

메기, *Parasilurus asotus* 사료의 최적 단백질 함량

강 석 중 · 정 우 건

통영수산전문대학 양식과

Optimum Protein Levels in Diet for Fingerling Korean Catfish, *Parasilurus asotus*

Seok-Joong KANG · Woo-Geon JEONG

Department of Aquaculture, Tongyeong National Fisheries College,
Chungmu, 650-160, Korea

ABSTRACT

Feeding trials were conducted for a test of the optimum dietary protein levels for the fingerling Korean catfish, *Parasilurus asotus*. The growth response was examined in terms of weight gain, feed coefficient, protein efficiency ratio and net protein utilization for 8 weeks at 23~27°C. Within a range of 25 to 55% crude protein levels in the diet, the body weight increased while the dietary protein level increased. Accumulation of protein in the body reached the maximum when the crude protein level in the diet was at 45%. These results indicate that the optimum dietary protein level of fingerling Korean catfish was about 45% when anchovy meal was used as the protein source.

서 론

메기, *Parasilurus asotus*는 옛부터 보양제, 매운탕으로서 그 맛이 뛰어나 수요가 많으나, 최근 자연 생산이 많이 줄어 양식을 하는 곳이 늘어 나고 있는 추세이다. 한편 이 어종의 생산량 증가를 위하여 해결해야 할 많은 연구 사항 중 사료 문제는 결코 빼 놓을 수 없는 과제 중의 하나이다.

단백질은 동물 세포의 구성 성분일 뿐만 아니라 유전 및 생명 유지에 필수적인 영양소로서, 성장이란 어떤 의미에서 단백질의 양적 증가를 뜻하는 것으로 이의 공급없이는 어떠한 성장도 기대할 수가 없다(橋本芳郎 1976).

양어 사료에는 일반적으로 40% 전후의 단백질이 함유되어 있으며(Ogino 1980), 이는 사료의 성분 중 가장 고가의 구성 성분으로 사료 비용의 60% 이상을 차지하므로 사료 단백질을 가장 적절하게 이용하는 것은 경제적인 양식을 위하여 매우 중요하다(Andrews 1977). 이를 위하여 잉어, *Cyprinus carpio*(Ogino and Saito 1970 ; Takeuch et al. 1979 ; Ogino 1980), 뱀장어, *Anguilla japonica*(Nose and Arai 1972), 무지개송어, *Oncorhynchus mykiss*(Ogino et al. 1976) 등의 어류에 대한 최적 단백질 함량이 연구되어 왔으나 메기의 영양 요구에 관하여는 연구된 바가 없다. 따라서 본 연구는 메기의 영양 연구를

위한 일련의 실험으로 메기 사료의 최적 단백질 함량을 설정하고자 하는데 그 목적이 있다.

재료 및 방법

1. 실험어

통영수산전문대학 양어장에서 사육 중인 평균 체중 6.9g되는 메기 치어를 각 실험구마다 25마리씩 수용하였으며, 각 실험구는 2 반복으로 하였다.

2. 방 법

1) 사육 장치

통영수산전문대학 어류양식 실험실내에 설치된 60 cm×30 cm×45 cm(depth)의 유리 수조를 사용하였다. 사육 장치는 유수식을 겸한 순환 여과식 사육 장치로서 보충수의 첨가에 의해서 배설물이 즉시 사육 수조 밖으로 배출될 수 있도록 사이펀 장치를 부착하였으며, 이 때 주수량은 100 l/hr 였다.

전 사육 기간 중 용존 산소량은 5 ml/l 전후, 수온은 23.0~27.2℃ 범위로서 평균 26.7℃였다.

2) 실험 사료

실험 사료의 조성은 Table 1에 나타낸 바와 같으며 지질은 메기의 필수 지방산 요구가 밝혀져 있지 않기 때문에 n-3 와 n-6 가 함유되도록 대두유와 어유를 3 : 2 비율로 섞어서 필수 지방산의 공급이 충분하도록 하였다. 탄수화물원은 덱스트린과 α-전분이며, Cellulose로써 칼로리를 조절하였다. 단백질 원료는 멸치분으로 하였으며 25~55% (diet 1~7)의 조단백질을 함유한 사료로서 체중의 3%에 해당하는 양을 하루 2 회로 나누어 공급하여 8주간 사육하였다.

Table 1. Composition(%) of diets for the test of optimum protein levels for Korean catfish, *Parasilurus asotus*

| Ingredient | Diet No. | | | | | | |
|------------------------|----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Fish meal* | 38 | 46 | 54 | 62 | 70 | 78 | 86 |
| Dextrin | 48 | 40 | 32 | 24 | 16 | 8 | 0 |
| α-starch | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| Vitamin mix. | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Mineral mix. | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Yeast | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Cellulose | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 5 |
| Dietary oil** | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 | 0 |
| Crude protein | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 |
| DE(kcal/100 g diet)*** | 339 | 340 | 342 | 355 | 344 | 346 | 355 |

* Anchovy meal : protein 65%, lipid 13%, moisture 8.9%.

** Soybean oil : fish oil=3 : 2.

*** Digestible energy : calculated by, protein 4.5 ; lipid 8 ; starch 2.8 kcal/g

3) 어체 분석 및 사료 분석

수분은 상압 가열 건조법, 단백질은 semi-micro Kjeldahl법, 지질은 Folch법(1957)으로 하였다.

4) 성 장

어체중은 2주 간격으로 측정하였고, 성장의 결과는 체중 증가, 사료 계수, 일간 성장율로서 비교하였으며, 각 실험구 간의 성장차는 Duncan(1955)의 new multiple range test를 사용하여 유의차를 검정하였다.

단백질 효율(Protein efficiency ratio, PER)은 (체중 증가/사료 단백질 섭취량)×100의 계산식으로 정미 단백질 이용율(Net protein utilization, NPU)은 (근육 단백질 증가량/사료 단백질 섭취량×단백질 소화율)×100의 계산식에 의하여 계산하였다.

결과 및 고찰

사료 중의 단백질 함량을 달리 하였을 때 성장의 결과는 Table 2 및 Fig. 1과 같다.

실험 시작시 각 실험구 간의 어체중은 약간씩 차이가 있었지만 체중 증가율과 성장율은 점차 높아졌으며 그 경향은 단백질 함량이 많은 실험구일수록 뚜렷하였고, 특히 단백질 함량 45~55% 실험구는 40% 이하의 실험구와 비교해 볼 때 현저한 차이가 나타났다.

사료 중의 단백질 함량 45% 실험구는 56일 후 어체당 419.5%의 증가를 보였으며, 50% 및 55% 실험구는 각각 417.3% 및 409.4%로 나타나 45% 실험구의 성장이 가장 양호하였다. 사료 계수는 단백질 함량이 증가할수록 좋은 경향을 나타내어 25% 실험구는 1.34였으나 45, 50, 55% 실험구는 각각 0.88, 0.89, 0.88로서 단백질 함량을 45% 이상 공급한 실험구에서 우수한 결과를 보였다.

일간 성장율도 단백질 함량 45% 실험구가 2.985%로 가장 높았으며, 단백질 함량 40% 이하인 4개의 실험구와도 유의차를 나타내어, 메기 사료의 단백질 함량은 45% 이상에서 양호한 성장을 기대할 수 있고 단백질 이용의 효율적인 측면에서 볼 때 최적 단백질 함량은 45%인 것으로 생각된다.

어류의 최대 성장을 위한 단백질 요구량은 환경 요인과 관련되어 수온, 염분 및 어류의 크기에 따라 다르나(Cowey 1976), 담수어 사료의 최적 단백질 함량은 일반적으로 35~40%의 범위로 보아 진다(荻野珍吉 1981). 사료 중의 최적 단백질 함량에 관한 연구에서 잉어 치어는 31~38% 범위(Ogino

Table 2. Results of the rearing experiment of the Korean catfish fed various levels of protein in the diet from september 1 to October 26, 1990*

| Protein levels | Stocking(g) | | | Yield(g) | | Gain (g) | Feed (g) | F. C. | Daily growth rate(%) |
|----------------|-------------|--------|------|----------|-------|----------|----------|-------|-----------------------|
| | No. | Weight | Mean | Weight | Mean | | | | |
| 25% | 25 | 172.7 | 6.91 | 562.0 | 22.48 | 389.3 | 521.7 | 1.34 | 2.12940 ^a |
| 30% | 25 | 172.9 | 6.92 | 616.0 | 24.64 | 443.1 | 554.5 | 1.25 | 2.29474 ^{ab} |
| 35% | 25 | 173.4 | 6.94 | 672.0 | 26.88 | 498.6 | 578.4 | 1.16 | 2.44852 ^{bc} |
| 40% | 25 | 173.8 | 6.95 | 676.3 | 29.45 | 562.5 | 580.2 | 1.03 | 2.61236 ^c |
| 45% | 25 | 173.3 | 6.93 | 900.0 | 36.00 | 726.7 | 639.5 | 0.88 | 2.98542 ^d |
| 50% | 25 | 173.0 | 6.92 | 895.0 | 35.80 | 722.0 | 642.6 | 0.89 | 2.97837 ^d |
| 55% | 25 | 173.8 | 6.95 | 885.0 | 35.40 | 711.2 | 625.9 | 0.88 | 2.94922 ^d |

* Water temperature were maintained 24.0°C to 28.0°C(mean 26.6°C) during the 56 days.

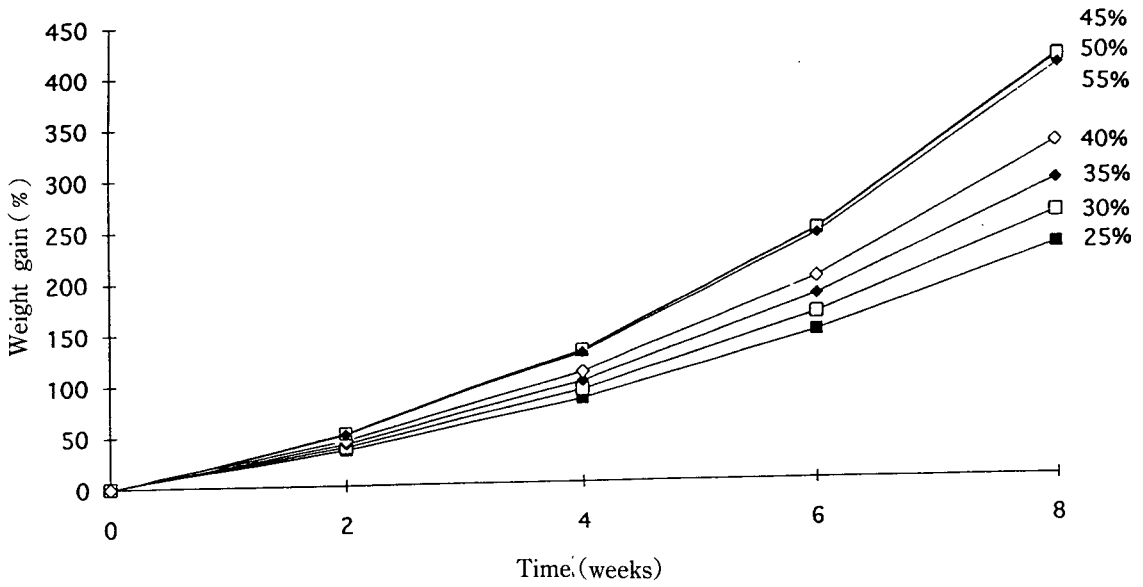


Fig. 1. Effect of protein levels in the diets on the weight gain of the Korean catfish. Percentages indicate the dietary protein levels.

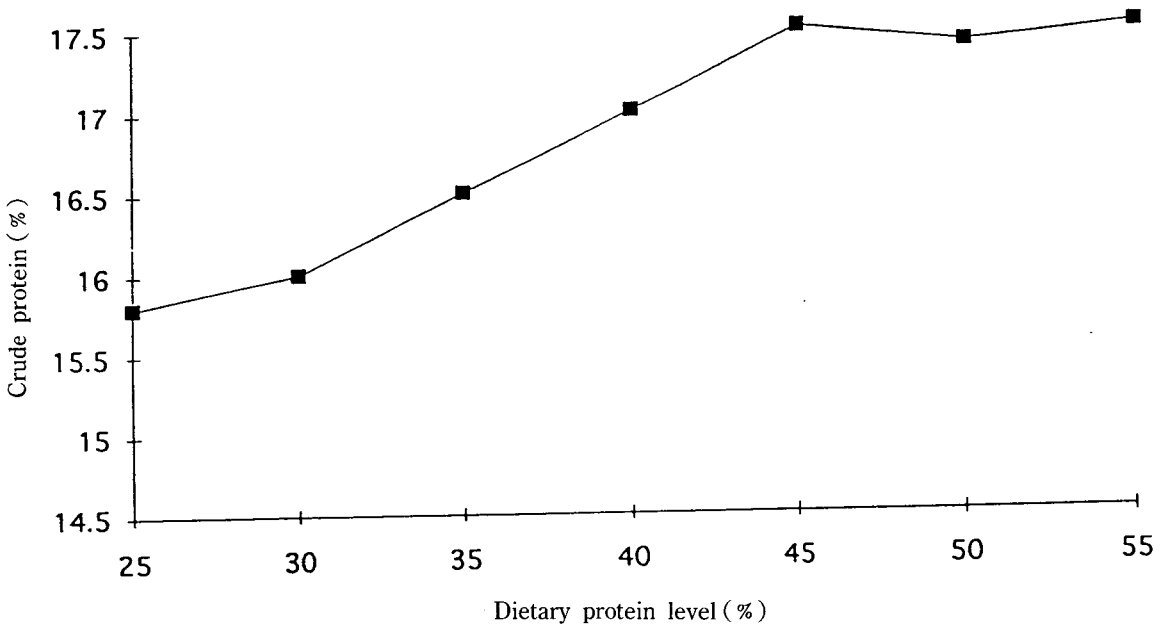


Fig. 2. Relationship between dietary protein levels and crude protein in the muscle of the Korean catfish.

and Saito 1970 ; Takeuch et al. 1979 ; Ogino 1980), 자주복, *Fugu rubripis*은 50% (Kanazawa et al. 1980), 차널 메기, *Ictalurus punctatus*는 32~36% 범위 (Garing and Wilson 1976)임을 보고하였는데, 본 실험에서 45%의 최적 단백질 함량은 탐식성인 메기의 생태적 습성에 기인하여 많은 단백질을 요구하는 것으로 보아 진다.

사료 중 단백질 함량의 차이에 따른 메기의 근육 단백질 함량을 Fig. 2에 나타내었다. 근육에 축적되는 단백질의 함량은 사료 중의 단백질 함량을 높임에 따라 증가하여 45% 실험구가 17.5%로 가장 높았는데, 그 이상으로 사료 단백질 함량을 증가하여도 높아 지지 않고 거의 일정하였다. 이와 같은 경향은 잉어 (Ogino and Saito 1970) 및 초어, *Ctenopharyngodon idella* (Dabrowski 1977)에서도 나타나 근육 단백질 축적율이 각각 38% 및 45.6%였으며 그 이상으로 사료 단백질 함량을 증가시켜도 근육 단백질 함량은 증가하지 않았다는 보고와 잘 일치하고 있다.

단백질 증가량 및 단백질 섭취량에 따른 단백질 효율(PER) 및 정미 단백 이용율(NPU)과 사료 단백질 함량과의 관계를 Fig. 3 및 4에 각각 나타내었다.

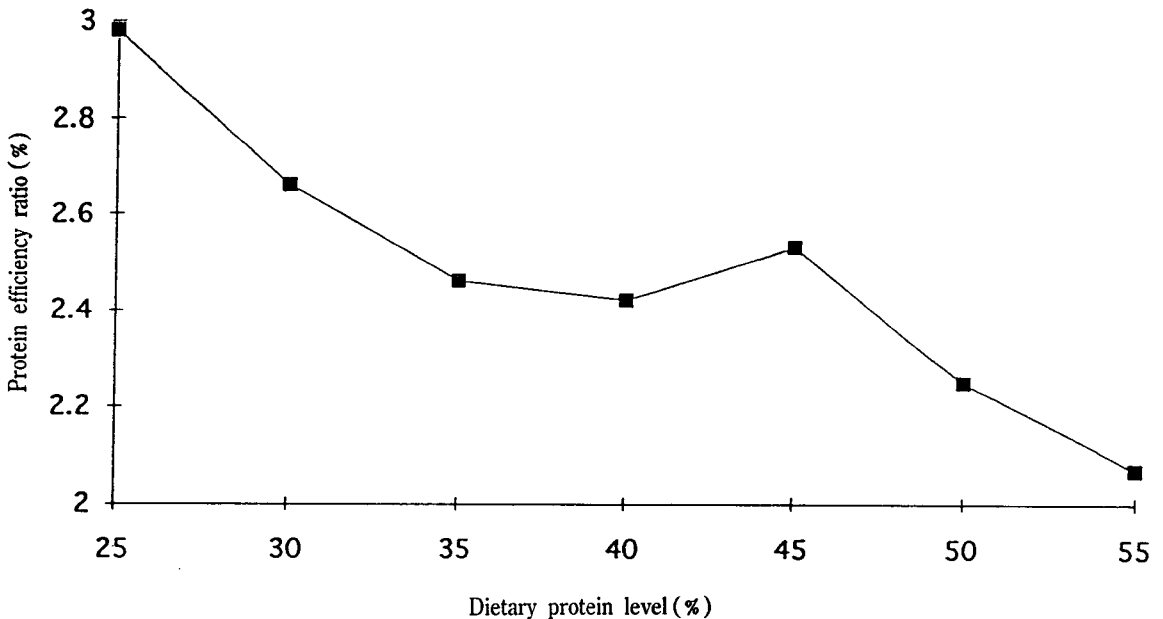


Fig. 3. Effects of different protein levels in the diet on the protein efficiency ratio of the Korean catfish reared for 8 weeks.

사료 단백질의 단백질 효율은 사료 단백질 25~55% 범위에서 단백질 함량이 낮을수록 높은 값을 나타내었으며, 그 범위는 2.06~2.98이었다. 단백질 효율이 가장 높은 실험구는 단백질 함량 25% 실험구로 2.98이었으며, 단백질 함량의 증가에 따라 점차 감소하다가 45% 실험구에서 2.52로 약간 높아진 후 다시 감소하는 경향이었다. 단백질의 질은 대부분 필수 아미노산의 조성 및 소화 흡수율에 따라 결정된다(Ogino, 1980). 어중에 따른 단백질 효율은 가자미, *Pleuronectes platessa* (Cowey et al. 1972), 가물치, *Ophicephalus argus* (Wee and tacon 1982)의 경우 단백질 함량이 40%일 때 최고치를 나타내었고, 그 이상의 단백질 함량을 증가하면 직선적으로 감소한다고 하였다. 그러나 잉어(Ogino

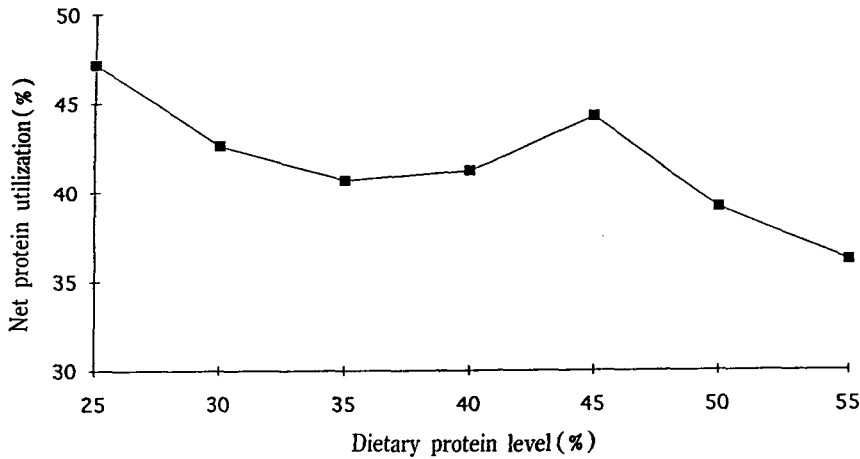


Fig. 4. Relationship between dietary protein levels and net protein utilization of the Korean catfish.

and Saito 1970), 우럭, *Epinephelus salmoides* (Teng et al. 1978), 참복, *Fugu vermicularis porphyreus* (Kanazawa et al. 1980) 및 초어 (Dabrowski 1977)에서는 사료 단백질 함량이 가장 낮을 때 단백질 효율이 가장 높으며 사료 단백질 함량이 높을수록 단백질 효율은 감소한다고 하여 어종에 따라 차이가 있는 것으로 보아 진다.

정미 단백 이용율을 계산한 결과 단백질 함량 25% 실험구가 47.2%로 가장 높았으며 단백질 함량이 증가함에 따라 점차 감소하여 55% 실험구는 36.2%로 나타났다. 그러나 전체적으로는 단백질 함량이 증가함에 따라 정미 단백 이용율은 감소하는 경향이었지만, 단백질 효율과 같이 45% 실험구에서는 44.2%로 높아졌으며 그 이상에서 다시 감소하였다.

일반적으로 어류는 변온 동물이기 때문에 항온 동물보다 섭취량은 적은 반면 최적 단백질 요구량은 높아서 사료 중 40~45% 단백질 함량으로 근육의 최대 단백질 축적량에 달할 수 있다고 한다(Ogino 1980). 그러나 실제 양어에 있어서는 수온 및 기타 조건에 따라 다를 수 있으나(荻野珍吉 1981), 이상의 결과로 볼 때 본 실험과 같은 조건에서 메기의 최대 성장을 기대할 수 있는 사료 중의 최적 단백질 함량은 45%인 것으로 생각된다.

요 약

새로운 양식 대상으로 메기의 생산량 증가를 위하여 사료 중 최적 단백질 함량을 설정하고자 실험한 결과는 다음과 같다.

평균 체중 약 7g되는 메기 치어의 체중은 사료중 단백질 함량 25%~55% 사이에서 단백질 함량이 높은 사료를 공급할수록 증가하였으나, 근육 단백질의 증가는 45% 부근에서 최고치에 달하였으며, 그 이상으로 사료 단백질 함량을 증가시켜도 변화가 없었다. 단백질 효율 및 정미 단백 이용율은 25% 부근에서 최고치에 달했지만 45% 부근에서 일시적으로 증가하여 단백질 함량 45% 실험구가 가장 양호한 것으로 나타났다. 따라서 멀치분을 단백질 원으로 하였을 때 메기 치어 사료의 최적 단백질 함량은 45%로 사료된다.

참 고 문 헌

- Andrews, J. W. 1977. Protein requirement. Nutrition and Feeding of Channel catfish. A report from the Nutrition Subcommittee of Regional Project S-83. Southern Cooperative Services Bulletin, 218 : 10~13.
- Cowey, C. B. 1976. Use of synthetic and biochemical criteria in the assessment of nutrients requirements of fish. J. Fish. Res. Board Can., 23 : 1040~1045.
- Cowey, C. B., J. A. Pope, J. W. Adron and A. Blar. 1972. Studies on the nutrition of marine flatfish. The protein requirement of plaice(*Pleuronectes platessa*). Br. J. Nutr., 28 : 447~456.
- Dabrowski, K. 1977. Protein requirements of grasscarp fry(*Ctenopharyngodon idella* val.). Aquaculture, 12 : 63~73.
- Duncan, D. B. 1955. Multiple range and multiple F tests. Biometrics, 11 : 1~42.
- Folch, J., M. Lees and G. N. Sloane Stanley. 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. J. Biol. Chem., 226 : 497~509.
- Garling, D. L., Jr., and R. P. Wilson. 1976. Optimum dietary protein to energy ratio for channel catfish fingerlings, *Ictalurus punctatus*. J. Nutr., 106 : 1368~1375.
- Kanazawa, A., S. I. Teshima, M. Sakamoto and A. Shinomiya. 1980. Nutritional requirements of the puffer fish : Purified test diet and the optimum protein level. Nippon Suisan Gakkaishi, 46 : 1357~1361.
- Nose, T., and S. Arai. 1972. Optimum level of protein in purified test diet for eel, *Anguilla japonica*. Bull. Freshw. Fish. Res. Lab. 22 : 145~155.
- Ogino, C. 1980. Protein requirements of carp and rainbow trout. Nippon Suisan Gakkaishi, 46 : 385~388.
- Ogino, C. and K. Saito. 1970. Protein nutrition in fish- I. The utilization of dietary protein by young carp. Nippon Suisan Gakkaishi, 36 : 250~254.
- Ogino, C., Chiou, J. Y. and Takeuchi, T. 1976. Protein nutrition in fish- VI. Effects of dietary energy sources on the utilization of protein by rainbow trout and carp. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 42 : 213~218.
- Takeuchi, T., T. Watanabe, and C. Ogino. 1979. Optimum ratio of dietary energy to protein for carp. Bull. Jpn. Soc. Fish. 45 : 983~987.
- Teng, S. K., T. E. Chua and P. E. Lim. 1978. Preliminary observation on the dietary protein requirement of estuary grouper, *Epinephelus salmoides* Maxwell, cultured in floating net-cages. Aquaculture, 15 : 257~271.
- Wee, K. L. and G. J. Tacon. 1982. A preliminary study on the dietary protein requirement of juvenile snakehead. Nippon Suisan Gakkaishi, 48 : 1463~1468.
- 橋本芳郎. 1976. 養魚飼料學. 恒星社厚生閣, 東京. pp. 70~71.
- 荻野珍吉. 1981. 魚類の營養と飼料. 恒星社厚生閣, 東京. pp. 138.