

ムツゴロウの生態-VI

— 国内外 8 産地の外部形態の比較 —

古賀 秀昭

Ecological Study of Mudskipper-VI Morphometric Comparison of Mudskipper in Eight Habitats Including Oversea

Hideaki KOGA

Abstract

Several morphometrical surveys were made on meristic and non-meristic characters to elucidate the differences of mudskipper, *Boleophthalmus pectinirostris* in eight habitats where was the Ariake sea (4 groups), the Yatsushiro sea (2 groups), southern west of Korea, and Taiwan which were imported from china for aquaculture.

As a result, pre-anal length and head length of the Yatsushiro sea groups were longer than others with 1% significant level. The spot lines on second dorsal fin of Korea group were significantly less one line compared with the domestic groups in any range of total length. Significant differences were seen in the number of soft rays of second dorsal and anal fin among 3 groups, namely, the Ariake sea groups, the Yatsushiro sea groups and the oversea groups.

Furthermore, these groups were classified by means of cluster analysis using the mean values of 6 characters, at first, they were divided into 2 groups, continental and domestic. And, the latter was divided into 2 groups, the Ariake sea and the Yatsushiro sea groups.

はじめに

ムツゴロウ *Boleophthalmus pectinirostris* (Linnaeus) は、国内では有明海と隣接する八代海の一部にしか生息しないハゼ科の水陸両生魚である。国外では、ビルマ、マレーシア、ボルネオ、台湾、朝鮮等¹⁾、中国本土では浙江省、福建省を中心に²⁾ 北は青島から南は海南島に至る (伍漢霖：私信) 広い範囲に分布する。

佐賀県内のムツゴロウの漁獲量は、1960年代後半の150~200トンから徐々に減少し、1983年以降は僅か2~4トンに激減した。このため、佐賀県では1986年度から禁漁区、禁漁期の設定、体長制

限等資源増大のための諸施策を講じるとともに、種苗生産技術の開発³⁻⁵⁾ 及び人工種苗の放流を行ってきた。最近の分布調査の結果、分布密度は禁漁区となっている六角川河口周辺を中心に高い値を示し⁶⁻⁸⁾、1992年には、漁獲量が30トン程度であった1978年の水準まで回復し⁸⁾、漁獲量も1991年には6トンと僅かながら増加傾向を示しており、一時の危機的状況は脱したものと考えられる。

しかしながら、将来、外国産の移殖や、放流用の種苗生産親魚としての導入の可能性も考えられないわけではない。その場合には、それらの遺伝

的形質や外部形態が有明海産とは異なることが予想され、それらの差異を見極めたくて慎重に行う必要があろう。アイソザイムによる集団遺伝学的解析については、別の機会に譲り、ここでは有

明海産、八代海産、韓国産天然魚及び台湾の養殖魚について、いくつかの形質を測定し、産地による外部形態の相違に関して検討を行ったので報告する。

材料及び方法

1. 供試標本

標本の採集状況、全長範囲等を Table 1. に、採集場所を Fig. 1. に示した。

1991, 1992年の4～8月にかけて、有明海4産地、八代海2産地、韓国及び台湾の計8産地で1才魚以上の標本を計586尾採取した。国内産については、全てタカッポ⁹⁾と呼ばれるトラップにより採集し、有明海早津江川、本明川、緑川の3産地については兩年とも採集した。韓国産は全羅南道木浦市近郊で、台湾産は台南市近郊で現地の業者から直接入手した。台湾産は養殖魚で種苗は全て中国本土の福建省あるいは広東省から供給されているが、いずれかについては特定出来なかった。雌雄比はほぼ1:1としたが、有明海六角川産、

有明海緑川産の1992年分については雌が異常に少なく、全体としては雄の割合が約56%と若干高かった。全長範囲は108～192mm、平均全長は157.9mmであった。産地毎の平均全長は八代海松橋産、台湾産が150mmを下回り、約170mmの有明海六角川産、韓国産に比べ20mm強小さい等産地による相違がみられた。

2. 標本の測定

非体節的形質として、採集全個体について全長(TL)、体長(BL)、肛門前部長(AL)¹⁰⁾、頭長(HL)を生体の状態で最小0.5mm単位で測定し、さらに、第2背鰭に列状にみられる淡青白色の斑点の列の数(以下、斑点列数)を計測した。体節的形質として、第2背鰭及び臀鰭軟条数を計測した。

Table 1. 供試標本
Used specimens.

	Habitat	Date	Sampling place		Number (♂, ♀)	T. length (mm)				
			Prefect.	Town		Min.	Mean	Max.		
Ariake	(Hayatsue)	'91.4.25	Saga	Kawasoe	51	22	29	129	157.4	180
		'92.5.19			50	25	25			
	(Rokkaku)	'92.6.18	Saga	Fukudomi	57	54	3	158	169.8	183
	(Honmyo)	'91.4.15	Nagasaki	Isahaya	53	27	26	113	161.7	192
'92.6.15	62	30			32					
	(Midori)	'91.4.16	Kumamoto	Tenmei	54	32	22	108	154.7	175
	'92.6.26	50			39	11				
Yatsushiro	(Matsubase)	'92.7.18	Kumamoto	Matsubase	50	25	25	134	146.5	166
	(Hikawa)	'92.7.1			Kumamoto	Kagami	73	34	39	135
Korea		'91.5.30		Mokpo	49	24	25	147	169.6	189
Taiwan		'92.8.3		Tainan	37	19	18	141	148.4	160
Total					586	331	255	108	157.9	192

Mudskipper of Taiwan were imported from China for aquaculture.

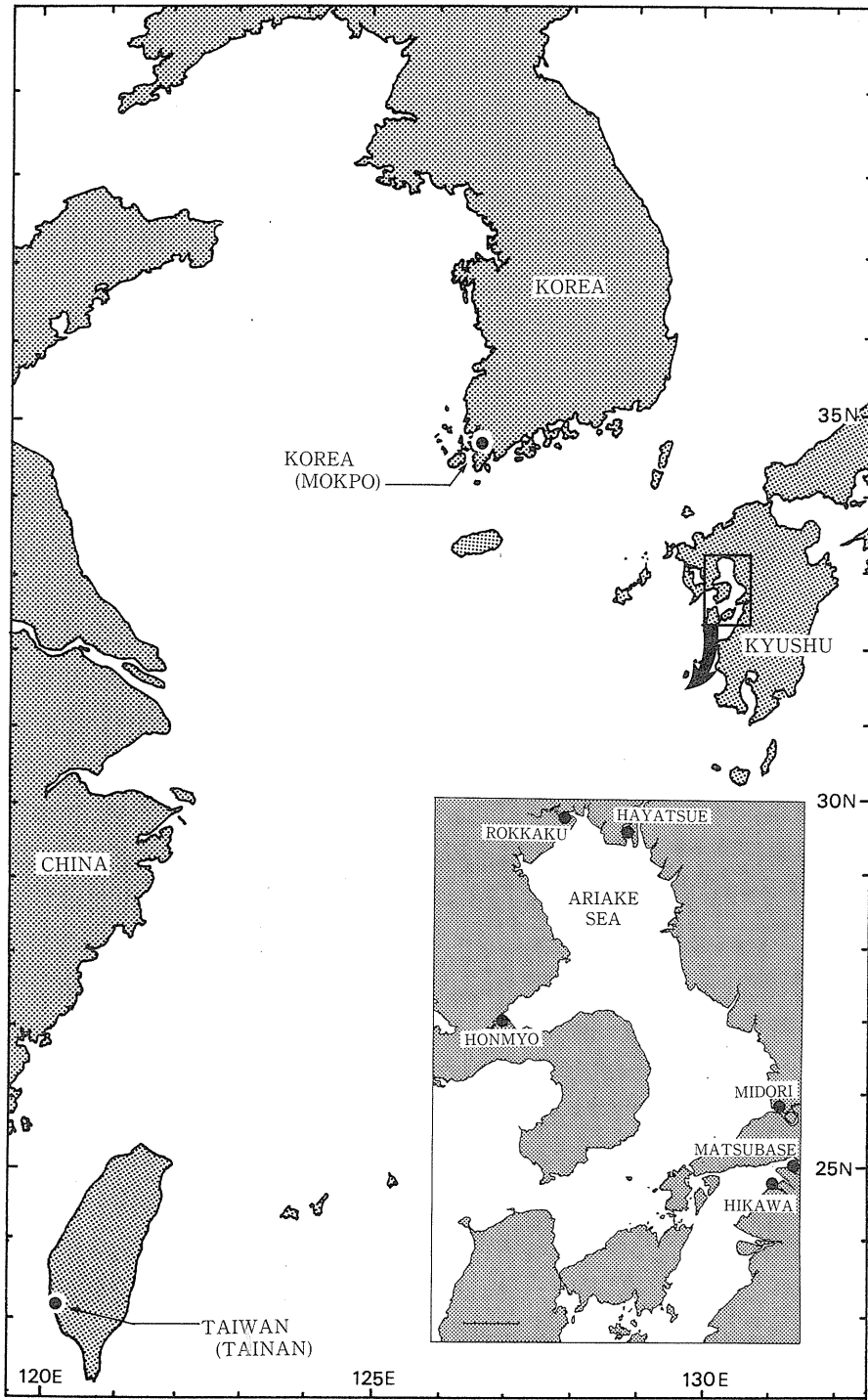


Fig. 1. 標本採集場所

Map of the Sampling location.

Specimens of Taiwan were only aquacultured, others were wild fish.

3. 解析の方法

測定した全個体について、非体節的形質の全長比 (BL/TL, AL/TL, HL/TL, TL/斑点列数) を求め、「STAX」の対応のないt検定 (T-TESTA)¹¹⁾により軟条数を含めて各産地間毎に

平均値の差の検定を行った。なお、軟条数については後述するように雌雄間に有意差は認められなかった。一方、非体節的形質では一部差がみられたが、ここでは雌雄を区別せず取り扱った。

結果及び考察

1. 非体節的形質の産地間の相違

産地毎の各測定項目の全長比(平均値)を Table 2.に、全長との関係を Fig. 2.に、その回帰式を Table 3.に示し、さらに、産地間の平均値の差の検定結果 (t 値) を Table 4.に示した。

1) 全長と体長

全産地の標本が含まれる全長160mmでの体長を回帰式から求めると、韓国産が約137mmで最大値を示し、最小の有明海緑川産、八代海松橋産の134.5mm に比べ約2.5mm大きかった。BL/TL の平均値の差の検定の結果、有明海緑川産が台湾産以外の全てと1%水準で有意となり、有明海本明川産についても有明海早津江川、緑川、八代海水川、韓国産と1%水準で有意となる等、同じ海域間でも有意差がみられた。

2) 全長と肛門前部長

回帰式から全長160mmでの肛門前部長を求めると、八代海の2産地が72mm前後で最大値を示し、最小の台湾産に比べ約5mm大きかった。AL/TL の平均値は、他産地の0.43前後に対し八代海の2産地では0.45を示し、平均値の差の検定の結果でも、他産地とは全て1%水準で有意で、しかも、

Table 2. 非体節的形質の全長比

Mean values of ratio of non-meristic characters to total length.

Habitat		BL/TL	AL/TL	HL/TL	TL/S. lines*
Ariake	(Hayatsue)	0.850	0.434	0.202	23.99
	(Rokkaku)	0.847	0.435	0.199	23.16
	(Honmyo)	0.844	0.435	0.199	23.87
	(Midori)	0.840	0.434	0.201	23.04
Yatsushiro (Matsubase)		0.845	0.450	0.214	22.32
	(Hikawa)	0.850	0.452	0.211	24.00
Korea		0.851	0.431	0.206	26.34
Taiwan		0.844	0.429	0.197	26.31

* : Spot lines on second dorsal fin.

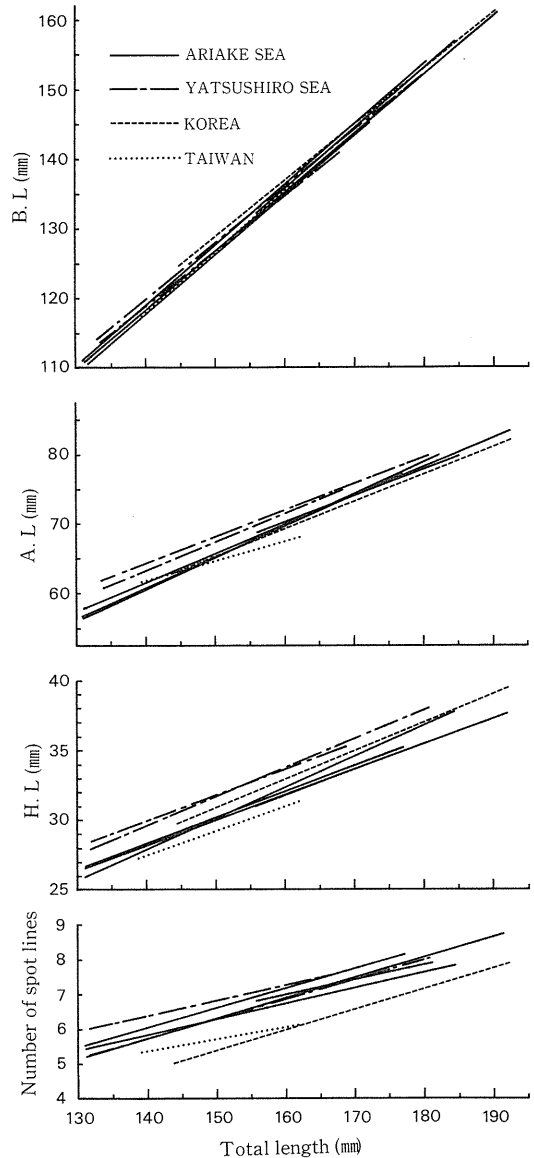


Fig. 2. 非体節的形質の全長との関係
The relationships between non-meristic characters and total length.

Table 3. 産地毎の全長との回帰式

Lenear regression equation with total length in each habitat.

	Ariake Sea				Yatsushiro Sea		Korea	Taiwan
	Hayatsue	Rokkaku	Honmyo	Midori	Matsubase	Hikawa		
TL-BL								
a	0.863	0.855	0.848	0.859	0.805	0.816	0.804	0.915
b	-1.978	-1.214	-0.565	-2.947	5.750	5.150	7.991	-10.789
r	0.994	0.981	0.996	0.993	0.985	0.995	0.989	0.881
TL-AL								
a	0.456	0.372	0.407	0.448	0.415	0.386	0.396	0.309
b	-3.382	10.665	4.483	-2.143	5.035	10.021	5.844	17.808
r	0.978	0.928	0.975	0.966	0.949	0.965	0.917	0.636
TL-HL								
a	0.219	0.195	0.186	0.189	0.187	0.207	0.201	0.175
b	-2.753	0.635	2.164	1.751	3.867	0.648	0.807	3.019
r	0.961	0.906	0.955	0.947	0.903	0.964	0.852	0.544
TL-S. line								
a	0.045	0.044	0.059	0.057	0.045	0.056	0.059	0.033
b	-0.464	-0.038	-2.536	-1.955	0.078	-2.128	-3.426	0.772
r	0.736	0.510	0.815	0.734	0.484	0.650	0.689	0.303

a : regression coefficient, b : constant term, r : correlation coefficient.

Table 4. 非体節的形質の産地毎の平均値の差の検定 (t 値)

Test statistics from the test for equality between two means of non-meristic characters.

Habitat	Ariake Sea				Yatsushiro Sea		Korea	Taiwan
	Hayatsue	Rokkaku	Honmyo	Midori	Matsubase	Hikawa		
Ariake (Hayatsue)	—	2.29*	5.74**	8.76**	4.09**	0.39	0.39	2.06*
(Rokkaku)	0.39	—	2.47*	5.10**	1.73	2.16*	2.27*	1.09
(Honmyo)	0.75	0.30	—	3.46**	0.42	5.60**	4.81**	0.09
(Midori)	0.51	0.88	1.07	—	3.04**	8.73**	7.09**	1.15
Yatsushiro (Matsubase)	10.49**	10.52**	9.09**	10.01**	—	3.79**	3.67**	0.26
(Hikawa)	13.30**	12.47**	11.08**	12.83**	3.10**	—	0.68	1.94
Korea	2.09*	2.35*	2.33*	1.74	9.90**	11.48**	—	2.14*
Taiwan	1.85	2.02*	2.38*	1.57	7.36**	8.34**	0.38	—

Upper : BL/TL, Lower : AL/TL.

	Hayatsue	Rokkaku	Honmyo	Midori	Matsubase	Hikawa	Korea	Taiwan
Ariake (Hayatsue)	—	3.29**	2.48*	0.79	13.32**	13.52**	3.21**	2.91**
(Rokkaku)	2.60*	—	0.49	2.46*	16.71**	17.48**	5.20**	1.26
(Honmyo)	0.32	1.85	—	1.74	15.15**	15.24**	5.10**	1.66
(Midori)	2.78**	0.34	1.99*	—	13.83**	14.31**	3.69	2.49*
Yatsushiro (Matsubase)	4.50**	2.17*	3.44**	1.61	—	1.57	6.10**	10.73**
(Hikawa)	0.02	2.15*	0.27	2.27	3.55**	—	4.60**	9.70**
Korea	4.91**	6.64**	4.37**	6.69**	7.59**	4.42**	—	4.69**
Taiwan	4.47**	6.03**	3.91**	6.11**	7.23**	4.07**	0.04	—

Upper : HL/TL, Lower : TL/Spotlines.

** : Significant at 1% level. * : Significant at 5% level.

そのt値も極めて高い値を示しており、八代海2産地は他と明らかに異なっていた。

3) 全長と頭長

回帰式から全長160mmでの頭長を求めると、八代海の2産地が約34mmで最大値を示し、最小の台湾産に比べ約3mm大きかった。AL/TLの平均値の差の検定の結果、八代海2産地は他産地とは全て1%水準で有意で、しかも、そのt値も極めて高い値を示しており、全長と肛門前部長との関係と同様に八代海2産地は他と明らかに異なっていた。

4) 全長と第2背鰭斑点列数

回帰式から全長160mmでの斑点列数をみると、有明海4産地、八代海2産地がほぼ7列であるのに対し、韓国、台湾産は約6と少なかった。平均値の差の検定の結果、韓国、台湾産は国内産とは全て1%水準で有意となり、特に、回帰係数が国内産とほぼ同じ値を示した韓国産については、どの全長範囲においても国内産に比べ確実に1列少ないことが明らかとなった。

この斑点列数は、一般に全長が大きいほど、つまり高年級魚になるほどその数が増す。本種の成長は、年、海域によって、さらに同年級群間においてもかなり異なり^{9,12)}、当才から満2歳までに大きく成長し、それを過ぎると成長は著しく鈍化することから¹²⁾、魚体の大きさから年齢を査定することは困難である。鰓尾ら¹²⁾は、熊本県緑川産の本種について射出骨の偶数標示が満年齢を示すとし、満年齢(6月)ごとの体長を求めている。満1才で全長130mmに成長する例もみられるが⁹⁾、ここでは、鰓尾ら¹²⁾が求めた値をとり、緑川産の全長と体長との関係式(Table 3.)から全長に換算すると、満1才では94~104mm、満2才では123~142mm、満3才では152~158mmとなる。緑川産について全長との回帰式から斑点列数を求めると、満1才の全長94~104mmでは4列みられることとなる。これは、一般に1才魚でも通常4~5列みられることともほぼ一致する。同様に、2才魚については5~6列、3才魚は7列となり、斑点列数が本種の大まかな年齢査定に応用できる可能性も否定できない。しかしながら、全長との相関

係数は国内産では0.48~0.82の範囲でそれほど高い値でなく、特に、台湾産では5%有意水準にも満たない0.30と低いことから、年齢査定に有効とされる射出骨^{2,12,13)}との関係を検討する必要がある。

2. 体節的形質の産地間の相違

第2背鰭及び臀鰭軟条数の頻度分布を産地毎にFig. 3.に、産地間の平均値の差の検定結果(t値)をTable 5.に示した。なお、雌雄間にはTable 6.に示したように、各産地とも有意差は認められなかった。

第2背鰭軟条数は、有明海産では25~29の範囲で、モードは26, 27にあり、平均値は26.5前後(早津江川産:26.8, 本明川産:26.6, 緑川産, 六角川産:26.4)であった。八代海産では25~27の範囲で、モードはいずれも26, 平均値は26前後(松橋産:26.1, 氷川産:25.9)と有明海産より小さな値を示した。韓国、台湾産においては、24~27の範囲で、モードはいずれも26, 平均値は26を下回り、特に韓国産については、有明海産では極めて少ない25の割合が40%を越えるなど、平均値は25.6と有明海産に比べほぼ1少なかった。

臀鰭軟条数については、有明海産が26前後(早津江川産:26.2, その他:26.0)で最も多く、次いで八代海産(いずれも25.7), 台湾産(25.4), 韓国産(25.2)の順となり第2背鰭とほぼ同様の傾向を示した。特に韓国産については、他産地に比べ1少ない25にモードがあり特徴的であった。

平均値の差の検定の結果、有明海産の中でも早津江川産の第2背鰭が他と有意差がみられたが、全体的にみると、有明海産、八代海産、外国産(韓国, 台湾)の3産地間で明らかな相違が認められた。

産地毎の軟条数(平均値)をFig. 4.に示したが、いずれも第2背鰭が臀鰭よりも多く、さらに、韓国産、台湾産、八代海産、有明海産の順に直線状に第2背鰭、臀鰭とも数を増している。本種の第2背鰭、臀鰭軟条数はともに23~26¹⁴⁾、第2背鰭24~26、臀鰭23~25¹⁵⁾とされているが、有明海産の約半数の第2背鰭はその範囲を越えていた。ま

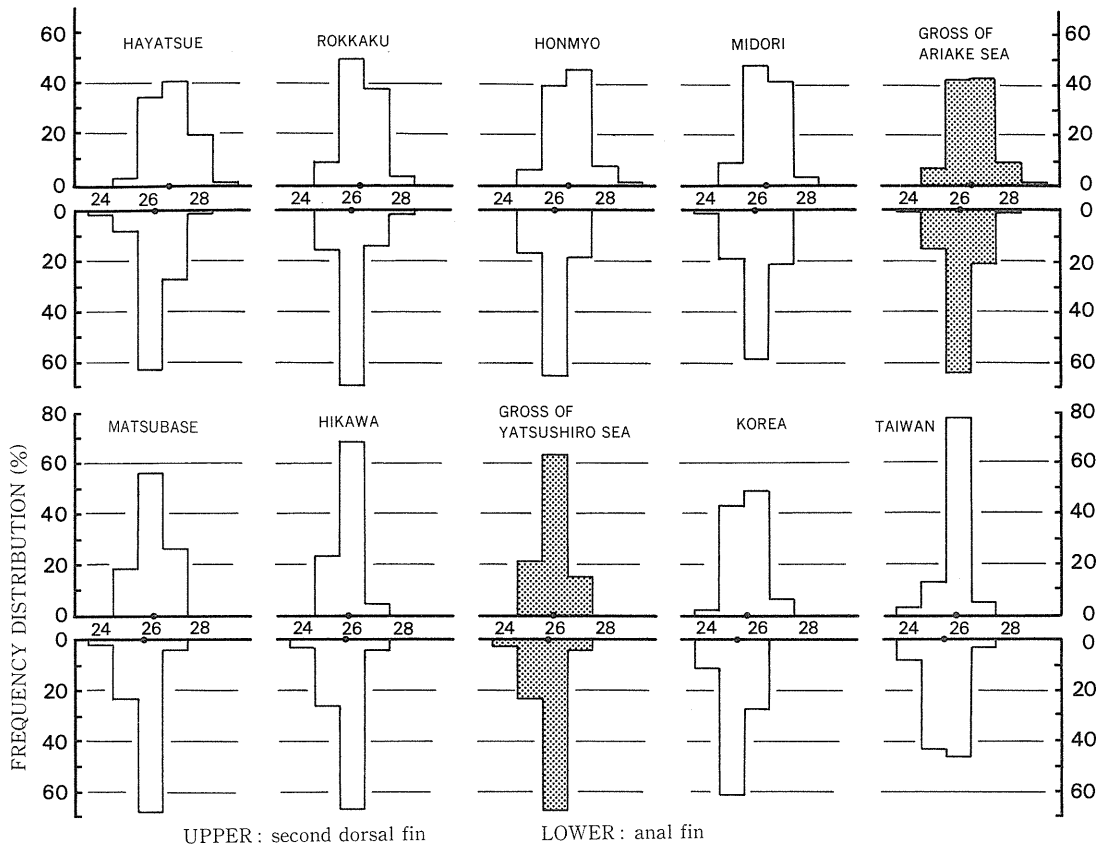


Fig. 3. 第2背鰭及び臀鰭軟条の産地別頻度分布
Frequency distribution of the soft rays of second dorsal and anal fin in each habitat.

Table 5. 軟条数の産地毎の平均値の差の検定 (t 値)

Test statistics from the test for equality between two means of soft rays.

Habitat	Ariake Sea				Yatsushiro Sea		Korea	Taiwan
	Hayatsue	Rokkaku	Honmyo	Midori	Matsubase	Hikawa		
Ariake (Hayatsue)	—	3.51**	2.18*	4.03**	5.47**	9.29**	9.13**	7.88**
(Rokkaku)	1.67	—	1.82	0.22	2.15*	4.74**	5.92**	3.71**
(Honmyo)	2.07*	0.00	—	1.95	4.02**	7.66**	7.96**	6.32**
(Midori)	2.08*	0.16	0.20	—	2.62**	5.80**	6.82**	4.19**
Yatsushiro (Matsubase)	4.26**	2.44*	2.81**	2.37*	—	2.11*	3.71**	1.62
(Hikawa)	4.93**	2.79**	3.32**	2.83**	0.13	—	2.38*	0.14
Korea	9.13**	7.07**	8.15**	7.18**	4.80**	5.01**	—	2.09*
Taiwan	6.10**	4.34**	5.04**	4.40**	2.29*	2.34*	1.90	—

Upper : Number of soft rays of 2nd dorsal fin, Lower : Number of soft rays of anal fin.

** : Significant at 1% level. * : Significant at 5% level.

た、中国の魚類図鑑 (名称不明) では、第2背鰭、
臀鰭軟条数はそれぞれ23~25、21~23と少ないこ

とから、今回の結果と考え併せると、軟条数は大
陸産が国内産に比べ少ないとして良さそうである。

Table 6. 軟条数の雌雄間の平均値の差の検定 (t 値)
Test statistics from the test for equality
between sex in soft rays.

Habitat	2nd D. fin	A. fin
Ariake (Hayatsue)	0.69	1.33
(Honmyo)	0.43	1.25
(Midori)	1.09	0.00
Yatsushiro (Matsubase)	0.85	0.75
(Hikawa)	0.05	0.27
Korea	1.92	0.82
Taiwan	0.88	0.37

There were no significance at 5% level in each habitat.

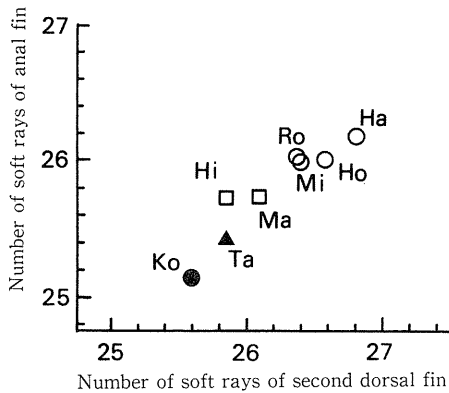


Fig. 4. 産地毎の第2背鰭及び臀鰭軟条数
The number of the soft rays of second dorsal and anal fin in each habitat.
The values were mean number.

体節の形質は発生中の水温, 光, 水質等の影響によってある程度左右され, 特に水温の変化による影響は良く知られており¹⁶⁾, 今回の結果は各産地の生息環境の相違によるものとも考えられる。

3. クラスター分析による産地間の区分

軟条数を含む前述6項目の産地毎の平均値を用いクラスター分析(群平均法)¹⁷⁾を行い, 外部形態による8産地の分類を試みた。非類似度は標準化ユークリッド平方距離に基づいて定義し, 得られたデンドログラムをFig. 5.に示した。

全体的にみると, まず外国産(韓国, 台湾産)と国内産に2分され, さらに, 国内産は八代海産と有明海産に2分され, 計3群に大別された。産

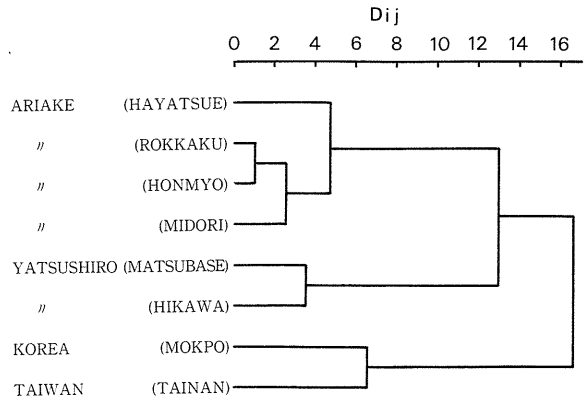


Fig. 5. 外部形態による産地区分のデンドログラム
Dendrogram resulting from linkage clustering of dissimilarity matrices with group average method among 6 morphometric characters.

地相互間の地理的距離をみると, 韓国産は台湾産(中国大陸産)より日本により近く, また, 有明海緑川産は他の有明海産に比べ八代海の2産地の方がより近い(直線距離で10km程度)。つまり, 外部形態による分類においては, 距離の遠近よりむしろ大陸系, 国内系として分類でき, さらに国内系については, 有明海, 八代海の2海域群に分けることができそうである。

有明海産の中では, 六角川産と本明川産が最初に融合しており, 両産地の非類似度が小さい, つまり, 外部形態が最も近いと言えよう。次いで緑川産, 早津江川産の順で融合し, 有明海4産地の中では早津江川産が最も異なる外部形態を持つと考えてよさそうである。八代海2産地間の非類似度は3.6で, 早津江川産と他の有明海産よりも近い関係にあった。

以上, 国内外8産地の外部形態の相違について比較検討したが, 非体節の形質, つまり, 後天的に変化する可能性がある形質に限らず, 体節の形質(軟条数)においても各海域間で有意差が認められた。さらに, 同じ海域間においても一部の形質では有意差が認められ, 本種の外部形態はかなりの変動幅を持っていることがうかがわれた。ただ, 今回の解析では標本の絶対数が少なく, 標本

群の全長範囲が同一でない面もあったことから、より多数の標本、他の形質についてさらに解析を

行えば各産地間の外部形態の相違がより明確となろう。

要

1. 有明海、八代海、韓国及び台湾の計8産地のムツゴロウの全長と体長、肛門前部長、頭長、第2背鰭の斑点列数との関係及び第2背鰭、臀鰭軟条数について比較検討した。
2. 非体節的形質については、八代海産は同じ全長の場合、肛門前部長、頭長が他産地に比べ明らかに長く、斑点列数については、韓国、台湾産が国内産に比べ同じ全長の場合明らかに少ない等の相違点がみられた。有明海4産地については大き

約

- な相違はみられなかった。
3. 第2背鰭、臀鰭軟条いずれも有明海産が最も多く、次いで八代海産、台湾産、韓国産の順であった。平均値をみると、有明海産と韓国産ではいずれも有明海産の方が約1条多かった。
 4. クラスタ分析（群平均法）を行った結果、大陸系、国内系の2群に大別でき、さらに国内系については、有明海、八代海の2海域群に分けることができた。

文

- 1) 松原喜代松 1964：魚類の形態と検索II。石崎書店。東京。
- 2) 張 其永・沈 曙光・張 文勝 1990：大弾塗魚の年齢、生長と生殖力研究。水産学報 (JOURNAL OF FISHERIES OF CHINA), 14(3), 179-188.
- 3) 古賀秀昭・野口敏春・中武敬一 1989：ムツゴロウの人工増殖に関する研究-I。親魚の養成、佐有水試研報, (11), 1-7.
- 4) 古賀秀昭・野口敏春・木下和生 1989：ムツゴロウの人工増殖に関する研究-II。人工産卵巣による採卵及び産卵本件、佐有水試研報, (11), 9-16.
- 5) 古賀秀昭・野田進治・野口敏春・青戸 泉 1989：ムツゴロウの人工増殖に関する研究-III。ふ化及び稚魚飼育、佐有水試研報, (11), 17-28.
- 6) 佐賀県有明水産試験場 1989：昭和63年度地域特産種増殖技術開発事業、魚類・甲殻類グループ総合報告書、佐1-佐42.
- 7) 佐賀県有明水産試験場 1991：平成2年度地域特産種増殖技術開発事業、魚類・甲殻類グループ総合報告書、佐1-佐39.
- 8) 佐賀県有明水産振興センター 1993：平成4年度地域特産種増殖技術開発事業、魚類・甲殻類グ

献

- ループ総合報告書、1-55.
- 9) 小野原隆幸 1980：ムツゴロウの生態-I。漁業生産、分布および成長について。佐有水試報, (7), 123-150.
 - 10) 沖山宗雄 1988：日本産稚魚図鑑。沖山宗雄編、東海大学出版会。東京。
 - 11) 開原成允 1985：マイコンによる医療統計処理。中山書店。東京。
 - 12) 鷲尾真佐人・筒井 実・田北 徹 1991：熊本県緑川河口域に分布するムツゴロウの年齢と成長。日水誌, 54(4), 637-644.
 - 13) 塚本 賢・小野原隆幸・後川慶三・松浦修平 1983：ムツゴロウの年齢形質。日水誌, 49(1), 69-74.
 - 14) 富山一郎 1974：新日本動物図鑑[下]。5版、岡田要編, 379。図鑑の北隆館。東京。
 - 15) 道津喜衛 1988：日本産稚魚図鑑。沖山宗雄編, 718。東海大学出版会。東京。
 - 16) 岩井 保 1980：魚学概論。2刷、恒星社厚生閣。東京。
 - 17) 田中 豊・垂水共之・脇本和昌 1985：パソコン統計解析ハンドブック II多変量解析編、共立出版。東京。