

여름철 낙동강 하구역 해빈 쇄파대에서 출현하는 누치(*Hemibarbus labeo*) 미성어의 위내용물

최희찬* · 박주면** · 백근욱*** · 허성회****†

* 국립수산물품질관리원 기후변화연구과, ** 맥쿼리대학교 생물학부, *** 경상대학교 해양식품생명생명의학과,
**** 부경대학교 해양학과

The Summer Diet of a Juvenile Barbell Steed, *Hemibarbus labeo*, in the Surf Zone of the Nakdong River Estuary, Korea

Hee Chan Choi* · Joo Myun Park** · Gun Wook Baek*** · Sung Hoi Huh****†

* Oceanic Climate and Ecology Research Division, National Institute of Fisheries Science, Busan 46083, Korea

** Department of Biological Sciences, Macquarie University, NSW 2109, Australia

*** Department of Seafood and Aquaculture, Gyeongsang National University, Tongyeong 53064, Korea

**** Department of Oceanography, Pukyong National University, Busan 48513, Korea

요 약 : 본 연구는 여름철 낙동강 하구역 해빈 쇄파대에서 누치 유어의 출현양상, 위내용물 조성, 체장과 주야간 위내용물 조성의 차이를 조사하였다. 시료는 2014년 주야간에 낙동강 하구역 해빈 쇄파대의 2개 정점에서 지인망으로 8월에 채집된 67개체를 이용하였다. 여기서 채집된 개체의 체장은 5.1에서 9.7 cm의 범위를 보였다. 누치는 단각류를 주로 섭식하는 육식성으로 어류였으며, 그 외 어류와 갯지렁이류 그리고 새우류 등을 부가적으로 섭식하였다. 누치는 크기에 따라 식성변화를 보여, 가장 작은 크기군(<6.4 cm SL)의 개체들은 단각류를 주로 섭식하였던 반면, 체장이 증가할수록 단각류 대신 어류의 비중이 증가하였다. 주야에 따라서는 주간에는 단각류와 갯지렁이류를 주로 섭식하였고, 야간에는 어류를 주로 섭식하였다

핵심용어 : 위내용물, 누치 미성어, 쇄파대, 낙동강 하구, 단각류

Abstract : The composition of the diet of juvenile barbell steeds, *Hemibarbus labeo* was studied using 67 specimens collected in August, 2004 from the surf zone of the Nakdong river estuary. The fish examined ranged from 5.1 to 9.7 cm in standard length (SL). *Hemibarbus labeo* was found to be carnivorous and consumed mainly amphipods, with teleosts, polychaetes, and shrimps following. They showed size-related changes in diet. Small individuals (<6.4 cm SL) mainly consumed amphipods. As fish size increased, the portion of amphipods consumed decreased, while a reverse trend was evident for teleosts. It was also observed that *Hemibarbus labeo* consumed more amphipods and polychaetes during the day, while fish served as their main prey during the night.

Key Words : Diet composition, Juvenile *Hemibarbus labeo*, Surf zone, Nakdong river estuary, Amphipoda

1. 서론

쇄파대(surf zone)는 조석과 파도, 얕은 수심 등의 영향으로 물리적 환경변화가 심한 지역이지만 차치어 단계 어류의 먹이원이 되는 동물플랑크톤이 풍부하고, 얕은 수심과 높은

탁도로 인해 포식자가 적어(Lasiak, 1986), 이 환경에 적응한 주거종 및 인접해역의 어류들이 어린시기를 보내는 보육장으로 이용된다(Im and Lee, 1990; Lee et al., 1997; Lee et al., 2014). 따라서 쇄파대 어류 군집은 대부분 치어 단계의 소수 어종들이 우점하는 경향을 보인다(Blaber and Blaber, 1980; Lasiak, 1984; Whitfield, 1996). 또한, 많은 연구들은 쇄파대 지역에서 담수어류에서 해양어류까지 상당히 많은 어류 출현

* First Author : gmlckschl@naver.com, 051-720-2249

† Corresponding Author : shhuh@pknu.ac.kr, 051-629-6570

종수와 높은 현존량을 보인다고 보고하고 있다(e.g. Gibson et al., 1993; Ayvazian and Hyndes, 1995; Clark et al., 1996).

누치(*Hemibarbus labeo*)는 잉어목(Cypriniformes) 잉어과(Cyprinidae) 모래무지아과(Gobioninae)에 속하는 어류로서, 우리나라에서는 동해로 흐르는 하천을 제외한 전 하천에서 출현하며, 전장 약 45 cm까지 성장하는 큰 크기의 담수성 어종이다(Kim et al., 2005). 낙동강 수계에서 수행된 다양한 어류군집 연구에서 누치의 분포가 확인되었다(Kang et al., 2004; Chae et al., 2014). 낙동강 하구둑의 내측에서는 큰납지리(*Acanthorhodeus macropterus*)에 이어 우점종으로 출현하였다(Yang et al., 2001).

지금까지 국내에서 연구된 누치의 생태학적 연구는 없었었다. 그러나 잉어과에 속하는 어류 중 돌상어(*Gobiobotia brevibarba*), 꾸구리(*Gobiobotia macrocephala*), 금강모치(*Phoxinus kumgangensis*)의 식성 연구가 있었고(Choi et al., 2001; 2004; 2006), 본 연구해역에서는 꼬리(*Opsariichthys uncirostris amurensis*) 유어의 식성 연구가 수행된 바 있다(Baeck et al., 2014). 앞서 언급한 연구들에서 소형 잉어과 어류는 주로 수서곤충을 섭식하는 것으로 나타났으나, 꼬리와 같이 강하구역에 출현하는 담수어류는 수서곤충 외에 해양성 먹이도 섭식한 것으로 미루어 누치도 이와 유사한 식성을 보일 것으로 생각된다.

누치는 담수 생태계 먹이망에서 상위 포식자이며 식용으로 많이 이용되는 양으나 경기 북부나 강원도 지역에서는 식용으로 이용되며, 최근 낚시 대상종으로 인기가 높은 어류이다(Lee, 2012). 담수어류인 누치의 초기 생활사 동안 하구역에서 생존 및 성장 기작을 밝히기 위한 섭식생태 연구는 중요하다. 따라서 본 연구는 여름철 낙동강 하구역 해빈 쇄파대에서 누치 유어의 출현양상, 위내용물 조성, 체장과 주야간 위내용물 조성의 차이를 조사하여 이들의 하구역에서 초기 생존 기작에 대한 기초자료를 제공하고자 한다.

2. 재료 및 방법

본 연구에 사용된 누치 시료는 2004년 1월부터 12월까지 대조기의 간조시 주간과 야간에 낙동강 하구역 해빈 쇄파대의 2개 정점에서 지인망(beach seine)을 이용하여 채집하였다(Fig. 1). 채집에 사용된 지인망은 그물길이 10 m, 그물폭 1.5 m, 망목 10 mm이고, 해안선부터 20 m 떨어진 곳에 투망하여 해안선까지 같은 장소가 반복 예인되지 않도록 일정 거리를 두고 3회 예인하였고, 조사해역의 수온과 염분 측정을 위해 휴대용 수온염분계(Thermo scientific, Orion 3star)를 이용하였다. 채집된 시료는 10% 중성 포르말린에 보관하여 실험실로 운반하여 각 개체의 체장(0.1 cm)과 체중(0.1 g)을 측정하였다. 비록 본 연구는 1년간 시료를 채집하였으나, 누치는 8월에만

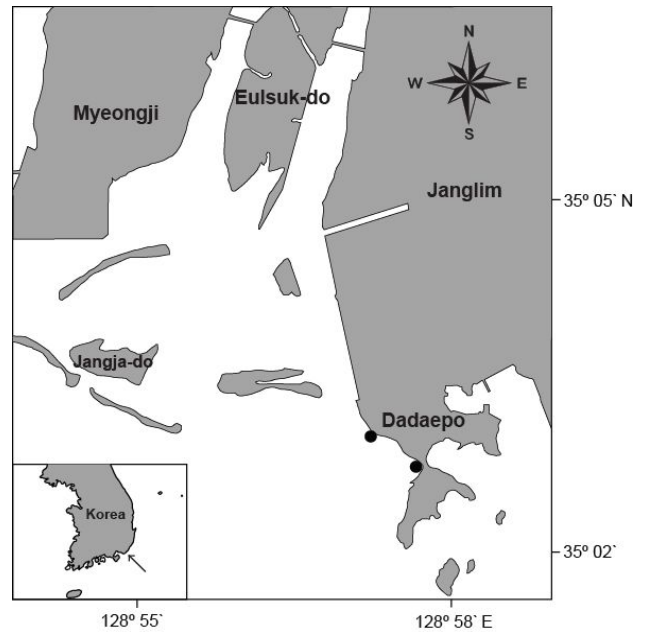


Fig. 1. Location of sampling area (●) in the surf zone of Nakdong river estuary.

출현하여 이 시기에 채집된 누치의 위내용물을 분석하였다. 이후 실험실에서 해부현미경(Olympus SZ-40)을 이용하여 각 개체의 위를 분리한 뒤 위내용물을 분석하였다. 위내용물 중 발견된 먹이생물을 종류별로 계수하였으며, 전자저울을 이용하여 습중량을 측정하였다.

위내용물 조사를 위한 충분한 표본크기를 결정하기 위하여 누적먹이곡선(cumulative prey curve)을 사용하였다(Ferry and Cailliet, 1996). 분석된 위내용물은 갯지렁이류(Polychaeta), 단각류(Amphipoda), 새우류(Caridea), 어류(Teleostei)로 구분하여 위의 순서를 100번 무작위화 한 뒤, 평균과 표준편차를 그래프상에 나타내었다. 이때 곡선의 점근선은 위내용물 분석을 위한 최소 표본크기를 나타낸다.

위내용물 분석 결과는 각 먹이생물의 출현빈도(%F), 개체수비(%N), 중량비(%W)로 나타내었으며, 다음 식을 이용하여 구하였다.

$$\%F = A_i / N \times 100 \quad (1)$$

$$\%N = N_i / N_{Total} \times 100 \quad (2)$$

$$\%W = W_i / W_{Total} \times 100 \quad (3)$$

여기서, A_i 는 위내용물 중 해당 먹이생물이 발견된 누치의 개체수이고, N 은 먹이를 섭식한 누치의 총 개체수, N_i (W_i)는 해당 먹이생물의 개체수(중량), N_{Total} (W_{Total})은 전체 먹이개체수(중량)이다.

먹이생물의 상대중요성지수(Index of Relative Importance)는 Pinkas et al.(1971)의 식을 이용하여 구하였다.

$$IRI=(\%N+\%W)\times\%F \quad (4)$$

상대중요성지수는 백분율로 환산하여 상대중요성지수비(%IRI)로 나타내었다.

성장 및 주야에 따른 누치의 먹이생물 변화를 파악하기 위해서 채집된 시료를 3개의 체장군(Small: 5.1~6.4 cm, n=15; Medium: 6.5~7.2 cm, n=35; Large: 7.3~9.7 cm, n=17), 주간과 야간(Day, n=46; Night, n=21)으로 나눠 위내용물 조성을 조사하였으며, 주야간 섭식을 차이는 stomach fullness index를 이용하여 비교하였다(Hureau, 1969). 한편 체장군과 주야간 위내용물 조성의 통계적 차이를 분석하기 위하여 two-way crossed ANOSIM test를 실시하였으며, 자료의 분석을 위해 PRIMER v.5를 이용하였고(Clarke and Gorley, 2006), 통계적 유의성은 0.05를 적용하였다.

3. 결 과

3.1 환경요인(수온과 염분)과 누치의 출현양상

본 조사가 수행된 8월의 조사해역 평균 수온은, 주간은 26.0~26.8℃, 야간은 21.6~22.1℃의 범위였고, 염분은 주간에 0.7~2.1, 야간은 0.4~1.3으로 매우 낮았다(Table 1). 조사지역은 담수의 영향을 강하게 받는 낙동강 하구역에 위치해 있어 여름철에 강우의 영향으로 염분은 5 이하로 매우 낮았다.

조사기간 동안 누치는 총 67개체가 채집되었고, 5.1~9.7(7.0±0.8) cm의 체장(standard length, SL) 범위를 보였다. 정점별 주야간별 채집된 개체의 개체수와 평균체장은 정점 1의 낮에 가장 많은 38개체가 채집되었고, 6.9±0.5 cm였으며, 밤에는 21개체가 채집되었고, 5.1±0.7 cm였다. 정점 2에서는 낮에만 12개체가 채집되었으며 7.3±1.1 cm를 보였다(Table 1).

3.2 위내용물 조성

총 67개체의 누치의 위내용물을 분석한 결과, 위내용물이

Table 1. Number of fish collected, size range and percentage empty stomach of juvenile *Hemibarbus labeo* collected in the surf zone of Nakdong river estuary during the day and night

Stations	Time of day	T		Number of individuals	SL (cm, Mean±SD)	Empty ratio (%)
		T	S			
St.1	Day	26.0	0.7	38	5.8-8.4 (6.9±0.5)	60.5
	Night	21.6	0.4	21	5.1-7.1 (6.5±0.7)	33.3
St.2	Day	26.8	2.1	12	5.6-9.7 (7.3±1.1)	83.3
	Night	22.1	1.3	-	-	-
Total				67	5.1-9.7 (7.0±0.8)	53.7

SL, standard length; SD, standard deviation; T, surface temperature; S, surface salinity

Table 2. Composition of stomach contents of juvenile *Hemibarbus labeo* by frequency of occurrence, number, weight and index of relative importance (IRI)

Taxa	Prey items	%F	%N	%W	%IRI
ANNELIDA					
Polychaeta	Unidentified	9.7	5.6	5.1	1.0
CRUSTACEA					
Amphipoda	Gammaridae total	67.7	77.8	55.7	91.2
	<i>Paramoera yezoensis</i>	3.2	3.7	5.2	
	<i>Paradexamine barnardi</i>	9.7	18.5	19.3	
	<i>Pontogeneia</i> sp.	25.8	31.5	20.5	
	Unidentified	32.3	24.1	10.7	
Caridea	<i>Crangon writai</i>	4.8	7.4	4.1	0.6
PISCES					
Teleostei	Total	16.1	9.3	35.1	7.2
	<i>Opsariichthys uncirostris amurensis</i>	6.5	3.7	15.0	
	<i>Favonigobius gymnauchen</i>	3.2	1.9	9.9	
	Unidentified	6.5	3.7	10.2	

없었던 개체는 36개체로 53.7%의 공위율을 보였다. 위내용물이 발견된 31개체를 대상으로 조사한 누적먹이곡선은 25개체에서 점근선에 도달하여 최소표본크기는 25개체로 확인되었다(Fig. 2).

먹이를 섭식한 31개체의 위내용물을 분석한 결과(Table 2), 누치 미성어의 가장 중요한 먹이생물은 출현빈도 67.7%, 개체수비 77.8%, 중량비 55.7%, 상대중요성지수비는 91.2%를 나타낸 단각류(Amphipoda)였다. 섭식된 단각류는 모두 옆새우류(Gammaridae)였는데, *Pontogeneia* sp.가 가장 많이 발견되었다. 그 다음으로 중요한 먹이생물은 출현빈도 16.1%, 개체수비 9.3%, 중량비 35.1%, 상대중요성지수비 7.2%를 나타낸 어류(Teleostei)였다. 섭식된 어류 중 작은 크기의 꼬리(*Opsariichthys uncirostris amurensis*)와 날개망둑(*Favonigobius gymnauchen*)이 위내용물 중 발견되었다. 그 외 갯지렁이류(Polychaeta)와 새우류(Caridea)가 위내용물 중 발견되었으나 상대중요성지수비 1% 이하로 소량 섭식되었다.

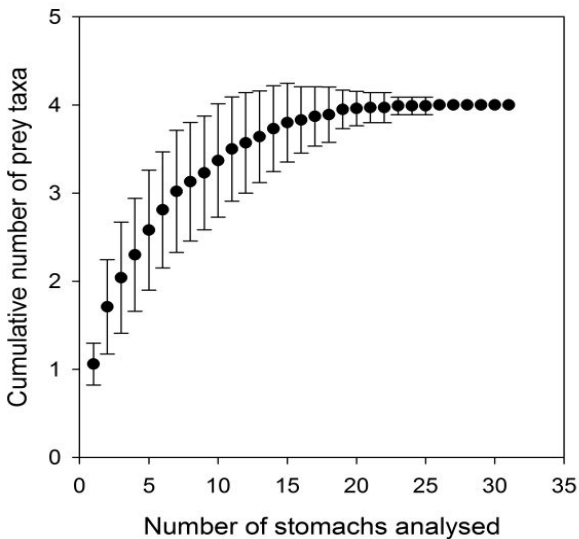


Fig. 2. Cumulative prey curves of prey taxa per stomach of juvenile *Hemibarbus labeo* in the Nakdong river estuary. The vertical bars are standard deviation after 100 permutations.

3.3 체장군별, 주야간 위내용물 조성 차이

누치의 성장에 따른 위내용물 조성의 변화를 조사한 결과(Fig. 3), 체장군에 따른 먹이조성은 통계적으로 유의한 차이를 보였다(global R: 0.452, $P < 0.05$). 단각류는 작은 체장군에서 중량비 83.6%, 중간 체장군에서 68.8%, 큰 체장군에서 6.5%를 나타내어 체장 증가에 따라 섭식율이 급격히 감소하였다. 갯지렁이류는 작은 체장군에서 중량비 16.4%로 비교적 많이 섭식되었으나, 중간 체장군에서는 섭식되지 않았고, 큰

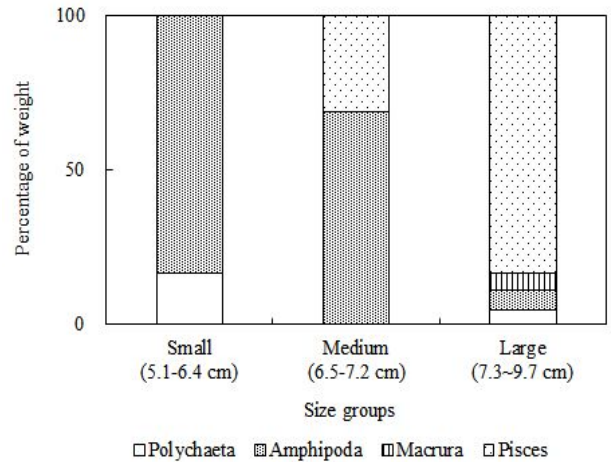


Fig. 3. Size-related changes in diet composition of juvenile *Hemibarbus labeo* in the Nakdong river estuary.

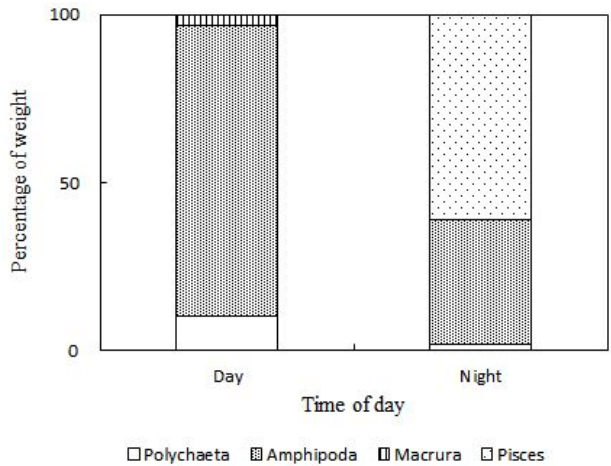


Fig. 4. Diel differences in diet composition of juvenile *Hemibarbus labeo* in the Nakdong river estuary.

체장군에서 4.6%를 나타내어 감소하는 경향을 보였다. 어류의 경우 작은 체장군에서는 섭식하지 않았지만 중간 체장군에서 31.2%, 큰 체장군에서 83.4%를 나타내어 체장 증가에 따라 섭식율이 크게 증가하였다. 새우류는 큰 체장군에서만 5.5%로 소량 섭식되었다.

누치의 주야간 위내용물 조성의 변화 역시 통계적으로 유의한 차이를 보였다(global R: 0.617, $P < 0.05$). 주간에는 단각류가 중량비 86.6%, 갯지렁이류가 10.2%로 위내용물 중 대부분을 차지하였던 반면, 야간에는 어류가 60.8%, 단각류가 37.2%, 갯지렁이류가 1.9%로 어류가 가장 중요한 먹이생물이었다(Fig. 4).

한편 주야간 누치의 평균 stomach fullness 조사 결과(Fig. 5), 주간에 0.18(±0.32)로 야간의 0.33(±0.28)보다 낮은 값을 보여, 야간에 더 활발한 섭식이 이루어지고 있었다.

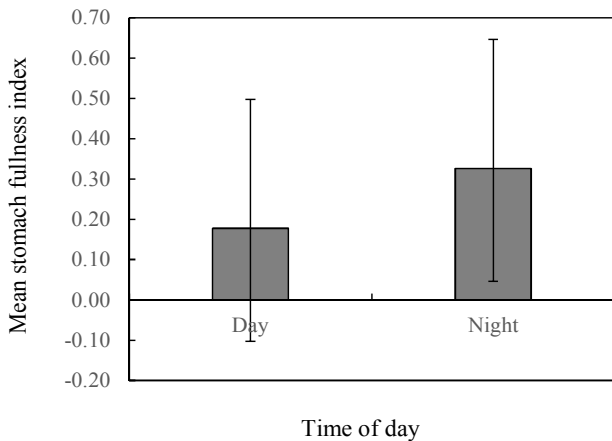


Fig. 5. Mean stomach fullness index between day and night specimens of juvenile *Hemibarbus labeo* in the Nakdong river estuary.

4. 고찰

조사기간 동안 본 연구 지역에서 누치는 1년 중 여름철(8월)에만 출현하였다. 누치는 담수성 어종이며, Yang et al. (2001)은 낙동강 하구둑 안쪽(담수역)에서 우점종으로 보고하였다. 그러나 하구역의 해양 환경에서 누치가 출현하였다는 보고는 거의 없다(Hwang et al., 2005). 그러나 본 연구 지역에서 8월에 작은 체장(9.1 cm 이하)의 누치가 출현하였으며, 이 시기에 연구 지역은 5 이하의 낮은 염분을 보였다. 또한 누치의 산란기는 봄철(Kim et al., 2005)이고, 낙동강 하구둑 상부에서 누치가 우점하는 결과를 종합해보면(Yang et al., 2001), 봄철 낙동강 하구둑 상부에서 부화한 누치 유어가 여름철 많은 강우에 의해 담수의 일시적 확장으로 하구역에서 출현할 수 있었던 것으로 판단된다.

본 연구에서 단각류는 누치 유어의 가장 중요한 먹이생물이었다. 단각류는 연안해역 저층 저질위에서 출현하는 표재성 저서생물(epiphytic benthos)로 해빈 쇄파대 지역에서 우점하는 대형저서생물 중 하나이다. 또한 그들은 크기가 작아 치어시기 어류들이 쉽게 섭식할 수 있다. 일본 후쿠오카 연안의 해빈 쇄파대에 출현하는 많은 어종의 유어들 또한 단각류가 중요한 먹이생물이었으며(Inoue et al., 2004), 일본 규슈의 Fukiagehama 해빈에서 출현한 많은 어종의 유어들도 단각류를 많이 섭식하였다(Nakane et al., 2011). 또한 본 연구와 동일한 해역에서 채집된 꼬리 유어도 단각류를 주로 섭식하여 누치와 유사한 먹이조성을 보였다(Baek et al., 2014). 누치는 담수성 어종이기 때문에 해양성 먹이원을 섭식할 가능성은 없지만, 여름철 강우에 의해 낙동강 하구역 하부에 출현하면서 해양성인 단각류를 섭식할 수 있었던 것으로 판단된다.

본 연구에서 누치 유어는 작은 체장군에서 단각류와 갯지렁이류를 주로 섭식하였고 체장 증가에 따라 어류의 비율이 크게 증가하였다. 그러나 러시아 Amur 강에서 채집된 누치의 먹이생물을 살펴보면, 어류 보다는 대형저서동물이나 곤충을 많이 섭식하여(Pikuleva, 1952), 본 연구에서 어류를 많이 섭식한 결과는 연구 해역이나 시기의 특이성에 의한 결과일 것으로 생각된다. 그러나 담수성 어종인 누치가 어린 시기에 해양성 단각류를 주로 섭식하였다는 결과는 특이한 결과로 판단되며, 향후 담수지역에 출현하는 누치 유어의 위내용물 조사를 통하여 어떤 먹이생물을 섭식하는지 확인할 필요가 있을 것으로 생각된다.

누치는 주간과 야간에 단각류와 갯지렁이류를 주로 섭식하였지만, 야간에는 이 두 먹이생물의 섭식율이 크게 감소하였고, 대신 어류가 많이 섭식되었다. 대부분 어류들은 일차적으로 시야에 의존한 섭식행동을 보이기 때문에, 주야에 따라 위내용물 조성이 변하기도 한다(Okun et al., 2005). 한편 동일한 해역에서 채집된 꼬리 유어도 주간과 야간의 위내용물 조성이 달랐으나, 야간에 섭식된 먹이생물의 소화가 더욱 진행되어 대부분 주간에 섭식했던 먹이가 소화되지 않고 남아있는 상태였다(Baek et al., 2014). 하지만 본 연구에서는 주간과 야간에 섭식된 먹이생물의 소화정도가 큰 차이가 없었고, stomach fullness 역시 야간에 더 높은 값을 보여 야간에도 활발한 섭식이 이루어진 것으로 판단된다.

본 연구는 해양환경에 가까운 낙동강 하구역 하부에 위치한 해빈 쇄파대에 출현하는 누치 유어만을 대상으로 섭식생태를 연구하여 누치의 생활사 단계별 분포양상이나 생태에 관한 연구는 부족한 실정이다. 따라서 향후 낙동강 유역에 출현하는 누치의 유어부터 성어까지 생활사 단계별 분포나 생태적 특성에 관한 후속 연구가 진행되어야 할 것으로 생각된다.

사 사

본 연구는 국립수산물과학원 과제인 ‘한국 근해 해양변동 모니터링 및 생태계 특성 연구(R2016050)’의 지원에 의해 수행되었습니다. 그리고 본 논문의 시료 채집에 도움을 주신 한국해양수산연구소 추현기 박사님과, 부경대학교 해양과학공동연구소 김하원 박사님께 감사드립니다.

References

[1] Ayvazian, S. G. and G. A. Hyndes(1995), Surf zone fish assemblages in southwestern Australia: do adjacent nearshore habitats and the warm Leeuwin Current influence the

- characteristics of the fish fauna?, Marine Biology, Vol. 122, pp. 527-536.
- [2] Baeck, G. W., S. H. Huh and J. M. Park(2014), Diet composition of juvenile Korean piscivorous chub, *Opsariichthys uncirostris amurensis* in the surf zone of Nakdong river estuary, Korea, Journal of Korean Society of Fisheries Technology, Vol. 50, pp. 334-341.
- [3] Blaber, S. J. M. and T. G. Blaber(1980), Factors affecting the distribution of juvenile estuarine and inshore fish, Journal of Fish Biology, Vol. 17, pp. 143-162.
- [4] Chae, B. S., Y. H. Kang, S. K. Kim, D. U. Yoo, J. M. Park, H. U. Ha and U. W. Hwang(2014), Ichthyofana and fish community structure in the Yeong river, Nakdong river system, Korea, Korean Journal of Ichthyology, Vol. 26, pp. 50-69.
- [5] Choi, J. S., Y. S. Jang, K. Y. Lee and O. K. Kwon(2004), Feeding habits of *Gobiobotia macrocephala* (Cyprinidae) from the Namhan River, Korea, Korean Journal of Ichthyology, Vol. 16, pp. 165-172.
- [6] Choi, J. S., O. K. Kwon, J. H. Park and H. K. Byeon(2001), Feeding habits of *Gobiobotia brevibraba* (Cyprinidae) from the Hongcheon River, Korea, Korean Journal of Ichthyology, Vol. 13, pp. 230-236.
- [7] Choi, J. S., K. Y. Lee, Y. S. Jang, J. H. Park and O. K. Kwon(2006), Feeding habits of *Rhynchocypris kumgangensis* (Cyprinidae) from the Hongcheon River, Korea, Korean Journal of Environmental Biology, Vol. 24, pp. 29-37.
- [8] Clark, B. M., B. A. Bennett and S. J. Lamberth(1996), Factors affecting spatial variability in seine net catches of fish in the surf zone of False Bay, South Africa, Marine Ecology Progress Series, Vol. 131, pp. 17-34.
- [9] Clarke, K. R. and R. N. Gorley(2006), PRIMER v5: user manual/tutorial, PRIMER-E, Plymouth.
- [10] Ferry, L. A. and G. M. Cailliet(1996), Sample size and data analysis: are we characterizing and comparing diet properly In: D. MacKinlay, K. Shearer eds. Feeding Ecology and Nutrition in Fish, American Fisheries Society, San Francisco, U.S.A., pp. 71-80.
- [11] Gibson, R. N., A. D. Ansell and L. Robb(1993), Seasonal and annual variations in abundance and species composition of fish and macrocrustacean communities on a Scottish sandy beach, Marine Ecology Progress Series, Vol. 98, pp. 89-105.
- [12] Hureau, J. C.(1969), Biologie comparee de quelques poissons antarctiques (Nothotheniidae), Bulletin de l'Institut Océanographique de Monaco, Vol. 68, pp. 1-44.
- [13] Hwang, S. W., H. B. Hwang, H. S. Noh and T. W. Lee(2005), Seasonal variation in species composition of fish collected by a bag net in the Geum River estuary, Korea, Journal of Korean Fisheries Society, Vol. 38, pp. 39-54.
- [14] Im, Y. J. and T. W. Lee(1990), Species composition and biology of major species of gobiid fish in Cheonsu Bay of the Yellow Sea, Korea, Korean Journal of Ichthyology, Vol. 2, pp. 182-202.
- [15] Inoue, T., Y. Suda and M. Sano(2004), Food habits of fishes in the surf zone of a sandy beach at Sanrimatsubara, Fukuoka Prefecture, Japan, Ichthyological Research, Vol. 52, pp. 9-14.
- [16] Kang, Y. H., J. W. Seo, J. D. Keum and H. J. Yang(2004), The fish community structure in the middle of Nakdong River, Korean Journal of Limnology, Vol. 37, pp. 227-235.
- [17] Kim, I. S., Y. Choi, C. R. Lee, Y. J. Lee, B. J. Kim and J. H. Kim(2005), Illustrated Book of Korean Fishes, Kyohak incorporation, Seoul, Korea, pp. 616.
- [18] Lasiak, T. A.(1984), Structural aspects of the surf-zone fish assemblage at King's beach, Algoa Bay, South Africa: short-term fluctuations, Estuarine, Coastal and Shelf Science, Vol. 18, pp. 347-360.
- [19] Lasiak, T. A.(1986), Juveniles, food and the surf zone habitat: implications for teleost nursery areas, South African Journal of Zoology, Vol. 21, pp. 52-56.
- [20] Lee, H. Y.(2012), The fish story 1 - Our river, our fish - The herald of spring, steed barbel, *Hemibarbus labeo*, River and Culture, Vol. 8, pp. 36-37.
- [21] Lee, J. H., S. Y. Kwon, J. M. Hong, H. B. Hwang and T. W. Lee(2014), Changes in species composition of shallow water fish in Malipo beach after Hebei Spirit oil spill off Taean, Korean Journal of Ichthyology, Vol. 26, pp. 310-321.
- [22] Lee, T. W., H. T. Moon and S. S. Choi(1997), Change in species composition of fish in Chonsu Bay (II) surf zone fish, Korean Journal of Ichthyology, Vol. 9, pp. 79-90.
- [23] Nakane, Y., Y. Suda and M. Sano(2011), Food habits of fishes on an exposed sandy beach at Fukiagehama, south-west Kyushu Island, Japan, Helgoland Marine Research, Vol. 65, pp. 123-131.
- [24] Okun, N., R. Mendonca and T. Mehner(2005), Diel shifts in community composition and feeding of juvenile fishes in the pelagic area of a large shallow lake, Limnologia, Vol. 35, pp. 70-77.
- [25] Pikuleva, V. A.(1952), Feeding of spotted steed *Hemibarbus*

maculatus (Bleek.) and barbel steed *Hemibarbus labeo* (Pall.) in Amur River basin, Trudy Amurskoi Ikhtiologicheskoi Ekspeditsii, Vol. 3, pp. 419-434.

- [26] Pinkas, L., M. S. Oliphant and I. L. K. Iverson(1971), Food habits of albacore, bluefin tuna and bonito in California waters, Fishery Bulletin, Vol. 152, pp. 1-105.
- [27] Whitfield, A. K.(1996), A review of estuarine ichthyology in South Africa over the past 50 years. Transactions of the Royal Society of South Africa, Vol. 51, pp. 79-89.
- [28] Yang, H. J., K. H. Kim and J. D. Kum(2001), The fish fauna and migration of the fishes in the fish way of the Nakdong river mouth dam, Korean Journal of Limnology, Vol. 34, pp. 251-258.

Received : 2016. 08. 19.

Revised : 2016. 10. 04. (1st)

: 2016. 10. 15. (2nd)

Accepted : 2016. 10. 27.