

杜仲投与によるアユの肉質改良

谷 本 信 也
目 鳥 幸 一
高 橋 周 七

杜仲投与によるアユの肉質改良

谷 本 信 也

目 鳥 幸 一

高 橋 周 七

今日日本の水産業の漁獲高は年間約673万トンで、食料供給の一翼を担っている。しかし、飼肥料に回る割合も多く、直接食糧として利用されるのは500万トン程度であり、其の約2割が養殖に依っている。養殖の対象は魚だけではないが、その生産額から見ると養殖業は水産業の約3割を占めている¹⁾。これは養殖業の対象が単価の高い種を対象としているからである。しかし、養殖魚類の評価は天然ものに比べ、必ずしも高いものではない²⁾。一般には味が少なく、しまりがないという評価が定着している。この品質に関しての問題は、養殖魚だけではなく家畜特にブロイラーに対してもいわれていることである。

我々は養殖魚、家畜の肉質改善を目指し、其の樹皮が漢方において補養強壯、肝臓、腎臓の機能補強、骨格筋、腱の補強などの効果を持つとされる杜仲 (*Eucommia ulmoides* Oliv.) の葉を飼料に混ぜ養殖魚としてウナギ³⁻⁴⁾、家畜としてブロイラーに与え⁵⁾、良い肉質が得られることを見出してきた。その効果は、筋肉中のコラーゲンの量特に可溶性コラーゲンが増すことで生肉にしまりが出て硬くなり³⁾、加熱肉ではコラーゲンが溶けることで肉の収縮が抑えられることに由来し⁴⁾、肉の大部分を占める筋原繊維は変化がないことを確かめた⁵⁾。

今回は養殖魚としてアユを選び、同様な効果が見いだされるかを検討した。

実験方法

アユの飼育 体重30g程に育った稚アユに8月7日から杜仲葉が1.8g/kg

／day となるように、市販の餌（鮎ジェットEX）に杜仲の葉熱水抽出物を混ぜ乾いたところでフィードオイル20-30ml/kgを更に加え攪拌し、9月18日までの6週間アユに体重増加を加味して投与した。対照として、杜仲葉熱水抽出物の代わりに水を混ぜた餌を与えた。飼育は千葉県我孫子市の手賀沼フィッシングセンターで行った。

サンプリング 9月19日に雄アユをビニール袋に入れ酸素を吹き込みまわりを水で冷やし、40分間自動車で輸送した。到着後200ppmの2-Phenoxyethanol（和光純薬）水中でアユに麻酔をかけ、各群5匹を選び、体重、体長（頭先の先より尾鰭の付け根まで）を測定後、脂質含量が前部で多く後部で少ないと予想されるので、背鰭の中央部より前後と分けて背側の肉をサンプリングした。成分測定には前の部分を用いた。また、天然物のアユを栃木県的那珂川で採取し、放血後冷蔵輸送したアユも以下の実験に供した。測定結果は、平均値と標準偏差でもって表した。

水分量測定 試料に同量の精製けい藻土を加え、乳鉢で混ぜた後105℃常圧で加熱し、2時間後ついで1時間ごとに重さを量り、恒量値に達するまで測定を繰り返した。⁶⁾

脂質含量の測定 試料に無水硫酸ナトリウムを加え、ソックスレーの脂抽出装置にかけ、エーテルで抽出を行い、脂肪定量瓶の恒量値を求めた。⁷⁾

タンパク質量の測定 通常のマイクロケルダール法を用いた。⁸⁾

コラーゲン量の定量 Prockop らの方法を用いた。⁹⁾ 背肉約0.5gを細かく切り、6M HClを加え、110℃で24時間加水分解を行った。加水分解液は陰イオン交換樹脂（AG 1-X 8, 200-400メッシュ：BIO-RAD）と活性炭（ノースロックスSX 3：和光純薬）を2：1で混和し6N HClで洗浄したもの0.3gで、脱色を行った。ろ過後得られた液を減圧乾固し、2mlの水に溶解した後、ハイドロキシプロリンが筋原繊維タンパク質には含まれず主としてコラーゲンに一定量含まれることからハイドロキシプロリンを定量し、コラーゲン量の目安とした。

テクスチュロメーターによる背肉の硬さの測定 背肉そのままと、背肉をシャーレに入れアルミフویلでふたをして5分間蒸した後室温に冷ました後、5

mm×5 mm×5 mmと厚さが5 mmとなるようにかみそりの刃で切り出し、ゼネラルフーズ型テクスチュロメーター (Model GTX-2: 全研) にて、直径3 mmのアルミニウムプランジャーを切り出した肉の頭側から尾側に向けて貫入させた。クリアランスは1 mmであり、チャートスピードは750mm/minで測定した。

官能検査 残りの肉をガス火でフライパン上で加熱し、日本大学薬学部 of 学生になめらかさ、全体としての好ましさの2項目について、2点比較法で比較してもらった。

結果並びに考察

体重が30 g程であったアユは投与開始直後杜仲を含む餌の食べ方が少なかったが、その後は順調に餌を食べ、6週間後には予定していた大きさに育った。表1によると、3群の大きさに有意差はないが、杜仲投与アユがばらつきが一番大きい体も大きそうであった。水分含量、脂質含量、タンパク質含量で3群を比較すると、ここでも杜仲投与の値のばらつきが一番大きかった。杜仲葉の味、匂いが餌の食べ方に影響するのであろうか。個々の値を見ると、有意差が見られるのはタンパク質含量だけであり、天然アユが対照アユより0.1%の危険率で有意にタンパク質含量が多かった。一方、有意差はないが天然アユで脂質が少なそうであった。狭い養殖場の池と全く異なる環境で泳いでいる事が影響するのであろう。

コラーゲン含量は魚種によっても異なっており、ウナギは比較的高い値を示すが、同じ川魚のアユは肉部分の0.89%という報告があり、魚としてはコラー

表1 アユの大きさと体構成成分量

	体長 (cm)	体重 (g)	水分量 (%)	脂質 (%)	タンパク質 (%)
対照アユ	17.4 ± 0.3	66.3 ± 9.3	76.9 ± 0.7	4.8 ± 1.7	18.4 ± 0.3
杜仲アユ	18.2 ± 1.3	83.9 ± 15.9	76.7 ± 1.1	5.5 ± 2.0	18.5 ± 0.9
天然アユ	16.4 ± 0.7	63.4 ± 7.9	75.8 ± 0.6	2.9 ± 1.7	20.1 ± 0.3

ゲンを多くも少なくもなく含んでいると考えられる。もし、杜仲投与でコラーゲンが増加するにしても、その量はウナギより少ないかもしれない。おおよそコラーゲン量の10分の1量であるハイドロキシプロリン (Hyp) 量は、杜仲投与アユ、対照アユ、天然アユの順に少なかったが(表1)、統計上の有意差は見られなかった。ウナギでの実験と同様に杜仲投与によってアユ筋肉にハイドロキシプロリン量が多くなることを期待していたが、杜仲投与群内で餌の食べ方に差があり、このことがハイドロキシプロリン含量にも影響したことが考えられる。天然アユに関しては、本来筋肉タンパク質含量が多いのであればハイドロキシプロリン含量も多いと考えられるのであるが、有意差はないにしても逆に値は低い数値であった。動きの激しい環境に育つ魚は身がしまって味がよいと一般に評価されており、マダイを強制的に泳がせる研究でも、身がしまっていたという報告がある。¹²⁾この場合、コラーゲン量も増加したのであるが、今回の天然アユではそのような傾向は見られなかった。

テクスチュロメーターによる背肉の硬さの測定は、背鰭の前半部にかかる背肉と、背鰭の後半部にかかる背肉と、2つに分けて調べることにした。テクスチュロメーターの値は、前半部の生肉で、対照に比べ杜仲投与アユ、天然アユが有意に硬いということを示した。しかし一方後半部の生肉ではそのようなことはなく、すべて前半部より柔らかくて3群間に硬さの差はないことが分かった(表2)。蒸した加熱肉の硬さは、前半部はすべて生よりも柔らかくなった

表2 ハイ ドロキシプロリン含量と背肉の硬さ

	Hyp ($\mu\text{g}/\text{wet g}$)	硬さ (前部、Kg)	硬さ (後部、Kg)
対照アユ	3084 $\pm$ 216	生 0.09 $\pm$ 0.03	生 0.07 $\pm$ 0.02
		加熱 0.07 $\pm$ 0.04	加熱 0.10 $\pm$ 0.02
杜仲アユ	3196 $\pm$ 173	生 0.16 $\pm$ 0.02*	生 0.08 $\pm$ 0.02
		加熱 0.08 $\pm$ 0.02	加熱 0.10 $\pm$ 0.02
天然アユ	2671 $\pm$ 241	生 0.16 $\pm$ 0.02*	生 0.10 $\pm$ 0.03
		加熱 0.07 $\pm$ 0.01	加熱 0.10 $\pm$ 0.03

* $P < 0.05$

表3 焼きアユの官能検査

	対照アユ	杜仲アユ	対照アユ	天然アユ
なめらかさ	5	11	6	8
全体の好ましさ	3	13*	4	9

* $P < 0.05$

が、3群間に有意差はなく同じ硬さであった。後半部は生と同じに3群間に硬さの差はないことが分かったが、有意差はないにしても生よりも大きい数値を示していた(表2)。これらの結果から杜仲投与にしても天然アユにしても、対照に比べてその処理効果はあったにしても魚体の一部にしか現れていないのではないかと推察される。

サンプリング後の残りの肉をガス火でフライパンにて加熱した後、なめらかさ、全体としての好ましさ、の2項目について、対照と杜仲投与アユ、対照と天然アユと組み合わせ、2点比較法で官能検査を行った。結果は表3に示されたとおりであり、加熱肉の熱変性が杜仲投与でおさえられると予想される杜仲投与アユも、それに近いのではないかと考えられる天然アユも、なめらかだと選んだパネラーは多かったが、有意な差を示すまでには至らなかった。全体として好ましいという質問はアユの構成成分との関連がはっきりしない質問項目ではあったが、杜仲投与アユでは有意な差を持って好まれた。しかしはっきりとした成分差もなく、理由は不明であった。

杜仲投与の効果は餌がアユに好まれなかったのであろうか、構成成分量に個体ごとのばらつきが多く、また硬さに関しても生で硬く、加熱肉でより柔らかくという肉質改善効果ははっきりとは見られなかった。今後は餌にどのように杜仲を混ぜて投与するかに始まり、投与時期、投与量、投与期間等、基礎的なデータの収集が、必要だと思われる。

注

- 1) 水産年鑑 1999 水産社, (1999)
- 2) 遠藤金次, 食生活研究, 11, (3) 4-10 (1990)
- 3) Tanimoto, S., Ikuma, K, and Takahashi, S., Biosci. Biotech. Biochem.,

- 57, 205-207 (1993)
- 4) Tanimoto, S., Koike, K., and Takahashi, S., *Biosci. Biotech. Biochem.*, 57, 325-327 (1993)
 - 5) Shioya, M., Maruyama, K., Takahashi, S., and Tanimoto, S., *Biosci. Biotech. Biochem.*, 60, 364-365 (1996)
 - 6) *Official Methods of Analysis of The Association of Official Analytical Chemists* 13th Ed. ed. Horwitz, W., Association of Official Analytical Chemist, Washinton, DC, p. 288 (1975)
 - 7) 改訂新版実験農芸化学上巻 東京大学農学部農芸化学教室編 朝倉書店 pp. 122-123 (1969)
 - 8) *Official Methods of Analysis of The Association of Official Analytical Chemists* 13th Ed. ed. Horwitz, W., Association of Official Analytical Chemist, Washinton, DC, pp. 15-16 (1975)
 - 9) Kivirikko, K. I., Laitinen, O., and Prockop, D. J., *Anal. Biochem.*, 19, 249-255 (1967)
 - 10) 吉中禮二, 魚類のコラーゲン, 「水産動物筋肉タンパク質の比較生化学」, 新井健一編, 恒星社厚生閣 p. 84 (1989)
 - 11) Sato, K., Yoshinaka, R., Sato, M., and Shimizu, Y., *Bull. of Jap. Soc. of Sci. Fish.*, 52, 1595-1600 (1986)
 - 12) 橘勝, 土井達也, 松清恵一, 保田正人 *日本水産学会誌* 54, 677-681 (1988)