

넙치 Moist Pellet用 生飼料 代替源으로서 魚類加工副産物の 効果

姜龍珍 · 李鍾允 · 李尙旻 · 許聖範*

國立水産振興院 魚類養殖科 · *釜山水産大學校 養殖學科

Availability of Fish Processing By-Products Substituted for Frozen Round Fish in Moist Pellet Diets for Flounder, *Paralichthys olivaceus*.

Young Jin KANG, Jong Yun LEE, Sang Min LEE and Sung Bum HUR*

Fish Culture Division, National Fisheries Research & Development Agency
Yongsan 626-900, Korea

*Dept. of Aquaculture, National Fisheries University of Pusan
Pusan 608-737, Korea

ABSTRACT

A feeding experiment was carried out to investigate the availability and feasibility of fish processing by-products as a substitute for frozen round fish in moist pellet diets for flounder, *Paralichthys olivaceus*. A control diet was prepared by incorporating 50% frozen horse mackerel and 50% commercial binder feed. In test diets the frozen horse mackerel of the control diet was replaced with either tuna scrap, tuna viscera, flatfish offal, deskinning hagfish, or tuna viscera (20%) with frozen horse mackerel (30%). Eighty flounders, 13.4 g in mean body weight, were stocked in 12 aquaria (250 l each) and fed six experimental diets for the first 28-day experiment. For the second 23-day experiment, forty flounders, 44.8 g in mean body weight, were stocked and fed the same experimental diets. All treatments were duplicated. There were no significant differences in growth, feed efficiency and nutrient utilization among fish fed experimental diets containing either frozen horse mackerel, deskinning hagfish, flatfish offal or tuna viscera with frozen horse mackerel. However, the feeding performances of fish fed experimental diets containing tuna scrap or tuna viscera were significantly lower than those of the control diet ($P < 0.05$). There were no significant differences among the treatments on the proximate analysis values of the whole body. However, the crude lipid content of liver of the fish fed the experimental diet containing tuna scrap was significantly lower than that of the others. The results indicate that deskinning hagfish, and flatfish offal could be successfully substituted for frozen fish portion of moist pellet diets for flounder, but tuna viscera could only be partially substituted.

緒 論

우리 나라의 海産魚養殖은 1970년대 초 방어의 가두리 養殖이 실시된 이후, 國民所得 향상으로 인한 嗜好性 식품의 需要增加로 급속히 확산되고 있다. 이에 따라 국내의 海産魚養殖 生産量은 매년 증가하여, 1990년에는 넙치를 중심으로 5,620톤이 생산되었고(國立水産振興院 1991), 이러한 추세는 앞으로도 계속될 전망이다. 養殖魚種 중 넙치는 특히 低溫에 강하면서 成長이 빠르고 飼料效率이 대단히 높아, 우리 나라 실정에 알맞는 魚種으로서, 人工 種苗生産과 飼育技術이 確立되어 있으므로(國立水産振興院 1990), 적절한 飼料만 개발된다면 그 生産性이 倍增될 展望이 있는 魚種이라 할 수 있다.

현재 우리 나라의 海産魚養殖用 飼料는 전갱이, 까나리, 양미리 등을 위주로 한 生飼料를 직접 給與하거나, 또는 粉末飼料와 生飼料를 混合하여 製造한 moist pellet(moist pellet)을 주로 사용하고 있다. 그러나 moist pellet용 粉末飼料와 약간의 건조 pellet을 합친 配合飼料 使用量은 전체의 6% 정도로 극히 일부에 지나지 않고(國立水産振興院 1991), 대부분을 生飼料에 의존하고 있는 실정이어서 生飼料資源의 不足 및 價格上昇으로 많은 곤란을 겪고 있다. 따라서 海産魚養殖의 安定的인 발전과 生産增大를 꾀하기 위하여는 값이 싸고 質이 좋은 飼料源 開發이 무엇보다도 절실하다. 이러한 점에 着眼하여 動物性 蛋白質源으로서 魚類加工副産物을 生飼料 代替源으로 사용할 수 있다면, 飼料資源의 확보나 價格 면에서 유용할 것으로 판단된다.

한편, 우리 나라의 魚類 加工業體에서는 참치, 가자미, 쥐치 및 먹장어 등을 加工하여 食品素材나 工業用으로 이용하고 있으며, 이때 생기는 副産物은 年間 수만 톤에 달한다. 이들중 상당량은 여러 단계의 加工工程을 거쳐 魚粉으로 제조되어 養魚나 畜産用 配合飼料 原料로 사용되나, 일부는 産業廢棄物로서 環境汚染源이 되고 있는 실정이어서 副産物의 再活用을 위한 검토가 필요하다.

魚類加工副産物은 營養成分이 沿岸産 雜魚와 비슷하여서(Stone et al. 1989), 이를 잘 활용한다면 좋은 飼料資源이 될 수 있다. 이러한 副産物을 飼料源으로 이용하기 위하여는 營養成分을 究明해야 하고, 養殖 對象種의 營養要求에 맞도록 적절히 配合하거나 加工하는 것이 필요하다. 魚類加工副産物을 飼料로 이용하기 위한 加工方法에는 주로 脂質이나 蛋白質의 變敗를 방지할 목적으로, 微生物을 첨가하여 醱酵處理하거나(Hossain et al. 1988; 加藤 等 1986; Yone et al. 1986), 酸 또는 酵素를 첨가하여 液化시키거나(Asgard and Austreng 1985; Goncalves et al. 1989; Stone et al. 1989), 魚粉으로 製造하는 방법(Toyama et al. 1984; Satoh et al. 1984)이 활용되고 있다. 그러나 이러한 방법은 加工經費가 많이 들고 營養素가 파괴될 우려가 있어, 우선은 副産物을 加工處理하지 않고 직접 飼料源으로 이용하는 것을 검토하는 것이 營養素利用이나 經濟的인 면에서 좋을 것이다.

따라서, 本研究에서는 넙치 養殖에 있어서 大量으로 사용되는 moist pellet 製造用 生飼料에 대한 經濟性 있는 새로운 代替源을 개발할 목적으로, 참치煮熟副産物, 참치內臟, 가자미中骨 및 먹장어살 등의 魚類加工副産物을 材料로 하여 營養成分을 分析하고, 粉末飼料와 혼합한 moist pellet을 製造하여, 이들을 給與했을 때 넙치의 成長, 飼料效率 및 營養成分利用率 등에 대해서 검토하였다.

材料 및 方法

1. 飼料原料 選定

참치煮熟副産物 외 10여종의 魚類加工副産物에 대하여 現地調査하고, 外觀上 物性, 生産量, 價格

等を 檢査하여 넙치 飼料로 이용이 가능하다고 판단되는 참치煮熟副産物, 참치内臟, 가자미中骨 및 먹장어살을 選定하여 本實驗에 사용하였다.

實驗에 사용한 참치煮熟副産物은 통조림 加工工程에서 煮熟後 前處理時 생기는 副産物中 큰 뼈와 지느러미를 除外한 赤色肉과 부스리기살 등이며, 참치内臟은 煮熟前에 冷凍 참치를 解凍하여 開腹할 때 생기는 生體副産物이다. 가자미中骨은 遠洋 가자미 加工時 食品用 fillet을 뜨고 남은 등뼈 部分으로서 약간의 살이 붙어있는 副産物이다. 먹장어살은 먹장어의 껍질을 가죽 제품으로 이용하기 위하여 加工할 때 생기는 副産物로서 주로 肉質部이다.

2. 實驗飼料 製造

實驗에 사용한 飼料의 組成은 Table 1과 같다. 넙치의 營養要求를 고려하여 商業用 粉末飼料 (금성사료, 넙치용)와 生飼料를 약 1:1 기준으로 혼합하여 蛋白質과 에너지의 함량이 비슷하도록 6종의 moist 펠릿을 設計하였다.

生飼料源으로서 飼料 1(對照區)은 전갱이, 飼料 2는 참치 煮熟副産物, 飼料 3은 가자미中骨, 飼料 4는 먹장어살을 사용하였다. 또한, 飼料 5는 전갱이 30%에 참치内臟 20%를 混合하였고(전갱이 + 참치内臟區), 飼料 6은 참치内臟만을 사용하였다.

各 實驗飼料의 一般成分을 加급적 비슷하게 하고, 物性을 고르게 하기 위하여 生飼料와 粉末飼料의 비율을 약간씩 調節하였고, 비타민 補強을 위하여 商業用 混合비타민(한국바이엘, Grobic fish)을 1%씩 첨가하였다.

moist 펠릿의 製造는 生飼料源인 전갱이 또는 魚類加工副産物을 小形 초파에서 粉碎하고 粉末飼料와 混合하여, moist 펠릿 製造機로 직徑 4~7 mm의 plate를 통하여 壓出成形하였으며, 飼料는 10 일마다 製造하여 冷凍庫(-20℃)에 保管하면서 공급하였다.

Table 1. Composition (%) of the experimental diets for the test of availabilities of fish processing by-products in the moist pellet for the flounder, *Paralichthys olivaceus*

Ingredient	Diets					
	1	2	3	4	5	6
Commercial binder feed ¹⁾	49	44	49	53	49	53
Horse mackerel	50				30	
Tuna scrap ²⁾		45				
Tuna viscera					20	43
Flatfish offal ³⁾			50			
Deskinnd hagfish				46		
Vitamin premix ⁴⁾	1	1	1	1	1	1
Sodium alginate		1				
Pollack liver oil		3				3
Water		6				
Total	100	100	100	100	100	100

1) Flounder feed produced by Gumseung Feed Co.

2) Waste from boiled tuna in tuna cannary.

3) Flatfish fillet by-product.

4) Grobic Fish produced by Bayer Vetchem (Korea), Ltd.

3. 飼育實驗

實驗魚는 國立水產振興院 巨濟水產種苗培養場에서 1990년 5월 人工 種苗生産한 넙치 稚魚를 同年 6월 22일 國立水產振興院 本院 飼育室로 옮겨 豫備飼育한 후, 1990년 8월 7일부터 9월 26일까지 51日間 飼育實驗을 실시하였다. 實驗魚는 모이스트펠릿에 馴致시킨 후 건강하고 크기가 고른 平均體重 13.4 g의 魚體를 選別하여 第Ⅰ期(8월 7일~9월 3일)에는 80마리씩, 第Ⅱ期(9월 4일~9월 26일)에는 40마리씩 收容하여 2 反復으로 飼育하였다.

飼育水槽는 250 l 容량의 塔圓형 FRP水槽(水量 150 l)를 사용하여, 여기에 分當 4 l의 海水를 流水시키고, 水槽 中央에 스탠드파이프를 設置하여 찌꺼기가 빠지도록 하였으며, 飼料공급 후 1일 1회 청소를 하였다. 飼料는 매일 魚體重의 6% 내외를 준비하여 1일 2회(10시, 17시) 충분히 먹을 때까지 공급하였으며, 남은 量을 餵 무게를 飼料攝取量으로 計算하였다.

飼育期間 중 水溫과 比重은 매일 10시에 측정하고, DO는 DO meter (YSI Model 57)로 수시 측정하였다. 또한, 외부로부터의 刺戟을 줄이기 위하여 飼育水槽 주위에 塔포린 천막을 설치하였다.

4. 魚體測定 및 成分分析

飼育實驗 기간 중 2주마다 實驗魚를 100 ppm MS-222 (3-Aminobenzoic acid ethyl ester)에 마취시켜 水槽內 魚體의 전체 무게를 測定하였다. 또한, 實驗開始時에 20마리, 終了時에 각 實驗區 當 20마리씩을 無作爲 抽出하여 肝重量 測定 및 一般成分 分析用 試料로 하였고, 豫備飼育 2주 후 平均體重 30 g의 넙치 10마리를 아미노산 分析用 試料로 사용하였다.

實驗飼料 및 魚體의 成分分析時 水分은 常壓 加熱乾燥法, 粗蛋白質은 Kjeldahl 窒素定量法(N×6.25), 粗脂質은 ether을 溶濟로한 Soxhlet 抽出法, 粗灰分은 乾式灰化法으로 각각 분석하였으며(AOAC 1984), 아미노산은 Spackman et al.(1958)의 방법에 따라 아미노산 自動分析機(Hitachi-835 Amino acid analyzer)로 분석하였다.

飼料의 metabolizable energy (ME)는 粗蛋白質, 粗脂質, 炭水化物を 각각 4.5, 8.0, 2.8 kcal/g을 기준으로 계산하였다.

5. 實驗結果의 計算 및 統計處理

增重量, 飼料效率 및 蛋白質效率 등을 李等(1991)의 방법에 의하여 계산하였으며, 實驗結果는 一元分類(One-way ANOVA)로 處理하고, Duncan's multiple range test로 平均間의 有意差를 檢定하였다.

結 果

1. 副產物 및 實驗飼料의 營養成分

1) 魚類加工副產物의 營養成分

넙치 모이스트펠릿의 生飼料 代替源으로 使用한 魚類加工副產物과 對照飼料源의 一般成分은 Table 2와 같다. 粗蛋白質은 對照源인 전갱이가 18.2%인데 비해 참치煮熟副產物이 27.3%로서 이보다 높았고, 참치內臟, 가자미中骨, 먹장어살은 각각 18.7%, 15.2%, 14.1%로서 전갱이와 비슷하거나 다소 낮았다. 粗脂質은 對照源인 전갱이가 10.1%로 제일 높고 먹장어살이 9.1%로서 이와 비슷하며, 참치煮熟副產物, 참치內臟, 가자미中骨은 각각 5.6%, 3.5%, 4.9%로서 전갱이보다 낮았다. 또한 粗灰分은 가자미中骨이 5.6%로 가장 높았고, 그 외의 副產物은 1.5~2.5%로서 전갱이의 3.0%보다 다소 낮거나 비슷하였다.

Table 2. Proximate composition(%) of commercial binder feed for flounder, horse mackerel and fish processing by-products

	Moisture	Crude protein	Crude lipid	Crude ash
Commercial binder feed	4.7	51.5	5.6	15.7
Horse mackerel	69.6	18.2	10.1	3.1
Tuna scrap	63.9	27.3	5.6	2.5
Tuna viscera	76.4	18.7	3.5	2.1
Flatfish offal	74.9	15.2	4.9	5.6
Deskinned hagfish	75.6	14.1	9.1	1.5

實驗魚인 넙치 全魚體, 전갱이, 副産物 및 粉末飼料의 아미노산 含量은 Table 3과 같다. 대부분의 必須아미노산 含量은 각 試料간에 차이를 발견할 수 없었지만, histidine, lysine 및 valine 含量에는 차이가 있었다. 즉, 蛋白質 100 g 당 histidine 含量은 넙치 全魚體가 2.13 g인 데 비해 전갱이, 참치 煮熟副産物 및 가자미中骨이 각각 3.50 g, 5.23 g 및 6.83 g으로 이 보다 높았고, 먹장어살은 1.43 g으로 다소 낮았다. lysine은 넙치 全魚體와 전갱이가 각각 8.19 g 및 8.44 g인 데 비해 참치 煮熟副産物과 참치內臟은 각각 7.24 g, 6.46 g으로 이 보다 약간 낮았다. 또한, valine은 넙치 全魚體와 전갱이가 5.27 g 및 6.47 g인 데 비해 먹장어살만이 5.85 g으로 이와 비슷할 뿐, 참치 煮熟副産物, 참치內臟 및 가자미中骨은 각각 1.86 g, 1.91 g, 2.35 g으로 상당히 낮았다. 그리고 粉末飼料의 각 必須아미노산 含量은 대부분 넙치 全魚體에 비해 월등히 높았으나 lysine과 tryptophan에 있어서는 이 보다 약간 낮았다.

Table 3. Amino acid composition of flounder, horse mackerel, fish processing by-products and commercial binder feed for flounder (g/100g protein)

	Whole body of flounder ¹⁾	Horse mackerel	Tuna scrap	Tuna viscera	Flatfish offal	Deskinned hagfish	Binder feed
Arginine	5.38	5.59	4.64	5.39	5.97	5.23	6.19
Histidine	2.13	3.50	5.23	2.72	6.83	1.43	2.31
Isoleucine	3.95	4.39	3.87	3.52	4.98	4.07	4.65
Leucine	7.24	7.56	6.81	6.46	8.72	7.18	8.50
Lysine	8.19	8.44	7.24	6.46	9.25	7.60	8.01
Methionine	3.25	2.78	2.74	2.13	3.01	3.02	3.04
Cystine	1.21	1.11	1.14	1.60	1.10	1.17	2.29
Phenylalanine	3.67	3.83	3.47	3.47	4.45	3.71	4.52
Tyrosine	3.65	3.83	3.43	3.85	4.38	3.57	4.45
Threonine	4.10	4.27	3.69	3.78	4.78	4.32	4.61
Tryptophan	1.13	1.15	1.14	1.20	1.20	1.22	1.05
Valine	5.27	6.47	1.86	1.91	2.35	5.85	6.07
Alanine	5.61	6.36	5.44	4.59	6.96	5.53	6.17
Aspartic acid	6.76	6.91	5.82	5.55	4.78	5.82	7.45
Glutamic acid	14.92	14.65	11.82	10.95	15.31	14.07	18.80
Glycine	5.56	5.54	4.53	4.38	5.84	5.64	6.46
Proline	1.91	2.40	1.49	1.70	1.96	2.09	2.49
Serine	4.01	3.72	3.06	3.68	3.24	3.61	4.90
TAA ²⁾	87.94	92.50	77.42	73.34	95.11	85.13	101.96

1) Mean body weight : 30 g.

2) Total amino acids.

한편, 각 아미노산의 합치值(總아미노산)는 참치煮熟副産物과 참치内臓이 각각 77.42 g 및 73.34 g으로서 다른 副産物 및 粉末飼料의 85.13~101.96 g보다 낮은 값을 나타내었다.

2) 實驗飼料의 營養成分

飼育實驗에 사용한 實驗飼料 6 종의 一般成分은 Table 4와 같다. 粗蛋白質은 모든 實驗飼料가 乾物基準 55% 내외로서 비슷하였고, 粗脂質은 가자미中骨 飼料가 8.6%로 다른 實驗飼料의 10.6~12.6%보다 낮았다. 또한, 에너지/蛋白質比(ME/P ratio)도 가자미中骨 飼料가 67.6으로서 他 實驗飼料의 69.7~72.6보다 다소 낮은 편이었다. 반면, 粗灰分은 가자미中骨 飼料가 17.4%로 他 實驗飼料의 12.7~14.6%보다 높았다.

Table 4. Nutrient composition of the experimental diets for the test of availabilities of fish processing by-products in moist pellet for the flounder, *Paralichthys olivaceus*

Component	Diets					
	1	2	3	4	5	6
Moisture(%)	37.1	36.9	39.7	37.3	38.3	35.5
Crude protein(% DM)	54.7	55.4	54.5	53.9	55.8	54.8
Crude lipid(% DM)	12.5	12.6	8.6	11.3	10.6	11.6
Carbohydrate(% DM) ¹⁾	18.2	19.3	19.5	20.4	19.0	19.3
Crude ash(% DM)	14.6	12.7	17.4	14.4	14.6	14.3
ME(kcal/kg) ²⁾	3971	4041	3687	3991	3891	3934
ME/P ratio ³⁾	72.6	72.9	67.6	72.4	69.7	71.8

1) Calculated.

2) Metabolizable energy was calculated based on the caloric densities of 4.5 kcal/g protein, 8.0 kcal/g lipid and 2.8 kcal/g carbohydrate.

3) Metabolizable energy (kcal/kg diet)/% dietary protein.

한편, 각 飼料原料의 아미노산 分析資料(Table 3)로부터 實驗飼料의 아미노산 함량을 계산한 후, 이를 이용하여 總必須아미노산에 대한 各必須아미노산의 比(A/E ratio) 및 必須아미노산 指數(EAAI)를 계산한 결과를 Table 5에 나타내었다. 必須아미노산 比를 보면, 實驗飼料의 lysine은 146~149의 범위로 넙치 全魚體의 167에 비해 모두 낮았으며, tryptophan도 19~21의 범위로 넙치 全魚體의 23에 비해 낮은 傾向을 나타내었다. 또한, valine은 참치煮熟副産物 飼料 88, 가자미中骨 飼料 93, 참치内臓 飼料가 97로서 넙치 全魚體의 107보다 낮았다. 반면, 必須아미노산 指數는 95.5~97.3의 범위로 각 實驗飼料 간에 차이를 볼 수 없었다.

2. 飼育實驗 結果

飼育實驗 期間 동안 飼育水의 水溫은 18.5~26.5°C, 比重은 1.023~1.026, DO는 3.8~5.5 mg/l의 범위였고, 同期間 중 넙치의 健康狀態와 飼料攝取는 양호하였다.

1) 成長 및 生存率

飼育實驗 중 期間別 生存率, 平均增重量 및 日間成長率을 Table 6에, 飼育日數別 平均體重의 變化를 Fig. 1에 나타내었다.

生存率은 第I期에서 97.5~100%, 第II期에서 98.7~100% 範圍로서 飼育初期에 1~2마리가 斃死한 것을 제외하고는 飼料로 인한 疾病이나 斃死는 없었다.

平均增重量에 있어서 第I期에는 對照區인 전갱이區, 떡장어살區 및 전갱이+참치内臓區가 각각

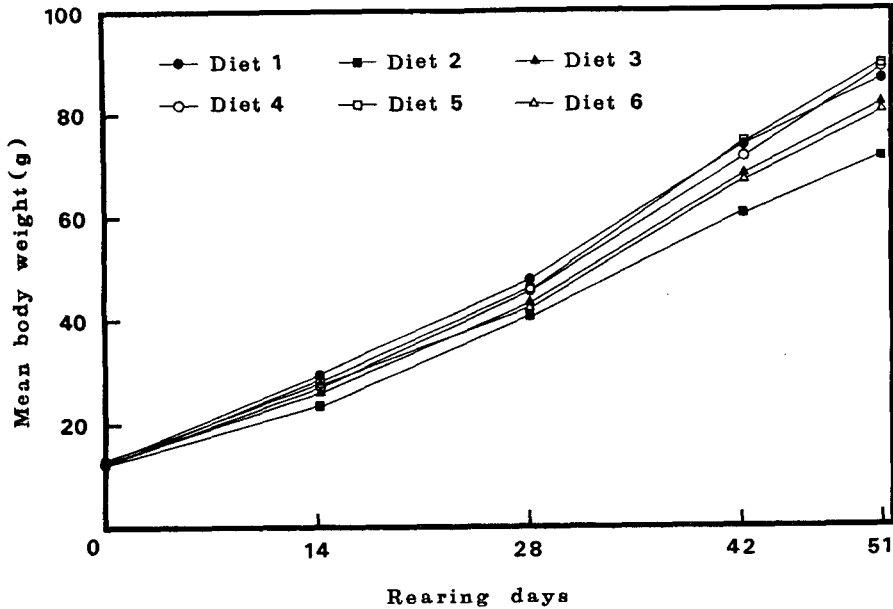


Fig. 1. Growth of the flounder, *Paralichthys olivaceus*, fed experimental diets for the test of availabilities of fish processing by-products.

34.7 g, 33.0 g 및 32.9 g으로 서로간에 有意的인 차이 없이 높은 반면, 참치內臟區와 참치煮熟副産物區는 각각 28.6 g 및 27.6 g으로 앞의 實驗區보다 낮았다. 한편, 第II期에는 먹장어살區와 전갱이+참치內臟區의 增重量이 각각 41.7 g, 42.7 g으로 비교적 良好하였고, 참치內臟區, 전갱이區 및 가자미中骨區는 각각 38.7 g, 38.5 g 및 38.5 g으로 다소 낮았으며 참치煮熟副産物區는 30.5 g으로 제일 낮았다. 또한, 全期間의 平均增重量은 전갱이+참치內臟區, 먹장어살區 및 전갱이區가 각각 75.6 g, 74.7 g 및 73.2 g으로 有意的인 차이 없이 양호한 결과를 보였고, 이하 가자미中骨區가 68.9 g, 참치內臟區가 67.3 g, 참치煮熟副産物區가 58.1 g으로 다소 적었다. 가자미中骨區의 平均增重量은 전갱이+참치內臟區 및 먹장어살區와는 有意的인 차이가 있었지만, 對照區인 전갱이區와는 有意差가 없었다.

日間成長率에 있어서도 平均增重量과 비슷한 경향으로 第I期에는 전갱이區, 전갱이+참치內臟區, 먹장어살區 및 가자미中骨區가 각각 3.98%, 3.97%, 3.92% 및 3.79%로 有意的인 差異 없이 높았고, 참치煮熟副産物區와 참치內臟區는 모두 3.63%로 他實驗區보다 낮았다. 반면, 第II期에는 전갱이+참치內臟區, 먹장어살區, 참치內臟區 및 가자미中骨區가 각각 2.74%, 2.70%, 2.71% 및 2.63%로 높았고, 전갱이區 및 참치煮熟副産物區는 각각 2.48% 및 2.36%로 낮았다. 또한, 全期間의 日間成長率은 전갱이+참치內臟區, 먹장어살區, 전갱이區 및 가자미中骨區가 각각 2.89%, 2.87%, 2.86% 및 2.82%로서 서로간에 有意的인 차이 없이 높았고, 참치內臟區(2.77%)와 참치煮熟副産物區(2.68%)는 앞의 實驗區보다 낮았다.

한편, 전체적으로 보아 日間成長率은 第I期가 3.63~3.98% 범위로 第II期의 2.36~2.74%보다 높은 경향이였으며, 특히 第I期에는 對照區인 전갱이區가 모든 副産物區에 비하여 有意的으로

Table 5. A/E ratio¹⁾ of the whole flounder and the experimental diets for the test of availabilities of fish processing by-products in moist pellet

	Whole body of flounder	Diets					
		1	2	3	4	5	6
Arginine	109	110	108	110	111	111	114
Histidine	43	48	64	60	39	47	45
Isoleucine	80	83	84	84	84	83	83
Leucine	147	150	152	153	151	151	153
Lysine	167	148	149	148	146	147	146
Methionine	91	90	93	90	94	91	94
Cystine							
Phenylalanine	149	157	158	160	160	160	163
Tyrosine							
Threonine	83	82	82	83	84	83	84
Tryptophan	23	19	21	19	20	20	21
Valine	107	112	88	93	111	106	97
TAA ²⁾		99	92	100	99	97	95
EAAI ³⁾		96.7	95.9	95.5	96.4	97.3	96.8

1) (Each essential amino acid/total essential amino acid including cystine and tyrosine) × 1000.

2) Total amino acids (g/100 g protein).

3) Essential amino acid index = $\sqrt[10]{\frac{100a}{ae} \times \frac{100b}{be} \times \dots \times \frac{100i}{je}}$,

where a, b ... j = A/E ratio of experimental diets and ae, be ... je = A/E ratio of whole body of flounder.

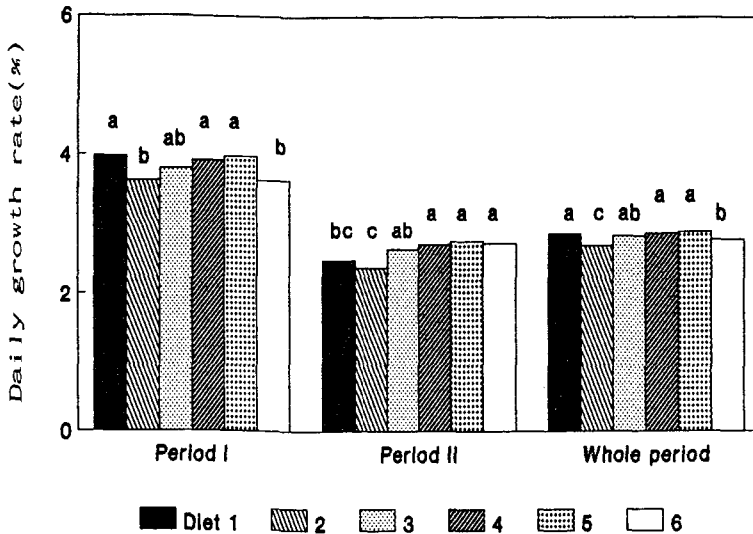


Fig. 2. Comparisons of daily growth rate of the flounder fed experimental diets for the test of availabilities of fish processing by-products. Different characters on the top of the bars represent significant differences (P < 0.05).

높거나 비슷하였지만, 第II期에는 오히려 참치煮熟副産物區를 제외한 각 副産物區가 전갱이區 보다 높은 것이 특징이었다(Fig. 2).

Table 6. Comparisons of survival rate, weight gain and daily growth rate of the flounder, *Paralichthys olivaceus*, fed 6 different diets for the test of availabilities of fish processing by-products in moist pellet¹⁾

	Diets					
	1	2	3	4	5	6
Period I(28 days)						
Initial mean weight(g)	13.5	13.3	13.5	13.4	13.4	13.7
Final mean weight(g)	48.2	40.9	43.9	46.4	46.3	42.3
Survival rate(%)	98.7	98.7	100	97.5	100	98.7
Mean weight gain(g)	34.7 ^a	27.6 ^c	30.4 ^{bc}	33.0 ^{ab}	32.9 ^{ab}	28.6 ^c
Daily growth rate(%) ²⁾	3.98 ^a	3.63 ^b	3.79 ^{ab}	3.92 ^a	3.97 ^a	3.63 ^b
Period II(23 days)						
Initial mean weight(g)	48.2	40.9	43.9	46.4	46.3	42.3
Final mean weight(g)	86.7	71.4	82.4	88.1	89.0	81.0
Survival rate(%)	100	100	98.7	100	100	98.7
Mean weight gain(g)	38.5 ^b	30.5 ^c	38.5 ^b	41.7 ^{ab}	42.7 ^a	38.7 ^b
Daily growth rate(%)	2.48 ^{bc}	2.36 ^c	2.63 ^{ab}	2.70 ^a	2.74 ^a	2.71 ^a
Whole period(51 days)						
Initial mean weight(g)	13.5	13.3	13.5	13.4	13.4	13.7
Final mean weight(g)	86.7	71.4	82.4	88.1	89.0	81.0
Survival rate(%)	98.7	98.7	97.5	97.5	99.3	97.5
Mean weight gain(g)	73.2 ^{ab}	58.1 ^d	68.9 ^{bc}	74.7 ^a	75.6 ^a	67.3 ^c
Daily growth rate(%)	2.86 ^a	2.68 ^c	2.82 ^{ab}	2.87 ^a	2.89 ^a	2.77 ^b

1) Values are means of duplication, and values in the same row with the same superscript are not significantly different (P>0.05).

2) Total fish weight gain × 100 / [(initial total fish weight + final total fish weight + weight of dead fish) / 2] × days reared.

2) 飼料攝取 및 飼料効率

飼育實驗 중 期間別 日間飼料攝取率, 飼料効率과 全期間의 蛋白質 및 에너지 效率은 Table 7과 같다. 日間飼料攝取率을 實驗期間別로 보면, 제I期에는 참치內臟區와 전갱이+참치內臟區가 2.89% 및 2.74%로 他實驗區의 2.43~2.62%보다 有意的으로 높았고, 第II期에는 참치內臟區만이 2.27%로서 他實驗區의 1.96~2.06%보다 높았다. 또한, 全期間의 日間飼料攝取率은 참치內臟區(2.29%)를 제외한 각 實驗區가 2.05~2.13%로서 有意的인 差異 없이 비슷하였다. 한편, 第I期の 日間飼料攝取率은 2.43~2.89% 범위로 第II期の 1.96~2.27%보다 높은 傾向이었다.

飼料效率은 第I期에는 對照區인 전갱이區가 157.8%로 가장 높았던 반면, 副産物區는 125.4%~150.8% 범위로 전갱이區에 비해 모두 有意的으로 낮았다. 한편, 第II期에는 전갱이+참치內臟區, 떡장어살區 및 가자미中骨區가 각각 132.4%, 128.9% 및 128.1%로 전갱이區의 126.6%보다 다소

높았지만, 서로간에 有意的인 差異는 없었다. 또한, 全期間의 飼料效率은 전갱이+참치內臟區, 가자미 中骨區 및 먹장어살區가 각각 138.7%, 136.4% 및 134.9%로서 對照區인 전갱이區의 138.8%와 비슷하고, 참치煮熟副產物區와 참치內臟區는 각각 130.9% 및 120.6%로 對照區보다 낮았다. 그리고 전체적으로는 第I期의 飼料效率이 125.4~157.8% 범위로 第II期의 119.5~132.4%보다 높은 경향이 있었다.

한편, 蛋白質 및 에너지 效率은 참치內臟區(2.21, 30.9%) 및 참치煮熟副產物區(2.36, 33.0%)가 他實驗區(2.48~2.54, 35.0~37.4%)보다 有意的으로 낮았다.

Table 7. Comparison of daily feeding rate (%) and feed efficiency (%) of the flounder fed experimental diets for the test of availabilities of fish processing by-products

	Diets					
	1	2	3	4	5	6
Period I (28 days)						
Daily feeding rate ¹⁾	2.53 ^{cd}	2.43 ^d	2.55 ^{cd}	2.62 ^{bc}	2.74 ^b	2.89 ^a
Feed efficiency	157.8 ^a	148.8 ^b	148.5 ^b	149.8 ^b	150.8 ^b	125.4 ^c
Period II (23 days)						
Daily feeding rate	1.96 ^b	1.96 ^b	2.05 ^{ab}	2.09 ^{ab}	2.06 ^{ab}	2.27 ^a
Feed efficiency	126.6 ^{ab}	120.1 ^b	128.1 ^{ab}	128.9 ^{ab}	132.4 ^a	119.5 ^b
Whole period(51 days)						
Daily feeding rate	2.06 ^b	2.05 ^b	2.06 ^b	2.13 ^b	2.09 ^b	2.29 ^a
Feed efficiency	138.8 ^a	130.9 ^b	136.4 ^{ab}	134.9 ^{ab}	138.7 ^a	120.6 ^c
PER ²⁾	2.54 ^a	2.36 ^b	2.50 ^a	2.50 ^a	2.48 ^a	2.21 ^c
Energy efficiency(% ³⁾)	35.1 ^a	33.0 ^b	37.4 ^a	35.0 ^a	35.8 ^a	30.9 ^c

1) Total dry feed intake × 100/[(initial total fish weight + final total fish weight + weight of dead fish)/2] × days reared.

2) Protein efficiency ratio = weight gain/protein intake.

3) (Weight gain/metabolizable energy intake) × 100.

3) 魚體成分

각 實驗飼料가 魚體成分에 미치는 영향을 調査하기 위하여 飼育實驗 終了時 實驗魚의 全魚體 및 肝에 대한 成分分析을 실시한 結果는 Table 8과 같다.

全魚體의 一般成分에 있어서 水分은 74.4~75.2%, 粗蛋白質은 18.1~18.8%, 粗脂質은 2.9~3.7%, 粗灰分은 3.0~3.3% 범위로서 實驗區 間에 有意的인 差異 없이 비슷한 傾向이었다. 肝의 경우 水分은 참치煮熟副產物區가 68.5%로 他實驗區의 62.3~64.1%보다 높았고, 粗蛋白質은 10.1~10.7%로 實驗區 間에 有意的인 差異가 없었다. 그리고 粗脂質은 참치煮熟副產物區가 13.9%로서 他實驗區의 19.8~22.8%보다 낮았다. 한편, 肝體重比는 먹장어살區와 가자미中骨區가 1.72 및 1.62 他實驗區의 1.42~1.49 보다 有意的으로 높았다.

Table 8. Proximate composition (%) of whole body and liver of the flounder, *Paralichthys olivaceus*, fed experimental diets for the test of availabilities of fish processing by-products

	Diets					
	1	2	3	4	5	6
Whole body						
Moisture	75.1 ^a	74.9 ^a	74.5 ^a	74.4 ^a	75.2 ^a	74.4 ^a
Crude protein	18.3 ^a	18.8 ^a	18.1 ^a	18.7 ^a	18.3 ^a	18.2 ^a
Crude lipid	3.2 ^a	3.6 ^a	3.0 ^a	3.7 ^a	2.9 ^a	3.1 ^a
Crude ash	3.2 ^a	3.0 ^a	3.2 ^a	3.3 ^a	3.2 ^a	3.3 ^a
Liver						
Hepatosomatic index ¹⁾	1.42 ^b	1.42 ^b	1.62 ^a	1.72 ^a	1.49 ^{ab}	1.45 ^b
Moisture	64.1 ^b	68.5 ^a	63.6 ^b	62.4 ^b	63.8 ^b	62.3 ^b
Crude protein	10.4 ^a	10.7 ^a	10.4 ^a	10.1 ^a	10.4 ^a	10.4 ^a
Crude lipid	20.3 ^{bc}	13.9 ^d	19.8 ^c	22.1 ^{ab}	20.2 ^{bc}	22.8 ^a
Crude ash	1.1 ^a	1.1 ^a	1.0 ^a	1.1 ^a	1.1 ^a	1.1 ^a

1) (Liver weight/body weight) × 100.

考 察

魚類의 成長과 生命維持를 위하여는 여러 가지 營養素가 必要하며, 그 중 蛋白質이 큰 비중을 차지한다. 蛋白質은 먹이를 통하여 攝取되고, 體內에서 아미노산으로 加水分解된 후 흡수되어, 體組織을 構成하거나 에너지源으로 이용된다(National Research Council 1983; 狹野 1970). 대부분의 海産魚類는 肉食性이 강하여 蛋白質 要求량이 40~60%로 높을 뿐만 아니라, 飼料의 炭水化合物源이나 脂質源에 비해 蛋白質源의 價格이 비싸기 때문에 蛋白質 原料를 효율적으로 이용하는 것이 飼料 單價를 낮추는 지름길이라 할 수 있다. 따라서, 蛋白質이 풍부하고 價格이 저렴한 養魚 飼料源을 개발하기 위하여 副産物 이용에 대해 많은 연구가 試圖되고 있으며, 副産物을 飼料源으로 활용하기 위하여는 対象原料의 營養成分 究明과 함께, 飼育實驗을 통한 飼料效果의 검토가 必要하다.

本研究에서 生飼料源으로 사용한 전갱이와 副産物의 必須아미노산 組成을 보면, 먹장어살의 histidine 함량과 참치煮熟副産物 및 참치內臟의 lysine 함량이 넙치 全魚體보다 다소 낮았으며, 참치煮熟副産物, 참치內臟 및 가자미中骨의 valine 함량은 넙치 全魚體에 비해 상당히 낮았다. 따라서, 粉末飼料를 혼합하지 않고 生飼料만을 蛋白質源으로 사용한다면 valine 함량이 크게 부족한 참치煮熟副産物, 참치內臟 및 가자미中骨은 전갱이나 먹장어살에 비해 효과가 떨어질 것으로 예상된다.

飼料蛋白質의 營養價를 化學적으로 평가하는 데는 飼料蛋白質의 必須아미노산 組成을 基準蛋白質의 必須아미노산 組成과 비교하여 必須아미노산 指數로서 표시하는 방법이 널리 쓰인다(Oser 1959). 이 때 基準蛋白質로는 實驗魚의 必須아미노산 要求量이 밝혀져 있는 경우에는 이를 이용하지만, 그렇지 않을 때는 全卵蛋白質(Wilson et al. 1977)이나 實驗魚 全魚體의 蛋白質(Arai 1981; Ogata et al. 1983)을 基準으로 한다. 또한, Oser法(Oser 1959)에 의해 必須아미노산 함량으로부터 직접 구한 必須아미노산 指數 보다는 必須아미노산比(A/E ratio)로부터 구한 必須아미노산 指數가 飼育成績과 더 강한 相關關係를 보인다고 보고되어 있다(Takeshi et al. 1984). 어느 경우에도 必須아미노산 指數는 飼料蛋白質의 아미노산 均衡을 綜合的 指數로서 평가하기 위한 指標로서 이

용되고, 必須아미노산比는 制限 또는 過剩 아미노산을 추정하는데 이용된다.

本實驗에 있어서 實驗飼料의 蛋白質 含量은 乾物基準로 粉末飼料가 차지하는 비중이 높기 때문에 飼料蛋白質의 必須아미노산 pattern도 粉末飼料에 크게 좌우되어, 生飼料源인 전갱이나 副産物의 必須아미노산 pattern과는 다소 차이를 보이고 있다. 즉, 각 實驗飼料의 必須아미노산比를 基準蛋白質인 넙치 全魚體와 비교하면 lysine과 tryptophan은 全 飼料가 모두 넙치 全魚體보다 낮았으며, valine의 경우에도 참치煮熟副産物 飼料, 가자미中骨 飼料 및 참치內臟 飼料에서는 넙치 全魚體보다 낮아 이들 아미노산이 缺乏되어 있는 것을 알 수 있다. 그러나, 일부 必須아미노산이 부족함에도, 이들 아미노산의 缺乏된 정도를 종합적으로 나타내 주는 必須아미노산 指數는 각 實驗飼料 간에 거의 차이가 없이 95.5~97.3 범위의 높은 값을 나타내고 있다. 이와 같이 각 實驗飼料의 必須아미노산 指數에 차이가 없는 것은 生飼料源과 粉末飼料의 必須아미노산이 相互 보완된 결과라 생각되며, 따라서 實驗飼料의 必須아미노산 均衡은 飼育成績에 특별한 영향을 미치지 않는 것으로 판단된다.

한편, 生飼料源과 實驗飼料의 粗蛋白質 100 g 當 含有되어 있는 각 아미노산의 合計值(總아미노산)를 보면, 참치煮熟副産物과 참치內臟이 77.4 g 및 73.3 g으로서 다른 副産物이나 粉末飼料에 비해 크게 낮았고, 이들을 添加한 飼料에 있어서도 92 g 및 95 g으로서 他飼料가 100 g에 가까운 것과는 상당한 차이를 보이고 있다. 여기에서 飼料의 粗蛋白質 중에 含有되어 있는 總아미노산 이외의 부분은, 粗蛋白質로서 定量은 되었으나 魚類의 營養素로는 이용될 수 없는 부분이며, 非蛋白質態窒素 化合物의 일부에 해당된다. 本實驗에서는 각 實驗飼料의 粗蛋白質 含量을 넙치의 蛋白質 要求量 55%(金澤 1988)에 맞도록 동일하게 조정하였기 때문에 참치煮熟副産物 飼料와 참치內臟 飼料에 있어서는, 아미노산 이외의 窒素化合物이 많이 含有되어 있는 관계로, 실제로 이용될 수 있는 總아미노산의 量은 다른 飼料에 비해 상대적으로 낮았던 것을 알 수 있다. 따라서 참치煮熟副産物區와 참치內臟區의 成長, 飼料效率, 蛋白質效率 및 에너지 效率이 他飼料에 비해 나빴던 것은 이들 飼料에 總아미노산 含量이 낮았던 데에 일부 원인이 있는 것으로 推定할 수 있다.

참치煮熟副産物은 통조림 가공과정상 煮熟한 후 前處理時에 생기는 副産物로서, 원료를 100°C에서 2시간 정도 煮熟하는 과정에서 蛋白質의 變性이나 水溶性 蛋白質의 溶出 등으로 總아미노산이 감소되고 非蛋白質態窒素가 증가되는 것으로 생각된다. 그리고 Yone et al.(1986)은 고등어 鹽乾品을 製造하는 과정에서 발생하는 副産物(scrap)을 蛋白質源으로 한 飼料는 白色魚粉으로 제조한 飼料에 비해 POV(peroxide value)가 약 12 배, TBA價(thiobarbituric acid value)가 약 3 배 높았고, 成長이나 飼料效率도 극히 저조하였다고 보고한 바 있다. 이와 마찬가지로 本實驗에서 사용한 참치煮熟副産物도 煮熟課程에서 脂質의 酸敗度가 크게 증가했을 것으로 推察되며, 이 외에도 비타민의 破壞로 營養價가 떨어져 이러한 要因들이 飼育成績을 저하시키는데 크게 관여했을 것으로 생각된다. 그러나 本實驗에서는 非蛋白質態窒素나 酸敗度 등을 측정하지 않았으므로 이에 대해서는 금후 좀더 細密한 研究가 뒤따라야 할 것으로 생각된다.

佐藤 等(1984)은 전갱이, 고등어, 정어리와 같은 赤色肉魚의 內臟에는 遊離아미노산 含量이 특히 높고, 非蛋白質態窒素도 많이 含有되어 있다고 보고하였다. 本實驗에서는 참치內臟의 遊離아미노산 含量을 별도로 분석하지는 않았지만, 참치內臟에도 다른 赤色肉魚와 마찬가지로 상당한 양의 遊離아미노산이 含有되어 있을 것으로 추측된다. Nose et al.(1974)과 Plakas and Katayama(1981)는 合成아미노산만을 蛋白質源으로 한 飼料를 먹은 잉어는 casein을 먹은 잉어에 비해 飼料의 아미노산 조성이 같은 데도 正常的으로 成長하지 않았다고 보고하였으며, 송어에 있어서도 遊離아미노산을 多量 含有한 fish silage를 給與했을 때는 遊離아미노산이 적은 silage나 魚粉飼料를 먹인 경우보다

成長, 飼料效率 및 蛋白質蓄積率이 떨어진다고 보고되어 있다(Hardy et al. 1983 1984; Stone et al. 1989). 일반적으로 아미노산이 體蛋白質 合成에 효율적으로 이용되기 위해서는 흡수된 모든 아미노산이 동시에 體組織에 도달해야 한다고 알려져 있으며(Geiger 1947), Stone et al.(1989)도 이를 인용하여 遊離아미노산 含量이 높은 silage를 먹인 송어의 飼育成績이 떨어지는 것은 遊離아미노산의 吸收速度가 結合(intact) 아미노산보다 빨라, 조기에 吸收된 아미노산이 蛋白質 合成에 이용되기 전에 분해되는 데 그 원인이 있다고 하였다. 따라서, 本實驗에서 참치內臟區의 飼育成績이 다소 낮은 것은 참치內臟의 遊離아미노산 含量이 높아 飼料蛋白質이 효율적으로 이용되지 않은 데에도 그 원인이 있었지 않았나 생각된다. 이외에도 정어리, 멸치 등의 赤色肉魚에는 筋肉이나 內臟에 多量の thiaminase가 含有되어 있어, 비타민 B₂(thiamine)를 파괴하므로 이러한 飼料를 넙치에 單獨으로 長期 給與했을 때는 成長低下 등의 비타민 缺乏症狀이 나타난다고 한다(高橋·早用 1984, 1985). Ishihara et al.(1973)의 조사에 의하면 참치內臟에도 다른 赤色肉魚에 비하면 아주 적은 양이기는 하지만 thiaminase가 含有되어 있다고 하므로, 금후에는 참치內臟 飼料 長期 給與時 thiaminase의 영향에 대해서도 검토할 필요가 있다고 하겠다.

한편, 참치內臟의 높은 遊離아미노산 含量에 대하여는 飼料利用에 있어 긍정적인 면도 생각할 수 있다. 즉, 魚類는 일반적으로 각종 遊離아미노산에 강한 攝食刺戟 反應을 나타내는 것으로 알려져 있는데(伊奈 1981), 本研究에서도 참치內臟區의 日間飼料攝取率이 다른 實驗區에 비해 有意적으로 높아 이런 사실을 뒷받침해 준다. 또한, 전갱이(30%)에 참치內臟(20%)을 혼합한 實驗區가 日間飼料攝取率이 비교적 높고 飼育成績이 제일 좋았던 것도 참치內臟의 攝食刺戟 効果와 관련이 있을 것으로 생각된다. Ina(1981) 및 Ina et al.(1981)도 참돔의 植物性蛋白質 이용에 관한 연구에서 참치 및 오징어內臟 自己消化物에 다량의 植物性蛋白質源을 첨가한 飼料區가 生飼料區에 견줄만한 높은 成長과 飼料效率를 나타내었다고 보고하고, 그 원인을 魚類內臟에 풍부하게 들어있는 遊離아미노산이 攝食을 刺戟하여 嗜好性を 높였기 때문으로 추정하고 있다. 이러한 결과들은 앞으로 大豆粕같이 가격이 싸고 蛋白質 含量은 높으나 海産魚에 대한 嗜好성이 낮아 이용이 어려웠던 植物性蛋白質源을 多量 添加하여 값싼 넙치 飼料를 개발하는 데 많은 참고가 될 것으로 생각된다.

本研究의 飼育實驗에서 第I期에는 對照區인 전갱이區가 副産物 添加飼料區에 비해 飼育成績이 좋았지만, 第II期에는 오히려 副産物 添加區가 좋은 성적을 나타내었는데, 이것은 처음에 전갱이 飼料에 馴致되어 있던 實驗魚가 사육기간이 경과함에 따라 차츰 副産物飼料에 적응되었기 때문이라고 생각된다.

이상에서 보면 魚類加工副産物 중 먹장어살은 脂肪含量이 다소 높기 때문에 加工時 鮮度維持 等 前處理를 철저히 하여 冷凍保管한다면, 넙치 모이스트펠릿용 生飼料源으로서 훌륭한 자원이 되겠고, 가자미中骨은 등뼈 부분으로 인하여 灰分含量이 다소 높으나, 飼料源으로서의 이용에는 별 문제가 없다고 할 수 있다. 또한, 참치內臟은 한가지만 사용하는 것 보다 기존 生飼料와 적절히 혼합하여 사용한다면 營養素의 均衡 및 攝食刺戟 効果로 인해 오히려 더 좋은 飼料가 된다고 判斷된다. 그리고 이러한 副産物을 한가지씩 사용하는 것 보다는 여러 가지를 적당한 비율로 혼합하여 사용한다면 營養成分의 補強面에서 더 나은 효과가 있을 것으로 기대된다. 그러나 참치 煮熟副産物은 높은 蛋白質 含量에도 불구하고 飼育成績이 떨어졌기 때문에 飼料源으로서 효과적으로 이용하기 위하여는 참치內臟과 함께 적절한 加工方法 또는 營養成分 補充에 관한 연구가 필요하다고 판단된다. 앞으로 本研究에 사용한 魚類加工副産物 외에도 生産량이 많고, 아직 활용되지 못하고 있는 餘他的 副産物에 대해서도 더 많은 연구가 수행되어야 할 것이다.

要 約

넙치 모이스트펠릿용 生飼料 代替源으로서 魚類加工副産物の 효과를 究明하기 위하여 전갱이(對照區), 참치煮熟副産物, 참치內臟, 가자미中骨, 먹장어살 및 전갱이(30%) + 참치內臟(20%)을 粉末飼料와 1:1 비율로 혼합한 모이스트펠릿 6종을 제조한 후, 平均體重 13.4 g의 넙치를 室內水槽에서 51 일(第 I 期 28 일, 第 II 期 23 일)간 飼育하여 成長, 飼料效率, 魚體成分 등을 검토하였다.

飼育實驗 結果, 平均增重量은 전갱이+참치內臟區, 먹장어살區 및 가자미中骨區가 각각 75.6 g, 74.7 g 및 68.9 g으로 전갱이區의 73.2 g과 有意的인 差異가 없었으며, 참치內臟區 및 참치煮熟副産物區는 對照區보다 낮았다. 日間成長率도 平均增重量과 같은 傾向으로 참치內臟區 및 참치煮熟副産物區를 제외한 각 實驗區 間에는 有意的인 차이가 없었다.

飼料效率은 전갱이+참치內臟區, 가자미中骨區 및 먹장어살區가 각각 138.7%, 136.4% 및 134.9%로 전갱이區의 138.8%와 有意的인 差異가 없었으며, 참치內臟區 및 참치煮熟副産物區는 對照區보다 낮았다. 蛋白質과 에너지 效率도 飼料效率과 같은 傾向으로 참치內臟區 및 참치煮熟副産物區를 제외한 각 實驗區 間에 有意的인 차이가 없었다.

成長 및 飼料效率에 있어서 飼育初期인 第I期에는 전갱이區가 副産物區보다 다소 높았으나, 飼育期間이 경과한 第II期에는 副産物區가 전갱이區와 비슷하거나 다소 높은 傾向을 나타내었다.

飼育實驗 후 實驗魚 全魚體의 一般成分은 각 實驗區 間에 有意的인 差異가 없었으나, 肝의 粗脂肪 함량은 참치煮熟副産物區가 13.9%로서 他實驗區(19.8~22.8%)보다 낮았다.

이상의 結果로부터 먹장어살, 가자미中骨 및 전갱이+참치內臟을 넙치 모이스트펠릿용 生飼料源으로 代替한 경우, 成長, 飼料效率 및 營養成分 利用率이 전갱이와 비슷한 成績을 얻을 수 있었기 때문에, 飼料源의 확보와 資源의 효율적인 이용면에서 有用하였다.

參 考 文 獻

- AOAC. 1984. Official methods of analysis of the association of official analytical chemists, 14th edition. Association of Official Analytical Chemists Inc., Arlington. 1,141 pp.
- Arai, S. 1981. A purified test diet for coho salmon, *Oncorhynchus kisutch*, fry. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 47(4) : 547~550.
- Asgard, T. and E. Austreng. 1985. Dogfish offal, ensiled or frozen, as feed for salmonids. Aquaculture 49 : 289~305.
- Geiger, E. 1947. Experiments with delayed supplementation of incomplete amino acid mixtures. J. Nutr. 34 : 97~111.
- Goncalves, J. F., S. Santos, V. S. Pereira, I. Baptista and J. Coimbra. 1989. The use of fish silage as an ingredient for eel fingerling nutrition. Aquaculture 80 : 135~146.
- Hardy, R. W., K. D. Shearer, F. E. Stone and D. H. Weig. 1983. Fish silage in aquaculture diets. World Maricult. Soc. J. 14 : 695~703.
- Hardy, R. W., K. D. Shearer and J. Spinelli. 1984. The nutritional properties of co-dried fish silage in rainbow trout (*Salmo gairdneri*) dry diets. Aquaculture 38 : 35~44.

- Hossain, Md. A., M. Furuichi and Y. Yone. 1988. Proximate and fatty acid composition of liver, hematological characteristics, and chemical components in plasma of red sea bream fed on scrap meals fermented with molds. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 54(8) : 1385~1389.
- Ishihara, T., H. Kinari and M. Yasuda. 1973. Studies on thiaminase I in marine fish-II. Distribution of thiaminase in marine fish. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 39(1) : 55~59.
- Ina, K. 1981. Availability of plant protein as dietary protein source for red sea bream *Chrysophrys major*. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 47(5) : 627~630.
- Ina, K., H. Ohsuga and Y. Suzuki. 1981. Effect of plant protein on growth of red sea bream *Chrysophrys major*. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 47(10) : 1351~1354.
- National Research Council. 1983. Nutrient requirements of warmwater fishes and shellfishes. National Acad. Press, Washington, D.C. 102 pp.
- Nose, T., S. Arai, D. L. Lee and Y. Hashimoto. 1974. A note on amino acids essential for growth of young carp. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 40 : 903~908.
- Ogata, H., S. Arai and T. Nose. 1983. Growth responses of cherry salmon (*Oncorhynchus masou*) and amago salmon (*O. rhodurus*) fry fed purified casein diets supplemented with amino acids. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 49 : 1381~1385.
- Oser, B. L. 1959. Protein and amino acid nutrition, Academic Press, N. Y., pp. 281~295.
- Plakas, S. M. and T. Katayama. 1981. Apparent digestibilities of amino acids from three regions of the gastrointestinal tract of carp (*Cyprinus carpio*) after ingestion of a protein and a corresponding free amino acid diet. Aquaculture 24 : 309~314.
- Satoh, S., T. Takeuchi, T. Watanabe, M. Hoshi and K. Toyama. 1984. Nutritional evaluation of scrap meal as a protein source in diets for rainbow trout and carp. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 50(12) : 2077~2083.
- Spackman, D. H., W. H. Stein and S. Moore. 1958. Automatic recording apparatus for use in the chromatography of amino acid. Anal. Chem. 30 : 1190~1206.
- Stone, F. E., R. W. Hardy, K. D. Shearer and T. M. Scott. 1989. Utilization of fish silage by rainbow trout. Aquaculture 76 : 109~118.
- Takeshi M., T. Akiyama and T. Nose. 1984. Effect of amino acid balance of diet by fingerling carp. Bull. Jap. Soc. Sci. fish. 50 : 893~897.
- Toyama, K., M. Hoshi, Y. Takashima, S. Satoh, T. Takeuchi and T. Watanabe. 1984. Chemical evaluation of Japanese scrap fish meal as a protein source of fish foods. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 50(12) : 2065~2075.
- Wilson, R. P., D. E. Harding and D. L. Garling Jr. 1977. Effect on dietary pH on amino acid utilization and the lysine requirement of fingerling channel catfish. J. Nutr. 107 : 166~170.
- Yone, Y., Md. Hossain, M. Furuichi and F. Kato 1986. Effect of fermented and fermented resteamed scrap meals on growth and feed efficiency of red sea bream. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 52(3) : 549~552.

- 國立水產振興院. 1990. 넙치 海上養殖 技術開發에 관한 研究, 科學技術處 特定研究開發 事業結果, 141 pp.
- 國立水產振興院. 1991. 魚類養殖漁業의 發展方案, 1991 養殖漁場 管理指導 綜合評價會議 資料, 16pp.
- 狹野珍吉. 1970. 魚類の營養と飼料, 恒星社厚生閣, 東京, 335 pp.
- 金澤昭夫. 1988. ヒラメ營養要求と配合飼料, (3) 幼成魚の營養要求と配合飼料. 養殖, 25(12): 106~109.
- 加藤富民雄, 中里一郎, 村田晃, 岡本悟, 米康夫. 1986. 醱酵魚粉の製造實用化と飼料効果. 農藝化學會誌 60(4): 287~293.
- 伊奈和夫. 1981. 天然物からの魚類攝餌刺激物質の檢索. pp. 85~95 日本水產學會編, 魚類の化學感覺と攝餌促進物質. 恒星社厚生閣, 東京.
- 李尙旻, 姜龍珍, 李鍾允. 1991. 방어 飼料 蛋白質 代替源으로서의 大豆粕 添加效果. 水振研究報告 45: 247~257.
- 佐藤守, 吉中禮二, 牧之股保天, 坂口守彦. 1984. 魚介類 有效營養成分 利用技術研究成果の概要. 日本 水產廳研究部 pp. 143~150.
- 高橋哲夫, 早用弘和. 1984. ヒラメ養殖に關する研究-II, カタクチイワシ 餌料總合ビタミン劑を添加し たときの効果. 千葉縣水產試驗場研究報告 42: 61~66.
- 高橋哲夫, 早用弘和. 1985. ヒラメ養殖に關する研究-III, 餌料魚種の違いが成長・歩留りに吸ぼす 影響について. 千葉縣水產試驗場研究報告 43: 59~63.