

熊野灘におけるムツの食性

木村清志・井上慎吾・鈴木 清

三重大学水産学部

Feeding Habit of *Scombrops boops* (Pisces: Scombroidae) in Kumano-nada, Central Japan

Seishi KIMURA, Shingo INOUE and Kiyoshi SUZUKI

Faculty of Fisheries, Mie University

The present report deals with the feeding habit of *Scombrops boops* (Pisces: Scombroidae), with particular reference to sequential changes of species composition of prey animals, relative quantity of food, and size of prey with growth of the predator, based on 577 individuals taken from coastal areas of Kumano-nada, Mie Prefecture, from March 1978 to December 1980.

The juveniles to 40 mm in standard length fed mainly on planktonic crustaceans, *e.g.* copepods and larvae of decapods. The size of prey for the juveniles was much smaller than that of the predator. As the fish grew between 40 and 50 mm in length, its main food converted into clupeoid larvae (white bait) from planktonic crustaceans. The size of prey and feeding activity increased abruptly and discontinuously due to the conversion of prey. Clupeoid larvae played an important role as intermediate prey animal between planktonic crustaceans and fishes. In the fish above 50 mm in length, it became a typical fish-eater, and its major food was converted to young and adult clupeoid fishes *e.g.* *Spratelloides gracilis*, *Etrumeus teres*, *Engraulis japonicus*, and *Sardinops melanostictus*. As the predator grew above 180 mm in length, weight percentage of clupeoid fishes in the stomach content of the predator was reduced, and that of other fishes, *e.g.* apogonids, was increased. The intense feeding activity appeared in the size classes between 50 and 70 mm in length, then the activity decreased with growth of the predator. Maximum size of prey animals became larger with growth of the predator, but a_{max} ($=PL_{max}/L$; L , length of predator; PL_{max} , maximum size of prey) was declined with growth in the size classes larger than about 70 mm in length.

Keywords; feeding habit, *Scombrops boops*

ムツは東北地方から九州、沖縄地方にかけて分布する魚類で、幼魚・若魚は沿岸の浅所に棲息するが、成長にともなって深所に移動する。熊野灘沿岸では、幼魚から未成魚の個体がほぼ周年にわたって、定置網でかなり大量に漁獲され、市場に供給されている。成魚は主に沖合の一本釣によって漁獲されているが、その量は幼魚・未成魚に比べて少ないようである。

ムツの食性については、現在までにSUYEHIRO(1942), YASUDA(1960a, 1960b), 横田ほか(1961)の報告が知られているが、これらはかなり断片的なもので、詳細な検討はなされていない。

著者らは稚魚期から未成魚期のムツの胃内容物調査を行った結果、餌料生物種組成や摂餌量および餌料生物の大きさが成長によって変化することについての知見を得たので報告する。

材料と実験方法

本研究に用いた材料は、1978年3月から1980年12月までの期間に、三重県熊野灘沿岸（志摩町、浜島町、御浜町）で、定置網（体長30～250mm前後）、一本釣や刺網（体長250mm）、以上、小型ビームトロールや集魚灯（体長40mm以下）で漁獲された577個体である。

材料は採集後ただちに10%ホルマリン水溶液で固定した後、体長（標準体長）や体重の測定を行い、消化管を摘出した。各個体について胃内容物重量を秤量した後、餌料生物の種査定を行い、各生物種ごとの容積百分率を目測で判断した。各生物種の重量は、この容積百分率と胃内容物重量との積で表わした。胃中に鱗のみが出現した場合は、堀田・小達（1956）や木村（1981）にしたがって、空胃として処理した。

餌料生物のうち魚類と甲殻類については、可能な限り体長（魚類では標準体長、甲殻類では全長）を測定した。また、消化が進み、体長を測定できなかった魚類は、多々良ほか（1962）や著者らが求めた復原式（Table 1）にしたがって、椎体長から体長を推定した。

Table 1. Relations between the first caudal vertebra VL (mm) and standard length L (mm).

Species	Formula	Range of L
<i>Spratelloides gracilis</i>	$L=52.6VL+7.50$	26.8~83.0
<i>Sardinops melanostictus</i>	$L=61.4VL+0.46$	25.0~128.6
<i>Allanetta bleekeri</i>	$L=52.5VL+2.40$	25.2~96.4
<i>Scomber japonicus</i>	$L=36.7VL+7.09$	44.0~175.4

結 果

成長にともなう餌料動物種組成の変化

ムツの餌料生物はすべて動物で、植物は出現しなかった。餌料動物をイワシ類（シラス期仔魚を除く）、イワシ類シラス期仔魚、イワシ類以外の魚類、査定不能魚類、甲殻類、その他の動物の6群に分け、その重量比の成長にともなう変化をみると Fig. 1 のようになる。体長40mm以下の稚魚は甲殻類のみを捕食している。体長40～50mmになると魚類を捕食し始め、餌料中の魚類の割合は急激に増加し、食性の変化が認められる。体長50mm以上になると、餌料の90%以上が魚類で占められ、典型的な魚食性を示すようになる。

餌料魚類のうち、イワシ類はシラス期仔魚を含めて非常に多く捕食され、体長180mm以下のムツでは、餌料魚類の80%以上を占めている。しかし、体長140mm前後から、イワシ類の割合は減

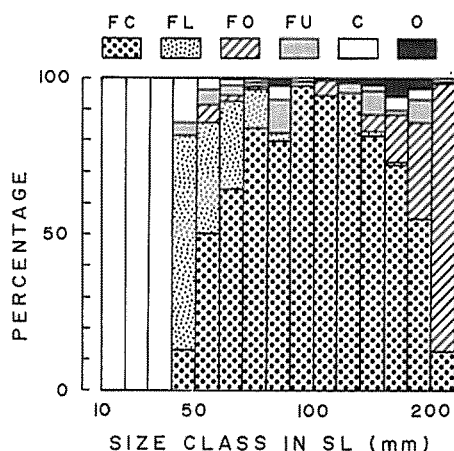


Fig. 1. Relative abundance of prey animals in weight by size class. FC, clupeoid fishes; FL, clupeoid larvae (white bait) ; FO, fishes except clupeoids ; FU, unidentified fishes; C, crustaceans; O, other animals.

少し始め、成長にともなって、この割合は低下する。イワシ類シラス期仔魚は、ムツの体長40~50 mmの範囲で最も多く捕食され、その後、成長にともなって減少し、体長90mm以上になると、ほとんど捕食されなくなる。

餌料動物種組成を頻度法 (HYNES 1950) で表わすと Table 2 のようになる。甲殻類では、体長40mmまでは、橈脚類などのプランクトン甲殻類が多く、それ以上の体長になると、アミ類や端脚類、十脚類などの比較的大型の甲殻類が多くなる。魚類では、ウルメイワシ、キビナゴ、マイワシ、カタクチイワシが多く、このうちでは、キビナゴが最も多く捕食されている。マイワシは主に体長100mm以上のムツに、カタクチイワシは体長80mm以下のムツに多く捕食されている。その他の魚類ではトウゴロイワシ類、テンジクダイ類、マアジ、マサバが比較的多く捕食されている。その他の動物では、多毛類やイカ類が出現し、これらは主に体長60mm以上のムツに捕食されている。

成長にともなう摂餌量の変化 各個体ごとに摂餌量指数 f ($f = (SCW / (W - SCW)) \times 100$; SCW, 胃内容物重量; W, 体重) (横田ほか 1961, 林・山口 1962) を求め、これと体長との関係を Fig. 2 に表わした。

摂餌量指数の上限値は、体長40mmまでは小さく、体長40~50mmになると急激に大きくなり、体長70mm前後でピークに達する。その後、この上限値は成長にともなって、徐々に減少する。

餌料動物の大きさ ムツの体長と餌料動物の体長との関係は Fig. 3 のようになる。

ムツの成長にともなって、餌料動物の体長は増大する。体長40mmまでのムツでは、餌料動物の体長は小さく、 α ($\alpha = PL/L$; PL, 餌料動物体長; L, 捕食者体長) (林・山口 1962) も非常に小さな値を示している。また、この体長範囲では成長にともなう α の増加が認められる。ムツの体長が40~50mmになると、魚類を捕食し始めるために、餌料動物の体長は不連続的に大きくなり、 α の上限値も非常に大きな値を示すようになる。体長50mm以上のムツでは、成長にともなって餌料動物の体長は大きくなるが、 α 値は逆に小さくなる。この体長範囲での上限値は、魚類の場合0.4~0.9、甲殻類では0.1~0.3、下限値は魚類で約0.2、甲殻類で0.01以下である。

Table 2. Relative abundance of prey animals represented by occurrence method in each size class. c, $f > 50\%$; +, $10 < f \leq 50\%$; r, $0 < f \leq 10\%$; -, $f = 0\%$; f; percentage occurrence of fish feeding each prey animal.

Prey animals	Size class in standard length (mm)														
	10 20	20 30	30 40	40 50	50 60	60 70	70 80	80 90	90 100	100 120	120 140	140 160	160 180	180 200	200
POLYCHAETA															
Unidentified Polychaeta	-	-	-	-	-	r	r	-	-	-	r	-	r	r	-
CEPHALOPODA															
Unidentified Decapoda	-	-	-	-	-	r	r	r	-	-	r	r	+	r	-
CRUSTACEA															
<i>Calanus sinicus</i>	-	c	c	r	-	-	-	-	-	-	-	r	-	-	-
<i>Eucalanus attenuatus</i>	-	+	c	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Oncaea venusta</i>	-	+	-	-	-	r	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Harpacticus</i> sp.	-	c	-	-	-	-	r	-	-	-	-	-	-	-	-
Unidentified Copepoda	+	+	-	-	r	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Rhopalophthalmus orientalis</i>	-	-	-	r	-	-	r	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Proneomysis eriopedes</i>	-	-	-	-	-	r	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Unidentified Mysidacea	-	+	-	r	-	r	-	r	r	-	-	-	r	r	-
<i>Aega dofreini</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	r	-	-
<i>Amperisca brevicornis</i>	-	-	-	-	-	r	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Liljeborgia japonica</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	r	-	-
<i>Pontogeneia rostrata</i>	-	-	-	r	-	-	-	-	-	-	-	-	r	-	-
<i>Macra seratipalma</i>	-	-	-	-	-	r	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Jassa falcata</i>	-	-	-	r	-	-	-	-	-	-	-	r	-	-	-
<i>Erithonius pugnax</i>	-	-	-	-	-	r	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cerapus tubularis</i>	-	-	-	-	-	r	r	-	-	-	-	-	-	-	-
Unidentified Gammaridae	-	-	-	-	-	r	r	-	-	-	-	-	r	r	-
<i>Caprella acutifrons</i>	-	-	-	-	+	r	r	-	-	-	-	-	-	r	-
<i>C. aeguilibra</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	r	-	-	-	-	-	-
<i>C. sinica</i>	-	-	-	-	r	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Unidentified Caprellidae	-	-	-	-	-	r	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Unidentified Natantia	-	-	-	r	-	r	r	r	r	-	-	r	+	r	r
Unidentified Brachyura	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	r	-	-

(to be continued)

Table 2. (Continued)

Prey animals	Size class in standard length (mm)															
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	120	140	160	180	200	
	20	30	40	50	60	70	80	90	100	120	140	160	180	200		
Copepodid larvae	+	c	-	r	-	r	r	-	-	-	-	-	-	-	-	
Mysis and zoea larvae	+	c	-	r	r	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Megalopa larvae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	r	r	
PISCES																
<i>Etrumeus teres</i>	-	-	-	+	+	+	r	r	r	r	r	+	r	+	r	
<i>Spratelloides gracilis</i>	-	-	-	+	+	+	+	c	c	c	+	+	+	+	+	
<i>Sardinops melanostictus</i>	-	-	-	-	-	r	-	-	-	+	+	+	-	r	-	
<i>Engraulis japonicus</i>	-	-	-	r	r	+	+	+	r	r	r	r	r	-	-	
Unidentified Clupeioidi	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	r	+	+	+	+	
Unidentified Exocoetidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	r	-	-	
<i>Macrorhamphosus japonicus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	r	r	-	
<i>Allanetta bleekeri</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	r	-	-	r	-	-	
Unidentified Atherinidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	r	-	r	r	-	-	
<i>Mugil cephalus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	r	
<i>Apogon semilineatus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	r	r	-	c	
Unidentified Apogonidae	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	r	r	r	-	
<i>Parapristipoma trilineatum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	r	-	-	-	-	-	
<i>Trachurus japonicus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	r	r	+	r	
<i>Leiognathus rivulatus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	r	-	-	-	-	-	
<i>Scomber japonicus</i>	-	-	-	-	-	-	r	-	-	-	-	-	-	+	-	
Unidentified Gobiidae	-	-	-	-	r	r	-	-	-	-	-	-	r	-	-	
<i>Sebastes inermis</i>	-	-	-	-	-	-	r	-	-	-	-	-	-	-	-	
Unidentified Osteichthyes	-	-	-	r	+	r	r	r	+	r	+	+	r	+	+	

各餌料魚類について、 α の平均値と範囲を求めた (Table 3)。イワシ類は他の魚類に比較して α が大きい。イワシ類以外示では、トウゴロウイワシやボラが比較的大きい値をしている。

考 察

体長3~5mmの後期仔魚期のムツの餌料は、nauplius 幼生、copepodid 幼生および橈脚類などであるとされている (横田ほか1961)。このことから、後期仔魚期から体長40mmまでの稚魚期の間は、成長にともなって徐々に大きな餌料を捕食するようになるが、顕著な食性の変化は起こらず、餌料は小形のプランクトン甲殻類であると考えられる。体長40~50mmになると、イワシ類シラス期仔魚を多量に捕食するようになり、食性は大きく変化する。この変化は最首 (1963) の第1次食性分化に相当するもので、これによってムツはプランクトン食性から魚食性になり、餌料の栄養水準は1段高くなる。この体長になって初めて魚類を捕食できるようになったのは、棲息空間に大きな変化はないと考えられることから、ムツの体制が発達し、運動力がイワシ類シラスの遊泳速

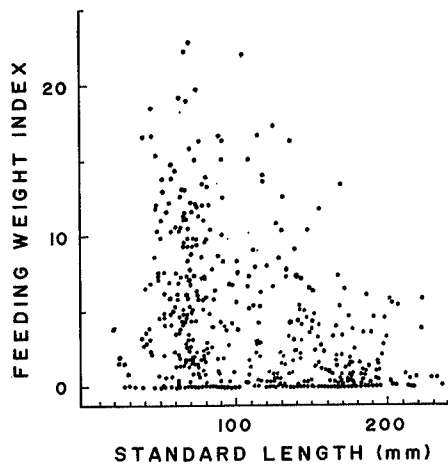


Fig. 2. Relationship between feeding weight index f and standard length. $f = (\text{SCW} / (\text{W} - \text{SCW})) \times 100$; SCW, weight of stomach contents; W, body weight.

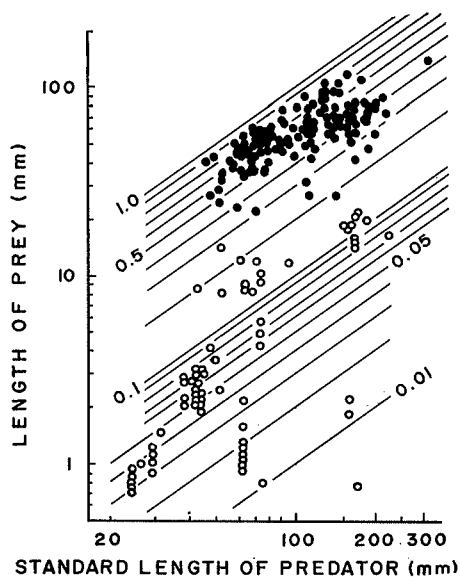


Fig. 3. Relationship between standard length of predator PL and length of prey L. Open circles, crustaceans (total length); solid circles, fishes (standard length). Oblique parallel lines indicate the value of α . $\alpha = \text{PL}/\text{L}$.

Table 3. Mean values and ranges of α for prey fishes.

Species	Mean	Range
<i>Etrumeus teres</i>	0.66	0.41—0.88
<i>Spratelloides gracilis</i>	0.57	0.26—0.88
<i>Sardinops melanostictus</i>	0.56	0.35—0.76
<i>Engraulis japonicus</i>	0.59	0.40—0.84
<i>Macrorhamphosus japonicus</i>	0.18	0.12—0.24
<i>Allanetta bleekeri</i>	0.40	0.31—0.47
<i>Mugil cephalus</i>	0.42	
<i>Apogon semilineatus</i>	0.38	0.32—0.40
<i>Parapristipoma trilineatum</i>	0.24	
<i>Trachurus japonicus</i>	0.31	0.19—0.49
<i>Leiognathus rivulatus</i>	0.29	
<i>Scomber japonicus</i>	0.37	0.34—0.40
<i>Sebastes inermis</i>	0.33	

度よりも優るようになった結果であると考えられる。体長50mm以上になると、イワシ類シラスは減少し、キビナゴを主としたイワシ類の幼魚・未成魚を捕食する割合が増加し、餌料の栄養水準はさらに高くなっていく。ムツの体長80~100mmを境にして、それ以下ではカタクチイワシが、それ以上ではマイワシが多くなるが、これはこの両種の大きさの違いによるものであろう。このように、体長40~80mmの範囲では、シラス期仔魚を含めて、イワシ類が圧倒的に多く捕食され、YASUDA (1960 a) が述べたとおり、ムツは sardine predator であるといえる。体長180mm以上になると、イワシ類を捕食する割合が減少する。これは、ムツが成長するにともなって徐々に深所に移動するにしたがい、イワシ類との棲息空間の重なりが少なくなり、両者の遭遇率が減少するためではないかと考えられる。SUYEHIRO (1942) は体長42.5~59.9cmのムツの胃内容物としてハダカイワシ類、ヨコエソ類、深海性エビ類を報告している。したがって、深所に移動したムツ成魚は深海性魚類を餌料とすると考えられる。

以上のように、ムツは体制の発達とそれによる運動力の増大、および棲息空間の変化にともなうて、その主餌料をプランクトン甲殻類→イワシ類シラス→イワシ類→深海性魚類という順に変化させ、餌料の栄養水準を高めていく。

プランクトン甲殻類から魚類に食性が変化する際に、イワシ類シラスが多く捕食されることはブリでも認められる(安楽・畔田1965)。イワシ類シラスは生態的には動物プランクトンの一つで、運動力も弱く、また体は細長く滑らかであるため、未だ遊泳力が弱い魚食開始期の幼稚魚にとって、非常に捕食し易い餌料であると考えられる。潜水時の観察では、イワシ類シラスの体はほぼ透明であるが、虹彩は金色でよく目立ち、あたかもプランクトン甲殻類のようであった。このようなことから、第1次食性分化で魚食性に移行する魚類は、それまでプランクトンを発見していたのと同様に、イワシ類シラスの眼を発見し、これを捕食するのであろうと考える。このように、イワシ類シラスは発見・捕食が容易なこと、大量に存在すること、甲殻類に比べて餌料の転換率がよいこと(HATANAKA *et al.* 1957) などから、プランクトンと魚類との中間的餌料として、重要な役割を演じていると考える。

プランクトン甲殻類から魚類への質的な変化がおこると、摂餌量が急増し、量的にも大きな変化がおこる。このような現象はブリでもみられる(安楽・畔田1965)。このように、魚食性に移行すると餌料転換効率のよい魚類を多食するようになるため、捕食魚が急速に成長することが知られている(安楽・畔田1965)。また、このことは「海産硬骨魚は魚食性を備えることによって成長を早め」という河井(1978)の推論を個体発生のみからも支持することになる。

一般に魚類の胃内容物組成は摂餌環境内に存在する餌料となりうる生物の種組成を反映している。したがって、同一魚種であっても調査年月や海域によって胃内容物組成に差がみられることがある(三谷1958 a, 林・山口1962, 安楽・畔田1965)。横田ほか(1961)は1957年に日向灘で体長50~140mmのムツについて調査し、その主餌料はハゼ類、カタクチイワシ、マアジで、体長80mm以上になるとマアジを選択的に捕食すると報告した。この結果と本研究の結果とはある程度の相違がみられるが、これも餌料魚種、特にイワシ類とマアジの当時と最近の資源量の違いに基づくものであろう。

捕食者の大きさに対する相対的な摂餌量が成長にともなうて減少することは多くの魚類で知られている(堀田・小達1956, 三谷1958 b, YASUDA 1960 a, 工藤・通山1963, 谷口・西川1980)。この理由として、若齢魚は高齢魚に比較して成長が早く、より多くのエネルギーを必要とするためであると説明されている(三谷1958 b)。これに対して、YASUDA (1960 a) はムツやブリ、マサバ、

アカカマスは成長にともなう摂餌量指数の減少は明瞭でないとして述べているが、本研究で調べた限り、ムツの摂餌量指数は体長70mm以上の範囲で明らかに減少している。

α の最大値が餌料となる魚種で異なるのは、餌の大きさを規定する要因が体長ではなく、体高や体幅であることを示している(YASUDA 1960, 横田ほか1961)。したがって、被食魚の α の最大値は体高の低い魚種で大きく、体高の高い魚種や強い棘をもつ魚種では小さくなる。

被食魚の α の最大値が大きい魚種は自体長と大差ない大きさの捕食魚にも喰われることを示し、逆に α の最大値が小さい魚種は捕食魚との体長差が大きくなると喰われないことを示している。すなわち、被食魚にとって α の最大値は喰われ易さを示す指数の一つと考えられる。したがって、強大な棘などが優れた防禦機構である(IVLEV 1965)と同様、体高が高い側扁した体型はそれ自体が防禦機構の一つであると考えられる。

要 約

1978年3月から1980年12月までの期間に熊野灘沿岸で採集したムツ577個体を供試材料として使用し、この海域における本種の食性、特に餌料生物種組成、摂餌量および餌料生物の大きさの成長にともなう変化について検討した。その結果、次のような知見が得られた。

体長40mmまでの稚魚は、橈脚類や十脚類の幼生などを主食とした動物プランクトン食性である。この時期は、餌料の大きさは小さく、摂餌量指数も低い。体長40~50mmになると、主餌料はイワシ類シラス期仔魚になり、食性が大きく変化する。この食性変化によって、餌料の大きさや摂餌量指数は急激に大きくなる。体長50mm以上になると、ムツはほぼ完全な魚食性となり、体長180mm前後まではキビナゴを主としたイワシ類を主食にしている。体長180mm以上になると、イワシ類を捕食する割合は減少し、ネンブツダイなどが増加する。摂餌量指数の上限値は体長70mm前後でピークに達し、その後ムツの成長にともなって減少する。餌料生物の大きさの上限値は、ムツの成長にともなって増大し続けるが、捕食者の体長に対する相対値 α はムツの体長70mm前後で極大になり、その後低下する。

終りに、貴重な御助言をにわり、また本文を御校閲していただいた京都大学農学部教授岩井保博士、および甲殻類の種査定について御指導いただいた本学水産学部関口秀夫博士に厚く御礼申し上げる。また、餌料生物の査定に御援助いただいた三重県志摩町和具の木村文子氏、材料の採集に御協力いただいた志摩町片田の片田定置漁業協同組合、同町和具の大口秀和氏、和具定置漁業協同組合に深く感謝する。なお、本研究の一部は昭和56年度文部省科学研究費補助金(奨励研究(A))によった。記して謝意を表す。

文 献

- 安樂正照・畔田正格, 1965. 流れ藻に付随するブリ稚仔魚の食性. 西水研報, (33): 13-45.
 HATANAKA, M., K. SEKINO, M. TAKAHASHI and T. ICHIMURA, 1957. Growth and food consumption in young mackerel, *Pneumatophorus japonicus* (HOULTUNN). *Tohoku J. Agr. Res.*, 7(4): 351-368.
 林知夫・山口義明, 1962. 魚食性底魚類の食性に関する研究. 内海水研報, (15): 51-113.
 堀田秀之・小達和子, 196. サンマの食餌構成とその摂餌行動に就いて, 東北水研報, (7): 60-69.
 HYNES, H. B. N., 1950. The food of fresh-water sticklebacks (*Gasterosteus aculeatus* and *Pygosteus pungitius*), with a review of method used in studies of the food of fishes. *J. Anim. Ecol.*, 19: 36-58.
 IVLEV, V. G., 1965. 魚類の栄養生態学 (児玉康雄・吉原友吉 訳). たたら書房, 米子, 1-261.

- 河井智康 1978. 資源解析のための魚類の比較生物学的研究 — II. 魚類の食性に関する統計的考察. 東水研報, (96) : 75-87.
- 木村清志, 1981. 熊野灘におけるイサキの食性・日水誌, 47(12) : 1551--1558.
- 工藤晋二・通山正弘, 1963. マエソ *Saurida undosquamis*, の食性について. 南海水研報, (19) : 1-17.
- 三谷文夫, 1958 a. 胃の内容物から見たブリの食性— I 食餌構成種とその季節的变化. 日水誌, 24(3) : 176-181.
- , 1958 b. 胃の内容物から見たブリの食性— 2. 摂餌活動の日週変化および成長に伴う摂餌率の変化. 同誌, 24(3) : 182-185.
- 最首光三, 1963. 黄海・東シナ海における底棲魚類の空間占拠関係—競争と捕食について. 西水研報, (26) : 1-164.
- SUYEHIRO, Y., 1942. A study on the digestive system and feeding habits of fish. *Japan. J. Zool.*, 10(1) : 1-303.
- 谷口順彦・西川仁, 1980. 土佐湾産ニベの食性に関する研究, 高知大海生研報, (2) : 49-58.
- 多々良薫・山口義昭・林知夫, 1962. 脊椎骨椎体長による体長体重復原のための研究. 内海水研報, (16) : 199-228.
- YASUDA, F., 1960a. The types of food habits of fishes assured by stomach contents examination. *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.*, 26(7) : 653-662.
- , 1960 b. The feeding mechanism in some carnivorous fishes. *Rec. Oceanogr. Works Japan*, 5 (2) : 153-160.
- 横田滝雄・通山正弘・金井富久子・野村星二, 1961. 魚類の食性の研究. 南海水研報, (14) : 1-234.