

# 산천어 치어의 최적 성장을 위한 적정 사료공급 횟수

성기백\* · 김두호  
국립수산과학원 영동내수면연구소

## Effects of Feeding Frequency on the Optimum Growth of Cherry Salmon, *Oncorhynchus masou*

Ki Baik SEONG\* and Doo Ho KIM  
Yeongdong Inland Fisheries Research Institute, National Fisheries Research and Development Institute, Yangyang 215-821, Korea

This study determined the optimum feeding frequency for the growth of juvenile cherry salmon (*Oncorhynchus masou*). Triplicate groups of fish (initial mean weight 19.1 g) were fed extruded pellets at four feeding frequencies for 50 days: once every 2 days, once a day, twice a day, and three times a day. The mean water temperature during the feeding trial was  $17.9 \pm 1.59^\circ\text{C}$ . The survival of all groups was 100%. The final fork length of fish fed twice a day was significantly greater than that of the other groups ( $P < 0.05$ ). The weight gain of fish fed two and three times daily was significantly greater than that of fish fed once a day or every 2 days ( $P < 0.05$ ). The daily feed intake increased significantly with feeding frequency ( $P < 0.05$ ), but there was no significant difference in the weight gain of fish fed two or three times a day. The feed efficiency of fish fed once every 2 days was highest ( $P < 0.05$ ), and the feed efficiency of fish fed two or three times a day was significantly higher than that of fish fed once a day ( $P < 0.05$ ). The results of this study indicated that the optimum feeding frequency for the growth of juvenile cherry salmon is twice a day, while the feeding efficiency of fish fed once every 2 days was best.

Key words: Feeding frequency, Growth, Cherry salmon, *Oncorhynchus masou*

### 서론

어류양식에 소요되는 비용 중 사료비는 다른 요소들에 비해 상대적으로 높은 비율을 차지하며, 사료 공급은 양식현장에서 양어가에 의해 조절되므로 양식 성공을 위한 가장 주요한 요소 중에 하나이다. 양식이 성립되기 위해서는 우선 대상어종에 적합한 질 좋은 배합사료를 개발하는 것이 일차적으로 중요하지만, 배합사료가 있더라도 이를 효율적으로 사용하지 않으면 양식생산성을 높일 수 없다. 즉 어류의 성장단계 및 사육조건에 적합하게 적정량의 사료를 적절한 시간에 공급하여야 최대의 성장과 사료효율을 유도할 수가 있게 된다. 만약 양식 대상종에 적합한 사료공급 체계가 확립되어 있지 않을 경우에는 사료가 부족 또는 과잉으로 급이 되기 쉽다.

사료의 과잉 공급은 사료의 유실과 어체내 사료의 비효율적인 이용으로 사료 허실을 초래하여 경제적인 손실과 수질 오염원을 증가시킬 수 있다. 반대로 사료를 부족하게 공급하면 어류의 최대 성장에 필요한 영양소 요구를 만족 시키지 못하여 성장 저하를 초래할 수 있다 (Tsevis et al., 1992; Azzaydi et al., 2000). 그러므로 어류의 최대 성장과 최적 사료효율을 얻을 수 있는 적정 사료 공급횟수와 공급량을 결정하는 것은 양식 생산성의 향상과 수질오염 감소를 위해 매우 중요하다.

기존에 수행된 산천어 (*Oncorhynchus masou*)에 관한 연구로는 사료내 적정 단백질 및 에너지 함량에 관한 연구와 인공종묘 생산에 관한 연구가 있으며 (Hong, 1999; Lee and Kim, 2001), 산천어 사육을 위한 적정 사료공급 횟수에 관한 연구는 미비한 실정이다. 그래서 본 연구는 산천어 사육을 위한 배합사료의 적정 공급횟수를 구명하기 위하여 사료공급 횟수가 산천어의 성장 및 사료효율에 미치는 영향을 조사하였다.

### 재료 및 방법

#### 실험어 사육관리

사육실험에 사용된 산천어는 2005년에 영동내수면연구소에서 체란 및 부화하여 사육된 치어로 실험 전에 사육환경에 적응할 수 있도록 2주간 예비 사육하였다. 평균 체중  $19.1 \pm 0.8$  g인 실험어를 원형수조 (200 L)에 40마리씩 각 실험구마다 3반복으로 무작위 배치하였다. 실험사료는 시판용 배합사료를 사용하였으며, 실험사료의 영양성분은 Table 1에 나타내었다. 사료 공급횟수는 2일 1회 (09:00), 1일 1회 (09:00), 1일 2회 (09:00, 18:00) 및 1일 3회 (09:00, 13:00, 18:00)로 설정하여 사료 공급시 마다 반복 공급 하였다. 사육실험은 2006년 7월 19일부터 9월 6일까지 50일간 실시하였다. 각 수조에는 지하수를 분당 4 L로 흘려주었으며, 사육기간 동안의 수온은  $13.8-20.1^\circ\text{C}$ 였으며, 평균 수온은  $17.9 \pm 1.59^\circ\text{C}$ 였다.

\*Corresponding author: kbseong@nfrdi.re.kr

Table 1. Nutrient contents (dry matter basis) of the experimental diet

Nutrient	Content
Moisture (%)	7.8
Crude protein (%)	46.2
Crude lipid (%)	12.6
Crude ash (%)	9.4
Gross energy (cal/g)	5,192

### 어체측정 및 실험 사료의 성분 분석

어체 측정을 위하여 측정 전일 24시간 절식시켰으며, tricaine methane-sulfonate (MS-222)로 마취 (100 ppm)하여 실험어 전체의 무게를 측정 후, 각 수조에서 20마리씩을 임의 추출하여 개체별 가량이 체장과 체중을 측정하였다. 사육실험 종료 후 각 수조별 생존율, 증체율, 사료효율 및 일일사료섭취율을 조사하였다. 실험사료의 수분은 105°C에서 6시간 건조 후 측정하였으며, 조단백질 (N×6.25)은 Auto Kjeldahl System (Gerhardt VAP500T/ TT125, Germany)을 사용하여 분석하였다. 조지방은 조지방추출기 (Velp SER148, Italy)를 사용하여 ether로 추출한 후 측정하였으며, 조회분은 550°C에서 4시간 동안 회화 후 측정하였다. 사료의 에너지양은 열량분석기 (Parr-6200, USA)를 사용하여 분석하였다.

### 통계처리

결과자료의 통계처리는 SPSS program을 사용하여 One-way ANOVA test를 실시한 후 Duncan's multiple range test (Duncan, 1955)로 평균간의 유의성을 검정하였다.

### 결과 및 고찰

최초 체중 19.1 g의 산천어 치어를 사료공급 횟수를 달리하여 50일간 사육 실험한 결과를 Table 2에 나타내었다. 생존율은 모든 실험구에서 100%로 모든 수조에서 폐사어가 발생하지 않았으며, 사육실험 종료시, 실험어의 가량이 체장과 체중은 1일 2회 공급구가 타 실험구에 비해 유의하게 높은 결과를 보였다 ( $P<0.05$ ). 어류의 성장은 일반적으로 수온밀도, 일일사료섭취량 및 사료공급횟수 등에 영향을 받는 것으로 알려져

있다. 본 연구에서 최종체중 및 증체율은 사료공급 횟수에 유의한 ( $P<0.05$ ) 영향을 받았으며 사료공급 횟수가 증가함에 따라서 증가하였으나, 1일 3회 공급구에서는 더 이상 증가하지 않았다.

일일사료섭취율도 사료공급 횟수가 증가함에 따라 1일 2회 공급구까지는  $1.99\pm 0.02$ 로 증가하였으나, 1일 3회 공급구에서는  $2.00\pm 0.01$ 로 더 이상 증가하지 않았다. 이러한 결과는 사료 공급횟수가 일정 수준 이상을 초과하면 더 이상 어체의 성장 및 사료섭취량이 증가하지 않음을 나타낸다. 무지개송어, 넙치 및 red-spotted grouper를 대상으로 한 연구에서도 적정사료 공급횟수 이상에서는 성장 및 사료섭취율이 더 이상 증가하지 않는 것으로 보고되어 (Grayton and Beamish, 1977; Kayano et al., 1993; Kim et al., 2005), 본 연구 결과와 일치하였다. 이러한 결과로 볼 때 산천어 치어의 최대 성장을 위한 사료공급 횟수는 1일 2회가 적합한 것으로 판단된다. 또한 적정횟수 이상의 과다한 사료공급은 과잉의 에너지 공급으로 체내에 지방 축적량을 증가시켜 (Page and Andrew, 1973) 어체 품질을 저하시킬 수 있으며, 불필요한 사육관리 시간 및 노동력 손실을 초래하여 양식경영의 효율성을 저하시킬 수 있을 것으로 판단된다. 적정 사료공급 횟수 조사를 위한 타 어종의 연구에서 찬넬메기와 subshin bass (Andrews and Page, 1975; Webster et al., 2001)의 경우 적정 사료공급 횟수는 1일 2회로 보고되어 본 연구결과와 유사하였으나, 조피볼락은 1일 1회가 적합한 것으로 보고되어 어종에 따른 차이를 나타내었다 (Lee et al., 2000a).

어체의 크기 역시 적정 사료공급 횟수에 영향을 미치는 요인으로 알려져 있는데, Cho (1990)는 무지개송어에서 200 g 이상인 미성어의 경우 1일 1회 혹은 1일 2회 사료를 공급하는 것이 적합하나, 50 g 미만의 치어에게는 1일 3회나 4회가 적합한 것으로 보고하였다. 또한 적정 사료공급 횟수는 사료조성에 의해서도 달라질 수 있는데, Lee et al. (2000b)의 연구에서 최초체중 3.5 g 넙치 치어를 에너지 함량이 다른 사료로 사료공급 횟수를 달리하여 사육한 결과, 사료의 에너지 함량에 따라 적정 사료공급 횟수가 1일 2회 및 1일 3회

Table 2. Growth performance of juvenile cherry salmon fed a extruded pellet with various feeding frequencies for 50 days

	Feeding frequency			
	One meal/2 days	One meal/day	Two meals/day	Three meals/day
Survival (%)	100±0.0	100±0.0	100±0.0	100±0.0
Initial fork length (cm)	12.0±0.04	11.9±0.05	12.0±0.04	11.8±0.08
Final fork length (cm)	13.5±0.13 <sup>b</sup>	13.8±0.17 <sup>b</sup>	14.3±0.12 <sup>c</sup>	13.6±0.10 <sup>b</sup>
Initial weight (g/fish)	19±0.6	19±0.5	20±0.2	19±0.4
Final weight (g/fish)	27±0.2 <sup>a</sup>	29±0.7 <sup>b</sup>	35±0.3 <sup>d</sup>	33±0.3 <sup>c</sup>
Weight gain (%) <sup>1</sup>	44±3.9 <sup>a</sup>	52±1.9 <sup>a</sup>	80±0.5 <sup>b</sup>	74±3.1 <sup>b</sup>
Daily feed intake (%) <sup>2</sup>	1.03±0.01 <sup>a</sup>	1.89±0.03 <sup>b</sup>	1.99±0.02 <sup>c</sup>	2.00±0.01 <sup>c</sup>
Feed efficiency (%) <sup>3</sup>	71±4.7 <sup>a</sup>	45±1.5 <sup>c</sup>	58±0.3 <sup>b</sup>	55±2.0 <sup>b</sup>

Values (mean±SE of three replications) in each row with a different superscript are significantly different ( $P<0.05$ ).

<sup>1</sup>(Final body weight-initial body weight)×100/initial body weight.

<sup>2</sup>Feed intake (dry matter)×100/[(initial fish weight+final fish weight+dead fish weight)×days fed/2].

<sup>3</sup>Fish wet weight gain×100/feed intake (dry matter).

로 차이를 보였다.

본 연구에서 사료효율도 사료공급 횟수에 영향을 받았으며 ( $P<0.05$ ), 2일 1회 공급구가  $71\pm 4.7$ 로 가장 높은 사료효율을 보였으며, 타 실험구에 비해 유의하게 높았다 ( $P<0.05$ ). 사료공급 횟수가 증가하게 되면 어류의 사료섭취량은 증가하게 되지만, 일정 수준 이상의 잦은 사료공급은 사료가 소화기관에 머무르는 시간을 짧아지게 하여 사료의 영양소 소화율에 영향을 미칠 수 있다 (Hastings, 1969). Yamamoto et al. (2007)은 사료공급 횟수를 달리하여 무지개송어의 사료 영양소 소화율을 측정된 결과, 일일 사료공급 횟수가 증가함에 따라 사료의 탄수화물 소화율이 감소되었다고 보고하였으며, 넙치에서도 사료공급 횟수가 2일 1회에서 1일 2회까지 증가함에 따라 서 지질, 탄수화물 및 에너지 소화율이 감소하는 경향을 보였다 (Seo et al., 2005).

이상의 결과로 볼 때, 치어기 산천어의 최적 성장을 위해서는 1일 2회 반복으로 사료를 공급하는 것이 적합하였다.

## 사 사

이 연구는 국립수산과학원 (RP-2008-AQ-028)의 지원에 의하여 연구되었습니다. 본 논문의 통계와 사료 분석 등에 적극적인 협조를 아끼지 않은 국립수산과학원 양식사료연구센터 김경덕 박사님께 감사의 말씀을 전합니다.

## 참 고 문 헌

- Andrews, J.W. and J.W. Page. 1975. The effects of frequency of feeding on culture of catfish. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 104, 317-321.
- Azzaydi, M., F.J. Martinez, S. Zamora, Sanchez-Valquez and J.A. Madrid. 2000. The influence of nocturnal vs. diurnal feeding condition under winter condition on growth and feed conversion of European sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.) *Aquaculture*, 182, 329-338.
- Cho, C.Y. 1990. Fish nutrition, feeds, and feeding with special emphasis on salmonid aquaculture. *Food Reviews International*, 6, 333-357.
- Duncan, D.B. 1955. Multiple-range and multiple F tests. *Biometrics* 11, 1-42.
- Grayton, B.D. and F.W.H. Beamish. 1977. Effects of feeding frequency on food intake, growth and body composition of rainbow trout (*Salmo gairdneri*). *Aquaculture*, 11, 159-172.
- Hastings, W.H. 1969. Nutritional score. In; O.W. Neuhaus and J.E. Halver (eds), *Fish in Research*. Academic press, New York, USA, 263-292.
- Hong, K.H. 1999. Studies on the artificial seedling production and growth of masu salmon, *Oncorhynchus masou*. MS Thesis, Kangnung National University, Korea, 1-41.
- Kayano, Y., S. Yao, S. Yamamoto and H. Nakagawa. 1993. Effects of feeding frequency on the growth and body constituents of young red-spotted grouper, *Epinephelus akaara*. *Aquaculture*, 100, 271-278.
- Kim, K.M., K.D. Kim, S.M. Choi, K.W. Kim and Y.J. Kang. 2005. Optimum feeding frequency of extruded pellet for the growth of juvenile flounder, *Paralichthys olivaceus* during the summer season. *J. Aquaculture*, 18, 231-235.
- Lee, S.M. and K.D. Kim. 2001. Effects of dietary protein and energy levels on the growth, protein utilization and body composition of juvenile masu salmon (*Oncorhynchus masou*). *Aquacult. Res.*, 32, 39-45.
- Lee, S.M., U.G. Hwang and S.H. Cho. 2000a. Effects of feeding frequency and dietary moisture content on growth, body composition and gastric evacuation of juvenile Korean rockfish (*Sebastes schlegeli*). *Aquaculture*, 187, 399-409.
- Lee, S.M., S.H. Cho and D.J. Kim. 2000b. Effects of feeding frequency and dietary energy level on growth and body composition of juvenile flounder (*Paralichthys olivaceus*). *Aquacult. Res.*, 31, 917-921.
- Page, J.W. and J.W. Andrews. 1973. Interaction of dietary levels of protein and energy on channel catfish (*Ictalurus punctatus*). *J. Nutr.*, 103, 1339-1346.
- Seo, J.Y., K.H. Choi, J. Choi and S.M. Lee. 2005. Effects of feeding frequency of extruded diets containing different macro-nutrients levels on apparent nutrient digestibility in grower flounder *Paralichthys olivaceus*. *J. Aquacult.*, 18, 160-166.
- Tsevis, N., S. Klaoudatos and A. Conides. 1992. Food conversion budget in sea bass *Dicentrarchus labrax*, fingerlings under two different feeding frequency patterns. *Aquaculture*, 101, 293-304.
- Webster, C.D., K.R. Thompson, A.M. Morgan, E.J. Grisby and S. Dasgupta. 2001. Feeding frequency affects growth, not fillet composition, of juvenile sunshine bass *Morone chrysops* × *M. saxatilis* grown in cages. *J. World Aquacult. Soc.*, 32, 79-88.
- Yamamoto, T., T. Shima, H. Furuita, T. Sugita and N. Suzuki. 2007. Effects of feeding time, water temperature, feeding frequency and dietary composition on apparent nutrient digestibility in rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* and common carp *Cyprinus carpio*. *Fish. Sci.*, 73, 161-170.

2008년 6월 12일 접수

2008년 10월 13일 수리