

論文

駿河湾産ニギスの筋肉中に含まれるEPA・DHA含有量の季節変化

室伏 誠^{※1}・杉山 克哉^{※2}・山下 あゆ^{※3}・長谷川勇司^{※4}
 鈴木 大揮^{※5}・大野久美子^{※6}・上田龍太郎^{※7}

Investigation of the Seasonable Eicosapentaenic Acid (EPA) and Docosahexaenic Acid (DHA)
 Contents in Skeletal Muscle of Deep-sea Smelt *Glossanodon semifasciatus*
 (Nigisu in Japanese) Collected from Suruga Bay, Shizuoka Prefecture

Makoto MUROFUSHI^{※1}, Katsuya SUGIYAMA^{※2}, Ayu YAMASHITA^{※3},
 Yuji HASEGAWA^{※4}, Daiki SUZUKI^{※5}, Kumiko OHNO^{※6} and Ryutaro UEDA^{※7}

ABSTRACT

The deep-sea smelt *Glossanodon semifasciatus* (Nigisu in Japanese) belong to the genus of *Glossanodon*, Argentinidae, Argentiniformes distributed at the sea bottom of the Japan Sea to the East China Sea, and the Pacific Ocean waters from Fukushima Prefecture to Shikoku area. Nigisu were collected from the sand-mud bottom deep sea trawl net at depth 100 to 400m, except from protected areas. In the present study, eicosapentaenic acid (EPA), docosahexaenic acid (DHA) and total fat contents of Nigisu skeletal muscle were analyzed. Nigisu materials were collected using a deep sea trawler at Suruga Bay in Shizuoka Prefecture. Deep sea trawl nets at Suruga Bay are permitted from May to September (150 days). Twenty Nigisu specimens were obtained in November and December of 2013 and January and February of 2014. EPA and DHA levels in the skeletal muscles of Nigisu were lowest in the November specimens, and highest in February specimens. This may be correlated with the Nigisu spawning month of March at Suruga Bay. Data from the spawning month of September EPA and DHA could not be analyzed due to the closed season. Data for the total fat levels present in the muscles of Nigisu collected during the 4 months did not show any significant change in fat.

1. はじめに

ニギス *Glossanodon semifasciatus* は、わが国では日本海の青森県から東シナ海の九州北部、太平洋側では青森県から高知県までの沿岸に分布し、深海域の砂泥底に生息する。ニギスは、ニギス目

(Argentiniformes) ニギス科 (Argentinidae) ニギス属 (*Glossanodon*) に分類され、地域による禁漁区を除き水深70mから370m付近の砂泥底を深海機船底引網 (深海トロール) で漁獲される (図1)。地域によっては禁漁期がある。一般に行われる底引網 (ト

※1 日本大学短期大学部 (三島校舎) 元教授 Former Professor, Junior College (Mishima Campus), Nihon University

※2 日本大学卒業生 Former student, Nihon University

※3 日本大学短期大学部 (三島校舎) 助手 Assistant, Junior College (Mishima Campus), Nihon University

※4 佃大浦水産 顧問 Counsel, Ohura Fisheries Corporation

※5 伊豆-三津シーパラダイス 飼育管理者 Curator, Izu-Mito Sea Paradise

※6 晃陽学園栄養士学科 助教 Assistant Professor, Department of Dietitian, Koyo College

※7 日本大学短期大学部 (三島校舎) 教授 Professor, Junior College (Mishima Campus), Nihon University

ロール)と異なり、水深400メートル付近までが漁場のため、深海トロールの操業ができるようになり、食卓に上るようになった。今日では、食用として利用価値は高く、水産上の重要種で煮付け、焼き物、刺身(寿司種)、干物(丸干し)などで賞味されている。静岡県沿岸に広がり、わが国では最も大きな海湾で、水深も日本一深い駿河湾¹⁾で漁獲され、沼津市の顔となっている代表的な魚でもある。ニギスをはじめ深海トロールで漁獲される深海性の魚類の特徴としての多価不飽和脂肪酸が多く含有されており、EPA・DHAはこれら魚類の特徴として、注目されている。本研究では、静岡県南沿岸に広がる駿河湾で漁獲されたニギスの可食部である筋肉組織に含まれるEPA・DHAおよび総脂質量について測定した。なお、分析に用いたニギスの種の同定については、日本産魚類検索全種の同定第三版(中坊)²⁾、魚類の形態と検索(松原)³⁾、新日本動物図鑑[下](岡田ら)⁴⁾、日本産魚類大図鑑(益田ら)⁵⁾、原色魚類大図鑑(阿部)⁶⁾を用いた。

2. EPA・DHAの機能

EPA・DHAはともにn-3系不飽和脂肪酸であり魚油に多く含まれている。これらは、血液の流れを悪くするLDL-コレステロール値を下げるほか、中性脂肪を減らす作用があるとされ、虚血性心疾患、心不全、脳卒中、がん、加齢黄斑変性症を予防するうえで効果があることが明らかになっている⁷⁾。EPAは血液の凝固を防ぎ、血流を良くする作用が注目されている。血液凝固を防ぐ仕組みとして、血小板において、酵素シクロオキシゲナーゼの活性化を低下させることにより、血液凝固に関するトロンボキサンA₂の生産を抑制する働きがある。この作用によって心筋梗塞や脳梗塞を予防することが出来ると考えられている⁸⁾。DHAは体内のコレステロールや中性脂肪を減少される効果が注目されている。また、神経組織や脳細胞に非常に多く含まれているため、神経組織の発育や身体の機能維持に重要な役割を果たしていることが分かっている⁸⁾。EPA・DHA共に脂肪酸合成に関与する酵素の活性化を低下させる作用があるため、血漿中の中性脂肪が低下し、臓器内のアラキドン酸も低下させることで、脳卒中や認知症、高血圧などの予防・改善に効果があるとされている⁷⁾。

我が国では死因が肺炎・結核などの感染症から悪性新生物・心疾患・脳血管疾患などの生活習慣病に代わっている⁹⁾。これらの原因となるのが食生活・運動習慣・喫煙・飲酒などの生活環境である⁸⁾。主

に、生活習慣の乱れから発症するものが多い為、二次予防より一次予防が重要視されている。中でも食生活の欧米化・外食産業の発展・偏食や過食が原因で、タンパク質・脂質・塩分摂取量が過剰になり、生活習慣病を発症させるケースが増えてきている。その為、食生活の見直しが進められ、生活習慣病予防としてEPA・DHAが注目されている。

3. 材料および方法

3.1 実験材料

本研究に用いたニギス *Glossanodon semifasciatus* (Kishinouye) は、静岡県沿岸の水深200~400mの砂泥底から2013年11月、12月、2014年1月、2月に漁獲された各月15尾、計60個体である(表1)。ニギスは、機船底引網(通称:深海トロ)により、伊豆半島西岸域、駿河湾東岸の沖において採集されたものである(写真1)。ニギスは、深海トロが操業できるようになった船及び底引き網の改良により、馬力の高いパワーとロープに鉛を入れた縄などの活用により漁獲できるようになった魚種で、今日では新しい産地の特産品として、利用価値が高く、刺身、焼き物、丸干し、などで賞味されている。ニギス目ニギス亜目ニギス科ニギス属に含まれるニギスは、美味であるが鮮度が落ちやすい。静岡県においては新鮮なニギスを入手でき、天ぷらや刺身などで食べられる。図1に駿河湾における主な深海漁業の水域を示した。

3.2 実験方法

1) 総脂質量の定量

供試材料として入手したニギスは体重等の計測後、内臓・骨を取り除くため3枚におろし、可食部の骨格筋を分析に用いた。可食部(筋肉)を50g秤量し、3000rpmでホモジナイズした。なお、ニギスは1尾あたりの骨格筋量は約20gであるため、3尾のニギスの可食部を合わせ50g程度とした。これに2~3倍量のクロロホルム-メタノール(2:1 v/v)混液で攪拌した後、6000rpmで30分遠心分離し、液部を分別した。液の上層は廃液として捨て、下層はロートとろ紙を用い濾過した。その際、固形物は筒の中に残しておき、クロロホルム・メタノール(2:1 v/v)混液で攪拌した後、再度6000rpm、10°Cで30分遠心分離し、下層部を集め濾過後、分別したクロロホルム溶液に無水硫酸ナトリウムを5g加えた。その後、濾過し、無水硫酸ナトリウムを除去後、蒸発皿に5ml取り、デシケーター内で水分を蒸発させ、脂質量を測定した。

2) ガスクロマトグラフによるEPA・DHA含有量の定量

総脂質量の定量と同様の下処理し、無水硫酸ナトリウムを除去後、ロータリーエバポレーターを用いて、窒素ガス通気下で40°C、減圧濃縮し、試料溶液を得た。この試料溶液を2 mlサンプル瓶に取り出し、80°Cに温めたウォーターバスで0.5mlになるまで加熱濃縮し、ジーエルサイエンス社のトリメチルジリルアゾメタンを0.25ml加えて攪拌後、30分放置し、メチルエステル化させ、試験溶液の黄色が消失後、再度0.5mlになるまで加熱濃縮し、クロロホルムを1 ml加えた。最後にトリフェニルエチレン1 gとクロロホルム5 mlを混和した内部標準液 (I.S) を1 µl加えた。このサンプルからマイクロシリンジにて5 µlとり、ガスクロマトグラフによる分析を行った。

3) ガスクロマトグラフによるEPA・DHA分析条件

装置：ジーエルサイエンス社製 GC-390B EZ Chrom Elite

カラム：キャピラリーカラム (Capillary Colimn)

充填剤：Silar-10C-10%,Uniport HP,80/10

カラム温度：OVEN 130°C, INJ 230°C, FID 250°C

流量：He 50ml/min, H 240ml/min, AIR 400ml

注入量：5 µl

上記条件でEPA・DHAの測定を行った。

4. 結果

総脂質量, EPA, DHA分析結果

本研究で分析を行った各供試魚の総脂質量, EPA・DHAの分析結果を示す。

1) 総脂質量

筋肉100g当たりの総脂質量を表1, 図2に示した。11月に漁獲されたニギスの総脂質量分析値は, 平均 0.93 ± 0.17 g/100gであった。12月に漁獲されたニギスの総脂質量分析値は, 平均 0.98 ± 0.15 g/100gであった。1月に漁獲されたニギスの総脂質量分析値は, 平均 1.06 ± 0.16 g/100gであった。2月に漁獲されたニギスの総脂質量分析値は, 平均 1.04 ± 0.17 g/100gであった。総脂質量は, 1月と2月ではほとんど差は無いが, 11月から1月にかけて, 徐々に増えてきていることが分かる。11月から2月の分析結果において, 食品解説つき新ビジュアル食品成分表新訂版¹⁰⁾のニギス100gあたりの脂質量1.2gを超えた個体は, 60個体中7個体であり, 全体的に脂質含有量が低かったといえる。有意水準5%で月ごとの総脂質量の変化に有意な差はなかった ($0.05 < P$ 値)。この点につ

いては漁獲時期に関する個体サイズ, 産卵時期等が関係しているものと考えられる。個体のサイズについては, 体長の最大は11月の182.2mm, 最小は同月の150.0mmであり, 32.2mmの差があった。肥満度を次の式から求め, 各月の肥満度平均値を表2に示した。肥満度と総脂質量の関係を図3に示した。(肥満度¹¹⁾: 体重 (g) $\times 10^6 / \{ \text{体長 (mm)} \}^3$)

肥満度の最大は2月の11.04で, 最小は11月の7.32である。肥満度の高い個体ほど総脂質量が増加傾向にあることが分かる。肥満度と総脂質量には非常に強い相関関係があった (有意 $F < 0.05$)。漁獲時期については, ニギスの産卵期は年に2回あり9月と3月で, この時期がニギスの旬の季節である¹¹⁾。今回の供試魚は11月から2月に漁獲されたニギスであるため, 産卵期直後から産卵期直前までに漁獲された物であり, そのため11月のニギスの総脂質量が減り, また, 徐々に脂質量が増加傾向にあるのは, 成長と3月の産卵期に向かって脂質を蓄積, 減少した脂質量を回復しているためだと考えられる。

2) EPA・DHA含有量

分析を行った深海性魚類ニギスの筋肉100g中に含まれるEPA・DHA含有量 (mg) を, 月ごとに表1, 図2に示した。11月の深海性魚類ニギス筋肉100g中のEPA・DHA含有量 (mg) と体重を比較したものを図4に示した。11月に漁獲されたニギスのEPA含有量分析値は平均 89.1 ± 28.2 mg/100g, DHA含有量分析値は平均 154.3 ± 40.5 mg/100gであった。12月の深海性魚類ニギス筋肉100g中のEPA・DHA含有量 (mg) と体重を比較したものを図5に示した。12月に漁獲されたニギスのEPA含有量分析値は平均 99.6 ± 23.5 mg/100g, DHA含有量分析値は平均 162.4 ± 35.1 mg/100gであった。1月の深海性魚類ニギス筋肉100g中のEPA・DHA含有量 (mg) と体重を比較したものを図6に示した。1月に漁獲されたニギスのEPA含有量分析値は平均 103.8 ± 24.4 mg/100g, DHA含有量分析値は平均 201.2 ± 50.0 mg/100gであった。2月の深海性魚類ニギス筋肉100g中のEPA・DHA含有量 (mg) と体重を比較したものを図7に示した。2月に漁獲されたニギスのEPA含有量分析値は平均 119.5 ± 20.2 mg/100g, DHA含有量分析値は平均 210.8 ± 44.0 mg/100gであった。

有意水準5%で月ごとのEPA含有量の変化に差があった ($0.01 < P$ 値 ≤ 0.05)。有意水準0.1%で月ごとのDHA含有量の変化に差があった (P 値 ≤ 0.001)。肥満度とEPA含有量の関係を図8に示した。肥満度とDHA含有量の関係を図9に示した。

総脂質量同様に肥満度が高いほど、EPA・DHA含有量も高くなっている。肥満度とEPA及びDHA含有量には非常に強い相関関係があった(有意 $F < 0.05$)。原田ら¹⁰⁾は、日本海西部においては、冬季に脂肪量が低下し、春季に肥満度の上昇が認められることを報告しており、今回の分析結果はそれと一致した。各月のEPA・DHA含有量の平均値を魚介類の脂肪酸組成表(以下、脂肪酸組成表)¹¹⁾に記載されている既存値と比較した(図10)。EPAは11月から2月にかけて、徐々に増えている。11月から2月の分析結果において、脂肪酸組成表の筋肉100gあたりのEPA含有量81.0mgを超えた個体は、60個体中47個体であり、全体的にEPA含有量が高かったといえる。特に2月の分析結果においては全ての固体において既存値を超えているという結果となった。DHAも同様に11月から2月にかけて、徐々に増えている。11月から2月の分析結果において、脂肪酸組成表の筋肉100gあたりのDHA含有量200.0mgを超えた個体は、60個体中20個体であったが、1月と2月の分析結果の平均値では既存値を超えているという結果になった。

5. まとめ

①本研究では、深海性魚類に着目し、平成25年11月から26年2月までの4か月間に漁獲されたニギスの筋肉中に含まれる総脂質量を定量し、EPA・DHA含有量をガスクロマトグラフを用いて分析した。
②分析を行った11月に漁獲された深海性魚類ニギス100g当たりの総脂質の含有量は0.68~1.33g、EPA含有量は63.0~163.5mg、DHA含有量は97.7~255.5mgであった。
③分析を行った12月に漁獲された深海性魚類ニギス100g当たりの総脂質の含有量は0.72~1.22g、EPA含有量は76.6~158.4mg、DHA含有量は111.2~234.0mgであった。
④分析を行った1月に漁獲された深海性魚類ニギス100g当たりの総脂質の含有量は0.83~1.33g、EPA含有量は76.6~103.4mg、DHA含有量は115.8~265.7mgであった。
⑤分析を行った2月に漁獲された深海性魚類ニギス100g当たりの総脂質の含有量は0.82~1.31g、EPA含有量は84.8~149.2mg、DHA含有量は133.7~277.4mgであった。
⑥10月から2月に漁獲されたニギスにおいて、10月に漁獲されたニギスの総脂質量、EPA・DHA含有量が最も低値となった。ニギスは3月と9月が産卵期であり、10月は産卵期直後で、それが要因と考えら

れる。

⑦10月から2月に漁獲されたニギスにおいて、1月に漁獲されたニギスの総脂質量が最も高値となった。1月に漁獲されたニギスの肥満度が最も高値であったため、それが要因と考えられる。

⑧10月から2月に漁獲されたニギスにおいて、2月に漁獲されたニギスのEPA・DHA含有量が最も高値となった。ニギスは3月と9月が産卵期であり、2月は産卵期直前であるため、それが要因と考えられる。

謝 辞

本研究の一部は、日本大学国際関係学部生活科学研究費による。記して謝意を表す。

文 献

- 1) 東海大学海洋学部：新版・駿河湾の自然，静岡新聞社，p343 (1996)
- 2) 中坊徹次 日本産魚類検索 全種の同定第三版，東海大学出版会，p2428 (2013)
- 3) 松原喜代松 魚類の形態と検索 I，II，III，石崎書店，p1605 (1955)
- 4) 岡田要，内田清之助，内田亨 新日本動物図鑑 [下]，北隆館，p763 (1965)
- 5) 益田一，尼岡邦夫，荒賀忠一，上野輝禰，吉野哲夫 日本産魚類大図鑑，東海大学出版会，p466 (1984)
- 6) 阿部宗明 原色魚類大図鑑，北隆館，p1029 (1987)
- 7) 森基子，玉川和子，澤純子 応用栄養学 第8版・ライフステージから見た人間栄養学，医歯薬出版株式会社，p324 (2009)
- 8) 加藤友昭：日本人の食事摂取基準 (2010年版) 縮刷版，第一出版株式会社，p306 (2012)
- 9) 厚生労働省平成22年簡易生命表，4：死因分析 <http://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/life/life10/04.html>
- 10) 新しい食生活を考える会：食品解説つき新ビジュアル食品成分表新訂版，株式会社大修館書店，p322 (2011)
- 11) 原田和弘・海野哲也・大谷徹也：日本海西部で漁獲されたニギスの体成分の季節変動，日本水産学会誌，73 (5) 891-896 (2007)
- 12) 財団法人日本水産油脂協会 魚介類の脂肪酸組成表 株式会社光琳，p309 (1989)

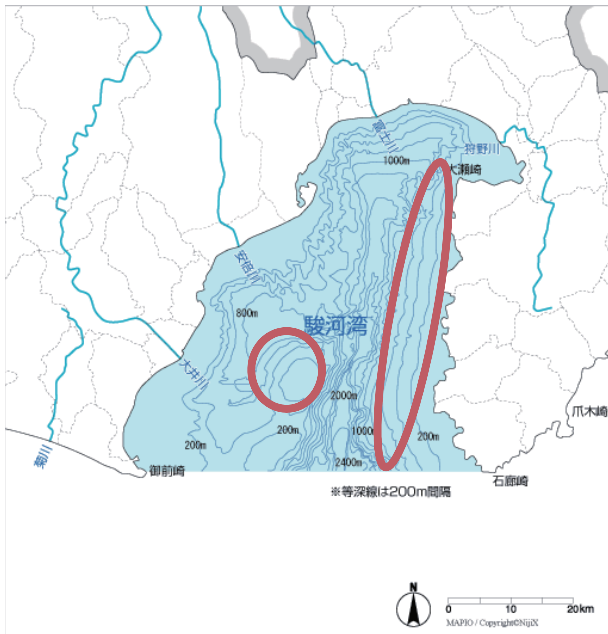


図1 駿河湾（漁場）

○ は駿河湾の主な深海トロの漁場

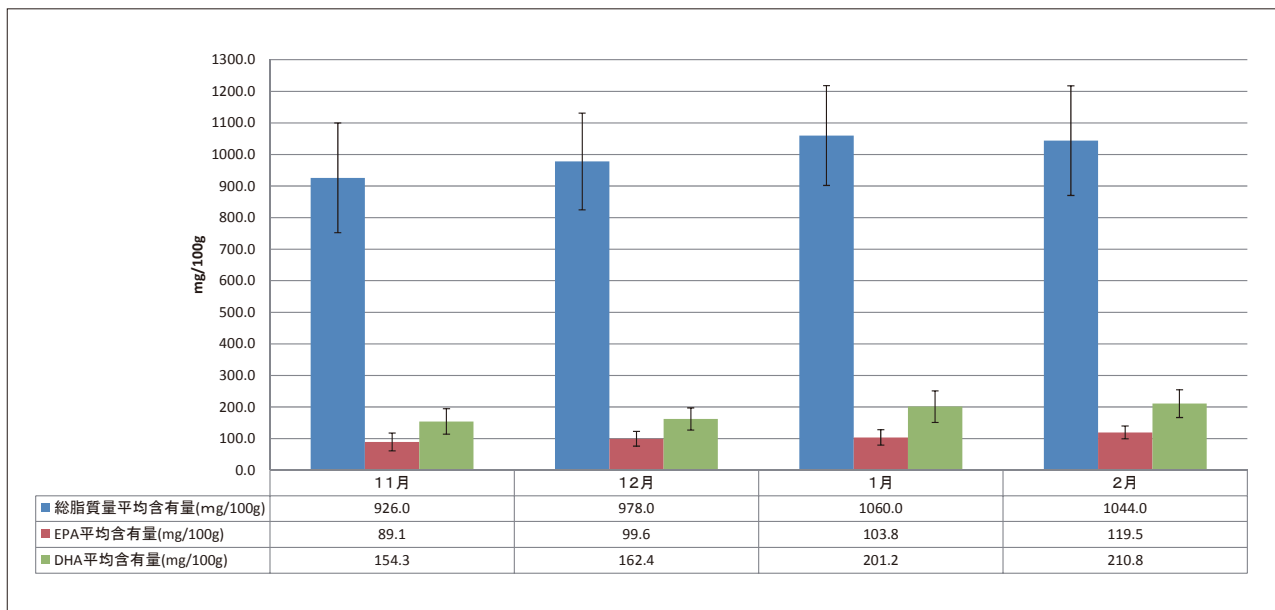


図2 分析したニギス100gあたりの月別平均総脂質

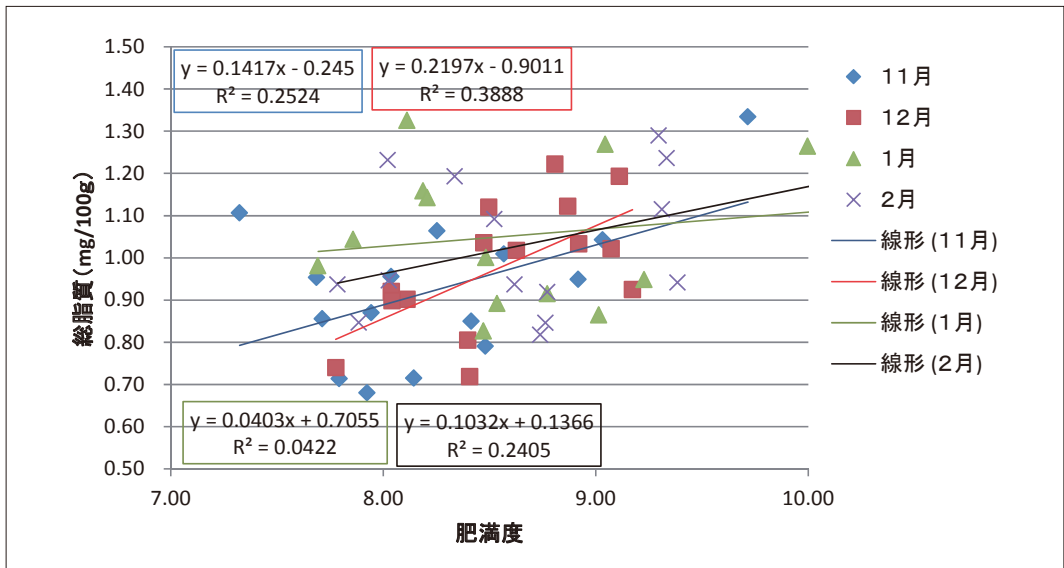


図3 肥満度の違いによる総脂質含有量の分布

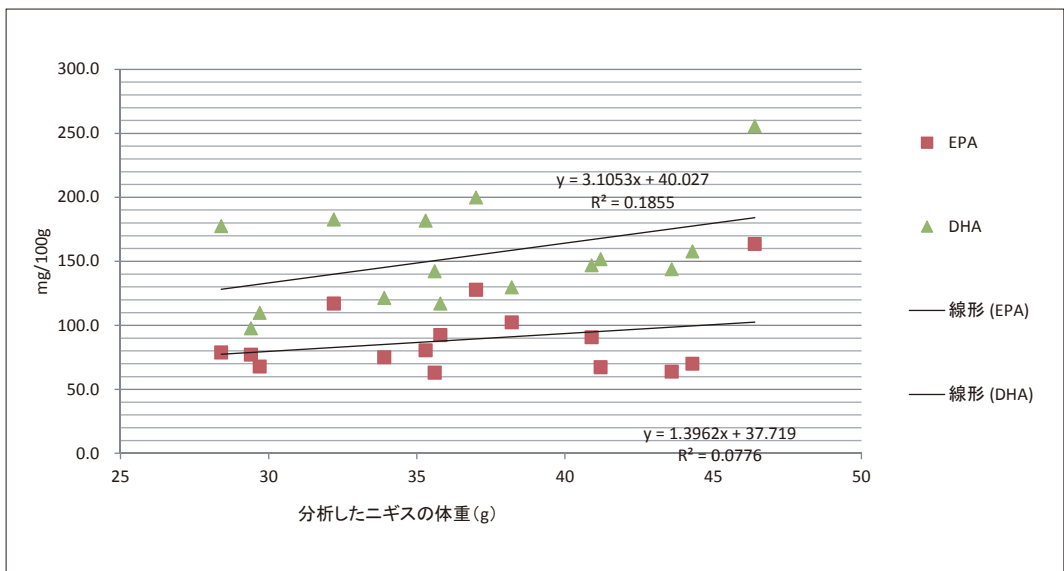


図4 ニギス (11月) 筋肉100g中のEPA・DHA含有量 (mg) と体重 (g) の比較

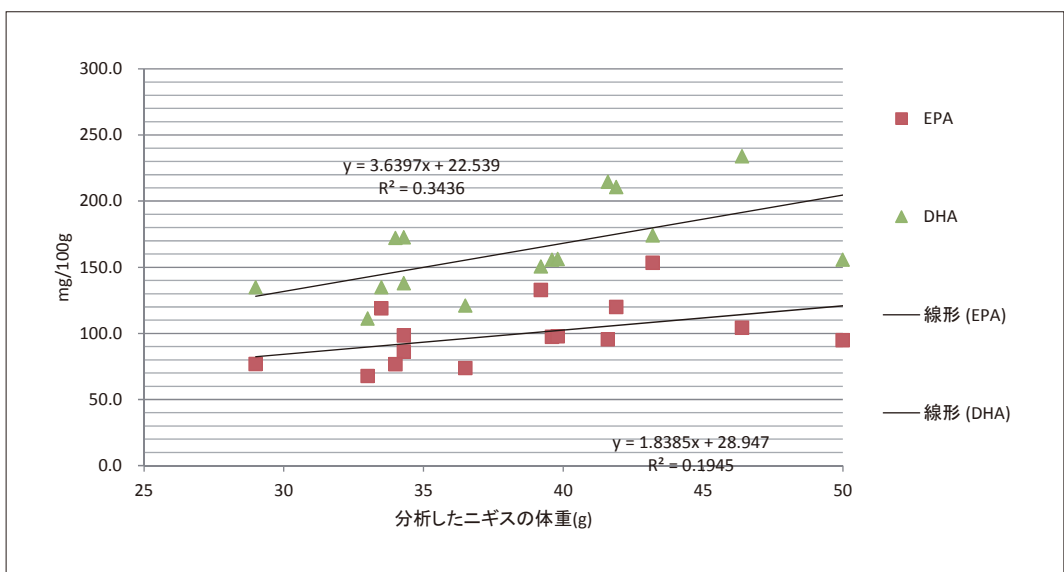


図5 ニギス (12月) 筋肉100g中のEPA・DHA含有量 (mg) と体重 (g) の比較

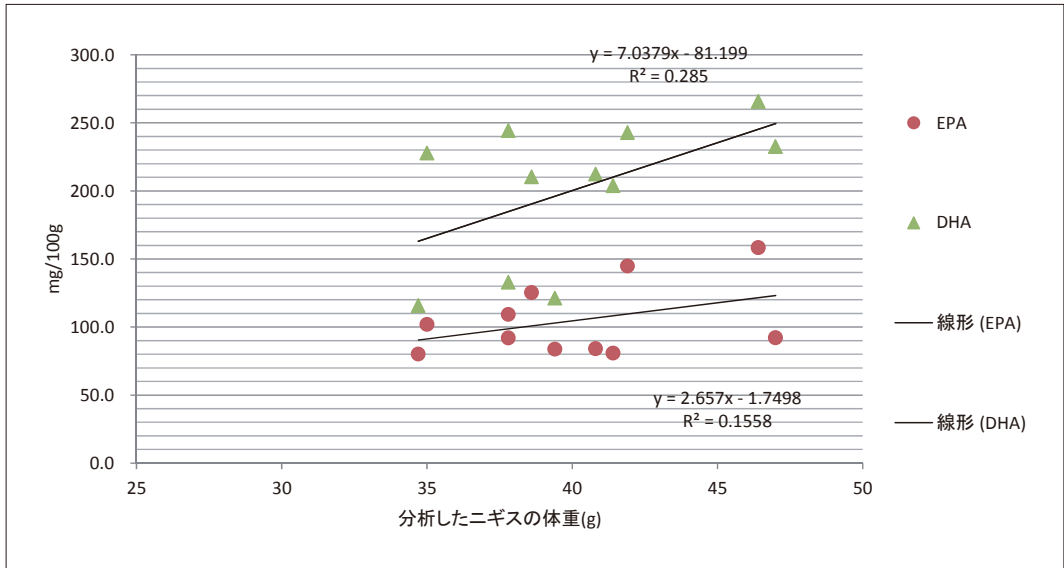


図6 ニギス（1月）筋肉100g中のEPA・DHA含有量（mg）と体重（g）の比較

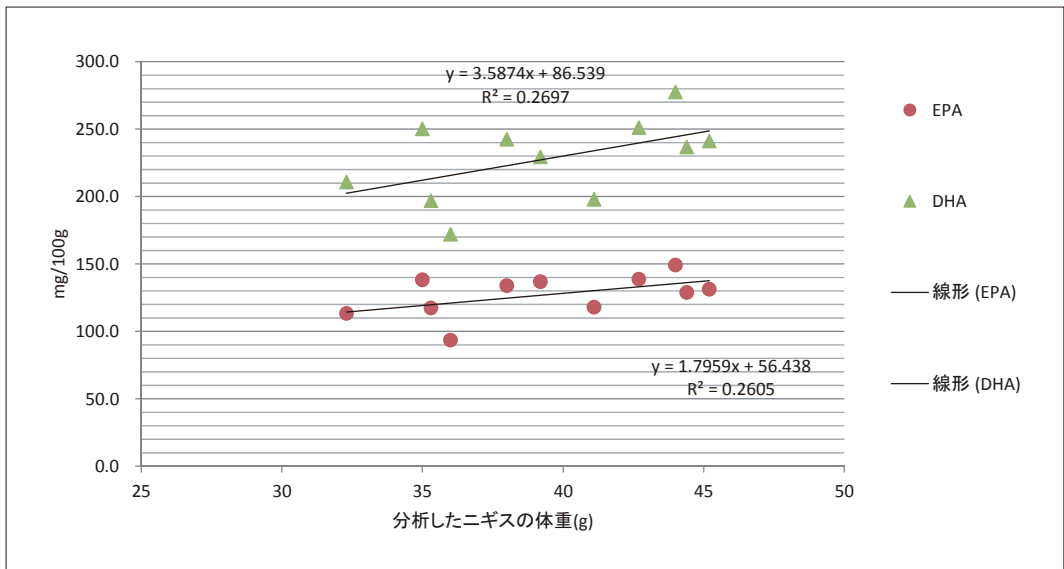


図7 ニギス（2月）筋肉100g中のEPA・DHA含有量（mg）と体重（g）の比較

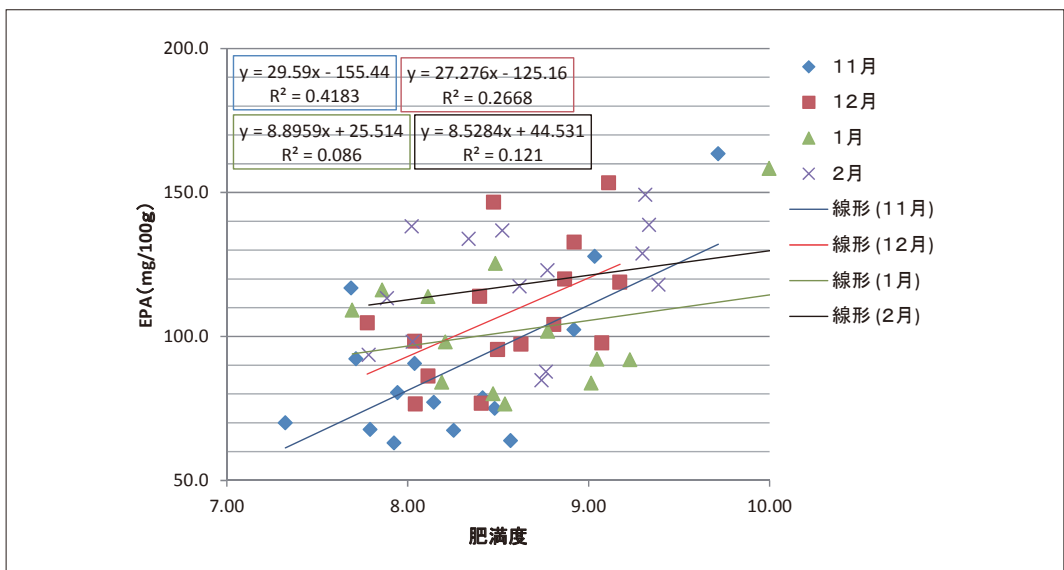


図8 肥満度の違いによるEPA含有量の分布

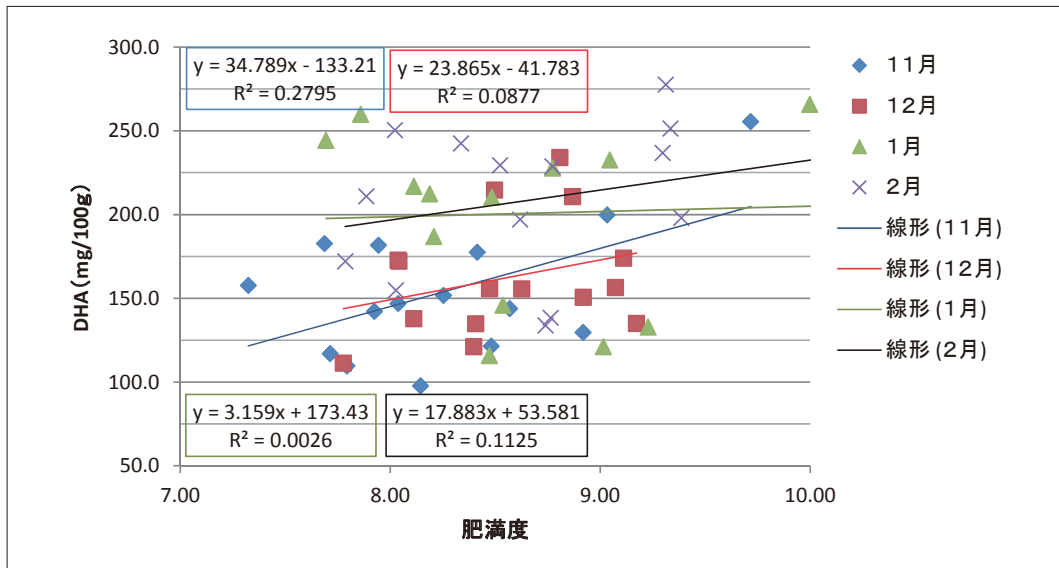


図9 肥満度の違いによるDHA含有量の分布

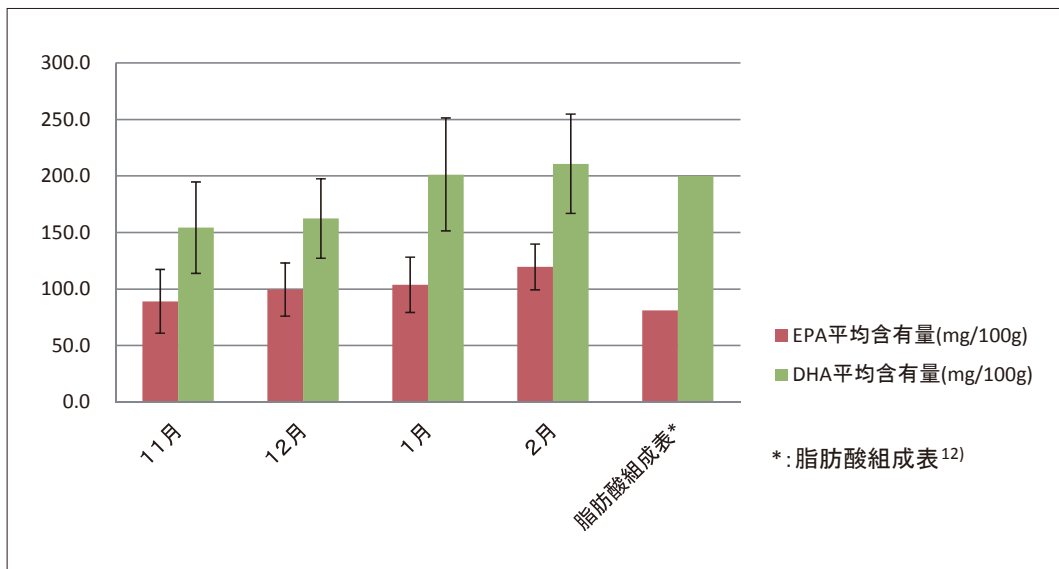


図10 EPA・DHA分析結果と脂肪酸組成表の比較

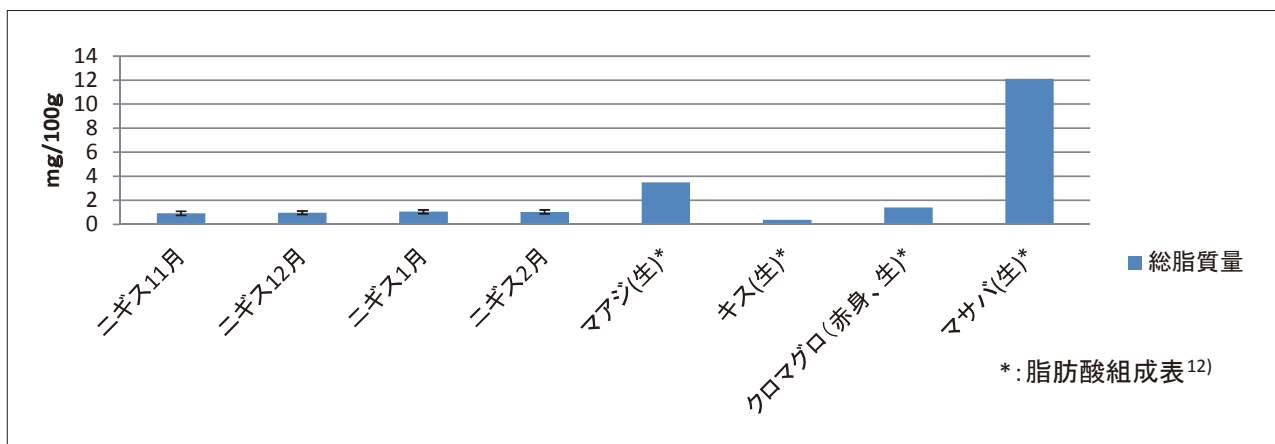


図11 ニギスの分析結果と他種の食用魚類の総脂質量の比較

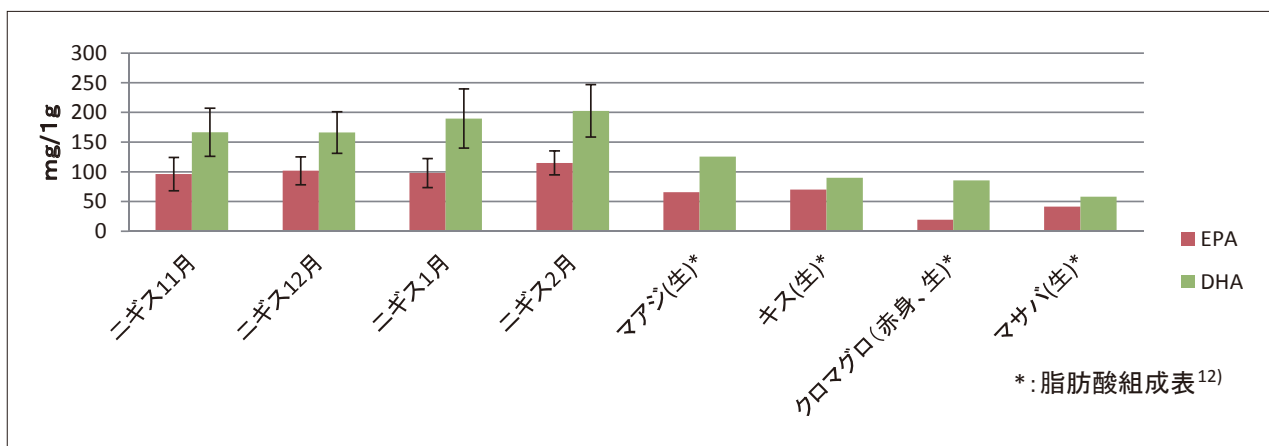


図12 ニギスの分析結果と他種の食用魚類の総脂質量1gあたりのEPA・DHA含有量の比較

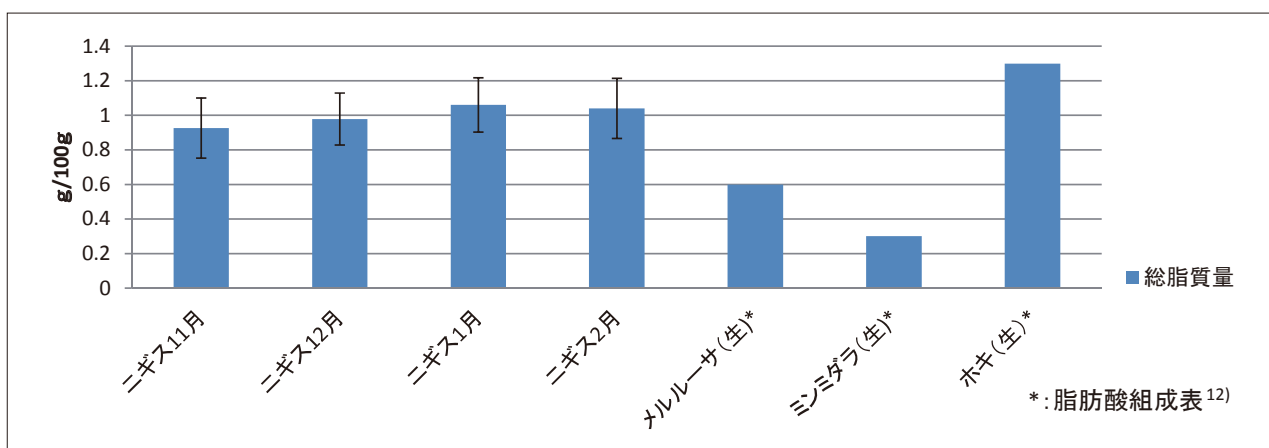


図13 ニギスの分析結果と他種の食用深海性魚類の総脂質量の比較

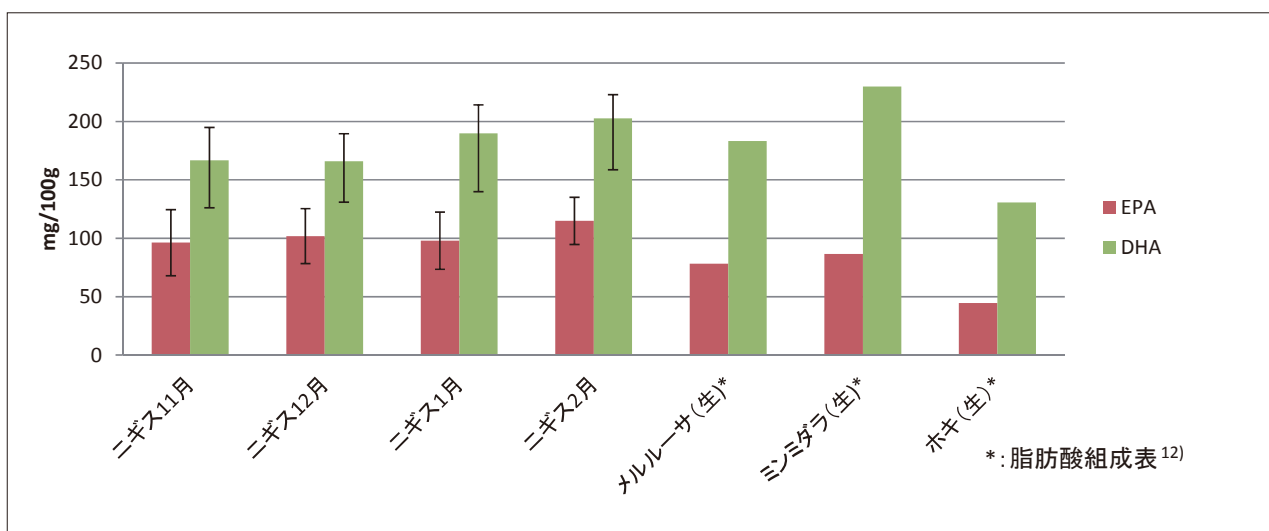


図14 ニギスの分析結果と他種の食用深海性魚類のEPA・DHAの比較

表1 分析した深海性魚類ニギスの総脂質量、EPA・DHA含有量

	11月	12月	1月	2月
総脂質量平均含有量(g/100g)	0.926±0.17	0.978±0.15	1.06±0.16	1.044±0.17
EPA平均含有量(mg/100g)	89.1±28.2	99.6±23.5	103.8±24.4	119.5±20.2
DHA平均含有量(mg/100g)	154.2±40.5	162.4±35.1	201.2±50.0	210.8±44.0

表2 各月のニギス肥満度平均値

	11月	12月	1月	2月
肥満度	8.26 ± 0.62	8.55 ± 0.43	8.80 ± 0.80	8.79 ± 0.82

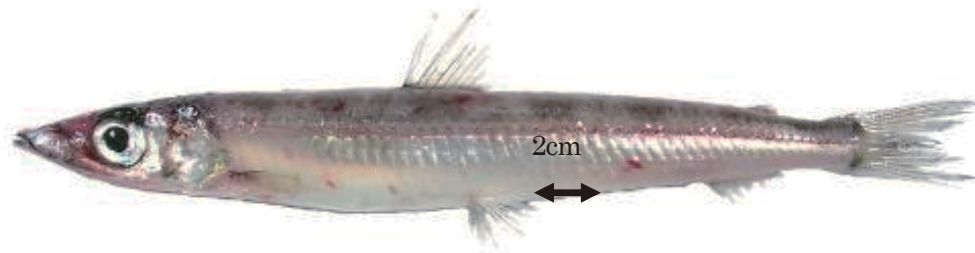


写真1 ニギス *Glossanodon semifasciatus* (Kishinouye)