

佐久鯉及び福島県産鯉の脂肪酸組成の比較

Comparison of fatty acid compositions between Saku and Fukushima carp

小木曾 加奈^{*1§}、唐沢 秀行^{*2}、吉岡 由美^{*1}、中澤 弥子^{*1}
Kana Kogiso, Hideyuki Karasawa, Yumi Yoshioka, Hiroko Nakazawa

Abstract: In our previous study, we have reported gustatory characteristics of carp grown in two different districts (Saku City in Nagano and Kooriyama City in Fukushima), by comparing odor and taste with instrumental analysis and sensory evaluations. In recent years, there were reports that tastiness of food was related to unsaturated long-chain fatty acids; arachidonic acid, an oleic acid, etc.

In this study, the purpose of this work was to compare the fatty acid composition of two carps (Saku carp and Fukushima carp) and to examine their characteristics of tastiness.

As a result, Saku carp contained significantly higher amount of palmitic acid, stearic acid, alpha-linolenic acid and arachidonic acid than Fukushima one. On the other hand, Fukushima carp contained significantly higher amount of myristic acid, EPA and DHA than Saku one. There was no significant difference between the two carps in the concentration of palmitoleic acid, an oleic acid, linoleic acid and icosanoic acid.

Keywords: carp, fresh water fish, Nagano, regional traditional food, fatty acid compositions

1. はじめに

長野県、特に佐久地方ではコイ (*Cyprinus carpio* L.) は重要な行事食である¹⁻²⁾。我々がこれまでにに行ったアンケート調査の結果、長野県内の住民は、県外の住民に比べ有意にコイなどの淡水魚を頻繁に食べていた³⁻⁸⁾。しかし、年齢が下がるに従って「泥臭い・生臭い」、「骨が多いので食べづらい」という回答が多くなっており³⁻⁵⁾、伝統食材としての今後が危ぶまれる。

近年、徐々に悪化している世界の食料事情などを鑑みると、このような地産地消食材を確保することは将来に向けて非常に重要と考える。筆者らはこれまでに食材として「コイ」を利用するにあたり、より食糧として適切な加工方法として冷凍方法を言及してきた⁹⁾。また加工方法だけでなく、食料としてのコイに必要な「おいしさ」を見出すため、養殖環境の差による（長野県佐久市と福島県郡山市）での味・匂い・食感の差について検討を行ってきた。これらの研究の結果、それぞれの地域における養殖環境の差によりコイ魚肉、特に刺身において匂いや呈味・食感が異なり、またその成分も異なることを明

らかにした¹⁰⁻¹²⁾。例えば呈味については福島県産鯉の方が呈味を持つ遊離アミノ酸がより多く、官能試験でも有意 ($p=0.0292$) に旨味が高い結果であった¹²⁾。一方、食感としては官能試験で佐久鯉の方がよりざらざら感を感じるという傾向 ($p=0.0527$) が見られ、クリーブメータの分析の結果でも佐久鯉の方が破断荷重 ($p=0.0001$) および破断応力 ($p=0.0001$) が有意に高かったことから、佐久鯉は福島県産鯉に比べて歯ごたえがある（硬い）という結果が得られた¹¹⁾。

ところでコイの脂肪酸組成については、今まで養殖環境のうち、季節変動の差の報告¹³⁾や絶食下での脂質代謝の報告¹⁴⁾はあったものの、各地域におけるコイの差による比較はほとんど行われてきていない。

そこで今回の研究では長野県産及び福島県産コイの脂肪酸含量の分析を行い、それぞれの養殖環境の差について検討した。

2. 試料及び実験方法

(1) 実験材料

試料の佐久鯉は、養殖場から生きたまま輸送され

*1 長野県短期大学 生活科学科 健康栄養専攻

*2 長野県工業技術総合センター 食品技術部門

§ 連絡先 〒380-8525 長野県長野市三輪8-49-7 TEL 026-234-1221 FAX 026-235-0026

たものを用いた。佐久鯉の比較試料として、コイ養殖生産量第1位（平成16～19年）の福島県産のコイ試料を選択し、同様に福島県郡山市内にある養殖場から直接輸送して用いた。重量は約1.5 kgであった。試料として各地域の鯉をそれぞれ5匹ずつ使用した。

(2) 魚肉からの脂質の抽出（けん化法）¹⁵⁾

各コイは腹身の部分を取り除いた背肉部分を正確に3等分したその中間部位を使用した。3 mm 角に切ったところからランダムに試料1.0 gを共栓付き三角フラスコへと精密に量り、ヘプタデカン酸49.5 mg/500 mlとして精密に加えた。1 mol/L水酸化カリウム-エタノール溶液50 ml及びピロガロール0.5 gを加え、冷却器を付しホットプレート上で穏やかに30分間加熱けん化した。室温まで冷やし分液ろうとに水150 mlで洗浄後、30% (W/V) 硫酸を加え、pHを約2としてジエチルエーテル-ヘキサン1:1 (V/V) 100 ml及び50 mlで2回振とう抽出した。抽出液を合わせ水40 mlで4回洗浄した後硫酸ナトリウム（無水）で乾燥後、これをろ過して硫酸ナトリウムを除き、なす形フラスコに抽出液を集め、溶媒をロータリーエバポレーターで除去（40℃以下）し、抽出脂質とした。

(3) 脂肪酸メチルエステルの調製¹⁶⁾

2で得られた脂質約30 mgを精密にスクリューキ

ャップ付き試験管に採取した。0.5 mol/L水酸化ナトリウム-メタノール溶液1.5 mlを加え容器内を窒素で置換した後7分加熱、冷却し、三フッ化ホウ素-メタノール試薬2 mlを加えた。窒素で置換した後100℃で5分間加熱後、30～40℃まで放冷し、ヘキサン1 mlを加え容器内を窒素で置換した後30秒間激しく振とうした。次いで飽和塩化ナトリウム溶液5 mlを加え容器内を窒素で置換し、よく振とうした。ヘキサン層が分離したら別の試験管に移し、下層に更にヘキサン1 mlを加え振とう抽出した。抽出液を合わせた後、これを試験溶液とした。

(4) ガスクロマトグラフィ条件

以下のようにガスクロマトグラフィの条件を設定した。分析機器はSHIMADZU GC14を使用した。カラムはVARIAN社製のFAME 0.25 mm*50 mを使用し、温度条件は120℃から毎分4℃上昇させた後、240℃で10分保持した。

(5) 統計方法

脂肪酸含量についてウェルチのt検定を行った。統計解析はJMP9.0.2 (SAS Institute Japan)を用いた。有意水準は $p < 0.05$ とした。

3. 結果

佐久鯉と福島県産鯉の各脂肪酸含量 (Table. 1)

Table. 1 養殖産地におけるコイの脂肪酸含量

脂質の種類	産地	av. (mg/100 g)	平均の標準偏差	p=
ミリスチン酸	佐久	96.3	7.9	0.0274
	福島	139.5	13.1	
バルミチン酸	佐久	1310.6	102.7	0.0371
	福島	968.4	90.1	
バルミトレイン酸	佐久	963.3	110.4	0.1496
	福島	904.3	67.7	
ステアリン酸	佐久	261.9	22.4	0.0138
	福島	175.2	12.0	
オレイン酸	佐久	3054.6	297.2	0.3638
	福島	2719.4	171.1	
リノール酸	佐久	744.3	46.7	0.0824
	福島	905.2	64.9	
α -リノレン酸	佐久	939.0	79.6	0.0004
	福島	97.9	7.0	
イコセン酸	佐久	171.2	10.8	0.3995
	福島	132.7	40.1	
アラキドン酸	佐久	48.8	4.8	0.031
	福島	11.7	11.7	
EPA	佐久	145.1	3.7	0.0005
	福島	278.0	14.5	
DHA	佐久	381.0	31.0	0.0193
	福島	612.9	65.0	

を示す。佐久鯉中の脂肪酸で有意に多かったのはパルミチン酸、ステアリン酸、 α -リノレン酸、アラキドン酸であった。一方、福島県産鯉中の脂肪酸で有意に多かったのはミリスチン酸、EPA、DHAであった。パルミトレイン酸、オレイン酸、リノール酸、イコセン酸については、有意差はなかった。

脂肪酸組成については、コイの遺伝的要因や生合成経路、その地域の気温など自然環境の影響が考えられる。今回は与えられている餌の成分について検討した。佐久鯉と福島県産鯉の業者と使用している飼料会社とその成分を確認し、それぞれの餌について情報を得た (Table. 2)。

Table. 2 各鯉飼料の成分比較

飼料成分	佐久鯉の餌 (A 社)	福島県産鯉の餌 (B 社)
粗蛋白質	39.0% 以上	39.0% 以上
粗脂肪	3.0% 以上	4.0% 以上
粗繊維	5.0%	5.0%
粗灰分	15.0%	15.0%
カルシウム	1.5%	1.2%
リン	1.3%	1.4%

その結果、佐久鯉の飼料には魚粉をかなりの含量 (40%) 加えているということで、カルシウム含量が福島県産鯉の飼料に比べやや多かった。また佐久鯉飼料は植物性飼料をより多く含んでいるとのことであった。

一方、福島県産鯉の飼料については、魚粉は3%程度と少なく、こちらには魚油 (ヨウ素価 180-157) を添加しているということであった。このことが粗脂肪量に影響しているのではないかと考えられた。

4. 考察

鯉飼料の成分と脂肪酸含量の分析の結果、佐久鯉に多かったのはパルミチン酸 (16:0)、ステアリン酸 (18:0)、 α -リノレン酸 (18:3)、アラキドン酸 (20:4) であり、アラキドン酸は植物にはほとんど含まれないものの、パルミチン酸、ステアリン酸、 α -リノレン酸は多くの植物体や植物油で見られる傾向の多いものであった。それゆえ佐久鯉の脂質に飼料の影響があることが示唆された。

福島県産鯉に有意に多かったのはミリスチン酸 (14:0)、EPA (20:5)、DHA (22:6) で魚油に多く含まれる脂肪酸であった。以上のことから、福島県産鯉の飼料成分も佐久鯉同様に脂肪酸組成に関与していることが示唆された。

近年、肉やスープダシの「コク」・「おいしさ」に長鎖の不飽和脂肪酸であるアラキドン酸のような個々の脂肪酸が関係すると言われてきている¹⁷⁻¹⁸⁾。アラキドン酸の添加だけでなく、その分解物につい

での添加でもおいしさが向上する¹⁹⁾という報告もある。ラットは一度覚えた油脂の味を好んで摂取するが油脂主要成分のトリアシルグリセロールより、むしろ脂肪酸をより好んで摂取する報告²⁰⁾などもあり、近年では微量の各種脂肪酸が口腔内の味蕾で化学的に受容されることが油脂のおいしさの原因ではないかとする見解が増えている。そこで佐久鯉に有意に多く含まれていたアラキドン酸について注目してみた。しかし、実際の官能については、福島県産鯉の方の旨味が強く、また鯉刺身の好みとしても福島県産と佐久鯉と差がなかった¹⁰⁻¹²⁾。以上のことからコイの刺身肉の味にはアラキドン酸含量以外の要因が大きく関与しているものと考えられた。

コイ刺身の養殖環境に関しては今後微量成分であるイノシン酸などの核酸系旨味成分なども検討していきたいと考えている。

5. 謝辞

鯉の提供に関し、佐久市商工会議所及び株式会社熊田水産 (福島県郡山市) に深謝申し上げます。

6. References

- 1) 日本の食生活全集長野編集委員会 (編) : 「日本の食生活全集 20 聞き書長野の食事」、農山漁村文化協会、東京、(1986)
- 2) 佐久 佐久と佐久鯉を考える 佐久鯉特集 第 48・49 合併号、佐久史学会、pp.156 (2006)
- 3) 中澤弥子、小木曾加奈、吉岡由美 : 「本学学生における

- 淡水魚の食習慣」、長野県短期大学紀要、62, 9-20 (2007)
- 4) 吉岡由美、小木曾加奈、中澤弥子：「長野県上田市近郊の給食従事者における淡水魚の食習慣」、長野県短期大学紀要、62, 45-52 (2007)
- 5) 吉岡由美、小木曾加奈、中澤弥子：「長野県における淡水魚の食習慣－給食施設従事者と短期大学生を対象としたアンケート調査－」、長野県栄養改善学会誌、30, 36-40 (2007)
- 6) 吉岡由美、小木曾加奈、中澤弥子：「長野県佐久地方および近郊の高校生における伝統食材「佐久鯉」の食習慣」、長野県短期大学紀要、64, 39-48 (2009)
- 7) 小木曾加奈、吉岡由美、佐藤晶子、鈴木和江、中澤弥子：「長野県の伝統食材「鯉」の食経験が嗜好に及ぼす影響」、日本味と匂学会誌、17(3), 359-362 (2010)
- 8) 中澤弥子、小木曾加奈：「鯉食をよみがえらせるために～匂いについて学ぶ」、食生活、106, 36-40 (2012)
- 9) 小木曾加奈、吉岡由美、中澤弥子：「コイ肉の匂い－凍結処理と部位差について」、長野県短期大学紀要、63, 33-38 (2008)
- 10) 小木曾加奈、吉岡由美、中澤弥子：「鯉刺身の味と匂い」、日本味と匂学会誌、15(3), 317-320 (2008)
- 11) 中澤弥子、鈴木和江、小木曾加奈、吉岡由美：「コイ刺身の食味と物性－佐久鯉と福島産鯉の比較」、長野県短期大学紀要、63, 25-32 (2008)
- 12) 小木曾加奈、吉岡由美、中澤弥子：「産地による鯉刺身の呈味特性」、日本味と匂学会誌、16(3), 451-454 (2009)
- 13) 大野都美恵、北島明香、村松綾子、高弼虎、大日向浩、黒島晨汎、小山富康、鈴木淳一：「養殖コイ筋肉脂肪酸組成の季節変動：特にドコサヘキサエン酸について」、日本生気象学会雑誌、37(2), 53-62 (2000)
- 14) 國師恵美子、宇野誠一、小山次朗：「¹H-NMRメタボローム解析を用いた絶食下コイ *Cyprinus carpio L.* の血漿中代謝物変動評価」、日本水産学会誌、77(1) 75-83 (2011)
- 15) 財団法人日本食品分析センター編：「分析実務者が解説 栄養表示のための成分分析のポイント」中央法規出版、東京、pp25 (2007)
- 16) 財団法人日本食品分析センター編：「分析実務者が解説 栄養表示のための成分分析のポイント」中央法規出版、東京、pp29 (2007)
- 17) 力丸宗弘、清原玲子、山口進、高橋大希、小松恵、石塚条次、高橋秀彰：「高度不飽和脂肪酸と鶏肉のおいしさとの関連性の解明（第2報）－アラキドン酸等油脂添加飼料が比内地鶏の肉の味に及ぼす影響－」秋田県農林水産技術センター畜産試験場研究報告、26, 45-53 (2011)
- 18) 山口進：「アラキドン酸による食品の美味しさ向上効果」オレオサイエンス、12(7), 283-288, (2012)
- 19) 清原玲子、山口進、潮秀樹、下村道子、市川朝子：「アラキドン酸の油脂調理食品への添加効果」日本調理科学会誌 42(5), 294-299, (2009)
- 20) Tsuruta M, Kawada T, Fukuwatari T, Fushiki T. : 「The Orosensory Recognition of Long-Chain Fatty Acids in Rats」, *Physiol. Behav.* 66, 285-288, (1999)

(平成24年10月1日受付、平成24年11月28日受理)