

海底に長期間浸漬した刺網の漁獲機能の経時変化

誌名	日本水産學會誌
ISSN	00215392
著者名	秋山,清二
発行元	日本水産學會
巻/号	76巻5号
掲載ページ	p. 905-912
発行年月	2010年9月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



海底に長期間浸漬した刺網の漁獲機能の経時変化

秋山清二

(2010年3月19日受付, 2010年6月8日受理)

東京海洋大学海洋科学部

Prolonged change of fishing ability in experimentally lost gillnet

SEIJI AKIYAMA

Faculty of Marine Science, Tokyo University of Marine Science and Technology, Minato, Tokyo 108-8477, Japan

In order to determine the effect of ghost fishing by lost gillnet, the relationship between soak time and number of enmeshed animals in an experimentally lost gillnet was examined by diving observation. The gillnet was deployed in a small trough surrounded by artificial reefs at 13 m depth in Tateyama Bay, Chiba Prefecture, Japan for 2000 days from 16 February 2004 to 8 August 2009. During the experimental period, 8 species of crustaceans including Japanese spiny lobster *Panulirus japonicus* as the main target species, 3 species of gastropod, and 3 species of bony fish were enmeshed in the gillnet. The number of enmeshed animals in the gillnet increased rapidly within 11 days after deployment, and then declined gradually showing fluctuations caused by the decrease in newly enmeshed animals, and dropping off from the gillnet as the dead animals decomposed. The decrease in the number of enmeshed animals was expressed by an exponential equation, and based on this equation, the duration of capture function for the gillnet was calculated to be 182 days. The duration of capture function for the lost gillnet for non-commercial by-catch species such as small crustaceans and gastropods was longer than for commercial species such as Japanese spiny lobster and bony fish.

キーワード：逸失漁具，ゴーストフィッシング，刺網，浸漬時間

固定式底刺網（以下，刺網とする）は対象生物の遊泳経路を帯状の網で遮断し，網目に刺させたり，絡ませたりして漁獲を行う典型的な受動漁具である。このため，刺網の漁獲量は漁具の浸漬時間によって変化し，¹⁻⁵⁾例えば，ワカサギ *Hypomesus nipponensis* を対象とした刺網では，浸漬時間の延長にともない漁獲量も増加することが報告されている。²⁾これらの研究は通常の刺網の操業を想定して行われているため，漁具の浸漬時間は数時間から数日に設定されている。一方，刺網はしばしば海底の岩礁や人工魚礁などに纏絡し，より長期間にわたって海底に取り残されることがある。これらの刺網は逸失刺網と呼ばれており，逸失刺網が漁獲機能を維持していればゴーストフィッシングが発生し，資源に悪影響を及ぼす恐れがある。⁶⁾逸失刺網が資源に及ぼす影響を評価するためには，逸失刺網の漁獲継続期間を明らかにする必要がある。逸失刺網の漁獲継続期間を推定するため

には，刺網を海底に長期間浸漬し，羅網個体数の経時変化を定期的に潜水観察する実験が行われてきた。Kaiser *et al.*⁷⁾がイギリス沿岸で実施した約9か月間の浸漬実験では，商業的価値のある甲殻類が実験終了時まで羅網し続けた。Erzini *et al.*⁸⁾はポルトガル沿岸で約400日間の浸漬実験を行い，羅網個体数の減少過程を表す指数式より，漁獲継続期間を15~20週と推定した。仲島，松岡^{9,10)}が鹿児島県沿岸で実施した最長1689日間に及ぶ浸漬実験によると，平坦な海底に設置された刺網の漁獲機能は142日間で当初の5%まで低下したが，人工魚礁に纏絡した刺網の漁獲機能は3年以上経過しても低下しなかった。Ayaz *et al.*¹¹⁾がトルコ沿岸で実施した187日間の浸漬実験では，モノフィラメントの刺網では112日，マルチフィラメントの刺網では106日で漁獲がみられなくなった。Akiyama *et al.*¹²⁾は館山湾で約200日間の浸漬実験を行い，羅網個体数の減少過程を表す対

数式より、漁獲継続期間は砂底域で200日、魚礁域で284~561日と推定した。Baeta *et al.*¹³⁾はポルトガル沿岸で285日間の浸漬実験を行い、羅網個体数の減少過程を示す指数式より、漁獲継続期間は砂底域で237日、岩礁域で317日と推定した。このように、逸失刺網の漁獲継続期間は世界各地で推定されてきたが、その結果は地域や対象生物、海底の状態、漁具仕様等により大きく異なる。また、浸漬日数が不十分であるため、実験終了時まで羅網が続き、漁獲継続期間を外挿して推定せざるを得なかった事例もみられる。^{12,13)} 逸失刺網の漁獲継続期間をより正確に推定するためには、様々な実験条件下における研究成果を数多く蓄積するとともに、浸漬期間を充分長く設定した実験を行うことが望ましい。そこで本研究では、千葉県館山湾の人工魚礁設置海域にイセエビ用刺網を2000日間浸漬し、羅網個体数の経時変化を定期的に潜水観察することにより、逸失刺網の漁獲継続期間を推定したので報告する。

方 法

浸漬実験 実験は千葉県館山市坂田漁港地先の人工魚礁設置海域（水深13m）で行った（Fig. 1）。この海域には約30基の並型魚礁が設置されており、イセエビ *Panulirus japonicus* を対象とした刺網漁業が行われている。実験には当海域で使用されているイセエビ用刺網を用いた。身網の材質はナイロンマルチフィラメント210d/20本2子撚り、実測目合は 75.3 ± 0.5 mm、縮結は

0.73、静水中での網丈は94cmであった。実操業では1反40mの刺網を数反連結して使用するが、本実験ではこの刺網を全長10mに切断して使用した。浮子網にはビニールテープを用いて1m間隔で11箇所刺網測定用の目印を付けた。この刺網を実験海域の西側に位置する人工魚礁の間隙（幅約2m）の中央に沿って設置した。刺網の両端は空中重量2kgの鉛錘で固定し、瀬縄と浮標は用いなかった。実験は2004年2月16日から2009年8月8日までの2000日間実施した。実験期間中、最初の1週間は毎日、次の2か月間は毎週1回、次の4か月間は2週間に1回、以降は毎月1回の頻度で潜水観察を行い、刺網の網丈（沈子網と浮子網間の垂直距離）、⁷⁾ 羅網動物の種、サイズ、個体数および生死の別を記録した。また、羅網動物には必要に応じて個体識別用の標識を取り付けた。実験期間中の調査回数は合計86回、各調査時における海底付近の水温は12.9~26.8°Cであった。なお、本実験は前報¹²⁾における198日間の浸漬実験を延長して実施したものである。

以上の結果をもとに、実験期間中の羅網個体数、死亡確認数および死亡確認率を求めた。ここで、羅網個体数は生死にかかわらず刺網への羅網が観察された動物の個体数、死亡確認数は刺網への羅網後に死亡が確認された動物の個体数、死亡確認率は羅網個体数に対する死亡確認数の割合とした。次に、実験用刺網の浸漬日数と平均網丈の関係を求めた。ここで、平均網丈は上述した11箇所の目印位置における網丈の平均値とした。次に、実験用刺網の浸漬日数と羅網個体数の関係を求めた。ここで、羅網個体数がピークに達した後の減少過程は逸失刺網の漁獲継続期間を推定するために重要である。後述するように、羅網個体数は実験開始直後に急増し、その後は新たに羅網する動物が減少するとともに、死亡して腐敗した動物が刺網から離脱することにより減少した。そこで、羅網個体数がピークに達した後の浸漬日数と羅網個体数の関係を Kaiser *et al.*⁷⁾ および Erzini *et al.*⁸⁾ に倣って指数関数モデルと対数関数モデルで表し、両者のAICを比較することにより、最適なモデルを選択した。ここで、各モデルのパラメータはMS-Excelのソルバーを用いて非線形最小二乗法により求めた。また、仲島、松岡⁹⁾を参考に、羅網個体数が実験開始当初の最大値の5%まで低下する浸漬日数を求め、これを漁獲継続期間とした。さらに、浸漬日数と羅網個体数の関係を分類群ごとにとりまとめ、それぞれの特徴を明らかにした。分類群は実験用刺網の主対象種であるイセエビ、イセエビ以外の甲殻類、腹足類および魚類とした。最後に、実験用刺網に羅網した動物の生存日数と残存日数を分類群ごとに求めた。ここで、生存日数は羅網が確認された初日から生存が確認された最終日までの日数、残存日数は羅網が確認された初日から死骸が確認された最終

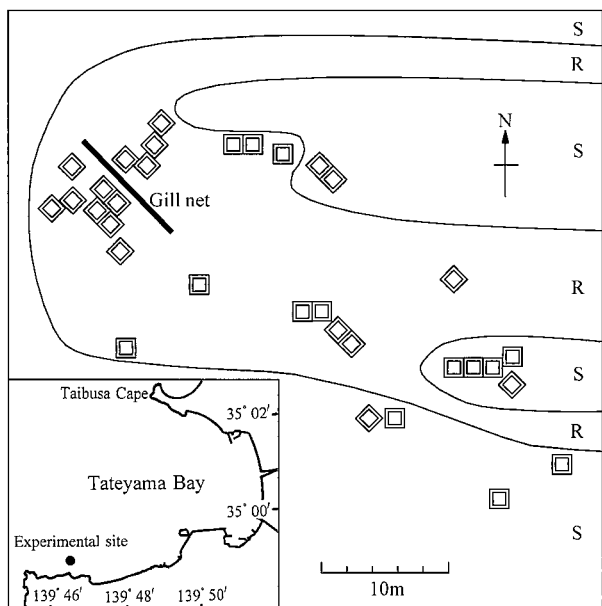


Fig. 1 Experimental site of 13 m depth in Tateyama Bay, Chiba Prefecture. Double squares indicate the artificial reefs, and S and R indicate the sandy and rocky bed, respectively.

日までの日数とした。ただし、死骸が確認されずに刺網から消失した場合には、生存日数と残存日数は同数とした。

確認実験 後述するように、浸漬実験の終盤には動物の羅網がみられなくなり、実験用刺網の漁獲機能が消失したものと考えられた。しかし、このことを検証するためには、実験用刺網の周辺における動物の生息状況が実験開始時と実験終了時で変化していないことを確認する必要がある。そこで、浸漬実験が終了した2009年8月8日10:00に、浸漬実験と同じ場所に同じ仕様の刺網を新たに設置し、48時間後の8月10日10:00に揚網して、羅網動物の種、サイズおよび個体数を記録した。本稿ではこれを確認実験とする。この結果を、浸漬実験開始後48時間(2004年2月16日9:40~2月18日9:40)の羅網状況と比較し、実験海域における動物の生息状況の変化について検討した。

結 果

羅網個体数と死亡確認数 実験期間中の羅網個体数、死亡確認数および死亡確認率をTable 1に示す。羅網個体数はイセエビ15個体、イセエビ以外の甲殻類7種25個体、腹足類3種8個体、魚類3種5個体、その他2種2個体、合計16種55個体であった。このうち、死

亡確認数はイセエビ11個体、イセエビ以外の甲殻類4種9個体、腹足類0個体、魚類3種5個体、その他0個体、合計8種25個体であった。これより、死亡確認率はイセエビ73%、イセエビ以外の甲殻類36%、腹足類0%、魚類100%、その他0%、合計45%となった。

浸漬日数と平均網丈の関係 実験用刺網の浸漬日数と平均網丈の関係をFig. 2に示す。前述の通り、実験用刺網の静水中での網丈は94cmであったが、海底設置直後の平均網丈は54cmであった。これは、刺網が潮流に吹かれて傾斜したためである。浸漬2日目以降、平均網丈は動物の羅網や寄り藻¹⁴⁾の纏絡により急激に減少し、浸漬100日目までは概ね10~20cmで推移した。さらに、浸漬100日目以降は刺網が巻き固められた状態(雑巾を絞ったような状態)となり、また、網糸が無節サンゴモ類に覆われるなどして平均網丈はさらに減少し、実験終了まで概ね10cm以下で推移した。なお、実験期間中に刺網が移動したり、人工魚礁に纏絡したりすることはなかった。

浸漬日数と羅網個体数の関係 実験用刺網の浸漬日数と羅網個体数の関係をFig. 3に示す。羅網個体数は実験開始直後に急増し、浸漬11日目には実験期間中最大となる21個体の羅網がみられた。しかし、その後は新たに羅網する動物が減少するとともに、死亡して腐敗し

Table 1 Number of enmeshed animals, number of dead animals and ratio of dead animals in the experimental gillnet

Species	Size* (cm)	Number of enmeshed animals	Number of dead animals	Ratio of dead animals (%)
Japanese spiny lobster <i>Panulirus japonicus</i>	2-6 CL	15	11	73
Other crustaceans		25	9	36
Reef crab <i>Atergatis floridus</i>	3-5 CW	11	5	45
Hermit crab <i>Pagurus</i> spp.	7-11 SL	4	2	50
Rock crab <i>Charybdis japonica</i>	3-7 CW	4	1	25
Hairy crab <i>Pilumnus vespertilio</i>	3-4 CW	3	0	0
Decorator crab <i>Schizophrys aspera</i>	4 CW	1	1	100
Smooth Spooner crab <i>Etisus laevimanus</i>	3 CW	1	0	0
Swimming crab <i>Thalamita sima</i>	2 CW	1	0	0
Gastropods		8	0	0
Neapolitan triton <i>Cymatium echo</i>	7-11 SL	6	0	0
Giant abalone <i>Nordotis gigantea</i>	13 SL	1	0	0
Cap shell <i>Thais bronni</i>	3 SL	1	0	0
Bony fish		5	5	100
Rock fish <i>Sebastes marmoratus</i>	23-24 BL	2	2	100
Flag fish <i>Goniistius zonatus</i>	22-23 BL	2	2	100
File fish <i>Stephanolepis cirrhifer</i>	13 BL	1	1	100
Others		2	0	0
Sea cucumber <i>Stichopus japonicus</i>	16 BL	1	0	0
Sand dollar <i>Clypeaster japonicus</i>	8 TD	1	0	0
Total		55	25	45

* CL, carapace length; SL, shell length; CW, carapace width; BL, body length; TD, test diameter.

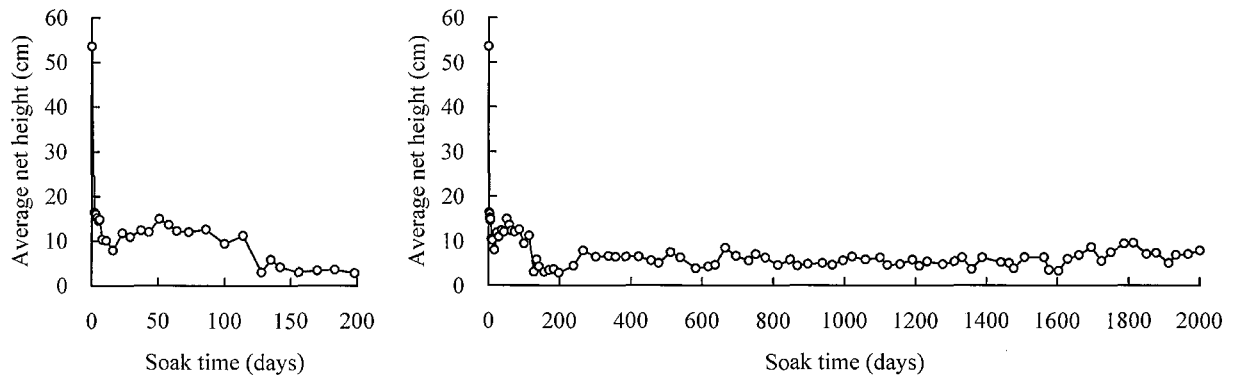


Fig. 2 Relationship between the soak time and average net height of the experimental gillnet. The left figure is an enlargement until 200 days.

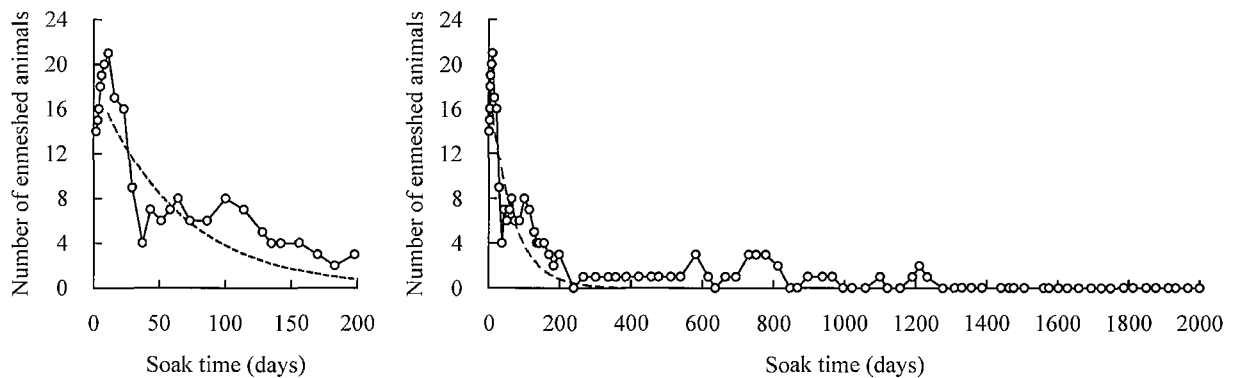


Fig. 3 Relationship between the soak time and number of enmeshed animals in the experimental gillnet. The left figure is an enlargement until 200 days. The solid line indicates the experimental data, and the dotted line indicates the decrease in the number of enmeshed animals expressed by equation (1).

た動物が刺網から離脱することにより、羅網個体数は減少した。羅網個体数は浸漬239日目に一旦0となった後、約1000日間は0~3個体の範囲で増減を繰り返したが、浸漬1277日目以降は羅網動物がまったく観察されなくなった。羅網個体数がピークに達した浸漬11日目以降における浸漬日数 T と羅網個体数 N の関係は以下の指数関数モデルと対数関数モデルで表された。

$$N = 18.51 \exp(-0.0158 T) \quad (1)$$

$$N = -2.56 \ln T + 18.20 \quad (2)$$

ここで、(1)のAICは300、(2)のAICは337であった。これより、(1)を最適なモデルとして選択し、羅網個体数が実験開始当初の最大値(21個体)の5%まで低下する浸漬日数を求めた結果、漁獲継続期間は182日と算出された。

浸漬日数と羅網個体数の関係を分類群ごとに分けてFig. 4に示す。イセエビの羅網個体数は実験開始直後に急増し、浸漬11日目には実験期間中最大となる12個体の羅網がみられた。その後、羅網個体数は急激に減少し、浸漬73日目以降、羅網は観察されなかった。魚類もイセエビと同様に、実験開始直後に羅網個体数が増加

したが、浸漬29日目以降、羅網は観察されなかった。一方、イセエビ以外の甲殻類や腹足類は、イセエビや魚類よりも長期間にわたって実験用刺網に羅網した。イセエビ以外の甲殻類の羅網個体数はイセエビや魚類よりも緩やかに増加し、浸漬23日目に実験期間中最大となる6個体の羅網がみられた。その後、羅網個体数は緩やかに減少し、浸漬239日目には一旦0となった。さらに、浸漬582~813日と1191~1233日には1~2個体の羅網がみられたが、浸漬1277日目以降、羅網は観察されなかった。腹足類は実験開始直後には羅網せず、浸漬37日目に初めて羅網が観察された。その後、浸漬142日までは2~3個体、浸漬1100日までは1個体以下の羅網がみられたが、浸漬1121日目以降、羅網は観察されなかった。

生存日数と残存日数 実験用刺網に羅網した動物の生存日数と残存日数をTable 2に示す。生存日数の平均値はイセエビが10.5日、イセエビ以外の甲殻類が35.6日、腹足類が82.0日であった。魚類は羅網が確認された初日に既に死亡している個体が多く、生存日数を求めることができなかった。また、生存日数の最大値(かっ

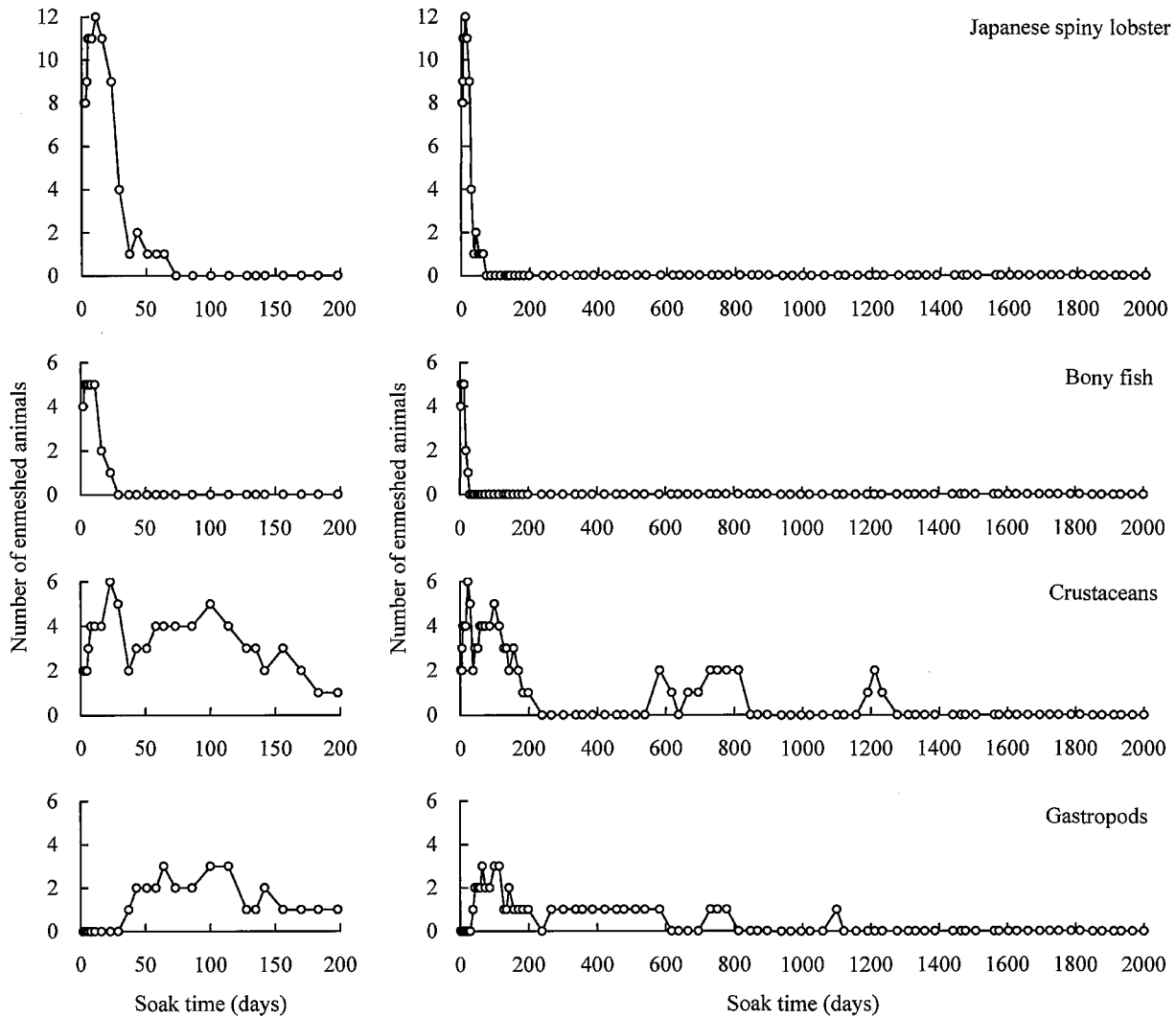


Fig. 4 Relationship between the soak time and number of enmeshed animals in each taxonomic group in the experimental gillnet. Left figures are enlargements until 200 days.

Table 2 Survival days of enmeshed animals and remaining days of dead bodies in the experimental gillnet

Taxonomic group	Survival days		Remaining days	
	Mean	Maximum	Mean	Maximum
Japanese spiny lobster	10.5	41	19.9	56
Other crustaceans	35.6	127	42.4	141
Gastropods	82.0	155	82.0	155
Bony fish	—	—	12.2	21

こ内は種) はイセエビが 41 日, イセエビ以外の甲殻類が 127 日(スベスベマンジュウガニ *Atergatis floridus*), 腹足類が 155 日(カコボラ *Cymatium echo*) であった。一方, 残存日数の平均値はイセエビが 19.9 日, イセエビ以外の甲殻類が 42.4 日, 腹足類が 82.0 日, 魚類が 12.2 日であった。また, 残存日数の最大値(かっこ内

は種) はイセエビが 56 日, イセエビ以外の甲殻類が 141 日(スベスベマンジュウガニ), 腹足類が 155 日(カコボラ), 魚類が 21 日(カサゴ *Sebasticus marmoratus*) であった。なお, 腹足類では生存日数と残存日数が同数になっているが, これは前述の通り, 腹足類の死骸確認率が 0% であったためである。

確認実験 浸漬実験開始後 48 時間と浸漬実験終了後 48 時間(確認実験)の羅網個体数を Table 3 に示す。浸漬実験開始後 48 時間の羅網個体数はイセエビ 8 個体, イセエビ以外の甲殻類 2 種 2 個体, 魚類 2 種 4 個体, 合計 5 種 14 個体であった。一方, 浸漬実験終了後 48 時間の羅網個体数はイセエビ 7 個体, イセエビ以外の甲殻類 3 種 8 個体, 魚類 3 種 4 個体, 合計 7 種 19 個体であった。開始後 48 時間と終了後 48 時間の種ごとの羅網個体数を Wilcoxon 符号順位検定により比較した結果, 両者に有意差は認められなかった ($p > 0.05$)。こ

Table 3 Number of enmeshed animals in the experimental gillnet during 48 hours after the beginning of the experiment and 48 hours after the end of the experiment

Species	48 hours after the beginning of the experiment* ¹		48 hours after the end of the experiment* ²	
	Size* ³ (cm)	Number of enmeshed animals	Size* ³ (cm)	Number of enmeshed animals
Japanese spiny lobster <i>Panulirus japonicus</i>	4-6 CL	8	7-11 CL	7
Other crustaceans		2		8
Hermit crab <i>Pagurus</i> spp.		0	6-10 SL	4
Rock crab <i>Charybdis japonica</i>	7 CW	1	7 CW	2
Reef crab <i>Atergatis floridus</i>		0	4-7 CW	2
Decorator crab <i>Schizophrys aspera</i>	4 CW	1		0
Bony fish		4		4
Rock fish <i>Sebastes marmoratus</i>	23-24 BL	2	17-20 BL	2
Flag fish <i>Goniistius zonatus</i>	22-23 BL	2		0
File fish <i>Stephanolepis cirrhifer</i>		0	14 BL	1
Parrot fish <i>Calotomus japonicus</i>		0	20 BL	1
Total		14		19

*¹ From 9 : 40 a.m. 16 to 9 : 40 a.m. 18 February 2004.*² From 10 : 00 a.m. 8 to 10 : 00 a.m. 10 August 2009.*³ CL, carapace length; SL, shell length; CW, carapace width; BL, body length.

れより、実験用刺網の周辺における動物の生息状況は実験開始時と実験終了時で変化がなく、浸漬実験の終盤に動物の羅網がみられなくなった原因は、実験用刺網の漁獲機能が消失したためと判断した。

考 察

確認実験の結果、実験用刺網の周辺における動物の生息状況は実験開始時と実験終了時で変化がみられなかった。一方、実験開始時の2月の水温は13.0~14.1℃、実験終了時の8月の水温は24.5~25.4℃と、両者の季節や水温に大きな違いがあった。主対象種であるイセエビの漁獲量は夏季に増加する傾向があるが、¹⁵⁾ 6~7月の禁漁期を除き、周年漁獲されている。また、本実験海域で行われた魚類の分布調査によると、人工魚礁への蜆集に季節的消長が認められる魚種と、認められない魚種があり、¹⁶⁾ 確認実験で羅網した4魚種 (Table 3) はいずれも後者であった。これらのことから、確認実験では季節や水温に違いがあったにもかかわらず、実験開始時と実験終了時の羅網個体数には有意差が生じなかったものと考えられる。

逸失刺網の影響評価に関する既往の研究では、逸失刺網に羅網した動物は最終的にすべて死亡すると考えられてきた。⁶⁾ 一方、本研究における死亡確認率は、魚類では100%だったが、イセエビでは73%、イセエビ以外の甲殻類では36%、腹足類では0%であった。死亡確認率の低い腹足類や甲殻類では、死骸が確認されずに刺網から消失する事例が多かったことから、羅網個体の一

部が自発的に刺網から離脱した可能性が考えられた。刺網に羅網したイセエビの逃避行動¹⁷⁾ やヤドカリ類の離脱¹⁸⁾ についてはこれまでも報告があり、また、本研究を実施した館山湾ではイシガニが刺網を破る被害も発生している (未発表)。さらに、腹足類のサザエ *Batillus cornutus* は刺網に羅網後も長期間生存できることが報告されている。¹⁹⁾ これらの知見は刺網に羅網した甲殻類や腹足類が自発的に離脱できる可能性を示唆している。逸失刺網に羅網した動物がすべて死亡するとは限らず、一部が刺網から離脱して生残するとすれば、羅網個体数と死亡個体数は等値とならず、死亡数を過大評価することになるので、注意が必要である。なお、刺網に羅網後の動物の行動については知見が乏しいので、今後、水槽実験等で詳しい観察を行い、自発的な離脱の可否について検証する必要がある。

緒言で述べたとおり、逸失刺網の漁獲継続期間については9か月以上、⁷⁾ 15~20週、⁸⁾ 142日、⁹⁾ 3年以上、¹⁰⁾ 106~112日、¹¹⁾ 200~561日、¹²⁾ 237~317日¹³⁾ 等の報告がみられる。これらのうち、仲島、松岡^{9,10)} は最長1689日に及ぶ浸漬実験の結果から漁獲継続期間を推定しているが、他の報告における浸漬実験は200~400日程度と短く、^{7,8,11-13)} また、実験期間が不十分であるため実験終了時まで羅網が続き、漁獲継続期間を外挿して推定せざるを得なかった事例もみられる。^{12,13)} そこで本研究では、浸漬実験期間を2000日とし、また、潜水観察の頻度もできるだけ短く設定した。その結果、漁獲継続期間は182日と推定された。一方、前報¹²⁾ では198日間の

浸漬実験結果から漁獲継続期間を284日と推定した。両者の漁獲継続期間の相異は漁獲継続期間の定義の相異によるところが大きい。前報では、浸漬日数と羅網個体数の関係に対数関数モデルで表し、羅網個体数が0となる浸漬日数を漁獲継続期間とした。一方、本報ではAICによるモデル選択を行い、浸漬日数と羅網個体数の関係を指数関数モデルで表すとともに、羅網個体数が実験開始当初の5%まで低下する浸漬日数を漁獲継続期間とした。同様に、上記の報告⁷⁻¹³⁾はいずれも刺網を一定期間海底に浸漬し、羅網個体数の減少過程より漁獲継続期間を推定したものであるが、漁獲継続期間の定義は報告ごとに異なり、また、定義が曖昧な報告もみられる。逸失刺網の漁獲継続期間は地域や対象生物、海底の状態、漁具仕様等により大きく異なると考えられるが、条件の違いによる比較検討を正確に行うためには、漁獲継続期間の定義を統一する必要がある。このためには、Kaiser *et al.*⁷⁾やErzini *et al.*,⁸⁾ 仲島、松岡⁹⁾のように、2日間の連続した潜水観察から1日あたりの羅網個体数を求め、その経時変化から漁獲継続期間と総羅網数を推定する手法が理想的であるものと考えられる。一方、本研究を実施した館山湾では、特に冬季の季節風の影響により、2日間の連続した潜水観察を高い頻度で実施することは困難であり、1日あたりの羅網個体数を求めることはできなかった。そこで、本研究では浸漬日数と観察日ごとの羅網個体数との関係から漁獲継続期間を推定する手法を用いたが、これらの手法の違いが漁獲継続期間の推定精度に及ぼす影響については今後検討すべき重要な課題であるものと考えられる。

Kaiser *et al.*⁷⁾がイギリス沿岸で実施した刺網の浸漬実験では、実験開始直後にツノザメ属の魚類が多く羅網し、次にこれを捕食するために蝟集した商業的価値のある甲殻類が羅網した。このような羅網動物種の経時変化は本研究でも観察され、実験開始直後にはイセエビや魚類が羅網し、次に、イセエビ以外の甲殻類や腹足類が羅網した。また、羅網したイセエビや魚類の死骸を捕食するため、他の魚類や甲殻類、腹足類が蝟集する現象も観察された。このような被食-捕食関係による連鎖的な羅網は、羅網個体数の増大や羅網継続期間の長期化を招く原因になっている可能性がある。また、魚類は浸漬29日、イセエビは浸漬73日で羅網が停止したが、イセエビ以外の甲殻類は浸漬1233日、腹足類は浸漬1100日まで羅網が続いた。このことから、海中を遊泳する魚類や海底を歩行するイセエビは、網丈が減少した刺網には羅網しなくなるが、海底を匍匐する小型甲殻類や腹足類は網丈が減少した後も、わずかに開いた網目に羅網する可能性があり、羅網継続期間の長期化を招いているものと考えられた。

刺網に羅網した魚類の残存日数について、仲島、松

岡¹⁰⁾は鹿児島湾における実験結果から平均2.7日と報告している。一方、本研究における魚類の残存日数はこれよりも長く、平均12.2日であった。魚類は実験開始後1か月以内に羅網したが (Fig. 4)、この時期は水温が最も低下する2~3月にあたり、海底付近の水温は12.9~15.5°Cであった。このため、羅網魚の腐敗速度や、捕食者および分解者の蝟集が減少し、残存日数が長引いたものと考えられる。また、甲殻類や腹足類の残存日数は魚類よりもさらに長く、特にスベスベマンジュウガニでは最長127日間、カコボラでは最長155日間の生存が確認された。スベスベマンジュウガニは刺網に羅網したまま寄り藻¹⁴⁾を捕捉し、カコボラは刺網に羅網したまま岩礁に付着する行動が観察された。これより、これらの動物は羅網後も摂餌できる状態にあり、長期の生存が可能であったものと考えられる。

以上、本研究では海底に長期間浸漬した刺網の漁獲機能の経時変化を潜水観察し、海底に残置された逸失刺網の漁獲継続期間について検討した。近年、逸失漁具によるゴーストフィッシングの発生を防止する対策の一つとして、生分解性プラスチックの利用が検討されている。²⁰⁾ 生分解性プラスチックを用いた漁具には、使用中は十分な強度を保持し、逸失後は速やかに分解するという性質が要求されるため、その分解速度に関する研究がすすめられている。²¹⁾ 今後、生分解性プラスチックを材料とした刺網の適切な分解速度について検討する際には、本研究で得られた漁獲機能の経時変化に関する知見が活用できるものと考えられる。

文 献

- 1) Kennedy WA. The relationship of fishing effort by gill nets to the interval between lifts. *J. Fish. Res. Board Can.* 1951; 8: 264-274.
- 2) 小池 篤, 竹内正一. ワカサギ刺網における漁獲の飽和について. *日本誌* 1982; 48: 1711-1716.
- 3) Losanes LP, Matuda K, Fujimori Y. Outdoor tank experiments on the influence of soaking time on the catch efficiency of gillnets and entangling nets. *Fish. Res.* 1992; 15: 217-227.
- 4) Acosta AR. Soak time and net length effects on catch rate of entangling nets in coral reef areas. *Fish. Res.* 1994; 19: 105-119.
- 5) Hickford MJH, Schiel DR. Gillnetting in southern New Zealand: duration effects of sets and entanglement modes of fish. *Fish. Bull.* 1996; 94: 669-677.
- 6) Matsuoka T, Nakashima T, Nagasawa N. A review of ghost fishing: scientific approaches to evaluation and solutions. *Fish. Sci.* 2005; 71: 691-702.
- 7) Kaiser MJ, Bullimore B, Newman P, Lock K, Gilbert S. Catches in 'ghost fishing' set nets. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 1996; 145: 11-16.
- 8) Erzini K, Moteiro CC, Riberio J, Santos MN, Gaspar M, Monteiro P, Borges TC. An experimental study of gill net and trammel net 'ghost fishing' off the Algarve (southern Portugal). *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 1997; 158: 257-265.

- 9) 仲島淑子, 松岡達郎. 逸失底刺網のゴーストフィッシング能力の経時的変化と死亡数推定. 日水誌 2004; **70**: 728-737.
- 10) 仲島淑子, 松岡達郎. 魚礁に纏絡した逸失底刺網によるゴーストフィッシング死亡数と魚の蝟集に対する影響. 日水誌 2005; **71**: 178-187.
- 11) Ayaz A, Acarli D, Altinagac U, Ozekinci U, Kara A, Ozen O. Ghost fishing by monofilament and multifilament gillnets in Izmir Bay, Turkey. *Fish. Res.* 2006; **79**: 267-271.
- 12) Akiyama S, Saito E, Watanabe T. Relationship between soak time and number of enmeshed animals in experimentally lost gillnets. *Fish. Sci.* 2007; **73**: 881-888.
- 13) Baeta F, Costa MJ, Cabral H. Trammel nets' ghost fishing off the Portuguese central coast. *Fish. Res.* 2009; **98**: 33-39.
- 14) 新井章吾. 流れ藻と寄り藻. 「21世紀の海藻資源」(大野正夫編) 緑書房, 東京. 1996; 32-49.
- 15) Takagi K, Mizuguchi K, Ohno A. Biological features of the trends shown in the monthly catches by the spiny lobster fishery in Uchiura Bay, Chiba Prefecture. *La mer* 1975; **13**: 20-24.
- 16) 中村善彦, 小池康之, 今関昭博, 松生 治. 坂田沖人工魚礁における魚類の分布・行動と環境. 東水大研報 1986; **73**: 145-158.
- 17) 川村軍蔵. 魚類の生態からみた漁法の検討—イセエビの避網行動. 水産の研究 1993; **12**: 40-44.
- 18) 松下吉樹, 本多直人, 藤田 薫, 渡部俊広. 浅海域に放置した刺網の形状の変化. 水研センター研報 2004; **10**: 15-17.
- 19) 永松公明. 沿岸漁業の研究—サザエ漁業の現状. 水産の研究 1994; **13**: 30-33.
- 20) 田島健治, 兼広春之. 生分解性プラスチックの海洋資材への利用. 海洋と生物 2004; **26**: 136-141.
- 21) 戎井 章, 田島健治, 兼広春之, 今田千秋, 小林武志. 海水中における生分解性プラスチックの分解. 水産工学 2003; **40**: 143-149.

クロミンククジラにおけるクジラヒゲの成長、特に外縁先端部に出現する欠刻について

銭谷亮子, 加藤秀弘 (海洋大)

南極海鯨類捕獲調査 (JARPA) と商業捕鯨の南極海第Ⅳ区で採集された 1,654 個体のクロミンククジラのヒゲ板を用い、ヒゲ板の成長と外縁先端部に出現する V 字形の欠刻について検討した。ヒゲ板長は体長の増加に伴い伸長し、雄は体長 8.0 m 以上で 261.8 mm に、雌は体長 8.5 m 以上で 278.3 mm に達した。欠刻は胎児のヒゲ板には認められなかったが、出生後の体長 5.4 m 以下のヒゲ板全てに認められたことから、欠刻は出生時に形成された可能性が高く、摩擦により体長 6.4 m 付近で完全に消失すると考えられた。

日水誌, 76(5), 870-876 (2010)

ブルーム盛期における麻痺性貝毒原因プランクトン *Alexandrium tamarense* の日周鉛直移動、環境要因および細胞毒量の変化

山本圭吾 (大阪環農水総研),

松山幸彦 (水研セ西海水研),

大美博昭, 有山啓之 (大阪環農水総研)

Alexandrium tamarense 赤潮が確認された 2007 年春季に堺出島漁港で昼夜観測を行い、日周鉛直移動と環境、細胞毒量の変化を調査した。日中、遊泳細胞は表層に集中分布したが、日没後分散し、底層で密度が増加した。夜明け後は再び表層で増加しており、日周鉛直移動が確認された。細胞の毒組成に変化はなかったが、細胞毒量は日没以降夜明けまで増加傾向であった。このことから毒は夜間に蓄積すると推察され、高毒細胞が鉛直移動することで深所に分布するアカガイ等で貝毒のリスクが高くなることが示唆された。

日水誌, 76(5), 877-885 (2010)

大阪港湾域における底泥からの汚濁発生源除去効果からみた航路浚渫の評価

西尾孝之, 新矢将尚 (大阪市立環境科研)

河川末端に位置する地点の底泥中窒素、リン、有機物含有量は大阪港内外地点よりも 2~3 倍高かった。間隙水中の窒素、リン、有機物濃度も、河川末端の底泥が 9~20 倍高く、拡散フラックス推定値もアンモニウムイオンおよびリン酸イオン共に約 2~10 倍高かった。微生物活性の低下する冬期においてもこれらの潜在的拡散フラックスは高かった。河口域の底泥は浮泥状態で攪乱により巻き上がりやすいために間隙水中の栄養塩類が拡散し易く、浚渫することにより底泥からの溶出による閉鎖的な港内停滞水域への汚濁負荷を低減する効果が高いことが明かとなった。

日水誌, 76(5), 886-893 (2010)

ニゴロブナ *Carassius auratus grandoculis* の飼育仔稚魚の発育と成長

藤原公一 (滋賀水試)

琵琶湖においてニゴロブナの放流事業を実施するうえで効果的な種苗サイズを検討する基礎資料を得るため、飼育した本種仔稚魚の発育と成長を調べた。その結果、標準体長が概ね 16

mm まで成長して稚魚期に達すると、鱗条や鱗、骨格がほぼ完成するとともに、骨格筋および消化、呼吸、循環、感覚、造血、排泄を司る各器官の急速な発達を観察され、天然環境下で生き残る機能の著しい向上がうかがえた。したがって、このステージ (標準体長約 16 mm) は、効果的な放流サイズを検討するうえでの基準の一つになると考えられた。

日水誌, 76(5), 894-904 (2010)

海底に長期間浸漬した刺網の漁獲機能の経時変化

秋山清二 (海洋大)

海底に残置された逸失刺網の漁獲継続期間について検討するため、千葉県館山湾の海底に刺網を 2000 日間浸漬し、浸漬時間と羅網個体数の関係を調べた。刺網にはイセエビ 15 個体、イセエビ以外の甲殻類 25 個体、腹足類 8 個体、魚類 5 個体、その他 2 個体の合計 55 個体が羅網した。羅網個体数は実験開始直後に急増し、浸漬 11 日目に最大となった後、減少した。羅網個体数の減少過程は指数関数で表され、漁獲継続期間は 182 日と推定された。漁獲継続期間はイセエビや魚類では短く、イセエビ以外の甲殻類や腹足類ではより長期に及んだ。

日水誌, 76(5), 905-912 (2010)

群れ形成の習性を利用したブルーギル *Lepomis macrochirus* の有効な捕獲方法の検討

藤本泰文 (伊豆沼財団),

高橋清孝 (シナイモツゴ郷の会),

進東健太郎 (伊豆沼財団), 山家秀信 (東農大),

佐藤 繁 (北里大海洋)

ブルーギルが群れを形成する習性を本種の駆除手法に利用することを目的とし、同種個体の罟としての誘引効果を伊豆沼と化女沼で検証した。対照群として空の籠と罟のブルーギルを収容した籠を湖岸に設置し、捕獲個体数を比較した。本種の生息密度が低い伊豆沼では、罟を収容した籠で高い捕獲個体数を示した。2 ヶ月間の駆除活動に罟を用いた結果、総捕獲数が 1.86 倍に高まり、この手法の有用性が確かめられた。一方、本種が高密度に生息する化女沼では誘引効果が確認されず、誘引効果が生じる条件に生息密度が関与する可能性が示唆された。

日水誌, 76(5), 913-919 (2010)

三重県加茂川におけるウグイの降海時期と降海時の体長

石崎大介, 淀 太我, 吉岡 基 (三重大院生資)

三重県加茂川において、ウグイの降海時期を産卵場である淡水域と下流の汽水域での出現状況の周年変動を定期的に比較することにより把握した。繁殖時に数日のみ出現する産卵親魚以外に採捕された個体は当歳魚と 1 歳魚のみであり、両者は共に春から夏に汽水域に出現し、同時期に淡水域での 1 分あたりの採捕個体数が減少した。このことから、本河川のウグイは主に当歳と 1 歳の春から夏に降海すると考えられた。また、汽水域に出現し、耳石微量元素分析により降海直後と判断された個体の体長から、降海時の体長は 12~106 mm と考えられた。

日水誌, 76(5), 920-925 (2010)