

## 吸虫のメタセルカリアに寄生されたマダイの好中球顆粒

近藤昌和<sup>†</sup>, 安本信哉

### Neutrophil Granules of Red Seabream *Pagrus major* Infected with Metacercaria of Trematode

Masakazu Kondo<sup>†</sup> and Shinya Yasumoto

**Abstract** : Two types of granules were observed in the neutrophils of red seabream *Pagrus major* infected with metacercaria (species unidentified). No inflammatory symptom such as swelling and hemorrhage was observed around the cysts. Both granule types had similar morphologies but different cytochemical characteristics from those of ordinary chromophobic granules (oG-1, oG-2) in non-infected fish. In this paper, we designated the two granule-types from the fish infected with metacercaria as extraordinary chromophobic granules (type 1, eoG-1<sup>Mc</sup>; type 2, eoG-2<sup>Mc</sup>). The eoG-1<sup>Mc</sup> showed chromophobic, simple morphology (without stratified structure), peroxidase (PO) positive, Sudan black B (SBB) negative and lack lysosomal enzymes. The eoG-2<sup>Mc</sup> was stratified granule with two-layer structure [inner eosinophilic layer (L0) and outer chromophobic layer (L1)] and SBB negative. Beta-glucuronidase and PO were detected in L0 and L1, respectively. Spot formation, a curious phenomenon appeared in PO-stained oG-2 (positive L1 and negative L0), was not observed in the present specimen. Acid phosphatase (AcP) and esterases were localized in the small central area of L0. Therefore, L0 consists of L0-0 (inner part in L0; AcP and esterases positive) and L0-1 (outer part in L0).

**Key words** : granule, neutrophil, *Pagrus major*, red seabream, metacercaria, trematode

## 緒 言

マダイ *Pagrus major* の好中球には2種類の通常型顆粒 (ordinary chromophobic granule, oG; 1型, oG-1; 2型, oG-2) が観察され<sup>1,2)</sup>, 感染症に罹患したマダイではそれら顆粒の細胞化学的特徴が変化することがある (この場合の顆粒を異常型顆粒 extraordinary chromophobic granule (eoG) と呼ぶ)<sup>3-7)</sup>, また, 感染症によっては未感染魚の好中球には認められない顆粒 (誘導型顆粒 inducible chromophobic granule, iG) が出現する<sup>3-5)</sup>。

マダイのエドワジエラ症の原因細菌である *Edwardsiella anguillarum* に感染したマダイの好中球には, 未感染魚の oG-1 と oG-2 に類似した顆粒 (oG-1<sup>Ea</sup> と oG-2<sup>Ea</sup>) のほかに, アルカリ性フォスファターゼ (AIP) 陽性の誘導型顆粒 (iG<sup>Ea</sup>) が認められる<sup>3)</sup>。タイノエ症の原因寄生虫であるタイノエ *Ceratomyxa verrucosa* が一般的に知られる部位に通常

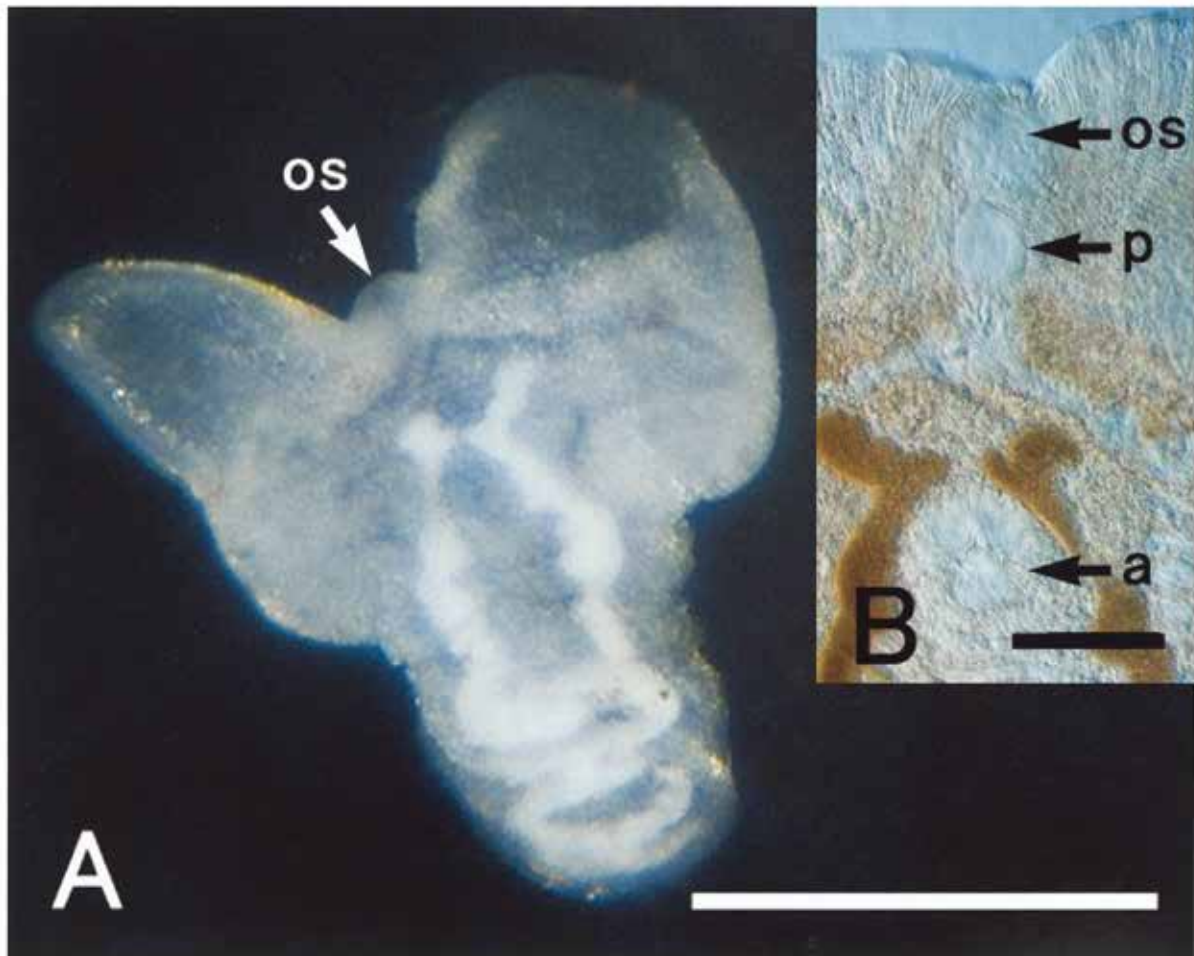
の個体数 (1-2個体) 寄生したマダイでは (タイノエの通常寄生), 2種類の異常型顆粒 (eoG-1<sup>Cv1st</sup> と eoG-2<sup>Cv1st</sup>) および AIP 陰性でペルオキシダーゼ (PO) 陽性の誘導型顆粒 (iG<sup>Cv1st</sup>) が出現する<sup>4,5)</sup>。また, タイノエが通常とは異なる部位に多数寄生した場合 (以後, 異常寄生と呼ぶ) には, 誘導型顆粒は認められず, 前述の eoG-1<sup>Cv1st</sup> と類似した顆粒 (eoG-1<sup>Cv2nd</sup>) とともに, eoG-2<sup>Cv1st</sup> とは  $\beta$ -グルクロニダーゼ ( $\beta$ -Glu) 陽性部位の数と, ズダン黒B (SBB) 染色後の核染色であるヘマトキシリン染色性が異なる異常型顆粒 (eoG-2<sup>Cv2nd</sup>) が観察される<sup>5)</sup>。アミルウージニウム症の原因寄生虫であるデンブンベンモウチュウ *Amyloodinium ocellatum* の寄生により, マダイ好中球に2種類の顆粒 (eoG-2<sup>4o</sup> と iG<sup>4o</sup>) が出現する<sup>6)</sup>。eoG-2<sup>4o</sup> は oG-2 と類似した構造 (顆粒の中心を取り囲むエオシン好性の層 (L0) とその周辺の難染色性層 (L1)) を有するが, 酸性フォスファターゼ (AcP) が陰性であり, オイルレッドO および ズダンIII 染

色によってL1が染色される。また,  $iG^{40}$ は $iG^{Ea}$ と同様に難染色性の2層構造 (L0とL1) を有するが, AIPは検出されず,  $iG^{Ea}$ では陰性のSBB, オイルレッドOおよびズダンIII染色によってL0が染色される。白点病の原因寄生虫であるシオミズハクテンチュウ *Cryptocaryon irritans* の寄生では, 2種類の異常型顆粒 ( $eoG-1^{Cr}$ と $eoG-2^{Cr}$ ) が認められ,  $oG-1$ と $oG-2$ では陽性のSBBが陰性であり, AcP陽性部位が減少するとともに,  $\beta$ -Gluが陰性になる<sup>6)</sup>。体表白濁症においても2種類の異常型顆粒 ( $eoG-1^{BSC}$ と $eoG-2^{BSC}$ ) が観察され, 両顆粒ともSBB陰性であるが,  $\beta$ -Glu陽性部位が増加する<sup>7)</sup>。

以上のように, 感染症に罹患したマダイの好中球顆粒は感染症の種類によって異なる。本研究では吸虫 (扁形動物門吸虫綱) のメタセルカリアが体表に寄生したマダイにおける好中球顆粒の特徴について調べ<sup>\*1</sup>, 既報と比較した。

## 材料および方法

2018年3月に, 水産大学の屋外角型FRP製水槽 (水量約2 kL) で飼育していた体重50 g前後のマダイ (収容尾数: 77尾) のうち, 数尾の体表に黒斑が認められた。飼育水には濾過や殺菌を行っていない天然海水を掛け流し条件で用いていた。その後, 黒斑を有するマダイの尾数および一尾あたりの黒斑の数は増加傾向にあった。同年5月にマダイをキナルジンで麻酔し, 黒斑の有無を調べたところ, 77尾中21尾 (27.3%) に黒斑が認められた (この間に死亡は無かった)。一尾あたりの黒斑の数は1-8個であった。黒斑は鰭を含む体表全域に見られ, 鰭では軟条内に観察された。顕微鏡下で黒斑を解剖したところ, 皮膚では黒斑の直下に, 鰭では黒斑内に薄い乳白色の被囊構造が認められた (鰭にお



**Fig. 1.** Metacercaria (species unidentified) extracted from cyst in current study. The metacercaria located under (in the skin) or in (in the soft ray) the black spot. A, low magnification (dorsal view; bar=0.5 mm); B, high magnification (ventral view; bar=100  $\mu$ m); os, oral sucker; p, pharynx; a, acetabulum.

\*1 本研究の一部は, 日本比較免疫学会第30回学術集会 (2018年 8月21日) において報告した (近藤昌和, 安本信哉: 感染魚の好中球顆粒 (講演要旨, 34))。

ける黒斑は被囊構造の周囲を覆っていると言える)。被囊を解剖したところ、内部に虫体が認められた (Fig. 1A)。虫体には口吸盤 (oral sucker)、咽頭 (pharynx) および腹吸盤 (acetabulum) が認められ (Fig. 1B)、被囊中に存在していたことから、本虫体は吸虫のメタセルカリア (被囊幼虫) であると判断した (成体が得られていないことから、種は未同定)。なお、マダイ77尾中に、口腔の内壁や稀に鰓弓や鰓耙の基部に卵囊を有するコブツキナガクビムシ *Clavellotis dilatata* (甲殻亜門顎脚綱カイアシ亜綱)<sup>\*2</sup>の雌成体が1-2個体寄生しているものも存在したが、黒斑の有無とは関連しなかった。

黒斑を6-8個有し、コブツキナガクビムシの寄生が認められないマダイ3尾 (No. 1, 黒斑7個, 体重59.1 g; No. 2, 黒斑6個, 体重42.3 g; No. 3, 黒斑8個, 体重39.0 g) の尾柄部血管から採血した (採血時の水温: 20.0°C)。血液塗抹標本の作製および各種細胞化学染色法は前報<sup>27)</sup>と同様に行った。

## 結果および考察

メタセルカリアの寄生を受けたマダイ (以後、寄生魚と称す) の血液中における好中球の出現頻度は、未寄生魚と同程度であった。May-Grünwald-Giemsa (MGG) 染色で

は2種類の顆粒, すなわち, 成層構造を持たず難染色性の顆粒と, エオシン好性のL0とその周囲のL1 (難染色性) からなる成層顆粒が認められ, それぞれ未感染魚の好中球のoG-1とoG-2に類似していた (Fig. 2A)。しかし, 各種細胞化学染色を行ったところ後述するように, 寄生魚の2種類の好中球顆粒はいずれも異常型顆粒 (eoG-1<sup>Mc</sup>とeoG-2<sup>Mc</sup>) であることが明らかとなった。寄生魚の好中球にはAIPは検出されず, 両顆粒はperiodic acid Schiff反応, トルイジンブルー, アルシアンブルー, オイルレッドO, ズダンIIIおよびSBB染色に陽性反応を示さなかった (Table 1)。また, eoG-2<sup>Mc</sup> のL0はSBB染色後のヘマトキシリン染色 (核染色) にも染色されなかった。

これまでに感染後の好中球に, 未感染魚の好中球のoG-1とoG-2に類似した2種類の顆粒が認められる感染症として, タイノエの異常寄生 (eoG-1<sup>Cv2nd</sup>とeoG-2<sup>Cv2nd</sup>)<sup>5)</sup>, 海産魚の白点病 (eoG-1<sup>Cl</sup>とeoG-2<sup>Cl</sup>)<sup>6)</sup>, 体表白濁症 (eoG-1<sup>BSC</sup>とeoG-2<sup>BSC</sup>)<sup>7)</sup> があげられる。これらの感染症と本研究のメタセルカリア感染症では, eoG-1の特徴は同じであるが (ペルオキシダーゼ (PO) 陽性, SBB陰性), eoG-2については感染症の間で違いが観察された。すなわち, AcP陽性部位はいずれのeoG-2においてもL0内であったが, eoG-2<sup>Mc</sup>ではMGG染色標本で認められるエオシン好性のL0よりも陽性粒子が小

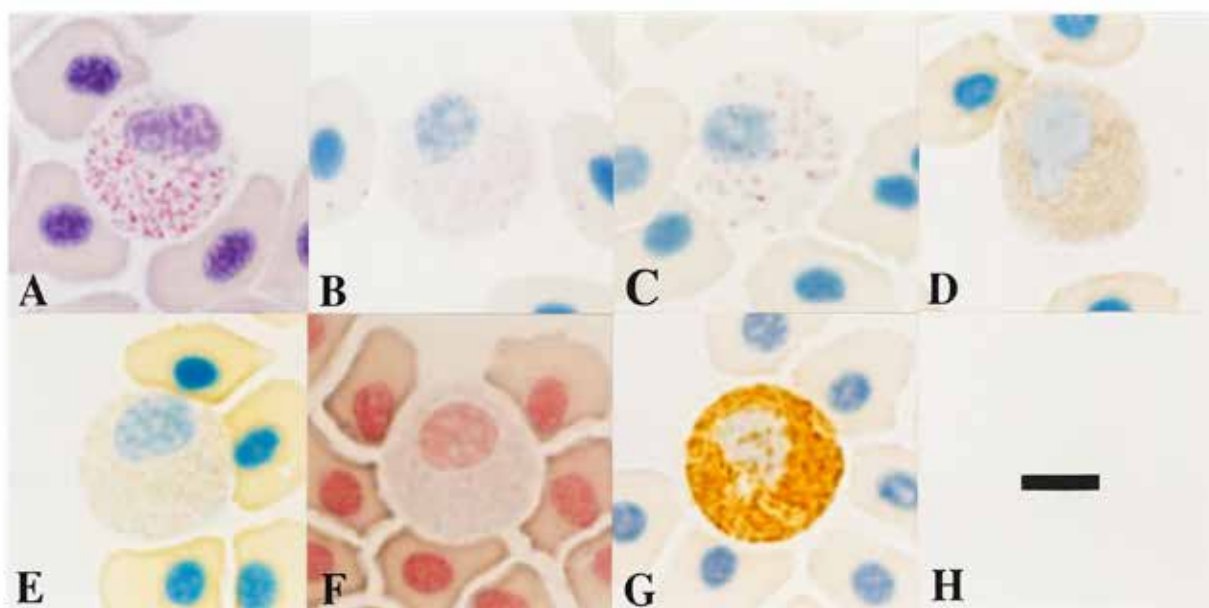


Fig. 2. Neutrophils from red seabream infected with metacercaria (species unidentified). A, May-Grünwald-Giemsa; B, acid phosphatase; C,  $\beta$ -glucuronidase; D,  $\alpha$ -naphthyl acetate esterase; E,  $\alpha$ -naphthyl butyrate esterase; F, naphthol AS-D chloracetate esterase; G, peroxidase; H, scale bar (5  $\mu$ m) which is adapted in all figures (A-G) in Fig. 1. Counter stain: B-E & G, hematoxylin (Mayer); F, safranin O. Note small positive particles (L0-0) in B & D-F.

\*2 *Clavellotis dilatata*の標準和名は長澤, 上野 (2015)<sup>8)</sup>にしたがった。

さいのに対して, 他のeoG-2ではAcP陽性粒子はL0と同大であった (Fig. 2B; Table 1)。また, eoG-2<sup>Ci</sup>ではAcP陽性粒子数が, 未感染魚のoG-2よりも減少していた。β-Glu活性はoG-2とeoG-2<sup>Cv2nd</sup>では少数のL0全体に<sup>2,5)</sup>, eoG-2<sup>Mc</sup>とeoG-2<sup>BSC</sup>では多数のL0全体に認められるが<sup>6)</sup> (Fig. 2C; Table 1), eoG-2<sup>Ci</sup>には本酵素活性は検出されていない<sup>6)</sup> (Table 1)。各種エステラーゼ活性はoG-2といずれのeoG-2においても多数の陽性粒子として検出されるが<sup>2,5-7)</sup>, eoG-2<sup>Mc</sup>では, それら陽性粒子は前述のAcP陽性粒子と同様にL0

内に存在するもののL0よりも小型である (Figs. 2D-2F; Table 1)。oG-2と各種eoG-2において, PO活性はL1に検出され, L0はPO陰性であるが, PO染色標本上でoG-2に観察される斑形成 (spot formation) は<sup>2)</sup>, eoG-2<sup>Ci</sup>には見られるものの<sup>6)</sup>, 他のeoG-2には観察されない<sup>5,7)</sup> (Fig. 2G; Table 1)。

メタセルカリア感染魚における好中球のeoG-2 (eoG-2<sup>Mc</sup>)の顕著な特徴は, AcPおよび各種エステラーゼ陽性部位が, L0内においてL0よりも小型, すなわち, L0よりも狭い領域に局在していることである (Figs. 2D-2F; Table 1)。こ

**Table 1.** Comparison of neutrophil granules (chromophobic granule, G) from red seabream *Pagrus major* (modified from Kondo et al.<sup>7)</sup>)

Staining <sup>1,2</sup>	Origin of neutrophils, type of granules and reaction <sup>3</sup>																	
	Non-infected fish <sup>a</sup>			Fish infected with:														
				<i>Edwardsiella anguillarum</i> <sup>b</sup>						<i>Ceratomyxa verrucosa</i> <sup>c,d</sup>								
				oG		oG-2 <sup>Ea</sup>		iG <sup>Ea</sup>		First type: Neutrophil-1 <sup>st</sup>			Second type: Neutrophil-2 <sup>nd</sup>					
			oG		oG-2		iG		eoG			eoG-2 <sup>Cv1st</sup>			eoG-2 <sup>Cv2nd</sup>			
			-1		L0		L1		-1 <sup>Cv1st</sup>			L0			L0			
			C		E		C		C			E			C			
MGG	C	E	C	C	E	C	C	C	C	E	C	C	E	C	C	E	C	
AIP	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
AcP	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	
β-Glu	-	+ <sup>4</sup>	-	-	+ <sup>4</sup>	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+ <sup>4</sup>	-	
α-NAE	-	+	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	
α-NBE	-	+	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	
CAE	-	+	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	
PO	+	-	+	+	-	+	-	-	+	-	+	+	-	-	+	-	+	
			(SF: +)			(SF: +)					(SF: -)					(SF: -)		
SBB	+	-	+	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			(SF: -)			(SF: -)												

<sup>1</sup>MGG, May-Grünwald-Giemsa; AIP, alkaline phosphatase; AcP, acid phosphatase; β-Glu, β-glucuronidase; α-NAE, α-naphthyl acetate esterase; α-NBE, α-naphthyl butyrate esterase; CAE, naphthol AS-D chloroacetate esterase; PO, peroxidase; SBB, Sudan black B.

<sup>2</sup>All types of granules showed negative reaction to other tests (periodic acid Schiff reaction (PAS), PAS after digestion with α-amylase, alcian blue (pH1.0, pH2.5), toluidine blue in distilled, oil red O, Sudan III).

<sup>3</sup>oG-1, ordinary type 1; oG-2, ordinary type 2; oG-1<sup>Ea</sup>, ordinary type 1 observed after infection (oai) with *Edwardsiella anguillarum* (oaiEa); oG-2<sup>Ea</sup>, ordinary type 2 oaiEa; iG<sup>Ea</sup>, inducible induced oaiEa; eoG-1<sup>Cv1st</sup>, extraordinary type 1 of neutrophil-1<sup>st</sup> oai with *Ceratomyxa verrucosa* (oaiCv); eoG-2<sup>Cv1st</sup>, extraordinary type 2 of neutrophil-1<sup>st</sup> oaiCv; iG<sup>Cv1st</sup>, inducible of neutrophil-1<sup>st</sup> oaiCv; eoG-1<sup>Cv2nd</sup>, extraordinary type 1 of neutrophil-2<sup>nd</sup> oaiCv; eoG-2<sup>Cv2nd</sup>, extraordinary type 2 of neutrophil-2<sup>nd</sup> oaiCv; L0, layer 0; L1, layer 1; C, chromophobic; E, eosinophilic; +, positive; -, negative (non-detection); †, increase of positive site; SF, spot formation.

<sup>4</sup>A few of L0 were positive.

<sup>a</sup>ad, <sup>b</sup>Kondo et al.<sup>3)</sup>; <sup>c</sup>Kondo et al.<sup>4)</sup>; <sup>d</sup>Kondo et al.<sup>5)</sup>.

**Table 1.** Cont.

Staining <sup>1,2</sup>	Origin of neutrophils, type of granules and reaction <sup>3</sup>															
	Fish infected with:															
	<i>Amyloodinium ocellatum</i> <sup>a</sup>					<i>Cryptocaryon irritans</i> <sup>a</sup>			Body surface cloudiness <sup>a†</sup>			Metacercaria (species unidentified) <sup>a‡</sup>				
	eoG-2 <sup>Ao</sup>		iG <sup>Ao</sup>			eoG		eoG-2 <sup>Ci</sup>		eoG		eoG-2 <sup>BSC</sup>		eoG		eoG-2 <sup>Mc</sup>
L0		L0			-1 <sup>Ci</sup>		L0		-1 <sup>BSC</sup>		L0		-1 <sup>Mc</sup>		L0	
E		C			C		E		C		E		C		E	
MGG	E	C	C	C	C	E	C	C	C	E	C	C	E	C	C	E
AIP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AcP	-	-	-	-	-	+	↓	-	-	+	-	-	-	-	+	(L0-0)
β-Glu	+	↑	-	-	-	-	-	-	-	+	↑	-	-	-	+	↑
α-NAE	+	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	+	(L0-0)
α-NBE	+	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	+	(L0-0)
CAE	+	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	+	(L0-0)
PO	-	+	+	-	+	-	+	+	+	-	+	+	+	+	-	+
			(SF: -)				(SF: +)				(SF: -)				(SF: -)	
SBB	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			(SF: -)													
OR, SIII	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			(SF: -)													

<sup>1</sup>MGG, May-Grünwald-Giemsa; AIP, alkaline phosphatase; AcP, acid phosphatase; β-Glu, β-glucuronidase; α-NAE, α-naphthyl acetate esterase; α-NBE, α-naphthyl butyrate esterase; CAE, naphthol AS-D chloroacetate esterase; PO, peroxidase; SBB, Sudan black B; OR, oil red O; SIII, sudan III.

<sup>2</sup>All types of granules showed negative reaction to other tests (periodic acid Schiff reaction (PAS), PAS after digestion with α-amylase, alcian blue (pH1.0, pH2.5), toluidine blue in distilled).

<sup>3</sup>eoG-2<sup>Ao</sup>, extraordinary type 2 oai with *Amyloodinium ocellatum* (oaiAo); iG<sup>Ao</sup>, inducible oaiAo; eoG-1<sup>Ci</sup>, extraordinary type 1 oai with *Cryptocaryon irritans* (oaiCi); eoG-2<sup>Ci</sup>, extraordinary type 2 oaiCi; eoG-1<sup>BSC</sup>, extraordinary type 1 oai with body surface cloudiness (oaiBSC); eoG-2<sup>BSC</sup>, extraordinary type 2 oaiBSC; eoG-1<sup>Mc</sup>, extraordinary type 1 oai with metacercaria (species unknown) (oaiMC); eoG-2<sup>Mc</sup>, extraordinary type 2 oaiMC; L0, layer 0; L1, layer 1; L0-0, inner layer of L0; C, chromophobic; E, eosinophilic; +, positive; -, negative (non-detection); †, increase of positive site; SF, spot formation.

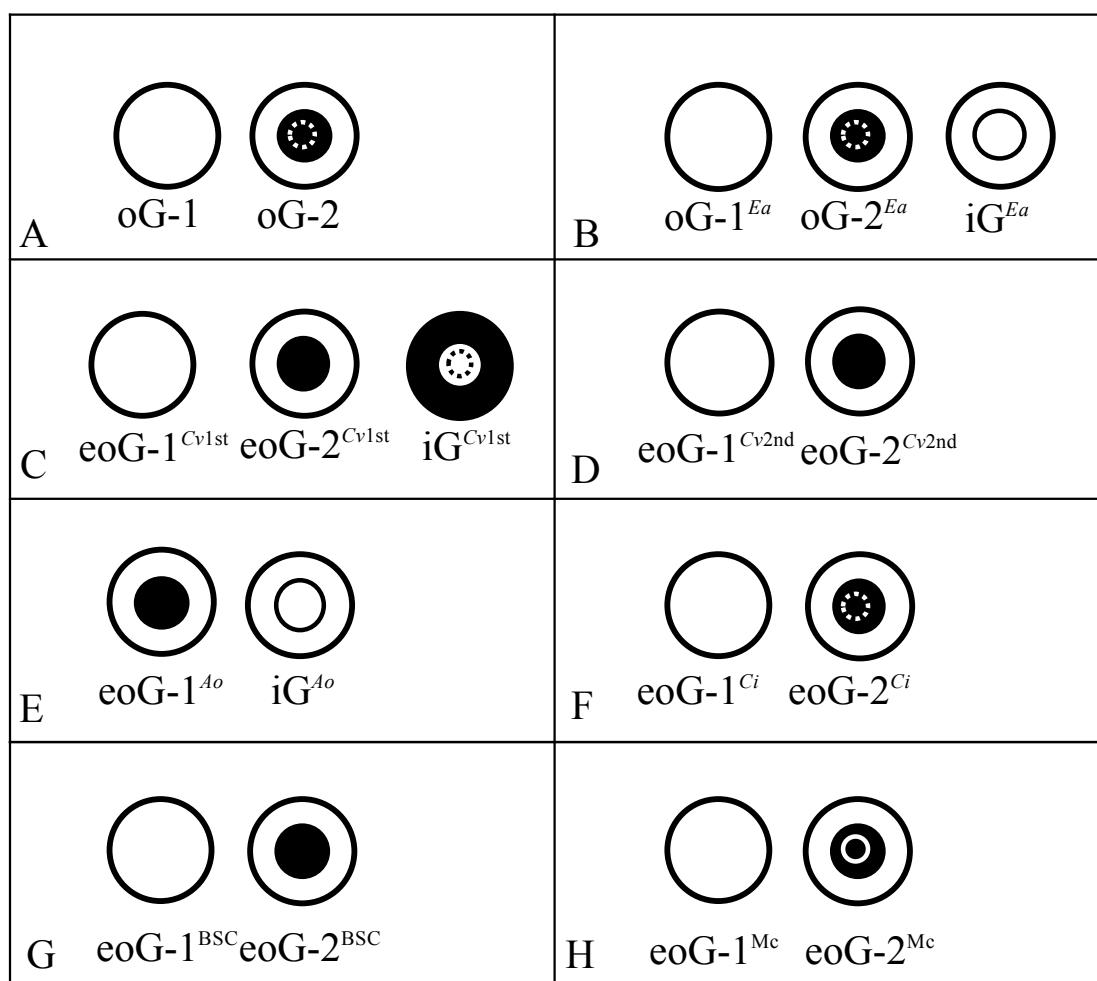
<sup>a</sup>ad, <sup>b</sup>Kondo et al.<sup>9)</sup>; <sup>c</sup>Kondo et al.<sup>7)</sup>; <sup>d</sup>present report.

の様な局在性は、誘導型顆粒の出現をともなう感染症（エドワジエラ症、タイノエの通常寄生、アミルウージニウム症）によって好中球に出現するeoG-2にも認められていない<sup>3,4,6)</sup>(Table 1)。eoG-2<sup>Mc</sup>のL0はAcPおよび各種エステラーゼ陽性のL0-0と、その周囲のL0-1に細分されると言える。これまでに、中心領域のL0が染色されず、L0の周囲であるL1が染色された成層顆粒のうち、PO染色されたoG-2、oG-2<sup>Ea</sup>およびeoG-2<sup>Ci</sup>、ならびにタイノエの通常寄生により出現したiG<sup>Cv1st</sup>のMGG染色像において斑形成が観察されている<sup>1,4,6)</sup>。斑の形成には、L0内にさらに層が存在する必要が示唆されているが<sup>9,10)</sup>、前述の斑形成をともなう各種成層顆粒のL0内にL0よりも小型の層が存在するか否は明らかにされていない。しかし、メタセルカリア感染魚のL0内に層（L0-0, L0-1）の存在が認められたことから、さら

なる検討によって斑形成をともなう成層顆粒にもL0-0とL0-1が確認されると考える（Fig. 3）。

前述のように、PO染色されたoG-2（oG-2<sup>Ea</sup>を含む）には斑形成が認められるが<sup>2,3)</sup>、多くのeoG-2には斑が観察されていない<sup>4,7)</sup>。この原因として、L0内の構成成分、特にβ-Gluの存否がL0の微細構造に変化をもたらした可能性が指摘されている<sup>4)</sup>。すなわち、eoG-2<sup>Cv1st</sup>、eoG-2<sup>4o</sup>、eoG-2<sup>BSC</sup>および本研究におけるeoG-2<sup>Mc</sup>ではβ-Glu陽性のL0が増加し、斑は形成されないのに対して、eoG-2<sup>Ci</sup>のL0はβ-Glu陰性であり、斑形成が認められる（Table 1）。しかし、eoG-2<sup>Cv2nd</sup>ではβ-Glu陽性のL0はoG-2と同様に少ないものの斑形成が起こらない。この原因として、L0にヘマトキシリン陽性物質が蓄積することが挙げられている<sup>5)</sup>。

メタセルカリア感染魚のL0内にL0-0とL0-1が形成される



**Fig. 3.** Schematic illustration of neutrophil granules from red seabream. A, non-infected fish; B-H, infected fish [B, *Edwardsiella anguillarum*; C, *Ceratomyxa verrucosa* (first type); D, *Ceratomyxa verrucosa* (second type); E, *Amyloodinium ocellatum*; F, *Cryptocaryon irritans*; G, body surface cloudiness; H, metacercaria (species unidentified)]. Open area, chromophobic; closed area, eosinophilic; dotted line, expected border based on the formation of spot. The eoG-2<sup>Mc</sup> in H consist of L0-0 (eosinophilic), L0-1 (eosinophilic) and L1 (chromophobic). Abbreviations as in Table 1.

原因として、感染により好中球内で産生された未知の因子の関与が考えられる。メタセルカリアが宿主の免疫機構から逃れるために、好中球にこの因子を産生させたのか（被嚢周囲の組織には腫脹や出血などの炎症性反応は認められなかった）、メタセルカリアの排除のために好中球が産生した因子なのかは不明であるが、この因子が顆粒内に蓄積され、他の顆粒内成分との相互作用により、L0内にL0-0とL0-1が形成されたと推察される。すなわち、この因子はL0内の $\beta$ -Gluとは相互作用せず、L0内で混在するが、AcPや各種エステラーゼとは相互作用し、これらの酵素がL0の中心付近に押しやられることで、L0-0が形成されたと考えられる。

## 文 献

- 1) Kondo M, Yasumoto S, Takahashi Y: Two types of granules in neutrophils from red sea-bream *Pagrus major*. *J Nat Fish Univ*, **64**, 269-271 (2016)
- 2) Kondo M, Yasumoto S, Takahashi Y: Cytochemical characteristics of neutrophil granules from red seabream *Pagrus major*. *J Nat Fish Univ*, **65**, 141-145 (2017)
- 3) Kondo M, Yasumoto S, Takahashi Y: Inducible granules in neutrophils from red seabream *Pagrus major* infected with atypical *Edwardsiella tarda* (= *Edwardsiella anguillarum*). *J Nat Fish Univ*, **65**, 185-188 (2017)
- 4) 近藤昌和, 窪田太貴, 前川幸平, 安本信哉, 高橋幸則: タイノエに寄生されたマダイの好中球顆粒. 水大校研報, **65**, 203-206 (2017) [Kondo M, Kubota T, Maekawa K, Yasumoto S, Takahashi Y: Neutrophil granules of red seabream *Pagrus major* parasitized with *Ceratomyxa verrucosa*. *J Nat Fish Univ*, **65**, 203-206 (2017) (in Japanese with English abstract)]
- 5) 近藤昌和, 安本信哉, 高橋幸則: タイノエに寄生されたマダイに観察される第2の好中球. 水大校研報, **66**, 209-214 (2018) [Kondo M, Yasumoto S, Takahashi Y: Second neutrophil type observed in red seabream *Pagrus major* with parasitized *Ceratomyxa verrucosa*. *J Nat Fish Univ*, **66**, 209-214 (2018) (in Japanese with English abstract)]
- 6) 近藤昌和, 前川幸平, 窪田太貴, 安本信哉, 高橋幸則: 原生動物寄生虫 (デンブンベンモウチュウ, シオミズハクテンチュウ) に寄生されたマダイの好中球顆粒. 水大校研報, **66**, 183-187 (2018) [Kondo M, Maekawa K, Kubota T, Yasumoto S, Takahashi Y: Neutrophil granules of red seabream *Pagrus major* parasitized with protozoan parasites: *Amyloodinium ocellatum* (Kinetoplastea) and *Cryptocaryon irritans* (Ciliophora). *J Nat Fish Univ*, **66**, 183-187 (2018) (in Japanese with English abstract)]
- 7) 近藤昌和, 前川幸平, 安本信哉, 高橋幸則: 体表白濁症に罹患したマダイの好中球顆粒. 水大校研報, **66**, 189-193 (2018) [Kondo M, Maekawa K, Yasumoto S, Takahashi Y: Neutrophil granules of red seabream *Pagrus major* infected with body surface cloudiness. *J Nat Fish Univ*, **66**, 189-193 (2018) (in Japanese with English abstract)]
- 8) 長澤和也, 上野大輔: 日本産魚類に寄生するナガクビムシ科カイアシ類の目録 (1939-2015年). 生物圏科学, **54**, 125-151 (2015) [Nagasawa K, Uyeno D: A checklist of copepods of the family Lernaeopodidae (Siphonostomatoida) from fishes in Japanese waters (1939-2015). *Biosphere Sci*, **54**, 125-151 (2015) (in Japanese with English abstract)]
- 9) 近藤昌和, 安本信哉, 高橋幸則: マダイ好中球の有芯顆粒の構造: 顆粒における観察光の散乱様現象に基づく一考察. 水大校研報, **65**, 251-253 (2017) [Kondo M, Yasumoto S, Takahashi Y: Structure of neutrophil pithy granules from red seabream *Pagrus major*: Possible explanations from light scattering-like phenomenon by the granules under the light microscopic observations. *J Nat Fish Univ*, **65**, 251-253 (2017) (in Japanese with English abstract)]
- 10) 近藤昌和, 安本信哉, 高橋幸則: マダイ好中球の成層顆粒からの光の放射. 水大校研報, **66**, 227-228 (2018) [Kondo M, Yasumoto S, Takahashi Y: Radiation of light from stratified granules of neutrophils in red seabream *Pagrus major*. *J Nat Fish Univ*, **66**, 227-228 (2018) (in Japanese with English abstract)]