

산자고 자생지의 생육특성 및 토양요인간 상관모형

유주한, 정성관¹, 이철희^{2*}

충청북도수목·산야초연구센터, ¹경북대학교 조경학과, ²충북대학교 원예학과

Correlation Model between Growth Characteristics and Soil Factors of *Tulipa edulis* Habitat

Ju-Han You, Sung-Gwan, Jung¹ and Cheol-Hee Lee^{2*}

Chungcheongbuk-do Research Center for Wild Plants, Cheongwon, 363-874, Korea

¹Department of Landscape Architecture, Kyungpook National University, Daegu, 702-701, Korea

²Department of Horticulture, Chungbuk National University, Chungju, 361-763, Korea

Abstract - This study was carried out to offer the raw data on the method of cultivation and ecological characteristic by systematical analysing habitat environment of *Tulipa edulis* that was expected as medicinal and ornamental resource. The habitat environment was that the altitude was 245 m, the aspect of south, the size of approximately 49 m², and there was analyzed that *Tulipa edulis* grew wild in the dryly sunny spot. The vascular plants were summarized as 62 taxa; 28 families, 59 genera, 50 species, 11 varieties and 1 forms, and the resource plants were classified that there were 23 taxa of ornamental plants(37.1%), 43 taxa of edible plants(69.4%), 34 taxa of medicinal plants(54.8%) and 29 taxa of others(46.8%). In the results of soil factors analysis, there showed that acidity was pH 4.9, organic matter content of 4.9%, available P₂O₅ of 3.6 mg/kg, exchangeable K⁺ of 0.5 cmol⁺/kg, exchangeable Ca²⁺ of 3.0 cmol⁺/kg, exchangeable Mg²⁺ of 0.8 cmol⁺/kg, cation exchange capacity(C.E.C) of 12.3 cmol⁺/kg and electrical conductivity(EC) of 0.3 dS/m. In the results of correlation analysis between soil factors, exchangeable Ca²⁺ and C.E.C were highly correlative. The growth characteristics of *Tulipa edulis* were surveyed that height was 7.6 cm, leaf width of 0.6 cm, leaf length of 12.7 cm, flower width of 2.8 cm, peduncle of 5.4 cm and chlorophyll of 34.7 μg · mg⁻¹. In the results of correlation analysis between growth characteristics, height and peduncle were highly correlative. In the results of correlation analysis between soil factors and growth characteristics, exchangeable K⁺ and leaf length were high relativity but they were confirmed negative relation. In the results of growth model analysis, R-square of leaf width and exchangeable K⁺ was some 86.4% and that of chlorophyll and exchangeable K⁺ was some 83.7%

Key words - Model, Habitat, Soil, Growth

서 언

우리나라는 예로부터 한약을 애용하여 왔으며, 최근 웰빙 문화가 급속도로 확산되어 이들에 대한 관심은 급증하고 있는 실정이다. 그러나 무분별한 남획과 채취는 산지 내 많은 약용 자원식물들의 급감을 초래하였고 국가적으로 보전하고 있는 희귀 및 멸종위기식물이 감소하고 있는 추세이다. 우리나라에는 약 4,500여종의 식물들이 자생하고 있으며, 최근 지속적인 연구에 의해 미기록종들이 발견되고 있다. 특히 우

리나라는 사계절이 뚜렷하고 산지, 초지, 습지, 사구 등 다양한 지형이 형성되어 있으며, 그 속에 많은 식물군이 생육하고 있다. 이러한 식물들을 체계적으로 이용하기 위해 많은 연구가 수행되었으나 대부분 재배법, 번식법, 생리특성 등에 치중된 것은 누구나 부인할 수 없는 사실이다. 그러나 유용한 식물자원 개발과 발굴을 위해 중요하게 다루어져야 할 연구 중 하나가 자생지 환경분석이다. 자생지 관련 선행연구를 살펴보면, 노루귀(임과 상, 1990), 나리(정 등, 1991), 말나리(김과 이, 1992), 복주머니란(김과 이, 1998), 모데미풀(유 등, 1999), 둥근잎평의비름(정 등, 1999), 삼주(박 등, 2000), 자란(유 등, 2000), 금낭화(허 등, 2000), 삿갓채(안

* 교신저자(E-mail) : leech@chungbuk.ac.kr

과 최, 2002), 낙지다리(강 등, 2003), 천문동(김 등, 2003), 황근(안, 2003) 등의 연구가 수행되었으나 산자고에 대한 연구는 거의 전무한 실정이다.

산자고(*Tulipa edulis*)는 백합과(Liliaceae)에 속하는 식물로서 양지바른 풀밭에 생육하는 다년초이고 우리나라 남부 및 중부지방, 일본, 만주에 분포하고 있다. 인경은 난상원형, 길이는 3~4 cm, 근생엽은 2개, 선형이고 길이 15~25 cm, 나비 5~10 mm, 백녹색으로 털이 없다(이, 1980). 꽃은 4~5월에 피고 백색바탕에 자색 맥이 있으며, 화경 끝에 1~3개가 달리고 소화경 길이는 2~4 cm, 열매는 7월에 삭과로 성숙된다(김, 1996; 이, 1996).

산자고는 약용 자원식물로서 이용되고 있는데 味가 甘微辛, 性이 寒하며, 주로 消腫散結, 化痰解毒, 鎮痛, 抗癌의 효능이 있고 성분은 colchicine 등 alkaloid가 함유되어 있다(배, 2000; 서와 이, 2003). 이러한 산자고는 약용 자원식물로도 이용될 뿐만 아니라 백색의 꽃이 초봄에 피고 할미꽃과 같이 양지에서 자생하기 때문에 잔디밭 초화식재용으로 사용될 가능성이 상당히 높은 식물이라고 할 수 있다.

따라서 본 연구는 자원식물 중 하나인 산자고에 대해 자생지 내 생육특성을 면밀히 검토하여 화훼자원화의 기초이론 제공과 아울러 토양인자간 상관성 도출을 통해 재배법 및 생태학적 특성을 확립하기 위해 수행되었다.

재료 및 방법

산자고 자생지 확인을 위해 충청북도 내 제천시 백운산, 괴산군 박달산, 보은군 구병산, 청원군 미동산을 탐색한 결과 백운산과 박달산에는 개체 확인을 할 수 없었고 구병산의 경우 산자고가 자생하나 10여개체가 불연속적으로 존재하여 자생지 조사를 할 수 없었다. 그러나 미동산의 경우 양지 기슭에 대군락을 형성하고 있어 본 연구대상지로 적절하다고 판단되어 선정하게 되었다. 이 지역은 충청북도 청원군 미원면에 위치하고 있고 GPS 좌표는 북위 36° 37', 동경 127° 39'이다. 조사기간은 2003년 4월 예비조사 후 2004년 4월부터 10월까지 본 조사를 수행하였다.

산자고의 생육특성조사는 자생지 내 분포하는 산자고 중 너무 비대하거나 왜소하지 않는 중간개체를 기준하였으며, 자생지 중앙을 기준으로 상(북)·하(남)·좌(서)·우(동)·중앙에 생육하는 개체를 샘플링 측정하였다. 조사항목은 초장, 엽장, 엽폭, 화폭, 화경장, 엽록소량을 측정하였고 측정장비로는 디지털 캘리퍼스(CD-15CP, Mitutoyo, Japan), 스틸자(Satinless steel, Kawasa, Japan), 엽록소측정기(SPAD-502, Minolta, Japan)를 사용하였다. 측정방법은

초장의 경우 근생엽이 있는 지상부에서 화경이 형성되어 있는 꽃의 정단부까지 수직으로 조사하였고 엽장은 근생엽 전체길이를, 엽폭은 근생엽의 나비를 조사하였다. 화폭의 경우 산자고는 태양광이 약할 시 화피가 닫히기 때문에 태양광이 강한 12~13시경에 조사하였고 화경장은 추대되어 개화된 것을 측정하였다. 엽록소는 엽당 3반복 측정된 수치를 산술평균하였다.

토양조사는 생육특성조사와 동일한 5개 지점에서 채취하였고 채취방법은 표층으로부터 약 10cm 깊이에서 시료를 수집하였다. 토양의 이화학적 특성분석을 위해 토성, 토양산도(pH), 유효인산(P₂O₅), 치환성양이온(K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺), 양이온치환용량(C.E.C), 전기전도도(EC)를 사용하였다.

자생지의 식물상 조사는 2004년 4월, 6월, 8월, 10월중순경에 현지 답사를 통해 수행하였다. 내부는 전수조사를 통해 중분류를 하였고 외부는 10 m 내외에 생육하는 식물을 대상으로 조사하였다. 관속식물은 이(1980)의 목록에 따라 작성하였고 식물종 확인 및 분류는 이(1980), 이(1996)의 문헌을 이용하였다. 또한 자원식물상은 송(1985)의 목록을, 귀화식물은 강과 심(2002)의 문헌에 의해 분류하였다.

자생지 환경요인 조사는 해발, 방위의 경우 GPS를 이용하였고 경사는 아날로그식 경사계(PM-5/360PC, Suunto, Finland), 토양경도는 관입식 경도계(Soil hardness tester, Takemura, Japan)를 사용하였다. 기후는 청주기상대를 기준으로 한 연평균기온, 연평균강수량, 연평균풍속, 주풍향, 극값(최고기온, 최저기온)의 2003년도 문헌자료를 활용하였다. 자생지의 면적은 현장에서 간이 삼각측량을 통해 방안지 작성 후 내업과정을 통해 면적을 환산하였고 개체수는 m²당 생육하는 개체를 전수조사하였으며, 산술평균하여 산출하였다.

이상의 자료는 기술통계분석, 상관관계분석, 회귀분석을 이용하여 상관모형을 도출하였고 통계프로그램인 SPSS Windows for ver. 10(SPSS, Inc., 2000)을 사용하였다.

결과 및 고찰

자생지 환경요인 분석

자생지가 위치하고 있는 미동산 일반개황은 북서쪽으로 좌구산(657 m), 동쪽으로 운운산(593 m)이 있고 북쪽으로 괴산군과 경계를 이루며, 중부내륙성 산간기후로 일교차가 큰 고랭지이다(유 등, 2004a). 연평균기온은 12.7℃, 연평균강수량은 1,581.8 mm, 연평균풍속은 1.8 ㎞, 주풍향은 서북풍이고 극값의 경우 최고기온은 32.0℃, 최저기온은 -17.5℃로 나타났다(기상청, 2003). 해발은 약 245 m, 남향이며, 경

Table 1. Environmental factors of *Tulipa edulis* habitat

Altitude(m)	Aspect	Slope(%)	Hardness(kg/cm ²)	Area(m ²)	No. of individuals/m ²
245	S	2	2.5	49	28.7

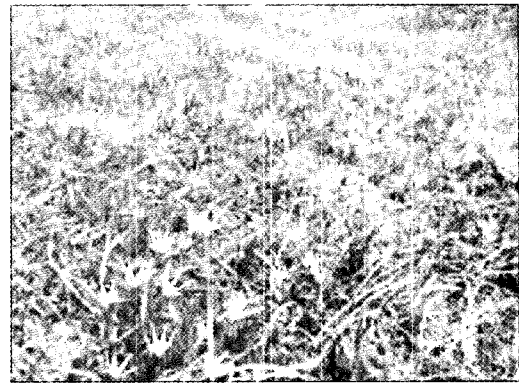


Fig 1. Flower and community of *Tulipa edulis*.

Table 2. The number of taxa in *Tulipa edulis* habitat by taxonomic levels

Level	Family	Genus	Species	Variety	Forma
Equisetineae	1	1	1	-	-
Filicineae	2	2	1	1	-
Gymnospermae	1	1	1	-	-
Angiospermae					
Monocotyledoneae	6	18	16	3	-
Dicotyledoneae	18	37	31	7	1
Total	28	59	50	11	1

사도 2%, 토양경도는 2.5 kg/cm²로 조사되었다(Table 1). 해발의 경우 삼주가 해발 200~400 m와 같은 저지대에서 많이 출현하는 것과 유사하게 산자고도 낮은 해발에서 분포하였고 방위의 경우 남향의 양지쪽에서 자생하는 자란(유 등, 2000)과 비슷한 환경에서 생육하고 있는 것으로 확인되었다. 또한 자생지의 면적은 약 49 m²로써 m²당 평균 28.7개체가 생육하고 있었고 대체적으로 균일한 형태를 이루고 있었다(Fig 1).

식물상 분석

1) 분포식물상

산자고 자생지 주변에서 자생하는 관속식물상은 28과 59속 50종 11변종 1품종 등 총 62분류군이 확인되었다(Table 2). 분류단계로 살펴보면 속새강은 1과 1속 1종, 고사리강은 2과 2속 1종 1변종, 나자식물강은 1과 1속 1종, 피자식물강 중 단자엽식물아강은 6과 18속 16종 3변종, 쌍자엽식물아강은 18과 37속 31종 7변종 1품종으로 분류되었다.

인근 미동산에 자생하는 400분류군의 식물(유 등, 2004a)

과 비교해볼 시 15.5%에 해당되는데 이는 자생지 주변에 식물조사를 한정하였고 지형적으로 다양한 식물상이 분포하는 계곡, 능선 등이 제외되어 나타난 결과라고 생각된다.

주요 출현식물목록은 Appendix와 같이 정리되었으며, 자생지 내부의 경우 고사리, 잔디, 강아지풀, 평의밥, 산달래, 타래난초, 미나리아재비, 할미꽃, 양지꽃, 꿀풀, 조개나물 등이 확인되었고 자생지 외부의 경우 원추리, 제비꽃, 붉은토끼풀, 장대나물, 사상자, 큰까치수영, 탐꽃, 왕고들빼기, 숨나물, 백고사리 등이 조사되었다.

2) 자원식물상

산자고 자생지 내외부로 자생하는 자원식물상을 살펴보면 관상용 자원식물은 23종(37.1%), 식용 자원식물은 43종(69.4%), 약용 자원식물은 34종(54.8%), 기타용 자원식물은 29종(46.8%)으로 나타났다(Table 3). 대표적인 자원식물들을 보면 관상용의 경우 원추리, 타래난초, 패랭이꽃 등, 식용의 경우 산달래, 산부추, 왕고들빼기 등, 약용의 경우 이질풀, 무릇, 둥굴레 등, 기타용은 리기다소나무, 팽이사초, 토

Table 3. The summarized list of the resource plants in *Tulipa edulis* habitat

Use	Ornamental	Edible	Medicinal	etc
No. of species	23	43	34	29
Ratio(%)z	37.1	69.4	54.8	46.8

^zRatio(%) = (No. of species by use/No. of whole investigated species) × 100%

끼풀 등으로 조사되었다.

토양요인 분석

1) 요인특성 요약

산자고 자생지 토양요인 특성을 평균치로 요약한 것으로써 산도는 pH 4.9, 유기물함량 4.8%, 유효인산 3.6 mg/kg, 치환성 칼륨 0.5 cmol⁺/kg, 치환성 칼슘 3.0 cmol⁺/kg, 치환성 마그네슘 0.8 cmol⁺/kg, 양이온치환용량 12.3 cmol⁺/kg, 전기전도도 0.3 dS/m로 분석되었다(Table 4). 산도의 경우는 우리나라 산림토양의 평균치 pH 5.5(신 등, 2002)보다 낮아 산성토양임을 확인할 수 있었고 금낭화 자생지의 pH 5.15~5.96(허 등, 2000)보다 낮아 산자고는 산성토양에서 자생하는 것으로 생각된다. 유기물함량에 있어서는 4.8%로 나타났는데 충북지역의 표토층 평균 유기물함량 3.7%와 비교할 시(정 등, 2002) 산자고 자생지가 매우 척박한 토양은 아니나 노루귀 21.1%(임과 상, 1990), 복주머니란 13.6%(김과 이, 1998)와 비교해보면 상대적으로 척박한 토양임을 알

수 있다. 유효인산은 3.6 mg/kg로써 모데미풀 자생지의 89.38 mg/kg(유 등, 1999)과 비교해볼 때 큰 차이를 보이고 있었다. 치환성 양이온에 있어서는 미선나무 자생지의 경우 치환성 칼륨 0.32 cmol⁺/kg, 치환성 칼슘 12.15 cmol⁺/kg, 치환성 마그네슘 3.79 cmol⁺/kg보다는 낮게 나타났는데(유 등, 2004b) 이는 산자고가 미선나무보다 강산성토양에서 생육하기 때문으로 산성토양에서는 세탈에 의해 칼슘과 마그네슘 함량이 낮아진다는 것(문 등, 1998)과 유사하다. 따라서 상기 결과를 종합해보면 산자고는 비교적 척박한 산성토양에서 자생한다는 것을 확인할 수 있다.

2) 화학적 특성간 상관성

Table 5는 자생지 내 토양요인간 상관성 검정을 위해 Pearson의 상관계수를 이용하여 상관관계분석을 수행한 결과이다.

가장 높은 상관성을 보인 것은 x5(치환성 칼슘)와 x6(양이온치환용량)으로 유의확률 0.01에서 상관계수 0.982로 고도

Table 4. Summary on characteristics of soil factors in *Tulipa edulis* habitat

	pH (1:5)	OM (%)	P2O5 (mg/kg)	Ex-cation(cmol ⁺ /β[II])			C.E.C (cmol ⁺ /m)	EC (dS/m)
				K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺		
Mean	4.9±0.1	4.8±0.5	3.6±0.8	0.5±0.3	3.0±1.6	0.8±0.3	12.3±2.1	0.3±0.1
Max.	5.1	5.6	4.8	0.8	5.8	1.4	15.6	0.5
Min.	4.8	4.3	2.5	0.2	1.9	0.6	10.5	0.2

Table 5. Correlation coefficients between soil factors

Var.	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8
x1	1	-	-	-	-	-	-	-
x2	0.844	1	-	-	-	-	-	-
x3	-0.933*	-0.613	1	-	-	-	-	-
x4	0.345	0.222	-0.221	1	-	-	-	-
x5	-0.373	-0.206	0.555	0.684	1	-	-	-
x6	-0.299	-0.071	0.523	0.654	0.974**	1	-	-
x7	-0.228	-0.135	0.397	0.802	0.982**	0.957*	1	-
x8	-0.665	-0.595	0.716	0.470	0.908*	0.821	0.862	1

*Correlation is significant at the 5% level (2-tailed)

**Correlation is significant at the 1% level (2-tailed)

x1: pH; x2: OM; x3: P₂O₅; x4: K⁺; x5: Ca²⁺; x6: Mg²⁺; x7: C.E.C; x8: EC

의 정적 상관성을 보였다. 서해안 임해매립지 토양에서도 이들은 높게 나타났는데 이 지역에서는 토양자체보다는 시멘트 사용에 의한 관련성으로 상기 결과가 발생된 것으로 추정하고 있는데(구 등, 2000) 산자고 자생지의 경우도 인근 경작지에서 토양중화를 위해 사용한 석회분에 의해 이들의 상관성이 높게 나타난 것으로 예측된다. 그 다음으로 상관성이 높은 것은 x5(치환성 칼슘)와 x7(치환성 마그네슘)로 상관계수가 0.974로 나타났는데 우리나라 토양의 상관성분석에서 상관성이 있다(조 등, 1985)고 보고되었으며, 임해매립지 내 토양분석에서도 상호 관련성이 있다(김 등, 2000)고 한다. 이는 칼슘과 마그네슘이 알칼리성 성분이기 때문에 나타난 결과라고 생각된다.

생육특성 분석

1) 생육특성 요약

자생지 내에서 생육하는 산자고의 생육특성은 평균 초장 7.6 cm, 엽폭 0.6 cm, 엽장 12.7 cm, 화폭 2.8 cm, 화경장 5.4 cm, 엽록소량은 34.7 $\mu\text{g} \cdot \text{mg}^{-1}$ 로 조사되었다(Table 6). 각 지점별 생육특성에서는 1지점과 5지점의 초장이 8.1 cm로 가장 높았고 엽폭은 4지점과 5지점이 0.7 cm로 가장 넓었다. 4

지점의 엽장이 13.8 cm로 가장 길었고 화폭은 2지점이 2.9 cm로 가장 넓었으며, 화경장은 3지점과 5지점에서 5.9 cm로 가장 길었다. 엽록소량은 5지점이 36.9 $\mu\text{g} \cdot \text{mg}^{-1}$ 로 가장 많이 함유되어 있는 것으로 측정되었으나 각 지점별로 통계적 유의차가 없는 것으로 나타나 비교적 균일한 생육상태를 보이는 것으로 확인되었다.

2) 생육특성간 상관성

유의확률 0.01에 있어서는 x1(초장)과 x5(화경장)이 상관계수 0.584로 가장 높게 나타났으며, 그 다음이 x3(엽장)과 x4(화폭)으로 상관계수가 0.516으로 조사되었다(Table 7). 페튜니아 초장과 개화형질 상호관계 분석에서 화경장은 초장과 높은 상관계수를 가진다고 보고하고 있는데(송과 방, 2001) 이는 초장이 긴 개체일수록 화경장 또한 길게 생육한다는 것을 의미하는 것으로 산자고 생육특성 파악 시 중요하게 고려해야 될 부분으로 생각된다.

나머지 상관성 결과를 살펴보면, 유의확률 0.05에서는 x1(초장)과 x3(엽장)이 상관계수 0.429, x3(엽장)과 x5(화경장)은 0.428, x4(화폭)와 x5(화경장)는 0.426으로 정적 관계를 나타내고 있었다. 따라서 이들 관계 해석은 초장이 길

Table 6. Summary on growth characteristics of *Tulipa edulis*

	Height (cm)	Leaf width (cm)	Leaf length (cm)	Flower width (cm)	Peduncle (cm)	Chlorophyll ($\mu\text{g} \cdot \text{mg}^{-1}$)
1site	8.1a ^z	0.6a	12.3a	2.7a	5.1a	34.2a
2site	6.8a	0.6a	11.9a	2.9a	4.6a	35.4a
3site	7.1a	0.6a	13.8a	2.8a	5.9a	34.0a
4site	7.7a	0.7a	3.3a	2.8a	5.3a	33.2a
5site	8.1a	0.7a	12.1a	2.8a	5.9a	36.9a
Mean	7.6±0.6 ^z	0.6±0.1	12.7±0.8	2.8±0.1	5.4±0.6	34.7±1.4

^zMean separation by Duncan's multiple range test 5% level

^yStandard deviation

Table 7. Correlation coefficients between growth characteristics of *Tulipa edulis*

	x1	x2	x3	x4	x5	x6
x1	1					
x2	-0.125	1				
x3	0.429*	0.110	1			
x4	0.081	0.051	0.516**	1		
x5	0.584**	-0.024	0.428*	0.426*	1	
x6	-0.028	0.172	-0.131	0.002	-0.071	1

*Correlation is significant at the 5% level (2-tailed)

**Correlation is significant at the 1% level (2-tailed)

x1: height; x2: leaf width; x3: leaf length; x4: flower width; x5: peduncle; x6: chlorophyll

어질수록 엽장 또한 길어지고 엽장이 길수록 화경장의 생장에 영향을 주며, 화경장이 길수록 화폭이 넓어지는 상호관계를 형성하고 있는 것으로 생각된다.

차후 지역별 수집종간 유연관계분석이나 형태적 특성간 상관분석을 통해 정확한 유전형질 검정이 요구되어진다.

상관모형분석

1) 토양요인과 생육특성간 상관성

토양요인과 생육특성에 대한 상관관계분석을 수행한 결과 x4(치환성 칼륨)과 x11(엽장)의 상관계수가 0.929로 가장 높았으나 부적 관계를 형성하고 있었고 x4(치환성 칼륨)과 x14(엽록소량)이 그 다음으로 높은 0.915를 나타내었다 (Table 8).

칼륨은 식물의 내건성과 관련되는 것으로써 칼륨이 부족하면 쉽게 고사하는 현상이 발생한다(이, 2003). 따라서 이것은 식물을 건조에 강하게 해주는 역할을 하는데 산자고의 경우 건조한 양지쪽에서 자생하기 때문에 내건성이 있는 식물로써 칼륨이 산자고의 엽생장에 영향을 미치는 인자라고 생각된다.

또한 치환성 칼륨과 엽록소량의 관계를 살펴보면, 대부분 식물들은 칼륨이 결핍될 때 황화 후 괴사하고(Marschner, 1995) 딸기의 경우에도 결핍되면 잎에 반점형태의 황화현상이 발생하여 하엽전체가 괴사한다(최 등, 2000)고 하였다.

따라서 엽의 황화는 엽록소량의 변화로 연결되기 때문에 이러한 일련의 관련성이 형성된 것으로 판단된다.

산자고의 재배를 위해서는 칼륨에 대한 한계농도나 생육 반응 등에 대해 구명할 필요성이 있으며, 차후 다양한 환경적 요인을 적용한 상관성 도출을 통해 생리·생태적 기초자료를 구축해야 할 것이다.

2) 토양요인과 생육특성간 상관모형

토양요인과 생육특성간 상관모형 개발을 위하여 종속변수의 경우 생육특성(초고, 엽폭, 엽장, 화폭, 화경장, 엽록소량)을, 독립변수의 경우 토양요인(산도, 유기물함량, 유효인산, 치환성 칼륨, 치환성 칼슘, 치환성 마그네슘, 양이온치환용량, 전기전도도)을 지정하여 Stepwise 법에 의거한 다중회귀분석을 수행하였다. 생육특성에 있어 엽폭과 엽록소량, 토양인자의 경우 치환성 칼륨을 제외한 나머지 항목들은 통계적으로 유의하지 못하여 상관모형이 성립되지 않았다.

엽폭과 치환성 칼륨의 상관모형에 있어 추정값의 표준오차는 0.352이고 F값은 19.049(p=0.022<0.05)이기 때문에 회귀모형의 기울기 $\beta=0$ 이라는 귀무가설을 기각한다(Table 9). 따라서 본 상관모형은 통계적으로 유의하다고 할 수 있다. 상관모형의 결정계수는 0.864로 약 86.4%의 설명력을 가지고 있다. 비표준화 회귀계수(B)의 값이 음(-)의 부호를 가지고 있기 때문에 독립변수(치환성 칼륨)가 증가할수록 종

Table 8. Correlation coefficients between soil factors and growth characteristics

Var.	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	x9	x10	x11	x12	x13	x14
x1	1													
x2	0.874	1												
x3	-0.933*	-0.613	1											
x4	0.345	0.222	-0.221	1										
x5	-0.373	-0.206	0.555	0.684	1									
x6	-0.299	-0.071	0.523	0.654	0.974**	1								
x7	-0.228	-0.135	0.397	0.802	0.982**	0.957*	1							
x8	-0.665	-0.595	0.716	0.470	0.908*	0.821	0.862	1						
x9	0.712	0.352	-0.842	0.162	-0.534	-0.620	-0.411	-0.566	1					
x10	0.667	0.835	-0.477	0.066	-0.277	-0.244	-0.254	-0.560	0.526	1				
x11	-0.005	0.051	0.041	-0.929*	-0.725	-0.618	-0.813	-0.632	-0.182	0.022	1			
x12	-0.323	0.141	0.630	0.255	0.745	0.841	0.661	0.542	-0.779	0.000	-0.171	1		
x13	0.794	0.731	-0.771	-0.158	-0.653	-0.495	-0.562	-0.865	0.384	0.425	0.463	-0.305	1	
x14	0.579	0.514	-0.404	0.915*	0.510	0.569	0.645	0.192	0.146	0.196	-0.703	0.294	0.213	1

*Correlation is significant at the 5% level (2-tailed)

**Correlation is significant at the 1% level (2-tailed)

x1: pH; x2: OM; x3: P₂O₅; x4: K⁺; x5: Ca²⁺; x6: Mg²⁺; x7: C.E.C; x8: EC; x9: height; x10: leaf width; x11: leaf length; x12: flower width; x13: peduncle; x14: chlorophyll

속변수(엽폭)는 반비례하는 경향을 나타내는 것으로 치환성 칼륨이 많을수록 엽폭과 같은 엽생장에 부정적 영향을 미치는 것으로 생각된다.

엽록소량과 치환성 칼륨에 있어서는 추정값의 표준오차가 0.672이고 F값은 15.427($p=0.029 < 0.05$)로써 상기 상관모형은 통계적으로 유의하다고 할 수 있다(Table 10). 결정계수는 0.837로써 약 83.7%의 설명력을 가지고 있으며, 비표준화 회귀계수가 양(+)의 부호를 가지고 있기 때문에 독립변수가 증가할수록 종속변수 또한 비례적으로 증가한다는 것을 확인할 수 있었다. 즉, 치환성 칼륨이 많을수록 엽록소량이 증가할 것으로 예측되나 정확한 생육자료 획득을 위해서는 칼륨 시비량과 농도와 같은 실험을 통해 정확한 생육반응을 파악해야 될 것으로 판단된다.

차후 생육모형 및 환경모형 개발을 위해서는 토양습도, 토성 등의 환경요인간 상관성 해석 및 종다양성지수, 식생의 상대우점치 등을 활용한 정밀 모형 개발이 요구되어진다. 또한 각 지역별로 자생하는 산자고에 대한 형질 특성을 파악하

여 지역별 모형도 개발할 필요성이 있다고 생각된다.

적 요

본 연구는 약용 및 관상용 자원으로써 기대되는 산자고의 자생지 환경을 체계적으로 분석하여 재배법 및 생태적 특성에 대한 기초자료 제공을 위해 수행되었다.

자생지 환경은 해발 245 m, 방위는 남향, 자생지 면적은 약 49 m²이고, 건조한 양지에서 자생하는 것으로 분석되었다.

관속식물상은 28과 59속 50종 11변종 1품종 등 총 62분류군이 확인되었고 자원식물상은 관상용 23종(37.1%), 식용 43종(69.4%), 약용 34종(54.8%), 기타용 29종(46.8%)으로 분류되었다.

토양요인 분석결과, 산도는 pH 4.9, 유기물함량 4.8%, 유효인산 3.6 mg/kg, 치환성 칼륨 0.5 cmol⁺/kg, 치환성 칼슘 3.0 cmol⁺/kg, 치환성 마그네슘 0.8 cmol⁺/kg, 양이온치환용량 12.3 cmol⁺/kg, 전기전도도 0.3 dS/m로 나타났다. 화

Table 9. Regression model on the correlation of leaf width and K⁺

a: Analysis of variance

Source	Sum of squares	Mean square	F-value	Prob.
Model	2.357	2.357	19.049	0.022
Error	0.371	0.124	-	-
Total	2.728	-	-	-

b: Result of linear regression

Root MSE : 0.352; R-square : 0.864

Adj. R-sq : 0.819

Variable	B	Beta	t-value	Prob.
Constant	14.008	-	40.900	0.000
K ⁺	-2.766	-0.929	-4.365	0.022

Table 10. Regression model on the correlation of chlorophyll and K⁺

a: Analysis of variance

Source	Sum of squares	Mean square	F-value	Prob.
Model	6.95	6.959	15.427	0.029
Error	1.353	0.451	-	-
Total	8.312	-	-	-

b: Result of linear regression

Root MSE : 0.672; R-square : 0.837

Adj. R-sq : 0.783

Variable	B	Beta	t-value	Prob.
Constant	32.458	-	49.635	0.000
K ⁺	4.753	0.915	3.928	0.029

학적 특성간 상관분석결과, 치환성 칼슘과 양이온치환용량이 높은 상관성을 보였다.

산자고의 생육특성은 초장 7.6cm, 엽폭 0.6 cm, 엽장 12.7 cm, 화폭 2.8 cm, 화경장 5.4 cm, 엽록소량은 $34.7 \mu\text{g} \cdot \text{mg}^{-1}$ 로 조사되었다. 생육특성간 상관분석 결과, 초장과 화경장이 높은 상관성을 보였다.

토양요인과 생육특성간 상관성 분석결과, 치환성 칼륨과 엽장이 높은 상관성으로 보였으나 이들의 관계는 부적 상관성으로 확인되었다. 생육모형 분석 결과, 엽폭과 치환성 칼륨의 설명력은 약 86.4%, 엽록소량과 치환성 칼륨은 약 83.7%였다.

인용문헌

- 강병화, 심상인. 2002. 우리나라 귀화식물의 발생상황. 한국잡초학회지 22(3): 207-226.
- 강현경, 大黑 俊哉, 井手 任. 2003. 절멸위기종 낙지다리 자생지의 식생구조 및 환경특성 - 일본 茨城縣 南部를 중심으로-. 한국조경학회지 31(2): 83-93.
- 구본학, 강재선, 김정옥. 2000. 서해안 임해매립지 녹지공간 토양성분들의 상관성 및 경시적 변화 특성. 한국조경학회지 27(5): 161-169.
- 기상청. 2003. 기상연보. 기상청. pp.293.
- 김대향, 박춘봉, 강찬호, 김종엽, 임주락, 최정식, 최영근. 2003. 천문동 자생지 환경 및 생육특성. 한국약용작물학회지 11(3): 212-215.
- 김도균, 장병문, 김용식. 2000. 임해매립지의 토양환경이 곰솔과 느티나무의 생육에 미치는 영향. 한국조경학회지 28(4): 9-20.
- 김승현, 이종석. 1992. 제주도 한라산 말나리의 자생지 생육환경에 관한 연구. 한국화훼연구회지 1(1): 37-46.
- 김지연, 이종석. 1998. 복주머니란(*Cypripedium macranthum* Sw.) 자생지의 생육환경에 관하여. 원예과학기술지 16(1): 30-32.
- 김태정. 1996. 한국의 자원식물 V. 서울대학교출판부. pp.165.
- 문형태, 표재훈, 김준호. 1998. 여천공단 주변지역 토양의 화학적 성질. 한국생태학회지 21(1): 1-6.
- 박정민, 장계현, 이성태, 송근우, 강진호. 2000. 삼주의 자생지환경과 생육특성. 한국약용작물학회지 8(4): 327-333.
- 배기환. 2000. 한국의 약용식물. 교학사. pp. 544.
- 서부일, 이은숙. 2003. 산자고의 독성에 관한 문헌적 고찰. 한약응용학회지 3(1): 73-82.
- 송주택. 1985. 식물학대사전. 거북출판사. pp. 24-1582.
- 송천영, 방창석. 2001. 페튜니아 일대 잡종에서 초장과 개화 관련형질의 상호관계 및 조합능력. 한국원예학회지 42(5): 601-605.
- 신현철, 박남창, 송호경, 최재채, 정영교, 권영한, 이광수, 김영걸. 2002. 후박나무림의 식생구조와 환경과의 상관관계 분석. 한국임학회지 91(6): 765-774.
- 안영희, 최광율. 2002. 자생 삵죽채의 분포와 자생지의 생태적 특성에 관한 연구. 원예과학기술지 20(2): 130-137.
- 안영희. 2003. 제주도의 자생 황근 분포와 자생지 생태적 특성. 원예과학기술지 21(4): 440-446.
- 유기억, 이우철, 오영주. 1999. 모데미풀의 자생지별 외부형태 및 식생. 한국자원식물학회지 12(4): 312-323.
- 유용권, 오장근, 박천호. 2000. 자란 자생지의 지리적 분포 및 식생. 한국원예학회지 41(2): 212-216.
- 유주한, 진연희, 장혜원, 조홍원, 김덕식, 이철희. 2004a. 충청북도 미동산의 자원식물상. 한국자원식물학회지 17(2): 122-134.
- 유주한, 조홍원, 정성관, 이철희. 2004b. 미선나무 자생지의 생육특성과 환경특성간의 상관분석. 한국환경생태학회지 18(2): 210-220.
- 이우철. 1996. 원색한국기준식물도감. 아카데미서적. pp. 1-491.
- 이창복. 1980. 대한식물도감. 향문사. pp. 5-791.
- 이철희. 2003. 자생식물의 이용과 재배기술. 충청북도산림환경연구소.
- 임진희, 상채규. 1990. 노루귀(*Hepatica asiatica* Nakai) 재배화를 위한 자생지 생육환경에 관하여. 한국원예학회지 31(1): 81-89.
- 정정학, 김기선, 홍영표. 1991. 한국 자생 나리의 분포와 자생지의 환경에 관한 연구. 한국원예학회지 32(2): 270-277.
- 정정학. 1999. 한국 자생 둥근잎평의비름(*Sedum rotundifolium*)의 분포와 생육환경 및 자생지에서의 형태적 특성조사. 원예과학기술지 17(4): 501-503.
- 정진현, 구교상, 이충화, 김춘식. 2002. 우리나라 산림토양의 지역별 이화학적 특성. 한국임학회지 91(6): 694-700.
- 조인상, 허봉구, 김이열, 조성진. 1985. 우리나라 토양의 물리화학적 특성 상호관계에 관한 연구. 한국토양비료학회지 18(2): 134-139.
- 최종명, 정석기, 차기휴, 정해준, 서관석. 2000. 갈륨의 시비농도 조절에 따른 딸기 '여봉'의 결핍증상, 생육 및 무기원소 흡수. 원예과학기술지 41(4): 350-355.
- 허권, 이채곤, 장민영, 조동하, 유창연. 2000. 금낭화의 생육특성 및 자생지 식생조사. 한국자원식물학회지 13(3): 188-194.
- Marschner, H. 1995. Mineral nutrition of higher plants. 2nd ed. Academic Press. Inc. San Diego. pp. 436-478.

(접수일 2005. 9. 30 ; 수락일 2006. 2. 2)

Appendix. The list of vascular plants around *Tulipa edulis* habitat

Korean-Scientific name	Korean-Scientific name
속새과 Equisetaceae	꽃다지 <i>Draba daurica</i> var. <i>meyeri</i>
쇠뜨기 <i>Equisetum arvense</i>	장대나물 <i>Arabis glabra</i>
고사리과 Pteridaceae	장미과 Rosaceae
고사리 <i>Pteridium aquilinum</i> var. <i>latiusculum</i>	조팝나무 <i>Spiraea prunifolia</i> for. <i>simpliciflora</i>
면마과 Aspidiaceae	양지꽃 <i>Potentilla fragarioides</i> var. <i>major</i>
뱀고사리 <i>Athyrium yokoscense</i>	오이풀 <i>Sanguisorba officinalis</i>
소나무과 Pinaceae	짚신나물 <i>Agrimonia pilosa</i>
리기다소나무 <i>Pinus rigida</i>	콩과 Leguminosae
벼과 Gramineae	갈퀴나물 <i>Vicia amoena</i>
뚝새풀 <i>Alopecurus aequalis</i> var. <i>amurensis</i>	붉은토끼풀 <i>Trifolium pratense</i>
개밀 <i>Agropyron tsukushiense</i> var. <i>transiens</i>	토끼풀 <i>Trifolium repens</i>
그랭 <i>Eragrostis ferruginea</i>	귀손이풀과 Geraniaceae
잔디 <i>Zoysia japonica</i>	이질풀 <i>Geranium thunbergii</i>
수크령 <i>Pennisetum alopecuroides</i>	단풍나무과 Aceraceae
강아지풀 <i>Setaria viridis</i>	신나무 <i>Acer ginnala</i>
바랭이 <i>Digitaria sanguinalis</i>	제비꽃과 Violaceae
참억새 <i>Miscanthus sinensis</i>	제비꽃 <i>Viola mandshurica</i>
사초과 Cyperaceae	산형과 Umbelliferae
괭이사초 <i>Carex neurocarpa</i>	사상자 <i>Torilis japonica</i>
방동사니 <i>Cyperus amuricus</i>	앵초과 Primulaceae
닭의장풀과 Commelinaceae	큰까치수영 <i>Lysimachia clethroides</i>
닭의장풀 <i>Commelina communis</i>	봄맞이 <i>Androsace umbellata</i>
골풀과 Juncaceae	용담과 Gentianaceae
핑의밥 <i>Luzula capitata</i>	구슬봉이 <i>Gentiana squarrosa</i>
백합과 Liliaceae	꿀풀과 Labiatae
원추리 <i>Hemerocallis fulva</i>	조개나물 <i>Ajuga multiflora</i>
산달래 <i>Allium fistulosum</i>	꿀풀 <i>Prunella vulgaris</i> var. <i>lilacina</i>
산부추 <i>Allium thunbergii</i>	광대나물 <i>Lamium amplexicaule</i>
산자고 <i>Tulipa edulis</i>	탑꽃 <i>Clinopodium gracile</i> var. <i>multicaule</i>
무릇 <i>Scilla scilloides</i>	질경이과 Plantaginaceae
둥굴레 <i>Polygonatum odoratum</i> var. <i>pluriflorum</i>	질경이 <i>Plantago asiatica</i>
난초과 Orchidaceae	꼭두서니과 Rubiaceae
타래난초 <i>Spiranthes sinensis</i>	솔나물 <i>Galium verum</i> var. <i>asiaticum</i>
참나무과 Fagaceae	국화과 Compositae
갈참나무 <i>Quercus aliena</i>	숨나물 <i>Leibnitzia anandria</i>
단향과 Santalaceae	미역취 <i>Solidago virgo-aurea</i> var. <i>asiatica</i>
제비꽃 <i>Thesium chinense</i>	개망초 <i>Erigeron annuus</i>
마디풀과 Polygonaceae	망초 <i>Erigeron canadensis</i>
개여뀌 <i>Persicaria longiseta</i>	산쑥 <i>Artemisia montana</i>
석죽과 Caryophyllaceae	서양민들레 <i>Taraxacum officinale</i>
패랭이꽃 <i>Dianthus chinensis</i>	왕고들빼기 <i>Lactuca indica</i> var. <i>laciniata</i>
미나리아재비과 Ranunculaceae	뽕리뱅이 <i>Youngia japonica</i>
사위질빵 <i>Clematis apiifolia</i>	
할미꽃 <i>Pulsatilla koreana</i>	
미나리아재비 <i>Ranunculus japonicus</i>	
핑의다리 <i>Thalictrum aquilegifolium</i>	
십자화과 Cruciferae	
냉이 <i>Capsella bursa-pastoris</i>	