

# 넙치 *Paralichthys olivaceus*와 강도다리 *Platichthys stellatus* 잡종의 형태적 특징

남명모 · 변순규 · 이배익 · 이종하 · 김이청\*

국립수산과학원

**Morphological Characteristics of the Hybrids of Female Flounder *Paralichthys olivaceus* and Male Starry Flounder *Platichthys stellatus* by Myung-Mo Nam, Soon Gyu Byun, Bae Ik Lee, Jong Ha Lee and Yi Cheong Kim\*** (National Fisheries Research and Development Institute, Uljin 767-863, Korea)

**ABSTRACT** Morphological characteristics of the cross-bred F<sub>1</sub> hybrid between female *Paralichthys olivaceus* and male *Platichthys stellatus* were studied. The hybrids showed common biological characteristics of both parents, but showed more morphological similarity to *P. stellatus* than *P. olivaceus* in the following biometrics: higher ratios of body length to body height (56.3%), head length to snout length (20.6%), and head length to upper jaw length (34.2%). They also showed some significant biometric characteristics similar to *P. stellatus*, such as ratios of predorsal length (10.5%), prepectoral length (32.2%), preventral length (29.8%), and preanal length (28.0%) to body length. The hybrids had black spots on the dark brownish-green area near the eyes, and they lacked the small bony tubercles that area characteristic of *Platichthys stellatus*. The hybrids had unique bands: 6~20 bands on the dorsal fin and 5~10 bands on the anal fin that gradually lost their coloration towards the fin margins. The number of fin rays were 60~66 for dorsal fin, 40~51 for anal fin, 18~21 for caudal fin, and 11~12 for pectoral fin. The gills of the hybrids contained 13~18 gill rakers and 73~98 gill filaments. The vertebrae of the hybrids numbered 34~37, with 2~3 vertebrae fused from the start of the caudal vertebrae.

**Key words** : Hybrid, flounder, starry flounder, morphological characteristic

## 서 론

어류에서 중간 잡종 유도는 생물학적으로 종의 분류학적 위치를 구명하기 위하여 이루어져왔으나(Duyvene de Wit, 1960; Susuki and Hibiya, 1984; 김과 김, 1993) 양식업이 급속하게 발전하면서 산업적으로 우량형질을 가진 종과 이종 교배를 통하여 경제성 있는 형질을 얻기 위해서도 시도되고 있다(Dunham *et al.*, 1982; Chevassus, 1983; Kim *et al.*, 1995; 김 등, 1995; 박 등, 1996; 이 등, 1997; Li *et al.*, 2006). 넙치는 우리나라 전연안과 일본, 발해만 및 동중국해 연안에 이르는 온수성 지역에 제한되어 분포하며, 몸이 긴 타원형이고 납작하며 24°C 전후에서 성장이 양호하다. 그러나

강도다리는 우리나라에서는 동해에만 분포하고, 국외로는 일본 중부 이북, 러시아 연해주와 오호츠크해, 베링해, 그리고 미국 캘리포니아만에 이르는 저수온대에 광범위하게 분포하는 대형 종으로서 몸이 마름모꼴로 체고가 높고 체폭이 두터워 가식부위가 많고, 14~20°C의 저수온에서 성장이 양호하다(정, 1977; 손, 1980; Eschmeyer *et al.*, 1983; Masuda *et al.*, 1988; Nakabo, 2000; 김 등, 2001). 이와 같이 서식처, 서식환경 및 몸의 형태가 상당히 다른 이종간 교배에서도 잡종생산이 가능하였다.

본 연구에서는 성장이 빠른 넙치 *Paralichthys olivaceus* (Temminck et Schlegel)와 낮은 수온과 염분에서도 잘 성장하는 강도다리 *Platichthys stellatus* (Pallas)를 교배하여 환경변화에 강하고 성장이 빠른 품종을 개발하면서 탄생한 잡종 개체의 새로운 형태적 특징을 보고하고, 분류군의 과

\*교신저자: 김이청 Tel: 82-55-546-3521, Fax: 82-55-546-6292, E-mail: yckim@nfrdi.go.kr

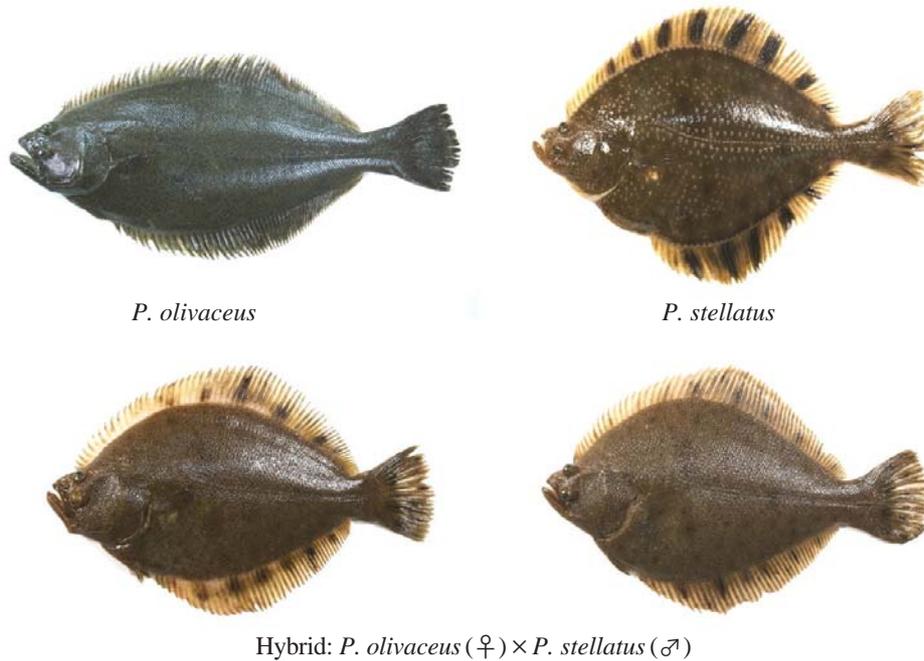


Fig. 1. External morphologies of *P. olivaceus*, *P. stellatus*, and hybrid between female *P. olivaceus* and male *P. stellatus*.

가 다른 양친과 잡종간의 형태적 연관성을 비교하고자 한다.

### 재료 및 방법

실험 재료는 경북연안 자연산 강도다리 수컷과 양식산 넙치 암컷을 2006년 5월 인공교배시켜 20개월간 유수식으로 배합사료로 사육한 평균체장 195.3 mm (평균체중 214.7 g) 잡종, 같은 기간 사육한 평균체장 163.3 mm (평균체중 151.3g) 강도다리 및 평균체장 248.0 mm (평균체중 269.1g) 넙치 각 30개체를 대상으로 하였다. 외부형태조사는 10% 포르말린에 고정된 후 각 부위를 1/20 mm vernier caliper로 Hubbs and Lagler (1958) 방법에 따라 측정, 계수하였으며, 새파는 제1새궁의 바깥쪽 것을 대상으로 조사하였다.

### 결과 및 고찰

강도다리 수컷과 넙치 암컷의 인공 교배로 탄생한 잡종 개체의 형태는 양친의 중간 형태이지만 강도다리에 조금 더 가까웠으며 (Fig. 1), 그 형태적 특징은 다음과 같았다.

#### 1. 체 형

강도다리는 체장에 대한 체고 비율이 평균 62.7%로서 체고가 아주 높아 체형이 마름모꼴에 가까우나, 넙치는 체

장에 대한 체고 비율이 42.5%로서 체고가 낮아 체형이 길쭉한 타원형이다. 이 두 종을 인공수정 시켜 만든 잡종은 체장에 대한 체고 비율이 56.3%로서 개체에 따른 체고 차이가 다소 있으며, 체고가 강도다리보다는 낮으나 넙치보다는 상당히 높아서 조금 측면 된 마름모꼴에 가깝다 (Fig. 1, Table 1). 잡종은 체장에 대한 체폭비 역시 10.0%로서 강도다리 (11.0%)보다는 낮으나 넙치 (7.6%)보다는 상당히 높아서 체폭이 두터운 강도다리 체형에 다소 가깝다 (Table 1).

강도다리는 가자미 과 (Pleuronectidae)에 속하는 여타 어류와는 달리 눈이 왼쪽에 있으나 알래스카와 캘리포니아에 서식하는 개체는 50% 이상 오른쪽에 눈이 있다 (정, 1977). 넙치도 눈이 왼쪽에 있고, 이들의 잡종 역시 모두 눈이 왼쪽에 있다.

강도다리는 입이 작아서 두장에 대한 주둥이 길이 비율이 20.0%이고, 넙치는 25.7%로서 입이 큰 편이며, 이 두 종의 잡종은 두장에 대한 주둥이 길이 비율이 20.6%로서 입이 작고, 두장에 대한 상악장 비율 역시 34.2%로서 넙치 (44.2%)보다는 강도다리 (28.1%)에 가깝다. 또한 잡종은 체장에 대한 두장 33.1%, 전배기장 10.5%, 전흉기장 32.2%, 전복기장 29.8%, 전둔기장 28.0%로서 강도다리에 다소 가깝다 (Table 1).

#### 2. 체 색

강도다리는 눈이 있는 쪽의 몸은 암황록색 바탕에 옅은 암갈색 얼룩반점이 흩어져 있으며, 넙치는 황암갈색 바탕에

**Table 1.** Comparison of meristic counts and measurement proportions in *Paralichthys olivaceus*, *Platichthys stellatus* and its reciprocal hybrids

Characteristics	<i>Paralichthys olivaceus</i>	Hybrid <i>P. oliv.</i> (♀) × <i>P. stell.</i> (♂)	<i>Platichthys stellatus</i>
No. of fish specimens	30	30	30
Standard length (mm)	248.0 ± 17.9 (198.7 ~ 275.2)	195.3 ± 13.9 (172.1 ~ 225.1)	163.3 ± 15.0 (135.9 ~ 205.0)
In % of standard length			
Head length	28.5 ± 1.1 (26.6 ~ 31.7)	33.1 ± 1.5 (30.8 ~ 36.1)	32.7 ± 1.9 (29.2 ~ 36.1)
Body depth	42.5 ± 1.6 (40.2 ~ 46.5)	56.3 ± 3.3 (46.0 ~ 64.2)	62.7 ± 3.7 (57.1 ~ 70.4)
Body width	7.6 ± 0.5 (6.6 ~ 9.1)	10.0 ± 1.2 (6.6 ~ 12.4)	11.0 ± 1.0 (9.1 ~ 13.2)
Predorsal length	9.3 ± 1.3 (7.3 ~ 13.7)	10.5 ± 0.8 (9.0 ~ 11.9)	10.5 ± 0.9 (8.5 ~ 12.6)
Prepectoral length	28.8 ± 1.0 (27.2 ~ 31.1)	32.2 ± 1.5 (29.5 ~ 35.7)	32.4 ± 1.7 (29.0 ~ 35.9)
Preventral length	25.2 ± 1.2 (23.2 ~ 28.3)	29.8 ± 1.5 (27.1 ~ 34.4)	31.9 ± 2.1 (24.4 ~ 34.7)
Preanal length	24.5 ± 2.7 (20.9 ~ 37.3)	28.0 ± 1.7 (24.5 ~ 31.6)	29.9 ± 1.7 (26.5 ~ 33.8)
Caudal peduncle length	4.9 ± 0.7 (4.0 ~ 7.0)	4.8 ± 1.2 (2.6 ~ 7.4)	6.8 ± 1.1 (5.3 ~ 9.3)
Dorsal fin base length	88.0 ± 1.3 (85.8 ~ 90.4)	87.2 ± 1.4 (84.0 ~ 89.4)	85.2 ± 1.9 (78.0 ~ 88.0)
Anal fin base length	70.1 ± 1.7 (65.5 ~ 73.4)	66.7 ± 1.7 (63.2 ~ 69.9)	62.8 ± 2.3 (56.4 ~ 66.5)
In % of head length			
Eye diameter	14.8 ± 1.1 (12.8 ~ 17.3)	14.9 ± 0.9 (13.2 ~ 17.0)	16.7 ± 0.9 (15.2 ~ 18.4)
Snout length	25.7 ± 1.2 (23.8 ~ 27.3)	20.6 ± 1.2 (18.2 ~ 23.1)	20.0 ± 1.4 (17.8 ~ 23.1)
upper jaw length	44.2 ± 1.4 (40.6 ~ 47.4)	34.2 ± 1.4 (29.9 ~ 37.5)	28.1 ± 1.4 (26.5 ~ 31.6)
In % of dorsal fin length			
Anal fin length	101.2 ± 5.3 (88.2 ~ 113.5)	98.6 ± 5.1 (87.2 ~ 107.4)	94.5 ± 6.8 (81.7 ~ 108.5)
Pectoral fin length	122.1 ± 8.9 (106.8 ~ 145.0)	110.5 ± 8.5 (92.4 ~ 125.6)	97.7 ± 8.1 (78.6 ~ 113.5)
Pelvic fin length	80.8 ± 4.9 (69.0 ~ 90.4)	74.9 ± 4.4 (63.6 ~ 81.9)	75.5 ± 5.7 (65.7 ~ 87.0)
In % of dorsal fin base length			
Anal fin base length	80.3 ± 4.2 (74.5 ~ 100.1)	76.5 ± 2.0 (72.0 ~ 79.8)	73.7 ± 2.0 (68.3 ~ 76.9)
Counts			
Vertebrae	37 ~ 38	34 ~ 37	34 ~ 37
Gill rakers	21 ~ 26	13 ~ 18	10 ~ 14
Gill filaments	100 ~ 126	73 ~ 98	65 ~ 81
Dorsal fin rays	77 ~ 84	60 ~ 66	55 ~ 68
Pectoral fin rays	12 ~ 13	11 ~ 12	11 ~ 12
Pelvic fin rays	6	6	6
Anal fin rays	53 ~ 64	40 ~ 51	37 ~ 53
Caudal fin rays	16 ~ 20	18 ~ 21	16 ~ 21

mean ± SD (min ~ max)

아주 작은 검은 점과 흰색의 작은 둥근 반점이 골고루 흩어져 있고 몸통 중앙에 3개의 암갈색 둥근 반점이 삼각형 모양으로 위치한다(Fig. 1). 눈이 없는 쪽은 강도다리와 넙치 모두 몸 빛깔이 흰색이다. 강도다리와 넙치 잡종은 눈이 있는 쪽은 암황록색 바탕에 옅은 검은 얼룩이 흩어져 있으며, 넙치에 있는 검은 점과 흰색의 작은 둥근 반점은 없고 강도다리에 있는 옅은 암갈색 얼룩반점은 불분명하게 흩어져 있어 전체적으로 강도다리에 다소 가깝다. 눈이 없는 쪽은 흰색 바탕에 황갈색 얼룩이 몸통 외연에 있다. 이 황갈색 얼룩은 넙치나 가자미류를 인위적으로 생산하여 육상수조에서 사육할 때 나타나는 현상이다.

강도다리와 넙치 지느러미는 옅은 황갈색이다. 넙치는 기조를 따라 아주 작은 암갈색 점이 흩어져있고, 강도다리는 등지느러미, 뒷지느러미, 그리고 꼬리지느러미 양쪽에 흑색 줄무늬가 뚜렷하게 있다. 강도다리의 등지느러미에는 8~10개, 뒷지느러미에는 5~7개의 흑색 가로띠가 크고 두렷하게 있으며, 각 흑색 가로띠는 2~3개의 기조와 기막에 걸쳐 있다. 강도다리와 넙치 잡종의 지느러미는 옅은 황갈색이

고 등지느러미에 6~20개, 뒷지느러미에 5~10개의 가로띠 무늬가 있으나 이 무늬는 강도다리에서 보다 크기가 작으며 가장자리로 갈수록 흐려져 불명료한 암갈색 반점모양이거나 기조를 따라 암갈색이 열게 흩어져 반문갯수를 정확하게 셀 수 없다(Fig. 1). 강도다리에는 꼬리지느러미에 4~6개의 흑색 가로띠가 크고 두렷하게 있으나 잡종에는 꼬리지느러미의 기조를 따라 불명료하고 크기가 일정하지 않은 암갈색 얼룩무늬가 있다.

### 3. 측 선

강도다리에서는 가슴지느러미 윗부분에서 완만하게 조금 위로 휘어져 있으나 전체적으로는 일직선상으로 몸 양쪽에 잘 발달되고, 넙치에서는 가슴지느러미 윗부분에서 반원형으로 높게 위로 휘어진다. 잡종의 측선은 몸 양쪽에 잘 발달되고 넙치처럼 가슴지느러미 윗부분에서 뚜렷하게 위로 휘어진 후 체측 중심을 따라 직선으로 미부까지 이어진다(Fig. 1).

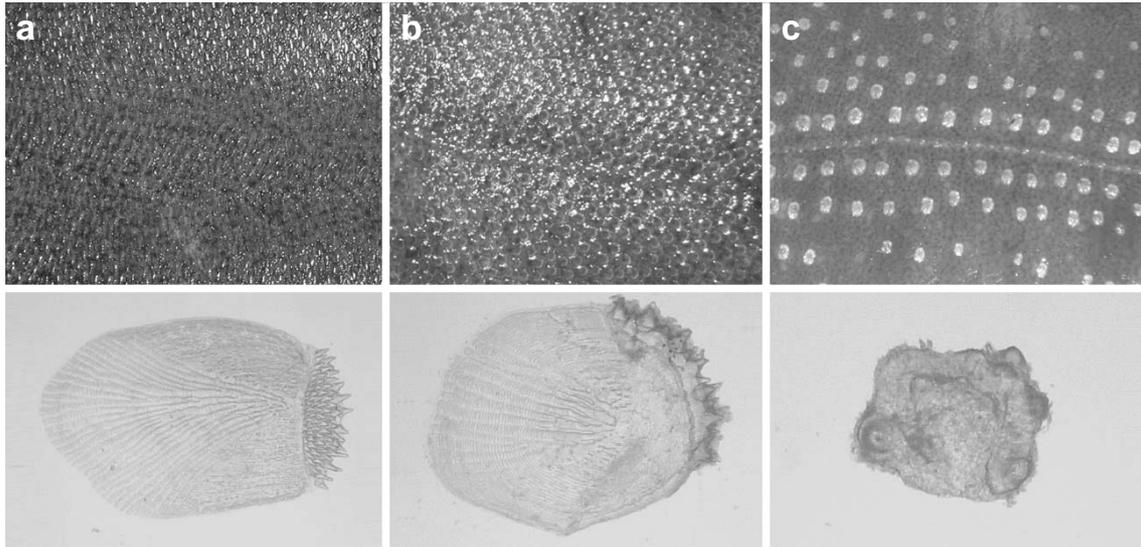


Fig. 2. Scales on ocular side. a=*P. olivaceus*, b=hybrid, c=*P. stellatus*.

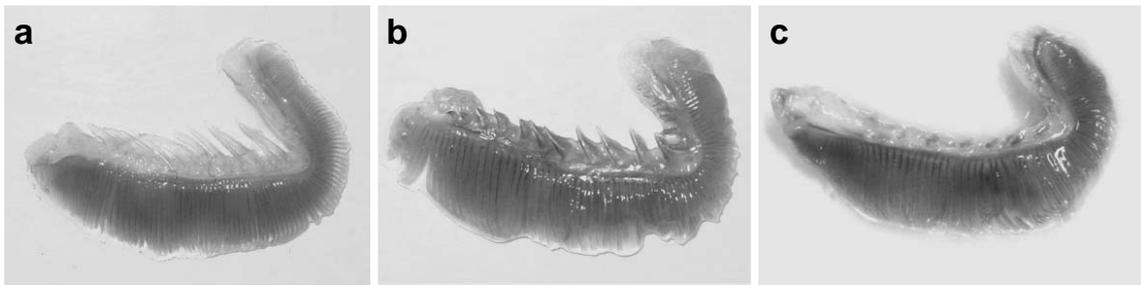


Fig. 3. First gill arch on ocular side. a=*P. olivaceus*, b=hybrid, c=*P. stellatus*.

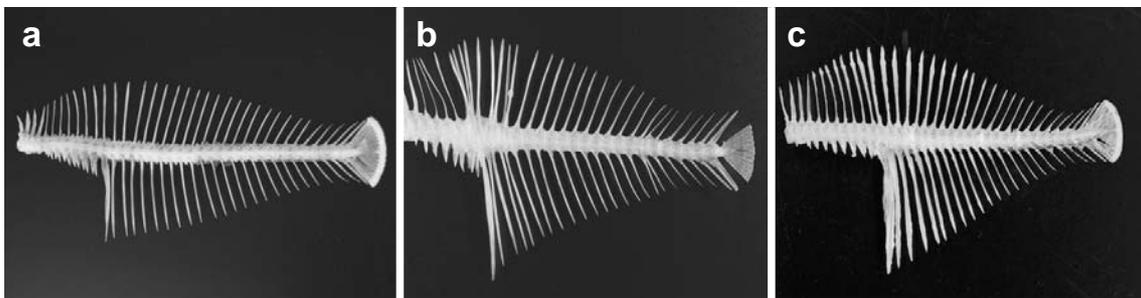


Fig. 4. Comparison of vertebrate, lateral view. a=*P. olivaceus*, b=hybrid, c=*P. stellatus*.

#### 4. 골판과 비늘

강도다리의 몸체 전체 즉, 머리, 몸통, 꼬리자루와 등지느러미 및 뒷지느러미 기저부에 거친 별모양의 작은 돌기물이 골고루 흩어져 있으며, 비늘은 아주 작고 조잡하고 옆줄에는 비늘이 없다(정, 1977; Morrow, 1980). 넙치는 빗비늘

이며 체측 전체에 골고루 분포한다. 강도다리와 넙치 잡종은 강도다리 체측에 산재해 있는 거친 별모양의 작은 골판(Fig. 2c)은 없으며, 넙치와 유사하게 체측 전체에 빗비늘이 덮여있고 비늘 모양도 비슷하지만 뒤 가장자리에 나타나는 소극(cteni)이 가장자리에 2줄로 나란하고 넙치 비늘보다 다소 커서 차이가 있다(Fig. 2b).

5. 지느러미

잡종의 등지느러미 기조수는 60~66개로서 강도다리(55~68)와 비슷하나 넙치(77~84)보다는 많이 적고, 뒷지느러미, 가슴지느러미 및 꼬리지느러미 등 각 지느러미 기조수 역시 수컷인 강도다리에 더 가깝다(Table 1).

6. 아가미

잡종 아가미의 새파는 견고하고 뾰족한 피침형(Fig. 3b)으로서 강도다리와 넙치의 중간 모양이다. 그러나 새파수는 13~18개, 새사수는 73~98개로서 강도다리(새파수 10~14, 새사수 65~81)보다는 조금 많지만 넙치(새파수 21~26, 새사수 100~126)보다는 현저하게 적어 강도다리에 다소 가깝다(Table 1).

7. 척 추

잡종의 척추골은 넙치보다 추체가 크고 신경극과 혈관극이 길어 강도다리의 척추골 형태에 가까우며, 척추골 갯수는 복추골 10~11개와 미추골 23~27개 등 모두 34~37개로서, 넙치(37~38) 보다 적고, 강도다리(34~37개)와 비슷하다, 잡종에서는 척추융합이 많았는데, 특히, 미추골 시작부위에서 척추골 2~3개가 융합된 개체가 많았다(Fig. 4).

강도다리는 돌가자미(*Kareius bicoloratus*)와 잡종이 이루어지는 것으로 알려져 있으며(Morrow, 1980; Masuda *et al.*, 1988), 분류군의 과를 달리하는 넙치와도 잡종이 이루어져 성어로 성장하였다. 가자미 과와 넙치 과 사이의 잡종은 범가자미 수컷과 넙치 암컷에서도 이루어지며(김 등, 1995; 이 등, 1997), 부화, 생존, 성장 등이 양친과 큰 차이 없으므로 가자미 목에 속하는 가자미 과와 넙치 과는 유연관계가 아주 가까운 것으로 판단된다. 일반적으로 잡종은 생존율이 낮고 기형발생이 많으며, 형태는 양친의 중간형질을 나타낸다(Chevassus, 1983). 메기 종간잡종(*Clarias fuscus* × *C. lazera*)에서는 암컷의 형태에 더 유사하며(Wu *et al.*, 1990), 넙치와 범가자미의 잡종에서도 자어의 성장 및 형태변화가 암컷인 넙치의 영향을 강하게 받는 것으로 알려져 있다(김 등, 1995). 그러나 강도다리와 넙치의 잡종에서는 생존율이 90%로 높고, 외부형태적인 기형은 거의 관찰되지 않으며, 잡종의 형태는 수컷인 강도다리에 좀더 더 유사하여 차이가 있었다.

요 약

넙치 암컷과 강도다리 수컷을 인공교배하여 만든 잡종의 형태적 특징을 조사하였다. 잡종은 두 종의 중간 형태를 나

타내지만 대부분의 형질이 수컷인 강도다리에 조금 더 가까웠다. 잡종은 체장에 대한 체고 비율이 56.3%로서 체고가 높고, 두장에 대한 문장 비율 20.6%, 두장에 대한 상악장 비율 34.2%이었으며, 체장에 대해 전배기장 10.5%, 전흉기장 32.2%, 전복기장 29.8%, 전둔기장 28.0%로서 강도다리 체형에 다소 가까웠다.

눈이 있는 쪽은 암황록색 바탕에 옅은 검은 얼룩이 흩어져 있으며, 강도다리 체측에 산재해 있는 작은 골판은 없다. 등지느러미에 6~20개, 뒷지느러미에 5~10개의 가로띠 무늬가 있으나 가장자리로 갈수록 흐려져 불명료해진다. 지느러미 기조수는 등지느러미 60~66, 뒷지느러미 40~51, 꼬리지느러미 18~21, 가슴지느러미 11~12개였으며, 아가미의 새파수 13~18, 새사수 73~98개였다. 척추골수는 34~37개였으며, 미추골 시작부위에서 척추골 2~3개가 융합된 개체가 많았다.

인 용 문 헌

김경길 · 방인철 · 김 윤 · 김동수. 1995. 유도된 넙치와 범가자미 간 잡종 자어의 생존 및 성장에 관한 연구. 한국양식학회지, 8: 69-76.

김용억 · 명정구 · 김영섭 · 한경호 · 강충배 · 김진구. 2001. 한국 해산어류도감. 도서출판 한글, 부산, 382pp.

김익수 · 김소영. 1993. 한국산 송사리 두 종의 교잡실험. 한국어 류학회지, 5: 113-121.

박인석 · 김병기 · 김종만 · 최경철 · 김동수. 1996. 무지개송어 (*Oncorhynchus mykiss*)와 은연어 (*O. kisutch*) 간의 잡종 및 잡종 3배체 생산. 한국양식학회지, 9: 133-140.

손용호. 1980. 조선동해어류지. 과학백과사전출판사, 평양, 464pp.

이영돈 · 나오수 · 송춘복 · 노 섬 · 이화자 · 박준현. 1997. 넙치와 범가자미 교잡종의 성장과 성현상. 한국양식학회지, 10: 179-187.

정문기. 1977. 한국어도보. 일지사, 서울, 727pp.

Chevassus, B. 1983. Hybridization in fish. *Aquaculture*, 33: 245-262.

Dunham, R.A., R. Smitherman, M. Brooks, M. Benchakan and J. Chappell. 1982. Paternal predominance in reciprocal channel-blue hybrid catfish. *Aquaculture*, 29: 389-396.

Duyvene de Wit. 1960. Hybridization experiments in rhodeine fishes (Cyprinidae, Teleostei). The interspecific hybrids of *Rhodeus ocellatus* and *Rhodeus sericeus*. *Jap. J. Ichthyol.*, 8: 7-9.

Eschmeyer, W.N., E.S. Herald and H. Hammann. 1983. A field guide to pacific coast fishes of North America. Houghton Mifflin Company, Boston, U.S.A. 336pp.

Hubbs, C.L. and K.F. Lagler. 1958. Fishes of the Great Lakes region. *Bull. Cranbrook Inst. Sci.*, 26: 1-213.

Kim, D.S., Y.K. Nam and I.S. Park. 1995. Performance of diploid

- and triploid hybrid loach, *Misgurnus mizolepis* female  $\times$  *M. anguillicaudatus* male. *Aquaculture*, 137: 326-327.
- Li, J., Q. Zhang, J. Qi, X. Wang and Z. Wang. 2006. Embryonic and larval development in hybrid between *Paralichthys olivaceus* (female) and *Verasper variegates* (male). *J. Fish. Sci. China*, 13: 732-739.
- Masuda, H., K. Amaoka, C. Araga, T. Uyeno and T. Yoshino. 1988. *The Fishes of Japanese archipelago*. 2nd ed. Tokai Uni., Tokyo, 466pp.
- Morrow, J.E. 1980. *The freshwater fishes of Alaska*. University of B.C. Animal Resources Ecology Library, 248pp.
- Nakabo, T. 2000. *Fishes of Japan with pictorial keys to the species*. 2nd ed. Tokai Uni., Tokyo, 1748pp.
- Susuki N. and T. Hibiya. 1984. Development of eggs larvae of two bitterlings, *Rhodeus atremius* and *R. suigensis* (Cyprinidae). *Jap. J. Ichthyol.*, 31: 287-296.
- Wu, G., J. Luo, K. Chen, C. Xian, G. Lin, Z. Wang, Z. Lin, J. Luo and K. Pan. 1990. Analysis and comparison of morphology and cytology between the F sub (1) hybrid catfish (*Clarias fuscus*  $\times$  *C. lazera*) and its parents. *Acta Hydrobiologica Sinica*, Wuhan, 14: 328-335.