

분비·구상나무 天然集團의 毬果, 種子, 苞針特性 變異

송정호* · 이정주 · 강규석
국립산림과학원 산림유전자원부

Variation in Cone, Seed, and Bract Morphology of
Abies nephrolepis (Trautv.) Maxim. and
A. koreana Wilson in Native Forests

Jeong-Ho Song*, Jung-Joo Lee and Kyu-Suk Kang

Division of Forest Genetic Resources, Korea Forest Research Institute, Suwon 441-847, Korea

요 약: 소멸위기수종인 분비나무와 구상나무 8개 천연집단의 지리적 위치에 따른 구과, 종자 및 포침의 형태적 특성에 대한 변이의 구명과 단계적 판별분석을 이용하여 이들 변수 중 수종간 식별에 도움을 주는 분류 지표를 선정하고자 하였다. Nested 분산분석 결과 구과, 종자 및 포침 특성 13가지 형질 모두에서 집단간 및 집단 내 개체 간에 유의적인 차이를 보였다. 분비나무는 종자길이, 종자지수, 포침폭 및 포침지수 특성에서, 구상나무는 포침폭과 포침지수 특성에서 총 분산 가운데 집단간 차지하는 비율이 집단내의 개체가 차지하는 비율보다 높게 나타났다. 분비나무와 구상나무의 식별을 위한 판별분석 결과 변별력을 갖는 주요 형질들은 구과폭, 종자날개의 폭 및 포침길이 특성으로 나타났으며, 최종적으로 변수증감법(stepdisc method)에 의한 단계적 판별분석에서 종자날개의 폭과 포침길이 인자의 최적결합으로 판별되었다.

Abstract: Geographic variation of characteristics of cone, seed and bract morphology were examined in 8 populations of rare endemic *Abies nephrolepis* (Trautv.) Maxim and *A. koreana* Wilson. Additionally we studied classification index to distinguish between the species by the method of discriminant analysis. Nested ANOVA showed that there were statistically significant differences among populations as well as among individuals within populations in all 13 morphological traits. In the seed length, seed index, bract width, and bract index of *A. nephrolepis* and the bract width and index of *A. koreana*, variance components among populations were larger than those among individuals within populations. In discriminant analysis, three traits (cone width, length of seed wing, and bract length) were found to be useful in discriminating *A. nephrolepis* from *A. koreana*. The optimal classification results of stepwise selection were discriminated length of seed wing and bract length.

Key words : *A. nephrolepis*, *A. koreana*, discriminant analysis, nested anova

서 론

전나무屬(*Abies*) 수종은 북반구의 난대에서 한대에 걸쳐 약 50종이 분포하고 있는 것으로 알려져 있는데, 대부분은 북반구의 온대지역에서 자라고 있다(Farjon, 1990; Hunt, 1993). 우리나라에 자라고 있는 전나무속 수종에는 전나무(*Abies holophylla* Max.), 분비나무(*A. nephrolepis* Max.), 구상나무(*A. koreana* Wilson)의 3개 자생수종과 일본에서 도입되어 일부 지역에서 자라고 있는 일본전나무(*A. firma* Sieb. et Zucc.)가 있다(이창복, 1987). 구상나무

는 우리나라 특산종이며 희귀식물로서 그 생육범위가 덕유산 이남의 해발 1,000~2,000 m 지역의 고산지대에, 분비나무는 속리산 이북의 해발 700 m 이상에서 생육한다(이창복, 1980). 분비나무와 구상나무는 전나무와는 형태적으로 분명하게 구별이 되나 서로 비슷하여 식별하는데 상당한 어려움이 있다.

지금까지 분비나무와 구상나무의 유전자원 보존을 위한 중간분류학적 연구를 살펴보면 현정오 등(1997)은 RAPD분석에서 구상나무와 분비나무가 다른 분지군을 형성하는 결과를 토대로 이 두개의 종집단을 별개의 종으로 보고하였다. 김인식(1998)은 RAPD marker를 이용한 중간 비교에서 구상나무와 분비나무가 전나무와는 다른 하나

*Corresponding author
E-mail: SJH8312@forest.go.kr

의 분지군에 속하는 것으로 나타나 구상나무와 분비나무가 동일한 공통조상을 가지는 것으로 추정하고, 구상나무와 분비나무간의 유연관계를 분석한 결과 서로 다른 분류군이라고 추정할 바 있다. 또한 분류학적인 면에서 Wilson(1920)과 이창복(1980)은 분비나무와 구상나무는 수형, 소지의 털과 표면형질, 수피의 형질, 잎선단의 형태, 포린의 형태, 수지구, 암·수꽃의 형태, 구과의 색깔 및 형태 등을 주요 식별형질로 보고한 바 있다. 최근 제주도특별자치도 한라산연구소(2007)에서 분비나무와 구상나무의 수관, 수피, 엽서, 침엽, 구과, 인편, 포린 등을 관찰한 결과 몇 가지 분류형질에서 뚜렷한 차이를 보였음을 밝힌 바 있다. 그러나 이러한 특성들은 대부분 집단 내에서 연속적인 변이를 보여 중간 식별에 상당한 어려움을 가지고 있다.

임목의 형질은 유전자의 발현과 환경조건의 영향을 받아 임목 집단간, 집단내의 개체간에서 변이를 나타낸다. 이러한 변이의 정도는 차대에 나타나는 소질적인 것으로 알려져 있으며 현재 분비나무와 구상나무 천연림이 점차 소멸되어 가고 있는 실정에서 집단간 및 집단내 변이의 정도를 구명하는 것은 매우 중요한 사항이라 하겠다.

지금까지 분비나무와 구상나무의 구과 및 종자의 형태적 특성들에 관한 연구는 일부 특정집단 및 소수 개체만을 대상으로 수행되었을 뿐(장진성 등, 1997; 제주특별자치도 한라산연구소, 2007) 광범위한 지역에 걸친 지리적 분포에 따른 변이특성 연구는 전무한 실정이다. 따라서 본 연구는 분비·구상나무 천연집단의 지리적 분포에 따른 침엽의 형태적 특성에 대한 변이분석(송정호 등, 2007)에 이어 구과, 종자 및 포침의 형태적 특성들에 대한 변이의 구명과 또한 이들 특성들에 대해 단계적 판별분석을 적용하여 수종 간 분류 지표를 선정하는데 있다.

재료 및 방법

1. 시료 채취

공시재료는 2005년 9월 유전적 동질성을 고려하여 각 개체목별로 20 m 이상의 거리를 두고 생장, 건강도 등이

양호한 성목에서 채취한 구과를 사용하였다. 전체 8개 천연집단이며 분비나무는 태백산 등 5개 집단, 구상나무는 한라산 등 3개 집단을 대상으로 하였으며, 각 집단별로 5~37개체 총 156본에서 채취하였다(Table 1).

2. 구과, 종자 및 포침 특성조사

구과특성은 집단당 개체목별로 구과 3개씩 구과의 길이, 폭 및 구과지수(길이/폭)를 조사하였다. 종자특성은 구과의 중간부위에서 구과당 5개씩 종자의 길이, 폭, 무게 및 종자지수(길이/폭)와 종자날개의 길이, 폭 및 종자날개지수(길이/폭)를 조사하였다. 포침(bract) 특성도 구과의 중간부위에서 구과당 5개씩 길이, 폭 및 포침지수(길이/폭)를 각각 측정하였다(Table 2).

3. 자료 분석

통계분석은 SAS/STAT(ver. 6.12; SAS Institute Inc. 1996) 프로그램을 이용하여 집단간 및 집단 내 개체 간 유의성에 대해 Nested design에 의한 분산분석을 실시하였다. 또한 조사형질 중 종간의 식별에 도움을 주는 유효 형질 판별을 위해서는 단계적 판별분석법(stepwise discriminant analysis) 중 변수증감법(stepdisc method)을 이용(김기영과

Table 2. Morphological traits measured on all specimens.

Traits	Abbreviation
Cone Length (mm)	CL
Cone Width (mm)	CW
Cone Index (Length/Width)	CI
Seed Length (mm)	SL
Seed Width (mm)	SW
Seed Index (Length / Width)	SI
Seed Weight (g)	SWT
Length of Seed Wing (mm)	LSW
Width of Seed Wing (mm)	WSW
Index of Seed Wing	ISW
Bract Length (mm)	BL
Bract Width (mm)	BW
Bract Index (Length / Width)	BI

Table 1. Location information for the populations of *A. koreana* and *A. nephrolepis*.

	Species	Populations	Latitude	Longitude	Altitude (m)	No. of sample trees
1	<i>A. nephrolepis</i>	Mt. Sorak	38° 06' 55.4"	128° 28' 03.2"	1,685	20
2		Mt. Odae	37° 47' 49.7"	128° 32' 34.2"	1,433	18
3		Mt. Gebang	37° 43' 31.9"	128° 28' 04.3"	1,407	17
4		Mt. Jang	37° 07' 37.5"	128° 05' 67.1"	1,407	21
5		Mt. Taeback	37° 06' 12.0"	128° 54' 26.9"	1,325	37
6	<i>A. koreana</i>	Mt. Duckyu	35° 19' 28.0"	127° 44' 16.0"	1,610	5
7		Mt. Chiri	35° 19' 40.5"	127° 43' 37.5"	1,700	18
8		Mt. Halla	33° 21' 40.1"	129° 31' 48.5"	1,760	20

전명식, 1997)하여 가능한 가장 유용하다고 판별되는 변수들의 집합(판별변수의 최적결합)을 선택하였다.

결과 및 고찰

1. 구과, 종자, 포침의 형태적특성

분비나무 5개 천연집단과 구상나무 3개 천연집단의 구과, 종자 및 포침특성들에 대한 평균값과 변이계수 값은 Table 3과 같다. 구과특성에 대한 집단평균을 살펴보면 구과길이는 분비나무가 55.6~64.5 mm 범위(평균 60.4 mm)로, 구상나무가 56.1~63.8 mm 범위(평균 59.8 mm)로 나타났다. 구과폭은 분비나무와 구상나무가 각각 20.8~23.4 mm 범위(평균 22.2 mm)와 23.9~24.8 mm 범위(평균 24.4 mm)로 나타났다. 구과지수는 각각 2.61~2.91 범위(평균 2.75)와 2.31~2.59 범위(평균 2.46)로 분비나무에서 1.1배 정도 높은 값을 나타내 분비나무의 구과가 구상나무에 비해 더 가늘고 긴 원통형을 나타냈다.

종자특성에 대한 집단평균을 살펴보면 종자길이는 분비나무가 4.47~7.54 mm 범위(평균 5.43 mm)로, 구상나무가 5.38~5.60 mm 범위(평균 5.41 mm)로 나타났다. 종자폭은 분비나무와 구상나무가 각각 2.68~3.18 범위(평균 2.91)와 3.04~3.25 범위(평균 3.12)로 나타났다. 종자지수는 각각 1.66~2.44 범위(평균 1.86)와 1.67~1.83 범위(평균 1.75)로 나타났다. 종자무게는 분비나무가 0.007~0.011 g 범위(평균 0.009 g), 구상나무가 0.011~0.013 g 범위(평균 0.012 g)로 나타났다. 종자특성은 대체적으로 구상나무에서 종

자의 폭 및 무게 특성이 높은 값을 나타냈다. 특히 종자폭에서 가장 넓은 특성을 보인 계백산집단(평균 7.54)은 두 수종의 평균값에 비해 1.4배 정도 높은 값을 나타냈다.

종자의 날개특성을 살펴보면 종자날개길이는 분비나무가 4.86~5.42 mm 범위(평균 5.05 mm)로, 구상나무가 5.50~6.00 mm 범위(평균 5.76 mm)로 나타났다. 종자날개폭은 각각 2.56~3.41 mm 범위(평균 2.91)와 3.28~4.00 범위(평균 3.58)로 나타났다. 종자날개지수는 각각 1.60~1.91 범위(평균 1.76)와 1.54~1.71 범위(평균 1.64)로 나타났다. 구상나무에서 종자날개의 길이 및 폭 특성이 큰 것으로 나타났으나 상대적으로 날개지수는 분비나무에서 높게 나타났다.

포침특성에서 포침길이는 분비나무와 구상나무에서 각각 4.29~5.31 mm 범위(평균 4.83 mm)와 5.44~6.65 mm 범위(평균 5.80 mm)로 나타났다. 포침폭은 각각 1.71~2.66 mm 범위(평균 2.36 mm)와 1.65~2.74 mm 범위(평균 2.35 mm)로 나타났다. 포침지수는 각각 1.66~2.74 범위(평균 2.12)와 2.37~3.40 범위(평균 2.62)로 나타났다. 포침특성은 분비나무에 비해 구상나무에서 길이와 지수 특성이 1.2배 정도 높은 것으로 나타났다.

변이계수 값을 살펴보면 분비나무의 경우는 종자무게 특성에서 태백산집단을 제외한 다른 집단들이 26% 이상의 높은 값을 나타냈으며, 나머지 형질들에서는 10% 내외의 비교적 낮은 값을 나타냈다. 13가지 형질 중 종자길이 특성에서만 집단간 변이계수 값이 23.1%로 매우 높은 것으로 나타났다. 구상나무의 경우는 종자의 무게와 날개폭 특성에서 20% 이상의 높은 변이계수 값을 나타냈으며,

Table 3. Means and coefficients of variation for the cone, seed and bract characteristics of *A. nephrolepis* and *A. koreana*.

Pop.	CL	CW	CI	SL	SW	SI	SWT	LSW	WSW	ISW	BL	BW	BI
1	64.5 (10.8)	23.1 (8.4)	2.80 (7.7)	4.81 (9.3)	2.75 (9.6)	1.76 (8.5)	0.008 (26.5)	5.08 (11.4)	2.92 (14.3)	1.76 (9.2)	4.29 (8.0)	2.60 (11.7)	1.66 (10.4)
2	58.8 (16.6)	22.0 (18.0)	2.72 (16.4)	4.47 (11.5)	2.68 (12.0)	1.69 (14.0)	0.007 (38.9)	4.86 (12.3)	2.93 (16.4)	1.67 (7.7)	4.98 (10.6)	2.50 (15.5)	2.03 (15.9)
3	62.4 (13.1)	21.5 (8.5)	2.91 (13.7)	7.54 (7.2)	3.10 (8.3)	2.44 (6.2)	0.008 (26.9)	4.86 (16.8)	2.56 (11.8)	1.91 (17.2)	4.63 (12.0)	1.71 (13.0)	2.74 (14.1)
4	55.6 (14.5)	20.8 (14.8)	2.69 (13.9)	4.71 (15.7)	2.83 (10.3)	1.66 (12.4)	0.010 (31.9)	5.03 (13.3)	2.71 (12.4)	1.86 (5.7)	5.31 (12.7)	2.66 (15.2)	2.03 (19.3)
5	60.7 (14.1)	23.4 (9.0)	2.61 (12.2)	5.61 (13.3)	3.18 (9.7)	1.77 (13.2)	0.011 (17.6)	5.42 (10.4)	3.41 (14.4)	1.60 (9.5)	4.93 (16.8)	2.35 (19.6)	2.14 (17.8)
Mean	60.4 (5.6)	22.2 (4.9)	2.75 (4.2)	5.43 (23.1)	2.91 (7.6)	1.86 (17.5)	0.009 (18.7)	5.05 (4.5)	2.91 (11.1)	1.76 (7.3)	4.83 (8.0)	2.36 (16.2)	2.12 (18.5)
6	63.8 (14.3)	24.8 (17.4)	2.59 (4.2)	5.38 (16.0)	3.25 (17.9)	1.67 (10.3)	0.011 (39.9)	5.78 (19.1)	3.45 (18.5)	1.67 (5.9)	6.65 (12.1)	2.74 (13.5)	2.44 (13.0)
7	56.1 (15.2)	24.4 (8.8)	2.31 (13.5)	5.24 (6.7)	3.04 (9.9)	1.74 (8.5)	0.012 (23.7)	5.50 (10.5)	3.28 (20.5)	1.71 (10.5)	5.49 (19.8)	2.35 (15.8)	2.37 (22.5)
8	59.4 (16.2)	23.9 (12.1)	2.49 (13.4)	5.60 (10.5)	3.06 (10.3)	1.83 (5.6)	0.013 (34.7)	6.00 (14.6)	4.00 (25.5)	1.54 (13.0)	5.44 (6.7)	1.65 (15.8)	3.40 (24.0)
Mean	59.8 (6.5)	24.4 (1.9)	2.46 (5.8)	5.41 (3.4)	3.12 (3.7)	1.75 (4.6)	0.012 (8.3)	5.76 (4.4)	3.58 (10.5)	1.64 (5.4)	5.80 (12.7)	2.35 (25.9)	2.62 (26.8)

Pop. and abbreviation for the morphological traits are given in Table 1 and 2, respectively.

나머지 특성들은 10% 내외의 비교적 낮은 값을 보였다.

김영두와 김삼식(1983)에 의하면 구상·분비나무는 구과길이에서 각각 60.9 mm와 63.7 mm, 구과폭 23.6 mm와 24.0 mm, 종자길이 6.34 mm와 6.17 mm, 종자폭 3.27 mm와 3.32 mm, 종자날개의 길이 3.42 mm와 3.69 mm, 종자날개의 폭 6.45 mm와 6.65 mm로 보고하여 본 연구결과에 비해 대체적으로 다소 큰 특성을 나타냈는데 이는 한 집단만을 연구대상으로 하였기 때문에 나타난 지역간·연도간 차이로 사료된다. 제주특별자치도 한라산연구소(2007)에서는 구상·분비나무의 구과길이는 각각 59.9 mm와 61.7 mm, 구과폭 23.0 mm와 21.2 mm, 종자길이 4.28 mm와 3.45 mm, 종자폭 3.81 mm와 3.42 mm, 포침길이 1.68 mm와 1.44 mm로 보고하여 종자길이와 폭 및 포침길이 특성에서 본 연구결과와 상이한 경향을 나타냈다.

2. Nested 분산분석

분비나무와 구상나무 구과, 종자, 포침의 13가지 양적특성들에 대해 Nested 분산분석을 실시한 결과 두 수종 모두 모든 항목들에서 집단간 및 집단 내 개체 간에 유의적인 차이를 보였다(Table 4). 분비나무는 종자길이, 종자지수, 포침폭 및 포침지수 특성들에서, 구상나무는 포침폭과 포침지수 특성에서 총 분산 가운데 집단이 차지하는 비율이 집단내의 개체가 차지하는 비율보다 높게 나타나 이러한 특성들은 각 집단이 위치한 지역의 환경 인자에 의해 많은 영향을 받는 것으로 나타났다. 특히 구상나무의 경우는 구과의 길이, 폭과 지수, 종자폭, 종자무게, 포침길이 특성들에서 지역간 차이가 없는 것으로 분석되어 분비나무와 변별

Table 4. Variance component (%) of Nested analysis of variance for cone, seed and bract characteristics of *A. koreana* and *A. nephrolepis*.

Variable	<i>A. nephrolepis</i>			<i>A. koreana</i>		
	AP**	AIWP**	Error	AP**	AIWP**	Error
CL	7.6	62.5	29.9	0.0	64.4	35.6
CW	9.1	44.8	46.1	0.0	48.8	51.2
CI	3.8	38.4	57.8	0.0	26.5	73.5
SL	61.8	17.7	20.5	7.5	23.5	69.0
SW	17.6	22.4	60.0	0.0	34.4	65.6
SI	35.0	15.8	49.2	4.2	13.8	82.1
SWT	12.7	26.8	60.5	0.0	8.1	91.9
LSW	10.5	43.7	45.8	6.6	43.4	50.0
WSW	23.2	31.0	45.8	15.8	53.1	31.1
ISW	11.6	12.8	75.6	6.7	22.6	70.7
BL	4.5	12.2	83.3	0.0	62.9	37.1
BW	21.8	21.3	56.9	42.5	19.5	38.0
BI	23.8	8.6	67.6	39.4	24.5	36.1

AP: Among populations, AIWP: Among individuals within populations, **: Significant at $p < 0.01$, Abbreviation for the morphological traits is given in Table 2.

력을 가질 수 있는 유효한 주요 형질들로 나타났다.

이처럼 분비나무와 구상나무는 구과, 종자 및 포침의 형태적 특성에서 대부분 집단간 보다는 집단 내 개체간 차지하는 분산성분이 높은 것으로 나타나 침엽의 형태적 특성 분석(송정호 등, 2007)에서와 유사한 경향을 나타냈다. 이석우 등(1997)은 희귀수종 모감주나무의 엽형특성 분석에서 거의 대부분 집단간 차지하는 분산성분이 집단내 개체가 차지하는 분산 성분보다 높음을 보고한 바 있으며, 이철호 등(2007)은 우리나라 자생 소나무의 침엽특성 분석에서 조사된 모든 형질들이 개체간 변이가 집단간 변이보다 높음을 보고하여 본 연구 결과와는 상이한 결과를 나타냈다.

3. 판별분석

조사된 구과, 종자 및 포침 특성의 13가지 형질 중 분비나무와 구상나무의 식별에 도움을 주는 유효 형질의 판별을 위해 단계적 판별분석(stepwise discriminant analysis)을 실시한 결과 변별력을 갖는 주요 형질들은 구과폭, 종자날개의 폭 및 포침길이 특성으로 나타났다(Table 5). 그러나 이러한 변수들은 개별적으로는 변별력이 높으나 다른 변수들과의 상관관계에 의해 판별정보를 공유하고 있기 때문에 이와 같이 중복되거나 판별에 공헌도가 낮은 변수들은 어떤 논리적인 타당성이 인정되지 않는 한 분석과정에서 제외하는 것이 바람직하다. 변수증감법(stepdisc method)에 의해 최종적으로 선정된 주요 영향 인자는 구과폭 특성을 제외한 종자날개의 폭과 포침길이 인자의 최적결합으로 나타났으며 두 수종간 식별에 도움을 주는 유효형질로 판별되었다(Table 6).

김영두와 김삼식(1983)은 한국산 *Abies*속의 내외형태학적 특성에 관한 연구에서 분비·구상 구과, 종자, 종자날개 특성에서 두 수종 간에 유의적인 차이가 있는 것으로

Table 5. The results of F-test for stepwise discriminant analysis for cone, seed and bract characteristics of *A. koreana* and *A. nephrolepis*.

Variable	R-Square	F-Value	Pr > F
CL	0.0683	0.59	0.4658
CW	0.4520	6.60	0.0332
CI	0.0378	0.31	0.5902
SL	0.0233	0.19	0.6739
SW	0.0529	0.45	0.5228
SI	0.0961	0.85	0.3835
SWT	0.1082	0.97	0.3527
LSW	0.3431	4.18	0.0752
WSW	0.5125	8.41	0.0199
ISW	0.3873	5.06	0.0547
BL	0.3995	5.32	0.0499
BW	0.0589	0.50	0.4994
BI	0.1000	0.89	0.3734

Abbreviation for the morphological traits is given in Table 2.

Table 6. The optimal classification results of stepwise selection for cone, seed and bract characteristics in *A. koreana* and *A. nephrolepis*.

Step	Variable	Partial R-Square	F-Value	Pr > F	Wilks's Lambda	
	Entered	Removed				
1	WSW	.	0.5125	8.41	0.0199	0.4875
2	BL	.	0.4485	5.69	0.0485	0.2688

Abbreviation for the morphological traits is given in Table 2.

보고하였으며, 장진성 등(1997)은 분비·구상나무의 중간 식별을 위해 주성분분석(principal components analysis)을 실시한 결과 유효한 형질로 구과폭, 종자길이, 종자날개의 폭, 포침길이 등을 보고하였다. 제주특별자치도 한라산연 구소에서(2007)는 분비·구상나무의 구과, 종자 등의 26 개 형질들에 대해 판별분석을 실시한 결과 구과의 폭, 포 침의 길이, 종자의 나비에서 현저한 차이를 보였으며, 이 들 측정치를 이용한 집단분석에서도 두 종이 뚜렷하게 분 리 구분되는 별개의 종으로 보고한 바 있어 본 연구 결과 와 유사한 경향을 나타냈다.

결 론

소멸위기수종 분비나무와 구상나무의 8개 집단의 지리 적 위치에 따른 구과, 종자 및 포침의 형태적 특성을 조사 한 결과 집단간 및 집단내 개체 간에 많은 차이를 나타냈 다. 구과, 종자 및 포침의 형태적 특성은 수종을 분류하는 중요한 특징 중의 하나이다. 구과의 길이, 폭 및 지수, 종 자의 길이, 폭, 지수 및 무게, 종자날개의 길이, 폭 및 지수, 포침의 길이, 폭 및 지수에 대한 평균생장은 분비나무의 경우 각각 60.4 mm, 22.2 mm, 2.75, 5.43 mm, 2.91 mm, 1.86, 0.009 g, 5.05 mm, 2.91 mm, 1.76, 4.83 mm, 2.36 mm 및 2.12, 구상나무의 경우 각각 59.8 mm, 24.4 mm, 2.46, 5.41 mm, 3.12 mm, 1.75, 0.012 g, 5.76 mm, 3.58 mm, 1.64, 5.80 mm, 2.35 mm 및 2.62로 나타났다. 대체적으로 구과는 분비나무가 구상나무에 비해 더 가늘 고 긴 원통형을 나타냈다. 종자특성은 구상나무에서 종자 의 폭과 무게, 종자날개의 길이와 폭 특성이 큰 것으로 나 타났으며, 종자날개지수는 분비나무에서 높게 나타났다. 포 침특성은 분비나무에 비해 구상나무에서 길이와 지수 특성 이 1.2배 정도 큰 것으로 나타났다. Nested 분산분석을 실 시한 결과 분비나무는 종자길이, 종자지수, 포침폭 및 포침 지수 특성에서, 구상나무는 포침폭과 포침지수 특성에서 총 분산 가운데 집단간 차지하는 비율이 집단내의 개체가 차지하는 비율보다 높게 나타나 이러한 특성들은 각 집단 이 위치한 지역의 환경 인자에 의해 많은 영향을 받는 것 으로 나타났다. 분비나무와 구상나무의 식별을 위한 판별 분석 결과 구과폭, 종자날개의 폭 및 포침길이 특성이 변별 력을 갖는 주요 형질들로 나타났으며, 이중 최종적으로 변

수증감법(stepdisc method)에 의한 단계적 판별분석에 의해 종자날개의 폭과 포침길이 인자의 최적결합이 선정되었다.

인용문헌

- 김기영, 전명식. 1997. SAS 판별 및 분류분석. 자유아카 데미. pp. 78.
- 김영두, 김삼식. 1983. 한국산 *Abies*속의 내외형태학적 특성에 관한 연구. 한국임학회지 62: 68-75.
- 김인식. 1998. RAPD marker에 의한 국내 전나무류의 유 전적 구조와 유연관계. 서울대학교 박사학위논문. pp. 99.
- 송정호, 이정주, 이갑연, 이재천, 김용율. 2007. 분비구상 나무 천연집단의 침엽특성 변이. 한국임학회지 96(4): 387-392.
- 이석우, 김선창, 김원우, 한상돈, 임경빈. 1997. 희귀수종 모감주나무 자생집단의 잎의 형태적 특성, 식생특성 및 유전변이. 한국임학회지 86(2): 167-176.
- 이창복. 1980. 대한식물도감. 향문사. pp. 953.
- 이창복. 1987. 신고수목한. 향문사. pp. 331.
- 이철호, 신창호, 김규식. 2007. 우리나라 자생 소나무의 지역에 따른 침엽특성 변이. 한국자연식물학회지 20(4): 336-341.
- 장진성, 전정일, 현정오. 1997. 한국산 분비나무와 구상 나무의 형질분석과 종간유연관계. 한국임학회지 86(3): 378-390.
- 제주특별자치도 한라산연구소. 2007. 한라산의 구상나무. 제주도인세정보산업협동조합. pp. 183.
- 현정오, 김은식, 김갑태, 장진성. 1997. 산림생태계의 생 물다양성 보존 및 서식지 복원을 위한 연구: 구상나무 림을 중심으로. 식물환경과학의 발전방향 pp. 163-183. 교육부 농업과학심사평가위원회.
- Farjon, A. 1990. Pinaceae: drawings and descriptions of the genera *Abies*, *Cedrus*, *Pseudolarix*, *Keteleeria*, *Nothot suga*, *Tsuga*, *Cathaya*, *Pseudotsuga*, *Larix* and *Picea* Konigstein: Koeltz Scientific Book.
- Hunt, R.S. 1993. *Abies*. Flora of North America Editorial Committee (eds.): Flora of North America North of Mexico, Vol. 2. Oxford University Press.
- SAS Institute Inc., 1996. SAS/STAT User's Guide, version 6.12 SAS Institute, USA.
- Wilson, E.H. 1920. Four new conifers from Korea. J. Arnold. Arb. 1: 186-190.