

太平洋道東沖マサバ資源調査に適した調査用流し網における目合の組み合わせ

著者	佐藤 愛美, 東海 正, 森 泰雄, 中明 幸広
雑誌名	日本水産学会誌
巻	82
号	3
ページ	290-297
発行年	2016-06
権利	(c) 2016 Japanese Society of Fisheries Science. This is the author's version of the work. It is posted here for your personal use. To cite/redistribute/reproduce this work, the Publisher's version in https://doi.org/10.2331/suisan.15-00061 should be used, and obtain permission from Publishers, if required.
科学研究費研究課題	沿岸流し網の選択性推定とそれを用いた浮魚資源の調査と管理の高度化 Estimation of coastal drift net selectivity and its application for sophisticated research and management of pelagic fish
研究課題番号	25450271
URL	http://id.nii.ac.jp/1342/00001918/

doi: <https://doi.org/10.2331/suisan.15-00061>

1 太平洋道東沖マサバ資源調査に適した
2 調査用流し網における目合の組み合わせ
3 ランニングタイトル「マサバ資源調査に適した調査用流し網の目合」(20文字)

4 佐藤愛美,¹ 東海 正,^{1*} 森 泰雄,² 中明幸広^{3 a}
5 ¹東京海洋大学,² 漁業情報サービスセンター一道東出張所,
6 ³北海道立総合研究機構水産研究本部釧路水産試験場
7

8 Appropriate mesh size combination of research drift net series for chub mackerel
9 resources off Hokkaido, Pacific

10 Manami SATO,¹ Tadashi TOKAI,^{1*} Yasuo MORI,² Yukihiro NAKAME^{3 a}

11
12 *1 Tokyo University of Marine Science and Technology, Minato, Tokyo 108-8477,*
13 *2 Doutou Branch, Japan Fisheries Information Service Center, 3-15, Hamacyou,*
14 *Kushiro, Hokkaido 085-0024, Japan*
15 *3Kushiro Fisheries Research Institute, Fisheries Research Department, Hokkaido*
16 *Research Organization, Kushiro, Hokkaido 085-0024*

17
18 *Tel: 81-3-5463-0474, Fax: 81-3-5463-0399, Email: tokai@kaiyodai.ac.jp

19 ^a現所属: 北海道立総合研究機構水産研究本部中央水産試験場 (Central Fisheries
20 Research Institute, Fisheries Research Department, Hokkaido Research Organization,
21 Yoichi, Hokkaido 046-8555)

22

23 タイトル：

24 太平洋道東沖マサバ資源調査に適した調査用流し網における目合の組み合わせ

25 ~~せについて~~

26 著者名：佐藤愛美，東海 正（海洋大），森 泰雄（JAFIC 道東），中
27 明幸広（釧路水試）

28 和文要旨

29 太平洋道東沖の資源調査に用いられる調査用流し網について，回復しつつある
30 マサバ資源のモニターに適した目合の組み合わせを検討した。これまでの同調査
31 結果を用いて目合別の選択性曲線を推定した。6・7月と9-11月の調査時期間
32 で選択性曲線に違いが認められ，胴での羅網過程を基に産卵後の肥満度の低下
33 を要因としてその違いを考察した。また現在の目合の組み合わせでは，尾叉長
34 300mm以上での採集効率の低下が著しく，大型個体の資源を過小評価する可能
35 性がある。目合82mmと106mmの網を追加する改善策を提案した。

36 (234字)

37

38 キーワード：採集特性，資源調査，選択性，流し網，肥満度，マサバ，目合の
39 組み合わせ

40 【Abstract】 *12 ポイントの Times 系のフォント 200 語以内

41 A drift net series consisting of several net panels each with the same mesh was used
42 to investigate pelagic fish resources in the waters off Hokkaido, Japan during June–July
43 and September–November. This study aimed to determine the most appropriate mesh
44 size combination of research drift net series with an approximate constant catching
45 intensity over large fish length range for research on chub mackerel *Scomber japonicus*
46 of which resources is in the process of recovering. Selection curves were estimated for
47 the mesh sizes from the data of the drift net research carried out in the two periods:
48 June–July and September–November. Across all mesh sizes, fish caught in June–July
49 were slightly greater fork length than those in September–November, and they also had
50 a lower condition factor implying their smaller body girth following spawning. The
51 pooled relative catching intensity steeply declined for fish with fork length over 300 mm
52 at the current mesh combination, suggesting a possible underestimation of stocks of
53 large fish. Through simulation, we found that the addition of two panels with larger
54 mesh sizes (82 mm and 106 mm mesh sizes) kept a constant intensity for fish below
55 350mm fork length.

56 (197 words)

57 マサバ太平洋系群は我が国周辺水域に分布する重要な多獲性浮魚である。¹⁾
58 また、マサバやマイワシなどの多獲性浮魚類は気候の変動に伴い資源量が
59 規模かつ長期的に変動することが知られている。^{1,2)}マサバ太平洋系群の資源
60 量は、1970年代には300万トン以上の高い水準であったが、1980-90年代に減
61 少し、2001年には15万トンまで落ちこみ、その後2004年級群や2013年級群
62 の高い加入とともに、2003年から資源回復計画として行なわれたまき網操業
63 管理による漁獲圧の低下により、現在は低位水準ではあるが増加傾向が認め
64 られている。^{3,4)}こうしたマサバの持続的な漁業のためには、適切な資源評価
65 に基づいた管理が重要である。現在、地方独立行政法人北海道立総合研究機
66 構水産研究本部・釧路水産試験場は、流し網を用いて北海道道東沖における
67 マサバやマイワシ等の浮魚類の資源調査を、漁期前・漁期中・漁期後に行な
68 っており、その調査結果とそれに基づいた漁海況予報が発表されている。⁵⁻⁷⁾
69 流し網には網目選択性があり、この特性による標本の体長組成の偏りを少な
70 くするために、資源調査用としては様々な目合の流し網が組み合わせられて用
71 いられている。現在、道東沖における浮魚類の資源調査でも9種類の目合の
72 流し網が組み合わせられて用いられている。しかし、こういった目合の組合せ
73 にも限度があるため、網目選択性を予め求めて体長組成の偏りを補正する必
74 要がある。また、上述したように、マサバの資源の増加に伴い、尾叉長
75 350mmを超える高齢魚も漁獲されるようになってきており、^{3,4)}現在用いられ
76 ている調査用流し網に用いられる目合の組み合わせがマサバ資源のモニター
77 に適切かどうか検討する必要がある。流し網の選択性の研究は古くから取り
78 組まれており、様々な魚種について研究が行なわれてきた。^{8,9)}実際に、マサ
79 バについても、島崎ら¹⁰⁾や矢野ら¹¹⁾が流し網の選択性曲線を推定している。
80 また、流し網を含む刺網の選択性には、肥満度が影響することが知られてい
81 る。¹²⁻¹⁴⁾マサバの成魚は主に冬から春(1-6月)、伊豆諸島海域では3-6月に産

82 卵したのち北上し、夏から秋には三陸から北海道沖に索餌回遊する。¹⁵⁾こうし
83 た産卵期の前後では、生殖腺の発達などで肥満度が変化することが考えら
84 れ、その変化が網目の選択性にも影響している可能性がある。

85 そこで、本研究では、道東沖で長年行われてきた流し網を用いた資源調査の
86 データを用いて、マサバに対する調査用流し網選択性を求める。また、この調
87 査は、産卵直後に当たる6・7月とその後の9-11月に行われていたため、こうし
88 た時期の違いが選択性に及ぼす影響を検討する。さらに、得られたマサバに対
89 する目合別の選択性曲線から、現在調査に使用されている一連の流し網におけ
90 る目合の組み合わせが、マサバ資源のモニターに適しているかについてもシミ
91 ュレーションを行い、今後のモニターに適する目合の組み合わせを提案する。

92

93

材料と方法

94 調査方法およびデータの取り扱いについて 2003年から2011年のマサバ・マ
95 イワシ漁期前(6月下旬)・漁期中(9月上旬)・漁期後(11月上旬)と、サンマ
96 北上期(7月後半)・南下期(9月末から10月上旬)に、(地独)北海道立総合
97 研究機構水産研究本部・釧路水産試験場が行なった浮魚類資源調査の調査デー
98 タを使用した。この調査では、釧路水産試験場に所属する調査船北辰丸(旧船
99 216t)により、道東から三陸沖合太平洋海域で流し網を用いた操業が行われた。
100 調査に使用された流し網は、22, 25, 29, 37, 48, 55, 63, 72, 82, 182 mmの10種類
101 の目合からなる。組み合された目合ごとの流し網は、目合22と25mmの長さ
102 30間の網が各1反、目合29と37mmの長さ30間の網が各4反、目合48mmの
103 長さ60間の網が2反、目合55-82mmの長さ60間の網が各1反、目合182mm
104 の長さ60間の網が15反であった。目合182mmの網は、流し網の海中におけ
105 る網成りを良好に保つこと目的として、一連の流し網の両端において捨て網と
106 して用いられていた。調査では、漁獲が多かった場合に各目合でマサバとゴマ

107 サバを混ぜ合わせて 50 尾になるように標本抽出が行なわれ、尾叉長が mm 単
108 位で記録されていた。そこでまず、ここからマサバのデータのみを抜き出した。
109 さらに、全 121 回の操業データの中から、マサバがある程度漁獲されていた 48
110 操業回分のデータを抽出し、目合別尾叉長組成を用いた。このとき、尾叉長階
111 級は 10mm ごととした。なお、解析には捨て網である目合 182mm のデータは
112 用いなかった。

113 また、マサバの肥満度は、地域や年・時期によって異なることが知られてい
114 る。^{16, 17)}特にマサバの産卵期 1-6 月の後には肥満度が変化することが考えられ
115 る。そこで、6 月から 11 月に操業が行なわれた 48 操業回分の標本データを、
116 産卵直後であるマサバ・マイワシ漁期前とサンマ北上期の 6・7 月の調査と、マ
117 サバ・マイワシ漁期中・漁期後とサンマ南下期の 9-11 月の調査に分けた場合と、
118 異なる時期についても共通の選択性曲線が得られると仮定して両調査のデー
119 タを合算した場合について、それぞれ選択性曲線の推定を行った。48 操業回の
120 うち、6・7 月は 25 操業回あり、9-11 月は 23 操業回であった。以上のように、
121 時期ごとにデータを分けて推定した選択性曲線とデータを分けずに求めた選
122 択性曲線を比較し、肥満度が選択性曲線に与える影響について検討した。また、
123 各操業回について用いられた流し網の仕様はすべて同じものであったが、すべ
124 ての操業回において各目合での標本抽出率が異なっていたため、操業回ごとの
125 データをまとめて合算することは行なわず、全て別々のデータセットとして取
126 り扱った。

127 **肥満度の計算** 2003 年から 2011 年に行なわれた同調査において、尾叉長と体
128 重が記録されていた全マサバの記録を用いて、時期別に肥満度を求めた。なお、
129 体重は g 単位で計測されていた。6・7 月は 1344 個体の標本を、9-11 月は 1513
130 個体の標本を用いた。本研究では、肥満度を体重(g)/尾叉長(mm)³ × 10⁶ によ
131 り求めた。

132 選択性曲線の推定 選択性曲線の推定には SELECT モデルに基づく Fujimori
133 and Tokai の方法¹⁸⁾と矢野らの方法¹¹⁾を用いた。この方法では、刺網の選択性の
134 解析に一般的に用いられる、目合 m_i ($i=1, 2, \dots, M$) と体長 l_j ($j=1, 2, \dots, L$) に
135 幾何学的相似の関係が成り立つとき選択率は等しいという、Baranov の仮定¹⁹⁾
136 が成り立つものとする。この関係から、2つの変数 m と l の代わりに目合相対
137 体長 $R (=l/m)$ を用いて、選択性曲線 s は R を変数とした選択性曲線のマスタ
138 ーカーブとして表すことができる。流し網のようにある個体で漁獲される確率
139 が最大となる漁具の選択性は、釣鐘型の曲線を用いて表される。本研究では、
140 一般的に刺網の典型的な採集効率を表す、正規分布関数と対数正規分布関数の
141 2種類の間関数を用いた。²⁰⁾

142 正規分布関数：

$$143 \quad s(R) = \exp\left(-\frac{(R - R_0)^2}{2\sigma^2}\right) \quad (1)$$

144 対数正規分布関数：

$$145 \quad s(R) = \exp\left(-\frac{(\ln R - \ln R_0)^2}{2\sigma^2}\right) \quad (2)$$

146 ここで、 R_0 は選択性曲線の最大値を与える目合相対体長であり、 σ は曲線の幅
147 を表すパラメータである。

148 矢野らの方法¹¹⁾のうち、目合ごとの分割率 p を努力量（使用反数）と標本抽
149 出率から計算によって求める場合の p -fixed モデルを用いて選択性曲線パラメ
150 ータを求めた。この理由は、各調査回での標本尾数が少なく、 p -estimated モデ
151 ルでのパラメータを推定できなかったためである。なお、 p -fixed モデルにおい
152 て、目合 m_i における p_i は、採集努力量となる反数 e_i と網の長さ w_i (Ken) および
153 標本抽出率 ϕ_i を用いて次式のように求めた。

154
$$p_i = e_i w_i \varphi_i / \sum_{i=1}^M e_i w_i \varphi_i \quad (3)$$

155 また、大本ら²¹⁾は、現時点で収集しているデータにおいては二つの条件で選択
 156 性曲線を分けて扱うべきかどうか AIC を用いて検討している。本研究において
 157 も、時期別にデータを分けた場合を **classified** モデルとし、分けずに一つの曲線
 158 とした場合を **pooled** モデルとして、2つの関数と合わせて計4つのモデルに対
 159 して、現時点で使用しているデータに対して当てはまりが良いものを AIC でモ
 160 デル選択した。

161 **調査用流し網一連の体長別相対採集強度と目合の組み合わせによるシミュレ**
 162 **ーション** 得られた最適モデルのマスターカーブから、目合の値を用いて目合
 163 相対体長を体長 l に変換し、目合別の選択性曲線を求めた。ここでは、Jensen²²⁾
 164 や Kurkilahti and Rask²³⁾ に倣って、網地の反数と長さを相対採集効率(relative
 165 catching efficiency)に乘じることで一連の流し網の体長別の相対採集強度
 166 (relative catching intensity)を評価した。目合 m_i ($i=1, 2, \dots, M$) と体長 l_j ($j=1, 2,$
 167 \dots, L) に対して R_{ij} ($=l_j/m_i$) とするとき、目合 m_i の採集努力量となるその反数
 168 e_i と網の長さ w_i (Ken)を目合別の相対効率に乘じ、さらに (4) 式のように、こ
 169 れらをすべての目合を積算して体長別の目合累積相対採集強度(**pooled relative**
 170 **catching intensity**)を求めた。

171
$$f(l_j) = \sum_{i=1}^M e_i w_i s(R_{ij}) \quad (4)$$

172 こうして求めた目合累積相対採集強度を体長に対して描いたものを、ここでは
 173 合成選択性曲線^{10, 24)}と呼ぶ。

174 本研究では、より調査に適した目合の組み合わせを検討するため、現在使用
 175 されている調査用流し網に新たな目合あるいは追加の網地を加えることとし
 176 て、次の4つのシナリオにおいて、一連の調査用流し網の合成選択性曲線がど

177 のように変化するか調べた。Jensen²⁵⁾によれば、合成選択性曲線における体長
178 階級に対する相対採集強度は、一連の刺網において使用する目合の公比を定め
179 ることで、一定に維持できるとされる。そこで、現在使用されている調査用流
180 し網の中で最大である目合 82mm より大きな目合としては、目合 48mm から
181 82mm までに用いられている公比 1.14 を用いて、93mm と 106mm の目合を想定
182 した。

183 シナリオ 1 目合 82mm の網を 1 反 (60 間) 加えた場合

184 シナリオ 2 目合 93mm の網を 1 反 (60 間) 加えた場合

185 シナリオ 3 目合 93mm と 106mm を 1 反 (60 間) ずつの計 2 反を加えた場合

186 シナリオ 4 目合 82mm と 106mm を 1 反 (60 間) ずつの計 2 反を加えた場合

187 これらのシナリオの目合の組み合わせと、それぞれの目合の反数および流し網
188 の長さについて Table 1 にまとめた。

Table 1

189

190

結果

191 **推定された選択性曲線マスターカーブ** 全 48 操業回のデータから求めた選択
192 性曲線のマスターカーブおよび時期ごとにデータを分けて求めた選択性曲線
193 のマスターカーブを Fig. 1 に、それぞれの場合におけるパラメータを AIC の値
194 とともに Table 2 に示した。 R_0 の値は、9-11 月のデータから求めた場合、時期
195 ごとにデータを分けることなく選択性曲線を求めた場合、6・7 月のデータから
196 求めた場合の順で大きかった。ここで、本研究で取り扱った調査データでは各
197 操業回の採集尾数が少なかったため、階級内で採集尾数が 5 尾以上であるデー
198 タのみから逸脱度を計算したところ、どちらのモデルでも対数正規関数モデル
199 の方が正規関数モデルよりも逸脱度が小さかった。さらに、AIC の値を比較す
200 ると pooled モデルの値よりも classified モデルの値の方が小さかった。また、6・
201 7 月と 9-11 月の時期ごとにデータを分けた場合において、選択性曲線を対数正

Fig. 1

Table 2

202 規関数で表したモデルの AIC が最も小さな値であった (Table 2)。このことか
203 ら、本研究で用いたデータに対しては、6・7月と9-11月のデータに分けて対数
204 正規関数を用いて選択性曲線を表したモデルを採用した。 R_0 の値は6・7月より
205 も9-11月の方が小さかった (Table 2)。これは、同じ目合においても、6・7月よ
206 りも9-11月の方が尾叉長の小さなマサバが漁獲されていることを意味する。具
207 体的には、この R_0 の差は0.22ほどであることから、目合別(22mm-82mm)の
208 尾叉長の差に換算すると4.8-18.0mmとなり、これは6・7月よりも9-11月には
209 尾叉長が4.8-18.0mmほど小さいマサバが漁獲されることを意味している。

210 **時期による肥満度** 10mm 間隔の尾叉長階級ごとに求めた肥満度のボックスプ
211 ロットを、時期別に示した (Fig. 2)。尾叉長 250mm 以下の小型個体では肥満度
212 の値に時期における顕著な差は見られないものの、それ以上の個体では同じ尾
213 叉長階級では9-11月の方が6・7月よりも大きな肥満度の値を示した。このよ
214 うに、9-11月の肥満度の方が高いことは、ある尾叉長では9-11月の方が、胴周
215 長が大きい可能性を示唆している。

Fig. 2

216 **目合別選択性曲線と合成選択性曲線** 二つの時期の選択性曲線マスターカー
217 ブから、目合 22mm から目合 82mm の目合別の選択性曲線を求めた (Fig. 3)。

218 また、それぞれの時期において、これらの目合を組み合わせた現在の調査用流
219 し網一連の合成選択性曲線を、追加の目合を加えた場合のシナリオ1から4の
220 合成選択性曲線とともに求めた (Fig. 4)。現在調査に用いられている流し網で

Fig. 3

221 は尾叉長が ~~300~~250mm 以上で急激に採集強度が下がり、尾叉長 400mm では尾
222 叉長 300mm における効率の45パーセント程度まで減少してしまうことが示さ
223 れた。このことは、これまで述べてきた一連の流し網における採集強度を考慮
224 することなく、現在の目合の組み合わせによる調査用流し網の採集結果が資源
225 の尾叉長組成を反映しているものと仮定して資源量推定を行うと、尾叉長 300
226 mm以上の大型個体における資源量を過小評価する可能性があることを意味し

Fig. 4

227 ている。

228 シナリオ 1 における合成選択性曲線では、尾叉長 300mm 付近での急な効率
229 の減少は見られなくなったものの、尾叉長 350mm 以上で相対採集強度の急激
230 な低下がみられた。これに対してシナリオ 2 では、尾叉長 350mm 以上での相
231 対採集強度の減少をより緩やかにできるものの、依然として尾叉長 400mm ま
232 での低下が大きかった。シナリオ 3 では、尾叉長 400mm までの相対採集強度
233 の急激な減少は抑えられていた。最後に、シナリオ 4 では、尾叉長 350 mm まで
234 の大型個体に対する相対採集強度をほぼ一定に維持できた。

235

236

考察

237 **肥満度と選択性曲線の関係** 本研究で用いたデータにおいては、マサバのデー
238 タを時期別に、つまり 6・7 月と 9-11 月にそれぞれ別の選択性曲線で表すモデ
239 ルが AIC によって選ばれ、同じ目合でも 6・7 月よりも 9-11 月の方が尾叉長の
240 小さなマサバが漁獲されていることが示唆された。流し網ではマサバは、網糸
241 が鰓蓋後端やそのやや後ろの胴部にまでかかるまで、胴部が網目内に入り込ん
242 で漁獲される、いわゆる“鰓かかり”や“刺し”で漁獲される。¹¹⁾こうした網
243 目による保持機構の場合では、ある目合に対してはその網目内周に合う胴周の
244 マサバが獲られることになるため、魚の体型や太り具合が選択性へ影響を与え
245 る一因となる。

246 本研究では、6・7 月よりも 9-11 月の方が肥満度は大きかった。マサバの脂質
247 含量や体重および肥満度は季節によって変動し、産卵が関与することが知られ
248 ている。^{16, 17, 26-28)}マサバの体重は、索餌活動の盛期にあたる秋季に増量が顕著
249 であり、¹⁶⁾さらにマサバ太平洋系群については、越冬群の集合初期のころ(1 月)
250 から、産卵末期(6 月)にかけて尾叉長別の平均体重が漸減していることが報
251 告されている。¹⁷⁾これは産卵盛期を終え、生殖腺の発達のパークを過ぎ、親魚

252 の放卵などにより体重が減少すると考えられる。また、脂質含量については、
253 水温や餌料だけではなく生殖周期との対応も指摘されており、マサバの脂質含
254 量は産卵期である春から夏にかけて減少し、秋から冬にかけて増加する傾向が
255 報告されている。^{27,28)}同属である清水サバ（ゴマサバ *Scomber australasicus*）で
256 は、秋から冬にかけて脂質含量が増加し、これに伴い肥満度も増大することが
257 示唆されている。²⁸⁾これらのことから、産卵末期やあるいは産卵直後の6・7月
258 では、肥満度が落ちて痩せているものの、9-11月には肥満度が増加していると
259 考えられる。上述したように、ある目合に合う胴周長のマサバが網目に保持さ
260 れるとすると、同じ胴周長のマサバでも肥満度が大きな9-11月の方が尾叉長は
261 小さいことになる。このように、マサバの肥満度すなわち体型の時期的な変動
262 が選択性に影響を及ぼしたものと考えられる。

263 本研究以外でも、刺網の選択性曲線について、同一種の魚でも異なる体型を
264 持つとき、異なる選択性曲線が得られることが報告されている。例えば、石田
265 ¹²⁾は、異なる年・系統による肥満度の分布の差異が選択性曲線に影響を与えて
266 いることを報告している。また、渡邊ら¹³⁾はキビナゴについて季節的な体型の
267 変化が選択性曲線に大きな影響を与えているとしている。Kurkilahti ら¹⁴⁾は肥
268 満度をパラメータとして組み込んだ選択性曲線を提案している。マサバについ
269 ても、今後はそうした検討が必要となるものと考えられる。

270 **既往研究との比較** 矢野ら¹¹⁾は、水産総合研究センター東北区水産研究所によ
271 って10月を中心に長年行なわれてきた浮魚類の流し網資源調査の結果から、
272 マサバに対する調査用流し網の選択性を求めたものの、階級の最小値を変数と
273 して用いて選択性曲線の関数を表していた。実際には、選択性曲線は、尾叉長
274 階級の中央値を変数として表わした方が漁獲の実態によく合うと考えられる
275 ことから、中央値を用いた選択性曲線パラメータの再推定を行った結果、*p*-
276 *estimated* モデルの正規分布関数が最適モデルになり、その R_0 の値は 4.39 とな

277 った。この値は、本研究における 9-11 月調査のデータから求めた R_0 の値 4.51
278 に近い値であった。矢野らが用いたデータは、道東から三陸、常磐の道東・三
279 陸太平洋海域で 9-11 月の調査期間で行われたことから、本研究における 9-11
280 月の調査と調査海域と時期がほぼ同じであり、このことから近い値が得られた
281 ものと考えられる。わずかに見られる違いは、使用目合の組み合わせや調査年
282 の違いによる可能性が残る。

283 **マサバ資源調査に適した調査用流し網の目合の組み合わせ** 現在資源調査に
284 用いられている 9 種の目合の網を組み合わせた一連の流し網では、マサバの尾
285 叉長 350mm 以上の大型個体に対する採集効率が低く (Fig. 4)、採集物の尾叉長
286 組成を資源のそれとして扱うと、その大型個体の資源量を過小評価してしまう
287 ことを本研究では明らかにした。前述したように、現在マサバ太平洋系群の資
288 源量は、低水準ではあるが増加する傾向にある。さらに、資源が低水準であっ
289 た 1990-2000 年代は未成魚 (0-1 歳魚) が漁獲の主体であり、2 歳魚以上の漁獲
290 に占める割合は低かったが、今後はますます 2-4 歳魚の割合も高くなる可能性
291 がある。^{3,4)}マサバの成長は、加入量水準および海洋環境の影響を受けて変化す
292 ることが知られているものの、²⁹⁾2009-2013 年漁期漁獲物の年齢別平均尾叉長
293 によると、4 歳魚のマサバの平均尾叉長は 350mm にも及ぶ。さらに、マサバの
294 寿命 7・8 歳程度に対して、これまでは漁獲物における 6 歳以上のマサバの出現
295 は少ないとされてきたが、資源の状況によっては尾叉長 400mm を超える 6 歳
296 以上も現れる可能性もある。^{3,4)} これに対して、本研究で示した結果に基づき
297 調査用流し網に追加の目合あるいは網地を加えることで、マサバを採集する際
298 に大型個体に対する相対採集強度の急激な減少を防げることを示した。すなわ
299 ち、シナリオ 4 として示した目合 82mm と 106mm 各 1 反を加えた流し網によ
300 る調査が、尾叉長 350mm 大型個体までほぼ一定の効率で採集することが可能
301 であり、望ましいと考える。なお、新たな目合の流し網の仕立てに準備を要す

302 るようであれば、シナリオ1で示した目合82mmを1反追加する方法も、尾又
303 長300mm付近でのマサバ資源の過小評価を暫定的に抑制することになろう。
304 また、時期による肥満度の変化が選択性に影響を与えることも明らかとなり、
305 6・7月と9-11月で調査時期によって目合累積相対採集強度は6・7月の方が若
306 干大きくなるものの（Fig. 4）、尾又長に偏りなく採集するために網の目合をそ
307 れほど細かく変更する必要はなかった。

308 本研究ではマサバの肥満度などの時期的な変化を考慮した上で選択性曲線
309 の推定を行い、現在の調査用流し網の目合の組み合わせでは選択性が働いて大
310 型個体に対する採集効率が必ずしも十分ではないことを示した。この流し網に
311 よって得られた資源調査からマサバの漁海況予報を作成する際には、資源の尾
312 又長組成だけでなく肥満度など生物の情報を含めて、十分にこうした点を考慮
313 する必要がある。本研究では、得られた選択性曲線の推定結果をもとに、マサ
314 バ高齢魚の出現割合の増加に応じた目合の組み合わせの改善案を示すことが
315 できた。今後も、こうした調査用流し網の選択性による偏りが資源量の推定に
316 大きく影響しないように、資源の状況に適した目合を組み合わせるなど、適宜、
317 調査の計画を検討していく必要がある。

318

319

謝辞

320 本研究で解析に用いた資料が収集された流し網調査にご尽力いただきました
321 た（地独）北海道立総合研究機構水産研究本部・釧路水産試験場の調査船北辰
322 丸の船長はじめ乗組員、調査員の方々に厚くお礼申し上げます。東京海洋大学
323 の胡 夫祥博士と塩出大輔博士、水産大学校名誉教授の原 一郎博士からは研
324 究を進めるうえで有益なコメントをいただきましたこと、元水産総合研究セン
325 ター中央水産研究所の川端 淳博士（現水産庁漁場資源課）には研究の機会を
326 いただきましたことに感謝いたします。本研究は、水産庁の我が国周辺水域資

327 源評価等推進事業に基づく調査で得られた資料を用いた。本研究の一部は JSPS
328 科研費基盤研究（C）25450271 の助成を受けた。

329

330

文献

- 331 1) Ishida **YM**, Funamoto T, Honda S, Yabuki K, Nishida H, Watanabe C.
332 Management of declining Japanese sardine, chub mackerel and walleye pollock
333 fisheries in Japan. *Fish. Res.* 2009; **100**: 68-77.
- 334 2) Kawasaki T. Why do some pelagic fishes have wide fluctuations in their numbers?
335 – Biological basis of fluctuation from the viewpoint of evolutionary ecology. *FAO*
336 *Fish. Rep.* 1983; **291**: 491-506.
- 337 3) 川端 淳, 渡邊千夏子, 上村泰洋, 水戸啓一. 平成 26 年度マサバ太平洋系
338 群の資源評価. 平成 26 年度我が国周辺水域の漁業資源評価 第 1 分冊, 水
339 産 庁 増 殖 推 進 部・水産総合研究センター, 東京. 2014**5**; 137-172.
- 340 4) 水産総合研究センター. 平成 27 年度 第 1 回 太平洋いわし類・マアジ・
341 さば類長期漁海況予報. 国立研究開発法人 水産総合研究センター, 横浜.
342 2015. (<https://www.fra.affrc.go.jp/pressrelease/pr27/20150803/index.html>)
- 343 5) 釧路水産試験場 調査研究部. 太平洋サバ・イワシ類の漁況予報. 北海道浮
344 魚ニュース 2014; 12: 1.
- 345 6) 釧路水産試験場 調査研究部. 道東太平洋マサバ・マイワシ漁期中調査結
346 果. 北海道浮魚ニュース 2014; 15: 1-4.
- 347 7) 釧路水産試験場 調査研究部. 道東太平洋マサバ・マイワシ漁期前調査結
348 果. 北海道浮魚ニュース 2015; 5: 1-4.
- 349 8) 石田昭夫. 刺網の網目選択性曲線について. 北海道区水産研究所研究報告
350 1962; **25**: 20-25.

- 351 9) 高木健治. 調査用サケ・マス流網の網目選択性に関する研究. 遠洋水産研
352 究所研究報告 1996; **33**:17-122.
- 353 10) 島崎健二, 山本昭一, 目黒敏美. 表層性魚類に対する非選択的調査用流刺
354 網. 北海道大学水産学部研究彙報 1983; **35**: 17-27.
- 355 11) 矢野綾子, 東海 正, 川端 淳. 調査用流し網のマサバに対する選択性に
356 ついて. 日本水産学会誌 2012; **78**: 681-691.
- 357 12) 石田昭夫. 肥満度の異なったカラフトマスに対する刺し網の網目選択性曲
358 線について. 北海道区水産研究所研究報告 1967; **33**: 9-12.
- 359 13) 渡邊庄一, 平川栄一. キビナゴの季節的な体型変化が刺網のサイズ選択性
360 に及ぼす影響. 長崎県水産試験場研究報告 1997; **23**: 15-21.
- 361 14) Kurkilahti M, Appelberg M, Hesthagen T, Rask M. Effect of fish shape on gillnet
362 selectivity: a study with Fulton's condition factor. *Fish. Res.* 2002; **54**: 153-170.
- 363 15) 目黒清美, 梨田一也, 三谷卓美, 西田 宏, 川端 淳. マサバとゴマサバ
364 の分布と回遊. 月刊海洋 2002; **34**: 256-260.
- 365 16) 佐藤祐二, 飯塚景記, 小滝一三. 東北海区におけるマサバ *Pneumatophorus*
366 *japonicus* (HOUTTUYN)の漁業生物学的特性について. 東北区水産研究所研
367 究報告 1968; **28**: 1-50.
- 368 17) 宇佐美修三. マサバの資源学的研究とくにマサバ太平洋系群の成魚につい
369 て. 東海区水産研究所研究報告 1973; **76**: 71-178.
- 370 18) Fujimori Y, Tokai T. Estimation of gillnet selectivity curve by maximum
371 likelihood method. *Fish. Sci.* 2001; **67**: 644-654.
- 372 19) Baranov FI. The capture of fish by gillnets. *Mater. Poznomy Russ. Rybolov.*
373 1914; **3**: 56-99. (partially translated from Russian by W.E. Ricker).
- 374 20) Hovgård H, Lassen, H. Manual on estimation of selectivity for gillnet and longline
375 gears in abundance surveys. *FAO Fish. Tech. Pap.* 2000; **397**: 1-84.

- 376 21) 大本茂之, 東海 正, 反田 賓, 西川哲也, 松田 皎. 角目袋網と菱目袋
377 網の選択曲線の AIC による比較. 日本水産学会誌 1998 ; **64** : 447-452.
- 378 22) Jensen JW. Comparing fish catches taken with gill nets of different combinations
379 of mesh sizes. *J. Fish. Biol.* 1990; **37**: 99-104.
- 380 23) Kurkilahti M, Rask M. A comparative study of the usefulness and catchability of
381 multimesh gill nets and gill net series in sampling of perch (*Perca fluviatilis* L.)
382 and roach (*Rutilus rutilus* L.) . *Fish. Res.* 1996; **27**: 243-260.
- 383 24) 島崎健二, 佐々木成二, 山本昭一. シマガツオの網目選択性について. 北
384 海道大学水産学部研究彙報 1981; **32**: 52-60.
- 385 25) Jensen JW. Gillnet selectivity and the efficiency of alternative combinations of
386 mesh sizes for some fresh water. *J. Fish. Biol.* 1986; **28**: 637-646.
- 387 26) 根本 均. 関東近海におけるマサバの生態— I 越冬期, 産卵期の肥満度,
388 成熟係数について. 千葉県水産試験場研究報告 1985; **43**: 11-18.
- 389 27) 野口栄三郎, 尾藤方通. サバ肝臓の重量及脂肪量の季節的变化. 日本水産
390 学会誌 1953; **19**: 525-529.
- 391 28) 五十川章子, 山岡幸作, 森岡克司. 清水サバの脂質含量と生態形質の季節
392 変動一旬の解明の一考察—. 日本水産学会誌 2008; **74**: 207-212.
- 393 29) Watanabe C, Yatsu A. Effects of density-dependence and sea surface temperature
394 on inter-annual variation in length-at-age of chub mackerel (*Scomber japonicus*)
395 in the Kuroshio-Oyashio area during 1970-1997. *Fish. Bull.* 2004; **102**: 196-206.

図説明

396

397 Fig. 1 Master curves for expressing mesh selection of research driftnet in the
398 estimated four models. The curves (upper) estimated from all data, and the curves
399 (lower) for the two periods (June & July, and from September to November).

400 Fig. 2 Comparison in condition factor of chub mackerel by fork length class between
401 the two periods of June & July and from September to November.

402 Fig. 3 Selection curves of each mesh size for June & July (upper) and from
403 September to November (lower) obtained from the respective master curves expressed
404 by the log-normal curve equation, the best-fit model selected by AIC.

405 Fig. 4 Pooled relative catching intensity of the current combinations of mesh sizes,
406 and of four alternative combinations.