

충청북도 미동산수목원의 자생 초본군락 구조 및 관리방안

유주한* · 정성관**

*충청북도수목·산야초연구센터 · **경북대학교 조경학과

Structure and Management Plan of the Spontaneous Herbaceous Communities in Midongsan Arboretum, Chungcheongbuk-do

You, Ju-Han* · Jung, Sung-Gwan**

*Chungcheongbuk-do Research Center for Wild Plants

**Dept. of Landscape Architecture, Kyungpook National University

ABSTRACT

The purpose of this study was to examine the ecological characteristics of herbaceous communities by systematic and scientific analysis of their structure and diversity in the Midongsan Arboretum and to offer raw data for a long-term monitoring study. The importance value and diversity index of species appearing in twenty plots from July to September, 2004 were analyzed and a management plan for these communities is presented. Vascular plants were represented by 60 taxa of 23 families, 51 genera, 50 species and 10 varieties. Based on the results of importance value analysis, the most dominant species was *Artemisia princeps* var. *orientalis*, followed by *Setaria viridis* and *Erigeron canadensis*. The diversity index analysis showed that plot no. 5 had the highest H' and H'_{max} (2.0135 and 2.6391). It's species composition was comparatively more diverse and it's structure more stable than other plots. *Artemisia montana* and *Dactylis glomerata* showed the highest correlation between species. Because herbaceous communities are important biological habitats and provide important function in environmental conservation, it is important to properly preserve these communities. At the same time, in order to preserve genetic resources and improve spatial function, it may be necessary to consider removing herbaceous communities in certain areas. In the future, the relations between physicochemical soil properties and herbaceous communities should be examined and community movement should be studied.

Key Words: Dominant Species, Monitoring, Conservation, Ecosystem

I. 서론

우리나라의 수목원은 1907년 창경궁에 동물원과 식물원을 조성한 것을 시작으로 생태 교육을 중심으로 한 환경 교육 기관으로서 중요한 역할을 하고 있으며(조우 등, 2003), 다양한 분류군의 식물체를 수집, 관리하는 기관으로서 생물학적 편의시설인 동시에 관련 연구의 진행, 자료의 축적이 동시에 이루어지고 식물원과 거의 같은 개념으로 다루어지고 있다(김종표, 2001). 우리나라의 경우 국립수목원, 도립수목원, 시립수목원 및 사설 식물원이 전국 각처에 설립되어 운영되고 있다. 수목원은 입업시험 및 산림환경연구도 수행하지만 무엇보다도 방문객들에게 휴양, 레크리에이션 등의 어메니티 기능을 제공하는 것은 부인할 수 없다. 경제적 필요로움과 주 5일제 근무의 확산으로 수목원을 탐방하는 인원은 더욱 증가할 것으로 예상된다. 따라서 수목원은 방문객들에게 즐거움과 자연학습의 기회를 제공하기 위해 조경수, 야생초화 및 원예초화류를 식재하고 있는데 이러한 행위에 따른 인위적 발생 또는 주변 환경으로부터 이입되어 자연적으로 발생하는 초본류도 상당히 많아 생태학적으로 다양한 식물군이 형성되어 있다고 할 수 있다. 이 식물군들 즉 식생은 끊임없이 변하여 주위환경에 맞는 식물군락으로 천이되어 가며, 특히 초본들로 형성된 식생은 현재 환경에 따라 적응을 잘하는 식물들이 모여 하나의 군락을 이루면서 생육하게 된다. 따라서 이들 초본식생은 다층구조로 형성된 산지식생과 달리 비록 단층이지만 자체 중간 경쟁 또는 천이 등의 생태적 특성이 내재한 생태계의 한 형태라고 할 수 있다. 이들 초본군락은 산불이나 벌목으로 산림이 파괴된 후 제 2차 식생천이가 발생한 지역, 하천변·땀·저수지·소택지 등 물의 영향으로 수목이 생육하기 어려운 지역, 해변의 간석지 또는 사구, 휴경지 내·외부, 해발이 높은 산지 정상부 등에서 형성되고 있는데(이성규, 1992) 미동산수목원의 경우 조성 초기단계에서의 잠목림 제거에 따른 나지화와 기존에 형성된 경작지의 유희지화로 인해 초본군락이 형성되어 제 2차 천이가 발생되고 있는 지역이라고 할 수 있다.

이러한 초본군락에 대한 선행연구를 검토해 보면, 오대산 초본식물과 입지 분포와 상관성 연구(김갑태,

1998), 낙동강변 초본의 식물사회학적 분석(송종석, 2001) 등이 수행되었다. 또한 이들 초본식생을 잡초적 측면에서 분석한 연구를 살펴보면, 하천의 경우 경기도 오산천의 초본군락에 대한 연구(안영희와 송종석, 2003a) 및 낙동강 수변의 초본식생 연구(김길용 등, 1990)가 수행되었고, 산지의 경우 경기도 축령산 식생 관리를 위해 등산로 주변의 초본군락을 식물사회학적 방법으로 해석한 연구결과(안영희와 송종석, 2003b)와 국립공원 덕유산 능선부 등산로 주변의 초본군락 분석(안영희 등, 2004)이 보고되었다. 그러나 수목원에 대한 연구는 남부지방 수목원의 초본식생 특성에 대한 연구결과(황재복 등, 2001)만 보고되었을 뿐 대부분의 연구가 하천, 산지 등에 한정되어 있으며, 식물 유전자원의 현지의 보전 기능을 가진 수목원과 같은 특수지역에서의 초본식생에 대한 연구는 미비한 실정에 있다고 할 수 있다.

따라서 본 연구는 미동산수목원 내 분포하고 있는 초본군락과 우점종을 체계적이고 객관적으로 분석함으로써 수목원과 같은 특수지역 내에서 발생하는 초본군락의 생태적 특성을 규명함과 아울러 수목원 내 식생천이 또는 군락의 동태 등과 같은 장기 모니터링 연구 및 생태적 관리방안에 대한 기초자료 제공을 위해 수행되었다.

II. 연구방법

1. 연구대상지

미동산(558m)은 행정구역상 충청북도 청원군 미원면에 위치하고 있다. 좌표는 동경 127° 41', 북위 36° 37' 지점으로써 북쪽으로는 괴산군과 경계를 이루고 있다. 주요 지형은 북동방향의 중앙계곡을 중심으로 북서사면부가 남동사면부보다 완만한 형태를 이루고 있으며, 경사는 대부분 30% 미만으로 형성되어 있다. 기후는 내륙성 산간기후로써 일교차가 크고 연평균 강수량이 많은 고랭지이다(김현, 2002). 미동산수목원은 2001년 개원하였으며, 충청북도산림환경연구소와 동일 장소에 위치하고 있다. 수목원 내의 주요 시설로는 연구소 청사, 연구동, 온실, 산림교육관 등의 건축물과 유전자원

보전원, 산야초 전시원, 무궁화 동산, 참나무원, 단풍나무원 등이 조성되어 있다. 미동산의 지형이 중앙계곡을 중심으로 좌우 사면부와 자연식생대가 형성되어 대부분의 시설지들은 가용면적이 산지보다 상대적으로 넓은 계곡 주변으로 조성되어 있는 상태이다.

2. 조사 및 분석방법

조사시기는 2004년 7월부터 9월에 걸쳐 수행되었으며, 조사구의 선정은 수목원 내 주요 도로, 시설지 주변으로 한정하였다. 특히 도로 개설에 따른 사면 발생지역이나 산지는 미동산 지역으로 간주하여 조사에서 제외하였다. 조사구는 총 20개소를 설치하였고 각 조사구 당 3개의 방형구(1m×1m)에 의해 군락을 분석하였다(Fig. 1).

방형구 내 출현하는 모든 식물종을 기록하였으며, 종분류는 이창복(1980)의 분류 체계에 따라 수행하였다. 각 방형구 내 출현하는 종에 대한 빈도, 밀도, 피도는 야장 작성 후 내업과정을 통해 상대빈도, 상대밀도, 상대피도로 환산하여 분석하였다(Braun-Blanquet, 1964). 군락 내 각 식물종의 생태적 지위나 경쟁상태를 파악하기 위해 Curtis and McIntosh(1951)에 따른 상대우점

치(importance percentage)를 산출하여 분석하였다. 또한 종다양성을 측정하기 위하여 Shannon and Wiener(1949)의 종다양성지수 분석을 이용한 종다양도(H'), 최대종다양도(H'_{max}), 균제도(J'), 우점도(D)를 조사하였고 자연로그(ln)를 적용하였다. 종간 상관성의 경우 Pearson의 상관계수를 이용하였고 SPSS 10.0(SPSS Inc., 2000)으로 분석하였다. 각 조사구에 대한 환경인자 파악을 위해 해발(Altiplus-D2, Pretel, France), 방위(A-10, Suunto, Finland), 경사(PM-5/360PC, Suunto, Finland), 토양산도(DM-1, Takemura, Japan) 및 경도(Soil hardness tester, Takemura, Japan)를 측정하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 조사구 환경분석

Table 1은 각 조사구에서 측정된 환경인자를 나타낸 것이다. 대체적으로 해발은 약 256~295m로 나타났고 방위는 남서향 또는 서향으로 나타났다. 방위의 경우 수목원 조성지역 전체가 남서향의 개방된 계곡을 중심으로 구성되어 있기 때문에 조사구 대부분이 일부 방위에 집중된 것으로 생각되며, 해발에 있어서는 미동산수목원 조성지역 대부분이 해발 200~300m에 입지하기 때문에 나타난 것으로 사료된다. 경사는 대체적으로 약 1~6%로 나타나 완경사를 보였으며, 토양산도는 pH 5.4~6.5로 약산성~중성에 근접한 성질을 가지고 있는 것으로써 우리나라 평균 산림토양 pH 5.5보다 비교적 높게 나타나 산성화가 많이 진행되지 않은 것으로 판단된다. 토양경도는 1.5~4.0kg/cm²의 범위를 가지고 있었다.

2. 관속식물상 분석

전체 조사구에서 출현한 관속식물을 분류단계에 의해 집계하면 23과 51속 50종 10변종 등 총 60종류의 식물상이 관찰되었다. 미동산 전체 지역의 관속식물상이 81과 215속 262종 38변종 3품종 등 총 303종류(유주한 등, 2003)와 비교해 볼 때 약 19.8%에 해당하는 것으로써

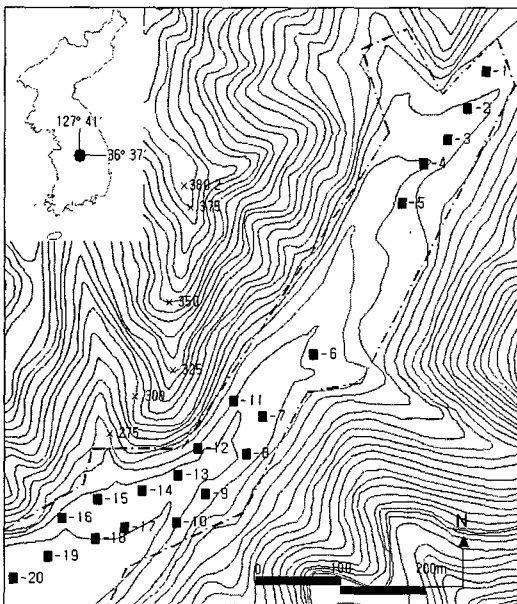


Fig. 1. Map of surveyed plots in Midongsan Arboretum.

Table 1. Description of environmental factors by plots

Plot number	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Altitude(m)	295	288	282	280	283	273	268	266	267	264
Aspect	SW	SW	SW	SW	SW	W	W	W	W	W
Slope(%)	4	3	5	2	3	1	2	1	1	2
Soil pH	6.2	6.5	6.3	6.2	5.8	6.0	6.1	5.9	5.2	5.4
Soil hardness(kg/cm ²)	3.4	3.3	4.0	3.7	3.6	4.2	3.5	3.5	2.4	3.6

Plot number	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Altitude(m)	271	266	265	264	263	263	261	259	258	256
Aspect	SW	SW	SW	SW	SW	W	W	W	W	W
Slope(%)	1	1	1	2	1	2	2	6	2	1
Soil pH	5.2	5.2	5.5	6.0	6.1	5.8	6.3	6.5	5.9	5.4
Soil hardness(kg/cm ²)	1.5	1.8	2.9	4.0	2.8	3.1	2.0	4.5	2.3	2.9

이는 식물상이 다양하게 분포하는 계곡, 능선 등이 제외된 결과라고 판단된다. 가장 많은 종이 출현하는 과는 국화과(Compositae)로 총 17종이고 전체 출현종의 약 28.3%에 해당되었다. 조사구 내에서는 한국특산식물과 회귀 및 멸종위기식물은 출현하지 않는 것으로 조사되었다. 귀화식물은 오리새 등 총 10종류가 관찰되었으며, 임양재와 전의식(1980)에 의한 자연과피도(Urbanized Index: UI=특정지역의 귀화종 총수/남한내 귀화종 총수 265종×100%) 및 귀화율(Naturalized Index: NI=귀화종수/출현종수×100%)로 환산해 보면 각각 3.77%, 16.67%로 분석되었다.

Table 2는 조사중에 대한 형태적 특성을 분류한 것으로써 광엽초본의 경우 다년초가 24종으로 전체 40.0%를 차지하였고 그 다음이 일년초 14종(23.3%), 이년초 9종(15.0%)로 나타났다. 벼과에 있어서는 다년초가 7종(11.7%), 사초과의 경우 일년초가 1종(1.7%)의 순으로 분포하고 있는 것으로 확인되었다.

3. 식물군집구조

1) 상대우점치

Table 3은 조사구별 초본군락의 상대우점치를 분석한 결과이다. 조사구 1의 경우 토끼풀(36.13%)이 가장 높은 값을 나타내었고 그 다음이 산썩(23.74%), 강아지풀(15.37%)로 분석되었으며, 잔존 지역은 망초, 들피, 그렁 등이 차지하고 있었다. 조사구 2는 산썩(33.59%)이 가장 높은 생태적 지위를 가지고 있었고 그 다음이 오리새(20.57%), 토끼풀(12.78%)순으로 조사되었다. 조사구 3~10까지는 대부분 썩이 강한 세력권을 형성하고 있었는데 가장 높은 상대우점치를 보이는 지역은 조사구 3으로 48.03%이고 상대적으로 낮은 지역은 조사구 8로 22.40%이었다. 이러한 썩속(*Artemisia*)은 밭 작물의 생육을 저해하고 수량을 감소시킬 뿐만 아니라 골프장, 운동장, 공원 등에 식재된 잔디밭과 주요 목초지에서 확산되고 있는 잡초로써의 의미도 강하다. 또한 환경 적응성이 뛰어나고 호광성 및 내담압성이 강하여 주로 척박지에 출현하는 식물인데(안영희와 송종석, 2003b) 상기 조사구들은 수목원을 관통하여 임도와 연결되는 비포장도로 인접지역으로써 도로 개설에

Table 2. Classification of morphological characteristics

Item	Grass		Sedge		Broadleaf			Total
	Annual	Perennial	Annual	Perennial	Annual	Biennial	Perennial	
No. of species	5	7	1	0	14	9	24	60
Ratio(%)	8.3	11.7	1.7	0.0	23.3	15.0	40.0	100.0

분석되었다. 망초의 경우, 종간 경쟁력이 높고 다른 식물의 성장을 크게 위축 시키며, 휴경지나 폐경지에 많이 출현하는 대표적인 식물로써(송중석, 1997) 상기 조사구들은 과거 메밀 재배지역이었으나 휴경이 시작되어 일년생 군락의 우점시기를 거친 후 다년생 초본군락으로 천이하기 이전에 성립한 월년생 군락으로 간주된다.

조사구 12와 13은 콩과 식물인 차풀(31.88%)과 토끼풀(45.63%)이 강한 세력권을 형성하는 것으로 나타났으며, 그 다음이 개망초(28.43%) 및 매듭풀(22.30%)로 분석되었다. 이들 지역의 경우 콩과 식물이 지면을 피복하고 있는 상태에서 나머지 식물들이 점상으로 출현하는 형태를 하고 있었다. 조사구 14와 19의 경우 썩(43.91%, 42.07%)이 가장 높은 생태적 지위와 경쟁력을 가지고 있는 것으로 분석되었다.

조사구 16과 20의 경우, 강아지풀(46.55%, 40.22%)이 생태적 지위가 가장 높은 것으로 확인되었고 그 다음으로 바랭이(21.74%, 11.04%)로 조사되었는데 조사구 20의 경우 바랭이와 썩이 거의 근사하게 세력권을 형성하고 있었다. 조사구 17과 18의 경우 돌피(40.54%, 34.73%)가 강한 세력권을 형성하였고 그 다음이 강아지풀(18.73%, 27.04%)로 분석되었으며, 조사구 17의 경우 돼지풀이 출현하는 것으로 조사되었다. 이 식물은 북아메리카 원산으로 도로변이나 자연훼손지에 흔히 볼 수 있는 종으로써 꽃이 필 때 꽃가루가 사람의 눈이나 호흡기에 닿으면 염증을 일으키기 때문에 유해식물로 분류

되고 있다. 따라서 주변 산지로의 확산 방지 차원과 아울러 방문객들의 건강을 위해서는 가능한한 제거되어야 할 식물이라고 판단된다.

주요 종을 제외한 나머지 출현종들을 살펴보면 조사구 11의 경우, 차풀(3.95%), 왕고들빼기(3.10%), 썩부쟁이 및 바랭이(2.82%), 조사구 12의 경우 망초(5.41%), 부처꽃(5.11%), 큰기름새(4.56%), 조사구 13의 경우 썩(8.09%), 차풀(7.11%), 이고들빼기(5.33%), 조사구 14의 경우 큰달맞이꽃(10.52%), 매듭풀(5.08%), 왕고들빼기(4.24%), 조사구 15의 경우 기생초(5.45%), 강아지풀(4.87%), 왕고들빼기(4.24%), 조사구 16의 경우 방동사니(4.75%), 돌피(4.07%), 물봉선(3.96%), 조사구 17의 경우 썩(6.82%), 바랭이(5.69%), 닭의장풀(3.96%), 조사구 18의 경우 왕고들빼기(8.20%), 익모초(7.53%), 썩(5.46%), 조사구 19의 경우 바랭이(7.60%), 방동사니(4.52%), 왕바랭이(4.50%), 조사구 20의 경우 닭의장풀(8.97%), 왕바랭이(7.84%), 고마리(4.37%) 등의 순으로 조사되었다.

2) 종 다양성

Table 4는 각 조사구별 종 다양성을 나타내는 것으로써 Shannon의 종다양도, 최대종다양도, 우점도, 균재도를 산출한 것이다. 전체적으로 종다양성지수의 범위를 살펴보면 Shannon의 종다양도는 0.9900~2.0135, 최대종다양도는 1.7918~2.6391, 균재도는 0.4820~0.8535,

Table 4. Species diversity indices by plots

Index	No. of plot									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
H^a	1.0590	1.7885	1.5918	1.6190	2.0135	1.9165	1.6431	1.8754	1.8569	1.3733
H_{max}^b	2.1972	2.3979	2.3979	2.4849	2.6391	2.4849	2.1972	2.1972	2.3026	1.7918
J^c	0.4820	0.7459	0.6638	0.6515	0.7629	0.7713	0.7478	0.8535	0.8064	0.7664
D^d	0.5180	0.2541	0.3362	0.3485	0.2371	0.2287	0.2522	0.1465	0.1936	0.2336

Index	No. of plot									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
H^a	1.5476	1.0158	0.9900	1.3213	1.2572	1.3134	1.5817	1.5238	1.6787	1.7269
H_{max}^b	2.3979	1.7918	1.7918	1.9459	1.9459	2.3026	2.1972	2.0794	2.4849	2.3979
J^c	0.6454	0.5669	0.5525	0.6790	0.6461	0.5704	0.7199	0.7328	0.6756	0.7202
D^d	0.3546	0.4331	0.4475	0.3210	0.3539	0.4296	0.2801	0.2672	0.3244	0.2798

^a: Species diversity; ^b: Maximum species diversity; ^c: Evenness; ^d: Dominance

우점도는 0.1465~0.5180으로 분석되었다.

종다양도와 최대종다양도가 가장 높은 지역은 조사구 5로써 각각 2.0135, 2.6391로 나타났는데 이는 단위면적 당 출현종수와 개체수가 많기 때문에 나타난 결과로써 타 조사구에 비해 다양한 종구성이 형성되어 있는 것으로 종다양성이 크면 군락의 다양화 및 안정성도 크다고 할 수 있으나 원인 규명을 위해 정밀 조사가 요구되어진다.

하층식생의 경우, 계절에 따른 종다양성지수 변화의 폭이 크다고 보고되었는데(김지홍 등, 1996) 본 연구의 경우 7~9월과 같은 하계와 추계에 조사를 하였기 때문에 춘계의 초본군락 변화를 예측할 수 없었다. 춘계의 경우 십자화과(Cruciferae) 및 제비꽃과(Violaceae) 식물들이 대부분 개화하는 시기로서 초장이 큰 초본종이 발생하기 전에 상기 과에 해당되는 종들이 지면을 피복하는 경우가 많기 때문에 종다양성지수는 달라질 가

능성이 있다고 할 수 있다. 따라서 초본군락의 계절별 동태를 파악하기 위해서는 반드시 계절별, 연도별 연구가 수행되어야만 정확한 초본군락의 생태자료를 획득할 수 있으리라 판단된다.

4. 주요 종간 상관분석

각 조사구에서 높은 상대우점치를 갖고 있는 1~3순위의 주요 종을 선발함과 아울러 이들의 상대우점치를 이용하여 상관분석을 수행하였다(Table 5).

높은 정의 상관성을 나타낸 종은 sp.1(산쑥)과 sp.4(오리새)로 상관계수 0.807이고 그 다음이 sp.6(개망초)와 sp.14(차풀)로 상관계수가 0.751이었다. 나머지 종들을 살펴보면 sp.2(토끼풀)과 sp.15(매듭풀), sp.3(강아지풀)과 sp.16(미국개기장), sp.5(쑥)과 sp.7(질경이), sp.8(닭의장풀)과 sp.9(왕고들빼기), sp.11(바랭이)

Table 5. Pearson's correlation analysis between major herbaceous species

	sp.1 ^a	sp.2 ^b	sp.3 ^c	sp.4 ^d	sp.5 ^e	sp.6 ^f	sp.7 ^g	sp.8 ^h	sp.9 ⁱ	sp.10 ^j	sp.11 ^k	sp.12 ^l	sp.13 ^m	sp.14 ⁿ	sp.15 ^o	sp.16 ^p	sp.17 ^q
sp. 1	1																
sp. 2	0.437	1															
sp. 3	-0.137	-0.245	1														
sp. 4	0.807*	0.128	-0.196	1													
sp. 5	-0.436	-0.412	-0.372	-0.305	1												
sp. 6	-0.143	-0.159	-0.373	-0.100	0.239	1											
sp. 7	-0.109	0.010	-0.284	-0.076	0.450*	0.155	1										
sp. 8	-0.101	-0.144	-0.177	-0.071	0.203	-0.135	-0.103	1									
sp. 9	-0.109	-0.155	0.077	-0.076	0.210	-0.146	-0.111	0.592**	1								
sp.10	-0.075	-0.107	0.200	-0.053	0.170	-0.100	-0.076	-0.071	-0.076	1							
sp.11	-0.132	-0.187	0.391	-0.092	-0.276	-0.176	-0.134	-0.124	-0.134	-0.092	1						
sp.12	-0.155	-0.220	0.151	-0.108	-0.382	-0.206	-0.157	-0.146	-0.157	-0.108	0.069	1					
sp.13	-0.162	-0.047	-0.175	-0.113	0.063	0.085	-0.164	-0.153	-0.164	-0.113	-0.198	-0.128	1				
sp.14	-0.098	-0.139	-0.254	-0.068	0.121	0.751**	-0.099	-0.092	-0.099	-0.068	-0.120	-0.141	-0.003	1			
sp.15	-0.075	0.732**	-0.196	-0.053	-0.305	-0.100	-0.076	-0.071	-0.076	-0.053	-0.092	-0.108	0.116	-0.068	1		
sp.16	-0.075	-0.107	0.533*	-0.053	-0.305	-0.100	-0.076	-0.071	-0.076	-0.053	0.645**	-0.108	-0.113	-0.068	-0.053	1	
sp.17	-0.075	-0.107	0.098	-0.053	-0.305	-0.100	-0.076	-0.071	-0.076	-0.053	-0.092	0.651**	-0.113	-0.068	-0.053	-0.053	1

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

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

^a: *Artemisia montana*; ^b: *Trifolium repens*; ^c: *Setaria viridis*; ^d: *Dactylis glomerata*; ^e: *Artemisia princeps* var. *orientalis*; ^f: *Erigeron annuus*; ^g: *Plantago asiatica*; ^h: *Commelina communis*; ⁱ: *Lactuca indica* var. *laciniata*; ^j: *Cyperus amuricus*; ^k: *Digitaria sanguinalis*; ^l: *Echinochloa crus-galli*; ^m: *Erigeron canadensis*; ⁿ: *Cassia nomame*; ^o: *Kummerowia striata*; ^p: *Panicum dichotomiflorum*; ^q: *Ambrosia artemisiifolia* var. *elatior*

와 sp.16(미국개기장), sp.12(돌피)와 sp.17(돼지풀)이 서로 정의 상관성이 있는 것으로 분석되었다. 상기 결과들은 서로 식물들이 선호하는 서식환경이 유사할 경우 발생하는 결과로써 대부분 식물들이 척박지에 잘 생육하는 종들이기 때문에 상관성을 나타낸 것으로 판단된다. 상기 상관성은 중간 분포지나 환경요구조건을 규명할 때 사용되는 것으로써 생태적 특성을 결정하는데 매우 중요한 역할을 하며, 각 종이 공간상 임의로 분포한다는 것을 가정 하에 분석하는 것으로 식물군락의 생태적 특성조사에 매우 중요한 기초자료가 된다(허만규 등, 2000). 본 조사지역의 경우 각 초본종이 수목원 내 임의로 분포되어 있다는 가정 하에서 조사를 통해 상관성을 추출하였으며, 이러한 중간 상관성은 식물군락의 생태적 특성을 규명하는데 필요한 자료가 될 것으로 사료된다.

5. 초본군락 관리방안

1) 생태계 측면의 관리방안

초본군락은 생태학적 가치가 높고 생물 서식처 제공과 생물종 다양성 유지의 역할을 하며, 먹이사슬에서 일차 생산을 제공하기 때문에 지구생태계에서 매우 중요한 구성요소라고 할 수 있다(Marshall *et al.*, 2003). 따라서 초본군락의 보전은 생물종 보전과 직접적인 연관성을 가지고 있다고 할 수 있는데 이들 군락 내에서 연쇄적 먹이사슬이나 에너지 교환과 같은 물질흐름이 이루어짐으로 인해 소생태계를 형성하고 있기 때문에 이들의 보전은 생물종 다양성 증진과 연관되어진다고 할 수 있다.

산림식생과 더불어 초본 또한 자연경관을 형성하는데 중요한 역할을 하고 있으며, 경관의 다양성은 식물종의 다양성과 함께 발생됨과 아울러 식물이 가진 특성과 주변환경에 의해 형성된다고 할 수 있다. 그러나 인간의 교란과 경관 파편화로 인해 초본군락의 훼손이 심각하고 경관구조의 급격한 변화로 점차 소멸되어 가며, 토지 이용변화에 따라 군락의 고립화가 발생되고 있다(Bergin *et al.*, 2000). 따라서 수목원 내 경관의 보전을 위해서는 수목군락뿐만 아니라 초본군락도 보전하는 것이 중요하다.

또한 초본군락은 각종 개발에 의해 발생된 불모지에

이입되어 자연천이를 유도시킴으로써 생태 복원력을 향상시킨다. 이들 군락 형성으로 인해 교란이 덜 된 토양은 침식이 적게 발생하므로 표토 유실을 방지함과 아울러 토양 및 수자원 보전 기능이 있기 때문에(Locke *et al.*, 2002) 초본군락의 생태적 관리는 수목원 환경보전에 큰 역할을 할 수 있다.

(1) 생물적 측면

조사구 1~10은 썩이 주로 우점하고 있는 도로변 지역으로써 선형의 군락이 도로시점에서부터 종점에 이르기까지 형성되어 있어 피층류, 설치류 등의 서식처 역할과 인접 산지나 하천으로 이동할 수 있는 생태 통로 역할 및 차량 통행과 방문객 이동과 같은 인위적 교란에 대한 완충지대 기능을 하고 있어 생태학적 보전가치가 있다고 할 수 있다. 그러나 상기 지역을 생태학적으로 건전하게 관리하기 위해서는 썩의 우점화와 세력권을 약화시키는 것이 중요하다. 썩의 우점지역은 타 식물체의 이입이 용이하지 않다. 따라서 종다양성 증진을 위해서는 선형군락 중 일정 간격을 타 식물로 식재 또는 천이를 유도시킴이 필요할 것으로 생각된다. 즉, 일정 면적의 썩 군락을 제거 후 토성이 개량된 토양을 복토작업한 다음 산국, 구절초, 썩부쟁이 등 비교적 생명력이 강한 초본종을 식재하되 미동산에 자생하는 개체로부터 삼목과 같은 영양번식법을 통해 증식된 유묘를 식재하는 것이 생물유전자원 보전측면에서 유리할 것으로 사료된다.

(2) 경관적 측면

미동산수목원은 1차 조성 후 현재 조경수 식재 등 보완공사가 지속적으로 수행되고 있고 각종 시설지가 계획되어 경관교란이나 군락 파편화가 예상되어진다. 또한 대부분의 국내 수목원도 관람객들의 즐거움과 볼거리 제공을 일차적인 목표로 하고 있기 때문에 수목원 조성에 따른 경관구조의 변화는 계속 발생될 것으로 생각된다.

조사구 11~13은 들쭉기공사나 펜스 설치로 기존 식생들이 대부분 교란 또는 훼손으로 인해 나지가 형성되어 경관적으로 불량한 지역이었으나 망초, 차풀 등이 선구 초본군락을 형성하여 피복함으로써 경관의 자연성이 증가되고 있다고 할 수 있다. 또한 이러한 군락은 타 지역 군락 간 상호 연결 매트릭스 역할을 하기 때문

에(Livingston *et al.*, 2003) 인위적 훼손에 따른 식생에 대한 연결성을 배가시킨다고 할 수 있다. 따라서 수목원이라는 국한된 지역에서 벗어나 국내 자연환경보전을 위해서는 원시림, 극상림 또는 녹지자연도가 높은 수림지대를 보전하고 관리하는 것도 중요하겠지만 여러 가지 초본종이 군집하여 생육하는 초본군락도 보전하고 모니터링하는 것도 경관보전 상 중요하다고 판단된다.

(3) 토양적 측면

조사구 19와 20은 관찰로 조성을 위해 절·성토된 지역으로써 이들 주변으로 썩, 강아지풀을 우점종으로 한 군락이 형성되어 있어 유수 발생 시 각종 부유물질을 인근 하천으로 유입되는 것을 방지하는 완충지 역할을 하고 있다. 이는 환경상태가 불량한 지역을 자연적으로 회복하고 천이를 발생시켜 원 상태로 회복시키는데 매우 중요한 역할을 하고 표토층 훼손을 방지하는 기능이 있기 때문에 환경보전적 측면에서 매우 중요한 인자라고 할 수 있다.

따라서 수목원 내 각종 개발 행위 시 생물적 중요성이 큰 표토층을 면밀히 검토하여 보전하는 것이 필요한데 토양 내 유기물과 영양분이 풍부한 지역에서는 교란된 토양에 비해 자생식물이 많이 출현하며(Sukopp, 2004), 비옥한 토양일수록 생육상태가 좋기 때문에 생태계 보전을 위해서 유기물이 풍부한 표토층을 보전해야 함이 바람직할 것이고 인위적 교란에 의해 자연상태의 토양이 훼손되는 것을 막는 것이 매우 중요하다고 판단된다. 그리고 군락 분포는 토양과 밀접한 관련성이 있기 때문에(Makhozumi, 2000) 군락 분포 모니터링이나 동태 변화 분석을 위해서는 차후 토양의 이화학적 성질과 관련성을 검정함이 요구되어진다.

2) 수목원 측면의 관리방안

초본은 산림, 초원, 습지 등지에서 광범위하게 분포하는데 변화되기 쉽고 인위적 영향으로 불안정한 입지에서 생육하고 있으며, 이들은 인간의 생활활동으로 만들어진 교란환경에 적응하여 진화되어 왔다(양환승 등, 2004). 특히 수목원은 식물유전자원의 보전 및 전시 등의 목적으로 인위적인 식물 식재가 많이 이루어지기 때문에 초본발생은 수목원 관리상 중요한 것 중 하나이다.

초본관리를 위해서는 초본의 생물학적 또는 생태학적 습성을 이해하는 것이 환경적으로 건전한 방제의 필수 조건이며, 생육 특성, 생리학적 및 발달단계, 환경조건 등이 여기에 포함된다. 따라서 효율적인 초본관리를 위해서는 계절별로 발생하는 초본종에 대해 생육 형태 즉, 다년초, 일년초 등의 특성을 파악함으로써 방제시기, 강도 등을 확립할 수 있으며, 발아 광조건 등의 환경요구 조건을 구명하여 발생 초기 상기 환경을 인위적으로 조절함으로써 자연 도태시킬 수 있는 방법을 강구해야 한다. 이러한 초본방제는 식물학적 또는 원예학적으로 1950년대까지 중요한 부분은 아니었으나 환경변화와 인간활동 증가로 인해 새로운 초본종이 증가하고 있고 제초제에 의해 소멸되지 않는 잡초종이 발생하고 있어 수목원과 같이 특산식물, 희귀 및 멸종위기식물 등 다양한 식물분류군을 보유하고 있는 지역에서는 간과해서는 안 될 문제점으로 생각된다. 따라서 수목원 내 특정 지역에서 발생하는 초본관리는 집중으로 수행하되 반드시 생물학적 또는 생태학적 방제를 통해 타 생물종들의 영향을 최소화해야 할 것이다. 그러나 필요목적 이외의 초본종도 기타 식물들과 마찬가지로 생태계의 구성요소이지만 수목원 기능을 배가시키고 인간의 육구와 자연보전 사이에서 발생하는 양극화 현상을 해소하기 위해서는 방제가 필수불가결한 조치라고 판단되며, 관리 이외 초본군락을 보전하는 것이 건전한 생태계를 유지하는데 유리할 것이다.

(1) 식물유전자원 관리적 측면

미동산수목원은 현지의 보전기능을 수행하기 위하여 특정식물의 자생지 보전지역 및 식물종 다양성 보전을 위한 유전자원 보전원과 함께 식물의 지역별 유전형질 검정과 유연관계 해석을 위해 시험구들이 설치되어 있어 식물생태학적으로 중요한 지역이라고 할 수 있다. 조사구 17과 18의 경우 각처 산지에서 수집된 식물종들이 연속적으로 식재되어 있어 초본종의 침입 또는 이입은 식물 유전자원 관리 측면에서 많은 문제점들을 야기시킨다. 즉, 지역별로 수집된 쑥속(*Artemisia*) 시험구로 수목원에서 자생하는 쑥이 침입할 경우 지역별 유전형질의 변화로 인해 정확한 형질 검정이 불가능할 뿐만 아니라 속간 및 종간 교배를 통해 교잡종이 발생할 가능성이 있기 때문에 시험연구의 기능을 상실하게 된다.

또한 양치식물 수집원에서의 초본 발생은 양치식물의 생육을 저해하고 강한 세력권 형성으로 인해 이들이 피압될 가능성이 높다. 따라서 이들 지역에서의 초본종 출현은 식물유전자원의 보전과 관리뿐만 아니라 각종 시험연구에 악영향을 미칠 우려가 있기 때문에 조기에 제거함이 바람직할 것으로 사료된다.

(2) 초화류 관리적 측면

수목원을 방문하는 관람객들에게 볼거리 제공을 위해 관광가치가 높은 유색계 초화류를 조경 식재한 지역이 많다. 특히 조사구 15~17은 벌개미취, 금불초, 꿀풀, 산구절초, 곰취, 두메부추, 톱풀, 돌마타리 등의 소규모 군락이 경관식재되어 있어 계절별로 다양한 색상의 초화류가 방문객들에게 볼거리를 제공하는 지역이다. 따라서 이들 지역에서 초본종의 출현은 조경학적 가치가 있는 특정식물에 대해 생육을 저해하고 관람 또는 자연학습 공간의 기능을 감소시킨다. 특히 벌개미취와 같이 군락 식재를 통해 관상하는 식물인 경우 군락 내 불필요한 초본종이 발생함에 따라 색채의 이질감 등이 발생하여 조경학적 가치가 저하되며, 자연학습 시 사물에 대해 판단력이 부족한 저학년의 경우 초화류와 불필요한 초본종에 대한 혼돈의 여지가 있기 때문에 이들을 제거함이 바람직하다고 생각된다.

(3) 귀화식물 관리적 측면

귀화식물의 침입은 자생식물의 감소를 초래하는데 이 식물은 인간의 간섭과 관계없이 그들 군집을 유지시키며, 끊임없이 재생하는 특성을 가지고 있다(Richardson, 2000). 또한 환경적응력이 뛰어나기 때문에 이들의 발생은 수목원 내 초본군락의 종다양성 감소뿐만 아니라 교란을 야기시켜 생태학적으로 심각한 결과를 초래한다. 특히 조사구 15와 약 200m 이격된 산지 가장자리에는 산림청 지정 희귀 및 멸종위기식물인 쥐방울덩굴 자생지가 위치하고 있어 망초와 같이 경쟁력이 강한 식물이 주변으로 확산될 경우 보호식물의 자생지는 물론 인접 산지 식생에도 악영향이 발생할 것으로 예측되어 사전 관리조치가 필요하다고 생각된다. 그러나 이들의 발생과 생육을 정확히 예측하여 관리한다는 것은 사실상 불가능하다. 따라서 결실기 때 비산종자를 방지하기 위해 식물체 제거나 중간 경쟁에서 우위에 있는 식물종

을 선발하여 식재함으로써 군락 자체를 도태시키는 것이 필요하다. 또한 수목원 내 귀화식물들의 출현은 토공사 시 객토작업이나 수목 또는 초화류 이식 시 기존 토양 내 귀화식물 종자가 혼입되어 발생하는 경우가 많기 때문에 단기간 제거보다는 발생 양상을 면밀히 검토한 후 점진적으로 제거방안을 수립하는 것이 수목원 관리상 유리할 것으로 사료된다.

IV. 결론

2004년 7월부터 9월까지 미동산수목원 내 초본군락을 대상으로 조사구 20개소 내에 출현하는 종들의 상대 우점치, 종다양성지수 분석을 수행한 결과는 다음과 같다.

전체 조사구의 관속식물상을 조사한 결과, 23과 51속 50종 10변종 등 총 60종류가 관찰되었으며, 자연과피도와 귀화율은 각각 3.77%, 16.67%로 분석되었다. 형태적 특성 및 생활형 분석에 있어서는 광엽초본, 벼과, 사초과의 순으로 확인되었다.

상대 우점치 분석 결과, 조사구 1의 경우 토끼풀(36.13%), 조사구 2는 산썩(33.59%), 조사구 3~10은 썩(22.40~48.03%), 조사구 11과 15는 망초(32.41%, 40.05%), 조사구 12는 차풀(31.88%), 조사구 13은 토끼풀(45.63%), 조사구 14와 19는 썩(43.91%, 42.07%), 조사구 16과 20은 강아지풀(46.55%, 40.22%), 조사구 17과 18은 돌피(40.54%, 34.73%)가 우점종으로 판명되었다.

전체 조사구에 있어서 출현빈도가 가장 높은 종은 썩으로 14회 조사되었고 그 다음이 강아지풀(10회), 망초(5회)순이었는데 대체적으로 토양상태가 건조, 척박 및 토양의 경화가 심한 지역을 선호하는 식물종들로 확인되었다.

종다양성 분석 결과, 종다양도와 최대종다양도가 가장 높은 지역은 조사구 5로써 각각 2.0135, 2.6391로 나타나 타 조사구에 비해 상대적으로 종조성이 다양하고 군락이 안정되어 있다고 생각된다.

또한 중간 상관분석 결과에 있어서는 산썩과 오리새가 상관계수 0.807로 가장 높은 상관성을 나타내었으므로 이들 종은 서로 비슷한 환경조건을 가지고 있는 것으로 판단된다.

생태계 측면 관리방안의 경우, 생물적 측면에서는 선형으로 형성된 숲 군락이 파충류, 설치류 등의 서식처 및 이동 통로 역할을 하고 있기 때문에 생태학적으로 보전함이 요구되어지나 종다양성 증진을 위해서는 군락 일부를 제거함과 동시에 타 식물의 이입 또는 식재를 유도시켜야 할 것으로 사료된다. 경관적 측면에서는 수목원 보완공사 시 발생하는 나지를 자연적으로 피복하고 파편화된 초본군락을 연결시켜주는 기능이 있어 경관의 자연성을 증진시킨다고 할 수 있다. 또한 토양적 측면에서는 관찰로 조성 시 발생된 절·성토지역을 피복하여 천이를 유도시킴으로써 생태복원력 향상과 더불어 표토 유실 등을 방지함으로써 환경보전의 역할을 한다고 사료된다.

수목원 관리측면에 있어서 식물유전자원 관리의 경우 종다양성 보전을 위한 유전자원 보전원, 지역형질 검정을 위한 시험구 등지에서 불필요한 초본종이 발생할 시 교잡종 발생으로 지역형질 및 유연관계 검정에 영향을 주기 때문에 수목원의 연구 및 종보전 기능을 증진시키기 위해서는 특정지역에서 발생하는 초본종들은 제거하는 것이 필요하다. 초화류 관리 측면의 경우, 벌개미취 등 관상가치가 높은 식물 식재지역에서의 초본종 발생은 조경학적 가치를 저해할 뿐만 아니라 자연학습 기능을 저하시키기 때문에 관리가 요구되어진다. 귀화식물 관리 측면에서는 미동산 산지 내 자생하는 희귀 및 멸종위기식물의 생육과 인접 산지 식생에 악영향을 줄여지가 많기 때문에 사전 관리조치가 필요하다.

본 연구는 미동산수목원 내 초본군락에 국한시켜 분석이 이루어졌기 때문에 초본군락의 특성을 대표하기에는 한계가 있다고 판단된다. 따라서 차후 토양의 이화학적 성질과 초본군락과의 관계성 규명과 아울러 초본군락의 식물사회학적 분석을 통한 군락 동태 연구 및 시계열적 자료분석을 통한 장기모니터링이 필요할 것으로 사료된다.

인용문헌

- 김갑태(1998) 오대산 아고산대의 자생 초본식물 분포와 입지 인자에 관한 연구. 한국임학회지 87(3): 459-465.
- 김길용, 권순태, 백경환, 김진협, 김학운(1990) 낙동강변의 잡초 식생에 관한 연구. 한국잡초학회지 10(2): 67-74.
- 김종표(2001) 식물원 및 수목원 이용의 활성화방안. 고려대학교 대학원 석사학위논문.
- 김지홍, 이병천, 이유미(1996) 남산 및 광릉 산림생태계의 식물종 다양성의 비교 평가. 한국임학회지 85(4): 605-618.
- 김현(2002) 미동산 산림환경생태원 설계. 한국조경학회지 30(5): 89-97.
- 송중석(1997) 한국의 경작지 및 휴경지의 잡초군락에 대한 식물사회학적 연구. 한국생태학회지 20(3): 191-200.
- 송중석(2001) 낙동강 상류부의 하천변 관목 및 초본성 식생의 식물사회학적 연구. 한국환경생태학회지 15(2): 104-117.
- 안영희, 송중석(2003a) 경기도 오산천 주변의 잡초군락에 대한 식물사회적 연구. 한국환경과학회지 12(12): 1207-1213.
- 안영희, 송중석(2003b) 경기도 축령산 등산로 주변 잡초 식생의 식물사회학적 연구. 한국환경생태학회지 17(3): 232-241.
- 안영희, 정연택, 이성기(2004) 국립공원 덕유산 능선부 주변 잡초군락의 식물사회학적 연구. 한국환경생태학회지 18(2): 191-196.
- 양환성, 김동성, 박수현(2004) 잡초 형태·생리·생태. 서울: 이전농업자문도서.
- 유주한, 진연희, 장혜원, 한주환, 이철희(2003) 충청북도 미동산의 관속식물상. 한국환경생태학회지 17(2): 112-122.
- 이성규(1992) 한국의 자연초지. 한국초지학회지 12(별): 48-55.
- 이창복(1980) 대한식물도감. 서울: 향문사.
- 임양재, 전의식(1980) 한반도의 귀화식물분포. 한국식물분류학회지 22: 69-83.
- 조우, 장중수, 민성환, 오강임(2003) 인천광역시 수목원 조성 기본계획. 한국조경학회지 31(5): 96-107.
- 황재복, 심경구, 송석보, 이동창(2001) 남부지방 수목원의 잡초식생의 특성. 한국잡초학회지 21(4): 314-319.
- 허만규, 허홍욱, 김창호(2000) 군락내 공간적 분석에 의한 세종간 상관관계. 한국생태학회지 23(1): 17-23.
- Bergin, T. M., L. B. Best, K. E. Freemark, and K. J. Koehler(2000) Effects of landscape structure on nest predation in roadsides of a midwestern agroecosystem: a multiscale analysis. Landscape Ecology 15: 131-143.
- Braun-Blanquet, J.(1964) Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde, 3. neu bearb. Aufl. Berlin, Wien, New York: Springer.
- Curtis, J. T. and R. P. McIntosh(1951) An upland forest continuum in the prairie-forest border region of Wisconsin. Ecology 32: 476-496.
- Livingston, M., W. W. Shaw, and L. K. Harris(2003) A model for assessing wildlife in urban landscapes of eastern Pima County, Arizona(USA). Landscape and Urban Planning 64: 131-144.
- Locke, M. A., K. N. Reddy, and R. M. Zablotowicz(2002) Weed management in conservation crop production systems. Weed Biology and Management 2: 123-132.
- Makhzum, J. M.(2000) Landscape ecology as a foundation for landscape architecture: application in Malta. Landscape and Urban Planning 50: 167-177.
- Marshall, E. J. P., V. K. Brown, N. D. Boatman, P. J. W. Lutman, G. R. Squire, and L. K. Ward(2003) The role of weeds in supporting biological diversity within crop fields. Weed Research 43: 77-89.

-
26. Richardson, D. M., P. Pyšek, M. Rejmánek, M. G. Barbour, F. D. Panetta, and C. J. West(2000) Naturalized and invasion of alien plants: concepts and definitions. *Diversity and Distributions* 6: 93-107.
27. Shannon, C. E. and W. Wiener(1949) The mathematical theory of communication. *Science* 185: 27-39.
28. Sukopp, H.(2004) Human-caused impact on preserved vegetation. *Landscape and Urban Planning* 68: 347-355.

원 고 접 수: 2005년 3월 30일

최종수정본 접수: 2005년 5월 6일

3인의명 심사필