

莢蒾花序 植物群의 系統分類學的 研究

— 참나무屬을 中心으로 —

李 惟 性

(忠北大學校 自然科學大學 生物學科)

A Systematic Study on the Selected Amentiferous Plant Taxa — On the Genus *Quercus* —

Lee, Yoo Sung

(Department of Biology, Chungbuk National University, Chongju)

ABSTRACT

The concept of natural grouping of plant designated as the "Amentiferous" is no longer given serious credence, and many of the families included in this grouping have been dispersed in diverse order. Because a review of taxonomic treatments of amentiferous taxa reveals diverse classifications, it has become necessary to investigate new characteristics and attempt to determine the significance of these characteristics in terms of amentiferous taxonomy.

Protein analyses by isoelectrofocusing (IEF) and rocket immunoelectrophoresis (RIE) have proved to be useful in the delimitation of *Quercus* taxa using pollen extracts from selected taxa.

When *Quercus* pollen extracts were separated by electrophoresis based on their isoelectric points in a stable pH gradient and substrates for esterase activity were stained, ten bands were revealed between pH 5-14. Within *Lepidobalanus* grouping, a great diversity in the pollen protein zymograms was observed with some segregation corresponding to the designated taxonomic sections. Two taxa of *Cyclobalanopsis* produced a zymogram that is somewhat similar to taxa included within the section *Prinus* of *Lepidobalanus*, and less similar to taxa within the section *Cerris* of the same subgenus. Three tested taxa of the *Cerris* are in the similar zymogram each other, being segregable from the taxa of *Prinus*.

Quantitative and qualitative analyses for serological relationships within and among

이 論文은 峨山社會福祉事業財團의 1982年度 研究費支援에 의하여 研究되었음.

the *Quercus* were also employed. To calculate the degree of protein similarity, total rocket heights obtained from RIE provided an index of serological correspondence(SC). It is reconfirmed that the *Quercus* is distantly separated from the *Fagus* according to SC. Comparative data from rocket number and SC in the tested taxa of *Quercus* also indicate that *Lepidobalanus* is separable from *Cyclobalanopsis*. Within the *Lepidobalanus* *Q. acutissima* and *Q. acutissima x variabilis* are almost homogeneous and distinguishable from the other tested taxa of same subgenus.

Although the number of taxa tested has been limited, the overall serological evidence best reflects the classification proposed by Redher (1940) and Melchior (1964), having the genus *Quercus* subdivided into three subgenera: *Erythrobalanus*, *Lepidobalanus*, and *Cyclobalanopsis*.

緒 論

Engler 가 명명한 「유이화서」 식물군은 한때 超目적인 취급을 받기도 하였으나, 다소 인위적인 분류군임이 밝혀짐에 따라 재정비가 되어 왔다. 이 분류군의 뜻은 유이화서(ament)에 단성 無皮花(apetalous)가 달려서 풍매화라는 공통점으로 묶어지고, 나자식물의 毬果(cone)를 연상케하여 가장 원시적으로 취급받았으나 역시 다양화된 분류형질들이 반영된 현대 분류체계는 이질적인 여러 科(또는 目)들의 집합체임이 나타난다.

Cronquist (1968, 1979), Takhtajan (1969), Hutchinson (1959)은 너도밤나무과(Fagaceae), 소귀나무과(Myricaceae), 가래나무과(Juglandaceae)가 조록나무亞綱 조상(hamamelidaceous stock)으로부터 유래되고, 윗나무과(Anacardiaceae)는 장미亞綱(Rosidae)의 운향목(Rutales)의 조상으로부터 유래된 것으로 믿고 전기한 3科的 유연관계를 강조하였다.

한편 Thorne (1976)은 가래나무과, 소귀나무과, 윗나무과의 식물군은 운향목에서, 너도밤나무과는 조록나무아강으로부터 유래되었다고 보았다. 그의 분류체계에서는 윗나무과와 가래나무과를 운향목에, 소귀나무과는 소귀나무목에 두었다. Dahlgren (1975)은 위의 3科를 각각 무환자나무목(Sapindales), 가래나무목(Juglandales), 소귀나무목(Myricales)에 배정하였다. 그러나 이상 2개의 분류체계는 위의 3科와 너도밤나무과의 유연관계보다는 3科간의 유연관계를 전제로 하였다.

다른 한편 Bessey (1915)는 위에 열거한 4개科를 모두 무환자나무목에 두었으므로 위의 경우와는 크게 대조적이다.

위의 견해로 보아 현대적인 접근 방법으로 그 자연군의 분류가 이루어져야 할 것인 바, 부가적인 자료의 축적으로 새로운 해석이 가능할 것으로 믿는다.

본 연구는 이러한 유이화서 식물군을 대표하는 종류의 화분을 채집, 단백질형질을 비교하여 그들의 유연관계를 재검토 하고 있는 바, 자료가 축적되는 대로 수편의 논문이 출간 되도록 계획하였다. 그 중에서도 너도밤나무목(Fagales)을 중심으로 하고, 특히 참나무屬(*Quercus*) 연구에 초점을 맞추어서 본 논문을 작성하였다.

유이화서 식물군의 화분이 화학계통학적 연구재료로서 적합한 이유로서, (1) 풍부한 화

분량을 채집하기가 비교적 용이하고, (2) 단백질을 용이하게 추출할 수 있으며, (3) 화분 성숙도도 쉽게 육안으로 확인되며, (4) 항원물질로서의 단백질량이 풍부하다는 점이 알려짐에 따라 특히 최근들어서 이 방면의 연구에 활기를 보여주고 있다 (Brunner and Fairbrothers, 1979; Dahlgren, 1983; Lee, 1981, 1983; Petersen, 1983).

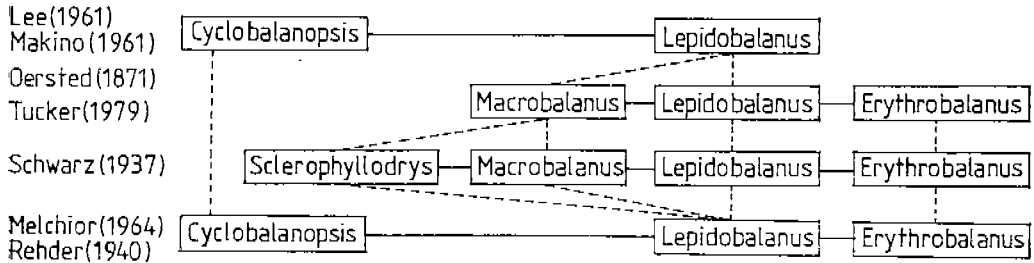


Fig. 1. Comparison of four classification of the subgenera of the genus *Quercus*.

참나무 속의 분류 체계는 Fig. 1에서 보는 바와 같이 4개의 대표적인 아속(亞屬) 분류 체계를 갖고 있어 의견이 분분하며 그들간의 유연관계는 아직 풀려야 할 부분이 많이 남아 있다.

본 논문은 참나무 속의 아속간, 종간의 유연관계를 밝히려고 최신 기술인 단백질 분석법으로부터 약간의 결과를 얻어서 해석하고자 한다. 본 논문의 결과는 앞으로 정리될 수련의 논문과 이미 발간된 본인의 논문 (Lee and Cho, 1981; Lee, 1983)과 상호 연관성을 갖게 될 것을 밝혀둔다.

材料 및 方法

참나무속 식물의 화분단백질을 추출하기 위하여 3개의 아속 (Cyclobalanopsis, Erythrobalanus, Lepidobalanus)에 속하는 13분류군을 택하고 그들의 화분을 4월 중순부터 5월 중순 사이에 채집하여 건조시키고 탈지 (delipification; Lee, 1981)하여 4°C에 저장하였다. *Quercus* 속과 비교하고자 *Fagus* 속의 *F. grandifolia*도 추가하였다. *F. grandifolia*를 포함하여 Erythrobalanus 아속에 속하는 분류군의 화분은 미국 New Jersey 주립대학교 생물학과에서 공급되었다.

본 연구에서 쓰여진 *Quercus* 속에 속하는 분류군을 Table 1에 나열하였다.

화분단백질을 추출하여 항원물질을 만드는 법과 면역혈청을 생산하여 항체를 얻는 법 등 일반적인 혈청학적 과정들은 Lee (1981)와 Lee and Cho (1981)에 따랐다. 단백질 분석은 isoelectrofocusing (IEF)과 rocket immunoelectrophoresis (RIE)의 방법을 썼다.

Isoelectrofocusing (IEF). Gel 제조는 Righetti and Drysdale (1974)의 방법을 주로 따라서 riboflavin 5'-phosphate 로 촉매된 7% polyacrylamide를 썼으며 gel 속에 포함된 ampholyte의 pH 범위는 3~10인 것을 사용하였다. 참나무속 식물의 화분단백질 추출은 0.1 M tris-glycine 완충액 (pH 7.0)에 담가서 하였다 (1 h, 4°C). Protease의 작용으로 인한

Table 1. Amentiferous plant taxa (genus *Quercus*) tested in this study, arranged according to Rehder's (1940) classification. Also indicated are the abbreviations used for each taxon and areas collected.

Subgenus <i>Lepidobalanus</i> Endl.		
Section 1. <i>Cerris</i> Loud.		
<i>Q. acutissima</i> Carruters	QCT	Pusan, Korea
<i>Q. acutissima</i> x <i>variabilis</i>	QVA	Kyonggi, Korea
<i>Q. serrata</i> Thunberg	QSR	Kyonggi, Korea
<i>Q. variabilis</i> BL.	QVR	Kyonggi, Korea
Section 6. <i>Prinus</i> Loud.		
<i>Q. aliena</i> BL.	QAL	Kyonggi, Korea
<i>Q. dentata</i> Thunberg	QDN	Seoul, Korea
<i>Q. donarium</i> Nakai	QDO	Seoul, Korea
<i>Q. mongolica</i> Fischer ex Turczaninow	QMN	Seoul, Korea
Subgenus <i>Cyclobalanopsis</i> Prantl.		
<i>Q. acuta</i> Thunberg	QAC	Pusan, Korea
<i>Q. glauca</i> Thunberg	QGL	Pusan, Korea
Subgenus <i>Erythrobalanus</i> Spach		
<i>Q. ilicifolia</i> Wanhg.	QIL	New Jersey, USA
<i>Q. palustris</i> Muenchh.	QPA	New Jersey, USA
<i>Q. phellos</i> L.	QPH	New Jersey, USA

단백질의 파괴를 방지하기 위하여 0.5% phenyl methylsulfonyl-fluoride 를, phenol 들과의 결합을 위하여 polyvinylpyrrolidone (PVP)을 완충액에 첨가하였다. 전기영동은 25 watt에서 약 1 h 동안 이루어져서 단백질 추출액은 pH 변화율 (gradient)이 고르게 변하는 매체속의 等電點 (isoelectric point, pI)에 따라 분리된다. 전기영동이 끝났을 때 pH 변화율을 측정하였으며 gel은 esterase 基質 (substrate) 염색법을 썼다. 기질염색 혼합액은 0.1 M sodium phosphate 완충액 200 ml에 fast blue RR-salt (sigma) 80 mg을 섞은 다음, acetone 2.0 ml에 미리 α -naphthyl-acetate (sigma) 2 mg을 섞어서 만든 액체와 혼합해서 만든다. IEF 후에 gel을 이 혼합액에 수분간 실온에서 염색하고 40% ethanol에 15 min간 넣어 염색을 정지시키며, 지나친 염색은 10% ethanol로 제거한다.

Rocket Immunoelectrophoresis (RIE). Rocket 모양의 면역침전체를 형성케하는 진보된 면역학적 전기영동의 한가지로서 immunoplate에 agarose 3:면역혈청 1의 비율로 섞어서 균한 다음 일렬로 구멍 (well)을 뚫고 약 7 μ l의 항원물질을 채운 다음, 전기영동을 약 12 watt에서 2 h.동안 하여 rocket pattern을 형성케 하였다. 전기영동이 끝난 후 5일간 관찰 지록하면서 rocket가 가장 뚜렷하게 발달하였을 때 촬영하였다. 자세한 방법은 Lee and Cho (1981)와 Lee (1983)를 따랐다.

結果 및 考察

IEF의 단백질 분석법을 이용하여 Lee and Fairbrothers (1978)는 부들속 (*Typha*)의 화분을 분석하여 잡종관계를 밝혔으며, Villamil (1980)과 Villamil *et al.* (1982)은 김의털속 (*Festuca*)의 종자효소들을 분석 비교하여 분류군간의 유연관계를 밝히는데 많은 정보를 얻어냈다. 저자는 IEF의 계통학적 공헌이 인정됨에 힘입어 미국 New Jersey 주립대학교의 Pettersen (1983)과 협력하여 참나무속 화분의 IEF 분석 결과를 일차로 Fig. 2와 같이 얻었다.

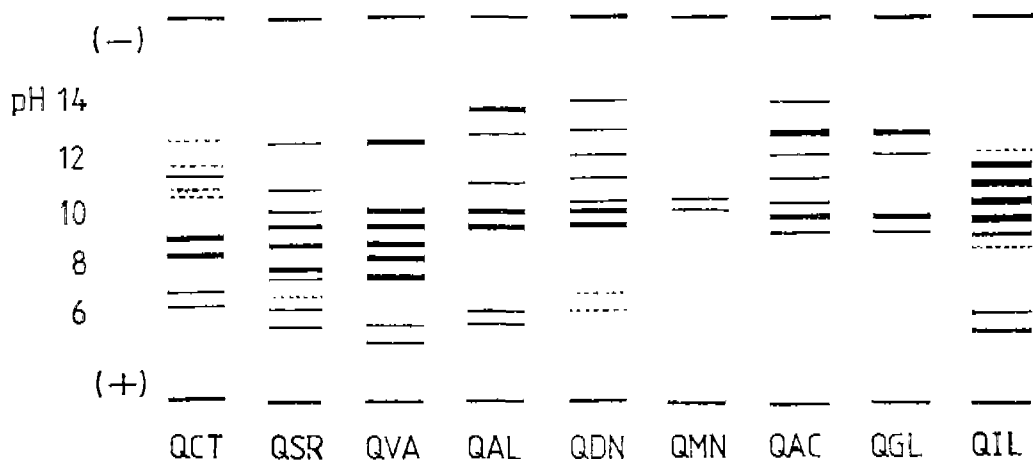


Fig. 2. Schematic representation of the zymograms of esterase activity produced by isoelectric focusing of pollen proteins from nine species of *Quercus*. See Table 1 for the abbreviations of the tested taxa.

상수리나무 *Quercus acutissima*의 화분단백질 추출액을 試液으로 삼아 PVP나 protease inhibitor의 여러 농도(0.01~0.1 M)로 혼합하여 phenol의 제거와 단백질분해 방지효과를 사전에 검사하여 band가 가장 잘 나타나도록 하였다. IEF 실시 후에 esterase기질 염색효과 pH 5~14에서 10개 정도까지의 band를 얻었다. 화분단백질의 zymogram은 상당히 다양한 변화를 보여주므로 grouping을 단정하기 어렵으나 Rehder (1940)의 亞屬(subgenus) 및 節(section)의 분류(Table 1)에 맞는 경향을 나타낸다.

즉 Lepidobalanus 아속의 Cerris 절에 속하는 상수리나무 *Q. acutissima*, 즐참나무 *Q. serrata*, 정능참나무 *Q. acutissima x variabilis*의 band들은 대체로 pH 범위 5~12 정도에 분포하는 한편, 갈참나무 *Q. aliena*, 떡갈나무 *Q. dentata*, 신갈나무 *Q. mongolica* (이상은 Lepidobalanus 아속의 Prinus 절), 붉가시나무 *Q. acuta*, 종가시나무 *Q. glauca* (이상은 Cyclobalanopsis 아속), 곰참나무 *Q. ilicifolia* (Erythrobalanus 아속)은 pH 범위 10~14 정도에 분포하였다. Band들이 분포하는 pH 범위상으로 보아 Cyclobalanopsis 아속과 Erythrobalanus 아속은 Lepidobalanus 아속의 Cerris 절보다 Prinus 절에 더 유사한 것으로 나타났다. 특히 major band의 분포로 보아 Prinus 절에 속하는 *Q. aliena*와 *Q. dentata*와의 유사도가 높았고, Cyclobalanopsis 속에 속하는 *Q. acuta*와 *Q. glauca*의 유사도가 높은

Table 2. Quantitation of immunoprecipitin systems(rockets) in the different species of *Quercus* and *Fagus* obtained by rocket immunoelectrophoresis. The agarose gels were charged with antiserum against *Q. acutissima* (1), *Q. aliena* (2), *Q. donarium* (3), and *Q. glauca* (4). (SC) serological correspondence, (As) antiserum, and (Ag) antigenic material. See Table 1 for explanation of the abbreviation of the tested species (Ag)

As Ag	(1) QCT		(2) QAL		(3) QDO		(4) QGL					
	major rockets	number of rockets	major rockets	number of rockets	major rockets	number of rockets	major rockets	number of rockets				
		SC(%)		SC(%)		SC(%)		SC(%)				
QCT	1	9	100	1	12	112	1	9	91	1	9	89
QAL	1	7	94	2	11	100	1	12	101	—	—	—
QDN	—	—	—	2	11	118	1	13	117	—	—	—
QMN	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	9	63
QDO	1	10	115	2	11	95	2	10	100	1	9	64
QSR	1	9	101	2	11	115	2	10	91	—	—	—
QVA	1	9	119	2	11	77	—	—	—	—	—	—
QAC	0	8	70	0	10	66	0	8	51	1	8	71
QGL	0	8	81	0	8	73	12	8	74	1	10	100
QJL	0	7	59	—	—	—	—	—	—	0	7	88
QPA	0	7	69	—	—	—	—	—	—	0	8	95
QPH	0	6	46	—	—	—	—	—	—	0	8	83
FGR	0	3	31	—	—	—	—	—	—	0	8	30

것으로 나타났다. 그러나 아속에 속하는 분류군 수를 증가시켜서 분석결과를 다루어야 확실한 결론이 될 것 같다.

RIE의 단백질분석법에 사용한 면역혈청은 화분속의 어느 특수단백질을 순화시켜서 항원 물질로 사용하여 얻은 것이 아니라, 전체단백질 용액을 사용하여 토끼에 주입했으므로 多價 (polyvalent) 면역혈청을 얻을 수 있었다.

RIE에 사용한 agarose gel에는 다가혈청을 고르게 포함시켰으므로 항원물질이 전기영동 될 때 동시에 항원-항체 반응이 일어나고 침전이 형성되며 여러 개의 免疫沈澱系 (immunoprecipitin system)를 나타내는 rocket pattern을 형성했다. 이 방법은 放射免疫擴散法 (radial immunodiffusion)을 개량한 것으로 여기에 전기영동을 조합시키는 기술로 발전하였으며 Lee (1981 b)가 계통학적인 이용을 시도한 이래 몇편의 인용 논문이 나왔다 (Fairbrothers, 1980; Lee and Cho, 1981; Petersen, 1983).

특정한 혈청과의 반응하여 나타난 참나무속 식물군들의 rocket pattern (Fig. 2; Table 2) 들은 각자 독특한 형태와 높이와 수를 나타내므로 혈청학적 형질의 차이로 계통학에 필요한 정보를 얻을 수 있었다.

Lepidobalanus 아속의 Cerris 절에 속하는 *Q. acutissima* 면역혈청을 agarose gel에 포함시켜서 만든 rocket (Table 2-1)에 있어서, 정성적 (rocket의 수)과 정량적 (SC)인 수치로 보아서 다음과 같은 결과가 나왔다. 즉 Cerris 절에 속하는 분류군 (*Q. acutissima*, *Q. acutissima* × *variabilis*, *Q. serrata*)은 같은 아속의 Prinus 절에 속하는 분류군 (*Q. aliena*, 속수리나무 *Q. donarium*)과 높은 혈청학적 유사도 (rocket 7~10; SC 94~114%)를 나타내어 grouping을 이루었다. Major rocket는 이상의 2개 절에 속하는 분류군에만 나타나서 Lepidobalanus의 식별형질이 될 수 있었다. 특히 *Q. acutissima*는 *Q. acutissima* × *variabilis*와 *Q. serrata*와의 혈청학적 유사도가 높았다. 그 다음으로 높은 것 (rocket 9; SC 70~81%)은 Cyclobalanopsis에 속하는 분류군 (*Q. acuta*, *Q. glauca*)이고, Erythrobalanus에 속하는 분류군 (*Q. ilicifolia*, 늪참나무 *Q. palustris*, 버들참나무 *Q. phellos*)은 비교적 낮게 나타났다 (rocket 6~7, SC 46~69%). 그리고 *Fagus*속에 속하는 *F. grandifolia*는 훨씬 낮은 혈청학적 유사도를 나타냈다 (rocket 3; SC 31%).

Lepidobalanus 아속의 Prinus 절에 속하는 분류군 (*Q. aliena*, *Q. donarium*)의 면역혈청을 agarose gel 속에 포함해서 만든 rocket (Table 2-2 and 3; Fig. 3 A)에 있어서 다음과 같은 결과를 얻었다. 즉 *Q. acutissima* 면역혈청과의 반응결과 분석에서처럼, Lepidobalanus의 Cerris 절과 Prinus 절에 속하는 분류군에는 높은 혈청학적 유사도를 유지하였다 (rocket 9~13; SC 77~118%). 그러나 *Q. donarium* 면역혈청을 사용했을 때, Cerris 절에 속하는 분류군과는 혈청학적으로 구별되는 경향 (rocket 9~10; SC 91%)을 보였는데 (Table 2-3), 이것은 Lee and Cho (1981)가 *Quercus*의 conventional IE (CIE) 결과를 논의할 때 *Q. acutissima*와 *Q. acutissima* × *variabilis*는 다른 나머지 분류군으로부터 grouping이 형성되어 구별될 것을 지적한 것과 일치한다. 그러므로 Cerris 절 설정의 타당성을 지지해주고 있다.

Quercus aliena, *Q. donarius*의 면역혈청을 사용했을 때, Cyclobalanopsis 아속에 속하는 분류군과는 아주 낮은 혈청학적 유사도 (rocket 8~10; SC 51~74%)를 유지하여 亞屬間的 타당성을 지지해 주고 있다 (Fig. 4 A and B).

Cyclobalanopsis 아속에 속하는 *Q. glauca*의 면역혈청을 agarose gel에 포함해서 만든 rocket (Table 2-4; Fig. 3 B)에 있어서는 Lepidobalanus 아속과 Cyclobalanopsis 아속에 속

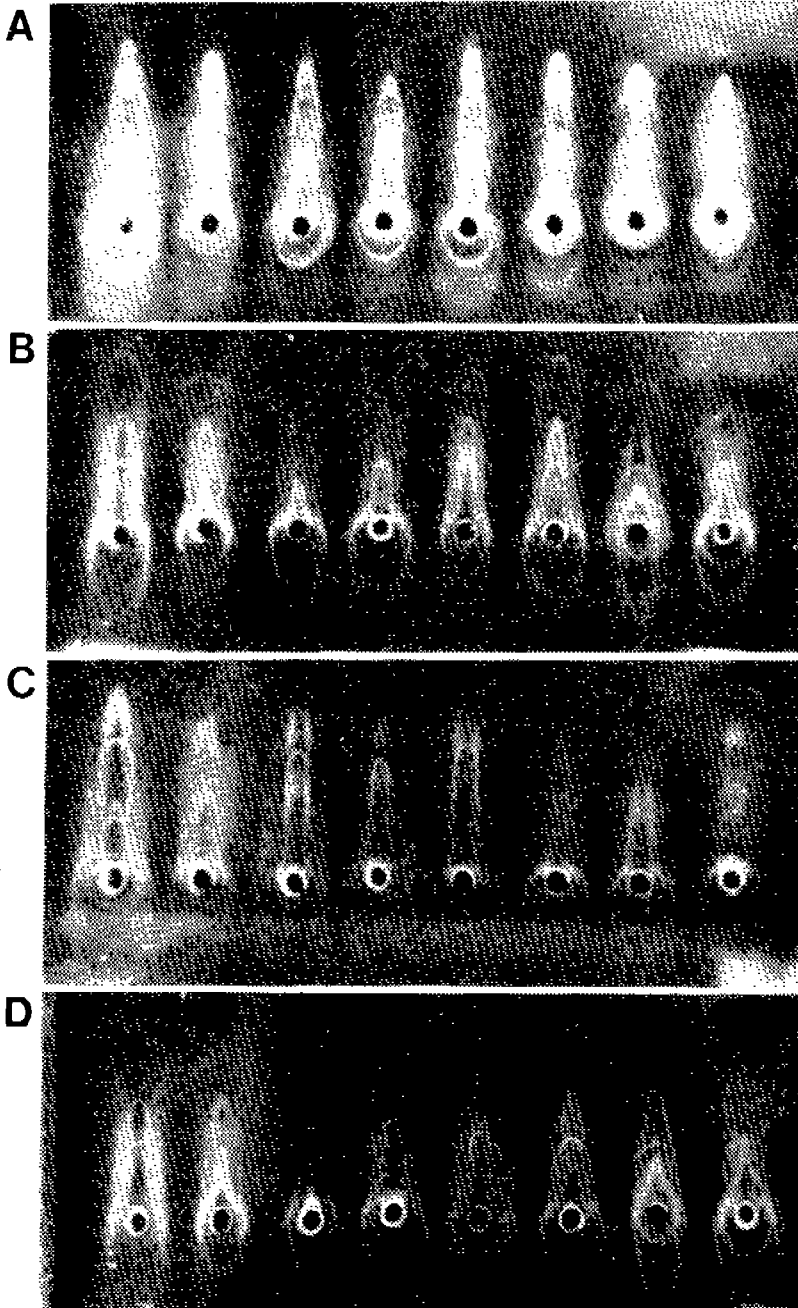


Fig. 3. Rocket immunoelectrophoretic patterns in the different species of *Quercus* obtained in the agarose gel charged with antisera against *Q. aliena*(A), *Q. glauca*(B), *Q. dentata* (C), and *Q. acutissima*(D). The plates were photographed on dark background with direct light after maximum development of immunoprecipitin rocket bands. Antigenic material: (A) from the left, QDN, QVA, QAL, QSR, QDO, QGL, QAC, and QCT; (B,D) from the left, QDN, QAC, QMN, QSR, QDO, QAL, QVA, and QCT; (C) from the left, QDN, QVA, QAL, QSR, QDO, QGL, QAC, and QCT. See Table 1 for explanation of the abbreviations of the tested species.

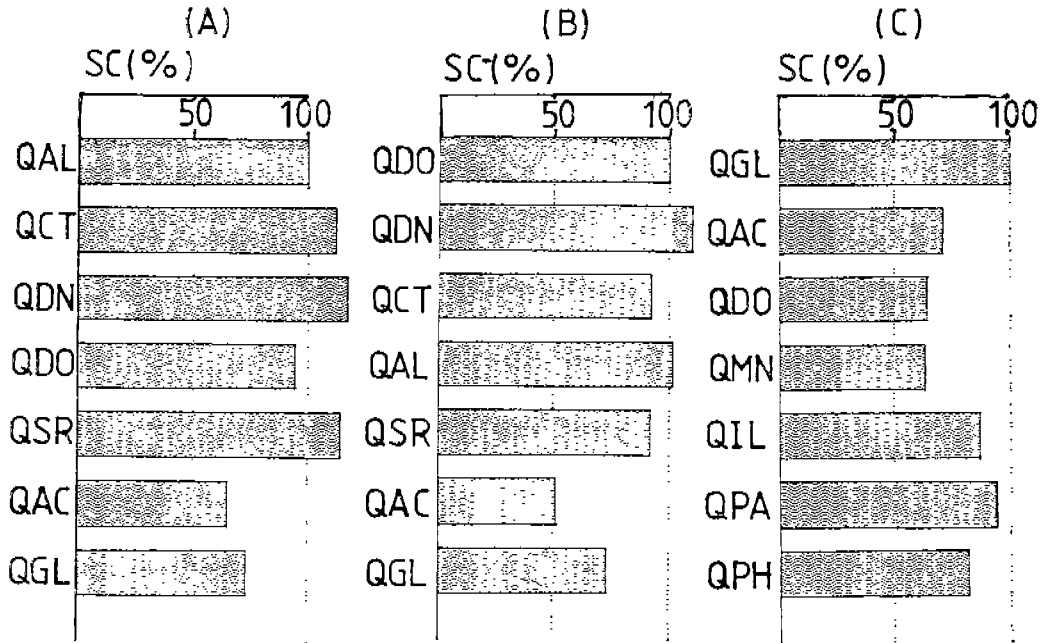


Fig. 4. Bar-graphs comparing the serological correspondence (SC) for *Quercus* species as measured by rocket heights. Antisera: (A) *Q. aliena*, (B) *Q. donarium*, and (C) *Q. glauca*. See Table 1 for explanation of the abbreviations of the tested species.

하는 분류군이 1개의 major rocket를 공유하고, Erythrobalanus 아속에 속하는 분류군은 공유치 않았으나 Lepidobalanus 아속보다 약간 높은 SC (83~95%)를 나타냈다. Cyclobalanopsis 아속에 속하는 *Q. acuta*가 낮은 SC (71%)인 것으로 보아 이 부분의 해석을 위한 더 많은 자료가 필요하다 (Table 2-4; Fig. 4 C).

이상의 RIE 결과 해석을 종합하면, *Quercus* 속과 *Fagus* 속과의 거리는 매우 뚜렷하고, *Quercus* 속내에서는 Rehder (1940)의 분류체계처럼 아속간의 grouping이 뚜렷함으로 3개의 아속 (Lepidobalanus, Cyclobalanopsis, Erythrobalanus) 분류체계를 유지함이 타당하다. Lepidobalanus 아속내에서는 *Q. acutissima*와 *Q. acutissima*×*variabilis*가 상호 밀접한 혈청학적 유연관계를 가지며, 아속내의 다른 분류군과는 다소 분리되는 경향을 보이므로 *Cerris* 절 설정의 타당성이 인정된다. 그러나 Lepidobalanus 아속의 나머지 분류군간의 높은 유사도는 절 (section)의 설정에 문제점이 있음을 지적해 주는 것이다. 특히 *Q. serrata*의 *Cerris* 절에 소속됨 (Table 1)은 혈청학적 準據 (criterium)로는 의심스럽다. 그리고 *Q. donarium*은 *Q. aliena*와의 높은 유연관계로 보아 *Prinus* 절로의 소속됨을 생각할 수 있겠다.

본 연구에서 채용한 RIE 방법의 가장 큰 장점은 한 immunoplate 위에 7~8분류군의 항원물질이 동시에 분석되므로 편리하고, 각 항원들이 따로따로 항원-항체반응을 일으켜서 그 특이성을 면역침전제로 읽을 수 있는 점이다. 그리고 단점으로 생각되는 것은 rocket

pattern의 발달이 동시에 만발하지 않으므로 관독에서 누락될 가능성이 있어서 다른 기술로서 얻은 자료와의 비교가 필수적이라 하겠다.

摘 要

Engler가 명명한 「유이화서」 식물군은 한때 超目적인 취급을 받기도 하였으나 어느 정도 인위적인 분류군이 밝혀짐에 따라 재정리가 되어 왔다.

본 연구는 이러한 유이화서 식물군을 대표하는 종류의 단백질 형질을 비교함으로써 그들의 유연관계를 재검토하여 분류체계에 반영시키고자 하였다. 그 중에서도 너도밤나무목 (Fagales)을 중심으로 하고 특히 참나무속 (*Quercus*) 연구에 초점을 맞추어 본 논문을 작성하였다. 참나무속 식물의 화분단백질을 추출하기 위하여 3개의 아속 (*Cyclobalanopsis*, *Erythrobalanus*, *Lepidobalanus*)에 속하는 13분류군을 택하고, 그들의 화분을 채집, 건조, 탈지, 저장하였다. 화분단백질의 분석은 isoelectrofocusing (IEF)과 immunoelectrophoresis (IEF) 방법을 사용하였다. IEF 방법에 의하여 화분단백질이 等電點에 따라 분리되고 esterase활동기질들이 염색되었을 때, pH 5~14의 범위내에서 약 10개의 band가 나타났다. *Lepidobalanus* 아속내에서는 zymogram이 다양하게 나타나서 grouping이 어려웠고, *Cyclobalanopsis*의 2분류군은 *Lepidobalanus*의 *Prinus*절에 속하는 분류군들과 유사하고, *Cerris*절에 속하는 분류군들과는 덜 유사한 zymogram을 나타냈다. 한편 *Cerris*절에 속하는 3분류군은 상호유사하며 *Prinus*절에 속하는 분류군들과는 분리되는 경향이다. IEF 방법에 의한 정성·정량적 분석에 따르면, *Quercus*속과 *Fagus*속은 뚜렷하게 분리되고, *Quercus*속내에서는 *Lepidobalanus*아속과 *Cyclobalanopsis*아속도 분리된다. *Lepidobalanus*아속내의 *Q. acutissima*와 *Q. acutissima* x *variabilis*가 가장 동질적이며, 같은 아속내의 다른 분류군과는 구별된다. *Q. serrata*는 Redher (1940)가 분류한 대로 *Cerris*절에 속해 있으나, 분석방법에 따라서 IEF 방법으로는 *Cerris*절에 속한 분류군과 유사하고, IEF 방법으로는 *Prinus*절에 속한 분류군과 유사하게 나타났다.

제한된 분류군을 분석하였으나 대체적으로 Redher (1940)과 Melchior (1964)의 분류체계를 가장 잘 반영하였다. 그러나 *Lepidobalanus*아속내의 *Cerris*절과 *Prinus*절과의 유연관계 규명은 더 많은 연구가 필요하다.

參 考 文 獻

- Bessey, C. E. 1915. The phylogenetic taxonomy of flowering plants. *Ann. -Missouri Bot. Gard.* 2: 109~164.
- Brunner, F. and D. E. Fairbrothers. 1979. Serological investigation of the Corylaceae. *Bull. Torrey Bot. Club* 107: 97~103.
- Catsimpoilas, D. E. 1976. Isoelectric Focusing. Academic Press, New York.
- Chung, T. 1957. Korean Flora. Shin-ji-sa, Seoul.
- Cronquist, A. 1968. The Evolution and Classification of the Flowering Plants. H. Mifflin, Boston.
- . 1979. Outline of the classification of the living families of the seed plants. In How to Know the Seed Plants. A. Cronquist (ed.), W.C. Brown Co.
- Dahlgren, R. 1975. A system of classification of the angiosperms to be used to demonstrate the distribution of characters. *Bot. Not.* 128: 119~147.

- Dahlgren, R. 1983. The importance of modern serological research for angiosperms classification. *In* Proteins and Nucleic Acids in Plant Systematics. U. Jensen and D. E. Fairbrothers (eds.), pp. 371~394. Springer-Verlag, Berlin.
- Fairbrothers, D. E. 1980. The systematic position of *Aralidium* Miq. A multidisciplinary study. 6. Comparative serological investigation. *Taxon* **79** : 412~416.
- Gleich, G. J., J. B. Larson, R.T. Jones and H. Bares. 1974. Measurement of the potency of allergy extracts by their inhibitory capacities in the radioallergosorbent test. *J. Allergy Clin. Immunol.* **53** : 158~168.
- Grabar, P. 1959. Immunoelctrophoretic analysis. *In* Methods of Biochemical Analysis. Vol. 7. D. Glick (ed.), Interscience Publ., New York.
- Hutchinson, J. 1959. The Families of Flowering Plants. Vol. 1. Dicotyledons. Oxford Univ. Press.
- Lee, D. W. and D. E. Fairbrothers. 1973. Enzyme differences between adjacent hybrid and parent populations of *Typha*. *Bull. Torrey Bot. Club* **100** : 3~11.
- Lee, Y. S. and D. E. Fairbrothers. 1978. Serological approaches to systematics of the Rubiaceae and related families. *Taxon* **27** : 13~39.
- . 1981. Serological investigation in *Ambrosia*(Compositae-Ambrosieae) and their relatives. *System. Bot.* **6** : 113~125.
- and M. Cho. 1981. Taxonomic studies on Korean oaks *Quercus* by pollen protein analysis. *Kor. J. Bot.* **24** : 217~231.
- . 1983. Preliminary immuno-electrophoretic comparison of selected Korean *Quercus* species. *In* Proteins and Nucleic acids in Plant Systematics. U. Jensen and D. E. Fairbrothers(eds.), pp. 362~368. Springer-Verlag, Berlin.
- Lee, T. B. 1961. Phylogenetic study of the subgenus *Lepidobalanus* of the genus *Quercus* in Korea. *Res. Bull. Kor. Agr. Soc.* **7** : 87~108.
- Makino, T. 1961. Makino's New Illustrated Flora of Japan. Hokuryukan Co., Tokyo.
- Nelchior, H. 1964. Engler's Syllabus der Pflanzenfamillien II., Bornträger, Berlin-Nikolassee.
- Nakai, T. 1952. A synoptical sketch of Korean flora. *Bull. Nat. Sci. Mus.*, Japan.
- Oersted, A. S. 1871. Bidrag til Kundskab on Egefamilien Nutid og Fortid. K. Danske Vidensk. *Selak. Skrift.* **9** : 334~370
- Petersen, F. P. and D. E. Fairbrothers. 1979. Serological investigation of selected amentiferous taxa. *System.* **4** : 230~241.
- . 1983. Pollen proteins, *In* Proteins and Nucleic Acids in Plant Systematics. U. Jensen and D. E. Fairbrothers(eds.), pp. 255~272. Springer-Verlag, Berlin.
- Rehder, A. 1940. Manual of Cultivated Trees and Shrubs. Macmillan, New York.
- Righetti, P. G. and J. W. Drysdale. 1974. Isoelectric focusing in gels. *J. Chromatography* **98** : 271~321.
- Schwarz, O. 1936. Entwurf zu einem Naturlichen System der Cupuliferen und der Gattung *Quercus* L. *Notizbl. Bot. Gart. Nus. Berlin Dahlem* **13** : 1~22.
- Takhtajan, A. 1969. Flowering plants: Origin and Dispersal. Oliver and Boyd, Edinburgh.
- Thorn, R. F. 1976. A phylogenetic classification of the Angiospermae. *In* Evolutionary Biology. Vol. 9. M. C. Hecht, W. C. Steere and B. Wallace(eds.), Plenum Press, New York.
- Tucker, J. M. 1979. Taxonomy of California oaks. *In* Ecology, Management, and Utilization of California Oaks. T. R. Plumb (ed.), Claremont, California.

- Villamil, C. B. 1980. Comparison of seed enzymes of seed enzymes of selected Eragrostoideae and of *Festuca* using isoelectric focusing. Ph. D. Thesis(unpublished). Rutgers Univ., New Jersey.
- , R. W. Duell, D.E. Fairbrothers and J. Sadowski. 1982. Isoelectric focusing of esterases for fine fescue identification. *Crop Science* **22** : 786~793.

(1984. 5. 10. 接受)