

시로미의 숙지삽목 증식 및 초기생장 특성

김홍림, 고정군*, 김찬수¹, 고석찬²

한라산연구소, ¹국립산림과학원 난대산림연구소, ²제주대학교 생명과학과

Hardwood Cutting Propagation and Early Growth Characteristics of *Empetrum nigrum* var. *japonicum* K. Koch

Hong-Lim Kim, Jung-Goon Koh*, Chan-Soo Kim¹ and Seok-Chan Koh²

Research Institute for Mt. Halla, Jeju 690-200, Korea

¹Warm-Temperate Forest Research Center, Korea Forest Research Institute, Seogwipo 697-050, Korea

²Department of Life Science, Cheju National University, Jeju 690-756, Korea

Abstract - Hardwood cutting propagation and early growth characteristics were investigated in order to develop the method of cutting propagation and to find out growth characteristics in the low altitude for *in situ* and *ex situ* conservation of *Empetrum nigrum* var. *japonicum* K. Koch, which is typical arctic alpine plants on Mt. Halla. The growth of roots and shoots was different depending on hormone concentrations or soil conditions. The survival rate, rooting rate, root growth, number of root and shoot growth increased with treatment of 100 mg/l or 500 mg/l NAA. Consequently, optimum condition of hardwood cutting was at treatment with 100 mg/l or 500 mg/l NAA. When plantlets from hardwood cuttings were exposed to the field condition, after 7 months survival rate was 73.3% without shading while 91.1~94.4% at shading conditions. In the green house, however, survival rate of plantlets were 95.6~97.8% without shading. The growth of plantlets was different depending on sites and shading conditions. Particularly, the best growth was obtained when the plantlets were grown in shading conditions. It indicates that relative humidity and light intensity are correlated with the growth in the low altitude area.

Key words - Hardwood cutting, Rooting, Growth, Shading, NAA

서 언

시로미(*Empetrum nigrum* var. *japonicum* K. Koch.)는 상록관목식물로서 시로미과(Empetraceae)에 속하며 북유럽, 시베리아, 아시아, 북미 등에 광범위하게 자라는 *Empetrum nigrum* L.의 동북아시아 요소로 기본종에 비해 잎이 좁고 사할린, 한국, 일본의 홋카이도와 혼슈 등지에 분포한다 (Eshbaugh, 1968; Ohwi, 1984; Lee, 1996).

한반도에는 시로미가 백두산, 관모봉, 두류산, 북수백산 등의 북부지역과 제주도 한라산 정상부근 해발 1,700m 이상의 고원지에 주로 분포한다 (Kong and Watts, 1993). 한라산에 분포하는 시로미는 지구상 분포의 남방한계선으로 식물 지리학적 가치가 매우 높으며 한라산에서도 비교적 넓은 분포역을 가져 환경변화에 따른 식생패턴의 변화를 예측하기에 적합한 극자고산 식물의 대표적인 수종으로 볼 수 있다 (Kong, 2002). 특히 한라산에는 해발 1,600m 이상의 강한 바람과 광선의 영향을 직접 받는 암석지나 붕괴지의 토심이 얇고 토양 수분함량이 낮은 건조한 지역에 대부분 분포하며, 높이가 10~20cm인 나무로서 지면을 기면서 자라는 특징이 있다 (Hyun, 1998). 이러한 시로미는 약

용 및 관상용으로 이용되고 민간에서는 나무 전체를 방광염, 임질, 소화, 구토, 정혈, 신장염 등에 약으로서 사용되기도 한다(Kim, 1996).

남한에서는 유일하게 한라산에만 자생하고 있는 시로미는 자생지의 자연환경 특성상 높은 광량, 강한 바람, 건조한 토양조건 그리고 고온 등의 자연적 환경요인이 스트레스 요인으로 작용하여 식물의 생육이 저해될 가능성이 높다 (Kang *et al.*, 1999). 한라산의 시로미 분포는 제한적이며, 등산객에 의한 피해와 생태적 환경변화 등으로 최근 들어 개체수가 급격하게 감소하고 있는 것으로 나타나고 있다 (Lee *et al.*, 1997; Kim *et al.*, 2005). 이들 개체수가 감소하는 이유는 여러 가지 복합적인 원인이 있겠지만 지구온난화 등으로 고지대까지 제주조릿대(*Sasa quepaertensis* Nakai)가 왕성하게 성장하면서 극양수인 시로미가 제주조릿대와의 생존경쟁에서 밀리거나 또는 등산로 주변에 있는 개체들은 등산객의 답압의 피해를 받기 때문인 것으로 사료된다.

시로미는 실생, 분주 및 삽목에 의하여 증식되는 것으로 알려져 있으나 (Kim, 1996) 그 구체적인 방법에 대한 보고는 거의 없는 실정이나 최근에 삽목 등에 의한 증식방법이 일부 보고되고 있다 (Koh, 2000; Kang and Ko, 2003). 극저성 고산식물인 시로미가 저지대

*교신저자(E-mail) : kjg3839@jeju.go.kr

에서 영양변식은 이루어지고 있으나 아직까지도 저지대에서의 신초의 발생 및 생장은 다른 목본류에 비해 낮게 나타나고 있으며 지속적인 관리에 많은 어려움이 있다.

식물의 차광재배는 광량, 기온 및 지온을 낮추어 주어 식물의 생장 촉진 (Pyo and Moon, 1981), 엽록소 증가 (Hong *et al.*, 1996), 수량증가 (Suh *et al.*, 1994) 등의 효과가 있는 것으로 보고되고 있으며, 일부 종에 있어서는 초장과 절화장의 신장 (Han *et al.*, 1994), blasting 경감 및 고사율 감소 (Lee and Kwack, 1988), 병해충 발생 경감 (Kim *et al.*, 1995) 등을 야기하는 것으로 보고되고 있다.

본 연구는 한라산의 대표적인 극자고산 식물인 시로미의 현지내외의 보존을 위한 기초연구로서 증식체계를 마련하고, 저지대에서의 생장특성 등을 밝히고자 식물호르몬 및 삼목용도에 따른 시로미 속지삼목 시 발근 및 생육특성을 조사하였으며, 저지대에서의 효율적인 성장조건을 알아보기 위하여 차광처리별 초기생장특성을 알아보았다.

재료 및 방법

시로미의 속지삼목 증식 시험

삼목시험은 2004년 4월 초순에 한라산 해발 1,700m 이상 지역인 남벽등산로 일대에 자생하는 시로미 (*Empetrum nigrum* var. *japonicum* K. Koch.)로부터 줄기를 채취하여 삽수로 사용하였다. 채취된 삽수는 건조피해를 최소화하기 위해 채취 다음날 해발 700m에 위치한 고랭지시험포 내 온실에서 삽수를 7cm 정도로 자른 후 줄기 상의 잎을 2/3정도 제거하여 삼목하였다. 식물호르몬 처리는 indol-3-butyric acid (IBA) 및 α -naphthalene acetic acid (NAA) 농도를 각각 0, 100, 500, 1,000 mg/l로 하여 삽수를 5분간 침지한 후 삼목하였다. 삼목용토는 피트모스(peat moss), 버미큘라이트(vermiculite)와 펄라이트(perlite)를 동일비율로 섞은 혼합용토와 송이(scoria)를 사용하였다. 삽수는 혼합용토에서는 처리구당 100점씩, 송이에서는 처리구당 80점씩 각각 4반복으로 삼목하였다. 실험구 배치는 완전임의배치법을 사용하였고, 삼목 후 약 5개월 후인 9월 중순에 각 처리구별로 생존율을 조사하였으며, 각 반복당

무작위로 30점씩 굴취하여 발근율, 신초발생률, 5mm이상 자란 뿌리 수, 1차 뿌리 길이, 신초길이를 조사하였다.

삼목 후 습도를 유지하기 위하여 지속적으로 관수를 충분하게 실시하였으며, 자연광 조건하에서 광 피해를 최소화하고 높은 습도를 유지시키기 위하여 약 35% 차광처리를 실시하였다. 삼목 후 성적조사까지 5개월 동안 삼목상이 위치한 온실 내 월평균 온도는 19.9~28.5°C이었고 전 생육기간의 평균온도는 25.1(± 2.9)°C이었으며, 상대습도는 월평균 71.3~74.8%로 전 생육기간의 평균상대습도는 71.9(± 3.3)%였다.

시로미의 초기 생장특성 조사

삼목증식된 삼목묘 중에서 뿌리발달 및 신초생장이 비교적 양호한 것을 무작위로 선별하여 포트(10×10cm)에 이식한 후 시험에 사용하였다.

시로미 삼목묘는 차광망을 이용하여 35%, 55% 및 75%로 조절된 차광처리구와 차광망을 처리하지 않은 대조구로 구분하여 각 처리구당 30본씩 3반복으로 노지와 온실에 각각 배치하여 생육시켰다. 실험구 배치 후 습도 유지를 위하여 지속적으로 충분한 관수를 실시하였으며, 성적조사는 2005년 3월부터 1개월 간격으로 반복당 30본씩 신초길이를 측정하였다.

조사기간 중 노지에서의 월평균 온도는 11.0~27.0°C이었으며, 전체적인 평균온도는 20.4°C였고, 상대습도는 월평균 68.2~87.9%로 전체적인 평균상대습도는 78.0%였다. 그리고 온실에서의 월평균 온도는 11.3~24.7°C이었으며, 전체적인 평균온도는 19.4(± 4.7)°C였고, 상대습도는 월평균 70.8~83.5%로 전체적인 평균상대습도는 74.5(± 6.2)%였다.

차광처리구별 온도, 상대습도, 광량 등의 기상자료는 비교적 날씨가 맑을 때를 택하여 8~10월 동안 6회에 걸쳐 동일 시간에 3반복으로 측정하였다. 온도와 상대습도는 ONDOTORI Thermo Recoder TR-72(T&D Co. Ltd, Japan)를 이용하여 식물체 높이에 센서를 설치하여 측정하였고, 광량은 LI-250 Light Meter(LI-COR, USA)를 이용하여 측정하였다. 차광처리구별 환경조건을 살펴보면

Table 1. Comparison of environmental factors among shading conditions in the field and the green house

Site	Shading rate (%)	Temperature (°C)	Relative humidity (%)	Light intensity ($\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)
Field	0	24.7 \pm 3.2	51.1 \pm 5.9	1327.8 \pm 251.5
	35	22.0 \pm 1.5	63.6 \pm 8.8	494.4 \pm 176.4
	55	22.5 \pm 2.7	62.7 \pm 4.7	319.1 \pm 117.3
	75	22.8 \pm 2.7	60.9 \pm 5.6	185.5 \pm 127.5
Green house	0	26.4 \pm 0.8	50.4 \pm 8.3	460.8 \pm 211.2
	35	25.0 \pm 2.5	56.3 \pm 8.1	188.6 \pm 66.0
	55	26.4 \pm 2.3	51.3 \pm 6.4	158.3 \pm 49.7
	75	25.7 \pm 1.5	53.6 \pm 5.7	81.0 \pm 23.0

대체로 온도는 차광 정도가 높아갈수록 점차 낮아지는 반면 상대습도는 상대적으로 높아지는 것으로 나타났으며, 광량은 차광 정도가 높아짐에 따라 일정 비율 감소하는 것으로 나타났다 (Table 1). 한편 온실에서도 광량의 경우 노지와 유사한 비율로 감소되었으며 온도는 차광처리가 낮고 상대습도는 다소 높은 경향을 보였으나 차광 정도에 따라 환경변화가 크지 않는 것으로 나타났다.

조사된 자료는 SPSS PC⁺ 통계 package를 이용하여 분산분석을 실시하였고, Duncan의 다중검정을 실시하였다.

결과 및 고찰

시로미의 삼목시 발근 및 생장에 대한 식물호르몬의 효과

시로미의 속지삽에서 식물호르몬의 효과를 알아보기 위하여 혼합용토하에서 식물호르몬을 처리한 결과 호르몬의 종류와 농도에 따라 생존율과 발근율 등에서 차이를 보였다 (Table 2). 즉, 생존율 및 발근율은 500mg/l NAA 처리구에서 각각 77.3%, 75.0%로 가장 높게 나타난 반면 1,000mg/l NAA 처리구에서는 각각 59.0%, 56.3%로 가장 낮게 나타났다. 그리고 IBA 처리구에서는 농도에 따라 생존율은 67.5~75.3%, 발근율은 64.8~68.3%로 큰 차이를 보이지 않는 것으로 나타났다. 그러나 뿌리 및 신초생장에서는 생존율이나 발근율과는 다른 차이를 보였는데 즉, 1차 뿌리의 생장은 1,000mg/l NAA 처리구에서 평균 9.1cm로 가장 양호한 반면 500mg/l IBA에서는 평균 7.1cm로 가장 저조한 생장을 보였다. 그리고 5mm 이상 자란 뿌리의 수에 있어서는 1,000mg/l NAA 처리구와 무처리구에서 평균 4.8, 4.7개로 가장 양호하게 나타났으며, 그 외의 처리구에서는 평균 4.0~4.5개로 큰 차이를 보이지 않았다. 또한 발근이 이루어진 대부분의 삽수에서는 신초가 발생되었는데, 신초의 길이는 식물호르몬을 처리하지 않은 경우 평균 1.7cm가 성장하여 가장 양호한 것으로 나타났으며 그 외의 처리구에서는 평균 1.2~1.5cm로 큰 차이를 보이지 않았다.

이와 같이 시로미의 속지삽에 의한 증식은 식물호르몬의 처리에 있어 발근이나 생장 등에 다소 다른 특징을 보이고 있으나 100mg/l 또는 500mg/l NAA를 처리한 경우 생존율, 발근율 및 뿌리의 생장이

비교적 양호하여 시로미의 속지삽을 이용한 증식에 상대적으로 양호한 조건인 것으로 판단된다.

시로미의 삼목시 발근 및 생장에 대한 삼목용토의 효과

시로미 속지삽시 발근 및 생장에 미치는 삼목용토의 효과를 알아보기 위하여 혼합용토와 송이를 이용하여 Table 2에 나타난 속지삽 발근에 최적의 조건이라 판단되는 식물호르몬 100mg/l 및 500mg/l NAA를 처리한 후 발근 및 생육상황을 비교하였다.

생존율은 100mg/l NAA를 처리하였을 때 혼합용토에서 75.8%의 생존율을 보인 반면 송이에서는 63.6%를 보여 12.2%가 혼합용토에서 높게 나타났다. 또한 500mg/l NAA를 처리하였을 때에는 혼합용토에서는 77.3%로 나타난 반면 송이에서는 31.5%로 나타나 32.1%가 혼합용토에서 높게 나타났다 (Fig. 1).

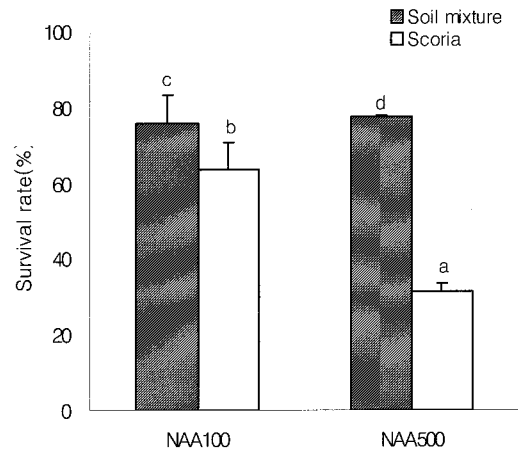


Fig. 1. Comparison of survival rate between soil conditions supplemented with NAA 100mg/l and NAA 500mg/l for *E. nigrum* var. *japonicum* hardwood cuttings.

발근율은 100mg/l NAA를 처리한 경우 혼합용토에서 74.3%로 나타난 반면 송이에서는 45.8%로 나타나 28.4%가 혼합용토에서

Table 2. The effects of plant hormones on the growth of *E. nigrum* var. *japonicum* hardwood cuttings on soil mixture

Plant hormones (mg/l)	Survival rate (%)	Rooting rate (%)	No. of roots induced	Length of major root (cm)	Length of shoot (cm)
Control	67.0 ^{ab}	61.8 ^{ab}	4.7 ^c	7.4 ^a	1.7 ^c
IBA 100	72.3 ^b	68.3 ^{bc}	4.2 ^{ab}	7.7 ^{ab}	1.4 ^{ab}
500	75.3 ^b	68.3 ^{bc}	4.5 ^{bc}	7.1 ^a	1.2 ^a
1000	67.5 ^{ab}	64.8 ^{abc}	4.2 ^{ab}	7.2 ^a	1.2 ^a
NAA 100	75.8 ^b	74.3 ^c	4.1 ^{ab}	8.0 ^b	1.3 ^a
500	77.3 ^b	75.0 ^c	4.0 ^a	8.9 ^c	1.4 ^{ab}
1000	59.0 ^a	56.3 ^a	4.8 ^c	9.1 ^c	1.5 ^{bc}

Duncan's multiple range test : 5% level.

높게 나타났다. 그리고 500mg/ℓ NAA를 처리한 경우에도 혼합용토에서는 75.0%가 발근이 이루어진 반면 송이에서는 29.7%가 발근되어 혼합용토에서 45.3%가 높게 발근되는 것으로 나타났다 (Fig. 2A). 이와 같이 시로미의 속지삽목 생존 및 발근에는 송이에서보다 혼합용토에서 훨씬 효과적인 것으로 나타났다. 이는 혼합용토가 삽수 발근에 중요하게 작용하는 수분의 보유능력이 송이보다 상대적으로 양호하기 때문인 것으로 생각된다. 즉, 송이는 일반적으로 다공질로 가볍고 산소 공급과 보수력이 좋은 반면 수분의 수평이동이 곤란하여 확산이 늦고 수분의 완충능력이 적은 단점을 지니고 있다.

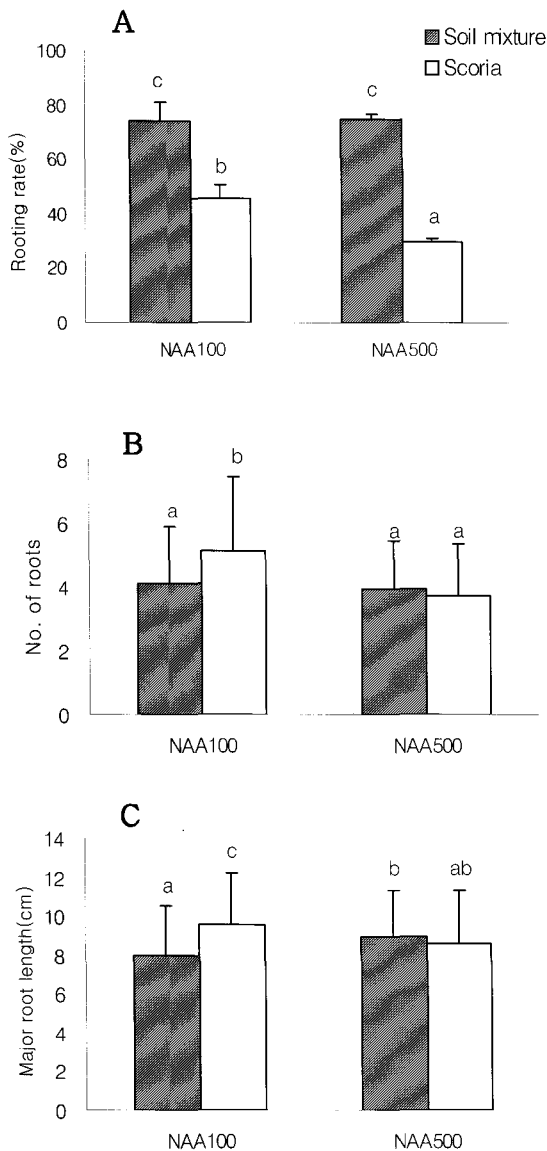


Fig. 2. Comparison of rooting rate (A), number of roots (B) and major root length (C) between soil conditions supplemented with NAA 100mg/ℓ and NAA 500mg/ℓ for *E. nigrum* var. *japonicum* hardwood cuttings.

삽목용토에 따른 삽수에서 발생된 뿌리 수와 1차 뿌리의 생장 및 신초 길이의 생장을 비교하여 보면, 삽수에서 발생된 뿌리 수는 100mg/ℓ NAA를 처리한 경우 혼합용토에서는 평균 4.1개가 발생한 반면 송이에서는 평균 5.1개로 송이가 평균 1.0개가 많이 발생하는 것으로 나타났다 (Fig. 2B). 그러나 500mg/ℓ NAA를 처리한 경우에는 혼합용토에서 평균 4.0개, 송이에서 평균 3.7개로 큰 차이를 보이지 않았다. 그리고 1차 뿌리의 길이생장에서도 NAA 100mg/ℓ 을 처리한 경우 혼합용토에서는 평균 8.0cm가 생장한 반면 송이에서는 평균 9.6cm가 성장하여 상대적으로 1.6cm가 송이에서 양호한 성장을 보이는 것으로 나타났다 (Fig. 2C, Plate 1). 그러나 NAA 500mg/ℓ 을 처리한 경우는 혼합용토와 송이에서의 1차 뿌리의 길이가 각각 8.9, 8.6cm로 유의한 차이를 보이지 않았다.

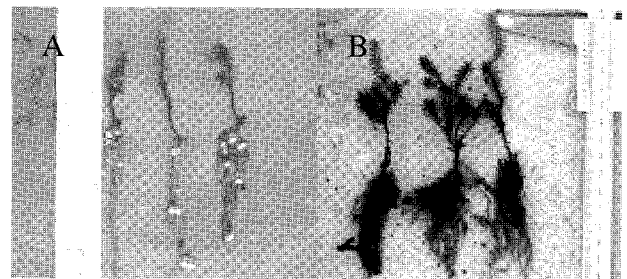


Plate 1. The plantlets obtained from *E. nigrum* var. *japonicum* hardwood cuttings cultured on soil mixture (A) and scoria (B) supplemented with 100 mg/ℓ NAA.

한편 신초길이의 생장은 100mg/ℓ NAA를 처리한 경우 혼합용토양에서 1.3cm가 생장한 반면 송이에서 1.6cm가 성장하여 평균 0.3cm가 송이에서 양호한 성장을 보였다 (Fig. 3). 그러나 NAA 500mg/ℓ 을 처리한 경우 혼합용토와 송이에서 각각 평균 1.4cm가 성장하여 차이가 없는 것으로 나타났다.

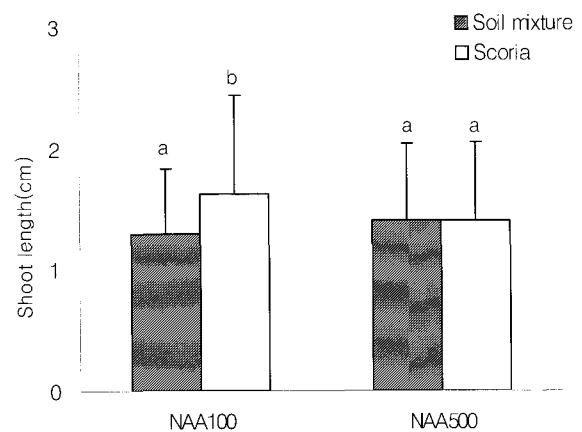


Fig. 3. Comparison of shoot length between soil conditions supplemented with NAA 100mg/ℓ and NAA 500mg/ℓ for *E. nigrum* var. *japonicum* hardwood cuttings.

Table 3. Comparison of survival rate among shading conditions of plantlets obtained from *E. nigrum* var. *japonicum* hardwood cuttings

Site	Shading (%)	Survival rate (%)						
		Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct
Field	0	100±0.0	100±0.0	83.3±5.8	81.1±9.6	75.6±5.1	74.4±5.1	73.3±5.8
	35	100±0.0	96.7±0.0	95.6±1.9	94.4±1.9	92.2±1.9	91.1±1.9	91.1±1.9
	55	100±0.0	98.9±1.9	97.8±1.9	94.4±1.9	93.3±3.3	92.2±3.8	91.1±5.1
	75	100±0.0	98.9±1.9	97.8±3.8	96.7±3.3	95.6±3.8	94.4±1.9	94.4±1.9
Green house	0	100±0.0	100±0.0	100±0.0	100±0.0	98.9±1.9	98.9±1.9	96.7±5.8
	35	100±0.0	100±0.0	100±0.0	100±0.0	97.8±3.8	97.8±3.8	97.8±3.8
	55	100±0.0	100±0.0	100±0.0	100±0.0	95.6±7.7	95.6±7.7	95.6±7.7
	75	100±0.0	100±0.0	100±0.0	100±0.0	97.8±1.9	97.8±1.9	96.7±0.0

이와 같은 결과는 비록 송이에서 발근율은 낮으나 뿌리가 발생된 후에는 뿌리생장과 함께 신초생장이 상대적으로 양호한 것을 알 수 있다. 이처럼 삽목시 상토의 조건에 따라 발근 및 생장의 차이가 나타났는데, 이는 생열귀나무(*Rosa davurica* Pall)에서 버미컬라이트와 필라이트의 혼합용토, 점토, 사토 등을 이용한 삽목시 발근율, 발생된 뿌리의 수나 생장 등이 상토조건에 따라 달라지는 결과(Lee et al., 2000)와 유사하였다. 그러나 시로미는 아직까지도 저지대에서 신초의 발생 및 생장은 다른 목본류에 비해 성장속도가 극히 낮을 뿐만 아니라 지속적으로 성장시키고 관리하는데 어려움이 있어 이에 대한 다양한 접근의 연구가 필요한 것으로 보인다.

시로미 삽목묘의 생존율 및 초기생장

온실 내에서 증식된 삽목묘를 노지에 옮기고 적응시키기 시작하여 2개월 후부터 일부 고사가 이루어지고 7개월 후에는 26.7%가 고사한 것으로 나타났다(Table 3). 특히 노지에 적응 시킨 후 3개월이 지난 6월부터 8월까지에 상대적으로 높은 고사율을 보였다. 이에 반해 차광처리를 하면 차광 정도에 관계없이 5.6~8.9%가 고사되고 91.1~94.4%가 생존하는 것으로 나타나 차광처리가 시로미의 생존율을 높인데 효과적인 것으로 나타났다. 이는 Table 1에서 나타난 것과 같이 노지에서 차광처리가 강한 빛이나 고온 등에 의한 생육저해 요인의 영향을 최소화시켜 시로미의 생육에 유리하게 작용하여 나타난 결과로 사료된다.

온실에서의 시로미 삽목묘를 포트에 이식한 후 4개월 후인 7월부터 일부 고사가 이루어졌으나 생존율은 차광처리에 관계없이 전체적으로 95.6~97.8%로 나타나 큰 차이가 없는 것으로 나타났다(Table 3). 즉, 온실에서는 7개월 동안 고사율이 2.2~4.4%에 불과하며 노지에서 차광처리 한 것 보다 높은 생존율을 보여주고 있다. 이는 온실 내가 노지에서 차광처리를 한 것보다 강한 바람을 막아주어 시로미 삽목묘의 생존에 유리하게 작용하였기 때문으로 보인다.

노지와 온실에서의 생존율을 종합적으로 비교하면 차광처리 정도에

관계없이 노지보다 온실 내에서 높은 생존율을 보였다. 특히 차광처리를 하지 않았을 때 노지에서는 73.3%가 생존하여 온실에서 96.7%에 비해 23.4% 높은 고사율을 보였다. 그러나 노지에서 차광처리를 하면 온실에서 차광처리를 한 경우보다 다소 낮은 생존율을 보이기 는 하지만 91% 이상이 생존하는 것으로 보아 시로미 삽목묘를 노지에 적응시키기 위해서는 초기 차광처리가 중요한 역할을 하는 것으로 판단된다.

차광 정도에 따른 신초길이의 월별 변화를 살펴보면 노지에서는 5월부터 9월까지 5개월 동안 신초생장이 주로 이루어졌으나 온실에서는 4월부터 9월까지 6개월 동안 생장이 이루어지는 것으로 나타났다(Table 4). 성장된 신초의 길이는 노지와 온실에 관계없이 75% 차광처리구에서 초기부터 다른 차광처리구에 비해 높은 생장을 보였으며 35%, 55% 차광처리구, 무처리구 순으로 생장이 양호하였고, 이러한 경향은 생장기간 동안 계속 유지되었다. 생장 7개월 후 노지 및 온실에서의 신초생장은 온실 내에서 75% 차광처리구에서 5.4cm가 성장하여 가장 양호한 것으로 나타난 반면 노지의 자연광 조건에서 1.5cm로 가장 저조한 생장을 보였다. 또한 차광 정도에 따른 신초길이

Table 4. Comparison of shoot length among shading conditions of plantlets obtained from *E. nigrum* var. *japonicum* hardwood cuttings

Site	Shading (%)	Shoot length (cm)						
		Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct
Field	0	0.03 ^a	0.40 ^a	0.70 ^a	1.08 ^a	1.41 ^a	1.52 ^a	1.53 ^a
	35	0.07 ^a	0.74 ^b	1.16 ^{bc}	1.93 ^c	2.66 ^{bc}	3.09 ^{bc}	3.11 ^{bc}
	55	0.06 ^a	0.63 ^b	0.98 ^b	1.60 ^b	2.25 ^b	2.53 ^b	2.55 ^b
	75	0.17 ^b	1.03 ^c	1.60 ^d	2.13 ^{cd}	2.76 ^c	3.12 ^{bc}	3.16 ^{bc}
Green house	0	0.35 ^c	1.09 ^c	1.37 ^{cd}	1.49 ^b	2.47 ^{bc}	2.93 ^{bc}	2.95 ^{bc}
	35	0.54 ^e	1.75 ^e	2.20 ^f	2.37 ^d	3.47 ^d	4.42 ^d	4.57 ^d
	55	0.48 ^d	1.56 ^d	1.86 ^e	2.02 ^e	2.74 ^{bc}	3.21 ^c	3.31 ^c
	75	0.65 ^f	2.62 ^f	3.32 ^g	3.62 ^e	4.56 ^e	5.24 ^e	5.39 ^e

Duncan's multiple range test : 5% level.

는 노지와 온실에서 75% 차광처리구에서 가장 양호한 생장을 보였으며 55% 처리구는 35% 처리구보다 낮은 생장을 보이는 특성을 보였다. 이처럼 차광 정도에 따른 시로미의 신초길이의 월별 생장량은 노지와 온실에서 다소 다른 특징을 보였다. 즉, 노지에서는 차광 정도에 관계없이 5월에 높은 생장량을 보인 후 6월에 다소 감소하였다가 7~8월에 다시 높은 생장량을 보였으며 10월 이후에는 생장이 멈추는 것으로 나타났다. 이에 비해 온실에서는 4~5월에 비교적 높은 생장량을 보이다가 6~7월에 다소 생장량이 낮아지고 다시 8~9월에는 높은 생장량을 보였으며 10월 이후부터는 거의 생장이 이루어지지 않는 것으로 나타났다.

전체적으로 생육장소 및 차광처리구별 평균 생장량은 노지와 온실에서는 많은 차이를 보여주고 있으며 차광처리가 이루어진 곳에서 상대적으로 높은 생장량을 보이는 것으로 나타났다. 또한 차광 정도에 따라 전체적으로 월평균 생장도 다소 차이를 보이는 것으로 나타났다.

환경조건과 시로미의 초기생장

노지 및 온실에서의 차광처리가 생육환경을 어떻게 변화시키는지 알아보기 위하여 Table 1의 자료를 이용하여 상관관계를 분석하여 보면 노지와 온실에서 차광처리가 생육환경 변화에 다소 차이를 보이는 것으로 나타났다 (Table 5). 노지에서는 차광 정도가 높아질수록 온도, 상대습도, 광량 등 모든 환경요인에서 1% 수준에서 유의성이 인정되었다. 즉, 노지에서의 차광처리가 온도와 광량은 낮게 해주는 반면 상대습도는 높여주는 효과를 보였다. 이에 반해 온실에서는 차광처리는 온도와 상대습도에서는 유의성이 인정되지 않았으며 광량에서만 유의성이 인정되었다. 즉, 온실에서는 차광처리가 온도와 상대습도 변화에 큰 변화를 주지는 않고 광량만을 낮추어 주었다.

Table 5. Correlation of shading conditions with environmental factors in the field and the green house

Site	Temperature	Relative humidity	Light intensity
Field	-0.247**	0.469**	-0.895**
Green house	-0.063	0.098	-0.761**

**Correlation is significant at the 0.01 level.

Table 6. Correlation of shading conditions with early growth of plantlets obtained from *E. nigrum* var. *japonicum* hardwood cuttings in the field and the green house

Site	Monthly shoot growth	Total shoot length
Field	0.129**	0.227**
Green house	0.150**	0.220**

**Correlation is significant at the 0.01 level.

노지 및 온실에서의 월별 온도 및 상대습도의 변화와 Table 4에 제시된 시로미의 월별 생장량과는 유의성이 인정되지 않았다. 그러나 3월에서 10월까지 시로미의 월별 신초생장량 및 전체적인 신초생장과

차광처리간의 상관관계를 분석하여 보면 1% 수준에서 유의성이 인정되어, 차광률이 높아질수록 신초생장이나 전체 줄기생장에 보다 효과적인 것으로 나타났다 (Table 6). 이와 같은 관계는 노지와 온실에서 모두 유사한 경향을 보여 저지대에서의 시로미의 생장을 위해서는 35% 이상의 차광처리를 하는 것이 효과적인 것으로 판단된다.

이와 같은 결과로 볼 때 차광처리가 Table 5와 같이 상대습도를 높여주는 효과를 가진 반면 광량은 낮추어주는 효과가 있어 저지대에서 시로미를 증식시키기 위해서는 높은 상대습도를 유지시켜주고 상대적으로 광량을 낮게 하여 광 피해를 억제시키는 것이 효과적인 것으로 판단된다.

적 요

본 연구는 한라산의 대표적인 극지성 고산식물인 시로미의 현지내외 보존을 위한 기초 연구로서 증식체계를 마련하고 저지대에서 생장 특성을 밝히고자 삼목조건 및 초기생육 특성 등을 알아보았다.

숙지삼시 식물호르몬의 처리나 상토의 조건에 따라 발근이나 생장 등이 다소 차이를 보였다. NAA 100mg/ℓ 또는 500mg/ℓ 를 처리한 경우 생존율, 발근율 및 뿌리의 생장 등이 가장 양호할 뿐만 아니라 뿌리의 수도 많고 신초생장도 비교적 양호하여 시로미의 삼목증식을 위한 적절한 처리인 것으로 나타났다.

시로미 삼목묘를 노지에 옮겨서 키웠을 때에는 2개월 후부터 고사가 이루어지기 시작하여 7개월 후에는 26.7%가 고사한 것으로 나타났다. 이에 반해 차광처리를 하면 고사율이 낮아 91.1~94.4%가 생존하는 것으로 나타나 차광처리가 시로미의 생존율을 높이는 데 효과적인 것으로 나타났다. 그리고 온실에서는 차광처리에 관계없이 생존율이 전체적으로 95.6~97.8%로 높게 나타났다. 그리고 생육장소 및 차광처리별 시로미의 평균 생장량은 노지와 온실에서 많은 차이를 보였다. 특히, 차광처리를 했을 때 상대적으로 높은 생장량을 보였는데 이는 차광처리가 상대습도를 높이고 광량을 낮추는 효과에 기인한 것으로 판단된다.

인용문헌

Eshbaugh, W. 1968. Biosystematic and phytogeographic studies of the genus *Empetrum* Yearbook of Amer. Phil. Soc. 297-298.
 Han, J.S., S.K. Kim, N.Y. Um, J.Y. Ko and K.K. Lee. 1994. Effects of planting time and shading on the flowering and cut flower yield of *Lilium* spp. 'Enchantment' in alpine areas. RDA J. Agr. Sci. 36: 452-456 (in Korean).
 Hong, C.K., S.B. Bang and J.S. Han. 1996. Effects of shading net on growth and yield of *Aster scaber* Thunb. and *Ligularia fischeri* Turcz. RDA J. Agr. Sci. 38: 462-467 (in Korean).

- Hyun, H.J. 1998. The phytosociological study on alpine plant communities in Mt. Halla. MS Thesis, Cheju Nat'l Univ. pp. 21 (in Korean).
- Kang, Y.K. and M.R. Ko. 2003. Effects of cutting type on rooting in stem cutting of *Empetrum nigrum* var. *japonicum*. J. subtropical Agri. & Biotech., Cheju Nat'l Univ. 19(2): 55-58 (in Korean).
- Kang, Y.S., J.G Koh, K.L. Chin, S.J. Oh and S.C. Koh. 1999. Characteristics of chlorophyll fluorescence from the leaves of Sargent Juniper and Crowberry. Cheju J. of Life Science. 2(2): 49-56 (in Korean).
- Kim, C.S., A.H. Han, J.G. Koh and G.O. Byun. 2005. Review on the taxonomic and biogeographic characteristics of an arctic-alpine species, *Empetrum nigrum* var. *japonicum* in Mt. Halla, Korea. KFRI. J. For. Sci. 68: 128-136 (in Korean).
- Kim, H.M., J.S. Eun and E.S. Rha. 1995. Effect of temperature and shading on the growth and major disease incidence of Wasabi (*Eutrema wasabi* Matsum.). 4(2): 240-245 (in Korean).
- Kim, T.J. 1996. Korean resources plants II. Seoul Nat'l Univ. Press, Seoul. Korea pp. 29, 31 (in Korean).
- Koh, J.G. 2000. Ecophysiological studies on alpine plants in Mt. Halla. PhD Thesis, Cheju Nat'l Univ. pp. 97 (in Korean).
- Kong, W.S. 2002. Species composition and distribution of Korean alpine plants. J. of the Korean Geographical Society. 37(4): 357-370 (in Korean).
- Kong, W.S. and D. Watts. 1993. The plant geography of Korea - with an emphasis on the alpine zones. Kluwer Academic Publishers, Netherlands.
- Lee, H.Y., J.D. Lim, I.S. Kim, I.M. Chung and C.Y. Yu. 2000. Effect of cutting type, growth regulators and propagation media on rooting and root growth of on *Rosa davurica* Pall. Korean J. Plant. Res. 13(2): 140-146 (in Korean).
- Lee, K.M. and B.H. Kwack. 1988. Growth and leaf color change of variegated *Lonicera japonica* var. *aureo-reticulata* under various light intensity and nitrogen fertilizer conditions. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 29(1): 53-57 (in Korean).
- Lee, S.W., C.S. Kim, K.J. Cho and W.Y. Choi. 1997. Genetic variation in the endemic rare tree species, *Empetrum nigrum* var. *japonicum* K. Koch. Korean J. Breed. 29(2): 376-381 (in Korean).
- Lee, W.T. 1996. Coloured Standard Illustrations of Korean. Academic Press. Seoul (in Korean).
- Ohwi, J. 1984. Flora of Japan. Smithsonian Institute. Washington D.C.
- Pyo, H.K. and W. Moon. 1981. Effects of various levels of shade on the growth of some cool season vegetables. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 22: 153-159 (in Korean).
- Suh, J.T., W.B. Kim, S.Y. Ryu, K.S. Choi, B.H. Kim, J.K. Kim and B.H. Han. 1994. Growth and yield of *Pimpinella brachycarpa* Nakai by various shading net treatment under rain-shielding conditions in alpine area. RDA J. Agr. Sci. 36: 434-439 (in Korean).

(접수일 2006.5.22 ; 수락일 2006.8.1)