

# 底曳網曳網中の網の高さ

山崎 淳  
福田 智  
戸嶋 孝



“キス網”の袖網および網口に小型深度計を取り付け、漁網の投入から着底、曳網中および曳網終了後の離底から回収までの網丈を調べた。曳網中の袖網と網口の高さは約1.5~3mで推移し、数十秒もしくは数分間隔で約1mの高低の変動がみられた。網口は曳網がすすむにしたがって徐々に高さが増した。曳網が終了した時点では、袖網と網口の高さはそれぞれ約4.5~5m, 8~10mまで一気に高くなった。“キス網”の沈降速度は平均0.14m/秒と推定された。曳網中の網の高低変動は、漁網の動きと密接に関連していると考えられた。

京都府の沖合底曳網（20トン未満）および小型底曳網（15トン未満）では、漁獲の対象とする魚種により、通称“カニ網”、“カレイ網”および“キス網”などと呼ばれる漁網を使い分ける。中でも“キス網”は、海底のカレイ類だけではなく、海底から少し離れたところに生息するニギス *Glossanodon semifasciatus* やマダイ *Pagrus major* なども漁獲できるように、他の漁網よりも網口が高く、網全体も軽く設計されている。遊泳性の魚種では、漁網に遭遇しても網を乗り越えて逃げることも確認されており（宮崎, 1957）、このような魚群を効率的に漁獲するには、袖網や網口の高さは重要な要素となっている。“キス網”でより効率的に対象魚種を漁獲するためには、“キス網”の網口や袖網が曳網中にどの程度の高さで推移するのかを調べるのは重要なことである。

曳網中の網口の高さについては、模型網を作成し水槽内で実験的に曳網することにより、これまで多くの研究が行われている（野村, 1951; 野村・安井, 1953; 宮崎, 1957; 本多, 1958; TAKAYAMA and KOYAMA, 1958; 高山ほか, 1959; 小山ほか, 1964; 肥後, 1971; 不破・肥後, 1974; NOMURA *et al.*, 1977; 徳永・町田, 1981）。しかし、実際の底曳網操業時の網口の高さを計測した事例は、一般に底曳網の操業深度がかなり深いこともあり皆無に等しい。

著者らは、“キス網”の袖網および網口に小型深度計を取付け、曳網中のそれぞれの網の高さを計測した。本研究では、これまであまり調べられていなかった実際の操業中の袖網および網口の高さを明らかにするとともに、計器に記録された深度から曳網中の網の動きについての検討も試みた。

## 材料および方法

“キス網”の曳網調査は、1994年10月4日に京都府沖合

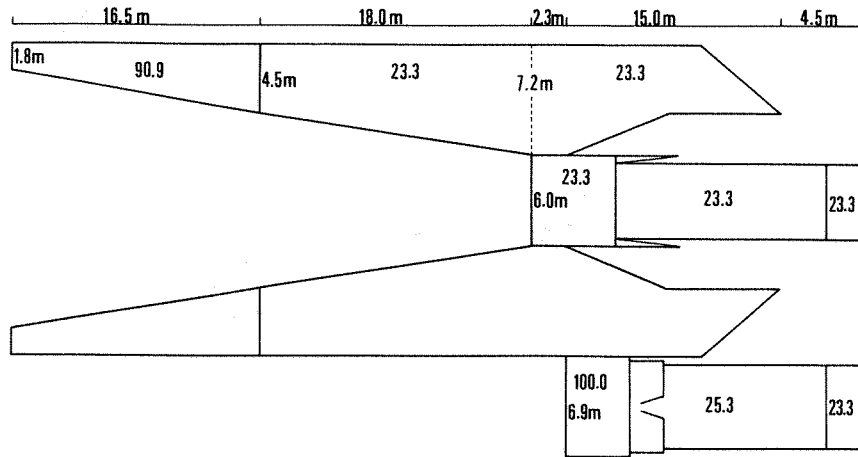


Fig. 1. Plan of the fishing net "Kisu-ami" used in experiments. Numbers in this figure indicate stretched mesh size in millimeter.

Table 1. The time from released the bouy to recapture the bouy and during the towing of the four experimental operations of the Danish seine.

	No. 1		No. 2		No. 3		No. 4	
	r.p.m.	time	r.p.m.	time	r.p.m.	time	r.p.m.	time
Released the bouy		06:47:20		08:36:20		10:48:15		12:24:15
Released the net		53:00		41:57		53:10		29:00
Recapture the bouy		59:38		48:17		59:50		35:27
Started towing the net	500	07:01:00	500	49:33	500	11:00:55	520	36:50
	580	06:55	580	54:48	580	05:55	620	40:50
	640	10:10	640	58:42	640	09:55	700	44:06
	680	15:15	680	09:04:05	680	14:58	760	48:00
	710	21:50	720	08:53	720	19:35	800	52:03
	740	27:40	740	14:45	750	24:58	840	57:00
	760	33:50	770	21:28	800	29:27	880	13:01:10
	810	40:50	820	28:50	850	33:22	960	04:04
	900	45:10	900	34:44	900	37:55		
Finished towing the net		49:40		39:39		40:58		07:05
Started winding up the warp rope		50:25		40:23		41:44		07:45

の水深約 110~150 m の海域で間人漁業協同組合所属の小型底曳網船「海運丸」(14トン)により4回行われた。調査に供した“キス網”を Fig. 1 に示した。曳網(warp rope)およびすり網(sweep rope)は、ワイヤーロープを芯にしたコンパウンドロープが使用された。“キス網”を使った操業は、投タルからタル捕りまでの曳網、すり網および漁網の打ち廻しに約12分、曳網開始から終了までが約35~45分、そして揚網作業が約15~20分で、全行程は約1時間10~20分で行われる。曳網中のエンジンの回転数は曳網開始時は500~520回転/分で、その後約4~6分ごとに

徐々に上げられ、終了直前には900~960回転/分となる。Table 1 に各調査の打ち廻し、曳網中のエンジンの回転数が上げられた時間および曳網終了時間を示した。第1~3回目の調査では曳網は北東方向、第4回目は西方向に行われた。4回目の調査は通称“逆潮曳き”と呼ばれ、曳網方向は潮流方向の概ね逆であった。

本研究では、アレック電子株式会社製の超小型メモリー深度計「MDS-D」が使用された。当深度計は長さ127 mm、直径18 mm、水中重量5.5 g と小型で軽量なため、漁網に全く負荷を与えないという特徴をもつ。深度計は、

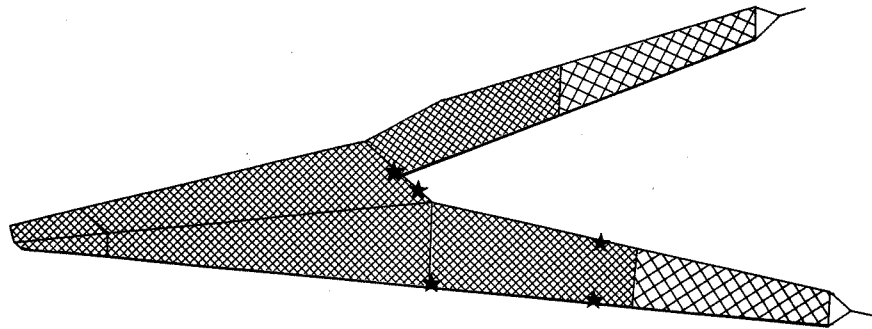


Fig. 2. The parts of the depth meter fitted to the fishing net.

Fig. 2 に示した 5 カ所に取り付けられた。すなわち、袖網では右舷側の荒手網との継ぎ目から約 2m のところの浮子方と沈子方の 2 カ所であった。網口では、浮子方の中央と右舷側の袖網との継ぎ目から中央に向け約 1m のところにそれぞれ 1 カ所、右舷側の袖網と網口の継ぎ目の沈子方に 1 カ所の計 3 カ所であった。袖網および網口の高さは、それぞれの浮子方と沈子方の深度計に記録された深度の差から求めた。網口の高さは、中央部と袖網との継ぎ目付近の 2 カ所を求めた。本研究では前者を網口中央、後者を網口横と呼ぶ。深度のデータは 1 秒ごとに、cm の単位

で記録された。

### 結果

投網から曳網が終了し、漁網が離底するまでの間の袖網、網口中央および網口横の高さの時間的な推移を調査ごとに Fig. 3~6 に示した。各網の高さは、数秒ごとに変化するような傾向がみられなかったことから、Fig. 3~6 には 10 秒ごとに示した。また、沈子方の深度が変化した時間に黒三角を付した (Fig. 3~6)。曳網中の沈子方の深度は、

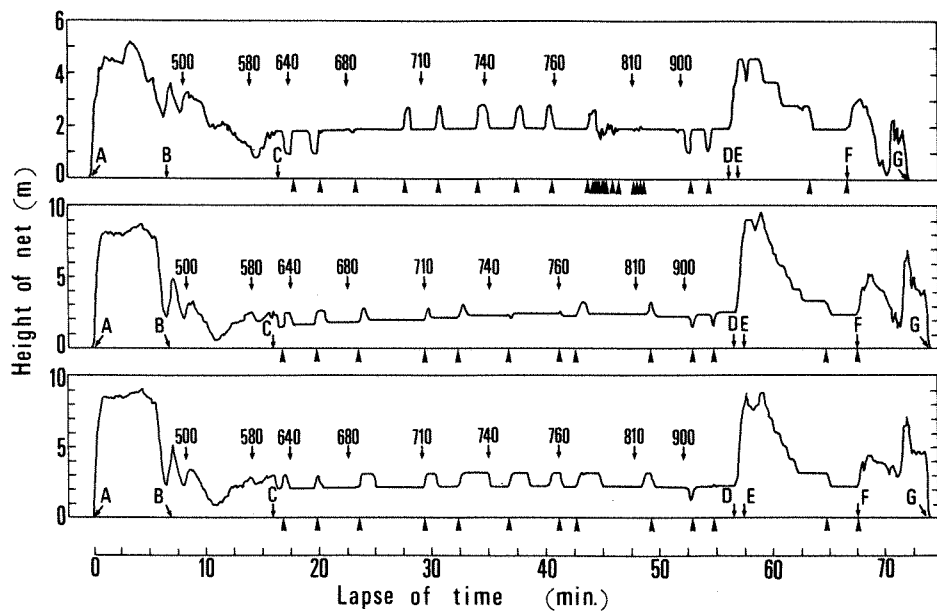


Fig. 3. Change of the height of the wing-net (upper), the central (middle) and side (lower) of the net-mouth with time on the first operation of Danish seine. Numbers and triangles indicate revolution per minute of the engine and the time of changed depth record in the depth meter fitted swept side of the net, respectively. A, released the net; B, recapture the bouy; C, the net reached the bottom; D, finished towing the net; E, started winding up the warp rope; F, the net leaved the bottom; G, withdrew the net.

数十秒もしくは数分間は cm の単位で同じ値を示すことが多かった。

漁網の投入から着底までの時間と網の高さ 漁網の着底は、沈子方の深度が漁網の沈降とともに深くなり、最大値

を示した時点と判断した。漁網の投入から着底までに要した時間は、袖網で約13分20秒から17分10秒、網口で約12分50秒から16分50秒であった。曳網は、第1～3回目の調査 (Fig. 3～5) ではエンジンが500回転/分、第4回目の調査

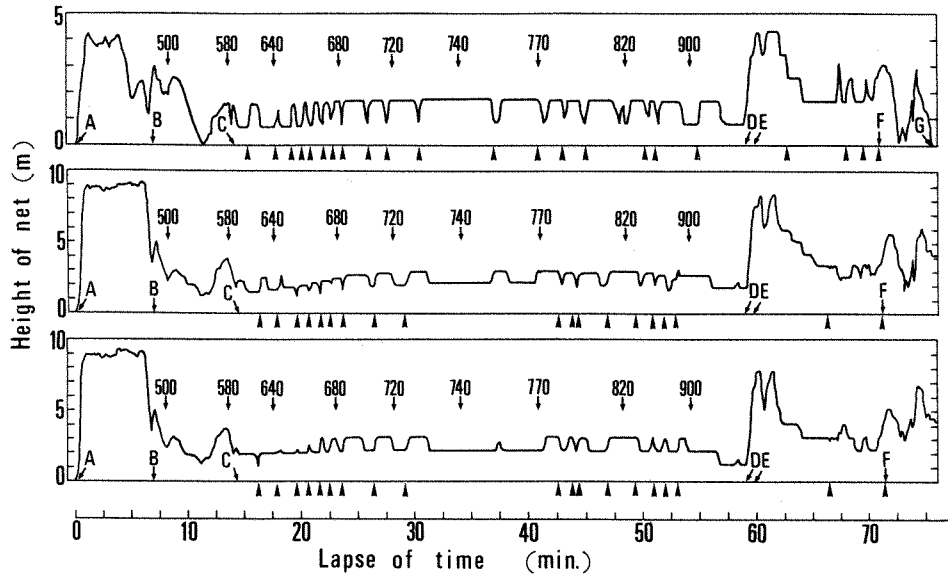


Fig. 4. Change of the height of the wing-net, the central and side of the net-mouth with time on the second operation of Danish seine. Numbers, triangles and A-G indicate the same as in Fig. 3.

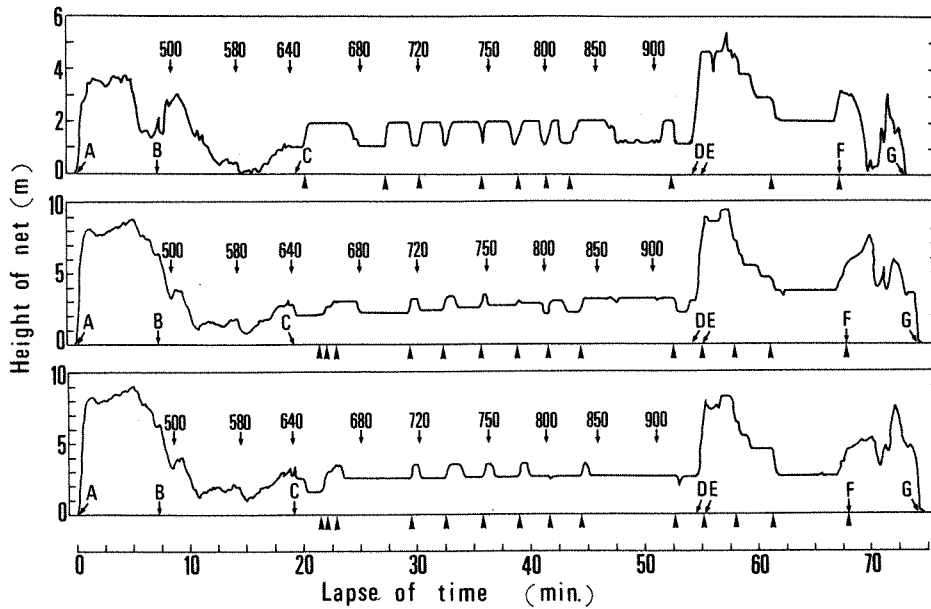


Fig. 5. Change of the height of the wing-net, the central and side of the net-mouth with time on the third operation of Danish seine. Numbers, triangles and A-G indicate the same as in Fig. 3.

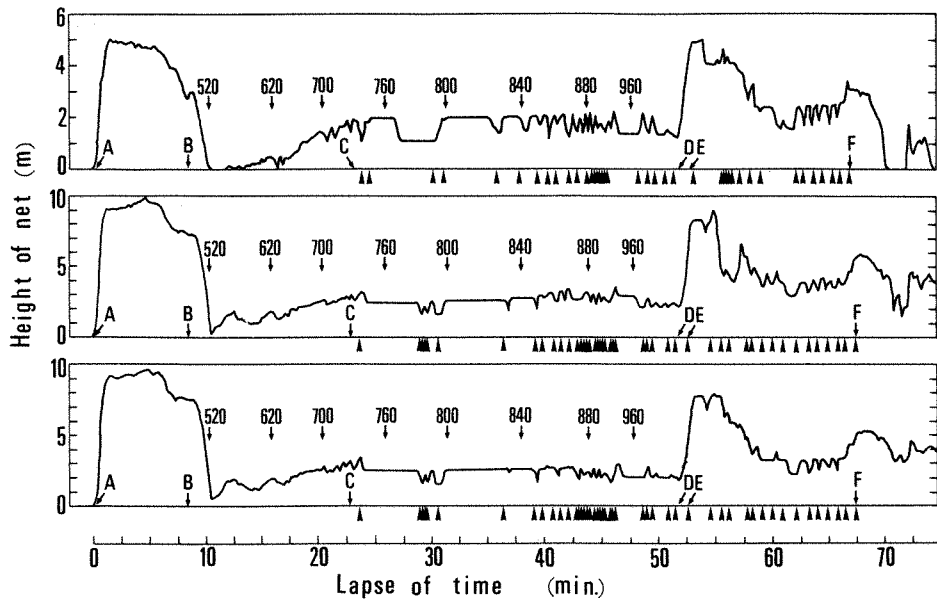


Fig. 6. Change of the height of the wing-net, the central and side of the net-mouth with time on the fourth operation of Danish seine. Numbers, triangles and A-F indicate the same as in Fig. 3.

(Fig. 6) では520回転/分となった時点から始まる。この結果から、曳網が開始されるのは漁網が着底する約6-9分前であることが明らかとなった。漁網が着底したときの深度とそれまでに要した時間から、漁網の平均沈降速度は0.13~0.15m/秒と計算された。

沈降中の網の高さは、漁網の投入からタル捕りまでは袖網が約4~5.5m、網口が約8~9.5m、その後着底までは袖網が約0~3.5m、網口が約0~4mの範囲で変化した。タル捕り以降の網の高さは、それ以前に比べ全体的に低くなる傾向がみられた。これは、漁網が着底する前には曳網がすでに開始されていることから、曳網、すり網および漁網の沈降中に曳航力が加わり、この力が直接漁網にもおよびためと考えられた。漁網の着底直前には、網の高さは増した。これは、漁網の着底前にすり網が着底したことにより、漁網にかかる曳航力が低下したためと考えられた。

漁網着底から離底までの網の高さ ①袖網 着底から曳網が終了するまでの袖網の高さは、低いときで約1.5m、高いときで約3mであった。曳網中の大部分の時間帯で

は、網の高さは約2mで推移したが、短いときには10秒以内、長いときには約6分の間隔で約1mの高低の変動がみられた。この変動がみられたのは、沈子方の深度が変化した時間とほぼ一致した。曳網が終了した時点では、網の高さは約4.5~5mまで一気に高くなった。曳網の巻揚げが始まると再び徐々に低くなり、離底する約4~5分前には約2~3mとなった。

②網口中央 着底から曳網が終了するまでの網口中央の高さは、低いときで約1.5m、高いときで約3mであった。網口中央においても袖網と同じように、短いときで10秒以内、長いときで約5分30秒の間隔で1m程度の高低変動がみられた。この変動は、沈子方の深度変化の時間とほぼ一致した。網の高さは着底してしばらくの間は1.6~2.4mで推移したが、曳網終了直前には2.6~3.2mとなり (Table 2), 上述した高低変動を繰り返しながら徐々に高くなる傾向がみられた。このことは、曳網を続けるにしたがい両側の袖網間隔が狭くなり、網口中央の高さが増すという従来の報告 (野村・安井, 1953; 小山ほか, 1964;

Table 2. The height of the central of net-mouth at started and finished towing the net in the four operations.

	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4
Started towing the net	1.9 m	1.6 m	2.0 m	2.4 m
Finished towing the net	2.9 m	2.6 m	3.2 m	2.9 m

肥後, 1971) と一致するものであった。曳網が終了すると約 8~10 m まで一気に高くなった。曳網の巻揚げが始まると徐々に低くなり、離底する約 4~5 分前には再び約 2~3 m まで低下した。

各操業での網口中央の沈子方の深度が変化した回数は、1 回目が 13 回 (Fig. 3), 2 回目が 18 回 (Fig. 4), 3 回目が 14 回 (Fig. 5), そして 4 回目が 47 回 (Fig. 6) であった。

③網口横 着底から曳網が終了するまでの網口横の高さは、低いときで約 1.5 m, 高いときで約 3 m で推移した。曳網中は他の部位と同じように、短いときは 10 秒以内、長いときは約 7 分 30 秒の間隔で約 1 m の高低変動がみられ、これは沈子方の深度変化とよく対応した。網口中央では曳網時間の経過にともない網の高さが徐々に高くなったが、網口横ではこのような傾向は認められなかった。曳網終了から漁網が離底するまでの網の高さの推移は、網口中央の場合と同じであった。すなわち、曳網終了時には約 8~9 m まで一気に高くなり、曳網の巻揚げが始まると徐々に低くなり、離底する前には再び約 2~3 m まで低下した。

上述した全ての部位で曳網終了時には一時的に網が高くなり、離底前には再び低くなる現象が認められた。これは、曳網が終了したことにより曳航力が無くなったため網は高くなるが、漁船に曳網がある程度取り込まれることにより、再び漁網に力が加えられるためと考えられた。

曳網中は約 4~6 分ごとにエンジンの回転数が上げられたが、回転数の増加と網の高さの変動との直接的な関係はとくにはみられなかった。また、網口の高さは対地速度が同じでも、追潮時が逆潮時よりも高いことが知られている (宮崎, 1957)。本研究では、逆潮時 (Fig. 6) の網口の高さは 2~3 m で推移しており、他の追潮時 (Fig. 3~5) と同じ高さであったことから、宮崎 (1957) が指摘したような傾向は得られなかった。

## 考察

漁網の投入から着底までに要した時間とその深度から、“キス網”の平均沈降速度は約 0.14 m/秒 (0.13~0.15 m/秒) と推定された。漁網の平均沈降速度については、マニラロープを使用した事例では 0.33 m/秒 (葉室, 1959), 0.20 m/秒 (齊藤, 1960) である。コンパウンドロープを使用した場合は、マニラロープよりも沈降速度は早くなることが報告されている (齊藤, 1960)。本研究では、コンパウンドロープを使用したにもかかわらず従来の結果に比べ遅い。葉室 (1959) および齊藤 (1960) の調査では、使用された漁網の目合は胴網が 5 節、袋網が 6 節であり、

曳網はタル捕りを終えてから漁網が着底するまで待機した後に開始された。一方、“キス網”の目合は胴網、袋網とも 13 節であり、上述の漁網に比べかなり小さい。また、曳網は漁網が着底する少なくとも約 6 分前から開始された。一般に漁網の沈降速度は網目の違いにより異なり、網目が小さくなるほど低下するし、漁網への曳航力が強くなるほど低下する。本研究で推定された漁網の平均沈降速度が、従来の結果 (葉室, 1959; 齊藤, 1960) に比べ低かったのは、以上のようなことに起因していると考えられる。

沈子方に取付けられた深度計の値から、曳網中の漁網の動きについて考察する。当深度計の深度は cm の単位で記録されていることから、曳網により漁網が動けば少なくとも cm の単位では深度計の値は変わるはずである。しかし、曳網中の深度の変化は、短いときには 10 秒以内での変化がみられたが、多くの場合には数分間は全く変化がみられなかった。このことは、曳網中の漁網は常時動くのではなく、数分ごとに段階的に動くことを示唆していると考えられる。漁網は曳網開始直後から徐々に動くことが、これまでの研究で明らかとなっている (葉室, 1959; 肥後, 1971)。これらの研究は、海底の底質が砂 (葉室, 1959) やコンクリートの実験水槽 (肥後, 1971) といった摩擦抵抗が小さい条件下で曳網が行われている。今回の調査が行われた海域の底質は軟泥である。海底が軟泥などところでは、すり網や漁網の沈子網はその重みで泥中に多少は埋まり、摩擦抵抗は大きくなるであろう。曳網中のすり網や漁網の沈子網の海底摩擦抵抗力は、軟泥域が砂やコンクリート水槽に比べ大きいと考えられる。この抵抗力が比較的小さいと考えられる砂やコンクリート上での曳網では、漁網は曳網開始直後から徐々に動くが、抵抗力が大きいと考えられる軟泥域では、漁網は曳航方向に常時動くのではなく、非定常で段階的に動くものと推察される。曳網の最後には、すり網により駆集した魚類を入網させるため、エンジンは 900 回転/分もしくは 960 回転/分まで上げられる。しかし、この時点で曳網の前期および中期に比べ、想定されている程に漁網が大きく動くような現象はみられない。曳網終了前の網口がそれほど動いていないことからすれば、駆集された魚類は効率的には入網していないことが危惧される。

次に、漁網が段階的に動くものとし、どの位の距離を動くのか検討を加える。水深 130~140 m 域では漁網が着底する時間は、曳網を開始してから約 10 分後であった。この間に漁船が進む距離は約 500 m (山崎ほか, 1990) であるので、漁網の着底位置は投網位置よりも曳網方向側に引き寄せられる。仮に、その距離をその間に船が進んだ距離と考えると、漁網の着底位置は投網位置と曳網開始位置の

ほぼ中間点となる。漁網の最終的な進出位置は、漁船がロープを巻き終え、漁網を回収した位置とほぼ同じである(山崎ほか, 1990)。すなわち、着底から離底までの漁網の進出距離 (swept distance) は、漁船の曳網中の航跡図 (山崎ほか, 1990) から約 1,800 m と計算される。上述したように、曳網中の漁網は数十秒もしくは数分間隔で動くと考えられた。漁獲の多少に左右する網口の動きは少ないときで13回 (Fig. 3), 多いときで47回 (Fig. 6) であったことから、1回当たり漁網の平均移動距離 (swept distance per 10 sec.) は約 40 m から 140 m と推測される。

漁網が着底してからの曳網中の袖網、網口中央および網口横の高さの変動は、曳網時間の経過とともに定常的に起こるのではなく、不規則に数十秒もしくは数分間隔で 1 m 程度のものが繰り返し起きた。この変動が起きた時間と漁網が動いたと考えられた時間とは概ね一致した。すなわち、漁網に曳航方向の力が十分に加わり、漁網が動いた瞬間に網の高さは変化する。漁網が動いたときに網の高さが変化する場合には、次の2つの動き方が考えられる。第一に、漁網が動かない数分間は 2 m 程度の高さを保っており、動いたときに 3 m 程度まで高くなり、漁網が動かなくなると再び 2 m 程度まで一気に低下する (Fig. 3 の袖網)。第二に、漁網が動かない数分間は 2 m 程度の高さを保ち、漁網が動く直前に 1 m 程度まで一気に低下し、動いたときに再び 2 m 程度まで高くなり、この状態が次に漁網が動く直前まで続く (Fig. 4, 5 の袖網)。これらの現象はとくに袖網で顕著である。以上のような網高さの変化の仕方の違いは、曳網やすり網の打ち廻しの形状や潮流など様々な物理的な影響によるものと考えられる。魚の駆集能率を高めたり、駆集された魚群を効率的に漁獲するには、上述したどちらの場合が優れているのかは現段階では判断しがたい。

今回の調査結果から、曳網が開始されるのは漁網が着底する前であることが明らかとなった。山崎ほか (1990) は底曳網漁船の打ち廻しおよび曳網中などの漁船の航跡図から、底曳網の掃過面積 (swept area) を 1.756 km<sup>2</sup> と推定した。この報告では、漁網の着底位置は投網位置と同じと仮定している。また、両側の曳網およびすり網間隔は、漁網の着底前に曳網が開始されているため、漁船の航跡範囲よりも多少狭くなるが、同じと仮定している。このようなことから、上述の掃過面積は過大評価といえる。一艘曳漁法では、曳網開始前の両舷のすり網および袖網の間隔をできる限り広くすることで、漁獲効率がより高くなる (葉室, 1959)。また、両側のすり網や袖網間隔の長短は、曳網中の漁網への曳航方向の力の伝わり具合を左右したり、漁網の動きにも関係するものと考えられる。底曳網で対象

とする魚類をより効率的に漁獲するためには、曳網中の網の高さを把握することに加え、両側の袖網およびすり網の間隔、そしてすり網の動きなどについても複合的に検討する必要がある。

本研究を行うに当たり間人漁業協同組合の佐々木新一郎組合長には快く調査にご協力いただいた。また、海上での作業には間人漁業協同組合所属の小型底曳網船「海運丸」船長の佐々木茂氏をはじめ船員各位に多大なご協力をいただいた。ここに記して感謝の意を表する。

## 文 献

- 不破 茂・肥後伸夫. 1974. 底曳網の網成りに関する研究. トロール網の海上実験及び模型実験. 鹿児島大学水産学部紀要, **23**: 35-43.
- 不破 茂. 1979. 底曳網の網口高さについての考察. 鹿児島大学水産学部紀要, **28**: 73-89.
- 葉室親正. 1959. 漁具推定論. 積書店, 東京: 327-350.
- 肥後伸夫. 1971. 底曳網の漁獲性能に関する基礎的研究. 鹿児島大学水産学部紀要, **20**(2): 1-137.
- 本多勝司. 1958. トロール網模型実験. 日水誌, **23**(10): 608-611.
- 小山武夫・岩井元長・横地龍男・前川 治. 1964. 大型トロール網模型実験. 東水研研報, **38**: 125-134.
- 宮本秀明. 1956. 漁具漁法学 (網漁具編). 金原出版, 東京: 121-167.
- 宮崎千博. 1957. 小型機船底曳網の研究. 三重大学水産学部紀要, **2**(3): 1-220.
- 野村正恒. 1951. 底曳網の網成りと抵抗. 日水誌, **16**(8): 347-349.
- 野村正恒・安井達夫. 1953. 底曳網の模型実験. 日水誌, **18**(12): 727-733.
- NOMURA, M., MORI, K., TAWARA, Y., OSAWA, Y., SHIMADA, Y. and SENGA, K.. 1977. Factors of trawl net construction relating to the height of net mouth. *Bull. Tokai Reg. Fish. Res. Lab.*, **91**: 53-66.
- 齊藤市郎. 1960. 遠洋漁業. 恒星社厚生閣, 東京: 82-115.
- TAKAYAMA, S. and KOYAMA, T.. 1958. Studies on trawl net—I. A net-mouth stretcher working on kite principle. *Bull. Tokai Reg. Fish. Res. Lab.*, **19**: 1-25.
- 高山重嶺・小山武夫・武富 一. 1959. トロールに関する研究—Ⅲ. 大型模型による網成りの観察. 東水研研報, **24**: 7-18.

徳永武雄・町田末広. 1981. 小型底曳網の従来型と以西型との模型網実験の比較. 長崎水試研報, 7: 7-11.  
山崎 淳・桑原昭彦・浜中雄一・傍島直樹. 1990. 京都府

沖合海域におけるズワイガニの生態に関する研究—  
V. 底曳網とカニカゴの漁具特性に関する一考察.  
本誌, 13: 35-40.

### Synopsis

## Height of Trawl Net in Towing of the Danish Seine

Atsushi YAMASAKI, Satoshi FUKUDA and Takashi TOJIMA

This paper deals with the height of the fishing net "*Kisu-ami*" in towing of the Danish seine carried out with the four experimental operations using the four depth meters to the net in 4 October 1994.

The height of the wing-net and net-mouth were ascertained to be within the range about 1.5–3.0 m during the towing. The height of the net-mouth becomes gradually higher with time in towing. The fluctuations of the height ranged about 1.0 m of the wing-net and net-mouth occurred at a few seconds or minutes interval. It was suggested that the fluctuations of net height occurred simultaneously in association with the movement of the net by towing. The sinking speed of the net was estimated about 0.14 m/sec.