

저토심 옥상녹화 조성지의 빗물 유출량 저감 및 지연효과

The Effects of Rain Water Storage of the Extensive Green Roof

장하경¹ · 안근영¹ · 이은희²

¹서울여자대학교 대학원 원예조경학과, ²서울여자대학교 환경생명과학부

I. 서론

도심지에 부족한 녹지를 대체하고 도시열섬현상을 완화하며, 생태환경을 복원시키는 대안으로서 옥상녹화에 대한 지원사업 및 조성이 활성화되고 있다. 최근 옥상녹화의 중요한 기능으로 부각되기 시작한 것이 수자원 관리측면에서의 도시 우수저류기능이다. 옥상녹화는 빗물 유출지연, 침투측면에서도 도시생태환경개선에 기여하는 것으로 알려져 이에 관한 실험적 연구들이 이루어져왔다. 그러나 기존 수행된 연구는 실험구 모델을 제작하여 효과를 검증한 사례가 대부분으로, 실제 기존건축물에 조성된 옥상녹화지의 빗물저장 및 유출 지연효과에 대한 정확한 검증은 이루어져 있지 않다. 본 연구는 실제 조성된 전면녹화옥상을 대상으로 장기간의 빗물 모니터링을 통하여 빗물유출저감 및 지연 효과에 대한 실증적인 검증을 함으로서, 향후 빗물이용 및 침투측면에서 효과적 대안인 기존건축물 옥상녹화 활성화에 기여하고자 한다.

II. 연구의 범위 및 방법

옥상녹화 조성지의 우수유출 저감량과 유출지연 효과를 알아보기 위해 옥상녹화지를 통과한 우수를 저장할 수 있는 탱크를 설치하고, 우수탱크 내에 유량계를 설치하여 유출수의 유입량 및 시간을 측정하였다.

① 범위

•대상위치 및 면적 : 서울여자대학교 행정관 옥상, 옥상 녹화지 140m²

•형태 : 토심 10cm 관리조방적 저토심 옥상녹화지

•측정기간 : 2007년 8월 - 2008년 8월

② 방법

•강우량은 옥상에 설치된 기상장비에서 10분마다 측정된 데이터를 이용하였고, 옥상녹화지를 통과한 유출수는 우수탱크에 설치된 유량계 데이터를 이용하여 종합분석하였다(표 1).

•옥상녹화의 우수유출 저감 및 지연효과를 알아보기 위해 강수가 시작된 시점부터 실제로 우수유출이 발생한 시점까지의 시간을 측정하고, 강우사례별로 저감율과 지연시간을 비교하였다.

표 1. 강우사례

강우사례 (2007-2008)	강우시작 ~ 종료	총강우량 (mm)
1	2007. 9. 1. 07:00 ~ 18:30	15.89
2	2007. 9. 6. 04:10 ~ 17:20	11.56
3	2007. 9. 27. 05:00 ~ 07:10	4.57
4	2007. 10. 19. 09:20 ~ 12:20	4.82
5	07. 10. 25. 19:10 ~ 10. 26. 01:50	5.75
6	2007. 10. 21. 9:10 ~ 13:50	5.28
7	2008. 6. 28. 22:30 ~ 6. 29. 06:20	11.61
8	2008. 7. 2. 08:30 ~ 16:20	6.33
9	2008. 7. 5. 15:20 ~ 17:50	2.01
10	2008. 7. 12. 05:00 ~ 08:00	3.79
11	2008.7 16. 01:30 ~ 17:40	10.13
12	2008. 8. 1. 22:50 ~ 8. 2. 07:30	8.85

III. 결과 및 고찰

옥상녹화지를 통과한 빗물의 유출량 저감 및 지연 시간을 알아보기 위하여 각각의 강우사례에 대하여 강수가 발생한 시간 이후 유출이 시작된 시점부터 유출이 완전히 종료된 시간(0.1kg/m² 또는 0.1mm 기준)까지의 총유출량을 측정하

표 2. 옥상녹화 조성지 빗물유출 저감율

강우사례	강우량(mm)	유출량(ℓ)	저감량(ℓ)	저감율(%)
1	15.89	446	1778.6	80.0
2	11.56	334	1284.4	79.4
3	4.57	80	559.8	87.5
4	4.82	82	592.8	87.8
5	5.75	114	691	85.8
6	5.28	74	665.2	90
7	11.61	198	1427.4	87.8
8	6.33	42	844.2	95.3
9	2.01	2	279.4	99.3
10	3.79	16	514.6	97.0
11	10.13	264	1154.2	81.4
12	8.85	222	1017	82.1

※ 유출량 : 옥상녹화지(140m²)를 통과하여 유출된 빗물의 양
 저감량 : 옥상녹화지에 저류되어 유출되지 않은 빗물의 양
 저감율 : 단위면적당 강우량 - 단위면적당 빗물유출량 / 단위면적당 강우량 X 100

였고, 강수 발생시점부터 유출이 시작된 시점까지의 시간을 각각 측정하였다. 총 12번의 강우사례에 분석 결과는 다음과 같다.

1. 빗물유출량 저감 효과

2007년8월부터 2008년 8월까지의 기간 중 12번의 강우 사례를 종합하여 분석해본 결과 저토심 옥상녹화지를 통과한 빗물은 평균 87.8% 저감된 것으로 조사되었다. 비교적 강우시간이 짧고 강우량이 적은 강우사례 9와 10의 경우 각각 99.3%와 97%의 저감율을 보여 옥상녹화의 빗물유출 저감효과가 매우 뛰어난 것으로 나타났다(표 2).

2. 빗물유출 지연 효과

강우가 시작된 시점과 옥상녹화지를 통과한 빗물이 유출되는 시간을 각각 측정하여 비교해본 결과 옥상녹화지를 통과하는 빗물의 유출을 평균 2시간 정도 지연시킬 수 있는 것으로 나타났다. 강우사례 6의 경우 2007년 10월 21일 09시 10분에 강우가 시작된 반면 유출은 10월 21일 13시 50분에 시작되어 빗물유출시간을 4시간 40분 지연시킨 것으로 나타났다(표 3).

지연시간이 짧게 나타난 사례3, 4, 7, 10의 경우는 강우가

표 3. 옥상녹화 조성지 빗물유출 지연시간

강우사례	강우시작	총강우시간	유출시작	지연시간
1	07.09.01 07:00	10.5	09.01 09:20	2.3
2	07.09.06 04:10	13.2	09.06 06:00	2.5
3	07.09.27 05:00	2.2	09.27 05:50	0.8
4	07.10.19 09:20	1.7	10.19 10:00	0.7
5	07.10.25 19:10	6.7	10.25 21:10	2
6	07.10.21 09:10	4.7	10.21 13:50	4.7
7	08.06.28 22:30	7.8	06.28 23:10	0.7
8	08.07.02 08:30	7.8	07.02 11:00	2.5
9	08.07.05 15:20	2.5	07.05 17:50	2.5
10	08.07.12 05:00	3	07.12 05:20	0.4
11	08.07.16 01:30	7.2	07.16 13:20	2.8
12	08.08.01 22:50	8.7	08.02 00:40	1.8

발생할 당시 토양수분이 90% 이상으로 매우 높은 상태였으며, 기존의 기상조건에 의한 토양 수분 함유량이 유출 지연 시간을 앞당긴 것으로 사료된다.

IV. 결 론

총 12차례의 강우사례와 각각의 시기에 옥상녹화지를 통과한 빗물의 유출량을 종합 분석해 본 결과, 옥상녹화가 빗물유출량 및 유출시간에 큰 영향을 미치는 것으로 나타났다. 단위면적당 평균 80% 이상의 저감율을 보였으며, 유출 지연시간도 최대 4시간40분까지 조사되어 옥상녹화가 빗물의 유출량 저감 및 유출시간 지연에 효과적임을 검증할 수 있었다. 본 연구의 결과는 실제 조성된 저토심 옥상녹화지를 대상으로 하여 옥상녹화의 빗물유출 저감 및 지연효과를 검증한 것으로 이러한 옥상녹화를 확대한다면 우수유출이 큰 도시에서 발생하는 홍수나 도시의 사막화를 경감시키는 것과 더불어 전반적인 도시생태환경의 개선에 기여할 수 있을 것으로 사료된다.

참고문헌

- 김현수, 강제식 (2001) 경량형 옥상녹화시스템의 우수유출저감효과에 관한 연구, 대한건축학회논문집 제 17권 제 11호, 통권157호, pp215-222
- 한무영, 김준규, 박상철 (2003) 옥상녹화가 빗물유출량 및 수질에 미치는 영향, 대한건축학회논문집 제 19권 11호, 통권181호, pp279-285

Alar Teemusk, Ülo Mander (2007) Rainwater runoff quantity and quality performance from a greenroof: The effects of short-term events, *Ecological Engineering* Vol 30, pp271-277
Nicholaus D. VanWoert, D. Bradley Rowe, Jeffrey A. Andersen,

Clayton L. Rugh, R. Thomas Fernandez, and Lan Xiao (2005) Green Roof Stormwater Retention: Effects of Roof Surface, slope, and Media Depth, *J. Environ Qual.*, Vol. 34: 1036-1044