

北海道西部日本海のえびかご漁業における狙い操業を考慮した ホッコクアカエビの CPUE (短報)

守田航大*, 坂口健司

北海道立総合研究機構中央水産試験場

CPUE of northern shrimp *Pandalus eous* considering target strategy in a shrimp pot fishery in the Sea of Japan off western Hokkaido (Short Paper)

KODAI MORITA* and KENJI SAKAGUCHI

Central Fisheries Research Institute, Hokkaido Research Organization, Yoichi, Hokkaido 046-8555, Japan

The catch of the northern shrimp *Pandalus eous* by shrimp pot fisheries in the Sea of Japan off western Hokkaido has been declining. We showed that the ratio of the catch of the coon stripe shrimp *Pandalus hypsinotus* and others was high in 2015–2022 because of target changes from northern shrimp to other species. We calculated the directed CPUE as an index for the stock assessment of northern shrimp to remove the bias caused by target species changes.

キーワード : directed CPUE, *Pandalus eous*, えびかご漁業, 日本海, 狙い操業, ホッコクアカエビ

ホッコクアカエビ *Pandalus eous* は日本海, オホーツク海, 北海道の太平洋岸からベーリング海, アラスカ湾, カナダ西岸の北部太平洋に分布する冷水性の十脚類である (星野, 2003)。本種は重要な水産対象種であり, 北海道では主に日本海で漁獲される。当海域の漁獲量のうち 90% 以上が留萌振興局および後志総合振興局におけるえびかご漁業による漁獲で占められる。当海域の漁獲量は, 1990–2000 年代は 2,000–3,000 トンで推移していたが, 2010 年以降, 資源状況の悪化に伴い減少傾向となり, 2023 年は 500 トンを下回った (稚内水産試験場・中央水産試験場, 2024)。そのため, 精度の高い資源評価結果に基づいた資源管理措置が求められている。

北海道立総合研究機構水産研究本部では, 北海道における主要水産種について資源状態や動向を分析した「資源評価書」を毎年作成しており, 日本海海域のホッコクアカエビでは, 2023 年度まではえびかご漁業の単位努力量当たり漁獲量 (CPUE) (稚内水産試験場・中央水産試験場, 2023), 最新の 2024 年度は Virtual Population Analysis (VPA) を用いて評価されている (稚内水産試験場・中央水産試験場, 2024)。VPA は年齢別漁獲尾数から資源尾数と漁獲係数を推定する手法であるが, 最近

年については漁獲係数に何らかの仮定を置く必要があり, 資源尾数推定結果の信頼性が低くなる問題がある (平松, 1996)。これを解消する方法として, CPUE 等の資源量指標値をチューニング指標値として利用するチューニング VPA が広く用いられている (和田・時村, 1999)。したがって, 本資源において高精度な資源評価を行うためにはチューニング VPA による資源評価への移行が望ましく, これにはチューニング指標値の検討が必要となる。

資源評価に用いられる CPUE は漁業データから算出されることが多く, 本資源では 2023 年度資源評価書 (稚内水産試験場・中央水産試験場, 2023) まで資源量指標値として用いられていたえびかご漁業の CPUE はチューニング指標値の有力な候補となる。一般に複数種を漁獲対象とする漁業においては, 対象資源の多寡や経営面での判断から, 漁業者がどの種を狙うかによって各種の漁獲効率が変化する。例えば, 日本海海域のマダラは主に沖合底びき網漁業により漁獲されるが, 本種が混獲種として漁獲されていた年代と狙い対象種として漁獲されていた年代があり, 狙いを考慮せずに算出された CPUE ではマダラの資源状況を正しく評価できていない可能

性が生じていた。これに対し、佐藤（2021）はマダラ狙いの操業データを抽出して CPUE を算出することで、本種の資源状況を反映した CPUE になることを示した。えびかご漁業ではホッコクアカエビの他に漁獲されるエビ類としてトヤマエビ *Pandalus hypsinotus* がある。本漁業は餌を入れたえびかごを縄に繋げて海底に設置し、誘引されたエビ類を漁獲するという、受動的な漁獲形態であるが、日本海におけるホッコクアカエビの生息域は水深 200–600 m であるのに対し（星野, 2003）、トヤマエビは水深 100–300 m とされ（中明, 2003）、操業日誌調査からこれらの漁獲割合は水深によって異なることが示されている（山口, 2015）。したがって、えびかご漁業では漁場（水深）を変えることによって狙いを変化させることが可能と考えられ、ホッコクアカエビの漁況悪化に伴い、その代替としてトヤマエビを含むホッコクアカエビ以外を狙った操業が増加している可能性が想定される。他種を狙う操業ではホッコクアカエビの CPUE は低くなると予想されるため、狙いを考慮していない CPUE ではホッコクアカエビの資源指標値として過小評価となる可能性がある。

以上より本研究では、北海道日本海海域のえびかご漁業における狙いの変化を把握するとともに、ホッコクアカエビについて狙いの影響を考慮した CPUE の一つである directed CPUE (Biseau, 1998) を算出し、狙いを考慮したことによる CPUE の変化について検証することを目的とした。

試料及び方法

漁獲量、努力量および CPUE の解析にはえびかご漁業者から北海道知事に提出される漁獲成績報告書を、単価の解析には漁業生産高報告のえびかご漁業に該当するデータを用いた。えびかご漁業の操業期間は地区によって異なるが 9–10 か月間であり、漁獲成績報告書は操業日数、種別漁獲量（ホッコクアカエビ、トヤマエビ、その他エビ類、その他の 4 種）の月別合計値が漁船別に記録されている。漁業生産高報告は漁業協同組合別の種別漁獲量および金額の月合計値が記録されている。漁業生産高報告の種は漁獲成績報告書より詳細であり、後述集計範囲のえびかご漁業におけるホッコクアカエビ、トヤマエビ、その他エビ類以外の漁獲量の 70–90% がミズダコおよびヤナギダコとなっていることから、漁獲成績報告書のその他は主にタコ類の漁獲量に相当する。データの集計範囲はえびかご漁業の CPUE を資源量指標値として用いていた 2023 年度資源評価書の評価期間である 2000–2022 年とし、主要水揚げ地域である古平町、余市

町、小樽市、増毛町、留萌市、羽幌町、苫前町を抽出して用いた（Fig. 1）。これらの地域について、振興局や漁業協同組合の区分、許可の取り扱いの違いから判断して、以降は北後志（古平町、余市町、小樽市）、増毛（増毛町）、北留萌（留萌市、羽幌町、苫前町）の 3 地区として扱った。

Biseau (1998) に基づき、狙いの変化について検証した。漁獲成績報告書に記載されている種ごとに月別船別の漁獲量に占める漁獲割合を求め、この漁獲割合を横軸、累積漁獲割合を縦軸として曲線を作成した。狙い対象種では曲線の形状が指数関数型となり、狙い対象種であるが他種も一部漁獲される場合は S 字型曲線となる。混獲種では飽和型になるとされ、これらに基づいて曲線の形状から視覚的に狙いの変化を判断した。

狙いデータの抽出には Biseau (1998) の説明レベル (EL) を用いた。本方法は操業データ（本研究では漁獲成績報告書の月別船別漁獲量）を目的とする種（本研究ではホッコクアカエビ）の漁獲割合が高い順に並べ、当該種の累積漁獲量が任意の累積漁獲割合に達するまでのデータを狙い操業データとして抽出する方法で、この任

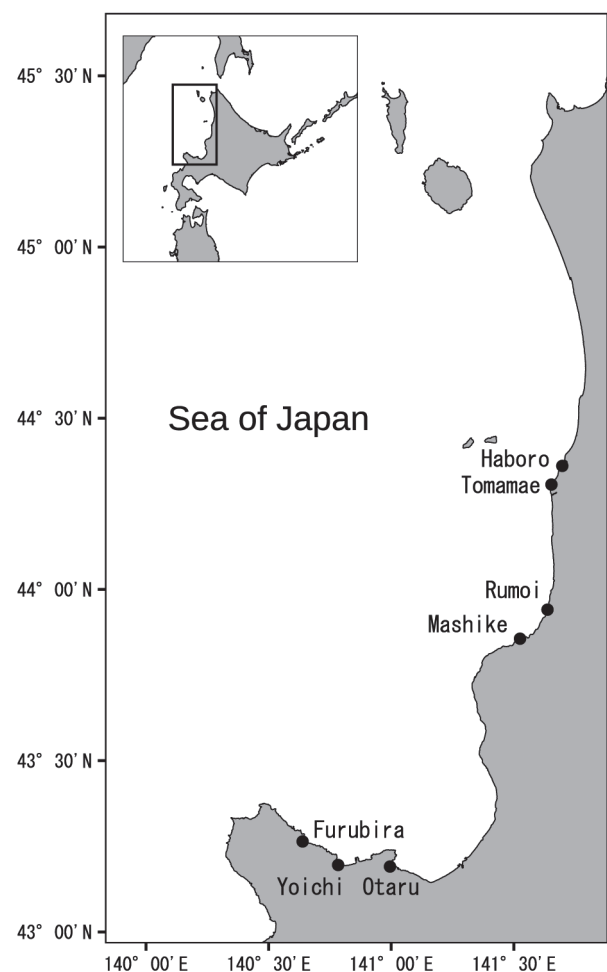


Fig.1 Main landing region of the shrimp pot fishery.

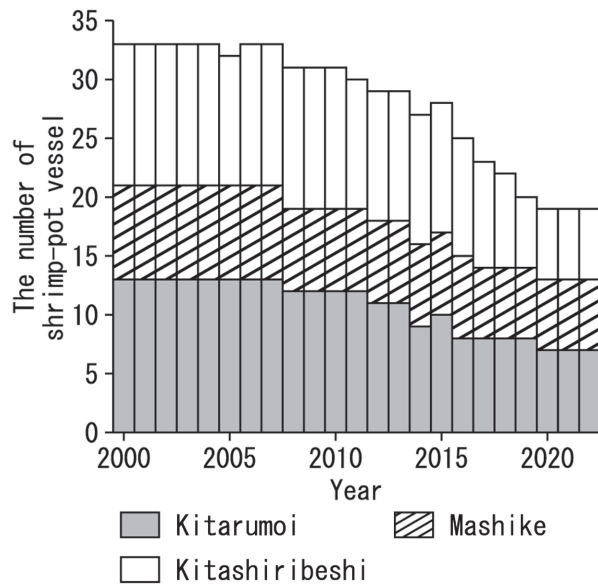


Fig.2 Annual changes in the number of shrimp pot vessels in the Sea of Japan, off western Hokkaido.

意の累積漁獲割合がELである。EL90%および75%を基準とし、ホッコクアカエビ狙いのデータを年ごとに抽出した。

えびかご漁船の着業隻数は経年的に減少しているものの (Fig. 2), 1隻当たりの使用かご数はおおむね2,000かご程度で変化していないことから、ホッコクアカエビCPUEは1日1隻当たりの漁獲量 ($\text{kg 日}^{-1} \text{ 隻}^{-1}$) とし、抽出されたデータからCPUE (directed CPUE) を算出した。狙いを考慮しないノミナルCPUEおよびELが異なる2つのdirected CPUEについて、2023年度資源評価書と同様に2000–2019年を基準年とし、この期間のCPUEの平均で各年のCPUEを除した値に100を乗じて規格化した値を資源水準指数とした。資源水準指数が140以上を高水準、140未満60以上を中水準、60未満を低水準として資源水準を判別した。

結果及び考察

地区別に年別漁獲量と漁獲割合の推移を見ると、共通して2015年前後を境にホッコクアカエビの漁獲量および漁獲割合が減少する傾向が見られ、各地区70%を超えていたホッコクアカエビの漁獲割合がこれを下回るようになった (Fig. 3)。北後志、増毛ではそれぞれ20–30%、10–20%前後で推移していたその他の割合が40–60%、20–30%前後に増加し、北留萌ではその他の割合が増加しているものの、他地区と比較してトヤマエビの増加が大きく、10%から20–30%に増加した (Fig. 3)。

月別船別の漁獲量に占める各種の漁獲割合と累積漁獲割合から作成した曲線の形状は2015年前後を境に変化が見られた (Fig. 4)。具体的には、ホッコクアカエビは2010–2014年までは指数関数型であったのに対し、2015–2019年以降S字型へ変化した。トヤマエビおよびその他は全期間で飽和型ではあるものの、2015–2019年以降凸度が小さくなりS字型に近づいている傾向が見られた。以上の結果から全期間を通じて基本の狙い対象種はホッコクアカエビであるものの、2015年頃から狙い対象種としてのホッコクアカエビの重要度が下がり、その代替としてトヤマエビやその他を狙うようになったと判断できる。さらに、以上のような狙いの変化が起こった時期とホッコクアカエビの漁獲量および漁獲割合が減少し他種が増加した時期が一致することから、各種の漁獲量および漁獲割合の変化の一因として狙いの変化があったと考えられる。2015年前後からホッコクアカエビの漁獲量は減少したが (Fig. 3), 同時期から単価は上昇している (Fig. 5)。しかし、1隻当たりのホッコクアカエビの漁獲金額は減少し (Fig. 5), これを補うために他種を漁獲するように狙いの変化したと推察される。

EL90%およびEL75%で抽出されたデータにおいて、基準レベル (抽出されたデータにおける月別船別のホッコクアカエビの漁獲割合の最小値) (Biseau, 1998) は2015年までは50%を上回っていたが、2015年以降は50%を下回る年が多くなった (Fig. 6)。これはホッコクアカエビ以外を狙った操業が増加したことにより、月別船別のホッコクアカエビの漁獲割合が低いデータもホッコクアカエビ狙いデータとして採用されるようになったためと考えられる。

各CPUEを用いて算出された資源水準指数は、2000–2015年はいずれも同調した推移となっていたが、2016年以降ではノミナルCPUEはdirected CPUEと比較して低くなる傾向が見られ、EL90%に対しては最大16%、EL75%に対しては18%低くなった (Fig. 7)。この傾向が見られた時期とホッコクアカエビを狙い対象種とした漁業形態がトヤマエビやその他も狙い対象種とする操業形態へ変化した時期が一致し、狙いの変化によってノミナルCPUEが低下したと考えられる。資源水準は、ノミナルCPUEとdirected CPUE (EL90%) では2020年以降低水準となるのに対し、directed CPUE (EL75%) では2020年は中水準、2021年以降低水準となった (Fig. 7)。ELによるデータ抽出は簡便な方法であるがバイアスの少ないデータを抽出できることから (Okamura et al., 2018), 狙いの変化によるデータのバイアスを除いた資源水準を算出できたと判断できる。

本研究で用いたえびかご漁業の漁獲成績報告書は月別

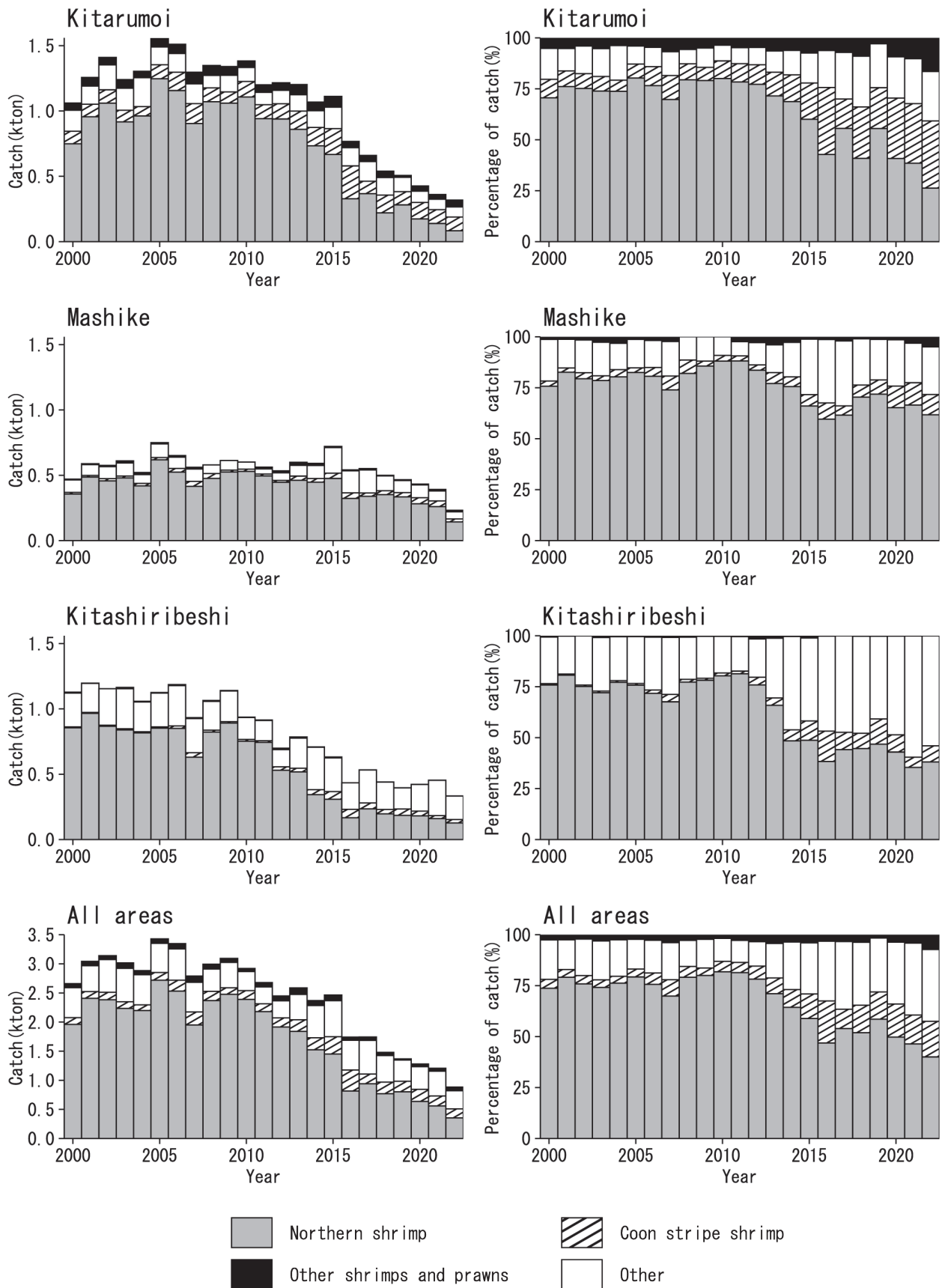


Fig.3 Annual changes in catch (left) and percentage of catch (right) by species in potted shrimp fishery in the Sea of Japan off western Hokkaido.

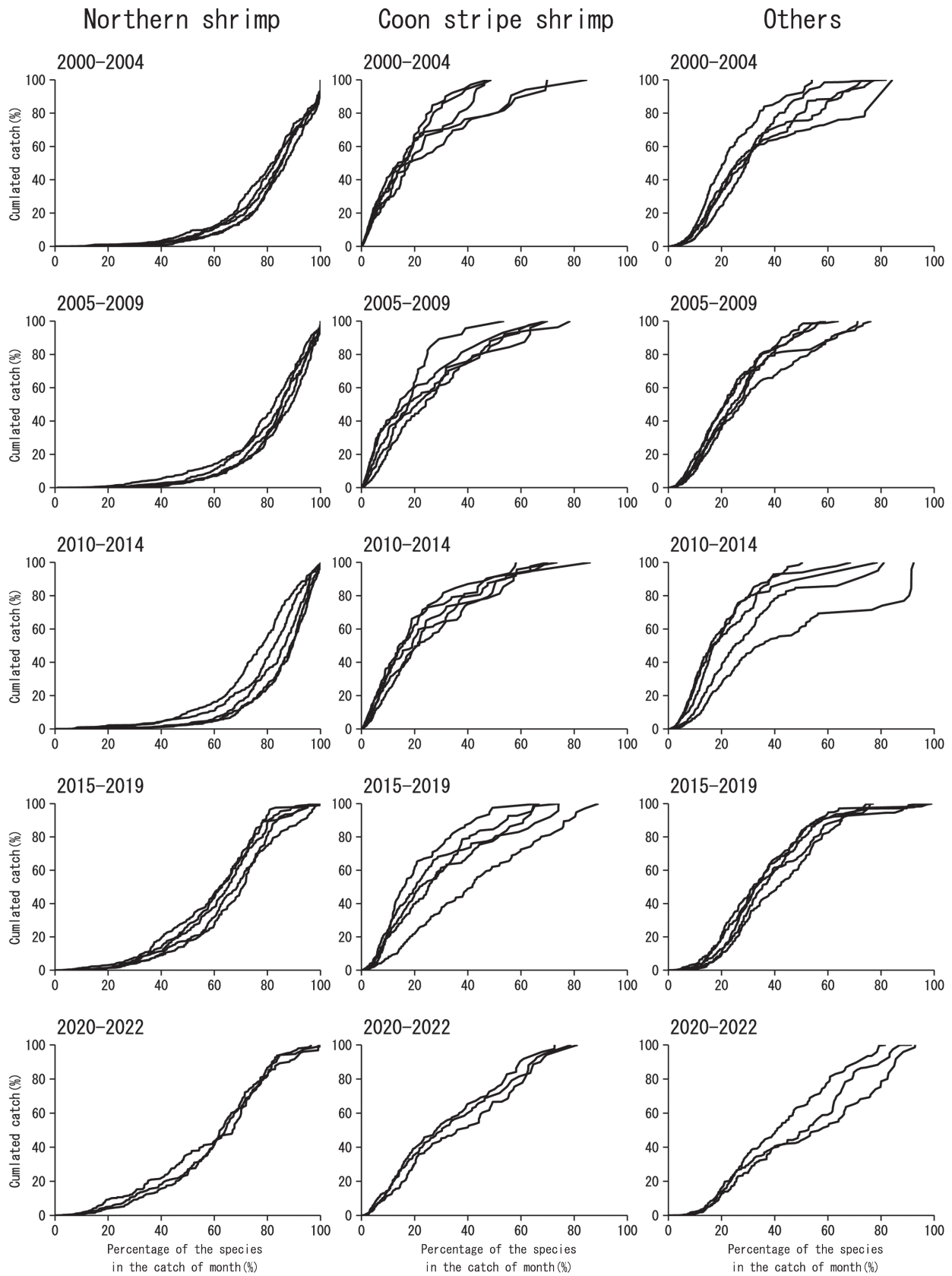


Fig.4 Relationships between the percentage of catch and cumulative catch by species in the shrimp pot fishery in 2000–2022.

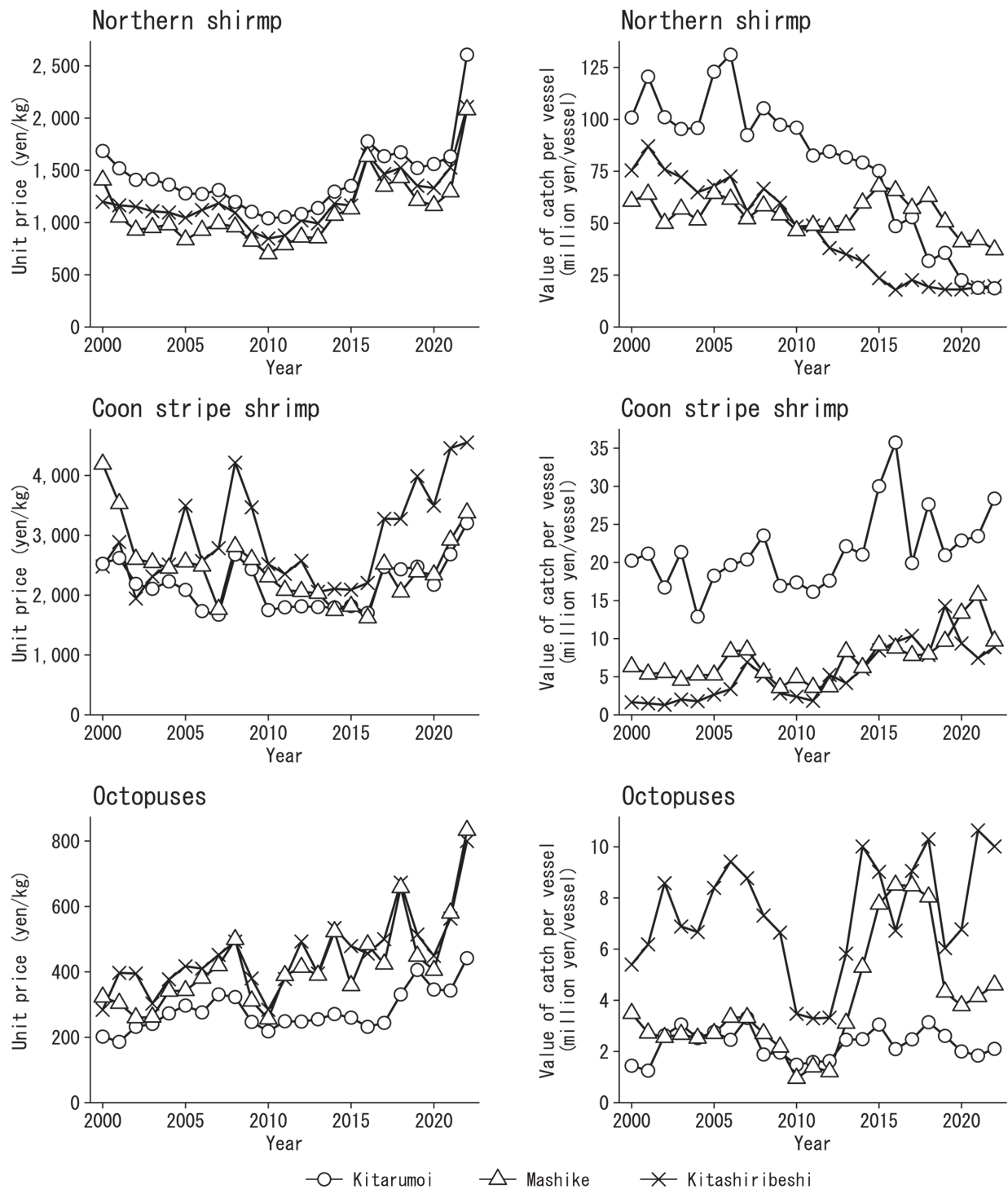


Fig.5 Annual changes in unit price (left) and value of catch per vessel (right) by species in the potted shrimp fishery in the Sea of Japan off western Hokkaido.

船別の漁獲統計であり、日ごとに狙いが変化している場合は月合計値では狙いの影響が正確に反映されない可能性がある。さらに、えびかご漁業は複数の縄を用いて操業しているため各日の中でも縄ごとに狙いが異なる可能性もある。より高精度に狙いの影響を反映するには日別や縄別といった詳細な操業データを用いることが望まれ

る。

ホッコクアカエビとトヤマエビは漁場が異なることが明らかになっている (山口, 2015)。ミズダコおよびヤナギダコの漁獲水深はそれぞれ 200 m 以浅 (城ら, 2017), 100–400 m (北海道立釧路水産試験場漁業資源部, 1980) とされており, これはホッコクアカエビの

200–600 m よりも浅く、タコ類についてもホッコクアカエビと漁場が異なる可能性がある。また 2015 年以降、北留萌ではトヤマエビ、増毛および北後志ではタコ類(その他)の漁獲割合が増加し、地区によってホッコクアカエビの代替として選択される漁獲対象種が異なる (Fig. 3)。特に、全地区で単価が最も高いのはトヤマエビであるが (Fig. 5)、増毛および北後志ではタコ類の漁獲割合が増加していることから、狙いには市場価値以外の要因も影響していると考えられる。したがって、狙いの判別には漁場の情報が重要な要素になり得る。

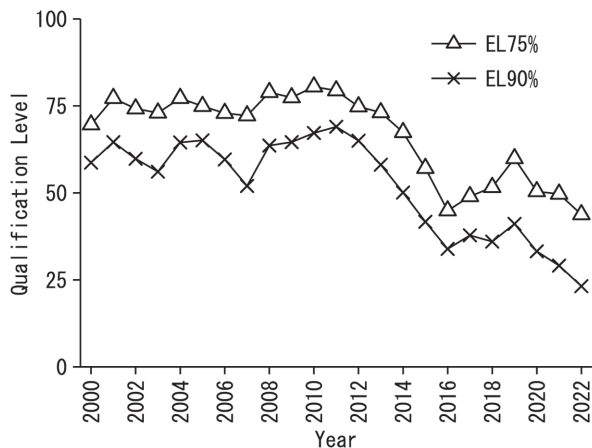


Fig.6 Annual changes in qualification levels at the 90% and 75% explanatory levels by Biseau (1998).

以上のようなデータを収集するには操業日誌調査や漁業者への聞き取り調査といった方法が必要であり、これによりさらにバイアスの少ない狙いデータの抽出が可能になるほか、漁場をはじめとする漁獲量以外の観点から狙いの変化についてより詳細な検証が可能になる。

謝 辞

漁獲統計の整理にご協力いただいた稚内水産試験場の井上愛氏、原稿執筆に際しご助言いただいた稚内水産試験場の佐藤政俊氏、堀本高矩氏に感謝申し上げます。

引用文献

- Biseau A. Definition of a directed fishing effort in a mixed-species trawl fishery, and its impact on stock assessments. *Aquat. Living Resour.* 1998 ; 11 : 119–136.
- 平松一彦. 国際会議で用いられる資源評価手法について. 水産資源管理談話会報 1996 ; 15 : 3–24.
- 北海道立釧路水産試験場漁業資源部. 白糠沖のヤナギダコ増養殖造成事業調査. 釧路水試だより 1980 ; 46 : 2–10.
- 星野昇. ホッコクアカエビ. 「漁業生物図鑑 新 北のさかなたち (上田吉幸, 前田圭司, 嶋田宏, 鷹見達也編)」北海道新聞社, 札幌. 2003 ; 358–363.

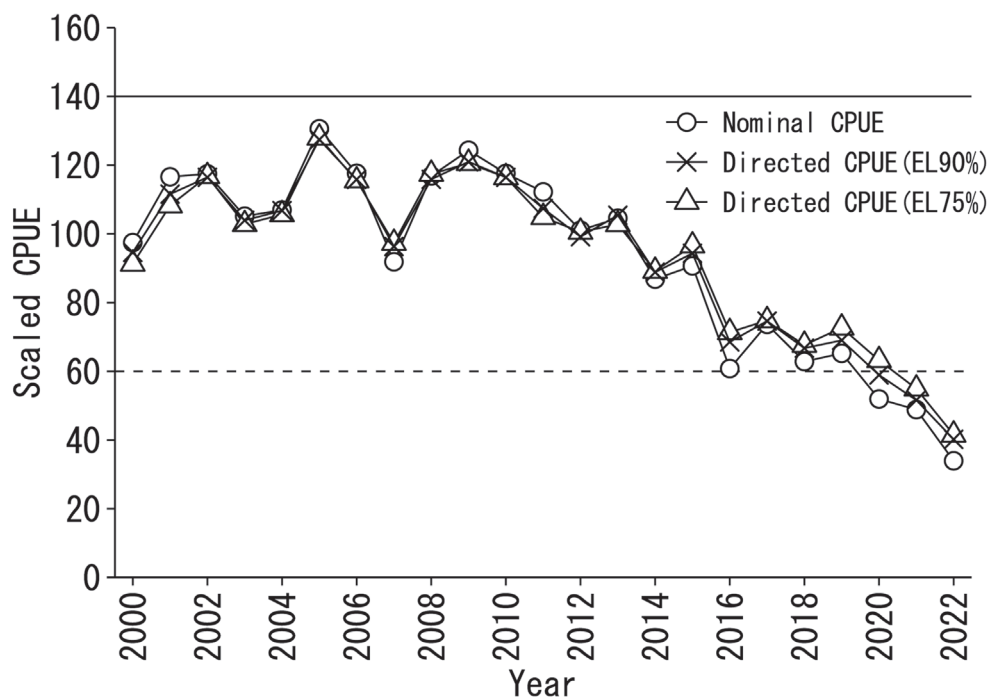


Fig.7 Annual changes in the scaled CPUE of northern shrimp in shrimp pot fisheries.

城幹昌, 三好晃治, 佐藤政俊, 佐野稔. 標識放流による北海道オホーツク海沿岸における未成熟ミズダコの移動, 成長, 経験水温および漁場水温の季節変化. 水産海洋研究 2017 ; 81 : 50–59.

中明幸広. トヤマエビ. 「漁業生物図鑑 新 北のさかなたち (上田吉幸, 前田圭司, 嶋田宏, 鷹見達也編)」北海道新聞社, 札幌. 2003 ; 364–365.

Okamura H, Morita S, Funamoto T, Ichinokawa M, Eguchi S. Target-based catch-per-unit-effort standardization in multispecies fisheries. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 2018 ; 75 : 452–463.

佐藤充. 道西日本海のマダラ資源量指標について. 北水試だより 2021 ; 102 : 1–4.

和田恵子, 時村宗春. チューニング VPA について. 月刊海洋 / 号外 1999 ; 17 : 81–86.

稚内水産試験場, 中央水産試験場. ホッコクアカエビ日本海海域. 2023 年度北海道周辺海域における主要魚種の資源評価. 道総研水産研究本部, 余市. 2023 ; 447–460.

稚内水産試験場, 中央水産試験場. ホッコクアカエビ日本海海域. 2024 年度北海道周辺海域における主要魚種の資源評価. 道総研水産研究本部, 余市. 2024 ; 452–465.

山口浩志. 北海道日本海海域におけるホッコクアカエビの資源評価と資源管理方策に関する研究. 博士論文, 北海道大学, 札幌. 2015.