

무미양서류의 음성 신호를 이용한 생물 모니터링의 수행에 따른 중·고등학생들의 환경 인식 변화

김수경 · 성하철 · 박대식* · 박시룡

(한국교원대학교 · *강원대학교)

Changes in Environmental Attitudes of Middle and High School Students after Anuran Call Monitoring

Su-Kyung Kim · Ha-Cheol Sung · Dae-Sik Park* · Shi-Ryong Park

(Korea National University of Education · *Kangwon National University)

Abstract

This study was conducted to investigate whether attitudes and recognitions of middle and high school students regarding environmental concerns were improved after anuran call monitoring. It was a step toward monitoring local environmental changes with anuran calls. Three-striped pond frogs (*Rana nigromaculata*), Bullfrogs (*R. catesbeiana*), and Narrow-mouthed toads (*Kaloula borealis*) were surveyed to determine local abundance and distribution of them in 12 study sites using their advertising calls. A published booklet, which contains morphological, physiological, ecological, and acoustic information on amphibian species and methods of monitoring anuran calls were provided to monitoring students for identifying the three species. Pretest-posttest were conducted before and after monitoring from 10 April to 28 August in 2005 to determine how the monitoring students changed their attitudes on environmental issues, increased knowledges on amphibians, and improved the understanding on the cause and effect of declining amphibian populations. The amphibian monitoring program was effective to improve the students' attitudes towards conserving environments as well as the students' knowledge on general behavior and ecology of various amphibian species although their understanding about various environmental problems was not. In addition, the program

* 본 연구는 한국과학재단의 특정기초연구지원(R01-2004-000-10450-0) 아래 수행되었다.

* 2006. 4. 16. 접수, 4. 17 심사완료, 4. 25 게재확정

increased the students' understanding on the problems of declining amphibian populations.

Key words : amphibian, environmental education, anuran call monitoring, environmental attitude, Pretest and posttest

I. 서론

국제자연보호연맹(IUCN)에 의한 최근의 세계 양서류 조사(Global Amphibian Assessment) 보고에 따르면 전 세계의 양서류 5,700여종 중에 3분의 1이 심각한 감소 추세에 있거나 멸종 위기에 처해 있다고 한다(Stuart *et al.*, 2004). 감소 원인으로는 서식지의 소실(Houlahan *et al.*, 2000), 서식지의 단편화(Hels & Buchwald, 2001), 오존층 파괴로 인한 자외선 양 증가(Middleton *et al.*, 2001), 곰팡이균에 의한 질병 확산(Ferreira *et al.*, 2005), 외래종의 유입(Kats & Ferrer, 2003), 지구 온난화(Walther *et al.*, 2002; Parmesan & Yohe, 2003) 등이 있다.

양서류는 수계 생태계의 건강성을 평가할 수 있는 효과적인 생물 지표로 널리 인식되고 있다(Blaustein & Wake, 1990; Vitt *et al.*, 1990; Wyman, 1990; Wake, 1991). 양서류는 육상과 수중 서식지 모두를 사용하며, 피부가 습도와 온도, 오염 물질에 민감하여 환경 변화에 크게 위협을 받기 때문에(Blaustein & Wake, 1990; Wyman, 1990; Lips, 1998), 특히 서식지의 질적인 변화와 수계 환경의 오염도를 간접적으로 측정할 수 있는 효과적인 지표 생물이 된다(Landres *et al.*, 1988; Noss, 1990). 이러한 이유로 양서류는 특정 지역의 환경의 건강 정도를 장기적으로 평가하기 위한 모니터링 프로그램에 폭넓게 이용되어 왔다(Welsh & Droege, 2001). 최근에는 무미양서류의 음성 신호를 이용한 모니터링 프로그램이 폭넓은 지역에서 환경 변화에 문제가 있는지를 판단하는 1차적인 환경 모니터링에 활발히 활용되고 있다(Pellet & Schmidt, 2005). 이러한 모니터링은 주로 지역 내에 거주하는 거주주민의 자발적인 지원에 의해서 수행된다. 양서

류 소리의 모니터링은 기본적으로 지역 내 양서류종의 분포와 풍부도, 다양도의 파악 및 시간에 따른 변화를 검출하는데 효과적이다(Hemesath, 1998; Buckley & Beebee, 2004).

야외 생물 모니터링 활동은 자연 생태계의 변화 과정과 경향을 관찰하며, 또한 지역 사회의 환경 문제를 과학적인 방법을 이용하여 탐색할 수 있도록 한다(Ferrier, 1989; Switzer, 1995; Chaplin *et al.*, 1998). 이전의 연구에서, 환경 모니터링 활동에 참여한 학생들은 다양한 양서류 종의 동정법, 지도 독도법, 생물종 분포 조사법 등에서 학습 효과를 보였으며, 환경 모니터링에 대한 실질적인 이해와 관심을 갖게 되었다(Robert, 2000).

본 연구는 기존의 양서류 모니터링 조사법을 기초하여 개발된 무미양서류 소리 모니터링 프로그램 활동에 참여하는 학생들의 환경 문제 인식, 환경 보전 실천 행동, 양서류에 관한 지식 개선에 미치는 효과를 알아보고자 수행되었다.

II. 연구내용 및 방법

1. 양서류 모니터링 프로그램

가. 모니터링 참가자 구성

전라·남도 3개 시·군(순천시 23명, 해남군 34명, 진도군 7명)과 전라북도의 3개 시·군(익산시 15명, 군산시 5명, 부안군 25명), 충청남도의 6개 시·군(서천군 9명, 보령시 21명, 천안시 27명, 서산시 16명, 금산군 10명, 대전시 6명)에서 총 12명의 지도교사와 198명의 중·고등학생이 참여하였다. 그 중 충청남도 지역의 54명을 편의적으로 선정하여 사전·사후 검사를 실시하였다. 모니터

링 지역은 각 시·군의 1:50000 지도를 2km × 2km의 격자로 나누어 소 조사 단위로 지역을 세분하였다. 세분한 전체 격자 중 10~15%에서 모니터링이 수행될 수 있도록 시·군별로 6~34명의 학생이 참여하였다.

나. 양서류 모니터링 교육 자료 개발

세계적인 양서류 감소 현상, 생물 지표로서의 양서류, 국제적인 보호 노력, 양서류의 음성 신호를 이용한 환경 모니터링의 내용 및 방법 등에 대한 자료를 문헌 연구 및 야외 조사를 통하여 정리하여 사전 교육용 자료를 제작하였다. 모니터링에 참여하는 교사와 학생들에게 제작된 자료를 배포하였고, 개구리 종류별 음성 신호를 구별하여 들을 수 있도록 소리 파일을 모니터링 홈페이지(<http://www.frogkorea.com>)에서 제공하고 있다. 제작된 자료와 소리 파일은 모니터링 프로그램을 수행하기 전 사전 교육을 위해서도 활용되었다. 추가적으로 야외 모니터링 수행 시 모니터링 대상 개구리 종류에 대한 이해를 돕기 위해 종별 생태적 설명과 사진이 포함된 검색표를 제작하여 학생들에게 제공하였다.

다. 모니터링 프로그램에 대한 사전 교육 실시

사전 교육은 연구자가 학생들에게 직접 사전 교육을 실시하거나, 사전 교육을 받은 지도 교사가 학생들에게 사전 교육을 실시하였다. 사전 교육의 주요 내용은 첫째 양서류 생활사, 서식지, 감소 실태 및 원인, 둘째 모니터링 프로그램의 목적과 필요성, 셋째 개구리 종류별 울음 소리 구분법, 넷째 생물 지표로서의 양서류, 다섯째 양서류 감소의 경향과 원인 등이었다.

라. 음성신호를 이용한 양서류 모니터링 방법

모니터링에 참여하는 학생들은 주 1회 일몰 30분 이후부터 자정 사이에 조사 지역을 방문하여 날씨, 바람, 물의 양, 기온, 습도를 측정·기록한 후 5분 동안 개구리 울음소리를 청취하였다. 모니터링 대상종인 참개구리 *Rana nigromaculata*, 맹꽁이 *Kaloula borealis*, 황소개구리 *Rana catesbeiana*의 종별 특이적인 음성 신호를 듣고 종을 구별하여, 서식 개체수를 소리 지표로 표시한다. 소리 지표는 0부터 4까지 5단계로 나뉘어져 있다. 0은 울음소리가 들리지 않는 경우이며, 1은 1개체의 울음소리가 들리는 경우이고, 2는 2~5개체의 울음소리가 들리는 경우이다. 3은 6~10개체의 울음소리가 들리는 경우이며, 4는 10개체 이상의 울음소리가 들리는 경우이다(부록 1).

2. 설문 조사

가. 설문 대상

설문조사는 무미양서류의 음성 신호를 이용한 모니터링 프로그램에 참여한 198명의 중·고등학교 중에서 충남 지역의 5개 시·군에서 중·고등학교 54명을 편의적으로 선정하고, 비교 집단으로 61명을 무작위로 선정하여 총 115명을 사전·사후 설문 검사를 실시하였다(표 1). 보령시 DW 고등학교 12명, 금산군 C 중학교 29명, 천안시 J 중학교 40명, 서산시 SW 중학교 16명, 서천군 A 고등학교 18명을 대상으로 2005년 4월부터 9월에 걸쳐 사전·사후 설문 검사를 실시하였다. 양서류 모니터링 프로그램에 참여한 38명의 중학생과 16명의 고등학생을 실험 집단으로, 실험 집단과 동일한 학교, 동일한 학년의 학생들 중에 모니터링 프로그램에 참여하지 않은 47명의 중학생과 14명의

〈표 1〉 연구 대상 (단위: 명)

학교	집단	실험 집단		비교 집단		총 수
		남자	여자	남자	여자	
중학교		20	18	20	27	85
고등학교		6	10	2	12	30
계		26	28	22	39	115

고등학생을 무작위로 표집하여 비교 집단으로 선정하였다.

나. 연구 설계

이 연구는 양서류 모니터링 프로그램에 참여한 실험 집단이 프로그램에 투입되지 않은 비교 집단에 비해 환경 문제 인식, 환경 보전 행동, 양서류에 대한 지식에 있어 어떤 차이를 나타내는지를 알아보기 위하여 <그림 1>과 같이 사전·사후 검사 통제 집단 설계(Pretest-Posttest Control Group Design)에 기초하여 수행되었다.

다. 설문 구성

검사 영역을 환경 문제 인식 영역, 환경 보전 행동 영역, 양서류 지식 영역으로 나누어 총 36문항으로 구성하였다. 환경 문제 인식 영역은 Dunlap 등(2000)이 개발한 새로운 환경 패러다임(NEP)¹⁾을

검사하기 위해 만든 설문 문항을 기초하여 9문항으로 구성하였고, 환경 보전 행동 영역은 박종익(2004)의 실생활에서 나타나는 환경 보호 행동 영역을 기초하여 8문항을 구성하고, 환경 보전 실천 의지에 관한 4문항과 양서류 지식영역 중 생태학적 지식 및 양서류 감소 원인에 대한 15문항을 본 연구자가 개발하였다(표 2). 환경 문제 인식 영역 9문항, 환경 보전 행동 영역 12문항, 양서류 감소 원인에 대한 인식 영역 2문항은 5단계 리커트 척도로 하였고, 양서류에 대한 지식 영역 13문항은 2단계 리커트 척도로 응답하게 하였다. 그리고 전체 설문 문항은 양서류 모니터링에 참여하는 전문가 3명으로부터 안면 타당도의 검증은 거쳤고, 과학 교육 전공자와 중등학교 교사 5명에게 내용 타당도를 구한 결과 87%였다. 본 연구자는 검사지에 적힌 의견을 참고하여 문항의 내용을 수정 및 보완하여 최종 설문지를 확정하였다.



<그림 1> 연구 설계

C : 비교 집단, E : 실험 집단

O₁ : 사전 검사, O₂ : 사후 검사, X₁ : 양서류 모니터링 프로그램 참여

<표 2> 검사 영역 및 측정 지표

영역	측정 지표	문항수
환경 문제 인식	환경 문제에 대한 태도, 환경 문제 심각성 인식	9
	실생활 환경 보호 실천 행동	8
환경 보전 행동	환경 보전 실천 의지	4
	양서류에 대한 지식 정도	13
양서류 생태적 지식	양서류 감소 원인	2

1) 환경사회학을 새롭게 구성한 Catton과 Dunlap은 인간과 자연의 관계를 바라보는 세계관을 인간 예외주의 패러다임(Human exemption paradigm)과 새로운 생태적 패러다임(New ecological paradigm)으로 구분하고 1978년에는 이를 측정하는 도구를 개발하였다. 그 후 Milbrath가 대립되는 두 세계관을 지배적인 사회적 패러다임(Dominant social paradigm)과 새로운 환경 패러다임(New environmental paradigm)으로 구분했다. 이에 기초하여 NEP로 환경태도를 측정하는 도구들이 계속 개발(정은영, 1993; 우현경 외, 1994; 이지숙, 1999; Trobe & Acott, 2000)되었다. 본 연구에서는 NEP 개념의 창시자인 Dunlap이 가장 최근에 보완하여 타당도 및 신뢰도를 검증한 태도 검사도구를 사용하였다.

라. 자료 분석방법

사전·사후 검사를 통해 수집된 자료는 Window용 SPSS 13.0 프로그램을 이용하여 분석하였다. 각 영역별 점수를 알아보기 위해서 기술 통계(빈도, 백분율)를 구하였고, 사전 검사 내에서 실험 집단과 비교 집단 간의 검사 영역별 차이를 알아보기 위하여 독립 표본 *t* 검정을 실시하였다. 그리고 각 검사 영역별 실험 집단과 비교 집단의 차이를 알아보기 위해 실험 집단과 비교 집단 간 사전 동질성 검사를 실시한 결과 일부 영역에서 동질하지 않은 것으로 나타나 공분산 분석(ANCOVA)을 실시하였다(이학식 외, 2005).

Ⅲ. 연구 결과

환경교육 경험 정도에서 실험 집단은 평균 0.88회로, 비교 집단의 0.40회보다 유의미하게 높았으며($t=2.191, df=106, P<0.05$), 환경 관련 서적이나 방송 프로그램을 접한 횟수에서 실험 집단은 평균 0.78회로, 비교 집단의 평균 0.43회보다 유의미하게 높게 나타났다($t=1.988, df=106, P<0.05$).

환경 문제 인식 영역과 환경 보전 행동영역은 만점을 5점, 양서류에 대한 지식 영역은 만점을 13점, 양서류 감소 원인에 대한 인식 영역은 5점으로 하였을 때, <표 3>은 전체 검사 영역별 그리고 집단별 사전·사후 검사 결과를 평균(M)과 표준편차(SD)로 나타낸 것이다. 사전 검사에서 환경 문제 인식 영역($t=2.519, df=113, P<0.05$)과 양서류

에 대한 지식 영역에서 실험 집단과 비교 집단 간의 유의미한 차이가 있었다($t=2.738, df=113, P<0.05$). 환경 보전 행동 영역($t=1.130, df=113, P> 0.05$)과 양서류 감소 원인 인식 영역에서는 두 집단 간의 유의미한 차이가 없었다($t=0.786, df= 113, P>0.05$).

1. 환경 문제 인식 영역

환경 문제에 대한 책임 의식, 자연과 인간과의 관계 인식, 환경 문제의 심각성 인식에 대해 두 집단 간의 사전·사후 검사 결과를 살펴보면, 각 실험 집단과 비교 집단 내에서 사후 점수는 사전 점수에 비해 유의미하게 증가하였고, 두 집단 간 사후 환경 문제 인식 영역은 $P<0.05$ 수준에서 유의미한 차이는 보이지 않았다(표 4, 그림 2). 이는 실험 집단과 비교 집단이 모두 사전과 사후 검사에서 의미있게 높은 점수가 나타났기 때문에 모니터링 프로그램의 효과 때문이라고 말할 수 없다.

2. 환경 보전 행동 영역

실생활에서의 환경 보호 행동, 환경 보전 실천 의지에 대한 검사 결과, 실험 집단이 비교 집단보다 의미있게 높았고, 실험 집단의 경우 사후 점수가 의미있게 올라간 반면에 비교 집단의 경우 사후 점수는 오히려 감소하였다(표 5, 그림 3). 두 집단 간 사후 환경 보전 행동 영역은 $P< 0.01$ 수준에서 유의미한 차이가 있었다.

3. 양서류에 대한 지식 영역

양서류 동정 지식, 양서류 번식 생태, 양서류

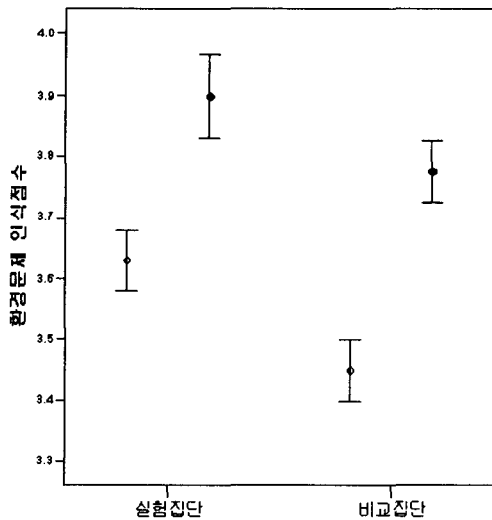
<표 3> 검사 영역별 사전·사후 검사 결과

검사 영역	실험 집단(N=54)				t	비교집단(N=61)				t
	사전 검사		사후 검사			사전 검사		사후 검사		
	M	SD	M	SD		M	SD	M	SD	
환경 문제 인식(5점)	3.628	0.361	3.90	0.511	-4.11**	3.448	0.400	3.77	0.406	-5.25**
환경 보전 행동(5점)	3.359	0.589	3.512	0.496	-1.72*	3.247	0.478	3.137	0.509	1.37
양서류에 대한 지식(13점)	8.56	2.221	9.28	2.709	-1.80	7.31	2.605	7.15	2.516	0.531
양서류 감소 원인 인식(5점)	3.87	0.701	4.01	0.590	-1.14	3.78	0.525	3.72	0.498	0.71

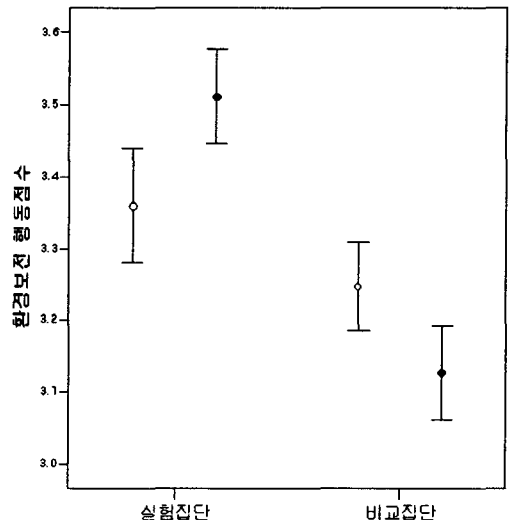
* $P<0.05$. ** $P<0.01$.

〈표 4〉 환경 문제 인식 영역에 대한 공분산분석 결과

변량원	SS	df	MS	F	P
주효과	3.519	2	1.760	9.538	.000
실험 집단/비교 집단	.055	1	.055	.300	.585
사전 환경 문제 인식	3.086	1	3.086	16.728	.000
오차	20.660	112	.184		
수정된 합계	24.179	114			



〈그림 2〉 집단 간의 환경 문제 인식의 변화
(○:사전 ●:사후)($P<0.05$)



〈그림 3〉 집단 간의 환경 보전 행동의 변화
(○:사전 ●:사후)($P<0.05$)

서식지에 대한 지식 정도에 대한 분석 결과에 따르면 환경 보전 행동 영역과 유사하게 실험 집단이 비교 집단보다 $P<0.05$ 수준에서 유의미하게 높았다. 실험 집단의 경우 사후 점수가 의미있게 올라

간 반면에 비교 집단의 경우 사후 점수는 사전 점수와 유사하였다(표 6, 그림 4).

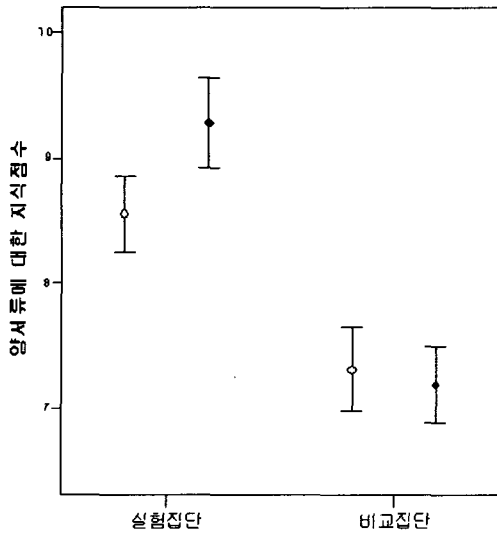
양서류 모니터링 프로그램에 참여한 실험 집단은 양서류에 대한 지식 정도를 평가하는 13개 문

〈표 5〉 환경 보전 행동 영역에 대한 공분산분석 결과

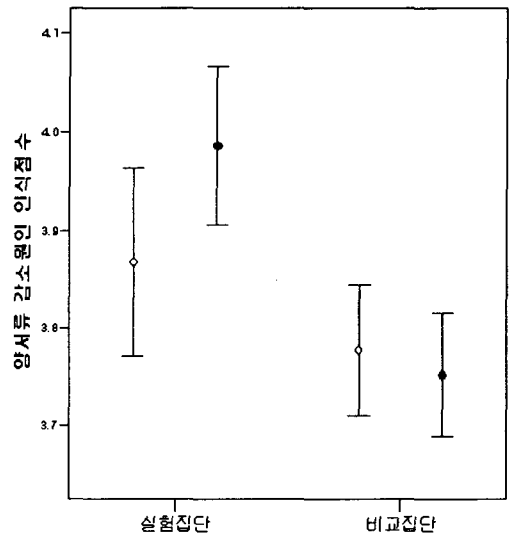
변량원	SS	df	MS	F	P
주효과	5.741	2	2.871	11.931	.000
실험 집단/비교 집단	3.447	1	3.447	14.327	.000
사전 환경 보전 행동	1.716	1	1.716	7.133	.009
오차	26.947	112	.241		
수정된 합계	32.688	114			

〈표 6〉 양서류에 대한 지식 영역에 대한 공분산분석 결과

변량원	SS	df	MS	F	P
주효과	277.360	2	138.680	25.006	.000
실험 집단/비교 집단	64.208	1	64.208	11.578	.001
사전 양서류 지식	147.379	1	147.379	26.575	.000
오차	621.127	112	5.546		
수정된 합계	898.487	114			



〈그림 4〉 집단 간의 양서류에 대한 지식의 변화 (○:사전 ●:사후)($P<0.05$)



〈그림 5〉 집단 간의 양서류 감소 원인 인식의 변화(○:사전 ●:사후)($P<0.05$)

항 모두에서 사전 검사보다 사후 검사에서 높은 정답률을 보였다. 그 중 2, 3, 4, 6번 문항에서 개구리 종 동정에 관한 지식, 5, 8, 9번 문항에서 양서류의 기초 생태에 관한 지식, 7번 문항에서 양서류의 생물 지표로서의 역할에 대한 지식이 향상되었다(표 7).

4. 양서류 감소 원인에 대한 인식 영역

양서류 개체수 감소의 원인들에 대한 심각성을 인식하는 정도에 대해 분석한 결과, 두 집단 간 사후 점수는 $P<0.01$ 수준에서 유의미한 차이를 보여주었다(표 8, 그림 5). 즉, 모니터링 프로그램 수행 후 실험 집단이 비교 집단에 비해 양서류 감소 현상에 대한 심각성을 인식하고, 감소 원

인에 대한 이해가 향상되었다. 그리고 학생들은 양서류 개체수 감소에 가장 큰 영향을 미치는 원인으로 농약 사용량 증가를 선택했으며, 다음으로 서식지 파괴, 사람에 의한 포획, 산성비, 환경호르몬, 자외선 양 증가, 기온 상승 순으로 선택했다(표 9).

IV. 결론 및 제언

본 연구 목적은 양서류 음성 신호를 이용한 환경 모니터링 프로그램이 학생들의 환경 인식을

〈표 7〉 실험 집단의 양서류에 대한 지식 영역의 문항별 사전·사후 응답률 비교

번호	문항	사 전(%) N=54	사 후(%) N=54
1	실제로 개구리 울음소리를 들어본 경험이 있다.	51(94.4)	53(98.2)
2	참개구리와 황소개구리를 구분할 수 있다.	27(50.0)	39(72.2)
3	참개구리, 금개구리, 황소개구리, 맹꽁이는 모두 우리나라 토종개구리이다.	31(57.4)	40(74.1)
4	개구리류 중 황소개구리의 크기가 가장 크다.	46(85.2)	49(90.7)
5	개구리의 울음소리는 초저녁에 많이 들린다.	35(64.8)	46(85.2)
6	개구리는 종류에 따라서 서로 울음소리가 다르다.	41(75.9)	52(96.3)
7	개구리는 환경변화의 지표가 될 수 있다.	31(57.4)	48(88.9)
8	개구리는 알을 물속에 알을 낳는다.	50(92.6)	52(96.3)
9	개구리는 겨울철에 동면을 한다.	44(81.5)	53(98.1)
10	개구리를 관찰하려면 논, 개울, 연못 등의 물가로 가야 한다.	50(92.6)	53(98.1)
11	참개구리의 알과 올챙이를 관찰하기 위해서는 4월~6월에 논, 연못에 가야 한다.	27(50.0)	30(55.6)
12	참개구리는 주로 알을 논이나 고인 물에 1~10개 정도의 알이 뭉쳐진 작은 알 덩어리로 산란한다.	12(22.2)	14(25.9)
13	개구리의 수컷만이 울음소리를 내며 암컷은 수컷의 울음소리로 수컷을 선택한다.	29(53.7)	30(55.6)

〈표 8〉 양서류 감소 원인 인식에 대한 공분산분석 결과

변량원	SS	df	MS	F	P
주효과	2.945	2	1.473	5.035	.008
실험 집단/비교 집단	2.156	1	2.156	7.374	.008
사전 양서류 감소	.604	1	.604	2.066	.153
오차	32.752	112	.292		
수정된 합계	35.697	114			

〈표 9〉 감소원인별 양서류 개체수 감소에 미치는 영향 (단위 : %)

감소 원인	관련성 정도				
	전혀 관련 없다	관련없다	보통	관련있다	매우 관련 있다
논, 개울, 연못 등의 서식지 파괴	0	0	10.5	36.8	50.9
기온 상승	0	10.5	31.6	38.6	17.5
농약 사용량 증가	0	1.8	1.8	29.8	66.7
사람에 의한 포획	0	3.5	29.8	35.1	31.6
오존층 파괴로 인한 자외선 양 증가	1.8	15.8	21.1	35.1	26.3
산성 비	0	15.8	15.8	38.6	29.8
환경 호르몬	1.8	10.5	24.6	33.3	29.8

변화시키는데 효과가 있는지를 알아보기 위한 것이었다. 연구 결과, 양서류 음성 신호를 이용한 환경 모니터링 프로그램이 참여한 학생들의 환경 보전 행동, 양서류에 대한 지식, 양서류 감소 원인 인식 변화에 긍정적인 효과를 주는 것으로 나타났다. 반면 환경 문제 인식 영역에서 프로그램에 참여한 학생들이 높은 점수를 받았지만 참여하지 않은 비교 집단도 함께 높아졌기 때문에 본 프로그램의 효과라고 보기에 어려움이 있었다.

사전 검사에서 환경 문제 인식 영역과 양서류에 대한 지식 영역에서 실험 집단과 비교 집단 간의 유의미한 차이가 있었으나 환경 보전 행동 영역과 양서류의 감소 원인 인식 영역에서는 차이가 없었다. 이에 대한 원인을 다음과 같이 유추해 볼 수 있을 것이다. 참가한 학생들 중에 기존의 과학 동아리, 과학반에서 활동을 한 경험이 있는 학생들이 많았기 때문에 양서류 모니터링 프로그램에 참가한 학생들은 처음부터 '환경 문제에 관한 관심이 참가하지 않은 학생보다 높았을 것이다. 또한 참여한 학생이 스스로 환경 관련 신문 기사나 서적을 참여하지 않은 학생보다 많이 접하였으며, 환경 교육 경험이 많았던 것도 그 원인으로 볼 수 있을 것이다. 그럼에도 불구하고 환경 보전 행동 영역과 양서류 감소 원인에 대한 인식의 변화에 대한 사전 검사 결과 실험 집단과 비교 집단 간에 차이를 보여주지 않았다. 사전 검사에서 두 집단 간에 의미있는 차이를 보이지 않은 것은 지식을 많이 가진 학생일수록 환경 문제를 발견해 내고 그것을 해결하는 능력이 우수하지만 환경에 대한 지식과 올바른 가치관이나 적극적인 환경 문제 해결을 위한 행동은 서로 유의미한 상관 관계를 나타내지는 않기 때문이다(박진희 외, 1994). 그리고 양서류에 대한 지식 영역에서 실험 집단과 비교 집단 간에 차이가 나타났지만 양서류 감소 원인에 대한 인식 영역에서는 두 집단간 차이가 나타나지 않았다. 이는 학생들이 양서류 생태에 대한 기초 지식을 참고 자료나 환경 교육을 통해서 쉽게 접할 수 있었으나, 직접적인 양서류 감소 현상과 원인에 대한 정보는 쉽게 얻을 수 없었기 때문일 것으로 추정된다. 영역별 사전 사후 검사를 분석한 결과, 환경

문제 인식 영역에서는 실험 집단과 비교 집단 간에 긍정적인 변화를 보여 주지 않았다. 이는 두 집단에서 모두 사후에 향상된 효과를 보였기 때문이다. 비록 프로그램에 참여하지 않은 학생이라도 사전 설문 검사를 실시하면서 환경 관련 문항에 대한 정보를 접하였거나, 같은 학교 내에서 프로그램에 참여한 학생들의 활동을 간접적으로나마 경험하면서 환경 문제에 대한 인식이 향상되었을 것으로 사료된다. 이에 반하여 환경 보전 행동 영역에 대해서는 실험 집단과 비교 집단 간 유의미한 결과를 보여주었다. 실험 집단의 경우 사후 점수가 유의미하게 향상된 반면 비교 집단은 오히려 사후 점수 감소하였다. 세부적으로 분석한 설문 조사 결과 나타난 특이점은 실생활에서의 환경 보호 실천 행동보다는 환경 보전 실천 의지가 사후에 더욱 높아진 것으로 나타났다. 따라서 양서류 모니터링 프로그램은 자신이 거주하는 지역 환경을 정기적으로 방문하여 양서류의 울음소리를 들으며 자신이 거주하는 지역 환경의 변화를 정기적으로 조사하는 것으로 지역 환경 변화에 대한 관심을 가지게 하고(Ferrier, 1989), 환경 문제의 심각성을 인식하게 한다(Switzer, 1995). 또한 주체적인 현장 체험을 통하여 환경에 대한 태도 및 가치관에 영향을 주는 환경에 대한 감수성을 기르는 데 효과적이다(권중희, 2001).

양서류 생태에 관한 기초 지식은 유의미하게 증가되었으며, 양서류 개체수가 감소하는 원인에 대한 인식을 향상시키는데 효과가 있었다. 특히, 학생들의 개구리 종 동정에 관한 지식이 높아졌고, 양서류의 기초 생태에 관한 지식, 양서류의 생물 지표로서의 역할에 대한 지식이 향상되었다. 이는 모니터링 프로그램을 시작하기 전 실시된 사전 교육에서 개구리 종 동정법, 종별 울음소리 비교, 생물 지표로서의 양서류, 양서류 감소 현상과 원인에 대한 교육을 하였고 참고 자료를 제공하였기 때문에 양서류에 대한 지식 영역에서 개선된 효과를 보인 것으로 사료된다.

결과적으로 양서류 모니터링 프로그램은 참여하는 학생들에게 지역 환경 변화에 대해 이해하게 하고, 환경 문제의 심각성을 인식하게 하여, 환경 보전 실천 의지 및 행동을 향상시키는 데

효과가 있다. 환경 교육의 목적을 달성하기 위해 현장 체험 학습의 한 형태로 양서류 모니터링 프로그램을 적극적으로 활용할 것을 제안하고자 한다. 그리고 다양한 모니터링 프로그램이 개발되어 학생들이 지역 환경 변화를 주체적으로 측정하고, 환경 문제를 해결해 나가는 적극적인 환경 교육이 이루어져야 할 것이다.

〈참고 문헌〉

- 권중희 (2001). 생태체험학습을 통한 중학생들의 환경에 대한 인식 및 행동변화 연구, 한국교원대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 박종익 (2004). 수도권 신도시 지역주민의 환경인식과 환경친화적 행태조사 연구, 한국교원대학교 교육대학원 석사학위 논문.
- 박진희, 장남기 (1994). “정의적 영역 중심의 고등학교 환경교과 개발”, *과학교육*, 11, 42-65.
- 우현경, 정영란 (1994). “환경문제에 대한 평가 도구 개발 및 국민학생과 중학생의 태도 조사 연구”, *과학교육*, 14(2), 225-235.
- 이지숙 (1999). 현장체험학습을 통한 고등학생들의 환경문제에 대한 태도 변화 연구, 이화여자대학교 석사학위논문.
- 이학식, 임지훈 (2005). *Spss 12.0 매뉴얼(통계 분석방법 및 해설)*, 법문사.
- 정은영 (1993). 환경오염에 대한 중학생의 태도 평가 도구 개발, 서울대학교 대학원 석사학위 논문.
- Blaustein, A. R. & Wake, D. B. (1990). Declining amphibian populations: a global phenomenon, *Trends in Ecology and Evolution*, 5, 203-204.
- Buckley, J. & Beete, T. J. C. (2004). Monitoring the conservation status of an endangered amphibian: the natterjack toad *Bufo calamita* in Britain, *Animal Conservation*, 7, 221-228.
- Chaplin, S. B., Manske, J. M. & Cruise, J. L. (1998). Introducing freshmen to investigative research: A course for biology majors at Minnesota's University of St. Thomas, *Journal of College Science Teaching*, 27, 343-347.
- Dunlap, R. E., Van Liere, K. D., Mertig, A. G., & Jones, R. E. (2000). Measuring endorsement of the new ecological paradigm: A revised NEP scale, *Journal of Social Issues*, 56(3), 425-442.
- Ferreira, R., de Souza Fonseca, L., Alfonso, A. M., Gomes da Silva, M. H., Saad, M. H. & Lilenbaum, W. (2005). Mycobacteriosis determined by *Mycobacterium marinum* in bullfrogs(*Rana catesbeiana*), *Veterinary Journal*, doi:10. 1016/j.tvjl.
- Ferrier, M. D. (1989). Planning and implementing undergraduate field experiences in tropical marine science, *Journal of College Science Teaching*, 18, 368-372.
- Hels, T. & Buchwald, E. (2001). The effect of road kills on amphibian populations, *Biological Conservation*, 99, 331-340.
- Hintermann, U., Weber, D. & Zangger, A. (2000). Biodiversity monitoring in Switzerland, *Schriftenreihe Landschaftspflege und Naturschutz*, 62, 47-58.
- Houlahan, J. E., Findlay, C. S., Schmidt, B. R., Meyer, A. H. & Kuzmin, S. L. (2000). Quantitative evidence for global amphibian population declines, *Nature*, 404, 752-755.
- Kats, L. B. & Ferrer, R. P. (2003). Alien predators and amphibian declines: review of two decades of science and the transition to conservation, *Diversity and Distributions*, 9, 99-100.
- Landres, P. B., Verner, J. & Thomas, J. W. (1988). Ecological uses of vertebrate indicator species: a critique, *Conservation Biology*, 2, 316-328.
- Lips, K. R. (1998). Decline of a tropical montane amphibian fauna. *Conservation Biology*

- gy*, 12, 106-117.
- Middleton, E. M., Herman, J. R., Celarier, E. A., Wilkinson, J. W., Carey, C. & Rusin, R. J. (2001). Evaluating ultraviolet radiation exposure with satellite data at sites of amphibian declines in Central and South America, *Conservation Biology*, 15, 914- 929.
- Noss, R. F. (1990). Indicators for monitoring biodiversity: a hierarchal approach. *Conservation Biology*, 4, 355-364.
- Parnesan, C. & Yohe, G. (2003). A globally coherent fingerprint of climate change impacts across natural systems, *Nature*, 421, 37-42.
- Pellet, J. & Schmidt, B. R. (2005). Monitoring distributions using call surveys: Estimating site occupancy, detection probabilities and inferring absence, *Biological Conservation*, 123, 27-35.
- Robert, B. (2000). Field surveys of amphibian populations, *Journal of College Science Teaching*, 30(2), 117-121.
- Stuart, S. N., Chanson, J. S., Cox, N. A., Young, B. E., Rodrigues, A. S. L., Fischmann, D. L. & Waller, R. W. (2004). Status and trends of amphibian declines and extinctions world wide. *Science*. 306, 1783-1786.
- Switzer, P. A. (1995). Campus field trips: An effective supplement to classroom instruction, *Journal of College Science Teaching*, 25, 140-143.
- Trobe, H. L., & Acott, T. G. (2000). A modified NEP/DSP environmental attitude scale. *The Journal of Environmental Education*, 32(1), 12-20.
- Vitt, L. J., Caldwell, J. P., Wilbur, H. M. & Smith, D. C. (1990). Amphibians as harbingers of decay, *BioScience*, 40, 418.
- Walther, G. R., Post, E., Parnesan, C., Convey, P., Menzel, A., Beebee, T. J. C., Fromentin, J. M., Hoegh, G. O. & Bairlein, F. (2002). Ecological responses to recent climate change, *Nature*, 416, 389-395.
- Wake, D. B. (1991). Declining amphibian populations, *Science*, 253, 860.
- Welsh Jr., H. H. & Droege, S. (2001). A case for using plethodontid salamanders for monitoring biodiversity and ecosystem integrity of North American forests, *Conservation Biology*, 15, 558-569.
- Wyman, R. L. (1990). What's happening to the amphibians? *Conservation Biology*, 4, 350-352.

〈부록 1〉 양서류 모니터링 기록지의 예

모 니 터 링 기 록 지

월	일	시간:	날씨:	바람:	물:
소리지표: 0 1 2 3 4			대기온도:	습도:	

- * 날씨지표: 0, 맑음 및 몇 개의 구름; 1, 구름이 1/2이상; 2, 안개; 3, 보슬비
- * 바람지표: 0, 바람 없음, 1, 식물이 간혹 흔들림, 2, 나뭇잎들이 흔들림,
3, 나무의 잔가지들이 흔들림, 4, 나뭇가지가 흔들림
- * 소리지표: 0, 울지 않음; 1, 수컷 1마리; 2, 2~5마리 수컷; 3, 6~10마리; 4, 10마리 이상
- * 물의 양: 0, 없다; 1, 있다