

瀬戸内海中央部におけるコウライアカシタビラメの 年齢, 成長および漁獲年齢組成

山本昌幸^{1†}, 片山知史², 牧野弘靖^{1*}, 竹森弘征^{1*}

Age, growth and age composition of tonguefish, *Cynoglossus abbreviatus*, in the central Seto Inland Sea, Japan

Masayuki YAMAMOTO^{1†}, Satoshi KATAYAMA², Hiroyasu MAKINO^{1*} and Hiroyuki TAKEMORI^{1*}

We examined age and growth by thoroughly observing otolith sections of tonguefish, *Cynoglossus abbreviatus*, caught by small trawl nets in the central Seto Inland Sea, Japan, from November 1998 to March 2000. Seasonal change in the proportion of opaque zone at the otolith margin showed that an opaque zone was formed each year from April to June. The Von Bertalanffy growth equations were estimated as follows: $TL_t = 265.2 (1 - e^{-0.91(t+0.325)})$ for males and $TL_t = 328.1 (1 - e^{-0.96(t+0.023)})$ for females, where TL_t is the total length (mm) at t (year). These equations were significantly different between male and female. Age composition of fisheries landings ranged from 0+ to 6+ and 5+ for male and female, respectively, and showed a large proportion of the landings were immature fish under 2+.

Key words: tonguefish, *Cynoglossus abbreviatus*; growth, age, age-length key, Seto Inland Sea

はじめに

コウライアカシタビラメ *Cynoglossus abbreviatus* はカレイ目ウシノシタ科の一種で、静岡県以南の太平洋側、渤海、黄海、東～南シナ海に分布し、日本沿岸においては主に有明海と瀬戸内海中央部に位置する香川県と岡山県で小型底びき網や刺網で漁獲されている(大坂・興石, 1997; 山田ほか, 2007)。本種のこれまでの年齢と成長の研究は、東シナ海・黄海における鱗を年齢形質に用いた報告(落合, 1956; 上記報文ではムラサキシタビラメ *Arelisus trigrammus* と表記)と岡山県の耳石表面観察法によるもの(鎌木, 1992a; 1992b)がある。しかし、これらの方法は、高齢魚の成長停滞に伴う鱗の年齢標示の消失または耳石長軸方向

への成長の停滞による年齢の誤査定が指摘されており、この問題点を改善するため、耳石の微かな輪紋について観察できる耳石薄片法が推奨されている(西村, 2001)。瀬戸内海で漁獲されるウシノシタ類のほとんどはクロウシノシタ *Paraplaguisa japonica*, イヌノシタ *C. robustus*, コウライアカシタビラメ, アカシタビラメ *C. joyneri* である(瀬戸内海水産開発協議会編, 1997)。香川県の小型底びき網においてウシノシタ類は全漁獲量の約14%を占め(中国四国農政局香川農政事務所編, 1997~2007), なかでも最も多く漁獲されるコウライアカシタビラメは重要な漁業対象種である。本種の資源解析および資源管理を行うためには年齢と成長の知見が不可欠である。そこで、本研究では瀬戸内海中央部の小型底びき網で漁獲されたコウライアカシタビラメの年齢について、耳石を用いた表面法と薄片法によって年齢査定を行い、両法を検討し、適切な方法を用いて得られたデータから年齢と成長を明らかにし、さらに漁獲年齢組成を推定した。

材料および方法

1998年11月から2000年3月にかけて月1回の頻度で四海漁業協同組合(以下、四海漁協)の小型底びき網2~3隻によって漁獲されたサイズ未選別のウシノシタ類5.8~25.9 kgを購入し、標本とした。漁獲場所は備讃瀬戸北東部と

2007年12月7日受付, 2008年2月12日受理

¹ 香川県水産試験場

Kagawa Prefectural Fisheries Experimental Station, 75-5 Yashima-higashi, Takamatsu, Kagawa 761-0111, Japan

² 中央水産研究所浅海増殖部

Coastal Fisheries and Aquaculture Division, National Research Institute of Fisheries Science, 6-31-1 Nagai, Yokosuka, Kanagawa 238-0316, Japan

* 現所属: 香川県水産課

Kagawa Prefectural Fisheries Division, 4-1-10 Ban-cho, Takamatsu, Kagawa 760-8570, Japan

† ky0554@pref.kagawa.lg.jp

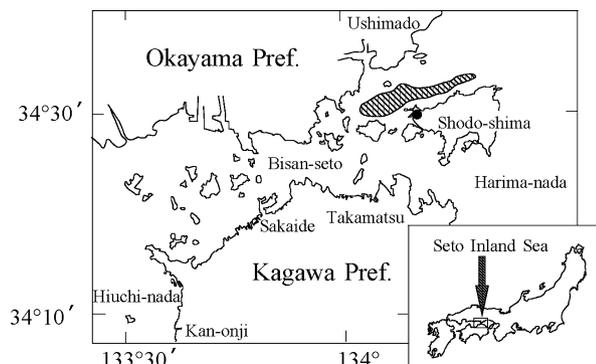


Figure 1. Map showing the fishing ground of tonguefishes (shaded area) in the central Seto Inland Sea, Japan. ●: Shikai fisheries cooperative association.

播磨灘北西部の小豆島北部海域で、底質は砂・砂泥、水深は15~30mであった (Fig. 1)。実験室において、標本はイヌノシタ、コウライアカシタビラメ、アカシタビラメ、その他ウシノシタ類 (ササウシノシタ *Heteromycteris japonica*, セトウシノシタ *Pseudaesopia japonica*, ゲンコ *C. interruptus*) に分類し、前者3種について、種ごとに重量を測定して、種組成 (重量) を求めた。そして、この種組成と四海漁協の水揚げ台帳から調べた小型底びき網によるウシノシタ類の漁獲量から月ごとの種別の漁獲量を推定した。

コウライアカシタビラメについては (Table 1)、全長 (0.1 mm 単位) と体重 (0.01 g 単位) の測定を行い、雌雄判別、耳石 (扁平石) の摘出をおこなった。また、漁獲年齢組成の推定に必要な全長組成と平均体重を月ごとに求めた。測定した標本の一部 (593 個体) について、表面観察による年齢査定 (表面法) をおこなった。表面観察は、有眼側と無眼側の耳石の形状がほとんど同じであったことから、不透明帯の輪紋が明瞭な耳石を50%グリセリンに浸して、実体顕微鏡下 (落射光) で10~40倍に拡大して、不透明帯の輪紋を計数した。また、表面観察を行った耳石を含む829個体について薄片法による年齢査定をおこなった。耳石薄片標本は、乾燥させた耳石をポリエステル樹脂 (丸本ストルアス社製) に包埋した後、硬組織切断機 (ライカ社 SP1600) を用いて、厚さ約300 μm の横断切片を作成し、それをスライドガラスに添付して作成した。そして、仕上げに標本の片面を研磨紙 (#1000~#1500) によって研磨し、0.2Nの塩酸で約60秒エッチング処理した。耳石の観察は光学顕微鏡 (透過光, 100倍) で行い、表面観察と同様に不透明帯の輪紋数を計数した。さらに、耳石縁辺部における透明帯、不透明帯の出現を記録し、不透明帯を耳石縁辺に有する個体の月別出現頻度を調べた。薄片法で得られた年齢と全長のデータに基づき、便宜的に4ヵ月ごと (1~4月, 5~8月, 9~12月) の雌雄別の Age-length key を作成し、MS-Excel のソルバーを用いて非線型最小二乗法により Von

Table 1. A list of tonguefish *Cynoglossus abbreviatus* otolith samples examined in the present study.

Year	Month	Number of fish examined	Range of total length (mm)	Number of otolith examined
1998	Nov.	134	134.8–341.9	47
	Dec.	305	92.8–309.6	41
1999	Jan.	246	135.6–300.6	48
	Feb.	192	150.1–386.8	48
	Mar.	157	166.8–319.1	48
	Apr.	283	185.9–354.5	47
	May	116	154.8–340.0	48
	June	335	143.3–294.8	96
	July	276	151.3–330.9	48
	Aug.	103	196.0–310.6	96
	Sep.	132	102.8–312.4	47
	Oct.	71	141.9–328.0	48
	Nov.	125	106.6–337.8	40
	Dec.	33	148.7–281.5	31
2000	Jan.	139	149.9–315.3	24
	Feb.	91	158.5–331.3	24
	Mar.	105	186.9–324.0	48
Total		2,843	92.8–386.8	829

Bertalanffy の成長式を求めた。なお、岡山県における産卵盛期が4月中旬から下旬であることから (鎌木, 1992b)、5月1日を年齢起算日とした。

月ごとの漁獲年齢組成を推定するため、各月のコウライアカシタビラメの漁獲量を平均体重を用いて漁獲尾数を換算し、各月の全長組成と age-length key から月ごとの漁獲物の年齢組成 (尾数) を推定した。

結果

耳石縁辺部における不透明帯の形成時期

コウライアカシタビラメの耳石は後方の幅がやや広い楕円形で、中央部に不透明な核があり、全長の増加とともに核を中心に大きくなり、厚みも増した。核から縁辺に向かって不透明帯と透明帯が交互に輪紋状に形成されていたが、透明帯と不透明帯の境界は明瞭ではなかった。特に大きな耳石については、厚みのため、この傾向が顕著であった。薄片標本は全体的に透明で、不透明な核と非常に細かい輪紋と不透明帯が観察された (Fig. 2a)。高齢時には、比較的明瞭な不透明帯が縁辺近くに縦に重なるように形成されていたが (Fig. 2b)、核に近い1本目、2本目の不透明帯は不明瞭であった。塩酸処理によってエッチングされた輪紋の間隔の変化に基づき、耳石の成長方向を推察すると、Fig. 2a の実線矢印のように不透明帯付近で変化しており、不透明帯の外縁では耳石は肥厚する方向に成長していたが、不

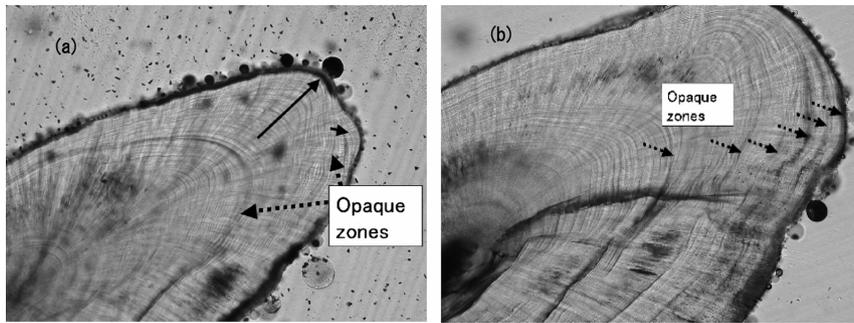


Figure 2. Transverse sections of otolith of tonguefish *Cynoglossus abbreviatus* (a: Male, 253 mm TL, caught in Aug., 1999, b: Male, 311 mm TL, caught in May, 1999). Arrows with solid and dotted lines indicate directions of otolith growth and opaque zones, respectively.

Table 2. Comparison of opaque zone counts between surface method and cross section method

Number of annulus by surface method	Number of annulus by section method							Total
	0	1	2	3	4	5	6	
0	62	2						64
1	3	229	63	4	3	3	1	306
2		1	175	30	8	5	1	220
3				2			1	3
Total	65	232	238	36	11	8	3	593

透明帯の内縁では伸長方向に成長していた。この耳石成長方向の変化の有無を基準に不透明帯を判別することによって、精度の高い査定が可能となった。

上記の方法で観察された不透明帯を耳石縁部に有する個体の割合は、1月には0%であったが、2月以降増加し、3月から4月にかけて大きく増加して、5月の出現率は94%を示し最も高かった (Fig. 3)。その後、出現率は緩やかに減少して、7月には46%となり、9月以降は再び0%となった。9月から1月までは耳石の縁辺部はすべて透明帯であった。薄片標本の観察によって、不透明帯は主に4月から6月にかけて1年に1本形成される年輪であることが確認された。

表面法と耳石薄片法による輪紋数の比較

表面法と薄片法で査定された最高年齢の比較をしたところ、表面法が3才であったのに対し、薄片法では6才であった (Table 2)。表面法で0才魚と査定された64個体中2個体 (3.1%)、1才魚では306個体中77個体 (25.2%)、2才魚では220個体中45個体 (20.5%)、3才魚では3個体中1個体 (33.3%) で読み取り値に差があった。表面法によって査定された年齢は、薄片法より1才若く査定されている個体が多かったが、なかには3才以上若く査定されている個体も

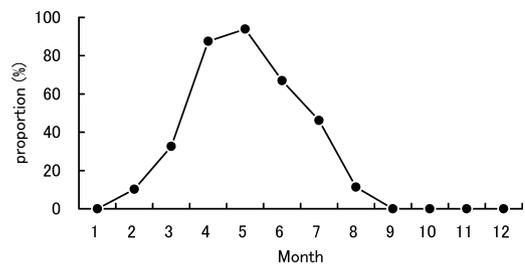


Figure 3. Seasonal change in proportion of sectioned otoliths with opaque zone at their margins.

あった。

全長-体重関係

全長と体重のデータから雌雄それぞれの全長 (TL, mm) と体重 (BW, g) の関係は次式のようにになった。

$$\text{雄: } BW = 3.05 \cdot 10^{-6} \cdot TL^{3.11}, n = 334, r^2 = 0.97$$

$$\text{雌: } BW = 1.41 \cdot 10^{-6} \cdot TL^{3.26}, n = 489, r^2 = 0.91.$$

F検定によって、両曲線を比較したところ、有意差が認められた ($F=47.8, p<0.01$)。全長150mmの雌雄それぞれの体重は、雄が17.7g、雌が17.5gとほぼ同じであったが、

Table 3. Sex ratio and age-length key of *Cynoglossus abbreviatus* caught in the coastal waters of northern Shodoshima Island in Kagawa Prefecture.

A) January–April

TL (cm)	n	sex ratio		age (male)						age (female)							
		male	female	0	1	2	3	4	5	6	0	1	2	3	4	5	
–150	3	0.67	0.33	1.00												1.00	
–160	6	0.33	0.67	0.50	0.50											1.00	
–170	7	0.29	0.71	1.00								0.80	0.20				
–180	8	0.50	0.50	1.00								1.00					
–190	16	0.56	0.44	0.67	0.22	0.11						0.86	0.14				
–200	11	0.73	0.27	0.38	0.38	0.25						1.00					
–210	14	1.00	0.00		0.43	0.57											
–220	12	1.00	0.00		0.58	0.42											
–230	21	0.95	0.05		0.50	0.45	0.05						1.00				
–240	25	1.00	0.00		0.48	0.40	0.04		0.08								
–250	22	1.00	0.00		0.41	0.27	0.14	0.14	0.05								
–260	21	0.81	0.19		0.12	0.35	0.47		0.06				1.00				
–270	15	0.27	0.73		0.25	0.50	0.25						0.73	0.27			
–280	23	0.22	0.78			0.20	0.80						0.78	0.22			
–290	32	0.06	0.94			0.50		0.50					0.80	0.20			
–300	13	0.08	0.92		1.00								0.83	0.17			
301–	38	0.03	0.97							1.00			0.22	0.54	0.14	0.05	0.05

B) May–August

TL (cm)	n	sex ratio		age (male)						age (female)						
		male	female	0	1	2	3	4	5	6	0	1	2	3	4	5
–150	2	0.00	1.00													1.00
–160	6	1.00	0.00			1.00										
–170	12	0.92	0.08			1.00							1.00			
–180	13	0.77	0.23			1.00							1.00			
–190	11	0.82	0.18			1.00							1.00			
–200	17	0.71	0.29			0.92	0.08						1.00			
–210	19	0.74	0.26			1.00							1.00			
–220	20	0.95	0.05			0.47	0.53						1.00			
–230	38	0.76	0.24			0.38	0.62						0.78	0.22		
–240	35	0.71	0.29			0.08	0.84	0.04	0.04				0.60	0.40		
–250	32	0.78	0.22			0.12	0.76	0.08		0.04			0.71	0.29		
–260	23	0.70	0.30				0.81	0.13	0.06				0.43	0.43	0.14	
–270	15	0.40	0.60				0.50	0.17	0.17	0.17			0.11	0.89		
–280	12	0.33	0.67				0.50		0.50					0.88	0.13	
–290	15	0.27	0.73				0.25	0.25	0.25	0.25				0.73	0.27	
–300	7	0.29	0.71				0.50					0.50		0.80	0.20	
301–	10	0.10	0.90									1.00		0.78	0.22	

Table 3. Continued
C) September–December

TL (cm)	n	sex ratio		age (male)						age (female)						
		male	female	0	1	2	3	4	5	6	0	1	2	3	4	5
-150	29	0.62	0.38	1.00												1.00
-160	7	0.29	0.71	1.00												1.00
-170	6	0.67	0.33	1.00												1.00
-180	3	0.67	0.33	1.00												1.00
-190	2	0.50	0.50		1.00											1.00
-200	8	0.75	0.25		0.83	0.17										1.00
-210	15	0.87	0.13		1.00											1.00
-220	16	1.00	0.00		1.00											
-230	16	1.00	0.00		0.75	0.25										
-240	24	0.71	0.29		0.65	0.35										1.00
-250	28	0.75	0.25		0.57	0.43									0.86	0.14
-260	26	0.62	0.38		0.38	0.63									0.80	0.20
-270	23	0.35	0.65		0.25	0.75									1.00	
-280	20	0.15	0.85		0.33	0.33	0.33								0.88	0.12
-290	12	0.17	0.83			1.00									0.90	0.10
-300	4	0.00	1.00												0.75	
301–	10	0.10	0.90						1.00						0.44	0.44
															0.11	0.25

250 mm時には雄が86.5 g, 雌が92.6 gとなり, 雌の方が雄より重かった。

Age-length key と成長式

薄片法によって査定された年齢と全長および性別のデータに基づき, 雌雄比およびage-length keyを作成した (Table 3). 雌雄比については, 全長170–260 mmの範囲では雄の割合の方が多く, 逆に260 mm以上では雌の方の割合が高くなった。Age-length keyについては, 雄が0才から6才まで, 雌が0才から5才まで出現した。雌雄ともに同年齢内の全長のばらつきは1, 2才の若年齢魚で大きかった。

標本としたコウライアカシタピラメの雄と雌のそれぞれ全長範囲は, 106.3–311.9 mm, 102.8–386.8 mmであった。年齢tに対する体長TLの関係について, Von Bertalanffyの成長式を当てはめると次式ようになった (Fig. 4).

雄: $TL_t = 265.2 (1 - e^{-0.91(t+0.325)})$, $n=489$, $r^2=0.78$

雌: $TL_t = 328.1 (1 - e^{-0.96(t+0.023)})$, $n=340$, $r^2=0.68$.

雌雄の成長式を, F検定によって比較したところ, 雌雄差が認められた ($F=271.4$, $p<0.01$). 各年齢時の雌雄それぞれの計算体長 (全長) を比較すると, 1才では雄が185.6 mm, 雌が205.7 mm, 2才では雄が233.1 mm, 雌が281.4 mm, 3才では雄が252.3 mm, 雌が310.3 mm, 極限全長は雄が265.2 mm, 雌が328.1 mmとなり, 各年齢における全長および極限全長は雌の方が大きく, 全長300 mm以上の個体の大部分が雌であった。また, 成長係数は雌の方

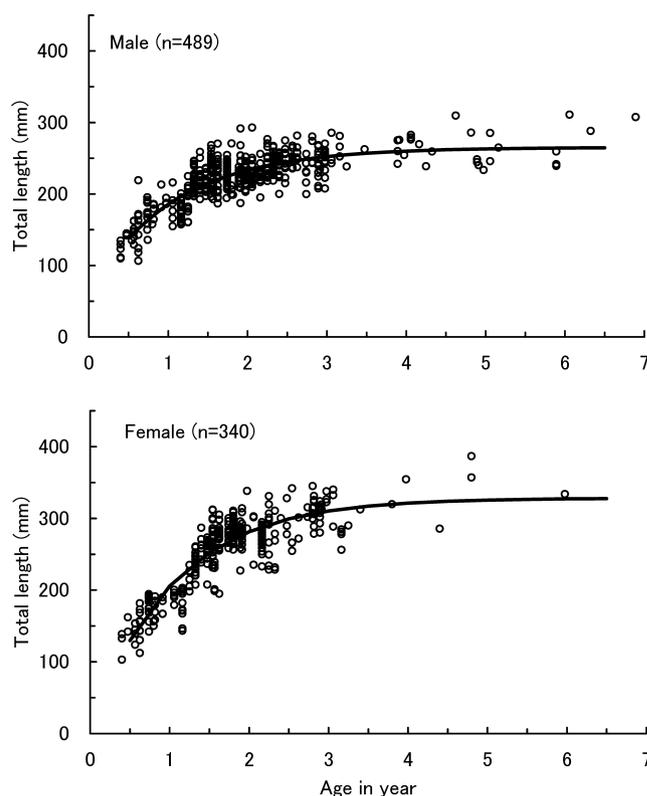


Figure 4. Von Bertalanffy growth curves fitted to total length-age relationships in tonguefish *Cynoglossus abbreviatus*.

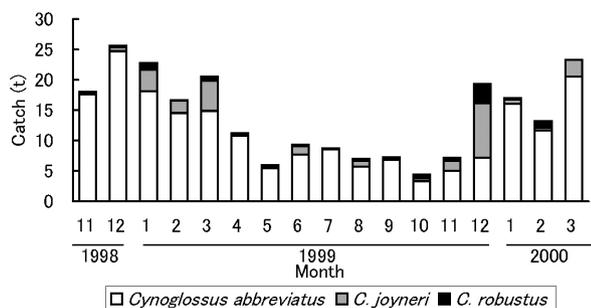


Figure 5. Seasonal change in catch of tonguefishes with the species compositions caught by small trawl nets of Shikai Fisheries Cooperative Association from November 1998 to March 2000.

が大きく、1年間あたりの平均全長の増加量（成長速度）も3才までは雌の方が高かった。3才以降は、雌雄ともに成長速度が11 mm/年以下と低くなり、成長が停滞した。

ウシノシタ類の漁獲量と種組成

ウシノシタ類の漁獲量には季節変動があり、12~3月に多く、1ヵ月あたりの平均漁獲量は19.8tであったが、5月~10月には少なく、この時期の平均漁獲量は多い時期の40%以下の7.1tであった (Fig. 5)。漁獲物の種組成をみると、1999年12月にはアカシタビラメが最も多かったが、それ以外の月ではコウライアカシタビラメが最も多かった。イヌノシタについては、1998年12月と2000年2月を除いて3種の中で最も漁獲割合が低かった。漁場の底質が砂・砂泥であった本研究におけるコウライアカシタビラメ、アカシタビラメ、イヌノシタのそれぞれの重量組成は83.6、12.5、4.0%であった。

コウライアカシタビラメの漁獲年齢組成

コウライウシノシタビラメの0才魚は9月から漁獲され始め、11月から1月に漁獲尾数割合が18~44%と高くなった (Fig. 6)。1才魚の漁獲割合はほとんどの月で最も多く、約半数の月でその割合は50%以上あった。2才魚は漁獲尾数の13~53%を占め、1月から8月に高く、9月から12月に低かった。3才と4才以上の漁獲割合は1月から5月に高かったが、その割合の大部分は5%以下であった。1999年の四海漁協の小型底びき網における推定された漁獲年齢組成をみると、1才と2才の漁獲尾数割合が、それぞれ53.1%と31.8%で、これらの年齢で全体の約85%を占めていた (Table 4)。さらに、0才魚の漁獲を加えると91.6%となり、2才以下の魚が主な漁獲対象となっていたことが分かる。

考 察

本研究で調べた標本では、不透明帯は主に4~6月に形成されていた。瀬戸内海の岡山県沿岸における耳石の表面観察

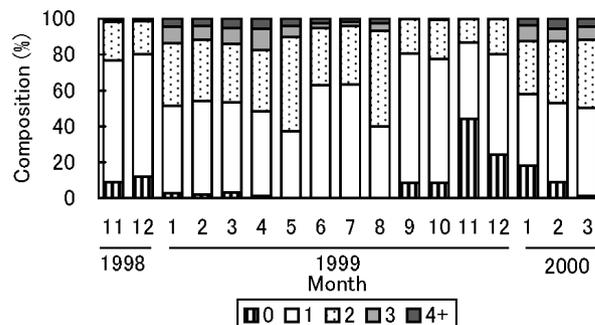


Figure 6. Seasonal change in age composition estimated for tonguefish *Cynoglossus abbreviatus* from November 1998 to March 2000.

Table 4. Age composition for *Cynoglossus abbreviatus* caught by the small trawl nets of Shikai Fisheries Cooperative Association in 1999.

Age	Catch number of fish	%
0	96,986	6.7
1	763,308	53.1
2	457,411	31.8
3	77,619	5.4
4	21,318	1.5
5	20,452	1.4
6	1,543	0.1
Total	1,438,637	

においても、不透明帯は2月から7月に出現し、4月から6月に出現割合が高くなり（鎌木, 1992b）、本研究の結果と一致した。岡山県沿岸では成熟腺は2月から5月に大きくなり、主に4月に産卵する（鎌木, 1992b）。これらのことから、コウライアカシタビラメの不透明帯は産卵期に形成されるものと思われる。

表面法による年齢の過小評価は、カサゴ（林ほか, 1995）やアイナメ（関河ほか, 2002）で報告されている他にも、海外でも多様な魚種について知られており（Beramish, 1979; Barber and McFarlane, 1987; Clayton and Maccina, 1999; Brouwer and Griffiths, 2004）、その原因は、高齢魚において、耳石長軸方向への成長が停滞し、縁辺部付近の不透明帯が縦に重なるためである。本研究においても高齢魚では耳石縁辺部付近の不透明帯が縦に重なるようになっており、表面法による査定では年齢の過小評価が生じていたものと考えられる。さらに、表面法による輪紋の判別において、コウライアカシタビラメは、同じ異体類のヒラメ（北川ほか, 1994）やヤナギムシガレイ（柳下ほか, 2005）に比べて、透明帯と不透明帯の境界が不明瞭であったことから、表面

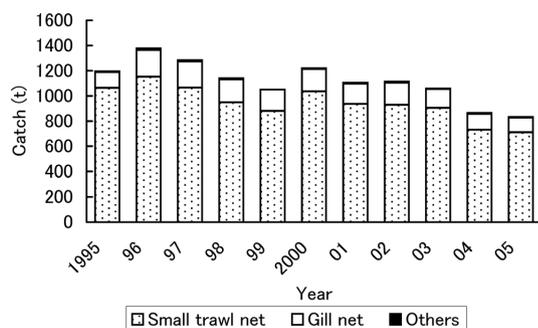


Figure 7. Annual change in fisheries catch of tonguefishes with fisheries composition in Kagawa Prefecture from 1995 to 2005 (after Kagawa Statistics And Information of Agriculture, Forestry and Fisheries, 1997–2007).

法では、年齢の誤査定が起こっている可能性がある。本研究では、表面法で0才と査定された耳石から薄片法との読み取りの差が生じ、1才以上と査定された耳石については20%以上の割合で誤査定され、その大部分は表面法による過小評価であった。したがって、コウライアカシタビラメの場合、小型魚から薄片法による年齢査定を行うべきであろう。また今回、耳石薄片をエッチングして観察した結果、不透明帯外縁では、耳石の成長が伸長方向から肥厚方向に変化するという特徴があった。このように耳石成長方向の変化が産卵期に変化することは、メイタガレイ（片山・五利江, 印刷中）やヒラメ（田中ほか, 印刷中）でも観察されている。この産卵期における耳石成長方向の変化は、耳石薄片において透明帯・不透明帯の識別が困難な場合や偽年輪のような構造がみられる場合において、年齢を査定する際に、有用な基準となると考えられる。

小豆島北部の漁場は底質が砂・砂泥で、ウシノシタ類の中でコウライアカシタビラメが最も多かった。有明海では、底質によって多獲されるウシノシタ類の種が異なり、コウライアカシタビラメは底質が砂・砂泥、アカシタビラメとイヌノシタはで泥・砂泥を好むことが報告されている（大坂・興石, 1997）。本研究の漁場のやや北の泥・砂泥（井内, 1985）を主漁場とする牛窓漁協の小型底びき網では、コウライアカシタビラメよりアカシタビラメの割合が高かった（松村・福田, 1982; 鎌木・唐川, 1990）。そして、礫・砂が広がる備讃瀬戸と泥が大部分を占める播磨灘と燧灘（井内, 1985）では、コウライアカシタビラメとアカシタビラメあるいはイヌノシタがそれぞれ最も多かった（香川県, 未発表）。燧灘東部～播磨灘西部の瀬戸内海中央部における底質とウシノシタ類の関係は、有明海の報告と一致した。したがって、ウシノシタ類の種ごとの漁獲量や種別の漁獲強度を評価するためには、漁場の底質を考慮した漁獲位置に関する情報を取り入れる必要がある。

コウライアカシタビラメを含むウシノシタ類は小型底びき網によって80%以上が漁獲され、そして、その漁獲量は

減少傾向にある (Fig. 7)。本種は、ふ化後約4ヶ月の9月から全長約100mm以上のものから漁獲され、1才以下の漁獲尾数が約60%を占めていた。本研究では異なる年級群から漁獲された魚の漁獲年齢組成を算出しており、卓越年級群があれば漁獲組成を補正しなければならないが、市場調査においてコウライアカシタビラメの全長組成の年変動は、ほとんど観察されず（香川県, 未発表）、また、ウシノシタ類の漁獲は減少傾向にあるものの比較的漁獲量は安定しており、卓越年級群はないものと考えられる。よって、本研究の結果は、小豆島北部の小型底びき網による漁獲年齢組成の平年的な結果であると考えられる。瀬戸内海において本種は、雄では満1才、雌では満2才で50%以上、満3才でほとんどの個体が成熟する（鎌木, 1992a）。本海域では、本種は未成魚のまま漁獲される割合が非常に高く、雌では特に顕著である。このことから、本種は、未成魚に対する過剰な漁獲圧による成長乱獲の状態、適正な漁獲状況でないものと考えられる。今後、未成魚の漁獲圧を下げるため、目合選択性の研究（東海, 1998）や選択性漁具の開発（信太・松下, 1999）が望まれる。さらに、有効な資源管理方策を提示するためにコホート解析などを行うべきであろう。

謝辞

サンプル採集にご協力賜りました四海漁業協同組合の皆様 に心から感謝します。英文要旨を校閲していただいたMs. Colleen Greer (RA, Queen's University, Canada) に深謝します。

引用文献

- Barber, W. E. and G. A. McFarlane (1987) Evaluation of three techniques to age arctic Char from Alaskan and Canadian waters. *Trans. Am. Fish. Soc.*, **116**, 874–881.
- Beamish R. J. (1979) New information on the longevity of Pacific ocean perch (*Sebastes alutus*). *J. Fish. Res. Board Can.*, **36**, 1395–1400.
- Brouwer S. L. and M. H. Griffiths (2004) Age and growth of *Argyrozona argyrozona* (Pisces: Sparidae) in a marine protected area: an evaluation of methods based on whole otoliths, sectioned otoliths and mark-recapture. *Fish. Res.*, **67**, 1–12.
- 中国四国農政局香川農政事務所編 (1997–2007) 漁業種類・魚種別生産量。第43–53次香川県水産統計年報, (社) 香川県農林統計協会。
- Clayton D. L. and M. J. Maccina (1999) Validation of annulus formation in gizzard shad otoliths. *N. Am. J. Fish. Man.*, **19**, 1099–1102.
- 林 周・道津光生・太田雅隆 (1995) 耳石によるカサゴの年齢査定における横断法と表面法の信頼性の比較。 *日本誌*, **61**, 1–5.
- 井内美郎 (1985) 瀬戸内海 I, 地質 (瀬戸内海全域)。日本全国沿岸海洋誌。沿岸海洋研究部会編, 東海大学出版会, 東京, 607–624.
- 鎌木昭久 (1992a) コウライアカシタビラメの年齢と産卵時期。 *岡山水試報*, **6**, 61–68.
- 鎌木昭久 (1992b) コウライアカシタビラメの産卵に関与する年齢と抱卵数について。 *岡山水試報*, **7**, 24–28.
- 鎌木昭久・唐川純一 (1990) 小型底曳網標本船による1989年の漁獲状況について。 *岡山水試報*, **5**, 85–92.

- 片山知史・五利江重昭 (2007) メイタガレイの年齢と成長, 東北底魚研究, **27**, 99-100.
- 北川大二・石戸芳男・桜井泰憲・福永辰廣 (1994) 三陸北部沿岸におけるヒラメの年齢, 成長, 成熟, 東北水研研報, **56**, 69-76.
- 松村真作・福田富男 (1982) 岡山県東部海域における小型底曳網の投棄魚について, 第14回南西海区ブロック内海漁業研究会報告, 17-32.
- 西村 明 (2001), 年齢・日齢査定法, 平成12年度資源評価体制確立推進事業報告書—資源解析手法教科書—, (社)日本水産資源保護協会, 東京, 31-43.
- 信太雅博・松下吉樹 (1999) 沿岸底曳網漁業への選択漁具の普及, 月刊海洋, **31**, 73-79.
- 落合 明 (1956) 日本産ウシノシタ魚類の成長について, 日本誌, **22**, 279-283.
- 大坂幸男・興石裕一 (1997) コウライアカシタビラメ, 日本の希少な野生水生生物に関する基礎資料 (IV), (社)日本水産資源保護協会, 190-195.
- 関河武史・高橋豊美・高津哲也 (2002) 北海道木古内湾におけるアイナメ *Hexagrammos otakii* の年齢と成長, 水産増殖, **5**, 398-400.
- 瀬戸内海水産開発協議会編 (1997) 瀬戸内海のさかな, 瀬戸内海水産開発協議会, 兵庫, 97 pp.
- 田中種雄・片山知史・目黒清美・加藤正人 (印刷中) 銚子・九十九里海域におけるヒラメの年齢と成長, 耳石を用いた年齢査定法の精査, 千葉水総研セ研報.
- 東海 正 (1998) 底曳網の網目選択性曲線の決定法とその資源管理への応用, 日本誌, **64**, 597-600.
- 柳下直己・大木 繁・山崎 淳 (2005) 若狭湾西部海域におけるヤナギムシガレイの年齢と成長および年齢組成, 日本誌, **71**, 138-145.
- 山田梅芳・時村宗春・堀川博史・中坊徹次 (2007) 東シナ海・黄海の魚類誌, 東海大学出版会, 東京, 1340 pp.