碩士學位論文

濟州島産 참나무屬 數種에서 葉의 標高別 變異와 毛茸形에 關한 硏究

濟州大學校 大學院

生 物 學 科

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

宋 弘 善

1991年 12月

濟州島産 참나무屬 數種에서 葉의 標高別 變異와 毛茸形에 關한 硏究

指導敎授 金 文 洪

宋 弘 善

이 論文을 碩士學位 論文으로 提出함.

1991年 12月

제주대학교 중앙도서관

宋弘善의 理學 碩士學位 論文을 認准함.

審査委員長_____

委 員_____

委 員_____

濟州大學校 大學院

1991年 12月

A Study on the Trichome Types and Variation of the Leaf along Altitudinal Gradient of the Genus *Quercus* in Cheju-Island

Hong-Seon Song

(Supervised by Professor Moon-Hong Kim)

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF
MASTER OF NATURAL SCIENCE

DEPARTMENT OF BIOLOGY
GRADUATE SCHOOL
CHEJU NATIONAL UNIVERSITY

1991

目　　次

SUMMARY - 1

緖　　論 - 2

略　　語 - 4

材料 및 方法 - - - - - - - - - - - - - - - - - - - 5

結果 및 考察 - - - - - - - - - - - - - - - - - - - 9

摘　　要 -40

參考文獻 -41

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

SUMMARY

The study was carried out to clarify the trichome type and variation along altitudinal gradient in Cheju-Island. The results obtained are summarized as follows: 1) The morphological characters of leaf, stoma and nut were an obvious difference along altitudinal gradient. Variation of morphological character was greater leaf than nut and stoma, and greater deciduous oaks than evergreen oaks. 2) In *Q. serrata* and *Q. crispula*, coefficient of variability appeared to the highest in petiole length. In *Q. salicina* and *Q. acuta*, coefficient of variability appeared to the highest in lower blade length. Vein number showed the lowest in four species. 3) The habitat of optimum by leaf blade length and leaf blade width of four species along altitudinal gradient was divided into three parts: 200m(*Q. salicina* and *Q. acuta*), 400m(*Q. serrata*) and 1200-1400m(*Q. crispula*). 4) It seemed that *Q.acuta* with marginal serration number of seven suggested variation and hybrid species. 5) Types of trichome were observed with simple, solitary, fasciculate, multiradiate and stellate. Type of simple was commonly detected in all species, and type of fasciculate and stellate was restricted to particular deciduous oaks. 6) The morphological characters of leaf, stoma, nut and trichome of the genus *Quercus* in Cheju-Island were an obvious difference between the evergreen and deciduous oaks.

제주대학교 중앙도서관

緖　論

참나무科(Fagaceae)에 속하는 참나무屬(*Quercus*)식물은 약 400種이 온대 및 아열대지역에 落葉, 常綠闊葉喬木 혹은 灌木으로 넓게 분포하며, 외부형질은 同種間의 변이형, 異種間의 유사형이 많은 屬으로 알려져 있다(Stebbins *et al.*, 1947; Cooperrider, 1957; Tucker, 1961; Borchert *et al.*, 1989).

본 屬은 크게 *Cyclobalanopsis*亞屬, *Lepidobalanus*亞屬, *Erythrobalanus*亞屬으로 구분하고 있으나, Oersted(1871)는 꽃과 열매의 형태에 따라 *Erythrobalanus*亞屬, *Lepidobalanus*亞屬, *Macrobalanus*亞屬으로, Schwarj (1936)는 *Erythrobalanus*亞屬과 *Macrobalanus*亞屬, *Lepidobalanus*亞屬, *Scerophyllodrys*亞屬으로 나누었고, 동아시아산은 Nakai(1917)에 의해 *Cerris* 亞屬, *Lepidobalanus*亞屬, *Cyclobalanopsis*亞屬, *Cyclotheca*亞屬으로 구분하여 이에 대한 유연관계는 분류학자들 사이에 의견을 달리하고 있다.

Burger(1975)는 참나무屬의 種 개념으로 생물학적 種 개념과 Linne의 고전적 種 개념을 비교하여 설명하였고, Tucker(1961, 1963, 1970, 1971, 1974), Yamanaka and Yamanaka(1983)는 잎 等의 외부형태, Hardin(1975)은 모용, Jensen and Eshbaugh (1976a, 1976b), Jensen(1977a, 1977b)은 수치분석과 수리분류에 의해 變異形 및 交雜種을 분류하였으며, Tillson and Muller(1942)는 *Erythrobalanus*亞屬의 도관벽은 3㎛以上으로 두껍고 *Lepidobalanus*亞屬은 3㎛ 이하로서 얇은 특징을 보인다고 미국산 참나무屬 104種에 대한 해부학적 연구에서 밝혔다. 한편 Hardin(1976)은 미국산 참나무屬의 모용을 10개형으로 구분하고 명명하였으며, Nakamura(1956)는 花粉粒 크기의 빈도에 관한 연구 等이 있다. 특히 Hardin(1979a, 1979b)은 미국산 참나무屬의 모용은 亞屬과 節을 구분함은 물론 種 분류 특성으로 중요하다고 하였으며, 계절적 변이가 심하고 幼葉과 주맥 혹은 2차맥에서 특성적으로 존재하나 成葉에서는 거의 탈락하는 특징이 있고, 密度에 있어서도 量的인 면에서 차이를 보여 葉表面보다는 葉裏面에서 밀도가 높다고 하였다.

제주대학교 중앙도서관

한국산 낙엽성 참나무屬은 주로 韓半島 온대지역에, 상록성 참나무屬은 난대지역에 40여種이 분포하고 있으며(金 等, 1981), 李(1961a)는 물참나무를 제외한 6種(상수리나무, 졸참나무, 갈참나무, 굴참나무, 신갈나무, 떡갈나무)을 한국산 참나무屬의 基本種이라 하였고, 양원잡종 및 삼원잡종의 계통을 밝히면서 사원잡종의 가능성도 제시하였다(李, 1961b, 1961c). 玄(1949)은 신갈나무와 갈참나무는 졸참나무 및 떡갈나무의 중간에 위치하며 상수리나무 및 굴참나무는 졸참나무에 보다 가깝다고 하였고, 馬(1974)는 갈참나무와 신갈나무가 가장 가깝고 졸참나무와 떡갈나무는 가장 멀다고 하였다. 李와 趙(1981), 李(1984)는 전기영동과 면역학적인 방법에 의해 참나무屬과 너도밤나무屬은 차이가 뚜렷하고 참나무屬內에서도 *Cyclobalanopsis*亞屬은 *Lepidobalanus*亞屬과 구별된다고 하였으며, 朴(1991)은 花粉形態를 털가시나무형, 가시나무형, 갈참나무형, 떡갈나무형, 상수리나무형으로 구분하였다.

한국산 참나무屬 식물의 표고 및 집단별에 따른 외부형태적 변이에 관해서 黃(1977)은 신갈나무의 葉長이 표고가 높을 수록 길어지는 반면, 林 等(1986)은 짧아진다고 하였다. 또한 金 等(1984, 1985)은 신갈나무와 졸참나무의 집단별 엽형질의 변이계수가 10-20%, 기공형질은 1-5%라고 하는 等 주로 낙엽성 참나무屬인 졸참나무와 신갈나무에서 많이 수행되었으나 아직까지도 상록성 참나무屬에 관해서는 찾아보기 힘든 편이다. 한편 李(1961b, 1961c, 1964)와 金(1973)은 모용형에 의한 識別形質을 單毛, 星毛 等으로 분류하면서 다양한 변이형을 보고하였다.

본 연구는 제주도 한라산에서 표고별로 분포하는 참나무屬 數種을 대상으로 표고별에 따른 葉, 堅果, 氣孔의 外部形態的 차이와 形質의 變異幅으로 생태적 생육조건을 알아보고, 변이형의 많은 모용을 顯微鏡的 관찰로 구분하여 識別形質의 體系를 정립하고자 수행하였다.

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

略　語

QAU	*Q.acutissima* Carruthers	상수리나무
QSE	*Q.serrata* Thunberg	졸참나무
QAL	*Q.aliena* Blume	갈참나무
QMO	*Q.mongolica* Fischer	신갈나무
QCR	*Q.crispula* Blume	물참나무
QDE	*Q.dentata* Thunberg	떡갈나무
QGL	*Q.glauca* Thunberg	종가시나무
QMY	*Q.myrsinaefolia* Blume	가시나무
QAC	*Q.acuta* Thunberg	붉가시나무
QSA	*Q.salicina* Blume	참가시나무
QGI	*Q.gilva* Blume	개가시나무
QPH	*Q.phillyraeoides* A.Gray	좁가시나무
BLL	Leaf blade length	葉　長
UBL	Upper blade length	上葉長
LBL	Lower blade length	下葉長
PEL	Petiole lenght	葉柄長
BWL	Leaf width length	葉　幅
MSN	Marginal serration number	鋸齒數
VEN	Vein number	葉脈數
STL	Stoma length	氣孔長
STW	Stoma width length	氣孔幅
CUL	Cup length	殼斗長
CUW	Cup width length	殼斗幅
ACL	Acorn length	種子長
ACW	Acorn width length	種子幅
LSW	Lower side width length	座面幅

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

材料 및 方法

1. 實驗材料

濟州島産 참나무屬 中에서 全島에 분포되어 있는 數種을 조사대상으로(表 1), 1990年 4月부터 1991年 10月까지 본 島의 동, 서, 남, 북지역에서 표고별로 채취하였다. 한편 葉, 堅果, 氣孔의 형태적 차이와 변이폭을 비교하고자 낙엽성 참나무屬은 졸참나무(*Q.serrata*)와 물참나무(*Q.crispula*)를, 상록성 참나무屬은 참가시나무(*Q.salicina*), 붉가시나무(*Q.acuta*), 종가시나무(*Q.glauca*)를 선정하였다. 그리고 모용형 관찰을 위해 선택된 가시나무(*Q.myrsinaefolia*)와 신갈나무(*Q. mongolica*)는 南部林業試驗場(진주)과 林業硏究院(서울)에서 제공받았고, 졸가시나무(*Q. phillyraeoides*) 等 상록성 참나무屬은 東京 農工大學(일본)에서 보내온 표본과 調査比較하였다.

2. 變異分析 및 顯微鏡的 觀察

엽형질은 각 표고별 300葉씩 시료당 총 100개체에서 1500葉을 조사하였다. 葉은 햇빛을 받고있는 중상층부 남북방향의 1-2年生 小枝에서 7葉까지를 개체당 15葉씩 채취하여 사용하였다. 측정형질의 葉長, 上葉長, 下葉長, 葉柄長, 葉幅, 葉柄長은 버어니어 캘리퍼스(vernier callipers)에 의해 cm單位로 측정하였으며 鋸齒數와 葉脈數를 조사하였다. 또한 葉形指數로서 葉長/上葉長, 葉長/葉柄長, 葉長/葉幅, 下葉長/上葉長을 구분하였다(그림 1a).

견과형질은 각 표고별 100粒씩 시료당 총 20개체에서 400粒을 조사하였으며, 無作爲로 개체당 20粒씩 채취하여 사용하였다. 측정형질의 殼斗長, 殼斗幅, 種子長, 種子幅, 坐面幅은 버어니어 캘리퍼스(vernier callipers)에 의해 mm單位로 측정하였고, 堅果形指數로서 殼斗長/殼斗幅, 種子長/種子幅, 種子長/坐面幅, 種子幅/坐面幅을 구분하였다(그림 1b).

Table 1. Locality and distribution of the genus *Quercus* for this study

Species	Locality	Distribution(m)	Date
Q.acutissima Carruthers	Chejudo	200-500	Jun.27,1990 Oct.25,1990
Q.serrata Thunberg	Chejudo Chollanamdo	200-1000	Jun.20,1990 Oct.28,1990 Apr.13,1991
Q.aliena Blume	Chejudo Chollanamdo	200	Jun.27,1990 Oct.25,1990
Q.mongolica Fischer	Seoul	300	Apr.20,1990 Jul.20,1990
Q.crispula Blume	Chejudo	1000-1800	Jun.20,1990 Oct.28,1990 Apr.13,1991
Q.dentata Thunberg	Chejudo	300	Jun.27,1990 Oct.28,1990
Q.glauca Thunberg	Chejudo Japan	100-400	May 10,1990 Nov.11,1990
Q.myrsinaefolia Blume	Chollanamdo Japan	200	May 26,1990 Nov.15,1990
Q.acuta Thunberg	Chejudo	100-600	May 12,1990 Nov.12,1990
Q.salicina Blume	Chejudo Japan	100-600	May 13,1990 Nov.14,1990
Q.gilva Blume	Chejudo Japan	100-300	May 20,1990 Nov.20,1990
Q.phillyraeoides A.Gray	Chejudo Japan	200	May 20,1990 Nov.20,1990

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

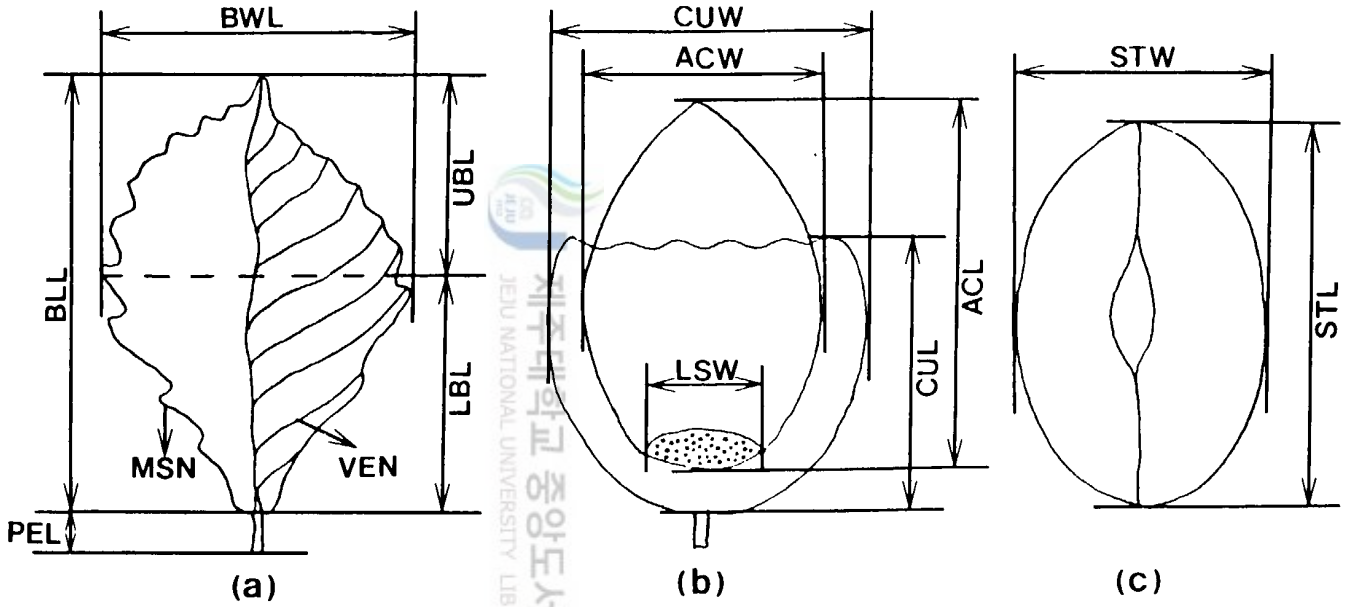
기공형질은 엽형질 조사에서 평균치에 근접한 葉을 각 표고별 25葉씩 시료당 총 15개체에서 300葉의 裏面을 조사하였으며, 개체당 5葉을 채취하여 사용하였다. 측정형질의 氣孔長, 氣孔幅은 光學顯微鏡에서 ㎛單位로 하였고, 氣孔形指數로서 氣孔幅/氣孔長을 구분하였다(그림 1c).

기공및 모용은 葉表面과 葉裏面의 중간부위에서 collodin replica를 만들고 셀로판 접착테이프에 붙여 떼어낸 후 0.5% safranin용액으로 염색하여 사용하였고, 측정 및 관찰은 ocular micrometer을 이용하여 光學顯微鏡下에서 수행하였다.

3. 用 語

모용형의 용어는 Hardin(1976)에 의하였으며, 우리말명을 單純形(Simple), 球根形(Bulbous), 單生形(Solitary), 總生形(Fasciculate), 星毛形(Stellate), 多放射形(Multiradiate), 固着形(Appressed-lateral), 單枝形(Simple-branched), 合成形(Fused-stellate), 薔薇形(Rosulate)이라 하였다.

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY



제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

Fig. 1. Diagrams of leaf, nut and stoma based on characters for this study. (a) The leaf characters represent BLL, UBL, LBL, PEL, BWL, MSN and VEN. Indices are indicated as follows: BLL/UBL, BLL/PEL, BLL/BWL and LBL/UBL. (b) The nut charaters represent CUL, CUW, ACL, ACW and LSW. Indices are indicated as follows: CUL/CUW, ACL/ACW, ACL/LSW and ACW/LSW. (c) The stoma charaters represent STL and STW. Index is indicated as follows: STW/STL.

結果 및 考察

1. 標高別에 따른 葉, 氣孔, 堅果의 形態的 形質

1) 落葉性 참나무屬 數種의 形質變異

(1)葉形質

졸참나무와 물참나무 엽형질들의 標高別 範圍, 平均値, 標準偏差, 變異係數는 表 2와 3과 같다. 조사된 모든 형질은 졸참나무가 600m以下, 물참나무는 1400m以下에서 平均値보다 크게 나타나 표고가 높을 수록 점차 작았으며, 葉長, 上葉長, 葉柄長이 현저하였다. 그리고 변이계수는 졸참나무와 물참나무의 葉柄長이 36.41%, 40.99%를 보여 변이가 가장 심하였고 葉脈數의 변이가 15% 內外로 가장 작았다. 전체 변이계수의 평균은 졸참나무가 23.15%, 물참나무가 27.49%로 나타나 졸참나무에 비해 물참나무의 변이가 심하였고 두 種의 變異幅은 20-40%이었다.

졸참나무의 葉長은 平均値가 7.31±1.54cm로서 7.61cm에서 6.70cm까지의 變異幅을 가지며, 물참나무는 8.24±2.05cm로서 9.20cm에서 6.71cm까지의 變異幅을 보였고, 두 種 모두 표고가 높을 수록 점차 작아졌다. 표고별에 의하면 졸참나무는 400m, 물참나무는 1200-1400m에서 가장크게 나타났다. 한편 黃(1977)은 표고 100-700m범위에서 신갈나무 葉長이 표고가 높을수록 커지나, 표고 700-1000m범위에서 林 等(1986)은 작아진다고 하여 서로 상반된 결과를 나타냈다. 따라서 신갈나무의 葉長은 점차로 커지다가700m 以上에서는 작아졌으며, 비록 수종은 다르지만 표고별 분포가 비슷한 물참나무의 최적 생육지는 신갈나무와 같이 저지대가 아님을 나타내었다.

한편 두 種 모두 下葉長이 上葉長보다 크며, 葉柄長 다음으로 변이가 심하였다. 졸참나무와 물참나무의 葉柄長은 표고별 변이가 가장 심하였으며 平均値는 0.76±0.27cm, 0.31±0.12cm이었다. 졸참나무의 葉柄長은 李(1961a)이 보고와 비슷하였고, 金 等(1985)이 보고한 신갈나무와 졸참나무의 집단

제주대학교 중앙도서관 JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

Table 2. Altitudinal variation of leaf type in *Q. serrata*

Characters	Altitude(m)	Range(cm)	Mean(cm)	SD(cm)	C.V.(%)	F
BLL	200	4.10-12.65	7.59	1.62	24.34	20.9**
	400	3.00-12.40	7.61	1.35	17.73	
	600	2.00-11.10	7.24	1.35	18.64	
	800	3.40-12.05	7.45	1.82	24.42	
	1000	2.10-12.70	6.70	1.60	23.88	
	Mean	2.92-12.18	7.31	1.54	21.80	
UBL	200	1.70- 5.60	3.37	0.67	19.88	36.3**
	400	1.45- 5.50	3.40	0.68	20.00	
	600	1.00- 6.00	3.22	0.77	23.91	
	800	1.60- 7.20	3.32	0.82	24.69	
	1000	1.35- 5.20	2.78	0.66	23.73	
	Mean	1.42- 5.90	3.21	0.72	22.44	
LBL	200	1.00- 8.50	4.22	1.21	28.67	10.5**
	400	2.05- 7.00	4.20	1.00	23.80	
	600	1.55- 6.15	4.02	0.91	22.63	
	800	1.50- 7.75	4.13	1.29	31.23	
	1000	1.60- 7.70	3.95	1.16	29.36	
	Mean	1.54- 7.44	4.10	1.11	27.13	
PEL	200	0.30- 2.30	0.83	0.27	33.25	41.8**
	400	0.30- 1.65	0.38	0.26	31.50	
	600	0.20- 1.85	0.81	0.22	28.02	
	800	0.20- 1.90	0.76	0.32	42.46	
	1000	0.20- 1.80	0.58	0.27	46.85	
	Mean	0.24- 1.90	0.76	0.27	36.41	
BWL	200	1.30- 6.50	2.94	0.70	23.80	12.9**
	400	1.50- 4.95	2.98	0.59	19.79	
	600	1.10- 6.00	2.90	0.57	19.65	
	800	1.30- 5.45	3.00	0.80	26.66	
	1000	1.50- 5.50	2.93	0.80	27.30	
	Mean	1.34- 5.60	2.95	0.69	23.31	
*MSN	200	5.00-15.00	10.64	1.94	18.23	68.0**
	400	6.00-15.00	10.70	1.43	13.35	
	600	5.00-13.00	9.67	1.53	15.82	
	800	4.00-14.00	9.24	1.68	18.18	
	1000	5.00-14.00	9.17	1.73	18.86	
	Mean	5.00-14.20	9.86	1.66	16.88	
*VEN	200	7.00-18.00	12.29	1.97	16.02	62.2**
	400	8.00-16.00	12.30	1.39	11.30	
	600	7.00-15.00	11.18	1.56	13.95	
	800	6.00-15.00	10.79	1.79	16.62	
	1000	6.00-18.00	10.77	1.79	16.62	
	Mean	6.80-16.40	11.45	1.68	14.72	

* Measurement by number unit ** Significant at the 1% leavel

제주대학교 중앙도서관 JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

Table 3. Altitudinal variation of leaf type in Q. *curispula*

Characters	Altitude(m)	Range(cm)	Mean(cm)	SD(cm)	C.V.(%)	F
BLL	1000	4.20-14.30	8.97	1.59	22.18	72.2**
	1200	3.60-17.05	8.82	2.37	26.97	
	1400	3.70-15.00	9.20	2.38	25.86	
	1600	3.95-12.25	7.72	1.96	25.38	
	1800	3.25-10.68	6.71	1.61	23.99	
	Mean	3.74-13.85	8.24	2.05	24.85	
UBL	1000	1.25- 6.85	3.36	1.05	31.25	41.9**
	1200	1.40- 6.25	3.43	1.06	30.90	
	1400	1.55- 8.00	3.57	1.05	29.41	
	1600	1.40- 9.10	3.00	0.84	28.00	
	1800	1.20- 4.60	2.70	0.67	24.81	
	Mean	1.36- 6.96	3.21	0.93	28.87	
LBL	1000	1.90- 9.85	5.13	1.36	26.51	54.2**
	1200	2.00-11.40	5.42	1.63	30.07	
	1400	1.20-10.00	5.56	1.70	30.57	
	1600	1.75- 7.75	4.61	1.45	31.45	
	1800	1.75- 6.60	4.04	1.13	27.97	
	Mean	1.72- 9.12	4.95	1.45	29.31	
PEL	1000	0.10- 1.00	0.34	0.15	45.95	112.9**
	1200	0.10- 0.80	0.36	0.13	36.95	
	1400	0.10- 0.80	0.36	0.15	41.32	
	1600	0.10- 0.60	0.31	0.13	36.33	
	1800	0.10- 0.50	0.18	0.08	44.44	
	Mean	0.10- 0.74	0.31	0.12	40.99	
BWL	1000	1.75- 8.20	4.78	1.28	26.77	66.9**
	1200	1.60-11.25	5.27	1.79	33.96	
	1400	2.00-10.00	5.25	1.59	30.28	
	1600	1.70- 8.90	4.08	1.23	30.14	
	1800	1.45- 7.05	3.81	1.05	27.55	
	Mean	1.70- 9.04	4.63	1.38	29.74	
*MSN	1000	5.00-19.00	10.84	2.63	24.26	21.9**
	1200	4.00-22.00	10.85	2.79	25.71	
	1400	4.00-20.00	10.22	2.35	23.99	
	1600	5.00-15.00	9.74	1.92	19.71	
	1800	4.00-17.00	9.45	1.84	19.47	
	Mean	4.40-18.60	10.22	2.30	22.62	
*VEN	1000	7.00-18.00	12.42	1.96	15.78	60.2**
	1200	6.00-19.00	12.63	2.46	19.47	
	1400	6.00-18.00	11.87	1.90	16.00	
	1600	7.00-17.00	11.78	1.81	15.36	
	1800	7.00-15.00	10.39	1.45	13.95	
	Mean	6.60-17.40	11.81	1.91	16.11	

* Measurement by number unit ** Siginficant at the 1% leavel

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

平均値 0.34cm, 1.01cm보다는 작았으며 물참나무와 신갈나무는 비슷하였다.

졸참나무의 葉幅은 2.95±0.69cm인데 비해 물참나무는 4.63±1.38cm로서 2倍정도 크며, 물참나무는 표고가 높을 수록 점차 커지다가 1600m以上에서는 작아졌다. 따라서 물참나무의 葉長, 葉幅은 1200-1400m에서 크게 나타나 생육조건이 가장 좋은 것으로 판단된다. 졸참나무의 鋸齒數와 葉脈數는 9.86±1.66個, 11.45±1.68個, 물참나무는 10.22±2.30個, 11.81±1.91個로 비슷하였으며 표고가 높을 수록 점차 작아졌다.

葉形指數에 의한 葉長/上葉長, 葉長/葉柄長, 葉長/葉幅, 下葉長/上葉長의 표고별 차이는 그림 2와 같다. 졸참나무는 葉長/葉幅을 제외하면 표고가 높을 수록 지수값이 증가하였고, 물참나무는 葉長/葉柄長이 표고가 높을 수록 증가하였으나 葉長/上葉長은 감소하였다.

졸참나무의 葉長/上葉長은 물참나무와 상반된 결과로서 표고가 높을 수록 졸참나무는 下葉長이 葉長에 비해 작았으며 물참나무는 크게 나타났다. 두 種 모두 葉長/葉柄長은 표고가 높을 수록 葉柄長이 葉長에 비해 점차 작게 나타났고, 물참나무 葉柄長은 1600m以上에서 더욱 작았으며 졸참나무에 비하면 매우 작았다. 물참나무의 葉長/葉幅은 1600m에서 지수값이 가장크고 1200m에서 가장 작았으며, 졸참나무는 표고가 높을 수록 점차 감소함을 보였다. 따라서 물참나무의 엽형은 1200m에서 전형적인 倒卵狀楕圓形에 가깝고, 졸참나무의 엽형은 400m以下에서 전형적인 卵狀披針形을 보였으나 점차 葉幅이 葉長에 비해 커지고 있어 1000m內外에서는 물참나무와 비슷한 倒卵狀楕圓形에 근접하였다. 또한 葉長/葉幅은 金 等 (1985)과 黃(1977)이 보고한 漢拏山, 智異山 집단의 지수값 2.49, 2.22와 類似하여 크기의 차이를 무시한 엽형의 형태적 차이는 없었다. 下葉長/上葉長은 졸참나무에 있어서 표고가 높을 수록 점차로 下葉長이 上葉長에 비해 크게 나타났다.

이상과 같이 변이폭이 가장 심한 형질은 葉柄長이었고 가장 작은 형질은 葉脈數이었다. 또한 葉長/葉柄長은 표고와 관계가 있었으며, 특이하게도 졸참

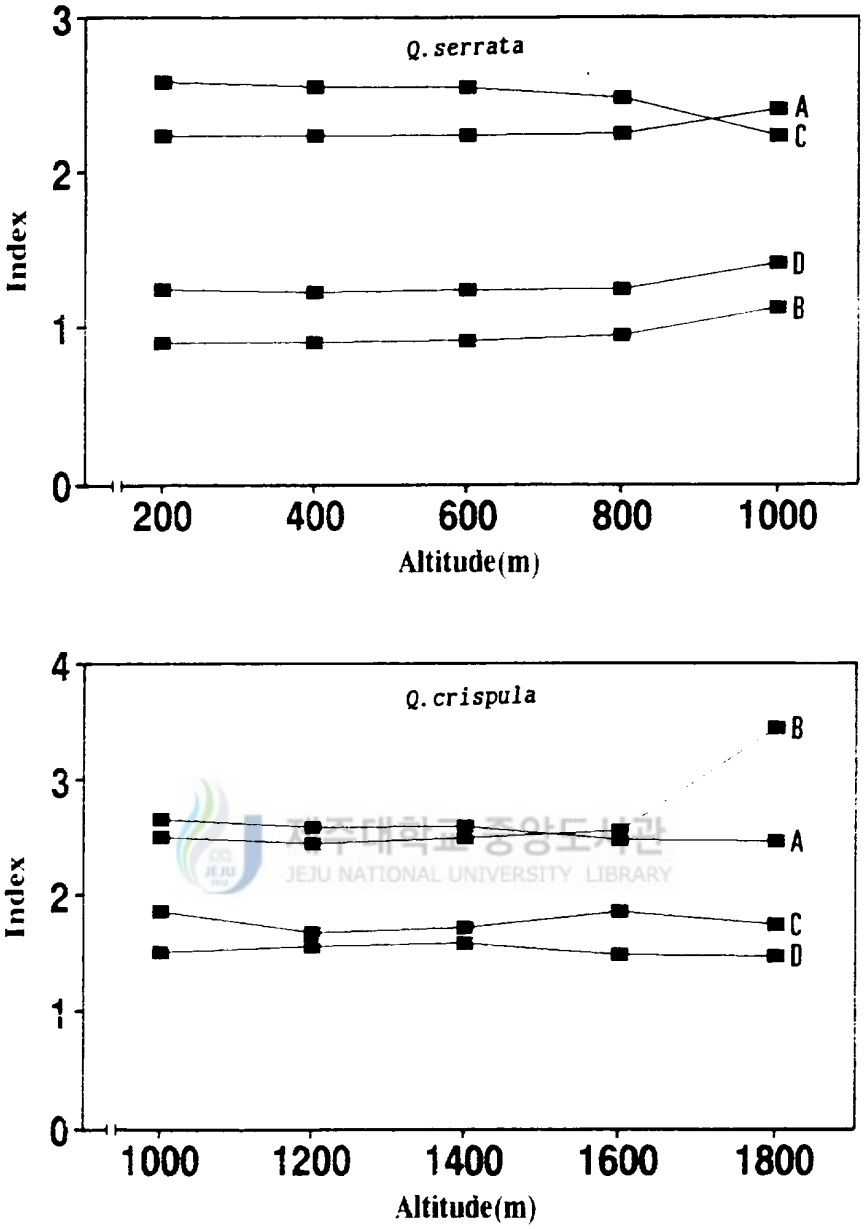


Fig. 2. Altitudinal variation by indices of leaf type in *Q. serrata* and *Q. crispula*. The indices of graph represent A(BLL/UBL), B(BLL/PEL), C(BLL/BWL) and D(LBL/UBL).

나무와 물참나무가 혼효림을 이루고 있는 1000m內外에서 졸참나무의 葉柄長은 물참나무에 가깝고 물참나무는 졸참나무에 근접하였다.

본 屬 식물의 交雜種 분류는 苞鱗形, 堅果 等에 의한 식별도 있으나 대부분 葉形과 毛茸形에 중점되었고, 鋸齒數와 側脈數에 의한 交雜種 식별은 타당성이 부족한 반면 葉柄長은 변이의 한계를 무시하지 않으면 種 識別이 근거로서 적합하다고 하였다(李, 1961b). 따라서 결과에 나타난 졸참나무와 물참나무의 葉柄長은 물참나무의 식별형질로서 葉柄長이 짧다는 사실과 근접하여 물참나무는 交雜種임을 간접적으로 시사하고 있다.

한편 金 等(1985)의 보고한 葉柄長, 葉長/葉柄長은 본 결과와 같이 30%內外의 변이계수을 보여 다른 엽형질들에 비해 葉柄長이 변이가 심함을 나타냈다. 따라서 각 엽형질의 변이는 표고가 높아감에 따라 土壤水分, 氣溫, 土壤溫度, 生育期間 等은 감소하는 반면 降雨量, 風速, 積雪期間 等은 증가하는 Bray(1971)의 환경요인에 기인하는 형태적 변이라고 볼 수 있다.

그리고 모든 엽형질은 正의 相關을 보였으며(表 4), 두 종의 葉長은 上葉長, 下葉長, 葉幅과 0.70以上의 상관을 보였고, 下葉長과 葉幅, 鋸齒數와 葉脈數도 높은 상관을 보였다. 따라서 葉長이 커질수록 上葉長, 下葉長, 葉幅이 커지며, 下葉長이 커질수록 葉幅이 커지고, 鋸齒數가 많을 수록 葉脈數도 많았다.

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

Table 4. Correlation coefficients of *Q. serrata* and *Q. crispula*

						Q. serrata
BLL	0.71	0.86	0.55	0.71	0.46	0.49
0.81	UBL	0.32	0.46	0.40	0.27	0.28
0.90	0.54	LBL	0.46	0.71	0.44	0.48
0.35	0.23	0.36	PEL	0.36	0.32	0.33
0.83	0.64	0.78	0.28	BWL	0.36	0.40
0.40	0.54	0.43	0.22	0.45	MSN	0.90
0.43	0.22	0.48	0.28	0.45	0.83	VEN
Q. crispula						

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

(2)氣孔形質

졸참나무와 물참나무 氣孔形質의 標高別 範圍, 平均値, 標準偏差, 變異係數는 表 5와 6과 같다. 두 種에서 조사된 형질은 표고가 높을 수록 점차 크게 나타났으며, 두 種의 變異幅은 5-10%內外의 값을 보였다. 이는 신갈나무가 집단별 1-5%內外의 변이계수값을 보인 金 等(1984)보다 變異幅이 약간 크게 나타나 집단별보다는 표고별 변이가 크게 나타났다. 한편 任(1979)은 감탕나무屬의 기공밀도와 한랑지수의 相關分析에서 호랑가시나무는 상관을 보이나 팽팽나무는 상관이 일정치 않아 같은 屬에서도 기공밀도와 기후인자의 관계는 種에 따라 다르다고 하였다. 따라서 기공형질은 환경적 영향이 적다고 할 수 있다.

졸참나무의 氣孔幅과 氣孔長은 平均値가 18.16±1.99㎛, 23.04±1.34㎛, 물참나무는 21.94±1.19㎛, 27.86±1.07㎛로 졸참나무 보다는 물참나무가 컸다. 氣孔長에 있어서 金 等(1984)은 한라산 집단의 졸참나무와 상수리나무는 平均値가 22.9㎛, 20.7㎛이었고, 집단 平均値로서 신갈나무는 21-24㎛, 굴참나무는 20-21㎛이었으며, Davies *et al.*(1973)은 *Q. macrocarpa*가 24.0㎛, *Q. palustris*는 30.9㎛라고 하였다. 따라서 졸참나무의 氣孔長은 상수리나무, 굴참나무보다는 크고 물참나무, 신갈나무, *Q. macrocarpa*와 *Q. palustris*보다는 작았다.

氣孔形指數에 의한 氣孔幅/氣孔長의 표고별 차이는 그림 3과 같이 표고가 높을 수록 점차 증가하여, 氣孔幅에 비해 氣孔長이 극소하게나마 작았다. 따라서 낙엽성 참나무屬 기공형질은 표고가 높을 수록 氣孔幅이 氣孔長에 비해 크게 나타났다.

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

Table 5. Altitudinal variation of stoma type in *Q. serrata*

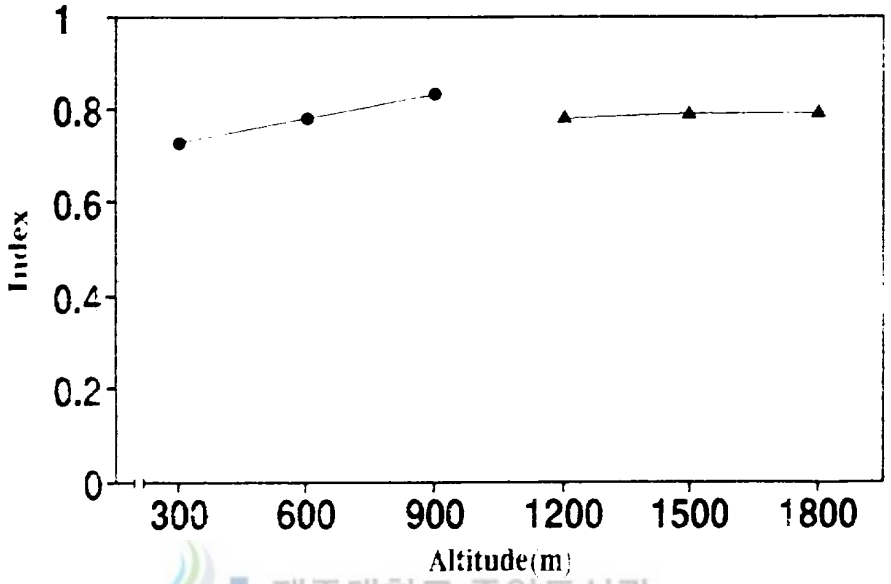
Characters	Altitude(m)	Range(㎛)	Mean(㎛)	SD(㎛)	C.V.(%)	F
STW	300	14.30-21.00	15.48	1.91	12.30	59.6**
	600	13.90-23.10	18.90	1.98	10.30	
	900	13.40-23.10	20.11	2.08	10.30	
	Mean	13.80-22.40	18.16	1.99	11.00	
STL	300	19.50-25.60	21.16	1.17	5.52	40.6**
	600	20.00-28.70	23.97	1.45	6.04	
	900	22.60-28.20	23.99	1.41	5.87	
	Mean	20.70-27.50	23.04	1.34	5.81	

** Significant at the 1% level

Table 6. Altitudinal variation of stoma type in *Q. crispula*

Characters	Altitude(m)	Range(㎛)	Mean(㎛)	SD(㎛)	C.V.(%)	F
STW	1200	21.00-24.60	21.55	1.18	5.47	16.5**
	1500	20.40-24.80	21.83	1.40	6.41	
	1800	22.00-24.30	22.44	1.00	4.45	
	Mean	21.10-24.50	21.94	1.19	5.44	
STL	1200	26.20-30.80	27.47	0.88	3.20	4.1*
	1500	26.00-31.80	27.78	1.22	4.39	
	1800	26.30-31.40	28.33	1.11	3.91	
	Mean	21.10-31.30	27.86	1.07	3.83	

* Significant at the 5% level
** Significant at the 1% level



제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

Fig. 3. Altitudinal variation by indices of stoma type in of *Q. serrata* (solid circles) and *Q. crispula*(solid triangles). The index of graph represents STW/STL.

(3)堅果形質

졸참나무와 물참나무 堅果形質의 標高別 範圍, 平均値, 標準偏差, 變異係數는 表 7과 8과 같다. 조사된 모든 형질이 졸참나무는 표고가 높을 수록 점차 크게 나타났으나 물참나무는 작았고, 두 종의 變異幅은 10%內外의 값을 보였다. 이는 金(1989)이 보고한 견과의 개체별, 집단별 변이계수가 10-30%와 비교하면 變異幅이 적어 집단보다는 표고별 변이가 심하지 않았다.

졸참나무의 殼斗長은 平均値가 6.75±1.08㎜로서 7.02㎜에서 6.64㎜까지의 變異幅를 가지며, 물참나무는 11.31±1.11㎜로서 12.28㎜에서 9.98㎜까지의 變異幅를 보였다. 또한 殼斗幅은 10.34±0.88㎜, 17.02±1.91㎜로 졸참나무에 비해 물참나무의 殼斗는 거의 2倍정도 크게 나타났다. 그리고 種子長, 種子幅, 坐面幅은 졸참나무의 平均値가 18.47㎜, 10.20㎜, 3.64㎜이었으나 물참나무는 22.03㎜, 16.04㎜, 8.54㎜로 견과의 모든 형질은 물참나무가 졸참나무보다 크게 나타났다. 한편 金(1989)은 굴참나무의 集團別 種子長, 種子幅이 15.70±0.28㎜, 14.70±0.27㎜이라고 하여 種子長의 크기는 물참나무, 졸참나무, 굴참나무의 순이었고, 種子幅은 물참나무, 굴참나무, 졸참나무의 순이었다.

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

堅果形指數에 의한 殼斗長/殼斗幅, 種子長/種子幅, 種子長/坐面幅, 種子幅/坐面幅의 표고별 차이는 그림 4와 같다. 졸참나무와 물참나무의 種子長/種子幅은 표고와 관계를 보였는데 표고가 높을 수록 지수값이 감소하여 점차로 種子長에 비해 種子幅이 크게 나타났다. 한편 이 두 種의 관계를 보면 種子長/坐面幅의 값이 졸참나무보다 물참나무가 2倍정도 작게 나타나 種子長에 비해 坐面幅이 졸참나무보다는 물참나무가 컸으며, 물참나무는 비슷하나 졸참나무의 種子長/種子幅, 種子幅/坐面幅은 金(1989)이 1.26, 2.09라고 보고한 굴참나무 보다는 작아 한 屬일지라도 형태적 형질로서 種子長과 種子幅은 차이가 있었다.

Table 7. Altitudinal variation of nut type in *Q. serrata*

Characters	Altitude(m)	Range(mm)	Mean(mm)	SD(mm)	C.V.(%)	F
CUL	300	4.00- 8.90	6.64	1.11	17.46	13.7**
	500	4.00-10.00	6.65	1.20	18.04	
	700	4.00-10.35	6.69	0.91	13.60	
	900	5.00-10.55	7.02	1.00	14.24	
	Mean	4.75- 9.75	6.75	1.08	15.83	
CUW	300	8.40-12.00	9.92	0.84	8.46	13.9**
	500	8.45-11.85	10.27	0.81	7.88	
	700	8.00-13.05	10.39	0.88	8.46	
	900	9.15-13.10	10.78	1.01	9.36	
	Mean	8.50-12.50	10.34	0.88	8.54	
ACL	300	13.05-22.00	17.47	1.78	10.18	24.4**
	500	14.00-22.45	18.30	1.55	8.46	
	700	15.50-23.55	18.43	1.78	9.65	
	900	15.45-24.00	19.71	2.01	10.65	
	Mean	14.50-23.00	18.47	1.78	9.62	
ACW	300	7.00-11.80	9.52	1.30	13.65	16.1**
	500	8.00-13.00	10.02	1.38	13.77	
	700	8.00-13.15	10.18	1.28	12.54	
	900	8.00-14.05	11.11	1.25	11.25	
	Mean	7.75-13.00	10.20	1.30	12.80	
LSW	300	2.50- 4.50	3.50	0.43	12.28	11.8**
	500	2.50- 5.15	3.52	0.56	15.90	
	700	3.00- 5.50	3.78	0.58	15.34	
	900	3.00- 5.55	3.78	0.73	19.31	
	Mean	2.75- 5.25	3.64	0.57	15.70	

** Significant at the 1% level

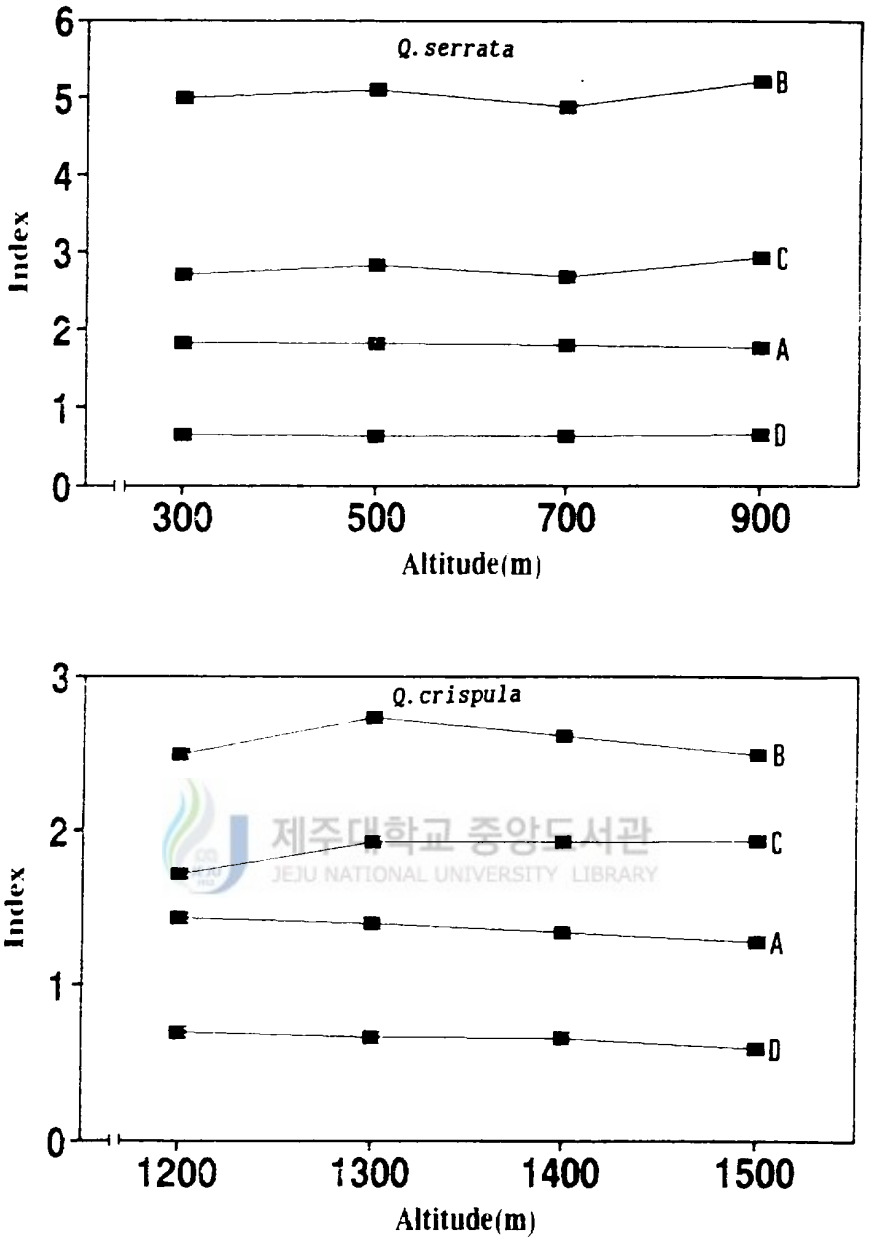
제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

Table 8. Altitudinal variation of nut type in Q. *crispula*

Characters	Altitude(m)	Range(mm)	Mean(mm)	SD(mm)	C.V.(%)	F
CUL	1200	10.00-13.00	12.28	1.03	8.38	50.8**
	1300	9.55-13.35	11.57	1.21	10.45	
	1400	9.40-13.40	11.43	1.00	8.74	
	1500	8.05-13.25	9.98	1.20	12.02	
	Mean	9.25-13.25	11.31	1.11	9.89	
CUW	1200	12.00-19.00	17.50	2.56	14.62	20.7**
	1300	12.20-20.25	17.11	1.78	10.40	
	1400	11.80-19.75	16.65	1.50	9.00	
	1500	14.00-21.00	16.82	1.81	10.76	
	Mean	12.50-20.50	17.02	1.91	11.17	
ACL	1200	19.00-27.00	24.66	1.94	7.89	52.6**
	1300	17.00-26.45	22.60	2.51	11.10	
	1400	15.50-25.55	20.89	2.48	11.87	
	1500	13.50-17.00	20.00	2.55	12.75	
	Mean	16.25-26.00	22.03	2.37	10.89	
ACW	1200	14.00-19.50	17.11	1.52	8.88	30.4**
	1300	13.00-19.25	16.05	1.73	10.77	
	1400	12.00-17.00	15.48	1.12	7.23	
	1500	10.00-17.25	15.53	1.96	12.62	
	Mean	12.25-18.25	16.04	1.58	9.87	
LSW	1200	8.00-11.00	9.94	1.01	10.16	95.2**
	1300	7.50-10.60	8.25	1.23	14.90	
	1400	7.50-10.55	7.98	0.95	11.90	
	1500	6.00-10.55	8.01	1.00	12.48	
	Mean	7.25-10.67	8.54	1.04	12.36	

** Significant at the 1% level

제주대학교 중앙도서관 JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY



제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

Fig. 4. Altitudinal variation by indices of nut type in *Q. serrata* and *Q. crispula*. The indices of graph represent A (ACL/ACW), B(ACL/LSW), C(ACW/LSW) and D(CUL/CUW).

2) 常綠性 참나무屬 數種의 形質變異

(1)葉形質

참가시나무와 붉가시나무 엽형질의 標高別 範圍, 平均値, 標準偏差, 變異係數는 表 9와 10과 같다. 두 種에서 조사된 모든 형질은 표고가 높을 수록 점차 작아지다가 600m에서는 크게 나타났다. 그리고 전체 변이계수는 참가시나무가 19.0%이었고 붉가시나무는 18.9%로서 비슷하였다. 두 種의 變異幅은 15% - 25%內外로서 낙엽성 참나무屬의 엽형질보다 變異幅이 작았고, 下葉長이 變異가 23%內外로 가장 크고 葉脈數가 13%內外로 가장 작았다.

참가시나무의 葉長은 平均値가 8.68±1.56cm로서 9.46cm에서 8.14cm까지의 變異幅을 가지며, 붉가시나무는 10.87±1.96cm로서 11.05cm에서 10.29cm까지의 變異幅을 보였다. 上葉長과 下葉長은 두 種 모두 낙엽성 참나무屬과는 상반되게 上葉長이 下葉長보다 크게 나타났다. 참가시나무와 붉가시나무의 葉柄長은 平均値가 1.43±0.31cm, 2.55±0.50cm로 붉가시나무가 크며, 낙엽성 참나무屬에 비해 變異幅이 작았고, 참가시나무의 葉幅은 2.64±0.50cm, 붉가시나무는 3.87±0.77cm이었다. 붉가시나무의 鋸齒數는 平均値가 0.85個이었고 400m以上에서는 거의 존재하지 않았으나 저지대(300m以下)에서는 최고 7個까지 존재하였다. Yamanaka and Yamanaka(1983)는 *Quercus idzuensis* Makino의 葉長은 11.3cm, 葉幅은 3.6cm, 小鋸齒는 5-7個 等의 형태적 특징과 화분을 관찰한 결과로서 종가시나무와 붉가시나무의 교잡종임을 보고하였다. 본 조사의 붉가시나무는 최고 7個의 鋸齒數가 400m以上에서 존재하지 않아 400m以下의 분포를 나타내는 종가시나무 생육조건과 비슷하였다. 따라서 濟州島産 붉가시나무는 종가시나무와 교잡 가능성을 시사하고 있다. 참가시나무의 葉脈數는 11.25±1.17個, 붉가시나무는 10.57±1.47個로 비슷하였다. 한편 두 種의 표고별 형질들에 의하면 200m以下에서 크게 나타나 생육조건이 가장 좋았다.

葉形指數에 의한 葉長/上葉長, 葉長/葉柄長, 葉長/葉幅, 下葉長/上葉長의 표고간 차이는 그림 5와 같이 두 種 모두 심하지 않았다. 참가시나무와 붉가시나무의 葉長/上葉長은 표고별 차이가 거의 없으나 上葉長에 비해 葉長이 1.73, 1.77倍이었다. 참가시나무와 붉가시나무의 葉長/葉柄長은 正反對이었으

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

Table 9. Altitudinal variation of leaf type in *Q. salicina*

Characters	Altitude(m)	Range(cm)	Mean(cm)	SD(cm)	C.V.(%)	F
BLL	200	5.30-17.00	9.46	2.01	21.24	28.3**
	300	4.50-14.25	9.12	1.69	18.53	
	400	5.50-16.40	8.23	1.49	18.10	
	500	4.70-12.55	8.21	1.49	18.14	
	600	5.80-10.30	8.40	1.16	13.80	
	Mean	5.16-13.90	8.68	1.56	17.96	
UBL	200	3.60-10.50	5.52	1.20	21.73	48.8**
	300	3.00-10.00	5.32	0.84	15.78	
	400	3.40- 9.45	4.78	0.85	17.17	
	500	2.90- 9.55	4.64	0.95	20.47	
	600	3.50- 6.50	4.87	0.69	14.16	
	Mean	3.08- 8.80	5.02	0.90	17.86	
LBL	200	2.20- 7.00	3.95	0.98	24.18	15.6**
	300	2.00- 6.20	3.80	1.04	27.36	
	400	2.15- 6.20	3.45	0.86	24.92	
	500	2.05- 5.50	3.59	0.84	23.39	
	600	2.00- 5.00	3.53	0.75	21.24	
	Mean	2.00- 5.94	3.66	0.89	24.21	
PEL	200	1.00- 2.35	1.52	0.31	20.39	24.7**
	300	0.90- 2.40	1.53	0.28	18.30	
	400	1.00- 2.50	1.38	0.26	18.84	
	500	0.60- 2.50	1.28	0.47	36.71	
	600	0.80- 2.05	1.48	0.23	15.54	
	Mean	0.86- 2.36	1.43	0.31	21.95	
BWL	200	1.45- 4.00	2.80	0.67	23.92	10.7**
	300	1.40- 3.95	2.64	0.54	20.45	
	400	1.50- 3.95	2.59	0.47	36.71	
	500	1.55- 4.00	2.64	0.51	19.31	
	600	1.60- 3.60	2.54	0.34	13.38	
	Mean	1.50- 3.92	2.64	0.50	18.20	
*MSN	200	4.00-11.00	7.55	1.92	25.43	67.9**
	300	4.00-11.00	8.33	1.57	18.84	
	400	5.00-13.00	9.08	1.74	19.16	
	500	5.00-12.00	9.05	1.50	16.57	
	600	7.00-12.00	9.48	1.19	12.55	
	Mean	5.00-11.80	8.69	1.58	18.51	
*VEN	200	6.00-15.00	9.97	1.71	17.15	43.3**
	300	7.00-14.00	10.62	1.56	14.68	
	400	8.00-16.00	11.34	1.63	14.81	
	500	9.00-14.00	11.29	1.41	12.48	
	600	9.00-14.00	11.20	1.17	10.44	
	Mean	7.80-14.60	10.88	1.50	13.91	

* Measurement by number unit ** Significant at the 1% level

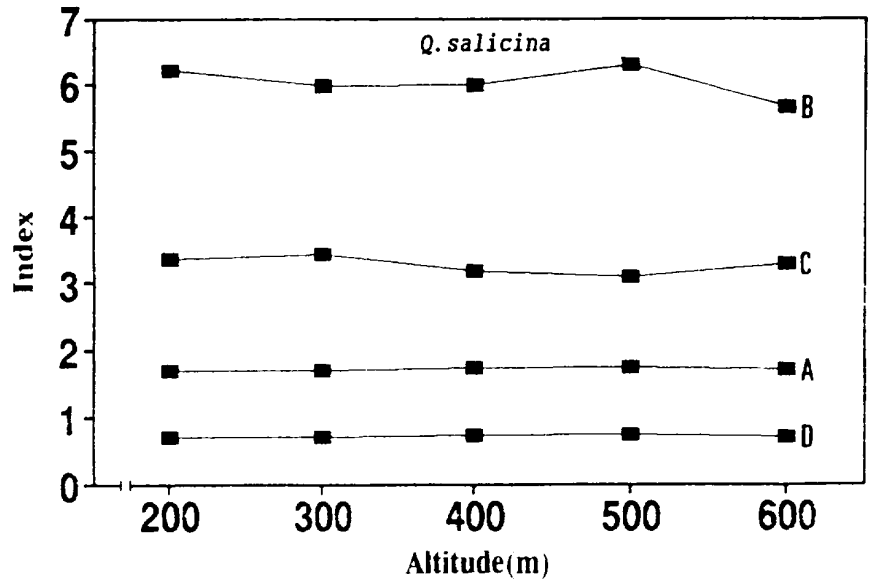
제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

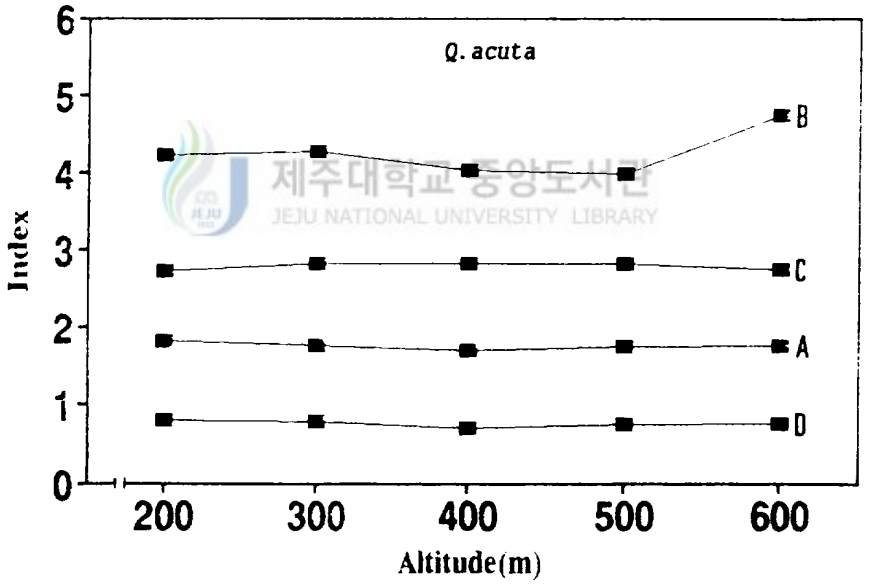
Table 10. Altitudinal variation of leaf type in *Q. acuta*

Characters	Altitude(m)	Range(cm)	Mean(cm)	SD(cm)	C.V.(%)	F
BLL	200	6.00-17.55	11.00	2.52	22.90	12.2**
	300	7.55-15.65	11.05	1.55	14.02	
	400	7.20-14.35	10.68	1.47	13.76	
	500	7.55-15.55	10.29	2.25	21.86	
	600	7.00-16.00	11.35	2.04	17.97	
	Mean	7.60-15.82	10.87	1.96	18.10	
UBL	200	2.90-10.15	5.98	1.90	31.77	7.4**
	300	3.60- 8.60	6.18	0.98	15.85	
	400	4.30- 8.75	6.21	0.87	14.00	
	500	4.00- 9.10	5.83	1.22	20.92	
	600	4.00- 9.00	6.36	1.32	20.75	
	Mean	3.76- 9.12	6.11	1.25	20.65	
LBL	200	2.50- 7.05	5.01	1.00	16.72	19.0**
	300	2.55- 8.00	4.94	0.95	19.23	
	400	1.45- 8.25	4.48	1.26	28.12	
	500	3.00- 8.00	4.45	1.19	26.74	
	600	3.00- 8.40	4.98	1.15	23.09	
	Mean	2.50- 7.94	4.77	1.11	22.80	
PEL	200	1.30- 4.60	2.59	0.59	22.77	11.8**
	300	1.40- 4.00	2.58	0.41	15.89	
	400	1.25- 4.40	2.64	0.53	20.07	
	500	1.50- 3.85	2.59	0.50	19.30	
	600	1.35- 3.45	2.38	0.49	20.58	
	Mean	1.36- 3.94	2.55	0.50	19.72	
BWL	200	2.20- 5.90	4.00	0.85	21.25	26.1**
	300	2.15- 6.00	3.75	0.67	17.86	
	400	2.70- 5.80	3.89	0.64	16.45	
	500	1.85- 6.50	3.62	0.83	22.92	
	600	2.20- 6.70	4.10	0.86	20.97	
	Mean	2.24- 6.18	3.87	0.77	19.88	
*MSN	200	0.00- 7.00	2.26	-	-	
	300	0.00- 7.00	1.66	-	-	
	400	0.00- 2.00	0.21	-	-	
	500	0.00- 3.00	0.22	-	-	
	600	0.00- 3.00	0.13	-	-	
	Mean	0.00- 4.00	0.89	-	-	
*VEN	200	6.00-15.00	10.89	1.68	15.42	1.9
	300	8.00-13.00	11.08	1.17	10.55	
	400	9.00-14.00	10.05	1.22	11.04	
	500	8.00-14.00	10.02	1.37	11.07	
	600	7.00-15.00	10.82	1.47	13.58	
	Mean	7.60-14.20	10.97	1.38	12.33	

* Measurement by number unit ** Significant at the 1% level

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY





제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

Fig. 5. Altitudinal variation by indices of leaf type in *Q. salicina* and *Q. acuta*. The indices of graph represent A(BLL/UBL), B(BLL/PEL), C(BLL/BWL) and D(LBL/UBL).

며 특히 600m에서 보면 葉柄長에 비해 葉長이 참가시나무는 작아진 반면 붉가시나무는 크게 나타났다. 따라서 참가시나무는 葉長에 비해 葉柄長이 큰 편이며 붉가시나무는 작았다. 참가시나무의 葉長/葉幅은 500m에서 붉가시나무는 600m에서 지수값이 가장 낮아 葉長에 비해 葉幅이 넓었다. 따라서 비슷한 분포를 보이고 있는 붉가시나무와 참가시나무 중 붉가시나무의 표고별 분포범위가 넓게 나타났다. 참가시나무와 붉가시나무의 下葉長/上葉長은 0.73, 0.75 값을 보여 上葉長이 下葉長보다 1.3倍정도 컸다.

이상의 상록성 참나무屬의 모든 지수형질은 낙엽성 참나무屬보다 표고별에 따라 점차 증가하거나 감소하는 차이가 적었다. 이는 표고 600m以下의 난대림 지역에 분포하고 있어 표고별에 따른 環境的 影響이 적기 때문으로 생각된다.

그리고 모든 엽형질은 正의 相關을 보였으며(表 11), 두 種의 葉長은 上葉長, 下葉長, 葉幅과 0.70以上의 상관을 보였고, 下葉長과 葉幅, 참가시나무의 鋸齒數와 葉脈數도 높은 상관을 보였다. 따라서 葉長이 커질수록 上葉長, 下葉長, 葉幅이 커지며, 下葉長이 커질수록 葉幅이 컸다. 한편 참가시나무의 上葉長, 下葉長, 葉幅에 대한 鋸齒數와 葉脈數는 상관이 존재하지 않았다.

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

Table 11. Correlation coefficients of *Q. salicina* and *Q. acuta*

						Q. salicina
BLL	0.89	0.89	0.44	0.76	0.02	0.15
0.87	UBL	0.61	0.44	0.65	0.04	0.06
0.79	0.40	LBL	0.35	0.72	0.09	0.20
0.60	0.53	0.46	PEL	0.44	0.11	0.12
0.76	0.58	0.69	0.50	BWL	0.01	0.09
0.14	0.04	0.19	0.16	0.12	MSN	0.89
0.43	0.38	0.35	0.46	0.30	0.14	VEN
Q. acuta						

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

(2)氣孔形質

참가시나무와 붉가시나무 氣孔形質의 標高別 範圍, 平均値, 標準偏差, 變異係數는 表 12와 13과 같다. 두 種에서 조사된 형질은 표고가 높을수록 점차 커졌고, 두 種의 變異幅은 5-10%內外의 값을 보였다.

참가시나무의 氣孔長과 氣孔幅은 平均値가 21.15±1.34㎛, 15.23±1.62㎛, 붉가시나무는 28.75±1.56㎛, 24.84±1.45㎛로 참가시나무보다는 붉가시나무가 크게 나타났다.

氣孔形指數에 의한 氣孔幅/氣孔長의 標高別 차이는 그림 6과 같이 참가시나무는 붉가시나무의 指數값보다 약간 작게 나타나 氣孔幅에 비해 氣孔長이 더 작았고, 표고가 높을 수록 낙엽성 참나무屬은 증가하였으나 상록성 참나무屬은 감소하는 경향을 보였다. 또한 두 種 모두 氣孔長에 비해 氣孔幅의 변이가 적게 나타났다.

한편 Kramer and Kozlowski(1979)에 의하면 기공은 한 屬에서도 많은 差異가 있으며 참나무屬은 대부분 다른 屬에 비해 밀도가 높고 큰 기공을 지닌다고 하였고, 金 等(1984)은 기공의 密度와 氣孔長은 集團間, 個體木間에 유의적인 차이가 있다고 하였는데, 본 결과에서도 붉가시나무의 氣孔長은 참가시나무보다 크게 나타나 한 屬일지라도 차이가 있으며 집단뿐만 아니라 각 표고간에도 유의적인 차이가 있었다.

제주대학교 중앙도서관

Table 12. Altitudinal variation of stoma type in *Q. salicina*

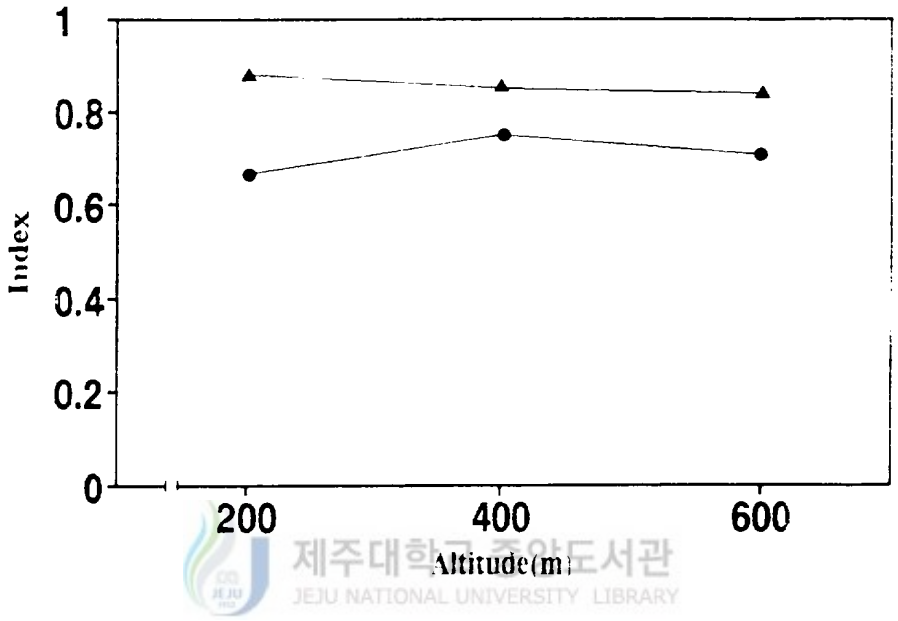
Characters	Altitude(m)	Range(μm)	Mean(μm)	SD(μm)	C.V.(%)	F
STW	200	10.80-17.00	13.56	1.55	11.43	20.0**
	400	11.30-20.90	16.02	1.65	10.29	
	600	11.10-20.30	16.11	1.68	10.42	
	Mean	11.00-19.40	15.23	1.62	10.71	
STL	200	18.50-23.10	20.18	1.00	4.95	54.3**
	400	19.05-25.20	21.10	1.44	6.82	
	600	19.50-26.20	22.18	1.59	7.16	
	Mean	19.00-24.80	21.15	1.34	6.19	

** Significant at the 1% level

Table 13. Altitudinal variation of stoma type in *Q. acuta*

Characters	Altitude(m)	Range(μm)	Mean(μm)	SD(μm)	C.V.(%)	F
STW	200	22.60-27.00	24.79	1.53	6.13	2.9
	400	20.10-28.10	24.67	1.21	4.90	
	600	20.60-27.70	25.08	1.61	6.41	
	Mean	20.45-27.60	24.84	1.45	5.81	
STL	200	26.10-31.30	27.89	1.71	6.13	14.6**
	400	26.80-31.30	28.80	1.58	5.48	
	600	26.70-30.20	29.60	1.31	5.03	
	Mean	26.50-30.90	28.75	1.56	5.54	

** Significant at the 1% level



제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

Fig. 6. Altitudinal variation by indices ofstoma type in *Q. salicina* (solid circles) and *Q. acuta*(solid triangles). The index of graph represents STW/STL.

(3)堅果形質

종가시나무와 붉가시나무 堅果形質의 標高別 範圍, 平均値, 標準偏差, 變異係數는 表 14와 15와 같다. 조사된 형질은 두 種 모두 표고가 높을 수록 점차 작아지다가 500m에서는 크게 나타나고 있으며 두 種의 變異幅은 10%內外이었다.

종가시나무의 殼斗長과 殼斗幅은 平均値가 6.19±0.65㎜, 9.57±0.74㎜, 붉가시나무는 12.17±0.89㎜, 13.18±1.06㎜이었다. 종가시나무의 種子長과 種子幅은 平均値가 17.71㎜, 11.83㎜, 붉가시나무는 20.49㎜, 12.35㎜로서 종가시나무에 비해 붉가시나무의 견과형질이 크게 나타났으나, 坐面幅에 있어서는 종가시나무가 5.96±0.69㎜, 붉가시나무가 5.17±0.61㎜로서 거의 비슷하였다.

堅果形指數에 의한 殼斗長/殼斗幅, 種子長/種子幅, 種子長/坐面幅, 種子幅/坐面幅의 표고별 차이는 그림 7과 같다. 붉가시나무는 표고가 높을수록 지수값이 감소하였고, 종가시나무는 種子長, 種子幅에 대한 坐面幅이 표고별에 따라 차이를 나타냈다. 한편 종가시나무에 비해 붉가시나무의 지수값이 대체로 크고, 붉가시나무의 種子長/坐面幅은 차이가 심해 표고가 높을 수록 坐面幅이 種子長에 비해 점차 크게 나타났다.

제주대학교 중앙도서관

Table 14. Altitudinal variation of nut type in *Q. glauca*

Characters	Altitude(m)	Range(mm)	Mean(mm)	SD(mm)	C.V.(%)	F
CUL	100	5.00- 8.00	6.12	0.56	9.15	73.7**
	200	5.00- 8.00	6.35	0.73	11.47	(df=3)
	300	4.75- 7.45	6.25	0.60	9.60	
	400	4.25- 7.55	6.06	0.71	11.47	
	Mean	4.75- 7.75	6.19	0.65	10.49	
CUW	100	8.00-11.00	9.44	0.85	9.00	39.5**
	200	8.25-11.05	9.62	0.61	6.34	(df=3)
	300	7.70-11.05	9.35	0.72	7.70	
	400	8.05-11.90	9.97	0.81	8.12	
	Mean	8.00-11.00	9.57	0.74	7.79	
ACL	100	15.00-20.00	18.12	1.39	7.67	78.3**
	200	15.00-20.00	17.33	1.27	7.32	(df=3)
	300	14.65-20.85	17.63	1.03	5.84	
	400	14.35-20.15	17.78	1.63	9.16	
	Mean	14.75-20.75	17.71	1.33	7.49	
ACW	100	9.20-14.75	11.56	0.95	8.21	1.5
	200	10.00-16.00	11.67	1.45	12.42	(df=3)
	300	10.00-15.25	11.60	1.26	10.86	
	400	9.80-17.00	12.50	1.17	9.36	
	Mean	9.75-15.75	11.83	1.20	10.21	
LSW	100	4.35- 7.00	4.88	0.65	13.31	61.0**
	200	5.00- 7.00	6.55	0.59	9.00	(df=3)
	300	5.15- 7.00	6.40	0.93	14.53	
	400	4.00- 7.00	6.01	0.60	9.98	
	Mean	4.75- 7.00	5.96	0.69	11.70	

** Significant at the 1% level

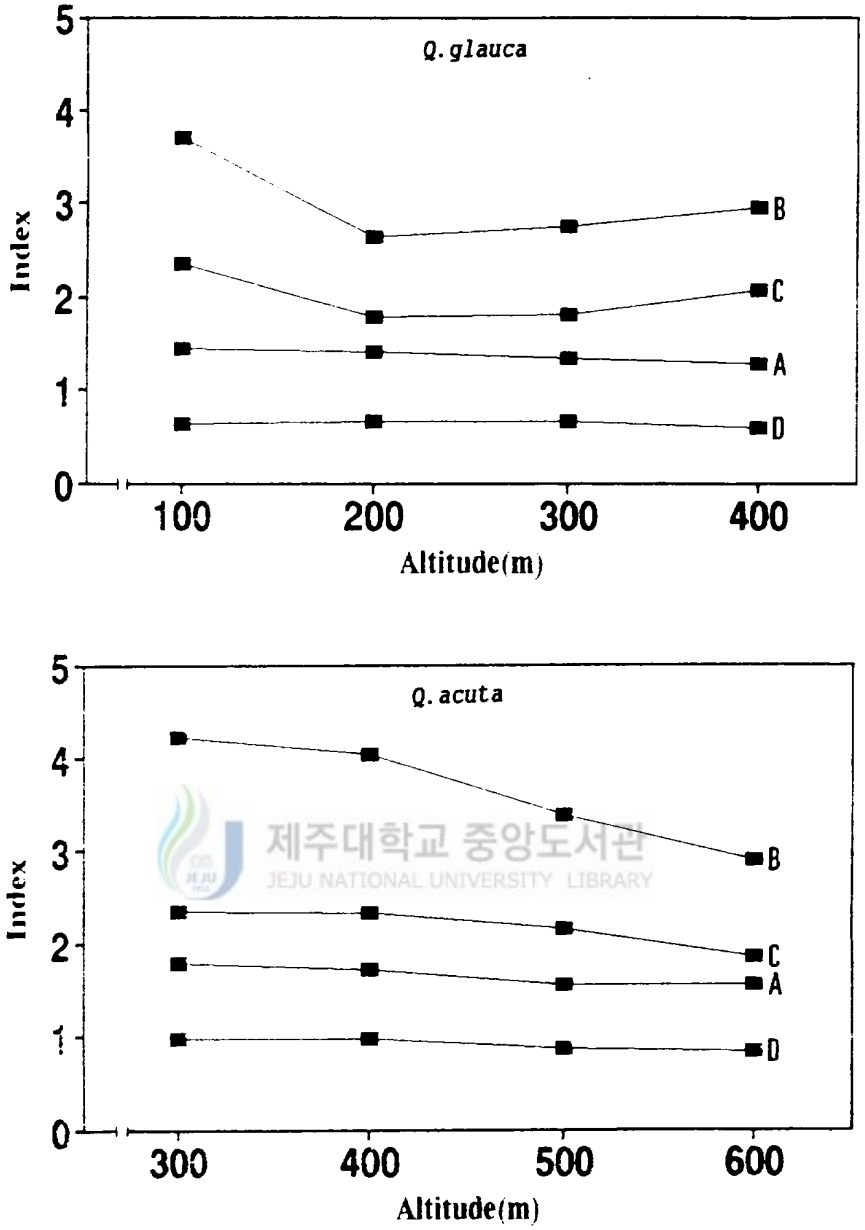
제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

Table 15. Altitudinal variation of nut type in *Q. acuta*

Characters	Altitude(m)	Range(mm)	Mean(mm)	SD(mm)	C.V.(%)	F
CUL	300	12.00-15.00	13.28	0.80	6.02	9.8**
	400	11.45-14.85	13.30	0.73	5.48	(df=3)
	500	9.55-14.15	11.06	0.96	9.85	
	600	8.00-13.00	11.06	1.09	7.31	
	Mean	10.25-14.25	12.17	0.89	7.16	
CUW	300	10.15-16.00	13.48	1.11	8.23	18.7**
	400	11.00-15.85	13.55	1.03	7.60	(df=3)
	500	10.50-15.15	12.61	1.19	9.43	
	600	11.35-16.00	13.08	0.91	6.95	
	Mean	10.75-15.75	13.18	1.06	8.05	
ACL	300	16.65-25.50	22.00	1.92	8.72	23.1**
	400	16.00-25.00	21.10	1.89	8.95	(df=3)
	500	15.00-23.25	19.30	1.54	7.97	
	600	15.35-23.25	19.58	1.60	8.17	
	Mean	15.75-24.25	20.49	1.73	8.05	
ACW	300	9.00-14.50	12.26	1.13	9.21	20.5**
	400	8.40-14.15	12.23	1.11	9.07	(df=3)
	500	9.15-15.00	12.35	1.16	6.99	
	600	9.45-15.35	12.58	0.88	8.66	
	Mean	9.00-14.75	12.35	1.07	8.48	
LSW	300	3.30- 6.00	5.20	0.70	13.46	31.4**
	400	3.45- 6.45	5.21	0.70	13.43	(df=3)
	500	5.25- 7.15	5.71	0.60	10.58	
	600	5.00- 7.40	6.73	0.47	6.98	
	Mean	4.25- 6.75	5.71	0.61	11.09	

** Significant at the 1% level

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY



제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

Fig. 7. Altitudinal variation by indices of nut type in *Q. glauca* and *Q. acuta*. The indices of graph represent A(ACL/ACW), B(ACL/LSW), C(ACW/LSW) and D(CUL/CUW).

2. 毛茸의 形態的 形質

表 16은 Hardin(1976)의 分類形에 의한 참나무屬 數種의 모용형 분포를 나타낸 것이다. 表 16과 같이 제주도산 참나무屬의 모용형은 5個의 형태인 單純形, 單生形, 總生形, 多放射形, 星毛形이 존재하였다. 특히 種의 분류형질로서 신갈나무와 가시나무는 모용이 존재하지 않는 특징이 있으나(李, 1980), 본 조사에 의하면 신갈나무는 單純形, 單生形, 總生形, 가시나무는 單生形이 아주 드물게 존재하였다. 한편 가시나무는 1個의 형태인 單生形만 나타났으나, 그 외의 種들은 單生形, 總生形, 星毛形 等 2個以上의 형태가 葉表面과 葉裏面에 분포하였다.

그리고 單生形은 모든 種에 공통적으로 나타났으며 대부분 엽맥에서 관찰되었고, 總生形은 낙엽성 참나무屬인 *Lepidobalanus*亞屬에 제한되어 상록성 참나무屬인 *Cyclobalanopsis*亞屬에서는 존재하지 않았다. 多放射形은 *Cyclobalanopsis*亞屬의 참가시나무, 붉가시나무, 개가시나무, 졸가시나무에서만 나타났다. 한편 星毛形은 *Lepidobalanus*亞屬에 제한된다는 Hardin(1979a)의 결과와 같이 상수리나무를 제외한 낙엽성 참나무屬인 *Lepidobalanus*亞屬에서만 관찰되었다. 따라서 참나무屬의 어떤 모용형은 亞屬 및 節을 구분하는 형질로서 충분하다고 보고한 Hardin(1979b)의 결과와 비슷하였다.

Nakai(1917)에 의한 동아시아산 본 屬 식물의 분류체계는 낙엽성 참나무屬인 *Lepidobalanus*亞屬의 cerris節을 亞屬으로 나누었고, 상록성 참나무屬을 *Cyclobalanopsis*亞屬과 *Cyclotheca*亞屬으로 구분하였다. 모용형에 의하면 상수리나무는 總生形과 單純形이 존재하나 星毛形은 존재하지 않아 Nakai(1917)의 *Cerris*亞屬 Pilosae節 분류체계와 같이 구분되었다. 그러나 상록성 참나무屬을 *Cyclobalanopsis*亞屬과 *Cyclotheca*亞屬으로 구분할 수 있는 형질을 나타내지 않았다.

한편 Tillson and Muller(1942)는 *Erythrobalanus*亞屬은 도관형질이 3㎛以上이고 *Lepidobalanus*亞屬은 3㎛以下로서 亞屬 및 節의 분류군을 지시한다고

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

Table 16. Types of foliar trichomes of the genus *Quercus* selected for this study

	Simple	Solitary	Fasciculate	Multiradiate	Stellate
QAU	/+[a]	/+	/+		
QSE	+/+	+/+	+/+		+/+
QAL		=/+	=/+		=/+
QMO		=/=	=/=		=/=
QCR		-/+	-/+		-/+
QDE		=/+	+/+		+/+
QGL	/+	/+			
QMY		-/-			
QAC	-/+	-/-		-/-	
QSA		-/-		-/-	
QGI		/+		/+	
QPH		=/-		=/-	

[a]:adaxial/abaxial,
-:on immature leaves only, +:on mature leaves, =:on midrib

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

하였으나, 상록성 참나무屬의 도관형질은 분류군을 구분하는 형질로서 미흡함을 보고하였다. 이는 모용형에 의한 상록성 참나무屬은 낙엽성 참나무屬보다 亞屬과 節을 구분함이 불분명함과 비슷한 결과라고 사료되어 상록성 참나무屬의 분류체계는 지속적인 연구가 요구된다.

관찰결과 나타난 형태는 plate 1-3로 나열한 바와 같이 상수리나무는 單純形(plate 1-3), 單生形(plate 2-1)과 總生形(plate 2-2)이 존재하였고, 졸참나무는 제주도산 참나무屬 中 가장 많은 4個의 형태인 單純形(plate 1-2), 單生形(plate 2-1), 總生形(plate 2-2), 星毛形(plate 3-2)이 관찰되었다.

갈참나무, 신갈나무, 물참나무, 떡갈나무는 공통으로 單生形(plate 2-1), 總生形(plate 2-2), 星毛形(plate 3-3,4)이 존재하였으나 밀도와 계절적 변이가 나타나 成葉에서 脫落하는 특징으로서 차이를 보였다. 종가시나무는 單純形(plate 1-3)과 單生形(plate 1-4), 붉가시나무는 單純形(plate 1-1), 單生形(plate 1-4), 多放射形(plate 2-4)이 나타나며 참가시나무, 개가시나무, 졸가시나무는 單生形(plate 1-4)과 多放射形(plate 2-3, 3-1)이 존재하였다.

그러나 본 조사결과 나타난 5個의 형태는 Hardin(1976)에 의한 미국산 참나무屬의 10個 모용분류형 中 薔薇形, 球根形, 斷指形, 固着形, 合成形은 관찰할 수 없었다.

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

참나무屬 모용형의 식별형질로서 중요함은 Dyal(1936), Muller(1942)에 의해 보고되었고 교잡종 식별에도 큰 비중을 차지하는 것으로 알려져 있다(Hardin,1975). 특히 모용형은 科, 屬과 種을 구분할 수 있고 屬間 類緣關係도 밝혀질 수 있다고 하였다(金, 1973). 또한 李(1961b), 張과 李(1984)는 器官學的 관찰로서 잡종식별은 모용형이 가장 정확하며, 특히 물참나무는 졸참나무의 單毛와 비슷하고 星毛 역시 졸참나무와 유사함이 관찰되어 교잡종인 *Q. grosseserrata*라고 하였다. 한편 교잡종으로 알려진 물참나무의 학명은 *Q. grosseserrata* 혹은 *Q. crispula*로 혼용하여 사용하고 있으나 Koidzumi

(1912)는 동일종으로 언급하였다. 본 연구에서도 물참나무의 모용형이 신갈나무와 비슷한 형태가 관찰되어 쉽게 구분할 수 없었다. 다만 신갈나무의 毛茸은 幼葉 혹은 葉脈에서 존재하나 成葉에서는 거의 脫落하였고 매우 드물게 관찰되어 계절적 변이와 낮은 밀도로서 물참나무와 구분되었다.

한편 李(1961a,1964)와 金(1973)은 單毛, 星毛 等으로 본 屬 식물의 모용을 구분하여 종을 분류하면서 변이형이 많음을 보고하였다. 이러한 변이형들은 Hardin(1976)에 의한 참나무屬의 모용형과 용어에 따라 분류한 결과 부분적으로 구분되었다. 그러나 變異形(plate 4)이 관찰되어 이에 대한 연구가 지속되어야 할 것으로 여겨진다.

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

摘 要

濟州島産 참나무屬 數種의 표고별에 따른 형태적 變異와 毛茸形을 관찰한 결과를 요약하면 다음과 같다.

1) 葉形, 氣孔, 堅果의 외부형태적 형질은 標高別 차이를 보였다. 형질별 변이폭은 엽형이 가장 크며, 견과, 기공의 순이었고, 수종별은 상록성보다 낙엽성 참나무屬 수종이 변이가 컸다.

2) 졸참나무와 물참나무의 變異幅은 葉柄長이 가장 크며, 참가시나무와 붉가시나무는 下葉長이 가장 컸고, 葉脈數는 4種 모두 가장 작았다.

3) 葉長, 葉幅의 크기로서 졸참나무의 最適 生育地는 표고 400m, 물참나무는 1200-1400m이었으며, 참가시나무와 붉가시나무는 200m以下로 판단된다.

4) 鋸齒數가 7個인 붉가시나무는 變異 및 交雜種일 가능성을 시사하였다.

5) 毛茸의 형태는 單純形, 單生形, 總生形, 多放射形, 星毛形이 존재하였다. 單生形은 모든 種에서 공통적으로 분포하였으며, 星毛形과 總生形은 낙엽성 참나무屬에 제한되었다.

6) 濟州島産 낙엽성과 상록성 참나무屬의 엽형, 기공, 견과 및 모용은 형태적인 差異를 보였다.

제주대학교 중앙도서관

參考文獻

Borchert, M. I., F. W. Davis, J. Michaelsen and L. D. Oyler. 1989. Interactions of facters affecting seedling recruitment of blue oak(*Q. douglasii*) in California. Ecology. 70(2):389-404.

Bray, J. R. 1971. Vegetational distribution, tree growth and crop success in relation to recent climatic change. Advances in Ecological Research. 7:177-233.

Burger, W. C. 1975. The species concept in *Quercus*. Taxon. 24(1):45-50.

張 珍成, 李 昌福. 1984. 韓國과 日本産 신갈나무 天然集團의 種分類學的 硏究. 韓國植物分類學會誌. 14 (2):71-85.

Cooperrider, M. 1957. Introgressive hybridization between *Q.marilandica* and *Q.velutina* in Iowa. Amer. J. Bot. 44:804-810

Davies, W. J., T. T. Kozlowski, W. R. Chaney and K. J. Lee. 1973. Effects of transplanting on physiological responses and growth of shade trees. Proc. Int. Shade Tree Conf. 48:22-30.

Dyal, S. A. 1936. A key to the species of oaks of Eastern North America based on foliage and twig characters. Rhodora. 38:53-63.

Hardin, J. W. 1975. Hybridzation and introgression in *Quercus alba*. J. Arnold Arbor. Harv. Univ. 56:336-363.

Hardin, J. W. 1976. Terminology and classification of *Quercus* Trichomes. J. Elisha Mitchell Sci. Soc. 92:151-161.

Hardin, J.W. 1979a. Patterns of variation in foliar trichome of Eastern North American *Quercus*. Amer. J. Bot. 66(5):576-585.

Hardin, J. W. 1979b. Atlas of foliar surface featares in woody plants. I. Vestiture and trichome types of eastern north american *Quercus*. Bull. of the torrey Botanical clup. 106(4):313-325.

黃 增. 1977. 智異山 참나무類의 葉形質變異에 關한 考察. 慶尙大論文集. 16:63-66.

玄 信圭. 1949. *Quercus* 及び" *Castanea*屬 樹木の 血淸學的類緣關係. 九州大學農學部 演習林報告. 17:1-83.

Jensen, R. J. 1977a. Numerical analysis of the scarlet oak complex (*Quercus subgen. Erythrobalanus*)in the Eastern United States: Relationships above the species level. Systematic Botany. 2:122-133.

Jensen, R. J. 1977b. A preliminary numerical analysis of the red oak complex in Michigan and Wisconsin. Taxan. 26(4)399-407.

Jensen, R. J. and W. H. Eshbaugh. 1976a. Numerical taxonomic studies of hybridization in *Quercus*. Ⅰ. Popalations of restricted areal distribution and low taxonomic diversity. Systematic Botany. 1:1-10.

Jensen, R. J. and W. H. Eshbaugh. 1976b. Numerical taxonomic studies of hybridization in *Quercus*. Ⅱ. Popalations with wide areal distribution and low taxonomic diversity. Systematic Botany. 1: 11-19.

金 智文, 權 琦遠, 文 興奎. 1984. 참나무 天然集團의 氣孔形質變異. 韓國林學會誌. 66:82-94.

金 智文, 權 琦遠, 文 興奎. 1985. 참나무 天然集團의 葉形質變異. 韓國林學誌. 71:82-89.

金 辰永. 1989. 遺傳變異研究. 참나무資源의 綜合利用 開發에 關한 研究. 科學技術處. 87-140pp.

金 潤植, 高 聖哲, 吳 柄云. 1981. 韓國植物의 分布圖에 關한 研究(ⅴ), 참나무科의 分布圖. 高麗大學校 理工論文集. 22:93-133

金 潤植. 1973. 韓國産 참나무類 數種의 毛茸에 의한 分類. 高麗大學校 理工論文集. 14:45-51.

Koidzumi, G. 1912. Asiae orientalis(*Lipidobalanus*). Bot. Mag. Tokyo. 24:159-167.

Kramer, P. J. and T. T. Kozlowski. 1979. Physiology of woody plants A.P. 15-18pp.

李 昌福. 1961a. 韓國産 참나무類의 系統學的 研究(1). 韓國農學會誌. 7:87-108.

李 昌福. 1961b. 韓國産 참나무類의 系統學的 研究(2). 서울大論文集. 10:97-141.

李 昌福. 1961c. 참나무類의 性轉換現像의 硏究. 서울農大 論文集. 4:1-18.

李 昌福. 1964. 정능 참나무의 毛茸 硏究. 水原林學會誌. 5:12-14.

李 昌福. 1980. 大韓植物圖鑑. 鄕文社. 990pp.

李 雄性. 1984. 유이花序 植物群의 系統分類學的 硏究. 韓國植物學會誌. 27(2):61-72.

李 雄性, 趙 武衒. 1981. 韓國産 참나무屬 植物의 花粉蛋白質分析에 의한 分類學的 硏究. 韓國植物學會誌. 24(4):217-231.

林 行鎭, 朴 仁協, 金 俊選. 1986. 海拔高에 따른 신갈나무 天然集團의 變異에 關한 硏究. 順天大學論文集. 5:67-72.

馬 相圭. 1974. 垂直分布에 의한 참나무 基本種의 類緣關係. 韓國林學會誌. 21:47-51.

Muller, C. H. 1942. The problem of genera and sabgenera in the oaks, chron. Bot. 7:12-14.

Nakamura, J. 1956. The size-freguency of *Quercus* pollen. Res.Rep. Kochi Univ. 5(21):1-5.

Nakai,T. 1917. Fagaceae. Fl. Sylv. Kor. Pars. 3:1-57.

Oersted, A. S. 1871. Bidrag til kundskab on egefamilien nutid og fortid. k.danskevidensk. Selak. Skrift. 9:334-370.

朴 勝龍. 1991. 花粉에 의한 韓國産 참나무科 系統分類. 韓國林學會誌. 80(2):151-161.

Schwarz, O. 1936. Entwurf zu einem naturlichen system der cupuliferen under gattung *Quercus* L. Notizbl. Bot. Gart. Mus. Berlin. Dahlem. 13:1-22.

Stebbins, G. L., E. B. Matzke and C. Epling. 1947. Hybridization in a population of *Quercus marilandica* and *Quercus ilcifolia*. Evolution. 1:79-88.

Tillson, A.H. and C.H. Muller. 1942. Anatomical and taxonomic approaches to subgneric segregation in American *Quercus*. Amer. J. Bot. 21:523-529.

제주대학교 중앙도서관

Tucker, J. M. 1961. Studies in the *Q.undulata* complex. I. a preliminary statment. Amer. J. Bot. 48:202-208.

Tucker, J. M. 1963. Studies in the *Q. undulata* complex. Ⅲ. The contribution of *Q.arijonica*. Amer. J. Bot. 50(7):699-708.

Tucker, J. M. 1970. Studies in the *Q. undulata* complex. Ⅳ. The contribution of *Q.havardii*. Amer. J. Bot. 57(1):71-84.

Tucker, J. M. 1971. Studies in the *Q. undulata* complex. Ⅴ. The contribution of *Q.undulata*. Amer. J. Bot. 58(4):329-341.

Tucker, J. M. 1974. Patterns of parallel evolution of leaf from in new world oaks. Taxon. 23(10:129-154).

Yamanaka, T. and M. Yamanaka. 1983. Notes on *Quercus x idxuensis* Makino. Jour. Jap. Bot. Vol. 58(07): 206-211.

任 慶彬. 1979. *Ilex* 屬 樹木의 遺傳變異의 分析과 造景學的 利用價値의 調査研究. 韓國林學會誌. 42:1-38.

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

Exaplanation of plates

Plate 1-4. Types of trichome of the genus *Quercus* in Che-ju Island.

Plate 1. 1: Simple(*Q.acuta*), x400. 2: Simple(*Q.serrata*), x250.
3: Simple(*Q.glauca*), x250. 4: Solitary(*Q.salicina*), x250.

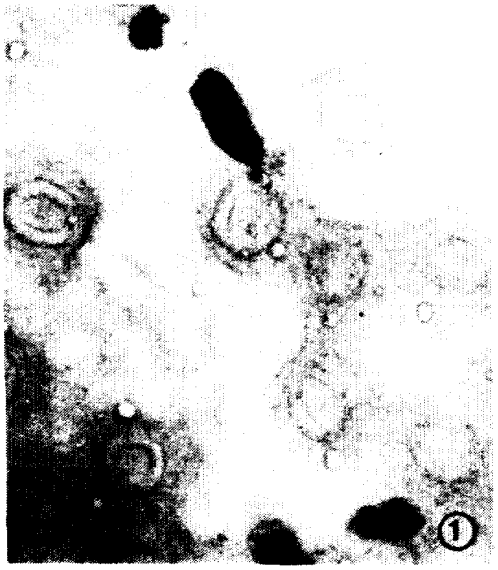
Plate 2. 1: Solitary(*Q.serrata*), x100. 2: Fasciculate(*Q.crispula*), x250.
3: Multiradiate(*Q.salicina*), x100. 4: Multiradiate(*Q.acuta*), x250.

Plate 3. 1: Multiradiate(*Q.gilva*), x100. 2: Stellate(*Q.serrata*), x250.
3: Stellate(*Q.dentata*), x250. 4: Stellate(*Q.aliena*), x250.

plate 4. Types of variation
1: *Q.aucuta*, x250. 2:*Q.salicina*, x250.
3: *Q.serrata*, x250. 4:*Q.crispula*, x250.

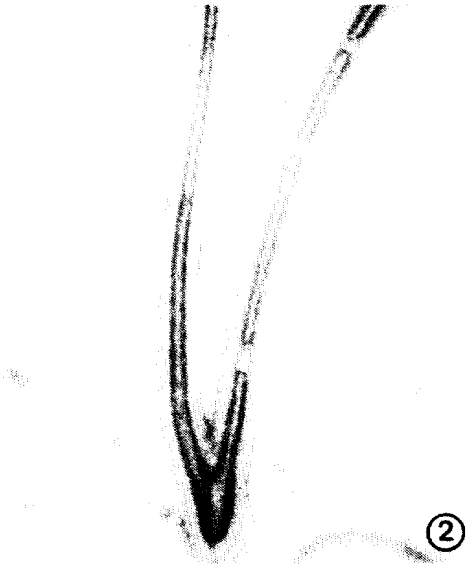
제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

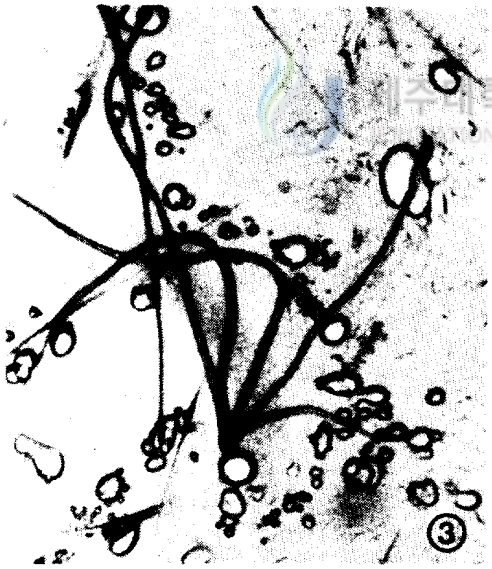
PLATE 1



제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

PLATE 2



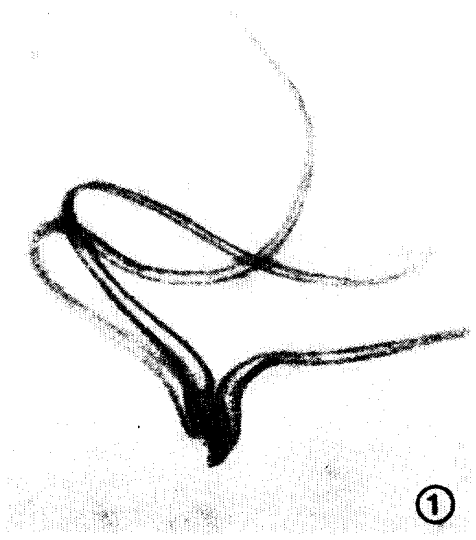


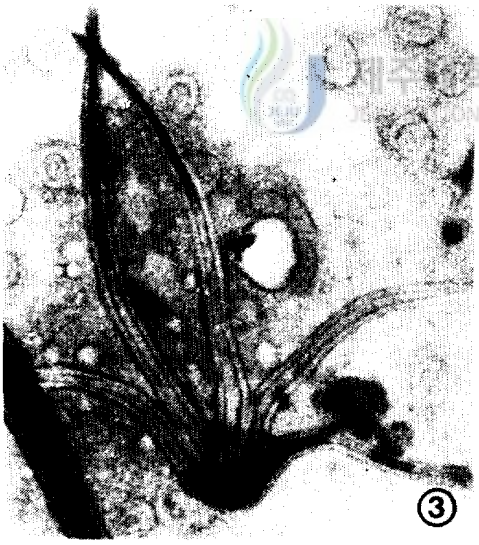
제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

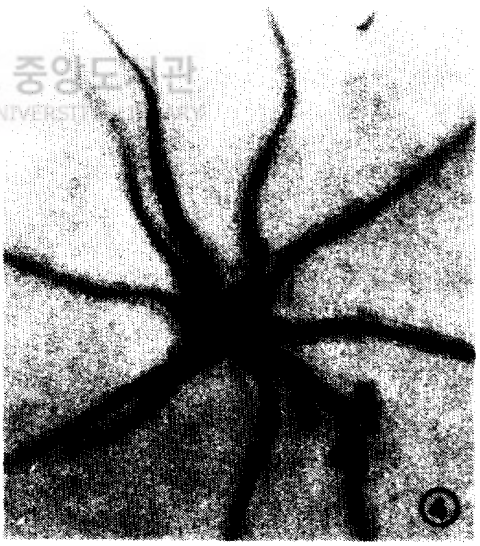
PLATE 3

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

PLATE 4







제주대학교 중앙도서관

감사의 말씀

본 論文이 완성되기까지 始終 지도하여 주셨고, 부족함이 많은 저를 학문의 길로 이끌고, 베풀어 주시는 김 문홍 敎授님께 衷心으로 머리숙여 감사와 존경의 마음을 드립니다.

그리고 바쁜 시간임에도 불구하고 미흡한 論文을 바로 잡아 주셨고, 관심있게 읽어주신 허 인욱 敎授님, 이 용필 敎授님께 깊은 감사를 올립니다. 아울러 기회 있을때마다 걱정을 아끼지 않으신 오 문유 敎授님, 오 덕철 敎授님, 김 원택 敎授님, 이 화자 敎授님, 고 석찬 敎授님, 김 세재 敎授님께 감사한 마음을 表합니다.

또한 각별한 배려를 해주신 南部育種場 김 선창 場長님, 김 찬수 先生님, 강 영재 先生님, 김 원우 先生님께 고마움을 올리며, 용기를 주신 民俗自然史博物館 양 영환 先生님께도 감사함을 느낍니다.

특히 竹馬故友로서 많은 자료를 보내준 東京大學 留學生 오 봉철 先生님께 은혜를 입었습니다. 한편 分類, 生態學硏究室의 先, 後輩들은 물론 2년동안 강의를 받으며 의견을 교환했던 學兄들의 도움으로 보람된 시간을 가졌습니다.

끝으로 고생을 마다하시며 저를 끝까지 믿고 보살펴 주시는 아버지, 어머니께 학문의 길로 들어서기 위한 몸부림이며 시작에 불과한 이 작은 보람을 드리오며 언제나 착함으로 孝道하는 홍진, 선자, 홍순이와 함께합니다.

제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY