短 報

肥育飼料で養殖したクララとカイヤンの
ウナギ風蒲焼の試作と食味評価

杉浦省三,* 高橋克幸, 小林佳瑚

(2019年1月11日受付, 2019年5月13日受理,

2019年8月29日J-STAGE早期公開)

滋賀県立大学環境科学部

Use of fattening feed to make eel-like fillets from *Clarias*
batrachus and *Pangasianodon hypophthalmus* catfishesSHOZO SUGIURA,* KATSUYUKI TAKAHASHI
AND KAKO KOBAYASHISchool of Environmental Sciences, University of Shiga
Prefecture, Hikone, Shiga 522-8533, Japan

キーワード: 食味評価, ナマズ, 肥育飼料

近年のウナギ価格の高騰に伴い、安価なウナギ代替魚への関心が高まっている。現在、ナマズ、アナゴなど数種の魚がウナギ代替魚（とくに蒲焼の材料）として流通している。¹⁾しかし、これら代替魚はウナギと比べて脂質含量が格段に低いことが知られている。²⁾そこで本研究は、脂質含量を高めたウナギ代替フィレの試作を目的として行った。供試魚は、クララ *Clarias batrachus* とカイヤン *Pangasianodon hypophthalmus* で、国内業者から2018年4月16日に購入した(体長: いずれも4-5 cm; 価格: クララ250円/尾, カイヤン95円/尾)。魚種選定は、成長率、飼育しやすさ、稚魚価格、肉質等を考慮し、多くの文献と著者の飼育経験によった。ニホンウナギ *Anguilla japonica* は、食味試験の比較対照として、養殖業者から平均体重350 gの生体を購入した。予備飼育期間(カイヤン4月16日~8月24日; クララ4月16日~8月18日)は、市販の金魚用飼料を給餌した。本飼育期間は、対照区と肥育区に分け、異なる飼料(下記)を給餌した。

カイヤン(8月25日~10月16日): 対照区—市販コイ飼料(分析値: 粗タンパク質33.3, 脂質3.2, リン0.67, 灰分5.2%, 乾重比)。肥育区—市販コイ飼料(同上)80 g+カノーラ油20 g+酢酸Ca 2.5 g(酢酸Caを溶解したカノーラ油とコイ飼料を混合し、真空ポンプで含浸置換した。分析値: 粗タンパク質26.3, 脂質20.3, リン0.61, 灰分5.2%, 乾重比)。酢酸Caはリンの吸収抑制の目的で添加した。

クララ(8月19日~12月7日): 対照区—市販コイ飼料(同上)。肥育区—肥育飼料(Table 1; 分析値: 粗タンパク質42.2, 脂質19.0, リン0.34, 灰分8.7%, 乾重比)。大豆粕はリンを低減するため希塩酸で洗浄し

た。即席麺はペレットに浮上性を付与する目的で用いた。なお、11月頃から肥育区の摂餌率が低下したため、マス飼料(メーカー表示成分: 粗タンパク質45%以上, 脂質4.5%以上, リン1.0%以上)に酢酸Caを外割2.5%加えた飼料と肥育飼料を1:1の比で併用した。

飼育方法(本試験): カイヤンは屋外池(7000 L容, 泥底)2池(対照区と肥育区)を用い、水質を合わせるため、両池の水をポンプで常時循環した(水温18-30℃, 自然日長)。残餌除去と池水懸濁(藻の抑制)のため、各池にコイを数尾放養した。クララは室内の200 L水槽2基(対照区と肥育区)を用い、循環ろ過飼育とした(水温27-29℃, 日長6-22時)。両種とも給餌は朝夕2回, 週7日, 飽食給餌とした。

両種とも取上げ前日は無給餌とし、当日は各区とも大型個体6尾を氷水に浸漬後3枚におろした(腹開き)。ウナギは購入後3日間、井水(水温11℃, 流水)で畜養し、活メ後背開きとした(12月13日)。フィレは個体ごとに薄手のポリ袋に入れ、-80℃でプレート冷却したのち、3-5日後に-25℃の冷凍庫に移し、分析および食味試験まで保存した。飼料、フィレともに、水分、粗タンパク質、脂質、リン、灰分の各含量を常法に従って測定した。³⁾フィレは片面すべて(皮、腹肉付き)をペースト状に均一化したものを分析した(もう一方の側は食味試験に供した)。内臓関係の指数は次のように算出した。生殖腺指数(GSI)=生殖腺重量/体重×100; 比肝重(HSI)=肝臓重量/体重×100; 内臓重量比(VSI)=内臓重量/体重×100; 内臓脂肪比(IfSI)=内臓脂肪重量/体重×100。

食味試験(12月21日): フィレ(肥育区)を電子レンジで半解凍し、直ちにガスの直火で網焼きにした(串打せず)。白焼きになったものを、市販のウナギのたれ(水で2倍希釈)に数秒浸して薄味を付け、再び表面が乾くまで網焼きした。外観から種が特定されないよう、皮は除去した。焼いたフィレ(腹肉は除去)を一口大に切り、食味試験に供した。パネルは大学生27人(年齢20-23; 男女比1:2)で「固さ Firmness, 味・風味 Flavor, 脂濃さ Greasiness, うなぎらしさ Eeliness, 総合評価 Overall liking」の各項目について7段階で評価した。サンプルは、ウナギ、クララ、カイヤン、カイヤン腹肉の4種類で、盲検のため記号(E, R, Y, N)で示した。データは処理区ごとに平均値±標準偏差で表した。化学分析のデータはt検定、食味試験のデータは一元配置分散分析とTukeyの多重比較により、平均値の差の検定を行った。有意水準は $p < 0.05$ とした。

結果と考察: フィレにする際、カイヤンは各区6尾全てが未成熟であったが、クララはほとんどの個体が肥

大した卵巣を有した。また、カイヤンは全個体で腸に泥が充満していた。化学分析の結果、両種とも肥育区と対照区の間で、脊椎骨の灰分やリン含量に有意差はなかった (Table 2)。また、両区・両種とも神経棘と血管棘の変形もなかった (写真省略)。一方、フィレの脂質含量

(Table 2)、内臓脂肪比 (Table 3) は、両種とも肥育区が対照区よりも高い傾向にあった。また、同じ餌を与えた対照区と比較すると、カイヤンの内臓脂肪比は (クララに比べ) 約 2 倍の値を示した。

網焼き時にクララとウナギのフィレは特徴的な「身の反り」が起きたのに対し、カイヤンのフィレではそれが起きなかった。また、カイヤンのフィレは皮が容易に取れるが、クララとウナギの皮はフィレから剥がれにくい点、およびフィレを裏返す際、カイヤンは身が折れやすく、クララとウナギは固く弾力感があるなど、違いが見られた。腹肉はクララとウナギで薄く、脂の蓄積もほとんどなかったのに対し、カイヤンの腹肉は重厚で、脂身のような状態であった (Fig. 1)。食味試験の結果、「固さ」においてウナギとクララが 4.9–5.0 と高く、「脂濃さ」では、カイヤン腹肉とウナギが 6.0–6.3 で高い評価となった (Fig. 2)。また、食味パネル 27 人中 (事前アンケートで) ウナギの蒲焼が「好き」と回答し、なおかつウナギの蒲焼を 6 回以上食したことのある者 (11 人; 男 5 女 6) に絞って統計処理をしたところ、「うなぎらしさ」の評点は、ウナギ 3.7、クララ 4.2、カイヤン 2.8、カイヤン腹肉 4.1 となった。

カイヤン (および近縁種) はベトナムのメコンデルタで養殖され、その白身フィレ (通常、皮なし) は世界に輸出されている。日本でもパンガシウスの名で蒲焼や冷凍フィレとして流通するが、そのフィレは低脂肪である (例、1.1–3.0%⁽⁴⁾; 1.1–1.7%⁽⁵⁾; 1.4–3.2%⁽⁶⁾)。一方、クララ (および近縁種) はヒレナマズとも呼ばれ、東南ア

Table 1 Ingredient composition of fattening feed

Ingredients	%, dry basis
Soybean meal, washed ¹	35
Wheat gluten, vital	20
Fried noodle, crumbled	15
Krill, raw-frozen ²	5
Canola oil	13
Cod liver oil	2
CaCO ₃	2.5
Amino acids ³	2.5
Vitamins ⁴	1
Minerals ⁵	4

¹ Washed with 0.1 N HCl and filtered.

² Minced, incubated (50°C, 1 h) and heated (90°C, 10 min).

³ Amino acids (g/kg diet): L-lysine HCl 6, DL-methionine 3, DL- α -alanine 5, glycine 5, taurine 3, betaine 3.

⁴ Vitamins (mg/kg diet): thiamine-HCl 10, riboflavin 30, nicotinic acid 100, Ca-pantothenate 100, pyridoxine-HCl 30, folic acid 10, cyanocobalamin 0.1, d-biotin 1, choline chloride 1000, myo-inositol 500, L-ascorbic acid 2000, L-ascorbic acid-2-phosphate-3Na 50, α -tocopherol acetate 500, menadione Na-bisulfite 30 (as carrier, corn starch 5.6389 g).

⁵ Minerals (per kg diet): NaCl 20 g, KCl 10 g, MgSO₄·7H₂O 10 g, FeSO₄·7H₂O 500 mg, ZnSO₄·7H₂O 400 mg, MnSO₄·5H₂O 100 mg, CuSO₄·5H₂O 30 mg, KI 3 mg, Na₂SeO₃ 2 mg, CoCl₂·6H₂O 2 mg.

Table 2 Chemical composition of *Clarias batrachus* and *Pangasianodon hypophthalmus* (values are mean $\pm$ SD, $n=6$ fish)

	Fish body wt (g)	Fillet fat ¹ (%/wet wt)	Fillet water ¹ (%/wet wt)	Vertebral ash (%/dry wt) ²	Vertebral P (%/dry wt) ²
<i>C. batrachus</i>					
Fattening feed	477 $\pm$ 34	10.9 $\pm$ 2.5	69.5 $\pm$ 2.5	56.6 $\pm$ 3.2	9.49 $\pm$ 0.57
Commercial feed	474 $\pm$ 41	8.3 $\pm$ 1.5	72.3 $\pm$ 1.5	57.7 $\pm$ 1.2	9.57 $\pm$ 0.22
<i>P. hypophthalmus</i>					
Fattening feed	439 $\pm$ 68	17.3 $\pm$ 3.1	65.2 $\pm$ 3.8	58.0 $\pm$ 1.1	9.90 $\pm$ 0.21
Commercial feed	373 $\pm$ 37	13.3 $\pm$ 2.6	68.9 $\pm$ 2.0	58.1 $\pm$ 0.8	9.86 $\pm$ 0.17

Asterisks indicate significant difference (* $p < 0.05$; ** $p < 0.01$).

¹ Eel fillets used for the sensory evaluation contained 15.2% fat and 58.5% water (per wet wt).

² Fat-free basis.

Table 3 Visceral indexes of *Clarias batrachus* and *Pangasianodon hypophthalmus* (values are mean $\pm$ SD, $n=6$ fish)

	VSI (%)	IfSI (%)	HSI (%)	GSI (%)
<i>C. batrachus</i>				
Fattening feed	11.0 $\pm$ 1.2	3.39 $\pm$ 1.10	1.53 $\pm$ 0.14	4.51 $\pm$ 0.50 ¹
Commercial feed	9.6 $\pm$ 1.6	2.72 $\pm$ 1.27	1.78 $\pm$ 0.53	3.94 $\pm$ 0.40 ¹
<i>P. hypophthalmus</i>				
Fattening feed	17.1 $\pm$ 2.1	8.97 $\pm$ 1.77	1.34 $\pm$ 0.32	— ²
Commercial feed	16.2 $\pm$ 2.8	5.35 $\pm$ 1.27	1.68 $\pm$ 0.35	— ²

Asterisks indicate significant difference ($p < 0.05$). Abbreviations: VSI (viscerosomatic index), IfSI (intrapertitoneal fat-somatic index), HSI (hepatosomatic index), GSI (gonadosomatic index).

¹ Average of 5 female fish (Fattening feed group) or 4 female fish (Commercial feed group).

² All fish were immature.

Fig. 1 Fatty abdominal meat of *Pangasianodon hypophthalmus*.

Fig. 2 Organoleptic evaluation of broiled Kabayaki prepared from *Clarias batrachus*, *Pangasianodon hypophthalmus* and *Anguilla japonica*. Abbreviations: Cla (fillet of *C. batrachus*), Pan (fillet of *P. hypophthalmus*), Pan-am (abdominal meat of *P. hypophthalmus*), Ang (fillet of *A. japonica*). Eeliness indicates eel-like flavor and texture. A hedonic scale with a lower limit of 1 (low or poor) and an upper limit of 7 (high or excellent) was used. Data plots with different letters indicate significant differences ($p < 0.05$).

アジアやアフリカで広く養殖されるが、多くは現地で生きたまま売られ、フィレとしての流通は少ない。⁷⁾ クララの筋肉の脂質含量は2.8%,⁸⁾ 近縁種 *C. macrocephalus* も背筋 2.4%, 腹肉 3.0%, 尾部 4.5% と低い。⁹⁾ しかし、養殖クララのフィレの脂質含量は 16.9% との報告もあり,¹⁰⁾ 飼料の脂質含量が影響している可能性がある。

ウナギ代用蒲焼として流通するマナマズ *Silurus asotus* とアメリカナマズ *Ictalurus punctatus* の脂質含量は同等で、背筋 0.7–1.8%, 腹肉 0.7–2.6%, 尾部 0.8–3.8% と低い。⁹⁾ アメリカナマズ（米国で最も生産量の多い養殖魚）のフィレは低脂肪が好まれるため、その養殖飼料は脂質含量が 3–6% に抑えられている。¹¹⁾ 一方、養殖ウナギのフィレの脂質含量は、ニホンウナギで 19.3%,²⁾ ヨーロッパウナギ *A. anguilla* で 28% と報告されている。¹²⁾ ウナギは（ナマズ類と違い）脂の多いフィレが好まれるため、養殖飼料も高脂質（21–26%）のものが用いられる。¹²⁾ 以上のことから、ナマズ養殖でも高脂飼料を給餌することで、フィレの脂質含量を高め得ると

思われる。フィレの脂質含量を高める方法として、飼料の脂質含量を高める以外に、飼料のリン含量を低減することが有効とされる。低リン飼料を給餌したニジマスとフナは（普通リン飼料を与えた魚に比べ）フィレの脂質含量がそれぞれ 1.5 倍、1.7 倍になったという。³⁾

しかし本実験における飼育魚の脊椎骨成分の分析結果を見ると、クララ、カイヤンともにリン欠乏は起きていない。今後は、リン含量のさらに低い飼料設計が必要であろう。なお、カイヤンの脂質含量（Table 2）が、上述の先行研究^{4–6)}の数値よりも高いのは、本研究では腹肉や皮を含むフィレ全体を分析したためであろう。今回、とくに網焼き時の観察で、クララとウナギは近い肉質だが、カイヤンは異なるという所見を得た。食味試験の「固さ」もこれを裏付ける評点となった。河野¹³⁾も、クララの身はよく締まっており、現地では蒲焼のようにして食されると記している。一方、「味・風味」がクララでやや低い結果となったが、実際の蒲焼は「たれ」を多用するから、肉の味は重要でないのかもしれない。

文 献

- 1) 相原 修. 食文化の伝統と保存. 商学集志. 2017; **87**: 1–20.
- 2) 文部科学省科学技術・学術審議会資源調査分科会. 「日本食品標準成分表 七訂」文部科学省, 東京. 2015.
- 3) Sugiura S, Higashitani A, Sasaki T. Effects of dietary phosphorus restriction on fillet fat deposition and hepatic lipid metabolism in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and crucian carp (*Carassius auratus grandoculis*). *Aquacult. Sci.* 2011; **59**: 109–122.
- 4) Orban E, Nevigato T, Di Lena G, Masci M, Casini I, Gambelli L, Caproni R. New trends in the seafood market. Sutchi catfish (*Pangasius hypophthalmus*) fillets from Vietnam: nutritional quality and safety aspects. *Food Chem.* 2008; **110**: 383–389.
- 5) Guimarães CFM, Mársico ET, Monteiro MLG, Lemos M, Mano SB, Conte Jr CA. The chemical quality of frozen Vietnamese *Pangasius hypophthalmus* fillets. *Food Sci. Nutr.* 2016; **4**: 398–408.
- 6) Karl H, Lehmann I, Rehbein H, Schubring R. Composition and quality attributes of conventionally and organically farmed *Pangasius* fillets (*Pangasius hypophthalmus*) on the German market. *Int. J. Food Sci. Tech.* 2010; **45**: 56–66.
- 7) Adan RIY. Catfish culture in Southeast Asia. *SEAFDEC Asian Aquacult.* 2000; **22**(1): 16–17.
- 8) Chedoloh R, Karrila TT, Pakdeechanuan P. Fatty acid composition of important aquatic animals in Southern Thailand. *Int. Food Res. J.* 2011; **18**: 783–790.
- 9) Shirai N, Miyakawa M, Tokairin S, Ehara H, Wada S. The fatty acid composition in edible portion of wild and cultured catfish. *Nippon Suisan Gakkaishi* 2000; **66**: 859–868 (in Japanese with English abstract).
- 10) Yu LC, Zzaman W, Akanda MJH, Yang TA, Easa AM. Influence of superheated steam cooking on proximate, fatty acid profile, and amino acid composition of catfish (*Clarias batrachus*) fillets. *Turkish J. Fish. Aquat. Sci.* 2017; **17**: 935–943.
- 11) Sugiura SH, Lovell RT. Use of high oleic corn in catfish feeds. *J. World Aquacult. Soc.* 1996; **27**: 74–81.
- 12) Lie Ø, Hemre GI, Lambertsen G. A comparison of the composition of cultured and wild caught European eel (*Anguilla anguilla*), particularly regarding lipids. *Fiskeridirektoratets Skrifter. Serie Ernæring* 1990; **3**: 3–11.
- 13) 河野 博. 「東南アジア市場図鑑 魚貝篇」弘文堂, 東京. 2001.