

환경일반-P14 설악산 국립공원의 어류군집

장민호*, 조가익, 하진용, 정광석, 주기재
부산대학교 자연과학대학 생물학과

1. 서 론

하천은 상류하천에서 하류에 이르기까지 빛의 유입양, 수로의 형태, 온도의 변화, 유량 등과 같은 연속적인 환경적 요인구배가 나타난다. 이에 따라 하천에 서식하는 생물상의 변화도 연속적으로 이루어진다 (Vannote *et al.* 1980, Schlosser 1982). 하천 폭이 좁고 주변의 식생대가 잘 발달된 산지하천에서는 이러한 환경적 요인이 하천에 서식하는 생물들에게 매우 중요하게 작용한다. 하지만 접근이 용이하지 않거나 개발이 제한된 일부 지역을 제외하고는 대부분의 산지하천은 인위적 교란 (도로 개설, 벌목 등)으로 많은 변화가 일어나고 있다. 설악산은 지리적으로 한반도 중심부의 동쪽에 위치한 태백산맥의 중심부에 위치하여 이 수계를 중심으로 동해로 유입되는 동해유입천과 한강수계로 유입되는 서해유입천으로 나누어지는 위치에 자리하고 있다. 설악산의 담수어류에 관한 30여 년 간의 조사에서 보고된 서식 어류는 모두 61종으로 알려져 있어 전국의 국립공원 중 가장 많은 어류가 서식하고 있다. 그러나 이러한 선행 연구들은 공원 전체를 대상으로 수행된 경우는 매우 드물며, 일정한 조사방법 및 조사지점이 정립되어 있지 않아 하천 서식 생물상의 다양성 보존을 위해서는 고정 조사구의 설정에 대한 필요성이 제기되고 있는 실정이다. 따라서 본 연구는 설악산 국립공원 내의 하천에 서식하는 어류의 지역적 분포와 서식현황 및 변화추이를 파악하고 어류상의 장기 모니터링을 위한 고정조사지점을 확정하여 국립공원 구역과 인접지역의 종합적인 어류 다양성 유지 방안을 제시하고자 한다.

2. 본 론

설악산 국립공원 내 계류하천의 어류 및 이화학적 특성을 조사하기 위하여 2000년 6월부터 2001년 6월까지 총 4회에 걸쳐 현장조사를 실시하였다 (2000년 6월, 10월, 12월, 2001년 3월). 본 조사를 위하여 비교적 하천이 잘 보존된 국립공원구역 내 8개 지점, 공원 경계지역 5개 지점, 공원 외 인접지역 4개 지점을 포함해 모두 17개 지점을 선정하였다. 조사지점 중 순수담수지역 15개 지점, 기수 및 해수역 2개 지점을 선정하였다. 각 지점은 가급적 해당 수계를 대표할 수 있는 지역을 우선 선정하였고, 조사에 필요한 최소한의 유량이 유지되는 지역으로 지점간의 거리는 최소 5 km 이상 떨어진 곳을 선정하였다.

본 조사지역에서의 어류 채집은 족대 (망목: 5×5 mm)와 투망 (7×7 mm)을 이용하여 가능한 한 조사지역의 모든 종 조성을 밝히고자 하였다. 어류조사는 각 조사지점에서 투망을 이용하여 상·하 50 m 이상을 이동하며 4.5 m² ($\pi \times 1.2^2$ m)의 표면적을 10회 이상 채집하였고, 수변식물이 발달한 지역이나 바위로 인해 투망을 사용하여 채집이 어려운 지역, 유속이 빠른 지역 등에서는 족대를 이용해 채집하였다. 동정을 위한 개체 및 표본

이 필요한 경우는 10% 중성 포르말린액에 고정하여 실험실로 운반하였다. 동정을 위해서는 최 등 (1990), 김과 강 (1993) 등에 따라 어종을 분류, 동정하였으며, Nelson (1994)의 분류체계에 따라 배열하였다. 조사지역의 어류군집 분석을 위해 우점도 (Simpson's index, Simpson 1949), 다양도 (Shannon-Weaver index, Shannon and Weaver 1949), 균등도 (Pielou evenness index, Pielou 1969), 풍부도 (Magalef index, Magalef 1958) 등을 구하였으며 상관계수를 이용하여 지점별 유사도와 집괴분석은 Ludwig 와 Reynolds (1988)가 발표한 프로그램을 이용하여 측정하였다. 본 조사 지점들은 설악산 국립공원의 대청봉을 중심으로 동해로 유입되는 동해 유입천 (East)과 한강수계로 유입되는 서해 유입천 (West)으로 각각 구분하여, 이들의 수환경 및 어류군집을 비교 분석하였다. 또한 한국의 대형 수계에서 나타난 담수어류상과 본 조사 결과를 비교, 분석하였다.

3. 결론

본 조사기간 동안 어류는 총 17과 43종 2,557개체가 채집되었으며, 이중 가장 많은 개체수가 채집된 Cyprinidae는 16종 2,165개체로 84.7%의 상대풍부도를 나타냈다. Cobitidae는 6종으로 잉어과 다음으로 가장 많은 종이 채집되었으나 개체수는 109개체로 4.2%의 상대풍부도를 보였으며, Gobiidae가 4종 129개체로 5.0%의 상대풍부도를 나타냈다. Salmonidae는 모두 3종 20개체 (0.8%), Gasterosteidae는 2종 17개체 (0.7%)가 채집되었다. 이외에도 Plecoglossidae, Oryziatidae, Cottidae, Serranidae, Amblycipitidae 등 12과는 각각 1종씩 모두 117개체 (4.6%)가 채집되었다. *Zacco temmincki*는 10개 지점에서 738개체가 채집되어 가장 높은 28.9%의 상대풍부도를 나타냈다. 아우점종은 *Moroko kumkangensis*와 *Zacco platypus*로 각각 4개 지점 648개체 (25.3%)와 7개 지점 344개체 (13.5%)로 나타났다. 이외에도 *Moroko lagowskii*는 4개 지점에서 180개체 (7.0%)로 나타났으며, *Acanthogobius lactipes*이 1개 지점에서 83개체 (3.3%), *Lefua costata*가 1개 지점에서 81개체 (3.2%), *Pungtungia herzi*가 6개 지점에서 81개체 (3.2%)가 채집되었다. 가장 많은 출현빈도를 보인 종 역시 *Z. temmincki*로 모두 10개 지점, *Coreoperca herzi* (1.8%)가 8개 지점, *Z. platypus*가 7개 지점에서 각각 채집되었다. 지점별로 가장 많은 종이 채집된 지점은 12종이 채집된 St. 7로 248개체였으며, St. 3과 10은 모두 11종으로 나타났다. 이들 수계 중 St. 7과 10은 모두 한강 유입수계로 한강 유입수계 지점인 St. 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14에 출현한 종은 모두 5과 19종 991개체로 나타났으며, 동해 유입천의 경우 17과 31종 1,566개체로 나타났다. 이러한 결과는 동해유입천이 한강수계보다 하천 길이가 짧고 기수역 및 해산어종이 다수 포함된 결과로 사료된다.

조사기간 중 채집된 한국고유종 (Korean endemic species)은 모두 4과 11종 781개체로 30.5%의 상대풍부도를 나타냈으며 (Fig. 1), 고유화 빈도는 25.6%로 김 (1995)이 분석한 한반도 고유 담수어류의 고유화 빈도 25.9%와 유사하게 나타났으며 Jang *et al.* (2001)의 전국 조사 결과에서 나타난 고유화 빈도 25.4%와도 유사하게 나타났다. 잉어과의 한국고유종은 아우점종인 금강모치와 8개 지점에서 45개체가 채집된 *C. herzi*와 3개 지점에서 채집된 *Microphysogobio longidorsalis*와 4개 지점에서 채집된 *Coreoleuciscus*

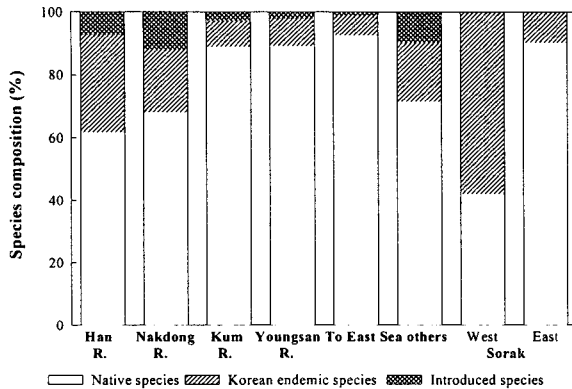


Fig. 21. Comparison of native, Korean endemic, and introduced species of four major river systems in S. Korea and study sites (data on four major rivers: Jang *et al.* 2001).

계 (St. 7~14)에서는 Jang *et al.* (2001)이 전국의 어류상 조사 중 한강수계 (6개 지점) 어류상에서 나타난 30.9%보다 높은 57.9%로 나타났으며, 동해유입천 (4개 지점)도 9.7%로 6.5%보다 높게 나타났다. 본 조사는 상류하천을 중심으로 조사가 이루어진 반면 Jang *et al.* (2001)은 3차 이상의 하천 및 본류를 중심으로 조사하여 이러한 차이를 보인 것이며, 동해 유입천 역시 중·하류에서 조사가 이루어진 결과로 사료된다.

설악산 국립공원의 어류상에 대한 선행연구와 본 조사와의 비교한 결과 1967년 자료부터 본조사까지 설악산 일대에서 서식이 확인된 종은 총 27과 71종으로 나타났으며, 본 조사에서는 현재까지 가장 많은 종 목록을 나타낸 1984년과 1992년의 조사에 비해 순수 담수어는 1종, 기수역 어종은 2종 증가되었으며 해산어는 5종이 증가한 것으로 나타났다 (Table 3). 1967년 문교부 조사에 의하면 12과 33종으로 나타냈으며, 1980년 한국자연보존협회의 조사결과는 12과 43종으로 나타났다. 종 수의 차이는 조사방법과 조사지점이 서로 상이하여 Cyprinidae와 Cobitidae 어류 채집에 있어 차이가 두드러졌으며 Gasterosteidae는 1980년 조사에서만 채집된 종이였다. 1984년 강원도 자료와 1992년 내무부의 자료는 기존의 문헌을 인용한 종과 채집된 종을 동시에 비교하여 작성한 목록으로 두 자료가 동일한 종 목록을 나타냈다. 1998년 국립공원관리공단의 백담계곡 일대만을 조사한 보고서에는 6과 13종만이 보고되어 가장 빈약한 어류상을 나타냈다. 본 조사에서 채집된 42종은 족대와 투망만을 이용하여 조사한 관계로 야행성 어류 (예: Petromyzonidae, Acipenseridae, Bagridae 등)의 포획이 어려웠고, 조사지역에 기수역이 포함되어 있어 다른 조사보다 상대적으로 기수역 어류가 더 많이 채집되었다 (예: *Platycephalus indicus*, *Ditrema temmincki*, *Sebastes schlegeli* 등).

각 지점별 집괴분석 결과, 순수 담수구간인 동해 유입천, 한강수계, 동해유입천 중 해수의 영향을 받는 지역의 3집단으로 나뉘었다. 집단 A는 St. 1, 2, 5, 6, 17로 모두 동해 유입천들로 묶였으며, 집단 B는 한강 수계인 St. 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14와 동해유입천

splendidus, 2개 지점에서 채집된 *Gonoproktopterus mylodon*, *Microphysogobio yaluensis*, *Pseudopungtungia tenuicarpus* 등으로 나타났다. 높은 출현빈도를 보인 종은 *C. herzi*이며, *Liobagrus andersoni*, *Koreocobitis rotundicaudata* 등은 2개 지점에서만 채집되었다.

설악산 국립공원 일대 어류상의 가장 큰 특징은 고유종의 비율이 수계에 따라 다르게 나타났으며, 외래어가 전혀 채집되지 않았다는 점이다. 설악산에서 한강으로 유입되는 수

인 St. 15, 16으로 나타났다. 집단 C는 동해 유입천인 St. 3과 4로 모두 해수의 영향을 받는 지역으로 나타났다. 집단 A와 C는 그 구분이 명확하지만 집단 B는 한강 수계와 동해 유입천이 같이 묶인 것은 한강 수계와 St. 15, 16에서만 채집된 *M. kumkangensis*, 동해 유입천중 일부지역에서만 채집된 *C. herzi*, *Z. temmincki*가 이들 지역을 하나의 집단으로 묶인 것으로 판단된다. 설악산 국립공원에 대한 장기적인 어류상 조사를 위한 고정점은 각 집단에서 2-3 지점을 선정하는 것이 바람직할 것으로 사료된다. 집단 A에서는 St. 2와 5가 서로 다른 종 조성을 보이고 있어 두 지점 모두 고정점으로 설정하며 St. 1은 계류지역의 대표적 지점으로 고정구를 설정하여 세 지점을 동해 유입천의 어류상 변화 및 수환경 변화를 위한 고정구로 사용하며, B집단에서는 St. 7, 8, 10, 13이 가장 적절한 고정점으로 한강 상류의 어류상 및 설악산 국립공원의 서쪽지역의 어류상을 대변할 것으로 보이며, 기수역 조사를 위해서는 St. 3이나 4를 선택하여 강 흐름이나 내림 어류의 변화를 파악해야 할 것으로 판단된다.

장기적인 조사를 위한 고정점은 적은 시간에 설악산 국립공원의 어류상 전체를 대변할 수 있어 경제·시간적으로 유리하다. 이러한 잇점을 이용하여 지속적인 관찰이 가능하고 변화에 대한 즉각적인 반응이 가능할 것으로 사료된다. 하지만 조사방법에 있어 동일한 방법과 동일한 노력을 제공하여야 하는 어려움이 있다. 국립공원 지역에서의 전기충격기 사용은 금지되어 있음으로 주간에 족대와 투망을 이용한 방법과 새우망을 이용하여 야간 채집을 실시한다면 전기충격기와 유사한 효과를 볼 수 있을 것으로 사료된다.

본 조사의 결과를 토대로 설악산 국립공원에서 어류의 종 다양성 및 보존을 위한 방안으로 공원지역 내부보다 공원지역과 인접한 연결 수계에서 유입되는 생활하수, 오천폐수 등을 조절하는 것이 가장 중요하며, 장기적으로는 공원지역 외부에서 하천의 물리·화학적 변형 (보, 수로 및 하상 정비, 수질오염) 등에 대한 면밀한 조사와 관리방안이 수립되어야 할 것으로 사료된다. 하천의 교란은 비록 국립공원 접경지역이나 외부지역에서 이루어지나 하천의 경우 국립공원 내부에서 발원하여 외부로 흐른 뒤 다시 국립공원으로 흐름이 이어지는 곳도 있으므로 공원 밖의 상황에 따라 공원 내의 생태계에 영향을 줄 수 있으며, 산란을 위해 공원 내부로 이동하는 어류의 경우 (동해 유입천) 공원 외부의 수계관리가 매우 중요할 것으로 사료된다. 특히 동해안과 접하는 하천 길이가 짧은 수계는 계절적으로 해산 및 소상어류 (예: *Plecoglossus altivelis*, *Oncorhynchus masou masou*, *Oncorhynchus keta*, Gobiidae 어류 등)의 유입 가능성이 높아 주기적인 모니터링으로 어류의 유입양 변화 등에 대한 연구가 요구된다.

4. 요약

설악산 국립공원지역 산간계류의 17지점에서 2000년 6월부터 2001년 6월까지 어류상 및 이화학적 요인 분석을 실시하였다. 모든 조사지점은 1-3차 이내의 하천으로 비교적 물리·화학적 교란이 적었으며 하천폭은 5~30 m 정도였다. 채집된 어류는 총 17과 42종 2,557개체였고, Cyprinidae는 16종 2,165개체가 채집되어 84.7%의 상대풍부도를 나타냈으며, Cobitidae는 5종으로 Cyprinidae 다음으로 가장 많은 종이 채집되었으나 개체수는

109개체로 4.2%의 상대풍부도를 보였다. Gobiidae가 4종 (5.0%), Salmonidae는 모두 3종 (0.8%)이 채집되었다. 이외에도 Oryziatidae, Plecoglossidae, Amblycipitidae, Cottidae, Serranidae 등 12과는 각각 1종씩 모두 117개체 (4.6%)가 채집되었다. Cyprinidae는 전체 채집종의 37.2%를 나타냈다. 우점종은 *Zacco temmincki*로 10개 지점에서 738개체가 채집되어 28.9%의 상대풍부도를 나타냈으며, 아우점종은 *Moroco kumkangensis*와 *Z. platypus*로 각각 4개 지점 648개체 (25.3%)와 7개 지점 344개체 (13.5%)로 나타났다. 한국고유종 (Korean endemic species)은 모두 4과 11종 781개체로 30.5%의 상대풍부도를 나타냈으며, 고유화 빈도는 25.6%로 한국의 평균 고유화 빈도와 유사하게 나타났다. 우점종은 *M. kumkangensis* (한국고유종 중 83.1%)로 나타났으며, 아우점종은 *Coreoperca herzi* (5.8%), *Microphysogobio longidorsalis* (3.8%)와 *Coreoleuciscus splendidus* (2.6%)로 나타났다. 본 조사에서 외래어는 채집되지 않았다. 어류의 다양성은 국립공원 내에서보다 하천폭이 커지고 서식처가 비교적 다양한 경계지역의 하천 조사지점에서 더 높게 나타났다. 따라서 국립공원의 경계지역에 대한 효율적인 생태적 관리가 요구되며, 국립공원 내의 어류의 다양성 유지와 회복을 위해서는 공원 내는 물론 경계지역 산지하천의 물리적 변형 (보, 제방, 석축 등)과 오염원의 유입 (점, 비점오염원)에 대한 고려가 있어야 한다.

참 고 문 헌

- 강원도. 1984. 천연보호구역 설악산, 설악산학술조사보고서. p. 370-411.
- 국립공원관리공단. 1998. 설악산 국립공원 백담계곡 계류생태계 조사 및 보존대책. p. 107-119.
- 김익수. 1995. 한국의 위기 담수어류의 서식현황과 보존. 1995 한국생태학회·어류학회 공동 심포지움 발표 논문집. p. 31-50.
- 내무부. 1992. 설악산 국립공원 자연자원조사. p. 110-113.
- 문교부. 1967. 천연보호구역 설악산 (천연기념물 제171호), 설악산학술조사보고서. p. 207-226.
- 한국자연보존협회. 1980. 설악산의 자연 -어류-. 한국자연보존협회 p. 126-151.
- Jang, M. H., J. G. Kim, S. B. Park, K. S. Jeong, G. I. Cho, and G. J. Joo. 2001. The current status of the distribution of introduced fish in large river systems of South Korea. *Int. Rev. Hydrobio.* (in press).
- Ludwig, J. A. and J. F. Reynold. 1988. *Statistic Ecology -A Primer on Methods and Computing-*. John Wiely & Sons, New York.
- Margalef, D. R. 1958. Information theory in ecology, *Gen. Syst.* 3: 36-71.
- Nelson, J. S. 1994. *Fishes of the world* (3rd ed.). John Wiely & Sons, New York.
- Pielou, E. C. 1969. Shannon's formula as a measure of specific diversity: its use and misuse. *Amr. Nat.* 100: 463-465.