

加温ハウスにおける冬期の低水温・低給餌率が ウナギの飼育成績および品質に及ぼす影響

中嶋康生

Feeding performance and flesh quality of eel (*Anguilla japonica*) reared at lower water temperature and lower feeding ratios in greenhouse culture during the winter season

NAKASHIMA Yasuo*

Abstract

Recently, there has been a numerical increase in eel culture farmer rearing fish at lower water temperatures and lower feeding rations during the winter season in Aichi prefecture, Japan. It is believed among them that this rearing method could cut down the cost of the culturing and improve the feeding performance and survival of cultured eel. In order to examine the effectiveness of this method during the winter season, feeding experiments were conducted in small ponds (laboratory scale) and large ponds (farmer scale).

Regardless of the scale, lower water temperatures and lower feeding ratios showed better feeding performance and survival. Specially, 13% and 12% rises in feed efficiency were obtained in small and large ponds, respectively. However, the values of "chromaticity b*" for body color and of hardness of the flesh and crude fat content of the flesh were inferior as a market fish. Furthermore, there was a possibility that feeding performance and flesh quality were affected by other physical and nutritional factors as well as water temperature and feeding ratio, which suggested that this rearing method may not necessarily be beneficial for eel culture during the winter season. Thus, the author advise to keep the traditional rearing method until further details on the effect of water temperature and feeding ratio on the feeding performance and the flesh quality are revealed.

キーワード；ウナギ、加温ハウス養鰻、養殖管理、水温、給餌率

国内のウナギ消費量は増加しているにも拘わらず、外国産養殖ウナギの輸入量増加や種苗となるシラスウナギの価格が高騰したため、国内の養鰻業者は厳しい経営を強いられている(図1)。このような状況の中で歩留まり低下が著しい冬期の飼育管理技術を改善できれば、歩留まり向上や経費節減を図ることができ、ひいては漁家経営の健全化にもつながるものと思われる。また、愛知県が養殖ウナギの主産地を堅持し、外国産養殖ウナギとの競争力をつけるためには、高品質のウナギを周年安定して供給することが必要条件であることから、冬期

における適切な飼育管理技術の確立が望まれている。近年、愛知県一色地区では冬期の歩留まりの向上や経費削減を目指す方法として、従来よりも低水温・低給餌率で飼育管理を行う養鰻業者が増加している。¹⁾そこで、本研究では、これらの冬期養殖管理法の有効性を飼育成績および品質の観点から検討するため、実験水槽を用いる小規模飼育試験と養鰻業者の飼育池を用いる大規模飼育試験を行った。

* 愛知県水産試験場内水面漁業研究所 (Freshwater Resources Research Center, Aichi Fisheries Research Institute, Isshiki, Hazu, Aichi 444-0425, Japan)

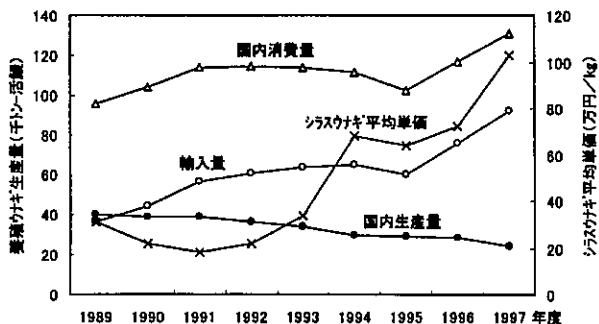


図1 養殖ウナギの国内生産量、輸入量と国内消費量およびシラスウナギの平均単価

国内生産量：農林水産統計
 輸入量：貿易月報
 (ウナギ加工品の輸入量は活鱧換算)
 消費量：国内生産量+輸入量
 シラスウナギ平均単価：愛知県一色町地区
 (一色うなぎ漁業協同組合調べ)

材料および方法

小規模飼育試験

試験区および対照区の試験条件を表1に示した。なお、両区の水槽は7m³と小型で、形状も類似していた。

約2ヶ月間の試験期間Iにおいて、試験区では水温23℃、給餌率0.75%の低水温・低給餌率で、対照区では水温28℃、給餌率1.50%でウナギを飼育し、試験終了時には両区とも魚体の測定を行った。その後、さらに試験区については、試験期間IIとして先の対照区と同じ水温・給餌率(28℃・1.5%)で約1ヶ月間飼育を継続し、終了時には再び魚体の測定を行った。なお、各魚体測定時には肥満度、魚体体表面の色度、生および加熱した「皮・肉の硬さ」も計測するとともに、魚肉の化学成分を分析して品質を求めた(図2)。

大規模飼育試験

養鰻業者の飼育池を用いた大規模飼育試験には、一般的な業者で一色うなぎ研究会会員でもあるA及びB氏の

表1 小規模飼育試験の飼育条件

項目	飼育期間I	飼育期間II
	1998.1.5~3.11	1998.3.12~4.6
試験区*	給餌率 0.75% 設定水温 23℃	給餌率 1.50% 設定水温 28℃
対照区*	給餌率 1.50% 設定水温 28℃	

表2 大規模飼育試験の飼育条件

項目	A業者		B業者	
	試験区	対照区	試験区	対照区
飼育期間	1997.11.20~1998.3.9		1997.11.1~1998.2.9	
飼育池	594m ² ×0.7m		373m ² ×0.7m	818m ² ×0.7m
水車	2馬力×4台		1馬力×4台	1馬力×6台
沈殿槽	15m ² ×0.7m		24m ² ×0.7m	7m ² ×0.7m
設定水温	26℃	27℃	26℃	28℃
換水	3%/日		1%/日	
給餌率の目安	0.6%	0.7%	1%	
オイル添加量	5%		5%	

2業者に実験を依頼した。なお、両氏ともこれまで低水温・低給餌率の飼育管理を試みたことがない業者であった。A業者およびB業者における飼育条件を表2に示した。

A業者は試験区と対照区に同様な形状の大型飼育池(594m²×0.7m)を使用した。そして、対照区を水温27℃、給餌率0.7%で飼育したのに対し、試験区を水温26℃、給餌率0.6%の低水温・低給餌率で飼育した。一方、B業者では試験区の飼育池(373m²×0.7m)を対照区(818m²×0.7m)の約半分の大きさとした。そして、両区とも給餌率を例年よりやや低めの1%を目標とし、水温のみを試験区で26℃、対照区で28℃に設定してウナギを飼育した。

なお、飼育終了時には先の小規模飼育試験と同様の方法により、魚体および品質を測定および分析した。

測定および分析

魚体体表の色度測定には図2に示したA部位を用い、背側表皮中央の色度(CIE1976) L*, a*およびb*を色彩色差計(CR-100, ミノルタ社製)で個体毎にそれぞれ

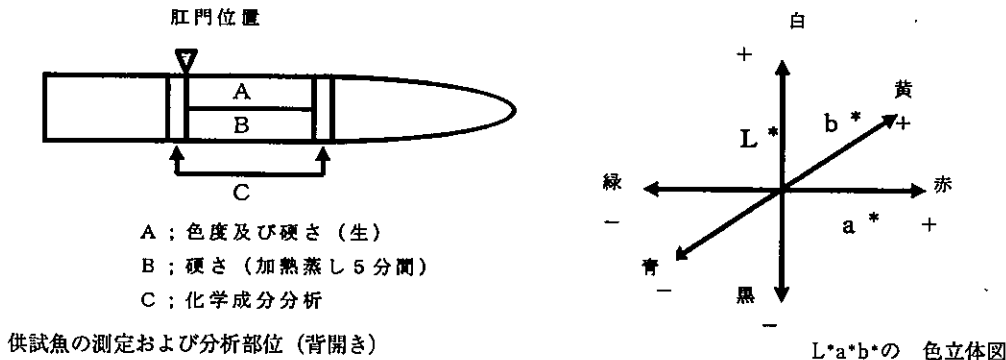


図2 供試魚の測定部位及び分析と色彩色差計の色立体図

れ3回ずつ測定し、その平均値を算出した。

「皮・肉の硬さ」は、生のものについては色度測定後のA部位を用いて、また加熱したものについては蒸し器で5分間処理した後、室温で30分間放冷したB部位を、いずれも皮を上にして、プランジャーを装着したレオメーター (NRM-1010A-CW, 不動工業社製) で貫入応力を測定することにより求めた。用いたプランジャーは前者で直径1.5mm円柱状、後者では先端に直径5mm球が付いたものであった。また、測定は個体毎に3回ずつ行い、その平均値を算出した。なお、本報告では加熱の有無に関わらず、皮と肉とを区別せずに皮付き肉の硬さとして、単に「皮・肉の硬さ」という表現を用いた。

魚肉の化学成分分析には図2に示したC部位を用い、数尾分を混合して分析試料とした。水分は常圧加熱乾燥法、粗脂肪はソックスレー抽出法、粗蛋白はセミミクロケルダール法、そして粗灰分は乾式灰化法により分析した。

なお、本研究では参考値として用いるため、本研究所で養成した「新仔トビ (当歳魚のトビ群)」についても同様の測定および分析を行った。また、大規模飼育試験では試験区のウナギのみを測定および分析に供した。

表3 小規模飼育試験の飼育成績

項目	試験区		対照区	
	試験期間Ⅰ	試験期間Ⅱ	試験期間Ⅰ	
開始時	尾数 (尾)	689	679	628
	重量 (kg)	66.2	98.7	66.2
	平均体重 (g)	96.1	145.4	105.4
終了時	尾数 (尾)	689	679	625
	重量 (kg)	100.1	122.0	122.5
	平均体重 (g)	145.2	179.7	196.1
摂餌量* (kg)	45.4	28.3	92.3	
平均給餌率 (%)	0.75	1.5	1.5	
斃死尾数	0	0	3	
増重量 (kg)	33.8	23.3	56.3	
増重倍率 (%)	151.1	123.6	185.1	
飼料効率 (%)	74.6	82.5	61.0	
矯正日間増重率 (%)	0.6	0.9	1.0	
尾数歩留まり (%)	100	100	99.5	

*粉末飼料+フィードオイル (5%)

結果

小規模飼育試験

試験区と対照区の飼育結果を表3に示した。試験期間ⅠおよびⅡにおける試験区の飼料効率は、それぞれ76.4、82.5%であり、対照区の61.0%に比べて優れていた。また、対照区では3尾が斃死したが、試験区ではいずれの飼育期間においても斃死は認められなかった。

品質測定結果を図3に示した。試験期間Ⅰでは対照区

項目		試験開始時	対照区	飼育期間Ⅰ終了時
検体数		10		10
魚体重 (g)		66.8±20.5		191.2±39.4
肥満度		1.68±0.14		1.67±0.09
色度	L*	32.1±2.1		37.2±3.1
	a*	1.4±1.1		0.7±0.6
	b*	-2.41±1.80		-0.33±1.24
皮・肉の硬さ	生肉 (kg)	7.18±0.87		6.82±0.74
	加熱肉 (g)	318.1±57.0		395.9±81.4
水分 (%)		59.7		59.7
粗脂肪 (%)		22.0		22.0
粗蛋白質 (%)		17.0		17.0
粗灰分 (%)		1.1		1.1
(平均値±標準偏差)				
項目		試験区		飼育期間Ⅱ終了時
検体数		10		10
魚体重 (g)		132.1±20.2		186.7±20.1
肥満度		1.44±0.05		1.53±0.11
色度	L*	31.2±4.6		29.4±2.1
	a*	2.1±0.8		1.9±0.8
	b*	-0.51±2.92		-1.30±2.00
皮・肉の硬さ	生肉 (kg)	6.90±1.61		6.90±1.12
	加熱肉 (g)	394.0±80.2		233.2±82.5
水分 (%)		62.8		62.6
粗脂肪 (%)		19.3		18.0
粗蛋白質 (%)		16.8		17.6
粗灰分 (%)		1.1		1.2
(平均値±標準偏差)				

図3 小規模飼育試験の品質測定結果

の肥満度に変動は認められなかったのに対し、試験区では顕著に低下した。しかし、試験区の肥満度は給餌率を1.5%にまで増加し、水温を28℃に保った飼育期間Ⅱで、やや回復する傾向が認められた。また、一般に「青ウナギ」と呼ばれ高品質ウナギの指標となる色度 b^* （低いほど良質）を比較すると、飼育期間Ⅰでは試験区および対照区とも飼育試験開始時に比べ著しく高まり、それに伴って加熱した場合の「皮・肉の硬さ」も増大していた。しかし、試験区では先の肥満度と同様に、飼育期間Ⅱで b^* および「皮・肉の硬さ」とも若干回復する傾向を示した。

化学成分についてみると、対照区ではいずれの成分含量とも飼育開始時と同じであったのに対し、試験区では飼育期間ⅠおよびⅡを通して水分が増加し、逆に粗脂肪量が減少した。

大規模飼育試験

A業者およびB業者における飼育成績を表4に示した。A業者では両区でパラコロ病が発生したため、投薬による治療を試みたところ、歩留まりは試験区で99.2%であり、対照区の96.9%に比べて優れていた。一方、B業者では対照区のみで鰓病の発症が認められたので対応策として「餌止め」した結果、給餌率は試験区よりも0.2%低い0.7%となった。また、飼料効率もAおよびB業者とも、試験区で74%前後の値が得られたのに対し、対照区では約60%と低かった。しかし、日間増重率についてみると、A業者の両区およびB業者の対照区では0.4~0.5%であったが、B業者の試験区では0.7%の比較的高い値が得られた。

A業者およびB業者における試験区の品質測定結果を表5に示した。また、同表には参考値として「新仔トビ」についての結果も併せて示した。なお、一般的に「新仔トビ」は良品質とされている。まず、肥満度についてみ

表4 大規模飼育試験の飼育成績

項目	A業者		B業者		
	試験区	対照区	試験区	対照区	
開始時	尾数(尾)	19,460	22,400	15,719	25,600
	重量(kg)	2,780	3,200	2,179	1,920
	平均体重(g)	143	143	139	75
終了時	尾数(尾)	19,295	21,702	15,699	24,519
	重量(kg)	4,403	5,077	4,294	3,000
	平均体重(g)	228	234	274	122
概給量*(kg)	2,233	3,081	2,826	1,713	
平均給餌率(%)	0.6	0.7	0.9	0.7	
斃死尾数	165	698	20	1081	
増重量(kg)	1,623	1,877	2,115	1,080	
増重倍率(%)	158	159	197	156	
飼料効率(%)	73.0	61.0	74.8	63.0	
補正日間増重率(%)	0.4	0.4	0.7	0.5	
尾数歩留まり(%)	99.2	96.9	99.9	95.8	

*粉末飼料+フィードオイル(5%)

表5 「新仔トビ」および大規模飼育試験の品質測定結果

項目	新仔トビ	A業者	B業者	
		試験区	試験区	
検体数	10	5	5	
魚体重(g)	180.2±22.5	228.0±12.9	220.0±28.0	
肥満度	1.68±0.14	1.49±0.05	1.53±0.13	
色度	L^*	32.1±2.1	28.4±2.0	31.2±1.1
	a^*	1.4±1.1	2.3±0.3	1.4±0.4
	b^*	-2.4±1.8	-1.0±1.4	-1.4±0.6
皮・肉の硬さ	生肉(kg)	7.18±0.87	6.89±0.44	5.81±0.89
	加熱肉(g)	318.1±57.0	320.8±33.0	286.0±49.7
水分(%)	59.7	61.0	57.7	
粗脂肪(%)	22.0	21.6	24.5	
粗蛋白質(%)	17.0	15.4	16.7	
粗灰分(%)	1.1	1.0	1.1	

(平均値±標準偏差)

ると「新仔トビ」で最も高く、次いでB業者、A業者の順に低下した。また、「新仔トビ」の体色は青色が強く、両業者における b^* は「新仔トビ」よりも高くなったが、B業者ではA業者よりも若干低い値となった。さらに、加熱の有無に拘わらず「皮・肉の硬さ」はB業者で最も柔らかく、水分および粗脂肪含量も「新仔トビ」やA業者に比べ、それぞれ低値および高値を示した。したがって、これらの結果を総合的に考えると「新仔トビ」よりも魚体重が大きいにも拘わらず、魚肉が柔らかかったB業者のウナギの方がA業者のものに比べて品質が良かった。

考察

本研究では、ウナギの飼育成績および品質に対する低水温・低給餌率の有効性を検証するために、まず実験水槽を用いた小規模飼育試験を行ったところ、対照区よりも水温を5℃低い23℃で、また給餌率を半分の0.75%で低下させ給餌率を控えた試験区で飼料効率が顕著に改善され、斃死も認められなかった。次に、養鰻業者の飼育池を用いる大規模飼育試験を行ったところ、小規模の場合と同様に低水温・低給餌率の試験区で飼育成績が向上し、魚病被害も軽減した。したがって、これらの結果から、冬期に従来よりも低水温・低給餌率でウナギを管理することは、飼料費、加温費などの経費削減や歩留まりの向上につながる有効な飼育方法であることが示唆された。

しかし、ウナギの品質についてみると、小規模飼育試験ではその値が低いほど良いとされている b^* が低水温・低給餌率の試験区で高まったことから、いわゆる「青ウナギ」の出現割合が低下した。また、良品質のウナギで高いとされている魚肉の粗脂肪含量も試験区で減少するとともに、「皮・肉の硬さ」も増す傾向にあったことから、低水温・低給餌率での管理は飼育成績や経費

面とは逆に、ウナギの品質を劣化させる恐れのあることが推察された。小規模飼育試験の飼育期間Ⅱにおいて対照区と同じ水温および給餌率で試験区を管理したところ、肥満度、 b^* 、「皮・肉の硬さ」など品質に関わる項目が改善される傾向にあったことも、この考えを支持するものと思われた。

一方、小規模飼育試験では従来からの水温および給餌率で飼育した対照区でも、粗脂肪含量をはじめとする化学成分含量には変動はなかったものの「皮・肉の硬さ」が増し、 b^* も高まった。また、大規模飼育試験のB業者では魚病治療が原因で、給餌率は対照区よりも低水温の試験区で高くなったが、試験区のウナギの品質は総合的にA業者、さらには「新仔トビ」に比べて優れていた。本研究結果からは、これらの原因について明言することはできないが、ウナギの品質は季節²⁾ 魚令³⁾ 飼育照度³⁾、飼料³⁾ 日間増重率⁴⁾ など多くのファクターの影響を受けることが知られている。このようにウナギの品質は単に水温・給餌率のみに決定されるものではないことから、今後は飼育環境や栄養学的要因をも考慮に入れて、冬期飼育管理技術の改善に資する研究を推進する必要があるものと思われる。

したがって、以上の本研究結果から、冬期におけるウナギの低水温・低給餌率飼育は魚病の発生を抑制し諸経費の削減につながるが、逆にウナギの品質を劣化させる可能性も示唆され、この飼育管理法を短絡的に適用することは、現時点で避けるべきと考えられた。

要 約

近年、愛知県では冬期に飼育水温を低下させ、給餌率を抑えてウナギを飼育し、経費削減と歩留まりの向上を目指そうとする養殖業者が増加している。そこで、本研究ではこの飼育管理法の有効性を飼育成績および品質の

観点から検討するため、実験水槽を用いる小規模飼育試験と養殖業者の飼育池を用いる大規模飼育試験を行った。

その結果、小規模および大規模飼育試験のいずれでも、従来より低水温・低給餌率で飼育したウナギでは、飼料効率や歩留まりなどの飼育成績が改善された。しかし、体色の色度 b^* 、「皮・肉の硬さ」、魚肉の粗脂肪含量などウナギの品質に関わる項目は、低水温・低給餌率により劣化する傾向が認められた。また、飼育成績や品質には水温および給餌率以外の要因も大きく影響することが示唆されたことから、冬期に低水温・低給餌率でウナギを飼育管理するのは、現時点では避けるべきと考えられた。

謝 辞

本稿を御校閲いただくとともに有益な御助言を賜った近畿大学水産研究所の瀬岡学先生に深謝いたします。また、本試験を快く承諾し御協力をいただいた養鰻業者の田中三千雄氏、深見昭浩氏に感謝の意を表します。

文 献

- 1) 愛知県水産試験場 (1998) 冬期養殖管理手法の改善. 平成9年度愛知水試業務報告, 18.
- 2) 田中健二ら (1995) 養殖ニホンウナギにおける品質特性の季節変動. 水産増殖, 43(4), 499-509.
- 3) 愛知県水産試験場・三重県水産技術センター (1995) 養殖水産物の品質評価要因の解明とその制御技術の開発. 平成2～6年度特定研究開発促進事業報告書, 7-181.
- 4) 松井魁 (1972) 鰻学 (生物学的研究編). 恒星社厚生閣, 東京, 188.

