

# 저수형 잔디보호블록(GREEN BLOCK STEP)에서 저수조내 충전재료에 따른 저수량 및 초종별 증발산량

한승호\* · 최준수\*\* · 양근모\*\* · 강진형\*

\*(주)한설그린 부설 조경생태디자인연구소 · \*\*단국대학교 부설 생물자원환경연구소

## 1. 서론

최근 도시의 환경 및 생태계 회복에 관한 관심이 높아지면서 기존의 불투수 포장재였던 아스팔트와 시멘트 포장을 대체하는 다양한 소재의 투수 포장재가 개발되고 있다(건설기술연구원, 2002). 독일의 경우에는 도심지 콘크리트 봉합화 부분을 환경친화적인 소재로 대체하기 위해 법적으로 유효한 도구인 비오톱 면적요소(Biotop-flaechenfaktor: BFF)라는 척도를 1997년 모아비트 섬 지역에 도입하는 등 적극적으로 나서고 있다. 우리나라에서도 서울시 비오톱 현황조사 및 생태도시 조성 지침을 세우고 있으며(서울특별시 도시개발공사, 2001), 각 지자체별로도 녹색정책을 추진하여 잔디 주차장 및 벽면 녹화 등 다양한 녹화 정책들이 펼쳐지고 있다.

특히 잔디 주차장은 아스팔트 및 시멘트 포장 등의 불투수 소재로 조성된 주차면적을 잔디보호블록 등으로 대체하여, 시각적으로 쾌적성을 주면서, 생태기반지표를 높일 수 있어 점점 많은 관심이 유도되고 있다(신, 2003). 최근 환경부에서 발표된 '생태면적율 적용지침'에서는 앞으로 신도시 조성 등 대규모 택지개발이나 공동주택사업 등을 추진할 때에는 도시의 자연순환기능을 나타내는 생태 면적율을 일정비율 이상 확보하도록 제시하였으며 공간유형별로 생태측면의 가중치를 부여하도록 하였는데 "자연지반녹지는 1", "콘크리트포장면은 0"으로 하고 인공지반녹지(0.5~0.7), 옥상녹화(0.5~0.6), 투수포장(0.2~0.3)으로 부여한다(환경부, 2006). 잔디보호블록은 가중치 항목 중 투수포장 등으로 인정받음으로서 앞으로의 사회적 요구가 증대될 것으로 예

상된다.

그러나 현재 국내에 시공되고 있는 잔디블록의 대부분이 외국 기술을 그대로 도입한 것이 많아 국내 환경에 적합한 자재와 시공 기술이 부족한 상태이며, 시공 후 허용량 이상의 과도한 이용 및 잔디관리 기술과 인식 부족에 따른 관리 소홀 등으로 지속적인 유지가 안되는 경우가 많다. 특히 우리나라 기후특성 중 여름철 강우집중에 비해 봄, 가을의 장기간의 갈수기에 적절한 관수관리 미비로 잔디가 고사하는 등의 문제가 발생하는 경우가 많다.

여름철 잔디에서의 증발산량은 난지형 잔디인 버뮤다그래스가 3.03mm·d-1, 세인트 어거스틴그래스 'Raileight'가 3.28mm·d-1, 그리고 한국잔디 'Mayer'가 3.54mm d-1 정도로 보고되고 있으며, 한지형 잔디중 톨웨스큐 'Rebel II'는 3.57mm·d-1 로 보고되고 있다(Carrow, 1997). 버뮤다그래스와 같이 증발산량이 적어 비교적 적은 관수량으로 잔디관리가 가능한 초종도 있으나 한국잔디는 중저, 톨웨스큐는 중간정도의 증발산량을 보이는 것으로 보고되고 있다(Kim & Beard, 1988). 잔디의 증발산량은 이와 같이 초종에 따라 차이를 보이므로(Christian, 1998) 주차장용 잔디로는 증발산량이 적은 초종을 선택하여 저관리 수준에서도 유지가 가능한 것이 적합하다고 생각된다.

실험에 사용된 저수형 잔디보호블록인 그린블록스텐은 기존의 주차장용 잔디보호블록을 개량하여 디딤돌을 삽입한 잔디보호블록으로 녹지면적이 50% 정도 줄어드는 대신에 화강석 디딤돌이 적용되어 미관이 아름답고, 기존 잔디 주차장보다 차량 중량에 대한 내구성이 강화되었으며, 잔디보호에도 효과적이다. 디딤돌 삽

입부의 하단에는 빗물 저수조의 설치로  $m^2$ 당 4.90 l의 수분 저수가 가능하여 갈수기 잔디생육에 도움을 줄 수 있으며, 또한 기존의 잔디블록(제품명: 그린블록파크)과의 호환성으로 다양한 패턴 연출이 가능하여 적용 범위가 넓다.

1996년 일본의 나라켄 다이와 타카다시의 국도 고가 교위에 조성된 녹화 시험구에서 진행된 실험의 결과 저수처리 구역에서 서양바위남천의 생존율이 90%에 이르렀으나 무저수 구역에서는 대부분이 고사하여 저수가 효과가 있다고 보고되었듯이(山田宏之, 2003), 그린블록스텝 내 저수조의 설치는 관수량을 최소화 하면서 유지관리가 가능한 소재로 생각된다.

본 실험은 저수조가 부착되어 관수 관리의 효율성을 높이면서, 불투수 토양면적의 감소 및 우수침투율 증가를 위해 새로이 개발된 그린블록스텝이 시공 후, 실제로 갈수 조건에서 잔디생육에 미치는 영향을 조사하여 저관리 수준에서도 고품질을 낼 수 있는 잔디보호블록개발을 위한 기초 연구자료로 활용하고자 수행되었다.

## II. 연구방법

### 1. 툴헤스큐로 조성된 그린블록스텝에서 저수조내 충전 재료에 따른 증발산량 및 저수량

실험은 경기도 성남시에 위치한 신구대학교 실습농장내 실험포장에 설치된 비가림 하우스에서 2003년 5월 28일부터 6월 11일까지 진행되었다. 공시초종은 2002년 가을에 파종하여 조성된 터프타입 툴헤스큐(*Festuca arundinacea*) 뗏장을 이용하였다. 그린블록스텝의 규격은 500×500×72cm이고, 재질은 H.D.P.E.(High density poly ethylene)이다. 저수조위에 설치한 디딤들은 규격이 107×107×T46mm의 화강석을 사용하였다.

처리는 그린블록스텝 저수조에 펄라이트 채움, 모래 채움으로 하였으며 그린블록스텝 저수조 바닥에 배수구멍을 뚫어 저수 기능을 상실시킨 것을 대조구로 하여 수행하였다.

펄라이트는 비중이  $0.105 \pm 0.015$ 인 파라소육성용[경동세라텍(주)]를 각 저수조에 28g씩(건중량기준) 측정하여 채웠으며 모래는 충분히 건조한 모래를 각각의 저수조에 160g씩 측정하여 넣었다. 저수조 배수처리구는 드

릴을 이용하여 각 저수조에 8개의 구멍을 뚫어 저수기능을 상실하게 처리하였다. 간이 그린블록스텝의 저수조 이외의 잔디생육부분에는 식생토(모래 85% + 피트모스 15%의 혼합토양)를 블록당 각각 4.5kg을 채운 후 밀도와 용토의 두께가 균일한 툴헤스큐 뗏장을 각각 2kg씩 측정하여 식재하였다. 간이 그린블록스텝의 바닥은 하단면 기준에서 30mm를 높여서 철망처리를 하여 잔디 활착을 위해 관수를 실시하는 기간에는 배수가 원활히 이루어질 수 있도록 하였으며 증발산량 실험이 이루어지는 기간에는 30mm 두께의 스티로폼으로 막아 바닥면에서 증발되는 양을 최소화 하였다.

실험은 5반복 완전임의배치법으로 설계되었다. 각 시험구 조성이 끝난 후 4일간은 잔디의 활착에 필요한 만큼의 충분한 관수를 오전, 오후로 실시하였으며 실험 첫 날에는 그린블록스텝의 저수조에도 물이 포화될 정도로 충분히 관수한 후 증력수가 빠져 나가게 방치한 이후부터 조사에 들어갔다. 증발산량 조사는 시험처리구의 무게 변화를 측정하는 방식으로 수행하였다. 시험구 조성 후 매일 무게의 변화를 저울(Model HW-60KGL, Korea)로 측정하였으며 감소한 무게를  $1m^2$ 당 증발산량으로 환산하여 mm단위로 나타내었다. 저수용량은 시험구 조성 직후 무게로부터 포장용수량 상태의 무게간 차이를 맨 처음 나타내었으며, 매일 감소하는 수분 보유량을 저울로 측정하였다. 증발산에 의한 수분보유량 이외에도 잔디의 품질변화를 사진 촬영하였다. 통계 분석은 통계 프로그램인 SAS system (ver 9.1)을 이용하였으며 평균간 비교를 위해 Duncan's 다중검정(DMRT)을 실시하였다.

### 2. 한국잔디로 조성된 간이 그린블록스텝에서 저수조내 충전재료에 따른 증발산량 및 저수능력

실험은 충남 천안시에 위치한 단국대학교 생명자원과학과 실험포장에 설치된 비가림 하우스 내에서 2005년 8월 29일부터 10월 14일까지 진행되었다.

공시 초종은 2004년 여름에 파종하여 지배된 한국잔디(*Z. japonica*) 'Zenith'로 트레이에 잔디 종자를 파종하여 생산하는 새로운 잔디 생산 공법인 '플러그 잔디'를 사용하였다(Fig. 2). 처리는 그린블록스텝 저수조에 펄라이트 채움과 모래 채움으로 하였으며 저수조에 스

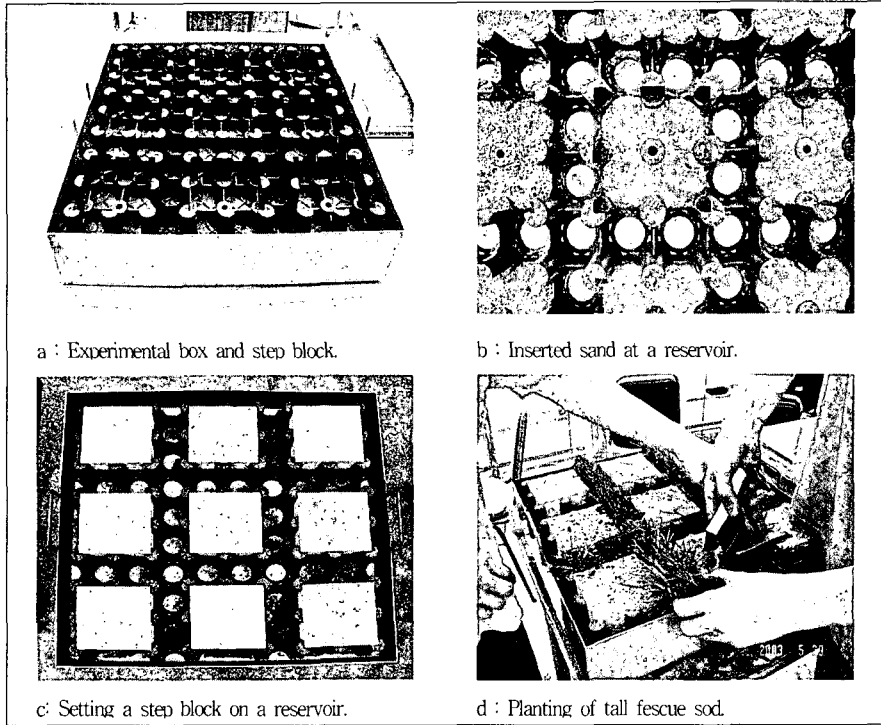


Fig. 1. Plating of tall fescue sod in Step Block box.

티로폼을 채우고 실리콘으로 디딤돌과 저수조 사이를 밀폐 처리하여 저수기능을 상실하게 한 것을 대조구로 하여 실험하였다. 기타 조성방법은 실험 1에서와 같은 방식으로 수행하였다. 시험구는 3반복 완전임의로 배치 하였으며, 조사는 실험 1과 동일한 방법으로 하였다. 통계 분석은 SAS system (ver 9.1)을 이용하였으며 평균 간 비교를 위해 Duncan's 다중검정을 실시하였다.

### III. 결과 및 고찰

#### 1. 톨웬스큐로 조성된 그린블록스텝에서 저수조내 충전 재료에 따른 증발산량 및 저수량

증발산량은 펠라이트 충전 처리구에서 13.62mm/week로, 배수 처리구의 11.45mm/week보다 많게 조사 되었으며, 통계적으로도 유의한 차이를 보였다. 5일차 조사를 제외한 모든 조사에서 펠라이트 충전 처리구가 모래, 배수 처리구에 비해 증발산량이 많게 나타났으며 통계적으로도 유의한 차이를 보였다. 또한 일 증발산량

은 7일째부터 급격히 떨어지는 것으로 보아 이때부터 잔디의 위조증상이 발생한 것으로 보여진다. 이와 같은 결과로 볼 때 톨웬스큐를 이용해 그린블록스텝 조성시 저수조내 충전 물질로는 펠라이트를 충전할 경우 저수 기능이 없게 배수 처리된 대조구에 비해 2.17mm/week의 수분을 더 사용할 수 있는 것으로 나타났다.

일평균 증발산량 조사에서도 펠라이트 충전 처리구가 1.94mm·d-1, 모래 충전 처리구가 1.75mm·d-1로 나타났으며, 저수 기능이 없게 처리된 대조구에서는 1.63mm·d-1로 나타나 가장 적은 증발산량을 보였다. 증발산량은 식물체가 기공을 통하여 증산되는 물의 양과 지표면에서 복사열에 의한 증발되는 물의 양을 합산한 것으로 기온, 바람 등에 의해 영향을 받기도 하지만 잔디의 경우는 대부분이 기공을 통해 증산되는 수분의 양으로 결정된다. 그러므로 증발산량은 잔디의 수분이 용 효율과도 관련도가 높다. 본 실험 결과에서는 저수조에 펠라이트를 충전한 경우 식물에 의해 소모된 증발산량이 총 13.62mm/week로 다른 처리구에 비해 높게 조사되었는데 이는 그린블록스텝 저수조에 펠라이트를 채운 경우 수분의 보유량이 많았기 때문으로 생각된다.

Table 1. Effect of inserted materials and drain treatment on evapotranspiration rate at a reservoir of simple Green Block Step with tall fescue. (June 2~9, 2003)

Treatment	Evapotranspiration rate (mm)																	
	1 DAT		2 DAT		3 DAT		4 DAT		5 DAT		6 DAT		7 DAT <sup>y</sup>		Sum	Mean		
Perlite	0.74	a	2.08	a	2.13	a	1.28	a	3.33	a	3.37	a	0.58	a	13.62	a	1.94	a <sup>z</sup>
Sand	0.72	ab	1.86	b	1.91	b	1.14	b	3.81	a	2.31	ab	0.50	ab	12.29	b	1.75	b
Drain	0.63	b	1.70	b	1.76	b	1.05	c	3.98	a	1.82	b	0.48	b	11.45	c	1.63	c

<sup>z</sup>Means with the same letter within column are not significantly different at P =0.05 level by DMRT.

<sup>y</sup>DAT : Days after treatment (No irrigation).

Perlite : Fill a reservoir with perlite, Sand : Fill a reservoir with sand, Drain : Making a hole in a reservoir to lost holding ability of water.

표 2는 간이 그린블록스텝이 보유하고 있던 수분의 양을 나타낸 것으로 물을 충분히 주어 포장용수량 상태로 처리한 후 첫째 날 조사에서 수분보유량이 가장 높았던 것은 펄라이트 충전 처리구로 10.84  $\ell/m^2$ 의 수분을 보유하고 있었다. 배수처리구의 경우는 7.00  $\ell/m^2$ 의 수분을 보유하고 있어 펄라이트 충전구에 비해 3.84  $\ell/m^2$ 의 수분보유량 차이가 나는 것으로 확인되었다. 3.84  $\ell/m^2$ 의 수분량은 일반적으로 잔디밭에서 하루에 증발산되는 양으로 보아 그린블록스텝내 저수조 설치의 저수조가 없는 경우에 비해 1일 정도의 가용성 수분을 더 보유할 수 있는 것으로 생각된다. 실험 결과에서도 펄라이트 충전 처리구에서는 1.24  $\ell/m^2$ 의 수분보유량을 보였고, 모래 충전 처리구와 배수처리구는 각각 -1.24  $\ell/m^2$ 와 -2.16  $\ell/m^2$ 를 보이는 것으로 보아 펄라이트 충전 처리구가 모래 충전 처리나 배수처리에 의한 저수조 기능 상실 처리구에 비해 수분 보유량이 많은 것으로 나타났다.

단수처리 7일 후 그린블록스텝 내 톨레스큐의 생육상태는 Fig. 2와 같다. 저수조 내 펄라이트와 모래 충전 처

리구와 비교 시 저수조에 구멍을 뚫어 저수기능을 상실하게 한 처리구에서 톨레스큐의 위조 증상이 심하게 나타났다.

식물이 건조에 의해 스트레스를 받게 되면 ABA 호르몬이 형성되며, ABA는 기공을 폐쇄하여 추가적인 수분손실을 막는 것이 식물의 수분조절을 하는 방식이다 (Christian, 1998). 본 실험에서도 저수조에 구멍을 뚫어 수분보유능력이 없게 처리한 구에서 초기부터 증발산량이 낮게 나타난 것으로 보아 이 처리구내 톨레스큐가 건조 스트레스를 초기부터 받은 것으로 생각된다.

## 2. 한국잔디로 조성된 간이 그린블록스텝에서 저수조 내 충전 재료에 따른 증발산량 및 저수량

한국잔디로 조성된 간이 그린블록스텝에서의 증발산량은 모래 충전 처리구가 펄라이트 충전 처리와 스티로폼 충전 처리에 비해 증발산량이 적은 경향은 보였으나 처리구간의 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았

Table 2. Effect of inserted materials and drain treatment on water holding rate at a reservoir of simple Green Block Step with tall fescue. (June 2~9, 2003)

Treatment	Water holding rate ( $\ell/m^2$ )													
	1 DAT		2 DAT		3 DAT		4 DAT		5 DAT		6 DAT		7 DAT <sup>y</sup>	
Perlite	10.84	a	10.08	a	8.00	a	5.88	a	4.60	a	1.24	a	-2.12	a <sup>z</sup>
Sand	8.24	b	7.52	b	5.64	b	3.76	b	2.60	b	-1.24	b	-3.56	b
Drain	7.00	c	6.36	c	4.68	c	2.92	c	1.84	c	-2.16	b	-3.96	b

<sup>z</sup>Means with the same letter within column are not significantly different at P =0.05 level by DMRT.

<sup>y</sup>DAT : Days after treatment (No irrigation).

Perlite : Fill a reservoir with perlite, Sand : Fill a reservoir with sand, Drain : Making a hole in a reservoir to lost holding ability of water.

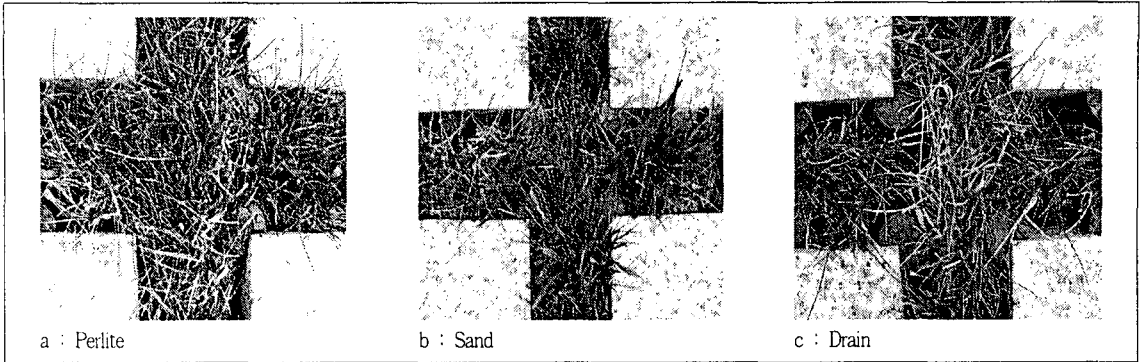


Fig. 2. Wilting of tall fescue by inserted materials at a reservoir of simple Green BlockStep under no irrigation.

다. 펄라이트를 충전한 경우, 모래를 충전한 경우, 그리고 스티로폼을 충전하여 저수조를 밀폐한 경우 7일간의 증발산량은 각각 13.55mm, 12.92mm, 13.81mm로 나타났다. 실험 1과 달리 처리간에 증발산량의 차이가 나타나지 않은 이유는 본 실험에서는 실험구를 토양에 직접 설치함으로 인해 단기간 내에 증발산량에 변화가 없었던 것으로 생각된다. 일반적으로 잔디가 생육중에 증발산하는 양은 25~37.5mm/week 알려져 있는데(Christian, 1998), 본 실험에서는 평균 13.2mm/week로 낮게 나타났다. 이러한 이유는 그린블록스텝의 50% 정도가 화강암 디딤돌로 구성되어 있어서 잔디면적의 감소로 인해 증발산량도 줄어든 결과라고 생각된다.

수분보유량 조사에서는 펄라이트 충전 처리구가 10.77  $l/m^2$ , 모래 충전 처리구가 8.38  $l/m^2$ , 그리고 밀폐 처리를 통해 저수기능을 상실하게 한 처리구는 7.41  $l/m^2$ 로 나타났다(표 4). 저수조에 펄라이트를 충전한 처리구와 스티로폼을 충전한 밀폐 처리구간의 수분보유량 차이는 3.36  $l/m^2$ 로 나타나 실험 1에서와 유사한

수준으로 나타났다. 즉 저수조가 설치된 그린블록스텝은 저수기능이 없는 그린블록스텝에 비해 3.36 ~ 3.84  $l/m^2$ 의 수분을 더 보유할 수 있는 것으로 조사되었다.

가시적인 건조증상은 단수처리 9일 이후부터 밀폐 처리구에서 건조 피해 증상이 나타났으며, 모래 충전 처리구가 가장 건조 피해를 적게 받은 것으로 나타났다.

#### IV. 결론

본 실험은 저수조가 부착된 그린블록스텝의 저수조 내 충전 재료에 따른 증발산량과 저수량을 알아보고자 수행되었다. 공시 초종은 톨웨스큐와 한국잔디를 이용하여 각각 두 장소에서 수행하였다. 톨웨스큐로 조성된 간이 그린블록스텝에서 증발산량은 펄라이트 충전 처리구가 13.62mm/week로 모래 충전 처리구 12.29mm/week나 배수 처리구 11.45mm/week에 비해 높았다. 또한 저수용량은 펄라이트 충전 처리구가 10.84  $l/m^2$ 로 배수처리 7  $l/m^2$ 에 비해 3.84  $l/m^2$ 가 많은 것으로

Table 3. Effect of inserted materials on evapotranspiration rate at a reservoir of simple Green Block Step with *Z. japonica* cv. Zenith. (Aug. 29 ~ Sep. 5, 2005)

Treatment	Evapotranspiration rate (mm)														Sum	Mean		
	1 DAT		2 DAT		3 DAT		4 DAT		5 DAT		6 DAT		7 DAT <sup>y</sup>					
Perlite	2.59	a	2.80	a	2.71	a	1.39	a	1.15	a	1.23	a	1.67	a	13.55	a	1.94	a <sup>z</sup>
Sand	2.23	a	2.33	a	2.69	a	1.95	a	1.22	a	1.03	a	1.47	a	12.92	a	1.84	a
Polystyrene	2.84	a	3.09	a	2.80	a	1.29	a	1.15	a	1.13	a	1.50	a	13.81	a	1.97	a

<sup>z</sup>Means with the same letter within column are not significantly different at  $P=0.05$  level by DMRT.

<sup>y</sup>DAT : Days after treatment (No irrigation).

Perlite : Fill a reservoir with perlite, Sand : Fill a reservoir with sand, Polystyrene : Fill a reservoir with polystyrene.

Table 4. Effect of inserted materials and sealed treatment on water holding capacity at a reservoir of simple Green Block Step with *Z. japonica* cv. Zenith. (Aug. 29 ~ Sep. 5, 2005)

Treatment	Water holding rate ( $\ell/m^2$ )																	
	1 DAT		2 DAT		3 DAT		4 DAT		5 DAT		6 DAT		7 DAT		8 DAT		9 DAT <sup>y</sup>	
Perlite	10.77	a	8.19	a	5.39	a	2.67	a	1.29	a	0.04	a	-1.19	a	-2.87	a	-4.03	a <sup>2</sup>
Sand	8.38	b	6.14	b	3.81	a	1.11	a	-0.83	b	-2.05	b	-3.08	b	-4.55	ab	-5.79	ab
Poly styrene	7.41	c	4.57	c	1.49	b	-1.31	b	-2.61	c	-3.76	c	-4.89	c	-6.39	b	-7.36	b

Treatment	Water holding rate ( $\ell/m^2$ )																	
	10 DAT		11 DAT		12 DAT		13 DAT		14 DAT		15 DAT		16 DAT		17 DAT		18 DAT	
Perlite	-4.71	a	-5.19	a	-5.34	a	-5.61	a	-5.83	a	-6.03	a	-6.38	a	-6.54	a	-6.74	a
Sand	-6.81	ab	-7.43	ab	-7.46	ab	-7.75	ab	-8.89	b	-9.45	b	-9.61	a	-9.90	a	-10.10	a
Poly styrene	-7.95	b	-8.29	b	-8.37	b	-8.47	b	-8.85	b	-9.02	b	-9.18	a	-9.55	a	-9.81	a

<sup>1</sup>Means with the same letter within column are not significantly different at P = 0.05 level by DMRT.

<sup>y</sup>DAT : Days after treatment (No irrigation).

Perlite : Fill a reservoir with perlite, Sand : Fill a reservoir with sand, Polystyrene : Fill a reservoir with polystyrene.

나타났으며, 저수조 기능을 상실한 배수 처리구에서 잔디의 위조증상도 가장 심하게 나타났다. 간이 그린블록 스텝에서 일 증발산량은 1.63 ~ 1.94mm · d<sup>-1</sup> 로 나타났다. 그러므로 그린블록스텝에 저수조 설치하는 저수조가 없는 경우와 비교해 1 ~ 2일 사용할 수 있는 수분량을 추가로 보유할 수 있는 것으로 판단된다.

한국잔디로 조성된 간이 그린블록스텝에서 증발산량은 모래 충전 처리구와 펠라이트 충전 처리구가 각각 13.55mm/week, 12.92mm/week로 나타났으며, 저수조를 밀폐한 경우도 13.81mm/week로 나타나 처리간에 증발산량의 차이는 나타나지 않았다. 저수용량은 펠라이트 충전 처리구가 10.77  $\ell/m^2$ 로 나타나 실험 1과 유사한 결과를 보였다.

본 연구결과를 통해 그린블록스텝 내 설치한 빗물저수조가 저관리시 잔디생육에 효과가 있음을 파악할 수 있었으며 생태면적용 제도와 함께 투수 및 식생포장재의 중요성이 강조되는 시점에서 차후 빗물의 침투 및 저류효과에 관한 추가적인 연구가 더 진행되어야 할 것이다.

## 인용문헌

1. 건설기술연구원(2002) 생태도시 조성 핵심기술개발연구보고서.
2. (주)삼손중앙기술연구소(2000) 인공지반 녹화기술에 관한 가이드 북(Ⅰ).
3. 서울특별시 도시개발공사(2001) 환경친화적인 개발 및 설계기준 설정에 관한 연구.
4. 신규환(2003) 환경친화적 택지개발 방향 및 과제-주거단지 생태조경설계를 중심으로.
5. 한국환경복원녹화기술학회 춘계학술발표회 발표초록집. pp. 2-13.
6. 이은희(2003) 도시생태계 개선을 위한 베를린시의 비오톱 면적요소.
7. 한국환경복원녹화기술학회 춘계학술발표회 발표초록집. pp. 41-44.
8. 환경부(2005) 생태면적용 적용지침.
9. 山田宏之(2003) 옥상녹화의 단상-저면저수(底面貯水)의 공죄(功罪)-조경사공. Vol(3):68-69.
10. Carrow, R. N.(1995) Drought resistance aspects of turfgrasses in the Southeast : Evapotranspiration and crop coefficients. Crop Sci. 35:1685-1690.
11. Kim, K. S. and J. B. Beard(1988) Comparative turfgrass evapotranspiration rates and associated plant morphological characteristics. Crop Sci. 28:328-331.
12. Christian, N.E(1998) Fundamentals of turfgrass management. Ann Arbor press. pp. 155-168.