

# 漁獲性能からみた人工礁における蛸集量の推定法に関する研究

水産工学研究所漁業生産工学部

松下吉樹・井上喜洋

調査実施年度：平成4～6年度

## 緒言

人工礁漁場における蛸集魚類調査では一本釣り、刺網などが簡便な採集方法として採用されることが多い<sup>1)</sup>。しかし、釣りでは餌、針の大きさ・種類、針の水深などで、刺網では目合い、環境条件によって採集される魚種の種、サイズが選択される。特に刺網漁法ではこれまで魚体の大きさと目合いの相対的な漁獲性能のみが研究対象となっており、網地に絡まる以前の魚類が網を認知し、回避するか否かなどの論議が欠落している<sup>2)</sup>。

本研究では人工礁の設置効果の評価法の確立に資することを目的として人工礁周辺において刺網操業を行い、人工礁周辺において魚類の蛸集状況を確認するとともに、魚類が漁具と遭遇する確率、遭遇した魚類のうち漁獲される魚類の比率を水槽実験により推定し、さらに環境条件を考慮することによって漁獲試験の結果より漁獲対象魚類の現存量を推定する手法を検討した。

漁具の漁獲効率は以下に示す一般式で表現される。

$$C = q \cdot E \cdot N$$

ここでC：漁獲 q：漁具の漁獲効率 E：漁獲努力量 N：漁場内資源量

漁場内資源量Nは $N = C / E \cdot 1 / q = (C/PUE) / (\text{漁獲効率})$ で表現できる。

すなわち、操業時の漁獲効率qを求めることによりある程度の資源評価が可能となる。

しかし、曳網漁法などと比較して刺網漁法は受動的な漁法であり、漁獲効率は対象魚類の対漁具行動に左右されるため、推定はあまり実施されていない。(不確定要素が多い。)刺網の漁獲効率には以下の要因が影響すると考えられる<sup>3)</sup>。

1. 網の長さ、2. 網の高さ、3. 魚類の遊泳活動、4. 魚類の深淺移動、5. 浸漬時間

6. 漁具の選択性能、7. 魚類の漁具の回避、8. 漁獲されて以後の逃避

1、2、5については既知の要因であり、7については本研究により回避行動と照度環境の関係について実験を実施した。4については人工礁に蛸集する魚類で刺網の漁獲対象となる種(例えば、調査対象漁場とした神奈川県長井沖魚礁群ではマダイ、ヒラメ、ホウボウなどの底生の漁獲種でありタラ類のような顕著な日周深淺移動は考慮しづらい。)では削除できると考えた。また、6、8については使用した漁具の選択性能を解明することによって補うことが可能である。3については漁業者への聞き取り調査などから流動環境(潮流・潮汐)が刺網の漁獲機能を左右すると考えられる。

本研究では現段階で入手できる刺網の漁獲過程に関連する要因により、人工漁礁において漁具に遭遇する魚類について考察を行った。

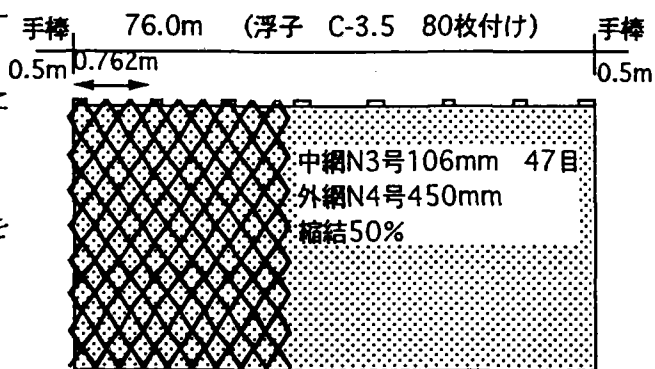
## 方法

1) 人工礁漁場における調査

1) -1. 人工礁の設置状況

神奈川県横須賀市長井沖に設置されている並型魚礁群を対象として、刺網操業位置を決定するため

に人工礁の設置状況をサイドスキャンソナー（EG&G社製Model1272TD）を用いて調査した。調査船により送受波器を魚礁周辺を多方向に曳航し、航走線の両側300mの範囲を観察、記録した。得られた海底形状は調査船のGPS装置記録と照合し、貼り合わせて海底地図を作成した。



### 1) -2. 刺網を用いた漁獲調査

漁獲調査では刺網による漁獲量より現存量を推定するための資料の蓄積を行った。魚礁近辺および魚礁北側の同程度の水深の水域の2つの水域に分けて調査点一点につき3～5反の漁具を用い、備船により刺網による操業を実施した。漁具の構造は図1に示す2種類のものを用いた。92～94年に使用した3枚網漁具は長井地先でカワハギを漁獲するために使用している漁具である。95年に使用した漁具は地元でヒラメ網と呼ばれている漁具で、網地は1枚しか使用していないが、浮子網・沈子網間に取り付けられた吊りロープによって網の縮結が十分にとられており漁獲機能としては3枚網に近い特性を持つ。使用している網目合はヒラメ網のほうが大きく、カワハギ網のほうがより広い選択性能を持つことが予想される。操業位置はGPS装置によって記録し、漁獲生物は種、体長を記録した。また、漁場環境を把握するために自記式小型水温計を漁具手棒に取り付けた。

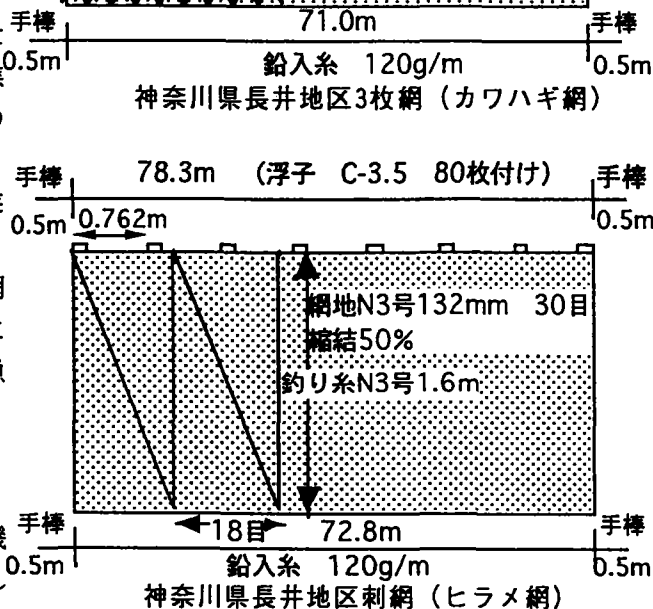


図1. 調査に使用した漁具設計図（1反）

### 2) 水槽実験

実験には現場調査海域（神奈川県長井沖）で主要漁獲種のひとつであるマダイを供試魚として用いた。最初に水槽（2.8×2.8×1.1m、水量5トン）中でマダイ約40尾（平均尾叉長37.9cm、S.D 2.2cm）を12月晴天時の水面照度<sup>4)</sup>より水深20m付近海中照度（図2）と同様になるよう設定した光周期で3カ月間飼育した。この光条件下でマダイの行動を高感度ビデオカメラで記録し、日周行動を観察した。次に同じ光条件下で水槽中に網地パネル（1×1m）を設置し、網地に接触する個体を観察した。網地パネルは刺網と異なり、5cm目合のポリエチレン網地（縮結50%）を用いた。マダイが網地パネルに羅網した場合、羅網した個体の視認性が網地の視認性に比べて高いと考えられるので、本実験では網地パネルをマダイが実験中には羅網しない構造とした。実験時の水温は16±0.3℃で一定とした。

また、大型水槽（17×7.5×2m、水量220トン）中にマダイ25尾を放流し、実際のカワハギ網を用いて漁獲試験を行い、漁具に接触した尾数、羅網した尾数を観察・係数した。本実験は水面照度20Luxの光環境下で日中に繰り返し実施した。

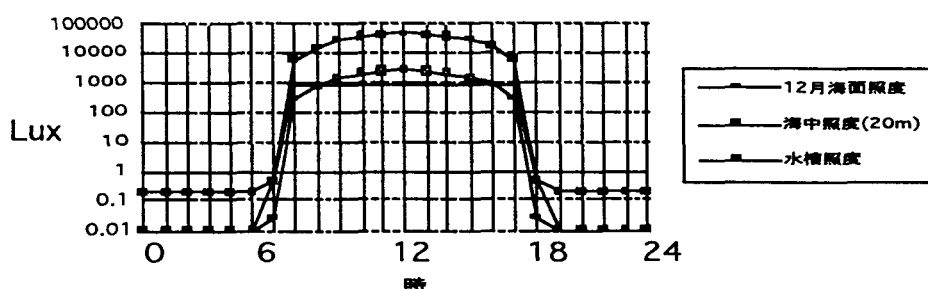


図 2 .水槽実験で用いた水槽照度の日周変化

### 結果および考察

#### 1) 人工礁漁場における調査

##### 1) -1. 人工礁の設置状況

サイドスキャンソナー記録をもとに作成した海底地図を図3に示した。魚礁群は南西から北東方向にほぼ長方形に分布しており、集中的に重なって分布している所が点在している。本調査より刺し網漁獲調査は図3右上部の最も反応記録の濃い水域を中心に実施し、魚礁水域と漁獲を比較するための対照水域をほぼ同水深の魚礁群北側の平坦な水域とした。

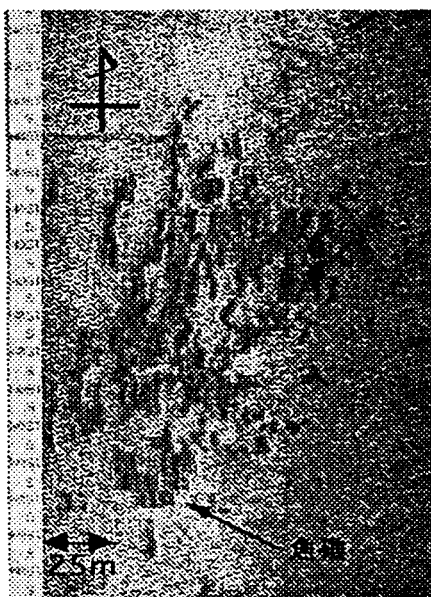


図 3 .サイドスキャンソナーで記録された魚礁周辺の海底地図

##### 1) -2. 刺網を用いた漁獲調査

表1に示すように10日間で延べ124反の操業を実施し、非利用カニ類、ヤドカリ類を除き316個体を漁獲した。このうち、産業上重要とされるマダイ ( $m=31.9\text{cm}$ ,  $sd=5.7\text{cm}$ )、ホウボウ ( $m=34.1\text{cm}$ ,  $sd=6.0\text{cm}$ )、ヒラメ ( $m=41.2\text{cm}$ ,  $sd=8.8\text{cm}$ )、カワハギ ( $m=23.6\text{cm}$ ,  $sd=1.8\text{cm}$ )が全体の約40%を占めた。操業位置は図4-1に示し、全漁獲および主要漁獲種の地理的分布を図4-2~6に、CPUE (漁獲尾数/反) を表2に示した。操業時の水温は15.7~16.2℃であった。神奈川水試で実施している音響調査における区分を参考に5) 操業水域を魚礁近辺と対照水域に分けて比較した場合、CPUE (漁獲尾数/反) は2つの水域で差が認められ、魚礁近辺で2.71尾/反、対照水域では2.25尾/反であった。主な漁獲種では魚礁近辺ではテンス、マダイ、ホウボウなどが多数漁獲されたのに対して、ヒラメ、ウマヅラハギ、カワハギなどはむしろ魚礁上の海域よりも魚礁から少し離れた北側の対照海域で多く漁獲される傾向がみられた。また、神奈川水試が実施した計量魚群探知機の調査では図4中の影部で示した水域で周年強い反応が認められたが、この結果は刺網操業の漁獲結果と必ずしも一致しなかった。これは刺網が海底近くを遊泳するまたは着底する種を漁獲対象にしていること、魚探機の映像が主に中層に分布する魚類を魚群反応としてとらえたことが原因と考えられる。このことより刺網操業は魚礁の効果調査の手法として底生魚類の採集、調査に有効であると考えられる。

表1 刺網漁獲調査漁獲物概要

操業年月日 網次	92.10.28			93.1.14			93.3.13			94.1.25			94.1.26			94.1.27		94.1.28		94.1.29		95.2.8		9	合計
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	1	2	1	2	1	2	1	
使用反数	4	6	6	6	4	6	6	6	4	6	6	4	6	4	6	4	6	4	4	6	6	6	4	4	124
ホシザメ	1	2		1						1															5
サメ.sp													1							1					2
ガンギエイ	2																								2
エイ.spp		6	2		1																				9
アナゴ										1				1			1								3
ウツボ																								1	1
マエソ								2							1										3
IVゾイア付メ	1				1												1		1						4
アンコウ	2	2												1	1							1			7
マツカサウオ	1		1																					1	3
マトウダイ		1				1																		1	3
アカアマダイ																					1				1
マアジ		1			2	1																			4
カンバチ			1																						1
タカノハダイ			1	1							2			1			2		4		3			4	18
ミギマキ														1										5	6
テンス		2		3	2			3					4	1		5	1	2	2	3		2		1	31
ヒメジ												1													1
リュウキュウカヒメジ																									1
イシダイ					1									2										2	5
スズキ					1					3	1								1					1	7
テングダイ																								1	1
マダイ	5	6	1	6	1			1		1	4	1		1			1		1						28
トラギス			1																						1
ミシマオコゼ	2	2	1			1	1	2	1			2					1		1			1	1		16
アイナメ																			1	1					2
ワニゴチ			4																						4
ミノカサゴ	2	1	2																			1			6
オキカサゴ													1												1
ホウボウ	2	5	1	3	1		1	2		2	1	6	3		1	2	1	1	1	6	3	3		44	
ヒラメ		1	4		2	2		1	6								2		3			2	1		24
マコガレイ								1																1	2
メイタガレイ	1		3	2			1	1					1	1			2				1				13
ウマヅラハギ			1						1				4	1					1		8			6	22
カワハギ	2	4	6	1	3	3							3											4	26
ハコフグ			1																						1
イセエビ	1		1																1						3
シャコ								1									1								2
ガザミ									1																1
コウイカ																	1								1
マダコ								1																	1
合計	22	33	31	18	14	8	5	13	8	3	8	9	15	16	4	9	11	5	7	13	22	8	5	29	316

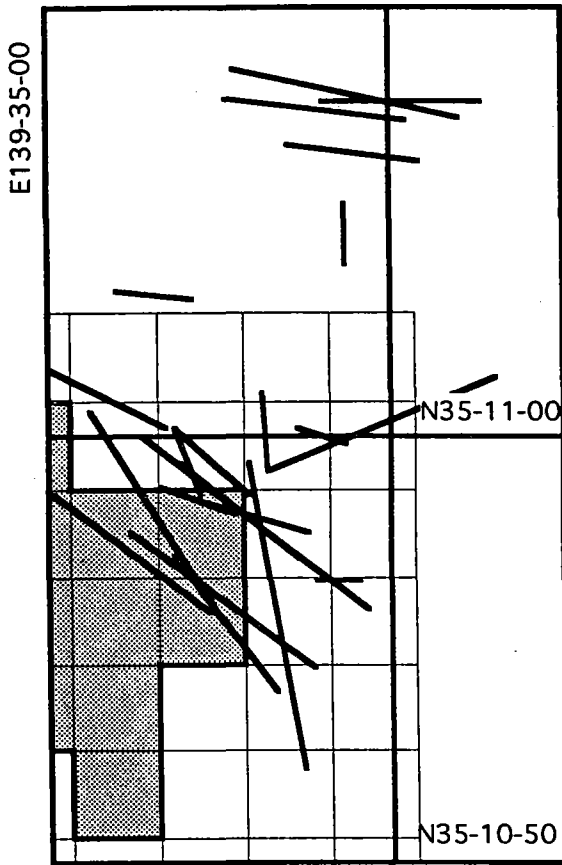


図4-1. 漁礁周辺における刺網漁具の設置位置

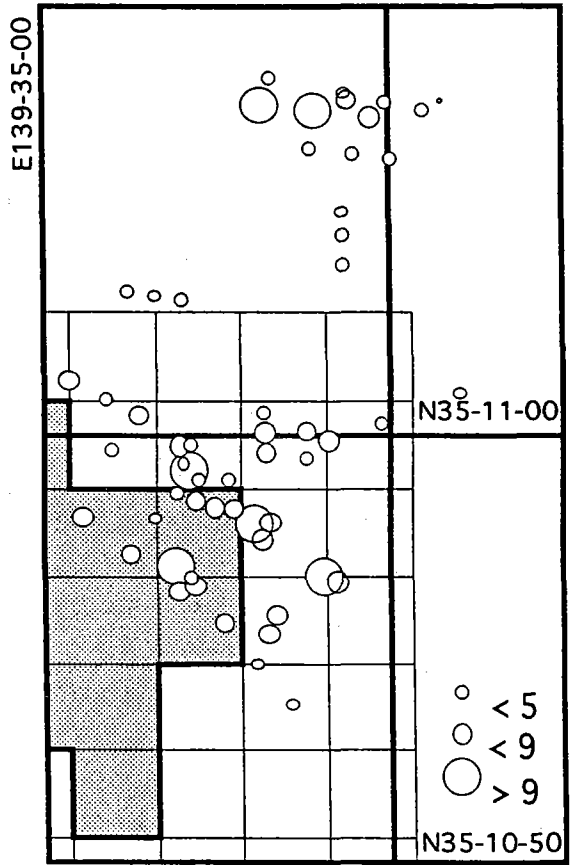


図4-2. 漁礁周辺における総漁獲尾数の分布

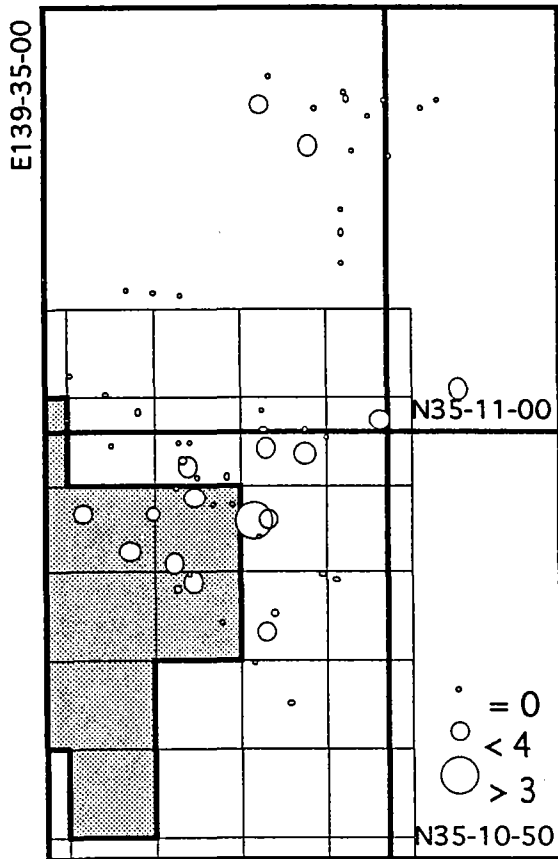


図4-3. 漁礁周辺において  
漁獲されたマダイの分布

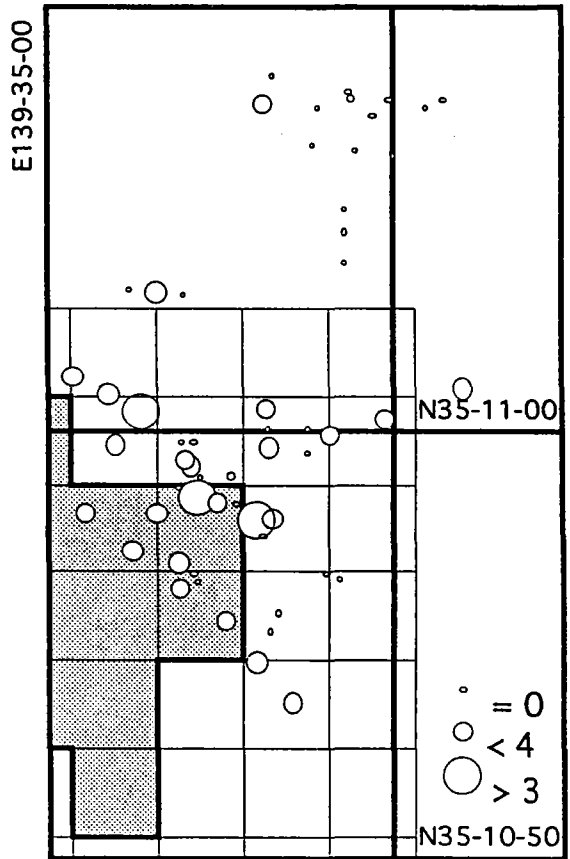


図4-4. 漁礁周辺において  
漁獲されたホウボウの分布

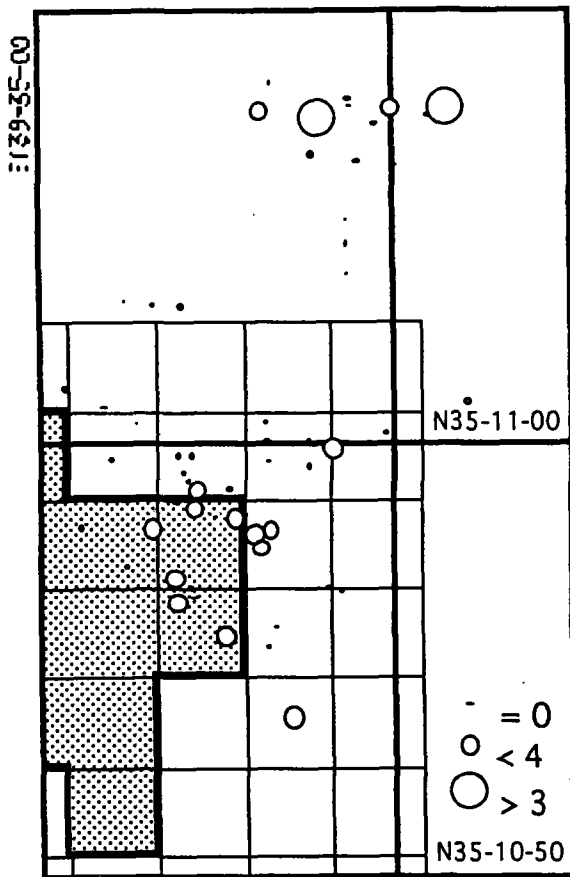


図4-5. 漁礁周辺において漁獲されたヒラメの分布

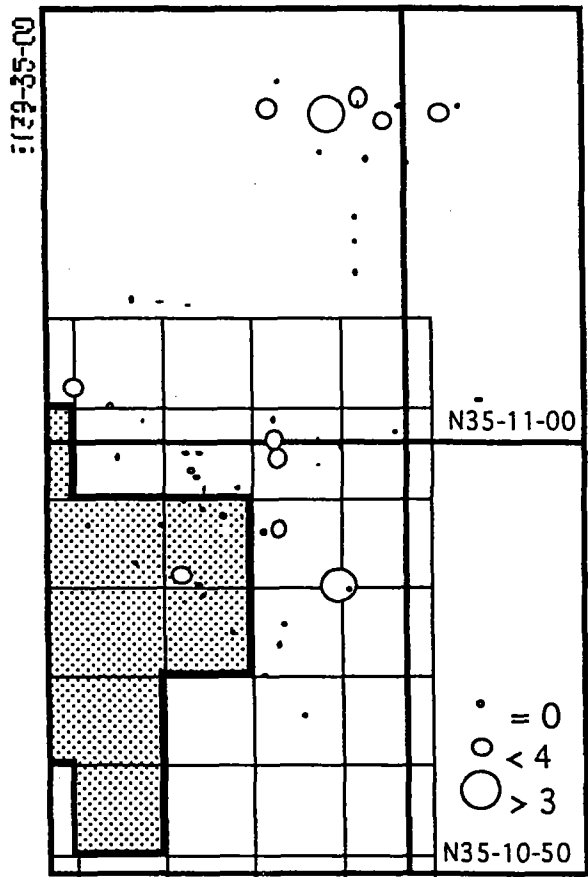


図4-6. 漁礁周辺において漁獲されたカワハギの分布

表2. 刺網操業で漁獲された主要魚類

魚種	漁礁上	CPUE (尾/反)	対照水域	CPUE (尾/反)
タカノハダイ	10尾	0.12	8尾	0.22
テンス	30尾	0.35	1尾	0.03
マダイ	27尾	0.31	1尾	0.03
ミシマオコゼ	13尾	0.15	3尾	0.08
ホウボウ	43尾	0.50	1尾	0.03
ヒラメ	12尾	0.14	12尾	0.33
ウマツラハギ	13尾	0.15	9尾	0.25
カワハギ	14尾	0.16	12尾	0.33
全魚種合計	233尾	2.71	81尾	2.25

(2) 水槽実験

水槽実験では1時間毎にマダイの遊泳速度を測定し、その5分間の平均値を各時間帯におけるマダイの遊泳活動の指標とした。

マダイの遊泳速度は日中に高く、夕刻、低照度に移行していく時間帯にかけて高いレベルであった。しかし、夕刻から夜間にかけて平均遊泳速度は徐々に減少し、日中に比べて低いレベルで安定した。また、夜間から日の出にかけては遊泳速度は再び日中と同じレベルまで上昇した。これよりマダイは日中に活発に行動することが推察された。

次に水槽内に網地パネルを設置した場合に1時間毎に5分間で観察されたマダイの網地への接触行動を計数した。網地への接触回数は高照度である日中にはほとんど計数されず、低照度へと減光した17~18時にかけて急激に上昇した。また、低照度から高照度に昇光させた6~7時にかけて接触回数は減少した。以上の結果を図5に示した。刺網の漁獲は魚類の遊泳活動と漁具機能により生じるので、図5の遊泳速度および網地との接触回数の積を最大値を100に基準化して図6に示した。

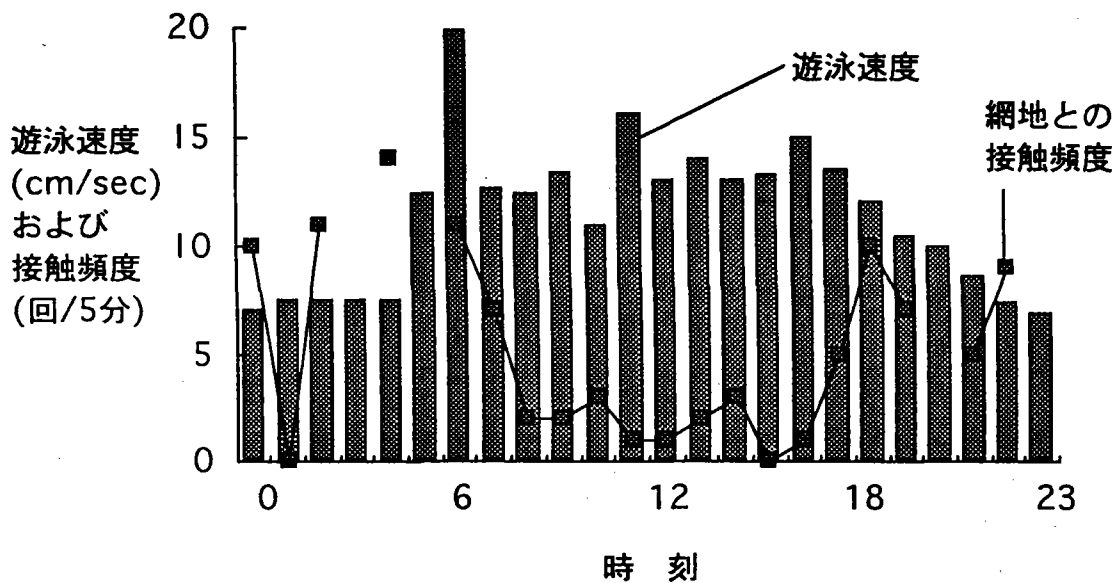


図5 水槽実験におけるマダイの遊泳速度と網地への接触頻度の日周変化

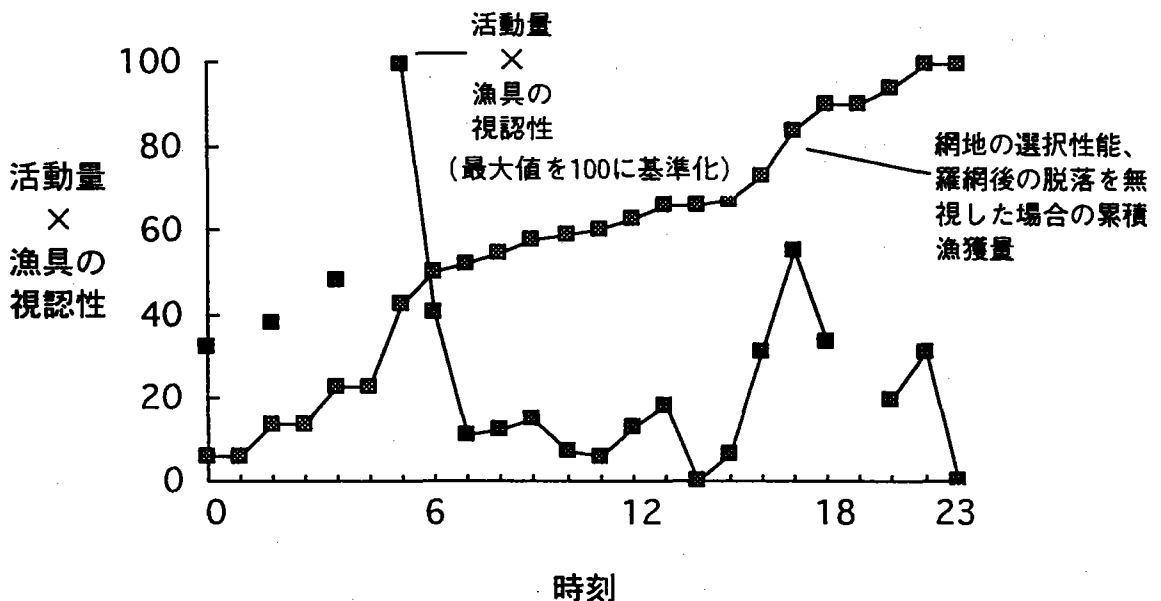


図6 漁獲性能の指標としての(活動量×漁具の視認性)の日周変化

活動量は漁具に遭遇する確率を、漁具の視認性は漁具に羅網する確率を示す。

遊泳速度は活動量、すなわち漁具と遭遇する確率を、接触回数は遭遇してから漁獲される確率を表す。マダイは日出前から日没後まで遊泳活動が活発化するので、刺網に遭遇する確率が上昇する。しかし、刺網に対してはある程度の照度以上になる日出以後日没までは視認できるためほとんど接触しなくなる。これより、行動が活発で、漁具の視認がされづらい日出、日没の時間帯に漁獲が集中し、日中にはほとんど漁獲されないという漁獲機能が推定でき、藤森らの行ったニジマスを用いた水槽実験と同様の傾向が認められた<sup>6)</sup>。これより、刺網漁具の漁獲効率時刻、浸漬時間により変化することが推定できた。

大型水槽で実物漁具を用いて漁獲実験を実施した結果では、(羅網尾数/漁具に接触した尾数)の平均値は4.5%であった。この値を照度を変化させた水槽実験で得られた最も漁獲効率の高くなる6時前後の時刻に照度値より換算した場合、(羅網尾数/漁具に接触した尾数)は約11.4%、夕まづめの時刻で6.7%程度と推定できる。また、日中では1%以下、夜間で2%程度であった。すなわち、刺網の漁獲性能が最も高くなる時間帯においても漁具(網地)に接触したマダイの10尾に1尾程度しか漁獲されていないことになる。これより操業調査で得られたCPUE値から魚礁域で操業した漁具1反へ遭遇したマダイの尾数は時刻により異なり2.72~31.0尾の範囲と推定できた。ただし、上記の推定尾数には既に漁獲された魚類を視認することによる誘因または威嚇刺激、網目、漁具の構造の違いによる選択性能は考慮されていない。すなわち、漁具に対して最適体長である魚類の全く漁獲されていない刺網に対する漁獲性能である。これらの刺激および漁具の選択性能を考慮した場合、水槽実験によって得られた数値は実際の遭遇尾数に対して低く見積もられていると考えられる。

## 摘要

本研究では刺網の大きかであるが基本的な漁獲機構に関する知見を得ることができ、人工礁を評価するための生物採集漁具としての長所・短所を明らかにした。すなわち、魚探調査、釣獲調査などでは得ることが困難な海底周辺の生物の採集を行える一方、刺網漁具は魚類を待ち受けて漁獲する漁具であり、その漁獲性能は対象とする魚類の行動形態、海洋環境、視覚機能で代表される生理機能により異なることが推定された。

また、今回水槽実験で得られた結果は限られた環境条件下における限られた魚類にすぎない。実験では一定照度における漁獲実験より照度値を指標としての漁獲性能の変化の換算を行ったが、実際に異なる照度環境下における漁獲実験を行い、検証する必要がある。さらに、重要な環境要因で今回取り入れなかったものも多数考えられる。海外では刺網の漁獲シュミレーションがすでに開発され<sup>7)</sup>、刺網の漁獲量よりかなりの確度で水域の資源量を推定している例もみられる。しかし、このようなシュミレーションを開発するためには本研究で得られた資料などに加えて、基本的な魚礁水域における対象魚類の行動様式の解明、海洋環境の把握が必要不可欠であり、さらに詳細な調査研究が必要であろう。

## 参考文献

- 1) 新潟県水産試験場、1981：人工魚礁に関する事前研究報告書、新水試資料、81-1、p44-45.
- 2) 日本水産学会編、1979：漁具の漁獲選択性、恒星社厚生閣、東京、pp.127.
- 3) William Dickson,1986: Cod Gillnet Effectiveness, FTFI-report, 661, 12-3-1.
- 4) 電気学会、1981：照明工学、電気学会、東京、p52.



- 5) 荻野隆太、1994：長井沖大型魚礁海域底層における魚群分布特性、神奈川水試研報、15.
- 6) 藤森康澄・東海正・松田皎、1994：水槽実験におけるニジマス日周活動と照度の刺し網漁獲に及ぼす影響、日本水産学会誌、60 (5)、p577-583.
- 7) William Dickson, 1987: Cod Gillnet Simulation Model, FTFI-report, 661, 12-3-2.