

韓國產 빙어의 地理的 形態變異에 대하여

劉 奉 錫 · 李 敬 魯
群山水產專門大學 增殖學科 建國大學校 生物學科

Morphological Variations in Relation to Geographical Distribution of Pond Smelt, *Hypomesus olidus* Pallas

Bong Suk RYU

Gunsan Fisheries Junior College, Soryongdong, Gunsan City, 511 Korea

Kyung Ro LEE

Dept. of Biology, Kunkuk University, Mojindong, Seongdong-gu, Seoul, 133 Korea

The authors made an investigation concerning the geographical distribution and some major differentiations in morphological characteristics associated with the each habitat, of the pond smelt, *Hypomesus olidus*, which was introduced into Korea more than 50 years ago.

Major characteristics utilized for the comparison study were upper jaw (maxillary), number of fin rays, scale structure, vertebral count, number of pyloric caeca, number of gill rakers, and the relative measurements of these and other internal characters.

1. The main areas of natural distribution are Paro Lake, Soyang Lake, Han River, Euirim Lake, and Ogjeong Lake (or Unam Lake) and the tributaries of these waters.
2. Morphological variations varied when the mean values of measurements from each area were compared with the standard measurement value by mosaic comparison, and in some instances a significant variation was found.
3. The most significant variations were found in the number of fin rays of pectoral and anal fins; the lengths from the tip of snout to the origin of pectoral fin, from snout to ventral fin, and from snout to anal fin, relative to standard body length; eye depth relative to head length; upper jaw; the number of pyloric caeca and the scale structure. Variations, on the other hand, by each habitat were not clear in the numbers of ventral and dorsal fin rays, gill rakers, vertebrae and lateral line scale; and the depth of caudal peduncle and distance from the tip of snout to the origin of dorsal fin relative to standard body length.
4. The scales of pond smelt showed some differences in the shape of scales, the shape and position of the focus and the number of ridges according to the scale positions on the body. No radii were present. The relations between longitudinal and transverse diameters of the scale suggest that the pond smelts of Soyang Lake and Un-am Lake are closely related, and those of Han River and Euirim Lake are also closely related.
5. The geographical variations in morphology of the pond smelt seem to have resulted from the variations in turbidity, water temperature, salinity (rather conductivity) and currents.
6. From the results obtained, it may be concluded that such factors as supramaxillary, relation

between scale length and its breadth, number of caudal vertebrae and eye depth relative to head length may be used as the key characters for the classification of geographical varieties of pond smelt.

緒 論

빙어(*Hypomesus olidus*)는 韓國의 東北地方(頭滿江)과 日本의 本州 以北 알류산 열도에서 사할린까지의 沿海의 河川, 湖沼에 分布(Chung, 1977)하고 있으나 韓國의 各 湖沼의 分布는 아직까지 미확인된 상태에 있다.

本種은 淡水性과 汽水性, 降海性的 冷水魚族으로서 연어, 송어類와는 달리 濁度 鹽分 水溫 等 環境要素의 變化에 대하여 適應性이 強해서 상당한 地域性이 있음을 Sato 와 Kato(1951)가 脊椎骨의 比較研究에서 指摘한바 있고 Jordan 과 Hubbs(1925), Nojima(1951) 등은 脊椎骨의 地理的 變異에 대하여 가장 安定性을 주장 했으며 Hamada(1953)의 비늘의 地域性變異에 대한 研究 等 數篇이 있으나 全般의 形態變異에 관한 研究는 찾아 볼 수 없다.

本 研究의 지는 咸南, 龍興江에서 移殖(藤本 1928)된지 50餘年만에 地理的 土着分布區와 그 形態的 特性을 究明한다는 것은 매우 意義가 깊다고 생각되어 分布區域, 上顎骨, 지느러미 軟條數, 비늘의 特性, 脊椎骨, 鰓耙數, 幽門垂, 形質間의 關連性等을 中心으로 地理的 形態變異에 關하여 調査分析하였다.

材料 및 方法

取扱된 材料는 1979년 2월 3일부터 4월 10일 까지의 産卵期에 主 棲息水域인 江原道の 破處湖, 昭陽湖, 京畿道の 漢江(石村), 忠北의 衣林池, 全北의 玉井湖에서 漁網으로 採集한 것을 10%中性 Formalin으로 固定한 후 計測하였고 아울러 分布區域도 現場調査 및 現場採捕業者들의 請問으로 추적하였다.

魚體의 測定部位와 測定基準는 松原(1955), Matsushima et al.(1972) 등의 方法에 依하여 全長(TL), 標準體長(SL), 體高(BH), 頭長(HL), 등지느러미 앞길이(S-D, Snout-dorsal fin), 가슴지느러미 앞길이(S-P, Snout-pectral fin), 眠經(ED, Eye depth), 尾柄高(DC, Depth of caudal peduncle), 側線鱗數(LLS, Lateral line scale), 上顎長(UJ, Upper jaw), 兩眼幅(EE, Eye-eye), 吻長(Snout length)을 1/20mm Divider로 計測했고 비늘은 鱗橫長과 鱗幅 및 隆起線數로 했으며 各 지느

리의 軟條는 各各 骨格標本하여 檢鏡計數하였다. 脊椎骨數는 骨格標本에 依하여 尾尖骨도 包含시켰다.

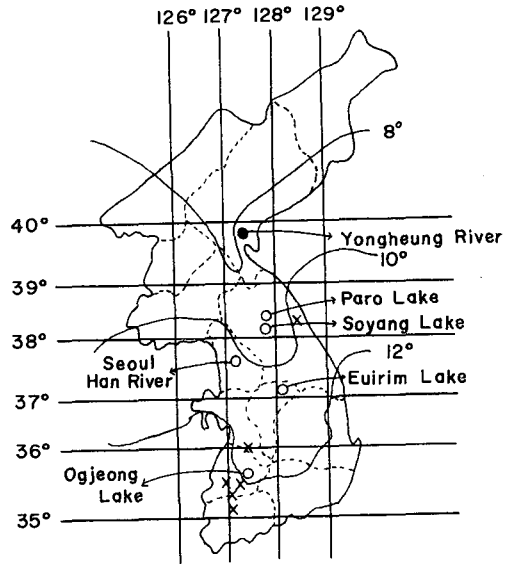


Fig. 1. Map shows the sampling stations and the estimated distribution of local forms defined by meristic characters, and measurements characters of the *Hypomesus olidus*.

- ⊙: Place of original transplantation
- : Main distributed places
- X: Local distributed places through water way and transplantation

鰓耙數(GR, Gill rakers)는 左側 第一鰓弓上的 外側 總鰓耙數, 幽門垂는 解剖하여 그 位置와 數를 觀察하였고, 試料魚 全體를 前述한 方法으로 測定한 內外形質의 差와 關連性을 統計的으로 檢討하였고 Fisher's F-test와 Student's Test로 分散과 變異係數 및 形質間의 差에 對한 有無도 아울러 檢討하였다.

結 果

1. 棲息水域別 各 形質의 特性

韓國産 빙어의 土着分布 水域은 Fig.1과 같고 水域別間의 緒形質과 그 變異度는 Table 1과 같았다.

Table 1. Relationship between the mean values of morphometric measurements and the variance in samples (Number of specimens from two-stage sampling) geographical distribution of *Hypomesus olidus* in 1979

Characteristics	Paro Lake			Soyang Lake			Han River			Eujim Lake			Ogjeong Lake		
	Specimen number	Mean	Vari-ance	Specimen number	Mean	Vari-ance	Specimen number	Mean	Vari-ance	Specimen number	Mean	Vari-ance	Specimen number	Mean	Vari-ance
1. TL(mm)	80	119.7	0.0736	70	122.74	0.0279	20	90.20	0.0016	80	90.58	0.0683	80	104.925	0.0618
2. SL(%)	"	101.38	0.0885	"	102.8	0.0277	"	70.80	0.0020	"	74.163	0.0692	"	89.975	0.0441
3. HL(%)	"	22.238	0.0956	"	21.65	0.0565	"	17.35	0.0041	"	18.213	0.0937	"	19.388	0.0646
4. DB(%)	"	18.238	0.0391	"	20.20	0.0183	"	12.75	0.0055	"	13.763	0.1000	"	15.85	0.1671
5. DC(%)	"	6.962	0.0543	"	7.09	0.0337	"	5.15	0.0412	"	5.45	0.0915	"	5.8	0.0771
6. Snout(%)	"	6.538	0.2577	"	5.73	0.0253	"	4.95	0.0090	"	5.2	0.0642	"	5.2	0.2386
7. UJL(%)	"	8.525	0.0721	"	9.064	0.0788	"	7.3	0.0194	"	7.5	0.0846	"	7.488	0.0512
8. Eye L(%)	"	5.163	0.0203	"	5.714	0.0191	"	5.1	0.0277	"	5.10	0.0748	"	5.788	0.0802
9. E-E(%)	"	5.413	0.0904	"	4.828	0.0373	"	4.3	0.0329	"	4.538	0.5550	"	4.225	0.1174
10. S-D(%)	"	49.888	0.0996	"	40.41	0.0686	"	37.85	0.0019	"	37.10	0.1060	"	43.613	0.0459
11. S-P(%)	"	21.9	0.0868	"	20.70	0.044	"	15.65	0.0136	"	15.488	0.1531	"	18.7	0.0635
12. S-V(%)	"	50.788	0.0926	"	50.67	0.0502	"	40.35	0.0136	"	36.675	0.0953	"	42.413	0.1842
13. S-A(%)	"	74.063	0.0921	"	77.73	0.0389	"	56.20	0.0050	"	55.58	0.0912	"	65.55	0.0469
14. DL(%)	"	16.488	0.0630	"	17.7	0.0299	"	12.40	0.0177	"	13.266	0.1045	"	16.53	0.0549
15. PL(%)	"	16.25	0.0660	"	15.81	0.0470	"	12.30	0.0115	"	13.06	0.0876	"	14.713	0.0633
16. VL(%)	"	13.975	0.0504	"	14	0.0133	"	11.15	0.0190	"	11.05	0.0760	"	13.15	0.0293
17. AL(%)	"	11.1	0.0913	"	11.70	0.0864	"	10	0	"	9.825	0.1674	"	14.738	0.0953
18. No. D	"	10.5	0.0719	"	10.286	0.0474	"	10	0	"	10.875	0.0767	"	10.833	0.0377
19. No. P	"	12.25	0.0378	"	12.857	0.0294	"	13	0	"	12.75	0.0593	"	11.833	0.0636
20. No. V	"	8	0	"	8.286	0.0912	"	8	0	"	8.25	0.0857	"	8	0
21. No. A	"	17	0.0545	"	17.857	0.0212	"	17.5	0.0040	"	17.625	0.0294	"	19.833	0.0526
22. No. LLS	"	54	0.0141	"	57.857	0.0185	"	60.5	0.0012	"	55.75	0.0299	"	55.5	0.020
23. No. GR	"	34	0.0157	"	34.429	0.0339	"	37.5	0.0019	"	34.625	0.0555	"	34.33	0.0238
24. No. Vert	"	56.5	0.0292	"	56	0.0233	"	59	0	"	56.5	0.0543	"	56.5	0.0915
25. No. Pyloric	"	4.25	0.1664	"	3.75	0.1333	"	4	0	"	3.75	0.1234	"	4	0

TL: total length; SL: standard length; HL: head length; DB: depth of body; DC: depth of caudal peduncle; UJL: upper jaw length; L: length; E-E: eye-eye distance; S-D: distance from snout to dorsal fin; S-P: distance from snout to pectoral fin; S-V: distance from snout to ventral fin; S-A: distance from snout to anal fin; DL, PL, VL, AL: lengths of dorsal, pectoral, ventral and anal fins respectively; No. D, No. P, No. V, No. A: numbers of dorsal, pectoral, ventral and anal fin rays, respectively; LLS: lateral line scale; GR: gill rakers; Vert: vertebrae; Pyloric: pyloric caeca.

水魚의 土着棲息水域은 天然産卵場을 가지고 있는 破虜湖, 玉井湖, 衣林池, 漢江에 主棲息되어 있었으며, 그 外의 水域은 人爲的으로 移殖시켰거나 天然産卵水域으로부터 發電時 流出水와 함께 卵의 流入에 의한 流路의 由緣關係에 따라서 土着分布되고 있었다.

이들 土着分布水域의 水魚形態는 25餘 形質이 移殖되기 前場所의 그들과 흡사하거나 닮았으며, 相互形質間의 細部의 比較檢討에 의해서 同一種으로 구명되었으나 地理的 形質變異가 認定되었다.

◎ 棲息水域別 上顎骨과 頭長과의 比 및 上顎骨 길이는 Fig.2와 같고 副上顎骨의 形態는 Fig.3과 같다.

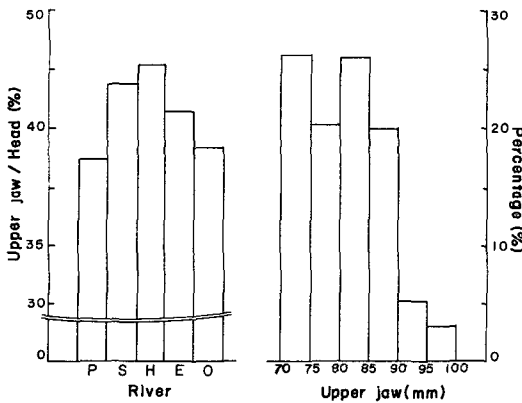


Fig.2. Variation in percentage relationship of upper jaw divided by the head length (A), and upper jaw length (B) in *H. olidus*.
P:Paro Lake S:Soyang Lake
H:Han River E:Euirim Lake
O:Ogjeong Lake

上顎骨 測定值의 範圍는 70~100mm로 平均 값 7.98mm±0.125, 分散 0.1909이며 頭長과의 比는 38~42%(평균 40.35±0.03)이며 그 중 漢江産 42%, 昭陽産 41.9%, 衣林産 40.9%, 玉井産 38.6%, 破虜湖産 38.3%의 順序이었으나 體長과는 無關하였다.

上顎骨中 前上顎骨과 主上顎骨 緣邊에 犬齒와 닮은 齒가 2~4줄 橫으로 나타나는데 主上顎骨의 長이 짧을 수록 犬齒의 數는 增加되는 傾向이었으며 副上顎骨의 形態는 地域性에 따라 달랐다.

破虜湖産과 漢江産은 꼬리가 달린 마름모 꼴로 漢江産은 꼴이 3字形으로 오목하며 마름모꼴 왼쪽 모서리가 波狀形의 屈曲으로 되어 있으나 破虜湖産은 가름모꼴에서 변화가 없다.

昭陽湖, 玉井湖, 衣林池産은 다같이 直4角 마름모 形으로 左端과 下端모서리의 波狀이 다르게 나타났 다.

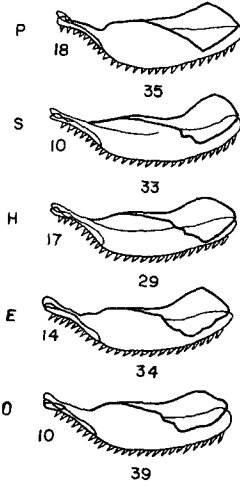


Fig. 3. The variation of maxillaries of local distribution of *H. olidus*.
P:Paro Lake S:Soyang Lake
H:Han River E:Euirim Lake
O:Ogjeong Lake

또, 主上顎骨의 屈曲에도 差異가 나타나는데 昭陽湖産은 凹가 1개 凸이 2개, 玉井湖産은 凹가 1개 凸이 1개, 衣林池産은 凹가 2개, 凸이 3개 이었다.

◎ 지느러미 軟條數 증 등지느러미 軟條數의 범위는 9~11이며 分岐條數를 제외하면 8~11개이다. 등지느러미 軟條數의 變異幅이 넓은 分布水域은 衣林池産으로 평균 12.75, 變異係數 0.0767이며 기타 水域의 變異는 0.0474이하로 安定型이다. 가슴지느러미 軟條數의 범위는 11~13으로 그 중 漢江産이 가장 많은 수이며 가장 적은 軟條數를 가진 玉井湖産은 평균 11.8로 變異幅은 0.0636으로 가장 넓었다. 배지느러미 軟條數는 8個로 全標本에서 變異가 전혀 없었고 뒷지느러미의 軟條數 범위는 15~20개로 變異幅이 넓었으며 棲息水域中 地理的으로 北쪽일수록 적은 數의 軟條數를 가지고 있었다.

◎ 비늘의 特性은 棲息水域別 비늘의 形態와 鱗橫長과 鱗幅, 焦點의 位置, 焦點形態等이 各各 다를뿐 아니라 同一水域內의 個體間에도 몸의 위치에 따라서 다르게 나타났 다.

대체적으로 破虜湖産의 水魚中 가슴지느러미 部位

의 비늘焦點은 주발型(술잔)으로 前緣에 치우쳐 있고 橢圓形의 비늘 모양이 배지느러미 위 까지 수직으로 되어 있으며 배지느러미 部位비늘은 焦點과 비늘모양이 圓形이다. 昭陽湖產은 타원형에서 원형의 비늘크기에 원형의 焦點이 中央에 位置하고 漢江產

서 매우 가깝게 접근되고 있으나 破湖湖產은 일딴 거의 平行狀態 이었다.

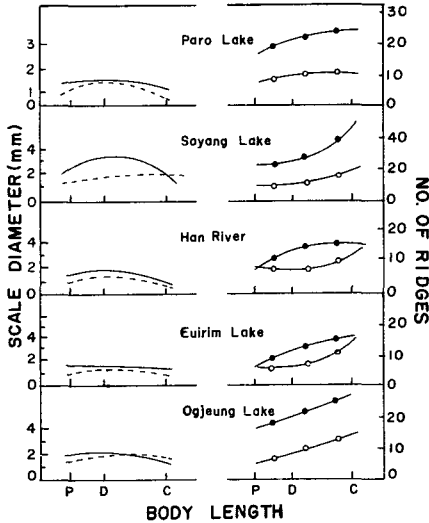


Fig. 4. The comparison of geographic distribution to meristic measurement characters of all scales on each scale row in *H. olidus*. P, D and C denote regions of pectoral, dorsal and caudal sides.

.....: Longitudinal diameter
 ———: Transverse diameter
 ●—●: Ridges of the posterior radius
 ○—○: Ridges of the anterior radius

은 昭陽湖產과 흡사하나 焦點이 四角이며 등지느러미 部位의 비늘형태는 마름모꼴이고 꼬리자루의 비늘모양은 5角으로 나타났으며 다른 水域에서는 볼수 없는 年輪이 다수 나타났다. 衣林池, 玉井湖產은 昭陽湖產 氷魚와 비슷하나 焦點이 약간씩 달랐다.

◎ 鱗橫長과 鱗幅은 魚體 部位別 비늘크기와 隆起線數를 相對的으로 比較하기 위하여 비늘의 鱗橫長과 鱗幅 및 隆起線數를 測定하여 Fig. 4에 나타내었다.

氷魚의 비늘은 上下가 압축된 모양으로 鱗橫長보다 더 긴 長橢圓型이다. 또 모든 비늘줄에서 가장 큰 비늘은 등지느러미 部位에 위치하고 있으며 昭陽湖產과 玉井湖產만이 鱗橫長과 鱗幅이 꼬리자루 部位에서 交叉되고 漢江產과 衣林池產은 꼬리자루쪽에

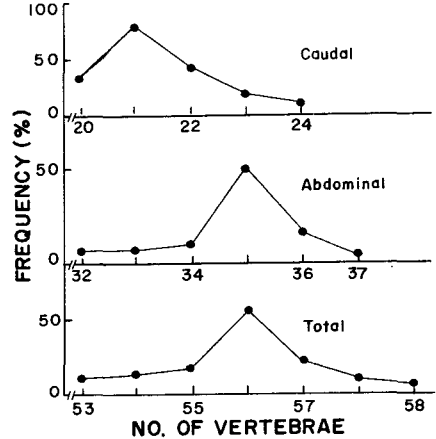


Fig. 5. Frequency distributions of abdominal, caudal and total vertebral numbers for *H. olidus* in Korea.

◎ 隆起線은 焦點을 中心으로 前緣과 後緣에 獨立的으로 나타나며 隆起線의 數는 前緣이 적고 後緣에 많으며 꼬리쪽 비늘에 더욱 많은 數를 나타내었다.

특히 漢江產과 衣林池產의 隆起線數는 등지느러미 部位에서 접근되고 등지느러미에서 꼬리방향으로는 平行상태이나 他地域產은 尾部쪽일수록 隆起線數는 增加되고 있었다.

◎ 側線鱗數는 54~61의 범위로 평균 56個이었다. 水域別 差異는 漢江產 60.5, 昭陽產 57.9, 破湖產이 가장 적은 54로 나타났으나 이들간의 變異係數는 0.020이하로 安定狀態였다.

◎ 脊椎鰭, 鱗耙數 幽門垂는 內部形質로서 脊椎骨數가 53~59, 평균 56.9 ± 0.10 , 표준편차 1.722인 正規分布의 모양을 띠고 있다.

腹椎骨은 32~37, (평균 35.32 ± 0.01 ; S; 0.355, V; 0.0100), 尾椎骨 19~24(평균 21.58 ± 0.09 , S; 1.367, V; 0.0633)이나 이들 중 漢江產 脊椎骨은 평균 59로 他水域產과 比해서 腹椎骨은 35椎體로 同一하였으나 尾椎骨에서 2~3椎體가 많았다.

脊椎骨 成長은 全 水域의 總椎體에서 最大椎骨은 0.72~0.54mm 범위로 腹椎骨과 尾椎骨의 연결마디 (평균 35.22 ± 0.01)의 2~3椎體이고 最小成長椎體는 0.48~0.3mm 범위로 尾部棒狀骨의 앞 마디(평균

21.58±0.09)이었다.

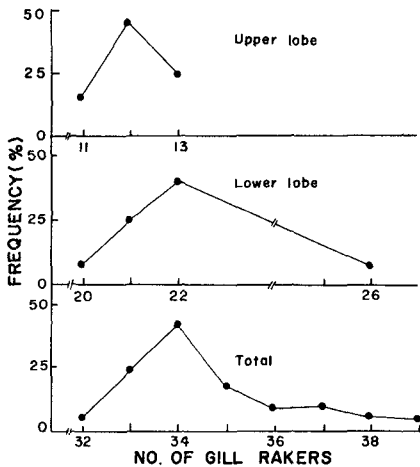


Fig. 6. Frequency distributions of upper lobe and lower lobe (Gill raker) of the *H. olidus* in Korea.

鰓耙數는 32~39(평균 34.78±0.03, S;0.974, V; 0.0293) 범위이며 上枝는 11~13, 下枝는 20~26의 범위로 上枝와 下枝의 鰓耙數는 函數關係의 傾向이었고 幽門垂는 대체적으로 4개이나 3~5個의 범위로 지역간에 큰 차이가 없었다.

2. 形質間의 比較

棲息水域이 다른 集團間의 外部 및 内部形質의 變異關係와 그들 形質間의 關聯度를 究明하기 위하여

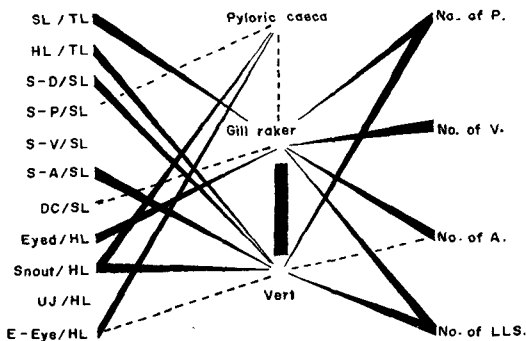


Fig. 7. Relation between the relative measurements, internal characteristics and numbers of meristic characters of *H. olidus*. —: Significant: 0.1>a>0.005

Table 1을 統計처리하여 有意關係는 Fig. 7 形質間의 比는 Fig. 8에 나타내었다.

外部形質 HL/SL, Eye d/HL, No. of P, No. of A, No. of LLS는 内部形質인 鰓耙數와 高度의 有意關係로 나타났으며 内部形質中 椎骨數와 鰓耙數는 有意의이나 幽門垂와는 10%의 위험을 범위에서 관련되고 있다.

또 内部形質인 椎骨數와 外部形質의 HL/SL, S-D/SL, S-A/SL, Eyed/HL, Snout/HL, No. of P, No. of LLS와도 비상한 有意性이 나타났고 5~10%의 범위에서 Eye d/HL No. of A, 幽門垂와 관련되고 있다.

SL/TS는 78.49~85.8%(M:83.47±0.15, S;3.590) 범위로 玉井, 破處, 昭陽, 衣林, 漢江産의 順序였고 HL/SL는 20%~24.6(M:22.72±0.12, S;1.688)의 범위이며 漢江産과 衣林池産은 서로 같은 값으로 體長에 比하여 頭長이 길고 破處 昭陽 玉井産은 相對的으로 頭長의 길이가 짧았다.

S-D/SL는 31.8~50%(M:42.77±1.08 S;6.795)로 棲息水域別 큰 차이가 있으며 昭陽湖産이 약간 주둥이에서 등지느러미까지의 거리가 길고 漢江産은 他地域産에 比하여 월등히 가깝다.

S-P/SL는 20~22%(M:21.10±0.12, S;1.528) 범위로 漢江産은 S-D가 가까운 대신 S-P까지의 거리는 제일 멀게 나타났다. 그러나 그 외의 水域에서는 유사하다. S-V/SL는 47~57%(M:50.6±0.28 S;3.744)범위로 分散度 값 3.744로 가장 變異度가 높게 나타났으며 漢江産이 가장 먼 거리에 위치하며 玉井産은 배지느러미가 주둥이 쪽으로 가장 가깝게 癒着되었다. S-A/SL는 73~79%(M:68.57, S;1.512)의 범위에 있으며 變異度가 높다. 뒷지느러미는 破處産이 주둥이 쪽으로 가장 가깝게 癒着되었고 漢江産은 他水域産보다 훨씬 꼬리지느러미쪽에 치우쳐 있다.

DC/SL는 HL/SL과 同一한 傾向이며 Eye d/HL은 23.2~29.9%(M:27.37±0.26, S;2.687)의 범위로 破處産은 23%로 가장 적은 眠徑을 가지고 있으나 他水域産은 26~30% 범위 안에 있었다. Snout/HL는 26.8~29.4%(M:27.97±0.05, S;1.225) 범위이며 破處産은 眠徑이 가장 적은데 비하여 Snout 길이는 29.4%로 가장 길었다. 그러나 眠徑과 주둥이 길이 사이에는 相關性이 없었으며 他水域産에서도 확인할 수 없었다. Eye/HL는 22~24.9%(M:23.62±0.09, S;1.774)범위이며 體高와 函數的 關係가 있었다.

21.58±0.09)이었다.

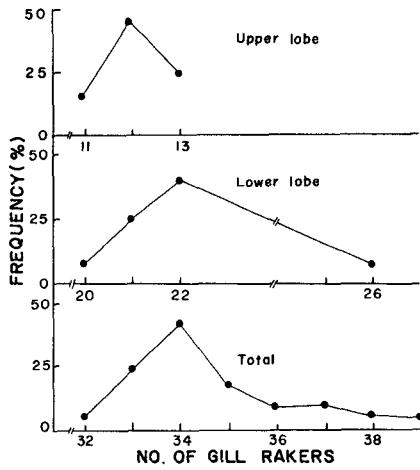


Fig. 6. Frequency distributions of upper lobe and lower lobe (Gill raker) of the *H. olidus* in Korea.

鰓耙數는 32~39(평균 34.78±0.03, S;0.974, V; 0.0293) 범위이며 上枝는 11~13, 下枝는 20~26의 범위로 上枝와 下枝의 鰓耙數는 函數關係의 傾向이었고 幽門垂는 대체적으로 4개이나 3~5個의 범위로 지역간에 큰 차이가 없었다.

2. 形質間的 比較

棲息水域이 다른 集團間的 外部 및 内部形質의 變異關係와 그들 形質間的 關聯度를 究明하기 위하여

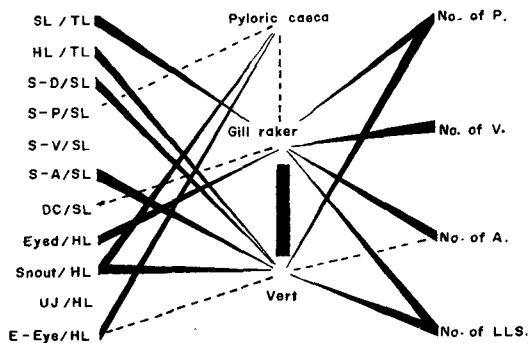


Fig. 7. Relation between the relative measurements, internal characteristics and numbers of meristic characters of *H. olidus*. —: Significant:0.1>a>0.005

Table 1을 統計처리하여 有意關係는 Fig. 7 形質間的 比는 Fig. 8에 나타내었다.

外部形質 HL/SL, Eye d/HL, No. of P, No. of A, No. of LLS는 内部形質인 鰓耙數와 高度의 有意關係로 나타났으며 内部形質中 椎骨數와 鰓耙數는 有意的이나 幽門垂와는 10%의 위험을 범위에서 관련되고 있다.

또 内部形質인 椎骨數와 外部形質의 HL/SL, S-D/SL, S-A/SL, Eyed/HL, Snout/HL, No. of P, No. of LLS와도 비당한 有意性이 나타났고 5~10%의 범위에서 Eye d/HL No. of A, 幽門垂와 관련되고 있다.

SL/Ts는 78.49~85.8%(M:83.47±0.15, S;3.590) 범위로 玉井, 破廢, 昭陽, 衣林, 漢江産의 順序였고 HL/SL는 20%~24.6%(M:22.72±0.12, S;1.688)의 범위이며 漢江産과 衣林池産은 서로 같은 값으로 體長에 比하여 頭長이 길고 破廢 昭陽 玉井産은 相對的으로 頭長의 길이가 짧았다.

S-D/SL는 31.8~50%(M;42.77±1.08 S;6.795)로 棲息水域別 큰 차이가 있으며 昭陽湖産이 약간 주둥이에서 등지느러미까지의 거리가 길고 漢江産은 他地域産에 比하여 월등히 가깝다.

S-P/SL는 20~22%(M:21.10±0.12, S;1.528) 범위로 漢江産은 S-D가 가까운 대신 S-P까지의 거리는 제일 멀게 나타났다. 그러나 그 외의 水域에서는 유사하다. S-V/SL는 47~57%(M:50.6±0.28 S;3.744)범위로 分散度 값 3.744로 가장 變異度가 높게 나타났으며 漢江産이 가장 먼 거리에 위치하며 玉井産은 배지느러미가 주둥이 쪽으로 가장 가깝게 癒着되었다. S-A/SL는 73~79%(M:68.57, S;1.512)의 범위에 있으며 變異度가 높다. 뒷지느러미는 破廢産이 주둥이 쪽으로 가장 가깝게 癒着되었고 漢江産은 他水域産보다 훨씬 꼬리지느러미쪽에 치우쳐 있다.

DC/SL는 HL/SL과 同一한 傾向이며 Eye d/HL은 23.2~29.9%(M:27.37±0.26, S;2.687)의 범위로 破廢産은 23%로 가장 적은 眼徑을 가지고 있으나 他水域産은 26~30% 범위 안에 있었다. Snout/HL는 26.8~29.4%(M:27.97±0.05, S;1.225) 범위이며 破廢産은 眼徑이 가장 적는데 비하여 Snout 길이는 29.4%로 가장 길었다. 그러나 眼徑과 주둥이 길이 사이에는 關聯性이 없었으며 他水域産에서도 확인할 수 없었다. Eye/HL는 22~24.9%(M:23.62±0.09, S;1.774)범위이며 體高와 函數的 關係가 있었다.

나타나는 데 이것은 棲息環境에 敏感한 地域的 變異性으로서 地域間的 代表的 特性을 나타낼 수가 없었으나 Hamada (1953)가 北海道 3水塊에서 地域間에 비늘의 構造가 다르다고 表示한 비늘의 形態는 精確도가 稀박하다고 본다.

비늘의 環狀線은 背面과 腹面 그리고 尾部에는 正圓形鱗으로 後緣에만 隆起線이 나타나는 가장 後進性 비늘이며 側線邊과 꼬리자루 部位는 橢圓形鱗으로 安定性이 높았다. 漢江産에서는 대체적으로 비늘에 의한 年令査定이 가능했으나 他水域産에서는 불가능 하였든바는 Hamada(1953)와 一致되었다.

『鱗橫長과 鱗幅의 關係에서 昭陽湖産과 玉井湖産 빙어는 꼬리쪽에서 交叉되고 漢江産과 衣林池産은 뒷지느러미 끝 部位에서 가가워졌는데』 이는 棲息水域이 相異하면서 서로 닮은 樣狀으로 種的 類緣關係로 思料된다. 왜냐하면 비늘의 形態에서는 물론 體長과 體高에서도 전혀 相關關係가 나타나지 않으나 各 形質間的 有意關係(Table 2)에서 뚜렷한 관련성이 입증하고 있다.

隆起線의 數는 비늘 前緣 2~13, 後緣 0~75 범위로 頭部쪽이 적고 꼬리쪽이 등쪽보다 더 많으며 緯度가 낮은 玉井湖産이 他水域産보다 많은 것은 Ikeda et al.(1973)의 금붕어에서 시준된 바와 같이 비늘의 位置와 水溫關係에 의한 것이라 본다.

脊椎骨數는 53~59범위로 地域的 變異差가 거의 없는 것은 Sato와 Kato(1951), Hamada (1953)와 잘 一致하고 있다. 그러나 漢江産과 같이 흐름이 빠르고 海水의 影響을 받는 大江에서 棲息하는 水魚는 他水域産보다 모든 形質面에서 變異差가 컸으며, 脊椎骨에서도 2~3椎體가 더 많았는데 尾椎骨에서 增加된 것으로 腹椎骨은 地域的 變異度가 거의 없었다.

鰓耙數는 32~38(平均 34.78±0.03)로 上枝는 下枝에 比하여 1/2에 해당되었으며 上下枝 鰓耙數의 變動은 비슷하였다.

幽門垂의 數는 3~5(평균 4)에 比하여 日本産 4~7(평균 5)은 韓國産 빙어의 計數的 形質中 가장 差가 있었던 것이며, 보통 魚類의 幽門垂의 數는 冷水魚族에 많은 例를 벗어나 水溫이 높은 水域과도 큰 差

Table 2. Recognized significant differences in test of geographic differences in proportional measurements of various parts of body in *H. olidus* between any two of five different localities, P:Paro Lake, S:Soyang Lake, E: Euirim, H:Han River, and O:Ogjeong Lake.

Items	Locality denotation									
	P:S	P:H	P:E	P:U	S:H	S:E	S:O	H:E	H:O	E:O
1. SL/TL	>	>	>	>	>	>	<	<	<	<
2. HL/SL	=	<	<	=	<	<	=	=	>	>
3. S-D/SL	<	>	>	>	>	>	>	>	<	<
4. S-P/SL	>	<	>	>	<	=	=	>	>	=
5. S-V/SL	>	<	>	>	<	=	>	>	<	>
6. S-A/SL	<	<	>	>	<	>	=	<	>	<
7. DC/SL	=	<	<	=	<	<	=	=	>	>
8. Eye.D/HL	<	<	<	<	<	<	<	=	=	<
9. Snout/HL	>	>	>	>	<	>	=	=	>	>
10. UJ/HL	<	<	<	=	<	>	=	>	>	>
11. E-Eye/HL	>	=	=	>	<	<	=	=	>	>
12. No. of GR	>	<	=	<	<	<	=	>	>	=
13. No. of Vert.	=	<	=	=	<	<	=	=	>	>
14. No. of Pyloric	>	=	>	>	<	=	=	>	=	<
15. No. of LLS	<	<	<	<	<	>	>	>	>	=
16. No. of D	=	=	=	=	=	=	=	<	<	=
17. No. of P	=	<	=	<	<	=	>	=	>	>
18. No. of V	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=
19. No. of A	<	<	<	>	>	>	<	=	<	<
No. of Resemblances	7	5	8	8	3	7	13	9	4	7

Lettered symbols are referred to Table 1.

異가 없이 나타났다.

棲息水域別 形質間의 관련은 Table 2와 같이 나타났으며 棲息水域이 서로 다르면서 各 形質間에 7~13形質이 많은 것은 棲息水域의 生態系가 흡사한 경우로 해석되나 漢江産과는 5個形質밖에 많지 않은 것은 淸이한 生態系에 의한 것으로 料된다.

全棲息水域에서 採集된 總標本의 平均값을 基準形質(50%)로 하고 各 棲息區의 形質에 대한 平均値의 比로 Mosaic性을 나타낸 바 뚜렷한 形質差를 나타낼 수 있었다.

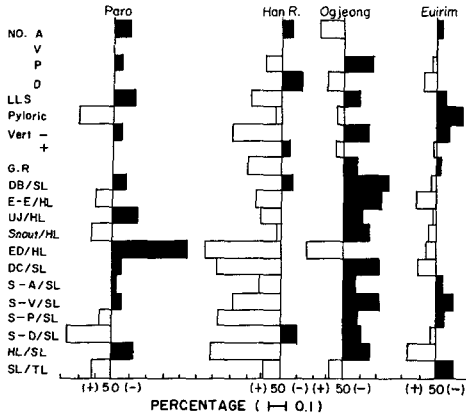


Fig. 9. The comparison of geographic distribution to meristic measurement characters of *H. olidus* in Korea.

50% (Standard character): Each morphological character value divided by total morphological character added each morphological character value.

+: Morphological character resembling standard character.

-: Morphological character less close to standard character.

破虜湖産 氷魚의 形質은 基準形質을 50%로 보았을 때 變異度가 98%의 많은 形質은 S-V/SL, S-A/SL, DC/SL, No. of Gill racker, No. of Vert, No. of D, No. of V.의 形質이었으며 S-D/SL, Eye d/HL는 90% 이하였고 그의 形質은 모두 95% 안에 있었다. 漢江産은 衣林池産과 類緣關係가 깊은 것이나 海水의 影響을 받는 곳으로 그 形態變異幅은 가장 큰 값을 나타내고 있다. 基準形質과는 Snout/HL, DC/SL, No. of Vert, No of Pyloric ceaca, No. of V, No. of A가 98% 많았으며 HL/SL, S-P/SL, S-V/SL, DC/SL, Eye d/HL는 90% 이하의 幅 넓은 變異였다.

衣林池産은 基準形質과 S-D/SL, S-P/SL, S-A/SL, Snout/SL, UJ/HL, DB/SL, No. of Vert, No of Pyloric ceaca, No. of V, A가 98% 이상 많았으며 90% 이하의 變異는 없고 HL/SL가 95%에 해당 되었다.

玉井湖産은 昭陽湖産과 類緣關係가 가장 깊은 形質로 基準形質과는 S-P/SL, S-A/SL, No. of Gill racker, Vert, Pyloric ceaca, V가 98%였고 90% 이하의 變異形質은 없으나 Eye-Eye/SL와 DC/SL는 95% 많았다.

이상의 各 棲息水域産中 衣林池産은 基準形質과 98% 이상 많은 水域인데 他 水域産보다 基準形質에 가까우게 많은 것은 緯度上 他水域의 中央에 위치한 地理的 原因에 의한 것으로 해석된다.

또 基準形質과 全棲息水域間에 98%이상 많은 共通形質은 No. of Vert, V이며 95%는 S-A/SL, No. of D의 2個形質이고 90%에서는 SL/TL, S-V/SL, Snout/SL, UJ/HL, Eye-eye/HL, No. of Gill racker, Pyloric ceaca, LLS. P, A이며 그 이하는 HL/SL, S-P/SL, Eyed/HL, DB/SL의 形質로 나타났다.

緯度上의 形質比較는 棲息水域別 集團間의 形質 (Table 1)과 形質相互間의 관련 (Table 2)을 참조하여 緯度別로 分離된 集團間에 發現된 形質의 比較는 棲息水域別 類緣關係가 없고 緯度差가 큰 破虜湖 (38°~39°), 衣林池 (37°~38°), 玉井湖 (35°~36°)의 氷魚에서 集團間의 形質變異를 比較考察한바 S-P/SL는 緯도가 높은 水域 (38°~39°)일수록 주둥이에서 가슴지느러미의 거리가 길고 緯도가 낮은 水域 (35°~39°)일수록 가슴지느러미는 주둥이 쪽에 치우쳐 있다.

S-V/SL은 緯도가 높은 水域일수록 S-P/SL와 반대 현상이었다.

S-A/SL은 緯도가 낮은 곳일수록 뒷 지느러미가 꼬리쪽으로 移動되어 있다.

Eyed/HL은 緯도가 낮은 水域일수록 큰데 濁度와 관계되는 것으로 사료된다.

Snout/HL은 緯도가 높은 水域일수록 주둥이 길이는 길고 눈은 작았다. 이것은 濁度에 따른 먹이 攝取의 差에 의한 進化로 보아진다.

윗턱길이는 緯도에 관계없으나 副上顎骨의 形態는 緯도가 낮을수록 마름모 꼴의 형태가 불규칙 四角形으로 그 下端과 左緣에 波狀의 屈曲이 길게 나타났다 (Fig. 3).

腹 椎骨數는 緯度가 높은 곳일수록 적은 반면 緯度가 낮은 곳일수록 많았다.

뒷지느러미 연조수는 緯度가 높은 곳에서 낮은 쪽일수록 많은 傾向이었다.

要 約

移殖된지 50餘年間に 걸쳐 土着分布한 水魚의 分布水域과 上顎骨, 지느러미의 軟條數, 비늘의 特性, 脊椎骨, 鰓耙數, 幽門垂, 形質間的 관련도 등을 比較檢討하여 分布水域에 따른 形質의 變異를 조사 比較檢討하고, 그 結果를 다음과 같이 要約한다.

1. 韓國產 水魚의 主 棲息水域은 破虜湖, 昭陽湖, 漢江, 衣林池, 玉井湖(雲岩湖)이고 이들과 關聯되는 流路에 土着分布되어 있었다.

2. 水魚의 形態變異는 各個體에 發現된 個個의 形質에 의하여 서로 다르게 나타나, 基準型에 地域의 平均값을 Mosaic型으로 比較한 바 基準型에 닮았거나 차이가 심한 것이 뚜렷하게 나타났다.

3. 棲息水域別로 가슴지느러미와 뒷지느러미의 軟條數, 가슴지느러미 앞길이/표준체장, 배지느러미 앞길이/뒷지느러미 앞길이, 眼徑, 副上顎骨, 幽門垂의 數, 비늘의 特性等 形質에서 심한 變異가 있었다.

4. 水魚의 地域의 形質變異中 가장 安定性을 나타낸 것은 배지느러미, 등지느러미의 軟條數와 鰓耙數, 脊椎骨數, 一縱列鱗數, 尾柄高, S-D/SL이었다.

5. 水魚의 비늘은 魚體部位에 따라 비늘의 모양, 焦點의 형태와 그 位置, 隆起線의 數가 다르며, 放射線이 없다.

6. 鱗橫長과 鱗幅과의 關係는 昭陽湖產과 玉井湖產 그리고 漢江產과 衣林池產이 各各 近親의 類緣關係로 나타났다.

7. 水魚의 地理的 形態變異는 濁度, 水溫, 鹽分의 環境要素와, 이 외에 緯度와 流速에도 깊은 關係가 있다고 생각된다.

이상의 結果에서 副上顎骨, 鱗橫長과 鱗幅과의 關係, 尾椎骨數, 眼徑과 頭長과의 比等은 地理的 形態變異의 檢索資料로 有用하다고 思料된다.

文 獻

Berg, L. S. 1932. Les Poisons des eaux douces de l'U. R. S. S. et des limitrophes. 3rd Ed. pt. 1, p. 284-285 (In Russian).

Chyung, Moon-Ki. 1977. The Fishes of Korea II. JI sa Fishing Co., Seoul. p. 136-137.

Hamada, K. 1953. Ecological studies of the pond smelt, *Hypomesus olidus* (Pallas)—1. On the local difference of the scale structure, Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. Vol. 19(2), 75-78.

Hamada, K. 1961. Taxonomic and ecological studies of the genus *Hypomesus* of Japan, Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ. 9 (1), 1-56.

藤本政男. 1928. わかさぎ 移殖試驗. 朝鮮總督府水試. p. 472.

Ikeda, H., H. Ozaki and H. Yatuda. 1973. Growth of scales in goldfish. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 39(1), 23-25 (In Japanese).

Jordan, D. S. and C. L. Hubbus. 1925. Record of fishes obtained by David Starr Jordan in Japan, 1922. Mem. Carneg. Mus. 10(2), 151-152.

Matsubara, K. 1955. Fish Morphology and Hierarchy Iwazaki-Shoten. Tokyo, Japan. pp. 1605+135 pls.

Matsushima, Ishida and Kafuku. 1972. Studies on hybrid between carp and "Kawachi" crucian carp - 4. Morphological analysis of F4 hybrids. Hyogo Suishi Jigyo Hokoku, 109-125.

Nojima, S. 1938. On the difference of *Hypomesus olidus* (Pallas) and *Hypomesus japonicus* (Brevoort). Bull. Salmon, Hokkaido Sake-Masu Hogo-Kyokai, No. 36, 1-4 (Text in Japanese)

Pallas. 1811. Zoographia Rosso-Asiatica. 3. 391.

Sato, R. and Y. Kato. 1951. Influence of natural environmental conditions on the vertebral number of the pond smelt, *Hypomesus olidus* (Pallas). Ibid., 2(1), 28-33.

Schmidt, P. 1904. Pisces marinum orientarium inperii rossici. p. 281.

Ryu, B. S. 1974. Ecological study of pondsmelt, *Hypomesus olidus* (Pallas) in Woonam Reservoir. 2. Spawning and physical environment of pond-smelt in Woonam. Kor. J. Limn. 7(1, 2), 43-48.