周防灘西部および八代海南部海域産コチ属 2 種の 形態学および遺伝生化学的比較

増田 育 司, 原口美茶江, 小澤 貴 和, 松井 誠 一, 林 功

(1996 年 6 月 28 日受付)

Morphological and Biochemical Comparisons of Two Flathead
Species of the Genus *Platycephalus* Collected from the Western
Suonada and Southern Yatsushiro Seas, Japan

Yasuji Masuda,*¹ Misae Haraguchi,*¹ Takakazu Ozawa,*^{1,*4}
Seiichi Matsui,*² and Satoshi Hayashi*^{3,*5}

Two flathead species of the genus *Platycephalus*, *P. sp. I* (Japanese name: Magochi) and *P. sp. II* (Japanese name: Yoshinogochi), from the western Suonada and the southern Yatsushiro Seas, Japan, were compared morphologically and electrophoretically. *Platycephalus sp. II* was easily distinguished from *P. sp. I* by the presence of irregular brown spots on the back and sides. Complete species separations were also observed at the following meristic characters on fish scales: pored scales in lateral line (PSLL), 67-74 in *sp. I*, 86-99 in *sp. II*; transverse rows of scales running obliquely backward and downward (TRSB), 89-107 in *sp. I*, 108-121 in *sp. II*; and transverse rows of scales running obliquely forward and downward (TRSF), 124-138 in *sp. I*, 143-157 in *sp. II*. Relative growth of the following eight body parts to standard length was significantly different between the two species: predorsal length (PDL), preanal length (PAL), body width (BW), caudal peduncle depth (CPD), head length (HL), head width (HW), upper jaw length (UJL), and interorbital width (IOW). These two species did not share alleles at six loci out of 20 loci detected from isozymes and general proteins and gave a genetic distance of 0.380-0.405, a typical value of congeneric species.

キーワード: マゴチ, ヨシノゴチ, 計数形質, 計量形質, 電気泳動法, アイソザイム, 遺伝的距離

コチ科のコチ属はインド・西太平洋の温帯から熱帯域にかけて広く分布する沿岸性魚類であり、我が国周辺からは従来コチ *Platycephalus indicus* 1 種のみが知られてきた。^{1,2)} しかし亀井³⁾は瀬戸内海の西部海域において、体色が濃暗褐色で 3-10 条の黒色横帯があり、側線有孔鱗数が 80 以下のマゴチと、マゴチより淡色で黒色横帯を有さず、側線有孔鱗数が 80 以上のヨシノゴチの 2 種が存在することを報告した。一方、Taniguchi *et al.*³⁾は香川県の高松で採集されたマゴチとヨシノゴチの筋肉蛋白、LDH および MDH の電気泳動パターンを比較した結果、筋肉蛋白の泳動パターンが全く異なることを観察

し、両者を別種とする亀井の結論を支持した。

このように従来 1 種とされていたコチはマゴチとヨシノゴチの 2 種より成ることが明らかとなったが、その形態的な比較は前出の亀井による簡略な報告があるにすぎず、また電気泳動分析も一部の蛋白と酵素についてなされているのみである。本研究では 2 種の形態学的ならびに遺伝生化学的相違をより明らかにするために、瀬戸内海の周防灘と九州西岸の八代海で採集された標本を用いて、多数の計数・計量形質ならびに電気泳動パターンの比較を行った。以下に得られた結果を報告する。なお本論文ではマゴチを *Platycephalus sp. I*, ヨシノゴ

*¹ 鹿児島大学水産学部 (Faculty of Fisheries, Kagoshima University, Shimoarata, Kagoshima 890, Japan).

*² 九州大学農学部附属水産実験所 (Fishery Laboratory, Kyushu University, Tsuyazaki, Fukuoka 811-33, Japan).

*³ 福岡県豊前水産試験場 (Fukuoka Prefectural Buzen Fisheries Experimental Station, Buzen, Fukuoka 828, Japan).

*⁴ 現住所: 鹿児島大学大学院連合農学研究科 (The United Graduate School of Agricultural Sciences for Doctoral Course, Kagoshima University, Korimoto, Kagoshima 890, Japan).

*⁵ 現住所: 福岡県豊前海漁業振興基金 (Fukuoka Prefectural Buzen Fisheries Promotion Fund, Higashikouen, Hakata, Fukuoka 812, Japan).

*⁶ 亀井正法: 日本産コチ属 *Platycephalus* 2 型の形態学的ならびに生態学的比較研究. 日本魚類学会第 1 回研究発表会講演要旨, 魚類学雑誌, 16, 87-88 (1969).

チを *Platycephalus* sp. II と便宜的に呼称した。

材料および方法

材料 1986年6月に瀬戸内海の周防灘西部海域で漁獲された体長302~336 mmのマゴチ10尾(♂6, ♀4)と体長308~384 mmのヨシノゴチ10尾(♂6, ♀4), および同年7月に八代海南部海域で漁獲された体長311~455 mmのマゴチ5尾(♂3, ♀2)と体長256~317 mmのヨシノゴチ3尾(♂3)を形態ならびに電気泳動分析に用いた。漁獲場所はFig. 1に示す。

魚体入手後は直ちに10 g程度の肝臓と筋肉の組織片を摘出し、ドライアイスで凍結させて実験室に持ち帰り、電気泳動分析に供するまで-30°Cで冷凍保存した。組織片摘出後の魚体は研究室で冷凍保管し、後日、色彩・斑紋および外部形態の分析に用いた。

計数形質 背鰭棘条(DFS), 背鰭軟条(DFR), 胸鰭軟条(PFR), 腹鰭棘条(VFS), 腹鰭軟条(VFR), 臀鰭軟条(ADR)の6種類の鰭条数と, 側線有孔鱗(PSLL), 後下方に走る横列鱗(TRSB), 前下方に走る横列鱗(TRSF), 側線上方鱗(SALL), 側線下方鱗(SBLL)の5箇所の鱗数ならびに鰓耙数(GR)を, 松原⁴⁾およびMatsubara and Ochiai²⁾に従って計数した。周防灘産の2種については, 形質ごとにMann-Whit-

neyのU-検定法⁵⁾により計数値の分布状態を比較したが, 個体数の少ない八代海産の2種については範囲の比較のみを行った。

計量形質 周防灘産の2種について, 体長(SL), 全長(TL), 背鰭前部長(PDL), 臀鰭前部長(PAL), 体幅(BW), 尾柄高(CPD), 頭長(HL), 頭幅(HW), 吻長(SNL), 上顎長(UJL), および两眼間隔(IOW)の11形質を松原⁴⁾に従って計量した。両種ともに体長と各部位長との間には直線回帰関係が見られ, 分散分析(ANCOVA)⁶⁾を用いて残差分散, 回帰係数, および修正平均の比較を行った。

電気泳動法 凍結しておいた肝臓および筋肉の組織片から約0.5 gの試料を切り取り, 等量の蒸留水を加えてホモジェナイズし, その上澄液を濾紙に滲み込ませ, 水平式デンブングル電気泳動に供した。ゲルはエレクトロスターチを12.5%の濃度で使用し, 泳動用緩衝液はClayton and Tretiak⁷⁾のクエン酸アミノプロピルホルリン(CAPM緩衝液, pH 6)とクエン酸アミノプロピルジエタノールアミン(CAEA緩衝液, pH 7)の2種類を用い, 3 mA/cm²の定電流で約4時間通電した。分析した酵素と非酵素性蛋白の名称, 関与する遺伝子座, 用いた組織と緩衝液, および酵素染色法をTable 1に示した。

遺伝子座, 遺伝子型, および対立遺伝子の表記法はShaklee *et al.*¹⁵⁾に従った。なお複数の遺伝子座が観察された場合には陽極側から順に数字を付して座を区別した。対立遺伝子は周防灘産マゴチの最も頻度の高い遺伝子を*100とし, 他の遺伝子は泳動像における相対距離で表示した。

結 果

色彩・斑紋の比較 周防灘産コチ属2種の体側面および体背面写真をFig. 2に示す。これを見るとマゴチの体色は黒褐色で, 体背部に数条の不明瞭な黒色横帯が認められた。一方, ヨシノゴチの体色はマゴチより淡色で, 体表に多数の不定形褐色小斑が認められた。その他, マゴチは胸鰭の裏面が白色であるのに対しヨシノゴチは黒色である点や, マゴチではあまり認められないがヨシノゴチでは尾鰭の上縁に沿って多数の小斑点が認められる点が相違していた。八代海南部海域産の2種も周防灘産のものと同様の色彩・斑紋を示した。

計数形質の比較 Table 2は周防灘西部海域産のマゴチとヨシノゴチの12計数形質の範囲と平均値を示したものである。まず鰭条数についてみると, 背鰭棘条(DFS)では両種とも個体変異は全くみられず, 10(II-VI-I)であった。背鰭軟条(DFR)はヨシノゴチで14の個体が2尾みられたが, 他はいずれも13であっ

Fig. 1. Collection sites of two *Platycephalus* species in Kyushu, Japan.

WSS: western Suonada Sea.

SYS: southern Yatsushiro Sea.

Table 1. Enzymes and proteins, their loci, tissue sources, buffer systems, and staining procedures used in electrophoretic analysis

Enzyme and protein (Abbreviation and E.C.number)	Symbol for locus	Tissue source	Buffer system	Reference for staining procedure
Aconitate hydratase (AH, 4.2.1.3)	AH*	Liver	CAEA	Shaw and Prasad ⁸⁾
Alcohol dehydrogenase (ADH, 1.1.1.1)	ADH*	Liver	CAEA	Taniguchi <i>et al</i> ⁹⁾
Aspartate aminotransferase (AAT, 2.6.1.1)	AAT-1*	Liver	CAPM	Taniguchi and Numachi ¹⁰⁾
	AAT-2*	Liver	CAEA	Taniguchi and Numachi ¹⁰⁾
Fumarate hydratase (FH, 4.2.1.2)	FH*	Muscle	CAEA	Shaw and Prasad ⁸⁾
Glucose-6-phosphate isomerase (GPI, 5.3.1.9)	GPI-1*	Liver	CAEA	Shaw and Prasad ⁸⁾
	GPI-2*	Muscle	CAEA	Shaw and Prasad ⁸⁾
Glycerol-3-phosphate dehydrogenase (G3PDH, 1.1.1.8)	G3PDH-1*	Liver	CAEA	Numachi ¹¹⁾
	G3PDH-2*	Muscle	CAEA	Numachi ¹¹⁾
Iditol dehydrogenase (IDDH, 1.1.1.14)	IDDH*	Liver	CAEA	Shaw and Prasad ⁸⁾
Isocitrate dehydrogenase (IDHP, 1.1.1.42)	IDHP-1*	Liver	CAEA	Taniguchi and Numachi ¹⁰⁾
	IDHP-2*	Muscle	CAEA	Taniguchi and Numachi ¹⁰⁾
Lactate dehydrogenase (LDH, 1.1.1.27)	LDH*	Muscle	CAPM	Numachi ¹²⁾
Malate dehydrogenase (MDH, 1.1.1.37)	MDH-1*	Liver	CAPM	Numachi ¹²⁾
	MDH-2*	Liver	CAEA	Numachi ¹²⁾
Phosphoglucumutase (PGM, 5.4.2.2)	PGM*	Muscle	CAEA	Shaw and Prasad ⁸⁾
Phosphoglucanate dehydrogenase (PGDH, 1.1.1.44)	PGDH*	Liver	CAEA	Taniguchi and Numachi ¹⁰⁾
Superoxide dismutase (SOD, 1.15.1.1)	SOD*	Liver	CAPM	Numachi ¹³⁾
General protein (PROT)	PROT-1*	Muscle	CAEA	Taniguchi and Konishi ¹⁴⁾
	PROT-2*	Muscle	CAEA	Taniguchi and Konishi ¹⁴⁾

た。胸鰭軟条 (PFR) についてはマゴチの範囲は 18~19 であるのに対し、ヨシノゴチは 17~18 であり、平均値もマゴチの方が 0.9 高かった。この PFR については U-検定法により両者の計数値を比較したところ 1% レベルで有意差が認められた。腹鰭棘条 (VFS) はいずれの個体も 1 であった。腹鰭軟条 (VFR) は 4 の個体がマゴチで 1 尾認められたが他はいずれも 5 であった。腎鰭軟条 (AFR) では 14 の個体がヨシノゴチで 1 尾認められたが他は 13 であった。このように 6 種類の鰭条数について種間の比較を行ったが、PFR にのみ統計的有意差が認められた。

次に鱗数についてみると、側線有孔鱗 (PSLL) ではマゴチの範囲は 67~74 であるのに対しヨシノゴチは 86~99 であり、2 種の鱗数範囲は大きくかけ離れていた。後下方に走る横列鱗 (TRSB) ではマゴチが 89~107、ヨシノゴチが 108~121、前下方に走る横列鱗 (TRSF) ではマゴチが 124~137、ヨシノゴチが 143~157 であり、いずれの形質においても種間の重複は認められなかった。一方、側線上方鱗 (SALL) および側線下方鱗 (SBLL) の数では 2 種間で一部重複がみられたが、U-検定法により計数値の比較を行ったところ、両形質とも 1% レベルで有意差が認められた。以上のように 5 箇所の鱗について種間の比較を行ったが、すべ

ての鱗数において有意差が認められた。

鰓耙数については、両種ともに 11(3+1+7)~13(3+1+9) であり、有意差は認められなかった。

Table 3 は八代海南部海域産の 2 種におけるこれら 12 計数形質の範囲を示したものである。これをみると背鰭棘条 (DFS) では 9 (I-VII-I) のマゴチが 1 尾、胸鰭軟条 (PFR) では 16 のマゴチと 19 のヨシノゴチが各 1 尾ずつ新たに出現したが、他の鰭条は周防灘産と同数であった。鱗数については前下方に走る横列鱗 (TRSF) で 138 のマゴチが 1 尾と、側線下方鱗 (SBLL) で 32 と 35 のマゴチが 1 尾ずつ新たに出現したが、他は周防灘産の範囲内にあった。鰓耙についても周防灘産の範囲内にあった。このように八代海産の 2 種の計数形質の範囲は周防灘産の 2 種のそれとはほぼ類似していた。

計量形質の比較 周防灘産の 2 種の体長と各部位長との間で認められた直線回帰関係をもとに、共分散分析法を用いて残差分散、回帰係数、および修正平均の比較を行った。このうち残差分散については 2 種間で有意差は全く認められなかったので回帰係数と修正平均の結果のみ Table 4 に示した。まず回帰係数 (*b*) についてみると、背鰭前部長 (PDL)、尾柄高 (CPD)、および頭長 (HL, Fig. 3 参照) の 3 形質において 5% レベル

Fig. 2. Lateral and dorsal views of two *Platycephalus* species.

A and C: *Platycephalus* sp. I (Japanese name: Magochi), SL=315 mm.

B and D: *P. sp. II* (Japanese name: Yoshinogochi), SL=343 mm.

で有意差が認められた。一方、修正平均 (μ) については、体幅 (BW)、尾柄高 (CPD)、上顎長 (UJL) の3形質で5%レベルの有意差がみられ、背鰭前部長 (PDL)、臀鰭前部長 (PAL)、頭長 (HL)、頭幅 (HW)、両眼間隔 (IOW) の5形質で1%レベルの有意差が認められた。このように周防灘産の標本をもとに2種間で計量形質の比較を行った結果、全長 (TL) と吻長 (SNL) を除く8形質において回帰係数あるいは修正平均に有意差が認められた。

遺伝生化学的比較 14種類の酵素および非酵素性蛋白を電気泳動分析した結果、20遺伝子座が検出された。Table 5はこれら20遺伝子座における対立遺伝子頻度を標本ごとに示したものである。これをみると *AH**, *GPI-2**, *IDHP-1**, *IDHP-2**, *LDH**, *SOD** および *PROT-1** の7遺伝子座では周防灘産および八代海産のマゴチとヨシノゴチはいずれも同じ *100 遺伝子のみを保有していた。一方、*AAT-1**, *FH**, *G3PDH-2** および *IDDH** の4遺伝子座では *100 以外の遺伝子も出現

したがその頻度は低く、2種の遺伝子組成はほぼ類似した。*ADH**, *AAT-2** および *PGM** の3遺伝子座では *100 以外の遺伝子も高頻度で出現し、2種の遺伝子組成はかなり異なっていた。*GPI-1**, *G3PDH-1**, *MDH-1**, *MDH-2**, *PGDH** および *PROT-2** の6遺伝子座 (Fig. 4) では2種間で対立遺伝子の完全な置換が認められた。

考 察

亀井⁶はコチ属2種の色彩・斑紋を比較した結果、「マゴチは体色が濃暗褐色で3~10条の黒色横帯があり、ヨシノゴチは体色がマゴチより淡色で胸鰭のみ黒色、黒色横帯は多くの場合見られない。」と報告している。本研究においても、2種の体色ならびに黒色横帯の有無について、亀井とはほぼ同様の結果を得た。ただし黒色横帯については、個体によって濃度差が認められるうえに、一般的に生時に比べて死亡時はより不鮮明であり、2種の決定的な相違点とはいえない。色彩・斑紋

Table 2. Range and mean of 12 meristic characters of *Platycephalus* sp. I and sp. II from the western Suonada Sea and the results of Mann-Whitney U-test for the equality of distribution

Character	Sp. I (N=10)*1		Sp. II (N=10)*1		Results of U-test
	Range	Mean	Range	Mean	
DFS	10	10	10	10	U=50 ^{NS}
DFR	13	13	13-14	13.2	U=40 ^{NS}
PFR	18-19	18.8	17-18	17.9	U=9**
VFS	1	1	1	1	U=50 ^{NS}
VFR	4-5	4.9	5	5	U=45 ^{NS}
AFR	13	13	13-14	13.1	U=45 ^{NS}
PSLL	67-74	71.1	86-99	90.6	U=0**
TRSB	89-107	97.7	108-121	113.9	U=0**
TRSF	124-137	129.3	143-157	151.0	U=0**
SALL	13-17	15.6	17-21	19.0	U=1.5**
SBLL	36-43	39.3	30-38	33.8	U=10**
GR	11-13	11.8	11-13	11.6	U=41 ^{NS}

*1 N=7 for TRSB and TRSF.

Meristic characters are as follows: DFS, dorsal fin spines; DFR, dorsal fin soft rays; PFR, pectoral fin soft rays; VFS, ventral fin spines; VFR, ventral fin soft rays; AFR, anal fin soft rays; PSLL, pored scales in lateral line; TRSB, transverse rows of scales running obliquely backward and downward; TRSF, transverse rows of scales running obliquely forward and downward; SALL, scales above lateral line; SBLL, scales below lateral line; GR, gill rakers.

U-test: ^{NS}, $p > 0.05$; **, $p < 0.01$.

上の 2 種の明瞭な区別点としては、マゴチにはみられないがヨシノゴチに認められる体背側面上の多数の不定形褐色小斑をむしろ挙げるべきであろう (Fig. 2)。

計数形質については 6 種類の鰭条のうち胸鰭軟条数において統計的有意差が認められたが、種間で重複が大きく、種の識別形質として有効でなかった。また鰓耙数についても 2 種の範囲に相違は認められなかった。一方、5 箇所の鱗数については、側線有孔鱗数がマゴチで 67~74、ヨシノゴチで 86~99 と大きくかけ離れ、2 種を完全に区別することができた。側線有孔鱗数に関しては、亀井⁴⁶も「マゴチが 80 以下であるのに対し、ヨシノゴチは 80 以上である。」と報告しており、本調査結果とよく一致する。本研究では縦列鱗数として、この他に、後下方に走る横列数と前下方に走る横列数も計数したが、いずれもヨシノゴチの方がマゴチより多かった。このように、ヨシノゴチはマゴチに比べてより多くの縦列鱗数を保有しているといえる。

計量形質については周防灘産の標本を用いて、10 形質で体長との直線回帰関係をもとに回帰係数と修正平均の比較を行ったが、その結果、全長と吻長を除く 8 形

Table 3. Range of 12 meristic characters of *Platycephalus* sp. I and sp. II from the southern Yatsushiro Sea

Character	Sp. I (N=5)	Sp. II (N=3)
DFS	9-10	10
DFR	13	13
PFR	16-19	18-19
VFS	1	1
VFR	5	5
AFR	13	13
PSLL	67-71	86-93
TRSB	91-102	113-118
TRSF	128-138	146-150
SALL	14-16	18-19
SBLL	32-39	31-34
GR	11-12	12-13

For the abbreviations of the characters see Table 2.

質において回帰係数あるいは修正平均に有意差が認められた。このようにマゴチとヨシノゴチの 2 種は多くの計量形質において相対成長様式が異なるといえる。なお修正平均の比較結果から両種の体型の違いを推察すると、マゴチはヨシノゴチより背鰭前部長 (PDL) および臀鰭前部長 (PAL) が長いことから、背鰭と臀鰭がより後位に位置しているといえる。また頭部については、マゴチはヨシノゴチより頭長 (HL) (Fig. 3)、頭幅 (HW) とともに大きいことから、より大きな頭を有すると推察される。

Taniguchi *et al.*³⁾は香川県の高松で採集されたマゴチとヨシノゴチの LDH, MDH および筋肉蛋白の電気泳動像を比較している。それによると、LDH の澱粉ゲル電気泳動像においては 2 種は全く同じ位置にバンドが出現し、本研究結果とよく一致する。MDH については移動度の異なる 2 つのゾーンにバンドが出現し、このうち、より陽極側のゾーンではマゴチで 2 型が観察されている。本研究においても、より陽極側に出現する MDH-1* 遺伝子座においてマゴチで 6 型が観察されており、このことから Taniguchi *et al.*³⁾のより陽極側のゾーンは本研究の MDH-1* 遺伝子座に対応するものと考えられる。しかしながら、本研究では MDH-1* と MDH-2* 遺伝子座ともに 2 種は全く異なった位置にバンドが出現するのにに対し、Taniguchi *et al.*³⁾では 2 つのゾーンでの 2 種のバンドの出現位置は全く同じであった。この相違については、用いた緩衝液が異なるために分離能に差異が生じたものと思われる。筋肉蛋白については、Taniguchi *et al.*³⁾は澱粉ゲル法とセルロース・アセテート法の 2 方法でマゴチとヨシノゴチの泳動像が

Table 4. Intercept a and slope b in linear regression equation ($L=a+bS$, where L is the length of body parts and S is the standard length) and the results of F-test for the equality of b and adjusted mean (μ) between *Platycephalus* sp. I and sp. II by analysis of covariance (ANCOVA)

Body parts	Species	b^{*1}	Results of F-test of b	a	Adjusted mean (μ)	Results of F-test of μ
TL	Sp. I	1.181		-8.441	381.632	
	Sp. II	1.099	$F=0.341^{NS}$	17.665	381.368	$F=0.015^{NS}$
PDL	Sp. I	0.454		-44.854	103.730	
	Sp. II	0.293	$F=6.877^{*}$	3.134	99.770	$F=13.457^{**}$
PAL	Sp. I	0.667		-38.397	181.781	
	Sp. II	0.589	$F=0.688^{NS}$	-17.502	177.219	$F=10.143^{**}$
BW	Sp. I	0.342		-45.591	65.979	
	Sp. II	0.173	$F=1.270^{NS}$	2.555	59.521	$F=7.881^{*}$
CPD	Sp. I	0.067		-8.775	12.975	
	Sp. II	0.017	$F=7.003^{*}$	6.801	12.225	$F=5.025^{*}$
HL	Sp. I	0.434		-43.859	98.492	
	Sp. II	0.282	$F=4.989^{*}$	1.463	94.408	$F=12.463^{**}$
HW	Sp. I	0.287		-23.034	71.391	
	Sp. II	0.226	$F=0.429^{NS}$	-9.875	64.809	$F=22.291^{**}$
SNL	Sp. I	0.114		-10.922	26.350	
	Sp. II	0.078	$F=1.799^{NS}$	0.540	26.250	$F=0.067^{NS}$
UJL	Sp. I	0.194		-27.205	36.177	
	Sp. II	0.117	$F=2.995^{NS}$	-4.391	34.123	$F=8.181^{*}$
IOW	Sp. I	0.094		-14.157	16.779	
	Sp. II	0.064	$F=1.546^{NS}$	-6.099	14.921	$F=23.885^{**}$

Specimens collected from the western Suonada Sea ($N=10$ for both species) were used for the analysis.

Body parts are as follows: TL, total length; PDL, predorsal length; PAL, preanal length; BW, body width; CPD, caudal peduncle depth; HL, head length; HW, head width; SNL, snout length; UJL, upper jaw length; IOW, interorbital width.

*1 Slope b was significant in all linear regression equations.

F-test of b and μ : NS , $p>0.05$; * , $p<0.05$; ** , $p<0.01$.

Fig. 3. Linear relationship between standard length (S) and head length (L) of *Platycephalus* sp. I and sp. II.

異なることを明らかにしているが、本研究でも *PROT-2** 遺伝子座で2種のバンドの出現位置は全く異なっていた。本研究ではこの他に11種類の酵素を分析したが、その結果、*GPI-1**, *G3PDH-1**, *PGDH** 遺伝子座

においても2種のバンドの出現位置は全く異なることが明らかになった (Fig. 4)。

電気泳動法により得たデータをもとに集団間の遺伝的分化の程度を表すには、一般的に遺伝的距離がよく用いられる。Table 5 に示した20 遺伝子座の対立遺伝子頻度をもとに Nei¹⁶⁾ に従って遺伝的距離 (D) を算出した結果、同一種内ではマゴチで $D=0.014$ 、ヨシノゴチで $D=0.022$ 、2 種間では $D=0.380\sim0.405$ となった (Table 6)。Schaklee *et al.*¹⁷⁾ は多数の文献の中から、海水および淡水産魚類における遺伝的距離の値を拾い出した結果、種間で D 値の範囲は $0.025\sim0.609$ 、平均は 0.30 、属間で D 値の範囲は $0.580\sim1.21$ 、平均は 0.90 であったと報告している。これらの値と比較すると、今回得られたコチ2 種間の D 値は典型的な種間値といえる。

以上のように、本研究では、体色・斑紋、計数・計量形質および電気泳動パターンについて2 種間で比較を行ったが、その結果両者は多くの形質で相違することが明らかになった。およそ四半世紀前に亀井¹⁸⁾ により2

Table 5. Allele frequencies at 20 loci in two *Platycephalus* species

Locus	Allele	WSS		SYS		Locus	Allele	WSS		SYS	
		Sp. I N=9	Sp. II N=9	Sp. I N=5	Sp. II N=3			Sp. I N=9	Sp. II N=9	Sp. I N=5	Sp. II N=3
<i>AH*</i>	*100	1.000	1.000	1.000	1.000	<i>IDDH*</i>	*137	—	0.056	—	—
							*100	1.000	0.944	1.000	1.000
<i>ADH*</i>	*100	0.944	0.444	1.000	0.333	<i>IDHP-1*</i>	*100	1.000	1.000	1.000	1.000
	*10	0.056	—	—	—						
	0	—	0.444	—	0.667	<i>IDHP-2</i>	*100	1.000	1.000	1.000	1.000
	*-85	—	0.111	—	—						
<i>AAT-1*</i>	*100	1.000	1.000	1.000	0.833	<i>LDH*</i>	*-100	1.000	1.000	1.000	1.000
	*29	—	—	—	0.167						
<i>AAT-2*</i>	*-100	1.000	0.389	1.000	0.833	<i>MDH-1*</i>	*100	0.556	—	0.200	—
	*-205	—	0.611	—	0.167		*93	0.333	—	0.700	—
							*91	—	1.000	—	1.000
<i>FH*</i>	*100	0.944	1.000	0.800	1.000		*79	0.056	—	—	—
	*66	0.056	—	0.100	—		*73	0.056	—	0.100	—
	36	—	—	0.100	—	<i>MDH-2</i>	*100	1.000	—	1.000	—
<i>GPI-1*</i>	*104	—	1.000	—	1.000		*63	—	1.000	—	1.000
	100	0.944	—	0.900	—	<i>PGM</i>	*149	0.222	—	0.500	—
	*92	0.056	—	0.100	—		*100	0.778	0.944	0.500	1.000
<i>GPI-2*</i>	*-100	1.000	1.000	1.000	1.000		*49	—	0.056	—	—
<i>G3PDH-1*</i>	*136	—	0.056	—	—	<i>PGDH*</i>	*112	0.222	—	0.300	—
	*119	—	0.056	—	0.167		*108	—	1.000	—	1.000
	*111	0.278	—	0.300	—		*100	0.778	—	0.700	—
	106	—	0.778	—	0.833	<i>SOD</i>	*100	1.000	1.000	1.000	1.000
	100	0.722	—	0.700	—	<i>PROT-1</i>	*100	1.000	1.000	1.000	1.000
	*94	—	0.111	—	—						
<i>G3PDH-2*</i>	*100	1.000	1.000	0.900	0.667	<i>PROT-2*</i>	*-75	—	1.000	—	1.000
	*33	—	—	0.100	0.333		*-100	1.000	—	1.000	—

Collection sites are as follows: WSS, western Suonada Sea; SYS, southern Yatsushiro Sea.

N indicates the number of fish examined.

種の存在が示唆され、その後 Taniguchi *et al.*³⁾により別種説が支持されたにもかかわらず、コチ属 2 種の存在は永らく受け入れられてこなかった。ごく最近になって、Taniguchi *et al.* の生化学的結果³⁾ならびに筆者らの生態学的結果¹⁸⁾を受けて、2 種はようやく別種として取り扱われるに至った。¹⁹⁾ 本研究からも明らかに、マゴチとヨシノゴチは形態学的、遺伝学的にまちがいになく別種であり、今後は 2 種がそれぞれ独立種として別個に取り扱われる必要があると共に、両者の適切な学名の決定と分布域の検討が早急に必要であろう。コチ属魚

類はコチ科魚類の中で漁業上最も重要な魚類であり、その適正な資源管理と種苗生産技術の確立が望まれている。²⁰⁾ そのためには、今後、2 種の年齢、成長、食性、成熟、再生産等の生態学的特性を早急に明らかにする必要がある。

謝 辞

標本入手に際しご協力いただいた福岡県杵田漁協と宇島漁協ならびに鹿児島県東町漁協の職員および漁業者の方々、また有益なご助言をいただいた神奈川県庁水産

Fig. 4. Electrophoretic patterns at six loci where two *Platycephalus* species did not share alleles.

The number below each pattern indicates the genotype.

Table 6. Nei's genetic distances among four populations of two *Platycephalus* species

Species	Locality	Sp. I		Sp. II	
		WSS	SYS	WSS	SYS
Sp. I	WSS	—	0.014	0.380	0.383
Sp. I	SYS		—	0.405	0.405
Sp. II	WSS			—	0.022
Sp. II	SYS				—

Calculations are based on allele frequency data in Table 5.

課の亀井正法氏および水産庁西海区水産研究所の山田梅芳氏に心から感謝の意を表する。

文 献

- 1) D. S. Jordan and R. E. Richardson: A review of the flat-heads, gurnards, and other mail-cheeked fishes of the waters of Japan. *Proc. U. S. Nat. Mus.*, **33**, 629-670 (1908).
- 2) K. Matsubara and A. Ochiai: A revision of the Japanese fishes of the family *Platycephalidae* (the flatheads). *Mem. Coll. Agric. Kyoto Univ.*, **68**, 1-109 (1955).
- 3) N. Taniguchi, A. Ochiai, and T. Miyazaki: Comparative studies of the Japanese *Platycephalid* fishes by electropherograms of muscle proteins, LDH and MDH. *Japan. J. Ichthyol.*, **19**, 89-96 (1972).
- 4) 松原喜代松: 魚類の形態と検索—I, 校訂版第2刷, 石崎書店, 東京, 1971, pp. 60-69.
- 5) 石居 進: 生物統計学入門—具体例による解説と演習—, 培風館, 東京, 1975, pp. 109-116.
- 6) G. W. Snedecor and W. G. Cochran: 統計的方法原書第6版 (畑村又好, 奥野忠一, 津村善郎), 岩波書店, 東京, 1972, pp. 394-416.
- 7) J. W. Clayton and D. N. Tretiak: Amine-citrate buffers for pH control in starch gel electrophoresis. *J. Fish. Res. Bd. Can.*, **29**, 1169-1172 (1972).
- 8) C. R. Shaw and R. Prasad: Starch gel electrophoresis of enzymes—a compilation of recipes. *Biochem. Genet.*, **4**, 297-320 (1970).
- 9) 谷口順彦, 岡田容典, 宮崎嘉弘: ニベの種族判別に関する研究. 高知大学水産実験所報告, **3**, 19-30 (1978).
- 10) N. Taniguchi and K. Numachi: Genetic variation of 6-phosphogluconate dehydrogenase, isocitrate dehydrogenase, and glutamic-oxaloacetic transaminase in the liver of Japanese eel. *Nippon Suisan Gakkaishi*, **44**, 1351-1355 (1978).
- 11) K. Numachi: Genetic polymorphism of α -glycerophosphate dehydrogenase in saury, *Cololabis saira*—I. Seven variant forms and genetic control. *Nippon Suisan Gakkaishi*, **37**, 755-760 (1971).
- 12) K. Numachi: Lactate and malate dehydrogenase isozyme patterns in fish and marine mammals. *Nippon Suisan Gakkaishi*, **36**, 1067-1077 (1970).
- 13) K. Numachi: Genetic polymorphism of tetrazolium oxidase in black rockfish. *Nippon Suisan Gakkaishi*, **38**, 789 (1972).
- 14) N. Taniguchi and Y. Konishi: Muscle protein polymorphism in frigate mackerel collected from the coastal region of Kochi pref., Japan. *Nippon Suisan Gakkaishi*, **37**, 571-576 (1971).
- 15) J. B. Shaklee, F. W. Allendorf, D. C. Morizot, and G. S. Whitt: Gene nomenclature for protein-coding loci in fish. *Trans. Amer. Fish. Soc.*, **119**, 2-15 (1990).
- 16) M. Nei: Genetic distance between populations. *Amer. Nat.*, **106**, 283-292 (1972).
- 17) J. B. Shaklee, C. S. Tamaru, and R. S. Waples: Speciation and evolution of marine fishes studied by the electrophoretic analysis of proteins. *Pacif. Sci.*, **36**, 141-157 (1982).
- 18) 増田育司, 篠原宜夫, 小沢貴和: 八代海南部におけるコチ属2種の漁獲量と分布. 日本誌, **57**, 1257-1262 (1991).
- 19) 中坊徹次: コチ科 *Platycephalidae*, 「日本産魚類検索全種の同定」(中坊徹次編), 東海大学出版会, 東京, 1993, pp. 535-539, 1299-1300.
- 20) 林 功, 中村光治: コチ *Platycephalus indicus* (LINNÉ) の種苗生産技術に関する研究 (第1報). 昭和57年度福岡県豊前水試研究業務報告, 101-110 (1984).