

육상 사육 수조에서 조피볼락(*Sebastes schlegeli*)의 성장 패턴*

이상민 · 이종윤 · 전임기

국립수산진흥원

Growth Pattern of Korean Rockfish (*Sebastes schlegeli*) from the Indoor Culture System*

Sang-Min Lee, Jong-Yun Lee and Im-Gi Jeon

National Fisheries Research and Development Agency, Yangsan-gun,
Pusan 619-900, Korea

ABSTRACT

Two long term feeding trials using moist pellet diet were conducted to study the growth pattern of Korean rockfish (*Sebastes schlegeli*). Two groups of the fish with initially averaging of 6.8 g and 11.0 g were stocked in the indoor FRP tanks, and were fed with moist pellet for 22 months and 10 months, respectively.

It took approximately 11 months and 23 months after parturition to grow up to 200 g and 500 g of average body weight, respectively. Average body weight of fish increased almost linearly, and no significant growth stagnation was observed even in winter (the lowest water temperature was 11°C) and summer (the highest water temperature was 25°C) seasons. Growth rate, feed intake and protein intake decreased gradually with fish size up to approximately 200 g of average body weight, and these values were remained relatively consistent afterward.

서 론

조피볼락 *Sebastes schlegeli*는 양볼락과(Scorpaenidae)에 속하는 난태생으로 연안의 암초 지대에 서식하는 연안 정착성 어종으로 알려져 있다(鄭 1977). 특히, 이 종은 저온에 강하고, 성장이 참돔보다 빨라(佐佐木 1981), 우리 나라의 연안 양식 품종으로 매우 적합하다. 현재까지 조피볼락의 중요생산과 먹이생물(김 등 1987; 金 등 1987; 金 등 1989; 洪 등 1990; 高 등 1990; 佐佐木 1981; 岩本·芦立 1982; 趙 1993) 및 영양 요구(李 等 1993a, b, c, d, e, f; 이 등 1993)에 관한 연구가 꾸준히 수행

* 본 연구는 수산청 수산 특정 연구 개발 사업의 연구비로 수행되었음.

되어 조피볼락 종묘의 대량 생산이 가능하게 되었고, 양식 생산량도 매년 급격히 증가되어 해산어 양식 생산량 중 넙치 다음으로 2위를 차지하는 중요한 양식 대상종으로 부각되었다. 그러나 지금까지 양성시의 조피볼락 성장에 관한 연구 보고가 없었기 때문에 양식장에서 조피볼락 양성시 시기별로 성장 상태나 먹이 급여에 대한 예측이 불가능하였다. 성장 패턴의 조사는 그 어종의 자원량 추정이나 생태적인 면에서 매우 중요하며, 서식 환경(수온, 지역, 계절, 희유, 먹이 상태)이나 성장 단계(연령, 성성숙)에 따라 많은 변수를 가지고 있다(Berg and Berg 1987 ; Brown et al. 1989 ; Hayase and Tanaka 1980 ; Hattori et al. 1992 ; Garcia-Berthou and Moreno-Amich 1992 ; Milton et al. 1991 ; Niu et al. 1992 ; Skilbrei 1988 ; Tsukamoto et al. 1991 ; Yohannan 1979).

성장 패턴을 조사하는 것은 자원량의 예측 뿐 아니라 양식을 효율적으로 운영하는데 필수적이다. 특히 우리 나라의 경우, 양식되고 있는 대부분의 어종은 주로 횡감으로 사용되고 있고, 이를 위해 시장이나 횡집으로 유통되는 size가 양어가나 소비자의 편리에 따라 정해지고 있는 실정이다. 따라서 양식가들은 계획적으로 어느 크기로 출하하는가 하는 것은 경영적인 측면에서 매우 중요하다. 즉, 성장 패턴은 출하 크기까지 양성하는데 소요되는 기간, 먹이 종류, 먹이 준비량, 수용 밀도, 출하 시기 등을 예측 가능케 하므로 양식 경영비 추정에 매우 중요한 자료가 된다. 최근 사료 업계에서 많은 관심을 가지고 있긴 하지만, 아직 조피볼락 양성용 배합사료에 적합한 먹이 급여 체계 등이 확립되어 있지 않기 때문에 양어가들의 사료급여는 다분히 주관적이고 임의적인 상태이다. 따라서 시기별, 어체 크기별 조피볼락의 성장 패턴을 조사하는 것은 위에서 언급한 바와 같이 매우 시급한 실정이다. 그래서 본 연구는 이에 대한 기초자료를 제공하기 위해 현재 양어가들이 사용하고 있는 moist pellet으로 육상 수조에서 장기간 사육하여 조피볼락의 성장, 사료효율, 먹이섭취율 등을 검토하였다.

재료 및 방법

실험사료는 생사료(냉동 전갱이)와 분말사료(넙치 육성용)를 1 : 1의 비율로 혼합한 후 시판되고 있는 영양제(Super mix, Tocomix-25)를 1.5% 첨가하여 잘 혼합한 후 약 1개월 분씩 moist pellet 제조기로 성형하여 냉동고에 보관하면서 먹이로 공급하였다. 사료 제조시마다 사료의 일반성분을 분석하여 전 실험기간중의 평균을 계산하여 본 결과, 수분이 39.5%, 조단백질이 54.9%(건물 기준), 조지방이 7.9%(건물 기준), 조회분이 12.8%(건물 기준)였다. Pellet 크기는 실험어가 커짐에 따라 조정하였다.

사육 실험은 2회에 걸쳐 실시하였다. 실험 1에서는 1992년 8월 8일부터 1994년 6월 7일까지 22개월간 사육하였고, 실험 2에서는 1993년 8월 18일부터 1994년 6월 7일까지 약 10개월간 사육하였다. 실험어는 1992년 5월 6일 국립수산진흥원 부안수산종묘배양장에서 산출된 것(실험 1)과 1993년 4월 19일 완도수산종묘배양장에서 산출된 것(실험 2)을 부산시 양산군에 위치한 국립수산진흥원으로 수송, 2 ton FRP 수조에서 moist pellet으로 예비 사육한 후 크기가 고른 것을 각각 선별하여 사용하였다. 실험어는 300 l 원형 FRP 수조에 실험 1은 136마리, 실험 2는 100마리씩 각각 수용하였고, 사육실험개시후 6개월째부터는 300 l 수조에서 1 ton 수조로 이동시켜 사육하였다. 먹이는 실험시작시에 1일 2회, 성장함에 따라 1일 1회 급여하였고, 사육수는 사육기간이 경과함에 따라 여과 해수를 분당 5 l에서부터 20 l까지 점차 증가시켰다. 실험어는 1-2개월 간격으로 측정 전일 1-2일간 절식시킨 후 MS222 100ppm에 마취시켜 전체 무게를 측정하였다.

사료의 수분은 상압가열건조법, 조단백질은 Kjeldahl 질소정량법(N×6.25), 조지방은 Soxhlet 추출법(ether 추출법), 조회분은 직접회화법으로 각각 분석하였다(AOAC 1984).

결과 및 고찰

1992년 5월 6일 산출된 치어를 대상으로 사육 실험한 실험 1은 실험개시시 평균체중 6.8 g이었던 것이 약 200 g까지는 산출 후 11개월, 약 500 g까지 사육하는데는 산출 후 23개월 정도가 소요되었다. 1993년 4월 19일 산출된 치어를 대상으로 사육 실험한 실험 2는 실험개시시 평균체중 11.0 g이었던 것이 실험종료시 202.4 g으로 성장하였다. 두 실험 모두 사육기간 중에 수온 변화(Fig. 1)에 관계없이 직선적($G=0.7947D-76.1$, $r=0.99$)으로 체중이 증가되는 경향을 보였다(Fig. 2). 하지만 실험 목적상 1-2개월마다 1회씩 전체를 마취시켜 측정하였고, 실험 수조에서 사육하였기 때문에 stress 요소가 포함되어 있어 양식 조건과는 다소 차이가 있을 것으로 생각된다. 따라서 실제 양식시에는 이 보다 더 빨리 성장시켜 출하 시기를 앞당길 수 있을 것으로 전망된다. 또한, 본 실험에서는 넙치 육성용 상품분말사료와 냉동 전갱이를 1:1의 비율로 혼합한 moist pellet으로 사육하였기 때문에 보다 양질의 사료를 공급하여 준다면 더 나은 결과를 얻을 수 있을 것이다. 조피볼락은 육질이 백색으로 맛이 좋아서 횡감 뿐 아니라 매운탕으로도 소비자의 기호성이 높은 종이므로 500 g 이하의 크기로도 상품 가치가 충분히 있을 것으로 판단된다. 그러므로 약 1년 이상만 잘 사육하면 소비자의 기호도를 충족시킬 수 있는 상품이 될 수 있을 것으로 보인다.

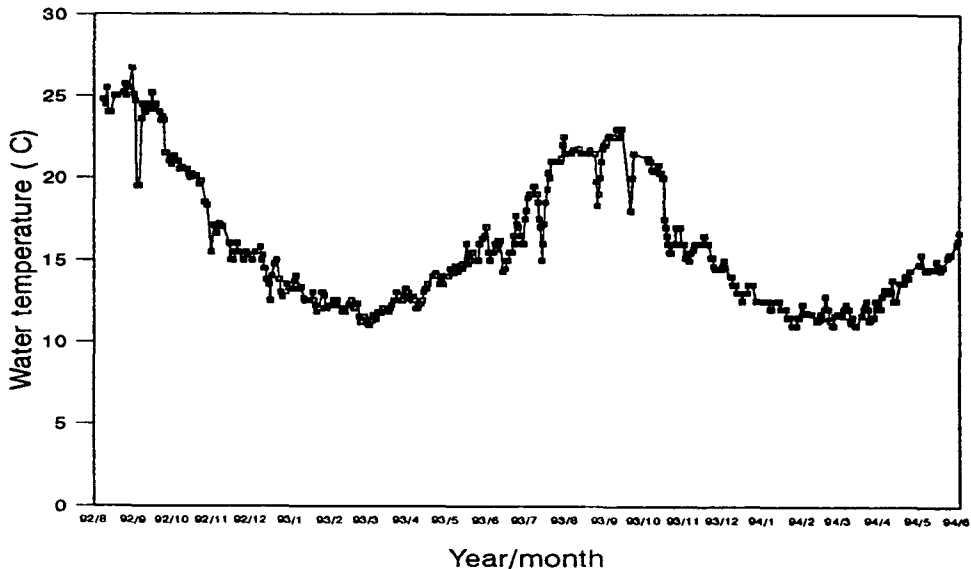


Fig. 1. Variation of water temperature during the experimental period.

본 실험의 경우, 성장 효과가 실험 기간 중 사육 수온의 변화에는 영향을 거의 받지 않은 것으로 나타났고, 이 등(1993)의 연구에서도 조피볼락은 12~20°C 사이에서는 성장 차이가 없었다. 하지만

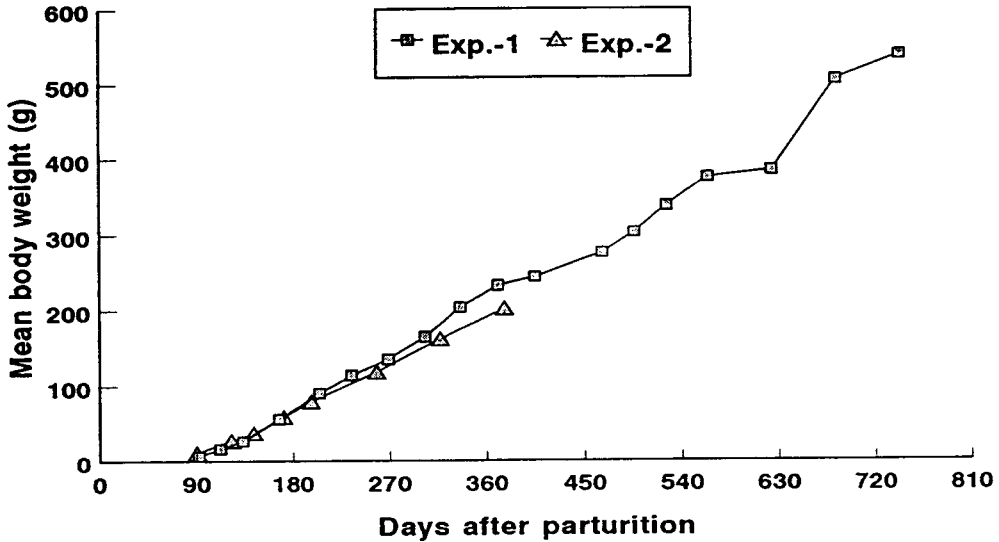


Fig. 2. Cumulative average body weight of Korean rockfish for the experimental period.

타 어종의 경우, 사육 수온에 비교적 민감하였으며, 적정 성장에 필요한 수온 범위도 좁은 경향으로 보고되었다(Brett et al. 1969 ; Degani et al. 1989 ; Hidalgo and Alliot 1988 ; Hidalgo et al. 1987 ; Hoggendoorn et al. 1983 ; Iwata et al. 1994 ; Lezama and Günther 1992 ; Pessah and Powles 1974 ; Wezel II and Brown 1993). 이로 보아, 조피볼락은 적정 사육 수온의 범위가 타 어종에 비해 넓은 것으로 판단되며 우리 나라의 양식 조건에 매우 적합한 종으로 생각된다.

사육 기간별 성장 단계에 따른 사육 결과를 살펴보면, 기간별로 변동적이기는 하나 사육 기간이 경과함에 따라 사료효율(Fig. 3)이 계속 낮아지는 경향을 보이고 있다. 일간증중율(Fig. 4)은 성장 초기 단계에 현저히 감소하다가 그 후 비교적 일정한 값을 유지하였다. 또한 일간단백질섭취율(Fig. 5) 및 일간먹이섭취율(Fig. 6)도 일간성장율과 비슷한 경향이였다. 이러한 현상은 어체가 성장할수록 성장 속도가 감소함과 동시에 어체중에 대한 사료 섭취율 및 단백질 섭취율이 낮아지고 사료의 영양소이용율도 감소함을 의미한다. 차넬메기(Lovell 1991)의 경우도 어체 크기가 커짐에 따라 사료효율, 먹이섭취율, 단백질섭취율 등이 감소하는 경향을 보였고, 이는 대부분의 생물에 공통된 현상이다. Lee 등(1993a)의 연구 결과에서도 조피볼락 치어(실험시작시 8 g, 실험종료시 20 g 전후)의 일간단백질요구량은 어체 100 g 당 0.99 g, 성어(실험시작시 220 g, 종료시 280 g 전후)의 일간단백질요구량은 어체 100 g 당 0.35 g으로 나타나 크기에 따른 차이가 현저한 것으로 보고되었다. 본 실험에서 일간단백질섭취율은 크기별로 Lee 등(1993a)이 보고한 요구량보다 높은 값을 보였고, 성장함에 따라 그 섭취량이 현저히 낮아졌다.

성장율, 일간증중율 및 일간먹이(단백질) 섭취율 모두 체중이 200 g 될 때까지 계속 이 값들이 감소하다가 그 후 비교적 일정한 값을 유지하였다. 따라서 조피볼락의 경우 산출 후 약 1년(평균체중 200 g 정도)까지 성장이 활발히 진행되는 시기이며, 이 기간중의 사육 관리가 매우 중요함을 시사하고 있다. 즉, 이 시기가 사육 환경이나 사료의 질과 량에 매우 민감적일 수 있으므로, 이 종을 양식하는

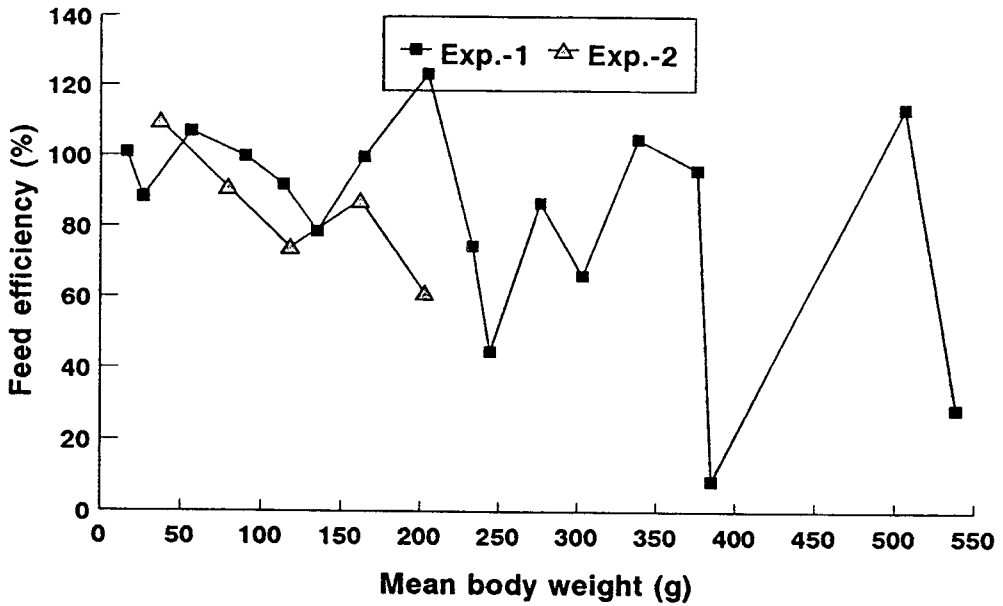


Fig. 3. Feed efficiency for the various sizes of Korean rockfish for the experimental period.

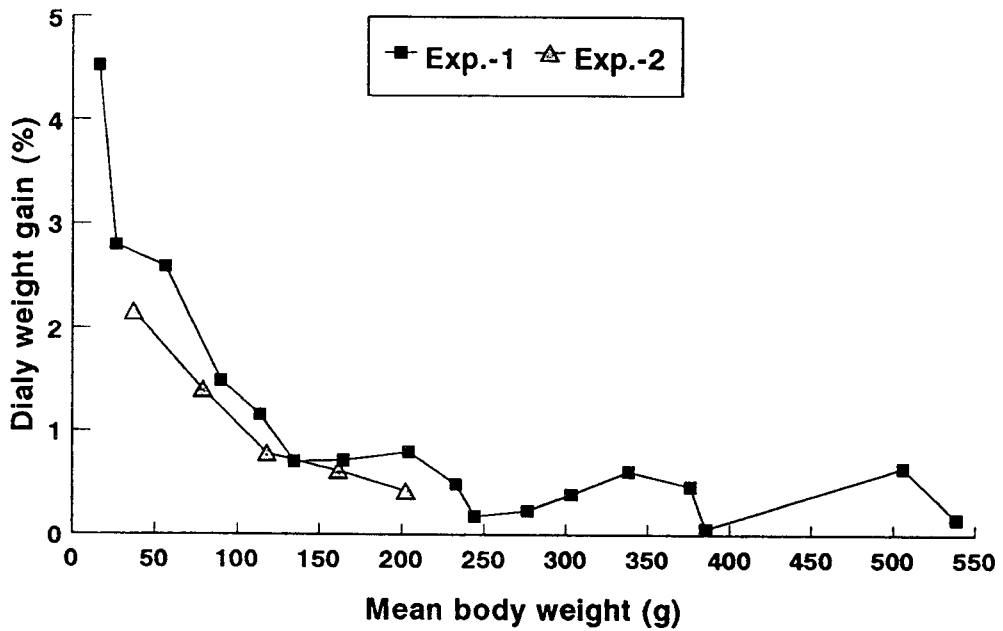


Fig. 4. Daily weight gain for the various sizes of Korean rockfish for the experimental period.

양어가나, 이 종을 연구하는 연구자들은 이 시기의 중요성을 염두에 두어야 할 것으로 판단된다. 대부분의 양어가들은 이 종을 양식할 때 생사료나 본 실험에서와 같이 생사료와 분말사료를 혼합한 MP 형태로

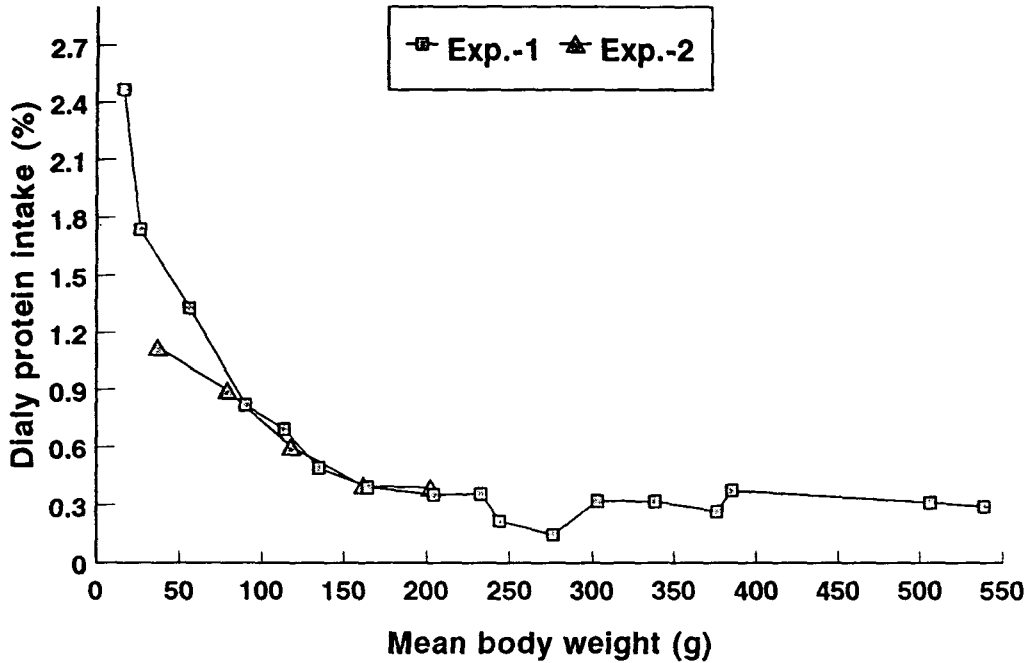


Fig. 5. Daily protein intake for the various sizes of Korean rockfish for the experimental period

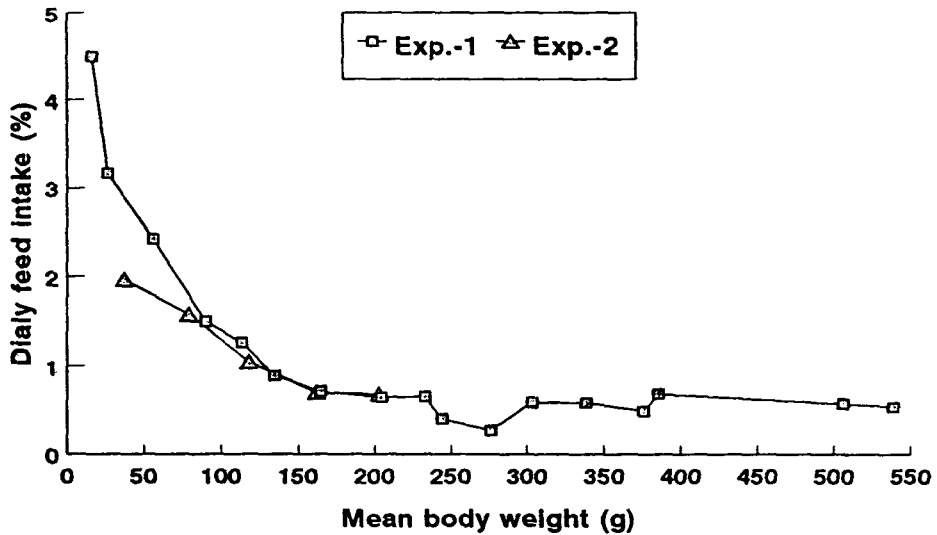


Fig. 6. Daily feed intake for the various sizes of Korean rockfish for the experimental period.

먹이를 준비하고 있기 때문에 본 실험의 결과를 토대로 사료효율 및 일간증중율을 어느 정도 예측하여 먹이를 준비할 수 있을 것이며, 기간별로 어체의 크기를 예측하여 양식 경영을 효율적으로 수행하는데 참고 자료가 될 수 있을 것이다. 더불어 기호자의 요구 등에 대한 시장성을 조사하여 어느 시기에 출하하는

것이 가장 높은 수익을 올릴 수 있을 것인가를 경제성 분석을 통하여 종합적으로 판단할 수 있을 것이다.

하지만 양식 및 사료개발은 항상 고려해야할 많은 변수를 가지고 있는데, 성장율, 사료효율, 일간증중율 및 일간먹이섭취율은 사료 조성에, 즉 단백질, 지질, 에너지 등의 함량에 따라 달라지게 됨으로 성장 단계나 양식 조건에 따라 이러한 영양소의 적정요구량을 구명한 후, 표준 사료로 적정 먹이 급여량이 결정되어야 한다. 사료의 영양소 함량 뿐 아니라 먹이 급여 방식에 따라서도 어류의 성장이 달라지는데, 대부분의 영양소 요구에 관한 연구는 반복급여를 기준으로 수행되고 있기 때문에 사료 급여 방식은 사료 성분에 따라서 조절되어야 하며, 반대로 사료 급여 방식에 따라서 사료 성분이 주의 깊게 결정되어야 할 것이다. 본 실험에서는 실험 수조에서 사육하였기 때문에 먹이 급여를 반복에 가깝도록 할 수 있었지만, 실제 양어가들이 양식장에서 먹이를 반복, 또는 계획적으로 일정한 수준으로 제한급여하고 있는지에 대해서는 의문이다. 먹이의 과다 또는 과소 섭취는 체내에서 사료 영양소의 이용이 효율적이지 못하므로 사료 단가의 상승, 수질 오염 등의 문제를 초래한다. 따라서 앞으로 실용 사료 개발시 이에 관련된 연구가 반드시 수행되어야 할 것이다. 이러한 문제점들을 고려하면서 성장 단계에 따른 적정 먹이 급여량이 결정되면, 사료의 손실을 줄이고 성장 효과를 효율적으로 개선할 수 있어 인건비 절감, 수질오염 방지 등 경제적인 손실을 줄일 수 있을 것으로 판단된다.

요 약

시기별, 크기별로 조피볼락의 성장 패턴을 조사하기 위해 현재 양어인들이 주로 사용하고 있는 생사료(냉동 전갱이)와 분말사료(넙치육성용)를 1:1의 비율로 혼합하여 제조한 moist pellet으로, 장기간 사육실험을 하여 조피볼락의 성장, 사료효율, 먹이섭취율 등을 조사하였다.

1992년 5월 6일 산출된 치어와 1993년 4월 19일 산출된 치어를 대상으로 2회에 걸쳐 사육 실험한 결과, 500 g까지 성장하는데는 산출 후 약 2 년간, 200 g까지는 약 1년간이 소요되었으며, 두 실험 모두 사육기간 중에 거의 직선적으로 체중이 증가된 경향을 보였다. 사육 기간별 성장 단계에 따른 사육 결과를 살펴보면, 기간별로 다소 변동적이기는 하나, 사료효율, 증중율, 일간증중율, 일간먹이섭취율 및 일간단백질섭취율은 두 실험 모두 사육기간이 경과함에 따라 점차 감소하는 경향을 보였으며, 특히 성장 초기 단계에 현저히 감소하다가 평균체중 200 g 이후부터는 거의 일정한 값을 유지하였다.

참 고 문 헌

- AOAC, 1984. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemicals, 14th edition. Arlington. AV. 1141 pp.
- Berg, O. K. and M. Berg, 1987. The seasonal pattern of growth of the sea trout (*Salmo trutta* L.) from the Vardnes River in northern Norway. *Aquaculture* 62 : 143-152.
- Brett, J. R., J. E. Shelbourn, and C. T. Shoop, 1969. Growth rate and body composition of fingerling sockeye salmon, *Oncorhynchus nerka*, in relation to temperature and ration size. *J. Fish. Res. Bd. Canada* 26 : 2363-2394.
- Brown, J. A., P. Pepin, D. A. Methven and D.C. Somerton. 1989. The feeding, growth and behaviour of juvenile cod, *Gadus morhua* L., in cold environments. *J. Fish Biol.* 35 : 373-380.

- Degani, G., Y. Ben-Zvi and D. Levanon, 1989., The effect of different protein levels and temperatures on feed utilization, growth and body composition of *Clarias gariepinus* (Burchell 1822). *Aquaculture* 76 : 293–301.
- Garcia-Berthou, E. and R. Moreno-Amich, 1992. Age and growth of an Iberian cyprinodont, *Aphanius iberus* (Cuv. and Val.), in its most northerly population. *J. Fish Biol.* 40 : 929–937.
- Hattori, T., Y. Sakurai and K. Shimazaki, 1992. Age determination by sectioning of otoliths and growth pattern of Pacific cod. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.* 58 : 1203–1210.
- Hayase, S. and S. Tanaka, 1980. Growth and reproduction of three species of embiotocid fishes in the *Zostera marina* belt of Odawa Bay. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.* 46 : 1089–1096.
- Hidalgo, F. and E. Alliot, 1988. Influence of water temperature on protein requirement and protein utilization in juvenile sea bass, *Dicentrarchus labrax*. *Aquaculture* 72 : 115–129.
- Hidalgo, F., E. Alliot and H. Thebault, 1987., Influence of water temperature on food intake, food efficiency and gross composition of juvenile Sea Bass, *Dicentrarchus labrax*. *Aquaculture* 64 : 199–207.
- Hogendoorn, H., J. A. J. Jansen, W. J. Koops, M. A. M. Machiels, P. H. Van Ewijk and J. P. Van Hees, 1983. Growth and production of the African catfish, *Clarias lazera* (C. & V.). II. Effects of body weight, temperature and feeding level in intensive tank culture. *Aquaculture* 34 : 265–285.
- Iwata, N., K. Kikuchi, H. Honda, M. Kiyono and H. Kurokura, 1994. Effects of temperature on the growth of japanese flounder. *Fisheries Science* 60 : 527–531
- Lezama, E. and J. G nther, 1992. The routine metabolism of the guapote, *Cichlasoma managuense* (Günther 1869), related to body weight and temperature., *J. Jish Biol.* 41 : 373–380.
- Lovell, R. T. 1991. Nutrition and feeding of channel catfish. In : *Proc. Aquaculture Nutrition Workshop, Salamander Bay 15-17 April 1991*, pp. 3–8.
- Milton, D. A., S. J. M. Blaber and N. J. F. Rawlinson, 1991. Age and growth of three species of tuna baitfish (genus : *Spratelloides*) in the tropical Indo-Pacific. *J. Fish Biol.* 39 : 849–866.
- Niu, C. J., S. Nakao and S. Goshima, 1992. Growth, population age structure and mortality of the limpet *Collisella heroldi* (Dunker, 1861) (Gastropoda : Acmaeidae) in an intertidal rocky shore, in southern Hokkaido. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.* 58 : 1405–1410.
- Pessah, E. and P. M. Powles, 1974. Effect of constant temperature on growth rates of pumpkinseed sunfish (*Lepomis gibbosus*). *J. Fish. Res. Board Can.* 31 : 1678–1682.
- Skilbrei, O. T. 1988. Growth pattern of pre-smolt Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) : The percentile increment method (PIM) as a new method to estimate length-dependent growth. *Aquaculture* 69 : 129–143.
- Tsukamoto, K., Y. Shima and J. Hirokawa, 1991. Estimation of early growth history in the Japanese sandfish with otolith microstructure. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.* 57 : 585–589.
- Wetzel II, J. E. and P. B. Brown, 1993, Growth and survival of juvenile *Orconectes virilis* and *Orconectes*

- immunis* at different temperatures. J. World Aquaculture Soc. 24 : 339-343.
- Yohannan, T. M., 1979. The growth pattern of Indian mackerel. Indian J. Fish. 26 : 207-216
- 高泰昇·金炳均·明正仁, 1990. 조피볼락 種苗量産試驗. 수진사업보고 86 : 59-62.
- 金伯均·洪承賢·金昌永, 1989. 조피볼락 種苗量産試驗. 수진사업보고 79 : 23-26.
- 金相根·高昌淳·宋泉浩, 1987. 조피볼락 種苗生産 技術開發試驗. 수진사업보고 71 : 117-122.
- 김윤·노섭·고창순·김승현·김중화·지영주·양상근, 1987. 볼락류(조피볼락) 종묘생산기술 개발시험. 수진사업보고 71 : 167-168.
- 李鍾允·姜龍珍·李尚旻·金仁培, 1993a. 조피볼락 *Sebastes schlegeli*의 蛋白質 要求量. 韓國養殖學會誌 6 : 13-27.
- 李鍾允·姜龍珍·李尚旻·金仁培, 1993b. 조피볼락 *Sebastes schlegeli*飼料의 適正 에너지/蛋白質 比. 韓國養殖學會誌 6 : 29-46.
- 李尚旻·李鍾允·姜龍珍·許聖範, 1993c. 飼料의 n-3系 高度不飽和脂肪酸 含量에 따른 조피볼락 *Sebastes schlegeli*의 成長 및 生化學的 變化 I. 成長效果 및 體成分의 變化. 韓國養殖學會誌 6 : 89-105.
- 李尚旻·李鍾允·姜龍珍·許聖範, 1993d. 飼料의 n-3系 高度不飽和脂肪酸 含量에 따른 조피볼락 *Sebastes schlegeli*의 成長 및 生化學的 變化 II. 血液成分 變化 및 肝細胞 性狀. 韓國養殖學會誌 6 : 107-123.
- 李尚旻·李鍾允·姜龍珍·尹好東·許聖範, 1993e. 조피볼락 *Sebastes schlegeli*의 n-3 系 高度不飽和脂肪酸 要求量. 韓國水産學會誌 26 : 477-492.
- 李鍾允·姜龍珍·李尚旻·朴閔貞, 1993f. 조피볼락 *Sebastes schlegeli* 營養研究用 實驗 飼料의 蛋白質源 評價. 수진연구보고 48 : 97-105
- 이상민·이종윤·강용진, 1993. 사료의 n-3계 고도불포화지방산 함량과 사육 수온에 따른 조피볼락 *Sebastes schlegeli*의 성장 및 체성분의 변화. 수진연구보고 48 : 107-124
- 鄭文基, 1977. 韓國魚圖譜, 一志社, 서울, p. 502.
- 趙成煥, 1993. 조피볼락(*Sebastes schlegeli*) 仔·稚魚의 먹이生物學的研究. 釜山水産大學校 碩士學位 論文 80 p.
- 洪承賢·金昌永·金伯均, 1990. 조피볼락 種苗量産試驗. 수진사업보고 86 : 29-38.
- 佐佐木 攻, 1981. クロソイの養殖, 種苗生産と養成について. 養殖 18 : 90-95.
- 岩本明雄·芦立昌一, 1982. クロソイの種苗量産. 栽培技研 11 : 35-44.