

キンメダイ *Beryx splendens* の摂餌行動久保島康子・菊池康司・山口^関常・良永知義・三谷 勇Feeding behavior of Alfonsino *Beryx splendens*Yasuko KUBOSHIMA^{*}, Koji KIKUCHI^{**},
Hirosune YAMAGUCHI^{***}, Tomoyoshi
YOSHINAGA^{****}, and Isamu MITANI^{*}.

A B S T R A C T

In order to improve the efficiency of the catch of the alfonsino *Beryx splendens* from bottom fishing off Izu Islands, the feeding behavior of fish kept in 1 ton fiberglass tanks with circulating sea water at 13°C was described.

Measurements taken from video stills were made of cruising speed, proportion of time spent in various positions and burst speeds towards a squid bait or live goldfish bait.

The average cruising speed while continuously swimming in the bottom layer of the tank was 0.5 FL/sec (9 cm/sec). Strikes were made by alfonsino as soon as live fish swimming in the surface layer were sighted. In contrast, when alfonsino sighted cut bait located in the upper layer of the tank, they circled underneath the bait slowly while observing before making the strike. The burst speed of the former was approximately twice that of the latter.

It was concluded that catch efficiency would increase if squid bait were jiggled or line set to move as if alive.

緒 言

神奈川県の中合・沿岸漁業の生産量の内、約11%（平成7年）¹⁾が釣漁法により漁獲されている。釣漁法は、魚類の積極的な摂餌行動に漁獲量の多少が係っており、魚類の摂餌行動の解明は漁業者にとって重要である。魚類の摂餌行動に関する研究は、浮魚類であるイワシやカタクチイワシ等の幼稚魚についての報告はあるが（Hunter, 1972²⁾, Lasker, 1970³⁾）、底魚類でかつ漁獲対象となる大きさのものについては研究されていない。本県で釣漁業の重要魚種の一つであるキンメダイは、相模灘から伊豆諸島海域の漁場において立て縄一本釣漁法により漁獲され、本漁法での水揚げ金額に占める割合は8割である（神奈川県⁴⁾）。キンメダイは、鮮やかな紅色の体と、光を当てると金色に光る大きな目を持ち、水深120

～850mの大陸棚および海山、海丘等に分布する底魚である（増沢他、1975⁵⁾）。Kikuchi et al (1994)⁶⁾は、キンメダイの目が、高度な遠近調節能力を持ち、反射板を備え、光の少ない世界でも視覚により餌を捕獲する目の構造を持っていることを報告したが、摂餌行動についての研究報告は見あたらない。本報告は、釣漁法で効率よくキンメダイの漁獲増を図るための一資料とするために、一定の水温環境下かつ暗所で、1ヵ月以上飼育したキンメダイの摂餌行動を観察し検討した。

材料および方法

東京湾口海域の富出し漁場（Fig.1）で、1995年11月17日と12月9日に漁獲された尾叉長19cm前後のキンメダイ24尾と30尾の合計54尾を、中央水産研究所の恒温水

槽で飼育した。漁獲された個体は、水温約 17~18 の海水の入った漁船 (3.54 トンと 4.90 トン) の魚槽に直ちにに入れられ、三崎港に搬送された。港で、2.5 トン水槽 (水温約 17) に移し換え、中央水産研究所の恒温



Fig.1 Location of sampling station.

水槽へ搬入した。本報で摂餌行動を観察された個体は、水温 13 、溶存酸素 10.5mg / λ の恒温水槽で飼育された。行動観察は 12 月 17 日に行い、水槽には 11 月 18 日に収容された 2 尾と 12 月 9 日に収容された 6 尾の合計 8 尾が生存していた。使用した 1 トンの円形水槽は、上部の直径が 1,533mm、高さが 820mm である。恒温水は、毎時 0.5 トンの割合で配水され、水槽の中央に設置した外径 50mm の塩化ビニール管よりオーバーフロー方式で排水、水深は 710 mm に保たれた。飼育中はエアレーションを行った。恒温水槽の周囲に塩化ビニール管で枠を作り遮光率 95% 以上の暗幕で囲った (Fig.2)。恒温水槽を設置した室内の照明は、19 時から 9 時まで自動的に消える

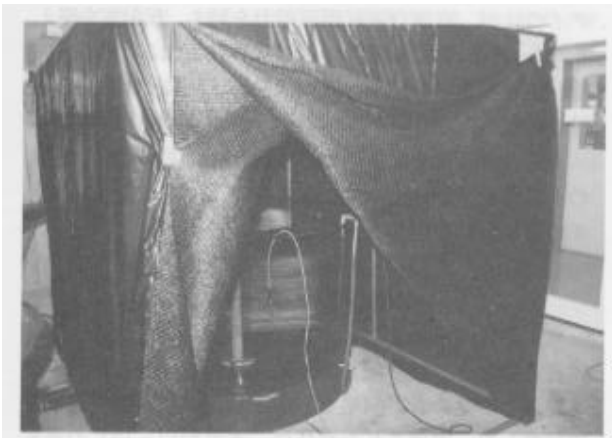


Fig.2 Rearing tank shield the light.

よう設定した。搬入後 1 週間は餌を与えず放置し、その後摂餌行動を観察するまでに、数回活き餌 (全長 3 ~ 4 cm のトウゴロイワシ等) を与えた。

摂餌行動に用いた餌は活き餌とイカの切り身で、活き餌として体長 3 ~ 5 cm の金魚を、切り身として 1 cm × 3 cm の短冊状に切ったイカ肉身を与えた。

行動観察のため、暗視装置 (ナイトビュー C3100 ; 浜松ホトニクス株式会社) を接続したビデオカメラ (TR-1000 ; ソニー株式会社) で上方から行動を録画した。その解析は、録画した画像を画像解析装置 (PIAS- ; インタークエスト株式会社) により 1 秒当たり 60 コマ送りした画像をもとに、キンメダイや餌の位置を求め、数値化して行った。

結果

平常時の遊泳行動 流れのほとんど無い水温 13 の水槽で、餌や物理的的刺激がほとんど無い状態におけるキンメダイは、ゆっくりと水槽の中・底層を遊泳した。平常時の遊泳速度を延 12 回測定したところ、最大で 19.2 cm / sec、最小で 2.4cm / sec で、平均遊泳速度は 9.1 cm / sec であった (Table 1)。実験魚の尾叉長の倍数 (FL /

Table 1 The cruising speed of alfonsino kept in 1 ton fiberglass tanks with sea water at 13

	Average	Minimam	Maximum
Number of sampling	9 cm / sec.	2 cm / sec.	19 cm / sec.
12	(0.5FL / sec) *	(0.1FL / sec.)	(1.0FL / sec.)

*Forklength / second

sec, FL : fork length) で表すと、最大で 1.0FL / sec、最小で 0.1FL / sec、平均で 0.5FL / sec であった。

活き餌を摂餌する行動 活き餌の金魚を摂餌するキンメダイの行動を、画像解析装置から得た画像から透写し、時間の経過毎に Fig.3 に示した。摂餌行動の開始基準とした行動 1 では、水面近くを遊泳している活き餌より約 60 cm 深い所をキンメダイは遊泳していた。0.1 秒後 (行動 2) のキンメダイは、体を進行方向に対し左側に湾曲させながら両眼視界の中に餌を捕らえるようにやや頭を上方に向けた。0.17 秒後 (行動 4) には今までの遊泳に伴う体の曲がりに戻し、体を真っ直ぐにした。0.22 秒後 (行動 5) には体を行動 3 以前と反対方向 (右側) に曲げ始めると共に頭を上げ、0.27 秒後 (行動 6) には尾部を行動 5 より同方向に更に湾曲させ、頭部を餌に真っ直ぐに向け、浮上を開始した。0.44 秒後 (行動 9) に摂餌のために口を開き出し、0.55 秒後に餌は口に収まった。

活き餌として用いた金魚は、水槽に投入後もしばらくは活発に表層を遊泳した。キンメダイの行動 2 の時の活き餌の位置を原点とし、キンメダイの吻端と活き餌の水平的な位置関係を Fig.4 に示した。各行動の時間間隔は

等しくない。餌の動きとキンメダイの動きを水平的に見ると、餌が図中の左下方に動くに従い、キンメダイも右下方に移動しながら餌に接近した。このことから、キンメダイは餌の動きに合わせて移動し、狙いをつけている

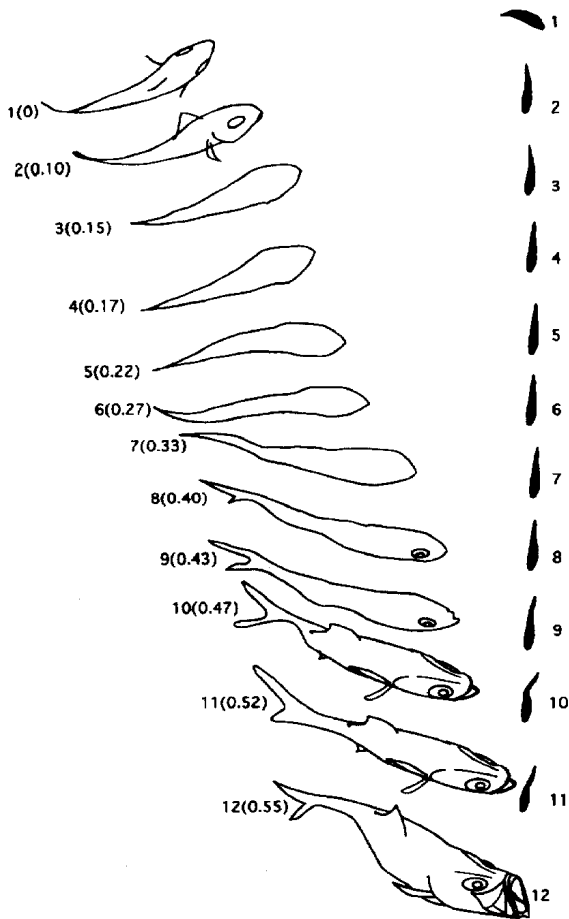


Fig.3 Tracings of selected motion pictures from a feeding sequence of an alfonsino (19 cm) and a live fish prey taken at 60 frames per second. Numbers in parentheses indicates elapsed time (sec.) from event alfonsino sighted prey.

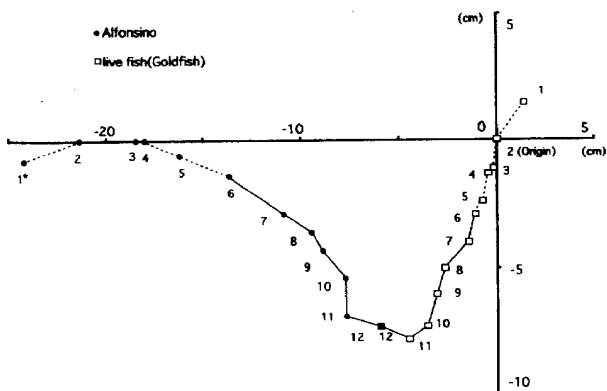


Fig.4 Relative positions of an alfonsino and a live

fish prey in the horizontal plane. Solid and dotted lines indicate events during burst behavior and before the burst behavior, respectively.

ことが推察された。

次に、活き餌に対する摂餌行動の内、鉛直方向の行動をFig.5に示した。尚、餌にねらいを定め、直線的に突進し餌を口に入れるまでを突進行動とした。突進行動前

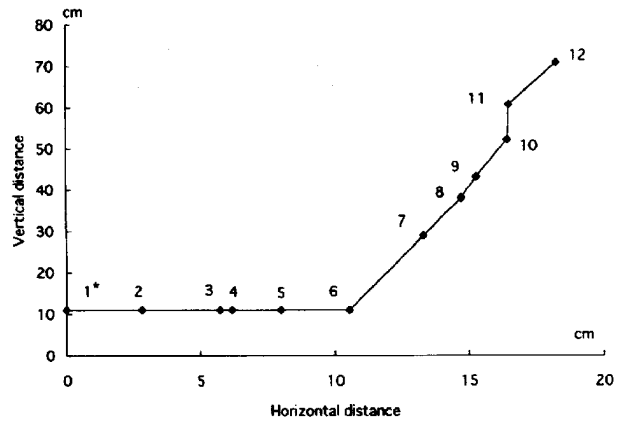


Fig.5 Relative positions of an alfonsino in the vertical plane for a live fish as prey. Points on Y axis indicate distance from the bottom of the rearing tank. Numbers indicate events illustrated in Fig.4

(行動1～6)は、水槽の底から上方11 cmの位置を水平方向にのみ移動をしているとし、突進行動(行動6～12)中は水槽の底から上方11 cmに位置する行動6と、水槽の底から上方71 cmの水面に位置する行動12の2点を結んだ直線上を移動し浮上するとし、その垂直位置を算出した。摂餌のための開口開始時の垂直距離は、突進行動前の位置から上方36 cmの所で、これは餌と突進行動開始地点点との垂直距離の61%の地点であった。

摂餌行動の各行動に係った時間と、その間の遊泳速度を求めた。行動1～6の餌を発見してから突進行動に入るまでに0.27秒係り、この間の実際の移動距離は、水平的な移動のみで10.9 cm、よってこの間の平均遊泳速度は40 cm/sec (2.1FL/sec)であった。次に、行動6～12の突進行動は、餌を見つけてから頭部を餌に真っ直ぐ向け、浮上を開始し、餌が口の中に入るまでで0.28秒係った。浮上開始後0.17秒して開口し、餌が口の中に入るまで0.11秒係っている。また、突進行動中の実際の移動距離は水平位置と垂直位置より求め61 cmだった。よって、この間の平均遊泳速度は218 cm/sec (11.5FL/sec)で、突進行動時の遊泳速度は、突進行動前の速度の5倍であった。

摂餌行動を詳細に検討するため、行動1～12の各行動

間の平均速度を求め、Fig.6 に示した。1秒にも満たない一連の摂餌行動の中にも、遊泳速度に波があり、突

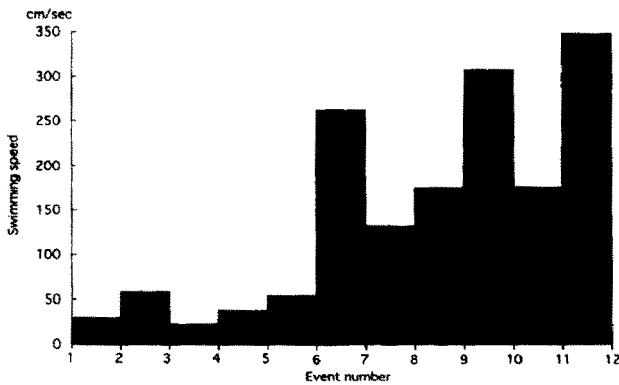


Fig.6 Swimming speed of an alfonsino from sighting a live fish as prey to strike taken from film analysis.

進行の間ですら、速度の増加は直線的ではない。突進行動開始前、体が真っ直ぐの時点（行動3～4；22.5 cm/sec、1.0FL/sec）から、魚体が進行方向右側にC字形に屈曲して加速が始まり（行動4～5；37.9 cm/sec、2.3FL/sec）魚体の屈曲が増すにつれ速度が徐々に早くなり（行動5～6；53.7 cm/sec、2.8FL/sec）、尾部が逆方向に急激に動いた瞬間（行動6～7）の速度は261 cm/sec（13.7FL/sec）で、攻撃前の平均速度の6.5倍となった。体軸上に尾部が戻ってきた行動7～8では、131 cm/sec（6.9FL/sec）と速度は落ちるが、その後魚体の屈曲に伴い再び増加し、屈曲が最大となる行動9～10では遊泳速度は306 cm/sec（16.1FL/sec）となった。行動11で尾部が逆方向に急激に動き出し、餌を口にする0.03秒前からの速度（行動11～12）は347 cm/sec（18.3FL/sec）で、突進行動前の平均速度の8.7倍になった。切り身餌を摂餌する行動 キンメダイ漁業者が釣り餌に最も多く使用するイカの切り身を、水面に静かに投入し摂餌行動を観察した。切り身餌と生き餌に対する摂餌行動は大きく異なった。生き餌では発見から摂餌まで短時間にすばやく反応したが、切り身餌の場合は、突進行動に入るまでの時間が長かった。切り身餌の場合のキンメダイの摂餌行動には、大きく三つのタイプが見られた。その一つは、餌の下方を何度も通り過ぎたり、浮上して餌を間近にしながら通り過ぎるなど、餌を確認するような行動を何度も行った後、餌の下方から急浮上し摂餌するタイプである。二つ目に、ゆっくり餌に近づいて吻端を餌に近付け、一旦動きを止めてから瞬時に口を開け摂餌するタイプである。三つ目として、沈んでいく餌を追尾し、餌が底に着く前に餌の下に潜り込むようにして摂餌するタイプである。これらの三つのタイプの摂餌行動は、いずれもイカの切り身が水槽内を浮遊する状態で行

われ、完全に底に着いた餌に対する摂餌行動は観察され

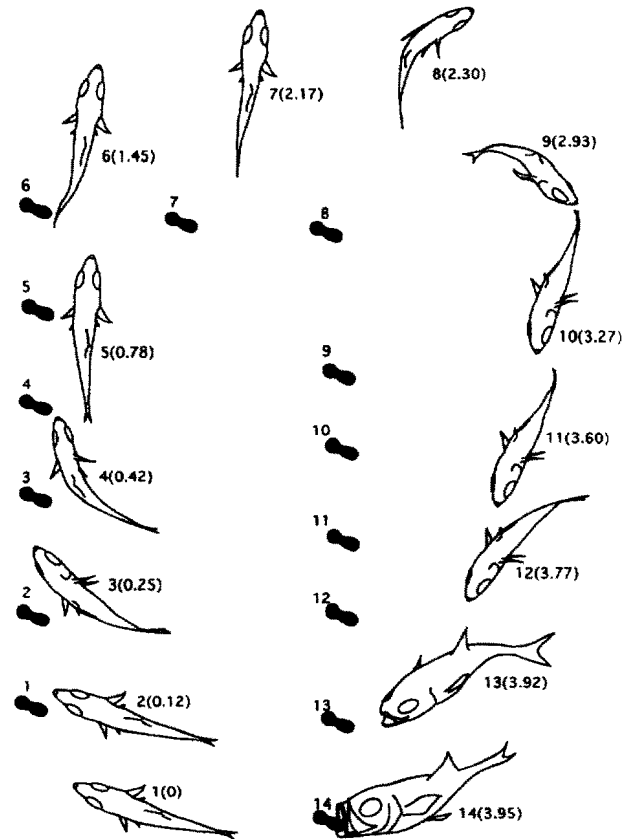


Fig.7 Tracings of selected motion pictures from a feeding sequence of an alfonsino (FL19 cm) and a cuttlefish as bait taken at 60 frames per second. Numbers in parentheses indicate elapsed time (sec.) from event after alfonsin sighted a bait.

なかった。

イカの切り身餌を摂餌する行動の内、最も多く観察された一つのタイプをFig.7に示した。経過時間の基準とした行動1では、水面近くに浮遊している餌より約60 cm下方をキンメダイは遊泳していた。0.25秒後（行動3）にキンメダイは、進行方向に対し右側に体を大きく曲げ餌の方に方向転換を始めた。0.42秒後（行動4）に、餌の下方を通り、そのまま行動7（2.17秒後）まで餌の下方を真っ直ぐ通り過ぎ、その後再び進行方向に対し右側に体を曲げ、方向転換を始めた。3.27秒後（行動10）には方向転換を終了し、両眼視界の中に餌を捕らえるようにやや頭を上方向に向け、浮上を開始した。3.77秒後（行動12）には摂餌のために口を開き出し、3.95秒後に餌は口の中に収まり、摂餌が終了した。

摂餌行動観察中、水槽内に水の流れはなく、餌として用いたイカの切り身はほとんど動かなかったことから、餌の位置を原点とし、キンメダイの吻端と生き餌の水平的な位置関係をFig.8に示した。摂餌行動を開始したこ

とを示すように行動 1 ~ 3 では餌の方に体を向け、餌の

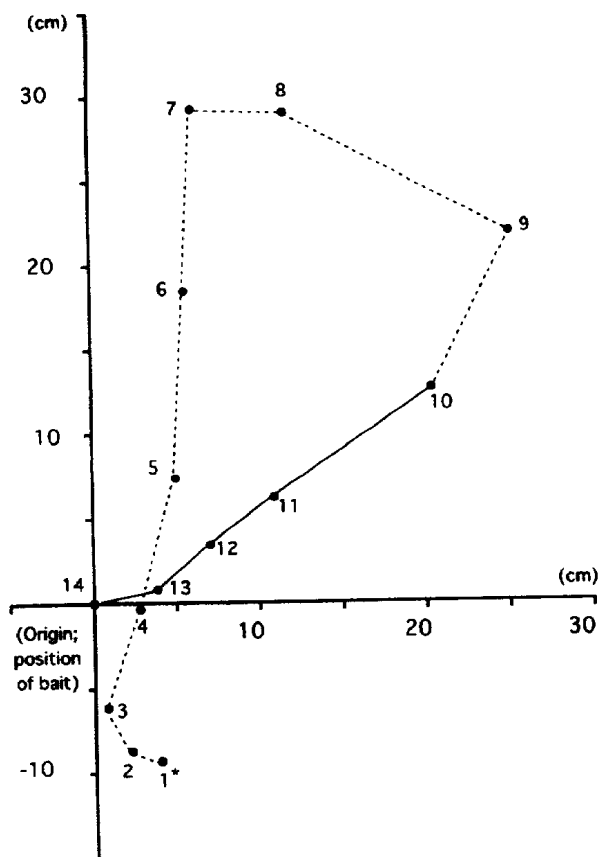


Fig.8 Relative positions of an alfonsino in the horizontal plane for a cuttlefish bait located on the origin. Solid and dotted lines indicate events during burst behavior and before the burst behavior, respectively.

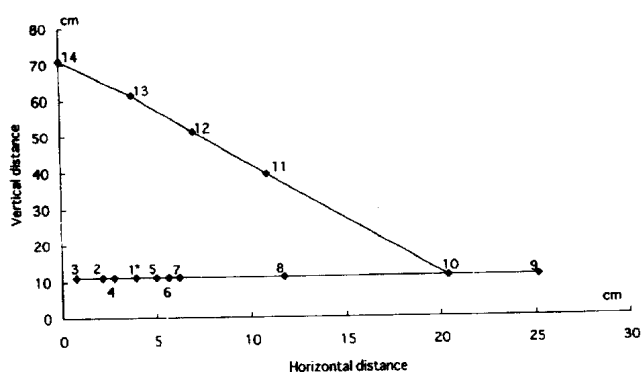


Fig.9 Relative positions of an alfonsino in the vertical plane for a cuttlefish bait. Points of Y axis indicate distance from the bottom of the rearing tank. Numbers indicate events illustrated in Fig.7

位置を確認するように行動 3 ~ 7 では体を反転させる位置まで餌の下方を直線的に通り返り、両眼視界の中に餌を捕らえるため行動 7 ~ 10 では反転行動を行っている。餌への突進行動である行動 10 ~ 14 の動きは直線的で、Fig.8の座標上でも行動 10 ~ 12 はほぼ直線上に位置している。餌を口に入れる直前の行動 13 の位置が行動 10 ~ 12 の直線上からやや外れているが、これは餌を口に入れる直前に頭を若干横に振るといった行動が観察されており、それが座標上に表れたものである。

イカの切り身に対する摂餌行動の鉛直方向の動きを Fig.9 に示した。突進行動前(行動 1 ~ 10)は、水槽の底から上方 11 cm の位置を水平方向にのみ移動しているとし、突進行動(行動 10 ~ 14)中は水槽の底から上方 11 cm に位置する行動 10 と、水槽の底から上方 71 cm の水面に位置する行動 12 の 2 点を結んだ直線上を移動するとし、その垂直位置を算出した。摂餌のための開口開始時

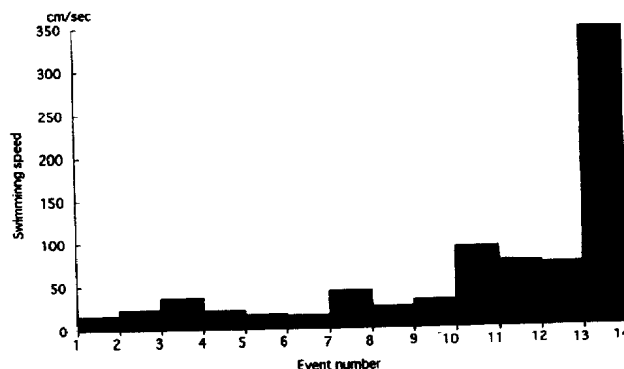


Fig.10 Swimming speed of an alfonsino from sighting a cuttlefish bait to strike taken from film analysis. Fig. 1 Location of sampling station.

の垂直距離は、突進行動前の位置から上方 40 cm の所で、これは餌と突進行動開始地点間との垂直距離の 67% の位置であった。この位置は、生き餌時に比べて 4 cm 高く、イカの切り身の方が生き餌よりも口を開ける地点が遅い。

摂餌行動の各行動に係った時間と、その間の遊泳速度を求めた。行動 1 ~ 10 の餌を発見してから突進行動に入るまで 3.27 秒かかり、この間の実際の移動距離は水平的な移動のみで 71.9 cm、よってこの間の平均遊泳速度は 22 cm/sec (1.2FL/sec) であった。次に、行動 10 ~ 14 の突進行動は、浮上開始後 0.5 秒して開口し、餌が口の中に入るまで 0.18 秒、計 0.68 秒係り、突進行動中の実際の移動距離は水平位置と垂直位置より求め 64.7 cm だった。よって、この間の平均遊泳速度は 95 cm/sec (5.0FL/sec) で、突進行動時の遊泳速度は、突進行動前の速度の 4.2 倍であった。

Table 2 The average swimming speed of *Alfonsino*.

	average (Minimum - Maximum)	
	upper (cm/sec.)	lower (FL/sec.)
cruising	9 (2-19)	
	0.5 (0.1-1.0)	
	live fish	cuttlefish bait
before burst	40 (23- 59)	22 (15- 43)
	2.1 (1.2- 3.1)	1.2 (1.8- 2.3)
burst	218 (131- 347)	95 (73- 346)
	11.5 (6.9-18.3)	5 (3.8-18.2)

行動 1 ~ 14 の各行動間の平均速度を求め、Fig. 10 に示した。4 秒弱の一連の摂餌行動の中にも、遊泳速度に波があり、速度の増加は直線的ではない。突進行動開始前の行動 1 ~ 9 の内、行動 3 ~ 4、7 ~ 8 の方向転換時にそれぞれ 36 cm/sec (1.9FL/sec)、43 cm/sec (2.3FL/sec)、一時速度が増加した。他は 15 ~ 24 cm/sec であった。突進行動を始めた直後の行動 10 ~ 11 の速度は 93 cm/sec (4.9FL/sec) となり、突進前の行動 1 ~ 9 の攻撃前の平均速度の 4.2 倍となった。その後、行動 12 ~ 13 で 73 cm/sec (3.8FL/sec) と速度が落ちるが、餌を口にする 0.03 秒前からの速度(行動 13 ~ 14)は 346 cm/sec (18.2FL/sec) で、突進行動前の平均速度の 15.7 倍になった。

平常時と摂餌行動時の遊泳速度 平常時と各餌を与えた時のキンメダイの遊泳速度を Table 2 に示した。突進行動前の平均遊泳速度は活き餌の場合 40 cm/sec (2.1FL/sec)、切り身餌の場合 22 cm/sec (1.2FL/sec) で、平常時の平均遊泳速度 9 cm/sec (0.5FL/sec) より速かった。このことより、観察した突進行動前の遊泳行動は、餌を意識した行動(摂餌行動)の一部であると考えられる。また、突進行動時の遊泳速度も、活き餌の場合 218 cm/sec (11.5FL/sec)、切り身餌の場合 95 cm/sec (5.0FL/sec) で、活き餌に対する遊泳速度の方が切り身餌に対するより 2.3 倍速かった。突進行動の内、餌を口に入れる直前の 0.03 秒間の速度は、活き餌の場合 347 cm/sec (18.3FL/sec)、切り身餌の場合 346 cm/sec (18.2FL/sec) と同じで、観察された摂餌行動の中で最も速い遊泳速度であった。

考 察

釣漁業は一般に構造が簡単で、小規模であるため漁獲量は少なくとも漁業として成立する特徴があるが、対象となる魚毎に漁具、漁法、飼料が異なり巧みな技術を必要とする(宮崎、1962⁷⁾)。キンメダイ等の底魚は、一本の長い釣糸に釣鉤と錘とを用いる一本釣り具のうち手釣

具で主に漁獲される(増沢他、1975⁵⁾)。手釣では、各魚種により鉤に掛かった時の引きやその合わせ方、遊泳層、餌の好み等が異なるため、主対象となる魚の摂餌行動や摂餌感覚について漁業者は大変関心を持っている(宮崎、1962⁷⁾)。

餌にはなま餌と擬餌があり、なま餌にも活き餌と切り身がある。一般に、どの魚でも活き餌を用いると良く漁獲されることは知られているが、活き餌の場合、餌の持ちが悪いことと入手が困難なことから、漁業者は切り身餌を代用してきた。本県の漁業者はキンメダイを釣るのに、主にイカの切り身を餌として用いている。漁業者は今までに、いろいろな魚の身を用いたり、イカの切り身に着色したり、発光体を用いるなど、餌の種類や形などの工夫をしてきたが、漁獲量の増加には至っていない。更に工夫するためにキンメダイの摂餌行動の解明が必要であるが、水深 200 ~ 900 m で漁獲されるキンメダイが餌をどのように認知し、摂餌しているかを確認することは今までできなかった。

本報の摂餌行動観察結果から、キンメダイは目で餌を認識し、距離感を得、ねらいを定めて摂餌していることが確認された。活き餌では、餌の金魚の動きに合わせた追従行動が見られ、イカの切り身では対象を何度も確認するような行動が見られた。また、活き餌でも切り身餌でも餌の確認から摂餌に至るまで、キンメダイは餌の下方に位置し、自分の眼の位置より下にあるものには反応しなかったことから、キンメダイは斜め上方に位置する餌を確認しており、斜め上方に視界があることが推察された。これらの行動は、キンメダイの眼が、高度な遠近調節能力を持ち、反射板を備え、光の少ない世界でも視覚により餌を捕獲する目の構造を持っており、視軸方向が斜め上方にあるとする知見(Kikuchi et al, 1994⁶⁾)を裏付けている。

また、本報ではキンメダイが餌を確認し摂餌するまでの遊泳速度等を算出した。魚の遊泳能力を考える上で大切な要素である遊泳速度は、いろいろな測定方法が検討され、多くの研究者が報告しているが、遊泳速度測定の際の時間が研究者により異なり、厳密には各研究者の測定値を比較することはできない(塚本・梶原、1973⁸⁾)。実的な面を考えて、Blaxter (1967)⁹⁾は、数秒間だけ持続できる高速遊泳の速度である突進速度の計測時間は、1 ~ 数秒間持続する速度と定義して測定するのがよいとしている。突進速度は、多くの魚種で 10BL/sec 前後、サケ科やサバ科の魚種は 10BL/sec 以上(塚本・梶原、1973⁸⁾)、ブリで 18.3BL/sec、マアジで 18.9BL/sec、イシダイで 13.0BL/sec (海洋生物研究所、1993¹⁰⁾)と報告されている。本報告では、全体として 1 秒未満の行動を対象にし遊泳速度を求め、かつ体長ではなく尾叉長の倍数で速度を表しているため、他の報告の突進速度と

直接比較することはできない。しかし、外敵からの瞬間的逃避や捕食、急流の遡上で観察される速度は、突進速度に近いといわれている(塚本・梶原, 1973⁷⁾)。これらのことから、本調査で観察された、餌を口に含む直前の遊泳速度 18FL/sec は、餌の種類・状態によらず一定でかつ摂餌行動の中で最も速かったことから、キンメダイの突進速度と推定された。これは、ブリと同程度の突進速度であった。

餌の存在は魚の視覚、臭覚、味覚、聴覚等により認識され、また、餌の認識は対象の遊泳速度が影響することを、田村(1952)¹¹⁾がスズキ幼魚の摂餌感覚実験で報告している。本報の結果から、キンメダイの摂餌行動は、生き餌の方がイカの切り身餌の時よりも、餌を発見してから摂餌するまでの時間が短く、突進遊泳速度も速いことが解った。これらの結果は、キンメダイが主に視覚によって餌を認識摂餌し、また、生き餌の方が摂餌され易いという既存の知見とも一致している。

以上のことから、イカの切り身を餌として常用している本県のキンメダイ釣では、生きていた餌のようにイカの切り身を動かす工夫をすることにより、さらに魚群の斜め上方に餌を配置することによって、キンメダイの漁獲の増加が期待される。

謝 辞

飼育魚の漁獲にご協力いただいた、みうら漁業協同組合所属の新倉清氏(清栄丸)及び高梨文雄氏(高文丸)に、また飼育水槽および周囲の暗幕作成にお手伝いいただいた栽培漁業センターの皆様から心から御礼申し上げます。英文要旨を御校閲頂いた、海洋科学技術センターの Dhugal J. Lindsay 研究員に感謝申し上げます。

引用文献

- 1) 神奈川県農林統計協会(1997): 神奈川県農林水産統計年報(水産業編)。
- 2) Hunter, J.R. (1972): Swimming and feeding behavior of larval anchovy *Engraulis mordax*, *Fish. Bull.*, 70(3), 821-838.
- 3) Lasker, R., H.M. Feder, G.H. Theilacker and R.C. May (1970): Feeding, growth and survival of *Engraulis mordax* larvae reared in the laboratory, *Mar. Biol. (Berl.)*, 5, 84-87.
- 4) 太平洋中ブロック神奈川県(1992): 平成3年度資源管理型漁業推進総合対策事業報告書。
- 5) 増沢寿・倉田洋二・大西慶一(1975): キンメダイその他底魚類の資源生態、水産研究叢書、28、23。
- 6) Kikuchi, K., M. Asai, Y. Kuboshima, I. Mitani, T. Takizawa, M. Okiyama and H. Somiya (1994): Visual accommodation system in the eyes of a berycid deep-sea fish *Beryx spalendens*, *Fish. Sci.*, 60(6), 691-694.
- 7) 宮崎千博(1962): 沿岸近海漁業、水産学全集3、恒星社厚生閣、東京、276-331。
- 8) 塚本勝巳・梶原武(1973): 魚類の遊泳速度と遊泳能力、水産土木、10(1)、31-36。
- 9) Blaxter, J.H.S. (1967): Swimming speed of fish, *F. A. O. Conf. Fish Behav. Relation Fish. Tech. Tactics*, Bergen, Norway, *Rev. Pap.*, 3, 1-32.
- 10) 財団法人海洋生物環境研究所(1993): 海産魚類3種の遊泳能力と水温、海生研リーフレット、7、1-16。
- 11) 田村保(1952): スズキ幼魚の撮餌感覚、日本水産学会誌、17(10)、206-300。