

中國吉林省白城市 일대의 鹽性, 알칼리성 乾燥地 植生에 관한 연구¹

안영희^{2*} · 王百成³ · 金英花² · 최창용² · 玄永男² · 송동옥²

Vegetation on Basic, Alkaloid, Arid Land of the Whole Area of Baicheng City, Jilin Province, China¹

Young-Hee Ahn^{2*}, Bai-Cheng Wang³, Ying-Hua Jin², Chang-Young Choe²,
Yong-Nan Xuan², Dong-Ok Song²

요 약

한국은 매년 봄철 중국의 서부지역 및 몽골로부터 불어오는 황사 피해를 받고 있다. 황사발생은 현재 한국을 비롯하여 일본, 멀리 아메리카 대륙에 이르기까지 환경문제를 일으키고 있다. 중국의 서부지역은 장기간의 기후변화와 인간의 훼손행위로 인해 사막화가 급격히 가속되고 있는 실정이다. 이에 중국을 비롯한 각국은 식물식재를 통한 사막의 생태적인 복원을 모색하고 있다. 따라서 본 연구는 사막의 생태적인 식생복원을 위한 기초자료를 얻기 위해 중국 서북부의 대표적인 건조지인 바이청(白城)지역의 식생을 조사하였다. 건조지에 1차적으로 침입한 강아지풀은 건조에 따른 토양의 염분농도 상승과 알칼리화와 더불어 *Artemisia mongolica*-강아지풀군락을 비롯하여 강아지풀-*Cannabis sativa* var. *fruderalis*군락으로 천이하였다. 환경조건의 지속적인 악화와 더불어 강한 바람에 의한 증발량 상승으로 건조가 극심한 평지에서는 최종적으로 *Artemisia mongolica*군락이 일부 잔존하였다. 시간변화에 따라 간헐적인 그늘이 생길 수 있는 구릉지는 상대적으로 공증습도가 확보될 수 있어 다른 유형의 식생이 나타났다. 조사대상지의 전 지역에 흔히 분포하는 남가새군락은 토양환경 악화와 더불어 남가새-*Cleisrogenes squarrosa*군락으로 천이하였고 낮은 구릉지 지형조건에서 환경악화와 더불어 건조와 토양염분 및 강알칼 토양에 강한 *Cleisrogenes squarrosa*군락이 최종적으로 형성되었다. 또한 본 조사지 일대에서 건조에 강한 27과 49속 58종 4변종의 총 62분류군의 고등식물이 나타났다. 이 가운데 환경내성이 뛰어난 국화과식물이 27.4%로 가장 많이 조사되었다.

주요어 : 황사, 환경문제, 사막화, 염분농도, 알칼화, 식생

ABSTRACT

Every spring, Korea is always plagued by sandy dust from the western region of China and Mongolia. Yellow sand is causing an environmental problem to Japan and far into the American continent, let alone Korea. At present, the western region of China is going under desertification at a great speed due to climatic change and humans' damaging activities. To cope with this, each country including China is considering ecological restoration of deserts through planting. Accordingly, this research conducted a vegetation survey on Baicheng district which is a representative dry land of western China to obtain a basic data for ecological restoration of a desert. The survey revealed that *Setaria viridis* which invaded an arid land made a succession into *Setaria*

1 접수 2008년 12월 30일, 수정(1차 : 2009년 2월 23일, 2차 : 2009년 2월 25일), 게재확정 2009년 2월 25일

Received 30 December 2008; Revised(1st : 23 February 2009, 2nd : 25 February 2009); Accepted 25 February 2009

2 중앙대학교 식물응용과학과 Department of Applied Plant Science, Chung-Ang University, Anseong(456-756), Korea

2 中國吉林省林業廳 Jilinsheng Linyeting, Changchun(130022), China

*교신저자 Corresponding author(ecoplant@cau.ac.kr)

viridis-Cannabis sativa var. *fruderalis* community together with *Artemisia mongolica-Setaria viridis* community due to the increase in salt concentration and alkalization subsequent to dryness. It was also found out that there finally formed *Artemisia mongolica* community on a flat intense in harsh wind and dryness with the continuous worsening of environmental conditions. There appeared a different type of vegetation on hilly districts where sporadic shade could come into being because the air humidity could be available relatively there. Frequently, typically appearing at the whole survey area, the *Tribulus terrestris* community was found to make succession into *Tribulus terrestris-Cleisrogenes squarrosa* community due to the aggravation of soil environment. In addition, with the worsening of the environment at hilly districts, there formed *Cleisrogenes squarrosa* community resistant to dryness, salinity in soil and strong alkalinity. Further, there appeared higher plant life totalling to 62 taxa comprising 58 species and 4 varieties with 27 families and 49 genuses at the whole survey area. Among these, Compositae plants excellent in resistance to environment was surveyed the most, accounting for 27%.

KEY WORDS : YELLOW SAND, ENVIRONMENTAL PROBLEM, DESERTIFICATION, SALT CONCENTRATION, ALKALIZATION, VEGETATION

서론

최근 국제적으로 기후변화 및 인간의 간섭에 의한 황폐지 발생 및 사막화가 크게 문제시 되고 있다(Kim, 2008). 특히 우리나라의 봄철에 집중적으로 발생하고 있는 황사발생 현상의 발원지에 해당하는 중국 서북지역의 건조화 혹은 반건조화는 동아시아 각국은 물론 멀리 아메리카 대륙에 이르기 까지 환경문제를 야기시키고 있다(Joongang SUNDAY, 2007). 지구의 사막화는 지표수의 감소에 따른 지하수위의 하강은 물론 지표면의 침식과 표토에 과다한 염분을 축적시켜 식물의 정착을 방해하고 생물의 서식을 방해하는 악영향을 끼치고 있다(Liu, 2005). 3~5월 걸쳐 우리나라에서 나타나는 황사현상의 주요 발원지는 중국의 타클라마칸 사막을 비롯하여 황하강 상류와 서북부의 건조 지대, 몽골과 중국에 걸친 고비사막 등이 알려져 있다. 이와 같은 건조지역에서 발생한 미세먼지는 기류를 타고 우리나라에 유입되어 대기를 오염시키고 정밀기기의 손상 및 호흡기 질환을 유발하고 있다. 그러므로 우리나라 기상청에서는 황사경보를 비롯한 기상예보를 강화하고 있고 국제적인 환경문제 대책 차원에서 조사 및 녹화에 관심을 갖고 있다(Suzuki, 1993).

중국의 지린성(吉林省) 서북부에 위치한 빠이청시(白城市) 일대의 초원 및 반건조지는 인위적인 훼손과 장기간의 기상환경 변화로 인해 사막화가 급속히 진행되고 있는 지역으로 알려져 있다. 이 지역에서 약 10년에 걸쳐 연강수량 300~350mm 불과한 강수량 감소는 단순한 건조화는 물론 토양의 염분농도를 상승시키고 토양의 화학적인 성질을 알

칼리화 하여 급격한 사막화를 가속시키고 있다. 이와 같은 염성, 알칼리성 건조지는 식생의 발달이 용이하지 않아 봄철에 미세먼지가 대량으로 발생하여 중국 국내는 물론 한국 및 일본에 이르기까지 봄철에 황사문제를 야기시키고 있다. 흔히 만주지역으로 알려진 이 지역에서 불어오는 황사의 양은 전체의 약 10% 정도로 알려져 있지만 주변의 창춘(長春), 지린(吉林) 등의 공업도시를 거쳐오는 동안 중금속에 오염된 수퍼황사로 변해 우리나라에 직접적인 피해를 주는 것으로 알려져 있다. 현재 중국 지린성 내에서 염성, 알칼리성 건조지의 면적은 약 70만 km^2 로 알려져 있으며 토양 내의 염분함유량(含鹽量)은 0.5% 이상, 토양 pH는 9 이상으로 알려져 있다(Liu, 2006). 특히 지린성(吉林省) 서북부와 내몽골 자치구의 동북부가 잇닿은 곳에 위치하는 빠이청시(白城市)에는 면적이 4.23x10⁴km²에 달해 중국에서 세 번째로 광대한 커얼친(科爾沁)사막이 자리잡고 있다(Li et al., 2009).

현재 이 커얼친사막 및 주변 지역은 네이멍구(內蒙古) 자치구의 사구지로부터 불어오는 강한 바람과 더불어 대규모의 미세먼지와 모래의 이동피해가 극심하게 발생하고 있다. 또한 현지 기후환경 변화로 인한 강우량의 급격한 감소, 중국의 산업화에 따른 목축업 및 경작 등과 같은 인위적인 간섭에 의해 기존의 초원지역이 급속하게 사막화가 이루어지고 있다. 따라서 중국정부에서는 사막화의 확대를 방지하고 녹화를 통한 환경복원에 큰 관심을 지니고 있다. 특히 지형적으로 동북3성(흑룡강, 요녕, 길림)으로 지칭되는 중국의 서북지역에서 발생한 황사 바람의 이동을 막아줄 수

있는 산지가 없어 매년 베이징(北京)을 비롯한 동부 해안지역의 대도시에 피해를 받고 있는 중국은 다양한 유형의 녹화사업을 시도하고 있다. 2002년부터 중국 중앙정부에서는 국가적인 차원에서 국토의 사막화 방지를 위한 방안을 모색하고 있다(Tian and Yang, 2009). 중국 지린성(吉林省)에서는 이미 2000년부터 3개 현(縣)과 시(市)를 중심으로 생태초지 조성공사(生態草建設工程)를 시작하여 2005년에 이르러 성 내의 생태초지 조성면적이 34만 hm^2 에 이르렀다(Liu, 2006). 또한 매년 봄철 황사피해를 겪고 이는 우리나라에서도 범지구환경 개선이라는 차원에서 중국 서부지역 및 몽골에 펼쳐진 사막의 녹화사업을 시민단체를 중심으로 시도하고 있다. 이미 ‘한중 미래숲’, ‘동북아산림포럼’, ‘한국로터리클럽’ 등의 단체를 통해 중국 내몽골 및 몽골지역에 포플러를 비롯한 목본 위주의 녹화사업을 활발히 시도하고 있다(Joongang SUNDAY, 2007). 그러나 현지의 자연환경 및 식생에 대한 면밀한 검토가 선결되지 않은 이유로 대규모 사업비를 투자한 것에 비해 녹화성과는 기대보다 낮은 실정이다. 이에 본 연구는 금후 황사 발생지로 대표적인 중국 서부지역을 비롯하여 몽골 등의 건조 황폐지의 생태적인 녹화복원을 위한 식생 기초자료를 확보하기 위해 중국 서북부의 대표적인 건조지역인 빠이청(白城)지역의 염성, 알칼리성 사막에 잔존하는 현존식물군락을 조사하고 분석하였다.

재료 및 방법

1. 식생 조사 및 분석

본 연구는 중국 지린성(吉林省) 서북부의 빠이청(白城)시 톈우난(洮南)현과 통위(通榆)현 일대에 위치하는 염성, 알칼리성 건조지로 알려진 커얼친(科尔沁)사막을 대상으로 수행되었다(Figure 1). 식생 및 식물상 조사는 2007년 6-8월에 걸쳐 3차례의 현지조사를 통해 수행되었으며 전형적인 군락지에 16개의 조사구를 설정하여 조사하였다(Ahn and Song, 2003). 현지 건조지에 잔존하는 각 군락단위의 정확한 위치는 GPS(Global Position System, GPS V PLUS)를 이용하여 조사하였다. 또한 각 식물군락지의 기초환경은 관행에 따라 해발고도(Pretel, Alti-D2, USA), 토양조건은 pH, EC 등을 조사하였다. 건조지에 잔존하는 식생단위는 종 조합에 근거한 전통군락분류법(Braun-Blaquet, 1964)의 식물 사회학적 연구방법에 의해 이루어졌다. 조사 표본구는 전형적인 군락의 특징을 나타낼 수 있는 1x1-4x4m 면적의 일정한 방형구를 설정하여 표본구내의 출현식물에 대한 피도와 군도를 조사하였다(Song and Ahn, 2002). 군락구분은 식물 사회학적 표 조작을 통해 얻어졌으며 모든 조사구는

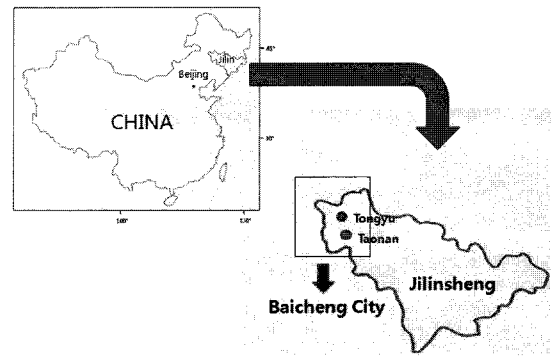


Figure 1. Map of the investigated area(●: investigated city)

Ordination 프로그램인 Syntax-2000을 이용하여 구분된 식생단위와 비교 및 분석하였다.

2. 식물상 및 환경조사

현지 식물상 조사는 잔존 식생지 일대에서 수행되었고 출현한 모든 종을 기록하고 종에 대한 석엽표본을 채집하였다. 국내로 반입이 가능한 석엽표본은 중앙대학교 녹지환경학 연구실에 보존하였다. 현장에서 동정이 어려운 식물은 별도 채집을 하여 추후 실험실에서 정밀동정 하였다. 동정 및 분류는 Lee(2003)과 Liu(2005) 및 Fu(1995)의 도감 체계를 따랐다. 일부 식물 종은 대한식물도감을 비롯한 국내 문헌에 기재되지 않아 중국 식물 전문가의 동정을 받았다.

토양 pH와 EC 조사는 실험실로 옮긴 현지 토양을 상온에서 건조한 후, ϕ 1mm체로 쳐서 증류수와 1:5(w/w)로 혼합하여 30분간 진탕한 후 여과하여 pH측정기와 전기전도도계로 측정하였다(Ecology research group, 1967).

중국 길림성 서북부의 빠이청(白城)시의 조사지 대상지 연간기후상황은 최근 10년(1997~2006년) 간에 걸친 중국 빠이청(白城)시 톈우난(洮南)현 기상측후소(2006)의 기후 자료를 입수하여 기후도로 나타내었다(Walter *et al.*, 1975).

결과 및 고찰

1. 기상환경 및 식생특성 조사결과

중국 지린성 빠이청시 커얼친(科尔沁)사막일대는 동북 평원의 중심부에 자리 잡고 있으며 기후도 결과를 통해 분석한 바, 전형적인 온대내륙성기후를 나타내는 지역으로 사료되었다. 연평균기온 6.3 $^{\circ}C$, 1월에 나타나는 월평균최저기온 -15.4 $^{\circ}C$, 7월에 나타나는 월평균최고기온 23.8 $^{\circ}C$ 로 나타났다. 또한 극 최고기온은 40.2 $^{\circ}C$, 극 최저기온은 -36.2 $^{\circ}C$ 로

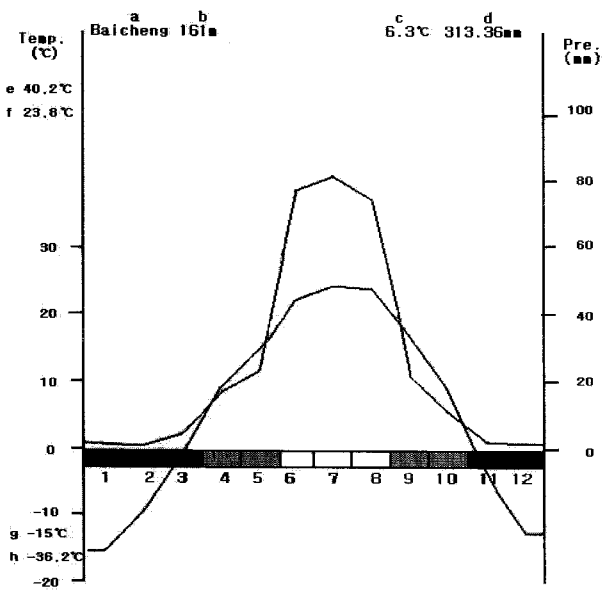


Figure 2. Climate diagram of Baicheng city (The period observed 1997-2006)

(a: station, b: elevation, c: mean annual temperature, d: mean annual precipitation, e: maximum recorded temperature, f: mean daily maximum temperature of the warmest month, g: mean daily minimum temperature of the coldest month, h: coldest recorded temperature, i: curve of mean monthly temperature, j: curve of mean monthly precipitation)

■ = Months including the days that the mean daily minimum temperature is under 0°C

▨ = Months including the days that the absolute minimum temperature is under 0°C

나타났다. 연일조시간은 903~2692h이었고 무상기간은 5월말에서 9월 초까지 약 137~148일로 나타났다. 연평균강수량은 313.16mm로 대부분이 6, 7, 8월에 집중되었고 연중발량은 1335~1800mm로서 강수량에 비하여 증발량이 월등히 높게 나타났다(Figure 2). 그러나 최근 10년 동안에 나타난 연강수량은 매년 200mm를 초과하지 않아 현재 극심한 가뭄현상을 겪고 있는 실정이다. 연평균풍속은 4~5m/s이었고 최대풍속은 20~34m/s이었다. 풍속 50~102km/h의 강한 큰 바람이 부는 일수는 20~60일로 나타났고 길게는 90일까지 조사되었으며 4~5월에 집중되는 것으로 조사되었다. 이와 같은 지속적인 기상환경 요인에 의해 토양의 건조화와 더불어 토양의 염분농도가 높아지고 토양pH가 알칼리성화하여 식생의 정착이 용이하지 않아 기존의 초지는 도태되고 빠른 속도로 황폐화하여 사막화되고 있는 것으로 사료되었다.

금후 현지 커얼친(科尔沁)사막을 비롯한 건조지의 생태

학적인 식생복원 기초자료 확보를 위해 현재 국지적으로 잔존하고 있는 현존식생을 조사하였던 바, 아래와 같이 7개 단위로 구분되었다. 모든 조사대상지는 해발고도 158~171m 범위의 편평한 건조지로서 일부 지형적인 낮은 구릉지가 존재하기도 하였다. 또한 Syntax-2000을 이용한 Ordination 분석에 의한 식생단위는 7개의 단위로 구분되었으며 식생단위와 환경요인의 상관관계가 나타났다. 제1축의 고유치와 상관관계가 높은 환경인자는 상대적인 토양 pH이며 제2축은 토양의 염분농도와 상관관계가 높다고 사료되었다. 제1축의 상대적인 거리를 통해 남가새군락, 남가새-Cleisrogenes squarrosa군락, Cleisrogenes squarrosa군락은 Artemisia mongolica군락, Artemisia mongolica-강아지풀군락에 비해 상대적으로 토양 pH가 강알칼리성인 토양에 잔존하는 군락으로 사료되며 강아지풀-Cannabis sativa var. fruderalis, Cannabis sativa var. fruderalis 등의 군락에 비해서는 토양염분이 높은 토양에 형성된 군락으로 사료되었다(Figure 3).

1) Artemisia mongolica community

Table 1에 나타난 바와 같이 Artemisia mongolica군락은

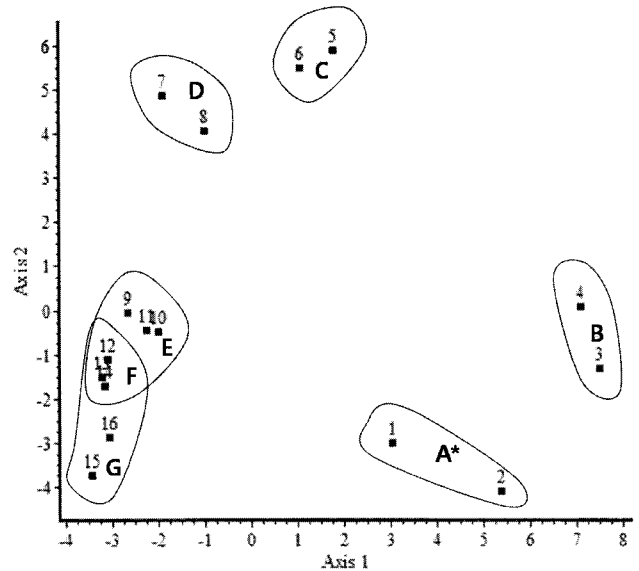


Figure 3. Stand ordination of the plant communities in investigated plots

- A*: Artemisia mongolica Community
- B: Artemisia mongolica-Setaria viridis Community
- C: Setaria viridis-Cannabis sativa var. fruderalis Community
- D: Cannabis sativa var. fruderalis Community
- E: Tribulus terrestris Community
- F: Tribulus terrestris-Cleisrogenes squarrosa Community
- G: Cleisrogenes squarrosa Community

토양 pH 8.35~8.49 범위의 알칼리성 토양 조건에 전기전도도 0.14~0.15ms/cm 범위의 염성토양에 형성된 군락이었다. 본 군락은 목본성 식물 혹은 고정성 초본류 등과 같은 상부식생이 전혀 없는 식생조건이며 강한 햇볕에 의해 증발량이 많은 건조한 기상환경이고 염분함량이 높고 강알칼리성 토양조건인 조사대상지를 대표하는 식생으로 사료되었다. 앞과 줄기가 좁고 표면에 은빛 털을 지닌 *Artemisia mongolica*는 가혹한 환경조건에 적응하여 빠이청(白城)시 일대의 넓은 지역에서 군락을 이루는 것으로 조사되었다. *Artemisia mongolica* 군락의 수반종은 건조에 강한 남가새, *Cleisrogenes squarrosa* 등이 낮은 우점도로 조사되었다. 본 군락의 평균식생고는 0.5~0.7m로 *Cannabis sativa* var. *fruderalis* 군락, 남가새군락, *Cleisrogenes squarrosa* 군락 등에 비해 상대적으로 초장이 높아 강한 바람에 1차적인 피해를 입는 군락이며 낮은 사면에 의한 구릉지 등에서는 다른 군락에 비해 상대적으로 높은 피복도를 나타내었다. 특히 *Artemisia mongolica*는 가혹한 환경조건에 적절히 적응하여 우점한 종으로 종자발아가 가능한 국화과의 다년생 초본식물로 적절한 식재방법의 도입에 의해 급후 인공식재를 위한 식물소재로 유용하게 이용될 수 있다고 기대하는 바이다.

2) *Artemisia mongolica*-강아지풀군락(*Artemisia mongolica*-*Setaria viridis* Community)

본 연구 조사대상지인 중국 지린성 서북부의 빠이청(白城)시 토우난(洮南)현과 통위(通榆)현 일대의 건조지역에서 식물이 생육할 수 있는 장소에 1차적으로 침입하는 식물종은 강아지풀 또는 *Cannabis sativa* var. *fruderalis*로 판단된다. 1년초인 강아지풀은 우리나라에서도 건조하고 척박한 토양의 황폐지에서 흔히 볼 수 있는 식물이다(Ahn and Song, 2003). 그러나 점차 토양의 염분농도가 높아지고 강알칼리화하여 토양조건이 악화됨에 따라 강아지풀은 점차 도태되며 *Artemisia mongolica*와 같이 건조에 강한 종의 우점도가 높아지면서 나타나는 군락으로 사료된다. 그러므로 *Artemisia mongolica*-강아지풀군락은 *Artemisia mongolica* 전형군락에 비해 상대적으로 토양pH는 중성에 가까웠고 전기전도도도 낮은 곳으로서 점차 토양환경의 악화와 더불어 *Artemisia mongolica* 전형군락으로 천이되고 있는 과정의 식생단위로 사료되었다. 또한 조사대상지 일대에서 강아지풀이 우점하는 순군락은 조사되지 않았다. *Artemisia mongolica* 및 강아지풀로 대표되는 군락식별종은 모두 호광성이며 건조하고 척박한 토양에 내성이 있는 강건한 식물종으로 알려져 있다. 본 군락 내에서도 유사한 식생고를 유지하면서 거의 동등한 우점도와 상대도를 나타내었다.

3) 강아지풀-*Cannabis sativa* var. *fruderalis*군락 (*Setaria viridis*-*Cannabis sativa* var. *fruderalis* Community)

본 조사대상지 염성, 알칼리성 건조지 일대에서 염분농도가 상대적으로 낮은 곳에서는 *Cannabis sativa* var. *fruderalis*가 우점하는 것으로 판단되었다. 그러나 증발량이 상승하면서 토양의 염분농도가 높아짐에 따라 *Cannabis sativa* var. *fruderalis*는 도태되며 *Cannabis sativa* var. *fruderalis*의 잔재에 의해 완화된 토양조건에 강아지풀이 침입하여 이루는 식생단위로 사료되었다. 그러므로 강아지풀과 *Cannabis sativa* var. *fruderalis*는 유사한 우점도와 군도를 나타내고 있으며 토양 pH 8.28~8.48, 토양전기전도도 0.08~0.10ms/cm로 *Artemisia mongolica*-강아지풀군락의 토양조건에 비해 토양의 염분농도가 상대적으로 낮은 것을 알 수 있었다. 군락 수반종은 남가새와 *Cleisrogenes squarrosa*이 상대적으로 높은 우점도를 나타내었고 도꼬마리, 비쭉, 비수리 등의 건조에 강한 식물들이 다수 출현하였다. 군락식생고는 0.2~0.3m로서 낮아 급후 토양환경 악화에 따라 *Artemisia mongolica*군락으로 천이의 가능성이 높은 군락으로 예측되었다.

4) *Cannabis sativa* var. *fruderalis* Community

Cannabis sativa var. *fruderalis*군락은 다른 지역에 비해 토양염분 함량이 낮은 지역에서 나타났다. 본 군락은 상대적으로 낮은 경사가 있는 구릉지의 하부와 같이 증발량이 적어 공중습도가 일부 유지되는 곳에서 조사되었다. 그러므로 토양전기전도도가 0.06~0.08ms/cm로 조사대상지에서 가장 낮게 나타났다. 그러나 토양 pH는 8.66~8.94 범위로 높게 나타났다. 군락의 평균식생고는 0.25~0.3m로 가장 낮았으며 알칼리성 건조지의 전형적인 군락으로 사료되었다. 군락 수반종은 강한 알칼리성에 토양에 잘 적응하는 남가새와 *Cleisrogenes squarrosa*이 출현하였으며 특히 *Kochia prostrata*가 높은 우점도로 조사되었다. 이와 같은 연구결과에 의해 본 조사대상지 일대의 건조지 가운데 토양의 염분농도가 상대적으로 낮은 곳의 녹화를 위한 식물종은 *Cannabis sativa* var. *fruderalis*, *Kochia prostrata* 등이 유효하게 식재될 수 있다고 판단된다.

5) 남가새군락(*Tribulus terrestris* Community)

남가새군락은 pH가 8 이하로 전체 조사구 가운데 토양 pH가 가장 중성에 가까운 조건에서 나타나는 식생단위이었다. 그러나 남가새는 조사대상지 대부분의 조사구에서 우점도의 차이는 크게 있었으나 고르게 수반종으로 출현하였다. 이와 같은 결과는 남가새의 가혹한 토양환경 및 기상환경에

대한 광범위한 적응성을 시사하는 판단되었다. 그러나 토양 환경의 염분농도 증가 혹은 알칼리화에 따라 다른 유형의 식생단위로 변화함을 알 수 있었다. 특히 근락식별종인 남가새는 1년생 식물로 실생에 의해 번식되는 식물로 근락이 불안정하여 환경변화 방향에 따라 남가새-*Cleisrogenes squarrosa* 근락, *Cleisrogenes squarrosa* 근락 등으로 천이 된다고 사료된다.

6) 남가새-*Cleisrogenes squarrosa* 근락 (*Tribulus terrestris*-*Cleisrogenes squarrosa* Community)

남가새-*Cleisrogenes squarrosa* 근락은 남가새근락지의 토양 염분농도가 높아지고 알칼리성화 하여 환경조건이 악화되면서 남가새가 점차 도태되면서 형성되는 나타나는 식생단위로 사료된다. 그러므로 조사지 토양의 전기전도도는 0.12~0.14ms/cm로 상대적으로 높았으며 토양 pH도 8.28~8.34 범위로 높게 조사되었다. *Cleisrogenes squarrosa* 는 다년생의 벼과식물로 환경내성이 매우 강한 식물로 알려져 있다. 남가새-*Cleisrogenes squarrosa* 근락은 토양환경이 더욱 악화되면 남가새가 완전히 도태되어 *Cleisrogenes squarrosa* 이 완전히 우점하게 되며 남가새와 *Cleisrogenes squarrosa* 의 상호 이동하는 중간근락으로서 토양조건에 의해 남가새 전형근락 혹은 *Cleisrogenes squarrosa* 전형근락으로 이동하게 되는 불안정한 근락으로 추정되었다.

7) *Cleisrogenes squarrosa* Community

Cleisrogenes squarrosa 근락은 조사대상지에서 토양환경 조건이 악화된 상태에서 형성되는 근락으로 판단되었다. 이와 같은 추론은 조사지 토양전기전도도 2.19~4.94ms/cm의 범위로 조사되어 다른 식생단위에 비해 토양의 염분농도가 상대적으로 매우 높다고 판단되었다. 또한 토양 pH에 있어서도 pH 8.47~9.96으로 조사지 가운데 가장 알칼리성 토양으로 조사되었다. *Cleisrogenes squarrosa* 는 벼과의 다년생 초본류로 현지의 가혹한 환경조건에 적응하여 우점한 종으로 사료되었다. 근락의 평균 식생고 0.1~0.2m로 열악한 환경조건에 적응하기 위해 영양생장이 양호하지 못했으나 80~90%의 높은 식피율 나타내었다. *Cleisrogenes squarrosa* 는 현지의 6-8월에 걸친 짧은 강우기에 빠른 속도로 발아하여 영양생장과 생식생장으로 모두 완결함으로서 건조한 기상조건과 가혹한 토양조건에 적절히 적응하는 생존전략을 지닌 식물로 알려져 있다(Liu, 2005). 그러므로 금후, 본 식물의 효과적인 실생번식 및 식재방법의 고찰을 통해 현지 식생복원의 실마리를 찾을 수도 있다고 사료되는 바이다.

2. 식물상 조사결과

본 연구의 조사대상지인 중국 지린성 빠이청(白城)시 일대의 건조지대에서의 소산 관속식물상 조사 결과는 27과 49속 58종 4변종 총 62분류군으로 나타났다. 이 가운데 다년생 식물이 72.58%로 가장 높은 비율로 조사되었다. 이와 같은 결과는 현지의 건조한 기상환경과 염성, 알칼리성 토양과 같은 가혹한 조건에 나름대로 적응하여 안정된 식생구조를 이루고 있다고 사료되었다. 또한 1년생식물 및 2년생식물은 각각 25.81% 및 1.61%로 상대적으로 낮은 비율로 나타났다(Table 2).

이 가운데 국화과식물이 상대적으로 가장 높은 비율(27.42%)로 나타났고 명아주과(8.06%), 콩과(6.45%), 벼과(6.45%) 등의 관속식물이 주요 소산 식물종으로 조사되었다. 특히 국화과식물은 비롯한 이와 같은 고등식물들은 대부분의 종이 호광성 식물로 건조에 강하고 번식전략에 있어 다량의 종자산포에 의해 어떤 장소에 침투한 개체가 높은 밀도로 주변지역을 점유해 나갈 수 있는 특성을 지닌다. 그러므로 조사대상지에서도 인헤전술형(phalanx) 번식전략으로 현지 환경에 훌륭히 적응한 식물들로 사료된다. 콩과 및 벼과의 식물들도 종자의 환경적응성이 높고 종자수명 유지기간이 길어 상대적으로 다른 종들에 비해 생태전략에 있어 특정한 환경압에 적응력이 뛰어난 인내형식물(stress-tolcartors)로 사료되었다(Wilson and Lee, 1989). 금후, 중국 빠이청(白城)시 일대의 건조지대뿐만 아니라 유사한 유형의 건조지 복원을 위해 우선적으로 주목할 식물종은

Table 2. The type of life cycle of vascular plants distributed in investigated plots

	Annual	Biennial	Perennial
No. of species	16	1	45
% of flora	25.81	1.61	72.58

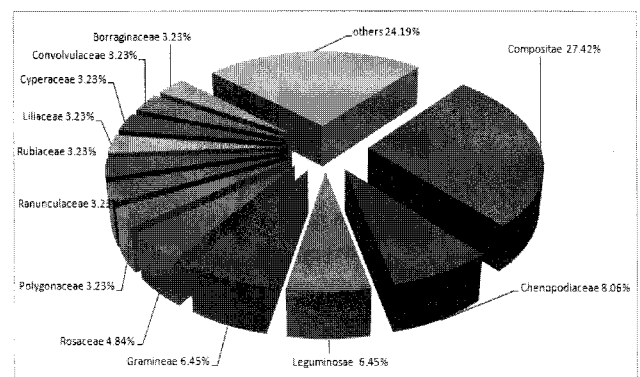


Figure 4. The number of families of vascular plants distributed in investigated plots

국화과식물을 우선적으로 고려하고 종자수명 유지기간이 긴 콩과 및 벼과식물들의 파종 혹은 식재를 연구하여야 할 것으로 사료되는 바이다(Figure 4).

인용문헌

- Ahn, Y.H. and J.S. Song(2003) Phytosociological Study of weed Vegetation around the Climbing Paths on Mt. Chungyeong. Korean Journal of Environment and Ecology 17: 232-241.
- Braun-Blaquet, J.(1964) Pflanzensoziologie, Grundzude der Vegetationskunde(3rd ed.). Springer, New york, 85pp.
- Ecology research group(1967) Manual of ecological research. Asakura publishing Co., Tokyo, 238-246pp.
- Fu, P.Y.(1995) Clavis Plantarum Chinese Boreali-orientalis. Science Press, China.
- Joongang SUNDAY journal(2007) Special Report. Joongang daily newspaper. 2007. 4. 8.no. 4.
- Kim, T.H.(2008) Yellow sand, Mystery free. PooRunGil publishing Co., Seoul, 85pp.
- Li, J.Y., C.X., Li, J.P. Zhang and Cai. M.Y.(2009) Comparative analysis of landscape dynamics in Kerqin sandy land areas with different desertification formation causes. Chinese Journal of Ecology 28(1): 80-87.
- Liu S.K.(2005) Zhongguo Dongbei Yanjiandi Zhiwu Yuanse Tujian. Dongbeilinye Press Co., China.
- Liu Y.C.(2006) Ecology. Efficient theory of forestry and strategy of development, Chinese forestry publishing Co., Beijing.
- Lee, T. B.(2003) Coloured Flora of Korea. HyangmoonSa Press, Seoul.
- Song, J. S. and Y.H. Ahn(2002) Phytosociological study on composition, distribution and habitat of Ussurian pear and Chinese pear. Korean wild species. Kor. J. Env. Eco. 16: 160-171.
- Suzuki, S.(1993) Environmental science of atmosphere. Uchida Rokakuho publishing Co., Tokyo, 148pp.
- Tian X. and Yang Y.(2009) Current situation of grassland degradation and its management options in farming-pasturing ecotone in western Jilin Province and eastern Inner Mongolia. Chinese Journal of Ecology 28(1): 152-157.
- Walter, H., E. Harnickell and D. Mueller-Dombois(1975) Climate diagram maps. Springer, New York, 36pp.
- Wilson, J. B. and W. Lee(1989) Infiltration invasion. Functional Ecology 3: 379-382.