

ヤツメウナギ体内の必須脂肪酸と血中 β -リポタンパク質 含有量の季節変化

矢沢洋一

北海道教育大学旭川校生涯教育課程健康福祉コース

Seasonal Change of Essential FFA and β -lipoprotein Contents in Lamprey, *Lampetra japonica*

Yoichi YAZAWA

Asahikawa Campus, Hokkaido University of Education Asahikawa, 070-0825 Japan

Abstract

We studied the seasonal changes of essential free fatty acids (FFA) being contained in lamprey muscle and β -lipoproteins in lamprey blood plasma.

The largest amount of essential FFA was estimated from raw muscle of lamprey captured in winter (December) and the least from that in spring (May). The amount of FFA in winter was 1.7~2 fold as compared with that in spring.

The very similar tendency of seasonal changes was observed in the difference between winter and spring of β -lipoprotein contents in lamprey blood plasma.

Keywords : cyclostome, plasma protein, lamprey, *Lampetra japonica*, essential fatty acid, β -lipoprotein

はじめに

ヤツメウナギ (lamprey) は、メクラウナギ (hagfish) と共に脊椎動物の中で最も原始的な部類である魚類の無顎類円口類に属しており、生きている化石の一つとされている。それゆえ、欧米では多くの研究報告があり¹⁾、動物の進化の研究や我々人体の機能解明に貴重な情報を与えてくれている。

しかし、ヤツメウナギを用いた研究は、我が国では非常に少ない。我が国に生息しているカワヤツメ (*Lampetra japonica*) は、北海道と本州中部以北の日本海沿岸等の河川に生息する長さ50~60cmの世界で最大級のヤツメとして知られており、特に北海道には最近まで石狩川を含めた河川に多く生息していた。

しかし、現在では本州ではほとんど生息していおらず、北海道でも1987年当時とくらべて数%の

表1 EPA・DHAを多く含む魚類 (mg/100g生肉)(mg/100g生肉)

魚 類	DHA (mg)	EPA (mg)	計 (mg)
ヤツメウナギ	2,030	2,610	4,640 (秋, 冬) 2,850 (春)
マグロ	1,290	2,880	4,170
サバ	1,210	1,780	2,990
キンキ	1,470	1,470	2,940
イワシ	1,380	1,140	2,520
サンマ	844	1,400	2,244
シシャモ	720	592	1,312

5月20日に採取したヤツメウナギのデータ 以下は文献5を改変して掲載した。

漁獲量しかないという激減を示す結果となっている^{2), 3)}。この異常な事態を私が最初にデータを示して報告した²⁾。このカワヤツメの資源再生をめざして養殖事業や食や健康医薬品の研究といった多面的、かつ総合的な研究事業として道庁（石狩支庁と空知支庁）が産・官・学・民・漁師も含めた「カワヤツメ資源保護会議」を平成16年よりたちあげ、著者の私もその委員となって討議に加わっている。

カワヤツメはビタミンA（VA）が食品の中で最も多く含まれているものの1つであり、夜盲症（トリメ）や子供の成長発育等に必須であることが江戸時代から知られていた⁴⁾。当時は中部地方以北の河川にカワヤツメは豊富に生息していた。一方、我々人体の正常な機能発現に必須な脂肪酸としてアラキドン酸、リノール酸、リノレン酸、ドコサヘキサエン酸（DHA）、エイコサペンタエン酸（EPA）の5種類が知られている。この必須脂肪酸のうち、アラキドン酸、リノール酸、リノレン酸は動・植物の食品中にふくまれているが、DHAとEPAは魚類にしか含まれていない。特にサバ、イワシ、サンマなどいわゆるアオモノの魚に豊富に含まれているが、最も多くふくまれているのはカワヤツメである（表1）⁵⁾。このDHA、EPAの生理的機能を最初に明らかにしたのは、1980年代のことで日本の鈴木平光等であった⁶⁾。彼等のお陰で魚類がヘルシー食品ということで日本食（和食）の効用が世界に知られることとなり、現在のマグロをはじめとする魚類の乱獲に拍車をかけることになったのである。

我々はこのカワヤツメについて総合的に研究を進めてきたが^{7), 8), 9), 10), 11), 12)}、今回、カワヤツメの必須脂肪酸（DHA、EPA）含有量に季節変化のあることを見出した。そして、人間や魚類といった脊椎動物の中で血中の脂肪酸運搬タンパク質のβ-リポタンパクがヤツメウナギでは他の動物種にくらべて、圧倒的に多量に存在することを明らかにすると同時に、その含有量の季節変化も検討した。

実験材料と方法

試料の調製

カワヤツメ（*Lampetra japonica*）の多くは石狩川産のものをを用いたが、一部は寿都町の尻別川産を用いた。血漿の調製は以前に報告した方法を用いた¹¹⁾。

脂肪酸の定量

HPLCは島津プロミネンス型を用いて遊離脂肪酸（FFA）定量を行った。

その他

SDS-PAGEとゲル濾過やその他分析実験法は以前に報告した方法を用いた¹¹⁾。試薬は市販の特級品を用いた。

結果と考察

2006年5月20日に採取したカワヤツメ血漿をSephadex G-200カラムにつめてゲル濾過を行い、得られた溶出曲線を図1に示した。メインピーク（ピークⅠ）が最初に溶出し、続いて2番目のピークを伴って溶出した。ピークⅠが67%を占め、ピークⅡは32%を占めていた。2006年12月2日に採取したヤツメ血漿を同じSephadex G-200カラムにつめて、ゲル濾過を行い、得られた溶出曲線を図2に示した。ピークⅠは52%を占め、ピークⅡは47%を占めた。図1とくらべて図2のピークⅠは20%減少を示し、ピークⅡは図2の方が逆に20%上昇を示した。これは表2に示されている^{11), 13)}。

図3は図2に示した各試験管をSDS-PAGE（13%ポリアクリルアミドゲル）にかけた結果である。先の報告で、すでに述べた様に¹⁾、レーン1が12月2日に採取したカワヤツメ血漿の泳動パターンであり、170Kのアルブミンと18Kと9Kの2種類の β -リポタンパクおよび、16KのヤツメHbの混合物から成っていた。レーン2～5まではピークⅡからのものであり、ピークⅡは2種類の β -リポタンパクのみから成ることがcDNA法により確かめられている^{11), 13)}。レーン6は単離された分子量170Kのアルブミンであり、ピークⅠはアルブミンのみから成っていた。

表2は図1と図2の各々のピークⅠとピークⅡの占める割合を%とタンパク濃度（mg）で示した

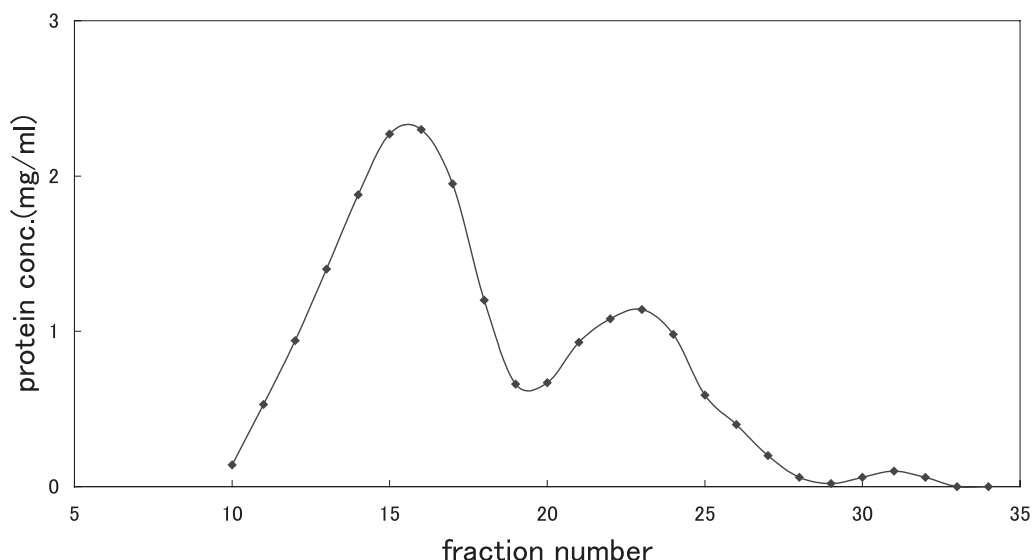


図1 Sephadex G-200 カラムによるカワヤツメ血漿タンパク質のゲル濾過溶出曲線

5月20日に採取した12.6mg/ml 血漿12ml=151mgを試料として用いた。

2.4×84cmカラムにかけた。溶出液は、0.15M NaCl, 0.1mM EDTA, 10mM Tris-HCl (pH7.6) である。1 fraction=8.5ml

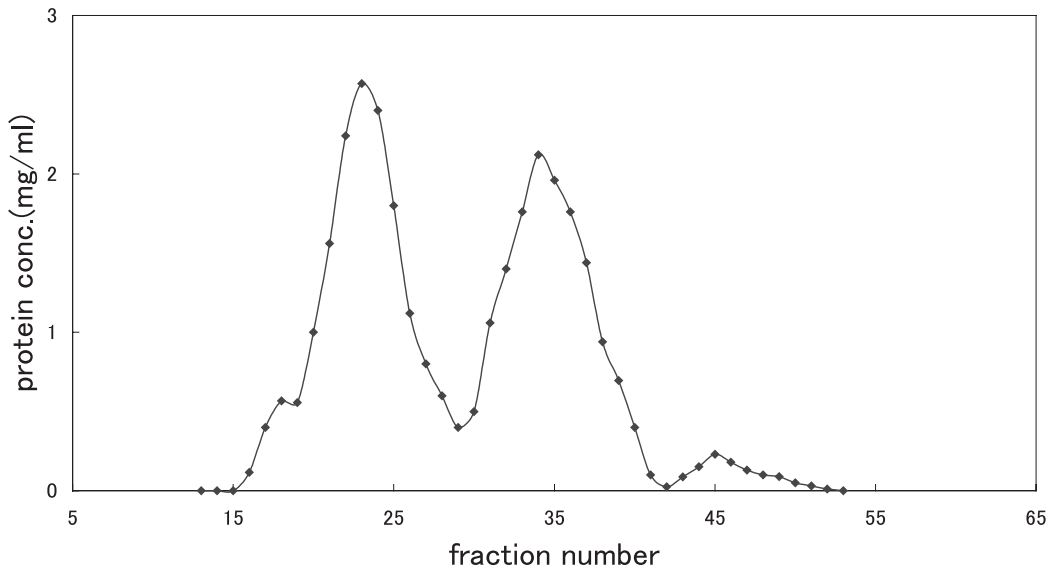


図2 Sephadex G-200カラムによるカワヤツメ血漿タンパク質のゲル濾過溶出曲線

17.2mg/ml血漿12ml=206.4mgをカラムにかけた。カラムサイズと溶出液は図1と同じである。1 fraction=17ml

ものである。タンパク質濃度は両図を比較しやすいようにアルブミン量を3,000mgとして換算した値をのせた。

我々は先の報告で、アルブミンは1年を通して季節に関係なく、血漿100ml中に3,000mg含まれていることを確かめている⁸⁾。ピークⅡは図1では1,430mg、図2では2,725mgのβ-リポタンパクとなり、春と冬で両者の比率は春の1.91倍で冬の方が増えている結果を得た。

一方、生肉中の必須脂肪酸量(FFA)は表1に示したように、春で2.85g、秋は4.64gと冬の方が1.63倍増加した結果を得た。表1と表2に比較すると、晩秋から冬にかけて、DHAとEPAが増えたと血漿中のβ-リポタンパクも平行して増加することが示された。

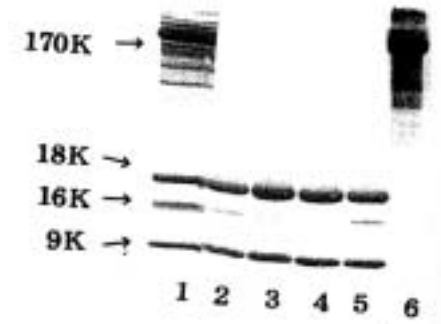


図3 カワヤツメ血漿タンパク質成分のSDS-PAGE (13%ゲル)

レーン1、カワヤツメ血漿；レーン2～5までは12月2日採取カワヤツメ血漿のSephadex G-200カラムにかけた2のfraction No32, 34, 36, 37に対応する；レーン6、fraction No23 (アルブミン分画)

比較対照として、人間で得られている結果を表2に示してある。これにより、カワヤツメは人間の15～30倍も多くβ-リポタンパク質を含むという結果になる。β-リポタンパクは血中の中性脂肪や脂肪酸を減少させることが知られており、健康食品としてのカワヤツメの効用はVA⁵⁾の他に豊富なDHAとEPAおよび、β-リポタンパク質の豊富に存在することから、干しヤツメやヤツメ油の錠剤が健康保健食品として優れていることが、大いに期待できる。なお、鈴木等はEPAは血液中の遊離脂肪酸や中性脂質の含有量を低下させ、高血圧、血管硬化、脳梗塞や心筋梗塞を防ぐ効果が

表2 ヤツメウナギ血漿のゲル濾過溶出ピーク量の算出

	カワヤツメ血漿 (5月20日採取)	カワヤツメ血漿 (12月2日採取)	ヒト
β-リポタンパク質 (ピークⅡ)	1,430mg (32%)	2,725mg (47%)	~100mg
アルブミン (ピークⅠ)	3,000mg (67%)	3,000mg (52%)	4,300mg

図1, 図2, で溶出したピークⅠとⅡのタンパク質量を100ml血漿あたりに換算しなおした。ヒト血漿中のアルブミンとβ-リポタンパク質量は標準値を用いた。

あり, DHAは脳神経の機能を高める等の効果があることを発見した⁶⁾。

ヤツメの必須脂肪酸(DHA, EPA)とβ-リポタンパク質含有量の季節変化は初めての報告であり, さらにデータを集積している所である。

要 約

1. カワヤツメ生肉(骨格筋)の必須脂肪酸(DHAとEPA)含有量を測定し, 一般に知られている秋から冬にかけての4.64gであるのに対して, 春では2.85gであり, 秋から冬にかけては1.6倍春より多くの量が含まれていた。
2. 同様にカワヤツメ血漿中のβ-リポタンパク質の定量を行い, 春の1,430mgに対して冬は2,725mgと1.9倍も増えていた。

参考文献

- 1) Hardisty, M. W., and Potter, I, C (1971~1982) The Biology of Lampreys, vol. 1~4. London, Academic Press.
- 2) 矢沢洋一(1998) 石狩川下流域(江別周辺)におけるカワヤツメ漁獲量の年次推移, 北海道教育大学大雪山自然教育研究施設研究報告, 32 :61-65.
- 3) 「16年度ヤツメ資源保護会議報告書」(2004) 石狩支庁・空知支庁編.
- 4) 寺島良安 (1711) 和漢三歳図絵.
- 5) 5訂増補 食品成分表2006. 女子栄養大学出版部
- 6) 鈴木平光・和田俊・三浦理代編著(2002) 水産食品栄養学. 技報堂出版.
- 7) 矢沢洋一・中島由美子・曾我知美・宇都宮澄子(1992) カワヤツメ骨格筋クレアチンキナーゼの2種類のアイソフォーム. 北海道教育大学大雪山自然教育研究施設研究報告, 27 : 53-60.
- 8) 矢沢洋一(1997) カワヤツメ血清成分の検討. 北海道教育大学大雪山自然教育研究施設研究報告, 31 : 43-49.
- 9) 矢沢洋一・北村裕美・大平愛子・広瀬季恵・上堂地美佳・山本克博(1999) カワヤツメ血漿タンパク質の分離とその性質. 北海道教育大学大雪山自然教育研究施設研究報告, 33 : 33-38.
- 10) 矢沢洋一・北村裕美・田浦知子・東原美由紀・広瀬季恵・上堂地美佳・田中勲(2000) カワヤツメ血漿タンパク質の分離とその性質(Ⅱ). 北海道教育大学紀要(自然科学編), 50 (2) : 1~9.
- 11) 矢沢洋一(2005) 円口類(カワヤツメ・メクラウナギ) 血漿タンパク質の性質と脊椎動物にお

- ける進化. 北海道教育大学大雪山自然教育研究施設研究報告, 39: 29-35
- 12) 矢沢洋一・高木尚 (2005) 円口類の血漿成分と血漿アルブミンの分子構造. 海洋号外 No.41: 232-237.
- 13) Pontes, M, Xu, X., Graham, D., Riley, M. and Doolittle, R. F. (1987) cDNA Sequences of Two Apolipoproteins from Lamprey. *Biochemistry*, 26: 1661-1617.