

Berberis amurensis complex의 형태 변이 분석

현 창 우 · 김 영 동*

한림대학교 생명과학과

본 연구에서는 *B. amurensis* complex를 구성하는 세 분류군, 매발톱나무(*B. amurensis* Rupr. var. *amurensis*), 섬매발톱나무 [*B. amurensis* var. *quelpaertensis* (Nakai) Nakai] 및 왕매발톱나무 (*B. amurensis* var. *latifolia* Nakai)를 대상으로 형태 변이 분석을 수행하여 이들에 대한 기존의 분류학적 견해를 논의하였다. 분류군 간에 차이를 나타낼 것으로 조사된 22개 형질에 대한 변이 양상 조사 및 주성분분석을 수행한 결과 섬매발톱나무는 엽신의 길이와 폭, 엽정의 각도, 거치 간격, 절간 길이, 화서당 꽃의 수 등 여러 형질에서 나머지 두 분류군과 차이를 보였고, 왕매발톱나무는 엽정의 각도, 엽신의 폭과 길이 비에서 다른 두 분류군과 달랐다. 주성분분석 결과 엽신의 길이와 폭 및 엽정의 각도 등 잎의 형질이 분류군의 차이를 잘 반영하는 유용한 형질로 재확인되었으며, 절간의 길이와 화서를 구성하는 꽃의 수는 이들 종내 분류군들을 구분하는 새로운 식별형질로 밝혀졌다. 이들 세 분류군의 지리적 분포와 변이 양상 및 주성분분석 결과를 종합해 고려할 때 섬매발톱나무와 왕매발톱나무를 각각 변종으로 인정하는 것이 가장 타당할 것으로 판단하였다.

주요어 : 매자나무속, 변종, 주성분분석, *Berberis amurensis* complex

Berberis amurensis Rupr.는 매자나무과(Berberidaceae Juss.), 매자나무속(*Berberis* L.)에 포함되는 낙엽관목으로 한반도 중부이북과 만주, 일본, 중국, 아무르, 우수리지역에 분포하는 것으로 알려져 있으며(Chung, 1965; Lee, 2006), sect. *Vulgares*로 분류되고 있다(Schneider, 1905; Ahrendt, 1961). 본 종과 관련하여, 우리나라에는 각각 제주도와 울릉도 등지에 제한적으로 분포하고 있는 두 개의 고유분류군, 섬매발톱나무(*B. amurensis* var. *quelpaertensis* (Nakai) Nakai)와 왕매발톱나무(*B. amurensis* var. *latifolia* Nakai)가 설정되어 있으며, 따라서 우리나라에는 이들 두 분류군과 매발톱나무(*Berberis amurensis* Rupr. var. *amurensis*)를 포함한 세 분류군이 분포하는 것으로 알려져 있다(Lee, 1980; Lee, 2006).

*교신저자: 전화 033-248-2095, 전송 033-256-3420, ydkim@hallym.ac.kr

접수: 2007년 12월 6일/완료 2008년 3월 10일

Table 1. Different classifications of *Berberis amurensis* complex.

Nakai (1936), Lee (1980)	Ahrendt (1961)	Lee (1996)
Sect. <i>Vulgares</i>	Sect. <i>Vulgares</i>	Sect. <i>Vulgares</i>
<i>B. amurensis</i> var. <i>amurensis</i>	<i>B. amurensis</i> var. <i>amurensis</i>	<i>B. amurensis</i> var. <i>amurensis</i>
<i>B. amurensis</i> var. <i>latifolia</i>	<i>B. amurensis</i> var. <i>latifolia</i>	<i>B. amurensis</i> for. <i>latifolia</i>
<i>B. amurensis</i> var. <i>quelpaertensis</i>	Sect. <i>Franchetianae</i>	<i>B. amurensis</i> var. <i>quelpaertensis</i>
	<i>B. quelpaertensis</i>	

이들 가운데 섬매발톱나무에 대한 분류학적 처리 역사는 다소 복잡하다. Nakai (1913)는 이 분류군을 *B. amurensis*와 *B. koreana* Palibin의 중간 형태를 띠는 종으로 인정하여 *B. quelpaertensis* Nakai로 발표하였으나, 이후 특별한 언급 없이 *B. amurensis* var. *quelpaertensis*로 분류학적 지위를 변종으로 변경하였다(Nakai, 1936). 이에 반해, Ahrendt (1961)는 *Berberis*(*Mahonia* Nuttall. 포함)에 대한 종속지 연구에서 섬매발톱나무를 종으로 처리했던 Nakai (1913)의 견해를 인정하여 *B. quelpaertensis*로 처리하였을 뿐만 아니라, 이를 sect. *Franchetiana*, subsect. *Sieboldiae*에 포함시켰다. 그 결과, var. *quelpaertensis*를 포함하면서 sect. *Vulgares*로 분류되는 매발톱나무와 섬매발톱나무가 분류학적으로 매우 다른 실체임을 암시하였다(Table 1). 이러한 견해와는 달리, 최근 국내에서 출간된 대부분의 문헌에는 섬매발톱나무를 *B. amurensis* var. *quelpaertensis*로 처리하고 있다(Lee, 1980; Lee, 1996; Lee, 2006).

한편, 왕매발톱나무는 Nakai (1914)에 의해 *B. amurensis* var. *latifolia*로 발표되었으나, 최근 Lee (1996)는 본 분류군을 품종(*B. amurensis* for. *latifolia* W. Lee)으로 처리하고 있어 Nakai의 견해를 그대로 따르고 있는 Lee (1980)와 분류학적 지위에 대한 이견을 보이고 있다(Table 1).

이와 같이 섬매발톱나무와 왕매발톱나무에 대한 분류학적 처리에 이견이 존재함에도 불구하고 각각의 견해를 뒷받침할 만한 형태 형질 변이에 대한 연구는 아직까지 구체적으로 수행된 적이 없다. 따라서 본 연구에서는 *B. amurensis*에 포함되는 매발톱나무, 섬매발톱나무, 왕매발톱나무의 잎, 줄기 그리고 화서의 형태형질을 중심으로 이들의 형태 변이를 분석함으로써 분류학적 논의의 근거를 마련하고자 하였다.

재 료 및 방 법

재료: 본 연구에서는 기존 문헌에서 *B. amurensis* complex의 분포지로 알려진 백두산, 방태산, 태백산, 금대봉, 울릉도, 한라산 등지에서 채집하여 제작된 석엽표본과, 국립수목원(KH), 서울대학교 자연과학대학(SNU), 서울대학교 농업생명과학대학(SNUA), 성균관대학

Table 2. Twenty two morphological characters used in PCA analyses of the *Berberis amurensis* complex. Refer Fig. 1 for further clarification.

Character No.	Characters
CHAR1	Length of leaf blade [cm]
CHAR2	Distance between the tip and the widest area of leaf blade [cm]
CHAR3	Width of leaf blade [cm]
CHAR4	Angle of leaf apex [degree]
CHAR5	Length of petiole [cm]
CHAR6	Angle of leaf base [degree]
CHAR7	Length of spinose tooth [cm]
CHAR8	Distance between spinose teeth [cm]
CHAR9	Number of spinose teeth per 1cm [number]
CHAR10	CHAR3 / CHAR1
CHAR11	CHAR5 / CHAR1
CHAR12	CHAR2 / CHAR1
CHAR13	CHAR7 / (CHAR1 + CHAR5)
CHAR14	Length of bud scale cluster [cm]
CHAR15	Length of internode [cm]
CHAR16	Length of spine [cm]
CHAR17	Length of peduncle [cm]
CHAR18	Length of floral axis [cm]
CHAR19	Length of pedicel [cm]
CHAR20	Number of flowers per inflorescence
CHAR21	CHAR20 / CHAR18
CHAR22	CHAR19 / CHAR18

교(SKK), 전북대학교(JNU), 강원대학교(KWNU) 등 국내 주요 기관 및 대학의 표본관에 소장되어 있는 식엽표본 약 460점을 검토하였으며, 이들 표본 중 결실한 식물체의 표본을 중심으로 본 연구에 활용한 형질들의 측정이 모두 가능한 표본 77점(매발톱나무 37점, 왕매발톱나무 20점, 섬매발톱나무 20점)을 선별하여 형태 형질 분석을 수행하였다(Appendix I). 본 연구과정에서 제작된 식엽표본들은 한림대학교 생명과학과 표본실에 소장하였다.

방법: *Berberis amurensis* complex를 구성하는 세 분류군인 매발톱나무, 섬매발톱나무, 왕매발톱나무에 대한 변이 양상과 폭, 그리고 이에 따른 식별형질로서의 중요성을 파악할 목적으로 각 분류군을 구분하는데 유용할 것으로 판단된 주요 외부 형태 형질, 즉 잎, 화서, 열매 등의 형질을 일차적으로 측정, 분석하였다. 이러한 일차 분석 결과를 토대로 각 분류군들의 형태적 차이를 비교적 잘 나타내는 잎의 형질을 비롯한 형태 형질 22개를 선 발하였다(Table 2, Fig. 1).

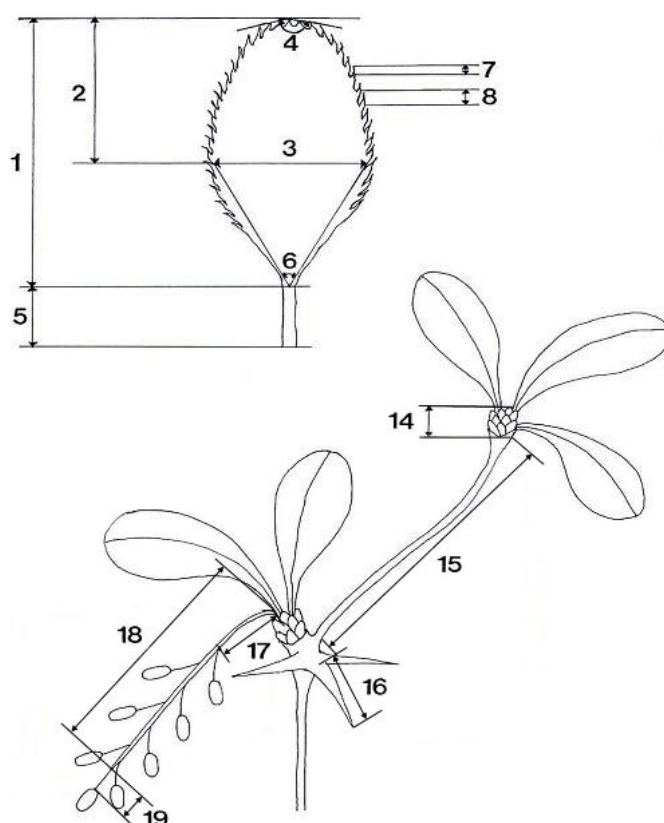


Fig. 1. Representative characters measured for the principal component analysis of the *Berberis amurensis* complex. Numbers correspond to character numbers in Table 2.

각 형질의 측정은 부위에 따른 변이를 배제하기 위하여 기관의 동일 위치 또는 부위로 부터 측정하였으며, 측정 형질 중 잎의 거치의 길이 및 거치간 거리는 해부현미경 하에서 측정하였다. 또한, 잎의 형태는 종간의 주요 식별 형질로 인식되어 왔으므로(Lee, 1980; Lee, 1996; Lee, 2006), 이를 보다 상세하게 분석하기 위하여 전년지에서 난 잎 중 가장 큰 잎으로 선정하여 엽신의 길이(CHAR1) 및 폭(CHAR3), 잎의 최대 폭 중심에서 엽정까지 난 거리(CHAR2), 엽정의 각도(CHAR4), 엽병의 길이(CHAR5), 잎의 최대 폭을 이루는 엽연과 엽저가 이루는 각도(CHAR6), 거치의 길이(CHAR 7), 거치사이 거리(CHAR8), 잎의 최대 폭에 해당되는 엽연 1cm 안에 존재하는 거치수(CHAR9)를 측정하였다. 일부 형질간의 비를 계산한 것을 또다른 형질로 간주하였는데(CHAR10-13), 예를 들어 CHAR10은 잎의 평면적인 외형을 파악하기 위해 일차원적인 값인 CHAR1과 CHAR3의 비를 계산하여 형질로 사용하였다. 화서 및 줄기에 관한 형질은 아린군(bud scale cluster)의 길이

(CHAR14)와 절간 거리(CHAR15), 가시의 길이(CHAR16), 화경의 길이(CHAR17), 화축의 길이(CHAR18), 소화경의 길이(CHAR19), 한 화서 안에 존재하는 꽃의 수(CHAR20; 소화경의 수로 추정)를 측정하고 일부 형질간의 비(CHAR21, 22)를 계산하였다.

본 *B. amurensis* complex에서 나타나는 형태 변이의 양상을 보다 면밀히 파악하고, 전 형질적 관계에 입각하여 각 분류군의 타당성과 한계를 파악하기 위해 상기한 외부 형태 및 주요 식별형질에 대한 분석에서 얻어진 자료에서 각각의 형질을 운영분류단위 (operational taxonomic unit; OTU)로 보고 주성분분석(principal components analysis)을 수행하였다.

주성분분석은 두 단계로 수행하였다. 일차 주성분분석은 잎의 형질들을 포함하여 줄기와 가시 및 화서의 형질들의 형태 변이 양상을 파악하기 위해 22개 형질(Table 2)을 사용하여 수행하였다. 이차 주성분분석은 본 complex에 속하는 분류군들의 잎의 형태 변이 양상을 보다 정확하게 파악하기 위해 22개 형질 중 13개의 잎의 형태에 관한 형질들(형질 1-13; Table 2)을 사용하여 수행하였다. 이들 분석은 마이크로컴퓨터용의 SAS (Statistical Analysis System, release 9.1, SAS Institute Inc.) 프로그램을 사용하여 수행하였으며, 초기자료행렬로부터 자료상관 행렬을 계산하여 분석하였다.

결 과

잎의 형태 변이 분석: 세 분류군의 잎의 전체 외형은 매발톱나무가 도란형 또는 타원형, 섬매발톱나무는 도피침형, 왕매발톱나무는 넓은 난상 원형으로 구분되었다. 이들은 특히 엽신의 길이(CHAR1)와 폭(CHAR3) 및 엽정의 각도(CHAR4)에서 가장 큰 차이를 보였다. 그중 섬매발톱나무는 평균 길이와 폭이 각각 3.4 cm와 1.3 cm로, 다른 분류군에 비해 현저히 작은 것으로 확인되었고, 엽신의 길이와 폭의 비(CHAR10)는 왕매발톱나무가 0.61-0.92로 가장 컸다(Fig. 2). 본 complex에 속하는 분류군들의 엽정의 각도(CHAR4)는 섬매발톱나무가 평균 87°정도로 다른 분류군에 비해 가장 작았으며, 왕매발톱나무가 평균 135°로 가장 컸다. 잎의 최대 폭을 이루는 엽연과 엽저가 이루는 각도(CHAR6)는 왕매발톱나무가 73°로 가장 컸다. 엽병의 길이(CHAR5)는 섬매발톱나무가 0.2-0.5 cm 정도로 나머지 두 분류군에 비해 다소 짧았다. 엽연은 세 분류군 모두 거치 끝이 예리한 가시처럼 생긴 엽침형(spines) 거치연이었다. 섬매발톱나무의 엽연은 다른 두 분류군에 비해 거치가 더 촘촘하게 배열되었고, 거치의 수도 다른 분류군보다 많았으나, 나머지 두 분류군 사이에는 뚜렷한 차이가 없었다. 한편, 거치의 길이(CHAR7)는 0.1-0.2 cm 정도로 분류군 간에 뚜렷한 차이가 없었다(Fig. 2).

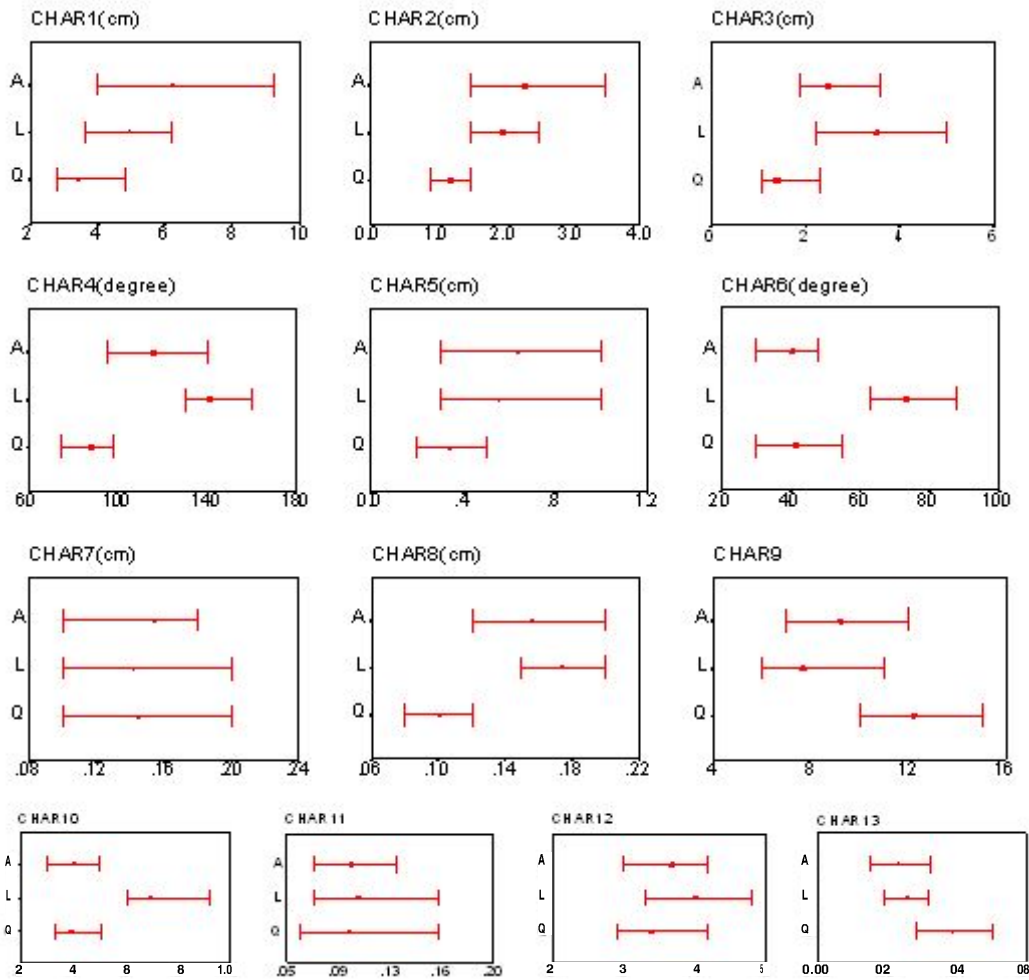


Fig. 2. Mean values (dots) and ranges (lines) for the leaf characters measured from 77 individuals of the *Berberis amurensis* complex. Refer Table 2 for the character numbers. A= *B. amurensis* var. *amurensis*; L= *B. amurensis* var. *latifolia*; Q= *B. amurensis* var. *quepaertensis*.

줄기 및 화서 형태 변이 분석: 줄기와 관련된 형질로 아린군 크기, 절간 길이, 엽침의 길이 등을 관찰하였다. 아린군(bud scale cluster)의 크기(CHAR14)는 섬매발톱나무가 가장 작았으나 나머지 두 분류군과 변이역이 일부 중첩되었고, 특히 왕매발톱나무는 0.4–1.3

Table 3. Loadings of the first three principal components for 22 morphological characters from the analysis of 77 individuals of the *Berberis amurensis* complex. Character numbers correspond to those in Table 2.

Character No.	Component		
	Prin1	Prin2	Prin3
CHAR1	0.2453	-0.2463	0.1397
CHAR2	0.3152	-0.1264	0.0711
CHAR3	0.3106	0.1483	0.0620
CHAR4	0.2156	0.1941	0.0171
CHAR5	0.2187	0.1031	0.4417
CHAR6	0.1967	0.2844	-0.1657
CHAR7	0.1321	0.0598	0.4819
CHAR8	0.2625	0.1428	0.1038
CHAR9	-0.2817	-0.0862	0.1409
CHAR10	0.1791	0.3674	-0.0694
CHAR11	0.0969	0.2266	0.3903
CHAR12	0.1946	0.1439	-0.0970
CHAR13	-0.2218	0.2189	0.1049
CHAR14	0.2304	-0.0805	0.0330
CHAR15	0.2523	-0.1280	-0.1847
CHAR16	-0.0567	-0.2989	0.2395
CHAR17	0.1202	-0.3023	-0.1166
CHAR18	0.2302	-0.2728	-0.0900
CHAR19	0.2385	-0.2106	-0.0052
CHAR20	0.2489	0.0356	-0.3453
CHAR21	-0.0263	0.3522	-0.2531
CHAR22	-0.0991	0.1953	0.1033
Eigenvalue	7.9442	4.6052	1.9854
Proportion	0.3611	0.2093	0.0902
Cumulative % of eigenvalue	0.3611	0.5704	0.6607

cm로 변이가 가장 심하였다. 마디사이의 길이(CHAR15)는 섬매밭툭나무가 1.5–2.2 cm로 가장 짧았고, 다른 두 분류군 간에는 뚜렷한 차이가 없었다. 엽침의 길이(CHAR16) 역시 세 분류군 간에 변이역이 일부 중첩되었으나 매밭툭나무가 1.2–2.8 cm로 나머지 두 분류군에 비해 더 길었으며, 왕매밭툭나무의 엽침은 평균 0.8 cm로 섬매밭툭나무에 비해 약간 더 짧았다(Fig. 3).

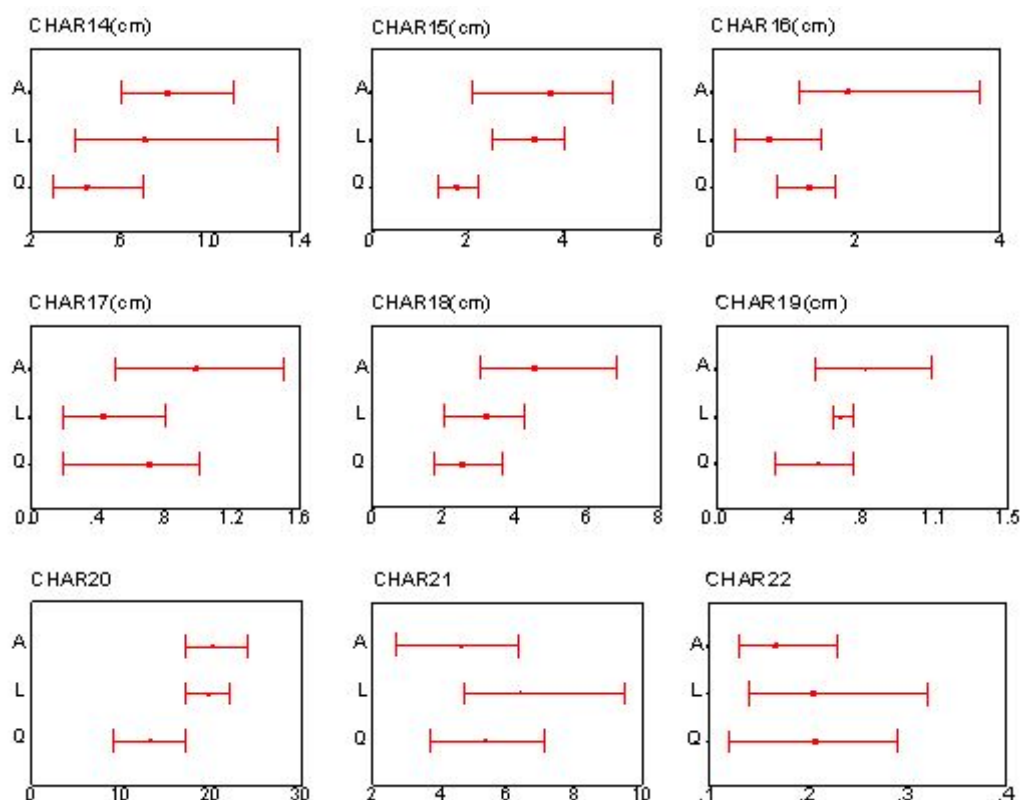


Fig. 3. Mean values (dots) and ranges (lines) for the stem and inflorescence characters measured from 77 individuals of the *Berberis amurensis* complex. Refer Table 2 for the character numbers. A= *B. amurensis* var. *amurensis*; L= *B. amurensis* var. *latifolia*; Q= *B. amurensis* var. *quelpaertensis*.

화서에서 화경의 길이(CHAR17)는 매발톱나무가 평균 1 cm로 나머지 두 분류군에 비해 약간 더 길었고, 왕매발톱나무가 평균 0.4 cm, 섬매발톱나무는 평균 0.7 cm이었다. 화축의 길이(CHAR18)는 매발톱나무가 나머지 두 분류군에 비해 3–6.8 cm로 길이도 길고, 변이 폭도 컸던 반면 나머지 두 분류군 간에는 뚜렷한 차이가 없었다. 소화경의 길이(CHAR19)는 세 분류군의 변이 폭이 대부분 중첩되었다(Fig. 3).

화서를 구성하는 꽃의 수(CHAR20)는 섬매발톱나무가 평균 13개로 가장 적어 나머지 두 분류군과 가장 큰 차이를 보였다. 화축과 화서에 달린 꽃의 수의 비(CHAR21)는 왕매발톱나무가 6.4로 다소 높아 꽃들이 약간 더 촘촘하게 달려 있음을 보여주었다. 한편, 화축과 소화경의 비(CHAR22)는 분류군 간에 큰 차이를 보이지 않았다(Fig. 3).

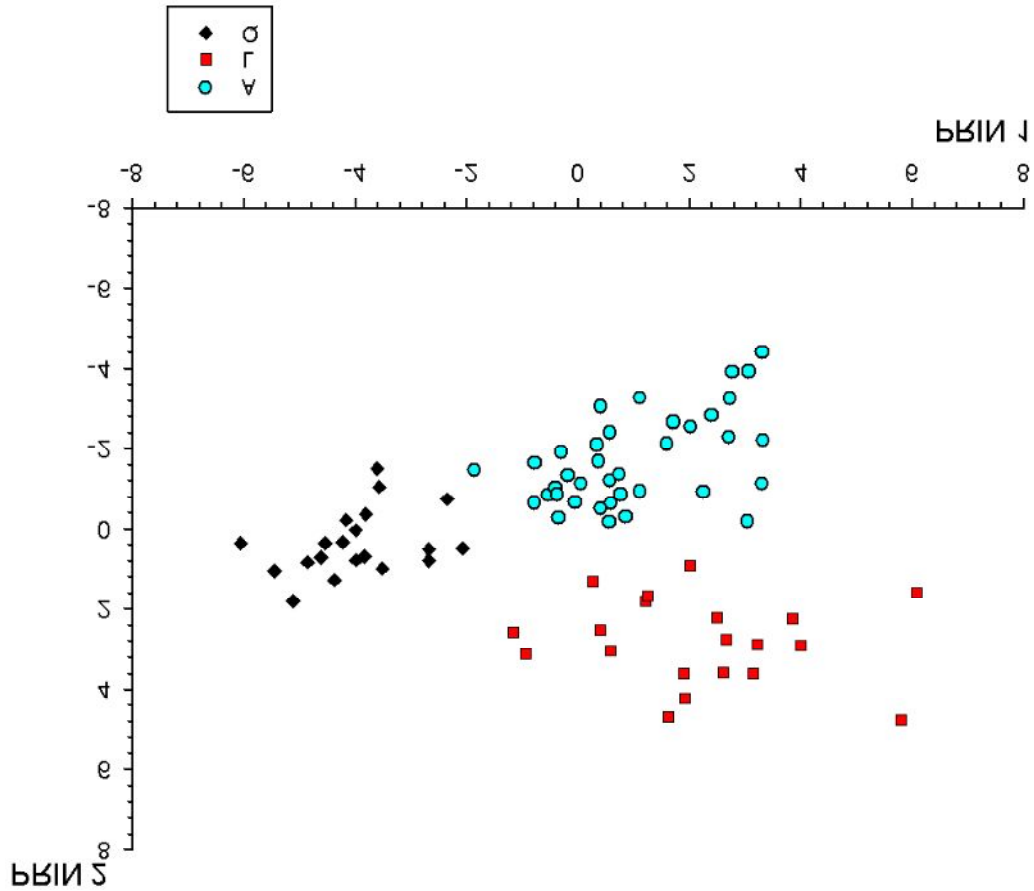


Fig. 4. Plot of 77 individuals of the *Berberis amurensis* complex along PC1 and PC2 from the principal components analysis using 22 morphological characters. A = *B. amurensis* var. *amurensis*; L = *B. amurensis* var. *latifolia*; Q = *B. amurensis* var. *quelpaertensis*.

주성분분석: 일차 주성분분석을 수행한 결과, 도출된 주성분 중 고유값이 1.00 이상인 4개의 주성분 중에서 주성분 1, 2, 3이 전체분산의 66.0%를 설명하고 있었고(Table 3), 나머지 주성분들은 그 기여율이 각각 7% 이하였다. 주성분 1은 전체 분산의 36.1%를 설명하며, 주성분 1에 높은 적재값을 나타내는 형질은 잎의 길이(CHAR1), 잎의 최대 폭의 지점에서 엽정까지 거리(CHAR2), 잎의 폭(CHAR3), 거치 사이의 폭(CHAR8), 잎의 최대 폭에 해당되는 엽연의 1cm 안에 존재하는 거치수(CHAR9), 잎 전체의 길이에 대한 거치의 길이 비(CHAR13), 절간의 길이(CHAR15), 소화경의 길이(CHAR19), 화서에 달린 꽃의 수

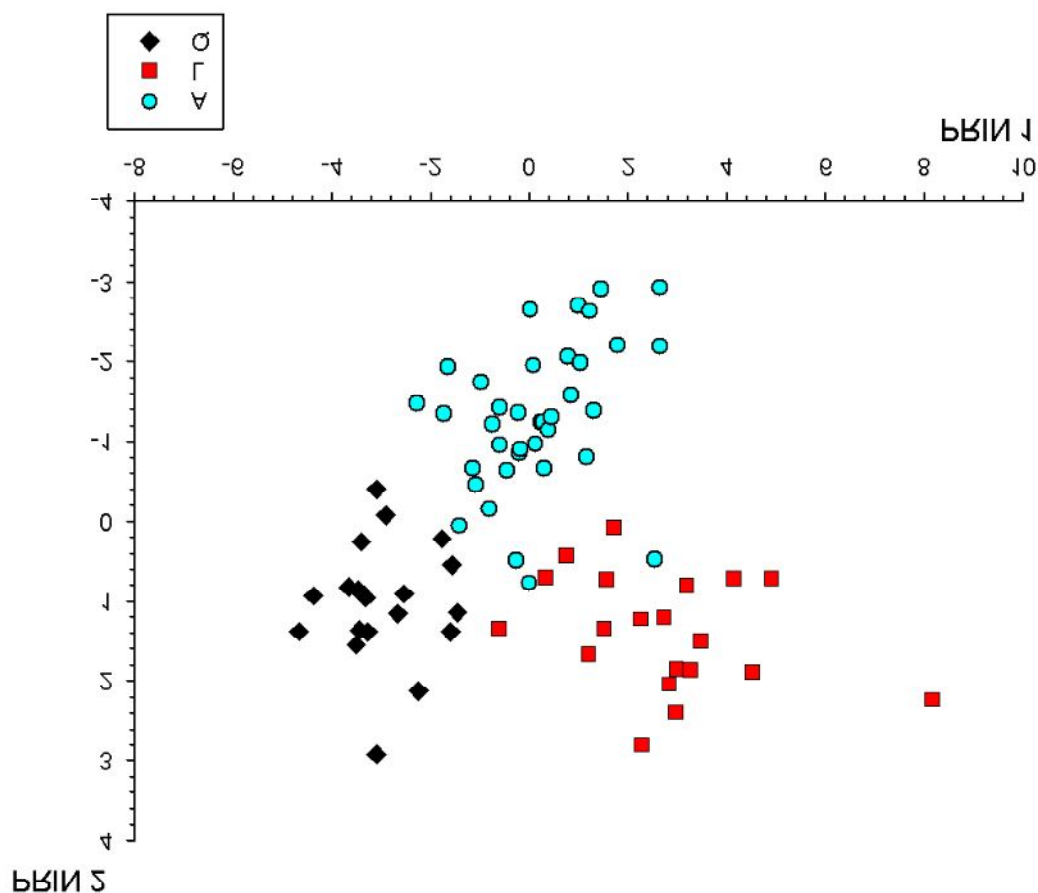


Fig. 5. Plot of 77 individuals of the *Berberis amurensis* complex along PC1 and PC2 from the principal components analysis using 13 leaf characters. A = *B. amurensis* var. *amurensis*; L = *B. amurensis* var. *latifolia*; Q = *B. amurensis* var. *quelpaertensis*.

(CHAR20) 등 9개 형질이였다. 전체 분산에 대한 기여율이 20.9%인 주성분 2에 높은 주성분 적재값을 갖는 형질은 잎의 폭의 각도(CHAR6), 잎의 길이와 폭의 비(CHAR10), 가시의 길이(CHAR16), 화경의 거리(CHAR17), 화축에 대한 꽃의 수의 비(CHAR21) 등 5개 형질이였다. 한편, 주성분 3은 전체분산의 9.0%로 비교적 낮으며, 엽병의 길이(CHAR5), 거치의 길이(CHAR7), 잎 전체의 길이에 대한 엽병의 길이 비(CHAR11), 한 화서 안에 존재하는 꽃의 수(CHAR20) 등 4개 형질이 비교적 높은 기여율을 나타내었다.

주성분 1, 2, 3에 높은 주성분 적재값(eigenvalue)을 갖는 것은 모두 18개 형질이였고, 각 주성분에 대한 OTU의 주성분점수(PC score)에 따라 각각의 OTU를 PCA 좌표 상에

배열하였다(Fig. 4). 이 중 기여율이 가장 높은 주성분 1과 2를 축으로 각 OTU를 배열한 결과, 각각의 분류군별로 뚜렷하게 구분되었다. 섬매발톱나무의 OTU들은 주성분 1과 2의 음의 값 부위에 주로 위치하면서 주성분 1에 의해 나머지 두 분류군과 잘 구분되었다. 주성분 1은 주로 잎의 크기와 형태, 마디사이 길이, 화축과 소화경, 그리고 화서에서의 꽃의 수 등과 상관관계가 높았으며, 일반적으로 섬매발톱나무가 다른 분류군들에 비해 잎의 길이와 폭이 작고, 절간이 짧으며, 화축이 짧고, 화서에 달린 꽃의 수도 적은 경향을 반영하였다. 이와는 상반되게 왕매발톱나무의 OTU들은 대부분 주성분 1과 2의 양의 값 부위에 주로 위치하면서 주성분 2에 의해 나머지 두 분류군과 구분되었다. 주성분 2는 주로 잎의 최대 폭의 각도, 잎의 길이와 잎의 폭의 비, 그리고 화축의 길이와 꽃의 수의 비 등과 상관관계가 높았다. 매발톱나무의 OTU들은 주로 주성분 1의 양의 값에 위치하면서 주성분 1에 의해 섬매발톱나무와, 주성분 2에 의해 왕매발톱나무와 각각 구분되었다.

이차 주성분분석을 수행한 결과, 주성분 1, 2, 3이 전체분산의 75.7%를 설명하였고(Table 4), 나머지 주성분들은 그 기여율이 각각 8.0% 미만이었다. 주성분 1은 전체분산의 46.5%를 설명하였으며 주성분 1에 높은 적재값을 나타내는 형질은 주로 잎의 크기와 형태를 나타내는 형질들(Char2, 3, 4, 5, 6; Table 2)과 거치사이의 폭(Char8) 등 6개 형질이었다. 전체분산에 대한 기여율이 17.5%인 주성분 2에 높은 주성분 적재값을 갖는 형질은 엽신의 폭의 각도(Char6)와 엽신의 길이와 폭의 비(Char10), 잎 전체의 길이에 대한 엽병의 길이 비(Char11), 잎 전체의 길이에 대한 거치의 길이 비(Char13) 등 4개 형질이었다. 주성분 3은 전체분산의 11.7%로 주성분 2보다 조금 낮았으며, 주성분 3에 높은 주성분 적재값을 갖는 형질은 엽병의 길이(Char5), 거치의 길이(Char7), 잎 전체의 길이에 대한 엽병의 길이 비(Char11) 등 3개 형질이었다.

주성분 1, 2, 3에 높은 주성분 적재값을 갖는 것은 모두 13개 형질이었고, 각 주성분에 대한 OTU의 주성분점수(PC score)에 따라 각각의 OTU를 PCA 좌표 상에 배열하였다(Fig. 5). 이 중 기여율이 가장 높은 주성분 1과 2를 기준으로 하여 각각의 OTU를 배열한 결과, 일차 주성분 결과와 유사하게 분류군들이 구분되었다.

섬매발톱나무의 OTU들은 일차 주성분 결과와 마찬가지로 주성분 1의 경우 나머지 집단들과 구분되었고, 일차분석에서 주성분 1과 2의 음의 값에 주로 분포되었던 것과는 조금 다르게 이차분석에서는 주성분 2에서 양의 값쪽으로 조금 더 분산되어 위치함을 나타냈으나, 일차분석에서와 마찬가지로 주성분 1이 나머지 분류군과 구분되는 기준으로 나타났다. 왕매발톱나무의 OTU들도 일차 주성분분석 결과와 마찬가지로 주성분 1과 2의 양의 값 부위에 주로 위치하면서 주성분 2에 의해 나머지 두 분류군과 뚜렷이 구분되었다. 주성분 2는 주로 잎의 최대 폭의 각도, 엽정의 각도, 그리고 엽신의 길이와 폭의 비 등과 상관관계가 높았다. 일차 주성분분석 결과와 유사하게 왕매발톱나무가 잎의 형태가 나머지 두 분류군에 비해서 넓고, 엽정이 둥글게 나타나는 난상 원형의 특징을 보여주고 있었다. 매발톱나무의 OTU들도 일차 주성분분석 결과에서와 같이 주로 주성분 1의 양의 값에 위

치하면서 주성분 1에 의해 섬매발톱나무와, 주성분 2에 의해 왕매발톱나무와 각각 구분되었다. 매발톱나무는 잎의 형질에서도 나머지 두 분류군의 중간적인 형태를 나타내었다.

고 찰

잎, 줄기, 화서 등 *B. amurensis* complex의 세 분류군을 구분하기 위해 선정된 형질들을 분석한 결과 섬매발톱나무는 잎의 크기와 엽정의 각도, 거치 빈도 등 여러 형질에서 다른 분류군들과 비교적 큰 차이를 보이며, 왕매발톱나무는 잎의 폭과 엽정의 각도에서 다른 분류군들과 차이를 보여(Fig. 4) 잎의 형질이 세 분류군을 구분할 수 있는 일차적인 형질로 확인되었다. 섬매발톱나무의 경우 마디사이의 길이와 화서를 구성하는 꽃의 수에 있어서도 나머지 분류군과 다소 차이가 나는 것으로 판명되었다. 이 두 형질은 *B. amurensis* complex내에 포함되는 분류군들을 구분하는 형질로서 과거에는 중요하게 취급되지 않은 새로운 식별형질로 밝혀졌다.

본 연구에서 조사된 세 분류군 가운데 제주도에 제한적으로 분포하는 분류군인 섬매발톱나무는 그 분류학적 지위와 관련하여 논란이 있었던 분류군이다. 이는 당초 Nakai (1913)에 의해 종으로 기재되었으나 이후 뚜렷한 언급 없이 *B. amurensis*의 변종으로 격하된 분류군이다(Nakai, 1936). 그러나 Ahrendt (1961)는 이와 같은 Nakai의 분류학적 처리와는 다르게 *B. quelpaertensis*를 *B. amurensis*와 전혀 다른 절/아절(sect. *Franchetianae*/subsect. *Sieboldiae*)로 분류하여, 두 분류군 간에 큰 차이가 있음을 인식한 바 있다. 실제로 *B. quelpaertensis*와 같은 절/아절로 분류되고 있는 종으로서 일본에 분포하는 *B. sieboldii* Miq.는 잎의 외형이나 거치 형질에 있어서 매우 유사한 것으로 알려져 있다(Ahrendt, 1961). 그러나 최근 *Berberis*에 대한 분자계통 연구 결과는 Ahrendt (1961)의 절(section) 분류체계를 대부분 지지하지 않았으며, *B. quelpaertensis*가 *B. sieboldii*보다는 *B. amurensis* (매발톱나무)와 더 가까운 유연관계에 있다는 것을 보여주었다(Kim *et al.*, 2004). 한편, 섬매발톱나무의 분류학적 지위와 관련하여서는, 본 분류군이 내륙에 분포하는 매발톱나무와 구분되는 분류군이며 그 차이가 잎의 형질에서 비교적 잘 나타난다는 것이 본 연구를 통해 확인되었으나, 꽃이나 열매의 형질에 있어서는 두 분류군 간에 전혀 차이가 없다는 점을 고려할 때 변종의 지위를 유지하는 것이 타당하다고 생각된다. 그러나 향후, 형태적 접근 이외에 집단 유전학적인 분석방법을 통해 두 분류군 간의 유전적 차이를 파악함으로써 섬매발톱나무의 분류학적 지위를 보다 충실하게 논의할 필요가 있다고 판단된다.

B. amurensis var. *latifolia* 또한 주성분 분석을 비롯한 본 연구의 형태변이 분석 결과에서 형태적으로 비교적 뚜렷하게 구분됨으로써 독자적인 분류학적 지위를 가질 수 있음을 보여주었다. 본 분류군에 대해서 어떤 분류학적 지위를 부여할 것이냐에 대해서는 품

종을 주장하는 견해와(Lee, 1996) 변종으로 인정하는 입장(Nakai, 1936; Lee, 1980; Lee, 2006)이 공존한다. 한편, 본 분류군의 분포와 관련하여 Lee (1996)는 울릉도 이외에 강원도 지역을 제시한 바가 있으나 인용된 표본에 대한 형질조사 및 재동정을 실시한 결과 왕메발톱나무보다는 메발톱나무의 형질을 지니는 것으로 확인되었다. 따라서 본 분류군의 분포는 울릉도에 국한되는 것으로 파악되었다. 변종과 품종에 대한 지위 부여는 학자들마다 다를 수도 있지만, 변종의 개념에서 지리적 차이가 강조된다는 점을 고려할 때 (Stuessy, 1990) 제한된 분포를 보이고 있는 본 분류군은 품종보다는 변종으로 처리하는 것이 더 타당할 것이라고 생각된다. 따라서 *B. amurensis*는 한반도 내륙 지역에 분포하는 *B. amurensis* var. *amurensis* (메발톱나무)와, 제주도에 자라는 *B. amurensis* var. *quelpaertensis* (섬메발톱나무)나 울릉도의 *B. amurensis* var. *latifolia* (왕메발톱나무)와 같이 섬이라는 격리된 환경 하에서 종분화 과정을 밟고 있는 종내 분류군들로 구성되는 종이라고 정리할 수 있으며, 섬메발톱나무는 왕메발톱나무에 비해 형태적 분화가 더 많이 일어난 분류군으로 파악되었다.

사 사

본 연구를 위해 귀중한 표본을 열람하도록 허락한 국립수목원, 서울대학교 자연과학대학, 서울대학교 농업생명과학대학, 성균관대학교, 전북대학교, 강원대학교 표본관에 깊은 감사를 드립니다. 본 연구는 한림대학교 교비연구비 및 차세대핵심환경기술개발사업연구비(052-041-026) 지원에 의해 수행되었습니다.

인 용 문 헌

- Ahrendt, L. W. A. 1961. *Berberis* and *Mahonia*: a taxonomic revision. Bot. J. Linn. Soc. 57: 1-410.
- Chung, T. H. 1965. Illustrated Encyclopedia of Fauna and Flora of Korea. Vol. 5. Tracheophyta. Ministry of Education, Korea (in Korean).
- Kim, Y.-D., S.-H. Kim, and L. R. Landrum. 2004. Taxonomic and phytogeographic implications from ITS phylogeny in *Berberis* (Berberidaceae), J. Plant Res. 117: 175-182.
- Lee, T. B. 1980. Illustrated Flora of Korea. Hyangmunsa, Seoul (in Korean).
- Lee, W. T. 1996. Lineamenta Florae Koreae. Academy Press, Seoul (in Korean).
- Lee, Y. N. 2006. New Flora of Korea. Kyo-Hak Publishing Co., Ltd., Seoul (in

Korean).

- Nakai, T. 1913. Notulæ ad plantas Japoniæ et Coreæ IX. Bot. Mag. (Tokyo) 27: 31.
- Nakai, T. 1914. Plantae novae Coreanae et Japonicae. II. Repert. Spec. Nov. Regni Veg. 13: 267-278.
- Nakai, T. 1936. Flora Sylvatica Koreana. 21: 71-79 (in Japanese).
- Schneider, C. K. 1905. Die Gattung *Berberis* (*Euberberis*). Vorarbeiten für eine Monographie. Bull Herb Boissier Ser 2. 5: 33-48, 133-148, 391-403, 449-464, 655-670, 800-831.
- Stuessy, T. 1990. Plant Taxonomy. Columbia Univ. Press, New York. Pp. 183-187.

Appendix 1 : Specimens examined for the morphological variation analyses.

Berberis amurensis Rupr. var. *amurensis* (Korean name: 매발톱나무, Mae-bal-top-na-mu) -- China: Mt. Baekdo, 26 May 2004, Y.D. Kim 160 (Hallym Univ.), 26 May 2004, Y.D. Kim 161 (Hallym Univ.). Korea: Chungcheongbuk-do; Mt. Sobaek, 03 Jun. 1975, J. An 48832 (SNU). Gangwon-do; Mt. Daesung, 20 May 1982, W.C. Lee, *s.n.* (KWNU); Mt. Daeseong, 20 May 1983, W.C. Lee *s.n.* (KWNU); Mt. Taebaek, 27 May 1989, S.G. March 76 (SNUA), 27 May 1989, S.G. March 86 (SNUA); Mt. Seorak, 12 Jun. 1994, K. Yoo & W.C. Lee *s.n.* (KWNU), 12 Jun. 1994, K. Yoo & W.C. Lee *s.n.* (KWNU); Mt. Jeombong, 07 Jun. 1996, C.S. Chang 2652 (SNUA), 03 May 1997, C.S. Chang JB061 (SNUA); Mt. Taebaek, 20 Jun. 1997, D.K. Kim SKKWON0029 (KH); Taebaek Mt. Baegun, 03 May 1998, W.C. Lee *s.n.* (KWNU); Mt. Odae, 10 May 1998, C. Park & H. Lee 10150-1 (SNU); Mt. Hambaek, 26 May 1998, S.S. Kim & Y.M. Lee *s.n.* (KH), 26 May 1998, S.S. Kim & Y.M. Lee *s.n.* (KH); Chichulbong, 17 Jun. 1998, C.S. Chang HR358 (SNUA); Mt. Hambaek, 21 Jun. 1999, W.C. Lee *s.n.* (KWNU), 21 Jun. 1999, W.C. Lee *s.n.* (KWNU); Geumdaebong, 19 May 2001, Y.D. Kim 2001-0045 (Hallym Univ.), 19 May 2001, Y.D. Kim 2001-0046 (Hallym Univ.), 19 May 2001, Y.D. Kim 2001-0047 (Hallym Univ.), 26 May 2001, Y.D. Kim 2001-0057 (Hallym Univ.), 26 May 2001, Y.D. Kim 2001-0058 (Hallym Univ.), 26 May 2001, Y.D. Kim 2001-0059 (Hallym Univ.), 26 May 2001, Y.D. Kim 2001-0060 (Hallym Univ.), 26 May 2001, Y.D. Kim 2001-0061 (Hallym Univ.); Mt. Bangtae, 04 Jun. 2004, K. Heo & K.T. Yeo 2029 (KH), 04 Jun. 2004, K. Heo & K.T. Yeo 2031 (KH). Gyeonggi-do; Mt. Myeongsung, 04 May 1989, J.S. Kim 9749 (SNU); Mt. Cheonma, 26 May 1990, E.J. Park 4221 (SKK); Mt. Yongmun, 26 May 1990, Y.S. Sin 4220 (SKK). Gyeongsangnam-do; Mt. Jiri, 14 Jul. 1988, C.H. Kim *s.n.* (JNU), 15 Jul. 1988, B.Y. Sun *s.n.* (JNU), 15 Jul. 1988, C.H. Kim *s.n.* (JNU); Mt. Gaya, 29 Mar. 2003, D.K. Kim & S.H. Park TUT16875 (KH), 29 Mar. 2003, D.K. Kim & S.H. Park TUT17807 (KH)

Berberis amurensis var. *latifolia* Nakai (Korean name: 왕매발톱나무, Wang-mae-bal-top-na-mu) -- Gyeongsangbuk-do; Ulleung-do, 15 Jul. 1937, B. Do & H. Sim 3221 (SNU), 15 Jul. 1937, B. Do & H. Sim 3236 (SNU), 19 May 1989, S.G. March 40 (SNUA), 21 May 1995, S.S. Kim *s.n.* (KH), 21 May 1995, S.S. Kim *s.n.* (KH), 21 May 1995, S.S. Kim *s.n.* (KH), 21 Apr. 2005, Y.D. Kim 2005-3144 (Hallym Univ.); Ulleung-do, DoDong, 27 Jul. 1961, T.B. Lee, *s.n.*, (SNUA), 26 Jul. 1973, W.T. Lee *s.n.* (KWNU), 18 May 1986, K.O. Yoo *s.n.* (KWNU), 18 May 1986, W.K. Baek *s.n.* (KWNU), 18 May 1986, W.K. Baek *s.n.* (KWNU), 22 Oct. 2000, Y.D. Kim 2000-0061 (Hallym Univ.), 22 Oct. 2000, Y.D. Kim 2000-0085 (Hallym Univ.), 31 May 2001, Y.D. Kim 2000-0063 (Hallym Univ.), 31 May 2001, Y.D. Kim 2000-0064 (Hallym Univ.), 13 Mar. 2003, S.H. Park 30635 (KH);

Ulleung-do, Taeha, 11 May 2003, S.H. Park 30557 (KH), 11 May 2003, S.H. Park 30557 (KH), 05 May 2005, J.S. Kim 050738 (KH)

Berberis amurensis var. *quelpaertensis* (Nakai) Nakai (Korean name: 섬매밭톱나무, Seom-mae-bal-top-na-mu) -- Jeju-do; Mt. Halla, 17 Jul. 1935, B.S. Do 3241 (SNU), 28 Jul. 1947, S.H. Jin 3243 (SNU), 28 July 1947, S.H. Jin 3244 (SNU), 07 Jun. 1975, T.B. Lee *s.n.* (SNUA), 07 Jun. 1975, T.B. Lee *s.n.* (SNUA), 17 Jun. 1988, C.H. Kim JNU4202 (JNU), 18 Jun. 1988, C.H. Kim JNU4203 (JNU); Mt. Halla, May 1970, T.B. Lee *s.n.* (SNUA), 02 Jul. 1979, T.B. Lee, *s.n.* (SNU), May 1983, T.B. Lee *s.n.* (SNUA), 04 Jun. 2000, Y.D. Kim 2000-0007 (Hallym Univ.), 04 Jun. 2000, Y.D. Kim 2000-0008 (Hallym Univ.), 04 Jun. 2000, Y.D. Kim 2000-0009 (Hallym Univ.), 04 Jun. 2000, Y.D. Kim 2000-0010 (Hallym Univ.), 27 Jun. 2000, Y.D. Kim 2001-0002 (Hallym Univ.), 27 Jun. 2000, Y.D. Kim 2001-0003 (Hallym Univ.), 27 Jun. 2000, Y.D. Kim 2001-0004 (Hallym Univ.), 18 May 2003, Y.J. Kang *s.n.* (KH), 18 May 2003, Y.J. Kang *s.n.* (KH), 01 Oct. 2006, Y.H. Kim 06100002 (KH)

Morphological Variation of *Berberis amurensis* Complex

Chang-Woo Hyun and Young-Dong Kim*

Department of Life Science, Hallym University, Chunchon 200-702, Korea

The morphological variation was analysed to examine previous hypotheses on the taxonomy of *B. amurensis* complex which includes *B. amurensis* Rupr. var. *amurensis*, *B. amurensis* var. *quelpaertensis* (Nakai) Nakai and *B. amurensis* var. *latifolia* Nakai. The results from the univariational and principal components analyses employing 22 putatively diagnostic characters indicate that *B. amurensis* var. *quelpaertensis* is distinct from var. *amurensis* in the length and width of leaves, angle of leaf apex, distance between spinose teeth, length of internode, number of flowers per inflorescence, whereas *B. amurensis* var. *latifolia* is different from other varieties in the angle of leaf apex and leaf length/width ratio. In principal component analysis, the characters of the leaf including leaf width and length were the main characteristics to distinguish those three taxa. The evidence both from the principal components analyses and current geographical distribution pattern suggest that retaining the varietal status for the two taxa, *B. amurensis* var. *latifolia* and *B. amurensis* var. *quelpaertensis* is reasonable.

Key words: *Berberis amurensis* complex, principal component analysis, variety

*Corresponding author: Phone: +82-33-248-2095, Fax +82-33-256-3420, ydkim@hallym.ac.kr
Received: 6 December 2007/Accepted: 10 March 2008