韓國環境復元綠化技術學會誌 2(3) : 18~24 (1999)
J. Korean Env. Res. & Reveg. Tech. 2(3) : 18~24 (1999)

인공지반용 식재용토의 배합이 목본식물의 생장에 미치는 영향

이은엽[1] · 문석기[2]

[1]청주대학교 조경학과 박사과정 · [2]청주대학교 조경학과

Effects of Several Soil Medias on the Plant Growth in Artificial Planting Ground

Lee, Eun Yeob[1] and Moon, Seok Ki[2]

[1] Dept. of Landscape Architecture, The Graduate school, Chongju University
[2] Dept. of Landscape Architecture, Chongju University

ABSTRACT

This study was aimed to develope appropriate soil media for the growth of *Rhododendron hybrid* JASANHONG on the artificial ground five types of soil media was tested such as 「sandy loam-general soil (T1)」, 「vermiculite-artificial soil (T5)」, 「sandy loam 50% + vermiculite 30% + sand 20% (improved of soil 2-T2)」, 「sandy loam 50% + carbonized rice hust 30% + sand 20% (improved of soil 3-T3)」, 「sandy loam 50% + humus sawdust 30% + sand 20% (improved of soil 4-T4)」. The result of the research are as follows.

1. Among the type of soil media, the sandy loam(T1) soil type gave the worst effects on growth of above ground parts(height, No. of leaf, width of leaf, No. of flowering, dry weight of upper parts) and under ground parts(dry weight of roots).
2. Vermiculite(T5) showed the highest root growth(dry weight of roots). it seemed to be caused high saturated hydraulic conductivity and porosity. As a result, there is much available space for enabling the root spreads.
3. 「sandy loam 50% + vermiculite 30% + sand 20%(improved of soil 2-T2)」, 「sandy loam 50% + carbonized rice hust 30% + sand 20%(improved of soil 3-T3)」 showed good effects on growth of above ground parts and under ground parts compared with sandy loam(T1)
4. 「sandy loam 50% + humus sawdust 30% + sand 20% + (improved of soil 4-T4)」 showed the highest effects on growth of above ground parts

Key words : *artificial planting ground, soil media, planting growth, Rhododendron hybrid* JASANHONG

Ⅰ. 서 론

도시의 환경오염과 기후변화 그리고 생태계 균형의 파괴문제를 해결할 수 있는 현실적이고 종합적인 대안으로 옥상녹화를 바라보는 시각들이 증가(김현수 · 변혜선 a, 1998)되고 있어, 인공지반의 녹화에 대해 관심 뿐만 아니라 적용사례도 증가될 것으로 보여진다.

현재 인공지반의 토심은 자연토양을 기준으로 90cm로 규정되어 있어 경량토양 등의 활용 근거가 상실(서울시립대학교 환경생태연구실, 1996)되고 있다. 따라서 인공지반 녹화의 확대를 제약하는 하나의 요인으로 작용되고 있다. 또한 인공지반은 식물이 생육하는데 불리한 여러 조건들을 지니고 있어 식재환경조건에 대한 충분한 고려가 필요하게 된다. 특히 인공지반상에서 식물이 정상적으로 생육하고 하중의 완화를 위해서는 무엇보다도 토양이 중요한데, 결국 양호한 식물생육을 위해서는 적당한 토량과 토심, 토양의 물리적성질, 화학적성질이 최적의 조건일 필요가 있다.

특히 인공지반내에 식물이 생육할 수 있고, 토양성질을 향상시킬 수 있는 토양재료가 중요한데 일본에 비해 국내는 자연토양을 기초로 퍼얼라이트, 버미큘라이트, 피트모스, 피트 등의 경량토양 및 토양개량재 등이 제품화되어 있으나 식물생육에 최적화 조건을 충족하기에는 아직도 연구 및 기술개발이 미흡한 실정이다(대한주택공사 주택연구소 a, 1995; 현대건설기술연구소, 1997). 그러나 현실적으로 일반 조경과는 달리 옥상녹화의 경우는 관수, 시비 등 유지관리 문제가 녹화시스템의 적용여부를 결정하는 중요 요인으로 작용하게 된다(김현수 · 변혜선 b, 1998). 따라서 인공지반의 녹화를 확대 보급하기 위해서는 우선적으로 저 비용, 저 관리 등의 개념이 도입된 녹화기술의 개발이 필요하며, 이러한 측면에서 재료단가가 낮고 토양의 이화학적 성질 등이 우수한 토양의 지속적인 개발과 연구가 필요하다고 생각된다.

한편 식물소재도 중요한 요소로 인공지반이라는 특수한 구조(하중문제 등)를 고려해 볼 때 초화 내지 저목류 등의 식생도입을 통해 조기 녹화를 피하는 것도 우선적으로 검토해 볼 필요가 있으며 점진적으로 다양한 수종의 적용과 개발이 필요하다고 판단된다.

결과적으로 인공지반의 식재기반으로서 토양은 한번 객토하면 반영구적으로 사용해야 한다는 전제조건을 지니므로(대한주택공사 주택연구소 b, 1995), 토양재료의 선택이 중요하고 인공지반의 녹화를 확대하기 위해서는 저 관리가 요구되므로 토양의 물리성 및 화학적 성질 등이 양호하고 식물생육에 유리한 인공지반의 토양개발이 선행되어야 할 필요가 있다.

토양개량을 통해 식물의 생육을 효과적으로 증진시켰다는 많은 연구(興水 肇. 1977; 近藤三雄. 1988; 심상렬, 1989; 興水 肇. 1996; 현대건설기술연구소, 1997; 심상렬 · 정대영, 1999; 이은엽 · 문석기, 1999; 이은희, 1997)들이 보고되고 있어 배합토 등의 토양개발을 통해 양호한 식물생육 조건을 확보할 수 있을 것으로 판단된다.

이러한 선행연구결과에도 불구하고 인공지반의 식재용토에 대한 여러 가지 토양재료의 배합과 개발에 대한 연구는 부족하고, 대부분이 토양과 초본식물과의 생육관계에 대한 연구가 주로 이루어졌으며, 인공식재지반의 토양종류와 목본식물의 생육에 대한 연구는 우리 나라의 경우 매우 부족한 실정이다.

이에 본 연구는 자연토양(밭흙), 개량토양(유기질계, 무기질계), 인공토양 등을 조성하고 토양종류에 따른 목본식물(자산홍)의 생육상태를 측정함으로써 인공지반의 목본식물 생육에 효과적인 식재용토의 연구에 도움이 되고자 하였다.

Ⅱ. 재료 및 방법

1. 공시식물

본 실험에 사용한 자산홍은 전북 전주소재 자산홍 재배농장에서 규격이 동일한 1년생의 자산홍을 분양 받아 사용하였다. 화관목으로 심미성이 좋고 인공지반의 관목류로 많이 사용하고

있으나 그 피해정도가 높아(대한주택공사 주택연구소, 1995; 현대건설주식회사, 1997) 공시토양에 따른 목본식물(자산홍)의 생육 적합성을 비교 · 측정하기에 용이한 소재로 판단되었기 때문에 선정하였다.

2. 배합토 제조

공시토양은 자연토양(밭흙), 개량토양(밭흙을 기본재료로 유기질재료와 무기질 재료를 혼합), 인공토양 등 3처리구 5종류가 사용되었으며, 기존의 인공식재지반용토로 적용된 사례가 없고 자연토양에 비해 단위중량이 적으며 동일계통의 타 재료에 비해 재료단가가 낮은 것에 우선 순위를 두고 선정하였다. 아울러 일부 수입에 의존하고 있는 유기질재료를 대체하기 위해 몇 가지 국내산 유기질 재료를 사용하여 배합토를 조성하였다.

자연토양은 충북 청주 하복대 지구 주변에서 채취한 사질양토를, 모래는 4.0mm 이상(8.3%), 4~2mm(11.8%), 2~1mm(15.8%), 1mm~0.5mm (25.2%), 0.5mm~0.25mm(14.4%), 0.25~0.15mm (8.2%), 0.15mm~0.125mm(8.1%), 0.125mm 이하 (8.2%)의 입도조성을 지닌 하천모래를 사용하였다. 부숙톱밥은 덕실산업의 제품을 사용하였다. 훈탄은 충남 논산에서 생산된 일반 벼의 것을 이용해 왕겨를 태우고 수거한 것을 썼고, 버미큘라이트는 온양질석산업사의 제품을 사용하였다. 이들 토양의 배합구성은 다음과 같다.

① 자연토양(이하 T1)-밭흙
② 개량토양
  a. 개량토양 1(이하 T2)
    (무기질 배합토-밭흙 50%+버미큘라이트 30% + 모래 20%)
  b. 개량토양 2(이하 T3)
    (유기질 배합토-밭흙 50%+훈탄 30%+모래 20%)
  c. 개량토양 3(이하 T4)
    (유기질 배합토-밭흙 50%+부숙톱밥 30% +모래 20%)
③ 인공토양(이하 T5)-버미큘라이트

3. 정식 및 정식후 관리방법

1998년 5월부터 1999년 8월까지 청주대학교 옥상에서 토양종류에 따른 목본식물의 생육상태를 실험하기 위해서 가로 60cm, 세로 50cm, 높이 35cm인 식재상을 제작 · 사용하고, 토양을 30cm의 깊이로 채운 뒤 공시식물재료(자산홍)를 동일한 높이로 정식 하였다. 이때 토심을 30cm로 한 것은 소관목의 생존최소토심이 30cm로 제시되고 있으나 토양구성에 따라서는 생육상태도 양호할 것이라는 전제하에 선정하였다. 바닥면은 토양의 유실을 방지하기 위하여 틈새가 얇은 그물망을 깔았으며, 원활한 배수를 위해서 두께 약 200mm인 배수층을 설치하고, 그 아래는 방수막의 파괴를 방지하기 위하여 비닐을 깔았다. 이때 시험구 배치는 처리당 10본 3반복 임의 배치법으로 하였다.

관수는 각 식재상별로 토양의 표면이 마르지 않는 범위내에서 충분히 인력으로 관수하였다. 시비는 고형복합비료(18-18-18)를 「N : P : K=20g : 20g : 20g/㎡/1년」의 수준으로 2회 분할 시비하였다. 한편 1998년 7월에는 방패벌레의 피해가 발생하였고, 1999년 8월에는 깍지벌레 등이 발생하여 이시기에 중점적으로 농약(스미치온)을 살포하였다.

4. 생육조사

먼저 실험수준 및 요인에 따른 (자산홍)의 생육상태를 파악하기 위해 각 반복별로 수고, 엽폭, 엽수, 착화수, 건물중 등을 측정하였다. 생육조사는 정식 후 약 330일 후인 1999년 4월 27일에 엽폭은 가장 긴 잎의 것을 10반복하여 측정하였으며, 수고는 지표면에서 수관정상부까지의 수직길이를 측정하여 반입당시 조사된 수고와 비교 · 측정하였다. 엽수 및 착화수는 각 처리구별로 전수조사 하였다. 건물중은 실험이 종료된 시점인 정식후 약 455일 후인 1999년 8월 17일에 식물체를 굴취하여 뿌리를 수돗물로 씻어내고 실내에서 물기를 제거하고 100℃에서 1시간 건조시키고 다시 70℃로 온도를 낮추어 24시간 건조시킨 후 조사하였다.

5. 배합토 분석

실험에 사용된 5가지의 토양특성을 파악하고자 토양의 물리적 특성인 투수계수, 용적밀도(bulk density), 공극률 등과 함께 화학적 특성인 토양산도(pH), 전기전도도(EC), 양이온치환용량(C.E.C), 전질소(T-N), 유기물함량 등을 농업진흥청 농업기술연구소에 의뢰 분석하였다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

본 실험에 사용된 인공지반 식재용토의 기초적인 이화학특성을 측정한 결과〈표 1〉 토양의 pH는 인공토양(T5)인 버미큘라이트가 8.3의 알칼리성으로 나타났으며, 개량토양(T2, T3, T4)은 7.0-7.3으로 비슷한 수준을 보였다. 전기전도도(EC)의 측정결과 0.2-0.9 사이에서 식재용토간에 큰 차이가 나타나지 않았다. 식물생육과의 관계를 고려해 볼 때, 본 실험에 사용된 토양의 pH와 EC(전기전도도)의 경우 인공토양 처리구인 T5의 pH값을 제외하고는 비교적 양호한 것으로 나타났다. 전질소(T-N)와 토양유기물(OM)은 T4에서 가장 높았으며, 다음으로 T3에서 높았다. 반면 CEC는 T5에서 가장 높은 경향을 보였다. 따라서 부숙톱밥 및 훈탄을 원료로 한 개량토양에서 양분함량이 높게 나타났으나 시비를 해 줄 경우는 인공토양(T5)의 양분보유능이 높아 식물생육에 다소 유리하게 작용될 것으로 사료된다.

한편, 용적밀도는 자연토양 처리구인 T1에서 1.39g/㎤로 가장 높았으며, 인공토양 처리구인 T5에서 0.17g/㎤로 가장 낮게 나타났다.

반면 공극률은 용적밀도와는 반대의 특성을 나타내고 있어 T1에서 45.9%로 가장 낮았으며, 개량토양인 T2, T3, T4는 47.1~53.5%로 중간적인 특성을 보였다. 투수율은 인공토양 처리구 T5가 1.02cm/sec 이상으로 가장 높았으며, 투수성이 가장 낮은 토양으로는 자연토양(밭흙) 처리구인 T1(1.77×10^{-3}cm/sec)이었다.

토양종류에 따른 목본식물(자산홍)의 생육결과는 표 2와 같다.

수고는 부숙톱밥을 배합한 T4(개량토양 3)에서 가장 높았고, T1(자연토양)에서 가장 낮은 값을 보였다. 전반적으로 단일토양 처리구인 T1, T5 보다는 무기질원료 및 유기질원료를 혼합한 개량토양 처리구 T2, T4에서 수고가 높게 나타났으나 통계적인 유의성은 인정되지 않았다.

토양구성에 따른 엽수는 통계적인 유의차가 나타났으며, T1(자연토양)에서 가장 저조했고 부숙톱밥이 들어간 개량토양 T4에서 가장 우수했던 점에 비추어 볼 때 엽수의 경우 유기물의 함량〈표 1〉과 높은 상관관계를 보이고 있는 것으로 사료된다.

Table 1. Physical and chemical properties of soil media

Treatments	pH	EC (mmho/cm)	T-N (%)	CEC (me/100g)	OM (%)	Bulk density (g/㎤)	Porosity (%)	Saturated hydraulic conductivity (cm/sec)
T1	6.8	0.2	0.045	6.4	0.8	1.39	45.9	1.77×10-3
T2	7.2	0.2	0.08	7.5	0.8	1.22	51.2	1.03×10-2
T3	7.3	0.3	0.11	5.4	3.1	1.18	47.1	6.66×10-3
T4	7.0	0.9	0.54	8.0	15.0	1.14	53.5	3.33×10-2
T5	8.3	0.3	0.025	35.2	0.14	0.17	80.0	1.02 이상

T1 : 자연토양(밭흙)
T2 : 개량토양 1-무기질배합토(밭흙 50% + 버미큘라이트 30% + 모래 20%)
T3 : 개량토양 2-유기질배합토(밭흙 50% + 훈탄 30% + 모래 20%)
T4 : 개량토양 3-유기질배합토(밭흙 50% + 부숙톱밥 30% + 모래 20%)
T5 : 인공토양(버미큘라이트)

Table 2. Effects of soil media on *Rhododendron hybrid* JASANHONG growth in 1999.

Treatments	Height (cm)	No. of leaf (unit)	width of leaf (cm)	No. of flowering (unit)	Dry weight (g)	D.W of upper parts (g)	D.W of roots (g)
T1	28.2a***	227.0a**	1.64a***	13.73a**	19.42a*	6.12a*	13.30a
T2	31.51a	264.73ab	1.75a	31.67b	51.20bc	12.44b	38.76bc
T3	29.62a	303.0ab	1.65a	20.27ab	38.02ab	8.25ab	29.77ab
T4	32.23a	328.8b	1.82a	32.40b	61.07c	18.03c	43.04bc
T5	30.71a	240.2a	1.69a	20.20ab	87.56d	12.82b	74.74d

* : Mean separation in columns by Duncan's multiple range test, p=0.05 level
** : Mean separation in columns by Duncan's multiple range test, p=0.1 level
*** : statistically none significant.
T1 : 자연토양(밭흙)
T2 : 개량토양 1-무기질배합토(밭흙 50% + 버미큘라이트 30% + 모래 20%)
T3 : 개량토양 2-유기질배합토(밭흙 50% + 훈탄 30% + 모래 20%)
T4 : 개량토양 3-유기질배합토(밭흙 50% + 부숙톱밥 30% + 모래 20%)
T5 : 인공토양(버미큘라이트)

아울러 유기질성분이 포함된 개량토양 T4 외에도 T3에서 엽수가 높았던 점을 고려해 볼 때 유기질계의 토양개량재를 혼합한 실험구에서 식물생장이 높았다(조인상 외, 1989; 이정식 · 류병열, 1998; 이은엽 · 문석기, 1999)고 연구된 결과와 유사한 경향을 보였다.

또한 엽폭의 경우도 T1(자연토양)에서 가장 낮았으며, 버미큘라이트가 배합된 T2(개량토양 1), 부숙톱밥이 혼합된 T4(개량토양 3)에서 높은 값을 보였으나 통계적인 유의성은 없었다. 착화수는 자연토양 처리구인 T1에서 가장 적었으며, 부숙톱밥이 들어간 처리구 T4에서 가장 높았다. 이같은 결과는 화아수의 경우 인공배양토가 자연토양보다 높았다는(近藤三雄, 1988; 현대건설기술연구소, 1997) 연구결과와 같은 맥락에서 이해될 수 있을 것이다. 다만, 생장인자 중 수고, 엽폭, 착화수 등의 경우 전질소(T-N) 및 유기물함량 등과 비교적 높은 상관성을 지니고 있으나 전질소(T-N)비가 각각 1.08%인 T4와 0.16%인 T2간에 생육차이가 크지 않았던 점에 비추어 볼 때 이들 요인 외에도 공극량 등의 토양의 물리적 성질이 중요한 영향인자로 식물생육에 관여한 것 같다.

목본식물(자산홍)의 총건물중은 지하부의 건물중이 월등히 높았던 것에 기인하여 버미큘라이트 처리구인 T5에서 가장 높았으며, 자연토양(밭흙) 처리구인 T1에서 가장 낮았다. 이는 토양개량재를 혼합한 배합토(이정식 · 류병열, 1998)가 군자란의 생장(생체중)에 우수하였고, 몇몇 실내 녹화용수목이 경량토 + 유기물 및 인공토양에서 자연토양 + 모래의 배합토 보다는 건물중이 높았다는 결과(현대건설기술연구소, 1997)와 유사한 것으로 나타났다.

지상부의 건물중은 처리구간에 통계적인 유의성이 매우 높은 것으로 나타났는데, 부숙톱밥을 배합한 T4(개량토양)에서 가장 높았으며, T1(자연토양)에서 가장 저조하였다.

지하부의 건물중 역시 처리구간의 통계적인 유의성이 매우 높았으며, T5(버미큘라이트)처리구에서 가장 높은값을 보였고 다음으로 개량토양 3(T4)에서 우수하였다. 이 두 토양의 경우 지하부 즉, 세근이 발달해 있는데(그림 1) 이는 다른 토양에 비해 상대적으로 양호했던 공극량 등이 영향을 미친 것으로 생각된다.

반면 자연토양(T1)에서 뿌리의 발달(지하부의 건물중)이 가장 저조했는데 이는 상대적으로 낮

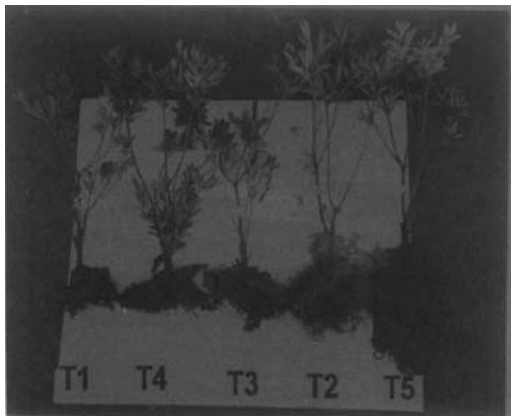

Fig. 2. Effects of soil composition on length of roots of *Rhododendron hybrid* JASANHONG

은 공극량이 원인으로 작용했을 것으로 보인다. 즉, 뿌리의 생장은 토양조건에 의해 좌우되고(구태익 역, 1996) 토양수분보다도 공극량 쪽이 뿌리의 생장에 영향을 미친다(Anderson, 1934) 고 한 것과 무관하지 않은 것으로 생각된다. 즉, 토양의 공극율이 적은 자연토양 처리구 T1은 뿌리가 뻗을 수 있는 공극이 적었으나 버미큘라이트 처리구인 T5 및 부숙톱밥이 혼합된 T4(개량토양 3)는 뿌리가 뻗기 쉬운 큰 공극이 많이 분포되었기 때문에 뿌리생장에 유리했던 것으로 생각되며(이소정 · 김민수 a, 1997) 뿌리가 신장하는데 물리적저항을 작게 받았기 때문에 지하부 뿐만 아니라 지상부도 다른 배합토에 비해 상대적으로 원활한 생육을 보인 것으로 판단된다. 다만 토양의 종류에 따른 생장량 차이의 유무는 수종에 따라서 차이(이소정 · 김민수 b, 1997)가 있을 것이라고 판단되는 바 이에 대한 연구가 뒷받침 되어야 할 것으로 사료된다.

다음으로 토양종류별 이화학적 특성에 따른 공시수목의 지상부의 건물중과 지하부의 건물중 등의 생장인자간에 상관분석을 실시한 결과 〈표 3〉 지상부의 건물중은 전질소와 가장 높은 정의 상관관계를 나타내었으며, 지하부의 건물중은 공극량 등과 매우 높은 정의 상관관계를 보였다. 이상의 내용에서 지하부의 생장은 공극량 등이 중요하게 관여하고 있으며, 지상부의 경우는 전질소비가 생장에 중요한 영향요인으로 작용되고 있는 것으로 추정된다.

Table 3. Correlations Analysis among various plant growth and soil medias characteristics in *Rhododendron hybrid* JASANHONG.

	Porosity	T-N	CEC	OM
Upper	0.365	0.769	0.178	0.727
Roots	0.943	0.021	0.824	0.004

* Upper : Dry Weight of upper parts
Roots : Dry Weight of roots

이상의 결과를 종합해 보면 배합토중 전반적으로 자연토양(밭흙)의 처리구에서 자산홍의 생육이 좋지 않았으며, 식물의 생장(엽폭, 엽수 절화수)은 무기질 원료(버미큘라이트)로 배합된 개량토양인 T2 및 유기질 원료(훈탄, 부숙톱밥)로 배합된 T3, T4처리구의 생육이 좋았다. 아울러 지상부의 건물중은 부숙톱밥이 혼합된 T4(개량토양 3)에서 가장 높은 값을 보였으며, 지하부의 건물중(뿌리생장)은 버미큘라이트 처리구인 T5가 가장 우수하였다. 이것은 이 두 토양의 우수한 물리화학적 특성〈표 1〉에 기인된 것으로 보인다. 한편, 인공지반의 특수한 환경조건 중 하중문제와 식물에게 불리한 생육환경 등을 고려해 볼 때 본 실험에서는 개량토양(T2, T3, T4)에서 목본식물(자산홍)의 생육이 양호하였고 자연토양에 비해 단위중량도 가벼웠기 때문에 인공지반녹화에 이들 토양의 적용 가능성을 보여주는 것으로 판단해도 무리가 없을 것이다. 다만 이들 개량토양(T2, T3, T4)들의 자체하중은 자연토양 보다는 가벼우나 인공토양보다는 무겁기 때문에 지속적으로 하중을 줄여주고 식물생육에 유리한 토양개발에 대한 연구가 뒷받침되어야 할 것으로 생각된다.

Ⅳ. 적 요

본 연구는 인공지반의 녹화에 보편적으로 이용되고 있는 자연토양, 개량토양, 인공토양에 따른 식물의 생육상태를 밝히기 위해 몇 가지 토양을 배합조성하고 이에 따른 목본식물(자산

흥)의 생장상태를 측정하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

먼저 토양종류에 따른 목본식물의 생장인자간에 상관분석을 실시한 결과 지하부의 생장은 공극량 등이 중요하게 관여하고 있으며, 지상부의 경우는 전질소비가 생장에 중요한 영향요인으로 작용되고 있는 것으로 나타났다.

토양재료중 자연토양(밭흙)은 지상의 생장(수고, 엽수, 엽폭, 절화수)과 지상부의 건물중, 지하부의 건물중 모두 가장 저조한 것으로 나타났다.

인공토양(버미큘라이트)은 지상의 생장(수고, 엽수, 엽폭, 절화수 등)은 좋지 않았으나 상대적으로 지하부의 건물중이 월등히 높았으며 이러한 지하부의 우수한 생육에 기인하여 총건물중도 가장 높게 나타났다. 따라서 인공토양인 버미큘라이트의 경우 지닌 양분이 미약하여 지상의 생육상태는 양호하지 못했으나 통기성 및 투수성 등이 좋아 지하부의 생육에 결정적인 영향을 미친 것으로 판단된다.

밭흙을 주재료로 한 개량토양 중 버미큘라이트와 훈탄을 배합한 처리구는 지상부, 지하부 모두 중간정도의 생장상태를 나타냈다.

부숙톱밥을 혼합한 개량토양의 경우 총건물중은 인공토양(버미큘라이트) 다음으로 높았으며 나머지 수고, 엽수, 엽폭, 절화수 및 지상부의 건물중 등 지상부의 생장상태는 가장 좋은 것으로 나타났다. 특히 유기물 재료 중에서도 훈탄보다는 부숙톱밥이 들어간 배합토에서 생육이 좋은 것으로 나타났다.

V. 인용문헌

김현수 · 변혜선. 1998. 보급형옥상녹화시스템의 개발과 적용. 환경과조경 통권 제126호. pp.64-71.

구태익 역. 1996. 건축공간의 조경설계(Ⅰ). 도서출판 누리에. pp.22-23.

대한주택공사주택연구소. 1995. 아파트단지내 인공지반조경녹화방안 연구. pp.219-229.

서울시립대학교 환경생태연구실. 1996. 인공토양파라소 사례연구를 통한 인공지반의 적정수종선정 및 관리방안. p.86.

심상렬. 1989. 토양의 조성 및 답압이 한국잔디류(*Zoysia* spp.)의 생육에 미치는 영향. 서울대학교 박사학위논문. pp.10-20.

심상렬 · 정대영. 1999. 플라스틱 시트위에 재배한 켄터키블루글래스 카펫형 뗏장의 배양토 및 파종량. 한국환경복원녹화기술학회지 2(1) : 20-28.

이소정 · 김민수. 1997. 토양의 입도조성이 토양의 물리성 및 목본식물의 생육에 미치는 영향. 한국조경학회지 25(2) : 54-61.

이은엽 · 문석기. 1997. 인공지반의 토양조성과 토양심도가 중엽형들잔디의 생육에 미치는 영향. 한국환경복원녹화기술학회지 2(3) : 24-32.

이은희 외. 1997. 인공토양의 종류에 따른 옥상조경용 지피식물의 반응. 조경학회 학술논문발표 요약집 : 56-57.

이정식 · 류병열. 1998. 유기질원료로 만든 배합토가 군자란의 생장에 미치는 영향. 한국화훼연구회지 7(1) : 33-39.

조인상 외 4인. 1987. 토양개량제 처리가 토양의 물리성과 대두수량에 미치는 영향. 한토비지 20(1).

현대건설주식회사기술연구소. 1997. 인공지반조경녹화기술에 관한 연구. pp.253-256.

近藤三雄. 1988. 薄層化, 超輕量化した人工地盤條件下における綠化用植物の成育可能性について. 造園雜誌 51(5) : 186-191.

興水 肇. 1977. 綠地學研究. pp.34-84.

興水 肇. 1996. 인공지반식재실험에 있어서 식물의 생육요인 분석에 대하여. 日科技連 제19회 다변량해석 심포지움.

Anderson, C. H. et al., 1934. Joural of Foresty 1 : 32-44(이소정. 1997. 토양의 입도조성이 토양의 물리성 및 목본식물의 생장에 미치는 영향에 관한 연구. p.2에서 재인용).

接受 1999年 8月 30日