

육봉형과 소하성 개체군 빙어 *Hypomesus nipponensis* (바다빙어과)의 생태적 특성

변화근*

서원대학교 과학교육과

Ecological Characteristics of Land-locked and Anadromous Populations of *Hypomesus nipponensis* (Osmeridae) by Hwa Kun Byeon* (Department of Sciences Education, Seowon University, Cheongju 361-742, Korea)

ABSTRACT Ecological characteristics of landlocked and anadromous populations of *Hypomesus nipponensis* were investigated from December 2008 to April 2009 in the Soyangho (landlocked population) and Hyangho (anadromous population). Morphological differences between the landlocked and anadromous populations were not found. The spawning season was March in the Soyangho and late February in the Hyangho. Individuals of both populations were sexually mature at sizes over 60 mm total length. Gonadosomatic index of the landlocked population (female: 20.5%, male: 3.7%) was higher than in the anadromous population (female: 17.4%, male: 3.3%). Number of eggs in the ovaries was greater in the anadromous Hyangho (7,325) population and fewer in the Soyangho (4,902) population; this corresponded to the greater total length in the former. Condition factor was 0.6 (0.49 ~ 0.74) in the Soyangho population and 0.7 (0.47 ~ 0.76) in the Hyangho population. Stomach contents of *H. nipponensis* consisted mainly of zooplankton and aquatic insects, and the size of prey was larger in the Hyangho population than in the Soyangho population.

Key words : *Hypomesus nipponensis*, Soyangho, Hyangho, spawning season, stomach content

서 론

빙어 (*Hypomesus nipponensis*)는 바다빙어과 (Osmeridae) 바다빙어목 (Osmeriformes)에 속하는 어종이다. *Hypomesus* 속에는 전 세계적으로 아종을 포함하여 5종이 분포하며 이들 어류는 부레와 장이 연결되는 관의 위치에 따라 부레의 전단보다 약간 뒤쪽에 장과 연결된 관이 있는 종은 *Hypomesus olidus*에 해당된다 (McAllister, 1963). 한국산 빙어는 대부분 부레의 전단에서 장으로 연결되어 *H. olidus*와 차이를 보이며 척추골수는 집단별로 큰 차이 없이 대부분 56~59개로 확인되었다 (김, 1997). 윤 등 (1999)과 김 등 (2005)은 한국산 빙어의 학명을 *H. nipponensis*로 적용하였으며 유와 이 (1981)는 국내의 각 지역에 이식된 개체를 대상으로 지리적 형태 변이를 조사한 결과 종 내의 수준에서 다소 형태적 차이를

보고한 바 있다. 한국산 빙어의 난 발생과 치어 형태에 관하여서는 한 등 (1996)에 의해 이루어졌고 산란시기는 섬진강댐과 일본 집단이 3~4월 사이로 알려져 있으며 (Okada, 1961) 산란지역은 저수지나 댐의 유입 하천 여울로 하상은 자갈과 모래로 형성되어 있으며 산란을 하고 죽는다 (김, 1997). 육봉형 개체군은 1925년 이래 수산진흥원에서 함경남도 용흥강에서 채집된 빙어를 제천 의림지 등 전국 주요 저수지에 이식한 후, 지금은 전국의 댐호와 저수지에 광범위하게 분포하고 있다 (藤本, 1928; 최 등, 1990). 한국산 빙어에 대한 연구는 분류학적 연구와 산란, 발생 등에 관해 계속적으로 이루어진 상태이나 이식 방류되어 적응한 육봉형과 소하성 (anadromous type) 개체군에 대한 형태적 및 생태적 차이에 대한 연구는 없는 상태이다. 따라서 본 연구는 겨울철에 식용으로 많이 이용됨으로써 경제성이 매우 높은 육봉형과 소하성 빙어의 형태적, 생태적 특징을 분석하였다. 이를 통해 육봉형 개체군의 안정적인 서식을 위한 기초자료를 제공하고자 하였다.

*교신저자: 변화근 Tel: 82-43-299-8405, Fax: 82-43-299-8400,
E-mail: cottus@chollian.net



Fig. 1. Map showing the sampling stations of *Hypomesus nipponensis* in the Soyangho and Hyangho, Gangwon-do, Korea.

재료 및 방법

1. 표본 채집

조사에 사용된 표본은 2008년 12월부터 2009년 4월까지 육봉형은 소양호(강원도 인제군 남면 신남리)와 소하성은 향호(강릉시 주문진읍 향호리)에서 채집하였다(Fig. 1). 채집은 투망(5×5 mm)과 정치망(7×7 mm)을 사용하였으며 채집된 표본들은 현장에서 10% 포르말린액에 고정하였고 식성 조사용 채집물은 현장에서 포르말린 30%로 고정하였다.

2. 형태적 특징

육봉형과 소하성 개체군의 형태적 특징을 알아보기 위하여 소양호와 향호에서 채집한 표본 중 각각 20개체를 대상으로 계측 및 계수형질을 조사하였다. 외부형태의 측정법은 Hubbs and Lagler (1964)의 방법에 따라 1/20 mm dial caliper를 사용하였다.

3. 산란지 공서어종

본 종이 산란하는 산란지를 중심으로 향호에 서식하는 공서어종을 알아보고자 죽대(4×4 mm)와 투망을 이용하여 조사하였다. 채집한 어류의 동정과 분류체계는 内田 (1939), 정 (1961), 김 (1997), 최 등 (2002), 김 등 (2005) 등의 검색표를 참고하였다. 분류체계는 Nelson (2006)을 참조하였다.

4. 성적성숙 및 산란시기

성적으로 성숙하여 생식이 가능한 체장 범위의 조사를 위하여 2008년 12월~2009년 4월에 향호에서 58개체, 소양호에서 62개체를 대상으로 체장별 암·수의 생식소 성숙도를 조사하였다. 산란시기를 조사하기 위하여 암·수의 체중과 생식소 무게를 0.01 g 단위까지 측정하여 gonadosomatic index (gonad weight/body weight × 100)를 구하였다.

5. 포란수 및 난 크기

포란수(clutch size)를 조사하기 위하여 산란시기인 2009년 2월(향호)과 2009년 3월(소양호)에 채집한 표본 중 생식소 지수가 10.0% 이상이고 전장이 62~103 mm 범위에서 포란수를 조사하였다

6. 비만도

주어진 환경의 차이에 따른 빙어의 생육상태와 생식능력 정도를 파악하기 위해 비만도를 2월과 3월에 채집된 개체를 대상으로 조사하였다. 비만도는 Anderson and Neumann (1996)을 따랐다($K=W/TL^3$, W =weight, TL =total length).

7. 식성

소화관 내용물의 토출을 막기 위해 채집 즉시 30% 포르말린에 고정시켰다. 위가 충만한 개체에 국한하여 20개체씩 위를 절개하여 위 내용물을 해부현미경과 광학현미경을 사용하여 검경하였다. 소화관 내용물은 윤(1988, 1995), 조(1993), Mizuno (1977)의 도감에 의거하여 동정하였다.

결 과

1. 육봉형과 소하성 개체군의 형태적 특징

소양호에 서식하는 육봉형 집단과 향호에 산란을 위해 소양호에 서식하는 소하성 빙어 집단의 계측 및 계수형질의 측정 결과는 Table 1과 같다. 체장에 대한 백분비로 두장은 18.2~22.2%, 체고는 15.8~24.1%, 미병장은 7.6~11.3%, 미병고는 6.5~7.6%로 두 집단 간 큰 차이가 없었다. 두장에 대한 백분비로 뒷지느러미 연조길이는 43.9~76.5%, 안경은 23.4~36.7%, 양안간격은 33.6~46.8%로 두 집단 간 큰 차이를 보이지 않았다. 등지느러미 기조수는 8~10개, 뒷지느러미 기조수는 14~15개, 배지느러미 기조수는 8개, 가슴지느러미 기조수는 12~14개, 꼬리지느러미 기조수는 19개로 두 집단 간에 있어서 동일하였다. 종렬비늘수는 58~61개, 유문수는 3~4개, 새파수는 30~36개로 두 집단 간에 거의 동일하였다.

2. 산란지 수환경

하상입자의 구분은 Cummins (1962)에 따랐으며 향호에서는 산란을 위해 12월에 바다에서 석호로 소양하며 산란지는 유입수와 석호가 합류되는 수역이었다. 유속이 매우 느린 여울부로 하상구조는 모래로 구성되어 있었으며 수심은 얕았고(50~80 cm), 유폍은 넓었으며(40~50 m), 유속은 느린(0.13~0.18 m/sec) 상태를 유지하였다(Table 2). 주변지

Table 1. Comparison of morphological characteristics in the *Hypomesus nipponensis* (land-locked population) from the Soyangho and Hyangho (anadromous population), Gangwon-do, Korea

Characters	<i>Hypomesus nipponensis</i>	
	Soyangho	Hyangho
% of Standard length		
Head length	20.5 ± 1.46 (18.2 ~ 22.2)	19.7 ± 1.21 (18.4 ~ 21.7)
Body depth	18.2 ± 1.42 (15.8 ~ 22.4)	19.8 ± 1.52 (16.4 ~ 24.1)
Caudal peduncle length	10.2 ± 0.71 (9.8 ~ 11.3)	10.8 ± 1.55 (7.6 ~ 11.3)
Caudal peduncle depth	7.0 ± 0.37 (6.6 ~ 7.6)	6.9 ± 0.38 (6.5 ~ 7.4)
% of Head length		
Length of longest anal ray	52.8 ± 5.84 (46.9 ~ 53.9)	59.9 ± 10.7 (43.9 ~ 76.5)
Eye diameter	28.5 ± 4.55 (23.4 ~ 35.7)	28.3 ± 2.16 (26.0 ~ 31.7)
Interorbital width	41.6 ± 3.74 (37.1 ~ 46.8)	37.8 ± 3.99 (33.6 ~ 44.7)
% of Eye diameter		
Length of adipose fin base	66.4 ± 8.27 (56.9 ~ 81.9)	52.9 ± 10.8 (46.2 ~ 76.7)
Meristics		
Number of dorsal fin rays	8 ~ 10	8 ~ 10
Number of anal fin rays	14 ~ 15	14 ~ 15
Number of ventral fin rays	8	8
Number of pectoral fin rays	12 ~ 14	12
Number of caudal fin rays	19	19
Longitudinal scale number	58 ~ 61	59 ~ 61
Caeca number	3 ~ 4	3 ~ 4
Gill raker number	32 ~ 34	30 ~ 36

Table 2. The environmental conditions at the studied station of the Hyangho and Soyangho, Gangwon-do, Korea in February and March 2009

Environmental condition	Average (Range)	
	Hyangho	Soyangho
Stream width (m)	44 (40 ~ 50)	62 (50 ~ 70)
Water depth (cm)	72 (50 ~ 80)	38 (20 ~ 50)
Water current (m/sec)	0.14 (0.13 ~ 0.18)	0.67 (0.52 ~ 0.84)
Status of river bed	Sand	Gravel and Pabble
River type	Riffle	Riffle

역은 농경지와 마을이 인접하여 있었고 수변부에 콘크리트 제방이 인접하여 있었으며 낚시 행위가 많이 이루어지고 있었다. 육봉형 산란장을 형성하는 소양호 유입수인 인제군 인제읍 근처리에서는 유속이 매우 빠른 여울부로 하상구조는 자갈과 조약돌(Pebble)로 구성되어 있었으며 수심은 얕았고(20 ~ 50 cm), 유폭은 넓었고(50 ~ 70 m), 유속은 0.52 ~ 0.84 m/sec로 매우 빨랐다. 소양호에 서식하는 육봉형 산란장은 향호에 출현하는 소하성 개체의 산란장에 비해 하상구성 입자가 큰 자갈과 돌로 구성되었고 수심이 낮았으며 유속은 빨랐다.

3. 공서어종

산란을 위해 소상하는 집단이 서식하는 향호에서 잉어와 함께 출현하는 공서어종(cohabitation fish)은 총 9과 16종

이 출현하였으며(Table 3) 흰발망둑(*Acanthogobius lactipes*, 21.0%), 참붕어(*Pseudorasbora parva*, 15.8%), 송사리(*Oryzias latipes*, 12.7%), 민물검정망둑(*Tridentiger brevispinis*, 11.7%) 등의 개체수가 풍부하였다. 순수담수어에 속하고 유기물 오염에 내성이 강한 송사리, 참붕어, 붕어(*Carassius auratus*)가 다량 서식하고 있었는데 이는 해수의 유입이 과다하지 않기 때문인 것으로 생각된다. 개체수 구성비가 1% 이하로 희소종에 속하는 어종은 잉어(*Cyprinus carpio*), 미꾸리(*Misgurnus anguillicaudatus*), 가숭어(*Chelona haematocheilus*), 꼭저구(*Gymnogobius urotaenia*), 가물치(*Channa argus*) 등이었다(Fig. 2). 출현한 어종 중 고유종에 속하는 종은 치리(*Hemiculter eigenmanni*) 1종으로 고유화빈도가 6.3%로 매우 낮았다. 해산어에 속하는 종은 복섬(*Takifugu niphobles*)과 가숭어 2종으로 매우 적었다.

4. 성적성숙 및 산란시기

본 종의 산란시기는 육봉형인 소양호 개체군은 3월이었고 수온은 7 ~ 10°C이었으며 산란장은 유입 하천으로 자갈과 조약돌로 형성된 여울이었다. 소하성 개체군은 향호에서 2월말에 산란하였고 수온은 7 ~ 11°C이었으며 산란장소는 하천 유입수 근처이며 수심이 1 m 이하로 얕았고 하상은 모래로 형성되어 있었다. 소하성 개체군이 육봉형 개체군에 비해 산란시기가 다소 빨랐으나 수온 조건은 유사하였다. 성적으로 성숙하여 생식이 가능한 크기는 전장이 60 mm 이상

Table 3. A list and individual number of collected fishes in the Hyangho from December 2008 to April 2009

Species	Hyangho	RA (%)
Cyprinidae (잉어과)		
<i>Cyprinus carpio</i> (잉어)	2	1.0
<i>Carassius auratus</i> (붕어)	16	8.2
<i>Pseudorasbora parva</i> (참붕어)	31	15.8
<i>Tribolodon hakonensis</i> (황어)	8	3.9
* <i>Hemiculter eigenmanni</i> (치리)	6	2.9
Cobitidae (미꾸리과)		
<i>Misgurnus anguillicaudatus</i> (미꾸리)	2	1.0
Osmeridae (바다빙어과)		
<i>Hypomesus nipponensis</i> (빙어)	17	8.3
Mugilidae (송어과)		
<i>Chelon haematocheilus</i> (가송어)	2	1.0
Adrianchthyoidae (송사리과)		
<i>Oryzias latipes</i> (송사리)	26	12.7
Gasterosteidae (큰가시고기과)		
<i>Gasterosteus aculeatus</i> (큰가시고기)	9	4.4
^o <i>Pungitius sinensis</i> (가시고기)	14	6.8
Gobiidae (망둥어과)		
<i>Acanthogobius lactipes</i> (흰발망둑)	43	21.0
<i>Gymnogobius urotaenia</i> (꼭저구)	1	0.5
<i>Tridentiger brevispinis</i> (민물검정망둑)	24	11.7
Channidae (가물치과)		
<i>Channa argus</i> (가물치)	1	0.5
Tetraodontidae (참복과)		
<i>Takifugu niphobles</i> (복섬)	3	1.4

*: Endemic species, ^o: Endangered species

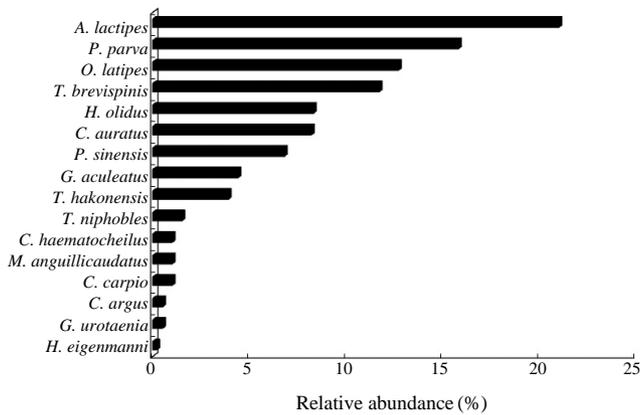


Fig. 2. The composition of relative abundance of collected fishes in the Hyangho from December 2008 to April 2009.

되는 개체로 육봉형과 소하성 개체군에 있어서 동일하였다. 산란시기의 생식소지수는 소양호에서 암컷은 20.5% (5.2~29.5%)이었고 수컷은 3.7% (2.2~4.7%)이었다. 향호의 경우 암컷이 17.4% (8.2~23.3%)이었고 수컷은 3.3% (2.0~3.7%)이었다(Fig. 3). 생식소 지수는 육봉형 집단이 소하성 집단에 비해 다소 높았다. 소하성인 향호의 경우 성적성숙이 되지 않은 상태에서 바다에서 소상한 개체는 산란을 하지

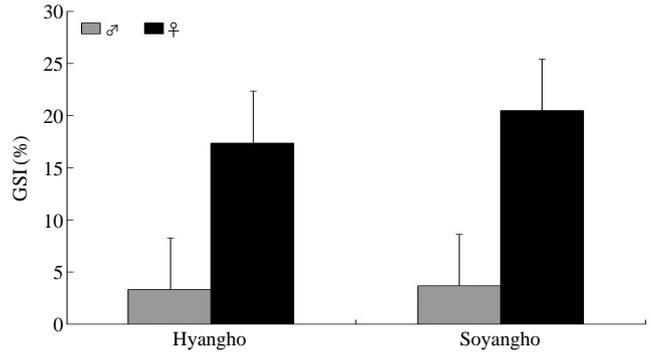


Fig. 3. Gonadosomatic index of *H. nipponensis* in the Soyangho and Hyangho from December 2008 to April 2009.

Table 4. Number of eggs in gonads of the *H. nipponensis* female from the Soyangho and Hyangho from February to March 2009

Soyangho		Hyangho	
Total length (mm)	Egg number	Total length (mm)	Egg number
63	1,012	74	5,193
76	5,316	76	8,080
81	2,904	78	4,728
84	7,720	81	5,052
93	7,560	86	7,348
		94	10,704
		103	10,160
Average	4,902	Average	7,325

않고 유입 수로에서 5월 이후까지 계속 머물고 있는 것이 확인되었다.

5. 포란수

소양호에서는 빙어의 포란수가 2,904~7,720개였으며 평균 4,902개였다. 향호의 경우 빙어 포란수가 4,728~10,704개였으며 평균 7,325개였다. 전장이 큰 개체일수록 포란수가 증가하였다(Table 4). 성숙란은 구형이며 황색이었고 직경은 소양호에서 0.65±0.06 mm, 향호에서 0.64±0.06 mm로 성숙란 직경의 차이는 없었다. 소하성과 육봉형의 성숙란 차이는 거의 없었다.

6. 전장분포

빙어는 수명이 1년으로 짧으며 산란시기인 2월과 3월에 채집된 개체들을 대상으로 육봉형과 소하성 개체군 전장의 차이를 조사하였다. 육봉형인 소양호 개체군은 전장이 60~104 mm이었고 90 mm 이상되는 개체는 매우 적었다. 75~85 mm에 해당하는 개체수가 풍부하였으며 전장 평균은 79.5 mm이었다. 향호에서 채집된 소하성 개체군은 전장이

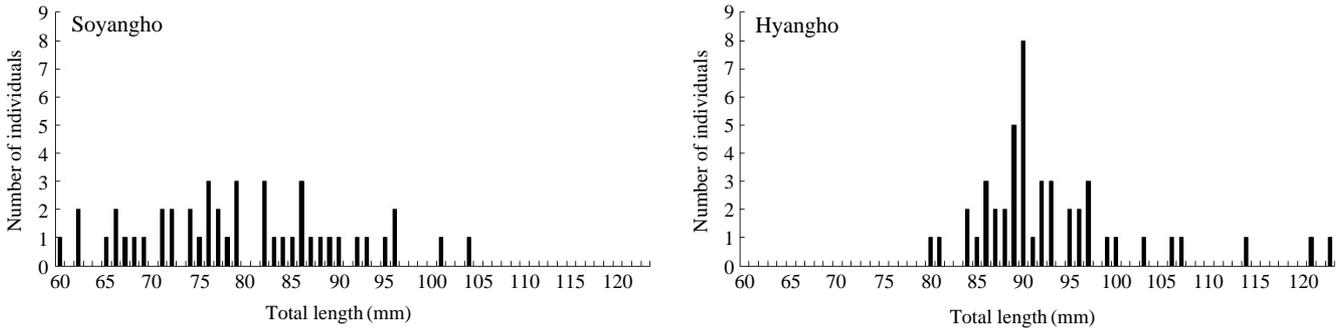


Fig. 4. Length frequency distributions of *H. nipponensis* in the Soyangho and Hyangho from February to March 2009.

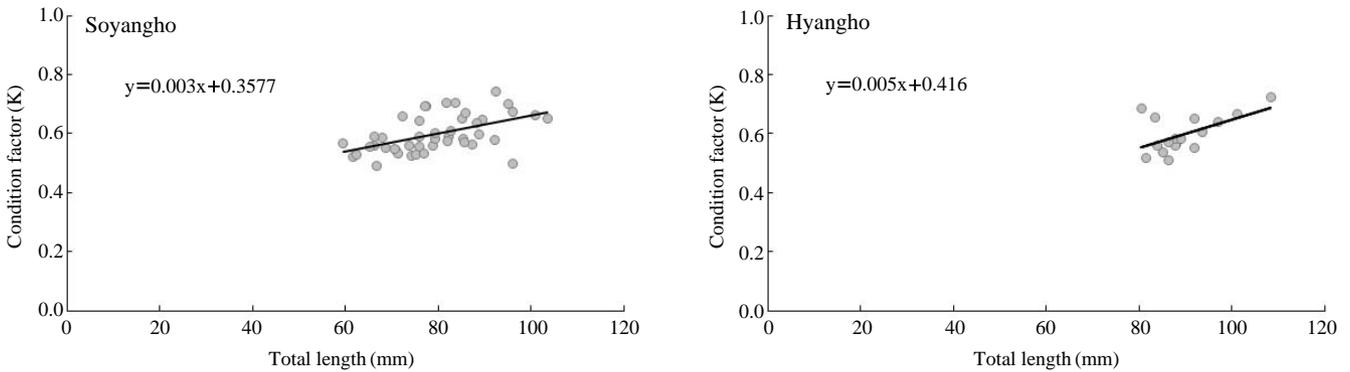


Fig. 5. Condition factor (K) for *H. nipponensis* in the Soyangho and Hyangho from February to March 2009.

Table 5. Stomach contents of *H. nipponensis* in the Soyangho and Hyangho from December 2008 to April 2009

Taxa	Soyangho		Hyangho	
	No. of individual	RA (%)	No. of individual	RA (%)
Zooplankton (동물플랑크톤)				
Branchioda (지각류)				
<i>Daphnia</i>	135	14.9		
<i>Bosmina</i>	723	79.9		
<i>Alona</i>	14	1.6	7	1.0
Copepoda (요각류)				
<i>Eodiaptomus</i>	6	0.7	426	61.0
<i>Themocyclops</i>			121	17.3
<i>Cyclops</i>	6	0.7	38	5.5
Nauplius of Copepoda	2	0.2	11	1.6
Aquatic insect (수서곤충)				
Ephemeroptera (하루살이목)				
<i>Cloeon dipterum</i> (연못하루살이)			49	7.0
Trichoptera (날도래목)				
<i>Hydrophyche</i> sp. (줄날도래)			2	0.3
Diptera (파리목)				
Chironomidae (깔다구류)	19	2.1	41	5.9
Ephydriidae (물가파리류)			3	0.4

RA: Relative abundance (%)

80~123 mm이었으며 85 mm 이하의 개체수는 매우 적었다. 전장이 90 mm에 속하는 개체가 가장 많았고 평균 93.1 mm

(80~123 mm)이었으며 소하성 개체의 전장이 소하성에 비해 길었다(Fig. 4).

7. 비만도 (Condition factor)

주어진 환경의 차이에 따른 빙어의 생육상태와 생식능력 정도를 파악하기 위해 비만도 조사를 한 결과 육봉형인 소양호 개체군의 비만도는 0.49~0.74로 평균 0.6이었다. 평균 0.5 이상이면 생육상태가 양호한 것으로 평가되므로 소양호 육봉화 개체군은 생육상태가 양호한 것으로 나타났다. 향호에서 채집된 소하성 개체군의 비만도는 0.47~0.76으로 평균 0.7이었다(Fig. 5). 비만도 결과 생육상태가 양호하였으며 육봉화 개체군에 비해 더욱 높은 수치를 나타내었다.

8. 식성

소양호에 서식하는 개체군의 먹이생물은 동물플랑크톤에 속하는 지각류(Branchioda)와 요각류(Copepoda), 수서곤충(Aquatic insect)에 속하는 파리목(Diptera) 등이었다(Table 5). 이 중 *Bosmina*와 *Daphnia* 같은 지각류는 먹이원에서 96.4%(개체수 구성비)를 차지하여 빙어의 주된 먹이생물은 지각류임을 알 수 있었다. 소하성인 향호에서는 동물플랑크톤에 속하는 지각류와 요각류이었으며 수서곤충에 속하는 하루살이목(Ephemeroptera), 날도래목(Trichoptera), 파리목 등이었다. 먹이생물 중 요각류가 85.4%이었고 이중 *Eodiaptomus* (61.0%)와 *Themocyclops* (17.3%)가 대부분이었다.

고찰

McAllister(1963)는 *Hypomesus transpacificus transpacificus*는 샌프란시스코 만에서만 출현하였고 *Hypomesus transpacificus nipponensis*는 일본 지역에서 출현한다고 하였다. Nakabo(1993)의 일본산 빙어의 검색 기준에 따라 한국산 표본(안동댐, 청호지, 제천의림지, 섬진강댐)을 검토한 결과 기름지느러미가 크며 그 기저는 눈의 직경보다 짧고 문장은 양안 간격보다 짧았다. 문장의 특징은 빙어(*H. olidus*)에 해당되었으나 기름지느러미 기저의 특징은 *H. transpacificus nipponensis*에 더 가까웠다. 그 외 지느러미 기초수, 새파수, 유문수의 수 및 종렬비늘수 등의 계수 형질은 대부분이 중복되었으나 형질에 따라 일정하지 않았다. 육봉형인 소양호 집단과 소하성인 향호에 출현하는 집단의 외부 형태적인 조사 결과 김(1997)의 기재와 잘 일치하였으며 빙어의 육봉형과 소하형 집단에서 계측 및 계수 형질의 측정에서 차이가 거의 없어 육봉화되면서 외부 형태적인 변화는 급격히 발생하지 않은 것으로 생각된다. 육봉형이 산란하는 소양호와 운암호 유입수의 산란장은 하상이 자갈로 구성되어 있어(유, 1974) 향호에서와는 차이가 있었고 모래에 부착시킨다는 白石·德永(1958)과는 일치하였다. 빙어의 산란장은 자

갈 또는 모래로 형성된 곳에 모두 산란이 가능한 것으로 생각된다. 향호에서는 한국특산어종의 출현이 매우 적었는데, 일반적으로 하천 하류의 기수역이나 석호에서는 고유종에 속하는 어종이 출현하지 않거나 매우 적은 것이 특징(변, 2007)인 것과 일치하였다. 치리는 일차담수어로 서해와 남해로 유입되는 수계에 분포하며 동해로 유입되는 수계에서는 출현하지 않는 것으로 알려져 있으며(김, 1997; 김 등, 2005) 동해안 석호에는 분포가 알려져 있지 않았다. 향호에 출현하는 치리가 서해와 남해로 유입되는 하천에 서식하던 개체가 유입되었을 가능성이 있으므로 추후 서해와 남해로 유입되는 집단과의 유전적 분석이 필요한 것으로 판단된다. 해산어에 속하는 종의 출현이 매우 적었는데 이는 해수의 유입이 많지 않았기 때문인 것으로 판단된다. 기수역인 석호의 기수성 어종과 순수담수어가 함께 안정적으로 분포하므로 우리나라 동해안에 분포하는 석호의 대표적인 어류상을 유지하고 있는 것으로 판단된다. 환경부 지정 멸종위기 야생동·식물Ⅱ급에 속하는 가시고기(*Pungitius sinensis*)가 14개체 출현하였다. 반면 최 등(2003)에 의하면 육봉형 빙어가 서식하는 소양호에서는 11과 37종이 서식하며 피라미(*Zacco platypus*, 39.6%)가 우점종이었으며 빙어(*H. nipponensis*, 31.7%)가 아우점종이었다. 그 외에 긴물개(*Squalidus gracilis majimae*), 물개(*Squalidus japonicus coreanus*), 등자개(*Pseudobagrus fulvidraco*), 블루길(*Lepomis macrochirus*), 참갈겨니(*Zacco koreanus*), 떡붕어(*Carassius cuvieri*), 누치(*Hemibarbus labeo*), 갈문망둑(*Rhinogobius giurinus*) 등이 우세종으로 출현하였다. 공서어종에 있어 소양호는 향호에 비해 출현종이 풍부하였고 어식성 어종이 풍부하며 외래종이 다량 서식하고 있었다(최 등, 2003). 이는 서해로 유입되는 하천 중·상류에 조성된 인공호로 지리학적으로 석호에 비해 어종이 풍부한 수역이며 지속적으로 어족자원 증식을 위해 치어를 방류하였기 때문인 것으로 판단된다. 운암저수지에 서식하는 빙어는 산란기가 3~5월로 기재(유, 1972)되어 있으며 소양호는 3월로 운암저수지 빙어 산란기에 속하였으나 향호에서는 2월 말로 다소 빨랐다. 이는 소하성 개체군이 분포하는 향호에서 수온이 일찍 상승하였기 때문인 것으로 판단된다. *Hypomesus olidus*의 포란수는 480~35,000개, *Hypomesus transpacificus nipponensis*는 1,000~20,000개로 알려져 있는데(川那部·水野, 1989). 육봉형인 소양호의 빙어는 2,904~7,720개, 소하성인 향호에서 4,728~10,704개로 중간 범위에 속하였다. 소하성 개체군이 육봉형 개체군에 비해 포란수가 많았는데 이는 전장의 차이에 기인된 것으로 생각된다. 육봉형 개체군이 소하성 개체군에 비해 전장이 매우 작았다. 이는 빙어가 육봉화되면서 담수 지역에서 먹이원의 차이로 성장에 지장을 초래한 것으로 판단된다. 따라서 서식지별 먹이생물의 종류, 빈도, 크기 분포 등에 대한 조사가 필요한 것으로 생각된다. 소양호와 향호

에 있어 알의 크기는 같았고 포란수는 향호에서 높았고 생식소 지수는 소양호에서 높았다. 소양호에 서식하는 빙어는 향호에 출현하는 빙어보다 생체량에 있어 생식소가 차지하는 비율이 높았던 결과이며 향호에서 포란수가 높았던 것은 출현 개체의 전장이 컸었기 때문이다. 소하성 집단이 육봉형 집단에 비해 비만도가 높았는데 이는 소하성 집단이 연안지역에서 성장하면서 먹이원이 풍부하여 체중이 증가한 원인으로 판단된다. 비만도와 전장의 상관관계에 있어 소양호와 향호에서 양의 값을 나타내었는데 이들 지역에서의 빙어는 생육 서식환경이 비교적 양호한 것으로 생각된다. 빙어 개체군의 비만도에 대한 기존 자료가 없어 비교·검토가 불가능한 상태이었다. 식성에 있어 향호에 서식하는 개체군이 소양호에 서식하는 개체군에 비해 섭식하는 먹이의 크기가 큰 것을 주로 섭식하고 있어 차이를 보였다. 빙어는 주로 동물성 플랑크톤을 섭식하고 수서곤충 중 깔다구류를 일부 섭식한다는 김(1997)의 지재와 일치하였으나 향호에서는 동물성 플랑크톤 중 크기가 가장 큰 *Eodiaptomus*와 *Themocyclops* (조, 1993)를 주로 섭식하고 있어 먹이원의 크기에 있어 현저한 차이를 나타내었다.

요 약

빙어 (*Hypomesus nipponensis*)의 육봉형과 소하성 개체군의 특성을 연구하기 위해 2008년 12월부터 2009년 4월까지 소양호와 향호에서 조사하였다. 육봉형인 소양호 개체군과 소하성인 향호 개체군에 있어 두 집단 간에 형태적 차이는 유사하였다. 산란시기는 육봉형인 소양호에서는 3월이었고 소하성 향호에서는 2월말이었다. 성적으로 성숙하여 생식이 가능한 크기는 전장이 60 mm 이상되는 개체로 육봉형과 소하성 개체군에 있어서 동일하였다. 생식소 지수는 육봉형 집단(암컷 20.5%, 수컷 3.7%)이 소하성 집단(암컷 17.4%, 수컷 3.3%)에 비해 다소 높았다. 포란수는 육봉형 개체군(평균 4,902개)이 소하성 개체군(평균 7,325개)에 비해 매우 적었고 육봉형 개체군이 소하성 개체군에 비해 전장도 매우 작았다. 소양호 개체군의 비만도는 평균 0.60 (0.49~0.74)이었고 향호의 비만도는 0.70 (0.47~0.76)이었다. 먹이생물은 동물플랑크톤과 수서곤충이었으며 향호에 서식하는 개체군이 소양호 개체군에 비해 먹이의 크기가 큰 것을 주로 섭식하고 있었다.

인 용 문 헌

김익수. 1997. 한국동식물도감, 제37권 동물편(담수어류). 교육부,

pp. 339-341.
 김익수 · 최 윤 · 이충렬 · 이용주 · 김병직 · 김지현. 2005. 원색한국어류도감. (주)교학사, pp. 149-151.
 변화근. 2007. 동해안 석호의 생태계교란 야생동 · 식물퇴치방안. 강원도, pp. 73-89.
 유봉석. 1974. 운암저수지산 빙어의 생태연구. 한국육수학회지, 7: 1-6.
 유봉석 · 이경로. 1981. 한국산 빙어의 지리적 형태변이에 관하여. 한국육수학회지, 14: 179-188.
 윤일병. 1988. 한국동식물도감, 제30권 동물편(수서곤충류). 교육부, pp. 95-551.
 윤일병. 1995. 수서곤충검색도설. 정행사, pp. 7-218.
 윤창호 · 김익수 · 이완옥. 1999. 한국산 빙어속 (Genus *Hypomesus*) 어류의 분류학적 재검토. 한국어류학회지, 11: 149-154.
 정문기. 1961. 한국동물도감 어류. 문교부, pp. 159-160.
 조규송. 1993. 한국담수동물플랑크톤도감. 아카데미서적, pp. 436.
 최기철 · 전상린 · 김익수 · 손영목. 2002. 개정원색한국담수어도감. 향문사, pp. 143-144.
 최기철 · 최신석 · 홍영표. 1990. 일차담수어 (*Coreoleuciscus splendius*)의 미세분포에 관하여. 한국어류학회지, 2: 63-76.
 최재석 · 이광열 · 장영수 · 고명훈 · 권오길 · 김범철. 2003. 소양호의 어류군집 동태. 한국어류학회지, 15: 95-104.
 한경호 · 이승주 · 김용익 · 명정구. 1996. 빙어의 난발생과 자어의 형태 발생. 한국수산학회지, 29: 497-502.
 Anderson, R.O. and R.M. Neumann. 1996. Length, weight and associated structural indices. In: Murphy B.R. and D.W. Willis (eds.), Fisheries Techniques, 2nd ed., American, pp. 447-482.
 Cummins, K.W. 1962. An evaluation of some techniques for the collection and analysis of benthic samples with special emphasis on lotic waters. Am. Midl. Nat., 67: 477-504.
 Hubbs, C.L. and K.F. Lagler. 1964. Fish of the Great Lake region. Univ. Michigan Press, Ann Arbor, pp. 19-26.
 McAllister, D.E. 1963. A revision of the smelt family Osmeridae. Nat. Mus. Canada Bull., 191: 1-53.
 Mizuno, T. 1977. Illustrations of the freshwater plankton of Japan. Hoikusha, Osaka, pp. 82-231.
 Nakabo, T. 1993. Fishes of Japan with pictorial keys to the species. Tokai Univ. Press, Tokyo, p. 1162.
 Nelson, J.S. 2006. Fishes of the world (4th ed). John Wiley & Sons, New York, 601pp.
 内田惠太郎. 1939. 朝鮮魚類誌. 朝鮮總督府 水産試驗場報告, 6: 1-460.
 川那部浩哉 · 水野信彦. 1989. 日本の淡水魚. 山と溪谷社, pp. 60-65.
 藤本政男. 1928. わかさぎ移殖實驗. 朝鮮總督府水試. p. 472.
 白石芳一 · 徳永英松. 1958. 相模湖におけるワカサギの産卵環境について淡水研究. p. 8.