

中國 吉林省 白城地域 鹽性, 알칼리性 乾燥地 植生에 關한 研究

The vegetation of salt and alkali arid region in Baicheng city,
Jilin province, China

안영희¹, 王百成², 金英花¹, 박은진¹, 玄永男³

중앙대학교 식물응용과학과¹, 中國吉林省林業廳², 中國延邊林業科學研究院³

I. 서론

中國의 서북부에 위치하며 吉林省과 내몽골 경계지역 都市인 白城일대는 가축의 방목을 비롯한 인위적인 훼손과 10년 이상 지속되어온 기후환경의 변화로 광범위한 면적의 사막화가 크게 문제시 되고 있는 지역이다. 이 지역 건조지의 토양은 강한 알칼리성을 띠고 염분 농도가 극도로 높은 특성이 있어 식생의 정착이 매우 어려운 실정이다. 이와 같은 염성, 알칼리성 건조지는 토양의 pH가 높고 수분함량이 매우 적은 지역으로서 빠른 속도로 사막화가 진행되고 있다. 중국 길림성 내의 염성, 알칼리성 건조지 면적은 약 70만 hm^2 로 알려져 있으며 연강수량은 300-350mm에 불과하고 토양 내 염분함유량(含鹽量) 0.5% 이상, 토양 pH 9.0 이상으로 보고되어 있다(劉, 2006).

중국 서북부 지역에 대규모 면적으로 확대되고 있는 사막화는 이상기후 발생 원인, 생태환경 교란, 자연식생 파괴, 경작지 축소 등의 단순한 문제를 벗어나 사막으로부터 지속적으로 발생하는 황사는 중국국민들은 물론 한국, 일본 등의 주변국을 비롯하여 태평양을 건너 아메리카 대륙에까지 산업 및 환경문제를 야기시키고 있다. 특히 이 지역에서 발생하는 황사는 지리적 위치상 중국 동북평원의 중심으로 주위에 높은 산이 없고 개방된 지역으로서 주변 지역으로 이동하는 황사를 차단할 수 없는 상황이므로 주변국의 피해가 더욱 심각하게 나타나는 특성이 있다. 현재 중국 정부는 물론 국제적으로 사막의 확장을 방지하고 녹화를 통한 식생형성에 노력을 기울이고 있다. 중국 중앙정부 및 길림성에서는 2000년부터 사막화 방지 및 복구를 목적으로 인공식재방안(生態草建設工程)을 도모하고 있다(劉, 2006).

황폐지의 복구 혹은 복원을 위해서는 현식생을 이해하고 면밀히 분석하여 이에 대한 대안을 수립함이 가장 이상적이라 할 수 있다. 따라서 현재 급속도로 사막화가 진행되고 있는 백성지역 염성, 알칼리성 건조지역의 사막화 방지 및 복구대책을 수립하고자 일부 지역에 잔존하는 식생을 조사하였다.

II. 재료 및 방법

본 연구는 중국 길림성 서북부의 科爾沁沙地의 일부인 백성지역 洮南縣과 通榆縣의 염성, 알칼리성 건조지를 대상으로(Fig. 1) 2007년 6-8월에 걸쳐 3차례의 현지조사로 수행하였다. 자생지의 정확한 위치를 밝히기 위해 GPS(Global Position System, GPS V PLUS)로 조사하였으며 해발고도(Pretel, Alti-D2, USA), 토양조건은 pH, EC 등을 조사하였다. 자생지의 식생은 종 조합에 근거한 전통군락분류법(Braun-Blaquet, 1964)의 식물사회학적 연구방법에 의해 실시하였다. 표본구 면적은 자생지 주변을 특징적으로 나타낼 수 있는 1x1~4x4m 면적의 일정한 방형구를 설정하여 표본구내의 출현식물에 대한 피도와 군도를 조사하였다(Song and Ahn, 2002). 군락 구분은 식물사회학적 표 조작을 통해 얻어졌으며, 모든 조사구는 ordination 프로그램인 syntax2000을 이용하여 구분된 식생단위와 비교, 분석하였다. 특히, Syntax2000에서 Euclidean distance 지수를 이용하여 분석하였다 (Ecology research group, 1967).

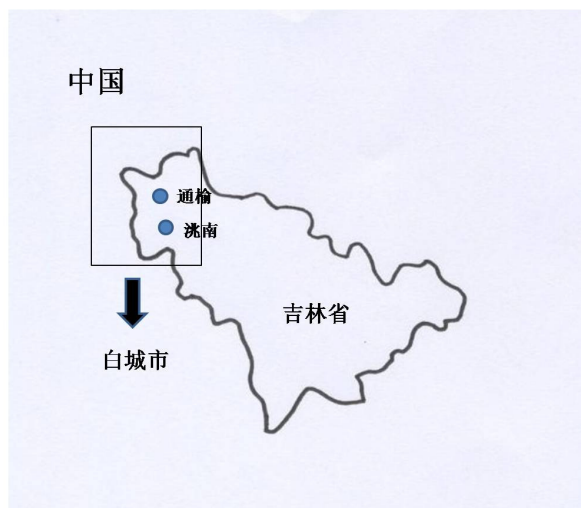


Fig 1. Map of the studied areas(Jilin province, China)

식물상 조사는 사막을 이동하며 식생이 형성된 일대를 현지조사로 수행되었다. 조사시 모든 출현종을 기록하고 현장에서 동정이 어려운 식물은 채집을 하여 실험실로 옮겨 분류하고 석엽표본으로 제작하였다. 동정 및 분류는 이창복(2003)과 柳參奎(2005) 및 傅沛云(1995)을 따랐다. 대한식물도감에 기재되지 않은 일부 지역 특산식물은 현지 전문가의 동정을 거쳐 중국명 그대로 한글로 옮겨 적었다.

pH와 EC는 상온에서 건조한 토양을 1mm체로 쳐서 증류수와 1:5(w/w)로 혼합하여 30분간 진탕한 후 여과하여 각각 pH측정기와 전기전도도 측정기로 측정하였다.

조사지의 연간 기후 상황은 최근 10년(1997-2006년)에 걸친 중국 백성 洮南縣 측후소(2006)의 기후자료를 정리하여 기후도로 나타내었다(Walter, 1975).

III. 결과 및 고찰

중국 길림성 백성지구는 동북평원의 중심부에 자리 잡고 있으며 온대내륙성 기후를 나타내고 있는 지역이다. 연평균기온이 6.3℃이었고 월평균최저기온은 1월에 -15.4℃, 월평균최고기온은 7월에 23.8℃로 기록되었다. 극 최고기온은 40.2℃, 극 최저기온은 -36.2℃이었다. 연일조시간은 2,692-2,903h이며 무상기간은 5월말에서 9월 초까지 약 137-148일로 나타났다. 연평균강수량은 313.16mm으로서 대부분이 6, 7, 8월에 집중되었고 연증발량은 1,335-1,800mm로서 강수량에 비하여 증발량이 월등히 높았다(Fig 2). 그러나 최근 4-5년 동안의 강수량은 매년 200mm를 초과하지 않았으며 금후 더욱 심각할 것으로 예측하고 있다. 연평균풍속은 4-5m/s이고 최대풍속은 20-34m/s이었고 강한 바람이 부는 일수는 20-60일이었으며 보통 4-5월에 집중되는 것으로 측정되었다. 이와 같은 건조한 기후환경과 증발량의 과다, 강한 바람 등의 기후요인이 토양의 염성, 알칼리성화를 가속하는 것으로 사료되었다.

1. 식생

본 조사 대상지 일대는 해발 160m 전후의 사질 건조지에서 수행되었으며 전형적인 식생지에 16개의 조사구를 설정하여 조사하였다. 표 조작과 Ordination 분석 결과(Fig. 1) 몽고쑥군락, 몽고쑥-강아지풀군락, 강아지풀-돌삼군락, 돌삼군

락, 남가새군락, 남가새-당대새풀군락, 당대새풀군락, 7개 군락으로 구분되었다.

(1) 몽고쭈군락(*Artemisia mongolica* Community)

조사지에서 몽고쭈군락이 나타난 곳의 토양조건은 토양 pH 8.35-8.49, 전기전도도 0.14-0.15ms/cm로서 타 군락에 비해 상대적으로 염분농도가 높고 알칼리성 토양인 조건에서 형성되는 대표적인 군락으로 나타났다. 본 군락은 채광조건이 양호하고 군락 수반종으로 남가새, 당대새풀이며 몽고쭈와 마찬가지로 내염성이 아주 강한 식물이다. 평균 식생고 0.5-0.7m로 돌삼, 남가새, 당대새풀군락에 비해 높아 강한 바람이 불면 우선적으로 바람과 모래에 의한 피해를 입게 되는 군락이다. 사질 토양지에 형성되며 일대에서 비교적 광범위하게 발달되어 있다.

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

몽고쭈-강아지풀군락은 몽고쭈 전형군락보다는 토양pH가 낮고 전기전도도가 상대적으로 낮은 곳에서 형성되었다. 그러므로 토양 pH 및 염분농도 조건만으로 고찰한다면, 몽고쭈 군락에 비해 상대적으로 토양 환경압은 적은 곳에서 나타난다고 판단되었다. 또한 본 군락이 형성된 곳은 주변에 비해 낮은 구릉지의 하부로서 강우 시에 간헐적으로 형성되는 도랑과 같은 곳에서 주로 나타났다.

(3) 강아지풀-돌삼군락(*Setaria viridis-Cannabis sativa* var. f. *ruderalis* Community)

본 군락은 강아지풀과 돌삼이 유사한 피도와 우점도로 출현하고 있었으며 돌삼은 토양 pH가 7.0 이상 8.5 이하의 건조지에서 소규모로 나타났다. 본 군락에서 수반종으로 남가새와 당대새풀이 상대적으로 높은 피도로 출현하였고 다른 군락에 비해 도꼬마리와 비쭈, 비수리가 출현하였다. 강아지풀-돌삼군락은 식생고가 0.2-0.3m로서 낮게 나타나고 있었으며 이로 인하여 모든 출현 종들이 모두 햇볕을 일정하게 받고 경쟁하고 있었으며 6-8월 집중적으로 강수량이 많아질 때 급속하게 생장을 하는 식물군락이었다.

(4) 돌삼군락(*Cannabis sativa* var. f. *ruderalis* Community)

돌삼군락은 조사대상 지역에서 낮은 구릉지의 안정된 사면부 등으로 바람이 나, 유수, 가축 등의 훼손이 상대적으로 적은 지역에 출현하고 있었다. 토양 pH는 8.0-8.7사이로 상대적으로 높게 나타났고 나무땀짜리가 높은 우점도와 군도

로 출현하고 있었다. 평균 식생고는 0.25-0.3m로 낮았고 내건성과 내염성이 강한 식물들에 의한 전형적인 군락으로 사료되어 진다.

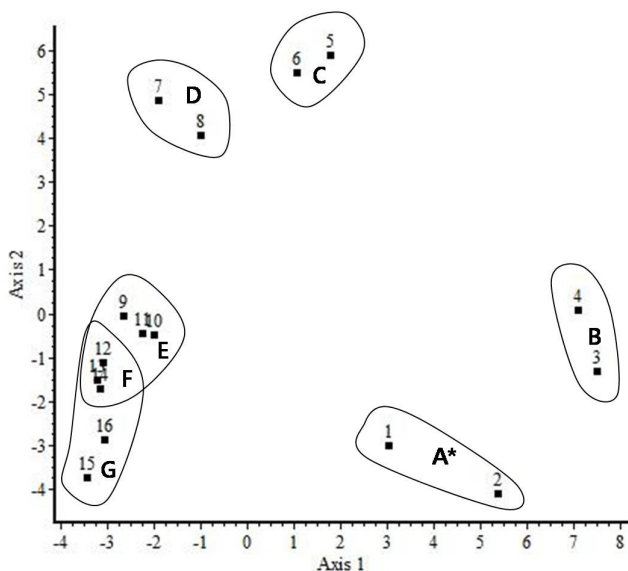


Fig. 1. Stand ordination of the communities in investigated plots

(A*: 몽고쑥군락(*Artemisia mongolica* Community), B: 몽고쑥-강아지풀군락(*Artemisia mongolica*-*Setaria viridis* Community), C: 강아지풀-돌삼군락(*Setaria viridis*-*Cannabis sativa* var. f. *ruderalis* Community), D: 돌삼군락(*Cannabis sativa* var. f. *ruderalis* Community), E: 남가새군락(*Tribulus terrestris* Community), F: 남가새-당대새풀군락(*Tribulus terrestris*-*Cleisrogenes squarrosa* Community), G: 당대새풀군락(*Cleisrogenes squarrosa* Community))

(5) 남가새군락(*Tribulus terrestris* Community)

남가새군락은 토양 pH 8.0 이하이고 전기전도도 0.10ms/cm 이하로서 전체 조사구 중에서 가장 중성에 가깝고 염분농도가 낮은 곳에서 나타나는 군락이었다. 또한 낮은 구릉지의 서향 혹은 북향에 면하여 있어 하루 중 일정시간 이상 그늘이 유지되는 곳에서 나타났다. 그러므로 다른 식생지 조건에 비하여 상대적으로 토양수분이 유지되고 증발량이 억제되어 토양염분 및 pH가 완화된 상태라 할 수 있다. 본 조사 대상지에서 사막화의 초기에 출현하는 군락으로 사료되며, 지속되는 환경조건의 악화와 더불어 일년생식물인 남가새는 군락유지가 불안정하여 환경 변화에 따라 다른 유형의 군락으로 변화한다고 사료되어진다.

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

본 군락은 남가새 군락에 비해 토양의 pH가 높아지고 전기전도도 0.11-0.14ms/cm 로서 토양조건이 더욱 알칼리성화 하고 염분농도도 높아져 토양환경이 악화된 조건에서 남가새 잔해가 조성한 토양유기물 등을 바탕으로 내염성이 높은 당대새풀 군락이 침입하여 형성된 군락으로 사료된다. 당대새풀은 다년생 벼과 식물로서 환경내성이 매우 강해 조사 대상지 일대에서 광범위하게 조사되었다. 본 군락은 남가새와 당대새풀의 상호 이동하는 중간 군락으로서 토양의 pH 및 염분농도에 의하여 남가새 전형군락이나 당대새풀 전형군락으로 이동하게 되는 불안정한 군락으로 사료되었다.

(7) 당대새풀군락(*Cleisrogenes squarrosa* Community)

당대새풀군락은 조사대상지 일대에서 환경조건이 극도로 악화된 곳에서 형성된 군락이었다. 토양의 전기전도도가 0.19-4.94ms/cm로서 염분농도가 매우 높으며 토양 pH도 8.2-9.9 범위의 강알칼리성을 띄고 있었으나 이미 이전에 악화된 환경조건에 적응하지 못하고 도태된 식물들의 잔해에 의한 토양유기물들에 의해 토양수분 유지는 물론 토양양분이 유지되는 조건이었다. 군락의 평균 식생고는 0.1-0.2m로서 극악한 환경에 적응하기 위해 생장이 양호하지는 못했지만 조사지에 따라 80-90%의 높은 식피율을 나타내었다. 당대새풀은 낮은 강우량을 이용하여 이 지역의 강우기인 6-8월에 생장을 거의 끝내고 지상부가 말라 버리는 생활환을 지니고 있었다.

2. 식물상

전체 식물상 조사 결과 27과 49속 58종 4변종 총 62분류군으로 조사되었다. 다년생 식물이 72.58%로 가장 많이 출현하였고 1년생 식물과 2년생 식물이 각각 25.81%, 1.61%로 낮은 비율로 나타났다(Table 1). 또한 이곳은 국화과 식물이 가장 많은 비율(27.42%)로 가장 많이 나타났으며 이는 국화과 식물이 양성 식물이 많기 때문이라고 사료되어 지며 본 조사 결과 대부분의 식물들 모두 광활한 조사구, 즉 교목, 관목층이 존재하지 않는 황폐지에서 조사가 된 것으로서 모두 양성식물이었다.

Table 1. Type of life cycle

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

IV. 참고문헌

1. Braun-Blaquet, J(1964). Pflanzensoziologie, Grundzude der Vegetationskunde. 3rded. Springer, New york. pp. 85.
2. Ecology research group(1967). Manual of ecological research. Asakura publishing Co., Tokyo. pp. 238-246.
3. 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.
4. Walter, H., E. Harnickell and D. Mueller-Dombois(1975). Climate diagram maps. Springer, New York. pp.36
5. 柳參奎(2005). 中國東北鹽碱地植物原色圖鑑. 東北林業大學出版社.
6. 劉延春(2006). 生態·效益林業理論及其發展戰略研究. 中國林業出版社.
7. 傅沛云(1995). 東北植物檢索表. 科學出版社.
8. 이창복(2003). 원색대한식물도감. 향문사. 서울