

カサゴ好中球の形態学および細胞化学的特徴

近藤昌和[†], 安本信哉, 高橋幸則

Morphological and Cytochemical Characteristics of Neutrophil from Marbled Rockfish, *Sebastiscus marmoratus*

Masakazu Kondo[†], Shinya Yasumoto and Yukinori Takahashi

Abstract : Morphological and cytochemical characteristics of neutrophil in the marbled rockfish, *Sebastiscus marmoratus* were examined by light microscopy. Two types of granules, chromophobic granule (β G) and basophilic granule (γ G) were observed in the neutrophil. Multiple Romanowsky-type stain valuation revealed that γ G was stained light blue with May-Grünwald (MG) and reddish purple with MG-Giemsa, but not stained with Giemsa. These findings indicate that the content(s) of γ G is both orthomethylenophilic and metaazurophilic, and the content(s) of γ G dissolves in methanol (fixative before Giemsa stain) but is fixed with methylene blue eosinate in methanol (MG solution). The β G was negative with Romanowsky-stain but positive with peroxidase stain.

Key words : marbled rockfish, *Sebastiscus marmoratus*, neutrophil, morphology, cytochemistry

緒 言

著者らはこれまでに、各種魚類の好中球の形態学および細胞化学的特徴を調べ、好中球顆粒の種類は多様であることを報告した¹⁻²⁵⁾。魚類を含む脊椎動物の原始の系統とされているスタウナギ類に属するスタウナギ *Eptatretus burgeri* の好中球は好塩基性顆粒 (γ 顆粒) のみを有し¹⁴⁾、肉鰭綱肺魚亜綱のアフリカハイギョ *Protopterus annectens* では染色条件の違いによって種々の色調を示す汎染色性顆粒のみが認められている¹⁸⁾。また、条鰭綱腕鰭亜綱の *Polypterus endlicheri* の好中球には2種類の α 顆粒と γ 顆粒が存在する¹³⁾。一方、真骨魚類(条鰭綱)は好中球顆粒の種類の違いから4群に大別される。すなわち、好酸性(好エオシン性)顆粒(α 顆粒)、難染色顆粒(β 顆粒)および γ 顆粒の3種類の顆粒が好中球に観察されるI群(アジアアロワナ *Scleropages formosus*, ウナギ *Anguilla japonica*, コイ *Cyprinus carpio*, ナイルティラピア *Oreochromis niloticus*, イサキ *Parapristipoma trilineatum*, マアジ *Trachurus japonicus*, ブリ *Seriola quinqueradiata*, カンパチ *S. dumerili*, ヒラマサ *S. lalandi*)^{1-4, 12, 15, 17, 24, 25)} ; α 顆粒と β 顆粒が認め

られるII群(トラフグ *Takifugu rubripes*, マダイ *Pagrus major*)^{9, 16)} ; β 顆粒のみを有するIII群(アユ *Plecoglossus altivelis*, ノーザンバイク *Exos lucius*, ボラ *Mugil cephalus*, メナダ *Chelon haematocheilus*, オオクチバス *Micropterus salmoides*, ブルーギル *Lepomis macrochirus*, スズキ *Lateolabrax japonicus*, ヒラスズキ *L. latus*, タイリクスズキ *L. sp.*, メジナ *Girella punctata*, マハタ *Epinephelus septemfasciatus*, ヒラメ *Paralichthys olivaceus*, マコガレイ *Pleuronectes yokohamae*, マツカワ *Verasper moseri*)^{5-8, 10, 11, 19-21, 23)}, β 顆粒と γ 顆粒が存在するIV群(アカメ *Lates japonicus*)²²⁾である。

魚類好中球の α 顆粒は2種類に大別されており²⁴⁾, May-Grünwald (MG) 染色で染まるが, Giemsa染色では染色されない α 1顆粒と, MG染色でもGiemsa染色でも染まる α 2顆粒に分類されている²⁴⁾。また, γ 顆粒も2種類に大別されている²⁴⁾ : MG染色にもGiemsa染色にも染まる γ 1顆粒 ; MG染色では染まらずGiemsa染色で染まる γ 2顆粒。スタウナギの γ 顆粒は γ 1顆粒であり²⁴⁾, *P. endlicheri*の好中球には α 1顆粒と α 2顆粒の両方が存在し, γ 顆粒は γ 2顆粒に同定される²⁴⁾。また, 真骨魚類の

I群は $\alpha 2$ 顆粒と $\gamma 1$ 顆粒を有するI-A群(アジアアロワナ, ナイルティラピア, マアジ)と, $\alpha 2$ 顆粒と $\gamma 2$ 顆粒を有するI-B群(ウナギ, コイ, イサキ, ブリ, カンパチ, ヒラマサ)に細分される²⁴⁾。さらに, 真骨魚類のII群では $\alpha 1$ 顆粒を有するII-B群(マダイ)と $\alpha 2$ 顆粒を持つII-A群(トラフグ)に細分され²⁴⁾, IV群のアカメの γ 顆粒は $\gamma 1$ 顆粒である²⁴⁾。

本研究では, 魚類における好中球顆粒の多様性を明らかにするために, カサゴ*Sebastiscus marmoratus*の好中球の形態学および細胞化学的特性を明らかにし, これまでに報告した各種魚類と比較した。

材料および方法

吉見湾(下関市)で釣獲したカサゴ(体重約80 g)を, 水産大学の飼育施設に搬入し, 流水条件下で1週間以上飼育したのち実験に供した。飼育期間中は, 市販の配合飼料(マリン6号, 林兼産業)を適宜給餌した。なお, 実験時の水温は $20.0 \pm 1.0^\circ\text{C}$ であった。

血液塗沫標本の作製, 多条件下Romanowsky型染色評価法(Multiple Romanowsky-type Stain Valuation, MRSV)(Table 1)および各種細胞化学染色法は近藤・高橋¹⁵⁾にしたがった。

結 果

カサゴの好中球には2種類の顆粒(β 顆粒, γ 顆粒)とY小体(安本小体, Yasumoto body (Y-body))が認められた(Fig. 1)。 γ 顆粒の多条件下Romanowsky型染色特性(Multiple Romanowsky-type Stain Characteristics, MRSC)をTable 2に示す。 β 顆粒は円形または卵円形であり(長径 $0.8 \mu\text{m}$ 以下), MRSVのいずれの染色条件においても明瞭な色調を示さなかった。また, Y小体は種々の形態(円形, 卵円形, 桿形, コンマ形, 三日月形, 紐状)を示し, MRSVのいずれの染色条件においても青色から淡青色を呈した。種々の形態の核が偏在しており, 分葉核も観察された(二分葉まで)。

γ 顆粒のMRSC

γ 顆粒は長径 $0.3 \mu\text{m}$ 以下の円形または卵円形であった。 γ 顆粒はMay-Grünwald (MG)染色では淡青色を示した(Fig. 1A)。しかし, Giemsa染色標本には観察され

なかった。また, MG-Giemsa (MGG)染色によって, 淡青色または赤紫色を呈した。特に, 希釈液に蒸留水を用いて, Giemsa原液の希釈率を1:20とし, Giemsa染色時間を60分間とした場合には, 全ての γ 顆粒が赤紫色に染色された(Fig. 1B)。

細胞化学的特徴

カサゴ好中球の細胞化学的特徴をTable 3に示す。アルカリ性フォスファターゼ(AIP)と酸性フォスファターゼ(AcP)は円形または卵円形の陽性顆粒として少数観察されたが, 前者は長径 $0.8 \mu\text{m}$ 以下であり(Fig. 2A), 後者は長径 $0.2 \mu\text{m}$ 以下であった(Fig. 2B)。 β -グルクロニダーゼは検出されなかった。 α -ナフチルアセテートエステラーゼ(α -NAE), α -ナフチルブチレートエステラーゼ(α -NBE)およびナフトールAS-Dクロロアセテートエステラーゼ(NASDCAE)は円形または卵円形の陽性顆粒として多数観察された(Figs. 2C-2E)。しかし, α -NAE陽性顆粒は長径 $0.2 \mu\text{m}$ 以下であったのに対して(Fig. 2C), α -NBE陽性顆粒とNASDCAE陽性顆粒はともに長径 $0.3 \mu\text{m}$ 以下であった(Figs. 2D, 2E)。ペルオキシダーゼ(PO)は円形または卵円形の陽性顆粒(長径 $0.8 \mu\text{m}$ 以下)として多数認められた(Fig. 2F)。核にはPO陽性反応は検出されなかった。

円形または卵円形のperiodic acid Schiff反応(PAS)陽性顆粒(長径 $0.3 \mu\text{m}$ 以下)が多数観察され, 細胞質基質もPAS弱陽性であった(Fig. 2G)。いずれのPAS陽性部位も α -アミラーゼ処理によって完全に消失した。アルシアンブルー染色では陽性部位は観察されなかった。トルイジンブルー(TB)染色によって, 核が青染されるとともに, 種々の形態(円形, 卵円形, 桿形, コンマ形, 三日月形, 紐状)を示す青色の陽性顆粒が少数観察された(Fig. 2H)。また, 円形または卵円形のTB陽性顆粒(長径 $0.3 \mu\text{m}$ 以下)が多数認められた(Fig. 2H)。オイルレッドOおよびズダンIII染色では陽性部位は観察されなかったが, ズダンブラックB(SBB)染色によって円形または卵円形の陽性顆粒(長径 $0.8 \mu\text{m}$ 以下)が多数観察された(Fig. 2I)。

考 察

カサゴの好中球に β 顆粒と γ 顆粒が観察されたことから, カサゴはアカメと同様にIV群に分類される。カサゴの β 顆粒および γ 顆粒は円形または卵円形であり, 前者は長

Table 1. Staining conditions of multiple Romanowsky-type stain valuation

| PN | | Condition ^{1,2} | PN | | Condition ^{1,2} |
|----|----|------------------------------------------------------------|----|-----|-----------------------------------------------------------|
| 1 | MG | : DW | 42 | G | : ¹ / ₁₅₀ M PB, pH8.0, 1:20, 15 min |
| 2 | | : 5 mM PB, pH5.0 | 43 | | : ¹ / ₁₅₀ M PB, pH8.0, 1:20, 60 min |
| 3 | | : 5 mM PB, pH6.0 | 44 | | : ¹ / ₁₅₀ M PB, pH8.0, 1:100, 15min |
| 4 | | : 5 mM PB, pH7.0 | 45 | | : ¹ / ₁₅₀ M PB, pH8.0, 1:100, 60min |
| 5 | | : 5 mM PB, pH8.0 | 46 | MGG | : DW, 1:20, 15 min |
| 6 | | : ¹ / ₁₅ M PB, pH5.0 | 47 | | : DW, 1:20, 60 min |
| 7 | | : ¹ / ₁₅ M PB, pH6.0 | 48 | | : DW, 1:100, 15 min |
| 8 | | : ¹ / ₁₅ M PB, pH7.0 | 49 | | : DW, 1:100, 60 min |
| 9 | | : ¹ / ₁₅ M PB, pH8.0 | 50 | | : 5 mM PB, pH5.0, 1:20, 15min |
| 10 | G | : DW, 1:20, 15 min | 51 | | : 5 mM PB, pH5.0, 1:20, 60min |
| 11 | | : DW, 1:20, 60 min | 52 | | : 5 mM PB, pH5.0, 1:100, 15 min |
| 12 | | : DW, 1:100, 15 min | 53 | | : 5 mM PB, pH5.0, 1:100, 60 min |
| 13 | | : DW, 1:100, 60 min | 54 | | : 5 mM PB, pH6.0, 1:20, 15min |
| 14 | | : 0.5 mM PB, pH5.0, 1:20, 15min | 55 | | : 5 mM PB, pH6.0, 1:20, 60min |
| 15 | | : 0.5 mM PB, pH5.0, 1:20, 60min | 56 | | : 5 mM PB, pH6.0, 1:100, 15 min |
| 16 | | : 0.5 mM PB, pH5.0, 1:100, 15 min | 57 | | : 5 mM PB, pH6.0, 1:100, 60 min |
| 17 | | : 0.5 mM PB, pH5.0, 1:100, 60 min | 58 | | : 5 mM PB, pH7.0, 1:20, 15min |
| 18 | | : 0.5 mM PB, pH6.0, 1:20, 15min | 59 | | : 5 mM PB, pH7.0, 1:20, 60min |
| 19 | | : 0.5 mM PB, pH6.0, 1:20, 60min | 60 | | : 5 mM PB, pH7.0, 1:100, 15 min |
| 20 | | : 0.5 mM PB, pH6.0, 1:100, 15 min | 61 | | : 5 mM PB, pH7.0, 1:100, 60 min |
| 21 | | : 0.5 mM PB, pH6.0, 1:100, 60 min | 62 | | : 5 mM PB, pH8.0, 1:20, 15min |
| 22 | | : 0.5 mM PB, pH7.0, 1:20, 15min | 63 | | : 5 mM PB, pH8.0, 1:20, 60min |
| 23 | | : 0.5 mM PB, pH7.0, 1:20, 60min | 64 | | : 5 mM PB, pH8.0, 1:100, 15 min |
| 24 | | : 0.5 mM PB, pH7.0, 1:100, 15 min | 65 | | : 5 mM PB, pH8.0, 1:100, 60 min |
| 25 | | : 0.5 mM PB, pH7.0, 1:100, 60 min | 66 | | : ¹ / ₁₅ M PB, pH5.0, 1:20, 15min |
| 26 | | : 0.5 mM PB, pH8.0, 1:20, 15min | 67 | | : ¹ / ₁₅ M PB, pH5.0, 1:20, 60min |
| 27 | | : 0.5 mM PB, pH8.0, 1:20, 60min | 68 | | : ¹ / ₁₅ M PB, pH5.0, 1:100, 15 min |
| 28 | | : 0.5 mM PB, pH8.0, 1:100, 15 min | 69 | | : ¹ / ₁₅ M PB, pH5.0, 1:100, 60 min |
| 29 | | : 0.5 mM PB, pH8.0, 1:100, 60 min | 70 | | : ¹ / ₁₅ M PB, pH6.0, 1:20, 15 min |
| 30 | | : ¹ / ₁₅₀ M PB, pH5.0, 1:20, 15 min | 71 | | : ¹ / ₁₅ M PB, pH6.0, 1:20, 60 min |
| 31 | | : ¹ / ₁₅₀ M PB, pH5.0, 1:20, 60min | 72 | | : ¹ / ₁₅ M PB, pH6.0, 1:100, 15 min |
| 32 | | : ¹ / ₁₅₀ M PB, pH5.0, 1:100, 15 min | 73 | | : ¹ / ₁₅ M PB, pH6.0, 1:100, 60 min |
| 33 | | : ¹ / ₁₅₀ M PB, pH5.0, 1:100, 60 min | 74 | | : ¹ / ₁₅ M PB, pH7.0, 1:20, 15min |
| 34 | | : ¹ / ₁₅₀ M PB, pH6.0, 1:20, 15min | 75 | | : ¹ / ₁₅ M PB, pH7.0, 1:20, 60min |
| 35 | | : ¹ / ₁₅₀ M PB, pH6.0, 1:20, 60min | 76 | | : ¹ / ₁₅ M PB, pH7.0, 1:100, 15 min |
| 36 | | : ¹ / ₁₅₀ M PB, pH6.0, 1:100, 15 min | 77 | | : ¹ / ₁₅ M PB, pH7.0, 1:100, 60 min |
| 37 | | : ¹ / ₁₅₀ M PB, pH6.0, 1:100, 60 min | 78 | | : ¹ / ₁₅ M PB, pH8.0, 1:20, 15 min |
| 38 | | : ¹ / ₁₅₀ M PB, pH7.0, 1:20, 15 min | 79 | | : ¹ / ₁₅ M PB, pH8.0, 1:20, 60 min |
| 39 | | : ¹ / ₁₅₀ M PB, pH7.0, 1:20, 60 min | 80 | | : ¹ / ₁₅ M PB, pH8.0, 1:100, 15min |
| 40 | | : ¹ / ₁₅₀ M PB, pH7.0, 1:100, 15 min | 81 | | : ¹ / ₁₅ M PB, pH8.0, 1:100, 60min |
| 41 | | : ¹ / ₁₅₀ M PB, pH7.0, 1:100, 60 min | | | |

¹MG, May-Grünwald stain (after fixation and staining for 5 min with MG concentrated-solution, the smear was stained again for 10 min in MG diluted (1:1) with various solution); G, Giemsa stain (after fixation with absolute methanol for 5 min, the smear was air-dried and then stained with Giemsa diluted with various solution); MGG, May-Grünwald · Giemsa stain (after staining with MG stain, the smear was stained with diluted Giemsa solution); DW, distilled water; PB, phosphate buffer; 1:20 and 1:100, dilution ratio (Giemsa:diluent); 15 min and 60 min, time of Giemsa stain.

²Diluent for Giemsa of MGG stain were DW, 0.5 mM PB or ¹/₁₅₀ M PB.

PN, preparation number.

径0.8 μm 以下, 後者は0.3 μm 以下であった。これら顆粒の形状および大きさは著者らがこれまでに報告してきた各種魚類の顆粒とほぼ同じであった (Table 4)。しかし, カサゴの γ 顆粒はGiemsa染色標本には認められず, MG染色では淡青色を, MG-Giemsa染色では淡青色または赤紫色を呈した。この染色性は, アカメの γ 顆粒とも, 著者らがこれまで報告してきた魚種の γ 顆粒とも異なることから (Table 5), カサゴの γ 顆粒を $\gamma 3$ 顆粒とすることとする。すなわち, MG染色では染まるが, Giemsa染色では染

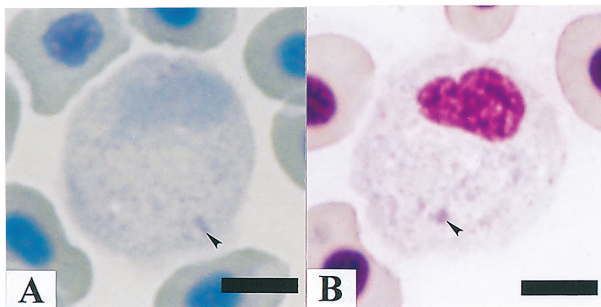


Fig. 1. Neutrophil of marbled rockfish *Sebastiscus marmoratus*. Multiple Romanowsky-type stain. A, May-Grünwald (PN=2); B, May-Grünwald · Giemsa (PN=47); PN, preparation number (See Table 1). Arrowheads show Y-body. Bars = 5 μm .

まらない γ 顆粒を $\gamma 3$ 顆粒と定義する。

カサゴの γ 顆粒はMG染色によって淡青色を示した。MG液はエオシン酸メチレンブルーのメタノール飽和溶液であり, 染色時の水溶液中ではエオシンとメチレンブルー (青色) に解離する。このことから, 本顆粒は正調メチレンブルー好性であると言える。また, MGG染色では, 染色条件によっては赤紫色を呈した。この色調は, MG染色液中にはなくGiemsa染色液中に存在するアズールB (青色) が異調染色性を示したことに起因すると考えられる。したがって, カサゴの γ 顆粒は異調アズールB好性でもあると言える。しかし, Giemsa染色標本には γ 顆粒は観察されなかった。このことは, カサゴの γ 顆粒中の正調メチレンブルー好性や異調アズールB好性を示す成分が, Giemsa染色前に行うメタノール固定中に溶出することを示唆している。MG染色およびMGG染色時には, メタノール溶液であるMG液で固定を行なうことから, MG液中のエオシン酸メチレンブルーによって, γ 顆粒の成分が固定されたと思われる。

細胞化学的特性からカサゴの好中球の各顆粒およびY小体の成分を次のように推定した (Tables 3, 6)。AIP陽性顆粒は形態学的特徴が β 顆粒に類似するが, 陽性顆粒の数は β 顆粒よりも少ないことから, AIP陽性顆粒の存在部位

Table 2. Summary of multiple Romanowsky-type staining characteristics of γ granule in the neutrophil of marbled rockfish *Sebastiscus marmoratus*

| PN | Number (color) | PN | Number (color) | PN | Number (color) | PN | Number (color) |
|----|----------------|----|----------------|----|--------------------|----|----------------|
| 1 | ++ (LB) | 22 | - | 43 | - | 64 | ++ (LB) |
| 2 | ++ (LB) | 23 | - | 44 | - | 65 | ++ (LB) |
| 3 | ++ (LB) | 24 | - | 45 | - | 66 | ++ (LB) |
| 4 | ++ (LB) | 25 | - | 46 | +~++ (LB); -~+(RP) | 67 | ++ (LB) |
| 5 | ++ (LB) | 26 | - | 47 | ++ (RP) | 68 | ++ (LB) |
| 6 | ++ (LB) | 27 | - | 48 | +~++ (LB); -~+(RP) | 69 | ++ (LB) |
| 7 | ++ (LB) | 28 | - | 49 | +~++ (LB); -~+(RP) | 70 | ++ (LB) |
| 8 | ++ (LB) | 29 | - | 50 | +~++ (LB); -~+(RP) | 71 | ++ (LB) |
| 9 | ++ (LB) | 30 | - | 51 | + (LB); + (RP) | 72 | ++ (LB) |
| 10 | - | 31 | - | 52 | ++ (LB) | 73 | ++ (LB) |
| 11 | - | 32 | - | 53 | ++ (LB) | 74 | ++ (LB) |
| 12 | - | 33 | - | 54 | ++ (LB) | 75 | ++ (LB) |
| 13 | - | 34 | - | 55 | + (LB); + (RP) | 76 | ++ (LB) |
| 14 | - | 35 | - | 56 | ++ (LB) | 77 | ++ (LB) |
| 15 | - | 36 | - | 57 | ++ (LB) | 78 | ++ (LB) |
| 16 | - | 37 | - | 58 | ++ (LB) | 79 | ++ (LB) |
| 17 | - | 38 | - | 59 | ++ (LB) | 80 | ++ (LB) |
| 18 | - | 39 | - | 60 | ++ (LB) | 81 | ++ (LB) |
| 19 | - | 40 | - | 61 | ++ (LB) | | |
| 20 | - | 41 | - | 62 | ++ (LB) | | |
| 21 | - | 42 | - | 63 | ++ (LB) | | |

PN, preparation number (See Table 1); Number, number of γ granules observed in preparation; ++, many; +, some; -, not observed; LB, light blue; RP, reddish purple.

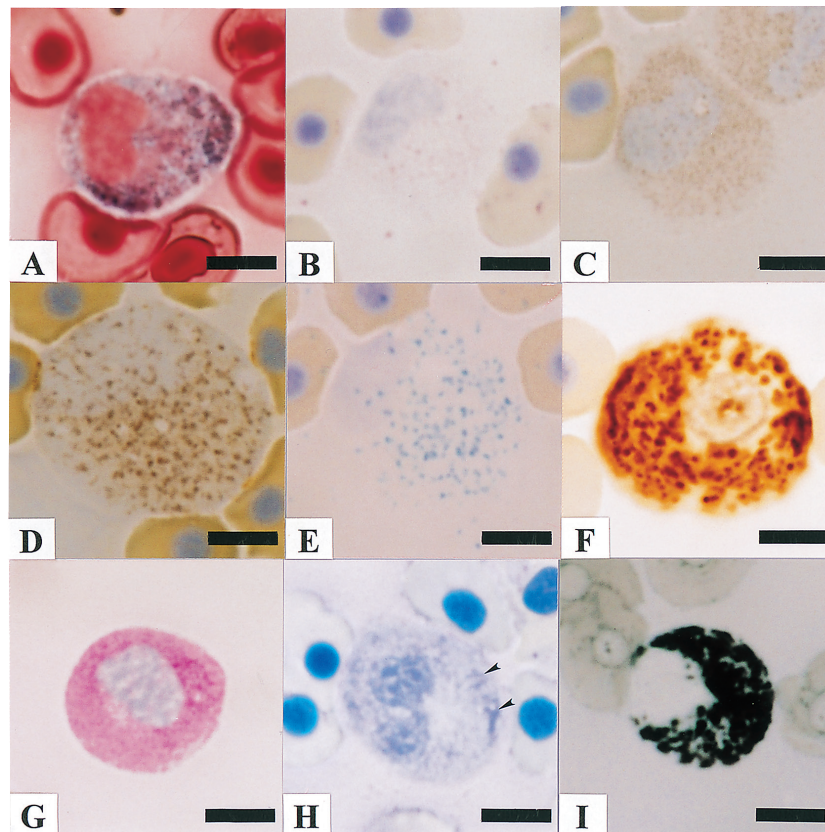


Fig. 2. Cytochemistry of neutrophil in marbled rockfish *Sebastiscus marmoratus*. A, alkaline phosphatase; B, acid phosphatase; C, α -naphtyl acetate esterase; D, α -naphtyl butyrate esterase; E, naphthol AS-D chloroacetate esterase; F, peroxidase; G, periodic acid Schiff reaction; H, toluidine blue in distilled water; I, sudan black B. Arrowheads show Y-body. Bars = 5 μ m.

Table 3. Summary of reactions of marbled rockfish *Sebastiscus marmoratus* neutrophil to cytochemical tests

| Test | Positive site (shape and number) |
|--------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Periodic acid Schiff reaction (PAS) | Granule (round or oval, many, $\phi \leq 0.3 \mu\text{m}$); hyaloplasm |
| PAS after digestion with α -amylase | — |
| Alcian blue (pH1.0) | — |
| Alcian blue (pH2.5) | — |
| Toluidine blue (distilled water) | Granule (round or oval, many, $\phi \leq 0.3 \mu\text{m}$, equivalent to γ G; amorphous, a few, equivalent to Y-body); N |
| Sudan black B | Granule (round or oval, many, $\phi \leq 0.8 \mu\text{m}$, equivalent to β G) |
| Sudan III | — |
| Oil red O | — |
| Alkaline phosphatase | Granule (round or oval, some, $\phi \leq 0.8 \mu\text{m}$) |
| Acid phosphatase | Granule (round or oval, a few, $\phi \leq 0.2 \mu\text{m}$) |
| β -Glucuronidase | — |
| α -Naphtyl acetate esterase | Granule (round or oval, many, $\phi \leq 0.2 \mu\text{m}$) |
| α -Naphtyl butyrate esterase | Granule (round or oval, many, $\phi \leq 0.3 \mu\text{m}$, equivalent to γ G) |
| Naphthol AS-D chloroacetate esterase | Granule (round or oval, many, $\phi \leq 0.3 \mu\text{m}$, equivalent to γ G) |
| Peroxidase | Granule (round or oval, many, $\phi \leq 0.8 \mu\text{m}$, equivalent to β G) |

—, non detection; Y-body, Yasumoto body; β G, β granule; γ G, γ granule.

Table 4. Comparison of morphological characteristics (shape and diameter (μm)) of neutrophil granules in various fish species

| Fish ¹ | Type of cytoplasmic granule ^{2,3} | | | | | | P |
|--------------------|--------------------------------------------|------------------------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------------------------|
| | $\alpha 1$ | $\alpha 2$ | β | $\gamma 1$ | $\gamma 2$ | $\gamma 3$ | |
| <i>Eb</i> | — | — | — | r or o (≤ 0.5) | — | — | — |
| <i>Pa</i> | — | — | — | — | — | — | r or o (0.4-0.5), rod (1.0-1.5)* |
| <i>Pe</i> | r (0.3), rod (0.8)* | r (0.3) | — | — | r or o (≤ 0.5) | — | — |
| <i>Sf</i> | — | rod or s (1.0)* | r or o (≤ 0.5) | r or o (≤ 0.3) | — | — | — |
| <i>Aj</i> | — | r or o (0.3), rod (≤ 1.0)* | r or o (≤ 0.6) | — | r or o (≤ 0.3) | — | — |
| <i>Cc</i> | — | r (≤ 0.3) | r or o (0.5) | — | r or o (≤ 0.4) | — | — |
| <i>Pla</i> | — | — | r or o (≤ 0.5) | — | — | — | — |
| <i>El</i> | — | — | r or o (≤ 0.5) | — | — | — | — |
| <i>Mc</i> | — | — | r or o (≤ 0.8) | — | — | — | — |
| <i>Ch</i> | — | — | r or o (≤ 0.8) | — | — | — | — |
| <i>Laj</i> | — | — | r or o (≤ 0.5) | r or o (≤ 0.3) | — | — | — |
| <i>Ms, Lm</i> | — | — | r or o (0.5-1.0) | — | — | — | — |
| <i>Lj, Ll, Lsp</i> | — | — | r or o (≤ 1.0) | — | — | — | — |
| <i>Es</i> | — | — | r or o (≤ 1.0) | — | — | — | — |
| <i>On</i> | — | r (≤ 0.3) | r or o (0.5-1.0) | r or o (≤ 0.3) | — | — | — |
| <i>Pt</i> | — | rod (0.5-1.0)* | r or o (0.5-1.0) | — | r or o (≤ 0.3) | — | — |
| <i>Tj</i> | — | r or o (≤ 0.3) | r or o (≤ 1.0) | r or o (≤ 0.3) | — | — | — |
| <i>Sq</i> | — | rod (0.5-1.0)* | r or o (≤ 0.5) | — | r or o (≤ 0.3) | — | — |
| <i>Sd</i> | — | r or o (\leq 0.2), rod (\leq 0.5)* | r or o (≤ 0.5) | — | r or o (≤ 0.3) | — | — |
| <i>Sl</i> | — | r or o (\leq 0.2), rod (\leq 0.5)* | r or o (≤ 0.5) | — | r or o (≤ 0.3) | — | — |
| <i>Gp</i> | — | — | r or o (0.5-1.1) | — | — | — | — |
| <i>Pm</i> | r or o (≤ 0.4) | — | r or o (≤ 0.5) | — | — | — | — |
| <i>Sm</i> | — | — | r or o (≤ 0.8) | — | — | r or o (≤ 0.3) | — |
| <i>Py</i> | — | — | r or o (≤ 0.5) | — | — | — | — |
| <i>Vm</i> | — | — | r or o (≤ 0.5) | — | — | — | — |
| <i>Po</i> | — | — | r or o (0.5-1.0) | — | — | — | — |
| <i>Tr</i> | — | r or o (0.5), rod (≤ 1.5)* | r or o (≤ 1.0) | — | — | — | — |

¹*Eb*, *Eptatretus burgeri* (hagfish)¹⁴; *Pa*, *Protopterus annectens* (African lungfish)¹⁸; *Pe*, *Polypterus endlicheri*¹³; *Sf*, *Scleropages formosus* (Asian arowana)¹²; *Aj*, *Anguilla japonica* (Japanese eel)¹⁵; *Cc*, *Cyprinus carpio* (common carp)^{1,2}; *Pla*, *Plecoglossus altivelis* (ayu)⁸; *El*, *Exos lucius* (northern pike)¹¹; *Mc*, *Mugil cephalus* (gray mullet)²⁰; *Ch*, *Chelon haematocheilus* (redlip mullet)²¹; *Laj*, *Lates japonicus* (Japanese lates)²²; *Ms*, *Micropterus salmoides* (large mouth bass)⁶; *Lm*, *Lepomis macrochirus* (bluegill)⁶; *Lj*, *Lateolabrax japonicus* (Japanese seabass)¹⁰; *Ll*, *Lateolabrax latius* (seabass)¹⁰; *Lsp*, *Lateolabrax* sp. (seabass, TA-I-RI-KU-SU-ZU-KI (Japanese name))¹⁰; *Es*, *Epinephelus septemfasciatus* (sevenband grouper)¹⁹; *On*, *Oreochromis niloticus* (Nile tilapia)³; *Pt*, *Parapristipoma trilineatum* (striped grunt)⁴; *Tj*, *Trachurus japonicus* (jack-mackerel)²⁵; *Sq*, *Seriola quinqueradiata* (Japanese amberjack)¹⁷; *Sd*, *Seriola dumerili* (greater amberjack)²⁵; *Sl*, *Seriola lalandi* (yellowtail amberjack)²⁵; *Gp*, *Girella punctata* (rudderfish)⁵; *Pm*, *Pagrus major* (red sea-bream)¹⁶; *Sm*, *Sebastes marmoratus* (marbled rockfish, present report); *Py*, *Pleuronectes yokohamae* (marbled sole)²³; *Vm*, *Verasper moseri* (barfin flounder)²³; *Po*, *Paralichthys olivaceus* (Japanese flounder)⁷; *Tr*, *Takifugu rubripes* (tiger puffer)⁹.

² $\alpha 1$, α granule type 1; $\alpha 2$, α granule type 2; β , β granule; $\gamma 1$, γ granule type 1; $\gamma 2$, γ granule type 2; $\gamma 3$, γ granule type 3; P, panchromatophilic granule; —, not observed; r, round; o, oval; s, spindle.

*Diameter in length.

は確定できない。AcP陽性顆粒は β 顆粒および γ 顆粒とは大きさと数が異なる。 α -NAE陽性顆粒は、 β 顆粒および γ 顆粒とは大きさが異なる。一方、 α -NBE陽性顆粒とNASDCAE陽性顆粒は形態学的特徴および数の類似性が

ら γ 顆粒に相当すると考えられる。PO陽性顆粒は円形または卵円形であり、大きさが β 顆粒に類似することから、PO活性は β 顆粒に存在すると考えられる。PAS陽性顆粒は β 顆とは大きさが異なる。一方、 γ 顆粒とは形状、大き

Table 5. Summary of multiple Romanowsky-type staining characteristics of γ granule in fish neutrophils

| PN | Fish, type and number of γ granules observed in each staining preparation ¹⁻³ | | | | | | | | | | | | |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| | <i>Eb</i> | <i>Pe</i> | <i>Sf</i> | <i>Aj</i> | <i>Cc</i> | <i>Laj</i> | <i>On</i> | <i>Pt</i> | <i>Tj</i> | <i>Sq</i> | <i>Sd</i> | <i>Sl</i> | <i>Sm</i> |
| | $\gamma 1$ | $\gamma 2$ | $\gamma 1$ | $\gamma 2$ | $\gamma 2$ | $\gamma 1$ | $\gamma 1$ | $\gamma 2$ | $\gamma 1$ | $\gamma 2$ | $\gamma 2$ | $\gamma 2$ | $\gamma 3$ |
| 1 | ++ | - | - | - | - | ++ | - | - | ++ | - | - | - | ++ |
| 2 | ++ | - | - | - | - | ++ | - | - | - | - | - | - | ++ |
| 3 | ++ | - | - | - | - | ++ | + | - | ++ | - | - | - | ++ |
| 4 | ++ | - | - | - | - | ++ | ++ | - | ++ | - | - | - | ++ |
| 5 | ++ | - | ++ | - | - | ++ | ++ | - | ++ | - | - | - | ++ |
| 6 | - | - | - | - | - | ++ | - | - | - | - | - | - | ++ |
| 7 | - | - | - | - | - | ++ | + | - | - | - | - | - | ++ |
| 8 | - | - | - | - | - | ++ | ++ | - | ++ | - | - | - | ++ |
| 9 | - | - | + | - | - | ++ | ++ | - | ++ | - | - | - | ++ |
| 10 | ++ | + | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | - | ++ | ++ | ++ | ++ | - |
| 11 | ++ | + | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | - |
| 12 | ++ | - | + | + | + | ++ | + | + | ++ | ++ | ++ | ++ | - |
| 13 | ++ | + | + | ++ | ++ | ++ | + | + | ++ | ++ | ++ | ++ | - |
| 14 | ++ | + | ++ | + | + | ++ | + | - | ++ | ++ | ++ | ++ | - |
| 15 | ++ | + | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | + | ++ | ++ | ++ | ++ | - |
| 16 | ++ | - | + | + | + | ++ | + | - | ++ | ++ | ++ | ++ | - |
| 17 | ++ | + | + | + | ++ | ++ | + | - | ++ | ++ | ++ | ++ | - |
| 18 | ++ | + | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | - | ++ | ++ | ++ | ++ | - |
| 19 | ++ | + | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | + | ++ | ++ | ++ | ++ | - |
| 20 | ++ | - | + | + | + | ++ | + | - | ++ | ++ | ++ | ++ | - |
| 21 | ++ | + | ++ | + | ++ | ++ | + | - | ++ | ++ | ++ | ++ | - |
| 22 | ++ | + | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | - |
| 23 | ++ | + | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | - |
| 24 | ++ | - | ++ | ++ | ++ | ++ | + | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | - |
| 25 | ++ | + | ++ | ++ | ++ | ++ | + | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | - |
| 26 | ++ | + | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | - |
| 27 | ++ | + | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | - |
| 28 | ++ | - | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | - |
| 29 | ++ | + | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | - |
| 30 | ++ | + | ++ | ++ | ++ | ++ | - | - | ++ | ++ | ++ | ++ | - |
| 31 | ++ | + | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | + | ++ | ++ | ++ | ++ | - |
| 32 | ++ | - | ++ | + | + | ++ | - | - | ++ | ++ | ++ | ++ | - |
| 33 | ++ | + | ++ | + | ++ | ++ | + | - | ++ | ++ | ++ | ++ | - |
| 34 | ++ | + | ++ | ++ | ++ | ++ | - | - | ++ | ++ | ++ | ++ | - |
| 35 | ++ | + | ++ | ++ | ++ | ++ | + | + | ++ | ++ | ++ | ++ | - |
| 36 | ++ | - | ++ | + | + | ++ | - | - | ++ | ++ | ++ | ++ | - |
| 37 | ++ | + | ++ | + | ++ | ++ | - | - | ++ | ++ | ++ | ++ | - |
| 38 | ++ | + | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | - |
| 39 | ++ | + | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | - |
| 40 | ++ | - | ++ | + | + | ++ | + | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | - |
| 41 | ++ | + | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | - |

¹*Eb*, *Eptatretus burgeri* (hagfish)¹⁴; *Pe*, *Polypterus endlicheri*¹³; *Sf*, *Scleropages formosus* (Asian arowana)¹²; *Aj*, *Anguilla japonica* (Japanese eel)¹⁵; *Cc*, *Cyprinus carpio* (common carp)²⁴; *Laj*, *Lates japonicus* (Japanese lates)²²; *On*, *Oreochromis niloticus* (Nile tilapia)²⁴; *Pt*, *Parapristipoma trilineatum* (striped grunt)²⁴; *Tj*, *Trachurus japonicus* (jack-mackerel)²⁵; *Sq*, *Seriola quinqueradiata* (Japanese amberjack)¹⁷; *Sd*, *Seriola dumerili* (greater amberjack)²⁵; *Sl*, *Seriola lalandi* (yellowtail amberjack)²⁵; *Sm*, *Sebastes marmoratus* (marbled rockfish, present report).

² $\gamma 1$, γ granule type 1; $\gamma 2$, γ granule type 2; $\gamma 3$, γ granule type 3.

³++, many; +, some; -, not observed.

PN, preparation number (See Table 1).

さおよび数が類似する。しかし, PAS陽性顆粒は α -アミラーゼにより完全に消化されることから, グリコーゲンを主成分とする構造物であると考えられ, β 顆粒および γ 顆粒とは異なると思われる。TB染色によって種々の形態を

示す青色の粗大な陽性部位が観察された。この陽性部位は形態学的特徴からY小体に相当すると思われる。また, 微細なTB陽性顆粒が観察され, その形態学的特徴は γ 顆粒に類似することから, γ 顆粒もTB陽性であると考えられ

Table 5. Cont.

| PN | Fish, type and number of γ granules observed in each staining preparation ¹⁻³ | | | | | | | | | | | | |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| | <i>Eb</i> | <i>Pe</i> | <i>Sf</i> | <i>Aj</i> | <i>Cc</i> | <i>Laj</i> | <i>On</i> | <i>Pt</i> | <i>Tj</i> | <i>Sq</i> | <i>Sd</i> | <i>Sl</i> | <i>Sm</i> |
| | $\gamma 1$ | $\gamma 2$ | $\gamma 1$ | $\gamma 2$ | $\gamma 2$ | $\gamma 1$ | $\gamma 1$ | $\gamma 2$ | $\gamma 1$ | $\gamma 2$ | $\gamma 2$ | $\gamma 2$ | $\gamma 3$ |
| 42 | ++ | + | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | - |
| 43 | ++ | + | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | - |
| 44 | ++ | - | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | - |
| 45 | ++ | + | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | - |
| 46 | ++ | - | + | ++ | - | ++ | ++ | + | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ |
| 47 | ++ | - | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ |
| 48 | ++ | - | + | + | - | ++ | + | + | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ |
| 49 | ++ | - | + | + | - | ++ | + | + | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ |
| 50 | ++ | - | + | + | - | ++ | - | - | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ |
| 51 | ++ | - | ++ | + | ++ | ++ | - | + | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ |
| 52 | ++ | - | + | - | - | ++ | - | - | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ |
| 53 | ++ | - | ++ | - | - | ++ | - | - | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ |
| 54 | ++ | - | + | + | - | ++ | ++ | - | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ |
| 55 | ++ | - | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | + | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ |
| 56 | ++ | - | + | + | - | ++ | + | - | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ |
| 57 | ++ | - | ++ | + | + | ++ | + | - | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ |
| 58 | ++ | - | ++ | ++ | + | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ |
| 59 | ++ | - | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ |
| 60 | ++ | - | ++ | ++ | + | ++ | + | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ |
| 61 | ++ | - | ++ | ++ | + | ++ | + | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ |
| 62 | ++ | - | ++ | ++ | + | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ |
| 63 | ++ | - | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ |
| 64 | ++ | - | ++ | ++ | + | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ |
| 65 | ++ | - | ++ | ++ | + | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ |
| 66 | ++ | - | + | + | - | ++ | - | - | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ |
| 67 | ++ | - | + | + | ++ | ++ | - | + | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ |
| 68 | ++ | - | + | - | - | ++ | - | - | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ |
| 69 | ++ | - | + | - | - | ++ | - | - | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ |
| 70 | ++ | - | ++ | + | + | ++ | ++ | - | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ |
| 71 | ++ | - | ++ | + | ++ | ++ | ++ | + | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ |
| 72 | ++ | - | ++ | + | - | ++ | + | - | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ |
| 73 | ++ | - | ++ | + | + | ++ | + | - | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ |
| 74 | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ |
| 75 | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ |
| 76 | ++ | - | ++ | + | + | ++ | + | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ |
| 77 | ++ | - | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ |
| 78 | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ |
| 79 | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ |
| 80 | ++ | - | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ |
| 81 | ++ | - | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ |

¹*Eb*, *Eptatretus burgeri* (hagfish)¹⁴; *Pe*, *Polypterus endlicheri*¹³; *Sf*, *Scleropages formosus* (Asian arowana)¹²; *Aj*, *Anguilla japonica* (Japanese eel)¹⁵; *Cc*, *Cyprinus carpio* (common carp)²⁴; *Laj*, *Lates japonicus* (Japanese lates)²²; *On*, *Oreochromis niloticus* (Nile tilapia)²⁴; *Pt*, *Parapristipoma trilineatum* (striped grunt)²⁴; *Tj*, *Trachurus japonicus* (jack-mackerel)²⁵; *Sq*, *Seriola quinqueradiata* (Japanese amberjack)¹⁷; *Sd*, *Seriola dumerili* (greater amberjack)²⁵; *Sl*, *Seriola lalandi* (yellowtail amberjack)²⁵; *Sm*, *Sebastes marmoratus* (marbled rockfish, present report).

² $\gamma 1$, γ granule type 1; $\gamma 2$, γ granule type 2; $\gamma 3$, γ granule type 3.

³++, many; +, some; -, not observed.

PN, preparation number (See Table 1).

る。SBB陽性顆粒は形態学的特徴が類似することからβ顆粒に相当すると思われる。

これまでに、各種魚類の好中球の細胞化学的特徴が調べられており (Table 6), β顆粒を有する魚種では、本顆粒がPO陽性であると考えられている^{6-12, 15-17, 19-25)}。カサゴにおいてもβ顆粒がPO陽性であると推測された。PO活性の局在部位の違いから、真骨魚類のⅢ群はⅢ-A群 (ノーザンパイク, ブルーギル, スズキ, ヒラスズキ, メジナ, ヒ

ラメ, マコガレイ, マツカワ) とⅢ-B群 (アユ, ボラ, メナダ, マハタ) に細分されており, 前者ではPO活性はβ顆粒に^{6-8, 10, 11, 23)}, 後者ではPO活性がβ顆粒のみならず核にも検出されている^{8, 19-21)}。カサゴの好中球の核はPO陰性であった。

アフリカハイギョとコイを除く魚類の好中球にY小体が観察されている^{3-17, 19-25)}。コイにおいても, 病原細菌 *Aeromonas hydrophila* に人為感染させることで, 本小体を

Table 6. Comparison of cytochemical characteristics of neutrophils from various fish species

| Test ¹ | Fish and type of cytoplasmic granule ² | | | | | | | | |
|-------------------|---------------------------------------------------|-----------|------------|-----------|-----------|-----------|------------|-----------|------------|
| | <i>Eb</i> | <i>Pa</i> | <i>Pe</i> | <i>Sf</i> | <i>Aj</i> | <i>Cc</i> | <i>Pla</i> | <i>El</i> | <i>Mc</i> |
| | γ1 | P | α1, α2, γ2 | α2, β, γ1 | α2, β, γ2 | α2, β, γ2 | β | β | β |
| PAS | +(H, G) | +(P) | +(H, G) | +(H, G) | +(H, G) | +(H, G) | +(H, G) | +(H, G) | +(H, G) |
| PAS-αA | - | +(P) | - | - | - | - | - | - | ±(H) |
| AB pH1.0 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| AB pH2.5 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| TB | +(N, Y) | +(N, P) | +(N, Y) | +(N, Y) | +(N, Y) | +(N) | +(N, Y) | +(N, Y) | +(H, N, Y) |
| SBB | - | - | +(α1) | +(G) | +(G) | - | - | +(G) | +(H, G) |
| SIII | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| ORO | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| AIP | - | - | +(α1) | - | - | - | - | - | - |
| AcP | - | +(P) | +(α1) | - | +(γ2) | +(G) | - | +(β) | +(G) |
| β-Glu | - | - | +(α1) | - | +(G) | +(G) | - | +(G) | +(G) |
| α-NAE | - | +(P) | +(α1) | +(G) | +(γ2) | - | - | +(G) | +(H, G) |
| α-NBE | +(γ1) | +(P) | +(α1) | +(G) | +(γ2) | +(G) | - | +(G) | - |
| NASDCAE | - | +(P) | +(α1) | +(γ1) | +(G) | +(G) | - | +(G) | +(G) |
| PO | - | - | - | +(β) | +(β) | +(β) | +(N, β) | +(β) | +(N, β) |

¹PAS, periodic acid Schiff reaction; PAS-αA, PAS after α-amylase digestion; AB, alcian blue; TB, toluidine blue; SBB, sudan black B; SIII, sudan III; ORO, oil red O; AIP, alkaline phosphatase; AcP, acid phosphatase; β-Glu, β-glucuronidase; α-NAE, α-naphthyl acetate esterase; α-NBE, α-naphthyl butyrate esterase; NASDCAE, naphthol AS-D chloroacetate esterase; PO, peroxidase.
²*Eb*, *Epiplatys burgeri* (hagfish)^{6); Pa, *Protopterus annectens* (African lungfish)^{6); Pe, *Polypterus endlicheri*^{6); Sf, *Scleropages formosus* (Asian arowana)^{2); Aj, *Anguilla japonica* (Japanese eel)^{8); Cc, *Cyprinus carpio* (common carp)^{6); Pla, *Plecoglossus altivelis* (ayu)^{8); El, *Exocoetis lucius* (northern pike)^{11); Mc, *Mugil cephalus* (gray mullet)^{20); α1, α granule type 1; α2, α granule type 2; β, β granule; γ1, γ granule type 1; γ2, γ granule type 2; P, P granule; Y, Yasumoto body; H, hyaloplasm; G, granular; N, nucleus; -, non detection; ±, weakly positive; +, positive.}}}}}}}}}

Table 6. Cont. 1

| Test ¹ | Fish and type of cytoplasmic granule ² | | | | | | | | |
|-------------------|---------------------------------------------------|-------------|-----------|---------------|------------|-------------|-----------|------------|-----------|
| | <i>Ch</i> | <i>Laj</i> | <i>Lm</i> | <i>Lj, Ll</i> | <i>Es</i> | <i>On</i> | <i>Pt</i> | <i>Tj</i> | <i>Sq</i> |
| | β | β, γ1 | β | β | β | α2, β, γ1 | α2, β, γ2 | α2, β, γ1 | α2, β, γ2 |
| PAS | +(H, G) | +(H, G) | +(H, G) | +(H, G) | +(H, G) | +(H, G) | +(H, G) | +(H, G) | +(H, G) |
| PAS-αA | ±(H) | - | - | - | +(H) | - | - | - | - |
| AB pH1.0 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| AB pH2.5 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| TB | +(H, N, Y) | +(N, γ1, Y) | +(N, Y) | +(N, Y) | +(H, N, Y) | +(N, γ1, Y) | +(N, Y) | +(N, G, Y) | +(N, Y) |
| SBB | +(H, G) | ±(H, G) | +(G) | +(G) | +(H, G) | +(G) | - | +(G) | +(β) |
| SIII | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| ORO | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| AIP | - | +(H, γ1) | - | - | +(H, G) | - | - | - | +(β) |
| AcP | +(G) | +(G) | - | +(G) | +(G) | +(α) | +(G) | +(G) | +(G) |
| β-Glu | +(G) | +(G) | - | - | +(G) | +(G) | +(G) | - | - |
| α-NAE | +(H, G) | +(G) | - | +(G) | +(H, G) | +(G) | - | +(G) | +(γ2) |
| α-NBE | +(H, G) | +(G) | - | - | +(H, G) | +(G) | - | +(G) | - |
| NASDCAE | +(G) | +(G) | - | +(G) | +(G) | - | - | +(G) | - |
| PO | +(N, β) | +(β) | +(β) | +(β) | +(N, β) | +(β) | +(β) | +(β) | +(β) |

¹PAS, periodic acid Schiff reaction; PAS-αA, PAS after α-amylase digestion; AB, alcian blue; TB, toluidine blue; SBB, sudan black B; SIII, sudan III; ORO, oil red O; AIP, alkaline phosphatase; AcP, acid phosphatase; β-Glu, β-glucuronidase; α-NAE, α-naphthyl acetate esterase; α-NBE, α-naphthyl butyrate esterase; NASDCAE, naphthol AS-D chloroacetate esterase; PO, peroxidase.
²*Ch*, *Chelon haematocheilus* (redlip mullet)^{21); Laj, *Lates japonicus* (Japanese lates)^{22); Lm, *Lepomis macrochirus* (bluegill)^{23); Lj, *Lateolabrax japonicus* (Japanese seabass)^{24); Ll, *Lateolabrax latius* (seabass)^{25); Es, *Epiplatys septemfasciatus* (sevenband group)^{26); On, *Oreochromis niloticus* (Nile tilapia)^{27); Pt, *Parapristipoma trilineatum* (striped grunt)^{28); Tj, *Trachurus japonicus* (jack-mackerel)^{29); Sq, *Seriola quinqueradiata* (Japanese amberjack)^{30); α2, α granule type 2; β, β granule; γ1, γ granule type 1; γ2, γ granule type 2; Y, Yasumoto body; H, hyaloplasm; G, granular; N, nucleus; -, non detection; ±, weakly positive; +, positive.}}}}}}}}}}

Table 6. Cont. 2

| Test ¹ | Fish and type of cytoplasmic granule ² | | | | | | | | |
|-------------------|---------------------------------------------------|-----------------------------|--------------|-------------------|----------------------|--------------|--------------|--------------|-------------------|
| | <i>Sd</i> | <i>Sl</i> | <i>Gp</i> | <i>Pm</i> | <i>Sm</i> | <i>Py</i> | <i>Vm</i> | <i>Po</i> | <i>Tr</i> |
| | $\alpha 2, \beta, \gamma 2$ | $\alpha 2, \beta, \gamma 2$ | β | $\alpha 1, \beta$ | $\beta, \gamma 3$ | β | β | β | $\alpha 2, \beta$ |
| PAS | +(H, G) | +(H, G) | +(H, G) | +(H, G) | +(H, G) | +(H, G) | +(H, G) | +(H, G) | +(H, G) |
| PAS- α A | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| AB pH1.0 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| AB pH2.5 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| TB | +(N, Y) | +(N, Y) | +(N, Y) | +(N, Y) | +(N, $\gamma 3$, Y) | +(N, Y) | +(N, Y) | +(N, Y) | +(N, Y) |
| SBB | +(β) | +(G) | +(G) | +(β) | +(β) | - | - | +(G) | +(G) |
| SIII | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| ORO | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| AIP | +(G) | +(β) | +(H, G) | - | +(G) | +(H, G) | - | - | - |
| AcP | +(G) | +(G) | +(G) | +($\alpha 1$) | +(G) | +(G) | +(G) | +(G) | +(G) |
| β -Glu | - | - | - | +(G) | - | +(G) | - | - | - |
| α -NAE | +($\gamma 2$) | +(G) | +(G) | +($\alpha 1$) | +(G) | +(G) | +(G) | +(G) | +(G) |
| α -NBE | - | +($\gamma 2$) | - | +(G) | +($\gamma 3$) | +(G) | +(G) | - | +(G) |
| NASDCAE | - | +(G) | - | +($\alpha 1$) | +($\gamma 3$) | +(G) | +(G) | - | +(G) |
| PO | +(β) | +(β) | +(β) | +(β) | +(β) | +(β) | +(β) | +(β) | +(β) |

¹PAS, periodic acid Schiff reaction; PAS- α A, PAS after α -amylase digestion; AB, alcian blue; TB, toluidine blue; SBB, sudan black B; SIII, sudan III; ORO, oil red O; AIP, alkaline phosphatase; AcP, acid phosphatase; β -Glu, β -glucuronidase; α -NAE, α -naphthyl acetate esterase; α -NBE, α -naphthyl butyrate esterase; NASDCAE, naphthol AS-D chloroacetate esterase; PO, peroxidase.
²*Sd*, *Seriola dumerili* (greater amberjack)²³; *Sl*, *Seriola lalandi* (yellowtail amberjack)²³; *Gp*, *Girella punctata* (rudderfish)⁷; *Pm*, *Pagrus major* (red sea-bream)¹⁰; *Sm*, *Sebastes marmoratus* (marbled rockfish, present report); *Py*, *Pleuronectes yokohamae* (marbled sole)²¹; *Vm*, *Verasper moseri* (barfin flounder)²¹; *Po*, *Paralichthys olivaceus* (Japanese flounder)⁹; *Tr*, *Takifugu rubripes* (tiger puffer)⁹; $\alpha 1$, α granule type 1; $\alpha 2$, α granule type 2; β , β granule; $\gamma 2$, γ granule type 2; $\gamma 3$, γ granule type 3; Y, Yasumoto body; H, hyaloplasm; G, granular; N, nucleus; -, non detection; +, positive.

有する好中球が血液中に出現することが報告されている²⁶⁾。Y小体を有する魚種では、同小体はTB陽性であると考えられている (Table 6)^{3-17, 19-25)}。また, *A. hydrophilus*に人為感染させることで出現したコイのY小体もTB陽性である²⁶⁾。本研究の結果, カサゴのY小体もTB陽性であることが明らかとなった。

アカメ, ナイルティラピアおよびマアジでは γ 顆粒もTB陽性であると報告されている^{22, 24, 25)}。カサゴの γ 顆粒もTB陽性であった。一方, ヌタウナギ, *P. endlicheri*, アジアアロワナ, ウナギ, コイ, イサキ, ブリ, カンパチおよびヒラマサでは, γ 顆粒にTB陽性反応は認められていない^{12-15, 17, 24, 25)}。

本研究の結果, カサゴの好中球には β 顆粒と γ 顆粒が存在することから, カサゴはIV群に属することが明らかとなった。しかし, γ 顆粒の染色性が既報の魚種の γ 顆粒とは異なることから, カサゴをIV-B群とし, アカメをIV-A群とすることを提唱する。

文 献

- 1) 近藤昌和, 安本信哉, 高橋幸則: コイ好中球のメイ-グリュンワルド・ギムザ染色性. 水大校研報, 50, 109-117 (2002)
- 2) 近藤昌和, 安本信哉, 高橋幸則: コイ好中球のアズール顆粒. 水大校研報, 51, 17-29 (2002)
- 3) 安本信哉, 近藤昌和, 高橋幸則: テラピア好中球顆

粒のメイ-グリュンワルド・ギムザ染色性. 水大校研報, 51, 79-86 (2003)

- 4) 近藤昌和, 安本信哉, 高橋幸則: イサキ好中球の顆粒. 水大校研報, 52, 45-48 (2004)
- 5) 近藤昌和, 金丸俊介, 高橋幸則: メジナの好中球顆粒. 水大校研報, 52, 67-71 (2004)
- 6) 近藤昌和, 柏村直宏, 金丸俊介, 稲川裕之, 高橋幸則: サンフィッシュ科魚類 (オオクチバス, ブルーギル) の好中球顆粒. 水大校研報, 53, 197-202 (2005)
- 7) 近藤昌和, 金丸俊介, 柏村直宏, 稲川裕之, 高橋幸則: ヒラメおよびメジナ好中球顆粒の細胞化学的特徴. 水大校研報, 53, 203-209 (2005)
- 8) 近藤昌和: 新琵琶湖産アユ冷水病総合対策緊急研究事業報告書 (細胞内病理態様解析, 平成17年度), 滋賀県, 1-15 (+表1, 図1-20), (2006)
- 9) 近藤昌和, 稲川裕之, 池田 至, 山元憲一, 高橋幸則: トラフグ好中球の形態学および細胞化学的特徴. 水大校研報, 55, 133-139 (2007)
- 10) 近藤昌和, 稲川裕之, 高橋幸則: スズキ科魚類 (スズキ, ヒラスズキ, タイリクスズキ) の好中球の形態学および細胞化学的特徴. 水大校研報, 55, 141-147 (2007)
- 11) 近藤昌和, 高橋幸則, 山元憲一: ノーザンパイク好中球の形態学および細胞化学的特徴. 水大校研報, 56, 317-321 (2008)
- 12) 近藤昌和, 高橋幸則: アジアアロワナの好中球顆粒.

- 水大校研報, 57, 219-226 (2009)
- 13) 近藤昌和, 高橋幸則: ポリプテルス好中球の形態学および細胞化学的特徴. 水大校研報, 57, 283-297 (2009)
- 14) 近藤昌和, 高橋幸則: スタウナギ好中球の形態学および細胞化学的特徴. 水大校研報, 57, 299-308 (2009)
- 15) 近藤昌和, 高橋幸則: ウナギ好中球の形態学および細胞化学的特徴. 水大校研報, 58, 1-13 (2009)
- 16) 近藤昌和, 坂口隆亮, 金丸俊介, 柏村直宏, 高橋幸則: マダイ好中球の形態学および細胞化学的特徴. 水大校研報, 58, 15-22 (2009)
- 17) 近藤昌和, 坂口隆亮, 金丸俊介, 柏村直宏, 高橋幸則: プリの好中球の形態学および細胞化学的特徴. 水大校研報, 58, 101-111 (2009)
- 18) 近藤昌和, 高橋幸則: アフリカハイギョ *Protopterus annectens* 好中球の形態学および細胞化学的特徴. 水大校研報, 58, 207-216 (2010)
- 19) 近藤昌和, 近藤啓太, 高橋幸則: マハタ白血球の形態学および細胞化学的特徴. 水産増殖, 58, 363-371 (2010)
- 20) 近藤昌和, 林 裕之, 高橋幸則: ボラの白血球の形態学および細胞化学的特徴. 水大校研報, 59, 163-171 (2011)
- 21) 近藤昌和, 林 裕之, 高橋幸則: メナダの白血球の形態学および細胞化学的特徴. 水大校研報, 59, 173-182 (2011)
- 22) 近藤昌和, 安本信哉, 高橋幸則: アカメ好中球の形態学および細胞化学的特徴. 水大校研報, 60, 85-93 (2012)
- 23) 近藤昌和, 安本信哉, 高橋幸則: カレイ類 (マコガレイ, マツカワ) の好中球の形態学および細胞化学的特徴. 水大校研報, 61, 43-49 (2012)
- 24) 近藤昌和, 安本信哉, 大野美和, 高橋幸則: コイ, ナイルティラピアおよびイサキの好中球顆粒. 水大校研報, 61, 51-64 (2012)
- 25) 近藤昌和, 安本信哉, 秋吉佑樹, 高橋幸則: アジ科魚類 (マアジ, カンパチ, ヒラマサ) の好中球の形態学および細胞化学的特徴. 水大校研報, 61, 87-101 (2013)
- 26) 近藤昌和, 高橋幸則: 病原細菌 *Aeromonas hydrophila* に感染したコイの好中球の安本小体. 水大校研報, 56, 323-327 (2008)

