

スズキ科魚類(スズキ、ヒラスズキ、タイリクスズキ) の好中球の形態学的および細胞化学的特徴

メタデータ	<p>言語: Japanese</p> <p>出版者: 水産大学校</p> <p>公開日: 2024-10-11</p> <p>キーワード (Ja):</p> <p>キーワード (En): neutrophil; granulocyte; percichthyidae; morphology</p> <p>作成者: 近藤, 昌和, 稲川, 裕之, 高橋, 幸則</p> <p>メールアドレス:</p> <p>所属:</p>
URL	https://fra.repo.nii.ac.jp/records/2011851

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



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

近藤昌和^{1†}・稲川裕之¹・高橋幸則¹

Morphological and Cytochemical Characteristics of Neutrophil from Percichthyid Fishes, *Lateolabrax japonicus*, *L. latus* and *L. sp.*

Masakazu Kondo^{1†}, Hiroyuki Inagawa¹ and Yukinori Takahashi¹

Morphological and cytochemical characteristics of neutrophil in three percichthyid fishes, *Lateolabrax japonicus*, *L. latus* and *L. sp.* (Japanesa name : TA-I-RI-KU-SU-ZU-KI) were examined by light microscopy and the composition of neutrophil granule were inferred in this study. The neutrophils of these fish species were round or oval and the nucleus round to kidney-shaped. The neutrophil possessed the chromophobic granule (β G) and Y-body. The β G was round or oval and peroxidase positive. The Y-body was toluidine blue positive.

Key words : neutrophil, granulocyte, percichthyidae, morphology

1 緒 言

著者らは、各種真骨魚類の好中球にはRomanovsky型染色性と形状が異なる複数種の顆粒が存在し、しかも顆粒の種数は魚種によって相違することを報告した¹⁻⁸⁾。コイ目のコイ *Cyprinus carpio* では、エオシン好性顆粒 (α 顆粒)、難染性顆粒 (β 顆粒) および好塩基性顆粒 (γ 顆粒) の3種類の顆粒を有するが^{1,2)}、スズキ目魚類のナイルティラピア *Oreochromis niloticus* とイサキ *Parapristipoma trilineatum* では、これら3種類の顆粒とともに、粗大で不定形の好塩基性小体 (Y小体)⁸⁾ が認められた^{3,4)}。また、同じスズキ目のメジナ *Girella punctata*、オオクチバス *Micropterus salmoides* およびブルーギル *Lepomis macrochirus* では、 β 顆粒とY小体は観察されるが、 α 顆粒と γ 顆粒は認められなかった^{5,6)}。さらに、スズキ目から派生したと考えられているカレイ目⁹⁾ のヒラメ *Paralichthys olivaceus* にも、 β 顆粒とY小体のみが観察されている⁷⁾。これらの結果から、著者らは好中球顆粒の形態学的類似性によって、ブラック

バスとブルーギルを含むサンフィッシュ科とメジナを含むメジナ科は、ヒラメと共通の祖先種から分岐した種またはその子孫種であると考えている⁷⁾。一方、ヒラメと同様に、スズキ目から派生したと考えられているフグ目⁹⁾ のトラフグ *Takifugu rubripes* では、 α 顆粒、 β 顆粒およびY小体が観察されたが、 γ 顆粒は認められておらず⁸⁾、トラフグと同様の顆粒組成を有した魚種は確認されていない。

本研究では、魚類の好中球顆粒の多様性を明らかにする研究の一環として、前述のように、多様性が認められるスズキ目に着目し、本目スズキ科魚類（スズキ *Lateolabrax japonicus*、ヒラスズキ *L. latus*、タイリクスズキ *L. sp.*）の好中球について、Romanovsky型染色性を調べた。また、スズキとヒラスズキについては細胞化学的特性も明らかにし、これまでに報告した他魚種と比較した。

2 材料および方法

野外で採取し、水産大学校の飼育施設に搬入した各魚種

2006年11月27日受付。Received November 27, 2006.

1 水産大学校生物生産学科 (Department of Applied Aquabiology, National Fisheries University, 2-7-1 Nagata-honmachi, Shimonoseki, Yamaguchi 759-6595, Japan).

† 別刷り請求先 (Corresponding author).

を、流水条件下で飼育したのち実験に供した。飼育期間中は、市販の配合飼料を適宜給餌した。なお、実験期間中の水温は、 $17.0 \pm 1.0^\circ\text{C}$ であった。

血液塗沫標本の作製、Romanovsky型染色法および各種細胞化学染色は前報⁶⁾に従った。

3 結 果

Romanovsky型染色性

スズキの好中球は直径 $11.0 \sim 13.5 \mu\text{m}$ の円形または卵円形であり、細胞質内には、1種類の顆粒 (β 顆粒) とY小体が観察された (Fig. 1-1 ~ 24)。しかし、エオシン好性顆粒 (α 顆粒) と好塩基性顆粒 (γ 顆粒) は観察されなかった。 β 顆粒は、円形または卵円形で長径が $1.0 \mu\text{m}$ 以下であり、細胞質に充満していた (Fig. 1-1 ~ 24)。本顆粒は、いずれの条件のRomanovsky型染色においても明瞭な色調を呈さず、難染性であった (Fig. 1-1 ~ 24)。Y小体は、いずれの染色条件においても観察された (Fig. 1-1 ~ 24)。本小体は、円形、卵円形、コマ形、紐状など、形態および大きさは多様であったが、円形および卵円形のものが主であった。Y小体の個数は、好中球ごとに異なっていたが、全く観察されないものは稀であった。また、本小体が、核に接して存在する像も観察された (Fig. 1-19)。

ヒラスズキおよびタイリクスズキにおいても、好中球には1種類の顆粒 (β 顆粒) とY小体が観察され、それらの染色性、大きさ、形態、個数などはスズキと同様であった (Fig. 2-1 ~ 24, Fig. 3-1 ~ 24)。また、好中球の形状および大きさもスズキのそれらと違いは認められなかった (Fig. 2-1 ~ 24, Fig. 3-1 ~ 24)。

細胞化学染色特性

スズキおよびヒラスズキの好中球の細胞化学的特性をTable 1に示した。両魚種の細胞化学的特性は非常に類似していた。両魚種の好中球には、Periodic acid Schiff反応 (PAS) に陽性の顆粒が細胞質に散在していた (Fig. 4-1, 5-1)。PAS陽性顆粒は円形で、直径 $0.5 \mu\text{m}$ 以下であった。PAS陽性顆粒は、 α -アミラーゼ処理によって完全に消失した。また、細胞質基質もPASで弱陽性であったが、これも α -アミラーゼ処理によって消失した。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。蒸留水に溶解したトルイジンブルーによる染色では、種々の形態を示す青色の顆粒が観察された (Fig. 4-2, 5-2)。この陽性顆粒の数は好中球ごとに異なっていた。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。しか

し、ズダンブラックB染色では直径が約 $0.5 \mu\text{m}$ の円形で、弱陽性の顆粒が観察され、この顆粒は細胞質に散在していた (Fig. 4-3, 5-3)。酸性フォスファターゼ染色では、直径 $0.5 \mu\text{m}$ 未満の円形陽性顆粒が観察された (Fig. 4-4, 5-4)。 α -ナフチルアセテートエステラーゼ染色においても、酸性フォスファターゼ染色と同様に、直径 $0.5 \mu\text{m}$ 未満の円形陽性顆粒が観察された (Fig. 4-5, 5-5)。ナフトールAS-Dクロロアセテートエステラーゼ染色では、直径 $0.5 \mu\text{m}$ 未満の円形陽性顆粒が少数認められ、細胞質に散在していた (Fig. 4-6, 5-6)。ペルオキシダーゼ染色では、円形または卵円形の陽性顆粒 (直径 $1.0 \mu\text{m}$ 以下) が認められ、細胞質に充満していた (Fig. 4-7, 5-7)。アルカリ性フォスファターゼ、 β -グルクロニダーゼおよび α -ナフチルブチレートエステラーゼ染色に対しては、両魚種ともに好中球は陰性であった。

4 考 察

ヒト好中球の細胞内顆粒は、その膜や基質の成分の違いに基づいて、4種類に分類されている^{10,11)}。一方、魚類では、好中球顆粒の種数に関する報告は少ない。

本研究の結果から、スズキ、ヒラスズキおよびタイリクスズキの好中球には、難染性を示す β 顆粒と、Y小体が存在することが明らかとなった。 β 顆粒は、これまでに著者らが報告した全ての魚種 (コイ、ナイルティラピア、イサキ、メジナ、オオクチバス、ブルーギル、ヒラメおよびトラフグ) で観察されている¹⁻⁸⁾。また、Y小体はコイでは観察されていないが^{8,9)}、ナイルティラピア、イサキ、メジナ、オオクチバス、ブルーギル、ヒラメおよびトラフグで認められている³⁻⁸⁾。スズキ類のY小体は前述の他の魚種のそれよりも小型のものが多く、特に円形小型のものである。コイ、ナイルティラピアおよびイサキの好中球に観察される円形の好塩基性顆粒 (γ 顆粒)^{1,2,4)} と形態が類似する。しかし、 γ 顆粒は酸性条件下 (pH5.0) のMG染色では染色されず、いずれの好中球にも多数観察されるのに対して、スズキ類の小型円形の好塩基性顆粒は、いずれの染色条件でも認められること、および好中球内の個数が多様であることから、 γ 顆粒ではなく、Y小体であると考えられる。

スズキ類の好中球顆粒のRomanovsky型染色性に、各種条件による大きな違いは認められなかった。また、いずれの条件の染色においても、好中球は、他の血球種と明瞭に区別することができた。したがって、好中球の鑑別のため

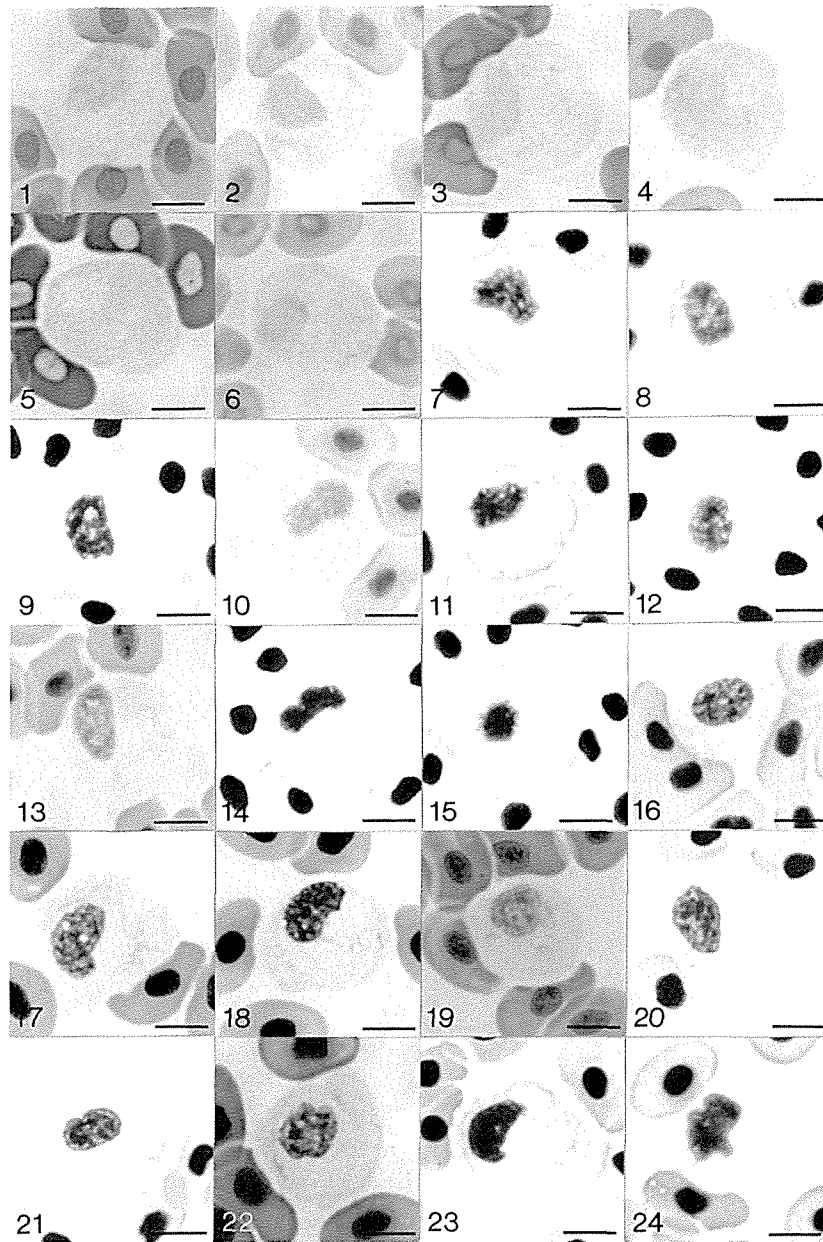


Fig. 1. Neutrophil of *Lateolabrax japonicus*. (1) May-Grünwald fixation. Sample was fixed and stained with May-Grünwald concentrated-solution. After the staining for 5 min, the sample was washed with distilled water. (2-6) May-Grünwald stain. After fixation and staining for 5 min with May-Grünwald concentrated-solution, the sample was stained again for 10min in May-Grünwald diluted with the following solutions: (2) distilled water (pH5.2), (3) phosphate buffer (5 mM, pH5.0), (4) phosphate buffer (5 mM, pH7.0), (5) phosphate buffer (1/15M, pH5.0), and (6) phosphate buffer (1/15M, pH7.0). (7-15) Giemsa stain. After fixation for 5 min with methanol, the sample was stained with Giemsa solution diluted with the following solutions: (7) distilled water (pH5.2) at a rate of 1:20. Giemsa stain was for 15 min. (8) 0.5mM phosphate buffer (pH5.0) at a rate of 1:20. Giemsa stain was for 15 min. (9) 0.5mM phosphate buffer (pH5.0) at a rate of 1:20. Giemsa stain was for 60min. (10) 0.5mM phosphate buffer (pH5.0) at a rate of 1:100. Giemsa stain was for 15 min. (11) 0.5mM phosphate buffer (pH7.0) at a rate of 1:20. Giemsa stain was for 15 min. (12) 0.5mM phosphate buffer (pH7.0) at a rate of 1:100. Giemsa stain was for 60min. (13) 1/150M phosphate buffer (pH5.0) at a rate of 1:20. Giemsa stain was for 15min. (14) 1/150M phosphate buffer (pH7.0) at a rate of 1:20. Giemsa stain was for 60min. (15) 1/150M phosphate buffer (pH7.0) at a rate of 1:100. Giemsa stain was for 60min. (16-24) May-Grünwald · Giemsa stain. After fixation and staining for 5 min with May-Grünwald concentrated-solution, the sample was stained with May-Grünwald diluted solution in various solutions for 10min, followed by staining with Giemsa under the following conditions: (16) distilled water (pH5.2) at a rate of 1:20. Giemsa stain was for 15min. (17) 0.5mM phosphate buffer (pH5.0) at a rate of 1:20. Giemsa stain was for 15 min. (18) 0.5mM phosphate buffer (pH5.0) at a rate of 1:20. Giemsa stain was for 60min. (19) 0.5mM phosphate buffer (pH5.0) at a rate of 1:100. Giemsa stain was for 15min. (20) 0.5mM phosphate buffer (pH7.0) at a rate of 1:20. Giemsa stain was for 15min. (21) 0.5mM phosphate buffer (pH7.0) at a rate of 1:100. Giemsa stain was for 60min. (22) 1/150M phosphate buffer (pH5.0) at a rate of 1:20. Giemsa stain was for 15 min. (23) 1/150M phosphate buffer (pH7.0) at a rate of 1:20. Giemsa stain was for 60min. (24) 1/150M phosphate buffer (pH7.0) at a rate of 1:100. Giemsa stain was for 60min. Note β G and Y-body. Bars = 5 μ m.

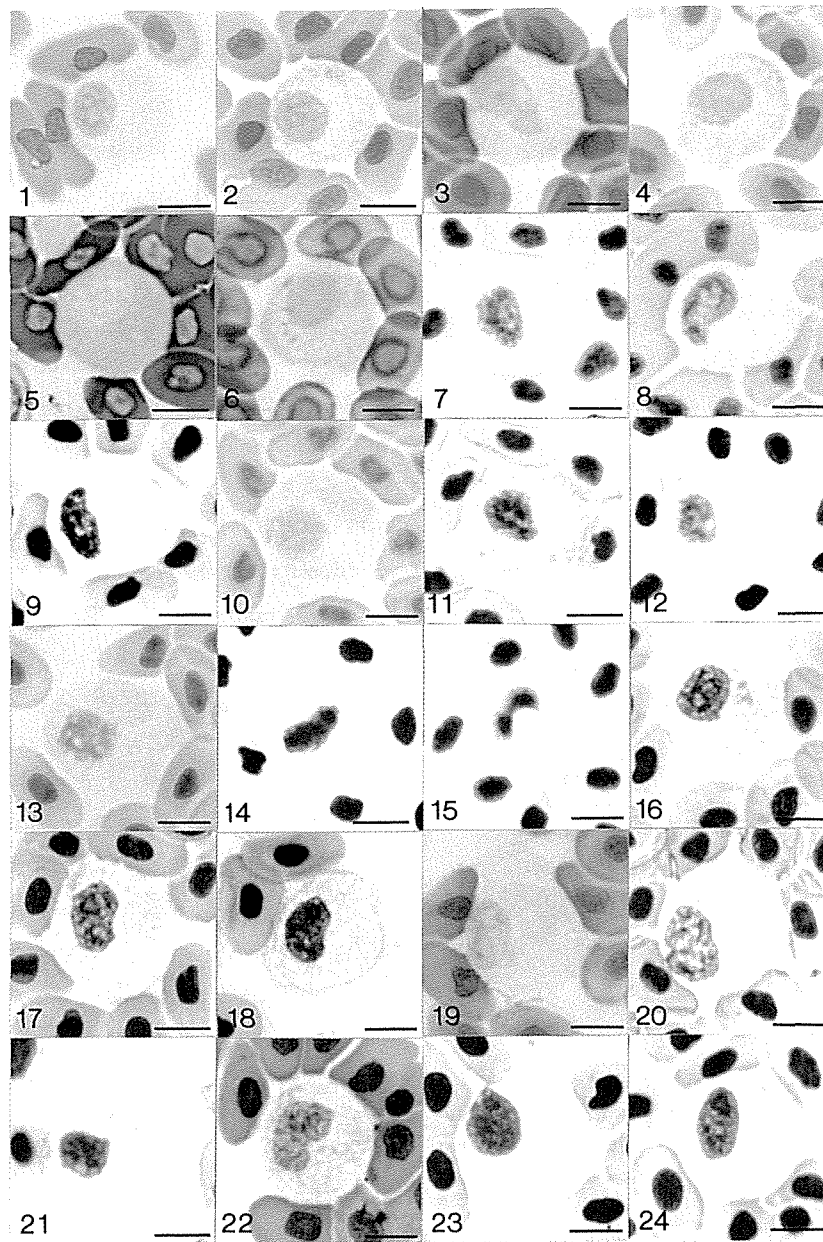


Fig. 2. Neutrophil of *Lateolabrax latipes*. (1) May-Grünwald fixation. Sample was fixed and stained with May-Grünwald concentrated-solution. After the staining for 5 min, the sample was washed with distilled water. (2-6) May-Grünwald stain. After fixation and staining for 5 min with May-Grünwald concentrated-solution, the sample was stained again for 10min in May-Grünwald diluted with the following solutions: (2) distilled water (pH5.2), (3) phosphate buffer (5 mM, pH5.0), (4) phosphate buffer (5 mM, pH7.0), (5) phosphate buffer (1/15M, pH5.0), and (6) phosphate buffer (1/15M, pH7.0). (7-15) Giemsa stain. After fixation for 5 min with methanol, the sample was stained with Giemsa solution diluted with the following solutions: (7) distilled water (pH5.2) at a rate of 1:20. Giemsa stain was for 15min. (8) 0.5mM phosphate buffer (pH5.0) at a rate of 1:20. Giemsa stain was for 15 min. (9) 0.5mM phosphate buffer (pH5.0) at a rate of 1:20. Giemsa stain was for 60min. (10) 0.5mM phosphate buffer (pH5.0) at a rate of 1:100. Giemsa stain was for 15min. (11) 0.5mM phosphate buffer (pH7.0) at a rate of 1:20. Giemsa stain was for 15min. (12) 0.5mM phosphate buffer (pH7.0) at a rate of 1:100. Giemsa stain was for 60min. (13) 1/150M phosphate buffer (pH5.0) at a rate of 1:20. Giemsa stain was for 15min. (14) 1/150M phosphate buffer (pH7.0) at a rate of 1:20. Giemsa stain was for 60min. (15) 1/150M phosphate buffer (pH7.0) at a rate of 1:100. Giemsa stain was for 60min. (16-24) May-Grünwald · Giemsa stain. After fixation and staining for 5 min with May-Grünwald concentrated-solution, the sample was stained with May-Grünwald diluted solution in various solutions for 10min, followed by staining with Giemsa under the following conditions: (16) distilled water (pH5.2) at a rate of 1:20. Giemsa stain was for 15min. (17) 0.5mM phosphate buffer (pH5.0) at a rate of 1:20. Giemsa stain was for 15min. (18) 0.5mM phosphate buffer (pH5.0) at a rate of 1:20. Giemsa stain was for 60min. (19) 0.5mM phosphate buffer (pH5.0) at a rate of 1:100. Giemsa stain was for 15min. (20) 0.5mM phosphate buffer (pH7.0) at a rate of 1:20. Giemsa stain was for 15min. (21) 0.5mM phosphate buffer (pH7.0) at a rate of 1:100. Giemsa stain was for 60min. (22) 1/150M phosphate buffer (pH5.0) at a rate of 1:20. Giemsa stain was for 15 min. (23) 1/150M phosphate buffer (pH7.0) at a rate of 1:20. Giemsa stain was for 60min. (24) 1/150M phosphate buffer (pH7.0) at a rate of 1:100. Giemsa stain was for 60 min. Note β G and Y-body. Bars = 5 μ m.

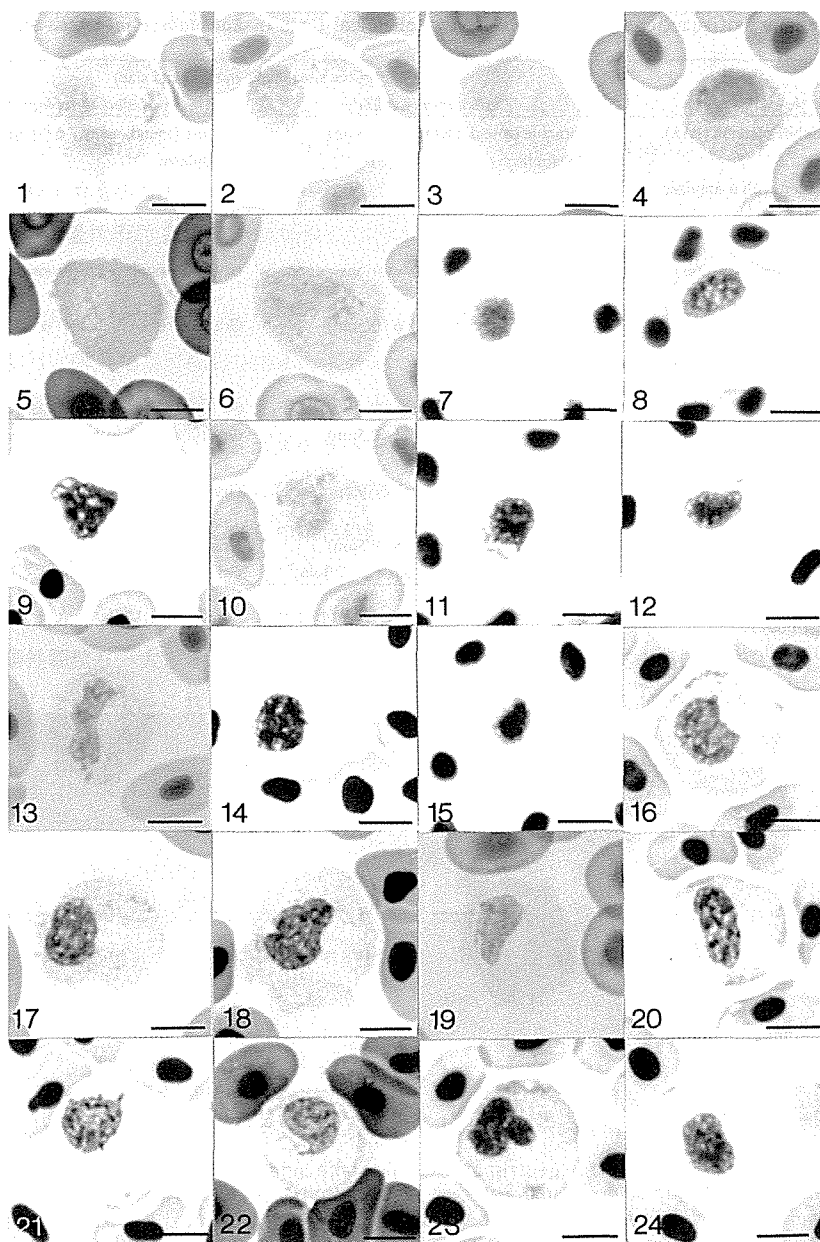
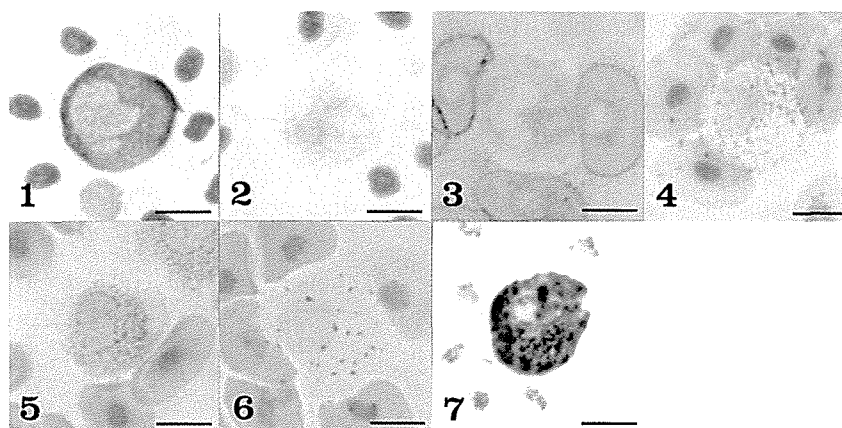
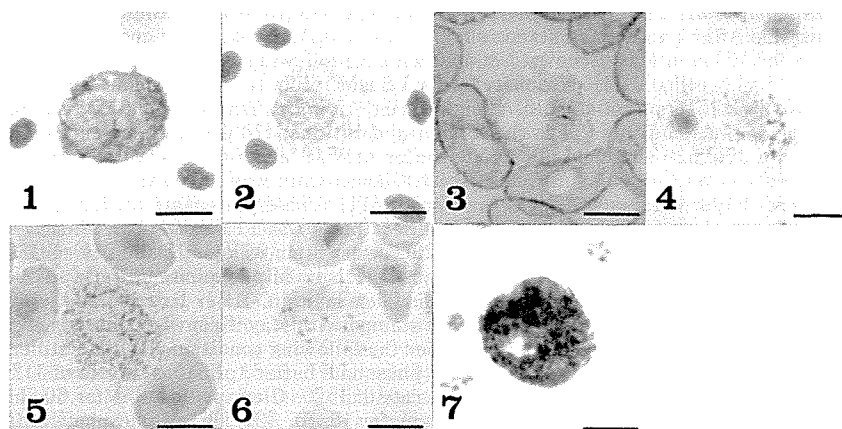


Fig. 3. Neutrophil of *Lateolabrax* sp.. (1) May-Grünwald fixation. Sample was fixed and stained with May-Grünwald concentrated-solution. After the staining for 5 min, the sample was washed with distilled water. (2-6) May-Grünwald stain. After fixation and staining for 5 min with May-Grünwald concentrated-solution, the sample was stained again for 10min in May-Grünwald diluted with the following solutions: (2) distilled water (pH5.2), (3) phosphate buffer (5 mM, pH5.0), (4) phosphate buffer (5 mM, pH7.0), (5) phosphate buffer (1/15M, pH5.0), and (6) phosphate buffer (1/15M, pH7.0). (7-15) Giemsa stain. After fixation for 5 min with methanol, the sample was stained with Giemsa solution diluted with the following solutions: (7) distilled water (pH5.2) at a rate of 1:20. Giemsa stain was for 15min. (8) 0.5mM phosphate buffer (pH5.0) at a rate of 1:20. Giemsa stain was for 15 min. (9) 0.5mM phosphate buffer (pH5.0) at a rate of 1:20. Giemsa stain was for 60min. (10) 0.5mM phosphate buffer (pH5.0) at a rate of 1:100. Giemsa stain was for 15min. (11) 0.5mM phosphate buffer (pH7.0) at a rate of 1:20. Giemsa stain was for 15min. (12) 0.5mM phosphate buffer (pH7.0) at a rate of 1:100. Giemsa stain was for 60min. (13) 1/150M phosphate buffer (pH5.0) at a rate of 1:20. Giemsa stain was for 15min. (14) 1/150M phosphate buffer (pH7.0) at a rate of 1:20. Giemsa stain was for 60min. (15) 1/150M phosphate buffer (pH7.0) at a rate of 1:100. Giemsa stain was for 60min. (16-24) May-Grünwald • Giemsa stain. After fixation and staining for 5 min with May-Grünwald concentrated-solution, the sample was stained with May-Grünwald diluted solution in various solutions for 10min, followed by staining with Giemsa under the following conditions: (16) distilled water (pH5.2) at a rate of 1:20. Giemsa stain was for 15min. (17) 0.5mM phosphate buffer (pH5.0) at a rate of 1:20. Giemsa stain was for 15min. (18) 0.5mM phosphate buffer (pH5.0) at a rate of 1:20. Giemsa stain was for 60min. (19) 0.5mM phosphate buffer (pH5.0) at a rate of 1:100. Giemsa stain was for 15min. (20) 0.5mM phosphate buffer (pH7.0) at a rate of 1:20. Giemsa stain was for 15min. (21) 0.5mM phosphate buffer (pH7.0) at a rate of 1:100. Giemsa stain was for 60min. (22) 1/150M phosphate buffer (pH5.0) at a rate of 1:20. Giemsa stain was for 15 min. (23) 1/150M phosphate buffer (pH7.0) at a rate of 1:20. Giemsa stain was for 60min. (24) 1/150M phosphate buffer (pH7.0) at a rate of 1:100. Giemsa stain was for 60 min. Note β G and Y-body. Bars = 5 μ m.

Table 1. Summary of reactions of neutrophil to cytochemical tests in *Lateolabrax japonicus* and *L. latus*

Test	Positive site (shape, number and size)	
	<i>Lateolabrax japonicus</i>	<i>Lateolabrax latus</i>
Periodic acid Schiff reaction (PAS)	Granule (round, many, $\phi < 0.5\mu\text{m}$); hyaloplasm	Granule (round, many, $\phi < 0.5\mu\text{m}$); hyaloplasm
PAS after digestion with α -amylase	—	—
Alcian blue (pH1.0)	—	—
Alcian blue (pH2.5)	—	—
Toluidine blue (in distilled water)	Granule (amorphous, various (non ~ some)) ^a	Granule (amorphous, various (non ~ some)) ^a
Sudan black B	Granule (round, many, $\phi < 0.5\mu\text{m}$)	Granule (round, many, $\phi < 0.5\mu\text{m}$)
SudanIII	—	—
Oil red O	—	—
Alkaline phosphatase	—	—
Acid phosphatase	Granule (round, many, $\phi < 0.5\mu\text{m}$)	Granule (round, many, $\phi < 0.5\mu\text{m}$)
β -Glucuronidase	—	—
α -Naphthyl acetate esterase	Granule (round, many, $\phi < 0.5\mu\text{m}$)	Granule (round, many, $\phi < 0.5\mu\text{m}$)
α -Naphthyl butyrate esterase	—	—
Naphthol AS-D chloroacetate esterase	Granule (round, some, $\phi < 0.5\mu\text{m}$)	Granule (round, some, $\phi < 0.5\mu\text{m}$)
Peroxidase	Granule (round, numerous, $\phi < 1.0\mu\text{m}$) ^b	Granule (round, numerous, $\phi < 1.0\mu\text{m}$) ^b

—, not detected.

^a equivalent to Y-body.^b equivalent to β G.**Fig. 4.** Cytochemistry of *Lateolabrax japonicus* neutrophil. (1) periodic acid Schiff reaction, (2) toluidine blue in distilled water, (3) sudan black B, (4) acid phosphatase, (5) α -naphthyl acetate esterase, (6) naphthol AS-D chloroacetate esterase, (7) peroxidase. Bars = 5 μm .**Fig. 5.** Cytochemistry of *Lateolabrax latus* neutrophil. (1) periodic acid Schiff reaction, (2) toluidine blue in distilled water, (3) sudan black B, (4) acid phosphatase, (5) α -naphthyl acetate esterase, (6) naphthol AS-D chloroacetate esterase, (7) peroxidase. Bars = 5 μm .

の特別な条件は設定する必要はないと考えられる。

細胞化学的特性から、スズキ類の好中球の β 顆粒およびY小体の成分を以下のように推定した。好中球には、円形のPAS陽性顆粒（直径 $0.5\mu\text{m}$ 以下）が観察されたが、PAS陽性顆粒数は β 顆粒よりも少なく、また、 β 顆粒は長径が $1.0\mu\text{m}$ 以下と、PAS陽性顆粒よりも大型であった。さらに、 α -アミラーゼでPAS陽性顆粒が完全に消化されることから、PAS陽性顆粒は、グリコーゲンを主成分とする構造物であり、 β 顆粒とは異なると考えられる。ズダンブラックB陽性顆粒は直径 $0.5\mu\text{m}$ 以下であり、酸性フォスファターゼおよび α -ナフチルアセテートエステラーゼ陽性顆粒と、形態（円形）、大きさ、分布および陽性顆粒数が類似していることから、同一顆粒がこれらの染色に陽性であると考えられる。しかし、 β 顆粒とは大きさおよび陽性顆粒数が異なる。また、ナフトールAS-Dクロロアセテートエステラーゼ陽性顆粒も、大きさおよび陽性顆粒数が β 顆粒とは異なる。したがって、これらの陽性顆粒は β 顆粒とは異なるものであると思われる。一方、ペルオキシダーゼ陽性顆粒は円形または楕円形で、細胞質に充満しており、また、その大きさが類似していることから、 β 顆粒に相当すると考えられる。同様の観察結果は、ブルーギル、メジナ、ヒラメおよびトラフグにも認められている⁶⁻⁸⁾。

トルイジンブルー染色によりスズキ科3種の好中球に種々の形態を示す青色の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。ブルーギル、メジナ、ヒラメおよびトラフグにおいても、トルイジンブルー陽性部位が観察されており、形態学的特徴から、Y小体に相当すると考えられている⁶⁻⁸⁾。

本研究によって、スズキ類の好中球は β 顆粒とY小体を有し、前者には少なくともペルオキシダーゼが、後者にはトルイジンブルー陽性物質が存在することが明らかとなった。

以上の結果から、コイ、ナイルティラピア、イサキおよびトラフグでは好中球にエオシン好性顆粒（ α 顆粒）も観察されているが^{1,2,8)}、スズキ類では認められなかった。スズキ科3種と同様に、好中球中に β 顆粒とY小体を有し、他の顆粒が認められない魚種は、メジナ、オオクチバス、ブルーギルおよびヒラメであることから、ブラックバスとブルーギルを含むサンフィッシュ科、メジナを含むメジナ科およびカレイ目ヒラメ科のヒラメと、スズキ目スズキ科は、共通の祖先種から分岐した種またはその子孫種であると考えられる。

謝 辞

実験魚を分与していただいた水産大学校生物生産学科竹下直彦博士に感謝いたします。

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. 水産大学校研究報告, 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. 水産大学校研究報告, 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. 水産大学校研究報告, 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. 水産大学校研究報告, 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. 水産大学校研究報告, 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. 水産大学校研究報告, 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. 水産大学校研究報告, 53, 203-209 (2005)
- 8) 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. 水産大学校研究報告, 55, 133-139 (2007)
- 9) Gill A C, Mooi R D: Phylogeny and Systematics of Fishes. In: Hart P J B, Reynolds J D (eds) Handbook of Fish Biology and Fisheries Vol. 1. Blackwell Publishing, Oxford, 15-42 (2002)
- 10) Borregaard N, Kjeldsen L, Lollike K, Sengelov H: Granules and secretory vesicles of the human neutrophil. *Clin Exp Immunol*, 101, 6-9 (1995)
- 11) Borregaard N, Cowland J B: Granules of the human neutrophilic polymorphonuclear leukocyte. *Blood*, 89, 3503-3521 (1997)