

## 옥상녹화를 위한 남천 외 3수종의 내건성 평가

신창섭\* · 이학석

충북대학교 농업생명환경대학 산림학과

(2014년 5월 27일 접수; 2014년 7월 5일 수정; 2014년 8월 7일 수락)

### Drought Resistance Assessment of Four Shrub Species Including *Nandina Domestica* for Extensive Green Roof

Chang-Seob Shin\* and Hexi Li

Department of Forest Science, College of Agriculture, Life & Environment Sciences,  
Chungbuk National University, Cheongju, Chungbuk 361-763, Korea

(Received May 27, 2014; Revised July 5, 2014; Accepted August 7, 2014)

#### ABSTRACT

This study is to compare drought-resistance and to find the permanent wilting coefficient of *Syringa Dilatata*, *Euonymus Japonica*, *Ligustrum Obtusifolium*, *Nandina Domestica*, which are commonly used for rooftop garden due to their relatively strong drought resistance. To compare the drought resistance precipitation was blocked from June 4, 2013 to July 20, 2013. During this time, the relative water content, specific electrical conductance, and water potential were measured every seven days and permanent wilting coefficients were investigated. Two days after precipitation was blocked, the relative water content in leaves were measured as follows: *Ligustrum Obtusifolium* 91.3%, *Syringa Dilatata* 92.9%, *Nandina Domestica* 91.2%, and *Euonymus Japonica* 90.1% respectively. After 28 days, relative water contents of leaves were reduced greatly 60.2% for *Ligustrum Obtusifolium* and 67.8% for *Syringa Dilatata*, but *Nandina Domestica* and *Euonymus Japonica*'s reduced to 80.1% and 81.7% respectively. Permanent wilting coefficient was *Ligustrum Obtusifolium* 3.1%, *Syringa Dilatata* 2.1%, *Nandina Domestica* 1.6% and *Euonymus Japonica* 0.7%. In other words, the above four tree species are strong in drought resistance and *Euonymus Japonica*'s drought resistance is the strongest while *Nandina Domestica*, *Syringa Dilatata*, *Ligustrum Obtusifolium* follow in that order.

**Key words:** Drought resistance, Green roof, Permanent wilting, Water content, Electrical conductance, Water potential

#### I. 서 론

급격한 근대화, 산업화의 영향으로 인공구조물이 들어서고 포장면적이 늘어나 녹지공간을 비롯한 생물 서식처가 점차 감소되고 있으며, 이에 따라 물 순환 문제와 열섬현상 등 많은 환경문제를 야기하고 있다 (Lee, 2004). 또한 녹지면적의 감소와 온실가스의 영

향 등으로 지구는 점점 온난화 되어가고 있다. 지난 50년간의 대전지역과 수원지역의 최저온도 기록에 의한 온도변화 추세 회귀식을 보면 대전지역의 경우 기울기가 0.0711로 나타난 반면 수원지역의 경우 기울기 0.1628로 빠르게 상승하고 있다(Shin, 2011). 이처럼 위도가 높아질수록 온난화는 빠르게 진행되는데, 이러한 문제점들을 해결하기 위해서는 기존 녹지의 보



\* Corresponding Author : Chang-Seob Shin  
(sinna@chungbuk.ac.kr)

전과 새로운 녹지를 확보해야 할 필요성이 있다. 그러나 지상의 녹지면적은 매년 감소되고 있기 때문에 도시환경문제로 발생된 비정상적인 도시생태계와 도시미기후를 개선하기 위해서는 작은 면적의 녹지라도 조금씩 확보해 나가는 것이 시급한 실정이다.

도시에 부족한 녹지를 확보하기 위한 공간으로 건축의 옥상은 유용한 공간으로 인식되고 있다. 그러므로 도시지역에서 잠재적인 녹지공간을 확보하기 위해서는 건축물 옥상녹화가 중요한 해결방안이 될 수 있다 (Kim and Lee, 2008).

그러나 옥상녹화는 건축물 위의 인공지반에 조성되기 때문에 조성 후에 건축물이 받는 하중을 고려하여 경량토를 사용해야 하고 토심도 충분히 확보할 수 없는 단점이 있다. 또한 토양층의 단절과 바람, 복사열에 의한 온도 상승 등 식물생육에 나쁜 영향을 주는 요소들이 매우 많다. 따라서 인공지반을 녹지로 활용하기 위해서는 노지에서 보다 세심한 관리와 잦은 관수가 요구된다. 이에 대한 근본적인 해결책으로 자연강우만으로도 식물생육이 건전하게 유지될 수 있도록 내건성이 비교적 강한 식물소재를 선택하여 활용하는 것이 중요하다. 그 동안 옥상녹화에 적합한 식물을 선정하기 위한 방법으로 여러 가지 연구가 수행되었으나, 대부분 세덤류와 몇몇 자생종을 위주로 피복속도와 생존율 등을 파악하고 있다 (Michael *et al*, 2005).

따라서 본 연구에서는 비교적 내건성이 강한 목본류인 수수꽃다리, 사철나무, 쥐똥나무, 남천 등 4수종을 선정하여 단수처리가 가능하도록 시설된 옥상에 두고 무관수 상태에서의 생리 상태를 파악하여, 저관리 경량형 옥상 녹화용 식물소재로서의 이용 가능성을 확인하고자 하였다.

## II. 재료 및 방법

### 2.1. 공시재료

옥상환경에서의 내건성을 파악하기 위하여 수수꽃다리 (*Syringa dilatata*), 사철나무 (*Euonymus japonica*), 쥐똥나무 (*Ligustrum obtusifolium*), 남천 (*Nandina domestica*) 등 4종의 2년생 묘목 10주씩을 공시재료로 이용하였다. 시료는 화분(가로 345mm × 세로 228mm × 높이 275mm)에 분식한 후, 유리온실에서 4월부터 5월까지 2개월간 관리하여 완전히 활착되도록 하였다. 온실에서 관리된 시료를 6월에 비가림 시설이 되어있는 옥상으

로 옮겨서 실험에 이용하였다.

또한 본 실험에서 식물시료를 화분에 식재하기 위하여 코코피트(2530%), 피트모스(2025%), 펄라이트(2025%), 질석(2025%)이 일정한 비율로 혼합된 원예용 경량 인공배양토를 사용하였다.

### 2.2. 실험방법

#### 2.2.1. 기상자료 수집

일반적으로 옥상은 노지보다 식물생육 환경이 열악하다고 할 수 있다. 따라서 옥상에서의 식물생육환경을 정확하게 파악하기 위하여 옥상과 노지에 데이터로거(HOBO Pro, Onset Computer, USA)를 설치하고 온도, 습도, 풍속, 토양 온도 등을 10분마다 측정하였다.

또한 2013년 6월부터 7월까지 관수를 하지 않은 상태에서 7일 간격으로 잎을 채취하여 상대습수량과 상대전기전도도, 수분포텐셜 등을 측정하였다. 측정을 위하여 잎을 채취한 시간은 매번 07:0008:00로 하였으며, 여러 개의 잎 중에서 가장 건강한 상태인 잎을 채취하여 시료로 이용하였다.

#### 2.2.2. 잎의 함수량 측정(RWC)

함수량 측정을 위하여 채취한 잎은 지퍼백에 넣어 실험실로 옮긴 후 바로 생중량(FW)을 칭량하였다. 생중량을 칭량한 후 가위로 잘게 절단하여 물과 함께 시험관에 넣고 24시간 후에 잎의 포화중량(TW)을 칭량하였다. 포화중량을 칭량한 후 60°C로 설정한 건조기에 넣고 48시간 동안 건조한 후 건조중량(DW)을 칭량하였다. 시료는 4수종에 대하여 수종별로 각각 3본의 나무에서 잎을 채취하여 함수량을 측정하고 평균값을 구하였다.

$$RWC(\%) = (FW - DW) / (TW - DW) \times 100 \quad (\text{张志良, 1990})$$

#### 2.2.3. 상대전기전도도 측정

수분공급이 차단된 옥상 환경에 노출되어 극심한 수분스트레스를 받으면 엽육세포가 파괴되어 전해질이 용출되기 때문에 전기전도도가 높아지게 된다. 따라서 식물의 수분스트레스에 의한 세포손상 정도를 알아보기 위하여 CyberScan Con110(EUTECH Instruments, Singapore)을 이용하여 전기전도도를 측정하였다. 시료는 4수종에 대하여 수종별로 각각 3본의 나무에서 채취한 식물의 잎을 탈이온수로 깨끗이 씻은 후에 직경

이 0.5cm인 편치로 잎의 일부를 분리하여 0.2g씩 무게를 측정하였다. 0.2g의 조각을 50ml 용량의 마개가 있는 시험관에 20ml의 탈이온 2차 증류수와 함께 넣었다. 이 시험관을 30분 동안 그대로 두었다가 진탕기에서 160rpm으로 18시간 동안 처리하고 침출액의 초기 전기전도도를 측정하였다. 초기전도도를 측정한 시료를 105의 멸균기에서 15분 동안 열처리하여 모든 세포를 고살시킨 후 초기전도도 측정방법과 동일한 방법으로 처리한 후 침출액의 최종 전기전도도를 측정하였다.

$$\text{Electrolyte leakage(\%)} = \frac{\text{initial electrolyte leakage}}{\text{final electrolyte leakage}} \times 100$$

**2.2.4. 수분포텐셜 측정**

식물체는 밤에 기공이 닫히고 공중습도는 최대인 상태에서 잎과 토양간의 수분포텐셜 차이가 점차 줄어들고 새벽녘 해뜨기 직전에 거의 평형을 이루게 된다. 따라서 이때 수분포텐셜을 측정하면 식물의 뿌리가 닿아 있는 부분의 유효 수분함량을 잘 나타내게 된다 (Turner, 1988).

수분포텐셜 변화를 알아보기 위하여 일출전인 05시에 수종별로 각각 3본의 나무에서 시료를 채취하여 측정하였다. 수분포텐셜 측정은 식물수분시스템(Model 1000, Plant Moisture System, USA)을 이용하였다.

**2.2.5. 영구위조계수**

영구위조계수를 측정하기 위하여 수종별로 각각 3개

의 화분에 식재된 식물의 잎이 모두 시들어 회복될 수 없는 상태로 판단되는 시점(영구위조점)에 화분의 토심 12cm 깊이에서 토양캔을 이용하여 토양을 채취하고 토양함수량(W<sub>0</sub>-W<sub>s</sub>)을 측정하였다. 영구위조계수는 토양 건중량(W<sub>s</sub>)에 대한 영구위조점의 토양함수량(W<sub>0</sub>-W<sub>s</sub>)의 중량비로 아래 식을 이용하여 측정하였다.

$$W_c(\%) = (W_0 - W_s) / W_s \times 100$$

W<sub>c</sub> = 영구위조계수(%), W<sub>0</sub> = 습윤토양의 무게, W<sub>s</sub> = 토양 건중량

**III. 결과 및 고찰**

**3.1. 기상자료 수집에 의한 지상과 옥상의 식물생육 환경 비교**

2013년 5월부터 9월까지 옥상과 노지의 대기온도 측정결과 식물이 생리적으로 휴면상태로 되는 35°C 이상의 고온이 5월부터 나타나기 시작하였다. 특히 옥상에서는 5월 8일부터 9월 9일까지 35°C 이상인 날은 93일 이었으나, 노지에서는 81일로 옥상에서 보다 12일 더 적게 나타났다(Table 1). 옥상에서 35°C 이상인 날은 8월에 집중적으로 나타났으며, 이때 옥상에서 자라는 식물은 가뭄과 고온에 의해 식물 생장이 둔화되는 것을 알 수 있었다. 측정기간 중 옥상의 월평균 최고온도는 지면의 월평균최고온도보다 1.6°C~3.2°C 높게 나타났고, 옥상의 월평균최저온도는 지면의 월평균최저온도보다 1.0°C~1.7°C로 높은 것으로 나타났다.

**Table 1.** Comparison between ground and rooftop weather condition

Variables		Apr.	May	Ju.	Jul.	Aug.	Sep.
Average max. temp.(°C)	Rooftop(A)	24.5	32.5	37.7	36.9	40.9	34.5
	Ground(B)	22.5	30.8	35.9	35.4	39.5	31.5
Average min. temp.(°C)	Rooftop(A)	6.4	12.7	19.9	23.8	23.8	18.0
	Ground(B)	5.1	11.0	18.4	22.9	22.6	16.9
Average temp.(°C)	Rooftop(A)	14.3	21.6	27.4	28.8	30.6	24
	Ground(B)	12.5	19.6	25.5	27.6	28.7	22.2
No. of days over 35	Rooftop(A)	0	11	26	21	29	6
	Ground(B)	0	9	23	20	28	1
Relative humidity(%)	Rooftop(A)	59.0	58.6	63.0	75.9	70.4	73.7
	Ground(B)	63.8	64.4	68.7	80.5	76.9	79.7
Wind speed(m/s)	Rooftop(A)	2.02	1.53	1.19	1.47	1.13	0.78
	Ground(B)	1.66	1.34	1.16	1.37	1.10	0.64

또한 실험 측정기간에 온도 차이는 옥상이 노지보다 크게 나타났으며, 옥상의 온도가 노지보다 높은 것은 옥상의 토양기반 밑 부분에는 콘크리트이기 때문에 통풍이 잘 되지 않고, 지면보다 비열이 낮아서 온도가 쉽게 상승하기 때문으로 판단된다.

또한 옥상과 노지의 상대습도 측정결과 옥상의 상대습도는 노지의 상대습도보다 작게 나타났으며, 옥상과 노지의 월평균상대습도가 모두 장마철인 7월에 가장 높은 것으로 나타났다(Table 1).

옥상에서의 상대습도가 노지보다 낮은 것은 옥상의 온도가 노지의 온도 보다 높고, 옥상의 풍속이 노지의 풍속보다 크기 때문에 대기중 수분이 보다 빨리 쉽게 증발되며, 수분을 함유하고 있는 토양기반에 큰 차이가 있기 때문인 것으로 판단된다.

뿌리가 분포하고 있는 지중온도는 식물뿌리의 생장 속도, 생장량에 영향을 줄 뿐만 아니라 뿌리의 형태적 특성에도 영향을 미친다(徐静雯, 2011). 토양온도가 낮거나 혹은 식물이 견딜 수 없을 정도로 낮은 온도에서는 식물은 생장이 저해되고 심하면 식물이 동해를 받아 죽을 수도 있다. 뿌리의 생장이 이루어지는 온도는 최저 5°C에서 최고 35~40°C이며. 가장 알맞은 온도는 20°C~25°C로서 식물의 종류와 품종에 따라서 차이가 있다(Cooper, 1973).

지상과 옥상에 있는 화분 속 토양 온도와 지중의 토양온도를 측정하여 비교한 결과 Fig. 1과 같이 최고 온도에서는 큰 차이를 보이고 있으나 최저온도에서는 큰 차이가 없었다. 이는 기상 상태에 따라 태양복사열에 의해 온도의 차이가 급격히 발생하기 때문인 것으로 판단된다.

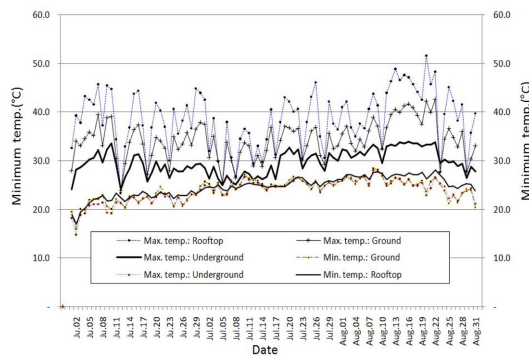


Fig. 1. Variation of soil temperature in pots placed on the rooftop and ground.

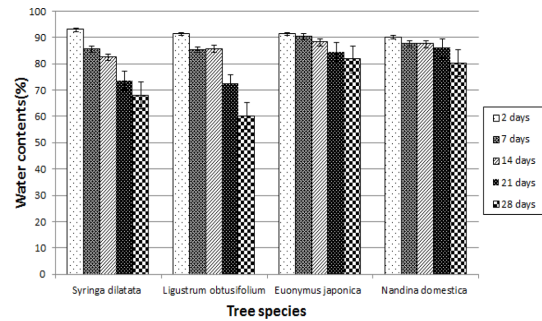


Fig. 2. Variation of leaves water contents in the condition of no irrigation.

### 3.2. 수종별 잎의 함수량에 따른 내건성 비교

Fig. 2와 같이 무관수 기간이 경과함에 따라 잎의 상대함수량은 수종별로 다르게 나타났다.

무관수 처리 후 2일째에 측정된 잎의 상대함수량은 쥐똥나무 91.3%, 수수꽃다리 92.9%, 남천 90.1%, 사철나무 91.2%였다. 그 후 28일 동안 관수하지 않은 상태에서 측정된 상대함수량은 쥐똥나무 60.2%, 수수꽃다리는 67.8%로 크게 감소되었으나, 남천과 사철나무는 각각 80.1%, 81.7%로 비교적 적게 감소되었다. 무관수 처리 2일째의 잎의 상대함수량 값을 기준으로 하여 무관수 처리 28일후 잎의 상대함수량 감소율은 쥐똥나무 31.2%, 수수꽃다리 25.0%, 남천 10.0%, 사철나무 9.5%로 나타났다(Fig. 2).

식물체의 수분 증산은 주로 잎에서 일어나는데, 동일한 환경에서 상대함수율이 낮을수록 내건성이 더 약하고, 상대함수율이 높을수록 내건성이 강하다(Xu *et al.*, 2012). 결과적으로 쥐똥나무와 수수꽃다리는 남천과 사철나무에 비하여 상대적으로 내건성이 약한 것으로 나타났으며, 공시 재료인 4수종의 내건성은 사철나무 > 남천 > 수수꽃다리 > 쥐똥나무 순으로 나타났다.

### 3.3. 수종별 잎의 전기전도도 비교

수분스트레스로 인한 식물의 세포손상 정도를 알아보기 위하여 상대전기전도도를 측정된 결과는 Fig. 3과 같다.

무관수 처리 2일 후의 상대전기전도도는 쥐똥나무 7.9%, 수수꽃다리 9.2%, 남천 7.3%, 사철나무 6.9%로 측정되었으나, 무관수 처리 14일째의 수종별 상대전기전도도는 차이가 크게 나타났다. 무관수 처리후 2일째와 비교해 보면 각 수종별 상대전기전도도 증가량

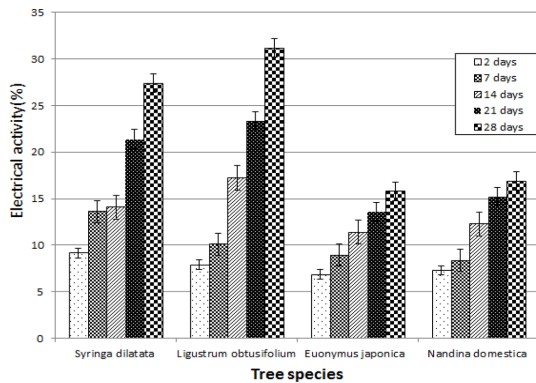


Fig. 3. Variation of the relative conductivity in the condition of no irrigation.

은 쥐똥나무 15.4%, 수수꽃다리 12.2%, 남천 7.9%, 사철나무 6.8%로 나타났다(Fig. 3). 식물 생육환경이 불량해져 세포가 파괴되면 전기전도도 값은 증가하게 된다. 즉 식물의 전기전도도 값이 상대적으로 작을수록 식물세포막은 덜 손상되었다고 판단할 수 있고, 이는 내건성이 상대적으로 더 강하다는 것을 의미한다. 반면에 전기전도도 값이 상대적으로 클수록 식물세포막은 더 많이 손상되었다고 볼 수 있으며, 상대적으로 내건성이 약하다고 판단할 수 있다(Chen *et al.*, 2007).

최종적으로 무관수처리 28일 후 측정된 상대전기전도도는 쥐똥나무 31.2%, 수수꽃다리 27.4%, 남천 16.9%, 사철나무 15.8%로 나타났다. 이는 잎의 함수량 비교 결과와 같이 남천과 사철나무에 비하여 쥐똥나무와 수수꽃다리의 내건성이 약한 것으로 나타났으며, 전해질 용출 정도에 따른 전기전도도 비교 결과 공시 재료인 4수종의 내건성은 사철나무 > 남천 > 수수꽃다리 > 쥐똥나무 순으로 나타났다.

### 3.4. 수종별 수분포텐셜에 의한 내건성 비교

식물의 수분포텐셜을 측정하여 수분스트레스 정도와 내건성을 판단할 수 있다. 식물에 수분을 공급하지 않았을 때 수분포텐셜 값의 변화 폭이 클수록 내건성은 약한 것으로 간주된다. 즉 수분포텐셜이 상대적으로 적게 변화하면 내건성은 크고, 많이 변화하면 내건성이 약하다(李华钧, 1991).

Fig. 4와 같이 무관수 처리 2일 후에 측정된 공시 수종들의 수분포텐셜은 쥐똥나무 -0.26MPa, 수수꽃다리 -0.31MPa, 남천 -0.27MPa이었다. 무관수 처리

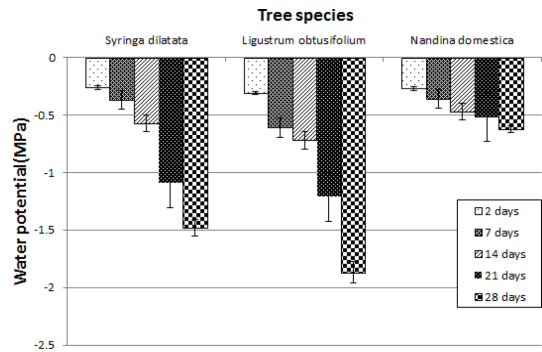


Fig. 4. Changes of the water potential in the condition of no irrigation.

14일째 공시 수종들의 수분포텐셜은 큰 차이가 나타나지 않았으나, 무관수 처리 21일째 공시 수종들의 수분포텐셜은 쥐똥나무 -1.21MPa, 수수꽃다리 -1.09MPa, 남천 -0.52MPa로 큰 차이가 나타났다. 무관수처리 28일 후 최종적으로 측정된 수분포텐셜은 쥐똥나무 -1.87MPa, 수수꽃다리 -1.48MPa, 남천은 -0.62MPa로 나타났으며, 무관수처리 2일째와 비교해 보면 공시 수종들의 수분포텐셜 증가량은 쥐똥나무 -1.56MPa, 수수꽃다리 -1.22MPa, 남천 -0.35MPa로 나타났다(Fig. 4). 따라서 공시 수종 중 수분포텐셜 변화 폭이 가장 컸던 쥐똥나무가 상대적으로 내건성이 가장 약하다고 볼 수 있으며, 남천>수수꽃다리>쥐똥나무 순으로 내건성이 강한 것으로 나타났다. 수분포텐셜 비교에서 사철나무 측정값이 없는 것은 측정기기로 측정할 수 없는 정도의 굵기라서 수분포텐셜을 측정하지 못하였기 때문이다. 그러나 잎의 함수량 변화나, 전기전도도 측정으로 이미 공시 수종 4수종 중 가장 내건성이 강한 것으로 나타난 바 있다.

### 3.5. 영구위조계수

영구위조는 식물체의 위조 정도가 심하여 수분을 공급해도 회복이 될 수 없는 상태이며, 결국은 고사된 것을 의미한다. 공시 수종별 영구위조계수를 측정된 결과, 쥐똥나무는 3.1%였고, 수수꽃다리는 2.1%, 남천은 1.6%, 사철나무는 0.7%로 나타났다. 영구위조계수는 수종별 내건성을 판단할 때 중요한 요소로, 영구위조계수가 작을수록 내건성이 강하고, 반대로 영구위조계수가 클수록 내건성이 약하다는 것을 의미한다. 따라서 공시 수종 4수종 중 내건성은 사철나무 > 남천 > 수수꽃다리 > 쥐똥나무의 순으로 나타났다.

#### IV. 결 론

지구온난화가 심화되고, 도시가 확대되면서 녹지가 감소됨으로써 도심의 열섬현상이 확산되고 있다. 따라서 도시내 녹지면적을 극대화시키기 위한 방편으로 옥상녹화를 장려하고 있다. 그러나 옥상환경은 식물생육에 부적합한 여러 가지 제한 요소가 많기 때문에 적용력이 높은 수종을 식재할 필요가 있다. 특히 옥상환경의 경우 하중에 대한 구조적인 문제를 갖고 있기 때문에 인공경량토를 사용하게 되며 토심 또한 충분히 확보할 수 없기 때문에 건조에 강한 식물을 선택하여 식재할 필요가 있다. 따라서 비교적 내건성이 강하고 관상적인 특성을 지닌 4개 수종을 선택하여 잎의 상대습수량과 전기전도도, 수분포텐셜을 측정하여 내건성을 추정, 비교하였다. 3가지 측정방법으로 비교한 결과 모두 쥐똥나무 < 수수꽃다리 < 남천 < 사철나무 순으로 내건성이 강한 것으로 추정되었다.

수종별 영구위조계수는 쥐똥나무 0.031, 수수꽃다리 0.021, 남천 0.016, 사철나무 0.007로 나타났다. 즉, 영구위조계수 측정 결과도 위의 결과와 동일하게 쥐똥나무 < 수수꽃다리 < 남천 < 사철나무 순으로 내건성이 큰 것으로 나타났다. 또한 노지보다 고온이며 건조되기 쉬운 옥상환경에서 강우를 차단하고 무관수 처리할 경우에 쥐똥나무는 평균 24일 만에 영구위조점에 도달하였으며, 수수꽃다리는 32.7일, 남천은 37일, 사철나무는 44.9일 만에 영구위조점에 도달하였다.

따라서 일반적으로 다른 식물에 비하여 내건성이 강한 편에 속하는 쥐똥나무 보다도 수수꽃다리, 사철나무, 남천 등은 내건성이 더 강하기 때문에 옥상녹화시 유용하게 활용될 수 있는 조경용 소재 식물이며, 쥐똥나무도 최소한 20일 간격으로 물관리를 할 수 있다면 옥상에 식재하여도 무방할 것으로 판단된다.

#### 적 요

본 연구는 비교적 내건성이 강하여 옥상녹화 소재로 이용될 수 목본식물들 중 수수꽃다리(*Syringa dilatata*), 사철나무(*Euonymus japonica*), 쥐똥나무(*Ligustrum obtusifolium*), 남천(*Nandina domestica*) 등 4 수종에 대해서 내건성을 비교하고 영구위조계수를 알아보기 위하여 수행되었다. 식물의 내건성을 비교하기 위하여 2013년 6월4일~7월 20일까지 무관수 처리하였고 7일

간격으로 잎의 상대습수량, 상대전기전도도, 수분포텐셜 등을 측정하였으며, 영구위조계수를 알아보았다. 실험 결과 충분히 관수한 화분을 옥상으로 옮기고 2일 후에 측정한 잎의 상대습수량은 쥐똥나무 91.3%, 수수꽃다리 92.9%, 남천 91.2%, 사철나무 90.1%였다. 그 후 28일 동안 관수하지 않은 상태에서 측정한 상대습수량은 쥐똥나무 60.2%, 수수꽃다리는 67.8%로 크게 감소되었으나, 남천과 사철나무는 각각 80.1%, 81.7%로 감소되었다. 상대전기전도도와 수분포텐셜에서도 남천과 사철나무가 쥐똥나무와 수수꽃다리에 비하여 내건성이 큰 것으로 나타났다. 수종별 영구위조계수는 쥐똥나무 3.1%, 수수꽃다리 2.1%, 남천 1.6%, 사철나무 0.7%로 나타났다. 즉 위의 공시수종 모두 내건성이 강하지만 그 중에서도 특히 사철나무의 내건성이 가장 크고 다음은 남천 > 수수꽃다리 > 쥐똥나무 순인 것으로 분석되었다.

#### 감사의 글

본 논문은 2012학년도 충북대학교 학술연구지원사업의 연구비지원에 의하여 연구되었음.

#### REFERENCES

- Chen, J., Q. Chen, Y. Pan, and X. Huang, 2007: A study of the drought resistance of six wild bushes. *Journal of Sichuan Forestry Science and Technology* **28**(5), 50-54.
- Cooper, A. J., 1973: Root Temperature and Plant Growth - A Review, Research Review No. 4. *Commonwealth Bureau of Horticulture and Plantation Crops*. pp73.
- Kim, H., and G. G. Lee, 2008: Relationships between ecological and utilizational effectiveness of green roof sites. *Journal Korean Environment Restoration & Revegetation Technology* **11**(2), 114-121. (in Korean with English abstract)
- Lee, E. H., 2004: An analysis of research trends regarding rooftop greening in Korea. *Journal Korean Environment Restoration & Revegetation. Technology* **7**(4), 44-51. (in Korean with English abstract)
- Michael, A. M., D. B. Rowe, and C. L. Ruge, 2005: Establishment and persistence of sedum spp. and native taxa for green roof application. *Hortscience* **40**(2), 391-396.
- Shin, C. S., 2011: Cold tolerance assessment of *Lagerstromia indica* and *Pyracantha angustifolia* with dormant branches. *Journal of the Korean Institute of Landscape Architecture* **39**(6), 118-125. (in Korean with English abstract)
- Turner, N. C., 1988: Measurement of plant water status by

- the pressure chamber technique. *Irrigation. Science*, **9**, 289-308.
- Xu, Z., J. Liu, J. Xu, T. Zhi, and X. Yin, 2012: The study on drought resistance of roof greening woody plants. *Chinese Agricultural Science Bulletin*, **28**(1), 311-316.
- 李华钧, 1991:茶树抗旱性的鉴定指标的研究. 茶叶科技, 4, 8-11.
- 徐静雯, 2011: 屋顶绿化木本植物的抗逆性. 河北: 河北農業大學碩士.
- 张志良. 1990: 植物生理學实验指导 北京: 高等教育出版社. 54-55.