

파래첨가 사료가 이스라엘계 잉어(*Cyprinus carpio*)의 성장 및 혈액성상에 미치는 영향

김종연 · 최민순*

군산대학교 양식학과 · *군산대학교 수족병리학과

Effects of Dietary *Enteromorpha compressa* on Growth and Blood Properties in Israeli Strain of Common Carp (*Cyprinus carpio*)

Jong-Yeon Kim and Min-Soon Choi*

Department of Aquaculture and *Department of Fisheries Pathology,
Kunsan National University, Kunsan 573-400, Korea

In order to study the effects of dietary *E. compressa* on the growth and blood properties in young Israeli strain of common carp (mean. 8 g BW.). Fish were fed the commercial diet (control) and three experimental diets, 1%, 5% and 10% of *E. compressa* powder were added to the control diet. After four months of feeding trial fish were bled by cardiac puncture and some hematological parameters were analyzed as physiological indices.

- 1) Following supplementation, positive responses in plasma albumin and glucose levels, and decreased body weight gain, feed efficiency and hematocrit.
- 2) Condition factor (fatness) increased up to 50%, but decreased with 10% supplementation.
- 3) Hb, GOT and GPT did not show any remarkable difference among all diet groups.

Key words : Israeli strain of common carp, *E. compressa*, Growth, Blood property

서론

최근까지 양어사료는 주로 단기간내 상품어 출하를 위해서 성장위주의 기초 영양사료 공급에 주안점을 두고 개발 되어져 왔다. 그렇지만, 과도한 기초 영양사료만을 공급받은 양식어류는 일반적으로 육질의 경도가 낮아 맛과 고유한 풍미 소실로 인한 상품 가치의 저하뿐만 아니라, 각종 질병의 감수성 증가로 인한 대량폐사의 유발가능성이 높기 때문에 양식산업에 있어서 사료의 영양불균형의 개선책은 매우 시급한 문제로 지적되고 있다(이·이, 1994 ; 조·진, 1990 ; Nakagawa and Kasahara, 1986 ; Satoh *et al.*, 1989)

이러한 문제점을 해결하기 위한 방안의 일환으로 양어사료에 각종 mineral, 비타민제제 등의 첨가가 적극 권장되고 있으며(Satoh *et al.*, 1987 ; Hilton, 1989 ; 조·진, 1990), 특히 최근에 해조류의 사료첨가를 통한 양식어류의 생리적 조건의 개선 효과를 위한 연구가 시행 된바, 사료효율성은 어종, 일령, 혼합정도 및 투여기간 등에 따라 차이가 있음이 보고 되고있다(이·장, 1994 ; Yone *et al.*, 1986a ; Nagakawa *et al.*, 1984).

이에 저자 등은 사료첨가제로서 파래가 이스라엘 잉어의 성장 및 혈액성상의 변화에 미치는 영향을 조사하였다.

재료 및 방법

공시어의 사육: 군산근교에서 사육중인 양어장으로 부터 체중이 평균 8.0 g 정도의 이스라엘 잉어를 구입하여 미리 준비한 0.5톤의 유리수조에 수용하여 사육실험을 실시하였다. 실험기간중의 환경조건으로서 수온, DO 및 pH는 매일 측정하고, 이때 환수는 지하수로 4-5일 간격으로 실시하였다.

사료의 조성: 실험구별로 사료의 조성을 달리 하기 위하여 시판중인 양어사료(미원)에 파래분말을 0%(대조구), 1%, 5% 및 10% 첨가의 4개군으로 하였으며, 이때에 실험용 사료의 형태는 기초사료에 파래의 엽체를 50-100 mm크기로 분쇄후 첨가하여 모이스트펠릿으로 급여하였다.

수질분석: 통상의 방법에 준하여 50°C의 봉상수온온도계, pH meter, DO meter등을 이용하여 각각 수온, pH 및 DO를 측정하였다.

증체율 측정: 사육기간중 30일 간격으로 각 실험구별로 20미씩 무작위 추출한 다음 개체별 전장 및 체중을 전자저울(Sartorius)로 측정하여 증체율, 비만도 및 사료효율 등을 대조구에 대한 백분률로 환산하였다.

혈액성분 분석: 사료별 실험종료시인 사육 120일째에는 사육조로부터 무작위로 10미씩 채집한 어체로부터 헤파린(100,000 IU, Sigma)처리된 주사기로 심장으로부터 채혈한 후 상법에 따라 전혈을 이용하여 Hematocrit (Ht)는 microhematocrit법, hemoglobin은 cyanmethemoglobin법으로 측정하였으며, 또한 원심분리(3,000 rpm, 10분간)로 얻어진 혈장으로 총단백은 Biuret법, 알부민은 BCG법, glutamic pyruvic transaminase (GPT), glutamic oxalacetic transaminase (GPT) 등은 Reitman Frankel법 및 글루코스는 효소법으로 시판kit (ASAN PHARM. Co., LTD)를 이용하여 측정하였다.

통계처리: Data는 평균±SE로 나타냈으며, 대조군과 차이의 통계학적 유의성을 unpaired t-test로 실시하여 p<0.05인 경우에 유의성이 있

다고 판정하였다.

결 과

사육환경

실험기간중 모든 실험군의 사육환경은 Table 1과 같다. 사육수온은 23-27°C의 범위였으며, 실험개시 60일까지는 25°C 전후였으나, 60일 이후에는 전 실험기간의 최고치인 27°C 달하였으며, 그 이후에는 수온이 하강하기 시작하여 실험 종료일인 120일에는 25°C 정도였다. 한편 모든 실험군의 사육수 pH는 6.5-7.5로 유지하였으며, 이때의 용존 산소는 5.0-6.0 ppm 범위였다.

Table 1. Quality of the cultured water during experiment

Remark	Condition
Feeding period	120 days
Water temperature	23-27 (mean 25°C)
DO	5.0-6.0 ppm
pH	6.5-7.5

파래첨가에 따른 증체율에 미치는 영향

파래를 각각 1, 5 및 10%를 첨가한 후 4개월간 사육하면서 1개월마다 사육일수에 따른 어체의 증체율에 미치는 영향을 조사한 결과는 Fig. 1에서 나타난 바와 같다. 1% 첨가군은 77, 88, 92 및 83%, 5% 첨가군은 75, 84, 87, 및 80%, 10% 첨가군은 74, 77, 78 및 71%로서, 대조군(100%)에 비해 증체율은 파래첨가농도에 비례하여 감소되었으며, 또한 투여 1개월째에는 모든 투여군에서 대조군(100%)에 비해 증체율이 76% 정도로 가장 낮았고, 2-3개월째에는 다소 회복되다가 4개월째에는 감소되는 경향을 보였다.

파래첨가에 따른 비만도에 미치는 영향

파래첨가가 비만도에 미치는 영향을 조사한 결과는 Fig. 2에 나타난 바와 같다. 대조군(100%)에 비해서 1% 첨가군에서는 109, 103, 101 및 108%, 5% 첨가군은 143, 140, 127 및 154

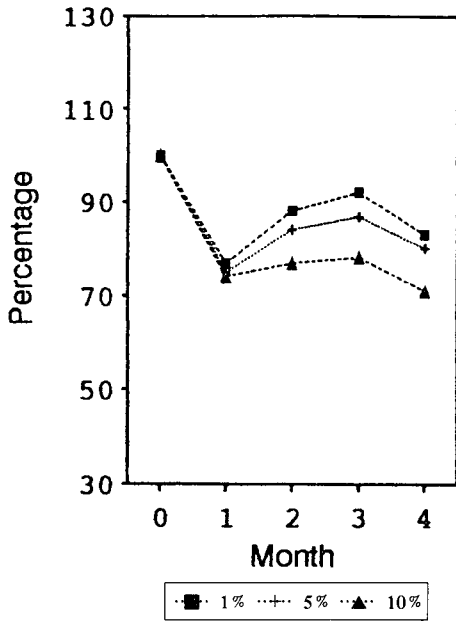


Fig. 1. Effect of *E. compressa*-supplemnet feeding on growth rate (%) of Israeli strain of common carp. Israeli strain of common carps were fed in commersial diet with varying concentrations of each *E. compressa* during 4 months (n=20 per group).

Growth rate (%)

$$= \frac{\text{Final body wt. (g)} - \text{Initial body wt. (g)}}{\text{Initial body wt. (g)}} \times 100$$

Results are expressed as % after normalization by assuming the control growth rate of the same time period as 100%.

%로서 사육기간에 비례하여 증가되어진 반면에, 10%첨가군은 80, 77, 70 및 67%로써 사육기간이 길어짐에 따라 감소되는 경향을 보였다.

파래첨가에 따른 사료효율에 미치는 영향

파래첨가가 사료효율에 미치는 영향을 조사한 결과는 Fig. 3에 나타난 바와 같다. 대조군(100%)에 비해서 1% 첨가군에서는 85, 88, 81 및 95%, 5%첨가군은 82, 79, 77 및 90%, 10%첨가군은 72, 76, 56 및 51%로써, 사료효율은 대조군(100%)에 비해 파래 첨가농도에 비례하여 감소 되었다. 한편, 1 및 5%첨가구에서는 4개월째에는 90% 이상의 효율 향상을 보였으나, 10

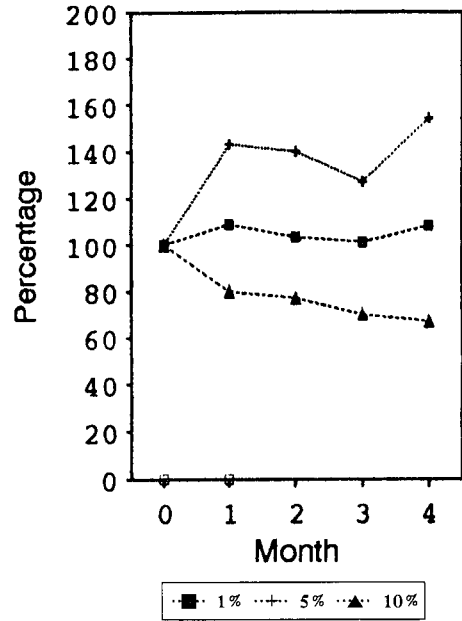


Fig. 2. Effect of *E. compressa*-supplemnet feeding on fatness of Israeli strain of common carp. Israeli strain of common carps were fed in commersial diet with varying concentrations of each *E. compressa* during 4 months. Experimental diets were fed 3% of body weight (g) per day (n=20 per group). Fatness = (body weight (g)/total length³) × 10³. Results are expressed as % after normalization by assuming the control fatness of the same time period as 100%.

%첨가군에서는 투여일수에 비례하여 사료효율이 현저하게 저하되었다.

파래첨가가 hemoglobin 및 hematocrit치에 미치는 영향

파래첨가가 Ht 및 Hb에 미치는 영향을 조사한 결과는 Fig. 4에 나타난 바와 같다. Hb치는 대조군이 9.4±1.5 (g/dl)에 비해서 1% 첨가군에서는 9.5±2.0, 5%첨가군은 9.7±2.2, 및 10%첨가군은 9.3±1.5 (g/dl)으로서 파래 첨가농도에 따라서 큰 차이를 보이지 않은 반면에, Ht치는 대조군이 35±3 (%)에 비해서 1% 첨가군에서는 32±3, 5%첨가군은 31±1 및 10%첨가군은 30±3 (%)로서 첨가농도에 비례하여 감소 되었다.

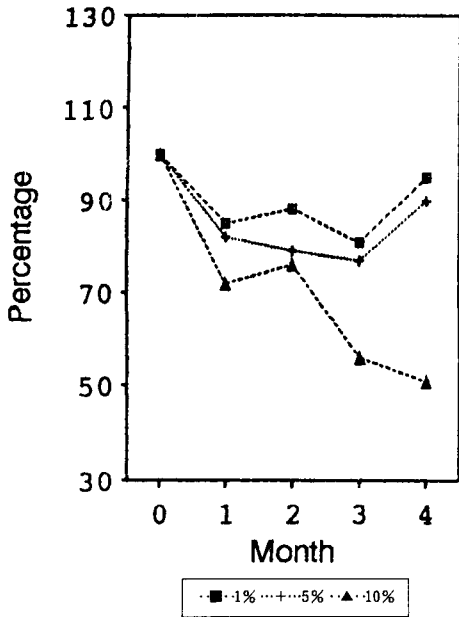


Fig. 3. Effect of *E. compressa*-supplement feeding on feed efficiency of Israeli strain of common carp. Israeli strain of common carps were fed in commercial diet with varying concentrations of each *E. compressa* during 4 months. Experimental diets were fed 3% of body weight (g) per day (n=20 per group).
 Feed efficiency = $\{(g \text{ gain} / (g \text{ feed})) \times 100\}$.
 Results are expressed as % after normalization by assuming the control feed efficiency of the same time period as 100%.

파래첨가가 총단백 및 알부민에 미치는 영향

파래첨가가 알부민 및 총단백에 미치는 영향을 조사한 결과는 Fig. 5에 나타난 바와 같다. 총단백치는 대조군이 5.2 ± 0.4 (g/dl)에 비해서 1% 첨가군에서는 5.3 ± 0.4 , 5% 첨가군은 5.2 ± 0.4 , 및 10% 첨가군은 5.2 ± 0.1 (g/dl)으로서 파래 첨가 농도에 따라서 큰 차이를 보이지 않은 반면에, 알부민치는 대조군이 2.0 ± 0.1 (g/dl)에 비해서 1% 첨가군에서는 2.5 ± 0.6 , 5% 첨가군은 3.1 ± 0.4 및 10% 첨가군은 2.8 ± 0.6 (g/dl)로서 대조군에 비해 첨가군에서 높게 나타났다.

파래첨가가 GOT, GPT 및 글루코스에 미치는 영향

파래첨가가 GOT, GPT 및 글루코스에 미치

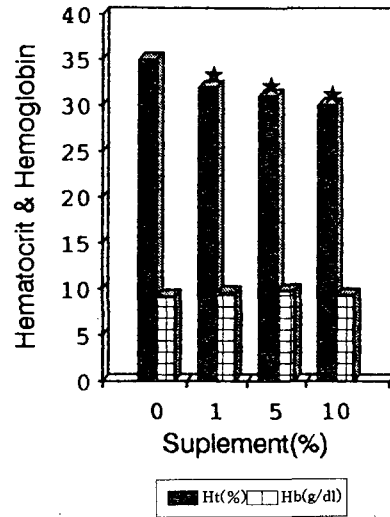


Fig. 4. Effect of *E. compressa*-supplement feeding on hemoglobin and hematocrit level of Israeli strain of common carp. Israeli strain of common carps were fed in commercial diet with varying concentration of each *E. compressa* during 4 months. Values represent mean standard error in triplicate samples (n=10 per group).
 ★ significantly different from control at $p < 0.05$.

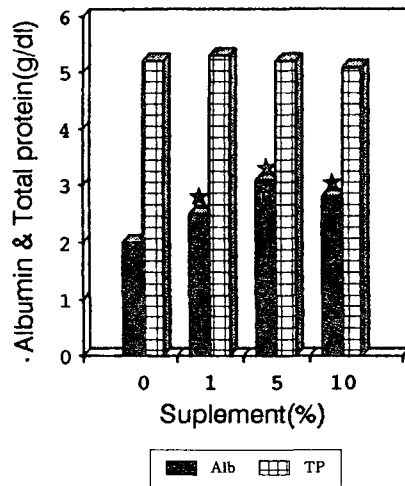


Fig. 5. Effect of *E. compressa*-supplement feeding on total protein and albumin level of Israeli strain of common carp. Israeli strain of common carps were fed in commercial diet with varying concentration of each *E. compressa* during 4 months. Values represent mean standard error in triplicate samples (n=10 per group).
 ★ significantly different from control at $p < 0.05$.

는 영향을 조사한 결과는 Fig. 6에 나타난 바와 같다. GOT는 대조군이 143 ± 22 (IU)에 비해서 1% 첨가군에서는 154 ± 15 , 5% 첨가군은 158 ± 14 , 및 10% 첨가군은 148 ± 15 (IU)였으며, GOT는 대조군이 55 ± 14 (IU)에 비해서 1% 첨가군에서는 64 ± 23 , 5% 첨가군은 57 ± 20 및 10% 첨가군은 60 ± 27 (IU)으로서 첨가농도에 따라서 GOT 및 GPT치는 큰 차이가 인정되지 않았다. 한편, 글루코스는 대조군이 145 ± 13 (mg/dl)에 비해서, 1% 첨가군에서는 160 ± 10 , 5% 첨가군은 163 ± 13 및 10% 첨가군은 168 ± 15 (mg/dl)로서 대조군에 비해 첨가군에서 증가되었다.

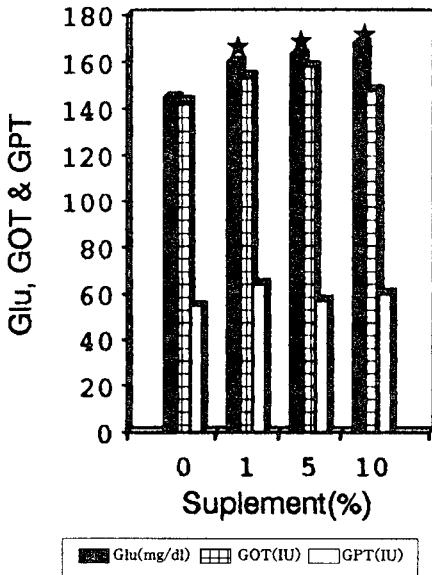


Fig. 6. Effect of *E. compressa*-supplement feeding on GOT, GPT and Glu. level of Israeli strain of common carp for 4 months. Israeli strain of common carps were fed in commercial diet with varying concentration of each *E. compressa* during 4 months. Values represent mean standard error in triplicate samples (n=10 per group).

Abbreviations : GOT ; glutamic pyruvic transminase, GPT ; glutamic oxalacetic transminase, Glu ; glucose
★ significantly different from control at p(0.05.0

고찰

최근에 양식어류의 사료효율 개선을 위한 일

환으로서, 양질의 단백질, 지질 및 미네랄 등이 다량 함유된 해조류(박 등, 1977 ; 우 등, 1979 ;)를 사료에 첨가 사육하여, 양식어류의 생리활성 개선효과가 입증되고 있다(Nakagawa *et al.*, 1984 ; Yone *et al.*, 1986 ; 이·장, 1994).

본 실험에서 이스라엘 잉어에 대한 파래 첨가 사육시 증체율 및 사료효율은 첨가농도에 비례 감소된 성적은 클로렐라 및 다시마 등을 은어, 참돔, 감성돔 및 방어 등에 첨가사육시 성장 및 사료효율은 저하되었다는 보고 등(Nakagawa *et al.*, 1982, 1983)과는 일치하나, 미역 및 *Ascophyllum nodosum*을 각각 참돔 및 조피볼락 등에 첨가사육시에 성장 및 사료효율이 향상된 보고들(Yone *et al.*, 1986a, 이·장, 1994)과는 상반 대는 결과였는데, 이는 어종, 일령 및 첨가농도 등의 차이에 의해서 기인되었던 것으로 사료 된다.

또한 사육기간에 따라서 증체율 및 사료효율이 차이를 보여, 특히 1개월째에 증체율 및 사료효율이 현저하게 저하되었는데, 이는 영양 흡수 저해인자의 존재 가능성 보다는, 과다한 해조류의 첨가에 따른 갑작스런 사료성분의 변화에 따른 영양분의 흡수 장애로 인해서 성장 및 사료효율이 감소된다는 보고(Yone *et al.*, 1986a, 1986b)와 같은 의견으로서, 양어사료에 해조류를 첨가할때에는 투여량을 단계적으로 조금씩 늘려서 투여 하는 것이 보다 바람직하리라 사료된다.

한편, 비만도는 대조군에 비해서 10% 첨가군은 현저한 감소를 보인 반면에, 1 및 5% 첨가군에서 증가를 보였으며, 특히 5% 첨가군에서는 전 사육기간을 통하여 현저하게 증가되었는데, 이는 해조류 첨가 사육시 특히 triglyceride의 배근 및 내장근에서의 축적 함량 증가에 따른 비만도가 증가되며, 저수온, 절식 및 기아시에 지질대사에 깊은 관계가 있다는 보고 등(Nakagawa and Kasahara, 1986 ; Yone *et al.*, 1986b ; Nematipour *et al.*, 1987, 1988)으로 미루어 파래첨가가 지질대사에 깊은 관계가 있을 것으로 추정 되었으며, 각 장기별의 지질함량에 대한 조사가 필요하리라 사료된다.

혈액화학적 변화는 파래첨가군에서 총단백, Hb 및 혈장효소치의 대조군과의 큰 차이가 없었으나 알부민 및 혈당치의 상승된 성적은 타 보고자 등(Nakagawa *et al.*, 1984; 이·장, 1994)의 성적과 일치하였다. 한편, Ht치는 파래 첨가농도에 비례하여 감소 되었는데, 이는 스트레스시 비장으로 부터 유약적혈구수 유입증가와 전해질 소실로 인한 혈장성분의 농축에 의한 Ht치가 증가 된다는 보고(Kirk, 1974; Mcleay and Gordon, 1977)에 미루어 체포시에 스트레스에 대한 저항성의 증가에 따른 것으로 사료 된다.

본 연구의 결과 및 고찰을 종합하면 파래의 사료첨가에 미치는 영향은 성장률보다는 주로 생리화학적 활성을 강화시키는 요인으로 작용하는 것으로 사료되어진다.

요 약

이스라엘 잉어에 대하여 파래첨가 사육시 성장 및 혈액성상에 미치는 영향을 조사하기 위하여 파래분말을 각각 0, 1, 5 및 10% 첨가한 사료를 이용하여 4개월간 사육하면서 어체의 증체율, 비만도, 사료효율 및 혈액화학적 성상을 비교 조사하였다.

증체율은 파래 첨가농도에 비례하여 감소하였으며, 투여기간에 따라서 약간의 차이가 있었으나 전기간동안 증체율의 감소를 보였다.

비만도는 대조구에 비해서 1% 첨가군에서는 전 사육기간에 약간 증가되는 경향을 보였으나, 5% 첨가군에서는 전 사육간을 통하여 현저한 증가를 보였다. 한편, 10% 첨가군에서는 사육기간에 비례감소 되었다.

사료효율은 대조구에 비해서 파래 첨가농도 및 사육일수에 무관하게 저하되었으며, 특히 10% 군에서는 사육일수에 비례하여 현저하게 저하되었다.

혈액성분은 첨가군에서 총단백, Hb, GOT 및 GPT등은 차이가 인정되지 않았으며, 알부민 및 글루코스치등은 증가되었으나, Ht값은 첨가농도

에 비례하여 감소되었다.

참 고 문 헌

- Hilton, J. W., 1989. The interaction of vitamins, minerals and diet composition in the diet of fish. *Aquaculture*, 79 : 223-244.
- Kirk, W. L., 1974. The effect of hypoxia on certain blood and tissue electrolytes of channel catfish, *Ictalurus punctatus* (Rafinesque). *Trans. Am. Fish. Soc.*, 103 : 593-600.
- Mcleay, D. J. and M. R. Gordon, 1977. Leucocrit: A simple hematological techniques for measuring acute stress in salmonid fish, including stressful conditions of pulpmill effluent. *J. Fish. Res. Bd. Can.*, 34 : 2164-2175.
- Nakagawa, H., Y. Inazuka, S. Yamasaki, H. Hirata and S. Kasahara, 1982. Effect of feeding of chlorella-extract supplement in diet on cultured yellow tail-I Growth and blood properties. *Aquaculture*, 30 : 67-75.
- Nakagawa, H., S. Kasahara, E. Uno, T. Minami, and K. Akira, 1983. Effect of chlorella-extract supplement on blood properties and body composition of ayu. *Aquaculture*, 30 : 193-200.
- Nagagawa, H., S. Kasahara, A. Tsujimura and K. Akira, 1984. Changes of body composition during starvation in chlorella-extract fed Ayu. *Bull. Jap. Soc. Fish.*, 50 : 665-671.
- Nagagawa, H. and S. Kasahara, 1986. Effect of Ulva meal supplement to diet on the lipid metabolism of red seabream. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, 53 : 887-1893.
- Nematipour, G., H. Nakagawa, S. Kasahara, K. Nanba, A. Tsujimura and K. Akira, 1987. Effect of chlorella-extract Ulva supplement to diet on lipid accumulation of Ayu. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 53 : 1687-1692.
- Nematipour, G., H. Nakagawa, S. Kasahara, and S. Ohya, 1988. Effect of dietary lipid level and chlorella-extract ulva on Ayu. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 54 : 1395-1400.
- Satoh, K., H. Nagagawa and S. Kasahara, 1987. Effect of Ulva meal supplementation

- on disease resistance of red seabream. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 53 : 1115-1120.
- Satoh, S., W. Poe and M. Wilson, 1989. Effect of supplemental phytate and/or tricalcium phosphate on weight gain, feed efficiency and zinc content in vertebrae of channel catfish, *Aquaculture*, 80 : 155-161.
- Yone, Y., M. Furuichi and K. Urano, 1986a. Effects of wakame *Undaria pinnatifida* and *Ascophyllum nodosum* supplements on growth, feed efficiency and proximate compositions of liver and muscle of red sea bream. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, 52 : 1465-1468.
- Yone, Y., M. Furuichi and K. Urano, 1986b. Effects of wakame *Undaria pinnatifida* and *Ascophyllum nodosum* supplements on absorption of dietary nutrients, and blood sugar and plasma free amino-N levels of red seabream. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, 52 : 1817-1819.
- 박영호·변재정·오후규·강영주, 1976. 미이용해 조류의 이용화에 관한연구I. 미이용 해조류의 성분조성과 해조단백질의 추출. *한수지*, 9 : 155-162.
- 우순임·유홍수·강경호, 1979. 해조 단백질 추출에 관한 연구, 해조 단백질 침전조건 및 영양적 평가, *한수지*, 12 : 225-234.
- 이상민·이종운, 1994. 사료의 α -cellulose함량이 조피볼락 *Sebastes schlegeli*의 성장, 사료효율 및 체성분에 미치는 영향. *양식학회지*, 7 : 97-107.
- 이영호·장영진, 1994. 조피볼락, *Sebastes schlegeli* 어린 시기의 성장 및 체성분 조성에 미치는 미역첨가 사료의 생리적효과. *한수지*, 27 : 69-82.
- 조문규·전세규, 1990. 산화된 pellet에 의한 틸라피아의 ceroid증과 비타민 E, C의 예방효과, *한국어병학회지*, 3 : 69-79.