과제구분	기관고유	수행시기		전반기	
연구과제 및 세부과제명		연구분야	수행기간	연구실	책임자
선인장 다육식물 시설개선 및 이용 확대연구		화훼	'21 ~ '23	선인장다육식물연구소 재배이용계	정재홍
선인장다육식물 벽면녹화 식재판 개발		화훼	'21 ~ '23	선인장다육식물연구소 선인장연구팀	**서재순**
색인용어	선인장, 다육식물, 벽면녹화 식재판				

ABSTRACT

This study aimed to develop a wall greening panel that improved the shortcomings of the 'vegetational panel for greening vertical plane' developed in 2011. We designed a new wall greening panel with a wide protrusion for planting on the front side, and manufactured an inner plant pot to facilitate easier planting and managing plants. The improved wall greening panels were tested in nine locations, where 68 types of plants were planted to select suitable plants. 6 types of foliage plants and 29 types of cacti and succulents were excluded due to growth difficulties for watering, temperature, light, etc., 33 types of cacti and succulents were selected as suitable plants that maintain ornamental value for more than 3 months with watering once a month. As a result of conducting a satisfaction survey on 17 facility managers and 114 facility users who directly or indirectly used the developed wall greening panels, both facility officials and users were highly satisfied with the design and interior, and purchase intention was respectively 70.6% and 66.7%. Therefore, if the price is reasonable, it is expected that sales of the developed product will proceed smoothly and contribute to promoting the consumption of cacti and succulents.

Keywords: Cacti, Succulent plants, Wall greening panel

1. 연구목표

국토교통부의 조경기준(국토교통부고시 제2021-1778호 제3조7항)에 따르면 벽면녹화란 건축물이나 구조물의 벽면을 식물을 이용해 전면 혹은 부분적으로 피복 녹화하는 것으로 정의된다. 벽면녹화는 기존 정원이나 화단형태를 벗어나 수직공간을 장식하고 오염물질 저감 및 공기 정화, 정서적 안정, 스트레스 경감 등 유익한 효과를 기대할 수 있다(Son et al., 1997; Shibata et al., 2002; Lee, 2013). 최근 실내에서 제한된 공간을 활용하여 식물을 식재하고 녹색환경을 조성함으로써 자연에서 느낄 수 있는 정서적 안정감을 생활 공간 주변에서 추구하는 경향이 늘어나며 플랜테리어(식물과 인테리어의 합성어)가 새로운 트렌드로 자리 잡고 있다(Lee, 2013). 따라서 벽면녹화를 플랜테리어로 활용할 시 장식적·환경적·심리적 효과뿐만 아니라 공간의 분리 및 차폐 등의 건축적 효과도 얻을 수 있다. 일반적으로 벽면녹화는 수직면에 식물이 생장하기 때문에 빗물에 의한 수분공급은 한계가 있으며 벽면에서의 건조 증상은 필연적이기 때문에 관수가 필요하다(Jang 등, 2005). 벽면녹화에 적합한 식물 소재에 대한 연구는 실외의 경우 생육속도가 비교적 빠른 덩굴성 식물, 실내의 경우 열대 및 아열대 원산의 관엽식물 위주로 편중되어 있으며(Lee et al., 2001), 이들 식물은 관수요구도가 높아 벽면녹화에 관수시스템이 설치되어 있는 경우가 많다. 반면에 선인장, 다육식물은 사막이나 높은 산 등 수분이 적은 건조한 조건에서 생존하기 위해 조직내에 많은 수분을 오랫동안 보유할 수 있게 환경에 적응한 식물로 관수요구량이 적기 때문에 플랜테리어에 인기 있는 식물 중 하나이다. 선인장, 다육식물을 이용한 벽면녹화 패널은 2011년 선인장다육식물연구소에서 개발하여 ‘수직면 녹화용 식생 패널’(특허 제 10-1353937호)이라는 명칭으로 특허출원하였으나, 그 재질이 FRP(Fiber Reinforced Plastics)로 대량생산에 부적합하고 가격이 비싸며, 분갈이 시 패널 전체를 해체해야하는 등의 단점이 있었다. 따라서 본 연구는 기존에 개발한 식생 패널의 단점을 개선하고 관리를 최소화할 수 있는 식물소재를 선발하고자 수행하였다.

2. 재료 및 방법

가. 식재판 개선

2011년에 개발한 ‘수직면 녹화용 식생 패널’ 제품은 재질이 FRP로 수작업으로 생산하여 가격이 비싼 단점을 보완하기 위해 간단한 금형으로 대량생산이 가능하며, 대리석 등 소재의 표현력을 살릴 수 있는 형태로 디자인(디자인 출원 제30-2022-0020693호)하고, 이를 결합한 구조로 확장이 가능한 디자인(디자인 출원 제30-2022-0020694호)으로도 구상하였다.

나. 현장실증

현장실증에 사용한 벽면녹화 패널은 출원한 디자인을 통상실시 업체에서 구매하여 사용하였으며, 시험장소를 단체 및 지자체의 추천을 받아 선정한 8개소와 연구소에서 실증하였다. 이중 경기도 화성 소재의 카페 1개소는 실외, 나머지는 모두 실내 장소였다. 각 시험장소에는 온습도계(HOBO data logger)를 설치하여 환경조건을 측정하였으며, 벽면녹화 식재판은 6월부터 7월 초순까지 설치완료하였다(표 1).

표 1. 벽면녹화 식재판 설치 현황

구분	소 재 지	설치일	설치장소	설치유형
실외	화성시	6.14	베란다(실외)	벽면형
연구소	고양시 일산서구	6.28	2층 로비, 사무실	액자형, 벽면형, 기둥형, 병풍형 등
관공서	시흥시	6. 1	1층 로비복도	액자형
사무실	서울 동대문구	7. 6	교수실	액자형
식당	파주시	6. 5	식당	액자형
카페 A	수원시	6.14	입구 기둥	벽면형
카페 B	수원시 영통구	6.16	실내 가벽	벽면형
카페 C	성남시 분당구	6.19	창가	탁상형
카페 D	용인시	6.19	창가	탁상형

다. 벽면녹화 식재 소재 선발

실내외 벽면녹화에 적합한 식물소재 선발을 위해 벽면녹화 식재부에 심을 수 있는 크기와 적정 가격대를 고려한 식물로 비모란(*Gymnocalycium mihanovichii*) 등 선인장 5종, 미니염좌(*Crassula ovata*) 등 다육식물 57종과 실내 벽면녹화에 많이 이용되는 아이비(*Hedera helix*) 등 관엽식물 6종 등 총 68종의 식물을 수집하여 시험식물로 사용하였다. 소재선발 기준은 현장실증 벽면녹화 식재판에 식물을 심어 실내외의 다양한 환경에서 월 1회 관수하여 3개월이상 관상가치 유지여부로 판단하였다.

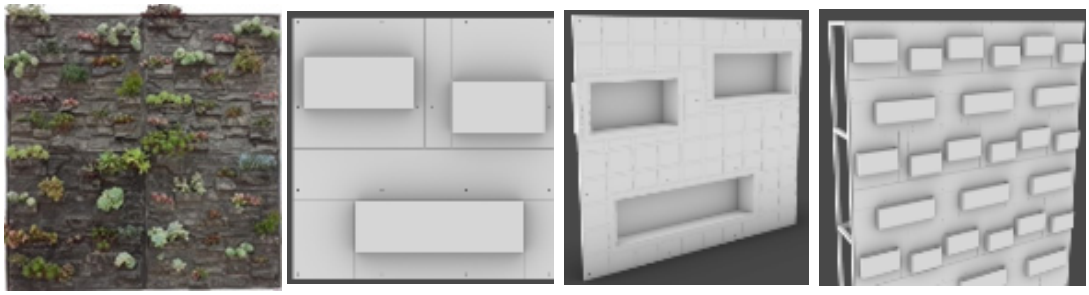
라. 벽면녹화 식재판 만족도 조사

벽면녹화 식재판의 이용자 만족도 조사를 위해 현장실증 시설관계자 17명과 시설이용객 114명을 대상으로 벽면녹화 식재판을 설치하였을 때의 인테리어 만족도, 디자인 만족도와 구매의향을 서면조사하였으며, 시설관계자를 대상으로는 식물관리 용이성을 추가조사하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 식재판 개선

2011년에 개발한 '수직면 녹화용 식생 패널'은 FRP(Fiber Reinforced Plastics) 재질로 앞판과 뒷판 사이 공간에 배지를 채우는 구조로 분갈이 시 전체를 분리해야 했으며, 식재구가 2~3cm로 좁아 식물을 심기 어려운 단점이 있었다. 이를 개선하기 위해 식재판의 앞판 돌출부에 식물을 식재할 공간을 두었으며, 돌출부의 디자인은 대리석 느낌을 잘 살릴 수 있는 각진 모양으로 하였다. 또한 식재판 1장을 3분할하여 디자인하고 필요에 따라 절단하여 사용할 수 있도록 하여 활용성을 높였다(그림 1).



[기존 개발품] [개발 디자인 전면] [개발 디자인 후면] [개발 디자인 결합형]

그림 1. 벽면녹화용 식생 패널 디자인

식재판의 소재로 단가가 낮은 PP(polypropylene) 재질로 시제품을 제작하여 선인장 다육식물을 식재한 결과, 한여름의 햇빛과 열에 의해 뒤틀림이 발생하고, 뒷면에 부착되어 있던 판이 분리되어 식물 식재용 배지가 유출되는 등 식재판의 내구성이 확보되지 못하고 다양한 색상을 표현하지 못하는 단점이 있었다(그림 2).

[색상구현 한계] [뒤틀림 발생] [뒷면 내구성 부족]

그림 2. 벽면녹화 식재판 시제품의 문제점

시제품의 문제점 개선을 위해 PP 재질을 ABS(acrylonitrile butadiene styrene)로 변경하여 뒤틀림을 최소화하고, 색상을 다양화하였으며, 식재부에 삽입할 수 있는 이너화분을 추가로 제작하여 식물식재 및 관리가 용이하도록 하였다(그림 3).

[재질 변경] [색상 다양화] [식재부 별도 제작]

그림 3. 벽면녹화 시제품 개선

나. 현장실증

실증시험 장소의 온·습도 및 광 등 환경조건은 그림 4와 그림 5에서 보는 바와 같았다. 실외에 식재판을 설치했던 곳은 실내 설치 장소들에 비해 주간온도는 높고, 야간온도는 낮았으며, 햇빛을 직접 받아 조도가 높은 특징이 있었으며, 연구소와 관공서의 경우, 에어컨이 설치되어 있지 않은 로비에 설치되어 다른 실내 설치장소들보다 주야간 온도가 높은 특징이 있었다. 특히 연구소는 로비 창가쪽에 설치하여 조도가 높은 반면 관공서는 복도에 설치되어 조도가 낮았다. 실내에서의 식물생육 환경은 주간 및 야간

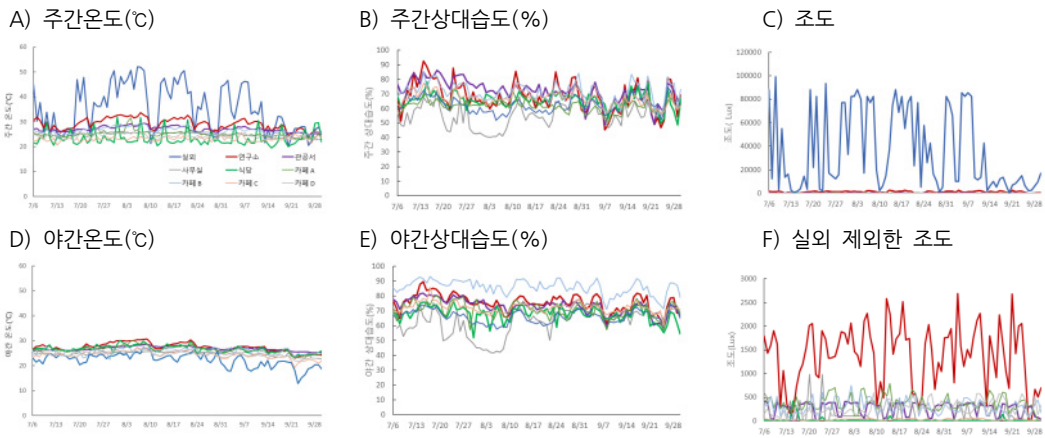


그림 4. 현장실증 시험장소들의 온·습도와 조도(2023.7.6.~9.30.)

온도가 각각 23~25℃ 및 16~18℃, 광도는 700~1,000Lux 이상이 바람직하다고 하였는데(이 등, 2009; 최 등, 2001), 관공서는 주간온도 24.7~29.5℃, 야간온도 25.2~28.5℃로 높고 조도는 최고 420Lux정도로 낮아 시험식물이 심하게 웃자라 다른 곳보다 관상가치가 낮은 경향이 있었다. 반면에 실외 설치한 장소의 온도는 최고 52.1℃, 최저 12.9℃로 철제 난간에 설치되어 벽면녹화 식재판에 영향이 미친 것으로 보였으며, 조도는 최대 99,187Lux로 일부 시험식물에서 일소현상이 관찰되었다.

그림 5. 현장실증 시험장소별 벽면녹화 식재판 설치 환경

다. 벽면녹화 식재 소재 선발

벽면녹화에 많이 이용되는 소재인 관엽식물 6종과 농가의 생산량이 많은 선인장·다육식물 62종으로 벽면녹화용 식생 소재 선발 시험을 추진하였다. 시험식물 62종 중 옥루금, 화월금, 터치미, 모난데스가 강한 햇빛에 의한 피해가 발생하였으며, 윈켈

리, 적토이, 송엽국, 유키, 야곱세니, 복랑금은 장마철의 잦은 비에 의한 과습 피해가 발생하여 관상가치 유지가 어려웠다(그림 6). 실내에 설치된 벽면녹화에서는 관엽식물 6종이 1주일에 3~4회의 관수가 필요하여 시설관계자의 관수관리 편의성을 충족하지 못하여 선발되지 않았으며(그림 7), 오로라, 비날렌스, 조안다니엘, 레드벨, 수빙, 팔천대, 부용, 머니메이커, 스타마크, 프로이노사, 천탑, 터치미, 몰라코, 화월금, 모난데스, 파필라리스, 모모카금, 펜덴스, 조안다니엘, 복랑금은 실내에서 웃자람, 낙엽, 고사 등으로 관상가치를 3개월 이상 유지하지 못하였다(그림 8).

그림 6. 실외 강광 및 과습조건에 적합하지 않은 식물소재

그림 7. 시험식물로 사용된 관엽류 식물소재

오로라(1개월)

비날렌스(1개월)

조안다니엘(1개월)

레드벨(1개월)

수빙(1개월)

팔천대(1개월)

부용(1개월)

파필라리스(1개월)

옥루금(1개월)

화월금(1개월)

녹영(2개월)

프로이노사(2개월)

모모카금(2개월)

머니메이커(2개월)

스타마크(2개월)

복랑금(2개월)

모난데스(2개월)

천탑(2개월)

은월(2개월)

터치미(3개월)

루비네크레이스(3개월)

적토이(3개월)

펜덴스(3개월)

몰라코(3개월)

그림 8. 실내조건에서 웃자람, 고사 등이 발생한 식물소재

그림 9. 실외 조건에서 3개월 이상 관상가치유지 식물(식재 3개월 후 모습)

총 68종의 시험식물 중 월 1회 관수로 3개월이상 관상가치가 유지가능한 벽면녹화에 적합한 소재는 접목선인장 산취(*Chamaecereus silvestrii*)와 비모란(*Gymnocalycium mihanovichii*), 마블(*Opuntia monacantha*), 장군 및 칼라장군(*Austrocylindropuntia sublata*), 미니염자(*Crassula ovata*), 우주목(*Crassula ovata* 'Hobit'), 화제(*Crassula*

capitella ‘Campfire’), 천구지묘(*Crassula* rubricaulis), 루페스트리(*Crassula rupestris*), 희성(*Crassula rupestris* ‘Tom thumb’), 십자성(*Crassula perfoliata*), 남십자성(*Crassula perfoliata* var. variegata), 언성(*Crassula rupestris*), 볼켄시(*Crassula volkensii*), 미니알로에(*Aloe* spp.), 핑크알로에(*Aloe squarrosa*), 당인(*Kalanchoe thyrsifolia*), 밀로티(*Kalanchoe millotii*), 청옥(*Sedum burrito*), 첨후엽변경(*Sedum nussbaumerianum*), 벽어연(*Echinus maximilianusi*), 비올라쉬(*Ladebouria socialis* ‘Violacea’), 일월금(*Aeonium decorum* f. variegata), 피쉬본(*Disocactus anguliger*), 자옥로(*Haworthia cymbiformis* var. obtusa), 백봉국(*Oscularia pedunculata*), 뽀빠이(*Hatiara salicornioides*), 브라질리언(*Portulaca werdermannii*), 엘렌(*Graptopetalum sandiego*), 백운무(*Kalanchoe pumila*), 피치프라이드(*Echeveria* ‘Peach Pride’), 꽃기린(*Euphorbia milii*) 등 33종의 선인장·다육식물을 선발하였다(그림 9.). 또한 선발된 식물을 벽면녹화 식재판에 심는 방법과 관리방법을 쉽게 따라할 수 있도록 1분 내외의 동영상을 2건 제작하였으며, 이를 홍보용 리플렛에 QR코드로 연결하였다(그림 10).

리플렛

식물관리 및 식재방법 동영상

그림 10. 벽면녹화 식재판 홍보를 위한 리플렛과 동영상

라. 벽면녹화 식재판 만족도 조사

벽면녹화 식재판의 만족도 및 구매의향 조사를 위해 현장실증 시설관계자 17명과 시설이용객 114명을 대상으로 서면조사를 실시하였다. 그 결과(표 2와 표 3), 시설관계자와 시설이용객 모두 디자인 및 인테리어 만족도가 높았으며, 구매 의향은 각각 70.6%, 66.7%였다. 디자인과 인테리어 만족도는 시설이용객의 4.34와 4.18에 비해 시설관계자가 3.94로 낮은데 반해 구매의향 비율은 시설관계자가 70.6%로 시설이용객 66.7%에 비해 높았다. 시설관계자 대면조사시 식재판의 내구성 강화와 모양 및 색상 다양화, 관수 편의성 등의 개선이 필요하다는 의견이 있으므로 이는 식재판의 판매 확대를 위해 보완해야 할 사항으로 판단되었다.

표 2. 벽면녹화 식재판 현장실증 시설관계자 만족도(17명)

구 분	매우 높다 (5)	높다 (4)	보통 (3)	낮다 (2)	매우 낮다 (1)	종합
인테리어 만족도	1	14	2	-	-	3.94
디자인 만족도	3	10	4	-	-	3.94
식물관리 용이성	1	8	6	1	-	3.35
합 계	5	32	12	1	-	3.74

구 분	예	아니요	비율(%)
구매 의향	12	5	70.6

표 3. 벽면녹화 식재판 현장실증 시설이용객 만족도(114명)

구 분	매우 높다 (5)	높다 (4)	보통 (3)	낮다 (2)	매우 낮다 (1)	종합 (5점척도)
인테리어 만족도	54	45	15	-	-	4.34
디자인 만족도	47	44	20	3	-	4.18
합 계	101	89	35	3	-	4.26

구 분	예	아니요	비율(%)
구매 의향	76	38	66.7

4. 적 요

2011년 개발한 ‘수직면 녹화용 식생 패널’의 단점을 보완하기 위해 2021년부터 3년간 벽면녹화 식재판의 개발과 개선을 추진한 시험결과는 다음과 같다.

가. 식재판에 식물 식재공간이 충분히 확보된 돌출부가 구비된 식재판을 디자인하고, 식재용 이너화분을 별도 제작하여 식물식재 및 관리를 용이하도록 개선하였다.

나. 식재판 시제품을 9개소에서 현장실증한 결과, 실내외 관수, 온도, 광 등 환경조건에 적합하지 않았던 관엽식물 6종과 선인장·다육식물 29종을 제외한 33종의 선인장·다육식물이 실내외에서 3개월이상 관상가치가 유지되는 식물로 선발하였다.

다. 식재판에 식물을 심는 방법과 관리방법을 쉽게 알 수 있도록 1분 내외의 동영상 2건을 제작하여 리플렛에 QR코드로 연결하여 제공하였다.

라. 현장실증 시설관계자 17명과 시설이용객 114명에게 벽면녹화 식재판의 만족도조사를 실시한 결과, 시설관계자와 시설이용객 모두 디자인 및 인테리어 만족도가 높았으며, 구매 의향은 각각 70.6%, 66.7%였다.

5. 인용문헌

이경재, 최진우, 배호봉, 강현경. 2009. 도심 실내조경 식물의 적절한 생육에 필요한 광조건. 한국조경학회지. 37(3): 113-12

이재홍. 2013. 실내조경에 적합한 선인장·다육식물 소재선발 및 식생틀 개발. 2013년도 시험연구보고서. pp. 699-714

최경옥, 방광자. 2001. 광섬유 조명체제가 실내조경식물의 생육에 미치는 효과. 한국조경학회지. 29(6): 92-100

Jang, D. H., Kim, H. S., Lee, G. H., Moon, S. Y. 2005. A study of the supplementation plan for the technical method and the regulation on the green wall system in the biotope area rates. J. Kor. Arc. Ins. 25(1): 107-110

Lee, E. H.. 2001. Building greening of green city space. Darackbang. 113-135

Shibata, S. and N. Suzuki. 2002. Effect of foliage plant on task performance and mood. J. Environ. Psycho. 22: 265-272.

Son, K.C., S.K. Park, H.O. Boo, G.Y. Bea, K.Y. Beak, S.H. Lee, B.G. Heo. 1997. Horticultural therapy. 1st ed., pp. 35-95. Seowon Press, Seoul, Korea.

6. 연구결과 활용제목

- ❍ 벽면 녹화용 식생 패널(2022, 디자인출원 2건)
- ❍ 산업재산권 기술이전(2022, ㈜프라텍)
- ❍ 벽면녹화에 적합한 선인장, 다육식물 소재(영농활용, 2023)

7. 연구원 편성

세부과제	구분	소속	직급	성명	수행업무	참여년도		
						'21	'22	'23
선인장다육식물 벽면녹화용 식재판 개발	**책임자**	**선인장다육식물연구소**	**농업연구사**	**서재순**	**세부과제 총괄**	-	❍	❍
	공동 연구자	환경농업연구과	농업연구관	심상연	시험연구 총괄	❍	❍	-
		선인장다육식물연구소	농업연구사	김윤희	자료분석	❍	❍	❍
	〃	〃	〃	정재홍	자료분석	❍	❍	❍
	〃	〃	〃	이지혜	자료분석	-	-	❍
	〃	〃	〃	정규석	자료분석	-	❍	-
	〃	〃	농업연구관	이재홍	시험검토	❍	-	❍
	〃	〃	〃	정구현	시험검토	-	-	❍