

## 형태해부형질분석에 의한 우리 나라 방울골속 골절(Sect. *Schoenoplectus*)의 분류군정리

김철훈, 박명화, 신명호

위대한 수령 김일성 동지께서는 다음과 같이 교시하시였다.

《식물자원을 조사등록하는 사업과 함께 식물자원을 보호증식하고 효과적으로 리용하기 위한 연구사업도 하여야 하겠습니다.》(《김일성전집》 제6권 168페이지)

최근에 방동사니과 방울골속 골절에 속하는 참송이골(*Scirpus mucronata*)을 비롯한 일부 식물들이 토양오염물질들을 제거하는 능력을 가지고있는것으로 하여 그 리용가치가 높아지고있다.[5, 6] 그런데 방울골속 골절에 대한 분류군정리가 세계적으로 일치되지 못하다나니 참송이골의 학명이 도서들[1-3]마다 다르게 기재되고있으며 참송이골의 종한계에 대해서도 서로 다른 견해가 있다.

분자계통학적연구에 의하여 밝혀진데 의하면 우리 나라에 있는 방울골속 골절에 속하는 식물들은 단계통군이 아니며 2개의 조상공통생물무리로 갈라지는데 이것을 담보할수 있는 형태형질분석자료는 발표된것이 없다. 이로부터 우리는 우리 나라에 분포되어있는 방동사니과 골절식물들의 형태해부학적특징들을 수학적인 방법으로 분석하고 분자계통학적인 연구결과와 일치시켜 분류군정리를 진행하였다.

### 재료와 방법

재료로 리용된 우리 나라 방울골속 골절에 속하는 식물종들은 표 1과 같다.

매 종에 대하여 김일성종합대학 생명과학부와 국가과학원 식물학연구소 표본관에 보관된 석엽표본 5점씩 선택하여 형태형질을 관찰하였다.

선행연구자료들과 표본관찰을 통하여 얻은 형태형질들가운데서 종에 따라 차이가 있는 형질들만을 선택하여 통계분석에 리용하였다.

잎표피에서 구멍가세포쌍의 가로와 세로비는 선행방법[6]에 따라 잎아래표피의 해부구조를 관찰하고 대물측미계와 콤퓨터화상을 리용하여 측정하였다.

형태해부형질들에 대한 주성분분석과 산란도표는 선행방법[4]에 따라 IBM SPSS Statistics v21.0을 리용하여 작성하였다.

형태해부형질분석결과를 반영하여 검색표들을 작성하고 분류군정리를 진행하였다.

표 1. 방울골속 골절에 속하는 식물종들

No.	조선명	학명
1	물뚝자리골	<i>Scirpus nipponicus</i>
2	세모골	<i>S. triqueter</i>
3	송이골	<i>S. triangulatus</i>
4	참송이골	<i>S. mucronatus</i>
5	큰골	<i>S. tabernaemontani</i>
6	좁쌀울챙이골	<i>S. komarovii</i>
7	울챙이골	<i>S. juncooides</i>
8	수원골	<i>S. wallichii</i>

### 결과 및 논의

선행연구자료에 대한 조사와 자체로 진행한 관찰에 기초하여 주성분분석에 리용한 형태형질들은 표 2와 같다.

표 2. 주성분분석에 리용한 형태형질

No.	형질이름	변수이름	형질구분	형질상태수
1	뿌리줄기특성	RHL	질적형질	4
2	줄기높이	STH	량적형질	—
3	줄기자름면모양	STF	질적형질	2
4	꽃싸개잎길이	PEL	량적형질	—
5	꽃차례모양	INFF	질적형질	2
6	꽃차례의 쪽이삭수	SCHN	량적형질	—
7	쪽이삭길이	SCHL	량적형질	—
8	쪽이삭너비	SCHW	량적형질	—
9	꽃술머리개수	STIN	량적형질	—
10	가시바늘모양꽃울수	SPIN	량적형질	—
11	가시바늘모양꽃울의 모양	SPIL	질적형질	4
12	열매겉면모양	SCHS	질적형질	3

표 2에서 보는바와 같이 주성분분석에 리용된 형태형질들은 12개인데 그중 영양기관의 형태형질은 3개, 생식기관의 형태형질은 9개이며 질적형질은 5개, 량적형질은 7개이다. 량적형질가운데서 꽃차례의 쪽이삭수와 꽃술머리개수는 불연속적인 값을 가지는 량적형질이고 나머지 5개는 연속적인 값을 가지는 량적형질이다.

우리는 집단의 진화관계를 잘 반영하는 특징으로서 방울꿀아과의 분류에 리용된 잎표피의 해부학적특징들을 관찰하였다.

해부구조관찰에 기초하여 연구재료로 리용된 식물들의 잎아래표피에 있는 구멍가세포쌍에서 가로와 세로의 비를 측정한 결과는 표 3과 같다.

표 3. 잎표피에 배치된 구멍가세포쌍에서 가로와 세로의 비

No.	식물명	구멍가세포에서 가로와 세로의 비*
1	물뚝자리굴	0.986 7( $\pm 0.087$ 4)
2	세모굴	1.054 7( $\pm 0.114$ 7)
3	송이굴	1.784 3( $\pm 0.102$ 4)
4	참송이굴	1.803 4( $\pm 0.145$ 1)
5	큰굴	1.015 1( $\pm 0.063$ 2)
6	좁쌀울챙이굴	1.589 3( $\pm 0.184$ 2)
7	울챙이굴	1.893 0( $\pm 0.115$ 7)
8	수원굴	1.501 1( $\pm 0.201$ 4)

\* 가로와 세로의 비는 평균값으로 표시함

표 3에서 보는바와 같이 구멍가세포쌍의 가로와 세로비는 연구재료로 선정된 식물들에서 서로 다르게 나타났는데 이것은 선행연구결과[6]와 일치하였다. 이로부터 우리는 구멍가세포쌍의 가로와 세로비를 해부형질(량적형질)로 보충하여 13개의 형태해부학적형질을 가지고 8종의 식물들에 대한 무리분석을 진행하였다.

우선 선정된 집단내에서의 분기유무를 확정하기 위하여 13개의 변수들과 40개의 표본을 가지고 8개 종에 대하여 주성분분석을 진행하였는데 그 결과 첫 4개의 주성분들이 전체 분산의 91.058%를 반영하고있었다.(각각 35.046, 22.358, 17.650, 10.414%)

주성분분석결과 얻어진 4개의 주성분들에서 매 변수들의 결수들을 보면 표 4와 같다.

표 4. 주성분에서 변수들의 결수

변수	주성분			
	1	2	3	4
RHL	0.771	-0.586	0.031	0.084
STH	-0.408	0.763	-0.117	0.263
STF	0.093	-0.331	-0.542	0.626
PEL	0.170	-0.282	0.761	-0.025
INFF	0.960	-0.203	-0.101	0.111
SCHN	0.527	0.287	0.570	-0.342
SCHL	0.355	0.220	0.482	0.726
SCHW	-0.345	0.476	0.611	0.376
STIN	0.698	0.531	0.194	-0.235
SPIN	0.428	0.773	-0.132	0.065
SPIL	0.098	-0.657	0.489	0.155
SCHS	0.843	0.263	-0.402	0.007
GCR	0.961	0.116	-0.107	0.051

표 4에 기초하여 계산된 매 표본들의 주성분값들에 대하여 산란도표를 그려 형태무리의 분기정도를 평가하였다.(그림 1)

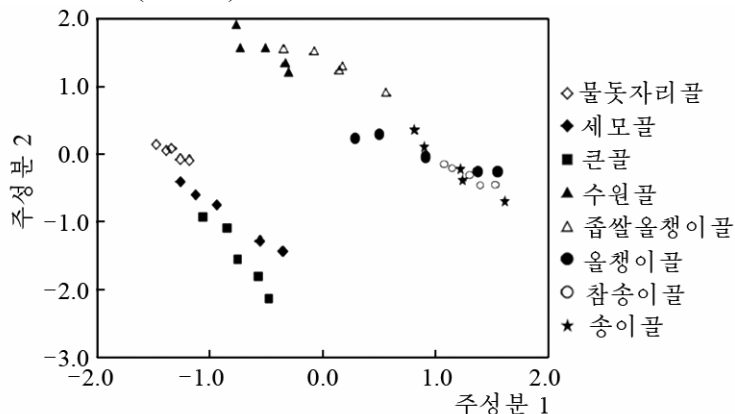


그림 1. 주성분분석에서 얻어진 첫 2개의 주성분값들에 대한 산란도표

그림 1에서 보는바와 같이 선정된 식물집단들은 2개의 상동성형태무리들로 갈라졌는데 물뚝자리골과 세모골, 큰골이 하나의 형태무리를 이루고 나머지종들이 다른 하나의 형태무리를 이루었다. 주성분 1과 3, 4에 대하여 각각 작성한 산란도표들에서도 같은 결과가 얻어졌다.

이것은 자체로 진행한 분자계통학적인 연구결과와도 일치하므로 이 집단에서 분자진화의 결과가 형태형질로 나타났다고 볼수 있으며 이것은 이 집단에 대한 각이한 분류들 가운데서 선행연구결과[2]를 담보해주는것으로 된다.

참송이골의 한계를 밝히기 위하여 우리는 주성분분석을 계속 진행하였다.

하나의 상동성형태무리로 나타나는 수원골, 좁쌀울챙이골, 울챙이골, 송이골, 참송이골 5개 종에 대하여 12개의 변수와 25개의 표본을 가지고 진행한 주성분분석에 의하면 첫 3개의 주성분들이 전체 분산의 84.438%를 반영하고있었다.(각각 50.670, 21.719, 12.050%)

매 표본들의 주성분값들에 기초하여 얻어진 산란도표는 그림 2와 같다.

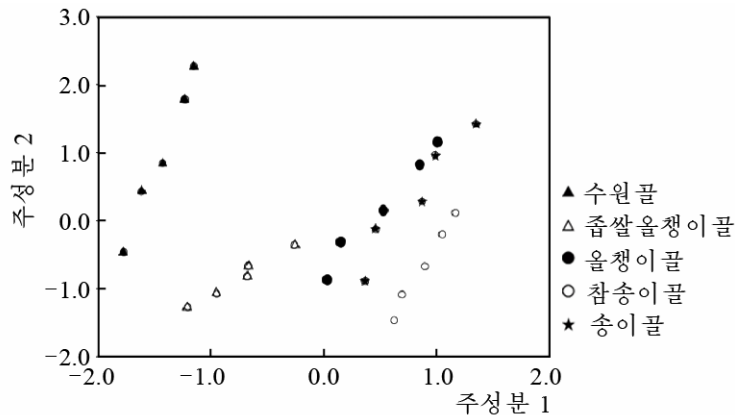


그림 2. 두번째 주성분분석에서 얻어진 첫 2개의 주성분값들에 대한 산란도표

두번째 주성분분석에서는 2개이상의 종을 포함한 형태무리들로의 분기는 나타나지 않았다. 주성분 1과 3에 대하여 작성한 산란도표에서도 같은 경향성이 나타났다.

세번째 주성분분석은 참송이골과 송이골 2개 종에 대하여 8개의 변수와 10개의 표본을 가지고 진행하였는데 분석결과 첫 2개의 주성분이 각각 54.340, 32.244%로서 전체 분산의 86.584%를 반영하고있었다.

매 표본들의 주성분값들에 대하여 얻은 산란도표는 그림 3과 같다.

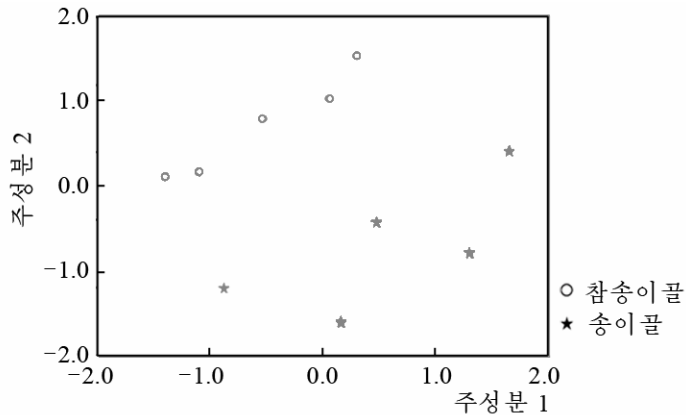


그림 3. 세번째 주성분분석에서 얻어진 주성분값들에 대한 산란도표

그림 3에서 보논바와 같이 참송이골과 송이골에서 주성분값들은 사침이 없이 명백히 갈라졌다. 이것은 참송이골과 송이골을 같은 종의 한계내에 넣어 취급할수 없다는것을 보여준다.

이로부터 우리는 선행연구[2]의 분류결과를 받아들여 방울골속 골절(Sect. *Schoenoplectus*)을 골속(*Schonoplectus*)으로 등급정리하고 이 속의 한계에 물뚝자리골, 세모골, 큰골을 소속시켰으며 나머지종들은 *Schoenoplectiella*속에 소속시키고 참송이골과 송이골은 선행연구[1]에서와 같이 서로 다른 종으로 보고 분류군정리를 다음과 같이 진행하였다.

#### 1) 골속

*Schoenoplectus* Palla. in Bot. Jahrb. Syst., 10, 299, 1888

##### ① 물뚝자리골

*Schoenoplectus nipponicus*(Makino.) Soják. in Cas. Nár. Mus., Odd. Prír., 140, 127, 1972

— *Scirpus nipponicus* Makino. in Bot. Mag. (Tokyo), 9, 311, 1895

② 큰골

*Schoenoplectus tabernaemontani*(C. C. Gmel.) Palla. in Bot. Jahrb. Syst., 10, 299, 1888

— *Scirpus tabernaemontani* C. C. Gmel. in Fl. Bad., 1, 101, 1805

③ 세모골

*Schoenoplectus triqueter*(L.) Palla. in Bot. Jahrb. Syst., 10, 299, 1888

— *Scirpus triqueter* L. in Mant. Pl., 1, 29, 1767

2) *Schoenoplectiella*속

*Schoenoplectiella* Lye. in Lidia, 6, 20, 2003

① 올챙이골

*Schoenoplectiella juncoides*(Roxb.) Lye. in Lidia, 6, 25, 2003

— *Scirpus nipponicus* Roxb. in Fl. Ind., 1, 218, 1820

② 좁쌀올챙이골

*Schoenoplectiella komarovii*(Roshev.) J. Jung & H. K. Choi. in J. Pl. Biol., 53, 3, 230, 2010

— *Scirpus tabernaemontani* Roshev. in Fl. URSS, 3, 579, 1935

③ 참송이골

*Schoenoplectiella mucronata* (L.) J. Jung & H. K. Choi. in J. Pl. Biol., 53, 3, 230, 2010

— *Scirpus mucronatus* L. in Sp. Pl., 50, 1753

④ 송이골

*Schoenoplectiella triangulata*(Roxb.) J. Jung & H. K. Choi. J. Pl. Biol., 53, 3, 230, 2010

— *Scirpus triangulatus* Roxb. in Fl. Ind., 1, 218, 1820

⑤ 수원골

*Schoenoplectiella wallichii*(Nees.) Lye. in Lidia, 6, 27, 2003

— *Scirpus wallichii* Nees. Contr. Bot. India, 112, 1803

위의 결과를 반영하여 선정된 식물집단들에 대한 검색표를 다음과 같이 작성하였다.

1. 뿌리줄기가 길게 뻗고 이삭꽃차례는 꽃가지가 있는 고른꽃차례모양으로  
    불어있으며 잎 아래표피에서 구멍가세포쌍의 길이와  
    너비의 비는 1.1보다 작다.(골속 *Schoenoplectus*).....2
- + 뿌리줄기가 없고 이삭꽃차례는 꽃가지가 없이 머리꽃차례모양으로  
    불어있으며 잎 아래표피에서 구멍가세포쌍의 길이와  
    너비의 비는 1.4보다 크다(*Schoenoplectiella*).....4
2. 줄기는 날카롭게 세모났다.....3
- + 줄기는 굽고 둥글다..... 큰골 *Schoenoplectus tabernaemontani*
3. 잎몸은 긴 줄모양이다..... 물뚝자리골 *Schoenoplectus nipponicus*
- + 잎몸이 매우 짧거나 없다..... 세모골 *Schoenoplectus triqueter*
4. 열매겉면은 납작하게 세모났다.....5
- + 열매겉면은 한쪽이 볼록하다.....7
5. 꽃술머리는 2개이다..... 좁쌀올챙이골 *Schoenoplectiella komarovii*
- + 꽃술머리는 3개이다.....6
6. 가시바늘모양꽃울의 길이는  
    열매만 하거나 좀 짧다..... 참송이골 *Schoenoplectiella mucronata*

- + 가시바늘모양꽃울의 길이는 열매의 2배이다. .... 송이골 *Schoenoplectiella triangulata*
- 7. 열매밑에 있는 가시바늘모양꽃울이 4개이다. .... 수원골 *Schoenoplectiella wallichii*
- + 열매밑에 있는 가시바늘모양  
꽃울은 5~6개이다. .... 울챙이골 *Schoenoplectiella juncoides*

## 맺 는 말

우리 나라에 분포되어있는 방울골속 골절식물들에 대하여 형태해부학적형질에 기초한 주성분분석을 진행하여 이 분류군이 2개의 조상공통생물무리로 갈라진다는 분자계통분석 결과와 일치되는 결론을 얻었다. 이에 기초하여 방울골속 골절을 속으로 등급정리하고 골속(*Schoenoplectus*)의 한계에 물뚫자리골(*Schoenoplectus nipponicus*)과 세모골(*Schoenoplectus triqueter*), 큰골(*Schoenoplectus tabernaemontani*)만을 포함시키고 새롭게 설정한 *Schoenoplectiella* 속에 좁쌀울챙이골(*Schoenoplectiella komarovii*), 참송이골 (*Schoenoplectiella mucronata*), 송이골(*Schoenoplectiella triangulata*), 수원골(*Schoenoplectiella wallichii*), 울챙이골(*Schoenoplectiella juncoides*)을 포함시켜 검색표를 새롭게 작성하였다.

## 참 고 문 헌

- [1] 임록재 등; 조선식물지(증보판) 9, 과학기술출판사, 1~198, 주체89(2000).
- [2] Y. Roskov et al.; <http://www.catalogueoflife.org/annual-checklist/2017>
- [3] M. F. Luo et al.; <http://www.sp2000.org.cn>
- [4] Mónica Míguez et al.; Botanical Journal of the Linnean Society, 188, 34, 2018.
- [5] A. Hamzah et al.; Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry, 1, 112, 2015.
- [6] 刘丽娜; 山东蕨草族系统学研究, 山东师范大学, 1~82, 2008.

주체108(2019)년 10월 5일 원고접수

## Taxonomic Revision of *Scirpus* Sect. *Schoenoplectus* in Our Country by Analysis of Morphological and Anatomical Characters

Kim Chol Hun, Pak Myong Hwa and Sin Myong Ho

By the principal component analysis of the mophological and the anatomical characters, we found out that *Scirpus* sect. *Schoenoplectus* in our country was branched to two clades; this coincided with the result of the molecular phylogenetic analysis. Thus sect. *Schoenoplectus* is revised to the genus *Schoenoplectus* and *Schoenoplectiella*.

Keywords: *Scirpus*, *Schoenoplectus*, taxonomy