

# 天然 및 養殖産 뱀장어의 蛋白質 및 아미노酸 組成比較

崔鎮浩 · 林采喚 · 崔暎準 · 卞大錫\* · 金昌睦\*\* · 吳成基\*\*

釜山水産大學 食品營養學科, \*東京大學 醫學部, \*\*慶熙大學校 産業大學 食品工學科  
(1985년 9월 5일 수리)

## Comparative Study on Protein and Amino Acid Composition of Wild and Cultured Eel

Jin-Ho CHOI, Chae-Hwan RHIM, Yeung-Joon CHOI

Department of Nutrition and Food Science, National Fisheries University of Pusan

Dae-Seok BYUN

Faculty of Medicine, University of Tokyo

Chang-Mok KIM and Sung-ki OH

College of Industry, Kyunghee University

(Received September 5, 1985)

The muscles of wild and cultured eel, *Anguilla japonica*, were analyzed for the protein composition and amino acid profile. The differences of the subunit distribution for the sarcoplasmic and myofibrillar proteins were discussed with sodium dodecylsulfate(SDS) polyacryamide gel electrophoresis.

The muscle protein in wild eel was composed of 30.78% of sarcoplasmic, 59.02% of myofibrillar, 9.73% of residual intracellular and 2.47% of stroma fraction. That in cultured eel was composed of 31.81%, 58.37%, 8.16% and 1.80%, respectively.

The sarcoplasmic and myofibrillar proteins were composed of 16 and 14 subunits in wild eel, and 22 and 15 subunits in cultured eel. The sarcoplasmic protein between wild and cultured muscles showed a similar trend in the subunits, except a few subunits such as 36,500, 46,000, 58,500, 75,000, 170,000 and 235,000 daltons in cultured eel. Only the existence of 45,000 dalton subunit was the difference between wild and cultured eel in myofibrillar protein.

The distribution patterns of total amino acid in muscles of wild and cultured eel were found to be very similar trend, although glycine content in wild eel was slightly higher than that in cultured one.

### 緒 論

淡水魚中 대표적인 魚種에 속하는 잉어, 가물치와 뱀장어는 우리나라 全 地域에 걸쳐 天然의으로 分布하고 있을 뿐만 아니라 養殖에 의하여 대량 生産되

고 있다. 이들 淡水魚는 滋養이 풍부하다고 하여, 특히 産後와 허약시에 半藥用食으로 즐겨 食用하여 왔다. 그러나 이들에 대한 食品學的 研究로서 成分에 관한 梁과 李(1979, 1980a, 1980b, 1982)의 報告가 있을 뿐, 영양학적 研究 특히 蛋白質 및 아

天然 및 養殖産 뱀장어의 蛋白質 및 아미노酸 組成比較

미노酸에 관한 상세한 報告를 찾아 볼 수 없다.

本 實驗에서는 崔 等(1985)이 報告한 天然 및 養殖産 잉어와 이스라엘 잉어의 營養學的 가치평가에 이어, 天然 및 養殖産 뱀장어의 營養學的 基礎資料를 提示할 目的으로 蛋白質組成, 筋原纖維蛋白質 및 筋形質蛋白質을 이루는 構成 subunit 와 아미노酸組成을 比較 檢討하였기에 報告한다.

材料 및 方法

1. 材料

釜山市 부천시장에서 1985年 1월에 慶南 양산에서 구입한 天然産 뱀장어 *Anguilla japonica*(體長 43.2~46.0 cm, 體重 320~350 g), 慶南 양산 養魚場에서 養殖한 뱀장어(體長 50.9~57.4 cm, 體重 475~520 g)를 試料로 하였다. 試料는 生存中에 低溫室(0~4°C)로 運搬하여 即殺시킨 다음, 背肉을 切取하여 蛋白質 組成 및 아미노酸 分析用 試料로 하였다. 또한 사료는 慶南 양산 養殖場에서 使用하고 있는 것을 그대로 分析用 試料로 하였다.

2. 分析方法

(1) 蛋白質의 組成

天然 및 養殖産 뱀장어의 蛋白質組成은 金 等(1982)의 方法에 따라 分割하여 溶液狀態로 分割된 것은 bovine albumin을 標準으로 semi-micro Kjeldahl 法에 의하여 窒素量을 檢定作度한 檢量曲線을 基準으로 하여 Umemoto(1976)의 方法에 따라 Biuret 법으로 測定하였다. 또한 殘渣로 分割된 것은 micro Kjeldahl 法으로 測定하였다.

分割된 筋形質蛋白質과 筋原纖維蛋白質의 一部에 대하여는 天然産과 養殖産 間의 構成 subunit 差異를 分析 比較하기 위하여 Weber와 Osborn(1969)方法에 따라 sodium dodecylsulphate polyacrylamide gel (SDS-PAG) 電氣泳動分析을 行하였으며, 電氣泳動된 겔은 다시 dual wavelength scanner(Shimadzu, CS-910)로서 試料 겔의 band를 파장 550 nm에서 軌跡

하였다. 이때 겔의 濃度는 筋形質蛋白質은 7.5%, 筋原纖維蛋白質은 10%로 調製하여 使用하였다. 電氣泳動 分析에서 얻어진 겔상의 subunit의 移動度는 micrometer 로서 測定하였다. 또 筋形質蛋白質과 筋原纖維蛋白質의 構成 subunit의 分子量은 同一한 條件으로 電氣泳動한 分子量 既知의 SDS-molecular weight marker(Sigma 製, cross-linked hemoglobin 과 cross linked albumin)의 相對移動度로 作成한 分子量 測定曲線에서 구하였다.

(2) 肉蛋白質의 아미노酸組成

分析用 試料는 崔 等(1985)의 方法에 따라서 調製하였으며, 이를 아미노酸 自動分析計(LKB 製, 4150- $\alpha$ 型)으로서 分析하였다.

또한 cystine 은 Mason et al.(1980)의 方法으로 처리하여 cysteic acid 로서 아미노酸 自動分析計로 測定하였다.

結果 및 考察

1. 一般成分

天然 및 養殖産 뱀장어와 養殖産 뱀장어 사료의 一般成分은 Table 1 과 같다.

天然 및 養殖産 뱀장어의 蛋白質 含量은 거의 差異를 보이지 않았으며, 각각 14.3% 와 15.4% 를 접하고 있었다. 그러나 脂肪의 含量은 天然産과 養殖産 間에 뚜렷한 差異를 보여 養殖産이 天然産에 比하여 약 4.7% 가량 높은 편이었다. 한편 養殖産 뱀장어 사료의 一般成分은 崔 等(1985)이 報告한 養殖産 잉어 및 이스라엘 잉어의 사료에 比하여 粗蛋白質과 粗脂肪의 含量이 매우 높은 것을 확인할 수 있었다.

2. 肉蛋白質의 組成

天然 및 養殖産 뱀장어의 蛋白質組成을 Table 2 에 나타내었다. 이 중 量의으로 比較의 많은 筋形質蛋白質과 筋原纖維蛋白質에 대하여는 별도로 電氣泳動 分析을 實施하였으며 天然産과 養殖産 間의 構成 subunit 差異를 檢討하기 위하여 電氣泳動相과 densitogram

Table 1. Proximate composition of muscle in wild and cultured eel (unit: %)

	Moisture	Carbohydrate	Crude protein	Crude fat	Ash
Wild	59.4	—	14.3	25.0	1.0
Cultured	54.5	—	15.4	29.7	1.1
Feedstuff	13.3	22.1	44.0	10.0	11.0

Table 2. Protein composition of muscle in wild and cultured eel

(unit: %)

	Protein composition			
	Sarcoplasmic	Myofibrillar	Residual intracellular	Stroma
Wild	30.78	59.02	9.73	2.47
Cultured	31.81	58.37	8.16	1.80

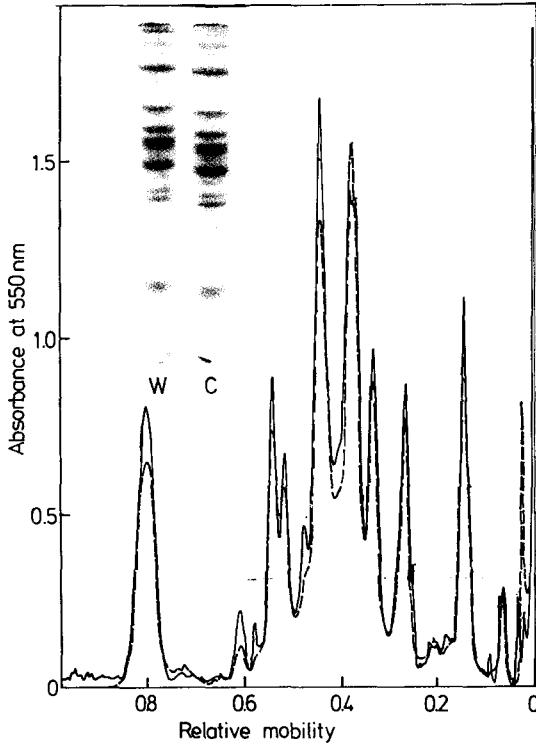


Fig. 1. Electrophoretograms and densitograms of sarcoplasmic protein in wild and cultured eel by SDS-polyacrylamide gel electrophoresis (7.5% gel). The capital letters W and C are indicated wild and cultured eel.

Solid line, cultured eel; broken line, wild eel

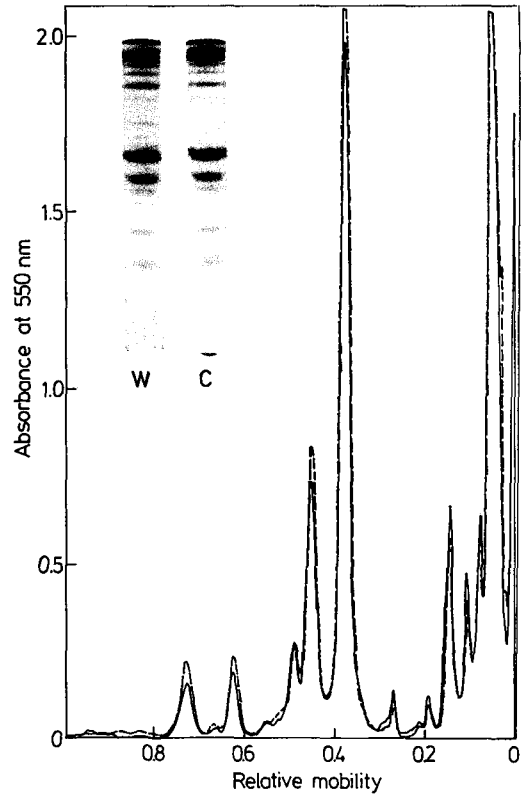


Fig. 2. Electrophoretograms and densitograms of myofibrillar protein in wild and cultured eel by SDS-polyacrylamide gel electrophoresis (10% gel). The capital letters W and C are indicated wild and cultured eel.

Solid line, cultured eel; broken line, wild eel.

을 Fig 1, 2에 나타내고, 分子量別 subunit의 分布를 整理하여 Table 3.4에 나타내었다.

먼저 天然產과 養殖產 뱀장어의 蛋白質組成을 살펴보면(Table 2), 天然產의 蛋白質中 筋形質蛋白質이 30.78%, 筋原纖維蛋白質이 57.02%, 細胞內殘渣蛋白質이 9.73%, 基質蛋白質이 2.47% 이었고, 養殖產의 경우는 筋形質蛋白質이 31.8%, 筋原纖維蛋白質이 58.23%, 細胞內殘渣蛋白質이 8.16%, 基質蛋白質이 1.80% 이었다. 卞과 南(1981), 金等(1982)은 死後經過와 더불어 筋原纖維蛋白質의 量은 줄어들고, 相對的으로 細胞內殘渣蛋白質의 量은 늘어난

다고 報告하였다. 이와 같은 結果에 비추어 뱀장어에 있어서도 細胞內殘渣蛋白質의 大部分을 筋原纖維蛋白質의 未抽出分 혹은 變性蛋白質의 不溶性 劃分인 것을 감안한다면, 筋原纖維蛋白質의 總量은 天然產의 경우는 약 59%, 養殖產은 약 56%에 해당하여 天然產이 養殖產에 비하여 筋原纖維蛋白質의 量은 3%가량 많음을 알 수 있었다. 그러나 抽出된 劃分만으로서 생각한다면 蛋白質組成은 天然 및 養殖產에 관계없이 대체로 유사한 것임을 알 수 있었다.

天然 및 養殖産 뱀장어의 蛋白質 및 아미노酸 組成比較

**Table 3. Comparison of subunit distribution on SDS-acrylamide gel electrophoretograms by relative mobility between wild and cultured eel for sarcoplasmic protein\***

Relative mobility	Subunit distribution ( $\times 10^{-3}$ )	
	Wild	Cultured
0.026	—	235
0.039	225	225
0.070	205	205
0.078	180	180
0.103	—	170
0.125	155	155
0.148	135	135
0.174	120	120
0.209	97	97
0.267	—	75
0.281	73	73
0.329	64.5	64.5
0.367	60.5	60.5
0.385	—	58.5
0.398	56.5	56.5
0.457	49.5	49.5
0.490	—	46
0.535	42	42
0.555	40.5	40.5
0.601	—	36.5
0.627	34	34
0.823	21.5	21.5

\*7.5% of acrylamide gel was used in the electrophoretic analysis.

金等(1982)은 即殺時 방어 普通肉의 筋形質蛋白質은 31.7%, 節原纖維蛋白質은 58% 이었다고 報告하였으며, Watabe et al.(1983)은 상어肉蛋白質의 組成分析結果, 筋形質蛋白質이 24.5%, 筋原纖維蛋白質이 63.2%, 알칼리可溶性蛋白質이 4.7%, 基質蛋白質이 7.6% 라고 報告하였다. 또한 卞等(1984)은 보리새우 肉蛋白質의 組成이 魚類와 큰 差異가 없다고 하였다. 이상의 報告들과 本實驗의 結果를 比較해 보면, 뱀장어의 蛋白質組成은 판새류를 제외 한 해산경골어류 및 갑각류와 거의 비슷한 수준임을 알 수 있었다. 그리고 天然 및 養殖産 뱀장어의 筋形質蛋白質과 筋原纖維蛋白質을 이루는 構成 subunit 를 SDS-PAG 電氣泳動法으로 分析한 果結, 天然産 뱀장어의 筋形質蛋白質은 16개의 subunit가 檢出되었으며, 養殖産의 경우는 22개의 subunit가 檢出되었다. 天然産과 養殖産 筋形質蛋白質의 分子量別 構成 subunit 의 分布上의 差異를 보면, 分子量 21,500, 34,000, 40,500, 42,000, 49,500, 56,500, 60,500, 64,500, 73,000, 97,000, 120,000, 135,000, 155,000, 180,000, 205,000 및 225,000의 subunit는 서로 一致하였으나, 그밖에 36,500, 46,000, 58,500, 75,000, 170,000 및 235,000의 subunit는 養殖産에서만 存在하였다. 南(1983)이 이스라엘 잉어의 筋形質蛋白質에 대하여 實驗한 結果에 의하면 3年生인 경우 10개의 subunit로 構成되어 있다고 하였으며, 卞等(1984)은 即殺時 보리새우의 筋形質蛋白質은 12개의 sub-

**Table 4. Comparison of subunit distribution on SDS-acrylamide gel electrophoretograms by relative mobility between wild and cultured eel for myofibrillar protein\***

Relative mobility	Subunit distribution ( $\times 10^{-3}$ )		Reference
	Wild	Cultured	
0.055	200	200	Myosin heavy chain <sup>1),2),4)</sup>
0.095	130	130	
0.110	120	120	
0.157	61	61	
0.198	55	55	
0.226	52	52	
0.260	47	47	
0.301	—	45	
0.370	42	42	Action <sup>4)</sup>
0.455	35	35	Tropomyosin <sup>1)</sup>
0.493	32	32	Troponin-T
0.554	28	28	Myosin light chain-1 <sup>5)</sup>
0.626	24	24	Troponin-I <sup>1),2)</sup>
0.630	21.5	21.5	Troponin-C
0.732	19	19	Myosin light chain-2 <sup>5)</sup>

\* 10% of acrylamide gel was used in the electrophoretic analysis

- 1) Porzio and Pearson(1977) ; 2) Reddy et al.(1975) ; 3) Seki(1977)  
4) Watabe et al.(1983 b) ; 5) Watabe et al.(1982)

unit로構成되어 있다고 하였다. 本實驗의 結果와 綜合하여 比較해 보면 筋形質蛋白質의 構成 subunit는 種과 서식환경 및 식이의 다른 酵素군의 差異에 기인하는 것 같다. Scopes(1968)은 토끼 骨骼筋의 水溶性蛋白質 劃分을 starch-gel 電氣泳動한 結果, 大部分이 해당제효소에 속한다고 報告하였다. 또한 山田과 鈴木(1982)은 41種의 魚類의 筋形質蛋白質로 박층등전점 電氣泳動을 행한 結果, 大部分의 魚種은 種間에 電氣泳動의 형태가 다를을 報告하였으며, 山田(1983)은 魚貝肉의 水溶性蛋白質을 熱變性시켜 박층등전점 電氣泳動을 행한 結果, 高溫(60~80°C)에서 加熱한 蛋白質의 電氣泳動相에는 種마다 한두개의 特정한 subunit가 남게 됨으로 이들의 등전점을 比較하여 種을 判別할 수 있다고 하였다.

한편, 即殺한 天然 및 養殖産 鰻장어에서 抽出分離한 筋原纖維蛋白質의 subunit 分布를 Table 4에 나타내었으며, 그 densitogram은 Fig.2와 같다. 筋原纖維蛋白質을 構成하는 subunit를 名 動物種別로 同定하여 報告한 資料들과 比較하여 보면, 分子量에 多少의 差異는 있으나 200,000에 해당하는 것은 myosin heavy chain인 것으로, 分子量 42,000에 해당하는 것은 actin인 것으로, 分子量 35,000과 32,000에 해당하는 것은 tropomyosin과 troponin-T로 各各 판단되었다. 그리고 分子量 28,000은 myosin light

chain-1인 것으로, 分子量 24,000과 21,500인 것은 各各 troponin-I와 troponin-C로, 分子量 19,000에 해당하는 것은 myosin light chain-2으로 추정되었다. 天然産과 養殖産을 比較해 보면 天然産인 경우는 14개의 subunit로, 養殖産은 15개의 subunit로 構成되어 있었으며, 養殖産인 경우 分子量 45,000에 해당하는 것을 제외하고는 subunit의 分布가 天然産과 同一하였다.

南(1983)이 이스라엘 잉어 筋原纖維蛋白質에 대하여 報告한 것과 卞等(1984)이 보리새우 筋原纖維蛋白質에 대하여 報告한 結果와 本實驗의 結果를 比較해 보면, 蛋白質을 이루고 있는 subunit의 分子量 뿐만 아니라 組成에 있어서도 많은 差異가 있음을 알 수 있었다.

### 3. 蛋白質 및 飼料의 아미노酸 組成

天然 및 養殖産 鰻장어 肉의 아미노酸 組成과 飼料의 아미노酸 組成을 Table 5에 나타내었다. Table 5에서 알 수 있듯이 天然産의 경우 glycine, glutamic acid와 proline의 含量이 養殖産에 比하여 다소 많았으며, 그외의 아미노酸들은 대체로 비슷한 경향이 었다. 전체적으로는 天然産과 養殖産에 關係없이 lysine, glycine, aspartic acid, glutamic acid가 전체 아미노酸의 45% 가량을 占하고 있었다. 崔等(1985)

Table 5. Amino acid composition of muscle in wild and cultured eel, and feedstuff for cultured eel

Amino acid	Eel (g/100 g wet muscle)		Feedstuff (g/100g)
	Wild	Cultured	
Ile	0.66	0.67	2.10
Leu	1.12	1.21	3.63
Lys	1.33	1.36	3.70
Rhe	0.69	0.67	1.93
Tyr	0.42	0.42	1.22
Cys	0.14	0.10	—
Met	0.46	0.40	1.34
Thr	0.67	0.66	2.04
Val	0.72	0.73	2.63
Arg	1.11	0.98	2.22
Gly	1.54	1.16	2.73
Asp	1.42	1.38	4.11
Ser	0.68	0.65	2.66
His	0.60	0.63	1.16
Ala	1.06	0.95	2.73
Glu	2.39	2.21	7.08
Pro	1.00	0.85	3.98
Total	16.05	15.03	44.91

이 報告한 天然 및 養殖産 잉어와 이스라엘 잉어에 比較하여 볼 때, glycine 과 proline 含量은 잉어보다 다소 높았으며, 天然産 뱀장어와 天然産 잉어의 총 아미노酸間에는 그다지 差異를 보이지 않았다. 그러나 養殖産인 경우에 있어서는 잉어가 뱀장어에 比較하여 lysine, aspartic acid, glutamic acid 가 월등히 많음을 알 수 있었다.

南(1983)은 이스라엘 잉어肉에 대한 蛋白質構成 아미노酸의 組成을 년령별로 比較한 結果, 大部分의 아미노酸들의 量的인 比率는 비슷하였고, 년령별 差異가 없었으며 glutamic acid, aspartic acid, lysine 이 量的으로 많다고 하였다. Endo et al.(1974)은 含量素成分에 있어서 天然産과 養殖産 魚類間의 差는 거의 볼 수 없다고 하였으며, 鵝巢과 渡邊(1976)은 天然 및 養殖 도미의 窒素抽出 成分의 比較에서 天然産과 養殖産의 窒素化合物의 分布 및 量은 매우 유사하다고 報告하였다. 本 實驗의 結果와 比較해 보면 거의 一致하는 경향을 나타내고 있었다. 이같이 볼과 몇 種의 아미노酸을 제외하고는 대체로 天然産과 養殖産의 아미노酸 組成이 비슷하다는 結果 崔等(1984)의 天然 및 養殖産 뱀장어의 脂質 및 脂肪酸 組成에 대하여 報告한 結果에 미루어 天然 및 養殖産 뱀장어의 香氣成分의 差는 脂肪含量의 差에 기인한 것으로 추정된다. 肉蛋白質의 아미노酸 組成 分析과 더불어, 사료 蛋白質의 아미노酸 組成이 肉蛋白質의 아미노酸成에 미치는 영향을 檢討한 結果, 뱀장어 사료蛋白質의 아미노酸 組成은 양호한 것으로서 崔等(1985)이 報告한 잉어 사료蛋白質의 아미노酸 組成에 比較하여 各 個別 아미노酸의 含量이 월등히 높음을 알 수 있었다. 이는 뱀장어가 다른 養殖 魚類에 比較하여 高蛋白 食이물 요구하기 때문에 추정된다. Arai et al.(1972)은 뱀장어의 필수아미노酸은 arginine, histidine, isoleucine, leucine, lysine, methionine, phenylalanine, threonine, tryptophan 과 valine 이며, serine 과 hydroxyproline 은 뱀장어의 성장에 필요치 않은 아미노酸으로 분류하였다.

肉蛋白質의 아미노酸 組成과 사료蛋白質의 아미노酸 組成을 比較해 보면, threonine, aspartic acid, glutamic acid, proline 을 제외하고는 아미노酸의 分布와 量에 있어서 대체적으로 비례 關係를 갖고 있었다.

尾等(1985)은 食이중 에 포함된 aspartic acid, glutamic acid, alanine, methionine, tyrosine,  $\beta$ -alanine, histidine 및 asparagine 은 肉蛋白質의 축적과 正의 상관關係를 가진다고 하여 本 實驗의 結果

와 유사한 경향임을 알 수 있었다.

## 要 約

우리나라 全域에 걸쳐서 分布하고 있는 뱀장어의 營養學的 基礎資料를 提示하기 위하여 天然産과 養殖産으로 分類하여 蛋白質의 組成, 蛋白質의 아미노酸 組成을 比較, 分析하였다.

그리고 天然 및 養殖産 뱀장어 肉蛋白質의 組成을 엄밀히 檢討하기 위해 肉蛋白質中 比較的 많은 量을 차지하는 筋形質蛋白質과 筋原纖維蛋白質을 SDS-PAG 電氣泳動 分析하여 subunit 의 差를 比較하였다.

또한 사료蛋白質의 아미노酸 組成을 分析함으로써 肉蛋白質의 아미노酸 組成에 미치는 영향도 아울러 比較, 檢討하였다.

天然 및 養殖産 뱀장어의 粗蛋白質 含量은 各各 14.3% 와 15.4% 이었으며, 粗脂肪은 25.0%와 29.7%로서 養殖産 뱀장어의 脂肪 含量이 天然産에 比較하여 높은 前이었다.

肉蛋白質을 構成하는 蛋白質 組成은 天然産의 경우 筋形質蛋白質이 30.78%, 筋原纖維蛋白質이 59.02%, 細胞內殘渣蛋白質이 9.73%, 基質蛋白質이 2.47%이었으며, 養殖産은 筋形質蛋白質이 31.81%, 筋原纖維蛋白質이 58.37%, 細胞內殘渣蛋白質이 8.16%, 基質蛋白質이 1.80%를 차지하여 天然産과 養殖産뱀장어의 肉蛋白質 組成은 比較적 유사함을 알 수 있었다.

筋形質蛋白質과 筋原纖維蛋白質 分割의 一部에 대하여 SDS-PAG 電氣泳動 分析을 실시한 結果, 天然産 뱀장어의 筋形質蛋白質은 16개의 subunit로 構成되어 있었고, 養殖産은 分子量이 35,500, 46,000, 58,500, 75,000, 170,000, 235,000 에 해당하는 4개의 subunit가 더 많은 22개의 subunit로 構成되어 있었다. 한편 筋原纖維蛋白質은 天然産이 14개의 subunit이었으며, 養殖産은 分子量 45,000에 해당하는 未知의 subunit가 하나 더 많은 15개로 이루어져 있었다.

肉蛋白質의 아미노酸 組成은 天然産이 養殖産에 比較하여 glycine 含量이 다소 높은 것을 제외하고는 대체로 비슷하였으며, lysine, aspartic acid, glutamic acid, glycine 이 전체아미노酸의 45% 가량을 占하고 있었다.

사료蛋白質의 아미노酸 組成은 뱀장어의 필수아미노酸 要求量을 만족시킬 만큼 양호한 組成을 보여 주었으며, aspartic acid 와 glutamic acid 를 제외하고는

魚肉의 축적단백질로서 魚肉蛋白質의 아미노酸 組成과 비례關係를 갖는 것으로 판단되었다.

## 文 獻

- Arai, S., T. Nose and Y. Hashimoto. 1972. Amino acids essential for the growth of eels. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish. 38(7), 753-759.
- 崔鎮浩·盧在一·卞在亨. 1984. 淡水魚의 脂質에 관한 研究, 3. 뱀장어의 部位別 脂質成分의 分布, 韓水誌. 17(6), 477-484.
- 崔鎮浩·林采喚·崔瑛準·朴吉童·吳成基. 1935. 天然 및 養殖産 잉어와 이스라엘 잉어의 構成아미노산에 대한 比較研究, 韓水誌. 18(6), 545-549.
- Endo, K., Y. Kishimoto and Y. Shimizu. 1974. Season variations in chemical constituents of yellowtail muscle. II. Nitrogenous extractives. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish. 40, 67-72.
- 金章亮·崔瑛準·卞在亨. 1982. 방어普通肉과 血合肉의 蛋白質 및 아미노酸組成의 死後變化, 韓水誌. 15( ), 132-136.
- 鶴巢章二·渡邊勝子. 1976. 養成および天然マダいの エキス成分의 比較, 日水誌. 42(11), 1233-1266.
- Mason, V. C., S. B. Anderson and M. Rudemo. 1980. Hydrolysate preparation for amino acid determinations in feed constituents. Proc. 3rd EAAP Symp. on protein metabolism and nutrition. vol. 1.
- 南澤正. 1983. 이스라엘 잉어의 年齡別 筋肉蛋白質 組成의 比較, 韓水誌. 16(3), 190-193.
- 尾形博·新井茂·B. M. Alvarez. 1985.ヨーロッパウナギ의 *Anguilla anguilla* 稚魚의 遊離아미노酸含量에 及ぼす餌料タンパク質의 影響, 日水誌. 51(4), 573-578.
- Porzio, M. A. and A. M. Pearson, 1977. Improved resolution of myofibrillar proteins with sodium dodecyl sulfate-polyacrylamide gel electrophoresis. Biochim Biophys. Acta. 490, 27-24.
- 卞在亨·崔瑛準·金正翰·趙權玉. 1984. 브리새우肉의 部分凍結貯藏中 蛋白質 및 아미노酸의 組成變化, 韓水誌. 17(4), 280-290.
- 卞在亨·南澤正, 1981. 갈치의 死後經過에 따른 蛋白質組成의 變化, 韓水誌. 14(1), 15-23.
- Reddy, M. K., J. D. Etlinger, M. Rabinowits, D. A. Fischman and R. Zak. 1975. Removal of Z-lines and  $\alpha$ -actinin from isolated myofibrils by a calcium-activated neutral proteases. J. Biol. chem. 250, 4278-4284.
- 關伸夫. 1977. 魚肉タンパク質, 水産學シリーズ20, 7-23. 恒星社厚生閣, 日本.
- Scopes, R. K. 1968. Methods for starch-gel electrophoresis of sarcoplasmic proteins. Biochem. J. 107, 139-150.
- Umamoto, S. 1976. A modified method for estimation of fish muscle protein by Biuret method. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish. 32, 427-435.
- 梁升澤·李應昊. 1979, 淡水魚의 呈味成分에 관한 研究, 1. 天然産 잉어의 유리아미노산 및 핵산 관련물질. 釜水大研報, 19(2), 37-41.
- 梁升澤·李應昊. 1980a, 淡水魚의 呈味成分에 관한 연구. 2. 天然産 잉어의 有機鹽基. 韓水誌. 13(3), 109-113.
- 梁升澤·李應昊. 1980 b. 淡水魚의 呈味成分에 관한 研究. 3. 가물치의 呈味成分, 韓水誌. 13(3), 115-119.
- 梁升澤·李應昊. 1982. 淡水魚의 呈味成分에 관한 研究. 4. 天然産 잉어 및 가물치의 有機酸, 糖類 및 無機質. 韓水誌. 15(4), 298-302.
- Watabe, S., Y. Ochiai, and K. Hashimoto. 1982. Identification of 5, 5'-dithio-bis-nitro-benzoic acid(DTNB) and alkali light chains of piscine myosin. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish. 48, 827-832.
- Watabe, S., Y. Ochiai, S. Kanoh and K. Hashimoto, 1983 a. Proximate and protein compositions of requiem shark muscle. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish. 49(2), 265-268.
- Watabe, S., Y. Itoh and K. Hashimoto. 1983 b. Isolation and characterization of actin from mackerel dark muscle. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish. 49, 491-497.
- 山田充阿彌·鈴木秋果. 1982. 筋形蛋白質의 薄層等電點電氣泳動法による魚種判別, 日水誌. 48(1), 73-77.
- 山田充阿彌. 1983. 魚貝肉의 加熱水溶性蛋白質의 薄層等電點電氣泳動像. 東海水研報. 111, 37-41.