

저토심 옥상녹화의 식재모델별 여름철 표면온도 비교¹⁾

한이채* · 이빛나라* · 안근영** · 이은희**

*서울여자대학교 일반대학원 원예학과 · **서울여자대학교 원예생명조경학과

I. 서론

급격한 산업화는 도시 내 열섬현상을 초래하였으며, 이를 완화하기 위한 방법으로 옥상녹화는 하나의 대안으로 고려되고 있다. 옥상녹화 온도저감효과에 관한 연구는 도시열섬현상 완화 역할, 건축물 열성능, 옥상녹화시스템 전체의 온도저감효과 등이 이루어졌으나(김정호 등, 2011; 오승환, 2007; 윤희정 등, 2013; 이웅직 등, 2012) 옥상녹화 식생층의 식물 종 및 식물의 특성을 고려한 계획·조성에 따른 세부적인 온도저감효과 분석에 관한 연구는 다소 부족한 실정이다.

이에 본 연구는 저토심 옥상녹화 식물의 혼합식재 및 단일식재의 표면온도 분석 및 비교를 통하여, 향후 도시 내 열섬효과 완화 및 건축물 온도저감에 효과적인 저토심 옥상녹화시스템 식물선정 및 식재모델의 기초자료를 제공하고자 한다.

II. 연구 방법

1. 실험구 조성

본 연구의 실험구는 서울시 노원구 공릉동 서울여자대학교 도서관 옥상 일부에 2015년 5월에 조성하였으며, 건축물 하중 및 안전 등의 문제로 토양층 10cm의 저토심으로 설치하였다.

전체 실험구의 조성면적은 14.25㎡로 혼합식재는 총 3개 모델로 각 모델 별 1m×1m을 4반복, 단일식재는 50cm×50cm를 1반복으로 설계하였으며, 활용한 식물은 표 1과 같다.

실험구 중 혼합식재 실험구는 초장 등을 고려하여 다양한 종으로 구성하였는데, 1모델 초본5종(세덤1종 포함), 관목1종, 2모델은 초본4종(세덤1종 포함), 3모델은 초본 3종으로 구성하여 식재하였으며, 단일식재 실험구는 식물을 종별로 식재하였다. 식재밀도는 초본의 경우 3차 포트 1본 기준으로 64본/1㎡의 밀도로 식재하였으며, 관목의 경우 16주/1㎡로 식재하였다.

표 1. 식재식물 목록

구분	No.	국명	학명	혼합식재 활용	비고
초본	1	각시원추리	<i>Hemerocallis dumortieri</i>	1모델	
	2	꽃잔디	<i>Phlox subulata</i>	1모델	
	3	두메부추	<i>Allium senescens</i>	1모델, 2모델	
	4	무늬둥굴레	<i>Polygonatum odoratum</i> var. <i>pluriflorum</i> f. <i>variegatum</i>	1모델	
	5	별개미취	<i>Aster koraiensis</i>	3모델	
	6	범부채	<i>Belamcanda chinensis</i>	3모델	
	7	섬기린초	<i>Sedum takesimense</i>	1모델, 2모델	세덤
	8	섬백리향	<i>Thymus quinquecostatus</i> var. <i>japonica</i>	3모델	
	9	쭈부쟁이	<i>Aster yomena</i>	2모델	
관목	10	나무수국	<i>Hydrangea paniculata</i>	1모델	3년생

실험구 조성 후 식생층 활착 및 생육을 위하여 2주간 3일에 1회 충분히 관수하였으며 이후 무관리하에 실험을 진행하였다.

2. 조사 및 분석방법

조사 및 분석은 크게 대상지의 환경, 식물의 생육상태, 식재 식물 표면온도로 이루어졌으며, 조사는 2015년 6월부터 8월까지 매월 1회 일사량이 가장 높은 오후 2시부터 약 2시간에 걸쳐 실시하였다.

대상지의 환경은 서울기상청자료 중 조사날짜에 해당하는 자료를 참고하였으며, 식물의 생육상태 조사는 관련분야 전문가 3인이 정성적으로 분석하였다.

식재식물 및 대상지 환경(옥상의 비녹화지역, 콘크리트 등)의 표면온도는 열화상카메라를 활용하여 측정하였으며, 이를 바탕으로 식재식물 및 대상지환경 표면온도 값 추출은 FLIR Tools 프로그램을 활용하였다. 추출된 온도를 바탕으로 SPSS 18 프로그램 활용하여 분석을 실시하였다.

III. 연구결과 및 고찰

1. 환경 분석

1) 본 연구는 환경부의 차세대에코이노베이션기술개발사업 “인공지반부 도시생태계 적응, 관리 기술개발(과제번호:416-111-016)”의 지원으로 수행되었음.

대상지의 환경조사결과 조사기간 중 대기온도는 최고, 최저, 평균 온도 모두 7월이 가장 높았으며, 최저온도와 평균온도는 8월이 가장 낮게 측정되었다. 상대습도는 7월이 가장 높았으며, 일조시간은 8월이 가장 높았고, 운량은 8월이 가장 낮은 것으로 분석되었다(표 2).

표 2. 대상지 환경 분석

구분		6월	7월	8월
대기온도 (°C)	최고	29.7	32.4	30.6
	최저	21.4	26.2	17.5
	평균	25.6	27.9	23.4
상대습도(%)		52.1	74.3	56.4
일조시간(hr)		5.5	6.7	10.3
운량*		7.6	6.6	3.0

*: 0~2 맑음, 3~5 구름조금, 6~8 구름 많음, 9~10 흐림

2. 표면온도 분석

1) 혼합식재 모델 간 표면온도 비교

혼합식재 모델별 표면온도의 평균값 차이가 통계적으로 유의한지 95%신뢰도 수준에서 일원배치 분산분석 및 Duncan 사후검정을 실시하였다(표 3).

표 3. 혼합식재 모델 및 콘크리트 대조구 표면온도 분석

구분		6월	7월	8월
평균 ± 표준 편차	1모델	33.1±0.4b	31.8±0.5a	31.5±1.6a
	2모델	31.8±0.7a	31.6±0.2a	30.8±1.3a
	3모델	31.6±0.5a	31.0±0.5a	34.6±1.1b
	콘크리트	47.5±1.3c	43.2±1.3b	48.6±1.1c

a,b,c: 월별 유의수준 95%에 대한 부집단(Duncan 사후검정)

혼합식재 모델(실험구)과 콘크리트(대조구) 분석 결과, 여름철 전 기간에 걸쳐 콘크리트 표면온도가 적게는 12°C, 많게는 17°C가량 높은 것으로 나타났으며 이는 통계적으로 유의한 것으로 분석되었다(p<0.05). 이에 여름철 한 낮에 옥상녹화는 비녹화지역에 비하여 온도저감효과가 우수한 것으로 판단되며 선행연구(이웅직 등, 2012)의 결과와도 유사한 관계에 있음을 확인할 수 있었다.

혼합식재 모델 간 표면온도 평균 분석 결과는 월별로 상이한 것으로 확인되었는데, 6월의 경우 2모델과 3모델간의 차이는 없으나 1모델에 비하여 온도가 낮은 것으로 확인 되었으며, 7월의 경우 1모델, 2모델, 3모델 모두 차이가 없는 것으로 확인 되었으며, 8월의 경우 1모델과 2모델간의 차이는 없으나 3모델에 비하여 온도가 낮은 것으로 확인되었다(p<0.05).

2) 단일식재 식물 중 간 표면온도 비교

단일식재 식물종별 표면온도의 평균값 차이가 통계적으로 유의한지 95%신뢰도 수준에서 일원배치 분산분석 및 Duncan 사후검정을 실시하였다(표 4).

표 4. 단일식재 식물종 및 콘크리트 대조구 표면온도 분석

구분		6월	7월	8월
평균 ± 표준 편차	각시원추리	35.5±0.3bc	33.3±0.3ab	35.9±2.9a
	두메부추	36.5±0.6d	34.5±0.6c	37.0±1.5a
	무늬등골래	40.2±0.5f	34.6±0.6c	40.4±2.3b
	별개미취	34.7±0.4ab	33.0±0.4a	35.5±1.0a
	범부채	35.7±0.4cd	33.6±0.9abc	37.1±1.3a
	섬기린초	37.6±0.5e	33.3±1.0ab	34.5±1.0a
	섬백리향	40.0±0.5f	34.4±0.6bc	36.4±1.8a
	쑥부쟁이	34.2±0.3a	33.5±1.0abc	35.9±1.1a
	콘크리트	47.5±1.3g	43.2±1.3d	48.6±1.1c

a,b,c,d,e,f,g: 월별 유의수준 95%에 대한 부집단(Duncan 사후검정)

단일식재 식물종별 실험구와 콘크리트 대조구 분석 결과, 여름철 전 기간에 걸쳐 콘크리트 표면온도가 적게는 7°C, 많게는 11°C가량 높은 것으로 나타났으며 이는 통계적으로 유의한 것으로 분석되었다(p<0.05).

단일식재 식물종별 표면온도 평균 분석 결과는 월별로 상이한 것으로 확인되었는데, 6월의 경우 쑥부쟁이, 7월의 경우 별개미취가 온도저감효과가 상대적으로 높은 것으로 확인되었으며, 8월의 경우 종별 차이가 없는 것으로 확인되었다(p<0.05).

IV. 결론

저토심 옥상녹화의 여름철 혼합식재 모델의 표면온도 비교 분석 결과 대조구인 콘크리트에 비하여 12°C~17°C가량 낮았으며, 6월에는 2모델과 3모델, 8월에는 1모델과 2모델이 상대적으로 더 낮은 것으로 분석되어 보다 온도저감에 효과적임을 알 수 있었다. 또한 단일식재 식물종별 표면온도 비교분석 결과 대조구인 콘크리트에 비하여 7°C~11°C가량 낮았으며, 6월에는 쑥부쟁이, 7월에는 별개미취가 온도저감효과가 우수한 것으로 분석되었다. 이에 본 연구결과는 향후 도시 내 열섬효과 완화 및 건축물 온도저감을 위한 저토심 옥상녹화 시스템의 기초자료인 식물 종 선정 및 식재모델의 제시에 효과적으로 활용할 수 있을 것으로 판단된다.

참고문헌

1. 김정호, 윤용한(2011) 옥상녹화시스템 유형별 건물에너지 절감 및 경제성 분석. 서울도시연구 12(2):125~140
2. 오승환(2007) 저관리 경량형 옥상녹화의 온도저감효과 분석. 서울대학교 대학원 석사학위논문.
3. 윤희정, 장성완, 이은희(2013) 관리조방형 옥상녹화의 식재모델별 표면온도 모니터링. 한국생태환경건축학회 논문집 13(5):89~96
4. 이웅직, 김준희(2012) 옥상녹화와 비 옥상녹화 표면의 온도변화 상관관계 고찰 - 대전지역을 중심으로. 한국태양에너지학회 논문집 32(6):134~140