

동진강 수계의 어류상과 어류군집

김 종 료 · 이 충 렬*

군산제일고등학교, *군산대학교 자연대학 생물학과

Ichthyofauna and Fish Community from the Dongjin River System, Korea

Jong-Ryool Kim and Chung-Lyeol Lee*

Kunsan Jeil High School, Kunsan 573-420, Korea,

*Department of Biology, Kunsan National University, Kunsan 573-701, Korea

E-mail: leecl@kunsan.ac.kr

The ichthyofauna and fish community of the Dongjin River system were surveyed at 21 sites from October 1998 to September 1999. We confirmed the presence of 53 species in 14 families belonging to seven orders. Thirty-two species of cyprinid fishes accounted for 60.4% of the total, four species of cobitid and gobiid fishes 7.5% of the total, and two species of bagrid and centrarchid fishes for 3.8% of the total. The dominant species in the Dongjin River system was *Zacco platypus* (relative abundant 26.0%), the subdominant species was *Carassius auratus* (14.7%). The dominant and subdominant species in each stream of the Dongjin River system were determined. In the Dongjin River, the dominant species was *Z. platypus* (40.6%), the subdominant *Acheilognathus lanceolatus* (20.5%); in Wonpyeong stream, *Pseudorasbora parva* (22.6%) and *Hypomesus olidus* (13.2%); in Gobu stream *C. auratus* (67.5%) and *Cyprinus carpio* (15.4%). Fourteen of the 53 species from the the Dongjin River system comprised 28.6% of the total Korean endemic species; seven rare species accounted for less than 0.1% of the total. Four exotic fish species were found: *Cyprinus carpio* (Israeli carp), *Carassius cuvieri*, *Micropterus salmoides* and *Lepomis macrochirus*. The species dominance, diversity, and evenness index of the fish community from the Wonpyeong stream were 0.12, 1.08, and 0.91, respectively, indicating better conditions than those of the Dongjin River and the Gobu stream. The fish community of the Wonpyeong stream showed closer relationship to that of the Dongjin River than to that of the Gobu stream.

Key words : Ichthyofauna, fish community, Dongjin River system

서 론

전라북도 내륙 평야의 농업용수를 비롯하여 상수원 및 공업용수의 대부분을 담당하고 있는 동진강 수계는 동진강 본류를 중심으로 좌우로 원평천과 고부천이 위

치고 있다. 노령산맥에 위치한 정읍시의 산외면에서 발원한 동진강 본류는 전장 약 44.7 km로 최상류에서는 섬진강 물을 역류시켜 전력을 발전시킨 물이 본 하천에 유입됨으로 인해 연중 거의 일정한 수량이 유지될 수 있으나, 원평천과 고부천은 소형하천으로 갈수기와 홍수기에 따라 하천 유량 차가 크게 나타나고 있다. 동진강

수계의 주변에는 정읍시의 생활 폐수의 유입을 제외하고는 직접적인 오염 유발원이 위치하고 있지는 않으나, 각 하천 주변의 농촌에 산재하고 있는 소규모의 축산 농가에서 유출되는 오염 물질의 유입과 농사철 농약 사용으로 수질 오염이 가중되고 있는 상태이다. 지금까지 본 하천에 서식하고 있는 어류상에 대하여 일부 조사 보고 된 바는 있지만 (최, 1973; 김과 이, 1984), 이는 본 수계의 일부분이거나 조사가 오래된 자료에 해당되며, 지금까지 동진강 수계에 대하여 전반적으로 면밀한 조사가 이루어진 바가 없었다.

따라서 본 연구는 동진강과 이와 인접하고 있는 원평천과 고부천을 대상으로 이 일대에 서식하고 있는 어류상과 이들 어류군집 구조를 분석하여 논의하고자 한다.

조사 및 방법

본 연구에서는 1998년 10월부터 1999년 9월까지 동

진강 본류에서 10개, 원평천 7개, 고부천 4개 정점 등 모두 21개 정점을 선정하여 매월 2회씩 정기적으로 어류 표본을 채집하였다 (Fig. 1). 어류 채집에 사용한 기구는 투망 (망목 0.9×0.9 cm), 족대 (망목 0.4×0.4 cm), 유인어망 (망목 0.2×0.2 cm), 정치망 (망목 0.4×0.4 cm), 어병 등이었다. 채집된 어류 중에서 현지에서 동정 가능한 어류는 각종 분류학적 주요 형질을 조사한 후 방류하였고, 보다 면밀한 조사가 필요한 표본들은 현장에서 10% 포르말린 용액에 고정한 후 운반하여 분석하였으며 (Uchida, 1939; 정, 1977; 김, 1997; Kim and Yang, 1999), 전체 어류 목록 작성 체계는 Nelson (1994)의 방법을 따랐다.

한편 조사 구역내 각 하천의 주변 환경 요인과 수질 상태를 분석하기 위하여 매월별로 각 하천의 주요 지점의 수심, 유로폭, 유속 (Global Flow Probe)과 하상의 구조 등과 기온 및 수온 등은 현지에서 조사하였고, BOD는 전북 지방환경청의 자료를 참고하였다. 또한 어류의 군집 구조를 분석하기 위하여 각 정점에 대한 어류 군

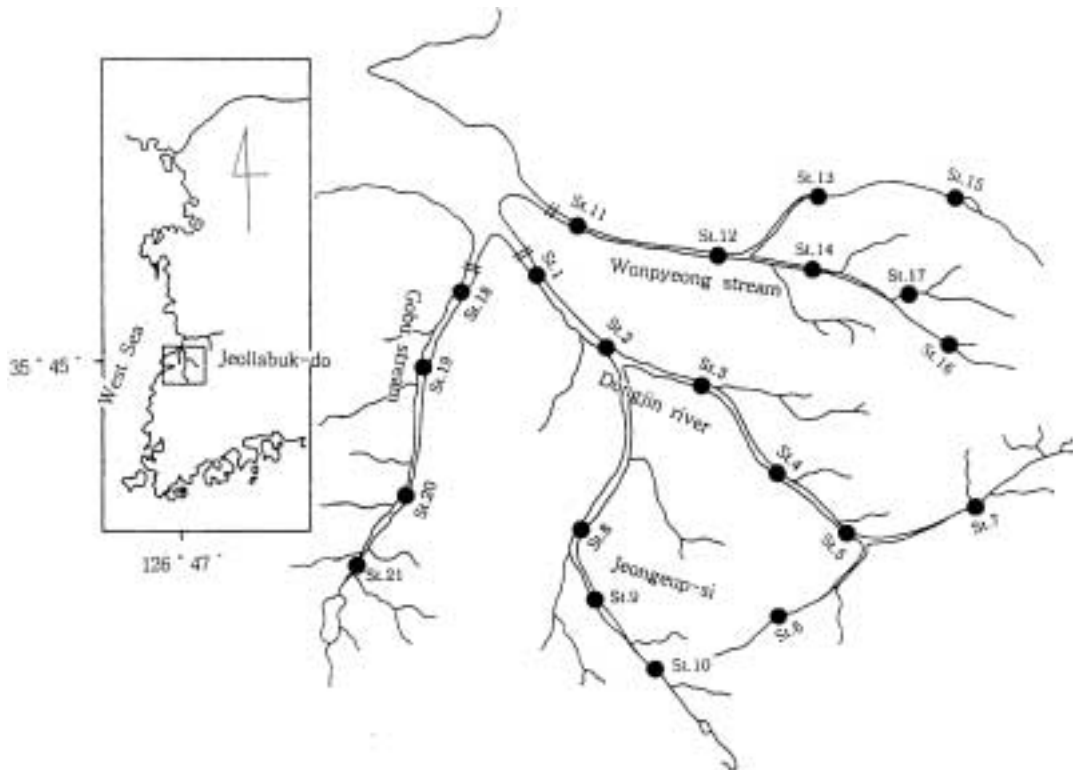


Fig. 1. A map showing the collecting sites from the Dongjin River system in Jeollabuk-do. St. 1: Baeksan-myeon, Busan-gun, St. 2: Sinyang-dong, Jeongeub-shi, St. 3: Sintaein, Jeongeub-shi, St. 4: Buk-myeon, Jeongeub-shi, St. 5: Museong-ri, Jeongeub-shi, St. 6: Sucheong-ri, Jeongeub-shi, St. 7: Sanoi-myeon, Jeongeub-shi, St. 8: Gongpyeong-dong, Jeongeub-shi, St. 9: Yeonji-dong, Jeongeub-shi, St. 10: Songsan-dong, Jeongeub-shi, St. 11: Jooksan-ri, Gimje-shi, St. 12: Sindeok-dong, Gimje-shi, St. 13: Sinpoong-dong, Gimje-shi, St. 14: Bongnam-myeon, Gimje-shi, St. 15: Gumgu-myeon, Gimje-shi, St. 16: Wonpyeong-ri, Gimje-shi, St. 17: Geumsan-myeon, Gimje-shi, St. 18: Dongjin-myeon, Buan-gun, St. 19: Deoksin-ri, Buan-gun, St. 20: Youngwon-myeon, Jeongeub-shi, St. 21: Gobu-myeon, Jeongeub-shi.

집의 우점도, 종다양도, 균등도 등과 각 정점별 어류 군집 유사도를 산출하여 각 조사 정점별로 비교 분석하였다 (Simpson, 1949; Sorensen, 1948; Shannon and Weaver, 1963; Pielou, 1966).

결과 및 고찰

1. 조사지역의 환경

본 수계는 동진강을 중심으로 좌우로 원평천과 고부천이 공동 하구역을 형성하면서 서해로 유입되는 하천들로써 전라북도 내륙 평야와 주변 도시에 매우 중요한 역할을 하고 있는 하천이다. 본 동진강 수계는 하천 주변이 대부분 평탄한 평야지이므로 물의 흐름이 느리고, 영농기와 농한기 때의 수량에 차이가 크면서도, 하천의 길이가 짧고, 하천 주변이 낮은 야산인 관계로 하천의 물 보수력이 약해 갈수기와 홍수기 때 수량의 변화가 크게 나타난다. 더욱이 하천의 주변에 위치한 농가나 야산에서 소규모로 사육되고 있는 축산물 폐수와 농사철의 농약 사용의 증가 등으로, 동진강 수계의 오염의 정도는 매년 증가하고 있는 실정이다. 한편 Table 1에서 나타난 바와 같이 동진강 본류(St. 1~10)에서 St. 1은 동진강 본류의 최하류 지역으로 물이 탁하고 거의 정체

되어 있다. 하상은 검은 silt가 60 cm 이상 쌓여 있으며, St. 8~9는 정읍시를 통과하는 지점으로, 하천 바닥에는 불결한 찌꺼기가 많이 깔려 있고, 갈수기에는 하천 주위가 심하게 부패하고 있었다. 또 St. 11~12는 원평천의 하류역으로 수량은 많은 편이나 물 흐름이 느리고 혼탁하며, 하상은 silt와 흙이 대부분이고 많은 불순물이 퇴적되어 있었다. St. 14~16은 상류지역으로 하상은 자갈이 대부분이고, 주변에는 큰 돌맹이가 많이 박혀 있으며, 갈수기에는 수량이 급격히 줄어드는 곳이었다. St. 18~19는 고부천의 중하류 지역으로 평소 수량은 많은 편이나 물 흐름이 거의 없고 혼탁하며, 하상은 silt나 흙으로 되어 있다. St. 20~21은 고부천의 상류지역으로 수량이 적으며 하상은 농수로 바닥과 같이 흙이 대부분이고, 수량은 계절적 영향을 크게 받는 곳이다 (Table 1).

한편 동진강 본류에서 5곳, 원평천에서 2곳, 고부천에서 2곳의 정점을 선정하여 BOD값을 조사한 결과 Table 2와 같다. 동진강에서 BOD값이 가장 높게 나타난 곳은 정읍시를 통과하는 St. 8로써 연중 BOD값이 4.7~11.9로써 연평균 7.2를 나타내고 있었다. 본 지역은 김과 이 (1998)가 보고한 전주천의 덕진동 (BOD 9.8~31.5), 팔복동 (BOD 7.1~27.5)보다는 양호하게 나타났고, 송천동 일대 (BOD 6.9~13.0)의 수질과 유사한 값을 나타내고 있어, 동진강의 수질은 현재 전주천의 수질보다는 양호

Table 1. The environmental characteristics of sampling sites in the Dongjin River system. September 1999

Station	St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	St. 6	St. 7
Division							
Depth (m)	1.5~5.0	0.8~1.5	0.9~2.0	1.2~2.0	0.7~1.5	0.5~0.8	0.6~1.2
Width (m)	70~110	40~60	35~50	35~50	30~45	25~30	20~35
Current (m/sec)	0.0~0.1	0.1~0.3	0.2~0.4	0.4~0.8	0.4~1.4	0.2~0.4	0.4~1.2
Bottom	clay silt	sand clay	pebble sand	pebble sand	rock pebble sand	rock pebble sand	rock pebble sand
Station	St. 8	St. 9	St. 10	St. 11	St. 12	St. 13	St. 14
Division							
Depth (m)	0.7~2.4	0.5~1.5	0.5~1.2	1.5~3.0	1.5~2.5	1.5~2.5	0.5~1.4
Width (m)	25~70	25~40	25~40	20~35	20~30	15~25	15~18
Current (m/sec)	0.4~0.8	0.4~1.0	0.6~1.2	0.1~0.2	0.2~0.3	0.4~0.6	0.2~0.4
Bottom	pebble sand	pebble sand	pebble sand	clay silt	silt clay sand	clay pebble sand	clay pebble sand
Station	St. 15	St. 16	St. 17	St. 18	St. 19	St. 20	St. 21
Division							
Depth (m)	0.5~1.5	0.3~1.2	0.7~1.1	2.5~4.5	2.0~4.5	1.0~3.0	0.5~1.2
Width (m)	10~15	12~15	8~10	65~75	60~70	55~65	20~35
Current (m/sec)	0.4~0.6	0.2~0.4	0.2~0.5	0.1~0.2	0.2~0.3	0.2~0.5	0.4~0.8
Bottom	pebble sand	rock pebble sand	rock pebble sand	clay silt	clay sand	clay sand	clay sand

Table 2. Comparison of BOD in the Dongjin River system from January to December 1998

Division		Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Average
Dongjin river	St. 2	3.4	2.4	3.8	3.0	2.1	3.8	2.4	1.6	1.8	1.7	1.9	3.1	2.5
	St. 4	0.8	1.3	1.0	1.0	1.3	1.6	1.1	0.9	1.1	1.3	0.9	1.0	1.1
	St. 8	6.0	8.4	9.7	6.2	11.9	5.7	4.7	4.9	5.9	6.1	8.7	7.9	7.2
	St. 9	4.0	2.0	3.7	3.1	5.7	3.2	2.0	4.2	2.7	8.2	2.2	1.8	3.7
	St. 10	0.8	1.4	1.6	1.2	1.4	1.2	1.8	3.4	1.2	1.4	1.0	1.0	1.5
Wonpyeong stream	St. 11	4.8	4.9	6.6	4.9	5.7	6.7	5.7	4.2	4.1	3.2	3.9	5.6	5.1
	St. 14	2.2	3.6	1.8	2.5	1.8	2.4	2.8	2.1	2.6	2.0	1.6	2.1	2.2
Gobu stream	St. 18	4.2	5.6	5.2	7.5	5.5	6.8	7.3	4.2	5.8	4.1	4.1	5.8	5.6
	St. 20	3.1	3.5	4.5	7.4	4.9	6.7	5.0	3.0	3.1	2.4	2.7	3.0	4.3

하게 나타나고 있었다 (Table 2). 한편 동진강의 최상류 지역인 St. 4와 St. 10에서는 연평균 BOD값이 각각 1.1과 1.5로서 매우 양호한 수질을 나타내고 있었으나, 고부천의 상류인 St. 20은 연중 2.4~7.4로 나타났는데, 이 점은 이 일대 지역이 모두 농경지로 되어 있어 상류역의 대부분이 농수로 역할을 하고 있기 때문이라고 사료되었다.

2. 어류상

동진강 수계에서 서식이 확인된 어류는 모두 7목 14과 37속 53종이었다 (Table 3). 이들 어류 중에서 Cyprinidae가 외래 도입어종 포함하여 32종 (60.4%)으로 가장 많았고, 이 외에 Cobitidae와 Gobiidae가 각각 4종씩 (각각 7.5%), Bagridae와 Centrachidae가 각각 2종씩이고, 나머지 9개과 어류는 1종씩 채집되었는데, 분류군별 개체 출현 빈도에서는 잉어과 어류가 전체의 93.1%로 대부분을 차지하고 있었다 (Table 4). 이 중에 *Zacco platypus*가 전체의 약 26.0%로 가장 높은 출현율을 나타내었고, 그 다음으로는 *Carassius auratus*가 14.7%, *Acheilognathus lanceolatus* 12.1%, *Rhodeus uyekii* 7.2% 등으로 나타나, 이들 어종이 동진강 수계에 서식하는 주요 어종으로 나타났다 (Table 3).

한편 본 수계에서 출현한 어종 중에서 동진강 본류 (St. 1~10)에서 확인된 어종은 모두 36속 47종이었는데, 이 중에서 우점종으로는 *Z. platypus*가 40.6%였고, *A. lanceolatus*가 20.5%로 아우점종으로 나타났다. 한편 원평천 (St. 11~17)에서는 모두 28속 36종으로, *P. parva*가 22.6%로 가장 높은 출현율을 나타내었고, 다음으로는 *H. olidus*가 13.2%였다. 또한 고부천 (St. 18~21)에서는 24속 32종으로, 이 중에서 *C. auratus*가 54.3%로 가장 높았고, 다음은 *C. carpio*가 11.6%였다 (Table 3).

한편 김과 이 (1984)는 동진강 본류에서 우점종을 *R. brunneus*와 *Z. platypus*였고, 고부천에서는 *A. springeri*와 *H. eigenmanni*라고 한 점과 비교해 보면, 그동안 본

수계에 서식 분포하고 있는 어류상에 상당한 변화가 일어난 것으로 나타나고 있어 이에 대한 지속적인 관심과 면밀한 조사가 필요하다고 생각된다.

한편 본 수계에서 상대적으로 출현율이 낮은 어종은 *A. macropterus*, *S. variegatus wakiyae*, *P. herzi*, *C. splendidus*, *S. japonicus*, *M. jeoni*, *A. rivularis*, *M. yaluensis*, *I. koreensis*, *P. koreanus*, *M. albus*, *C. herzi*, *R. giurinus*, *M. chinensis* 등으로 이들은 대체로 서식 장소가 양호한 하천 중상류 수역에서 서식하는 종들이다. 실제로 본 수계에서는 동진강의 상류를 제외하고는 원평천이나 고부천의 상류는 농수로와 직접 연결되어 있으므로 이들 어종들에게 알맞는 서식환경이 되지 못하므로, 앞으로 이들 어종의 보존을 위하여 특별한 관심과 지속적인 대책이 필요한 상태이다. 이외에도 *M. mizolepis*, *S. asotus*, *P. fulvidraco*, *C. arga* 등도 본 조사에서는 비교적 적게 출현하였는데, 이는 서식하고 있는 개체수가 적다는 것보다는 채집 방법상의 미비에서 오는 결과로 추정되며, 실제로는 상당량이 서식하고 있을 것으로 사료된다. 한편 *A. japonica*와 *C. herzi*는 현재 소량이거나 출현하고 있는데, 특히 *C. herzi*는 현재 정읍시 북면 일대에서 출현하고 있으나, 본 종은 상류 깊고 맑은 물에 주로 서식하는 어류로써 앞으로 하천의 구조 및 수량 변화가 심하게 일어난다면 종 보존에 많은 위협을 가할 것이며, 또 *A. japonica*는 주로 하상이 주로 사니질로 된 곳에 서식하고 있으나, 근래에는 하류역에 오염물질이 축적되면서 출현이 급격히 감소하고 있는 실정이다.

한편 동진강 수계에 서식하고 있는 어류에 대하여 최 (1973)는 21종을, 김과 이 (1984)는 동진강 본류에서 46종을, 고부천에서는 21종을 기록하였는데, 본 조사에서는 동진강 본류에서 47종, 원평천에서 36종, 고부천에서 32종이 확인되었다 (Table 3). 한편 김과 이 (1998)는 본 수계와 인접하고 있는 만경강 수계에서는 총 53종을 보고한 것과 비교해 보면, 동진강 수계는 비록 하천 길이

Table 3. Relationships of number of species and individuals in fish community from the Dongjin River system

	Ang.	Cyp.	Cob.	Sil.	Bag.	Osm.	Adr.	Syn.	Cen.	Odo.	Gob.	Bel.	Cha.	Cen.
No. of species	1	32	4	1	2	1	1	1	1	1	4	1	1	2
R. A (%)	1.9	60.4	7.5	1.9	3.8	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	7.5	1.9	1.9	3.8
No. of individual	5	7797	52	63	31	280	43	6	2	20	35	3	6	28
R. A (%)	0.06	93.1	0.6	0.8	0.4	3.3	0.5	0.07	0.02	0.2	0.4	0.04	0.07	0.3

Ang: Anguillidae, Cyp: Cyprinidae, Cob: Cobitidae, Sil: Siluridae, Osm: Osmeridae, Adr: Adrianichthyoidae, Syn: Synbranchidae, Cen: Centropomidae, Odo: Odontobutidae, Gob: Gobiidae, Bel: Belontiidae, Cha: Channidae, Cen: Centrarchidae.

가 훨씬 짧으면서도 53종이 확인된 되었다는 것은, 본 수계에는 현재 다양한 어종이 서식하고 있음을 알 수 있었다. 한편 만경강과 동진강 수계에서 출현하는 어종을 비교해 보면, 만경강에서는 서식이 확인되었으나, 본 동진강 수계에서 출현하지 않는 종은 *Acheilognathus yamatsutae*, *Pseudopungtungia nigra*, *Sarcocheilichthys nigripinnis morii*, *Lefua costata*, *Silurus microdorsalis*, *Micropercops swinhonis* 등의 6종인데 반해, 만경강에서는 출현하지 않고 동진강에서만 확인된 어종은 *A. macropterus*, *S. chankaensis tsuchigae*, *T. obscurus*, *T. brevispinis*, *M. salmoides* 등의 5종이었다.

3. 하천수계별 어류상

동진강과 고부천 그리고 원평천으로 구성된 동진강 수계 중에서 가운데 위치하는 동진강 본류는 정읍시 태인면을 통과하여 신태인읍 우렁리에서 정읍천과 합류되어 서해로 유입되면서 고부천과 원평천과의 공동 하구역을 형성한다. 그러나 이들 3개 하천의 담수역은 서로 별개의 하천이며, 이들의 하천은 주변 환경의 여건에 따라 하상의 구조, 수량 및 수질 등이 지역에 따라 많은 차이가 있어 각 하천에 서식하는 어류상에도 상당한 차이점이 나타나고 있었다.

동진강 본류(St. 1~10)에서는 모두 47종의 어류가 출현하여 동진강 수계 전체의 53종 중에 약 88.7%였는데, 그 중에서 *Z. platypus*가 40.6%로 우점종으로 나타났고, 아우점종으로는 *A. lanceolatus*가 20.5%였으며, 그외 *R. uyeikii*, *R. oxycephalus*, *Z. temmincki* 등도 상당한 양이 출현하였다. 한편 김과 이(1984)가 동진강에서 서식을 확인하였던 어종 중에서 이번에 서식을 확인할 수 없었던 종은 *Lampetra reissneri*, *Plecoglossus altivelis*, *Abbottina rivularis*, *Sarcocheilichthys nigripinnis morii*, *Hemibarbus labeo*, *Cobitis striata*, *Lefua costata*, *Leiocassis nitidus*, *Liobagrus mediadiposalis*, *Trachydermus fasciatus*, *O. obscurus*, *L. macrochirus* 등의 12종이었고, 반대로 종전에 김과 이(1984)가 확인하지 못했으나, 이번 조사에서 확인된 어종은 *C. carpio*, *A. korensis*, *A.*

rhombeus, *A. macropterus*, *S. varigatus wakiyae*, *P. esocinus*, *S. asotus*, *M. albus*, *O. platycephala*, *C. arga*, *T. brevispinis*, *C. cuvieri*, *M. salmoides* 등의 13종이었다. 특히 김과 이(1984)는 원래 *C. striata*는 우리나라의 남부지방인 섬진강 수계에 대부분 출현하고 있는 종이나 동진강 상류에서도 출현한 점은 본 종이 섬진강으로부터 유입된 것으로 사료된다고 언급하였는데, 본 조사에서는 본 종의 출현을 확인할 수는 없었으나, 현재 섬진강 물이 계속 유입되고 있으므로 본 하천에도 서식하고 있을 것으로 사료된다. 이 뿐만 아니라 종전에 김과 이(1984)가 기재하였던 종 중에서 *A. revularis*, *S. nigripinnis morii*, *H. labeo*, *L. costata*, *L. mediadiposalis* 등도 현재 서식하고 있을 가능성이 많이 있다고 사료된다. 한편 *C. cuvieri*와 *M. salmoides*는 김과 이(1984)가 조사할 당시에는 서식하지 않았던 어종이었으나, 그 후 도입되어 분포된 것으로 추측되었다.

원평천(St. 11~17)은 금산면 상두산 계곡에서 발원하여 김제시 황산면, 월촌면, 부량면의 평야를 거쳐 죽산면에서 서해로 유입되는 소형 하천으로서 하천 주변에는 오염원이 비교적 적은 편이다. 본 하천에서 출현하는 어종은 모두 36종으로 *P. parva*가 22.6%로 가장 많이 출현하였고, 다음은 *H. olidus*가 13.2%였다. 이 외에도 *R. uyeikii*가 12.9%, *Z. platypus*가 12.5%, *C. auratus*가 10.1%로 출현하였다. 한편 원평천에서 출현하는 어종 중에서 도입 어종으로는 현재 *C. cuvieri*만이 확인되고 있는데 앞으로 다른 도입 어종이 본 하천에 이식되지 않도록 각별한 주의와 지속적인 대책이 필요한 상태이다.

고부천(St. 18~21)은 정읍시 고부면 두승산에서 발원하여 정읍시 영원면과 부안군 백산면을 흘러 동진면에서 동진강 하구에서 만나는 하천으로 주변의 농업용수로 주로 이용되기 위해 하천의 형태가 직선상이고, 계절에 따라 수량의 변화가 심하며, 하상이 주로 흙으로 되어 있다. 고부천에서 출현하는 어종은 32종으로, 이 중에서 *C. auratus*가 54.3%로 가장 높은 출현율을 나타내었고, 다음은 *C. carpio*가 11.6%였으며, 그외에도 *A. gracilis*가 9.2%였는데, 특히 *C. cuvieri*가 7.3%의 높은 출현

빈도를 나타내고 있었다. 고부천에서 출현하는 어류에 대하여 김과 이(1984)는 21종을 기록하였는데, 이들 어종 중에서 이번에 서식이 확인되지 않은 종은 *Abbottina springeri*, *S. nigipinnis morii*, *Oryzias latipes*, *Macropodus chinensis*, *Tridentiger obscurus*, *Rhinogobius brunneus* 등의 6종이었고, 김과 이(1984)가 확인하지 못했으나, 이번에 서식이 확인된 어종은 *C. carpio*, *A. macropterus*, *P. herzi*, *G. strigatus*, *S. gracilis majimae*, *S. japonicus coreanus*, *H. longirostris*, *M. jeoni*, *P. esocinus*, *O. uncirostris*, *S. asotus*, *M. albus*, *C. arga*, *C. cuvieri*, *M. salmoides*, *L. macrochirus* 등의 16종이었다 (Table 3). 한편 고부천에서도 종전에 김과 이(1984)는 외래도입어종이 기록된 바가 없었는데, 본 연구에서는 Table 3에서 나타난 바와 같이 *C. cuvieri*, *C. carpio* (이스라엘잉어), *M. salmoides*, *L. macropterus* 등의 4종이 서식하고 있었고, 이 중에서 *C. cuvieri*가 상당히 많은 양이 출현하였고, *M. salmoides*는 하천의 중상류에까지도 분포하고 있어 매우 주목되었다. 한편 동진강 수계를

구성하고 있는 하천 중에서 원평천과 고부천에서는 출현하지 않고 동진강에서만 출현이 확인된 종은 *A. koreensis*, *S. variegatus wakiyae*, *Z. temmincki*, *P. koreanus*, *C. herzi*, *O. platycephala* 등의 7종이었고, 원평천에서만 출현하는 종은 *R. giurinus*, *T. obscurus* 등의 2종이며, 고부천에서만 서식이 확인된 종은 *M. jeoni*, *A. rivularis*, *L. macrochirus* 등의 3종으로 확인되었다. 한편 동진강 수계 중에서, *Z. platypus*와 *A. lanceolatus*는 동진강에서 우점종이었고, 원평천에서는 *P. parva*, *R. uyekii*, *Z. platypus* 등이며, 고부천에서는 *C. auratus*가 주로 우점하여 서식하고 있는 것으로 나타나 하천별로 우점종의 분포가 상당히 다르게 나타나고 있었다 (Fig. 2).

4. 한국 고유종과 희소종

우리나라에 서식하고 있는 담수어류는 순수 담수역에 서식하는 1차 담수어류 96종을 비롯하여 주연성 어류, 회유성 어류 등을 포함하여 약 38과 189종으로 기록되어 있는데, 이 중에서 한국산 고유 어종은 모두 49종으로 보고되고 있다(최 등, 1990; 남, 1996; 김, 1997). 본 동진강 수계에서 서식이 확인된 한국산 고유 어종은 14종으로, 한국산 고유어종의 약 28.6%의 빈도를 나타내고 있었고, 본 하천에서 출현하는 전 어종의 약 26.9%의 고유종화 비율을 나타냈다 (Table 5). 또한 본 하천에 출현하는 한국 고유종들을 분류군별로 비교해 보면 Cyprinidae는 *R. uyekii*, *A. koreensis*, *A. gracilis*, *C. splendidus*, *S. variegatus wakiyae*, *S. gracilis majimae*, *S. japonicus coreanus*, *S. chankaensis tsuchigae*, *A. springeri*, *M. yaluensis* 등 10종이고, 그 외에 Cobitidae는 *I. koreensis*, Bagridae는 *P. koreanus*, Centropomidae는 *C. herzi*, Odontobutidae는 *O. platycephala* 등으로 각각 1종씩이 출현하고 있었다. 한편 본 수역 내에서 확인된 한국 고유어종 중에서 가장 많이 출현하는 어종은 *R. uyekii*로, 본 수역의 14종 고유어종의 64.1%를 나타내었고, 다음은 *A. gracilis*가 11.6%였으나, 반대로 출현율이 1% 미만인 어종은 *C. splendidus*, *S. variegatus wakiyae*, *I. koreensis*, *P. koreanus*, *C. herzi* 등 5종으로 이들 어류에 대해서는 특별한 관심과 종 보존을 위한 대책이 필요하였다. 한편 한국산 고유어종들을 각 하천별로 비교해 보면 동진강이 14종으로 가장 많았고, 원평천은 8종, 고부천은 5종이 확인되었다 (Table 5), 이에 반해 김과 이(1984)는 동진강에서 9종, 고부천에서 2종의 한국산 고유어종을 보고한 바와는 달리 이번에 상당히 많은 고유어종의 서식을 확인하게 되었다. 또한 김과 이(1984)는 동진강에서 *Liobagrus mediadiposalis*가 출현한 것으로

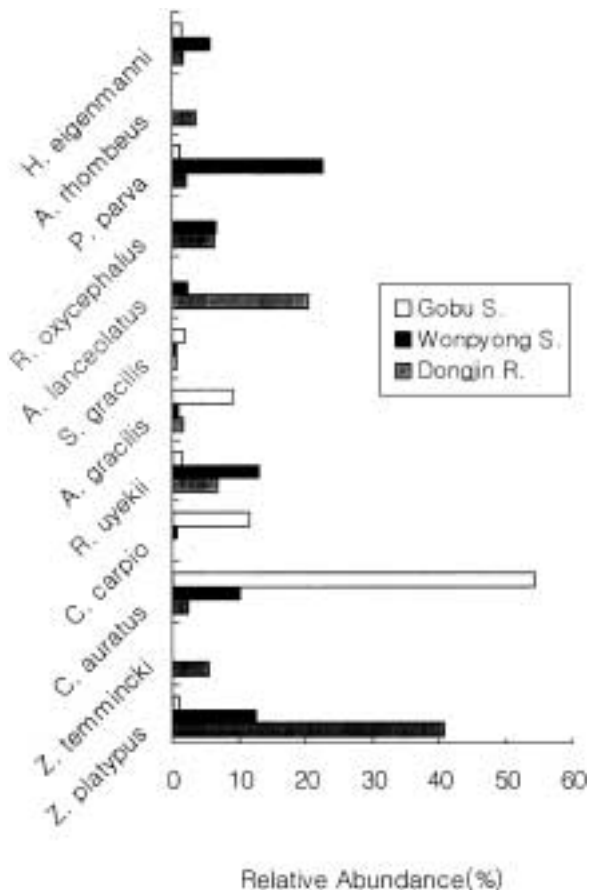


Fig. 2. Comparison of several important species collected from the three streams of the DongjinRiver system.

Table 5. The list of Korean endemic species collected from the Dongjin River system

Family	Species	Dongjin R.	Won-pyeong St.	Gobu St.
Cyprinidae	<i>R. uyekii</i>	+++	+++	++
	<i>A. koreensis</i>	++	-	-
	<i>A. gracilis</i>	++	++	+++
	<i>C. splendidus</i>	+	+	-
	<i>S. variegatus wakiyae</i>	+	-	-
	<i>S. gracilis majinae</i>	++	+	++
	<i>S. japonicus koreanus</i>	+	-	+
	<i>S. chankaensis tsuchigae</i>	+	+	+
	<i>A. springeri</i>	+	+	-
	<i>M. yaluensis</i>	+	+	-
Cobitidae	<i>I. koreensis</i>	+	+	-
Bagridae	<i>P. koreanus</i>	+	-	-
Centropomidae	<i>C. herzi</i>	+	-	-
Odontobutidae	<i>O. platycephala</i>	++	-	-

+++ : abundance, ++ : common, + : rare

기록하였으나, 본 조사에서는 김과 이 (1984)가 조사한 지점에서 본 종의 서식을 확인할 수가 없었다.

한편 본 수계에서 우리나라의 고유어종은 아니지만 수적으로 매우 적게 출현하고 있어 증보존 차원에서 특별한 관심을 요하는 어종으로는 *R. ocellatus*, *A. macropterus*, *P. herzi*, *M. jeoni*, *A. rivularis*, *I. koreensis*, *C. lutheri*, *S. variegatus wakiyae*, *M. albus*, *R. giurinus*, *R. brunneus*, *T. obscurus*, *M. chinejsis* 등으로 이들은 서식 장소가 비교적 양호한 하천 상류 수역을 선호하는 종으로서 비교적 서식조건이 까다로우므로 이들 종 보존에 특별한 주의와 대책이 필요한 상태이고, 특히 *M. albus*는 하천의 오염과 농약 사용의 증가로 그 수가 급격히 감소되어 상당히 희소하게 나타났다.

5. 도입 어종의 현황

우리나라에 서식하고 있는 어류 담수 어류 중에서 외국에서 도입되어 국내 하천이나 댐, 호수에 서식하고 있는 어류는 모두 15종으로 알려져 있다 (손, 1994; 김, 1995; 남, 1996). 이 중에서 우리나라에 최초 양식용으로 도입된 어종은 1955년에 원산지가 아프리카였던 *Oreochromis niloticus*였는데, 현재 우리 나라에서는 완전 정착하지 못한 상태이고, 그 후 1965년 북미에서 양식용으로 도입한 *Salmo gairdneri irideus*는 현재 어느 정도 정착단계에 있는 어종이다 (김, 1995). 이들의 도입 어종들은 대부분 수자원 조성용으로 도입하면서 여러 가지 시험 및 제한적인 양식 조건이 있었지만, 이것이 제대로

이행되지 않아 그동안 우리나라의 각 하천에 방류 및 이동되어, 오늘날 하천생태계의 커다란 문제가 되고 있는 상태이다. 이 중에서 특히 *C. cuvieri*, *L. macrochirus* 및 *M. salmoides*는 우리나라 각 하천에 널리 분포되어 우점종 및 우세종으로 서식하면서, 담수 어류 생태계에 커다란 문제를 일으키고 있다 (손, 1994; 김, 1995; 남, 1996). 특히 *L. macrochirus*와 *M. salmoides*는 육식 어종이며 탐식하는 어종이므로, 우리나라와 같이 하천의 길이가 짧고 수량이 적은 하천에서 이들의 영향은 더욱 크리라고 사료된다.

본 연구 기간 동안에 동진강 수계에서 서식이 확인된 외래 도입 어종은 *C. cuvieri*, *C. carpio* (이스라엘잉어), *M. salmoides*, *L. macrochirus* 등의 4종이었는데, 이 중에서 *C. cuvieri*는 동진강, 원평천, 고부천에 널리 분포하고 있었고, *C. carpio* (이스라엘잉어), *M. salmoides*는 동진강과 고부천에 그리고 *L. macrochirus*는 고부천에 상당량이 분포하고 있었다. 한편 동진강에 분포하고 있는 도입 어종은 섬진강에서 유입된 것으로 간주되지만, 하천 주변에서 양식한 사실이 확인되지 않은 고부천에서 4종의 도입어종이 출현하고 있는 점은 매우 주목되는 현상이었다. 반면에 현재 *C. cuvieri*만 출현하고 있는 원평천은 앞으로 다른 종의 도입 어종이 이식되지 않도록 철저한 하천 관리가 요구되었다.

6. 군집의 우점도, 다양도, 균등도

동진강 수계의 각 조사 정점에서 출현하고 있는 어류 군집에 대한 우점도, 다양도, 균등도를 조사한 결과는 Table 6과 같다. 동진강 본류 (St. 1~10)에 서식하고 있는 전체 어류 군집을 분석한 결과 우점도는 0.22이고, 다양도는 0.93, 균등도 0.80으로써 어류의 각 종별로 분포가 다양하면서 종들의 개체도 상당히 고르게 분포하고 있는 것으로 나타났다. 동진강에서 10개 조사 정점에서 나타난 우점도 지수를 보면 0.17~0.69로, 이 중에서 St. 3은 0.17으로 가장 낮았는데, 이곳은 비록 16종이 출현하였지만 중간 출현을 다른 정점에 비해 고르게 나타나기 때문으로 본다. 한편 St. 4와 5에서 각각 28종과 27종으로 나타났으나, 여기에서는 *A. lanceolatus*와 *Z. platypus*의 2종의 높은 출현율 때문에 St. 3보다 높은 우점도 값을 나타낸 것이다. 한편 우점도 값이 높게 나온 St. 8과 9에서는 출현하는 종수도 적을 뿐만 아니라, St. 8에서는 출현하는 9종 중에 *R. uyekii*가 전체 어류의 81.8%를 차지하고 있었고, St. 9에서는 5종 중에 *Z. platypus*가 74.3%로 출현하고 있기 때문에 높은 우점도 값이 나타난 것으로 사료된다. 그 결과 St. 8과 9에서는 종다양도와 균등도가 상대적으로 낮은 값을 나타내고

있어, 다른 곳보다 서식 환경이 양호하지 못하여 다양한 어종이 서식할 수 있는 환경이 조성되어 있지 않다는 것을 알 수가 있었다.

한편 원평천(St. 11~17)은 낮은 우점도와 높은 다양도값을 나타내고 있었는데, 본 하천의 7개 정점별로 우점도는 0.21~0.54로 동진강보다 낮았다(Table 6, 7). 원평천에서 St. 12와 St. 15에서 각각 0.54와 0.46의 비교적 높은 우점도를 나타내고 있는 점은 St. 12에서는 *R. uyekii*가 전체 어류의 72.9%를, St. 15에서는 *P. parva*가 64.6%의 높은 출현율을 나타내는데서 생긴 결과라고 생각된다(Table 6). 또한 고부천(St. 18~21)은 다른 2개 하천보다도 전반적으로 어류의 서식 환경이 불리한 것으로 나타났는데, 비교적 높은 우점도와 낮은 다양도 및 균등도를 나타내었는데, 이점은 St. 18은 *C. auratus*가 71.3%의 높은 출현율에 의한 결과라고 사료된다. 그러나 St. 21은 고부천의 상류 지역으로 다양한 어종이 고

르게 분포하고 있는 것으로 확인되었으나 본래 고부천은 상류에서부터 하류까지 농수로로 이루어져 있으므로 어류의 서식을 위해서는 수질이나 하천 주변 환경이 양호하지 못한 상태이다(Table 6).

다양도 지수는 각 조사 지점에 출현하고 있는 어종의 다양성을 나타내는 지수로써, 우점도 지수와는 상반 관계의 개념이고 균등도와는 일맥 상통하는 관계이다. 각 하천별 또는 조사 지점별 다양도 지수를 보면 Table 6~7과 같이 St. 3이 0.92로 가장 높게 나타났는데, 이와 같이 다양도 지수가 높게 나타난 정점들은 대부분 하천의 상류 지역이거나 하천의 합류 지점으로 어류의 서식 환경이 양호하여 다양한 종이 고르게 분포하고 있는 지역임을 의미하고 있다. 또한 St. 8~10은 정읍시를 관통하는 정읍천인데 이 일대는 우점도 지수가 높고, 다양도 지수가 0.29~0.42로 낮게 나타났는데, 이 점은 정읍시의 생활 폐수의 유입에 의해 이 일대에는 어류의 서식에 커다란 영향은 끼치고 있음을 알 수 있었다. 한편 전라북도의 내륙 평야를 지나는 동진강 수계를 이루는 3개 하천을 어류의 출현 및 주변 환경 여건을 중심으로 비교해보면, 동진강과 원평천이 고부천보다 양호한 것으로 확인되었다(Table 6, 7).

Table 6. Biological indices of fish community of 21 sites of the Dongjin River system

	Dongjin River						
	St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	St. 6	St. 7
No. of species	11	20	16	28	28	17	12
No. of individuals	106	446	174	1098	1619	276	254
Dominance	0.27	0.20	0.17	0.29	0.33	0.26	0.34
Diversity	0.74	0.90	0.92	0.71	0.70	0.76	0.66
Evenness	0.80	0.84	0.88	0.73	0.70	0.79	0.72
	Dongjin River			Wonpyong stream			
	St. 8	St. 9	St. 10	St. 11	St. 12	St. 13	St. 14
No. of species	9	5	5	13	13	8	10
No. of individuals	385	370	185	87	350	149	136
Dominance	0.69	0.59	0.48	0.24	0.54	0.22	0.21
Diversity	0.29	0.35	0.42	0.77	0.50	0.71	0.78
Evenness	0.35	0.52	0.64	0.81	0.50	0.89	0.88
	Wonpyong stream			Gobu stream			
	St. 15	St. 16	St. 17	St. 18	St. 19	St. 20	St. 21
No. of species	8	20	21	11	20	28	27
No. of individuals	226	333	740	332	314	680	449
Dominance	0.46	0.22	0.21	0.53	0.37	0.42	0.20
Diversity	0.51	0.81	0.85	0.46	0.65	0.67	0.92
Evenness	0.62	0.82	0.83	0.52	0.66	0.60	0.82

Table 7. Biological indices of fish community of the Dongjin River system

	Dongjin R.	Wonpyong st.	Gobu st.
No. of species	47	36	32
No. of individuals	4913	2021	1775
Dominance	0.22	0.12	0.32
Diversity	0.93	1.08	0.79
Evenness	0.80	0.91	0.70

7. 군집의 유사도

동진강 수계의 각 조사 정점간의 군집 유사도는 Table 8과 같다. 각 정점 중에서 St. 9와 St. 10이 0.80, St. 4와 St. 5가 0.76로 가장 높았고, 반면에 St. 1과 St. 7은 0.09로 가장 낮은 유사도를 나타내었다. 이와같은 현상은 St. 9와 St. 10 및 St. 4와 St. 5 사이는 서로 인접된 정점으로써 서식 환경이 서로 유사한 결과이고, St. 1과 St. 7은 하천의 하류와 최상류 간의 서식처 구성의 차이에 의해 생긴 결과로 사료된다. 한편 원평천에서는 St. 16과 St. 17 사이가 0.73으로 가장 유사한 군집 구조를 나타내고 있는데 반해 St. 12와 St. 14 사이는 0.26으로 가장 낮았는데, 이것은 St. 16과 St. 17은 동진강의 상류지역으로 하천의 구조와 주변 환경이 유사한 서식 환경이었고, St. 12와 St. 14 사이는 하상의 구조에서 St. 12는 흙으로 구성된데 반해, St. 14는 모래와 자갈로 되어 있어, 서식환경의 차이에 의한 어류상의 차이점이라고 사료된다. 고부천에서 St. 19와 St. 20, 그리고 St. 20과 St. 21 사이에는 0.79~0.87로 유사도가 높게 나타났는데, 다른 정점간에서도 유의할 만한 차이는 나타나지 않았다. 이상과 같은 결과로 보았을 때 어류의 서식처 환경 조성은 어류의 종 구성 및 분포에 커다란 영향을 미치며 서식처간의 환경적 차이는 어류의 종 구성에 직접적인 영향을 끼치고 있음을 확인할 수 있었다. 한편

Table 8. Comparisons of the similarity indices among fish community collected from the Dongjin River system

St. 1	1.00										
St. 2	0.58	1.00									
St. 3	0.30	0.50	1.00								
St. 4	0.15	0.42	0.50	1.00							
St. 5	0.21	0.60	0.47	0.76	1.00						
St. 6	0.29	0.43	0.36	0.31	0.41	1.00					
St. 7	0.09	0.31	0.43	0.60	0.56	0.35	1.00				
St. 8	0.30	0.41	0.32	0.27	0.27	0.54	0.19	1.00			
St. 9	0.25	0.24	0.29	0.24	0.31	0.27	0.24	0.43	1.00		
St. 10	0.38	0.24	0.29	0.18	0.25	0.27	0.24	0.29	0.80	1.00	
St. 11	0.50	0.42	0.21	0.20	0.35	0.47	0.08	0.55	0.33	0.22	1.00
St. 12	0.42	0.61	0.35	0.29	0.40	0.33	0.24	0.46	0.22	0.22	0.22
St. 13	0.32	0.50	0.25	0.22	0.40	0.32	0.20	0.35	0.31	0.15	0.15
St. 14	0.38	0.50	0.46	0.21	0.22	0.37	0.09	0.53	0.40	0.27	0.27
St. 15	0.42	0.43	0.33	0.17	0.29	0.48	0.10	0.59	0.46	0.31	0.31
St. 16	0.32	0.45	0.44	0.38	0.38	0.49	0.25	0.41	0.40	0.40	0.40
St. 17	0.31	0.34	0.32	0.45	0.50	0.47	0.30	0.40	0.39	0.31	0.31
St. 18	0.73	0.52	0.30	0.10	0.21	0.43	0.09	0.40	0.25	0.38	0.38
St. 19	0.65	0.60	0.33	0.25	0.34	0.49	0.06	0.49	0.24	0.24	0.24
St. 20	0.46	0.67	0.36	0.43	0.51	0.49	0.20	0.49	0.18	0.18	0.18
St. 21	0.42	0.64	0.42	0.47	0.56	0.50	0.21	0.50	0.19	0.19	0.19
	St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	St. 6	St. 7	St. 8	St. 9	St. 10	
St. 11	1.00										
St. 12	0.54	1.00									
St. 13	0.48	0.67	1.00								
St. 14	0.44	0.26	0.33	1.00							
St. 15	0.48	0.48	0.38	0.33	1.00						
St. 16	0.30	0.42	0.36	0.47	0.43	1.00					
St. 17	0.47	0.29	0.28	0.39	0.41	0.73	1.00				
St. 18	0.50	0.58	0.42	0.48	0.53	0.45	0.31	1.00			
St. 19	0.61	0.55	0.29	0.47	0.43	0.45	0.39	0.65	1.00		
St. 20	0.54	0.59	0.39	0.47	0.33	0.46	0.37	0.56	0.79	1.00	
St. 21	0.50	0.60	0.40	0.49	0.40	0.47	0.38	0.53	0.68	0.87	1.00
	St. 11	St. 12	St. 13	St. 14	St. 15	St. 16	St. 17	St. 18	St. 19	St. 20	St. 21

동진강 수계의 3개 하천을 각 정점별로 조사된 결과를 근거로 서로 비교하여 보았을 때, 3개 하천간에는 어류의 종 구성 및 종별 출현 빈도에서 상당히 차이가 있는 것으로 나타났다. 즉 동진강의 상류역에서는 주로 *R. uyeikii*, *A. lanceolatus*, *A. rhombeus*, *R. oxycephalus*, *Z. temminchi* 등이 많이 출현하였고, 하류역에서는 *P. parva*, *P. esocinus*, *O. uncistrostris*, *H. eigenmanni* 등이며, *Z. platypus*, *C. carpio*, *C. auratus*는 전 구역에 널리 분포하였다. 또한 원평천의 상류에서는 *R. oxycephalus*, *O. ocellatus*, *H. olidus*, *R. brunneus* 등이고, 반면에 하류역에서는 *R. uyeikii*, *A. macropterus* 등이며, *C. auratus*, *P. parva*, *Z. platypus*, *H. eigenmanni* 등은 하천의 전구간에 널리 서식하고 있었다. 한편 고부천의 상류에서는 *R. uyeikii*, *A. gracilis*, *P. parva*, *S. gracilis*, *A. chinensis* 등이고, 하류에서는 *P. esocinus*가 많았으며, 이외에 *C. carpio*, *C. auratus*, *C. cuvieri*, *H. eigenmanni*, *S. asotus*

는 전구간에서 비슷하게 출현하였다. 그 결과 원평천과 동진강에서는 하천의 유역별로 어종의 생태적 특지에 따라 분포가 비교적 균형 있게 분포하고 있으나, 고부천은 어류의 종 분포가 균형을 이루지 못하고 있는 상태였다. 또한 각 하천의 어류상을 근거로 하천간의 종 분포 유사도 비교에서도 동진강과 원평천 사이는 0.80로서, 원평천과 고부천 사이의 0.65나 동진강과 고부천 사이의 0.72보다 높은 값을 나타내고 있어, 어류 서식을 위한 생태적 환경 여건이 원평천과 동진강이 고부천보다 더 유사한 것으로 나타났다.

적 요

1998년 10월부터 1999년 9월까지 동진강 수계 3개 하천에서 21개 지점을 중심으로 조사한 결과 모두 7목 14과 37속 53종이 확인되었다. 이 중에서 동진강에서는

47종, 원평천에서는 36종, 고부천에서는 32종이 출현하였다. 이들 어류 중에서 Cyprinidae가 외래 어종 포함하여 32종으로 전체의 60.4%였고, 다음이 Cobitidae와 Gobiidae가 각각 4종씩으로 각각 7.5%, Bagridae와 Centrachidae가 각각 2종으로 3.8%였으며, 나머지 9개과는 각각 1종씩 확인되었다. 또한 동진강 수계에서 출현한 어류 중 *Z. platypus*가 전체의 26.0%로 가장 높았고, 그 다음으로는 *C. auratus*가 14.7%, *A. lanceolatus*가 12.1%로써 이들 3종이 전체 어종의 52.8%를 차지하고 있었다.

각 하천별로 출현하는 어류 중에서, 동진강에서는 *Z. platypus*가 40.6%로 우점종이었고, 다음이 *A. lanceolatus*가 20.5%였으며, 원평천에서는 *P. parva*가 22.6%로 가장 많았고, 다음이 *H. olidus*가 13.2%이며, 고부천에서는 *C. auratus*가 54.3%였고, 다음은 *C. carpio*가 11.6%였다.

동진강 수계에서 출현하는 우리나라 고유어종은 모두 14종으로, 우리나라 전체 고유어종의 약 28.6%를 나타내었다. 이들은 동진강에서 14종, 원평천에서 8종, 고부천에서 5종씩이 출현하였는데, 이 중에서 *R. uyekii*가 본 수계에서 출현하는 고유어종의 전 개체수의 64.0%로 가장 높은 빈도를 나타내었고, 다음은 *A. gracilis*로 11.6%인데 반해, *A. macropterus*, *A. rivularis*, *C. splendidus*, *S. variegatus wakiyae*, *C. herzi*, *M. jeoni* 등은 출현 빈도가 아주 낮거나 극히 제한된 구역에서만 출현하였다. 동진강 수계에 분포하고 있는 외래어종은 *C. cuvieri*, *C. carpio* (이스라엘잉어), *M. salmoides*, *L. macrochirus* 등의 4종이 확인되었다.

한편 조사 구역의 각 정점별 어류 군집의 우점도는 St. 3가 0.17로 가장 낮았고, 다양도는 St. 3와 St. 21이 0.92로 가장 높았으며, 균등도는 St. 13에서 0.89로 가장 높았다. 또한 각 정점별 군집유사도에서는 St. 20과 St. 21 사이가 0.87이고, St. 9와 St. 10이 0.80으로 높은 유사도를 나타내었으나, St. 1과 St. 7, 그리고 St. 7과 St. 14 사이는 각각 0.09로 가장 낮은 유사도를 나타내고 있었다. 한편 각 하천별로 나타난 우점도, 다양도 및 균등도에서는 원평천이 0.12, 1.08, 0.91로 3개 하천 중에 가

장 양호하였고, 어류상에서 원평천은 고부천보다는 동진강과 더 유사한 양상을 나타내었다.

인 용 문 헌

- 김병만 · 이충렬. 1998. 만경강에 서식하는 어류군집에 관한 연구. 한국육수학회지, 31(3) : 191~203.
- 김익수. 1995. 한국의 위기 담수어류의 서식현황과 보존. 한국생태학회 및 한국어류학회 공동심포지움, pp. 31~50.
- 김익수. 1997. 한국동식물도감, 제37권동물편 (담수어류). 교육부, 37, pp. 30~629.
- 김익수, 이완옥, 1984. 섬진강의 유로변경이 동진강 어류군집에 미치는 영향. 한국수산학회지, 17(2) : 132~137.
- 남영모. 1996. 한국산 담수어류의 현황. '96 Symposium of Korean Society of Limnology, pp. 31~45.
- 손영목. 1994. 외래어종에 의한 담수생태계 교란. 자연보존, 88 : 30~33.
- 정문기, 1977. 한국어도보. 일지사, 718 pp.
- 최기철, 1973. 휴전선 이남에서의 담수어의 지리적 분포에 관하여. 한국육수학회지, 6(3~4) : 29~36.
- 최기철, 전상린, 김익수, 손영목, 1990. 원색한국담수어도감. 향문사, 서울. 277 pp.
- Kim, I.S. and H. Yang. 1999. A revision of the genus *Microphysogobio* in Korea with description of a new species (Cypriniformes, Cyprinidae). Kor. J. Ichthyol., 11(1) : 1~11.
- Nelson, J.S. 1994. Fish of the world. John Wiley & Sons, pp. 1~465.
- Pielou, E.C. 1966. the measurement of diversity in different types of biological collection. J. Theort. Biol., 13 : 131~144.
- Shannon, C.E. and W. Weaver. 1963. The mathematical theory of communication. University of Illinois, Urbana, 117 pp.
- Simpson, E.H. 1949. Measurement of diversity. Nature, 163 : 688.
- Sorensen, T. 1948. A method of establishing group of equal amplitude in plant society based on similarity of species content. K. Danske vidensk. Selsk. 5 : 1~34.
- Uchida, K. 1939. The fishes of Tyosen (Korea). Bull. Fish. Exp. Sta. Gov. Gen. Tyosen 6, 458 pp. (in Japanese)