

我が国における沖合底びき網漁業および以西底びき網漁業の 漁獲量と網数の推移

川内陽平^{1†}, 田中寛繁², 船本鉄一郎², 伊藤正木², 服部 努³, 梨田一也⁴, 養松郁子⁵

Decadal changes in the fisheries catches and efforts of offshore trawl fisheries of Japan

Yohei KAWAUCHI^{1†}, Hiroshige TANAKA², Tetsuichiro FUNAMOTO², Masaki ITO²,
Tsutomu HATTORI³, Kazuya NASHIDA⁴ and Ikuko YOSHO⁵

歴史的な漁業データから我が国全体の漁業や資源の動向を把握することは、漁業全体に対する具体的な管理方針を検討するために重要である。本研究では、漁獲量が多い沖合底びき網漁業と以西底びき網漁業を対象として、漁獲成績報告書（漁績）から得られる漁業情報をデータベース化し、全操業海域の漁獲量・努力量（網数）・網数当たり漁獲量（CPUE, kg/網）を基準化した値の時系列変化および網数の地理的分布を調べた。また、社会的状況等による影響を考察し、全体的な漁業・資源の動向を評価するための課題点を示した。1972年以後、多くの海域で国際協定や経営悪化等により漁獲量・網数は減少し、漁場は縮小したが、一部では資源量変動と同期的な傾向が明瞭にみられた。一方、CPUEは安定的に推移し、これは操業形態の変化等と同調していることが示唆された。今後は努力量の標準化等を進めることで、漁績データから漁業全体の操業状況や資源動向を評価できると考える。

キーワード：底びき網漁業, 漁獲量, 漁獲努力量, 時空間変化

Understanding the overall fishery and fish stock trends from commercial fisheries data throughout Japan is important for discussing the concrete management policy of the Japanese fishery. In this study, fishery information from logbook data of offshore trawl fisheries throughout Japan were compiled into a database with spatial and temporal criterion (logbook database). The temporal transitions of the catch, effort (number of tows) and standardized catch per unit effort (CPUE, kg/tow), and the spatial changes of the fishing grounds were revealed using this database. Additionally, the impacts of various factors (transitions of domestic and international social situations, developments of fishing vessels and gears, fish stock fluctuation, and so on) on these changes were discussed, and the problems for the quantitative evaluation of the overall fisheries and stock conditions were indicated. After 1972, the catch and number of tows in most areas have decreased, and the fishing grounds were reduced to the coast of Japan. The catch and number of tows in some areas were attuned to the fish stock fluctuation due to environmental changes. On the other hand, the CPUEs remained stable on a long-term basis. These CPUE trends were probably affected by the changes in the fishing strategies, the vessel sizes, and so on. In the future, it will be possible to evaluate the overall fishery and stock conditions from the logbook database by standardizing fishing effort and investigating the catch data.

Key words: trawl fisheries of Japan, catch, effort, spacio-temporal change

2017年2月24日受付, 2017年9月13日受理

¹ 国立研究開発法人水産研究・教育機構西海区水産研究所, 〒851-2213 長崎県長崎市多良町1551-8

Seikai National Fisheries Research Institute, Japan Fisheries Research and Education Agency, 1551-8 Taira-machi, Nagasaki 851-2213, Japan

² 国立研究開発法人水産研究・教育機構北海道区水産研究所, 〒085-0802 北海道釧路市桂恋116

Hokkaido National Fisheries Research Institute, Japan Fisheries Research and Education Agency, 116 Katsurakoi, Kushiro, Hokkaido 085-0802, Japan

³ 国立研究開発法人水産研究・教育機構東北水産研究所, 〒031-0841 青森県八戸市鮫町下盲久保25-259

Tohoku National Fisheries Research Institute, Japan Fisheries Research and Education Agency, 25-259 Same-machi, Hachinohe, Aomori 031-0841, Japan

⁴ 国立研究開発法人水産研究・教育機構中央水産研究所, 〒236-8648 神奈川県横浜市金沢区福浦2-12-4

National Research Institute of Fisheries Science, Japan Fisheries Research and Education Agency, 2-12-4 Fukuura, Kanazawa-ku, Yokohama, Kanagawa 236-8648, Japan

⁵ 国立研究開発法人水産研究・教育機構日本海区水産研究所, 〒951-8121 新潟県新潟市中央区水道町1-5939-22

Japan Sea National Fisheries Research Institute, Japan Fisheries Research and Education Agency, 1-5939-22 Suido-cho, Chuo-ku, Niigata 951-8121, Japan

† ykawauch@fra.affrc.go.jp

はじめに

底びき網漁業による漁獲量は全世界の漁業生産量のうち約20%を占め、食料供給において極めて重要な役割を果たしている (Hilborn and Hilborn, 2012). 統計情報が整備されているEUや北米では、底びき網漁業の漁獲努力量 (以下、努力量)・操業位置・漁獲量等を含む漁業データが収集され、それらのデータは操業状況の把握や重要底魚類の資源評価・管理等を行ううえでの重要な漁業・生物情報として利用されている (Jennings, et al., 1999; Eide, et al., 2003; Lewison, et al., 2004). また、一般に漁業データは、日程や海域に制限がある調査船調査等とは異なり、広い海域で長期間・連続的に蓄積されていることから、それらのデータすべてを利用できれば、漁業全体における長期的な漁獲情報から資源動向を明らかにすることが可能となる。例えば、Thurstan et al. (2010) は、100年余り蓄積がある英国における底びき網漁業全体のデータを解析し、同国の底びき網漁業が対象とする底魚資源全体の減少傾向を明らかにすることで、これまで実施されてきた資源管理政策よりも、より資源を高位に保つ政策が必要であることを指摘した。このように漁業から得られる情報を整理してデータベース化することで資源や漁業全体の動向を把握し、漁業のあり方や資源の管理方針を具体的に検討するための重要な知見を提供できる。

一方、漁業データから資源動向を判断する際には、漁獲量や努力量当たり漁獲量 (以下、CPUE) 等を資源量指標値として用いることが多い。一般に網数や操業日数等が一定であっても、漁具や漁船規模等の違いにより単位操業当たりの漁獲効率は変化することから、漁獲量やCPUEもその変化に強く影響を受けている。漁獲効りに影響する漁具の種類や漁船の規模は社会的状況や技術の進歩によって長期的に変化していることが知られており (Greenstreet et al., 1999), 同じ底びき網漁業でもCPUEを年代間で単純に比較することはできない。したがって、底びき網漁業全体を対象とした漁業や対象資源の評価については管理を行うためには、現状利用できる漁業データから漁業全体および海域・漁法ごとの漁獲量や努力量の変遷とそれをもたらした社会的背景を含む要因を考慮に入れた努力量の標準化等を実施していくことが重要である。

底びき網漁業は、我が国においても現在の海面漁業生産量の約20%を占める重要な漁業種類である (農林水産省大臣官房統計部, 2015)。特に、漁業法に基づく政令により定められ、北海道から九州までの沿岸から沖合域を広く操業する沖合底びき網漁業 (以下、沖底) および東シナ海で操業する以西底びき網漁業 (以下、以西底びき) は、現在我が国の底びき網漁業による漁獲量の約半分を占める重要な漁業となっている。一方、これらの漁業の努力量と漁獲量の推移やそれらに影響を与えている社会的背景について断片的な知見はあるものの (梨田・堀川, 2008; 片岡,

2009; 伊藤ほか, 2012, 2015), 全操業海域を網羅した検討は進んでいない。そこで本研究では、沖底と以西底びきを対象として全操業区域の漁獲成績報告書 (以下、漁績) から漁獲量や努力量 (網数) をデータベース化 (以下、漁績データベース) した。それを用いて、我が国周辺海域の漁獲量・網数・CPUEの時系列変化、および網数の地理的な分布やその変化を示し、それらのトレンドについて漁業をめぐる社会的状況や操業形態の変遷等から考察した。また、そこから、漁業データを用いた全操業海域の資源状態や操業状況等の評価を行ううえでの課題点を検討した。

材料と方法

全操業海域の漁績データベースの作成

沖底および以西底びきは農林水産大臣許可漁業であり、漁業者には農林水産大臣宛への漁績の提出が義務づけられている。各漁業の漁績の原本には、操業位置 (農林漁区)、船名、根拠地、トン数、陸揚港、出入港日、操業日別・船別の網数や魚種別漁獲量等の様々な情報が記載される。これらのデータは水産庁と水産研究・教育機構の各水産研究所で電子データや統計資料として整理・管理されていることから、本研究では水産研究・教育機構で保管されている1972-2014年までの電子データを用いた。電子データは漁船の根拠地 (道府県) および操業区域 (以降の緯度経度の記述は日本測地系に従う) を基準とした6つの区分 (北海道、青森県 (太平洋側)-千葉県、静岡県-愛媛県、青森県 (日本海側)-島根県 (東経130°以東のみを操業区域とするもの)、島根県-長崎県 (東経130°以西に操業区域をもつ沖底)、福岡県-長崎県 (以西)) ごとに整理され、原則として、農林漁区 (以下、漁区) 単位 (沖底は緯度経度10分、以西底びきは30分升目) で日別あるいは月別の網数や魚種別漁獲量として集計されている (Table 1)。しかし、北海道の1972-1979年については、冊子として整理された「北海道沖合底曳網漁業漁場別漁獲統計年報」 (北海道機船漁業協同組合連合会, 1973; 北海道機船漁業協同組合連合会・北海道区水産研究所, 1974-1980) からデータを入力し、電子データ化して用いた。また、静岡県-愛媛県の1972年についても、電子データに欠損が多く認められたため、「太平洋中部・南部沖合底びき網漁業漁場別漁獲統計資料」 (南西海区水産研究所, 1976) を電子データ化して用いた。なお、本研究で使用した電子データは、海域・年代によって、経営体数の減少に伴うプライバシー保護の観点や資源評価に使用する項目の違い等から漁績原本における一部の項目のみが電子データ化されている場合があり、入力フォーマットも異なっている。

次に、以上の電子データを集計し、漁法、空間および時間を基準とする統一的なデータベース (漁績データベース) に出力した。漁績データベースの項目 (船、空間、時間) はそれぞれ、漁法 (2そうびき, オッタートロール (以

Table 1. Summary of raw bottom-trawl data used in this study.

Base prefectures	Spatial resolution (minute, latitude× longitude)	Temporal resolution	Gear type	Main fishing area
Hokkaido	10×10	monthly	otter trawl, Danish seine	Pacific Ocean, Sea of Okhotsk, Sea of Japan (in and north of Hokkaido)
Aomori to Chiba	10×10	daily	bull trawl, otter trawl, Danish seine	Pacific Ocean
Shizuoka to Ehime	10×10	daily	bull trawl, Danish seine	Pacific Ocean
Aomori to Shimane	10×10	daily	bull trawl, Danish seine	Sea of Japan
Shimane to Nagasaki	10×10	monthly	bull trawl, Danish seine	Sea of Japan (in and around Tsushima Strait)
Fukuoka to Nagasaki	30×30	monthly	bull trawl, otter trawl	East China Sea

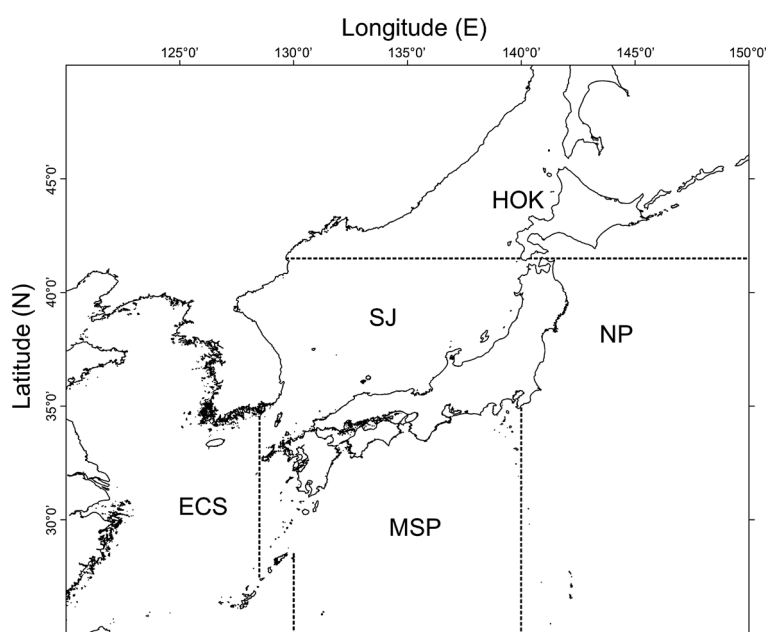


Figure 1. Classification of areas in this study. Names of areas are abbreviated as follows; in and north of Hokkaido (HOK), Pacific Ocean off north-eastern Japan (NP), Pacific Ocean off mid and south-western Japan (MSP), Sea of Japan and northwestern Kyushu (SJ) and East China Sea (ECS).

下、オッター)、かけまわしの3種類)、漁区、月とし、この項目の基で網数および漁獲量を再集計した。データベースの集計には統計言語R version 3.0.2 (<https://cran.r-project.org/>, 2016年2月26日)を用いた。

漁獲量・網数・CPUEの時系列的な推移の検討

上記により作成した漁績データベースを用いて、漁獲量・網数の年間合計値および、各漁業が利用してきた漁獲物全体の動向を調べるためにCPUE（漁獲量の年間合計値÷網数の年間合計値）を算出し、海域・漁法ごとに経年変化を調べた。なお、CPUEの値は海域・漁法間で大きく異なるため、海域・漁法ごとに各年の値を全期間の平均値で割って基準化した値を用いた。本研究では、1) すべての操業

漁区を含めたときの経年変化と、2) 近年（2010–2014年）の有漁漁区内に限定した経年変化の2つについて検討を行った。前者は漁業全体の動向の検討を、後者は近年利用されている漁場における漁業の動向を過去に遡って検討することを目的としたものである。解析に用いた海域区分は、原則として漁船・漁具の規模や対象とする資源がほぼ同一と想定される上述のデータ集計の区分に準じ、以下の操業漁区の地理的位置（緯度経度）で再定義した。すなわち、沖底のうち北緯41°30′以北での操業データを「北海道以北」（HOK）、北緯41°30′以南かつ東経140°以東の太平洋での操業データを「太平洋北部」（NP）、東経140°以西かつ東経130°以東の太平洋での操業データを「太平洋中南

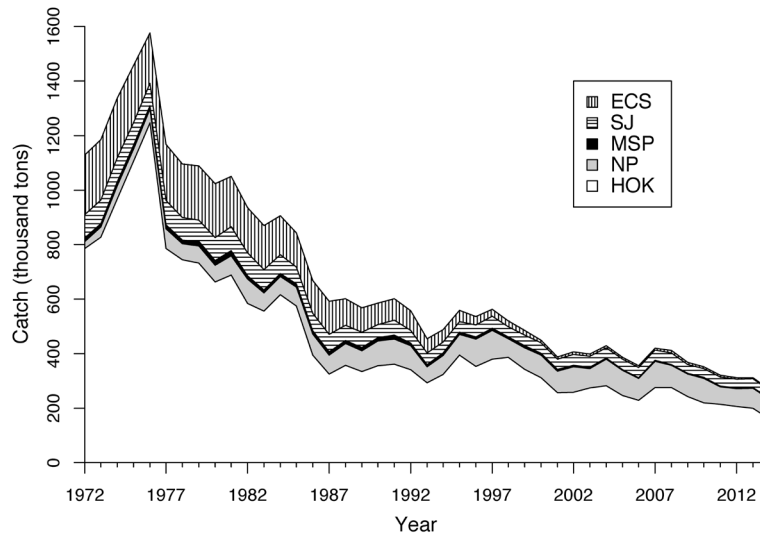


Figure 2. Total fisheries catch of Japanese offshore trawl fisheries. Names of areas are abbreviated as follows; in and north of Hokkaido (HOK), Pacific Ocean off north-eastern Japan (NP), Pacific Ocean off mid and south-western Japan (MSP), Sea of Japan and north-western Kyushu (SJ) and East China Sea (ECS).

部」(MSP), 北緯41°30'以南の日本海および九州北西岸での操業データを「日本海-九州北西部」(SJ)とした(Fig. 1). 一方, 以西底びき(東経128°30'以西の東シナ海・黄海で操業)の場合は一括して「東シナ海」(ECS)として扱った. ただし, 東シナ海のオッターについては1972年以後の全期間を通じた連続的なデータがないことに加え, 2そうびきと操業漁区が変わらず, 漁獲量・網数も2そうびきより大幅に少ないことから, 経年変化の検討から除いた.

漁獲量・網数・CPUEの長期的な動向は, 木所(2011)の方法にならない, 海域・漁法ごとに各値の自然対数値と年との間でデータを線形回帰させ, 有意水準1%を基準として有意な正の相関が認められた場合を「増加」, 有意な負の相関が認められた場合を「減少」と判断した.

網数の地理的分布の把握

各漁法における網数の地理的な分布とその変化を把握するため, 地図上にヒートマップとして可視化した. 可視化する年代は, 全操業海域で共通して得られる1972年以後のうち, 経時的な変化を明瞭化するために1972-1976年, 2010-2014年のそれぞれ5年間とし, 各漁区における網数の年間合計値の5年平均を用いた. さらに, これらの5年間において1網以上の操業があった漁区の面積を積算することで, 年代間での操業漁区面積の違いを漁法別に調べた. 地理データの処理やプロット, 漁区面積計算にはQGIS version 2.12.0-Lyon (<http://qgis.osgeo.org>, 2016年10月5日)を用いた.

結 果

漁獲量

全操業海域の合計漁獲量は1972年以後の1970年代には

100-150万トン前後であった. 1977年以後は急減し, 近年は30万トン前後で推移している(Fig. 2). 海域別にみると北海道以北の割合が期間を通じて最も高い. 1970-1980年代には東シナ海の割合も高かったが, その後は減少しており, 近年は太平洋北部の割合が北海道以北に次いで高くなっている.

また, 海域・漁法別の漁獲量の変動は, 全漁区および近年(2010-2014年)利用されている漁区のみ絞って検討した場合の両方において以下のように判断された. 北海道以北のオッター及びかけまわし, 太平洋中南部の2そうびき及びかけまわし, 日本海-九州北西部の2そうびき及びかけまわし, 東シナ海の2そうびきでは減少傾向が認められた(Table 2, Fig. 3). 一方, 太平洋北部の2そうびき及びかけまわしには増加傾向が認められた. 太平洋北部のオッターでは, 有意な増加あるいは減少傾向がみられなかった. これらは長期的な傾向を調べた結果であるが, 短期的にはより複雑な変化も確認されている. 例えば北海道以北のオッターでは1970年代前半に増加し, その後1980年代後半に大きく減少していた. 太平洋北部のオッターでは1970年代に大きく増加し, 1980-2000年代は比較的安定して推移したが, 2011年以後大きく減少した. 太平洋中南部の2そうびきでは長期的には減少しているものの, 1970年代後半から1980年頃および1991年頃に一時的な増加がみられている.

上記のように全漁区と近年利用されている漁区に絞った場合では, 漁獲量の長期的な動向は変わらないが, 年代によって両者の漁獲量には大きな差がみられる海域・漁法もあった. 北海道以北のオッターとかけまわしでは1970-1980年代にかけて, 東シナ海の2そうびきでは1970-1990

Table 2. Summary of the long-term trends of the catch, fishing effort (tows) and CPUE in the offshore trawl fisheries of Japan in all and recent (2010–2014) fishing rectangles. The trends were indicated as follows; increase (↑), decrease (↓), and not significant (n.s.). Names of areas are abbreviated as follows; in and north of Hokkaido (HOK), Pacific Ocean off north-eastern Japan (NP), Pacific Ocean off mid and south-western Japan (MSP), Sea of Japan and northwestern Kyushu (SJ) and East China Sea (ECS).

Area	bull trawl						otter trawl						Danish seine					
	Catchth		Tows		CPUE		Catchth		Tows		CPUE		Catchth		Tows		CPUE	
	All	2010–2014	All	2010–2014	All	2010–2014	All	2010–2014	All	2010–2014	All	2010–2014	All	2010–2014	All	2010–2014	All	2010–2014
HOK	—	—	—	—	—	—	↓	↓	↓	↓	↓	n.s.	↓	↓	↓	↓	↑	↑
NP	↑	↑	n.s.	n.s.	↑	↑	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	↑	n.s.	↑	↑	↓	↓	↑	↑
MSP	↓	↓	↓	↓	↓	↓	—	—	—	—	—	—	↓	↓	↓	↓	↑	↑
SJ	↓	↓	↓	↓	n.s.	n.s.	—	—	—	—	—	—	↓	↓	↓	↓	n.s.	n.s.
ECS	↓	↓	↓	↓	↑	↑	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

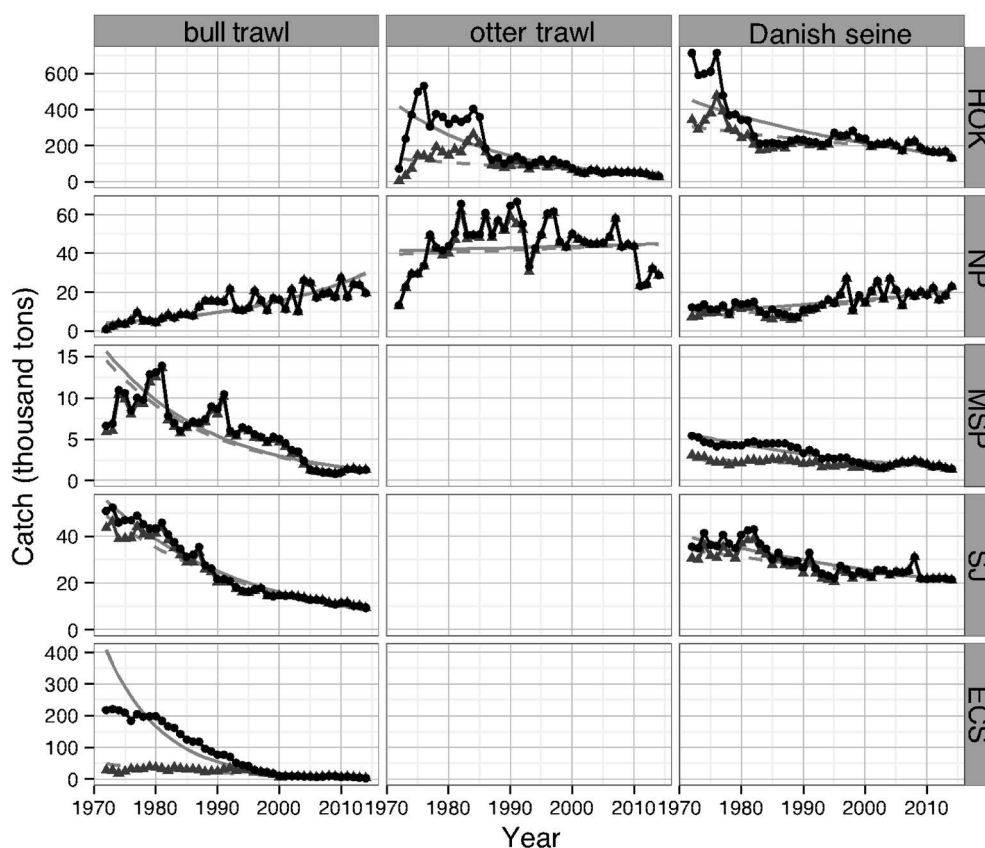


Figure 3. Trends of the fisheries catch of Japanese offshore trawl fisheries by fishing area and gear type. Names of areas are abbreviated as follows; in and north of Hokkaido (HOK), Pacific Ocean off north-eastern Japan (NP), Pacific Ocean off mid and south-western Japan (MSP), Sea of Japan and northwestern Kyushu (SJ) and East China Sea (ECS). Black line with circles represents trends in all fishing rectangles and gray line with triangles represents those in rectangles used in recent years (2010–2014). Curves represent fitted models of all fishing areas (solid) and of recent fishing areas (broken).

年代にかけて顕著な値の差が認められる。次いで、太平洋中南部のかけまわしにおける1970–1990年代でも大きな値の差がみられている。

網数
網数も漁獲量と同様に、全漁区および近年利用されている漁区のみ絞って検討した場合の両方において以下のように

Table 3. Total towed area of the statistical rectangles in the past (1972–1976) and recent years (2010–2014). Proportion of area (recent/past years, %) is also shown.

Type of fishery Type of fishing method	Total area of rectangles (km ²)		Proportion of total area (%) (2010–2014/1972–1976)
	1972–1976	2010–2014	
Offshore trawl fishery			
bull trawl	109,156	67,347	62
otter trawl	285,865	83,249	29
Danish seine	487,128	175,337	36
East China Sea trawl fishery			
bull trawl	652,993	98,390	15
Total	1,241,503	382,717	31

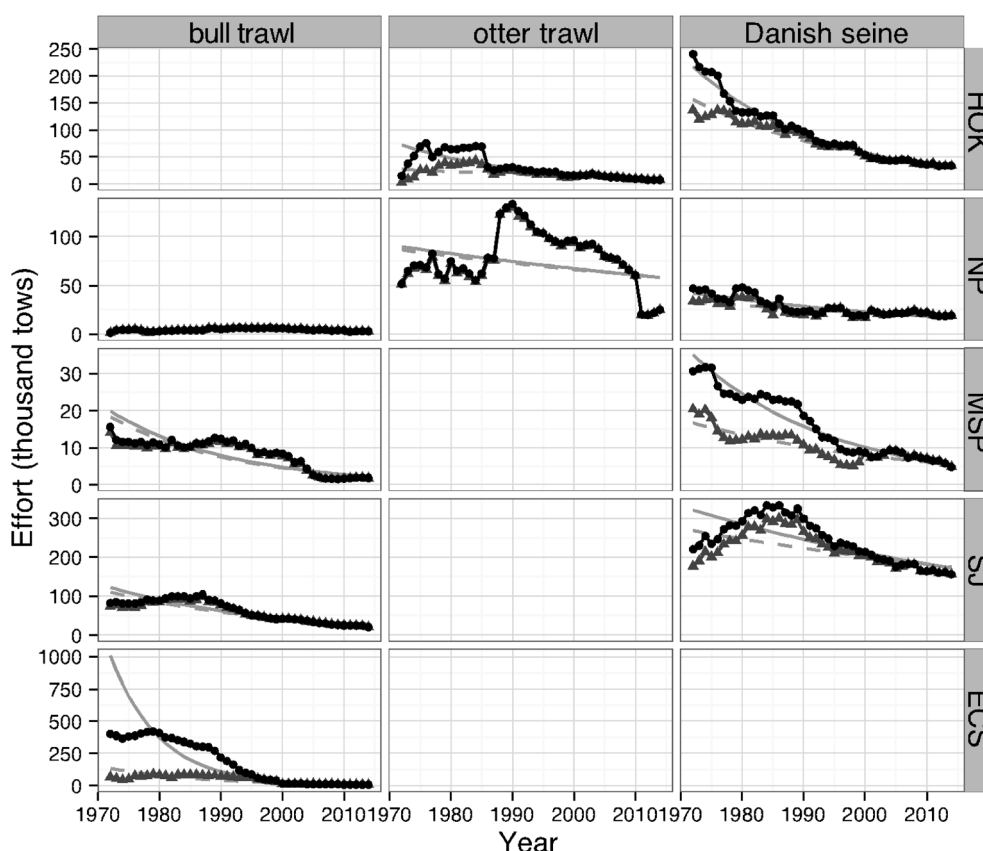


Figure 4. Trends of the fishing effort of Japanese offshore trawl fisheries by fishing area and gear type. Names of areas are abbreviated as follows; in and north of Hokkaido (HOK), Pacific Ocean off north-eastern Japan (NP), Pacific Ocean off mid and south-western Japan (MSP), Sea of Japan and northwestern Kyushu (SJ) and East China Sea (ECS). Black line with circles represents trends in all fishing rectangles and gray line with triangles represents those in rectangles used in recent years (2010–2014). Curves represent fitted models of all fishing areas (solid) and of recent fishing areas (broken).

に判断された。北海道以北のオッター及びかけまわし、太平洋北部のかけまわし、太平洋中南部の2そうびき及びかけまわし、日本海–九州北西部の2そうびき及びかけまわし、東シナ海の2そうびきで減少傾向が認められた (Table

2, Fig. 4). 太平洋北部の2そうびき及びオッターでは有意な増加あるいは減少傾向が認められなかった。漁獲量と同様にその推移は必ずしも一定方向に変化あるいは安定しているわけではなく、北海道以北のオッターでは1970年代

前半に増加し、その後1980年代後半に大きく減少している。太平洋北部のオッターでは1980年代後半に大きく増加した後、徐々に減少を続け、2011年以後さらに大きく減少している。日本海-九州北西部のかけまわしは1970年代から1980年代前半にかけて顕著に増加した後に減少している。

網数においても、漁獲量と同様に全漁区と近年利用されている漁区に絞った場合で長期的な動向は変わらないが、年代によって両者の値に大きな差がある海域・漁法がみられた。北海道以北のオッターとかけまわしにおける1970-1980年代や、東シナ海の2そうびきにおける1970-1990年代に他海域よりも顕著な値の差がみられた。また、太平洋中南部のかけまわしにおける1970-1990年代でも大きな差が認められている。

CPUE

CPUEを基準化した値の全漁区における長期的な動向は以下の通りであった。北海道以北のオッター、太平洋中南部の2そうびきのCPUEでは、長期的な減少傾向が認められ

た。一方、北海道以北のかけまわし、太平洋北部の2そうびき・オッター・かけまわし、太平洋中南部のかけまわし、東シナ海の2そうびきでは、CPUEに増加傾向がみられた。また、日本海-九州北西部の2そうびきおよびかけまわしでは、有意な増加あるいは減少傾向が認められなかった (Table 2, Fig. 5)。なお、近年利用されている漁区に絞っての動向判断では、北海道以北のオッターで有意な傾向が認められなかったほかは全漁区における動向の判断と同じとなった。一方CPUEにおいても、短期的にみるとより複雑な変化がみられた。例えば、長期的には増加と判断された太平洋北部のオッターや2そうびきでは、2010年前後に急激にCPUEが増加する傾向にあった。東シナ海では1990年代以後CPUEが増えはじめ、2000年代後半に急激に増加したが、2013年以後低下した。増加とも減少とも判断されなかった日本海-九州北西部の2そうびきは、1990年にかけて減少した後は増加している。長期的には減少と判断された海域・漁法については、北海道以北のオッターで2000年代以後、太平洋中南部の2そうびきで

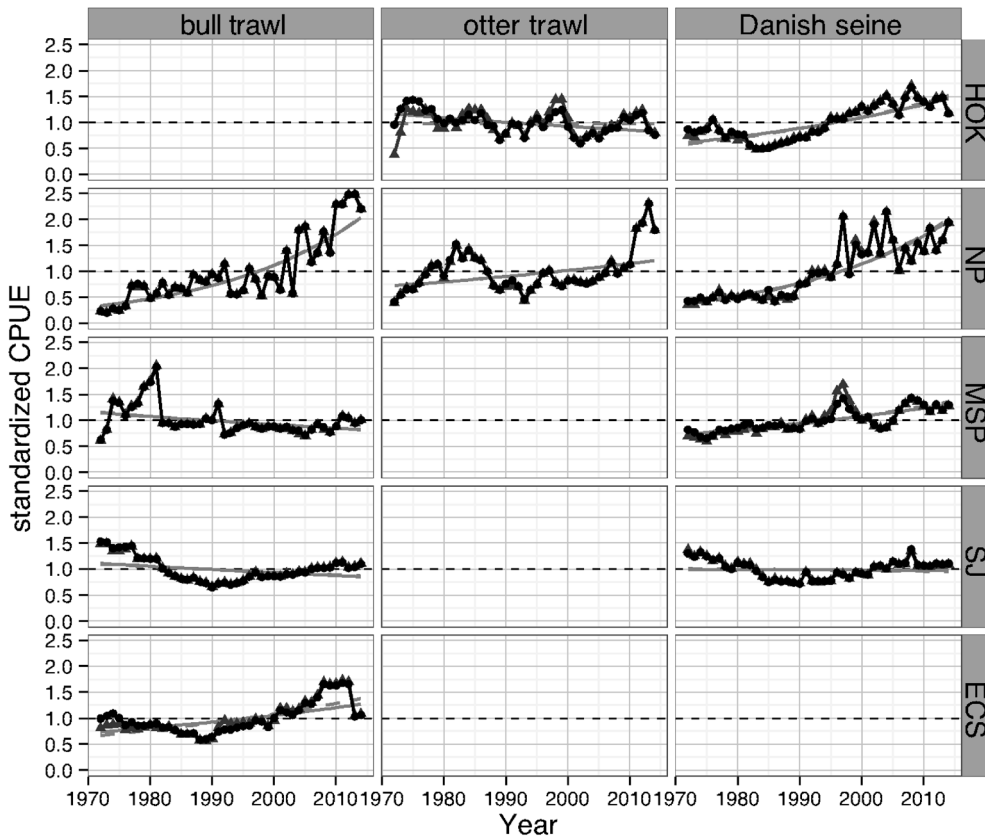


Figure 5. Trends of the catch-per-unit-effort (CPUE) of Japanese offshore trawl fisheries by fishing area and gear type. Each CPUE is standardized by dividing by a mean value of each fishing area and gear type. Names of areas are abbreviated as follows; in and north of Hokkaido (HOK), Pacific Ocean off north-eastern Japan (NP), Pacific Ocean off mid and south-western Japan (MSP), Sea of Japan and northwestern Kyushu (SJ) and East China Sea (ECS). Black line with circles represents trends in all fishing rectangles and gray line with triangles represents those in rectangles used in recent years (2010-2014). Curves represent fitted models of all fishing areas (solid) and of recent fishing areas (broken).

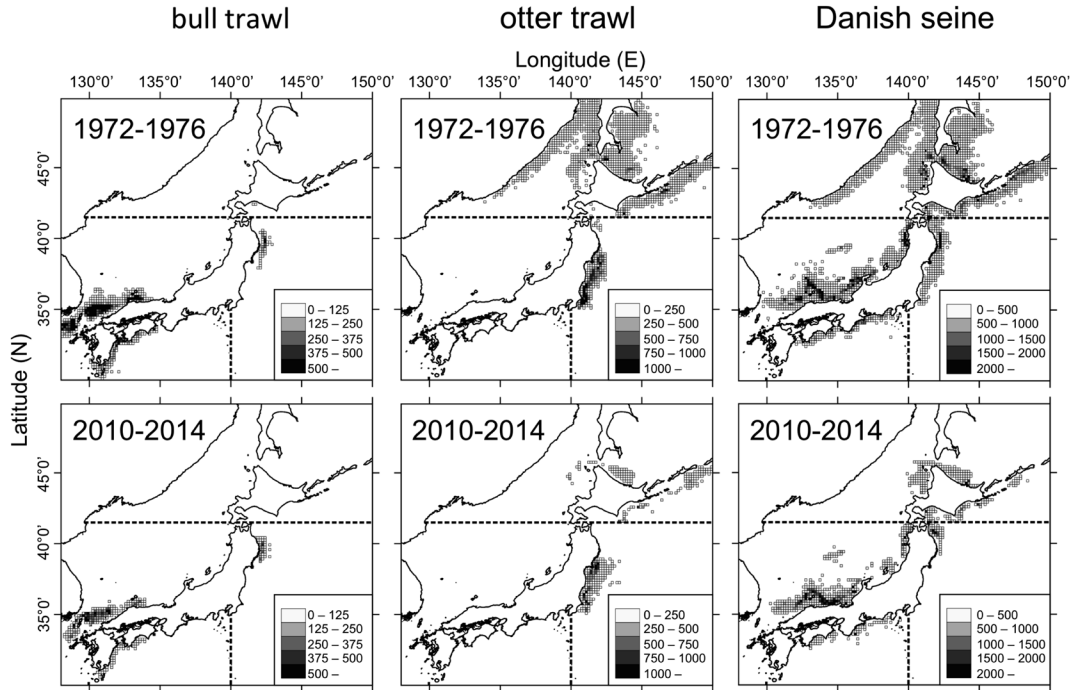


Figure 6. Spatial distribution of 5-year (1972–1976 and 2010–2014) averaged fishing efforts (tows/year) in each fishing method of off-shore trawl fishery. Dotted lines in the maps are the boundaries of areas.

1990年代以後比較的安定していることが窺える (Fig. 5).

一方, 漁獲量や網数とは異なり, CPUEでは全漁区と近年利用されている漁区の間で, どの海域・漁法も特定の年代における値の差は明瞭ではなかった (Fig. 5).

網数の地理的分布

網数の地理的な分布は, 各漁法とも1972–1976年に比べ2010–2014年で狭まっており (Table 3, Figs. 6, 7), 我が国の沿岸寄りに縮小する傾向が認められた (Figs. 6, 7). また, 東シナ海 (以西底びき) の2そうびきでは, 1972–1976年に東シナ海および黄海の沖合域で, 2010–2014年に最も我が国に近い漁区で網数が多いという変化もみられた. 2010–2014年の操業漁区面積は, 1972–1976年の31%であった (Table 3). 漁業種類 (沖底・以西底びき), 漁法別にみると以西底びき (東シナ海) での操業面積の減少が大きく, 沖底の2そうびきの減少は小さかった. なお, 図には示していないが以西底びきの黄海漁場は, 1990年代中盤以後ほとんど利用されていない. 近年最も操業範囲が広いのはかけまわしであり, 日本周辺の幅広い海域で操業がされている. 2そうびきも操業範囲が広く, 北海道以北を除く全ての海域で実施されている (Table 3, Figs. 6, 7). 一方, オッターは現在北海道以北と太平洋北部の一部 (金華山沖–房総沖) で操業されているのみである.

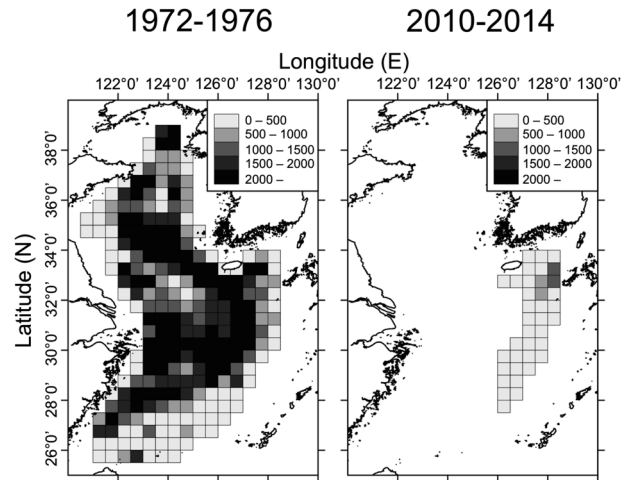


Figure 7. Spatial distribution of 5-year (1972–1976 and 2010–2014) averaged fishing efforts (tows/year) in East China Sea trawl fishery (ECST).

考察

漁獲量・網数の変動パターンの整理

本研究において, 沖底および以西底びきの漁獲量と網数の推移では減少を示すものが多く, 利用している漁場も我が国沿岸への縮小傾向が海域間で共通してみられることが明らかとなった. また, 縮小した現在の漁場においても漁獲量と網数の減少傾向は変わることはなかった. 一方, 一部の海域・漁法では漁獲量・網数に長期的な減少傾向がみら

れなかったことから、海域・漁法によってそれらの変動要因は大きく異なることが予想される。したがって、それぞれの異質性についても充分に考慮する必要がある。本研究の漁獲量・網数の長期的推移にみられた傾向は、1) 漁獲量・網数ともに減少傾向を示した海域・漁法、2) 漁獲量が減少傾向を示さなかった海域・漁法の2パターンに区分される。それぞれの長期的傾向に含まれるより複雑な変動も踏まえ、我が国の沖底・以西底びきを取り巻く社会的状況・資源の動向等と照らし合わせながら漁獲量・網数の推移について以下のように考察を行った。

漁獲量・網数が減少傾向を示した海域・漁法

1) のパターンを示したのは、太平洋北部を除くすべての海域・漁法である。各海域での状況に注目すると、特に北海道以北や東シナ海では他海域に比べて沖合域の漁場が大きく縮小しており、1972年以後に操業が行われた全漁区における漁獲量と網数の減少は近年の漁場に限定した場合と比較して大きかった。これらの結果は北海道以北や東シナ海において、かつて重要な役割を占めた漁場が手放されてきたことを示唆しているが、その大きな要因のひとつとして漁業を取り巻く国際情勢の変化が挙げられる。北海道以北では、1977年に日本と旧ソ連により漁業専管水域が設定され(板倉, 2004; 八吹, 2008)、1986年にも日ソ漁業交渉において日本への漁獲割当量が大幅に減少した(富岡, 2014)。これらにより大幅な減船を強いられることになったことが、本研究でみられた1980年代後半からの網数の減少に影響を及ぼしたと考えられる。特にオッターでは、漁獲量にも網数の急減と同期的な傾向がみられている。東シナ海では、1980年代以降の中国・韓国の底びき網漁業の発達による漁獲競争、加えて日中・日韓漁業協定に基づく規制の強化等が(片岡, 2010; 時村, 2011)、継続的な漁獲量・網数の減少と漁場の縮小に影響したと考えられる。また、2000年の日中漁業協定(新協定)の発効により、暫定措置水域(北緯27°-30°40'までの日中両国からおおむね距岸52海里の海域)と相手国の許可なく操業することができる中間水域(北緯30°40'以北の東シナ海のうち、東経124°45'-127°30'の海域)が設定(長谷, 2010)されてからは、外国漁船による操業が極めて多くなっており、これらの海域を避けるように我が国沿岸寄りの漁場で操業している。なお本研究では北海道以北や東シナ海ほど全漁区と近年の漁区に絞った場合の間で漁獲量・網数に差はみられなかったが、日本海-九州北西部においても国際関係の変化が報告されている。当該海域の山陰沖では、1972年頃から韓国底さし網、ばいかご、あなごかご等の外国漁業が進出してきたことによる競争や資源の低迷等に加え、1999年には日韓漁業協定(新協定)により暫定水域が設定されたことで漁場が狭隘化し、兵庫県や島根県等の沿岸地域の沖底許可隻数は大きく減少したことが知られている(富岡, 2014)。

国際情勢の影響以外にも漁獲量・網数の減少に影響した要因が考えられる。例えば、本研究では北海道以北、日本海-九州北西部、東シナ海のように漁場を競合する近隣国を持たない太平洋中南部でも、漁獲量・網数に減少傾向がみられた。かけまわしにおいては、梨田・堀川(2008)が示したように漁獲量と網数が同期的に一貫して減少しており、当漁法の主対象となるニギスやアオメエソの資源状態が一方的に悪化していないこと(梨田・堀川, 2008; 梨田・赤嶺, 2017)を考慮すると、経営悪化に伴う着業統数の減少を原因とする(梨田・堀川, 2008)網数の減少が漁獲量に影響していると考えられる。なお、当該海域のかけまわしでは、北海道以北や東シナ海同様、2000年代以前において、全漁区と近年の漁区に絞った場合の漁獲量・網数の差が大きかった。これは、かつて大きな割合を占めていた紀州沖や紀伊水道沖での操業が急減したためと考えられる(梨田・堀川, 2008)。一方2そうびきでは、網数がほぼ一貫して減少しているのに対して、漁獲量は1970年代後半から1981年頃および1991年頃に一時的に増加の傾向を示し、その後減少したという違いがみられた。このような漁獲量の推移には、当該時期にヤリイカやウマヅラハギが多量に漁獲されていたことの影響が大きいと考えられる(梨田・堀川, 2008)。特にヤリイカは、資源評価の結果でも当時の資源水準は高位であったとされている(木所ほか, 2017)。したがって、同年代の2そうびきでは一時的に資源状態のよい魚種が漁獲されていたことにより漁獲量が支えられていたが、それらの魚種が減少した1990年代以降は経営悪化に伴う網数の減少とともに漁獲量も減少していったと考えられる。日本海-九州北西部の南西部の2そうびきでも、1970年代以降におけるヤリイカ漁獲量の増加と1990年代以後の急減が報告されており、太平洋側と日本海側で同様の環境変動が資源量変動に影響を与えた可能性が考えられている(梨田ほか, 2012)。一方、漁法の転換や漁業資材の変化が網数に影響したとみられる事例もある。例えば、北海道以北のオッターにおいて漁獲量・網数は1970年代前半に増加したが、これは、1971年に当該漁法が導入され(北海道機船漁業協同組合連合会, 1973)、その後普及していったことが影響したと考えられる。日本海-九州北西部のかけまわしでは1970年代から網数が増加し、1980年代以後に減少する傾向を示したが、これは漁獲量の推移と必ずしも一致していない。当該海域のかけまわしでは、1970年代から1980年代前半において許可隻数は安定的であったものの、漁船の大型化(50トン以上)が進められてきたことが知られている(養松, 未発表)。従って、1980年頃までの網数の増加はこの影響を受けている可能性がある。一方、1980年代半ば以後は許可隻数が減少に転じたことで、海域全体での網数が減少していったと考えられる。また、ほとんどの海域・漁法における漁業の縮減には、2度のオイルショックやバブル崩

壊等の相次ぐ社会的現象に由来する燃油代・漁業資材の高騰や経営不振等により漁業の縮小・撤退が続けられてきたことも影響していると考えられている(富岡, 2014)。以上のように, 網数の減少傾向には, 国際情勢や我が国における社会的要因が影響したと考えられる海域・漁法が多く, 漁獲量もそれと同期的に減少してきたと考えられる。一方, 漁船規模の変化等の要因が網数の増減に影響を与える事例もみられた。さらに, 海域・漁法によっては環境変動等に起因する漁獲対象資源の減少も漁獲量の減少に大きく影響したと考えられる。

漁獲量が減少傾向を示さなかった海域・漁法

2) のパターンを示したのはすべて太平洋北部の各漁法であり, 網数には増加傾向がみられない一方, 漁獲量は長期的に増加する, もしくは明瞭な傾向がみられないという結果であった。網数が減少傾向を示したのはかけまわしのみであったが, 2そうびきとオッターについても1970-80年代に増加したものの, 1990年代以後は減少に転じている。このような継続的な網数の減少には, 他海域と同様, 経営悪化等に伴う着業隻数の減少が影響していると考えられている(伊藤ほか, 2012)。なお, 2そうびきについてはかけまわしからの転換が進んだことが, 1980年代までの漁獲量・網数増加の大きな要因と考えられる(伊藤ほか, 2015)。また, 1980年代後半におけるオッターの漁獲量・網数の急増については, 小型底びき網から沖底への転換に伴う着業隻数の増加と時期を同じくしている(伊藤ほか, 2012)。2011年以後に同海域におけるオッターの漁獲量及び網数は大きく減少したが, これには東日本大震災による福島県沖での操業自粛の影響が大きい(伊藤ほか, 2015)。しかし, 上記のとおり太平洋北部では, 1990年代に入り網数が減少の一途をたどる中, 各漁法の漁獲量は年により増減があるものの, 一方向的な減少傾向を示さなかった。これには, 1990年代以後に漁獲割合が高くなったスルメイカ, マダラ等の影響が大きいと考えられる(伊藤ほか, 2015)。スルメイカは1990年代から環境変動等の影響によって急激に資源量が増加しており(加賀ほか, 2017; 久保田ほか, 2017)。太平洋北部においても豊富なスルメイカ資源の加入が漁獲量増加の大きな要因となっていたと考えられる。マダラは2011年以後漁獲量が急増したことが知られ, これは東日本大震災による漁獲圧低下の影響が大きいと考えられている(成松ほか, 2017)。以上のように, 他海域とは異なる漁獲量のパターンを示した太平洋北部では, かつて漁獲割合の小さかった資源が環境変動等の影響により増加したことが, 網数の減少とともに漁獲量の長期的な減少傾向を示さなかった大きな要因だと考えられる。

CPUEの変動要因

我が国の沖底・以西底びきでは, 少なくとも1990年代以後, 網数に国際関係や社会的状況等の変化と並行した減少

傾向がみられ, 漁獲量も同期的に減少する海域・漁法が多かった。一方, 網数は減少傾向を示したのに対して, CPUEには比較的安定した推移や増加傾向が示された海域・漁法がほとんどであった。ただし, 本研究で算出したCPUEを資源の状態と解釈することには注意を要する。なぜなら, CPUEが純粋な資源の状態であるとすれば, 豊富な資源を多獲することで経営的に安定・向上する可能性が高いと考えられるため, 経営悪化等により網数が減少してきたとする上記の考察を支持しない。したがって, CPUEの増加・安定の要因としては, 別の要因も検討する必要があると考えられる。大きな要因の一つとして, 網数自体が減少する一方, より効率的な操業が行われてきたことによってCPUEが高位安定する, いわゆる hyperstability が考えられる(Hilborn and Walters, 1992)。沖底では多くの海域で漁獲能力の増大につながる漁船の大型化や漁具性能の向上が進められてきたことが報告されている。例えば, 太平洋中南部の2そうびきでは, 愛媛県, 大分県, 宮崎県において, 1970年代以前は総トン数60トン未満の漁船が中心であったのに対して, 70-80年代は60-90トン, 1990年代以後は100トン以上と推移した(松浦, 2008)。北海道以北の沖底でも1970年代以後, それまでの100トン未満から124トン以上の漁船への移行が進展していったことが報告されている(板倉, 1999, 2004)。鳥根県浜田市や岩手県における2そうびき漁船では1970年代までは800馬力以下が中心だったのに対して, 1980年代以後は1000馬力以上の漁船が増加した(松浦, 2008)。浜田市では漁船の大型化により漁具規模も大型化されている。兵庫県, 鳥取県のかげまわしでは, 馬力数が高い86-95トンの漁船の割合が1980-1990年代に急増し, 馬力数の増大により網揚げウィッチの能力もアップした(松浦, 2001)。これらのように多くの海域で漁船・漁具規模の大型化がみられるが, 青森県-京都府のかげまわしのように, 漁船を小型化することでコストを下げつつ, 地先資源を効率的に漁獲するように変化した事例もみられている(養松, 未発表)。一方西日本の海域においては, 漁獲物組成が年代により大きく変化したことが報告されている(松浦, 2008; 梨田・堀川, 2009; 片岡, 2010)。例えば, 本研究で日本海-九州北西部2そうびきのCPUEは1990年代以後に増加したが, 同時期にはつぶり物原料魚種から高鮮度な魚種への需要の変化があったことが知られている(松浦, 2008)。この需要の変化の中で, 対象魚種の変化に伴い, 操業日数の短縮や近距離漁場の利用が進められており, 沿岸域への漁場の縮小はこのような影響も受けられていると考えられる。東シナ海では, 1970年代には大陸側に分布するタチウオ, キグチ, シログチ, エソ類等の漁獲割合が高かったが, 近年は我が国側に分布するキダイ等が漁獲の中心になっており, これも同様に, 魚価上昇を狙ってつぶり物原料魚から惣菜物へ転換したことが一因となっていると考えられている(片

岡, 2010)。以上のことから、国際情勢の変化による広域漁場からの締め出しや経営悪化に伴い努力量が減少している中で、各海域で漁獲量を維持するための操業形態の変化が認められたことが、CPUEを増加・安定させる一因になってきたと考えられる。

本研究では、CPUEにおいても漁獲量・網数と同様に海域・漁法によって詳細な変動傾向に違いがみられた。例えば、太平洋北部の2そうびきとかけまわしでは、1990年代以後のCPUEの増加が他海域よりも大きい。これは、上記のように、スルメイカ資源量の増加と時期を同じくするためと考えられる。また、オッターでは2011年以後CPUEが急増しているが、これは、東日本大震災による漁獲量の低下に伴い、マダラ等の資源水準がよくなったことが大きいと考えられる。一方、太平洋中南部2そうびきのCPUEは、唯一全漁区と近年利用する漁区の推移の両方で長期的な減少傾向を示したが、1970年代後半から1980年頃と1991年頃に明確なピークがみられ、それ以後は安定している。これらのピークは上記の考察でも示したヤリイカやウマヅラハギ資源の増加と時期を同じくするため、その影響を強く受けている可能性が高い。また、既往の文献においては、ほかにもレジームシフト等に伴って対象魚種の漁獲量・資源量が増減しているとみられる事例（Shida et al., 2007; 梨田・堀川, 2009; Tian et al., 2011; 梨田ほか, 2012）が報告されていることから、CPUEのトレンドには、操業形態の変化とともに環境変動による資源の変動も大きな影響を与えている可能性が高い。資源量変動については調査船調査等の漁業から独立したデータと照合することで、それぞれの海域における対象資源の変動と漁業との関係について、より詳細に検討していくことが重要であろう。

定量的にCPUEを評価するために

CPUEは我が国の資源評価等において重要な資源量指標値として利用されることが多い。しかし、上記のように沖底・以西底びきのCPUEは操業形態の変化や、環境変動による資源動向の変化といった要因が複合的に影響し、推移してきたと考えられるため、それぞれの要因を考慮に入れた努力量の標準化や漁獲量の精査が望まれる。特に、本研究で基礎資料とした漁績データベースにおける努力量は漁区面積あたりの網数の情報であることから、漁具・漁船等の規模の変遷が反映されておらず、CPUEの値に大きな影響を与えている可能性が高い。今後は、操業の規模をより定量的に評価するための取り組みが必要となるであろう。漁績データベースからより定量的に努力量を評価するためには、まず漁船の馬力・トン数階層による努力量の標準化が有効と考えられる。それには、本研究で考慮できなかった漁船トン数等の漁績原本に記載された項目を出来る限り漁績データベース全体に反映させられるようにし、それを基にさらなる検討を行っていくことが重要である。また、欧米では、近年VMS（vessel monitoring system）等の空間

的に細かい操業記録データに基づいた掃海面積の推定が行われていることに加え、操業対象となる海底の掃海頻度別の面積等の解析を行うことで、努力量の集中度合等についても定量的に議論している（Gerritsen et al., 2013）。我が国において十分にVMSは普及していないが、将来的には全船にVMSを搭載し、漁績の一部として提出を義務化することで、沖底・以西全体の操業規模をより定量化できるシステムを構築していくことが理想的であろう。今後は、その先駆けとして、標本船等を設定することにより、このような空間解像度の高いデータを収集し、各漁業の操業規模を正確に推定していく取り組みも重要だと考える。一方、沖底では、1997年以後の漁獲可能量（TAC）制度の下、スケトウダラ、ズワイガニ、スルメイカ資源の管理が導入されている（富岡, 2014）。本研究の解析結果からは、TAC導入前後で漁獲量、網数、CPUEのトレンドに顕著な変化は認められていない。しかし、TACが沖底の操業形態の潜在的な決定要因となっていることは想像に難くなく、このような制度導入も努力量の標準化において考慮し、より詳細に分析していくべき要因の一つであろう。

まとめと今後の展望

本研究では、全操業海域の沖底と以西底びきの漁績データベースを時空間的に解析することで、多くの海域・漁法で漁獲量と網数が多種多様な漁業をめぐる国内外の社会情勢等の変化から影響を受けて減少し、漁場も縮小した一方、海域によっては漁獲量に環境変動等による資源量変動の影響も明瞭にみられた。しかし、このような漁業の縮小や海域間の違いがあるにもかかわらず、CPUEにはほとんどの海域で安定・増加の傾向がみられていることがわかった。このCPUEの変化について詳細に検討した結果、環境変動等による資源量の増減等に加え、各海域で共通もしくは特有の操業形態の変遷から強く影響を受けていると考えられた。したがって、海域や年代を跨いでCPUEから資源動向を判断するためには、これらの要因を考慮した努力量の標準化や漁獲量の精査が必要不可欠であることが明らかとなった。これまで我が国においては、いくつかの操業海域で漁獲量、努力量等の推移を検討した事例は存在したものの、本研究のように沖底と以西底びき全体を俯瞰した事例はなかった。本研究により、それぞれの操業海域における漁業の時空間的特徴を明らかにしたとともに、漁業全体において資源動向や操業状況を一元的に評価するための海域、漁法さらに年代間での異質性という課題点についても整理が進んだと考えられる。今後は、漁績データベースに改良を加えていくとともに、本研究の知見を活用して標本船調査や調査船による補完的な調査・研究から各漁業の操業規模や本研究で十分に考慮できなかった資源の動向を明確にしていくことが重要である。それらを考慮することで、長期間・広範囲の資源状態や操業状況の変遷を、より

定量的に捉えることが可能になると考えられる。これらにより明らかにされた沖底・以西底びきの操業状況の推移と対象とする資源全体の動向との関係性を検討することで、諸外国が実施しているように、漁業や資源全体の管理方針をこれまでよりも具体的に議論することが可能になると考えられる。

謝 辞

漁績データの研究利用をご快諾いただいた水産庁、一般社団法人全国底曳網漁業連合会とともに、水産庁委託の資源評価事業等により漁績データのデジタル化、統計資料の作成にご尽力されてきた水産研究・教育機構各研究所の皆様にも厚くお礼申し上げます。また、研究の円滑な推進をサポートしていただいた岩崎俊秀博士、研究内容に対して多くのご意見や示唆をいただいた銭谷 弘博士、山田陽巳氏、清田雅史博士、八吹圭三氏をはじめ、水産研究・教育機構の関係者各位に感謝する。本研究は、平成26-27年度水産総合研究センター交付金研究課題実施細目「我が国の底びき網漁業を俯瞰するデータインベントリの作成」で実施された。

引用文献

Eide, A., F. Skjold, F. Olsen and O. Flaaten (2003) Harvest functions: The Norwegian bottom trawl Cod fishery. *Mar. Res. Econ.*, **18**, 81-93.

Gerritsen, H. D., C. Minto and C. Lordan (2013) How much of the seabed is impacted by mobile fishing gear? Absolute estimates from Vessel Monitoring System (VMS) point data. *ICES J. Mar. Sci.*, **70**, 523-531.

Greenstreet, S. P. R., F. B. Spence, A. M. Shanks and J. A. McMillan (1999) Fishing effects in northeast Atlantic shelf seas: Patterns in fishing effort, diversity and community structure. II. Trends in fishing effort in the North Sea by UK registered vessels landing in Scotland. *Fish. Res.*, **40**, 107-124.

長谷成人 (2010) 9.3.5 漁業に関する日本国と中華人民共和国との間の協定 (日中漁業協定). 「改訂 水産海洋ハンドブック」竹内俊郎・中田英昭・和田時夫・上田 宏・有元貴文・渡部終五・中前 明編, 生物研究社, 東京, 543.

Hilborn, R. and U. Hilborn (2012) *Overfishing: What everyone needs to know*. Oxford University Press, New York, 150 pp.

Hilborn, R. and C. J. Walters (1992) *Quantitative fisheries stock assessment: Choice, dynamics & uncertainty*. Chapman and Hall, New York, 570 pp.

北海道機船漁業共同組合連合会 (1973) 北海道沖合底曳網漁業漁場別漁獲統計年報1972年.

北海道機船漁業協同組合連合会・北海道区水産研究所 (1974-1980) 北海道沖合底曳網漁業漁場別漁獲統計年報1973-1980年.

板倉信明 (1999) 北海道沖合底びき網漁業における経営諸形態とその展開の規定要因に関する研究. *Mem. Fac. Fish. Hokkaido University*, **45**, 131-204.

板倉信明 (2004) 中小漁船漁業の経営戦略—北海道沖合底びき網漁業を例として—. *水産工学*, **41**, 61-67.

伊藤正木・服部 努・成松庸二 (2012) 東北海区における沖合底びき網漁業と主要底魚類の動向 (2010年). *東北底魚研究*, **32**, 121-153.

伊藤正木・服部 努・成松庸二 (2015) 東北海区における沖合底びき網漁業と主要底魚類の動向 (2013年) —震災後の沖合底びき網の操業実態について—. *東北底魚研究*, **35**, 106-137.

Jennings, S., J. Alvsvåg, A. J. R. Cotter, S. Ehrich, S. P. R. Greenstreet, A. Jarre-Teichmann, N. Mergardt, A. D. Rijnsdorp and O. Smedstad (1999) Fishing effects in northeast Atlantic shelf seas: Patterns in fishing effort, diversity and community structure. III. International trawling effort in the North Sea: An analysis of spatial and temporal trends. *Fish. Res.*, **40**, 125-134.

加賀俊樹・山下紀生・岡本 俊・船本鉄一郎 (2017) 平成28 (2016) 年度スルメイカ冬季発生系群の資源評価 第1分冊, 水産庁・水産研究・教育機構, 618-657.

片岡千賀之 (2009) 以西底曳網・以西トロール漁業の戦後史I. 長崎大学水産学部研究報告, **90**, 19-41.

片岡千賀之 (2010) 以西底曳網・以西トロール漁業の戦後史II. 長崎大学水産学部研究報告, **91**, 35-59.

木所英昭 (2011) 1990年代後半以降の我が国日本沿岸域におけるスルメイカ漁獲量の減少について. *水産海洋研究*, **75**, 205-210.

木所英昭・酒井光夫・服部 努・宮本洋臣 (2017) 平成28 (2016) 年度ヤリイカ太平洋系群の資源評価. 平成28年度我が国周辺水域の漁業資源評価 第3分冊, 水産庁・水産研究・教育機構, 2029-2042.

久保田洋・後藤常夫・宮原寿恵・松倉隆一・高原英生 (2017) 平成28 (2016) 年度スルメイカ秋季発生系群の資源評価. 平成28年度我が国周辺水域の漁業資源評価 第1分冊, 水産庁・水産研究・教育機構, 658-693.

Lewison, R. L., L. B. Crowder, A. J. Read and S. A. Freeman (2004) Understanding impacts of fisheries bycatch on marine megafauna. *Trends Ecol. Evol.*, **19**, 598-604.

松浦 勉 (2001) 日本海西部沖合底びき網漁船の大型化と操業形態別の経営状況比較. 中央水産研究所研究報告, **16**, 93-95.

松浦 勉 (2008) 「沖底 (2そうびき) の経営構造—日本型底びき網漁法の変遷—. 水産総合研究センター叢書」, 北斗書房, 東京, 157 pp.

南海海区水産研究所 (1976) 太平洋中部・南部沖合底びき網漁業漁場別漁獲統計資料 (昭和47年1-12月).

梨田一也・赤嶺達郎 (2017) 平成28 (2016) 年度ニギス太平洋系群の資源評価. 平成28年度我が国周辺水域の漁業資源評価 第2分冊, 水産庁・水産研究・教育機構, 898-914.

梨田一也・堀川博史 (2008) 太平洋中部・南部海域における沖合底びき網漁業の操業状況と漁場利用. *黒潮の資源海洋研究*, **9**, 79-83.

梨田一也・堀川博史 (2009) 太平洋中部・南部における沖合底びき網漁業の漁獲物組成の年代区分. *黒潮の資源海洋研究*, **10**, 119-125.

梨田一也・阪地英男・堀川博史 (2012) 太平洋中部・南部沖合底曳網対象種の長期変動と近年の動向. *黒潮の資源海洋研究*, **13**, 45-48.

成松庸二・服部 努・鈴木勇人・柴田泰宙・永尾次郎 (2017) 平成28 (2016) 年度マダラ太平洋北部系群の資源評価. 平成28年度我が国周辺水域の漁業資源評価 第2分冊, 水産庁・水産研究・教育機構, 958-985.

農林水産省大臣官房統計部 (2015) 「平成25年漁業・養殖業生産統計年報」. 農林統計協会, 東京, 211 pp.

Shida, O., T. Hamatsu, A. Nishimura, A. Suzaki, J. Yamamoto, K. Miyashita and Y. Sakurai (2007) Interannual fluctuations in recruitment of walleye pollock in the Oyashio region related to environmental changes. *Deep-Sea Res. II*, **54**, 2822-2831.

Thurstan, R. H., S. Brockington and C. M. Roberts (2010) The effects of 118 years of industrial fishing on UK bottom trawl fisheries. *Nature Communications*, doi: 10.1038/ncomms1013.

沖底・以西底びきの漁獲量・網数の推移

Tian, Y., H. Kidokoro and T. Fujino (2011) Interannual-decadal variability of demersal fish community in the Japan Sea: Impacts of climate regime shifts and trawl fishing with implications for ecosystem-based management. *Fish. Res.*, **112**, 140–153.

時村宗春 (2011) 東シナ海の水産資源と漁業形態. 日本水産学会誌, **77**, 919–923.

富岡啓二 (2014) 沖合底びき網漁業の現状と課題. 水産振興, **561**, 1–64.

八吹圭三 (2008) 平成19年度スケトウダラオホーツク海南部の資源評価. 平成19年度我が国周辺水域の漁業資源評価 第1分冊, 水産庁・水産総合研究センター, 335–353.