

ウナギの健康に対する配合飼料中の α -でんぷんの影響

寺田和子 中平智子* 岡部隆志**

Effects of α -Starch levels in artificial diets on Health of Eel

By Kazuko Terada, Tomoko Nakahira, Ryushi Okabe.

緒言

ウナギの養殖が始められてから既に久しいが今から約10年前までは生魚が主な飼料として使われていた。生魚を主な飼料としてウナギを養殖していた時代のウナギの成長は天然のそれに比し格段によかったが、生魚を飼料とする場合には莫大量の飼料用生魚の確保は容易でなく、冷凍貯蔵期間中の悪変などが問題にされていた。生魚飼料のこれらの問題はウナギ用配合飼料の開発によりある程度改善されたが、現在の配合飼料についてもなお多くの改良すべき点が残されている。

ウナギ用配合飼料の主原料は魚粉と α -でんぷんで両者の合計は配合飼料中の約90%を占めている。配合飼料中の α -でんぷんのウナギに対する影響について、荻原¹⁾はウナギに α -でんぷんを与えた時のでんぷん分解酵素力価および消化率を調べ、でんぷん分解酵素力価、消化率の両者とも他の魚種にくらべ特に劣ることがないことから、ウナギはでんぷんを利用しうる可能性があるとした。また山崎²⁾、上原³⁾、乾⁴⁾らは配合飼料で飼育したウナギは生魚飼育の場合にくらべ肝臓重量の体重に対する割合(以下肝臓重量割合と略記する)が高く、肝臓重量割合が大となるのは飼料中の α -でんぷんに起因するとした。また山崎²⁾は配合飼料で飼育し肝臓重量割合が大となったウナギを餌止めを行いその後の肝臓の重量の変化を調べ、給餌を中止すると肝臓重量割合は急速に低くなり肝臓のグリコーゲン量、脂質量も減少することを観察している。しかし配合飼料中の α -でんぷんの過大給与がウナギの健康にどのように影響を与えているかの吟味は余りおこなわれていない。

著者らは既報のデータを参考にしウナギの健康と配合飼料中の α -でんぷん割合との間の関係を検討する目的で、配合飼料中の α -でんぷんの割合を0%から35%の範囲で5段階に変えてウナギを飼育し飼育中の健康状態(罹病、病死など)を観察した。また試験終了時のウナギ筋肉および肝臓について化学成分の分析を行った。

なお本実験は後述する理由によりウナギの飼育試験としては過酷な条件で飼育した結果であるが、配合飼料中の α -でんぷん割合が大になるほど罹病および病死するウナギの数が増し肝臓重量割合も大になった。ウナギの罹病および病死を体質劣化の尺度と考えると、飼料中の α -でんぷん割合を過大にすることはウナギの健康には好ましくないといえる。

実験方法

1 飼育法および飼料組成

浜名養鰻センターより入手したフランス産ウナギ稚魚をしばらく予備飼育したのち平均体重3.7gのものを試験魚として選別し45尾から49尾の範囲で5区を設け、室内設置のガラス水槽(45×90×45cm)で通気しながら昭和48年6月9日から同9月6日まで85日間飼育した。試験区は α -でんぷんの給与量を0%から35%の間で5区に分け、1区は0%区、2区は10%区、3区は15%区、4区は25%区、5区は35%区とした。前半の30日間は循環式で飼育したが飼育水のPHが低下し(5.5~6.0)摂餌量が減少するなど試験を継続出来ない状態になった。従ってそれ以降やむなく循環せず通気しながら飼育した。飼育後半、水槽の水を出来るだけ良い状態に保つため給餌30分後に水中に分散した餌および残餌を可及的すみやかに除きまた食間に1日1回水槽の水の大部分を2日間汲み置いた水と交換した。また水温の上昇した8月には水を入れて水温を22°Cを目途として調節した。

飼料配合割合および飼料組成を表1および表2に示す。

表1 飼料配合割合

試験区	α -でんぷん	ブシプロ	脱脂魚粉	液たん白	マツカラム塩 No. 185	ビタミン混合 (Halver)	フィードオイル
1区	0	45	47	3	3	2	5
2区	10	30	47	3	3	2	5
3区	15	25	47	3	3	2	5
4区	25	15	47	3	3	2	5
5区	35	5	47	3	3	2	5

*現在金沢大学医学部

**現在社会福祉法人北斗会星光園

表2 飼料組成 (%)

試験区	水分	粗たん白質	脂質	澱粉	灰分
1区	9.4	67.0	5.0	0	15.3
2区	9.6	57.0	5.0	10.8	14.7
3区	10.1	50.0	5.0	17.5	14.0
4区	10.7	43.0	5.0	24.2	13.4
5区	11.2	35.0	5.0	34.8	12.9

飼料配合材料のうちフジプロ (不二製油KK) は脱脂大豆の水溶性たん白をPH4.5で沈澱させアルカリで中和後噴霧乾燥したものである。脱脂魚粉は市販の魚粉 (北洋ミール) を約5倍量のn-ヘキサンで3回、次にベンゼンで2回時々攪拌しながら抽出し、風乾後減圧加熱して可及的に溶剤を除去したものである。ビタミン混合はHalver処方のもを用いた。なお表2に示すごとく分析の結果1区はα-でんぶん0%, 2区は10.8%, 3区は17.5%, 4区は24.2%, 5区は34.8%であった。給餌は表1の配合飼料を体重の5%から3% (前半は5%, 後半は3%とした) の範囲で毎日2回に分け、給餌直前に適量の温湯を加えねりペースト状にして与えた。なおα-でんぶん無添加区でも飼料組成のフジプロが粘り餌をまとめる効果があるので特に粘結剤を使用しなかった。なお給餌時の餌の散りの状態は各区ともほとんど差はみられなかった。

2. 試験魚の処理および分析

飼育期間中15日ごとに体重を測定し外観の観察を行った。最終給餌後30時間絶食せしめたのち出来るだけ苦悶を与えないように取り上げ直ちにドライアイス・メタノール処理により急速凍結し体重を測定し、次いで肝臓を摘出した。肝臓の1部は直ちにグリコーゲン定量⁵⁾の材料として処理し、残りの肝臓および筋肉部分についてはそれぞれFolch法により脂質の抽出を行った。得られた脂質についてはトコフェロール、ユビキノン、ビタミンAを前報の方法⁶⁾で定量し、またガスクロマトグラフィー⁷⁾により脂肪酸組成割合を調べた。また脂質抽出後の残渣は真空乾燥後セミマイクロキールダール法によりN量を定量し6.25を乗じて粗たん白質量とした。水分は常圧加熱乾燥法(105°C)で測定した。なお分析には各区とも成長のよいウナギをほぼ上位から6乃至10尾宛使用した。

実験結果

各区の体重増加率、肝臓重量割合および病死率を表3に示す。表3に示すごとく配合飼料中のα-でんぶんの割合が大になるほど残存ウナギの平均体重の増大がみられた。しかし飼育期間中体重増加率が最低を示した1区(α-でんぶん無添加区)は病死魚が皆無であった。

表3 体重増加率、肝臓重量割合および病死率

試験区	平均体重(g)		体重増加率* (%)	肝臓/体重 ×10 ²	病死率 (%)
	開始時 (W ₀)	終了時 (W)			
1区	3.7	5.7	54	1.58	0
2区	3.6	6.1	69	1.64	8.5
3区	3.5	7.0	100	1.98	4.3
4区	3.5	7.3	109	2.17	19.5
5区	3.8	10.7	182	2.18	44.4

* $\{(W - W_0) / W_0\} \times 100$

またα-でんぶんの給与量の比較的少い2区(α-でんぶん10.8%)および3区(α-でんぶん17.5%)では試験期間中病死魚が少なかったがα-でんぶんを多給した4区(α-でんぶん24.2%)および5区(α-でんぶん34.8%)は病死魚が多かった。ことに5区のウナギの病死は飼育期間の後半に多かった。

本実験の飼育条件はウナギの飼育には非常に過酷であったためか、飼育期間中の1時期多くのウナギに“わたかぶり病症状”が認められた。しかもこの症状は1区から3区のウナギにくらべα-でんぶんを多給した4区および5区のウナギに多発した。この症状は薬浴(メチレンブルー処理)でかなり効果を示したが4区、5区では治癒せずに死んだウナギが多かった。

ウナギ体組織の分析結果

試験終了時(飼育85日後)のウナギの体組織中筋肉および肝臓についての分析結果を表4に示す。筋肉ではα-でんぶんの給与量が多くなると脂質の含量が増加す

表4 分析結果 (I)

試験区	筋肉			肝臓			
	水分	脂質	粗たん白質	水分	脂質	粗たん白質	グリコーゲン
1区	78.5	5.3	15.2	75.8	4.9	13.5	5.7
2区	75.1	5.9	17.4	75.5	3.8	12.7	7.9
3区	74.5	8.5	15.1	74.0	4.8	12.2	8.9
4区	73.0	9.7	15.6	74.6	4.0	10.7	10.1
5区	69.1	13.6	13.6	75.7	3.6	7.6	13.0

(%)

る傾向を示した。5区では脂質含量は無添加区の約2.6倍であった。しかし肝臓では脂質含量の増加はみられなかった。

粗たん白質含量は筋肉では各試験区の間で大差はみられなかったが肝臓ではα-でんぶんの給与量の増加と共に粗たん白質含量は減少する傾向を示しことに5区は他の4区にくらべ粗たん白含量が少ない。

肝臓のグリコーゲン含量はα-でんぶんの給与量が多くなると増加する傾向を示した。

不けん化合物成分のうちトコフェロール、ユビキノロン、ビタミンAの分析結果を表5に示す。筋肉のトコフェロ

表5 分析結果 (II)

試験区	筋 肉			肝 臓	
	トコフェ ロール μg/g	ユビキノ ロン μg/g	V.A. I.U./g	トコフェ ロール μg/g	V.A. I.U./g
1区	18.9	6.6	5.3	101.7	390
2区	28.1	8.4	7.0	98.7	429
3区	31.8	6.2	7.2	68.6	286
4区	32.0	6.8	—	24.0	276
5区	35.4	7.2	8.7	11.8	281

ール含量はα-でんぶんの給与量を多くすると増加したが、肝臓では逆に減少し4区および5区ではその傾向が著しかった。

各区のウナギ筋肉の脂肪酸組成割合を表6に示す。α-でんぶんの給与量の多い4区および5区はC18:2お

表6 筋内脂質の脂肪酸組成割合 (%)

Fatty acid	Diet No.				
	1	2	3	4	5
14:0	4.5	4.5	5.3	7.6	6.0
14:1	1.1	0.9	1.9	1.0	1.1
15:0	0.9	0.8	0.9	0.6	0.6
16:0	19.9	18.5	20.4	23.9	22.3
16:1	8.2	8.2	10.1	13.8	12.4
17:0	1.0	0.9	1.1	0.8	0.9
17:1	0.8	0.6	0.8	0.8	1.0
18:0	3.0	2.9	3.0	2.8	3.5
18:1	33.0	36.1	31.8	34.2	36.5
18:2	6.4	5.2	5.3	2.5	1.8
19:1	1.0	0.8	1.0	trace	0.7
18:3	0.6	0.7	0.7	trace	0.8
20:1	8.1	8.8	6.2	5.1	6.3
18:4	5.7	4.0	4.2	1.5	1.4
20:4(I)	1.0	1.1	0.8	1.3	trace
20:4(II)	0.8	1.8	0.5	trace	0.6
20:5	3.1	3.3	4.2	3.6	3.2

よびC18:4の不飽和脂肪酸の組成割合が減少する傾向を示したが他の脂肪酸については大差はみられなかった。

考 察

飼料中のα-でんぶんの割合が多くなると罹病、病死ウナギが多くなった。しかし生き残りウナギの体重は大であった。病死魚はα-でんぶん割合が比較的少い1区から3区にくらべ、α-でんぶん割合の多い4区および5区で多い。ことに5区では約半数のウナギが病死した。また前記したごとく4区および5区ではわたかぶり病症状を示したウナギが多く、薬浴による治療効果もほとんど認められなかった。

本実験は養殖池でのウナギ飼育とは飼育条件がかなり

ことなるので本実験結果を直ちにウナギ養殖時の配合飼料の資料となし得ないが、配合飼料中のα-でんぶんの割合が大であることはウナギの健康維持の上からは好ましくないといえよう。

能勢ら⁹⁾は配合飼料中のたん白質としてカゼインを用いカゼイン含量をデキストリンと代替してウナギを飼育し、配合飼料中のたん白質含量の適正量を求める試験を行っている。能勢らの結果によればウナギの成長には配合飼料中50%程度のたん白質は必要であるとしている。またカゼインの代替としてデキストリンを多くすると肝臓重量割合の増大および体組織(肝臓を除く)の脂質量が増加することを指摘している。

著者らの実験はα-でんぶんの増加分をフジプロで補正しているからα-でんぶんの増量はたん白質含量を低下させることになり、α-でんぶんを最も多給した5区では配合飼料中のたん白質は35%になる。能勢らと著者らの両者の結果をあわせ考えると本実験結果で得られたウナギの体質劣化はα-でんぶんの過大による影響と同時に低たん白質による影響もうけているといえよう。

飼料中のα-でんぶん割合の差異は体組織の脂質量にも影響し飼料中のα-でんぶん割合が大になると筋肉の脂質量の増大がみられる。しかしウナギにとってどの程度の脂質量が正常であるか或は健康的といえるのか著者らは判断する資料を持たない。

体脂質の脂肪酸組成中C18:2およびC18:4の脂肪酸割合はα-でんぶん割合の増大に伴い減少したが、この現象を説明する資料は本実験においては得られていない。

またニジマスを用いてのPhillipsらの報告⁹⁾¹⁰⁾と同様にウナギでもα-でんぶんの割合が多くなると肝臓にグリコーゲンの貯留がみられた。すなわちα-でんぶん無添加区のウナギ肝臓グリコーゲンは平均57mg/gであったが3区は90mg/g、5区は130mg/gと5区は対照区の2.3倍に達している。すなわちα-でんぶん割合を多くすると肝臓重量割合が増大し肝臓グリコーゲン量が増加した。しかし肝臓脂質の異常増加(脂肪肝)はみられずこの点は今までの報告とはことなる結果が得られた。

各試験区のウナギ筋肉のトコフェロール含量はα-でんぶんの給与量が多くなると増加したが肝臓では逆に減少する傾向を示している。本実験では前記したごとく各区とも摂餌時の散りはほぼ同程度であったので給与されたトコフェロール量は各区ともほぼ同じ量であったと考えてよい。従ってウナギ筋肉および肝臓のトコフェロール含量の多少は給与したα-でんぶんの多寡と関係があるように思える。

著者ら¹¹⁾は以前健康ウナギと罹病ウナギの内臓のトコフェロール含量を調べ同一飼料で飼育した場合常に健康ウナギの方が罹病ウナギより内臓トコフェロール含量が多いという資料を得ている。本実験値は肝臓のトコフェロール含量で示しているが、体質が劣化すると肝臓トコフェロール含量が減少する現象は興味深い。

以上のように過酷な飼育条件で飼育した時の結果ではあるが、ウナギの体質劣化の尺度を罹病率、死亡率などで考えるとウナギの健康には配合飼料中の α -でんぷんは過大にしない方がよいといえよう。

要 約

配合飼料中の α -でんぷん割合を0%から34.8%の間で5区に分けウナギを飼育し、ウナギの健康に対する飼料中の α -でんぷん割合の影響を検討し次の結果を得た。

- 1) 配合飼料中の α -でんぷんの割合を多くするほど罹病率、病死率が高くなった。
- 2) 配合飼料中の α -でんぷんの割合を多くするほど肝臓重量割合が大になりまた肝臓のグリコーゲン含量が増加した。
- 3) 配合飼料中の α -でんぷんの割合を多くするほど筋肉のトコフェロール含量は増加したが肝臓では逆に減少した。ことに α -でんぷん給与量の多い4区および5区では肝臓のトコフェロール含量は低値を示した。
- 4) 配合飼料中の α -でんぷんの割合を多くするほど筋肉の脂質含量は増加し、脂質の脂肪酸組成割合のうちC18:2 およびC18:4 の割合が減少した。

以上のように配合飼料中の α -でんぷんの割合が過大

になるとウナギの体質が劣化し健康に悪影響を与え罹病魚、病死魚が多くなることから配合飼料中のでんぷん割合は過大にしない方がよいと思う。

なお本実験は静岡県魚病対策研究の1部として行なったものである。

本研究を行うにあたり御指導を賜りました本学東秀雄教授に深謝します。

文 献

- 1) 荻原正美：水産学会年会講演集(1967)
- 2) 山崎浩：魚類と飼料に関するシンポジウム(1966)
- 3) 上原良吾：水産学会秋季大会講演集(1975)
- 4) 乾靖夫：水産学会年会講演集(1966)
- 5) C. A. Good, H. Kramer and Michael Somogyi: J. Biol Chem, 100, 485 (1933)
- 6) 東秀雄, 寺田和子, 中平智子：
ビタミン 45, 113 (1972)
- 7) 東秀雄, 寺田和子, 中平智子：
ビタミン 43, 274 (1971)
- 8) 能勢健, 新井茂：淡水区水産研究所
研究報告, 22, 145 (1972)
- 9) A. M. Phillips, Jr. and D. R. Brockway:
Prog. Fish-Cult, 18, 113 (1956)
- 10) A. M. Phillips, Jr.: Prog. Fish-Cult.,
23, 66 (1961)
- 11) 東秀男：静岡県魚病対策研究協議会
報告：(昭和48年)