

예당호 일원 붕어와 떡붕어의 성장 형질

김계웅* · 조성덕** · 김학연* · 김석렬†

*·*공주대학교(교수) · **공주대학교(연구원)

Growth Trait of Crucian Carps, *Carassius Auratus* and *Carassius cuvieri* in the Lake Yedang, Korea

Gye-Woong KIM* · Sung-Duck JOE** · Hack-Youn KIM* · Seokryel KIM†

*·*Kongju National University(professor) · **Kongju National University(researcher)

Abstract

Age-related physiological characteristic of crucian carp inhabiting Lake Yedang were analyzed to compare the ecophysiological distribution of *Carassius auratus* (n = 1,537) and *C. cuvieri* (n = 1,385). Crucian carps were collected and analyzed biomass, gender, and hematological parameters by age group. Age distribution of one-year-old (OYO) fish were dominant group which is 27.3% and 28.7% for *C. auratus* and *C. cuvieri*, respectively, whereas the distribution of over five-year-old fish were decreased. OYO biomass of *C. auratus* and *C. cuvieri* were 42.0 g and 64.4 g, respectively. A distinct characteristic between two species were observed in four-year-old fish, i.e. *C. cuvieri* have shown an increase of biomass, total length, and body height in comparison to *C. auratus*. A distribution of OYO male and female were 43.3%, and 24.4%, respectively. However, the male proportion were decreased with age increase. Hematological analysis revealed that *C. auratus* collected in the season of spring and summer showed an increase of serum albumin and glucose, while carps collected in the season of summer and fall showed a decrease of cholesterol and an increase of calcium and globulin compared to those samples collected in the season of winter and spring. These results are considered to be effective for estimation and management of freshwater aquatic resources.

Key words : Crucial carps, *Carassius auratus*, *C. cuvieri*, Distribution, Sex ratio

I. 서론

붕어(*Carassius auratus*)는 잉어과(*Cyprinidae*) 붕어속(*Carassius*)에 속하는 담수 경골어류로 국내는 물론 중국, 일본, 아프리카, 유라시아 등 전 세계 지역에 분포하고 있는 어종이다 (Miller, 1969; Chung, 1977; Choi et al., 1990; Nelson, 2016; Kim et al., 2020). 붕어는 4~7월에 무리를 지어 물가의 수초에 알을 낳고 부화하여 40cm

정도 성장하며, 입은 작고 수염은 없는 것이 특징이다. 몸통은 황금색이나 녹갈색 등을 띠고 있지만 서식지에 따라서 다소 변화가 있고, 아가미 갈퀴(새파, gill raker) 수는 44~52개이며 호수, 하천, 늪지대에서 서식하며 식성은 잡식이다(Nam et al., 1989; Jang et al., 2011). 떡붕어(*C. cuvieri*)는 외형이 붕어와 비슷하나 체고는 현저히 높고, 머리의 주둥이는 앞으로 좀 돌출되고 납작한 편이며, 입술은 얇고 수염은 없고, 지느러미는 백색

† Corresponding author : 041-330-1141, seokryel@kongju.ac.kr/orcid.org/0000-0002-5157-8924

을 띠고 있다. 아가미 갈퀴(새파)수는 84~114개 정도이며, 측선 비늘 수는 30~31개이며, 전장은 50 cm 정도로 붕어보다는 크다. 국내 자연산 붕어는 1934년에 처음 학계에 보고되었는데, 함경북도 청진에서 채집되어, 당시 *C. carassius*로 분류되었으나, Mori and Uchida(1934)는 그 외에 한반도에 서식하는 모든 자연산 붕어들을 *C. auratus*로 분류하여 보고한 바 있다. 이후 Nam et al.(1989)은 영남지역 수계에서 채집한 자연산 붕어를 *C. auratus*로 보고하였다. 이처럼 국내 담수역에는 *C. auratus*로 분류되는 자연산 붕어와, 1972년에 내수면 자원 조성을 목적으로 일본에서 도입된 *C. cuvieri*로 알려져 있는 떡붕어가 있다. 이 떡붕어는 재래종 붕어와 교잡된 잡종으로 붕어와 같이 5~6월에 가장 많이 산란하는 계절 번식을 한다(Kim et al., 2020).

충남 예산군에 위치한 예당호는 대흥면과 응봉면 사이에 무한천과 신양천이 흘러 들어와서 호수를 이루고 있으며, 국내 농업용수 전용 공급 저수지 중에서 가장 넓다. 예당호에 서식하는 붕어속으로는 형태학상으로 분류된 한국산 붕어와 외래 도입종 떡붕어가 서식하는 것으로 보고되고 있다(NIER, 2008). 예당호의 붕어 크기는 보통 10~20 cm 정도 되며, 큰 것은 45 cm 정도 되는 것이 있고, 떡붕어는 10~42 cm 정도 되며 붕어보다는 비교적 큰 것으로 보고되고 있다. 그리고 예당호에 서식하는 외래어종으로는 떡붕어, 블루길(blue gill), 배스(Bass) 등 3종이 서식하는 것으로 나타났다(Kim et al., 2019). 한편 붕어의 영양소 조성 분석에서 단백질은 15.02%, 지방은 2.58%, 그리고 회분은 2.11%, 특히, 아미노산 중에서는 글루타민(glutamic acid), 리신(lysine), 아스파틱산(aspartic acid), 아르기닌(arginine) 등을 많이 함유하고 있고, 이들이 전체 아미노산 중 약 46%를 차지하며, 식품 소재로서 붕어와 떡붕어의 이화학적 가치를 보고하고 있다(Choi et al., 1986, Kim et al., 2021). 그러나 식품 소재로서 활용 가치가 높은 붕어와 떡붕어의 자원조성 및 관리를

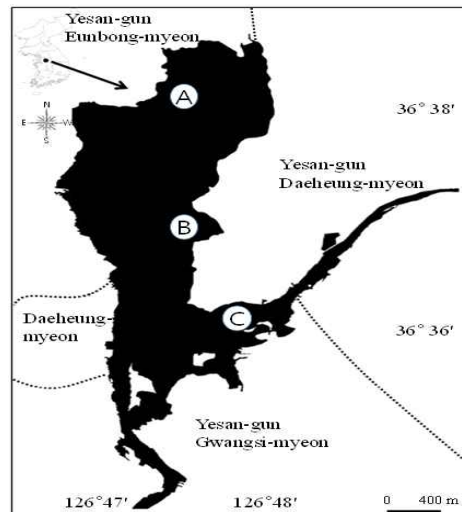
위한 서식 특성, 성장에 따른 형질 변화, 번식 주기와 관련된 혈액 성분 변화 등의 연구는 많지 않다.

본 연구는 충남 예당호 일원에 서식하는 붕어와 떡붕어의 성장에 따른 체장, 체고, 체위, 연령별 분포, 성비 등 두 어종의 성장 형질 특성을 분석하여 효율적인 수산자원을 조성 및 관리를 위한 기초 자료를 얻고자 실시되었다.

II. 재료 및 방법

1. 시험어류 및 연령분포

예당호 일원 붕어의 군집 특성을 확인하기 위한 시료는 2020년 5-6월 충청남도에 있는 예당호([Fig. 1]) 상류, 중류, 하류에 서식하는 붕어(*C. auratus*) 1,537마리와 떡붕어(*C. cuvieri*)를 1,385마리 총 2,922마리를 삼각망을 이용하여 채집하였다. 채집된 붕어와 떡붕어 분류는 외형적 특징에 따라 분류하였고([Fig. 2]), 암수 구별을 위한 시료로 사용하였다. 붕어의 연령은 Jang et al.(2011)의 방법으로 비늘 윤문을 이용하여 현미경적 관찰로 확인하였다.



[Fig. 1] Map showing the sampling area in lake Yedang(A, B, C), Chungcheong Prov.

2. 암수구분

붕어는 성적 이형이 없어서 붕어의 암수 구별은 복부를 가볍게 눌러 생식공에서 유백색의 정액과 난이 누출되는 것을 기준으로 판단하였다. 이외 누출되지 않는 개체는 해부 후 육안관찰로 확인하여 성비를 분석하였다.

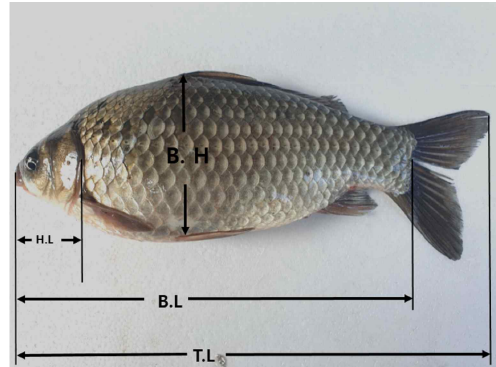


[Fig 2] Appearance of *C. auratus* (upper) and *C. cuvieri* (below).

3. 형질 측정

포란 시기에는 체위에 영향을 미칠 수 있기 때문에 체위 측정을 위한 붕어 시료는 2020년 8-9월 주 산란 시기 이후 개체를 채집하여 실험에 사용하였다. 연령별(1~4년생)로 분류된 시료에서 무작위로 연령별 붕어(*C. auratus*) 100마리(연령별 25마리씩)와 떡붕어(*C. cuvieri*) 100마리(연령별 25마리씩), 총 200마리를 선별하여 측정하였다. 체중(body weight)은 수분을 닦은 후 무게를 측정하고, 전장(total length)은 주둥이 끝에서 꼬리지느러미까지의 거리, 체장(body length)은 머리단에서

미근까지의 직선의 거리, 체고(body height)는 어체의 상단에서 배지느러미까지 직선의 거리, 두부(head length)는 주둥이에서 아가미까지의 거리, 그리고 흉폭(chest width)은 체고부위에서 가장 좁은 가슴 너비를 측정하였다([Fig. 3]).



[Fig. 3] Body type measurement of crucian carp. (H.L: head length, T.L: total length, B.L: body length, B.H: body height).

4. 혈장 성분 분석

혈장 성분 분석을 위한 시료는 붕어(*C. auratus*) 100마리(분기별 25마리씩)와 떡붕어(*C. cuvieri*) 100마리(분기별 25마리씩), 총 200마리를 채집하여 실험에 사용하였다. 붕어 꼬리동맥에서 채취한 혈액을 4°C에서 3000×g로 15분간 원심분리 후 혈장을 분리하였다. 혈장 무기성분으로 칼슘(Calcium), 마그네슘(Magnesium)을 측정하였다. 칼슘은 OCPC법, 마그네슘은 Xylidyl blue-I 법에 따라 임상용 kit(Asan Pharm. Co., Ltd)를 이용하여 측정하였다. 혈장 유기성분으로 혈당(Glucose), 콜레스테롤(Cholesterol) 및 총 단백질(Total protein)을 측정하였다. 혈당은 GOD/POD법, 콜레스테롤은 비색법, 총 단백질은 Biuret법에 의해 시판되고 있는 임상용 kit(Asan Pharm. Co., Ltd)를 이용하였다. 혈장 효소활성으로 AST(Aspartate aminotransferase), ALT(Alanine aminotransminase) 및 ALP(Alkaline phosphatase)를 측정하였다. AST와 ALT는 505 nm에서 Reitman-Frankel법을 이용

하여 분석하였다(Kim et al., 2020a). 모든 분석은 임상용 kit(Asan Pharm. Co., Ltd)를 이용하여 측정하였다. 이외 Albumin, Total bilirubin, Blood ureanitrogen, CreatininE, Amylase, Globulin, Potassium, Chloride는 생화학 분석장비 BS-490(Mindray, Co., Ltd)를 이용하여 분석하였다.

5. 통계 분석

본 실험의 자료는 3회 이상의 반복 실험을 실시하여 얻어진 결과를 가지고, SAS program (Statistics Analytical System, USA, 2008)으로 평균과 표준편차를 구하였다. 집단의 성비 빈도에서 평균값 차이는 χ^2 -검정(χ^2 -test), 그리고 실험 처리 구간 검정에서는 다중 검정(Duncan's multiple range test)을 이용하여 통계적으로 5%, 1% 및 0.1% 수준에서 유의성을 비교 분석하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 연령별 종 비율

예당호 일원에서 채집된 총 2,922마리의 붕어(*C. auratus*)와 떡붕어(*C. cuvieri*) 연령 및 종 비율은 <Table 1>에 나타내었다. 붕어류 연령은 1년생이 28%, 2년생이 24.9%, 3년생 21.5%, 4년생 15.3% 그리고 5년생 이상이 10.3%를 차지하였다. 종별 연령분포에서 붕어는 1년생이 27.3%로 가장 많았으며, 그 다음은 2년생이 24.5%, 5년생 이상은 11.0%를 보였다. 떡붕어는 1년생이 28.7%로 가장 높은 비율을 보였으며, 5년생 이상은 9.6%로 붕어와 비슷한 수준을 유지하고 있었다. 또한, 전체 채집 개체 중 붕어가(*C. auratus*) 52.6%, 떡붕어는(*C. cuvieri*) 47.4%로 붕어가 약간 높게(5.2%) 분포하고 있었다. 이는 2017년 조사에서 떡붕어가 붕어보다 10% 정도 높게 분포하고 있는 결과와 대비 되는데(Kim et al., 2019), 2018년부터 시작된 붕어 방류 사업으로 자원량이 증가한 것으로 판단되었다. 기존의 붕어의 연령 분석 연구에서 Jang et al.(2011)은 섬진강 상류에서 채

집된 붕어의 생태학적 특성 분석 결과 만2년생이 40.9%로 가장 높은 비율을 차지하고, 만 3년생이 23.74%, 만 1년생은 18.3%, 만 4년생은 9.7%, 그리고 만 5년생은 4.3% 등으로 분포하고, 최고 연령은 만 5년생으로 보고하였는데, 예당호에서 분포 또한 유사한 결과를 보였다.

2. 연령별 성비

예당호 일원에서 채집된 붕어 1,537 마리 및 떡붕어 1,385마리의 성비(sexual ratio)에서 붕어는 암컷이 84.4%, 수컷이 15.6%를 나타냈으며(<Table 2> 참조), 떡붕어(*C. cuvieri*)는 암컷이 87.1%, 수컷이 12.9%로 나타나(<Table 3> 참조), 암컷이 유의적으로($p < 0.001$) 높게 나타났다. 붕어(*C. auratus*) 수컷 비율 중 1년생 43.3%, 2년생 28.3%, 3년생 15.8%, 4년생 7.9%, 5년생 4.6%로 1년생이 가장 높은 비율을 차지하였으며, 3년생부터는 암컷 비율이 수컷보다 높게 나타나기 시작하여 4년생 이후부터는 암컷이 수컷보다 16.9%, 5년생 이상은 12.2% 암컷의 서식 비율이 높게 나타났다. 한편, 5년생 이상 수컷은 전체 0.7% 수준으로 매우 낮은 서식 비율을 보였다. 예당호 붕어의 연령별 암수 분포에서 1년생 수컷은 33%(104♂/316♀), 2년생 22.0%(68♂/309♀), 3년생 12.9%(38♂/295♀) 4년생 8.7%(19♂/219♀), 5년생 이상은 6.9%(11♂/158♀)로 연령이 증가할수록 수컷의 비율이 현저하게 낮아지는 경향을 보였다. 떡붕어(*C. cuvieri*)의 경우 1년생의 경우, 암컷 24.8%와 수컷 55.1%를 차지하여 수컷의 비율이 현저히 높았다. 2년생은 암컷 25.3%와 수컷 25.8%으로 유사하였으며, 3년생 이후부터는 암컷 22.9%, 수컷 10.1%로 암컷 비율이 높아졌고, 5년생 이상의 군에서는 암컷 10.7%, 수컷 2.7%로 암컷 서식 비율이 높게 나타나 붕어와 유사한 경향을 보였다. 예당호 일원의 떡붕어 연령별 암수 분포에서 1년생 수컷은 32.8%(98♂/299♀), 2년생 15.1%(46♂/305♀), 3년생 6.5%(18♂/276♀) 4년생 6.1%(12♂

/198우), 5년생 이상은 3.1%(4♂/129우)로 연령이 증가할수록 수컷의 비율이 현저히 낮아져 붕어와 유사하게 나타났다. 이는 일반적으로 산란 가능한 크기의 어체는 수컷보다 암컷의 비율이 높게

나타나는데, Goo et al.(2018)은 한강, 한탄강, 임진강, 금강, 영산강과 낙동강에서 채집된 붕어의 성비는 암컷에 90% 이상 편중되어 있고, 본 연구 결과와 대부분 일치하였다.

<Table 1> Distribution of *C. auratus* and *C. cuvieri* by age in lake Yedang, Chungcheong Prov.

Age	Sex	<i>C. auratus</i>		<i>C. cuvieri</i>		Total	
		Sample	%	Sample	%	Sample	%
1		420	27.3 (14.4)	397	28.7 (13.6)	817	28.0
2		377	24.5 (12.9)	351	25.3 (12.0)	728	24.9
3		333	21.7 (11.4)	294	21.2 (10.1)	627	21.5
4		238	15.5 (8.1)	210	15.2 (7.2)	448	15.3
> 5		169	11.0 (5.8)	133	9.6 (4.6)	202	10.3
Total No.		1,537	100.0 (52.6)	1,385	100.0 (47.4)	2,922	100.0

(): Sample/Total sample×100

<Table 2> Sex ratio of *C. auratus* in lake Yedang, Chungcheong Prov.

Age	Sex	Female		Male		Total		Statistic-test
		Sample	%	Sample	%	Sample	%	
1		316	24.4 (20.6)	104	43.3 (6.8)	420	27.3	χ^2 -values = 53.968***
2		309	23.8 (20.1)	68	28.3 (4.4)	377	24.5	
3		295	22.7 (19.2)	38	15.8 (2.5)	333	21.7	
4		219	16.9 (14.2)	19	7.9 (1.2)	238	15.5	
5		158	12.2 (10.3)	11	4.6 (0.7)	169	11.0	
Total No.		1,297	100.0 (84.4)	240	100.0 (15.6)	1,537	100.0	

***: p<0.001., (): Sample/Total sample×100

<Table 3> Sex ratio of *C. cuvieri* in lake Yedang, Chungcheong Prov.

Age	Sex	Female		Male		Total		Statistic-test
		Sample	%	Sample	%	Sample	%	
1		299	24.8 (21.6)	98	55.1 (7.1)	397	28.7	χ^2 -values = 82.600***
2		305	25.3 (22.0)	46	25.8 (3.3)	351	25.3	
3		276	22.9 (19.9)	18	10.1 (1.3)	294	21.2	
4		198	16.4 (14.3)	12	6.7 (0.9)	210	15.2	
5		129	10.7 (9.3)	4	2.7 (0.3)	133	9.6	
Total		1,207	100.0 (87.1)	240	100.0 (12.9)	1,385	100.0	

***: p<0.001., (): Sample/Total sample×100

<Table 4> Weight and body type of *C. auratus* according to ages

Traits \ Age	1	2	3	4	Average
Body weight (g)	42.02±2.85 ^d	113.96±3.38 ^c	182.68±2.27 ^b	245.58±8.23 ^a	146.06±76.46
Total length (cm)	13.27±0.51 ^d	18.23±0.21 ^c	21.00±0.23 ^b	24.23±0.46 ^a	19.18±4.05
Body length (cm)	11.26±0.43 ^d	14.75±0.08 ^c	17.05±0.19 ^b	20.07±0.23 ^a	15.78±3.24
Head length (cm)	3.17±0.10 ^c	4.55±0.13 ^b	5.43±0.07 ^a	5.88±0.14 ^a	4.76±1.04
Chest width (cm)	2.12±0.08 ^c	3.16±0.06 ^b	3.49±0.06 ^{ab}	4.09±0.09 ^a	3.22±0.72
Body height (cm)	4.40±0.04 ^d	6.22±0.10 ^c	7.25±0.09 ^b	8.41±0.10 ^a	6.57±1.48

^{a, b, c, d}: Values with different superscripts are significantly different ($p<0.05$).

3. 연령별 체중 및 형질

붕어(*C. auratus*)의 평균 체중은 146.06 g이었는데, 1년생이 42.02 g이었으며, 2년생은 급격히 체중이 증가되어 113.96 g이 되었고, 4년생은 245.58 g로 연령의 증가와 함께 체중이 [체중 $Y = 67.94 X$ (연생) - 23.79]와 같이 증가하였다. 전장은 1년생과 2년생이 각각 13.27 cm와 18.23 cm 이었고, 4년생은 24.23 cm로 나타났다. 평균 체장은 15.78 cm 이었으며, 1년생이 11.26 cm을 시작으로 4년생은 20.07 cm가 되어 성숙 체장은 비교적 큰 것으로 나타났다. 1년생의 두부와 흉폭은 각각 3.17 cm와 2.12 cm 이었으며, 연령의 증가와 함께 2배 이내로 크기가 성장하는 것으로 나타났다. 체고는 1년생이 4.40 cm이었으며, 3년생은 7.25 cm이었고 점점 증가하여 4년생 성어는 8.41 cm로 역시 2배 정도가 성장되고 있었다 (<Table 4> 참조). 이러한 결과는 예당호 일원 붕어 전장 평균이 211.5 mm로 보고한 Kim et al.(2019)의 결과 보다는 다소 작은 크기를 보였으나, 붕어 개체군의 전장 범위가 220-240 mm 사이의 개체군이 가장 높은 빈도로 나타난 결과와 유사하였다. 본 연구 결과는 Jang et al.(2011)이 보고한 1년생 붕어 체장 8.5 cm, 2년생 13.4 cm, 3년생 16.2 cm로 보고한 결과보다 다소 큰 것으로 나타났는데, 이러한 차이는 서식지의 지리적, 서식환경(유속), 어업 등에 기인된 것으로 사료되었다. 또 이 결과는 붕어 4년생 평균 체중

은 246.2 g과 5년생은 404.4 g으로 보고한 Jang et al.(2011)의 보고와 대체적으로 일치하였다. 한편 Zhang(1991)은 체장과 체중을 이용하여 어류의 특성을 연구한 바 있는데, 체장과 체중은 중요한 지표로 수산자원을 추정하는데도 이용되고 있다고 보고하였다.

떡붕어의 연령별 체중과 체위는 <Table 5>에 나타내었다. 떡붕어의 평균 체중은 212.09 g이었으며, 1년생과 2년생이 각각 64.43 g과 142.74 g으로 2년생이 2배 이상 증가하였다($p<0.05$). 예당호 일원 떡붕어의 체중 증가는 [체중 $Y=103.4 X$ (년생)-46.41]로 나타낼 수 있었다. 떡붕어는 3년생 시기부터 붕어보다 성장이 빠른 것으로 나타났다. 전장은 1년생이 15.94 cm을 보였으며, 4년생은 29.85 cm로 조사되었고($p<0.05$), 전장 길이는 1년에 약 4 cm 정도가 증가되는 것으로 나타났다. 체장은 평균 18.05 cm으로 1년생 13.20 cm, 2년생 16.48 cm, 그리고 4년생은 23.33 cm를 보였다($p<0.05$). 두부 길이는 1년생이 3.68 cm, 2년생은 4.61 cm이었으며, 그리고 4년생은 6.27 cm가 되었다($p<0.05$). 흉폭은 1년생이 2.41 cm가 되었으며, 연령과 함께 점점 증가되어 4년생은 4.09 cm이었다. 그리고 체고는 평균 8.41 cm이었으며, 1년생이 5.32 cm에서 4년생은 11.52 cm의 분포를 보였다($p<0.05$). 이러한 결과는 Kim et al.(2019)이 보고한 예당호의 붕어와 떡붕어의 평균 전장이 각각 211.5 mm과 306.6 mm로 나타나 본 연구

<Table 5> Body weight and body type of *C. cuvieri* according to ages

Traits	Age	1	2	3	4	Average
Weight (g)		64.43±2.06 ^d	142.74±2.18 ^c	276.78±6.53 ^b	364.42±11.56 ^a	212.09±116.87
Total Length (cm)		15.94±0.40 ^d	20.43±0.13 ^c	24.60±0.48 ^b	29.85±0.21 ^a	22.71±5.17
Length (cm)		13.20±0.25 ^d	16.48±0.13 ^c	19.20±0.13 ^b	23.33±0.16 ^a	18.05±3.74
Head Length (cm)		3.68±0.12 ^d	4.61±0.10 ^c	6.06±0.19 ^b	6.27±0.14 ^a	5.16±1.08
Chest Width (cm)		2.41±0.07 ^c	3.41±0.06 ^b	4.01±0.08 ^a	4.09±0.05 ^a	3.69±0.92
Height (cm)		5.32±0.13 ^d	7.39±0.07 ^c	9.41±0.20 ^b	11.52±0.13 ^a	8.41±2.32

a, b, c, d: Values with different superscripts are significantly different ($p<0.05$).

결과보다 약간 높게 나타났는데, 이는 채집 당시 100~180 mm 미만의 시료가 1마리밖에 채집되지 않았기 때문에 시료수의 차이에 따른 것으로 사료되었다. 또한 2017년도 조사에서 당해년생에서만 1세로 추정되는 100 mm 이하의 어린 개체가 다수 채집되어 비교적 안정적으로 개체군이 유지되는 것으로 판단하였는데, 본 연구에서도 비슷한 결과가 도출 되었다.

4. 혈액 성분의 계절적 변화

붕어(*C. auratus*)와 떡붕어(*C. cuvieri*)의 번식 주기에 따른 4계절별 혈액 성분의 변화를 <Table 6>에 나타내었다. 붕어의 총 단백질 함량은 산란 시기인 여름에서 가을까지 3.29 g/dL에서 3.30 g/dL로 4계절 중 가장 높은 성분을 보였으나 ($p<0.05$), 봄에는 2.69 g/dL으로 가장 낮았는데, 이는 봄 가을에는 산란과 관련이 없이 성장에 관련된 총 단백질 함량이 높고 봄에는 산란을 위한 성숙시기에 들어가면서 낮은 것으로 사료된다. 알부민에서도 산란 시기인 여름에 1.50 g/dL을 보여 4계절 중 가장 높은 함량을 보였다($p<0.05$). 포도당은 산란을 준비 하는 봄과 산란 시기인 여름에 각각 211.90 g/dL과 289.10 g/dL로 높게 나타나 포도당 성분도 난 발달 및 성숙과 깊은 관련이 있는 것으로 생각된다. 총 콜레스테롤도 여

름에 506.74 mg/dL으로 다른 계절보다 1.5-2.0배 이상을 함유한 것으로 분석되었다($p<0.05$). 글로불린은 봄에 1.79 g/dL에서 가을 2.12 g/dL로 산란 후기에 증가하는 값을 보였으며, 칼슘도 봄에 9.85 mg/dL에서 여름에 11.74 mg/dL, 가을에 12.12 mg/dL을 함유한 것으로 나타나 붕어의 산란과 깊은 관계가 있는 혈액 성분으로 판단되었다. 떡붕어의 경우 총 단백질은 봄에 3.72 g/dL에서 점점 증가하며, 가을에 3.51 g/dL의 함량을 보여, 여름과 가을에 유의하게 비교적 높은 값을 보였다($p<0.05$). 알부민에서도 여름과 가을에 각각 1.66 g/dL과 1.34 g/dL를 보였는데, 겨울은 0.36 g/dL으로 가장 낮았다. 포도당은 겨울 243.21 mg/dL과 여름 187.00 mg/dL의 함량으로 가을 156.22 mg/dL과 겨울 163.24 mg/dL 보다는 높게 나타났다($p<0.05$). 총 콜레스테롤의 경우도 봄, 여름, 가을(3계절)에는 겨울보다 높은 295.42-320.90 mg/dL로 보였는데($p<0.05$), 이 중요한 혈액 성분도 난 합성에 크게 기여하는 것으로 생각된다. 칼슘 겨울에 11.16 mg/dL을 함유하였으나, 봄에 15.05 mg/dL에서 가을 14.51 mg/dL로 산란 시기 전·후를 중심으로 높은 값을 유지하고 있었다($p<0.05$). 글로불린도 산란준비기인 봄에 2.45 g/dL을 함유하고, 겨울에는 0.68 g/dL로 낮은 함량의 변화를 보인 결과로 볼 때 산란 형성에 기여하는 것으로 사료된다.

<Table 6> Blood components of *C. auratus* and *C. cuvieri* by seasons

Classification	Spring (3~5)		Summer (6~8)		Fall (9~11)		Winter (12~2)		Total (Average)	
	<i>auratus</i>	<i>cuvieri</i>	<i>auratus</i>	<i>cuvieri</i>	<i>auratus</i>	<i>cuvieri</i>	<i>auratus</i>	<i>cuvieri</i>	<i>auratus</i>	<i>cuvieri</i>
Total Protein(g/dL)	2.69±0.57 ^a	3.72±0.46 ^a	3.29±0.61 ^a	3.11±0.93 ^a	3.30±0.44 ^a	3.51±0.34 ^a	2.35±0.75 ^b	1.07±0.35 ^b	2.91±0.71	2.85±1.20
Albumin(g/dL)	1.33±0.43 ^b	1.27±0.23 ^b	1.50±0.24 ^a	1.66±0.51 ^a	1.17±0.35 ^b	1.34±0.19 ^b	0.82±0.33 ^c	0.38±0.12 ^c	1.20±0.42	1.16±0.56
Total Bilirubin(mg/dL)	0.20±0.18 ^b	0.38±0.14 ^b	0.39±0.17 ^a	0.51±0.26 ^a	0.17±0.13 ^b	0.34±0.09 ^b	0.21±0.13 ^c	0.11±0.03 ^c	0.24±0.17	0.33±0.20
Glucose(mg/dL)	211.90±71.05 ^a	243.21±40.00 ^a	289.10±150.25 ^a	187.00±93.86 ^a	160.79±78.63 ^b	156.22±56.44 ^b	89.61±78.40 ^b	163.24±41.63 ^b	187.85±121.07	187.42±68.81
Blood Ureanitrogen(mg/dL)	3.17±0.45 ^a	2.45±0.35 ^a	1.79±0.49 ^b	1.81±0.77 ^b	2.05±0.67 ^a	4.20±0.44 ^a	1.81±1.61 ^b	0.95±0.16 ^b	2.20±1.06	2.35±1.29
Creatinin E(mg/dL)	0.50±0.53 ^a	0.07±0.09 ^a	0	0.06±0.10 ^b	0.24±0.32 ^{ab}	0.11±0.02 ^{ab}	0.10±0.12 ^b	0.10±0.02 ^b	0.21±0.36	0.09±0.07
Aspartate Aminotrans(U/L)	154.78±41.24 ^b	382.13±97.55 ^b	393.10±150.27 ^a	561.30±181.55 ^a	245.21±81.49 ^a	614.76±358.56 ^c	340.51±198.72 ^{ab}	378.61±241.26 ^{ab}	283.40±157.43	472.95±250.87
Alanine Aminotransferase(U/L)	9.73±8.95 ^b	13.54±7.30 ^b	27.60±8.88 ^a	19.50±10.78 ^a	21.39±12.13 ^a	23.18±19.49 ^a	20.83±15.37 ^b	7.59±5.81 ^b	19.89±12.95	15.95±13.06
Alkaline Phosphatase(U/L)	34.23±35.07 ^b	36.12±4.49 ^b	26.70±13.62 ^b	52.80±36.86 ^b	53.49±77.46 ^b	35.64±14.82 ^b	82.92±241.52 ^b	6.79±5.19 ^b	49.33±125.12	32.84±25.61
r-Glutamyl Transferse(U/L)	1.29±3.00 ^{ab}	0.22±0.17 ^{ab}	0.10±0.31 ^b	0.10±0.31 ^b	3.19±2.82 ^a	1.21±0.48 ^a	1.84±5.42 ^{ab}	0.15±0.08 ^{ab}	1.60±3.46	0.42±0.55
Total Cholesterol(mg/dL)	194.34±122.45 ^b	320.90±44.61 ^b	506.74±190.39 ^a	295.42±38.95 ^a	364.15±131.46 ^a	297.08±44.32 ^a	287.11±154.02 ^b	132.90±49.97 ^b	338.09±186.33	261.58±87.20
Amylase(U/L)	218.37±445.64 ^b	35.19±8.30 ^b	46.98±20.62 ^b	71.38±116.10 ^b	1224.65±2556.46 ^b	125.06±154.65 ^b	1091.16±3177.75 ^b	73.83±84.03 ^b	645.29±2039.61	76.36±106.42
Calcium (mg/dL)	9.85±3.13 ^{ab}	15.05±0.93 ^{ab}	11.74±1.91 ^{ab}	12.49±1.61 ^{ab}	12.12±1.56 ^c	14.51±1.16 ^a	10.98±2.60 ^b	11.16±1.93 ^b	11.11±2.49	13.30±2.12
Globulin (g/dL)	1.35±0.50 ^a	2.45±0.25 ^a	1.79±0.41 ^b	1.45±0.52 ^b	2.12±0.47 ^a	2.17±0.22 ^a	1.53±0.47 ^c	0.68±0.24 ^c	1.70±0.53	1.68±0.17
Sodium(mmol/L)	108.70±8.90 ^a	128.29±7.52 ^a	124.26±17.18 ^a	114.38±8.56 ^a	123.26±6.91 ^a	124.86±14.19 ^a	103.20±2.54 ^b	-	118.84±11.80	123.72±11.60
Potassium(mmol/L)	6.91±3.25 ^{ab}	3.32±1.20 ^{ab}	3.92±2.29 ^b	3.05±1.19 ^b	3.59±1.79 ^b	3.45±1.10 ^b	4.74±0.93 ^a	4.60±1.55 ^a	4.35±1.89	3.62±1.36
Chloride(mmol/L)	74.17±12.23 ^a	92.87±10.97 ^a	73.01±20.98 ^{ab}	79.20±13.71 ^{ab}	83.78±17.22 ^a	83.03±19.28 ^a	68.88±11.93 ^b	50.30±12.25 ^c	75.34±16.36	84.41±16.83

^{a, b, c, d}. Values with different superscripts are significantly different ($p < 0.05$).

이러한 붕어와 떡붕어의 산란과 관계가 깊은 총 단백질, 알부민, 콜레스테롤, 칼슘 등은 산란 시기에 높은 함량을 보인 것은 Aida et al.(1973)과 Bromage et al.(1982)의 결과와 대체적으로 유사하였다. 어류의 성숙과 관련된 혈장내 단백질 및 호르몬의 변화 중 성숙한 암컷에서는 혈액내 칼슘 농도가 비성숙시보다 높게 나타났으며, 이러한 결과는 난황 생성(vitellogenesis)이 진행되는 과정에서 estrogen 호르몬 함량이 높아지는 것과 칼슘이 난황전구물질의 구성성분으로 간에서 난소로 이전됨으로 인하여 나타나는 것으로 보고하였다(Pickering, 1976). Nakari et al.(1987)은 담수 송어 난소 발달에 따른 혈액 성분에서 칼슘과 인(P)의 함량이 난황 형성시부터 점차적으로 증가하여 산란 시기에 최고 수준에 이른다고 보고하였으며, Yoon et al.(1991)과, Kim et al.(1992)의 무지개송어 연구에서 칼슘은 5~6월 비산란시기에 0.80과 0.77 mg/dL로 산란기 10~12월까지 13.09~17.76 mg/dL로 측정됨으로서 산란시기에는 약 10배 이상의 높은 값을 보였다고 보고하였다. 이때 cholesterol이나 phosphorus의 함량도 산란기에는 함께 높아지는 것으로 나타났다. 가을 계절 번식을 하는 어종으로 혈액 중 glucose 함량은 산란기에는 특히 높아지나, 비 산란기인 4~7월에는 낮은 것으로 보고 하였다. 특히, 산란 시기인 11~12월에 각각 100.45 g/dL 및 100.26 mg/dL으로 측정된 것으로 분석하여 보고하였다(Gillet et al., 1978; Peterson et al., 1980, Aida et al., 1984). 이는 붕어와 떡붕어의 산란 시기에 이들 함량이 높은 결과와 대체적으로 비슷한 결과를 보였다.

본 연구에서는 식품소재 및 담수 수산자원으로 활용 가능성이 높은 붕어와 떡붕어의 성장에 따라 형질이 어떻게 변하는지 검토한 내용으로 담수 수산자원 추정 및 관리에 유효할 것으로 사료된다.

References

- Aida K, Ngan PV and T Hibiya(1973). Physiological studies on gonadal maturation of fishes-I. sexual difference in composition of plasma protein of ayu in relation to gonadal maturation. Bulletin of the Japanese Society for the Science of Fish, 39(2), 1091~1106.
<https://doi.org/10.2331/suisan.39.1091>
- Bromage NR, Whitehead C and Breton B(1982). Relationships between serum levels of gonadotropin, oestradiol-17 β , and vitellogenin in the control of ovarian development in the rainbow trout: II. The effects of alterations in environmental photoperiod. General and Comparative Endocrinology, 47(3), 366~376.
[https://doi.org/10.1016/0016-6480\(82\)90246-5](https://doi.org/10.1016/0016-6480(82)90246-5)
- Choi JH, Rhim CH and Choi YJ(1986). Compositions of protein and amino acid in crucian carp and snakehead. Bulletin of Korean Fisheries Society, 19(4), 333~338.
https://ocean.kisti.re.kr/download/volume/kofis/KSSHBC/1986/v19n4/KSSHBC_1986_v19n4_333.pdf
- Choi KC, Jeon SR, Kim IS and Son YM(1990). Colored illustrations of the freshwater fishes of Korea. Hyangmunsa. Seoul, Korea., 255~260.
- Chyung MK(1977). The Fishes of Korea. Iljisa Press, Seoul, Korea., 193~196.
- Gillet C, Breton B and Billard R(1978). Seasonal effects of exposure to temperature and photoperiod regimes on gonad growth and plasma gonadotropin in goldfish(*Carassius auratus*). Annales de biologie animale, biochimie, biophysique, 18(4), 1045~1049.
<https://doi.org/10.1051/rnd:19780544>
- Goo IB, Lim SG, Gil HW, Park IS and Choi CY(2018). Cytogenetic characteristics of Cyprinidae between diploid and spontaneous triploid in major river of Korea. Journal of Marine Life Science, 3(1), 9~21.
<https://doi.org/10.23005/KSMLS.2018.3.1.9>
- Jang SH, Ryu HS and Lee JH(2011). Estimation on population ecological characteristics of crucian carp, *Carassius auratus* in the mid-upper system of the Seomjin river. Korean Journal of Environment and Ecology, 25(3), 318~326.

- I410-ECN-0102-2012-180-002132636
- Kim KM, Lee HJ, Yun HB, Cho JH and Kim SR(2020a). Changes of hematological parameters and plasma components in the hybrid grouper(*Epinephelus fuscoguttatus* ♀ × *E. lanceolatus* ♂) by acute ammonia exposure. Korean Journal of Environmental Biology, 38(1), 40~46.
<https://doi.org/10.11626/KJEB.2020.38.1.040>
- Kim GW, Yoon JM and Park HY(1992). Studies on genetics and breeding in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*; V. Correlations between serum hormones and components levels in reproductive period. Korean Journal of Animal Science, 34(2), 82~88.
<https://koreascience.kr/article/JAKO199107523618900>
- Kim GW, Joe SD, Kim HY and Park HB(2020b). Phylogenetic analysis of *Carassius auratus* and *C. cuvieri* in lake Yedang based on variations of mitochondrial CYTB gene sequences. J Life Sci 30(12), 1063~1069.
<https://doi.org/10.5352/JLS.2020.30.12.1063>
- Kim SY, Song MY, Jeon HJ, Kim KH, Lee WO and Park HW(2019). Fish species composition and community structure in lake Yedang, Korea. Korean Journal of Ichthyology, 31(2), 101~109.
<https://doi.org/10.35399/ISK.31.2.5>
- Miller RR, Uyeno T and Nakamura M(1971). Cyprinid Fishes of Japan: Studies on the Life-History of Cyprinid Fishes of Japan. Copeia. 1(1), 189~190.
<https://doi.org/10.2307/1441634>
- Mori T and Uchida K(1934). A revised catalogue of the fishes of Korea. Journal of Chosen Natural History Society, 19, 12~13.
<https://cir.nii.ac.jp/crid/1570291224761651968>
- Nakari T, Soivio A and Pesonen S(1987). Effects of advanced photoperiod cycle on the gonadal development and spawning time of 2-year-old *Salmo gairdneri* R. reared in earth ponds under extreme annual water temperature. Aquaculture 67(3-4), 369~384.
[https://doi.org/10.1016/0044-8486\(87\)90220-1](https://doi.org/10.1016/0044-8486(87)90220-1)
- Nam MM, Yang HJ and Seo BK(1989). Morphological variation of the crucian carp, *Carassius auratus* (Linnaeus) from Yongnam area in Korea. Korean Journal of Ichthyology, 1(1-2), 54~63.
<https://koreascience.kr/article/JAKO198927236820651>
- Nelson JS, Grande TC and Wilson MVH. 2016. Fishes of the world (4th ed). John Wiley and Sons Press, New Jersey, Canada., 183~190.
- NIER; National Institute of Environmental Research(2008). Alien species in Korea. National Institute of Environmental Research, Incheon, Korea., 25~40.
- Peterson RH, Daye PG and Metcalfe JL(1980). Inhibition of Atlantic salmon (*Salmo salar*) hatching at low pH. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 37(5), 770~774.
<https://doi.org/10.1139/f80-103>
- Pickering AD(1976). Effects of gonadectomy, oestradiol and testosterone on the migrating river lamprey, *Laapetra fluviatilis*(L). General and Comparative Endocrinology, 28(4), 473~480.
[https://doi.org/10.1016/0016-6480\(76\)90156-8](https://doi.org/10.1016/0016-6480(76)90156-8)
- Yoon JM, Kim GY and Park HY(1991). Studies on genetics and breeding of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Studies on Genetics and Breeding of Rainbow Trout(*Oncorhynchus mykiss*) II. Relationships between Levels of Serum LH, FSH and Estradiol-17β; and Levels of Albumin, Total Protein, and Triglycerides ; and their Effect on the Changes of Gonadosomatic Indices in the Ovarian Development in the Rainbow Trout. Journal of Aquaculture, 4(2), 97~110.
<https://koreascience.kr/article/JAKO199107523618900>
- Zhang CI(1991). Fisheries resource ecology. Woosungsa, Seoul, Korea., 45~57.

-
- Received : 17 October, 2022
 - Revised : 22 November, 2022
 - Accepted : 01 December, 2022