

養殖技術講座 ―クララとカイヤンのウナギ風蒲焼き―

# 肥育飼料によるクララとカイヤンのウナギ風蒲焼きの試作と食味評価

ウナギ蒲焼きの価格高騰、シラスウナギの資源保護が叫ばれている現状から、安価なウナギ代替蒲焼きの必要性が高まっている。筆者は、稚魚の購入・飼育が容易な魚種として東南アジア原産のナマス2種（クララとカイヤン）に注目。肥育飼料を一定期間給餌し、蒲焼きに加工して食味試験を行った。

●杉浦省三（滋賀県立大学環境科学部 生物資源管理学科及び大学院 教授）

**子** どものころ、わが家は8人家族だった。祖父も父も魚が好物だったので、家族の食卓は、蒲焼きや白焼きを購入するのではなく、必ず生きたボク鯉（大サイズのウナギのこと）を魚市場で購入した。それを開いて、自家製のタレをつけながら炭火で蒲焼きするのが常だった。

実家にはウナギを生かしておくための「立てびく」がいくつもあり、ウナギ包丁も複数あった。筆者が初めてウナギを開いたのは小学生の時。以来、何度もウナギを開く、焼く、食べる機会があった。社会人になってからは、ウナギを養殖する機会にも恵まれた。そんな人間が今回、ウナギよりもウナギらしい魚<sup>①</sup>に行き着いた。

研究の経緯は、既に先の日本水産学

会で口頭発表し、論文も公開済である。本稿では、これら既報との重複を避ける意味で、研究の背景と技術内容を中心に述べさせていたたく。

## 研究のきっかけ

まず、この研究をするに至ったきっかけは何であったか。それは、ウナギの蒲焼き価格が高騰している点、シラスウナギの資源保護が叫ばれている昨今、将来的にウナギ養殖が困難になる可能性がある点、このような状況下で、安価なウナギ代替蒲焼きの必要性が高まっていたことがあげられる。

さらに、筆者の専門分野が養魚飼料学であること、ウナギやナマスなどの養殖経験があること、及び冒頭で述べたような幼少時の記憶などが興味関心を誘い、本研究に着手する後押しになっ

たようである。

## ウナギのような食感と味を持つ魚種の選定

最初に、ウナギの代わりとなる魚を選ばなくてはならない。ウナギのような魚、形ではなく、「食感と味が」である。これは大変な難題だ。筆者は趣味も含め、約200種の魚を飼育した経験があるが、食べたのはせいぜい50種程度だろう。その多くは捕ったり、鮮魚店で購入したものだ。食感での選定など、想像力に任せる以外ない。

さらに、これは実用化を前提とした研究であるため、稚魚の入手が容易（安価）で、しかも飼育しやすいことが要件となる。「○○ウナギ」という名のついた魚は多いが、稚魚の入手は困難だ。そこで注目したのが、ナマスである。

ナマスと一口に言っても、世界中に2000種以上もある。しかし、ほとんどのナマスは稚魚が手に入らない。

そのなかで、今回用いたクララ *Caris barbatus* とカイヤン *Pangasimodon hypophthalmus*（図1）は、いずれも東南アジア原産のナマスで、昔から熱帯魚としてよく知られている。

筆者自身も高校時代に、趣味で両種とも飼育した経験があった。今回、この2種を選定した理由も、稚魚の入手が容易で安価という点にあった（いずれも1尾100円程度）。

カイヤンとその近縁種は、ベトナムのメコンデルタ地帯で、近年、養殖生産量を劇的に伸ばしている。その白身肉は癖がなく、冷凍ファイルにされ世界中に流通している（パンガシウス、バンガ、バサなどの商品名で知られる）。

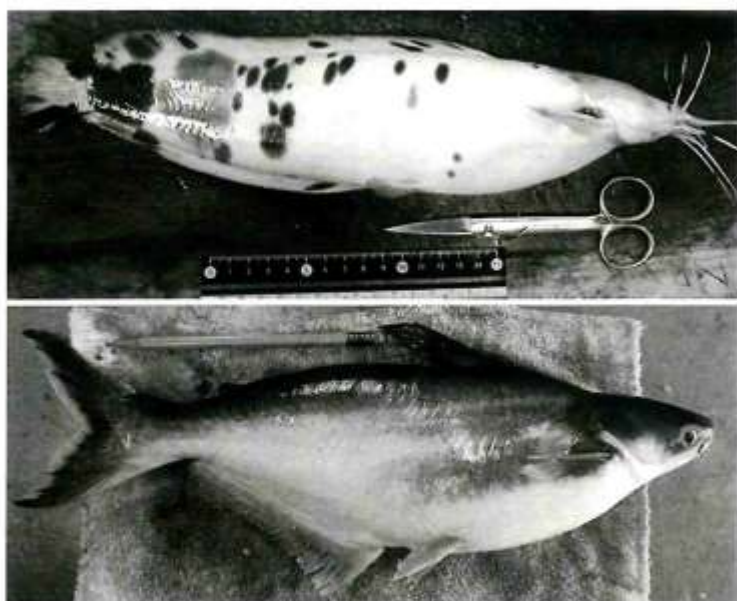


図1 取り揚げ時のクララ(上)とカイヤン(下)  
食感と味がウナギのような魚で、稚魚の入手が容易(安価)かつ、飼育しやすい魚種としてあがったのが、クララとカイヤンであった。いずれも東南アジア原産のナマズで、筆者も飼育経験があり、稚魚は1尾100円程度で入手が可能である。



図2 クララが立った！  
クララは空気呼吸する魚で、頭部にある気室に空気を取り込む。すると、頭が軽くなり、このような格好になる。

一方、クララは、ウォーキングキャットトフィッシュ(歩くナマズ)とも言われるように、空気呼吸の機能が発達している(図2)。そのため、現地の魚市場では生きたまま売られていることが多く、フィレーンとしての輸出は少ない。しかし、今後、後述する「クララ井」の需要次第では、クララの養殖・輸出も増えるかもしれない。

### ナマズをウナギらしくするには？

肉質すなわち歯応え(弾力性、硬さ)は、基本的に魚種特有のものがある。

また、魚体のサイズも影響する(大きくなると歯応えが増す)。調理方法、特に加熱度(焼き加減)も肉質に影響する。しかし、普段生食していないナマズを、熱を十分通さずに食すのは危険だ。今回も、フィレーンは十分焼いたものを食味試験に供した。今後は、肉質を変える多様な加工方法(技術)も研究・検討すべきだろう。

### ●脂乗りがポイント

ナマズとウナギの大きな違いは、脂の乗りである。ウナギを(氷水に漬けた後に)開くと、刃に油がべっとりつ

くように、脂が非常に多い。

反対に、ナマズの肉は淡白すなわち、脂が少ない。従って、ナマズをウナギらしくするには、いかにしてナマズに脂を乗せるかがポイントとなる。

### ●脂乗りを良くするには？

では、脂がよく乗った魚を養殖するには、どのようにすれば良いか。①油の多いエサを与える、②できるだけ大きくする、③成熟を防ぐ、④モイストレット(MP)を飽食させる、⑤リンを欠乏させる。正解は全部だ。従って、①②③④⑤をできるだけ多く組み合わせる。行いこと、より効果的になる。

### 養殖する

簡単に解説すると、①は、余剰の油を魚体に蓄積するから当然有効である(特に、仕上げ飼料として、出荷の半月〜1カ月前から用いると効果的)。②は、稚魚(未成魚の間は脂が乗りにくいから。なぜなら油のエネルギーを蓄積ではなく、成長に回すためである。③は、産卵期の魚は身落ちするため。④は、MPは魚の食いが良いため。⑤はあまり知られていないので少し詳しく解説する。

### ●リン欠乏による脂肪の蓄積

リンが欠乏すると、魚体に脂肪が蓄積することは、実は多くの魚種で判明している。なぜそうなるのかという点、

代謝のバランスが変わるためだ(酸化的リン酸化の抑制とフィードバック制御によるエネルギーの蓄積…詳細は筆者の論文などを参照のこと)。

寿司ネタで有名なノルウエー産の養殖サーモンを思い出して欲しい。これに脂がよく乗っているのは、飼料の脂質含量が高いだけでなく、リン欠乏の影響が大きい(飼料中のリン含量を少なくして、フィヨルドの水環境を保護している)。

今回実施した研究は、前述したうち、①、②、③、⑤を組み合わせただけである。結果を先に言っておくと、クララもカイヤンもリン欠乏には至らず、実験は失敗に終わった(クララに関しては性成熟も起こした)。この残念な失敗作を、学会で発表し、研究論文にし、さらにこのような業界誌にまで掲載するとはいかがなものか。

しかし、「失敗は成功の素」という言葉もある。読者諸兄が、本稿で述べる失敗をもとに成功できるのであれば、本稿の目的は達せられたということだ。前置きが長くなったが、以下、具体的内容である。

### クララのエサ

表1及び図3は、クララに給餌したエサである。ここでは、原料の選択理由などを述べていく。

### ●リン含量を低くする

魚をリン欠乏にするには、リン含量の低いエサをつくる必要がある。だが、

表1 クララに給餌した肥育飼料の組成

原料	% (乾重比)
大豆粕 (希塩酸で洗浄)	35
小麦グルテン	20
インスタントラーメン	15
オキアミ (自己消化処理済)	5
カノーラ油 + 肝油	15
炭酸カルシウム	2.5
ビタミン、ミネラル、アミノ酸混合	7.5

肥育飼料は、脂乗りを良くするために、リン含量の少ないものを選択している。インスタントラーメンはエサを浮上性にするため、オキアミは餌食いを良くするために用いている。



図3 クララに給餌した肥育飼料

表1の組成で作られた肥育飼料。脂乗り、浮上性、餌食いなどの改善のための原料が選ばれているが、今回は飼料価格についてはあまり考慮しておらず、実用するにあたっては価格を検討しなければならない。

ナマズが食べたか、食べ残したか、分からなからだ。

リンはエサの原料自体に多く含まれているので、リン含量の低いエサをつくるのは「かなり難しい」。原料の選定、あるいは原料の前処理が重要となる。

今回、大豆粕を酸で洗ったのも、高価な小麦グルテンを使ったのも、ひとえにリン含量を抑えるためだ。炭酸カルシウムを入れたのは、大豆粕に残存する酸を中和する目的もあるが、魚の消化管内で、カルシウムをリンに結合させて、吸収できなくする目的もある（慢性腎不全の患者も、リンの腸管吸収を抑えるために、やはり同じことをしている）。

#### ●浮上性を付与する

インスタントラーメンを養魚飼料の原料にしたのはなぜか。答えられる人はいないだろう。その意図は、ペレットを浮かせるためである。水の濁った養殖池で、沈むペレットは使えない。

通常、浮くペレット（発泡飼料、多孔質飼料）は、エクストルーダーという大型の機械で商業的に製造される。しかし、実験規模では圧縮式のペレット製造機を用いるしかない。この方式で浮くペレットをつくるには、ペレットの中に「浮き原料」を入れる。浮き原料はポップコーンでも米はぜでもよいが、クランブルとしてペレットに混入させるため、ある程度の硬さも必要となる。価格も考慮して、ラーメン（乾麺）を用いた。大学の研究費でラーメンなど買ったなら、大変なことになるが、私費なら文句ないだろう（本研究の多くは私費で実施した）。

#### ●餌食いやアミノ酸バランスにも配慮する

自己消化させたオキアミを入れたのは、魚の餌食いを良くするため。アミノ酸を添加したのは、植物原料特有の

癖のあるアミノ酸バランスを修正するため。肝油は脂溶性ビタミンと必須脂肪酸の給源として、カノーラ油は安い植物油ということ で用いた。

今回、飼料価格についてはあまり考慮しなかったが、実用段階では価格を大幅に詰める必要がある。

#### カイヤンのエサ

#### ●市販飼料をベースとした改変飼料

当初は、クララもカイヤンも同じエサを使う予定であった。しかし、製造したエサの量が十分でなかった。よって、カイヤンには市販飼料をベースとした改変飼料を給餌した。市販飼料とはニシキゴイ用の浮上性ペレットである。もちろんこれはリン欠乏飼料ではない。すなわち、このまま給餌すれば、魚はリン欠乏にならない。ではどうするか。クララのエサで行っているように、酸で洗うと、リンだけでなく、水溶性のビタミン、ミネラル、アミノ酸まで溶出してしまふので、洗浄はできない。従って、エサに含まれるリンの腸管吸収を阻害する方法しかない。

しかし、同じ目的で用いた前述の炭酸カルシウムは使えない。なぜなら、ペレット飼料にそのまま添加できないからだ。代わりに用いたのが酢酸カルシウム。これは油に溶けるので、油とともにペレットに浸み込ませることが

できる。

魚を肥らせるのが目的だから、浸み込ませる油の量自体も多い方がよい。油を多量に添加することで、飼料のカロリー含量が大幅に上がる。従って、油の添加だけでリン欠乏飼料となる。しかし、高脂質飼料に添加したカルシウムは、脂肪酸との反応（鹸化）のため、リンのトラップ機能を失う可能性がある（残念ながら今回の結果を見る限り、この点は否定できない）。

#### ●油の添加方法

油の添加方法について述べる。油はペレットに振りかけただけでは、十分浸み込んでいかない。油を多く添加するには、（特に多孔質ペレットでは）ペレット内部の「気体」を全て油で置き換える操作が必要となる。ここで用いられる手法が、「含浸置換」である。

具体的には、油の中にペレットを投入し、ペレットが浮かないように、金網などを被せて上から重石を載せる。ペレットが油中に浸漬された状態で、容器を密封し、真空ポンプで減圧する。すると、見る見るうちにペレット内部の気体が泡となって外へ出てくる。泡が十分出たところで、真空を解除すると、一気にペレット内部に油が浸透する。これにより、脂質含量の極めて高い飼料ができる。このようにして、市販飼料をベースとした低リンの高脂質飼料（肥育飼料）を作成した。

もちろん実験であるから、比較対照が必要だ。クララ、カイヤンとも、対



図5 クララの薄いハラス(左上、矢印)、ウナギの薄いハラス(右上、矢印)、及びカイヤンの重厚なハラス(下)  
クララ及びウナギと比較しても、カイヤンのハラスが重厚であることが分かる。



図4 屋外の実験池でカイヤンを取り揚げている様子  
予備飼育期間(市販飼料を給餌)を約4カ月設けた上で、カイヤンは約2カ月間、クララは約4カ月間、肥育飼料を給餌し、取り揚げた。

照区の魚には、市販のコイ用飼料を与えた。給餌は、原則として1日2回、手で飽食するまで与えた(図4)。

そのほかの詳細は、冒頭で示した既報を参照のこと。  
**結果①…肉質について**  
筆者は養殖だけでなく、釣りも投網もやるので、これまで何十種類もの魚をさばってきた。しかし、目が点になったのは今回が初めてだ。  
カイヤンを腹開きで3枚に卸した時である。苦玉(胆のう)を潰さないように、腹に浅く刃を入れた。ところが、腹が開かない。再度、いや何度もやり直す。そこに

現れたのは「分厚いハラス」であった(図5)。最初の1尾は病気がかと思っただけ、しかし、何尾かは、何尾厚なハラスだ。そこで、急遽予定を変更して、このハラスのみの食味評価も追加で実施することにした。

表2 肥育飼料の給餌によるフィレー(含ハラス)の脂質含量変化

	魚体重(g)	フィレーの脂質含量(%、湿重比)	内臓脂肪の量(%、体重比)	脊椎骨のリン含量(%、乾重比)
クララ(対照区)	474	8.3	2.72	9.57
クララ(肥育区)	477	10.9	3.39	9.49
カイヤン(対照区)	373	13.3	5.35	9.86
カイヤン(肥育区)	439	17.3	8.97	9.90

肥育飼料を給餌することで、フィレーの脂質含量が増加した。各数値はランダムに抽出した6尾の平均値。対照区は市販飼料を給餌、肥育区は肥育飼料(低リン高脂質飼料)を給餌した。食味試験に供したウナギのフィレーの脂質含量は15.2%であった。

フィレーの部分とハラス部分とで、あまりにも脂の乗りが違うから

**結果②…脂質含量について**  
表2に示す通り、フィレー、内臓ともに脂質含量は、低リン高脂質区(肥育飼料区)で高く、市販飼料区(対照区)で低い結果となった。残念ながら、この結果は、飼料の脂質含量の高低によるものであり、リン欠乏による肥満ではない(脊椎骨のリン含量を見ると、リン欠乏が起きていないからである)。また、表2にあるフィレーの脂質含量は、ハラスを含む全フィレーの脂質

だ。マグロの赤身と大トロほどの違いがある。カイヤンの重厚なハラス肉(脂身)は、何らかの商品価値がありそうだ。残念ながら、カイヤンのフィレーの部分には、脂の乗りが少ない白身である。食味試験では、フィレーをガスの速火で網焼きにしたが、焼くと身が折れるタイプ肉質だ。多くの白身魚と同じく、ほぐれる肉質だ。フィッシュバーガーの肉質と言えは分かるだろう。また、カイヤンのフィレーは、焼いた時に身の反りが起きない(平たいまま)。さらに、皮が身(フィレー)から容易にはがれるなど、焼いている時から「ウナギと違う感覚」がした。



図6 クララ丼  
筆者がつくったクララ丼の試作品。うな丼を凌駕するのだろうか。

含量だ。いまさらだが、ハラスとフィレーを別々に分析すべきであったと悔いている。実際のフィレーのみの脂質含量は、ここに示す数値よりもずっと低いはずだ。なお、カイヤンは、内臓脂肪の量が多いことも特徴的であった。

### 結果③…食味について

ウナギは大サイズの活鰻(3P)を国内の養殖業者から購入し、背開きとした。食味試験に用いるクララとカイヤンは3枚卸しにした。その際、胆汁や血液、消化管内容物などで身を汚さないよう、細心の注意を払った。フィレーは水をつけないように扱い、1枚ずつ薄手のポリ袋に入れ、劣化を防ぐため、マイナス80℃でプレート冷却した。その後、食味試験(調理)に供するまでマイナス20℃で約2週間保存し

た。

食味試験で比較評価したのは、①カイヤンのフィレー、②カイヤンのハラス、③クララのフィレー、④ウナギのフィレーの4点である。もちろん、これらは盲検として記号で表示した。なお、クララとウナギは、ハラス肉がほとんどなかった。①④のいずれも、同程度に焼き、市販のウナギのタレ(水で2倍に希釈したもの)に短時間漬けることで、薄味をつけた。また、外観から魚種が分からないように皮を除去し、焼いた身の部分だけを食味試験に供した。

パネル(食味試験をする人…大学生27人)は、食味中、私語もなく真剣に取り組んだ。食味試験の結果は、クララとウナギは「歯応え」が同点で、カイヤンのハラスやカイヤンのフィレーよりも有意に高い値を示した。「脂っこさ」は、ウナギとカイヤンのハラスがほぼ同点で、カイヤンのフィレーとクララのフィレーは、有意に低い値を示した。まさに理屈通りの結果となった。食味試験で面白いのは、サブグループ解析である(男女別、年齢別など)。今回のサブグループで注目すべきは、ウナギの味を良く知るグループだ(具体的に、事前アンケートで「ウナギの蒲焼きが好き」と回答し、なおかつ「6回以上ウナギの蒲焼きを食べたことがある」と答えた者…27人中11人)。

この「ウナギ通」たちが下した「ウナギらしさ」の評点は、ウナギ3・7

に対し、クララ4・2、カイヤン2・8、

カイヤンハラス4・1であった。すなわち、ウナギ通の若者たちは、クララの方が「ウナギ本人」よりも、ウナギらしいと判断したのである。果たして、本当にそうなのであるか?

筆者自身は食味試験には参加しなかったが、自宅でクララ丼(図6)をつくり試食した。市販されている「柔らかな蒲焼き」や「せんべいのように肉薄の蒲焼き」とは違って、歯応えがある。

昔、家でよく食べたボク鰻のようだが、少し泥臭い風味がするのは、タレが少なかつたためだろう。ところがこれを、「魚大嫌いの息子(小学生)が「お代わり」した。これは何かの前兆かもしれない。

### 【参考文献】

- 1) 杉浦省三、高橋克幸、小林佳瑚(2019) 肥育飼料によるクララとカイヤンのウナギ風蒲焼の試作、平成31年度日本水産学会春季大会講演要旨集、79頁。
- 2) 杉浦省三、高橋克幸、小林佳瑚(2019) 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、日本誌、85…503…505頁。

### 杉浦省三

滋賀県立大学 環境科学部 生物資源管理学科 及び大学院 教授

1964年愛知県豊田(ちりゅう、現在の知立市に位置)出身。国内外の養殖現場で、ニジマス、ウナギ、マガイ、アメリカナマス、コイ、ティラピアなどの養殖業に従事。日配養魚(富士宮)では、3年余りにわたって現場を担当(昭和末期)。研究の専門分野は養魚飼料学、魚類栄養学。

22/2/24  
※ 当社の広告です