

수직정원을 활용한 초등학교 식물교육프로그램 운영 효과 분석*

정나라¹⁾ · 유수진²⁾ · 김광진³⁾ · 한승원¹⁾

¹⁾ 국립원예특작과학원 도시농업과 농업연구사 · ²⁾ 국립원예특작과학원 도시농업과 전문연구원 ·

³⁾ 국립원예특작과학원 도시농업과 농업연구관

Effect of Plant Educational Programs Elementary School using Vertical Garden*

Jeong, Na-Ra¹⁾ · You, Soo-Jin²⁾ · Kim, Kwang-Jin³⁾ and Han, Seung-Won¹⁾

¹⁾ National Institute of Horticultural and Herbal Science, Department of Urban Agriculture, Researcher,

²⁾ National Institute of Horticultural and Herbal Science, Department of Urban Agriculture, Postdoctoral researcher,

³⁾ National Institute of Horticultural and Herbal Science, Department of Urban Agriculture, Senior researcher.

ABSTRACT

In the modern era, the elementary schools in the Republic of Korea are advanced with the competitive world. Thus advancement in technology, and other factors in the elementary schools are releases some kind of particulate matter (PM), which causes deleterious effects on school students health, academic program, growth and development. The school students are susceptible to PM particularly, PM₁₀ and PM_{2.5}. Based on this hazardous effect of PM on school students we conducted the research on the elementary schools class rooms by introducing vertical gardening system to get the schools "ever green". The main aim of this study is to investigate the environmental factors in the educational effect program in the class rooms and indoor air quality changes. For the educational effect, the 4th operation program was applied to 2 schools for 2 hours once a month from September to December 2019. Each school conducted a survey on satisfaction, plant friendliness, and environmental sensibilities, targeting classes that participated in the green school program and those who did not. The environmental effects were monitored by installing indoor air quality facility in the program participating classes and the non-participating classes. From November 2019 to December 2019, three

*본 연구는 농촌진흥청 연구사업(PJ01367702)의 지원에 의해 이루어진 것임.

First author : Jeong, Na-Ra, National Institute of Horticultural and Herbal Science, Researcher,
Tel:+82-63-238-6913, E-mail:jnr202@korea.kr

Corresponding author : You, Soo-Jin, National Institute of Horticultural and Herbal Science, Postdoctoral researcher,
Tel:+82-63-238-6954, E-mail:yous2018@korea.kr

Received : 13 August, 2020. **Revised** : 28 October, 2020. **Accepted** : 27 October, 2020.

factors were measured: PM10, PM2.5, and humidity. The results were analyzed by T-test using the SPSS 24.0 software program. As a result of the analysis, student's overall satisfaction with the program and their intention to re-engage were high in terms of educational effect. It was also found to be effective in emotional, educational, social, and physical aspects. In particular, it was found that there was a statistically significant effect on improving plant friendliness in terms of plant friendliness and environmental sensitivity. In terms of environmental effects, it was found that there was a significant difference between the program-applied and non-programmed classes in PM10, PM2.5, and humidity. Through this study, it was confirmed that the plant education program using vertical gardens is effective in both the educational effect and the improvement of indoor air quality in the classroom. In conclusion, vertical gardening system in the elementary schools should implement for the beneficial of young generation development and back bone to the nation.

Key Words : *Green School, Vertical Garden, Green Wall, Environmental Education, Monitoring*

I. 서 론

미세먼지로 인한 사회경제 문제가 심각해지면서 미세먼지 농도에 영향을 미치는 잠재 인자 등이 연구되고 있으며, 식물은 미세먼지 흡수원의 역할을 할 것으로 기대되고 있다(Sung, 2019). 이에 따라 교육계에서는 식물을 활용한 환경교육 및 체험 프로그램에 대한 관심이 높아지고 있다. 관련 사업으로 학교 건축에 친환경 요소를 도입하여 에너지를 저감하고 학생들에게 환경 교육의 장을 제공하는 그린스쿨이 운영되고 있다(Ministry of Education, 2009). 그린스쿨의 유형은 생태·자연친화형 학교, 에너지절감 학교, 친환경소재형 학교 등이 있으며, 그 중 생태환경 요소를 활용한 환경교육 프로그램은 활용성이 높다(Choi & Shin, 2018).

최근에는 미세먼지가 '사회재난'으로 규정되면서 영·유아와 어린이 등 건강취약계층에 대한 관심이 증가하고 있으며, 특히 초등학교 교실에 대한 관심이 있다(Lee & Kim, 2019; Jeong, 2019). 학생들의 인체 기관 및 조직의 발달이 미완성 되어 미세먼지의 영향이 크기 때문이다(Pope & Docokery, 2006; Jeong, 2019; Part

et al, 2020). 학교교실은 학생들이 하루의 대부분을 보내는 공간으로, 실내 공기 질에 대한 충분한 관리가 이루어지지 않을 경우 학생들의 건강과 학업수행능력에 부정적인 영향을 끼칠 수 있다(Lim, 2015; Eom et al, 2020). 따라서 미세먼지 등 유해한 환경 요소로부터 실내 환경을 쾌적하고 안전하게 만들어 줘야 한다(Elbayoumi et al, 2013; Son, 2019; Eom et al, 2020; Le & Linh, 2020; Park et al, 2020; Vakalis et al, 2020).

이러한 측면에서 그린스쿨의 기술요소로서 실내 공기질 조절에 기여할 수 있는 실내조경의 확대가 필요하다. 그 동안 실내에서 진행된 식물 활용 프로그램으로는 수직정원으로 활용가능한 부착형 화분 제작 등이 있다(Kim & Lee, 2008). 수직정원이란 구조물의 벽면을 수목 또는 초화류로 피복한 것을 의미한다. 실내에 적용 가능한 패널형 수직정원은 패널의 크기 및 적용 가능한 식물이 규격화 되어 있기 때문에, 수직정원을 활용한 교육 프로그램은 학생들이 식물을 직접 관찰하고 설계하여 조성할 수 있는 특징이 있다. 또한 수직정원이 실내 온열환경, 이산화탄소 농도 조절에 미치는 영향과 식물의

실내공기정화에 효과적인 것으로 나타났다(Lee & Joe, 2008; Park, 2012; Sin et al, 2014). 그러나 실내조경을 활용한 그린스쿨 프로그램은 2018년 기준 국내 적용률이 50%미만인 실정이다(Choi & Shin, 2018).

한편, 학교 자율활동프로그램 등의 일환으로 미세먼지 관련 교육프로그램들이 개발되고 있다. 미세먼지에 대한 이해뿐만 아니라 환경에 대한 올바른 인식, 태도, 그리고 가치를 정립할 수 있기 때문에 다양한 연구가 수행되고 있다. 서울시와 서울산업진흥원에서 중학생을 대상으로 한 ‘도전!미세먼지ZERO’은 미세먼지에 대한 정보를 교실 안에서만 학습하는 것이 아니라 지역사회 현장을 직접 방문하는 현장교육이 병행된 프로그램이다. 기상청, 구청 및 지역 보건소 등을 직접 방문하여 미세먼지를 구성하는 오염 물질을 직접 분석하고, 지역주민을 대상으로 미세먼지에 대한 인식을 탐색하는 과정으로 이루어져 있다(Kim & Lee, 2017).

초등학생을 대상으로 진행한 환경교육 프로그램으로는 학교숲과 같이 야외 공간을 활용한 연구들이 진행되었다(Kuk et al, 2008). 실내에서는 아두이노(Arduino)등을 활용한 사례가 있다. 학생들은 먼저 피지컬 컴퓨팅 하드웨어 플랫폼인 아두이노에 대해 학습하고, 미세먼지 센서를 화분에 연결하여 정보를 확인하였다(Kim et al, 2018). 프로그램에 참여한 학생을 대상으로 조사한 결과 학생들의 환경소양과 창의적 문제해결에 긍정적 영향이 있는 것으로 나타났다(Kim et al, 2018). 아두이노와 같이 정보과학 교과와 연계한 사례 이외에도 국어, 수학, 도덕, 미술 교과와 연계하여 미세먼지의 이해와 감소시킬 수 있는 방법들을 고찰하는 프로그램과 경상남도환경교육원의 “찾아가는 미세먼지 대응 교육”등의 사례가 있다(An et al, 2020). 종합하면 그린스쿨의 기술요소로써 생태환경요소는 외부 공간을 중심으로 조성되어 왔으며, 학생들이 직접 실내 공간을 조성하여 장기적으로 식물을 가

꾸고 미세먼지 농도 등 실내 공기질의 변화를 관찰할 수 있는 프로그램은 부족한 실정이다.

본 연구의 목적은 수직정원을 활용한 식물교육프로그램이 학생들에게 미치는 교육적 효과와 실내 공기질 개선에 미치는 환경적 영향을 분석하는 것이다. 연구의 결과는 그린뉴딜의 스마트교육정책에 따른 그린스쿨의 활성화에 기여할 수 있을 것이다.

II. 연구 방법

1. 교육프로그램 개발 및 운영

1) 교육프로그램 개발

학생들에게 식물과 환경의 중요성과 가치에 대한 인식을 높이기 위하여 교과과정과 연계하여 그린스쿨 프로그램을 개발하였다. 그린스쿨 프로그램은 학생과 교실 특성에 맞도록 공기정화식물을 활용한 수직정원을 조성하고 식물-환경에 대한 이해를 높이는 교육활동 프로그램으로 정의할 수 있다(RDA, 2018). 그린스쿨은 학생 주도로 수직정원을 조성하고 관리하여 교실 환경 개선을 도모하며 자연과 환경의 중요성을 인식하도록 하는 것으로 학생들이 직접 식물을 접하여 참여하는 실제적 활동을 통해 지식을 습득할 수 있는 체험 프로그램으로 계획하였다. 프로그램은 선행연구(Choi, 2007; Kang, 2010; Kim, 2013; Cha, 2014)를 참고하여 8차시로 구성하였으며 사람과 식물의 관계에 대한 이해부터 시작하여 식물의 생육에 필요한 조건과, 식물에 의한 환경 개선 효과를 이해할 수 있도록 프로그램을 구성하였다(Table 1).

2) 운영방법

프로그램의 운영은 개발된 8차시 프로그램 중 학교의 교육과정과 연계하여 시간을 확보할 수 있도록 4차시 프로그램으로 계획하였다. 각 프로그램은 원예교육에 대한 전문지식을 습득한 전문가가 진행하였다(Table 2). 프로그램은

Table 1. Composition of Green School Program (8 times)

Times	Training content	Experience activity	Keyword
1	Understanding the relationship between humans and plants	Observing the leaves and stems of plants	Air purification plant
2	Understanding the water and sunlight needed by plants	Making pots that can live without watering	Photosynthesis, respiration
3	Knowing the suitable soil for your plant	Finding soil for indoor plants to grow well	Soil environment
4	Understanding the nutrients needed by plants	Making natural fertilizer	Essential nutrients
5	Understanding the purification effect of fine dust by plants	Designing a vertical garden	Plant purification
6	Composition of Green School	Creating a vertical garden in the classroom	Vertical garden
7	Understanding the characteristics of indoor air and atmosphere	Measuring indoor air and fine dust	Indoor air quality
8	Understanding Green School Activities	Presenting the feelings after the activity	-

Table 2. Contents of Green School Program Activities(4 times)

Times	Training content	Experience activity
1	Understanding the relationship between humans and plants	Observing the leaves and stems of plants
2	Understanding the purification effect of fine dust by plants	Creating a vertical garden in the classroom
3	Understanding the water, sunlight and nutrients needed by plants	Making pots that can live without watering
4	Understanding Green School Activities	Presenting the feelings after the activity

2019년 9월부터 12월까지 매월 1회 2시간씩 해당 학급의 교실에서 이루어졌다.

2. 그린스쿨 프로그램의 교육적 효과

1) 측정 도구

식물 교육프로그램에 의한 교육적 효과를 분석한 연구에서는 환경과 식물에 대한 학생의 인식 변화를 지표로 삼고 있다. 본 연구에서도 교육프로그램에 의한 교육적 효과를 파악하기 위하여 환경친화적 태도와 식물친숙도에 대한 인식을 측정하였다. 환경친화적 태도란 환경의 질 향상을 위하여 일상생활 중 환경문제를 야기하는 행동을 배제하고, 생태계의 평형성과 자기 조절 기능을 회복시키는 생활양식을 선택하며,

스스로 절약하는 생활을 실천하고 오염된 환경을 개선하여 현재와 미래에도 지속적으로 쾌적한 환경에서 살아갈 수 있게 하려는 태도를 의미한다(Seo, 1999; You et al, 2017). 환경친화적 태도는 인지적, 정의적, 행동적 영역으로 구성되며(Lee, 2005) 선행연구(Park, 2008)를 참고하여 초등학생들의 수준에 맞추어 초등학교 교사, 환경 전문가 등의 자문을 거쳐 인지적 영역 3문항, 정의적 영역 3문항, 행동적 영역 2문항으로 재구성하였다. 재구성한 문항의 Cronbach's α 는 0.664이다. 식물친숙도는 식물에 관심을 갖고 관찰하며 흥미를 느끼는 정도를 나타낸 것으로 식물에 대하여 비교적 지속적으로 견지하고 있는 인지적, 정의적, 신체적 경향의 세 가지 범주

Table 3. Target of investigation

Division	Total	Gender		Grade	
		male	female	3rd grade (A school)	5th grade (B school)
Experiment (Participation in the program)	45	27	18	20	25
Control (No participation in the program)	44	26	18	18	26

로 구성된다(Kwack et al., 2007). Yu(2009)이 개발한 설문지를 기초로 하여 학생들의 수준을 고려하여 12문항으로 재구성하였다. 인지적 영역 7문항, 정의적 영역 3문항, 신체적 영역 2문항으로 구성하였다. 재구성한 문항의 신뢰도는 Cronbach's α 0.779이다. 환경친화적 태도와 식물 친숙도는 5단계 리커트척도를 활용하여 매우 그렇다(5점), 보통이다(3점), 전혀 그렇지 않다(1점)로 측정하였다.

프로그램에 참여한 학생들을 대상으로 프로그램에 대한 만족도와 효과를 파악하기 위하여 프로그램이 끝난 후 프로그램 종합만족도, 내용, 시간, 장소, 강사 등에 대한 만족도와 프로그램 참여의 교육적, 사회적, 정서적, 건강적 측면의 효과를 5단계 리커트척도로 조사하였다.

2) 조사대상 및 방법

교육프로그램의 효과를 설명하기 위하여 프로그램을 진행한 학급을 실험구로, 진행하지 않은 학급을 대조구로 설정하여 조사하였다(Table 3). 실험구는 프로그램에 참여하기 전과 참여하고 난 후 동일한 내용으로 측정하였으며, 대조구는 실험구의 프로그램 참여 전 조사에 맞추어 조사하였다. 조사는 아이들에게 측정지를 나누어주고 직접 체크하도록 하였다. 사전에 담임교사에게 설문지에 대해 충분히 설명하였으며 측정지에 대한 학생들의 설명에 대해서는 담임교사가 응답하도록 하였다.

교육프로그램은 충청남도 공주시와 세종특별자치시에서 교육청의 협조를 받아 각 1개 학교

를 선정하였다. 2개 학교에서 각각 한 학급을 선정하여 진행되었으며 대조구는 실험구와 동일한 학교의 학년으로 선정하였다.

3) 분석방법

조사된 자료는 SPSS 24.0를 이용하여 통계 분석하였다. 실험구와 대조구와 프로그램 참여 전후의 차이를 분석하기 위하여 t검정을 실시하였다. 성별 및 학년에 따른 유의성을 분석하기 위하여 t검정을 실시하였다. 종합만족도를 종속변수, 개별만족도를 독립변수로 하는 회귀분석을 실시하여 프로그램 만족도에 영향을 미치는 개별 요소를 파악하였다.

3. 그린스쿨 프로그램의 환경적 효과

1) 수직정원 조성

설치 교실의 특징은 규격 9m×7.5m×2.7m이었다. 수직정원 조성 공간은 칠판과 사물함 등 이미 설치된 교구가 있는 곳은 제외하였으며, 운동장 방향 창문 아래 벽면에 일렬로 설치하였다. 수업 시작하기 전인 오전 8시부터 30분간 식물에 물이 공급되도록 자동관수 시스템을 설치하였으며, 쉬는 시간마다 환기하였다. 수직정원은 교실 내 그린스쿨 조성을 위해 수직의 식생보드를 갖춘 수직정원 바이오월허니((주)초록에서, H1.5×W0.9×D0.3m) 6개를 이용하였다(Figure 1a). 기기별 48개의 식물(지름 10cm 화분 기준)을 식재할 수 있으며 식재면적은 1.0m²이다. 각 교실의 수직정원은 전체 식재면적 6.0



a Vertical gardens in classroom



b Indoor Air quality meter((c)Aircok)

Figure 1. Vertical garden installation status(a) and indoor air quality meter(b)

m², 총 288개의 식물이 식재되어 있다. 수직정원은 학생들이 스킨답서스, 테이블야자, 피토니아, 산호수, 스파티필름의 식물 배치를 디자인하고 직접 식재하여 조성하였다.

2) 측정 지표 및 도구

그린스쿨 프로그램 운영의 환경적 효과를 알아보기 위하여 실내공기질 측정기(SMART AIRCOK, (주)에어콕)를 설치하여 모니터링 분석을 실시하였다(Figure 1b). 본 측정기는 환경부가 지정한 한국건설생활환경시험연구원(KCL)으로부터 미세먼지 성능 인증 1등급을 받았으며, PM10 및 PM2.5는 레이저 광산란법(CP-16-A5, 이산, China)에 의하여 측정된다. 또한 습도 측정 센서(MVH3204D, MEMS-VISION, Canada)가 내장되어 있다. 측정은 2019년 11월 1일부터 12월 31일까지 2달 동안 교실에 학생들이 머무르는 평일 8시부터 16시까지 조사하였다. 모니터링 항목은 PM10, PM2.5, 습도 3가지이다. 10분 단위로 측정된 값은 실시간으로 LTE 통신모듈에 의해 서버에 저장된다.

3) 분석방법

수집된 데이터는 10분 단위로 측정되며, 8시간 측정값을 일 평균으로 환산하여 일일노출농도로 분석하였다. 농도 분석은 그린스쿨 프로그

램 적용 학급과 프로그램을 적용하지 않은 학급으로 구분하여 SPSS24.0을 활용하여 t 검정을 통해 환경적 효과를 분석하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 프로그램 만족도

1) 그린스쿨 프로그램 만족도

그린스쿨 프로그램에 참여한 학생을 대상으로 프로그램의 만족도를 5단계 리커트척도(1: 매우 불만족, 5: 매우 만족)로 분석하면 종합만족도는 4.59점(5점 만점)이며 프로그램 내용, 시간, 강사, 장소에 대한 개별 만족도 또한 4점 이상으로 만족하고 있다(Table 4). 성별에 따른 차이를 분석하며 종합만족도는 남학생이 여학생보다 높았으나 개별 항목에 있어서는 여학생의 만족도가 높았으나 통계적으로 유의미하지는 않았다. 학년별로 분석하면 종합만족도와 프로그램 내용에 대한 만족도는 3학년이 높았으나 프로그램 진행시간, 장소, 강사에 대한 만족도는 5학년이 높았다. 학년별로 만족도에 대한 통계적으로 유의한 차이는 없었다. 학년이 낮은 3학년이 체험형 교육 프로그램 내용에 대해 만족도가 높은 것으로 파악된다.

프로그램 종합만족도에 영향을 미치는 요소를 파악하기 위하여 종합만족도를 종속변수, 내

Table 4. Satisfaction of the Green School program

Satisfaction factor	mean±SD	Gender			Grade		
		male	female	t-test	3rd grade	5th grade	t-test
Content of the program	4.55±0.73	4.42	4.72	1.495	4.63	4.48	0.678
Time the program was run	4.39±0.69	4.27	4.56	1.1368	4.37	4.40	0.149
Who explained the program	4.48±0.82	4.38	4.61	0.969	4.37	4.56	0.763
Where the program took place	4.43±0.76	4.38	4.50	0.491	4.32	4.52	0.881
Overall satisfaction	4.59±0.66	4.62	4.56	0.293	4.68	4.52	0.816

Table 5. Factors affecting satisfaction with the Green School program

Division	Factor	Unstandardized coefficients	Standard error	Standardized coefficients	t	F	adjusted R ²
Total	constant	2.044	0.683	-	2.992**	7.083**	0.221
	content	0.291	0.130	0.322	2.236*		
	time	0.279	0.138	0.293	2.029*		
3rd grade	constant	3.187	0.597	-	5.341**	6.553*	0.236
	place	0.347	0.136	0.527	2.560*		
5th grade	constant	1.828	0.595	-	3.073**	21.164**	0.457
	content	0.601	0.131	0.692	4.600**		

*: p<0.05, **: p<0.001

Table 6. Willingness to re-engage in the Green School program

Division	mean±SD	Gender			Grade		
		male	female	t-test	3rd grade	5th grade	t-test
Willingness to participate in the program afterwards	4.47±0.67	4.44	4.50	0.288	4.74	4.25	2.523

용, 시간, 강사, 장소 등의 만족도를 독립변수로 하는 회귀분석을 실시하였다(Table 5). 종합만족도에 영향을 미치는 요소는 프로그램 내용과 프로그램 시간에 대한 만족도이다. 즉, 프로그램의 내용과 진행 시간에 대한 만족도가 종합만족도에 영향을 미치는 것으로 파악된다. 3학년은 프로그램 장소로서 교실에 대한 만족도가 종합만족도에 영향을 미치며, 5학년은 프로그램 내용에 대한 만족도가 종합만족도에 영향을 미치고 있다. 즉, 동일한 내용으로 교육 프로그램을 진행하더라도 학년에 따라 진행 시간, 장소 등

에 따라 만족도가 달라질 수 있으므로 이를 고려해야 한다.

그린스쿨 프로그램에 재참여 의사를 5단계 리커트척도(1: 전혀 참여하지 않음, 5: 꼭 참여하겠음)로 파악한 결과, 4.47점으로 재참여 의사가 매우 높았다. 남학생 4.44에 비하여 여학생이 4.50으로 상대적으로 높았으나 통계적으로 유의하지는 않았다. 5학년 4.25에 비하여 3학년이 4.74로 높았으며 유의미하지는 않다. 그린스쿨 프로그램이 상대적으로 학년이 낮은 3학년의 만족도가 높았던 것과 재참여의사가 높은 것과 비

Table 7. Effect of Participation in the Green School program

Division	mean±SD	Gender			Grade		
		male	female	t-test	3rd grade	5th grade	t-test
Improvement of companionship	3.61±1.17	3.73	3.44	0.798	3.53	3.68	0.429
Improvement of mood	4.32±0.86	4.19	4.50	1.177	4.42	4.24	0.690
Acquisition of knowledge	4.48±0.82	4.50	4.44	0.218	4.68	4.32	1.478
Promotion of health	3.86±1.17	3.96	3.72	0.661	3.84	3.88	0.105

Table 8. Educational effect of green school program

Division		mean±SD	Gender			Grade		
			male	female	t-test	3rd grade	5th grade	t-test
Plant Familiarity	None participating	35.02±9.08	36.76	32.56	1.503	38.06	32.92	1.899
	Before participating	36.47±6.38	36.08	37.00	0.475	37.80	35.40	1.262
	After participating	39.62±7.58	37.89	42.22	1.937	41.35	38.24	1.382
Environmental Susceptibility	None participating	29.93±5.37	30.08	29.33	0.450	32.83	27.92	3.311
	Before participating	29.73±6.62	28.58	31.32	1.386	31.80	28.08	1.931
	After participating	31.84±6.20	30.70	33.56	1.534	32.00	31.72	0.149

슷한 경향이다.

종합만족도와 재참여의사에 대하여 상관분석을 실시한 결과 피어슨상관계수 0.558($p < 0.001$)로 정적 관계가 있다(Table 6). 종합만족도와 재참여의사는 같은 방향을 갖는 것으로 분석된다.

그린스쿨 프로그램의 효과를 사회적, 정서적, 신체적, 교육적 측면에서 파악하기 위하여 분석하였다(Table 7). 전체적으로 지식 습득, 기본개선의 교육적, 정서적 효과는 각각 4.48, 4.32로 높았으나 상대적으로 건강증진의 신체적 효과, 교우관계 향상 등의 사회적 효과는 3.86, 3.61로 낮았다. 성별에 따라 분석하면 남학생은 여학생에 비하여 교우관계향상, 지식습득, 건강 증진의 효과가 높았으며 여학생은 기분 개선 효과가 높았다. 학년별로 분석하면 3학년은 기분 개선과

지식 습득의 효과가 상대적으로 높았으며 5학년은 교우관계 개선과 건강증진의 효과가 높았으나 통계적으로 유의하지는 않다. 식물 교육 프로그램이 학생들에게 다양한 효과를 주는 것으로 선행연구가 이루어졌으며 본 연구에서도 정서적, 교육적, 사회적, 신체적 측면에서 효과가 있었으나 영역별로 효과의 정도에는 차이가 있는 것으로 파악된다.

2) 프로그램 운영의 교육적 효과

그린스쿨 프로그램에 의한 교육적 효과를 파악하기 위하여 프로그램에 참여하지 않은 학생과 프로그램에 참여 전과 참여 후의 식물친숙도와 환경감수성에 대한 인식의 차이를 분석하였다(Table 8). 식물친숙도는 60점 만점, 환경감수

Table 9. Comparison of plant familiarity according to program experience

Division		mean±SD		t-test	p-value
		None participating	participating		
Gender	male	36.76±1.79	37.89±1.54	4.80	0.633
	female	32.56±2.16	42.22±1.47	3.697	0.001
Grade	3rd grade	38.06±2.22	41.35±1.38	1.287	0.218
	5th grade	32.92±1.16	38.24±1.68	2.262	0.028

Table 10. Comparison of plant familiarity before and after participation in the program

Division		mean±SD		t-test	p-value
		Before participating	After participating		
Gender	male	36.08±1.29	37.89±1.54	0.898	0.373
	female	37.00±1.43	42.22±1.47	2.548	0.015
Grade	3rd grade	37.80±1.39	41.35±1.38	1.809	0.078
	5th grade	35.40±1.28	38.24±1.68	1.343	0.186

Table 11. Comparison of environmental susceptibility according to program experience

Division		mean±SD		t-test	p-value
		None participating	participating		
Gender	male	30.08±1.10	30.70±1.43	3.410	0.734
	female	29.33±1.22	33.56±0.74	2.970	0.005
Grade	3rd grade	32.83±1.26	32.00±1.83	0.367	0.710
	5th grade	27.92±0.87	31.72±0.84	3.130	0.003

성은 40점 만점으로 점수가 높을수록 의식수준이 높은 것으로 분석할 수 있다. 식물친숙도와 환경감수성 모두 프로그램 참여 후 값이 높았으며 상대적으로 프로그램에 참여하지 않은 학생의 점수가 낮았다. 남학생에 비하여 여학생이, 5학년에 비하여 3학년이 상대적으로 점수가 높았으나 성별, 학년별에 따른 통계적으로 유의한 차이는 없었다. 즉, 그린스쿨 프로그램의 참여가 식물에 대한 친숙도나 환경에 대한 감수성 향상에 효과가 있다.

프로그램 참여 경험에 따른 식물친숙도를 비교하면 여학생과 5학년의 경우에는 프로그램에 참여하지 않은 학생보다 프로그램에 참여한 학

생의 식물 친숙도가 높았으며 통계적으로 유의한 차이가 있었다(Table 9). 상대적으로 그린스쿨 프로그램의 효과는 여학생과 고학년에서 효과가 높은 것으로 파악된다.

프로그램 참여 전후에 따른 식물친숙도의 인식을 비교하면 남학생은 큰 차이가 없으나 여학생은 통계적으로 유의한 차이가 있다(Table 10). 학년별로 분석하면 3학년이 5학년에 비하여 프로그램 전보다 프로그램 참여 후에 식물친숙도에 대한 인식이 증가한 것으로 분석된다.

프로그램 참여 경험에 따른 환경감수성을 분석하면 여학생과 5학년에서 상대적으로 차이가 크게 나타났으면 통계적으로 유의한 차이가 있

Table 12. Comparison of environmental susceptibility before and after participation in the program

Division		mean±SD		t-test	p-value
		Before participating	After participating		
Gender	male	28.58±1.51	30.70±1.43	1.025	0.310
	female	31.32±1.04	33.56±0.74	1.736	0.091
Grade	3rd grade	31.80±1.39	32.35±1.38	0.094	0.926
	5th grade	28.08±1.48	31.72±0.84	2.134	0.038

었다(Table 11). 식물친숙도와 유사한 경향으로 교육 프로그램의 효과는 여학생과 고학년이 높은 것으로 파악된다.

프로그램 참여 전후에 따른 환경감수성을 분석하면 5학년에서만 프로그램 참여 후 점수가 높았으며 통계적으로 유의한 차이가 있었다(Table 12). 프로그램 참여 후 환경감수성의 점수가 높았으나 식물친숙도에 비하여 감수성 향상의 정도는 미미하였다. 이는 교육 프로그램의 내용이 주로 식물에 관한 것으로 식물친숙도 향상에는 효과가 있으나 환경 감수성에는 크게 영향을 주지 못한 것으로 파악된다.

3) 프로그램 운영의 환경적 효과

그린스쿨 프로그램에 참여한 교실과 참여하지 않은 교실의 실내 공기질을 모니터링 한 결과를 분석하면 표 13과 같다. 측정지역 농도의 기술통계 결과 PM10평균은 A학교의 경우 그린스쿨 프로그램 참여 교실은 33.96±19.08 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 대조구 교실은 38.03±21.48 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 대조구 교실의 PM10평균이 더 높게 측정되었다. 그러나 T-test검정 결과에서 두 학급 간의 PM10평균은 유의한 차이가 없었다($P>.05$). B학교는 그린스쿨 프로그램 참여 교실 21.99±17.71 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 대조구 교실 38.11±23.05 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 대조구 교실의 평균이 높았으며, 두 집단 간에 통계적으로 유의한 차이가 있었다($p<.05$). 두 학교를 종합하여 분석하면 PM10평균은 그린스쿨 프로그램 참여

교실에서 27.90±19.25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 대조구 교실에서 38.07±22.15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 나타났다. 또한 전체적으로 두 집단 간에는 유의한 차이가 도출되었다($p<.05$). 이러한 결과는 그린스쿨 프로그램이 교실의 PM10 감소에 효과가 있었다고 해석할 수 있다.

PM2.5는 A학교에서 그린스쿨 프로그램 참여 교실과 참여하지 않은 대조구 교실이 각각 17.96±9.89 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 20.12±11.23 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이었으며, 유의한 차이가 없었다($p>.05$). B학교에서는 그린스쿨 프로그램 적용 교실의 평균이 11.87±9.15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 대조구의 평균이 20.24±12.19 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로, 집단 간에 유의한 차이가 있었다($p<.05$). 두 학교에서 그린스쿨 프로그램 참여 교실과 참여하지 않은 대조구를 종합하여 분석한 결과 그린스쿨 프로그램 참여 교실은 14.88±9.95 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 대조구 교실은 20.18±11.65 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로, 집단 간에 통계적으로 유의한 차이가 있었다($p<.05$). 이러한 결과는 그린스쿨 프로그램에 참여한 교실의 PM2.5이 더 감소한 것으로 해석할 수 있으며, PM10과 경향이 유사하였다.

습도는 A학교에서 그린스쿨 프로그램 참여 교실 60.12±6.08%, 대조구 교실 43.39±7.34%로 나타났으며, 집단 간에 유의성이 검정되었다($p<.05$). 또한 B학교 역시 그린스쿨 프로그램 참여 52.26±6.31%, 대조구 41.38±6.49%로 유의한 차이가 있었다($p<.05$). 습도에 대한 모니터링 결과를 종합한 결과 그린스쿨 프로그램 참여 교실

Table 13. Comparative analysis of indoor air quality through participation in the Green School Program

Indicator	School	Experiment	mean	SD	min.	max.	t-test	p-value
PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	A	Green School	33.96	19.08	9.86	84.57	0.905	0.368
		Control	38.03	21.48	10.20	90.51		
	B	Green School	21.99	17.71	2.55	69.76	3.595	0.001
		Control	38.11	23.05	4.19	110.80		
	total	Green School	27.90	19.25	2.55	84.57	3.155	0.002
		Control	38.07	22.15	4.19	110.80		
PM2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	A	Green School	17.96	9.89	5.63	44.94	0.921	0.360
		Control	20.12	11.23	5.67	48.51		
	B	Green School	11.87	9.15	1.91	37.14	3.561	0.001
		Control	20.24	12.19	2.77	60.61		
	total	Green School	14.88	9.95	1.91	44.94	3.152	0.002
		Control	20.18	11.65	2.77	60.61		
Humidity (%RH)	A	Green School	60.12	6.08	46.55	75.28	-11.24	0.000
		Control	43.39	7.34	26.91	58.46		
	B	Green School	52.26	6.31	39.71	65.00	-7.794	0.000
		Control	41.38	6.49	27.61	54.21		
	total	Green School	56.14	7.32	39.71	75.28	-12.429	0.000
		Control	42.38	6.95	26.91	58.46		

의 평균 습도는 $56.14 \pm 7.32\%$ 이었으며, 대조구 교실의 평균 습도는 $42.38 \pm 6.95\%$ 로 유의한 차이가 있었다($p < .05$). 이러한 결과는 겨울철 실내 적정 습도가 50~60%인 것을 미루어보았을 때, 그린스쿨 프로그램의 적용이 교실의 습도 유지에 우수한 것으로 파악할 수 있다.

IV. 결론

본 연구는 초등학교 교실의 미세먼지 저감 및 환경에 대한 학생들의 인식 제고를 위한 체험형 교육 프로그램으로 개발한 그린스쿨의 운영과 효과를 구명하기 위하여 수행되었다. 그린스쿨

프로그램은 교실 내에 수직정원을 조성하는 것과 식물 및 환경교육 체험 프로그램으로 구성된다. 수직정원 조성은 교실의 비어있는 벽면을 활용하여 식물을 배치할 수 있는 시스템을 갖추는 것이며 식물 및 환경교육 체험 프로그램은 수직정원을 직접 조성하며 식물과 환경에 대해 체험학습을 통해 배우는 프로그램으로 진행되었다. 2개 학교에서 각 1개 학급을 선정하여 프로그램을 운영하고 교육적, 환경적 효과를 평가하였으며 그 외에 대조구로 1개 학급을 선정하여 실험구와 동일하게 교육적, 환경적 효과를 측정하였다.

그린스쿨 프로그램에 참여한 학생들의 종합

만족도는 매우 높았으며 학년이 낮을수록 체험형 교육 프로그램 내용에 대한 만족도가 높았다. 프로그램 내용과 진행 시간에 대한 만족도는 교육 프로그램에 대한 종합만족도에 영향을 준다. 3학년은 프로그램 장소, 5학년은 프로그램 내용으로 학년별로 프로그램 만족도에 영향을 미치는 요인이 다르므로 동일한 내용으로 프로그램을 진행하더라도 진행 시간, 장소 등 프로그램을 학년에 따라 다르게 운영하는 것이 효과적일 것이다.

그린스쿨 프로그램 참여에 의한 교육적 효과를 파악하기 위하여 식물친숙도와 환경 감수성에 대한 태도의 변화를 평가한 결과 프로그램 참여 전보다 참여 후에 식물친숙도와 환경감수성이 높아졌다. 또한 프로그램에 참여하지 않은 학생에 비해 참여한 학생의 점수가 높았다. 이를 통해 교육 프로그램이 학생들의 환경감수성과 식물 친숙도 등의 태도변화에 긍정적인 영향을 주는 것으로 파악된다. 상대적으로 여학생과 고학년에서 프로그램의 효과가 높았다. 프로그램 운영과 함께 설치한 수직정원에 의한 교실의 미세먼지 및 습도 조절의 환경적 효과 분석 결과, 대조구에 비하여 수직정원이 설치된 실험구에서 PM10, PM2.5의 미세먼지는 낮았으며 습도는 높았다. 이는 교실 내 수직정원 조성과 같은 식물의 도입이 교실의 공기질 변화에 긍정적 영향을 미치는 것으로 평가할 수 있다.

본 연구는 초등학생을 대상으로 하는 식물 및 환경 교육 프로그램을 개발하였다. 공간혁신, 그린학교, 스마트교실 등 그린 스마트 미래학교 사업 등이 발표된 시점에서 그린스쿨 프로그램은 미래 환경교육정책도구로 활용가능 할 것이다. 이에 따라 환경부에서 운영하는 환경교육포털에 환경교육자료 중 교수학습지도안 “공기” 부분에 그린스쿨 프로그램 매뉴얼을 등록을 제안하였다. 또한 본 연구는 실제 교실에 프로그램 운영과 함께 학생 스스로 수직정원을 조성하도록 하여 식물 및 환경에 대한 친화적인 태도

의 향상 및 실내 공기질 개선의 환경적 효과를 도모하였다는데 의의가 있다. 다만 2개 학교의 결과로 일반화하기엔 무리가 있으므로 평가의 신뢰성을 높이도록 지속적인 프로그램의 운영이 진행되어야 할 것이다.

References

- An SY · LEE SH and KH So. 2020. The Effects of Environmental Education Program on Fin Dust on Elementary School Students' Knowledge· Perception and Attitude of the Fine Dust. *Environmental Education*. 33(1): 76-89. (in Korean with English summary)
- Cha, HY. 2014. Application and Development of Subject-Converged Plant Teaching Program for Elementary School Students. Master Thesis, Korea National University of Education
- Choi H and H. Shin. 2018. Research on the State of utilization of Green School and Suggested Improvements; Focusing on the Analysis of Cases. *The Journal of Sustainable Design and Educational Environment Research*. 17(1): 1-11. (in Korean with English summary)
- Choi GR. 2007. The Effects of Plant Learning Program Usning School Landscape on the Attitude of Elementary School Students toward the Environment. Master Thesis, Pusan National University of Education.
- Elbayoumi, M. · Ramli, N.A. · Yusof, N.F.F.M. and W.A. Madhoun. 2013. Spatial and seasonal variation of particulate matter (PM10 and PM2.5) in Middle Eastern classrooms. *Atmospheric Environment*, 80: 389-397.
- Eom YS · Park BR · Kim SG and DH Kang. 2020. A case Study on Plaoement of Portable Air Cleaner Considering Outdoor Particle Infiltration into an Elementary School

- Classroom. *Journal of Korean Institute of Architectural Sustainable Environment and Building Systems*. 14(2): 158-170. (in Korean with English summary)
- Jeong E. 2019. The effect of Particulate Matter on Paediatrics & Adolescent Health. *Proceedings of the Symposium on the Urban Agriculture Research Associate*. Seoul: Urban Agriculture Research Associate. pp. 43-53. (in Korean)
- Kang, Y.D. 2010. Development of the Plants Experience Learning Program for Discretionary activity time in the elementary school. Master Thesis, Korea National University of Education
- Kim G and H Lee. 2017. Effects of Community-Based SSI Programs on Promoting Middle School Students' Understanding of Issues and Character and Values as Citizens: Focused on Fine Dust Issues. *Journal of the Korean Association for Science Education*. 37(6): 911-920. (in Korean with English summary)
- Kim HO. 2013. The Effect of Integrative Environment Program Focused on Planting Topics for Elementary School Students on Pro-Environmental Attitudes & Learning Flow. Master Thesis, Seoul National University of Education.
- Kim HW · Jeong SJ · Jeong SR and SY Mun. 2018. Development and Application of Environmental Education Program for Elementary School Students Using Arduino. *Environmental Education*. 31(2): 167-179. (in Korean with English summary)
- Kim YB and KS Lee. 2008. A Comparative Study on Sustainable Elementary School Planning and Direction for Improvement. *Proceedings of Architectural Institute of Korea*. pp. 153-156. (in Korean with English summary)
- Kuk, JH · Yoon YH · Park BJ and WT Kim. 2008. Effects of School Forest on Satisfaction with Greenspace and Environmental Education-Focused on Elementary School Teachers'. *Journal of the Korean Society of Environmental Restoration Technology*. 11(4): 57~66. (in Korean with English summary)
- Kwack HR · Suh JN and AK Lee. 2007. In the classroom meet the nature. Seoul, BumIn Press.
- Le, H.A. and V.T.Q. Linh. 2020. Investigation of indoor and outdoor air quality at elementary schools in Hanoi, Vietnam. *VNU Journal of Science: Earth and Environmental Science*. 36(1): 30-37.
- Lee HS. 2005. Effects of Inquiry Learning Programs for the Environmental Education on the Pro-Environmental Attitudes of Elementary School Students. Master Thesis, Gyeongin National University of Education.
- Lee JH and IS Joe. 2008. A Study on Development of Biofilter System for Removing Indoor Air Pollution used by Plants: on the basis of function of flowing air and maintaining water in operating biofilter system. *Journal of People, Plants, and Environment*. 11(4): 33-46. (in Korean with English summary)
- Lee S and H Kim. 2019. The Effect of Particulate Matter on Human Health. *Planning and Policy*. 45(2): 42-48. (in Korean)
- Lim WC. 2015. Literature Review of the Effect of the Carbon Dioxide Concentration in Classroom Air on the Students' Learning Performance. *Environmental Education*. 28(2): 134-145. (in Korean with English summary)
- Ministry of Education. 2009. Master Plan of Green School Project for Elementary and Middle School. Report to MOE. (in Korean)
- Park HS · Kim MS · Kim SH · Ma R and MS Kim. 2020. The Influence of Awareness regarding

- Particulate Matter, Perceived Respiratory Symptoms, and Physical Activities on Health Promotion Behavior of Elementary School Children. *Journal of the Korean Academy of Fundamentals of Nursing*. 27(2): 95-105. (in Korean with English summary)
- Park JH · Lee TJ · Park MJ · Oh HN and YM Jo. 2020. Effects of air cleaners and school characteristics on classroom concentrations of particulate matter in 34 elementary schools in Korea. *Building and Environment*. 167: 106437.
- Park JS. 2008. Influences of Environmental Art Education Programmes on Pro-Environmental Attitudes of Elementary School Students: Conducted on 3rd graders. Master Thesis, Daegu National University of Education. (in Korean with English summary)
- Park KY. 2012. The Impact of Vertical Garden Formation on Plant Growth and the Environment. Ph.D Dissertation, Kyung Hee University. (in Korean with English summary)
- Pope, C.A. and D.W. Docokery. 2006. Health effects of fine particulate air pollution: lines that connect. *Journal of Air Waste Management Association*. 56(5): 70-742.
- RDA. 2018. Green School Program Manual. JeonBuk: Hak Yae Sa. pp. 1-80. (in Korean)
- Seo WS. 1999. A Strategy for Environmental Education through the Practical Arts Subject. *Journal of Korean Practical Arts Education*. 5(1): 73-91. (in Korean with English summary)
- Sin JW · Kim H · Kim S · Kim S and JD Chang. 2014. Effects of Green Wall System Controlling Indoor Thermal Environments and Carbon Dioxide. *Journal of the Korea Furniture Society*. 25(2): 148-153. (in Korean with English summary)
- Son JR. 2019. A Study on the Current Status and Management of Particulate Matter in Schools. *Proceedings of the Korean Society for Atmospheric Environment*. 11. pp. 87. (in Korean)
- Sung SY. 2019. Environmental Planning Countermeasures Considering Spatial Distribution and Potential Factors of Particulate Matters Concentration. *Journal of the Korean Society of Environmental Restoration Technology*. 23:(1): 89-96. (in Korean with English summary)
- Vakalis, D. · Lepine C. · Maclean H.L. and J.A. Siegel. 2020. Can green schools influence academic performance?. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*. 2020: 1-43.
- You SJ · Ham EK · Lee JA · Cho DG and JH Chon. 2017. Design Strategies to Enhance Resilience of Ecosystem Services in Urban Wetland-Using System Thinking-. *Journal of the Korean Society of Environmental Restoration Technology*. 20(4): 43-61.(in Korean with English summary)
- Yu JY. 2009. Effect of Educational Planters for Increasing Plant-Familiarity of Elementary Children. Master Thesis, Seoul National University of Education.