

岡山県東部海域におけるウシノシタ科魚類3種の資源特性

元 谷 剛

Population characters on Tongue Sole in the Coastal Waters of Eastern Okayama Prefecture

Tsuyoshi MOTOTANI

キーワード：アカシタビラメ，イヌノシタ，コウライアカシタビラメ，資源特性

岡山県海域の小型機船底びき網で漁獲されるウシノシタ科魚類は主にイヌノシタ *Cynoglossus robustus*，コウライアカシタビラメ *Cynoglossus abbreviatus* 及びアカシタビラメ *Cynoglossus joyneri* の3種である。本県海域におけるウシノシタ科魚類の漁獲量は2001年の616トンから'06年の461トンで推移し，そのうち82~87%が小型機船底びき網によるものであるが，近年，減少傾向にある。また，小型機船底びき網の全漁獲量に占めるウシノシタ科魚類の漁獲割合は'01年~'06年までの間，9.7~12.6%と当該漁業の重要な漁業対象種となっている^{1, 2)}。これらウシノシタ科魚類の資源を持続的かつ有効に利用していくためには，種ごとに成長及び産卵期などの資源特性

や漁獲実態を明らかにし，科学的な根拠に基づいた資源管理が必要である。しかし，当該海域でのウシノシタ科魚類の生物情報は不足³⁻⁵⁾している。本研究ではイヌノシタ，コウライアカシタビラメ及びアカシタビラメ（以下，ウシノシタ科3種）について，耳石薄片法⁶⁾により年齢と成長を明らかにするとともに，全長-体重関係や産卵期など資源特性を明らかにしたので報告する。

材料と方法

'08年5月から'11年2月にかけて毎月1回，岡山県東部に位置する牛窓町漁業協同組合所属の小型機船底びき

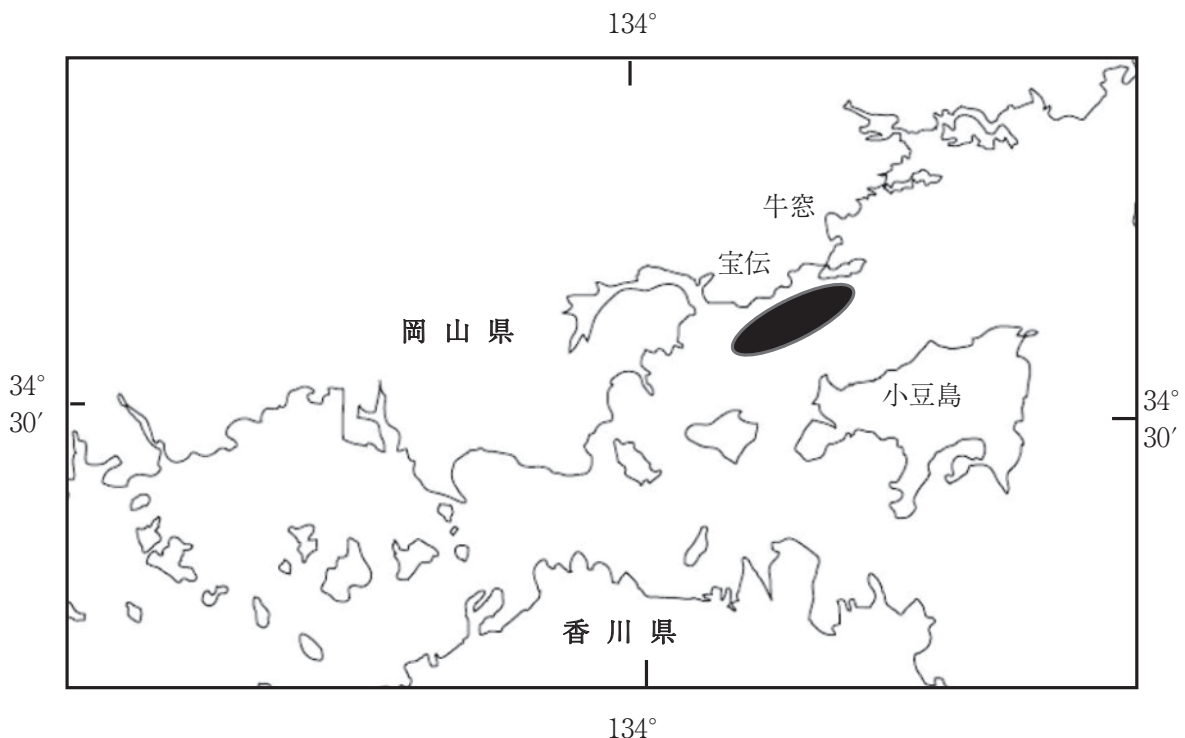


図1 操業場所

表1 耳石薄片標本に供したウシノシタ科3種の標本リスト

魚種	標本個体数			全長範囲 (mm)	耳石薄片標本に供した個体数		
	雌	雄	不明		雌	雄	不明
イヌノシタ	163	194	161	42-414	158	189	150
コウライアカシタビラメ	361	698	227	63-400	326	624	212
アカシタビラメ	551	562	269	57-277	433	418	219

表2 ウシノシタ科3種の1歳魚の雌雄の成長差の検定 (Mann-WhitneyのU検定)

魚種	推定年齢	性別	個体数 (尾)	平均値±標準偏差 (mm)	Z値	有意差
イヌノシタ	0.96	雌	17	175.1 ± 27.4	-0.07	
		雄	21	175.8 ± 21.2		
コウライアカシタビラメ	1.04	雌	32	174.9 ± 22.3	0.31	p<0.01
		雄	59	175.9 ± 29.7		
アカシタビラメ	1.21	雌	51	161.9 ± 14.7	0.9	
		雄	63	165.9 ± 19.9		

網漁船が1回の操業で漁獲したウシノシタ科3種を試料に用いた。また、試料サイズの偏りを補うために小型機船底びき網漁船により漁獲され、同漁業協同組合に水揚げされた個体も供試した。操業時間はすべて昼間で、漁獲場所は県東部の瀬戸内市牛窓町沖から岡山市宝伝沖の水深10~30mの砂泥質の海域であった(図1)。魚体は生鮮状態もしくは一旦冷凍して解凍後のもので、全長を1mm、体重を0.1gの単位で測定した。また、生殖腺の外観及び一部の個体については、生殖腺の中央付近を切断した内部を光学顕微鏡下で確認して性別を判断した後、生殖腺重量を0.01gの単位で測定し、生殖腺重量指数(GSI: 生殖腺重量/体重×100)を求めた。なお、生殖腺が未熟で外観などから性別の判断が難しい場合には性別不明とした。

次に、イヌノシタ、コウライアカシタビラメ及びアカシタビラメ、それぞれ497、1,162及び1,070個体を耳石薄片標本に供した(表1)。それらの個体から耳石(扁平石)を摘出し、後日、耳石薄片法による年齢査定を行った。すなわち、摘出した耳石を乾燥させポリエステル樹脂(丸本ストラル社製)に包埋後、硬組織切断機(ライカ社SP1600)を用いて、厚さ300µmの横断切片とし、それをスライドガラスに添付した。さらに、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下で行い、耳石縁辺部における透明帯、不透明帯の出現を観察し、耳石縁辺に不透明帯を有する個体の月別出現頻度を求めるとともに、不透明帯の輪紋数を計数した。

さらに雌雄別のウシノシタ科3種の年齢と全長に基づき、MS-Excelのソルバーを用い非線型最小二乗法⁷⁾によりVon Bertalanffyの成長式を推定した。本研究では、1歳以下のデータが少なかったため、データを利用するに当たり、年齢1歳前後の雌雄判別ができた個体についてMann-Whitneyの検定を行ない、1歳までの雌雄の成長差を確認した結果、3種とも雌雄の平均全長に有意差がみられなかった(表2)。このことから性別不明の1歳魚以下の全長を昇順に並べ替えた後、偶数を雄、奇数を雌と仮定し、雌雄に振り分けて用いた。成長式の年齢起算日は、後述のとおりイヌノシタ、コウライアカシタビラメ及びアカシタビラメの産卵期とし、それぞれ7月1日、5月1日及び7月1日と仮定した。

県東部海域におけるウシノシタ科3種の漁獲動向を明らかにするため、同漁業協同組合の水揚げ台帳から'04~'10年の水揚げ量を調査した。

結 果

年齢と成長 薄片標本は3種とも不透明な核、非常に細かい輪紋及び不透明帯が観察された(図2)。耳石の成長方向は、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、透明帯の内縁では伸長方向に成長した。本研究では、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したが、これにより精度の高い観察が可能と考えられた。

満1歳までの当歳魚を除き、耳石縁辺部に不透明帯を

有する個体の出現率の月変化を図3に示した。イヌノシタでは6～7月までの間が高く、1～4月及び10～12月までの間は0%であった。コウライアカシタビラメでは4～6月が高く、1、3及び10～12月までの間が低く、3、10～11月までの間は0%であった。アカシタビラメでは5、6月が高く、1～4及び7～12月までの間が低く、11月は0%であった。以上のことから、不透明帯は1年に1本形成される年輪として利用でき、その形成時期は、イヌノシタが6～7月、コウライアカシタビラメが4～6月、アカシタビラメが5～6月であると考えられた。そこで今後、年齢と成長に関する解析ではイヌノシタ、

コウライアカシタビラメ及びアカシタビラメの年齢起算日を、それぞれ7月1日、5月1日及び7月1日とした。

次に、ウシノシタ科3種の雌雄別年齢と成長をVon Bertalanffyの成長式に当てはめた(表3)。それぞれの種毎に雌雄別成長についてF検定を行ったところ、イヌノシタ(F=14.8, p<0.01)及びコウライアカシタビラメ(F=173.6, p<0.01)には有意差が認められた。また、イヌノシタ及びコウライアカシタビラメの極限全長はいずれも雌が大きく、各年齢の計算全長と計算体重も雌が雄を上回った。一方、アカシタビラメでは雌雄の成長に有意差が認められず(F=3.09, p>0.05)、成長式は雌雄込みで算出した(表3)。

全長と体重の関係 雌雄ともに体重から生殖腺重量を除き、雌雄別の全長と体重の関係を図4～6に示した。雌雄の全長-体重関係についてF検定を行ったところ、コウライアカシタビラメには有意差が認められた(F=27.7,



※矢印：不透明帯の位置を示す

図2 ウシノシタ科3種の耳石薄片標本

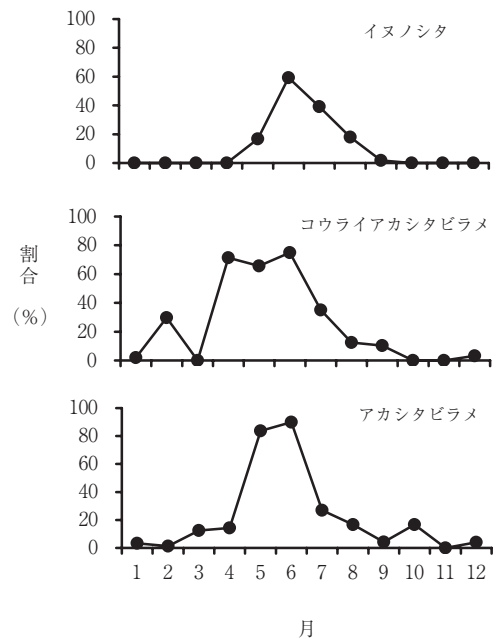


図3 耳石縁辺部に不透明帯を有する個体の出現率の月変化

表3 ウシノシタ科3種の成長曲線

魚種	性別	成長式	個体数(尾)	相関係数(r2)	F値	有意差
イヌノシタ	雄	$TL_t = 382.7 (1 - e^{-0.60(t+0.22)})$	252	0.85	14.8	p<0.01
	雌	$TL_t = 417.0 (1 - e^{-0.64(t+0.15)})$	386	0.91		
コウライアカシタビラメ	雄	$TL_t = 272.3 (1 - e^{-0.85(t+0.24)})$	685	0.78	173.6	p<0.01
	雌	$TL_t = 402.9 (1 - e^{-0.52(t+0.20)})$	386	0.89		
アカシタビラメ	雄	$TL_t = 253.2 (1 - e^{-0.72(t+0.23)})$	434	0.8	3.09	p>0.05
	雌	$TL_t = 255.3 (1 - e^{-0.82(t+0.07)})$	447	0.8		
	雌雄	$TL_t = 252.8 (1 - e^{-0.78(t+0.14)})$	881	0.8		

※TLt：年齢tにおける全長 (mm)

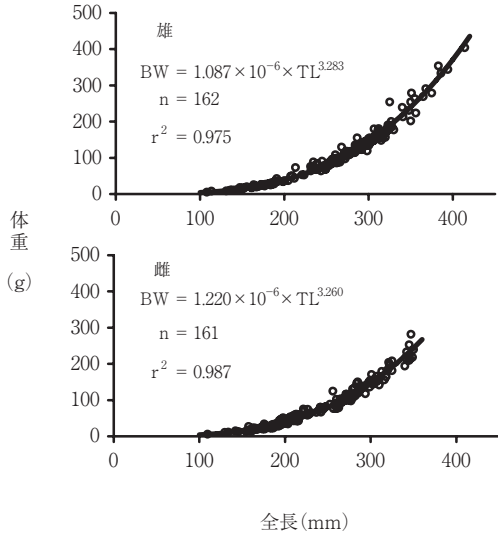


図4 イヌノシタの全長と体重の関係式
BW：体重 TL：全長

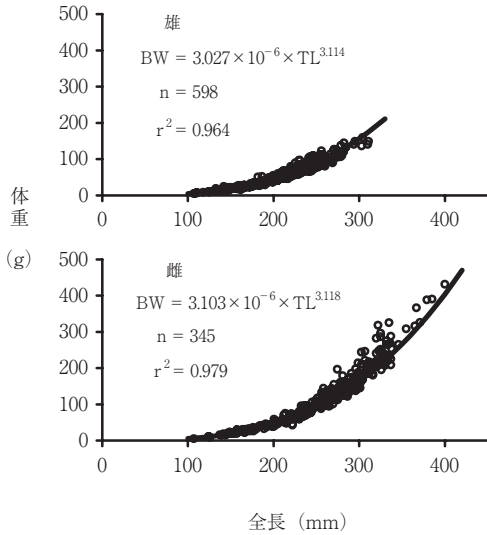


図5 コウライアカシタビラメの全長と体重の関係式
BW：体重 TL：全長

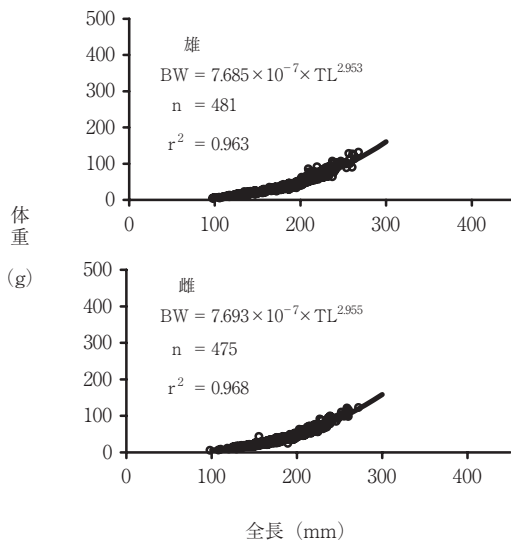


図6 アカシタビラメの全長と体重の関係式
BW：体重 TL：全長

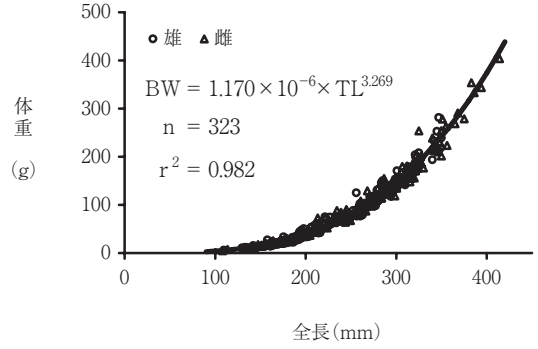


図7 イヌノシタの全長と体重の関係式
BW：体重 TL：全長

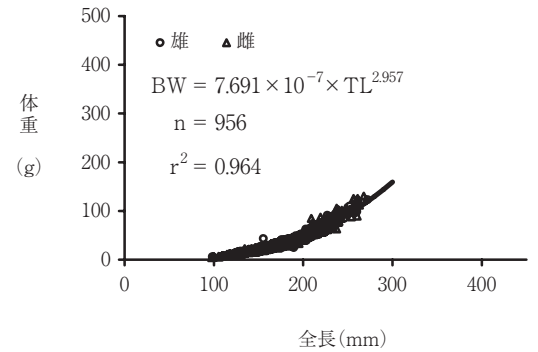


図8 アカシタビラメの全長と体重の関係式
BW：体重 TL：全長

p<0.01)。コウライアカシタビラメの同全長における雌雄の計算体重では、全長120mmまではほぼ同じで、それ以上では雌が重かった。一方、イヌノシタ (F=1.01, p>0.05) 及びアカシタビラメ (F=1.45, p>0.05) には有意差が認められなかったため、雌雄込みとした(図7, 図8)。

ウシノシタ科3種の同一全長における計算体重を比較すると、雌雄ともに全長250mmまでアカシタビラメがもっとも重かった。

全長と体長の関係 イヌノシタ、コウライアカシタビラメ及びアカシタビラメの全長と体長の関係は、3種ともに以下の式で示せた(図9)。

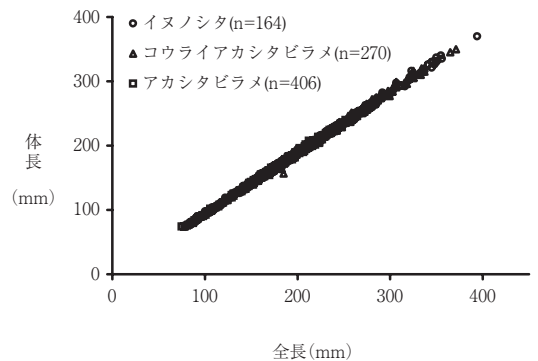


図9 ウシノシタ科3種の全長と体長の関係
BW：体重 TL：全長

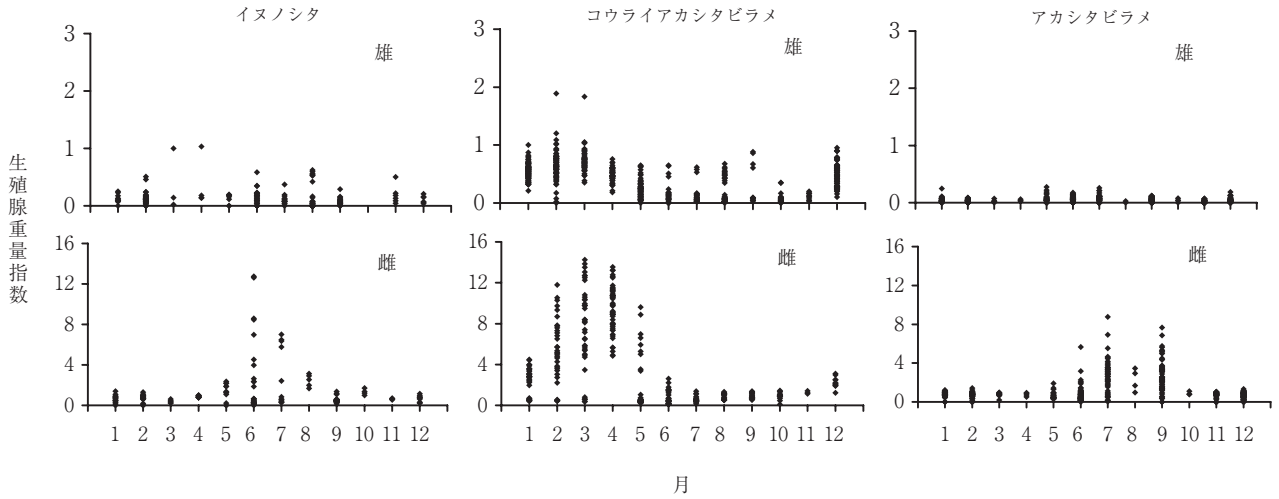


図10 ウシノシタ科3種の生殖腺重量指数の経月変化

表4 イヌノシタの月別雌雄別年齢別漁獲個体数(尾)

年齢	月												計	年齢別割合 (%)	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
雄	0	2	12	1		6		1				3	1	26	13.8
1	3	23	1	3	3	26	8	38	20			2	2	129	68.3
2	5	3	1	1	4	2	4	7				1	3	31	16.4
3		1				1			1					3	1.6
計	10	39	3	4	7	35	12	46	21	0	6	6	6	189	100
雌	0	7	2	4		1	3						3	20	12.7
1	6	12	1	10	10	22	7	2	31			4	6	111	70.3
2	2	2		2	1	1	4	3	2	4			1	22	13.9
3		2				1								3	1.9
4		1												1	0.6
5						1								1	0.6
計	15	19	5	12	12	28	11	5	33	4	4	10	10	158	100

表5 コウライアカシタビラメの月別雌雄別年齢別漁獲個体数(尾)

年齢	月												計	年齢別割合 (%)	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
雄	0	18	22	8		31				8	2	1	32	122	19.6
1	67	33	27	8	28	24	27	112	9	18	2	32	387	62.0	
2	9	9	2	22	5	1	7	3	4	3	5	16	86	13.8	
3	2	5	2	7	1								1	18	2.9
4	1		1	3	1								2	8	1.3
5											2			2	0.3
6														0	0.0
7				1										1	0.2
計	97	69	41	40	66	25	34	115	21	23	10	83	624	100	
雌	0	10	1	2	17	1				13	1			45	13.8
1	25	15	15	10	20	17	21	7	16	14	1	9	170	52.1	
2	1	10	3	28	6	13	5	10	9	2	1	2	90	27.6	
3			2	11				3	1					17	5.2
4				2		1		1						4	1.2
計	36	28	20	51	43	32	26	21	39	17	2	11	326	100	

BL = 0.949 TL - 1.229, n=840, r²=0.998

ここでBLは体長 (mm) を, TLは全長 (mm) を表す。

産卵期 イヌノシタ, コウライアカシタビラメ及びアカシタビラメの生殖腺重量指数の経月変化を図10に示した。イヌノシタ及びアカシタビラメでは雄の生殖腺重量

表6 アカシタビラメの月別雌雄別年齢別漁獲個体数(尾)

年齢	月												計	年齢別割合 (%)		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12				
雄	0		1	1											2	0.5
1	25	16	3		20	76	28	1	63	3	20	20	275	65.8		
2	14	10	2	3	6	19	11	1	13	1	21	17	118	28.2		
3	2	5			2	1				1	1	5	17	4.1		
4	3	1									1	1	6	1.4		
計	45	33	5	3	28	96	39	2	77	4	43	43	418	100		
雌	0					2								2	0.5	
1	36	31	9	3	13	70	17	3	51	1	22	51	307	70.9		
2	11	14	2	1	8	10	7	1	11	1	19	24	109	25.2		
3	1	3				2				1	1	5	13	3.0		
4		1											2	0.5		
計	48	49	11	4	21	84	24	4	64	2	42	80	433	100		

指数は年間を通して低かった。一方, コウライアカシタビラメでは雄の生殖腺重量指数は, 2~3月の期間が他の月と比べて高かった。イヌノシタの雌の生殖腺重量指数は1~5月までの間が低く, 6月に急激に上昇して最大となった後, 7月以降再び低下した。同様にコウライアカシタビラメの雌は6~12月までの間は低く, 2月に急激に上昇して3月に最大になった。その後, 5月以降は急激に低下した。アカシタビラメの雌は1~5月の間は低く, 6~9月までの間が高く, その後, 急激に低下した。これらのことから, 岡山県東部海域における産卵期は, イヌノシタが6~7月, コウライアカシタビラメが2~5月, アカシタビラメが6~9月で, 産卵盛期は, それぞれ6月, 3~4月, 7~9月と考えられた。

ウシノシタ科3種の漁獲年齢 年齢, 性別及び雌雄の判別できたイヌノシタ, コウライアカシタビラメ並びにアカシタビラメの月別雌雄別年齢別漁獲個体数を表4~6に示した。小型機船底びき網により漁獲された1歳以下の割合は, イヌノシタが82%, コウライアカシタビラ

メが76%，アカシタビラメが69%であった。また、同様に2歳以下の割合は、3種とも95%以上であった。

考 察

本研究ではウシノシタ科3種の耳石の不透明帯はイヌノシタが6～7月、コウライアカシタビラメが4～6月、アカシタビラメが5～6月に年1回形成されることが確認されたが、大阪湾のイヌノシタ、瀬戸内海中央部のコウライアカシタビラメ及びアカシタビラメにおいても耳石の不透明帯の形成時期は同様であった⁸⁻¹⁰⁾。また、イヌノシタ及びコウライアカシタビラメの不透明帯の形成時期は産卵期と一致し、また、アカシタビラメについては不透明帯の形成時期は産卵期の直前であったことから、不透明帯の数を満年齢としても差し支えないと考えられる。

岡山県東部海域におけるウシノシタ科3種の年齢と成長を既報の結果と比較したところ、3種ともにVon Bertalanffyの成長式により算出した年齢別平均全長がほぼ一致した(表7)。これは既報の調査海域は本研究の海域とは隣接した海域であり、生息及び海洋環境がほぼ同様であったことによると推測される。次に、極限全長及び各年齢時の全長については、雌雄ともにイヌノシタが一番大きく、次いでコウライアカシタビラメ、アカシタビラメの順となった。しかし、極限全長に対する各年齢時の全長の割合は、1歳時で、イヌノシタの雄52%、雌52%、コウライアカシタビラメの雄69%、雌44%、アカシタビラメの雌雄で59%、2歳時で、イヌノシタの雄74%、雌75%、コウライアカシタビラメの雄85%、雌

68%、アカシタビラメの雌雄で81%と3種の成長率には差が少なかった。ウシノシタ科3種は、日下部⁸⁾が指摘したように、生後1年間の成長速度がそれ以降に比べて大きいことが共通した特徴であると考えられた。なお、ウシノシタ科3種の寿命については、耳石輪紋による年齢解析からイヌノシタの雌及びコウライアカシタビラメの雄で8歳、アカシタビラメで6歳まで生存が確認されている^{8, 10)}。

次にウシノシタ科3種の雌について全長と生殖腺重量指数の関係を図11に示した。生殖腺重量指数の変化からイヌノシタ、コウライアカシタビラメ及びアカシタビラメの生物学的最小形は、それぞれ全長300mm、全長250mm及び全長150mm以上で、その年齢はイヌノシタ及びコウライアカシタビラメが2歳、アカシタビラメが1歳と考えられた。ウシノシタ科3種の雌の成熟開始年齢については、3種とも2歳以上と報告され^{3, 11, 12)}、アカシタビラメについては本研究と異なった。落合¹³⁾はアカシタビラメの年齢形質として鱗を用いて、年齢別平均体長を求め、満1歳で体長98.5mm、満2歳で体長142.5mmと報告している。本研究では満1歳が全長149mm、満2歳が全長206mmであり、これを全長と体長の関係式を用いて換算するとそれぞれ体長140mm及び体長194mmとなった。この差については年齢形質として鱗及び耳石の両方を用いた検証が必要である。

ところで、本県東部海域におけるイヌノシタ及びコウライアカシタビラメの雌の漁獲割合は満2歳までに94%以上と未成魚期の漁獲割合が非常に高かった。アカシタビラメの雌の割合も同様に満1歳までに66%が漁獲されており、未成魚期の漁獲割合が高かった。このように未

表7 ウシノシタ科3種の年齢と成長に関する既報との比較

単位：全長(mm)

種	イヌノシタ		コウライアカシタビラメ				アカシタビラメ					
	調査海域	調査年	調査海域	調査年	調査海域	調査年	調査海域	調査年				
	岡山県東部海域	2008-2010	大阪湾	2000-2002	岡山県東部海域	2008-2010	瀬戸内海中央部	1998-2000	岡山県東部海域	2008-2010	瀬戸内海中央部	1998-2000
	小型底びき網	小型底びき網	小型底びき網	小型底びき網	小型底びき網	小型底びき網	小型底びき網	小型底びき網	小型底びき網	小型底びき網	小型底びき網	小型底びき網
	本研究	本研究	日下部 ⁸⁾	本研究	本研究	山本ほか ⁹⁾	本研究	本研究	本研究	山本ほか ¹⁰⁾	山本ほか ¹⁰⁾	山本ほか ¹⁰⁾
年齢	雄	雌	雄	雌	雄	雌	雄	雌	雌雄	雌雄	雌雄	雌雄
1	200	216	232	211	188	178	186	205	149		175	
2	283	311	293	303	232	275	233	281	206		210	
3	328	361	323	352	255	327	252	310	231		231	
4	353	387	338	378	265	358	260	321	243		246	
5	366	-	-	391	269	376	263	326	248		253	
6	374	-	-	399	271	-	264	327	-		257	
7	-	-	-	402	272	-	-	-	-		-	
8	-	-	-	404	272	-	-	-	-		-	

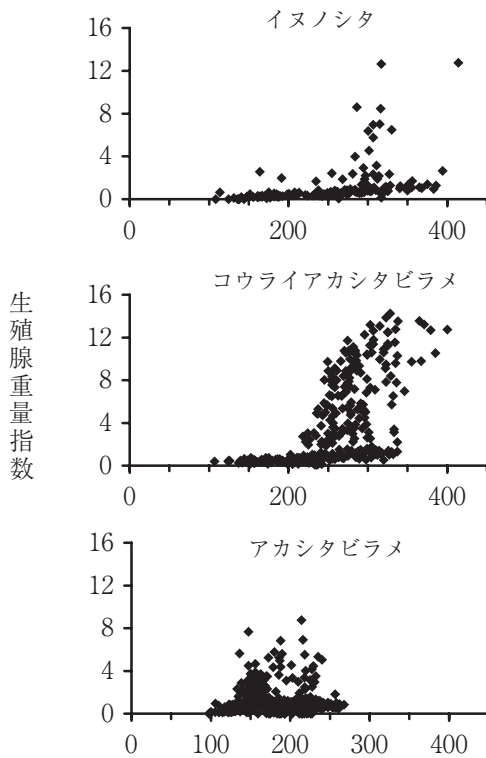


図11 ウシノシタ科3種の全長と生殖腺重量指数の関係(雌)

成魚期の漁獲割合が高い状態は、資源の再生産に与える影響が大きく、かつ、商品価値の低い小型魚の大量漁獲は価格低下を招く恐れがある。近年の本県海域におけるウシノシタ科魚類の漁獲量は減少傾向であり^{1, 2)}、また、本県東部海域の牛窓町漁業協同組合のウシノシタ科3種の近年の水揚げ状況では、イヌノシタ及びアカシタピラメは横ばい傾向であるものの、コウライアカシタピラメについては大幅に減少している(図12)。このまま未成魚の漁獲割合が高い状況が継続すれば、3種ともにさらなる漁獲量の低下が懸念されるため、イヌノシタ、コウライアカシタピラメ及びアカシタピラメの資源の維持が重要である。そのためには、本調査から明らかになった成長及び産卵期などの資源特性や漁獲実態を利用し、それぞれの種に適した再放流サイズの設定や産卵親魚の保護のための時期及び区域の設定など、科学的根拠に基づいた資源管理方策を検討する必要がある。さらに、ウシノシタ科3種の移動や分布状況などの生態的特徴を明らかにすることも今後の資源管理方策を検討するうえで重要である。

謝 辞

本研究を進めるに当たり、耳石薄片法による年齢査定

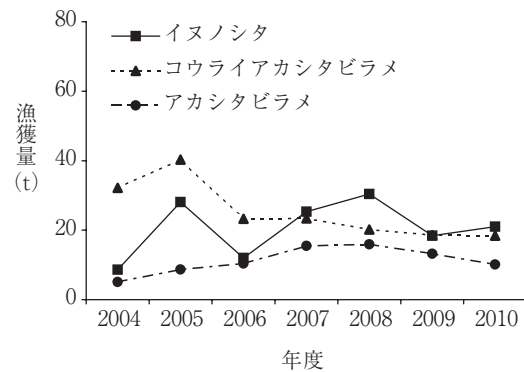


図12 牛窓町漁業協同組合のウシノシタ科3種の水揚げ量の推移

について、ご協力及びご指導いただいた東北大学大学院農学研究科の片山知史博士及び香川県水産試験場の山本昌幸主任研究員に心からお礼を申し上げます。また、当水産研究所の萱野泰久専門研究員、林 浩志専門研究員、清水泰子研究員並びに岡山県農林水産部水産課の亀井良則主任には魚体の選別、計測並びに耳石の採取等にご協力いただき、これらの方々には心から感謝します。

文 献

- 1) 岡山県農林統計協会, 2004:平成14年 岡山県漁業の動き, 39.
- 2) 岡山県農林統計協会, 2008:平成18~19年 岡山県農林水産統計年報, 37.
- 3) 鎌木昭久, 1992:コウライアカシタピラメの年齢と産卵時期, 岡山水試報, 6, 61-68.
- 4) 鎌木昭久, 1992:コウライアカシタピラメの産卵に関する年齢と抱卵数について, 岡山水試報, 7, 24-28.
- 5) 松村真作, 1979:岡山県東部における小型底曳網標本船の漁獲物組成とアカシタピラメ資源の予備的検討, 岡山水試事報, 昭和53年度, 24-38.
- 6) 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, 17-32.
- 7) 東海 正, 1997:MS-Excelのソルバーによる曳網の網目選択性Logistic式パラメータの最尤推定, 水産海洋研究, 61, 288-298.
- 8) 日下部敬之, 2011:大阪湾産イヌノシタ *Cynoglossus robustus* の年齢と成長, 日水誌, 77, 1-7.
- 9) 山本昌幸・片山知史・牧野弘靖・竹森弘征, 2008:瀬戸内海中央部におけるコウライアカシタピラメの年齢, 成長および漁獲年齢組成, 水産海洋研究, 72, 174-181.

- 10) M. YAMAMOTO, S. KATAYAMA, H. MAKINO and H. TAKEMORI,
2009 : Age and Growth of Red Tongue Sole (*Cynoglossus joyneri*) in the Central Seto Inland Sea, Japan, *Aquaculture Sci*, **57**, 341-342.
- 11) 真子 渺・田川 勝, 1958 : 東海・黄海産イヌノシタの成熟産卵について, 西海水研報, **15**, 15-27.
- 12) 落合 明・田中 克, 1986 : 魚類学 (下), 新版, 恒星社恒生閣, 1120-1122.
- 13) 落合 明, 1956 : 日本産ウシノシタ魚類について, 日本水誌, **22**, 279-283.