

제주도 및 낙동강산 은어군의 형태 측정학적 분석

金 乙 培

(濟州大學)

MORPHOMETRIC ANALYSIS OF *PLECOGLOSSUS ALTIVELIS*
OF CHEJU ISLAND AND THE NAKDONG RIVER

by

Eul-Bae KIM

(Cheju College)

From the standpoint of fishery science it is an interesting matter to note that the size of *Plecoglossus altivelis* population on Cheju Island is smaller than that of the Nakdong River located in the southern part of Korea's mainland. Therefore the author carried out a comparative analysis to determine whether the populations differ because of racial or because of environmental conditions. The morphometric characters of the head length and the body length were used for the analysis of covariance and computed by a standard regression method of testing for the homogeneity of the populations. All samples were collected during 1968 and 1969 in the Milyang Stream of the Nakdong River and the Cheonji Stream of Cheju Island. The results of the analysis of the populations based on the significance test are as follows:

1. Since the F value observed was only 1.023 ($n_1=1$, $n_2=42$) the conclusion was reached that the samples could both belong to the same population.
2. In comparison with the deviations of the regression coefficients between the fish of the Nakdong River and Cheonji Stream, the populations were also highly significant suggesting that they belong to the same population.
3. The conclusion is that the fish of Cheju Island became a smaller fish in size due to an environmental condition but not due to racial characteristics.

서 언

제주도 내의 중요 하천 어종인 은어 *Plecoglossus altivelis*는 육지부 하천의 것에 비하여 체형이 왜소(倭小)하여 그 분류학적 위치조차 의심을 가지게 된다. 물론 이 양 수역은 지리적 조건으로나 하천의 형태가 판이하여 생태계가 동일할 수 없어 그 환경 차이에서도 이러한 현상이 나타나리라고도 생각되나, 한편 그보다 앞서 양 어군이 종족적 또는 유전적 형질에 기인한 별개의 어군 집단에 속할 수 있는 문제라고도 생각할 필요가 있다고

본다.

어군을 구분하는 기준 형질로 여러 가지가 있으나 이와 같은 외부 형태에 대하여 측정학적으로 다룬 업적은 많지 않으며, 특히 우리 나라에서는 이 방면에 관한 보고의 예를 저자는 현재까지 보지 못하고 있으나 외국에서는 Mottley(1941)가 Kamloops trout (*Salmo gairdneri*의 변종)의 두 어군에 대하여 측정치를 분석 검토하여 발표한 좋은 예가 있는 것을 알고 있다.

필자는 제주도 내의 하천의 생산량 조사에 있어 이 양 어군간의 형태적인 차이에 대한 유의성을 검토하여 그 실태를 파악하는 것이 하천 어업의 관리와 재생산력의 연구에 앞서 긴급한 문제로 보았다. 그리하여 그간 1968년부터 수시로 채집한 제주도산의 은어 표본과 낙동강산의 것을 형태 측정학적 견지에서 비교 분석하고 검토를 하였다.

이에 그 결과를 발표하고자 하며, 아울러 낙동강산 은어 표본의 측정에 여러 가지 편의와 협조를 하여 준 진해담수구시협소 전승관소장과 청명분소 주광연기사에게 사의를 표하는 바이다.

자 료 및 방 법

본 검토를 위하여 측정에 사용된 표본은 1968년부터 1969년의 2개년에 걸쳐 제주도 서귀포에 소재하는 천지천(天地川)에서 수시로 투망으로 채집한 표본어와 낙동강 중류 지류인 경남 밀양의 예림리와 남포리 사이의 밀양천(密陽川)의 은어산란장 부근에서 역시 1967년부터 1969년에 걸쳐 투망으로 채집한 것으로서 그 동안 진해담수구수구시협소에 보관 중인 표본어이다. 이 양 수역에서 채집한 전체의 표본어에 대하여 외부 형태의 각 부위 사이의 길이중 특히 체장(體長)과 두장(頭長)의 측정치만을 가지고 암수 구별없이 Snedecor가 개량 전개한 회귀법에 따라 공분산분석을 적용하여 양 어군간의 유의성을 F-분포로 비교 검토하였다.

측 정 결 과

천지천 및 낙동강산의 양 어군의 체장, 두장, 체고(體高), 약장(顎長), 문장(吻長) 등의 측정치만을 Table 1에 표시하기로 한다.

Table 1. Comparative Measurements of the Body-length (B.L.) and Head-length (H.L.) for Both Fish

| Number in sample | Nakdong River | | | | | | Chunji Stream | | | | |
|------------------|----------------|-----|-------|------|-----------|----------------|---------------|-------|------|-----------|--|
| | Date collected | Sex | B.L. | H.L. | H.L./B.L. | Date collected | Sex | B.L. | H.L. | H.L./B.L. | |
| 1 | '67 9.14 | ♀ | 98.0 | 27.0 | 0.276 | '68 9. 8 | ♀ | 126.0 | 30.0 | 0.238 | |
| 2 | 〃 | 〃 | 156.0 | 32.0 | 0.206 | 〃 | 〃 | 111.0 | 22.0 | 0.198 | |
| 3 | 〃 | 〃 | 163.0 | 33.0 | 0.202 | 〃 | 〃 | 145.0 | 34.0 | 0.234 | |
| 4 | '68 9.12 | 〃 | 184.0 | 32.0 | 0.174 | 〃 | 〃 | 112.0 | 28.0 | 0.250 | |
| 5 | 〃 | 〃 | 138.0 | 27.0 | 0.196 | 〃 | 〃 | 123.0 | 29.0 | 0.236 | |
| 6 | 〃 | 〃 | 133.0 | 27.0 | 0.201 | '69 8.24 | 〃 | 107.0 | 25.0 | 0.234 | |
| 7 | 〃 | 〃 | 151.0 | 24.0 | 0.159 | 〃 | 〃 | 135.0 | 32.0 | 0.237 | |
| 8 | 〃 | 〃 | 139.0 | 26.0 | 0.187 | 〃 | 〃 | 123.0 | 27.0 | 0.220 | |
| 9 | 〃 | 〃 | 161.0 | 36.0 | 0.224 | 〃 | 〃 | 158.0 | 34.0 | 0.215 | |
| 10 | '69 7.31 | 〃 | 121.0 | 25.0 | 0.207 | 〃 | 〃 | 155.5 | 34.0 | 0.219 | |
| 11 | 〃 | 〃 | 157.0 | 33.0 | 0.210 | 〃 | 〃 | 125.0 | 28.0 | 0.224 | |
| 12 | 〃 | 〃 | 147.0 | 31.0 | 0.211 | '68 9. 8 | ♂ | 93.0 | 24.0 | 0.258 | |
| 13 | 〃 | 〃 | 142.0 | 31.0 | 0.218 | 〃 | 〃 | 86.0 | 22.0 | 0.256 | |
| 14 | 〃 | 〃 | 132.0 | 29.0 | 0.220 | 〃 | 〃 | 76.0 | 19.0 | 0.250 | |
| 15 | 〃 | 〃 | 175.0 | 38.0 | 0.217 | 〃 | 〃 | 130.0 | 31.0 | 0.238 | |

| Number in sample | Nakdong River | | | | | | Chunji Stream | | | | |
|------------------|----------------|-----|--------|-------|-----------|----------------|---------------|--------|-------|-----------|--|
| | Date collected | Sex | B.L. | H.L. | H.L./B.L. | Date collected | Sex | B.L. | H.L. | H.L./B.L. | |
| 16 | '69 7.31 | ♀ | 145.0 | 31.0 | 0.214 | '68 9. 8 | ♂ | 107.0 | 27.0 | 0.252 | |
| 17 | '67 9.14 | ♂ | 181.0 | 38.0 | 0.210 | ∕ | ∕ | 100.0 | 26.0 | 0.260 | |
| 18 | '68 9.12 | ∕ | 202.0 | 41.0 | 0.203 | ∕ | ∕ | 120.0 | 30.0 | 0.250 | |
| 19 | ∕ | ∕ | 125.0 | 27.0 | 0.216 | '68 10.27 | ∕ | 117.0 | 28.0 | 0.239 | |
| 20 | ∕ | ∕ | 149.0 | 31.0 | 0.208 | ∕ | ∕ | 133.0 | 32.0 | 0.241 | |
| 21 | ∕ | ∕ | 194.0 | 41.0 | 0.211 | ∕ | ∕ | 107.0 | 27.0 | 0.252 | |
| 22 | ∕ | ∕ | 159.0 | 35.0 | 0.220 | ∕ | ∕ | 120.0 | 28.0 | 0.233 | |
| 23 | '69 7. 31 | ∕ | 182.0 | 39.0 | 0.214 | — | — | — | — | — | |
| Total | | | 3534.0 | 734.0 | 4.804 | Total | | 2609.0 | 617.0 | 5.234 | |
| Mean | | | 153.7 | 31.9 | 0.209 | Mean | | 118.6 | 28.0 | 0.238 | |

검정 과 고찰

양 어군의 측정치를 검정하기 위하여 Table 2,3 및 4와 같이 예비 분석 계산을 하고 Table 5의 검정 분석표를 얻을 수 있었다.

Table 2. Analysis of Head-length (X) and Body-length (Y).....1

| Number in samples | Streams | SX | SY | SX ² | SXY | SY ² |
|-------------------|---------------|-------|-------|-----------------|---------|-----------------|
| 23 | Nakdong River | 3,534 | 734 | 556,710 | 115,165 | 23,996 |
| 22 | Chunji Stream | 2,609 | 617 | 318,109 | 74,781 | 17,647 |
| 45 | Total | 6,143 | 1,351 | 874,819 | 189,946 | 41,643 |

Table 3. Analysis of Head-length and Body-length.....2

| Streams | Degree of freedom | Sum of squares | | | Regression coefficient | Standard error estimate | |
|---------------|-------------------|-----------------|----------|-----------------|------------------------|-------------------------|-------------------|
| | | Sx ² | Sxy | Sy ² | | Sum of squares | Degree of freedom |
| Nakdong R. | 22 | 13,703.22 | 2,288.57 | 571.83 | 0.167 | 189.62 | 21 |
| Chunji S. | 21 | 8,705.32 | 1,610.41 | 342.95 | 0.185 | 45.04 | 20 |
| Total | | | | | | 234.66 | 41 |
| Within stream | 43 | 22,408.54 | 3,898.98 | 914.78 | 0.174 | 236.38 | 42 |

Table 4. Sum of Squares in Total

| Number in samples | Degree of freedom | Sum of square | | | Regression coefficient | Sandard error estimate | |
|-------------------|-------------------|-----------------|----------|-----------------|------------------------|------------------------|-------------------|
| | | Sx ² | Sxy | Sy ² | | Sum of squares | Degree of freedom |
| 45 | 44 | 36,231.24 | 5,519.49 | 1,082.98 | 0.15234 | 242.14 | 43 |

이와 같은 각 분석표는 다음 공식을 이용하여 계산하였다.

$$Sx^2 = SX^2 - \frac{(SX)^2}{K}$$

$$Sy^2 = SY^2 - \frac{(SY)^2}{K}$$

$$S_{xy} = SXY - \frac{(SX)(SY)}{K}$$

$$\text{Regression coefficient}(b) = \frac{S_{xy}}{Sx^2}$$

$$\text{Sum of squares for the standard error of estimate} = Sy^2 - \frac{(S_{xy})^2}{Sx^2}$$

K=Number in samples

Table 5. Test of Singnificance in the Difference Between Mean Head-length and Body-length

| Stream | Numqer in sample | Degree of freedom | Sum of squares | | | Estimated standard error | | Variance |
|------------------------|------------------|-------------------|-----------------|----------|-----------------|--------------------------|----------------|----------|
| | | | SX ² | SXY | SY ² | Degree of freedom | Sum of squares | |
| Nakdong R. | 23 | 22 | 13,703.22 | 2,288.57 | 571.83 | 21 | 189.62 | |
| Chunji S. | 22 | 21 | 8,705.32 | 1,610.41 | 342.95 | 20 | 45.04 | |
| Within stream | 45 | 43 | 22,408.54 | 3,898.98 | 914.78 | 42 | 236.38 | 5.63 |
| Total | | | | | | 43 | 242.14 | |
| Within stream | | | | | | 42 | 236.38 | 5.63 |
| Between adjusted means | | | | | | 1 | 5.76 | 5.76 |

$$F = 5.76 / 5.63 = 1.023 (n=1, n_2=42)$$

$$\text{Variance} = \text{Sum of squares} / \text{Degree of freedom}$$

체장에 대한 두장으로 낙동강산의 은어와 제주도산의 은어가 같은 모집단에 속하는지를 Table 5에서와 같이 분석계산하여 F-분포를 검정한 결과, 이 양 어군간에 유의성이 확실히 인정되어 동일 모집단임을 알게 된다. 즉, F-분포표에서 자유도 $n_1=1, n_2=42$ 의 값이 4.07(5%)~7.29(1%)인데 비하여 이 양 어군은 $F=1.023$ 이므로 유의하다고 볼 수 있다. 한편 회귀 계수의 차에 대한 유의성 검정으로 표본 회귀가 동일 모집단에 속하는지를 알아 보고자 다음 Table 6과 같이 계산하였다.

Table 6. Test of Significance in Difference Between Two Regression Coefficients

| Factors of variance | Degree of freedom | Sum of squares | Variance |
|--|-------------------|----------------|----------|
| Within streams | 42 | 236.38 | |
| Deviation from regression line | 41 | 234.66 | 5.72 |
| Differences of two regression coefficients | 1 | 1.72 | 1.72 |

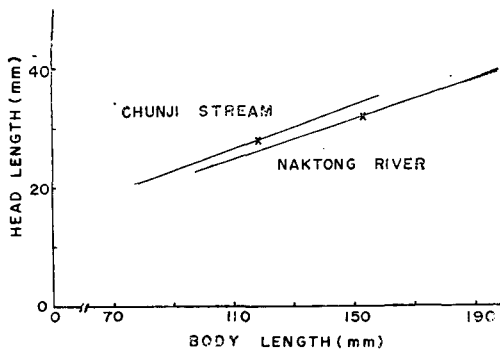


Fig. 1. Regression lines of head-length to body-length of *Plecoglossus altivelis*.

Table 6에서는 F-분포에 대한 검정을 할 필요도 없을 정도로 회귀 계수차의 공분산 값이 작으며 동일 모집단의 것임을 알 수 있다. 이와 같은 사실은 Fig. 1과 같이 회귀 직선으로 도시하여 보아도 이 양 군의 직선 경사간에 유의성이 있음을 알 수 있다.

검정을 위한 측정 표본수가 적기는 하나 본 분석과 검정을 통하여 제주도산 은어군이 낙동강산의 은어군과 같은 모집단에 속하는 어군으로 분류될 수 있으며 제주도산 은어의 체형이 왜소(矮小)한 원인이 종족적 형질에서 기인된 것이 아니고 서식 하천의 환경 조건의 차이에서 연유한 것으로 추측된다. 한편 체장에 대한 두장의 비를(두장/체장) 100으로 계산하여 Fig. 2와 같이 도시하여 보니 천지천(제주도산)의 은어군이 대체로 높이가 분포함을

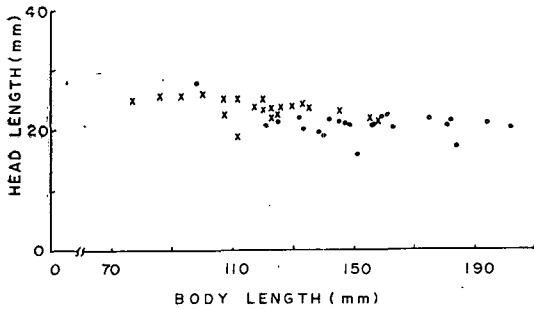


Fig. 2. Dimension of head-length in relation to body-length of *Plecoglossus altivelis*.

분석하고 검정하였다. 표본은 1968년부터 1969년에 걸쳐 제주도 천지천(天地川)과 낙동강 지류의 밀양천(密陽川) 산 은어를 수시로 채집한 것으로서, 체장과 두장의 측정치를 회귀법에 의한 공분산 분석으로 F-분포의 유의성을 검정하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

- 1) $F=1.023(n_1=1, n_2=42)$ 로 양 어군간에 유의성이 인정되며 동일 모집단의 어군으로 볼 수 있었다.
- 2) 낙동강산과 제주도산의 회귀 계수는 각각 $b=0.167$ 과 $b=0.185$ 였으며 이들 양 회귀 계수간의 차에 있어서도 역시 유의성이 검정된다.
- 3) 결과적으로 제주도산 은어군의 체형이 왜소(矮小)한 것은 종족적 형질에서 기인된 것이 아니며, 필연 서식 하천의 환경 조건의 영향에서 온 것으로 추측되었다.

요 약

제주도산 은어의 체형이 왜소(矮小)한 것이 종족적 형질에 기인하여 별개의 어군에 속하는가를 규명하기 위하여 낙동강산과 형태 측정학적 견지에서 비교

참 고 문 헌

Snedecor, G. W. (1946) : Statistical methods, Iowa State College Press, pp. 478. (in Japanese).
 Rounsefell, G. A., and W. H. Everhart (1953) : Fishery science - Its methods and applications. John Wiley & Sons. Inc., N.Y. pp. 444.
 Lewis, R. M. (1957) : Comparative study of populations of the striped bass. Special Sci. Rep. Fisheries. Washinton, D. C., 204, 1-13.
 Mottley, C. M. (1941) : The covariance method of comparing the head-lengths of trout from different environments. Copsia 3, 154-159.
 加藤精一外12名(1956) : 河床型とアユの生活. 鮎放流基準調査報告書. 京都府. 1-22.