

이석 내 미량원소 함량비율을 이용한 한국산 연어(*Oncorhynchus keta*)의 계군분리

손동화 · 강수경 · 김수암
부경대학교

서론

최근, 기계의 분석 정밀도가 높아짐에 따라 어류 이석 내 미량원소를 이용한 연구가 활발히 진행되고 있다. 이석은 균형감각기관으로서 칼슘과 단백질의 복합구조로 이루어져 있으며, 어류의 전 생활사에 걸쳐서 성장한다. 이렇게 형성된 어류의 이석 내 화학조성은 형성 후엔 변화하지 않는다는 특징을 가지고 있다(Campana, 1999). 위와 같은 특징을 바탕으로 이석 내 미량원소 또는 동위원소의 함량비율을 분석하여 어류에 대한 계군분리, 어류의 서식환경 추적, 오염 정도, 그리고 어류의 회유 유무와 경로, 연령사정 등의 연구를 하고 있다(Campana, 1999). 본 연구의 목적은 우리나라에서 연어가 방류되는 각 지역별 사육수의 화학조성이 차이가 있는지를 밝히고, 각 부화장의 사육수 화학조성과 연어 이석 내 화학조성의 관계를 비교 분석하여 각 부화장 연어의 이석에 기록되어 있는 화학조성의 특징을 찾아내고, 이 결과를 이용하여 어류의 계군을 분리하는 방법을 개발하는데 있다.

재료 및 방법

우리나라 동해안에는 3곳에 연어부화장(양양내수면연구소, 삼척내수면연구소, 경북민물고기연구센터)이 있으며, 각 부화장에서는 부화장이 위치한 하천으로 회귀하는 연어를 포획하여 인공수정을 시킨다. 각 부화장에서는 하천수(양양 남대천) 혹은 지하수(삼척 초당굴, 울진)를 끌어 올려 부화한 연어치어를 사육하고 있으며, 부화한 치어는 약 3개월정도 양육되다가 2-3월에 하천으로 방류된다. 연어의 사육수는 3곳의 부화장에서 2002년과 2003년 3월에 채수되었으며, 동시에 각각 849마리와 1000마리의 연어치어가 채집되었다. 100 ml 사육수를 0.45 mm의 membrane 필터로 여과하여, 0.5 ml 질소를 첨가한 후 플라스틱 통에 보관하여 실험실로 가져왔다. 연어는 냉동된 상태로 연구실로 가져왔으며, 가량이 체장과 체중을 측정된 뒤 이석을 추출하였다. 추출된 이석은 초음파 세척기에 10분 동안 담근 후 증류수로 헹구어 자연건조시켰다. 이석은 미량원소 분석을 위해서 최소분석무게인 0.01 g 대략 10마리의 연어치어 이석을 한 묶음으로하여 분석하였다. 연어 사육수와 이석에 함유되어 있는 미량원소는 한국

기초과학지원연구소의 유도혈장질량분석기(ICP-MS)로 분석되었으며, 분석된 농도단위는 몰농도로 전환하였고, 표준화하기 위해 원소:Ca으로 표현하였다. 분산분석(ANOVA)은 이석 내 원소 농도에서 지역적 차이를 시험하기 위해 사용되었으며, 판별 분석(Discriminant analysis)은 서식지가 달랐던 연어를 3개의 계군으로 분리하기 위해 이용되었다.

결과 및 요약

2002년 3월에 채집된 연어치어 사육수와 이석의 화학조성을 비교하니, 지역적 특징이 현저하였다. 2002년 3월 지역별 사육수의 원소농도들의 중앙값을 비교하였을 때, 8원소 중에서 Al/Ca, Cu/Ca, Zn/Ca를 제외한 5원소가 지역별로 현저한 차이가 나타났는데, Na/Ca, Sr/Ca, Ba/Ca는 양양부화장 사육수에서 제일 높게 나타나고, 울진부화장 사육수에서는 제일 낮은 값을 보였다. 반면, Mg/Ca, Mn/Ca는 울진 사육수에서 제일 높은 값을 보였으며, 삼척 사육수에서는 가장 낮은 값을 나타냈다. 또한, 2003년 3월에 채수된 지역별 부화장의 사육수도 절대농도값은 달랐지만 2002년 3월의 사육수의 분석결과와 동일한 지역별 패턴을 보였다. 이석 내 원소농도들의 분산분석(ANOVA) 결과는 채집지역 3곳에서 Mg/Ca, Na/Ca, Sr/Ca, Ba/Ca, Mn/Ca농도는 유의하게 지역적 차이가 있는 것으로 나타났으며, Zn/Ca, Al/Ca, Cu/Ca은 그다지 지역적으로 차이가 나타나지 않았다. 삼척부화장과 울진부화장 연어이석에서 Sr/Ca, Ba/Ca의 비율이 낮은 반면 양양부화장 연어이석에서는 확연하게 더 높은 값을 보였다(각각, $F=9075.5$, $P>0.00001$; $F=615.65$, $P>0.00001$). 이석과 사육수의 화학조성을 비교했을 때, Sr/Ca, Ba/Ca, Mn/Ca농도에서 지역적으로 이석과 사육수의 농도 패턴이 일치하는 것을 알 수 있었다. 예를 들면, 사육수에서 Sr/Ca의 농도가 양양에서 약 4500의 값을 가지며 가장 높았으며, 삼척에서 약 500의 값으로 가장 낮게 나타났다. 마찬가지로 연어치어 이석에서는 Sr/Ca의 농도가 양양 연어치어 치어에서 약 1400의 값을 보였으며, 삼척 연어에서 약 500의 값을 나타냈다. 위의 결과는, 연어 사육수의 미량원소 중에서 Sr/Ca, Ba/Ca, Mn/Ca농도가 연어치어 이석에도 잘 반영되어 있음을 보여주고 있다. 이것은 연어치어 이석 내 3원소는 연어가 서식하던 환경수의 영향을 많이 받는다는 것을 의미한다. 결과적으로, 이석 내 화학조성 분석은 서식지별 연어 치어를 구분하는 수단, 즉, 연어계군을 분리시키는 방법으로 유용하다는 것을 알 수 있었다.

참고문헌

Campana, S. E. 1999. Chemistry and composition of fish otolith: pathways, mechanisms and applications. Mar. Ecol. Prog. Ser., 188: 263-297.