

Ethyl alcohol에 고정된 고등어(*Scomber japonicus*) 치어의 어체수축

이정훈* · 김정년 · 김주일

국립수산과학원 남동해수산연구소

Body Shrinkage of Juvenile Chub Mackerel *Scomber japonicus* after Preservation in Ethyl Alcohol

Jeong-Hoon Lee*, Jung Nyun Kim and Joo Il Kim

Southeast Fisheries Research Institute, National Fisheries Research & Development Institute, Tongyeong 650-943, Korea

We investigated body shrinkage, defined as change in standard length and body weight of juvenile chub mackerel *Scomber japonicus* after preservation in 70% ethyl alcohol for 1, 8, or 12 days. Standard length (SL) was decreased by 3.6% and body weight (BW) was reduced by 27.5% after 8 day of preservation. There were no significant decreases in SL and BW after 8 or 12 days preservation. Linear regression equations for estimation of original body size from the size after preservation in 70% ethyl alcohol for 12 days were expressed as: $SL_{original} = 0.96SL_{preserved} + 5.17$ and $BW_{original} = 1.16BW_{preserved} + 0.37$. These equations will be useful for improving accuracy the estimation accuracy for various size-related biological parameters in juvenile chub mackerel juvenile.

Key words: Body size, Ethyl alcohol, Preservation, Shrinkage, *Scomber japonicus*

서 론

어체크기(길이와 중량)는 어류의 생태학적 특성을 연구하는 데 필수 측정 항목이다. 특히 자원량 변동에 큰 영향을 미치는 초기생활사단계에서 이들 항목의 측정은 초기감모의 요인을 추정하는데 중요한 자료로써 활용 된다(Houde, 2002). 초기생활사를 연구하기 위해 채집하는 시료(자·치어)는 현장에서의 측정이 거의 불가능 하므로 측정 전까지 연구 목적에 따라 여러 가지 고정액에 보관되며, 일반적으로 formalin 또는 ethyl alcohol에 고정한다(Joh et al., 2008; Kodama et al., 2009). Formalin은 생식소 등 조직학적 분석을 위한 시료의 고정에 주로 사용이 되지만, 발암물질로서 사람에게 해를 끼칠 수 있고 장기간 이용하면 formic acid로 변성되어 이석과 같은 경조직을 용해시킨다(Leslie and Moore, 1986; Watanabe, 2010). Ethyl alcohol은 formalin에 비해 유해성은 덜 하고, 비교적 가격이 비싸다는 단점은 있지만, 이석과 같은 경조직을 안정하게 보존하기 때문에 자·치어 이석의 미세구조를 이용한 성장 연구를 위해서 사용되고 있다(Leslie and Moore, 1986; Plaza et al., 2001; Watanabe, 2010). 하지만 ethyl alcohol에 고정된 시료는 탈수를 일으켜 formalin보다 수축률이 높다고 알려

졌고, 그 비율은 어종, 고정기간 및 어체크기에 따라 달라진다고 보고되고 있다(Kruse, 1990; Oozeki et al., 1991; Joh et al., 2003; Watanabe, 2010). 결국, 달라진 어체크기는 초기생활사를 연구하는 데 필요한 생물학적 파라미터(growth rate, condition factor 등)를 추정하는데 오류를 일으킬 수 있다(Ajah and Nunoo, 2003; Lee et al., 2012).

본 연구에서는 고등어의 초기생활사를 파악하기 위한 연구의 일환으로 생태학연구를 위해 시료의 고정액으로 주로 사용되고 있는 70% ethyl alcohol에 고정된 치어의 수축률을 파악하고, 수축된 어체크기가 생물학적 파라미터 추정에 미치는 영향에 대해서 알아보았다.

재료 및 방법

수축률 실험

경상남도 통영시 연안에 설치된 정치망에서 2012년 5월에 채집된 고등어 치어 중 40개체를 실험실로 즉시 운반한 후 표준체장(SL: standard length)을 0.01 mm 단위로, 체중(BW: Body weight)을 0.0001 g 단위로 측정하였다. 측정된 개체는 70% ethyl alcohol이 담긴 50 mL 유리병에 개체별로 고정 시

Article history:

Received 27 July 2012; Revised 30 October 2012; Accepted 31 October 2012

*Corresponding author: Tel: +82. 55. 640. 4762 Fax: +82. 55. 640. 4764

E-mail address: jhoonlee@korea.kr

Kor J Fish Aquat Sci 45(6) 730-733, December 2012

http://dx.doi.org/10.5657/KFAS.2012.0730

pISSN:0374-8111, eISSN:2287-8815

© The Korean Society of Fishereis and Aquatic Science. All rights reserved

킨 후 고정기간의 차이에 따른 수축률 변화를 알아보기 위하여 고정 1일, 8일 그리고 12일 후에 SL과 BW를 반복해서 측정하였다. 다음 식을 이용하여 수축률을 계산하고, 기간별 수축률 변화의 유의차 검증을 위하여 Tukey's HSD test를 실시하였다.

$$R = (S_o - S_t) / S_o \times 100$$

여기서 R 은 수축률, S_o 는 고정 전 SL과 BW, S_t 는 일정 기간 ($t = 1$ 일, 8일 및 12일) 고정 후 SL과 BW이다.

고등어 치어의 실제 SL과 BW를 추정하기 위하여 12일 동안 70% ethyl alcohol에 고정된 후 측정된 어체크기와 고정 전 실제 어체크기와의 관계 직선회귀식으로 나타내었다.

생물학적 파라미터 검토

고정에 의한 수축이 체장-체중과의 관계(1)와 비만도(2)에 미치는 영향을 알아보았다. (1)과 (2)은 고정 전, 고정 후, 그리고 실제 SL과 BW를 추정하기 위해 사용된 직선회귀식으로부터 역산(back-calculate)된 SL과 BW를 이용하여 수축이 (1)과 (2)에 미치는 영향에 대해 검토하였다.

체장-체중과의 관계

고등어의 체장-체중관계는 지수함수인 $BW = aSL^b$ 로서 유의하게 표현되지만(Choi et al., 2000) 두 관계식의 통계적 유의차를 검증하기 위하여 체장과 체중을 상용로그값($\log_{10}X$)으로 변환(Anderson and Neumann, 1996)을 시킨 후 직선회귀식으로 바꾸어 유의차 검증을 위하여 ANCOVA test를 하였다.

비만도(Condition factor)

비만도(CF: condition factor)는 다음 식 이용하여 계산(Fulton, 1904)하였고, 상호 간의 유의차 검증을 위하여 Tukey's HSD test를 실시하였다.

$$CF = BW/SL^3 \times 100$$

결과 및 고찰

실험에 사용된 고정 전 고등어 치어의 SL과 BW의 범위는 각각 55.45-77.29 mm, 1.4719-4.5413 g이었다. 70% Ethyl alcohol에 고정된 고등어 치어의 크기는 시간이 지남에 따라 고정전의 크기와 현저한 차이를 보였다(Fig. 1). 고정 1일 후의 SL은 평균 6.0% 유의하게 감소했고($P < 0.05$), 8일과 12일 후에는 각각 평균 3.6% ($P < 0.05$)와 3.7% ($P < 0.05$) 감소하여 고정 직후 수축률은 급격하게 증가하지만 8일이 경과되면서 고정액과 시료 사이에 평행상태가 유지되어 더 이상의 변화 없이 안정되는 경향을 보였다. BW는 고정 1일 후 평균 16.3% 유의하게 감소($P < 0.05$)했고, 8일과 12일 후에는 각각 평균 27.5% ($P < 0.05$)와 27.3% ($P < 0.05$)로 유의하게 감소했지만, 고정 8일 이후에는 BW의 수축률도 안정되는 경향을 보였다(Fig. 1).

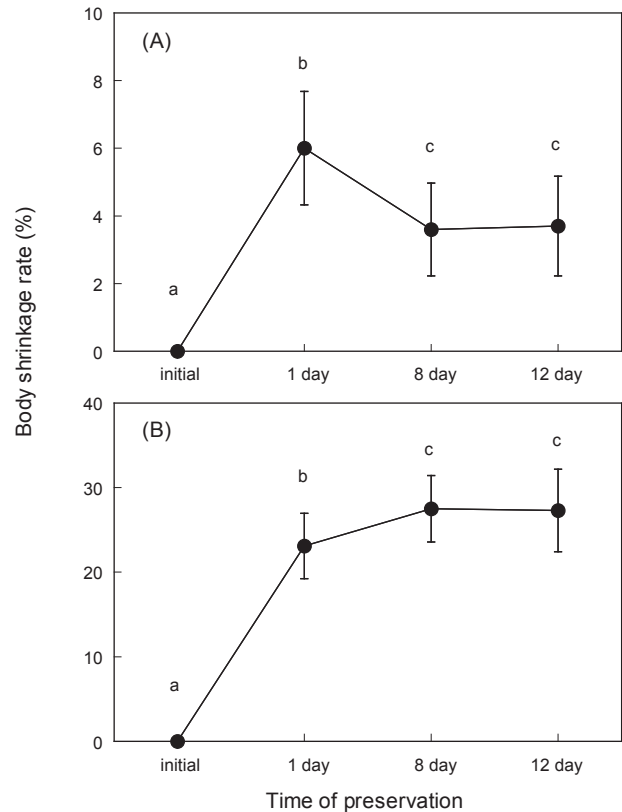


Fig. 1. Change of shrinkage rate in standard length (A) and body weight (B) of juvenile chub mackerel *Scomber japonicus* preserved in 70% ethyl alcohol for various time periods. Black circles and vertical bars denote mean and standard deviations, respectively. Significant differences identified with Tukey's HSD test are indicated with different letters ($P < 0.05$).

이와 같이 고정 전과 고정 후의 SL과 BW가 줄어드는 것은 ethyl alcohol에 의한 어체조직의 탈수현상에 기인한 것으로 사료된다(Sturgess and Nicola, 1975; Watanabe, 2010). 치어의 수축률 변화에 대한 연구는 홍연어, 비단잉어, 문치가자미 등에서도 보고 되고 있다. Shields and Carlson (1996)은 95% ethanol에 고정된 홍연어의 수축비율은 FL에서 2.2%, BW에서 19.7%로 보고하였고, Smith and Walker (2003)은 70% ethanol에 고정된 비단잉어의 수축비율이 SL에서 최고 14%, BW에서 최고 70%에 달했다고 보고했으며 95% ethanol에 고정한 경우에는 70% ethanol에 고정한 것보다 거의 2배에 달한다고 보고하였다. 또한 문치가자미는 SL에서 5.6%, BW에서 27.8% 수축하였다고 보고하였다(Lee et al., 2012). 이러한 수축률의 차이는 어종별 형태학적 차이와 체내 함수량의 차이에 기인한 것으로 판단되며, 초기가입특성 등 초기생활사에 관한 정확한 연구를 위해서는 고정액 및 농도별로 연구 대상 어종의 수축률에 관한 연구가 선행되어야 할 것으로 판단된다.

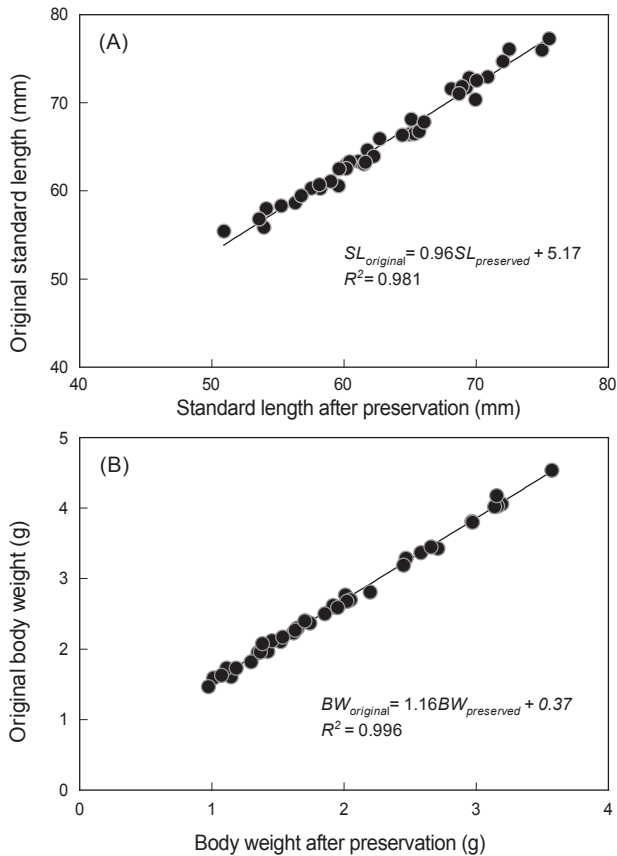


Fig. 2. Linear regression of original body size on preserved body size of juvenile chub mackerel *Scomber japonicus* after preservation in 70% ethyl alcohol for 12 days. (A): standard length; (B): body weight.

70% ethyl alcohol에 12일 동안 고정된 고등어 치어의 고정 전과 고정 후 사이의 어체크기 관계는 다음과 같이 표현되었다 (Fig. 2).

$$SL_{original} = 0.96SL_{preserved} + 5.17 (R^2 = 0.981, P < 0.001, n = 40)$$

$$BW_{original} = 1.16BW_{preserved} + 0.37 (R^2 = 0.996, P < 0.001, n = 40)$$

이들 관계식은 70% ethyl alcohol에 고정된 후 수축이 안정된 고등어 치어의 실제 어체크기를 추정하는데 유용하게 사용될 것이다.

체장-체중의 관계는 고정 전에 $BW = 0.0000024SL^{3.31}$ 로, 70% ethyl alcohol에 12일 고정된 후에는 $BW = 0.0000004SL^{3.69}$ 로, 역산된 어체크기에서는 $BW = 0.0000013SL^{3.45}$ 로 표현되었다. 관계식들 사이의 유의차를 검증한 결과 고정 전 체장-체중관계와 역산 후 체장-체중관계는 차이가 없었지만 ($P > 0.05$), 고정 후 체장-체중 관계는 고정 전과 역산 후 체장-체중관계와 유의한 차이를 보였다(고정 후와 고정 전의 관계, $P < 0.05$; 고정 후와 역산 후의 관계, $P < 0.05$; Fig. 3). 70% ethyl alcohol에

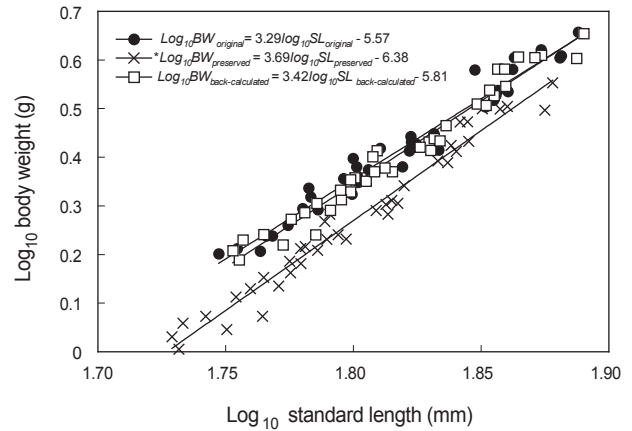


Fig. 3. Relationship between standard length and body weight of juvenile chub mackerel *Scomber japonicus*. Data were log-transformed to display linear regression. *Indicate significant difference of slope between linear regression equations ($P < 0.05$, ANCOVA test).

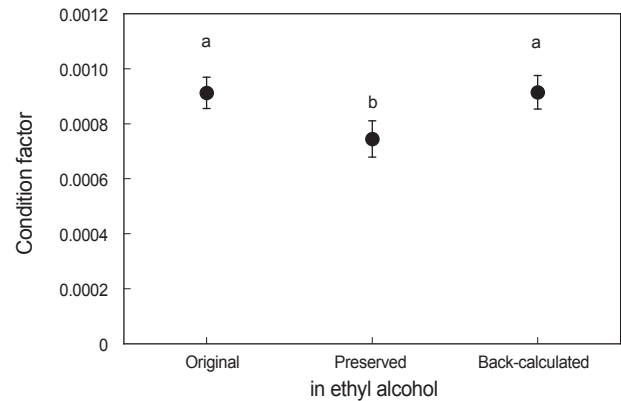


Fig. 4. Comparison of condition factors calculated from the original body size, body size after preservation in 70% ethyl alcohol for 12 days, and back-calculated body size using linear regression equations shown in Fig. 2. Black circles and vertical bars denote mean and standard deviations, respectively. Significant differences identified with Tukey's HSD test are indicated with different letters ($P < 0.05$).

고정된 고등어 치어의 비만도는 평균 0.00074로 실제크기의 비만도(평균 0.00091) 및 역산된 크기로 계산된 비만도(평균 0.00091)와 유의한 차이를 보였다(Fig. 4). 이러한 결과들은 시료 고정이 생물학적 파라미터를 추정하는데 오류를 불블러일으키는 것을 나타내며, 정확한 생물학적 파라미터를 추정하기 위해서는 실제 크기와 고정 후 크기 사이에 표현되는 관계식을 이용하여 어체크기를 역산한 후 역산된 어체크기를 사용하여 생물학적 파라미터를 추정해야 할 것으로 판단된다.

사 사

본 연구는 국립수산물과학원(남해연안어업 및 환경생태조사, RP-2012-FR-042)의 지원에 의해 수행되었으며 이에 감사드립니다.

참고문헌

- Ajah PO and Nunoo FKE. 2003. The effects of four preservation methods on length, weight and condition factor of the clupeid *Sardinella aurita* Val. 1847. *J Appl Ichthyol* 19, 391-393.
- Anderson RO and Neumann RM. 1996. Length, weight, and associated structural indices. In *Fisheries Techniques* 2nd edn. Murphy BR and Willis DW, eds. American Fisheries Society, Bethesda, Maryland, U.S.A., 447-482.
- Choi YM, Park JH, Cha HK and Hwang KS. 2000. Age and growth of common mackerel, *Scomber japonicus* Houuttuyn, in Korean Waters. *J Korean Soc Fish Res* 3, 1-8.
- Fulton TW. 1904. The rate of growth of fishes. 20th Annual Report of the Fishery Board of Scotland 1904, 141-241.
- Houde ED. 2002. Mortality. In: *Fishery science: the unique contributions of early life stages*. Fuiman LA and Werner RG, eds. Blackwell Science, Oxford, U.K., 64-87.
- Joh M, Joh T, Matsu-ura T, and Takatsu T. 2008. Validation of otolith increment formation and the growth rate of fat creening larvae. *Aquaculture Sci* 56, 157-166.
- Joh M, Takatsu T, Nakaya M, Imura K and Higashitani T. 2003. Body-length shrinkage of marbled sole *Pseudopleuronectes yokohamae* larvae preserved in formalin and in ethanol solutions. *Suisanzoshoku* 51, 227-228.
- Kodama K, Oyama M, Lee JH, Akaba Y, Tajima Y, Shimizu T, Shiraishi H and Horiguchi T. 2009. Interannual variation in quantitative relationships among egg production and densities of larvae and juveniles of the Japanese mantis shrimp *Oratosquilla oratoria* in Tokyo Bay, Japan. *Fish Sci* 75, 875-886.
- Kruse GH and Dalley EL. 1990. Length changes in capelin, *Mallotus villosus* (Müller), larvae due to preservation in formalin and anhydrous alcohol. *J Fish Biol* 36, 619-621.
- Lee JH, Kodama K and Horiguchi T. 2012. Change in body size of juvenile marbled sole *Pseudopleuronectes yokohamae* after preservation in ethanol. *Ichthyol Res* 59, 49-52.
- Leslie JK and Moore JE. 1986. Changes in lengths of fixed and preserved young freshwater fish. *Can J Fish Aquat Sci* 43, 1079-1081.
- Oozeki Y, Watanabe Y, Kuji Y, Takahashi S. 1991. Effects of various preservatives on the body length of sarry larvae. *Bull Tohoku Natl Fish Res Inst* 53, 15-21.
- Plaza G, Katayama S and Omori M. 2001. Otolith microstructure of the black rockfish, *Sebastes inermis*. *Mar Biol* 139, 797-805.
- Shields PA and Carlson SR. 1996. Effects of formalin and alcohol preservation on lengths and weights of juvenile sockeye salmon. *Alaska Fish Res Bull* 3, 81-93.
- Smith BB and Walker KF. 2003. Shrinkage of 0+ carp (*Cyprinus carpio* L.) after preservation in ethanol. *Mar Freshw Res* 54, 113,116.
- Sturgess JA and Nicola SJ. 1975. Preparation of fish for identification and preservation as museum specimens. The Resources Agency of California, Department of Fish and Game, Inland Fisheries Informational Leaflet 29. The Resources Agency of California, Sacramento, U.S.A.
- Watanabe S. 2010. Morphology observation. In: *Basis of fish ecology*. Tukamoto K, ed. Koseisha, Tokyo, Japan, 73-86.