

花粉에 의한 韓國產 참나무科 系統分類¹

朴 勝 龍²

A Systematic Classification of Korean Fagaceae by the Pollen¹ Seung Young Park²

要 約

花粉의 特徵으로서 우리나라에서 자라고 있는 참나무科的 分類群을 識別하고자 하였다.

5屬 19種類의 花粉에 對하여 光學顯微鏡과 走査型電子顯微鏡 觀察로서 얻은 結果는 다음과 같다.

1. 本科의 花粉은 4個의 主型和 4個의 副型(*Quercus*)으로 分類되었다.

1) 너도 밤나무형 2) 밤나무형 3) 돌참나무, 잣참나무형 4) 참나무형 (1) 가시나무副型 (2) 갈참나무副型 (3) 떡갈나무副型 (4) 상수리나무副型

2. 花粉의 顆粒狀紋의 形態는 참나무屬의 殼斗鱗片의 形態分化和 關係가 깊은 것으로 나타났다.

1) 花粉表面의 均一한 分岐顆粒狀紋은 殼斗鱗片이 同心圓狀으로 配列하는 形質과 相應되었다. 2) 花粉表面에 大小顆粒, 單顆粒과 塊狀顆粒등이 混在하고 塊狀顆粒狀의 小凸占이 球型인 形質은 短鱗片狀殼斗 形質에 相應하였다. 3) 花粉表面에 大小顆粒, 單顆粒과 塊狀顆粒등이 混在하고 塊狀顆粒의 先端이 Amoeba型을 이루는 形質은 떡갈나무와 같이 殼斗鱗片이 薄質細長한 形質과 相應하였다. 4) 花粉表面에 大小顆粒이 混在하나 單顆粒紋만 있는 形質은 상수리나무의 殼斗와 같이 厚質細長한 殼斗鱗片의 形質과 相應하였다.

3. 花粉表面의 무늬形態, 表面微孔의 有無, 花粉粒의 크기 및 顆粒의 形態를 數量化하여 Cluster分析을 한 結果는 既 植物系統 分類體系와 잘 符合되었고 種以下水準에서도 有緣關係를 잘 나타내 주었다.

ABSTRACT

I tried to specify the taxa of Fagaceae in Korea by the character of their pollen grains. The light microscope (LM) and the Scanning electron microscope (SEM) were used to examine the pollen grains of 19 taxa, 5 genera. The result are as follows.

1. The pollen of Fagaceae in Korea could be grouped into four types and 4 subtypes.

1) *Fagus* type 2) *Castanea* type 3) *Lithocarpus*, *Castanopsis* type 4) *Quercus* type (1) *Cyclobalanopsis* subtype (2) *Prinus* subtype (3) *Dentatae* subtype (4) *Cerris* subtype.

2. The morphology of the granula on the pollen of *Quercus* was closely related to the differentiation of the shape of the cup scales.

1) The uniformity of branching granula on the pollen grain surface corresponds to the morphological features of the concentric arrangement of cup scales. 2) The morphological features of the pollen grain surface intermingled with large or small granula, simple-granula and tuber granula which have small points of circular prominence, corresponded to those of short cup scales. 3) The morphological features of the pollen grain surface intermingled with large or small granula, simple-granula and tuber

¹ 接受 1991年 2月 13日 Received on February 13, 1991.

² 보은농업고등학교 Boen Agriculture High School, Boen, Chungbuk 376-800, Korea.

- granula with an apex of amoeba type corresponded to those of *Q. dentata* Thunb. with thin, fine and long cup scales. 4) The morphological features of the pollen grain surface intermingled with large of small granula of with only simple-granula, corresponded to those of *Q. acutissima* carr. with thick, fine and long cup scales.
3. The result of cluster analysis by coding the sculpture pattern of the pollen grain surface, the existence and nonexistence of surface perforate, the grain size and granula type were coincident with the system of classification of plants and showed an intimated relationship even under th level of species.

Key words : Pollen grains, fagaceae, systematic classification, light microscope (LM), scanning electron microscope (SEM).

緒 論

참나무과는 世界的으로 6屬 600餘種이 兩半球의 亞熱帶에서 溫帶에 걸쳐서 자라고 主로 溫帶地域에서 森林을 構成하는 重要한 植物群이며 大部分은 常綠 또는 落葉喬木이지만 간혹 灌木인 境遇도 있다^{8,26)}.

우리나라에는 4屬 43種類가 있으며 그 중에서 특히 참나무屬(*Quercus*)은 雜種이 많이 생겨서 形態的으로 매우 多様하다²⁶⁾.

지금까지 國內外를 莫論하고 참나무과에 對한 많은 研究가 이루어져 왔고 分類는 主로 外部形態^{5,24,25)}, 解剖學的 構造^{16,34,41)}, 血清學的方法⁹⁾ 및 核學的特徵⁷⁾ 등을 根據로 하여 이루어져 왔으나 亞科, 亞屬, 節 등에 對한 見解는 아직도 分類學者들 間에 意見을 달리하고 있는 形便이다^{17,31)}.

本科植物의 花粉을 材料로 한 分類는 外國에서는 1930年代에 光學顯微鏡으로 Jimbo¹²⁾가 日本產 참나무科 植物 花粉에 對한 一般의 花粉形態의 特徵을 觀察報告하였다.

1950年代에 Nakamura³²⁾는 日本產 *Quercus*의 常綠樹와 落葉樹의 花粉크기를 比較하였던 바 落葉樹가 더 크다고 하였다. Erdtman²⁾은 참나무科 40種의 花粉形態의 一般의 事項을 記述하였으며, 山崎⁴⁶⁾는 電子顯微鏡으로 *Quercus* 花粉膜表面構造를 觀察하여 報告하였다.

1960年代에 들어와서는 Vishnu⁴⁴⁾는 西部 히말라야山脈의 참나무 花粉을 表壁으로 分類하였고, Erdtman³⁾은 *Trigonobalanus*屬의 一般形態와 表面構造의 觀察結果를 報告하였다.

1970年代에 Smit³⁷⁾가 *Quercus*의 表面무늬를 갖고 3個型으로, Hanks⁶⁾는 *Fagus*에 數量的分類方法을 適用하여 4個型으로 報告하였다.

1980年代에 內山⁴²⁾는 日本產 *Fagus*의 花粉形

態를 觀察報告 하였고, Solomon^{38,39)}은 花粉表面構造에 對하여 數量的 分類方法을 適用하여 美國產 Red oak와 white oak를 分類하였으며, Lieux²⁹⁾는 美國產 참나무科의 花粉을 크기와 表面무늬로 分類하였고, Medus³⁰⁾는 멕시코產 *Quercus*를 花粉表面무늬로 分類 報告하였다.

韓國에서는 1980年代에 들어와서 本科의 花粉 研究 文獻이 나타나기 始作하였다. 卽, 李惟性^{27,28)}등은 本科의 血清學的方法의 系統分類學的 價値를 論議하였으며, 金鍾成¹³⁾은 光學顯微鏡의 觀察結果에 數量的 分類方法을 適用하여 참나무屬의 類緣關係를 論하였고, 張楠基¹⁾는 本科 2屬 11種類에 對한 光學顯微鏡과 走査型電子顯微鏡에 依한 觀察結果를 圖鑑의 一部로 刊行하였다.

本 研究에서는 이러한 占등에 留意하면서 참나무科 花粉의 形態學的 特徵을 綜合하여 지금까지의 分類體系와 比較 檢討하는데 그 目的이 있다.

材料 및 方法

1. 材料

材料는 韓國產 참나무科 5屬 19種類(外國產 1種 包含)이며, 1984年 4월부터 1988年 5월까지 全國 13個 地域에서 採集하였다(表 1).

2. 方法

採集된 花粉 Erdtman의 Livingston 變法(金¹⁴⁾에서 再引用)으로 醋酸分解하여 永久標本을 만들고 일부는 75% 알코올에 保管하였다가 試料板위에 올려 乾燥시킨 후 Ion-sputtering으로 表面에 5分間 Gold Coating한 (두께 250~300Å, 1.2kv 4分) 花粉粒을 走査型電子顯微鏡(JEOL JSM-35, HITACHIS 570)으로 表面무늬를 觀察하고 攝影하였으며, 花粉粒의 모양과 크기의 測定은 光學顯微鏡(Olympus BH)으로 하였다.

Table 1. The samples investigated.

No.	Specific Name	Date	Locality
1	<i>Fagus multinervis</i> Nak. 너도밤나무	May 21, 1988	Ulungdo, Kyongsangbukdo
2	<i>Castanea crenata</i> S. et Z. 밤나무	Jun. 7, 1985 Jun. 9, 1986	Chongju, Chungchongbukdo
3	<i>C. bungeana</i> Bl. 약밤나무	Jul. 7, 1985 Jul. 10, 1986	Kwangnung, Kyonggido
4	<i>Castanopsis cuspidata</i> var. sieboldii Nak. 구실잣밤나무	May. 29, 1985 Jun. 3, 1986	Wando, chollanamdo
5	<i>C. cuspidata</i> var. thunbergii Nak. 모밀잣밤나무	May 25, 1986 Jun. 1, 1987	Chindo, Chollanamdo, Jejuo
6	<i>Lithocarpus edulis</i> Nak. 돌참나무	Jun. 23, 1985 Jun. 28, 1987	Kwangyang, Chollanamdo
7	<i>Quercus acuta</i> Thunb. 붉가시나무	May 11, 1985 May 9, 1986	Mokpo, Chollanamdo
8	<i>Q. glauca</i> Thunb. 종가시나무	May 4, 1985 May 4, 1986	Mokpo, Chollanamdo
9	<i>Q. myrsinaefolia</i> Bl. 가시나무	May 18, 1986 May 25, 1987	Kwangyang, Chollanamdo, Kwangju
10	<i>Q. salicina</i> Bl. 참가시나무	May 4, 1986 May 5, 1987	Chindo, Chollanamdo
11	<i>Q. acutissima</i> Carr. 상수리나무	Apr. 25, 1985 Apr. 25, 1986	Chongju, Chungchongbukdo, Kwangju, Seoul
12	<i>Q. variabilis</i> Bl. 굴참나무	May 1, 1985 May 2, 1986 May 5, 1987	Chongju, Chungchongbukdo, Mt. Mudung, Kwangju, Seoul
13	<i>Q. dentata</i> Thunb. 떡갈나무	May 2, 1985 Apr. 30, 1986	Chongju, Chungchongbukdo
14	<i>Q. MC cormickii</i> Carr. 떡갈참나무	May 3, 1986 May 1, 1987	Seoul
15	<i>Q. mongolica</i> Fisch. 신갈나무	Apr. 24, 1985 Apr. 23, 1986	Chongju, Chungchongbukdo
16	<i>Q. aliena</i> Bl. 갈참나무	Apr. 24, 1985 Apr. 28, 1986 Apr. 29, 1987	Chongju, Chungchongbukdo, Seoul, Mt. Mudung, Kwangju
17	<i>Q. serrata</i> Thunb. 줄참나무	Apr. 27, 1985 Apr. 25, 1986	Chongju, Chungchongbukdo Mt. Songni, Chungchongbukdo
18	<i>Q. mongolica</i> var. <i>mandshurica</i> Nak. 물갈나무	May 9, 1985 May 1, 1987 Apr. 15, 1986 Apr. 29, 1986	Kanghwado, Kyonggido, Mt. Sogni, Chungchongbukdo
19	<i>Q. urticaefolia</i> Bl. 갈줄참나무	Apr. 10, 1987	Kwangyang, Chollanamdo

종합은 光學顯微鏡에 의한 觀察結果의 統計處理結果와 走査型電子顯微鏡에 의한 表面무늬의 觀察結果를 數量化하여 Average linkage cluster 分析을 하였다(表 2, 表 3).

花粉形態의 記載에 使用한 學術用語는 Erdtman²⁾, Faegri와 Iversen⁴⁾, 上野⁴³⁾에, 우리 말 用語는 李¹⁸⁾, 長¹⁾에 따랐으며, 花粉의 表面무늬에 있어 Amoeba 型무늬는 顆粒狀 무늬의 頂部에 뿔모양의 突起가 있는 것을 말한다.

結果 및 考察

1. 光學顯微鏡 觀察

光學顯微鏡에 의한 花粉의 測定結果는 表 4와 같다.

1) 極軸의 길이는 種間은 勿論 同一種內에서도 個體間에 有意差가 認定되었지만 서로 重複되는 部分이 많아서 種間區分에는 別로 도움이 되지 못할 것으로 생각되었다. 그러나 屬내지 亞屬間에는 有意差가 認定될 뿐만아니라 3개의 群으로 區分할 수가 있었다.

Table 2. Characters of the Fagaceae and their states used in the various numerical analysis by pollen grain size and sculpture.

Character No.	Character	Kind	Character state	Code
1	Existence of rugulate on surface	2	Absent	0
			Present	1
2	Existence of granula on surface	2	Absent	0
			Present	1
3	Existence of micropoint on rugulate	2	Absent	0
			Present	1
4	Existence of tuber granula	2	Absent	0
			Present	1
5	Existence of both granula and scabrate	2	Absent	0
			Present	1
6	Existence of amoeba type	2	Absent	0
			Present	1
7	Existence of a furrow on the top of granula	3	No furrow	0
			Furrow, not apparent	1
			A ridge, apparent	2
8	Existence of rugulate among granula	2	No intermingled	0
			Intermingled	1
9	Existence of perforate on surface	3	No perforate	0
			Perforate, scattering rarely	1
			Much perforate, apparent	2
10	Polar axis length	3	Length : 12.64~16.74 μm	1
			19.65~22.99 μm	2
			25.38~31.31 μm	3
11	Equatorial diameter	3	Diameter : 9.85~12.7 μm	1
			18.77~22.45 μm	2
			24.41~29.57 μm	3
12	Colpus length	2	Length : 9.82~14.39 μm	1
			16.11~22.36 μm	2
13	Colpus width	2	Width : 1.08~1.90 μm	1
			1.95~2.33 μm	2

Table 3. Character and numerical coding according to pollen grain size and sculpture on the samples.

No.	Rugulate	Granula	Micropoint on rugulate	Tuber granula	Both granula scabrate	Amoeba type	Furrow on granula	Perforate on surface	Polar axis length	Equatorial diameter	Colpus length	Colpus width
1	1	0	0	0	0	0	0	0	3	3	2	2
2	1	0	0	0	0	0	0	2	1	1	1	1
3	1	0	0	0	0	0	0	2	1	1	1	1
4	1	0	1	0	0	0	0	2	1	1	1	1
5	1	0	1	0	0	0	0	2	1	1	1	1
6	1	0	1	0	0	0	0	2	1	1	1	1
7	0	1	0	1	0	0	0	1	2	2	2	2
8	0	1	0	1	0	0	0	1	2	2	1	2
9	0	1	0	1	0	0	0	1	2	2	1	2
10	0	1	0	1	0	0	0	1	2	2	1	2
11	0	1	0	0	1	0	1	2	3	3	2	2
12	0	1	0	0	1	0	1	2	3	3	2	2
13	0	1	0	0	1	1	0	2	3	3	2	2
14	0	1	0	0	1	1	0	2	3	3	2	2
15	0	1	0	0	1	0	0	2	3	3	2	2
16	0	1	0	0	1	0	0	2	3	3	2	2
17	0	1	0	0	1	0	0	1	3	3	2	2
18	0	1	0	0	1	0	0	2	3	3	2	2
19	0	1	0	0	1	0	0	1	2	2	2	2

Table 4. Pollen morphological data of the samples.

No.	E	V.	A	T.	L M		P/E	Colpus(μ m)		Exine thick	Sculpture	Perforate
					Length	width		Length	width			
1.	prolate-spheroidal		3-Colporoidate		31.31 \pm 1.93	28.38 \pm 1.62	1.10	22.01 \pm 2.55	1.85 \pm 0.06	1.86 \pm 0.05	rugulate	-
2.	prolate		3-Colporate		13.65 \pm 0.01	10.06 \pm 0.89	1.35	9.83 \pm 1.20	1.14 \pm 0.24	1.27 \pm 0.19	rugulate	+
3.	subprolate		3 Colporate		12.91 \pm 1.17	9.85 \pm 0.79	1.31	9.82 \pm 1.49	1.08 \pm 0.35	1.20 \pm 0.44	rugulate	+
4.	subprolate		3-Colporate		15.12 \pm 1.00	11.56 \pm 0.83	1.30	11.45 \pm 0.90	1.39 \pm 0.37	1.43 \pm 0.35	rugulate	+
5.	subprolate		3-Colporate		16.40 \pm 1.28	12.70 \pm 1.05	1.29	11.93 \pm 1.18	1.58 \pm 0.21	1.47 \pm 0.23	rugulate	+
6.	subprolate		3-Colporate		12.82 \pm 0.68	10.92 \pm 0.80	1.17	9.90 \pm 0.51	1.71 \pm 0.19	1.61 \pm 0.18	rugulate	+
7.	prolate-spheroidal		3-Colporoidate		22.99 \pm 1.32	21.87 \pm 1.59	1.05	16.39 \pm 1.28	2.33 \pm 0.50	1.84 \pm 0.10	granula (tuber)	+
8.	prolate-spheroidal		3 Colporoidate		21.17 \pm 1.20	19.85 \pm 1.46	1.06	14.39 \pm 1.62	2.33 \pm 0.64	1.84 \pm 0.16	granula (tuber)	+
9.	prolate-spheroidal		3 Colporate		21.93 \pm 1.91	21.17 \pm 1.54	1.03	13.87 \pm 1.92	1.92 \pm 0.14	1.92 \pm 0.14	granula (tuber)	+
10.	prolate-spheroidal		3 Colporoidate		19.65 \pm 1.03	18.77 \pm 1.30	1.04	11.91 \pm 1.10	1.75 \pm 0.17	1.64 \pm 0.18	granula (tuber)	+
11.	prolate-spheroidal		3-Colporoidate		29.45 \pm 1.49	28.27 \pm 1.59	1.04	22.36 \pm 2.08	1.90 \pm 0.13	1.86 \pm 0.05	granula (furorow)	+
12.	oblate-spheroidal		3-Colporoidate		26.93 \pm 1.14	27.12 \pm 1.29	0.99	19.80 \pm 1.27	2.02 \pm 0.36	1.82 \pm 0.13	granula (furorow)	+
13.	prolate-spheroidal		3-Colporoidate		30.22 \pm 1.83	29.57 \pm 1.87	1.02	20.97 \pm 2.83	2.06 \pm 0.43	1.86 \pm 0	granula (amoeba)	+
14.	oblate-spheroidal		3-Colporoidate		28.35 \pm 1.11	28.60 \pm 1.19	0.99	19.10 \pm 1.62	1.72 \pm 0.18	1.86 \pm 0	granula (amoeba)	+
15.	prolate-spheroidal		3-Colporoidate		29.15 \pm 1.68	28.45 \pm 1.66	1.02	19.71 \pm 2.30	1.78 \pm 0	1.80 \pm 0.13	granula (simple)	+
16.	oblate-spheroidal		3-Colporate		25.38 \pm 1.26	26.33 \pm 1.01	0.96	16.75 \pm 1.72	1.84 \pm 0.09	1.84 \pm 0.08	granula (simple)	+
17.	prolate-spheroidal		3-Colporoidate		25.40 \pm 1.36	24.31 \pm 1.24	1.04	17.56 \pm 1.72	1.79 \pm 0.17	1.70 \pm 0.19	granula (simple)	+
18.	prolate-spheroidal		3 Colporate		28.35 \pm 1.84	27.02 \pm 1.91	1.04	19.40 \pm 2.60	1.87 \pm 0.11	1.82 \pm 0.10	granula (simple)	+
19.	prolate-spheroidal		3 Colpate		22.84 \pm 1.14	2.45 \pm 1.37	1.01	16.11 \pm 1.24	1.85 \pm 0.14	1.82 \pm 0.10	granula (simple)	+

Remarks

- a) NO : Samples Number
- b) EV : Equatorial view
- c) AT : Aperture type
- d) + : Existence of perforate on surface
- e) - : nonperforate

Olsson³³⁾ 및 Rushton³⁵⁾은 極軸의 길이에 의한 *Quercus*의 樹種間 識別은 어렵고 다만 그 變異의 分散度, 標準偏差 및 分布圖의 模樣등에 의하여 雜種 判定이 可能하다고 하였으며, 金¹³⁾은 極軸의 길이가 種間 및 個體間에 高度의 有意性이 認定되며, 참나무類의 主要樹種을 分類하는데 重要한 形質이 된다고 하였는데 이는 極軸의 길이의 分類的 價値를 過大評價한 것 같다. 또 山崎⁴⁶⁾이 花粉粒 크기에 의하여 種間區分은 不可能하나 *Cyclobalanopsis*의 花粉粒은 *Lepidobalanus*보다 小粒이라고 한 占은 本 研究와 잘 一致한다. 한편 李^{20,21)}는 分類群에 따라서 極軸의 길이로서 種間區分이 可能한 境遇도 있고 種間區分은 어려우나 亞屬區分이 可能한 境遇도 있다고 하였다.

本 研究에서도 極軸의 길이는 種間的 區分은 어려우나 *Castaneoideae* 및 *Quercus*內的 *Cyclobalanopsis*를 分類하는데 도움이 되는 占은 山崎⁴⁶⁾ 및 李^{20,21)}의 研究結果와 잘 符合된다.

極軸의 길이와 花粉媒介形式과를 關連지어 보면 本科의 常綠性인 樹種은 一般的으로 蟲媒性인 同時에 小粒花粉에 屬하고 落葉性 樹種은 風媒性인 同時에 大粒花粉에 屬하는 傾向이 있으며(밤나무 屬은 例外)이 占은 李^{18,19)}의 調査結果와는 다르다.

2) 赤道面 지름의 分類的 價値도 極軸의 길이와 같은 傾向이며 A群에는 *Castanea*, *Castanopsis* 및 *Lithocarpus* 등 *Castaneoideae*가, B群에는 *Quercus*와 *Fagus*가 包含되는 2個群으로 分類되었다. 이 占에 對해서 李^{18,19,20)}, 山崎⁴⁶⁾도 筆者와 같은 見解를 表明하고 있고 內山⁴²⁾는 *Fagus Crenata*와 *Fagus japonica*의 種間區別은 粒徑의 差異보다는 粒徑의 頻度分布로서 區別하는 편이 좋은 結果를 가져 온다고 하였다.

3) 花粉의 極軸의 길이(P)와 赤道面의 지름(E)의 比 卽, P/E는 種間에 高度의 有意差가 認定되었고, 金¹³⁾도 이의 變異幅이 좁다는 占을 指摘하고 있으나 *Quercus*內에서만은 種間에 이 測定值가 서로 重複되어 있어 種間識別이 어렵다고 하였다. 그러나 P/E值는 3群으로 區分할 수 있었으며 弱短球型내지 弱長球型인 A群에는 *Fagoideae*의 *Fagus*와 *Quercoideae*의 *Quercus*가, 亞長球型내지 長球型에 屬하는 B型에는 *Lithocarpus*, *Castanea* 및 *Castanopsis*가, 長球型에 屬하는 나머지 群에는

밤나무가 屬하고 있어서 全體적으로 말하면 *Quercoideae*와 *Fagoideae*의 花粉粒은 比較的 等근편이고 *Castanoideae*의 花粉粒은 比較的 長축한 편이라고 할 수 있다.

다음에 花粉 媒介形式과 花粉의 模樣과의 關係에 있어서 李¹⁹⁾는 一般的으로 風媒花의 花粉粒은 弱長球型이고 蟲媒花의 花粉粒은 弱短球型이라고 指摘하였으나 本 研究는 그와 反對의 現象이 觀察되었다. 이 占에 있어서 참나무科의 花粉은 一般植物의 경우와 조금 다른듯하다.

4) 發芽口를 岩波¹⁰⁾는 發芽孔의 數, 크기, 位置 등이 花粉을 分類하는데 重要한 基準이 된다고 하였고 李²⁰⁾은 孔口型에 의하여 물푸레나무科를 屬 以上の 水準에서 몇개의 群으로 나눌 수 있다고 하였으며, 辛³⁶⁾은 소나무屬의 發芽孔의 길이는 種間的 差異는 뚜렷하지 않고 도리어 地域間的 差異가 認定된다고 하였다. 참나무科의 發芽口는 全部가 三溝型, 三孔溝型 또는 三弱孔溝型으로서 屬 以下の 分類基準이 되지 못 하였다.

5) 辛³⁶⁾은 表壁의 두께로 種間識別 價値를 認定하였으나(소나무屬) 本 研究에서는 種間에 有意差는 認定되었지만 서로 겹치는 部分이 많아서 分類의 價値를 認定하기 어려웠다.

2. 走査型電子顯微鏡의 觀察

走査型電子顯微鏡에 의한 觀察結果는 表4와 같다.

1) 本科의 花粉表面은 亂線狀紋(밤나무亞科, 너도밤나무亞科)과 顆粒狀紋(참나무亞科-참나무屬)으로 大別되었다. 亂線狀紋은 線狀隆起 表面에 微細한 小凸占이 있는 것(돌참나무屬, 잣참나무屬)과 小凸占이 없는 것(밤나무屬, 너도밤나무屬)으로 나누어 졌다.

참나무 亞屬은 單純顆粒인 것(Simplegranulum-Cerris 節)과 塊狀顆粒(Ramigranulum-Prinus 節, Dentatae 節)인 것으로 나누어 졌고, 塊狀顆粒은 다시 顆粒表面의 小凸占이 球型인 것(Prinus 節)과 塊狀顆粒先端이 Amoeba 狀인 것(Dentatae 節)으로 나누어 졌다.

2) 花粉表面의 微孔은 外表皮膜의 退化過程에서 생기는 것으로 여겨져 왔으며^{4,45)}, 本 研究에서는 表面이 無孔인 것(너도밤나무屬)과 微孔이 散在하는 것(너도밤나무屬 以外の 모든 屬)으로

Table 5. Contingency table of the morphological features between pollen sculpture and cup scales on *Quercus*.

A						
B	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅	
B ₁	0	0	1	0	0	
B ₂	4	0	0	0	0	
B ₃	0	3	0	0	0	
B ₄	0	0	11	1	1	
B ₅	0	0	0	2	2	

Remarks

$$\chi_0^2 = 59.87$$

$$\chi_0^2 > \chi_{\alpha(0,001)}$$

A₁ : Concentric arrangement cup scales

A₂ : Thick, long and linear cup scales

A₃ : Short ; cup scales

A₄ : Medaun feature of A₃ and A₅

A₅ : Thin fine and long cup scales

B₁ : Intermingle regulate with granula sculpture

B₂ : Equalization of granula size on granula sculpture

B₃ : Granula size on granula sculpture is different, granula is simple granula

B₄ : Granula size is different, small point on tuber granula are circular type

B₅ : Granular size is different, small point on tuber granula are amoeba type

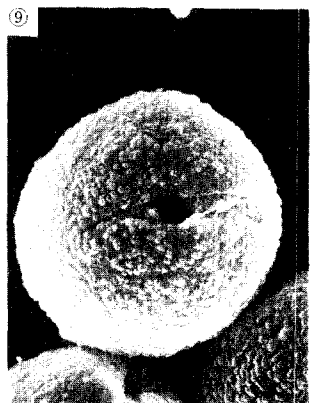
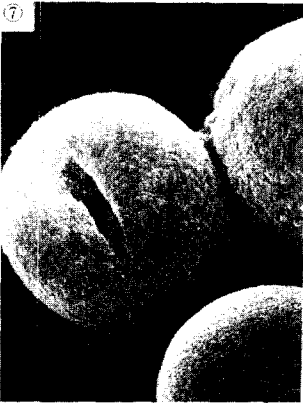
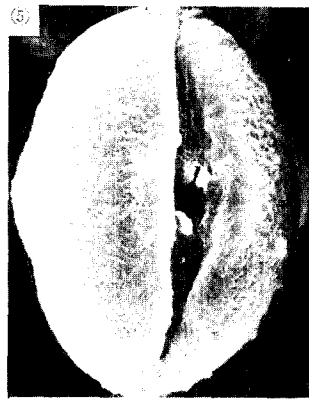
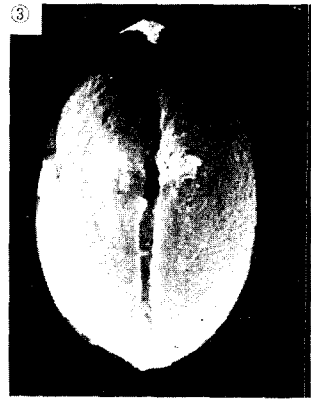
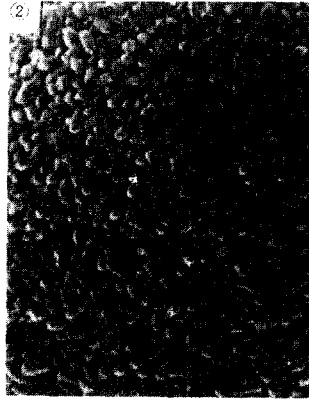
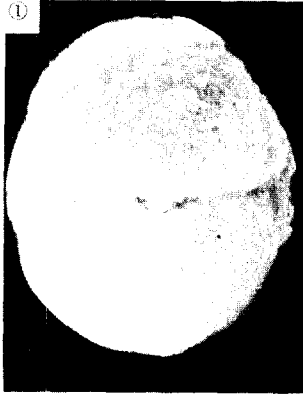
나누어 졌다.

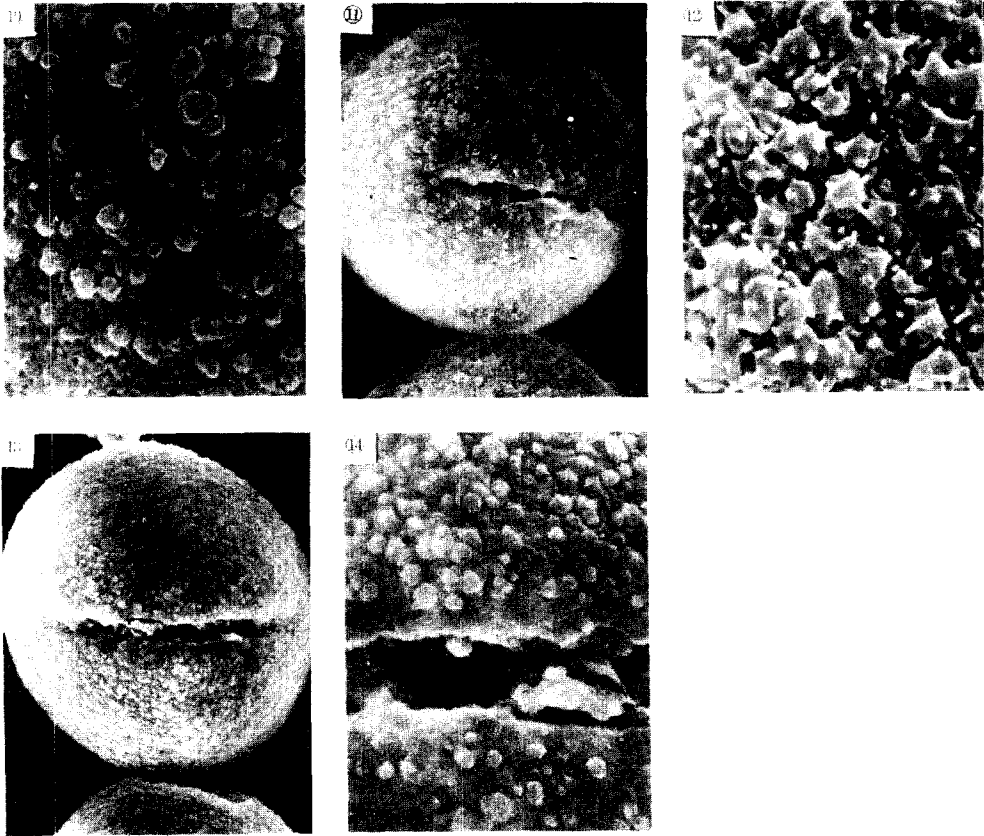
3) 果實의 形態는 本科의 系統分類의 重要한 形質의 하나로서 꼽혀지고 있다⁸⁾. *Fagus*, *Castanea*, *Castanopsis*, *Lithocarpus* 및 *Quercus* 등 屬 水準에서의 果實形態分化는 勿論, *Quercus* 內에서도 *Cyclobalanopsis*亞屬의 苞鱗은 同心輪層으로 配列되어 있고 *Lepidobalanus* 亞屬의 苞鱗形態는 *Prinus*節은 短鱗片狀, *Dentatae* 節에서는 薄質線形, *Cerris* 節에서는 厚質線形 등 亞屬 내지 節 水準에서의 分化도 보이고 있다. 이 占에 注目하여 前述한 花粉表面무늬와 穀斗苞鱗形態와의 關聯性을 檢討한 結果 兩者의 形態分化사이 相當히 높은 相關性이 認定되었고(表 5), 이를 土臺로 하여 本科의 花粉을 體系의 으로 分類할 수가 있었다. 卽 本科의 花粉은 (1) *Fagus* type : 너도밤나무 (2) *Castanea* type : 밤나무, 약밤나무 (3) *Lithocarpus*-*Castanopsis* type : 돌참나무, 구실잣밤나무, 모밀잣밤나무 (4) *Quercus* type의 4個의 主型으로 나눌수 있었고 이 中 *Quercus* type은 다시 ① *Cyclobalanopsis* subtype : 붉가시나무, 종가시나무, 가시나무, 참가시나무, ② *Prinus* subtype : 신갈나무, 갈참나무, 줄참나무, 물갈나무, 갈줄참나무 ③ *Dentate* subtype : 떡갈나무, 락갈참나무 ④ *Cerris* subtype : 상수리나무, 굴참나무의 4個 副

型으로 나누어 졌다.

지금까지는 이와같이 花粉表面의 무늬形態와 果實形態와를 關聯시켜서 檢討한 例는 없었지만 花粉表面의 分類價値에 對해서는 여러 學者들이 注目하고 있으며^{3,10-12,15,18,19-21,22,23,30,33,36-40,42)}, 特히 *Lieux*²⁹⁾는 本科를 花粉무늬에 依해서 6個型으로 나누었으며, *Hanks*⁶⁾은 *Fagus*를 4個의 型으로, *山崎*⁴⁶⁾은 참나무屬을 常綠性인 가시나무亞屬, 落葉性인 참나무亞屬 및 常綠性인 참나무亞屬(줄가시나무)의 3型으로 나눈바 있고 筆者도 本研究를 通해서 上述한 바와같이 *Quercus*를 4가지 副型으로 나눌수 있었다.

進化面에서는 *Fagus*, *Castanea*, *Castanopsis*, *Lithocarpus* 등의 花粉은 表面에 微孔이 없거나 있더라도 무늬가 亂線狀으로 比較的 原始型이며 *Quercus*의 花粉表面은 顆粒狀무늬와 微孔이 있어서 前者보다 相對的으로 進化된 形態를 갖추고 있어 圓柱紋 形態에도 많은 分化가 일어나고 있는 것으로 생각된다^{4,45)}. 卽 單純圓柱의 頭部先端에 홈이있는것, 顆粒紋表面의 小凸占이 球形인것, 顆粒紋의 先端이 뾰족해져서 Amoeba型을 이루는 것 등 여러 形態로 分化되고 있는 것으로 생각되는데 이것은 *Quercus*가 現在 참나무科 中에서 가장 優勢한 種分化를 하고 있으며 溫帶條





Figs. 1-14. Scanning electron microscopic photographs of some Korean Fagaceae pollen grains and their surface.

- 1, 2 : *Fagus multinervis* Nak. ($\times 2,000, \times 7,200$) 너도밤나무
- 3, 4 : *Castanea crenata* S. et Z. ($\times 5,000, \times 7,200$) 밤나무
- 5, 6 : *Castanopsis cuspidata* var. *sieboldii* Nak. ($\times 5,000, \times 15,000$) 구실갓밤나무
- 7, 8 : *Quercus stenophylla* Bl. ($\times 2,000, \times 7,200$) 참가시나무
- 9, 10 : *Quercus aliena* Bl. ($\times 2,000, \times 7,200$) 갈참나무
- 11, 12 : *Quercus dentata* Thunb. ($\times 2,000 \times 7,200$) 떡갈나무
- 13, 14 : *Quercus acutissima* Carr. ($\times 2,000, \times 7,200$) 상수리나무

件에 適應의으로 分化되어 가고 있는 現實과 잘 一致하고 있는 것으로 여겨진다⁸⁾

3. 綜 合

本 研究를 通하여 花粉表面무늬의 形態, 表面의 微孔의 有無 및 花粉粒의 크기 등이 本科의 進化過程과 相應하는 形質이며, 顆粒紋形態 變化가 참나무屬의 殼斗鱗片의 形態分化和 相應되는 形質이라고 推定하였으며, 아울러 統計分析을 通하여 이들 形質이 本科의 有력한 花粉의 分類據 占이 될 수 있는 것으로 생각하였다. 筆者는 分

類의 價値가 있다고 認定되는 形質들을 表 2에서 認定한 Coding 基準을 適用하여 Cluster 分析을 하였던 바(그림 1) 分析結果는 Forman에 依하여 提出된 系統圖(掘田⁸⁾에서 引用)와는 亞科 및 屬 水準에서 相當히 잘 符合되며 種 以下의 水準에서도 類緣關係를 거의 完全하게 表現해 주고 있다.

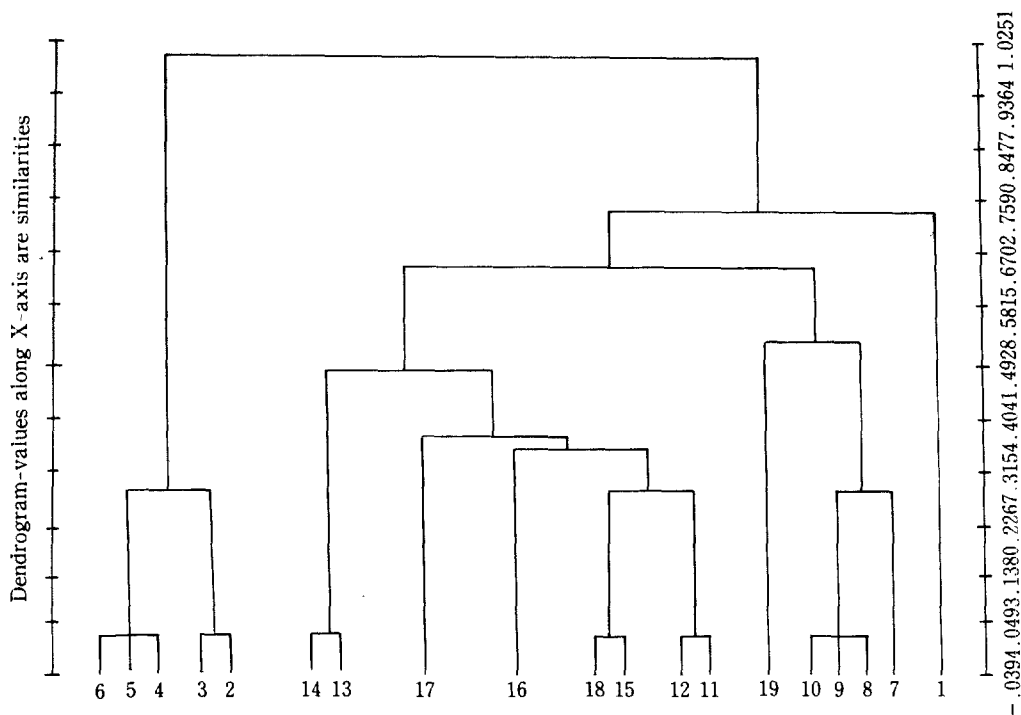


Fig. 1. Dendrogram of the taxonomic distance on the samples.

引用 文 獻

- 張楠基. 1986. 韓國動植物圖鑑 第29卷 植物編(花粉類). 文教部. 508-510.
- Erdtman, G. 1952. Pollen morphology and plant taxonomy. Angiosperm, Stockholom. 6-177.
- Erdtman, G. 1967. On the pollen morphology of *Trigonobalanus* (Fagaceae). Bot. Notiser. 120 : 324-333.
- Faegri, K. and J. Iversen. 1974. Textbook of pollen analysis. Munksgard, Copenhagen. 18-71.
- Forman, L.L. 1966a. On the evolution of cupules in the Fagaceae. Kew Bulletin. 18(3) 385-419.
- Hanks, S. L. and D.E. Fairbrother. 1976. Palynotaxonomic investigation of *Fagus* L. and *Nothofagus* Bl.: Light microscopy, scanning electron microscopy, and computer analysis. Heywoods (ed). Botanical Systematics Vol. 1. Academic press. 1-78.
- Hellen, A. 1930. Chromosome number in *Fagus grandifolia* and *Quercus Virginiana*. Butler Univ. Bot. 2 : 45-52.
- 堀田 滿. 1965. 植物の分布と分化. 三省堂(植物の進化III). 136-148.
- 玄信圭. 1950. *Quercus*で *Castanea* 屬 樹木の血清學的類緣關係. 九川大學農學部 演習林報告. 17 : 1-83.
- 岩波洋造. 1980. 花粉學. 講談社. 19-57.
- 岩波洋造, 山田義男. 1984. 圖說花粉. 5-50.
- Jimbo, T. 1983. The diagnoses of the pollen of forest trees. Biological Institute, Tohoku Imperial University, Sendai. (with pls. × I and × II). 287-298.
- 金種成. 1985. 花粉形態에 의한 韓國產 참나무類의 數量的 分類에 관한 研究. 碩士學位論文. 高麗大學校. 8-21.
- 金葵煥. 1982. 韓國產 무환자나무目花粉의 形態學的 研究. 韓國林學會誌. 55 : 1-21.
- 金葵煥, L. Zsuffa. 1989. 버드나무亞屬 6節花粉의 形態學的 研究. 韓林誌. 78(1) :

- 132-142.
16. 權永漢. 1987. 참나무屬의 形態 및 解剖學의 特徵과 過酸化同位酵素의 變異에 關한 研究(常綠樹種을 中心으로) 碩士學位論文. 慶尙大學校 大學院 林學科. 11-20.
 17. Lawrence, G.H.M. 1951. *Taxonomy of Vascular Plants, the Macmillan Company: New York*. 456-461.
 18. 李相泰. 1978. 花粉形態의 系統學的 意義. 植物分類學會誌. 8 : 59-68.
 19. 李相泰. 1981. 風媒 및 蟲媒花粉形質의 適應的 意義에 對한 研究. 植物分類誌. 11(1-2) : 1-20.
 20. 李相泰. 朴殷子. 1982. 韓國產 물푸레나무科의 花粉分類學의 研究. 植物分類誌. 12 : 1-11.
 21. 李相泰. 1984. 韓國產 개나리屬 植物의 系統分類學의 研究. 植物分類誌. 14(2) : 87-107.
 22. 李相泰·金茂烈. 1985. 韓國產 느릅나무科의 花粉分類學의 研究. 植物分類誌 15(3) : 163-174.
 23. 李相泰 1987. 韓國產 차나무科의 花粉分類學의 研究. 植物學會誌. 30(3) : 215-223.
 24. 李昌福. 1961. 韓國產 참나무類의 統計學的 研究(1). 韓國農學會誌. 7 : 87-108.
 25. 李昌福. 1961. 韓國產 참나무類의 系統學的 研究(2). 서울大論文集 10.D : 97-141.
 26. 李昌福. 1977. 樹木落. 鄉文社. 137-150.
 27. 李惟性·趙武衍. 1981. 韓國產 참나무屬 植物의 花粉蛋白質分析에 依한 分類學의 研究. 植物學會誌. 24(4) : 217-231.
 28. 李惟性. 1984. 茱萸花序 植物群의 系統分類學의 研究(참나무屬을 中心으로). 植物學會誌. 27(2) : 61-72.
 29. Lieux, M.H. 1980. *An atlas of pollen of trees, shrubs, and woody vines of Louisiana and others Southeastern States, part II. Platanaceae to Betulaceae. Pollen Spores*. 22 : 191-243.
 30. Medus, J. and G.G. Flores. 1984. *Pollen morphology of Some mexican oaks. Grana*. 23 : 77-84.
 31. Muller, C.H. 1942. *The problem of genera and Subgenera in the oaks. Chronica. Botanica*. VII. 12-14.
 32. Nakamura, J. 1956. *The size-frequency of Quercus pollen. Zotanical laboratory, Liberal Arts Faculty, Kochi University*. 5(21) : 1-5.
 33. Olsson, U. 1975. On the size and microstructure of pollen grains of *Quercus robur* and *Q. petraea* (Fagaceae). *Bot. Notiser*. 128 : 256-264.
 34. 朴箕河. 1962. 韓國產 참나무類의 解剖學의 研究. 慶熙大學校 論文集. 1 : 279-302.
 35. Rushton, B.S. 1976. Pollen grain size in *Quercus robur* L. and *Quercus petraea* (Matt.) Liebl. *Wastonia*. 11 : 137-140.
 36. 辛昌男. 1982. 韓國產 소나무屬의 花粉學의 分類. 博士學位論文. 中央大 大學院. 9-38.
 37. Smit, A. 1973. A scanning electron microscopical study of the pollen morphology in the Genus *Quercus*. *Acta Bot. Neerl*. 22(6) : 655-665.
 38. Solomon, A.M. 1983. Pollen morphology and taxonomy of white oaks in Eastern North America. *Amer. J. Bot.* 70(4) : 481-494.
 39. Solomon, A.M. 1983. Pollen morphology and taxonomy of red oaks in Eastern North America. *Amer. J. Bot.* 70(4) : 495-507.
 40. Stanley, E.A. and G.O.W. Kremp. 1959. Some observations on the Genuculus in the pollen of *Quercus prinoides*. *Micropaleontology*. 5(3) : 351-354.
 41. Tillson, A.H. and C.H. Muller. 1942. Anatomical and taxonomic approaches to subgeneric Segregation in American *Quercus*. *Amer. J. Bot.* 29 : 523-529.
 42. 內山 陸. 1980. *ブナ屬花粉の形態にフムコ*. 花粉 15 : 1-10.
 43. 上野實郎. 1978. 花粉學研究. 風間書房. 152-250.
 44. Vishnu, M. and G. Singh. 1961. *On the pollen of the western Himalyan oaks. J. Indian. Bot. Soc.* 42 : 130-134.
 45. Walker, J.W. 1974. *Evolution of exine structure in the pollen of primitive angiosperms. Amer. J. Bot.* 61(8) : 891-902.
 46. 山崎次男, 竹岡政治. 1959. 花粉膜의 表面構造에 關する 電子顯微鏡의 研究. V. 特にカシ屬의 花粉에 關한. *日林誌*. 41(4) : 125-129.