

ドチザメ科サメ類（ドチザメ，ホシザメ，シロザメ）の 非貪食性顆粒球の形態学および細胞化学的特徴

近藤昌和[†]，立石航平，平山尋暉，安本信哉，高橋幸則

Morphological and Cytochemical Characteristics of Non-phagocytic Granulocytes from Triakidae Sharks (Banded Houndshark *Triakis scyllium*, Starspotted Smooth-hound *Mustelus manazo* and Spotless Smooth-hound *M. griseus*)

Masakazu Kondo[†], Kohei Tateishi, Hiroki Hirayama,
Shinya Yasumoto and Yukinori Takahashi

Abstract : Only one type of non-phagocytic granulocyte (type B granulocyte, GB) was observed in peripheral blood of three Triakidae sharks (banded houndshark *Triakis scyllium*, starspotted smooth-hound *Mustelus manazo* and spotless smooth-hound *M. griseus*; Carcharhiniformes, Galeomorphii, Elasmobranchii). The GB had two types of granules (GBG; type a, GBG-a; type b, GBG-b). The GBG-a was coarse without stratified structure, round or oval (subangular to angular) in shape and chromophobic. The GBG-b was smaller than GBG-a, round or oval with stratified structure (inner L0 and outer L1) and chromophobic. Beta-glucuronidase activity was detected in L0 of GBG-b from *T. scyllium* (negative in *Mustelus* sharks), and acid phosphatase was localized in L0 of GBG-b from *Mustelus* sharks (negative in *T. scyllium*). Localization of α -naphthyl acetate esterase and α -naphthyl butyrate esterase were different among Triakidae sharks. The GB lacked alkaline phosphatase and peroxidase. In this report, morphological and cytochemical differences of non-phagocytic granulocytes among elasmobranchs were discussed.

Key words : shark, *Triakis scyllium*, *Mustelus manazo*, *Mustelus griseus*, granulocyte, morphology, cytochemistry

緒 言

前報において著者らは、軟骨魚綱板鰓亜綱サメ区に属するドチザメ科サメ類（ネズミザメ上目メジロザメ目）の3種（ドチザメ *Triakis scyllium*，ホシザメ *Mustelus manazo*，シロザメ *M. griseus*）について、好中球の形態学および細胞化学的特徴を明らかにし、既報の板鰓類と比較した¹⁾。ドチザメ科サメ類の好中球はアカエイ *Dasyatis akajei*（トビエイ目アカエイ科）およびカスザメ *Squatina japonica*（ツノザメ上目カスザメ目カスザメ科）の好中球と顆粒の種類や構造において類似していたが、細胞化学的特徴等に相違が認められた¹⁾。ドチザメ科サメ類の血液中には好中球以

外に1種類の顆粒球が観察されるが、貪食能は好中球にのみ認められた¹⁾。ドチザメ科サメ類における好中球以外の貪食能を示さない（非貪食性）顆粒球の種類数、形態学および細胞化学的特徴は、アカエイやカスザメのそれらと大きく異なっていたことから、ドチザメ科サメ類の好中球をA型顆粒球とし、非貪食性顆粒球をB型顆粒球としてここに報告する。

材料および方法

響灘で刺網によって捕獲されたドチザメ3尾（体重: 2.2-7.0 kg）、ホシザメ3尾（体重: 420 g-2.5 kg）およびシロザ

メ1尾 (体重: 1.3 kg) を水産大学の飼育施設に搬入し, 1週間無給餌で馴致飼育したのちに実験に供した。採血時の水温はドチザメでは20.5℃または22.0℃, ホシザメでは18.0℃または22.0℃, シロザメでは19.5℃であった。キナ

ルジンで麻酔後, 尾部血管から採血した。血液塗抹標本の作製, 多条件下Romanowsky型染色評価法 (MRSV) および各種細胞化学染色は前報¹⁾と同様の方法で行った。

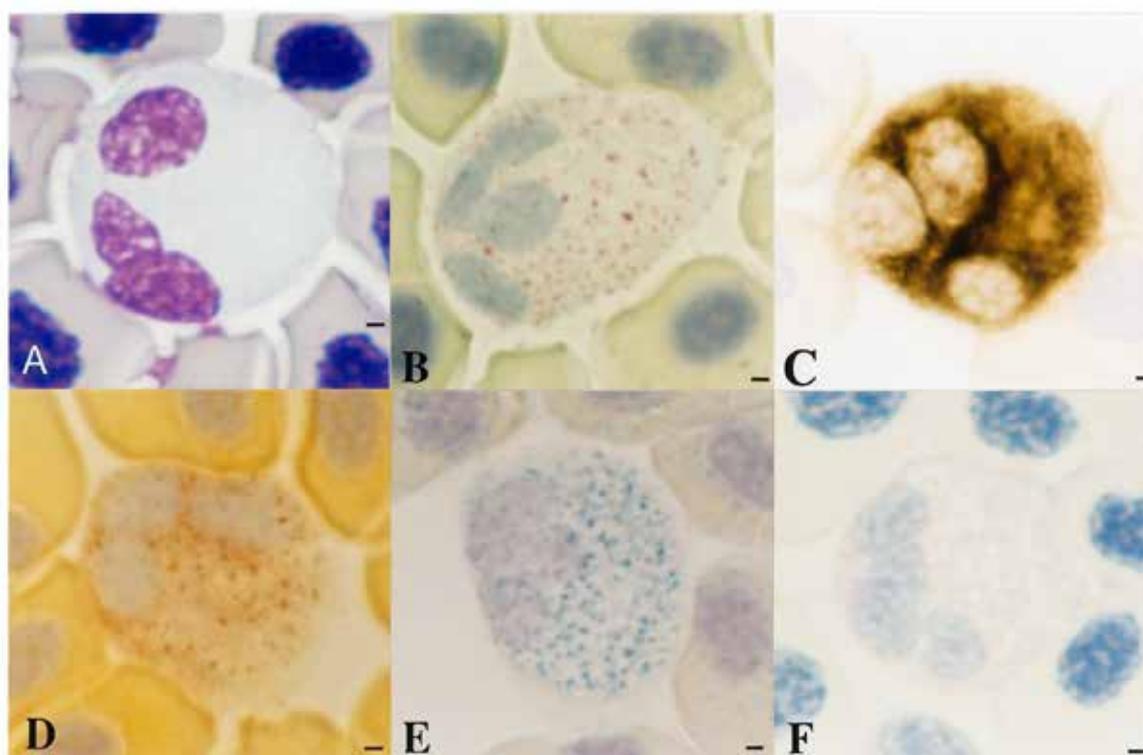


Fig. 1. Type B granulocytes of banded houndshark *Triakis scyllium*. A, May-Grünwald-Giemsa [PN=53 (See Kondo et al.¹⁾]; B, β -glucuronidase; C, α -naphtyl acetate esterase (α -NAE); D, α -naphtyl butyrate esterase; E, naphthol AS-D chloroacetate esterase; F, periodic acid Schiff reaction. Counter stain in B-F, hematoxylin (Mayer). Except for α -NAE (C), enzyme activities are localized in L0 of GBG-b. The α -NAE activity is detected in GBG-a and GBG-b [Two types of positive GBG-b are shown: GBG-b with positive L0 (negative L1) and GBG-b with positive L1 (negative L0)]. Bars=1 μ m.

Table 1. Summary of reactions of non-phagocytic granulocyte (type B granulocyte) from Triakidae sharks to cytochemical tests

| Test ¹ | Species and positive site (shape, number and positive site) ² | | |
|-------------------|---|---|--|
| | <i>Triakis scyllium</i> | <i>Mustelus manazo</i> | <i>Mustelus griseus</i> |
| PAS | G (r/o, a few); H (weak) | H | H |
| PAS- α A | — | — | — |
| AB (pH1.0) | — | — | — |
| AB (pH2.5) | — | — | — |
| TB | N | N | N |
| SBB | — | — | — |
| Sudan III | — | — | — |
| Oil red O | — | — | — |
| AIP | — | — | — |
| AcP | — | G (r/o with NS, some, eq L0 of GBG-b) | G (r/o with NS, some, eq L0 of GBG-b) |
| β -Glu | G (r/o with NS, many, eq L0 of GBG-b) | — | — |
| α -NAE | G (three types: coarse angular, many, eq GBG-a; r/o with NC, many, eq L1 of GBG-B; r/o with NS, some, eq L0 of GBG-b) | G (two types: coarse angular, a few, eq GBG-a; r/o with NS, some, eq L0 of GBG-b) | G (r/o with NS, many, eq L0 of GBG-b) |
| α -NBE | G (r/o with NS, many, eq L0 of GBG-b) | G (r/o with NS, some, eq L0 of GBG-b) | G (two types: r/o with NC, a few, eq L1 of GBG-b; r/o with NS, some, eq L0 of GBG-b) |
| CAE | G (r/o with NS, many, eq L0 of GBG-Bb) | G (r/o with NS, many, eq L0 of GBG-b) | G (r/o with NS, some, eq L0 of GBG-b) |
| Peroxidase | — | — | — |

¹PAS, periodic acid Schiff reaction; PAS- α A, PAS after digestion with α -amylase; AB, alcian blue; TB, toluidine blue in distilled water; SBB, Sudan black B; 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.

²G, granular; H, hyaloplasm; N, nucleus; —, not detected; r, round; o, oval; GBG-a, type a granule of type B granulocyte; GBG-b, type b granule with two-layer structure (L0 and L1) of type B granulocyte; NC, negative core; NS, negative surrounding; eq, equivalent to.

結 果

ドチザメ科サメ類の血液中の非貪食性顆粒球 (B型顆粒球) には、アルシアンブルー、オイルレッドO、ズダンIII およびズダン黒B (SBB) 染色では陽性所見が観察されず、アルカリ性フォスファターゼ (AIP) とペルオキシダーゼ (PO) は検出されなかった。また、酸性フォスファターゼ (AcP)、 β -グルクロニダーゼ (β -Glu)、各種エステラーゼ [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)、ナフトールAS-Dクロロアセテートエステラーゼ (CAE)]、PO、SBBおよびperiodic acid Schiff (PAS) 反応後の核染色 (マイヤーのヘマトキシリン染色) には核以外に陽性像は認められなかった。

B型顆粒球 (granulocyte type B, GB) は長径約20.0 μ m の円形または卵円形であった。核は通常分葉し (ドチザメとホシザメでは4分葉まで、シロザメでは7分葉まで)、細胞内に偏在しており、染色質網は荒く、粗大な濃縮染色質が観察された (Figs. 1A, 2A, 3A)。B型顆粒球の顆粒 (GB granule, GBG) は円形、卵円形または短桿形であり、大型

の顆粒では角のある短桿形の場合が多かった。いずれの顆粒もMRSVにおける種々の染色条件で明瞭な染色性を示さず難染色性であったが、各種細胞化学染色の結果、魚種を問わずGBGは大型の顆粒 (GBG-a) と小型の顆粒 (GBG-b) に大別され、GBG-bには2層からなる成層構造が認められた (顆粒の中心を囲むL0とその周囲のL1)。

ドチザメでは β -Glu がGBG-bのL0に検出されたが (Fig. 1B)、AcPは陰性であった (Table 1)。各種エステラーゼのうち、 α -NAEはGBG-aとGBG-bに認められ、GBG-bは本酵素の局在性の違いから2種類に細分された。すなわち、L0が陽性 (L1は陰性) のGBG-bと、L1が陽性 (L0は陰性) のGBG-bに区別された (Fig. 1C)。しかし、他のエステラーゼ活性 (α -NBE, CAE) はGBG-bのL0に局在した (Figs. 1D, 1E)。ホシザメとシロザメのB型顆粒球にはAcPがGBG-bのL0に認められたが (Figs. 2B, 3B)、 β -Gluは検出されなかった。 α -NAEと α -NBEの局在性はホシザメとシロザメの間で異なり、ホシザメでは α -NAEは少数のGBG-aとGBG-bのL0に認められたのに対して (Fig. 2C)、シロザメではGBG-bのL0にのみ検出された (Fig. 3C)。また、 α -NBEはホシザメとシロザメともにGBG-bに存在し

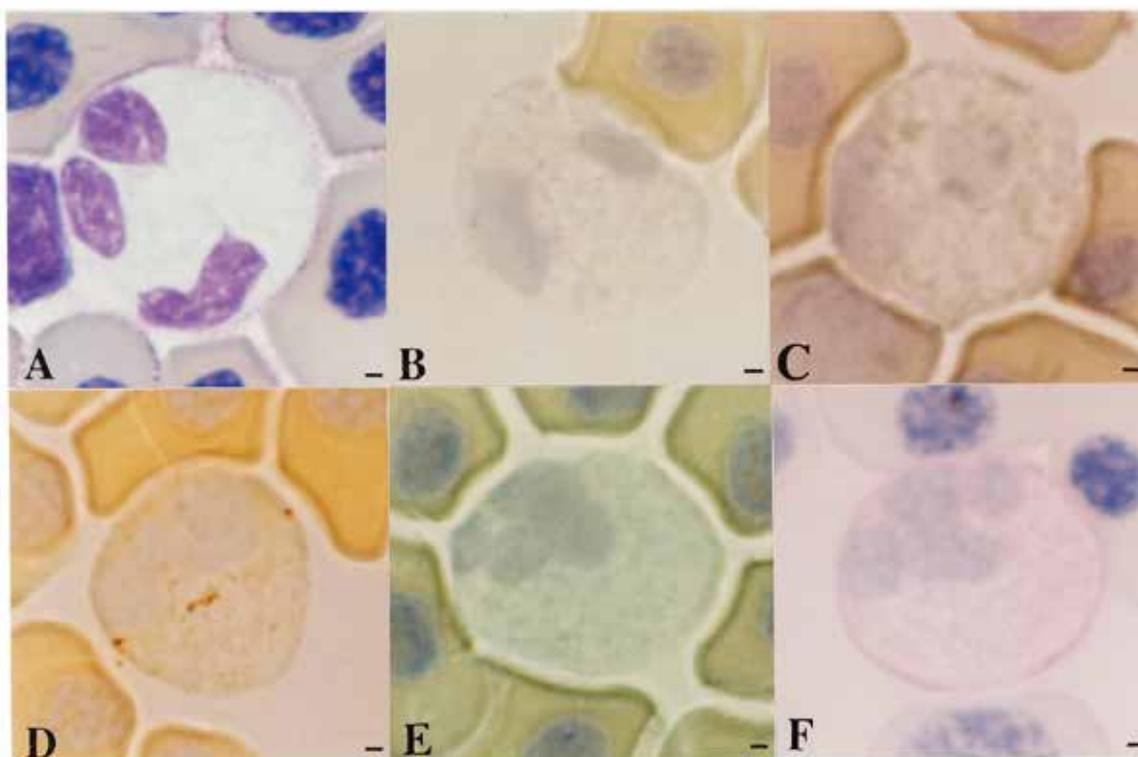


Fig. 2. Type B granulocytes of star-spotted smooth-hound *Mustelus manazo*. A, May-Grünwald-Giemsa [PN=53 (See Kondo et al.¹⁾]; B, acid phosphatase; C, α -naphthyl acetate esterase (α -NAE); D, α -naphthyl butyrate esterase; E, naphthol AS-D chloroacetate esterase; F, periodic acid Schiff reaction. Counter stain in B-F, hematoxylin (Mayer). Except for α -NAE (C), enzyme activities are localized in L0 of GBG-b. The α -NAE activity is detected in some GBG-a and L0 of GBG-b. Bars=1 μ m.

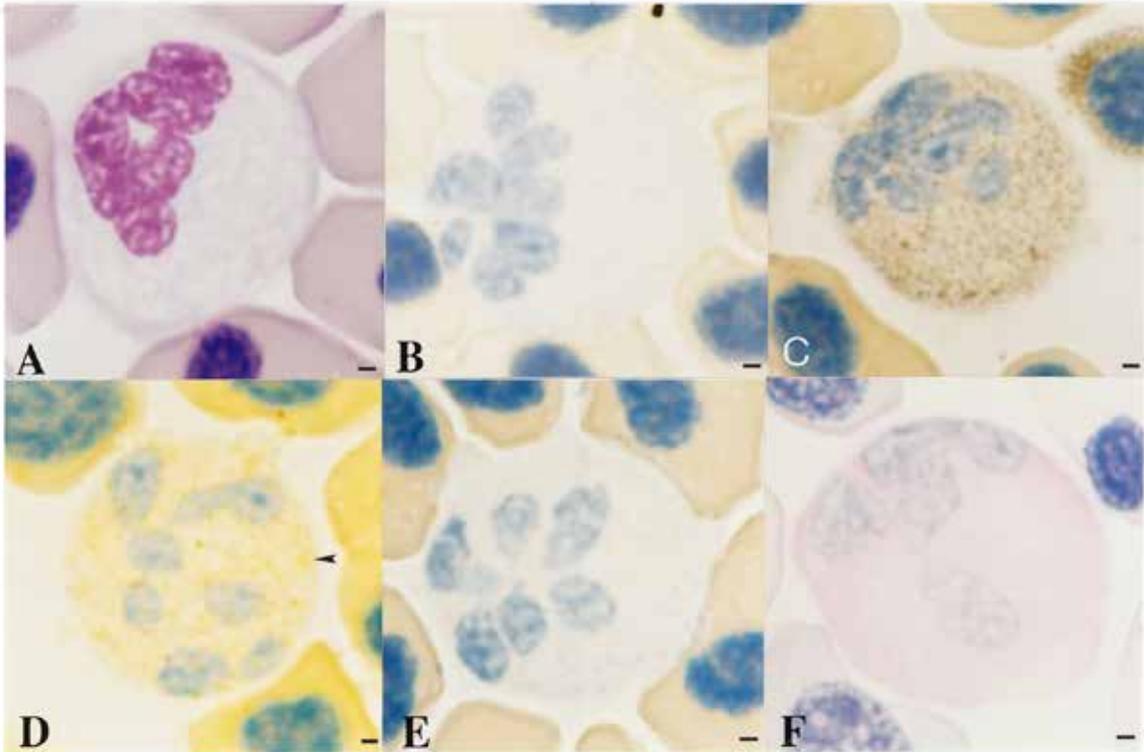


Fig. 3. Type B granulocytes of spotless smooth-hound *Mustelus griseus*. A, May-Grünwald-Giemsa [PN=53 (See Kondo et al.¹⁾]; B, acid phosphatase; C, α -naphthyl acetate esterase; D, α -naphthyl butyrate esterase (α -NBE); E, naphthol AS-D chloroacetate esterase; F, periodic acid Schiff reaction. Counter stain in B-F, hematoxylin (Mayer). Except for α -NBE (D), enzyme activities are localized in L0 of GBG-b. Two types of α -NBE-positive GNG-b are shown: GNG-b with positive L0 (negative L1) and GBG-b with positive L1 (negative L0; arrowhead). Bars=1 μ m.

たが、ホシザメではGBG-bのL0が陽性反応を示し (Fig. 2D), シロザメではL0が陽性 (L1は陰性) のGBG-bとL1が陽性 (L0は陰性) のGBG-bが観察された (Fig. 3D)。CAEはホシザメとシロザメともにGBG-bのL0に検出された (Figs. 2E, 3E)。PAS反応によって、ドチザメのB型顆粒球には少数の陽性粒子が観察され、細胞質基質は弱陽性であった (Fig. 1F)。一方、ホシザメとシロザメではPAS陽性粒子は認められず、細胞質基質が陽性反応を示した。これらドチザメ科サメ類のPAS陽性部位はいずれも α -アミラーゼ消化によって完全に消失した (Table 1)。

考 察

ドチザメ科サメ類には1種類の非貪食性顆粒球 (B型顆粒球) が認められた。各種リソゾーム酵素の有無ならびに局在性には魚種間で違いが見られるものの、いずれの魚種においてもB型顆粒球は円形または卵円形の大型細胞であり多くの場合分葉核を有していた。また、顆粒 (GBG)

はいずれも難染色性であり、細胞化学的染色性の違いから大型のGBG-aと小型のGBG-bに分類され、GBG-bには2層構造が認められた。したがって、ドチザメ科サメ類3種のB型顆粒球は同一系統の細胞であると判断した。

アカエイ、カスザメおよびドチザメ科サメ類の非貪食性顆粒球の顆粒の構造と染色性をTable 2に、細胞化学的特徴をTable 3示した。アカエイには3種類の^{2,3)}、カスザメには2種類の非貪食性顆粒球が存在するが⁴⁾、ドチザメ科サメ類のB型顆粒球はそれらのいずれにも完全には一致しなかった (Tables 2, 3)。例えば、ドチザメ科サメ類のB型顆粒球のように成層構造を持たない難染色性顆粒 (GBG-a) と、成層構造を有する難染色性顆粒 (GBG-b) からなる組み合わせを有する非貪食性顆粒球はアカエイおよびカスザメには認められない (Table 2)。また、ドチザメ科サメ類のB型顆粒球にはトルイジンブルー (TB) 陽性顆粒やSBB陽性顆粒は観察されないが、アカエイの3種類の非貪食性顆粒球とカスザメのB型顆粒球 (Type B⁵⁾) にはこれら染色によって陽性顆粒が観察される^{2,4)} (Table 3)。さらに、

カスザメのC型顆粒球 (Type C^{Si}) にはドチザメ科サメ類のB型顆粒球と同様にTB陽性顆粒もSBB陽性顆粒も存在しないが、ドチザメ科サメ類のB型顆粒球に陽性のAcP (ホシザメとシロザメで陽性、ドチザメでは陰性) とβ-Glu (ド

チザメで陽性、ホシザメとシロザメでは陰性) はカスザメのC型顆粒球には検出されていない⁴⁾ (Table 3)。

中院がドチザメとホシザメの血液に観察した2種類の顆粒球のうち^{5,6)}、エオジン嗜好性白血球のサブタイプである

Table 2. Structure and Romanowsky-type staining properties of non-phagocytic granulocytes (NPG) from five elasmobranchs

| Species | Type of NPG ¹ | Type of granule ² | Characteristics ³ |
|---------------------------------------|--------------------------|------------------------------|---|
| <i>Dasyatis akajei</i> ^a | Type B ^{Da} | BG-A | Rod-shaped, B (light blue), NSS |
| | | BG-B | Round (three subtypes: BG-Ba, red; BG-Bb, violet; BG-Bc, purple), NSS |
| | Type C ^{Da} | EG-A | Oval or rod-shaped, SS (3 layers: L0, C; L1, E; L2, C) |
| | | EG-B | Round or oval, C, NSS |
| | Type D ^{Da} | SEG-A | Oval or angular, E, NSS |
| | | SEG-B | Round or oval, C, NSS |
| <i>Squatina japonica</i> ^b | Type B ^{Si} | GBG-A | Round or oval, SS (3 layers: L0, C; L1, E; L2, C) |
| | | GBG-B | Round or oval, SS (3 layers: L0, C; L1, B; L2, C) |
| | | GBG-C | Round or oval, SS (2 layers: L0, A; L1, A) |
| | Type C ^{Si} | GCG | Round or oval, SS (2 layers: L0, E; L1, E) |
| Triakidae sharks ^{c,d} | Type B ^{Ts} | GBG-a | Round, oval, rod-shaped or angular, C, NSS |
| | | GBG-b | Round or oval, SS (2 layers: L0, C; L1, C) |

¹Type B^{Da}, formerly called basophil; Type C^{Da}, formerly called eosinophil; Type D^{Da}, formerly called small eosinophilic granulocyte; Type B^{Si}, formerly called type B; Type C^{Si}, formerly called type C.

²BG-A, basophil granule type A; BG-B, basophil granule type B; EG-A, eosinophil granule type A; EG-B, eosinophil granule type B; SEG-A, type A granule of small eosinophilic granulocyte; SEG-B, type B granule of small eosinophilic granulocyte; GBG-A, type A granule of granulocyte type B; GBG-B, type B granule of granulocyte type B; GBG-C, type C granule of granulocyte type B; GCG, granule of granulocyte type C; GBG-a, type a granule of type B granulocyte; GBG-b, type b granule of type B granulocyte.

³NSS, non-stratified structure; SS, stratified structure; L0, inner layer; A, amphiphilic; B, basophilic; C, chromophobic; E, eosinophilic.

^a, Kondo et al. (2017)^{1,2)}; ^b, Kondo et al. (2018)³⁾; ^c, present report.

^dTriakidae sharks: *Triakis scyllium*, *Mustelus manazo* and *Mustelus griseus*.

Table 3. Comparison of reactions of non-phagocytic granulocytes from five elasmobranchs to cytochemical tests

| Test ¹ | Species, type of non-phagocytic granulocytes and positive site (shape, number and positive site) ² | | | | | |
|-------------------|---|----------------------|----------------------|---|----------------------|--|
| | <i>Dasyatis akajei</i> ^a | | | <i>Squatina japonica</i> ^b | | Triakidae sharks ^{c,d} |
| | Type B ^{Da} | Type C ^{Da} | Type D ^{Da} | Type B ^{Si} | Type C ^{Si} | Type B ^{Ts} |
| PAS | G; H | G; H | G; H | G; H | G; H | G (Ts); H |
| PAS-αA | — | — | — | — | — | — |
| AB (pH1.0) | — | — | — | — | — | — |
| AB (pH2.5) | — | — | — | — | — | — |
| TB | G (BG-Bc); N | G (EG-B); N | G; N | G (L1 of GBG-A/GBG-B; entire GBG-C) | N | N |
| SBB | G (BG-B) | G (EG-B) | G | G (L1 of GBG-A/GBG-B; L0 of GBG-C) | — | — |
| Sudan III | — | — | — | — | — | — |
| Oil red O | — | — | — | — | — | — |
| AIP | — | — | — | — | — | — |
| AcP | G (BG-B) | G (EG-B) | G (SEG-B) | G (L0 of GBG-C) | G (L0 of GCG) | G (L0 of GBG-b, <i>Mm</i> & <i>Mg</i>) |
| β-Glu | — | — | — | — | — | G (L0 of GBG-b, Ts) |
| α-NAE | G (BG-B) | G (EG-B) | G (SEG-B) | G (L1 of GBG-A/GBG-B; L0 of GBG-C) | — | G (GBG-a, Ts & <i>Mm</i> ; L1 of GBG-b, Ts; L0 of GBG-b) |
| α-NBE | G (BG-B) | G (EG-B) | G (SEG-B) | G (L1 of GBG-A/GBG-B; L0 of GBG-C; L1 of GBG-C) | G (L0 of GCG) | G (L1 of GBG-b, <i>Mg</i> ; L0 of GBG-b) |
| CAE | G (BG-B) | G (EG-B) | G (SEG-B) | G (L1 of GBG-A/GBG-B; L0 of GBG-C) | G (L0 of GCG) | G (L0 of GBG-b) |
| Peroxidase | — | — | — | — | — | — |

¹PAS, periodic acid Schiff reaction; PAS-αA, PAS after digestion with α-amylase; AB, alcian blue; TB, toluidine blue in distilled water; SBB, Sudan black B; 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.

²G, granular; H, hyaloplasm; N, nucleus; —, not detected; r, round; o, oval; Type B^{Da}, formerly called basophil; Type C^{Da}, formerly called eosinophil; Type D^{Da}, formerly called small eosinophilic granulocyte; Type B^{Si}, formerly called type B; Type C^{Si}, formerly called type C; BG-B, basophil granule type B; BG-Bc, BG-B type c; EG-B, eosinophil granule type B; SEG-B, type B granule of small eosinophilic granulocyte; GBG-A, type A granule of granulocyte type B; GBG-B, type B granule of granulocyte type B; GBG-C, type C granule of granulocyte type B; GCG, granule of granulocyte type C; GBG-a, type a granule of type B granulocyte; GBG-b, type b granule with two-layer structure (L0 and L1) of type B granulocyte; NC, negative core; NS, negative surrounding; eq, equivalent to.

^a, Kondo et al. (2017)^{1,2)}; ^b, Kondo et al. (2018)³⁾; ^c, present report.

^dTriakidae sharks: *Ts*, *Triakis scyllium*; *Mm*, *Mustelus manazo*; *Mg*, *Mustelus griseus*.

(イ), (ロ) および (ハ) は, 前報¹⁾において著者らが観察し同定した好中球に相当すると考えられる(中院のサブタイプ(ニ)^{5,6)}は観察されなかった)。一方, 中院の両色嗜好性白血球の顆粒は, ドチザメでは円形・淡紫色(サブタイプ(イ))または円形・灰白紫色(サブタイプ(ロ))であり, ホシザメではサブタイプ(イ)は微細・紫赤, サブタイプ(ロ)は槍状・淡紫赤色, サブタイプ(ハ)は円形・紫赤とされている^{5,6)}。本研究におけるドチザメ科サメ類3種のB型顆粒球の顆粒は明瞭な染色性を示さず難染色性であり, 両色嗜好性白血球の顆粒の染色性と大きく異なる。しかし, 本研究と中院はともに顆粒球を2種類に大別していること, 中院のエオジン嗜好性白血球のほとんどは本研究の好中球に相当することから, 両色嗜好性白血球はB型顆粒球ではないかと推察される。

池田らはドチザメに4種類の顆粒球(好中球, 第一種好酸球, 第二種好酸球, 第三種好酸球)を認めており⁷⁾, 前報において池田らの第二種好酸球は著者らの好中球に相当すると考察した¹⁾。第三種好酸球は中院のエオジン嗜好性白血球のサブタイプ(ニ)に相当するが⁷⁾, 我々は前述の通りこの顆粒球を観察していない。池田らの好中球⁷⁾は著者らのB型顆粒球に酷似している。第一種好酸球の顆粒は薄赤い丸形であり, 本顆粒球には分葉核も観察されている⁷⁾。本研究においてB型顆粒球の顆粒は明瞭な染色性を示さなかったが, 染色条件によって細胞質基質の色調がエオシン好性や塩基好性を示し, 顆粒がそれらの色を呈しているように見えることがあった。したがって, 池田らの第一種好酸球はB型顆粒球に含まれると考えられる。池田らは好中球と第一種好酸球を同一写真上に示していることから⁷⁾, 両顆粒球の間になんらかの違いがあると推察されるが, 本研究における各種細胞化学染色においてB型顆粒球を二分するような形態学的差異は認められなかった。

Hine and Wain (1987)^{8,9)}およびHine et al. (1987)¹⁰⁾はネズミザメ上目のうち, ネズミザメ目サメ類1種(ネズミザメ科)とメジロザメ目サメ類6種(トラザメ科2種, ドチザメ科2種, チヒロザメ科1種, メジロザメ科1種)の顆粒球を, eosinophil, eosinophilic granulocyteおよびneutrophilic granulocyte^{8,9)}(あるいは前述の3種類をそれぞれcoarse eosinophilic granulocyte, fine eosinophilic granulocyteおよびneutrophilic granulocyteと称しているが¹⁰⁾, 以後, 前述の3種類の顆粒球名を採用する)の3種類のカテゴリーを用いて分類しており^{8,10)}, ドチザメ科のイコクエイラクブカ *Galeorhinus galeus* [Hine and Wain (1987)^{8,9)}およびHine et

al. (1987)¹⁰⁾では*G. australis*と表記しているが, これは*G. galeus*のシノニム名である]をのぞいて各サメ類の顆粒球を1種類または2種類に分類している。すなわち, イコクエイラクブカにはeosinophil, eosinophilic granulocyteおよびneutrophilic granulocyteの3種類の顆粒球が認められるのに対して, ネズミザメ科のアオザメ*Isurus oxyrinchus*, ドチザメ科のニュージーランドホシザメ*Mustelus lenticulatus*およびメジロザメ科のヨシキリザメ*Pionace glauca*ではeosinophilと eosinophilic granulocyteの2種類の顆粒球が, トラザメ科の*Apristurus* sp.とチヒロザメ科のトガリドチザメ*Gollum attenuatus*にはeosinophilic granulocyteとneutrophilic granulocyteの2種類が [Hine and Wain (1987)⁸⁾ではトガリドチザメの顆粒球はeosinophilic granulocyteのみとされているが, Hine et al. (1987)¹⁰⁾ではeosinophilic granulocyteとneutrophilic granulocyteが観察されている], ニュージーランドナヌカザメ*Cephaloscyllium isabellum* [Hine and Wain (1987)^{8,9)}およびHine et al. (1987)¹⁰⁾は*C. isabella*と表記している]には1種類の顆粒球(eosinophilic granulocyte)が観察されている。前述の3種類の顆粒球のうち, いずれのサメ類においても同定されているeosinophilic granulocyteは好中球であると推察されている¹⁾。Eosinophilは粗大なエオシン好性顆粒を有し, neutrophilic granulocyteの顆粒は小型円形で, 塩基好性または弱い紫色を呈し, (境界が)不明瞭(poorly defined)とされている¹⁾。これら2種類の顆粒球はそれぞれ池田らの第一種好酸球および好中球に相当すると推察され, 前段において考察したように, ともに本研究のB型顆粒球に含まれると考えられる。イコクエイラクブカとニュージーランドナヌカザメを除き, 他のサメ類では好中球と考えられるeosinophilic granulocyte以外に1種類の顆粒球のみが観察されていることも, 本研究におけるドチザメ科サメ類の顆粒球が好中球の他に1種類の非貪食性顆粒球からなることを支持していると思われる。

Hine and Wain (1987)¹³⁾ およびHine et al. (1987)¹⁰⁾は前述のネズミザメ上目サメ類7種の細胞化学的特徴についても調べ, いずれのサメ類においてもeosinophil とneutrophilic granulocyteはeosinophilic granulocyteと同様にAIPとPOが陰性であること(トガリドチザメとヨシキリザメではAIPは調べられていない), eosinophil とneutrophilic granulocyte の両方を有するイコクエイラクブカでは, 両顆粒球の細胞化学的特徴が類似すること(eosinophilic granulocyteとも類似する)を報告している。本研究におけるドチザメ科サメ類においても, 好中球とB

型顆粒球にはAIPとPOが検出されず、他の細胞化学的特徴についても、単に陽性か陰性のみを比較すると両顆粒球は同様の反応を示した。しかし、ニュージーランドホシザメの2種類の顆粒球 (eosinophil と eosinophilic granulocyte) の間には違いが認められており、eosinophilic granulocyte に陽性のエステラーゼ (α -NAE, α -NBE) は eosinophil には検出されていない。

文 献

- 1) 近藤昌和, 立石航平, 平山尋暉, 安本信哉, 高橋幸則: ドチザメ科サメ類 (ドチザメ, ホシザメ, シロザメ) の好中球の形態学および細胞化学的特徴. 水大校研報, **67**, 141-151 (2019) [Kondo M, Tateishi K, Hirayama H, Yasumoto S, Takahashi Y: Morphological and cytochemical characteristics of neutrophils from Triakidae sharks (banded houndshark *Triakis scyllium*, starspotted smooth-hound *Mustelus manazo* and spotless smooth-hound *M. griseus*). *J Nat Fish Univ*, **67**, 141-151 (2019) (in Japanese with English abstract)]
- 2) 近藤昌和, 東川将基, 平山尋暉, 安本信哉, 高橋幸則: アカエイの非貪食性顆粒球の形態学および細胞化学的特徴. 水大校研報, **65**, 195-201 (2017) [Kondo M, Higashikawa S, Hirayama H, Yasumoto S, Takahashi Y: Morphological and cytochemical characteristics of non-phagocytic granulocytes from whip stingray *Dasyatis akajei*. *J Nat Fish Univ*, **65**, 195-201 (2017) (in Japanese with English abstract)]
- 3) 近藤昌和, 東川将基, 安本信哉, 高橋幸則: アカエイの好中球顆粒と好酸球顆粒の構造について. 水大校研報, **66**, 195-197 (2018) [Kondo M, Higashikawa S, Yasumoto S, Takahashi Y: On the structure of neutrophil granules and eosinophil granules from whip stingray *Dasyatis akajei*. *J Nat Fish Univ*, **66**, 195-197 (2018) (in Japanese with English abstract)]
- 4) 近藤昌和, 前川幸平, 安本信哉: カスザメの非貪食性顆粒球の形態学および細胞化学的特徴. 水大校研報, **66**, 131-139 (2018) [Kondo M, Maekawa K, Yasumoto S: Morphological and cytochemical characteristics of non-phagocytic granulocytes from Japanese angelshark *Squatina japonica*. *J Nat Fish Univ*, **66**, 131-139 (2018) (in Japanese with English abstract)]
- 5) 中院孝圓: 魚類ノ血球ニ就キテ. 京都医学雑誌, **17**, 115-154 (1920) ['Nakanoin T: On the blood cells of fish., *Kyoto Igaku Zasshi*, **17**, 115-154 (1920) (in Japanese)]
- 6) 中院孝圓: 魚類ノ血球ニ就キテ (承前). 京都医学雑誌, **17**, 280-294付図2葉 (1920) ['Nakanoin T: On the blood cells of fish (continued), *Kyoto Igaku Zasshi*, **17**, 280-294+2 plates (1920) (in Japanese)]
- 7) 池田彌生, 尾崎久雄, 瀬崎啓次郎: 1ドチザメ. 魚類血液図鑑. 緑書房, 東京, 34-39 (1986) [Ikeda Y, Ozaki H, Sezaki K: 1 *Triakis scyllia*. Blood Atlas of Fishes. Midori-shobou, Tokyo, 34-39 (1986) (in Japanese)]*
- 8) Hine PM, Wain JM: Composition and ultrastructure of elasmobranch granulocytes. III. sharks (Lamniformes). *J Fish Biol*, **30**, 567-576 (1987)
- 9) Hine PM, Wain JM: The enzyme cytochemistry and composition of elasmobranch granulocytes. *J Fish Biol*, **30**, 465-475 (1987)
- 10) Hine PM, Wain JM, Boustead NC: The Leucocyte Enzyme Cytochemistry of Fish. New Zealand Fisheries Research Bulletin No. 28, New Zealand: Ministry of Agriculture and Fisheries, Wellington, 75pp (1987)

* *Triakis scyllia*は*Triakis scyllum*のシノニム名である。