

우리나라 남해에 서식하는 어류 27종의 체장-체중 관계식

김한주 · 김영혜 · 이정훈 · 윤상철*

국립수산과학원 기반연구부 연근해자원과

Length-weight Relationships for 27 Fish Species from Southern Sea in Korea

Han Ju Kim, Yeonghye Kim, Jeong-Hoon Lee and Sang Chul Yoon*

Fisheries Resources Management Division, National Institute of Fisheries Science (NIFS), Busan 46083, Korea

Length-weight relationships (LWR) for 27 fish species inhabit Southern sea in Korea were investigated to describe several biological characters. Total 7,399 individuals were collected by R/V Tamgu-20 using bottom trawl between 2018 to 2019 and were identified as 19 families and 27 species. Parameter b ranged from 2.414 to 3.472. Thirteen species among 27 species showed isometric growth ($b=3$), six species showed negative allometry ($b<3$) and eight species showed positive allometry ($b>3$). The results of this study provide useful basic biological information about 27 fishes and are highly reliable due to use of data measured directly.

Keywords: Length-weight relationship, Allometric growth, Isometric growth, Southern sea, fish

서론

우리나라 남해는 수심이 100 m 이내로 표층과 저층, 그리고 계절에 따라 여러 해류가 유입 및 혼합되어 영양염류가 풍부하며, 산란장, 성육장, 색이장 등 다양한 서식처로 활용되어 생물다양성이 매우 풍부한 것으로 알려져 있다(Kang and Jeon, 1999; Lee et al., 2018). 남해는 이러한 특성으로 인해 중요한 어장으로 인식되며, 주요 수산자원의 경우 지속적인 수산자원 관리를 위해 생태학적 연구가 이루어지고 있다. 생태학적 연구를 통해서 어류들의 연령과 성장, 성숙과 산란에 대한 결과를 얻을 수 있지만, 이러한 연구들은 주로 상업어종에 치중되어 있으며, 남해에 서식하는 다양한 어류들의 생물학적 정보는 아직 부족하다. 특히, 비상업어종이나 부수어획물로 취급되는 어종들은 주어획이나 위판경로를 통해서 수집되기 어렵기 때문에 생태학적 연구가 적게 수행되어져 왔다. 성장은 체장과 체중의 증가로 부피가 증가한 결과이며, 시간에 따라 성장량을 나타내는 절대성장률과 몸의 한 부위(체장)의 성장에 따라 몸의 다른 부분(체중, 체고, 체폭 등)이 함께 성장하는 상대성장률로 구분한다(Zhang, 2010). 대부분의 어류는 체장이 성장함에 따라 체중이 함께 증가하는 특성이 있으며, 체장-체중 관계에 관한 정보는

성장패턴을 이해하는데 매우 중요하다(Froese, 2006). 우리나라에서 체장-체중 관계식에 관한 연구는 남해(Huh et al., 2017)와 여수 가막만(Yoon and Choi, 2010)에서 각 6종과 19종에 대해 수행된 바 있으나 동일한 어종은 고등어 1종 외에는 없었다. 따라서, 이 연구에서는 남해에 서식하는 어류 27종의 생물학적 정보를 일부 밝히고자 체장-체중 관계식을 도출하였다.

재료 및 방법

이 연구는 남해안에서 2018년부터 2019년까지 계절별로 1년에 4회씩, 총 8회에 걸쳐 이루어졌다. 조사는 국립수산과학원 수산과학조사선 탐구 20호(885톤)의 저층트롤 어구(cod end, 20 mm)를 사용하여 선속 평균 3 knot, 예망시간 30분을 기준으로 어획하였다. 어획된 시료 중에서 어류만을 선별하여 종 동정 후 각 어종에 맞는 체장(total length, TL; fork length, FL; pre-nanus length, PaL)을 0.1 cm까지 측정하였으며, 습중량(wet weight, WW)은 1 g까지 측정하였다.

이 연구에서는 27종의 체장-체중 관계식을 도출하기 위해서 아래와 같은 식을 사용했다.

$$WW=aL^b$$

*Corresponding author: Tel: +82. 51. 720. 2295 Fax: +82. 51. 720. 2277

E-mail address: scyoon@korea.kr



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

<https://doi.org/10.5657/KFAS.2020.0790>

Korean J Fish Aquat Sci 53(5), 790-793, October 2020

Received 6 May 2020; Revised 3 June 2020; Accepted 25 August 2020

저자 직위: 김한주(연구사), 김영혜(연구관), 이정훈(연구사), 윤상철(연구사)

여기서, WW는 습중량, L은 체장, a는 회귀곡선의 절편이며, b는 회귀계수이다. 식의 양변에 자연대수를 취하여 $\log WW = b \log L + \log a$ 로 변환하여 a와 b의 값을 추정할 수 있으며, b의 값은 상대성장계수로 정의할 수 있다. b의 값이 3보다 크면($b > 3$), 체중은 체장보다 빠르게 증가하는 양의 상대성장(positive allometric growth)을 하며, b의 값이 3보다 작으면($b < 3$), 체장이 증가해도 체중은 천천히 증가하는 음의 상대성장(negative allometric growth)을 한다. b의 값이 3과 같으면($b = 3$), 동형성장(isometric growth)을 한다(Karakulak et al., 2006). 상대성장계수인 b가 3과 유의한 차이가 있는지를 확인하기 위해 Sokal and Rohlf (1981)의 방법을 통해 t-test를 수행하였다. 상대성장식의 신뢰성을 높이기 위해 30개체 이상 어획된 어종만을 분석하

였으며, 모든 통계프로그램은 SPSS 프로그램과 EXCEL (Microsoft Ltd., Redmond, Washington DC, USA)을 이용하였다.

결과 및 고찰

이 연구에 이용된 어류는 7,399개체이며, 10목 19과 27종으로 분류되었으며, 체장과 체중관계식 결과를 나타내었다(Table 1). 그 중 동형성장을 하는 어종은 총 13종이었으며, b의 값은 모두 3과 유의한 차이가 없었으며, 상대성장을 하는 어류는 총 14종이 나타났다. 음의 상대성장하는 어류는 6종으로 밴댕이(*Sardinella zunasi*), 멸치(*Engraulis japonicus*), 황아귀(*Lophius litulon*), 눈볼대(*Doederleinia berycoides*), 참돔(*Pagrus major*), 성

Table 1. Length-weight relationships for 27 species caught from southern sea in Korea

Family	Species	n	Length (cm)			LWR					
			L	min	max	a	95% CIs of a		b	95% CIs of b	
Engraulidae	<i>Engraulis japonicus</i>	255	TL	4.8	16.8	0.017	0.014-0.021	2.546	2.449-2.642	0.88	<0.05*
	<i>Thryssa kammalensis</i>	55	TL	7.8	13	0.002	0.001-0.006	3.338	2.941-3.736	0.84	>0.05
Clupeidae	<i>Sardinella zunasi</i>	193	TL	3.2	15.7	0.037	0.031-0.045	2.414	2.323-2.506	0.93	<0.05*
Argentinidae	<i>Glossanodon semifasciatus</i>	177	TL	5.5	22.7	0.003	0.002-0.006	3.211	3.059-3.363	0.91	<0.05*
Ophidiidae	<i>Hoplobrotula armata</i>	32	TL	16.1	30.5	0.003	0.002-0.005	3.191	3.043-3.339	0.98	<0.05*
	<i>Neobythites sivicola</i>	90	TL	6.7	27.6	0.005	0.003-0.007	3.104	2.942-3.266	0.94	>0.05
Lophiidae	<i>Lophius litulon</i>	149	TL	22.8	45.6	0.032	0.019-0.055	2.787	2.632-2.941	0.9	<0.05*
Zeidae	<i>Zenopsis nebulosa</i>	36	TL	11.5	42.2	0.021	0.012-0.034	2.864	2.707-3.020	0.98	>0.05
	<i>Zeus faber</i>	301	TL	2.2	41.3	0.03	0.021-0.042	2.786	2.675-2.898	0.89	>0.05
Triglidae	<i>Chelidonichthys spinosus</i>	57	TL	6.5	32.5	0.017	0.013-0.024	2.792	2.691-2.892	0.98	<0.05*
	<i>Acropoma japonicum</i>	194	TL	3.2	10.5	0.017	0.012-0.022	2.857	2.692-3.021	0.86	>0.05
Acropomidae	<i>Doederleinia berycoides</i>	694	TL	3	30.5	0.016	0.014-0.018	2.928	2.875-2.981	0.94	<0.05*
	<i>Malakichthys wakiyae</i>	73	TL	5.2	14	0.011	0.008-0.015	3.071	2.923-3.218	0.96	>0.05
Centrolophidae	<i>Psenopsis anomala</i>	348	TL	3.5	23.8	0.014	0.012-0.017	3.038	2.976-3.100	0.96	>0.05
Leiognathidae	<i>Nuchequula nuchalis</i>	78	TL	4.3	11.8	0.004	0.003-0.007	3.472	3.291-3.684	0.91	<0.05*
Sparidae	<i>Dentex hypselosomus</i>	335	TL	5.8	30.8	0.008	0.007-0.009	3.328	3.265-3.390	0.97	<0.05*
	<i>Pagrus major</i>	66	TL	5.2	49.3	0.027	0.021-0.035	2.819	2.742-2.897	0.99	<0.05*
Sciaenidae	<i>Larimichthys polyactis</i>	86	TL	12.5	22.5	0.006	0.003-0.010	3.114	2.911-3.317	0.92	>0.05
	<i>Pennahia argentata</i>	186	TL	7.4	32.3	0.006	0.005-0.007	3.197	3.119-3.275	0.97	<0.05*
Sphyraenidae	<i>Sphyraena pinguis</i>	195	TL	21.9	36.2	0.003	0.002-0.006	3.116	2.966-3.266	0.9	>0.05
Trichiuridae	<i>Trichiurus japonicus</i>	1,011	PaL	2.9	35	0.013	0.011-0.013	3.019	2.979-3.059	0.96	>0.05
Scombridae	<i>Scomber japonicus</i>	194	TL	7.5	33.3	0.005	0.004-0.007	3.126	3.051-3.201	0.97	<0.05*
Sphyraenidae	<i>Sphyraena pinguis</i>	195	TL	21.9	36.2	0.003	0.002-0.006	3.116	2.966-3.266	0.9	>0.05
Centrolophidae	<i>Psenopsis anomala</i>	348	TL	3.5	23.8	0.014	0.012-0.017	3.038	2.976-3.100	0.96	>0.05
Pleuronectidae	<i>Eopsetta grigorjewi</i>	38	TL	14	31.9	0.003	0.002-0.005	3.336	3.207-3.465	0.99	>0.05
	<i>Tanakius kitaharae</i>	37	TL	11.2	12.5	0.007	0.004-0.013	3.023	2.820-3.227	0.96	>0.05
Monacanthidae	<i>Thamnaconus modestus</i>	30	TL	19.4	37.4	0.006	0.002-0.015	3.246	2.955-3.537	0.95	>0.05

n, Sample Size; min, Minimum; max, Maximum; a and b, Intercept and slope of length-weight relationships; 95% CIs, 95% Confidence Intervals; r², Coefficient of determination.

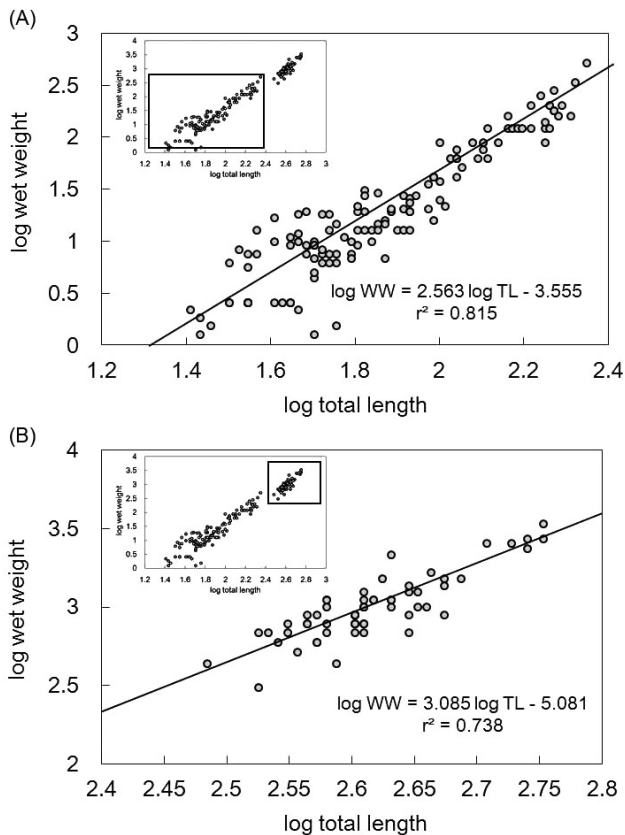


Fig. 1. Total length-wet weight relationship of small (below 11 cm TL; a) and large (above 11 cm TL; b) individuals of *Sardinella zunasi*. TL, total length.

대(*Chelidonichthys spinosus*)가 해당되며, 이들은 b의 값이 3보다 작게 나타나 체장이 체중보다 더 빠른 성장하는 것으로 확인되었다. 양의 상대성장을 하는 어류는 총 8종으로 셋멸(*Glossanodon semifasciatus*), 붉은메기(*Hoplobrotula armata*), 전갱이(*Trachurus japonicus*), 주둥치(*Nuquequula nuchalis*), 보구치(*Pennahia argentata*), 고등어(*Scomber japonicus*), 황돔(*Dentex hypselosomus*), 덕대(*Pampus echinogaster*)가 해당되며, b의 값이 3보다 크게 나타나 체중이 체장보다 더 빠른 성장하는 것으로 보인다.

b의 값은 일반적으로 2.5에서 3.5 사이이고, 어류 생태와 환경의 영향을 받아 변동되며, 특히 성별, 성장 단계, 식성, 산란과 연관이 있다(Froese, 2006). 본 연구 결과에서도 밴대이(b=2.414)를 제외한 모든 어종의 b의 값은 2.5에서 3.5 사이로 나타났다. 그러나, 밴대이의 b의 값은 2.414로 b의 값이 일반적인 값보다 다소 낮았다. Ali et al. (2013)의 연구에 의하면 b의 값이 낮은 어종은 작은 개체와 큰 개체가 서로 다른 상대성장식을 가지고, log TL와 log WW의 관계에서 분리된 분포 양상을 보인다고 하였다. 그러나, 밴대이에 대한 생태학적 연구(연령과 성장,

산란 등)의 부족으로 체장을 나누는 기준이 명확치 않아 log TL와 log WW의 관계에서 분리된 분포를 보이는 시점인 체장 11 cm (log TL, 2.4)를 기준으로 상대성장식을 비교하였다(Fig. 1). 하지만, 두 상대성장식의 기울기에서는 유의한 차이가 없었으며(ANCOVA, $F=0.39$, $v=189$ $df=1$, $P>0.05$), Ali et al. (2013)가 보여준 상대성장 패턴은 확인하지 못했다. 성장불균형은 계절, 산란, 성별, 서식장 환경 등의 영향으로 달라질 수 있으므로(Froese, 2006; Verdiell-Cubedo et al., 2006), 정확한 원인을 알아내기 위해서는 추가적인 생물학적 연구가 필요하다.

이 연구는 우리나라에 서식하는 어류 27종을 대상으로 체장과 체중 관계식 도출과 성장 패턴을 확인하였으며, 이를 바탕으로 연령과 성장, 성숙과 산란 등 추가적인 생태학적 기초연구를 진행해 나갈 것이다.

사 사

본 연구는 국립수산물과학원(독도 및 심해 생태계 수산자원 조사, R2020025)의 지원에 의해 수행되었습니다.

References

- Ali A, Dahanukar N and Raghavan R. 2013. Length-weight and length-length relationship of three species of snakehead fish, *Channa diplogramma*, *C. marulius* and *C. striata* from the riverine reaches of Lake Vembanad, Kerala, India. *J Threat Taxa* 5, 4769-4773. <https://doi.org/10.11609/JoTT.03353.4769-73>.
- Froese R. 2006. Cube law, condition factor and weight-length relationships: History, meta-analysis and recommendations. *J Appl Ichthyol* 22, 241-253. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0426.2006.00805.x>.
- Huh SH, Jeong JM and Park JM. 2017. Length-weight and length-length relationships for six commercial fishes from southern Korean waters. *J Appl Ichthyol* 33, 649-651. <https://doi.org/10.1111/jai.13345>.
- Kang YS and Jeon KA. 1999. Biological and chemical characteristic and trophodynamics in the frontal zone in the southern waters of Korea. *Korean J Fish Aquat Sci* 32, 22-29.
- Karakulak FS, Erk H and Bilgin B. 2006. Length-weight relationships for 47 coastal fish species from the northern Aegean Sea, Turkey. *J Appl Ichthyol* 22, 274-278. <http://doi.org/10.1111/j.1439-0426.2006.00736.x>.
- Lee MO, Lee SH, Kim PJ and Kim BK. 2018. Characteristics of water masses and its distributions in the southern coastal waters of Korea in Summer. *J Korean Soc Mar Environ Energy* 21, 76-96. <https://doi.org/10.7846/JKOSMEE.2018.21.2.76>.
- Sokal RR and Rohlf FJ. 1981. *Biometry*. W.H. Freeman Co., San Francisco, CA, U.S.A.
- Verdiell-Cubedo D, Oliva-Paterna FJ and Torralva M. 2006. Length-weight relationships for 22 fish species of the Mar

Menor coastal lagoon (western Mediterranean Sea). *J Appl Ichthyol* 22, 293-294. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0426.2006.00738.x>.

Yoon HS and Choi SD. 2010. Length-weight relationships for 19 fish species in sargassum beds of Gamak bay, Korea. *Fish Aqua Sci* 13, 254-256. <https://doi.org/10.5657/fas.2010.13.3.254>.

Zhang CI. 2010. Mairne fisheries resource ecology. Ph.D. Dissertation, Pukyong National University Press, Busan, Korea, 1-561.