연구논문

韓資植誌 23(4) : 368~373(2010)
Korean J. Plant Res.

희귀수종 눈향나무(*Juniperus chinensis* var. *sargentii* Henry)의 삽목증식

송정호*, 장경환, 허성두
국립산림과학원 산림자원육성부

Propagation of Cutting Method of a Rare Endemic *Juniperus chinensis* var. *sargentii* Henry in Korea

Jeong-Ho Song*, Kyung-Hwan Jang and Seong-Doo Hur
Dept. of Forest Resources Development, Korea Forest Research Institute, Suwon 441-847, Korea

Abstract - *Juniperus chinensis* var. *sargentii* Henry is a short and creeping evergreen shrub which reaches about 60 cm in height and only occurs in the northeast Asia and in the top of high mountains over the Korea. The Korea Forest Service protects it strictly by law since *J. chinensis* var. *sargentii* is an eccentric plant and possibly may be exterminated soon in Korea. This study was carried out to develop the propagation technique by cutting for conservation of genetic resources of *J. chinensis* var. *sargentii*. The rooting responses of branch cuttings, obtained from hard(May) and semi-hard wood shoots (August) to four growth regulators, namely, IAA, IBA, NAA and Rooton(exceptionally powder method) applied at various concentrations(0, 100, 200, 500, 1000 and 2000 ㎎L^{-1}) were examined in mixed soil media. Rooting rate showed significant difference between cutting times, among kinds and among concentrations of growth regulators. The optimum cutting time was April to May in hardwood cutting. The application of IBA 1000 ㎎L^{-1}(rooting rate : 36.4%) was most effective in callus formation and rooting of cutting. Relatively, rooting of cutting of the control taken in May was 30.4%. Root characteristics such as number, length and diameter of root were not significantly affected by kinds and concentrations of growth regulators in hardwood cutting.

Key words - *Juniperus chinensis* var. *sargentii* Henry, hardwood cutting, cutting time, rooting rate, propagation

서 언

측백나무과(Cupressaceae) 향나무속(*Juniperus* L.) 식물은 상록성 관목 또는 교목으로 세계적으로 70 여종이 분포하고 있으며(Adams and Demeke, 1993), 우리나라에서는 제주도 해안에서 온대지대의 산정까지 널리 생육하고 있다. 이 가운데 상록침엽관목인 눈향나무(*Juniperus chinensis* var. *sargentii* Henry)는 일본, 만주, 시베리아 등지의 동북아시아에 한정되어 분포하고 있으며(Adams *et al.*, 2002), 국내에는 한라산, 설악산 등 해발 700 m 이상의 고산지대의 수목한계선 이상 또는 상부임관이 없는 소관목 지대 바위가 있는 건조한 곳에서 자생한다(Lee, 1997). 생육환경에 따라 완전히 포복(匍伏)하기도 하고 원줄기가 서지 않고 비스듬히 기우려지며 많은 가지를 내고 종자번식과 더불어 땅에 닿은 가지에서 뿌리를 내려 clump를 형성하는 클론번식을 겸하고 있다. 꽃은 자웅이주(dioecious)로 4~5월경에 가지 끝에서 개화하며, 열매는 길이 5 ㎜, 넓이 8 ㎜의 구과로 이듬해 10월에 익는다. 내한성이 강하고 공해와 건조에도 잘 견디어 공원수, 지피용 식물 등으로 널리 이용되고 있다(Kim, 1988; KFS, 1997; Lee, 1997).

우리나라 눈향나무는 최근 기후변화에 따른 서식환경의 악화로 서식지 내의 개체수의 감소와 고립현상 등으로 인해 근친교배 및 종자의 부적합한 발아 환경으로 심각한 소멸위기에 직면해 있다(Han *et al.*, 2006). 또한 분재 및 조경수로 그 이용가치가 매우 높아 무분별한 남획이 성행되어

*교신저자(E-mail) : SJH8312@forest.go.kr

자생지가 급격히 파괴되어 소멸되고 있는 실정이다. 세계자연보존연맹(IUCN, International Union for Conservation of Nature and Natural Resource)의 적색목록(Red List) 평가기준에 따르면 우리나라 눈향나무는 멸종의 위기에 직면하고 있는 위기종(Endangered species, EN)으로 분류되고 있어 적극적인 보존대책이 요구되고 있다(IUCN, 2009; KNA, 2009).

이로 인해 국립산림과학원 유전자원보존연구실에서는 눈향나무의 유전자원보존 전략 수립을 위하여 한라산과 설악산 천연집단의 유전구조와 유전다양성을 조사한 결과 고산지역이라는 제한된 분포와 비교적 적은 개체 수에도 불구하고 유전다양성이 우리나라 주요 침엽수종인 소나무, 해송, 잣나무 수종과 비교해 대체적으로 유사하거나 다소 높은 수치를 나타내 무성생식보다는 유성생식에 의해 개체가 전파되고 집단이 형성되는 비율이 높은 것으로 추정되었다(Choi *et al.*, 2004; Han *et al.*, 2006). 특히, 설악산 집단의 경우 한라산 집단에서 발견되지 않은 집단 특이적 대립유전자(unique allele)를 보유하고 있었으나 유전변이 소실의 가능성이 높은 것으로 판명되어 현지 내·외 보존대책 마련이 시급한 것으로 나타났다. 또한 표본추출전략 수립을 위한 공간적 자기상관 분석결과 현지외 유전자 보존을 위한 개체의 선발은 최소한 8 m 이상의 거리를 두어야 하는 것으로 연구되었다(Choi *et al.*, 2004).

실질적으로, 눈향나무 천연집단의 경우 서식환경의 악화로 개화 결실이 불량하여 종자에 의한 번식이 어려우므로 삽목에 의하여 증식할 필요성이 요구되고 있다. 삽목증식은 무성번식의 한 방법으로서 모수형질을 그대로 유지하며 번식시키는 가장 빠르고 정확한 방법이며, 적은 비용으로 대량 증식시킬 수 있는 방법이므로 지금까지 여러 수종의 증식을 위하여 많이 시도되어 왔다(Hartmann *et al.*, 1990). 이러한 연구들 중에는 발근촉진제를 이용하여 삽수의 발근율을 높이고자 하는 시도가 가장 많은 부분을 차지하고 있으며, 삽목시기, 삽목방법, 상토, 삽수의 모수령, 채취부위 등도 함께 보고되고 있다(Berhe and Negash, 1998; Negash, 2002; Song *et al.*, 2006; Kim *et al.*, 2006).

따라서 본 연구는 희귀수종 눈향나무의 삽목증식과 관련해서 삽목시기, 발근촉진제의 종류 및 농도가 발근특성에 미치는 영향을 조사하여 효율적인 삽목증식법을 구명하고자 수행하였다.

재료 및 방법

공시재료는 위도 37° 06' 56.6", 경도 128° 24' 06.9"의 설악산 산정부근 해발 1,520 m에 자생하는 눈향나무(*Juniperus chinensis* var. *sargentii* Henry) 집단에서 채취하였다(Fig. 1). 특히, 충분한 삽수의 양이 준비될 수 있는 3개체(clump)를 선정하여 하나의 clump가 각각의 반복이 되도록 시험구를 배치하였다.

삽목은 2007년 5월 10일과 8월 7일 총 2회에 걸쳐 비가림 온실에서 각각 실시하였다. 삽목이 실시된 후 비가림 온실내의 온도 상승을 막기 위하여 차광망을 설치하였으며 삽목기간(5월 10일부터 11월 7일) 온실내의 온도와 습도 환경은 각각 평균 27.5 ± 9.1℃와 56.3 ± 15.4% 였다. 삽수는 2년생지가 포함되도록 8 ㎝ 내외로 길이를 조제하여 발근촉진제에 삽수 기부를 3 ㎝ 정도 5분간 침지하여 I~II반복은 16개씩 III반복은 18개씩 각 시험구별로 처리하였다. 발근촉진제(IAA, IBA, NAA)는 0, 100, 200, 500, 1000, 2000 ㎎·L^{-1}의 농도별로 각각 처리하였으며, Rooton (1-naphthylacetamide 0.4%)은 분말을 사용하였다. 상토는 2006년 예비실험에서 모래에 비해 48% 정도 발근 효율이 높았던 모래 : 피트모스 : 버미큘라이트를 각각 1 : 1 : 1(v : v : v)로 혼합한 배합토를 사용하였다. 성적조사는 삽목 3개월경과 후 생존율과 뿌리의 길이가 5 ㎜ 이상 되는 것을 발근된 것으로 보고 각 처리구별로 발근율, 발근수, 뿌리의 길이 및 굵기 특성을 각각 조사하였다. 자료 분석은 실험치의 엄밀한 분석을 위하여 발근율 특성을 각도수변형법(the angular transformation)을 이용 각도수로 변형한 후 분산분석에 이용하였다(SAS, 1996).

Fig. 1. The individual clump of selected *J. chinensis* var. *sargentii*.

결과 및 고찰

눈향나무의 삽목시기가 발근에 미치는 효과는 5월 삽목의 경우 0~43.8% 범위로 전체평균 20.4%의 발근율을 보였으며, 상대적으로 8월 삽목의 경우는 단지 3개의 삽수에서만 발근되어 시기별로 현저한 차이를 나타내었다(Fig. 2). 특히 발근되지 않은 삽수 중 8월 삽수의 경우는 모두 고사한 반면 5월 삽목의 경우 생존율이 평균 68% 정도로 매우 높게 나타났으며, 삽목 9개월 후 2차 성적조사를 실시한 결과 대부분의 삽수가 생존하고는 있었으나 단지 5.9%인 27개에서만 추가로 발근이 되어 타 수종들에 비해 발근이 매우 느리며 어려운 수종으로 나타났다(Table 1).

식물에 따라 삽목의 적기가 다르며 삽수의 채취 시기는 발근과 밀접한 관계가 있는데 Hartmann *et al.*(1990)에 의하면 상록침엽수는 늦가을에서 늦겨울(hardwood)에 걸쳐 삽목하는 것이 봄이나 여름 사이의 미숙지(softwood) 삽목보다 좋은 결과를 얻을 수 있는 것으로 보고되고 있으며, Kim and Nam(1985)과 Song *et al.*(2006)도 주목과 눈측백나무에서 미숙지보다 휴면지 삽목에서 발근율이 높은 것으로 보고하여 본 연구 결과와 동일한 경향을 나타냈다.

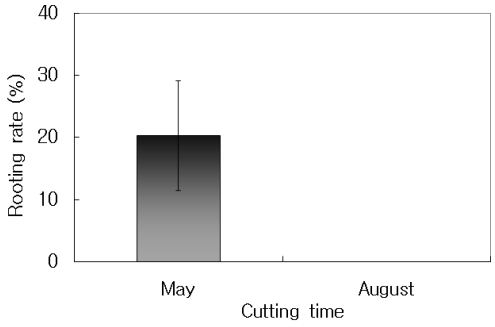

Fig. 2. Effects of cutting time on rooting rate of cutting in *J. chinensis* var. *sargentii*.

발근촉진제의 종류 및 농도가 발근에 미치는 효과를 분석한 결과 발근촉진제의 종류와 농도 및 교호작용에서 각각 통계적인 유의성이 인정되었다(Table 2). 그러나 반복간 통계적인 유의성이 인정되지 않아 각 개체(clump)간 삽목 발근율의 차이는 미미한 것으로 분석되었다.

Table 1. Rooting and survival rate according to kinds and concentrations of growth regulators on rooting of hardwood cuttings in *J. chinensis* var. *sargentii*

Growth regulator		Rooting rate (%)				Survival rate (%)
Kinds	Concentrations (mgL^{-1})	Replication			Mean	
		I	II	III		
Control	0	31.3	25.0	35.0	30.4	82.5
Rooton		31.3	18.8	11.1	20.4	53.7
IAA	100	25.0	12.5	22.2	19.9	70.6
	200	25.0	25.0	22.2	24.1	68.5
	500	18.8	31.3	33.3	27.8	67.8
	1000	37.5	25.0	11.1	24.5	86.1
	2000	0	12.5	5.6	9.1	64.6
IBA	100	18.8	18.8	5.6	14.4	82.2
	200	37.5	18.8	5.6	20.6	92.2
	500	18.8	31.3	33.0	27.7	94.0
	1000	37.5	43.8	27.8	36.4	87.9
	2000	31.3	25.0	27.8	28.0	80.3
NAA	100	0	6.3	16.7	11.5	70.1
	200	18.8	6.3	22.2	15.8	72.3
	500	12.5	31.3	27.8	23.9	62.5
	1000	6.3	6.3	5.6	6.1	6.1
	2000	6.3	0	0	6.3	6.3

Table 2. Values of analysis variance for rooting rate of hardwood cuttings in *J. chinensis* var. *sargentii*

Variable	df	Mean square	F-value	Pr > F
Growth regulators (A)	3	361.7	7.27	0.0006
Concentration (B)	5	351.2	7.07	0.0001
Replication	2	4.9	0.10	0.9058
A × B	10	138.3	2.78	0.0118

발근촉진제의 종류에 따른 효과는 IAA, IBA, NAA 및 Rooton 처리에서 발근율이 각각 평균 21.7, 25.4, 12.7% 및 20.4%로 나타나 IBA 처리가 가장 높게 나타났다(Fig. 3). 또한 변이계수 값도 각각 34.4, 32.7, 58.4, 50.0%로 나타나 가장 낮은 값을 보인 IBA 처리가 다른 처리에 비해 발근촉진제 처리 효과가 다소 안정적인 것으로 나타났다. 발근촉진제의 농도에 따른 효과는 무처리, 100, 200, 500, 1000, 2000 mgL^{-1}에서 각각 평균 30.4, 14.0, 20.2, 26.5, 22.3, 12.7%의 발근율을 나타내 무처리에서 가장 양호하였다(Table 1). 또한 발근촉진제의 종류와 농도 상호간에는 IBA의 경우 1000 mgL^{-1} 처리에서 평균 36.4%로 가장 양호하였으며, IAA와 NAA 경우는 모두 농도 500 mgL^{-1} 처리에서 각각 평균 27.8%와 23.9%로 가장 양호한 발근율을 보였다. 그러므로 눈향나무의 숙지삽목은 발근촉진제 처리와 비교해 무처리에서도 30.4% 정도의 비교적 높은 발근율을 보였지만 발근촉진제 IBA 1000 mgL^{-1} 처리의 경우 평균 36.4%로 최대 43.8%까지 발근율을 증대시킬 수 있으며 대체적으로 13% 이상의 처리효과를 볼 수 있는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 분산분석에서도 발근촉진제의 종류 및 농도와 상호 교호작용에서도 통계적으로 유의성이 인정되었던 바 5월 숙지삽목을 이용한 눈향나무의 무성증식에 있어서는 IBA 1000 mgL^{-1} 처리가 가장 좋은 효과를 보이는 것으로 판단된다.

삽목 발근율을 높이기 위한 발근촉진제의 처리결과를 살펴보면 주목은 IBA 200 mgL^{-1}에서 86%(무처리 11% : Kim and Nam, 1985), *Juniperus procera*는 IBA 0.2%에서 85.0%(무처리 65% : Negash, 2002), 낙엽송은 IBA 1000 mgL^{-1}에서 80%(무처리 20~52% : Chung and Lee, 1994), 눈측백나무는 무처리나 IAA 1000 mgL^{-1}과 NAA 500 mgL^{-1}에서 93% 이상(Song *et al.*, 2006), 개비자나무는 IBA 100 mgL^{-1}에서 86%(무처리 75.2% : Jung *et al.*, 2009)로 각각 가장 양호한 결과를 얻었다고 보고되고 있다. 또한 발근촉진제의 종류 및 농도 간에도 유의적인 차이가 있는 것으로 보고되고 있어 본 연구결과와는 수종에 따른 활력 차이는 있으나 유사한 경향을 나타냈다.

발근묘의 뿌리의 수, 길이 및 굵기에 대한 특성은 Table 3과 Fig. 4에 나타냈으며, 발근촉진제의 종류 및 농도에 따른 통계적인 유의성이 인정되지 않았다. 뿌리의 수는 전체 평균 1.93개로 나타났으며, NAA 2000 mgL^{-1}에서 1.0개로 최소치를 NAA 500 mgL^{-1}에서 2.83개로 최대치를 보였다. 발근촉진제 종류별로는 IBA, IAA, NAA, Rooton에서 각각 평균 1.87개, 1.83개, 1.94개, 2.20개의 뿌리수를 나타냈으

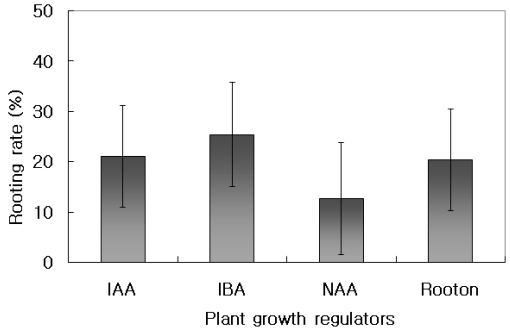

Fig. 3. Effects of growth regulators on rooting rate in hardwood cutting of *J. chinensis* var. *sargentii*(Bars represent ± standard deviation).

Fig. 4. Root response of cutting 3 months after IBA treatment at 1000 mgL^{-1}.

Table 3. Effects of kinds and concentrations of growth regulators on root growth in hardwood cutting of *J. chinensis* var. *sargentii*

Growth regulator		No. of roots (ea)	Root length (㎝)	Root diameter (㎜)
Kinds	Concentrations (mgL^{-1})			
Control	0	2.36 ± 0.1[z]	12.42 ± 0.7	0.87 ± 0.01
Rooton		2.20 ± 1.2	11.93 ± 0.8	0.87 ± 0.13
IAA	100	1.50 ± 0.4	12.99 ± 4.3	0.67 ± 0.04
	200	1.92 ± 0.3	9.55 ± 1.6	0.70 ± 0.12
	500	2.12 ± 0.1	11.90 ± 4.7	0.69 ± 0.13
	1000	1.36 ± 0.4	14.74 ± 0.6	0.89 ± 0.12
	2000	2.25 ± 1.1	10.75 ± 0.4	0.61 ± 0.34
IBA	100	1.45 ± 0.4	15.69 ± 4.4	0.81 ± 0.17
	200	1.83 ± 1.3	7.39 ± 4.6	0.79 ± 0.25
	500	2.09 ± 0.3	16.39 ± 1.6	0.66 ± 0.48
	1000	1.62 ± 0.6	13.62 ± 2.7	0.81 ± 0.02
	2000	2.38 ± 0.7	13.69 ± 1.7	0.78 ± 0.04
NAA	100	1.50 ± 0.7	12.50 ± 0.0	0.80 ± 0.06
	200	1.69 ± 0.7	14.59 ± 4.6	0.73 ± 0.07
	500	2.83 ± 0.7	16.09 ± 3.2	0.93 ± 0.12
	1000	2.67 ± 2.9	14.60 ± 10.7	0.83 ± 0.43
	2000	1.00 ± 0.0	2.80 ± 0.0	0.90 ± 0.00

[z] Standard deviation.

며, 무처리에서도 2.36개를 나타냈다. 뿌리길이는 2.8~16.4 ㎝의 범위로 전체평균 12.5 ㎝ 였으며, IBA와 NAA 500 mgL^{-1}에서 각각 16.4 ㎝와 16.1 ㎝의 가장 우수한 생장을 나타냈다. 뿌리 굵기는 0.61~0.93 ㎜의 범위로 전체평균 0.79 ㎜로 나타났다.

이상의 연구결과를 종합하여 보면 희귀수종인 우리나라 눈향나무의 삽목발근에는 삽목시기, 발근촉진제의 종류 및 농도 등 여러 가지 인자들이 영향을 미치며, 이중 가장 큰 영향을 미치는 것은 삽목시기로 녹지(softwood)나 반숙지(semi-hardwood) 보다는 4~5월 숙지(hardwood)를 채취하여 삽목 하는 것이 바람직한 것으로 나타났다. 이때 캘러스 형성율이 높고 발근이 촉진되는 발근촉진제의 종류와 농도는 IBA 1000 mgL^{-1} 이며 통기성과 배수성이 양호한 배합토에서 번식시킴으로써 대량 증식이 가능할 것으로 판단된다.

적 요

눈향나무(*Juniperus chinensis* var. *sargentii* Henry)는 누워서 자라는 상록침엽관목으로 수고 60 ㎝까지 성장한다. 지리적으로는 동북아시아에 한정되어 분포하는 수종이며, 우리나라에서는 고산지대의 산정부근에서만 극히 일부 자생하여 멸종의 위기에 직면하고 있는 위기종(Endangered species)으로 지정되어 보호되고 있다. 본 연구는 희귀수종 눈향나무의 유전자원보존을 위한 삽목증식법을 개발하기 위하여 삽목시기 및 발근촉진제의 종류별 농도에 따른 발근특성을 조사하였다. 삽목 발근율은 삽목시기와 발근촉진제의 종류 및 농도에서 각각 고도의 유의성이 인정되었다. 삽목은 8월보다 5월이 적정한 시기로 판단되었으며, 발근율과 발근특성을 고려한 발근촉진제의 종류 및 농도는 IBA 1000 mgL^{-1} 처리하는 것이 발근율 36.4%(무처리 30.4%)로 캘러스 형성율이 높고 발근이 촉진되는 것으로 나타났다. 삽수의 발근에 따른 뿌리의 수, 길이 및 굵기에 대한 특성에서는 모두 발근촉진제의 종류 및 농도에 따른 통계적인 유의성이 인정되지 않았다.

인용문헌

Adams, R.P. and T. Demeke. 1993. Systematic relationships

in *Juniperus* based on random amplified polymorphic DNAs (RAPDs). Taxonomy 42: 553-572.

Adams, R.P., C.F. Hsieh, J. Murata and R.N. Pandey. 2002. Systematics of *Juniperus* from eastern Asia based on random amplified polymorphic DNAs(RAPDs). Biochemical Systematics and Ecology 30: 231-241.

Berhe, D. and L. Negash. 1998. Asexual propagation of *Juniperus procera* from Ethiopia: a contribution to the conservation of African pencil cedar. Forest Ecology and Management 112: 179-190.

Choi, H.S., K.N. Hong, J.M. Chung and W.W. Kim. 2004. Spatial genetic structure and genetic diversity of a rare endemic *Juniperus chinensis* var. *sargentii* in Mt. Halla, Korea. Korean J. Ecol. 27(5): 257-261.

Chung, D.Y. and K.J. Lee. 1994. Effects of clones, ortet age, crown position, and rooting substance upon the rooting of cuttings of Japanese larch(*Larix leptolepis* S. et Z. Gordon). J. Korean For. Soc. 83(2): 205-210.

Han, S.D., B.H. Yang and H.Y. Kwon. 2006. Genetic variation in the endemic rare tree species, *Juniperus chinensis* var. *sargentii* Henry. Korean J. Plant Res. 19(1): 76-82.

Hartmann, H.T., D.E. Kester and F.T. Davies JR. 1990. Plant Propagation: Principles and Practice(4th ed.). Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, New Jersey, USA, pp. 647.

IUCN. 2009. IUCN Red List of Threatened Species. WWW. iucnredlist. org.

Jung, M.S., J.O. Hyun, U. Lee, A.F. Yahya and E.S. Baik. 2009. Propagation of a new anticancer plant, *Cephalotaxus koreana*, by cutting. J. Korean For. Soc. 98(4): 491-495.

Kim, C.H. and J.C. Nam. 1985. Effects of some environmental factors on Japanese Yew(*Taxus cuspidata* Sied. et Zucc.) J. Korean For. Soc. 70: 1-6.

Kim, H.L., J.G. Koh, C.S. Kim and S.C. Koh. 2006. Hardwood cutting propagation and early growth characteristics of *Empetrum nigrum* var. *japonicum* K. Koch. Korean J. Plant Res. 19(4): 530-536.

Kim, S.I. 1988. Taxonomic studies of genes *Juniperus*. J. Korean For. Soc. 77(3): 338-350.

Korea Forest Service(KFS). 1997. Illustrated rare and endangered species in Korea. National Arboretum. p. 149.

Korea National Aboretum(KNA). 2009. Rare Plants Data Book in Korea. GEOBOOK Pub. Co. Seoul. pp. 332.

Lee, Y.N. 1997. FLORA OF KOREA. Kyo-Hak Publishing Co., Ltd. p. 34-35.

Negash, L. 2002. Successful vegetative propagation techniques for the threatened African pencil cedar(*Juniperus procera* Hoechst. ex Endl.). Forest Ecology and Management 161: 53-64.

SAS Institute Inc., 1996. SAS/STAT User's Guide, version 6.12 SAS Institute., USA.

Song, J.H., J.J. Lee, Y.B. Koo, K.Y. Lee, S.D. Han and B.H. Yang. 2006. Propagation by cutting method of Korea rare endemic *Thuja koraiensis* Nak. J. Korean For. Soc. 95(4): 393-397.

(접수일 2009.4.7; 수락일 2010.8.17)