

노거수 및 보호수 왕버들 삽목증식에 미치는 상토의 영향

송현진¹ · 정미진² · 김학곤¹ · 서영룡¹ · 임현정¹ · 양우형¹ · 박동진¹ · 윤석락¹ · 마호섭¹ · 최명석^{1*}

¹경상대학교 산림환경자원학과, ²국립수목원 산림보존과

Effect of Bedsoil on Cutting Propagation of Old Growth and Protected Tree of *Salix chaenomeloides* Kimura

Hyun Jin Song¹, Mi Jin Jeong², Hak Gon Kim¹, Young Rong Seo¹, Hyeon Jeong Im¹, Yang Woo Hyeong¹, Park Dong Jin¹, Yun Seok Lak¹, Ho Seop Ma¹ and Myung Suk Choi^{1*}

¹Division of Environmental Forest Science, Gyeongsang National University, Jinju 660-701, Korea

²Division of Plant Conservation, Korea National Arboretum, Forest Service, Pocheon 497-829, Korea

요약: 본 연구는 경남에 자생하고 있는 100-600년 추정 노거수 및 보호수 왕버들의 생육특성을 분석하고, 상토에 따른 삽목증식의 영향을 구명하였다. 노거수 및 보호수 왕버들 6개체는 마을형 4개소, 하천형 주변 1개소, 들판형 1개소에 자생하고 있었다. 삽목증식은 10가지 상토에서 실시하였으며, 모든 상토에서 삽목묘의 생존율은 93% 이상이었다. 삽목묘의 묘고 생장이 가장 좋았던 상토는 시판 바이오상토(CBS, mean=60.01 cm)였으며, 다음으로 혼합상토(VPMP, mean=42.95 cm), 피트모스(PM, mean=41.81 cm) 순이었다. 근원경의 생장은 상토에 따라 심한 차이를 보였으며, 신초는 1-4개 형성되었다. 삽목묘의 뿌리길이는 묘고 생장이 좋았던 상토였던 CBS와 VPMP에서 20 cm 이상 성장하였다. 상토의 물리화학적 특성을 조사한 바, 왕버들의 삽목에는 보습력과 통기성이 양호하며, EC값이 높은 약산성의 상토가 적합한 것으로 나타났다. CBS와 VPMP 상토는 노거수 및 보호수 왕버들의 삽목증식에 적합한 상토로 나타났다.

Abstract: Old growth and protected-trees are worth history and culturally in Korea. This research carried out to investigate habitat characterization and the vegetative propagation methods of *Salix chaenomeloides*(100-600 years old trees) in Gyeongsangnamdo Province. It has been preserved in good and grow naturally in area surrounding village(4 trees), riverside(1 tree) and field(1 tree). Cutting from old growth and protected trees was conducted using 10 kinds of bedsoils. It was survived above 93% in all bedsoils. Growth of cuttings is a distinct difference according to bedsoils and tree ages. Growth of cutting was high on CBS, followed mixed bedsoils (VPMP) including vermiculite, peatmoss and perlite. Root collar diameter was difference depend on tree ages and bedsoils. All trees are produced 1 to 4 branch. Root growth of cutting was 20 cm on CBS and VPMP, which is the best shoot growing on cutting. Bedsoil with physico-chemical characteristics of high moisturizing ability, high air permeability, high EC value and slightly acid may be suitable for efficiently cutting propagation of old growth and protected *S. chaenomeloides*. CBS and VPMP bedsoil are favorable for propagating this species by cuttings.

Key words: *Salix chaenomeloides* Kimura, old growth and protected tree, cutting, bedsoil, rooting, physico-chemical characteristics

서론

노거수 및 보호수는 모수령이 오래된 나무로 주변환경의 변화와 생육조건에 크게 영향을 받으며 노령화에 따른 피해의 지속적 예방과 조치가 필요하다(Kim et al., 2008). 노거수 및 보호수는 역사와 전통문화를 간직한 자연유산

으로서 대단한 가치가 있으며, 수목의 분류학적, 유전학적, 육종학적으로 그 존재가치는 높다(Bang et al., 2003; Ha and Bang, 2005). 과거에는 생활공간에서 쉽게 볼 수 있었으나 현재는 도시화, 국토개발, 농촌사회의 구조변화 등으로 인하여 노거수의 생육환경이 극히 쇠약해지거나 고사하여 급속히 감소하고 있으며, 후계목 조차 남기지 못하고 있는 실정이다(Kim et al., 1996). 자연유산의 쇠퇴를 인지하고 종의 훼손과 소멸을 막기 위해 노거수 및 보호

*Corresponding author
E-mail: mschoi@gnu.ac.kr

수에 대한 대책이 다양한 방면에서 진행되고 있지만 소극적인 보호대책으로 인해 사실상 보호가 어려운 실정이다 (Hong et al., 2009).

왕버들(*Salix chaenomeloides*)은 버드나무목 버드나무과에 속하는 낙엽활엽교목으로 다른 버드나무종에 비하여 교목성 특성을 나타내는 수종으로 임계모수령(臨界樹齡, threshold age of tree)이 400년이 넘는다(Jang and Kim, 2007). 왕버들은 우리나라를 비롯하여 일본, 대만, 중국에도 분포하고 있으며, 주로 산골짜기의 습지, 하천변 등 수분이 많은 곳에 널리 분포하고 있다. 특히, 왕버들은 습지에 분포하는 대표적인 하천수변(riparian) 및 유수역(lotic zone) 수목이자 습지와 육상의 전이대에 분포하는 유일한 수종이다. 하지만, 왕버들은 종자가 늦게 산포되어 춘계형 습생식물과의 경쟁에서 밀려 발아가 어려우며, 발아가 진행된다 하더라도 그늘에서 잘 자라지 못하기 때문에 개체군의 크기가 작다(Argus, 2006). 왕버들은 하안의 침식방지, 사면지지, 재해 복구 등 생태적 환경복원과 폐수 슬러지 정화 및 토양 내 중금속을 흡착하여 토양을 개선할 뿐만 아니라 속성수로 훌륭한 biomass 생산 능력을 가지고 있다(Niyama, 1995; Baker et al., 1994; Labrecque et al., 1995; Jeong, 2013; Greger and Landberg, 1999). 따라서 다용도의 왕버들은 자원식물로도 매우 중요한 식물이다.

노거수에 대한 증식 연구는 매우 드문 실정이다. 노거수 연구는 주로 노거수 생육환경조사 연구(Gu et al., 2007; Kim, 2011; Lim and Chekar, 2011; You et al., 2011; Kim et al., 2009; Ha et al., 2006), 보호실태연구 및 관리 방안 연구(Park et al., 2000; Kim et al., 2008; Kim, 2012) 등이 있다. 그러나 노거수의 분화능력 등 생리적 연구 및 무성증식에 관한 연구는 거의 없는 실정이다.

식물은 노령화 될수록 분화능력이 감소하는 것으로 알려져 있다(Berhe and Negash, 1998). 노령목으로부터 분화를 유도하기 위해서는 재유령화, 조직배양 등의 방법이 있지만 보호수 등에 적용하기에는 힘들다. 삼목 등 무성번식법은 모수의 형질을 유지하면서 증식을 할 수 있다(Hackett, 1985). 그러나 100년 이상의 노거수에 대한 증식 연구는 거의 보고된 바 없다. 본 연구는 100년에서 600년에 이르는 노거수 및 보호수 왕버들의 생육 현황을 조사하고, 적정 삼목상토 등 삼목 증식체계를 확립하기 위해 수행하였다.

재료 및 방법

1. 연구재료

본 연구에 사용된 왕버들은 2013년 2월 기준으로 국가 생물종지식정보시스템에 등재된 경상남도 소재 보호수 왕버들 22개체 중 100년생부터 600년생까지로 추정되는 6

개체의 왕버들을 임의 선정하였다. 본 연구에 사용된 왕버들은 100년생(지정번호: 12-10-12-4-1, 의령군 의령읍 무전리 소재), 200년생(지정번호: 12-16-7-2, 김해시 한림면 병동리 소재), 230년생(지정번호: 12-13-5-1-1, 밀양시 상동면 가곡리 소재), 400년생(지정번호: 12-9-7-1-1, 진주시 이반성면 장안리 소재), 510년생(지정번호: 12-13, 함안군 가야읍 도향리 소재), 그리고 600년생(지정번호: 12-00-49, 함안군 대산면 대사리 소재)이었다. 삼목은 2013년 2월 20일에 삼수를 채집하여 연구에 사용하였다.

2. 노거수 및 보호수 현장조사

노거수 및 보호수 왕버들의 생육실태를 파악하기 위하여 일반적인 생육현황과 수목이 위치한 입지와 관리현황으로 구분하여 현장조사를 수행하였다. 일반적인 생육현황은 개체별 특성(모수령, 수고, 흉고둘레 및 수관폭) 및 생육현황(잎 길이, 잎 너비, 신초생장 길이 및 전년도생장 길이, 활력도)을 조사하였으며, 관리현황(지형, 입지유형, 입지, 답압, 복토, 해충, 석축 및 바닥상태)은 기존연구(Bang et al., 2003)에서 제시한 유형타입에 의거하여 조사하였다. 활력도 조사는 2013년 5월-2013년 11월까지 생장이 왕성한 시기에 측정하였다. 수목 활력도 측정은 Lee et al.(2012)과 동일한 방법으로 행하였으며, 휴대용 수목진기저항 측정기 Shigometer(미국 OSMOSE사, Oz -93)를 사용하였다. Shigometer 바늘형 측정침(needle probe)으로 지면에서 1.2 m 높이의 왕버들 형성층을 동, 서, 남, 북 방향으로 형성층진기저항치(ER값)를 측정하였다.

3. 상토에 따른 삼목증식

삼수는 100년에서 600년생 왕버들의 당해연도 생장한 가지를 절취하여 길이 10-13 cm로 조제하였고, 기부를 45°이사가 되게 잘라 사용하였다. 10종의 상토는 버미큘라이트(현농에버그린, V), 피트모스(KGH인더스트리, PM), 펠라이트(새티스인터네셔널, P), 버미큘라이트+피트모스(1:1, v/v, VPM), 버미큘라이트+펠라이트(1:1, v/v, VP), 피트모스+펠라이트(1:1, v/v, PMP), 버미큘라이트+피트모스+펠라이트(1:1:1, v/v/v, VPMP), 시판 바이오상토(영농사, CBS), 모래(S) 및 마사토(다농원원예가든, DG)를 사용하였다. 삼수는 상토가 담긴 플라스틱 삼목상자(폭 35 cm × 길이 50 cm × 높이 12 cm)에 모수령별로 각각 60개의 삼수를 2/3 정도를 상토에 묻어주었다. 삼목은 경상대학교 학술림 온실(경상남도 진주시 소재)에서 실시하였으며, 온실의 과도한 온도상승을 막기 위해 차광막(75%)을 설치하였으며, 습도조절을 위해 오전, 오후 각각 15분씩 자동 관수를 실시하여 관리하였다. 삼목은 삼수 조제 후 바로 실시하였으며, 상토에 따른 왕버들의 연간 생장량 측정은 삼목 실시 후 생장이 중지되는 시점인 2013년 11월 중순

에 생존률, 발근률, 묘고, 근원경, 신초갯수, 뿌리길이, 엽면적을 조사하였다. 엽면적의 측정은 정단부로부터 5 이 내에서 있는 가장 큰 잎을 측정하였다.

5. 상토의 물리화학적 특성 분석

10종 상토의 특성은 각각의 상토의 물리적 특성(공극률, 기상률 및 수분함량)과 화학적 특성(pH 및 EC)을 분석하였다. 모든 분석은 농촌진흥청 토양화학분석법(NIAST, 1988)에 준하여 실시하였다.

6. 통계분석

데이터 분석은 SPSS 통계프로그램 이용하여 Duncan's Multiple Range Test 사후검정을 실시하여 평균값 간의 유의차를 비교하였다.

결과 및 고찰

1. 노거수 및 보호수 왕버들의 일반적 생육현황

노거수 및 보호수 왕버들은 모수령에 따라 다소 다른 차이를 보였다(Table 1). 수고는 13-25 m였고, 모수령과 수고와는 상관이 없는 것으로 나타났다. 가장 수고가 높은 노거수는 진주시 이반성면의 왕버들(약 400년)과 함안군 가야읍의 왕버들(약 510년)이었으며, 가장 수고가 낮은 노거수는 김해시 한림면 소재 왕버들(약 200년)이었다. 흉고

직경은 2-5.5 m로 나타났고, 함안군 대산면 소재 왕버들(약 600년)이 가장 큰 개체로 조사되었다. 잎의 길이는 6.26-7.59 cm로 나타났고, 진주시 이반성면 소재 왕버들(약 400년)이 가장 길었다. 잎의 너비는 3.25-3.74 cm로 나타났고, 의령군 의령읍 소재 왕버들(약 100년)이 가장 넓은 것으로 조사되었다. 신초와 전년지의 생장길이는 개체간에 차이를 보였으며, 의령군 의령읍 소재 왕버들(약 100년)이 신초생장이 가장 좋았고 진주시 이반성면 소재 왕버들(약 400년)의 전년지 생장이 가장 좋은 것으로 조사되었다. 이처럼 왕버들의 생육현황은 모수령에 따라 수고, 흉고직경 및 수관폭은 각각 다르게 나타났으며, 모수령에 따른 생육현황의 유의한 차이는 보이지 않았다. 이는 노거수 및 보호수 왕버들이 자생하고 있는 입지에 따른 생육환경이 수목의 활력에 영향을 미치는 것으로 판단이 된다. 수목활력도를 조사한 결과 보호수의 활력도는 양호한 것으로 조사되었다. 형성층전기저항 측정치는 15.7-17.8로 나타났으며, 의령읍 소재 왕버들(약 100년)이 가장 낮게 나타났고, 함안군 대산면 소재 왕버들(약 600년)이 가장 높게 나타났다. 전기저항치(ER) 값은 모수령이 높아질수록 높게 나타났다.

2. 노거수 및 보호수 왕버들 입지유형과 관리현황

5개 지역 6곳의 왕버들이 자생하고 있는 지형과 입지유형을 조사하였다(Table 2). 왕버들 노거수 및 보호수는 모

Table 1. Growth condition of old growth and protected trees of *S. chaenomeloides*.

Trees age (year)	Tree height (m)	Diameter (m)	Tree width (m)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Branch length (cm)	Hard branch length (cm)	Electrical resistance (kΩ)
100	20	2.0	10	7.52±0.76a	3.74±0.29a	10.35±2.28ab	11.37±2.26ab	15.7±1.11a
200	13	2.2	25	7.23±0.57a	3.40±0.28bc	9.66±1.75b	10.62±1.89bc	15.8±0.95a
230	16	3.0	17	7.18±0.82a	3.52±0.26abc	9.04±2.09b	9.55±2.36c	16.0±2.11a
400	25	4.2	25	7.59±0.66a	3.66±0.18ab	9.04±2.10a	12.79±1.96a	16.2±1.26a
510	25	4.2	10	7.31±0.53a	3.46±0.26abc	9.04±2.11c	7.32±0.77d	17.4±1.5ab
600	14	5.5	6	6.26±0.50b	3.25±0.51c	9.04±2.12c	7.93±0.83d	17.8±2.03b

100 years old tree: Uiryeong-eup, Uiryeong-gun(12-10-12-4-1), 200 years old tree: Hallim-myeon, Gimhae-si(12-16-7-2), 230 years old tree: Sangdong-myeon, Miryang-si(12-13-5-1-1), 400 years old tree: Ibanseong-myeon, Jinju-si(12-9-7-1-1), 510 years old tree: Gaya-eup, Haman-gun(12-13) and 600 years old tree: Daesan-myeon, Haman-gun(12-00-49).

Table 2. Management status of old growth and protected tree of *S. chaenomeloides*.

Trees age (year)	Topography	Location condition	Management status				
			Stamping	Covering	Embankment	Ground	Harmful insect
100	plain	Village	Yes	No	Yes	Soil	No
200	plain	River	No	No	No	Soil, Vegetation	No
230	plain	Field	No	No	No	Soil, Vegetation	No
400	plain	Village	Yes	Yes	Yes	Soil	No
510	plain	Village	No	No	No	Soil	No
600	plain	Village	Yes	No	Yes	Soil	No

100 years old tree: Uiryeong-eup, Uiryeong-gun(12-10-12-4-1), 200 years old tree: Hallim-myeon, Gimhae-si(12-16-7-2), 230 years old tree: Sangdong-myeon, Miryang-si(12-13-5-1-1), 400 years old tree: Ibanseong-myeon, Jinju-si(12-9-7-1-1), 510 years old tree: Gaya-eup, Haman-gun(12-13) and 600 years old tree: Daesan-myeon, Haman-gun(12-00-49).

두 평탄지에 위치하고 있었다. 입지유형은 마을형 4개소(66.6%), 하천형 1개소(16.7%), 들판형 1개소(16.7%)로 나타났다. 본 조사지역의 노거수 및 보호수 왕버들은 마을형이 가장 많았다. 왕버들의 관리현황을 조사한 결과 왕버들은 답압 3개소(50.1%), 복토 1개소(16.7%), 그리고 석축 3개소(50.1%)에 생육하고 있었다. 또한, 바닥상태는 6곳 모두 흙으로 되어 있었고, 그 중 2곳에서는 하층 식생과 함께 생육하고 있었다. 그리고 해충에 의한 피해는 없었다. 보호수의 수세 쇠약 또는 고사의 원인으로서는 건물, 도로, 시설물 가설 등 지장물, 복토, 답압, 과습, 해충 등 인위적인 요인으로 알려져 있다(Lee et al., 2012; Kang et al., 2002). 본 연구 조사지의 왕버들도 답압토양과 석축 위에 생육하고 있어 효율적인 관리가 시급한 것으로 나타났다.

3. 상토에 따른 삽목묘의 생장

모수령 별 노거수 및 보호수 왕버들의 삽목증식을 위해 적정삽목 상토를 구명하였다. 왕버들 삽목묘는 새로운 신

초와 뿌리가 유도되었다(Figure 1). 모수령에 따른 삽수의 생존율은 10종의 삽목상토에서 모두 93% 이상 생존하였으며, 발근율은 95% 이상을 보였다. 뿌리갯수, 뿌리길이, 신초갯수는 상토에 따른 차이는 없었다.



Figure 1. Plantlets propagated on various bedsoils after 10 month of cutting. Abbreviation; V: vermiculite, S: sand, VPM: vermiculite+peatmoss, P: perlite, VPMP: vermiculite +peatmoss+perlite, PMP: peatmoss+perlite, CBS: commercial bio bedsoil, VP: vermiculite+perlite. DG: decomposition of granite and PM: peatmoss.

Table 3. Effects of bedsoil on plant growth of cutting of *S. chaenomeloides*.

Bedsoil	Plant growth(cm) [*]						Mean
	100 years	200 years	230 years	400 years	510 years	600 years	
V	42.63±14.17bc	32.97±9.52b	26.51±5.49b	38.57±9.78c	39.45±15.04b	31.27±9.74bc	35.23
PM	47.43±8.43b	30.50±7.30bc	31.38±5.00b	52.36±8.73ab	52.59±6.50ab	36.64±3.92b	41.82
P	24.94±2.88d	18.24±2.56de	21.08±3.47b	21.50±2.77d	35.50±8.08b	22.08±1.73c	23.89
VPM	29.62±9.05cd	21.57±0.80cde	23.41±2.72b	41.40±9.74bc	40.60±2.50b	35.90±6.20b	32.08
VP	34.74±9.01bcd	19.95±5.54de	24.93±2.50b	40.40±9.05bc	45.72±15.30ab	29.55±4.41bc	32.55
PMP	41.15±0.74bc	25.41±3.04bcde	27.46±2.44b	41.05±2.26bc	41.80±7.06ab	30.42±15.73bc	34.55
VPMP	44.53±4.71b	26.38±3.34bcd	38.67±2.91ab	57.51±10.31a	54.15±7.19ab	36.47±1.72b	42.95
CBS	72.61±7.95a	41.55±4.27a	53.00±25.64a	64.44±8.48a	60.60±16.17a	67.83±4.71a	60.01
S	39.91±2.00bc	24.66±2.51bcde	24.63±10.48b	43.15±4.96bc	37.25±6.25b	32.91±6.12bc	33.75
DG	26.02±2.63d	16.88±1.62e	21.19±3.09b	29.91±4.93cd	36.86±7.38b	21.91±3.27c	25.46

^{*}Plant growth was measured after 10 month of cutting.

Abbreviation; V: vermiculite, PM: peatmoss, P: perlite, VPM: vermiculite+peatmoss, VP: vermiculite+perlite, PMP: peatmoss+perlite, VPMP: vermiculite+peatmoss+perlite, CBS: commercial bio bedsoil, S: sand, and DG: decomposition of granite.

Table 4. Effects of bedsoil on root collar diameter of cutting of *S. chaenomeloides*.

Bedsoil	Root collar diameter(mm) [*]						Mean
	100 years	200 years	230 years	400 years	510 years	600 years	
V	11.62±2.71ab	7.90±0.48b	10.50±0.77a	8.95±2.14a	9.79±2.04ab	11.90±1.00a	10.11
PM	12.33±1.55a	11.60±0.98a	8.01±0.50ab	10.42±0.70a	10.37±1.64ab	6.69±1.04c	9.90
P	6.50±0.94d	8.71±1.61b	9.91±0.63a	8.49±0.80a	10.664±0.19ab	8.27±0.97bc	8.76
VPM	9.44±1.05bc	8.53±0.56b	8.56±0.52ab	10.21±1.13a	8.56±0.53b	8.07±2.03bc	8.90
VP	10.01±0.58ab	7.35±1.38b	9.10±1.83ab	8.96±2.17a	8.82±0.84ab	9.03±0.33b	8.88
PMP	10.71±0.60ab	7.41±1.02b	8.08±2.39ab	9.38±1.23a	9.52±2.43ab	8.72±1.30bc	8.97
VPMP	12.56±2.01a	9.31±1.47b	7.80±1.45ab	8.68±1.87a	8.90±0.25ab	8.48±1.23bc	9.29
CBS	10.66±0.74ab	12.05±1.54a	9.71±1.26a	11.33±1.89a	11.30±1.65a	9.21±0.61b	10.71
S	10.28±1.63ab	8.85±1.51b	6.43±0.71b	9.33±1.28a	8.90±0.41ab	8.81±1.77bc	8.77
DG	7.03±1.44cd	7.70±0.38b	8.42±2.72ab	10.06±1.66a	10.24±1.17ab	7.89±0.24bc	8.56

^{*}Root collar diameter was measured after 10 month of cutting.

Abbreviation; V: vermiculite, PM: peatmoss, P: perlite, VPM: vermiculite+peatmoss, VP: vermiculite+perlite, PMP: peatmoss+perlite, VPMP: vermiculite+peatmoss+perlite, CBS: commercial bio bedsoil, S: sand, and DG: decomposition of granite.

Table 5. Effects of bedsoil on shoot number of cutting of *S. chaenomeloides*.

Bedsoil	Shoot number*						Mean
	100 years	200 years	230 years	400 years	510 years	600 years	
V	2.67±1.53a	2.33±1.53a	2.00±0.00a	2.33±1.53a	2.00±1.00a	2.33±1.15a	2.28
PM	4.33±2.08a	2.00±1.00a	2.33±0.58a	2.33±1.53a	2.67±1.53a	2.00±1.00a	2.61
P	2.67±1.53a	1.67±0.58a	2.33±1.15a	2.33±0.58a	2.67±2.08a	2.33±0.58a	2.33
VPM	2.33±0.58a	2.00±1.00a	2.00±1.00a	3.00±1.00a	2.00±1.00a	2.00±1.73a	2.22
VP	2.67±2.08a	2.00±1.00a	2.00±1.00a	2.33±0.58a	3.00±1.73a	2.00±1.00a	2.33
PMP	3.00±2.00a	1.67±1.15a	1.33±0.58a	3.00±1.00a	2.67±1.15a	2.33±1.15a	2.33
VPMP	2.33±1.53a	2.00±1.73a	1.67±0.58a	2.33±1.15a	2.00±1.00a	1.67±0.58a	2.00
CBS	2.33±0.58a	1.67±0.58a	2.67±1.53a	2.67±1.15a	2.00±1.00a	2.67±0.58a	2.34
S	2.33±1.15a	2.67±1.15a	1.33±0.58a	2.00±1.00a	2.33±1.53a	2.00±1.00a	2.11
DG	2.00±1.00a	1.33±0.58a	2.00±1.00a	2.47±1.53a	2.67±1.53a	1.33±0.58a	1.97

*Shoot number was measured after 10 month of cutting.

Abbreviation; V: vermiculite, PM: peatmoss, P: perlite, VPM: vermiculite+peatmoss, VP: vermiculite+perlite, PMP: peatmoss+perlite, VPMP: vermiculite+peatmoss+perlite, CBS: commercial bio bedsoil, S: sand, and DG: decomposition of granite.

노거수 및 보호수 왕버들 삼목에 적합한 상토종을 구명하였다(Tables 3-5). 10종의 상토에서 왕버들 삼목묘는 각기 다른 생장을 보였다(Table 3). 왕버들 삼목묘의 생장은 CBS(mean=60.01 cm)에서 가장 좋았으며, 그 다음으로 혼합토인 VPMP(mean=42.95 cm)순이었다. 또한 삼목묘의 생장은 통기성보다 보수성이 높은 단일 피트모스(mean=41.82 cm), 버미큘라이트(mean=35.23 cm)에서도 생장이 좋았다. 반면, 통기성이 높고 보수성이 낮은 펄라이트(mean=23.89 cm)와 마사토(mean=25.46 cm)에서는 생장이 저조

하였다. 평균적으로 생장이 가장 좋은 상토인 CBS와 생장이 가장 저조한 상토인 펄라이트에서는 2.5배 차이를 나타내었다. 왕버들의 모수령에 따른 삼목묘의 생장은 생장이 가장 좋았던 CBS와 자람이 가장 저조하였던 펄라이트에서 100년생 2.9배, 200년생 2.2배, 230년생 2.5배, 400년생 2.9배, 510년생 1.7배 그리고 600년생 왕버들에서 3.1배의 생장 차이를 나타내었다.

근원경의 생장은 상토에 따라 심한 차이를 보였다(Table 4). 근원경 생장이 가장 좋았던 상토는 CBS(mean

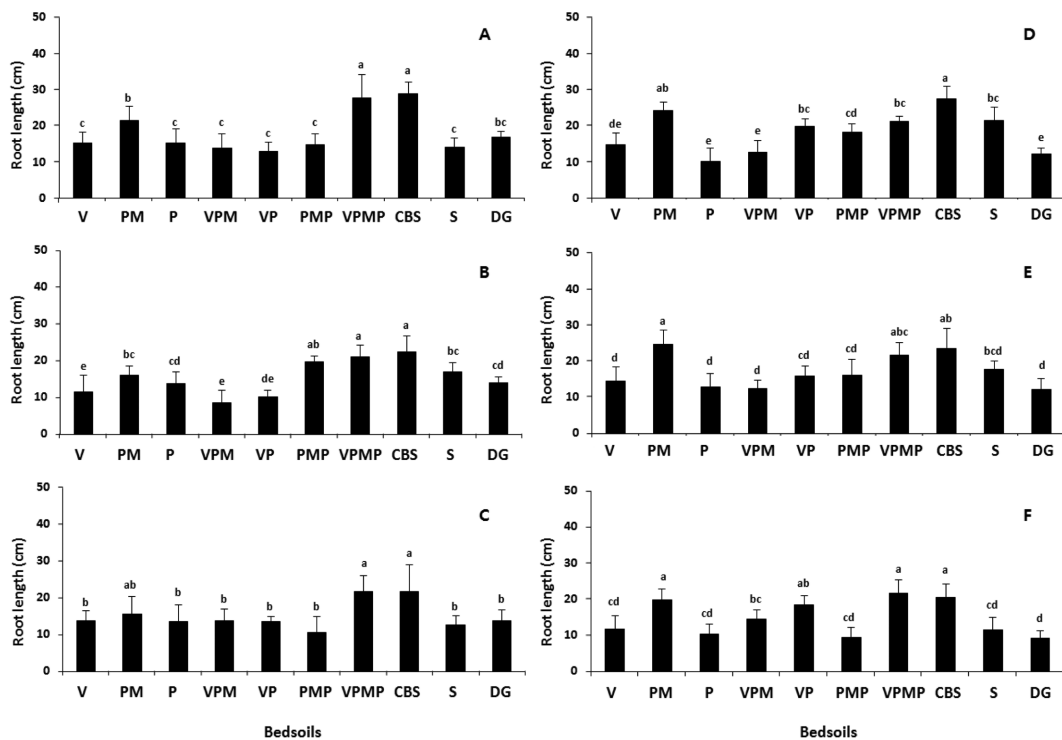


Figure 2. Effects of bedsoil on root length of cutting of *S. chaenomeloides*. Root length was measured after 10 month of cutting. A: 100 years old tree, B: 200 years old tree, C: 230 years old tree. D: 400 years old tree E: 510 years old tree and F: 600 years old tree.

=10.71 mm)였으며, 가장 저조하였던 상토는 마사토(mean =8.56 mm)였다. 그러나 근원경 생장은 모수령에 따라 유의한 차이는 보이지 않았다.

왕버들 삼목묘로부터 유도된 신초갯수는 상토에 따른 차이를 보이지 않았다(Table 5). 신초갯수는 CBS, 피트모스, 펠라이트, VP, PMP 혼합 상토에서 약간 많았으나 유의성은 없었다. 또한 모수령에 따라서도 일정한 경향은 보이지 않았다. 신초갯수는 모수령 및 상토종과 상관없이 평균적으로 1-4개가 유도되었다(Figure 1).

뿌리 생장은 모수령에 따라서는 차이가 없었지만, 상토중에 따른 생장의 차이를 보였다(Figure 2). 묘고의 생장이 좋았던 상토인 CBS와 VPMP에서는 모든 왕버들 삼목묘가 20 cm 이상의 뿌리 생장을 보였다. 모든 삼목묘의 뿌리생장은 상토중에 관계없이 비슷한 경향을 보였다.

일면적은 모수령별 간에는 차이는 없었으나 상토중에 따라서는 차이를 보였다(Figure 3). 왕버들의 일면적은 생장이 좋았던 상토(CBS, VPMP 및 피트모스)에서 양호한 것으로 나타났다.

버드나무속의 삼목은 SRC를 위해 유럽, 미국 등지에서 시도되었으며, 가장 많이 시도된 수종은 *S. viminalis*이다. 버드나무속의 삼수는 1-2년 휴면지를 사용하였으며, 삼수의 생리화학적 상태가 매우 중요한 것으로 보고되었다(Sennerby-Forsse et al., 1993). 버드나무속의 삼목은 대체로 용이한 편이나 종이나 클론에 따라 생존율 및 생장의 차이를 보이는 것으로 보고되었다(Liesebach and Naujoks,

2004).

일반적으로 삼수의 활착은 삼목시기, 삼수부위, 내생 호르몬, C/N율 등의 내적 요인과 삼목상토의 종류, 수분함량, 온도, 광도 등과 같은 외적인 요인도 관여한다고 보고되고 있다(Alegre et al., 1998; Hambrick et al., 1985; Hansen, 1985; Suh, 1997; Woo et al., 1997; Ahn et al., 2007). 본 연구에서 왕버들 노거수 및 보호수의 삼목이 모수령에 따라 차이를 보이지 않는 것은 모수의 활력이 매우 양호하였기 때문으로 추정된다. 선행연구에 의하면 버드나무의 삼목에는 삼수의 건강상태, 삼수채취시기, 삼수의 저장상태는 버드나무속의 삼목증식에 매우 큰 영향을 미치는 것으로 보고되었다(Sennerby-Forsse et al., 1993). 그러나 이에 대한 자세한 연구가 요망된다.

또한 노거수 및 보호수 왕버들 삼목에는 CBS와 혼합상토 VPMP가 왕버들의 삼목에 가장 적합한 것으로 나타났다. 한편, 삼목에서 뿌리발근과 줄기생장은 역비례 관계를 가지는 것으로 보고되어 있지만(Eliasson, 1971), 본 연구에서는 CBS상토에서 줄기와 뿌리 생장이 모두 좋았다.

4. 상토의 물리화학적 특성

왕버들 삼목묘의 생장이 좋았던 상토와 생장이 좋지 못한 상토의 물리화학적 특성을 파악하였다(Table 6). 생장이 좋았던 상토의 수분함량은 VPMP에서 5.05%로 가장 높았으며, CBS 4.29%, 피트모스 3.64% 순이었다. 반면 생장이 좋지 못한 상토인 마사토(0.63%), 펠라이트(0.16%)

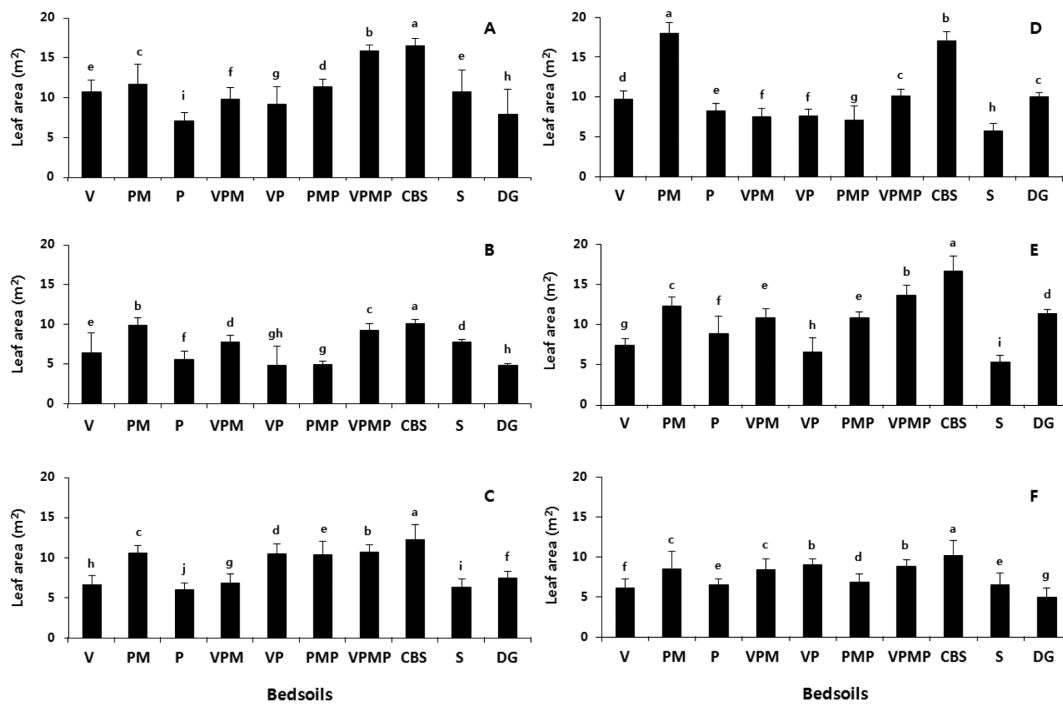


Figure 3. Effects of bedsoil on leaf area of cutting of *S. chaenomeloides*. Leaf area was measured after 10 month of cutting. A: 100 years old tree, B: 200 years old tree, C: 230 years old tree. D: 400 years old tree E: 510 years old tree and F: 600 years old tree.

Table 6. Physico-chemical characteristics of various bedsoils*.

Bedsoil	Water content (% v/v)	Total space (% v/v)	Air-filled pore space (% v/v)	EC (dSm ⁻¹)	pH
V	2.09	94.78	92.69	0.23	6.1
PM	3.64	90.76	87.12	1.59	4.2
P	0.16	48.62	48.46	0.2	6.7
VPM	3.00	91.11	88.11	1.24	4.5
VP	1.86	91.05	90.79	1.26	6.3
PMP	3.1	93.53	90.43	0.43	5.2
VPMP	5.05	91.86	86.81	1.31	4.3
CBS	4.29	91.08	86.79	11.78	5.4
S	2.14	42.86	40.74	0.13	6.4
DG	0.63	46.97	46.34	0.41	7.8

*Physico-chemical characteristics of 10 kinds of bedsoils was analyzed by methods of soil chemical analysis, RDA, Korea.

는 낮은 수분함량을 나타내었다. 공극율은 대체적으로 입자가 고르게 분류된 상토(버미큘라이트, PMP, VPMP, VPM, CBS, PM, VP) 90% 이상 높았고, 펄라이트(48.62%), 마사토(46.97%)와 모래(42.86%)에서는 공극률이 낮았다. 상토의 전기전도도(EC)값은 CBS에서 11.78로 가장 높았으며, 반면 모래에서는 0.13으로 낮았다. pH값은 마사토에서 7.8이었으며, 그 외 다른 상토에서는 pH값이 4-7이었다.

목본식물의 삼목은 배양 상토의 선택이 매우 중요하다. 삼목에 사용되는 적합한 상토로는 자갈(Mesh et al., 1997), 톱밥과 미세사토의 혼합상토(Shiembo et al., 1997), 톱밥(Loach, 1986)이 좋은 것으로 보고되었다. 그러나 삼목을 위한 상토는 수종마다 다르지만 산소, 수분함량, pH, 배지의 공극성 등을 최적화한 상토의 구멍이 중요할 것으로 보인다(Leakey, 1990). 본 연구 결과 노거수 및 보호수 왕버들 삼목에는 보습력과 통기성이 양호하며, EC값이 높은 약산성의 상토가 적합한 것으로 나타났다. 삼목 시 발근과 뿌리생장에는 상토의 이화학적 특성이 영향을 받는다고 알려져 있다(Choi et al., 2000; Oh, 1996; Yoshida et al., 1992). 상토입자 크기는 공극형성, 통기성과 관련이 있으며, 공극 내 산소는 뿌리의 호흡에 관여하여 생장에 영향을 준다. 또한 상토의 물리적 성질은 직접적으로 뿌리생장과 형태에 영향을 미친다(Kang, 1998; Konishi, 1994). 따라서 왕버들 삼목묘 뿌리의 생육이 좋았던 CBS와 버미큘라이트, 피트모스, 펄라이트의 혼합상토 VPMP는 상토 내의 보습력과 통기성이 양호하였기 때문인 것으로 판단된다. 본 연구 결과는 수령이 증가할수록 급격히 감소하는 것으로 알려진 분화능에 대한 기초연구자료를 제공할 수 있을 것이다. 다만 수령별 공시 노거수가 1본으로 추후 다수의 노거수에 대한 연구가 필요하며, 얻어진 삼목묘의 생육 및 생리적인 모니터링이 필요할 것으로 사

료된다. 본 연구결과는 유용수종의 삼목증식과 중요 유전 자원인 왕버들 보호수 및 노거수의 보호 및 증식에 기여할 것으로 판단된다.

감사의 글

본 연구는 산림청 ‘산림과학기술개발사업(과제번호: S211214L020120)의 지원에 의해 이루어졌으며 이에 감사한다.

References

- Ahn, J.H., Choe, S.S., Bae, J.H., and Lee, S.Y. 2007. Effects of cutting date and bedsoil on root and shoot growth in autumn cutting of *Sedum sarmentosum*. The Korean Research Society for Protected Horticulture 16(2): 146-150.
- Alegre, J., Toledo, J.L., Martinez, A., Mora, O., and De Andres, E.F. 1998. Rooting ability of *Dorycnium* spp. under different conditions. Scientia Horticulturae 76(1-2): 123-129.
- Argus, G.W. 2006. Guide to *Salix* (Willow) in the Canadian Maritime Provinces (New Brunswick, Nova Scotia, and Prince Edward Island). Canadian Museum of Nature. Ottawa. pp. 49.
- Baker, A.J.M., McGrath, S.P., Sidoli, C.M.D., and Reeves, R.D. 1994. The possibility of in situ heavy metal decontamination of polluted soils using crops of metal-accumulating plants. Resources, Conservation and Recycling 22(1-4): 41-49.
- Bang, K.J., Lee, S.J., and Kang, H.K. 2003. A study on the growth status of the large old trees as the natural Monuments of Korea. The Korea Society For Environmental Restoration and Revegetation Technology 6(3): 35-46.
- Berhe, D. and Negash, L. 1998. Asexual propagation of *Juniperus procera* from Ethiopia: a contribution to the conservation of African pencil cedar. Forest Ecology and Management 112(1-2): 179-190.
- Choi, B.J., Sang, C.K., Choi, E.J. and Noh, S.A. 2000. Effect of rooting media on rooting and root growth of rose cuttings. Korean Journal of Horticultural Science & Technology 18(6): 819-822.
- Eliasson, L. 1971. Adverse effect of shoot growth in rooted cuttings of aspen. Plant Physiology 25: 268-272.
- Greger, M. and Landberg, T. 1999. Use of willow in phytoextraction. International Journal of Phytoremediation 1(2): 115-123.
- Gu, J.B., Yoon, S.H., Park, D.J., Lee, W.H., Kim, H.J., Kong, D.Y., Kim, T.S., and Jung, J.S. 2007. A study on the precision measurement survey of the old and large trees. Korea Institute of Traditional Landscape Architecture 25(4): 101-110.
- Ha, T.J., Lee, J.K., Yoo, C.M., and Park, K.Y. 2006. A study

- on vitality measurements of the natural monuments, large and old trees in Chungchngnamdo. *Journal of Korean Institute of Traditional Landscape Architecture* 24(3): 87-93.
- Hackett, P. 1985. Juvenility, maturation, and rejuvenation in woody plants. *Horticultural Reviews* 7: 109-155.
- Hambrick, C.E., Davis, F.T., and Pemberton, H.B. 1985. Effect of cutting position and carbohydrate/nitrogen ratio on seasonal rooting of *Rosa multiflora*. *HortScience* 20: 570.
- Jang, E.J. and Kim, J.W. 2007. Ecology & Culture of The Old-Growth and Giant Trees of Traditional Village. World Science Publishing. Seoul. pp. 365.
- Jeong, J.R. 2013. Micropropagation of a 300-year-old *Salix chaenomeloides* Kimura (Master's. thesis). Chungbuk National University.
- Kang, H.C., Lee, J.H., Lee, K.S., and Sagong, Y.B. 2002. An evaluation of the vitality and environmental of old trees on the rural area in Jinju. *Journal of Korean Institute of Traditional Landscape Architecture* 20(4): 27-36.
- Kang, M.J. 1998. Effect of leaf numbers, rooting media and cell size of tray on the rooting and nursery quality of chrysanthemum cuttings (Master's. thesis). Catholic University of Daegu.
- Kim, H.J., Park, D.J. and Lee, J.S. 2008. A Study on the scientific Conservation Methods of the Old and Large Trees (I). *Journal of Korean Institute of Traditional Landscape Architecture* 26(3): 108-115.
- Kim, H.J. 2001. Growth conditions of natural monument old big trees in Gyeongsangnamdo, Kora. *Journal of the Korea Society of Environmental Restoration Technology* 14(5): 103-112.
- Kim, H.J. 2012. Soil status and management of natural monument plants - focusing on the big old of Chungnambuk. *Korea Institute of Traditional Landscape Architecture* 10(2): 41-50.
- Kim, H.J., Park, D.J. and Lee, J.S. 2008. A study on the scientific conservation methods of the old and large trees (I). *Korea Institute of Traditional Landscape Architecture* 26(3): 108-114.
- Kim, Y.S., Lim, W.H., Ra, J.W. and Yoon, Y.H. 1996. Study on the protection and practical use of big and old tree. *Journal of Korean Institute of Traditional Landscape Architecture* 14(2): 1-18.
- Kim, T.S., Lee, C.H., Park, I.H. and Lee, H.Y. 2009. Analysis of growth environment on old tree, a natural monument in Jeon la do. *Journal of Korean Institute of Traditional Landscape Architecture* 27(4): 136-147.
- Konish, K. 1994. Mechanical transplanting and nursery production. *Cultivation and Horticulture* 49: 120-123.
- Loach, K. 1986. Rooting of cuttings in relation to the propagation medium. *International Plant Propagators Society* 35: 472-485.
- Labrecque, M., Teodorescu, T.I. and Daigle, S. 1995. Effect of wastewater sludge on growth and heavy metal bioaccumulation of two *Salix* species. *Plant and Soil* 171(2): 303-316.
- Leakey, R.R.B. 1990. *Nauclea diderrichii*: rooting of stem cuttings, clonal variation in shoot dominance and branch plagiotropism. *Trees* 4: 164-169.
- Lee, J.B., Doo, C.E. and Lee, J.K. 2012. Analysis of growth condition and some suggestions for its maintenance of legally protected trees grown in Pyungtack City. *The Korea Society For Environmental Restoration and Revegetation Technology* 15(3): 45-54.
- Lim, D.O. and Chekar, E.K. 2011. Distribution and growth status of legally protected old and big trees in Gwangju, Korea. *Korean Journal of Environment and Ecology* 25(5): 736-746.
- Liesebach, M., Naujoks, G. 2004. Approaches on vegetative propagation of difficult-to-root *Salix caprea*. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture* 79(2): 239-247.
- Mesh, F., Newton, A.C., and Leakey, R.R.B. 1997. Vegetative propagation of *Cordia alliodora* (Ruiz & Pavon) Oken: the effects of IBA concentration, propagation medium and cutting origin. *Forest Ecology and Management* 92: 45-54.
- NIAST. 1988. Methods of Soil Chemical Analysis. National Institute of Agricultural Science and Technology, RDA, Suwon, Korea.
- Oh, W. 1996. Effect of rooting medium composition, plug size and irrigation methods on rooting and growth of plug rooted-cuttings of chrysanthemum (*Dendranthema gradiflorum*) (Master's. thesis). Seoul National University.
- Park, C.M., Seo, B.S., and Lee, C.T. 2000. Improved Preservation Methods for Big and Old Trees in South Korea. *Journal of Korean Forest Society* F89(3): 440-451.
- Sennerby-Forsse, L., Telenius, B., and von Fircks, H.A. 1993. Relation between moisture content and early growth in stem cuttings of selected fast-growing willow clones. *Biomass and Bioenergy* 4(4): 249-253.
- Suh, J.K. 1997. Effect of photoperiod to stock plant, temperature, media and plant growth regulator pretreatment on root development and quality of cuttings in carnation plug cutting. *Horticulture, Environment and Biotechnology* 38(3): 303-308.
- Woo, E.R., Yoon, S.H., Kwak J.H., Kim, H.J., and Park, H. 1997. Inhibition of gp 120-CD4 interaction by various plant extracts. *Phytomedicine* 4(1): 53-58.
- Yoshida, H., T. Hayashi, T. Harada, K. Konishi, and Sibano. Y. 1992 Effect of medium composition of plug nursery. *Acta Horticulturae* 319: 441-446.
- You, J.H., Park, K.H., and Lee, Y.H. 2011. Diagnosis of real condition and distribution of protected trees in Cangwon si, Korea. *Journal of Korean Institute of Traditional Landscape Architecture* 29(1): 59-70.