

韓國產 고로쇠分類群에 대한 再考

장진성*

서울대학교 농업생명과학대학 산림자원학과 및 부속수목원

분류학적으로 어려움이 있는 고로쇠 분류군(*Acer pictum* complex)은 한국, 중국, 일본의 고로쇠와 여러 변종 이외에 만주고로쇠, 우산고로쇠 등이 포함된다. 고로쇠 분류군의 주요 형질은 대부분 열매의 크기, 각도, 날개의 크기, 잎의 결각 등 정량형질로 인정되고 있어, 본 연구는 韓中日의 125개체, 17개의 정량 형질, 5개의 형질간 비율 등 모두 22개의 형질로 다변량(PCA분석)과 단변량분석을 실시하였다. 다변량분석에 의하면 3개의 성분(PC) eigenvalues 누적비율이 0.59(ca. 59%)로서 매우 낮은 수치를 보였고 대부분 PCA 상의 좌표 중앙에 몰리면서 종간 차이가 중첩되었다. 분포 영역의 동쪽에 분포하는 울릉도의 우산고로쇠는 열매와 잎의 형태에 있어 일본의 서쪽연안(日本海=東海)의 개체들과 중첩되었다. 한국의 경기도 서해안과 강원도 일대의 일부 개체중 중국 동북부에 분포하는 만주고로쇠형이 일부 관찰되었지만 한국의 고로쇠와 전형적인 만주고로쇠형(날개와 종자의 비=0.7이상)의 중간 형태를 확인하였다. 조사 형질중 날개의 길이, 날개/종자 길이의 비, 열매 각도는 우산고로쇠, 티벳고로쇠, 만주고로쇠 등을 구분하는 양상을 보였지만 韓中日의 고로쇠 개체를 포함할 경우 모두 연속 변이로 확인되어 종간 식별이 불가능하였다. 따라서, 중국 내륙에서 일본까지 분포하는 고로쇠와 중국 동북부지역에서 황하강이북, 한국 북부, 중부지방의 경기도섬과 강원도지역에 분포하는 만주고로쇠, 울릉도의 우산고로쇠, 중국 남부에서 일본 Hokkaido이남에서 한국의 남부에 분포하는 털고로쇠는 모두 하나의 종으로 보는 것이 타당하다. 그러나, 조사된 정량적 형질 이외에 종간 식별에 중요한 정성적 형질(털의 유무, 수피형태)과 지리적 분포를 고려하여 국내 분포하는 분류군을 고로쇠, 털고로쇠, 만주고로쇠 등 3 변종으로 정리하였다.

주요어 : 고로쇠, 만주고로쇠, 티벳고로쇠, 우산고로쇠, 형태변이, 연속변이

단풍나무속은 전세계적으로 약 250여종이 분포하는 분류군으로서 100년간 많은 학자들이 계통과 관련된 연구를 꾸준히 시도하였다(van Gelderen, 1994; Pax, 1885, 1886;

*교신저자 (전화) 031-290-2322, (전송) 031-295-6660, 전자우편 : quercus@plaza.snu.ac.kr

Koidzumi, 1911; Pojarkova, 1933; Momotani, 1962a,b; Ogata, 1967; de Jong, 1976). 특히, DNA를 통한 계통학적 연구는 최근 몇 년간 일부 학자들 (Suh *et al.*, 2000; Ackerly and Donoghue, 1998; Hasebe *et al.*, 1998)에 의해 시도되었으나, 종이하 혹은 종간 분류에 대한 연구는 매우 미흡한 상황이며, 또한, 각 국가별로 자국식물을 중심으로 한 일부 학자들의 연구 (Ogata 1965; Fang, 1981)는 있지만, 동북아시아 전 분포지를 대상으로 한 단풍나무속 연구는 시도된 적이 없다.

de Jong(1994)은 단풍나무를 16개 節로 양분하였는데 본 연구의 대상인 고로쇠군 (*Acer pictum* complex)은 section *Platanioidea* Pax (고로쇠節)에 속한다. 본 절에 속하는 식물은 주로 유럽과 아시아에 분포하며 산방화서에 수술이 5-8의 특징으로 원시적이면서 속내 다른 節과는 매우 뚜렷한 차이를 보인다 (de Jong 1994). 고로쇠節에는 10여종 (-17종) 중 *A. campestre* L., *A. platanoides* L. 등 2종을 제외하고는 모두 중국, 한국, 일본에만 분포한다 (de Jong 1994). 학자간 (Ogata, 1967; Fang, 1981; de Jong 1976; van Gelderen, 1994; Momotani, 1962a, 1962b; Rehder, 1927; Kitamura and Murata, 1984; Krüssman, 1985; Ohwi, 1984; Lee, 1980; Lee, 1996) 종에 대한 견해 차이를 보이지만 고로쇠분류군은 중국 동북부와 국내에 분포하는 만주고로쇠 (*A. truncatum* Bhunb. ex Murray), 우산고로쇠 (*A. okamotoanum* Nakai), 韓中日의 고로쇠나무 (이하 고로쇠로 지칭함, *A. pictum* Thunb. ex Murray 등 이다 (Fig. 1)). 기존의 연구 (Ogata, 1967, Fang, 1981)에 의하면 고로쇠의 여러 변종을 인정하고 있는데, 중국에서는 [*A. mono* var. *incurvatum* Fang et P.L. Chiu, *A. mono* var. *mishanicum* Fang, *A. mono* var. *tricuspis* (Rehder) Rehder, *A. mono* var. *macropterum* Fang] 주로 잎의 크기, 잎의 결각, 열매날개의 각도, 열매 크기 등을 중심으로, 일본에서는 [*A. mono* var. *glabrum*, *A. mono* var. *marmoratum* (Nichols.) Hara, *A. mono* var. *taishakuense* Ogata, *A. mono* var. *glaucum* (Koidz.) Honda, *A. mono* var. *mayrii* (Schw.) Sugimoto, *A. mono* var. *trichobasis* Nakai, *A. mono* var. *ambiguum* (Pax) Rehder] 털의 유무, 잎의 크기, 형태, 열매의 크기, 열매의 각도 등을 근간으로 무려 6변종을 설정하였다. 한국에서는 털의 유무, 열매의 크기, 각도 등을 중심으로 역시 몇몇 변종 (고찰 참조)을 설정하고 있다. 이외에 중요 형질로 언급되는 것은 잎이 크기, 날개와 종자의 비율, 열매 각도에 대한 것은 만주고로쇠, 소지의 색깔 (녹색), 열매의 크기, 열매의 각도에 대한 것은 티벳고로쇠 (*A. cappadocicum* Gled. subsp. *sinicum* Rehder), 종자와 날개의 길이 등은 우산고로쇠로서, 대부분 정량적 형질을 중심으로 종의 한계를 정하고 있다 (Fang, 1981). 중국에서는 고로쇠, 만주고로쇠, 티벳고로쇠 이외에 잎이 작은 것 혹은 잎 뒷면에 털이 많이 존재하는 다른 몇 종 (*A. longipes* Franch. ex Rehder, *A. fulvescens* Rehder, *A. leptophyllum* Fang, *A. tenellum* Pax)이 추가적으로 알려져 있다 (Fang, 1981).

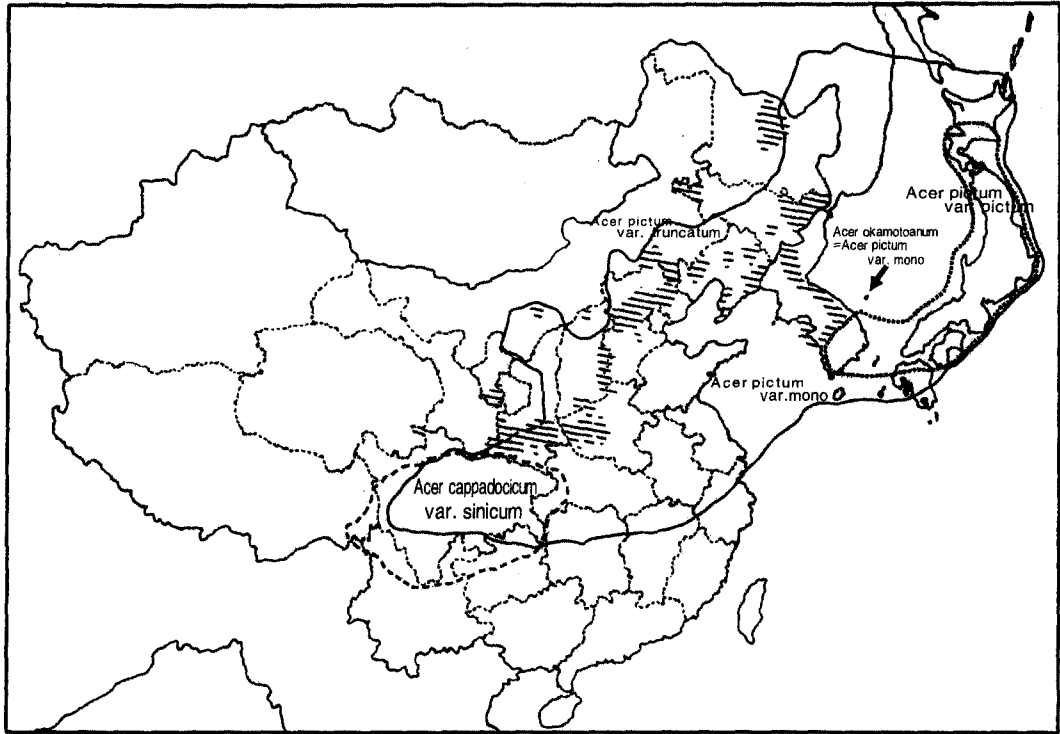


Fig. 1. Distribution of *Acer pictum* var. *pictum*, *A. pictum* var. *mono* (including *A. okamotoanum*), *A. pictum* var. *truncatum*, and *A. cappadocicum* var. *sinicum* in eastern Asia.

고로쇠에 대한 학명은 분류학적인 측면에서 혼동되고 있을 뿐만 아니라, 명명법상 매우 혼란스럽다. 최근 Wijnands(1990, 1994)는 고로쇠의 학명으로 *Acer mono* Maxim.을 주장하였으나, 이미 Ohahsi(1993)에 의해 *Acer pictum* Thunb. ex Murray가 정명임이 확인되었다. 즉, *Acer pictum*이라는 이름이 발표된 Murray의 'Systema Vegetabilium'과 Thunberg의 'Flora of Japan'은 'Thunberg가 고로쇠를 음나무로 잘못 생각해서 발표한 문헌(Kaempferus Illustratus)보다 선취권이 있고, 또한 표본 UPS-Thunbeg24085를 Thunberg는 고로쇠로 동정한 반면, 다른 학자들은 UPS-Thunb24084(음나무)를 Thunberg가 고로쇠로 동정한 것으로 잘못 인용하여 현재까지 많은 혼란이 있었다. 따라서 Thunberg의 *Acer pictum*이 국제명명규약에 의해 고로쇠의 정명이다. 고로쇠 분류군 중 중국의 *A. truncatum* Bunge, *A. cappadocicum* Gleditsch와 중국-일본-한국의 *A. pictum*을 각각 종으로 인정하느냐 혹은 변종, 심지어 동일종으로 보아 이명 처리를 해야 한다는 논란은 150년 간 지속되고 있다(Chang and Kim, 1996; van Gelderen, 1994).

본 연구는 고로쇠에 대한 형태적 변이의 이해를 위해 근연관계(van Gelderen, 1994,

Table 1. A list of characters for multivariate analyses.

Leaf
1. Angle
2. Width
3. Length
4. Petiole length
5. Depth of first lobe
6. Width of first lobe
7. The number of lobe
8. The 2nd length of width
9. Depth of 2nd lobe
10. Angle of three leaf vein
Fruit
11. Length of wing
12. Width of wing
13. Length of nutlet
14. Width of nutlet
15. Angle of fruits
16. Pedicel length
17. Distance between two wings
Ratio
18 Length of wing /length of nutlet (=character 13/11)
19. Width of wing/Length of nutlet (=character 14/13)
20. Length/depth of first lobe (=character 5/3)
21. Depth of first lobe/width of first lobe (=character 5/6)
22. 2 x depth of 2nd lobe/the 2nd length of width (=2 x character 9/8)

de Jong 1976, Ogata, 1967)로 알려진 티벳고로쇠와 고로쇠 분류군의 만주고로쇠, 우산고로쇠, 그리고 한, 중, 일 분포영역에서 채집된 고로쇠를 대상으로 주요 정량형질을 조사하였다. 본 연구의 주 목적은 정량형질을 중심으로 제안된 형질에 대한 재평가와 함께 고로쇠 분류군중 국내에 자생하는 고로쇠, 만주고로쇠, 우산고로쇠간의 전형질 관계를 규명하기위해 이와 관련된 종 혹은 각 지역별 표본을 조사하였다.

재료 및 방법

본 연구에 사용된 재료는 지난 1986년부터 2001년까지 한국, 일본에서 채집한 개인표본

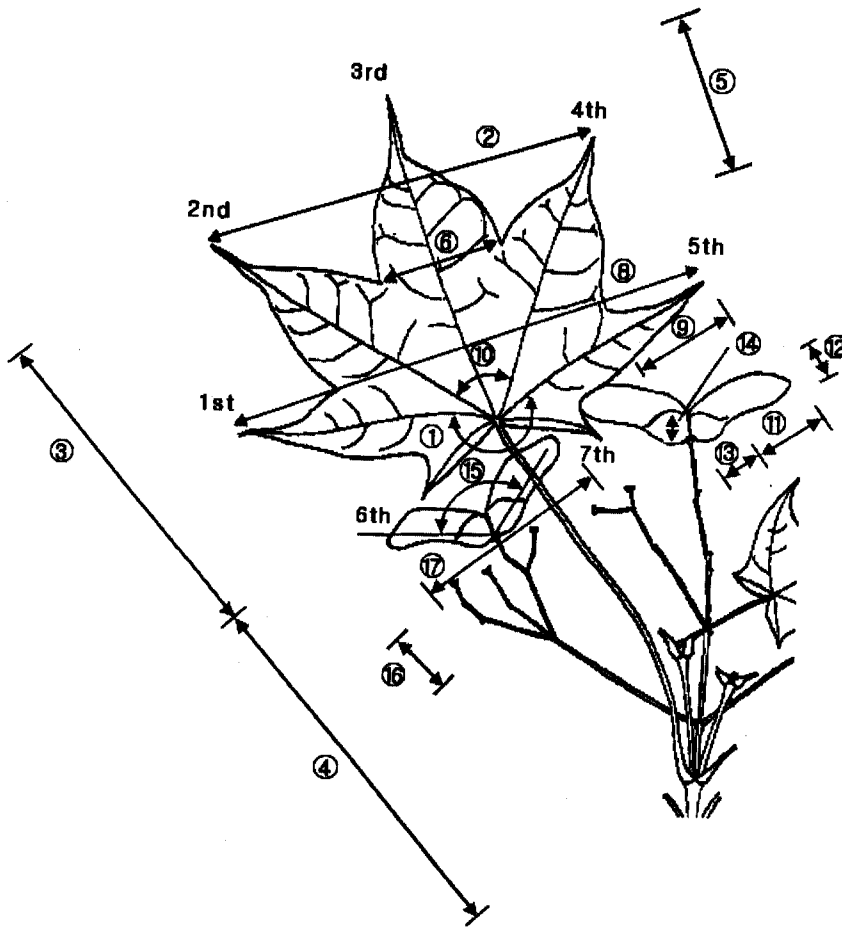


Fig. 2. The representative measured characters for the morphometric analyses.

(SNUA에 소장)과 서울대학교 농업생명과학대학 부속수목원 식물표본관(SNUA), 중국 북경 식물연구소(PE) 표본을 중심으로 조사하였다. 중국에 분포하는 수종은 PE표본관에서 관찰 후 비교적 변이 차이를 확실하게 보여주는 개체를 중심으로 선발하여 측정하였다. 즉, 종별로는 티벳고로쇠 8개체, 만주고로쇠 10개체, 우산고로쇠 23개체, 고로쇠는 중국에서 8개체, 일본에서 14개체, 한국에서 63개체 등 모두 125개체를 중심으로 조사하였다(Appendix 참조).

근연 분류군의 특징을 비교적 잘 나타내주는 잎(10개)과 열매(7개)의 17개 정량 형질과 식별에 자주 사용되는 주요 형질간 비율도 첨가하여 모두 22개의 형질을 분석에 이용

하였다(Fig. 2, Table 1). 본 연구에서 제시된 Fig. 2는 Ogata (1965) 논문의 그림을 이용하였다.

형질분석은 주로 각 표본에서 정단부분의 대표적인 잎(대부분 큰 잎을 중심)을 측정하였다. 각각 형질에 대한 단변량분석을 통한 형질의 종간 분산분석은 SAS(SAS Institute, 1988)의 PROC GLM을 사용하였고, 최소치, 최대치, 평균을 각 형질별로 측정하였다. 한편, 다변량분석으로는 주성분분석(principal components analysis, PCA) 중 correlation matrix를 이용하였다. 유집분석은 SPSS program (Norusis, 1986)의 Euclidian distance, UPGMA (unweighted pair-group method using arithmetic average)방법을 사용하였다.

조사 개체수에 의해 변이폭을 이해하는데 문제가 되는 것을 확인하기 위해 국내 자생 고로쇠의 10개체, 20개체 50개체 등으로 나누어 (무작위선출) 각각 한정된 개체간 형질 비교를 t-검정하였다.

결 과

단변량분석 : 고로쇠와 유연관계가 있는 *Acer cappadocicum* Gleditsch는 북부터어키, 카우카시아, 이란에서부터 남부이탈리아, 히말라야, 티벳 등에 분포하는 종(van Gelderen, 1994)으로서 잎이 갈라지는 정도(3-7개), 잎의 크기, 열매의 날개 및 종자의 크기, 열매 날개의 각도에 의해 여러 변종으로 세분화되며 이중 중국 티벳(西藏)과 湖北, 四川, 云南 등지에서 자라는 *A. cappadocicum* var. *sinicum*(티벳고로쇠)은 잎이 5(3)개로 갈라지면서 열매의 날개가 예각으로 벌어진다.

한편, 고로쇠 분류군의 경우 중국개체는 대부분이 5개로 갈라지지만, 한국개체는 5개와 7개의 결각으로 갈라진다. 특히, 한국의 조사 표본중 약 25%, 일본에서는 약 40%가 7개로 갈라져 중국의 내륙보다는 분포영역의 동쪽 개체들이 더 많이 갈라지는 것을 확인하였다. 특히 울릉도의 우산고로쇠는 조사 표본중 90%가 7개로 갈라지고, 극히 일부개체는 9개로 갈라진다. 따라서, 고로쇠 분류군은 중국서부에서부터 일본, 한국의 울릉도로 이동하면서 잎이 더 많이 갈라지는 연속변이를 보여주었다.

잎의 길이와 엽병은 다소 높은 상관관계($r=0.69$)를 보여주었는데 일본과 우산고로쇠의 개체들은 잎이 크면서 엽병도 긴 개체가 많이 확인되었고 이는 잎이 대형화하면서 결각이 증가하고(형질 2와 4) 3개의 결각의 각도(형질 10)는 반대로 감소하였다(Fig. 3A). 조사된 표본중 중국, 한국의 고로쇠 개체, 만주고로쇠는 잎이 깊게 갈라지는 경향을 보인 반면, 티벳고로쇠와 일본 고로쇠 개체들은 잎의 결각이 얇게 갈라졌다(형질 21). 대부분의 잎의 형질 변이는 종간에 중첩되어 종간식별에는 별다른 차이를 발견할 수 없었다. 열매 중 날개의 길이를 보면 티벳고로쇠와 우산고로쇠가 가장 길어(형질 11, Fig. 5B) 한국과

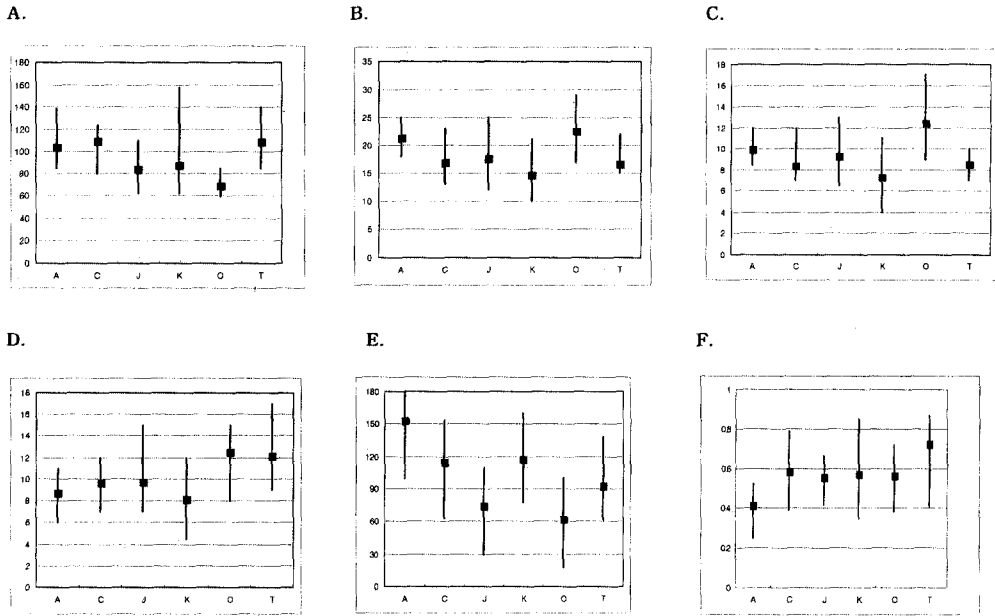


Fig. 3. Morphological variation of *A. pictum* complex. Taxon acronyms are as follows.

A : *A. cappadocicum*, C : *A. pictum*, China, J : *A. pictum*, Japan, K : *A. pictum*, Korea, O : *A. okamotoanum* T : *A. pictum* var. *truncatum*,

A. angle of three leaf vein, B. length of wing, C. angle of wing,

D. length of nutlet, E. length/depth of first lobe,

F. length of wing/length of nutlet(=characters 13/11).

중국의 고로쇠와 뚜렷하게 구분되지만 일본 고로쇠 개체가 중간형태를 보였다. 우산고로쇠는 날개의 폭(형질 12)이 매우 뚜렷하게 넓었지만, 고로쇠중 일본 개체와 중첩되었다(Fig. 3C). 열매의 크기(형질 13)는 만주고로쇠와 우산고로쇠가 크지만 고로쇠중 일본의 개체와는 구분이 불가능하며, 따라서 한국, 중국의 개체들과 중첩이 되었다(Fig. 5D). 날개의 길이와 종자의 크기 비율(형질 18)은 만주고로쇠의 주요 식별형질로서 만주고로쇠(0.7, 즉 종자 길이 > 날개 길이)와 티벳고로쇠(0.4, 종자 길이 < 날개 길이)는 뚜렷하게 차이가 존재하지만 일부 고로쇠개체와 우산고로쇠가 중첩되어 연속변이의 양상을 보여주었다. 날개의 각도(형질 15)는 일본의 고로쇠와 우산고로쇠가 매우 좁아져서(예각) 마치 두 날개가 평행으로 달린 것처럼 보인 반면 티벳고로쇠의 경우는 수평으로 벌어지는 개체(둔각)가 대부분이었다(Fig. 5E). 그러나, 중국과 한국의 고로쇠개체, 만주고로쇠는 날개의 각도가 100-140°로 갈라져 중간 변이 형태를 보여주었다.

형질간의 상관관계는 상관계수(r)를 통해 알 수 있는데, 열매날개의 길이와 폭(형질 11 vs 12)이 $r=0.83$ 으로 가장 높았고 엽병과 잎의 길이(형질 4 vs 3), 열매날개의 폭과 종자의 폭(형질 12 vs 14), 종자의 폭과 길이(형질 14 vs 13), 양날개의 벌어진 길이와 각도(형질 17 vs 15)는 0.7이상의 상관관계를 보였다. 비율은 잎의 결각의 폭과 길이 비율이 잎의 길이(형질 21 vs 3)가 0.7정도의 상관관계를 보일 뿐 비율 형질에서는 높은 상관관계를 보이지 않아 다변량분석의 독립 변량으로 간주하여 분석하였다.

다변량분석: 주성분분석에 의하면 3개의 성분 eigenvalue 누적비율이 0.59 (ca. 59%)로서 매우 낮은 수치를 보였으며, PC 1, 2와 3에는 각각 30.9, 13.3, 13.1%로서 주성분 축(PC) 1이 가장 높았다. 낮은 eigenvalue의 누적비율은 여러 원인 중 상호 OTU간에 주요 형질 대부분이 연속 변이었으며 일부 자료의 편중성(즉 고로쇠중 한국개체가 다른 개체들에 비해 표본 조사수가 많음), 일부 변량의 비정규분포(bimodal, or skewed distribution)때문인 것으로 판단된다. 본 분석 결과 전체 성분은 22개이며 이중 9개 성분까지 포함을 하여야 누적비율이 90%를 보여주었다. 주성분분석의 PC 1축과 상관관계를 보여주는 형질로는 잎의 길이와 폭, 날개 폭 등 주로 잎과 열매가, 2축에는 잎 결각의 깊이, 폭, 날개의 길이, 열매각도, 날개간격 등과 대부분의 비율로 형질화한 잎과 열매가 주를 이루었으나, 3축에서는 잎의 각도, 잎의 폭과 길이의 비율로서 주로 잎과 관련된 형질이었다. 다변량분석에 주요 형질로 판명된 형질중 잎의 폭과 관련된 여러 형질(형질 2, 6, 8)이 상대적으로 중요하였고 이외에 잎의 각도, 길이, 엽병의 길이, 3번째 잎의 길이였다. 또한, 열매의 형질 중에서는 날개의 길이와 폭(형질 11과 12)만이 중요한 형질로 나타났다. 또한, 비율에서는 3번째 잎결각의 깊이 정도(형질 20)와 3번째 잎 결각의 길이와 폭이 비율(형질 21)이 중요하였다. 전체적으로 열매의 형질보다는 잎의 형질에서 OTU간의 차이를 보여주었다.

다변량분석 결과 기존에 독립된 종으로 인정한 우산고로쇠가 가장 뚜렷하게 나타났으며, 만주고로쇠, 티벳고로쇠, 중국 고로쇠 개체들은 PC 1 vs 2, 1 vs 3(Fig. 4)에서 모두 중첩되었다. PC 1에서 한국-중국 고로쇠, 일본 고로쇠, 우산고로쇠간의 차이를 다소 보였지만 만주고로쇠, 티벳고로쇠는 한-중 고로쇠와 중첩되어 종간식별이 쉽지 않았다. 각 3개 국가에 분포하는 고로쇠를 보면 한국개체 중 잎의 크기, 열매의 크기 등 다소 만주고로쇠와 비슷한 경향을 보이는 개체는 실지로 PCA 상에서도 만주고로쇠에 가깝게 분포하였고 중국의 고로쇠개체중 일부는 티벳고로쇠 개체와 일부는 만주고로쇠 개체와 중첩되었다. 특히, 한국의 개체들 중 PC 1과 2에서 잎맥이 7개로 갈라지는 개체이면서 열매가 만주고로쇠처럼 큰 것들은 매우 극단적인 부의 값으로 PCA 바깥부분에 위치하는 반면, 5개로 갈라지는 것은 만주고로쇠와 가깝게 분포하였다(Fig. 3참조).

유집분석결과(Fig. 7) 각 종간에 뚜렷한 차이는 별로 보이지 않아 예상대로 정량적 형질로서 종의 한계를 정하는 것은 쉽지 않음을 재차 확인하였다. 그러나, 일본 고로쇠 개체는

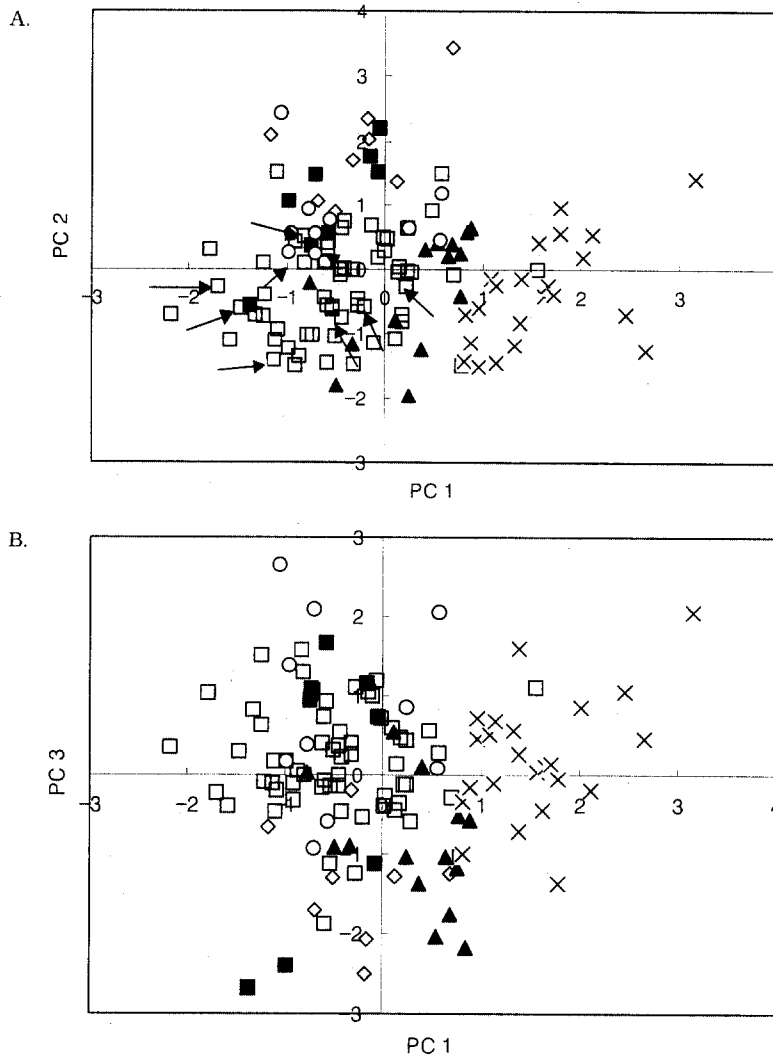


Fig. 4. Scatter diagrams from principal components analysis of *Acer pictum* and *A. cappadocicum* var. *sinicum*. A. PC 1 vs PC 2(→indicated the Korean individuals of *A. pictum* var. *truncatum*) B. PC 1 vs PC 3. (Taxon symbols are as follows: *Acer cappadocicum* var. *sinicum*; ◇, *A. pictum* China; ■, *A. pictum* Japan; ▲, *A. pictum* Korea; □, *A. okamotoanum*; ×, *A. pictum* var. *truncatum*; ○.

우산고로쇠(작은개체)와 유집된 반면, 큰 우산고로쇠 개체는 독립적으로 유집되어 우산고로쇠가 2개의 유형으로 나누어졌다. 또한, 고로쇠중 한국과 중국 개체들은 티벳고로쇠와 만주고로쇠와 같은 유형에 유집되어 중간 관계를 이해하기에는 다소 힘들었다. 특히, 고로쇠 일본개체는 우산고로쇠와 한국의 고로쇠 개체들과 유사한 반면, 티벳고로쇠,

만주고로쇠, 고로쇠 중국개체들이 서로 유집되었다. PCA분석에서 한국의 고로쇠 개체들이 중국과 일본의 중간적 변이를 보인 것과 같이 유집분석에서도 이와 유사한 연속적 변이양상을 확인하였다.

표본추출수에 의한 자료 왜곡현상에 대해서는 10개체, 20개체, 50개체를 난수표를 통해 한국 고로쇠에 대해 조사하였는데 대부분 형질에 있어 차이를 발견할 수 없었다. 즉, 개체수가 적어도 중간 관계를 이해하는 데에는 별다른 문제점이 없었다.

고 찰

형질에 대한 재고: Lee(1973)가 제시한 고로쇠 분류군의 주요 식별 형질로는 잎의 결각, 날개와 종자의 비, 엽저의 모양, 날개의 길이와 폭, 잎의 털의 정도를 열거하고 있다. 특히, 만주고로쇠는 엽저가 편평하고 날개와 종자의 길이가 비슷한 반면, 고로쇠는 5개로 갈라지면서 아심자형, 심장형이면서 날개 길이가 종자의 길이보다 1.5-2배이며 우산고로쇠는 잎이 7개로 갈라지면서 종자가 고로쇠에 비해 큰 특징을 언급하고 있다. 한편, Hsu (1992)는 잎의 결각수, 잎의 모양 및 크기, 열매의 각도만을 가지고 고로쇠 분류군에서 7아종을 세분화 하였다.

본 연구에서는 상기 저자(Lee, 1973; Hsu, 1992)들이 주장한 정량적 형질을 단변량, 다변량분석을 통해 중간관계를 재조명하여 보았다. 우선, 가장 뚜렷하게 나타난 우산고로쇠의 형질에 대한 단변량분석에서는 잎과 열매의 모든 형질은 연속변이를 하고 있었다. 일부 형질중 날개의 길이, 날개/종자 길이의 비, 열매(날개)의 각도 등에서는 우산고로쇠, 티벳고로쇠, 만주고로쇠 간에 뚜렷한 불연속 변이를 보이지만 한국, 중국, 일본의 고로쇠 개체를 모두 함께 고려하면 연속 변이로서 중간 식별을 위한 뚜렷한 형질은 찾을 수가 없었다.

고로쇠를 지역별로 보면 중국내륙의 개체들은 대부분 잎이 3-5개로 갈라지면서 잎의 결각은 깊게 갈라지고 열매는 날개에 비해 종자의 크기가 상대적으로 작으면서 수평으로 갈라진다. 중국 동북부의 만주고로쇠는 5개로 잎이 갈라지면서 종자의 크기가 증가하며 잎의 결각 혹은 날개의 각도는 다소 좁아지는 경향이 있다. 이러한 현상은 역시 *A. cappadocicum* complex에서도 중국을 중심으로 서부로 이동하면서 잎이 3개로 갈라지는 현상을 볼 수 있어(van Gelderen, 1994), 결각이 갈라지는 현상은 지리적 연속변이로 생각된다. 특히, 고로쇠 중 중국 서부에서 채집된 개체는 티벳고로쇠에 가깝고, 반대로 동북부지역이나 동부지역에서 채집된 개체는 만주고로쇠에 가까워 동일 지역 내에서 채집된 개체를 중심으로 근연종과 식별하는 것은 매우 어렵다. 한편, 일본의 고로쇠와 울릉도의 일부 개체는 잎이 대형화하면서 잎의 결각이 7-9개로 갈라지는 경향을 보이고 있는데 중국이나 한국내륙의 개체들과는 달리 잎의 결각이 크면서 매우 얇게 갈라지는 현상이

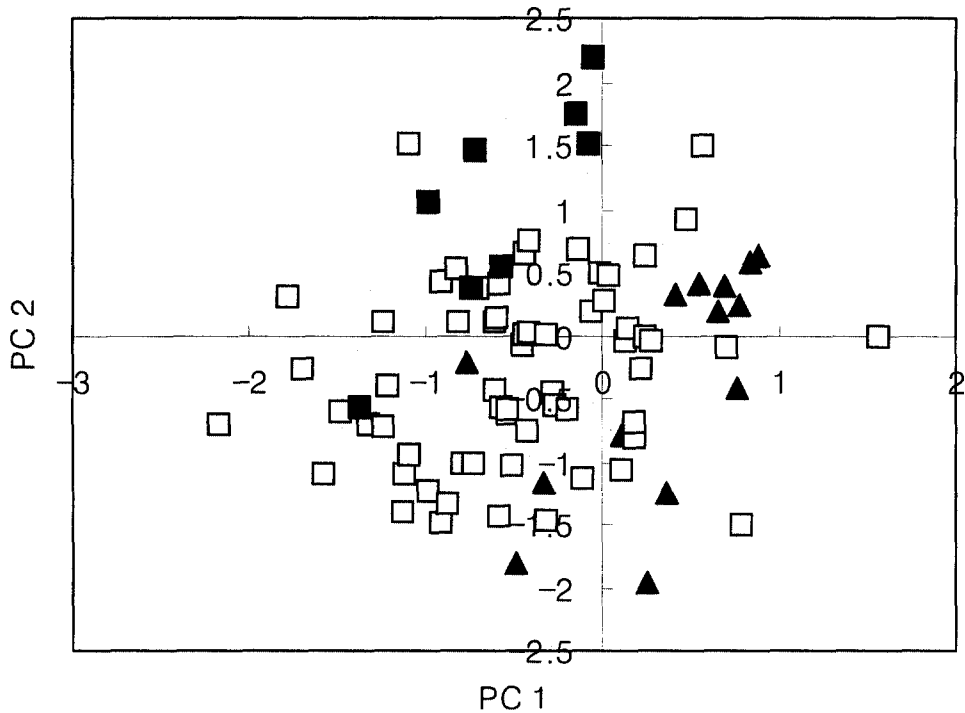


Fig. 5. Principal components analysis of *Acer pictum* in Korea, Japan and China. Taxon symbols are as follows: *A. pictum* China; ■, *A. pictum* Japan; ▲, *A. pictum* Korea; □.

있다. 한국의 서해안과 강원도, 경기도 일대에서 채집된 개체들 중에는 만주고로쇠형의 개체가 관찰되지만 전형적인 만주고로쇠형 - 잎이 결각이 서로 수평이면서 날개와 종자의 비가 0.7이상(즉 종자의 크기가 매우 큼) - 은 발견하기가 매우 어렵다. 종합적으로 판단하면 국내에서 채집된 고로쇠 개체들은 전체적으로 중국의 고로쇠 변이와 유사한 반면 울릉도의 우산고로쇠는 열매와 잎의 형태에 있어 일본의 서쪽 연안(日本海=東海)의 개체들과 유사하여 한국의 고로쇠가 전체 변이의 중간형을 보여준다.

본 연구 결과 고로쇠가 지리적으로 분화된 종으로서 특히, 중국에서 기존의 학자(예, Fang, W. P.)에 의해 동정된 표본(PE)을 보더라도 만주고로쇠, 고로쇠, 티벳고로쇠의 실제와 주요 식별형질을 이해하기는 매우 어렵고 실제로 오 동정된 경우도 많았다(personal observations). 고로쇠 분류군은 중국 내륙의 동쪽에서 일본 서쪽까지 분포하는 개체를 모두 하나의 분류군으로 보았을 때 다소 지역적으로 분화하여 PCA상에서도 약간의 차이를 보였다(Fig. 5). 특히, 우산고로쇠, 만주고로쇠의 경우(Fig. 3의 A, B, C, D, E)

특징적인 형질분화가 진행되고 있지만 결국 모두 연속변이(clinal variation) 현상에 포함된다. Tanai(1983)의 화석연구에 의하면 지금으로부터 3천만년전(신생대 Oligocene) 현재의 고로쇠와 유사한 종(7개로 갈라진 잎, *A. chiharae* Huzioka et Nishida, *A. huziokae* Tanai, *A. rotundatum* Huzioka, and *A. shanwangense* Tanai) 들이 이미 오래 전에 한일 지역에서 많이 발견되어 신생대 중기 이전에 지리적으로 고로쇠가 분화되었을 가능성이 높다.

단풍나무속에서 중요한 형질로 인식되는 날개의 각도, 종자의 크기에 대한 빈도 그림(Fig. 6)을 보면 정량적 형질이 모두 정규분포의 형태인데, 이는 여러 유전자가 하나의 형질에 관여하는 다유전자 특성(polygenic trait)으로 볼 수 있다. 따라서, 이러한 형질을 중심으로 종간 한계나 종내 변종을 설정할 경우 종간 혹은 변종 식별에 많은 어려움을 줄 수 밖에 없다. 특히, 중국의 단풍나무속을 정리한 Fang(1932a, 1932b, 1939, 1966, 1979, 1981)은 단풍나무속의 분류를 잎의 모양, 털의 유무, 열매의 크기, 각도 등의 정량적 형질을 주요 형질로 인식한 반면, 화서, 꽃의 모양, 종자발아(de Jong, 1976), 동아의 수, 해부학적 형질(Ogata 1967)을 중심으로 한 다른 학자들 연구 결과와 일치하지 않는다.

이미 섬단풍나무/당단풍과의 비교 연구(Chang, 1991)와 논쟁(Chang, 1994; Park *et al.*, 1994)에서 나타났듯이 다변량분석의 좌표상의 차이나 단변량분석의 평균값에 있어 뚜렷한 차이(통계적 유의성)를 보이더라도, 주요 형질의 변이 범주가 종간에 중첩되거나 혹은 근연 종으로 보는 식물의 분포 전 지역에서 주요 형질이 연속변이일 경우 종으로 분류학적 계급을 부여하는 것은 종의 실체를 매우 좁은 개념으로 보는 경우이다. 섬단풍의 경우 울릉도 성인봉 정상에 개체는 당단풍의 개체처럼 잎이 매우 작으면서 엽맥수가 9개로 갈라지며, 반대로 전라남북도, 경상남북도 동해, 남해안 일대 지역의 개체는 섬단풍의 개체처럼 잎이 커지면서 엽맥수가 11개로 증가한다. 따라서, 좁은 종의 개념으로 섬단풍을 울릉도해안지역과 저지대, 남해안 일대, 중부지역 일부 산에 분포하는 종으로, 당단풍을 대부분 중부와 남부지방, 그리고 울릉도 성인봉정상에 분포하는 종으로 인정하는 분류학적 처리와 섬단풍을 당단풍의 변이체로 보아 하나의 종으로 보아 이명 처리하는 넓은 종의 개념으로 구분된다. 이와 유사한 경우가 바로 우산고로쇠와 고로쇠의 경우이다. Van Gelderen(1994)은 우산고로쇠는 열매(종자와 날개의 길이 합)가 35-45mm이며 날개가 예각이거나 서로 마주보면서 마치 평행으로 벌어지는 특징으로 *A. mono* var. *okamotoanum* (Nakai) de Jong으로 처리하는 것을 지지하고 있는데(van Gelderen의 우산고로쇠의 그림은 단풍나무 그림으로 잘못 제시) 본 연구 측정길이는 27-44mm(평균 34.5mm)로서 기존에 알려진 우산고로쇠의 변이 폭보다는 훨씬 큰 것을 확인하였다. 즉, 열매가 35mm 이하인 개체가 50%로서 변종으로 인정된 개체가 절반이며 이외에 열매가 작은 개체도 울릉도에서 절반을 차지한다. 고로쇠 중 일본 개체는 열매가 20-39mm, 한국 개체는 15-31mm로서 한국 내륙의 개체와 우산고로쇠만을 비교하면 뚜렷한 형질 차이를

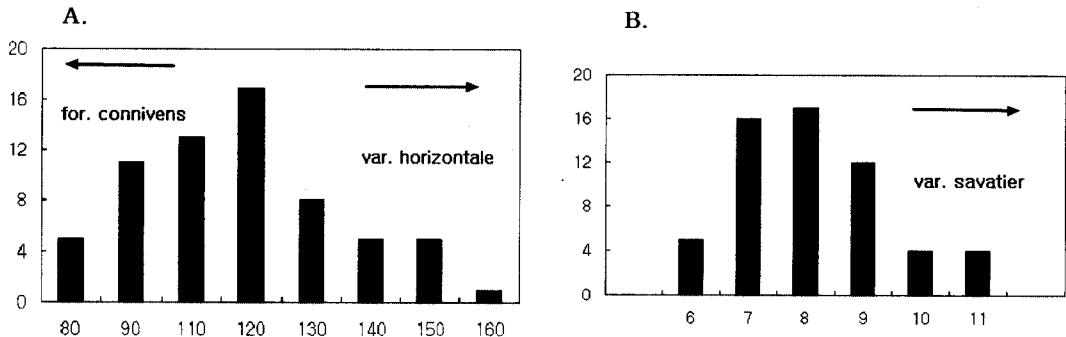


Fig. 6. Frequency distribution of angle and length of wing from Chinese and Korean samples of *A. pictum*. A. Angle of wing, B. Nutlet size

보이지만 일본 개체를 함께 고려하면 우산고로쇠가 뚜렷하게 큰 개체는 약 20%에 불과하다. 결국 한-일-울릉도의 순서로 열매의 형질 변이가 연속 변이를 보이며 이러한 양상은 다변량분석인 PCA와 유집분석에서 확인된다(Fig. 5). 따라서, 우산고로쇠중 일부 개체는 한일의 고로쇠중 큰 개체와 유사하며, 반대로 한반도나 일본내 고로쇠중 일부는 우산고로쇠와 유사한 개체(*A. mono* var. *mayrii*)가 발견된다(Ogata, 1965).

기존에 알려진 정성형질의 경우 다변량분석시 자료왜곡현상으로 본 연구 분석에 포함하지 않았다. 그러나, 정성형질을 포함하지 않은 분석결과(PCA, 유집분석)는 때로 표본을 중심으로 종 동정하는 실질적인 식별 과정과는 차이를 보일 수 있다. 이는 바로 종에 대한 이해를 위해 정성적 형질이 중요함을 의미하기도 한다. 또한, 본 연구에서는 종당 많은 표본수를 확보하는 것만이 중간차이를 확인하는 방법보다는, 종의 변이를 충분히 반영하는 표본추출의 선발이 중요함을 확인하였다.

중국에서 서부아시아까지 매우 넓게 분포하는 *A. cappadocicum* complex의 경우는 소지가 녹색이어서 갈색을 띠는 고로쇠군(우산고로쇠, 만주고로쇠, 고로쇠 모두 포함)과 쉽게 식별이 가능하다(van Gelderen, 1994; Fang, 1981). 또한, 만주고로쇠의 경우 수피가 뚜렷(세로로 깊게 갈라지는 유형)하여 고로쇠와 식별이 가능하다. 수피 특징이외의 형태적 특징에서 국내에 분포하는 고로쇠 중 약 25%정도는 만주고로쇠의 경우처럼 날개와 종자의 비가 0.7에 가까우면서 잎이 5개의 결각의 엽저부분이 수평으로 갈라지는 유형이 발견되어 만주고로쇠가 국내에 분포하는 것으로 인정할 수 있지만 수피의 형태는 중국동북부와 黄河유역 하류지역에 분포(Fang, 1981)하는 개체의 수피처럼 깊게 갈라지는 것은 없으며 약간 거칠게 갈라져 전형적인 고로쇠와 중국동북부지역의 만주고로쇠의 중간 형태를 가지고 있다. 대부분 이런 개체는 국내에서 서해안 섬지역과 해안지역, 강원도(일부 충청남북도 포함) 지역에서 고로쇠와 함께 산발적으로 발견된다. 따라서, 열매의 특징과 본 연구의 정량분석을 종합하여 볼 때 만주고로쇠는 *A. pictum*의 변종(혹은 아종)으로 인정

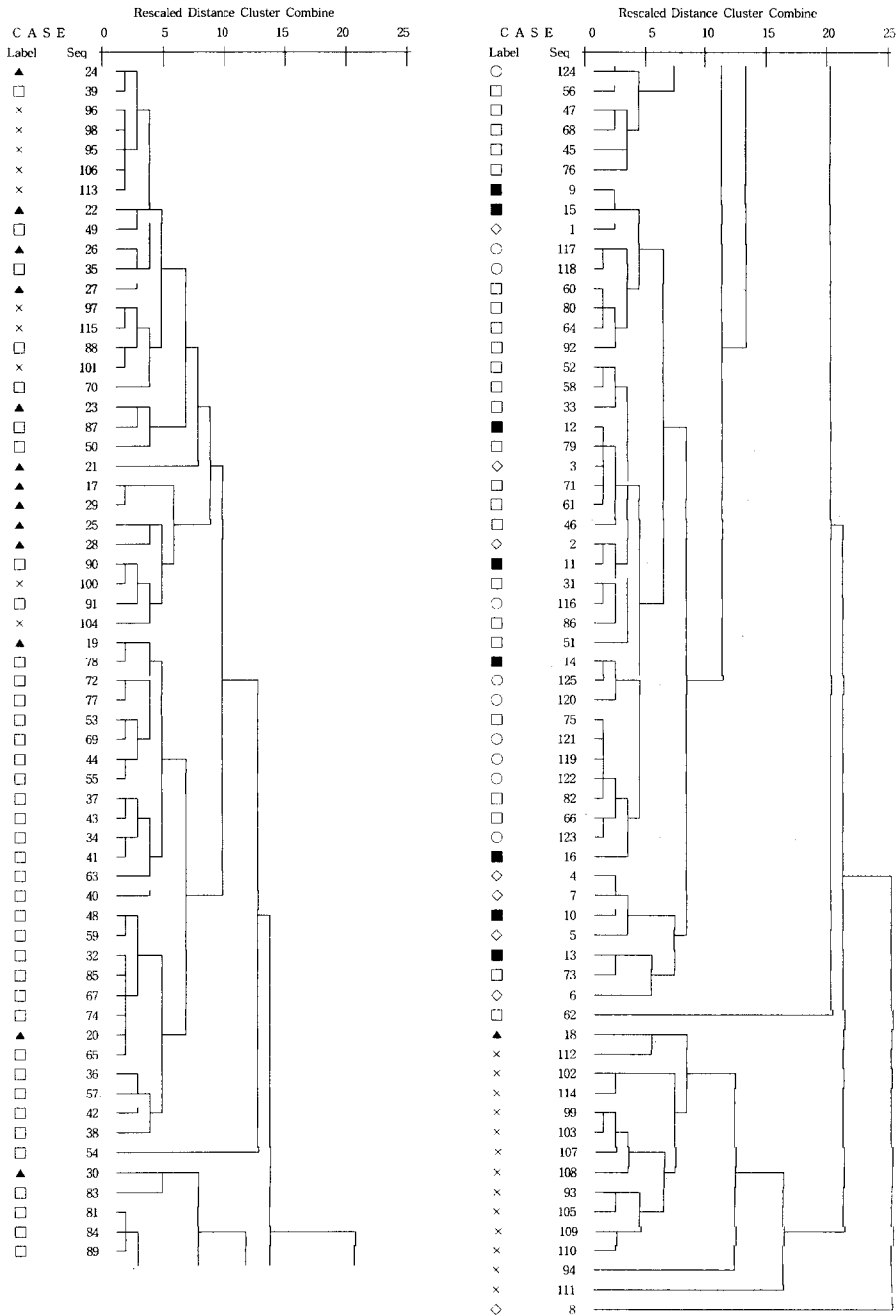


Fig. 7. Cluster phenogram composed of 125 OTUs of three species of *Acer pictum* complex including *A. cappadocicum* var. *sinicum*. Taxon symbols are labeled in Fig. 4.

하는 것이 적절하다고 생각한다. 티벳고로쇠의 경우도 *A. pictum*의 변종(혹은 아종)으로 인정하는 것이 타당하나 현재 매우 넓게 분포하는 *A. cappadocicum* complex 중 중국에 분포하는 일부 개체만을 중심으로 연구한 결과로서 이에 관한 종 처리는 본 연구에서 유보하고자 한다. 정성적 형질의 특징없이 연속 변이를 보이는 우산고로쇠는 위에 언급된 바와 같이 종 혹은 변종보다는 고로쇠의 극단적 변이로 판단하여 고로쇠로 이명 처리하였다.

공간관계 : 국내에서 기재된 변종을 보면(Lee, 1980; Lee, 1996), 우선 잎이 얇게 5개로 갈라지고 뒷면에 짧은 갈색 털이 있는 것을 털고로쇠 [*A. mono* var. *ambiguum* (Pax) Rehder]로 보고 있는데 일본에서도 역시 잎이 5-7개로 갈라지면서 잎에 털이 많은 개체(北海道以南 전 일본지역분포)에 대해 동일학명을 적용하고 있다. 또한, 잎이 대개 7개로 갈라지고 열편이 넓은 3각형이며 열매가 거의 수평으로 벌어지는 것을 *A. mono* var. *horizontale* Nakai(산고로쇠), 잎이 거의 원형으로 5-9개로 얇게 갈라지고 밑은 소형이며 열편은 약간 꼬리 모양으로 뾰족해지고 위 뒤 주맥 기부에 털뭉치가 있는 외에 털이 없는 개체(Lee, 1996)를 *A. mono* var. *savatier* Nakai(왕고로쇠), 잎이 깊게 갈라지고 열편이 피침형이며 엽병이 매우 긴 것을 *A. mono* for. *dissectum* (Wesmael) Rehder, 엽병이 적색인 것을 *A. mono* for. *rubripes* (Nakai) T. Lee (붉은고로쇠), 우산고로쇠처럼 열매가 예각으로 벌어져 두 개의 날개가 평행한 *A. mono* for. *connivens* (Wesmael) Rehder(집게고로쇠) 등이 있다. 이중 Ohashi(1993)에 의해 털고로쇠를 *A. pictum* Thunb. ex Murray subsp. *pictum* for. *ambiguum* (Pax) H. Ohashi로, 왕고로쇠는 *A. pictum* subsp. *savatier* (Pax) H. Ohashi로, 긴고로쇠를 *A. pictum* subsp. *dissectum* (Wesmael) H. Ohashi for. *dissectum*으로, 집게고로쇠를 *A. pictum* subsp. *dissectum* for. *connivens* (Nichols.) H. Ohashi로 각각 처리하여 대부분의 변이체를 아종(subspecies) 혹은 아종의 품종으로 격하하였다.

Fig. 6에 의하면 중국과 한국의 고로쇠의 열매의 각도에 대한 빈도에서 보듯, 양단부분이 각각 var. *horizontale* 혹은 for. *connivens*로 처리된 것을 알 수 있다. 또한, 종자의 크기의 빈도분포를 보면 크기가 큰 것을 var. *savatier*로 부르고 있다. 특히, 중국내에서도 우산고로쇠처럼 종자의 날개와 종자의 합 길이가 35-40mm인 개체를 *A. mono* var. *macropterum*, 작은 것을 *A. mono* var. *incurvatum*, 중간 형을 *A. mono* var. *mono*로 지칭하고 있어 이러한 연속변이를 바탕으로 종이하 분류군이 설정된 것을 확인할 수 있다.

기존에 알려진 고로쇠에 관한 국외의 변종처리는 보다 많은 표본조사를 통해 재분석을 시도하여야 하나 현재까지 국내 표본조사에 의하면 고로쇠의 근연종과 종이하 분류군은 모두 고로쇠 변이의 일부로 생각된다. 그러나, Ohashi(1993)의 제안처럼 잎 뒷면에 털이 많은 개체를 subsp. *pictum*, 털이 없는 개체를 subsp. *mono*로 인정하는 것은 중국내륙의 털이 많은 개체를 종으로 인정하는 경우(서론참조)를 고려한다면 타당하다고 생각한다.

털고로쇠의 경우 일본 남부와 한국 남부의 일부개체에서만 잎 전체에 털이 존재할 뿐 대부분 엽병과 엽 주맥에 털이 발달하는 정도이다. 주맥부분에 털이 있는 개체는 일본 Hokkaido 남부에서 Kyushu를 거쳐 한국의 남쪽의 전라남도 경상북도에 주로 분포하며 일부는 충청북도, 강원도지역에서도 산발적으로 발견되는 남방계통의 분류군으로 판단된다.

한편, Ohashi(1993)는 일본의 개체중 잎이 깊게 갈라지지 않으면서 갈색 털이 존재하는 변이체를 *A. pictum* subsp. *pictum* for. *ambiguum* (Pax) Ohashi로 지칭하는데 특히, Pax가 일본 표본을 중심으로 기재한 변이체를 의미한다. 따라서, 우리 나라에서는 이러한 변이체가 존재하지 않아 국내에서 이 학명을 털고로쇠로 사용하는 것은 적절하지 않다고 생각한다. 특히, 국내에 분포하는 개체 중 털이 많은 개체를 *A. pictum* subsp. *pictum* for. *pictum*으로 처리하여 일본의 잎이 깊게 갈라지지 않으면서 털이 많은 for. *ambiguum*과 구분하는 것이 옳다. 한편, 털고로쇠를 Hsu(1992)는 *A. mono* subsp. *marmoratum* (Nichols.) Kitam.(Hsu는 본인의 이름을 명명자로 사용하였으나 1971년 이미 Kitamura가 선취권이 있음)로 지칭하였으나, Ohashi는 *A. pictum* subsp. *pictum*으로 이명 처리하였다. 또한, 일본에 분포하는 개체를 중심으로 기재된 집게고로쇠(*A. pictum* subsp. *dissectum* for. *connivens*), 긴고로쇠(*A. pictum* subsp. *dissectum* for. *dissectum*), *A. mono* var. *marmoratum* Hara (Nicholson의 *A. pictum* var. *marmoratum*과는 다른 유형의 개체를 지칭하며, *A. pictum* subsp. *dissectum* for. *dissectum*으로 처리, Ohashi, 1993)의 경우는 *A. pictum* subsp. *dissectum*의 각 품종으로 처리하였는데 이는 재배되는 개체 중 잎 뒷면에 털이 있으면서, 깊게 갈라지는 유형을 아종으로 인정하고 각각 이 아종 내의 뚜렷한 변이체를 모두 품종으로 보는 Ohashi(1993)의 견해이나 다시 아종으로 승격시켜 보는 견해는 바람직하지 않다고 생각한다. 따라서, 모든 변이체를 *A. pictum* subsp. *pictum*의 품종으로 통합 처리하는 것이 적절하나 일본 개체를 중심으로 붙여진 품종들이기 때문에 본 연구에서는 이명 처리하지 않고 추후 기준표본과 일본 고로쇠의 변이를 연구한 후 시도하고자 한다. Ohashi(1993)는 *A. pictum complex*를 무려 11개의 아종으로 나누어 정리하였는데 *A. pictum* subsp. *pictum*과 *A. pictum* subsp. *mono*에 대한 명확한 학명 정리에도 불구하고 9개의 새로운 아종을 다시 만들어 고로쇠 분류군에 대한 명명과 변이에 대한 이해를 더 혼란스럽게 하고 있다.

왕고로쇠(*A. mono* var. *savatieri*)는 Ohashi(1993)에 의하면 기준표본이 몇 개의 표본으로 합성되어 있는데 'Yezo: Hakodate (Maxim., wilford)'로 기재된 표본만이 *A. pictum* subsp. *mono*이며 대부분의 표본은 *A. pictum* subsp. *savatieri* (Pax) H. Ohashi로 보고 있다. 현재 기준표본을 조사하지 못해 Ohashi가 제한한 학명에 대해서는 본 연구에서 이명 처리하지 않았지만 이 학명 역시 단순히, 열매와 잎의 형태만을 중심으로 설정된 분류군으로서 *A. pictum* subsp. *mono*의 품종으로 격하하는 것이 적절하다고

생각한다.

본 연구는 ven Gelederen(1994), Ohashi(1993)가 선호하는 아종(subspecies)의 개념보다는 변종(variety)을 사용하였다. 또한, 국내에서 기재된 산고로쇠(var. *horizontale*)의 경우는 *A. pictum* var. *mono*로 이명 처리하였다.

결론적으로 정량형질을 중심으로 고로쇠 분류군을 이해하는 것은 매우 어려운 반면, 소지의 색깔, 수피의 모양, 털의 유무 등의 정성적 형질이 종이하 분류군을 이해하는데 더 많은 도움을 주었다.

유집분석 혹은 PCA분석에 의한 구조적 관계(structural relationship)가 반드시 린네식 분류체계(Linnean hierachy)와 관련이 있어야 한다는 주장이 있지만, 자연분류군이 반드시 분류체계를 가져야 한다는 이론과는 무관하며 전형질 분석은 전통적으로 분류체계를 추구하는 학자들의 의견이 반영된 것에 불과하다(Planchen, 1992). 따라서, 본 연구에서는 전형질분석의 결과가 반드시 분류체계와 일치되어야 한다는 견해보다는 전형질 분석에 사용된 정량형질과 독립적인 정성형질, 지리적 분포를 중심으로한 입장에서 고로쇠 분류군을 정리하였다. 즉, 국내에는 주로 남부지방에 분포하는 털고로쇠, 북부지방과 중부지방의 경기도, 강원도, 충청도에 분포하는 만주고로쇠, 그리고 전국적으로 분포하는 고로쇠 등 3변종으로 정리하였다. 본 연구결과를 종합한 검색표와 분류학적 처리는 다음과 같다.

Key to the varieties of *Acer pictum* and *A. cappadocicum* complex in eastern Asia

1. Green twigs and shoots; wing length/nutlet length ratio (0.3)0.4(0.5), wing angle (100)150(180)°, wing length (18)21(25)mm; depth of first lobe/width of first lobe (0.6)0.89(1.2); plants from western China.....
.....*A. cappadocicum* var. *sinicum*
1. Gray and gray-brown twigs and shoots; wing length/nutlet length ratio (0.4)0.6(0.9), wing angle (20)100(160)°, wing length (10)16.5(30)mm; depth of first lobe/width of first lobe(0.8)1.3(2.4); plants from northeastern and central China, Korea and Japan.
 2. Fissured trunk and smooth bark; nutlet length (4)9(12)mm, wing length/nutlet length ratio (0.4)0.7(0.8); plants from northeastern and central China and north and western Korea*Acer pictum* var. *truncatum*
 2. Smooth trunk or rough bark; nutlet length (9)12(17)mm, wing length/nutlet length ratio (0.4)0.5(0.8); plants from China, Korea, and Japan
 3. leaves densely pubescent or pubescent along the vein.....
.....*Acer pictum* var. *pictum*

3. leaves glabrous.....*Acer pictum* var. *mono*

Taxonomic Treatments

Acer pictum Thunb. ex Murray var. *pictum*, Syst. Veg. ed. 14, 912, 1874.
(lectotype: UPS-THUNB24084, microfische!)

Acer pictum var. *marmoratum* Nichols., Gard. Chron. ser. 2, 16:375, 1881.

Acer pictum for. *albomaculatum* Dippel, Handb. Laubh. 2:455, 1892.

Acer ambiguum Dippel, Hand. Laubh. 2:457, 1892.

Acer pictum var. *ambiguum* Pax, in Engler, Bot. Jahrb. Syst. 16:401, 1892.

Acer pictum var. *paxii* Schwer., Gartenflora 42:458, 1893.

Acer pictum var. *horizontale* Nakai, Bot. Mag. (Tokyo) 33:59, 1919.

Acer platanoides subsp. *pictum* Gams, in Hegi, III. Fl. Mittel-Eur. 5, 1:282, 1924.

Acer mono for. *marmoratum* (Nichls.) Rehder, J. Arnold Arbor. 19:81, 1938.

Acer mono for. *albomaculatum* (Dippel) Rehder, J. Arnold Arbor. 20:417, 1939.

Acer mono for. *ambiguum* (Pax) Rehder, J. Arnold Arbor. 20:416, 1939.

Acer mono var. *ambiguum* (Pax) Rehder, Man. Cult. Tr. Shr. ed. 2 570, 1940.

Acer truncatum var. *paxii* (Schwer.) E. Murray, Kalmia 1:41, 1969.

Acer mono subsp. *ambiguum* (Pax) Kitam. ex Kitam. and Murata, Coll. III. Woody Plant Jap. 1, 293, 1971. *nomen nudum*, Acta Phyt. Geob. 25:41, 1972.

Korean name: Teor-go-ro-shoe (털고로쇠)

Distribution: Northern Honshu to Kyushu of Japan and southern Korea.

Representative specimens (all specimens are deposited at SNUA, otherwise indicated). **Korea** Gyeong-sang-buk-do: Chang593, OJ020, Lee and Cha *s.n.* (SNUA35369) Gang-won-do: Chang3255, Chang468, Chang3255, Lee *et al.* (SNUA 35362), Jeol-la-nam-do: Chang2836, Lee *et al.* (SNUA35164), Lee *et al.* (SNUA35289), Im *et al.* 37894. Gyong-gi-do: Lee and Cho 5440. Je-ju-do: Chang634

Japan Iwate: Chang1427 Gunma: Chang1719, Chang763, Chang697, Chang708, Yamanashi: Chang1381 Tochigi: Chang676 Miyagi: Chang994, Chang993, Chang978, Hokkaido: Chang830, Chang810

Comments: As Ohashi (1993) indicates, the lectotype of *Acer pictum* has minute hairs uniformly on the under surface of leaves and is treated as *A. pictum* var. *pictum*. It occurs in southern Hokkaido to Kyushu of Japan and southern Korea, although some individuals are occasionally found throughout Korea.

Acer pictum Thunb. ex A. Murray var. *mono* (Maxim.) Maxim. ex Franch. Nouv. Arch. Mus. Hist. Nat. 11.5:229, 1883.

Acer mono Maxim., Bull. Cl. Phys.-Math. Acad. Imp. Sci. Saint-Petersbourg 15:126, 1857. (isotype:K, Maximowicz *s.n.*, not seen).

Acer laetum var. *parviflorum* Regel, Bull. Cl. Phys.-Math. Acad. Imp. Sci. Saint-Petersbourg 15:219, 1857.

Acer pictum var. *typicum* subvar. *mono* (Maxim.) Maxim., Bull. Acad. Imp. Sci. Saint-Petersbourg 26:443, 1880.

Acer pictum var. *savatieri* Pax, Engler, Bot. Jahrb. 6:236, 1886. (p. maj. p., excel. specim. cit. Yezo:Hakodate (Maxim., Wilford), sensu Ohashi, not seen)

Acer pictum var. *parviflorum* (Regel) C. K. Schneid., Illustriertes Handbuch der Laubholzkunde 2:225, 1907.

Acer hayatae var. *glabra* H. Lév. et Vaniot, Bull. Soc. Bot. France 53:590, 1906.

Acer okamotoanum Nakai, Bot. Mag. (Tokyo) 31:28, 1917. (lectotype:DB No. 02424, Okamoto *s.n.*, TI, seen as phytocopy)

Acer pictum var. *rubripes* Nakai, F. Mt. Paikutusan 50, 1918. (holotype:DB no. 01954, T. Nakai no 2192, TI, seen as photocopy)

Acer pictum var. *horizontale* Nakai, Bot. Mag. (Tokyo) 33:59, 1919. (holotype:DB no. 02073, T. Nakai no 7241, TI, seen as photocopy)

Acer mono var. *acutissimum* Nakai, Bot. Mag. (Tokyo) 45:127, 1931.

Acer mono var. *horizontale* (Nakai) Nakai, Jap. J. Bot. 18:613, 1942.

Acer mono var. *glabrum* (H. Lév. et Vaniot) Hara, Enum. Sp. Jap. 3:105, 1954.

Acer mono var. *glabrum* for. *acutissimum* (Nakai) Hara, Enum. Sp. Jap. 3:105, 1954.

Acer truncatum subsp. *mono* (Maxim.) E. Murray, Kalmia 1:7, 1969.

Acer cappadocicum subsp. *mono* (Maxim.) E. Murray, Kalmia 12:17, 1982.

Acer mono subsp. *glabrum* (H. Lév. et Vaniot) T. Z. Hsu, Guihaia 12:231, 1992.

Acer pictum subsp. *savatieri* (Pax) H. Ohashi, Jap. J. Bot. 68:321-322, 1993.

Acer pictum subsp. *mono* (Maxim.) H. Ohashi, Jap. J. Bot. 68:321, 1993.

Korean name: Go-ro-shoe-na-mu (고로쇠나무)

Distribution: Central and Northern China, Korea and Japan.

Representative specimens: Korea Gyong-sang-buk-do: Chang093, Chang994, Chang160, Chang201, Lee *s.n.* (Aug. 27, 1976), Kim *s.n.* (Aug. 10, 1972), Lee *s.n.* (July 27, 1961), Lee and Cho8428, Lee and Cho8428-1, Lee *s.n.* (Aug. 5, 1961), Lee *s.n.* (Oct. 1, 1982), DYChoi370, DYChoi368, DYChoi365, DYChoi364, DYChoi361, DYChoi359, DYChoi298, NA353, NA48, NA340, Lee *s.n.* (Aug. 12-18/1986), Lee

and Cho8491 Lee *s.n.* (SNUA35325), Gang-won-do:Lee and Kim *s.n.* (SBUA35368), NA159, Chang2021, SM021, Jeol-la-nam-do:Lee *s.n.* (SNUA35288), Lee *s.n.* (SNUA35151), Chang643, Jeol-la-buk-do:Lee *s.n.* (SNUA35366), Gyong-gi-do:Lee *et al.* (SNUA35139), Lee *s.n.* (SNUA35147), Lee *et al.* (SNUA35282), Lee and Shin *s.n.* (SNUA35292), Han *et al.* (SNUA35290)

Japan Hokkaido:Chang800, Chang836, Chang847, Chang842, Chang782, Chang823, Chang811, Chang815, Kyoto:Chang1050, aomori:Chang912, Chang915, Yamanashi:Chang1385, Kyushu:Chang1188

China Anhui:W.C. Cheng5309 (PE), Gansu:PE333766, PE273243, PE649810, Shanxi:PE355114, Shandong:PE871906, PE869186, Henan:PE813832

Comments: *Acer okamotoanum* Nakai on Ulleung-do Island was believed to be distinctive among members of *A. pictum* complex in large wing and nutlet, but this taxon was more contiguous to Japanese and Korean individuals of *A. pictum* var. *mono*. Its morphological variation overlaps with either taxon.

Acer pictum* Thunb. ex A. Murray var. *truncatum* (Bunge) C. S. Chang, *comb. nov.

Acer truncatum Bunge, Mem. Acad. Imp. Sci. Saint-Pétersbourg, Sér. 6, Sci. Math., Seconde Pt. Sci. Nat. 2: 84, 1835. (holotype: Bunge *s.n.* LE, not seen, isotype: Bunge *s.n.* K, P, not seen)

Acer laetum var. *truncatum* (Bunge) Regel, Bull. Acad. Imp. Sci. Saint-Pétersbourg 15: 217, 1857.

Acer lobelii subsp. *truncatum* (Bunge) Wesm., Bull. Soc. Roy. Bot. Belgique 19: 56, 1890.

Acer lobelii var. *platanoides* Miyabe, Bot. Mag. (Tokyo) 4: 346, 1895.

Acer truncatum var. *nudum* for. *typicum* Schwer., in Mitt. Deutsch. Dendr. Ges 5: 81, 1896.

Acer platanoides subsp. *truncatum* Gams, in Hegi, III. Fl. Mittel-Eur. 5, 1: 282, 1924.

Acer truncatum var. *platanoides* (Miyabe) Nakai, Journ. J. Bot. 18: 613, 1942.

Acer lobulatum Nakai, Journ. J. Bot. 18: 608, 1942.

Acer lobulatum var. *rubripes* Nakai Journ. J. Bot. 18: 609, 1942.

Acer cappadocicum subsp. *truncatum* (Bunge) E. Murray, Kalmia 8: 5, 1977.

Korean name: Man-ju-go-ro-shoe (만주고로쇠)

Distribution: Northeastern China to central Korea.

Representative specimens: **Korea** Gyeong-gi-do: Lee and Im 2048, Lee *s.n.* (SNUA35220), Lee *et al.* (SNUA35364), Lee *et al.* (SNUA35280), Yinger *et al.* 2407, Yinger *et al.* 2750, Yinger *et al.* 2795; Jeol-la-nam-do: Lee *et al.* (SNUA35144), Lee *s.n.* (351497); Chung-cheong-buk-do: Lee *s.n.*; Chung-cheong-nam-do: Yinger 2570; Gang-won-do: Chang473, Chang477-1, Lee *et al. s.n.* (SNUA36240), Lee *s.n.* (SNUA36241)

China Liaoning: PE293858, No collector, *s.n.* (PE), Shanxi: PE350359, Shandong: PE31889, C.Y. Hsiao3097 (PE), Chiao2440 (PE), Hebei: PE46302, Unknown collector (Aug. 19, 1951, PE), Beijing: Chang3888 (cultivated), Chang3887 (cultivated).

Comments: The entities that comprise *Acer pictum* var. *truncatum* exhibit widely overlapping ranges in all morphological attributes with *A. pictum* var. *pictum* and var. *mono*. Although northeastern individuals of *A. pictum* var. *truncatum* maintain a certain degree of the bark characteristics, this taxon is not considered to be sufficiently different from Chinese and Korean individuals of *A. pictum* var. *mono* to warrant the designation of the rank of species due to the presence of intermediate forms in Korea.

사 사

본 연구는 21세기 프론티어연구개발사업인 자생식물이용기술개발사업단의 연구비지원 (과제번호 PF001302-00)에 의해 수행되었습니다. 본 연구를 위해 많은 도움을 준 PE의 Dr. Qin, H. N. 표본관장과 분포도와 형질그림을 도와준 민웅기군에게 감사드립니다. 또한, 일부 고로쇠분류군에 대한 기준표본 정보를 제고하여 주신 오병운선생님에게 감사드립니다.

인 용 문 헌

- Ackerly, D. D. and M. J. Donoghue 1998. Leaf size, sapling allometry, and Corners rules; Phylogeny and correlated evolution in maples (*Acer*). *The American Naturalist* 152: 767-791.
- Chang, C. S. 1991. A morphometric analyses of genus *Acer* L., section *Palmata* Pax, series *Palmata*. *Kor. J. Plant Taxonomy* 21: 165-186.

- _____. 1994. A critique of 'Reexamination of vascular plants in Ullung Island, Korea II: Taxonomic identity of *Acer takesemense* Nakai (Aceraceae)'. Kor. J. Plant Tax. 24: 279-284 (in Korean).
- _____. and H. Kim. 1996. The distribution of the Woody plants of South Korea based on herbarium material of Kwanak Arboretum (II). Aceraceae - Bulletin of Seoul National University Arboretum 16: 1-19 (in Korean).
- De Jong, P. C. 1976. Flowering and sex expression in *Acer* L.: A biosystematic study. Meded. Land-bouwhogeschool 76: 1-201.
- _____. 1994. Taxonomy and reproductive biology of maples. In *Maples of the World*. van Gelderen, D. M., P.C. de Jong, H. J. Oterdoom (eds.). Timber Press, Portland, Oregon.
- Fang, W. P. 1932a. Preliminary notes on Chinese Aceraceae. Contr. Biol. Lab. Chin. Assoc. Advancem. Sci., Sect. Bot. 7: 143-188.
- _____. 1932b. Further notes on Chinese Aceraceae. Contr. Biol. Lab. Chin. Assoc. Advancem. Sci., Sect. Bot. 8: 162-182.
- _____. 1939. A monograph of Chinese Aceraceae. Contr. Biol. Lab. Chin. Assoc. Advancem. Sci., Sect. Bot. 11: 1-346.
- _____. 1966. Revisio Taxorum Aceracearum Sinicarum. Acta. Phytotax. Sin. 2: 139-184 (in Chinese).
- _____. 1979. Praecursores Florae Aceraceratum Sinensium. Acta. Phytotax. Sin. 17: 60-86 (in Chinese).
- _____. 1981. Aceraceae. in *Flora Republicae Popularis Sinicae*. Vol 46. Science Pub. Co., Beijing (in Chinese).
- Hasebe, M., T. Ando and K. Iwatsuki. 1998. Intrageneric relationships of maple trees based on the chloroplast DNA restriction fragment length polymorphism. J. Plant Res. 111: 441-451.
- Hsu, Tingzhi. 1992. Variation patterns and systematics of *Acer mono* Maxim. Guihaia 12: 229-234 (in Chinese).
- Kitamura, S. and G. Murata 1984. *Colored Illustrations of Woody Plants of Japan*. vol. 1. Osaka: Horikusha Pub. Co. (in Japanese).
- Koidzumi, G. 1911. Revisio Aceracearum Japonicarum J. Coll. Sci. Imp. Univ. Tokyo 32: 1-75.
- Krüssman, G. 1985. *Manual of Cultivated Conifers*. Timber Press, Portland, Oregon.
- Lee, S-C. 1973. *Forest Botany of China Supplement*. Chinese Forestry Associ-

- ation, Taipei, Taiwan. Pp. 196-224.
- Lee, T. B. 1980. Illustrated Flora of Korea. Hyangmun Co., Seoul (in Korean).
- Lee, W. T. 1996. Lineamenta Florae Koreae. Academy Books, Seoul. (in Korean).
- Momotani, Y. 1962a. Taxonomic study of the genus *Acer* with special reference to the seed proteins. II. Analysis of protein, Mem. Coll. Sci. Kyoto Imp. Univ., ser B 29:81-102.
- _____. 1962b. Taxonomic study of the genus *Acer* with special reference to the seed proteins. III System of Aceraceae. Mem. Coll. Sci. Kyoto Imp. Univ., ser B 29:177-189.
- Norusis, M. J. 1986. SPSS/PC+for the IBM PC/XT/AT, SPSS INC, Chicago.
- Ogata, K. 1965. A dendrological study on the Japanese Aceraceae, the special reference to the geographical distribution. Bull. Tokyo Univ. Forest 60:1-99.
- _____. 1967. A systematic study of the genus *Acer*. Bull. Tokyo Univ. Forest 63:89-206.
- Ohashi, H. 1993. Nomenclature of *Acer pictum* Thunberg ex Murray and its ingraspecific taxa (Aceraceae) J. Jap. Bot. 68:315-325.
- Ohwi, J. 1984. Flora of Japan. Smithsonian Institute, Washington, D.C.
- Pax, F. 1885. Monographie der Gattung *Acer*. Bot. Jahrb. Syst. 6:287-374.
- _____. 1886. Monographic der Gattung *Acer*. Bot. Jahrb. Syst. 7:177-263.
- Park, C., S. H. Oh and H. C. Shin. 1994. Character analysis and taxonomic identity of *Acer takesimensense* Nakai. Kor. J. Plant Taxonomy 24:285-294 (in Korean).
- Placheon, A. L. 1992. Classification, Evolution and the Nature of Biology. Cambridge University Press, New York.
- Pojarkova, A.I. 1933. Botanico-geographical survey of the maples in connection with the history of the whole genus *Acer* L. Acta. Inst. Bot. Acad. U.S.S. R., ser 1, 1:225-374 (in Russian with English summary).
- Rehder, A. 1927. Manual of Cultivated Trees and Shrubs. Macmillan Pub. Co., N. Y. Pp. 565-586.
- SAS Institute Inc. 1988. SAS/STAT guide for personal computers, ver. 6 SAS institute Inc., Cary, North Carolina.
- Suh, Y., K Heo, and C.-W. Park. 2000. Phylogenetic relationships of maples (*Acer* L.; Aceraceae) implied by nuclear ribosomal ITS sequences. J. Plant Res. 113:193-202.
- Tanai, T. 1983. Revisions of Tertiary *Acer* from East Asia. Journ. Fac. Sci., Hokkaido Univ. Ser. IV 20:291-390.
- Van Gelderen, D. M. 1994. Maple species and infraspecific taxa. In Maples of

the World. van Gelderen, D. M., P.C. de Jong, H. J. Oterdoom (eds.). Timber Press, Portland, Oregon. Pp. 105-239.

Wijnands, D. O. 1990. Proposal to reject *Acer pictum* Thunb. ex Murray (Aceraceae). *Taxon* 39:535-536.

_____. 1994. *Acer mono* and *Kalopanax septemlobus*. In *Maples of the World*. van Gelderen, D. M., P.C. de Jong, H. J. Oterdoom (eds.). Timber Press, Portland, Oregon Pp. 342-345.

Appendix. Origin and accession number for specimens utilized for morphological analysis. All voucher specimens are deposited at Seoul National University, The Arboretum (SNUA) or as otherwise indicated.

A. cappadocicum var. *sinicum*

China: PE0584253, PE343934, PE581408, PE343953, PE343926, PE672325, PE553093, PE1138909

A. pictum var. *pictum* and var. *mono*

China: W.C. Cheng5309 (PE), PE333766, PE273243, PE649810, PE355114, PE871906, PE869186, PE813832

Japan: Chang912, Chang915, Chang1385, Chang1381, Chang763, Chang815, Chang811, Chang1188, Chang994, Chang763, Chang815, Chang995, Chang911, Chang997

Korea: BS049, SM021, Chang593, Chang473, Chang264, Chang477-1, Chang2868, Chang2606, Lee and Cho 5759, Lee *s.n.* (Aug. 8, 1979), Lee *s.n.* (July 26, 1974), Choi *et al.* (May 22, 1982), Lee and Cho 5442, Lee *s.n.* (Sept. 5, 1982), Lee *et al. s.n.* (Aug. 6, 1982), Kim *et al.* (July 5, 1982), Lee *s.n.* (Aug. 10, 1976), Lee *s.n.* (Aug. 1, 1974), Lee *s.n.* (Aug. 3, 1952), Lee *s.n.* (June 29, 1984), Lee *s.n.* (July 31, 1967), Lee *s.n.* (Aug. 22, 1969), Lee *et al. s.n.* (Aug. 5, 1982), Lee *s.n.* (Sept. 28, 1974), Lee *et al. s.n.* (Aug. 6, 1982), Lee *et al. s.n.* (Aug. 3, 1982), Lee *s.n.* (July 28, 1974), Lee *s.n.* (June 10, 1972), Lee and Cho *s.n.* (May 19, 1965), Lee *s.n.* (June 15, 1958), Chang 271, Chang077, Chang3061, Lee *s.n.* (Aug. ?, 1953), Lee *s.n.* (July 23, 1981), Lee *s.n.* (Sept. ?, 1957), Lee and Kim *s.n.* (July 24, 1981), Lee *et al. s.n.* (July 14, 1963), Um *s.n.* (July 5, 1982), Lee *s.n.* (? , 1977), Lee and Cho *s.n.* (Aug. 20, 1952), Im *et al.* 37894, Chang2021, Lee *s.n.* (Sept. ?, 1958), Lee and Han *s.n.* (Sept. 12, 1959), Lee *et al. s.n.* (Aug. 9, 1983), Logan 170, Logan 188, Lee *s.n.* (July 4, 1982), SNUA36243, Lee *s.n.* (Aug. 2, 1979), Yinger *et al.* 2074, Yinger *et al.* 2750, Yinger *et al.* 2407, Yinger *et al.* 2708, Yinger *et al.* 2577, Yinger *et al.* 2325, Yinger *et al.* 2570, Chang3893, Chang3894, Chang3895, Chang3896

A. pictum var. *mono* (= *A. okamotoanum*)

Korea: Chang093, Chang994, Chang160, Chang201, Lee *s.n.* (Aug. 27, 1976), Kim *s.n.* (Aug. 10, 1972), Lee *s.n.* (July 27, 1961), Lee and Cho8428, Lee and Cho8428-1, Lee *s.n.* (Aug. 5, 1961), Lee *s.n.* (Oct. 1, 1982), DYChoi370, DYChoi368, DYChoi365, DYChoi364, DYChoi361, DYChoi359, DYChoi298, NA353, NA48, NA340, Lee *s.n.* (Aug. 12-18/1986), Lee and Cho8491

A. pictum var. *truncatum*

China: PE293858, No collector, *s.n.* (PE), PE350359, PE31889, C.Y. Hsiao3097 (PE), Chiao2440 (PE), PE46302, Unknown collector (Aug. 19, 1951, PE), Chang3888, Chang3887

Reconsideration of *Acer pictum* complex in Korea

Chang, Chin-Sung*

The Arboretum and Dept. of Forest Resources, Agriculture and Life Sciences, Seoul National University, Suwon, 441-744, Korea

Abstract

Acer pictum complex (*A. pictum* Thunb. ex Murray with varieties, *A. okamotoanum* Nakai, *A. truncatum* Bunge) in eastern Asia causes frequent difficulty in identification. One hundred twenty five specimens from *A. pictum* complex of China, Korea and Japan and *A. cappadocicum* var. *sinicum* of China were compared to investigate patterns of intra- and interspecific variation and to evaluate a recognition of several species as well as many varieties using 22 characters for morphometric analysis. The first three PCA accounted for 59% of the total variance. No strong discontinuities existed among taxa with respect to fruit and leaf characters. Much overlap among all taxa occurred the central region of the scatter diagram. Many characters appeared to show some clinal variation with changes from east of China to Japan through Korea. This was true not only when all species as considered as a single taxon, but when characters of individual taxa were compared with geography. As one considers a path from the western part of the ranges to areas to the east, the leaves become larger in most respects and become increasingly many lobed (five to seven or nine). In general, there was a tendency toward larger nutlet with smaller wing in the area toward northeast of China (= *A. truncatum*), while in the east of ranges (Island Ullung-do), plants were larger with respect to characters of fruit and leaves (= *A. okamotoanum*). The morphological differentiation between *A. okamotoanum* and Japanese and Korean individuals of *A. pictum* was not considered sufficient to warrant recognition of either specific or varietal status and should be treated as conspecific under *A. pictum* var. *mono*. Since the lectotype of *Acer pictum* had minute hairs uniformly on the under surface of leaves (*A. pictum* var. *pictum*), the glabrous type of *A. pictum* was called *A. pictum* var. *mono* as Ohahsi suggested. The univariate analysis (the mean and maximum/minimum of nutlet size and wing/nutlet length ratio) indicated geographical differentiation of northeastern populations, *A. truncatum*, was distinctive, but Korean

individuals of *A. truncatum* showed an affinity between Chinese individuals of *A. truncatum* and Korean individuals of *A. pictum* var. *mono*. The current results, together with qualitative character, trunk features, justify subspecific status for this taxon. The previous varieties of *A. mono* in Korea were indistinguishable from typical form of *A. pictum* var. *mono* on the basis of the wing angle and nutlet size, rejecting continued recognition of these taxa as distinctive varieties. Therefore, it is recommended that only one polymorphic species of *A. pictum* be recognized in addition to three varieties.

Key words: *Acer pictum*, *Acer truncatum*, *Acer okamotoanum*, morphological variation, clinal variation

*Corresponding author Phone: +82-31-290-2322, Fax: +82-31-295-6660,
e-mail: quercus@plaza.snu.ac.kr