

형질 분석과 섬단풍나무의 분류학적 실체

박종욱 · 오상훈 · 신현철*

(서울대학교 생물학과, *순천향대학교 생물학과)

Character analysis and taxonomic identity of *Acer takesimense* Nakai

Park, Chong-Wook, Sang-hun Oh and Hyunchur Shin*

(Department of Biology, Seoul National University, Seoul 151-742, *Department of
Biology, Soonchunhyang University, Asan 337-745, Korea)

장 진성의 “울릉도산 관속식물의 재검토 II: 섬단풍나무(단풍나무과)의 분류학적 실체에 대한 이견”(Chang, 1994)은 현대 분류학에 있어서의 식별형질의 의미, 자료분석 방법, 종의 개념 등에 있어 매우 흥미로운 관점을 제시하고 있다.

장은 그의 비평(commentary) (Chang, 1994)에서 분류학에서 사용되고 있는 형질을 크게 정량적 형질과 정성적 형질로 구분하였다. 또한, 그는 정량적 형질은 “환경과 유전적 요인의 복합형질로서 발현되기 때문에 변이의 기복이 심하며” 따라서 “중간에 예외적으로 불연속 분포를 보여주는 경우를 제외하고는, 대신 중간 식별에 도움을 주는 ‘좋은 정성적 형질’(good qualitative character, 예: 꽃의 색깔, 잎의 털의 유무)을 찾아내어 분류 검색표에 제시하는 것이 분류학자의 의무며 도전이다”라고 기술하면서 정성적 형질의 중요성을 강조하였다. 그러나, 현대 분류학에 있어서 어떤 형질의 중요성은 단지 그것이 정성적 형질이나 정량적 형질이나에 의해 단순히 판정될 수 없으며, 분류 형질로서의 의미 및 타당성은 과연 그 형질이 대상 분류군의 분화 정도 또는 진화 경로를 반영해 주는 형질인가에 의해 판단되어야 한다. 예를 들면, 여뀌속(*Polygonum* L.) *Tovara*절은 *P. virginianum* L., *P. filiforme* Thunb., *P. neofiliforme* Nakai의 3종을 포함하며, 이들 종은 잎의 크기 및 형태(잎 각 부

위의 폭 및 그 비율), 엽선 및 엽저의 각도, 털의 길이 및 밀도, 수과의 크기 등의 소위 정량적 형질의 차이에 의해서만 구분이 가능하다(Park et al., 1992). 그러나, 이들 종은 포함하고 있는 flavonol의 type 및 그 glycosylation pattern에 있어 근본적인 차이를 나타내며(Mun & Park, 1995), 따라서 본 절 식물의 경우 상기한 정량적 형질의 차이는 이들 분류군 사이의 분화 정도를 반영하는 것으로 인식할 수 있다. 또한, 정성적 형질도 많은 경우 환경과 유전적 요인의 상호 작용에 의해 발현되며, 분류군에 따라 매우 복잡한 양상의 변이를 나타내기도 한다. 여뀌속 식물의 경우, 장이 “좋은 정성적 형질”의 예로 제시한 “꽃의 색깔, 잎의 털의 유무” 등을 포함한 많은 정성적 형질에 있어 복잡한 양상의 종내 변이가 나타난다. Mitchell(1968, 1971, 1976)은 물가에 주로 분포하는 일부 여뀌속 종들의 경우, 초기 발생 단계에서 물과 일정 기간 접촉할 경우 털이 분포하는 종의 경우에도 개체 전체가 무모인 형태(glabrous form)로 발달하며 따라서 이들 종에 있어서의 털의 분포 여부는 환경 요인의 지배를 받는 것을 실험적으로 입증한 바 있으며, 또한 여뀌속 *Echinocaulon* 절 식물의 경우 꽃의 색깔은 대부분의 종에 있어 심한 종내 변이가 나타나 분류학적 식별형질로서의 타당성이 없다(Park, 1988).

또한, 장은 “박 등의 조사에서는 두 종의 식별형질로서 정성적 형질은 전혀 고려하지 않고 정량적 형질에만 의존하여 분석하였다”고 비판하였다. 그러나, 저자들의 형질 선정 및 분석에 대한 비평의 주요 근거를 제공한, 당단풍나무 및 섬단풍나무가 포함되는 ‘단풍나무속, 단풍나무절에 대한 다변량분석 연구’(Chang, 1991)에서 장이 측정, 사용한 54개의 형질들(Chang, 1991; Table 1)도 모두 정량적 또는 정량화된 형질들이며, 이 중 49개의 형질(characters 1-16, 22-54; Table 1)은 완전한 정량적 형질이고, 나머지 소화경, 종자, 엽맥, 엽병 및 자방에 있어서의 털의 분포에 관한 형질들(characters 17-21; Table 1)도 털의 분포 정도에 따라 “++”, “+”, “-”의 3개의 단계적인 category로 나누어 scoring함으로써 털의 밀도(density)의 성격을 띤 정량화된 형질들이다(Sneath & Sokal, 1973; 115).

정량적 형질과 정성적 형질의 구분은 절대적이 아니며, 모든 형질은 실제로 이를 정량적 또는 정성적으로 측정, 표현하는 것이 가능하다(Stuessy, 1990). 예를 들면, 어떤 분류군의 잎의 형태는 타원형, 아원형, 도란형 등 기재 용어(descriptive terminology)를 사용하여 정성적으로 표현할 수도 있으며, 또한 잎의 길이, 각 부위에 있어서의 폭, 그리고 이들 사이의 비율들을 사용하여 정량적으로 표현할 수도 있다. 섬단풍나무는 Nakai(1918)에 의해 울릉도에서 기재된 종으로, Nakai는 원기재문에서 본 종은 형태적으로 당단풍나무와 매우 유사하나 잎의 결각정도 및 열편의 수를 포함한 잎의 형태적 차이에 의해 당단풍나무와 구분된다고 기술하였다. 따라서, 과연 섬단풍나무가 분류학적으로 타당성있는 분류군인가를 검증하기 위해서는 일차적으로 이들 두 분류군의 식별형질인 잎의 형태를 분석하여야 하며, 저자들은 이를 보다 정확히 객관적으로 분석하기 위해 잎의 형태를 나타내 줄 수 있는 14개의 형질(Park et al., 1993; Table 1)을 선정하여 정량적으로 측정, 분석하였고, 이와 병행하여 이들 두 분류군에 있어서의 화분 및 잎 표피의 미세구조 등 정성적 형질들도 관찰, 분석하였다(Park et al., 1993).

한편, 장은 “표본만을 가진 분석보다는 실지로 직접 울릉도 현지 자생식물의 관찰과 서식

처 조사를 병행하였으면 하는 바람이다"라고 충고하였다. 그러나, 저자들은 논문 서론 및 사사(Park et al., 1993; 218, 228)에서 언급한 바와 같이 1991년 부터 교육부 기초과학연구소 학술연구구성비의 지원을 받아 전북대학교 생물학과 식물분류학교실과 공동으로 울릉도 관속 식물상을 재검토하고 있으며, 91년 부터 현재까지 10회의 울릉도 채집 조사활동을 수행한 바 있다. 저자들의 섬단풍나무의 분류학적 실체에 대한 관심도 상기한 울릉도 채집 조사 활동시 서식지에서 그 특징을 인식하면서 시발되었으며, 이를 보다 정확히 규명하기 위하여 형태적 형질의 정량분석 및 미세구조 관찰을 수행하였다.

그리고, 장은 "박 등이 극히 일부 각 분류군(taxon)의 전형적인 표본만을 이용하여 조사, 분석한 결과를 토대로 섬단풍나무와 당단풍을 식별할 수 있는 중요 형질을 확인하였다고 하는 주장은 납득할 수 없다"라고 비판하였으나, (1) 장은 저자들이 사용한 표본들을 직접 검증한 적이 없고, (2) 저자들은 본 논문을 위해 이들 두 분류군에 속하는 약 100여점의 표본을 상세히 관찰하였으며(Park et al., 1993; 218), (3) 저자들이 수리분류학적 분석에 사용한 표본수는 울릉도의 다양한 지역에서 채집된 섬단풍나무 25점 및 한반도 7개 도에서 채집된 당단풍나무 22점이나(Park et al., 1993; Appendix 1 참조), (4) 저자들의 논문에 대한 비평의 주요 근거를 제공한 '단풍나무속, 단풍나무절에 대한 다변량분석 연구'(Chang, 1991)에서 장이 사용한 표본수는 이보다 훨씬 적은 섬단풍나무 10점(논문에 상세한 채집지가 표시되어 있지 않음)과 3개 도 및 서울에서 채집된 당단풍나무 10점이다(Chang, 1991; Appendix I 참조). 따라서, 장의 이러한 비판은 객관적 증거가 결여되어 있으며, 저자들이 사용한 개체들이 biased sample이라는 그의 주장은 타당성이 없다.

한편, 장은 저자들의 형질 측정 결과(Park et al., 1993; Table 2) 및 형태분석 결과에 대해 언급하면서, 저자들이 사용한 일부 형질 및 저자들의 형태분석 결과 이들 두 분류군을 구분하는 주요 식별형질로 밝혀진 형질들의 타당성을 부정하였다. 따라서, 저자들은 장이 그 부당성을 언급한 형질들에 대해 각 형질 별로 장의 주장이 부적절함을 지적하고자 한다.

잎 열편수 (형질 4; 장은 본 형질을 거치수로 표현하였으나 열편수임): 장은 본인이 채집한 표본 및 서울 농대 표본관에 소장되어 있는 당단풍나무 표본 중 "주로 능선 지역에 자라는 잎이 큰 개체"에서 "흔히" 열편수가 11개인 개체들이 나타나고, 또한 "섬단풍나무 중 울릉도 성인봉 정상에서 자라는 잎이 작은 개체들"은 "대부분 9개의 열편"을 갖는 관찰 결과에 근거하여 이들 두 분류군의 식별형질로서의 잎 열편수의 타당성을 부정하였다. 그러나, 앞에서 언급한 바와 같이 대부분의 형질들은 종내 또는 개체군내 변이가 나타나며, 따라서 한 형질에 대해 예외적으로 높은 또는 낮은 값을 갖는 개체들은 항상 존재한다(이러한 열편수를 갖는 개체들은 저자들의 분석에도 포함되어 있다[Park et al., 1993; Fig. 2 및 Appendix 2 참조]). 따라서, 그 형질이 과연 식별형질로서 타당성이 있는가를 정확히 판정하기 위해서는 전체 모집단 또는 분류군 전체로 볼 때 이러한 값을 갖는 개체들의 빈도(frequency)를 고려하여야 하나, 장은 이러한 통계적 자료를 제시하지 않았으며, 또한 본 형질에 대한 장의 견해는 일부 특정 서식지에 분포하는 특정 형태를 갖는 개체들에서 나타나는 변이 현상에 근거한 것이다. 그리고, 본 형질은 장이 저자들의 data를 사용하여 PROC UNIVARIATE (SAS) 및 ANOVA를 수행한 결과에서도 두 분류군간에 그 변이의 폭이 중복되지 않고 또

한 분류군간에 유의성이 있는 것으로 나타났으며 (Chang, 1994), 따라서 이러한 결과를 종합해 볼 때 본 형질에 대한 장의 주장은 그 타당성이 없다.

엽병의 길이(형질 5) 및 잎 중앙열편 길이/잎의 길이(형질 10): 본 형질들은 저자들의 형태분석 결과 섬단풍나무와 당단풍나무를 구분하는 주요 식별형질의 하나인 것으로 밝혀졌으며 (Park et al., 1993), 또한 저자들의 data를 사용하여 수행한 장의 분석 결과에서도 형질 5는 분류군 간에 유의성이 있는 것으로, 형질 10은 분류군 간에 변이의 폭이 중복되지 않고 유의성이 있는 것으로 나타났다(Chang, 1994). 그러나, 장은 형질 5의 경우 본인의 논문(Chang, 1991)에서 당단풍나무 10개체, 섬단풍나무 10개체로 부터 측정된 결과, 그리고 형질 10의 경우에는 장이 조사한 “10개 표본의 수치”를 근거로 본 형질들의 식별형질로서의 타당성을 부정하였다. 이러한 장의 주장은 보다 다양한 지역에서 채집된 당단풍나무 22개체 섬단풍나무 25개체에서 측정, 분석한 본 형질들에 대한 저자들의 결과를 이 보다 적은 각각 10개체에서 측정된 수치를 근거로 부정한 것으로서, 통계학적으로 볼 때 설득력이 없다.

잎 중앙열편 최대폭/중앙열편 기부폭(형질 11): 본 형질은 저자들의 data를 사용하여 장이 수행한 ANOVA 결과에서 두 분류군 사이에 유의성이 있는 것으로 밝혀졌으나, 장은 본 형질의 변이의 폭이 두 분류군 간에 교차된다는 이유로 본 형질이 식별형질로서 부적합하다고 판정하였다(Chang, 1994). 그러나, 통계학적으로 볼 때 ANOVA 결과가 단순히 변이 폭을 비교하는 것보다 훨씬 설득력이 있으며, 따라서 이러한 장의 주장은 통계학적으로 타당성이 결여되어 있다.

두 측열편 사이의 각도(형질 13) 및 잎의 전체 각도/2(형질 14): 본 형질들도 저자들의 data를 사용하여 수행한 장의 ANOVA 결과에서 분류군간에 유의성이 있는 것으로 나타났으나(Chang, 1994), 장은 상기한 형질 5 및 10의 경우와 마찬가지로 본인이 조사한 “10개 표본의 수치”를 근거로 본 형질의 식별형질로서의 타당성을 부정하였다. 또한, 장은 형질 13의 경우 개체내 변이가 종간 변이보다 더 심하다고 지적하였다. 그러나, 잎을 포함한 대부분의 식물 기관은 그 발달 정도 및 부착 위치에 따라 그 크기 및 형태에 있어 동일 개체 내에서도 변이가 나타나며, 따라서 수리분류학적 분석에서는 이러한 변이를 최대한 배제하기 위하여 완전히 성숙한 잘 발달한 기관 또는 동일 부위의 기관에서 형질을 측정하며(Park et al., 1993; 218; Stuessy, 1990) 장도 그의 논문(Chang, 1991; 167)에서 같은 측정 방법을 사용하였다.

화분 및 잎 표피세포의 미세구조: 장은 저자들의 화분 및 잎 표피세포의 미세구조 관찰 결과에 대해 언급하면서 “화분구조, 기공의 수, 밀도, 길이, 폭은 뚜렷하게 연속변이를 보여 줌으로써(표5) 형질로서 인정하기 힘들다”라고 비판하였다. 이중 화분의 크기 및 미세구조와 기공의 길이 및 폭은 이미 저자들이 이들 두 분류군 간에 차이가 없음을 논문에서 지적한 바 있다(Park et al., 1993; 223-226). 한편, 기공의 밀도는 두 분류군에 있어 변이의 폭은 약간 중복되나, 그 평균값에 있어 현저한 차이가 나타나며(Park et al., 1993; Table 5), 이를 다시 t-Test(Snedecor & Cochran, 1980)로 확인한 결과 $p < 0.001$ 에서 이들 사이에 유의성이 있는 것으로 판명되었다. 또한, 장은 “박 등의 주장과는 달리 그 이외의 잎 표피세포의 형태, cuticular ornamentation pattern이 개체 변이가 아니고 종간 변이라는 확신을 가

질 수가 없다"라고 주장하였다. 그러나, (1) 장은 그의 주장을 뒷받침할 만한 객관적인 반증을 제시하지 못하였고, (2) 저자들은 섬단풍나무 14개체, 당단풍나무 13개체를 관찰하였으나 (Park et al., 1993; Appendix 1 참조) 이들 형질에 있어 뚜렷한 개체 변이 또는 종내 변이를 발견하지 못하였으며, 따라서 이들 형질이 종간 변이가 아닐 수 있다는 장의 주장은 그 근거가 없다. 또한, 장은 이들 형질을 당단풍나무의 근연종들인 *A. sieboldianum*과 *A. japonicum*등에서도 검증하여야 한다고 주장하였으나, 저자들의 연구(Park et al., 1993)는 당단풍나무와 이의 동일종으로 취급된 섬단풍나무(Chang, 1989, 1991; Delendick, 1981; Murray, 1970)의 분류학적 차이점(또는 유사점)을 규명하는데 그 목적이 있다(Park et al., 1993; 서론 참조). 그리고, 장은 본 형질들을 주성분분석(principal components analysis)에 포함시키지 않은 점에 대해 의문을 제기하였으나, 저자들 연구의 목적은 섬단풍나무가 과거 Nakai(1918)에 의해 본 분류군의 주요 식별형질로 기재된 잎의 결각정도 및 열편수 등을 포함하는 잎의 형태에 의해 당단풍나무와 구분될 수 있는가를 일차적으로 검증하는 것이며, 따라서 잎의 형태에 관한 형질들 이외의 형질들은 수리분류학적 분석에서 제외하였다. 또한, 저자들의 관찰 결과에 의하면 이들 형질은 두 분류군 사이에 뚜렷한 차이가 나타나며(Park et al., 1993), 따라서 이들 형질을 포함하여 주성분분석 또는 유집분석(cluster analysis)을 수행하면 이들 두 분류군은 보다 더 명확하게 구분되게 된다.

한편, 장은 "다변량분석에 있어 두번째로 유의하여야 할 문제는 중선형 회귀분석에서 중요시되는 다중공산성(multicollinearity)처럼 다변량분석에서도 서로 상관관계(correlation)가 있는 변량(형질)을 피해야 하는 것이다"라고 기술하면서, 저자들이 주성분분석에 사용한 형질 중, 다른 변수(형질)와 상관관계가 높은 것으로 나타난 형질 9와 10을 제외하고 분석하여야 한다고 주장하였다. 그러나, multicollinearity는 여러가지 다변량분석(multivariate analysis) 중 중회귀분석(multiple regression analysis)에서 문제가 되며, 중회귀분석의 경우 predictor variable간에 높은 상관관계(intercorrelation)가 존재하면 design matrix가 불안정해지고 계산상에 문제가 발생하기 때문에 상관관계가 높은 변수를 제외하여야 한다. 그러나, 주성분분석은 여러 개의 서로 상관이 있는 변수가 존재하여 data 해석이 어려울 경우, 이들 여러 개의 변수들을 선형변환(linear transformation)시켜 정보 손실을 최소화 하면서 소수의 서로 독립적인 새로운 변수(주성분; principal component)를 추출, 해석을 용이하게 하고 동시에 변수 상호 간의 복잡한 구조를 분석하는 data reduction technique이다(Jobson, 1992; Stevens, 1986). 따라서, 주성분분석의 경우 다른 변수와 상관관계가 높은 변수를 제거할 필요가 전혀 없으며, 또한 ANOVA를 먼저 수행하여 유의성이 없는 형질들을 제외할 필요도 없다. 이러한 주성분분석의 특성으로 볼 때, 형질 1-3, 7-10 및 12를 주성분분석에서 제외하여야 한다는 장의 지적은 통계학적으로 전혀 타당성이 없다.

주성분분석의 경우 이론적으로 처음 3개의 주성분이 전체 분산(total variance)의 90% 이상을 설명하는 것이 바람직하다. 그러나, 이는 이상적인 경우로서 실제 data를 분석한 결과는 변수가 많을 경우 대부분 80% 이상인 경우가 드물며, Systematic Botany에 현재까지 게재된(vol. 1[1]-19[3]) 주성분분석이 포함된 48편의 논문들을 조사한 결과 처음 2개 또는 3개의 주성분이 90% 이상의 전체 분산을 설명한 경우는 5편, 80% 정도를 설명한 경우는 3편

에 불과하며 대부분은 40-70% 정도이다.

한편, 장은 “형질분석의 단변량분석(univariate analysis) 결과 대부분 형질이 연속분포를 보여주어 식별형질로서 인정할 수 없는 반면, 다변량분석에 의한 결과가 두 종간에 확연하게 차이가 있는 상황에서 과연 문제의 두 종에 대해 어떻게 결론을 내릴 것인가?” 하는 통계학적으로 매우 중요한 의문을 제기하였다. 통계학적으로 볼 때, t-Test, ANOVA 등에서 확연히 집단간에 유의성이 있는 변수들도 그 변이의 폭이 집단간에 중복되는 경우가 많으며, 따라서 단순히 변이의 폭이 분류군 간에 중복된다는 이유만으로 식별형질로서의 타당성을 부정할 수는 없다. 또한, 단변량분석은 변수들 간의 상관관계를 전혀 고려하지 않는 분석이며, 이와는 달리 다변량분석은 변수들 간의 상관관계를 고려하는 분석이다. 따라서, 변수들이 서로 상관관계가 존재하지 않는 독립변수가 아닐 경우, 이들 변수(형질)에 대한 단변량분석과 다변량분석의 결과는 다르게 나타날 수 있다. 특히, 저자들의 분석(Park et al., 1993) 및 장의 분석(Chang, 1989, 1991)처럼 동일한 기관 또는 개체에서 여러 형질들을 측정할 경우, 이들 형질 사이에는 대부분 상관관계가 존재하며 따라서 변수 간의 상관관계를 고려하는 다변량분석 결과가 단변량분석 결과 보다 통계학적으로 훨씬 타당성이 있다. 따라서, 장의 비평(Chang, 1994) 및 단풍나무계에 대한 논문들(Chang, 1989, 1991)에서 다변량분석 결과를 단변량분석 결과를 기준으로하여 해석한 장의 논리는 통계학적으로 의미가 없다.

또한, 장은 “생물학적 해석”의 중요성을 역설하였으나, 통계 분석을 수행한 경우 그 결과의 생물학적 해석은 반드시 통계의 근본 원리 및 개념의 범위 안에서 이루어져야 하며, 이를 완전히 벗어날 경우 통계 분석은 그 의미를 상실하게 된다. 이러한 관점에 입각한 주성분분석 결과에 대한 저자들의 “생물학적 해석”은 섬단풍나무는 주로 잎의 결각상태를 나타내 주는 형질들, 잎 열편수, 엽병의 길이 등과 상관관계가 높은 주성분1에 의해 단풍나무와 뚜렷이 구분된다는 것이다 (Park et al., 1993). 한편, 장은 저자들의 논문에 “분류검색표”를 제시하지 않았다고 지적하였으나, 식물분류학 논문의 경우 한 분류군에 대한 검색표는 일반적으로 그 분류군의 분류학적 처리(taxonomic treatment)를 한 경우 제시되며, 한 분류군의 분화 정도 또는 계통적 유연관계를 밝히는 것이 주요 목적인 논문 등에서는 제시하지 않는다 (Systematic Botany 참조). 또한 저자들의 논문의 경우, 이들 두 분류군의 주요 식별형질에 있어서의 차이점은 결과 및 결론에 상세히 기술되어 있다.

장은 Cronquist(1988)가 주장한 종의 개념을 받아들이면서, 종을 인식하는데 있어 일관성과 지속성이 유지되어야 함을 강조하였다. 장은 일관성을 유지하기 위해서는 근연종은 모두 동일한 “기준 잣대”를 사용하여 분류하여야 한다고 주장하면서, “박 등이 언급한 기준 형질로써 만약 단풍나무계(series *Palmata*)를 분석한다면” 한국과 일본산 단풍나무 및 왕단풍은 수 종으로 분리될 수 있다고 지적하였다. 그러나, 저자들이 사용한 형질과 단풍나무 및 왕단풍에 대한 이러한 장의 주장은 한 분류학자의 견해일 뿐이며, 만일 이들 분류군에 대해 새로운 “기준 잣대” 또는 형질들을 사용하여 분석한 결과, 기존 분류체계와는 다른 결과가 도출되었다면 기존 분류체계 및 기존의 식별형질들을 재검토하고 또한 이들 분류군의 분화 정도 및 실체를 객관적으로 파악하여 이를 반영하는 새로운 분류학적 처리를 수행하는 것이 분류학자의 당연한 과제라고 생각한다.

또한, 장은 종의 인식에 있어 형질의 지속성을 강조하면서, “박 등의 정량적 형질이 과연 지속성이 있는가?”하는 의문을 제기하였다. 그러나, 앞에서 언급한 바와 같이 식별형질로서의 타당성 및 지속성(형질 발현에 있어서의 환경 조건의 영향)은 그것이 정성적 형질이나 정량적 형질이나에 의해 단순히 판정될 수 없으며, 또한 정량적 형질과 정성적 형질의 구분도 절대적이지 아니다. 단풍나무속의 경우, 잎의 형태는 분류군들을 구분하는 가장 중요한 식별형질 중의 하나로 인식되어 왔으며(Delendick, 1981; Murray, 1970), 장도 이러한 중요성을 인식하여 섬단풍나무와 당단풍나무가 포함되는 단풍나무계에 대한 논문들(Chang, 1989, 1991)에서 잎의 형태를 나타내주는 41개의 정량적 형질들을 측정, 분석하였다. 특히, 장은 저자들이 섬단풍나무와 당단풍나무의 주요 식별형질 중의 하나로 인식한 잎의 열편수를 단풍나무계 분류군들을 구분하는 주요 식별형질로 보고 검색표에 사용하였으며(Chang, 1991; 178-179), 또한 잎 열편수, 열편 사이의 각도, 잎의 폭 등의 정량적 형질들을 단풍나무계 중 중국산 *A. japonicum* group 분류군들을 구분하는 중요한 형질로 인식하였다(Chang, 1991; 174). 한편, 저자들은 논문(Park et al., 1993) 발표 이후, 천리포 수목원에 이식, 재배 중인 섬단풍나무 및 당단풍나무 개체들을 관찰할 기회가 있었으며, 그 결과 동일 지역에서 재배 중인 이들 두 분류군에 속하는 개체들에 있어 상기한 주요 식별형질들의 차이를 확인할 수 있었다. 또한, 저자들은 이들 두 분류군의 유전적 분화정도를 명확히 규명하기 위하여 현재 cpDNA 분석을 수행 중에 있다.

한편, 장은 “식별의 기준은 반드시 관찰하기 쉬운 외부 형태 형질에 근간을 두어야 한다”고 주장하면서, “우리가 외부 형질 이외에 사용하는 실험적 방법은 실험자료와 외부형질의 상관관계와, 보이지 않는 형질 속의 종의 분화, 진화와 변이, 그리고 식물지리학적 해석을 추구하기 위함이다”라고 지적하였다. 현대 분류학의 근본 목적은 지구상에 존재하는 생물의 다양성(diversity)을 이해하고 이들 사이에 존재하는 유연관계(relationship)를 파악하여 이를 잘 반영하는 분류체계(classification system)를 확립하는 것이다(Simpson, 1961; Stuessy, 1990). 분류군간의 유연관계를 파악하는데 있어 “실험자료와 외부형질의 상관관계, 보이지 않는 형질속의 종의 분화, 진화와 변이, 그리고 식물지리학적 해석”은 모두 필수적으로 요구되며, 이러한 자료들은 형태적 자료를 보완하여 보다 타당성있는 분류체계를 확립하는데 기여하게 된다. 따라서, 실험분류학적 접근은 형태 분류와 서로 유리되어 있는 것이 아니라 상호 보완적인 관계이며, “평범한 방법에 의한 식별”을 주장한 Cronquist(1988; 74)도 분류체계를 확립하는데 있어 형태적 형질 이외에 염색체의 수, 크기 및 형태, 이차대사산물, 수분매개자, 해부학적 구조, 미세구조, sterility barrier 등의 특징들을 모두 고려할 수 있음을 인정하였다.

장의 비평(commentary)의 마지막 문단(“마지막으로 이 글을 식물을 알고 있다”)은 저자들의 논문과는 아무 관계가 없는 내용으로 저자들의 논문에 대한 비평에 포함될 내용이 아니다. 한 논문에 대한 비평은 그 논문의 문제점을 객관적 증거 또는 사실에 입각하여 비판하는 것으로, 따라서 그 내용은 해당 논문에 관계되는 것으로 국한되어야 한다(Systematic Botany 또는 Systematic Biology [=Systematic Zoology] 등에 게재되어 있는 commentary들의 내용 및 형식 참조). 그러나, 장이 본 문단에서 한국의 분류학을 위한 몇

가지 흥미로운 사건을 피력하였으므로, 저자들은 이에 대해 몇마디 언급하고자 한다. 한 국가 또는 지역에 국한되어 분포하는 특산종(endemic species)을 연구하여 그 분류학적 타당성 및 실체를 규명하는 것은 그 국가 또는 지역에 거주하는 분류학자의 당연한 과제이며 의무이고, 이는 장이 언급한 “국수주의적 개념” 또는 “조급한 종의 개념”과는 전혀 무관하다. 이러한 연구는 해당 국가 또는 지역의 식물상을 정립하고 그 기원 및 특징을 밝히는데 있어 필수적으로 요구되며, 또한 특산종에 대한 연구는 그 분포적 특성으로 인해 해당 국가 또는 지역의 분류학자가 가장 이상적으로 정확하게 수행할 수 있다는 것은 분류학을 이해하는 사람이면 누구나 알고 있는 사실이다.

또한, 장은 20세기 초 유럽과 미국 식물분류학자들의 동북 아시아 지역의 식물에 대한 연구 결과를 언급하면서 “우리가 해야 할 일은 현대 분류학적 방법으로 이들의 넓은 종의 개념을 재검토하는 것이다”라고 타당성 있는 의견을 피력하였다. 그러나, 장은 다음 문장에서 “우리 나라에서 현재 필수적인 것은 실험분류학의 발전보다는 국내의 빈약한 식물 표본(질과 양적 문제), 조잡한 검색표, 분포도 미비, 학명정리의 낙후성 등, 산재한 기초와 고전분류학의 현안 문제를 우선적으로 해결해야 한다”라고 앞의 내용과는 상반된 의견을 제시하였다(장은 실험분류학을 정확히 정의하지 않았으며, 따라서 저자들은 이를 현대 분류학적 원리 및 개념에 근간을 둔 넓은 의미의 실험분류학으로 해석하였다). 저자들도 장이 지적한 이러한 한국 분류학 발전에 걸림돌이 되는 문제점들에 대해 충분히 공감하고 있으나, 이러한 고전분류학적 문제점들이 산적되어 있다는 이유만으로 현대 실험분류학을 포기하는 것은 분류학자로서 지극히 나약한 논리라고 생각된다. 보다 능력있는 식물분류학자라면 이 두가지 분야에 대한 연구를 병행할 수 있으며, 현재 한국의 대부분의 식물분류학자들은 이러한 노력을 경주하고 있는 것으로 저자들은 알고 있다. 또한, 실험분류학적 연구의 일차 단계는 연구하고자 하는 대상 분류군의 원기재문을 포함한 모든 관련 문헌을 검토하고 채집 조사 활동에서 확보된 표본 및 주요 표본관에 소장되어 있는 표본들을 관찰하여 대상 분류군의 실체, 분포, 주요 식별형질, 분류학적 문제점 등을 파악하는, 장이 그 중요성을 언급한 고전분류학적 접근이다. 실험분류학적 연구의 다음 단계는 일차 단계에서 파악된 고전분류학적 접근으로는 해결될 수 없는 문제점들을 해결하기 위해 현대 생물학의 제 방법론을 사용하여 실험을 수행하고 그 결과에 의거 대상 분류군의 정확한 실체 및 유연관계를 파악하여 이를 반영하는 분류체계를 확립하는 것이며, 현대 실험분류학적 연구에 경험이 있는 사람이라면 이러한 실험분류학적 연구의 제 단계에 대해 이견이 없으리라 생각된다. 이러한 관점에서 볼 때, 실험분류학적 접근은 고전분류학과 유리된 별개의 접근 방법이 아니라 고전분류학적 접근을 그 일차 단계로써 포용하는 보다 타당성 있고 발전된 현대분류학의 방법론이며, 따라서 실험분류학의 발전은 자동적으로 현재 우리가 안고 있는 많은 고전분류학적 문제점들을 해결해 줄 수 있다.

앞에서 언급한 바와 같이 한 논문에 대한 비평은 그 논문의 문제점을 객관적이고 명확한 증거 또는 사실에 입각하여 비판할 때 학문의 발전에 기여할 수 있으며, 한 개인의 주관적 주장 또는 편향된 사건이 포함되어 있을 때는 오히려 학문 발전에 부정적 효과를 나타낸다. 이러한 측면에서 볼 때, 장의 비평의 마지막 내용(“본인은 이런 한국의 현실 상황에

서식물을 알고 있다”)은 장이 지적하고자 한 저자들의 논문의 문제점, 한국 식물 분류학의 문제점 또는 발전 방안 등과 무관한 내용으로, 저자들은 장이 이들 문장을 통해 피력하고자 하는 의미를 전혀 이해할 수 없다. 또한, 공적인 성격을 띤 학회지에서 사건에 근거하여 주관적으로 특정 집단을 찬양하거나 비판하는 행위는 무책임하며 결코 있을 수 없는 일이라고 생각한다. 저자들이 알고 있는 한 한국의 모든 식물분류학자들은 학문에 대한 깊은 열정을 가지고 항상 야외 및 표본실 또는 실험실에서 부단한 노력을 기울이고 있으며, 한 학자의 학문적 기여도는 그 학자가 평생 발표한 논문 및 저서를 통해 자연적으로 후세에 의해 평가되리라 믿고 있다. 분류학은 엄연히 과학적 증거 및 명확한 사실에 입각하여 객관적 결론을 유추하는 자연과학의 한 분야이며, 따라서 식물분류학자는 식물을 알뿐만 아니라 현대 분류학적 개념 및 원리를 정확히 인식하고 그 기반 위에서 식물을 이해하여야만 완성될 수 있다.

사 사

저자들의 논문의 통계 분석을 재검증해 주시고, 본 원고의 통계 부분에 대해 많은 조언을 하여주신 한국외국어대학교 통계학과 박 태성 교수님께 깊은 감사를 드립니다.

인 용 문 헌

- Chang, C.-S. 1989. A systematic study of genus *Acer* L., section *Palmata* Pax, series *Palmata*. Ph.D. dissertation, The University of Georgia.
- _____. 1991. A morphometric analyses of genus *Acer* L., section *Palmata* Pax, series *Palmata*. Kor. J. Pl. Tax. 21: 165-186.
- _____. 1994. A critique of “Reexamination of vascular plants in Ullung Island, Korea II: Taxonomic identity of *Acer takesimensense* Nakai (Aceraceae)”. Kor. J. Pl. Tax. 24: 279-284.
- Cronquist, A. 1988. The Evolution and Classification of Flowering Plants. 2nd Ed. The New York Botanical Garden, Bronx.
- Delendick, T. J. 1981. A systematic review of the Aceraceae. Ph.D. dissertation, The City University of New York.
- Jobson, J. D. 1992. Applied Multivariate Data Analysis. Vol. II: Categorical and Multivariate Methods. Springer-Verlag, New York.
- Mitchell, R. S. 1968. Variation in the *Polygonum amphibium* complex and its taxonomic significance. Univ. Calif. Publ. Bot. 45: 1-65.
- _____. 1971. Comparative leaf structure of aquatic *Polygonum* species. Amer. J. Bot. 58: 342-360.

- _____. 1976. Submergence experiments on nine species of semi-aquatic *Polygonum*. Amer. J. Bot. 63: 1158-1165.
- Mun, J.-H. and C.-W. Park. 1995. Flavonoid chemistry of *Polygonum* sect. *Tovara* (Polygonaceae): A systematic survey. Pl. Syst. Evol. Vol. 195 (in press).
- Murray, E. A. 1970. A monograph of the Aceraceae. Ph.D. dissertation, Pennsylvania State University.
- Nakai, T. 1918. Notulae ad plantas Japoniae et Koreae XVII. Bot. Mag. (Tokyo) 32: 103-110.
- Park, C.-W. 1988. Taxonomy of *Polygonum* section *Echinocaulon* (Polygonaceae). Mem. New York Bot. Gard. 47: 1-82.
- _____, M. G. Lee, and H. Shin. 1992. A systematic study on *Polygonum* sect. *Tovara* (Polygonaceae): Analysis of morphological variation. Kor. J. Bot. 35: 385-392.
- _____, S.-H. Oh, and H. Shin. 1993. Reexamination of vascular plants in Ullung Island, Korea II: Taxonomic identity of *Acer takesimense* Nakai (Aceraceae). Kor. J. Pl. Tax. 23: 217-231.
- Simpson, G. G. 1961. Principles of Animal Taxonomy. Columbia University Press, New York.
- Sneath, P. H. A. and R. R. Sokal. 1973. Numerical Taxonomy. W. H. Freeman & Co., San Francisco.
- Snedecor, G. W. and W. G. Cochran. 1980. Statistical Methods. 7th Ed. The Iowa State University Press, Ames.
- Stevens, J. 1986. Applied Multivariate Statistics for the Social Sciences. Lawrence Erlbaum, Hillsdale.
- Stuessy, T. F. 1990. Plant Taxonomy. The Systematic Evaluation of Comparative Data. Columbia University Press, New York.