

연구논문

민통선 동부지역의 어류상 및 지리적 분포 교란

박승철* · 이광열** · 최태봉* · 김원명* · 김명진* · 최재석***

국립환경과학원 자연자원연구과*, 강원대학교 생명과학과**, 강원대학교 환경연구소***

(2013년 1월 7일 접수, 2013년 1월 16일 승인)

The Fish Fauna and Disturbance of Geographical Distributions in the Eastern Civilian Control Line of Korea

Seungchul Park* · Kwangyeol Lee** · Taebong Choi* ·
Wonmyung Kim* · Myungjin Kim* · Jaeseok Choi***

Nature Conservation Research Division, National Institute of Environmental Research*

Department of Biology, Kangwon National University**

Institute of Environmental Research, Kangwon National University***

(Manuscript received 7 January 2013; accepted 16 January 2013)

Abstract

The fish fauna and disturbance of geographical distributions in the eastern Civilian Control Line of Korea were investigated from May to September 2012. Total 35 species sampled during the period were belonged to 13 families. There were 9 Korean endemic species (25.71%) that distributed in the flows into West and South Sea. Distributions of invasion fishes in the studied streams based on geographical distributions of freshwater fish were total 13 species that classified 1 species, *C. cuvieri* from foreign country and 12 species from other water systems. Hence there have been anthropogenically introduced from too many years ago. Also groups according to the similarities of each studied stations was divided into 4 groups by similarity 50% because difference in them was considered to effect of domestic invasion species. In conclusion, three streams in the eastern Civilian Control Line of Korea were invaded by many alien fishes. Therefore, we are considered to require precise investigation and monitoring for the preparations to management measure.

Keywords : Civilian Control Line, Domestic Invasion Fish, Geographical Distribution

1. 서론

담수어류는 육지변화와 같은 우연적인 사건이 없는 한, 항상 제한된 수역에서 서식하기 때문에 서로 다른 환경 조건에 적응하는 과정에서 비교적 많은 지역 고유종이 나타나며 이러한 고유종의 존재는 한반도 담수어류의 유래와 분포구계를 이해하고 어류의 종 다양성을 이해하는 데 매우 중요하다고 할 수 있다(김익수, 1997). 하천생태계는 하천쟁탈(piracy)과 같은 자연적인 요인과 인위적 간섭 등 여러 가지 요인들에 의하여 어류상의 변화를 유발할 수 있으며, 특히 인위적인 환경 변화가 가장 큰 요인이라고 할 수 있다(Rutherford *et al.*, 1987). 이러한 인위적인 교란은 인간의 다양한 활동에서 비롯되는데 하천정비, 골재채취 등과 같은 각종토목공사로 인한 서식환경의 교란과 외래생물의 무분별한 도입 등이 있다.

외래생물은 그 기원을 다른 생태계에 두고 있기 때문에 경중에 관계없이 도입된 지역에 영향을 미치게 된다(국립환경과학원, 2010). 그중 외래어종은 원래 서식지 이외의 공간에 출현하는 모든 어류들을 말한다. 우리나라의 외래어종은 외국에서 도입된 “국외도입종”과 본래 과거에는 서식하지 않던 어류가 다른 수계로 넘어간 “국내도입종”의 2가지로 나눌 수 있다(원주지방환경청·강원대학교 어류연구센터, 2012). 특히 생리·생태적 특성을 고려하지 않은 채 타수계의 어종을 도입하는 행위는 토착어종과의 먹이 및 서식지 경쟁을 초래할 수 있으며 상위포식자인 경우 소형어류와 치어, 어란 등을 무차별 섭식하여 절멸을 초래할 수도 있다. 이와 같이 외래어종의 도입은 수생태계의 심각한 영향을 야기하게 되며 이를 제어하기 위하여 다양한 방법들이 소개되고 있으나 실효성에는 많은 의문을 제기하고 있다. 또한 이러한 외래어종에 대한 인식은 대부분 배스, 블루길과 같은 국외도입종에 국한되고 있어 다른 수계로부터 도입된 국내도입종에 대한 연구는 상대적으로 미비한 실정이다. 따라서 국외도입종 뿐만 아니라 국내도입종의 생태계 교란에 관한 연구가 절실히 요구된다고 본다.

민통선 이북지역은 휴전선이 남 2km의 비무장지

대에서부터 남쪽으로 4~25km의 폭의 지역으로서 군사보안상의 이유로 민간인의 주거 및 출입을 통제함에 따라 동·식물상을 비롯한 천이양상이 자연스럽게 진행된 독특한 생태를 지닌 지역이다. 따라서 지난 40여 년간 자연 그대로의 상태로 보존되어 왔으나 1990년대 이후부터 남북관계 개선조짐과 군사지역의 규제 완화에 따라 민통선의 위치가 북쪽으로 재조정되면서 인위적인 간섭을 서서히 받기 시작하였다(환경부, 1995).

본 조사지역인 남강, 북천, 배봉천 등은 민통선 이북지역 중에서도 동부지역에 위치하며 모두 동해안으로 유입되는 하천으로서 유로가 짧고 경사가 급하며 하상구조가 단순하여 어류상이 서·남해안으로 유입되는 하천보다 상대적으로 빈약한 것이 특징이다(최재석 등, 1995). 또한 과거 고아무르강의 영향을 받은 지역에 속하며 민통선 내에 위치하고 있어 다른 하천에 비해 인위적인 교란이 상대적으로 적은 지역일 것으로 생각된다. 따라서 본 연구는 민통선 내 동부지역의 하천에 서식하는 어류의 지리적 분포와 군집의 특성을 파악함으로써 영동수계에 유입된 국내 외래어종에 대한 심각성을 일깨우고 하천생태계의 보존 및 관리를 위한 기초자료를 얻고자 하였다.

II. 재료 및 방법

1. 조사기간 및 지점

조사시기는 2012년 5월부터 9월까지 계절별로 3회에 걸쳐 조사였으며 각 시기별 조사기간은 다음과 같다.

1차: 2012. 5. 14. - 5. 18.

2차: 2012. 7. 16. - 7. 20.

3차: 2012. 9. 17. - 9. 21.

조사지점은 남강과 북천에서 각각 3지점, 배봉천에서 5지점을 선정하였으며(Fig. 1), 각 지점의 GPS 좌표는 다음과 같다.

〈남 강〉

St. 1: N38°22′ 54.9″ E128°17′ 09.3″

St. 2: N38° 24' 00.3" E128° 17' 10.8"
 St. 3: N38° 27' 30.7" E128° 19' 15.1"

<배봉천>

St. 1: N38° 28' 34.7" E128° 23' 18.9"
 St. 2: N38° 29' 36.1" E128° 23' 06.0"
 St. 3: N38° 30' 41.8" E128° 23' 54.9"
 St. 4: N38° 32' 14.7" E128° 24' 11.6"
 St. 5: N38° 32' 42.4" E128° 24' 20.4"

<북천>

St. 1: N38° 22' 13.5" E128° 22' 19.1"
 St. 2: N38° 22' 03.7" E128° 22' 39.8"
 St. 3: N38° 21' 14.8" E128° 22' 43.5"

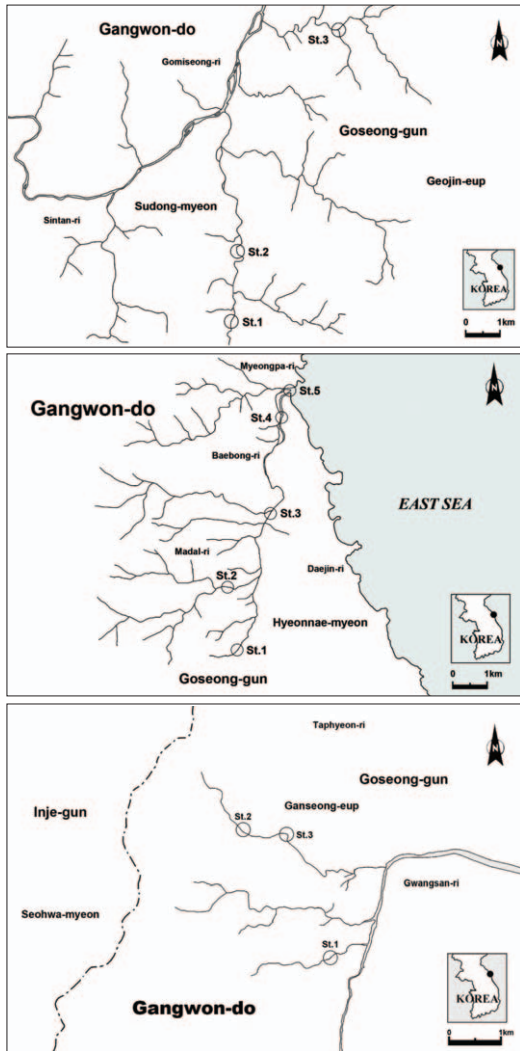


Figure 1. Map showing the studied area. Each map shows three streams where surveyed in Nam-gang(top), Baebong-cheon(middle), and Buk-cheon(bottom).

2. 조사방법 및 동정

어류 표본의 채집은 각 하천의 지점에서 각각 투망(7×7 mm; 14회)과 족대(4×4 mm; 40분)를 사용하여 정량 채집하였으며, 배봉천의 하구역인 지점 5에서는 삼각정지망(5×5 mm)과 망목의 크기가 서로 다른 삼중자망(50×50 mm, 180×180 mm; 15×15 mm, 140×140 mm)을 사용하여 수중에 12시간 동안 정지한 후 수거하였다. 채집된 어류는 현장에서 동정 및 분류하고 사진촬영을 한 다음 즉시 방류하였으며, 동정이 모호한 개체 또는 표본이 필요한 경우 10% 포르말린 용액으로 고정한 다음 실험실로 운반하였다.

어류의 동정 및 분포 구분은 지금까지 국내에 발표된 검색표(Mori, 1936; 김익수, 1980, 1997; 김익수·강언중, 1993; 김익수·박종영, 2002; 김익수 등, 2005; 명정구, 2002; 전상린, 1980, 1984, 1986, 1989; 정문기, 1977; 최기철 등, 2002)를 이용하였으며 어류 목록의 배열은 Nelson(2006)의 분류체계를 참고하여 작성하였다.

3. 군집분류

군집분류는 3개 하천을 대상으로 실시하였다. 출현종 및 개체수를 근거로 한 유사도는 Morishita-Horn's (Horn, 1966)의 유사도지수를 이용하였고, 산출된 유사도를 기준으로 각 지점별 유사거리를 WPGMA(가중치 평균연결법)로 clustering하였다.

$$C_H = \frac{2 \sum_{i=1}^S x_i y_i}{\left(\frac{\sum_{i=1}^S x_i^2}{x^2} + \frac{\sum_{i=1}^S y_i^2}{y^2} \right) XY}$$

III. 결과 및 고찰

1. 어류상 및 외래어종 현황

민통선 동부지역 3개 하천에 대한 어류조사 결과 총 13과 35종 9,091개체가 채집되었다(Table 1). 이 중 법정보호종으로는 환경부지정 멸종위기야생 동식물 II급 어종으로 지정된 칠성장어, 버들가지,

Table 1. A list and individual number of fishes collected at three streams in the Civilian Control Line from May to September, 2012

Species	Nam-gang				Baebong-cheon					Buk-cheon				Total	R.A.* (%)	
	St. 1	St. 2	St. 3	Sub total	St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	Sub total	St. 1	St. 2	St. 3			Sub total
Petromyzontidae 칠성장어과																
<i>Lampetra japonica</i> 칠성장어									1	1					1	0.01
Cyprinidae 잉어과																
<i>Cyprinus carpio</i> 잉어										2	2				2	0.02
<i>Carassius auratus</i> 붕어										50	50				50	0.55
<i>Carassius cuvieri</i> 떡붕어										2	2				2	0.02
<i>Pungtungia herzi</i> 돌고기									2	4	6				6	0.07
<i>Squalidus multimaculatus</i> 점물개									209	416	625				625	6.87
<i>Tribolodon hakonensis</i> 황어										359	359				359	3.95
<i>Rhynchocypris steindachneri</i> 버들개			1	1	411	206	74	78	104	873		46	867	149	1,062	21.30
<i>Rhynchocypris lumgangensis</i> 금강모치	31	94	298	423											423	4.65
<i>Rhynchocypris semotilus</i> 버들가지			44	44											44	0.48
<i>Aphyocypris chinensis</i> 왜물개										10	10				10	0.11
<i>Zacco koreanus</i> 참갈겨니						107	331	6		444					444	4.88
<i>Zacco platypus</i> 피라미									57	57	114				114	1.25
Balitoridae 종개과																
<i>Oribias toni</i> 종개												5	32		37	0.41
Cobitidae 미꾸리과																
<i>Lafua costata</i> 쌀미꾸리					9		2			11					11	0.12
<i>Misgurnus anguillicaudatus</i> 미꾸리					3			3	10	16					16	0.18
<i>Misgurnus mizolepis</i> 미꾸라지										84	84				84	0.92
<i>Cobitis melanoleuca</i> 북방종개					9	6	46	87	23	171					171	1.88
Siluridae 메기과																
<i>Silurus asotus</i> 메기										1	1				1	0.01
<i>Silurus microdorsalis</i> 미유기			5	5											5	0.05
Bagridae 통가리과																
<i>Liobagrus mediadiposalis</i> 자가사리			13	13											13	0.14
<i>Liobagrus andersoni</i> 통가리							19	1		20					20	0.22
Osmeridae 바다빙어과																
<i>Hypomesus nipponensis</i> 빙어										3,511	3,511				3,511	38.62
<i>Plecoglossus altivelis</i> 은어									12	293	305				305	3.35
Salmonidae 연어과																
<i>Oncorhynchus masou masou</i> 산천어	6	5	11	22											22	0.24
Migillidae 송어과																
<i>Mugil cephalus</i> 송어										10	10				10	0.11
Gasterosteidae 큰가시고기과																
<i>Pungitius sinensis</i> 가시고기										43	43				43	0.47
<i>Pungitius kaibaruae</i> 잔가시고기					54		11	86	265	416					416	4.58
Cottidae 독중개과																
<i>Cottus koreanus</i> 독중개							13			13					13	0.14
<i>Cottus bangiongensis</i> 한독중개								20		20					20	0.22
Sparidae 도미과																
<i>Acanthopagrus schelegeli</i> 감성돔										1	1				1	0.01
Gobiidae 망둑어과																
<i>Gymnogobius castaneus</i> 날망둑										27	27				27	0.30
<i>Gymnogobius urotaenia</i> 꼭저구									58	111	169				169	1.86
<i>Rhinogobius brunneus</i> 밀어						16	53	89		158		3	12		15	1.90
<i>Tridentiger brevisipini</i> 민물집정망둑										7	7				7	0.08
No. of Families	2	4	2	4	3	4	5	8	9	11	3	3	1	3	13	
No. of Species	2	4	4	6	5	5	7	15	21	29	3	3	1	3	35	
No. of Individuals	37	117	354	508	486	348	536	716	5,383	7,469	54	911	149	1,114	9,091	

* R.A.: Relative abundance

가시고기, 한독중개 등 4종(11.43%)이 확인되었다. 그밖에 외국에서 도입된 국외도입종으로는 떡붕어 1종(2.86%)도 확인되었다. 또한 한국고유종은 점물개, 금강모치, 버들가지, 참갈겨니, 북방중개, 미유기, 자가사리, 통가리, 그리고 독중개 등 모두 9종(25.71%)으로 다른 동해로 유입되는 하천인 삼척오십천 5종(최재석 등, 1995), 가곡천 3종과 마음천 2종(남명모 등, 2002), 양양남대천 5종(김치홍 등, 2006)보다 높게 나타났다. 이와 같이 우리나라 영동지방으로 흐르는 하천에 고유종수가 현저히 낮은 이유는 과거 고지지도에서 동해가 한국과 일본에 둘러싸인 커다란 호수였으므로 고유종의 형성 확률이 희박하기 때문이다(남명모 등, 2002). 그러나 본 조사에서는 동해유입하천임에도 불구하고 높은 고유성을 나타내고 있는 것은 타수계로부터 국내도입종이 다수 이입되었음을 간접적으로 보여주는 결과라 생각된다.

채집된 어종들을 각 과(Family)별로 살펴본 결과 잉어과 어류가 12종(34.29%)으로 가장 많이 출현하였고 미꾸리과와 망둑어과가 각각 4종(11.43%)으로 나타났다. 그밖에 메기과, 동자개과, 빙어과, 큰가시고기과, 독중개과가 각각 2종(5.71%)이었으며 칠성장어과, 종개과, 연어과, 송어과, 도미과 어종이 각각 1종(2.86%)씩 나타났다. 이와 같이 잉어과 및 미꾸리과 어류가 우세하게 출현하는 양상은 한반도의 수계 중 서·남해안으로 유입되는 하천에서 볼 수 있는 담수어류상으로서(전상린, 1980) 본 하천의 결과와 일치하는 것으로 나타났는데 이는 돌고기, 금강모치, 왜물개, 참갈겨니, 피라미 등과 같이 본래 서·남해로 흐르는 하천에 서식하던 어류가 도입되었기 때문인 것으로 생각된다. 또한 출현한 35종 중 개체수 구성비가 가장 높은 종은 빙어로 38.62%(3,511개체)를 차지하였고, 다음은 버들개로 21.30%(1,936개체), 점물개 6.87%(625개체), 참갈겨니 4.88%(444개체), 금강모치 4.65%(423개체) 등의 순이었다. 그리고 개체수 구성비가 0.10%(10개체) 이하로 나타나 희소종에 속하는 종은 칠성장어, 메기, 감성돔, 잉어, 떡붕어, 미유기,

돌고기, 그리고 민물검정망둑 등 모두 8종이었다.

한편 각 조사 하천별로 출현한 어종을 살펴보면 배봉천에서 11과 29종으로 가장 많은 종수가 출현하였고 남강에서 4과 6종, 북천에서 3과 3종으로 각각 확인되었다. 특히 남강과 북천의 경우 조사지점이 하천의 최상류에 위치하며 전형적인 산간계류이기 때문에 생긴 결과라 보여진다. 반면 배봉천은 하천의 상류역 뿐만 아니라 하구역까지 조사하여 다양한 어류가 출현한 것이며 이러한 현상은 상류에서 어종의 수가 적게 나타나고 하류로 갈수록 종수가 증가한다는 일반적인 하천의 특징이라 할 수 있다(최재석 · 김재구, 2004). 한편 배봉천 하구역은 현재 철책에 의해 어류의 이동이 다소 저해가 되고 있었는데, 추후 철책 밖까지 면밀하게 조사한다면 기수어와 해수어 등 더욱 많은 어종을 확인할 수 있을 것으로 생각된다.

2. 군집분류

본 조사에서 각 지점간의 출현종 및 개체수를 근거로 지점간의 상관관계 및 어류군집을 비교·분석하고자 하였다. 남강, 배봉천, 그리고 북천에서 공통적으로 출현한 어종은 버들개로서, 11개 지점 중 9개 지점에서 확인되어 본종은 이 지역의 대표어종인 것으로 생각된다.

각 조사지점별 유사도를 근거로 집괴분석을 한 결과 유사도 50%를 기준으로 크게 4개 그룹으로 나뉘어졌다(Fig. 2). 그룹 A는 남강의 3개 지점이었으며 그룹 B는 북천의 3개 지점과 배봉천의 지점 1로서 두 그룹 모두 하천의 상류역에 해당하는 전형적인 산간계류의 특성을 가지는 지점들이다. 그러나 그룹 A에서는 금강모치와 버들가지가 우세하게 출현하였고 그룹 B에서는 종개가 출현하여 서식환경이 유사하지만 종조성의 차이를 보여 서로 다른 그룹으로 나뉜 것으로 생각된다. 특히 버들가지는 한국고유종으로 강원도 고성군 이북의 동해로 유입되는 일부 하천에만 서식하며 남한에서는 본 수역에서만 서식하고 있어 환경부(2012)는 멸종위기야생동·식물 II급 어종으로 지정, 보호하고 있다. 또한

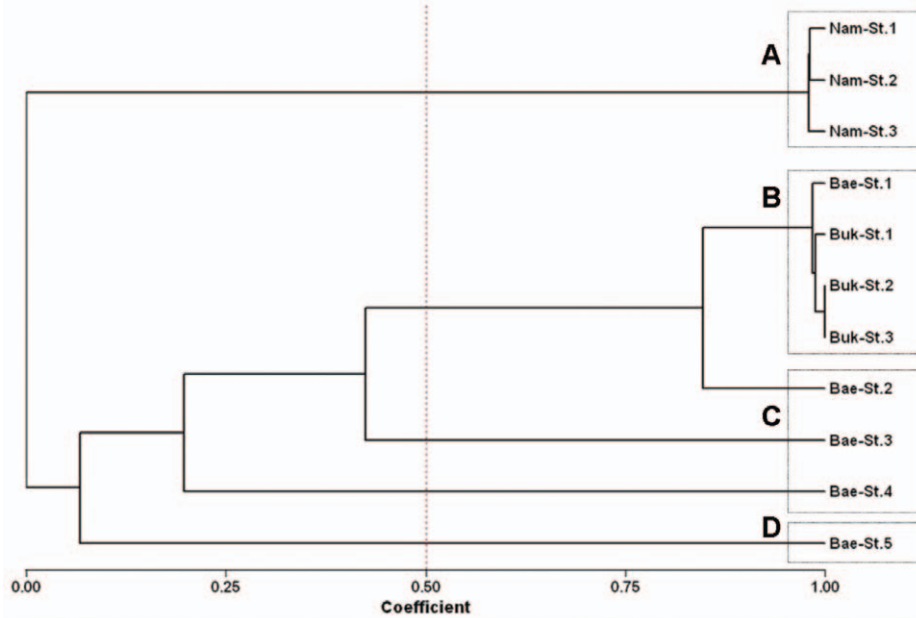


Figure 2. Cluster analysis of collected fish at three streams in Civilian Control Line(Nam: Nam-gang, Bae: Baebong-cheon, Buk: Buk-cheon).

금강모치와는 근연종이며 두 종 모두 서식환경과 생태적 지위가 거의 유사하여 종간 경쟁이 유발될 가능성이 있으므로 지속적인 관찰이 요구된다.

한편 그룹 C의 경우 배봉천의 지점 2, 3, 4로서 돌고기, 참갈겨니 등 하천 중류역에 서식하는 다양한 어종이 출현한 것으로 보이며 특히 점물개의 경우 이전까지는 동해 남부연안으로 유입되는 하천인 회야강, 형산강, 영덕오십천 등에 제한적으로 분포하는 것으로 알려져 왔다가(김익수·이용주, 1984), 남명모 등(2002)에 의해 강원도 남부 하천인 가곡천에도 분포한다고 보고되었다. 그러다가 이완옥 등(2010)은 이보다 더 많이 복잡한 고성 북천에서 본종의 서식을 확인하면서 이들 종에 대한 이입경로는 2002년과 2003년 태풍 루사와 매미가 지나간 후 자원회복을 위해 산천어 및 붕어 등을 인위적으로 방류할 때 혼서하고 있던 종들이 유입되었거나, 신고 되지 않은 방생 등이라고 하였다. 따라서 배봉천에서도 이와 비슷한 시기와 경로로 도입되었을 것으로 판단된다.

이밖에도 그룹 D는 배봉천의 하구역에 해당하는 지점 5로 빙어, 은어, 황어, 감성돔과 같이 주로 기

수역에 서식하는 어종과 다양한 해수어가 출현하였기 때문에 분류된 것으로 생각된다. 일반적으로 어류의 종조성 및 분포는 서식지의 환경조성 또는 변화로 인하여 영향을 받게 된다(김종률·이충렬, 2001). 그러나 본 조사지역의 경우 민통선 내에 위치하여 어류군집에 커다란 변화가 없을 것으로 예상되나 지점별로 어류의 종조성에 차이를 보이는 것은 다른 수계의 어종이 인위적으로 도입되었기 때문인 것으로 생각된다.

3. 어류상의 변화

남강, 배봉천, 그리고 북천의 어류에 대한 과거 조사로는 산림청(2000)과 환경부(1987, 1995, 1996, 2001)에서 발간한 비무장지대 인접지역(민통선 지역) 자연생태계 조사보고서와 제2·3차 전국 자연환경조사(환경부, 1998; 2008) 보고서 등이 있다. 과거 문헌상 기록된 어종은 모두 13과 30종이 확인되었으며 본 조사에서는 13과 35종이 채집되어 총 종수에서는 큰 차이를 보이지 않았으나 하천별로 종조성에 있어 변화를 보이고 있었다. 이와 같이 본 조사와 과거 조사가 차이를 보이는 것은 조사시

기 및 방법, 횡수 등의 차이도 일부 영향을 미쳤을 것으로 생각된다. 과거 조사의 경우 대부분 족대, 투망, 뜰채 등을 사용하였으며 정량적 조사방법의 개념이 정립되지 않았으나 본 조사의 경우 족대, 투망을 각각 시간과 횡수로 정량화하고 하구역과 같이 수심이 깊은 곳에서는 삼각망과 삼중자망 등 다

양한 포획도구를 사용하였기 때문에 더 많은 어종들이 채집되었을 것으로 생각된다.

과거에 출현한 어종과 본 조사에서 확인된 어종 모두를 분석한 결과 총 14과 42종의 어류가 확인되었다(Table 2). 본 조사에서 처음 출현한 어종은 잉어, 붕어, 떡붕어, 돌고기, 점물개, 왜물개, 미꾸라

Table 2. Comparison of the fish fauna based on previous references for the three streams in the Civilian Control Line

Species	Nam-gang						Baebong-cheon						Buk-cheon			Total	Distribution*
	1987	1995	1996	2000	2008	present	1987	1998	2000	2001	2008	present	1998	2000	present		
Petromyzontidae 칠성장어과																	
<i>Lampetra japonica</i> 칠성장어								●	●			●				●	CO
<i>Lampetra reissneri</i> 다목장어									●	●						●	CO
Cyprinidae 잉어과																	
<i>Cyprinus carpio</i> 잉어												●				●	CO
<i>Carassius auratus</i> 붕어												●				●	CO
<i>Carassius cuvieri</i> 떡붕어												●				●	FO
<i>Pungtungia herzi</i> 돌고기												●				●	WS
<i>Squalidus multimaculatus</i> 점물개												●				●	SO
<i>Tribolodon hakonensis</i> 황어							●					●				●	EN
<i>Rhynchocypris steindachneri</i> 버들개	●		●		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	CO
<i>Rhynchocypris lumgangensis</i> 금강모치	●	●	●	●	●	●										●	WE
<i>Rhynchocypris semotilus</i> 버들가지	●	●	●	●	●	●										●	EN
<i>Aphyocypris chinensis</i> 왜물개												●				●	WS
<i>Zacco koreanus</i> 참갈겨니												●				●	WS
<i>Zacco temmickii</i> 갈겨니			●		●							●				●	WS
<i>Zacco platypus</i> 피라미												●	●			●	WS
Balitoridae 종개과																	
<i>Orfbrias toni</i> 종개				●									●	●	●	●	CO
Cobitidae 미꾸라과																	
<i>Lafua costata</i> 쌀미꾸리				●				●	●	●	●	●	●	●		●	CO
<i>Misgurnus anguillicaudatus</i> 미꾸리								●	●	●	●	●		●		●	CO
<i>Misgurnus mizolepis</i> 미꾸라지												●				●	CO
<i>Cobitis melanoleuca</i> 북방종개							●	●	●	●	●	●	●			●	EN
Siluridae 메기과																	
<i>Silurus asotus</i> 메기												●				●	WS
<i>Silurus microdorsalis</i> 미유기		●			●	●										●	WS
Bagridae 통가리과																	
<i>Liobagrus mediadiposalis</i> 자가사리						●										●	WS
<i>Liobagrus andersoni</i> 통가리				●									●	●		●	WS
Osmeridae 바다빙어과																	
<i>Hypomesus nipponensis</i> 빙어												●				●	CO
<i>Plecoglossus altivelis</i> 은어							●	●	●			●	●			●	CO
Salmonidae 연어과																	
<i>Oncorhynchus masou masou</i> 산천어	●		●		●	●	●	●					●			●	CO
Migilidae 송어과																	
<i>Mugil cephalus</i> 송어												●				●	CO
Gasterosteidae 큰가시고기과																	
<i>Gasterosteus aculeatus</i> 큰가시고기								●								●	CO
<i>Pungitius sinensis</i> 가시고기									●			●				●	CO
<i>Pungitius kaibarae</i> 잔가시고기								●		●		●	●			●	CO

Table 2. Continued

Species	Nam-gang						Baebong-cheon					Buk-cheon			Total	Distribution*
	1987	1995	1996	2000	2008	present	1987	1998	2000	2001	2008	present	1998	2000		
Cottidae 독중개과																
<i>Cottus koreanus</i> 독중개									●			●				●
<i>Cottus hangiongensis</i> 한독중개							●	●	●		●	●				●
Sparidae 도미과																
<i>Acanthopagrus schelegeli</i> 감성돔												●				●
Centropomidae 꺾지과																
<i>Coreoperca berzi</i> 꺾지			●										●			●
Gobiidae 망둑어과																
<i>Gymnogobius castaneus</i> 날망둑												●				●
<i>Gymnogobius urolaenia</i> 꼭져구							●	●	●	●	●	●	●			●
<i>Gymnogobius</i> sp. MR 무늬꼭져구									●		●	●				●
<i>Gymnogobius</i> sp. BW 검정꼭져구									●		●	●				●
<i>Rhinogobius brunneus</i> 밀어							●	●	●	●	●	●	●		●	●
<i>Tridentiger brevispinis</i> 민물검정망둑								●	●		●	●				●
<i>Tridentiger obscura</i> 검정망둑							●									●
No. of Families	2	3	3	4	3	4	6	7	7	5	4	11	8	3	3	14
No. of Species	4	3	6	5	5	6	8	13	15	8	5	29	13	4	3	42

* CO: Common, EN: Eastnorth, WE: West, SO: South, WS: West and South, FO: Foreign

지, 메기, 자가사리, 빙어, 송어, 감성돔, 날망둑 등 모두 13종으로, 이중 9종의 어류가 타수계로부터 도입된 어종이었다. 이와 반대로 과거에는 출현하였으나 본 조사에서 채집되지 않은 어종은 다목장어, 갈겨니, 큰가시고기, 꺾지, 무늬꼭져구, 검정꼭져구, 검정망둑 등 7종이었다. 이중 갈겨니는 2005년 이후 Kim *et al.*(2005)에 의해 참갈겨니라는 신종으로 기재·분류된 종이며 배봉천에서 출현한 무늬꼭져구 및 검정꼭져구의 경우 본 연구에서는 모두 꼭져구로 동정하였다. 따라서 본 조사에서 출현하지 않은 종은 4종이며 더욱 세밀한 조사를 한다면 대부분의 종들은 출현할 가능성이 있는 종들이라고 생각된다.

각 하천별로 어류상의 변화를 살펴보면, 과거조사에서는 남강에서 7과 11종, 배봉천에서 8과 20종, 그리고 북천에서 9과 13종인 것으로 각각 나타났다. 본 조사에서는 남강에서 4과 6종, 배봉천에서 11과 29종, 그리고 북천에서 3과 3종으로 각각 확인되었다. 이와 같이 하천별 어류상의 차이가 나타나는 것은 조사구역이 다르기 때문이며, 특히 남강과 북천의 경우 과거 분류까지 조사하였기 때문인 것으로 생각된다. 특히 남강에서 주목할만한 점

은 처음 조사가 이루어진 1987년부터 현재까지 금강모치가 꾸준히 출현하고 있는 것인데 Mori(1936)는 *Moroco* sp.로 분류하고 버들가지와 동일종으로 보고 있었으나 Kim(1980)이 신종으로 기재·분류하면서 한강, 금강, 압록강, 대동강 등 서해안으로 유입되는 하천의 상류역에 분포하는 한국고유종이라고 하였다. 따라서 본종은 1980년대 이후부터 도입, 정착하여 안정된 개체군을 유지하는 것으로 판단된다.

또한 배봉천에서는 잉어, 붕어, 메기 등의 어류가 확인되었는데, 본 지역은 하구역을 제외하면 민간인의 출입이 비교적 수월하여 일반인들에 의해 방류되었을 것으로 생각되며 이밖에도 돌고기, 점물개, 왜물개, 미꾸라지 등 많은 어종이 도입되어 어류교란이 가장 심각하게 일어나고 있을 것으로 판단된다. 한편 북천의 경우, 본 조사에서 도입된 어류는 출현하지 않았으나 과거 조사에서는 다수의 산천어가 채집되었는데 이는 고성군에서 자원증식을 위해 치어를 방류한 것이며 피라미, 통가리, 꺾지 등은 지역주민들이 도입, 방류한 어종이라고 보고한 바가 있다(환경부, 1998). 이와 같이 민통선 동부지역의 하천들은 민간인의 출입이 어려움에도 불

구하고 많은 외래어종들이 도입되어 있었다. 특히 국내도입종에 대하여는 수생태계에 미치는 영향이나 개체군의 정착, 생태계의 교란 정도 등에 관하여 연구, 보고된 바가 없기 때문에 이에 대한 관리대책 마련을 위한 정밀조사 및 모니터링이 필요할 것으로 보인다.

4. 지리적 구계에 따른 분포 변화

담수어류의 분포 구분은 일반적으로 분포 기원과 지리적 격리에 따른 어류상의 차이로 하는데 Mori(1936)는 한반도 지역을 고유종 및 냉수성 어류의 분포를 근거로 하여 크게 4개의 지역(동한아, 중한아, 서한아, 남한아)으로 구분하였다. 이후 최기철(1973)과 전상린(1980)은 한국고유종의 분포를 가지고 지역의 경계를 다르게 구분하기도 하였다. 1997년에 김익수는 다시 한국산 담수어류의 생물 지리에 관하여 설명하면서 Mori(1936)가 제시한 분포 구계를 근거로 한반도의 담수어류는 백두대간 분수령이 담수어류 분포에 큰 영향을 주었다고 보아, 서한아지역(West Korea subdistrict), 남한아지역(South Korea subdistrict), 그리고 동북한아지역(Eastnorth Korea subdistrict)으로 나누어진다고 하였다. 그리고 서한아지역과 남한아지역의 하천들은 과거 고허하수계(Paleo Hwangho River)의 영향을 받았고, 동북한아지역의 하천들은 고아무르강(Paleo Amur River)수계의 영향을 받은 것으로 보고 있다. 그러면서 그는 한국산 담수어류 200여종 중 순담수어인 잉어목(Cypriniformes)과 메기목(Siluriformes) 어류 93종에 대하여 서한아와 남한아에 집중적으로 분포한다고 특징을 구분해 놓았다.

민통선 내 동부지역 하천인 남강, 배봉천, 북천은 모두 강릉남대천 이북에 위치하여 동북한아지역에 포함된다. 따라서 위에 설명한 담수어의 지리 분포를 근거로 본 지역에 분포하는 외래어종을 분류해보면, 국외도입종인 떡붕어 1종과 국내도입종 12종 등 총 13종이 된다(Table 3). 국내도입종 중에서 잉어목 어류는 돌고기, 점물개, 금강모치, 왜물개, 참

Table 3. Classify and Comparison of invasion fishes in each streams

Water system	Stream	Nam-gang	Baebong-cheon	Buk-cheon	Total
Origin water system		2	2	1	3
Other water system		3	10	0	13
Common		1	17	2	19
Total species		6	29	3	35

갈겨니, 피라미, 미꾸라지 등 7종이었으며 메기목 어류는 메기, 미유기, 자가사리, 통가리 등 4종이었다. 특히 메기목 어류는 남방계의 어종으로 동북한아지역에서 전혀 출현하지 않는다고 하였으므로 본 지역에서 출현한 어종들은 모두 서한아지역 또는 남한아지역에서 도입되었을 것으로 생각된다(전상린, 1984; 김익수, 1997). 이밖에도 독종개의 경우, 서해로 유입되는 한강과 임진강의 상류역 및 낙동강 상류 일부에 분포(변화근, 1995)하므로 본종도 다른 종과 같이 본 지역으로 유입된 것으로 보인다.

한편 각 하천별로 외래어종의 서식현황을 살펴보면 남강에서는 3종, 배봉천에서 10종이 각각 출현하였고 북천에서는 출현하지 않았다. 이와 같이 본 지역은 민통선 내에 위치하고 있음에도 불구하고 10종 이상의 많은 외래어종이 출현하였는데, 이는 과거부터 최근까지 인위적으로 도입이 이루어졌기 때문인 것으로 판단된다. 과거에는 주로 식량증산을 위하여 주민들에 의해 인근의 수계에서 포획하여 도입시켰으나(전상린·김영자, 1996), 최근에는 절멸한 어종의 복원과 어족자원 회복을 위해 치어를 대량 방류할 때 혼서하던 종들이 같이 도입되었을 것(채병수, 2007)으로 생각된다. 또한 도로교통의 발달과 환경에 대한 관심이 높아지면서 일반인들에 의한 무분별한 방류(최재석·최준길, 2005) 역시 밀접한 관계가 있으리라고 본다.

이와 같이 동북한아지역의 하천에는 서한아지역과 남한아지역의 어종들이 다수 유입되어 어류상이 변화되고 있는 것으로 나타났다. 이러한 현상은 현재 본 지역에서만 발생하는 것이 아니라 우리나라 전국적인 문제이며 타수계에서도 많이 발견되고 있다. 더욱이 외래어종이 도입되면 새로운 생태계에

적응하기 위해 개체군의 확산이 일어나고 그러한 생태계는 혼란에 빠지게 되며(원주지방환경청·강원대학교 어류연구센터, 2012), 더 나아가 지리적 장벽에 따른 어종의 분포, 그리고 어류의 지리학적 연구 및 계통분류학적 연구, 유전학적 연구 등 여러 가지 연구에 상당한 문제를 가져올 것으로 예상된다. 그러므로 현시점에서 타수계로 도입 및 방류되는 국내도입종에 대한 연구는 외국에서 도입된 국외도입종 못지않게 중요하며 앞으로 환경부는 물론 각 유역환경청 및 지방자치단체 등에서도 지속적인 노력과 관심이 매우 필요하다고 생각된다.

IV. 결 론

2012년 5월부터 9월까지 민통선 동부지역 3개 하천의 어류조사를 실시한 결과 출현한 어종은 총 13과 35종 9,091개체였다. 이중 한국고유종은 9종(25.71%)으로 다른 영서수계에서 분포하는 종이 대다수 출현하였다. 담수어의 지리 분포를 근거로 본 지역에 분포하는 외래어종을 분류해보면 국외도입종인 떡붕어(*C. cuvieri*) 1종과 국내도입종 12종 등, 총 13종이 과거부터 최근까지 남한아와 서한아 지역에서 도입되어 온 것으로 확인되었다. 각 조사 지점별 유사도를 근거로 집괴분석을 한 결과 유사도 50%를 기준으로 크게 4개 그룹으로 나누어지며 지점별로 어류의 종조성에 차이를 보이는 것은 국내도입종의 영향도 일부 미쳤을 것으로 생각된다. 이와 같이 민통선 동부지역의 하천에는 외래어종들이 다수 이입되어 있는 것으로 나타나 이에 대한 관리대책 마련을 위한 정밀조사 및 모니터링이 필요할 것으로 보인다.

사 사

본 연구는 국립환경과학원 '2012 민통선이북지역 생태계 정밀조사' 과제의 일환으로 수행되었습니다. 도움을 주신 모든 관계자 여러분께 감사드립니다.

참고문헌

- 국립환경과학원, 2010, 생태계위해성이 높은 외래종의 정밀조사 및 관리방안(V), 국립환경과학원, 1-2.
- 김익수, 1980, 한국산 기름종개속 어류의 계통분류와 분포, 중앙대학교 박사학위논문.
- 김익수, 1997, 한국동식물도감 제37편(담수어편), 교육부, 1-628.
- 김익수·강언종, 1993, 원색 한국어류도감, 아카데미서적, 1-264.
- 김익수·박종영, 2002, 한국의 민물고기, 교학사, 1-465.
- 김익수·이용주, 1984, 한국산 물개(*Squalidus*)속 어류의 분류학적 재검토, 한국수산학회지, 17(2), 132-138.
- 김익수·최운·이충렬·이용주·김병직·김지현, 2005, 원색한국어류도감, 교학사, 43-515.
- 김종률·이충렬, 2001, 동진강 수계의 어류상과 어류군집, 한국어류학회지, 13, 40-49.
- 김치홍·이완옥·홍관의·이철호·김종화, 2006, 양양 남대천의 어류상과 어류군집, 한국어류학회지, 18(2), 112-118.
- 남명모·강영훈·채병수·양홍준, 2002, 동해로 유입되는 가곡천과 마음천에 서식하는 담수어의 지리적 분포, 한국어류학회지, 14(4), 269-277.
- 명정구, 2002, 우리바다 어류도감, 다락원, 35-244.
- 변화근, 1995, 한국산 독중개의 생태학적 연구, 강원대학교 박사학위논문.
- 산림청, 2000, 비무장지대 및 인접지역의 산림생태계 종합보고서(1995~2000), 산림청 임업연구원.
- 원주지방환경청, 강원대학교 어류연구센터, 2012, 토교저수지 어류서식실태 조사 보고서, 원주지방환경청.
- 이완옥·고명훈·백재민·김대희·전형주·김경환, 2010, 고성 북천의 어류상 및 어류군집의 특성, 한국어류학회지, 22(4), 238-248.

- 전상린, 1980, 한국산담수어의 분포에 관하여, 중앙대학교 대학원 박사학위논문.
- 전상린, 1984, 한국산 동자개과 및 메기과어류의 검색과 분포에 관하여, 상명대학교 논문집, 14, 483-515.
- 전상린, 1986, 한국산 농어과 주연성 담수어류의 분포와 검색에 관하여, 상명여대 논문집, 18, 335-355.
- 전상린, 1989, 한국산 황어속, 연준모치속 및 버들치속(황어아과) 어류의 검색과 분포, 상명여대 논문집, 23, 17-36.
- 전상린 · 김영자, 1996, 강릉남대천과 간성북천에서 채집된 통가리(통가리과)에 관하여, 한국환경생물학회지, 14(2), 129-133.
- 정문기, 1977, 한국어도보, 일지사, 164-257.
- 채병수, 2007, 국내 서식어종의 다른 하천 수계로의 도입, 국립수산과학원 중부내수면연구소-(사)한국민물고기보존협회 MOU체결기념 심포지엄, 77-90.
- 최기철, 1973, 휴전선 이남에서의 담수어의 지리적 분포에 관하여, 한국육수학회지, 6(3/4), 29-36.
- 최기철 · 전상린 · 김익수 · 손영목, 2002, 개정 원색한국담수어도감, 향문사, 1-277.
- 최재석 · 김재구, 2004, 홍천강의 어류상 및 어류군집, 한국환경생물학회지, 18(3), 446-455.
- 최재석 · 변화근 · 조규송, 1995, 오십천(삼척)의 하천특성과 어류군집에 관한 연구, 한국육수학회지, 28(3), 263-270.
- 최재석 · 최준길, 2005, 오대산국립공원의 어류상과 어류교란, 한국환경생태학회지, 19(2), 177-187.
- 환경부, 1987, 비무장지대 인접지역(민통선 지역)의 자연생태계 조사보고서, 환경부.
- 환경부, 1995, 비무장지대 인접지역(민통선 지역) 자연환경 정밀조사보고서(I), 환경부.
- 환경부, 1996, 비무장지대 인접지역(민통선 지역) 자연환경 정밀조사보고서(II), 환경부.
- 환경부, 1998, 제2차 전국자연환경조사(고성 · 인제, 향로봉 일대의 담수어류), 환경부.
- 환경부, 2001, 비무장지대 인접지역(고성군)의 자연생태계 조사보고서, 환경부.
- 환경부, 2008, 제3차 전국자연환경조사(명파, 고미성 일대의 담수어류), 환경부.
- 환경부, 2012, 환경부령 제457호(2012. 5.31일 공포) 야생동 · 식물보호법 시행규칙 일부개정령, 환경부.
- Hom, H. S., 1966, Measurement of "overlap" in comparative ecological studies, Amer. Nat., 100, 419-424.
- Kim, L. T., 1980, A new species of *phoxinus* from D.P.R. of Korea. Sci. Rept. North Korea, 28-29(from D.P.R.K.).
- Kim, I. S., M. K. Oh, K. Hosoya, 2005, A new species of cyprinid fish, *Zacco koreanus* with redescription of *Z. temminckii* (Cyprinidae) from Korea, Korean J. Ichthyol., 17(1), 1-7
- Mori. T., 1936, Studies on the geographical distribution of freshwater fishes of Korea. Bull. Biogeo. Soc. Jap., VI(7), 31-61.
- Nelson, J. S., 2006, Fishes of the World(4th. ed.), John Wiley & Sons, 1-600pp.
- Rutherford D. A., A. A. Echelle and O. E. Maughan. 1987. Changes in the fauna of the little river drainage, south eastern Oklahoma, 1948-1955 to 1981-1982: Test of the Hypothesis of environmental degradation. Community and evolutionary ecology of American stream fishes. Univ. of Oklahoma, 178-183.