

底びき網調査の捕獲物からみた東日本大震災前後での宮城県海域の底魚類生息密度の変化について

雁部 総明*1・鈴木 貢治*2・小野寺 恵一*3

Changes in Density of Botomfishes caught by Trawl-net Research offshore Miyagi Prefecture
before and after the 2011 Great East Japan Earthquake

Somei GAMBE*1, Mitsuharu SUZUKI*2 and Keiichi ONODERA*3

キーワード：底びき網調査，魚類生息密度，東日本大震災，漁獲圧

東日本大震災（以下震災という）では、地震に伴って発生した津波による仙台湾での海底土の攪乱や陸土の流入¹⁾などの水産資源生息環境の変化のほか、漁船の被災による稼働漁船数の急激な減少とその後の復旧²⁾があった。こうした震災に伴う様々な変化が宮城県海域で漁獲される水産資源にも影響を及ぼしたと考えられる。震災の影響を受けた海域では資源の調査報告がなされているが、震災前後の水産資源動向を調べた報告事例は国の行う資源評価の対象種以外では少なく、特に宮城県海域では佐伯ら³⁾による震災直後の漁業資源の現況報告があるが、震災後も継続的に調べた報告は白木原ら⁴⁾による定置網の漁獲統計から資源密度を調べた報告があるのみである。

宮城県水産技術総合センターでは、毎年6月（震災年の2011年だけは7月）に仙台湾での水深別の6定点で、タラ類稚魚の分布密度把握を目的とした定量的な底びき網調査を実施している。この調査では、タラ類稚魚以外にも多くの生物が入網し、主たるものについては個体数と重量について記録されている。時期、場所、漁具、曳網速度・時間が決まっている調査であることから、この記録データは、その場所でのその時期の相対的な生物生息密度として扱うことができる。そこで、震災前後の2008年から

2015年までのデータをとりまとめて、2011年の東日本大震災の前後での変化について調べたので報告する。

材料と方法

仙台湾での調査点は図1に示す6定点であり、北緯38°10′ライン上のそれぞれ水深30m, 40m, 60m, 100m, 150m, 200mである。底びき網調査に使用した船舶は、震

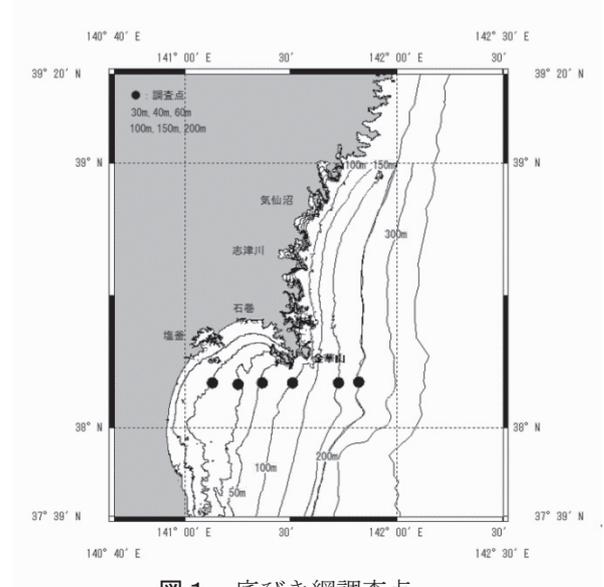


図1 底びき網調査点

*1 水産技術総合センター気仙沼水産試験場 *2 水産技術総合センター環境資源部 *3 東部地方振興事務所水産漁港部

災前の2008年から2010年は水産技術総合センターの拓洋丸（総トン数120トン）、震災年の2011年は拓洋丸が被災したため、民間の底びき網漁船を用船、2012年から2013年までは修繕した拓洋丸、2014年以降は新造した調査船みやしお（総トン数199トン）で行っている。それぞれ、総トン数は異なっているが、底びき網の規模や構造、曳網速度に大きな差はないことから、この研究報告では全て同等の採捕効率と見なして処理した。

入網した生物のうち水産有用種については、全長、体重を個体別に測定しているが、数が多い小型のものは最大、最小個体の全長あるいは体重と総個体数および総重量のみを測定している。ここでは、水産有用種の魚類について生物種ごとに集計し、水深別の重量、総個体数をそれぞれ相対的な生息密度（以下、生息密度、重量密度、個体数密度という）としたほか、総重量と総個体数から計算した平均体重を成長の指標として用いた。

底びき網調査で得られた底魚類から、有用水産魚種としてデータを整理したのは、異体類17種（ヒラメ、マコガレイ、マガレイ、イシガレイ、ヌマガレイ、ホシガレイ、メイタガレイ、アカシタビラメ、ソウハチ、ヤナギムシガレイ、ヒレグロ、ムシガレイ、アカガレイ、ミギガレイ、ババガレイ、サメガレイ、アブラガレイ）、タラ類4種（マダラ、スケトウダラ、エゾイソアイナメ、トウジン）、その他の底魚類13種類（アイナメ、マアナゴ、シログチ、ホウボウ、カナガシラ、ケムシカジカ、イカナゴ、ハタハタ、ナガヅカ、キアンコウ、アオメエソ、ギス、ユメカサゴ）の計34種類である。なお、異体類については、100m水深を基準として、ヒラメからソウハチまでを浅海域の異体類、ヤナギムシガレイからアブラガレイまでを沖合域の異体類として分けて扱った。調査ではこのほかに頭足類、甲殻類、腹足類などのデータも得られているが、生物種の同定や個体数の記録が部分的に行われていないものもあり、震災前後の比較をするにはデータが不足することから、この報告ではデータの揃う魚類のみを対象とした。なお、マダラとスケトウダラの当歳の稚魚は、調査結果が別途とりまとめられている⁵⁾ので、本研究報告では当歳以外の捕獲物である1歳魚を対象とした。

調査の生息密度の変化と海域の資源動向が一致するかをみるために、宮城県総合水産行政情報システム（魚市

場統計のデータベース）を用いて、対象種（シログチについてはニベ・シログチ分類、キアンコウについてはアンコウ類分類）の日別の水揚量と水揚漁船隻数データから、年の合計水揚量と年のCPUE（kg/隻・回）を集計・計算して用いた。ただし、CPUEについては概ねの動向をみる目的であることから、複雑化を避けるために漁業種別ではなく全漁業種一括で計算した。

なお、宮城海域での漁獲量の指標としては、宮城県が震災復興進捗状況として公表している稼働漁船数²⁾を整理した。

結果

年別生物種別に水深別重量、総個体数、平均体重及び魚市場水揚量とCPUEの震災前後の推移を図2、図3、図4、図5に示した。水深別重量からは重量密度と分布域の変化、総個体数は個体数密度の変化、平均体重からはサイズ構成の全体的な変化を知ることができる。

1 水深別重量密度

図2の魚種ごとの水深別重量密度の推移をみると、震災前後で増減がみられた。浅海域の異体類のヒラメ、マコガレイ、マガレイ、イシガレイ、メイタガレイ、その他底魚類のアイナメ、マアナゴ、シログチ、カナガシラ、ナガヅカ、キアンコウ、ハタハタで震災後に増加傾向を示し、浅海域の異体類のアカシタビラメ、沖合域の異体類のヤナギムシガレイ、ヒレグロ、アカガレイ、ミギガレイ、ババガレイ、タラ類のマダラ、エゾイソアイナメ、その他底魚類のホウボウ、ギス、ケムシカジカは震災後に急増しその後減少傾向を示した。また、浅海域のヌマガレイ、ホシガレイ、沖合域の異体類のムシガレイ、サメガレイ、アブラガレイ、タラ類のトウジン、その他底魚類のユメカサゴは震災後の一時期のみ出現した。一方、タラ類のスケトウダラ、その他底魚類のイカナゴ、アオメエソは震災後に減少傾向を示した。浅海域の異体類のソウハチは震災年に減少しその後増加したのち再度減少した。このように何らかの増加をみせたものが多数を占めた。震災後に増加傾向を示したのは浅海域に分布する魚種が多く、震災後に急増後減少に転じたものは沖合域の魚種が多いという傾向がみられた。なお、2014年の40m水深では、ヒラメ、マコガレイ、マガレイ、ソウハチ、

アイナメ、シログチ、カナガシラが明らかに突出した高い値を示しており、これら浅海性の魚種が調査点周辺に増集するような何らかの要因があった可能性がある。そのため、これらについてはデータの傾向をみる際に前後の年の同一水深の数値と同水準であったと仮定して判断した。

次に水深別分布についてみると震災前後で分布水深に明らかな変化がみられたのはその他底魚類のケムシカジカのみであり、震災年の2011年に深場への移動が見られた。それ以外の魚種では分布水深についてほとんど変化は見られず、浅海域の魚種のヒラメ、イシガレイ、シログチ、ホウボウで重量密度の増加に伴う分布域の拡大がわずかにみられた程度であった。

2 個体数密度と平均体重

図3の魚種ごとの個体数密度の推移で震災前後の増減があったものについてみると、浅海域の異体類のヒラメ、マコガレイ、マガレイ、アカシタビラメ、イシガレイ、メイタガレイ、沖合域の異体類のババガレイ、その他底魚類のカナガシラ、シログチ、ハタハタで震災後に個体数密度の増加傾向を示し、浅海域の異体類のヌマガレイ、沖合域の異体類のヤナギムシガレイ、ヒレグロ、ミギガレイ、その他底魚類のマアナゴ、ホウボウ、ナガヅカ、ユメカサゴ、ギスは震災年の2011年以降に急増した後で減少傾向を示した。浅海域の異体類のソウハチ、タラ類のエゾイソアイナメ、スケトウダラ、その他底魚類のケムシカジカは震災前後を通じて減少傾向を示したほか、沖合域の異体類のアカガレイ、タラ類のマダラ、その他の底魚類のアイナメでは震災前後を通じて増減変動がみられた。重量密度と同様に浅海域の魚種に増加傾向のものが多く、沖合域の魚種に増加後減少するものが多い傾向が見られた。

次に、図4の平均体重の推移をみると、浅海性の異体類のヒラメ、マガレイ、沖合域の異体類サメガレイ、ババガレイ、タラ類のエゾイソアイナメ、その他底魚類のキアンコウ、ユメカサゴで震災後に増加傾向を示した以外は、大きな変化がないか不規則に増減していた。個体数密度とともに平均体重が震災後に明らかに増加傾向を示したのは、浅海域の異体類のヒラメ、マガレイと沖合域の異体類のババガレイのみであった。

3 魚市場水揚量とCPUEの推移

図5の魚種ごとの魚市場の水揚量とCPUEの推移(マダラとスケトウダラは1歳魚のみの統計がないので除いてある)のうち、資源動向を反映していると考えられるCPUEと図2の水深別重量密度を比較してみた。これらの増減が概ね同様の傾向を示したのは、浅海域の異体類のヒラメ、マコガレイ、マガレイ、イシガレイ、メイタガレイ、ソウハチ、沖合域の異体類のアカガレイ、ババガレイ、タラ類のエゾイソアイナメ、その他の底魚類のマアナゴ、シログチ、カナガシラ、アオメエソ、ギス、アイナメ、ケムシカジカであり、震災後のみ概ね同様の傾向を示したのは、浅海域の異体類のアカシタビラメ、沖合域の異体類のミギガレイ、アブラガレイ、その他の底魚類のホウボウ、ハタハタであった。傾向が異なっていたのは、沖合域の異体類のヤナギムシガレイ、ヒレグロ、その他の底魚類のナガヅカ、キアンコウ、ユメカサゴであった。なお、ホシガレイ、ヌマガレイ、ムシガレイ、サメガレイ、イカナゴ、トウジンは底びき網調査のデータが少なく判断できなかったが、ホシガレイ、ヌマガレイ、ムシガレイは魚市場水揚のCPUEの高くなった時期に底びき網調査で捕獲されている点では合致している。これら傾向が判断できなかった6魚種と1歳魚の水揚統計がなくCPUEと比較できなかったマダラ、スケトウダラの計8魚種を除いた26魚種についてみると、17魚種と多くの魚種で底びき網調査の重量密度の推移が魚市場水揚のCPUEの推移と同じような増減動向を示し、震災後のみ一致までを含めると22魚種とほとんどの魚種で同じよう傾向を示した。また、浅海域に生息する魚種では異なる動向を示すものはなかった。

4 漁船稼働隻数の推移

表1に2011年(震災日前)から2015年までの宮城県の漁船復旧状況²⁾を漁船稼働数の推移として示した。震災では沿岸漁業を行う小型漁船のうち刺網漁業はほぼ壊滅し、小型底びき網漁船は一部が残存した、また、操業中であ

表1 漁船稼働隻数の推移

| 時 期 | 漁船稼働隻数 | 復旧率 |
|-------------|--------|-----------|
| 2011年(震災日前) | 約9000隻 | (基準:100%) |
| 2012年2月 | 約4400隻 | 49% |
| 2013年2月 | 約6500隻 | 73% |
| 2014年2月 | 約7200隻 | 80% |
| 2015年3月 | 約8400隻 | 93% |

った沖合底びき網漁船はほとんどが残存した。さらに、魚市場の再開は早いところで2011年6月であり、震災直後は漁獲圧がほぼゼロとなった。その後、復興事業等により漁船数は増加していったが、震災前の水準に戻ったのは2016年以降であり、震災後の漁獲圧は隻数の増加に比例して増加したと考えられる。ただし、震災前とは異なり、沖合底びき網漁船は震災後に操業海域を宮城県海域に縮小して操業しているほか、宮城県海域でも操業できる他県の底びき網漁船は震災後宮城県海域では操業していない状況にある。

考 察

多くの魚種で調査の重量密度と魚市場水揚物のCPUEの推移が同様の傾向を示したのは、調査の重量密度が資源動向を反映していたためと考えられる。ここでは重量密度や個体数密度、平均体重が資源動向を反映しているものとして、漁獲圧の変動との関係について考察する。

水深100m以浅の浅海域に生息する魚種では、震災年の2011年には重量密度、個体数密度とも急激な増加はなく、翌年以降から年々増加していくものが多かった。浅海域に生息する魚種を漁獲する漁船のうち小型底びき網漁船の一部を除いてほぼ全船が壊滅したために、震災前の水準までの復旧に5年ほどを要し、その間に漁獲されなかったことから成長やそれらを親魚とする加入によって重量密度あるいは個体数密度を増加させていったと考えられる。ヒラメは浅海域での典型的な変化事例であり、震災の前年級が高加入であった⁵⁾ ことに加え、放射性物質による国の出荷規制により震災後の漁船の復旧にもかかわらず2年間ほど漁獲圧が低くなっていたため、その成長の速さもあって急速に資源量が増大したと考えられる。

2014年には震災前の5倍以上の1600トン近くの水揚量に達している。このことは、宮城県海域の資源を含む太平洋北部系群についての国の資源評価⁶⁾ でも、資源水準が高位、資源動向が増加、漁獲割合が震災前の半分程度となっていることから裏付けられる。また、**図6**に示す通り、調査点での重量密度と宮城県の年間の魚市場への水揚量は強い相関があり、6月期のこの調査でのデータからその年の水揚量が予想できることを示している。白木原ら⁴⁾ の報告でも震災後にヒラメの定置網周辺の平均資

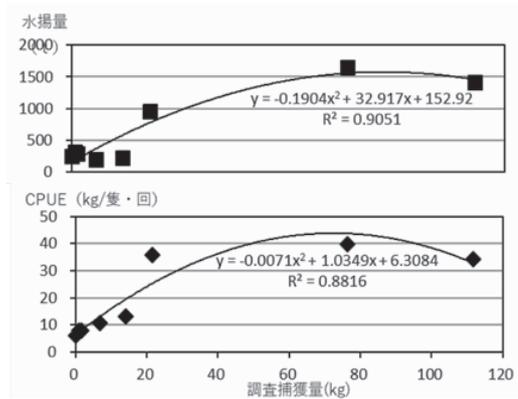


図6 ヒラメの調査捕獲量と水揚量・CPUE との関係

源密度が増加したとしており同様の結果であった。他の浅海域の魚種でも底びき網調査の重量密度、個体数密度が増加傾向にあり、かつ平均体重が増加か同水準を維持しており、魚市場水揚のCPUEと同様の傾向にあるマコガレイ、マガレイ、イシガレイ、メイタガレイ、カナガシラは、資源量が増大している可能性が高いと考えられる。カナガシラは白木原ら⁴⁾ も震災後増加した魚種と報告している。今後、ヒラメのような資源解析による確認が期待される。

一方、震災前後の重量密度と個体数密度の推移から判ったように、主に水深100m以深の沖合域に生息する魚種では震災年の2011年には多くの魚種で急激な増加があったが、翌年からは年々減少し、2015年には震災前に近い水準まで低下している。震災年の調査は震災の約4か月後に行われており、この間に新たな加入や急激な成長が多くの魚種で同時に起こることは考えられないことから、震災年の密度の増加は漁船の被災などによる操業停止で漁獲圧が一時的になくなったことで漁獲されずに漁場に残った個体数により生息密度が高くなったものと考えられる。また、沖合底びき網漁船は震災時に沖合で操業中であったことから被災を免れたものが多く、操業再開後は震災前に近い漁獲圧が資源にかかり、沖合域の魚種の生息密度はババガレイを除き年々低下していったと考えられる。ババガレイが重量密度では同様の傾向なのに個体数密度と平均体重で他の魚種と異なる傾向を示した。白木原ら⁴⁾ は震災後定置網周辺の平均資源密度が増加していたと報告しており、魚市場での水揚のCPUEも増加傾向を示していることから、漁獲による減少を上回る何らかの増加要因があったものと思われる。永尾ら⁷⁾ は東北

海域での底びき網調査結果から、ババガレイの現存量は2010年以前の15年間と比較して2011年以後は高い水準が維持され、平均体長は2011年以降増加傾向にあるとしている。本調査での傾向は、この変化によるものと思われる。

これらのほかに、震災後に漁獲圧が減少したにもかかわらず、震災後の重量密度が減少傾向を示したスケトウダラ、イカナゴ、アオメエソや震災前後を通じて個体数密度が減少傾向を示したソウハチ、エゾイソアイナメ、スケトウダラ、ケムシカジカについては、海流などの海況の影響、底質などの変化、回遊による海域への移入・移出、他の増加魚種による捕食などの漁獲以外の要因が海域の分布密度に影響している可能性があり、こうした観点からの検討も必要と考えられる。特に、ソウハチとケムシカジカは震災年の2011年には重量密度や個体数密度あるいは分布水深で他の魚種と異なる推移を示したことから、海底土の攪乱による底質環境の変化が影響を与えていたかもしれない。なお、イカナゴとエゾイソアイナメは白木原ら⁴⁾も震災後減少と報告しており、本報告と同様の結果であった。

今回の調査結果から、年1回、6月に実施した底びき網での定点調査で水産資源の生息密度の変化を把握することによって、おおまかな資源動向が推定できる可能性が示された。多くの魚種について資源評価を行うには、多大な労力を要するため、このような調査は簡易的な資源動向把握には有用であると思われる。また、震災前の宮城県海域の漁獲圧は資源に対してかなり強いものとなっていて漁船のCPUEを低くしていた可能性があること、さらに、この漁獲圧が大きく下がることによって生息密度が高くなる、あるいは成長乱獲、加入乱獲状態が解消されて漁船のCPUEが上昇した可能性があることが実際にデータから示された意義は大きいと考える。長期間漁獲圧が抑制された浅海域の魚種では、持続的に生息密度が高く維持される傾向がみられる一方で、沖合域で漁船の操業が再開以降は生息密度が急速に減少してきている。宮城県海域で操業可能な他県船の操業は未だ行われていないが、今後操業が行われるようになれば、現状以上の漁獲圧がかかるようになる。震災後に多くの魚種で上昇したCPUEを維持しながら持続的で効率的な生産を行っていくには、過剰な漁獲圧とならないような工夫と努力が必要である。そのためには、このような底びき網調査の

継続による資源動向の把握とともに水産有用魚種の個別の資源評価を順次実施していくことが重要である。なお、推定精度の向上のためには底びき網調査の頻度を上げることが考えられる。今後、近隣海域の同様の調査を行う機関の協力体制が構築できれば、データを総合することでより精度の高い資源動向の推定ができると思われる。

要 約

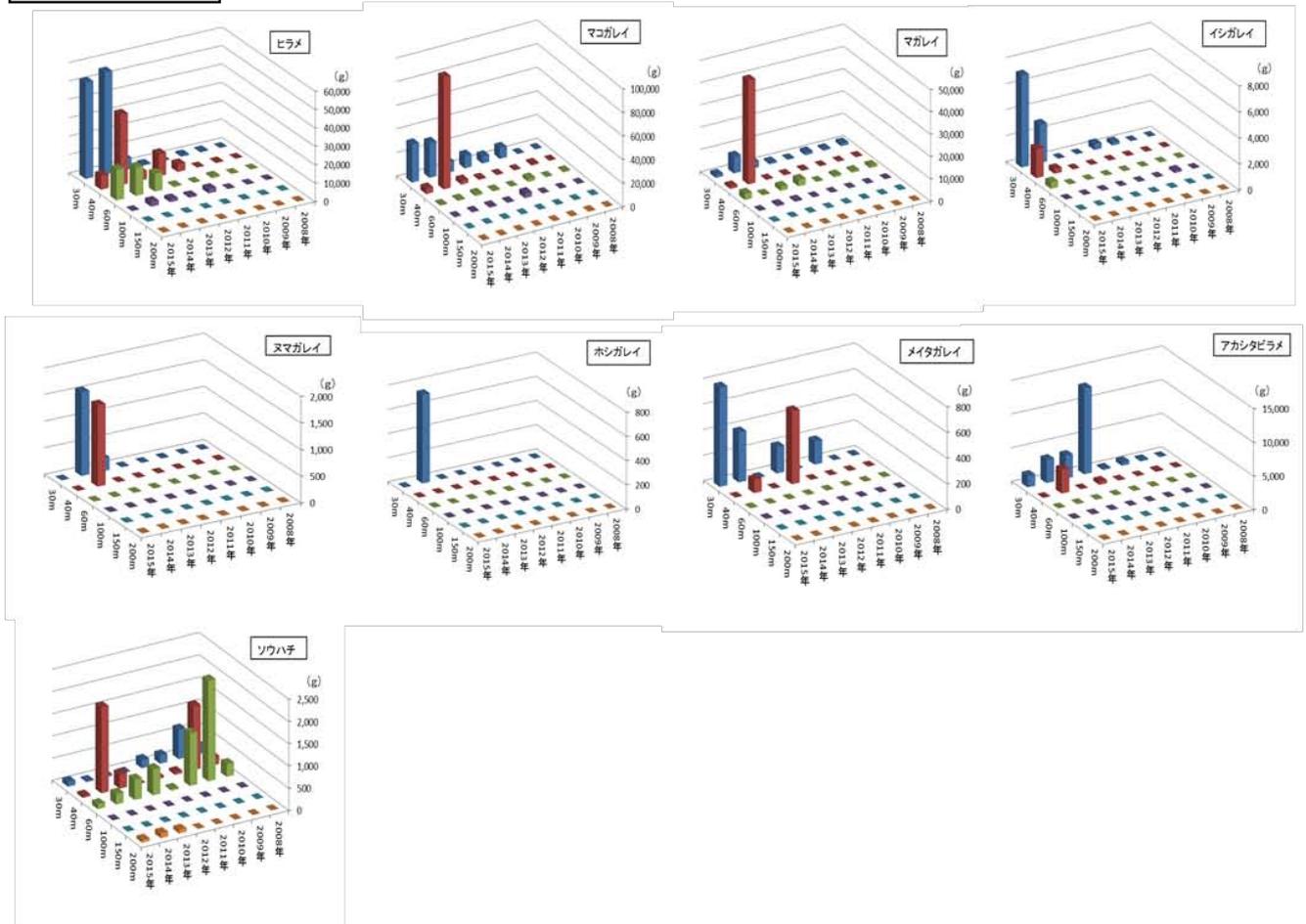
宮城県海域で毎年6月に6定点で行われる底びき網調査で捕獲された底魚類の水深別重量密度、個体数密度、平均体重の推移について、2011年の東日本大震災を含む2008年から2015年までの期間を対象として調べた。併せて、同じ期間の宮城県内魚市場での水揚量とCPUEの推移を資源動向の指標として、震災前の隻数を基準とした震災後の宮城県の稼働漁船隻数の推移を資源への漁獲圧の指標として、相互の関係性から底びき網調査の資源動向把握への有効性と漁獲圧の変化と生息密度の変化に関する考察を行った。

- 1) 定点での定期的な底びき網調査による底魚類の生息密度の把握は、資源動向を把握する上で有用であると考えられた。
- 2) 捕獲されたほとんどの魚種で、東日本大震災前後の生息密度に変化がみられ、浅海域に生息する魚種では震災後年々増加したのに対し、沖合域に生息する魚種では震災直後に急激に増加しその後減少するという違いが見られた。
- 3) 浅海域と沖合域での生息密度の変化の差は震災後の稼働漁船の漁獲圧の差が大きき要因であると推定された。即ち、漁獲圧が比較的長期にわたって低かった浅海域では、震災前の成長乱獲や加入乱獲が改善された一方で、震災直後の漁獲圧の低下が早期に回復した沖合域では急激な密度上昇の後に年々の減少で震災前の水準に近づいていったと考えられた。

謝 辞

今回使用したデータは水産技術総合センターで底びき網調査に関わった歴代職員が測定・記録の労をとったものであることを、ここに記して謝意を表します。

沿岸域の異体類



沖合域の異体類

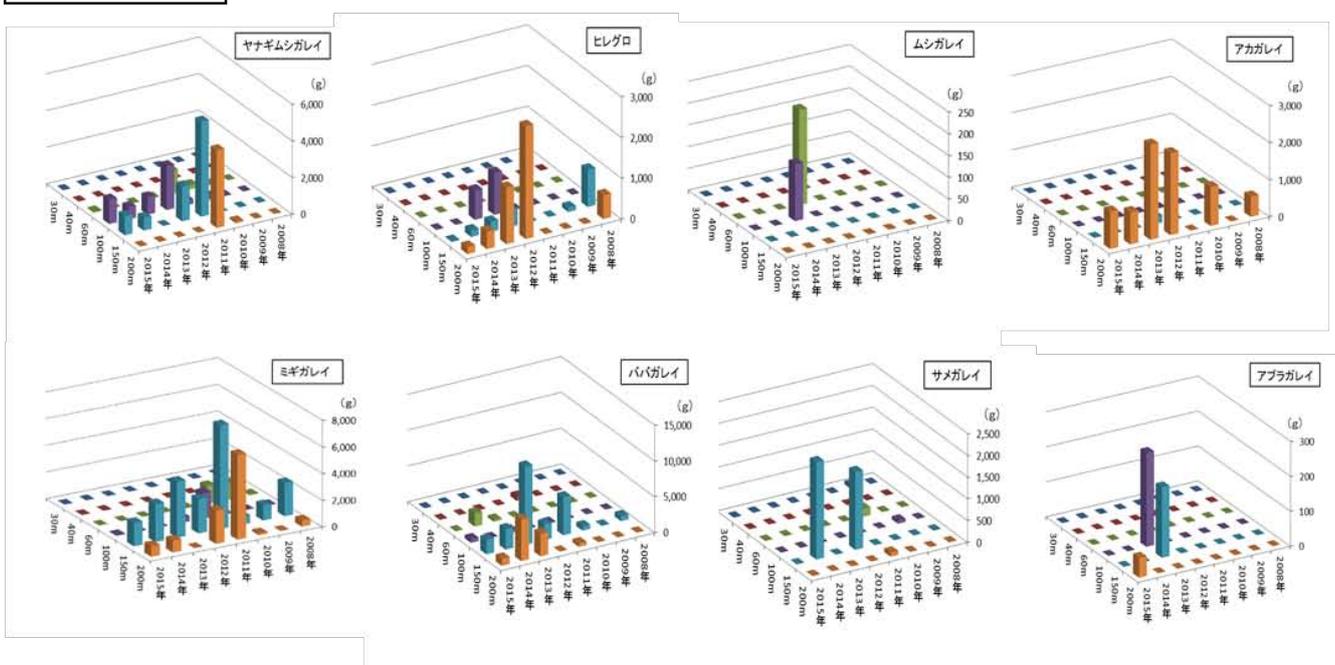
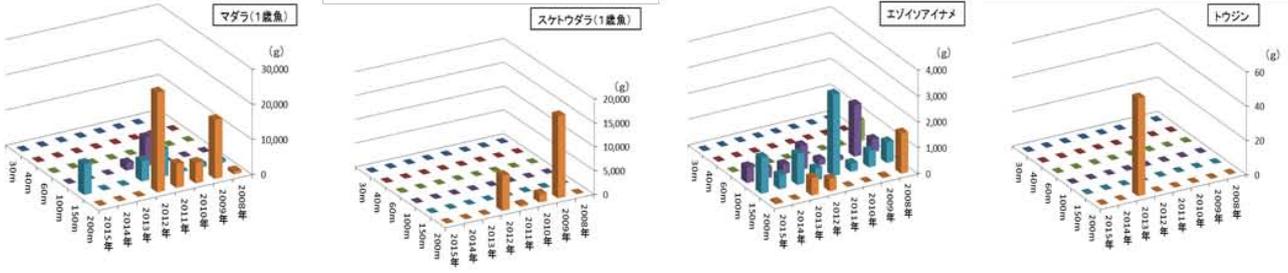


図2-1 魚種別水深別重量密度の推移

タラ類



その他底魚類

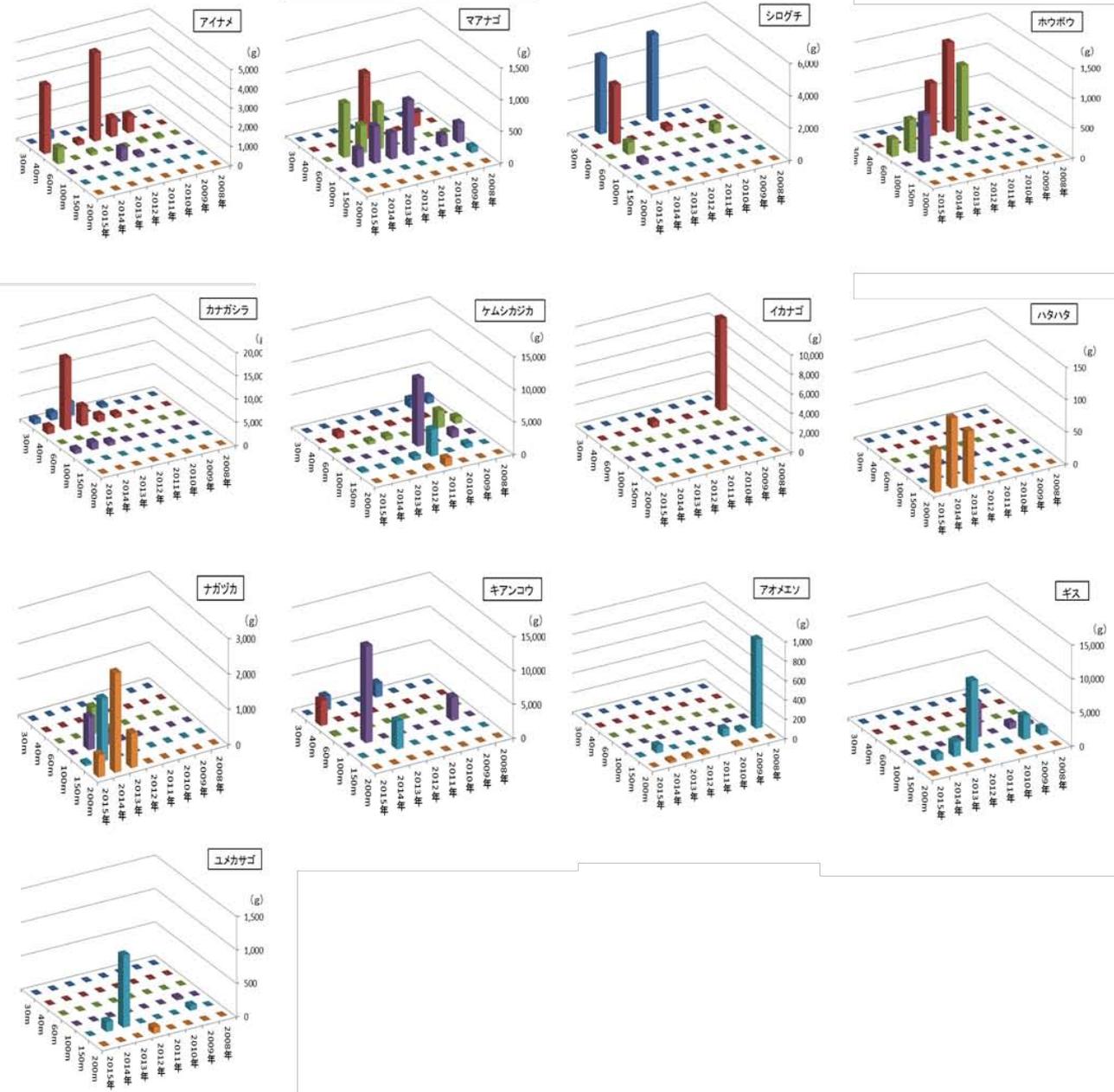


図2-2 生物種別水深別重量密度の推移

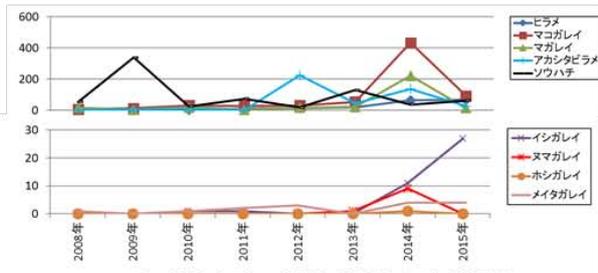


図3-1 個体数密度の推移(浅海域の異体類)

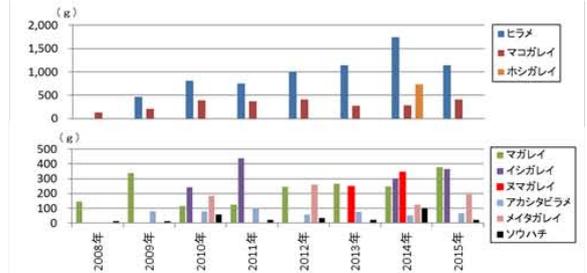


図4-1 平均体重の推移(浅海域の異体類)

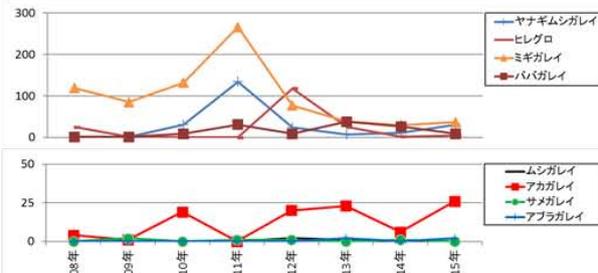


図3-2 個体数密度の推移(沖合域の異体類)

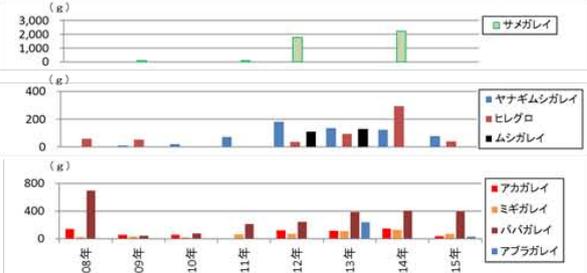


図4-2 平均体重の推移(沖合域の異体類)

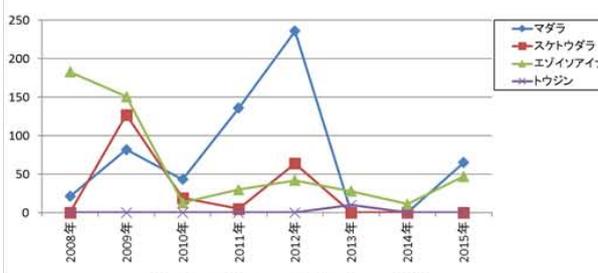


図3-3 個体数密度の推移(タラ類)

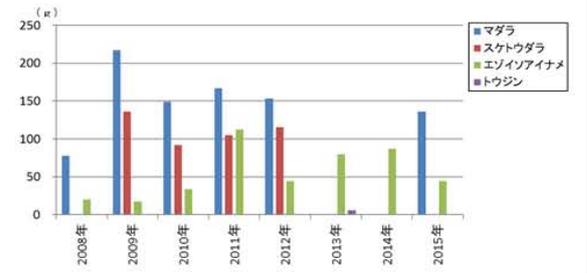


図4-3 平均体重の推移(タラ類)

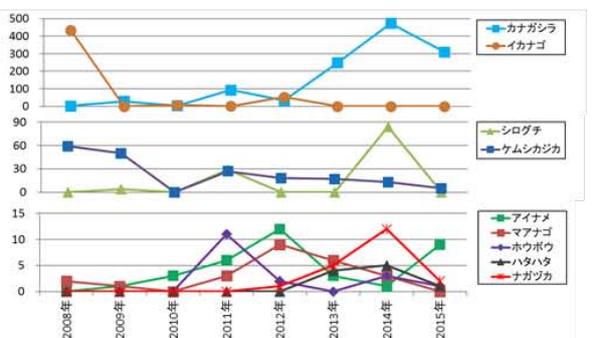


図3-4 個体数密度の推移(その他底魚類の1)

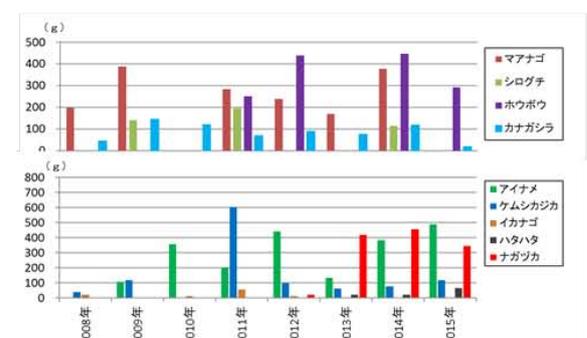


図4-4 平均体重の推移(その他底魚類の1)

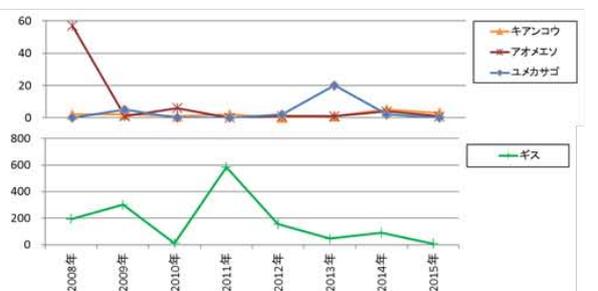


図3-5 個体数密度の推移(その他底魚類の2)
*キスとアオメエソの2011年は200m水深以外の合計

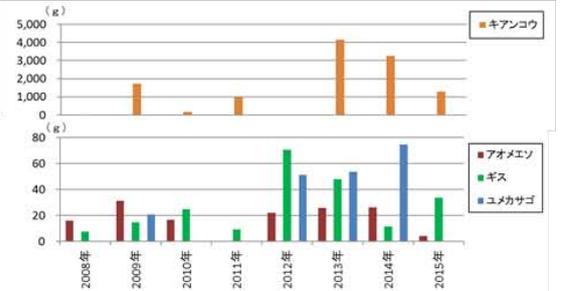


図4-5 平均体重の推移(その他底魚類の2)
*キスとアオメエソの2011年は200m水深以外の平均

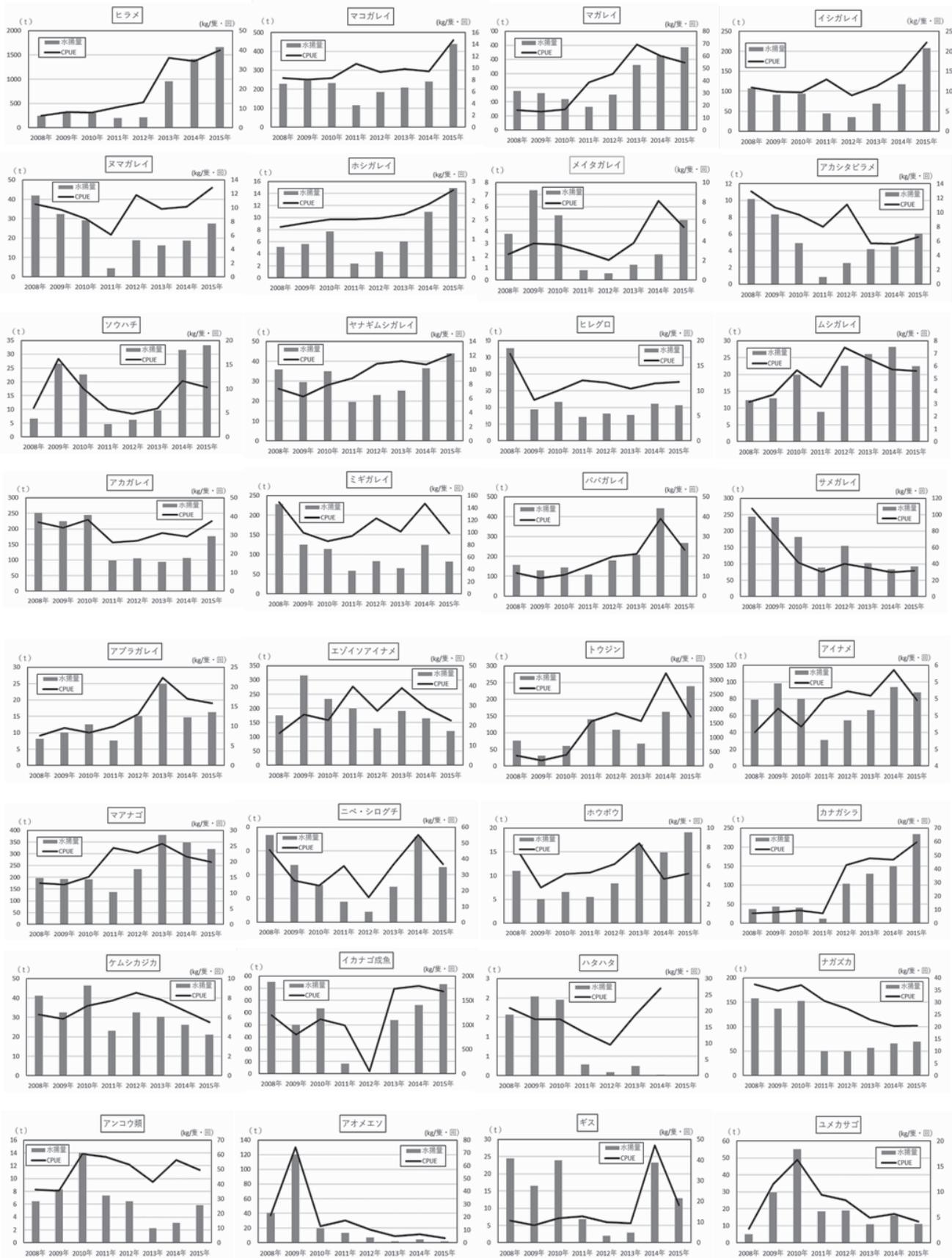


図5 魚市場の水揚量とCPUEの推移(棒グラフ：水揚量，折れ線グラフ：CPUE)

*マダラ・スケトウダラは1歳魚データがないためグラフはない

参考文献

- 1) 雁部総明・太田裕達・鈴木矩晃・伊藤絹子・佐々木浩一・猪俣恭平・中川遼太郎(2014) C, N量及びC, N安定同位体比の比較から推定された東北地方太平洋沖地震の津波による仙台湾の海底表層土の挙動, 宮城水産研報, **14**, 1-10
- 2) 宮城県ホームページ, 復興の進捗状況, 平成24年度~平成27年度
(<https://www.pref.miyagi.jp/site/ej-earthquake/shintyoku.html>)
- 3) 佐伯光広・渡邊一仁・増田義男(2013) 宮城県における漁業資源モニタリングの現況, 月刊海洋 **45**, 387-393
- 4) 白木原国雄・雁部総明・佐伯光広・稲田真一(2017) 宮城県沿岸海域における水産動物資源密度の東日本大震災前後の変化-一定置網漁獲統計からの評価-, 東京大学大気海洋研究所国際沿岸海洋研究センター研究報告, 早期公開版
(http://www.icrc.aori.u-tokyo.ac.jp/publication/j-report_onlinefirst.html)
- 5) 伊藤正木 マダラ・スケトウダラ新規加入量調査(東北水研), 東北底魚研究,**34**,197-201
- 6) 栗田 豊・富樫博幸・服部 努・柴田泰宙 平成28(2016)年度ヒラメ太平洋北部系群の資源評価, 水産庁増殖推進部・国立研究開発法人水産研究・教育機構 1598-1625
- 7) 永尾次郎・伊藤正木・服部 努・成松庸二・柴田泰宙・矢野寿和 2014年の底魚類現存量調査結果,東北底魚研究,**35**,94-105