

## 여천공단 주변 초지군락의 구조와 토양 특성

류재근 · 이종영 · 이윤영 · 문형태

(공주대학교 생물학과)

**적 요** - 공단 주변 지역에 형성되어 있는 초지 군락의 구조, 종 다양성 및 토양 특성을 조사하였다. 조사 지역은 상관에 의해 쑥(*Artemisia princeps* var. *orientalis*)군락, 미국자리공(*Phytolacca americana*)군락, 참억새(*Miscanthus sinensis*)군락으로 구분되었다. 1999년 8월에 조사한 각 식물군락의 지상부 현존량은 쑥군락 5,645 g/m<sup>2</sup>, 미국자리공군락 2,827 g/m<sup>2</sup>, 참억새군락 9,048 g/m<sup>2</sup>으로 다른 지역의 초지에 비해 현저히 높은 것으로 나타났다. 군락의 종 다양성은 쑥군락, 미국자리공군락 그리고 참억새군락이 각각 1.03, 0.54, 0.26으로 매우 낮았다. 초지군락 토양의 pH는 4.4~4.5 범위이었으며, 상층토의 유기물함량은 11.1~15.7%, 전질소 함량은 2.5~3.7 mg/g, 유효인은 52.7~61.2 µg/g, 황은 357.3~511.4 µg/g, 가용성 황은 17.8~25.2 µg/g, 치환성 칼륨, 칼슘, 마그네슘은 각각 15.6~24.6 µg/g, 25.4~156.2 µg/g, 4.5~11.1 µg/g의 범위이었다. 본 조사지역 초지군락의 구성종은 대부분 토양 부영양화의 지표종이었다.

### 서 론

비료의 첨가나 대기오염물질의 이입과 같이 외부에서 유입되는 요인들이 육상의 식물군집 구성이나 토양에 미치는 영향에 관해서는 많은 사람들이 연구한 바 있다(Kirchner 1977; Mun 1997; Mun & Whitford 1989; Silvertown 1980; Tilman 1987). 이들 연구에 의하면 군집의 구성이 외부에서 첨가되는 영양염류에 의해 조절되고 있음을 알 수 있다. Mun과 Whitford(1989)는 반건조 지역에서 장기간의 질소비료 공급에 의해 1년생 식물의 종 다양성이 감소하는 것으로 보고한 바 있으며, 백로와 왜가리의 집단 번식지에서도 배설물의 첨가에 의해 토양의 영양염류가 증가되어 초본식물의 종 구성에 변화가 있다는 연구 결과도 있다(문과 조 1996; 문 등 1996). Tilman(1987)은 외부에서 생태계로 이입되는 물질에 의해 토양의 성질이 변화되고 그 결과 생태계의 종 구성도 변화되어 새로운 천이가 진행된다고 주장한 바 있다. 즉, 기존의 식생이 파괴되고 새로 이입된 식물의 수도와 빈도가 증가되어 단기간 내에 군집의 상관이 크게 달라지게 된다(문과 조 1996).

육상의 부영양화는 대부분 경작지에 공급되는 과량의 비료 성분에 의해 일어나지만 삼림지역의 벌목, 아카시나무 조림지 등에서도 토양의 부영양화가 나타날 수 있다(Jakucs 1991; Nagy & Nagy 1991). 최근에는 대기로

부터 이입되는 질소산화물에 의한 토양의 부영양화가 큰 문제로 대두되고 있다(Bell 1994). 대기오염물질은 직접 식생에 영향을 주거나 산성강하물의 형태로 토양에 이입되어 토양의 산성화 및 토양의 부영양화를 유발시키는 것으로 알려져 있다. 인위적인 활동에 의해 비롯되는 환경의 변화는 자연적인 요인에 의한 변화보다 그 속도가 빠르고, 강도가 크기 때문에 단기간 내에 생태계의 변화가 초래될 수 있다(Bell 1994).

본 연구는 대기오염이 심각한 것으로 알려진 여천공업단지 내의 남해화학 주변에 위치하고 있는 제석산의 서사면 하부에 형성되어 있는 초지 군락의 종 조성, 종 다양성, 물질생산 그리고 토양의 영양염류 함량을 조사하여 대기오염으로 인한 토양의 화학적 성질 변화가 초지 군락에 미치는 영향을 파악하는데 그 목적이 있다.

### 재료 및 방법

#### 1. 조사지 개황

여천 임해공업단지는 여수에서 서북쪽으로 18 km 거리의 광양만 남쪽에 위치하며, 여천시 소재 낙포동, 월내동, 적량동 및 중흥동 일대에 걸쳐 동·서로 길게 해안선을 따라서 대규모의 단지를 형성하고 있다(Fig. 1). 여천공단은 1974년부터 가동되기 시작하였으며, 주변의 토양은 심하게 산성화 되어 있고 Al<sup>3+</sup>과 황의 함량이 타 지역에 비해 현저히 높은 것으로 보고된 바 있다(김

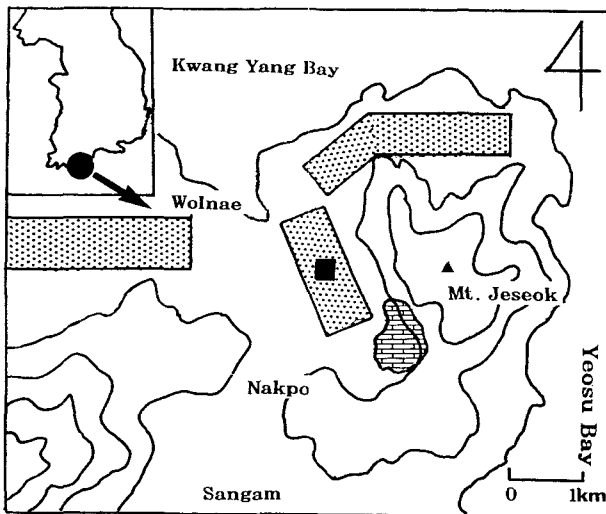


Fig. 1. A map showing the study area. Dotted area and dotted area with closed square indicate Yoch'on Industrial Complex and Namhae chemical industry, respectively. Brick area indicates the studied grassland.

등 1996; 문 등 1998). 제석산은 남해화학의 동쪽과 남쪽을 둘러싸고 있는 336m의 야산으로 남해화학에서 남동쪽으로 형성되어 있는 계곡을 따라 골짜기에서 배출되는 오염물질이 바람과 함께 이동된다. 조사지역의 식생 개관은 김 등(1996)에 의해 발표된 바 있다.

## 2. 식물군락 조사

조사지소의 초지군락은 제석산의 하부에 형성되어 있다(Fig. 1). 1999년 8월에 조사지소의 초지를 상관에 의해 *Artemisia princeps* var. *orientalis* 군락, 미국자리공(*Phytolacca americana*) 군락, 참억새(*Miscanthus sinensis*) 군락으로 구분하고 각 군락의 종 조성과 종 다양성 그리고 지상부 현존량을 파악하기 위하여 방형구법을 이용하여 일정 면적의 식생을 채집하였다. 각 군락에서 10개씩의 30 cm × 30 cm 방형구를 추출하였다. 방형구 내의 식물체를 지상에서 절단하여 비닐봉지에 밀봉한 후 실험실에서 각 종으로 구분하고 개체수를 헤아린 다음 각 종의 상대빈도와 상대밀도를 계산하고 상대빈도치와 상대밀도치를 합하여 중요치를 산출하였다. 식물 샘플은 80°C 건조기에서 48시간 이상 건조시킨 후 평량하였다. 각 군락의 종 다양성은 Shannon-Weaver(1949)에 따라 계산하였다.

$$H' = -\sum P_i \log P_i, (P_i = n_i/N)$$

이때  $H'$ 는 종 다양성 지수,  $N$ 은 모든 종의 중요치의

합,  $n_i$ 는  $i$ 번째 종의 중요치를 나타낸다.

## 3. 토양채집 및 분석

각 초지군락에서 토양을 채취하였다. 토양은 군락별로 3지점에서 상층(0~10 cm)과 하층(10 cm 이하)으로 구분하여 채취하였고, 한 지점에서 토양을 채취할 때는 반경 2m 이내에서 5군데의 토양을 채취하여 잘 혼합하였다. 채집한 토양은 비닐 봉투에 밀봉하여 운반한 다음 실험실에서 음건하여 2mm 체로 친 후 분석에 사용하였다.

토양 산도, 유기물 함량, 전질소, 유효 인 등은 Wilde 등(1979)의 방법에 따라 분석하였고, 토양의 황과 가용성 황산염은 Bardsley와 Lancaster(1960)의 방법에 따라 정량하였다. 치환성 칼륨, 칼슘, 마그네슘은 1 M ammonium acetate로 추출한 뒤 원자흡수분광광도계를 이용하여 정량 하였다(Allen et al. 1974).

## 결과 및 고찰

### 1. 초지군락의 구조, 종 다양성 및 현존량

쑥군락은 평균 초장이 205 ± 30.1 cm로 대부분 쑥이 우점하였다. 쑥의 평균 밀도는 114.3 ± 27.8 개체/m<sup>2</sup>이었으며, 쑥을 제외하고 출현 빈도가 높은 종은 머느리배꼽(*Persicaria perfoliata*), 환삼덩굴(*Humulus japonicus*), 돌의(*Gynostemma pentaphyllum*), 쇠무릎(*Achyranthes japonica*), 계요등(*Paederia scandens*) 등이었다. 이들은 쇠무릎을 제외하고 모두 덩굴성 식물이기 때문에 외관상 수도가 높게 보이지만 상대밀도치에서 보는 바와 같이 실제 출현 개체수는 많지 않았다(Table 1). 쑥군락에서는 강아지풀(*Setaria viridis*), 개망초(*Erigeron canadensis*), 닭의장풀(*Commelina communis*), 미국가막사리(*Bidens frondosa*), 하늘타리(*Trichosanthes kirilowii*) 등을 포함하여 총 18종이 출현하였다. 쑥군락의 종 다양성 지수는 1.03, 지상부 현존량은 5,645 g/m<sup>2</sup>이었다.

미국자리공(*P. americana*) 군락은 평균 초장이 196 ± 9.2 cm이었으며, 미국자리공의 평균 밀도는 33.3 ± 4.7 개체/m<sup>2</sup>로 쑥의 밀도에 비해 낮았지만 줄기에 가지가 많아 하층에 투과되는 광량이 낮았다. 머느리배꼽의 출현 빈도도 높았다. 머느리배꼽은 덩굴성이기 때문에 대부분 미국자리공을 덮고 있어 외관상으로는 미국자리공과 우점도가 비슷하게 보였으나 중요치는 미국자리공의 1/2 정도이었다. 이 밖에도 쑥, 환삼덩굴, 닭의장풀 등 8종이 출현하였다(Table 2). 미국자리공군락의 종 다양성 지수는 0.54로 쑥군락에 비해 현저히 낮았다. 미국자리공군

**Table 1.** Species composition of *Artemisia princeps* var. *orientalis* community at Yoch'on Industrial Complex

Species	Relative frequency (%)	Relative density (%)	Importance value
<i>Artemisia princeps</i> var. <i>orientalis</i>	17.5	52.2	69.7
<i>Persicaria perfoliata</i>	10.5	14.6	25.1
<i>Humulus japonicus</i>	8.8	3.9	12.7
<i>Gynostemma pentaphyllum</i>	8.8	3.4	12.2
<i>Achyranthes japonica</i>	7.0	3.9	10.9
<i>Paederia scandens</i>	7.0	3.4	10.4
<i>Phytolacca americana</i>	7.0	2.9	9.9
<i>Setaria viridis</i>	7.0	2.9	9.9
<i>Commelina communis</i>	7.0	2.0	9.0
<i>Stellaria aquatica</i>	3.5	2.0	5.5
<i>Chenopodium album</i> var. <i>centrorubrum</i>	3.5	2.0	5.5
<i>Bromus japonicus</i>	1.8	3.4	5.2
<i>Lactuca indica</i> var. <i>laciniata</i>	1.8	3.4	5.2
<i>Persicaria hydropiper</i>	1.8	2.0	3.8
<i>Erigeron canadensis</i>	1.8	2.0	3.8
<i>Bidens bipinnata</i>	1.8	1.5	3.3
<i>Bidens frondosa</i>	1.8	1.5	3.3
<i>Trichosanthes kirilowii</i>	1.8	1.0	2.8

**Table 2.** Species composition of *Phytolacca americana* community at Yoch'on Industrial Complex

Species	Relative frequency (%)	Relative density (%)	Importance value
<i>Phytolacca americana</i>	29.4	55.0	84.4
<i>Persicaria perfoliata</i>	29.4	11.7	41.1
<i>Artemisia princeps</i> var. <i>orientalis</i>	11.8	8.3	20.1
<i>Humulus japonicus</i>	11.8	8.3	20.1
<i>Commelina communis</i>	8.8	5.0	13.8
<i>Erigeron canadensis</i>	2.9	5.0	7.9
<i>Setaria viridis</i>	2.9	3.3	6.2
<i>Miscanthus sinensis</i>	2.9	3.3	6.2

락의 지상부 현존량도 2,827 g/m<sup>2</sup>으로 쭉군락에 비해 낮았다. 이것은 미국자리공의 줄기가 대부분 비어 있기 때문인 것으로 판단된다.

참억새 (*M. sinensis*) 군락은 다른 초지군락에 비해 사면의 위쪽에 위치하고 있었으며, 지하경으로 번식하는 특성상 대부분 밀집된 군반을 이루고 있었다. 참억새 군락의 초장은 208.9±10.4 cm 이었고, 참억새의 평균 밀도는 264.5±35.2 개체/m<sup>2</sup>로 다른 군락에 비해 매우 높았다. 이밖에 참억새 군락에 출현하는 종은 머느리배꼽과 쭉이였으나, 이들의 수도는 매우 낮았다 (Table 3). 참억새 군락의 종다양성지수는 0.26으로 3군락 중 가장 낮았으며, 지상부 현존량은 9,048 g/m<sup>2</sup>으로 매우 높았다.

**Table 3.** Species composition of *Miscanthus sinensis* community at Yoch'on Industrial Complex

Species	Relative frequency (%)	Relative density (%)	Importance value
<i>Miscanthus sinensis</i>	66.7	97.8	164.5
<i>Persicaria perfoliata</i>	20.0	1.5	21.5
<i>Artemisia princeps</i> var. <i>orientalis</i>	13.3	0.7	14.0

문과 조 (1996), 문 등 (1996)은 백로나 왜가리와 같은 야생조류 집단 번식지의 토양이 조류의 배설물로 인하여 부영양화 되었으며, 이들 지역에는 원 식생이 파괴되고 머느리배꼽, 환삼덩굴, 닭의장풀, 미국자리공, 쇠무릎, 소리쟁이 등이 우점하는 것으로 보고한 바 있다. 본 조사지소 초지의 종 조성은 대부분 문과 조 (1996), 문 등 (1996) 그리고 Jakucs (1991) 등에 의해 보고된 부영양화 지표종으로 나타났다. 이들 종들은 대부분 교란지식물로 알려져 있고, 자원의 이용도가 높은 지역에 신속하게 우점한다 (Grime 1979).

쭉군락, 미국자리공군락 그리고 참억새군락의 현존량은 다른 지역의 초지 현존량에 비하여 현저히 높았다. Mun (1988)은 사문암지역과 비사문암지역의 참억새군락 지상부 현존량이 각각 4.5 kg/m<sup>2</sup>와 7.8 kg/m<sup>2</sup>로 보고한 바 있는데, 비사문암지역의 참억새군락 현존량도 본 조사지소의 값에 비해 낮았다. 문 등 (1996), 문과 조 (1996)는 조류의 집단번식에 의해 부영양화된 지소에서 초지의 생산량을 각각 289 g/m<sup>2</sup>와 277 g/m<sup>2</sup>으로, 김과 문 (1982)은 소백산 산지초원의 지상부 최대 현존량을 동사면의 경우 1,150 g/m<sup>2</sup>, 북서사면의 경우 755 g/m<sup>2</sup>으로 보고하였다. 또한 강 (1971)은 강원도 정선의 산록초지에서 산화 후 초지의 지상부 현존량이 358.7~497.5 g/m<sup>2</sup>인 것으로 보고한 바 있는데, 모두 본 조사지역의 현존량에 비해 낮은 값이다.

본 조사지역 초지군락의 지상부 현존량이 다른 지역에 비해 높은 것은 구성종이 대부분 교란지 식물로 영양염류와 공간자원의 이용효율이 높아 생장이 빠르기 때문인 것으로 판단된다. 또한 기존 식생이 파괴된 지역이기 때문에 광량에 제한이 없는 것도 현존량이 높은 이유 중의 하나인 것으로 생각된다. 각 초지군락 우점종의 길이생장도 쭉과 참억새의 경우 2 m가 넘으며, 미국자리공의 경우에도 196 cm로 자연초지에 비해 길이생장이 매우 양호한 것으로 나타났다 (Kim & Mun 1981).

강 (1971)은 강원도 정선의 산록초지에서 출현종이 31~38종에 이르는 것으로 보고하였으며, Kim과 Mun (1981)은 소백산 산지초원에서 동사면의 경우 30종, 북

**Table 4.** Chemical properties of soil in different herb communities at Yoch'on Industrial Complex

Community type	Soil layer	pH	O.M (%)	T-N (mg/g)	A-P ( $\mu$ g/g)	T-S ( $\mu$ g/g)	S-S ( $\mu$ g/g)	K ( $\mu$ g/g)	Ca ( $\mu$ g/g)	Mg ( $\mu$ g/g)
<i>A. princeps</i> var. <i>orientalis</i>	Top	4.4 $\pm$ 0.1	11.6 $\pm$ 1.8	3.5 $\pm$ 0.3	61.2 $\pm$ 9.4	357.3 $\pm$ 19.3	17.8 $\pm$ 2.1	24.6 $\pm$ 7.1	156.2 $\pm$ 8.8	11.1 $\pm$ 3.5
	Sub	4.4 $\pm$ 0.1	7.5 $\pm$ 0.8	1.9 $\pm$ 0.4	50.3 $\pm$ 4.8	205.2 $\pm$ 18.9	33.5 $\pm$ 2.2	23.3 $\pm$ 9.4	71.3 $\pm$ 6.8	5.4 $\pm$ 1.4
<i>P. americana</i>	Top	4.4 $\pm$ 0.2	15.7 $\pm$ 5.6	3.7 $\pm$ 0.7	52.7 $\pm$ 5.1	511.4 $\pm$ 45.3	25.1 $\pm$ 4.4	15.6 $\pm$ 4.7	25.4 $\pm$ 6.9	6.4 $\pm$ 2.5
	Sub	4.5 $\pm$ 0.3	12.5 $\pm$ 5.4	2.9 $\pm$ 0.8	40.3 $\pm$ 4.7	346.5 $\pm$ 39.9	66.4 $\pm$ 6.5	15.7 $\pm$ 4.3	7.5 $\pm$ 2.6	2.1 $\pm$ 0.9
<i>M. sinensis</i>	Top	4.4 $\pm$ 0.4	11.1 $\pm$ 2.8	2.5 $\pm$ 0.2	60.5 $\pm$ 1.9	508.0 $\pm$ 73.9	25.2 $\pm$ 3.4	18.4 $\pm$ 7.0	25.7 $\pm$ 1.4	4.5 $\pm$ 0.5
	Sub	4.4 $\pm$ 0.4	8.2 $\pm$ 0.3	1.8 $\pm$ 0.6	77.2 $\pm$ 9.6	303.7 $\pm$ 28.4	35.9 $\pm$ 4.9	8.4 $\pm$ 3.3	14.0 $\pm$ 2.1	2.7 $\pm$ 0.3

O.M; Organic matter, T-N; Total nitrogen, A-P; Available phosphorus, T-S; Total sulfur, S-S; Soluble sulfur

서사면의 경우 22종이 출현하는 것으로 보고한 바 있다. 본 조사지소의 경우 쑥군락은 18종이 출현하였으나 미국자리공군락은 8종, 그리고 참억새군락은 불과 3종이었다. 따라서 자연초지에 비해 출현종수가 현저히 낮아 종 다양성 지수도 매우 낮았다.

Mun과 Whitford (1989)는 반건조지역에서 장기적으로 질소비료를 공급한 transect가 질소비료를 공급하지 않은 대조구에 비해 종 다양성이 낮은 것으로 보고하였으며 (Bell 1994), Mun (1997)의 조사에서도 조류의 집단 번식으로 토양의 부영양화가 일어난 지역이 대조구에 비해 종 다양성이 낮은 것으로 나타났다. 본 조사지역의 경우 토양의 전질소와 인 함량이 비오염지역에 비해 높아 식물의 현존량은 많고 종 다양성은 낮은 것으로 판단된다.

## 2. 토양의 화학적 특성

각 초지군락의 토양 분석결과를 Table 4에 종합하였다. 토양의 pH는 3지역 모두 4.4~4.5 범위로 나타났다. 이것은 문 등 (1998)이 보고한 값과 유사하였다. 문 등 (1998)은 제석산의 상부로 갈수록 산도가 증가하는 것으로 보고한 바 있다. 토양의 pH는 식생의 영향을 많이 받지만 공단이나 대도시 지역의 경우 산성강하물의 영향을 많이 받게 된다 (김 등 1996). 본 조사지역의 경우에도 후술하는 바와 같이 토양의 황과 가용성 황 함량이 많은 것으로 보아 이산화황의 영향을 많이 받은 것으로 판단된다.

상층토의 유기물함량은 하층토에 비해 높은 것으로 나타났다 (Table 4). 문 등 (1998)은 제석산의 하부에서 상부로 감에 따라 유기물함량이 증가하는 것으로 보고하였으며, 그 이유를 기존 식생의 파괴로 인하여 첨가되는 유기물이 많았기 때문인 것으로 설명하고 있다. 본 조사지역의 경우 대기오염물질에 의해 원식생이 파괴된 후 2차천이의 과정으로 초지군락이 형성되었고, 초본식

생의 경우 지상부가 매년 고사하여 토양의 유기물 함량이 증가한 것으로 판단된다. Kim과 Mun (1981)은 소백산 산지초원에서 상층토양의 유기물함량이 동 사면의 경우 31%, 서북사면의 경우 25%로 보고한 바 있는데, 본 조사지역의 유기물 함량은 이보다 현저히 낮았다. 그러나 공주 근교의 비 오염지역 토양에 비해서는 높았다 (이 1995).

상층토의 전질소함량은 쑥군락, 미국자리공군락 그리고 참억새군락이 각각 3.5 $\pm$ 0.3, 3.7 $\pm$ 0.7, 2.5 $\pm$ 0.2 mg/g 이었다. 하층토의 전질소함량은 상층토에 비해 낮았다 (Table 4). 본 조사지역의 전질소함량은 조류의 집단 번식으로 토양이 부영양화 된 지역의 질소함량에 비해서는 낮았지만 (문과 조 1996), 비 오염지역의 토양에 비해 매우 높아 (김 등 1991; 이 1995) 이 지역 토양의 부영양화가 상당히 진전된 것으로 판단된다 (Jakucs 1991). 토양의 질소함량의 증가는 식물 종 다양성을 감소시키고 특정 종에 의한 우점도가 증가하여 현존량이 증가한다 (Mun & Whitford 1989). 본 조사지역 초지군락의 종 다양성이 낮고 현존량이 타 지역에 비해 높은 것도 토양 부영양화의 지표로 간주할 수 있다.

가용성 인 함량은 상층토와 하층토 사이에 큰 차이가 없었다 (Table 4). 쑥군락, 미국자리공군락 그리고 참억새군락 상층토의 인 함량은 각각 61.3 $\pm$ 9.2, 52.3 $\pm$ 3.8, 60.3 $\pm$ 9.5  $\mu$ g/g이었다. 이 값은 강 (1971)의 조사 결과와 비슷하였으나 조류의 집단번식으로 부영양화 된 지역의 인 함량에 비해 2~3배 높은 값이다 (문과 조 1996; 문 등 1996).

조사지소의 황 함량은 상층토와 하층토 사이에 큰 차이가 있었다 (Table 4). 쑥군락, 미국자리공군락 그리고 참억새군락의 상층토 황 함량은 각각 357.3 $\pm$ 19.3, 511.4 $\pm$ 45.3, 508.0 $\pm$ 17.8  $\mu$ g/g이었다. 이 값은 공주 근교의 토양 (28.6 $\pm$ 3.3  $\mu$ g/g)에 비해 현저히 높은 값이다 (문 등 1998). 가용성 황의 경우 쑥군락, 미국자리공군락 그

리고 참억새군락의 상층토에서 각각  $17.8 \pm 2.1$ ,  $25.1 \pm 4.4$ ,  $25.2 \pm 3.4 \mu\text{g/g}$ 으로 황 함량에 비해 그 값이 약 1/20 수준이었고, 황과는 달리 하층토에서 높게 나타났다(Table 4). 가용성 황의 경우에도 비 오염지역에 비해 3배 정도 높은 값이다(문 등 1998).

본 조사지역 토양의 황 함량이 높은 것은 주변 공장에서 배출되는 황산화물의 영향인 것으로 판단된다(문 등 1998). 황산화물은 토양의 산성화를 유발시켜 직접 또는 간접적으로 식물에 영향을 주는 것으로 알려져 있지만(Winner *et al.* 1985), 토양에 황이 과량으로 존재할 때 식물에 미치는 생리·생태적인 영향을 파악하는 것이 필요할 것으로 생각된다.

치환성 양이온 중 칼륨은 참억새군락을 제외하고 상층토와 하층토 사이에 차이가 없었다(Table 4). 썩군락, 미국자리공군락 그리고 참억새군락의 상층토 칼륨 함량은 각각  $24.6 \pm 7.1$ ,  $15.6 \pm 4.7$ ,  $18.4 \pm 7.0 \mu\text{g/g}$ 이었다. 칼슘과 마그네슘은 세 군락에서 모두 상층이 하층에 비해 높게 나타났다. 칼슘의 경우 썩군락이 다른 두 군락에 비해 현저히 높았으며, 칼륨과 마그네슘의 경우에도 썩군락에서 높은 것으로 나타났다. 칼륨과 마그네슘의 경우 비 오염지역의 값에 비해 그 값이 현저히 낮은 것으로 조사되었으나(문 등 1998), 칼슘은 오히려 높은 것으로 나타났다. 일반적으로 산성토양에서는 세탈에 의해 치환성 양이온이 감소하는 것으로 보고된 바 있다(Wolt 1990).

대기오염의 영향으로 여천공단 주변의 원 식생은 대부분 파괴되었다(김 등 1996). 이들 지역에 대체식생으로 형성되어 있는 참억새군락, 미국자리공군락, 썩군락 그리고 이들 군락에 출현하는 환삼덩굴, 머느리배꼽 등은 생장이 왕성하고 현존량이 높은 것으로 보아 산성토양에 대한 적응력이 큰 것으로 판단된다(문 등 1996). 특히 참억새와 미국자리공의 경우 공단 주변의 훼손된 환경에 우점하는 것으로 알려져 있고, 관찰한 바에 의하면 이들의 분포 면적이 날로 확장되고 있기 때문에 이들의 개체생태에 대한 연구가 필요한 것으로 판단된다.

공단 지역은 대기로부터 이입되는 황산화물이나 질소 산화물에 의해 토양이 영향을 받기 쉽고 따라서 외부에서 이입되는 물질에 대한 식생의 반응을 조사하기에 알맞은 장소이다. 본 조사결과에 의하면 새로 형성된 초지의 구성원이 대부분 부영양화 된 토양에 출현하는 종들로 나타났다(Jakucs 1991; 문과 조 1996; 문 등 1996), 이들 초지군락의 종 다양성도 현저히 낮은 것으로 보아 본 조사지역의 토양 부영양화가 상당히 진행된 것으로 판단된다.

## 사 사

본 연구는 1997년도 교육부 학술연구조성비(기초과학, BSRI-97-4442)와 1998년 과학기술기초중점연구비(1998-015-D00220)의 일부에 의해 수행되었음.

## 참 고 문 헌

- 강상준(1971) 초지의 구조 및 생산성에 미치는 산불의 영향. 식물학회지 **14**(3): 36-42.
- 김준호, 문형태, 이창석, 조도순(1996) 대기오염 및 산성비에 대한 내성종과 Bioindicator의 선발·육종 개발. 서울대학교 자연과학 종합연구소 보고서.
- 문형태, 남미숙, 조삼래(1996) 백로와 왜가리의 집단번식에 의한 삼림토양 및 초본층 구조의 변화. 한국임학회지 **85**(3): 506-512.
- 문형태, 조삼래(1996) 백로와 왜가리 집단번식이 소나무군집에 미치는 영향. 한국생태학회지 **19**(1): 47-53.
- 문형태, 표재훈, 김준호(1998) 여천공단 주변지역 토양의 화학적 성질. 한국생태학회지 **21**(1): 1-6.
- 이지영(1995) 상수리나무림과 리기다소나무림의 낙엽분해, 토양의 특성 및 cellulase 활성. 공주대학교 석사학위 논문.
- Allen SE, HM Grimshaw, JA Parkinson & C Quarmby (1974) Chemical analysis of ecological materials. Blackwell Sci. Publishing, Oxford, 565p.
- Bell N (1994) The ecological effects of increased aerial deposition of nitrogen. *Ecological Issues* No. 5. British Ecological Society.
- Bradsley CE & JD Lancaster (1960) Determination of reserve sulfur and soluble sulfates in soils. *Soil Sci. Soc. Proc.* **24**: 265-268.
- Grime JP (1979) Plant strategies and vegetation processes. Wiley & Sons, New York.
- Jakucs P (1991) Eutrophication in forest ecosystems. pp. 571-578. In *Modern ecology: basic and applied aspects.* (Esser G & D Overdieck eds). Elsevier, New York.
- Kim JH & HT Mun (1982) Ecological studies on the montane grassland of Mt. Soback in Korea. II. Production and nutrients cyclings. *Kor. J. Ecology* **5**(4): 204-210.
- Kirchner T (1977) The effects of resource enrichment on the diversity of plants and arthropods in a shortgrass prairie. *Ecology* **58**: 1334-1344.
- Mun HT (1997) Effects of colony nesting of *Adrea cinerea* and *Egretta albe modesta* on soil properties and herb layer composition in a *Pinus densiflora* forest. *Plant and Soil* **197**: 55-59.
- Mun HT & WG Whitford (1989) Effects of nitrogen amend-

- ment on annual plants in the Chihuahuan Desert. *Plant and Soil* **120** : 225-231.
- Nagy M & J Nagy (1981) Diversity of herb layer of black locust forest. *Acta Biol. Debrecina* **18** : 15-20.
- Shannon CE & W Weaver (1949) The mathematical theory of communication. Univ. of Illinois Press.
- Silvertown J (1980) The dynamics of a grassland ecosystem: Botanical equilibrium in the Park Grass Experiment. *J. Appl. Ecol.* **17** : 491-504.
- Tilman D (1987) Secondary succession and the pattern of plant dominance along experimental nitrogen gradients. *Ecol. Monographs* **57** : 189-214.
- Wilde SA, RB Corey, JG Iyer & GK Voigt (1979) Soil and plant analysis for tree culture. Oxford and IBH Publishing, New Delhi.
- Winner WE, HA Mooney & RA Goldstein (1985) Sulfur dioxide and vegetation. Stanford University Press. Stanford, California.
- Wolt JD (1990) Effects of acid deposition on the chemical form and bioavailability of soil aluminum and manganese. pp. 62-107. *In* Mechanisms of forest response to acid deposition (Lucier AA & SG Haines eds). Springer-Verlag. New York.

## Community Structure and Soil Properties of Grassland in the Vicinity of Yoch'on Industrial Complex

Jae-Geun Rhu, Jong-Young Lee, Yoon-Young Lee and Hyeong-Tae Mun

(Department of Biology, Kongju National University, Kongju 314-701, Korea)

**Abstract** - Species composition, species diversity, standing biomass and soil properties of the grasslands, which are developed in the vicinity of Yoch'on Industrial Complex, were investigated. The grassland divided into three types, mugwort (*Artemisia princeps* var. *orientalis*) community, porkweed (*Phytolacca americana*) community and eulalia (*Miscanthus sinensis*) community by physiognomy. Standing biomass of mugwort community, porkweed community and eulalia community was 5,645 g/m<sup>2</sup>, 2,827 g/m<sup>2</sup> and 9,048 g/m<sup>2</sup>, respectively. Species diversity of mugwort community, porkweed community and eulalia community was 1.03, 0.54 and 0.26, respectively. Total N, available P, total S and soluble S of the top soil in this grassland were much higher than those in other areas. Most of the species in this grassland are indicator species of soil eutrophication. [Grassland, Soil eutrophication, Species diversity, Standing biomass].