HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	釣漁具の漁獲機構における釣針の大きさの作用
Author(s)	清水, 晋; 三浦, 汀介; 笹川, 康雄; 梨本, 勝昭
Citation	北海道大學水産學部研究彙報, 44(4), 187-196
Issue Date	1993-11
Doc URL	http://hdl.handle.net/2115/24124
Type	bulletin (article)
File Information	44(4)_P187-196.pdf

Instructions for use

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

北大水産彙報
44(4), 187-196. 1993.

釣漁具の漁獲機構における釣針の大きさの作用

清水　晋*・三浦　汀介*・笹川　康雄*・梨本　勝昭**

Effect of Hook Size on Line Fishing Mechanism

Susumu SHIMIZU*, Teisuke MIURA*, Yasuo SASAKAWA*
and Katsuaki NASHIMOTO**

Abstract

The behavior of juvenile masu salman in regards to their biting of Sode type hooks and yet escaping from it was examined, as an example, in order to analyze the effect of hook size on line fishing mechanism. A # 2 hook, which was small for the fish size being studied, easily entered the mouth of the fish, when the fish bit it and it appeared that the whole hook was taken into innermost part of the mouth. A large # 12 hook did not enter the mouth so easily. And when the hook did enter the mouth, only the tip of the hook, on which the paste bait was put, entered. The # 12 hook hooked the fish more easily, because most fish wriggled hard to take it off. Yet, in the case of the # 2 hook, many fish spat it out quietly. A comparison of the holding effect of the hooks showed that the # 2 hook, which often catches deep in the mouth, was stronger than the # 12 hook.

緒　　言

漁具の漁獲選択性を明らかにすることは資源量の推定や漁業管理・規制を行なうためには非常に重要である。これまでにも曳網，刺網に関する漁獲選択性の研究は多方面より取扱われている。しかし，釣漁具の漁獲選択性に関する研究は少く，充分に明らかにされているとはいえない。[1)]

釣漁業は沿岸において重要視される漁業の一つであり，合理的な管理のもとに行なうことが何よりも必要である。しかし，釣漁具は選択体長範囲が広いと推察されることから，同時に数種類の大きさの釣針を使用した漁獲試験[2,3)]や，釣漁具とトロール網を用いて漁獲した魚の体長組成を比較する方法[4,5)]によって，漁獲選択性曲線を推定した場合，体長の大きな魚の漁獲尾数が少なく，得られた漁獲選択性曲線はどうしても信頼性が低くなる。[6,7)]

漁獲試験結果に基づいて求めた結果に加えて，理論的な解析によって漁獲選択性曲線を推定することができれば，より信頼性の高い選択性曲線を求めることができるものと考えられる。そのためには，まず釣針の漁獲の仕組みを解析することがなによりも必要である。

本研究では，釣漁具によって魚が漁獲される基本的な機構は，魚が釣針に食いつくことによって，釣針が魚の口腔に入り，針がかりし，そして保持されるものと想定し，釣獲時の魚の行動と釣針の状態を測定分析し，釣針の大きさによる漁獲選択性を解析する基礎資料を得ることを目的とした。

* 北海道大学水産学部漁具漁法学講座
(*Laboratory of Operation Technology of Fishing, Faculty of Fisheries, Hokkaido University*)
** 北海道大学水産学部漁具設計学講座
(*Laboratory of Fishing Gear Engineering, Faculty of Fisheries, Hokkaido University*)

方　　法

実験は1986年12月15-20日に行なった。魚の行動の観測に使用した装置の概要を示したものが図1である。観測には大きさ256 cm×116 cm×70 cmの実験水槽を用い，水深を40 cmにした。水槽の中に鏡を設置し，鏡に映る側面からの魚の動きや釣針の状態を水面上に置いたビデオカメラNV-M21 (National) で1/1,000 sのシャッター速度で撮影し，ビデオレコーダVO-5800 (SONY) に録画した。照明には250 Wのビデオ用ハロゲンランプ2灯を用いた。照度は水面中央部で1,500 lxで，水温は15°Cであった。図1のAのように荷重変換器UT-100-120 (新興通信工業) に釣糸 (ナイロンテグス0.4号) を取りつけ，動ひずみ測定器DPM-220A (共和電業) を記録器WR3001 (グラフテック) に接続して，釣針に食いついた後の魚の引きの強さを連続的に計測した。

釣針の大きさを変えて行なった各実験の条件を整理して表1に示す。実験IとIIでは2号釣針，実験IIIとIVでは12号釣針を使用した。釣糸を荷重変換器に取りつけると，一般の釣の状況とは異なり特に釣針が自由に動き難くなるので，図1のLのように直径18 mmの浮子をハリスにつけて，釣針が魚の動きに追従して自由に動くようにした対照実験VとVIを行なった。

使用した釣針は汎用の釣針で大きさの種類が最も豊富な袖形である。魚の行動の違いが明らかにみられるように，大きさが大きく異なる2号釣針と12号釣針の2つを選択した。図2は使用し

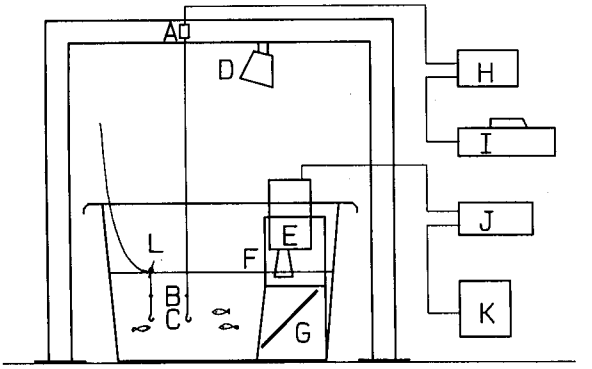

Fig. 1. Diagram of experimental apparatus. A: load cell, B: lead, C: hook, D: halogen lamp, E: video camera, F: camera mount for a water tank, G: mirror, H: strain amplifier, I: pen recorder, J: video recorder, K: monitor TV, L: float.

Table 1. Conditions of each experiment

Experiment	Hook no.	Leader no.	Setting of the line	Total length of test fishes (mm)	
				Mean	S.D.
I	# 2	# 0.4	Load cell	166	13
II	# 2	# 0.4	Load cell	168	16
III	# 12	# 2	Load cell	161	9
IV	# 12	# 2	Load cell	155	13
V	# 2	# 0.4	Float	166	13
VI	# 12	# 2	Float	167	20

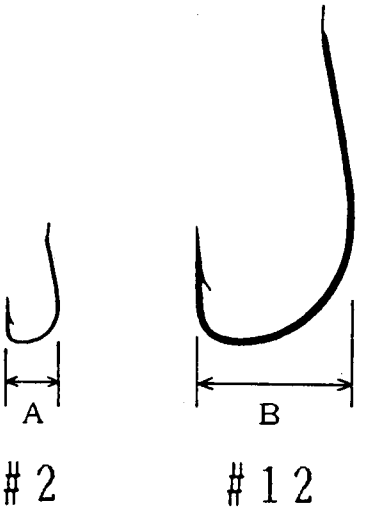

Fig. 2. Shape of Sode type hook and its width. A : 3.2 mm, B : 9.3 mm.

た釣針の形状と大きさを示している。ハリス（ナイロンテグス）の太さは一般に使用されているように2号釣針には0.4号を，12号釣針には2号を用いた。釣餌には飼育に用いた養鱒稚魚用配合飼料と強力小麦粉を3:2の割合で混ぜて蒸し，水に溶けることなく柔らかい練餌とした。これを直径約4 mmに丸めて2号，12号釣針とも同様に針先がでないように釣針の先につけた。実験魚として約20カ月間実験水槽と同じ飼育水槽で飼育していた全長14-20 cmの池産サクラマス *Oncorhynchus masou* を使用した。実験水槽に入れる魚の尾数は20尾とした。これは釣針に対する魚の行動を撮影する際に他の魚の行動が妨げにならないように，また，少なすぎて魚が警戒したり縄張りを作ったりしないように考慮して定めた。なお，魚は実験ごとに毎回入れ替えた。

観測は実験の開始とともに1本の釣針を水面下20 cmに下ろして，魚が食いついても引き上げずに釣針を口腔から出して逃げるままにした。しかし，かかった釣針が外れなくて魚がひどくあばれまわったときには，他の魚が追い散らされて警戒しないように釣針を引き上げた。そのとき釣り上げた魚は別の水槽に移した。餌を取られた場合にはつけなおし，魚が釣針に食いついて来なくなるまで同様の操作を繰り返し，その行動をすべて録画した。

魚の動きや釣針の状態は，観測終了後，録画した画像から読み取り分析した。口を閉じたときに口腔に入っている釣針の部分は，釣針全体，針先，失敗と大きく3つに分けて読み取った。2号釣針では餌と釣針の大きさが同じ位であり，両者を明確に判別できないので，口腔に入った餌が見えないとき釣針全体が口腔に入ったものとした。口の開き具合は上顎と下顎のなす角度を3段階の開口度で表すことにし，最も口を開けたときを全開とし，全開に対して1/2, 1/4とした。また，魚が釣針に食いついた後，釣針が口腔に入っている時間をビデオ画像から1フィールド当たり1/60 sを基にして測定した。なお，同じ条件で2回行なった実験IとII，実験IIIとIVの結果は，度数が少ないので，区別することなく一緒に整理した。

結　　果

実験中，サクラマスは水槽内をゆったりと遊泳しているが，釣針をおろすやいなや飛びついて

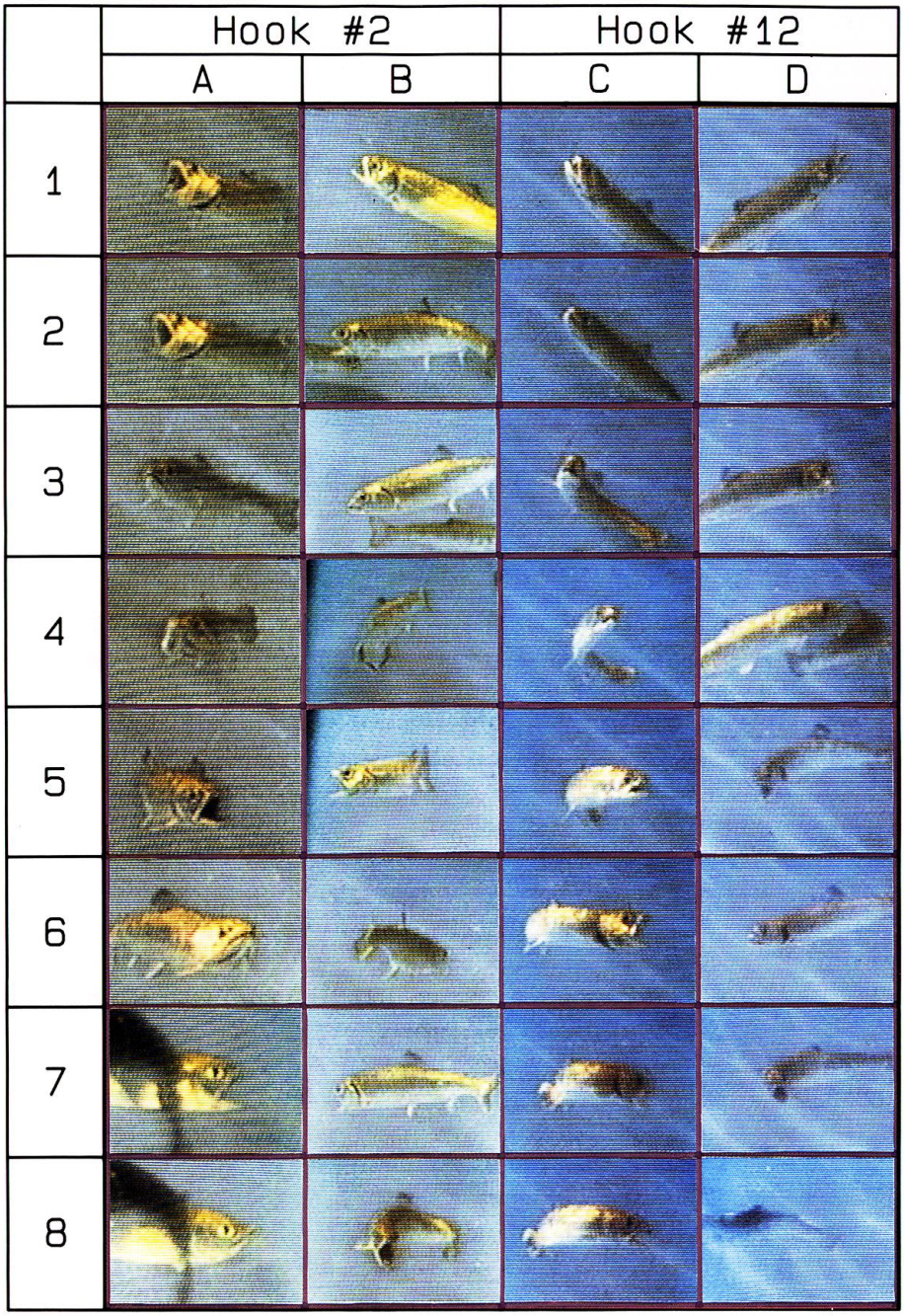

Fig. 3. Examples of pattern for juvenile masu salmon to bite Sode type hooks and pattern of the hook entering the mouth.

きた。魚が釣針に食いついてから，釣針を外して逃れたり，釣り上げられたりするまでの行動連鎖について整理したところ，「もどし」，「吐き出し」，「屈曲」，「振り」，「突進」行動が見られた。特徴的な行動連鎖 A-D を図 3 に，時間経過を上から下への順にして示した。これらの写真は実験 I-IV のビデオ映像から得たものである。浮子をつけた対照実験 V と VI では魚が視界から一部はみ出た映像が多く，一連の行動連鎖を得ることができなかった。しかし，特に「突進」行動がみられたほかには，異なる行動型はみられなかった。

「もどし」は，図 3 の A 列 4 のように，魚が釣針を口腔に入れた後，口を閉じ，鰓蓋を大きく開いて喉につかえたものを取ろうとしているような行動である。「吐き出し」は，A 列 7, 8 のように口を大きく開け閉めするうちに穏やかに釣針を口腔から出す行動である。「屈曲」は，B 列 8 のように，頭部と尾部を同じ方向に魚体を大きく素早く屈曲する行動で，「振り」は，D 列 7, 8 のように，頭部を左右に素早く振る行動である。「突進」は前方に素早く泳ぎ進む行動である。

それぞれの行動連鎖において釣糸に作用した張力の最大値を「ひき」の強さと定義した。

図 3 の A 列は口を大きく開き釣針を吸い込む方式で小さな 2 号釣針を口腔に入れたときの，特徴的な行動連鎖を示している。2 号釣針では多くの場合 A 列 4, 6 のように「もどし」を行ない，A 列 7, 8 のように「吐き出し」をしてその場を泳ぎ去った。「ひき」の強さは 10 gw であった。

B 列は 2 号釣針に食ついた魚が釣り上げられるまでの行動連鎖である。釣針を口腔にいれて閉じるまでは A 列の場合と同じ行動を示す。B 列 2 の「吐き出し」で入った釣針がでてきたが，B 列 3 のように吻の付近で針がかりした。B 列 4 以降では「屈曲」や「振り」を繰り返したが，釣針が外れなかったため引き上げた。釣り上げた魚の全長は 18.5 cm であり，「ひき」の強さは 25 gw であった。

C 列は魚が大きな 12 号釣針に食いついた場合の行動連鎖を示す。釣針を口に入れるまでの行動は 2 号釣針と同様であるが，C 列 2 のように，12 号釣針は釣針全体が口腔に入ってしまうことはなく，口を閉じたときに釣針の「軸」がみえる。C 列 3 で口蓋部に針先がほんの少し刺さり込んで針がかりした。魚は「屈曲」を行ない，C 列 8 で釣針を外して逃げた。「ひき」の強さは 4 gw であった。

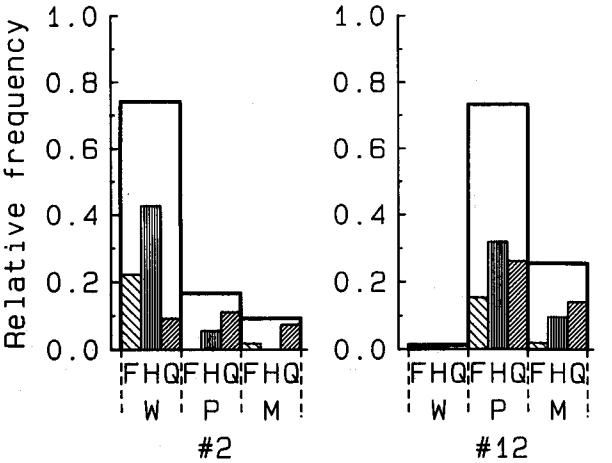

Fig. 4. For the case of measurement of a tug, relative frequency of pattern for a hook to enter a mouth (W : whole, P : point, M : miss), and of opening degree of the mouth (F : full, H : half, Q : quarter) to each entering pattern.

D列は，12号釣針が針がかりした後，次第に力強く「屈曲」や「振り」を繰り返し行なっていく例を示している。D列3で「吐き出し」をしたが釣針が外れないので，D列4以降で「屈曲」，「振り」を繰り返して釣針を外した。測定した張力は次第に大きくなった。「ひき」の強さは47 gwであった。

釣針を口腔から出して逃れた魚は，それぞれ何度か釣針に食いついた後では，釣針にゆっくりと接近するようになった。そして釣餌の位置でほとんど停止して唇で餌を挟み，少しずつ口腔に入れる行動を示した。このような行動連鎖は2号と12号の釣針のどちらも同様にみられ，「ひき」の強さは非常に弱く，釣針が口腔に入ることはほとんどなかった。

測定された「ひき」の強さは，2号釣針では，最も小さい値として全長165 cmの魚で9 gw，最大では全長200 mmの魚で69 gwであった。この「ひき」の強さは全実験の中で最も大きかった。12号釣針では魚を釣り上げた例がなく，魚の大きさは分からないが最大で48 gwであった。

魚の口腔への釣針の入りやすさを知るため，口腔に入っている釣針の部分と釣針に食いつくときの開口度を釣針の大きさ別に整理して表わしたのが図4である。同様に浮子をつけた対照実験の結果を図5に示す。図中の太線の幅の広いヒストグラムは，釣針全体，針先，失敗の3つに分けて整理した口腔に入っている釣針の部分を相対度数で表わす。また，その中の細いヒストグラムは，その時の口の開き具合を全開，1/2, 1/4の3つの開口度に分けて整理したものを相対度数で示す。

2号釣針を使用した実験では，図4に示すように，ほとんどの場合に釣針全体が口腔に入った。また，開口度が1/4程度であっても釣針全体が口腔に入ることもあった。12号釣針の場合には，開口度が全開であっても，釣針全体が口腔に入ることはほとんどなかった。しかし，開口度が1/4でも針先だけでは口腔に入った。浮子をつけた対照実験でも，図5のように同様な結果がみられた。

釣針を口腔から出そうとする行動は，「吐き出し」と「屈曲」，「振り」であるが，「屈曲」と「振り」は一旦始まると釣針が口腔から出るまで繰り返されるので，両者を区別することなく一緒にまとめて「もがき」として整理した。

針がかりのしやすさを知る手掛かりとして，釣針の大きさ別に釣針を口腔から出すときの行動とそのときの開口度の相対度数を図6に示し，浮子をつけた対照実験の結果を図7に示す。両者

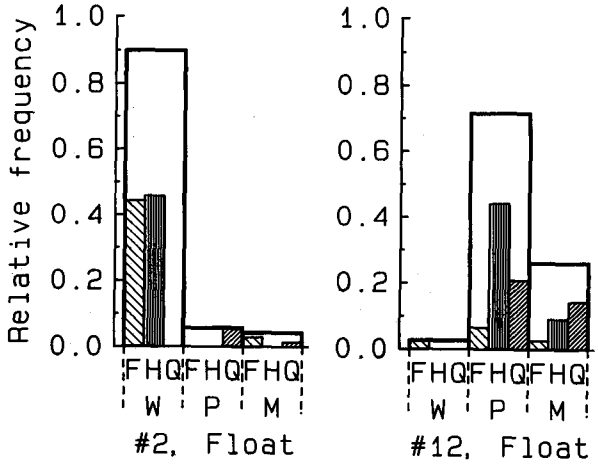

Fig. 5. For the case with a float, relative frequency of pattern for a hook to enter the mouth, and of opening degree of the mouth to each entering pattern. (See Fig. 4 for the notation.)

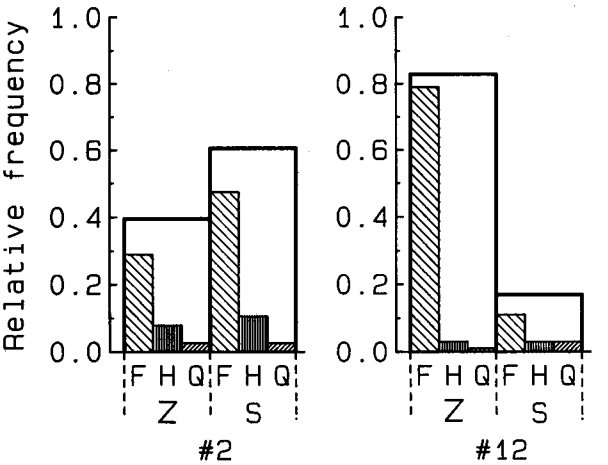

Fig. 6. For the case of measurement of a tug, relative frequency of pattern for a fish to take off the hook (Z: wriggle, S: spit), and of opening degree of the mouth (F: full, H: half, Q: quarter) to each taking off pattern.

ともに，2号釣針では「もがき」より「吐き出し」行動が多くみられた。また，大きな釣針12号ではほとんどの場合「もがき」によって釣針を出した。「吐き出し」，「もがき」行動のどちらも，ほとんどの場合に口は全開にしていた。

かかった釣針の外れ難さを知る手掛かりとして，釣針の大きさ別に，釣針が口腔に入っている時間を1.5 s間隔の階級に分け，また，針がかりした魚がひどく暴れて釣針を引き上げた場合をLandingとして整理した。表2は釣針が口腔に入っている時間の6.0 s以下の4つの階級とLandingの相対度数を示している。なお，6.0 sを越える階級は度数が少ないので，全てLandingに含め

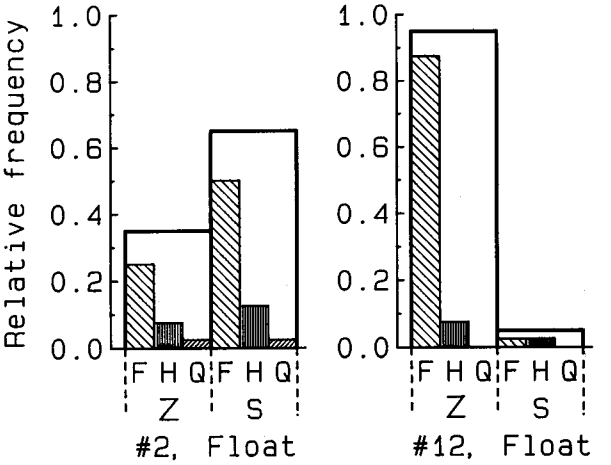

Fig. 7. For the case with a float, relative frequency of pattern for a fish to take off the hook, and of opening degree of the mouth to each taking off pattern. (See Fig. 6 for the notation.)

Table 2. Relative frequency distribution of the period(s) that there is the hook in the mouth of a fish and each value of u test.

		0.0<	1.5<	3.0<	4.5<	Landing*1 (6.0<)	N*2
	# 2 R. Freq.	0.65	0.13	0.064	0.0	0.15	78
	# 12 R. Freq.	0.64	0.20	0.11	0.021	0.028	145
	u_0 (# 2, # 12)	0.19	−1.4	−1.2	−2.1*3	3.4*3	
Float	# 2 R. Freq.	0.48	0.14	0.13	0.029	0.23	103
Float	# 12 R. Freq.	0.62	0.19	0.015	0.0	0.18	68
	u_0 (F # 2, F # 12)	−1.8	−0.96	3.1*3	2.2*3	0.90	
	u_0 (# 2, F # 2)	2.4*3	−0.15	−1.4	−2.3*3	−1.3	
	u_0 (# 12, F # 12)	0.33	0.15	3.0*3	2.0*3	−3.6*3	

*1 Included times that the fish came off the hook during landing.
*2 Number of observations.
*3 $|u_0| > u(0.05) = 1.96$

た。また，相対度数の差を検定するため，相対度数を逆正弦変換し，実験間のそれぞれ個々の相対度数の差を求め，規準化した結果を u_0 として示している。括弧内の略号は比較した釣針および実験を示し，前者から後者をひいて差を求めた。

2号釣針が口腔に入っている時間の分布は，3.0 s を越える度数が少なく，Landing の度数がそれらより多くなっている。したがって，3.0 s を越える場合には，釣針は充分に深く刺さり込んで外れ難くなっていると考えられる。2号釣針と 12 号釣針を比較すると，4.5 s を越える場合と Landing に有意差があり，12 号釣針のほうが外れやすいといえる。浮子をつけた対照実験では，12 号釣針の実験結果がひどく暴れた魚を 6.0 s より早く数多く引き上げたものであるため，現象を正しく反映していない。そのため，2号釣針の結果について浮子をつけた対照実験と比較すると，0.0 s と 4.5 s を越える場合に有意差があり，同じ2号釣針でも後者の方が釣針を口腔に長く入れている傾向があり，かかった釣針は外れ難いといえる。

考　　察

魚の行動と釣針の状態から，釣針によって魚が漁獲される仕組みは想定したように，釣針が口腔に入り，針がかりし，保持される過程が順次進んでいくと考えられる。そして，それぞれの過程で，起こった現象は釣針の大きさによって異なっていた。

魚が食いついたときの釣針の入りやすさは，魚の大きさに対して小さな釣針のほうが口腔に入りやすく，また，口腔の奥のほうまで入るようである。逆に大きな釣針は口腔に入り難く，入ったとしても釣針の一部分である。

口腔に入った釣針の針がかりは小さな釣針のほうが起こりにくく，そのため，小さな釣針は口腔に入っても「もがき」よりも「吐き出し」行動によって，口腔から出されることが多い。大きな釣針は口腔に入るとほとんどの場合に針がかりが起こり，「もがき」行動によって魚はかかった釣針を外そうとする。一方，「もがき」行動によってうまく釣針に強い力が加わると，釣針はさらに深く刺さり込み，釣針は外れ難くなって，魚は保持されると考えられる。

釣針が口腔に入っている時間や「ひき」の強さを比較すると小さな2号釣針のほうが外れ難かっ

た。この理由は，かかった釣針の刺さり込む深さが線径の細い小さな2号釣針のほうが実験に使用した魚の「ひき」の強さでも充分深く刺さったためであると考えられる。12号釣針は釣針の先がわずかに刺さる程度であるため，魚が「もがき」行動を続けると釣針は深く刺さり込まずに外れたのであろう。しかし，12号釣針が充分に深く刺されば，2号釣針より外れ難いであろう。

以上のことから，それぞれの過程において，魚が食いつくことによって釣針が口腔に入る可能性，口腔に入った釣針の針がかりの可能性，かかった釣針が外れない可能性は釣針の大きさと強く関係している。今後，これら3つの可能性について量的評価を行ない，モデルを作成することによって，それぞれの条件での釣獲率を推定することができると考える。

釣糸を荷重変換器につけた実験結果と対比するため，浮子をつけた対照実験を行なった。両実験の違いは，魚が釣針に食いついたときに釣針に作用する力が浮子をつけた場合のほうが小さくなることである。釣針に作用する力が小さくても小さな釣針は外れ難くなった。浮子をつけた実験の釣は釣針に作用する力が弱い「向こうあわせ」の極端な例で，荷重変換器につけた実験の釣ではわずかに「あわせ」をおこなった場合と想定することができる。本実験の結果から「向こうあわせ」で行なわれる延縄釣などでは，対象とする魚体の大きさにも関係するが，線径の細い小さな釣針を使用するほうが釣針は外れ難いといえる。「あわせ」を行なう一本釣などでは逆に線径の太い大きな釣針でもうまく強い力を加えれば，針がかりを起こりやすくし，釣針を充分に深く刺さり込ませ，外れ難くすることができる。同じ釣針を使用して同じ体長の魚を対象に釣を行なっても「あわせ」の有無により，針がかりの可能性やかかった釣針が外れない可能性が異なって釣獲率が変わると考えられる。

本研究では釣針の大きさに着目したので，餌の大きさなどには触れなかった。しかし，餌の大きさによって口腔への入りやすさは同様に変わるであろうし，餌の大きさに応じて開口度が異なることも考えられる。また，2号釣針の細い0.4号ハリスは水の動きに応じて柔軟に曲ったが，12号釣針の2号ハリスはそれほど柔軟ではなかった。ハリスの太さによっても釣針の入りやすさの差異が生じているだろうと考えられる。

釣針に対する魚の行動は実験の進行とともに釣針に食いついた回数が増えるにしたがい異なってくる。[8,9] 今後，特に釣針が口腔に入る可能性，針がかりの可能性，かかった釣針が外れない可能性の量的評価をするときには，使用する実験魚の状態に注意しなければならない。

終わりに，本研究を行うにあたりご助言を賜った元北海道大学水産学部教授西山作蔵氏に深甚な謝意を表する。また，快く多数の実験魚を提供していただいた北海道立水産孵化場森支場の各位に深く感謝する。

文　　献

1) 山口裕一郎 (1979). 釣りの漁獲選択性. p. 82-96. 日本水産学会編, 漁具の漁獲選択性 127 p. 恒星社厚生閣, 東京.
2) 小池　篤, 竹内正一, 小倉通男, 神田献二, 在原千秋 (1968). 延縄釣針の選択曲線について. 東水大研究報告 **55**, 77-82.
3) 小池　篤, 神田献二 (1978). ワカサギ竿釣りの釣針の選択作用について. 東水大研究報告 **64**, 115-123.
4) McCracken, F.D. (1963). Selection by codend meshes and hook of cod, haddock, flatfish and red fish. *ICNAF Spec. Publ.* **5**, 131-155.
5) Saetersdal, G. (1963). Selectivity of long lines. *ICNAF Spec. Publ.* **5**. 189-192.
6) Pope, J.A., Margetts, A.R., Hamley, J.M. and Akyuz, E.F. (1975). Manual of methods for fish stock assessment part III. Selectivity of fishing gear. *FAO Fisheries Technical Paper* **41**, 1-65.

7) Ralston, S. (1990). Size selection of snappers (*Lutjanidae*) by hook and line gear. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* **47**, 696-700.
8) Ferno, A. and Huse, I. (1983). The effect of experience on the behaviour of cod (*Gadur morhua L.*) towards a baited hook. *Fish.Res.* **2**, 19-28.
9) 清水 晋, 三浦汀介, 笹川康雄, 梨本勝昭 (1990). 竿釣における漁獲過程のモデリング. 日水誌 **56**, 445-453.