

최 종
연구보고서

국내 자생 범의귀과 식물로부터 유용자원 개발 및 보전에 관한 연구

신품종 육성 및 보전 전략 수립에 관한 연구
대량증식과 재배관리 기술개발에 관한 연구
기능성 천연감미료 개발에 관한 연구
유전자원 탐색과 보전에 관한 연구

연구기관

서울대학교
상지대학교
국립수목원

농 립 부

제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “국내 자생 범의귀과 식물로부터 유용자원 개발 및 보전에 관한 연구”과제의 최종보고서로 제출합니다.

2003년 2월

주관연구기관명 : 서울대학교

총괄연구책임자 : 현 정 오

세부연구책임자 : 현 정 오

세부연구책임자 : 김 수 언

협동연구기관명 : 국립수목원

협동연구책임자 : 조 동 광

협동연구기관명 : 상지대학교

협동연구책임자 : 김 갑 태

요 약 문

I. 제 목

국내 자생 범의귀과 식물로부터 유용자원 개발 및 보전에 관한 연구

II. 연구개발의 목적 및 필요성

UR 타결 이후 농촌인력의 감소와 농업채산성 악화로 농한지, 유휴지, 한계경작지의 면적이 늘어감에 따라 농가에서는 다양한 종류의 대체작목을 찾아 재배하는 등 자구의 노력을 시도하고 있다. 또한 국내 농업관련 연구기관에서도 여러 가지 농촌경제 활성화 방안을 모색하고 정부기관에서는 그 방안을 입안하고 이의 효율적인 시행을 위해 노력하고 있으나, 아직까지 단기간 고소득 대체작물을 많이 확보하지 못하고 있고 있는 실정이다

본 연구의 대상인 범의귀과 식물은 교목, 관목, 덩굴성, 또는 다년생 초본으로 구성되고, 전세계적으로 80여속 1,200여종이 분포하는데, 주로 북반구의 온대에서 자라고 일부가 극지방 및 고산지대와 건조지대에도 서식한다. 수국류, 말발도리류, 고광나무류 등은 꽃이 아름다운 관상자원으로 가치가 있는 여러 종이 포함되어 있어 절화, 분재, 조경수 등의 용도로 다양하게 개발될 가능성을 가지고 있으며, 특히 초본류는 덩굴성 조경소재와 관엽, 지피수종으로 개발될 수 있으므로, 범의귀과 식물이 가지는 중요성은 매우 크다고 할 수 있다.

또한, 수국류는 관상자원적인 면 이상의 가치를 지니고 있다. 수국류(*Hydrangea*)에서는 isocoumarin 계열의 thunberginol A, B, C, D, E와 hydrangenol, phyllodulcin, hydrangenol 8-glycoside, phyllodulcin 8-glycoside 뿐만 아니라 stilbenes과 macrophyllouside 등이 있는데, 이러한 생리활성 물질들은 감미, 항암, 항균, 항알레르기, 살충 등 다양한 기능을 지니고 있다. phyllodulcin은 설탕보다 당도가 1,000배 정도나 높고, 열량이 낮으며, 향이 우수할 뿐만 아니라 방부효과가 뛰어나 제빵, 이유식, 주류, 음료, 아이스크림, 요쿠르트, 초콜렛, 무가당 츄잉껌 등의 거의 모든 가공식품에 첨가물로 이용될 수 있으며, 또한 항암제, 의약품, 향균제 등으로 이용범위를 확대 적용할 수 있다.

따라서 이와 같이 다양한 용도를 지닌 국내 자생 범의귀과 식물자원을 우수한 고소득 임산작물로 개발하기 위해서 종합적이고 체계적인 연구가 필요하다. 즉 생물공학(biotechnology)을 이용한 관상용 신품종 육성과 품종 관리방안, 외국 품종의 도입에 의한 교잡육종에 관한 연구, 새로운 재배기술의 확립 방안, 식품첨가제인 천연감미료와 향균제

항암제 등 고부가가치의 유용 2차 대사산물의 이용성에 대한 연구가 필요하다. 나아가 농업과 입업의 새로운 협력관계(넓은 의미의 Agro-forestry)를 구축하고, 이와 같은 자원개발과 이용에 관한 연구는 합리적이고 경제적인 산림유전자원의 보전 전략 수립과 해외 유전자원의 확보를 위한 연구로 진행되어야 한다

본 연구의 목적은 1) 국내에 자생하는 범의귀과 식물중 수국류, 말발도리류와 초본류로부터 우수한 관상자원을 발굴, 육성 품종화하고, 2) 수국류로부터 새로운 천연감미료 및 유용 2차대사산물을 개발하며, 3) 이러한 자원의 지속가능한 이용을 위하여 산림유전자원의 확보와 보전을 위한 전략의 기본모델을 수립하는데 있다.

Ⅲ. 연구개발 내용 및 범위

첫째, 신품종 육성과 유전자원 보전전략 수립에 관한 연구에서는 1) 새로운 국내 관상수 자원 발굴 및 고부가가치의 신품종 개발, 천연변이체 선발. 2) 유전변이 분석 및 현지 내 및 현지의 보전전략 수립, 3) 품종 등록 및 Molecular Marker을 이용한 품종 구분 체계를 설정하였고,

둘째, 대량증식과 재배관리 기술개발에 관한 연구는 1) 품종화된 관상수 및 감미자원의 대량증식법 확립, 2) 보속안정 생산을 위한 재배 및 무육관리기술 개발, 3) 선발한 관상 품종의 이식력, 적응력 검사를 하였다

세째, 기능성 천연감미료 개발에 관한 연구는 1) 유용물질 탐색 및 구조확인, 2) 추출공정 확립, 3) 분리정제 공정 확립

네째, 유전자원 탐색과 보전에 관한 연구에서는 1) 유용산림자원의 탐색, 2) 국내 및 국외 유전자원 수집, 3) 대상식물의 자생지 분포, 현황 및 개체군 특성 조사, 4) 관상용 산림유전자원의 장기보존 등을 주제로 연구를 실시하였다.

Ⅳ 연구개발 결과 및 활용에 대한 건의

신품종 육성과 유전자원 보전전략 수립에 관한 연구에서는 산수국집단의 유전적 다양성과 유연관계, 집단내/집단간 변이, clonal structure, 공간구조분석(spatial autocorrelation), 그리고 품종개발을 위한 품종선정 및 molecular marker를 이용하여 품종식별체계를 확립하였다. 기능성 천연감미료 개발에 관한 연구에 있어서 산수국으로부터 phyllodulcin-8-O-glucoside, hydragenol-8-O-glucoside 등의 화합물을 분리하여 spectrum 및 구조동정을 하였고, HPLC 분석조건 확립, 산수국의 지역별, 부위별

phylodulcin-8-O-glucoside의 함량분석을 하였다. 대량증식과 재배관리 기술개발 연구에서는 산수국이 녹지삽, 근삽 등으로 대량증식이 가능하며, 발근이 양호한 것으로 나타났다. 화색에 대한 정의문제(무성화)를 제시하였으며, 포장실험에서 토양의 산도에 따른 화색의 변화를 관찰한 결과, 산성일수록 화색이 푸른 빛을 띄고, 알칼리성으로 갈수록 붉은 빛을 띄었다. 개체변이, 지역간 변이, 개체내 부위별 화색의 차이는 설명할 방법이 없었다. 유전 자원 탐색과 보전에 관한 연구에서는 범의귀과에 속하는 산수국, 범의귀속, 말발도리 류 등의 국내 자생 식물들의 분포와 서식지, 생활사 등을 조사하였고, 아직 확립되지 않은 분류체계에 대한 검색표를 제시하였으며, 현지내 보전원을 조성하여 범의귀과 식물의 지속적인 증식과 보전대책을 마련하였다.

SUMMARY

(영문 요약문)

Hydrangea are the invaluable plants. A number of varieties of *Hydrangea* are very beautiful, so many varieties are used as ornamental plants. Of the hydrangea, *Hydrangea macrophylla* var. *acuminata* has the natural sweetener components. so this plants have possibilities which used in various ways.

This research was conducted to study especially *Hydrangea macrophylla* var. *acuminata*. Their habitat, spatial structure, distribution, varieties(forma), genetic analysis, cultivation & propagation, developing sweetener, manufacturing process of extraction sweetener components, and in-situ conservation

Using molecular marker, we studied genetic spatial structure, clonal structure, genetic diversity, and varieties identification of *Hydrangea macrophylla* var. *acuminata*. With HPLC and NMR, the phylodulcin-8-O-glucoside components which was extracted from *Hydrangea macrophylla* var. *acuminata* is analysed. We analysed this componenets content by regions, by areas. The cultivation of *Hydrangea macrophylla* var. *acuminata* is very good. There are some problems about the flower colour. Sepal colour depends on soil acidity. In acid soil, sepal colour is tend to wear blue, but the other hand, in alkali soil, the colour is tend to wear red. In addition, we investigated habitat and life cycle of *Hydrangea* species, developed plant identification key, and made the in-situ conservation sites.

Contents
(영문목차)

Introduction -----	1
Chapter 1. Conservation strategy & new variety establishment of <i>Hydrangea macrophylla</i> var. <i>acuminata</i> -----	17
Chapter 2. Fuctional natural sweetener development -----	52
Chapter 3. Propagation and cultivation techniques of <i>Hydrangea macrophylla</i> var. <i>acuminata</i> -----	80
Chapter 4. Investigation of genetic resources and conservation of <i>Hydrangea macrophylla</i> var. <i>acuminata</i> -----	94

제 1장 연구개발과제의 개요

제 1절 : 연구개발의 목적

1. 서 론

가. 연구개발의 배경

UR 타결 이후 농촌인력의 감소와 농업채산성 악화로 농한지, 유휴지, 한계경작지의 면적이 늘어감에 따라 농가에서는 다양한 종류의 대체작물을 찾아 재배하는 등 자구의 노력을 시도하고 있다. 또한 국내 농업관련 연구기관에서도 여러 가지 농촌경제 활성화 방안을 모색하고 정부기관에서는 그 방안을 입안하고 이의 효율적인 시행을 위해 노력하고 있으나, 아직까지 단기간 고소득 대체작물을 많이 확보하지 못하고 있고 있는 실정이다.

게다가 우리 나라는 신제품 보호를 위한 국제협약인 U.P.O.V.(Union International Pour La Protection Des Obtentions Vegetables)가입을 앞두고 있으나, 지금까지 기존의 식물자원을 신제품화하여 상품화시킨 경우가 극히 드문 상태이고, 기존의 화훼 또는 조경수 재배 농가에서는 로얄티 부담문제 등이 눈앞에 닥친 현안으로 대두되고 있다. 더욱이 이러한 현실에서 우리의 “미스킵 라일락” “구상나무”등의 경우와 같이 우리 나라의 자원이 유출되어, 품종화 과정을 거쳐 미국과 유럽 등지에서 대량 거래되고 있으며, “미스킵 라일락”은 역수입되고 있어 사회·경제적인 문제로 확대되고 있다.

산림자원은 이용 지속가능한 천연자원으로 지속적인 재생산이 가능하고 환경친화적인 자원으로써 목재자원 뿐만 아니라 약용식물, 관상수, 섬유, 유지, 염료, 도료, 향료 등의 자원이 풍부하게 존재한다. 이 중에서 단기간에 고부가가치의 상품을 개발할 수 있고 산업화가 가능한 분야 중 하나가 화훼 및 화목자원과 2차 대사산물이다. 특히 식물체 내에 축적되는 2차 대사산물은 독특한 생리활성을 가지는 고부가가치의 산물이라 경제적으로 매우 중시되고 전세계적으로 많은 연구가 진행되고 있다. 현재 3,000,000여종의 식물이 알려져 있는데, 이들이 합성할 수 있는 2차 대사산물로서 현재 알려진 물질이 20,000여종에 이른다. 식물체에서 매년 1,500여종의 물질을 추출, 분리정제하고 하고 이 가운데 300여종이 생리활성을 가진 유용물질로 평가되고 있다. 이 중에서 항종양물질, 의약품, 강장제, 항균제, 살충제, 천연감미료, 천연색소, 비타민제 등으로 이용되는 2차 대사산물은 산업적으로 이용 가치가 높다. 특히 범의귀과에 속하는 수국류에 함유되어 있는 phylodulcin은 고부가가치의 기능성 저칼로리의 천연감미료로 이용될 수 있다.

산림식물의 자원화는 목표로 하는 식물자원의 분포, 밀도, 생태적 현황등의 충분한 탐색이 병행되어야 하며 지속가능한 이용을 위해서는 유전자원 보존이 함께 고려되어야만 비로써 산업과 환경이 조화롭게 유지될 수 있다.

나. 연구개발의 목표

본 연구의 대상인 범의귀과 식물은 교목, 관목, 덩굴성, 또는 다년생 초본으로 구성되고, 전세계적으로 80여속 1,200여종이 분포하는데, 주로 북반구의 온대에서 자라고 일부가 극지방 및 고산지대와 건조지대에도 서식한다. 이 중에서 말발도리속(*Deutzia*) 50종, 고평나무속(*Philadelphus*) 50종, 수국속(*Hydrangea*) 24종이 관상수로 널리 재배된다. 우리나라에 자생하는 범의귀과 식물로는 수국속, 고평나무속, 말발도리속, 까치밥나무속 등 목본류를 비롯하여 범위귀속(*Saxifraga*), 팽이눈속(*Chrysosplenium*), 돌단풍(*Aceriphyllum rosii*), 노루오줌(*Astilbe chinensis* var. *dauidii*)속 등 다양한 분류군이 포함된다. 특히 수국속에는 제주도와 울릉도의 자생하는 바위수국을 비롯하여 산수국, 나무수국, 등수국과 넉출수국 등이 있다. 이 가운데 수국류, 말발도리류, 고평나무류 등은 꽃이 아름다워 관상자원으로 가치가 있는 여러 종이 포함되어 있어 절화, 분재, 조경수 등의 용도로 다양하게 개발될 가능성을 가지고 있으며, 특히 초본류는 덩굴성 조경소재와 관엽, 지피수종으로 개발될 수 있으므로, 범의귀과 식물이 가지는 중요성은 매우 크다고 할 수 있다.

또한, 수국류는 관상자원적인 면 이상의 가치를 지니고 있다. 수국류(*Hydrangea*)에서는 isocoumarin 계열의 thunberginol A, B, C, D, E와 hydrangenol, phyllodulcin, hydrangenol 8-glycoside, phyllodulcin 8-glycoside 뿐만 아니라 stilbenes과 macrophyllouside 등이 있는데, 이러한 생리활성 물질들은 감미, 항암, 항균, 항알레르기, 살충 등 다양한 기능을 지니고 있다(Yamato 등, 1972; Nozawa 등, 1981; Hashihiro 등, 1987; Yamahara 등, 1994; Yoshikawa 등, 1992;1994;1996).

특히 phyllodulcin은 설탕보다 당도가 1,000배 정도나 높고, 열량이 낮으며, 향이 우수할 뿐만 아니라 방부효과가 뛰어나 제빵, 이유식, 주류, 음료, 아이스크림, 요쿠르트, 초콜렛, 무가당 츄잉껌 등의 거의 모든 가공식품에 첨가물로 이용될 수 있으며, 또한 항암제, 의약품, 항균제 등으로 이용범위를 확대 적용할 수 있다.

따라서 이와 같이 다양한 용도를 지닌 국내 자생 범의귀과 식물자원을 우수한 고소득 임산작물로 개발하기 위해서 종합적이고 체계적인 연구가 필요하다. 즉 생물공학(biotechnology)을 이용한 관상용 신품종 육성과 품종 관리방안, 외국 품종의 도입에 의한 교잡육종에 관한 연구, 새로운 재배기술의 확립 방안, 식품첨가제인 천연감미료와 항균제 항암제 등 고부가가치의 유용 2차 대사산물의 이용성에 대한 연구가 필요하다. 나아가 농업

과 입업의 새로운 협력관계(넓은 의미의 Agro-forestry)를 구축하고, 이와 같은 자원개발과 이용에 관한 연구는 합리적이고 경제적인 산림유전자원의 보전 전략 수립과 해외 유전자원의 확보를 위한 연구로 진행되어야 한다.

본 연구의 목적은 1) 국내에 자생하는 범의귀과 식물중 수국류, 말발도리류와 초본류로부터 우수한 관상자원을 발굴, 육성 품종화하고, 2) 수국류로부터 새로운 천연감미료 및 유용 2차대사산물을 개발하며, 3) 이러한 자원의 지속가능한 이용을 위하여 산림유전자원의 확보와 보전을 위한 전략의 기본모델을 수립하는데 있다.

제 2절 : 연구개발의 필요성

1. 연구개발의 필요성

가. 기술적 측면

1) 관상자원 품종 개발

우리나라 소비자들이 선호하는 꽃이나 나무를 보면, 외국에서 개량된 품종인 장미, 백합, 튜울립 등이다. 이러한 외국 품종들은 관상적 가치가 우수하여 국내 화훼 시장의 대부분인 99%를 차지한다. 이러한 현상은 외국 원종이 원래부터 관상적 가치가 우수해서가 아니라, 지속적인 품종선발과 다른 나라의 우수한 종(동양 원산)과의 교잡에 의해 고정된 것이다. 따라서 국내에서도 소비자의 기호에 맞는 화훼관상용 품종 육성에 관한 연구가 필수적이다. 특히 범의귀과 식물은 꽃과 수형이 아름다울 뿐만 아니라 이식력과 적응력이 높아 관상자원으로 개발할 가치가 충분하다.

일본과 미국 등 선진국에서는 수국 등 범의귀과 식물에서 여러 가지 품종을 개발하고 상업화 시켰지만 국내에서는 아직 품종화한 사례가 없고, 또한 국내종과 외국 유사종 간에 교잡을 시도하여 새로운 품종을 육종한 사례도 없다. 따라서 국제시장 개방을 앞두고 우리 자생식물의 품종화가 반드시 필요하다. 또한 국제 화훼 산업은 경제적으로 중요한 분야가 될 것이고, 품종의 자원 경쟁에 의해 화훼 시장이 판가름나므로, 우수한 화훼 품종을 많이 확보해 두는 것이 자원적, 경제적으로 반드시 필요하다고 할 수 있다.

2) 천연감미료 개발

설탕은 인체의 성장 및 활동에 필수적인 고에너지원으로 영양학적으로 매우 중요하고 소화흡수가 빠르면서 인간의 단맛에 대한 욕구를 충족시켜 주지만, 당뇨 및 고혈압 등 성인병과 비만, 충치의 원인이 되고 있다. 이러한 인식이 확산됨에 따라 설탕보다 염가로 감미성분을 얻을 수 있고, 당뇨와 비만을 방지하며, 절임 등에서 당질의 발효가 일어나지 않는 인공감미료의 개발을 추진하여 왔다. 현재까지 Saccharins, Aspartame, Acesulfame, Alitame과 같은 고기능성, 저칼로리 인공감미료가 개발되었고, 당질 감미료인 설탕(저당도 감미료)을 제외한 고당도 감미 시장의 98%를 점유하게 되었다. 하지만 인체에 대한 유해성 때문에 대부분의 인공감미료(Saccharins, Aspartame 등)는 사용범위와 사용함량을 제한받고 있다.

따라서 소비자들은 기존의 감미료보다 안정성이 높은 천연감미료를 선호하게 되었고, 문제가 되고 있는 기존 감미료를 대체할 만한 새로운 기능성 천연감미료의 개발에 많은 연구가 진행되고 있다.

phyllodulcin을 기능성 감미료로 개발하기 위한 연구는 이탈리아 Milano대학교의 Lucio Merlini 교수가 인위적으로 phyllodulcin을 합성하여 새로운 인공감미료를 개발하려고 있는 것 뿐이다. phyllodulcin은 지금까지 알려진 당류나 당알콜같은 당질감미료나 배당체나 단백질같은 비당질감미료와는 완전히 다른 flavonoid 계열이라 생합성 경로가 아주 복잡하고 완전히 밝혀지지 않아 인공합성이 어렵다. 또한 peptide계열이나 carbohydrate계열의 감미료가 아니어서 genetic transformation이나 enzymology 기법을 이용하여 대량생산하는 것도 불가능하다. 따라서 식물체에서 직접 추출하여 분리정제하는 방법만이 대안이며, 대량생산을 위한 방법으로는 조직배양에 의해 phyllodulcin을 많이 분비하는 cell-line을 고정하거나 함량이 높고 성장이 우수한 개체선발 및 돌연변이 유도를 통해 육종한, 물질 생산성이 높은 품종을 농가에서 대량재배하는 방법 뿐이다. 다행히 수국은 성장력이 우수하여 1년만에 수확이 가능하고, 맹아력이 우수하여 재식재하지 않아도 2차년도에 재생산이 가능하며, 번식도 종자 및 삽목, 분근 등 다양한 방법으로 가능하다.

국내에서 기능성 저칼로리 감미료 개발을 위한 연구가 수행된 적이 없고, 외국에서 개발된 기술을 도입하여 생산하고 있다. 또한 국내 자생 수국류도 phyllodulcin 등 유용물질이 생성되는 지에 대한 연구가 전혀 없었을 뿐만 아니라, 추출 공정 및 분리 정제 공정도 확립되어 있지 않다. 또한 당도 및 열량, 향미, 인체안정성 실험, 대량생산체제, 단맛을 내게 하는 function에 대한 연구가 필수적이다. 그 외 모든 기술분야가 무개척 상태에 있다. 우리나라는 물론이고 선진국에서도 산수국으로부터 직접 phyllodulcin을 추출, 분리, 정제하는 기술과 공정, 단맛을 내게 하는 구조와 기능 그리고 대량생산을 위한 연구가 전혀 이루어져

있지 않아, phylloidalin을 저칼로리 기능성 감미료로 개발하기 위한 기술축적이 전무한 상태이다.

3) 유전자원 보전

식물자원은 미적가치 뿐만 아니라 식량자원 및 의약품과 유용물질을 제공함으로써 경제 산업 전반에 지대한 영향을 미친다. 생산력이 높고 각종 병해충과 재해에 견디는 능력이 우수한 새로운 작물의 개발이나 신품종 육성에 대한 요구가 증가되면서 기존 재배종의 야생종, 재래종같은 유전자원의 중요성이 크게 부각되고 있다. 이러한 유전자원은 개체단위로 보존되고 후대에 전달되므로 경제적이고 적절한 방법으로 수집, 보존하지 않으면 인간의 무분별한 이용과 산지개발, 환경오염 등으로 서식지 및 생태계가 파괴됨으로써 쉽게 멸종하게 되고, 한번 없어진 자원은 재생이 불가능하게 된다. 따라서 일부 선진국에서는 오래 전부터 자체계획을 수립하고, 식물유전자원을 수집 보존하는데 많은 인력과 예산을 투자해 왔다. 현재 우리 나라에서도 농촌진흥청의 종자은행이 유기체생물의 유전자보존을 심도 있게 진행하고 있다. 그러나, 우리 나라에서는 식량자원의 확보를 위해 곡물 유전자원 보전사업에 치중하고, 국내에 자생하는 약용 염료, 향료, 도료, 감미식물과 관상식물 등 다양한 용도를 지닌 산림자원의 종자 및 번식체 확보와 장기보전에 관한 연구는 거의 이루어지지 않고 있다.

또한 산림유전자원의 현지내 현지의 보전을 위한 연구도 단편적으로 수행될 뿐, 종합적이고 체계적인 연구가 전혀 이루어지지 않고 있다. 식물 종별로 개체군 분포와 동태에 관한 연구, 유전적 다양성과 유전적 구조에 관한 연구, 생태적인 구조에 관한 연구, 개화 생리 및 번식체계에 관한 연구가 개별적으로 진행되었을 뿐 이를 종합하여 체계적인 보전전략을 수립하지 못하고 있다.

따라서 국가차원(국립수목원)에서 농가에게 단기간 고소득을 줄 수 있는 자생 산림식물 자원에 대한 종자 및 번식체의 확보와 장기보전에 대한 연구 뿐만 아니라, 종 다양성 현황과 개체군 분포와 동태를 체계적으로 파악하고 monitoring할뿐만 아니라 집단의 유전적 다양성과 유전적 구조, 교배양식 등 reproduction system에 대한 종합적인 연구를 통해 현지 및 현지의 보전 전략을 수립해야 한다.

나. 경제·산업적 측면

1) 관상품종개발

세계무역기구(WTO) 체제의 출범과 우리 나라의 OECD 가입은 세계 경제 질서에 부합하는 변화를 요구하고 있다. 즉, 우리 나라는 WTO 가입국가로서 무역관련 지적재산권 협정(TRIPs)을 이행하여야 하며, 식물 신품종은 특허법 또는 각국의 개별법으로 보호해야만 한다. 또한 우리 나라도 식물의 신품종 보호를 위한 국제협약인 U.P.O.V.에 가입을 눈앞에 두고 있어 경제, 산업 전반에 걸친 큰 변화가 예상된다. 이는 변식자원 종류별 구비조건과 유전적 검정 조건을 강화하고, 종자 및 식물체의 품질증명을 엄격히 하여, 결국 품종등록이 되어 있지 않은 식물자원의 국가간 유통을 막아, 품종 등록된 농작물의 종자산업 활성화 및 국가경쟁력을 강화하고자 하는 것이다. 그러나 우리 나라에서는 국내 종자산업을 보호하고, 화훼시장의 국제 경쟁력 제고를 위해 국내 자생 화목류의 자원화 및 품종 육성에 관한 연구가 거의 없는 실정이다.

1975년에서 1994년까지 20년동안 1인당 국민소득은 14배 증가했으나 국민 1인당 꽃소비는 160배나 증가하였다. 화훼시장 규모는 지난 92년 2,400억원에서 95년 5,100억원으로 3년 만에 100% 이상 늘어났고, 국민 한 사람 당 꽃 소비액도 12,000원으로 같은 기간 동안 역시 두 배로 늘어났다. 그럼에도 불구하고 1996년 현재 국내 화훼류시장에서 자생식물이 차지하는 것은 생산액에서 볼 때 0.8%, 즉 1%도 못되는 실정이다. 더욱 심각한 것은 미국에서 관상수로 판매되고 있는 '미스킵 라일락'과 크리스마스 tree로 이용하는 '구상나무' 같이 우리 나라 자생종이 유출되어 품종으로 등록되어 유통되고 있는 상황에 처해 있지만, 아직까지 그에 대한 아무런 권리를 주장할 수 없는 상황이다.

작년 말부터 일본으로 수출하는 장미나 백합같은 품종은 꽃 한 송이당 7원 정도의 로얄티를 제공해야 한다. 따라서 막대한 로얄티를 감소시키고 수입대체 효과를 얻으며, 오히려 해외로 수출하기 위해 국내 자생종으로부터 원예관상용 신품종을 개발하기 위해 노력해야 할 것이다.

또한 연간 100억엔 정도의 화훼를 수입하고 있는 일본 화훼시장의 경우, 총 수입 중 네덜란드가 전체의 35%를 점유하고 있으며 그 다음은 뉴질랜드(14%), 싱가포르(8%), 호주(5%)의 순이며, 한국은 2%만 점유하고 있어 대일 수출용 화훼관상용 품종 및 소비자 기호에 따른 다양한 품종 개발의 중요성이 증대되고 있다.

2) 천연감미료

천연감미료 시장은 산업 경제적인 측면에서 시장성이 매우 크고, 중요한 부분을 차지하며, 인공감미료 대체효과까지 얻을 수 있다. 국내 감미료 시장의 수요는 설탕이 5,000억원 정도로 대부분을 차지하고, 고당도 감미료의 경우 50억원 정도로 추정된다. 하지만 향후 설탕 대체 고당도 감미료 시장의 성장율이 높아 최소한 300억원대에 이를 것으로 추정되고 있다. 전 세계 고감미료 시장에서 saccharin은 약 47%, 28000톤이 사용되었고, cyclamate와 aspartame은 각각 약 25%, acesulfame K와 stevioside, glycyrrhizin, sucralose, alitame 등이 모두 해서 약 3-4% 정도를 차지하고 있다. 만일 phyllo dulcin이 성공적으로 개발되어 산업화가 이루어진다면 1세대 감미료인 설탕뿐만 아니라, saccharin, aspartame, stevioside, cyclamate 같은 인공감미료 대체효과를 얻을 수 있다.

현재 최대의 감미시장은 저당도 고칼로리 감미료인 설탕으로 원당을 전량 수입에 의존하여 약 100만톤의 설탕을 생산하고, 그 중 70만톤을 국내 내수용으로 사용되는데 그 규모가 5,000억원 정도이다.

고당도 감미시장의 세계적인 규모는 50억 달러로 추정되는데, 이 중에서 47% 정도를 차지하고 있는 saccharins의 수요는 1982-1983년에 최고조에 올랐으나 점점 감소하고 있는 추세이다. 또한 aspartame의 경우 미국, 일본 등에서는 고감미료 시장 소비량의 20%를 차지하고 있으며, 연간 세계시장 규모는 10억 달러로 추산되고 있다. 국내의 aspartame의 감미료 시장 소비량 점유율은 1997년 2.5%이고, 2000년 약 10%에 달할 것으로 예상하고 있다. stevioside의 경우는 전 세계 고감미료 소비량 시장의 2%를 점유하고 있으며, 특히 일본의 경우는 41%를 점유하고 있다. 연간 세계시장 규모는 약 1억 달러로 추산된다.

이처럼 감미료 시장은 거대하고 고부가가치를 창출할 수 있는 첨단 산업이며, 수출지향적인 산업이지만, 국내에서의 자체 연구는 당알콜 감미료를 제외하고는 전무한 실정이다.

최근에 소비자들은 인공감미료보다 천연감미료를, 그리고 고당도 저칼로리의 향이 우수하고 충치방지효과까지 있는 기능성 감미료를 선호한다. 따라서 소비자의 기호에 합당한 감미료를 개발한다면 기존감미료에 대한 경쟁우위를 점유할 수 있게 될 것이고, 또한 우리 기술로 고기능 저칼로리의 설탕 대체 천연감미료인 phyllo dulcin을 개발한다면 설탕 수입 대체 효과 이외에도 수출산업에 큰 기여를 할 수 있으리라 기대된다.

그 외 수국류에서 나오는 유용물질중 항균, 항알레르기, 항암효과가 있는 thunberginol, hydrangenol 등은 의약품, 향균제, 살충제로의 개발이 가능하다.

다. 사회, 문화적 측면

1) 관상수 품종 개발

화훼원에 산업은 경제성장과 문화생활의 향상에 따라 발전하며 다른 농산물과는 달리 인간의 생존 차원보다는 쾌적한 생활환경을 조성하여 사람의 마음을 순화시키고 건강에 도움을 주는 분야로 생활수준에 비례하여 발전하고 있다. 우리 나라 소비자들이 선호하는 꽃이나 나무를 보면, 장미, 백합, 튜울립 등 대부분이 외래종으로 구성되어 있다. 국내 자생 화훼종에 대한 국내 소비자의 의식이 변화에 호응하고, 외국문화에 종속된 화훼산업을 탈피하기 위해 국내 화훼 시장을 자생식물로 대체해야 할 필요성이 있다.

나아가 한국의 이미지를 풍기면서 외국인의 기호에 맞는 품종을 개발하여 수출한다면, 경제적인 부가가치 창출외에 우리의 문화와 정서 전파에도 일조할 것이다.

2) 천연감미료 개발

International Sugar Organization에서 발간한 통계 연감에 의하면, 서구 선진국의 경우, 국민 1인당 설탕소비량이 연간 40kg인데 반하여 한국은 20kg 미만으로 세계 155개국 중 109번째로 매우 낮은 수준이다. 이렇게 우리나라 국민들의 설탕 섭취량이 낮은 이유는 맵고 짠 것을 좋아하는 전통적인 식생활의 영향도 있지만 설탕이 충치와 성인병, 당뇨병을 유발하고 고칼로리로서 비만을 촉진하는 것으로 인식하기 때문이다. 따라서 구강항균작용과 항암효과가 있을 뿐만 아니라 당도가 설탕에 비해 1,000배나 높고, 소화 흡수가 안되는 무열량 phyllo dulcin을 인체에 무해한 천연감미료로 개발 보급한다면 혁신적인 식생활의 변화를 유도할 수 있고, 국민 보건 건강 증진에 지대한 공헌을 할 것이다.

제 2장 국내·외 기술개발현황

1절 관상수 개발

국내 자생 야생화를 화훼자원으로 이용하기 위한 국내 연구는 산림청 임업연구원 중부임업시험장에서 수행중인 “야생화 캔재배, 야생화 규격묘 생산 등에 관한 연구”이다. 그러나 품종으로 등록된 것이 아니라 야생종을 사용하고 있으므로, 상품의 균일성이 떨어지고 해외 수출이 불가능하다.

자생식물을 소재로 한 조경수 신품종에서는 금선개나리, 개나리 ‘서울골드’, ‘영주’단풍, 왜성술패랭이, 왜성톱풀, 반엽진신나물등이 있으며, 일부 품종은 내외 품종특허를 출원한 상

태이나 이들을 본격적으로 상품화, 판매하는 사례는 거의 없다.

국외에서 거래되는 모든 관상수는 자연산이 아니라 U.P.O.V.에 품종 등록된 종이다. 또한 외국 화훼시장에는 우리 나라의 미선나무, 다래, 백량금, 매자나무, 라일락, 비비추 등 다수의 식물이 유출, 품종화되어 거래되고 있다.

2절 유전자원보전

과거 임업연구원에서 희귀·특산식물 보존 사업을 하면서 희귀식물 자생지조사, 현지내·외 보존, 증식, 복원, 희귀식물 평가기준체계의 수립, 목록의 선정 등 다각적인 사업을 수행하고 있으나 품종의 개발, 품종관리, 유전자원보존까지 한 시스템으로 연구된 사례는 없다.

3절. 앞으로의 전망

1. 관상품종 개발

세계무역기구(WTO) 타결로 우리 농업이 큰 타격을 받게 되었지만, 화훼 재배업은 그래도 비교적 경쟁력이 높은 것으로 평가된다. 국민소득이 커지면서 소비자들도 꽃을 단순한 환경미화차원이 아닌 기능성 상품으로 인식하고 있다. 또 아시아 지역에서 우리 나라가 일본에 이어 제 2의 꽃 소비국임을 감안할 때 그 가능성은 충분하다고 보여진다. 화훼시장 규모는 지난 92년 2,400억원에서 95년 5,100억원으로 3년만에 100% 이상 늘어났고, 국민 한 사람 당 꽃 소비액도 년12,000원으로 같은 기간 동안 역시 두배로 늘어났다.

최근 국내 화훼류의 대일 수출이 급속히 증가하고 있다. 대한 무역투자진흥공사 동경무역관에 따르면 우리 나라는 지난해 1~11월 모두 2억5천6백만엔 어치의 화훼를 수출, 전년 동기에 비해 10% 증가했다. 우리 나라의 對일본 화훼 수출은 93년부터 시작되었으며, 94년에는 2억6천7백만엔 어치를 수출하기도 했다. 일본에 화훼를 가장 많이 수출하고 있는 국가는 네덜란드로 전체의 35%를 점유하고 있으며, 그 다음은 뉴질랜드(14%), 싱가포르(8%), 호주(5%)의 순이다. 우리 나라는 2%를 점유하고 있다. 일본의 화훼유통업자들이 외국산 꽃을 직수입하는 등 수입화훼 취급을 확대하고 있어 시장전망이 매우 우수하다.

2. 천연감미료개발

앞으로 고감미도 저칼로리 감미료 시장의 전망은 매우 밝다. 설탕대체 효과 외에도 다양한 기능성을 가지고 있어, saccharins을 제외한 대부분의 기능성감미료 시장이 증가하고 있다. 일본과 아시아의 국가에서 stevioside 소비량이 급속하게 증가하고 있고, 미국, 일본, 유럽에서 aspartame의 수요는 매년 약 3.8%의 상승하고 있다. Acesulfame K의 수요는 미국과 유럽에서 매년 약 10% 씩 상승하고 있고, cyclamate는 유럽에서 약 2.1%의 수요 상승이 예측되고 있다.

설탕의 과다섭취로 인한 당뇨, 고혈압 등 성인병과 비만증 등의 문제를 해결하기 위하여 인체에 안전하며 고감미도, 저칼로리의 설탕대체 감미료 개발에 관한 연구가 국내외에서 활발하게 진행되었고, 그 결과로 고기능성 저칼로리 인공합성 및 천연감미료를 개발하였다. 하지만 지금까지 개발되어 판매 중인 인공감미료 대부분(특히 주생산품인 saccharins과 aspartame)과 천연감미료인 glycyrrhizins, stevioside은 뇌종양유발 위험성을 가지고 있어 현재 미국 내에서 설탕대체물인 이들의 유해성 논쟁이 제기되고 있어 새로운 감미료의 개발에 박차를 가하고 있고, 특히 인공합성감미료에 대한 소비자의 거부감 때문에 안전성과 선호도가 높은 천연감미료의 개발에 치중하고 있다. 따라서 감미기능이 우수할 뿐만 아니라 무칼로리, 항종양, 항구강세균 활성까지 있는 phylloidalin을 천연감미료로 개발한다면, 다른 설탕대체 감미료들에 비해 품질과 가격면에서 경쟁력을 지닐 수 있어 감미료 연구분야와 식품첨가물 시장에서 선두주자로 나설 수 있다고 전망된다. 또한 이를 바탕으로 새로운 용도 식품과 의약품, 살충제 소재 개발을 추진할 수 있을 것이다. 앞으로 국민 생활수준의 향상에 따라 안전하고 다양한 기능성을 가진 식품첨가제에 대한 수요가 계속 증가할 것으로 예상되며, 국내 산림에 자생하는 산수국에서 새로운 천연감미료를 생산하는 것은 국내 식품산업체의 국제경쟁력 강화에 크게 기여할 것이고, 국민의 건강과 국가발전에 이바지할 것이다. 또한 혼농임업 농가는 유희 농한지에 지속적 순환생산이 가능한 산수국을 재배하여 단기간 고소득을 올릴 수 있고, 그로 인해 농촌경제의 활성화와 국토의 효율적인 이용과 지역간 균형있는 발전을 도모할 수 있을 것이다.

4절 기술도입의 타당성

산수국에서 생산되는 phyllo dulcin을 천연감미료로 개발하기 위한 연구는 국내외를 막론하고 전무한 상태이다. 수국류의 유용 2차 대사산물에 대한 연구는 일본에서 활발하게 연구되었으나, 대부분이 antitumor activity, antiallergic effects, antimicrobial activity, 살충성에 관한 것이다. 감미료 개발을 위한 phyllo dulcin에 대한 연구는 이탈리아 Milano대학교의 Lucio Merlini 교수뿐이다. 그는 유기화학 전공이라 phyllo dulcin을 인위적으로 합성하여 새로운 인공감미료를 개발하려고 시도하고 있다.

전술한 것처럼 선진국에서도 산수국으로부터 직접 phyllo dulcin의 추출 분리정제하는 기술과 공정이 개발되어 있지 않았다. 따라서 기술 도입은 불가능하므로 본 연구팀이 보유하고 있는 식물체로부터의 유용물질 추출기술과 고순도 정제기술, 첨단효소공법을 이용한 당轉移(Glycosylation) 반응기술, 열 변성 방지를 위한 저온급속 농축기술 등을 이용하여 국내에서 자체 개발할 수밖에 없다. 국내에서 자체개발하는 것이 더 경제적이고, 연구가 성공적으로 수행되었을 때 천연감미료 생산 기술분야에서 외국과의 기술 격차를 줄일 수 있어 산업전반에 걸친 파급효과가 클 것으로 사료되므로 기술도입은 타당하지 않다고 본다.

제 5절 : 연구개발의 범위

1. 연구개발 목표와 내용

가. 신품종 육성과 유전자원 보전전략 수립에 관한 연구

1) 새로운 국내 관상수 자원 발굴 및 고부가가치의 신품종 개발

천연변이체 선발

근연 품종과의 교잡 및 선발

(다화, 장기화, 향기, 유용물질(phyllo dulcin) 기준)

2) 유전변이 분석 및 현지내 및 현지의 보전전략 수립

유전적 다양성 및 유전적 구조 분석

breeding system: 수분매개, 교배양식, 천연적인 변식양식 파악

3) 품종 등록 및 Molecular Marker을 이용한 품종 구분 체계 확립

품종검사 : 신규성, 구별성, 안정성, 동질성

품종구분을 위한 표지자 동정

나. 대량증식과 재배관리 기술개발에 관한 연구

- 1) 품종화된 관상수 및 감미자원의 대량증식법 확립
: 선발된 수국류, 말발도리류
- 2) 보속안정 생산을 위한 재배 및 무육관리기술 개발
- 3) 선발한 관상 품종의 이식력, 적응력 검사

다. 기능성 천연감미료 개발에 관한 연구 : (수국류)

- 1) 유용물질 탐색 및 구조확인
- 2) 추출공정 확립
- 3) 분리정제 공정 확립
- 4) 비용절감을 위한 공정 최적화
- 5) 천연감미료 기능성 증진

라. 유전자원 탐색과 보전에 관한 연구

- 1) 유용산림자원의 탐색
 - 2) 국내 및 국외 유전자원 수집 : 종자 및 번식체
 - 3) 대상식물의 자생지 분포, 현황 및 개체군 특성 조사
 - 4) 관상용 산림유전자원의 장기보존 : 종자은행, 보전원 조성
2. 연차별 연구개발 목표와 내용

구 분	연구 개발 목표	연구개발 내용 및 범위
<p>1차 년도 (1999 .11 - 2000 .11)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 산림 유용자원 수집 및 분포조사, 자원탐색 - 국내자생 식물자원 발굴 - 국내외 유전자원 수집 - 보전전략 수립을 위한 천연집단의 유전변이 규명 - 대량증식 조건 규명 - 물질탐색 및 구조확인 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 종별 자원수집, 개체군 분포와 자원탐색 <ul style="list-style-type: none"> - 대상식물(수국류)의 자생지 분포, 현황 및 개체군 특성 조사 - 종자 및 번식체 수집 - 종별 유용자원 탐색 2. 국내 자생 범의귀과로부터 유용관상자원 발굴 <ol style="list-style-type: none"> 1) 소비자의 기호 및 선호도 파악 2) 자원화가 가능한 수종 선정 <ul style="list-style-type: none"> - 상품성, 고품격 3) 다화, 장화기, 향기가 우수한 품종 선정 3. 국내외 범의귀과 유전자원 수집 및 확보 <ol style="list-style-type: none"> 1) 국내외 종자 수집 및 확보 2) 유용화목자원의 분포 및 개체군 파악 3) 유용화목자원의 DATA BASE 구축 <ul style="list-style-type: none"> - 분포위치, 개체 수, 개체의 형태특징, 4. 산수국의 천연집단 변이 조사 <ol style="list-style-type: none"> 1) 형태적 특성 조사 <ul style="list-style-type: none"> - 화색, 잎과 꽃의 크기 등 2) 유전변이 및 유전구조 파악 5. 대량증식을 위한 방법 규명(수국 및 산수국) <ol style="list-style-type: none"> 1) 무성번식법 규명 <ul style="list-style-type: none"> - 삽목, 삽근, 접목 등 - 영양체 크기, 호르몬 농도, 기타 환경조건 2) 유성번식법 규명 <ul style="list-style-type: none"> - 개화생리 특성조사: 개화량, 수분특성 등 - 개화결실촉진 시험: 단근, 호르몬처리 등 6. 유용물질 탐색 및 구조확인 <ol style="list-style-type: none"> 1) 수국류의 유용물질 탐색 및 구조분석 <ul style="list-style-type: none"> - phyllodulcin, thunberginol, hydrangenol 2) 당도 및 향 분석 3) 종별, 개체내 부위 별 유용물질의 함량 비율

구 분	연 구 개 발 목 표	연구개발 내용 및 범위
<p>2차 년도 (2000 .11 - 2001 .11)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 산림 유용자원 수집 및 분포조사, 자원탐색 - 품종원 조성 - 재배 및 무육 관리 기술 개발 - 범의귀과 유전자원보전을 위한 Breeding system 규명 - phyllodulcin 추출 및 정제 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 종별 자원수집, 개체군 분포와 자원탐색 <ul style="list-style-type: none"> - 말발도리류에 대한 자생지 분포, 현황 및 개체군 특성 조사 - 종자 및 번식체 수집 - 종별 유용자원 탐색 2. 품종원 조성 및 검증 <ol style="list-style-type: none"> 1) 천연집단에서 선발한 변이체 증식 <ul style="list-style-type: none"> - 무성번식 2) 품종검사 <ul style="list-style-type: none"> - 신규성, 구별성, 안정성, 동질성 검증 3. 품종간 교배실험 4. 선발된 종의 대량생산을 위한 재배 및 무육 관리 기술 개발 <ol style="list-style-type: none"> 1) 종자생리 규명 <ul style="list-style-type: none"> - 휴면타파, 발아율, 생존율 2) 양료, 수분, 광조건 등 5. Reproduction / Breeding system 규명 <ol style="list-style-type: none"> 1) 번식체계 2) 교배양식 3) 종자 6. phyllodulcin 추출 및 정제 <ol style="list-style-type: none"> 1) 추출공정 2) 분리정제 공정 3) 비용절감을 위한 공정 최적화

구 분	연구 개발 목표	연구개발 내용 및 범위
<p>3차 연도 (2001 .11 - 2002 .11)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 산림 유용자원 수집 및 분포조사, 자원탐색 - 상품화 가능성 검토 - 품종구분 체계 확립 - 품종 등록 - 현지의 보전원 조성 - 천연감미료 기능성 증대 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 종별 자원수집, 개체군 분포와 자원탐색 <ul style="list-style-type: none"> - 범의귀속 초본류(바위떡풀, 들부채손 등)에 대한 자생지 분포, 현황 및 개체군 특성 조사 - 종자 및 번식체 수집 - 종별 유용자원 탐색 2. 관상수로서의 실용화 검토 <ol style="list-style-type: none"> 1) 이식력 2) 적응력 3. 품종보호를 위한 품종 식별 체계 확립 <ol style="list-style-type: none"> 1) 형태적 특성 2) 품종 특이적 marker 동정 4. 품종등록 신청 5. 보전전략을 바탕으로 현지의 보전원 조성 6. 천연감미료 기능성 증대 <ol style="list-style-type: none"> 1) 열, pH에 대한 안정성 2) 지역간 종별, 개체내 부위별 유용물질의 함량조사

연구개발수행 내용 및 결과

1장 신품종 육성 및 보전 전략 수립에 관한 연구

1절 산수국의 공간구조 분석

산수국(*Hydrangea macrophylla* var. *acuminata*)은 높이 1m 정도의 낙엽 관목으로 꽃은 가지 끝에 큰 산방화서를 이루는 것이 특징이다. 계곡부위나 임분 주변의 하층을 주로 차지하며 밀생하는 경향을 가지고 있다. 유성생식뿐만 아니라 뿌리를 통해 영역을 확장시키는 산수국의 유전적 구조를 파악하는데 있어, 한 patch가 얼마나 많은 클론으로 이루어졌는지, 한 개의 클론이 얼마나 많은 넓이를 차지할 수 있는지 등을 밝히는 것은 매우 중요하다. 이러한 연구는 집단의 유전적 구조나 변이를 파악하고 나아가 보전전략을 수립하는데 있어 반드시 필요한 연구이다. 그러나, 국내 식물종의 보전전략을 수립하는데 있어 이러한 clonal structure와 관련된 연구는 매우 미비한 실정이다. 특히 수국류는 관상 및 감미자원으로 매우 중요함에도 임분동태, Breeding system 등에 관한 연구가 거의 없어, 1차년도에는 이에 관한 연구를 추진하고자 하였다.

1. 재료 및 방법

가. 유전변이 및 유전구조 분석을 위한 Sampling

산수국 집단 내 유전구조를 파악하기 위하여 제주도 산수국 자생지 중 한 곳(N33°27'20" 1", E126°33'25")을 대상으로 30m×30m 방형구 내의 모든 개체에 대하여 위치, 개체크기를 조사하고, 잎을 채취하여 분석의 재료로 사용하였다. 성분분석과 차기년도 유전변이분석을 위하여 전국 6개 집단에 대해서도 집단별로 Sampling을 실시하였다.

나. DNA추출 및 RAPD(Random Amplified Polymorphic DNAs) 분석

1) 잎으로부터 total DNA 분리

MACHEREY-NAGEL사의 “NucleoSpin Plant” DNA extraction kit을 이용하여 DNA를 추출하였으며, UV-spectrophotometer를 이용하여 농도와 순도를 측정하였다. 25ng/μl로 희석하여 RAPD 분석이 사용하였다.

2) PCR 조건 규명 및 primer 선발

재현성과 선명도를 기준으로 PCR 조건을 규명하고, primer를 선발하였다.

3) Scoring

분석을 위하여, 각각의 위치(유전자좌)에 증폭된 단편이 나타나면 “1”, 나타나지 않으면

“0”으로 표시하여, 이후의 분석에 사용하였다.

4) AFLP(Amplified Fragment Length Polymorphisms) 분석

보다 재현성 있고, 정보량이 많은 AFLP 분석을 병행하여, 분석에 이용하고자 실험조건을 규명하고, 산수국 분석에 적절한 primer 조합을 찾아내었다. 당해년도 분석에는 이용하지 않았으나 차기년도의 유전변이 분석과 품종구분 실험에는 AFLP 분석법을 사용할 예정이다.

다. 자료분석

1) 집단 내 다양성 분석

POPGENE program(Yeh, 1998)을 이용하여, Nei(1973)의 gene diversity를 구했으며, 클론 간 유연관계 분석을 위해 Nei의 unbiased genetic distance를 이용하였다.

2) Clonal structure 규명

Scoring 결과, 분석한 모든 유전자좌의 band 패턴이 동일하게 나타나면, 같은 클론으로 판단하여, 분포도를 그리고, 이후의 분석에 사용하였다.

3) Clone 간 유연관계 분석

TREECONW(Peer, 1998) program을 이용하여 UPGMA 유연관계도를 작성하였다.

4) 조사지역 내의 공간구조 분석

공간구조분석에 필요한 통계량들을 얻기 위해 SAAP program(Wartenberg, 1998)과 SGA program(Degen, 2000)을 이용하였다. 유전적 구성이 유사한 patch의 크기를 추정하기 위해 binary data(0,1)로 부터 Moran의 I 값을 계산하였으며, 공간적구조의 방향성을 확인하였다.

또한, 동일 클론 내의 개체간 거리를 계산하여, 무성번식의 양상과 특징을 살펴보았다.

2절 산수국의 분포와 clonality

1. 조사 대상지의 산수국 분포도

30m×30m의 plot 내에 총 159개체가 확인되어 위치와 크기(가지수)를 측정하고 잎을 채취하여 분석에 이용하였다. 조사지역(N33°27'201", E126°33'257")의 분포양상을 살펴보면, 임분의 주변부를 따라, 길게 밀생하고 있으며, 광량이 적은 임분 안쪽으로 들어갈수록 분포 밀도가 낮아지는것을 관찰할 수 있다.

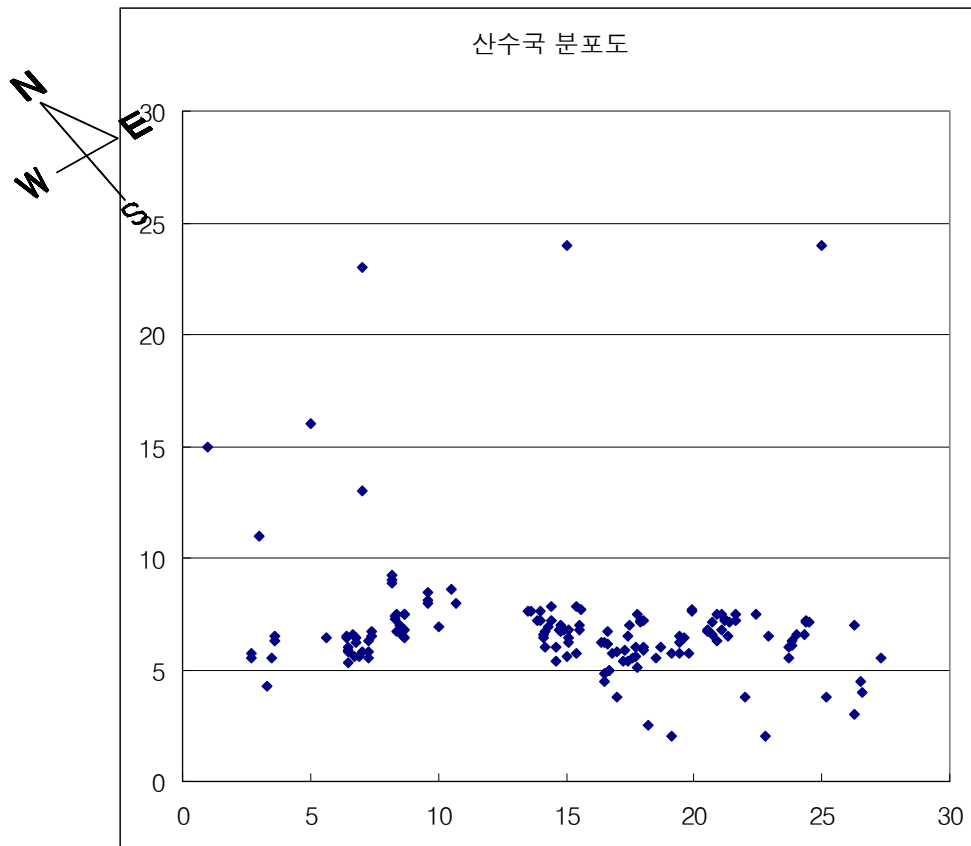


Figure 1. The distribution of individuals of *Hydrangea macrophylla* var. *acuminata* in Jeju population.

2. RAPD 분석 결과 및 집단내 유전적 다양성

재현성과 증폭단편의 선명성을 기준으로 총 30개의 primer중 3개를 선발하였다. PCR 결과, 증폭 유무가 뚜렷한 21개 band만을 선별하여 분석에 사용하였다.

유전적 다양성을 분석하기 위해 각 표지자별 다형성 band의 수와 다형성 비율 및 primer당 다형성 band의 평균 수 등을 나타내었다(Table 1). 3개의 primer에서 총 21개의 band가 증폭되었고 다형성 band의 수는 12개였으며 단형성 band의 수는 9개였다. 다형성 band의 비율은 57.1%였고, primer당 다형성 band 수는 4.0개였다.

Table 1. Percent of polymorphism and mean number of band per primer of *Hydrangea macrophylla* var. *acuminata* in Jeju population.

	Polymorphic	Monomorphic	Total
No. of band (%)	12 (57.1%)	9 (42.9%)	21
mean/primer	4.0	3.0	7.0

또한 null band를 열성 동형집합체(recessive homozygote)로 취급하고, Hardy-Weinberg 평형상태($(p+g)^2=1$)의 가정에서 유전자빈도(gene frequency)를 구한 후, Nei(1977)의 유전자 다양성(gene diversity)과 Shannon's Index을 구하였다.

Table 2는 제주도 산수국집단의 유전적 다양성을 조사한 것으로 유전자좌당 관찰된 대립인자의 수와 유효 대립인자 수, 다형성 band의 비율(5% 수준), Nei's gene diversity, 그리고 Shannon's Index 등을 나타낸 것이다. RAPD 표지자의 관찰된 유전자좌당 대립인자의 수는 1.57개였고, 유효 대립인자의 수는 1.32개 였다. 다형성 band의 비율(5% 수준), Nei's gene diversity, 그리고 Shannon's Index는 57.1%, 0.191, 0.292로 조사되었다.

Table 2. The percent of polymorphic bands, gene diversity, and Shannon's index of *Hydrangea macrophylla* var. *acuminata* in Jeju population.

na	ne	% of polymorphism (at 0.95 level)	Nei's gene diversity	Shannon's Index
1.57	1.32	57.1	0.191	0.292

RAPD 표지자를 이용한 산수국의 다형성 비율은 57.1%로, *Populus*의 90.2%~93%(Yeh 등, 1995; Liu 등, 1993; Castiglione, 1993)와 *Pinus*의 90.9%(Szmidt 등, 1996), *Populus*(홍경낙, 1997;82.9%), *Abies*(김인식, 1998; 76.4%)보다 매우 낮았고, 희귀종인 *Erodium*(Martin 등, 1997; 63%)이나 *Allium*(Smith와 Pham, 1996; 68%)보다도 낮은 것으로 조사되었다. 단위생식(apomictic reproduction)을 하는 *Limonium dufourii*(Palacios와 Gonzalez-Candelas, 1997)의 26%보다는 높게 나타났다.

일반적으로 수목의 유전적 다양성은 지리적 분포범위와 교배양식, 번식체계, 종자비산양상, 생활사 그리고 천이계열 상의 위치 등에 따라 각기 다르게 나타난다고 보고되어 있

다. 특히 분포범위와 수분기작이 중요한 영향을 미치는데, 제한된 지역에 분포하고 수분 (pollination)이 곤충에 의해 이루어지는 수종이 분포범위가 넓고 수분이 바람에 의해 이루어지는 수종보다 유전적 다양성이 낮다고 알려져 있다.

산수국나무의 다형성 band 비율이 충매화이고 분포범위가 좁은 *Erodium*보다 낮다는 점을 고려하면, 산수국나무의 유전적 다양성은 매우 낮다고 할 수 있으나, 차기년도에서 보다 많은 집단을 비교 분석하여 보아야 보다 정확한 결론을 내릴 수 있을 것이다.

3. Clonal Structure

각 개체의 모든 유전자좌별 유전자형을 비교하여, 완전히 일치하면 동일 클론으로 판단하여 분포도를 작성하였다. 149개의 표본 중, 2개 이상의 ramet을 가진 클론은 26개였고, 1개의 ramet만 가진 클론은 53개로 나타났으며, 동일 클론당 ramet의 수는 최소 2개에서 최대 15개인 것으로 조사되었다. 집단 내 구별되는 유전자형의 수는 79개 였고, 표본으로 추출된 개체 중 구별되는 유전자형의 비율은 53%인 것으로 확인되었으며 genotype diversity index(D_G)는 0.999였다.

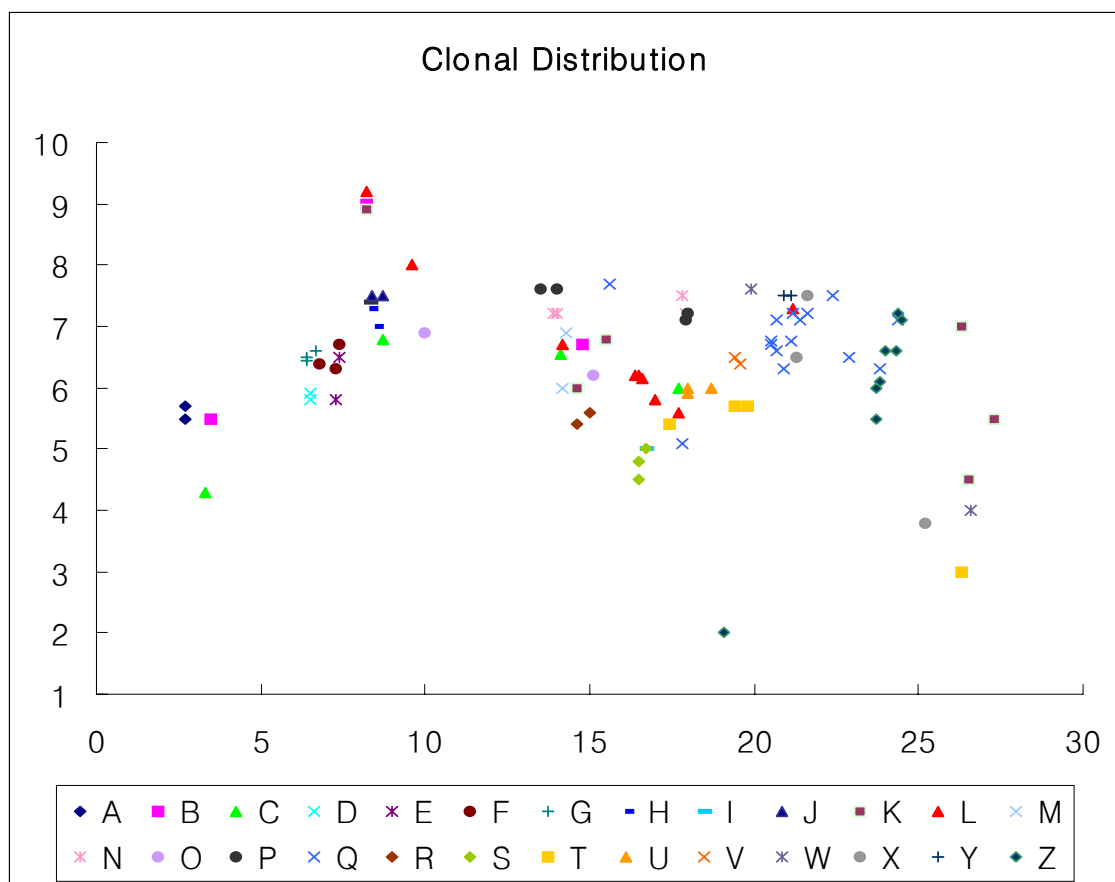


Figure 2. Clonal distribution of *Hydrangea macrophylla* var. *acuminata* in Jeju population.

Table 3. The conal diversity for 12 RAPD marker within Jeju population of *Hydrangea macrophylla* var. *acuminata*^a.

N_I	N_G	N_{CG}	D_G	N_G/N_I	P_{CG}	HR_{CAF}
149	79	15	0.999	0.53	0.10	0.00057

^aAbbreviations : N_I , sample size; N_G , number of distinct multilocus genotypes observed; N_{CG} , number of the most common multilocus genotype; D_G , multilocus genotype diversity index; N_G/N_I ; proportion of distinguishable genotypes per population P_{CG} , probability of the most common multilocus genotype; HR_{CAF} ; hazard rate calculated by common allele frequency.

또한 거리에 따른 동일클론 내 ramet 간의 분포양상을 조사하였다. 클론 내 ramet 간의 거리는 최소 0.1m에서 최대 20m까지 다양하였지만, 지리적 거리가 증가함에 따라 그 수가 급격히 감소하였다. ramet간 거리가 1m 이내인 것이 32%로 가장 많았고, 8m 이내인 것이 88%를 차지하였으며, 거리가 20m이상인 ramet은 나타나지 않았다. 유전자형으로부터 추정된 putative 클론 에 대한 클론 검증을 위해 common allele의 빈도로 hazard rate를 계산하였는데 0.00057로 나타나 거리가 먼 ramet은 동일 클론이 아닐 가능성도 있지만, 산수국이 무성번식으로 한번에 증식되는 거리가 최대 2m인 것으로 조사되어(저자의 관찰), ramet 간 거리가 먼 개체들도 동일클론이라 추정되었다.

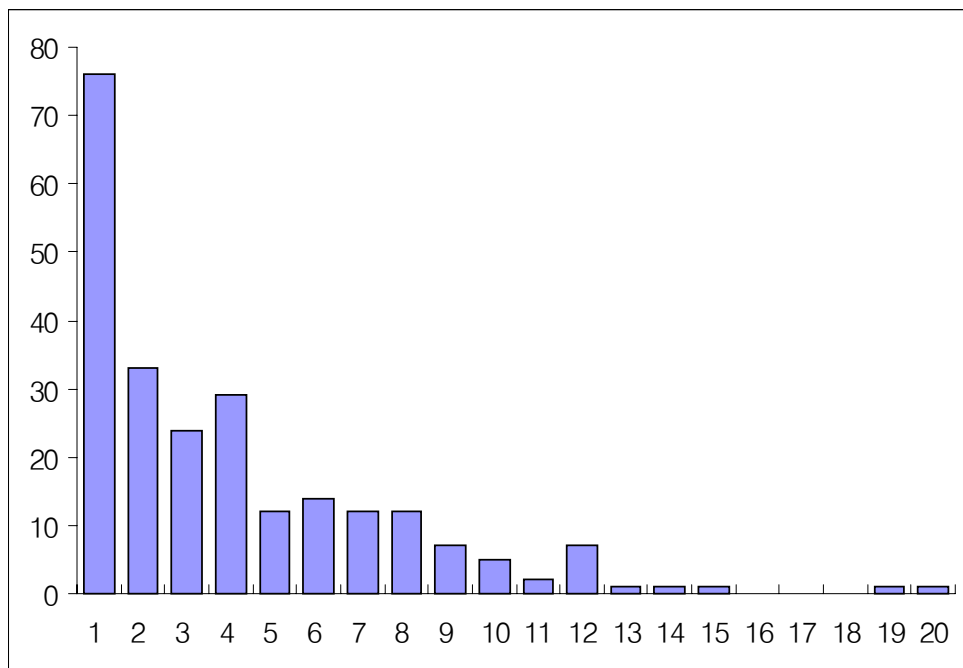


Figure 3. The distribution of distances between pairs of ramets sharing identical multilocus genotypes for population Jeju of *Hydrangea macrophylla* var. *acuminata*

4. 클론간 유연관계도

2개 이상의 ramet을 가지는 클론을 대상으로 유연관계도를 작성하였다. 특별한 경향을 찾아보기는 힘들으나, 거리 상 가까운 클론들이 주로 밀접한 유연관계를 가지는 것으로 관찰되었다. 분석한 유전자좌의 수가 작고, breeding system에 대한 이해가 부족하여 결론을 내리는 쉽지 않으나, 종자비산과 발아특성 때문이 것으로 추정되며 차기년도 과제에서 보다 심층적이 연구가 이루어져야할 것이다.

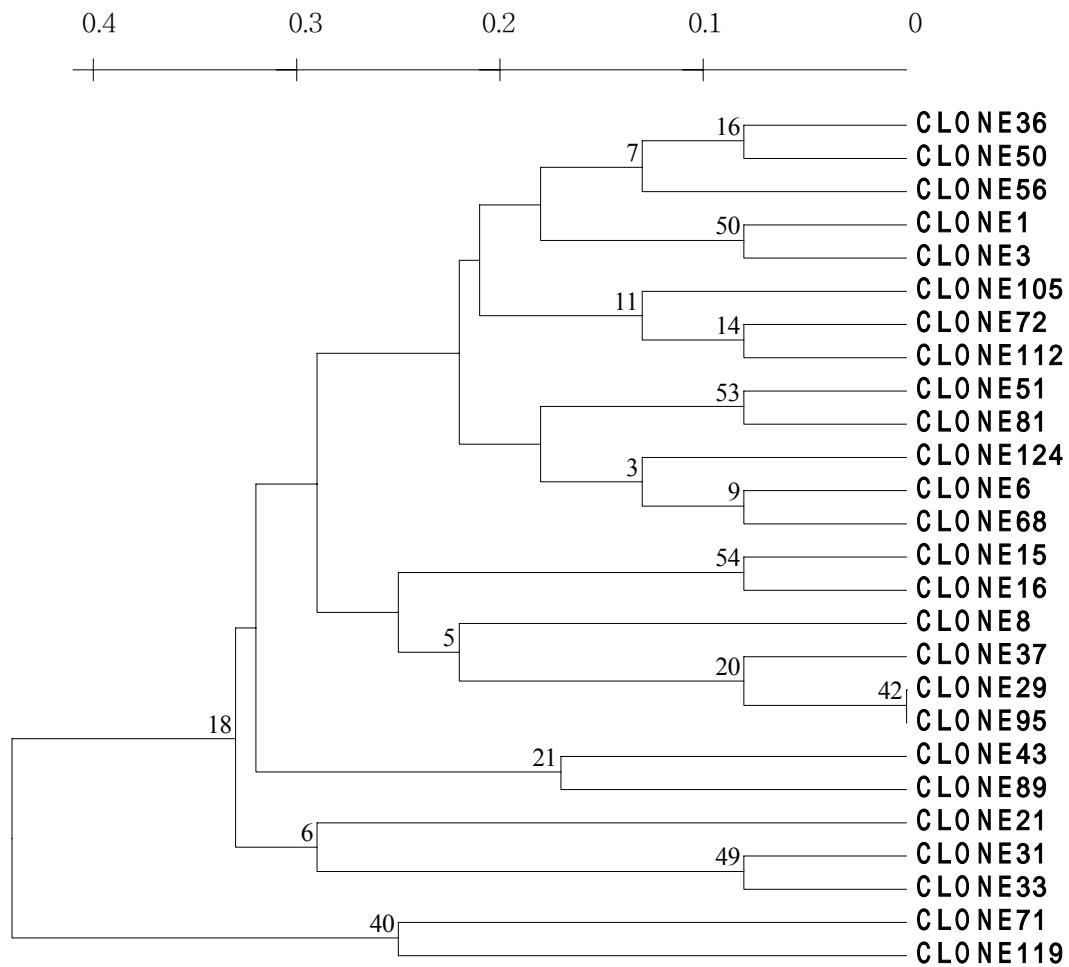


Figure 4. UPGMA tree of *Hydrangea macrophylla* var. *acuminata* clones using 12 RAPD fragments. The value, which are the bootstrap confidence intervals, on the nodes are the number from the results of bootstrap search(the percentage of 500 replication).

5. 공간구조분석

동일클론개체간 거리의 분포

30m × 30m 방형구에서 채취한 149 개체를 대상으로 PCR을 수행하여 나온 증폭산물 중, 다형성이 관찰된 12개의 RAPD 표지자를 사용하였다. 산수국의 공간적 유전구조 분석은 SAAP program(Wartenberg, 1989)과 VARIOWIN program(Pannatier, 1996) 그리고 SGS program(Degen, 2000)을 사용하였다. 공간적 구조분석시 거리는 3m 단위로 하였고, distance class는 9단계로 나누어 Moran의 I(spatial autocorrelation coefficients)값을 계산하였다(Table 4). Moran의 I값을 계산한 결과, 총 108개의 값 중에서 44개(40.7%)가 기대값(E(I)=-0.007)과 유의하게 달랐다.

일반적인 공간적 유전 구조는 실제 거리가 가까울수록 유전적 거리도 가깝고, 거리가 멀어질수록 유전적 거리도 선형으로 멀어지는 경향을 보였다.

Table 4. Spatial autocorrelation coefficients(Moran's I) for 149 RAPD fragments in Jeju population of *Hydrangea macrophylla* var. *acuminata* for 9 distance classes. The expected value is -0.007.

DB ^a	3	6	9	12	15	18	21	24	27	
DC ^b	1	2	3	4	5	6	7	8	9	P ^c
R 1	0.00	0.07**	0.00	-0.01	-0.07**	-0.05*	-0.02	0.04*	-0.03	0.014
R 2	0.05**	-0.02	0.05*	0.00	-0.03	0.02	-0.03	-0.08**	-0.03	0.019
R 3	0.02	0.02	0.10**	0.03*	-0.02	-0.02	-0.03	-0.08**	-0.08**	0.000
R 4	0.04*	0.01	-0.10**	-0.02	0.01	-0.01	0.04	-0.01	-0.01	0.002
R 5	0.09**	0.09**	0.15**	0.07**	0.06**	0.02	-0.06*	-0.17**	-0.32**	0.000
R 6	0.02	0.02	0.10**	0.03*	-0.02	-0.02	-0.03	-0.08**	-0.08**	0.000
R 7	0.11**	0.03	-0.06*	-0.14**	-0.04	-0.05*	0.04*	0.11**	-0.06**	0.000
R 8	0.12**	0.08**	0.03	0.02	0.01	0.02	-0.06*	-0.19**	-0.10**	0.000
R 9	0.26**	0.11**	0.10**	0.02	-0.02	-0.07**	-0.12**	-0.26**	-0.08**	0.000
R 10	0.21**	-0.05*	-0.09**	0.01	0.04*	-0.07*	0.15**	-0.15**	-0.11**	0.000
R 11	0.05*	0.00	-0.01	-0.03	-0.00	-0.04	-0.03	-0.01	0.02	0.115
R 12	0.36**	0.06**	0.04*	0.03	-0.04	-0.13**	-0.09**	-0.19**	-0.11**	0.000
Mean	0.110	0.035	0.025	0.005	-0.010	-0.035	-0.020	-0.095	-0.080	

a Upper distance bound(m)

b Distance class

c Overall correlogram significance(Bonferroni approximation);

*=P<0.05 **=P<0.01

Sokal(1979)은 각 거리별 Moran의 I값 평균과 기대값이 만나는 점까지의 거리가 유전적으로 유사한 개체들의 모임인 patch의 최소크기를 나타낸다고 하였다. 따라서 RAPD 표지자를 이용한 제주도 산수국 집단 patch의 최소 크기는 14m 정도인것으로 추정할 수 있었다(Figure 5).

충매화이면서 초본류인 *Cerastium*(Maki와 Yahara, 1997)의 patch 크기는 6.8m 였고, *Adenophora*(Chung, 1998)는 10-12m였으며, *Lathyrus* (Hossaert-McKey 등, 1996)는 7m인 것으로 조사된 바 있다.

유전적 조성이 유사한 개체들 간의 유집 또는 공간적 구조화가 발생하는 것은 미세환경 기후에 의한 선발(도태)이 이루어지거나, 종자 및 화분의 비산이 제한되기 때문이라고 하였다(Shaw 등, 1981). 혼합된 교배체계를 가진 종이 짧은 거리 내에서 공간적 구조가 잘 이룬다. 산수국은 뿌리를 통한 번식이 가능하므로 이런 좁은 지역내에서의 공간적 구조를 이룬다고 판단된다.

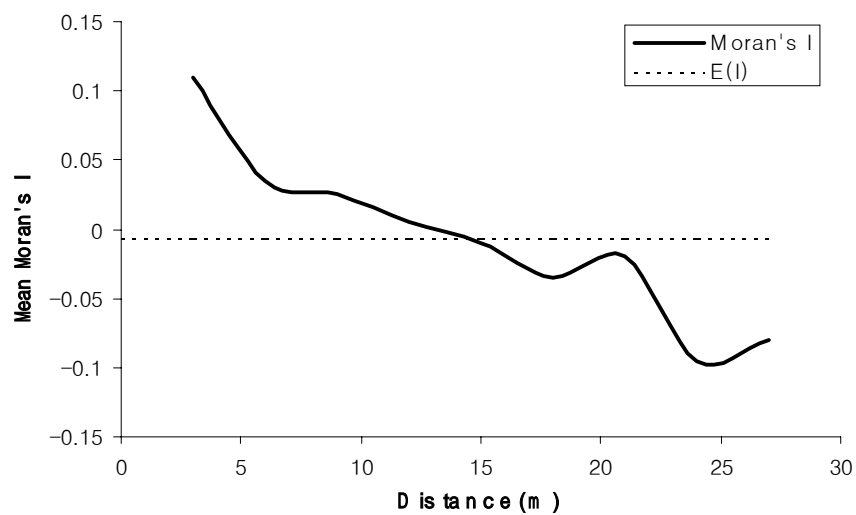


Figure 5. Correlgrams with 12 RAPD markers in Jeju population of *Hydrangea macrophylla* var. *acuminata* using mean value of Moran's I and ten distance intervals. The horizontal line at -0.007 indicate E(I), the expected value of I, respectively.

공간적 유전구조를 파악하기 위한 여러 가지 통계량 중, 가장 흔하게 사용되는 Morna의 I 값은 Pearson 상관계수의 특수한 형태로서, SAAP program(Wartenberg, 1989)을 이용하여, 단일 locus별로 계산되는데, 동위효소와 같이 locus의 수가 적은 경우에 적합하다. 그러나 자료의 양이 방대한 분자유전학적 표본자를 사용하여 공간적 구조를 파악하는데는 복잡하고 시간과 노력이 많이 소모되며, 모든 locus를 통합한 전체 correlogram의 유의성을 검정할 수 없는 단점이 있다. 최근 들어 multilocus를 이용한 유전적 거리(genetic distance)로써 공간적 구조를 파악하는 방법이 소개되었다(Cassens 등, 2000; Degen과 Scholz, 1998; Smouse와 Peakall, 1998; Vendramin 등, 1999). 상관계수를 이용한 공간적 구조와 비교하기 위하여, 유전적 거리를 이용하여 공간적 구조를 분석하였다(SGS program: Degen, 2000). Figure 6는 Tanimoto distance(Degen과 Scholz, 1998)를 이용하여 계산된 거리별 distogram과 reference로 모든 개체의 평균 유전적 거리를 표시한 것이다.

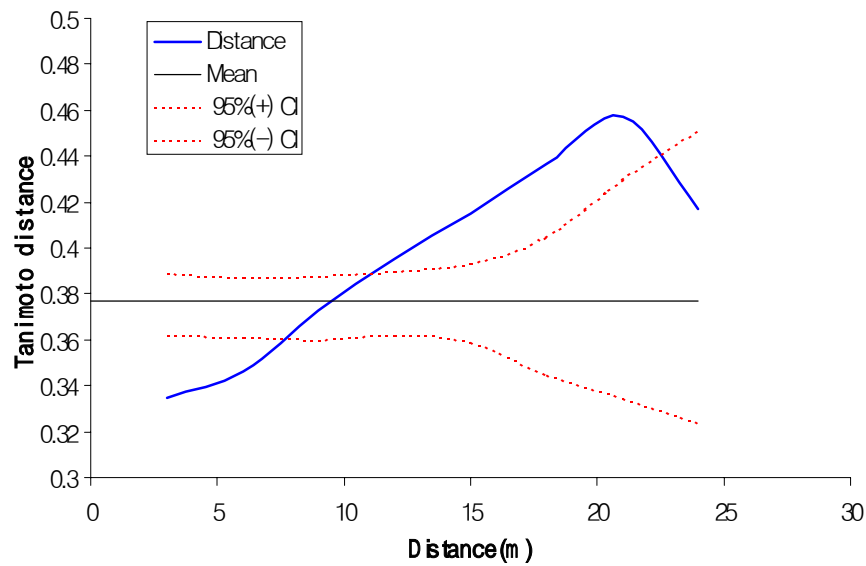


Figure 6. Distogram with 12 RAPD markers in Jeju population of *Hydrangea macrophylla* var. *acuminata* using mean Tanimoto distance and eight distance intervals. The horizontal line at 0.377 indicate mean(reference), the expected of random distance, respectively

3절 집단유전학적 변이 분석

1. 유전변이 및 유전구조 분석을 위한 Sampling

산수국 국내 자생 집단의 유전구조를 파악하기 위하여 7개 집단에 대하여 집단별로 20개체를 선발하여, 잎을 채취하고, 분석의 재료로 사용하였다. 산수국의 경우 무성번식하는 경향이 강하므로 개체간에는 최소 40m 이상의 간격을 유지하였다.

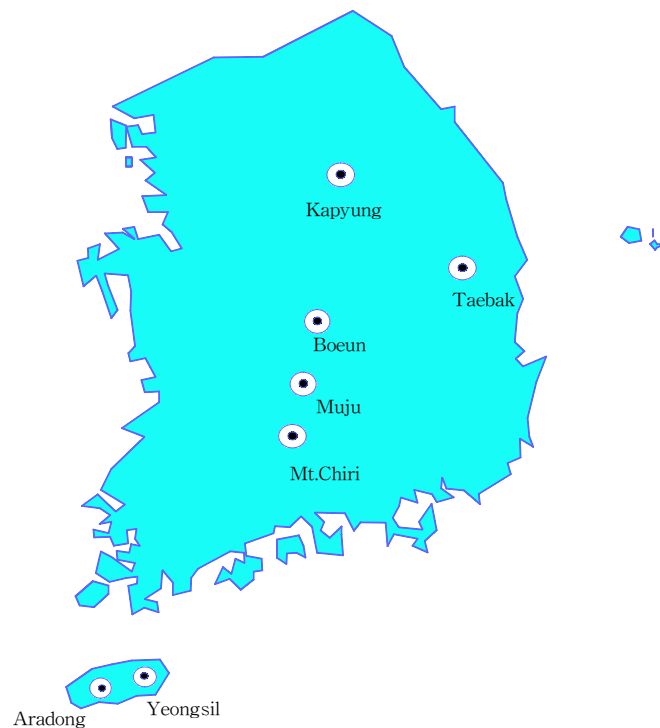


Figure 7. Location of sampling sites

2. RAPD(Random Amplified Polymorphic DNAs) 분석

가. 잎으로부터 total DNA 분리

MACHEREY-NAGEL사의 “NucleoSpin Plant” DNA extraction kit을 이용하여 DNA를 추출하였으며, UV-spectrophotometer를 이용하여 농도와 순도를 측정하였다. 25ng/ul 농도로 희석하여 RAPD 분석이 사용하였다.

나. PCR 조건 규명 및 primer 선발

재현성과 선명도를 기준으로 PCR 조건을 규명하고, primer를 선발하였다. 분석에 사용된 PCR 조건은 15ul 반응용액에 0.6unit *Taq* DNA polymerase, 1.5mM MgCl₂, 200uM dNTPs, 40ng primer, 15ng template DNA 0.025% BSA(bovine serum albumin), 50mM KCl, 10mM Tris-HCl(pH 8.3)이며, 94°C/5초, 36°C/60초, 72°C/70초의 과정을 45회 반복 후 72°C/5분간 최종 extension 시켰으며, 증폭산물은 2% agarose gel에서 전기영동을 수행하였다.

다. Scoring

분석을 위하여, 각각의 위치(유전자좌)에 증폭된 단편이 나타나면 “1”, 나타나지 않으면 “0”으로 표시하여, 이후의 분석에 사용하였다.

3. AFLP(Amplified Fragment Length Polymorphisms) 분석

보다 재현성 있고, 정보량이 많은 AFLP 분석을 병행하였다.

가. 제한효소 및 연결효소 처리

1X T4 DNA ligase buffer, 0.05M NaCl, 0.5ng BSA, 10uM *Mse* Adapter, 1uM *Eco*RI Adapter, 1unit *Mse*I, 5unit *Eco*RI, 1 Weiss units T4 DNA ligase, 0.5ug genomic DNA로 11ul 반응용액을 만든 후, 37°C에서 2시간 동안 반응시켰다. 반응 후 TE_{0.1} buffer 189ul를 넣어 희석한 후 이후의 반응에 이용하였다.

나. Preselective Amplification

샘플 당 제한효소 및 연결효소 처리 후 희석한 DNA 4ul, 0.5ul AFLP *Eco*RI preselective primer(Applied Biosystems), 0.5ul AFLP *Mse*I preselective primer(Applied Biosystems), 15ul AFLP Core Mix(Applied Biosystems)을 넣어 PCR을 수행하였다. 반응 과정은 Table 1과 같다. 증폭반응 후에는 20배로 희석하여 selective amplification 과정에 사용하였다.

Table 5. Thermal cycler parameters for preselective amplification

HOLD	CYCLE			HOLD	HOLD
	Each of 20 Cycles				
72°C 2 min	94°C 20 sec	56°C 30 sec	72°C 2 min	60°C 30 min	4°C (forever)

다. Selective Amplification

샘플 당 Selective Amplification 후 희석한 DNA 3ul, 1ul AFLP EcoRI primer(Applied Biosystems), 1ul AFLP MseI preselective primer(Applied Biosystems), 15ul AFLP Core Mix(Applied Biosystems)을 넣어 PCR을 수행하였다. 반응 과정은 Table 2와 같다.

라. 전기영동

ABI Prism 377(Applied Biosystems)기기를 이용하여 전기영동을 수행하였고, 이후의 분석에도 이용하였다. size standard로는 Applied Biosystems사의 GeneScan-500(ROX)를 사용하였고, 4% polyacrylamide gel에 2400volt로 2시간 동안 진행시켰다.

마. Gel 이미지 분석

Applied Biosystem의 GeneScan 2.0과 Genotyper 2.1을 이용하여 이미지 분석 및 자료변환을 하였다.

Table 6. Thermal cycler parameters for selective amplification

HOLD		CYCLE		Number of Cycles
94°C	94°C	66°C	72°C	1
2 min.	20 sec	30 sec	2 min	
—	94°C	65°C	72°C	1
—	20 sec	30 sec	2 min	
—	94°C	64°C	72°C	1
—	20 sec	30 sec	2 min	
—	94°C	63°C	72°C	1
—	20 sec	30 sec	2 min	
—	94°C	62°C	72°C	1
—	20 sec	30 sec	2 min	
—	94°C	61°C	72°C	1
—	20 sec	30 sec	2 min	
—	94°C	60°C	72°C	1
—	20 sec	30 sec	2 min	
—	94°C	59°C	72°C	1
—	20 sec	30 sec	2 min	
—	94°C	58°C	72°C	1
—	20 sec	30 sec	2 min	
—	94°C	57°C	72°C	1
—	20 sec	30 sec	2 min	
—	94°C	56°C	72°C	20
—	20 sec	30 sec	2 min	
60°C	—	—	—	1
30 min	—	—	—	1
4°C	—	—	—	1
forever	—	—	—	1

4. 집단 다양성 분석 및 유연관계 분석

POPGENE program(Yeh, 1998)을 이용하여, Nei(1973)의 gene diversity를 구했으며, 클론 간 유연관계 분석을 위해 Nei의 unbiased genetic distance를 이용하였다. AMOVA ver 1.55 program(Excoffier, 1995)을 이용하여 개체와 집단 수준 별 분산을 구하였다.

5. 품종 선발 및 품종검사

국립수목원과의 협동 하에 선발된 개체들을 무성 번식시켜 균일성, 구별성 검사를 실시하고 있으며, 이후 품종원 조성 및 신품종 육성에 이용할 예정이다.

4 절 산수국 집단 유전적 다양성과 유연관계

집단 내 유전적 공간구조, 집단간 유전적 유연관계 및 유전적 다양성에 관한 연구는 해당 종의 보전전략을 수립하는데 있어 반드시 필요한 연구이다. 유전적인 분석 결과와 생태적 조사를 통해 얻어진 자료를 바탕으로 보전전략 수립에 중요 자료로 이용할 수 있다.

1. RAPD(Random Amplified Polymorphic DNA) 분석

Primer를 선발에서는 PCR을 수행하여, 증폭산물이 명확히 분리되어 보이고, 다형성을 보이는 primer 4개를 선발하였다. 재현성을 높이기 위하여 증폭산물 중 400bp 이상인 것만 선발하여 자료분석에 사용하였다. 총 58개로 각 primer당 증폭 산물의 수는 최소 12개에서 최대 17개였다.

Table 7. Name, Sequence, GC content and the number of the amplified fragments of the primers used in RAPD analysis.

Primer	Sequence	GC content(%)	# of amplified fragments
N 7	5'-CAGCCCAGAG-3'	60	15
N12	5'-CACAGACACC-3'	60	12
N19	5'-GTCCGTA CTG-3'	60	14
N20	5'-GGTGCTCCGT-3'	70	17

2. AFLP(Amplified Fragment Length Polymorphism) 분석

선발 후 최종적으로 분석에 사용된 primer 조합은 EcoRI-ACA, MseI-CTT이다(Figure 8, 9). 분석에는 50bp 이상의 증폭산물만을 이용하였다. 50bp에서 409bp까지 총 80개의 증폭산물이 scoring되었고, RAPD 분석 결과 얻어진 증폭산물과 함께 이후의 분석에 사용하였다.

Table 8. Sequences of the AFLP adapter pairs and primer used in AFLP analysis

Adaptors/Primer	Sequence
EcoRI Adapters	5'- CTCGTAGACTGCGTACC CTGACGCATGGTTAA -5'
MseI Adapters	5'- GACGATGAGTCCTGAG TACTCAGGACTCAT -5'
EcoRI-ACA Primer	5'- GAC TGC GTA CCA ATT CAC A
MseI-CTT Primer	5'- GAC GAT GAG TCC TGA GTA ACT T

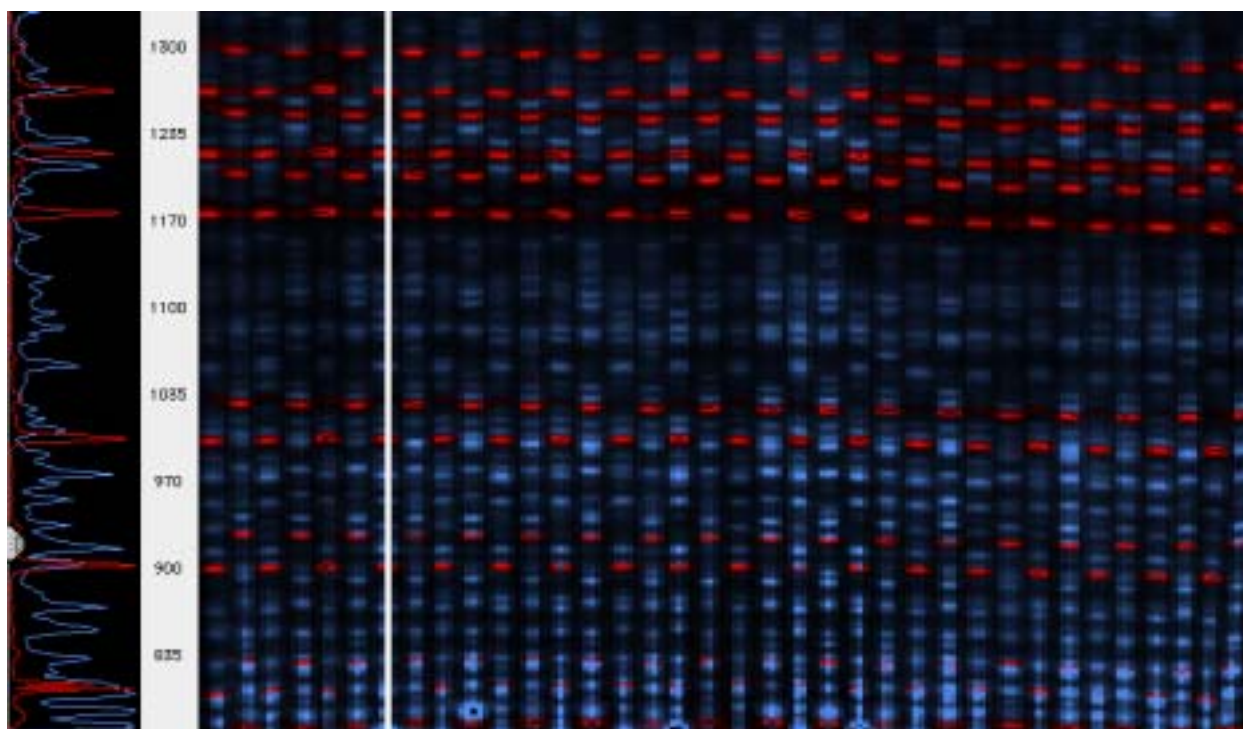


Figure 8. AFLP fragments pattern of *Hydrangea macrophylla* var. *acuminata*

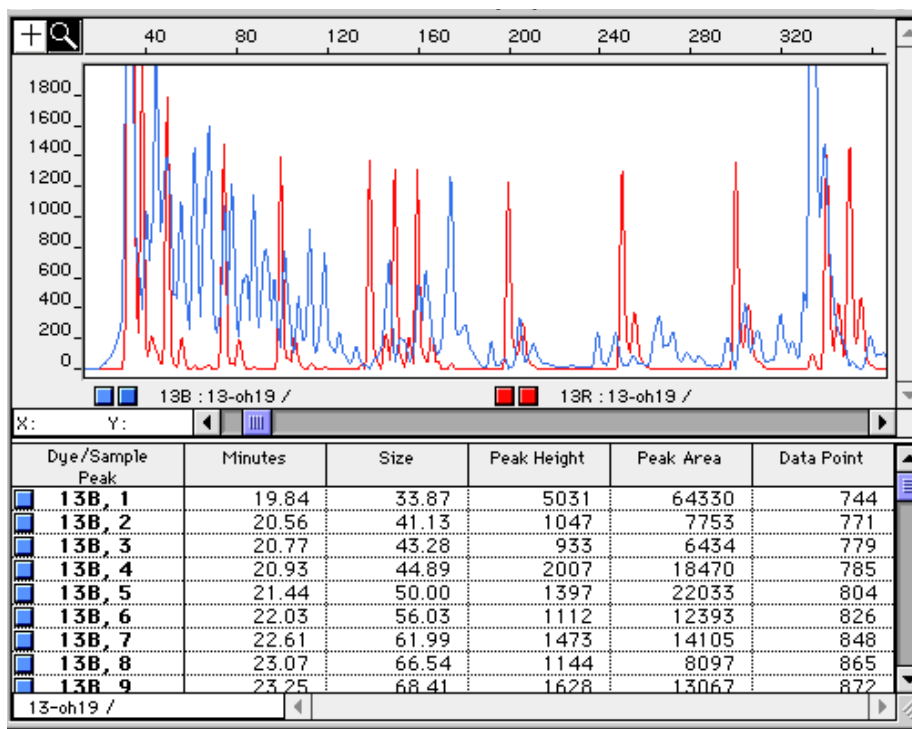


Figure 9. AFLP fragments pattern and peak analysis window of GeneScan program of *Hydrangea macrophylla* var. *acuminata*

증폭된 단편의 분석을 위해서 Applied Biosystems사의 GeneScan 및 Genotyper 프로그램을 이용하였다.

반복 실험을 통해 peak 패턴을 관찰하여 재현성이 없다고 판단되어진 낮은 peak를 보이는 marker들은 분석에 제외시켰다.

AFLP 분석 결과, 실험의 재현성 측면에서 RAPD 분석 보다 뛰어나 높은 재현성이 필요한 이후의 품종 구분 연구에 적합한 실험방법임을 알 수 있었다. 국내 산수국 집단의 유전적 다양성과 유전적 구조를 파악하기 위해서는, RAPD 자료, AFLP 자료, RAPD + AFLP 자료로 구분 지어 각각 따로 분석하였다.

3. 국내 산수국 집단의 유전적 다양성

RAPD 분석과 AFLP 분석을 통해 얻어진 marker를 이용하여, 각 집단별 다형성 비율과 유전자좌당 관찰된 대립인자수, 유효 대립인자수, Nei's gene diversity 그리고 Shannon's

index를 계산하였다.

다형성 비율은 지리산집단(JR)이 가장 높았으며, 제주도집단(YS, AR) 또한 높았다. 가장 낮은 집단은 무주집단(MJ)로 나타났다(Table 9). 유효대립인자 수는 집단별로 1.35개에서 1.40개에 걸쳐 있었다.

Nei's gene diversity와 Shannon's index 역시 제주도 집단과 지리산 집단이 높았다. 내륙에 있는 집단 중에서 지리산 집단은 Nei's gene diversity와 Shannon's index가 각각 0.259와 0.398로 유전적 다양성이 가장 높게 나타났다. 이는 다른 집단들이 주로 조림지와 같이 집단형성 시기가 오래되지 않은 집단과의 구별성 때문인 것으로 보인다.

Table 9. The number(and percentage in parentheses) of polymorphic fragments, observed and effective number of alleles, Nei's gene diversity and Shannon's Index of *Hydrangea macrophylla* var. *acuminata* in Korea

	YS	JR	AR	BE	CR	TB	MJ
Number(%) of polymorphic bands	113 (83.1)	117 (86.0)	115 (84.6)	111 (81.7)	107 (78.7)	108 (79.4)	94 (69.1)
N _a	1.83	1.86	1.85	1.82	1.79	1.79	1.69
N _e	1.39	1.43	1.39	1.37	1.35	1.40	1.33
Nei's gene diversity	0.241	0.259	0.238	0.230	0.217	0.239	0.199
Shannon's index	0.372	0.398	0.371	0.358	0.337	0.366	0.306

N_a : observed number of alleles ; N_e : effective number of alleles

4. 국내 산수국 집단의 분화

국내 산수국 집단의 분화 정도를 파악하기 위하여 AMOVA 분석을 하였다. AMOVA 분석은 각 집단의 분산이 이질적이지 않아야 가능하다. 그러므로 각 marker를 대상으로 집단별 분산의 동질성 검정을 실시했으며, 그 결과 각 집단의 분산이 이질적이지 않은 것으로 파악되었다.

집단간, 집단 내 개체간 2수준에서 AMOVA 분석을 한 결과(Table 10), 전체 분산 중 집단간 17.9%, 집단내 개체간 에 81.1%의 분산요소가 있는 것으로 나타났다.

Table 10. Analysis of molecular variance for 140 individuals of *Hydrangea macrophylla* var. *acuminata* in Korea

Source of variance	df	SS	MS	variance component	% total	p-value
Among Populations	6	605.300	100.883	4.104	17.92%	<0.001
Among Individuals within Population	133	2499.650	18.794	18.794	82.08%	

p-value was computed by nonparametric procedures from 1000 data permutations

5. 국내 산수국 집단간 유연관계 및 분자계통도

Nei's genetic identity 와 genetic distance(Nei, 1978)를 구하여, 국내 7개 집단의 유연 관계를 조사하였다. 전체 7개 집단간 평균 유전적 거리는 0.068으로 나타났다(Table 11). 제주도 집단(영실집단과 아라동집단)과 내륙집단간 유전적거리는 다른 집단간 거리에 비해 상대적으로 크게 나타났으며, 특히 영실집단과 지리산집단의 유전적거리는 0.116으로 집단간 분화정도가 가장 큰 것으로 판명되었다.

Table 11. Nei's genetic identity (above diagonal) and genetic distance (below diagonal) of 7 *Hydrangea macrophylla* var. *acuminata* populations in Korea

pop	YS	JR	AR	BE	CR	TB	MJ
YS	****	0.8902	0.9623	0.9264	0.9144	0.9253	0.9200
JR	0.1164	****	0.9054	0.9231	0.9225	0.9301	0.9254
AR	0.0385	0.0994	****	0.9219	0.9214	0.9285	0.9159
BE	0.0765	0.0801	0.0814	****	0.9605	0.9583	0.9528
CR	0.0895	0.0807	0.0819	0.0403	****	0.9692	0.9679
TB	0.0776	0.0725	0.0742	0.0426	0.0313	****	0.9705
MJ	0.0834	0.0775	0.0879	0.0483	0.0326	0.0299	****

일반적으로 같은 종 내의 집단 간 유연관계를 분석할 때에는 증폭산물의 유무, 즉 0(absent), 1(present) 자료를 유전자 빈도자료로 변환하여 전체 집단의 계통도로 나타낼 수 있다. 본 연구에서는 다른 분석과 마찬가지로 RAPD 분석자료와 AFLP 분석자료를 바탕으로 국내 7개 산수국 집단의 분자 계통도를 살펴보았다.

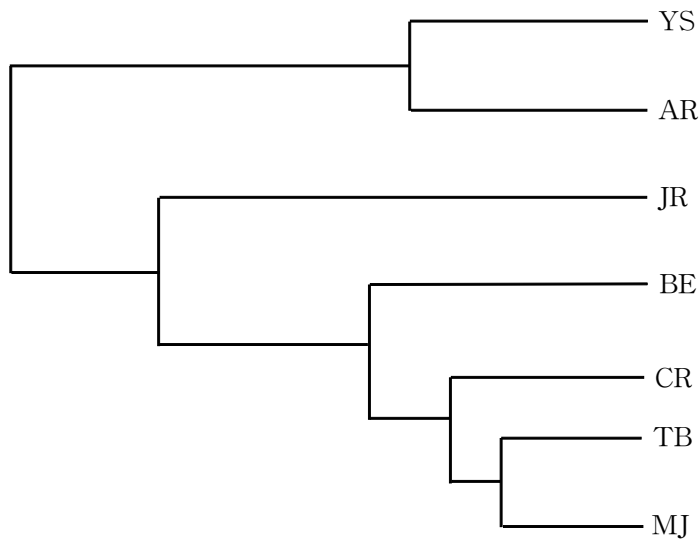


Figure 10. UPGMA dendrogram based on RAPD data and AFLP data of 7 *Hydrangea macrophylla* var. *acuminata* populations in Korea

지리적으로 가까울 뿐만 아니라 다른 집단과 분리되어져 있는 제주도 집단들끼리 자연스럽게 한 분지군을 형성했다. 다른 내륙집단들은 뚜렷한 경향이 없어 보이나, 지리산 집단은 특이하게 다른 내륙 집단들과 분화정도가 크게 나타났다.

5절 관상자원 품종개발

범의귀과 식물은 꽃과 수형이 아름다울 뿐만 아니라 이식력과 적응력이 높아 관상자원으로 개발할 가치가 충분하다. 일본과 미국 등 선진국에서는 수국 등 범의귀과 식물에서 여러 가지 품종을 개발하고 상업화 시켰지만 국내에서는 아직 품종화한 사례가 없고, 또한 국내종과 외국 유사종 간에 교잡을 시도하여 새로운 품종을 육종한 사례도 없다.

본 과제에서는 우리나라 산수국 자생지를 조사하여, 관상자원으로 개발 가능한 품종을 선발하였다. 선발된 품종은 무성번식을 통하여 번식시키고, 형태적 특성을 조사하여 품종등록을 위한 자료를 확보하고자 하였다.

1. 품종등록을 위한 산수국의 형태적 특성의 기준

UPOV(International Union for the Protection of New Varieties of Plant)에서는 산수국 (*Hydrangea Macrophylla*) 품종의 동정을 위한 형태적 특성의 기준을 마련하고자 품종원을 조성해 놓고 있다. 현재 산수국 품종의 동정을 위한 형태적 특성의 기준은 주로 육안으로 확인 가능한 특성에 기초하고 있다. 이러한 형태적 특성을 열거해 보면 다음과 같으며 (Bertland, 1992), 아래 기준을 가지고 선발한 품종의 형태적 특성을 열거하였다.

가. 잎(Foliage)

- 잎의 색깔(Leaf color)에 따른 분류
 - ① green
 - ② green and white : 'Variegata'
 - ③ green, white and yellow : 'Tricolor'

- 잎의 모양(Leaf shape)에 따른 분류

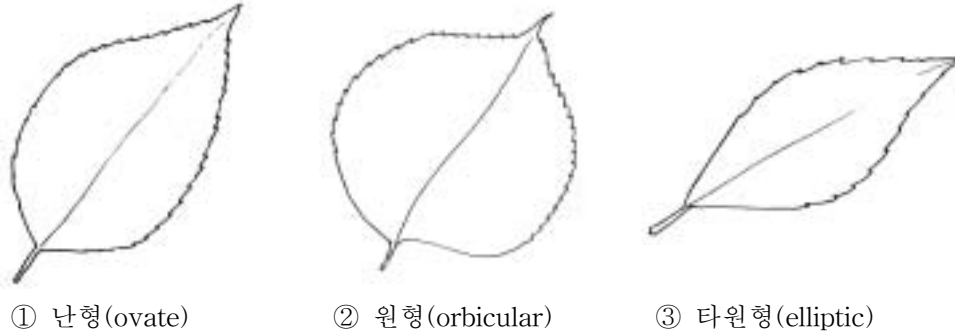


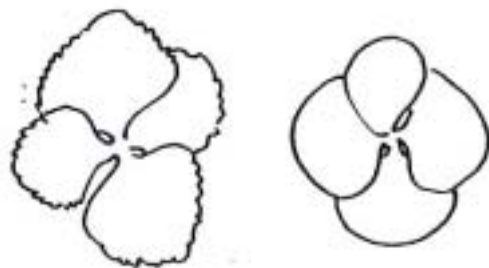
Figure 11. 잎의 모양에 따른 분류

나. 화서(Inflorescences)

- 꽃머리(Flower heads)의 모양에 따른 분류
 - ① 편평한 형태(flat) : “lacecap”
 - ② 둥근 형태(globose)

다. 무성화(Sterile flowers)

- 꽃받침잎의 수(Number of sepal)
 - ① 4개
 - ② 4개 에서 5개
 - ③ 5개 이상
- 꽃받침잎의 가장자리(Sepal edge)
 - ① 거치형(dentate)
 - ② 전연형(entire)



① 거치형(dentate) ② 전연형(entire)

Figure12. 꽃받침잎의 가장자리모양

- 꽃받침잎의 겹침 정도(Sepal overlapping)

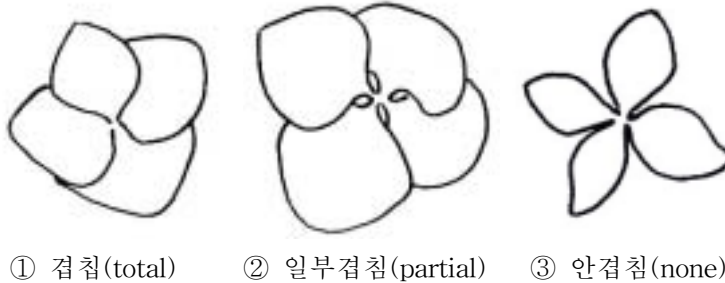


Figure 13. 꽃받침잎의 겹침정도

- 꽃받침잎의 모양(Sepal shape)

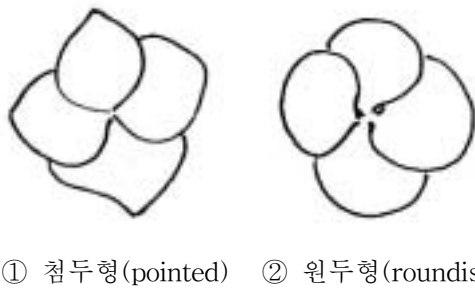


Figure 14. 꽃받침잎의 모양

- 꽃받침잎의 색깔(Sepal colour)

보통 꽃의 색깔을 판별하기에 적합하도록 만들어진 것은 영국왕립 원예학회에서 만든 Royal Horticultural Society Color Chart(RHS color chart)와 미국의 Munsett Color Chart(식물용)가 있다. 산수국의 경우, 토양 pH에 따라, 꽃의 색깔이 달라지므로, 이를 객관적으로 나타내기 위해서는 표준화된 토양 환경의 정의가 필요하나 이에 대한 기준은 아직 마련되어 있지 않다. 따라서, 본 연구에서 선발한 후보 품종에 대해서는 육안으로 구분할 수 있는 정도의 기준만을 제시하였다.

2. 품종등록을 위해 선발된 산수국 품종의 형태적 특성

3년동안의 sampling과 조사를 통해 총 5가지의 형태적으로 특이성을 갖고 있는 산수국을 선발하였다. 각 5개의 선발한 품종에 명명을 하고, 각 품종의 여러가지 특성을 표로 만들어

아래와 같이 정리하였다.

Table 15. 품종등록을 위해 선발된 산수국 품종의 형태적 특성

분류기준		Pink fish	Skyblue	Autumn moon	Eori	Snowy
잎	Leaf color	green	green	green	green	green and white
	Leaf shape	난형	타원형	난형	난형	타원형
화서	Flower heads	둥근형	편평형	둥근형	편평형	둥근형
꽃 받 침 잎	Number of sepal	4-5		4-5	4-5	4-5
	Sepal edge	거치형	진연형	진연형	진연형	진연형
	Sepal overlapping	일부 겹침	겹침	일부 겹침	일부 겹침	일부 겹침
	Sepal shape	첨두	첨두	첨두	첨두	첨두
	Sepal colour	분홍	푸른색,분홍	푸른색	분홍	흰색
그 밖의 주요형질						



Type 1 Pink fish



Type 2 Sky blue



Type 3 Autumn moon



Type 4 Eori



Type 5 Snowy

Figure 15. 선발된 5개의 수국품종

3. 품종등록 현황.

위의 table에 정리되어 있는 산수국 품종을 등록하기 위해 국립종자관리소에서 발행한 “알기쉽게 해설한 식물 신품종 보호제도” 라는 책에 의거하여 품종보호출원서, 품종특성기술서, 품종특성표를 작성하여 품종등록을 신청하였다.

4. 선발된 품종의 보급.

경기도에 거주하며 농사를 짓고 있는 김남중에게 보유하고 있는 품종을 보급하여 품종을 지속적으로 유지하도록 의뢰하였다.

6절 품종보호를 위한 품종 식별 체계 확립

1. 분자적 표지자를 이용한 품종 동정의 필요성 및 연구 목적

현재 알려진 400여 종의 수국 품종 중 대부분 차지하고 있는 종은 산수국(*Hydrangea macrophylla*)이다. 새롭게 선발되거나 육종되어진 품종이 상업적으로 보호 받기 위해서는 그 식물의 형태적 특성이 명확하게 규정되어야 한다. 그러나, 산수국의 경우, 재배 환경에 따라 꽃의 색깔이나 잎의 모양과 같은 중요한 형태적 특성의 변이가 다른 식물에 비해 심한 편이다. 따라서, 산수국의 품종의 동정을 위해서는 이러한 형태적인 표지자 이외에 분자적인 표지자(molecular marker)가 보조수단으로써 필요하다.

지금까지 동위효소를 RAPD 표지자를 이용하여, 산수국의 품종동정을 시도한 연구가 있었으나(Bourgoin et al. 1995), 그 연구에서는 동위효소는 식물체의 성장 시기에 따라 변이를 보이는 표지자가 있어, 품종 동정 표지자로는 적당치 않음을 밝히고 있다.

RAPD 표지자의 경우, 기존의 품종을 구분하는데 있어, 매우 효과적이었으나, 표지자의 분자적 특성상 재현성이 떨어지는 단점이 있다.

따라서 본 연구에서는 AFLP 표지자를 이용하여 기존의 산수국 18개 품종과 본 과제 수행 중 선발한 네가지 품종을 가지고, 품종의 동정을 시도해보았다. 아울러 품종간의 군집분석을 실시하였고, 품종내 유전적 다양성을 함께 살펴보았다.

2. 재료 및 방법재료 및 방법

공시재료

본 실험에 사용된 산수국품종은 다음과 같다. 외국 18개 품종은 충남 태안군 소재 천리포 수목원에서 확보하였으며, 추가로 본 연구에서 선발한 후보 품종 4개를 공시재료로 사용하였다.

Table 13. *Hydrangea* cultivars used in the identification and cluster analysis

<i>Hydrangea macrophylla</i> 'Ayesha'
<i>Hydrangea macrophylla</i> 'Hamburg'
<i>Hydrangea macrophylla</i> 'Everblooming'
<i>Hydrangea macrophylla</i> 'Glowing Embers'
<i>Hydrangea macrophylla</i> For. <i>Nomalis</i> '
<i>Hydrangea macrophylla</i> 'Goliath'
<i>Hydrangea macrophylla</i> 'Tovelit'
<i>Hydrangea macrophylla</i> 'Mariesii'
<i>Hydrangea macrophylla</i> 'Merritt's Supreme'
<i>Hydrangea macrophylla</i> 'Blue Prince'
<i>Hydrangea macrophylla</i> 'Tosca'
<i>Hydrangea macrophylla</i> 'Juliana'
<i>Hydrangea macrophylla</i> 'General Patton'
<i>Hydrangea macrophylla</i> 'Maculata variegated leaves'
<i>Hydrangea macrophylla</i> 'Holstein'
<i>Hydrangea macrophylla</i> 'Red Cap'
<i>Hydrangea macrophylla</i> 'Red Emperor'Eori
<i>Hydrangea macrophylla</i> 'Nigra'
<i>Hydrangea macrophylla</i> 'Pink fish'*
<i>Hydrangea macrophylla</i> 'Skyblue'*
<i>Hydrangea macrophylla</i> 'Autumn moon'*
<i>Hydrangea macrophylla</i> 'Eori'**

* 본 연구를 통해 선발된 품종으로 등록 처리 중.

1) DNA 분리

MACHEREY-NAGEL사의 “NucleoSpin Plant” DNA extraction kit을 이용하여 DNA를 추출하였으며, UV-spectrophotometer를 이용하여 농도와 순도를 측정하였다.

2) AFLP 분석

가) 제한효소 및 연결효소 처리

1X T4 DNA ligase buffer, 0.05M NaCl, 0.5ng BSA, 10uM *Mse* Adapter, 1uM *Eco*RI Adapter, 1unit *Mse*I, 5unit *Eco*RI, 1 Weiss units T4 DNA ligase, 0.5ug genomic DNA로 11ul 반응용액을 만든 후, 37°C에서 2시간 동안 반응시켰다. 반응 후 TE_{0.1} buffer 189ul를 넣어 희석한 후 이후의 반응에 이용하였다.

나) Preselective Amplification

샘플 당 제한효소 및 연결효소 처리 후 희석한 DNA 4ul, 0.5ul AFLP *Eco*RI preselective primer(Applied Biosystems), 0.5ul AFLP *Mse*I preselective primer(Applied Biosystems), 15ul AFLP Core Mix(Applied Biosystems)을 넣어 PCR을 수행하였다.

다) Selective Amplification

샘플 당 Selective Amplification 후 희석한 DNA 3ul, 1ul AFLP *Eco*RI primer(Applied Biosystems), 1ul AFLP *Mse*I preselective primer(Applied Biosystems), 15ul AFLP Core Mix(Applied Biosystems)을 넣어 PCR을 수행하였다.

라) 전기영동

ABI Prism 377(Applied Biosystems)기기를 이용하여 전기영동을 수행하였고, 이후의 분석에도 이용하였다. size standard로는 Applied Biosystems사의 GeneScan-500(ROX)를 사용하였고, 5% polyacrylamide gel에 2400volt로 4시간 동안 진행시켰다.

마) Gel 이미지 분석

Applied Biosystems의 GeneScan 3.1(Applied Biosystems)과 Genotyper 2.1(Applied Biosystems)을 이용하여 이미지 분석 및 자료변환을 하였다.

3) 통계 분석

AFLP 분석 결과 얻어진 자료를 TREECONW(Peer, 1998) program을 이용하여 UPGMA 유연관계도를 작성하였다.

3. 연구수행 내용 및 결과

가. 품종동정(Cultivar identification)

품종의 동정을 위해 EcoRI primer 8개, MseI primer 8개를 사용하여 총 64개 조합 (8×8)으로 AFLP 분석 후 증폭 결과를 관찰하였다.

대부분의 조합에서 20-100 개의 증폭산물을 얻을 수 있었다. 특히 EcoRI-ACA/MseI-CTT 프라이머(primer) 조합과 EcoRI-ACC/MseI-CAC 프라이머 조합을 통해 얻어진 단편들은 다른 프라이머 조합의 결과에 비해 보다 명확하고, 품종 동정에 있어 적합한 결과를 보였다.

한 품종의 DNA를 대상으로한 10번의 재현성 실험에 있어서도 모두 재현성 있는 결과를 나타내어 산수국 품종의 동정에 있어 AFLP 분석을 사용하는 것은 큰 무리가 없어 보였다.

Table 14. DNA fingerprints of hydrangea cultivars by AFLP analysis
(EcoRI-ACA Primer/MseI-CTT Primer)

Loci	* 127	139	150	182	184	214	227	255	263	269	272	283	286	310	351	358	371	376	383
Ayesha	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
Hamburg	+	-	-	-	+	+	-	-	-	+	-	+	-	-	+	-	-	-	+
Everbloomi	+	-	-	+	+	-	+	-	+	+	-	-	-	+	+	+	-	-	-
Glowing Embers	+	+	-	-	+	+	+	-	+	+	-	-	+	-	+	+	+	-	+
For. <i>Nomalis</i>	+	-	-	+	+	+	+	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+
Goliath	+	-	-	-	+	-	-	-	+	+	-	+	-	-	+	+	-	-	+
Tovelit	+	+	-	-	+	-	+	-	+	-	-	+	+	+	+	-	-	-	+
Mariesii	+	-	-	-	+	-	+	-	+	+	-	-	-	+	-	+	-	-	-
Merritt's Supreme	+	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Blue Prince	+	+	-	+	+	+	+	-	-	+	-	-	-	+	+	+	-	-	+
Tosca	+	-	-	+	+	-	+	-	-	+	-	-	+	+	+	-	+	-	+
Juliana	+	+	-	+	+	+	+	-	+	+	-	-	+	+	+	+	+	-	+
General Patton	+	+	-	+	+	-	+	-	-	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+
MaculataEory	+	-	-	-	+	-	-	+	+	+	-	-	-	+	+	+	+	-	+
Holstein	+	+	-	-	+	-	-	+	+	+	-	-	-	+	+	-	-	-	+
Red Cap	+	+	-	+	+	+	+	-	+	+	-	-	+	+	+	+	-	+	+
Red Emperor	+	-	-	-	+	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	-	-	+
Nigra	+	+	-	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	+
Pink fish*	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-	+	-	+	-	-	-
Skyblue*	-	-	+	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-
Autumn moon*	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	+	-	-	+	-	+	-	-	-
Eori*	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-

a: the number means the size of amplified fragments

Table 14는 *EcoRI*-ACA/*MseI*-CTT 프라이머 조합을 이용한 분석 결과 나타난 각 품종의 유전자형을 나타낸 것이다. 증폭된 총 100여 개의 유전자좌 중, 먼저 증폭이 잘 되고, 재현성 있는 결과를 보여주는 유전자좌를 선발하였다. 이후, 선발된 유전자좌 중 증폭산물의 염기서열 크기(size)의 순서로 유전자좌를 배열했을 때, 인접 유전자좌의 증폭산물 크기와 2 base pair 이상 차이가 나, 자동염기서열분석기와 프로그램을 통해 전기영동 결과를 분석했을 때 단편의 결이를 정확하게 측정하지 못해 생길 수 있는 오차를 최소화 할 수 있는 유전자좌만을 최종적으로 선별하였다. 총 19개 유전자좌의 유전자형으로 22개의 품종을 모두 구별할 수 있었다.

2) 품종간 유연관계 분석

AFLP 분석 결과 얻어진 120개 표지자를 이용하여, 총 22개 품종을 대상으로 유연관계도를 작성하였다(Figure 16). 유전적 거리는 Nei와 Li(1995)의 genetic distance를 사용하였다. 각 품종에 관한 정보가 부족하여 특별한 경향을 해석하기는 힘들다, 본 과제에서 선발한 4개 품종이 모두 한 그룹으로 묶였으며, 다른 품종들과 유전적으로 뚜렷하게 구분되었다.

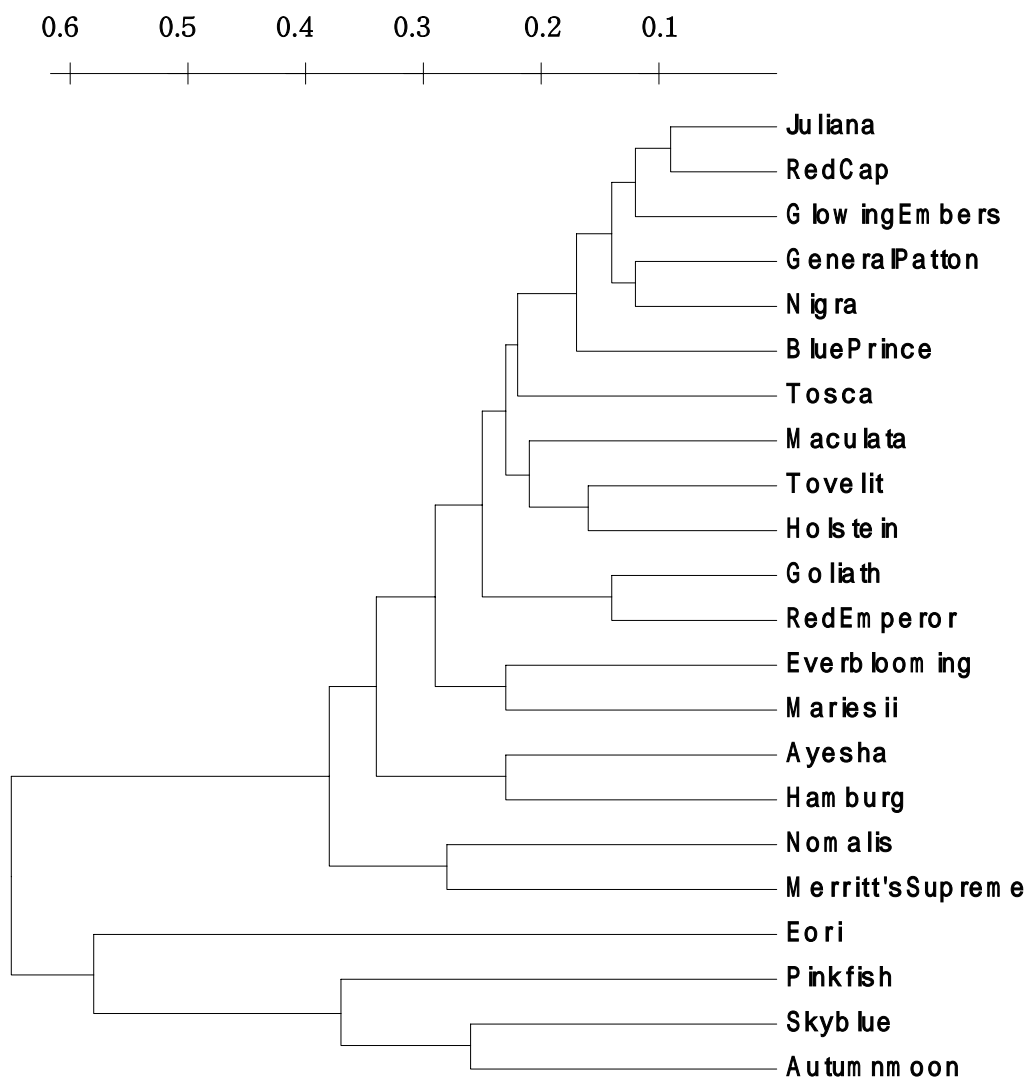


Figure 16 . Dendrograms of *Hydrangea macrophylla* cultivars based on data from AFLP.

산수국 품종들은 주로 유럽과 일본에서 많이 육종되어 왔다. 육종에 대한 기록이나 가계도에 대한 정보가 부족할 뿐만 아니라, 선발과 교배의 대상에 관한 자료도 얻기 힘들어 이들의 유전적 배경을 알기는 힘들다. 그러나, 우리나라에서 선발한 품종과 어느 정도 이상의 유전적 거리를 보이는 것으로 보아, 추후 외국 품종과 국내 품종 사이의 교배를 통해 보다 상품성 있는 품종의 개발 가능성이 매우 크다고 할 수 있다.

별첨 품종보호 출원서 및 품종특성표

접수인란		방식심사란	담 당	심사관
품 종 보 호 출 원 서				
출 원 인	①성 명	현 정 오	②주민등록번호 (외국인은 국적)	
	③주 소	경기도 수원시 권선구 서 둔동 서울농업생명과학대 학 산림자원학과 (전화: 031-290-2328)	④지 분	현 정 오 100
대 리 인	⑥성 명		⑦주민등록번호	
	⑧주 소		⑨전 화 번 호	
육 성 자	⑨성 명	현 정 오	⑩주민등록번호 (외국인은 국적)	
	⑪주 소	경기도 수원시 권선구 서 둔동 서울농업생명과학대 학 산림자원학과	⑫전 화 번 호	031-290-2328
⑬품 종 이 속 하 는 작물의 학명 및 일반명	산수국 <i>Hydrangea</i> <i>macrophylla</i> var. <i>acuminata</i>		⑭품종의 명칭	Snowy
종자산업법 제27조제3항의 규정에 의한 우선권 주장	⑮출 원 국 명	⑯출 원 일 자	⑰출 원 번 호	⑱증명서류 첨 부 미첨부
	한국			
⑲품 종 의 특 성 설 명	(별지사용)			
⑳품종육성과정의 설명	(별지사용)			
종자산업법 제26조제1항 및 동법시행규칙 제28조의 규정에 의하여 위와 같이 출원합 니다. 년 월 일 출원인(대리인) 현 정 오 (서명 또는 인) 국립종자관리소장 산 립 청 장 귀하				
구비서류 1. 품종보호출원서 부분 1부 2. 출원품종의 사진 및 종자시료 3. 품종보호출원 수수료 납부증명서 1부 4. 우선권주장 수수료 납부증명서 1부 (우선권을 주장하는 경우에 한한다) 5. 권리에 관한 지분을 증명하는 서류 1부 (지분이 약정되어 있는 경우에 한한다) 6. 대리권을 증명하는 서류 1부(대리인의 경우에 한한다)			수 수 료 원	

품종 특성표

- 식물의 종류 : 산수국
- 출원품종의 명칭 : Snowy
- 출원인의 성명 : 현정오
- 특성조사자 성명 : 현정오
- 특성조사 장소 : 제주도 어리목
- 특성조사 연도 : 1999년
- 대조품종(제일 유사한 품종)의 명칭:

No	특 성	표 현 형 태												출원품종		대조품종		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	No	실측기	No	실측기	
1.	식물체		목본성															
2.	배수성		2배체															
3.	수고: 생육적온 하에서 노지에 식재된 약 3년생을 관찰	왜성		관목														
4.	가지 : 밀도						조밀											
5.	가지 : 방향			상향														
6.	가지 : 색			녹갈색	갈색													
7.	엽신 : 전체 모양		타원형															
8.	엽연 : 모양				예기치													
9.	무성화색						흰색											
10.	무성화의 겹침정도					일부겹침												
11.	무성화의 많고 적음				조금많음													
12.	차지하는비율: 무성화부분이 유성화부분보다					중간												

제 2장 기능성 천연감미료 개발에 관한 연구

1 절 서론

Hydrangea macrophylla SERINGE 와 *Hydrangea thunbergii* MAKINO(amacha)를 발효, 건조하여 얻어내는 Hydrangeae Dulcis Folium은 조미료나 구강세척제로 많이 이용된다. 이 물질의 단맛을 내고 향균성을 나타내는 성분인 dihydroisocoumarin phyllo dulcin은, 발효과정중에 효소 가수분해 반응을 통하여 phyllo dulcin-8-O-glucoside (Figure .) 로부터 주로 형성된다. *Hydrangea*는 탈취성을 지닌다. 우리의 생활에서 접하기 쉬운 악취의 성분 중, ammonia, trimethylamine, isocaleric acid, hydrogen sulfide, methyl mercaptan에 대하여 효과적인 탈취 반응을 보임을 1990년에 발표된 바가 있다.

지금까지의 실험을 통하여 식물체내, 특히 수국 잎에 존재하는 phyllo dulcin-8-O-glucoside의 함유량에 대하여 알아보려고 한다. 위에서 언급한 바와 같이 단맛을 내거나 향균작용을 하는 성분은 glycosidic bond가 분해되어 떨어져 나간 phyllo dulcin의 형태이다. 그러나 인공적인 처리가 되지 않은 천연의 식물체에는 glucose가 phyllo dulcin에 glycosidic bond를 이루고 있는 형태가 대부분을 차지하기 때문에, 수국생잎을 실험 재료로 이용하여 phyllo dulcin-8-O-glucoside을 추출 정제한 후 표준곡선을 구하여 보았다.

또한 phyllo dulcin-8-O-glucoside의 표준곡선을 바탕으로 하여, 2001년 6, 7, 8월 수국의 각 부위 및 전국 각지에서 채취한 산수국 (*Hydrangea macrophylla* (Thunb.) Seringe var.)의 추출물에 대하여 phyllo dulcin-8-O-glucoside의 함량을 측정하여 보았다.

그 결과를 바탕으로 하여 다음해에는 제주도에서 채취한 산수국 (*Hydrangea macrophylla* (Thunb.) Seringe var.)의 추출물에 대하여 phyllo dulcin-8-O-glucoside의 함량을 측정하여 보았다.

또 발효되어 glycosidic bond가 떨어진 phyllo dulcin을 함유한 수국 잎에 대해서 XAD-4를 이용하여 손쉽게 대량으로 분리하는 방법과, 그 결과에 대해 논의하였다.

Phyllo dulcin은 항상 hydrangenol 이라는 물질과 혼합물 상태로 존재하는 경우가 대부분이었다. Hydrangenol 역시 glucoside가 결합한 형태인 hydrangenol-8-O-glucoside (Figure 2)의 형태로 존재하는 경우가 많았다. 이 물질도 phyllo dulcin과 함께 분석되었다.

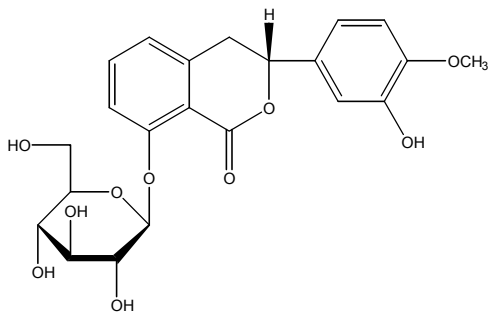


Figure 1. phyllodulcin-8-*O*-glucoside

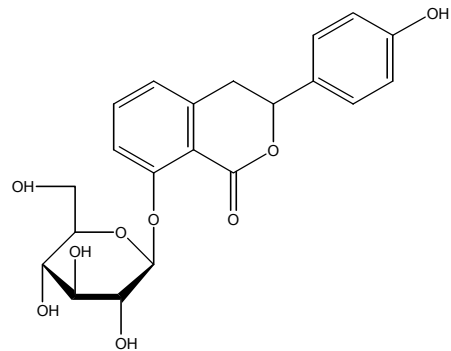


Figure 2. hydrangenol-8-*O*-glucoside

2 절 수국에서 화합물 분리

1. Phyllodulcin-8-*O*-glucoside, hydrangenol-8-*O*-glucoside

가. 분리

수국 생 잎 2 kg을 methanol 5 L로 3 회 추출하여 총 15 L의 methanol 추출액을 얻었다. 감압 하에서 용매를 제거하고 남은 조추출물은 약 120 g이었다. 조추출물을 약 1.5 L의 물에 현탁시킨 후 chloroform, ethyl acetate, butanol로 각각 추출하여 chloroform 층으로부터는 45 g, ethyl acetate 층으로부터는 23 g, butanol 층으로부터는 52 g의 추출물을 얻었다. Butanol 층으로부터 갈색의 침전물을 제거하고 나머지 분획만을 silica gel column chromatography (Merck No 9385)로 분리하여 5 개의 분획으로 나누었다. 용출 용매는 chloroform : methanol : 물 (8 : 2 : 1, 아래층 → 7 : 2 : 1, 아래층)을 사용하였다. TLC 에서 UV에 강하게 보이는 분획 7-4를 다시 silica gel과 Sephadex LH-20 (methanol) column chromatography로 분리하여 2개의 순수한 물질을 얻었다.

나. Spectrum 및 구조 동정

분획 7-4를 silica gel과 Sephadex LH-20 (methanol) column chromatography로 분리하여 2개의 순수한 물질을 얻어 NMR 로 분석한 결과 phyllodulcin-8-*O*-glucoside와 hydrangenol-8-*O*-glucoside로 동정하였다. (Figure.3, 4.)

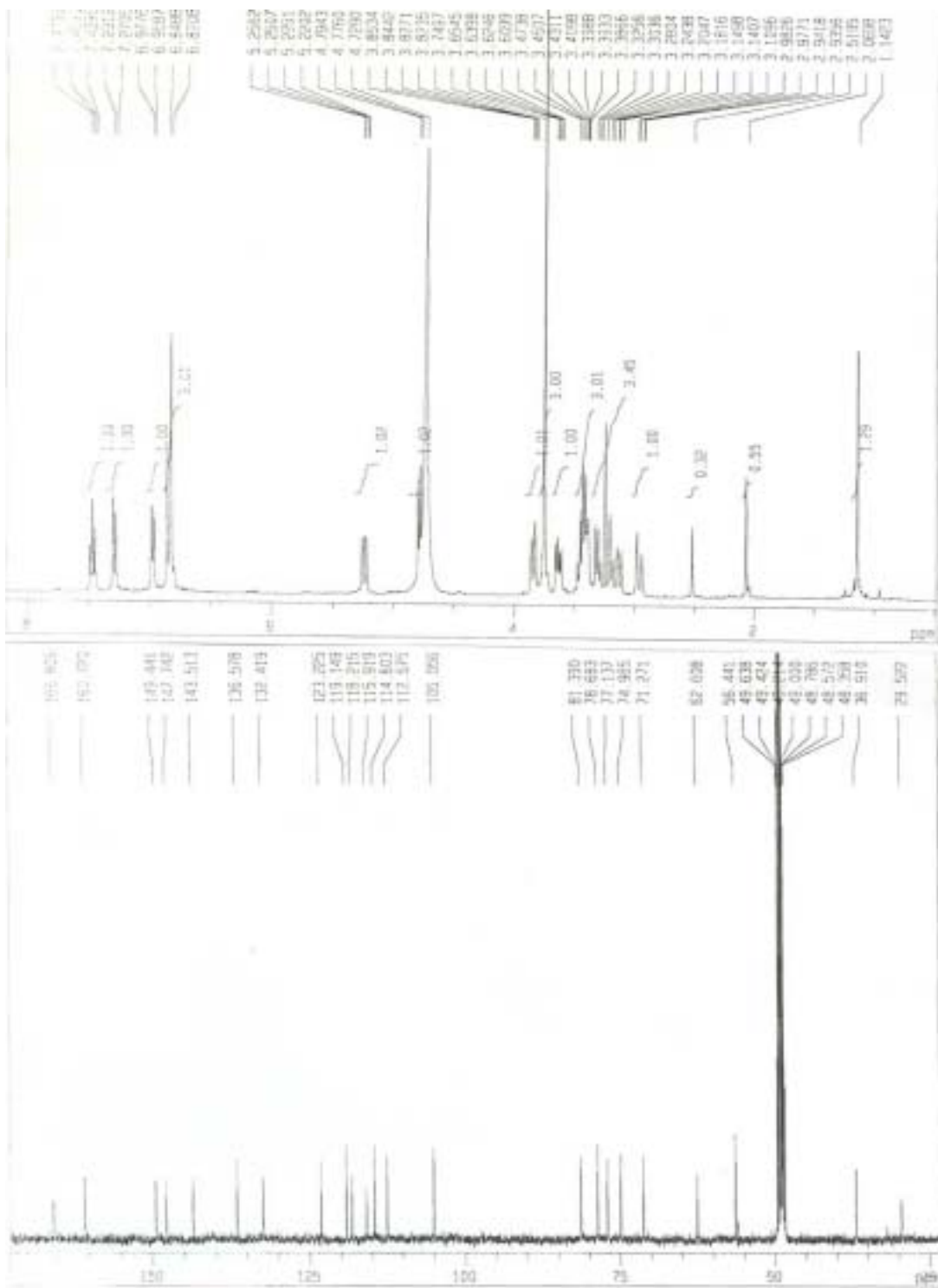


Figure 3. ^1H - and ^{13}C -NMR spectra of isolated phyllodulcin-8-O-glucoside

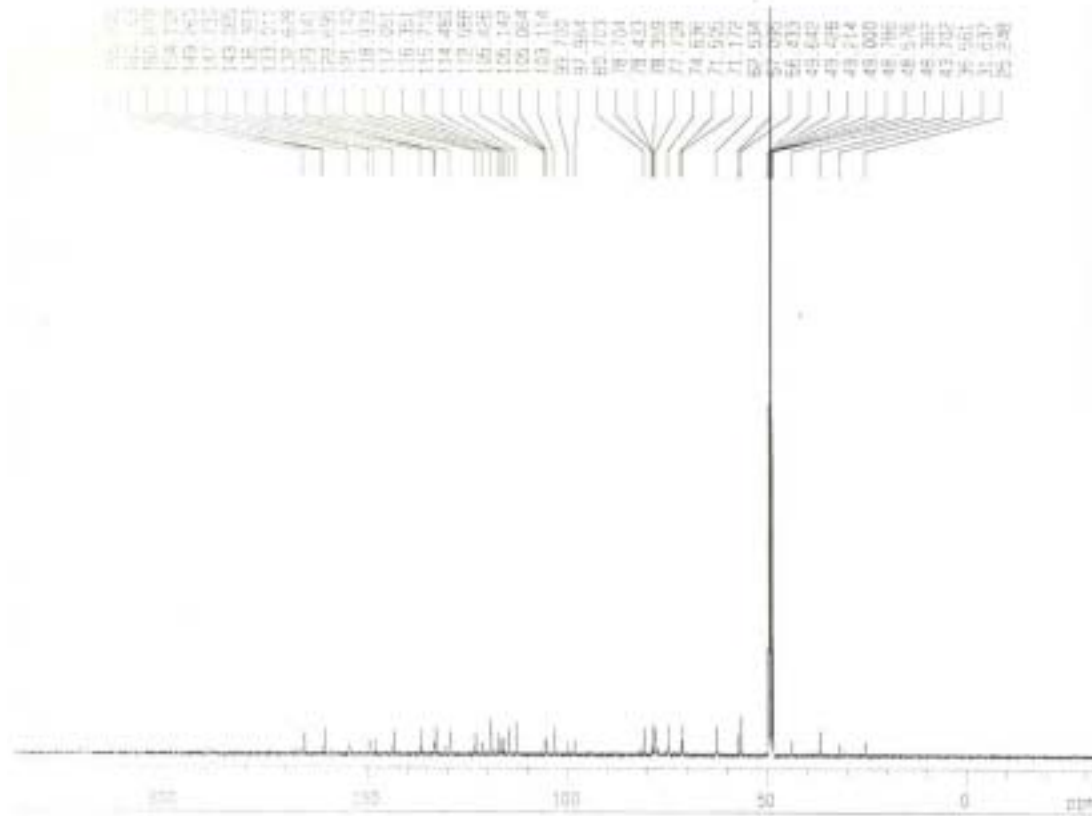


Figure 4. ¹³C-NMR spectrum of isolated hydrangenol-8-*O*-glucoside.

다. β-glucosidase 처리

수국 생잎에 존재하는 phyllodulcin glucoside를 phyllodulcin 형태로 만들기 위해 β-glucosidase (from almond, Sigma)를 처리하였다. 수국 생 잎 1 g 을 100 mM sodium acetate buffer (pH 5.0) 10 mL 에 넣고 분쇄한 후 10 unit의 β-glucosidase를 첨가한 후 37°C에서 incubation하였다. (Figure 5A.)

효소처리 1시간 이후에는 phyllodulcin-8-*O*-glucoside가 더 이상 검출되지 않았다. β-glucosidase를 처리하지 않고 buffer에서 분쇄한 실험에서도 1시간 incubation 후에는 glucoside가 검출되지 않았다. (Figure 5B.) 이는 식물체내에 존재하는 β-glucosidase의 작용에 의해 phyllodulcin glucoside가 phyllodulcin으로 전환된 것으로 생각된다. 따라서 수국 생잎으로부터 총 phyllodulcin의 양을 측정하려는 목적으로 실험할 때는 buffer를 사용하여 잎을 분쇄하고 incubation 과정을 거쳐 HPLC로 분석하는 것이 바람직하다고 생각되며,

phyllostulcin과 phyllostulcin glucoside의 양을 각각 분석하려는 목적으로 실험할 경우에는 생잎을 methanol을 사용하여 잎을 분쇄하여 β -glucosidase 활성을 제거한 후 분석하는 것이 바람직하다고 생각된다.

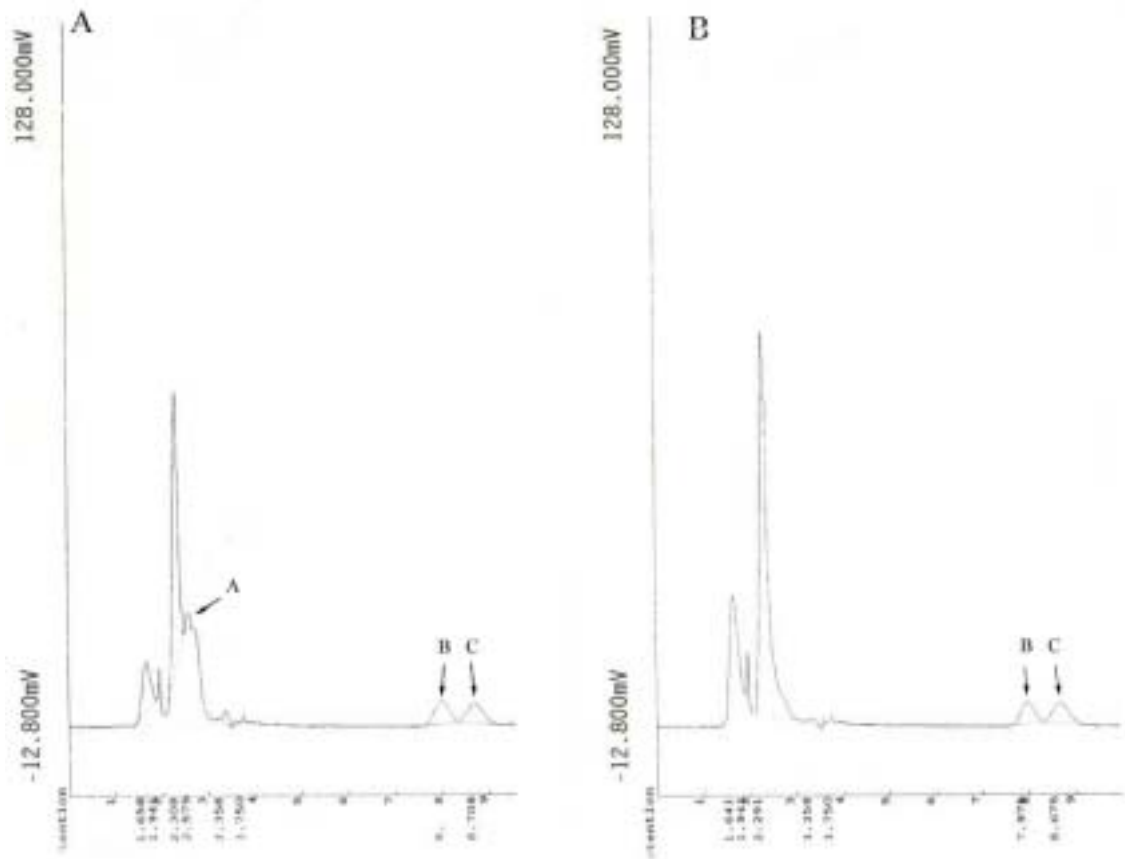


Figure 5A. HPLC peak pattern of methanol extract from fresh leaf of *Hydrangea*. (A : phyllostulcin 8-*O*-glucoside, B : hydrangenol, C : phyllostulcin) Eluent, water : methanol : acetonitrile = 2 : 1 : 1

Figure 5B. HPLC peak pattern of the β -glucosidase treated methanol extract from the fresh leaves of *Hydrangea*.

2. Phyllodulcin, hydrangenol

가. 분리

발효과정을 거쳐 건조시킨 수국 잎 1kg을 methanol 3 L로 3 회 추출하여 총 9 L의 methanol 추출액을 얻었다. 감압 하에서 용매를 제거하고 남은 조추출물은 약 260 g이었다. 조추출물을 약 1.5 L의 물에 현탁시킨 후 chloroform, ethyl acetate, butanol로 각각 추출하여 chloroform 층으로부터는 92g, ethyl acetate 층으로부터는 16 g, butanol 층으로부터는 45 g의 추출물을 얻었다. chloroform 층으로부터 얻은 추출물을 celite에 흡착시킨 후 2 회에 나누어 VLC column chromatography로 분리를 시도하였다. 이때 사용한 흡착제는 silica gel (Merck No 7731) 이었으며 용출시킨 용액상은 hexane 100%부터 ethyl acetate의 함량을 증가시켜 최종적으로는 hexane : ethyl acetate (1 : 1) 이었다. 분리된 분획은 TLC로 확인하여 비슷한 분획끼리 모아 모두 6개의 분획을 얻었다. 이중 분획 4 (29 g)와 분획 5 (33.6 g)가 TLC에서 UV에 강하게 보였다. 분획 5는 다시 silica gel column chromatography로 분리하여 7개의 분획으로 나누었다.

나. Spectrum 및 구조 동정

분리된 7개의 분획 중 분획 5-3으로부터 흰색 침전물을 얻었으며, 이 물질은 NMR 분석 결과 phyllodulcin과 hydrangenol의 혼합물로 밝혀졌다. 이 혼합물은 Sephadex LH-20 column chromatography (elution solvent ; acetone)를 이용하여 phyllodulcin과 hydrangenol로 분리할 수 있었다. 이들의 구조는 NMR을 이용하여 확인할 수 있었다. (Figure 8,9.)

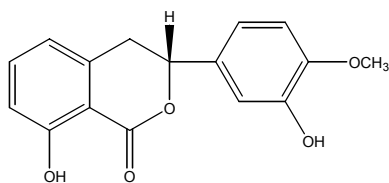


Figure 6. phyllodulcin

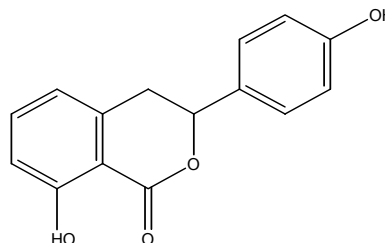


Figure 7. hydrangenol

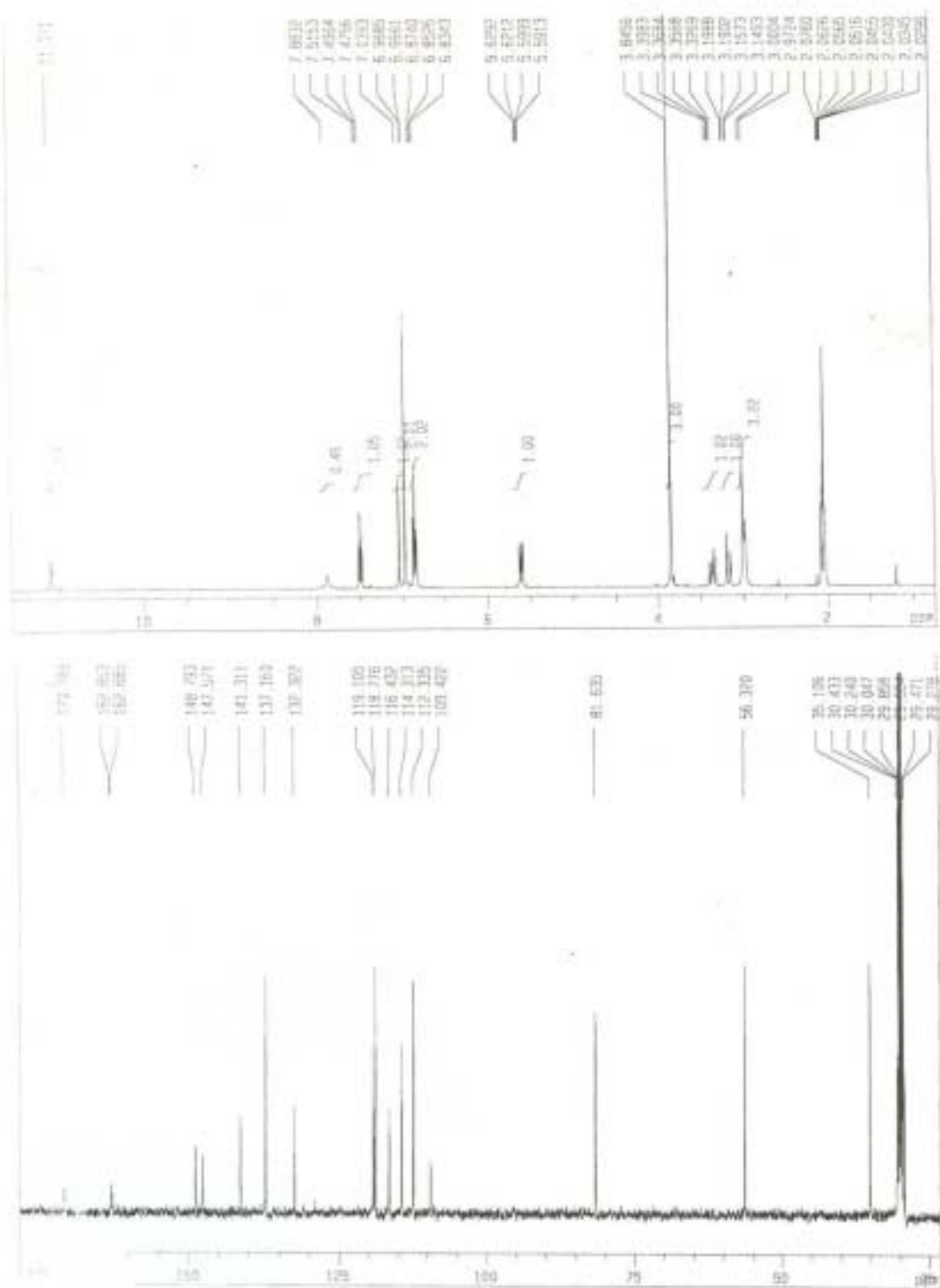


Figure 8. ¹³C- and ¹H-NMR spectra of isolated phyllodulcin

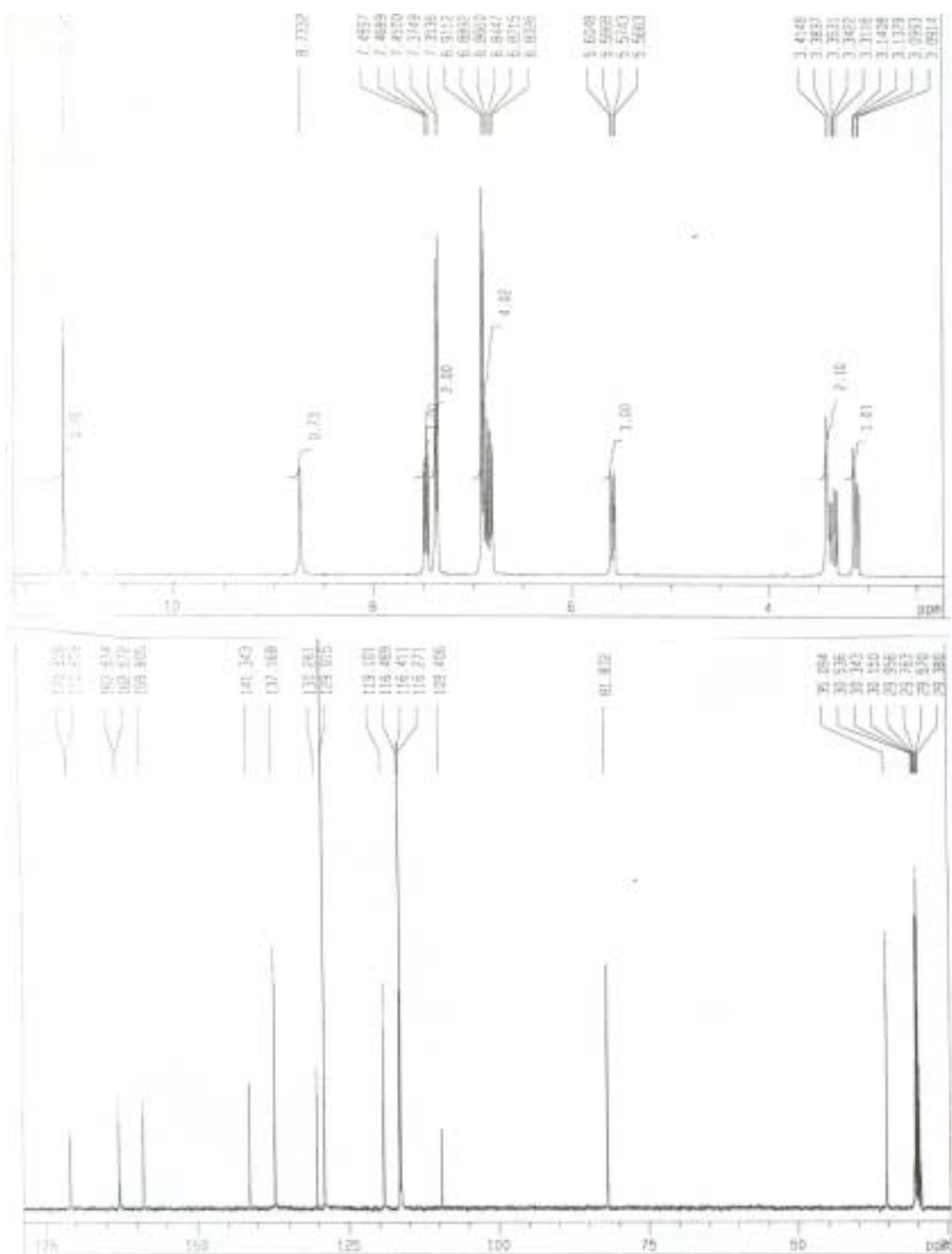


Figure 9. ^1H - and ^{13}C -NMR spectra of isolated hydrangenol.

3. HPLC 분석 조건 확립

분리 정제된 순품을 이용하여 HPLC를 이용한 분석 조건을 확립하였다. HPLC column 은 ODS column (4.6 x 250 mm)을 사용하였으며, 검출기는 UV detector (307 nm)를 사용하였고, 유속은 1 mL/min 이었다. 용출 용매는 물, methanol, acetonitrile을 여러 가지 비율로 사용하여 분리도를 측정하였다.

Phyllodulcin, hydrangenol과 그 배당체들을 동시에 분석할 때는 용출 용매를 물 : acetonitrile : methanol (3 : 1 : 1)의 비율로 사용하는 것이 분리능이 좋았다. 이때 retention time은 hydrangenol glucoside (4.53 min), phyllodulcin glucoside (5.23 min), hydrangenol (29.42 min), phyllodulcin (34.13 min) 이었다. (Fig.10.) Phyllodulcin과 hydrangenol 만을 검출할 때는 물 : acetonitrile : methanol (2 : 1 : 1)의 비율로 사용하는 것이 분석시간을 단축시킬 수 있었다. 그러나 이 조건에서는 배당체들이 서로 갈라지지 않았다. (Figure 5A)

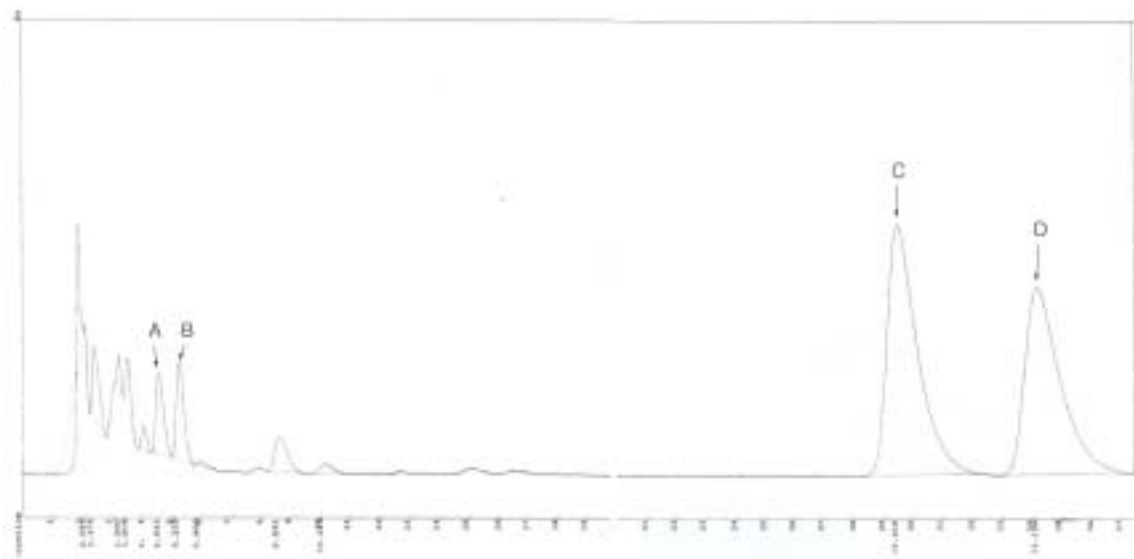


Figure 10. HPLC elution pattern of the methanol extract from dry leaf of *Hydrangea*. (A : hydrangenol-8-*O*-glucoside, B : phyllodulcin-8-*O*-glucoside, C : hydrangenol, D : phyllodulcin) Eluent, water : methanol : acetonitrile = 3 : 1 : 1.

3절 지역별 phyllodulcin-8-O-glucoside 함량

1. Phyllodulcin-8-O-glucoside 분리

1. Sample extract

각 수국 시료 생엽 10 g을 1L 비커에 methanol 250 mL에 넣어 48시간 동안 2번 상온에서 추출하였다. 여기서 얻은 추출액을 한 번 걸러낸 다음 40 °C에서 감압 증류하였다. 증류한 시료를 1g 당 25 mL의 비율로 methanol에 녹였고, 다시 10⁻¹로 희석하였다. (극소량의 시료들의 경우에는 1g당 250 mL의 비율로 methanol에 녹였다.) 이것을 다시 한 번 HPLC 필터링을 하였다. HPLC 분석 조건은 2장 3절과 같다.

2. Phyllodulcin-8-O-glucoside standard

2장 1절에서 분리한 순수 phyllodulcin-8-O-glucoside를 사용하여 standard curve를 작성하여 추출된 물질의 정량에 사용하였다. (Figure 11)

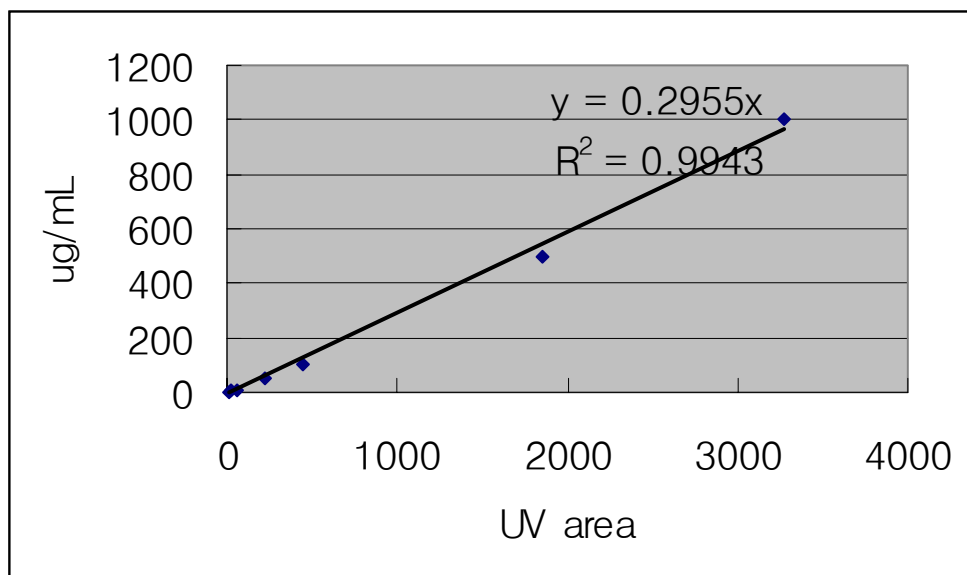


Figure 11. Phyllodulcin-8-O-glucoside standard curve

2. 분석

수국시료의 methanol 추출물에 대한 HPLC 분석결과 phyllodulcin-8-*O*-glucoside의 함량은 아래와 같이 나타났다. 지역별로는 경남 덕유산과 제주산에서 좀 더 많이 함유되어 있었고(Figure 12), 같은 개체 내에서는 아래쪽보다는 위쪽에, 특히 꽃대 쪽에 많이 나왔다(Figure 13). 또한 대는 6월에 채취한 sample 보다 7월에 채취한 sample에서 phyllodulcin-8-*O*-glucoside의 함량이 높았다(Figure 14).

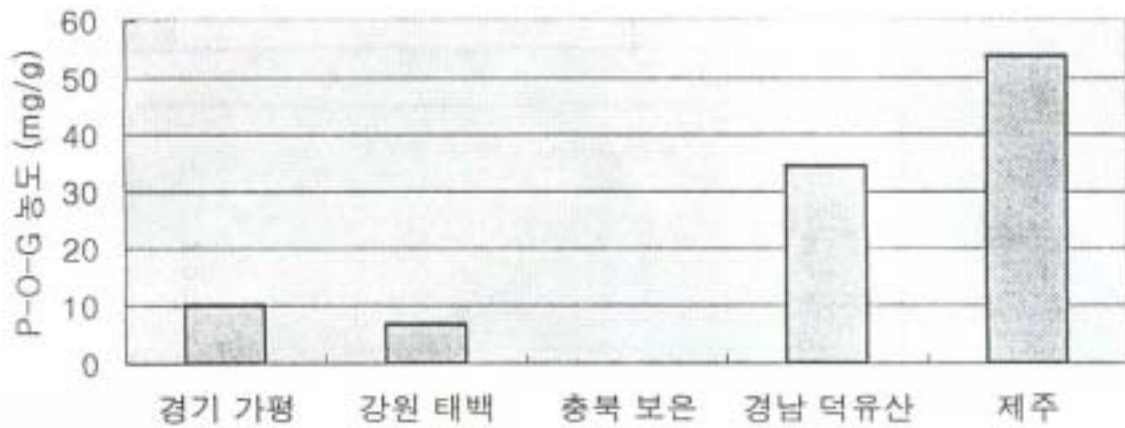


Figure 12. 지역별 phyllodulcin-8-*O*-glucoside 함량

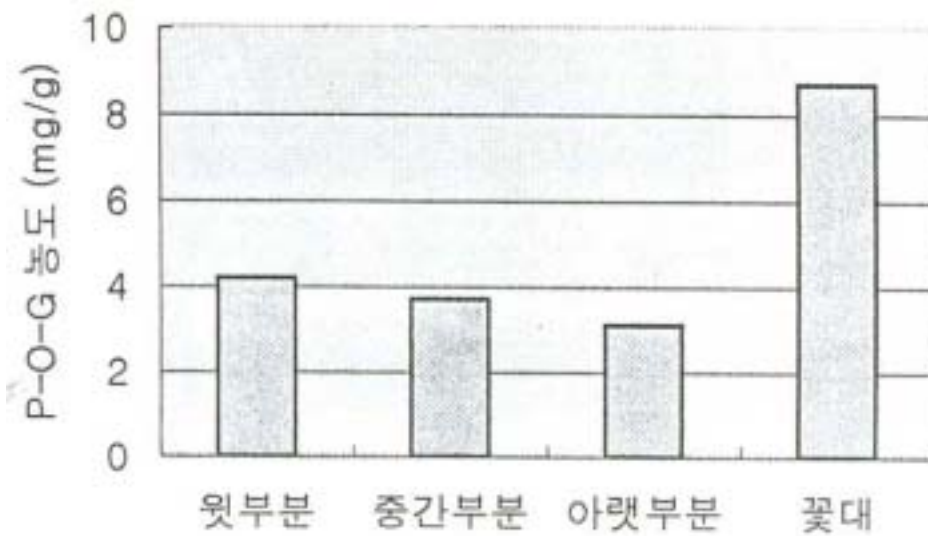


Figure 13. 부위별 phyllodulcin-8-*O*-glucoside 함량

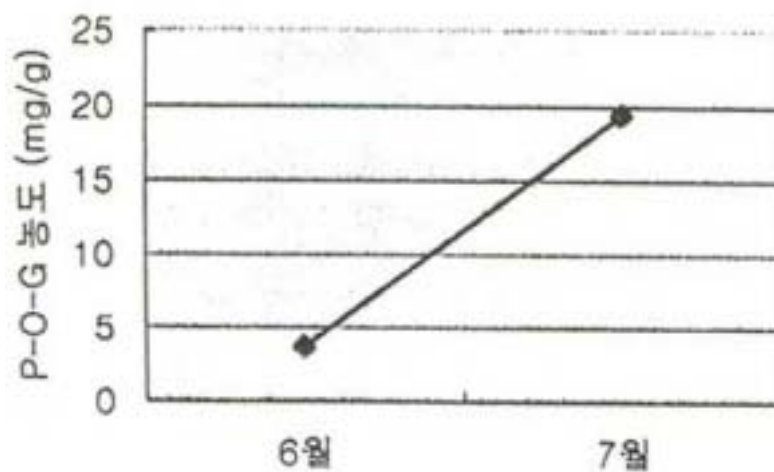


Figure 14. 꽃대의 phyllodulcin-8-*O*-glucoside 함량 변화

위 (Figure 12)에서 제주 sample 의 phyllodulcin-8-*O*-glucoside의 함량이 가장 높은 것으로 나타났다. 따라서 다음 해에 제주에서 sampling을 실시하였다. 아래(Figure 15)는 제주에서도 영실과 제주 산업대 양 방향으로 sampling을 하여 분석한 결과이다. 제주 중에서도 산업대 쪽의 phyllodulcin-8-*O*-glucoside의 함량이 더 높은 것으로 나타났다.

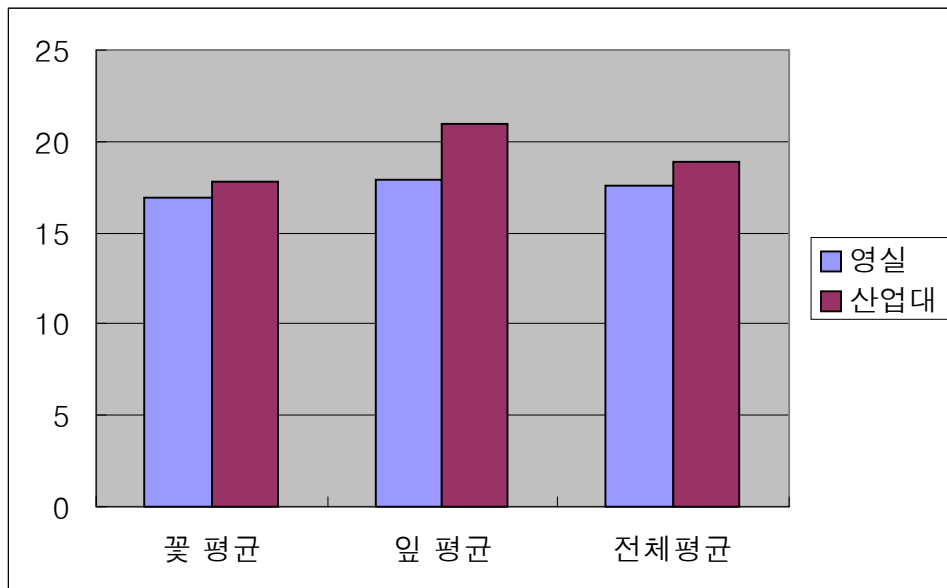


Figure 15. 제주 영실과 산업대 쪽의 위치별 phyllodulcin-8-O-glucoside 함량비교

4 절 부위별 phyllodulcin-8-O-glucoside 함량 조사

1. 시료

수국 sample를 풍건하여 말린 후, 동결 건조하여 시료 내 수분을 완전히 제거하였다. 각 sample의 일부를 취하여 무게를 재고 각각 200mL 의 methanol를 넣고 25℃ 100rpm 압조건에서 24시간 동안 추출하였다. 이 과정을 두 번 반복하여 sample내 phyllodulcin-8-O-glucoside를 완전히 추출하였다. 추출된 methanol를 감압 농축하여 50mL 의 methanol에 녹였다. 이중 100 μ l를 취해 900 μ l의 methanol에 10배로 희석시켜 HPLC로 분석하여 phyllodulcin-8-O-glucoside의 peak을 찾고, area를 계산하여, 위에서 추출한 정제된 phyllodulcin-8-O-glucoside의 standard curve로 농도를 추정하여, 각 sample 별 함량을 계산하여 통계를 내었다.

2. HPLC 분석

Sample 1번의 data는 한 나무에서 개화한 가지와 미개화한 가지의 위에서부터 차례대로 채취한 sample의 phyllodulcin-8-O-glucoside 함량을 나타내고 있다. 결과를 비교한 도표는 아래(Fig.16.)와 같다.

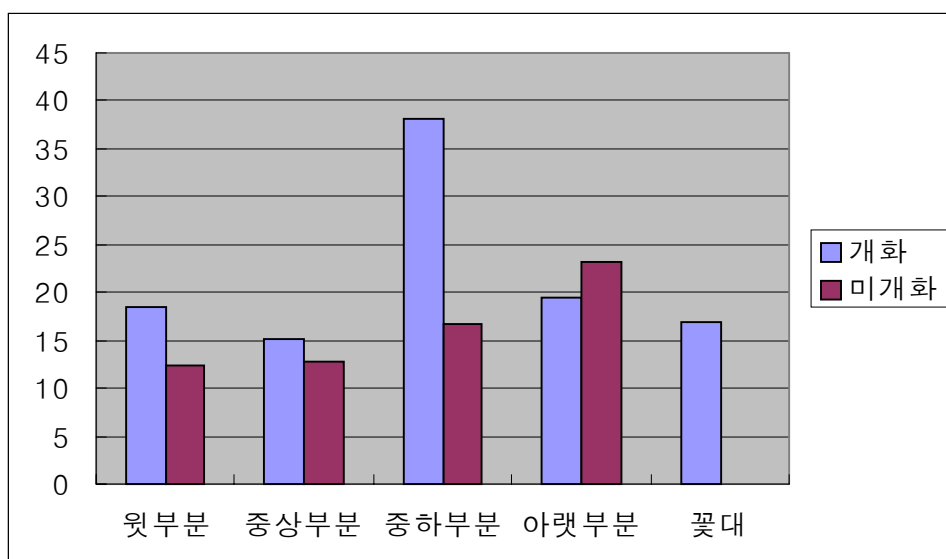


Figure 16. Sample 1의 부위별 phyllodulcin-8-O-glucoside 함량

미개화 잎에 대해서는 오래된 잎에 대해 phyllodulcin-8-O-glucoside 함량이 일반적으로 증가함을 알 수 있다. 그러나 개화 잎에 대해서는 중하부분의 data와 같이 특징적으로 높은 함량이 나온 것으로 미루어 볼 때 일반적 성향을 판단 할 수 없었다. 그러나 개화한 잎에서 phyllodulcin-8-O-glucoside의 함량이 증가함을 알 수 있다.

5절 Large scale 분리

1. Sample extract

발효된 수국 (*Hydrangea macrophylla*) 잎 sample을 정확히 50 g 취하여 2 L flask에 1800 mL 의 D.W. 로 25°C, 200 rpm, 암조건에서 2번 overnight 추출 하였다. 추출물을 celite에 통과시키고 나온 액을 미리 methanol와 D.W 로 잘 씻은 XAD-4 150 mL 에 흡착시켰다.

XAD-4 column은 D.W 로 10 bed volume 정도 흘려주었다.

methanol 20%, 40%, 60%, 80%, 100%의 5개 농도로 XAD-4를 elution 하여 각각의 fraction은 50℃에서 vacuum evaporation 하였다. Solvent를 완전히 제거한 후 50 mL 의 methanol을 각각 넣어 extract를 녹인 후 위와 같은 조건으로 HPLC 분석을 시도 하였다.

2. HPLC 분석

XAD-4에 흡착시킨 phyllodulcin과 hydrangenol은 60% methanol에까지 거의 유리되지 않았다. 80% 이상의 농도에서 아래(Figure 17)와 같은 pattern으로 나타났다. Phyllodulcin과 hydrangenol의 혼합물은 단맛이 났다.

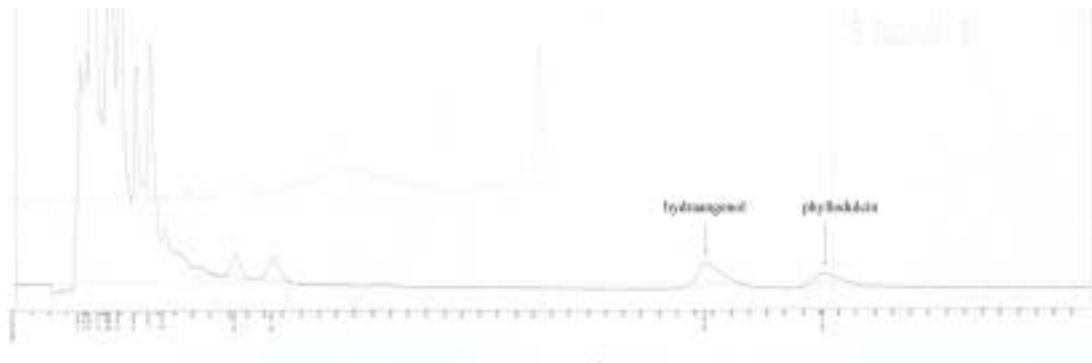


Figure 17A. HPLC peak pattern of 60% methanol eluent. (32mV scale)

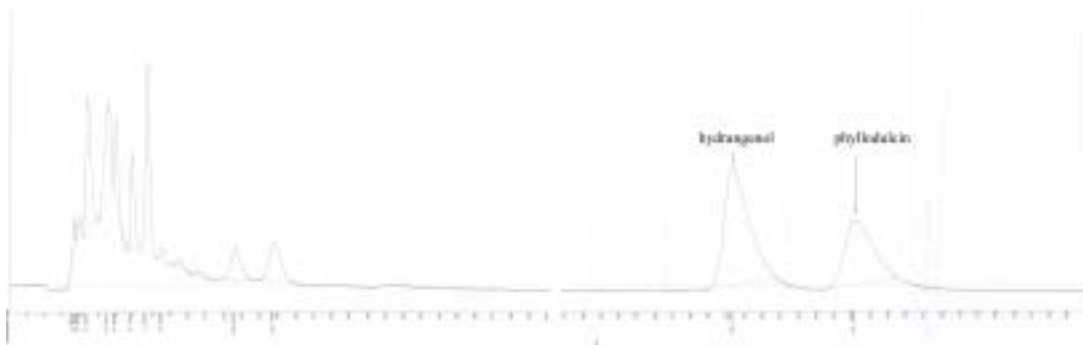


Figure 17B. HPLC peak pattern of 80% methanol eluent. (32mV scale)

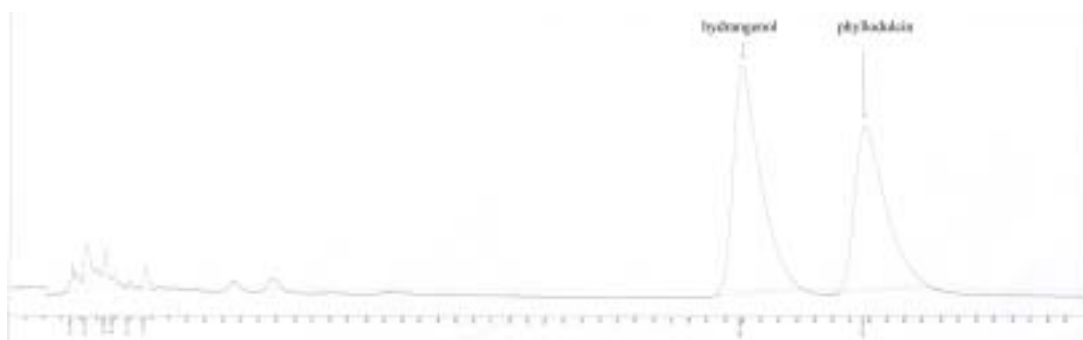


Figure 17C. HPLC peak pattern of 100% methanol eluent. (32mV scale)

6 장 APPENDIX.

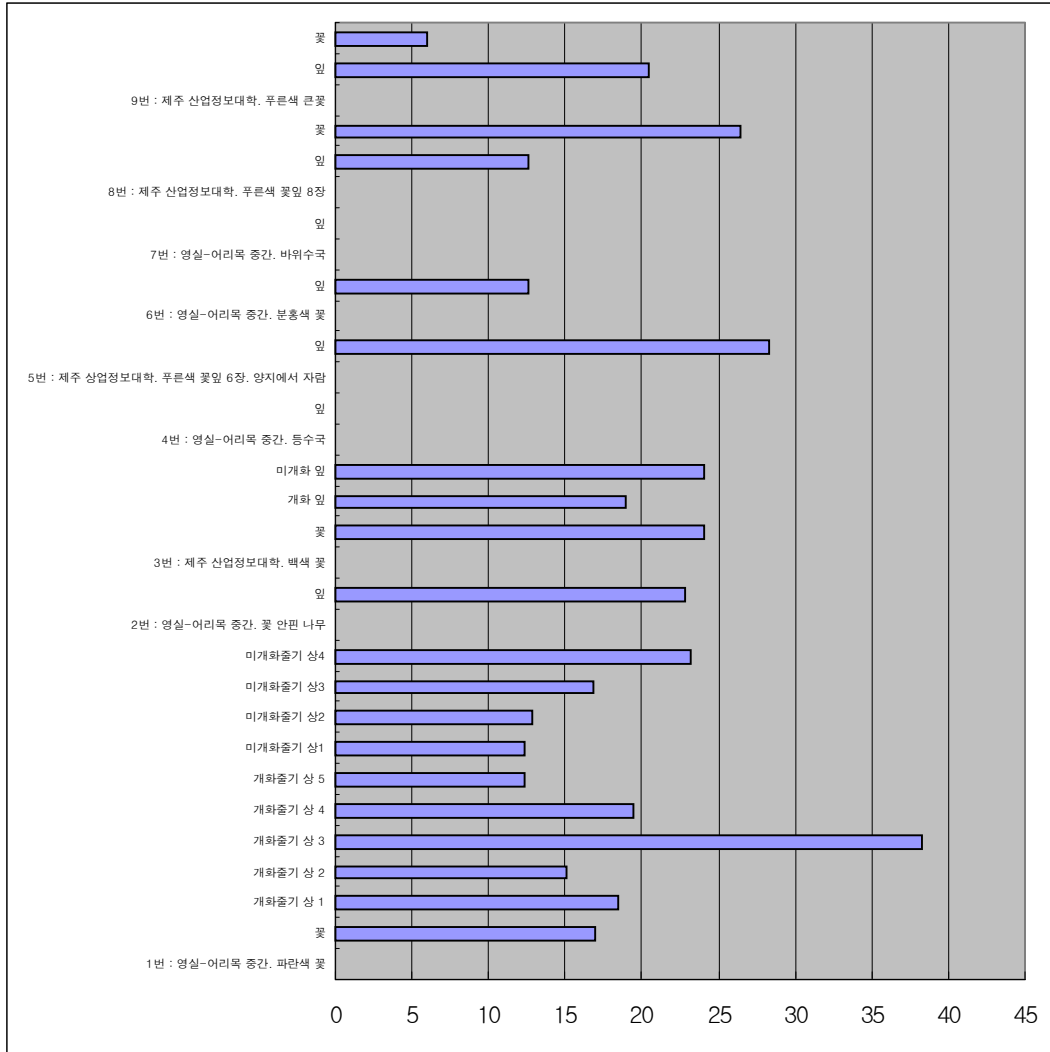


Figure 18. POG concentration of *Hydrangea macrophylla* (Thunb.) Seringe var. in 2002 summer. mg/g_{sample}



Figure 19. 영실-어리목 중간. 파란색 꽃



Figure 20. 영실-어리목 중간. 파란색 꽃, 윗부분 잎



Figure 21. 영실-어리목 중간. 파란색 꽃, 중상부분 잎



Figure 22. 영실-어리목 중간. 파란색 꽃, 중하부분 잎



Figure 23. 영실-어리목 중간. 파란색 꽃, 아랫부분 앞



Figure 24. 영실-어리목 중간. 미개화 윗부분 앞



Figure 25. 영실-어리목 중간. 미개화 중상부분 잎



Figure 26. 영실-어리목 중간. 미개화 중하부분 잎



Figure 27. 영실-어리목 중간. 미개화 아랫부분 잎

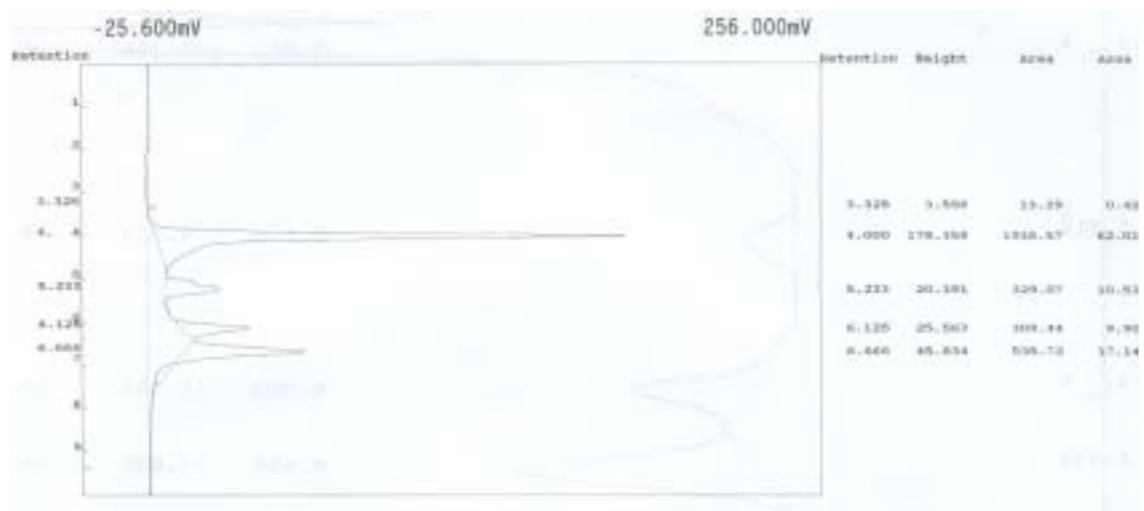


Figure 28. 영실-어리목 중간. 꽃 안편 나무



Figure 29. 제주 산업정보대학. 백색 꽃



Figure 30. 제주 산업정보대학. 백색 꽃, 개화 잎



Figure 31. 제주 산업정보대학. 백색 꽃, 미개화 잎



Figure 32. 영실-어리목 중간. 등수국, POG가 검출되지 않음.



Figure 33. 제주 상업정보대학. 푸른색 꽃잎 6장. 양지에서 자람. 잎 평균.



Figure 34. 영실-어리목 중간. 분홍색 꽃. 잎 평균



Figure 35. 영실-어리목 중간. 바위수국. 잎평균. POG가 검출되지 않음.



Figure 36. 제주 산업정보대학. 푸른색 꽃잎 8장, 개화 잎 평균



Figure 37. 제주 산업정보대학. 푸른색 꽃잎 8장, 미 개화 잎 평균



Figure 38. 제주 산업정보대학. 푸른색 큰꽃, 개화 잎 평균



Figure 39. 제주 산업정보대학. 푸른색 큰꽃, 미 개화 잎 평균

제 3장 수국류에 대한 대량증식과 재배관리 기술개발

1절 무성번식 및 유성번식법 규명

1. 실험목적 : 수국의 다량 증식

가. 녹지삽 시행방법

목질화 되지 않은 수국(10개체씩)과 산수국(2개체씩)의 정단부를 삽수로 이용하여 4처리 3반복으로 2000년 8월 1일에 실험구를 설치하였다.

처리내용 : 루톤 50ppm 수용액을 발근촉진제로 이용하여 1시간, 3시간으로 침지, 70%의 알코올에 녹인 루톤 1,000ppm 용액을 발근촉진제로 이용하여 1분간 순간침지, 삽수의 절단부에 루톤 발근촉진제를 바르고 흙 경단을 만든 흙덩이삽, 무처리 등의 5처리 3반복으로 녹지삽을 실시하였다.

나. 근삽시험

2000년 5월 6일에 시험용 묘목의 식재시에 일부 묘목의 뿌리를 10cm 가량씩 잘라 시험적으로 근삽 실험을 실시하였다

산수국 시험구		순간침지	* * * * * * * * * * * * * * *	대조구	* * * * * * * * * * * * * * *
분코팅	* * * * *	3시간침지	* * * * * * * * * * * * * * *	1시간침지	* * * * * * * * * * * * * * *

Figure 1. 수국 녹지삽 시험구

산	분	*	순	*	3	*	1	*	대	*
수	코		간		시		시		조	
국	팅	*	침	*	간	*	간	*	구	*
			지		침		침			
		*	지	*	지	*	지	*		*

Figure 2. 산수국 실험구



Figure 3. 시험용 수국묘목의 성장 모습

다. 결과 및 고찰

수국의 녹지삽 시험 결과는 처리구의 모든 개체가 고사하지 않고 생육하는 것으로 보아 발근력이 타 수종에 비해서 월등히 높다고 판단되며, 각 처리구의 개체 모두 활착하였다. 따라서 녹지삽을 이용한 수국의 대량증식은 전혀 어려움이 없다고 판단된다. 그리고 근삽도 발근활착율이 매우 높았다.



Figure 4. 수국 무처리 삽목묘의 성장

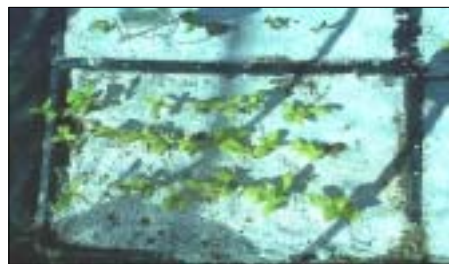


Figure 5. 수국 흙덩이 삽목묘의 성장

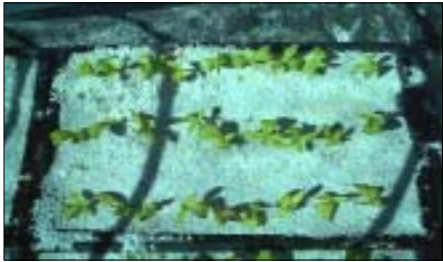


Figure 6. 수국 고농도 순간처리
삽목묘의 성장

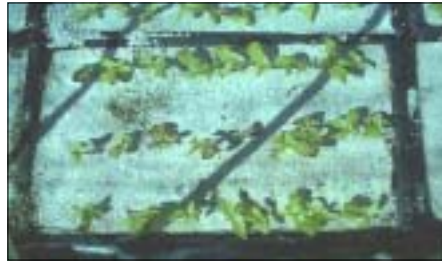


Figure 7. 수국 삽목묘의 성장
(5ppm, 3시간)



Figure 8. 수국 삽목묘의 성장
(5ppm, 1시간)



Figure 9. 수국 근삽묘의 성장
(무처리)



Figure 10. 수국 녹지삽 시험구의 모습

2절 : 종자생리 규명 휴면타파, 발아율, 생존율 및 토양 pH에
따른 화색의 변화에 관한 연구

1. 종자특성 및 발아시험

2000년 가을에 채종한 산수국과 수국 종자에 대한 특성조사는 종자가 너무 세립종자라

정선과 중량의 측정 등이 거의 무의미한 실정이다. 확대경에 놓고 종자의 크기를 조사한 결과를 Table 1에 보였으며, Figure 11, 12에 보였다.

Table 1. 수국과 산수국의 종자 특성

종명	채종지	종자의 크기(mm)	
		종자장	종자폭
수국	대전, 원주, 진주	0.63	0.22
산수국	가리왕산, 지리산, 청태산, 경남 산청군	0.75	0.29



Figure 11. 산수국 종자 발아시험



Figure 12. 수국종자(바탕은 모눈종이)

극세립종자인 산수국과 수국종자의 처리별 종자발아율을 측정하고 있다. 처리는 200mM의 KH_2PO_4 , KNO_3 , $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, K_3PO_4 수용액과, GA_3 200ppm 용액에 종자를 3일간 25°C 암조건의 성장상에서 침지시켰다가 호마이용액으로 소독한 후 성장상에서 2001년 4월 17일부터 발아시험하였다(Figure 14, 15 참조).



Figure 14. 수국종자 발아시험



Figure 15. 산수국 종자

극세립 종자라 확대경(3x10) 하에서 발아한 개체수를 셀 수 있었으며, 4월 25일 처음으로 발아한 개체가 관찰되었으나, 수종간, 처리간의 유의차는 없었으며, 시간이 경과할수록 발아한 개체는 느리게 늘어났으나 6월 13일까지 발아율이 2% 미만이었다. 발아시기가 차이가 심하여 자엽이 자란 개체도 있고, 유근이 자라기 시작하는 개체도 있으며, 발아한 개체를 적출하여 모아놓고 사진을 찍은 것이 Figure 16이다. 수국류의 종자번식은 매우 힘들고 긴 기간이 소요될 것이라 판단된다.



Figure 16 .수국류 종자의 발아모습



Figure 17. 수국의 화색변화 시험
(분토의 산도조절)

2. 토양산도에 따른 수국류의 화색변화

포장에서 증식 중이던 산수국을 중형화분에 옮겨심은 후 분토에 석회시용 2수준 황산을 푼 용액을 2수준으로 주기적으로 관수하고, 대조구를 두어 5 수준의 토양산도를 만들면서 산수국을 화분과 포장흙에서 재배하였다(Figure 17). 야외에서의 토양산도가 산수국의 화색에 미치는 영향을 구명하고자 산수국이 군생하는 평창군 진부면 장전리 가리왕산지역, 봉화군 석포면 청옥산지역, 원주시 부론면 손곡리 봉림산지역 등에서 개화한 산수국의 사진을 촬영하고 그 지역의 토양산도를 간이산도측정기로 측정하여 지역간 및 지역내에서 토양산도에 따른 산수국의 화색을 비교하였다.

산수국의 화색이라는 것은 무엇을 근거로 하는가에 대한 문제가 발생하였다. 산수국의 경우 화서의 가운데는 유성화가 달리고 가장자리에는 무성화가 달리는 데 이 들간의 화색도 서로 다른 경우가 있기 때문이었다.



Figure 18 . 산수국의 화색이란?



Figure 19. 산수국의 화색이란?

Figure 18, 19에서 보였듯이 무성화, 유성화의 꽃잎의 색깔이 다르고 수술대는 푸른빛을 띠고 있어 어떤 특성을 가지고 화색을 무엇이라 해야 하는가 하는 점이 문제가 된다.

가. 포장실험의 경우

분토에 이식한 산수국과 포장에 식재된 채로 토양산도를 조절하고자 산성용액과 석회를 사용한 개체들에서는 일부 개체들에서만 개화하였다. 대체로 토양산도가 산성일수록 푸른 빛이 강해지고 알칼리성일수록 붉은 빛이 강해지는 경향은 관찰할 수 있었으나, 토양산도 수준이 미세하게 구분되지 못하여 경향이 확인되는 수준에 그쳤다. 토양산도 3수준에 대하여 개화한 개체들의 사진을 아래에 보였다.



Figure 20. 토양 pH 5.0



Figure 21. 토양 pH 5.6



Figure 22. 토양 pH 5.8

나. 자생집단에서의 산수국의 화색과 토양산도와의 관계

1) 평창군 진부면 장전리 가리왕산 군락지의 경우

대체로 토양산도의 범위가 pH 5.0-6.0으로 넓었으며 화색의 차이는 비교적 관찰하기 쉬운 편이었으며 붉은 빛으로부터 푸른 빛까지의 많은 꽃들이 관찰되었다. 대체로 토양산도가 산성일수록 푸른 빛이 강해지고 알칼리성일수록 붉은 빛이 강해지는 경향은

관찰할 수 있었으나, 동일한 토양산도 수준에서도 개체간의 화색차이는 존재하였다. 게다가 무성화의 화피와 유성화의 수술대의 색깔은 서로 다른 경우가 흔하여 일정하게 화색의 변화를 무엇을 기준으로 삼아야 하는 지는 매우 어려운 일이었다. 자세히 관찰하면 토양산도의 구배와는 어긋나는 듯한 화색을 가진 개체가 혼재함을 알 수 있었고, 꽃의 각 부분이 서로 다른 색상을 띠어 우리가 알지 못하는 어떤 요인이 화색의 변화에 관여하고 있는 듯 하나 명확히 설명할 수는 없었다. 여러 개체를 대상으로 사진을 촬영하여 일부 자료를 아래에 보였다(Figure 23-37).



Figure 23. 토양pH 5.0



Figure 24. 토양pH 5.0



Figure 25. 토양 pH 5.2



Figure 26. 토양pH 5.3



Figure 27. 토양pH 5.3



Figure 28. 토양pH 5.4



Figure 29. 토양pH 5.4



Figure 30. 토양pH 5.5



Figure 31. 토양pH 5.7



Figure 32. 토양pH 5.7



Figure 33. 토양pH 5.8



Figure 34. 토양pH 5.8



Figure 35. 토양pH 6.0



Figure 36. 토양pH 6.0



Figure 37. 토양pH 6.0

2) 원주시 부론면 손곡리 봉림산 지역의 경우

대체로 토양산도의 범위가 pH 6.0-6.4로 좁았던 관계로 뚜렷한 화색의 차이는 관찰하기 힘들었으나 대체로 붉은 빛이 많은 꽃들만 관찰되었다. 화강암의 마사토로 매우 건조한

환경조건이었으며, 계곡부에 흩어져 군생하는 산수국의 생육상태는 비교적 나쁜 편이었다. 여러 개체를 대상으로 사진을 촬영하여 일부 자료를 아래에 보였다(Figure 38-40).



Figure 38. 토양산도 6.0



Figure 39. 토양산도 6.2



Figure 40. 토양산도 6.4

다. 봉화군 석포면 대현리 청옥산 지역의 경우

대체로 토양산도의 범위가 pH 5.4-5.8로 좁았던 관계로 뚜렷한 화색의 차이는 관찰하기 힘들었으나 대체로 푸른 빛이 많은 꽃들만 관찰되었다. 울창한 소나무 우량임분 사이의 계곡부에 자생군락이 위치해 있었으며, 토양수분은 비교적 습한 환경이었다. 여러 개체를 대상으로 사진을 촬영하여 일부 자료를 아래에 보였다(그림 30-32).



Figure 41. 토양산도 5.4



Figure 42. 토양산도 5.7



Figure 43. 토양산도 5.8

3절 : 선발한 관상 품종의 실용화 검토

1. 산수국의 이식력 및 적응력 검사

2차년도 포장에서 삼목 증식한 산수국을 2002년 5월 6일 중형화분에 이식하여 주 3회 주

기적으로 6월 2일까지 관수하면서 묘목의 활착율을 조사하였다. 한편 포장의 산수국 묘목은 시험구를 나누어 시비수준 2수준, 차광수준 2수준으로 광과 시비조건별로 성장특성을 조사하였으며, 분식한 산수국묘목은 관수수준별 성장특성을 조사하였다. 광선은 무처리와 55% 차광막을 이용하였고, 시비는 무처리와 유기질비료(흙나라)를 포기당 200g 씩 시비하였으며, 수분조건은 분에 이식된 개체들을 주1회와 주3회의 분당 1000cc의 물을 뿌리는 것으로 처리하였다. 1차년도 삼목증식과 같이 분식한 산수국 묘목의 이식활착에는 별다른 문제가 없는 것으로 나타났으며, 산수국의 이식력은 매우 월등한 것으로 판단된다.



Figure 44. 산수국의 광 및 시비에 따른 성장특성 조사 공시재료



Figure 45. 산수국의 이식력 및 수분조건별 성장특성 조사 공시재료

광선, 시비 및 관수처리가 산수국의 생장에 미치는 영향을 파악하고자 처리별 산수국잎의 엽장과 엽폭을 측정하여 Table 2에 보였다. 2002년 9월 7일에 처리별로 5 개체에서 개체당 가장 크게 자란 잎을 3개씩 선택하여 엽장과 엽폭을 측정하여 처리간 비교분석하였다. 엽장과 엽폭에서 대부분의 처리간 유의차가 인정되었으나, 시비수준에 따른 엽폭에서는 유의차가 인정되지 않았다. 엽장과 엽폭 모두 관수처리구에서 가장 크게 나타났고, 수분조건이 좋을수록, 광량이 많을수록 엽생장에 좋아지는 경향은 뚜렷하였다. 시비수준에 따른 엽생장의 차이가 상대적으로 적은 것으로 나타났다. 산수국의 생장에는 토양수분, 광선조건, 토양양료수준 등의 순으로 영향하는 것이라 판단된다.

Table 2. 산수국 엽생장의 처리별 비교(측정 9.7)

Treatment Leaf growth(cm)	Relative light intensity			Relative watering			Fertilizer		
	(100%)	(45%)	F-value	3/week	1/week	F-value	200g	None	F-value
Leaf length	15.06	11.82	10.40**	19.50	15.60	15.06**	14.13	10.23	25.69**
Leaf width	6.21	5.18	8.15**	6.85	7.90	6.04*	5.39	4.75	8.08**

2. 처리별 산수국의 엽록소함량 및 광합성을 측정비교.

2002년 5월 6일과 6월 2일에 각각의 처리가 진행되어 산수국묘의 생장을 충분히 영향하였을 것으로 판단되는 2002년 8월 2일과 9월 3일에 생육 중인 산수국을 대상으로 광합성율과 엽록소함량을 측정하였다. 광합성 측정은 휴대용 광합성 측정기(Portable Photosynthesis System, CIRAS-I)를 이용하여 측정하였으며, 광원은 LED light source(CIRAS)를 이용하였으며, CO₂농도는 임의로 조절하지 않았다. 광합성율은 광도 500 (PAR $\mu\text{mol m}^{-2}\text{sec}^{-1}$)에서 측정하였다. 광합성율의 측정은 오전 10시부터 오후 4시까지 생육지에서 건전하게 자란 개체의 피해가 없이 잘 자란 잎을 대상으로 5반복 이상 포장에서 실시하였다. 엽록소함량은 처리별로 엽록소함량 측정기(Chlorophyll meter, SPAD-502, Minolta)를 이용하여 총엽록소 함량만을 간접적으로 측정을 하였다.

Table 3. 광량 수준에 따른 산수국의 광합성율과 엽록소 함량

Treatment (Relative light intensity)	Photosynthetic rates ($\mu\text{molCO}_2\text{m}^{-2}\text{sec}^{-1}$)		Chlorophyll contents(SPAD)	
	Aug. 2	Sep. 3	Aug. 2	Sep. 3
Control(100%)	16.07	13.70	38.24	34.40
Screen (45%)	14.4	11.93	34.95	31.65
Mean	15.23	12.82	36.59	33.02
F-value	9.53**	0.82	26.04**	6.69*

광량 수준에 따른 산수국의 광합성율과 엽록소 함량의 측정 결과를 Table 3에 보였다. 광량 수준에 따른 산수국의 광합성율과 엽록소 함량의 유의차는 8월 측정에서만 인정되었고, 9월 측정에서는 유의차가 인정되지 않았다. 이는 9월 측정에서 개체변이가 큰 탓이라

여겨진다. 전광 하에서 생육하는 산수국이 광합성율과 엽록소함량이 높게 나타났다. 이는 산수국이 호광성 식물임을 나타내는 것이라 판단된다.

Table 4. 관수 수준에 따른 산수국의 광합성율과 엽록소 함량

Treatment (Relative light intensity)	Phosynthetic rates ($\mu\text{molCO}_2\text{m}^{-2}\text{sec}^{-1}$)		Chlorophyll contents(SPAD)	
	Aug. 2	Sep. 3	Aug. 2	Sep. 3
Sprayed 3 times/week	19.60	14.27	39.99	33.34
Sprayed 1 times/week	13.70	13.33	37.26	33.97
Mean	16.65	13.80	38.63	33.66
F-value	2.79	.50	4.27*	.08

관수 수준에 따른 산수국의 광합성율과 엽록소 함량의 측정 결과를 Table 4에 보였다. 관수 수준에 따른 산수국의 광합성율은 유의차가 인정되지 않았고, 엽록소 함량의 유의차는 8월 측정에서만 인정되었고, 9월 측정에서는 유의차가 인정되지 않았다. 관수 처리가 실시된 분식한 산수국 개체들의 개체변이가 큰 탓이라 여겨진다. 일반적으로 주 3회의 관수 처리구가 주 1회 관수처리구보다 산수국의 광합성율과 엽록소함량이 높게 나타났다. 이는 산수국이 보다 토양수분이 많은 조건에서 잘 자라는 식물임을 나타내는 것이라 판단된다.

Table 5. 시비 수준에 따른 산수국의 광합성율과 엽록소 함량

Treatment (Relative light intensity)	Phosynthetic rates ($\mu\text{molCO}_2\text{m}^{-2}\text{sec}^{-1}$)		Chlorophyll contents(SPAD)	
	Aug. 2	Sep. 3	Aug. 2	Sep. 3
Control	15.65	14.00	36.99	33.58
Fertilized(200g/seedling)	14.25	11.5	36.06	33.22
Mean	14.95	12.75	36.52	33.40
F-value	1.13	2.17	1.21	.11

시비 수준에 따른 산수국의 광합성율과 엽록소 함량의 측정 결과를 Table 5에 보였다.

시비 수준에 따른 산수국의 광합성율과 엽록소 함량은 모든 측정에서 유의차가 인정되지 않았다. 이는 시비처리에 따른 효과가 개체변이에 의한 효과보다 낮았던 탓이라 여겨진다. 일반적으로 시비구의 산수국이 무처리구보다 광합성율과 엽록소 함량이 약간 높게 나타났다. 이는 산수국의 경우 토양양료 수준이 생육에 크게 영향하지 않고, 광량이나 토양수분 조건이 보다 크게 영향하는 사실을 나타낸 것이라 판단된다.

4절. 결 론

수국류에 대한 대량증식과 재배관리 기술개발이라는 과제로 1999년 11월부터 2002년 10월까지 시험연구한 주요 결과는 다음과 같다.

1. 녹지삽, 근삽 등을 통한 수국류의 대량증식에는 아무런 문제가 없으며, 무처리로 삽목한 것들도 발근활착율은 매우 양호하였다..
2. 수국류는 종자장이 0.8mm, 종자폭이 0.3mm 미만의 극세립종자이고 발아율이 2% 미만으로 매우 낮고 발아세도 균일하지 않은 이유로 종자번식은 매우 힘들 것이라 판단된다. 발아한 유묘도 크기가 매우 작아 성장하는 데 많은 어려움이 예상된다. 반면 뿌리나 휴면지를 이용한 삽목번식은 비교적 간편하고 생장이 신속하므로 무성번식을 통한 번식이 좋을 것이라 판단된다.
3. 토양산도에 따른 수국류의 화색변화에 대한 조사 결과 화색을 무엇으로 정의해야 하는가라는 문제점이 도출되었다. 유,무성화가 함께 피는 산수국의 경우 동일 개체에서도 무성화와 유성화의 꽃잎색깔이 서로 다르고, 수술대와 암술의 색깔이 서로 다르게 나타나는 등으로 일률적으로 화색을 판단하기가 쉽지 않았다.
4. 소규모의 토양산도를 조절한 포장과 분석한 실험에서 토양산도의 범위가 좁으나 산성일수록 화색이 푸른 빛을 많이 띠며, 알칼리성으로 갈수록 화색이 붉은 빛을 많이 띠는 경향을 보였다.
5. 자생집단의 조사에서는 산수국의 자생집단이 가장 컸던 평창군 진부면 장전리 가리왕산 지역에서는 대체로 토양산도에 따른 화색의 변화가 산성일수록 화색이 푸른 빛을 많이 띠고 알칼리성으로 갈수록 화색이 붉은 빛을 많이 띠는 경향을 보였다. 봉화군 청옥산과 원주시 봉림산 지역의 경우에는 자생집단의 크기가 작고 토양산도의 범위가 좁은 탓인지 전자의 경우 대체로 푸른 빛을 띠는 꽃을 많이 피웠고, 후자의 경우 대체로 붉은 빛을 띠는 꽃을 많이 피웠다.
6. 그러나 개체변이, 지역간 변이, 개체내 부위별 화색의 차이 등에 대해서는 달리 설명할 방법이 현재로서는 없는 실정이다.

7. 1차년도 삼목증식과 같이 분식한 산수국 묘목의 이식활착에는 별다른 문제가 없는 것으로 나타났으며, 산수국의 이식력은 매우 월등한 것으로 판단된다.
8. 엽생장(엽장과 엽폭)은 모두 관수처리구에서 가장 크게 나타났고, 수분조건이 좋을수록, 광량이 많을수록 엽생장에 좋아지는 경향은 뚜렷하였다. 시비수준에 따른 엽생장의 차이가 상대적으로 적은 것으로 나타났다. 산수국의 생장에는 토양수분, 광선조건, 토양양료수준 등의 순으로 영향하는 것이라 판단된다.
9. 전광 하에서 생육하는 산수국이 광합성율과 엽록소함량이 높게 나타났다. 이는 산수국이 호광성 식물임을 나타내는 것이라 판단된다. 일반적으로 주 3회의 관수 처리구가 주 1회 관수처리구보다 산수국의 광합성율과 엽록소함량이 높게 나타났다. 이는 산수국이 보다 토양수분이 많은 조건에서 잘 자라는 식물임을 나타내는 것이라 판단된다. 일반적으로 시비구의 산수국이 무처리구보다 광합성율과 엽록소 함량이 약간 높게 나타났다. 이는 산수국의 경우 토양양료 수준이 생육에 크게 영향하지 않고, 광량이나 토양수분 조건이 보다 크게 영향하는 사실을 나타낸 것이라 판단된다.

제 4장 유전자원 탐색과 보전에 관한 연구

서 론

국토 면적의 2/3를 차지하고 있는 산림을 소유하는 우리나라는 다양한 산림식물자원을 가지고 있다. 이들 산림자원을 이용함으로써 우리는 시대적 욕구를 충족하기 위한 많은 연구를 수행하였으며, 또한 미래의 욕구를 충족하기 위하여 현재에도 노력하고 있다. 산림자원은 인류를 포함한 모든 생명체의 생존과 직결되고 있는 중요한 요소로서, 현 세대는 물론 후세대에 이르기까지 삶의 질을 향상시키기 위하여 지속적으로 이용되고 개발되어야 한다.

특히, 근래에는 급속한 산업화와 환경변화 등으로 인하여 파괴되어 가고 있는 산림 내 식물자원을 보전하기 위해 세계 각국에서 여러 방안들이 속출하고 있는 실정이며, 국내에서도 그 중요성이 더욱 강조되고 있다. 또한 이들의 지속적인 이용을 위하여 종합적인 연구의 필요성이 대두되고 있는 바, 산림으로부터 얻어질 수 있는 각종 혜택을 밝혀내고 이를 실질적인 형태로 확보하며 이것이 고부가가치를 형성하도록 하는 일련의 작업과정은 매우 필요하다 하겠다.

따라서, 본 연구는 산림 내 분포하는 많은 유용자원식물 중 관상용, 식용, 약용 등 다양한 용도로 개발되어 이용될 수 있는 범의귀과 식물 중 *Hydrangea*屬 식물, *Deutzia*屬 식물, *Saxifraga*屬 식물을 중심으로 한 종별 자생지 내에서 분포와 그 현황 및 자원화 가능성이 있는 종류의 개체군의 특성 조사를 하고, 이들의 종자 및 번식체 수집하여 보전함으로써 대상식물의 보전 전략을 수립하기 위한 기초자료 및 시료를 제공하는데 그 목적이 있다.

재료 및 방법

제1절 수행 방법 및 내용

1. 조사시기

가. *Hydrangea*屬 식물

국내 분포하는 수국류에 대한 유용자원의 탐색은 대상식물의 개화가 완전하게 진행된 시기를 택하여 2000년 6월~7월에 걸쳐 이루어졌으며, 개체군 특성조사는 분포지 현장 조사와 함께 2000년 5월 16일부터 9월 21일까지 정밀조사대상지역에 대하여 집중조사가 있었다. 아울러 이외 다수 지역에 대한 자생지조사와 함께 삼수, 생체 및 종자수집 등의 관련 작업이 수행되었으며, 종자수집은 10월까지 이루어졌다. 산수국의 경우, 번식체 선발을 위하여 1~3차년도의 전기간을 걸쳐 조사가 진행되었다.

나. *Deutzia*屬 식물

국내에서 생육하고 있는 말발도리屬 식물의 개화가 진행되기 시작하여 종자결실 등이 이루어지는 2001년 5월부터 8월까지 중점적으로 조사지역에 대한 집중조사를 수행하였다. 2001년 5월 9일 지리산 지역의 말발도리류 조사를 시작으로 2001년 8월 31일까지 자생지 조사와 함께 삽수, 생체의 수집 및 종별 각각의 형태측정을 위하여 각 대학에서 소장하고 있는 건조표본 조사를 실시하였다.

다. *Saxifraga*屬 식물

범의귀屬 식물에 대한 유용자원의 탐색과 개체군의 특성조사 및 번식체에 대한 수집은 2002년 4월에서 11월까지 조사 전기간을 통하여 실시하였다.

2. 조사지역

가. *Hydrangea*屬 식물

수국류 중 우리나라에서 분포지가 상대적으로 국한되어 나타나는 바위수국, 등수국과 전국에 큰 분포역을 형성하고 있는 산수국 등의 분포지역을 포함한 조사를 위해 정밀조사대상지역으로 지리산, 울릉도, 제주도 등을 선정하였다. 이 밖의 분포지역에 대한 조사는 문헌조사와는 별도로 충청북도 보은지역, 강원 발왕산, 석계재, 검봉산 등에서 실시하였다.

나. *Deutzia*屬 식물

말발도리屬 식물의 조사를 위해 중부지방을 중심으로 강원도 가리왕산, 도솔산, 함백산, 태백산, 경기도 화악산, 철원군 일대(한탄강), 광릉 주변지역 및 축령산 등의 지역을 조사하였으며, 중남부 지방을 중심으로는 덕유산지역, 남부지방으로는 해남 두륜산, 지리산, 가야산, 대구 팔공산 및 진해 불모산 등의 지역을 대상으로 조사하였다.

다. *Saxifraga*屬 식물

범의귀屬 식물조사는 주로 경기, 강원일대를 중심으로 한 설악산, 점봉산, 광덕산, 석룡산, 석병산 등 이 지역 일대에 대한 조사가 수행되었으며, 일부 지역에 국한되어 분포하는 식물종의 조사를 위하여 울릉도와 제주도 등의 조사가 포함되었다.

3. 조사방법

가. 분포지 조사

각각의 중점대상 屬을 중심으로 한 식물종별 분포지 조사를 위하여 기존에 발표된 문헌과 각 대학 표본관 및 박물관에서 소장하고 있는 식물표본자료를 통하여 우선 분포지역을 확인한 후, 중점조사대상지역을 선정하였으며, 분포지가 한정적으로 국한되어 있는 식물들의 경우 우선적으로 기존에 문헌상에 발표된 지역을 대상으로 현지조사를 실시하였다.

이들 지역에 대한 현지조사를 행하였다.

나. 개체군 특성조사

국내에 분포하고 있는 범의귀과 식물 중 3개 屬에 대한 개체군의 특성조사는 분포 확인지역을 중심으로 수행하였으며, 대상종이 생육하는 지역의 서식지 특성, 지형 및 미세 지형 특성 등에 대하여 조사하고 기술하였다. 한 집단 내에서의 개체군의 구조를 파악하기 위해 그 크기, 면적, 분포유형 등을 조사하였으며, 대상식물과 생육지를 공통적으로 갖는 주변 출현종에 대해서는 서식 환경 내 나타나는 모든 종에 대한 조사를 실시하였다. 식생 조사에 대해서는 층위를 달리해 상층 수종은 수고(Height)와 흉고직경(DBH)등을 측정해 기록하였으며, 중·하층 식생에 대하여는 이 종들이 지표면을 덮는 면적의 정도를 7계급으로 구분한 Braun-Blanquet(1964)의 관정기준에 의해 종의 피도계급(cover class, C)을 구분하였고, 군집 내에서 각 종이 생육하는 집합상태의 정도를 5계급으로 구분한 군도계급(sociability class, S)을 동시에 표시(C, S)하는 방법으로 나타내었다.

다. 종자 및 번식체의 수집

수집형태에 따라 그 보전방법을 달리하였는데, 수집한 종자는 후숙, 정선 등의 과정을 거쳐 일부는 파종, 선발할 것이고, 일부는 추후 국립수목원 표본관에 설치될 종자보전 시설에 보존할 예정에 있다. 또한, 한국특산식물로서 그 분포지가 국한되어 있어 중요성을 인정할 수 있는 식물이거나 생육지 내에서 유용한 형태적 특성이 확인된 개체를 대상으로 삼수를 채취, 국립수목원 증식온실에 삼목해 놓았으며, 수집된 식물은 보전원에 직접 식재하여 추후 보전원 조성을 위한 시료로 이용될 계획이다. 특히, 수국屬과 말발도리屬 식물의 경우, 삼목이 매우 유용한 번식방법이었으며, 말발도리屬 식물은 더욱이 자원체로서 종내 변이의 폭이 크지 않고 개체군마다 거의 결실이 이루어지지 않은 관계로 종자수집은 제외하였다. 범의귀屬 식물의 경우는 종자수집에 많은 어려움이 따르기 때문에 주로 번식체를 중심으로 수집하였다.

또 각각의 식물에 대한 종 동정 상의 오류를 최소화하고 정확한 분류학적 위치를 확인하기 위하여 지역별, 분류군별 식물을 채집하여 검증표본(voucher specimen)을 만들었으며, 이를 국립수목원 표본관(Korea National Arboretum Herbarium: KH)에 영구 보관할 계획이다.

라. 유용유전자원의 탐색

먼저, 국내 자생 수국류의 형태적인 특성을 알아보기 위해서 강원대학교 생물학과 표본관, 서울대학교 산림자원학과 표본관, 성균관대학교 생물학과 표본관 등 국내대학에 소장된 식물표본을 참고로 하여 각 종에 대하여 외부형태적 특징을 구별할 수 있는 유효한

인자가 되는 잎의 길이와 폭, 엽맥, 엽선과 엽저의 각, 엽병의 길이, 거치, 꽃잎의 길이와 폭 (유·무성화 등) 등의 부분을 측정하였다. 또한 2000년에 조사한 지역 내에서 분포지역별로 수집된 식물과 식물표본을 대상으로 이를 반복 측정, 각 항목별로 기재하였다. 이와 같은 방법에 의해 자생지에서 발견한 개개종에 대해 구분되는 형태적인 특성을 중심으로 표본을 수집, 유형별로 분류하였으며 이를 근거로 표본확인 작업을 수행하였다.

국내 자생 말발도리屬 식물 경우, 형태적인 특성을 알아보기 위해 강원대학교 생물학과 표본관, 서울대학교 산림자원학과 표본관, 영남대학교 생물학과 표본관, 경북대학교 생물학과 표본관 등 국내 대학에 소장된 식물표본을 참고로 하여 잎의 길이와 폭, 엽선과 엽저의 각도, 엽병의 길이, 거치의 수, 화서의 형태, 길이 및 폭, 줄기의 색과 벗겨지는 양상, 잎 부위에 나타나는 성모의 빈도와 가지 수 등에 대한 측정 및 도해를 통해 자원으로서의 가치를 평가하였다. 또한 2001년에 조사한 지역 등에서 분포지역별로 수집된 식물과 식물표본을 대상으로 이를 반복 측정, 각 항목별로 기재하였다. 특히, 관상수로서 개발가능성이 높은 인자가 될 수 있는 화서의 형태 및 개화기간 등에 대하여는 조사를 통해 이를 종별로 나누어 도해하고 나타냄으로써 유용자원으로써의 탐색을 시도하였다.

범의귀屬 식물의 경우는 잎의 형태, 엽연의 톱니모양, 엽저 및 엽병의 길이에 대한 외부형태적인 유효인자를 조사하였으며, 각각의 화서의 형태와 부분별 털의 분포에 관해서 정리하였다.

연구결과

제1절 국내 범의귀과 식물의 분포지

1. 분포현황

국내 범의귀과 식물의 분포현황을 파악하기 위해 먼저 주요 대학 표본관 및 박물관 소장 식물표본목록을 정리하여 건조표본의 기록에 따른 국내 범의귀과 식물의 현황을 살펴보면, 모두 12속 42종류가 확인되었다. 그러나 이 가운데는 분류학적으로 등수국과 통합된 넉줄수국을 비롯한 분류군들이 별도로 기재되어 있으므로 중점 연구 분류군별로 별도의 검토가 필요하였다.

Table 1. Distribution sites of genus *Hydrangea* and *Schizophragma* in Korea
(Published literature and specimens)

Scientific name	Korean name	Distribution sites
<i>H. macrophylla</i> var. <i>acuminata</i>	산수국	경기 천마산, 용문산, 양평
		강원 정선군 신동면, 삼척 근덕면, 완주, 봉북산, 치악산, 두타산, 백운산, 태백산, 사라산, 팔봉산, 청옥산, 용화산, 태기산, 오봉산, 금병산, 응봉산, 석룡산, 소백산, 대룡산, 함백산
		경북 봉화, 김해, 팔공산, 광주군 노적봉, 황악산, 보문산, 울릉도, 일월산
		경남 울진군 부구리, 경주 불국사, 남한산성, 화악산, 무학봉, 지리산, 함양, 장군대산, 불모산, 신불산
		전북 내장산, 운장산, 덕유산
		전남 곡성군 목사동면, 조계산, 지리산
		충북 식장, 월악, 속리, 주흘, 금수, 군자산
		충남 계룡산, 가야, 금산, 추산, 대둔, 운자산
		제주 한라산, 물장울
		경남 지리산
		제주 한라산, 경남 지리산
		제주 한라산
		<i>H. serrata</i> for. <i>buengeri</i>
<i>H. serrata</i> for. <i>fertilis</i>	탐라산수국	제주 한라산, 경남 지리산
<i>H. serrata</i> for. <i>coreana</i>	떡잎산수국	제주 한라산
<i>H. petiolaris</i>	등수국	제주도, 경북 울릉도 및 남쪽섬, 경북 팔공산
<i>H. macrophylla</i>	수국(식재)	경기 관악산, 경북 팔공산, 전북 지리산, 충남 가야산, 전남 태청산, 북병산(거제)
<i>S. hydrangeoides</i>	바위수국	제주도, 경북 울릉도 및 남쪽섬, 경남 지리산

가. *Hydrangea*屬 식물

범의귀과 식물 중 2000년 중점조사 대상종인 수국류 식물표본의 분포지를 확인한 결과와, 보고된 기문헌을 토대로 작성한 국내 자생 수국류의 분포지역을 정리한 결과는 다음과 같다(Table 1, Figure 1).

우리나라에 분포하는 수국류의 출현지역을 살펴보면, 산수국의 경우 경기도 이남지역과 일부 강원도 이남지역, 전라, 경상, 충청도는 물론 울릉도를 비롯한 제주도 지역까지 분포하고 있어 수국류 중 가장 큰 분포역을 형성하고 있음을 알 수 있다. 한편, 지리산에는 산수국의 품종으로 구분되는 꽃산수국, 탐라산수국 등이 나타나고 있으며, 제주 지역에는 탐라산수국, 떡잎산수국, 등수국, 바위수국 등이, 경북 울릉도에는 등수국, 바위수국 등이 분포하고 있어 개체군 특성을 비롯한 정밀 조사는 이들 세 지역을 중심으로 이루어졌다.

이에 따라 1차년도(2000년) 수국류의 조사를 위해 집중조사가 이루어진 지역과 기타 조사 지역에서 확인·조사되었고, 산수국의 경우 모두 6개의 분포지역을 대상으로 본 종에 대한 집중 조사가 있었으며, 특히 정밀조사가 이루어진 제주도, 울릉도 가운데 비교적 대상면적이 작아 집단별 구분이 가능한 즉 울릉도 내에서는 산수국은 분포하지 않는 반면 인공식재된 수국류 및 바위수국과 등수국은 전역에 분포하는 것으로 확인되었다.

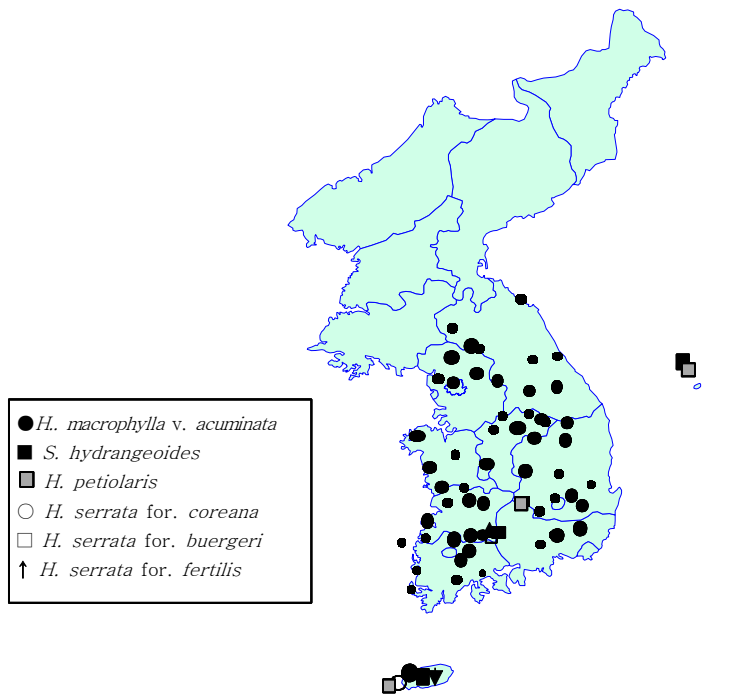


Figure. 1. A map showing distribution sites *Hydrangea* & *Schizophragma* species

나. *Deutzia*屬 식물

국내에 생육하고 있는 말발도리류는 야생상태에서 생육하고 있는 7종(꼬리말발도리, 바위말발도리, 매화말발도리, 해남말발도리, 지리말발도리, 물참대, 말발도리)과 말발도리의 3변종(속리말발도리, 태백말발도리, 털말발도리<=*D. parviflora* v. *pilosa* = *D. parviflora* v. *amurensis*>)이 알려져 있다. 또한 빈도리, 뿔참빈도리, 애기말발도리, 등근잎말발도리 등 일본원산의 4종이 식재되고 있어서 총 14종류가 생육하고 있는 것으로 조사되었다.

Table 2. Distribution sites of genus *Deutzia* in Korea(Published literature and specimens)

Scientific (Korean name)	Distribution sites	
<i>D. paniculata</i> 꼬리말발도리	경상북도	소백산, 영주 옥녀봉, 포항 구룡포, <u>팔공산</u> , 칠곡 송림사
	경상남도	<u>운문산</u> , 밀양 표충사, 지리산, 가야산, 진해 불모산
	제주도	한라산
<i>D. scabra</i> 둥근잎말발도리	경기도	소요산, 덕적도
	전라남도	가야산, 광양 백운산, 지리산 노고단
	충청북도	월악산
<i>D. crenata</i> <i>f. plena</i> 많첩빈도리	경기도	고양 원신동 진터말, 양주군 장흥면 석현리 일영봉, 광릉
	서울특별시	서대문 대현동, 서초 연구비, 성북 고려대, 여의도 밤섬
	강원도	설악산 대청봉, 금강산, 치악산, 계방산, 태백산, 자명산, 학무산, 춘천 대룡산·삼악산·금병산, 춘성 오봉산·북배산, 용화산, 홍천군 가리산·공작산, 양구 사명산·백석산, 인제 대암산·학석산, 평창 백덕산, 간성 건봉산, 철원 명성산, 삼척 두타산, <u>정선 가리왕산</u> , 철원 학포리, 화천군 광덕산, 영월군 곰봉, 삼척 황지 현리
	경기도	명지산, 유명산, 천마산, 소요산, 용문산, 광교산, 가평 호명산, 가평읍 새말, 강화도, 광주 검단산, 남양주 상봉, 시흥 군자봉, 이천시 추곡, <u>광릉</u>
	경상남도	<u>지리산</u> , <u>가야산</u> , 운문산, 남해 금산, 거제 계룡산, 밀양 제약산, 창녕 화왕산
	경상북도	주흘산, 소백산, 일월산, 봉화 청량산, 영주시 부석면 방동, 영천 보현산, 문경 운달산, 울진 백암산, 팔공산, 비슬산, 칠곡군 가신산성
	서울특별시	북한산, 청량리동 홍릉임업시험장
	전라남도	<u>지리산</u> 노고단, 성삼재, 백운산, 민주지산, 화순군 백아산·화학산, 고흥군 봉래면 신금리, 담양군 남면 정곡리 절골, 보성군 문덕면 양동리 원촌, 순천대, 장성군 남창골, 함평군 청학동, 장흥 금산리
	전라북도	<u>덕유산</u> , 장안산, 운장산, 부안군 변산면 대항리 방포
	제주도	한라산, 제주시 연동 한지골
충청남도	계룡산, 대둔산, 서산시 가야봉	
충청북도	속리산, 월악산, 백화산, 괴산군 서부리, 제천시 한수면 송계리 꼬부랑재, 청원군 미원면 동산말	
함경남도	정평군 정평, 명천군 상고면 상응봉	
황해도	은율군 구월산	

Scientific name (Korean name)	Distribution sites	
<i>D. uniflora</i> 매화말발도리	강원도	설악산, 마등령, 점봉산 오대산, 소금강, 대성산, 사명산, 치악산, <u>태백산</u> , 계방산, 정선 백운산, 인제 가리산·매봉산, 화악산, 강릉 만덕봉, 영월 완택산, 철원 명성산, 홍천 북방, 화천 두타연, 정선 기우산, 춘천 삼악산·연엽산·대룡산·오봉산·금병산·공작산, 춘천 추곡, 춘천 청평 구성폭포, 삼척 가곡면산, 양구 동면, 화천군 화천읍 동촌리 여좌동
	경기도	<u>화악산</u> , <u>축령산</u> , 명지산 매봉, 천마산, 소요산, 운악산, 용문산, 용인 광교산, 수원 광교산, 광주 태화산, <u>광릉</u> , <u>쫓대봉</u> , <u>포천 산정호수</u> , 가평군 새말, 수원시 팔달구 인계동, 강화군 마니산, 덕적도
	경상남도	<u>지리산</u> , <u>가야산</u> , 남해 금산, 사천시 와룡산, 거창 기백산, 산청군 삼장면 유평리
	경상북도	일월산, 주흘산, 금오산, 월악산, 운달산, 봉화군 청량산, 금릉, 비슬산, 황성산, <u>팔공산</u> , 칠곡 송림사, 도동
	서울특별시	북한산, 도봉산 자운봉, 관악산, 홍릉임업시험장, 서초구 내곡동 현인마을,
	전라남도	백운산, 지리산 천왕봉, 피아골, 백운계곡, 화엄사, 노고단, 쌍계사, 조계산, 광양시 동곡리 병암·진상면 어치리 내회·싸목재·외회, 순천대, 순천시 송광면 우산리 내장·장안리 굴목, 장흥군 <u>가지산</u> , 장흥군 유치면 봉덕리 당촌, 완도, 보길도
	전라북도	<u>무주(덕유산)</u> , 진안 운장산
	충청남도	계룡산, 태안군 조개산, 연기군 광덕산
	충청북도	소백산 다리안폭포, 속리산(천황봉), 민주지산, 보은군 아미산, 괴산군 괴산읍 서부리 오룡동·성동리, 제천시 한수면 송계리 꼬부랑재,
	함경남도	신흥군 삼상면 천불산, 정평군 정평읍 정평
<i>D. hamata</i> 바위말발도리	강원도	설악산 대청봉, 강릉시 연곡면 삼산리 장천동, 평창군 평창읍 하리 잣배기
	경기도	축령산, 관악산, 명지산 매봉, 축령산, 천마산, 소요산, 용문산, 광릉, 가평군 가평읍 읍내리 새말, 오산시 남촌동 궤리사, <u>포천 산정호수</u>
	경상남도	남해 금산, 지리산, 가야산, 합천 황매산
	경상북도	봉화군 청량산, 주왕산
	서울특별시	북한산, 도봉산, 홍릉임업시험장
	전라남도	지리산 피아골, 천왕봉, 조계산, 덕유산, 해남군 송지면 송호리 송호, 임실군 관촌면 관촌리 관촌
충청남도	공주시 계룡면 양화리 계룡산, 괴산군 청안면 문당리 칠보산, 단양군 단성면 외중방리, 속리산(천황봉)	
<i>D. parviflora</i> var. <i>barbinervis</i> 태백말발도리	강원도	<u>태백산</u>
	경상북도	봉화군 백천
	서울특별시	홍릉임업시험장
	충청북도	속리산

Scientific name (Korean name)	Distribution sites	
<i>D. gracilis</i> 애기말발도리	강원도	두타산, 대성산, 태백산
	경상북도	일월산
	서울특별시	홍릉임업시험장
	전라남도	고흥군 동일면 백양리 내라로도
<i>D. crenata</i> 빈도리	강원도	설악산, 두타산, 삼척 복두산
	경기도	관악산, 축령산, 천마산, 소요산, 서울대 농대, 안성시 외 건지, 광릉, 부평구 부평동 신터리
	서울특별시 전라북도	홍릉임업시험장, 이화여자대학교, 서초구 연구비 덕유산
<i>D. glabrata</i> 물참대	강원도	두타산, 청옥산, 설악산 대청봉, 태백산, 금강산, 치악산, 오대산, 소금강, 태기산, 춘천 오봉산·대룡산, 양구 사 명산, 옥계 매봉산, 홍천 팔봉산·공작산, 삼척 대성산, 정선 고양산, 삼척 응봉산, 화천 명성산, 강릉시 성산면 어흘리·연곡면 삼산리 장천동, 평창군 하리 잣배기, 화 천군 신읍리 남별원, 간성 가칠봉, 정선 곰봉
	경기도	명지산, 축령산, 천마산, 운길산, 소요산, 용문산, 광교산, 유명산, 소리산, 광덕산, 화악산, 광릉, 가평군 읍내리 새 말, 화성시 화신
	경상남도	지리산, 가야산, 운문산
	경상북도	주흘산, 일월산, 주왕산, 소백산, 다리안폭포, 비봉산, 금 오산, 학가산, 비봉산, 봉화군 태백산, 포항 내면산, 울진 백암산, 문경 운달산, 봉화군 석포면 대현리 백천, 영천 시 신령면, 영주 풍기 수철동, 팔공산, 비슬산
	서울특별시	도봉구 도봉산, 홍릉임업시험장, 창덕궁
	전라남도	지리산 노고단-반야봉, 세석평야, 천왕봉, 덕유산, 백운 산, 장안산, 장흥군 제암산, 영암 운장산, 해남군 성내
	전라북도	내장산, 지리산 반야봉
	충청북도	속리산, 민주지산, 괴산군 칠성면 쌍곡리 군자산·덕가 산, 단양 도덕산, 영동군 양강면 산막리 천마령, 단양군 고수리 안고수
	평안북도	묘향산
	황해도	황해 장수산, 서흥군 서흥읍, 송화군 초도면 초도
함경북도	백두산, 관모봉	
<i>D. parviflora</i> v. <i>am-urensis</i> 털말발도리	충청북도	제천시 한수면 송계리 꼬부랑재
<i>D. coreana</i> var. <i>triradiata</i> 지리말발도리	경기도	소요산
	경상남, 북도	지리산, 비슬산
	전라북도	덕유산, 변산반도, 임실, 장수군 계남면
<i>D. coreana</i> var. <i>tozawae</i> 해남말발도리	강원도	설악산
	경상남도	지리산, 남해군 북변, 서변, 남해 금산
	경상북도	문경시 문경읍 상초리 부봉, 주흘산, 팔공산
	전라남도	여수시 돌산도, 해남군 성내
	충청남도	대둔산, 괴산군 장연면 송덕리

* _____ : surveyed regions in 2001

이 중에서 해남말발도리, 지리말발도리, 꼬리말발도리는 특산식물로서 매우 한정적인 곳에
만 분포하는 것으로 나타났다. 문헌 또는 표본 상에 나타난 분포지를 정리하고 이 중 분포
를 확인한 지역을 표시하여 정리한 결과는 Table 2와 같다.

조사결과, 정리된 지역에서 바위말발도리의 분포는 매화말발도리의 오동정에 따라 여러 지
역에서 나타나는 것으로 보이며, 이 종의 정확한 분포지역으로 남한 내에서는 포천군 산정
호수지역일대로 중북부 지방에 한정되어 있는 것으로 확인되었는데, 앞으로 더욱 많은 면적
을 포괄하는 조사가 수행된다면 이보다 더 구체적인 분포결과를 나타낼 수 있을 것으로 사
료된다. 문헌 기재상 분포 또한 황해도, 평남, 평북 등 북부지방으로 되어있는 것을 볼 수
있다. 따라서, 경기 북부지역이 이 식물의 남방한계선임을 알 수 있다.

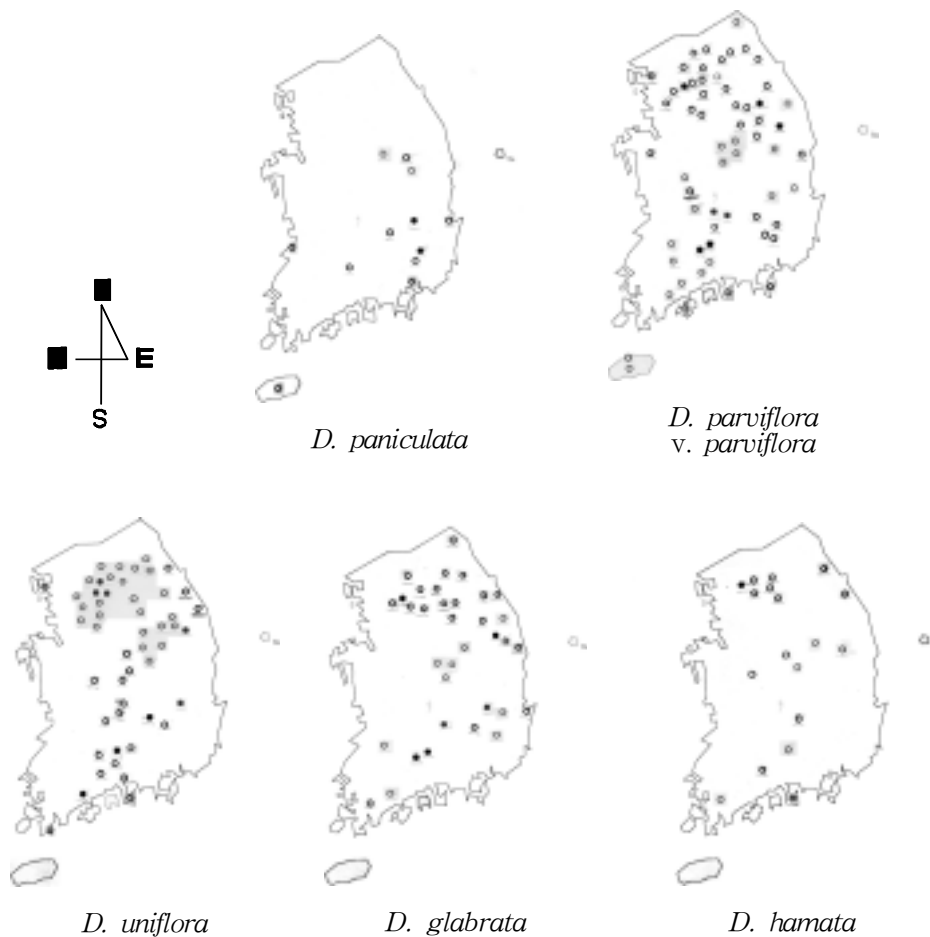


Figure 2. Maps showing distribution sites(○) and surveyed regions(●) *Deutzia* species in Korea

말발도리屬 식물 중 말발도리, 물참대, 매화말발도리 등 3종은 그 분포가 중부지방을 중심으로 거의 전국적으로 나타나는 것을 볼 수 있으며, 타종과 혼생하여 출현하기도 한다. 출현빈도는 말발도리와 매화말발도리가 비슷한 빈도를 보이면서 가장 높게 나타났으며, 물참대가 다음으로 나타났다. 바위말발도리나 꼬리말발도리가 분포지역의 제한으로 인하여 가장 낮은 빈도를 나타냈다(Figure 2).

지리말발도리(*D. coreana* v. *triradiata*)는 지리산과 조계산, 백운산 등 주로 남부지역에 분포하는 것으로 나타났으며, 해남말발도리(*D. coreana* v. *tozawae*)는 해남 두륜산과 지리산에 분포하는 것으로 조사되어졌는데, 이들 두 종에 대하여는 매화말발도리와 통합여부 등 아직 분류학적으로 검토할 문제가 남아 있는데, 이러한 중간 문제가 되는 특징은 잎의 성모에 의한 특징이므로 이 연구과제에서 중요한 자원으로써의 측면에서는 중요한 인자가 아니라고 판단되어 여기서는 이 두 종에 대하여는 따로 나누어 다루지 않았다.

기준표본 채집지가 원산인 꼬리말발도리(*D. paniculata*)의 경우, 경북, 경남, 전북, 제주도 등에 분포하는 것으로 나타났는데, 표본 확인 결과 이는 이 식물과 화서 형태가 동일한 식재종을 오인하여 동정한 결과가 다수였다. 2001년 조사에 의해 분포지가 확인된 지역은 경북 팔공산, 경남 가지산 등이다.

다. *Saxifraga*屬 식물

범의귀屬(Gen. *Saxifraga*)은 범의귀과에 속하는 속 중 가장 큰屬으로서 주로 북극에서 온대까지 자라며(이창복, 1985), 아시아, 유럽, 북미, 남미(안데스 산지) 등의 주로 고산 지대에 걸쳐 약 450여종이 분포하고 있다. 국내에 분포하고 있는 종류는 모두 12종류로 이중 바위떡풀 및 바위취 등이 가장 흔하며, 9종을 제외한 바위떡풀, 지리산바위떡풀, 털바위떡풀 등의 3변종이 알려져 있다. 씨눈바위취, 구름범의귀, 백두산바위취, 범의귀 등 북한지역 분포식물 4종을 제외한 8종류에 대하여, 국내 범의귀屬 식물의 분포지역을 파악하고자 기존 식물상 조사문헌과 각 대학 및 수목원 표본관 소장 표본자료를 통한 종별 자세한 분포지역을 조사하여 정리하였으며, 이를 도해하였다(Table 3, Figure 3). 바위떡풀과 바위취 등이 가장 큰 분포역을 가지고, 중·남부지역 일대에 걸쳐 광범위하게 나타나고 있으며, 특히 바위떡풀의 경우 그 빈도가 상당히 높은 것을 알 수 있다. 그밖에 씨눈바위취, 범의귀, 구름범의귀, 백두산바위취 등이 북부지역에 한정되어 분포하고 있는 것으로 조사되었으나, 범의귀의 경우 충북, 경북, 경남 등에 분포하는 것으로 조사되어 종동정에 오류가 따른 것으로 사료되는 바, 이에 따른 확인이 요망되었다. 구실바위취와 흰바위취의 경우, 강원도 북부지역을 중심으로 하여 한정분포하며, 구실바위취는 일부 경기지역에 까지 분포하는 것으로 나타났는데, 우리나라 특산식물로서의 가치와 분포가 일부 지역에 국한되므로, 그 중요성이 더욱 크다 하겠다. 일부 지역에 출현하며, 바위떡풀과 유사한 종이나 그에 비해 잎표

면에 털이 거의 없고, 엽병에 털이 약간 있는 지리산바위떡풀과 털이 많이 있는 털바위떡풀은 학자마다 이견이 있어 앞으로 분류학적 검토가 요망되는 종이다.

Table. 3. Distribution sites of *Saxifraga* species in Korea(Published literature and specimens)

Scientific name (Korean name)		Distribution sites							
<i>S. laciniata</i> 구름범의귀	함남	신흥군	동산면						
	함북	무산군	백두산						
<i>S. octopetala</i> 구실바위취	강원	설악산	치악산	점봉산	대관령	오대산	계방산		
	경기	수원산	화악산						
	함북	경성군	주을온면		부녕군	고무산			
<i>S. fortunei</i> var. <i>incisolobata</i> 바위떡풀	강원	자병산	계방산	동대산	방태산	설악산	오대산	치악산	
		점봉산	두타산	대룡산	오봉산	삼악산	금병산	대관령	
		문암산	공작산	가리산	용화산	화천	영월		
		춘천	남산면	평창	봉평면				
	경기	서리산	축령산	소요산	청계산	청양산	화악산	관악산	
		천마산	광교산	용문산	도봉산	명성산	광릉	고양	서오능
	경남	기백산	벽방산	용화산	가라산	금산	천황산	지리산	
		금오산	백운산	가야산	망운산	양산	시살등	거제	옥녀봉
	경북	가지산	청옥산	선달산	어래산	팔공산	주흘산	학가산	
		소백산	보현산	주왕산	울릉도	울진	소광리		
	서울	북한산	불암산	도봉산					
	전남	조계산	월출산	무등산	함평	광교		담양	
	전북	광덕산	덕유산	내장산	모악산	적상산		미륵산	운장산
		황산	변산반도						
	제주	한라산	서귀포	북제주군					
	충남	계룡산	칠갑산	대둔산	금산				
	충북	식장산	도락산	소백산	군자산	속리산			
평남	낭림산								
<i>S. stolonifera</i> 바위취	강원	설악산	오대산						
	경기	수원산	천마산	문학산	광릉				
	경남	용화산	지리산	금오산	백운산	가야산	대암산	황매산	
		팔공산	신불산	부산	승학산	남산	동산리	대구	각골
	경북	주흘산	보현산	가산	청송	산지봉			
	서울	도봉산	독기촌	서교동	연구비	사복촌		염주골	
		중동	정능	비말	하방하교			용두남동	
	전남	지리산	금성산	난봉산	조계산	매곡			
	전북	변산반도							
	제주	한라산							
	충남	계룡산	흑성산						
	충북	소백산	식장산	보문산	속리산	왕가산	괴산	화양동	
		대전	새울						

Scientific name (Korean name)	Distribution sites							
<i>S. furumii</i> 범의귀	경남	가라산	김해	부원동	충북	계룡산		
	경북	울릉도			함북	관모봉	백두산	
<i>S. fortunei</i> var. <i>koraiensis</i> 지리산마위떡풀	경기	소요산			전북	덕유산		
	경남	지리산			제주	한라산		
	전남	진도			충북	속리산		
	충남	계룡산	칠갑산	소백산	논산			
<i>S. oblongifolia</i> 참마위취	강원	설악산	태백산	금강산	제주	남제주	남원읍	
	경남	지리산	가야산	남덕유산	충남	서면	주항저수지	
	경북	가지산			평북	묘향산		
	전북	덕유산						
<i>S. manshuriensis</i> 흰마위취	강원	계방산	설악산	치악산	태기산			
	제주	인화동			함북	백두산	무산	
	평북	묘향산						
<i>S. fortunei</i> v. <i>pilosissima</i> 털마위떡풀	경남	가야산			충남	수덕산		
	경북	울릉도						
<i>S. nelsoniana</i> 툭마위취	강원	계방산	방태산	설악산	오대산	점봉산	두타산	치악산
		석룡산	태기산	가리왕산	양구	가칠봉		
	경기	화악산	광덕산		충북	소백산		
	경남	가야산			함북	무산	백두산	
	함남	신흥	동산면	원풍면	부전령			

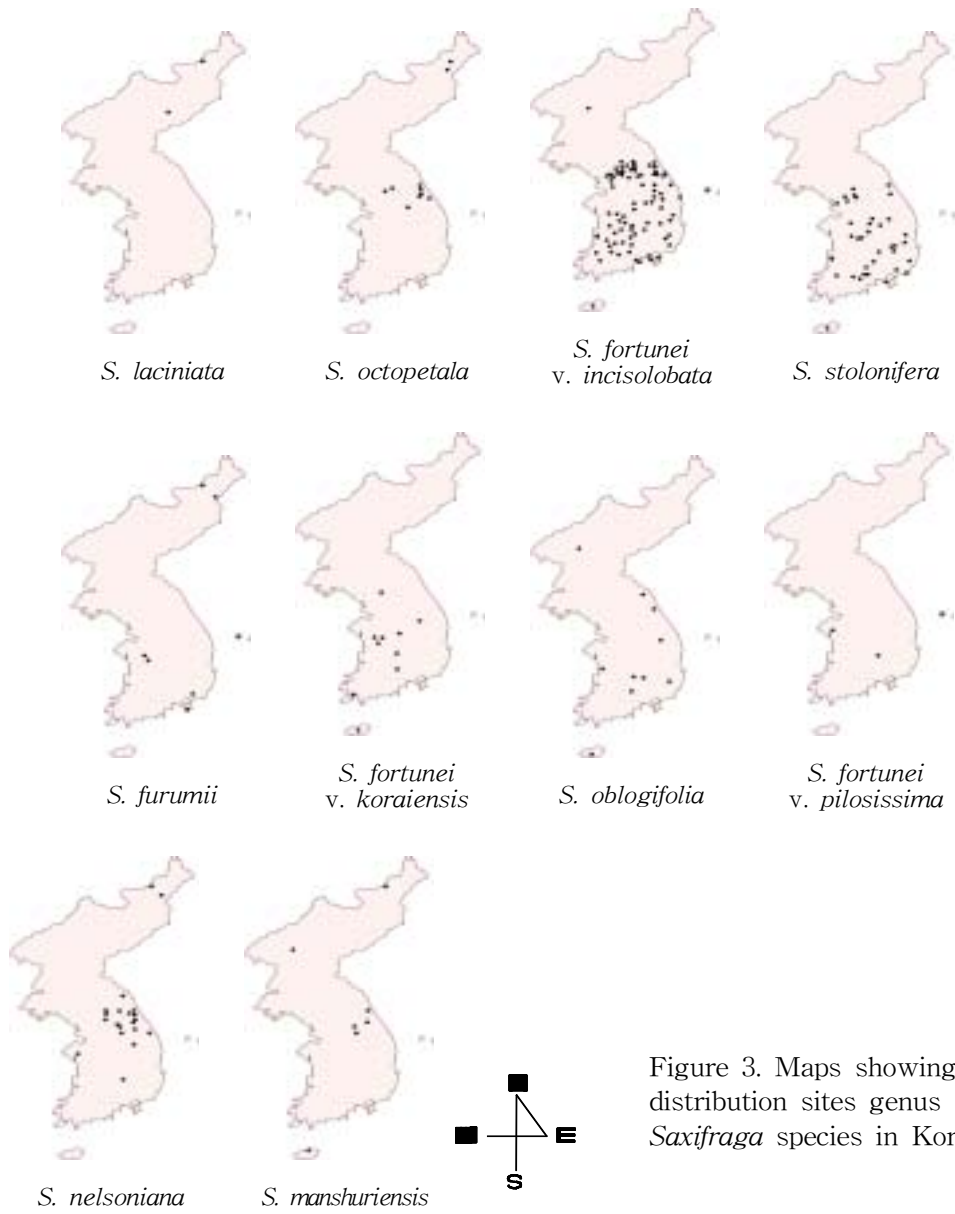


Figure 3. Maps showing distribution sites genus *Saxifraga* species in Korea

제2절 범의귀과 식물의 개체군 특성

1. 개화기간

국내에 자생하는 것으로 알려진 말발도리류 7종의 개화기와 분포지에 대한 문헌조사를 실시한 결과를 보면, 개화기에 있어서 해남말발도리와 지리말발도리, 매화말발도리, 바위말발도리 등이 4월부터 5월에 걸쳐 개화하고, 말발도리, 물참대, 꼬리말발도리는 5월부터 6월에 걸쳐 개화하는 것으로 조사되었다. 이러한 개화기는 가장 일반적인 화단에서 꽃이 개화하는 시기와 일치하므로 특별한 이점이 있는 것은 아니지만 보편적인 소재로 활용하기에는 무리가 없는 시기이다. 국내에 분포하는 범의귀屬 식물 9종류에 대한 종별 개화기와 분포지에 대한 여러 문헌조사를 실시한 결과, 개화시기에 있어서 바위취가 5~6월로 가장 빨리 개화하며, 바위떡풀이 7~9월로 가장 늦게까지 개화하는 것으로 나타났다. 또, 바위떡풀, 툇바위취, 흰바위취 등이 오랜 기간을 걸쳐 개화하는 것으로 조사되었으며, 대체로 6~8월을 중심으로 개화하는 종이 가장 많은 것으로 나타났다(Table 4).

Table 4. Flowering time of Saxifragaceae species in Korea

Scientific name	Flowering time					
	Apr.	May	June	July	Aug.	Sept.
<i>D. hamata</i>		—				
<i>D. uniflora</i>		—				
<i>D. parviflora</i> v. <i>parviflora</i>		—	—			
<i>D. glabrata</i>		—	—			
<i>D. paniculata</i>			—			
<i>S. laciniata</i>				—	—	
<i>S. octopetala</i>				—	—	
<i>S. fortunei</i> v. <i>incislobata</i>				—	—	—
<i>S. stolonifera</i>		—	—			
<i>S. furumii</i>				—	—	
<i>S. cernua</i>				—	—	
<i>S. oblongifolia</i>				—	—	
<i>S. nelsoniana</i>			—	—		
<i>S. manshuriensis</i>			—	—		

2. 생활형

생활형은 그 식물을 자원화 하기 위해서 특히 재배 및 번식에 있어서 가장 먼저 파악해야 할 기본적인 사항이다. 따라서 국내에 분포하거나 도입되어 식재되는 범의귀과 식물의 생활형을 조사하여 정리한 결과는 다음과 같다(Table 5).

생활형을 볼 때, 수국류의 대부분이 N type(저목)이며, 지하나 지상에 연결체를 전혀 만들

Table 5. Life form of Saxifragaceae species

휴면형	번식형		생육형	Scientific name	Korean name
	지하기관형	산포기관형			
N	R ₅	D ₅	e	<i>H. macrophylla</i>	수국
				<i>H. paniculata</i>	나무수국
N	R ₅	D ₄	e	<i>H. macrophylla</i> v. <i>acuminata</i>	산수국
				<i>H. arborescens</i>	미국수국
N	R ₅	D ₄	l	<i>H. petiolaris</i>	등수국
M	R ₅	D ₄	l	<i>Schizophragma hydrangeoides</i>	바위수국
N	R ₃	D ₄	e,b	<i>Deutzia crenata</i>	빈도리
				<i>D. parviflora</i> var. <i>parviflora</i>	말발도리
				<i>D. parviflora</i> var. <i>amurensis</i>	털말발도리
				<i>D. glabrata</i>	물참대
				<i>D. paniculata</i>	꼬리말발도리
				<i>D. hamata</i>	바위말발도리
				<i>D. uniflora</i>	매화말발도리
N	R ₅	D ₄	e	<i>D. scabra</i>	둥근잎말발도리
H	R ₃	D ₄	ps	<i>Saxifraga cernua</i>	씨눈바위취
H	R ₅	D ₄	r	<i>S. nelsoniana</i>	톱바위취
				<i>S. octopetala</i>	구실바위취
				<i>S. oblongifolia</i>	참바위취
HH	R ₃	D ₄	r	<i>S. stolonifera</i>	바위취
HH	R ₅	D ₄	r	<i>S. fortunei</i> var. <i>incislobata</i>	바위떡풀
				<i>S. fortunei</i> var. <i>pilosissima</i>	털바위떡풀
HH	R ₅	D ₄	ps	<i>S. manshuriensis</i>	흰바위취

*1. 휴면형 - H: Hemicryptophyte, N: Nanophanerophyte, M: Microphanerophyte, HH: Hydrophyte

2. 번식형 - 지하기관형 Radicoid form R₃: Narrowest extent, R₅: Non-clonal growth(monophyte)
산포기관형 Disseminule form D₄: Having no special modification for dissemination,
D₅: Not producing seeds

3. Growth form - e: Erect, l: Liane, b: Branched, r: Rosette, ps: Pseudo-rosette

지않고(R₅), 중력에 의한 산포에 의해 번식하는 것(D₄)으로 조사되었다. 또, 산수국의 경우에는 직립형(e), 등수국과 바위수국의 경우에는 넉출형(l)의 생육형을 나타냈다. 특히, 우리나라의 경우 넉출형인 식물소재가 매우 부족한 실정이어서 등수국과 바위수국의 특징은 매우 중요한 요소이다. 수국류의 정원이용실태를 조사해 보면 등수국의 경우 실제로 선진국에서 벽면식재 소재로 매우 활발하게 사용되는 것을 알 수 있다.

3. 개체군 특성

가. *Hydrangea*屬 식물

개체군 특성은 주요 수국류의 분포지 중에서도 집단적으로 분포하는 지역을 중심으로 이루어 졌으며 그 결과를 간략히 요약하면 다음과 같다(Table 6). 자생 수국류의 종별 개체군 특성 조사결과를 보면, 산수국의 개체군은 수분조건이 양호한 지역으로 서어나무류,

참나무류 등 잘 발달된 천연활엽수림 내(Figure 4)에서 주로 큰 면적을 차지하고 있었으며, 대부분이 분산형 분포를 이루고 있다. 또한 광선조건은 광선투과량이 30~70%로 임연 혹은 임내에서도 수관이 일부 소개된 지역에서 주로 분포하였다. 상층수관울폐가 산수국의 개체군 감소에 주요 요인으로 작용하는 것으로 나타났다.

등수국과 바위수국은 제주도와 울릉도지역에서 전지역에 걸쳐 나타나는데, 줄기에서 기근이 나와 주로 수간이나 바위 곁에 붙어서 자라며, 척박한 환경조건 하에서도 개체군을 잘 유지하고 있었다. 단 이러한 지역에서 서식하는 개체들은 잎의 크기 등에서 현저하게 작게 나타나는 등의 차이를 보였다. 개체군의 크기는 대체로 작고 서식조건에 따라 분산·밀집형의 분포를 보였다. 이러한 두 분류군 역시 임내 수관 울폐로 광선경쟁에서 도태되어 점차 개체군의 규모가 작아지는 경향이 관찰되었다. 따라서 수국류 자원보전을 위해서는 현재 자생지 서식조건에서 방치될 경우 크게 유전자풀이 감소될 가능성이 나타나므로 이에 대한 대책이 요구된다.



Figure 4. Habitat status of *Hydrangea macrophylla* var. *acuminata* in Jeju

나. *Deutzia*屬 식물

대상식물이 출현하는 지역을 중심으로 조사한 결과를 간략히 요약하여 Table 7과 같다. 말발도리屬 식물이 나타나는 공통적인 지형으로는 광선에 어느 정도 노출되거나 거의 음지에 가까운 바위가 많은 계곡부 또는 절벽 등으로 산복 중·하부정도까지 분포한다. 이들 지역은 토양의 발달이 미약하여 대상식물의 뿌리가 직접 바위틈으로 파고들거나 바위를 감싸고 있는 형태를 하고 있는데 척박한 환경조건 하에서도 개체군을 잘 유지하고 있었다. 주로 임내 가장자리 부근에 상층수관이 울폐되지 않은 지역을 중심으로 분포하며, 일반적으로 생육지가 계곡이나 강을 접하고 있으므로 공중습도가 다소 높고 부엽층이 그리 두텁지 않은 지역에서 대부분의 개체군이 분산·밀집형의 분포를 이루고 있다. 개체군의 크기는 지역별, 개체군별로 각각 차이가 있으나 대개의 경우, 1~30 여개체 내외였다.

주변 출현식생은 주로 교목층과 관목층이 발달되어 있는 반면에 초본층의 발달은 미약하며, 동일한 속의 종(매화말발도리-물참대, 바위말발도리, 말발도리-물참대 등)이 서식지를

같이하여 분포하기도 한다.

Table 6. Ecological characters of each species in investigated regions

산수국(<i>Hydrangea macrophylla</i> var. <i>acuminata</i>)					
조사지	지리산 백무동	지리산 장터목	지리산 노고단	제주도 북제주군	
광도	30 %	70 %	30 %	70 %	
서식지 특성	경사	6~10 %	11~40 %	11~40 %	41~60 %
	부엽층	20~50 mm	51~100 mm	51~100 mm	<20 mm
	토양수분	51~75 %	51~75 %	51~75 %	26~50 %
	토양유기물	26~50 %	26~50 %	26~50 %	26~50 %
	토성	loam+clay	loam+clay	loam+clay	sand+loam
지형특성	등산로변 계곡부 산기슭 바위틈	등산로변 계곡부,산기슭	사면 능선부	-	
개체군 구조	크기	31~100	101~500	11~30	>500
	면적	5m×5m	20m×20m	6m×6m	200m×100m
	밀도	-	-	-	10(최고:70 최저:0)
	분포	분산형	분산형	-	분산형
개체군 phenology/demography	생식가능	1개체(개화)	90%(개화:100%)	90%(개화:100%)	70%(개화:100%)
	생식불능	100%(유묘:100%)	10%(유묘:100%)	10%(유묘:100%)	30%
주변출현종	교목층 (DBH, 수고)	갈참, 물푸레나무 함박꽃나무, 비목나무 쪽동백, 당단풍	가지박달(15,10) 오리나무(18,12) 고로쇠 거제수(35,14) 당단풍,	쇠물푸레(10,8) 다릅나무(15,10) 고로쇠(15,7) 갈참(20,20)	벗나무 (8,8)
	관목	개암나무 조록싸리	고광나무,물참대 고로쇠,쪽동백	함박꽃나무 까마귀밥여름	섬쥐똥나무(2,2) 산수국(3,3)
	층 (C,S)	바위말밭도리 고광나무, 생강나무	함박꽃,철쭉꽃,생강나무 <i>Rubus</i> sp. 죽제비싸리	괴불나무,물참대,개다래 회나무, 작살나무	인동(1,1), 다릅나무 + 산철쭉(1,1),매죽나무(1,1)
	초본층 (C,S)	큰천남성 <i>Athyrium</i> sp. 우드풀 오리방풀 짚신나물, 태백제비꽃	파리풀,산골무꽃 까치고들빼기 <i>Clematis</i> sp. <i>Carex</i> sp.면마,관중 십자고사리 일엽초,단풍취	평의다리아제비 질경이,멀가치,갈퀴덩굴 십자고사리,관중 물봉선,노루오줌 담배풀,짚신나물,현삼 <i>Carex</i> sp.두메갈퀴	하늘타리(1,1) 명석딸기(1,1) 고사리(1,1) 왕모시풀(1,1) 개면마 +, 쇠무릎 +

산수국(*Hydrangea macrophylla* var. *acuminata*)

조사지	제주도 애월읍	제주도 한라산	제주도 1100도로	제주도 제주시	
광도	100 %	60 %	60 %	50 %	
서식지 특성	경사	0~5 %	11~40 %	11~40 %	0~5 %
	부엽층	0 mm	<20 mm	<20 mm	<20 mm
	토양수분	11~25 %	26~50 %	26~50 %	26~50 %
	토양유기물	11~25 %	26~50 %	26~50 %	26~50 %
	토성	-	loam + clay	loam	sand + loam
지형 특성	서부 개활지	등산로변 계곡부 사면	도로절개지 노출된 사면	조림지 임내-임도변	
개체군 구조	크기	11~30	1~10	>500	>500
	면적	100m×50m	5m×5m	200m×10m	200m×50m
	밀도	0.1	5(최고:10 최저:0)	20(최고:50 최저:0)	5(최고:50 최저:0)
	분포	분산형	분산형	밀집형	분산형
개체군 phenology / demography	생식가능	90%(개화:100%)	60%(열매:100%)	30%(개화:100%)	60%(개화:100%)
	생식불능	10%(유묘:90%)	40%(성숙:50%)	70%(유묘:30%)	40%(성숙:30%)
주변출현종	교목층 (DBH, 수고)	-	개서어나무나무 (10,10)×3 (20,10)×3	[10m×10m] 서어나무(15,40)(12,25)×2 산딸나무(8,8)×5	-
	관목	자귀나무(1,1) 국수나무(1,1)	주목(1,1) 산수국(1,1)	털팽나무 + 산수국(3,3)	산수국
	층 (C,S)	조구니나무 + 산수국(1,1) 탐라산수국(1,1)	제주조릿대(4,4)	매죽나무(1,1) 다릅나무 + 사위질빵(1,1)	제주조릿대
		청미래덩굴(1,1) 억새(1,1),쭉(1,1)	다릅취꼬리(1,1) 뱀딸기(1,1)	조릿대(3,3) 고마리(1,1)	왕모시풀
	초본층 (C,S)	가시영경취(1,1) 서양금혼초(2,2) 환삼덩굴(2,2)	Carex sp.(3,3) 쯤제비꽃 + 팽이밥 (1,1)	고사리(1,1) 팽이눈(1,1) 참나물(1,1)	억새,물봉선 쇠무릎,마,쭉
		참새귀리(1,1) 개망초 + 고사리(1,1) 기름나물 +	천남성 +,곰취 + 쯤신나물 + 박쥐나물 +	관중(1,1) 박쥐나물 + 개면마 +,곰취 +	파리풀,개망초 환삼덩굴 영경취,천마

등수국(*Hydrangea petiolaris*)

조사지	제주도 1100도로	울릉도 저동	울릉도 도동항	울릉도 도동2리	
광도	60 %	60 %	100 %	40 %	
서식지 특성	경사	11~40 %	6~10 %	41~60 %	6~10 %
	부엽층	<20 mm	20~50 mm	<20 mm	20~50 mm
	토양수분	26~50 %	26~50 %	11~25 %	11~25 %
	토양유기물	26~50 %	11~25 %	<10 %	11~25 %
	토성	loam	loam	-	loam
지형특성	도로절개지, 노출된사면	계곡부 주변부	해안 산책로	등산로변 산복하부	
개체군 구조	크기	1~10	-	1~10	1~10
	면적	2m×2m	-	-	-
	밀도	20(최고:50 최저:0)	-	-	-
	분포	밀집형	분산형	밀집형	분산형
개체군 phenology/demography	생식가능	30%(개화:100%)	80%	100%	80%(개화:100%)
	생식불능	70%(유묘:30%)	20%(성숙:70%)	0%	20%(성숙:100%)
주변출현종	교목층 (DBH, 수고)	[10m×10m] 서어나무(15,40) (12,25)×2 산딸나무(8,8)×5	우산고로쇠 군락지	-	해송(곰솔) 군락지
	관목	덜꿩나무 + 산수국(3,3)	동백나무,쪽동백	느티나무,보리밥 작살나무,섬벚나무	섬꿩나무, 우산고로쇠 섬매자,헛개나무
	층	매죽나무(1,1) 다릅나무 + 사위질뽕(1,1)	섬단풍,난티나무 섬꿩나무 섬벚나무	섬단풍,동백나무 섬매자,곰딸기, 사철 이대,두메오리,맹맹이덩굴 우산고로쇠	섬피나무,섬매강 섬딸기,섬벚나무 섬단풍,말오줌나무
	초본층	조릿대(3,3) 고마리(1,1) 고사리(1,1) 꿩이눈(1,1)	섬딸기	두메부추,참나리, 송악, 섬기린초,섬꼬리풀갯보리,, 참억새 섬바디,개똥쑥	전호, 섬노루귀 아욱제비꽃, 섬제비꽃, 두루미꽃, 참새귀리
	층	참나무(1,1) 관중(1,1) (C,S) 개면마+,곰취+,박쥐나무+	섬꼬리풀 섬포아풀 오리방풀 쇠뜨기	해국,속털개밀,울릉장구채	

바위수국(*Schizophragma hydrangeoides*)

조사지	제주도 돈네코	울릉도 저동	울릉도 성인봉	울릉도 도동2리
광도	100 %	95 %	60 %	100 %
경사	>60 %	0~10 %	6~10 %	0~5 %
부엽층	0 mm	<20 mm	<20 mm	<20 mm
토양수분	<10 %	11~25 %	11~25 %	11~25 %
토양유기물	<10 %	11~25 %	11~25 %	<10 %
토성	-	loam	loam	loam
지형특성	계곡부 절벽 바위 위	전석지 계곡하부 초입	계곡부 주변 바위 표면	산정능선부 전석지 바위
크기	1~10	11~30	11~30	1~10
면적	5m×4m	20m×25m	30m×30m	-
밀도	2.0	-	-	-
분포	밀집형	분산형	분산형	분산형
개체군	생식가능 100%(개화100%)	-	-	100%(개화:100%)
phenology/demography	생식가능 -	-	-	0%
교목층 (DBH, 수고)	-	-	섬벚나무 우산고로쇠 군락지	-
관목층 (C,S)	새비나무 + 싸리(1,1) 등수국(2,2) 자귀나무(1,1) 정금나무(2,2)	왕호장근 섬오리나무 등수국	섬팔기 말오줌나무 쪽동백나무	섬취똥, 섬매자, 말오줌나무 우산고로쇠, 마가목 섬개야광, 섬단풍 섬피나무, 섬벚나무 헛개나무, 섬팔기
초본층 (C,S)	정금나무(1,1), 싸리(1,1) 절레꽃 +, 고란초 + 마 +, 자귀나무 +	고추냉이 긴사상자 오리방풀 개선갈퀴 섬장대, 큰섬자고사리 섬제비꽃	산괭이눈, 왕호장근 섬포아풀, 고사리 전호, 공작고사리 섬바디, 나도히초미, 송악, 섬취오줌풀, 고추냉이 애기똥풀, 거지덩굴섬말나 리, 긴사상자골고사리, 산괭 이밭눈개승마, 큰연령초	전호 섬노루귀 아욱제비꽃 섬제비꽃 두루미꽃 참새귀리

Table 7. Ecological characters of each species in surveyed regions

지역명	가야산		
	해인사-상왕봉	청량사-남산제일봉	백운동-심원사지
출현종	지리말발도리, 말발도리	지리말발도리	지리말발도리, 말발도리, 물참대
위도	35°48-49′	35°46′ 421″	35°48′
경도	128°05-06′	128°06′ 276″	128°08′
서식지 특성			고도 560-790m, 계곡부
경사	6-60%	41-60%	0-60%
부엽층	0-50mm	0mm	0-20mm
토양수분	51-100%	26-50%	26-100%
토양유기물	-	-	-
개체군 특성			
크기	1-100	1-10	1-30
면적	5-50m ×2-10m	10m ×10m	5-20m ×5-30m
분포	밀집된 분포	분산형 분포	다형분포(평균밀도1-5)지역마다
phenology 양상	-	생식가능개체 100%	상이함
	-	(열매성숙 100%)	-
	생식불능개체 100%(성숙 100%)	-	
주변출현식물			
교목층	신갈나무,물푸레나무, 고로쇠, 소나무, 느티나무	소나무, 비목, 물개암나무, 신갈나무	물푸레, 갈참나무, 소나무, 고로쇠, 개암, 까치박달, 낙엽송
관목층	당단풍, 철쭉꽃, 피나무, 미역줄, 조록싸리, 병꽃나무, 물오리, 노린재, 생강나무, 국수나무, 회잎나무, 느티나무, 졸참나무, 물갸나무, 물참대, 물푸레나무, 고추나무, 회나무, 산딸기	생강나무, 작살나무, 초피나무, 조록싸리	쇠물푸레, 생강, 쪽동백, 함박꽃, 붉, 병꽃, 피나무, 고추나무, 개웃, 회, 조록싸리, 단풍나무, 철쭉꽃, 때죽, 국수, 작살, 난티 잎개암, 회잎, 졸참나무
초본층	조릿대, 산거울, 콩계비꽃, 연리갈퀴, 단풍마, 개머루, 벼과류, 광대나물, 꼬리풀, 쇠고사리	조릿대, 고사리류, 사초류	등골레, 담쟁이덩굴, 사초류, 조릿대, 벼과류, 고사리류, 철쭉꽃

경기도 포천군 - 연천군 전곡리			
지역명	산정호수 제방 서쪽 절벽	삼부연 폭포	고석정 절벽 바위
출현종	매화말밭도리, 마위말밭도리		
위도	38°05' 094"	38°08' 459"	38°11' 090"
경도	127°18' 495"	127°19' 579"	127°17' 273"
서식지 특성			
경사	-	>60%	>60%
부엽층	-	<20mm	<20mm
토양수분	-	11-25%	26-50%
개체군 특성	11-30		
크기	5m ×50m	-	1-10
면적	밀집된 분포	10m ×50m	20m ×20m
분포	생식가능개체 80%	밀집된 분포(평균밀도1)	분산형 분포(평균밀도1)
phenology 양상	(열매성숙 100%) 생식불능개체 10%(유묘 100%)	생식가능개체 100% (열매성숙 100%)	생식가능개체 100% (열매성숙 100%)
주변출현식물			
교목층	소나무, 상수리나무	소나무, 물푸레, 산딸, 고로쇠	소나무
관목층	신나무, 버드나무	생강나무, 고로쇠, 서어나무, 작살나무, 국수나무, 당단풍	신갈나무, 병꽃나무, 진달래, 찻리
초본층	들단풍, 쑥, 벼과류, 황새냉이	주름잎, 족도리, 줄방제비꽃, 사초류, 산겨울, 벼과류, 구실사리, 실새풀, 새, 이고들빼기, 벼룩나물, 환삼덩굴, 속속이풀	-

지역명	지리산			
	목동계곡	범양계곡	대성리계곡	한신계곡
출현종	매화말발도리 지리말발도리 말발도리, 물참대	매화말발도리 지리말발도리	매화말발도리	매화말발도리 말발도리, 물참대
위도	35°16' - 17'	35°27'	35°17' 831"	35°20' - 21'
경도	127°35' - 36'	127°36'	127°40' 097"	127°40'
서식지 특성				
경사	0->60%	6-40%	6->60%	6->60%
부엽층	0mm	<20mm	<20mm	0-<20mm
토양수분	26-75%	26-75%	51-75%	11-75%
개체군 특성				
크기	1-30	1-10	1-40	1-30
면적	1-5m ×1-10m	1-4m×1-2m	6-15m ×2-10m	4-10m ×4-10m
분포	분산·밀집 분포	밀집분포	분산·밀집분포	분산형 분포
phenology 양상	생식가능개체100% (열매성숙 60-100%)	생식가능개체 50-100%(열매성숙 100%)	생식가능개체100% (열매성숙 90-100%)	생식가능개체100% (열매성숙 0-95%)
주변출현식물				
교목층	고욤나무, 고로쇠, 버드나무, 굴참, 산뽕, 졸참, 들메, 소사, 비목, 느티나무, 나도밤나무	층층나무, 느티나무, 왕버들, 쇠물푸레, 낙엽송	감태, 졸참, 쇠물푸레, 느티, 노각, 고로쇠, 소사, 굴참나무	느티, 층층, 고로쇠, 굴참, 물푸레, 신갈, 졸참, 노각나무
관목층	고추, 생강, 붉, 개비자, 갯버들, 때죽, 잣나무, 느티, 고로쇠, 고광, 초피, 당단풍, 국수, 쪽동백, 비목, 병꽃, 진달래, 정향, 산수국, 회잎, 작살, 보리수	병꽃나무, 고추나무, 난티잎개암, 쫄레꽃, 소사나무, 때죽나무, 고광, 개비자, 회잎나무, 비목, 국수나무, 층층나무, 물푸레	생강, 산뽕, 초피, 병꽃, 회잎, 고추, 감태, 때죽, 물푸레, 쪽동백, 버드나무	물푸레, 조록싸리, 쪽동백, 팔배, 병꽃, 생강, 때죽, 당단풍, 소사, 쫄레꽃, 소나무, 회목, 고광, 칠쭉꽃, 산수국, 쇠물푸레, 작살, 정향, 감태나무
초본층	담쟁이, 짚신나물, 좁깨잎나무, 기린초, 싸리냉이, 산수국 바위채송화, 산피불주머니, 비과류, 양지꽃, 는쟁이냉이, 관중, 조릿대, 꼭두서니, 십자고사리, 반하 포아풀, 산겨이삭, 매미꽃, 사초류, 접나도나물, 좁진고사리, 큰개별꽃,	담쟁이, 갈퀴나물, 사위질빵, 멧덩이덩굴, 비과류, 고사리류, 사초류, 좁깨잎나무, 질경이, 개망초, 상아, 썩류, 쇠뜨기, 개별꽃, 양지꽃, 기린초, 큰꼭두서니	담쟁이, 산피불주머니, 바위채송화, 고사리류, 조릿대, 작살, 쇠고사리	비과류, 선밀나물, 사초류, 조릿대, 담쟁이, 산피불주머니, 십자고사리, 진고사리, 관중, 고사리류, 단풍취, 천남성, 사위질빵, 짚신나물

지역명	팔공산			
	염불암지역	동화사	수태골	동산2리
출현종	매화말발도리 꼬리말발도리, 물참대	매화말발도리	매화말발도리	매화말발도리
위도	35°59′	35°59′ 754″	35°59′ 953″	36°02′ 464″
경도	128°42′	128°42′ 179″	128°42′ 195″	128°39′ 034″
서식지 특성				
경사	6-40%	>60%	41-60%	41-60%
부엽층	<20mm	0mm	0mm	<20mm
토양수분	26-50%	11-25%	11-25%	26-50%
토양유기물	11-50%	<10%	<10%	11-25%
개체군 특성				
크기	1-10	1-10	1-10	1-10
면적	1.5-6m×1-5m	5m×3m	8m ×2m	3m ×2m
분포	골고루·밀집분포	분산형 분포	-	밀집된 분포
phenology 양상	생식가능개체 70-100%(열매성숙 70%)	생식불능개체 100%(성숙 100%)	생식가능개체 60% (열매성숙 100%)	생식가능개체 80% (열매성숙 100%)
주변출현식물				
교목층	함박꽃, 고로쇠, 생강, 개웃, 상수리, 벗나무 류, 낙엽송, 소나무, 당 단풍, 까치박달	쪽동백, 졸참나무, 소 나무	소나무, 졸참나무, 물 오리	팔배, 생강, 물오리, 버 드나무류, 낙엽송
관목층	고로쇠, 생강, 풍계, 때 죽, 회, 칠쭉꽃, 조록싸 리, 신갈, 까치박달, 당 단풍	다릅, 생강, 팔배, 털 평, 신갈나무	쇠물푸레, 국수, 생강, 졸참나무	산수국, 병꽃나무, 개 웃, 국수나무
초본층	참꽃마리, 파리풀, 테 백제비꽃, 이삭여뀌, 고사리류, 청미래덩굴, 절레꽃, 큰개별꽃, 산 거울, 비과류, 맑은대 썩, 조록싸리, 주름조 개풀, 고깔제비꽃, 단 풍마, 참나물, 애기나 리, 둥굴레	나비나물, 나리류, 털 평, 조록싸리, 서여, 산 거울, 큰개별꽃, 산층 마, 취류, 참회, 조릿 대, 고사리류, 애리나 리, 맑은대썩, 개웃	김의털, 애기똥풀, 좀 깨잎나무, 주름조개풀, 여뀌류, 조사리류, 파 리풀, 이고들빼기, 평 의다리류	제비꽃류, 진고사리, 고마리, 산딸기, 쫄신 나물, 둥굴레, 거북꼬 리, 노루오줌, 줄딸기, 돌콩, 팽이밥, 도둑놈 의갈고리, 마디풀과류, 청미래덩굴, 개망초

지역명	덕유산 국립공원 내	가지산 석남사	태백산 검룡소	화악산 춧대봉
출현종	매화말발도리	꼬리, 매화말발도리	물참대, 태백말발도리	물참대, 매화말발도리
위도	35°49'	35°37' 039"	37°13' 848"	37°59' 514"
경도	127°42'	129°06' 518"	128°55' 957"	127°30' 311"
서식지 특성				
경사	6-10%	11-40%	6-10%	>60%
부엽층	<20mm	20-50mm	0mm	<20mm
토양수분	11-25%	26-50%	26-50%	11-25%
토양유기물	11-25%	26-50%	-	11-25%
개체군 특성				
크기	11-30	1-30	1-10	1-10
면적	5m×5m	1-15m×1-5m	5m ×5m	7m ×8m
분포	-	분산형 분포	밀집된 분포	분산형 분포
phenology 양상	생식가능개체 80% (개화중 90%)	생식가능개체80% (미개화 100%)	생식가능개체 60% (열매성숙 100%)	생식가능개체 90% (열매성숙 70%)
주변출현식물				
교목층	층층나무, 들메나무	졸참, 노각, 굴참, 사람 주, 서어, 비목, 당단풍	고로쇠, 귀룽나무	신갈, 잣나무, 피나무, 당단풍, 산뽕나무류
관목층	산수국, 생강, 국수, 고 추, 층층, 좁작살, 함박 꽃	비목, 철쭉꽃, 가막살, 진달래, 국수, 생강, 조 록싸리, 작살나무	고광, 국수, 작살, 고로 쇠, 괴불나무류, 물푸 레나무	철쭉꽃, 붉은병꽃, 사 스래, 꽃개회, 까치박 달, 작살, 미역순
초본층	오미자, 춧대송마, 제 비꽃류, 등굴레, 관중, 십자고사리, 네잎갈퀴, 단풍취,사위질빵, 백작 약	조릿대, 고사리류, 등 굴레, 단풍취, 고깔제 비꽃, 족도리풀, 천남 성, 지리대사초, 왕살 고사리, 남산제비꽃	개망초, 산거울, 이고 들빼기, 질경이, 제비 꽃류, 맑은대쭉, 좁깨 잎나무, 산딸기, 용수 염, 김의털	까치고들빼기, 산여뀌, 고추나물, 까실쭉부쟁 이, 궁궁이, 서양민들 레, 왕고들빼기, 노루 오줌, 터리풀, 산박하, 이고들빼기, 질경이, 산딸기, 쭉, 산꼬리풀, 개여뀌, 미꾸리낙시, 미역취, 구실바위취

다. *Saxifraga*屬 식물

범의귀屬 식물의 분포지 내에서의 개체군 특성을 정리한 결과는 Table 8과 같은데



Figure 5. Habitat status of *Saxifraga* species

이를 요약해 보면, 우선 서식지역은 (반)음지인 지역에 바위가 많은 계곡부 또는 절벽 바위 표면 틈사이에 주로 분포한다(Figure 5).

이 지역들은 대부분의 조사지역이 공통적으로 부엽층이 없으며 다소의 이끼류가 서식하고 있는 상태였다. 대부분의 초본층을 형성하는 식물이 거의 없거나 아주 미약한 지역에 주로 출현하여 1~30여개체 내외(1m²)의 크기를 이루며, 분산형이거나 밀집형의 분포형상을 보이고, 대부분이 유묘 또는 유개체 상태의 개체군 구조를 형성하고 있었다.

Table 8. Ecological characters of each species in investigated regions

		구실바위취(<i>S. octopetala</i>)		툼바위취(<i>S. nelsoniana</i>)	
조 사 지		가평균 석용산	점봉산 단목령	점봉산 단목령	점봉산 설피밭-곰배령
서 식 지 특 성	광도	40~50 %	30~40 %	40~60 %	60 %
	경사	>60 %	>60 %	>60 %	30 %
	부엽층	0 mm	0~20 mm	0 mm	0 mm
	토양수분	51~75 %	51~75 %	51~75 %	51~75 %
	토양유기물	<10 %	<10 %	11~25 %	<10 %
	토성	loam	loam	loam	loam
지 형 특 성		조무락골유원지계곡하부	계곡하부	계곡부	계곡부
개 체 군 구 조	크기	11~30	31~100	31~100	1~10
	면적	2m×1m	6m×1.5m	1.7m×2.3m	1.5m×1m
	밀도	-	-	-	-
개 체 군 phenology /demography	분포	분산형	분산형	분산형	분산형
	생식가능	20%(미개화:100%)	60%(미개화:100%)	60%(미개화:90%)	70%(미개화:100%)
주 변 출 현 종	생식불능	80%(유묘:100%)	40%(유묘:100%)	40%(유묘:100%)	30%
	교목층	(DBH, 당단풍(3.5m, 4+4+5+4cm) 수고)	당단풍 (8m, 10+8+12+4+10cm)	신갈(12m,14-20cm)	신갈나무림
	관목층	당단풍 +, 산수국+	조릿대(3.3), 다래류+ 박취나무 +, 참회나무 +	당단풍+, 백당나무+ 까치박달(2.2), 참회나무+	참회나무+, 말채나무
	초본층	돌단풍 +, 뽕고사리 + 눈피불주머니r, 맑은대쑥r 줄방제비꽃 +, 물봉선 r (C,S) 구실바위취 +	툼바위취(1.1), 족도리풀+ 큰개별꽃 +, 금강초롱+ 뽕고사리 +, 참꽃마리+ 조릿대(1.1), 산평의다리+ 관중+, 도깨비부채+	실새풀+, 조릿대(2.2) 금강초롱 r, 노루오줌+ 툼바위취(1.1), 꿩이눈류+ 꼬리고사리+	꿩이눈류 +, 노루오줌(1.1) 물봉선(2.2), 산형과 +

제3절 국내외 식물 종자 및 번식체 수집

1. 종별 수집현황

범의귀과 식물 중 자생 수국류, 말밭도리류 및 범의귀속 식물 등과 기타 범의귀과 식물의 증식과 보전원 조성을 위해 1~3차년도(2000~2002년)의 기간동안 종자, 삽수, 생체 등의 형태로 수집, 확보한 식물의 현황은 Table 9와 같다.

Table 9. Status of collected Saxifragaceae species in 2000~2002

국명	학명	지역	형태	수량	비고
산수국	<i>H. macophylla</i> <i>v. acuminata</i>	제주도 한라산	종자	>2000립	보관 중
		보은, 발왕산, 석계제,	생체	10	보전원植
		제주도	삽수	208	증식온실
		제주도	생체	19	증식온실
등수국	<i>H. petiolaris</i>	제주도, 울릉도	삽수	95	증식온실
		울릉도	종자	>4000립	보관 중
바위수국	<i>S. hydrangeoides</i>	제주도 한라산, 울릉도	종자	>3150립	보관 중
		제주도, 울릉도, 일본	삽수	41	증식온실
		제주도 한라산	생체	1	"
-	<i>H. paniculata</i>	일본 Chichibu립	생체	2	"
-	<i>H. involucrata</i>	일본 Chichibu립	생체	1	"
해남말발도리	<i>Deutzia coreana v. tozawa</i>	완도수목원	생체	6	"
꼬리말발도리	<i>D. paniculata</i>	경북 팔공산, 가지산	삽수	120	"
			생체	3	"
매화말발도리	<i>D. uniflora</i>	경북 팔공산, 주금산	삽수	125	"
말발도리	<i>D. parviflora v. parviflora</i>	경기 수원산	삽수	5	"
물참대	<i>D. glabrata</i>	경북 팔공산, 수원산, 주금산	삽수	90	"
바위말발도리	<i>D. hamata</i>	경북 울진 북면 덕구리	삽수	20	"
구실바위취	<i>S. octopetala</i>	소백산	생체	2	"
털바위떡풀	<i>S. fortunei v. pilosissima</i>	울릉도	생체	2	"
바위취	<i>D. prunifolia</i>	광릉	생체	40	"
툭바위취	<i>S. nelsoniana</i>	점봉산, 석릉산	생체	12	"
바위떡풀	<i>S. fortunei v. incislobata</i>	대야, 지리, 발왕, 설악산	생체	24	"
참바위취	<i>S. oblongifolia</i>	발왕산	생체	10	"
-	<i>S. cortusaefolia</i>	일본 Chichibu립	생체	2	"
-	<i>S. sp.</i>	일본 Chichibu립, 점봉산	생체	3	"
-	<i>Saxifraga aizoides</i>	평강식물원	종자	-	보관 중
-	<i>S. burseriana</i>		종자	-	"
-	<i>S. exarata ssp. moschata</i>		생체	1	증식온실
-	<i>S. oppositifolia</i>		생체	1	"
-	<i>S. paniculata</i>		생체	30	"
-	<i>S. omolojeusis</i>		생체	60	"
-	<i>S. porophylla</i>		생체	-	"
-	<i>S. rhomboidea</i>		생체	4	"
-	<i>S. kruhsiana</i>		생체	-	"
-	<i>S. multiflora</i>		생체	-	"
-	<i>S. odontoloma</i>		생체	1	"
-	<i>S. nelsoniana</i>		생체	-	"
-	<i>S. punctata</i>		생체	-	"
-	<i>S. scandica</i>		생체	-	"
-	<i>S. odscendens</i>		생체	9	"

2. Index seminum을 통한 수집

중별 유용자원 탐색 및 차후의 보전원 조성을 위한 국외 범의귀과 식물의 종자를 확보하고자 Index seminum을 통해 3차년도에 기간동안 요청한 종자 중 범의귀과 식물 국가 및 해당교류식물원의 종자 목록은 Table 10과 같으며, 이들은 안정화 단계를 거친 후, 보전원 조성을 통하여 국립수목원 내에 식재될 예정이다.

연차별 중별 수집내용을 살펴보면, 1차년도에는 수국류 11종류, 말발도리류 3종류, 범의귀속 71종류와 그 밖에 범의귀과 식물 8종류를 포함하여 총 94종류의 범의귀과 식물종자를 일본, 영국, 독일 등 16개국, 31개 식물원에 요청, 수집되었으며, 2차년도에는 요청한 범의귀屬(*Gen. Saxifraga*) 식물에 대하여 모두 4개국 식물원에서 총 23종류(5.93g)의 종자가 인수되어 국립수목원에 보관되었다. 3차년도에는 범의귀속 식물 총 3종류를 독일 식물원에 요청, 인수하였다.

Table 10. Index seminum exchange list of the Saxifragaceae in 2000~2002

No.	Scientific name	Botanical garden's name - Country
1	<i>Hydrangea hirta</i>	Univ. Chiba -Japan
2	<i>H. anomala</i> ssp. <i>petiolaris</i>	Univ. Greifswald -Germany
3	<i>H. arborescens</i> ssp. <i>radiata</i>	Kalmthout - Nederland
4	<i>H. paniculata</i>	Univ. Chiba - Japan
5	<i>H. paniculata</i> 'Barbara'	Kalmthout - Nederland
6	<i>H. paniculata</i> 'Pink Diamond'	Kalmthout - Nederland
7	<i>H. paniculata</i> 'Unique'	Kalmthout - Nederland
8	<i>H. paniculata</i> 'Grandiflora'	Botania(Univ. Joensuu) -Finland
9	<i>H. petiolaris</i>	Yeomiji, Univ. Chiba - Korea(JeJu), Japan
10	<i>H. quercifolia</i>	Orto, Kalmthout-Italy, Nederland
11	<i>H. serrata</i> for. <i>fertilis</i>	Yeomiji - Korea(JeJu)
12	<i>Deutzia crenata</i>	Univ. Chiba, Greifswald - Japan, Germany
13	<i>D. longifolia</i>	Orto - Italy
14	<i>D. scabra</i>	Univ. Wageningen - Nederland
15	<i>Saxifraga aizoides</i>	Reykjavicensis, Zurich, Iceland Ruhr-Univ.
16	<i>S. aizoon</i>	Jardin - France
17	<i>S. aizoon-brevifolia</i>	Linz - Austria
18	<i>S. aquatica</i>	Munchen, Goteborg - Germany, Sweden
19	<i>S. berica</i>	Orto - Italy
20	<i>S. biflora</i>	Laussne - Switzerland
21	<i>S. blavii</i>	Linz - Austria
22	<i>S. caesia</i>	Univ. Mon., Laussne - Germany, Switzerland
23	<i>S. callosa</i>	Gruningen, Linz, Univ. Cambridge
24	<i>S. callosa</i> var. <i>australis</i>	Univ. Cambridge - England
25	<i>S. callosa</i> ssp. <i>australis</i>	Linz-Austria
26	<i>S. callosa</i> var. <i>bellardii</i>	Gruningen - Switzerland
27	<i>S. callosa</i> ssp. <i>catalaunica</i>	Linz - Austria
28	<i>S. canaliculata</i>	Univ. Cambridge - England
29	<i>S. carpathica</i>	Gruningen, Univ. Potsdam -Switzerland, Germany
30	<i>S. cebennensis</i>	Harlow Carr - England
31	<i>S. cernua</i>	Reykjavicensis - Iceland
32	<i>S. cespitosa</i>	Ruhr-Univ., Reykjavicensis -Germany, Iceland
33	<i>S. cespitosa</i> spp. <i>decepiens</i>	Reykjavicensis - Iceland
34	<i>S. cherleriodes</i>	Munchen - Germany
35	<i>S. chrysoplenifolia</i>	Univ. Potsdam - Germany
36	<i>S. cochlearis</i>	Univ. Cambridge - England
37	<i>S. continentalis</i>	Munchen - Germany
38	<i>S. corsica</i> ssp. <i>cossoniana</i>	Univ. Cambridge - England
39	<i>S. cotyledon</i>	Reykjavicensis, Gruningen, Linz - Iceland etc
40	<i>S. crustata</i>	Gruningen, Regensburg, Harlow Carr, Strasbourg, Monaster.
41	<i>S. cuneifolia</i>	Orto, Harlow Carr - Italy, England

No.	Scientific name	Botanical garden's name - Country
42	<i>S. decipiens</i>	Strasbourg - France
43	<i>S. exerata</i>	Univ. Potsdam - Germany
44	<i>S. fortunei</i>	Munchen - Germany
45	<i>S. fragilis</i> ssp. <i>valentina</i>	Univ. Cambridge - England
46	<i>S. fragosoi</i>	Univ. Coimbra - Portugal
47	<i>S. fritschiana</i>	Linz - Austria
48	<i>S. granulata</i>	Coimbra, Hamburg, Joensuu, Regensburg, Potsdam
49	<i>S. grisebachii</i>	Linz, Univ. Cambridge - Austria, England
50	<i>S. groenlandica</i>	Linz - Austria
51	<i>S. grisebachii</i> 'Wisley'	Harlow Carr - England
52	<i>S. hirculus</i>	Reykjavicensis - Iceland
53	<i>S. hirsuta</i>	Munchen, Harlow Carr, Strasbourg - Germany etc
54	<i>S. hostii</i>	Regensburg, Univ. Cambridge, Linz, Univ. Joensuu
55	<i>S. hostii</i> ssp. <i>hostii</i>	Linz, Univ. Potsdam - Austria, Germany
56	<i>S. hostii</i> ssp. <i>rhaetica</i>	Univ. Potsdam - Germany
57	<i>S. hypnoides</i>	Reykjavicensis, Linz - Iceland, Austria
58	<i>S. iranica</i>	Harlow Carr - England
59	<i>S. manshuriensis</i>	Gruningen, Regensburg - Switzerland, Germany
60	<i>S. moschata</i>	Zurich, Monasteriensis - Switzerland, Germany
61	<i>S. nivalis</i>	Reykjavicensis, Munchen, Plzen - Iceland etc.
62	<i>S. oppositifolia</i>	Reykjavicensis, Zurich, Jardin, Univ. Joensuu
63	<i>S. paniculata</i>	Potsdam, Gruningen, Regensburg, Plzen, Monasteriensis
64	<i>S. paniculata</i> ssp. <i>paniculata</i>	Univ. Uppsala, Linz - Uppsala, Austria
65	<i>S. paniculata</i> 'correvoniana'	Harlow Carr - England
66	<i>S. paniculata</i> 'Minor'	Harlow Carr - England
67	<i>S. pecemontana</i> .	Univ. Potsdam, Orto - Germany, Italy
68	<i>S. pennsylvanica</i>	Univ. Potsdam, Linz - Germany, Austria
69	<i>S. 'Pixie'</i>	Harlow Carr - England
70	<i>S. rosacea</i>	Univ. Potsdam, Regensburg - Germany
71	<i>S. rotundifolia</i>	Potsdam, Regensburg, Zurich, Linz, Strasbourg
72	<i>S. sarmentosa</i>	Strasbourg - France
73	<i>S. scardica</i>	Munchen, Linz - Germany, Austria
74	<i>S. spathularis</i>	Univ. Coimbra - Portugal
75	<i>S. spinulosa</i>	Goteborg - Sweden
76	<i>S. spruneri</i>	Munchen - Germany
77	<i>S. stellaris</i>	Reykjavicensis, Univ.Coimbra -Iceland, Portugal
78	<i>S. stolonifera</i>	Univ. Coimbra, Orto - Portugal, Italy
79	<i>S. tenella</i> .	Linz - Austria
80	<i>S. tridactylites</i>	Univ. Leiden, Hamburg, Monasteriensis, Jaedin(France)
81	<i>S. trifurcata</i>	Strasbourg - France
82	<i>S. umbrosa</i>	Potsd, Regensburgam, Linz, Jardin, Strasbourg
83	<i>S. umbrosa</i> var. <i>serratifolia</i>	Harlow Carr - England
84	<i>S. × bellunensis</i>	Linz - Austria
85	<i>S. × gaudinii</i>	Harlow Carr - England
86	<i>S. × urbium</i>	Harlow Carr - England
87	<i>Heuchera micrantha</i>	Univ. Britishcolumbia - Canada
88	<i>Telesonix jamesii</i>	Univ. Britishcolumbia - Canada
89	<i>Bergenia stracheyi</i>	Goteborg - Sweden
90	<i>Lithophragma glabra</i>	Goteborg - Sweden
91	<i>Carpenteria californica</i>	PalmenGarten -Germany

No.	Scientific name	Botanical garden's name - Country
92	<i>Francoa sonchifolia</i> v. <i>appendiculata</i>	Univ. Greifswald - Germany
93	<i>Astilboides tabularis</i>	Tournay - France
94	<i>Aceriphyllum rossii</i>	Tournay - France

제4절 주요 속에 따른 종별 유용자원 탐색

1. 형태적 특성

범의귀과 식물은 대부분이 관목으로 구성된 과로서, 주로 북반구의 온대나 아열대를 중심으로 분포하고 있는 것으로 알려져 있으며, 전세계적으로는 17속 170여종이 발표되어 있다. 대부분 이들은 범의귀屬(Gen. *Saxifraga*), 말발도리屬(Gen. *Deutzia*), 고평나무屬(Gen. *Philadelphus*) 및 수국屬(Gen. *Hydrangea*)의 4속으로 구성되어 있다.

가. *Hydrangea*屬 식물

주요 속 가운데 우리나라 자생 수국屬類(Gen. *Hydrangea* spp.)로는 수국屬(Gen. *Hydrangea*)과 바위수국屬(Gen. *Schizophragma*) 등 두屬의 식물로 수국류를 구분할 수 있다. 수국屬 식물은 분류학적으로 기재되기 전부터 원예종으로 정원 등에 재식되고 또한 원예종으로 개발하기 위하여 많은 잡종들이 만들어져 있다. 주로 동아시아와 아메리카 대륙의 동부와 중부에 약 80여종이 분포하는 것으로 알려져 있고, 그 가운데 우리나라에 자생하는 종은 모두 2종 1변종 총 3종류가 있다(신현철, 1989). 본 속에 해당되는 종으로는 산수국, 떡잎산수국(*H. serrata* var. *coreana*), 등수국(*H. petiolaris*) 등이 있다. 바위수국屬(Gen. *Schizophragma*) 식물은 동아시아에만 10여종이 분포하며(신현철, 1989), 우리나라에는 바위수국(*S. hydrangeoides*) 한 종만이 울릉도와 제주도 등에 분포한다. 현재는 학자에 따라 산수국의 형태에 따라 꽃산수국(*H. serrata* f. *buengeri*), 탐라산수국(*H. serrata* f. *fertilis*) 등의 품종으로 세분화하기도 하며, 이에 대해서는 분류학적인 검토와 아울러 좀더 구체적이고 체계적인 논의가 있어야 하겠다.

각 대학교 표본관에 소장된 식물표본과 자생지 조사를 통해 수집된 식물을 대상으로 우리나라에 자생하는 산수국, 등수국, 바위수국 등의 형태적 특성을 측정, 정리한 결과는 다음과 같다(Table 11).

Table 11과 같이, 주요 자생 수국류의 형태적 특성을 보면 잎의 길이와 폭이 등수국과 바위수국, 산수국 모두가 평균 10cm 정도로서 비교적 크며, 같은 수치를 나타낸다. 산수국의 경우에는 길이 10.11cm, 폭 5.05cm로 잎 길이가 매우 길다. 또한, 엽병은 산수국과 등수

국의 경우 약 1.68cm, 2.68cm이고, 바위수국의 경우 약 6.06cm 정도로 큰 차이를 보이며, 엽맥은 산수국이 일차맥에서 2차맥이 분지 되어 나오는 환주맥(brochidodromous), 등수국·바위수국이 제일 밑부분의 2차맥의 경우 다시 아랫방향으로 3차맥이 분지 되어 나오는 방사맥(actinodromous)의 형태로 나타난다. 엽맥의 수는 산수국과 바위수국이 모두 약 6.5 개 정도로 비슷했으며, 등수국은 그보다 수가 약간 적었다. 잎 가장자리에 나타나는 거치의 경우, 산수국과 바위수국은 20여개로 그 수가 적으며, 등수국은 30 여개 정도로 많다. 화서는 모두 산방화서(繖房花序)를 형성한다. 화관의 전체길이는 등수국이 약 2.03cm로 가장 짧 으며, 산수국, 바위수국 순서로 길다. 화색은 등수국과 바위수국이 백색이고, 산수국은 푸른 빛이 도는 연한 홍색을 띤다. 모용의 분포를 보면 산수국의 경우 잎의 상하면에 모두 많이 있으며, 등수국은 잎상면에 없고, 바위수국은 잎의 상하면 모두 드물게 있음을 알 수 있다.

Table11. Measurement of morphological characters of *Hydrangea* & *Schizophragma* species in Korea

Korean name		산수국	등수국	바위수국
Scientific name		<i>H. macrophylla</i> v. <i>acuminata</i>	<i>H. petiolaris</i>	<i>S. hydrangeoides</i>
Species	Character			
Habit		shrub	vine	vine
Leaf				
venation		brochidodromous	actinodromous	actinodromous
length(cm)		10.11±1.98	9.87±1.99	10.83±1.89
width(cm)		5.05±1.19	5.74±2.02	10.57±1.65
apex angle(°)		46.54±12.26	47.48±15.83	35.13±6.98
base angle(°)		43.40±9.14	*	*
petiole length(cm)		1.68±0.77	2.68±2.08	6.06±2.16
number of tooth		23.85±6.52	32.55±16.09	25.67±6.86
number of vein		6.58±1.33	6.21±1.18	6.56±1.01
Inflorescence		corymbose	corymbose	corymbose
Seed		reticulate	reticulate-winged	striate
Petal				
length(total)		2.27±0.62	2.03±0.73	2.58±0.74
width(total)		2.27±0.56	2.06±0.74	1.91±0.39
Dis. of trichomes				
1st year branch		++	+	+
leaf	upper	++	upper	-
	lower	++	lower	-(+)
	petiole	+	petiole	+

* : cordate - : absent + : rare ++ : common

이밖에 다른 자생 수국류로는 탐라산수국, 꽃산수국, 떡잎산수국 등이 있는데 그 가운데 탐라산수국(*H. serrata* f. *fertilis*)은 산수국과 비슷하나 가장자리에 있는 꽃이 양성이고, 꽃산수국(*H. serrata* f. *buengeri*)은 무성화의 꽃받침에 톱니가 있고, 떡잎산수국(*H. serrata* f. *coreana*)은 잎이 특히 두꺼운 것으로 분류되어 있다. 그러나 이러한 품종의 구분은 형태

적인 특성결과 별도의 분류학적인 재검토가 필요한 사항으로 판단되며, 본 연구에서는 그 가운데 관상적으로 유용한 형질, 특히 무성화의 색과 모양만을 중심으로 특성을 검토하였다.

등수국과 바위수국은 두 종 모두 낙엽만경식물이다. 그러나 꽃의 크기에 있어서는 바위수국은 지름 20cm 정도이고 등수국은 지름 14~25cm 정도로 그 범위의 폭이 다르다. 특히, 가장자리의 중성화가 바위수국의 경우 톱니가 없고, 길이 3~3.5cm로 톱니가 있고 길이 3cm인 등수국보다 좀더 커 관상용으로 더 유리하다. 하지만, 바위수국은 6~7월 기간에 걸쳐 개화하는 등수국에 비해 개화기간이 7월로 짧다는 단점을 가지고 있다. 또한, 산수국은 개화기간이 7~8월 사이로 바위수국보다 길며, 등수국보다 더 늦게 개화한다.

자생 수국류의 분류 검색표를 작성한 결과 다음과 같다.

- 1. 줄기는 덩굴성
 - 2. 중성화는 3~4개의 꽃받침으로 되어 있다 등수국
 - 2. 중성화는 1개의 꽃받침으로 되어 있다 바위수국
- 1. 줄기는 직립
 - 3. 꽃은 모두 중성화 수국(식재)
 - 3. 꽃은 가장자리 또는 안쪽 것만 중성화
 - 4. 둘레의 꽃이 양성화 탐라산수국
 - 4. 둘레의 꽃이 단성화
 - 5. 둘레의 꽃 꽃받침에 톱니가 있다 꽃산수국
 - 5. 둘레의 꽃 꽃받침에 톱니가 없다
 - 6. 잎이 두껍다 떡잎산수국
 - 6. 잎이 얇다 산수국

나. *Deutzia*屬 식물

말발도리屬 식물은 5장의 꽃잎과 잎, 줄기, 꽃잎 등에 밀생한 성모를 통해서 유사한 형태를 가진 고광나무속과 구별된다. 말발도리屬 내의 종들을 식별하는 유용한 형질들로서 잎의 형태, 화서의 형태, 성모의 형태와 위치 등이 주요한 식별형질들로 이용되고 있다. 그러나, 말발도리는 그 형태적 변이가 매우 커서 말발도리의 3변종을 말발도리에 포함시키기도 한다. 이번 조사에서는 국내에 생육하는 말발도리屬 14종 중 자생하지 않는 식재종 4종과 분류군간 종의 구분이 모호한 4종을 제외한 나머지 6종을 대상으로 하였다.

자생지에서 대상식물의 수고는 말발도리와 물참대 등이 약 2m전후로 가장 컸으며, 매화말발도리와 바위말발도리가 낮은 키를 보이는 것으로 조사되었다. 표 12와 같이, 주요 자생 말발도리류의 형태적 특성을 보면, 잎의 길이와 폭이 물참대, 꼬리말발도리, 말발도리(태백말발도리) 등 모두가 평균 6~8cm 정도로 바위말발도리나 매화말발도리에 비해 비교적 높은 수치를 나타낸다. 또, 엽병은 꼬리말발도리와 말발도리의 비해 잎 뒷면 맥 위에 밀모가 있어 변종으로 처리된 태백말발도리가 약 9.24mm, 9.57mm로 타종과의 차이를 보이는 것을 알 수 있다.

잎 가장자리에 나타나는 거치의 경우, 말발도리가 약 50여개로 그 수가 가장 많았으며, 꼬리말발도리와 매화말발도리의 경우가 30 여개 정도로 적었다. 매화말발도리는 잎의 형태적 변이가 지역적으로 매우 심하게 나타나는데, 특히 크기나 모양에 있어 난상 피침형에서 선상피침형으로 매우 다양하게 나타나는 것을 볼 수 있었으며, 거치의 모양과 그 크기도 지역에 따라서 변이의 폭이 매우 큼을 알 수 있었다. 화서는 바위말발도리와 매화말발도리의 경우, 꽃이 새가지 끝, 전년지 등에 달리며, 말발도리와 물참대는 산방화서(繖房花序)를 형성하고, 꼬리말발도리는 국내 자생 말발도리속 식물 중 유일하게 원추화서(圓錐花序)를 형성한다.

Table 12. Measurement of morphological characters of *Deutzia* species in Korea

Korean name	말발도리	태백말발도리	물참대	꼬리말발도리	바위말발도리	매화말발도리
Species character	<i>D. parviflora</i> v. <i>parviflora</i>	<i>D. parviflora</i> v. <i>barbinervis</i>	<i>D. glabrata</i>	<i>D. paniculata</i>	<i>D. hamata</i>	<i>D. uniflora</i>
Branch						
1-yr color	brown	green	(red)gray	red brown	-	red brown
2-yr color	gray	black	(black)gray	-	black gray brown	black red brown
Leaf						
length(mm)	59.67±10.73	78.18±8.69	74.73±12.10	68.76±7.39	46.77±5.13	48.00±8.94
width(mm)	30.18±5.81	30.39±3.56	31.63±5.56	31.94±2.74	26.44±3.16	19.57±5.03
apex angle(°)	33.78±6.40	37.50±4.17	30.57±4.69	33.75±6.25	35.56±4.57	30.20±5.79
base angle(°)	36.63±13.50	52.08±8.89	36.14±11.62	40.00±10.00	28.33±7.04	42.74±9.30
petiole length	6.99±1.38	9.57±1.58	6.42±1.85	9.24±2.07	3.46±0.68	4.92±1.02
no. of tooth	47.02±9.94	47.50±6.83	39.91±8.05	29.50±6.38	42.44±3.44	29.65±5.84
Inflorescence						
length(mm)	40.76±12.14	68.55±12.73	56.09±12.68	85.69±45.74 (42.83±30.42)	10.76±2.79	5.01±1.07
width(mm)	50.81±11.82	54.63±9.17	49.53±11.05	31.26±8.96 (19.97±6.69)	-	-

말발도리屬 식물에 있어서 꽃과 함께 이 분류군의 매우 유용하면서도 일반적으로 이용되고 있는 털(성모)과 꽃의 특징에 따라 각각 식별을 위한 검색표를 작성하였다.

가) 성모에 의한 종의 검색

1. 잎의 상면과 꽃잎에만 성모가 나타난다.....*D. glabrata* 물참대
1. 잎의 상면과 꽃잎이외의 부위에서도 성모가 나타난다.
 2. 금년지에 성모가 없다.....*D. paniculata* 꼬리말발도리
 2. 금년지에 성모가 있다.
 3. 금년지의 성모에 자루가 없다
 4. 잎의 상면에 입모를 가진 4성모가 산생하며, 잎의 뒷면 주맥 하단부에 반드시 단모가 있다. 하면은 5-6성모이다. 삭과의 윗면에 7-9성모....*D. hamata* 바위말발도리
 4. 잎의 상면에 4-5-6성모가 있으나 입모를 가지거나 갖지 않는다. 잎의 주맥 하단부에 성모의 입모부분만 발달한 성모가 있거나 없다. 하면은 6-9성모이다. 삭과의 윗

- 면에 성모가 없다.....*D. parviflora* v. *parviflora* 말발도리
3. 금년지의 성모에 자루가 있다.
 5. 잎의 양면에 성모의 수가 비슷하다. 성모의 가지수는 4-5이다.....*D. uniflora* 매화말발도리

나) 꽃에 의한 종의 검색

1. 화서는 원추화서 또는 산방화서
 2. 원추화서이며, 꽃잎은 장타원형.....*D. paniculata* 꼬리말발도리
 2. 산방화서이며, 꽃잎은 원형
 3. 외부에 있는 수술대에 희미한 거치가 있다. 꽃잎의 양면에 6-7성모가 있다
.....*D. parviflora* v. *parviflora* 말발도리
 3. 외부에 있는 수술대에 거치가 없다. 꽃잎의 외부에만 5-6성모가 있다
.....*D. glabrata* 물참대
1. 화서를 형성하지 않으며, 꽃은 정생 또는 액생
 4. 꽃은 정생하며, 꽃잎의 이차맥들끼리 융합되며, 입모를 가진 성모가 있다.
.....*D. hamata* 바위말발도리
 4. 꽃은 액생하며, 꽃잎의 이차맥들끼리 거의 융합하지 않는다. 입모를 가진 성모는 없다.
 5. 제일측맥과 다른 측맥의 위치가 같으며, 일차맥과 측맥사이, 측맥과 측맥사이의 간격이 같다.....*D. unilora* 매화말발도리

다. *Saxifraga*屬 식물

범의귀屬 식물은 대부분이 다년초로 드물게 일년초 또는 이년초 등이 있는데, 국내 분포식물은 모두 다년초이다. 이중 특징적으로 상록성인 바위취 등이 있는데, 이들을 중심으로 한 형태적 특징을 살펴보면, 다음과 같다(Table 13).

Table 13. Morphological characters of *Saxifraga* species in Korea

식물명	잎	엽연	엽저	엽병	화 서	털
구름범의귀	피침형 ~도란형	결각상 톱니	설저	짧다	산방상 취산화서	전체
구실바위취	신장형	톱니 끝 선형	심장저	길다	원추화서	엽병, 화경
바위떡풀	심원형	치아상 톱니	심장저	길다	원추상 취산화서	-
바위취	신장형	치아상 결각	심장저	길다	원추화서	전체
범의귀	피침형 ~도피침형	결각상 톱니	설저	짧다	취산상 총산화서	화경
씨눈바위취	신원형	장상결각	심장저	길다	-	엽병, 화경, 열편
참바위취	타원형	치아상 톱니	유저	길다	원추화서	소화경
툭바위취	신장형 ~신원형	규칙적 치아상 톱니	심장저	길다	원추화서	화서
흰바위취	심장형	치아상 톱니	심장저	길다	원추화서	포, 소화경

범의귀屬 식물에 있어서 잎 등의 특징에 따라 각각 식별을 위한 검색표를 작성하였다.

1. 잎은 긴 (도)피침형~도란형이고 거치가 있다. 엽병이 거의 없다.
2. 포복지가 없다. 꽃잎은 도피침형 또는 난상 장타원형.
3. 잎에 큰 결각상 톱니가 있다. 꽃잎은 난상 장타원형. 구름범의귀 *S. laciniata*

3. 잎에 잔 톱니가 있다. 꽃잎은 도피침형. 범의귀 *S. furumii*
2. 포복지가 있다. 꽃잎은 도피침형 백두산바위취 *S. takedana*
1. 잎은 타원형~신장형에 큰 치아상 거치가 있던지 5~다수 결각상이다. 엽병이 있다.
4. 잎은 타원형이고 유저 참바위취 *S. oblongifolia*
4. 잎은 원형~신장형이고 심장저
5. 경생엽은 근생엽과 같으며, 장상결각에 거치가 없다. 엽액에 육아가 있다.
..... 씨눈바위취 *S. cernua*
5. 경생엽은 선형이며, 거치가 고르거나 결각에 거치가 있고 육아가 없다.
6. 잎에 거치가 전체적으로 고르고 결각이 없다. 꽃은 방사상칭
7. 잎에 꼬불꼬불한 털이 있다. 경엽은 도난형 흰바위취 *S. manshuriensis*
7. 잎에 곧은 털이 있다. 경엽은 선형(강원 이북)
8. 잎에 털이 거의 없다. 꽃 백색. 잎이 넓적하다. 툭바위취 *S. nelsoniana*
8. 잎에 털이 있다. 꽃 노백색. 잎이 둥글다. 구실바위취 *S. octopetala*
6. 잎에 친중열 결각이 있고 그 위에 거치가 있다. 꽃은 좌우상칭.
9. 잎 뒷면은 자주빛. 포복지가 있다. 바위취 *S. stolonifera*
9. 잎 뒷면은 녹색. 포복지가 없다.
10. 잎 표면에 털이 거의 없다. 바위떡풀 *S. fortunei* var. *incisolobata*
10. 잎 표면에 털이 있다.
11. 엽병에 털이 약간 있다. 지리산바위떡풀 *S. fortunei* var. *koraiensis*
11. 엽병에 털이 많이 있다. 털바위떡풀 *S. fortunei* var. *pilosissima*

2. 유용자원의 탐색

가. *Hydrangea*屬 식물

1) 잎의 특성

산수국의 잎은 잎의 형태나 엽선의 종류, 거치의 수 등 그 변이의 폭이 매우 크다. 특히 분류학적으로는 잎이 두터운 종류를 구분하여 산수국의 품종으로 떡잎산수국(*H. serrata* for. *coreana*)을 구분해 놓고 있다, 그러나 본 연구에서 잎의 특성을 중심으로 검토한 결과 잎의 변이는 전 지역, 대부분의 개체군에 걸쳐 광범위하게 나타나며, 특히 그 두께 정도를 뚜렷하게 구분하기 어려운 정도로 나타난다. 따라서 잎의 변이는 고유한 분류군에 따라 나타나는 별도의 특성이기 보다는 생육지 조건에 따른 변이로 판단된다. 따라서 잎의 특성은 산수국의 자원화에 유용한 형질로 구분하기에 어렵다.

2) 무성화의 형태

산수국을 자원화 하기 위한 유용형질을 탐색하는데 있어서 가장 두드러지게 구분되는 특성은 무성화의 형태에 있다. 일반적으로 산수국의 무성화는 화편이 3또는 4장 드물게는 5장이 있는 것으로 나타나 있다. 그러나 실제적으로 집단 분포지에 있는 개체군을 조사해보면 다양한 형태의 무성화가 나타나며 이러한 변이는 연속적인 변이에 가까울 만큼 다양하다. 그러나 이러한 특성 가운데 꽃(무성화)의 크기, 형태, 모양, 수 등의 조사하여 식별 또는 자원화에 유효한 형태적 인자를 타입별로 구분하였다. 그 결과 다양한 종류로 품종화시킬 수 있을 만큼 확실하게 구분되며 무성화의 특성이 구분되며 그중 관상적인 장점을 가

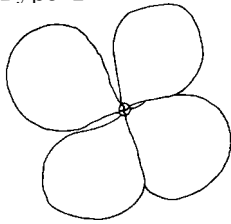
진 종류를 크게 5가지로 유형화하여 모식화하고 각 유형별 특징을 기술한 결과 Figure 6A 과 같다.

3) 산수국 변이체 선발

국내 분포하는 수국류 중 제주도 지역에 서식하는 산수국의 경우, 화색은 그 식물의 분포지역별로 대단히 많은 변이를 나타내며, 한 개체군 속에서도 매우 다양한 변이를 보인다. 더욱이 이러한 색깔의 변이, 특히 무성화의 색깔변이는 경우에 따라서는 유용한 형질로 선발하여 매우 높은 가치를 가진 상품으로 선발할 수 있을 만큼 다양하고 아름다운 색깔로 표현된다. 이러한 무성화편의 색깔을 2000년에는 크게 5가지 타입으로 구분하여 선발하였는데, 먼저 Type 1은 전형적인 청색계열의 색깔을 나타내며 Type 2는 보라색, Type 3은 아주 밝고 선명한 분홍색, Type 4는 연한 보라색을 나타냈으며, 특히 Type 5는 흰색과 분홍색이 서로 무늬를 나타내고 있어 품종선발을 위한 중요한 인자로써 나타났다.

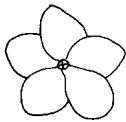
2001년 조사에서는 지속적으로 산수국의 변이체 탐색이 요구되어, 1차년도 수집된 5가지

Type 1



화판의 크기가 다른 종들과 비교해 현저하게 대형으로 1개 화판의 크기가 약 2.5~3cm 에 이른다. 따라서 전체적으로 아주 화려하고 아름답게 나타난다. 보통 3~4장의 화판으로 구성되어 있다.

Type 2



1cm

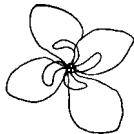
무성화의 화편은 변이가 많아 소수의 화편을 가진 경우를 제외하고는 불규칙한 경우가 많다. 이 유형은 5장의 화편이 방사형으로 고르게 배열하여 매우 단정한 느낌을 주게 된다.

Type 3



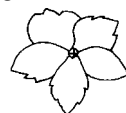
다양한 형태의 화피가 모두 6~8장정도로 달려 일반적으로 겹꽃의 형태처럼 보이므로 상대적으로 풍성하고 화려한 모습으로 나타난다.

Type 4



기본적인 4장의 화판 위에 나선모양의 작은 화판이 돌출되어 있다.

Type 5



분류학적으로 '꽃산수국'으로 이미 구분된 종류로 화피가 장자리에 결각이 나타나는데 대개 화피마다 1~다수 개로 일정하지 않게 나타난다. .

Figure 6A. Types of *Hydrangea macophylla* var. *acuminata* by petal shapes

타입의 화색변이개체 이외에 크게 2화색(花色)과 화형(花形)에 따라 2 group으로 나누어 변이를 탐색한 결과 몇 가지의 특별한 변이형이 조사되었다. 정리 결과, 모두 7개의 타입이 선발되었는데, 화색의 변이체로서 각각의 특징을 살펴보면, Type 1 진보라형은 꽃잎이 진한 보라색계열을 띠는 것으로 무성화·유성화 모두 진한 보라색으로 표현되어 매우 아름답고 강렬한 꽃색을 나타내었다. Type 2는 청백색형으로 무성화의 꽃잎이 남색이며 안쪽에 미색이 연한 보라색 꽃잎에 자주색 점들이 많이 섞여서 나타나므로 아름답고 독특한 색깔을 나타낸다. Type 3은 자주무늬형으로 무성화 꽃잎에 자주색 점이 산포하는 양상을 볼 수 있었다. 또 Type 4는 흰줄무늬형으로 남보라색을 띠며 무성화 꽃잎에 불규칙적으로 백색 줄무늬가 있어 관상적 가치가 높은 것으로 보인다.

화형의 변이개체로 볼 수 있는 Type 5 겹꽃잎형은 꽃의 대부분이 무성화로 이루어지는데 무성화의 크기는 작은 편이지만 화량이 많고 무엇보다도 꽃잎이 여러 겹으로 이루어져 관상적으로 매우 특색 있는 변이체이다. 한라산지역 자생지에서는 현재 두 개체만이 아주 열악한 환경 속에서 생장이 불량한 상태로 자라고 있으며 이를 1포기 가져다 3포기로 증식한 농가가 있다. 이 변이체는 관상적으로 볼 때 매우 독특하여 큰 의미와 가치가 있는 것으로 판단되나 현재 삽수조차 확보할 모본이 없는 상태이다. Type 6 거꿀꽃잎형은 무성화가 거꾸로 달려 모두 아래를 향하는 특징으로 구분되며, Type 7 둥근꽃잎형은 무성화가 아주 크면서 둥근모양이어서 관상적인 가치가 아주 높은 변이체로 판단되었다.

2년간에 걸친 조사결과를 토대로 2002년 금번 조사에서는 선발된 산수국 개체의 품종등록을 위하여 이를 5가지 타입으로 선별하고 이에 대한 변이체를 수집하였다(Figure 6B). 타입별 각각의 특성은 Type 1의 경우, 무성화편이 분홍색으로 톱니모양을 형성하고 있으며, Type 2는 하늘색의 무성화편이 6~8개로 큰 겹꽃을 형성하고, Type 3은 푸른색의 무성화편이 4~5장으로 정방형을 이루어 균일하며 단정한 모양을 형성하였다. Type 4는 무성화편이 분홍색이며 그 비율이 상대적으로 커서 유용한 인자로 선별되었으며, Type 5의 경우 무성화편이 완전한 흰색을 띠어 앞으로 이러한 각각의 색깔이 고정된다면 품종화 시킬 수 있는 매우 유용한 형질로 볼 수 있겠다. 그러나 일반적으로 특히, 화색은 서식지의 특성(토양의 산도, 수분 등)에 민감하여 많은 차이가 나타난다고 알려져 있다. 따라서 이렇게 색깔로 구분하여 선발한 유용한 형질은 수분 또는 토양과의 관계에 따른 생리적인 특성을 함께 구명하여 고정시킬 수 있는 후속적인 작업이 반드시 수반되어야 하겠다.

지금까지 선발한 산수국 무성화편의 형태에 따른 유형은 매우 뚜렷하게 나타나므로 신품종화 시킬 수 있는 가능성이 있다.

나. *Deutzia*屬 식물

1) 꽃의 크기(화서의 크기)

식재되고 있는 빈도리, 많첩빈도리, 애기말발도리, 둥근잎말발도리(꽃말발도리)는

일본에서 도입된 종들로써 모두 원추화서이며 초여름(5월 말~6월 중순)에 개화하는 특성을 가지고 화려한 유백색의 꽃들로 관상적인 가치가 높은 종들이다.

우리나라에서 자생하는 말발도리류 가운데는 경상도 지역에 국한되어 분포하는 꼬리말발도리가 앞의 식재종들과 같이 원추화서를 이루며, 개화기, 꽃의 형태, 수형이 도입종들과 매우 유사한 특징을 가지는 종이며 특히 이 식물은 한국 특산식물로 기재된 식물로써 우리의 자원으로 유용하다고 판단된다. 현재 극히 제한된 지역에 제한된 개체수를 가지는 문제점을 극복하여 선발과 집약적인 증식을 하여 개발한다면 앞에서의 식재종들과 충분한 경쟁을 할 수 있을 것으로 판단된다(Figure 7).

또한 산방화서를 이루고 자라는 말발도리나 물참대의 경우, 일반적으로 작은 꽃이 한 곳에 많이 달리는 특징을 가지므로 이 또한 생육지 조건 특히, 광선조건에 따라 화량의 조절을 적절하게 한다면 충분한 관상적 가치가 있는 것으로 판단된다.

위 종류들과 비교해 볼 때 상대적으로 적은 수의 꽃들이 모여 달리는 매화말발도리나 바위말발도리의 경우, 자생지에서는 화량이 많은 개체를 발견하기가 매우 드문 형편이어서 꽃을 중심으로 한 관상자원을 선발하기에는 어려움이 있어 보이며 이 또한 재배 기술에 따라 차이가 있는 것으로 판단된다.

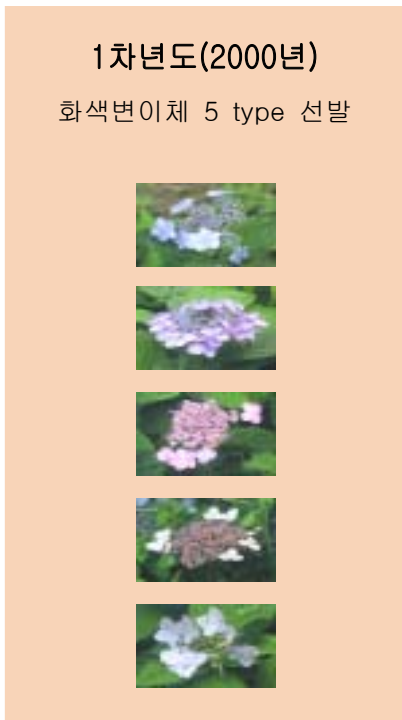


Figure 6B. 산수국
변이체 품종선발



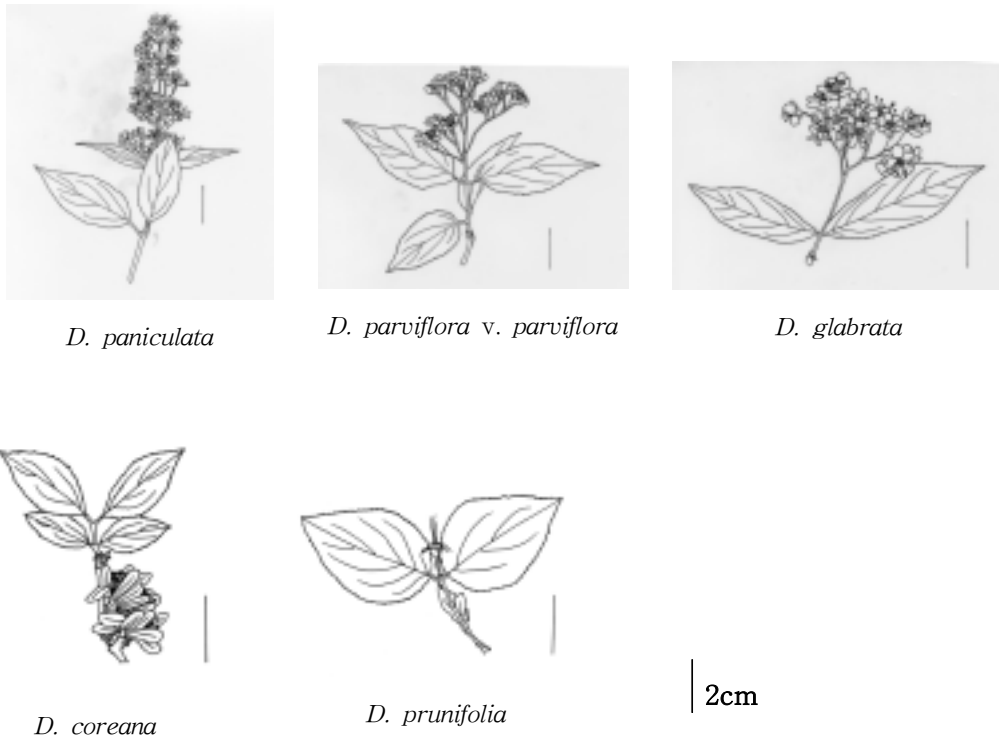


Figure 7. Shape of Inflorescence and leaf in *Deutzia* spp.

2) 분화용 및 정원용 소재

말발도리류는 척박하고 건조한 곳에 강하고 꽃과 가지가 조밀하여 바위정원 및 야생적인 조경소재로 활용이 가능하다. 특히 식물체 크기가 그리 크지 않기 때문에 소규모 면적의 가정용 정원에서의 관상수라든지 분화용으로 개발한다면 그 이용가치를 극대화시킬 수 있다 하겠다. 실질적으로 화단에 식재하거나 분화로 개발하여 키우는 경우를 찾아 본 결과 매우 신선감이 높은 좋은 소재임을 확인 할 수 있었다(Figure 8). 실례로 말발도리의 경우 유망 활엽수종으로 취급되어 삼목 1년생 개체의 값이 300원, 키가 70cm정도 되는 개체가 1,500원(대림원예종묘[주])으로 거래되고 있는 실정이다.



정원에 식재된 말발도리



분화 재배된
매화말발도리

Figure. 8. 분화 및 정원용 소재의 예

다. *Saxifraga*屬 식물

1) 잎의 형태

범의귀屬 식물의 주요 유용자원 인자가 될 수 있는 잎의 형태를 통하여 이들을 살펴보면(Figure 9), 바위떡풀과 바위취의 경우 심원형 또는 신장형의 잎을 가지며 불규칙적인 톱니를 갖는 엽연을 가지고 있어 다른 종과의 구별이 가능하며, 구실바위취와 톱바위취의 경우는 신장형의 잎과 규칙적인 톱니를 갖는 엽연을 형성하고 있어 단정한 느낌을 줄 수 있다. 또한 참바위취의 경우는 다른 종과 차별성을 갖는 타원형의 잎으로 구별지을 수 있겠다. 따라서, 이 속의 식물은 모두 식물원이나 수목원에서 Rock garden 조성이나 계류를 이용한 정원 등을 조성할 경우 종의 특성에 알맞게 적절히 배치하여 군식함으로써 이용될 수 있겠다.



바위떡풀

바위취

구실바위취

톱바위취

흰바위취



참바위취

Figure 9. Shape of leaf in *Saxifraga* spp.

3. 범의귀과 식물의 이용

지금까지는 주로 관상적 가치를 통하여 본 범의귀과 식물의 유용자원으로서의 가치를 살펴보았다. 범의귀과 식물은 또한 식용과 약용자원식물로서 그 중요성을 가진다. 한 예로 일본의 경우(伊澤一藍, 1990)를 보면, 수국속 식물인 *H. hirta*(코아지사이), *H. serrata*(야마아지사이) 등의 잎을 개화기에 따서 생채로 얇은 튀김옷을 입혀서 튀겨서 먹는 것이 최고의 요리로 인정하며, 범의귀속 식물인 *S. fortunei* var. *incisolobata*(다이몬지소우)의 식물체 전체를 개화 중에 채취하여 물로 씻은 후 햇볕에 건조시켜, 부종시거나 이뇨에 잘 건조한 전 식물체를 5~10g을 1일량으로 하여 물 400cc에서 절반으로 달여 1일 3회 공복 때 복용하기도 한다. 또, 잎만을 따로 떼어, 생것 채로 옷을 입혀 기름에 튀긴 떡으로, 비교적 고온에서 바삭하게 만들어 먹는다. 또한 뽕고 쓴맛을 우려낼 필요가 없이 삶은 것은 깨소금을 넣고 음식에 무쳐먹거나, 호두를 넣고 무치거나, 초된장 무침, 와사비 무침에 좋고, 식초를 친 요리, 사라다 등을 넣어 먹기도 한다. 국내 자생하는 범의귀과 식물들도 성분을 검색을 통하여 이용에 어려움이 없다면, 이런 방법을 통하여 유용자원식물로서의 그 가치를 더욱 높일 수 있겠다.

4. 제주도지역 산수국 중점연구

가. 식생구성 분석

제주지역 산수국의 서식지는 다양한 식생으로 구성되어있다. 출현식생의 지역별 (Table 14), 개체군별 차이를 알아보고자 출현하는 식물들에 대해 조사한 결과를 보면 (Table 15), A, B, C지역 조사구(10m×10m) 내에서 대상종이 높은 우점률을 보였으며, 상대우점도가 높은 종들로 조사구내에서 공통적으로 출현하는 주변종은 새비나무, 관중, 비목 등이었다.

Tab. 14. Topographic characteristics of sample plots where *H. macrophylla* v. *acuminata* grows at Jejudo forest

plot	A	B	C	D	E
	Samuiyang Orum	Gaeori-Gigri Orum	Urimok	Urimok	Bubjungak
Latitude	33°26' 292"	33°25'	33°18'	33°22'	33°18'
Longitude	126°34' 408"	126°37'	126°27'	126°28'	126°28'
Aspect	-	NE	SW	SW	-
Topographic position	level ground	level ground	side Mt.	side Mt.	side Mt.
Crown density	90%	90%	90%	90%	80%
Soil texture	loam	loam	loam	loam	loam

출현하는 총 80종류 중 식물의 생활형을 분류할 수 있는 78종에 대해 그림으로 도식화(Figure 10)하여 서식지내 출현식물의 생활형을 판정하였다. 지상식물 중 산수국의 생활형으로 저목인 미소지상식물(nanophanerophytes)이 18종으로 가장 많았으며, 아교목인 소형지상식물(microphanerophytes) 11종, 대교목인 대형지상식물(megaphanerophytes)이 7종으로 나타났다. 지중식물(geophytes) 14종, 반지중식물(hemicryptophytes) 13종이 출현하였고, 지표식물(chamaephytes)이 6종, 일년생식물(therophytes)이 모두 5종 등으로 구성되었다. 산수국의 생육지역은 전체 출현식물의 46.15%를 차지하는 지상식물과 34.62%를 차지하고 있는 지중·반지중식물 등으로 구성되어 있었다. 국내 식생에 대한 소산식물의 평균 생활형 Spectrum과 비교해 볼 때, M+MM의 값이 20%, N이 14.8%, G 12.45%인 평균값에 비해 23.07%, 23.08%, 17.95%로 높은 값을 갖는 산지식생으로 나타났다(고재기, 1991).

산수국 개체군의 조사구내에서 잠재적 중간 경쟁대상으로 볼 수 있는 종들은 동일한 생활형을 나타내며, 동일한 조사구에서 높은 상대우점도를 나타내는 종으로 여기에서는 제주조릿대와 새비나무 등을 들 수 있겠다. 특히, D지역의 경우 제주조릿대 및 임내 수관 율폐로 인하여 광선경쟁에서 도태되어 점차 개체군의 규모가 작아지는 경향을 보이며 임연으로 치우쳐지는 현상을 관찰할 수 있었다.

Table 15. Vegetational composition of species by sample plots

Scientific name	Korean name	Plots(10m×10m)					Life form
		A	B	C	D	E	
<i>Pinus thunbergii</i>	곰솔	5.5					MM
<i>Cryptomeria japonica</i>	삼나무		5.5			3.3	MM
<i>Hydrangea macrophylla</i> v. <i>acuminata</i>	산수국	3.3	3.3	3.3	2.2	1.1	N
<i>Sasa quelpaertensis</i>	제주조릿대			+	4.4		Ch N
<i>Dryopteris bissetiana</i>	죽제비고사리			+	1.1	+	Ch
<i>Callicarpa mollis</i>	새비나무			1.1	1.1	2.2	N
<i>Dryopteris crassirhizoma</i>	관중	1.1	2.2		1.1		H
<i>Lindera erythrocarpa</i>	비목나무	1.1	1.1	+	+	1.1	N
<i>Cayratia japonica</i>	거지덩굴	1.1	1.1		+	+	G
<i>Artemisia lavandulaefolia</i>	쭉	1.1		+			H
<i>Smilax china</i>	청미래덩굴	1.1		+	+	+	N
<i>Pteridium aquilinum</i> v. <i>latiusculum</i>	고사리	1.1			+	+	G
<i>Oplismenus undulatifolius</i>	주름조개풀			+	+	+	H
<i>Zanthoxylum piperitum</i>	초피나무			+		1.2	N
<i>Festuca arundinacea</i>	큰김의털			+			H
<i>Cornus controversa</i>	층층나무			3.3	+		MM
<i>Carpinus laxiflora</i>	서어나무			2.2	2.2		MM
<i>Ligularia fischeri</i>	곰취			1.1	+		H
<i>Acer pseudo-sieboldianum</i>	당단풍			1.1	1.1		MM
<i>Schizophragma hydrangeoides</i>	바위수국			1.1			M
<i>Cornus kousa</i>	산딸나무			1.1			M
<i>Viola boissieuana</i>	각시제비꽃		1.1	+		+	H
<i>Lastrea thelypteris</i>	처녀고사리		1.1				G
<i>Dryopteris fuscipes</i>	큰지네고사리		1.1				Ch
<i>Rosa multiflora</i>	찔레꽃	2.2	+				N
<i>Stephanandra incisa</i>	국수나무	1.1				r	N
<i>Cocculus trilobus</i>	댕댕이덩굴	1.1				+	N
<i>Achyranthes japonica</i>	쇠무릅	1.1					H
<i>Boehmeria platanifolia</i>	개모시풀	r	+				Ch
<i>Agropyron ciliare</i>	속털개밀	r			r		Th(w)
<i>Hedera rhombea</i>	송악	+	1.1	1.1			MM
<i>Ampelopsis brevipedunculata</i> v. <i>heterophylla</i> f. <i>citruloides</i>	가새잎개머루	+				+	N

Scientific name	Korean name	Plots(10m×10m)					Life form
		A	B	C	D	E	
<i>Galium spurium</i>	갈퀴덩굴	+					Th(w)
<i>Catalpa ovata</i>	개오동	+					MM
<i>Bilderdykia dumetora</i>	닭의덩굴	+					Th
<i>Commelina communis</i>	닭의장풀	+					Th
<i>Impatiens textori</i>	물봉선	+					Th
<i>Persicaria sieboldi</i>	미꾸리낙시	+					HH(Th)
<i>Isodon inflexus</i>	산박하	+					G
<i>Lonicera japonica</i>	인동	+					M
<i>Amorpha fruticosa</i>	족제비싸리	+				+	N
<i>Agrimonia pilosa</i>	짚신나물	+					G
<i>Boehmeria tricuspis</i>	거북꼬리		r		+		Ch
<i>Thalictrum</i> spp.	꿩의다리류		r				G
<i>Hydrocotyle ramiflora</i>	큰피막이		r			+	Ch
<i>Disporum smilacinum</i>	애기나리		+	+			G
<i>Akebia quinata</i>	으름		+	+		+	N
<i>Rubus oldhamii</i>	줄딸기		+	+			N
<i>Arisaema amurense</i> v. <i>serratum</i>	천남성		+	+			G
<i>Athyrium iseanum</i>	가는잎개고사리		+				H
<i>Matteuccia orientalis</i>	개면마		+		+		H
<i>Osmunda japonica</i>	고비		+				G
<i>Athyrium conilii</i>	좁진고사리		+				G
<i>Oxalis obtriangulata</i>	큰괭이밥		+				G
<i>Viola dissecta</i> v. <i>chaerophylloides</i>	남산제비꽃			r			H
<i>Arisaema ringens</i>	큰천남성			r			G
<i>Oxalis corniculata</i>	괭이밥			+			Ch
<i>Oxalis corniculata</i>	괭이사초			+			H
<i>Ilex crenata</i>	괭괭나무			+		+	N
<i>Maackia amurensis</i>	다릅나무			+			MM
<i>Viburnum erosum</i>	덜꿩나무			+			N
<i>Berberis</i> spp.	매자나무류			+			N
<i>Pilea peploides</i>	물통이			+	1.1		Th

Scientific name	Korean name	Plots(10m×10m)					Life form
		A	B	C	D	E	
Cyperaceae	사초류			+	+		-
Gramineae	벼과류	+					-
<i>Persicaria nepalensis</i>	산여뀌			+	+		Th
<i>Urtica thunbergiana</i>	췌기풀			+			G
<i>Dactylis glomerata</i>	오리새			+	r		H
<i>Castanopsis cuspidata</i> v. <i>sieboldii</i>	구실잣밤나무					1.1	MM
<i>Daphniphyllum macropodum</i>	굴거리나무					+	M
<i>Parthenocissus tricuspidata</i>	담쟁이덩굴					+	M
<i>Trachelospermum asiaticum</i> var. <i>intermedium</i>	마삭줄					+	M
<i>Clematis apiifolia</i>	사위질빵					+	N
<i>Viburnum wrightii</i>	산가막살나무					+	N
<i>Lindera obtusiloba</i>	생강나무					+	N
<i>Maackia fauriei</i>	솔비나무					+	M
<i>Polystichum tripterum</i>	십자고사리					+	H
<i>Taxus cuspidata</i>	주목					+	MM
<i>Neolitsea sericea</i>	참식나무					1.1	MM
<i>Gastrodia elata</i>	천마					+	G
No. of species		27	23	35	26	26	

* H : hemicryptophytes, HH : hydatophytes, G : geophytes, Th : therophytes
M : microphanerophytes, MM : megaphanerophytes, N : nanophanerophytes
Ch : chamaephytes, Th(w) : 월동하지 않는 월년초, HH(Th) : 1년생 수습식물

제5절 범의귀과 식물의 보전원 조성

1. 수집식물 관리현황

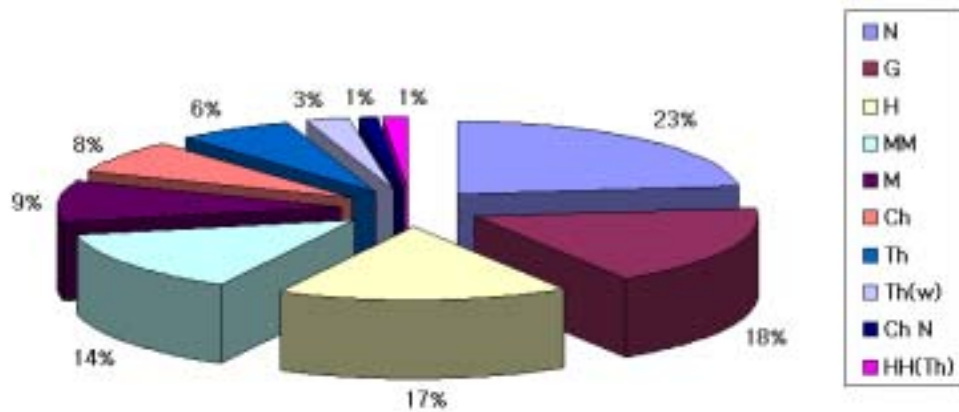


Figure 10. The ratio of life form of vascular plant species in area *H. macrophylla* v. *acuminata* growing(the abbreviation are listed in Tab. 15)

최종적으로 범의귀과 식물식물 보전원을 조성하기 위해 지금까지 국립수목원에서 수집, 식재된 관련 식물 현황을 정리한 결과 다음과 같다(Table 16).

Table 16. Saxifragaceae collection in the National Arboretum

Scientific Name	Korean Name	Planting Place
<i>Hydrangea macrophylla</i> v. <i>acuminata</i>	산수국	Ornamental Garden, Flower Garden, Shrubs Garden
<i>Hydrangea macrophylla</i>	수국	Foreign Tree Garden
<i>Hydrangea hydrangeoides</i>	나무수국	Flower Garden
<i>Deutzia parviflora</i> v. <i>parviflora</i>	말발도리	Blind Garden, Shrubs Garden, Flower Garden
<i>Deutzia hamata</i>	바위말발도리	Ornamental, Shrubs Garden
<i>Deutzia sieboldiana</i>	꽃말발도리	Shrubs, Flower Garden
<i>Deutzia uniflora</i>	매화말발도리	Shrubs Garden
<i>Rodgersia podophylla</i>	도깨비부채	Edible, Alpine Plant Garden
<i>Chrysosplenium flagelliferum</i>	애기괭이눈	All of the Places
<i>Ribes burejense</i>	바늘까치밥나무	Tree Bank
<i>Tiarella polyphylla</i>	혈떡이풀	Alpine Plant Garden

수국류에는 우리나라에 자생하는 산수국과 원예종 및 외래종인 수국, 나무수국, 일본수국이 있고, 말발도리류에는 자생종인 말발도리, 바위말발도리, 매화말발도리와 원예종인 꽃말발도리가 식재되어 있다. 그밖에 국립수목원이 수집, 보유하고 있는 범의귀과 식물에는 희귀식물인 도깨비부채와 애기괭이눈, 바늘까치밥나무, 혈떡이풀 등 총 12종류로 정리되었다. 범의귀과 식물 보전원 조성을 위해, 유형형질이 나타나는 개체에 대해서는 선발, 삼목을 통한 증식으로 추후 보전원에 유형별로 산지별로 보전할 계획이며 그밖에 다양한 종류의 범의귀과 식물들이 국립수목원 내에 증식, 식재되고 있다(Figure 11).

1~3차년도를 통해 수집된 수국속 식물, 말발도리속 식물 및 범의귀속 식물은 범의귀과 식물 보전원 조성을 위해, 유형형질이 나타나는 개체에 대해서는 선발, 삼목을 통해 증식되고 있으며, 생체로 수집된 개체에 대해서는 증식온실 내에서 적응기간을 거친 후 보전원에 유형별로 산지별로 보전할 계획이다. 특히 꼬리말발도리의 경우와 같이, 특산이면서 그 개체수가 제한적이므로 증식 보전이 시급하다고 할 수 있다.





1차년도(2000)수집 증식중인 산수국 변이체 삽목



1차년도(2001년) 수집, 보존원에 식재한 산수국



1차년도(2000)년 수집, 증식중인 바위수국



2001년 수집, 삼목한 물참대



2001년 수집, 삼목한 산수국



2001년 수집, 삼목한 말발도리류



2001년 수집, 삼목한 꼬리말발도리



2001년 수집한 산수국



꼬리말발도리생체

Figure 11. Propagation of Saxifragaceae spp. in National Arboretum

2. 범의귀과 식물 보전원 조성안

가. 조성지역 선정 및 내용

3개년도 동안 수집된 식물을 중심으로 하여 범의귀과 식물의 보전원 조성을 위하여 우선 국립수목원내 조성지역에 대한 선정을 실시하였다. 범의귀과 식물의 생육지 특성과 종별 출현하는 분포지역의 특성을 살리기 위해 가장 적절한 조성장소로서 활엽수원내 약 0.3ha정도의 면적이 조성지역으로 선정되었으며, 범의귀과 식물 약 60종류가 식재될 예정이다.

나. 조감도

보전원 내 식물은 수집식물의 상태를 고려하여 적당한 지역에 배치될 예정이며, 이들의 배치를 simulation 해본 결과는 Figure 12와 같다.

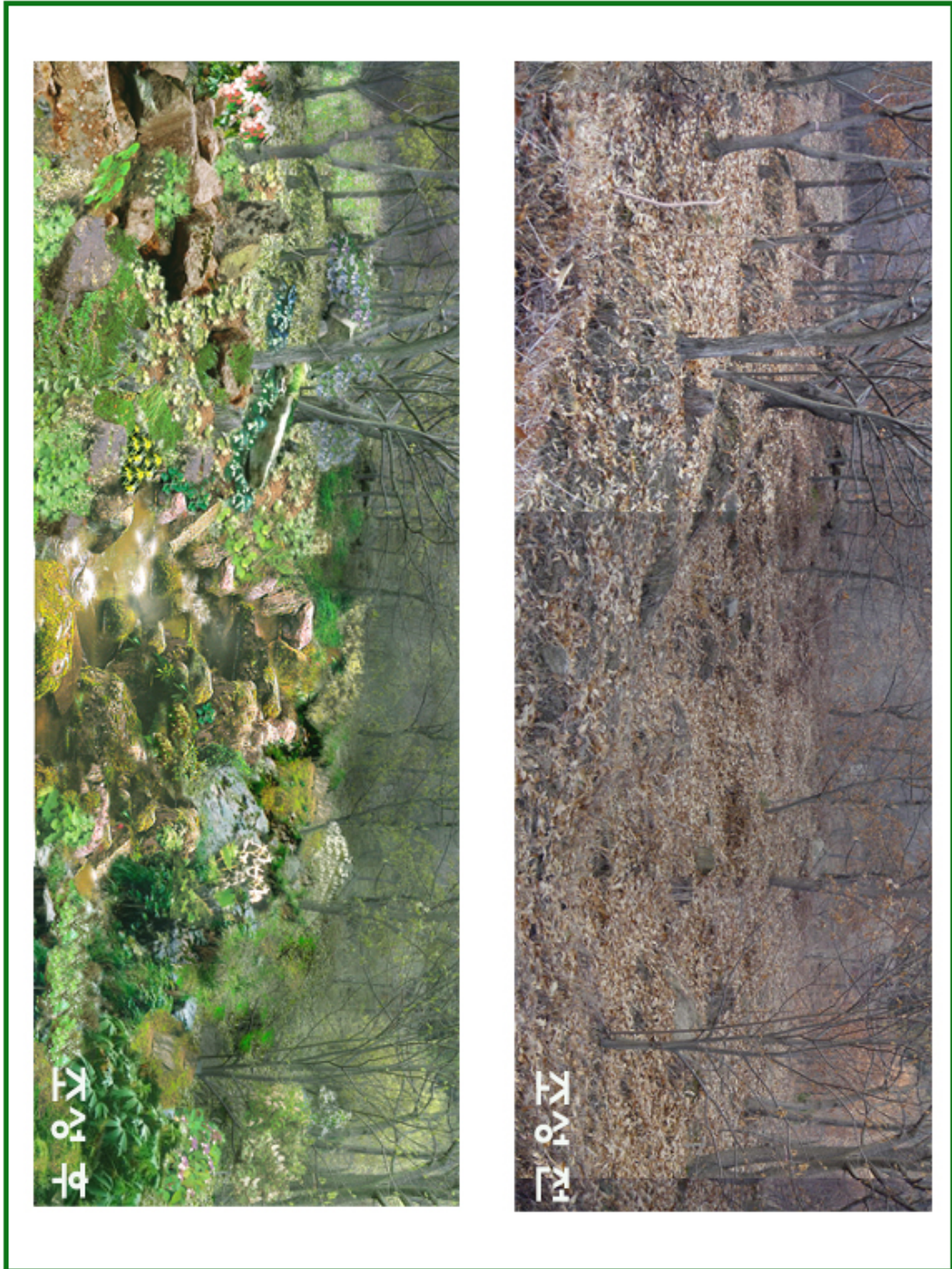


Figure12. 보전원조감도

참고문헌

- A. Harasawa, T. Kakie, and I. Takase, Abstracts of Papers, the Annual Meeting of the Japan Society for Bioscience, Biotechnology, and Agrochemistry, Fukuoka, April 1990, p.64
- Bertrand, H. 1992. Identification of *Hydrangea macrophylla* Ser. Cultivars. *Acta Horticulturae*. 320:209-212
- Braun-Blanquet. 1964. *Pflanzensoziologie, Grundzüge der Vegetationskunde*, Dritte Auflage. Springer-Verlag. Wien. pp. 865.
- Lee Tchang Bok. 1984. Outline of Korean endemic plants and their distribution. *Kor. Jour. Pl. Tax.* 14 : 21~32.
- Nei, M. and Li, W. H. 1979. Mathematical model for studying genetic variation in terms of restriction endonucleases. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 76:5269-5273
- Nosawa K, Yamada M, Tsuda Y., Kawai K, Nakajima S., *Chem Pharm. Bull.*, 29, 2689-2691(1981)
- Raunkiaer, C. 1934. *The Life Forms of Plants and Statistical Plant Geography*. Clarendon Press. Oxford. pp. 632.
- 伊澤一藍. 1990. 新版 山野草 カラー-百科. 主婦の友社. pp. 76~208.
- 강상준, 곽애경. 1998. 충청북도 지역의 식물상에 관한 연구. *한국자연보존협회. J. Kor. Biota* 3:1~55.
- 고재기. 1991. 서울의 자연 또는 반자연 도시식생의 종조성적 특성에 관한 연구. *Bulletin of the KACN ser.* 11, pp. 107~129.
- 김달중. 2000. 알기쉽게 해설한 식물 신품종 보호제도 pp283. 국립종자관리소
- 김선희, 김희, 강우창, 전승훈. 1997. 설악산 고산지역의 식물상. *한국자연보존협회. J. Kor. Biota* 2:1~17.
- 김성식, 박완근, 유석인. 1999. 명지산(경기도)의 식물상에 관한 연구. *한국생물상연구지.* 4:35~58.
- 김용식, 강기호, 신현탁, 배준규, 김종근. 1998. 가야산국립공원의 관속식물상 및 희귀식물. *한국환경생태학회지* 12(3):191~211.
- 김용식, 임동욱, 전승훈, 신현탁, 김병도. 2000. 지리산국립공원 동부지역의 관속식물상. *한국환경생태학회지* 13(4):316~329.
- 김용식, 임동욱, 전승훈, 신현탁. 1999. 한려해상국립공원 지역의 관속식물상. *한국생태학회*

- 지 12(4):301~316.
- 김용식, 임동옥, 전승훈, 추갑철, 신현탁. 2001. 계룡산국립공원의 관속식물상. 한국환경생태학회지 14(4):311~323.
- 김윤식, 고종립, 박선주, 장창기. 1997. 수원산의(경기 포천)식물상 조사연구. 한국자연보존협회. J. Kor. Biota 2:19~51.
- 김윤식, 김정화, 김주환. 1996. 흑성산(충남)의 관속식물상에 관한연구. 한국자연보존협회. Bulletin of the KACN ser. 15:1~25.
- 김윤식, 김효식, 장창기, 박선주, 서정수. 1998. 청계산(경기, 포천)의 식물상 조사 연구. 한국생물상연구지. 3:199~224.
- 김윤식, 심정애, 박선주, 장창기. 1997. 화야산(경기, 가평)의 식물상 조사 연구. 한국생물상연구지. 2:53~83.
- 김윤식, 이은복, 정규영, 서정수. 1999. 선달산, 어래산 일대의 관속식물상. The Report the KACN No. 39. pp. 19~30.
- 김윤식, 이찬희, 김주환, 윤창영. 1996. 양자산(경기)의 식물상 조사 연구. 한국생물상연구지. 1:47~74.
- 김윤식, 이희원, 김주환, 윤창영. 1996. 청양산(경기 황주)의 식물상 조사연구. 한국자연보존협회. J. Kor. Biota 1:101~126.
- 김윤식, 정규영, 윤창영. 1998. 도락산(충북)의 관속식물상에 관한 연구. 한국생물상연구지. 3:225~250.
- 김윤식, 황병학, 박선주, 장창기, 서정수. 1998. 모악산(전북)의 식물상 조사 연구. 한국생물상연구지. 3:163~197.
- 김인택, 송민섭, 이지훈. 1998. 가지산의 식물상. 한국생물상연구지. 3:57~91.
- 김인택, 이지훈. 1999. 매물도 및 인근도서의 식물상. 한국생물상연구지. 4:127~147.
- 김인택. 1999. 한산도 및 인근도서의 식물상. 한국생물상연구지. 4:101~126.
- 김종홍, 박문수, 전영문. 1985. 설악산의 식생 II. 식물의 분포. 중앙대학교 출판부. pp. 73~138.
- 김종홍, 박문수, 전영문. 1993. 울릉도 지역의 식생. 환경부. '92 자연생태계 지역정밀조사 보고서. pp. 69~148.
- 김종홍, 박문수, 전영문. 1993. 울릉도지역 식생. 자연생태계 지역 정밀조사보고서. 환경처. pp. 69~148.
- 김주환, 심정기, 장인수. 1997. 식장산의 식물상에 관한 연구. 한국생물상연구지. 2:85~114.
- 김하송. 1997. 금성산(전남나주)의 식물상 연구. 한국자연보존협회. J. Kor. Biota 2:115~138.

- 노재현, 전의식, 변성보, 허준. 1994. 동대산 식물상 및 녹지자연도. pp. 53-86.
- 朴奉奎. 1980. 全北 長水郡의 장안산(1286m) 및 팔공산(1154m)의 植生學的 研究와 環境的 保護에 關하여. 自然保存研究報告書 第2輯. pp. 49~70.
- 백승언, 김홍근, 박승룡. 1982. 월출산식물조사보고. 충북대학교논문집. 24:129~134.
- 백원기. 1994. 한국특산식물의 실체와 분포조사. 한국자연보전협회. Bulletin of the KACN ser. 13:5~84.
- 申鉉哲. 1986. 韓國産 말발도리屬 植物의 分類. 서울대학교 생물학과 석사학위 논문. pp. 90.
- 신현철. 1989. 한국산 수국과 식물의 종속지. 서울대박사학위논문. pp. 146.
- 심정기, 태경환, 임인택, 윤창영, 김동갑, 김주환. 1998. 계룡산 남사면 일대 식물상에 관한 연구. 한국생물상연구지. 3:281~309.
- 양인석. 1956. 울릉도의 식물. 경북대 논문집. 1:245~275.
- 양인석. 1976. 치악산 불령사계곡의 식물. 한국자연보존협회. pp. 33~56.
- 여천생태연구회. 1997. 현대 생태학실험서. 敎文社. pp. 286.
- 영암군. 1987. 식생-월출산 국립공원후보지 조사 및 기본 구상. pp. 59~65.
- 오용자. 1981. 수동면지역의 식물상. 한국자연보전협회. pp. 25~88.
- 오용자. 1982. 상산식물의 개화기에 관하여. 한국자연보전협회. pp. 49~75.
- 오장근, 서정수. 2000. 변산반도국립공원 식물상에 관한 연구. 한국자연보존협회. J. Kor. Biota 5:37~67.
- 오장근. 1998. 월출산국립공원 식물상에 관한 연구. 한국생물상연구지. 3:311~349.
- 유정민, 김미숙, 정규영. 1999. 청옥산(경북)의 습지 및 인근지역의 식물상과 보존에 관한 연구. 한국자연보존협회. Bulletin of the KACN ser. 18:19~39.
- 이상태. 1997. 한국식물검색집. 아카데미서적. pp. 206~207.
- 이영노, 오용자. 1982. 지리산 피아골일대의 식물상. 한국자연보존협회. pp. 25~37.
- 이영노, 오용자. 1983. 강원도 점봉산일대 식물조사. 한국자연보존협회. pp. 37~48.
- 이우철, 김윤식, 이은복, 박완근. 1998. 오대산 국립공원 서북사면 일대의 식물상. The Report the KACN No. 38. pp. 13~45.
- 이우철, 김윤식, 이은복, 백원기, 김주환, 김용균. 1996. 방태산 남사면 일대의 식물상. The Report the KACN No. 37. pp. 17~42.
- 이우철, 백원기, 유기역. 1994. 계방산 식물상 및 녹지자연도. pp. 31~56.
- 이우철, 양인석. 1981. 울릉도와 독도의 식물상. 한국자연보존협회 조사보고서. 19:61~95.
- 이우철, 이은복. 1979. 계룡산 및 칠갑산의 식물상. The Report the KACN No. 17. pp. 63~90.
- 이우철, 이은복. 1981. 계방산일대의 양치와 쌍자엽식물에 대하여. The Report the KACN

- No. 20. pp. 51~61.
- 李愚喆. 1996. 韓國植物名考(I). 圖書出版 아카데미서적. 서울. pp. 1688.
- 이유성. 1970. 경북 보현산의 식물상 보고. 공주사범대학교 논문집. 7:275~287.
- 이은복, 전의식, 고재기. 1993. 녹지자연도 및 식물상. '92 자연생태계 지역정밀조사보고서. 환경부. pp. 15~66.
- 이은복, 전의식, 최병희, 정규영. 1989. 월출산 일대의 식물상. 자연보존협회조사보고서. 27:47~69.
- 이은복, 최병희, 전의식, 이병윤. 1989. 가야산국립공원일대의 식물상. 한국자연보존협회. The Report of the KACN No. 2 pp. 35~55.
- 이창복, 김태욱. 1977. 조계산일대의 나자식물과 쌍자엽식물. 한국자연보존협회. pp. 83~96.
- 이창복, 장진성, 유종덕. 1983. 점봉산의 식생. 한국자연보존협회. pp. 49~58.
- 이창복. 1980. 대한식물도감. 향문사. pp. 990.
- 이창복. 1985. 신고 식물분류학. 향문사. pp. 227.
- 이창복. 1985. 함양 백운산 일대의 식물. 함양백운산일대종합학술조사보고서. 한국자연보존협회. pp. 61~71.
- 임병선. 1989. 목포시·해남군·영암군·진도군·신안군('89자연생태계 전국조사 I-2'- 제4차년도(전남의 녹지자연도). 환경처.
- 任良宰, 朴基賢, 沈栽國. 1980. 韓國에서의 Raunkiaer 生活形의 地理的 分布. 中央大學校 技術科學研究所 論文集 9 : 5~20.
- 임형탁, 홍행화, 황백. 1996. 가지산의 식물상에 관한 연구. 한국생물상연구지. 1:1~16.
- 장창기, 김윤식, 정경숙. 1999. 인간간섭에 따른 소요산(경기)관속식물상의 변화연구. 한국자연보존협회. Bulletin of the KACN ser. 18:1~18.
- 정규영, 김미숙, 서정수. 1999. 청량산 도립공원(경북)의 관속식물상에 관한 연구. 한국생물상연구지. 4:149~173.
- 정규영, 김윤식, 김성식, 김미숙, 서정수. 1999. 경북울진군 소광리 천연보호림일대의 관속식물상. 한국자연보존협회. The Report the KACN No. 40 pp. 9~29.
- 鄭英昊, 申鉉哲. 1986. 韓國 固有植物의 種屬誌 VI. 말발도리屬 植物의 分類와 種間 類緣關係. Korean J. Bot. 29(3) : 207~231.
- 정영호, 임양재, 김태욱, 이은복. 1984. 충청남도 소산식물 목록. 한국자연보존협회. pp. 123~177.
- 정용규, 김원. 1996. 일월산의 식물상. 한국생물상연구지. 1:75~100.
- 홍행화, 임형탁. 1997. 석회암지대인 자병산의 식물상 및 보존에 관한 연구. 한국자연보존협회. Bulletin of the KACN ser. 16:1~19.

- 환경부. 1998. 제2차 전국자연환경조사. 광주·양평(5-01)의 자연환경. pp. 33~63.
- _____. 1998. 제2차 전국자연환경조사. 가평·춘천(4-04)의 자연환경. pp. 73~146.
- _____. 1998. 제2차 전국자연환경조사. 거창·산청(3-10)의 자연환경. pp. 51~98.
- _____. 1998. 제2차 전국자연환경조사. 구미(3-01)의 자연환경. pp. 31~66.
- _____. 1998. 제2차 전국자연환경조사. 안동·예천(2-05)의 자연환경. pp. 47~95.
- _____. 1998. 제2차 전국자연환경조사. 단양·예천(2-04)의 자연환경. pp. 37~83.
- _____. 1998. 제2차 전국자연환경조사. 화천·영월(2-02)의 자연환경. pp. 37~66.
- _____. 1997. 제2차 전국자연환경조사. 동해·삼척(1-30)의 자연환경. pp. 79~135.
- _____. 1998. 제2차 전국자연환경조사. 양평·홍천(1-15)의 자연환경. pp. 65~102.
- _____. 1998. 제2차 전국자연환경조사. 홍천·평창(1-12)의 자연환경. pp. 39~149.
- _____. 1998. 제2차 전국자연환경조사. 창녕·밀양(10-26)의 자연환경. pp. 33~76.
- _____. 1998. 제2차 전국자연환경조사. 대구·군위(10-17)의 자연환경. pp. 127~189.
- _____. 1998. 제2차 전국자연환경조사. 청송·영천(10-13)의 자연환경. pp. 57~118.
- _____. 1998. 제2차 전국자연환경조사. 창원·김해(9-02)의 자연환경. pp. 27~56.
- _____. 1998. 제2차 전국자연환경조사. 김해(9-01)의 자연환경. pp. 29~53.
- _____. 1998. 제2차 전국자연환경조사. 곡성·순천(8-12)의 자연환경. pp. 35~65.
- _____. 1998. 제2차 전국자연환경조사. 영광(8-08)의 자연환경. pp. 49~135.
- _____. 1998. 제2차 전국자연환경조사. 보성·순천(8-16)의 자연환경. pp. 69~94.
- _____. 1998. 제2차 전국자연환경조사. 진안·임실(7-18)의 자연환경. pp. 27~51.
- _____. 1998. 제2차 전국자연환경조사. 진안·전주(7-17)의 자연환경. pp. 29~56.
- _____. 1998. 제2차 전국자연환경조사. 완주·진안(7-16)의 자연환경. pp. 71~98.
- _____. 1998. 제2차 전국자연환경조사. 포항(10-11)의 자연환경. pp. 79~128.
- _____. 1997. 제2차 전국자연환경조사. 거제도(9-7)의 자연환경. pp. 55~132.
- _____. 1997. 제2차 전국자연환경조사. 구례·남원(3-13)의 자연환경. pp. 23~37.
- _____. 1997. 제2차 전국자연환경조사. 청원·보은(2-13)의 자연환경. pp. 53~89.
- _____. 1997. 제2차 전국자연환경조사. 장수·함양(3-8)의 자연환경. pp. 39~73.
- _____. 1997. 제2차 전국자연환경조사. 충주·제천(2-6)의 자연환경. pp. 39~64.
- _____. 1997. 제2차 전국자연환경조사. 충주·제천(2-6)의 자연환경. pp. 69~139.
- _____. 1997. 제2차 전국자연환경조사. 안동·영양(10-6)의 자연환경. pp. 47~90.
- _____. 1997. 제2차 전국자연환경조사. 대구·달성(10-18)의 자연환경. pp. 47~106.
- _____. 1997. 제2차 전국자연환경조사. 양평(1-16)의 자연환경. pp. 21~45.
- _____. 1999. 전국무인도서 자연환경조사(전라남도:진도군, 고흥군) 고흥군 대항도, 곡두도
- 환경청. 1988. '88 자연생태계 전국조사(I-2). pp. 205~289, 313-421

주 의

1. 이 보고서는 농림부에서 시행한 농림기술개발사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표할 때에는 반드시 농림부에서 시행한 농림기술개발사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니됩니다.