

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

メタデータ	言語: Japanese									
	出版者:水産大学校									
	公開日: 2024-10-11									
	キーワード (Ja):									
	キーワード (En): granule; neutrophil; Pagrus major; red									
	seabream; metacercaria; trematode									
	作成者: 近藤, 昌和, 安本, 信哉									
	メールアドレス:									
	所属:									
URL	https://fra.repo.nii.ac.jp/records/2012143									

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.



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[†],安本信哉

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

Masakazu Kondo[†] 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^{Mc}; type 2, eoG-2^{Mc}). The eoG-1^{Mc} showed chromophobic, simple morphology (without stratified structure), peroxidase (PO) positive, Sudan black B (SBB) negative and lack lysozomal enzymes. The eo β G-2^{Mc} 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



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^{1,2)}, 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)³⁷, 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³⁵。

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^{Ea}とoG-2^{Ea})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^{Ea})が認められる³⁾。タイノエ症の原因寄生虫であるタ イノエCeratothoa 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^{Cvlst}とeoG-2^{Cvlst})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^{Cv1st})が出現する⁴⁵⁾。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^{Cvlst}と類似した顆粒 $(eoG-1^{Cv2nd})$ とともに、 $eoG-2^{Cv1st}$ とは β -グルクロニダーゼ (β-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^{Cv2nd})が観察される⁵⁾。アミルウージニウム症の原因 寄生虫であるデンプンベンモウチュウAmyloodinium ocellatum の寄生により、マダイ好中球に2種類の顆粒(eoG-2⁴℃) iG⁴の)が出現する⁶。eoG-2⁴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

水産大学校生物生産学科 (Department of Applied Aquabiology, National Fisheries University) [†]別刷り請求先(corresponding author): kondom@fish-u.ac.jp

色によってL1が染色される。また、iG⁴⁰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^{Ci}とeoG-2^{Ci}) 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、β-Gluが陰性になる⁶⁾。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、β-Glu陽性部位が増加する⁷⁾。

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 門吸虫網)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*¹,既報と比較した。

材料および方法

2018年3月に、水産大学校の屋外角型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嚢構造が認められた(鰆にお



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 μm); 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))。

ける黒斑は被嚢構造の周囲を覆っていると言える)。被嚢 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),被嚢中に存 在していたことから、本虫体は吸虫のメタセルカリア(被 嚢幼虫)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嚢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)*²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℃)。血液塗抹標本の 作製および各種細胞化学染色法は前報²⁷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^{Mc}とeoG-2^{Mc}) 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^{Mc} 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^{C/2nd}とeoG-2^{C/2nd})³,海産魚の白点 病(eoG-1^{C2}とeoG-2^{CC})⁶,体表白濁症(eoG-1^{BSC}とeoG-2^{BSC})⁷ 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^{Mc}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, β-glucuronidase; D, α-naphtyl acetate esterase; E, α-naphtyl butyrate esterase, F, naphthol AS-D chlorpacetate esterase; G, peroxidase; H, scale bar (5 μm) which is adapted in all figures (A-G) in Fig. 1. Counter stain: B-E & G, hematoxylin (Mayer); F, safranine O. Note small positive particles (L0-0) in B & D-F.

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^{Ci}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^{Cv2nd}では少数のL0全体に²⁵⁾, eoG-2^{Mc}と eoG-2^{BSC}では多数のL0全体に認められるが⁶ (Fig. 2C; Table 1). eoG-2^{ci}には本酵素活性は検出されていない⁶⁾ (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²⁵⁻⁷, eoG-2^{Mc} 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LO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²⁾, eoG-2^{Ci}には見られる ものの⁶, 他のeoG-2 には観察されない⁵⁷(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^{Mc}) 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.⁷)

		Origin of neutrophils, type of granules and reaction ^{*3}																	
Staining*1,*2				Fish infected with:															
	Non-	Non-infected fish*a			*b						Ceratothoa verrucosa ^{*c,d}								
				Edwardstella anguillarum °					First type: Neutrophil-1 st					Second type: Neutrophil-2nd					
	oG 0G-2		oG	$_{\rm oG-2^{\it Ea}}$ ${\rm iG}^{\it E}$		Ea	eoG	eoG-2 ^{Cv1st}		iG ^{Cv1st}		eoG .	eoG-2 ^{Cv2nd}						
	-1	L0	L1	-1 ^{Ea}	L0	L1	L0	L1	-1 ^{Cv1st}	L0	L1	LO	L1	-1 ^{Cv2nd}	L0	L1			
MGG	С	Е	С	С	Е	C	С	С	С	E	С	С	Е	С	Е	С			
												(SF:+)							
AlP	_	—	—	- 1	_		+	—		—			_	—	_	—			
AcP	—	+	—	-	+		_				—	—		-	+	-			
β-Glu	_	+*4	_	-	+*4	_			—	+1	-	-	-	—	+*4				
a-NAE	—	+		—	+ -	_			—	+		-	_	—	+	_			
a-NBE	—	+	_	-	+	_	-	_	—	+	_	-	_	-	+				
CAE	—	+	_	-	+		_	-	-	+	-	-	_		+	-			
PO	+	_	+	+	_	+	_	_	+	—	. +	+	_	+	—	+			
	(SF:+)				(SF:+)				(SF:-)						(SI	F:)			
SBB	+	_	+	+	, –	+		_		_	-	_	_		_	_			
	(SE-)		·—)	:	(SF)	-)			:					i					

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

²All 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

 10 oG-1, ordinary type 1; oG-2, ordinary type 2; oG-1^{Ea}, ordinary type 1 observed after infection (oai) with *Edwardsiella anguillarum* (oai*Ea*); oG-2^{Ea}, ordinary type 2 oai*Ea*; iG^{Ea}, inducible induced oai*Ea*; eoG-1^{Cvtat}, extraordinary type 1 of neutrophil-1st oai*Cv*; eoG-2^{Cvtat}, extraordinary type 1 of neutrophil-1st oai*Cv*; eoG-2^{Cvtat}, extraordinary type 2 of neutrophil-2st oai*Cv*; eoG-2^{Cvtat}, extraordinary type 1 of neutrophil-2st oai*Cv*; eoG-2^{Cvtat}, extraordinary type 1 of neutrophil-2st oai*Cv*; eoG-2^{Cvtat}, extraordinary type 2 of neutrophil-2st oai*Cv*; eoG-2^{Cvtat}, extraordinary type 2 of neutrophil-2st oai*Cv*; to, layer 0; L1, layer 1; C, chromophobic; E, eosinophilic; +, positive; -, negative (non-detection); \uparrow . increase of positive site; SF, spot formation.

^{*4}A few of L0 were positive. ^{*e-d}: ^{*a} Kondo et al.²⁾; ^{*b}Kondo et al.³⁾; ^{*c}Kondo et al.⁴⁾; ^{*d}Kondo et al.⁵⁾.

Table 1. Cont.

5	Origin of neutrophils, type of granules and reaction ^{*3}												
÷	Fish infected with:												
ini		Amyloodin	ium ocellatum ^{*e}	Crypto	ocaryon irr	Body sur	face cloudi	ness*f	Metacercaria (species unidentified) *g				
Sta	eoG-2 ^{Ao}		iG ^{Ao}		$eoG eoG-2^{Ci}$		eoG eoG-2 ^{BSC}		eoG	eoG-2 ^{Mc}			
-	L0	L1	LO	L1	-1 ^{Ci}	L0	L1	-1 ^{BSC}	L0	L1	-1 ^{Mc}	LO	L1
MGG	E	С	С	С	С	, E	C	С	E	С	С	Е	С
AlP	-	_	_	—		-	_		-	-		-	_
AcP	-	_	_	_	-	+1	-	—	+	-	—	+ (L0-0)	-
β-Glu	+1	_	_	_	-	_	-	-	- - ↑	-	—	+1	_
α-NAE	+	_	_	_	-	+	-	—	+	-	-	+ (L0-0)	_
α-NBE	+	_		_		+	-	_	+	-	—	+ (L0-0)	-
CAE	+	_	-	_		+	-	-	+	-	—	+ (L0-0)	-
PO	_	+	+	-	+	_	+	+	_	+	+	_	+
	(SF	:-)			(SF:+)			(SF:-)			(SF:-)		
SBB	_	+	+	_		_		-		—			
	(SF	:-)											
OR, SIII	-	+	+	_		_	_	-	-	-	—	_	—
	(SF	:-)			1								

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

^{char} Object 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).
^{*3}Cll 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).
^{*3}Cll 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).
^{*3}Cll 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).
^{*3}Cll 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).
^{*3}Cll 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).
^{*3}Cll 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).
^{*3}Cll 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).
^{*3}Cll types of granules showed negative reaction (PAS), PAS after digestion with α-amylase, alcian blue (pH1.0, pH2.5), toluidine blue in distilled).
^{*3}Cll types of granules showed negative reactive reac site; SF, spot formation. *es: *e Kondo et al.⁶; *Kondo et al.⁷; *^gpresent 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³⁴⁶(Table 1)。eoG-2^{Mc}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^{Ea}およびeoG-2^{Ci}、ならびにタイノエの通常寄生により 出現したiG^{Cv1st}のMGG染色像において斑形成が観察されて いる^{14.6)}。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^{9.10)}、前述の斑形成をともなう各種成 層顆粒のL0内にL0よりも小型の層が実在するか否は明ら 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^{fe}を含む)には 斑形成が認められるが^{2,3)}、多くのeoG-2には斑が観察され ていない⁴⁷⁾。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⁴⁾。すなわち、eoG-2^{Cv1st}、eoG-2⁴⁰、eoG-2^{BSC} および本研究におけるeoG-2^{Mc}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^{Ci}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^{Cv2nd}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 陽性物資が蓄積することが挙げられている⁵⁾。

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, Ceratothoa verrucosa (first type); D, Ceratothoa 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^{Mc} 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β-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

- 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)
- Kondo M, Yasumoto S, Takahashi Y: Cytochemical characteristics of neutrophil granules from red seabream *Pagrus major*. J Nat Fish Univ, 65, 141-145 (2017)
- 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)
- 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 *Ceratothoa 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 Ceratothoa 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(デンプンベンモウチュウ,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 protozoean parasits: *Amyloodinium ocellatum* (Kinetoplastea) and *Cryptocaryon irritans* (Ciliophora). *J Nat Fish Univ*, 66, 183-187 (2018) (in Japanese with English abstract)]
- 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)]
- 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)]
- 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)]