

養殖ニホンウナギにおける品質特性の季節変動

誌名	水産増殖
ISSN	03714217
著者名	田中,健二 中川,武芳 大岡,宗弘 徳倉,富夫 田中,勝祐 瀬古,幸郎
発行元	水産増殖談話会
巻/号	43巻4号
巻号補足	
掲載ページ	p. 499-509
発行年月	1995年12月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター

Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



養殖ニホンウナギにおける品質特性の季節変動

田中健二¹⁾・中川武芳²⁾・大岡宗弘³⁾

徳倉富夫³⁾・田中勝祐³⁾・瀬古幸郎⁴⁾

(¹⁾愛知県水産試験場漁業生産研究所, ²⁾愛知県水産試験場内水面漁業研究所,
³⁾一色うなぎ漁業協同組合, ⁴⁾愛知県水産試験場)

Seasonal Variation in Body Color and Flesh Characteristics of Cultured Japanese Eel, *Anguilla japonica*

Kenji TANAKA¹⁾, Takeyosi NAKAGAWA²⁾, Munehiro OOKA³⁾
Tomio TOKURA³⁾, Katuhiro TANAKA³⁾, and Yukio SEKO⁴⁾

Abstract

Seasonal Variation in body color and flesh characteristics were studied in two groups of cultured Japanese eel *Anguilla japonica* ranked either high or low grade in the eel market. Flesh quality was investigated by chemical and physical analysis and compared to the results of a sensory test. The values of "chromaticity a*" for the body color of both groups were high in spring and low in autumn. The differences in the chromaticity a* between the two groups were smallest in summer. Meanwhile, the values of "chromaticity b*" were lowest in summer. The differences between the two groups were smallest in summer.

The value of hardness of raw flesh decreased in summer, resulting in the smallest differences between the two grades. The value of hardness of flesh heated by steaming was low in summer and autumn. The content of crude lipid was higher in the high grade eel than in the low grade eel throughout all seasons. The contents of moisture and crude protein were generally smaller in the former than the latter. There was no seasonal variation in free amino acid content except that histidine content was higher in winter. The histidine content was reduced by heating treatment. No seasonal change in the fatty acid composition of the edible part was observed. Heating treatment caused no change in its composition. In sensory tests, the high grade eel was given higher evaluations than the low grade eel and the differences in evaluation appeared to be smaller in summer than in the other seasons.

養殖魚の生産量と種類は、技術の進歩に伴い増加してきたが¹⁾、いずれも高級魚を対象としており、嗜好

品としての優れた品質が要求されている²⁾。これまで、マダイ、ブリを始めとした海産魚や、淡水魚のアユな

受領日：1995(H7)年6月13日

索引語：ニホンウナギ／品質／季節変動

連絡先：〒470-34 愛知県知多郡南知多町大字豊浜字豊浦2-1 愛知県水産試験場漁業生産研究所 田中健二

Address: K. TANAKA, Marine Resources Research Center, Aichi Fisheries Research Institute, Toyohama, Minamichita, Aichi 470-34, Japan

どについては、天然魚と養殖魚^{3,4)}、成長段階⁵⁻⁸⁾および季節間⁹⁾の魚体成分の比較が既に報告され、養殖魚の品質改善の基礎資料として役立っている。一方、ニホンウナギについては、国内生産量の97%が養殖魚で占められており、その34%を生産する愛知県では¹⁰⁾、加温ハウスでの生産が主流となっている¹¹⁾。養殖ニホンウナギの生産量と生産額は、淡水養殖魚の中で最も多く¹⁰⁾、重要な魚種であるにもかかわらず、これまでに、露地池で生産されたものを含んだ養殖魚と天然魚との比較が、脂質を中心とした栄養成分について数例検討されただけである¹²⁻¹⁴⁾。近年、加工ものを中心に養殖ニホンウナギの輸入が増え、国際的な競争も激しくなっている。また、マイワシ資源の減少に伴う魚粉代替飼料の開発¹⁵⁾、ウナギ種苗の不足による、外国種種苗等が検討されている。これらの要因から、養殖ウナギの量的な面だけでなく、質的な面が重視されており、養殖技術の発展が期待されている。

そこで、伝統的な食品素材である養殖ニホンウナギの品質について把握するために、本研究では、養殖ウナギの主産地である愛知県幡豆郡一色町の加温ハウス養魚場で生産されたニホンウナギについて、体色、肉の硬さおよび化学成分など品質特性の季節変化を把握して基礎資料を得るとともに、官能検査との関連についても若干の検討を行ったので報告する。

材料および方法

供試魚 試料を得る養殖場として、愛知県幡豆郡一色町の養魚場から生産地問屋である一色うなぎ漁業協同組合へ出荷している養魚場のうち、同じ取り揚げ日でシラス池入れ日の近いものをあらかじめ選択した。試料養殖ニホンウナギ、*Anguilla japonica* は、春(1992年4月15日)、夏(1992年7月2日)、秋(1992年10月1日)および冬(1993年1月4日)の4回について、選別時点での格付けの差が最も大きくなった養魚場から、上ランクと下ランクの各々30尾ずつを選び入手した。供試魚は、同組合の立て場で一晩活けメ後内水面漁業研究所に搬入し、ランク別に氷メして、それぞれ25尾を無作為に取り出し、体重と体長を測定後背開きにし、内臓、頭および背骨を除去して、皮付きの状態でFig. 1に示すように切り分けた。A部位は、1尾ずつ2切れをセットにして、一色うなぎ漁協の加工場で白焼きにし、真空パックしたものを-30℃で凍結保存し、成分分析および官能検査に用いた。B部位は、1尾ずつ2切れをセットにして、真空パック後、直ちに-30℃で凍結して、成分分析まで保存した。

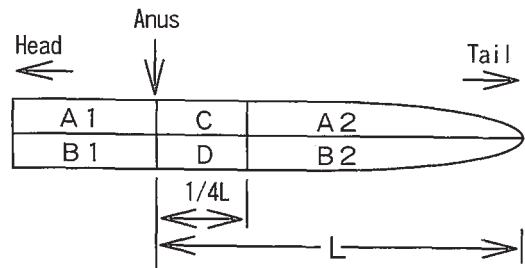


Fig. 1. Sampled part of cultured Japanese eel. A: Heated flesh "Shirayaki" for sensory test or chemical analysis, B: Raw flesh for chemical analysis, C: Raw flesh for chromaticity of body color and hardness, D: Heated flesh by steaming for hardness.

体色の測定 Fig. 1のC部位を用い、魚体表の背側の色彩色差計(ミノルタ製CR-100)で色度(CIE1976) L^* , a^* および b^* を各個体別にそれぞれ3回ずつ測定し、その平均値をデータ解析に用いた。また、典型的な“青ウナギ”と“茶ウナギ”は比較的に明瞭に見分けることができるので、同一の担当者が各表皮の色を肉眼で識別し、青、茶および不明の3つのカテゴリーに分類記録した。

硬さの測定 生肉の貫入応力は、体色測定後のC部位を、皮を上にして、直径1.5mmの円柱状プランジャーを装着したレオメーター(不動工業社製NRM-1010A-CW)で各個体別にそれぞれ3回ずつ測定し、その平均値を生肉の硬さとした。

また、加熱肉の硬さは、Fig. 1のD部位を蒸し器で5分間加熱し、室温で30分間放冷後、皮を上にして直径5mmの球形プランジャーを用いて同様に貫入応力を測定した。

なお、ここでは、生の場合も加熱した場合も皮と肉の区別をせず、皮付きの肉の硬さとして、単に“肉の硬さ”と表現した。

成分分析試料の調製 -30℃で凍結保存しておいた生と白焼きの試料の5尾分を、それぞれ半解凍状態のまま、包丁で細切後均質化して、分析試料とした。

一般成分の分析法 調製試料について、水分は常圧加熱乾燥法、粗タンパク質はセミマイクロケルダール法、粗脂肪はソックスレー抽出法、灰分は550℃乾式灰化法でそれぞれ定量した¹⁶⁾。

脂肪酸の分析法 調製試料を水酸化カリウム/エタノールで直接ケン化し、脂肪酸とした後、三フッ化ホウ素メタノールでメチルエステル化後キャピラリーガスクロマトグラフ(島津製作所製GC14A)により分析

した¹⁷⁾。

遊離アミノ酸の分析法 試料に水を加えてホモジナイズした後にスルホサリチル酸を加えて遠心分離し、その上澄みをメンブレンフィルターでろ過後、pH2.0に調整し再び遠心分離にかけて、得られた上澄みをアミノ酸自動分析計（日本電子製 JLC300）で分析した¹⁷⁾。

なお、これらの一連の成分分析は、財団法人日本冷凍食品検査協会へ委託した。

官能検査 官能検査は各季節ごとに、碧南保健所の栄養教室の参加者をパネラーとして用い、シェッフェの対比較法により上下ランクの比較をした¹⁸⁾。すなわち、-30℃で凍結保存しておいた白焼試料を電子レンジ（出力550W）で5分間加熱し、肉の硬さを始めとした7項目について上下二つのランクを比較した。

統計処理 官能検査を除いた統計処理は、各季節別の上下ランクの測定値の比較を、マンホイットニーのU検定で、肉眼による体色の判別結果を χ^2 検定でそれぞれ行った。

結 果

季節別ランク別の養殖ウナギの飼育状況を Table 1 に示した。飼育期間は夏で193～208日と最も短く、秋、冬、春と長くなっていた。選別回数は、いずれの季節においても上ランクの方が下ランクに比べて多くなっ

ており、配分飼料へのオイル添加割合は5～9%の範囲であった。設定水温は27～31℃の範囲で一色町内における加温ハウスの一般的な設定水温となっていた。

各供試魚の体重、体長および肥満度を Table 2 に示した。各季節とも平均体重は、上ランクで190.2～199.6 g、下ランクで187.2～195.6 gとほぼ等しく、一般的な販売サイズであった。肥満度は、春では、上ランクに比べて下ランクの方が高くなっていたが、その他の季節では、差は認められなかった。

肉眼による体色の識別結果を Table 3 に示した。春の上ランクでは、青と判定された尾数が、全体の44%であったのに対し、下ランクでは、茶と判定されるものが19尾と全体の76%を占め、上下ランクの差は明瞭であった。夏は、上下ランクとも80%が青と判定され、不明と判定された数も同じく20%ずつで、茶と判定されたものは無く、両者には差が認められなかった。秋の上ランクでは、青と判定された尾数の割合が全体の52%であったのに対し、下ランクでは、茶と判定された割合が52%となった。冬の上ランクは、全体の60%が青と判定されたのに対し、下ランクは96%が茶と判定され、上下ランクの体色の差は明瞭であった。

色度の測定結果を Table 4 と Fig. 2 に示した。L*値は、冬に上ランクが下ランクに比べて値が小さくなり、体色が暗くなる傾向があったが、上下ランクとも

Table 1. Culture conditions of Japanese eel used

	Spring (Apr.15,'92)		Summer (Jul.2,'92)		Autumn (Oct.1,'92)		Winter (Jan.4,'93)	
	The high grade	The low grade	The high grade	The low grade	The high grade	The low grade	The high grade	The low grade
Date started to culture	Mar.15,'91	Apr.23,'91	Dec.7,'91	Dec.2,'91	Jan.29,'92	Dec.28,'91	Apr.1,'92	Dec.10,'91
Date sampled	Apr.15,'92	Apr.15,'92	Jul.2,'92	Jul.2,'92	Oct.1,'92	Oct.1,'92	Jan.4,'93	Jan.4,'93
Reared period (days)	397	358	208	213	246	278	279	390
Frequency of size selection	4	3	6	5	4	3	6	5
Water temperature (℃)	29	27-28	30	31	28	30	30	28
Supplementation of feed oil (%)	5-6	7	6	5	9	5	6	5-9

Table 2. Cultured Japanese eel used for analyses⁺¹

Date sampled	The high grade			The low grade		
	Body weight (g)	Body length (cm)	Condition factor ⁺²	Body weight (g)	Body length (cm)	Condition factor ⁺²
Spring (Apr.15,'92)	192.6±14.7	50.6±1.5	1.49±0.10	192.1±21.4	49.5±2.5	1.58±0.13*
Summer (Jul.2,'92)	190.2±21.9	48.0±2.5	1.73±0.21	194.2±10.7	48.8±1.3	1.68±0.11
Autumn (Oct.1,'92)	199.6±15.5	48.9±1.6	1.71±0.12	195.6±16.6	49.4±1.6	1.62±0.12
Winter (Jan.4,'93)	195.6±25.1	49.0±2.8	1.66±0.20	187.2±16.3	49.4±2.5	1.55±0.14

⁺¹ Mean ± S. D. (n=25)

⁺² Body weight × 1000 / (body length)³

* Significantly different from the high grade (*: p < 0.05)

四季を通じて30前後の値を示し、その差は小さかった。 a^* 値は、春の値が上ランクで4.0、下ランクで5.5と高く、上下の差が大きかったのに対し、夏から秋にかけて1.3~2.7へと値が下がり、上下の差も縮まる傾向がみられた。 b^* 値は、いずれの季節も上ランクの方が下ランクよりも値が2.0~5.1低く、上下の差は夏に小さくなり、春と秋に大きくなる傾向が見られた。

肉の硬さの季節変化を Table 5 と Fig. 3 に示した。生肉の値は、夏に上ランクで6.28 kg、下ランクで6.39 kg となり、他の季節に比べて最も柔らかかった。加熱肉の値は、夏に上ランクで253 g、下ランクで200 g、秋に上ランクで171 g、下ランクで254 g となり、春と冬に比べて上ランクで53~272 g、下ランクで173~311 g 柔らかかった。

一般成分の供試魚と分析結果を Table 6 に示した。

四季を通して、上ランクは、下ランクよりも粗脂肪が0.3~7.4%多く、水分と粗タンパク質は逆に上ランクの方が下ランクよりもそれぞれ、0.1~4.9%、0.2~2.3%少なかった。また、これらの上下ランクの差は、夏に小さくなる傾向があった。灰分には、季節変化や上下ランクの差は認められず1.1~1.3%で安定していた。

生肉と加熱肉（白焼き）の遊離アミノ酸の分析結果を Table 7 および 8 に示した。生肉では、ヒスチジン、タウリン、リジンおよびアラニンの量が多かった。また、ヒスチジンが冬に著しく多かった以外には、特に季節変化は見られなかった。加熱肉では、タウリン、リジン、アルギニンおよびグリシンが多く、季節変化は見られず、ヒスチジンは加熱により減少していた。

Table 3. Visual comparison of body color of cultured Japanese eel by the naked eye

Date sampled	The high grade			The low grade		
	Blue number (%)	Brown number (%)	Vague number (%)	Blue number (%)	Brown number (%)	Vague number (%)
Spring (Apr. 15, '92) **	11(44)	3(12)	11(44)	1(4)	19(76)	5(20)
Summer (Jul. 2, '92)	20(80)	0(0)	5(20)	20(80)	0(0)	5(20)
Autumn (Oct. 1, '92) *	13(52)	7(28)	5(20)	8(32)	13(52)	4(16)
Winter (Jan. 4, '93) **	15(60)	4(16)	6(24)	0(0)	24(96)	1(4)

* Significant ($p < 0.05$)

** Significant ($p < 0.01$)

Table 4. Seasonal variations in chromaticity factor L^* , a^* and b^* of body color of cultured Japanese eel⁺

Date sampled	The high grade			The low grade		
	L^*	a^*	b^*	L^*	a^*	b^*
Spring (Apr. 15, '92)	30.0±2.3	4.0±0.6	-4.4±1.5	30.4±2.7	5.5±0.7***	0.7±1.8***
Summer (Jul. 2, '92)	31.4±4.0	2.7±0.6	-4.5±1.1	31.7±2.3	2.7±0.6	-2.5±1.2***
Autumn (Oct. 1, '92)	32.9±3.7	1.5±0.9	-1.3±1.4	32.6±3.5	1.3±0.6	2.7±1.4***
Winter (Jan. 4, '93)	29.8±2.5	2.7±0.8	-3.6±1.5	31.6±2.4**	3.8±0.5***	0.4±1.7***

⁺ Mean ± S. D. (n=25)

^a Significantly different from the high grade (**: $p < 0.01$, *: $p < 0.05$)

Table 5. Seasonal variations in hardness of cultured Japanese eel flesh⁺

Date sampled	The high grade		The low grade	
	Raw flesh (kg)	Steamed flesh (g)	Raw flesh (kg)	Steamed flesh (g)
Spring (Apr. 15, '92)	6.48±0.63	306±50	7.61±0.69***	511±91***
Summer (Jul. 2, '92)	6.28±0.61	253±45	6.39±0.57	200±31***
Autumn (Oct. 1, '92)	6.72±0.60	171±38	7.20±0.70**	254±44***
Winter (Jan. 4, '93)	7.16±0.96	443±88	7.85±0.67**	427±79

⁺ Mean ± S. D. (n=25)

^a Significantly different from the high grade (**: $p < 0.01$, *: $p < 0.05$)

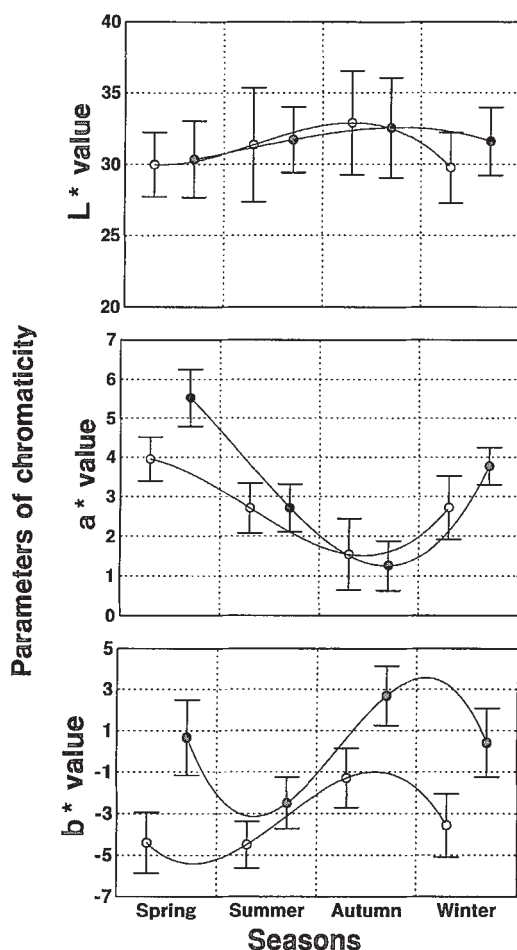


Fig. 2. Seasonal variations in chromaticity of body color of cultured Japanese eel. Each symbol with vertical lines represents a mean $\pm$ S. D. for 25 individuals. ○: The high grade, ●: The low grade.

グリシンの量は、生肉、加熱肉のいずれの場合も四季を通して上ランクの方が下ランクに比べて多かった。

生肉と加熱肉（白焼き）の脂肪酸組成を Table 9 および 10 に示した。生肉、加熱肉ともに $C_{18:1}$ と $C_{16:0}$ の割合が高く、各組成の季節、上下ランクおよび加熱処理について特徴的な変化は見られなかった。

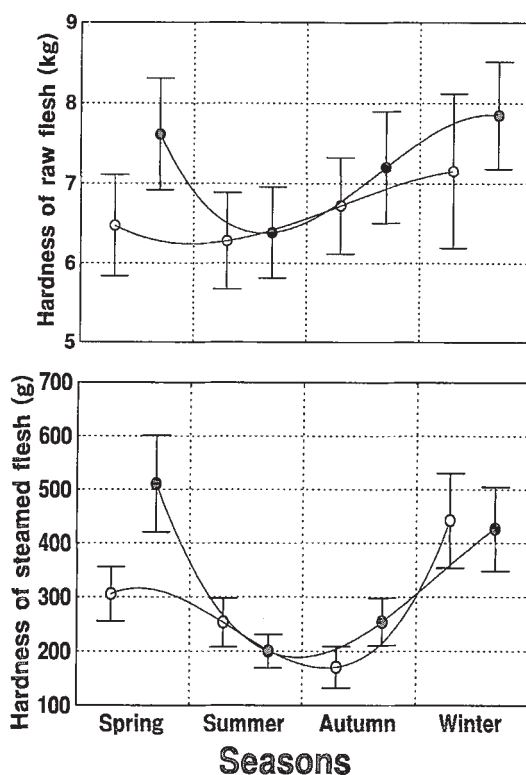


Fig. 3. Seasonal variations in hardness of flesh of cultured Japanese eel. Each symbol with vertical lines represents a mean $\pm$ S. D. for 25 individuals. ○: The high grade, ●: The low grade.

Table 6. Cultured Japanese eel used for analysis and proximate composition

	Spring (Apr. 15, '92)		Summer (Jul. 2, '92)		Autumn (Oct. 1, '92)		Winter (Jan. 4, '93)	
	The high grade	The low grade	The high grade	The low grade	The high grade	The low grade	The high grade	The low grade
Sample number	5	5	5	5	5	5	5	5
Body weight (g) ⁺	192.6 $\pm$ 8.8	176.6 $\pm$ 13.2	201.2 $\pm$ 25.1	201.2 $\pm$ 7.9	198.6 $\pm$ 15.1	197.1 $\pm$ 15.3	177.9 $\pm$ 18.0	196.7 $\pm$ 9.8
Body length (cm) ⁺	50.6 $\pm$ 0.8	48.0 $\pm$ 1.9	49.2 $\pm$ 2.0	49.1 $\pm$ 0.7	49.4 $\pm$ 2.1	50.2 $\pm$ 0.5	46.8 $\pm$ 2.7	50.8 $\pm$ 2.7
Moisture (%)	60.3	63.2	61.0	61.1	62.0	63.2	59.0	63.9
Crude protein (%)	17.0	17.8	17.0	17.4	17.7	17.9	16.6	18.9
Crude lipid (%)	20.7	17.1	20.1	19.8	19.0	17.4	23.3	15.9
Ash (%)	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.1	1.3

⁺ Mean $\pm$ S. D. (n=5)

Table 7. Seasonal variations in free amino acid in the raw flesh of cultured Japanese eel (mg/100g flesh)

Amino acids	Spring (Apr. 15, '92)		Summer (Jul. 2, '92)		Autumn (Oct. 1, '92)		Winter (Jan. 4, '93)	
	The high grade	The low grade	The high grade	The low grade	The high grade	The low grade	The high grade	The low grade
Isoleucine	2	3	3	3	4	3	4	5
Leucine	3	3	4	3	5	4	6	7
Lysine	16	12	34	27	21	20	20	41
Methionine	2	2	1	1	2	2	3	4
Phenylalanine	2	1	2	2	2	2	1	2
Tyrosine	2	2	2	4	7	3	4	7
Threonine	4	3	5	4	6	5	7	6
Valine	3	3	4	3	4	4	6	6
Histidine	29	38	36	26	32	29	190	220
Arginine	4	3	13	9	8	5	3	12
Alanine	10	9	12	12	13	14	17	21
Aspartic acid	2	2	2	2	2	3	6	6
Glutamic acid	3	3	5	6	7	7	9	4
Glycine	9	7	13	11	11	10	14	12
Proline	2	1	2	2	2	2	4	4
Serine	2	2	3	2	3	3	6	6
Taurine	31	32	33	28	34	31	32	32

Table 8. Seasonal variations in free amino acid in the heated flesh of cultured Japanese eel (mg/100g flesh)

Amino acids	Spring (Apr. 15, '92)		Summer (Jul. 2, '92)		Autumn (Oct. 1, '92)		Winter (Jan. 4, '93)	
	The high grade	The low grade	The high grade	The low grade	The high grade	The low grade	The high grade	The low grade
Isoleucine	2	3	3	3	4	3	4	3
Leucine	3	4	4	5	5	4	5	4
Lysine	20	16	44	35	26	26	21	41
Methionine	2	2	1	2	2	2	2	2
Phenylalanine	2	1	2	2	2	2	2	2
Tyrosine	2	2	1	5	8	2	3	7
Threonine	4	3	4	4	6	5	5	3
Valine	3	3	4	3	4	4	4	3
Histidine	9	10	8	8	7	9	9	8
Arginine	6	5	21	14	14	10	6	21
Alanine	7	6	8	11	10	9	8	6
Aspartic acid	1	1	2	3	2	2	3	1
Glutamic acid	8	8	11	9	12	12	11	9
Glycine	12	9	17	14	14	13	14	10
Proline	1	1	2	2	2	2	2	1
Serine	1	2	2	1	1	2	2	1
Taurine	46	48	45	38	49	46	49	45

Table 9. Seasonal variations in fatty acid of raw flesh of cultured Japanese eel (%)

Fatty acid	Spring (Apr. 15, '92)		Summer (Jul. 2, '92)		Autumn (Oct. 1, '92)		Winter (Jan. 4, '93)	
	The high grade	The low grade	The high grade	The low grade	The high grade	The low grade	The high grade	The low grade
14 : 0	4.6	4.6	4.8	4.2	4.5	4.8	5.0	4.3
14 : 1	0.2	0.2	0.1	0.1	0.2	0.2	0.1	0.1
15 : 0	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
16 : 0	22.7	21.9	22.5	22.3	21.7	22.0	22.6	21.5
16 : 1	6.5	5.9	5.9	5.5	6.1	6.3	6.0	5.7
17 : 0	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.5	0.5	0.4
17 : 1	0.6	0.5	0.5	0.5	0.6	0.5	0.5	0.6
18 : 0	4.7	5.3	5.4	6.1	4.6	4.8	5.3	5.1
18 : 1	36.3	37.0	35.6	38.0	35.9	37.0	35.8	38.2
18 : 2(n-6)	1.3	1.4	2.7	2.2	2.3	1.8	2.3	1.7
18 : 3(n-3)	0.5	0.5	0.8	0.6	0.7	0.6	0.7	0.5
18 : 4(n-3)	0.6	0.6	0.8	0.6	0.7	0.6	0.8	0.5
20 : 1	5.4	5.1	3.3	4.2	5.2	4.2	4.2	7.0
20 : 3(n-6)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	nd	nd
20 : 4(n-6)	0.5	0.6	0.6	0.4	0.5	0.6	0.6	0.5
20 : 5(n-3)	3.7	3.6	4.9	3.8	4.7	4.3	4.5	3.2
22 : 1	2.2	1.8	0.8	1.4	2.0	1.4	1.1	2.6
22 : 5(n-3)	2.2	2.5	2.9	2.4	2.6	2.5	2.6	1.9
22 : 6(n-3)	6.5	6.9	6.5	5.9	6.0	6.5	5.9	5.1

nd: Not detected

Table 10. Seasonal variations in fatty acid of heated flesh of cultured Japanese eel (%)

Fatty acid	Spring (Apr. 15, '92)		Summer (Jul. 2, '92)		Autumn (Oct. 1, '92)		Winter (Jan. 4, '93)	
	The high grade	The low grade	The high grade	The low grade	The high grade	The low grade	The high grade	The low grade
14 : 0	4.4	4.6	4.7	4.1	4.5	4.6	5.1	4.3
14 : 1	0.2	0.2	0.1	0.1	0.2	0.2	0.1	0.2
15 : 0	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
16 : 0	22.6	21.4	22.3	21.9	21.6	21.5	22.3	21.0
16 : 1	6.4	6.1	5.9	5.4	6.0	6.0	6.2	5.7
17 : 0	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.5	0.5	0.4
17 : 1	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6	0.5	0.5	0.6
18 : 0	4.9	5.2	5.3	6.0	4.5	4.7	5.1	5.1
18 : 1	35.8	36.9	34.9	37.3	35.6	37.4	35.9	37.6
18 : 2(n-6)	1.6	1.5	2.6	2.2	2.3	1.8	2.3	0.9
18 : 3(n-3)	0.5	0.5	0.8	0.6	0.6	0.6	0.7	0.5
18 : 4(n-3)	0.6	0.6	0.8	0.6	0.7	0.7	0.8	0.5
20 : 1	5.1	5.2	3.1	4.2	5.2	4.2	4.1	7.5
20 : 3(n-6)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	nd	nd
20 : 4(n-6)	0.6	0.5	0.6	0.5	0.5	0.6	0.6	0.5
20 : 5(n-3)	3.8	3.7	5.1	4.2	4.9	4.4	4.6	3.5
22 : 1	2.1	1.8	0.8	1.6	1.9	1.2	1.0	3.1
22 : 5(n-3)	2.2	2.5	3.1	2.5	2.6	2.6	2.6	2.0
22 : 6(n-3)	7.0	6.8	7.1	6.5	6.6	7.1	6.0	5.5

nd: Not detected

Table 11. Conditions of sensory test

	Spring (Apr. 15, '92)	Summer (Jul. 2, '92)	Autumn (Oct. 1, '92)	Winter (Jan. 4, '93)
Day of sensory test	Jun. 14, '92	Jul. 17, '92	Oct. 5, '92	Jan. 6, '93
Number of person (male)	22(0)	20(3)	12(0)	14(0)
Total number of person	22	28	30	26
Range of age (mode)	31-61(56)	21-63(39)	23-63(61)	22-57(30)

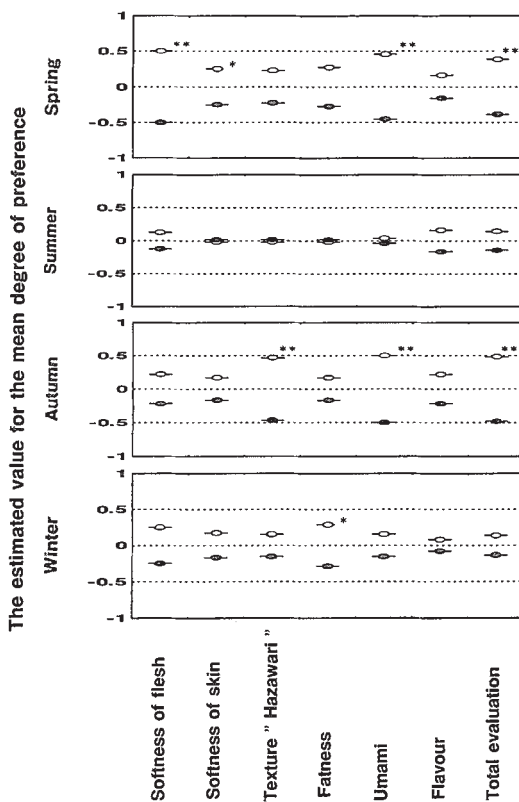


Fig. 4. Results of sensory test sampled in different class and seasons. ○: The high grade, ●: The low grade, **: Significant ($p < 0.01$), *: Significant ($p < 0.05$).

官能検査の実施状況を Table 11に、結果を Fig. 4に示した。春では、肉と皮の硬さ、うまみおよび総合評価で、有意な差が認められたが、夏では、どの項目にも差があるとはいえず、秋に歯ざわり、うまみおよび総合評価で差があり、冬では、脂ののりに差が認められた。

考 察

一色うなぎ漁協の立て場で行われる選別では、ウナギを体色、体形、手に持った柔らかさおよび魚体の大

さの4項目で品質を判断し、通常5段階のランク付けを行っている。しかし、夏になると体色や手に持った柔らかさの差が小さくなり、ランクの数が3段階程度と少なくなる。今回の試験でも、養魚場からの出荷量が増加する夏季では、なるべく差の大きな養魚場を選んで格付けを試みたが、他の季節に比べて上下の差はつきにくかった。

シラスウナギの池入れは、12～4月の期間に行われ、最初の出荷までに要する飼育期間は、短い業者で約5ヶ月、平均的には7.5ヶ月程度であるので¹⁹⁾、シラス池入れが早く、成長の良いものが夏に出まわり始め、シラス池入れが早く成長の比較的遅いものと、シラス池入れが遅く成長の良いものが秋口から混在し始める。そして、翌年の春になると、シラス池入れが早く成長の悪い、いわゆる“ビリ”は2才魚となり、シラス池入れの遅い1才魚と市場に出まわる。よって、飼育日数は夏に短く、秋から春にかけて長くなる傾向になる。このことから、体色や肉の硬さの変化は、シラス池入れの時期やウナギの成長の良否によって生じることが考えられる。しかし、一般養殖業者に対する調査²⁰⁾と、内水面漁業研究所で行った試験結果²¹⁾からは、シラス池入れ時期やウナギの成育の良否と品質特性との間には明瞭な関係は見いだせなかった。Utidaら²²⁾は、海水移行後の体重減少を指標として、養殖ウナギの海水適応能の周年変化について検討し、春から夏では体重減少率が高く、秋から冬にかけて減少率が低下して下りウナギ的になるなどの季節性があると報告している。また、大山²³⁾も、腎機能について同様な季節変化のあることを報告していることから、品質特性についても季節性があるという可能性が考えられた。

養殖魚における選別の目的は、魚体サイズの大小の違いを整え、飼育密度を適度に下げること、成長能力を十分に引き出し、飼料を経済的に使用することにある²⁴⁾。したがって、その他の品質項目で選別は行われていない。今回の調査では、上ランクの方が下ランクに比べて選別回数が多く、過密な飼育は品質を低下させる可能性が考えられた。なお、ウナギは、飼育

密度が極端に下がると摂餌が悪くなるとも言われており成長段階に応じてどの程度の飼育密度が適当であるのかは、まだ十分に検討されていない。今後、飼育密度と品質との関係をより詳細に調べる必要がある。

いわゆる“青ウナギ”は、生産流通過程で経験的に柔らかいとされている。季節別の体色と肉の硬さとの対応関係をみると、色度 a^* と色度 b^* の値が下がる夏と秋で、肉の硬さが柔らかくなる傾向がみられることから、このことが裏付けられた。色度 a^* と色度 b^* は、ほぼ無相関と考えられるので、これらと生肉の硬さおよび加熱肉の硬さとの関連をFig. 5でみた結果、色度 a^* は加熱肉の硬さ、色度 b^* は生肉の硬さとの相関が高かった。しかし、色度 a^* または b^* の値の低い個体が必ずしも肉の柔らかい個体ではなく、体色の発現機構と肉の硬さを決める要因が直接関係しない可能性もある。

竹内²⁵⁾は、油脂添加量の異なる飼料で飼育されたアユ体各部の脂質を測定し、脂質含量が飼料油脂の増加に伴い直線的に増加すると報告しており、ウナギについても、配合飼料へのオイル添加割合が高ければ、粗脂肪が多くなると考えられるが、飼育状況と粗脂肪とは、明瞭な関係はみられなかった。しかし、上下ランクに分けた結果、上ランクの粗脂肪が下ランクに比べて0.3~7.4%高くなったことから、ウナギの品質には、粗脂肪が重要なファクターとなっているものと

考えられた。

肉眼による体色の識別結果と色度との間に高い相関関係がみられた。このことから、選別時の体色による格付けは有効に機能しているものと推察された。

官能検査は、分析的方法と嗜好調査の二つに大別されるが、ここでは、後者による消費者調査を目的として行った。パネルは、一般の主婦を中心とした中型規模で、産地市場での格付けや機器による分析結果が一般人にどの程度反映するものかについて検討した²⁶⁾。その結果、加熱肉の硬さの平均値の差が205 gと最も大きくなった春で、肉と皮の柔らかさに差が認められた。ただし、肉の硬さは肉の温度の影響を受け、官能検査時の品温は、物性測定時の品温よりも高い。したがって、実際に官能検査で区別している硬度差は、この値より小さくなる。Nakayamaら²⁷⁾は、カツオ、ハマチおよびキワダの生および加熱肉を用いて、魚肉のテクスチャーについての官能検査結果と機器測定結果の相関関係について検討し、円柱状プランジャーの測定結果は、官能検査での硬さと相関があると報じており、ウナギの場合も同様のことが言えるものと考えられた。歯ざわりは、秋で差が認められたが、何に起因するのかは不明であった。脂ののりは、一般成分の粗脂肪の差が7.4%と最も大きくなった冬で差が認められた。うまみは、春と秋に差があったが、遊離アミノ酸と対応した変化は認められなかった。また、濃い味

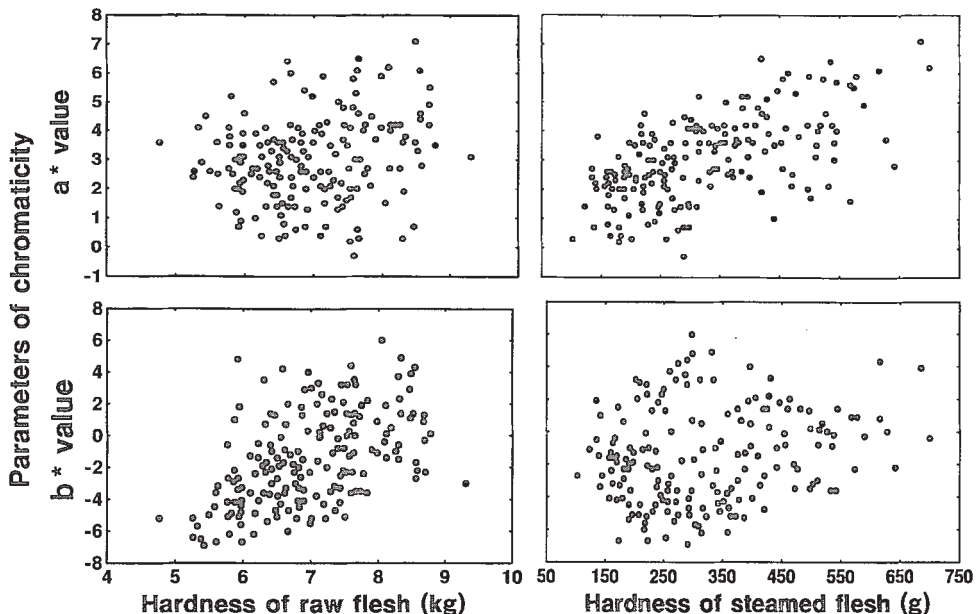


Fig. 5. Relationship between factor of chromaticity and hardness.

のタレをつけて、蒲焼きとして食されることの多いウナギでは、呈味成分としての遊離アミノ酸の影響は小さいものと考えられた。においで差は認められず、上下ランクの差の変化も季節を通して小さかった。総合評価は、他の項目と対応して、上ランクの方が下ランクよりも評価が高く、夏にその差が小さくなっていた。

以上のことから、産地間で屋で行われているランク付けは、消費者の嗜好を反映しており、有効に機能しているものと推察された。

謝 辞

本原稿をまとめるにあたり、ご校閲および有益なご助言をいただきました水産庁の中添純一博士に心から感謝申し上げます。また、官能検査では、碧南保健所の杉江勝代さんにお世話になり感謝いたします。

なお、本研究は、水産庁の補助事業である平成2～6年度特定研究開発促進事業によって行われたことを記し謝意をあらわします。

要 約

産地市場で上下二つのランクに格付けされた養殖ニホンウナギについて、体色を始めとした品質特性の季節変化を把握し、官能検査との関連性について検討した結果、以下のとおりとなった。

体色の色度 a^* は、夏から秋にかけて値が下がり、上下ランクの差が小さくなった。また、体色の色度 b^* は、夏に値が下がり、上下ランクの差が小さくなった。これらのことから、ウナギの体色は、夏から秋にかけて青くなる傾向があるものと推察された。

生肉の硬さは、夏に柔らかくなり、上下ランクの差が小さくなった。また、加熱した肉の硬さは、夏から秋に柔らかくなる傾向が見られた。

可食部分の一般成分のうち粗脂肪は四季を通して、上ランクの方が下ランクよりも多く、水分と粗タンパク質は逆に上ランクの方が下ランクよりも少なかった。また、これらの上下ランクの差は、夏に小さくなる傾向があった。

可食部分の遊離アミノ酸では、冬に生肉のヒスチジン量が多かった以外、明瞭な季節変化は見られなかった。また、加熱することで、ヒスチジン量は減少した。

可食部分の脂肪酸組成には、季節変化は認められず、加熱による変化もほとんどみられなかった。

官能検査では、品質特性の変化に対応し、上ランクが下ランクよりも評価が高く、その差は、夏に小さく

なる傾向があった。

文 献

- 1) 野村 稔 (1982)：淡水養殖技術。恒星社厚生閣、東京、pp.1-10.
- 2) 渡邊 武 (1990)：現状と問題点。養殖魚の価格と品質 (平山和次)、恒星社厚生閣、東京、pp.9-13.
- 3) 須山三千三・平野敏行・岡田憲明・渋谷智晴 (1977)：天然および養殖アユの品質に関する化学的研究-I。日水誌、43(5)、535-540.
- 4) 平野敏行・中村秀男・須山三千三 (1980)：天然および養殖アユの品質に関する化学的研究-II。日水誌、46(1)、75-78.
- 5) 森下達雄・宇野和明・井村直樹・高橋 喬 (1987)：養殖マダイの成長に伴う一般成分組成の変動。日水誌、53(9)、1601-1607.
- 6) 宇野和明・森下達雄・高橋 喬 (1987)：養殖マダイの成長に伴う脂質の脂肪酸組成の変動。日水誌、53(9)、1609-1615.
- 7) 森下達雄・宇野和明・高橋 喬 (1987)：養殖マダイの成長に伴う含窒素エキス成分量の変動。日水誌、53(10)、1871-1881.
- 8) 伊藤かおる・山本義和 (1988)：養殖ハマチの成長にともなう一般成分と無機成分の季節的変動。日水誌、54(6)、1041-1047.
- 9) 志水 寛・多田政実・速藤金次 (1973)：ブリ筋肉化学組成の季節変化-I。日水誌、39(9)、993-999.
- 10) 農林水産省経済局統計情報部 (1995)：漁業・養殖業生産統計年報。農林統計協会、東京、pp.186-229.
- 11) 愛知県水産試験場 (1986)：昭和60年度組織的調査研究活動推進事業報告書。pp.3-14.
- 12) 東 秀雄・平尾秀一・山田充阿弥・菊池 嶺 (1960)：魚類体中のビタミンAの消長に関する研究-IV。東海水研報、28、217-230.
- 13) 池田静徳 (1985)：養殖魚の品質・栄養価・安全性に関する食品化学的研究。昭和57年・58・59年度文部省科学研究費補助金 (一般研究A) 研究成果報告書、pp.5-12.
- 14) 杉井麒麟三郎・渡辺武彦・衣巻豊輔 (1988)：養殖ウナギの脂質栄養成分。東海水研報、12、37-48.
- 15) 渡邊 武 (1994)：新しい養魚飼料。恒星社厚生閣、東京、pp.1-118.
- 16) 科学技術庁資源調査会編 (1982)：四訂日本食品

- 標準成分表, 大蔵省印刷局, 東京, pp.20-28.
- 17) 日本食品工業会編 (1982): 食品分析法. 光琳, 東京, pp.491-550.
 - 18) 日科技連官能検査委員会 (1990): 官能検査ハンドブック. 日科技連出版社, 東京, pp.356-366.
 - 19) 養鰻研究協議会 (1994): 加温ハウス養殖の現状アンケート調査結果. 第23回養鰻研究協議会要録, pp.35-37.
 - 20) 愛知県水産試験場内水面分場 (1993): 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4年度特定研究開発促進事業報告書. 3-8.
 - 21) 愛知県水産試験場内水面分場 (1994): 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5年度特定研究開発促進事業報告書. 49-53.
 - 22) Utida, S., T. Hirano, and M. Kamiya, (1969): Seasonal variations in the adjustive responses to seawater in the intestine and gills of the Japanese cultured eel, *Anguilla japonica*, *Proc. Japan Acad.*, 45, 293-297.
 - 23) 大出 浩 (1971): ウナギ (*Anguilla japonica*) 腎機能の周年変化, 動物学雑誌, 80: 58-60.
 - 24) 市村武美 (1993): 養魚経営における選別・分養の重要性. 養殖, 3, 60-65.
 - 25) 竹内昌昭 (1978): 飼料の脂質レベルがアユ体脂の蓄積におよぼす影響について, 東海水研報, 93, 103-109.
 - 26) 日科技連官能検査委員会 (1990): 官能検査ハンドブック. 日科技連出版社, 東京, pp.577-643.
 - 27) Nakayama, T., T. Kimata, and A. Ooi (1990): Texture of raw and cooked fish muscles investigated by sensory and instrumental evaluations. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, 37(9), 988-996.