

환경교육의 도구로서 간이 측정기의 활용에 관한 연구

전의찬 · 송민중
(동신대학교 환경공학과)

Evaluation of Passive Sampler as a Useful Tool for Environmental Education

Eui-Chan, Jeon · Min-Jong, Song
(*Dept. of Environmental Engineering, Dongshin University*)

Abstract

Since 1980's during which environmental pollution became serious enough to urge various types of environmental educations in many areas. But, most emphasis has been put on theoretical education. Even field education training mostly focused on water pollution.

Therefore, simple air pollution monitoring system was needed for better field education in air pollution. In this study, we evaluated Passive Sampler as an useful tool for teaching air pollution in field. Students have found Passive sampler very effective tool.

Recent comparative study of auto-monitoring and passive sampler networks suggested a potential use of passive sampler as an useful tool for environmental education. In this study, the correlation between two sets of values appears very high judging from the regression slope of 0.92 and correlation coefficient of 0.91.

However, inexpensive Passive sampler with easy-to-operate colorimeter, has not been used in environmental education partially because large scale fluctuation in time and space characteristic to air pollution has been overlooked so that the sampler has not been tested for an effective educational tool.

Passive sampler certainly deserves further in depth research as an effective air monitoring system, and better attention to its usefulness to teach students and public.

I. 서론

우리 나라에서 학교교육으로서의 환경교육이 처음 시작된 것은, 1981년 제4차 교육 과정에 환경교육의 내용이 포함된 이후라고 할 수 있다(우희대, 1997). 이어서 여러 대학 및 전문대학에 환경관련학과가 본격적으로 개설되기 시작하였고, 최근에는 일부 공업계 고등학교에도 환경관련학과가 개설되었다.

학교에서의 이루어지고 있는 환경교육은, 초등학교의 경우 “슬기로운 생활”영역에서 주로 환경을 다루고 있으며, 중·고등학교의 경우 환경, 환경과학 등 독립과목과 “과학”, “지구과학” 등의 관련 교과목에서 환경을 다루는 등 환경에 대한 교육 범주도 확대되고 있는 추세이다. 그러나 학교교육의 경우, 주로 교재를 중심으로 한 이론교육과, 비디오 등의 영상물, 표본, 사진 등 간접 체험 학습으로 이루어졌으며(최석진, 1992), 직접 체험학습은 다소 미흡한 실정이다. 또, 교육대상도 주로 수질환경에 치중되어 있으며, 대기환경과 관련된 교육은 상대적으로 소홀하게 다루어지고 있다.

따라서, 본 연구에서는 대기환경과 관련된 직접체험학습의 하나로서, 생활주변의 대기환경을 실험·실습을 통하여 측정·분석하고 오염정도를 직접 평가할 수 있는 방안으로 간이측정기(Passive sampler)의 활용에 대하여 살펴보고자 한다.

II. 환경교육에 대한 이론적 고찰

1. 환경교육의 정의와 교육방법

환경교육은 “이론, 실습, 체험 등의 여러 가지 교육방법과 다양한 교재 및 시청각자료 등의 유용한 교육도구를 사용하여, 자라나는 세대들에게는 환경에 대한 올바른 가치관을 확립시켜 환경보전 의지를 고취시키기 위한 교육과정”이라고 정의할 수 있다(환경부, 1998).

이러한 환경교육은, 교육이 행해지는 영역에 따라 크게 학교교육과 사회교육으로 구분할 수 있다. 그리고, 교육대상에 따라서 학교교육은 “학생에 대한 환경교육”과 “교사에 대한 환경교육”으로 구분되고, 사회교육은 환경관련공무원 및 환경분야 종사자에 대한 “전문교육”과 일반시민들을 대상으로 하는 “일반교육”으로 분류된다. 한편, 교육을 주관하는 주체가 민간단체일 경우에는 교육대상에 따라 다양한 형태를 가지나 아직까지 일정한 분류기준이 없다.

<표 1> 학교급별 환경교육 현황

학교급별 구분	초등학교	중 학교	고등학교
교과목	“슬기로운 생활”, “도덕”, “사회”, “자연” 등 7개 교과에 분산	“환경” 및 여러 교과에 분산	“환경과학” 및 여러 교과에 분산
교육시간 (시간/연간)	34시간 (3~6학년)	36시간~68시간	-
선택영역	학교장의 재량	독립교과만 학교장 재량	독립교과만 학교장 재량

주: 중학교의 “환경”과 고등학교의 “환경과학”은 독립교과임
<자료 ; 환경부, 환경백서 1998>

환경교육 방법에는 이론 교육, 표본, 비디오 등과 같은 다양한 시청각자료를 활용하는 간접체험교육, 실험·실습, 여행 등을 통한 직접 체험교육으로 나눌 수 있다. 이중 교육학적 측면에서 가장 효과가 큰 것은 직접 체험교육으로 환경교육 자체가 갖는 특성을 고려할 때 가장 이상적인 환경 교육방법으로 판단된다.

2. 우리 나라 환경교육의 현황

가. 학교교육 현황

현재 교육부에 의하여 행해지고 있는 학생에 대한 환경교육은 전적으로 학교장의 재량에 따라 실시되고 있다. <표 1>에서 보는 바와 같이, 초등학교의 경우 환경교육

반면에, 중학교와 고등학교의 경우에는 “환경” 및 “환경과학” 등 독립교과의 개설이 허용되나, 학교장의 재량에 의해서만 교양 과목으로 선택이 가능하며, 대부분이 관련 교과에 분산되어 실시하고 있다. 연간교육 시간 또한 학교장의 재량에 따라 달라지는데, 연간 총 교육시간의 경우에도 68시간 이하로 낮은 수준이다.

독립교과로 환경관련 교과목을 개설할 수 있는 중학교와 고등학교의 경우에도 학교장의 재량에 의하여 교양교과목으로 선택하게 되어 있어, 실제로 환경관련 교과목을 교양 교과목으로 개설하여 강의하고 있는 학교가 극히 드문 실정이다. <표 2>에 나타낸 바와 같이, 학교장에 재량에 의하여 환경과목을 교양교과로 선택하여 교육중인 학교는 1998년 현재 중학교가 343개교, 고등학교가

<표 2> 환경과목 선택학교 현황

(단위 : 개교)

구분	연도	계	서울	부산	대구	인천	광주	대전	울산	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	제주
중 학교	'97	311	16	154	1	2	-	-	-	13	7	70	8	6	12	17	17	2
	'98	343	18	153	1	1	-	-	1	14	8	97	7	6	11	21	21	1
고등학교	'97	164	15	-	7	2	1	1	-	26	13	12	12	24	15	11	11	3
	'98	287	25	12	1	3	7	7	5	39	17	31	29	36	20	18	18	4

<자료 ; 환경부, 환경백서 1998>

이 “슬기로운 생활, 도덕, 사회, 자연” 등 7개 교과에 걸쳐 분산되어 실시되고 있다.

287개교로 나타나 매우 낮은 선택 비율을 보였으며, 선택지역 또한 부산, 서울 그리고

<표 3> 환경보전시범학교 지정 현황

(단위 : 개교)

연차별	계	유치원	초등학교	중학교	고등학교
계	63	6	27	27	3
제1차~제6차 ('85~'96)	48	4	22	22	-
제7차 ('97~'98)	15	2	5	5	3

<표 4> 일반교육 중 사회환경교육 추진실적(1997 하반기)

구분 \ 기관	총계	본부	한강	낙동강	금강	영산강	원주	대구	인천	전주
교육회수 (회)	292	50	23	28	26	68	22	23	40	12
교육인원 (명)	50,446	6,601	5,313	2,784	4,298	21,018	3,271	2,695	3,544	922

충북지역 등 대도시 및 일부 지역에 집중되어 있는 것으로 나타났다.

환경보전 시범학교의 경우에도 1998년 현재 총 68개교가 지정되었으며, <표 3>에서 보는 바와 같이 지정초기에서 1996년까지는 초등학교와 중학교에 집중되어 있으며, 제7차 지정시 고등학교 3개교가 지정된 것으로 나타나, 저급학교에 편중되어 있다.

나. 사회교육 현황

사회교육은 크게 관에서 실시하는 사회교육과 민간에서 실시하는 사회교육으로 나눌 수 있다. <표 4>에서 보는 바와 같이 환경부에서 실시한 사회교육 중 일반교육의 경우에는 1997년 현재 총 292회에 걸쳐 50,446명을 교육하였으며, 주로 4대권역 환경관리청에서의 교육이 활발히 이루어진 것으로 나타났다.

사회 환경교육의 일익을 담당하고 있는 민간 환경단체의 현황을 살펴보면, <표 5>에 나타낸 바와 같다. 민간단체의 활동은, 초기 단순 조사 및 감시활동이 그치던 것이

차츰 전문화, 고도화되면서 활발한 국제교류는 물론, 연구단체로서, 홍보단체로서, 압력단체로서 뿐만 아니라 훌륭한 교육단체로서의 역할을 담당하고 있다. 그러나, 이러한 민간 환경단체에서 행해지고 있는 환경교육은 부정기적이므로, 정확한 교육횟수 및 교육인원을 파악하기에는 힘들다.

III. 환경교육의 방법과 간이측정기의 활용

1. 간이측정기의 특성

최근 간이측정기를 이용한 대기질 측정 및 이에 대한 정합도의 분석 등에 대한 연구가 활발해 지면서 간이측정기에 대한 관심이 고조되고 있다. 환경교육의 도구로서 간이측정기의 장점을 살펴보면 다음과 같다.

첫째, 간이측정기는 값이 저렴하므로, 동

<표 5> 민간 환경단체 현황

구분	계	서울	부산	대구	인천	광주	대전	경기	강원	충남·북	전남·북	경남·북	제주
계	385	246	8	15	11	7	12	27	4	8	13	33	1
허가단체	102	80	3	2	-	3	1	5	1	1	2	4	-
비허가단체	236	119	5	13	11	4	11	22	3	7	11	29	1
참여단체	47	47	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-

<자료 ; 환경부, 환경백서 1998>

시에 여러 지점의 대기질을 파악이 가능하며, 자동측정장치가 설치되어 있지 않은 지역의 대기오염도 상세히 파악할 수 있다.

둘째, 간이측정기의 경우에는 크기가 매우 작고, 취급이 용이하다.

셋째, 간이측정기의 경우에는 전원없이 시료채취가 이루어지므로, 산림, 산악, 녹지지역 등에서의 대기질 측정이 가능하며, 피교육자 1인당 한 개의 간이측정기를 이용하여 측정할 수 있기 때문에 교육효과를 증대시킬 수 있다(松本幸雄, 1987; 松本光弘, 笹野泰弘, 1984).

넷째, 간이측정기는 사람의 피복 등에 부착이 가능하므로 대기오염의 인체영향을 관측할 수 있는 유용한 도구가 된다.

다섯째, 간이측정기로 인한 대기질의 측정 은 대기질 농도에 따른 발색시약의 발색도로 대기오염도를 측정하기 때문에 대기오염도의 이해가 쉬워 높은 교육효과를 기대할 수 있다.

반면에, 간이측정기는 몇 가지 단점도 갖고 있는데 이에 대해 살펴보면 다음과 같다.

첫째, 간이측정기는 일정시간 이상의 폭로시간을 요구하므로, 단기간의 대기오염도의 측정 및 연속측정이 힘들다. 그러나 간이측정기를 일정 시간대별로 부착하여, 단기에 노출된 대기질을 예측할 수는 있다.

둘째, 간이측정기는 여러 지점에서 측정기 자체를 동시에 부·탈착하여야 하기 때문에 동시에 여러 명의 측정인원이 필요하다.

셋째, 여러 사람이 측정에 참여하므로 개인차에 따른 실험의 오차가 발생할 가능성이 높으며, 습식 실험으로 인한 정합도에 문제가 있을 수 있다.

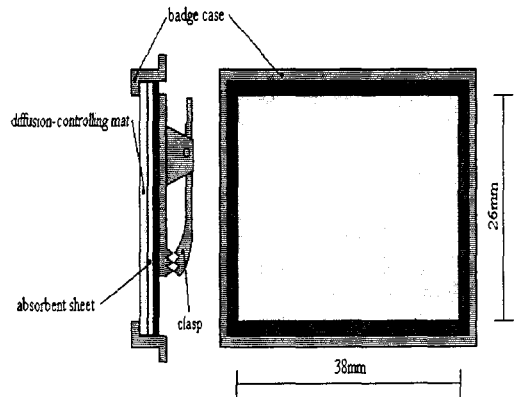
넷째, 간이측정기의 경우 대부분이 한번의 사용으로 폐기되는 단점이 있다. 그러나 최근에는 흡수여지만을 교환하는 방식도 개발되어 있다.

다섯째, 간이측정기가 높은 습도에 노출될 경우, 측정자료의 오차 발생 가능성이 높으므로, 비나 눈과 같은 기상현상에 민감하여 강우시 또는 강설시의 사용이 곤란하다.

2. 간이측정기의 구조 및 대기오염도 측정

가. 간이측정기의 구조 및 사용방법

본 연구에 사용한 간이측정기는 트리에탄올아민법의 건식법에 의한 것으로 일본 Toyo Roshi Kaiha사에 제작한 필터배지형으로, <그림 1>에 나타낸 바와 같이 배지 케이스(badge badge case), 흡수여지(adsorbent sheet), 확산조절판(diffusion)으로 구성되어 있다. 배지케이스는 폴리프로필렌 재질로서 한 쪽면(38mm×26mm)이 대기에 폭로되도록 고안되어 있으며, 흡수여지는 이산화질소(NO₂)를 흡수하기 위하여 흡수액 트리에탄올아민(TEA)을 적신 셀룰로오스 섬유여지를 사용하였고, 확산조절판은 불소를 포함하는 소수성 섬유필터(Toyo Roshi PFI)를 사용한 것이다(宮崎正信, 1990; 溝口次夫, 1980; Khan, T.R.) 실험의 오차를 최소화하기 위하여, 2시간 이



<그림 1> 이산화질소의 측정을 위한 필터배지형 간이측정기의 구조

내에 136개 전 지점에 간이측정기를 설치하였으며, 회수시에도 동일한 방법으로 회수하여, 136개의 시료가 가능한 한 동일한 시간동안 폭로되도록 하였다.

나. NO₂ 농도의 측정

46시간 대기에 폭로시킨 간이측정기는 실험실에서 즉시 흡수여지를 분리하여 시험관 내로 옮기고, 발색시약(폭로일×10ml)을 시험관에 주입하여 충분히 혼든 다음 25℃~35℃에서 40분간 방치하고, 545nm파장에서 U.V를 사용하여 흡광도를 측정(I)하였다. 동일한 방법으로 바탕시험을 행한 후 측정 한 흡광도(Io)를 식 1에 대입하여 농도를

구하였다(Khan, T.R. and Meranger, J.C, 1986; Yuklo Yanglsawa and Hajime Nlshimura, 1982; Yuklo Yanglsawa and Hajime Nlshimura, 1980; Saltzman, B.E, 1954; Fontjin, A., Sabadell, A.J., Ronco, P., 1970; Willy, M.A., McCammon. G.S. Jr, 1977; Levaggi, D. A.)

$$NO_2(ppb)=55(I - I_o) \quad (1)$$

3. 간이측정기의 정합도 분석

간이측정기의 정합도를 분석하기 위하여,

<표 6> 간이측정기와 자동측정망에 의해서 측정된 이산화질소의 농도

(단위 : ppm)

	간이측정기	자동측정망	간이측정기	자동측정망	간이측정기	자동측정망
평균	0.01512		0.04109		0.04237	
A	0.01492	0.01219	0.04076	0.04416	0.04334	0.04178
B	0.01539		0.04175		0.04609	
C	0.01505		0.04076		0.03768	
평균	0.03096		0.02678		0.01938	
A	0.02914	0.04178	0.02224	0.02481	0.01715	0.01925
B	0.02813		0.02615		0.02161	
C	0.03561		0.03195		0.01811	
평균	0.02454		0.03735		0.04834	
A	0.02457	0.02180	0.03554	0.03371	0.04895	0.04208
B	0.02433		0.03816		0.04692	
C	0.02473		-		0.04915	
평균	0.04535		0.02433		0.03240	
A	0.04489	0.04389	0.02247	0.01704	0.02725	0.02961
B	0.04495		0.02509		0.03346	
C	0.04622		0.02543		0.03648	
평균	0.03291		0.03867		0.02470	
A	0.02763	0.02788	0.03886	0.03400	0.02477	0.01848
B	0.03615		0.03858		0.02279	
C	0.03494		0.03857		0.02653	
평균	0.02767		0.02300			
A	0.02600	0.02463	0.02400	0.01729		
B	0.02700		0.02100			
C	0.03000		0.02400			

자동측정망 측정값과 간이측정기에 의한 측정값의 상관관계를 분석하였다(김종구, 1994; 김선태, 1993). 정합도 분석의 대표성을 높이기 위하여 서울의 20개소와 부산과 광주에 설치된 각각 7개소와 4개소의 자동측정망중 17개 측정소를 선정하여 자동측정망의 측정기기 시료가스 인입부에 간이측정기를 각각 4개씩 총 68개를 부착하여 72시간동안 폭로시켰다. 그리고 부착한 68개의 간이측정기 중 바람에 의해 땅에 떨어져 측정이 불가능한 1개의 간이측정기를 제외한 67개의 간이측정기에 의한 이산화질소(NO₂)의 농도와, 동일한 시간대의 자동측정망 측정 결과의 일일 평균값과 비교하였다. <표 6>에 간이측정기와 자동측정망에 의해서 측정된 이산화질소의 농도를 나타내었다. 분석 결과, 대부분의 지점에서 간이측정기에 의한 이산화질소(NO₂) 농도가 자동측정망에서 측정한 값보다 평균 15% 정도 과대평가되는 것으로 나타났다. 간이측정기와 자동측정망 측정 결과에 대한 상관계수와 회귀식을 산정한 결과, 회귀식의 기울기는 0.92, 상관계수는 0.91로서 두 값 사이의 상관관계는 매우 높은 것으로 분석되었다. 따라서, 대도시와 같은 넓은 지역의 대기질을 평가하는 도구로서 간이측정기를 유용하게 사용할 수 있을 것으로 평가되었다.

4. 환경교육의 도구로서 간이측정기의 활용 방안

간이측정기는 교육효과가 가장 큰 직접체험학습 도구로서, 간이측정기가 갖는 장점 때문에 교육현장에서의 바로 사용할 수 있을 것으로 판단된다. 또한, 간이측정기는 몇 가지 단점을 갖고 있지만, 고도의 측정 및 분석 기법을 요구하지 않는 학교교육과 사회교육에 사용할 경우, 훌륭한 교육 도구로 활용될 것으로 평가된다.

이와 같은 간이측정기는 비교적 교육시간이 긴 유치원 및 초·중·고등학교의 다양한 캠프 프로그램, 중·고등학교의 “환경” 또는 “환경과학” 등 독립교과에서 피교육자 자신이 살고 있는 생활주변의 대기질 측정, 지역사회 의 민간단체에서 실시하는 각 지역의 대기질 측정, 일반인을 상대로 한 환경교육에서 대기질 측정의 실례, 운전자 등 대기오염에 노출이 큰 교육대상들을 위한 환경교육 프로그램 등을 다양한 환경교육 영역에서 활용이 가능할 것으로 기대된다.

IV. 간이측정기의 이용 사례

1. 간이측정기를 이용한 서울지역의 이산화질소 농도 측정

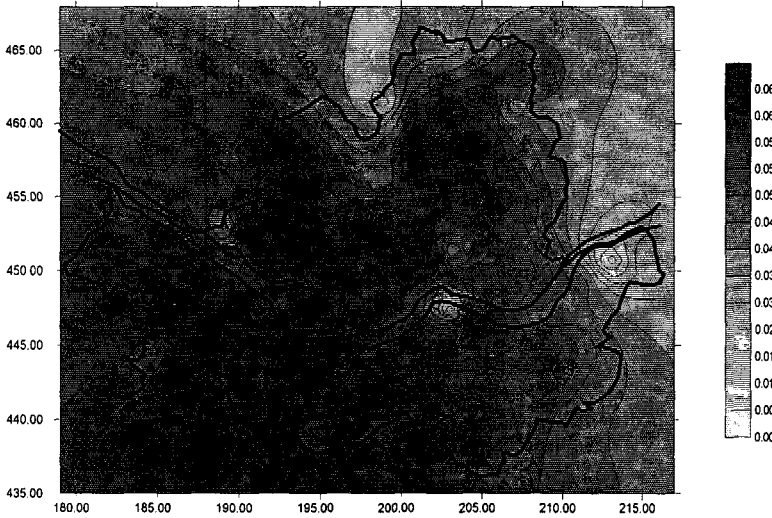
가. 연구방법

연구 대상지역은 97년 12월 현재, 면적 605.58km², 인구 10,389천명으로 우리 나라의 최대 도시인 서울특별시를 대상으로 하였으며, 서울특별시 전역을 2×2 km 간격의 격자로 구분하여 총 136개 지점에 간이측정기를 설치하였다. 측정은 97년 2월 24일~2월 28일에 걸쳐 이산화질소(NO₂) 평균 농도를 측정하였다. 측정점의 위치는, 대기에 폭로가 용이하고 난류의 영향을 받지 않는 곳으로서 환경오염공정시험법(대기편)의 측정지점 선정기준을 고려하여 선정하였다. 간이측정기의 측정 결과를 평가하기 위하여, 간이측정기를 이용하여 실측한 136개 지점의 농도분포를 크리깅법(Kriging Method)을 이용하여 <그림 2>에 나타내었다.

나. 연구결과

본 연구에 사용한 간이측정기는 트리에탄올아민법의 건식법에 의한 것으로 일본 Toyo Roshi Kaiha사에 제작한 필터배지형(정합도 분석과 동일한 간이측정기)를 사용

SEOUL PASSIVE (SPRING)



<그림 2> 간이측정기에 의한 서울지역의 이산화질소의 농도분포

하였으며, 실험의 오차를 최소화하기 위하여, 2시간 이내에 136개 전 지점에 간이측정기를 설치하였으며, 회수시에도 동일한 방법으로 회수하여, 136개의 시료가 가능한 동일한 시간동안 폭로되도록 하였다.

간이측정기에 의한 측정 결과를 살펴 보면, 북한산, 수락산, 아차산 등의 산악지대는 대체로 낮은 농도분포를 나타내고 있으며, 주요 도로 및 교통 혼잡지역은 그 지역의 특수성을 반영하여 높은 농도를 나타내고 있다(이명화, 봉춘근, 김신도, 전의찬, 최금찬, 1997).

2. 간이측정기를 이용한 환경교육 사례

가. 유한캠벌리의 환경교육 프로그램

유한캠벌리에서는 국내기업 최초로 환경보호활동인 ‘우리강산 푸르게 푸르게’ 캠페인을 1984년에 시작하여, 그 동안 산림육성 지원활동, 임업인 연수·연구지원 등의 연구활동, 신혼부부 나무심기, 그린캠프, 다양한 환경교육 책자의 발간 및 보급 등을 포

함한 청소년과 일반인에게 참여기회를 제공하는 환경교육활동 및 대국민 환경보호 계몽활동을 전개해 오고 있다.

이중 “그린캠프”는 1988년에 시작되어 매년 1회(또는 2회) 여름 방학 중 3박 4일 동안 내설악의 숲속 학교에서 자원봉사자인 전문 교수진의 지도와 학생들의 자발적인 참여를 바탕으로 숲과 환경의 중요성을 알아보는 실험교육과 환경을 주제로 한 레크

레이션 등으로 진행되며, 실시한 이래 1998년 현재 총 13회를 실시하여 연교육인원이 1500명에 이르는 정기적인 민간기업의 환경 교육프로그램이다.

“그린캠프”는 “숲과 담수”, “숲의 수질정화”, “숲과 대기”, “숲의 생태”, “나무의 신비”, “숲의 식생”, “숲과 문화”, “숲가꾸기” 등으로 짜여진 직접체험학습과 “자연사랑 영화만들기”, “주제토의”, “목공예”, “폐지를 활용한 종이만들기”, “우리 멋 우리 가락”, “캠프파이어” 등으로 엮은 토론·교양 프로그램으로 구성되어 있다.

나. 간이측정기의 활용

“그린캠프”의 프로그램 중 간이측정기를 활용한 학습은 “숲과 대기”로 구체적인 활용 예를 캠프의 진행순서별로 살펴보면 다음과 같다.

1) 캠프신청 및 접수 시

간이측정기의 사용방법(부착위치, 부착시간 및 탈착시간, 보관요령 등)을 교육한 후, 캠프 참가자 개인당 1개씩의 간이측정기(개

인의 이름을 표시)를 나눠준다.

2) 캠프도착 당일

- 캠프신청 및 접수 시 지급한 간이측정기를 회수하여, 이상유무를 확인한 후 적정하게 보관한다.
- 바탕시험 또는 자신이 간이측정기를 설치한 지역의 오염도와 비교할 수 있도록 교육장소(내설악으로 매우 청정한 지역임)에 동일한 시간동안 대기에 폭로시킨다.

3) 본 프로그램(숲과 대기)

- 발색시약 및 실험에 필요한 준비하고 간이측정기에서 흡수여지를 분리한 후 발색시약을 실시하고 비색계를 통하여 농도를 확인한다.
- 농도측정 후 간이측정기에 표시된 학생의 이름을 호명하고, 부착지점의 개략적인 설명을 듣는다.
- 대부분의 경우 간이측정기가 주변 여건에 따른 대기오염도를 반영하고 있다는 것을 인지한다.
- 만약 오차가 심한 경우에는 피교육자와 함께 설치지역의 강우 등을 오차발생원인을 확인하여, 오차의 발생근거를 찾아낸다
- 확인한 후 간이측정기의 원리를 설명한다.
- 동일한 시간동안 내설악에서 폭로시킨 간이측정기의 흡수여지를 이용하여 동일한 실험을 반복하고, 자신이 살고있는 지역의 대기오염도와 비교할 수 있도록 한다.
- 피교육생 각자의 대기오염 저감방안을 듣고 상호 토론을 유도한 후 시간을 마친다.

V. 결론

환경교육은 오염된 환경을 개선하는 데 있어서 가장 근본적인 접근방법의 하나로

서, 일반인과 청소년들에게 환경친화적인 가치관을 확립시켜 주는 데 매우 유용한 방법의 하나이다. 우리 나라의 경우에도 환경교육의 필요성을 인식하고, 학교 등 제도권에서 환경을 교육시킬 수 있도록 되어 있으나, 교과목으로서 '환경교육'을 선택한 학교는 소수에 지나지 않는다. 이러한 학교 환경교육을 활성화하고, 환경교육의 교육효과를 극대화하기 위해서는 직접체험을 통한 환경교육이 요구되고 있다.

간이측정기의 정합도를 평가하기 위하여, 자동측정망 측정 결과와의 상관관계를 분석한 결과, 회귀식의 기울기는 0.92, 상관계수는 0.91로서 두 값 사이의 상관관계는 매우 높은 것으로 분석되었다. 또, 간이측정기를 실제 환경교육에 적용한 결과 교육효과가 매우 우수한 것으로 나타났지만, 현재까지 환경교육 과정에 널리 활용되지 못하고 있다. 이것은 공간적 시간적 변화가 매우 큰 대기오염의 특성에 대한 이해가 부족한 결과이며, 간이측정기의 환경교육 효과가 널리 알려지지 않은 탓이기도 한다. 따라서, 학교 및 민간환경교육의 도구로서 간이측정기가 적극 활용될 수 있도록 이 분야의 연구가 더욱 활성화되어야 하며, 교육의 효과도 널리 홍보하여야 할 것이다.

<참고문헌>

김선태(1993). 누구나 할 수 있는 대기오염 측정. 배달환경출판부. 3-12
 김종구(1994). 간이측정기를 이용한 대기중 이산화질소 분포 특성. 서울대학교 석사학위 논문, 2-7.
 우희대(1997). 주체적 체험학습을 통한 수질 오염의 최소화. 환경교육. 10(1), 24
 이명화, 봉춘근, 김신도, 전의찬, 최금찬. (1997). 서울지역의 NO₂ 농도 분포. 한국대기보 전학회 추계학술대회 요지집. 175-176

- 최석진(1992). 중학교 환경과의 성격과 과제. 환경교육, 3, 17-18
- 환경부(1998). 환경백서 1998, 144.
- 溝口次夫(1980). 大氣汚染の簡易測定法. 日本國立公害研究所調査報告. 第15號, 33-40.
- 宮崎正信(1990). 固定發生源の簡易測定法の概要. 日本環境技術, 19(4), 214-217.
- 笹野泰弘(1984). 自動車排ガスに含まれゐるエアロゾルの擴散に關するレーザーレーダー觀測. 日本國立公害研究所研究報告, No. 49, pp. 95-104
- 松本光弘. トリエタノリアミン円筒ろ紙法による大氣中二酸化硫黄および二酸化窒素の簡易同時測定法. 日本大氣汚染學會, 23(2), 85-91.
- 松本幸雄(1987). NO₂濃度の空間分布構造の安定性. 日本大氣汚染學會誌, 22(2) 127-139
- Fontjin, A., Sabadell, A. J. & Ronco, P.(1970). Homogeneous hemiluminescent measurement of nitric oxides with ozone, *Aral Chaut.*, 42(6), pp. 575-579
- Khan, T. R. and Meranger, J. C.(1986). Recent Advances in SO₂, NO_x and O₃ Personal Monitorin. *Environmental International*, 9, 195-206.
- Levaggi, D. A., Shi., W., Faldstein, M. QA new method for mesuring average 24 hour nitrogen dioxide concentration in the atmosphere. *J-A-P. G.A.*, 23(1), 30-31
- Saltzman, B. E. (1954). Colorimetric microdetermination of nitrogen dioxide in the atmosphere. *Anal. Chant.*, 26(12), 1949-1955
- Willy, M.A., McCammon. G.S. Jr(1977). A Solid sorbent personal sampling method for the simultaneous collection of nitrogen dioxide and nitric oxide in air, *Aut. Ind. Hyg. Ass. J.*, 38(4), 358-363
- Yanglsawa, Y. & Nishimura, H.(1980). 生活環境中濃度測定用 NO₂ パーソナル・サンプラー. 大氣汚染學會誌, 15(8), 4-11
- Yanglsawa, Y. & Nisnimura, H.(1982). A Badge-type Personal Sampler for Measurement of Personal Exposure to NO₂ and NO in Ambient Air. *Environment International*, 8, 233-242