

경북 형산강 수계에 분포하는 어류의 종조성 및 군집구조

한경호 · 이동철* · 임후순** · 박재민**,† · 유태식

전남대학교 해양기술학부 · *(주)다울 부설 해양생태연구소

**경북 토속어류산업화센터

(2018년 10월 22일 접수, 2018년 11월 19일 수정, 2018년 11월 27일 채택)

Species Composition and Community Structure in Hyeongsan River, Gyeongbuk

Kyeong-Ho Han · Dong-Cheol Lee* · Hu-Soon Lim** · Jae-Min Park** · Tae-Sik Yu†

Department of Marine Technology, Chonnam National University, Yeosu

**Daol, Seongju-gun, Gyeongsangbuk-do*

***Gyeongsangbuk-Do Native Fish Business Center, Uiseong*

(Received 22, October 2018, Revised 19, November 2018, Accepted 27, November 2018)

Abstract

Species composition and community structure were surveyed in Hyeongsan river, Gyeongbuk in 2014. In total, 38 species comprising of 13 families of 6 orders were collected from the present survey. Of them, Cypriniformes fish species accounted for 50.29% were found most in abundance. The second was the Perciformes fish species accounted for 27.33%. Of 38 species identified, *Zacco temmincki*, *Carassius carassius*, and *Oryzias latipes* accounted for 31.64%. The highest number of individuals was found in St. 1, while the lowest in St. 3. The number of species was the highest in St. 2, while the lowest in St. 3. The richness index was the highest in St. 2(RI=3.807) and the lowest in St. 3(RI=2.377). The evenness index was the highest in St. 1(E=0.883) and the lowest in St. 3(E=0.829). The diversity index was the highest in St. 2(H'=2.779) and the lowest in St. 3(H'=2.245).

Keywords : Species composition, Community structure, Downstream, Hyeongsan river, Gyeongsangbuk-do

1. 서론

하천은 수역뿐만 아니라 주변 식생대를 포함하며, 육상생태계와 연결되고 생물의 생산성과 종 다양성이 높다¹⁾. 하천의 수변식생대는 하천흐름 조절, 홍수 조절, 수질개선, 생태

연결통로 등 하천생태계에서 중요한 역할을 한다²⁾. 하지만 현재 국토개발의 명분 아래 하천은 하나의 개발도구로 인식한 나머지 과도한 환경압에 작용하고 있으며, 도심 내로 관통하는 하천들 대부분이 과거 자연형에서 인간 이용 중심 또는 치수목적으로 인공화 및

†Corresponding author E-mail: dbtlr56@naver.com

직강화되어 중요한 생태적 특성이 많이 훼손되어 왔다³⁾.

이 연구가 진행된 형산강은 울주군 두서면에서 발원하여 경주시를 지나 포항시 영일만으로 유입되는 국가하천으로, 서천으로 불리며, 자연경관, 생태성 등이 우수한 지역이다. 하지만 포항 국가산업단지 조성과 도시화 오염에 의하여 환경압이 작용하고 있는 것으로 생각된다.

지금까지 형산강에선 진행된 어류상에 관한 연구는 잉어과 어류상⁴⁾, 형산강의 어류상⁵⁾, 하류수역의 어류상⁶⁻⁷⁾, 영일만 생태계⁸⁾가 있으나 이는 모두 1990년대에 진행된 연구로 이후에 진행된 연구는 없는 실정이다.

따라서, 최근 생태계가 오염되고 있을 것이라 판단되는 형산강 하류지역의 어류의 종조성을 파악하고 과거 이 지역에서 진행되었던 어류상과 비교, 고찰하여 자원생물학적 연구의 기초적 자료를 제공하고자 한다.

2. 재료 및 방법

이 연구는 1994년 진행되었던 영일만 생태계⁸⁾와 같은 조사 지역인 형산강 하류 3개 정점에서 2014년에 조사를 진행하였다.

각 조사 정점별로 어류상을 조사하기 위하여 투망(망목 10×10 mm)과 반두(망목 5×5 mm)를 사용하였다. 채집된 어류는 10% 중성 포르말린에 고정하였고, 실험실로 운반하여 동정, 분류하였다. 채집된 종의 동정은 한국 어류대도감⁹⁾에 따랐고, 분류체계 및 학명은 Fish of the world¹⁰⁾ 및 우리바다 우리물고기¹¹⁾에 따랐다.

생물군집 구조 분석을 위해 풍부도(Richness), 균등도(Evenness), 다양도(Diversity) 및 우점도(Dominance) 지수를 구하였고, 정점별 유사성을 파악하기 위하여 primer 5.0 program¹²⁾을 이용하여 조사기간 중 출현한 개체수를 토대로 유사도(Similarity)를 산출하였다.

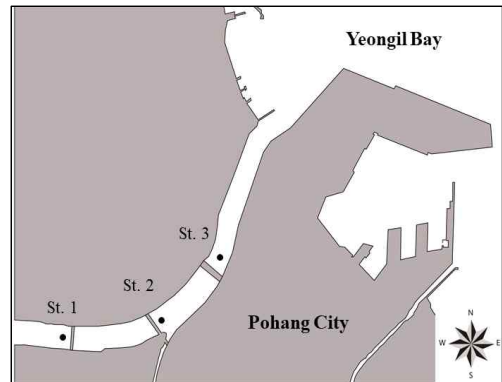


Fig. 1. Map showing the sampling sites at the downstream of the Hyeongsan river.

3. 결과 및 고찰

3.1. 어류의 종조성

조사기간 중 형산강에서 채집된 어류는 총 9목 13과 38종 2,042개체였다. 그 중 잉어목(Cypriniformes)이 2과 18종으로 가장 많이 출현하였고, 다음으로 농어목(Perciformes)이 4과 12종, 큰가시고기목이 1과 2종, 뱀장어목(Anguilliformes), 청어목(Clupeiformes), 메기목(Siluriformes), 바다빙어목(Osmeriformes), 동갈치목(Beloniformes), 복어목(Tetraodontiformes)이 각 1종씩 출현하였다.

과별로 출현한 어종을 보면 잉어과(Cyprinidae)가 14종, 망둑어과(Gobiidae)가 7종, 미꾸리과(Cobitidae)가 4종으로 이들 3과가 전체 출현 종의 70.91%를 차지하였다.

종별로는 갈겨니(*Zacco temminckii*)가 242개체 출현하여 전체 출현 종의 11.85%를 차지하여 최우점 하였고, 다음으로 붕어(*Carassius carassius*)가 218개체로 10.68%, 송사리(*Oryzias latipes*)가 186개체로 9.11%로 우점하는 종으로 나타났으며 이들 세 종이 전체 출현 종의 31.64%를 차지하였다.

3.2. 정점별 출현 어종

정점별 출현종을 보면, 정점 1에서 5목 7과

Table 1. Number of orders, families, and species of fishes collected at the downstream of Hyeongsan river

Class	Orders	Families	Species
Actinopterygii	Anguilliformes	1	1
	Clupeiformes	1	1
	Cypriniformes	2	18
	Siluriformes	1	1
	Osmeriformes	1	1
	Beloniformes	1	1
	Gasterosteriformes	1	2
	Perciformes	4	12
	Tetraodontiformes	1	1
Total	9	13	38

22종 970개체, 정점 2에서 5목 8과 26종 711개체, 정점 3에서 7목 9과 15종 361개체가 출현하였다.

정점 1은 국당교 부근의 중류역으로 저질은 자갈과 모래로 되어 있었고, 유속은 다소 빠른 편이었으며, 하폭은 50 m정도 였다. 이 정점에서는 총 5목 7과 22종 970개체가 출현하여 가장 많은 출현개체수를 보였다. 이 중 갈겨니가 168개체 출현하여 이 정점에서 출현한 개체수의 17.32%를 차지하여 최우점 하였고, 다음으로 송사리가 89개체로 9.18%, 잔가시고기(*Gasterosteus aculeatus*)가 84개체로 8.66%로 우점하는 종으로 나타났다.

정점 2는 연일대교 부근의 하류역으로 저질은 모래와 펄이었고, 유속이 매우 느렸다. 이 정점에서는 총 5목 8과 26종 711개체가 출현하였고, 가장 많은 출현종수를 보였다. 이 중 붕어가 98개체가 출현하여 정점 2에서 출현한 개체 수의 13.78%로 최우점 하였고, 다음으로 송사리가 97개체로 13.64%, 갈겨니가 74개체로 13.41%로 우점하는 종으로 나타났다.

정점 3은 형산대교 부근 하류역으로 저질은 모래와 펄이고, 유속은 느린편이다. 다른 정점에 비하여 영일만에 가깝고 해수와 담수

가 만나는 기수역이라는 것이 특징이다. 이 정점에서는 총 7목 9과 15종 361개체가 출현하여 조사 정점 중 가장 적은 개체수와 출현종수를 보였다. 이 중 검정망둑(*Tridentiger obscurus*)이 117개체가 출현하여 32.41%로 최우점 하였고, 다음으로 송어(*Mugil cephalus*)가 48개체로 13.30%, 붕어가 39개체로 10.80%로 우점하는 종으로 나타났다.

3.3. 군집분석

조사기간 중 어류의 출현종수, 개체수에 근거한 풍부도 지수는 정점 2에서 3.807로 가장 높게 나타났고, 정점 3에서 2.377로 가장 낮게 나타났다. 균등도는 정점 1에서 0.883으로 가장 높게 나타났고, 정점 3에서 0.829로 가장 낮게 나타났다. 다양도는 정점 2에서 2.779로 가장 높게 나타났고, 정점 3에서 가장 낮게 나타났다. 우점도는 정점 3에서 가장 높게 나타났고, 정점 1에서 가장 낮게 나타났다(Fig. 2).

Fig. 2을 보면, 출현 종수와 풍부도, 다양도 지수에서 비슷한 경향을 보였고, 개체수와 균등도가 비슷한 경향을 보였으며, 이는 우점도와 반대 경향을 나타냈다.

Table 2. The list and individuals number of fishes collected at the down stream of Hyeongsan river

Species	Station	St. 1	St. 2	St. 3	Total	*R.A.(%)
<i>Anguilla japonica</i>			1	1	2	0.10
<i>Konosirus punctatus</i>				19	19	0.93
<i>Cyprinus carpio</i>		7	18	9	34	1.67
<i>Carassius carassius</i>		81	98	39	218	10.68
<i>Squalidus japonicus Koreanus</i>		43	3		46	2.25
<i>Squalidus multimaculatus</i>		34			34	1.67
<i>Pseudorasbora parva</i>		70	49		119	5.83
<i>Pungtungia herzi</i>		9	4		13	0.64
<i>Moroco oxycephalus</i>		73			73	3.57
<i>Tribolodon hakonensis</i>				22	22	1.08
<i>Zacco platypus</i>		70	39		109	5.34
<i>Zacco temmincki</i>		168	74		242	11.85
<i>Rhodeus ocellatus</i>		51			51	2.50
<i>Rhodeus uyekii</i>			2		2	0.10
<i>Paracheilognathus rhombea</i>		21	39		60	2.94
<i>Acanthorhodeus macropterus</i>		4			4	0.20
<i>Misgurnus mizolepis</i>		12	17		29	1.42
<i>Misgurnus anguilicaudatus</i>			9		9	0.44
<i>Cobitis tetralineata</i>		6	7		13	0.64
<i>Iksookimia longicorpa</i>		11	3		14	0.69
<i>Silurus asotus</i>		3			3	0.15
<i>Hypomesus nipponensis</i>				6	6	0.29
<i>Oryzias latipes</i>		89	97		186	9.11
<i>Gasterosteus aculeatus</i>		27	38	16	81	3.97
<i>Pungitius kaibarae</i>		84			84	4.11
<i>Mugil cephalus</i>				48	48	2.35
<i>Chelon haematocheilus</i>				9	9	0.44
<i>Lepomis macrochirus</i>		44	37		81	3.97
<i>Micropterus salmoides</i>			27		27	1.32
<i>Lateolabrax japonicus</i>			9	28	37	1.81
<i>Tridentiger obscurus</i>			57	117	174	8.52
<i>Chaenogobius urotaenia</i>		28	14		42	2.06
<i>Chaenogobius castanea</i>			8	8	16	0.78
<i>Acanthogobius lactipes</i>			4	11	15	0.73
<i>Acanthogobius flavimanus</i>			38	17	55	2.69
<i>Acentrogobius pflaumi</i>			2		2	0.10
<i>Rhinogobius brunneus</i>		35	17		52	2.55
<i>Takifugu niphobles</i>				11	11	0.54
Number of individuals		970	711	361	2,042	100.00
Number of species		22	26	15	38	

*R.A.: Relative Abundance

3.4. 유사도 분석

출현 종수에 근거한 월별 유사도를 보면 정점 1과 정점 2에서 잉어(*Cyprinus carpio*), 붕어, 참붕어(*Pseudorasbora parva*), 피라미(*Zacco platypus*), 갈겨니, 송사리 등이 유사어종으로 나타나 62.53%의 유사성을 보였고, 정점 2와 정점 3에서 36.81%, 기수지역과 담수지역으로 나뉘는 정점 1과 정점 3에서 13.09%로 낮은 유사성을 보였다(Fig. 3).

3.5. 과거 형산강 어류상 비교

과거 형산강에서 진행되었던 영일만 생태계 변화 조사⁸⁾, 하류수역의 어류상⁷⁾, 형산강의 어류상⁵⁾과 이번 조사에서 출현한 어류를 비교하였다(Table 3).

영일만 생태계 변화 조사⁸⁾에서 출현한 종은 40종 2,261개체, 하류수역의 어류상⁷⁾에서 출현한 종은 37종 3,144개체, 형산강의 어류상⁵⁾에서 출현한 종은 37종 945개체로 나타났다.

네 개의 조사에서 모두 출현한 종은 뱀장어(*Anguilla japonica*), 잉어, 붕어, 참붕어, 돌고리(*Pungtungia herzi*), 황어(*Tribolodon hakonensis*), 버들치(*Moroco oxycephalus*), 피라미, 갈겨니, 흰줄납줄개(*Rhodeus ocellatus*), 각시붕어(*Rhodeus uyekii*), 왕종개(*Iksookimia longicorpa*), 미꾸리(*Misgurnus anguillicaudatus*), 미꾸라지(*Misgurnus mizolepis*), 메기(*Silurus asotus*), 큰가시고기(*Gasterosteus aculeatus*), 송사리, 숭어, 농어(*Lateolabrax japonicus*), 블루길(*Lepomis macrochirus*), 줄망둑(*Acentrogobius pflaumii*), 밀어(*Rhinogobius brunneus*), 꼭저구

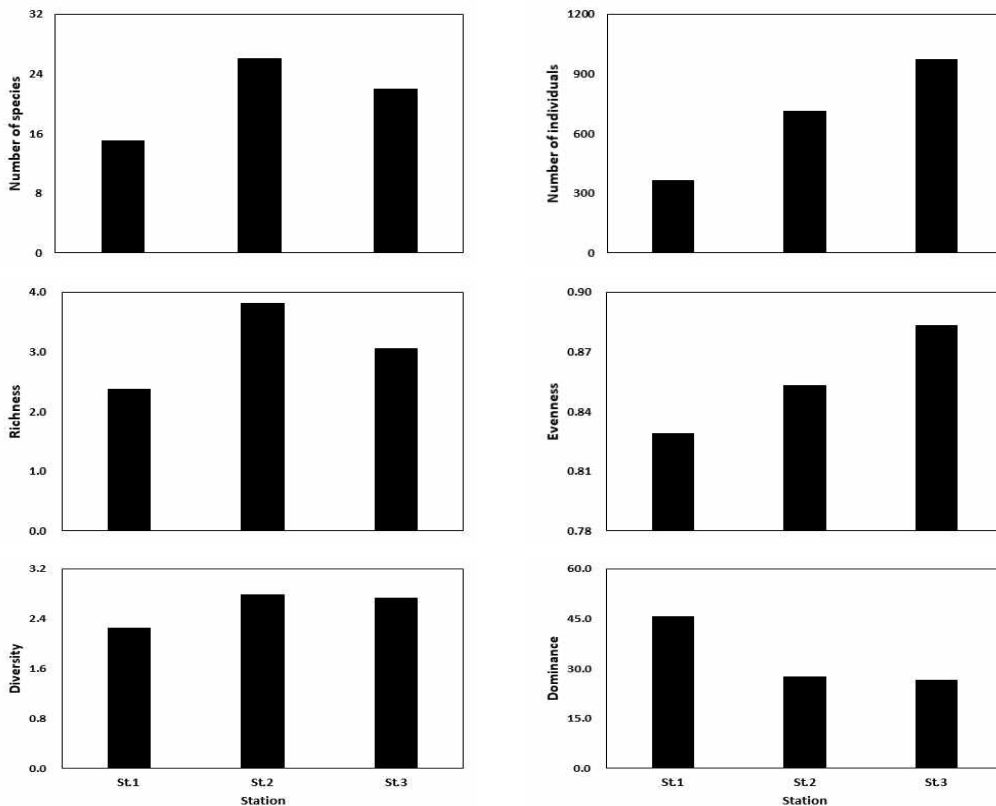


Fig. 2. Variation of index of number of species, individuals, richness, evenness, diversity, dominance in each station at the down stream of Hyeongsan river.

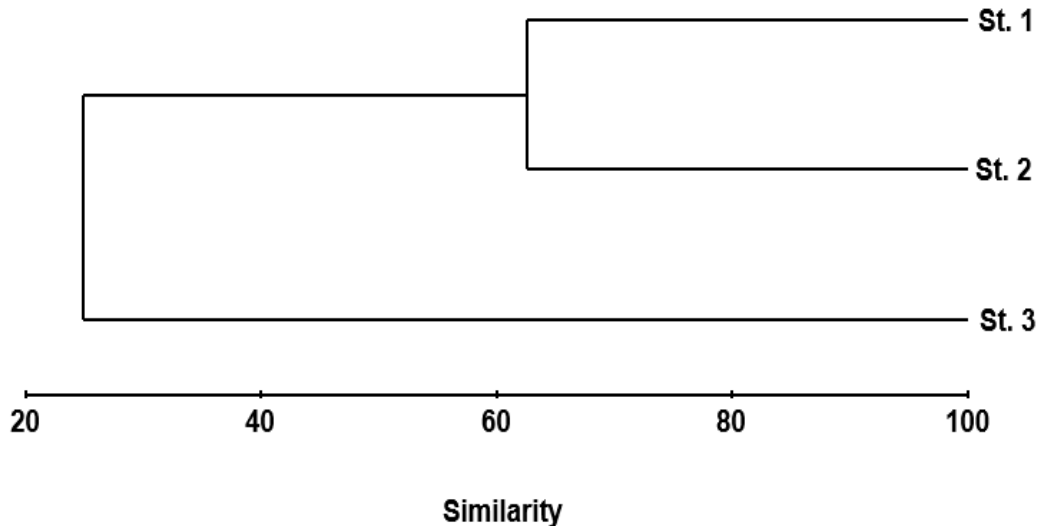


Fig. 3. Dendrogram of the similarity of each station by number of fishes collected at the down stream of Hyeongsan river.

(*Chaenogobius urotaenia*), 검정망둑으로 나타났다으며, 이들은 형산강에 서식하는 주거종으로 생각된다. 우점종에서도 차이를 보였는데, 이 조사에서는 갈겨니의 개체수가 급격하게 늘어나 최우점한데 반하여 나머지 세 개의 조사^{5,7,8)}에서는 붕어가 최우점하였다.

과거 조사에 출현하지 않다가 이번 조사에서 새롭게 출현한 종은 납지리(*Paracheilognathus rhombea*), 가승어(*Chelon haematocheilus*), 배스(*Micropterus salmoides*)로 나타났다.

형산강은 도시화와 산업화 영향에 의하여 생태계가 파괴되었을 것이라 판단된다. 이는 어류의 서식지를 파괴하고 생태계에 직접적인 영향을 끼친다. 과거 20년 전과 비교하여 볼 때, 출현개체수가 줄어들고 있고, 개체수 변동이 심한 것으로 보아 도시화에 따른 영향이 어류의 생태계의 영향이 있을 것이라 생각된다. 따라서 추후 형산강 어류의 생태계 조사와 더불어 계속적인 어류상과 군집구조에 대한 조사가 필요하다고 판단된다.

4. 결 론

2014년에 경상북도에 위치한 형산강에서 어류 종조성과 군집구조를 조사하였다. 조사기간 중 채집된 어류는 총 6목 13과 38종이었다. 이들 중 잉어목 어류가 50.29% 출현하여 가장 많이 출현하는 목으로 나타났고, 다음으로 농어목 어류가 27.33%로 나타났다.

조사기간 중 채집된 어류 중 우점종으로는 갈겨니, 붕어, 송사리로, 이들 세 종이 조사기간에 출현하였던 종의 31.64%를 차지하였다.

군집분석을 보면, 정점 1에서 가장 많은 개체수를 보였고, 정점 3에서 가장 낮았다. 출현종수는 정점 2에서 가장 낮았고, 정점 3에서 가장 낮았다. 풍부도는 정점 2에서 가장 높았고(RI=3.807), 정점 3에서 가장 낮았다(RI=2.377). 균등도는 정점 1에서 가장 높았고(E=0.883), 정점 3에서 가장 낮았다(E=0.829). 다양도는 정점 2에서 가장 높았고(H'=2.779), 정점 3에서 가장 낮았다(H'=2.245).

과거 연구들과 비교해본 결과, 출현종수와 출현 개체수에서 줄어드는 결과를 보였고, 추후 수질 환경 조사와 더불어 꾸준한 어류상 조사가 필요하다고 생각된다.

Table 3. Comparison among results of present and previous studies

Species	Study	Present study	김 등 (1995)	양과 채 (1994)	양과 임 (1980)
<i>Lethenteron japonica</i>			○		○
<i>Anguilla japonica</i>		○	○	○	○
<i>Plecoglossus altivelis</i>					○
<i>Hypomesus nipponensis</i>		○	○	○	
<i>Cyprinus carpio</i>		○	○	○	○
<i>Carassius carassius</i>		○	○	○	○
<i>Hypophthalmichthys molitrix</i>			○	○	
<i>Squalidus japonicus Koreanus</i>		○			○
<i>Squalidus gracilis majimae</i>			○		
<i>Squalidus chankaensis tsuchigae</i>			○		
<i>Squalidus multimaculatus</i>		○	○	○	
<i>Pseudorasbora parva</i>		○	○	○	○
<i>Pungtungia herzi</i>		○	○	○	○
<i>Tribolodon hakonensis</i>		○	○	○	○
<i>Moroco oxycephalus</i>		○	○	○	○
<i>Zacco platypus</i>		○	○	○	○
<i>Zacco temmincki</i>		○	○	○	○
<i>Rhodeus ocellatus</i>		○	○	○	○
<i>Rhodeus uyekii</i>		○	○	○	○
<i>Paracheilognathus rhombea</i>		○			
<i>Acanthorhodeus macropterus</i>		○	○	○	
<i>Cobitis sinensis</i>					○
<i>Cobitis tetralineata</i>		○	○	○	
<i>Iksookimia koreensis</i>					○
<i>Iksookimia longicorpa</i>		○	○	○	○
<i>Misgurnus anguillicaudatus</i>		○	○	○	○
<i>Misgurnus mizolepis</i>		○	○	○	○
<i>Lefua costata</i>					○
<i>Silurus asotus</i>		○	○	○	○
<i>Liobagrus mediadiposalis</i>					○
<i>Gasterosteus aculeatus</i>		○	○	○	○
<i>Pungitius kaibarae</i>		○	○	○	
<i>Pungitius sinensis</i>					○
<i>Oryzias latipes</i>		○	○	○	○
<i>Terapon jarbua</i>				○	
<i>Mugil cephalus</i>		○	○	○	○
<i>Chelon haematocheilus</i>		○			
<i>Channa argus</i>			○	○	○
<i>Micropterus salmoides</i>		○			
<i>Lateolabrax japonicus</i>		○	○	○	○
<i>Konosirus punctatus</i>		○	○	○	
<i>Lepomis macrochirus</i>		○	○	○	○
<i>Bathygobius fuscus</i>					○

Table 3. Continued

Species	Study	Present study	김 등 (1995)	양과 채 (1994)	양과 임 (1980)
<i>Acentrogobius pflaumi</i>		○	○	○	○
<i>Acanthogobius flavimanus</i>		○	○	○	
<i>Acanthogobius lactipes</i>		○	○	○	
<i>Favonigobius gymnauchen</i>					○
<i>Rhinogobius brunneus</i>		○	○	○	○
<i>Rhinogobius giurinus</i>			○		○
<i>Chaenogobius urotaenia</i>		○	○	○	○
<i>Chaenogobius castanea</i>		○	○	○	
<i>Chasmichthys dolichognathus</i>					○
<i>Tridentiger obscurus</i>		○	○	○	○
<i>Takifugu niphobles</i>		○	○	○	
Number of species		38	40	37	37
Number of individuals		2,042	2,261	3,144	945

References

- 배정희, 이경재, 한봉호(2008), 도시하천의 횡 단구조에 따른 식생분포특성 연구-서울의 도심천, 방학천, 성내천, 양재천을 사례로, 한국환경생태학회지, 22(3), pp. 268-279.
- 여운상, 이용민, 김기섭, 성기준, 강대, 이석 모(2008), 낙동강 중·하류지역의 수변 식 생 분포 특성, 한국환경과학회지, 17(2), pp. 149-162.
- 유주한(2010), 형산강의 경주 도심구간에 분포하는 식물상과 특성, 경주연구, 19(2), pp. 79-93.
- 양홍준(1979), 형산강산 잉어과 어류상, 한 국수산과학회지, 12(1), pp. 65-70.
- 양홍준, 임완택(1980), 형산강의 어류상에 관하여, 경북대학교 과학교육연구지, 4, pp. 79-88.
- 양홍준, 채병수(1992), 형산강 하류수역의 어류상에 관하여, 생태와 환경, 25(2), pp. 149-150.
- 양홍준, 채병수(1994), 형산강 하류수역의 어류상에과 군집구조, 생태와 환경 27(1), pp. 23-32.
- 김기태, 박광호, 김성수, 이동철, 전재민(1995), 영일만 생태계 변화 조사(포항지역 하천의 영 일만 생태계 변화에 미치는 영향추이 및 원인 분석), 영남대학교 해양과학연구소, pp. 254.
- 김익수, 최윤, 이충렬, 이용주, 김병직, 김지 현(2005), 한국어류대도감, (주)교학사, 서울, pp. 615.
- Nelson, J.S.(2007), Fishes of the world 4th. John Wiley & Sons, New York, U.S.A., pp. 624.
- 김진구, 유정화(2016), 우리바다 우리물고 기, 해양수산부.