

한라산 구상나무림 복원을 위한 묘목식재시험¹

김갑태² · 추갑철³ · 고정군⁴

Experimental Planting of the Seedlings for the Restoration of *Abies koreana* forest in Hallasan¹

Gab-Tae Kim², Gab-Cheul Choo³, Jung-Goon Koh⁴

요약

구상나무의 묘목을 이식하여 활착률을 높이는 방법을 찾고자, 한라산국립공원 어리목대피소(해발 900m)에서 양묘된 2~6년생 묘목을 식재시기별(하기와 춘기), 지표처리별(코이어 매트, 코이어 넷 및 무처리)로 시험식재 하고 활착률과 신초생장량을 조사·비교하였다.

하기식재의 경우 묘목의 연령이 높을수록 활착율이 높았으며, 지표처리에 따른 차이는 없었다. 춘기식재의 경우에는 묘목의 연령이 낮을수록 활착률이 높았으며, 지표처리별 차이는 없었다.

하기식재된 구상나무 묘목의 신초생장에 있어서는 지표처리의 효과가 통계적으로 인정되었다. 코이어 매트를 처리한 시험구가 평균 2.11mm로 가장 많이 성장하였고, 대조구는 평균 1.49mm 성장하는 데 그쳤다. 묘령은 신초생장에 영향이 없었으며, 상대적으로 3년생 묘목을 코이어 매트 처리한 경우가 2.26mm로 가장 잘 자랐다.

춘기식재된 구상나무 묘목의 신초생장에 있어서는 지표처리나 묘령의 통계적 유의성은 인정되지 않았다.

주요어 : 식재시기, 묘목연령, 묘목식재, 지표처리, 신초생장

ABSTRACT

To seek for restoration method of *Abies koreana* forest with planting seedlings, *Abies koreana* seedlings(2, 3 and 5 year old) were planted by date(spring and summer) and surface treatment (coir-mat, coir-net and control) at Janggumok area in Hallasan. Survival rate and shoot growth of the seedlings were measured and compared by planting date, seedling age and surface treatments.

For summer planting, survival rates of the seedlings are increased with increasing seedling ages, and those are not differed between surface treatments. For spring planting, survival rates of the seedlings are increased with decreasing seedling ages, and those are not differed between surface treatments.

For summer planting, shoot growth of the seedlings are significantly differed between surface treatments. Shoot growth of the seedlings was the highest value 2.11mm at coir-matted plot, and the lowest value 1.49mm at control plot. Shoot growth of the seedlings are not differed between the

* 이 논문은 교육부 학술연구 조성비(농업과학: 농-97-13-0028)에 의하여 수행되었음

1 접수 5월 19일 Received on May 26, 2001

2 상지대학교 생자대 College of Life Sci. & Resour., Sangji Univ, Wonju, 220-702, Korea(gtkim@chiak.sangji.ac.kr)

3 진주산업대학교 Chinju Natl. Univ. Chinju, 660-280, Korea(cgc@cjcc.chinju.ac.kr)

4 한라산국립공원 관리사무소 Hallasan Natl. Park, Chejusi, Haeandong, 690-200, Korea(triones@chollian.dacom.co.kr)

seedling ages, but the highest shoot growth was 2.26mm at coir-matted and 3-year old plot.

For spring planting, survival rates and shoot growth of the seedlings are not differed between seedling ages and surface treatments.

KEY WORDS : PLANTING DATE, SEEDLING AGE, SEEDLING PLANTING, SURFACE TREATMENTS, SHOOT GROWTH

서 론

구상나무는 1915년 中井의 식물조사보고서에 분비 나무로 수록하였으나, 그 해 동아식물의 권위자 E.H. Wilson이 中井과 더불어 한라산에서 이 나무를 발견하고는 분비나무와 다른 새로운 종, 구상나무(*Abies koreana*)라 명명하여 우리 나라의 특산종인 나무(이창복, 1970)로 지리산, 한라산, 덕유산, 가야산의 고산지대에 분포(정태현과 이우철, 1965)하며, 구상나무의 고사현상은 이미 널리 알려져 있다. 1950년대부터 국외에서도 북미나 유럽의 고산지대의 전나무류(balsam fir, red spruce, white fir, silver fir), 독일 가문비(*Picea abies*), 구주적송(*Pinus sylvestris*) 등의 수종들에서 발생한 대규모 수목생장 쇠퇴현상(tree growth decline phenomenon)은 생물다양성 논의와 같은 지구적 차원의 환경문제와 관련 지어져 비상한 관심을 집중시키고 있다. 수목생장 쇠퇴현상은 잎이 손상되고, 삼림의 밀도가 감소되며, 생산성의 척도인 흉고단면적 등 임목의 생산성과 활력이 지속적으로 감소되는 현상이다. 고산수목 생장쇠퇴의 원인은 하나의 요인에 의한 것이라기보다는 화석연료의 대량소비로 인한 대기오염과 산성우, 그리고 그로 인한 지구의 온난화, 산림을 대상으로 한 직접적인 인간의 위해인 무분별한 휴양활동, 그리고 이들의 상호작용 및 다양한 2차요인에 따른 전반적인 숲의 활력감소 등등 여러 가지의 복합적인 원인으로 생각된다(McLaughlin *et al.*, 1987).

많은 사람들이 구상나무의 쇠퇴현상에 관심을 가지고 있으며(김은식, 1994; 김갑태 등, 1991; 1997), 전세계적인 *Abies* 속의 쇠퇴현상과 관련된 것이라 판단하는 경우(김은식, 1994)도 있으나, 현재까지는 명확한 고사원인이 규명되지 않고 있는 실정이다. 다만 생육현황과 고사목에 대한 조사(김갑태 등, 1991; 1997)와 대책수립의 필요성이 강조되고 있다. 기보고된 결과로 밝혀진 구상나무림에서 고사한 구상나무의 개체수는 지리산 반야봉 지역에서 12.81%(김갑태 등, 1991), 지리산 천왕봉-덕평봉 지역에서 12.24%(김갑태 등, 1997), 한라산 북서부 아고산지

대에서 8.11%(김갑태 등, 1998)로 나타났다. 대부분의 고사목은 흉고직경이 10-30cm의 범위에 드는 것이 대부분이었다. 이와 아울러 이들 지역에서 생육 중인 구상나무의 활력을 조사한 바, 활력이 떨어지는 경향이 뚜렷하며 치수의 발생이 상대적으로 매우 적음이 밝혀졌다(김갑태 등, 1994; 1997). 구상나무는 고산지대에 서식하는 관개로 구상나무림의 복원에는 여러 가지 어려움이 있다. 소백산, 지리산, 태백산 등의 고산지대에 주목이나 구상나무 등의 고산수종을 이미 관련기관이나 민간에서 춘기식재를 시도한 바, 활착률이 낮은 것으로 알려졌다. 그리고 곳곳의 고산지대에 조립된 여러 수종들에서도 춘기식재의 성적이 나쁜 것을 관찰하였다. 이러한 결과는 양묘장과 조림지의 기온차에 의한 묘목의 피해, 고산지대의 강한 바람에 의한 피해, 춘기식재의 경우 건기에 해당하므로 수분스트레스 등이 복합적으로 작용한 것이 아닌가 여겨진다.

현재까지의 연구결과로 보아 구상나무림에서 고사목이 발생하고 생육 중인 구상나무도 활력이 낮은 것으로 나타났으며, 점차 멸종되는 것이 아닌가 하는 우려를 낳고 있다. 무엇보다도 구상나무림을 유지시키기 위해서라도 고사목이 발생하고 활력이 떨어진 구상나무림에 후계림이 조성될 수 있도록 묘목을 활착시키는 일이 필요하다.

이에 이 연구는 한라산 지역에서 채종 육묘된 구상나무의 묘목을 이식하여 활착률을 높이는 방법을 찾고자, 한라산국립공원 어리목대피소(해발 900m)에서 양묘된 2~6년생 묘목을 식재시기별(하기와 춘기), 강풍이나 표토침식에 대한 피해방지를 위한 지표처리별(코이어 매트, 코이어 네트 및 무처리)로 시험식재하고 활착률과 신초생장량을 조사·비교하였다.

재료 및 방법

1. 구상나무 묘목

구상나무 묘목은 임업연구원 남부육종장에서 양묘되었고, 한라산국립공원 어리목 관리사무소(해발

900m)에서 용기묘로 생육 중인 1998년 당시 2년생, 3년생, 5년생의 용기묘를 시험지인 장구목(해발 1,750m)으로 옮겨 용기를 제거하고 단근작업을 실시하고 나근묘를 한라산국립공원과 협의하여 식재하였다. 묘목의 생장은 비교적 양호한 상태였으며, 묘령이 클수록 가지가 발달해 있었다(Photo 1 참조).

2. 식재방법 및 식재시기

식재시험지는 1995년 표토침식을 복구하기 위하여 한라산국립공원에서 흙자루가 시공(Photo 5 참조)된 해발 1,750m 지역의 장구목일대의 복구지역이다. 고산지대이므로 바람, 강우 등에 의한 표토침식에 대한 피해방지를 위한 지표처리별(코이어 매트, 코이어 네

트 및 무처리)로 시험식재(Photo 2, 3, 4 참조)하였다. 이식 후 활착을 돕고자 충분히 관수하였으며, 동시에 증산억제제 그린웍스 15배액을 묘목에 충분히 살포하였다. 식재시기에 따른 시험은 1998년 7월 22일 하기식재 총 230본, 1999년 5월 15일에 춘기식재 총 361본을 실시하였다(Table 1). 시험식재지의 시기별 및 처리별 식재현황을 Figure 1과 Photo 6에 보였다.

3. 활착률 및 신초생장량 측정

시기별 및 처리별 식재된 묘목의 활착률은 1999년 5월 15일과 9월 26일, 2000년 10월 26일에, 묘목의 신초생장량은 2000년 10월 26, 27일에 각각 조사.



Photo 1. 구상나무 묘목



Photo 2. 코이어 네트 식재

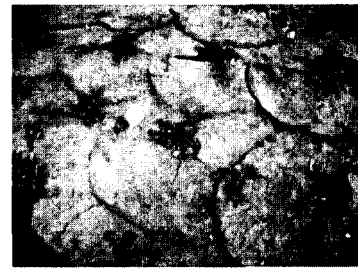


Photo 3. 코이어 매트 식재



Photo 4. 무처리 식재

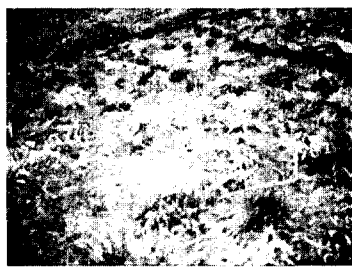


Photo 5. 흙자루 시공지



Photo 6. 구상나무 식재 모습

Table 1. Seedling number by planting date, seedling age and surface treatment

Seedling age/ /Treatment	Summer planting(98. 7. 22)				Seedling age/ /Treatment	Spring planting(99. 5. 15)			
	Control	Coir-net	Coir-mat	Sum		Control	Coir-net	Coir-mat	Sum
2-year old	27	27	18	72	3-year old	166	41	21	228
3-year old	45	27	29	101	4-year old	32	27	20	79
5-year old	24	18	15	57	6-year old	30	13	11	54
Sum	96	72	62	230	Sum	228	81	52	361

Table 2. Survival rate of the seedlings by planting date, seedling age and surface treatment

Date		Measured on Sep. 26, 1999				Date		Measured on Oct. 26, 2000			
Seedling age/ /Treatment	Summer planting(98. 7. 22)				Seedling age/ /Treatment	Spring planting(99. 5. 15)					
	Control	Coir-net	Coir-mat	Mean		Control	Coir-net	Coir-mat	Mean		
2-year old	66.7	66.7	72.2	68.53	3-year old	92.8	92.7	81.0	88.83		
3-year old	84.4	88.9	79.3	84.20	4-year old	84.4	88.9	90.0	87.76		
5-year old	100.0	100.0	100.0	100.00	6-year old	26.7	69.2	27.3	41.06		
Mean	83.70	85.20	83.83	84.24	Mean	67.96	83.60	66.10	72.55		

측정하였다. 활착률은 이식한 묘목이 생육 중인 것의 수를 세었으며, 신초생장량은 정단부 혹은 정단부가 고사한 경우 가장 잘 자란 측아의 생장을 생육 중인 묘목을 모두 측정하였다.

결과 및 고찰

1. 묘령, 지표처리 및 식재시기별 묘목활착률 비교

묘목의 연령 및 처리별로 식재된 묘목의 활착률을

Table 3. Meteorological data measured in Cheju synoptic station

	Year	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Mean
Air temperature (°C)	1997	5.3	6.8	10.2	14.3	19.0	22.9	26.7	26.7	23.0	18.2	14.3	9.3	16.39
	1998	6.7	8.8	9.8	16.1	18.8	21.5	27.4	28.2	24.3	19.7	13.4	8.9	16.96
	1999	6.8	7.0	10.5	14.3	18.4	21.8	24.0	25.6	24.6	18.5	13.0	7.9	16.03
	2000	6.0	4.6	9.4	13.5	17.2	21.6	26.4	28.0	22.2	18.2	12.4	8.4	15.65
	Mean	6.20	6.80	9.97	14.55	18.35	21.95	26.12	27.12	23.52	18.65	13.27	8.62	16.25
Precipitation (mm)	1997	23.8	26.6	72.1	170.8	74.6	79.2	108.3	161.3	44.8	4.5	157.5	76.0	83.29
	1998	170.2	59.7	110.4	196.2	116.5	228.2	111.5	75.0	413.0	70.1	19.6	10.7	131.75
	1999	84.0	62.4	110.4	37.5	79.0	204.0	706.0	642.8	508.0	41.2	24.9	25.8	210.50
	2000	60.0	16.3	43.5	32.8	46.2	97.6	166.2	169.6	331.2	113.0	93.2	19.8	99.11
	Mean	84.50	41.25	84.10	109.32	79.07	152.25	273.00	262.17	324.25	57.20	73.80	33.07	131.16
Evaporation (mm)	1997	54.6	61.4	77.8	94.4	145.5	150.4	177.2	135.2	136.1	132.4	59.9	48.1	106.08
	1998	45.0	56.0	77.3	88.1	105.9	94.9	171.7	180.1	125.3	95.6	74.1	67.3	98.44
	1999	66.1	64.1	66.1	121.6	160.8	131.1	113.6	104.8	92.3	97.6	64.7	58.4	95.10
	2000	34.4	53.7	90.5	126.6	136.2	119.7	173.2	179.8	103.5	101.8	69.8	55.9	103.75
	Mean	50.02	58.80	77.92	107.67	137.10	124.02	158.92	149.97	114.30	106.85	67.12	57.42	100.84
Relative humidity (%)	1997	64	64	65	69	71	76	81	79	70	63	74	71	70.58
	1998	69	71	70	85	79	84	79	75	77	76	69	65	74.91
	1999	64	64	71	71	69	80	84	83	81	65	62	60	71.16
	2000	67	59	58	58	67	74	75	71	74	68	66	59	66.33
	Mean	66.00	64.50	66.00	70.75	71.50	78.50	79.75	77.00	75.50	68.00	67.75	63.75	70.74
P-E (mm)	1997	-30.8	-34.8	-5.7	76.4	-70.9	-71.2	-68.9	26.1	-91.3	-127.9	97.6	27.9	-22.79
	1998	125.2	3.7	33.1	108.1	10.6	133.3	-60.2	-105.1	287.7	-25.5	-54.5	-56.6	33.31
	1999	17.9	-1.7	44.3	-84.1	-81.8	72.9	592.4	538.0	415.7	-56.4	-39.8	-32.6	115.40
	2000	25.6	-37.4	-47.0	-93.8	-90.0	-22.1	-7.0	-10.2	227.7	11.2	23.4	-36.1	-4.64
	Mean	34.47	-17.55	6.17	1.65	-58.02	28.22	114.07	112.20	209.95	-49.65	6.67	-24.35	30.32

Table 4. Shoot growth of the seedlings by seedling age and surface treatment

Date Seedling age/ /Treatment	Measured on Oct. 26, 2000 (unit: mm)			
	Summer planting(July. 22, 1998)			
	Control	Coir-net	Coir-mat	Mean
2-year old(4-yr)	1.43	1.69	2.22	1.71
3-year old(5-yr)	1.62	1.88	2.26	1.91
5-year old(7-yr)	1.36	1.66	1.71	1.54
Mean	1.49	1.77	2.11	1.75

식재시기별로 나누어 정리한 것을 Table 2에 보였다. 1998년 7월 22일에 식재한 묘목의 활착률은 1999년 9월 26일에 조사하였고, 1999년 5월 15일에 식재한 묘목의 활착률은 2000년 9월 26일에 조사하였다. 하기식재인 경우 활착률이 84%로 춘기식재의 72%보다는 조금 높은 편이었다. 하기식재의 경우 묘목의 연령이 높을수록 활착률이 높았으며, 지표처리에 따른 차이는 크지 않았다. 춘기식재의 경우에는 묘목의 연령이 낮을수록 활착률이 높았으며, 지표처리별 차이는 크지 않았으나 매트처리구가 높은 편이었다.

이러한 결과는 장구목일대의 봄과 여름철의 기온, 강수량, 증발량 등의 차이 때문이라 추정된다(Table 3 참조). 4년 간의 제주기상관측소의 자료를 통하여 볼 때, 강수량과 증발량의 차이가 -58.0mm로 5월이 가장 건조한 날씨를 보이고 있고, 1999년의 경우 4, 5월이 각각 -84.1, -81.8mm로 매우 건조한 날씨였음을 알 수 있다. 7월의 경우 강수량과 증발량의 차이가 평균 114.07mm로 건조에 의한 피해는 없을 것으로 추정되며, 1998년의 경우에는 1월부터 6월까지 강수량이 증발량을 상회하였고 7월에만 60.2mm로 건조한 환경이었을 것으로 추정된다. 그러나 고정군(2000)은 한라산 고산식물은 잎이 6월에 집중적으로 성장하며 생장일수가 대부분 30~60일 정도임을 밝히고 있어 여름철의 환경조건이 고산식물의 생육에 크게 영향을 준다고 추정된다. 식재시험지인 해발고도가 높은 장구목 일대의 기온 분포는 식재당시인 1999년 5월 15일에도 기온이 영하로 떨어지는 등으로 제주관측소가 위치한 저지대와는 매우 다른 양상이었다. 춘기식재의 경우 건조한 환경에서 보다 잘 적응할 수 있었던 엽량과 근계량이 적은 어린 묘목의 활착률이 상대적으로 높았고, 하기식재의 경우 상대적으로 뿌리가 얇은 어린 묘목이 8월의 건조를 이겨내지 못했던 것이 아닌가 추정된다.

2. 묘령, 지표처리 및 식재시기별 신초생장량 비교

1998년 7월 22일에 식재된 묘목의 신초생장을 2000년 10월 26일에 측정하여 통계처리한 결과를 Tables 4와 5에 보였다. 식재 후 27개월이 지난 활착된 구상나무 묘목의 신초생장에 있어서는 지표처리의 효과가 통계적으로 인정되었다. 코이어 매트를 처리한 시험구가 평균 2.11mm 로 가장 많이 성장하였고 대조구는 평균 1.49mm 성장하는 데 그쳤다. 지표처리가 묘목의 생장에 영향을 준다고 판단된다. 묘령은 신초생장에 영향을 미치지 않았으며, 상대적으로 3년생 묘목을 코이어 매트 처리한 경우가 2.26mm 로 가장 잘 자랐다.

1999년 5월 15일에 식재된 묘목의 신초생장을 2000년 10월 26일에 측정하여 통계처리한 결과를 Table 6과 7에 보였다. 식재 후 17개월이 지난 활착된 구상나무 묘목의 신초생장에 있어서는 지표처리나 묘령의 통계적 유의성은 인정되지 않았다. 대체로 활착률이 높았던 어린 묘목에서 신초생장이 좋게 나타나는 경향을 관찰할 수 있었다. 활착률과 신초생장량은

Table 5. Anova table of apical shoot length(mm) of the seedlings planted on July 22, 1998 by seedling age and surface treatment

Source	SS	df	MS	F
Main effects	13.759	4	3.440	3.870**
treatment(A)	9.727	2	4.864	5.472**
seedling age(B)	3.034	2	1.521	1.712 ^{NS}
interaction(A×B)	0.950	4	0.237	0.267 ^{NS}
Explained	14.708	8	1.644	2.069*
Residual	135.093	152	0.889	-
Total	149.801	160	0.936	-

Table 6. Shoot growth of the seedlings by seedling age and surface treatment

Date Seedling age/ /Treatment	Measured on Oct. 26, 2000(unit: mm)			
	Spring planting(May. 15, 1999)			
	Control	Coir-net	Coir-mat	Mean
3-year old(4-yr)	1.88	1.85	1.89	1.87
4-year old(5-yr)	1.45	1.75	1.59	1.59
6-year old(7-yr)	1.56	1.77	1.23	1.59
Mean	1.76	1.80	1.67	1.76

추후 지속적으로 측정해 보아야 할 것이라 판단된다.

이상의 한라산 장구목일대에서 행한 구상나무 묘목의 식재시험에서 얻은 결과는 다음과 같다. 춘기식재의 경우 어린 묘목의 활착률이 상대적으로 높게 나타났고, 하기식재의 경우 상대적으로 큰 묘목의 활착률이 높았으며, 지표처리에 따른 차이는 없었다. 하기식재한 구상나무 묘목의 신초생장에 있어서는 지표처리의 효과가 통계적으로 인정되어 코이어 매트를 처리한 시험구가 가장 많이 성장하였다. 춘기식재한 시험구에서는 어린 묘목에서 신초생장이 좋게 나타나는 경향을 관찰할 수 있었다. 다만 이 시험구는 앞으로 몇 년 간은 묘목의 성장을 더 조사하여야 할 것이라 판단된다.

Table 7. Anova table of apical shoot length(mm) of the seedlings planted on May 15, 1999 by seedling age and surface treatment

Source	SS	df	MS	F
Main effects	4.944	4	1.236	0.988 ^{NS}
treatment(A)	0.405	2	0.243	0.194 ^{NS}
seedling age(B)	4.491	2	2.245	1.795 ^{NS}
interaction(A×B)	1.756	4	0.439	0.351 ^{NS}
Explained	6.700	8	0.837	0.067 ^{NS}
Residual	275.130	220	1.251	-
Total	281.830	228	1.236	-

인용 문헌

- 고정군(2000) 한라산 고산식물의 생태생리학적 연구. 제주대학교 대학원 박사학위논문. 97쪽.
- 김갑태, 추갑철, 백길전(1998) 漢拏山 亞高山帶의 森林 群集構造에 관한 研究 -구상나무림-. 한임지 87(3): 366- 371.
- 김갑태, 추갑철, 엄태원(1997) 지리산 천왕봉-덕평봉 지역의 삼림군집구조에 관한 연구-구상나무림-. 한임지 86(2):1 465-157.
- 김갑태, 김준선, 추갑철, 진운학(1994) 덕유산국립공원 백련사-향적봉지구의 삼림군집구조에 관한 연구. 응생연7(2): 155-163.
- 김갑태, 김준선, 추갑철(1991) 반야봉 지역 삼림군집구조에 관한 연구 -구상나무림-. 응생지 5(1): 25-31.
- 김은식(1994) 환경변화와 고산지대 수목성장 쇠퇴현상과의 상관성 해석. 한국과학재단 연구보고서 KOSEF 921-1500-018-2. 89쪽.
- 이창복(1970) 구상나무와 새로 발견된 품종. 한임지 10: 5-6.
- 정태현, 이우철(1965) 한국식물대 및 적지적수론. 성균관대 논문집 10:329-435.
- McLaughlin *et al.*(1987) An analysis of climate and competition as contributors to decline of red spruce in high elevation Appalachian forests of the eastern United States. *Oecologia* 72: 487-501.