

문치가자미, *Pleuronectes yokohamae*와 도다리, *Pleuronichthys cornutus*의 계측형질 비교

박인석†

한국해양대학교(교수)

Comparison of Morphometric Characteristics between Marbled Sole, *Pleuronectes yokohamae* and Fine-Spotted flounder, *Pleuronichthys cornutus*

In-Seok PARK†

Korea Maritime & Ocean University(professor)

Abstract

A closely associated set of characteristics was analyzed to discriminate between the morphologically similar marbled sole, *Pleuronectes yokohamae* and fine-spotted flounder, *Pleuronichthys cornutus*. With the arc sin square root transformation, 19 measurements relative to the standard length and another 18 measurements relative to the head length of each species of Pleuronectidae were compared statistically. One classical and 2 truss dimensions of each 19 morphometric trait for the marbled sole showed higher values than those of fine-spotted flounder respectively ($p < 0.05$). Two classical and 5 truss dimensions of each 19 morphometric trait for the fine-spotted flounder showed higher values than those of marbled sole respectively ($p < 0.05$). In the head part dimension of the two species, the pectoral fin length and the pelvic fin length of marbled sole were longer than those of fine-spotted flounder, while the eye diameter and the distance between the pectoral fins of fine-spotted flounder were longer than those of marbled sole. According to the above results of this study, we can reach a conclusion that the two species of Pleuronectidae can be adequately distinguished with the external shape of their body. We hope that these results of this study could serve as a taxonomical parameter in identifying Pleuronectidae family.

Key words : *Pleuronectes yokohamae*, *Pleuronichthys cornutus*, Classical dimension, Head part dimension, Truss dimension

I. 서론

문치가자미, *Pleuronectes yokohamae* (Günther, 1877)는 가자미목(Pleuronectiformes), 가자미과(Pleuronectidae)에 속하는 냉수성 저서 해산어종으로서 우리나라 전 해역, 일본 북해도 동부 이남 및 동 지나해 등에 분포하며, 바닥이 모래와 진흙으로 된 연안에 서식하며, 주로 갯지렁이류

를 먹으며 산란은 12월~2월에 걸쳐한다(Kim and Youn, 1994; Kim et al., 2005). 문치가자미는 여타 가자미과 어류와 동일하게 낚시, 자망 및 새우조망 등으로 어획하며 회, 구이 및 탕 등의 식재료로 연중 고가로 거래되고 있는 상업적 가치가 높은 고급 수산자원으로 알려져있다(Huh et al., 2012).

이러한 문치가자미를 대상으로 한 현재까지의

† Corresponding author : 051-410-4321, ispark@kmou.ac.kr

국내 연구로는 생식(Kang et al., 1985; Lee et al., 1985; Kim et al., 2006; Seo et al., 2010), 발생(Kim et al., 1983; Han et al., 2001), 광반응 생리 및 정자 생리(Yang, 1986; Kho et al., 1997), 자원량 조사(Park and Simizu, 1991), 성장(Kim et al., 1991; Yang et al., 2017), 세포유전학적 연구(Park and Lee, 2005) 및 식성(Kwak and Huh, 2003; Huh et al., 2012)에 관하여 보고되고 있다.

도다리, *Pleuronichthys cornutus* (Temminck and Schlegel, 1846)는 가자미목(Pleuronectiformes), 가자미과(Pleuronectidae)에 속하는 저서 해산어종으로서 우리나라 전 연안, 일본, 북해도 이남, 대만 및 중국해 등에 분포하며, 수심 100 m 미만의 모랫바닥이나 개펄바닥에 서식하고, 작은 조개류와 갑각류를 먹으며 산란은 늦가을에서 봄 사이에 걸쳐 연안에서 한다(Kim et al., 2005). 이러한 도다리를 대상으로 한 현재까지의 국내 연구로는 유전적 분석(Park et al., 1994) 및 해안오염 진단(Choi et al., 1997a, 1997b, 1997c)이 있다.

종(species) 간 혹은 집단(population)을 대상으로 한 형태학적 연구는 현재까지 전반적인 체형 및 특정한 해부학적 형태에 의해 파악되고 비교·분석된다(Straüss and Bond, 1990; Park et al., 2004). 계측형질(morphometric characteristics)은 종의 특정 부위의 유·무 및 숫자를 파악하는 계수형질(meristic characteristics, countable characteristics)과는 달리, 해당 생물을 대상으로 길이 단위(mm, cm 및 m)로 측정하여 비교·분석할 수 있다. 어류를 대상으로 한 이러한 계측형질의 적용은 비록 계측형질이 환경적으로 야기된 변이로 인하여 변할 수도 있어 그 적용에 있어 제한적일 수는 있지만, 어류에서의 체형은 전적으로 유전적 요인에 의하여 결정된다(Taylor and McPhail, 1985; Curren et al., 1989; Park et al., 2001b).

어류를 대상으로 한 계측형질 파악은 기본적으로 다음과 같은 3가지 연구 측면에서 시도되고 있다. 첫째, 성적이형과 종에서의 구별(Quellette and Qadri, 1968; Park et al., 2001a) 및 불확실한

잡종(hybrid)과 같은 미확인 종의 확인(Neff, 1987; Park et al., 2003); 둘째, 종과 집단에서의 형태 변이 양상 구명(Winans, 1985; Lee and Kim, 1990; Park et al., 2001b); 그리고 셋째, 생물 분류 차원에서 생물계통적 동정, 분류와 이들 연관관계의 확인이다. 계측형질에 의한 어체형 조사는 어체 형태나 기능에 기준한 해부학적 경계표(land mark)들 간의 거리 측정에 의한, classical dimension 과 truss dimension 2가지 측정법에 의해 이루어진다(Straüss and Bookstein, 1982; Park and Oh, 2020). Classical dimension은 어체 길이 측에 연관된 계측형질로 지금까지 지속적으로 사용·연구되고 있다(Straüss and Bond, 1990). Truss dimension은 어체 길이 측에 연관된 계측형질들은 물론, 어체 체고 관련 계측형질들을 계측형질 측정시 포함하고 있어 classical dimension에 비해 이론적으로 체형 파악에 더욱 유리하다(Straüss and Bookstein, 1982; Curren et al., 1989; Park et al., 2001a, 2004; Park and Oh, 2020).

우리나라에서의 어류를 대상으로 classical dimension 및 truss dimension을 각각 사용하여 분류 차원에서 연구된 보고로 담수어에서는 각시붕어, *Rhodeus uyekii* (Kim et al., 2012; Goo et al., 2014), 떡납줄갱이, *R. notatus* (Kim et al., 2012), 가시붕어와 떡납줄갱이 간 정교배체 및 상반교배체(Kim et al., 2012), 돌고기, *Pungtungia herzi* (Park et al., 2015a), 가는돌고기, *Pseudopungtungia tenuicarpa* (Park et al., 2015a), 2배체와 자연발생적 3배체의 붕어, *Carassius auratus*, 떡붕어, *C. cuvier* 및 잉어, *Cyprinus carpio* (Lim et al., 2017), 2배체와 유도 3배체, 메기, *Silurus asotus* (Park, 2020)가 있으며 해산어에서는 볼락, *Sebastes inermis* (Park et al., 2015a), 조피볼락, *S. schlegeli* (Park et al., 2015a), 뱀에돔, *Girella punctate*, 긴꼬리뱀에돔, *G. leonina* (Lim et al., 2016b), 자바리, *Epinephelus bruneus* (Lim et al., 2016a), 붉바리(*E. akaara*)(Lim et al., 2016a), 능성어(*E. septemfasciatus*)(Lim et al., 2016a), 참조기,

Larimichthys polyactis (Park and Oh, 2020) 및 부세, *L. crocea* (Park and Oh, 2020)가 있다.

또한, classical dimension 및 truss dimension을 각각 사용하여 성적이형(sexual dimorphism)을 조사한 보고로는 해산어에서 복섬, *Takifugu niphobles* (Kim et al., 2017)과 자리돔, *Chromis notata* (Park and Lee, 2018)이 있다. Classical dimension 및 truss dimension을 각각 사용하여 기아시그 효과를 본 연구로는 담수어에서는 버들치, *Rhychocephalus oxycephalus* (Park et al., 2001b; Park, 2004; Park, 2021b), 연어, *Oncorhynchus keta* (Seong et al., 2012) 및 미꾸리, *Misgurnus anguillicaudatus* (Hur et al., 2018)가 있으며 해산어에서는 넙치, *Paralichthys olivaceus* (Park et al., 2007, 2015b)와 돌돔, *Oplegnathus fasciatus* (Park et al., 2015b)가 있다.

Classical dimension 및 truss dimension을 각각 사용한 연구들과 달리, classical dimension과 truss dimension을 병행 사용하여 분류 차원에서 연구된 보고로는 담수어에서는 메기(Park et al., 2004), 미유기, *S. microdorsalis* (Park et al., 2004), 통사리, *Liobagus obesus* (Park et al., 2006b), 통가리, *L. andersoni* (Park et al., 2006b) 및 자가사리, *L. mediadiposalis* (Park et al., 2006b)이 있으며 해산어에서는 참돔, *Pagrus major* (Park et al., 2006a), 감성돔, *Acanthopagrus schlegelii* (Park et al., 2006a), 참돔과 감성돔의 잡종(Park et al., 2006a) 및 해산송사리, *Oryzias dancena*의 2배체와 유도 3배체(Park et al., 2018; Park, 2021a)가 있다. Classical dimension과 truss dimension을 병행 사용하여 성적이형을 조사한 보고로는 담수어에 있어 참갈겨니, *Zacco koreanus* (Kim et al., 2008)가 있다.

본 연구는 문치가자미와 도다리에 대한 명확한 분류 key가 있음에도 불구하고 (Kim et al., 2005), 일반적으로 도다리로 인식하고 통용되는 문치가자미를 도다리와 구별을 위하여 외형적인 형태에 의한 정확하고 손쉬운 방법 개발 연구의 일환

으로 비만도(condition factor)를 조사하였으며, 각 어종에 classical dimension, truss dimension 및 head part dimension의 계측형질을 적용하여 그 도출된 결과를 평가하였다.

II. 재료 및 방법

1. 채집 및 표본

2021년 2월 23일에 부산광역시 영도 소재 한국해양대학교(조도) 인근 연안에서 주낙으로 채집된 문치가자미, *Pleuronectes yokohamae* 50마리와 2021년 3월 25일에 경상남도 통영시 인근 연안에서 주낙으로 채집된 도다리, *Pleuronichthys cornutus* 50마리를 본 실험에 사용하였다.

채집된 2종 모두 실험실로 이동하여 clove oil (Sigma, USA) 500 ppm으로 각 어종을 충분히(overdose) 마취시켜 죽였으며, 수세 후 표본하였다. 각 표본들은 깨끗한 수건으로 물기를 제거하였으며 이후, 각 표본들의 체장(standard length: SL, <Table 1>과 [Fig. 1a]의 1×9)은 digital vernier caliper (Mitutoyo, Japan)을 사용하여 0.1 cm 단위까지 그리고 체중(body weight: BW)은 전자저울 (Acom, Korea)을 사용하여 0.1 g 단위까지 측정하였다. 아울러 문치가자미와 도다리의 각 종의 대표적 표본을 대상으로 사진촬영하였다.

2. 계측형질 측정

계측형질 측정을 위해 문치가자미와 도다리의 어체 특징적인 부분을 지정화(landmark)하여 숫자로 표시하였다(<Table 1>, [Fig. 1]). <Table 1>과 [Fig. 1]에 나타난 각 landmark 사이를 digital vernier caliper (Mitutoyo)를 사용하여 0.1 cm 단위까지 측정하였다. Park and Oh (2020, 2021)의 방법에 따라 classical dimension은 총 7개의 landmark를 통한 10가지의 계측형질(<Table 1>, [Fig. 1a]), truss dimension은 총 7개의 landmark를 통한 9가지의 계측형질(<Table 1>, [Fig. 1b]),

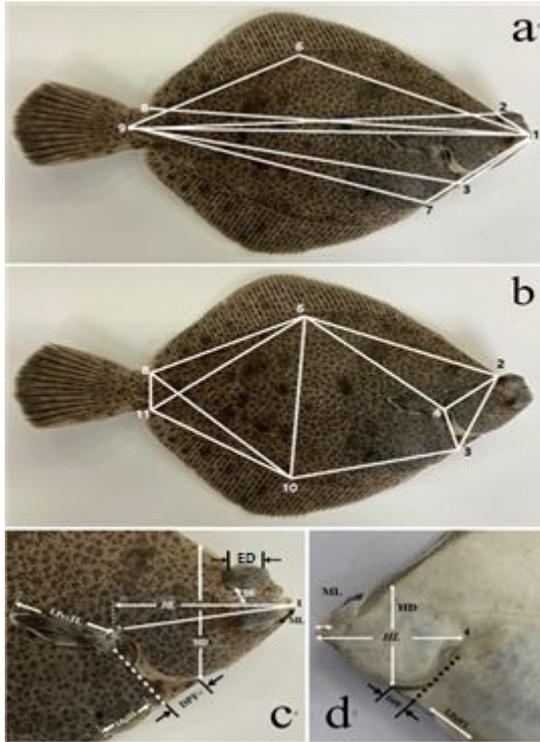
<Table 1> Dimensions of body shape for the marbled sole, *Pleuronectes yokohamae* and the fine-spotted flounder, *Pleuronichthys cornutus**

Classical dimension	
Most anterior extension of head × Most posterior scale in lateral line: standard length (SL)	1×9
Most anterior extension of head × Origin of dorsal fin	1×2
Most anterior extension of head × Origin of pelvic fin	1×3
Most anterior extension of head × Origin of anal fin	1×7
Most anterior extension of head × Intermediate point of standard length on dorsal fin base	1×6
Most anterior extension of head × Insertion of dorsal fin	1×8
Origin of dorsal fin × Most posterior scale in lateral line	2×9
Origin of pelvic fin × Most posterior scale in lateral line	3×9
Origin of anal fin × Most posterior scale in lateral line	7×9
Intermediate point of standard length on dorsal fin base × Most posterior scale in lateral line	6×9
Truss dimension	
Origin of dorsal fin × Origin of pelvic fin	2×3
Origin of dorsal fin × Most posterior aspect of operculum	2×4
Origin of dorsal fin × Intermediate point of standard length on dorsal fin base	2×6
Origin of pelvic fin × Most posterior aspect of operculum	3×4
Most posterior aspect of operculum × Intermediate point of standard length on dorsal fin base	4×6
Intermediate point of standard length on dorsal fin base × Intermediate point of standard length on anal fin base	6×10
Intermediate point of standard length on anal fin base × Insertion of dorsal fin	6×8
Intermediate point of standard length on dorsal fin base × Insertion of anal fin base	6×11
Insertion of dorsal fin × Insertion of anal fin base	8×11
Head part dimension	
Most anterior extension of head × Most posterior aspect of operculum: Head length	HL
Head depth	HD
Most anterior extension of head × Origin of pectoral fin	1×5
Eye diameter	ED
Distance between eyes	DE
Mouth length	ML
Distance between pectoral fins	DPF
The largest pectoral fin length	LPecFL
The largest pelvic fin length	LPelFL

* Refer to the landmarks in Fig. 1 for dimension number.

그리고 head part dimension은 총 13개의 landmark를 통한 9개의 계측형질(<Table 1>, [Fig. 1c, 1d])을 각각 측정하였다. Head part dimension은 [Fig. 1c]의 유안측과 [Fig. 1d]의 무안측에서 병행하여 측정하였다. Classical dimension과 truss

dimension에서의 측정 결과는 체장(SL)에 대한 상대치(%)로, head part dimension에서의 측정 결과는 두장(head length: HL)에 대한 상대치(%)로 평가하였다.



[Fig. 1] Classical (a: eyed side), truss (b: eyed side), and head part (c: eyed side, d: blind side) dimensions of distances measured in marbled sole, *Pleuronectes yokohamae* and fine-spotted flounder, *Pleuronichthys cornutus*. Morphological landmarks are numbered (The landmark numbers are referred to in <Table 1>), and morphometric distances between landmarks are shown. 1, Most anterior extension of head; 2, Origin of dorsal fin; 3, Origin of pelvic fin; 4, Most posterior aspect of operculum; 5, Origin of pectoral fin; 6, Intermediate point of standard length on dorsal fin base; 7, Origin of anal fin; 8, Insertion of dorsal fin; 9, Most posterior scale in lateral line; 10, Intermediate point of standard length on anal fin base; and 11, Insertion of anal fin base. *SL* (standard length), *HL* (head length), *HD* (head depth), *ML* (mouth length), *DE* (distance between eyes), *ED* (eye diameter), *LPEFL* (the largest pectoral fin length), *LPFL* (the largest pelvic fin length), and *DPF* (distance between pectoral fins). According to the modification of Park et al. (2007).

3. 비만도(condition factor) 조사

문치가자미와 도다리의 각 50마리를 대상으로 비만도를 조사하였다. 비만도는 비만도 = $100BW/SL^3$ (여기서 *BW*는 사용된 어류의 g 체중이며, *SL*는 사용된 어류의 cm 체장임)로 계산하였다.

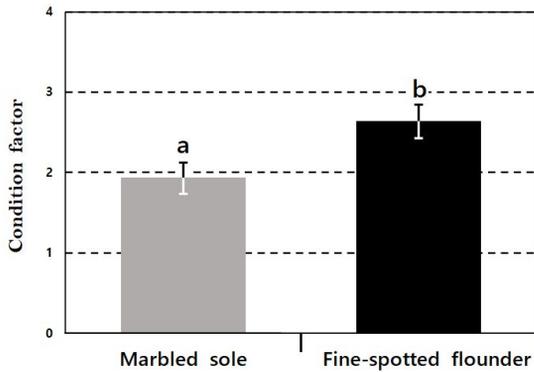
4. 통계분석

Classical dimension, truss dimension 및 head part dimension에서의 계측 결과 상대치(%)와 비만도에 대한 통계적 의미를 파악하기 위한 유의성 검증을 위하여 SPSS 24.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) 프로그램을 사용하여 Student's *t*-test를 실시하였다. 아울러 유의수준에서 평균 간의 동일성에 대한 유의성을 검정하기 위하여, 각 계측형질에 대해서는 5% 그리고 비만도에서도 1% 유의수준으로 하였다.

Ⅲ. 결과 및 논의

본 실험에 사용된 문치가자미, *Pleuronectes yokohamae*와 도다리, *Pleuronichthys cornutus*의 평균 체장(*SL*)과 평균 체중(*BW*)는 각각 20.2±1.31 cm, 18.9±1.75 cm와 158.2±26.92 g, 178.4±50.74 g으로서 문치가자미와 도다리 간에서 평균 체장과 평균 체중에 있어 유의한 차이는 없었다 ($p > 0.05$). 비만도 결과에서는 [Fig. 2]와 같이 문치가자미는 1.93±0.176, 도다리는 2.64±0.198로 도다리가 문치가자미에 비해 유의하게 컸다($p < 0.01$).

비만도(condition factor)는 동일 종내에서도 성장 단계별 어체 길이 크기를 고려한 상대비만도(relative condition factor)와 함께 조사 대상 어류의 well being을 평가하는 방법으로서 먹이에 따른 영양상태를 반영하며, 아울러 이러한 비만도나 상대비만도는 어체의 생리적 요인, 성장 단계 및 생식 주기에 영향을 받을 수 있기 때문에 어체의 길이가 동일한 경우 더욱 무거운 어체가 높



[Fig. 2] Mean condition factors of marbled sole, *Pleuronectes yokohamae* and fine-spotted flounder, *Pleuronichthys cornutus*. Condition factor=100 BW/SL³, where BW=the body weight of the fish in gram, SL=the standard length of the fish in centimeters. Each value (means±SD, n=50) with different superscripts are significantly different ($p < 0.01$).

은 비만도나 상대비만도를 보인다는 가설에 근거한다(Omogoriola et al., 2011). 이러한 점들을 고려 시 본 연구는 단 1회의 표본에 따른 비만도 조사 결과임을 감안시 차후, 비만도나 상대비만

도에 영향을 미칠 수 있는 다양한 요소들에 근거한 문치가자미와 도다리에서의 비만도와 상대비만도에 대한 조사와 그 결과들에 대한 평가가 수반 되어야만 2종의 특성 파악은 물론 2종 간의 정확한 구별을 위한 지표 설정이 구현될 것으로 사료된다.

문치가자미와 도다리의 체장에 대한 classical dimension의 각 상대치(%) 9가지와 이들을 서로간 비교한 결과는 <Table 2>에 제시한 바, (Most anterior extension of head × origin of anal fin)/SL ([Fig. 3a]의 1×7)에서는 문치가자미가 도다리에 비해 유의하게 크게 나타났으며($p < 0.05$), (Most anterior extension of head × Intermediate point of standard length on dorsal fin base)/SL ([Fig. 3a]의 1×6)와 (Origin of anal fin × Most posterior scale in lateral line)/SL ([Fig. 3a]의 7×9)에서는 도다리가 문치가자미에 비해 유의하게 크게 나타났다($p < 0.05$). 그리고 이들 3가지 측정형질을 제외한 나머지 6가지의 classical dimension에서는 문치가자미와 도다리 간 유의한 차이는 없었다 ($p > 0.05$).

<Table 2> Classical dimension results of the marbled sole, *Pleuronectes yokohamae* and the fine-spotted flounder, *Pleuronichthys cornutus**

Morphometric measurements	Marbled sole	Fine-spotted flounder	t-test
1×2/Ls	08.0 ± 1.02	06.8 ± 1.51	NS
1×3/Ls	25.0 ± 1.38	22.1 ± 2.04	NS
1×7/Ls	32.7 ± 2.64	28.9 ± 2.17	*
1×6/Ls	51.6 ± 2.33	56.9 ± 8.56	*
1×8/Ls	91.6 ± 2.99	93.1 ± 2.56	NS
2×9/Ls	95.2 ± 2.92	94.2 ± 2.77	NS
3×9/Ls	81.6 ± 3.39	83.9 ± 3.20	NS
7×9/Ls	75.4 ± 2.62	80.2 ± 2.92	*
6×9/LS	57.4 ± 3.60	58.2 ± 2.94	NS

*The values are means±SD (n=50). Data of each experimental group were analyzed using t-test on data after being transformed to the arcsine of the square root. NS: no significant; *: indicate statistical significance between morphometric distances ($p < 0.05$). Refer to the landmarks and abbreviation in <Table 1> and [Fig. 1d] for dimension numbers.

<Table 3> Truss dimension results of the marbled sole, *Pleuronectes yokohamae* and the fine-spotted flounder, *Pleuronichthys cornutus**

Morphometric measurements	Marbled sole	Fine-spotted flounder	t-test
2×3/ <i>Ls</i>	24.9 ± 1.13	21.9 ± 3.51	*
2×4/ <i>Ls</i>	19.5 ± 1.54	19.9 ± 3.64	NS
2×6/ <i>Ls</i>	43.7 ± 3.24	48.1 ± 4.15	*
3×4/ <i>Ls</i>	16.3 ± 1.04	15.2 ± 1.78	NS
4×6/ <i>Ls</i>	32.9 ± 2.38	40.2 ± 2.56	*
6×10/ <i>Ls</i>	45.1 ± 2.28	53.1 ± 3.20	*
6×8/ <i>Ls</i>	47.4 ± 3.80	51.0 ± 5.28	*
6×11/ <i>Ls</i>	52.5 ± 3.60	56.6 ± 3.47	*
8×11/ <i>Ls</i>	12.1 ± 0.97	12.6 ± 1.35	NS
HL/ <i>Ls</i>	24.8 ± 1.68	22.4 ± 1.71	*

*The values are means±SD ($n=50$). Data of each experimental group were analyzed using *t*-test on data after being transformed to the arcsine of the square root. NS: no significant; *: indicate statistical significance between morphometric distances ($p<0.05$). Refer to the landmarks and abbreviation in <Table 1> and [Fig. 1b] for dimension numbers.

<Table 4> Head part dimension results of the marbled sole, *Pleuronectes yokohamae* and the fine-spotted flounder, *Peuronichthys cornutus**

Morphometric measurements	Marbled sole	Fine-spotted flounder	t-test
HD/ <i>HL</i>	94.8 ± 13.39	98.7 ± 27.96	NS
1×5/ <i>HL</i>	97.1 ± 6.02	96.9 ± 7.95	NS
ED/ <i>HL</i>	17.7 ± 1.98	26.0 ± 3.20	*
DE/ <i>HL</i>	05.1 ± 2.08	07.0 ± 2.19	NS
ML/ <i>HL</i>	22.2 ± 3.17	20.3 ± 3.68	NS
DPF/ <i>HL</i>	35.6 ± 4.50	47.9 ± 4.84	*
LPecFL/ <i>HL</i>	62.1 ± 5.63	58.9 ± 8.56	*
LPelFL/ <i>HL</i>	40.9 ± 3.72	34.9 ± 4.64	*

*The values are means±SD ($n=50$). Data of each experimental group were analyzed using *t*-test on data after being transformed to the arcsine of the square root. NS: no significant; *: indicate statistical significance between morphometric distances ($p<0.05$). Refer to the landmarks and abbreviation in <Table 1> and [Fig. 1c, 1d] for dimension numbers.

<Table 3>은 문치가자미와 도다리의 체장에 대한 truss dimension의 각 상대치(%) 10가지와 이들을 서로간 비교한 결과로, (Origin of dorsal fin × Origin of pelvic fin)/*SL* ([Fig. 3b]의 2×3)와 (Most anterior extension of head × Most posterior aspect of operculum: *HL*)/*SL* ([Fig. 3b]의 *HL*)에서는 문치가자미가 도다리에 비해 유의하게 크게 나타났

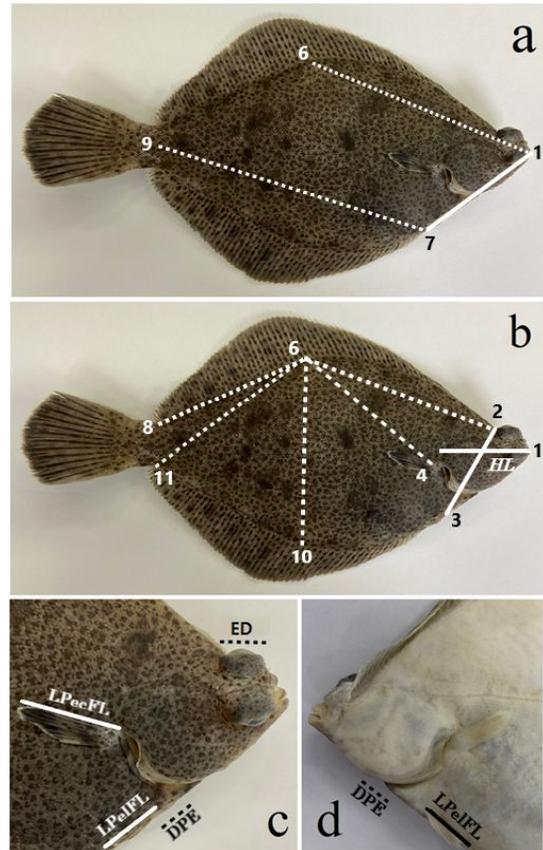
다($p < 0.05$). 그리고 (Origin of dorsal fin × Intermediate point of standard length on dorsal fin base)/*SL* ([Fig. 3b]의 2×6), (Most posterior aspect of operculum × Intermediate point of standard length on dorsal fin base)/*SL* ([Fig. 3b]의 4×6), (Intermediate point of standard length on anal fin base × Insertion of dorsal fin)/*SL* ([Fig. 3b]의

6×8), (Intermediate point of standard length on dorsal fin base × Insertion of anal fin base)/SL ([Fig. 3b]의 6×11) 및 (Insertion of dorsal fin × Insertion of anal fin base)/SL ([Fig. 3b]의 8×11)에서는 도다리가 문치가자미에 비해 유의하게 크게 나타났($p < 0.05$). 그리고 이들 7가지 계측형질을 제외한 나머지 3가지의 truss dimension에서는 문치가자미와 도다리 간 유의한 차이가 없었다($p > 0.05$).

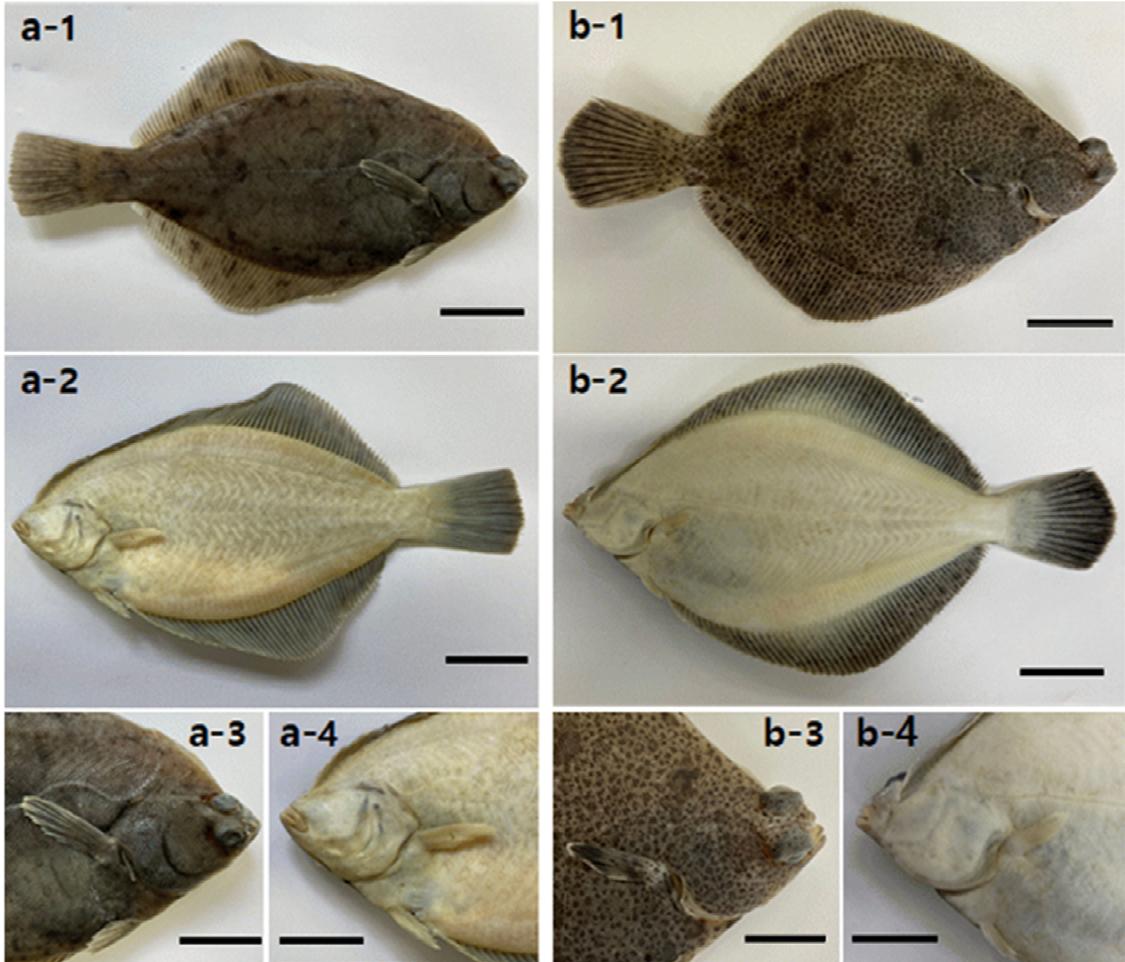
Head part dimension에서의 문치가자미와 도다리의 두장(HL) 대비 각 계측형질의 상대치(%) 8가지와 이들을 서로간 비교한 결과는 <Table 4>와 같다. <Table 4>에서 결과된 바와 같이, (The largest pectoral fin length/HL)([Fig. 3c]의 LPecFL)와 (The largest pelvic fin length/HL)([Fig. 3c, 3d]의 LPelFL)에서는 문치가자미가 도다리에 비해 유의하게 크게 나타났으며($p < 0.05$), (Eye diameter/HL) ([Fig. 3c]의 ED)과 (Distance between pectoral fins/HL)([Fig. 3c, 3d]의 DPF)에서는 도다리가 문치가자미에 비해 유의하게 크게 나타났($p < 0.05$).

본 연구 결과 문치가자미와 도다리 간의 외부 계측형질을 기준한 중간 차이 경향은 문치가자미가 도다리에 비해 head part dimension 관련 항목들에서 커서, 문치가자미가 도다리 보다 머리 부위가 커며 양안이 등쪽 방향으로 더욱 치우침을 보이고 있다. 아울러 문치가자미는 도다리에 비해 가슴지느러미와 배지느러미의 길이에 크게 나타나고 있다. 반면, 도다리는 문치가자미에 비해 truss dimension 관련 계측형질들에서 크게 나타나 도다리가 문치가자미에 비해 더욱 마름모꼴임을 알 수 있었다[Fig. 4]. 도다리는 문치가자미에 비하여 눈의 크기가 컸으며 유안측과 무안측의 가슴지느러미 간의 거리에서도 컸다. 이러한 유안측과 무안측에서의 가슴지느러미 간의 거리 형질은 형질측정 부위의 체폭을 나타내는 것으로, 도다리가 문치가자미에 비해 이와같은 형질 측정 부위에서 두께가 두꺼워서 본 연구에서 도

출된 비만도에서 도다리가 문치가자미 보다 큰 결과와 상응한다고 할 수 있다.



[Fig. 3] Morphometric characteristic results using landmarks to obtain classical measurements, truss measurements, and head part measurements in the marbled sole, *Pleuronectes yokohamae* and the fine-spotted flounder, *Pleuronichthys cornutus*. The panels indicate (a) classical measurements, (b) truss measurement, and dorsal (c) and abdominal (d) view of the head part measurement. The more longer measurement in the marbled sole is indicated by a solid line and in the fine-spotted flounder by a dotted line. The landmark numbers and abbreviations are referred to in <Table 1>.



[Fig. 4] External morphology of marbled sole, *pleuronectes yokohamae* (Left side) and fine-spotted flounder, *Pleuronectes cornutus* (Right side). Marble sole (a): Eyed side (a-1); blind side (a-2); Head part in eyed side (a-3); Head part in blind side (a-4). Fine-spotted flounder (b): Eyed side (b-1); blind side (b-2); Head part in eyed side (b-3); Head part in blind side (b-4). Scale bars are 4 cm.

Classical dimension, truss dimension 및 head part dimension을 사용하여 외부 계측형질을 조사하여 종 간 분류의 기준을 제시한 결과로, 메기 *Silurus asotus*와 미유기, *S. microdorsalis*에서는 메기가 미유기에 비하여 체폭이 큰 경향을 보이고 미유기는 메기에 비하여 머리 길이가 짧으며, 머리가 더욱 납작함을 보이고 있다(Park et al., 2004). Classical dimension, truss dimension 및 head part dimension을 사용하여 외부계측형질을 조사하여

종 간 분류의 기준을 제시한 또 다른 결과로, 통가리과(Amblycipitidae) 어류에서는 통사리, *Liobagus obesus*, 통가리, *L. andersoni*, 자가사리, *L. mediadiposalis* 순으로 체고가 컸으며(Park et al., 2006b), 참돔, *Pagrus major*과 감성돔, *Acanthopagrus schlegelii*에서는 내장 존재 부위를 제외한 어체 상부 및 미부에서는 참돔이 감성돔에 비하여 컸으며 머리 부위와 체폭에서는 감성돔이 참돔에 비해 컸고 (Park et al., 2006a), 참조

기, *Larimichthys polyactis*와 부세, *L. crocea*에서는 눈과 아가미덮개 간 거리가 참조기가 부세에 비해 큰 반면 가슴지느러미에서 등지느러미 기저 끝 거리와 가슴지느러미에서 항문지느러미 기저 시작까지 거리 및 주둥치에서 눈까지의 거리에서는 부세가 참조기에 비해 크게 나타났으며(Park and Oh, 2020), 그리고 황복, *Takifugu obscurus*과 자주복, *T. rubripes*에서는 자주복이 황복에 비하여 어체 전반에 걸친 모든 측정 계측형질에서 크게 나타났다(Park and Oh, 2021).

본 연구 결과 도출된 문치가자미와 도다리에서의 비만도와 classical dimension, truss dimension 및 head part dimension에서의 결과는 두 종 간의 구별을 위한 한 방편이며, 아울러 문치가자미와 도다리 각 종의 고유 특징 자료로도 유용할 것이다. 본 실험에 사용된 문치가자미와 도다리를 대상으로 한 결과들은 차후의 이들 종을 대상으로 한 자원조성 및 양식산업화 시 본 연구 결과는 두 종의 경제성 평가를 위한 성장, 체절단 형질 및 dressing percentage을 위시한 육종형질들을 위한 지표로도 활용 가능할 것으로 사료된다.

IV. 결론

형태학적으로 유사한 문치가자미, *Pleuronectes yokohamae*와 도다리, *Pleuronichthys cornutus*를 구별하기 위한 방편으로 유사 형질을 분석하였다. Arc sin square root 전환후, 이들 가자미과 어류들에서 19가지의 계측형질은 체장에 대한 비율로, 8가지의 계측형질은 두장에 대한 비율로 하여 통계적으로 분석하였다. 문치가자미에서는 분석된 19가지 계측형질 중 1가지의 classical dimension과 2가지의 truss dimension이 도다리에 비해 컸다($p < 0.05$). 도다리는 분석된 19가지 계측형질 중 2가지의 classical dimension과 5가지의 truss dimension에서 문치가자미에 비해 컸다($p < 0.05$). Head part dimension에서는 문치가자미가

가슴지느러미 길이와 배지느러미 길이에서 도다리에 비해 큰 반면, 도다리는 안경과 가슴지느러미 간 거리에서 문치가자미에 비해 각각 컸다($p < 0.05$). 본 연구 결과 2종은 외부 계측형질로 명확히 구별될 수 있으며, 본 연구의 도출된 결과들은 가자미과를 대상으로 한 분류 parameter로 사용될 수 있으리라 사료된다.

References

- Choi JH, Kim DW, Park CK and Yang DB(1997a). Study on biochemical pollutant markers for diagnosis of marine pollution.V. Changes in oxygen radicals and their scavenger enzymes of the flounder (*Pleuronichthys cornutus*) in the Yellow Sea. J Kor Fish Soc, 30(4), 608~613.
- Choi JH, Kim DW, Park CK and Yang DB(1997b). Study on biochemical pollutant markers for diagnosis of marine pollution. VI. Changes in cholinesterase activity of flounder (*Pleuronichthys cornutus*) in the Yellow Sea. J Kor Fish Soc, 30(4), 614~619.
- Choi JH, Kim DW, Park CK, Kim JI and Yang DB(1997c). Study on biochemical pollutant markers for diagnosis of marine pollution.IV. Changes in lipid components of flounder (*Pleuronichthys cornutus*) in the Yellow Sea. J Kor Fish Soc, 30(4), 601~607.
- Currens KP, Sharpe CS, Hjort R, Schreck CB and Li HW(1989). Effect of different feeding regimes on the morphometrics of chinook salmon (*Oncorhynchus tshawtscha*) and rainbow trout (*O. mykiss*). Copeia, 3(3), 689~695.
<https://doi.org/10.2307/1445496>
- Goo IB, Lim SG, Han HK and Park IS(2014). Morphometrical changes on Korean rose bitterling, *Rhodeus uyekii*, in early growth period. Dev Reprod, 18(2), 33~41.
<https://dx.doi.org/10.12717%2FDR.2014.18.1.033>
- Han KH, Park JT, Jin DS, Jang SI, Joung HH and Cho JK(2001). Morphological development of larvae and juveniles of the marble sole, *Limanda yokohamae*. Korean J Ichthyol, 13(3), 161~165.
- Huh SH, Nam KM, Park JM, Jeng JM and Baeck

- GW(2012). Feeding habits of the marbled flounder, *Pleuronectes yokohamae* in the coastal waters off Tong-yeong, Korea. Korean J Ichthyol, 24(2), 77~83.
- Hur JW, Gil HW and Park IS(2018). Changes of morphometric traits in the cultured cyprinid loach (*Misgurnus anguillicaudatus*) to starvation. Eco Resil Infra, 5(4), 264~275.
<https://doi.org/10.17820/eri.2018.5.4.264>
- Kang YJ, Lee TY and Lee BD(1985). Reproduction and population dynamics of marbled flounder *Limanda yokohamae*. 2. Population dynamics. Bull Kor Fish Soc, 18(3), 261~265.
- Kho KH, Chang YJ and Lim HK(1997). Effect of osmolality and Ca²⁺ on sperm motility in marbled sole, *Limanda yokohamae*. J Kor Fish Soc, 30, 809~815.
- Kim BS, Kang EJ, Jang H and Park IS(2012). Morphometric traits and cytogenetic analysis in induced cross and reciprocal hybrid between *Rhodeus uyekii* and *R. notatus*. Korean J Ichthyol, 24(3), 151~159.
- Kim DJ, An CM and Min KS(2006). Plasma sex steroid hormone and vitellogenin profiles during ovarian development of the wild marbled sole (*Limanda yokohamae*). J Kor Fish Soc, 39(5), 391~397.
<https://doi.org/10.5657/kfas.2006.39.5.391>
- Kim DS, Gil HW, Lee TH and Park IS(2017). Comparative analysis of sexual dimorphism between spawning season and non-spawning season in the grass puffer, *Takifugu niphobles*. JFMSE, 29(2), 447~452.
<https://doi.org/10.13000/JFMSE.2017.29.2.447>
- Kim IS and Youn CH(1994). Taxonomic revision of the flounders (Pisces: Pleuronectiformens) from Korea. Korean J Ichthyol, 6(2), 99~131.
- Kim IS, Choi Y, Lee CL, Lee YJ, Kim BJ and Kim JH(2005). Illustrated Book of Korean Fishes. Kyohak Publishing Co. Ltd, Seoul, Korea, 615.
- Kim YH, Kang YJ and Bae IJ(1991). Age and growth of marbled sole *Limanda yokohamae* (Günther). Korean J Ichthyol, 40(3), 130~139.
<https://doi.org/10.11233/aquaculturesci1953.40.317>
- Kim YJ, Zhang CI, Park IS, Na JH and Olin P(2008). Sexual dimorphism in morphometric characteristics of Korean chub *Zacco koreanus* (Pisces, Cyprinidae). J Eco Field Biol, 31(2), 107~113.
- Kim YU, Myoung JG and Park JS(1983). Eggs development and larvae of the right-eye flounder, *Limanda yakohamae* Günther. Bull Kor Fish Soc, 16(4), 389~394.
- Kwak SN and Huh SH(2003). Feeding habit of *Limanda Yokahamae* in the eelgrass (*Zoastera marina*) bed in Kwangyang Bay. J Kor Fish Soc, 36(5), 522~527.
<https://doi.org/10.5657/kfas.2003.36.5.522>
- Lee CL and Kim IS(1990). A taxonomic revision of the family Bagridae (Pisces, Siluriformes) from Korea. Korean J Ichthyol, 2(2), 117~137.
- Lee TY, Kang YT and Lee BD(1985). Reproduction and population dynamics of marbled sole *Limanda yokohamae*. 1. Reproduction. Bull Kor Fish Soc, 18(3), 253~261.
- Lim SG, Han Hk, Goo IB, Gil HW, Lee TH and Park IS(2017). Morphometric characteristic between diploid and spontaneous triploid carp in Korea. Dev Reprod, 21(1), 55~62.
<https://doi.org/10.12717/DR.2017.21.1.055>
- Lim SG, Jeong HH, Lee TH, Gil HW and Park IS(2016b). Comparison of morphological characteristics between smallscale blackfish, *Girella leonina* and largescale blackfish, *G. punctata*. JFMSE, 28(6), 1848~1857.
<https://doi.org/10.13000/JFMSE.2016.28.6.1848>
- Lim SG, Jeong MH, Kim BS, Lee TH, Gil HG and Park IS(2016a). Landmark-based morphometric and meristic analysis of Serranidae. Dev Reprod, 20(2), 73~85.
<http://dx.doi.org/10.12717/DR.2016.20.2.073>
- Neff KC(1987). Staining amphibian peripheral nerves with sudan black B: progressive vs. regressive methods. Copeia, 1987(2), 489~491.
<https://doi.org/10.2307/1445789>
- Omogoriola HO, Willams AB, Adegbile OM, Olakolu FC, Ukaonu SU and Myade EF(2011). Length-weight relationships, condition factor (K) and relative condition factor (Kn) of Sparids, *Dentex congoensis* (Maul, 1954) and *Dentex angolensis* (Maul and Poll, 1953), in Nigerian costal water. Int J Biol Chem Sci, 5(2), 739~747.

- <https://doi.org/10.4314/ijbcs.v5i2.72147>
- Park IS(2004). Effect of starvation on some parameters in *Rhynchocypris oxycephalus* (Sauvage and Dabry): A review. Korean J Environ Biol, 22(3), 351~368.
- Park IS(2020). Morphometric characteristics of diploid and triploid Far Eastern catfish, *Silurus asotus*. Korean J Environ Biol, 38(1), 106~113.
<https://doi.org/10.11626/KJEB.2020.38.1.106>
- Park IS(2021a). A review of studies on *Oryzias dancena*. Lab Ani Res, 37(4), 4.
<https://doi.org/10.1186/s42826-020-00081-x>
- Park IS(2021b). The studies of Chinese minnow (*Rhynchocypris oxycephalus*) and Amur minnow (*Rhynchocypris lagowskii*): A review. BJSTR, 34(5), 27045~27058.
<http://dx.doi.org/10.26717/BJSTR.2021.34.005600>
- Park IS and Lee JS(2005). Cytogenetical study of fishes from coastal area in Jo island, Busan, Korea. 1. *Parapercis sexfasciata* (Temminck et Schlegel), *Sebastiscus marmoratus* (Cuvier) and *Pleuronectes yokohamae* (Günther). Kor J Genet, 27(1), 41~45.
- Park IS and Lee TH(2018). Sexual dimorphism of damselfish, *Chromis notata* in spawning season. JFMSE, 30, 830~838.
<http://www.dbpia.co.kr/journal/articleDetail?nodeId=NODE07452876>
- Park IS and Oh JS(2020). Comparison of morphometric traits between small yellow croaker (*Larimichthys polyactis*) and yellow croaker (*L. crocea*). Korean J Environ Biol, 38(4), 507~517.
<http://doi.org/10.11626/KJEB.2020.38.4.507>
- Park IS and Oh JS(2021). Comparison of morphological characteristics of the river puffer, *Takifugu obscurus*, the tiger puffer, *T. rubripes*, their hybrids, and their triploid hybrids. Korean J Environ Biol, 39(1), 6~15.
- Park IS, Gil HW and Kim DS(2018). Morphometric characteristics of diploid and triploid marine medaka, *Oryzias dancena*. Dev Reprod, 22(2), 183~192.
<https://dx.doi.org/10.12717/%2FDR.2018.22.2.183>
- Park IS, Gil HW, Oh JS, Choi HJ and Kim CH(2015a). Comparative analysis of morphometric characteristics of Scorpaenidae and Gobioninae. Dev Reprod, 19(2), 85~96.
<http://dx.doi.org/10.12717/DR.2015.19.2.085>
- Park IS, Gil HW, Yoo GY and Oh JS(2015b). Effects of starvation in rock bream, *Oplegnathus fasciatus* and olive flounder, *Paralichthys olivaceus*. Dev Reprod, 19(2), 97~109.
<https://dx.doi.org/10.12717/%2FDR.2015.19.2.097>
- Park IS, Im JH and Hur JW(2004). Morphometric characteristics of catfish (Siluridae) in Korea. Korean J Ichthyol, 16(3), 223~228.
- Park IS, Im JH, Ryu DK, Nam YK and Kim DS(2001b). Effect of starvation on morphometric changes in *Rhynchocypris oxycephalus* (Sauvage and Dabry). J Appl Ichthyol, 17, 277~281.
<https://doi.org/10.1046/j.1439-0426.2001.00298.x>
- Park IS, Kim BS, Lee SJ, Hur JW, Yoo JS, Song YC and Kim YJ(2006a). Comparative morphometric traits of hybrids between red sea bream (*Pagrus major*) and black sea bream (*Acanthopagrus schlegelii*). J Fish Sci Tech, 9(1), 44~47.
<http://dspace.kci.go.kr/handle/kci/533275>
- Park IS, Nam YK, Douglas SE, Johnson SC and Kim DS(2003). Genetic characterization morphometrics and gonad development of induced interspecific hybrids between yellowtail flounder, *Pleuronectes ferrugineus* (Storer) and winter flounder, *Pleuronectes americanus* (Walbaum). Aquacult Res, 34, 389~396.
<https://doi.org/10.1046/j.1365-2109.2003.00816.x>
- Park IS, Seol DW, Kang EJ and Kim CH(2006b). Morphometric characteristic of torrent catfish (Amblycipitidae) in Korea. Korean J Ichthyol, 18(3), 209~215.
- Park IS, Woo SR, Song YC and Cho SH(2007). Effects of starvation on morphometric characteristics of olive flounder, *Paralichthys olivaceus*. Ichthyol Res, 54(297), 297~302.
<https://doi.org/10.1007/s10228-007-0404-4>
- Park IS, Zhang CI and Lee YD(2001a). Sexual dimorphism in morphometric characteristics of cocktail wrasse. J Fish Biol, 58, 1746~1749.
<https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2001.tb02327.x>
- Park JS and Simizu MT(1991). Population dynamics of marbled sole *Limanda yokohamae* (Günther) in Tokyo Bay, Japan. Bull Kor Fish Soc, 24, 1~8.

- Park JY, Kijima A and Kang YJ(1994). Genetic divergence of two types of finespotted flounder, *Pleuronichthys cornutus* distributed in the Japan Sea area. Bull Kor Fish Soc, 27(3), 306~313.
- Quellette RP and Qadri SV(1968). The discriminatory power of taxonomic characteristics in separating salmonid fishes. Cyst Zool, 17(1), 70~75.
<https://doi.org/10.1093/sysbio/17.1.70>
- Seo YI, Joo H, Lee SK, Kim HY, Ko JC, Choi MS, Kim JI and Oh TY(2010). Maturity and spawning of marbled sole *Pleuronectes yokohamae* in the Southern Sea of Korea. Korean J Ichthyol, 22(2), 83~89.
- Seong KB, Park IS, Goo IB and Kim DS(2012). Effects of starvation on the morphometric characteristics and histological changes in chum salmon (*Oncorhynchus keta*) fry. Ocean Polar Res, 34(2), 165~173.
<https://doi.org/10.4217/OPR.2012.34.2.165>
- Straüss RE and Bond CE(1990). Taxonomic methods, morphology. In: Schreck C.B., Moyle P.B. (eds.), Methods for fish biology. Amer Fish Soc, Bethesda, Maryland, 125~130.
<https://doi.org/10.47886/9780913235584>
- Straüss RE and Bookstein FL(1982). The truss: Body from reconstructions in morphometrics. Syst Zool, 31(2), 113~135.
<http://dx.doi.org/10.1093/sysbio/31.2.113>
- Taylor EB and McPhail JD(1985). Variation in burst and prolonged swimming performance among British Columbia populations of coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*). Can J Fish Aqu Sci, 42, 2029~2033.
<http://dx.doi.org/10.1139/f85-250>
- Winans GA(1985). Geographic variation in the milkfish (*Chanos chanos*). II. Multivariate morphological evidence. Copeia, 1985(4), 890~898.
<https://doi.org/10.2307/1445238>
- Yang JH, Lee HW, Lee JB, Cha HK, Kim ST and Yoon BS(2017). The age and growth of marbled flounder *Pseudopleuronectes yokohamae* in the coastal waters of East Sea off Pohang. Kor J Aqua Sci, 50(3), 278~286.
<https://doi.org/10.5657/KFAS.2017.0278>
- Yang YR(1986). Response of marbled sole to the white lights. Bull Kor Fish Soc, 19(6), 558~562.
-
- Received : 05 July, 2021
 - Revised : 04 August, 2021
 - Accepted : 09 August, 2021