

写真画像計測を応用した漁獲物体長測定汎用法 —日本海西部海域産キダイの銘柄別体長組成推定への応用—

今井千文^{1*}, 山本圭介²

An advanced method for measuring the body length of landed fish using an image analysing technique

—An application to estimating body length composition for each commercial size class of yellow sea bream *Dentex tumifrons* from western waters of the Sea of Japan—

Chifumi Imai^{1*} and Keisuke Yamamoto²

An advanced method for measuring the body length of landed fish in polystyrene containers using an image analysing technique, is proposed. The method was applied to fork length (FL) measurements of yellow sea bream *Dentex tumifrons*, landed at Shimonoseki Port fish wholesale market. The estimated measurement, FL_e was taken from two measurement lines. Applying FL_e , the measurement accuracy increased significantly on individuals of $FL < 20\text{cm}$. For individuals of $FL < 17\text{cm}$, FL_e was insufficiently accurate, because the fish were not all aligned parallel to the long sides of the container (expressed as "inclination"). Two correcting functions, $FL_{e1} = FL_e (0.902 + 0.0859I)$ ($I < 1.1$) and $FL_{e2} = FL_e (0.581 + 0.426I)$ ($I \geq 1.1$) were taken using an index of fish inclination I . Market surveys were carried out ten times from 1998 to 2002. In total, FL_e were measured on 2938 individuals from 367 images. The mean FL (\overline{FL}_N) for each size class N (Number of individuals putting in a container) was closely simulated by an allometry function, $\overline{FL}_N = 67.1N^{-0.38}$. Using the von Bertalanffy growth model, monthly age-size class key was constructed for ages one to six or more. The catch number at age can be determined using the key and monthly catch number for each size class.

age, *Dentex tumifrons*, image analysing technique, von Bertalanffy growth model, yellow sea bream

緒 言

産地市場における魚類漁獲物は、多くの場合、船上または港において魚体サイズ毎に選別した上(銘柄区分)、木箱または発泡スチロール箱に詰めて競売にかけられる。このため、水揚げ記録から日別銘柄別漁獲箱数が得られ、銘柄毎の体長組成が得られれば、精度の高い漁獲物体長組成が得られ、資源解析を実施する上の重要な基礎資料となる。

しかし、市場の漁獲銘柄は多岐にわたるため、全銘柄について十分量の標本を購入して測定するには多大な予算が

必要になる。また、市場において漁獲物を測定する例もあるが、このためには、箱から取り出して、測定した後、箱に並べ直さなければならない。鮮度低下の原因になりかねず、市場関係者の理解を得にくい。さらに、水揚げから競売までの短時間に測定できる個体数は限定されてしまう。そこで、著者らは水揚げされたムシガレイについて、箱詰め状態のまま写真撮影した画像を画像計測ソフトウェアにより計測する方法を開発し、銘柄別全長組成推定に実用上問題がないことを確認した。¹⁾

山口県下関漁港には2006年現在、農林水産大臣指定漁業である2隻曳沖合底曳網漁船が13ヶ続在籍し、対馬周辺を

2006年8月30日受付, Received August 30, 2006.

1 水産大学校海洋生産管理学科 (Department of Fisheries Science and Technology, National Fisheries University)

2 水産総合研究センター西海区水産研究所 (Seikai National Fisheries Research Institute, Fisheries Research Agency)

* 別刷り請求先 (corresponding author): cimai@fish-n.ac.jp

中心とする日本海西部海域を漁場とする。同漁業ではカレイ類以外にも非常に種類の底魚類が漁獲され、マダイ、キダイなどのタイ類、アカムツ、キアコウ、マアナゴなどが主要種となっている。なかでもキダイ *Dentex tumifrons* の年間漁獲量は1000トン前後で推移し、単一種では最大である。キダイを初めとする体幅のやや大きい魚種では基本的な箱詰め方法はカレイ類と同様であるものの、大きな体幅に起因し、背側が腹側よりも高く並べられ、その傾向は小型の個体において顕著になる。このため、ムシガレイに用いた方法¹⁾では小型個体において実際の体長よりも画像計測による測定値が小さい、過小計測が多く観察された。本研究では、小型個体の過小計測問題に対応した新計測法をキダイに応用し、測定精度の向上が認められたので報告する。さらに、得られた銘柄別体長組成に対し、成長モデルを使用して、年齢別漁獲尾数を計算する年齢-銘柄キーを提案する。

材料と方法

キダイ漁獲物の市場撮影調査は山口県下関漁港において、1998年11月から2002年2月までに10回実施し、合計367箱分の漁獲物画像を撮影し、2938個体について尾叉長を測定した。各回の調査では1回当たり2箱ないし3箱、合計24箱を購入し、測定板を使用して尾叉長FLを0.1cm単位まで実測し、画像計測結果との比較に使用した。

市場調査における写真撮影では1998年11月と1999年3月の2回は35mm 1眼レフカメラにカラーズライドフィルムを使用した。スライドフィルムはフィルムスキャナーを使用してパソコンに取り込み、JPEG画像として保存した。1999年10月以後はデジタルカメラ(200万画素または334万画素)により撮影したJPEG画像を使用した。画像計測に適した高精度画像を得るには、三脚等に固定する方がよい。しかし、市場での機動性を考慮し、箱の縁に物差しとデータ用紙を乗せ、極力箱面とカメラが平行になるように注意して手持ち撮影した。

下関漁港の沖合底曳網漁船によるキダイ漁獲物は小型個体と中大型個体で箱入れの方法が異なる。1歳、2歳の小型個体は芝レンコと呼ばれ、本箱またはそれより高さの低いウス箱と呼ばれる木箱に方向無作為で数段に重ねて入れられる (Fig. 1 a)。この場合は多くの個体が箱の底面とほぼ平行になっているため、最上段の全体が見える個体については、今井ら¹⁾がムシガレイに使用した方法で測定することができる。主として2歳魚以上の中大型体は発泡ス

チロール箱に3列から6列に並べられ、箱に入れられた個体数である入数が銘柄名になっている (Fig. 1 b, c)。本研究の主対象はこの入数銘柄である。なお、Fig. 1 b, cにあるように、箱の左端または右端の1列のみ魚体全体が見えるため、測定はこの1列のみについて実施した。

キダイ漁獲物の写真画像は画像解析ソフトウェア、Image-Pro Ver.3.1 (Media Cybernetics社)の2点間直線距離測定ツールを使用して測定した。画像の測定線につい

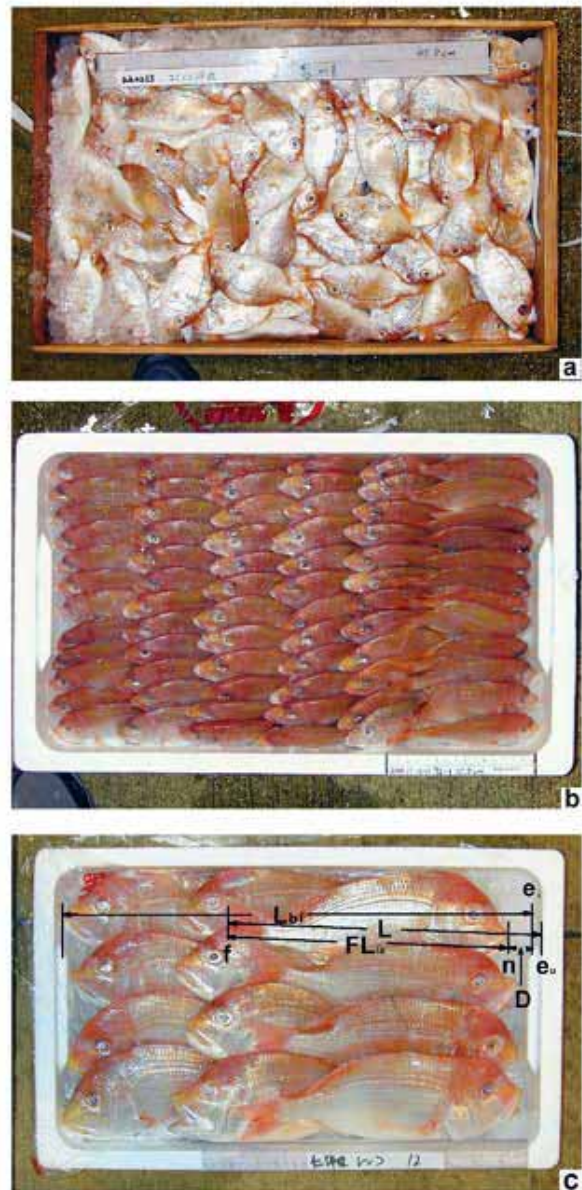


Fig. 1. Photographs of landed yellow sea bream in wooden (a) or polystyrene (b,c) containers. Symbols in photograph c are, n: nostril, f: fork of caudal fin, e: inner edge of container on the ice and e': inner edge of container upper end. Measurements of FL, L, L and D were made standardizing by scale on upper end of container.

てFig. 1cにより説明する。なお、すべての線長は箱の上縁においた物差しを基準にして測定したものである。Fig. 1cにおける FL_{in} は上顎端nと尾鰭叉入部fの距離を測定したものである。物差しが魚体よりもレンズに近い場合、 FL_{in} は過小推定となる。したがって、これを補正するため、魚体と同じ高さの箱の内法長さ、 L_{in} を測定し、

$$FL_{in} = FL_{in} \times L_{in} / L_{in} \quad (1)$$

を計算した。式(1)の L_{in} は箱の長辺内法の寸法で、下関漁港の沖合底曳網漁船が使用しているスチロール箱はすべて同一規格で、 $L_{in} = 53.7\text{cm}$ である。これは今井ら¹⁾がムシガレイに適用したものと同等である。

しかし、キダイでは FL_{in} でも小型個体では過小計測が多かったため、これに対処する間接的な測定法を導入した。距離の基準は同様に箱上縁の物差しにより行うこととした。Fig. 1cに示すように、尾鰭叉入部fとスチロール箱の内上縁eの距離Lと上顎端nと同じ高さの箱内縁eまでの距離Dを測定した。箱詰めする際、尾部は隣り個体の頭部に重ねられるため、尾鰭は箱の上縁、すなわち物差しとほぼ同じ高さにある。このため、Lは尾鰭叉入部から箱の内側上縁までの補正のいらぬ計測値である。この値から箱内縁—上顎端間の距離を引けば尾叉長の精度良い測定値 FL_{in} が得られる。測定値Dは FL_{in} と同様に過小計測であるため、 FL_{in} の場合と同様に L_{in}/L_{in} を乗じて補正した値をLから減じた。すなわち、

$$FL_{in} = L - D \times L_{in} / L_{in} \quad (2)$$

である。ただし、 FL_{in} は魚体が前傾したまま測定した値なので魚体前傾が強い場合には過小推定の度合いが強くなる¹⁾。 FL_{in} は吻端が箱上面から遠いほど FL_{in} より小さい値になる。したがって、

$$I = FL_{in} / FL_{in} \quad (3)$$

をおおよその魚体傾斜の指数とみなした。Fig. 1bに見られるように、スチロール箱入りの小型個体はFig. 1cの大型個体に比較し、箱内で背側を上にして詰められているため、吻端は尾鰭よりも深い位置にある場合が多い。実測尾叉長 FL と FL_{in} の比 $R = FL / FL_{in}$ とIの関係を検討し、傾斜による FL_{in} の過小測定を補正する式を求めた。

これらの画像計測による精度は、画像計測値 FL_{in} 、 FL_{in} から測定板を使用して測定した実測値 FL を引いたdを平均して求めた、偏り \bar{d} と、dの絶対値の平均である平均誤差 \bar{e} により評価した。

銘柄別体長組成から年齢—銘柄キーを作成するために、成長曲線が必要となる。キダイは雌性先熟の性転換をする。また、春と秋に年2回産卵し、両発生群で成長曲線が異なる。しかし、市場で得られる銘柄別体長組成および銘柄別漁獲尾数から雌雄および発生群を区別することは不可能である。したがって、Oki and Tabeta (1998) が東シナ海の子ダイについて、発生群別、雌雄別に求めた半年ごとの尾叉長データの平均値を使用し、7月1日を誕生日とする発生群込み、雌雄込みにしたvon Bertalanffyの成長曲線、

$$L = 38.8 [1 - e^{-0.217(t - 0.540)}] \quad (4)$$

を、microsoft Excelのソルバーによる非線形最小自乗法により求めて使用した。

結 果

箱詰め画像計測結果の評価

1998年11月から2002年2月までの10回の市場調査で買い上げた標本、24箱について、箱詰めのまま撮影し、画像計測した132個体の尾叉長計測値と実測尾叉長の関係をFig. 2に示す。測定線と同じ位置の発泡スチロール箱の長辺内法、53.7cmを基準にした測定値である FL_{in} は、尾叉長20cm以上の個体では実測値に近い値が得られている。しかし、尾叉長20cm以下では過小計測が目立ち、小さい個体ほど誤差が大きくなっている。そこで、(2)式の FL_{in} を使用した。Table 1に偏り \bar{d} と平均誤差 \bar{e} の FL_{in} と FL_{in} の比較を

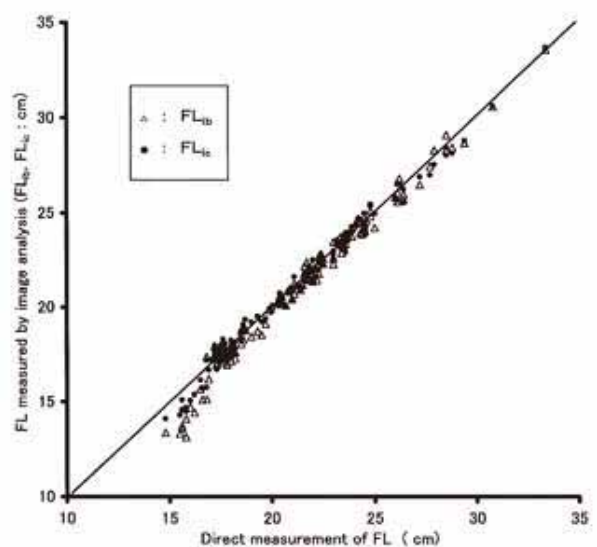


Fig. 2. Relationships between fork length measured by image analysing technique (FL_{in} , FL_{in}) and direct measurement (FL).

Table 1. Mean deviation d and mean error e of FL_{ic} and FL_{ic}

FL	d (cm)		e (cm)	
	FL_{ic}	FL_{ic}	FL_{ic}	FL_{ic}
$F \geq 20$ cm	-0.077	-0.066	0.317	0.293
$FL < 20$ cm	-0.486	-0.103	0.639	0.420
Total	-0.244	-0.081	0.448	0.345

示す。実測尾叉長14.8cm~33.4cmの全体では偏りが FL_{ic} の-0.244cmから FL_{ic} では約1/3の-0.081cmへ、平均誤差は0.448cmから0.345cmへ向上した。これを尾叉長20cm以上と未満に分けて比較すると、尾叉長20cm以上では、 FL_{ic} の偏りは-0.077cmと1mm未満で小さかったため、 FL_{ic} を計算することにより、-0.066cmへ少し減少した。平均誤差も0.317cmから0.293cmへ、わずかな向上にとどまっている。一方、尾叉長20cm以下では偏りが-0.486cmから-0.103cmへ、平均誤差が0.639cmから0.420cmへと測定精度が大きく向上した。

しかし、尾叉長17cm未満に限ると、 FL_{ic} でも13個体中11個体で実測値よりも小さく、過小計測の傾向は残っている。小型個体は体高がスチロール箱の深さよりも小さく、魚体が箱の側壁と平行に近い状態で詰め込まれている (Fig. 1 b)。そして、頭部が深く、尾部が浅い状態で傾いていることが多い。この魚体前傾が過小計測の主因であると考えられる。Fig. 3は標本として購入した銘柄で45入よりも小型の53個体について、魚体傾きの指標である (3) 式の I 値に対し、実測値と計測値の比 $R = FL_{ic} / FL_{ic}$ をプロットしたものである。Rは1との間に有意な正の相関 ($r = 0.79$, $p < 0.01$) を持つ。図では FL_{ic} の値が16.5cm未満と16.5cm以上のデータをシンボルを変えて示している。16.5cm未満の個体に関しては、 I 値が大きく、Rの値も大きくなっていて、16.5cm以上の個体の関係と異なっている。これは最も小型である72入の12個体の内の11個体である。したがって、それぞれに対する回帰直線によって補正率 R_1 、 R_2 を求め、補正式

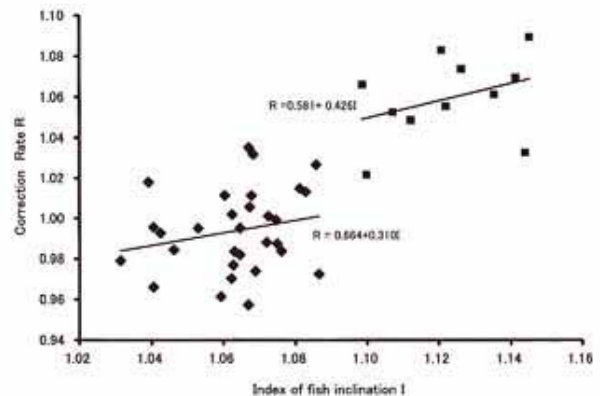
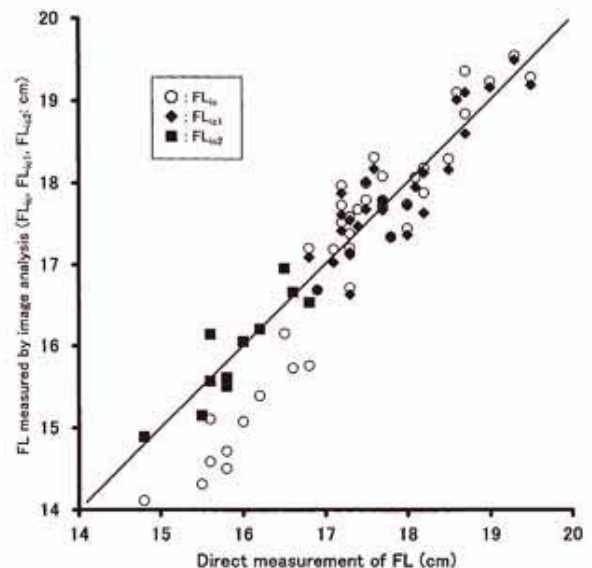
$$FL_{ic1} = R_1 \times FL_{ic} = (0.902 + 0.08591) \times FL_{ic} \quad FL_{ic} > 16.5$$

$$FL_{ic2} = R_2 \times FL_{ic} = (0.581 + 0.4261) \times FL_{ic} \quad FL_{ic} < 16.5 \quad (5)$$

Table 2. Mean deviation d and mean error e of FL_{ic} , FL_{ic1} and FL_{ic2}

\bar{d} (cm)		\bar{e} (cm)		\bar{d} (cm)		\bar{e} (cm)	
FL_{ic}	FL_{ic1}	FL_{ic}	FL_{ic1}	FL_{ic}	FL_{ic2}	FL_{ic}	FL_{ic2}
0.117	0.005	0.315	0.290	-0.888	0.005	0.888	0.211

を得た。Fig. 4は FL_{ic} および FL_{ic1} 、 FL_{ic2} の FL_{ic} への関係で、 FL_{ic1} と FL_{ic2} は45°線付近に分布するようになった。Table 2に偏りと平均誤差を示す。 FL_{ic1} を計算することにより、 FL_{ic} では0.117cmであった偏りが0.005cmへ大きく減少したが、平均誤差の改善は0.315cmから0.290cmへとわずかであった。 FL_{ic2} による補正効果はさらに大きく、 FL_{ic} では-0.888cmあった偏りが0.005cmとほぼ解消し、平均誤差も0.888cmから0.211cmへ約1/4に縮小した。

**Fig. 3.** Relationship between correction rate $R = FL_{ic} / FL_{ic}$ and index of fish inclination $I = FL_{ic} / FL_{ic}$.**Fig. 4.** Relationships between fork length measured by image analysing technique (FL_{ic} , FL_{ic1} , FL_{ic2}) and direct measurement (FL).

銘柄別尾叉長組成

1998年11月から2002年2月の10回の調査で得られた12入から72入までの15銘柄について、総数367枚の画像から2938

個体分について、FL₀を測定した。なお、45入から72入では前項に従い、式(5)のFL₀およびFL₀を使用して補正した。こうして求めた銘柄別の尾叉長組成をFig. 5に示す。

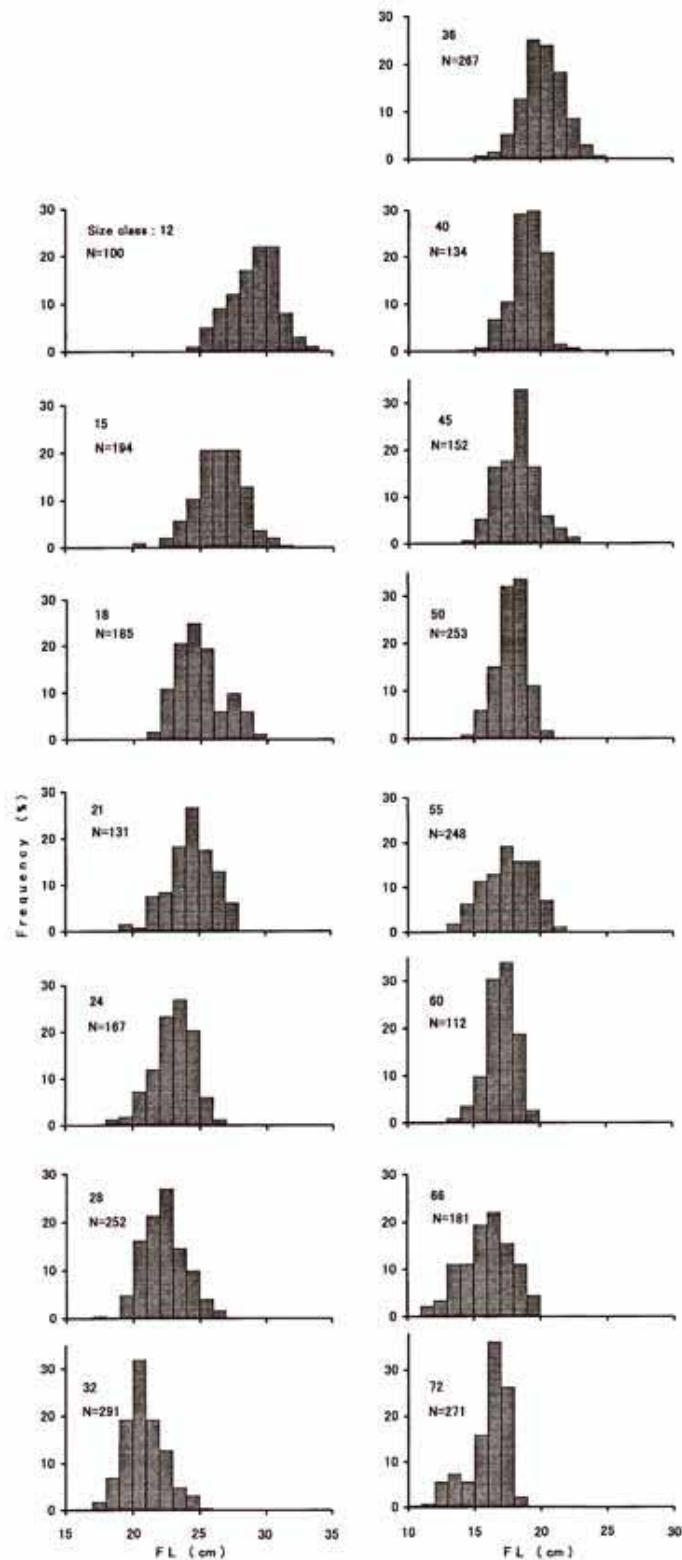


Fig. 5. Composition of measured FL by image analysing technique for fifteen size classes.

15銘柄の尾叉長組成は、多くは単峰の正規分布型である。 χ^2 乗検定の結果、13銘柄では正規分布との有意差は認められなかった。2峰型に見える18入で5%未満、72入では1%未満の有意水準で正規分布と異なっていた。入数が大きくなるに伴い、体長組成が小型化する傾向は明瞭である。入数に対する尾叉長の平均±標準偏差の関係をFig. 6に示す。入数Nの平均尾叉長 \overline{FL}_N はアロメトリー式、

$$\overline{FL}_N = 67.1N^{-0.339} \quad (6)$$

により、良く近似できた。標準偏差と入数または平均体長との間には明瞭な関係は認められなかった。

年齢-銘柄キー

前項の式(6)を利用して銘柄別漁獲尾数資料から年齢別漁獲尾数を求めるための年齢-銘柄キーを作成した。銘柄区分は漁業者が船内において実施するもので、銘柄別体長組成は年を通して一定と考えるのが妥当である。一方、キダイは年を通して成長するため、体長組成が等しくても季節により年齢組成は変化する。したがって、雌雄込み、発生群込みにした成長モデルである(4)式に(6)式で求めた銘柄別平均体長を代入して銘柄毎の平均年齢 A_N を求めた。年齢-銘柄キーは暦年(1月1日~12月31日)で求めるため、7月1日に誕生した0歳魚は翌年1月1日に満年齢0.5歳、12月31日には1.5歳となる。これを1歳魚とし、2歳魚以後も同様とした。 A ($A=1, 2, \dots, 5, 6+$)歳魚の*i*月 ($i=1, 2, \dots, 11, 12$)半ばの年齢 A_i は、 $A_i = A + (i-6.5)/12$ で計算される。*i*月におけるある銘柄Nに年齢Aの魚が割合*r* ($0 < r \leq 1$)だけ含まれ、残りの $1-r$ がA+1歳 ($A_i < A_N$)またはA-1歳 ($A_i > A_N$)とした

時に、平均年齢が A_N に等しくなる、すなわち、

$$\begin{aligned} A_N &= A_i \cdot r + (A_i + 1) \cdot (1-r) & (A_i < A_N) \\ A_N &= A_i \cdot r + (A_i - 1) \cdot (1-r) & (A_i > A_N) \end{aligned} \quad (7)$$

を満たす*r*を求め、年齢別に表にしたものが年齢-銘柄キーである。式(7)を*r*について整理すると、

$$r = 1 - |A_N - A_i| \quad (0 \leq |A_N - A_i| \leq 1) \quad (8)$$

であり、 $|A_N - A_i| > 1$ の場合はA歳魚は銘柄Nに含まれないとみなし、 $r=0$ とした。Table 3に完成した1歳から5歳および6歳以上の年齢-銘柄キーを示す。なお、表には72入よりも小型の個体である芝レンコと呼ばれる4銘柄も含まれ、銘柄別平均尾叉長は \overline{FL}_N 法により求めたものである。また、Table 3-6の最下行、12入の1月から4月の値が1になっているのは、この表が6歳以上魚のもので、7歳魚以上を含めているためである。さらに、5月16日から8月15日の間は沖合底曳網漁業が休漁であるため、Table 3には6月と7月を示していない。月別銘柄別漁獲尾数にTable 3の割合を乗じ、合計することにより年齢別漁獲尾数を求めることができる。

考 察

画像計測による銘柄別体長組成

今井ら¹⁾は下関漁港の沖合底曳網により漁獲されるムシガレイについて、画像による計測の妥当性を評価した。この方法は魚体が扁平な他のカレイ類やヒラメにも応用は可能であり、本論文では \overline{FL}_N が相当する測定法である。しかし、立てて並べられるために計測線が水平にならないキ

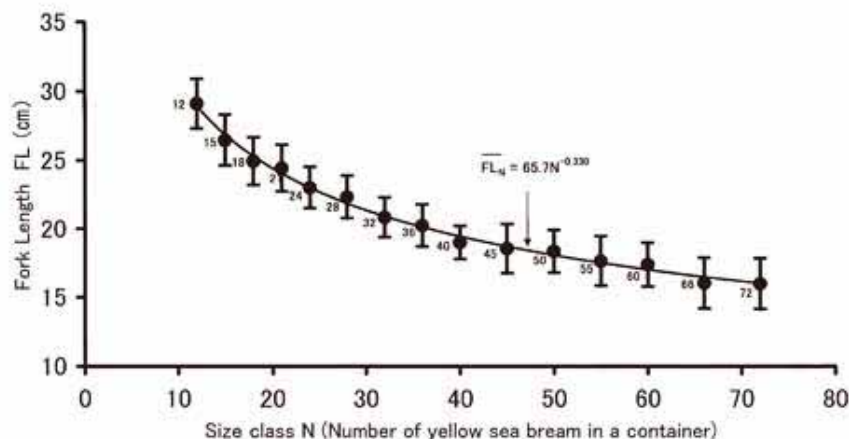


Fig. 6. Relationship between mean (\overline{FL}_N) and standard deviation (vertical bar) of measured FL by image analysing technique for fifteen size classes (N).

Table 3-4. Monthly age-size class key (rate of age four)

Size class	No. of fish in a container	Mean FL (cm)	Mean age	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Aug.	Sep.	Aug.	Nov.	Dec.
				Age in year									
				3.54	3.63	3.71	3.79	3.88	4.13	4.21	4.29	4.38	4.46
Mame (Minimum)	248	12.9	1.54	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Shou (Small)	212	13.6	1.67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Chu (Mediam)	179	14.4	1.82	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dai (Large)	142	15.5	2.04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
72iri	72	16.0	2.14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
66iri	66	16.5	2.24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
60iri	60	17.0	2.35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
55iri	55	17.5	2.46	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
50iri	50	18.1	2.58	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
45iri	45	18.7	2.72	0.18	0.10	0	0	0	0	0	0	0	0
40iri	40	19.4	2.90	0.36	0.27	0.19	0.11	0	0	0	0	0	0
36iri	36	20.1	3.07	0.52	0.44	0.36	0.27	0.19	0	0	0	0	0
32iri	32	20.9	3.27	0.73	0.64	0.56	0.48	0.39	0.14	0	0	0	0
28iri	28	21.9	3.52	0.98	0.90	0.81	0.73	0.65	0.40	0.31	0.23	0.15	0.06
24iri	24	23.0	3.84	0.70	0.78	0.86	0.95	0.97	0.72	0.64	0.55	0.47	0.39
21iri	21	24.1	4.16	0.38	0.47	0.55	0.63	0.72	0.97	0.95	0.87	0.78	0.70
18iri	18	25.3	4.57	0	0.05	0.14	0.22	0.30	0.55	0.64	0.72	0.80	0.89
15iri	15	26.9	5.15	0	0	0	0	0	0	0.06	0.14	0.23	0.31
12iri	12	28.9	6.03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Table 3-5. Monthly age-size class key (rate of age five)

Size class	No. of fish in a container	Mean FL (cm)	Mean age	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Aug.	Sep.	Aug.	Nov.	Dec.
				Age in year									
				4.54	4.63	4.71	4.79	4.88	5.13	5.21	5.29	5.38	5.46
Mame (Minimum)	248	12.9	1.54	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Shou (Small)	212	13.6	1.67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Chu (Mediam)	179	14.4	1.82	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dai (Large)	142	15.5	2.04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
72iri	72	16.0	2.14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
66iri	66	16.5	2.24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
60iri	60	17.0	2.35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
55iri	55	17.5	2.46	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
50iri	50	18.1	2.58	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
45iri	45	18.7	2.72	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
40iri	40	19.4	2.90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
36iri	36	20.1	3.07	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
32iri	32	20.9	3.27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28iri	28	21.9	3.52	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24iri	24	23.0	3.84	0.30	0.22	0.14	0.05	0	0	0	0	0	0
21iri	21	24.1	4.16	0.62	0.53	0.45	0.37	0.28	0.03	0	0	0	0
18iri	18	25.3	4.57	0.97	0.95	0.86	0.78	0.70	0.45	0.36	0.28	0.20	0.11
15iri	15	26.9	5.15	0	0	0.56	0.64	0.73	0.98	0.94	0.86	0.77	0.69
12iri	12	28.9	6.03	0	0	0	0	0	0	0.18	0.26	0.35	0.43

Table 3-6. Monthly age-size class key (rate of age six and older)

Size class	No. of fish in a container	Mean FL (cm)	Mean age	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Aug.	Sep.	Aug.	Nov.	Dec.
				Age in year									
				5.54	5.63	5.71	5.79	5.88	6.13	6.21	6.29	6.38	6.46
Mame (Minimum)	248	12.9	1.54	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Shou (Small)	212	13.6	1.67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Chu (Mediam)	179	14.4	1.82	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dai (Large)	142	15.5	2.04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
72iri	72	16.0	2.14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
66iri	66	16.5	2.24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
60iri	60	17.0	2.35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
55iri	55	17.5	2.46	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
50iri	50	18.1	2.58	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
45iri	45	18.7	2.72	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
40iri	40	19.4	2.90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
36iri	36	20.1	3.07	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
32iri	32	20.9	3.27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28iri	28	21.9	3.52	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24iri	24	23.0	3.84	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21iri	21	24.1	4.16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18iri	18	25.3	4.57	0.03	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15iri	15	26.9	5.15	0.61	0.52	0.44	0.36	0.27	0.02	0	0	0	0
12iri	12	28.9	6.03	1	1	1	1	1	0.90	0.82	0.74	0.65	0.57

ダイでは特に小型個体において FL_{95} に看過できない過小計測が生じた。このため、キダイをはじめとするタイ類やアカムツなどの体幅が大きい種類にも適用できる高精度な測定法、 FL_{95} を提案した。

キダイでは尾叉長20cm以下の小型個体の FL_{95} は明らかに過小計測となり、 FL_{95} の採用は必須である。さらに魚体が大きく前傾して箱詰めされることが過小計測の主な要因であることが判明し、 FL_{95} 、 FL_{90} による補正を行った。Fig. 4およびTable 2から明らかのように、 FL_{95} による補正効果は FL_{90} に比べて小さいため、省略して FL_{90} を使用することも可能であろう。今後、Fig. 3のデータを増強し、補正効果の大きい FL_{90} のモデルを改善することが望まれる。

一方、尾叉長が20cm以上であれば、 FL_{90} と FL_{95} の測定精度の差は僅かであった。今回の計測ではより精度が高い FL_{95} を採用した。しかし、 FL_{95} を得るには1個体当たり2本の測定線を計測しなければならず、測定に要する努力量は FL_{90} の2倍である。したがって、今後、他魚種の測定などに応用する場合は、大型個体については FL_{90} を使用して、1個体の測定に費やす労力を節減し、労力を測定数の増大にまわすことが得策であろう。

年齢—銘柄キー

漁獲物の体長組成を年齢組成に変換する際、年齢—体長キー²⁾が使用される。本論文で提案した年齢—銘柄キーは、年齢—体長キーの体長を銘柄毎の平均体長により、年齢査定を成長曲線からの計算年齢により代用した簡便法である。しかし、下関漁港におけるキダイの銘柄別漁獲箱数は月別に集計され、個体成長に伴い、銘柄組成が季節的に大型化する傾向を観察することができる。年齢—銘柄キーは年級群が年内に成長し、各銘柄の年齢組成が季節変化す

ることを考慮できるという長所を持つ。本来は、年齢—体長キーを月別に作成すべきであるが、春と秋の発生群量が年変化することを考えると複数年の平均をとらねばならず、数千個体の年齢査定が必要とされ、早急な整備は難しい。年齢—銘柄キーは現時点で利用できる最良の方法と考えられる。

謝 辞

市場調査にご理解をいただき、調査を快諾頂いた、山口県以東底曳網漁業協同組合、宮本光矩組合長ほか関係各位および下関中央魚市場(株)底物担当、磯本啓三氏ほかの皆様へ深い謝意を示す。標本の購入に当たっては(有)河崎商店の布施俊男氏にご尽力を頂いた。三浦 忠氏ほか山口県下関水産振興局漁港市場課の方々には調査に当たって、ご助言をいただいた。最後に、調査に参加し、測定作業を手伝った水産大学校海洋生産管理学科資源環境計画学講座の学生諸君に感謝する。

文 献

- 1) 今井千文、宮崎義信、山本圭介、時村宗春：写真画像解析による体長測定法の開発；ムシガレイ漁獲物の銘柄別全長組成推定への応用、水産海洋研究, 69, 18-26 (2005)
- 2) Oki D, Tabeta O: Age, growth and reproductive characteristics of the yellow sea bream *Demlex tumifrons* in the East China Sea. *Fisheries Sci*, 64, 191-197 (1998)
- 3) 田中昌一：水産資源学総論、恒星社厚生閣、東京 (1985)