

왕벚나무 성목 녹지삽목에서 삽목시기, 옥신처리 및 삽수부위가 발근에 미치는 영향과 이식 삽목묘의 생육특성

김장수^{1,2} · 김진수^{2*}

¹국립산림과학원 임목육종과, ²고려대학교 생명공학부

Effects of Cutting Time, Auxin Treatment, and Cutting Position on Rooting of the Green-wood Cuttings and Growth Characteristics of Transplanted Cuttings in the Adult *Prunus yedoensis*

Chang-Soo Kim^{1,2} and Zin-Suh Kim^{2*}

¹Division of Forest Tree Improvement, Korea Forest Research Institute, Suwon 441-847, Korea

²Division of Biotechnology, Korea University, Seoul 136-713, Korea

Abstract. This study was conducted to develop an efficient mass propagation method for the mature *Prunus yedoensis* Matsumura (43 to 58 years old). Cutting was conducted depending on cutting time, auxin treatments (IBA and NAA treatments mixed with talc powder), and cuttings position on shoots in a plastic house equipped with a fog system without heating. Rooted cuttings were transplanted to a nursery bed, and their growth characteristics were investigated in order to check whether the cuttings are successful or not for roadside tree planting. The average rooting rate was highly significant ($P < 0.0001$) in all treatments: cutting on June 1st (61.4%) was more than two times greater in rooting rate than that on August 1st (23.6%); IBA 1,000 mg·L⁻¹ (90.8%) and IBA 500 mg·L⁻¹ (89.2%) showed much greater rooting rates than those of the other treatments; upper part of the cuttings treated with IBA 1,000 mg·L⁻¹ showed the highest rooting rate, 96.7%. The interactions among treatments in the average rooting rate were also significant. There were significant differences ($P < 0.0001$) among the auxin treatments in the survival rate of leafed cuttings transplanted to a nursery bed. The average survival rate was 46.5%, and IBA 1,000 mg·L⁻¹ treatment was the highest in leafed cuttings 79.2%, but most of leafless cuttings were dead. There were significant differences ($P < 0.0001$) among the cuttings, grafts, and in the seedlings height, diameter at root collar, the number of roots, branches, and leaves, etc., and the cuttings was the best. We can expect a possibility of mass propagation of improved *P. yedoensis* Matsumura and a high planting survival rate through the transplanting of cuttings to a nursery bed in which the cuttings should be the following conditions: cutting in June to July, use of the upper part of cuttings, IBA treatment, and rooting in August in a cutting-greenhouse equipped with a fog system.

Additional key words: fog system, propagation, roadside tree, rooting rate, survival rate

서 언

벚나무류는 국내 가로수용으로 가장 많이 심겨지고 있는 수종으로 1906년부터 진해와 마산지역에서 심기 시작하였다(Lee, 1998). 지금까지 약 115만본(가로수 전체의 23%) 정도 조성되었으며, 최근에는 가로수의 수종을 다양화하였지만 왕벚나무가 차지하고 있는 비중(13.7%)은 여전히 높아 묘목의 수요는 예전과 다름없이 계속 지속되고 있다(Korea

Forest Service, 2010). 현재 재배되고 있는 왕벚나무의 기원은 제주도 한라산으로 밝혀졌다(Kim et al., 1998; Park, 1965).

가로수나 조경수용으로 사용되는 왕벚나무는 무성증식법의 한 방법인 접목법으로 증식된다. 접목묘의 생산은 대목을 키우기 위해 종자의 채취, 파종 및 이식 등 양묘와 접목으로 이어지는 일련의 육묘과정에 소요되는 기간이 길며, 접목기술자 확보 등 많은 어려움이 있어(Kim and Kim, 2007),

*Corresponding author: zskim@korea.ac.kr

※ Received 8 May 2011; Revised 6 February 2012; Accepted 16 February 2012.

왕벚나무의 접목법을 대체할 수 있는 새로운 대량 무성증식법 개발의 필요성이 제기되었다. 그동안 제주도에서 자생하는 왕벚나무의 조직배양과 삽목증식을 통한 대량증식 연구가 수행되어 왔다. Kim et al.(1993)은 영양아를 이용해서 조직배양의 가능성을 제시하였고, Koh et al.(1997)은 미성숙 종자를 이용한 체세포배양에서 식물생장호르몬이 첨가되지 않은 1/2MS 배지를 통하여 기내 발아묘를 얻었으며, Cheong et al.(2000)은 절편의 채취시기와 생장조절제 처리에 따른 기내증식 효과를 시험하였다. 그러나 왕벚나무 조직배양은 기내 식물체 재생을 위한 배지와 생장조절제 조건을 구명하는데 주력하여 묘목의 대량생산 체계는 이루어지지 못했다. 왕벚나무의 삽목증식은 Byun et al.(1995)이 녹지삽목 시험에서 IBA처리 효과보다는 유년 단계의 근맹아지 또는 간맹아지의 삽수 선택이 중요하다는 결과를 발표했고, Kim and Kim(2007)은 왕벚나무 삽목 발근에 영향을 미치는 IBA 효과와 녹지삽목 후 뿌리의 발달이 완료되는 시기의 결정 등 상당한 결과를 얻었다. 그러나 이러한 연구 결과만으로 삽목묘를 대량생산하는데 어려움이 많아 보다 체계적이고 효율적인 삽목 연구가 요구되고 있다.

일반적으로 삽목 증식에서 발근율과 뿌리발달에 영향을 미치는 중요한 요인으로는 삽수 채취목의 수령, 삽목시기, 발근촉진물질, 습도유지를 위한 관수방법, 상토 종류 등이 있다. 보다 성공적인 삽목 증식을 위해서는 이들 한가지 요인보다는 요인간 상호작용 효과를 비교하여 최적의 발근 조합을 찾고, 발근된 삽목묘가 동해를 받지 않고 겨울을 나는 방법을 찾는 것이 중요하다.

여러 요인 중에서 삽목시기는 삽목의 성패에 영향을 크게 미치는 중요 요소인데, 수종에 따라 다르다(Spethmann, 1986). 쥐똥나무류(privets)는 연중 삽목이 가능하지만, 일반적인 낙엽성 활엽수의 삽목 발근은 여름에 채취한 미숙지(softwood) 삽목이 겨울에 채취한 숙지(hardwood) 삽목보다 발근이 좋다(Yim, 1991). 진달래의 녹지삽목 적기는 6월 상순(Jung et al., 1981)과 5월 중순-7월 초순인 것으로 알려져 있다(Hwang et al., 1998).

발근촉진을 위한 옥신처리 효과에 대한 연구는 많은 수종에서 수행되었지만 수종은 물론 수종 내에서도 유전자형에 따라 매우 다르다(Spethmann, 1997). *Prunus serotina*의 9년생 녹지삽목에서 옥신처리가 발근에 중요한 요소인 것으로 밝혀졌다(Pijut and Espinosa, 2004). 반면에 Loach(1988)은 *Cupressocyparis leylandii* 삽목시험에서 5년 동안 매년 같은 농도의 옥신을 처리했지만 통계적으로 유의적인 차이를 얻지 못하였다.

또 다른 요인으로는 삽수를 조제할 때 정아를 포함하는

삽수와 정아가 없는 삽수를 사용할 수 있는데 이러한 삽수의 선택은 발근 능력과 차후 발근묘의 생장패턴과 같은 질적인 측면에서 전체적으로 영향을 미칠 수 있다(Husen and Pal, 2003). *Ulmus villosa*의 삽목에서는 정아가 없는 삽수의 하단부위가 정아가 있는 상단부위보다 발근율, 뿌리수 그리고 생존율이 높게 나타났는데, 그 원인은 삽수가 지닌 탄수화물 등 저장양분의 차이로 추정되고 있다(Bhardwaj and Mishra, 2005).

삽목 발근묘의 순화를 통한 겨울나기는 차후 실용화의 측면에서 중요한 내용이다. 삽목묘는 발근 후 정상적인 근계형성과 줄기생장을 통해 완전한 묘목의 형태로 생장을 시작하게 되는데 여름철 녹지삽목의 경우는 특히 순화과정이 중요한 것으로 보고되고 있다. 몇 가지 삽목이 까다로운 활엽수종에서는 발근이 되더라도 순화 및 월동 과정에서 고사되는 경우가 흔히 있는데, Joustra and Verhoeven(1983)은 *Coryrus maxima* 'Purpurea', *Magnolia* × *soulangiana*, *Betula jaquemontii*의 삽목 발근묘를 포트에 이식하여 온실에서 월동하였으나 이듬해 봄에 약 70%가 고사했다고 한다. 반면 독일가문비의 삽목에서는 3-4월에 삽목을 실시하고 발근묘를 8월에 이식을 하면 다음해 봄에 묘목생산이 가능했다(Spethmann, 1997).

본 연구는 왕벚나무 성목의 녹지삽목에서 발근율과 뿌리발달을 향상시키기 위해 최적의 삽목시기와 삽수부위 및 적절한 옥신의 종류와 처리농도를 밝히고, 이듬해 봄에 건전한 삽목묘를 대량생산하기 위해 발근된 삽목묘를 순화하여 묘포장 이식 후의 생육특성을 조사했다.

재료 및 방법

삽수 채취 및 삽목실 환경

삽수는 2006년 6월 1일과 8월 1일에 국립산림과학원 산림유전자원부 구내(37° 14' 58" N, 126° 57' 28" E)에서 자라고 있는 왕벚나무(*Prunus yedoensis* Matsumura) 5본(43-58년생)에서 녹지를 채취하여 조제하였다. 삽수의 길이는 15-20cm 정도이고 윗부분은 항상 2장의 잎을 유지했다. 삽수 기부rema 마디 절단면은 가능한 45° 이하가 되게 잘랐으며, 삽수의 잎은 증산량을 억제하기 위해 반만 남기고 잘라냈다. 삽목은 상토(피트모스:펄라이트:버미큘라이트 = 2:1:1)를 담은 40구 포트(가로 27cm × 세로 43cm × 높이 16cm)에 삽수길이의 1/2 정도를 묻었다.

삽목실은 공중습도를 안정되게 유지할 수 있도록 자동안개분무장치가 설치된 무가운 비닐하우스(폭 9m × 길이 25m × 높이 5.5m)를 사용했다. 삽목실 내 분무시간은 오전 7시

에서 오후 7시까지 자동타이머로 조절했으며, 1분당 0.54L를 8분 간격으로 2분간 분무하여(Kim and Kim, 2007), 삽목실 내 평균 상대습도를 약 90% 이상으로 유지하였다. 삽목실 내 과도한 온도상승을 막기 위해 알루미늄 차광막(50%)으로 실내온도를 28.5-33.2°C(오전 10시와 오후 2시 사이)로 유지했다.

삽목시기, 옥신처리 및 삽수부위의 발근효과

왕벚나무 녹지삽수의 발근율에 대한 각 처리효과를 밝히기 위한 실험을 다음과 같이 실시했다. 삽목시기는 2006년 6월 1일과 8월 1일로 정하였고, 옥신처리에는 IBA(100, 500, 1,000 mg·L⁻¹), NAA(2,000, 4,000mg·L⁻¹), 0.4% 1-naphthylacetamide (Rootone powder) 및 무처리 등 7처리로 하였으며, IBA와 NAA 처리는 삽수의 부패 방지와 옥신의 흡수를 용이하게 하는 magnesium silicate hydroxide(Talc powder, 대정화금)와 혼합하여 사용했다. 삽수부위는 녹지의 정아를 포함한 상단부와 그 아래 부분인 하단부로 나누었다. 처리방법은 삽수의 기부를 처리용액에 3초간 침지한 후 상토에 삽목하였다. 삽목은 각 처리별 3반복으로 하고 반복 당 20본씩 하였다. 발근율은 삽목 후 65일에 포트에서 삽목묘를 꺼내 발근의 유무를 조사하여 계산했다.

발근된 삽목묘의 옥신처리 및 삽수부위의 이식 활착율과 생장

삽목묘의 묘목 건전성과 조림활착 정도를 예측하기 위하여 6월 1일에 삽목한 삽목묘를 대상으로 삽목 65일 후에 발근된 삽목묘 중 뿌리가 썩은 삽목묘는 제외하고 전량 구내 묘포장에 이식했다. 이식방법은 발근된 삽목묘를 삽목 당시의 잎이나 새로 난 잎에 관계없이 잎의 유무에 따라 구분하고, 옥신처리 및 삽수부위별 이식은 3반복으로 하였으며, 1m²당 이식 본수를 36본(6 × 6본)으로 하였다. 이식 활착율 및 생장특성 조사는 이듬해 2007년 10월 1일에 실시하였다. 이식 활착율은 이식 당시 삽목묘 잎의 유무, 옥신처리 및 삽수부위별로 조사했고, 생장특성은 옥신처리별로 묘고(cm)와 근원경(지표면의 간경, mm)을 측정하였다.

삽목묘, 실생묘 및 접목묘의 생장특성

번식방법은 다르지만 생장기간이 비슷하고 같은 묘포장에서 생장하고 있는 왕벚나무 삽목 이식묘(IBA, NAA 처리묘, 16개월), 접목묘(18개월), 실생묘(18개월)의 생장특성은 2007년 10월 1일에 평균묘를 임의적으로 택하여 각 15본씩 굴취해서 조사하였다. 묘고, 근원경, 뿌리수, 가지수, 잎수 및 T/R율을 조사했고, T/R율은 각 묘목의 지상부와 지하부를 분리하여 건조기에 넣고 75°C로 3일간 건조하여 건물량을

을 측정하였으며, 지상부 측정값/지하부 측정값의 비율로 산출했다.

통계분석

삽목실험은 $p^m \times q^n$ 요인실험 디자인으로 실시하였으며, 통계분석은 SAS프로그램(Version 6.03, SAS Institute Inc., 1991, Cary, NC)으로 발근율과 이식 활착율 및 생장특성에 대한 각 처리효과와 상호작용 효과의 유의성 검정을 위해 분산분석(ANOVA)과 Duncan의 다중검정을 실시했다. 백분율의 자료는 arcsin으로 변환하여 분석했다(Anderson and McLean, 1974).

결과 및 고찰

삽목시기, 옥신, 삽수부위 및 상호작용의 발근 효과

발근율에 대한 처리의 효과는 6월 1일 삽목에서 옥신과 삽수부위 처리에 따라 각각 고도의 유의적인 차이($P < 0.0001$)가 나타났으나, 8월 1일 삽목에서는 옥신처리만 고도의 유의적인 차이($P < 0.0001$)를 보였다(Table 1).

본 실험에서 6월 1일에 삽목한 삽수의 평균 발근율은 61.4%로 8월 1일에 삽목한 삽수의 발근율(23.6%)보다 2배 이상 높았다(Table 1). 8월 1일에 채취한 삽수가 발근율이 저조한 원인 중의 하나는 삽수의 상태가 녹지에서 반숙지로 경화되기 때문인 것으로 추정되며, 본 실험과 유사한 결과가 *P. salicifolia*의 녹지삽목에서도 나타났는데 6월 3일의 발근율이 93.5%로 가장 좋았고 7월 6일 66.7%, 8월 20.7%로 점차 감소하다가 9월은 전혀 발근이 되지 않았다(Harada and Murai, 1996). 그러나 미선나무의 녹지삽목은 신초 형성 시기인 5월과 6월은 발근이 잘되지 않고 신초가 왕성하게 생육하여 양분이 축적되고 어느 정도 단단해지는 7월과 8월 사이에 발근이 잘되어(Yoo and Kim, 1996) 녹지삽목의 적기는 수종에 따라 매우 다를 수 있다. Kim and Kim(2007)은 7월 초에 실시한 왕벚나무의 녹지삽목 결과에서도 발근율이 비교적 높게(74.1%) 나타나, 본 시험의 결과와 종합해 보면 왕벚나무 성숙묘의 녹지삽목 적정시기는 6월 초순부터 7월 초순 사이의 약 1개월 정도로 판단된다. 삽목시기는 발근율을 높이고 더불어 삽목묘의 묘포장 이식 혹은 삽목온실에서 이듬해 봄까지 생존여부를 결정하는 중요한 요소가 되므로 수종에 따라 적정 삽목시기를 결정할 필요가 있다.

옥신처리에 따른 삽수의 발근 효과는 옥신처리 및 삽목시기에 따라 발근율 차이를 보였다(Table 1). 6월 1일 삽수에 처리한 옥신 중 발근율이 가장 좋은 처리는 IBA 1,000mg·L⁻¹와 IBA 500mg·L⁻¹ 처리로 각각 90.8%, 89.2%의 발근율 나

Table 1. Effects of cutting time, auxin treatments^z, and cutting position on rooting rates in the green-wood cuttings of the adult *Prunus yedoensis*.

| Auxin treatment (mg·L ⁻¹) | Cuttings position | June 1st. | | | August 1st. | | |
|---------------------------------------|-------------------|------------|--------------|---|-------------|--------------|----------------|
| | | Leafy (%) | Leafless (%) | Total (%) | Leafy (%) | Leafless (%) | Total (%) |
| IBA 100 | Upper | 71.7 ± 1.4 | 5.0 ± 2.4 | 76.7 ± 1.7 ^y cd ^x | 18.4 ± 2.7 | 3.3 ± 1.4 | 21.7 ± 4.5 bcd |
| | Lower | 70.0 ± 2.4 | 3.3 ± 1.4 | 73.3 ± 4.4 de | 6.7 ± 1.7 | - | 6.7 ± 1.7 e |
| IBA 500 | Upper | 81.8 ± 2.7 | 8.3 ± 1.4 | 90.1 ± 2.9 ab | 23.3 ± 1.4 | 5.0 ± 2.4 | 28.3 ± 3.3 bc |
| | Lower | 83.3 ± 1.4 | 5.0 ± 0.0 | 88.3 ± 4.4 ab | 26.7 ± 4.9 | 5.0 ± 2.4 | 31.7 ± 4.4 b |
| IBA 1000 | Upper | 88.4 ± 1.4 | 8.3 ± 1.4 | 96.7 ± 1.7 a | 51.7 ± 3.6 | 6.4 ± 1.4 | 58.3 ± 6.0 a |
| | Lower | 81.7 ± 1.4 | 3.3 ± 1.4 | 85.0 ± 2.9 bc | 60.1 ± 2.4 | 3.3 ± 1.4 | 63.4 ± 4.5 a |
| Rootone ^w | Upper | 53.4 ± 1.4 | 13.3 ± 1.4 | 66.7 ± 1.7 ef | 8.3 ± 1.4 | 1.7 ± 1.4 | 10.0 ± 2.9 de |
| | Lower | 78.3 ± 2.4 | 6.7 ± 1.4 | 85.0 ± 2.9 bc | 8.3 ± 1.4 | 1.7 ± 1.4 | 10.0 ± 2.9 de |
| NAA 2000 | Upper | 23.3 ± 1.4 | - | 23.3 ± 3.3 l | 16.6 ± 1.4 | 1.7 ± 1.4 | 18.3 ± 1.7 cde |
| | Lower | 58.4 ± 1.4 | 3.3 ± 1.4 | 61.7 ± 1.7 fg | 16.6 ± 1.4 | 1.7 ± 1.4 | 18.3 ± 3.3 cde |
| NAA 4000 | Upper | 28.3 ± 1.4 | 5.0 ± 0.0 | 33.3 ± 1.7 h | 16.7 ± 2.7 | 3.3 ± 1.4 | 20.0 ± 5.0 bcd |
| | Lower | 51.7 ± 1.4 | 3.3 ± 1.4 | 55.0 ± 2.9 g | 18.3 ± 1.4 | 5.0 ± 2.4 | 23.3 ± 3.3 bc |
| Control | Upper | 5.0 ± 0.0 | - | 5.0 ± 0.0 j | 10.0 ± 2.4 | - | 10.0 ± 2.4 de |
| | Lower | 18.3 ± 1.4 | 1.7 ± 1.4 | 20.0 ± 2.9 i | 8.3 ± 1.4 | 1.7 ± 1.4 | 10.0 ± 2.9 de |

Significance

| | | |
|-----------------------|-----|-----|
| Auxin treatment (A) | *** | *** |
| Cuttings position (P) | *** | ns |
| (A) × (P) | *** | ns |

^zIBA and NAA treatments mixed with talc powder.

^yMean ± SE (n = 3).

^xMean separation within columns by Duncan's multiple range test ($P \leq 0.05$).

^w1-naphthylacetamide 0.4% powder.

ns,*** Nonsignificant or significant at $P = 0.0001$.

타냈고, NAA 2,000mg·L⁻¹ 처리는 42.5%의 저조한 발근율을 보였으며, 가장 낮은 발근율을 보인 처리는 무처리로 12.5%를 나타냈다. 8월 1일 삽목에서도 역시 IBA 1,000mg·L⁻¹ 처리가 가장 좋은 60.8%의 발근율을 보였지만 6월 1일 삽목에 비해 상당히 저조하였다. IBA 500mg·L⁻¹(30.0%) 처리를 제외한 나머지 옥신처리는 20% 이하의 아주 낮은 발근율을 나타냈다(Table 1). 삽목에서 발근 및 뿌리발달에 대한 옥신의 종류와 적정 농도는 지금까지 많이 밝혀져 있는데 본 연구에서는 NAA보다는 IBA 처리가 보다 효과적이고 농도가 높을수록 발근율이 증가하는 경향을 보였다. Kim and Kim(2007)은 IBA 100mg·L⁻¹ 처리가 89.5%의 가장 좋은 발근율을 보였지만, 본 연구에서는 IBA 1,000mg·L⁻¹ 처리가 90.8%로 가장 좋았으며 오히려 IBA 100mg·L⁻¹ 처리는 75.0%로 낮게 나타났는데, 이러한 결과는 삽목 당시의 삽수상태와 삽목환경의 미세한 차이가 발근율에 영향을 미치는 것으로 추정된다. 이와 비슷한 결과는 Loach(1988)가 5년간 실시한

삽목시험에서도 나타났는데, 매년 같은 농도의 옥신을 처리했지만 같은 결과를 얻지 못했다. *P. africana*의 삽목에서는 IBA 100과 200mg·L⁻¹ 처리가 최적의 발근율을 나타냈고 (Tchoundjeu et al., 2002), 물싸리의 녹지삽목은 IBA 1,000 mg·L⁻¹ 처리에서 95%의 높은 발근율을 보였다(Ko et al., 2007). 이와 같이 삽목발근에 미치는 옥신처리 효과는 수종, 옥신의 종류 및 농도에 따라 다름을 알 수 있고 보다 중요한 것은 옥신의 처리가 발근속도 및 발근된 뿌리의 형태에 직접적인 영향을 미친다는 것이다(Spethmann, 1997).

삽수의 채취부위에 따라 발근율 차이가 나타났다. 정아가 있는 신초의 상단부(upper)와 정아가 없는 하단부(lower)로 나누어 삽목한 결과, 6월 1일에 삽목한 하단부 삽수의 발근율이 66.9%로 상단부보다 약 11% 높게 나타났다. 그러나 8월 1일에 삽목한 상단부와 하단부의 발근율은 각각 23.8%, 23.3%로 거의 차이가 없었으며 발근율이 아주 저조하였다 (Table 1). 수종에 따른 차이는 있으나 여러 수종에서 하단

부가 발근력이 좋은 것은 삽수의 기부에 탄수화물이 보다 많이 집적되기 때문으로 설명된다(Hartmann et al., 1997). 비슷한 경향이 상수리나무에서 관찰되었는데 7월에 채취한 삽수의 발근율은 신초의 정단부에서 하단부로 갈수록 증가하여 4번째 부위가 가장 좋았으며 마지막 5번째 부위는 다소 감소하였는데 이는 삽수부위의 경화도에 따른 차이로 추정하였다(Moon et al., 1991). 이와 반대로 *Milicia exelsa* (Ofori et al., 1997), *Triplochiton scleroxylon*(Leakey, 1983), *Nauclea dederrichii*(Matin, 1989)의 삽목에서는 정아가 있는 상단부의 삽수가 정아가 없는 기부의 삽수보다 더 좋은 발근율을 보였다. 이와 같이 삽수의 부위에 따른 발근력의 차이는 수종마다 매우 다르다는 것을 알 수 있는데 이러한 차이는 조직의 생리적 상태, 동화와 생장조절물질의 수준 및 리그닌화 정도 등의 차이에 기인하는 것으로 추정하고 있다(Husen, 2004).

발근율에 대한 삽목시기, 옥신처리 및 삽수부위간의 상호 효과에서 6월 1일 삽목은 고도의 유의성($P < 0.0001$)이 인정되었지만, 8월 1일 삽목은 유의성이 나타나지 않았다(Table 1). 6월 1일 삽목 발근율에서 삽수의 상단부 + IBA(100, 500, 1,000mg·L⁻¹) 처리가 하단부 + IBA(100, 500, 1,000mg·L⁻¹) 처리보다 5.6% 정도 높지만, NAA(Rootone, 2,000, 4,000 mg·L⁻¹) 처리는 하단부가 상단부보다 26.1% 높은 발근율을 보여 옥신처리에 따라 삽수부위별 차이가 뚜렷하게 나타났다(Fig. 1). 8월 1일 삽목은 하단부와 IBA(500, 1,000mg·L⁻¹) 처리 및 NAA(Rootone, 2,000, 4000mg·L⁻¹) 처리가 상단부 처리보다 1-4% 정도 높았지만 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 이상의 결과에서 실제 삽목에 적용할 수 있는 각 요인들의 조합은 6월초 삽목 + 정아가 있는 상단부 삽수 + IBA 1,000mg·L⁻¹ 처리이며 발근율은 96.7%였다(Table 1). 한편 *P. africana*의 삽목에서 2월 삽목 + 정아가 없는 하단부 삽수의 조합은 발근율 100%, 평균 뿌리수 19개를 보여 최적의 삽목조합으로 나타났다(Tchoundjeu et al., 2002). 따라서 왕벚나무 성목의 녹지삽목은 자동안개관수장치가 설

치된 온실에서 이 실험의 결과를 근거로 한 각 요인을 고려하여 삽목을 실시한다면 묘목의 대량증식이 가능할 것으로 판단된다.

발근된 삽목묘의 묘포장 이식 활착율 및 생장특성

6월 1일에 삽목을 실시하여 발근된 삽목묘를 옥신 및 삽수부위 처리별로 묘포장에 이식하여 활착율을 조사한 결과, 잎이 있는 삽목묘의 평균 활착율은 46.5%이며, 옥신처리별 및 상호작용에서 고도의 유의성($P < 0.0001$)이 나타났다. 한편 발근은 되었지만 잎이 없는 삽목묘는 거의 고사되어 앞으로 잎이 없는 삽목묘는 이식할 필요가 없을 것으로 판단되었다. 잎이 있는 삽목묘의 평균 이식 활착율에서 옥신 처리는 IBA 처리(70.9-79.2%)와 NAA 처리(0-40.6%)간에 확연한 차이를 보였으나, 삽수부위간에는 하단부가 약 5% 높지만 유의적인 차이가 없었다(Table 2). 활착된 삽목묘의 평균생장은 묘고 123.1cm, 근원경 12.8mm로 나타났으며, 유의적인 차이는 옥신처리간의 묘고($P < 0.01$)에서만 나타났고 부위간에는 나타나지 않았다. 묘고생장에서 가장 좋은 생장을 보인 IBA 500mg·L⁻¹ 처리의 하부위(148.2cm)와 가장 저조한 생장을 보인 NAA 2,000mg·L⁻¹ 처리의 하부위(74.3cm)를 제외한 처리간에는 통계적인 차이가 뚜렷하게 나타나지 않았다. 근원경생장이 가장 좋은 처리는 역시 묘고생장이 좋은 IBA 500mg·L⁻¹ 처리의 하부위(14.5mm)였으며, NAA 2,000mg·L⁻¹ 처리의 하부위(0.3mm)가 가장 저조하였다(Table 2).

성공적인 삽목증식은 발근율을 높이고 좋은 뿌리발달을 유도하는 것도 중요하지만 무엇보다도 발근된 삽목묘의 성공적인 겨울나기에 달려있다. 삽목묘의 겨울나기는 수종에 따라 다르고 발근묘의 순화방법에 따라서도 다른 것으로 관찰되었다. 몇 가지 활엽수의 삽목묘에서 관찰된 결과를 보면 가을에 이식한 *Prunus* spp., *Acer* spp., *Betula* spp., *Fagus* spp.는 생존율이 낮고 생장도 저조하였지만, 삽목온실에서 발근된 삽목묘를 보온장치 없이 다음해 봄까지 두었을 때

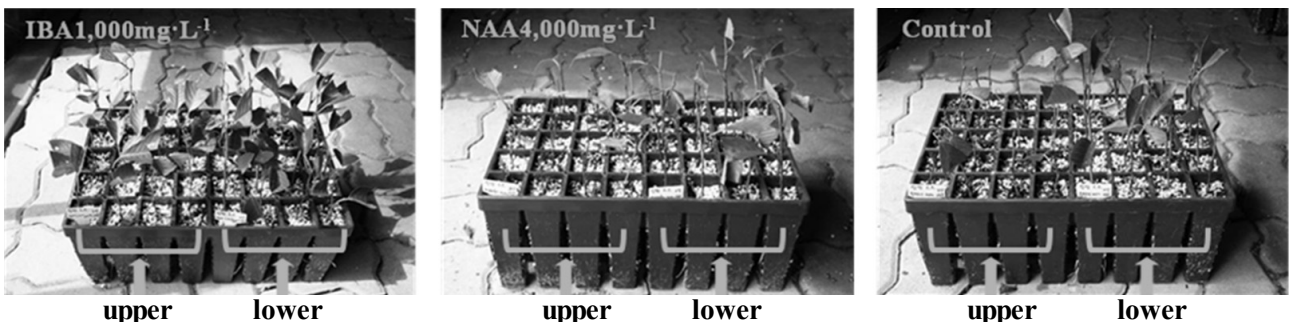


Fig. 1. Differences in rooting rate by auxin treatments and cutting position at 65 days after cutting.

Table 2. Transplantation survival rates and growth performance of rooted cuttings (leafed), which were originally planted in pots on June 1st, by auxin treatment^z and cutting position at *Prunus yedoensis* nursery.

| Auxin treatment | Cutting position | Transplantation survival rates (%) | Height (cm) | Diameter at root collar (mm) |
|------------------------------|------------------|--|------------------|------------------------------|
| IBA 100 mg·L ⁻¹ | Upper | 46.5 ± 2.1 ^y cde ^x | 111.6 ± 10.7 abc | 12.9 ± 1.5 |
| | Lower | 95.3 ± 2.4 a | 125.1 ± 12.7 ab | 12.9 ± 1.0 |
| IBA 500 mg·L ⁻¹ | Upper | 70.9 ± 2.1 abc | 131.3 ± 6.7 ab | 13.1 ± 0.7 |
| | Lower | 82.1 ± 3.2 ab | 148.2 ± 7.5 a | 14.5 ± 0.7 |
| IBA 1,000 mg·L ⁻¹ | Upper | 100.0 ± 0.0 a | 128.9 ± 8.7 ab | 11.6 ± 0.9 |
| | Lower | 58.4 ± 2.1 bcd | 126.5 ± 8.3 ab | 14.3 ± 1.2 |
| Rootone ^w | Upper | 27.9 ± 4.7 def | 115.7 ± 4.9 abc | 13.9 ± 0.8 |
| | Lower | 53.2 ± 1.8 bcd | 113.8 ± 5.2 abc | 12.0 ± 0.9 |
| NAA 2,000 mg·L ⁻¹ | Upper | 35.0 ± 5.0 de | 97.0 ± 9.9 bc | 13.2 ± 2.1 |
| | Lower | 21.2 ± 3.0 ef | 74.3 ± 1.5 c | 10.3 ± 0.1 |
| NAA 4,000 mg·L ⁻¹ | Upper | 0.0 ± 0.0 f | - | - |
| | Lower | 0.0 ± 0.0 f | - | - |
| Control | Upper | 33.3 ± 33.3 de | 123.0 ± 0.0 ab | 10.5 ± 0.0 |
| | Lower | 27.8 ± 2.8 def | 112.5 ± 15.2 abc | 11.5 ± 1.4 |
| Significance | | | | |
| Auxin treatment (A) | | *** | ** | ns |
| Cuttings position (P) | | ns | ns | ns |
| (A) × (P) | | *** | ns | ns |

^zIBA and NAA treatments mixed with talc powder.

^yMean ± SE (n = 3).

^xMean separation within columns by Duncan's multiple range test ($P \leq 0.05$).

^w1-naphthylacetamide 0.4% powder.

ns, **, *** Nonsignificant or significant at $P = 0.001$ and 0.0001 , respectively.

수종별 생존율은 70%-95%로 비교적 높은 겨울나기가 가능했다(Spethmann, 1997). 본 시험에서 6월 1일 온실에 삽목하여 8월 4일에 묘포장에 이식한 시기는 비가 자주 내리는 여름철로 식물의 생장이 왕성한 시기이므로 삽목묘가 활착 후 뿌리발달과 지상부의 생장이 지속되어 보다 성공적인 겨울나기가 될 것으로 판단된다. 한편 옥신처리에 따른 삽목묘의 이식 활착율과 생장 차이는 IBA와 NAA간 호르몬 종류에 따른 유의적 차이가 있을 뿐 IBA와 NAA내에서는 농도에 따른 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 발근율이 가장 좋았던 IBA 1,000mg·L⁻¹ 처리 및 IBA 500mg·L⁻¹ 처리에서 삽목묘의 이식 활착율과 생장이 가장 좋았다는 사실은 옥신처리가 발근뿐만 아니라 삽목묘가 활착되어 건전한 뿌리발달에도 크게 영향을 주는 것으로 추정된다.

삽목묘, 실생묘 및 접목묘의 묘포장 이식 생장특성

삽목묘와 번식방법은 다르지만 생장기간이 비슷하고 같

은 구내 포지에서 자란 삽목 이식묘(IBA와 NAA 처리묘), 접목묘 및 실생묘의 생장특성을 조사하였다. 각각의 묘고, 근원경, 뿌리수 가지수, 잎수 및 T/R율을 분석한 결과, T/R율을 제외한 모든 생장특성에서 묘목종류간에 고도의 유의성($P < 0.0001$)이 나타났다(Table 3). 묘고생장은 삽목묘 IBA(176cm) > 접목묘(161.6cm) > 삽목묘 NAA(156.6cm) > 실생묘(91.0cm)의 순서이며, 근원경생장은 삽목묘 NAA(18.9mm) > 삽목묘 IBA(18.5mm) > 접목묘(13.4mm) > 실생묘(8.5mm) 순으로 나타났다. 뿌리수는 삽목묘(5.6, 8.6개)가 접목묘(4.8개)와 실생묘(4.8개)보다 많았으며, 가지수와 잎수 역시 삽목묘 IBA(11.2, 208.4개)와 삽목묘 NAA(10.2, 250.0개)가 실생묘(8.4개, 143.6개)와 접목묘(0.4개, 17.7개)보다 높게 나타났다. 삽목묘의 지상부 생장은 삽목묘가 접목묘와 실생묘보다 좋았고, 지하부 발달을 나타내는 T/R율도 삽목묘(IBA 3.52, NAA 3.02)가 접목묘(3.58)와 실생묘(3.64)보다 낮아 우수하였다(Table 3). 전반적으로 삽목묘가 접목묘나 실생

Table 3. Growth characteristics of transplanted cuttings (IBA and NAA), grafts, and seedlings of *Prunus yedoensis* in a nursery.

| Stock | Age of stock (month) | Height (cm) | Diameter at root collar (mm) | Root number | Branch number | Leaf number | T/R rate |
|-----------------------------|----------------------|---|------------------------------|--------------|---------------|----------------|-------------|
| Cuttings (IBA) ^z | 16 month | 176.0 ± 7.6 ^x a ^w | 18.5 ± 1.3 a | 5.6 ± 0.7 ab | 11.2 ± 0.7 a | 208.4 ± 19.7 a | 3.5 ± 0.2 a |
| Cuttings (NAA) ^y | 16 month | 156.6 ± 8.9 a | 18.9 ± 0.4 a | 8.6 ± 2.1 ab | 10.2 ± 0.6 ab | 250.0 ± 20.0 a | 3.0 ± 0.2 a |
| Grafts | 18 month | 161.6 ± 8.3 a | 13.4 ± 1.6 b | 4.8 ± 0.6 b | 0.4 ± 0.4 c | 61.0 ± 7.9 c | 3.6 ± 0.3 a |
| Seedlings | 18 month | 91.0 ± 4.0 b | 8.5 ± 0.8 b | 4.8 ± 0.2 b | 8.4 ± 0.9 b | 143.6 ± 13.1 b | 3.6 ± 0.2 a |

^zRooted cuttings treated with IBA (100, 500, and 1,000 mg·L⁻¹) were combined.

^yRooted cuttings treated with NAA (Rootone, 2,000, and 4,000 mg·L⁻¹) were combined.

^xMean ± SE (n = 15).

^wMean separation within columns by Duncan's multiple range test (P ≤ 0.05).

묘보다 묘고 및 근원경생장이 좋고, 뿌리발달이 우수하여 건전한 묘목으로 판단된다. 지금까지 가로수용 왕벚나무 묘목생산은 접목묘로 증식되어 왔지만 조림 활착율에 직접적인 영향을 미치는 뿌리수, T/R율 등을 고려한다면 뿌리의 발달이 좋고 지상부의 생장이 우수한 삽목묘를 식재하는 방안도 검토할 필요가 있다. 왜냐하면 접목묘의 생산은 노임이 많이 들고 숙련된 인력을 확보해야 하며 묘목의 생산기간이 길기 때문이다. 본 시험결과로 판단해 볼 때 접목묘의 생산기간은 약 2년 10개월(대목조성 1년 10개월, 접목 1년)이 소요되지만 삽목묘는 약 1년 7개월(삽목 2개월, 이식 및 거치 1년 5개월)로 접목묘 생산에 비해 1년 3개월을 단축할 수 있기 때문이다. 이상의 결과를 볼 때 왕벚나무 성목의 녹지삽목은 자동안개관수장치로 안정적인 습도조절과 온도유지가 가능한 삽목온실에서 6-7월의 삽목시기, 정아가 있는 IBA 처리, 상단부 삽수의 선택 및 8월의 발근묘 포지이식을 통해 대량생산이 가능할 것으로 보여진다. 또한 성목의 녹지삽목이 가능해 짐에 따라 수형이나 꽃이 아름다운 선발개체의 증식을 통해 모수의 유전적 특성을 유지할 것으로 기대된다.

초 록

왕벚나무 성목(43-58년생)의 삽목묘 대량증식 방법을 밝히기 위해 삽목시기별, 옥신처리별 및 삽수부위별로 자동안개관수장치가 설치된 무가온 비닐하우스에 삽목을 실시했으며, 삽목묘의 가로수 식재 성공여부를 검토하기 위해 발근된 삽목묘를 묘포장에 이식하여 생육특성을 조사하였다. 각 처리에 따른 평균 발근율의 분산분석 결과는 고도의 유의성(P < 0.0001)이 나타났다. 시기별 평균 발근율에서 6월 1일의 삽목(61.4%)이 8월 1일(23.6%)보다 2배 이상 높아 6월 1일이 적합한 시기로 나타났다. 발근율이 가장 좋은 옥신 처리는 IBA 1,000mg·L⁻¹와 IBA 500mg·L⁻¹ 처리에서 각각

90.8%, 89.2%로 나타났으며, 발근율에 대한 각 처리간의 상호효과(P < 0.0001)가 인정되었다. 삽수부위에서 상단부 + IBA 1,000mg·L⁻¹ 처리가 발근율 96.7%로 가장 높게 나타났다. 삽목묘의 묘포장 이식 활착률 역시 옥신처리간에 고도의 유의성(P < 0.0001)이 인정되었으며, 잎이 있는 삽목묘의 평균 이식활착률은 46.5%로 낮았으나 IBA 1,000mg·L⁻¹ 처리는 79.2%로 높았다. 그러나 잎이 없는 삽목묘의 이식활착율은 8.7%로 대부분 고사하였다. 활착된 삽목묘와 접목묘 및 실생묘의 성장특성을 비교한 결과, 생장(수고, 근원경), 뿌리수, 가지수, 잎수 등에서 고도의 유의성(P < 0.0001)이 나타났으며 삽목묘가 월등히 우수하였다. 본 연구의 결과는 자동안개관수장치로 안정적인 습도조절과 온도유지가 가능한 삽목실에서 6 - 7월의 삽목실시, 상단부 삽수의 선택, IBA 처리 및 8월에 발근된 삽목묘의 묘포장 이식을 통해 개량된 왕벚나무의 대량증식과 성공적인 가로수 식재가 가능할 것이다.

추가 주요어 : 자동안개관수장치, 번식, 가로수, 발근율, 이식활착율

인용문헌

- Anderson, V.L. and R.A. McLean. 1974. Design of experiments. Marcel Dekker Inc, New York.
- Bhardwaj, D.R. and V.K. Mishra. 2005. Vegetative propagation of *Ulmus villosa*: Effects of plant growth regulators, collection time, type of donor and position of shoot on adventitious root formation in stem cuttings. New Forest 29:105-116.
- Byun, K.O., H.S. Park, and S.K. Lee. 1995. Effect of position and explants on rooting rate and root development of *Prunus serrulata* var. *spontanea* Wilson. Res. Rep. For. Gen. Res. Inst. Kor. 31:106-111.
- Cheong, E.J., C.S. Kim, and J.S. Yi. 2000. Differentiation of winter buds of *Prunus yedoensis* Matsumura from Jeju island depending on the collection time and media conditions. J. Kor. For. Soc. 89:522-526.

- Harada, H. and Y. Murai. 1996. Vegetative propagation of Japanese plum (*Prunus salicina* Lindl.) by softwood cuttings. IPPS 46:710-713.
- Hartmann, H.T., D.E. Kester, F.T. Davies, and R.L. Geneve. 1997. Plant propagation - Principle and practices. 6th ed. Prentice-Hall of India Private Limited, New Delhi.
- Husen, A. 2004. Clonal propagation of *Dalbergia sissoo* Roxb. by softwood nodal cuttings: Effects of genotypes, application of IBA and position of cuttings on shoots. *Silvae Genetica* 53:50-55.
- Husen, A. and M. Pal. 2003. Clonal propagation of *Tectona grandis* Linn. f. by leafy stem cuttings: Effects of branch position and auxin treatment on the rooting ability. *Int. Conf. Qua. Tim. Pro. Teak Sus. For. Manag.* p. 86.
- Hwang, S.K., H.J. Hwang, and K.S. Kim. 1998. Effect of cutting dates and rooting promoters on rooting of *Rhododendron mucronulatum* Turcz. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 16:33-36.
- Joustra, M.K. and P.A.W. Verhoeven. 1983. Overwintering of rooted cuttings. *Prodstation voor de Boomteelt en het Stedelijk Groen. Jaarboek.*
- Jung, J.H., S.K. Chang, and D.Y. Yeom. 1981. The seasonal changes of major nutrients and rooting potentials of *Rhododendron* species. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 22:92-106.
- Kim, C.S. and Z.S. Kim. 2007. Effects of auxin and fog treatments on the green-wood cutting of the mature trees in *Prunus yedoensis*. *J. Kor. For. Soc.* 96:676-683.
- Kim C.S., J.G. Koh, and R.M. Cho. 1993. Effects of media, growth regulators and dark treatment on in vitro propagation using vegetative buds of *Prunus yedoensis* Matsumura. *Kor. J. Plant Tissue Cult.* 20:213-219.
- Kim, C.S., K.Y. Lee, M.O. Moon, H.J. Hyun, B.S. Ihm, and M.H. Kim. 1998. Natural habitat of *Prunus yedoensis* Matsumura and its morphological variation. *Kor. J. Plant Tax.* 28:117-137.
- Ko, J.Y., H.J. Kwon, and M.H. An. 2007. Effects of cutting time and plant growth regulators on rooting of *Potentilla fruticosa* L. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 25:463-467.
- Koh, J.G., Y.C. Park, D.Y. Yang, E.S. Kim, M.Y. Oh, and S.C. Koh. 1997. Plant regeneration and somatic embryogenesis from zygotic embryo-derived callus of native *Prunus yedoensis* in Mt. Halla. *Korean J. Plant Tissue Cult.* 24:345-349.
- Korea Forest Service. 2010. Statistical yearbook of forestry. Korea Forest Service, Daejeon. 40:371-379
- Leakey, R.R.B. 1983. Stock plant factors affecting root initiation in cuttings of *Triplochiton scleroxylon* K. Schum an indigenous hardwood of West Africa. *J. Hort. Sci.* 58:227-290.
- Lee, C.B. 1998. *Prunus nudiflora* (Koehne) T. Lee, grad. nov. *Amateur Botanist Club Korea* 45:4-5.
- Loach, K. 1988. Hormone applications and adventitious root formation in cuttings - A critical review. *Acta Hort.* 227:126-133.
- Matin, M.A. 1989. Carbon economy during rooting of cuttings of *Nauclea diderrichii* (De. Wild and Th. Dus.) Merrill. M. Phil. thesis, University of Edinburgh, United Kingdom.
- Moon, H.K., Y.H. Park, K.L. Lee, and B.S. Lee. 1991. Effect of cutting length, nodal position, leaf trimming type, and blanching on rooting from cuttings *Quercus acutissima* seedlings. *Res. Rep. Inst. For. Gen. Kor.* 27:80-84.
- Ofori, D., A.C. Newton, R.R.B. Leakey, and J. Grace. 1997. Vegetative propagation of *Milicia excelsa* by leafy stem cuttings: Effects of maturation, coppicing, cutting length and position on rooting ability. *J. Trop. For. Sci.* 10:115-129.
- Park, M.K. 1965. A historical survey on the *Prunus yedoensis* in Korea. *Kor. J. Bot.* 8(3):12-15.
- Pijut, P.M. and C. Espinosa. 2004. Development of a rooted cutting propagation method for *Prunus serotina*. IPPS 54:513-515.
- Spethmann, W. 1986. Stem cutting of oaks (*Quercus robur* L. and *Quercus petraea* [Matt.] Liebl.). *Schriften Forstl. Fak. Univ. Göttingen U.D. Nieders. Forstl. Versuchsanstalt* 86:1-99.
- Spethmann, W. 1997. The vegetative propagation of trees, p. 382-438. Gerd Krussmann Nursery. Parey Buchverlag, Berlin.
- Tchoundjeu, Z., M.L. Avana, R.R.B. Leakey, A.J. Simons, E. Asaah, B. Duguma, and J.M. Bell. 2002. Vegetative propagation of *Prunus africana*: Effects of rooting medium, auxin concentrations and leaf area. *Agroforestry Systems* 54:183-192.
- Yim, K.B. 1991. Plant propagation. 4th ed. Daehan Textbook Co. Ltd., Seoul. p. 307-311.
- Yoo, Y.K. and K.S. Kim. 1996. Seasonal variation in rooting ability, plant hormones, carbohydrate, nitrogen, starch, and soluble sugar contents in cuttings whit forsythia (*Abeliophyllum distichum* Nakai). *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 37:554-560.