

임진강 하구역의 어류 군집과 실뱀장어 소상

변화근*

서원대학교 생물교육과

Fish Community and Upstream of Glass Eels (*Anguilla japonica*) in the Imjin River Estuary, Korea. Byeon, Hwa-Keun* (Department of Biology Education, Seowon University, Cheongju 361-742, Korea)

Abstract The fish community and upstream of glass eels (*Anguilla japonica*) in the Imjin River estuary Gyeonggi-do, Korea was investigated from 2008 to 2012. During the surveyed period 43 species belonging to 18 families were collected. Korean endemic species was *Microphysogobio jeoni* which showed a ration of 0.04% in collected species. Exotic fishes were *Carassius cuvieri* and *Ctenophayngodon idellus*, and comprised 0.06% of the total individual number. Among the fish species observed, 17 species of the freshwater fish (40.5%), 6 species of migration fish (14.2%), 8 species of the brackish water fish (19.1%) and 11 species of sea water fish (26.1%). In terms of composition ration, *Anguilla japonica* (glass eels, 49.8%), *Coilia ectens* (23.3%), *Saurogobio dabryi* (8.1%), *Repomucenus olidus* (3.3%), *Lateolabrax maculata* (2.9%) and *Chelon haematocheilus* (2.8%) were found to display high individual number. On the other hand, *C. ectens* (33.6%), *C. haematocheilus* (14.2%), *Cyprinus carpio* (10.5%), *Mugil cephalus* (9.1%) and *S. dabryi* (7.6%) were dominated of biomass. The dominant species of individual was *A. japonica* (glass eels), and subdomint species included *C. ectens*. The fish biomass caught of fisherman in the Imjin River (Paju-si) were 83.6 ~ 240.3 t by each year. The year 2011 and 2012 were decreased rapidly. Among these, *M. cephalus* (48.0 ~ 80.0%), *C. carpio* (6.7%), *Carassius auratus* (4.9%), *Silurus asotus* (3.9%), *Takifugu obscurus* (2.5%), *Anguilla japonica* (adult, 2.2%) and *Pseudobagrus fulvidraco* (2.1%) dominated of biomass. Body weight of glass eels at each year were 0.03 ~ 1.13 t, average 212.0 kg and 1,325,000 individual by 0.16 g each one individual.

Key words: Imjin River, estuary, fish community, glass eels, biomass, *Anguilla japonica*

서론

임진강은 함경남도 마식령에서 발원하여 황해로 유입되는 강으로 유로길이 254 km, 유역면적 8,118 km²이다 (Byeon and Lee, 2006). 상류역과 중류역은 북한에 위치하며 휴전선을 통과한 후 연천군에서 남한으로 유입되

며 파주시 탄현면 성동리에서 한강하류로 합류된다. 임진강 상류역 북측에는 황강댐이 축조되어 있고 이에 대응하여 남측에는 홍수조절 및 수량 확보를 위해 경기도 연천군에 군남댐을 건설하였다. 또한 임진강 지류인 한탄강에는 한탄강 댐이 현재 새로이 건설 중에 있어 임진강 본류역을 중심으로 댐 건설로 인한 수생태계 및 생물서식지의 단절이 예상된다. 한강의 1차 지류인 임진강 하류역은 그 동안 군사 보호 지역으로 민간인 출입이 통제되어 연구가 극히 제한적으로 이루어졌다 (Byeon and Lee, 2006). 특히 근접성이 어려움으로 이제까지 한강 및 임진강 하류역의 어류군집 변동, 경제성 어류인 뱀장어

Manuscript received 30 May 2013, revised 16 October 2013, revision accepted 31 October 2013
* Corresponding author: Tel: +82-43-299-8405, Fax: +82-43-299-8400, E-mail: cottus@seowon.ac.kr

의 소상과 서식실태에 대한 연구는 미흡하였다 (Kim, 1974; Hwang *et al.*, 2008; Hwang *et al.*, 2009; Hwang, 2010). 임진강 하류와 하구역은 민간인 출입이 통제되어 있고 수변부에 제방이나 수변공원을 조성하지 않아 자연형의 하도를 유지하고 있다. 상류역과 달리 임진강 하류역은 댐이나 대형 보가 설치되어 있지 않아 회유성 어류의 이동이 자유롭고 수환경이 잘 보존되어 매우 안정적인 어류 군집을 유지하고 있다 (Byeon and Lee, 2006). 따라서 본 연구는 민간인 출입 통제지역이며 자연성이 매우 잘 보존되어 있고 어류에 대한 학술조사가 진행된 바 없는 임진강 하구에서 어류군집과 실뱀장어 소상 실태를 밝혀 어족자원 관리와 보호를 위한 자료 제공을 목적으로 한다.

재료 및 방법

1. 조사 지역 및 기간

어류상, 어류 군집, 실뱀장어 소상 실태 분석을 위해 2008년부터 2012년까지 조사하였으며 조사 시기는 회유성 어류가 임진강으로 소상하는 시기인 매년 4월, 5월, 6월에 실시하였다. 2009년은 일시적으로 어민 출입과 어업이 금지되어 조사를 실시하지 못하였다. 조사 지점은 임진강 하구역 3개 지점 (경기도 파주시 문산읍 마정리 통일대교 하방, 사목리 반구정, 내포리)에서 실시하였다 (Fig. 1).

2. 조사 내용 및 방법

어류의 채집에는 실뱀장어 포획을 위해 연안개량안강망 (길이 50 m, 망구 (가로 10 m, 세로 3 m), 망목 2×2 mm)을 24시간 정치 후 수거하였다. 실뱀장어 이외 어종을 채집하기 위해서는 삼중자망 (12절, 길이 30 m, 높이 0.5 m)을 설치 후 6시간 이후에 수거하였다. 수심이 2 m 이내로 얕은 수변부에서는 투망 (망목 6×6 mm)과 죽대 (망목 4×4 mm) 등을 사용하였다. 채집된 대부분의 표본은 현장에서 동정 확인 및 측정 후 즉시 방류하였고, 일부 표본은 현장에서 10% formalin액으로 고정하여 실험실에서 동정하였다. 어류의 동정에는 국내에서 현재까지 발표된 검색표 (Uchida, 1939; Chyung, 1977; Kim, 1997; Choi *et al.*, 2002; Kim and Park, 2005; Kim *et al.*, 2005)를 이용하였고, 분류체계는 Nelson (2006)을 참조하였다. 각 조사 지점의 어류 군집 분석은 우점도 지수 (McNaughton, 1967), 종다양성 지수 (Margalef,

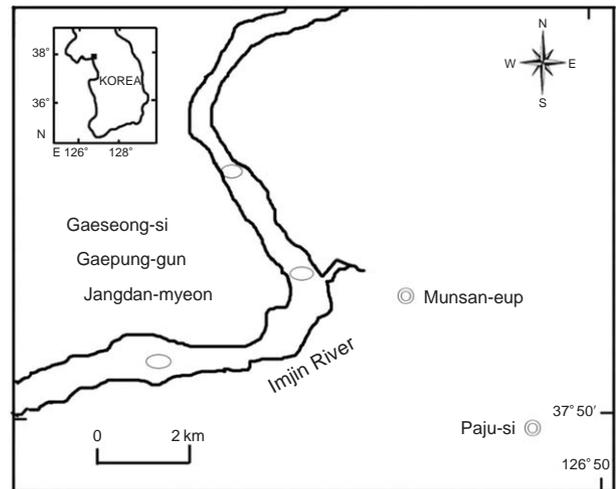


Fig. 1. Map showing the fish sampling stations in the Imjin River estuary from 2008 to 2012.

1958), 균등도 (Pielou, 1975), 종풍부도 (Margalef, 1958) 등을 조사하였다. 임진강 하류와 하구역의 내수면 어업 생산량 (실뱀장어 포함)은 파주시청에 정보공개 신청을 통해 입수한 자료를 인용하였다.

결과 및 고찰

1. 어류상

조사기간 동안 출현한 어종은 총 18과 42종이었고 개체수는 25,674이었다 (Table 1). 이들 어종 중 잉어과 (Cyprinidae)에 속하는 종이 14종 (33.3%)으로 가장 많은 종수를 차지하였고, 그 다음으로 망둑어과 (Gobiidae)에 속하는 종이 9종 (21.4%), 동자개과 (Bagridae), 바다빙어과 (Osmeridae), 송어과 (Mugilidae) 등에 속하는 종이 각각 2종 (4.8%)이었다. 그 외 13개과에는 각각 1종씩 출현하여 출현종이 매우 적었다. 이와 같이 잉어과와 망둑어과에 속하는 종이 풍부하였으며 특히 망둑어과에 속하는 종이 많았는데 이는 조사 수역이 임진강 하구에 위치한 기수역이었기 때문인 것으로 판단된다. 임진강 하류역에서 Byeon and Lee (2006)의 조사 시 잉어과에 속하는 어종이 47.5%로 본 조사보다 높았고 망둑어과에 속하는 종이 11.3%로 낮았다. 2006년 조사는 임진강 하류역과 중류역이 조사 지점에 포함되었으나 본 조사에서는 하구역에 국한되어 이루어졌으므로 기수역의 어류상 특징으로 잉어과 어종의 구성비가 감소하고 망둑어과 어종의 구성비가 증가한 원인으로 생각된다.

출현한 어종 중 한국고유종은 뿔꼬리 (Microphysogobio jeoni) 1종으로 고유종 출현율은 0.04%로 매우 낮았다. 한국고유종은 하천 하류역이나 기수역보다는 하천 중류와 중·상류역 여울에 주로 분포한다. 한국고유종의 존재는 해당 지역의 생물상을 특징짓는 기준이 되는 경우가 많은데 (Jeon, 1980), 본 조사 수역은 하구역으로 임진강의 생물상 특징보다는 기수역의 특징을 나타내고 있는 것으로 판단된다. 임진강 중류와 하류역에서는 25종 (31.1%), 한강 하류역의 경우 8종 (16.3%)이 출현하는 것으로 알려져 있으며 (Choi and Byeon, 1999; Byeon and Lee, 2006) 본 조사 수역에서는 제방, 수변부 매립, 대형 보, 댐호 등이 축조되지 않았으며 민간이 출입이 제한되어 자연성이 양호한 수역이나 하구역이므로 한국고유종이 매우 적었던 것으로 판단된다.

출현종 중 국외에서 도입된 외래어종은 떡붕어 (Carassius cuvieri)와 초어 (Ctenophayngodon idellus) 2종이 출현하였고 개체수 비교풍부도는 0.06%로 매우 낮았다. 외래 어종이 토착어종에 미치는 악영향은 매우 미미한 것으로 생각된다. 임진강 하류와 한강 하류역에는 생태계교란야생동·식물로 지정된 블루길 (Lepomis macrochirus)과 배스 (Micropterus salmoides)가 서식하나 (Byeon and Lee, 2006; Choi and Byeon, 1999) 본 조사 수역은 기수역으로 출현하지 않았다. 블루길과 배스는 순수담수어로 기수역에 적응하지 못하여 출현하지 않는 것으로 판단된다.

출현한 어종 중 순수담수어에 속하는 종은 17종 (40.5%), 개체수는 764개체 (3.0%), 생체량은 98,937 g (25.5%)로 종수에 비해 개체수가 매우 적었다. 회유성 어류에 속하는 종은 뱀장어 (Anguilla japonica, 실뱀장어), 웅어 (Coilia ectens), 빙어 (Hypomesus nipponensis), 은어 (Plecoglossus altivelis), 도화뱅어 (Neosalax anderssoni), 황복 (Takifugu obscurus) 등 6종 (14.2%), 개체수는 19,137 (74.5%), 생체량은 159,159 g (40.4%)로 종수에 비해 개체수가 매우 풍부하였다. 이는 실뱀장어가 소상하는 4월과 5월에 주로 조사를 실시하였기 때문이다. 도화뱅어는 한강과 임진강 하류역에서 출현하지 않았고 (Choi and Byeon, 1999; Byeon and Lee, 2006) 본 종은 하구역 (기수역)에 국한하여 출현하였는데 이는 Kim et al. (2002)과 일치하였다. 기수성 어종은 두우쟁이 (Saurogobio dabryi), 밀자개 (Leiocassis nitidus), 걱정이 (Trachidermus fasciatus), 강주걱양태 (Repomucenus olidus), 꼭져구 (Chaenogobius annularis), 민물두줄망둑 (Tridentiger bifasciatus), 민물검정망둑 (Tridentiger brevispinis), 아작망둑 (Tridentiger barbatus) 등 8종 (19.1%), 3,706개체 (14.4%), 생체

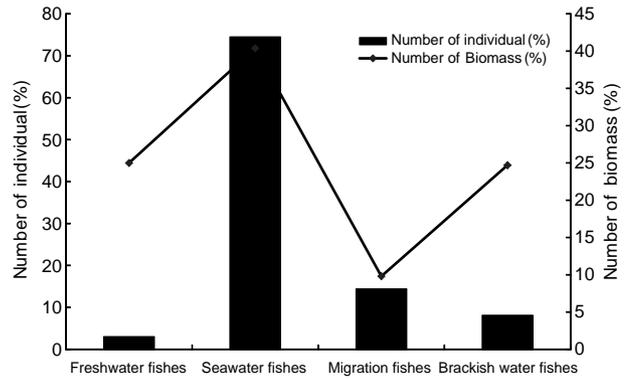


Fig. 2. The life type collected fishes in the Imjin River estuary from 2008 to 2012.

량 38,591 g (9.8%)로 종 수에 비해 생체량이 적었는데 대부분 종이 소형종에 속하였기 때문이다. 해산어는 전어 (Konosirus punctatus), 숭어 (Mugil cephalus), 가숭어 (Chelon haematocheilus), 줄공치 (Hyporhamphus intermedius), 점농어 (Lateolabrax maculata), 황강달이 (Collichthys lucidus), 비늘흰발망둑 (Acanthogobius luridus), 풀망둑 (Synechogobius hasta), 오셀망둑 (Lophiogobius ocellicauda), 개소갱 (Odontamblyopus lacepedii), 개서대 (Cynoglossus robustus) 등 11종 (26.1%), 2,067개체 (8.1%), 생체량 97,544 g (24.7%)로 종수와 생체량이 다소 풍부하였다. 임진강 하구역은 바다와 연결된 기수역이며 보나 하구언이 없고 수변부가 잘 보전된 상태로 각종 해산 어류가 이동하여 생육하기에 적합한 환경을 유지하고 있는 것으로 사료된다. 이들 해산어는 한강 하구역과 강화갯벌 조간대 등에도 분포하였으며 (Hwang and Rhoo, 2010; Hwang et al., 2010; Moon et al., 2011) 이들 수역을 이동하며 서식하는 것으로 생각된다 (Fig. 2).

2. 개체수 및 생체량 구성비

본 조사에서 채집 확인된 총 42종 중 개체수 구성비가 높은 종은 뱀장어 (49.8%), 웅어 (23.3%), 두우쟁이 (8.1%), 강주걱양태 (3.3%), 점농어 (2.9%), 가숭어 (2.8%) 등 이었으며 순수담수어에 속하는 어종의 출현 개체수는 적었다. 생체량에 있어서는 웅어 (33.6%), 가숭어 (14.2%), 잉어 (Cyprinus carpio, 10.5%), 숭어 (9.1%), 두우쟁이 (7.6%) 등이 풍부하였다 (Fig. 3). 개체수와 다소 차이를 나타내었는데 이는 어종의 크기에 따른 결과로 판단된다. 한강과 임진강 하류역에는 누치 (Hemibarbus labeo)가 개체수에 있어서 풍부하게 출현한 결과 (Choi and Byeon, 1999; Byeon and Lee, 2006; Moon et al.,

Table 1. A list and individual number of fishes collected at each station in the Imjin River estuary from 2008 to 2012.

Scientific name	Years				Total	Remark
	2008	2010	2011	2012		
Anguillidae						
<i>Anguilla japonica</i>	6,396	5,528	353	517	12,794	Mi
Engraulidae						
<i>Coilia ectens</i>	4,983	412	189	401	5,985	Mi
Clupeidae						
<i>Konosirus punctatus</i>	1				1	Se
Cyprinidae						
<i>Cyprinus carpio</i>	22	10	12	3	47	Fr
<i>Carassius auratus</i>	22	23	21	16	82	Fr
<i>Carassius cuvieri</i>	1	2	10	3	16	Fr, Ex
<i>Ctenophayngodon idellus</i>			1		1	Fr, Ex
<i>Acheilognathus lanceolatus</i>		9			9	Fr
<i>Acheilognathus rhombea</i>		1			1	Fr
<i>Hemibarbus labeo</i>	9	159	10	40	218	Fr
<i>Microphysogobio jeoni</i>		9		1	10	Fr, E
<i>Saurogobio dabryi</i>	1,371	290	109	307	2,077	Br
<i>Aphyocypris chinensis</i>		1			1	Fr
<i>Zacco platypus</i>	2	2	1	2	7	Fr
<i>Opsariichthys uncirostris amurensis</i>	5	16	2	17	40	Fr
<i>Erythroculter erythropterus</i>	34	23	4	20	81	Fr
<i>Hemiculter leucisculus</i>	53	43	57	59	212	Fr
Cobitidae						
<i>Misgurnus anguillicaudatus</i>	1	2	1		4	Fr
Siluridae						
<i>Silurus asotus</i>	4	9	11	1	25	Fr
Bagridae						
<i>Pseudobagrus fulvidraco</i>	1	2		5	8	Fr
<i>Leiocassis nitidus</i>	169	11	5	70	255	Br
Osmeridae						
<i>Hypomesus nipponensis</i>		6	1	1	8	Mi
<i>Plecoglossus altivelis</i>	14		28	3	45	Mi
Salangidae						
<i>Neosalax anderssoni</i>	4	196	1	62	263	Mi
Mugilidae						
<i>Mugil cephalus</i>	28		13		41	Se
<i>Chelon haematocheilus</i>	499	24	133	72	728	Se
Hemirhamphidae						
<i>Hyporhamphus intermedius</i>	2	5	14	17	38	Se
Cottidae						
<i>Trachidermus fasciatus</i>	37	13	36	4	90	Br
Serranidae						
<i>Lateolabrax maculata</i>	633	9	6	87	735	Se
Sciaenidae						
<i>Collichthys lucidus</i>	4	4	1		9	Se
Callionymidae						
<i>Repomucenus olidus</i>	838	9			847	Br
Gobiidae						
<i>Acanthogobius luridus</i>			2	12	14	Se
<i>Synechogobius hasta</i>	179				179	Se
<i>Lophiogobius ocellicauda</i>	267			1	268	Se
<i>Chaenogobius annularis</i>				1	1	Br
<i>Rhinogobius brunneus</i>			1	1	2	Fr

Table 1. Continued.

Scientific name	Years				Total	Remark
	2008	2010	2011	2012		
<i>Tridentiger bifasciatus</i>	20	59	3	116	198	Br
<i>Tridentiger brevispinis</i>	187	29	17	4	237	Br
<i>Tridentiger barbatus</i>			1		1	Br
<i>Odontamblyopus lacepedii</i>	9	3			12	Se
Cynoglossidae						
<i>Cynoglossus robustus</i>	42				42	Se
Tetraodontidae						
<i>Takifugu obscurus</i>	17	21	3	1	42	Mi
Number of species	32	31	30	29	42	
Number of individuals	15,854	6,930	1,046	1,844	25,674	

E: Endemic species, Ex: Exotic species, Fr: Freshwater fishes, Se: Seawater fishes, Mi: Migration fishes, Br: Brackish water fishes

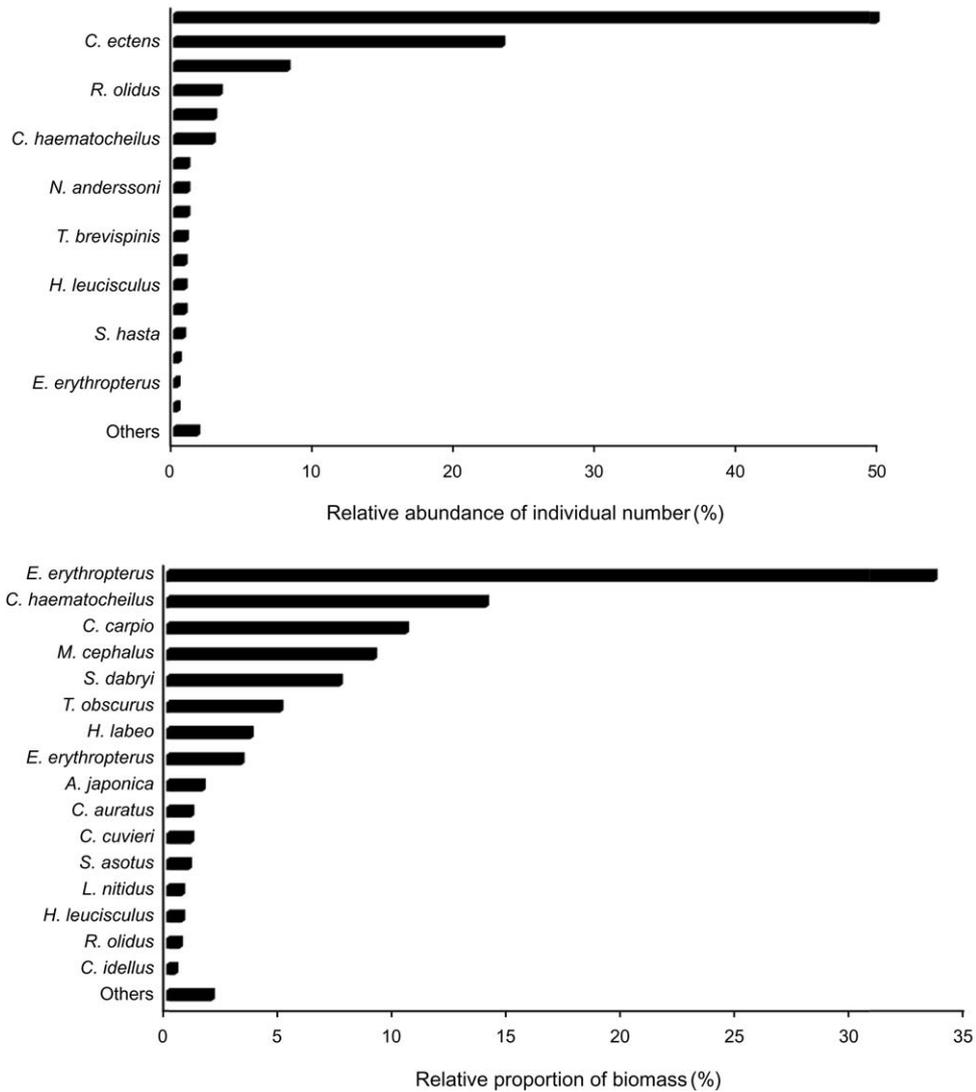


Fig. 3. The relative abundance of individual and relative proportion of biomass (g) collected fishes in the Imjin River estuary from 2008 to 2012.

Table 2. Dominant and sub-dominant species in the Imjin River estuary from 2008 to 2012.

Years	Dominant species	Sub-dominant species
2008	<i>Anguilla japonica</i> (40.3%)	<i>Coilia ectens</i> (31.4%)
2010	<i>Anguilla japonica</i> (79.8%)	<i>Coilia ectens</i> (5.9%)
2011	<i>Anguilla japonica</i> (33.7%)	<i>Coilia ectens</i> (18.1%)
2012	<i>Anguilla japonica</i> (28.0%)	<i>Coilia ectens</i> (21.7%)

2011)와 차이가 있었으나 한강 하구역에서 조사한 결과 (Hwang and Rhew, 2010; Hwang *et al.*, 2010)와는 유사하였다.

3. 우점종

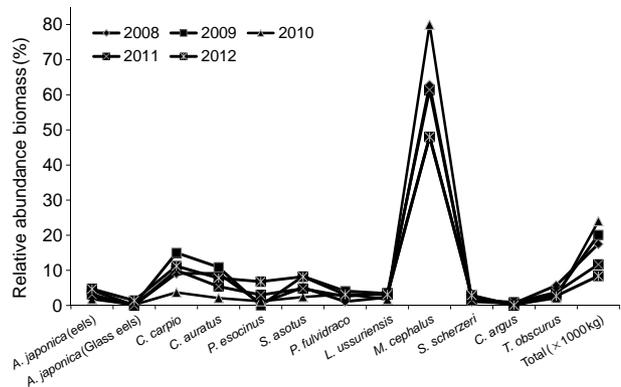
조사기간 동안 출현한 각 어종의 개체수를 기준으로 우점종을 산정하면 조사 기간 동안 뱀장어가 높은 비율로 우점종을 차지하였다. 출현한 뱀장어는 바다에서 소상하는 실뱀장어 이었고 아우점종은 웅어 이었다. 이들 모두 회유성 어종이다. 임진강 하구역에서는 회유성 어류의 출현 개체수가 매우 풍부하였다. 한강하구에는 누치(*Hemibarbus labeo*)가 우점종으로 본 조사와 차이가 있었다(Moon *et al.*, 2011). 한강하구역 조사는 실뱀장어가 포획되지 않는 정치망을 사용하여 조사되었기 때문에 실뱀장어가 조사되지 않은 원인으로 판단된다. 한강 하류역과 임진강 하류역에서는 누치와 웅어가 개체수에 있어서 우점종이었다(Choi and Byeon, 1999; Byeon and Lee, 2006). 한강과 임진강의 강우 염분도가 매우 낮은 하류역에는 담수어인 누치가 우점하며 염도가 증가하는 하구역에서는 염분도에 내성이 강한 실뱀장어과 웅어가 다량으로 출현한다. 실뱀장어는 하천 강 상류역으로 이동하며 웅어는 강 하구와 하류역서 산란을 하는 생태적인 특성과 일치하는 것으로 생각된다.

4. 어류군집 분석

각 조사 지점별 어류군집 지수에 대한 분석은 Table 3과 같다. 우점도 지수는 각 조사 지점에서 0.50~0.86로 2010년에서 가장 높았고 2012에 가장 낮았다. 종다양도 지수는 0.96~2.18으로 2012년에 가장 높았다. 균등도 지수는 0.28~0.65로 낮았고 종풍부도 지수는 3.21~4.31로 다소 높았다. 우점도 지수가 전반적으로 높았으며 이는 실뱀장어가 다량 출현하였기 때문이다. 임진강 중류역과 하류역의 우점도는 0.50 이하로 본 조사 지점에 비해 낮았고 종다양도 지수는 임진강 중류와 하류역에서 2.64~3.15인(Byeon and Lee, 2006) 것에 비해 낮았는데 이는 회유성 어종인 실뱀장어과 웅어의

Table 3. Fish community index, base on the Margalef's species richness index (RI), Pielou's evenness index (E), species diversity index (H') and dominance index (DI) in the Imjin River estuary from 2008 to 2012.

Years	DI	H'	E	RI
2008	0.71	1.69	0.49	3.21
2010	0.86	0.96	0.28	3.39
2011	0.52	2.18	0.64	4.31
2012	0.50	2.18	0.65	3.72
Total	0.73	1.71	0.46	4.04

**Fig. 4.** The relative biomass (%) on fish species were captured by fisherman in the Imjin River (Paju-si) from 2008 to 2012.

출현 개체수가 매우 높았기 때문인 것으로 생각된다.

5. 내수면 어획량 분석

2008년부터 2012년 동안 파주시 일대 임진강 하구와 하류역에서 내수면 어업을 통해 파주시청에 보고된 어획량을 분석한 결과 다음과 같다(Fig. 4). 연간 어획량은 83.6~240.3 t이었으며 2010년에 가장 많았고 2012년에 가장 적었으며 2011년과 2012년에 급격히 감소하였다. 이는 임진강 상류역에 위치한 북한의 황강댐에서 물을 담수하여 댐 인근지역에 공급함으로 임진강 하류로 유입되는 수량이 감소한 원인, 수질 악화, 과도한 어획 등에 따른 현상인지 지속적인 조사가 이루어져야 할 것으로 판단된다. 주요 어업 대상종은 황복, 잉어, 붕어(*Carassius auratus*), 뱀장어(성어), 실뱀장어, 메기(*Silurus asotus*), 동자개(*Pseudobagrus fulvidraco*), 대농갱이(*Leiocassis ussuriensis*), 송어, 쏘가리(*Siniperca scherzeri*), 가물치(*Channa argus*), 모래무지(*Pseudogobio esocinus*) 등 이었으며 이 외의 어종은 어업 대상종으로 어획하지 않고 있다. 이와 같은 어업 대상종은 한강 하류역과 거의 동일하였다. 어획된 어류 중 생태량에

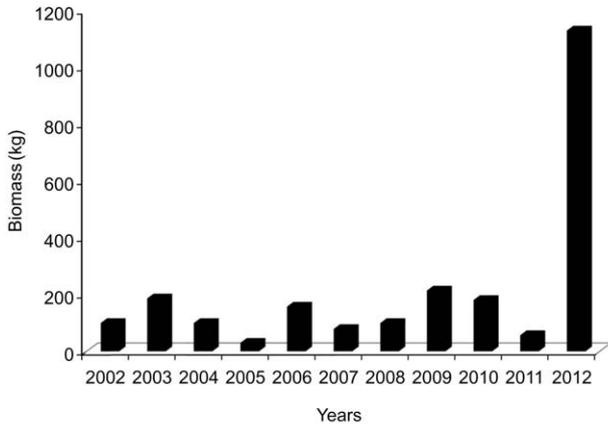


Fig. 5. The biomass (kg) of *Anguilla japonica* (glass eels) were captured by fisherman in the Imjin River (Paju-si) from 2002 to 2012.

있어 송어가 매년 가장 풍부하였고(48.0~80.0%), 잉어(6.7%), 붕어(4.9%), 메기(3.9%), 황복(2.5%), 뱀장어(성어, 2.2%), 동자개(2.1%) 등의 순으로 풍부하였다. 그 외 대농갱이, 쏘가리, 모래무지, 가물치, 실뱀장어 등은 전체 어획된 어류의 생체량에 있어 2.0% 이하로 적었다. 송어는 가송어와 구분하지 않고 함께 포함된 것으로 판단되며 임진강 하구역에서는 가송어가 송어보다 많은 양이 서식하고 있는 나타났다.

6. 실뱀장어 소상

파주시 일대의 임진강 하구역에서 2002년부터 2012까지 어업 대상으로 포획된 실뱀장어(뱀장어 치어)의 양은 Fig. 5와 같다. 연간 포획된 양은 0.03~1.13t으로 2005년에 가장 적었고 2012년에 가장 많았다. 11년간 포획된 실뱀장어는 연평균 212.0kg이었고 개체당 평균 체중이 0.16g으로 약 1,325,000개체에 이른다. 임진강 하구에서 포획된 실뱀장어의 평균 전장이 56.1mm이었으며 제주도에 소상하는 실뱀장어는 56.2~56.4mm로 차이는 거의 없었고 일본에서 보다는 다소 작았다. 제주도 전역에서는 연간 실뱀장어가 약 60kg 정도 포획되는 것으로 추정된 것에 비해 임진강 하류는 많았다(Kim, 1974). 2012년에 임진강으로 소상하는 실뱀장어가 급격히 증가하였으며 바다에서 임진강으로 소상하는 실뱀장어의 양이 연도별 큰 차이를 보이고 있었다. 이는 실뱀장어 소상 시기의 인근 해역과 하구역의 수온과 수질, 임진강의 수량 등이 작용한 것으로 예상된다. 실뱀장어는 강 하구에서 수온이 높으면 더 잘 소상하는 것으로 알려져 있다(Kim, 1974). 2012년의 경우 임진강 하류역

은 예년에 비해 실뱀장어 소상시기에 유입수량이 많이 감소하였다. 이는 강우가 적은 영향과 상류역 황강댐에서 농업 및 생활용수로 다량 사용하여 감소한 것으로 추정된다. 강에서 수량이 감소하면 기온 상승의 영향을 많이 받아 수온이 빠르게 상승하게 되며 이에 따라 실뱀장어가 수온이 평년보다 높아 보다 많은 양이 임진강 하류역으로 유입된 것으로 추정된다.

적 요

2008년부터 2012년까지 임진강 하구역에서 어류 군집과 실뱀장어 소상을 조사한 결과 다음과 같다. 채집된 어류는 총 18과 42종이었으며 이 중 한국고유종은 뿔경모치(*Microphysogobio jeoni*) 1종으로 고유화빈도가 0.04%이었다. 국외에서 도입된 외래어종은 떡붕어(*Carrasius cuvieri*)와 초어(*Ctenophayngodon idellus*) 2종이 출현하였고 개체수 비교풍부도는 0.06%로 매우 낮았다. 출현한 어종 중 순수담수어에 속하는 종은 17종(40.5%), 회유성 6종(14.2%), 기수성 8종(19.1%), 해산어 11종(26.1%) 등 이었다. 개체수 구성비가 높은 종은 뱀장어(*Anguilla japonica* (glass eels, 49.8%)), 웅어(*Coilia ectens*, 23.3%), 두우쟁이(*Saurogobio dabryi*, 8.1%), 강주걱양태(*Repomucenus olidus*, 3.3%), 점농어(*Lateolabrax maculata*, 2.9%), 가송어(*Chelon haematocheilus*, 2.8%) 등 이었으며 생체량에 있어서는 *C. ectens* (33.6%), *C. haematocheilus* (14.2%), 잉어(*Cyprinus carpio*, 10.5%), 송어(*Mugil cephalus*, 9.1%), *S. dabryi* (7.6%) 등이 풍부하였다. 우점종은 개체수에 있어 *A. japonica* (glass eels) 이었고 *C. ectens*가 아우점종이었다. 파주시에서 연간 어획된 양은 83.6~240.3t이었으며 2011년과 2012년에 급격히 감소하였다. 어획된 어류 중 생체량에 있어 *M. cephalus* (48.0~80.0%), *C. carpio* (6.7%), 붕어(*Carrasius auratus*, 4.9%), 메기(*Silurus asotus*, 3.9%), 황복(*Takifugu obscurus*, 2.5%), *A. japonica* (adult, 2.2%), 동자개(*Pseudobagrus fulvidraco*, 2.1%) 등의 순으로 풍부하였다. 연간 포획된 *A. japonica* (glass eels)는 양은 0.03~1.13t이었고 연평균 212.0kg이었으며 개체당 평균 체중이 0.16g으로 약 1,325,000개체이었다.

REFERENCES

Byeon, H.K. and W.O. Lee. 2006. The Ichthyofauna and Fish Community in the Lower Course of the Imjin River. *Korean*

- Journal of Limnological Society* **39**: 32-40.
- Choi, J.K. and H.K. Byeon. 1999. Fish Community in the Lower Course of Han River. *Korean Journal of Limnological Society* **32**: 49-57.
- Choi, K.C., S.R. Jeon, I.S. Kim and Y.M. Son. 2002. Coloured Illustrations of The Freshwater Fishes of Korea. Hyangmuns Press Co. Seoul. pp. 22-218.
- Chyung, M.K. 1977. The Fishes of Korea. Ilji-Sa, Korea. 727 pp.
- Hwang, H.B. 2010. Sex ratio, age growth and habitat use patterns of *Anguilla japonica* in the Geum River and Mangyeong River estuaries. Doctoral thesis of Chunnam National Univ. pp. 52.
- Hwang, H.B., T.W. Lee, S.W. Hwang and B.J. Kim. 2008. Monthly Species Composition of Upstream-Migrating Fish in the Cheonjeyeon Estuary of Jeju, Korea. *Korean Journal of Ichthyology* **20**: 210-219.
- Hwang, S.D. and J.G. Rhow. 2010. Seasonal Variation in Species Composition of Estuarine Fauna Collected by a Stow Net in the Han River Estuary on the mid-western coast of Korea. *Korean Journal of Society of Oceanography* **15**: 72-85.
- Hwang, S.D., J.G. Rhow, S.H. Lee, J.Y. Park, H.J. Hwang and Y.J. Im. 2010. Community Structure of Fauna Collected by a Fence Net on Ganghwa Tidal Flat in the Han River Estuary, Korea. *Korean Journal of Society of Oceanography* **15**: 166-175.
- Hwang, S.D., T.W. Lee, H.B. Hwang, I.S. Choi and S.J. Hwang. 2009. Upstream Behavior of Glass Eels (*Anguilla japonica*) in an Experimental Eel-ladder. *Korean Journal of Ichthyology* **21**: 262-272.
- Jeon, S.R. 1980. Studies on the distribution of fresh-water fishes from Korea. Doctoral thesis of Chungang Univ. 91 pp.
- Kim, E.B. 1974. Studies on the Upstream Status and Environmental Factors of Glass-Eel Collected in the Jeju Island, Korea. *Korean Journal of Limnological Society* **7**: 1-22.
- Kim, I.S. 1997. Illustrated Encyclopedia of Fauna & Flora of Korean Vol. 37 Freshwater Fishes. Ministry of Education. 518 pp.
- Kim, I.S. and J.Y. Park. 2002. Freshwater Fishes of Korea. Kyohak Press. Co. Seoul. 465 pp.
- Kim, I.S., Y. Choi, C.L. Lee, Y.J. Lee, B.J. Kim and J.H. Kim. 2005. Illustrated Book of Korean Fishes. Kyohak. Press. Co. Seoul. 515 pp.
- Margalef, R. 1958. Information theory in ecology. *General Systemics* **3**: 36-71.
- McNaughton, S.J. 1967. Relationship among functional properties of California grassland. *Nature* **216**: 114-168.
- Moon, B.R., S.L. Jeon, M.S. Hyun, J.S. Hwang and J.K. Choi. 2011. A Study on Fish Fauna and Fish Habitat - Downstream of Singok Submerged Weir in Han River Estuary -. *Korean Journal of Environmental Science International* **20**: 757-764.
- Nelson, J.S. 2006. Fishes of the world (4th ed). John Wiley & Sons, New York, 601 pp.
- Pielou, E.C. 1975. The measurement of diversity in different types of biological collections. *Journal Theoret Biology* **13**: 131-144.
- Uchida, K. 1939. The fishes of Tyosen. Part 1. Nematognathi, Eventognathi. *Bulletin Fishes Express State Government-General of Tyosen* **6**. 458 pp.