

下関市蓋井島における定置網漁獲物の分類学的多様度 (Δ^+)

田上英明^{1†}, 井町博明², 野副 滉³, 毛利雅彦¹

Taxonomic Diversity (Δ^+) of Fishes Caught by Set Net Fishery on Futaoi-jima island, Shimonoseki, Japan.

Hideaki Tanoue^{1†}, Hiroaki Imachi², Akira Nozoe³, and Masahiko Mohri¹

Abstract: This study attempted to show the diversity of fish caught by set net fishing on Futaoi-jima island, Japan by the taxonomic diversity (Δ^+). Futaoi-jima island is located in Japan Sea in the western part of Shimonoseki, Yamaguchi Prefecture (lat. 34°06' 13.5" N. and long. 130°47' 12.5" E). We read the fish species for each day stated in the catch slips in 2002 (No. operations: 249 days) and 2003 (241 days) and in 2012 (242 days) and 2013 (234 days), ten years after, and prepared a landed database. The numbers of species caught for four research years were 80, 79, 82, and 82, respectively. Diversity indices of fishes caught, as measured by Δ^+ , were 0.70, 0.71, 0.68, and 0.69, respectively.

Key words: Diversity index, Set net, Fish catches, Fisheries, Fisheries oceanography

緒 言

定置網漁業とは、一定期間水中で立体的な形状を維持して、魚の来遊・入網を待つ受動的な漁法であり、漁具として特に要求される性能は潮流の中で網の形状(網成り)を維持することである¹⁾。囊網部、囲網部及び垣網部の3部からなるが、ときには囊網部が囲網部兼ねて垣網部と2部の場合もあり、また、囲網部が運動場部と登網部に分かれ囊網部、垣網部を加えて4部となることもある。

多くの定置網は海岸から沖合に向けて垣網と呼ぶ1枚の長い網を張り出し、水面から水底までを遮断するので、岸沿いに回遊してきた魚は、この網に当たって進路を変更し、垣網に沿いつつ沖合の方向に誘導され垣網の先端にある囲網入り口または囊網入口へ陥こむような構造となっている。魚群の来遊に応じて適当な一定の場所に長期に敷設するので網は錨や土俵などで固定設置されている²⁾。

定置網の端口は常に解放されており、魚群はいつでも入網の機会がある。揚網作業は、通常、1日に1回、定刻に行われる。揚網時刻は、市場の開設時刻や漁獲物の集出荷

時刻により決定され、一般には日出前後の早朝である場合が多い¹⁾。

定置網漁業は、他の漁法に比べ受動的であり、漁場が一定であるという特徴がある。さらに、餌による選択性もなく、多様な漁獲物を望むことのできる漁法のひとつである。本研究では、定置網の漁獲物の多様性を分類学的多様度(Δ^+)³⁾で示す試みを行ったので、ここに報告する。

材料と方法

本研究では、山口県漁業協同組合蓋井島支店が所有する定置網の水揚げ伝票に記載されているデータを使用した。蓋井島は、山口県下関市の西部の海域である響灘に位置する(北緯34度06分13.5秒, 東経130度47分12.5秒)(Fig. 1)。漁獲物の多様性を示す指標として分類学的多様度 Δ^+ を使用した。 Δ^+ の大きな特徴は、多様度の評価に分類の情報を組み込むことである⁴⁾。 Δ^+ では、i番種とj番種の分類学的距離 ω_{ij} を次のように定義する。i番種とj番種が同じ属で異なる種の場合は1、同じ科で異なる属のときは2、以

1 水産大学校海洋生産管理学科 (Department of Fisheries Science of Technology, National Fisheries University)

2 水産大学校水産学研究科学生 (Graduate student, Graduate school of Fisheries Science, National Fisheries University)

3 福岡県水産海洋技術センター (Fukuoka Fisheries and Marine technology center, Japan)

† 別刷り請求先 (corresponding author): h-tanoue@fish-u.ac.jp

下同様を考えまとめると, ω_{ij} (分類学的距離) は同属異種: 1, 同科異属: 2, 同日異科: 3, 同綱異目: 4, 同門異綱: 5, 同界異門: 6となる。なお, 本研究では, 界, 門, 綱, 目, 科, 属, 種7つの分類階層を使用した。 Δ^+ の式は, 下に示すとおりである。

$$\Delta^+ = \sum_{i=1}^S \sum_{j>i}^S \omega_{ij} / \frac{S(S-1)}{2}$$

$$0 \leq \Delta^+ \leq L - 1$$

- S : 全種数
 ω_{ij} : i番種とj番種の分類学的距離
 L : 使用した分類階層数

また, 本研究では求めた Δ^+ をL-1で割り, 標準化した。

$$0 \leq \frac{\Delta^+}{L-1} \leq 1$$

結 果

2002年 (操業日数: 249日), 2003年 (操業日数: 241日), 2012年 (操業日数: 242日), 2013年 (操業日数: 234日) の各年の出荷種数は, それぞれ80種, 79種, 82種, 82種であり (Table 1, Appendix), その平均は 80.8 ± 1.5 (平均 \pm 標準偏差) 種であった (Table 1)。分類学的距離 (ω_{ij}) の割合については, 4年間の平均で $\omega_{ij}=1$ が $0.5 \pm 0.2\%$, $\omega_{ij}=2$ が $2.1 \pm 0.5\%$, $\omega_{ij}=3$ が $26.8 \pm 3.1\%$, $\omega_{ij}=4$ が $43.7 \pm 3.8\%$, $\omega_{ij}=5$ が $4.8 \pm 1.0\%$, $\omega_{ij}=6$ が $22.2 \pm 2.4\%$ であった (Table 1)。各年の漁獲物の多様度 Δ^+ は, それぞれ0.70, 0.71, 0.68, 0.69であり, その平均は 0.70 ± 0.01 であった (Table 1)。

考 察

本研究では, 特定の魚種を対象とするのではなく, 多様な漁獲物を望むことのできる定置網漁業の特徴に着目し, その漁獲物の変化を多様度で表す試みを行った。多様度とは, 調査を行った地域にどれだけ多様な種の生物が生息しているかを示す指数である。主な多様度指数として λ (Simpson), H' (Shannon-Wiener) 等があるが, ここでは,

多様度の評価に分類の情報を組み込んだ分類学的多様度を用いることとした。

分類学的多様度では, マアジ (*Trachurus japonicus*), プリ (*Seriola quinqueradiata*) が漁獲された場合A, マアジ, ヒラメ (*Paralichthys olivaceus*) が漁獲された場合Bにおいて, AとBでは種数は同じ2種であるが, Aのマアジとプリでは属が異なり, 科が同じ「異属同科」, Bのマアジとヒラメでは目が異なり, 綱が同じ「異目同綱」である。したがって, AとBでは, 分類学的にみると異なる距離をもつと判断される。 λ H' 等の手法では, A, Bにおける多様度は同じ多様度とされるが, 分類学的多様度指数では, A, Bにおける多様度は異なるものとされ, Bの方が多様性に富んでいると評価される。

この度の結果では, 2002年から2003年, そして, その10年後である2012年から2013年に亘り, 漁獲物の多様度 Δ^+ に規則的な減少や増加等の大きな変化はみられなかった (Table 1)。また, Δ^+ の値を左右する分類学的距離 ω_{ij} の割合についても, 各年で大きな変化はみられなかった (Table 1)。このことは, 本研究で対象とした蓋井島漁場の出荷魚種の安定性を示すことを議論できる可能性が出てきたということにつながるかもしれない。しかし, このような成果をもとに漁場等の安定性を評価する場合は, 調査年数を増やし, 連続したデータでの算出が必要となる。

本研究では, 箱数から個体数への変換が困難であったため, 種の存在情報だけを取り扱う簡易的な分類学的多様度 Δ^+ を使用した。漁獲伝票には, 魚種毎に出荷された箱数も記載されているが, 各箱に入っている漁獲物の個体数は魚種ごとに異なり, また, 同じ魚種であったとしても季節毎に変化する。漁業者と協力し, 市場に揚がる箱の内容物を魚種, 季節毎に調査することで, 種の豊富さだけでなく, 種の均等性を考慮することができる個体数の情報を含めた解析を進めることができるかもしれない。

分類学的多様度においては, 個体数の情報があれば, 分類学的距離の影響が強すぎた場合は, その影響を軽減できる分類学的多様度 Δ^* を使用することが可能となる³⁾。 λ や H' は, 種数の影響を強く受けるが, これらの値が高くなったとしても, 分類階層数の影響を強く受ける Δ^* が低くなれば, 生物相のバランスが崩れ環境状況の悪化が起きつつあることも予想することができるかもしれない⁴⁾。このように, それぞれの多様度の特徴を理解し, 併用することで漁場の安定性に関する新たな事象がみえて来ることも期待される。

文 献

謝 辞

本研究は、山口県漁業協同組合蓋井島支店長の榎俊之氏、水産大学校海洋生産管理学科学生藤原恭司氏、その他、多くの方々に御協力していただいた。皆様へ心から感謝の気持ちと御礼を申し上げます。

- 1) 竹内俊郎・ほか編：水産海洋ハンドブック. 生物研究社, 東京 (2004)
- 2) 野村正恒：最新漁業技術一般. 成山堂書店, 東京 (1987)
- 3) R. M. Warwick and K. R. Clarke: New biodiversity measures reveal a decrease in taxonomic distinctness with increasing stress. MEPS, 129, 301-305 (1995)
- 4) 大垣俊一：多様度と類似度, 分類学的新指標. Argonauta, 15, 10-22 (2008)

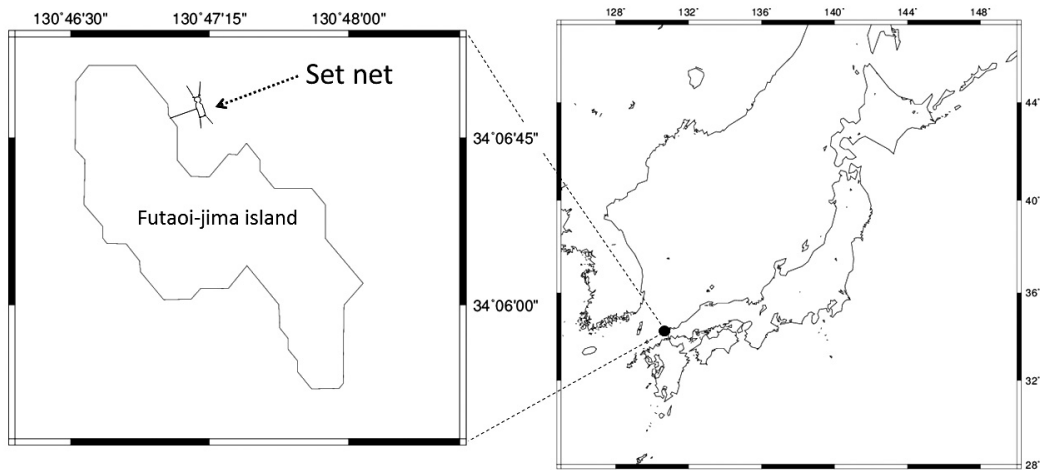


Fig.1 Location of research area.

Table 1. Taxonomic diversity (Δ^+) of catches by set net fishery on Futaoi-jima island

Year	Operation-days	No. of species	Frequency (%) of Taxonom		
			1	2	3
2002	249	80	0.4	1.6	24.3
2003	241	79	0.3	1.7	23.9
2012	242	82	0.6	2.4	29.5
2013	234	82	0.6	2.5	29.4
Ave. \pm SD	241.5 \pm 5.3	80.8 \pm 1.5	0.5 \pm 0.2	2.1 \pm 0.5	26.8 \pm 3.1

Appendix 漁獲物リスト List of fishes caught

目・科	種	2002年	2003年	2012年	2013年
十脚目	Decapoda				
	イセエビ科 Palinuridae	イセエビ <i>Panulirus japonicus</i>	+		
エビ目	Decapoda				
	ワタリガニ科 Portunidae	ガザミ <i>Portunus trituberculatus</i>		+	+
コウイカ目	Sepiida				
	コウイカ科 Sepiidae	コウイカ <i>Sepia esculenta</i>	+	+	+
		シリヤケイカ <i>Sepia japonica</i>	+	+	+
		カミナリイカ <i>Sepia lycidas</i>		+	+
ダンゴイカ目	Sepiolida				
	ダンゴイカ科 Sepiolidae	ミミイカ <i>Euprymna morsei</i>			+
ツツイカ目	Myopsida				
	ヤリイカ科 Loliginidae	ヤリイカ <i>Heterololigo bleekeri</i>	+	+	+
		ジンドウイカ <i>Loliolus japonica</i>		+	
		アオリイカ <i>Sepioteuthis lessoniana</i>	+	+	+
		ケンサキイカ <i>Uroteuthis edulis</i>	+	+	+
ツツイカ目	Teuthida				
	アカイカ科 Ommastrephidae	スルメイカ <i>Todarodes pacificus</i>	+	+	+
	ソデイカ科 Thysanoteuthidae	ソデイカ <i>Thysanoteuthis rhombus</i>	+	+	+
メジロザメ目	Carcharhiniformes				
	ドチザメ科 Triakidae	ドチザメ <i>Triakis scyllium</i>	+	+	+
エイ目	Rajiformes				
	アカエイ科 Dasyatidae	アカエイ <i>Dasyatis akaje</i>	+	+	+
ウナギ目	Anguilliformes				
	アナゴ科 Congridae	マアナゴ <i>Conger myriaster</i>	+	+	+
	ハモ科 Muraenesocidae	ハモ <i>Muraenesox cinereus</i>	+		
ニシン目	Clupeiformes				
	ニシン科 Clupeidae	ウルメイワシ <i>Etrumeus teres</i>		+	+
		キビナゴ <i>Spratelloides gracilis</i>	+		
		コノシロ <i>Konosirus punctatus</i>	+	+	+
		マイワシ <i>Sardinops melanostictus</i>	+	+	+
	カタクチイワシ科 Engraulidae	カタクチイワシ <i>Engraulis japonicus</i>	+	+	
ヒメ目	Aulopiformes				
	エソ科 Synodontidae	マエソ <i>Saurida macrolepis</i>	+		+
アカマンボウ目	Lampridiformes				
	アカマンボウ科 Lampridae	アカマンボウ <i>Lampris guttatus</i>			+
アンコウ目	Lophiiformes				
	アンコウ科 Lophiidae	アンコウ <i>Lophiomus setigerus</i>	+	+	+
マトウダイ目	Zeiformes				
	マトウダイ科 Zeidae	マトウダイ <i>Zeus faber</i>	+	+	+
トゲウオ目	Gasterosteiformes				
	ヤガラ科 Fistulariidae	アカヤガラ <i>Fistularia petimba</i>	+	+	+
ボラ目	Mugiliformes				

目・科		種			2002年	2003年	2012年	2013年			
ダツ目	Beloniformes	ボラ科	Mugilidae	ボラ	<i>Mugil cephalus</i>	+	+				
		サヨリ科	Hemiramphidae	サヨリ	<i>Hyporhamphus sajori</i>		+				
		トビウオ科	Exocoetidae	トビウオ	<i>Cypselurus agoo</i>	+	+	+	+		
				ハマトビウオ	<i>Cypselurus pinnatibarbus japonicus</i>			+	+		
				ホソトビウオ	<i>Cypselurus hiraii</i>	+	+	+	+		
サンマ科	Scomberesocidae	サンマ	<i>Cololabis saira</i>	+	+	+	+				
カサゴ目	Scorpaeniformes	メバル科	Sebastidae	クロメバル	<i>Sebastes inermis</i>	+	+	+	+		
		フサカサゴ科	Scorpaenidae	カサゴ	<i>Sebastes marmoratus</i>			+			
		オニオコゼ科	Synanceiida	オニオコゼ	<i>Inimicus japonicus</i>	+	+	+	+		
		ホウボウ科	Triglidae	ホウボウ	<i>Chelidonichthys spinosus</i>	+		+	+		
		コチ科	Platycephalidae	マゴチ	<i>Platycephalus sp.1</i>		+	+			
スズキ目	Perciformes	スズキ科	Lateolabracidae	スズキ	<i>Lateolabrax japonicus</i>	+	+	+	+		
		ホタルジャコ科	Acropomatida	アカムツ	<i>Doederleinia berycoides</i>	+	+	+			
		ハタ科	Serranidae	キジハタ	<i>Epinephelus akaara</i>	+	+	+	+		
				アオハタ	<i>Epinephelus awoara</i>			+	+		
				クエ	<i>Epinephelus bruneus</i>	+	+	+	+		
				マハタ	<i>Epinephelus septemfasciatus</i>	+					
				アマダイ科	Branchiostegidae	アカアマダイ	<i>Branchiostegus japonicus</i>				+
		カマス科	Sphyrnaidae	アカカマス	<i>Sphyrna pinguis</i>	+	+	+	+		
		アマダイ科	Branchiostegidae	アカアマダイ	<i>Branchiostegus japonicus</i>				+		
		ムツ科	Scombropidae	ムツ	<i>Scombrops boops</i>			+	+		
		スギ科	Rachycentridae	スギ	<i>Rachycentron canadum</i>	+	+	+	+		
		シイラ科	Coryphaenidae	シイラ	<i>Coryphaena hippurus</i>	+	+	+	+		
		アジ科	Carangidae	ロウニンアジ	<i>Caranx ignobilis</i>	+	+	+	+		
				マルアジ	<i>Decapterus maruadsi</i>	+	+	+	+		
				シマアジ	<i>Pseudocaranx dentex</i>				+		
				カンパチ	<i>Seriola dumerili</i>	+	+	+	+		
				ヒラマサ	<i>Seriola lalandi</i>	+	+	+	+		
				ブリ	<i>Seriola quinqueradiata</i>	+	+	+	+		
				マアジ	<i>Trachurus japonicus</i>	+	+	+	+		
				イサキ科	Haemulidae	クロダイ	<i>Diagramma pictum</i>			+	+
						イサキ	<i>Parapristipoma trilineatum</i>	+	+	+	+
						タイ科	Sparidae	クロダイ	<i>Acanthopagrus schlegelii</i>	+	+
		タイ科	Sparidae	チダイ	<i>Evynnis tumifrons</i>	+	+	+	+		
マダイ	<i>Pagrus major</i>			+	+	+	+				
ヘダイ	<i>Rhabdosargus sarba</i>			+	+	+	+				
フエフキダイ科	Lethrinidae			フエフキダイ	<i>Lethrinus haematopterus</i>	+	+		+		
ニベ科	Sciaenidae	シログチ	<i>Pennahia argentata</i>	+	+	+					
キス科	Sillaginidae	シロギス	<i>Sillago japonica</i>		+						
タカノハダイ科	Cheilodactylidae	タカノハダイ	<i>Cheilodactylus zonatus</i>	+							

目・科		種		2002年	2003年	2012年	2013年	
	イシダイ科	Oplegnathidae	イシガキダイ	<i>Oplegnathus punctatus</i>			+	+
			イシダイ	<i>Oplegnathus fasciatus</i>	+	+	+	+
	イスズミ科	Kyphosidae	メジナ	<i>Girella punctata</i>	+	+	+	+
	イボダイ科	Centrolophidae	メダイ	<i>Hyperoglyphe japonica</i>	+	+		+
	マナガツオ科	Stromateidae	マナガツオ	<i>Pampus punctatissimus</i>	+	+	+	+
	ベラ科	Labridae	イラ	<i>Choerodon azurio</i>	+		+	
			コブダイ	<i>Semicossyphus reticulatus</i>	+	+	+	+
	ニザダイ科	Acanthuridae	ニザダイ	<i>Prionurus scalprum</i>		+	+	+
	マカジキ科	Istiophoridae	シロカジキ	<i>Istiompax indica</i>			+	
			バショウカジキ	<i>Istiophorus platypterus</i>	+	+	+	+
			マカジキ	<i>Kajikia audax</i>	+	+	+	+
	カマス科	Sphyraenidae	ヤマトカマス	<i>Sphyraena japonica</i>			+	+
			アカカマス	<i>Sphyraena pinguis</i>	+	+	+	+
	サバ科	Scombridae	カマスサワラ	<i>Acanthocybium solandri</i>	+	+	+	+
			マルノウダ	<i>Auxis rochei</i>		+	+	+
			スマ	<i>Euthynnus affinis</i>			+	+
			カツオ	<i>Katsuwonus pelamis</i>	+	+	+	+
			ハガツオ	<i>Sarda orientalis</i>			+	+
			ゴマサバ	<i>Scomber australasicus</i>			+	
マサバ			<i>Scomber japonicus</i>	+	+	+	+	
サワラ			<i>Scomberomorus niphonius</i>	+	+	+	+	
ビンナガ			<i>Thunnus alalunga</i>	+	+	+	+	
キハダ			<i>Thunnus albacares</i>		+		+	
		クロマグロ	<i>Thunnus orientalis</i>	+		+	+	
		コシナガ	<i>Thunnus tonggol</i>	+		+	+	
カレイ目	Pleuronectiformes							
	ヒラメ科	Paralichthyidae	ヒラメ	<i>Paralichthys olivaceus</i>	+	+	+	+
カレイ科			Pleuronectidae	ソウハチ	<i>Cleisthenes pinetorum</i>	+	+	
			ムシガレイ	<i>Eopsetta grigorjewi</i>	+			
			マガレイ	<i>Pseudopleuronectes herzensteini</i>	+	+	+	+
	ウシノシタ科	Cynoglossidae	アカンタビラメ	<i>Cynoglossus joyner</i>	+			
フグ目	Tetraodontiformes							
	カワハギ科	Monacanthidae	ウスバハギ	<i>Aluterus monoceros</i>	+	+	+	+
			カワハギ	<i>Stephanolepis cirrhifer</i>	+	+	+	+
			ウマヅラハギ	<i>Thamnaconus modestus</i>	+	+	+	+
	フグ科	Tetraodontidae	シロサバフグ	<i>Lagocephalus wheeleri</i>	+	+	+	+
			ヒガンフグ	<i>Takifugu pardalis</i>	+	+	+	+
			コモンフグ	<i>Takifugu poecilonotus</i>	+	+	+	+
			マフグ	<i>Takifugu porphyreus</i>	+	+		