

옥상녹화지에서 허브식물의 관수처리에 따른 생육특성[†]

김동엽* · 박희령** · 하유미* · 류경선**

*성균관대학교 건설환경공학부 · **성균관대학교 대학원 조경학과

Effect of Irrigation on Growth Characteristics of Herb Plants on a Green Rooftop Area

Kim, Dong-Yeob* · Park, Hi-Ryung** · Ha, Yoo-Mi* · Ryu, Kyung-Sun**

*School of Civil, Architectural Engineering and Landscape Architecture, Sungkyunkwan University

**Dept. of Landscape Architecture, Graduate School, Sungkyunkwan University

ABSTRACT

This study examined the growth of herb plants in response to irrigation on a green rooftop area in order to select herb plants that can be used for rooftop greening. Apple Mint (*Mentha suaveolens*), Lemon balm (*Melissa officinalis*), Spearmint (*Mentha spicata*), Pineapple sage (*Salvia elegans*), Choco Mint (*Mentha × piperita* 'Choco Mint'), Ox-eye Daisy (*Chrysanthemum leucanthemum*), Roman Chamomile (*Anthemis nobilis*) and Thyme (*Thymus vulgaris*) showed increased growth when irrigated. Conversely, Lavender (*Lavendula angustifolia*), Peppermint (*Mentha × piperita*), Vicks Plant (*Plectranthus tomentosa*), Feverfew (*Tanacetum parthenium*), Rosemary (*Rosmarinus officinalis*), Tansy (*Tanacetum vulgare*), Lemon Verbena (*Aloysia triphylla*), Heliotrope (*Heliotropium arborescens*), Soapwort (*Saponaria officinalis*) and Lady's mantle (*Alchemilla vulgaris*) demonstrated satisfactory growth regardless of irrigation. Peppermint, Tansy, Lemon Verbena, Soapwort, and Lady's mantle seem to be suitable for green rooftop because of their overwintering ability and drought hardiness. Pineapple sage, Apple Mint and Thyme would seem to be inappropriate for rooftop greening because they showed negative growth response to drought and failed overwintering. Although Spearmint, Lemon balm, Choco Mint, Ox-eye Daisy and Roman Chamomile had reduced growth during dry conditions, they were able to overwinter satisfactorily and can be used as rooftop plants with irrigation.

Key Words: Peppermint, Tansy, Lemon Verbena, Soapwort, Lady's Mantle

국문초록

허브식물을 이용한 옥상녹화시 관수를 실시한 처리구에서 좋은 생육특성을 보인 허브식물은 애플민트, 레몬밤, 스피아민트, 파인애플세이지, 초코민트, 옥스아이데이지, 케모마일 및 타임이었다. 반면, 무관수 처리구에서 좋은 생육특성을 보인 허브식물은 페퍼민트, 장미허브 및 피버퓨였다. 관수에 따른 생장에 차이가 없는 허브식물은 라벤다, 로즈마리,

[†]: 이 논문은 교육부 '이공분야기초연구사업(과제번호: NRF-2017R1D1B03036540)'의 지원에 의하여 연구되었음.

Corresponding author: Dong-Yeob Kim, School of Civil, Architectural Engineering and Landscape Architecture, Sungkyunkwan University, Suwon 16419, Korea, Tel.: +82-31-290-7854, E-mail: dykim@skku.ac.kr

탠지, 레몬버베나, 헬리오트로프, 소프위트 및 레이디스맨틀이었다. 관수 및 무관수 처리가 허브식물의 생장에 미치는 영향과 최대 광합성 효율을 조사한 결과, 관수처리 시 생장이 증가하고 최대광합성효율이 증가한 허브식물로는 초코민트, 스피아민트, 레몬밤, 애플민트 등으로 나타났다. 무관수시 생장이 증가하고 최대광합성효율이 증가한 허브식물로는 페퍼민트와 탠지였으며, 장미허브는 무관수시 생장은 증가한 반면 최대 광합성효율은 감소하여 스트레스를 많이 받는 것으로 생각되었다. 또한, 관수 및 무관수 처리에 따른 생장 차이가 없으나, 최대 광합성효율이 증가한 허브는 로즈마리와 소프위트였으며, 레몬버베나, 피버퓨, 헬리오트로프 등은 관수 및 무관수에 따른 생장 차이가 없고, 최대 광합성 효율 역시 큰 차이가 없는 것으로 나타났다. 초코민트와 페퍼민트는 중부지방에서 월동 가능성과 동시에 겨울에도 잎이 지지 않고 상록으로 유지되어 옥상녹화에 적합한 식물이라고 생각되었다. 반면, 장미허브, 파인애플세이지, 애플민트는 추위에 약하고 월동이 안 되어서 옥상녹화에 부적합한 것으로 생각되었다. 스피어민트와 레몬밤은 엽색의 변화와 동해 피해로 인해 관상가치는 떨어졌으나, 월동이 가능하기 때문에 옥상녹화에 어느 정도 적용 가능한 식물로 판단되었다.

중부지방에서 활용 가능한 저관리형 옥상녹화용 허브식물로는 무관수시 생장이 증가하고 월동이 가능한 페퍼민트와 탠지가 저관리형 옥상녹화용 식물로 가장 적합한 것으로 나타났으며, 레몬버베나, 소프위트 및 레이디스맨틀도 중부지방에서 옥상녹화용 허브식물로 활용 가능한 것으로 판단되었다.

주요어: 페퍼민트, 탠지, 레몬버베나, 소프위트, 레이디스맨틀

I. 서론

옥상은 지상 환경에 비하여 온도, 습도 등의 기상환경과 토양 조건 등이 생물서식에 불리하며, 따라서 식물의 생육도 비교적 열세를 보인다. 이러한 환경에서는 많은 연구를 거쳐 선발된 옥상녹화용 식물이 도입된 경우에도 척박한 환경에서 강한 생육을 보이는 귀화식물의 이입으로 피해를 당할 우려가 높다(Choi and Ahn, 2004). 이를 해결하기 위하여 옥상의 열악한 생육환경에 적응력이 뛰어난 식물의 도입이 고려되고 있으며, 이들 중의 도입 후 양호한 생육을 위한 지속적인 관리방안이 모색되고 있다(Kim *et al.*, 2010). 옥상의 인공식재 기반은 식물체의 증산작용과 토양의 증발로 인한 과다한 수분 손실이 예상되기 때문에 관수설비를 통한 정기적인 관수가 요구된다. 그러나 관수에 따른 인력과 비용의 부담이기 때문에, 무관수 조건에서 건전한 생육을 보이는 식물을 살펴볼 필요가 있다. 최근의 연구들에서 옥상녹화시스템의 수분 변화에 대하여 관심이 집중되고 있는 것을 엿볼 수 있다. 지붕의 경사, 방향에 따라 식물의 증발산량이 달라지기도 하고, 토심 및 배지의 깊이에 따라 우수유출량이 다르게 나타난다(Vanwoert *et al.*, 2005).

최근 서울, 부산 등 대도시를 중심으로 도심 내 녹지 확보의 일환으로 옥상정원 조성사업이 추진되고 있으며, 이용성을 고려한 원예적인 접근도 시도되고 있다. 국립원예특작과학원에서는 옥상정원의 이용성을 높이기 위하여 다양한 텃밭 모델을 제시하는 등 이용 방안에 대한 연구를 수행해 오고 있다(Chung *et al.*, 2009; 2010a; 2010b). 허브식물에 대한 연구로는 허브의 재배에 영향을 미치는 요인 또는 재배 방법, 허브의

효능과 활용, 허브의 성분 등 다수가 있다. 또한, 허브에 관련된 서적들도 많이 출판되어 있으며, 주로 일부 허브 종에 대한 식물학적 관찰과 기록 또는 상업적 목적의 시장성 연구가 대부분이다. 허브식물의 취급 종수는 수십 종에서 수백 종에 이르기까지 넓은 폭을 보이고 있다(Moon *et al.*, 2004). 옥상 지역에 라벤더 등 허브 7종을 대상으로 연구를 실시한 결과, 민트류를 제외하고 대부분 월동하지 못하는 것으로 나타났다(Kang and Lee, 2005). 2007년에는 모든 허브가 지하부까지 고사하여 허브식물은 옥상에 활용하기에 어려운 것으로 보였다. 허브를 옥상녹화 및 옥상 텃밭용 재료로 이용하고자 하는 연구는 미흡한 실정이다.

본 연구는 허브식물을 옥상녹화용 재료로 이용하기 위해 관수 및 무관수 처리가 허브식물의 생장에 미치는 영향을 조사하여 무관수시 생육이 양호한 저관리형 옥상녹화용 재료로 활용 가능한 허브식물을 선발하고자 하였다.

II. 재료 및 방법

1. 공시재료

본 연구는 중부지방에서 생육이 가능한 내한성과 내서성이 강한 허브를 위주로 선정하였으며, 장미허브(*Plectranthus tomentosa*), 초코민트(*Mentha × piperita* 'Choco Mint'), 파인애플세이지(*Salvia elegans*), 스피아민트(*Mentha spicata*), 페퍼민트(*Mentha × piperita*), 레몬밤(*Melissa officinalis*), 로즈마리(*Rosmarinus officinalis*), 애플민트(*Mentha suaveolens*), 라벤다(*Lavandula angustifolia*), 탠지(*Tanacetum vulgare*), 레몬버베

나(*Aloysia triphylla*), 옥스아이테이지(*Chrysanthemum leucanthemum*), 피버푸(*Tanacetum parthenium*), 캐모마일(*Anthemis nobilis*), 헬리오트로프(*Heliotropium arborescens*), 타임(*Thymus vulgaris*), 소프위트(*Saponaria officinalis*), 레이디스맨틀(*Alchemilla vulgaris*) 등 총 18종을 공시재료로 이용하였다. 허브 식물은 3 inch pot에 식재된 1년생 묘묘를 구매하여 사용하였으며, 실험은 2010년 3월부터 2012년 3월까지 성균관대학교 3층 건물 옥상에서 실시하였다. 식재토양은 토양은 버미큘라이트, 피트모스, 펄라이트를 혼합한 옥상녹화용 인공토양으로 개발된 에코소일(Eco & Bio(주), 2010)을 사용하였으며, 잡초 및 수분 증발을 억제하기 위해 바크멀칭을 사용하였다.

2. 실험방법

중부지방에서 하계기간동안 관수 처리가 인공지반 내 허브의 생육에 미치는 영향을 조사하기 위해 E사의 EP-16(50×50×10cm 식재용 모듈)에 각각 9주씩 식재하였다. 실험구는 관수 처리구와 무관수 처리구로 나누었으며, 3 반복으로 임의배치하였다. 관수 처리구에는 Gardena Co.의 Water Computer C1060을 이용하여 일주일에 3회씩 자동관수했다. 무관수 처리구에는 건조기가 지속되어 식물이 고사할 우려가 있을 때에만 최소 관수하였다. 토양의 물리적 특성을 조사하기 위해 Moisture meter(W1 1000N)를 이용하여 토양 수분(%), 토양 EC(mS/m), 토양 온도(℃)를 조사하였다. 조사항목은 생육특성으로 초장(cm), 초폭(cm), 엽신장(cm), 엽폭(cm), 신초길이(cm), 신초수(개), 지피 면적(cm²), 생육기간 등을 조사하였고, 이들에 식물의 월동 여부를 조사하였으며, 성장상태, 고사 여부, 식물의 피해 등을 조사하였다. 옥상 조건에서 식물의 성장반응을 알아보기 위하여 chlorophyll fluoremeter(Opti-Sciences, OS-30p)를 이용하여 식물체에 가해지는 스트레스를 측정하였다. F₀(minimum fluorescence)와 F_M(maximum fluorescence)를 측정하고, 아래 식에 의해 F_V/F_M 값을 구하였다.

$$F_V/F_M = (F_M - F_0) / F_M$$

F_V/F_M은 표준화된 매개변수로서 식물의 photosystem II 반응 시 최대양자효율을 나타낸다. 건강한 식물은 F_V/F_M 값이 0.79~0.84 사이에서 측정된다(Maxwell and Johnson, 2000). 스트레스를 받은 식물은 이보다 낮은 값을 나타낸다. 각 처리구 간의 유의성 검증은 PC용 SAS(Statistical Analysis System) 9.0 프로그램을 이용하여 ANOVA 분석을 실시하였다(Knowledge & information Officer of Rural Development Administration, 2008). 각 자료는 분산분석에 의해 유의성을 검정하였고, Duncan의 다중범위 검정을 실시하여 유의적인 차이를 $p < 0.05$ 수준으로 비교분석하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 관수처리에 의한 토양의 물리적 특성 및 허브식물의 생육특성

옥상의 인공 식재지반은 자연 지반보다 온도가 높아 바람이 강하여 식물체의 증산작용과 토양 내 수분증발이 더욱 많아지고, 지속적인 관수가 요청되므로, 옥상녹화 시 일반적인 식재공법을 도입하게 되면 관수설비를 설치하여 정기적으로 지속적인 관수를 실시하여야 한다. 식물에 있어 토양의 함수량은 증발산과 토성의 영향을 받으며, 식물체의 요소량은 기상요인, 식물의 종류, 재배시기에 따라 차이가 있다. 증발산량은 계절에 따라 차이가 있어 증발산량이 높은 시기에는 관수횟수와 관수량을 증가시켜야 원하는 수량을 확보할 수 있다는 연구가 보고되어 있다(Locasio and Smajstrla, 1996).

옥상재배 시 허브식물에 관수를 실시한 후 토양의 물리적 특성을 조사한 결과(Table 1 참조), 관수처리 시 토양 EC가 무관수에 비해 높은 것으로 나타났으며, 특히 관수처리된 초코민트, 파인애플세이지, 애플민트에서 0.5 mS/cm 이상 높게 나타났다. 옥상재배 시 관수처리에 의한 토양 온도를 5월부터 8월까지 조사한 결과, 토양온도는 7~14℃ 정도로 나타났으며, 무관수 지역에서 높은 것으로 나타났다. 또한, 시기가 지날수록 토양 온도는 증가되는 경향을 보였다. 토양온도의 경우, 지상부 온도보다 낮았으며, 8월의 토양온도도 15℃ 미만으로 낮았다. 공시식물 공히 pot 내 토양온도는 시간이 지날수록 관수 처리구와 무관수 처리구의 토양온도 차이는 크지 않았다.

하계기간 허브식물의 최대 생육량을 조사한 결과(Table 2 참조), 초장(cm)은 초코민트, 파인애플세이지, 페퍼민트, 애플민트, 탄지, 피버푸가 좋은 생육상태를 보였다. 엽신장(cm)과 엽폭(cm)은 스피어민트, 레몬밤, 옥스아이테이지, 레이디스맨틀, 소프위트 등이 좋은 생육상태를 보였으며, 초폭(cm)은 장미허브, 레몬버베나, 캐모마일, 타임 등이 좋았다. 전체적인 생육상태는 장미허브, 초코민트, 파인애플세이지, 페퍼민트, 레몬밤, 레이디스맨틀, 소프위트 등이 좋은 생육상태를 보였다. 관수지역에서 생육상태가 좋은 식물로는 초코민트, 파인애플세이지, 스피어민트, 애플민트, 라벤더, 탄지, 옥스아이테이지, 캐모마일로 조사되었으며, 무관수 지역에서 생육상태가 좋은 식물로는 장미허브, 페퍼민트, 레몬밤, 로즈메리, 레몬버베나, 피버푸, 헬리오트로프, 타임, 레이디스맨틀, 소프위트로 조사되었다.

허브종류별 초장을 분류한 결과, 50cm 이상의 고정형은 애플민트, 탄지, 피버푸 등으로 나타났으며, 반면 초장이 20cm 이하의 왜성형으로는 장미허브, 스피어민트, 레몬밤, 로즈마리, 옥스아이테이지, 헬리오트로프, 레이디스맨틀 등이 키가 작은 왜성형으로 나타나, 옥상용 지피식물로 이용할 수 있을 것으로 생각되었다.

Table 1. Soil physical characteristics of the plots in response to irrigation on a green rooftop

Kind of plants	Treatment	Soil EC(mS/cm)				Soil temperature(°C)			
		May	June	July	August	May	June	July	August
Vicks Plant	Irrigation	0.18	0.14	0.18	0.17	9.77	8.93	10.87	12.65
	No irrigation	0.16	0.38	0.55	0.17	10.40	9.47	12.27	13.30
Choco Mint	Irrigation	0.52	0.43	0.33	0.36	11.07	9.77	13.40	13.54
	No irrigation	0.14	0.19	0.00	0.09	11.07	9.93	13.93	13.77
Pineapple sage	Irrigation	0.66	0.61	0.50	0.52	10.77	9.97	11.73	13.12
	No irrigation	0.44	0.71	0.04	0.18	10.73	10.20	10.13	13.55
Spearmint	Irrigation	0.31	0.34	0.31	0.32	10.60	9.13	11.27	13.28
	No irrigation	0.10	0.12	0.00	0.06	10.10	8.47	11.50	13.46
Peppermint	Irrigation	0.31	0.34	0.29	0.35	10.60	8.67	11.20	13.02
	No irrigation	0.10	0.05	0.26	0.26	10.10	9.07	10.10	13.44
Lemon balm	Irrigation	0.37	0.32	0.34	0.34	9.37	9.13	11.37	12.60
	No irrigation	0.19	0.12	0.00	0.05	8.03	8.47	10.80	13.12
Rosemary	Irrigation	0.24	0.24	0.19	0.24	9.40	9.37	11.70	9.39
	No irrigation	0.12	0.04	0.00	0.08	9.63	8.27	12.27	8.95
Apple Mint	Irrigation	0.64	0.46	0.41	-	9.80	9.30	12.53	-
	No irrigation	0.41	0.36	0.13	-	9.83	9.27	13.73	-
Lavander	Irrigation	0.30	0.35	0.29	-	10.07	8.60	12.50	-
	No irrigation	0.28	0.25	0.07	-	9.73	8.47	12.17	-
Tansy	Irrigation	0.37	0.47	0.32	-	9.90	9.20	13.20	-
	No irrigation	0.19	0.16	0.00	-	8.23	8.00	14.90	-
Lemon Verbena	Irrigation	0.27	0.24	0.19	-	10.13	9.13	13.60	-
	No irrigation	0.15	0.10	0.05	-	9.83	8.33	15.27	-
Ox-eye Daisy	Irrigation	0.38	0.33	0.23	-	9.33	7.73	14.20	-
	No irrigation	0.18	0.23	0.13	-	8.53	8.10	12.33	-
Feverfew	Irrigation	0.26	0.21	0.19	-	9.43	9.00	12.67	-
	No irrigation	0.14	0.17	0.06	-	9.07	8.67	10.77	-
Roman Chamomile	Irrigation	0.36	0.35	0.36	-	8.93	8.73	10.83	-
	No irrigation	0.21	0.15	0.09	-	9.07	9.13	13.43	-
Heliotrope	Irrigation	0.21	0.22	0.21	-	8.93	8.83	13.80	-
	No irrigation	0.18	0.15	0.09	-	8.47	8.93	12.57	-
Thyme	Irrigation	0.25	0.23	-	-	7.93	8.30	-	-
	No irrigation	0.11	0.13	-	-	8.60	7.93	-	-
Soapwort	Irrigation	0.20	0.20	-	-	8.13	8.27	-	-
	No irrigation	0.15	0.12	-	-	7.60	8.47	-	-
Lady's mantle	Irrigation	0.21	0.18	-	-	8.37	8.53	-	-
	No irrigation	0.26	0.17	-	-	8.60	6.97	-	-

옥상재배 시 허브식물의 지피 면적(cm^2)과 최대 초장(cm)을 조사한 결과(Figure 1 참조), 페퍼민트, 장미허브, 레몬밤, 탠지, 타임 등이 지피면적이 높게 나타났으며, 페퍼민트의 경우, 관수처리 시 지피면적이 가장 넓은 것으로 나타났다. 장미허브는 무관수시 지피면적이 크게 나타나, 관수를 실시하지 않은 옥상녹화시 저관리형 재배에 적합할 것으로 생각되었다. 초장

은 초코민트, 파인애플세이지, 페퍼민트, 애플민트, 탠지, 피버퓨가 길게 나타나 좋은 생육 상태를 보였다. 관수지역에서 생육 상태가 좋은 식물은 초코민트, 파인애플세이지, 스피아민트, 애플민트, 라벤더, 탠지, 옥스아이테이지, 캐모마일이었으며, 무관수 처리에서 생육상태가 좋은 식물은 장미허브, 페퍼민트, 레몬밤, 로즈마리, 레몬버베나, 휘버휴, 헬리오트로프, 타임, 레이

Table 2. Characteristics of maximum growth of herb plants in response to irrigation on a green rooftop

Kind of plants	Treatment	Plant height(cm)	Leaf width(cm)	Leaf length(cm)	Shoot length(cm)	No. of shoot(ea)
Vicks Plant	Irrigation	9.35±0.39 ^z	1.39±0.05	1.70±0.06	15.34±0.48	7.56±1.57
	No irrigation	15.37±0.30	1.39±0.51	1.70±0.05	13.21±1.21	7.32±0.56
Choco Mint	Irrigation	27.62±1.36	3.44±0.50	2.02±0.13	23.10±1.24	10.18±0.47
	No irrigation	17.38±1.09	2.01±0.08	3.44±0.13	23.09±0.80	10.19±0.35
Pineapple sage	Irrigation	37.35±1.74	3.26±0.08	7.22±0.16	34.77±1.79	8.59±0.50
	No irrigation	36.67±1.98	3.26±1.90	7.22±0.47	34.78±0.16	7.22±0.33
Spearment	Irrigation	19.52±1.13	2.06±1.29	3.09±0.18	14.48±1.29	6.81±0.66
	No irrigation	18.30±0.98	1.02±0.06	2.80±0.11	13.25±0.82	4.68±0.57
Peppermint	Irrigation	45.26±2.04	1.72±0.07	3.14±0.15	36.94±2.33	13.40±0.78
	No irrigation	43.96±2.03	2.09±0.15	3.90±0.07	36.94±2.36	13.40±0.79
Lemon balm	Irrigation	4.12±1.36	3.04±0.20	4.13±0.12	17.56±1.41	3.09±0.38
	No irrigation	19.86±1.05	3.18±0.14	4.13±0.07	13.69±1.27	2.90±0.50
Rosemary	Irrigation	13.87±0.19	0.39±0.01	2.70±0.08	7.30±0.12	8.18±0.40
	No irrigation	13.52±0.28	0.37±0.01	2.57±0.06	7.11±0.21	8.55±0.36
Apple Mint	Irrigation	72.83±0.89	2.22±0.07	2.85±0.08	48.16±1.81	7.66±0.17
	No irrigation	61.35±1.24	2.00±0.07	2.63±0.13	37.67±1.46	7.22±0.11
Lavander	Irrigation	26.78±1.03	13.19±0.05	0.69±0.11	11.17±0.69	13.19±0.72
	No irrigation	19.24±0.99	3.16±0.04	0.61±0.12	12.41±0.54	11.07±0.63
Tansy	Irrigation	55.52±2.46	0.93±0.08	2.81±0.03	15.35±0.47	8.66±0.40
	No irrigation	47.37±2.45	0.77±0.05	2.65±0.09	13.20±0.59	5.63±0.27
Lemon Verbena	Irrigation	23.41±0.92	1.00±0.02	4.06±0.14	18.13±0.64	8.85±0.46
	No irrigation	23.87±0.95	0.96±0.02	3.78±0.12	19.22±1.02	10.26±0.30
Ox-eye Daisy	Irrigation	5.04±0.14	1.98±0.07	3.82±0.17	5.28±0.38	70.81±3.30
	No irrigation	3.55±0.12	1.92±0.06	3.09±0.10	3.70±0.14	60.59±3.92
Feverfew	Irrigation	50.33±1.71	2.39±0.17	4.50±0.30	42.71±2.05	3.04±0.30
	No irrigation	51.44±1.57	3.19±0.47	6.08±0.22	39.84±1.52	3.72±0.38
Roman Chamomile	Irrigation	35.05±0.69	0.10±0.00	0.50±0.00	11.78±0.55	8.11±0.41
	No irrigation	26.21±0.89	0.10±0.00	0.50±0.00	7.98±0.90	6.88±0.56
Heliotrope	Irrigation	13.01±0.49	1.56±0.07	3.09±0.12	7.82±0.75	1.96±0.16
	No irrigation	13.91±0.50	1.31±0.05	3.12±0.11	9.20±0.90	1.55±0.16
Thyme	Irrigation	25.10±0.80	0.44±1.28	0.53±0.45	10.00±0.01	5.09±0.01
	No irrigation	17.56±1.30	0.42±0.01	0.52±0.01	11.43±1.23	3.69±0.42
Soapwort	Irrigation	24.70±1.53	1.85±0.05	4.07±0.15	15.80±1.11	4.92±0.54
	No irrigation	23.49±1.47	1.72±0.04	5.16±1.15	16.25±0.99	4.48±0.30
Lady's mantle	Irrigation	6.59±0.16	3.50±0.11	3.60±0.22	4.07±0.18	50.92±1.59
	No irrigation	5.20±0.19	3.31±0.13	2.89±0.11	4.85±0.19	38.22±1.51

^z means standard deviation.

디스맨틀, 소프워트였다.

육상 조건에서 관수처리에 따른 허브식물의 스트레스 반응은 식물의 종류에 따라 다른 것으로 나타났다(Figure 2 참조). 본 연구에서는 공히 F_V/F_M 값이 0.79보다 낮은 것으로 나타나, 하계기간(5월부터 8월까지)의 광합성 효율은 떨어지는 것으로 생각되었다. 페퍼민트와 레몬버베나는 무관수 처리구에서

다른 식물에 비해 높은 광합성 효율을 보여 낮은 스트레스 반응을 보였다. 관수처리에 의한 식물의 스트레스 반응은 초장 및 잎의 생장량과 유사한 경향을 보였다. 육상의 인공 식재지 반은 자연 지반보다 온도가 높고 바람이 강하여 식물체의 증산 작용과 토양 내 수분증발이 더욱 많아지고 지속적인 관수가 요청되므로, 육상녹화 시 일반적인 식재 방법을 도입한 경우, 관

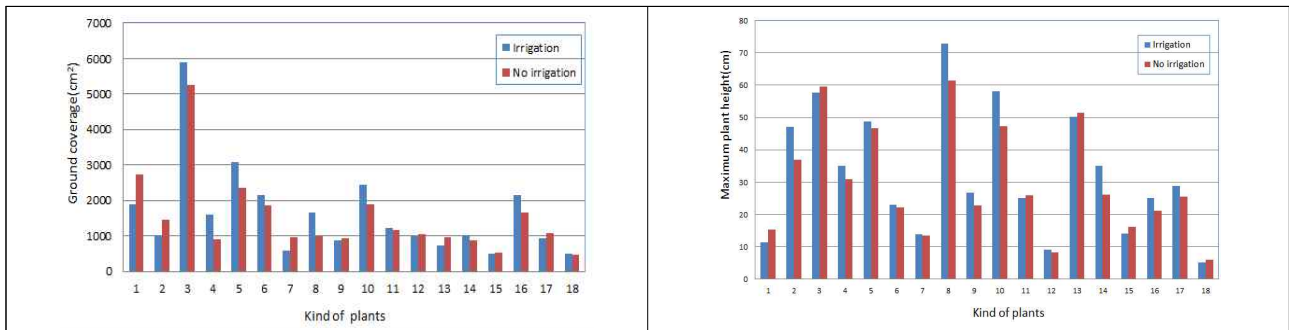


Figure 1. Comparison of ground coverage(cm^2) and plant height(cm) of herb plants in response to irrigation on a green rooftop area
 Legend: 1: Vicks Plant 2: Choco Mint 3: Pineapple sage 4: Spearmint 5: Peppermint 6: Lemon balm
 7: Rosemary 8: Apple Mint 9: Lavander 10: Tansy 11: Lemon Verbena 12: Ox-eye Daisy
 13: Feverfew 14: Roman Chamomile 15: Heliotrope 16: Thyme 17: Soapwort 18: Lady's mantle

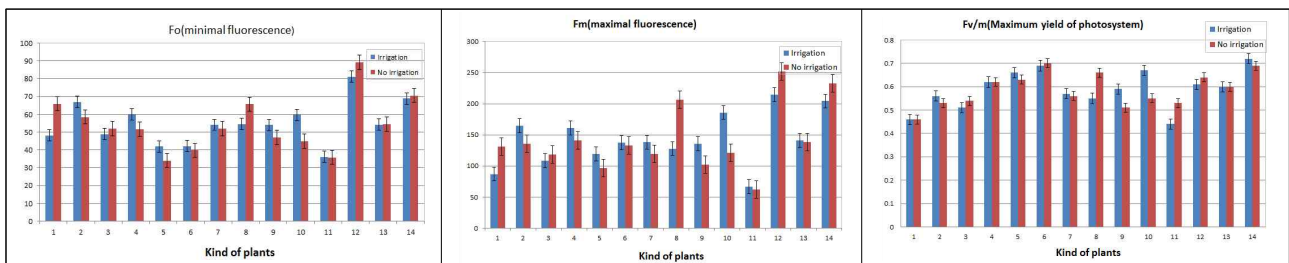


Figure 2. Chlorophyll fluorescence responses of herb plants in relation to irrigation
 Legend: 1: Vicks Plant 2: Choco Mint 3: Pineapple sage 4: Apple Mint 5: Lavander 6: Roman Chamomile 7: Spearmint
 8: Peppermint 9: Lemon balm 10: Tansy 11: Lemon Verbena 12: Ox-eye Daisy 13: Soapwort 14: Lady's mantle

수설비를 설치하여 정기적으로 관수해야 한다. 토양의 함수량은 증발산과 토성의 영향을 받으며, 식물체의 수분요구량은 기상요인, 식물의 종류, 재배시기에 따라 차이가 있다. 증발산량은 계절에 따라 차이가 있어 증발산량이 높은 시기에는 관수 횟수와 관수량을 증가시켜야 원하는 수량을 확보할 수 있게 된다(Locasio and Smajstrla, 1996).

2. 관수 및 무관수에 따른 허브식물의 생장 반응

1) 관수 후 생장이 증가한 허브

허브식물을 이용한 옥상재배 시 관수처리가 식물의 생육에 미치는 영향을 조사하기 위해 초장(cm), 초폭(cm), 엽신장(cm), 엽폭(cm), 신초길이(cm), 신초수(개), 지피 면적(cm^2), 생육기간 등을 각각 조사하여 종합 평가하였다.

관수 처리구에서 좋은 생육특성을 보인 식물은 애플민트, 레몬밤, 스피아민트, 파인애플세이지, 초코민트, 옥스아이테이지, 케모마일, 타임 등이었다(Figure 3, 4 참조). 애플민트의 경우, 7월에 최대 생장을 보인 후 급격히 감소하는 경향을 보였으며, 레몬밤은 8월 이후 지피면적이 줄어드는 경향을 보였다. 스피아민트와 파인애플세이지 그리고 초코민트는 9월 최대생장량을 보였으며, 이후 감소하는 경향을 나타내었다. 그러나 이들은 모두 관수처리 시 생장이 증가한 것으로 보아, 옥상녹화에 이

용될 때에는 관수를 실시하는 것이 효과적이라 생각되었다.

2) 관수 후 생장이 감소한 허브

허브식물을 이용한 옥상재배 시 관수 처리구에서 생장변화를 조사하기 위해 초장(cm), 초폭(cm), 엽신장(cm), 엽폭(cm), 신초길이(cm), 신초수(개), 지피면적(cm^2), 생육기간 등을 각각 조사한 결과, 페퍼민트, 장미허브 및 피버푸가 관수처리 시 생장이 감소하는 것으로 나타났으며, 무관수 처리구에서 생장이 좋은 것으로 나타났다(Figure 5 참조). 페퍼민트의 경우 7월 최대 생장량을 보인 후 감소하였으나, 관수 처리구에 비해 무관수 처리구의 초장 생장이 높았다. 장미허브는 무관수 처리구에서는 7월 최대생장을 보였고, 8월 이후에는 생장 증가가 없었던 반면, 관수 처리구에서는 8월에 최대생장을 보였고, 이후 약간의 증가를 보였다. 피버푸는 무관수 처리구에서 높은 생장을 보였으나, 5월에 생장이 가장 활발한 후 이후 감소하는 경향을 보였다. 토양수분은 관수 처리구에 비해 훨씬 낮았으나, 토양 EC, 토양온도 등에서는 관수 처리구와 무관수 처리구에서 큰 차이가 없는 것으로 나타났다. 따라서 옥상녹화시 관수를 적게 하는 저관리형 녹화에 페퍼민트, 장미허브 및 피버푸를 이용할 수 있을 것으로 생각되었다.

식재기반은 식물의 생육에 가장 직접적으로 관여하고, 실질적으로 가장 중요한 요인으로 작용하고 있으며, 특히 인공녹

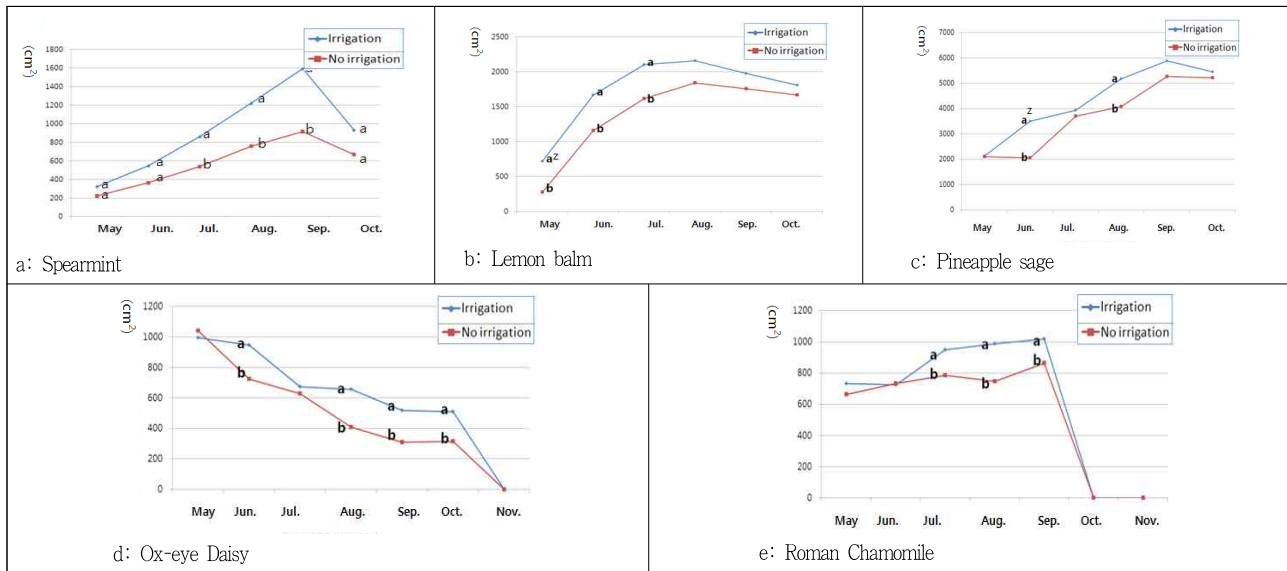


Figure 3. Ground coverage(cm²) of several plants, showing the growth increased by irrigation on a green rooftop area. ²Different letters indicate significant difference on plant growth by Duncan's multiple range test($P=0.05$).

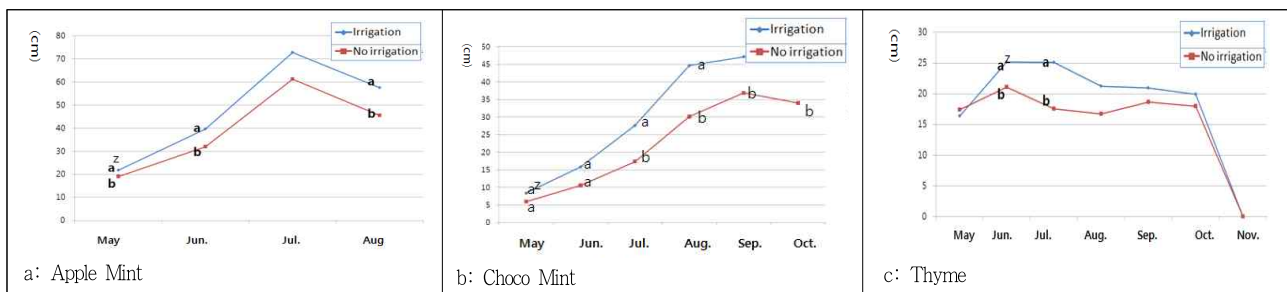


Figure 4. Plant height(cm) of several plants, showing the growth increased by irrigation on a green rooftop area. ²Different letters indicate significant difference on plant growth by Duncan's multiple range test($P=0.05$).

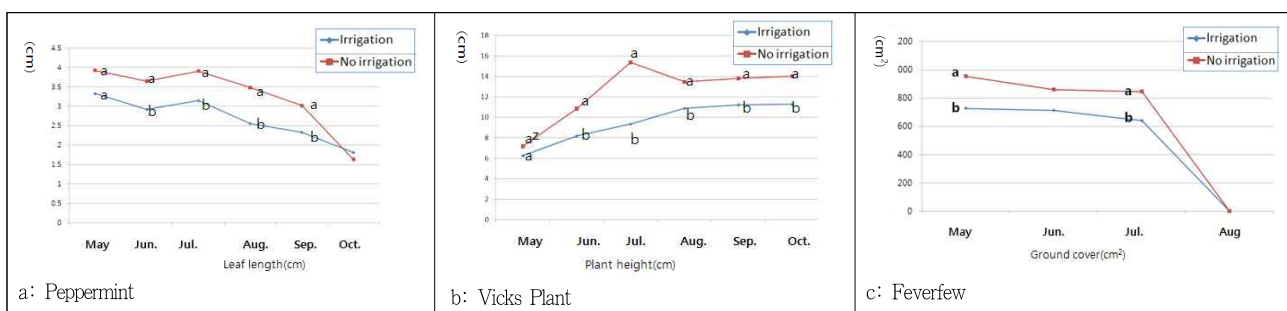


Figure 5. Growth responses of several plants showing good growth with no irrigation on a green rooftop area. ²Different letters indicate significant difference on plant growth by Duncan's multiple range test($P=0.05$).

지에 있어서도 토양 요인의 제어가 중요하게 관여하고 있다. 따라서 식재기반과 식물생육에 미치는 영향을 규명하는 다양한 연구가 활발히 이루어지고 있다(Bae, 2009). 옥상의 인공식재 기반은 자연지반보다 온도가 높고 바람이 강하여 식물체의 증산작용과 토양 내 수분 증발이 더욱 많아 지속적인 관수가 요청되므로, 관수설비를 통한 정기적인 관수가 요구된다. 하지만

인력 및 비용 상승이 초래되므로 근본적인 해결책인 무관수에서도 식물생육이 건전하게 유지될 수 있는 토양수분에 대한 관심이 필요하다(Choi *et al.* 2001; Choi and Lee, 2001). 최근 많은 연구들에서 옥상녹화시스템에서 이루어지는 수분변화에 대해 중요성이 강조되고 있다. 옥상-지붕의 경사, 방향에 따라 식물의 증발산량이 달라진다고(Monerusso *et al.*, 2005), 토

심에 따라 달라지는 우수유출(Emilsson and Rolf, 2005), 배지의 깊이에 따라 달라지는 우수유출에 관한 연구(Vanwoert *et al.*, 2005) 등 수분 변화에 관해 다양한 주제로 연구되고 있다.

3) 관수에 따른 생장 차이가 없는 허브

관수처리가 식물의 생장에 영향이 없는 식물은 라벤더, 로즈마리, 탠지, 레몬버베나, 헬리오트로프, 소프워드, 레이디스맨틀 등으로 나타났다(Figure 6, 7 참조). 이들은 초장(cm), 지피면적(cm^2) 등에서 관수에 따른 차이를 보이지 않았다. 따라서 이들은 무관수 재배시 좋은 생육을 보인 페퍼민트, 장미허브 및 피버푸와 함께 옥상녹화 시 관수량을 최소화한 저관리형 녹화에 이용될 수 있을 것으로 생각되었다. 옥상녹화지의 수분 변화는 식재기반의 깊이와 관계가 있으며, 옥상녹화시스템의 토양 깊이는 수분 조건을 다양하게 적용할 수 있는 기반을 제공한다(Boivin *et al.*, 2001). 옥상 조건에서 허브식물의 관수에 따른 생장이 토심에 따라 어떠한 차이를 보이는데 대해서는 차후의 연구에서 밝혀져야 할 것으로 생각된다.

3. 중부지방에서 활용 가능한 저관리형 옥상녹화용 허브식물의 선발

중부지방에서 옥상녹화시 활용성이 높은 허브식물을 선발하기 위해 월동가능성과 관수처리에 의한 생육 정도를 조사한 결과(Table 3 참조), 초코민트, 페퍼민트, 캐모마일, 탠지, 레몬버베나, 옥스아이테이지, 소프워드 등은 겨울에 지상부가 고사

하지 않고 100% 월동이 가능하였다. 스피아민트와 캐오마일 역시 약간의 피해를 나타내었으나, 90% 이상 월동이 가능한 것으로 조사되었다. 레몬밤의 경우, 50% 이상 월동이 가능하여 이듬해 봄 신초가 성장되었다. 반면, 장미허브, 파이어플세이지, 로즈마리, 애플민트, 라벤더, 피버푸, 헬리오트로프, 타임 등은 11월 하순경 이미 지상부가 고사되었으며, 이듬해 봄 신초가 발생하지 않아 월동이 불가능한 것으로 나타났다. 이상의 결과를 종합해 볼 때 초코민트와 페퍼민트는 월동이 가능함과 동시에 겨울에도 관상가치가 떨어지지 않는 식물로 옥상녹화에 적합한 식물로 생각되었다. 또한 스피아민트와 레몬밤의 경우, 동해로 인해 엽색이 변하여 관상가치는 떨어졌으나, 월동이 일부 가능하였다.

Lee *et al.*(2007)은 옥상에 허브를 이용한 연구에서 옥상녹화 시 라벤더 등 허브 7종을 선정하였으나, 민트류를 제외하고, 대부분 월동하지 못하는 것으로 나타났으며, 이듬해는 모든 허브가 지하부까지 고사한 것으로 판단되어 중부지방에서는 월동이 가능한 허브가 없다고 하였으나, 본 연구에서는 초코민트, 페퍼민트, 스피아민트, 레몬밤 등은 월동이 가능한 것으로 나타났으며, 옥상녹화 시 이용이 가능할 것으로 생각되었다. Chung *et al.*(2011)은 중부지방 옥상정원에서 월동이 가능한 허브식물로 초코민트 등 24종을 선발하였으며, 본 연구에서도 초코민트는 월동을 하여 이듬해 잎이 달린 것을 볼 수 있었다. 그러나 페퍼민트와 스피아민트 그리고 레몬밤 같은 경우, 본 연구 결과에서는 중부지방 옥상정원에서 월동이 가능한 것으로 나타나, Chung *et al.* (2011)과는 상이한 결과를 보였다.

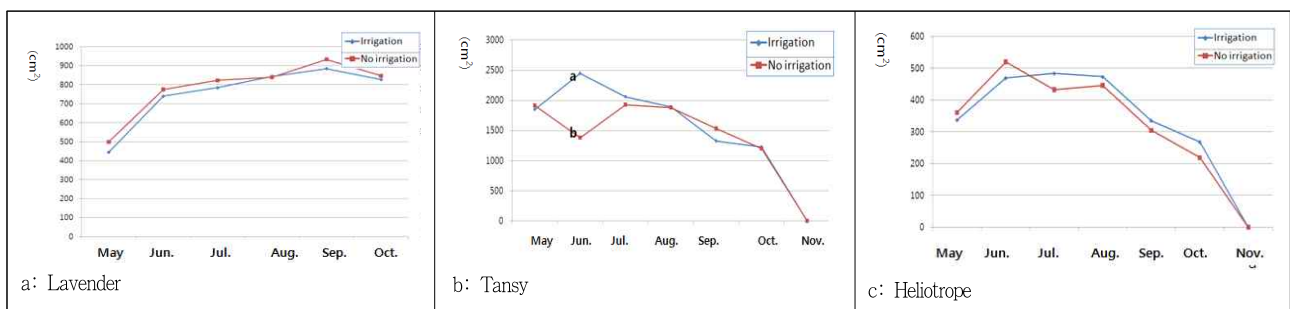


Figure 6. Ground coverage(cm^2) of several plants showing no difference to irrigation treatment on a green rooftop area. ²Different letters indicate significant difference on plant growth by Duncan's multiple range test($P=0.05$).

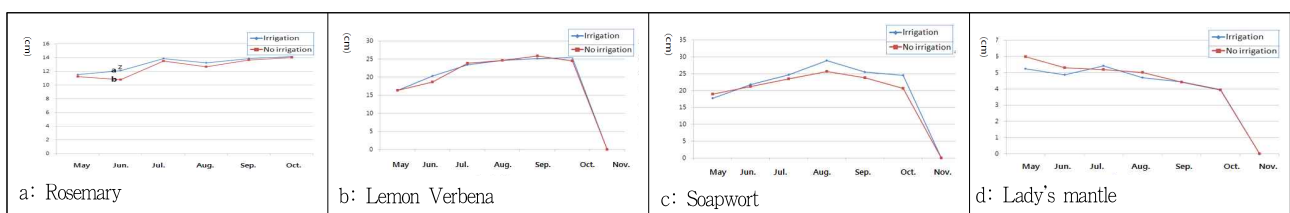


Figure 7. Plant height(cm) of several plants showing no difference to irrigation treatment on a green rooftop area. ²Different letters indicate significant difference on plant growth by Duncan's multiple range test($P=0.05$).

Table. 3. Wintering and green rooftop application of herb plants on a green rooftop area in the central region of Korea

Plant name	Overwintering (%)	Cold injury index ^z	Plant color in winter	Growth response		Green rooftop application
				Irrigation	No irrigation	
Choco Mint	100.0	1	Green	+ ^y	-	Good
Pineapple sage	0.0	5	Brown	+	-	Poor
Spearmint	96.0	5	Grey green	+	-	Medium
Lemon balm	56.0	3	Grey green	+	-	Medium
Apple Mint	0.0	5	Brown	+	-	Poor
Ox-eye Daisy	100.0	1	Green	+	-	Medium
Roman Chamomile	94.0	5	Green	+	-	Medium
Thyme	0.0	5	Brown	+	-	Poor
Vicks Plant	0.0	5	Brown	-	+	Medium
Peppermint	100.0	1	Green	-	+	Excellent
Tansy	100.0	1	Green	-	+	Excellent
Rosemary	0.0	5	Brown	△	△	Medium
Lavander	0.0	5	Brown	△	△	Medium
Lemon Verbena	100.0	1	Green	△	△	Good
Feverfew	0.0	5	Brown	△	△	Medium
Heliotrope	0.0	5	Brown	△	△	Medium
Soapwort	100.0	1	Green	△	△	Good
Lady's mantle	96.0	1	Green	△	△	Good

^z1: 0(no injury)~20%, 2: 20~40%, 3: 40~60%, 4: 60~80%, 5: 80~100%(dead).

^y+: good, △: medium, -: poor.

이상의 결과를 종합해 볼 때 중부지방에서 저관리형 옥상녹화에 활용이 가능한 허브식물로 페퍼민트와 탠지가 가장 적합한 것으로 나타났다. 또한 레몬버베나, 소프위트 및 레이디스맨틀은 관수에 따른 생장 차이가 없고 월동이 가능한 것으로 나타나, 마찬가지로 중부지방에서 옥상녹화용 허브식물로 활용 가능한 것으로 생각되었다. 반면 초코민트, 스피아민트, 레몬밤, 캐모마일, 옥스아이테이지 등은 월동이 가능하지만, 관수 시 생장이 증가하므로 관수가 가능한 조건에서 옥상녹화용 허브식물로 이용될 수 있을 것으로 판단되었다.

IV. 결론

본 연구는 허브식물을 옥상녹화용 재료로 이용하기 위해 관수 및 무관수 처리가 허브식물의 생장에 미치는 영향을 조사하여 무관수 시 생육이 양호한 저관리형 옥상녹화용 재료로 활용 가능한 허브식물을 선발하고자 하였다. 옥상재배시 토양의 물리적 특성을 조사한 결과, 관수처리 시 토양 EC가 무관수에 비해 높은 것으로 나타났으며, 특히 관수처리된 초코민트, 파인애플세이지, 애플민트에서 0.5 mS/cm 이상 높게 나타났다. 5월부터 8월까지 관수처리에 의한 토양온도는 7~14℃였으며, 시기가 지날수록 토양 온도는 증가되는 경향을 보였다.

허브식물을 이용한 옥상재배시 관수 처리구에서 좋은 생육 특성을 보인 식물은 애플민트, 레몬밤, 스피아민트, 파인애플세이지, 초코민트, 옥스아이테이지, 캐모마일, 타임 등이었다. 반면, 무관수 처리구에서 좋은 생육특성을 보인 식물은 페퍼민트, 장미허브 및 피버퓨였다. 관수처리가 식물의 생장에 영향이 없는 식물은 라벤다, 로즈마리, 탠지, 레몬버베나, 헬리오트로프, 소프위트, 레이디스맨틀 등으로 나타났다. 이들은 초장, 지피면적 등에서 관수에 따른 차이를 보이지 않았다. 따라서 이들은 무관수 재배시 좋은 생육을 보인 페퍼민트, 장미허브 및 피버퓨와 함께 옥상녹화시 관수량을 최소화한 저관리형 녹화에 이용될 수 있을 것으로 생각되었다. 중부지방에서 하계기간 옥상녹화시 활용성이 높은 허브식물을 선발하기 위해 월동가능성과 관수처리에 의한 생육 정도를 조사한 결과, 초코민트, 페퍼민트, 캐모마일, 탠지, 레몬버베나, 옥스아이테이지, 소프위트 등은 겨울에 지상부가 고사하지 않고 100% 월동이 가능하였다. 스피아민트와 캐모마일 역시 약간의 피해를 나타내었으나, 90% 이상 월동이 가능한 것으로 조사되었다. 이상의 결과를 종합해 볼 때 중부지방에서 저관리형 옥상녹화에 활용이 가능한 허브식물로 페퍼민트와 탠지가 가장 적합한 것으로 나타났다. 또한 레몬버베나, 소프위트 및 레이디스맨틀은 관수에 따른 생장 차이가 없고 월동이 가능한 것으로 나타나, 마찬가지로

로 중부지방에서 옥상녹화용 허브식물로 활용 가능한 것으로 생각되었다. 반면, 초코민트, 스피아민트, 레몬밤, 캐모마일, 옥스아이테이지 등은 월동이 가능하지만 관수 시 생장이 증가하므로 관수가 가능한 조건에서 옥상녹화용 허브식물로 이용될 수 있을 것으로 판단되었다.

References

1. Bae, E. H.(2009) Computation of Irrigation Rate and Time on Green Roof Planted with *Zoysia japonica*. Master's Thesis, Kon Kuk University, Korea.
2. Boivin, M. A., M. P. Lamy, A. Gosselin and B. Dansereau(2001) Effect of artificial substrate depth on freezing injury of six herbaceous perennials grown in a green roof system. Hort-Technology 11: 409-411.
3. Choi, H. S. and D. M. Ahn(2004) Rooftop planting methods and invading species. Journal of Korean Environmental Research & Revegetation Technology 7(3): 35-47.
4. Choi, H. S., S. S. Lee and Y. B. Lee(2001) The growth of *Hosta longipes* according to soil depth and composted growing media available to rooftop garden. Journal of Korean Institute of Landscape Architecture 29(3): 46-54.
5. Choi, H. S. and Y. B. Lee(2001) Selection of native flower adapted to rooftop greening by light environment and CO₂ and SO₂ absorption capacity of native flowers. Korean Journal of Horticultural Science & Technology 19(1): 112.
6. Chung, M. I., K. J. Kim, E. H. Yoo, S. J. Chung, S. W. Han, D. W. Lee and J. S. Song(2010a) Selection of fruit vegetables easy to grow in rooftop vegetable garden. Korean Journal of Horticultural Science & Technology 28(1): 37-37.
7. Chung, M. I., K. J. Kim, E. H. Yoo, S. J. Chung, S. W. Han, D. W. Lee and J. S. Song(2010b) Selection of leaf vegetables easy to grow in rooftop vegetable garden. Korean Journal of Horticultural Science & Technology 28(1): 38-38.
8. Chung, M. I., S. J. Chung, E. H. Yoo, H. D. Kim and K. J. Kim (2009) Effect of fertilizers for growing leaf vegetables and fruit vegetables in rooftop garden. Korean Journal of Horticultural Science & Technology 27(1): 175-175.
9. Chung, M. I., S. W. Han, J. S. Kim, K. J. Kim and J. S. Song(2011) Selection of herb plants passing the winter season at the rooftop garden in the central provinces. Korean Journal of Horticultural Science & Technology 29(2): 164.
10. Emilsson, T. and K. Rolf(2005) Comparison of establishment methods for extensive green roofs in southern Sweden. Urban Forestry & Urban Greening 3: 103-111.
11. Kang, K. Y. and E. H. Lee(2005) The study on native plants and planting soil for extensive rooftop greening. Journal of Korean Environmental Research & Revegetation Technology 8(4): 23-31.
12. Kim, H. S., K. W. Bae, C. W. Chai, H. S. Byun, K. S. Park, B. W. Heo, K. Y. Ahn, B. I. Yang and Y. H. Ahn(2010) Research Report of Roof Garden on Building. Research Report to Seoul City. pp. 128.
13. Knowledge & Information Officer of Rural Development Administration(2008) Statistical Analysis Using SAS. Rural Development Administration. Suwon. pp. 232.
14. Lee, E. H., E. J. Cho, M. Y. Park, D. W. Kim and S. W. Jang(2007) Selecting plants for the extensive rooftop greening based on herbal plants. Journal of Korean Environmental Research & Revegetation Technology 10(2): 84-96.
15. Locasio, S. J. and A. G. Smajstria(1996) Water application scheduling pan evaporation for drip-irrigated tomato. Journal of American Society for Horticultural Science 121: 63-68.
16. Maxwell, K. and G. N. Johnson(2000) Chlorophyll fluorescence - A practical guide. Journal of Experimental Botany 51(345): 659-668.
17. Monterusso, M. A., D. B. Rowe and C. L. Rugh(2005) Establishment and persistence of *Sedum* spp. and native taxa for green roof application. HortScience 40: 391-396.
18. Moon, S. G., S. Al Kim, and C. M. Choi(2004) Consideration of herb cultivating in the farms of Korea. Journal of Life Science 14(6): 895-905.
19. Vanwoert, N. D., D. B. Rowe, J. A. Andresen, C. L. Rugh and X. Lan(2005) Watering regime and green roof substrate design affect *Sedum* plant growth. HortScience 40(3): 659-664.

Received : 01 December, 2017

Revised : 03 January, 2018

Accepted : 03 January, 2018

3인익명 심사필