

옥상녹화에 적합한 지반, 점적 관수 및 잔디 선정

이재필 · 한인송 · 주영규¹ · 윤원종² · 정종일³ · 장진혁⁴ · 김두환*

건국대학교 원예학과, ¹연세대 응용과학부, ²KV바이오(주), ³미성잔디영농조합법인, ⁴(주)데저트킹코리아

Rootzone Profile, Trickle Irrigation System and Turfgrass Species for Roof Turf Garden

Jae-Pil Lee, In-Song Han, Young Kyoo Joo¹, Won-Jong Yun², Jong-Il Jeong³,
Chin-Hyuk Jang⁴, Doo-Hwan Kim*

Dept. of Horticultural Science, Konkuk University, ¹Dept. of Biological Resources & Tech., Yonsei University, ²KVbio. Inc., ³Miseong Turf Cooperative., ⁴Desert King Korea Co, LTD.

ABSTRACT

This study was conducted to find out suitable rootzone profile, irrigation system, and turfgrass species for roof turf garden. Treatments of profile with soil amendment were Mixture I: Perlite(PL)60%+Vermiculite(VC)20%+Peatmoss(PM)20%, Mixture II: PL60%+VC 10%+PM20%+Sand(SD)10%, Mixture III: PL60%+VC20%+PM20% and Mixture IV: PL60%+VC10%+PM20%+SD10%+Styrofoam 5cm as a drain layer. To test trickle irrigation for roof garden, intervals of main pipe spacing(50cm, 100cm) and drop hole distance(15, 20, 30, 50 and 100cm)were treated, To select most suitable turfgrass species or mixture, Bermudagrass 'Konwoo', Zoysiagrass 'Konhee' and cool-season grass(Kentucky Bluegrass 80% + Perennial Ryegrass 20%, Tall Fescue 30% + KB50% + PR 20%)were tested.

In particle size analysis, the soil amendments Perlite and vermiculite showed very even distribution, however, peatmoss contained mostly coarse particles with fiber over ϕ 4.75mm. Under field moisture condition, vermiculite and peatmoss showed 350% water holding capacity, on the other hand, sand or Perlite showed 115% and 166%, respectively. Total weight of soil profile was 139.2kg/m² with Styrofoam drain layer without sand, which showed most lightest among treatments. Turf quality also resulted positive with Styrofoam drain layer installation. On trickle irrigation system, the proper interval of main drain pipe spacing and drop hole distance were 50cm and 50cm, respectively. In irrigation

※ 본 연구는 2001년도 서울중소기업청 산학연 공동기술개발 컨소시엄의 연구비 지원에 의해 수행되었음.

*Corresponding author. Tel : 02-450-3740

E-mail : kimdh@konkuk.ac.kr

frequency, once per a day for 15 minute irrigation with 2 l/hr showed the best results on turf quality. Among turfgrass species or cool season grass mixture, warm season turfgrass fine leaf type zoysiagrass 'Konhee' and Bermudagrass 'Konwoo' showed very acceptable result on all over the treatments of rootzone and irrigation system. To apply cool season grasses for the roof garden, advanced researches may be needed to establish the proper soil amendment, rootzone profile, and irrigation system, Application of Bermudagrass 'Konwoo' for roof turf garden also needs successive tests to overcome winter injuries.

Key words: rootzone system, trickle irrigation, turfgrass, roof turf garden.

서 론

최근 우리나라 국민들의 여가활동 욕구의 증가는 스포츠형 레저공간에 대한 수요를 증대시키고 있다(이, 2003). 1999년 우리나라 도시공원 면적은 268.13km²이며 1인당 면적은 6.46 m²로 도시개발과 경제발전의 논리에 밀려 미국, 유럽, 일본 등에 비하여 상당히 부족한 실정이다. 서울시의 경우 녹색 도시 조성, 한강 녹지벨트 조성 및 조경수 1,000만 그루 식재 운동을 추진하며 녹지공간을 늘리고 있다(김 등, 2000). 그러나 이러한 정책들이 효과적으로 추진되기 위해 많은 토지 매입자금이 필요하며 조성 후에도 산책, 휴식 등 소극적 여가생활을 위한 공간으로 다양한 스포츠형 레저 욕구를 충족시키지 못할 것으로 판단된다.

부족한 도시 녹지 공간을 확보하기 위해 건물의 콘크리트 옥상에 잔디면이 조성된다면 활동적인 여가생활을 원하는 주민에게 운동 및 레크리에이션 공간으로 활용될 수 있을 것이다. 또한 옥상녹화는 도시화에 따른 미세 기상 변화와 생태계를 복원하고 쾌적한 생활환경을 조성하여 국민 건강증진과 국가 경제발전에도 기여할 수 있을 것이다. 김 등(1988; 1999)은 옥상녹화로 옥상 방수층의 보호, 냉방비 50%와 난방비 30% 절감, 공기 정화, 도시 열섬현상 저하, 홍수감소, 지하수 증량, 빗물정화, 소음방

지, 옥상 생활공간 확대 및 휴식장소 제공, 건물보호 등의 효과가 있다고 보고하였다(옥상녹화연구회, 2000).

옥상 녹화용 지반의 혼합토층은 펠라이트 또는 흙으로 많이 시공되고 있다. 그러나 옥상 녹화용 혼합토는 건물구조 역학 상 잔디 생육 최대 시에 배수 구조물, 관수시설 및 각 토양개량제의 포화수분 후 무게가 640kg/m³를 초과하지 않아야 하므로 일반 흙은 이용이 제한되고 있다. 반면 경량제인 펠라이트로 15cm 두께로 조성한 지반에 수고 2m 내의 동백을 식재하여 비온 5일후 함수비가 1.3일 때 하중을 조사한 결과 m²당 64kg 이었다. 동일한 10cm 지반 두께에 50cm내외의 철쭉을 식재한 지반의 하중은 m²당 43kg이었으며 5cm지반에 잔디를 식재 후 하중은 m²당 21kg으로 이러한 경량제 혼합토는 옥상녹화용에 많이 이용되고 있다(이 등, 1992; 채 등, 2000). 그러나 펠라이트를 이용한 옥상지반은 관상을 위한 수목, 초화류에 적합한 지반으로 다양한 잔디를 이용한 스포츠형 옥상녹화에 적합한 경량제 혼합토 지반에 관한 연구가 부족한 실정이다.

현재 많이 이용되는 옥상 녹화용 관수는 수돗물을 이용한 인력 관수나 자연 강우에 의존한 관수를 하고 있다. 이는 균일한 관수가 어렵고 관수효율이 낮은 원인으로 판단되며 특히 스프링클러 관수는 수목과 구조물에 의해 관수 사

각지대가 발생하여 잔디와 초본용 식물이 건조 피해를 입는 원인이 되고 있다. 또한 옥상의 하중을 최소화하기 위해 30cm 미만으로 조성된 녹화용 지반은 7일 이상 자연강우가 없을 시 급격히 건조되어 잔디가 심각한 건조피해를 입거나 고사하는 실정이다. 따라서 자동으로 관수가 가능하며, 관수 사각지대가 적으며 물관리가 편리한 옥상 점적 관수 시스템의 개발이 절실히 필요한 실정이다.

옥상녹화에 이용되는 잔디종류는 관리의 편의로 한국잔디가 주로 이용되고 있으나 최근 한지형 잔디의 사용이 늘어나고 있다. 그러나 한국잔디는 녹화기간이 짧은 단점이 있으며, 한지형 잔디는 여름철 온도가 40℃이상 되는 콘크리트 옥상환경에서 하고현상 피해를 입거나 생육기의 잦은 깎기로 관리가 어려운 실정이다. 따라서 우리나라 서울의 옥상 환경에 적합한 잔디의 초종 선정에 관한 연구가 필요한 실정이다(구 등, 2003; 권 등, 1998; 김 등, 1999). 이와 더불어 본 연구는 서울시가 추진 중인 '녹색 서울' 조성사업에 부응하고자 도시옥상 녹화에 적합한 지반, 점적관수 및 잔디 초종 선정에 관한 연구를 2001년에 수행하였다.

재료 및 방법

지반 조성

2001년 3월 건국대학교(서울)의 콘크리트 건물 옥상에 가로 20m, 세로 20m의 면적에 35cm 높이로 잔디 지반을 조성하였다. 먼저 잦은 관수로 지반이 포화수분 상태에 있을 경우

누수현상을 막기 위해 방수제(무색 침투성 도막 방수제 CMW-5)를 칠하였다. 그 위에 잔디 뿌리가 성장하면서 콘크리트를 뚫지 못하도록 2mm의 PE 뿌리 차단층을 깔아 방근층을 포설하고 원활한 배수를 위해 USGA에서 추천하는 콩자갈 크기의 스티로폼(발포 폴리에스티렌, Styrofoam)층과 펄라이트 배수층을 5cm정도 각각 포설하였다. 그리고 점적 관수 시 물이 전면으로 균일하게 분산되고 잔디 뿌리와 미세 입자에 의한 점적기 구멍이 막히지 않도록 점적 파이프 위에 하우스용 보온 덮개로 덮었다. 혼합토층은 30cm 높이로 펄라이트에 유기질 비료를 2kg/m²씩 혼합하여 조성하였다.

처리 및 조사 내용

경량 혼합토 조합

건물의 구조에 따른 하중과 점적관수 및 배수 효율을 고려한 경량 혼합토 조합은 표 1과 같다. 조합 1은 이 등(1992)에서 추천한 인공토양 혼합토를 대조구로 하였다.

점적 관수시스템의 최적 조건

옥상 조경에 적합한 자동 점적 관수시스템의 최적 조건을 규명하기 위해 점적관수의 주관 간격(50cm, 100cm)과 점적기 간격(15cm, 20cm, 30cm, 50cm, 100cm)을 달리 처리하였다. 1회 관수 시간은 15분이며, 관수회수는 15분마다 관수한 처리구와, 1일 1회, 2회, 3회씩 타이머에 의해 시간당 2ℓ 양을 관수 처리하였다(표 2, 그림 1).

물탱크는 태양광에 의한 녹조류가 발생하지

Table 1. Mixture and ratio of treatments for soil profile

Treatments	Ratio of mixture by volume	Drain layer(5cm)
Mixture I (control)	Perlite(PL) 60%+Vermiculite(VC) 20%+Peatmoss(PM) 20%	Perlite
Mixture II	PR 60%+VC 10%+PM 20%+Sand(SD)10%	Perlite
Mixture III	PR 60%+VC 20%+PM 20%	Styrofoam
Mixture IV	PR 60%+VC 10%+PM 20%+ SD 10%	Styrofoam

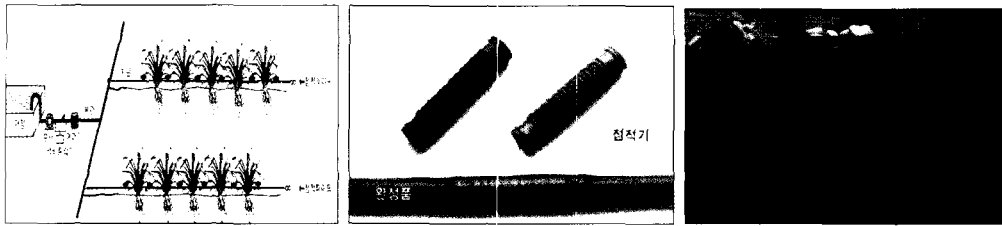


Fig 1. Trickle irrigation system for turf soil profile.

Table 2. Specification and interval(cm) of drop hole for trickle irrigation

Items	Specification
Diameter × thickness	16mm × 1.2mm
Irrigation pressure	0.5 ~ 4.0 kg/cm ²
Irrigation amount	2 l/hr
Interval of drop hole	15cm, 20cm, 30cm, 50cm, 100cm
Packing size	400m/roll (40' Cntr. 144.000m)

않는 FRP 보온(1 ton) 물탱크를 사용하였다. 또한 점적기의 구멍이 막히지 않도록 여과기(모델명 40mm)를 부착하였으며 펌프는 비자동순환용 펌프(PH-044D, 출력=40W)를 사용하였다.

적합 잔디 종류

도심 옥상 녹화용으로 낮은 비용과 관리형인 잔디종류를 선정하기 위해 버뮤다그래스 '건우', 고품질인 세엽 한국들잔디 '건희' 및 한지형 잔디 혼파 2조합(I: Kentucky bluegrass(KB) 80%+Perennial ryegrass(PR) 20%, II: Tall fescue(TF) 30%+Kentucky bluegrass 50%+Perennial ryegrass 20%)을 사용하였다. '건우'와 '건희'의 m²당 포복형 식재량은 1kg이며 2001년 7월 11일 식재 조성하였다.

조사 내용

조사항목은 토양개량재의 입경, 혼합토의 하중과 시공비, 점적관수의 주관과 점적기 간격, 관수 횟수 및 잔디 초종에 따른 잔디 조성 후의 생육상태를 조사하였다.

결과 및 고찰

경량 혼합토

토양개량재의 입경 분석

토양개량재의 입경 분석결과 옥상 녹화용 토양으로 가장 많이 사용되고 있는 펄라이트와 질석의 입자 직경은 98%가 4.75mm~1.75mm로 균일한 입도를 나타내었다. 그러나 피트모스는 4.75mm의 체를 통과하지 못하는 비율이 60%로 매우 높았으며 이는 다량의 섬유질 때문이었다(표 3).

토양개량재의 종류에 따른 무게, 색, 질감 분석

건물의 안정성에 많은 영향을 미치는 포화수분 시 혼합토의 하중은 표 4와 같다. 건조 시 모래 1ℓ 당 무게는 1.5kg으로 가장 무거웠으나 포화수분하의 무게 증가는 1.15배로 적었다. 또한 펄라이트의 1ℓ 당 무게는 0.2kg로 매우 가벼웠으며 포화수분 하에서 무게증가는 1.66배로 적게 나타났다. 반면 질석과 피트모스의 경우 건조 시 무게는 각각 0.1kg, 0.2kg으로 매우 가벼웠으나 포화수분 하에서 3.5배 이상

Table 3. Particle size analysis of soil conditioners

Soil conditioner	Particle size				
	<4.75mm*	1.75mm	1mm	500µm	250µm
Soil	20%	75%	3%	5%	2%
Sand	5%	10%	30%	50%	5%
Perlite	-	98%	-	1%	1%
Vermiculite	-	91%	4%	3%	2%
Peatmoss	60%	35%	10%	4%	1%
Profile ^{ks}	-	-	50%	45%	5%
Green-Soil ^{ks}	3%	85%	6%	4%	2%
Tire chip	60%	35%	10%	4%	1%

*Sieve size

Table 4. Weight(g), color and texture of soil conditioners.

Soil conditioners	Weight(g/m ³)			Color	Texture
	Dry wt.	Moisture capacity	Moisture capacity /Dry wt.		
Soil	1,474	1,617	1.09	Yellow	7
Sand	1,542	1,781	1.15	Grey-yellow	2
Perlite	206	343	1.66	White	7
Vermiculite	141	521	3.69	White-red	7
Peatmoss	208	746	3.58	Red	9
Profile®	750	1,200	1.60	Pink	2
Green-Soil®	385	690	1.79	White-grey	7
Tire chip	611	607	0.99	Black	9

Texture: 1-9(1 = soft, 9 = hard)

으로 무게가 많이 증가하였다.

혼합토 조합별 하중 및 시공단가

혼합토 처리별 하중은 처리구 모두 200kg/m²

이하로서 옥상녹화연구회(2000)가 보고한 일반 학교 옥상의 제한하중 범위 내에 속하였다(표

5). 특히 스티로폼 배수층이 포함된 Mixture III

은 139.2kg/m²로 가장 가벼웠다. 반면 Mixture

Table 5. Weight of soil profile materials under field moisture capacity

Treatments	Soil conditioner(kg/m ²)				5cm drain layer (kg/m ²)	Turfgrass (Stolon)	Total (kg/m ²)
	Perlite	Vermiculite	Peatmoss	Sand			
Mixture I	61.74	31.26	44.76	-	17.1(Perlite)	1.0	155.86
Mixture II	61.74	13.02	37.3	44.52	17.1(Perlite)	1.0	174.68
Mixture III	61.74	31.26	44.76	-	0.5(Styrofoam)	1.0	139.26
Mixture IV	61.74	13.02	37.3	44.52	0.5(Styrofoam)	1.0	158.08

Table 6. Cost of soil conditioners on mixture I and IV in July, 2001.

Treatments	Soil conditioner(won/m ²)				Structure facilities (drain and irrigation)	Total (won)
	Perlite	Vermiculite	Peatmoss	Sand		
Mixture I	13,500	6,000	4,000	-	4,500	28,000
Mixture IV	13,500	3,000	4,000	3,500	1,400	25,400

Table 7. Effect of soil conditioners on turfgrass quality

Treatments	Sep. 10, 2001	Sep. 20	Sep. 30	Oct. 10
Mixture I	6	6	7	7
Mixture II	7	7	8	8
Mixture III	8	9	9	9
Mixture IV	8	9	9	9

Turf quality: 1-9(1 = poor, 9 = excellent).

II는 174.6kg/m²로 가장 무거웠다.

혼합토 조합별 시공 단가는 Mixture I의 경우 28,000원/m²이며, 스티로폼 배수층인 Mixture IV의 경우 25,400원/m²원(2001년 7월, 물가정보지 참고)으로 낮았다.

혼합토 조합에 따른 잔디 품질

혼합토에 따른 잔디 품질은 스티로폼 배수층이 있는 Mixture III와 IV에서 우수하게 나타났다. 특히 Mixture III과 IV는 폭우 시 물이 고이는 현상이 발견되지 않았으며 이용에 따른 토양 고결현상 역시 나타나지 않았다.

점적 관수 시스템의 최적 조건

주관의 간격

잔디면의 균일한 전면 관수를 위해 주관의 배치 간격은 50cm 이내가 적합한 것으로 나타났다. 특히 한지형 잔디는 100cm 이상의 주관 폭에서 건조로 고사 현상이 나타났으며 이는 인공 혼합토에서 유효수분의 수평이동이 제한이 되기 때문으로 판단된다. 또한 주관의 설치 방향과 평형으로 되는 가장자리는 쉽게 건조해지

Table 8. Effect of interval(cm) of main-pipe of trickle irrigation on turf quality(2001)

Interval of main-pipe (cm)	Aug. 20	Aug. 30	Sep. 10	Sep. 20	Sep. 30
50	5	7	8	9	9
100	5	5	6	6	6

Turf quality: 1-9(1 = poor, 9 = excellent).

므로 설치간격을 좁혀야 할 것으로 판단된다.

점적기의 간격

옥상 녹화용 점적 관수시설의 초기 관수효율은 점적기의 간격이 짧을 것일수록 잔디 생육이 우수하였다. 이는 충분한 수분이 잔디의 활착에 도움을 주었기 때문으로 판단된다. 그러나 조성 시간이 경과 할수록 점적기의 간격은 50cm에서 잔디생육이 우수 하였다. 반면 점적기 간격이 1m 이상 처리에서는 2001년 8월 16일부터 9월 4일 사이 총 강수량이 18mm 미만으로 장기 건조상태가 지속되었을 경우 한지형 잔디가 고사하거나 생육이 매우 나빴다. 또한 50cm 미만의 주관 폭 처리구는 과습하여 한지형 잔디에 탄저병이 발생하였다.

따라서 점적관수를 이용한 옥상 녹화용 관수는 점적기의 간격을 줄이는 것 보다 주관의 간격을 좁혀야 좋을 것으로 판단되지만 이는 자재비의 증가 및 시공이 복잡하므로 이에 대한 연구가 지속되어야 할 것이다. 또한 잔디뿌리는 물이 있는 곳으로 자라 점적기의 구멍을 막는 우려가 있으므로 이에 대한 연구가 필요할 것으로 판단된다.

Table 9. Effect of interval of drop hole in trickle irrigation on turf quality (2001)

Interval of drop hole (cm)	Aug. 20	Aug. 30	Sep. 10	Sep. 20	Sep. 30
15	7	6	6	6	6
20	7	6	6	6	6
30	7	6	6	7	7
50	5	6	8	9	9
100	5	6	4	5	5

Turf quality: 1-9(1 = poor, 9 = excellent).

자동 관수 횟수

자동 타이머에 의해 조절된 관수 횟수 실험결과 관수 간격은 1일 1회 15분 동안 관수된 처리구의 잔디 품질이 우수한 것으로 나타났다.

반면 1일 15분마다 관수는 증력수가 흘러나와 이끼가 발생하여 미관상 불량하였다.

Table 10. Effect of irrigation frequency on Turf quality (2001)

Irrigation frequency (per day)	Aug. 20	Aug. 30	Sep. 10	Sep. 20	Sep. 30
Every 15 min.	7	6	6	6	6
Once	5	6	8	9	9
Twice	5	6	6	7	7
Three times	4	5	6	6	6

Turf quality: 1-9(1 = poor, 9 = excellent).

이상을 요약하면 대규모 면적에 100cm 간격의 점적기를 사용하여 시공하고자 할 경우 주관과 주관 사이 증가한 폭은 50-100cm 간격으로 하여 점적기가 지그재그로 배치될 수 있도록 하면 관수 효율이 증가할 것으로 판단된다. 또한 주관의 매설 깊이를 30cm 이상으로 한다면 잔디 천공작업 시 피해가 적고 잔디뿌리가 점적기를 막는 피해가 감소할 것이다. 이는 답압 스트레스 하에서 잔디 뿌리는 대부분 30cm 이내에 분포하는 생육특성을 보이기 때문이다 (Beard, 1973; Christians, 1998; 안 등, 1993).

따라서 점적관수를 이용한 옥상녹화는 적은 양의 물로 넓은 면적에 균일한 관수가 가능하여 관리비용이 감소 및 균일한 식물 생육이 가능하고 시간 및 노동력 절감이 가능한 시스템으로 판단된다.

적합 잔디 종류

옥상녹화에 적합한 잔디 종류

잔디 종류는 세엽한국들잔디 '건우'와 버뮤다그래스 '건희'가 혼합토의 종류 및 모든 관수시설 처리에서 우수한 생육을 나타내었으나 한지형 잔디는 관수시설 처리에 따라 생육이 차이가 현저하게 나타났다(표 11, 그림 4). 이는 수분 요구도가 높은 한지형 잔디의 생육특성으로 균일하고 주기적인 관수를 필요하기 때문이다. 따라서 한지형 잔디로 옥상 조경 시 적합 혼합토 및 관수 시설의 선정에 유의하여야 할 것으로 판단된다. 또한 버뮤다그래스는 중부지역의 경우 월동력이 낮으므로 온도변화가 심한 옥상 콘크리트 환경에서 '건우'의 월동에 대한 연구가 지속되어야 할 것으로 판단된다.

이 등(1992)에 의하면 수고가 5-6m이고 줄기둘레가 60cm 이상인 상록수 1본당 하중은 500-600kg이 된다고 하였다. 이것을 0.1본/㎡의 밀도로 식재하면 50-60kg/㎡가 되며, 10년에 수고가 2배로 된다고 하면 무게는 500kg/㎡ 된다고 보고하였다. 마찬가지로 10년 후 중목은 200kg/㎡, 저목이 10kg/㎡, 지피식물이 1kg/㎡가 되므로 식물재료만 700kg/㎡정도로 된다고 하였다. 또한 수목의 건전하고 지속적인 생육을 위해 혼합층의 두께는 최저로 90cm는 필요하므로 포화수분시의 중량은 1,800kg/㎡이 되어 혼합토층 하부에 설치되는 배수용 경량골재의 중량을 무시한다고 해도 2,500kg/㎡이 되어 수목의 식재는 하중이 매우 증가된다고 보고하였다. 반면 스포츠형 잔디 위주로 조성된

Table 11. Visual turf quality of turfgrass species (2001)

Turf species	Aug. 20	Aug. 30	Sep. 10	Sep. 20	Sep. 30
Bermudagrass 'Kon woo'	7	7	8	9	9
Zoysiagrass 'Kon hee'	8	8	9	9	9
Kentucky Blue 80% + Perennial Rye 20%	5	6	6	7	7
Tall Fescue 30% + KB 50% + PR 20%	4	5	6	6	6

Turf quality: 1-9(1 = poor, 9 = excellent).

옥상녹화는 시간이 경과할수록 하중 증가에 대한 우려는 작을 것으로 판단되어 도심옥상 녹화용 재료로 많이 활용 될 수 있을 것으로 판단된다.

요 약

우리나라 1인당 도시공원 면적은 6.46m²로 도시녹지공간이 매우 부족하여 도심 콘크리트 옥상의 녹화는 거주자에게 산책, 휴식, 운동 및 레크리에이션 공간으로 활용될 수 있을 것이다. 본 연구는 도시 옥상녹화에 적합한 지반, 점적 관수 및 잔디초종을 선발하고자 실험을 실시하였다.

옥상잔디 조성에 적합한 혼합토를 찾기 위해 하중과 배수효율을 고려하여 토양개량재와 배수구조를 달리한 네 개 조합의 잔디 지반구조를 설치하였다. 또한 자동 점적 관수시스템의 최적 조건을 구명하기 위해 주관 간격(50cm, 100cm)과 점적기 간격(15cm, 20cm, 30cm, 50cm, 100cm)을 달리 처리하였다. 잔디종류를 선정하기 위해 버뮤다그래스 '건우', 세엽 한국들잔디 '건희'와 Kentucky bluegrass, Perennial ryegrass 와 Tall fescue 한지형잔디 혼파 두 조합을 식재 후 잔디의 생육상태를 비교하였다.

토양개량재의 입도 분석 결과 펄라이트와 질석 입자 입경은 98%가 4.75~1.75mm로 균일한 입도를 나타내었다. 그러나 피트모스는 다량의 섬유질 때문에 4.75mm의 체를 통과하지 못하는 비율이 60%로 매우 높았다. 또한 포화수분하의 토양개량재 별 하중을 조사한 결과 건조 시 펄라이트의 1ℓ 당 무게는 0.2kg로 매우 가벼웠으며 포화수분 하에서 무게증가는 1.66배로 작게 나타났다. 반면 질석과 피트모스의 경우 건조 시 각각 0.1kg, 0.2kg으로 매우 가벼웠으나 포화수분 하에서 3.5배 이상으로 무게가 많이 증가하였다.

혼합토 처리별 하중은 처리구 모두 200kg/m² 이하로서 일반 학교 옥상의 제한하중 범위 내에 속하였다. 특히 스티로폼 배수층이 포함된 Mixture III은 139.2kg/m²로 가장 가벼웠다. 또한 혼합토에 따른 잔디품질은 스티로폼 배수층이 있는 Mixture III과 IV에서 우수하게 나타났다.

옥상 녹화용 점적 관수시설의 균일한 전면관수를 위해 주관의 배치 간격은 50cm 이내가 적합한 것으로 나타났다. 특히 한지형 잔디는 100cm 이상의 주관 폭에서 건조로 고사 현상이 나타났으며 초기 관수효율은 점적기의 간격이 짧을수록 잔디 생육이 우수하였으나 조성 시간이 경과할수록 점적기의 간격은 50cm에서 잔디생육이 우수하였다. 자동 타이머에 의해 조절된 관수 간격은 1일 1회 관수 된 처리구의 잔디 품질이 우수한 것으로 나타났다.

잔디 종류는 난지형잔디에서 혼합토 종류 및 모든 관수 시설 처리서 우수한 생육을 나타내었으나 한지형 잔디는 관수시설에 따라 생육이 차이가 현저하게 나타났다. 따라서 한지형 잔디로 옥상 조경 시 적합 혼합토 및 관수 시설의 선정에 유의하여야 할 것으로 판단된다. 또한 버뮤다그래스는 중부지역의 경우 월동력이 낮으므로 온도변화가 심한 옥상 콘크리트 환경에서 버뮤다그래스 '건우'의 월동에 대한 연구가 지속되어야 할 것으로 판단된다.

참고문헌

1. 구자형 외. 2003. 녹색 천연 잔디 운동장의 조성관리. 국민체육진흥공단. 165 p.
2. 권찬호, 김석정. 1998. 한지형 잔디 품종비교. 한국잔디학회지 12(3):215~224.
3. 김두환, 이재필, 김종빈. 1999. 천연잔디구장 조성시 한지형 잔디의 혼파에 관한 연구. 건국대학교 부설 농업자원연구소 21:

- 33~38.
4. 김현수 외 2인. 1998. 생태도시 조성기술 개발사업(II). 환경부. 143 p.
 5. 김현수 외 5인. 1999. 생태도시 조성기술 개발사업(III). 환경부. 196 p.
 6. 김현수 외 6인. 2000. 건물 옥상녹화 학술 용역. 서울특별시. 299 p.
 7. 안용태 외 11인. 1993. 골프장 관리의 기본과 실제. 한국잔디연구소. 772 p.
 8. 옥상 녹화연구회. 2000. 녹색환경창조를 위한 옥상녹화의 현재와 미래.
 9. 이재필. 2003. 잔디운동장 조성을 위한 신 품종 ‘건희’, ‘건우’ 선발과 시공기술 개발. 건국대 대학원 박사학위 논문. 96 p.
 10. 이기철, 김동필 공역. 1992. 최첨단의 녹화 기술. 명보문화사. 291 p.
 11. 채우영 외 6인. 2000. 인공지반 녹화기술에 관한 가이드 북(I). 삼손 중앙기술연구소. 112 p.
 12. Beard, J. B. 1973. Turfgrass: science and culture. 658 p.
 13. Christian. N. E. 1998. Fundamentals of turfgrass management. Ann Arbor Press. 301 p.