

## 道東海域におけるマイワシまき網の操業過程と時間配分

誌名	北海道区水産研究所研究報告
ISSN	05132541
著者	和田, 時夫
巻/号	57号
掲載ページ	p. 1-7
発行年月	1993年3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



## 道東海域におけるマイワシまき網の 操業過程と時間配分

和田 時 夫

### The process of fishing operation and its time-allocation of the sardine purse seine in the waters off southeastern Hokkaido

Tokio WADA\*

To examine the time-allocation in the fishing process of the sardine purse seine for Japanese sardine (*Sardinops melanostictus*) in the waters off southeastern Hokkaido, fishing operation data of a sample purse seine boat was examined. The fishing process usually consists of four sub-processes: 1) search and detect of a school, 2) catching of detected school, 3) loading of catch onto carrier boats, and 4) preparing a net and other equipment for the next catch. In only three of 19 net shots, a sub-process of 5) waiting for the arrival of carrier boats was added to the previous four sub-processes. Average fishing time per shot was 254 minutes, and time-allocation among the five sub-processes was 34, 35, 23, 6, and 3%, respectively. As compared with that the time spent to catch and load in every shot were almost constant, searching time varied widely shot by shot. Searching time was inversely proportional to the number of schools and amount of catch preceding the search. This suggests that fishermen judged the local stock abundance from their recent catch and decided whether to move to another area or not. However, they might not select the school size because catch per shot which means a school size caught is not correlated with the searching time.

#### はじめに

まき網漁業の漁獲過程のなかでは、魚群探索が最も重要である。通常、魚群探索は無作為に行われると仮定される (Paloheimo and Dickie, 1964; Pella, 1969; Mangel and Beder, 1985など)。この場合、1つの魚群を発見するのに要する時間は、漁場内での魚群密度 (単位面積あたり魚群数) に反比例することが期待される (Wada and Matsumiya, 1990)。しかし、対象とする魚群サイズの選択、魚群探索における漁船間の協力や競争、あるいは魚群分布に関する情報の蓄積などによっても漁船の探索行動は変化し、探索時間も影響を受ける。また、大きな魚群を対象とする場合は、漁獲物の処理に要する時間の増加が探索時間に影響を与える。

まき網漁業の漁獲量と努力量の資料に基づいて資源量推定を行い、さらに合理的な漁獲戦略や漁業管理方策を検討するためには、漁獲過程における時間配分の実態の把握と、これらに影響を与える諸要因

---

北海道水産研究所 業績番号A. 407 (平成4年11月12日受理)

\* 北海道水産研究所 (Hokkaido National Fisheries Research Institute, 116, Katsurakoi, Kushiro, Hokkaido, 085, Japan)

の分析が不可欠であろう。

本研究では、北海道南東岸の釧路沖（以下、道東海域）におけるマイワシまき網漁業を対象に、操業資料に基づき、一連の漁獲過程を分析するとともに、魚群探索をはじめとする各過程における所要時間を測定した。さらに、探索時間と魚群密度、漁獲量および魚群サイズとの関係についても検討を加えた。

## 資料と方法

### 1. 道東海域におけるマイワシまき網漁業の概要

道東海域におけるマイワシまき網漁業は1976年に始まった。その後1986年まで、毎年7～10月に24船団が操業したが、1987年以降は、これに加えて6月下旬に11～18船団が操業を行うようになった。1船団は、網船1隻、探索船1隻、運搬船2隻で構成される。1航海は通常6日間（毎週日曜～金曜日）で、この間、網船と探索船は漁場にとどまるが、運搬船は漁場と水揚げ港の間を往復する。

操業時間は原則として昼間（3～21時）に限られている。魚群探索は、網船と探索船の共同により、ソナーを用いて行われる。漁獲されたマイワシは運搬船に積み込まれ、水揚げ港へ陸揚げされる。操業中は1時間ごとに全ての船団間で、漁獲過程や行動、投網位置、漁獲量などの情報が交換され共有される。

### 2. 資料の収集と解析方法

1990年6月24日～29日に第27恵久丸船団に乗船し、資料を収集した。時化のため出漁できなかった6月28日をのぞき、5日間に行われた合計19回のマイワシ漁獲を対象に、投網回数別に一連の漁獲過程と漁獲量を記録し所要時間を計測した。漁獲過程を内容に応じて5つに分割し、分割された過程間での時間配分を検討した。

同時期に操業した第27恵久丸船団を含む16船団の船団別日別時間別操業資料に基づき、日別に、全投網地点の分布の重心から各投網点への距離を計算した。1日あたりの投網回数を上記の平均距離の2乗で除した値を、魚群密度の指数として、計測された探索時間との関係を検討した。次に、投網回数別に探索時間の比較を行うとともに、それまでの累積漁獲量と探索時間の関係を調べた。さらに、1網あたり漁獲量を魚群サイズとみなして、探索時間との関係を検討した。

## 結 果

### 1. マイワシまき網の漁獲過程

道東海域におけるマイワシまき網の漁獲過程をFig. 1に示した。漁獲過程は、1) 魚群探索、2) 捕獲、3) 漁獲物の積み込み、4) 次の投網の準備、および5) 運搬船の待ち合わせ、の5つの過程から構成され（和田，1988）、それぞれ以下の内容をもつ。

1) 探索過程：探索開始後、魚群を発見すると、網船と探索船は魚群を追尾し、魚群のサイズおよび移動方向を確認する。さらに、風向や潮の流向流速を勘案して投網の可否を判断する。投網を決意すると網船は直ちに網を入れ、探索過程は終了し2)の捕獲過程に移行する。投網を断念した場合は、再び他の魚群の探索に戻り、この手順を繰り返す。

2) 捕獲過程：投網と環網の締め付け、および揚網の3つの作業から構成される。現在使用されているまき網は、浮子方の長さが約1,600mであり、投網には通常5～6分を要する。投網したものの、魚群に逃げられた場合は、揚網の後、4)の準備過程に進み、その後再び探索過程に戻る。魚群を包囲でき

## マイワシまき網の操業過程と時間配分

た場合は、網を絞った段階で、網の一端に運搬船が取り付き、3)の積み込み過程に移行する。操業地点に運搬船が到着していない場合は、5)の待ち合わせ過程に移行し、運搬船の到着後に3)の積み込み過程に移行する。

3) 積み込み過程：網への運搬船の取り付け作業と、運搬船への漁獲物の積み込み作業から構成される。1隻の運搬船で漁獲物の全てを積みきれない場合は、運搬船を交換し積み込みを続ける。代替りの運搬船が現場に到着していない場合は、その時点で5)の待ち合わせ過程に移行し、運搬船が到着後に積み込みを再開する。

4) 準備過程：漁獲物の運搬船への積み込み終了後、網を完全に揚取りし、次の探索および投網に備える過程である。1日の操業を終了する場合はのぞき、この過程を経て直ちに1)の探索過程に移る。

5) 待ち合わせ過程：2), 3)で述べたように、捕獲過程終了後および積み込み過程中に運搬船の到着を待つ過程である。

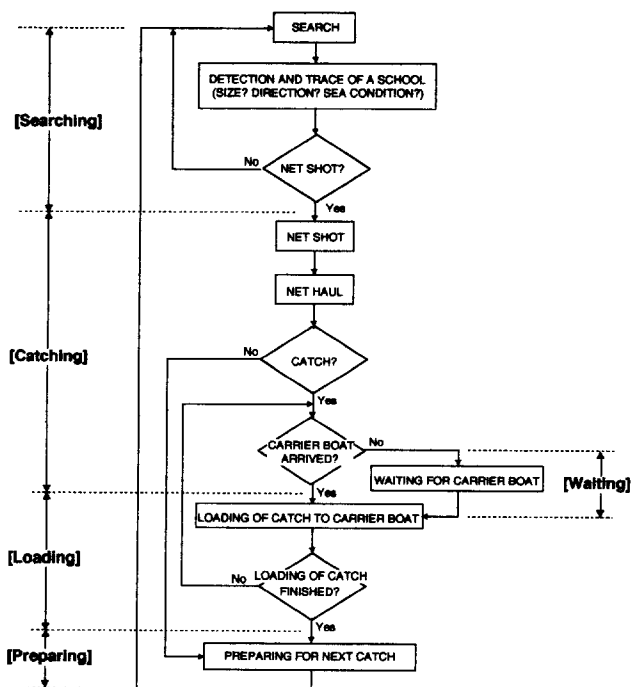


Fig. 1 Process of fishing operation of sardine purse seine in the waters off southeastern Hokkaido.

## 2. 過程間での時間配分

第27恵久丸船団における、日別投網回数別過程別の所要時間と総所要時間および投網あたり漁獲量を Table 1 に示した。総所要時間は、142分から463分の範囲にあり、平均は254.2分であった。このうち、探索時間 (Searching) は18分から290分の範囲に及び、総所要時間の13~65%を占めた。平均は94.4分 (34%) で、19回のうち13回は100分以下であった。捕獲時間 (Catching) は、6月27日の1回目の漁獲 (カタクチイワシが網目に刺さり揚網に手間取った) で132分かかったのをのぞくと、70~88分でほぼ一定していた。総所要時間に対する割合は、16~49%、平均35%であった。積み込み時間 (Loading) は、1網あたり漁獲量に比例して増加した。所要時間の範囲は23~114分、平均55分で、総所要時間の6~45%を占めた。準備時間 (Preparing) は10~24分、平均14.6分で、比較的一定しており、全所要時間に占める割合は3~12%にとどまった。待ち合わせ時間 (Waiting) は、3回の操業のみで計測され、それぞれ23~87分であった。待ち合わせ時間が総所要時間に占める割合は、19回全体では6%にすぎなかったが、計測された3回の操業では11~24%に達した。

## 3. 探索時間とその変動要因の関係

### 1) 探索時間と魚群密度の関係

Fig. 2に、16船団の操業記録から計算された日別の魚群密度の指数と、第27恵久丸の日別の1網あた

Table 1. Fishing operation time required by each sub-process and catch per shot of *Eikyū Maru* No. 27 which is one of the sardine purse seiners operating in the waters off southeastern Hokkaido.

Date (1990)	Order of net shot	Operation time required by each sub-process (minutes)						Catch per shot (tonnes)
		Searching	Catching	Loading	Preparing	Waiting	Total	
June 24	1	135	75	25	13	0	248	65
	2	48	81	28	13	0	170	40
	3	267	88	40	17	0	412	120
	4	82	88	78	15	0	263	230
June 25	1	162	78	23	12	85	360	40
	2	47	73	46	14	23	203	130
	3	73	75	43	11	0	202	85
	4	45	76	114	18	0	253	610
June 26	1	290	74	86	13	0	463	360
	2	41	70	50	10	0	171	180
	3	18	70	40	14	0	142	135
	4	119	75	76	16	0	286	460
June 27	1	113	132	101	15	87	448	270
	2	95	82	60	12	0	249	130
	3	38	78	54	24	0	194	340
June 29	1	65	75	30	15	0	185	50
	2	46	74	42	14	0	176	70
	3	70	82	47	16	0	215	160
	4	39	80	55	15	0	189	160
Average		94.4	80.3	54.6	14.6	10.3	254.2	191.3
S. D.		73.1	13.1	24.9	3.0	26.5	94.8	150.7

り探索時間の平均値の関係を示した。1網あたり平均探索時間は密度指数の増加にともなって減少し、両者は反比例的な関係にあることが示唆された。

## 2) 操業の進行にともなう探索時間の変化

第27恵久丸の日別網回数別の探索時間の変化をFig. 3に示した。探索時間は1回目から2回目あるいは3回目にかけて、投網回数にともない減少したが、3回目あるいは4回目には再び増加した。また1回目の探索時間の日間での変動が大きいのに対し、2回目以降では小さくなる傾向がうかがわれた。

探索行動に与える漁獲履歴の影響を評価するため、1日のうちで、探索時間と、その探索以前に漁獲した漁獲量との関係を検討した (Fig. 4)。直前の漁獲量と探索時間の間には、明瞭な関係は認められなかった。しかし、探索に先立つ2回の漁獲における合計漁獲量との間には、おおよそ反比例関係が認められた。

## 3) 探索時間と魚群サイズの関係

Fig. 5に、第27恵久丸の1網あたり探索時間と1網あたり漁獲量との関係を示した。探索時間に対する1網あたり漁獲量は大きくばらつき、両者の間には一定の関係は認められなかった。

漁獲対象となる最小の魚群のサイズは、出漁した16船団全体の1網あたり漁獲量の頻度分布から50トン前後と推察された。

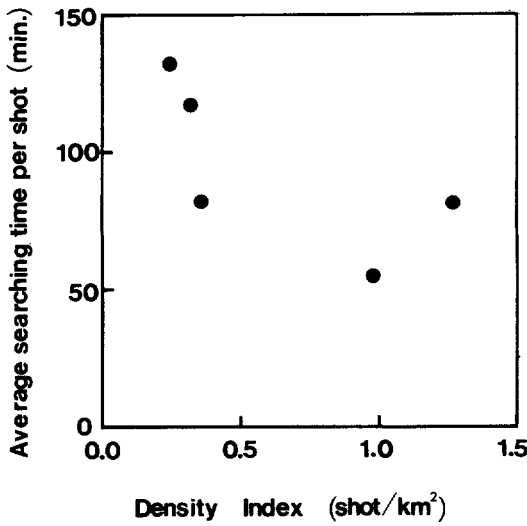


Fig. 2 Relation between daily average searching time per shot of *Eikyū Maru* No. 27 and school density index of fishing ground.

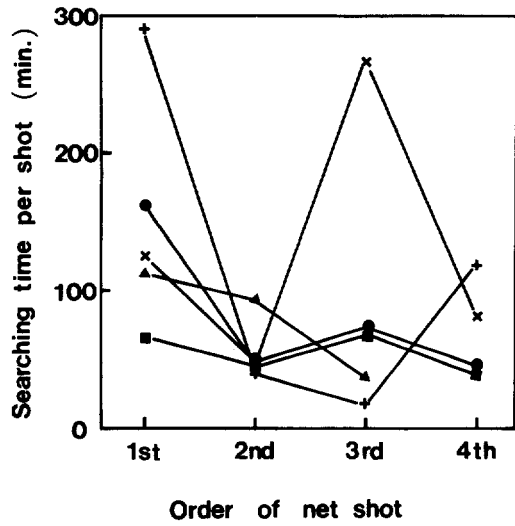


Fig. 3 Changes in searching time of *Eikyū Maru* No. 27 with order of net shot. × : June 24, ● : June 25, + : June 26, ▲ June 27, ■ : June 29.

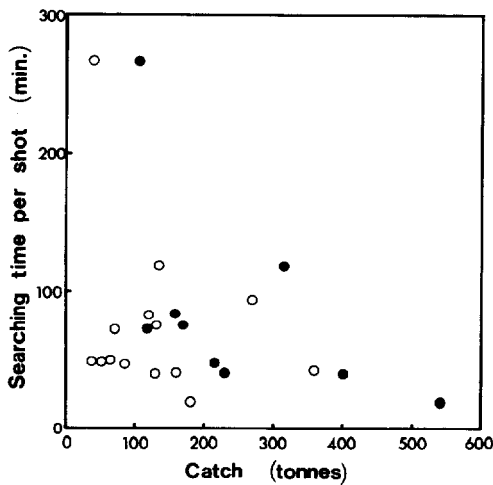


Fig. 4 Relation between searching time per shot and the amount of catch preceding the search of *Eikyū Maru* No. 27.  
○ : Catch by shot just before the search,  
● : Total catch by two shots preceding the search.

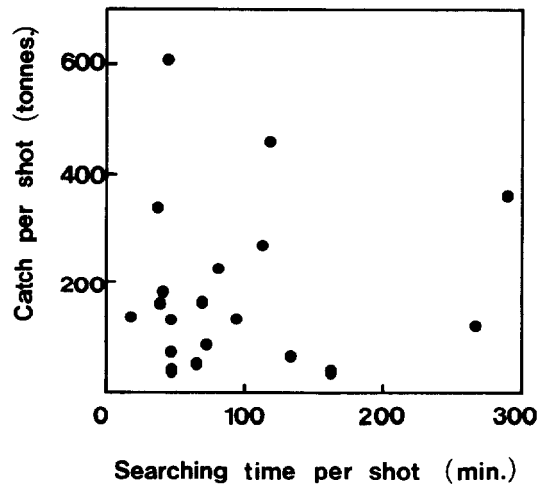


Fig. 5 Relation between searching time per shot and catch per shot of *Eikyū Maru* No. 27. Catch per shot can be regarded as the size of school caught.

## 考 察

道東海域のマイワシまき網漁業では、漁獲時間のうち、魚群の捕獲と漁獲物の積み込みに要する時間が66%を占めており、魚群探索に使われている時間は34%に過ぎなかった。しかし、1網あたりの捕獲時間と積み込み時間の合計が、操業日や投網回数によらずほぼ一定しているのに対し、探索時間は大きく変動した。探索時間が増加するとき単位時間あたりの投網回数は減少し、漁獲量も減少する。したがって、探索時間がこの海域のまき網漁業の生産効率を、直接的に左右していると推察される。

探索時間の変動要因としては、まず漁場内での魚群密度（単位面積あたり魚群数）の変化が考えられる。本研究では、1網あたりの探索時間は、魚群密度の指数に対して反比例的に変化した（Fig. 2）。道東海域のマイワシまき網漁業については、すでにWada and Matsumiya (1990) が、資源量が変わらないとき、探索時間が漁場面積の増加にともなって増加することを報告している。本研究の結果はこれと一致すると同時に、探索時間それ自体が、魚群密度の尺度として有効であることを示す。

本研究の結果では、魚群密度の指数の変化に対する探索時間の変化は小さく、前者が5倍の範囲で変化するのに対して、後者の変化は3倍以内にとどまった（Fig. 2）。道東海域のマイワシまき網漁業の場合、船団間での情報交換が行われることから、各漁船は、他船の探索行動や漁獲状況、水温分布に応じて、魚群分布情報を更新し、探索場所の選択を行っている。Mangel and Clark (1983) は、変動性の激しい漁場ほど共同探索の効果が大きいことを指摘している。本研究の場合でも、魚群が広範囲に分散して密度が低いときほど、情報交換に基づく探索場所の選択が行われていると考えられ、これが、魚群密度の変化に対して、探索時間の変化が小さい理由であると推察される。

Vézina (1988) は、道東海域のマイワシまき網漁業の引き続く2回の漁獲（投網）において、先行する漁獲を行ったのと同じ海域（10km<sup>2</sup>内）で次の漁獲を行うケースが約30%に達することを示している。したがって、1回目の探索は魚群の密集域を捜す過程であるのに対して、2回目以降の探索は、密集域およびその周辺で、次の投網対象となる魚群を捜す過程であり、所要時間も短縮されるものと考えられる。本研究で、3あるいは4回目の探索時間と、それに先立つ2回の漁獲における合計漁獲量の間に、反比例的な関係が認められたことは、このことを裏付けている（Fig. 4）。

魚群の新たな密集域を捜す場合、船団間の情報交換により、魚群分布についての情報を更新できれば、探索時間は短縮されるであろう。探索時間を魚群密度の指数として用いる場合、他船との共同や情報の蓄積による探索効率の向上を考慮した補正が必要であろう。

本研究で検討した限りでは、探索時間と魚群サイズの間に一定の関係はなく、探索時間が大きい場合、より大きな群れを狙うといった補償的な魚群選択行動は認められなかった（Fig. 5）。したがって、少なくとも検討した範囲では、魚群密度の変化に応じた魚群サイズの選択は行われておらず、発見したある程度の大きさ（本研究ではほぼ50トン）以上の魚群を直ちに漁獲対象としていると判断される。

Wada and Matsumiya (1990) は、道東海域へのマイワシ来遊資源量が季節的に大きく変化しないとき、1網あたり漁獲量とまき網漁場面積の間に、反比例的な関係があることを指摘している。通常、その漁場面積は、初漁期の7月に大きく盛漁期の9月に小さい（和田, 1988）。本研究の観察結果のように魚群サイズの選択が行われないならば、1網あたり漁獲量と漁場面積の間の反比例的な関係は、季節により漁場内での平均魚群サイズが変化することを示唆する。

季節的、経年的に魚群の密度やサイズの頻度分布が変化するとき、探索時間や漁獲物の積載能力などの制限条件のもとでより高い漁獲量をあげるためには、魚群探索の方法や魚群選択の基準を適切に変更することが必要である（Matsuishi *et al.*, 1993）。実際の漁業においても、漁船の行動は魚群の分布状態やサイズに応じて変化していることが期待される。今後、まき網漁業の漁獲戦略を理解しその最適解を考察するためには、魚群密度あるいは資源量および魚群サイズの頻度分布に応じた探索行動の変化、ならびに、探索における船団間の協力と競争の実態およびこれらの効果について分析する必要がある。

## 謝 辞

本論文の御校閲と貴重な御意見をいただいた、三重大学生物資源学部松宮義晴教授、北海道区水産研究所資源管理部村田 守部長および同海洋環境部長柏井 誠博士に深く感謝申し上げます。また、第27恵久丸への乗船を御許可いただいた、恵久漁業株式会社ならびに北海道さばまき網漁業生産調整組合の皆様に厚く御礼申し上げます。最後になったが、乗船調査の間、数々の御協力をいただいた、第27恵久丸福島重太郎漁労長はじめ乗組員の皆様に心から感謝申し上げます。

なお、本研究は、平成3年度科学技術庁科学技術振興調整費による重点基礎研究「まき網漁業における魚群探索戦略決定過程の解析」の一環として行われた。

## 引用文献

- Mangel, M. and C.W. Clark (1983): Uncertainty, search, and information in fisheries. *J. Int. Explor. Mer.*, 41 (1), 93-103.
- Mangel, M. and J.H. Beder (1985): Search and stock depletion: Theory and applications. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 42 (1), 150-163.
- Matsuishi, T., T. Wada, Y. Matsumiya, and H. Kishino (1993): Optimal school selection and abundance index in purse seine fishery. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 59 (2), 273-278.
- Pella, J.J (1969): A stochastic model for purse seining in a two-species fishery. *J. Theoret. Biol.*, 22, 209-226.
- Paloheimo, J.E. and L.M. Dickie (1964): Abundance and fishing success. *Rapp. P. -v. Réun. Cons. Int. Explor. Mer.*, 117, 152-163.
- Vézina, A (1988): The harvest efficiency of the sardine fisherman of Kushiro. *Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ.*, 39 (3), 180-186.
- 和田時夫 (1988): 道東海域におけるまき網対象マイワシ資源の来遊動態に関する研究. 北水研研報, (52), 1-138.
- Wada, T. and Y. Matsumiya (1990): Abundance index in purse seine fishery with searching time. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 56 (5), 725-728.