

자생 바위솔(바위솔, 정선바위솔, 좀바위솔)의 형태적 특성과 성분 비교

Morphological Characteristics and Material Comparison of Native *Orostachys species* (*Orostachys japonica* (Maxim.) A. Berger, *Orostachys minuta* (Kom.) A. Berger, *Orostachys chongsunensis* Y. N. Lee)

정재한

J. H. Jung
비비플로라
천연물연구소¹
junch1018@naver.com

박노복*

N. B. Park
국립한국농수산대학
화훼학과²
noubogpark@naver.com

Abstract

Orostachys species grow from anywhere in Korea. This variety, which lives in the harsh areas of the beach and mountains, is known to have as much change as it was isolated. It has been used as a medicine for a long time, and now the flower is beautiful and has been developed for horticulture. As a result of morphological characteristics and component analysis of three *Orostachys species*, the following results were obtained.

1. *Orostachys species* showed two types of leaves according to the growing environment. *O. japonica* (Maxim.) A. Berger and *O. minuta* (Kom.) A. Berger were lanceolate, and *O. chongsunensis* Y. N. Lee was obovate.
2. The leaves were all green. However, some of the *O. japonica* (Maxim.) A. Berger had white powder. Some of the *O. minuta* (Kom.) A. Berger was green with red spots on the back. *O. chongsunensis* Y. N. Lee showed strong gray before flowering but weak green when flowering.
3. The thorns of the leaves were *O. japonica* (Maxim.) A. Berger and *O. minuta* (Kom.), but *O. chongsunensis* Y. N. Lee was not.
4. Whether it was a leaf dot or not, there were dots in *O. japonica* (Maxim.) A. Berger and there were dots on the *O. minuta* (Kom.) and the *O. chongsunensis* Y. N. Lee.
5. The flowers were all white, and the stamens were red in *O. japonica* (Maxim.) A. Berger and *O. minuta* (Kom.) A. Berger and white in *O. chongsunensis* Y. N. Lee.
6. It was confirmed that the ingredients in *Orostachys species* contained kaempferol, quercetin, flavonoid etc., which have high antioxidant activity.

Key words : Antioxidant activity, Morphological, *Orostachys species*, Thorn

*교신저자

1 BiBi FLORA Natural Research and Development

2 Department of Floriculture, Korea National College of Agriculture and Fisheries

I. 서론

바위솔과 쯤바위솔, 정선바위솔은 들나물과 (Crassulaceae) 바위솔속(*Orostachys*) 식물에 속하는 우리나라에 자생하는 품종이다⁸⁾. 오래된 기와 집 지붕위의 척박한 곳에서 자라며 잎 모양이 소나무 잎과 닮았다고 해서 한약재로 이용할 때는 '와송(瓦松)'이라고 불리고 이 이름이 일반인들에게는 가장 많이 알려져 있다. 다른 이름으로는 지붕직이, 넓은잎지붕지기, 오송으로도 불린다^{8, 22)}. 바위솔속(*Orostachys*) 식물은 세계적으로 약 13~18여 종으로, 우리나라를 포함하여 몽고, 카자흐스탄, 중국, 일본, 러시아의 산악 지역에 분포한다²⁰⁾.

현재 우리나라에 자생하는 바위솔 종류는 가지 바위솔(*Orostachys ramosa* Y. N. Lee), 다복바위솔(*Orostachys japonica* f. *polycephala* (Makino) H. Ohba), 둥근바위솔(*Orostachys malacophylla* (Pall.) Fisch.), 바위솔(*Orostachys japonica* (Maxim.) A. Berger), 연화바위솔(*Orostachys iwarenge* (Makino) Hara), 울릉연화바위솔(*Orostachys iwarenge* f. *magnus* Y. N. Lee), 정선바위솔(*Orostachys chongsunensis* Y. N. Lee), 쯤바위솔(*Orostachys minuta* (Kom.) A. Berger), 진주바위솔(*Orostachys margaritifolia* Y. N. Lee), 포천바위솔(*Orostachys latielliptica* Y. N. Lee)과 변이로 추정되는 영동바위솔(국가 표준식물 미등재) 등이 있고, 북한에는 갈미바위솔(*Orostachys kanboensis* Ohwi), 모란바위솔(*Orostachys saxatilis* (Nakai) Nakai) 등이 자생하고 있다⁸⁾.

바위솔 생육적인 특성은 바닷가 근처의 바위나 산의 초지 또는 바위 등의 비교적 환경이 열악한 곳에서 자생한다^{8, 18, 22)}. 바위솔 종류들이 이런 생태환경에서 자라 내건성, 내한성에는 강한 반면 내음성, 내습성에 약한 것으로 알려져 있다.

바위솔은 2년생 일임성(monocarpic plant)으로 1년생 식물보다 복잡한 생활사를 거친다^{14, 15, 22)}. 대부분의 바위솔속 식물은 2년생이며, 종자파종

후 당해연도에 개화하는 품종도 있다. 꽃은 단일 식물로 8월에 추대하기 시작하여, 9월에 6~15cm의 총상화서에 황색 또는 백색으로 다량의 소화를 형성한 후 10월에 개화하고 종자의 성숙과 함께 고사한다. 열악한 환경에서 살아가는 이유로 총매와 무성 생식을 겸하는 생식 양상 때문에 대체적으로 낮은 유전적 변이를 나타내고 있다¹⁶⁾.

바위솔속 식물은 소화가 뺨뺨하게 달리며, 소화의 구조는 백색의 꽃잎이 5장, 꽃받침이 5장, 수술 10개, 5개의 자방을 가지고 있고, 적색이던 수술이 성숙되면 검은색으로 변한다고 하였다^{2, 3, 4, 23)}. 이처럼 대부분의 형태학적 연구는 영양생장단계에 있는 바위솔속 식물을 대상으로 하고 있다. 다년생 일임성식물인 바위솔은 복잡한 생활사를 가지고 있어, 생육단계에 따라 다양한 형태로 변하고, 생식생장도 복잡한 단계를 거친다. 그러나 이런 다양한 생육단계에 따른 형태학적 연구는 거의 없다.

바위솔은 예로부터 한방에서 간염, 지혈, 습진, 화상 및 항암 등에 효능이 있다고 알려져 있다²²⁾. 최근에는 항암효과¹⁷⁾, 항균효과²⁴⁾, 항산화활성 효과⁹⁾ 등 약용식물로서 약리적인 효능을 밝히는 연구가 활발히 이루어지고 있다. 이렇게 좋은 연구 결과들이 발표되면서 바위솔의 재배 농가도 늘어났으며 따라서 소비량도 증가하고 있는 추세이다. 또한 이에 포함된 성분에 대한 연구도 약재로 이용함에 있어 항산화와 항암치료에 대한 기초자료로 활용하기 위해 본 실험을 실시하였다.

II. 재료 및 방법

재료는 2017년 11월에 채종하여 4°C 저온에 보관 후 사용하였다. 쯤바위솔은 경상북도 청양산, 정선바위솔은 강원도 정선군, 바위솔은 전라북도 남원 지리산일대에서 완숙된 종자를 채취하

Table 1. Korean native *Orostachys* species collected from 3 regions

Scientific name	Locality
<i>O. japonica</i> (Maxim.) A. Berger	Jirisan
<i>O. minuta</i> (Kom.) A. Berger	Cheongyangsan
<i>O. chongsunensis</i> Y. N. Lee	Gangwon-do Jeongseon

였다(Table 1). 종자 채취 시 폴리에틸렌 지퍼 백에 담아 이동하였으며, 실험실 내부에서 각각의 종자와 꼬투리를 분리시켜 충분히 건조시킨 뒤 실험에 사용하였다. 종자발아는 이듬해인 2017년 3월에 종자파종상을 이용해 뿌리고 5월에 72공 트레이에 이식하였다. 이후 정식은 본교 노지에 하였다. 바위솔과 정선바위솔은 당년도에 약 40% 정도 개화하였으나 쯤바위솔은 개화한 개체가 없어 2018년도에 개화한 개체를 선발하여 실험에 사용하였다.

1. 형태적인 분석

형태적인 특성은 자생 *Orostachys*속 식물의 종류를 구별하는데 좋은 지표로 사용할 수 있다. 시험재료로 사용한 개체는 줄기를 따라 2/3 정도 꽃이 개화한 개체를 사용하였다. 개화시키는 품종에 따라 다르게 나타났다. 쯤바위솔은 10월 7일로 가장 빠르게 나타났고, 바위솔은 10월 15일, 정선바위솔은 10월 20일로 나타났다. 품종별로 다른 개화시기를 가지고 있어 먼저 개화한 품종부터 형태적인 조사를 실시하였다. 개화된 개체는 전초, 꽃, 수술, 잎을 육안과 장비를 이용하여 측정하였으며 엽장, 엽폭은 가장 큰 것을 측정하였다. 측정에 사용된 장비는 버니어캘리퍼스(M530, Mitutoyo co., Tokyo, Japan)이다. 또한 잎의 색이나 형태적인 특징은 육안 검증을 통해 실시하였다. 모든 통계는 다중범위검정(Duncan's multiple range test)을 이용하여 0.05% 수준에서 유의성을 검정하였으며 3반복 처리 후

ANOVA로 통계처리하였다.

2. 성분분석

폴리페놀류 및 정유성분을 분석하기 위해 만개한 개체를 선발하였다. 바위솔은 50개(590g), 정선바위솔 50개(470g), 쯤바위솔 100개(80g)를 선발하여 추출하였다. 추출조건은 methanol을 사용하였고, 상온에서 보관하였으며 침지시간은 72시간으로 하였다. 이렇게 추출된 용매는 3회 반복하여 여과한 다음 감압농축기(N-1300, EYELA, Tokyo, Japan)를 사용하여 감압농축한 후 동결건조(TFD 8501, Ilshin lab co., Seoul, Korea)하여 본 실험에 사용하였다. 성분분석은 GC-MS(waters)를 이용하였다(Table 2).

III. 결과 및 고찰

우리나라에 자생하는 바위솔속에 속하는 바위솔, 쯤바위솔, 정선바위솔을 이용하여 형태적인 특성과 성분을 분석한 결과 원예용 및 의약품소재개발의 가능성을 보여주었다. 이렇게 재료를 3 품종으로 한 이유는 바위솔은 모든 바위솔의 기본 식물이며, 쯤바위솔은 같은 형태를 가지고 있지만 잎과 전초 및 모든 부분이 너무 작았으며, 정선바위솔은 잎의 형태와 꽃의 형태가 다른 바위솔과 매우 다른 모습^{5, 6)}을 가지고 있어 이들 품종을 선택하여 형태적 특성과 성분분석을 하였다.

자생 바위솔(바위솔, 정선바위솔, 쯤바위솔)의 형태적 특성과 성분 비교
정재한, 박노복

Table 2. GC / MS Analysis condition

	Instrument	Operating parameter
GC	Inlet	250°C, splitless mode
	Carrier gas	He, 1.0 mL/min
	Oven temperature program	40°C for 5 min, then 3°C/min to 150°C (hold 5 min) then increased to 220°C at 7°C/min (hold 5 min)
	MSD transfer line	280°C
	Acquisition mode	Scan (50 to 550 <i>m/z</i>)
MS	Source temperature	230°C
	Quadrupole temperature	150°C
	Sampler	7697A Headspace sampler
Autosampler	Oven temperature	80°C
	Loop temperature	90°C
	Transfer line temperature	100°C

1. 형태적인 특성

전초를 비교한 결과(Table 3) 바위솔이 21.22cm로 가장 키가 큰 것으로 나타났고 쯤바위솔이 가장 작은 4.18cm로 나타났다. 폭도 바위솔이 가장 넓은 5.43cm로 나타났고, 쯤바위솔이 가장 좁은 1.26cm로 나타났다. 바위솔은 크기와 폭 모두에서 가장 길고 넓게 나타났고 쯤바위솔은 크기도 가장 작았고 폭도 가장 좁은 것으로

조사되었다. 바위솔이 자라는 환경은 바위나 돌 또는 이끼나 잔디가 있는 곳이지만 쯤바위솔은 바위위의 척박한 곳, 햇볕이 많이 들어오는 곳에서 자라는 특성을 보였다. 정선바위솔은 특정한 지역의 석회암지역 바위위에서만 살아가는 특성을 보였다. 이렇게 품종과 자생지에 따라 다른 크기를 나타내는 것은 자연에 적응하기 위한 것으로 판단된다¹⁰⁾.

Table 3. Difference from the whole plant of *Orostachys species*

	<i>O. japonica</i> (Maxim.) A. Berger	<i>O. minuta</i> (Kom.) A. Berger	<i>O. chongsunensis</i> Y. N. Lee
Length(cm)	21.22az	4.18c	15.04b
Width(cm)	5.43a	1.26c	4.96b

z : Mean separation within columns by Duncan's multiple range test, $p < 0.05$.

3종의 바위솔을 엽형, 엽색, 엽선, 점밀도, 가시유무 등의 형태적인 특성을 조사한 결과는 다음과 같다(Table 4). 엽형태는 바위솔과 쯤바위솔은 피침형, 정선바위솔은 타원형으로 나타났다(Table 4, Fig. 1). 피침형은 바위솔, 영동바위솔,

쯤바위솔이고, 포천바위솔, 지리산바위솔, 가지바위솔, 제주연화바위솔은 주걱형이나 도란형이었다고 보고한⁷⁾ 내용과 일치하였다. 엽색은 모두 녹색을 기본으로 하고 있지만 바위솔은 흰분이 있는 것도 있었고, 쯤바위솔은 전면은 녹색이고 뒷면은

붉은색이 있었으며, 정선바위솔은 자홍색이 들어 있는 녹색이었다. 엽선은 모두 없었고, 점밀도는 바위솔에는 없었고 좀바위솔과 정선바위솔에서는 나타났다. 가시유무는 잎이 피침형인 바위솔과 좀바위솔은 모두 있었고 타원형인 정선바위솔에서는 나타나지 않았다. 가시여부가 품종을 구분하는 중요한 요인은 아닐지라도 앞으로 더 많은 종류의 바위솔속을 구분할 때 꼭 조사해야할 내용중

하나일 것으로 생각된다. 이는 바위솔과 좀바위솔에는 앞부분에 작은 가시가 존재한다고 한⁶⁾ 것과 동일하게 나타났다. 엽길이는 정선바위솔 5.43cm, 바위솔 3.87cm, 좀바위솔 0.75cm, 엽폭은 모두 정선바위솔 2.27cm, 바위솔 0.90cm, 좀바위솔 0.34cm로 입길이와 폭 모두에서 정선바위솔>바위솔>좀바위솔 순으로 나타났다.

Table 4. Morphological Characteristics of *Orostachys species* type leaf

	<i>O. japonica</i> (Maxim.) A. Berger	<i>O. minuta</i> (Kom.) A. Berger	<i>O. chongsunensis</i> Y. N. Lee
Leaf form	Lanceolate	Lanceolate	Obovate
Leaf color	Light-gray power green	Green	Light green with greenish purple pattern
Leaf outline	No	No	No
Dot density	-y	++	+++
Thorn	Yes	Yes	No
Length(cm)	3.87bz	0.75c	5.35a
Width(cm)	0.90b	0.34c	2.27a
Amount(ea)	45.54a	38.87b	15.08c

y : (-)None,, (+) Sparse, (++) Intermediate, (+++) Dense

z : Mean separation within columns by Duncan's multiple range test, p < 0.05.



O. japonica (Maxim.) A. Berger

O. minuta (Kom.) A. Berger

O. chongsunensis Y. N. Lee

Fig. 1. Leaf Morphology comparison of *Orostachys species*

자생 바위솔(바위솔, 정선바위솔, 쯤바위솔)의 형태적 특성과 성분 비교
 정재한, 박노복

바위솔속 3종의 꽃에 관해 조사한 결과(Table 5, Fig. 2) 꽃대의 길이와 폭을 조사한 결과 꽃대 길이는 바위솔 13.99cm, 정선바위솔 7.65cm, 쯤바위솔 2.16cm였고, 폭은 바위솔 3.54cm, 정선바위솔 2.03cm, 쯤바위솔 1.49cm 순이었다. 바위솔속 식물은 모두 꽃줄기를 따라 아래에서 위쪽으로 올라가며 순차적으로 꽃이 핀다. 꽃줄기는 윗부분으로 가면서 꽃줄기 아랫부분의 너비 보다는 조금 좁아지는 삼각형 모양을 하고 있다. 꽃대에

에 붙은 꽃의 수는 바위솔이 337.54개로 가장 많았고 정선바위솔 146.55개, 쯤바위솔 34.96개 순으로 조사되었다. 또한 꽃의 길이는 바위솔이 1.26cm로 가장 길었고 쯤바위솔과 정선바위솔은 0.88cm와 0.87cm로 거의 같았으며, 폭은 정선바위솔이 가장 넓은 0.85cm, 바위솔 0.63cm, 쯤바위솔 0.49cm 순으로 나타났다. 이것으로 보아 바위솔, 쯤바위솔은 꽃이 길게 나오며 정선바위솔은 단지형인 것으로 나타났다. 꽃잎은 3품종 모두

Table 5. Differences due to petals of *Orostachys species*

		<i>O. japonica</i>	<i>O. minuta</i>	<i>O. chongsunensis</i>
Floral axis	Length(cm)	13.99az	2.16c	7.65b
	Width(cm)	3.54a	1.49c	2.03b
	Color	White	White	White
Floral	Ea	337.54a	34.96c	146.55b
	Length(cm)	1.26a	0.88b	0.87b
	Width(cm)	0.63b	0.49c	0.85a
	Ea	5a	5a	5a
Petal	Length(cm)	3.84b	1.22c	4.41a
	Width(cm)	0.92b	0.32c	1.95a
Stamen	Color	Red	Magenta	Yellow

z : Mean separation within columns by Duncan's multiple range test, $p < 0.05$.

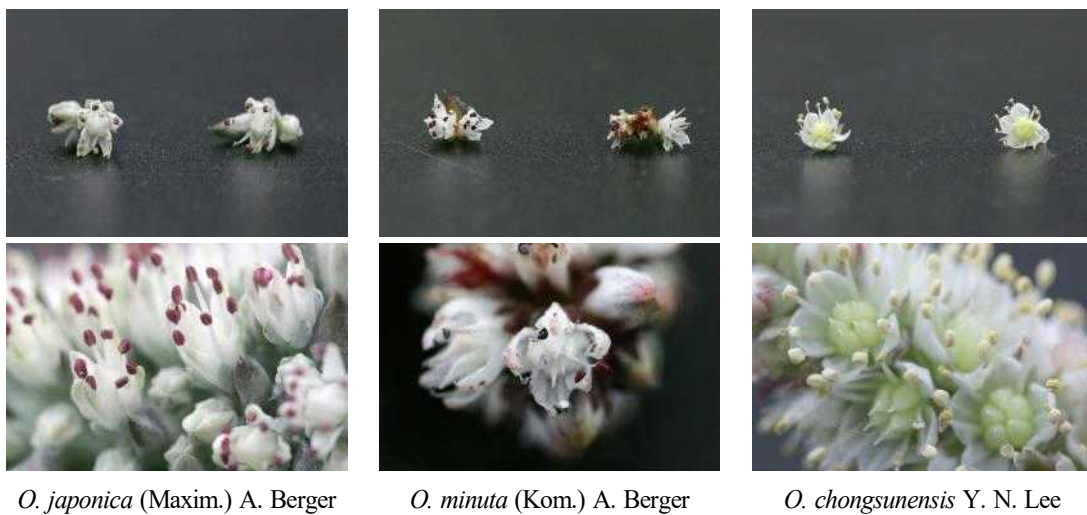


Fig. 2. Flower morphological characteristics of *Orostachys species*

흰색이며 5장으로 나타났고, 꽃잎길이는 정선바위솔 4.41cm, 바위솔 3.84cm, 쯤바위솔 1.22cm였고, 폭은 정선바위솔 1.95cm, 바위솔 0.92cm, 쯤바위솔 0.32cm 순으로 나타났다. 수술은 바위솔과 쯤바위솔은 붉은색이었고 정선바위솔은 백색으로 나타나 수술의 색은 품종에 따라 다르게 나타나는 것을 알 수 있었다. 이는 소화의 구조가 백색의 꽃잎이 5장, 꽃받침이 5장, 수술 10개, 5개의 지방을 가지고 있고, 적색이던 수술이 성숙되면 검은색으로 변한다고 한 보고^{2, 3, 4, 23)}와 일치하였다.

2. 성분분석

페놀성화합물은 식물계에 널리 분포되어 있는 2차대사 산물로서 항산화, 항균 활성 등의 생리활성기능을 한다¹⁹⁾. 폴리페놀화합물은 플라보노이드 탄닌 이소플라본(isoflavones), 카테킨(catechins), 안토시아닌(anthocyanins), 레스베라트롤(resveratrols), 리그난(lignans) 등을 총칭하며 식물체에서 꽃, 잎, 줄기, 뿌리, 열매 등에 존재하고 이들의 항산화 활성은 주로 페놀성화합물에 의한 것으로 알려져 있다¹¹⁾.

3종의 바위솔 식물이 함유하고 있는 성분을 검사한 결과는 다음과 같다(Fig. 3). 바위솔에 함유된 성분은 friedelin, epi-friedlanol, grutinone, glutinol, triterpenid, β -sitosterol, campesterol, fatty acid, kaempferol, quercetin, flavonoid, 4-hydroxybenzoic acid, 3,4-dihydroxybenzoic acid, gallic acid 등을 확인할 수 있었다. 항산화활성도가 높은 kaempferol, quercetin, flavonoid의 확인은 항산화활성 효과⁹⁾가 있다고 한 것과 일치한 결과를 얻었다. 또한 triterpenoid계를 확인 한 것은 항암효과¹⁷⁾, 항균효과²⁴⁾가 있다고 한 내용과 동일하게 나왔다.

일반적으로 총폴리페놀의 함량이 증가할수록 항산화 등의 생리활성이 증가한다고 보고되고 있으며^{12, 13, 21)}, 본 실험에서도 바위솔 추출물의 높은 총폴리페놀의 함량은 생리활성을 증가시키고 폴리페놀과 총플라보노이드의 상관성도 기존 연구와 유사한 결과를 나타내었으므로 바위솔 추출물은 항산화효과가 있다고 사료된다.

현재까지 알려진 성분 외에 다른 성분들은 밝혀낼 수 없는 많은 물질이 있었다. 이는 식물의 양이 적어 fraction을 할 수 없어 추후 많은 양을 확보 후 물질을 정확히 밝혀내는 것이 필요하다 하겠다.

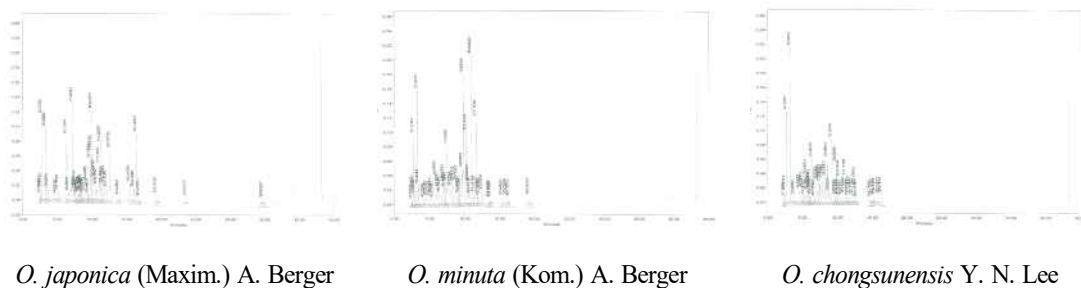


Fig. 3. Component analysis of *Orostachys species*

IV. 적요

바위솔속 식물은 우리나라 어느 곳에서나 자란다. 바닷가나 산의 척박한 곳에서 살아가는 이 품종들은 격리된 시간만큼이나 많은 변이가 있는 것으로 알려져 있다. 예부터 약재로 이용되어 왔고 지금은 꽃이 아름다워 원예용으로도 개발이 되고 있다. 이렇게 소중한 우리의 자원을 더 상세히 알아보하고자 바위솔속 식물 3종을 대상으로 형태적인 특성과 성분 분석을 한 결과 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 바위솔속 식물은 자라는 환경에 따라 잎의 형태는 2가지 형태를 보였다. 바위솔과 쯤바위솔은 피침형, 정선바위솔은 타원형이었다.
2. 잎색은 모두 녹색을 띠고 있지만 바위솔은 흰 분이 나타나는 개체들도 보였고, 쯤바위솔은 녹색이고 뒷면에는 붉은색 반점이 있었으며 정선바위솔은 꽃이 피기전에는 회색이 강하게 나타났으나 개화 때에는 녹색이 나타났다.
3. 잎의 가시는 바위솔과 쯤바위솔은 가시가 있었지만 정선바위솔에는 가시가 없었다.
4. 잎의 점 여부는 바위솔에는 점이 없었고 쯤바위솔과 정선바위솔에서는 점이 있었다.
5. 꽃은 모두 백색이었고 수술은 바위솔과 쯤바위솔은 붉은색, 정선바위솔은 백색이었다.
6. 바위솔속 성분은 항산화 활성도가 높은 kaempferol, quercetin, flavonoid 등이 함유되어 있는 것을 확인하였다.

V. 참고문헌

1. 오영지, 서하림, 최유미, 정동선, 천궁(*Cnidium officinale* Makino) 지상부 추출물의 항산화 활성평가, 2010, 한국약용작물학회지, 18(6): 373-378
2. 육창수, 1981, 한국본초학, 계축문화사, p.165

3. 육창수, 1989, 한국약용식물도감, 아카데미서적, p.189
4. 육창수, 1997, 생약도감, 경원출판사, p.121
5. 이병애, 김학현, 이철희, 자생바위솔속 엽의 형태적 다양성, 2001, Korean J. Plant. Res. 14(2) : 157-162
6. 이병애, 김학현, 조용구, 이철희, RAPD를 이용한 자생 바위솔속(*Orostachys*) 식물의 유연관계 분석, 2001, 원예과학기술지19(2):159-162
7. 정경진, 자생 바위솔속 식물의 휴면 및 개화 생리에 관한 연구, 2016, 경남과학기술대학교 대학원 박사학위논문
8. 정연옥, 정숙진, 한국 야생화 식물도감-가을편, 2017, 푸른행복출판사, p. 285
9. Ahn, H. Y., D. J. Choe and Y. S. Cho, Antioxidant activity and chemical characteristics of *Orostachys malacophyllus* and Fermented *Orostachys malacophyllus*, 2015, J. Life. Sci. 25(5):577-584
10. Clausen, J., D. Keck, D. D. and Hiesey, W. M.. Experimental studies on the native of species. Effect of varied environments on Western North America Plants. 1940. Carnegie Inst. Wash. Publ. No. 520. p.vii + p.452
11. Fresco P, Borges F, Diniz C, Marques MPM, New insights on the anticancer properties of dietary polyphenols, 2006, Medicinal Research Reviews, 26(6):747-766
12. Halliwell B, Aeschbach R, Loliger J, Aruoma OI, The characterization of antioxidants, 1995, Food and Chemical Toxicology, 33(7): 601-617
13. Imai J, Ide N, Nagae S, Moriguchi T, Matsuura H, Itakura Y, Antioxidant and

- radical scavenging effects of aged garlic extract and its constituents, 1994, *Planta Medica*, 60(5): 417-420
14. Kang, J. H., J. S. Park, and J. W. Kim, Effect of long-day and night break treatments on growth and anthesis of *Orostachys japonicus* A. Berger, 1995, *Kor. J. Crop Sci.* 40: 600-607
 15. Kang, J. H., Y. S. Ryu, and B. G. Cho, Effect of night break period on growth and anthesis of *Orostachys japonicas*, 1996, *Kor. J. Crop Sci.* 41:236-242
 16. Kim, H. D. and K. R. Park, Genetic variation in five species of Korean *Orostachys* (Crassulaceae). 2005, *Kor. J. Plant Taxonomy* 35:295-311
 17. Kim, J. Y., E. J. Jung, Y.S. Won, J. H. Lee, D. Y. Shin and K.I. Seo, Cultivated *Orostachys japonicus* Induces Apoptosis in Human Colon Cancer Cells, 2012, *Kor. J. Food Sci. Tech.* 44(3):317-323
 18. Kim, S. K., Effect of Shading and Growing Medium on Growth Characteristics and Leaf Color of Several *Orostachys Species* Native to Korea, 2001, Ms Thesis., Chungbuk. Univ., Cheongju, Korea.
 19. Kozłowska H, Rotkiewicz DA, Zadernowski R, Sosulski FW, Phenolic Acids in Rape-seed and Mustard, 1983, *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 60(6): 1119-1123
 20. Kunjun, F. and H. Ohba, Crassulaceae. In *Flora of china*. Wu, Z. and P.H. Raven (eds.), 2001, Missouri botanical garden press, St. Louis. p. 202-268
 21. Rice-Evans C, Miller N, Paganga G., Antioxidant properties of phenolic compounds, 1997, *Trends in Plant Science*, 2(4): 152-159
 22. Shin, D. Y., Y. M. Lee and H. J. Kim, Anatomy and artificial seed propagation in anti-cancer plant *Orostachys japonicus* A. Berger, 1994, *Kor. J. Crop Sci.* 39(2): 146-157
 23. Song. J. T., *Korea plant resources*, 1983, Mido Publishers. Seoul. Korea. p.344-345
 24. Yoon, S. Y., S. Y. Lee, K. B. W. R. Kim, E. J. Song, S. J. Kim, S. J. Lee, C. J. Lee and D. H. Ahn, Antimicrobial Activity of the Solvent Extract from Different Parts of *Orostachys japonicus*, 2009, *J. Kor. Soc. Food. Sci. Nutr.* 38(1):14-18

논문접수일 : 2019년 9월 5일
논문수정일 : 2019년 11월 27일
게재확정일 : 2019년 12월 5일