

体長組成のモード推移と尾叉長－耳石重量関係式から推定した ヒメダいの成長式(マチ類の漁業管理推進調査)

海老沢明彦,山本隆司,福田将数

1. 目的

本県の底魚漁業の重要対象種である深海性フェダグイ類(マチ類)は,1980年代の漁獲量のピークを境に減少の一途をたどっており(加藤・海老沢,2002),資源管理型漁業を確立すべき最重要の漁業資源となっている。マチ類の中ではアオダイ,ヒメダイ,オオヒメ及びハマダイが最重要魚種としてとらえられ,産卵期及び成熟体長等がヒメダイ,オオヒメ及びアオダイで(富山,2000;山本,2003),成長がアオダイ(佐多,1995)で報告されている。この4種は日周輪から成長を推定する目的で耳石が採取されている(山本・島田,1998;山本・島田,1999;山本・島田,2000;海老沢,2003)。耳石重量は年齢と直線的な関係があることが認められており(Boehlert,1985; Casselman,1990; Pawson,1990; Fletcher and Blight,1996),ハマダイ(海老沢,2003)およびアオダイ(海老沢他,2004)は体長組成のモード推移と耳石重量を用いて成長式が推定された。ヒメダイも同様に耳石重量と体長関係から L_{∞} を推定し,体長組成のモード推移に見られた年級群の体長とその L_{∞} から成長式を推定した。

2. 材料及び方法

体長組成は2003年2月から2004年5月までの間に,沖縄島北部海域で漁獲され,名護漁協に水揚げされたヒメダいの体長を用いた。体長は1cm単位スケールの耐水紙に,調査個体を1尾ずつ載せmm台は切り捨て1cm単位で測定した。体長組成は月別にまとめ3項間移動平均を求めて作図し,明瞭なモードが認められた場合はそのモード位置を図とその体長資料から読み取った。体長組成から年齢組成を求める場合,各年齢群の平均体長と分散が必要である。体長組成に認められた各モードは年齢群の平均体長である。分散はそのモードを形成する体長組成の形状で決定される。その分散は体長組成の移動平均から

Snedecor and Cochran (1980)の方法で計算した。耳石重量は山本・島田(2000)で得た耳石標本から抜粋した188尾の右耳石を0.0001gの単位まで測定し用いた。耳石重量と体長の関係及び年齢と体長の関係はSPSS社製統計解析ソフトのNon-linear Regressionを用いて曲線回帰させた。得られた成長式の月別体長を福田・海老沢(2004)の宝山曾根の

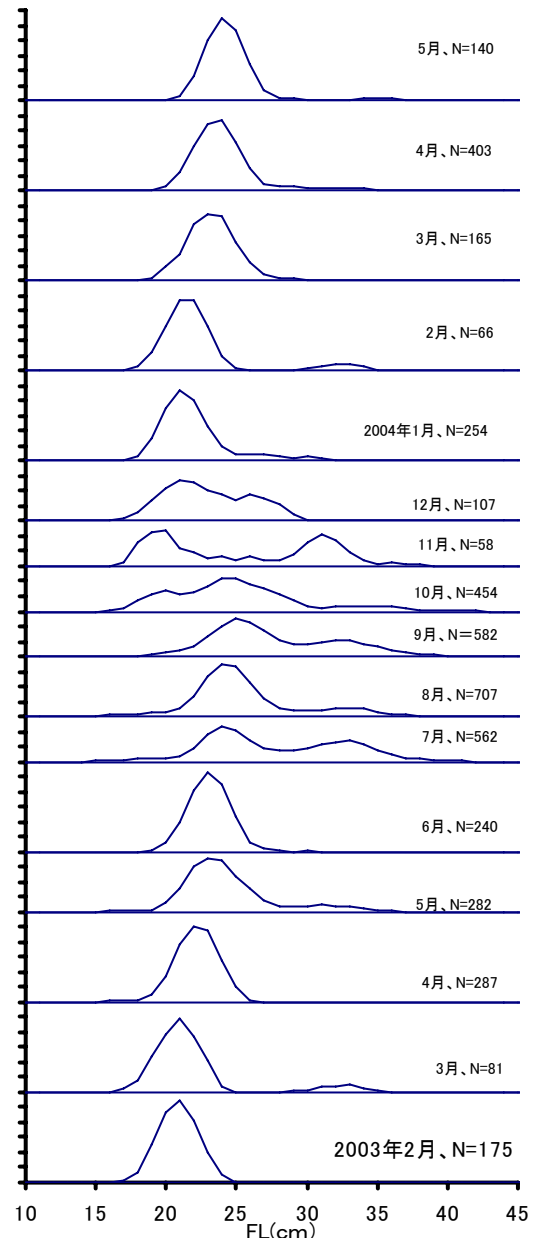


図1 ヒメダいの体長組成月変化

ヒメダイ月別体長組成のモード位置と比較した。

3. 結果と考察

(1) 体長組成の推移から判断した年齢別体長と分散

月別の体長組成にはいくつかの明瞭なモードが認められた(図1)。1つのモードが1年齢群で構成されている場合、そのモード位置は月の推移と共に大きくなり、翌年の同じ月にそのモードが追跡・観察できない場合でも、前年のモード位置とほぼ同じ位置で新たなモードが認められる。本研究では2003年2月に21cm台のモードが認められ、同年11月を除き12月まで明瞭なモードとして追跡できた。2003年10月に20cm台に不明瞭で小さな新しいモードが認められ、翌2004年2月には22cm台のモードとなった。従って2003年2月の21cm台のモードと2004年2月の22cm台のモードは1歳違いの年齢群であると結論される。図1の体長組成を基に算出した月別のモード位置とその分布の標準偏差を表1に示した。ヒメダイの産卵期はほぼ周年にわたるが盛期は4-9月である(富山,2000)。そこでヒメダイの加齢

表1 ヒメダイの月別体長組成から読み取ったモード位置と標準偏差

月	年齢	2001年生まれ群		2002年生まれ群	
		尾叉長	標準偏差	尾叉長	標準偏差
10	1.50			20.3	(1.14)
11	1.58			20.0	(0.98)
12	1.67			22.0	(1.75)
1	1.75			21.8	(1.21)
2	1.83	21.4	(1.12)	21.9	(1.13)
3	1.92	21.3	(1.22)	23.6	(1.51)
4	2.00	22.7	(1.23)	24.1	(1.28)
5	2.08	24.0	(1.83)	24.7	(1.02)
6	2.17	23.6	(1.92)		
7	2.25	24.8	(1.48)		
8	2.33	25.0	(1.54)		
9	2.42	25.6	(1.88)		
10	2.50	24.8	(1.62)		
11	2.58				
12	2.67	26.5	(1.36)		

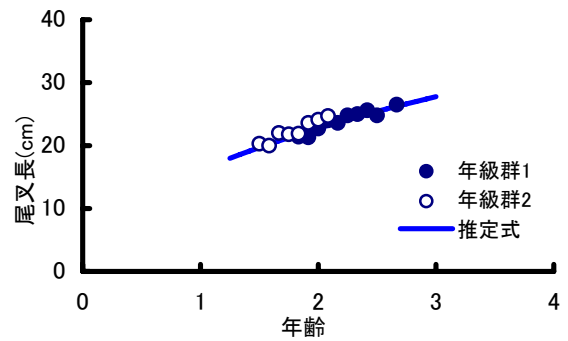


図2 年齢群別のモード位置の推移と成長式

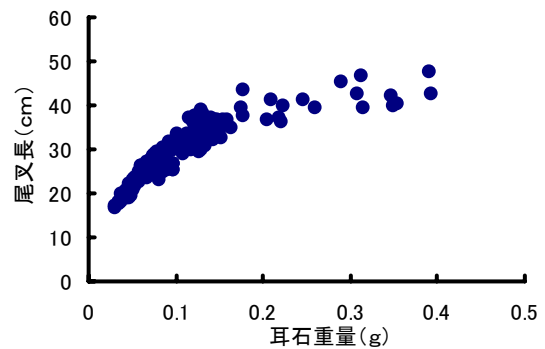


図3 耳石重量と尾叉長の関係

月を4月として2003年4月の23cm,2004年4月の24cmのモードをそれぞれ満2歳とした(図2)。

(2) 耳石重量と尾叉長の関係、及び成長式

耳石重量と尾叉長の関係を図3に示した。耳石重量を年齢の替わりとし、Bertalanffyの成長式のパラメーターを推定すると L_{∞} は44.1cmとなった。次に表1の年齢と尾叉長及び $L_{\infty}=44.1$ からk及び t_0 を推定すると $k=0.265, t_0=-0.813$ が得られた。標準偏差(Sd)と尾叉長の関係は直線及び指数関数で表した場合以下の通りとなった。

$$Sd=0.0818xFL-0.499 \quad r^2=0.259 \dots \textcircled{1}$$

$$Sd=0.338xe^{0.603xFL} \quad r^2=0.283 \dots \textcircled{2}$$

一方耳石重量と尾叉長関係から L_{∞} を推定した時の平均平方 $MS=3.63$ となり、その標準偏差1.91は上記2式と基本的に同じ種類の統計量である。①式では尾叉長が0~44cmの範囲では-0.499~3.10の範囲となるのに対し、②式では0.338~4.80と体長の大きい部分での標準偏差が大きい結果となった。従って年齢-体長変換表を作成する場合の標準偏差は定数1.91を用いるか、または①または②式と定数1.91を組み合わせるなど、何らかの工夫が必要になると判

断できる。

得られた成長式と富山(2000)の体長階級別成熟率及び体長一回当たり産卵数の関係式 (Bfec (粒) = 0.0011858SL(mm)^{2.7997}) ,体長-体重関係式 (BW(g)=0.0138xFL(cm)^{3.092}) ,標準体長-尾又長関係式 (FL(mm)=4.11+1.08xSL(mm)) から表 2 を得た。ただし体長階級別成熟率から年齢別成熟率への変換は,体長階級別成熟率にロジスティック曲線を回帰させ,年齢別の成熟率はその体長の成熟率を曲線式から求めた。体長組成の推移からは寿命は全く推定できないが,フエダイ科フエダイ属の寿命は 20 年から 40 年であることが判っており (Loubens, 1980 ; Newman et al., 1996 ; 下瀬,2003) ,表 2 には 25 歳まで示した。

表2 ヒメダイの生物特性

年齢	尾又長 (cm)	体重(g)	成熟率	産卵数
1	16.8	85	0	
2	23.2	228	0.4	39,107
3	28.0	411	0.85	66,765
4	31.8	605	1	94,804
5	34.6	790	1	120,770
6	36.8	955	1	143,507
7	38.5	1,097	1	162,694
8	39.8	1,215	1	178,480
9	40.8	1,311	1	191,235
10	41.6	1,388	1	201,407
15	43.4	1,588	1	227,442
20	43.9	1,644	1	234,708
25	44.1	1,659	1	236,664

(3) ヒメダイの重要漁場で得られた体長組成のモードと計算体長との比較

本研究のヒメダイの体長は漁場価値としては非常に低い漁場から得られたものであるが,1 尾ごとに体長を測定しているため体長組成の精度は高い。一方ヒメダイの重要漁場における体長組成 (福田・海老沢,2004) は漁獲個体数が非常に多いことから,1 尾ごとに体長を測定するのではなく,セリの 1 山毎に平均体重から計算した体長とバラツキのデータから体長組成を再構築する方法であり (福田・海老沢,2002) ,推定誤差が含まれる可能性がある。一方海老沢他 (2004) では 1 尾ごとに体長を測定したアオダイの

表3 2000年9月から2003年3月に宝山曾根で認められたヒメダイのモード位置(福田・海老沢,2004)と本研究によるヒメダイの計算体長との比較

月	年齢	体長	年級群						
			1	2	3	4	5	6	7
9	1	19.7							
10	1	20.2							
11	1	20.7		20					
12	1	21.2						21	
1	1	21.7		21				20	
2	1	22.2							
3	1	22.7		24				23	
4	2	23.2							
5	2	23.6		24					
6	2	24.1							
7	2	24.5							
8	2	24.9							
9	2	25.4	23						27
10	2	25.8							
11	2	26.2	25						27
12	2	26.6	25				27		28.5
1	2	26.9			28				28
2	2	27.3	26				27		
3	2	27.7		28			28		29
4	3	28.0					29		
5	3	28.4			28				
6	3	28.7							
7	3	29.1			31		30		
8	3	29.4					30		
9	3	29.7				29			
10	3	30.0							
11	3	30.3				30			
12	3	30.6							
1	3	30.9							
2	3	31.2				32			
3	3	31.5							

体長組成のモード位置は年によって 2cm 程度異なることが認められている。従ってヒメダイでも同様に体長組成のモード位置は年によって変動すると考えられる。本研究の成長式はヒメダイの重要漁場における体長組成を年齢組成に分解するために利用する予定であり,年による体長組成のモード位置のズレ及び推定誤差等が含まれることを前提とした上でも両者を比較することは意味を持っている。そこで福田・海老沢 (2004) の表 3 から各年級群の月別モード位置とその年齢に対応する月別計算体長を表 3 に示した。±1.0cm までモードと計算体長のズレを認めるとすると,年級群 4 及び 5 は全ての月で 1.0cm 以内,年級群 1 と 7 は全て,あるいは大半の月で 1.1cm 以上のズレが,その他の年級群は概ね±1.0cm 以内で

はあるものの幾つかの月で1.1cm以上のズレが認められた。若齢の単一年級群で構成されるモード位置が計算体長と大きくずれる場合、繰り返し計算法(真子・松宮,1977)で年齢組成を計算すると、図4に示すようにある年齢(この場合2歳)の体長組成が正規分布から著しく乖離した組成となる。従って年齢組成への変換には、計算体長と体長組成に認められたモード位置を何らかの方法で一致させる必要があると考えられる。

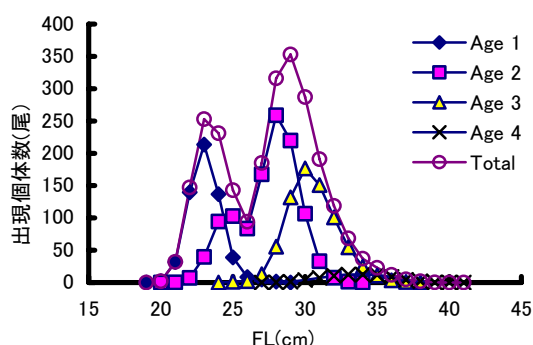


図4 体長組成のモード位置と計算体長のズレから2歳群の体長組成が不自然な形となった年齢別体長組成

文献

- Boehlert, G. W. 1985. Using objective criteria and multiple regression models for age determination in fishes. *Fish. Bull.*, 83: 103-117.
- Casselman, J. M. 1990. Growth and relative size of calcified structures of fish. *Trans. Amer. Fish. Soc.*, 119: 673-688.
- 海老沢明彦. 2003. ハマダイ (*Etelis coruscans*) の産卵期と成熟体長及び成長に関する予備的研究(マチ類の漁業管理推進調査). 平成13年度沖縄県水産試験場事業報告書. 81-83.
- 海老沢明彦・山本隆司・福田将数. 2004. 体長組成のモード推移と尾叉長-耳石重量関係式から推定したアオダイの成長式(マチ類の漁業管理推進調査). 平成14年度沖縄県水産試験場事業報告書. 110-114.
- 福田将数・海老沢明彦. 2002. マチ類の漁業管理推進調査. 平成12年度沖縄県水産試験場事業報告書. 54-57.
- 福田将数・海老沢明彦. 2004. マチ類の漁場別体長組成の月変化と体長組成推定方法の検討(マチ類の漁業管理推進調査). 平成14年度沖縄県水産試験場事業報告書. 103-109.
- Fletcher, W. J. and S. J. Blight. 1996. Validity of using translucent zones of otoliths of age the Pilchard *Sardinops sagax neopilchardus* from Albany, Western Australia. *Mar. Freshwater Res.*, 47: 617-624.
- Loubens, G. 1980. Biologie de quelques especes de poissons du lagon neo-caledonien. III Croissance. *Cah. Indo-Pac.*, 23:101-153.
- 真子渉・松宮義晴. 1977. 銘柄組成による年齢組成推定法. *西海区水研報.* 50:1-8
- Newman, S. J., D. M. Williams and G. R. Russ. 1996. Age validation, growth and mortality rates of the tropical snappers (Pisces: Letjanidae) *Lutjanus adetii* (Castelnau, 1873) and *L. quinquelineatus* (Bloch, 1790) from the Central Great Barrier Reef, Australia. *Mar. Freshwater Res.*, 47: 575-584.
- Pawson, M. G. 1990. Using otolith weight to age fish. *J. Fish Biol.*, 36: 521-531.
- 佐多忠夫. 1995. 体長組成から推定したアオダイ(シチュウマチ)の成長. 平成6年度普及に移す技術の概要. 89-90. 沖縄県農林水産試験場研究推進会議.
- 下瀬環. 2003. 沖縄島におけるニセクロホシエダイの生活史に関する研究. 修士論文. 琉球大学. 沖縄.
- Snedecor, G. W. and W. G. Cochran. 1980. *Statistical method. Seventh edition.* Iowa State Univ. Press. Iowa, USA.
- 富山仁志. 2000. 沖縄近海におけるヒメダイとオオヒメの成熟. 琉球大学理学部海洋自然学科卒業論文. 51pp.
- 山本隆司・島田和彦. 1998. 沿岸漁場総合整備開発基礎調査の概要. 平成8年度沖縄県水産試験場事業報告書. 74-81.
- 山本隆司・島田和彦. 1999. 沿岸漁場総合整備開

発基礎調査の概要. 平成 9 年度沖縄県水産試験場事業報告書. 89-94.

山本隆司・島田和彦. 2000. 沿岸漁場総合整備開発基礎調査の概要. 平成 10 年度沖縄県水産試験場事業報告書. 90-102.

山本隆司. 2003. 沖縄近海産アオダイ (しちゅうまち) の成熟と産卵. 平成 14 年度普及に移す技術の概要. 139-140. 沖縄県農林水産試験研究推進会議.