

黒色素胞の分布型によるマグロ属3種の仔魚の識別

西川 康夫

Identification for larvae of three species of genus *Thunnus* by melanophore patterns

Yasuo NISHIKAWA*

Melanophore patterns in larval tunas were discussed particularly for those on the dorsal and ventral margins of the trunk, the mid-lateral trunk and the caudal fin region. A total of 486 bluefin tuna, *Thunnus thynnus* (3.15 mm-8.20 mm in standard length), 516 southern bluefin tuna, *T. maccoyii* (2.55 mm-11.05 mm SL), and 301 bigeye tuna, *T. obesus* (2.65 mm-9.99 mm SL) were examined. The results obtained are summarized as follows;

1) Larval *T. thynnus* have 1-4 melanophores on the dorsal margin of the trunk and 1-5 on the ventral margin. There are 16 patterns of these melanophores in larvae examined. Of these, two melanophore patterns, *i. e.* 2 each on both dorsal and ventral margins (2/2), and 1 on the dorsal and 2 on the ventral margins (1/2), occur most frequently (38%). Other than these marginal melanophores, some have melanophores on the mid-lateral trunk (21%) and internal melanophores (4%). Most of larvae (63%) lack caudal fin melanophores and the others (37%) have 1 melanophore on the ventral side of the caudal fin.

2) Larval *T. maccoyii* resemble those of *T. thynnus* in melanophore patterns on the trunk. Some larvae lack melanophores on the dorsal margin of the trunk, unlike *T. thynnus*. There are 17 melanophores patterns on the dorsal and ventral margins. Many larvae have 1 each on the dorsal and ventral margins (1/1) (37%) or 1 on the dorsal and 2 on the ventral (1/2) (25%). Melanophores on the dorsal margin are slightly smaller than those of *T. thynnus* larvae. Some larvae have melanophores on the mid-lateral trunk (11%) and internal melanophores (16%). Melanophores on the caudal fin often appear on both dorsal and ventral sides. No melanophores on the dorsal and 2 on the ventral side (0/2), and 1 on the dorsal and 2 on the ventral side (1/2) are the typical melanophore patterns in the caudal fin region. Lower jaw pigments are the earliest to develop in *T. maccoyii* among three species discussed, appearing in larvae as small as 3.00 mm-3.49 mm SL.

3) Larval *T. obesus* are completely lacking melanophores on the dorsal margin of the trunk. There are no internal melanophores. Nearly all of larvae have a melanophore on the

ventral margin of the trunk. This melanophore is very small comparing to those of *T. thynnus* and *T. maccoyii*. Caudal fin melanophores are typically of a pattern 0/1 where there is none on the dorsal and 1 on the ventral sides. Pigments on the upper jaw and the first dorsal fin occur in larvae of 5.00 mm–5.49 mm SL, being earliest among three species.

4) Melanophore patterns vary among larvae of individual tuna species but typical ones often bear specific characteristics. Melanophore patterns in the caudal fin region are particularly important to distinguish *T. maccoyii* larvae from *T. thynnus* larvae.

は し が き

マグロ類の後期仔魚期における種の識別は、体側表面に発現する黒色素胞の分布型の特徴によって行われている。現在、同定に若干疑問の残されているコシナガ *Thunnus tonggol* (BLEEKER) とタイセイヨウマグロ *T. atlanticus* (LESSON) を除いて、その識別基準はほぼ確立されている(上柳 1969; MATSUMOTO *et al.* 1972)。しかしながら、各々の種について黒色素胞(以後色素胞と略称する)の出現数や分布型の個体変異に関する知見はなお十分とは言えない現状にある。そのため、クロマグロ *T. thynnus* (LINNAEUS) や ミナミマグロ *T. maccoyii* (CASTELNAU)、メバチ *T. obesus* (LOWE) のように体側表面に色素胞の出現する仔魚グループの同定に当って、従来の同定基準では困難な場合が起こり得る。

本報告では、これら3種のマグロ類の後期仔魚期における色素胞の分布型の特徴とその変異について記述する。特に、従来識別形質として着目されていなかった尾鰭部分の色素胞の出現状況を検討し、それが、これらの仔魚の識別に有効な形質であることを確かめ得たので、その結果も併せて報告する。

本論に先立ち、標本の収集あるいは調査に御協力いただいた調査船照洋丸の大村千之船長外乗組員の方々、ならびに遠洋水産研究所・米盛保博士・行縄茂理氏・宮部尚純氏、水産庁資源課・森田安雄氏、南西海区水産研究所・山口峰生氏に対して厚く御礼申し上げる。また、この報告を校閲していただき、有益な助言を賜まわった東海大学教授上柳昭治博士、遠洋水産研究所浮魚資源部木川昭二前第2研究室長、同森田祥浮魚資源部長、同林繁一企画連絡室長に感謝の意を表す。

材 料 と 方 法

用いた稚仔標本は、水産庁所属調査船照洋丸(1381.80トン)によって実施された東部インド洋でのマグロ・カジキ類分布調査(1977年10月~1978年1月, 1978年12月~1979年3月, 1983年10月~12月の3航海)、および1982年5月から7月にかけて行われた北西太平洋におけるクロマグロ稚仔採集調査の際に得られたものである。稚仔は、いずれの場合も口径2m, 側長6mの円錐形ネット(側長の前部2/3は罟網でその網目は1.7mm, 後部1/3は篩網で網目は0.5mm)を用いた表層および約20~50m層の同時水平曳き(2ノットで20分間)で採集された。供試個体数はそれぞれクロマグロ486尾, ミナミマグロ516尾, メバチ301尾である。標本の採集海域は図1に示した。

採集物は船上で10%ホルマリン海水液により固定し研究室に持ち帰った。研究室で魚卵, 魚類稚仔を選別した後, これらを70%エタノール液に保存し観察に供した。

色素胞の観察は、魚体の左側について双眼実体顕微鏡下で行った。体長は、顕微鏡下で直読式マイクロメーターを用いて0.01mm単位で測定した。体長測定に当っては、稚仔の发育段階に応じて次の2つの方法を採用した。即ち、脊索末端がまだ上屈せず、下尾軸骨板が完全に形成されていない段階では、上顎先端から脊

索後端までの直線距離を、また、脊索末端が完全に上屈し下尾軸骨板が形成された段階以降は、上顎先端から下尾軸骨板後端までの直線距離を測定し、それぞれ体長と規定した。

尾鰭上の色素胞の検討に当っては、図2に示すように体部と尾鰭との区分および尾鰭の背側部と腹側部の区分（脊索の伸長方向により区分）を行った。

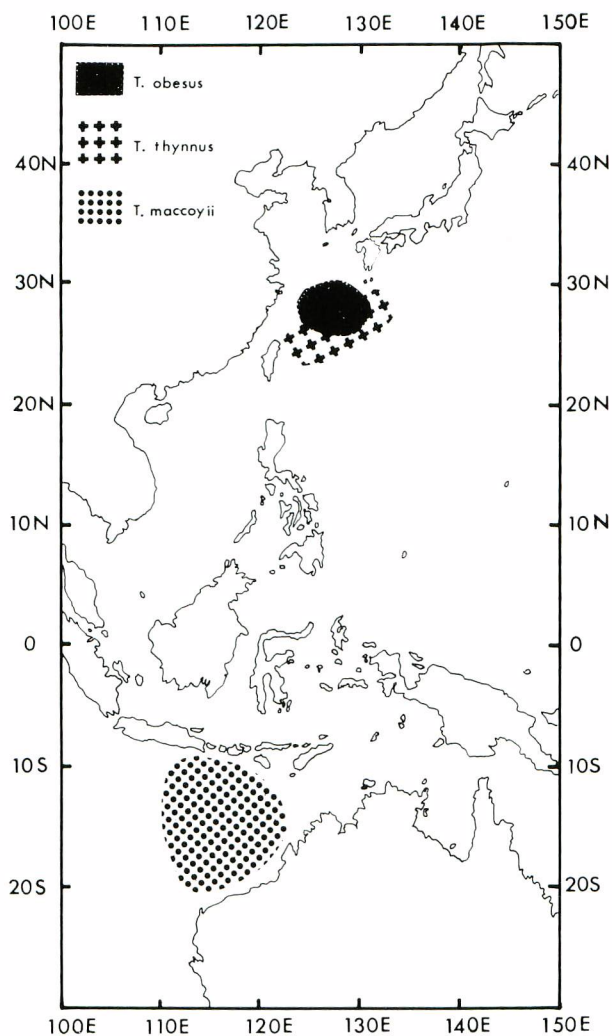


Fig. 1. Sampling areas for *Thunnus thynnus*, *T. obesus*, and *T. maccoyii* larvae.

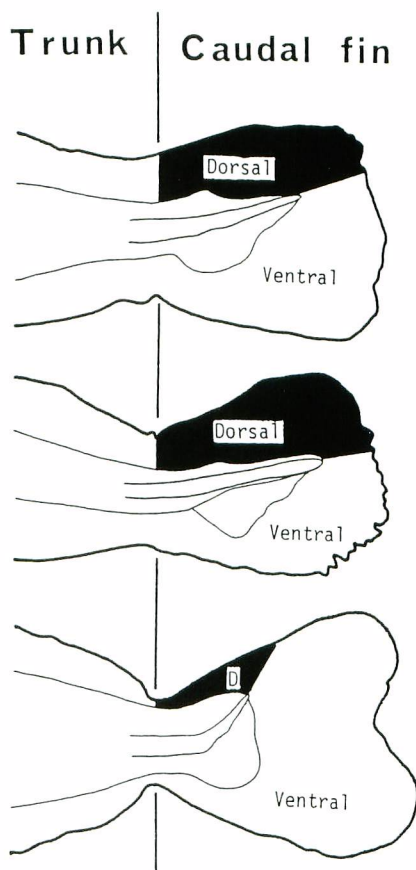


Fig. 2. Divisions of the trunk and caudal fin, and of the dorsal and ventral sides of the caudal fin.

結 果

色素胞の出現数の変異と分布型

クロマグロ、ミナミマグロならびにメバチの仔魚は、体側の表面に発現する色素胞が特徴とされ（矢部ほか 1966; MATSUMOTO *et al.* 1972）、この特徴によって同属のキハダ *T. albacares* (BONNATERRE) やビンナガ *T. alalunga* (BONNATERRE) と容易に識別される。しかし、これら3種の仔魚群では、同一種内でも色素胞の出現状態や出現数にかなりの個体差が見られ、また種間においても、必ずしも今まで用いられてきた査定基準だけでは簡単に識別できない場合も生ずる。例えば、クロマグロやミナミマグロでは、体側の背・腹面だけでなく側中線上にもかなりの割合で色素胞が出現するし、ミナミマグロの場合には、体側の

背面に色素胞の出現しない例（メバチと同じタイプ）もみられる。このような点から、本報告では従来用いられてきた査定基準による体側表面の色素胞のほかに、尾鰭部分に発現する色素胞にも着目して検討を加えた。以下種類別に色素胞の出現数の個体変異と分布型について述べる。

クロマグロ（体長 3.15 mm-8.20 mm）

本種の色素胞の部位別出現頻度を示すと表 1 のようである。体側表面の色素胞は背面と腹面に必ず出現するが、側中部に出現する場合もある（調査標本 486 個体中の 101 個体に見られた）。体側背面の色素胞は 1～4 個出現し、2 個の場合が最も多く（44%）、次いで 1 個（41%）、3 個（12%）、4 個の順に出現割合は低くなるが、4 個出現することは極めて少ない。体側背面の色素胞の出現部位は、個体によりかなり異なり一定の傾向は認められないが、最も前方の場合は第 1 背鰭基底部に出現する例もかなり観察された。体側腹面には 1～5 個の色素胞が出現するが、この場合も 2 個出現する例が多く（44%）、次いで多いのは 3 個（24%）、1 個（23%）の順で、4 個以上出現する例は少ない。また、尾柄部を中心に体側の側中部に色素胞が出現する個体が前述のようにかなりの割合で観察された（21%）。この場合、色素胞は 1～3 個出現するが、1 個の場合がほとんどを占め（全体の 17%）2 個以上は僅かであった。なお、体表に発現する色素の他に、本種では体側背面や尾柄部背面の筋肉内部に色素胞を持つ個体が見られた（4%）。また、尾鰭の腹側部に色素胞が出現する場合は 37%の割合でみられた。

Table 1. Frequency of the number of melanophores on the trunk and caudal fin and the occurrence of internal melanophore in *Thunnus thynnus* larvae.

		Number of melanophores					Total	Internal melanophore		
		0	1	2	3	4		5	Present	Absent
Trunk	Dorsal margin	—	200	214	60	12	—	486	—	—
	Mid-lateral	385	85	15	1	—	—	486	—	—
	Ventral margin	—	113	212	115	43	3	486	—	—
Caudal fin	Dorsal side	486	—	—	—	—	—	486	—	—
	Ventral side	307	179	—	—	—	—	486	—	—
Internal melanophore		—	—	—	—	—	—	486	20	466

Table 2. Relation of the number of melanophores between dorsal side and ventral side by trunk and caudal fin in *Thunnus thynnus* larvae.

		Dorsal side					Caudal fin
		Portion	Trunk				
Ventral side	Number of melanophores	0	1	2	3	4	0
	0	—	—	—	—	—	307
	1	—	60	43	8	2	179
	2	—	87	97	22	6	—
	3	—	40	54	17	4	—
	4	—	10	20	13	—	—
5	—	3	—	—	—	—	

表1に基づき、体側背面と体側腹面の間、ならびに尾鰭の背側部と腹側部の間での色素胞の出現頻度の対比を示すと表2のようになる。出現色素胞数の組合せ(分布型と称する)は体側の場合で16通りである。分布型では2/2型(体背面と腹面に各々2個の色素胞を持つ)が最も多く、1/2型(色素胞は背面に1個、腹面に2個)がこれに次ぎ、この2つの型で全体の38%を占めている。その他の分布型では1/1型(12%)と2/3型(11%)が比較的多いが、他の分布型はいずれも少ない。これらの結果は地中海産のクロマグロについてのKOHNO *et al.* (1982)の報告とほぼ一致している。なお、地中海産クロマグロの場合、体側背面に色素胞を持たない個体が観察されているが、太平洋産の場合、上述のように、そのような例はみられなかった。尾鰭の色素胞は本種では出現しない例が多く(63%)、出現する場合には尾鰭の腹側部に1個、即ち0/1型のみ極めて単純な出現パターンである。なお、色素胞の出現は脊索末端下縁の肥厚部あるいは下尾軸骨の後縁部にみられた。

ミナミマグロ(体長2.55 mm~11.05 mm)

体側の色素胞の出現状況はクロマグロに酷似しており、本種でも体側の背面と腹面に、そして時に側中部に色素胞が出現する(表3)。しかし、クロマグロの場合と異なり、背面に色素胞の出現がみられない個体が、低い比率(15%)ながら観察された。これらの個体は、同定基準によればメバチ型となるが、色素胞の大きさ、位置等からミナミマグロと同定されたものである。後述の尾鰭の色素胞分布型からもこの同定結果は裏付けられた。本種の体側背面にみられる色素胞は、クロマグロの場合と同様1~4個出現する。そのうち1個の場合が最も多く67%を占め、次いで2個(15%)、3個(3%)の順で、4個の場合は1%に満たない。背面の色素胞は多くの場合尾柄部付近に出現するが、クロマグロの場合と同様第1背鰭基部付近に出現する個体もあり、出現部位にはかなり個体差がみられた。なお、背面の色素胞はクロマグロに比べて小さ目である。体側腹面に出現する色素胞数も1~4個と変異がみられるが、この場合も1個出現する例が全体の半数以上を占め(56%)、2個の場合がこれに次いで多く(35%)、両者で全体の91%を占めており3個以上出現する例は僅少である。体側腹面の色素胞はほとんどの個体で臀鰭基底に沿って出現する。また、クロマグロより低い割合ながら体の側中部には、1~2個の色素胞が出現する例がみられる(11%)。なお、本種においても体内部色素胞を持つ例が観察された(16%)。

尾鰭では、背側部に色素胞が出現しない割合が57%あった。そして、出現した場合でも大半が1個(42%)で2個の場合はまれであった。腹側部には全ての個体で1~4個出現した。最も多いのは2個で63%、次いで1個(30%)、3個(7%)、4個の順であった。

Table 3. Frequency of the number of melanophores on the trunk and caudal fin and occurrence of internal melanophore in *Thunnus maccoyii* larvae.

		Number of melanophores					Total	Internal melanophore	
		0	1	2	3	4		Present	Absent
Trunk	Dorsal margin	77	344	79	13	3	516	—	—
	Mid-lateral	461	49	6	—	—	516	—	—
	Ventral margin	—	290	180	38	8	516	—	—
Caudal fin	Dorsal side	295	217	4	—	—	516	—	—
	Ventral side	—	155	323	36	2	516	—	—
Internal melanophore		—	—	—	—	—	516	84	432

体側と尾鰭に関して、背側と腹側の色素胞数の出現頻度を表4に示した。
 本種では体側の分布型として17通りみられた。このうち、最も多く見られたのは1/1型で(37%)、1/2型(25%)がこれに次いでいる。

Table 4. Relation of the number of melanophores between dorsal side and ventral side by trunk and caudal fin in *Thunnus maccoyii* larvae.

		Dorsal side								
		Portion	Trunk					Caudal fin		
Ventral side	Number of melanophores		0	1	2	3	4	0	1	2
	1	48	191	42	8	1	80	75	—	
	2	23	127	25	3	2	195	124	4	
	3	6	23	8	1	—	19	17	—	
	4	—	3	4	1	—	1	1	—	

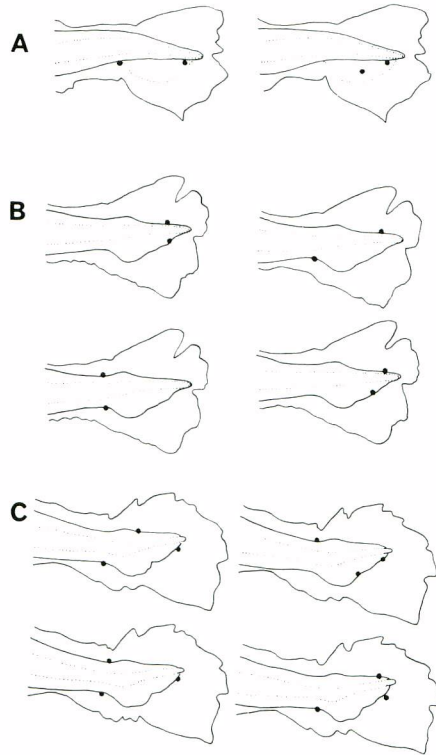


Fig. 3. Variation of the location of melanophores on the caudal fin in three typical melanophore patterns of *Thunnus maccoyii* larvae. A.: 0/2 pattern; B: 1/1 pattern; C: 1/2 pattern.

前述のように、体側背面に色素胞の見られない分布型 (0/1, 0/2, 0/3 型) も合計 15%認められた。尾鰭上の色素胞の分布型は 9 通りと他 2 種に比べて多く、このうち 0/2 型 (38%) が最も多く、次いで 1/2 型 (24%), 0/1 型 (16%), 1/1 型 (15%) の順となっている。このように、尾鰭部分に出現する色素胞の型が多様であるのが本種の特徴と言える。分布型のうち典型的な 3 つの型について、色素胞の出現部位を例示した (図 3)。

メバチ (体長 2.65 mm~9.99 mm)

本種の体側色素胞は体の腹面にのみ出現し (1~2 個)、側中部や体内部には認められず、前 2 種とは明らかに相違している。色素胞の分布型も極めて単純である (表 5)。本種の場合、体側腹面の色素胞は極めて小さく、検鏡の際低倍率では見落す可能性があり細心の注意を要する。尾鰭の色素胞は、ミナミマグロのように背側部に出現する例がごく稀に観察され、また腹側部に色素胞が 2 個出現する例も少数 (12%) ではあるが認められた。しかし、本種の場合、尾鰭の色素胞は腹側部に 1 個の例がほとんどで (77%)、この点クロマグロに似ている。ただ、クロマグロでは尾鰭に全く色素胞の出現しない例が多かったのに対し、本種ではほとんどの個体で出現する傾向がみられた。

Table 5. Relation of the number of melanophores between dorsal side and ventral side by trunk and caudal fin in *Thunnus obesus* larvae.

		Dorsal side		
		Portion	Trunk	Caudal fin
Ventral side	Number of melanophores	0	0	1
	0	—	33	—
	1	285	225	8
	2	16	33	2

両顎先端部および第 1 背鰭上の色素胞出現状況

下顎先端部の色素胞出現の遅速、つまり出現体長の差異は、キハダとビンナガの稚仔の識別に利用されている (上柳・渡辺 1964; 上柳 1969 b)。

クロマグロ、ミナミマグロ、メバチの 3 種について、上顎先端、下顎先端および第 1 背鰭上の黒色素の出現の有無を体長階級別に整理すると、その結果は表 6 のようである。どの種類においても下顎先端部の色素の出現が最も早く、次いで上顎先端、第 1 背鰭の順に発現する。各部位に色素を持つものの割合が持たないものの割合より多くなる体長級を色素の平均出現体長、その時期を平均出現時期とすると、その 3 種間での違いは次のようである。色素の平均出現時期は、同表に見るとおり、下顎先端の色素の出現はミナミマグロで最も早く (2.50-2.99 mm)、次いでメバチ (3.00-3.49 mm)、クロマグロ (3.50-3.99 mm) の順となる。上顎先端に関してはメバチが最も早く (4.50-4.99 mm)、ミナミマグロとクロマグロは変らない (5.00-5.49 mm)。また、第 1 背鰭に関してはメバチが最も早く (4.50-4.99 mm)、クロマグロ (5.00-5.49 mm)、ミナミマグロ (5.50-5.99 mm) の順となっている。

Table 6. Comparison of frequency of occurrence of melanophores on the lower jaw, upper jaw, and first dorsal fin in *Thunnus maccoyii*, *T. thynnus*, and *T. obesus*.

Standard length (mm)	<i>Thunnus maccoyii</i>						<i>Thunnus thynnus</i>						<i>Thunnus obesus</i>					
	Lower jaw		Upper jaw		Dorsal fin		Lower jaw		Upper jaw		Dorsal fin		Lower jaw		Upper jaw		Dorsal fin	
	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-
2.50— 2.99	1	38			39	39			1		1			5		5		5
3.00— 3.49	35	28			63	63	1	20		21		21	6	28		34		34
3.50— 3.99	54	11	1		64	65	31	40		71		71	33	10	2	41		43
4.00— 4.49	40	3			43	43	80	11		91		91	63	2	2	63		65
4.50— 4.99	83	2	9		76	85	105	7	8	104		112	33	1	7	27		34
5.00— 5.49	68	1	33	36	3	66	69		17	52	8	61	48		45	3	26	22
5.50— 5.99	61	1	57	5	30	30	48		31	17	33	15	33		33		33	
6.00— 6.49	55		55		52	3	26		25	1	25	1	17		17		17	
6.50— 6.99	21		21		21		22		22		22		7		7		7	
7.00— 7.49	5		5		5		15		15		15		6		6		6	
7.50— 7.99	2		2		2		7		7		7		4		4		4	
8.00— 8.49	2		2		2		3		3		3		3		3		3	
8.50— 8.99	1		1		1		—	—	—	—	—	—	1		1		1	
9.00— 9.49	3		3		3		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9.50— 9.99	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1		1		1	
10.00—10.49	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10.50—10.99	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
11.00—11.49	1		1		1		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

+ : present
 - : absent

考 察

ミナミマグロ仔魚の尾鰭部分の色素胞出現状況は多様性を持ち、単純なタイプの他の2種とは明らかに相違する。体側の色素胞出現状況がミナミマグロとクロマグロでよく似ていることは前に述べたが、この体側および尾鰭色素胞の分布型を円型グラフで比較すると図4のとおりである。すなわち、体側の色素胞の出現パターンは、両種で似た傾向を示している。差異としては背面および腹面に出現する色素胞数がクロマグロではミナミマグロより多い傾向が窺える(表1, 表3)ことと、上柳(1969 a)が指摘したように、ミナミマグロの体側背面の色素胞がクロマグロのそれに比べて小さいことが本研究でも観察された。

尾鰭の色素胞の分布型には両種で明らかな相違が認められる。すなわち、主要な相違は以下のようである。1) クロマグロでは尾鰭部分に色素胞が出現しない場合(0/0型)が多いのに対して、ミナミマグロでは必ず出現する。2) クロマグロで色素胞が出現する場合は0/1型のみであるが、ミナミマグロの腹側部の色素胞は複数個の場合、特に0/2, 1/2型が多い。このような尾鰭色素胞の出現状況の特徴は、既往のマグロ類稚仔同定研究ではとりあげられていないが、ミナミマグロの仔魚を同属の他種、とりわけ形態が酷似するクロマグロと識別する際には有効な査定形質となり得ると考えられる。また、メバチとの識別にもこの形質の利用

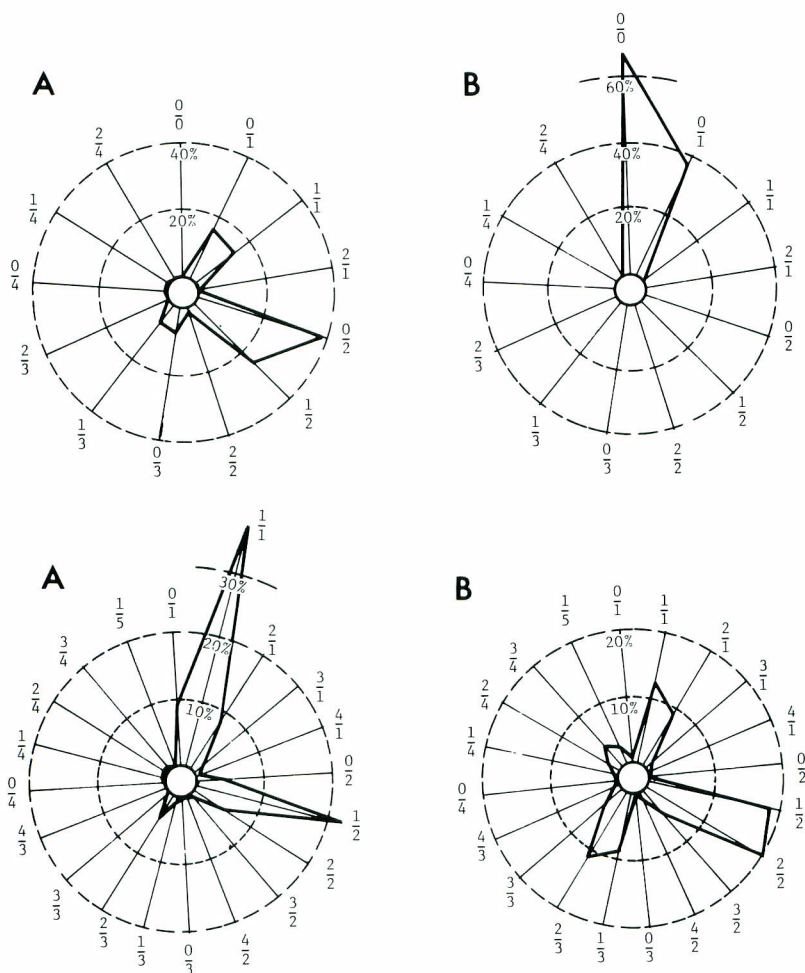


Fig. 4. Comparison of the melanophore patterns.
 A, *Thunnus. maccoyii*; B, *T. thynnus*.
 Upper, Caudal fin region; Lower, Trunk region.

の可能性が有る。すなわち、体側背面に色素胞の出現しないミナミマグロ仔魚の場合、従来の同定基準ではメバチ仔魚との識別に問題を生ずることになるが、前述のように、色素胞の大きさの違い（メバチで微小）に加えて、この尾鰭色素胞の分布型がメバチでは0/1型が卓越し、他のタイプは少ない性質を利用すれば、査定の精度を高めることが出来よう。

要 約

マグロ類のうち、仔魚の体表面に黒色素胞の発現するタイプのクロマグロ、ミナミマグロおよびメバチの3種について、体側ならびに尾鰭上の色素胞出現数の変異と分布型を検討し次の結果を得た。

- 1) クロマグロの仔魚の体側色素胞は背面と腹面に例外なく出現する。出現色素胞の数は背面で1~4個、腹面で1~5個と変異がみられるが、背・腹両面共に2個出現する例が最も多く、分布型では2/2型と1/2型が卓越している(表1, 表2)。背・腹面以外に、体表側中部での出現や、また尾柄部を中心とした体内部色素胞の存在も観察された。尾鰭の色素胞は出現しない例が多く(63%), 出現する場合は尾鰭の腹側部に1個のみであった。
- 2) ミナミマグロ仔魚の体側色素胞は通常背腹両面に出現する。また、クロマグロの場合と同様、体側中部の色素胞と体内部色素胞の存在が観察された。本種では調査標本の15%にあたる個体で体の背面に色素胞の出現しない例が観察された。体の背面および腹面に出現する色素胞数は共に1~4個と変異が見られるが、いずれも1個出現する例が最も多く、分布型として1/1が典型的であった(表3, 表4)。体背面の色素胞はクロマグロに比べて小さい傾向が見られた。尾鰭の色素胞は腹側部で複数個出現することが多く(70%), 背側部にも43%の割合で色素胞が出現し、分布型では0/2型と1/2型が典型的である(表4)。
- 3) メバチでは体の色素胞は腹面にのみ出現した(1~2個)。体側中部あるいは体内部色素胞の存在は観察されなかった。なお、体側腹面の色素胞は極めて小さく往々にして見逃されやすい程である。尾鰭の色素胞はほとんどの個体で腹側部に1個発現するが、稀に尾鰭の背側部に1個出現する例が観察された(表5)。
- 4) 両顎先端部および第1背鰭の色素胞は、いずれの種類でも下顎が最も早く、上顎、第1背鰭の順に発現した。下顎先端の色素胞は3種の中ではミナミマグロで最も早く、上顎および第1背鰭の色素胞はメバチで最も早く出現することが観察された(表6)。
- 5) 体側の色素胞の分布に関しては、互いに酷似するクロマグロとミナミマグロの間で、尾鰭上の色素胞の分布型に明らかな相違が見られた(図4)。クロマグロでは、分布型は単純で0/0ないし0/1型のみであるのに対して、ミナミマグロでは多くのタイプがみられ、0/2型、1/2型、0/1型、1/1型が多くみられた。このような尾鰭の色素胞の分布型の特徴は、両種仔魚の識別に際し有効な同定基準となり得ると判断された。

文 献

- KOHNO, H., T. HOSHINO, F. YASUDA and Y. TAKI 1982: Larval melanophore patterns of *Thunnus alalunga* and *T. thynnus* from the Mediterranean. *Jap. J. Ichthyol.*, **28** (4), 461-465.
- MATSUMOTO, W. M., E. H. AHLSTROM, S. JONES, W. L. KLAWE, W. J. RICHARDS and S. UEYANAGI 1972: On the clarification of larval tuna identification particularly in the genus *Thunnus*. *Fish. Bull.*, **70** (1), 1-12.
- 上柳昭治・渡辺久也 1964: マグロ・カジキ類幼期の識別方法(II)。マグロ漁業研究協議会資料 16 pp., 南海区水産研究所
- 上柳昭治 1969 a: 仔魚の出現状況よりみたミナミマグロ(*Thunnus maccoyii*)の産卵生態, 遠洋水研報, (1), 1-4.
- 1969 b: インド・太平洋におけるマグロ類稚魚の分布——ビンナガ産卵域の推定を中心とした検討, 同誌, (2), 177-256.
- 矢部 博・上柳昭治・渡辺久也 1966: クロマグロの初期生態及びミナミマグロの仔魚について。南水研報告, (23), 95-129.