

## 수리분류를 이용한 쇠무릎 분류군의 외부형태 연구

안영섭\* · 김관수\*\* · 김희\*\*†

\*농촌진흥청 국립원예특작과학원 인삼특작부, \*\*목포대학교 한약자원학과

### Morphometric Study of *Achyranthes bidentata* Complex Using Numerical Taxonomy

Young Sup Ahn\*, Kwan Su Kim\*\* and Hui Kim\*\*†

\*Department of Herbal Crop Research, NIHHS, RDA, Eumsung 369-873, Korea.

\*\*Department of Medicinal Plants Resources, Mokpo National University, Muan 534-729, Korea.

**ABSTRACT :** ‘Usul’ is a traditional medicinal herb, which has anti-inflammatory activities is distributed in India, Nepal, China, Korea, Japan. Korea pharmacopeia listed ‘Usul’ as either a species of *Achyranthes japonica* (Miq.) Nakai or *A. bidentata* Blume. Recent taxonomic studies in China and Japan delimited these taxa as two varieties, *A. bidentata* Blume var. *bidentata* and var. *japonica* Miq. A multivariate morphometric study of *Achyranthes bidentata* complex was undertaken to assess the entities of taxa that usefully could be recognized. Five quantitative characters were reviewed and analyzed with 293 specimens from Korea. The univariate analysis of inflorescence length, interval between florets, angle between floret and floral axis indicated that ranges among all taxa were continuous. However, quantitative characters of membrane size and the number of hairs within 4 were useful to identify two varieties. In PCA, the first three principal components accounted for 89.4% of the total variance. PCA revealed that var. *bidentata* showed distinctions in morphological attributes from var. *japonica* entity. Therefore, continued recognition at the infraspecific level for these taxa is supported.

**Key Words :** *Achyranthes bidentata*, Numerical Taxonomy, Principal Component Analysis

## 서 언

생약의 품질관리뿐 아니라 수입산물과의 구별을 위해 약용작물의 기원판별기술 개발은 점차 중요해지고 있다. 약용식물의 기원이란 작물의 원산지와는 다른 개념으로 약용작물의 진위판별과 품질검사 및 식물의 동정시 올바른 한약재의 원료를 말한다. 기원식물은 약용식물의 효능이나 특성과 분류학에 기반한 생물종의 계통관계에 따라 정의된다 (Kim and Kim, 2003). 약용작물의 기원을 판별하기 위해서는 표본 및 문헌 연구를 통한 분류학적 판단과 함께 최근 분자생물학적 기법을 이용한 기원 판별을 이용한다. 분자유전학적 기원판별은 기존의 외부형태를 이용한 식별 및 분류학적 기원판별과 달라 재료의 상태에 구애 받지 않고 비교적 정성적인 판별이 가능하여 최근 각광을 받고 있다 (Sung et al., 2004). 기원 판별은 분자생물학적 정보에만 치우쳐져서는 안되고 형태에 기반한 분류학 연구, 화학성분 분석과 유전다양성 평가 등이 종합적으로 이루어져야한다.

한약재 우슬 (牛膝)은 비름과 (Amarathaceae) 쇠무릎속 (genus *Achyranthes*)에 속하며 초본 혹은 아관목의 형태로 전세계에

15종이 있다 (Radford et al., 1974). 쇠무릎속은 대부분 구대륙의 열대 혹은 아열대에 분포하며 동북아시아에는 *A. bidentata* Blume, *A. aspera* L., *A. longifolia* (Makino) Makino 3종이 분포하고 있다 (Bao et al., 2003). 소염작용 (Kim et al., 2009)에 대한 전통적인 약물로 이용되어온 종은 *A. bidentata* Blume로 본 종은 인도, 네팔, 중국, 한국과 일본 등지에 분포하고 있다 (Kim et al., 2006) 국내의 약용식물에 관한 정부의 규정인 약전 (Korea Food & Drug Administration, 2007)에서는 자생하는 쇠무릎 [*Achyranthes japonica* (Miq.) Nakai]과 중국원산의 *A. bidentata* Blume로 규정하고 있다. 최근 국내의 분류학 연구결과에서는 국내에 분포하는 쇠무릎속의 식물을 *Achyranthes japonica* (Miq.) Nakai 단일종으로 기록하고 있다 (Lee, 1980, 1996; Suh, 2007). 그러나, 중국에서는 관련 종을 *A. bidentata* Blume var. *bidentata* 기본종과 변종인 *A. bidentata* var. *japonica* Miq.로 나누고 있다. 두 변종의 분포범위는 var. *bidentata*의 경우 북부지역을 제외한 중국 전 지역과 네팔, 미얀마, 일본, 한국, 필리핀 등 아시아 전체에 분포하고 var. *japonica*의 경우 안휘, 호남, 절강 및 대

†Corresponding author: (Phone) +82-61-450-2665 (E-mail) huikim@mokpo.ac.kr

Received 2012 October 17 / 1st Revised 2012 November 6 / 2nd Revised 2012 November 19 / Accepted 2012 November 27

만과 일본에 제한적으로 분포하는 것으로 기록하고 있다. 일본의 경우 이전의 연구 (Ohwi, 1965)에서는 관련 종을 *Achyranthes japonica* (Miq.) Nakai와 *Achyranthes fauriei* H.Lév. & Vaniot 두 분류군으로 기록하여 식별형질과 분포 특성을 기록하였다. 두 종의 분포는 전자는 혼슈, 시코쿠, 큐슈에 분포하고 후자는 홋카이도, 혼슈, 시코쿠, 큐슈에 분포하는 것으로 기록하였다. 최근 일본의 분류학 연구결과 (Clemants, 2006)는 언급된 두 분류군과 *A. longifolia* (Makino) Makino까지 합쳐 *A. bidentata* Blume 단일 종으로 처리하고 있다.

현재 국내에 유통되고 있는 우슬의 경우 이러한 분류학적 정보가 전혀 없는 상태에서 거래가 되고 있으며 현재 사용되는 학명의 경우도 *A. fauriei* H.Lév. & Vaniot (털쇠무릎), *A. japonica* (Miq.) Nakai (쇠무릎) 등 이명처리된 학명을 그대로 사용하고 있다. 일본의 경우 털쇠무릎도 약전에서 우슬의 기원식물로 취급하고 있어 정확한 분류학적 검토와 함께 관련종의 기원 연구가 이루어져야 한다 (The Ministry of Health, Labour and Welfare, 2001). 본 연구에서는 분류학적 검토를 위하여 국내에 분포하는 우슬관련 자연집단에 대한 분포특성을 파악하고 외부 형태 연구를 통한 분류학적 검토를 실시하려고 한다.

### 재료 및 방법

서울대학교 농업생명과학대학 樹友표본관 (SNUA)과 산림청 국립수목원 산림생물표본관 (KH)에 소장된 쇠무릎 [*Achyranthes japonica* (Miq.) Nakai, *A. bidentata* var. *japonica* Miq.] 및 털쇠무릎 (*A. bidentata* Blume var. *bidentata*, *A. fauriei* H. Lév. & Vaniot.) 식물표본 293점을 연구에 사용하였다. 국내 분포하는 쇠무릎 분류군들 (*Achyranthes bidentata* complex)의 단변량과 다변량 분석을 위하여 대상표본 중 대표적인 화서와 열매를 대상으로 형질을 측정하였다. 대상 표본에 기록된 채집장소에 대한 정보를 이용하여 분포도를 작성하였다 (Fig. 1). 채집된 표본의 위치정보는 분포도와 동일하며 채지시기는 전체 293점 중 1959년부터 1999년까지 채집된 표본 21점을 사용하였고 2 점은 채집일이 기록되지 않았으며 270점은 2000년대 이후에 수집된 표본을 이용하였다.

쇠무릎 분류군의 중요한 식별 및 분류에 사용되는 형질과 기존의 관련식물에 대한 분류 연구 (Bao *et al.*, 2003)에 사용된 검색표를 바탕으로 5가지 정량 형질을 측정하였다 (Table 1). 특히, 변종간의 형태적 특성을 확인하기 위하여 식별형질로 제시된 소화수의 꽃받침 사이에 있는 막질의 길이와 잎 뒷면에 나타나는 4개의 털의 밀도를 조사하였다. 화서의 길이와 소화수 (florets) 사이의 간격은 전체 화서중에서 가장 큰 간격을 측정하여 기록하였고 본 연구에서 측정된 형질은 그림을 이용하여 도시하였다 (Fig. 2). 또한 각 정량적 형질에 대한 단변량분석은 R-package (R Development Core Team, 2012)를

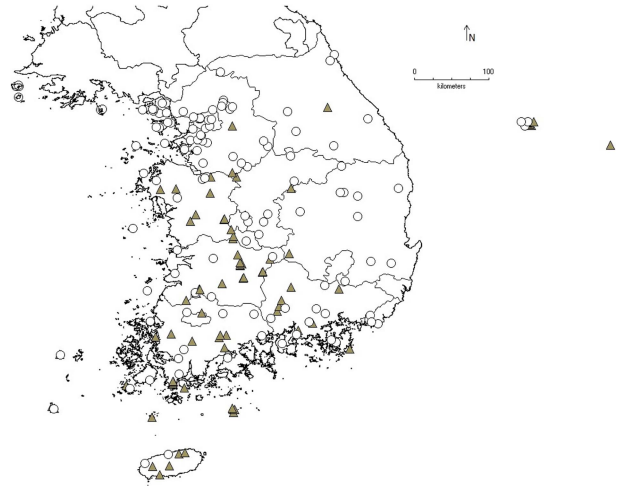


Fig. 1. Distribution of *Achyranthes bidentata* var. *bidentata* (○), var. *japonica* (▲) complex in Korea.

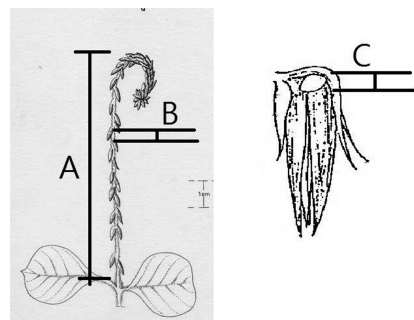


Fig. 2. The representative measured characters for the morphometric analyses. (A); the length of inflorescence between sepals, (B); interval between florets, (C); angle between florets and floral axis.

Table 1. Morphological characters of *Achyranthes bidentata* complex used in principal components analysis.

1. hair density at adaxial leafside (hairs/4 mm <sup>2</sup> )
2. inflorescence length (mm)
3. interval between florets (mm)
4. the length of membrane between sepal (mm)
5. angle between florets and floral axis (degree)

사용하였다. 각 정량형질은 최소치, 최대치, 평균과 표준편차를 제시하였다. 다변량분석은 R-package의 주성분분석 (principal components analysis, PCA) 중 correlation matrix를 이용하였다. 주성분분석은 행렬수학을 이용하여 데이터의 변량들의 분산값이 최대로 늘어나는 방향을 1개의 축으로 잡고 좌표계에 이러한 축과 직각을 이루는 방향에 나머지 변량 중 최대의 분산값을 갖는 축을 순차적으로 제시하는 방법이다 (James and McCulloch, 1990; Yun *et al.*, 2002). 대부분의 분산값은 초기 2-3개의 주성분으로 설명되기 때문에 각 주성

분분석의 설명요소 각 OTU간의 관계를 축약해 보이는데 이용하였다 (Henderson, 2006).

### 결과 및 고찰

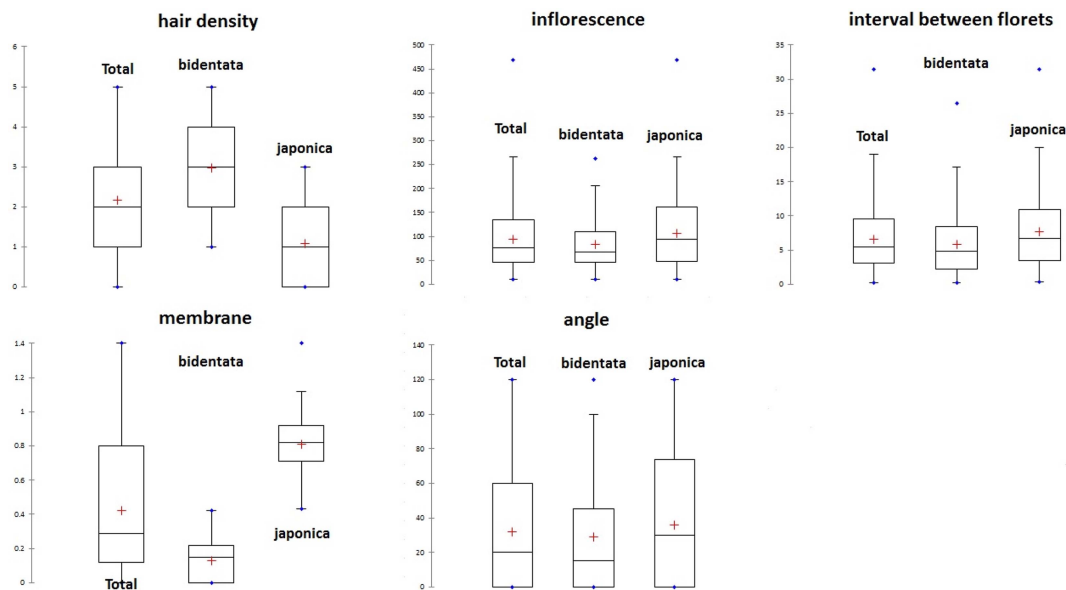
**단변량분석:** 쇠무릎 분류군 (*Achyranthes bidentata* complex)에 속하는 각 변종을 식별하는 정량형질을 대상으로 측정하여 단변량 자료를 분석하였다. 측정된 정량형질 중 생식형질과 관련된 형질로는 화서의 전체 길이와 소화수간의 간격 및 막질의 길이와 소화수의 줄기로부터 벌어진 각도 등이 있다 (Table 1). 화서의 전체길이 (inflorescence length)는 화서의 기부말단의 소화 (floret)로부터 상단 끝부분의 소화까지의 거리를 측정하였다. 화서의 길이는 평균 93.35 mm (*s.d.* = 63.54)로 최대 468 mm, 최소 9.8 mm로 변이계수는 68.06%로 그 변이의 폭이 크지만 중국식물지 (Bao *et al.*, 2003)에서 제기된 식별형질로 사용할 수 있을 정도의 분류군간 차이는 없었다 (*t*-test, *p* = 0.09, Table 2, Fig. 3). Bao 등 (2003)은 화서의 밀집도에 따라 소화수가 드문드문 달리는 것을 쇠무릎 (*var. japonica*)으로 소화수가 밀집된 경우를 털쇠무릎 (*var. bidentata*)로 구별하였다. 화서의 밀집도를 측정하기 위하여 화서내에서 소화수간의 간격이 가장 긴 길이를 측정하였다. 소화수의 간격 평균은 6.62 mm (*s.d.* = 5.08)로 완전히 밀집된 개체들과 최대 31.5 mm까지 소화수간의 간격을 보여 변이계수는 76.65%로 그 변이의 폭은 매우 컸으나 두 분류군 모두 공유하고 있는 특징으로 종간 차이는 없었다 (*t*-test, *p* = 0.16). 쇠무릎 분류군의 소화수는 개화 초기에는 화축에 완전히 붙어 있는 상태이나 개화후 결실기까지 소화수가 화축으로부터 점

**Table 2.** Correlation coefficients between morphometric characters of 293 *Achyranthes bidentata* complex samples.

character	mean	maximum	minimum	standard deviation	CV(%)
hair density at adaxial leafside	2.16	5	0	1.224	56.66
inflorescence length	93.35	468	9.8	63.54	68.06
interval between florets	6.623	31.5	0.2	5.077	76.65
the length of membrane between sepal	0.422	1.4	0	0.365	86.49
angle between florets and floral axis	32.09	120	0	35.5	110.62

차 벌어진다. 화축으로부터 벌어지는 특성을 개체별로 차이를 보여 종간 식별에 유용한지 확인하기 위하여 줄기로부터 벌어진 각도 (angle between florets and floral axis)를 측정하였다. 측정된 각도는 최대 120도부터 최소 0도까지 평균 30.08도 (*s.d.* = 35.5)로 변이계수는 110.62%로 그 변이의 폭이 매우 크다. 이러한 높은 변이에도 불구하고 분류군간의 차이는 확인할 수 없었다 (*t*-test, *p* = 0.21, Table 2, Fig. 3).

쇠무릎 소화수의 꽃받침사이에는 얇은 막질이 발달하며 이는 Ohwi (1965)에 의해 두 분류군의 식별형질로 알려졌다. 막질의 길이 (membrane length)를 측정한 결과 전체적으로 막질이 존재하지 않는 경우부터 최대 1.4 mm까지 다양하였으며 평균 0.42 mm (*s.d.* = 0.366)로 변이계수는 86.49%로 다양성이 컸다 (Table 2). 막질을 기준으로 쇠무릎과 털쇠무릎을 구분하



**Fig. 3.** Box plots of morphometric characters of 293 *Achyranthes bidentata* complex samples.

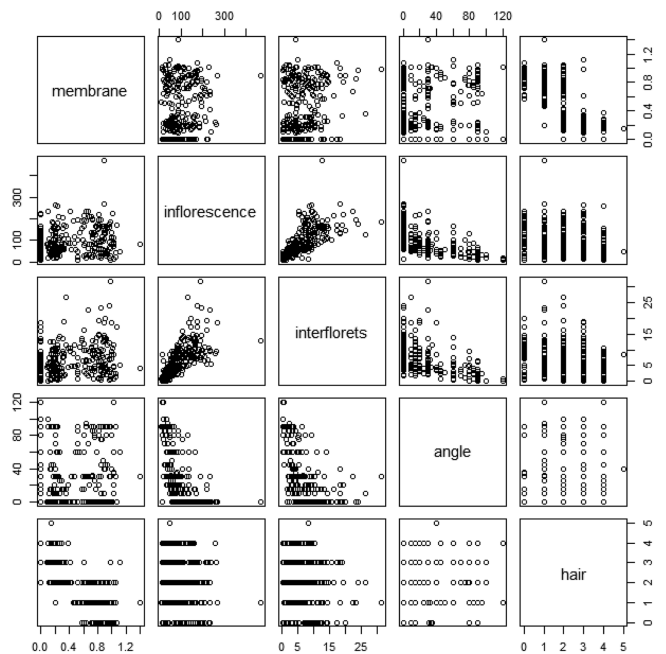
여 각 분류군간의 막질의 길이를 비교한 결과 털쇠무릎의 막질의 길이는 0.17 mm (*s.d.* = 0.03), 쇠무릎의 막질의 길이는 0.12 mm (*s.d.* = 0.02)로 중간차이가 통계적으로 확인되었다 (*t*-test, *p* < 0.01, Fig. 3). 두 분류군의 국명에서 볼 수 있듯이 쇠무릎과 털쇠무릎의 영양형질의 가장 중요한 특징은 식물 전체에서 확인되는 털의 밀도 (hair density, Bao *et al.*, 2003)이다. 각 분류군의 털에 밀도 차이를 측정하기 위하여 측정된 표본에서 가장 큰 잎의 뒷면의 4당 털의 밀도를 측정하였고 평균 2.16개 (*s.d.* = 1.22)로 최대 5개에서 털이 없는 개체까지 확인되었다. 각 분류군간의 털의 밀도를 비교한 결과 털쇠무릎의 털의 밀도는 2.97개 (*s.d.* = 0.61), 쇠무릎의 털의 밀도는 1.09개 (*s.d.* = 0.65)로 중간차이가 통계적으로 확인되었다 (*t*-test, *p* < 0.01). 쇠무릎 (*var. japonica*)개체의 경우 털이 드물게 있고 (Plants sparsely hairy)로 털쇠무릎 (*var. bidentata*)은 털이 많거나 거의 없다 (Plants hairy or subglabrous) 주장한 Bao 등 (2003)의 모호한 기준과는 달리 털이 4당 1개와 3개로 정략적인 기준을 제시할 수 있다. 분석에 사용된 형질에 대한 각 분류군간의 통계적 유의성 (*t*-test)을 확인한 결과 털의 밀도와 막질의 길이가 식별에 유용한 형질로 확인되었다.

**주성분분석:** 측정된 형질들에 대한 상관행렬을 작성하였다 (Table 3). 각 형태 형질의 상관관계를 검토한 결과 화서의 길이와 소화수간의 간격은 높은 정의 상관을 보였으나 화서의 길이와 소화수의 각도는 부의 상관을 보였다 (Fig. 4). 막질의 길이는 다른 특성과 낮은 상관을 보였으나 털의 밀도와는 높은 부의 상관을 보였다 (Fig. 4). 주성분분석에 의하면 3개의 성분 eigenvalue 누적비율이 0.894 (ca. 89.4%)인 수치를 보여 기존의 연구들보다는 다소 높게 나타났다 (James and McCulloch, 1990; Kim and Chang, 2001). PC 1, 2와 3에는 각각 49.8, 31.7, 7.81%로서 주성분 축 1이 가장 높았다. 주성분분석의 PC 1과 상관 관계를 보여주는 형질로는 화서의 길이, 소화수간의 간격, 소화수와 화축간의 각도로 주로 각 분류군간의 차이를 보이지 않았던 생식형질이었다. PC 2번째에는 식물체 전체에 나타나는 털의 밀도와 막질의 길이등 분류군간의 식별에 도움을 주는 형질이 주를 이루었으나, PC 3과 관련된 형질은 소화수간의 간격, 소화수와 화축간의 각도 등으로 PC 1에서 언급된 형질이었다.

현재 확인된 두 개 분류군을 제외하고는 다른 특성을 보이는 집단은 확인되지 않아 국내 분포하는 분류군은 쇠무릎과 털쇠무릎 두 분류군으로만 한정하는 것이 가능하다. PCA좌표상에서 쇠무릎과 털쇠무릎의 개체들은 화서의 길이, 소화수간의 간격, 소화수와 화축간의 각도와 밀접한 관계가 있는 PC1에 의해서는 좌우로 퍼져 있어 변이가 공통으로 존재하는 것으로 보였다 (Table 4, Fig. 5). 그러나, 털의 밀도와 막질의 길이와 관련이 깊은 PC2에 있어서는 쇠무릎은 왼쪽에

**Table 3.** Correlation coefficients between morphometric characters of 293 *Achyranthes bidentata* complex samples.

character	membrane	inflorescens length	interval	angle	hair density
hair density at adaxial leafside	1	0.188	0.228	0.036	-0.753
inflorescence length	0.188	1	0.694	-0.634	-0.266
interval between florets	0.228	0.694	1	-0.581	-0.248
the length of membrane between sepal	0.036	-0.634	-0.581	1	0.058
angle between florets and floral axis	-0.753	-0.266	-0.248	0.058	1



**Fig. 4.** Correlograms between morphometric characters of 293 *Achyranthes bidentata* complex samples.

**Table 4.** Loadings of the first three principal components for five morphological characters from the analysis of 293 *Achyranthes bidentata* complex samples.

character	F1	F2	F3
hair density at adaxial leafside	0.506	0.790	0.018
inflorescence length	0.850	-0.284	0.073
interval between florets	0.838	-0.248	0.401
the length of membrane between sepal	-0.696	0.532	0.440
angle between florets and floral axis	-0.573	-0.732	0.176

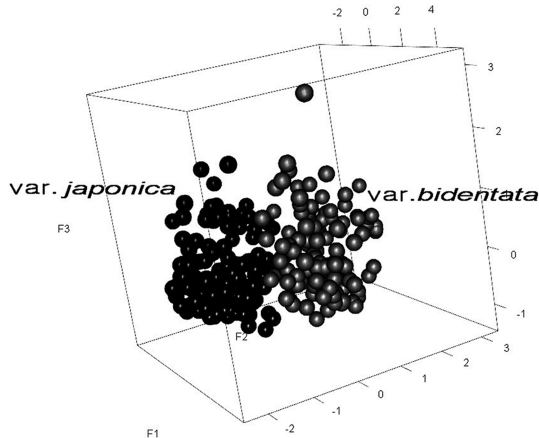


Fig. 5. Scatter diagrams from principal components analysis of *Achyranthes bidentata* complex in Korea.

털쇠무릎은 오른쪽으로 분포하여 일정한 경향을 확인할 수 있었다 (Fig. 5). 즉, 쇠무릎의 경우 막질의 길이가 길고 털의 밀도가 낮은 개체들인 반면 막질의 길이가 짧고 털의 밀도가 높은 개체들은 털쇠무릎으로 서로 정량적으로 구별된다. 이는 PC2와 밀접한 관계가 있는 털의 밀도와 막질의 길이가 영향을 주어 분류군간 식별에 유용한 것을 확인할 수 있었다. 다변량 분석 결과 국내에서 하나의 종으로 인식되었던 쇠무릎과 털쇠무릎은 정량형질의 전형질적 유사성에서도 뚜렷한 차이가 확인되었다. 단변량 상에서는 그 변이의 폭만으로 구별이 가능하지만 종합적인 형질을 축약해서 보여주는 다변량 분석을 이용하여 이를 3차원으로 전개할 경우 털의 밀도와 막질의 길이와 기타 양적인 형질이 복합적으로 작용하여 양적인 형질의 전형질적 유사성에 있어 뚜렷한 차이가 확인되었다.

**분포특성과 식별:** 형태적으로 식별이 가능한 두 분류군의 국내 자생 분포 지역은 상당부분 겹치는 것으로 확인된다. 즉, 쇠무릎의 경우 경상남도과 전라남도를 포함한 남부해안과 서해안 지역을 중심으로 분포하고, 털쇠무릎은 백두대간을 제외한 전국적인 분포를 보여 두 종간은 서로 다른 분포 유형을 보였다 (Fig. 1). 바이오클림 (Bioclim) 분포모델을 이용하여 최적 생육지역을 조사한 결과 (Chang *et al.*, 2012) 쇠무릎은 남해안 지역을 포함한 남부지방 및 서부해안지역으로 나타나고, 털쇠무릎의 경우 충청남도를 중심으로 한 중부지역이다. 일정한 분포의 경향을 보이나 쇠무릎과 털쇠무릎 모두 동일한 지역에서 확인되면 이러한 특징은 중국과 일본에서도 같은 경향을 보인다. 그러나 동일한 지역이라고 해도 털쇠무릎의 경우 광량이 많고 건조한 풀밭에서 주로 자라는 반면 쇠무릎은 산림 지역과 같이 덜 건조하고 비교적 광량이 부족한 지역에서 자라는 것이 확인되었다. 현재 확인되는 형태적 특징은 생육환경과 일치되는 것으로 두 분류군은 동일지역 (sympatric)에 공통분포하고 있지만 실제로는 선호하는 생육지에 따라 생태적

지위가 분화되어 변종을 유지하는 것으로 확인된다.

## 감사의 글

본 연구는 2012년도 농촌진흥청 공동연구사업 주요 약용작물 종자 안전관리 및 유통·정책 연구 (과제번호: PJ008567) 연구비 지원으로 수행된 결과로 이에 감사드립니다.

## LITERATURE CITED

- Bao BJ, Steven EC and Thomas BS. (2003). Amaranthaceae In Wu Z. *et al.* (ed.). Flora of China(Vol. 5). Missouri Botanical Garden Press. St. Louis, Missouri, USA. p.415-429.
- Chang CS, Chang KS, Ahn YS and Kim H. (2012). Georeferencing of primary species occurrence data and necessity of data quality control: A case study of two varieties of Ox-Knee, *Achyranthes bidentata* Blume. Journal of Korean Forestry Society. 101:185-194.
- Clemants SE. (2006). Amaranthaceae. In Iwatsukik *et al.* (ed.). Flora of Japan(Vol. 2a). Kodansha Ltd. Tokyo, Japan. p.222-230.
- Henderson A. (2006). Traditional morphometrics in plant systematics and its role in palm systematics. Botanical Journal of the Linnean Society. 151:103-111.
- James FC and McCulloch CE. (1990). Multivariate analysis in ecology and systematics: Panacea or Pandora's box? Annual Review of Ecological System. 21:129-166.
- Kim H and Chang CS. (2001). Reconsideration of *Deutzia uniflora* Shirai in Japan and *D. coreana* H. Lévl. in Korea. Korean Journal Plant Taxonomy. 32:7-32.
- Kim DH, Sung JS, Kim MS, Park CG and Park HW. (2006). Growth characteristics and adaptability of introduced *Achyranthes bidentata* Blume in Korea. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 14:158-162.
- Kim KS and Kim HC. (2003). Review on original plants of oriental medicines used in Korea. Korean Journal of Crop Science. 48:79-95.
- Kim YO, Lee SW and Lee SE. (2009). Effects of *Achyranthes japonica* on carrageenan-induced arthritis rat model. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 17:470-474.
- Korea Food and Drug Administration. (2007). The 9th Korean Herbal Pharmacopoeia(Vol. 255). Korea Food and Drug Administration. Seoul, Korea. p.958-959.
- Lee TB. (1980). Illustrated Flora of Korea. Hyangmunsa. Seoul, Korea. p.322-322.
- Lee WT. (1996). Lineamenta Florae Korea. Academy Books. Seoul, Korea. p.450-485.
- Ohwi J. (1965). Flora of Japan. Smithsonian Institution. Washington D.C., USA. p. 417-420.
- Radford AE, Dickinson WC, Massey JR and Bell CR. (1974). Vascular Plant Systematics. Harper & Row Publisher. New York. New York, USA. p.250-255.
- R Development Core Team. (2012). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org/>.

**Suh YB.** (2007). Amaranthaceae. In Park CW (ed.). The Genera of Vascular Plants of Korea. Academy Publishing Co. Seoul, Korea. p.303-305.

**Sung JS, Bang KH, Park CH, Park CG, Yu HS, Park HW and Seong NS.** (2004). Discrimination of angelicae radix based on anatomical characters. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 12:67-72.

**The Ministry of Health, Labour and Welfare.** (2001). The Japanese Pharmacopoeia 16th edition. The Society of Japanese Pharmacopoeia. Tokyo, Japan. p.1594.

**Yun JS, Son SY, Kim IK, Hong EY, Yun T, Lee CH, Jong SK and Park SI.** (2002). Classification of *Polygonatum* spp. collections based on multivariate analysis. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 15:333-339.