある魚種の管理が次の魚種の価値にも影響するのである。これは、異時点間の種間関係に関する知見であり、新

しい意味での「生態系に基づく漁業管理」ともいえるだろう。

今後を着実にマサバ資源を回復させる努力を続けるとともに、陸上での資本蓄積と受入れ能力の強化を進めることによって、マイワシ資源を有効に活用する社会的な体制を整えることが、特に今後五年間の最重要課題

特に近年はマサバとマイワシの資源が回復しており、二〇一三年の道東沖は好漁であった。サバ類の漁獲量は三五年ぶりに二万トンを超え、マイワシも前年比三倍近い好漁であった。しかし、上述のように、最盛期二四あった釧路のフィッシュミール工場は現在三工場にまで減少し、価格の支え能力は著しく低下している。いくら海に魚がたくさんいても、陸に買い手がいなければ、水産資源としては何の価値もない。よって、今後を着実にマサバ資源を回復させる努力を続けるとともに、陸上での資本蓄積と受入れ能力の強化を進めることによって、マイワシ資源を有効に活用する社会的な体制を整えることが、特に今後五年間の最重要課題である。

(2) さまざまな管理オプションから 選ぶ取るために必要なこと

本研究では、大変動を繰り返す資源の利用について、四つの考え方に基づく北まき管理オプションを設定した。すなわち、増える資源は十分獲る（管理オプション1）、政府の強制力でうまく制御する（管理オプション2）、税金を使わない範囲で獲る（管理オプション3）、市場原理を適用する（管理オプション4）、という四つの考え方である。このそれぞれについて、資源面、経営面、地域経済面などの分析を行った。科

学的研究として行う分析作業は、ここまではある。この次の作業は、さまざまな政策選択肢の中から国民が「選び取る」ことである。そこで重要となるのは、大発生する資源の活用法と公費支出に関する、社会としての考え方・価値観である。

なによりも、自然現象としての魚種交替を北まきがカンフル剤として東北地域の復興に役立てることは、単なる経済的数値以上の重要性和効果があると考え

以下は著者らの個人的な見解である。地域経済への波及効果と震災復興の重要性に鑑みれば、管理オプション1のように、自然の恵みとして大発生するマイワシ資源をしつかりと漁獲し、それを社会が有効に活用することで地域経済を活性化させた後、公費で十分に減船する、という考え方には、一定程度の妥当性があると考え。表1で示したように、他の2、4の管理オプションでは年間で数百億円規模の経済波及効果が失われる。マイワシ豊漁期間全体で見れば、少なくとも一〇〇〇億円以上の経済縮小となり、その分の税収の減少も考慮すれば、公費減船の財政的な根拠も説明できる。なによりも、自然現象としての魚種交替を北まきがカンフル剤として東北地域の復興に役立てることには、単なる経済的数値以上の重要性和効果があると考え。また、陸上産業の安定性という見地からは、スケトウダラなど他の変動性資源との適切な組み合わせ（特に釧路）や、国際マーケットで競合する可能性がある他国の資源の変動タイミングについても、科学的な検討を進めることが有効と考える。

なお、現地で行ったヒアリング調査によれば、一九八〇年代のマイワシ豊漁期に、管理オプション3に近い施策が北まき連により検討され、部分的に実施されたこともあるとのことであった。しかし、一部の船主らの反対もあり、十分な「とも補償」に

は至らなかったという。つまり、管理オプション3は、実現可能性が高いともいえる。

管理オプション4のITQについても、資本制漁業である北まきについては、検討する価値がある。特に、中長期的に大中型まき網漁業の寡占化・大規模経営化をすすめ、輸出志向の強い漁業セクターを作るといふ政治的決定がなされるのであれば、これは一つの有効な政策選択肢となる。

(3) 自然科学的調査がすべての礎

マイワシ資源減少を引き起こした太平洋東部の海面高度偏差は、全球的な風力場の変化によって引き起こされた

第三節で概説したように、マイワシ資源減少を引き起こした太平洋東部の海面高度偏差は、全球的な風力場の変化によって引き起こされた。現在の科学では、風力場の予測はいまだ不可能である。ただし、海面高度偏差がいったん発生すれば、そのロスビー波としての伝搬速度は一定であるため、船舶観測や人工衛星モニタリング（海面高度）によって伝搬過程を追跡することが可能である。また数値モデルによりその黒潮統流域への到着を予測することも可能である。海面高度偏差が到着した後の物理環境や、プランクトン生産、およびマイワシ仔稚魚の成長や加入は、船舶調査と人工衛星モニタリング（海面高度、植物プランクトン濃度）によって監視可能である。さらに、マイワシの主な漁獲対象は二歳以降であるため、資源の減少は黒潮統流域の海洋環境変動に二年程度遅れて発生する。太平洋東部の海面高度偏差が黒潮統流域に伝搬

するのには三〜四年かかるため、マイワシ資源減少の五〜六年前からの予測が可能である（齊藤二〇一三）。

より正確な予測と、その結果に基づく順応的な管理施策決定のためには、このような海面高度伝搬の監視と、水産庁、水産総合研究センター等によって行われている卵稚仔調査、そして漁期前加入量調査によって、生態系や資源加入状況を的確に把握することが礎である。たとえば、五〜六年前の時点で確度の高い予測ができなくても、段階的な警戒情報を出すことは可能である。北まき連および北まき経営者、加工・流通業、そして行政がこれらの情報を共有し、共通認識を醸成しておくことは、望ましい北まき管理の実現に向けた非常に有効な施策と考える。

引用文献

- 青木一郎・二平章・谷津明彦・山川卓（二〇〇五）、レジームシフトと水産資源管理（日本水産学会監修水産学シリーズ一四七）、恒星社厚生閣
- 大海原宏（一九八〇） まき網漁業概史、全国まき網漁業協会拾年史
- 金子貴臣（二〇一三） 漁業管理が地域経済に与える影響の定量的評価法の開発―九〇年代の釧路市におけるマイワシを事例に―、日本水産学会誌、七九・四二二〜四三二。

川端淳・渡邊千夏子・本田聡・久保田洋（二〇一二） 平成二四年度マサバ太平洋系群の資源評価

齊藤宏明（二〇一三） マイワシ資源と気象変動―ハワイ沖の風との関係―、水産油脂資源講演会講演要旨集

齊藤宏明・見延庄士郎・桜井泰憲・牧野光琢（二〇一三） 魚種交替のメカニズムとその理解に基づく社会への貢献、水産海洋研究、七七・三四四〜三四五。

水産総合研究センター（二〇〇九） 我が国における総合的な水産資源・漁業の管理のあり方（最終報告）

坪井守夫（一九八七） 本州・四国・九州を一周したマイワシ主産卵場（2）、さかな（東海区水産研究所業績C集）、三九・七〜二四。

北部太平洋海区まき網漁業生産調整組合（一九九二） 北部まき網三十年史

牧野光琢（二〇〇九） 我が国における総合的な水産資源・漁業の管理のあり方について、水産振興五〇四。

牧野光琢（二〇一三） 日本漁業の制度分析―漁業管理と生態系保全、恒星社厚生閣。

牧野光琢・金子貴臣（二〇一三） 魚種交替を前提とした漁業管理制度の提言、水産海洋研究七七・三五七〜三五八。

牧野光琢・渡邊千夏子（二〇一〇） 魚種交替と漁業の相互作用、月刊アクアネット

松田裕之 (二〇一七) 海の保全生態学、東京大学出版会

Makino M and Mitani T (2010) Fisheries Management under Species Alternation. Proceeding of the International Institute for Fisheries Economics and Trade, Montpellier, France.

Nishikawa, H. and I. Yasuda (2008) Variation of Japanese sardine (*Sardinops melanostictus*) mortality in relation to the winter mixed layer in the Kuroshio Extension. *Fish. Oceanogr.* 17(5), 411-420.

Nishikawa, H., Yasuda, I., and Itoh S (2011) Impact of winter-to-spring environmental variability along the Kuroshio jet on the recruitment of Japanese sardine (*Sardinops melanostictus*). *Fisheries Oceanography*, 20: 570-582.

Noto, M., Yasuda, I. (1999) Population decline of the Japanese sardine, *Sardinops melanostictus*, in relation to sea surface temperature in the Kuroshio Extension. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 56: 973-983.

Saito H, Ito S, Kawabata A, Makino M, Nonaka M, Okunishi T, Takahashi I, and Yasuda I (2010) Understanding and forecasting of fish species alternation in the Kuroshio-Oyashio ecosystem: The SUPRFISH program. Proceedings of the International Symposium "Climate Change Effects on Fish and Fisheries: Forecasting Impacts, Assessing Ecosystem Responses, and Evaluating

Management Strategies", Sendai, April 26-29.

Watanabe, Y, Zenitani, H., Kimura, R. (1995) Population decline of the Japanese sardine *Sardinops melanostictus* owing to recruitment failure. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 52: 1609-1616.

Yatsu A, Watanabe T, Ishida M, Sugisaki H, Jacobson L.D. (2005) Environmental effects on recruitment and productivity of Japanese sardine *Sardinops melanostictus* and chub mackerel *Scomber japonicus* with recommendations for management. *Fish Oceanogr* 14: 263-78.

時事余聞

◇…小泉発言が発端で「原発ゼロ」か「原発継続」かで国論が揺れている。小泉元首相の発言はフィンランドのオンカロ核廃棄物最終処分施設を視察に出かけて衝撃を受けたことからだ。オンカロは二〇二〇年から地下四二〇メートル保管ベースに使ったあと、核燃料のゴミの埋設を始める。これは世界でただ一つ。核保有国はいずれもこの種の施設をつくるつもりでいるが、迷惑施設だけに引き受け手がない。フィンランドの総人口は東京都の半分、五四〇万人。ロシアと国境を接し、核爆発、核戦争のリアリティーを全国民が持つ。核シエルトは四万カ所に設置。

◇…皮肉にもこの時同行者は三菱重工、東芝、日立製作所など原発部門を抱える各社の幹部である。視察直後元首相は、「原発ゼロ」論をぶち上げる。皆は一瞬、哑然としたという。その後、三菱重工を中心に企業連合がトルコの原発を受注したというから驚く。

◇…もともと自民党は電力各社、原

発メーカー、原発自治体と連携が深い。元首相の「ゼロ」発言には批判もある。ゼロのあとという代案があるか。一方、代替エネルギーの火力発電や電力調達の輸入料が上がり電気料金にはねかえる。それにCO2の排出量が増える。それを一体どうするのか。確かにドイツは脱原発政策を進め不都合を生じていない。太陽光、風力、バイオマスをやっているが、地産地消でコストをまかなう。最初は苦しかったが今ではペイしているという。しかし、あまり大規模のものは少ないようだ。

◇…日本はこれまで平和で穏やかな生活を過ごしてきた。しかし、最近生活は竹島や尖閣諸島など領土をめぐり、韓国と中国の友好関係が崩れ、必ずしも安穩ではない。政府もそれに備え、守りを固くしている。装備の充実に加え反撃体制も強固なものにしている。これが韓中両国にどんな影響を与えるか。両国とも日本の軍事情報を入手しているに違いない。原発は一面では潜在的核武装能力ともいえる。韓中両国との緊張も高まる。

(K)

編集後記

北部太平洋海区のまき網漁業は俗に「北まき」と呼ぶ。震災前の漁獲量は二八〇三万トン、金額にして二六〇〇億円に達していた。日本で最大漁業の一つである。マイワシ、サバ、カツオなどを漁獲し、八戸から銚子に至る大規模漁港に水揚げしている。しかし、マイワシなどは資源変動が激しく、大漁、不漁を数十年の周期で繰り返す。この解説では統計をもとに正確に解説されている。筆者の労苦に心から感謝申し上げます。

「水産振興」 第五五三号

平成二十六年一月一日発行

(非売品)

編集兼
発行人 井上恒夫

発行所

〒104-0055
東京都中央区豊海町五番一
号 豊海センタービル七階

一般財団法人 東京水産振興会
電話 ☎ 三三三三八二一
FAX ☎ 三三三三八二一六
印刷所 (株)連合印刷センター

(本稿記事の無断転載を禁じます)

ご意見・ご感想をホームページよりお寄せ下さい。

URL <http://www.suisan-shinkou.or.jp/>

平成二十六年一月一日発行（毎月一回一日発行）五五三号（第四十八卷一号）