

“울릉도産 관속식물의 재검토 II : 섬단풍나무(단풍나무과)의
분류학적 실체”에 대한 異見

張 珍 成
(수원대학교 생물학과)

**A critique of “Reexamination of vascular plants in
Ullung Island, Korea II : Taxonomic identity of
Acer takesimense Nakai (Aceraceae)”**

Chin-Sung Chang
(Department of Biology, University of Suwon, Suwon 445-743, Korea)

최근 박종욱, 오상훈, 신현철(Park et al., 1993; 以下 朴 等으로 표기함)은 울릉도産 섬 단풍나무(*Acer takesimense* Nakai)와 한반도 그리고 中國북동부(만주)에 自生하는 당단풍(*Acer pseudosieboldianum* (Pax) Komarov)의 형태적 식별을 위해서 잎의 형질과 화분 및 잎표피의 미세구조를 조사한 후 다변량분석을 시도하였다. 이 논문에서 朴 等은 잎 열편의 수 및 결각정도, 엽병의 길이, 잎 표피세포의 형태, 기공수, cuticular ornamentation pattern등이 섬단풍나무와 당단풍을 식별하는 주요 형질로서 섬단풍나무와 당단풍은 獨立種이라고 주장하였다. 이러한 朴 等の 주장은 본인(Chang, 1991; Chang and Giannasi, 1991)이 섬단풍나무는 당단풍의 異名(synonym)으로 처리해야 한다는 의견과 정면으로 대치되는 것으로, 이 글에서 朴 等の 자료분석과 種의 개념에 대해서 본인의 異見을 피력하고자 한다.

다변량분석을 실시하기 이전에 반드시 각 형질의 기초분석이 선행되어야 하며, 여기에서 기초분석이라는 것은 각 형질의 평균, 변이폭, 중위수(median)등이다. 朴 等은 이 분석을 표2(p. 221)에 제시하였다. 조사된 14개 잎의 형질중 두 種의 측정치의 변이 폭이 교차되지 않아 두 種 식별에 도움을 준 형질(SAS의 PROC UNIVARIATE, 1993)은 형질번호 4(number of leaf lobes), 10(middle lobe length/leaf length), 13(divergent angle

between the two lateral lobes) 과 $14(\text{leaf angle}/2)$ 등 4형질뿐 이었다.

나머지는 모두 연속분포(특히 정규분포: normal distribution)를 보여줌으로서 하나의 유전자對 하나의 형질의 변화(1:1)가 아닌(single gene controlled character=Mendelian traits or characters), 여러 유전자에 의해서 하나의 형질이 표현이 되는 多原發生形質(혹은 多遺傳子形質, polygenic characters)임을 쉽게 알 수 있다(Futuyma, 1986).

우리가 형질(character)을 이야기할 때 定量과 定性형질로 나누는데 이중 定量的 형질(quantitative characters, 예: 잎의 길이, 폭, 너비 등)은 검색표 제작이 용이하고 남에게 쉽게 의사전달이 된다는 장점이 있지만 환경과 유전적 요인의 복합형질로서 발현되기 때문에 변이의 기록이 심하다. 따라서, 種間에 예외적으로 불연속 분포를 보여주는 경우를 제외하고는, 대신 種間識別에 도움을 주는 '좋은 定性的 형질'(good qualitative character, 예: 꽃의 색깔, 잎의 털의 유무)을 찾아내어 분류검색표에 제시하는 것이 분류학자의 의무며 도전이다(Jones and Luchsinger, 1986). 朴 等의 조사에서는 두 종의 식별 형질로서 정성적 형질은 전혀 고려하지 않고 정량적 형질에만 의존하여 분석하였다. 특히, 형질번호 4(잎의 거치수)의 경우는 당단풍이 대부분 9개로 섬단풍나무의 11, 13(극히 예외적 개체)보다 적은 것으로 보고 있지만 본인이 관찰하고 채집한 표본, 서울농대 소장된 당단풍의 경우 11개(주로 능선 지역에서 자라는 잎이 큰 개체)를 가지고 있는 개체수를 흔히 발견할 수 있으며, 반대로 섬단풍나무중 울릉도 성인봉정상에서 자라는 잎이 작은 개체들은 대부분 9개의 거치를 가지고 있다(Chang, 1991). 또한 趙와 崔(1987)는 남쪽 도서지역에 흔히 있는 털이 많고 잎의 거치가 11개인 당단풍의 개체들을 잎의 거치 수에 근거하여 섬단풍나무로 보고, 따라서 섬단풍나무가 완도, 대흑산도에도 자생한다고 보고한바 있다. 이런 이유로 잎의 거치만을 가지고서 당단풍과 섬단풍나무를 식별하는 것은 현실적으로 無理가 있기 때문에 이 형질을 주요형질로 인정할 수 없다. 또한 朴 等은 표본만을 가진 분석보다는 실제로 직접 울릉도 현지 자생식물의 관찰과 서식처조사를 병행하였으면 하는 바람이다. 다음은 형질번호 10(가운데 잎의 거치 길이/전체 잎의 길이)으로 본인이 조사한 10개 표본의 수치는 섬단풍나무가 0.52-(0.56)-0.69였으며 당단풍은 0.56-(0.58)-0.65로서 두 種間의 평균치나 폭에 다소 차이는 있지만, 이것 역시 불연속변이로 보기에 는 무리가 있다. 형질번호 13(중앙의 거치 3개가 형성하는 각도)역시 섬단풍나무는 40-65도인 반면 당단풍은 50-80도로서 연속변이를 보여주고 있으며, 특히 한 개체내(Lee s.n. Aug. 12-18, 1986, 서울농대所藏)에서 조사한 변이만 보더라도 섬단풍나무의 경우 40-55도 사이로 種間 변이보다는 種內(개체)변이가 더 심하다. 형질 14(잎 거치가 형성하는 전체 각도의 절반)역시 朴 等이 조사한 것과는 달리 섬단풍나무와 당단풍 모두 구분없이 120-150도 사이에 분포하였다. 따라서 본인은 朴 等이 극히 일부 각 분류군(taxon)의 전형적인 표본만을 이용하여 조사, 분석한 결과를 토대로 섬단풍나무와 당단풍을 식별할 수 있는 중요 형질을 확인하였다고 하는 주장을 납득할 수 없다.

다변량분석에 있어 두 번째로 유의하여야 할 문제는 중선형 회귀분석에서 중요시되는 다중공상성(multicollinearity: 중선형 회귀 가설의 위반 때문에 상관관계가 높은 종속변수를 사용하는 것은 피함)처럼 다변량 분석에서도 서로 상관관계(correlation)가 있는 변량(형질)을 피해야 한다(Johnson and Wichern, 1988). 따라서 朴 等이 제시한 자료를 중심으로 분석한

결과, 각 형질간의 상관관계는 형질번호 5와 9(상관계수 0.68), 6과 10(상관계수 -0.83)이 유의성있는 형질(아래 글 참조)중 가장 높았다. 형질 9와 10은 5와 6을 이용한 비율(ratio)로서 상관관계가 높기 마련이다. 따라서 다변량분석時 비율형질(예 5)이 기본 형질(예 9)과 상관관계가 높을 경우 비율형질은 분석에서 제외하는 것이 바람직하다. 種識別에 유용한 형질을 찾기 위해서는 분산분석(ANOVA)을 실시하며 유의성이 없는 형질은 다변량분석에서 제외하는 것이 좋다. 이는 통계학적인 이론에 근거를 두기보다는 種을 식별할 때 유효형질만을 사용하는 분류학적 관례와 판단에 근거를 둔 것이다. SAS의 PROC GLM(1993)을 사용하여 朴 등이 제시한 자료를 분석한 결과 유의성이 있는 형질은 모두 8개로서 형질번호 4, 5, 6, 9, 10, 11, 13과 14 ($p < 0.001$)인데, 이중 상관관계가 높거나 다소 있는 형질을 제외하면 여섯 형질(형질번호 4, 5, 6, 11, 13, 14)이다. 이러한 유의성이 있는 형질로만 분석한 결과, cumulative % of eigenvalues는 셋 components가 모두 75.2로 朴 등의 60.8보다 높은 수치를 보였으나 대부분 90%이상을 요구하는 다변량분석의 적정수준(personal communication with Dr. Sriram at the University of Georgia)에는 다소 미흡하다. 조사된 여섯 형질중 이미 본인(Chang, 1991)은 葉柄의 길이가 두 種間의 연속변이형질로서 부적절함을 지적하였다. 나머지 4개 형질중(6, 11, 13, 14), 형질 11은 두 種의 측정치의 변이폭이 교차되므로 위에서 이미 부적절함을 언급하였고, 나머지 3개 형질 역시 형질로서 부적절성을 지적하였다. 다음은 14개의 잎의 형질 이외에 현미경적 구조형질로서 朴 등은 잎 표피세포의 형태, 기공수, cuticular ornamentation pattern이 두 種을 식별하는데 적절함을 주장하였다. 이중 화분구조, 기공의 수, 밀도, 길이, 폭은 뚜렷하게 연속변이를 보여줌으로써(표5) 형질로서 인정하기 힘들며, 朴 등의 주장과는 달리 그 이외의 잎 표피세포의 형태, cuticular ornamentation pattern이 개체변이가 아니고 種間변이라는 확신을 가질 수가 없다. 만약 이러한 형질들이 種間특성으로 규정될 수 있다면 당단풍의 近緣種(특히 日本의 *Acer sieboldianum*과 *Acer japonicum*) 모두를 조사할 필요가 있으며, 또한 그들의 주장대로라면 왜 이 형질들을 다변량분석에 함께 포함시키지 않았는지 의문시된다.

본인의 분석(Chang, 1991)과 함께 朴 등의 다변량분석 그림을 보면 당단풍과 심단풍나무는 확연하게 구분이 가능하다. 과연 그렇다면 형질분석의 단변량분석(univariate analysis)결과 대부분 형질이 연속분포를 보여주어 식별형질로서 인정할 수 없는 반면, 다변량분석에 의한 결과가 두 種間에 확연하게 차이가 있는 상황에서 과연 문제의 두 種에 대해 어떻게 결론을 내릴 것인가? 여기에서 통계학적 해석이나 생물학적 해석이라는 갈림길이 있다. 수리분류학에서 요구되는 것은 통계분석 결과의 단순 제시보다는 자료에 대한 생물학적 관점의 해석이다. 특히 분류학에서는 통계분석 결과를 토대로 분류검색표를 작성한 후 逆으로 검색표를 이용하여 조사된 식물 표본을 직접 재감정하는 과정을 거침으로서 형질의 타당성을 검증하여야 한다. 그러나, 朴 등의 논문에는 주요형질을 중심으로 분류검색표를 작성하여 타당성 있는 자료제시 기회가 있었음에도 불구하고 시도하지 않았음이 못내 아쉽다. 결론적으로 생물학 자료는 생물학에 근간을 두고 해석해야 하며, 이것이 生物統計學(biostatistics)의 기본적 이해이다. 훌륭한 통계학적 방법을 사용하고서도 생물학적 결론을 이끌 수 없는 논문보다는 간단한 통계자료분석으로 생물학적 해석을 시도한 논문이 인정받는 것은 바로 자료해석의

중요성에 근간을 두기 때문이다.

분류학분야에서 많은 논란이 되는 문제 중에 種의 개념에 대한 논쟁을 뱉 수가 없을 것이다. 식물분류학에서는 생물학적 種의 개념(biological species concept)에 대한 논쟁은 1960년초에 식물학자중 유일한 신봉자였던 Verne Grant(1971)가 생물학적 種의 개념을 식물에 적용하는 것은 무리이며 한계가 있음을 인정한 이후(비록 동물분류학자에게는 절대적 개념이지만) 식물분류학자에 있어서는 상대적 개념이 되었다(Cronquist, 1971, 1988). 아직도 우리나라 일부에서는(李, 1992) 관속식물에서 생물학적 種의 개념이 근간인 것처럼 주장하고 있지만 이는 분명 잘못된 견해로 시정되어야 한다. 아래의 Cronquist의 種의 개념은 집단유전학자들에 의해 심하게 비판되고 있지만 대부분 고전식물분류학자들에게는 인정되고 있다. "Species are the smallest groups that are consistently and persistently distinct, and distinguishable by ordinary means" (Cronquist, 1971) - 種이라는 것은 평범한 방법으로 식별 가능하여야 하며, 지속적이며 일관성 있게 한정 지을 수 있는 가장 작은 기본단위다-. 지속적이고 일관성 있고 또 평범한 방법으로 종을 식별할 수 있어야 한다는 것이 너무 주관적 정의 같지만 '분류학은 물리학이 아니다'(Cronquist, 1988)라는 Cronquist의 표현이 분류학의 학문적 특성을 대변한다고 생각한다. 그렇다면 무엇이 지속적이며, 일관성 있고, 또 평범한 방법인가? 첫째, 일관성이라는 것은 우리가 近緣種을 연구할 때 사용한 기준 잣대가 있다면 그 잣대를 이용하여 같은 group식물의 또 다른 近緣種 분류에 똑 같이 적용하여야 한다는 것이다. 즉, 朴 등이 언급한 형질이 섬단풍나무와 당단풍의 식별에 유용하다면 近緣種인 단풍나무(*Acer palmatum*)의 種분류에도 같은 기준으로 사용되어야 한다. 단풍나무속에 유용한 형질로는 자방, 소지, 엽병의 털의 유무, 종자, 열매날개의 길이 그리고 잎의 엽맥수를 들 수 있다(Chang, 1991). 朴 등이 언급한 기준 형질로써 만약 단풍나무系(series *Palmata*)를 분석한다면, 韓國과 日本산 단풍나무는 한 種으로 인정되기 보다는 다른 여러 種으로 분리되어야 하며 日本集團內的 변이가 심한 왕단풍(*Acer palmatum* var. *amoenum*)의 경우는 變種이 아닌 2-3種으로 인식되어야 한다(Chang, 1991; Chang and Giannasi, 1991). 日本産 *Acer japonicum*과 *Acer sieboldianum*에도 비슷한 결론이 유추된다. 朴 등은 오직 flavonoids분석 결과를 토대로 당단풍과 섬단풍나무를 異名처리함(Chang, 1991; Chang and Giannasi, 1991)을 부적절하다고 反論하지만, 본인은 단풍나무節의 近緣種에 대한 "뚜렷한 flavonoids성분 차이"라는 기준 잣대로서 접근하였고, 그 결과 같은 flavonoids성분을 가진 섬단풍나무와 당단풍이 한 種으로 처리되어야 함이 옳다고 주장했다. 이는 Cronquist의 種의 일관성에 대한 개념에 근간을 둔 주장이다. 다음은 지속성의 문제다. 지속성이라는 것은 A種의 실체는 다음 자손세대에서나 혹은 같은 장소에 植裁하여 관찰할 때, 그 실체(형질)가 변함없이 지속되어야 한다. 예로서 당단풍과 섬단풍나무가 한 장소에 식재하여 관찰하였을 때, 朴 등이 주장한 형질들이 변함없이 두 種間에 뚜렷하게 차이가 존재해야 하며 바로 이것이 지속성이다. 그러나 朴 등의 정량적 형질이 과연 지속성이 있는가? 정량적 형질(잎거치의 각도, 길이 등)은 환경과 유전자표현형 그리고 유전자표현형 x 환경의 복합적 표현(genotype x environment)이다. 이때 오직 환경인자를 배제하였을때만이 순수한 유전적 변이를 보여주는 것으로 형질의 지속성에 대한 의문을 풀 수가 있다(Falconer,

1989). 朴 等의 주요 형질들은 種間변이보다 개체변이가 심하며, 이러한 형질이 순수한 유전적 변이라고 하기에는 다소 무리가 있다. Cronquist가 강조한 말(1988)을 상기하면 '우리가 種을 정의하는 것은 형태형질을 이용하여 자연집단을 구분하는 것이지, 단지 형태적 다양성을 열거하기 위함이 아니다'. 마지막으로 평범한 방법에 의한 식별이 무엇인가 하는 문제다. 우리가 분류검색표에 사용하는 형질은 반드시 야외에서 쉽게 관찰될 수 있는 형질이어야 한다. 예로서 외부 형태적 차이가 없는 種을 화분구조나 화학성분의 차이, DNA염기배열의 차이 등으로 구분하여, 검색표에 그 특징을 언급한다면 우리가 야외에서 이 식물을 식별하기 위해 전자현미경, HPLC, paper chromatograph, PCR장치를 들고 매번 야외에 나가야 하는 것인가? 혹은, 표본을 제작해서 실험분석자료를 근거로 種을 식별할 것인가? 바로 이것이 Cronquist가 주장하는 평범한 방법에 의한 식별이다. 식별의 기준은 반드시 관찰하기 쉬운 외부형태형질에 근간을 두어야 한다. 우리가 외부형질 이외에 사용하는 실험적 방법은 실험자료와 외부형질의 상관관계와, 보이지 않는 형질 속의 種의 분화, 진화와 변이, 그리고 식물지리학적 해석을 추구하기 위함이다.

이 글은 朴 等의 주장을 단순히 부정하기 위한 批評이 아니다. 독립된 실험을 시도한 두 분류학자가 자연세계의 조화를 해석함에 있어 완벽하고, 동일하게 결론을 내린다는 것은 불가능하다. 그렇다면 과연, 種에 대한 해석 자체가 순전히 주관적이거나, 혹은 세상 모든 사람들이 완벽하다고 만족할 만큼 객관적이어야 하는가? 분류학에서 추구하는 種에 대한 해석은 새로운 자료제시(실험분류에 의해)와 보다 깊은 思考에 의해 많은 학자들에게 나의 種의 해석을 수궁하도록 시도하는 것이다. 따라서, 섬단풍나무를 種으로 인정하느냐, 아니냐는 양분된 논쟁은 國內外 분류학자들이 직접 야외에 나가서 두 단풍나무를 보고 판단함과 함께, 朴 等과 本人의 각기 다른 주장의 논리중 어느 의견을 수용하느냐에 의해 결정된다. 또한 당 단풍과 섬단풍의 관계는 분류학적인 種(species)이나 變種(variety)의 수준(rank)에 집착하기보다는 집단 개념의 生態形(ecotype), race, 혹은 deme과 어떠한 관계가 있는지 생각해 볼 필요가 있다.

마지막으로 이 글을 빌어 한국분류학을 위해 언급하고 싶은 것은, 同種의 식물을 인위적 구분인 국경을 기준으로 韓國產, 日本產, 혹은, 中國產 등의 特產植物(endemic species)로 구분하는 국수주의적이면서, 조급한 種의 개념에서 벗어났으면 한다. 20세기초 유럽과 미국 분류학자들이 발표한 동북아시아 식물에 대한 문헌을 보면(예: Sargent, 1911-1917) 韓國產의 많은 種을 중국식물의 近緣種, 혹은 變種, 심지어는 同種으로 처리하는 경향이 있었다. 그들의 동북아시아 식물에 대한 種의 의견은 히말라야에서 日本까지 분포하는 전 식물을 관찰하여 얻은 결론인데, 단지 이것이 近代 분류학의 한계에 의한 결과로 간주하는 선입감과 편견은 너무 배타적이며 성급한 듯하다. 우리가 해야 할 일은 현대분류학적 방법으로 이들의 넓은 種의 개념을 재검토하는 것이다. 또한, 우리 나라에서 현재 필수적인 것은 실험분류학의 발전보다는 국내의 빈약한 식물 표본(질과 양적 문제), 조잡한 검색표, 분포도 미비, 학명정리의 낙후성 등, 산재한 기초와 고전분류학의 현안문제를 우선적으로 해결해야 한다. 본인은 이런 韓國의 현실 상황에서 미국의 실험분류보다는 지난 10년전 日本에서 옛 문헌과 식물표본을 통한 연구와 야외에서 자연과 식물에 대한 열정을 가졌던 韓國의 동료 분류학자들

에게 경의를 표하며, 지금 우리 나라의 분류학발전을 위한 그들의 학문적 기여를 기대한다. 우리는 이 시점에서 '분류학은 과학이 아니라 예술이다'라는 Cronquist의 철학(1988)을 음미할 필요가 있으며, 아마도 이런 이유 때문에 분류학자로서 가장 자랑스럽게 생각하는 찬사는 바로 이 표현인 듯하다; '그 분류학자는 식물을 알고 있다'.

인 용 문 헌

- 이인규, 1992. 식물계통분류학의 현대적 발전. 한국식물분류학지 22: 91-101.
- 조무연과 최명섭. 1987. 韓國樹木圖鑑. 임업연구원, 흥능, 서울.
- Chang, C.S. 1991. A morphometric analyses of genus *Acer* L. section *Palmata* Pax, series *Palmata*. Kor. J. Pl. Tax. 21 : 165-186.
- _____, and D.E. Giannasi. 1991. Foliar flavonoids of *Acer*, sect. *Palmata*, series *Palmata*. Syst. Bot. 16 : 225-241.
- Cronquist, A. 1978. Once again, what is a species? Biosystematics in agriculture. Beltsville Symposia in Agr. Res. 2 : 3-20.
- _____. 1988. The Evolution and Classification of Flowering Plants. 2nd ed. The New York Botanical Garden, Bronx.
- Falconer, D.S. 1989. Introduction to Quantitative Genetics. 3rd ed. John Wiley & Sons, Inc., New York.
- Futuyma, D.J. 1986. Evolutionary Biology. 2nd ed. Sinauer Associates, Sunderland.
- Grant, V. 1971. Plant Speciation. Columbia University Press, NY.
- Johnson, R.A. and D.W. Wichern. 1986. Applied Multivariate Statistical Analysis. 2nd ed. Prentice-Hall, New York.
- Jones, S.B. and A.E. Luchsinger. 1986. Plant Systematics. 2nd ed. McGraw-Hill Book Comp., New York.
- Park, C.W., S.H. Oh and H. Shin. 1993. Reexamination of vascular plants in Ullung Island, Korea II: Taxonomic identity of *Acer takesimensense* Nakai (Aceraceae). Kor. J. Pl. Tax. 23 : 217-231.
- Sargent, C.S. (as an editor) 1911-1917. Plantae Wilsonaeanae. Vol. I-IV. Oregon.
- SAS institute, INC. 1993. SAS/STAT user's guide. ver. 6.04. Cary, North Carolina.