

# 오대산국립공원의 어류상과 어류교란<sup>1a</sup>

최재석<sup>2\*</sup> · 최준길<sup>3</sup>

## Fish Fauna and Disturbance in Odaesan National Park, Korea<sup>1a</sup>

Jae-Seok Choi<sup>2\*</sup>, Jun-Kil Choi<sup>3</sup>

### 요 약

2004년 5월부터 10월까지 오대산국립공원 및 인접지역에서 25개 조사지점을 선정하여 어류의 분포 및 군집의 상태를 알아보았다. 조사 기간동안 채집된 어류는 총 9과 26종 2,580개체였다. 이 중 한국고유종은 가는돌고기(*Pseudopungtungia tenuicorpa*), 미유기(*Silurus microdorsalis*), 꺾지(*Coreoperca herzi*) 등을 포함하여 8종(30.77%)이 출현하였고, 외래종은 무지개송어(*Oncorhynchus mykiss*) 1종이 확인되었다. 우점종은 금강모치(*Rhynchocypris kumgangensis*)로 37.17%의 개체수구성비를 차지하고 있었고, 아우점종은 버들개(*Rhynchocypris steindachneri*)로 23.02%의 개체수구성비를 나타냈다. 그 밖에 우세종은 피라미(*Zacco platypus*), 갈겨니(*Zacco temmincki*), 산천어(*Oncorhynchus masou masou*), 열목어(*Brachymystax lenok tsinlingensis*), 새미(*Ladislavia tazanowskii*), 종개(*Orthrias nudus*), 독중개(*Cottus poecilopus*), 쌀미꾸리(*Lefua costata*), 돌고기(*Pungtungia herzi*) 등의 순으로 나타났다. 한편 태백산맥에 의한 지리적인 격리에도 불구하고 영서수계에서 영동수계로 도입된 것으로 확인되는 종은 피라미(*Zacco platypus*), 참붕어(*Pseudorasbora parva*), 금강모치(*R. kumgangensis*), 돌고기(*Pungtungia herzi*), 새미(*Ladislavia tazanowskii*), 쉬리(*Coreoleuciscus splendidus*), 새코미꾸리(*Koreocobitis rotundicaudata*), 통가리(*Liobagrus andersoni*) 등 8종이었고, 반대로 영동수계에서 영서수계로 도입된 종은 산천어(*O. masou masou*) 1종이었다. 또한 각 지점간 출현종을 근거로 하여 유사거리를 측정하여 집괴분석을 실시한 결과 크게 4집단으로 나누어졌으며 특히 몇몇 지점에서 지리적인 분포보다는 인위적 분포양상에 의한 어류교란이 발견되었다.

주요어 : 한국고유종, 외래종, 우점종, 지리적 격리, 집괴분석

### ABSTRACT

Fish fauna of mountain streams in the Odaesan National Park area was investigated from May to October 2004. A total of 2,580 individuals were collected and classified into 26 species

1 접수 2005년 1월 27일 Received on Jan. 27, 2005

2 강원대학교 생물학과 Dept. of Biology, Kangwon National University, Chuncheon(200-701), Korea(gobiobotia@hanmail.net)

3 삼지대학교 생명과학과 Dept. of Biology, Science Sangji University, Wonju(220-702), Korea(jkilchoi@mail.sangji.ac.kr)

a 이 연구는 국립공원관리공단의 2004년도 오대산 자연자원조사 사업의 일환으로 이루어졌으며 조사연구비를 지원해주신 국립공원관리공단에 감사의 말씀을 드린다.

\* 교신저자, Corresponding author

belonging to 9 families at the 25 sites. There were 8 Korea endemic species (30.77%), including *Pseudopungtungia tenuicarpa*, *Silurus microdorsalis*, *Coreoperca herzi*. Exotic species, *Oncorhynchus mykiss* was collected in this survey. Dominant species were *Rhynchocypris kumgangensis* (37.17%), and subdominant species was *Rhynchocypris steindachneri* (23.02%). Also *Zacco platypus*, *Zacco temmincki*, *Oncorhynchus masou masou*, *Brachymystax lenok tsinlingensis*, and *Ladislavia tazanowskii* were numerous. In spite of the geographical isolation by Taebaek-sanmaek, 8 species were introduced from the Han River systems to eastern water systems in Odaesan National Park.

**KEY WORDS : KOREAN ENDEMIC SPECIES, EXOTIC SPECIES, DOMINANT SPECIES, MOUNTAIN STREAMS, GEOGRAPHICAL ISOLATION**

## 서론

우리나라 하천은 동해안을 따라서 1,400Km에 달하는 태백산맥이 길게 치우쳐 있어 서남쪽으로는 큰 강이 많이 있고 동북쪽으로는 작은 하천이 급경사를 이루어 짧은 하천이다. 담수어류는 육지변화와 같은 우연적인 사건이 없는 한, 항상 제한된 수역에 서식하기 때문에 그곳 담수 환경이 특수 조건에 적응하는 과정에서 비교적 많은 지역고유종이 나타난다. 이러한 고유종의 존재는 한반도 담수어류의 유래와 분포구계를 이해하고 어류의 다양성을 이해하는데 매우 중요하다고 할 수 있다(김익수, 1997). 국립공원은 국제자연보전연맹(IUCN)의 보호지역 범주 중 생태계 보호가 보다 우선되는 곳이다. 그러나 우리나라에서는 국립공원은 연간 3천만명이상이 방문하는 대표적인 국민관광지 중의 하나(한국공원휴양학회, 2002)이고 “자연생태계와 자연 및 문화 경관을 대표할 만한 지역”(자연공원법, 제2조2항)으로만 정의하고 있어, IUCN에서 정의하는 다섯 번째 범주인 “경관보호지역”에 머물러 있는 실정이다(강미희 등, 2002). 선진국들은 국립공원을 우리나라에서처럼 경관보호지역으로 우선시 하는 것이 아니라 생태계를 더욱더 중요시 하고 있는 실정이며 이에 대한 연구를 철저히 수행하고 있다. 한편 우리나라 국립공원의 생태계에 대한 연구는 거의 수행되지 않았거나 매우 미흡하였다. 그러나 최근 들어 국립공원관리공단 등의 노력으로 연구활동이 증가하고 있는 추세이다. 따라서 이러한 연구활동은 우리나라의 자연자원을 보호 및 보존의 측면에서 매우 중요하다고 판단되며, 나아가 국립공원의 가치를 더욱더 높여 줄 것으로 생각된다.

오대산국립공원은 두로봉(1,563m)을 중심으로 영동수계, 남한강수계, 북한강수계가 시작되는 곳이며, 또한 두로봉(1,563m), 동대산(1,434m), 노인봉(1,338m)

등의 태백산맥을 따라서 동서방향으로 나누어져 크게 동한아지역(East Korea subdistrict)과 서한아지역(West Korea subdistrict)의 생물지리적인 어류상의 특징을 가지고 있다(전상린, 1980; 김익수, 1980). 일반적으로 하천생태계는 여러 가지 요인들에 의하여 어류상의 변화를 유발할 수 있으며, 특히 인위적 간섭에 의한 환경 변화가 가장 큰 변화이라 할 수 있다(Rutherford *et al.*, 1987). 불행히도 본 지역 중 일부는 과거 70년대 이전 과도한 남획으로 인하여 토착생물종이 제거된 경험이 있는 인위적인 교란이 가해진 곳이며, 이후 국립공원으로 지정되었고 인근 주민들의 노력으로 자연생태계가 서서히 회복되고 있는 실정이다. 따라서 본 연구에서는 오대산국립공원 내 하천에 서식하는 어류의 지리적 분포와 군집의 특성에 따른 변화를 파악함으로써 하천생태계의 보존 및 관리를 위한 기초 자료를 얻고자 하였다.

오대산 일대에 어류분포에 대한 기록으로 조선시대 편찬된 인문지리서인 “신증동국여지승람(1530) 44권 강릉부편”에 월정사계곡에서 열목어가 산출된다고 소개하고 있으며 森爲三(1932)에 의해 월정사 계곡에서 열목어와 새미 등 12종의 어류를 채집했다는 목록이 있다. 이후 오대산 및 인접지역 전체에 걸친 담수어류에 대한 연구로 최기철과 전상린(1971)의 소금강과 오대산 일대의 조사와 국립공원자연자원조사(국립공원관리공단, 1994) 등이 있다.

## 재료 및 방법

조사지점은 국립공원 내 12개 지점, 공원 경계지역 5개 지점, 공원 외 인접지역 8개 지점을 포함해 모두 25개 지점을 선정하여 조사하였다(Figure 1). 각 지점의 행정구역 명칭은 다음과 같다.

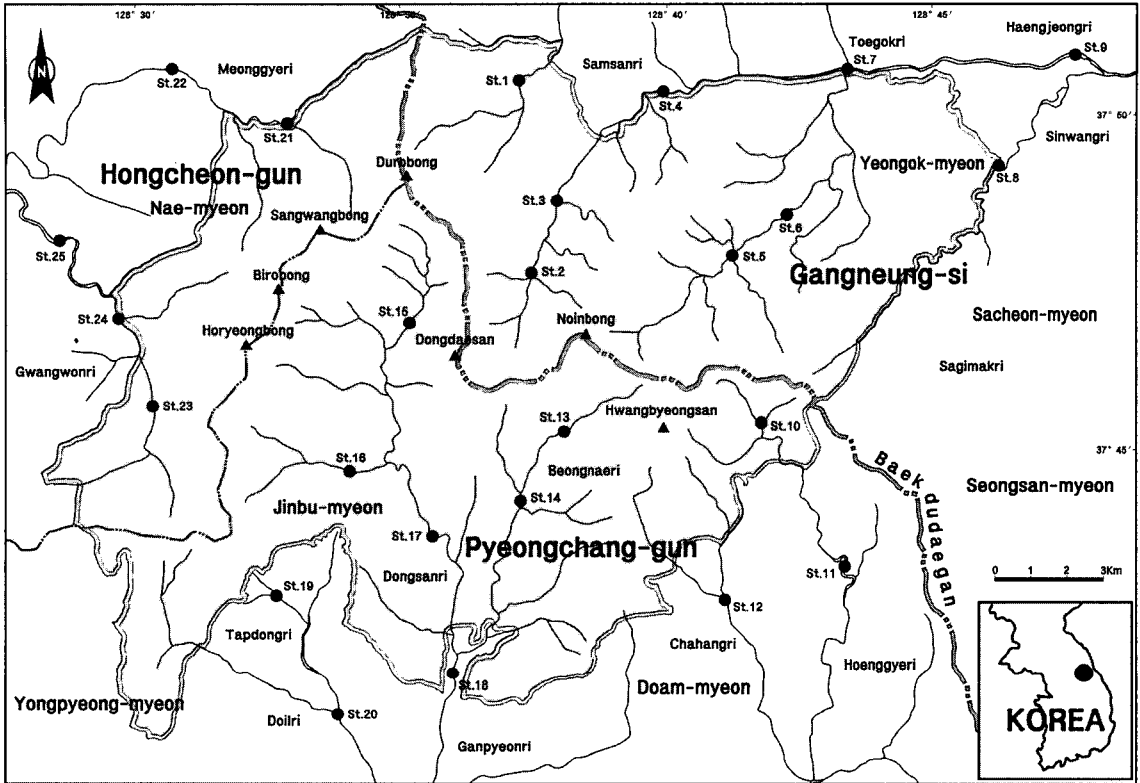


Figure 1. Map showing the studied area

- 지점 1 : 강릉시 연곡면 삼산3리 부연동
- 지점 2 : 강릉시 연곡리 삼산리 큰구지리계곡
- 지점 3 : 강릉시 연곡면 삼산리 구정교
- 지점 4 : 강릉시 연곡면 삼산리 두능동
- 지점 5 : 강릉시 연곡면 삼산2리 구룡폭포
- 지점 6 : 강릉시 연곡면 삼산2리 청학대피소
- 지점 7 : 강릉시 연곡면 퇴곡리 사이말
- 지점 8 : 강릉시 연곡면 신왕리 마암터 상방
- 지점 9 : 강릉시 연곡면 행정리 행정교
- 지점 10 : 평창군 도암면 황계리 삼정평(삼양목장)
- 지점 11 : 평창군 도암면 황계리 청연암(삼양목장관리소)
- 지점 12 : 평창군 도암면 차항리 안거래지 합수점
- 지점 13 : 평창군 도암면 병내리 거리개자니 상방
- 지점 14 : 평창군 도암면 병내리 거리개자니
- 지점 15 : 평창군 진부면 동산리 상원사 주차장 앞
- 지점 16 : 평창군 진부면 동산리 조개골
- 지점 17 : 평창군 진부면 동산리 월정사 앞
- 지점 18 : 평창군 진부면 간평리 청소년수련마을
- 지점 19 : 평창군 진부면 탑동리 활살목이

- 지점 20 : 평창군 진부면 두일리 두일교
- 지점 21 : 홍천군 내면 명개리 조개동 합수점
- 지점 22 : 홍천군 내면 명개리 외청도리
- 지점 23 : 홍천군 내면 광원리 척전리
- 지점 24 : 홍천군 내면 광원리 큰대산골 합수점
- 지점 25 : 홍천군 내면 광원리 을수교

조사는 2004년 5월부터 10월까지이며 총 2회에 걸쳐 실시하였으며 조사 시기는 다음과 같다.

- 1차 조사 : 2004년 5월 7일 ~ 2004년 6월 14일
- 2차 조사 : 2004년 9월 19일 ~ 2004년 10월 10일

어류 표본의 채집은 투망(7×7mm)과 족대(4×4mm)를 등을 사용하였다. 채집된 어류는 현장에서 10% 포르말린액으로 고정 후 실험실로 운반하여 동정, 분류하였다. 어류의 동정에는 국내에서 지금까지 발표된 검색표(정문기, 1977; 최기철 등 1990; 김익수와 강언중, 1993; 김익수, 1997; 김익수와 박종영, 2002)를 이용하였으며,

Nelson(1994)의 분류체계에 따라 배열하였다. 조사지역의 어류군집분석을 위해 다양도 지수는 Shannon-Weaver(1963), 균등도 지수는 Pielou(1966), 우점도 지수는 McNaughton(1967)의 공식을 이용하여 산출하였다. 또한 각 조사지점별, 연도별 어류군집의 상관관계를 알아보고자 출현종을 근거로 유사도(Jaccard, 1908)를 산출하였다. 산출된 유사도를 기준으로 UPGMA(비가중치 평균연결법)의 방법에 의하여 집괴분석을 실시하여 어류군집을 비교·분석하였다.

$$Jaccard's\ Coefficient = \frac{S}{S_i + S_j - S}$$

S : i 지점과 j 지점의 공통 출현종수  
 S<sub>i</sub> S<sub>j</sub> : i 지점과 j 지점의 총 출현종수

## 결과 및 고찰

### 1. 출현종 및 서식현황

오대산국립공원에 대한 어류조사 결과 채집된 종은 총 9과 26종 2,580개체였다(Table 1). 이 중 국립경계 내에서 출현한 어종은 돌고기(*Pungtungia herzi*), 가는돌고기(*Pseudopungtungia tenuicorpa*), 쉬리(*Coreoleuciscus splendidus*), 새미(*Ladislavia tazanowskii*), 버들개

(*Rhynchocypris steindachneri*), 금강모치(*Rhynchocypris kumgangensis*), 갈겨니(*Zacco temmincki*), 피라미(*Zacco platypus*), 종개(*Orthrias nudus*), 쌀미꾸리(*Lefua costata*), 새코미꾸리(*Koreocobitis rotundicaudata*), 미유기(*Silurus microdorsalis*), 통가리(*Liobagrus andersoni*), 열목어(*Brachymystax lenok tsinlingensis*), 산천어(*Oncorhynchus masou masou*), 독중개(*Cottus poecilopterus*) 등으로 모두 6과 16종이었다. 그리고 공원 외 인접지역에서는 가는돌고기(*P. tenuicorpa*) 1종을 제외하고 모든 어종이 출현하였다. 이와 같이 공원 외 인접지역이 조사지점 수가 적은 데도 불구하고 다른 지역에 비해 종들이 매우 풍부하게 나타났는데 이는 조사수역이 본류하천과 만나는 하류에 위치하고 있어 본류하천의 어류상이 반영되었을 뿐만 아니라 유량도 풍부하고 또한 어류의 서식처도 다양하기 때문이다. 한편 개체수구성비를 국립공원지역과 공원 외 인접지역로 나누어서 비교해보면, 국립공원지역에서 금강모치(*R. kumgangensis*)는 17개 지점 중 10개 지점에서 517개체(35.05%)가 채집되어 가장 높은 개체수구성비를 나타내었고 버들개(*R. steindachneri*)가 9개 지점에서 594개체(33.83%)가 채집되어 다음을 차지하였다. 그리고 우세종으로는 산천어(*O. masou masou*) 7.25%, 열목어(*B. lenok tsinlingensis*) 6.17%, 독중개(*C. poecilopterus*) 4.00%, 종개(*O. nudus*) 3.73%, 갈겨니(*Z. temmincki*) 2.85%, 새미(*L. tazanowskii*) 1.90% 등의 순이었다(Figure 2). 또한 공원의 인접지역에서는 금강모치(*R. kumgangensis*) 40.00%로 가장 높았고, 다음은 피라미(*Z. platypus*) 21.00%, 버들개(*R. steindachneri*) 8.60%,

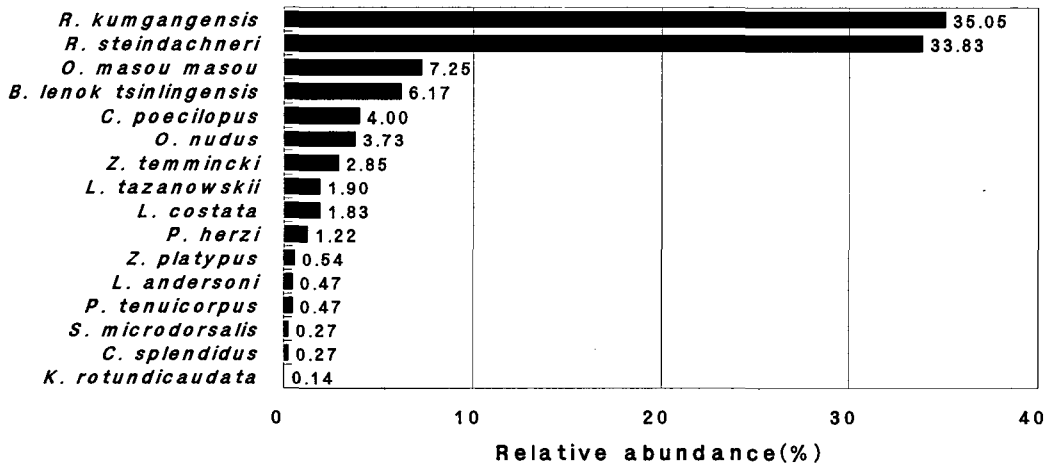


Figure 2. The relative abundance of the fish species collected at 17 sites in the boundary of the Odaesan National Park

Table 1. Fish distribution of 25 sites in the Odaesan National Park from May to October 2004

Species	Stations																									Total RA(%)	Remarks	
	East system					Namhan River										Bukhan River												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25			
Cyprinidae																												
<i>Carassius auratus</i>								1																		1	0.04	Pr
<i>Pseudorasbora parva</i>								1																		1	0.04	Pr
<i>Pungtungia herzi</i>							13		29									5	1							48	1.86	Pr
<i>Pseudopungtungia tenuicorpus</i>																										7	0.27	Pr,E
<i>Coreoleuciscus splendidus</i>							3																			13	0.50	Pr,E
<i>Ladislavia tazanowskii</i>							16		6																	6	0.35	Ph
<i>Tribolodon hakonensis</i>									9																	9	0.35	Ph
<i>Rhynchocypris steindachneri</i>							23	42	6	17	165	165	2	79	95											594	23.02	Pr
<i>Rhynchocypris kumgangensis</i>							90	7																		959	37.17	Pr,E
<i>Zacco temminckii</i>																										31	4.61	Pr
<i>Zacco platypus</i>							8		232																	240	9.30	Pr
Cobitidae																												
<i>Orthrias nudus</i>							27	9	2	1																84	3.26	Pr
<i>Lefua costata</i>																										68	2.64	Pr
<i>Misgurnus anguillicaudatus</i>																										3	0.12	Pr
<i>Koreocobitis rotundicaudata</i>																												
<i>Iksookimia koreensis</i>																												
<i>Cobitis pacifica</i>																												
Siluridae																												
<i>Silurus microdorsalis</i>																												
Amblycipitidae																												
<i>Liobagrus andersoni</i>																												
Salmonidae																												
<i>Brachymystax lenok tsinlingensis</i>																												
<i>Oncorhynchus masou masou</i>																												
<i>Oncorhynchus mykiss</i>																												
Gasterosteidae																												
<i>Pungitius kaibarae</i>																												
Cottidae																												
<i>Cottus poecilopus</i>																												
Centropomidae																												
<i>Coreoperca herzi</i>																												
Gobiidae																												
<i>Rhinogobius brunneus</i>																												
No. of Family	4	1	3	3	2	2	4	1	5	1	3	3	2	2	3	2	5	5	2	3	2	6	3	4	4	9		
No. of Species	4	1	5	4	2	2	9	1	13	2	6	3	2	3	3	2	11	10	2	5	2	8	3	4	7	26		
No. of individuals	114	42	122	29	170	172	53	79	441	40	203	144	38	51	40	50	296	95	22	138	77	19	51	51	43	2580		

E : Korean endemic species, Pr : Primary freshwater fish, Ph : Peripheral freshwater fish, RA : Relative abundance

갈겨니(*Z. temmincki*) 6.97%, 새미(*L. tazanowskii*) 5.61%, 쌀미꾸리(*L. costata*) 3.71%, 돌고기(*P. herzi*) 2.71% 등의 순으로 나타났다.

25개 조사지점에서 출현한 어종들 중 한국고유종은 가는돌고기(*P. tenuicorpa*), 쉬리(*C. splendidus*), 금강모치(*R. Kumgangensis*), 참종개(*I. koreensis*), 새코미꾸리(*K. rotundicaudata*), 미유기(*S. microdorsalis*), 통가리(*L. andersoni*), 꺾지(*C. herzi*) 등 8종(30.77%)으로 나타났다. 그러나 이 중 국립공원경계지역 내에서 출현한 고유종은 참종개(*I. koreensis*)와 꺾지(*C. herzi*)를 제외한 6종(23.08%)뿐이었다. 또한 본 조사에서 출현한 26종 중 Cyprinidae가 11종 2,081개체로 가장 많았고, Cobitidae는 6종 169개체, Salmonidae는 3종 212개체, 그리고 Siluridae, Amblycipitidae 및 Gobiidae 등을 포함한 6개과는 각각 1종(3.85%)씩 모두 118개체가 출현하였다. 출현 어종들 중 일차담수어가 18종(69.23%)이었으며, 주연성담수어는 8종(30.77%)이었다. 또한 국외에서 도입되어 방류된 도입종은 무지개송어(*Oncorhynchus mykiss*) 1종이었고 지점 11(횡계리)인 삼양목장관리소 앞에서 1개체가 채집되었다.

본 조사에서 채집된 26종 중 개체수구성비가 가장 높은 종은 금강모치(*R. kumgangensis*)로 37.17%(959개체)를 차지하고 있었고, 다음은 버들개(*R. steindachneri*) 23.02%(594개체), 피라미(*Z. platypus*) 9.30%(240개체), 갈겨니(*Z. temmincki*) 4.61%(119개체), 산천어(*O. masou masou*) 4.57%(118개체), 열목어(*B. lenok tsinlingensis*) 3.60%(93개체), 새미(*L. tazanowskii*) 3.49%(90개체), 종개(*O. nudus*) 3.26%(84개체), 독중개(*C. poecilopterus*)

2.67%(69개체), 쌀미꾸리(*L. costata*) 2.64%(68개체), 돌고기(*P. herzi*) 1.86%(48개체) 등의 순으로 나타났다(Figure. 3). 또한 개체수의 비교풍부도가 0.30%(7개체) 이하로 희소하게 출현한 종은 가는돌고기(*P. tenuicorpa*), 새코미꾸리(*K. rotundicaudata*), 꺾지(*C. herzi*), 참종개(*I. koreensis*) 등 11종이었다.

한편 각 수계별로 출현종 및 종조성을 살펴보면 동해로 유입되는 하천인 양양남대천(지점 1)과 연곡천(지점 2~9)의 9개 조사지점에서 총 7과 19종 1,222개체가 채집되었다. 이 중 연곡천의 본류인 지점 9(행정리)에서 5과 13종으로 가장 많은 종들이 출현하였는데 이는 다른 지점에 비해 하류에 위치하고 있어 하폭이 넓고 서식처가 다양하였기 때문이다. 전 조사지점 중 지점 9(행정리)에서만 출현한 어종은 붕어(*Carassius auratus*), 참붕어(*Pseudorasbora parva*), 황어(*Tribolodon hakonensis*), 북방종개(*Cobitis pacifica*), 잔가시고기(*Pungitius kaibarae*) 그리고 밀어(*Rhinogobius brunneus*) 등 6종이었다. 한편 최상류에 위치한 지점 2(삼산리)와 지점 8(신왕리)에서는 버들개(*Rhynchocypris steindachneri*) 1종으로 가장 적었다. 특히 본래 이 지역에 서식하였던 산천어(*Oncorhynchus masou masou*)가 우점종으로 나타난 지점 1(삼산3리)는 하천의 최상류에 위치하며 본 종이 서식하기에 적합한 여울과 소가 반복되는 전형적인 산간계류로 본 종의 서식지 및 자연산란장으로써 주목할 만하다. 한국고유종은 영서수계에서 이식된 어종들로 쉬리(*C. splendidus*), 금강모치(*R. kumgangensis*), 새코미꾸리(*K. rotundicaudata*) 등 5종이었다. 또한 개체수구성비가 가장 높은 종은 버들개(*R. steindachneri*)였고, 다

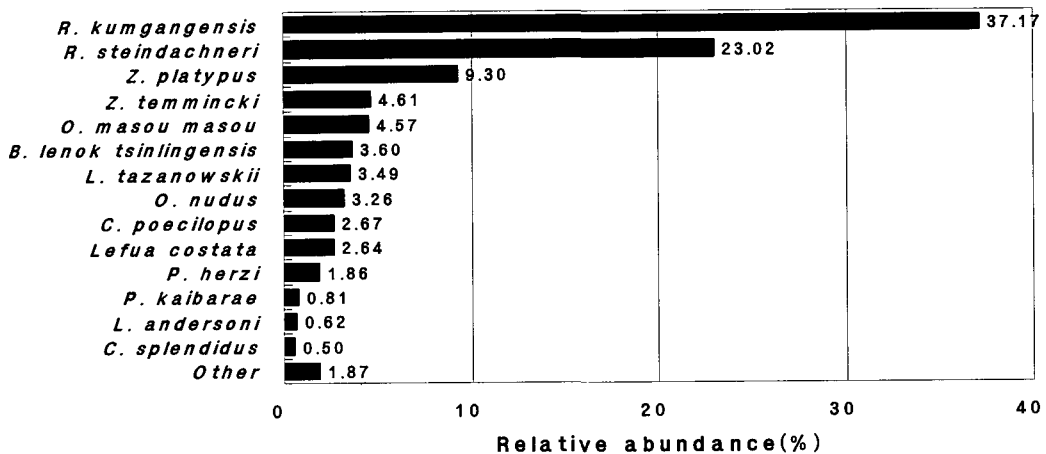


Figure 3. The relative abundance of the fish species collected at 25 sites in Odaesan National Park

음은 피라미(*Z. platypus*), 산천어(*O. masou masou*), 금강모치(*R. kumgangensis*), 종개(*O. nudus*), 돌고기(*P. herzi*). 쌀미꾸리(*L. costata*), 새미(*L. tazanouskii*) 등의 순이었다.

서해로 흐르는 남한강수계의 송천(지점 10~12)과 오대천(지점 13~20)의 11개 조사지점에 채집된 어류는 모두 6과 15종 1,117개체가 채집되었다. 이 중 오대천의 지류인 지점 17(월정사)에서 5과 11종으로 가장 많은 종이 출현하였고 최상류 지점인 지점 10(황계리), 지점 13(병내리), 지점 16(동산리) 그리고 지점 19(탑동리)에서 각각 2종씩 채집되어 가장 적었다. 한국고유종은 금강모치(*R. kumgangensis*), 가는돌고기(*P. tenuicorpus*), 쉬리(*C. splendidus*), 참종개(*I. koreensis*), 통가리(*L. andersoni*), 꺾지(*C. herzi*) 등 6종이었다. 한편 영동수계에서 민간인에 의해 도입된 것으로 확인되는 종은 산천어(*O. masou masou*)와 무지개송어(*O. mykiss*) 등 2종이 채집되었다. 특히 산천어(*O. masou masou*)와 무지개송어(*O. mykiss*)의 경우 열목어와 같은 연어(*Salmonidae*)과의 어종으로 하천의 최상류역에 살고 열목어(*B. lenok tsinlingensis*)와 서식지역이 거의 같으므로 중간 경쟁이 유발될 것으로 예상되는 종이다. 더욱이 본 지역은 과거 열목어(*B. lenok tsinlingensis*)의 주된 서식지였으므로 본 종의 보존을 도모하는 것이 바람직할 것으로 생각된다. 남한강수계에서 채집된 15종 중 개체수구성비가 가장 높은 종은 금강모치(*R. kumgangensis*)였고 다음은 갈겨니(*Z. temmicki*), 독종개(*C. poecilopus*), 종개(*O. nudus*), 새미(*L. tazanouskii*) 등의 순이었다.

마찬가지로 서해로 유입되는 북한강수계의 내린천(지점 21~25)으로 유입되는 5개 조사지점에서 채집된 어류는 모두 6과 9종 241개체였다. 이 중 지점 22(명개리 외청도리)에서 6과 8종으로 가장 많았고 지점 21(명개리 조개동)에서 2과 2종으로 가장 적었다. 한국고유종은 금강모치(*R. kumgangensis*), 쉬리(*C. splendidus*), 새코미꾸리(*K. rotundicaudata*), 미유기(*S. microdorsalis*) 등 총 4종이 출현하였다. 개체수구성비가 가장 높은 종은 열목어(*B. lenok tsinlingensis*)였고 다음은 금강모치(*R. kumgangensis*), 독종개(*C. poecilopus*) 등의 순이었는데 이들 3종은 하천의 상류에만 서식하는 것으로 알려져 있는 어종으로(전상린, 1980) 대부분의 지점이 산간계류의 최상류에 위치하므로 출현종 및 개체수가 다른 수계에 비하여 적었으며 특히 열목어(*B. lenok tsinlingensis*)의 집단서식이 확인된 지점 21(명개리 조개동)은 주목할 만하다.

2. 군집분석 및 분류

각 지점별 군집구조의 분석을 위하여 다양도, 균등도, 우점도 지수 등을 산출한 결과는 Table 2와 같다. 다양도 지수는 군집의 종풍부 정도와 개체수의 상대적 균형성을 의미하며 군집의 복잡성을 나타내는 것으로 공원경계지역과 공원 외 인접지역에서 본류와 만나는 지점 7, 9, 11, 18, 22, 25에서 1.29~1.85의 범위로 비교적 높게 나타났으며 산간계류의 최상류인 지점 5, 6, 12, 13, 14, 16, 20, 21에서 0.12~0.37로 비교적 낮게 나타났다. 또한 균등도 지수는 군집 내 종 구성의 균일한 정도를 나타내는 것으로 지류인 지점 10에서 0.91로 가장 높게 나타났고 지점 21에서 0.17로 가장 낮게 나타났다. 또한 우점도 지수는 특정종의 우세한 정도를 나타낸 것으로 본조사지역의 9개 지점들이 대부분 산간계류의 최상류에 위치하므로 출현종이 1~2종에 그쳐 최고값인 1.00을 나타내었고 그 밖에 지점에서도 공원 내 지역에서는 출현종이 작게 나타나 전반적으로 우점도지수가 높게 나타났다. 그러나 본류와 만나는 지점들인 공원 외 인접지역의 지점에서는 0.55~0.74의 범위로 상대적으로 낮은 값을 나타내었다. 이와 같이 산간계류에서는 우점도 지수가 높게 그리고 다양도 및 균등도 지수는 낮게 나타났으며, 이

Table 2. Biological indices at each sampling site in the Odaesan National Park

Items Sites	Diversity	Evenness	Dominance
1	1.09	0.79	0.77
2	-	-	1.00
3	0.93	0.58	0.82
4	1.08	0.78	0.83
5	0.13	0.19	1.00
6	0.17	0.25	1.00
7	1.85	0.84	0.55
8	-	-	1.00
9	1.47	0.57	0.74
10	0.63	0.91	1.00
11	1.29	0.72	0.74
12	0.25	0.23	0.98
13	0.21	0.30	1.00
14	0.37	0.34	0.98
15	0.78	0.71	0.93
16	0.17	0.24	1.00
17	1.16	0.48	0.83
18	1.65	0.72	0.67
19	0.47	0.68	1.00
20	0.35	0.22	0.96
21	0.12	0.17	1.00
22	1.81	0.87	0.58
23	0.72	0.66	0.96
24	0.62	0.44	0.94
25	1.55	0.79	0.65

와 반대로 본류인 지점들에서는 우점도 지수가 낮게 그리고 다양도 및 균등도 지수가 높게 나타났다. 그러므로 생물지수의 경향은 상류에서는 어종의 수가 적게 나타나고 하류로 갈수록 종수가 증가한다는 일반적인 하천의 특징을 나타내는 현상이라 할 수 있다(최재석과 김재구, 2004).

각 조사지점에서 출현종의 유무에 따른 유사도지수를 산출한 결과 유사도지수가 최고값인 1을 나타낸 지점들은 산간계류의 최상류에 위치하면서 비교적 단순한 종조성을 보이는 지점들이었다. 특히 최상류에 위치한 지점에서는 영동지방의 버들개(*R. steindachneri*)에 대한 영서지방의 금강모치(*R. kumgangensis*)가 뚜렷한 대조를 보였다. 한국담수어류의 지리적 분포구계는 고유종의 미세분포와 생태적 분포를 근거로 하여 학자마다 분포지역의 경계를 약간씩 다르게 구분하고 있으나 한반도의 남북을 가로지르는 약 1,400Km에 달하는 태백산맥의 지리적 격리에 의한 구계구분은 모두 일치하고 있다. 또한 어류의 분포에는 다양한 요인들이 영향을 미치는데 특히 유수역에 서식하는 어류는 하천환경요인들 중 하상구조와 유속 등에 매우 큰 영향을 받고 있는 것으로 알려져 있다(Trautman, 1957; Cross, 1967; Pfeiffer, 1971). 특히 영서지역의 하천들은 구배가 완만하여 유속 및 하상구조 등이 다양하게 나타나지만 동한아지역에 속하는 영동지역으로 흐르는 하천들은 경사가 급하며 유로는 짧아 유속이 빠르며 하상구조가 단순한 것이 특징이다. 따라서 어류상도 영서지역과 다른 양상을 보인다(최재석 등, 1995). 오대산국립공원도 마찬가지로 지질과정에 의한 하천쟁탈이나 인위적인 교란요인이 가해지지 않았다면 태백산맥을 중심으로 동서의 어류상의 차이가 현저하게 나타날 것으로 예상된다.

각 유사도 지수를 근거로 각 지점별 집괴분석을 실시한 결과 모두 4그룹으로 나뉘었고(Figure 4), 예상했던 것과는 달리 영동수계, 남한강수계, 북한강수계의 뚜렷한 지리적 구분을 보이진 않았다. 그룹 A는 지점 9(행정리)를 제외한 영동수계로 흐르는 하천들과 영서수계의 지점 중 종다양성이 높았던 지점인 지점 11, 14, 17, 18이 함께 구분되었다. 특히 그룹 A로 구분된 영서수계의 지점들은 영동수계로부터 이식된 산천어(*O. masou masou*)의 서식이 확인된 지점과 일치하며, 또한 영동수계의 몇몇 지점에서는 영서지역에서 이식된 돌고기(*P. herzi*), 금강모치(*R. kumgangensis*), 통가리(*L. andersoni*) 등이 확인되었다. 따라서 그룹 A는 다른 수계로부터 도입된 어종에 의해서 원래의 고유성을 잃고 교란된 상태임을 나타낸다고 볼 수 있다. 그룹 B는 영서수계의 어류분포라기 보다는 영서수계 상류지역의 특

성을 나타내고 있으며 남한강수계와 북한강수계의 구별되는 어류가 채집되지 않아 함께 묶인 것으로 보인다. 또한 대부분의 지점에서 출현한 금강모치(*R. kumgangensis*)와 독중개(*C. poecilopus*)가 그룹 B의 지점들을 하나의 그룹으로 묶은 것으로 판단된다. 한편 그룹 C로 구분된 영동수계의 지점 9는 다른 지점에 비해 하천의 규모가 크고 서식지가 다양하여 가장 많은 어류가 채집되었다. 반면에 영서수계의 지점 10(질미늪)은 해발고도 1000m 이상의 지역으로 어류가 서식하기에는 열악한 환경으로 중개(*O. nudus*)와 쌀미꾸리(*L. costata*)가 채집된 지점이다. 그룹 C와 D로 구분된 지점 9와 10은 그룹 A, B 어느 그룹에도 속하지 않아 인위적인 교란이 심각한 지점끼리 묶인 것으로 보인다.

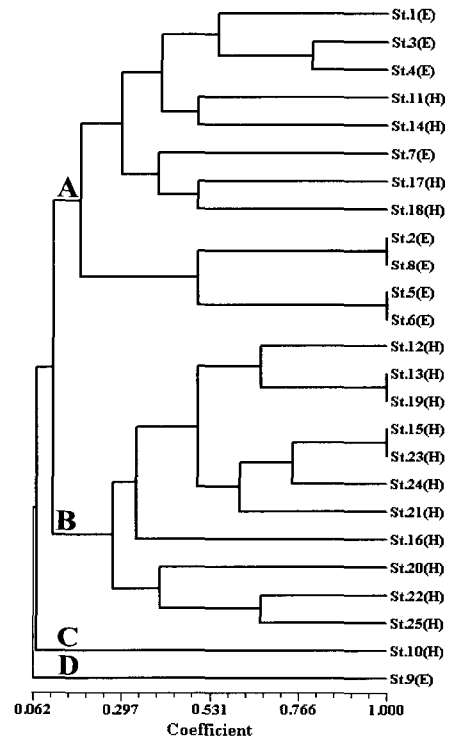


Figure 4. Cluster analysis of collected fish at 25 sites in Odaesan National Park  
E: Eastern water system, H: Han River system

### 3. 어류상의 변화

오대산 일대에 어류에 대한 기록으로 조선시대에 편



찬된 인문지리서인 신증동국여지승람(1530) 44권 강릉 부편에 월정사계곡에서 열목어가 산출된다고 소개하고 있으며 근대에 들어서는 森爲三(1932)에 의해 월정사 계곡에서 열목어(*B. lenok tsinlingensis*)와 새미(*L. taczanowskii*) 등 12종의 어류를 채집했다는 기록이 있다. 이후 오대산 및 인접지역의 담수어류에 대한 연구로는 최기철과 전상린(1971)의 소금강과 오대산계곡 일대의 조사와 국립공원자연자원조사(국립공원관리공단, 1994) 등이 있다. 특히 1971년의 조사는 과거자료를 종합한 것으로 소금강과 오대산에서 확인된 종은 모두 10과 21종이라 하였다. 그리고 1994년 조사에서는 9과 23종이 채집되었고 본 조사에서는 9과 26종이 확인되어 출현종이 점차 증가하는 경향을 보였다. 지금까지 오대산 국립공원 및 그 인근지역에서 서식이 확인되어 문헌상에 기록된 종은 모두 12과 35종이었다(Table 3). 하지만 과거 분류체계가 명확하지 않았던 시절에 동정분류되었던 기름종개(*C. sinensis*)는 현재 본 지역에서 서식하지 않는 종으로 낙동강과 형산강에만 분포하는 것으로 알려져 있으며(김익수, 1997), 영동의 북방종개(*C. pacifica*)와 영서의 참종개(*I. koreensis*)와 동일종이었을 것으로 판단된다. 따라서 실제로 오대산국립공원 일대에서 서식이 확인된 종은 모두 12과 34종이었다.

본 조사에서 처음 출현한 어종들은 붕어(*C. auratus*), 참붕어(*P. parva*), 황어(*T. hakonensis*), 무지개송어(*O. mykiss*), 잔가시고기(*P. kaibarae*) 등 5종이었고 과거의 조사에서는 출현하였으나 본 조사에서 출현하지 않은 어종은 8종이었다. 이 중 뱀장어(*Anguilla japonica*), 은어(*Plecoglossus altivelis*), 꼭져구(*Chaenogobius wotaenia*)는 주연성어종으로 1971년 조사이후 채집되지 않았는데 이는 영동수계인 연곡천의 중하류지역에 설치된 농업용 보가 어류의 이동을 차단하는 장벽으로 작용하여 현재는 거의 서식이 불가능하기 때문인 것으로 판단된다. 또한 1994년 조사에서만 출현한 참마자(*Hemibarbus longirostis*), 어름치(*Hemibarbus mylodon*), 모래무지(*Pseudogobio esocinus*), 배가사리(*Microphysogobio longidorsalis*), 눈동자개(*Pseudobagrus koreanus*) 등 5종은 본 조사에서는 출현하지 않았으나 오대천 본류까지 세밀히 조사를 한다면 대부분 출현가능성이 있는 종들이라 생각된다.

森爲三(1932)는 영동수계의 산천어(*O. masou masou*)와 버들개(*R. steindachneri*)에 대한 영서수계의 열목어(*B. lenok tsinlingensis*)와 금강모치(*R. kumgangensis*)의 존재 등은 특히 대조적이라고 하였다. 또한 최기철과 전상린(1968)은 태백산맥을 분수령으로 하는 계류에 서식하는 어류의 동서차가 현저하다고 언급하면서 1971년 조

사에서 인위적인 간섭요인이 배제된 원래의 소금강계곡과 오대산계곡의 어류상의 차이를 묘사하였다(Table 3). 당시 확인된 21종 중 영동-영서수계의 공통되는 어종은 뱀장어(*A. japonica*), 종개(*O. nudus*), 미꾸리(*M. anguillicaudatus*), 기름종개(*C. sinensis*), 미유기(*S. microdorsalis*), 독종개(*Cottus poecilopus*) 등 6종이었으며 그나마 영동수계에서 채집된 미유기(*S. microdorsalis*)도 과거 영서수계에서 이식된 것이라고 밝히고 있다. 과거 오대산국립공원은 태백산맥을 중심으로 지리적인 격리에 의한 어류상의 차이를 한눈에 볼 수 있는 생물지리적으로 매우 중요한 구역이었다. 그러나 본 지역 중 일부는 과거 70년대 이전 독극물에 의한 과도한 남획으로 인하여 토착생물종이 제거된 경험이 있는 인위적인 교란이 가해진 곳이기도 하다. 다행히도 1975년 국립공원으로 지정된 이후 잘 보존되어 1994년 조사에서 확인된 격지(*C. herzi*)가 영동지역으로 이식된 것을 제외하고는 도입종의 이입으로 인한 교란은 관찰되지 않았다.

오대산국립공원의 과거 어류상과 상관관계를 알아보기 위하여 출현종을 대상으로 영동과 영서수계의 연도별 유사도를 산출하였으며, 각 유사도지수를 기준으로 집괴분석을 실시한 결과 2그룹으로 나뉘었다(Figure 5). 그룹 A는 East(1971)과 East(1994)로 영동수계의 어류상을 나타내고 있다. 그룹 B는 West(1971), West(1994), West(2004) 그리고 East(2004)로 1994년 조사

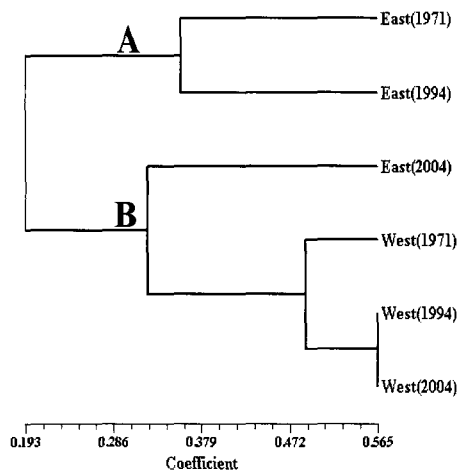


Figure 5. Cluster analysis of collected fish at the east and west sides of Odaesan National Park from 1971 to 2004

Table 3. The difference of ichthyofauna between the east and west sides of the Odaesan National Park from 1971 to 2004

Species	1971		1994		2004	
	East	West	East	West	East	West
Anguillidae						
<i>Anguilla japonica</i>	•	•				
Cyprinidae						
<i>Carassius auratus</i>					•	
<i>Pseudorasbora parva</i>					•	
<i>Pungtungia herzi</i>		•		•	•	•
<i>Pseudopungtungia tenuicorpus</i>				•		•
<i>Coreoleuciscus splendidus</i>		•		•	•	•
<i>Ladislavia tazanowskii</i>		•		•	•	•
<i>Hemibarbus longirostis</i>				•		
<i>Hemibarbus mylodon</i>				•		
<i>Pseudogobio esocinus</i>				•		
<i>Microphysogobio longidorsalis</i>				•		
<i>Tribolodon hakonensis</i>					•	
<i>Rhynchocypris steindachneri</i>	•		•		•	
<i>Rhynchocypris kumgangensis</i>		•		•	•	•
<i>Zacco temmincki</i>		•		•		•
<i>Zacco platypus</i>				•	•	
Cobitidae						
<i>Orthrias nudus</i>	•	•	•	•	•	•
<i>Lefua costata</i>	•				•	•
<i>Misgurnus anguillicaudatus</i>	•	•			•	
<i>Iksookimia koreensis</i>				•		•
<i>Koreocobitis rotundicaudata</i>				•	•	•
<i>Cobitis sinensis</i>	•	•				
<i>Cobitis pacifica</i>					•	
Siluridae						
<i>Silurus microdorsalis</i>	•	•	•	•	•	
Bagridae						
<i>Pseudobagrus koreanus</i>				•		
Amblycipitidae						
<i>Liobagrus andersoni</i>		•		•	•	•
Osmeridae						
<i>Plecoglossus altivelis</i>	•					
Salmonidae						
<i>Brachymystax lenok tsinlingensis</i>		•		•		•
<i>Oncorhynchus masou masou</i> (land-type)	•		•		•	•
<i>Oncorhynchus masou masou</i>	•					
<i>Oncorhynchus mykiss</i>						•
Gasterosteidae						
<i>Pungitus kaibarae</i>					•	
Cottidae						
<i>Cottus poecilopus</i>	•	•		•		•
Centropomidae						
<i>Coreoperca herzi</i>		•	•	•		•
Gobiidae						
<i>Chaenogobius urotaenius</i>	•					
<i>Rhinogobius brunneus</i>	•		•		•	
No. of Family	8	8	6	8	7	6
No. of Species	13	14	6	20	19	16

에서는 영동과 영서수계의 출현종의 현저한 차이로 인하여 뚜렷이 구분되었으나 다른 지역의 생물종을 유입시키는 인위적인 교란의 영향으로 본 조사에서는 영동수계의 어류상이 영서수계의 어류상과 함께 묶이는 것으로 나타났다. 1994년 조사이후 영서수계에서 영동수계로 민간인에 의하여 이식된 것으로 확인된 종은 참붕어(*P. parva*), 돌고기(*P. herzi*), 쉬리(*C. splendidus*), 새미(*L. tazanowskii*), 금강모치(*R. kumgangensis*), 피라미(*Z. platypus*), 새코미꾸리(*K. rotundicaudata*), 통가리(*L. andersoni*) 등 8종이었고 반대로 영동수계에서 민간인에 의해 이식된 것으로 확인되는 종은 산천어(*O. masou masou*) 1종이었다. 특히 이러한 영서수계의 어종의 이입으로 인하여 영동수계의 출현종의 증가는 주목할 만하며 그 이전에 이식된 미유기(*S. microdorsalis*)와 꺾기(*C. herzi*)를 포함한다면 총 10종이 영서수계에서 영동수계로 건너간 것으로 보인다. 한편 1975년 태백산맥을 횡단하는 영동고속도로의 개통과 1990년대 중반 이후 가속화된 자동차의 보급률 증가는 이러한 어류분포의 인위적인 교란과 밀접한 관계가 있으리라 생각된다.

## 인 용 문 헌

- 강미희, 김남조, 최승담(2002) WTO의 지속가능관광지표를 적용한 설악산국립공원 관리 모니터링. 한국임학회지 91(6): 799-811.
- 국립공원관리공단(1994) 국립공원자연자원조사-오대산국립공원. 97-103쪽.
- 김익수(1980) 한국산 기름종개속 어류의 계통분류와 분포. 중앙대 박사학위논문. 1-41쪽.
- 김익수(1997) 한국동식물도감. 제 37권 동물편 (담수어류). 교육부, 133-520.
- 김익수, 강연중(1993) 원색 한국어류도감. 아카데미서적, 서울. 51-404쪽.
- 김익수, 박종영(2002) 한국의 민물고기. 교학사, 서울. 1-465쪽.
- 전상린(1980) 한국산담수어의 분포에 관하여. 중앙대학교 대학원 박사학위청구논문. 14-49쪽.
- 정문기(1977) 한국어도보. 일지사, 서울. 121-230쪽.
- 최기철, 전상린(1968) 영동지방 담수어의 지리적 분포에 관하여. 한국동물학회지 11(1): 13-21.
- 최기철, 전상린(1971) 소금강과 오대산의 담수어에 관하여. 한국육수학회지 4(3): 17-24.
- 최기철, 전상린, 김익수, 손영목(1990) 원색한국담수어도감. 향문사. 1-277쪽.
- 최재석, 변화근, 조규송(1995) 오십천의 하천특성과 어류군집에 관한 연구. 한국육수학회지 28: 263-270.
- 최재석, 김계구(2004) 홍천강의 어류상 및 어류군집. 한국환경생물학회지 18(3): 446-455.
- 한국공원휴양학회(2002) 주5일 근무제에 따른 국립공원의 역할강화방안 연구. 국립공원관리공단.
- 森爲三(Mori T., 1932) 오대산 동식물기. 조선(1932년 8월호): 36-56쪽.
- Cross, F. B.(1967) Handbook of the fishes of Kansas. University of Kansas Museum of Natural History Miscellaneous Publications. 45: 1-357.
- Jaccard, P.(1908) Nouvelles recherches sur la distribution florale. Bulletin Society Sciences Naturelle. 44: 223-270.
- McNaughton S. J.(1967) Relationship among functional properties. California Glassland. Nature. 216: 168-169.
- Nelson, J. S.(1994) Fishes of the World(3rd ed.). John Wiley & Sons, New York. 1-523pp.
- Pfleiger, W. L.(1971) A distributional study of Missouri fishes. University of Kansas Publications of the Museum of Natural History 20: 225-570.
- Pielou, E. C.(1969) Shannon's formula as a measure of specific diversity : its use and misuse. The Amer. Nay. 100: 463-465.
- Rutherford DA, AA Echelle and OE 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 north American stream fishes. Univ. of Oklahoma. 178-183.
- Shannon, C. E. and W. Weaver.(1963) The mathematical theory of communication Illinois Univ. Pree, Urvana.
- Trautman, M. B.(1957) The fishes of Ohio. Ohio state University Press, Columbus, Ohio, USA.