

鐵原地區 非武裝地帶 草地의 地力에 따른 Standing Crop의 變動에 關한 研究

李貞恩·張楠基

서울대학교 생물교육과

The Standing Crop and Edaphic Factor of Grasslands in Chulwon near the D.M.Z.

Lee, Jeong-Eun and Nam-Kee Chang

Department of Biology, College of Education, Seoul Natl. Univ.

ABSTRACT

We study on the standing crop and edaphic factor of grasslands in Chulwon near the D.M.Z.

The widespread and most abundant grasses are *Arundinella hirta* and *Miscanthus sinensis* in the upland fields of D.M.Z.

The vascular flora of grasslands in Umi-dong and Sukda-dong near the D.M.Z. and composed of total 25 species, the most important of which are *Arundinella hirta* and *Miscanthus sinensis*. These two species contribute greatly to the standing crop of live material was in excess of 107.6g /m².

Correlation between standing crop and water content, organic matter, total nitrogen, or available phosphorus of grassland soils in area studied is high significant. It is argued that these edaphic factors affect the growth of grasses in Umi-dong and Sukda-dong grasslands.

서 론

우리나라의 초지연구는 홍(1955, 1957)과 홍(1962)에 의한 제주도 초원의 연구와 박(1959, 1962, 1963, 1966, 1968)의 한국전역에 걸친 초지식생과 생산성에 관한 생태학적 연구로 널리 행하여졌으며 자연초지의 개발을 위한 국가시책에 부응하여 더욱 활발하여지고 있다.

본 연구는 한국자연보호위원회에서 실시한 D.M.Z. 생물상에 관한 생태학적 연구의 일환으로 아직까지 연구되어 있지 않은 토양조건과 초지 생산량과의 관계를 조사하려고 1953년 6. 25사변의 휴전 이래 전연 인간의 간섭없이 자연 그대로 발달된 철원지구 비무장지대인 우미동과 석다동의 초지를 대상으로 하여 field work를 행하고 이러한 곳에서 지역에 따른 초지의 standing crop 과 토양의 물리화학적 특성과의 관계를 조사하여 자연초지의 개발에 필요한 기초 data를 얻

으려 함이다.

1. 조사지소의 개황

철원지역의 위치는 동단 동경 127°7′, 서경 127°53′, 남단 북위 38°6′, 북단 북위 38°18′에 위치하고 있으며 준엄한 태백산맥이 북방으로 부터 양구 화천군의 경계를 따라 동남방으로 연하여 있다.

평강군 북방산을 수원으로 한 한탄강과 서면 근남면으로부터의 남대용이 갈말면 북방에서 합류하여 하상으로부터 약 20m의 급경사로 이루어진 단안으로 형성된 한탄강이 동송면을 관류하여 임진강에 유입되고 있다.

대체로 동북방은 해발 1,000m 내외의 고봉이 연결되어 있고 중부와 서남방은 비교적 구릉과 평야를 이루고 있어 농업에 적합하여 철원 곡창지대로 널리 알려져 있다.

서북방은 폐허된 옛 철원읍이 월하리를 걸쳐 막막한 평원을 이루고 있어 우미동과 석다동의 바로 맞은 편엔 백마고지, 낙타고지가 보이는 비무장지대의 남방한계선 부근에 넓은 초지가 서방으로 펼쳐 있다.

이곳의 최근 30년간 종합평균 기온은 5.8℃이고 월평균 기온은 8월의 25.0℃가 가장 높고 1월이 -6.5℃로 제일 낮다. 일평균 최고기온은 8월의 30.6℃가 가장 높고 1월의 -12.4℃가 가장 낮다.

강우량은 월평균 89.5mm 이며 그중 6월이 126.5mm, 7월이 403.7mm, 8월이 293.6mm이다.

철원지구의 총면적은 824km²이나 귀농선 북방이 502.8km²이고 귀농선 남방은 321.2km²로 6.25 동란으로 말미암아 지금은 502.8km²가 이용하지 못하고 폐허화되어 있다.

2. 조사방법

철원지구 비무장지대의 초지 조사장소는 우미동에서 새(*Arundinella hirta*)가 우점종인 2개소와 역새(*Miscanthus sinensis*)가 우점종인 1개 지역을 선정하였으며 석다동에서는 우점종이 *Arundinella hirta*인 초지군락 4 개소와 *Miscanthus sinensis*가 우세한 2 개소를 택하여 Goodall (1952)과 Oosting(1956)의 방법에 따라 명초지군락에서 1m²의 quadrat 10 개를 random sampling하여 각 quadrat에서 나타나는 초종별로 Fresh weight를 측정하고 운반하여 100℃의 향온기에 넣어 말린 후 건량을 평량하여 결정하였다.

토양의 시료는 각 조사 quadrat에서 A, B, 양층으로 구별하여 1,000g 가량의 토양을 채취하여 비닐봉지에 넣어 실험실까지 운반하고 음건한 다음 2mm의 체로 쳐서 물리화학적 분석을 행하여 그 평균치로서 평가하였다.

함수량은 건조하기 전에 110℃의 향온기에 건조한 후 그 감량으로 결정하였으며 총질소는 Kjeldahl법, 유효인산은 Truog법으로 정량하였다. 유효가리와 치환성 Ca, 치환성 Mg은 초산 코발트, 수산염, pyrophosphate로 각각 침전시킨 다음 중량법으로 분석하였으며, 토양 pH는 Beckman pH meter로 측정하였고 유기물은 전기로에 넣어 520℃로 4~5시간 균열한 후 평량하였다.

치환성 염기, 치환성 수소, 염기치환능, 염기포화도는 Brown법에 의하여 결정하였고 토양의 물리적 분석은 Kühn 법에 의하여 측정하였다.

조사방법 및 논의

철원지구 비무장지대의 초지로 겨울되어 물이 마르면 사계청소로 군인이 불을 놓아 고엽은 모두 타 버리게 된다.

그 이외에는 아무런 간섭도 받지 않는 순수한 자연 초지로 발달하고 있다.

이러한 조건하에서 명조사 stand별로 초지의 flora를 보면 7~11종으로 Poter(1967)에 의하여 조사된 아열대인 북미의 Florida prairie의 flora에 비하면 대단히 단순한 구조이다.

지역적으로 조사하여 보면 우미동의 초지 flora는 17종 석다동의 초지 flora는 20종으로 이루어져 양지역 전체로 보면 25 종으로 구성되어 있었다.

이 지역의 초지의 standing crop을 측정하고 초지토양을 물리화학적으로 분석하여 Biomass 와 토양특성과의 관계를 조사한 결과는 다음과 같다.

1. Biomass

Table 1에서 보는 바와 같이 우미동의 제1초지는 standing crop이 $323.9\text{g}/\text{m}^2$, 제2지역은 $240.0\text{g}/\text{m}^2$, 제3지역은 $131.9\text{g}/\text{m}^2$ 이었고, 석다동 초지는 제1지역이 $117.6\text{g}/\text{m}^2$, 제2지역은 $179.0\text{g}/\text{m}^2$, 제3지역은 $238.0\text{g}/\text{m}^2$, 제4지역은 $214.1\text{g}/\text{m}^2$, 제5지역은 $350.6\text{g}/\text{m}^2$, 제6지역의 초지는 $183.6\text{g}/\text{m}^2$ 이었다.

따라서 석다동과 우미동 초지 중에서 standing crop은 $117.6\text{g}/\text{m}^2$ 로 석다동 제1초지가 가장 낮고, standing crop이 가장 높은 곳은 석다동 제5소로 $350.6\text{g}/\text{m}^2$ 인 새 군락이었다.

이 결과는 Poter(1967)에 의하여 아열대지방인 Florida의 Prairie에서 조사한 $90.6\sim 161.4\text{g}/\text{m}^2$ 보다 훨씬 생산량이 많았다.

2. 초토지양의 물리적 분석결과

석다동과 우미동 초지의 토양의 입자조성을 분석한 결과는 Fig. 1와 같다. 이 결과를 국제토양 학회법에 의하여 토양의 삼각도표로 분류하면 양사토, 사양토, 사질식양토, 양토, 사식토, 식양토, 경식토로 구분되나 대부분은 사양토, 양토, 사질식, 금토, 식양토로 나눌 수 있다.

이것은 Kim *et al.* (1965, 1968)에 의한 삼립토양의 분석결과와 대차 없다.

따라서 토성은 초지나 삼립토나 같다는 것을 알 수 있다.

3. 초지토양의 화학적 분석결과

1) 염기치환능

철원지구 비무장지대의 초지토양의 염기치환능, 치환성 염기, 치환성수소, 염기포화도를 측정 한 결과는 Table 2와 같다.

Table 2에서 보는 바와 같이 치환성 염기보다는 치환성 수소가 크므로 염기포화도가 낮다.

석다동과 우미동 초지의 치환성 염기는 $9.5\sim 20.6\text{ m.e. \%}$ 로 분석하였으며 치환성 수소는 $14.9\sim 25.3\text{ m.e. \%}$ 로 비교적 높은 값을 나타내었다.

따라서 이들 토양이 지닌 염기치환능은 $24.9\sim 38.5\text{ m.e. \%}$ 이었다.

Table 1. Average quadrat fresh and dry weight of plant species of grass land in Chulwon near the D.M.Z.

Stand	Area						Sukda-dong											
	Umi-dong			Sukda-dong			Umi-dong			Sukda-dong								
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	4	5	6						
Fresh and dry, weight (g/m ²)	F.W.	D.W.	F.W.	D.W.	F.W.	D.W.	F.W.	D.W.	F.W.	D.W.	F.W.	D.W.	F.W.	D.W.				
	(g/m ²)	(g/m ²)	(g/m ²)	(g/m ²)	(g/m ²)	(g/m ²)	(g/m ²)	(g/m ²)	(g/m ²)	(g/m ²)	(g/m ²)	(g/m ²)	(g/m ²)	(g/m ²)				
<i>Aruandrella hirta</i>	1000	291.8	181	35.3	486	121.3	350	89.0	505	112.7	340	90.5	330	92.0	212.3	220	55.4	
<i>Miscanthus sinensis</i>	-	-	732	198.7	8	1.9	-	-	8	1.3	160	79.2	180	85.9	90	42.1	340	89.0
<i>Artemisia japonica</i>	65	22.4	2	0.5	1.5	0.2	-	-	40	5.3	140	52.1	50	23.2	90	32.5	100	12.5
<i>Phaeolus nipponens</i>	23	4.8	6	0.7	-	-	80	12.5	8	2.8	10	3.0	5	0.7	10	2.9	5	0.8
<i>Artemisia feddei</i>	5	2.0	2	0.2	-	-	-	-	4	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Rosa davurica</i>	5	2.7	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Aeschynomene indica</i>	0.3	+	2.5	0.8	12	2.3	5	1.1	8	1.3	7.0	13.2	30	5.2	30	5.2	35	7.5
<i>Rubus crataegobolus</i>	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Patrinia villosa</i>	-	-	12	2.5	27	4.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Arthraxon hispidus</i>	-	-	2.5	0.9	-	-	10	1.9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Oenothera odorata</i>	-	-	3	0.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Polygonum aviculare</i>	-	-	+	+	-	-	80	7.1	5	0.3	10	2.9	-	-	-	-	-	-
<i>Carex</i> sp.	-	-	-	-	-	-	5	1.0	20	2.2	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Amelthystanthus excisus</i>	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-
<i>Salix koreanis</i>	-	-	-	-	-	-	+	+	2	0.1	-	-	-	-	-	-	35	5.6
<i>Episetum arvense</i>	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Prentilla fragarioider</i>	-	-	-	-	11	1.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Patrinia scabiosaefolia</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	350	52.0	-	-	10	2.3	90	35.4	+	+
<i>Kummerowia striata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	1.7	50	12.1	15	3.0
<i>Artemisia asiatica</i>	-	-	-	-	9	0.6	-	-	-	-	-	5	2.2	5	1.0	10	4.6	4.1
<i>Patrinia scabiosaefolia</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	5	1.0	-	-	20	4.1	-
<i>Aster scaqer</i>	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	10	2.9	-	-
<i>Achillea mongolica</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	1.8	5	1.1
<i>Viola mandshurica</i>	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	5	0.9	10	2.4	-	-	-
<i>Pursatilla koreana</i>	-	-	-	-	1.5	0.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total fresh weight & standing crop	1098.3	323.7	944.0	240.0	556.0	131.9	530.0	117.6	950.0	179.0	730.0	238.0	625.0	214.1	1190.0	350.0	785.0	183.6

* unit gm/m²

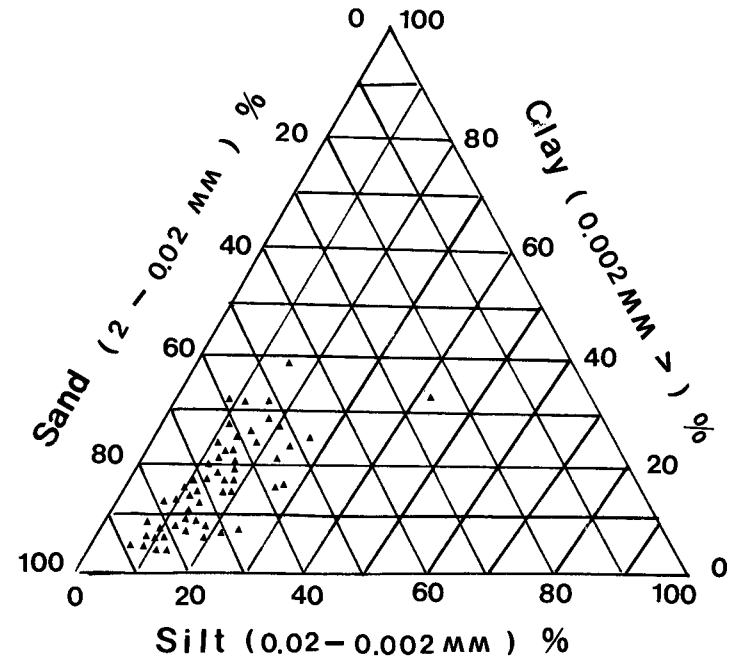


Fig. 1. Mechanical analysis of the grass land soils in Umi-dong and Sukda-dong.

Table 2. Base exchange capacity of the grass land in Umi-dong and Sukdadong near the D.M.Z.

Area	Stand	Layer	Base exchange capacity (m.e. %)	Exchangeable base (m.e. %)	Exchangeable hydrogen (m.e. %)	Base saturation (%)
Umi-dong	1	A	38.5	13.2	25.3	34.1
		B	34.4	14.9	19.5	43.3
	2	A	32.5	11.4	22.1	35.1
		B	32.6	26.6	12.0	63.2
	3	A	25.2	10.3	14.9	40.0
		B	25.4	10.1	15.3	40.0
Sukda-dong	1	A	24.9	9.9	15.0	40.1
		B	25.3	9.5	15.8	37.5
	2	A	26.6	10.7	15.9	40.2
		B	28.5	10.4	18.1	36.5
	3	A	34.5	11.3	23.2	32.8
		B	31.5	10.1	21.4	32.1
	4	A	31.1	12.8	18.3	41.2
		B	29.1	13.7	15.4	47.0
	4	A	37.4	15.2	20.2	40.6
		B	39.1	16.7	22.4	42.7
	6	A	29.4	11.2	18.2	37.7
		B	29.1	10.9	18.2	34.5

2) 무기양료

철원지구 DMZ의 초지토양을 화학적으로 토양 pH, 작열소실량, 총질소, 유효인산, 유효가리, 치환성 Ca, 치환성 Mg, 함수량 등을 정량분석한 결과는 Table 3과 같다.

Table 3에서 보는 바와 같이 석다동과 우미동 초지의 pH는 4.30~5.36이며, 작열소실량은 3.51~10.33%, 총질소는 0.19~0.36%, 유효인산은 1.59~4.42 ppm, 유효가리는 0.18~0.29%, 치환성 Ca는 0.189~0.551%, 치환성 Mg의 함량은 0.029~0.085%, 토양함수량은 21.64~41.87%로 정량되었다.

이 결과는 Kim과 Chang(1968)에 의한 삼림토양의 무기양료의 함량과 비교할 때 유효가리의 수준만이 약간 높을 뿐 다른 양료의 함량수준은 차이가 없었다.

4. 초지토양의 standing crop과 토양특성과의 관계

1) 엽기치환능과 standing crop과의 관계

Standing crop과 치환성 엽기, 치환성 수소와의 관계를 분석한 결과는 Fig. 2에서 보는 바와 같이 치환성 수소는 상관관계가 없으나 치환성 엽기와는 상관관계수가 0.71로 5% 수준에서 유의하였으며 엽기 치환능은 0.93으로 대단히 상관관계가 높았다.

이러한 사실은 치환성엽기를 좌우하는 원인이 되는 N, P, K, Ca, Mg의 가용성 염류의 함량에 원인이 있다고 생각된다.

Table 3. Soil properties of the grass land in Umi-dong and Sukda-dong near the D.M.Z.

Area	Stand	Layer	Soil pH	Loss on ignition (%)	Total N (%)	K (ppm)	Ca (%)	Mg (%)	Moisture content (%)	
Umi-dong	1	A	4.82	10.33	0.32	4.21	0.24	0.426	0.034	40.84
		B	4.50	7.57	0.31	4.17	0.23	0.189	0.030	38.21
	2	A	4.51	9.40	0.34	4.10	0.18	0.238	0.033	36.22
		B	4.30	8.17	0.28	4.19	0.20	0.224	0.029	35.10
	3	A	5.36	5.13	0.20	3.36	0.24	0.334	0.031	25.96
		B	5.10	3.51	0.19	3.41	0.21	0.367	0.049	21.90
Sukda-dong	1	A	5.12	5.91	0.24	3.15	0.25	0.363	0.045	21.94
		B	5.05	4.04	0.21	1.59	0.27	0.216	0.030	23.01
	2	A	5.02	4.62	0.21	3.30	0.23	0.551	0.029	28.94
		B	5.00	4.91	0.19	3.49	0.28	0.215	0.085	24.36
	3	A	4.83	7.18	0.23	3.54	0.21	0.281	0.034	32.30
		B	5.20	5.24	0.28	3.52	0.23	0.281	0.031	28.13
	4	A	4.91	1.23	0.27	3.53	0.29	0.273	0.050	28.04
		B	1.11	7.85	0.28	3.47	0.26	0.314	0.029	32.47
	5	A	4.71	9.90	0.31	4.24	0.25	0.426	0.044	41.87
		B	4.52	9.00	0.36	4.22	0.20	0.289	0.043	34.49
	6	A	4.25	6.05	0.26	3.40	0.26	0.401	0.027	28.25
		B	4.31	5.14	0.25	3.57	0.22	0.264	0.031	25.78

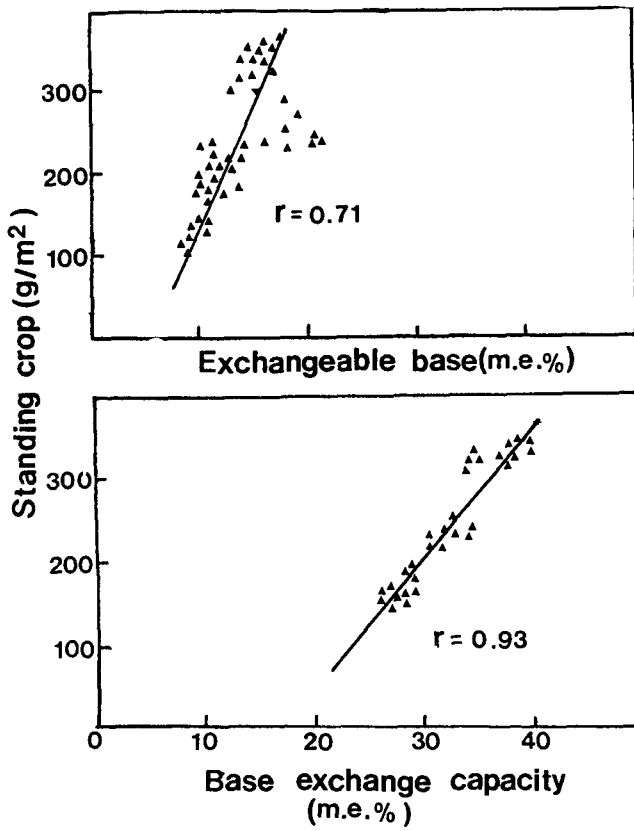


Fig. 2. Correlation between standing crop and exchangeable base or base exchange capacity of grass land soils in Chulwon near the D.M.Z.

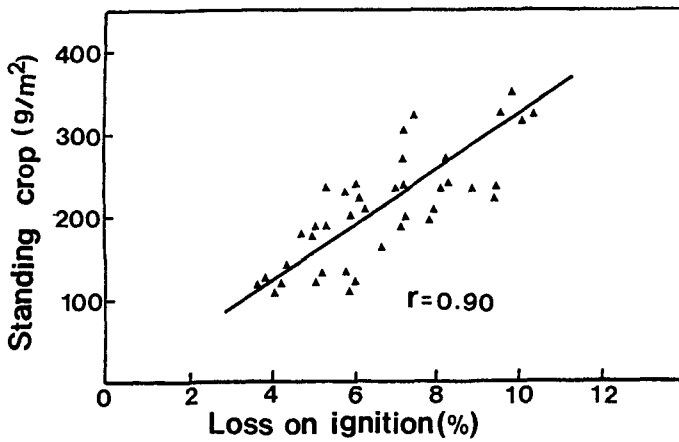


Fig. 3. Correlation between standing crop and loss by ignition of grass land soils in Chulwon near the D.M.Z.

따라서 이러한 사실은 Standing crop과 무기양료의 함량간에 상관이 있음을 암시하여 주는 것으로 사료된다.

2) 무기양료의 standing crop과의 관계

석다동과 우미동의 초지토양의 pH, 함수량, 작열소실량, 총질소, 유효인산, 유효가리, 치환성 Ca, 치환성 Mg의 함량과 Biomass와의 상관을 분석한 결과는 Fig. 2, 3, 4, 5에서 표시하였다.

Standing crop에 미치는 pH의 영향은 여러 가지 무기염류의 용·불용상태를 좌우하므로 대단히 크리라고 믿어지나 본 조사지역에서는 Table 1과 Table 3에서 보는 바와 같이 Biomass와의 상관이 없었다.

작열소실량 즉, 토양유기물의 함량은 Fig. 3에서 보는 바와 같이 상관계수가 0.90으로 대단히 standing crop과 관련이 높은 결과를 얻었다.

총질소 수준과의 관계는 Fig. 4에서 표시하는 바와 같이 상관계수가 0.90으로 대단히 높은 상관을 보였고 유효인산은 상관계수가 0.89로 대단히 유의한 상관을 나타내었다.

치환성 Ca와 Mg은 함량은 본 조사지역에서는 standing crop과 유의한 상관을 나타내지 못하였다. 이것은 Ca와 Mg의 함량수준은 초지 flora의 생육에 필요한 정도 이상의 양을 함유하고 있는 것으로 생각된다.

함수량과 건초의 생산량과의 사이에는 Fig. 6에서 보는 바와 같이 상관계수가 0.92로 대단히 유의한 상관이 있다.

이상에서 논한 바와 같이 본 조사지역의 초지 Standing crop은 총질소, 유효인산, 함수량의 영향을 받으며 초지 flora의 생육에 가장 필요한 양분요소임을 알 수 있다.

토지 pH, 치환성 Ca, 치환성 Mg은 초지생산량과 유의한 상관을 나타내지 않는 것으로 보아 현재 석다동과 우미동 초지토양이 함유하고 있는 수준으로 충분히 초지 flora가 생육할 수 있다는 것을 생각할 수 있다.

유효가리는 다른 무기양에 비하여 상당히 세탈(Ino and Monsi 1964)이 높는데 반하여 삼림에 비하여 높은 수준이라는 것은 균인들의 시계청소로 인한 주기적인 불에 원인이 있는 것으로 사

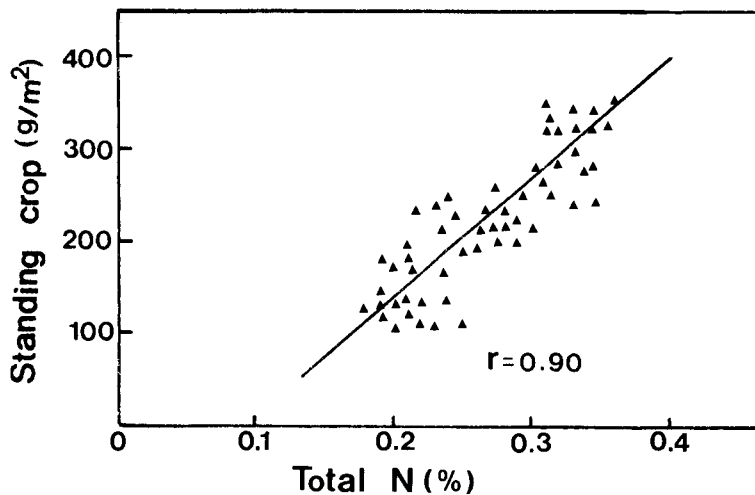


Fig. 4. Correlation between standing crop and total N of grass land soils in Chulwon near the D.M.Z.

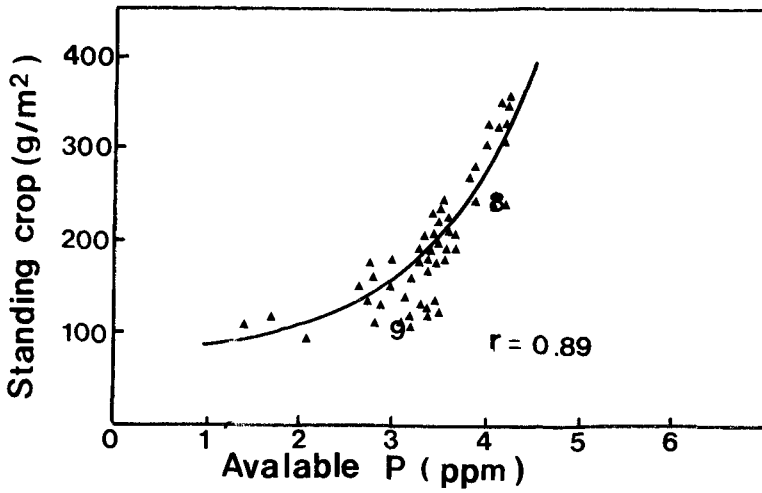


Fig. 5. Correlation between standing crop and available phosphorus of grass land soils in Chulwon near the D.M.Z.

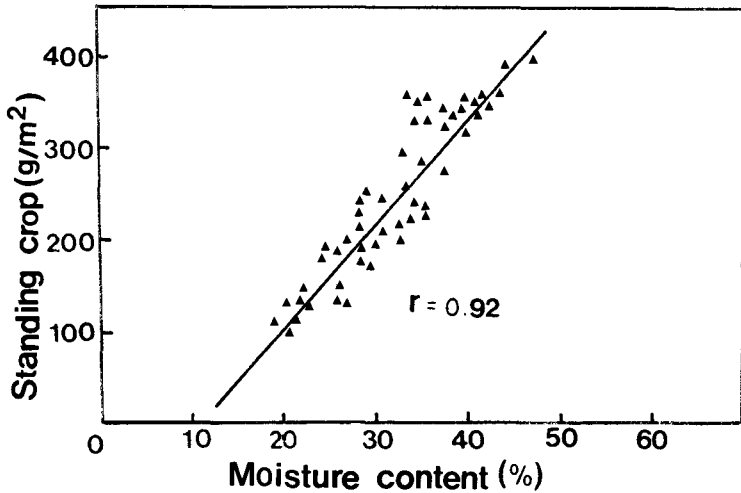


Fig. 6. Correlation between standing crop and moisture content of grass land soils in Chulwon near the D.M.Z.

료된다.

적 요

본 연구는 16년간 인간의 간섭없이 이루어진 철원지구 비무장지대의 초지를 선정하여 Biomass와 지력과의 관계를 조사하였다.

그 결과는 다음과 같다.

1. 우미동의 초지 flora는 17종, 석다동의 초지는 20 종으로 구성되어 있으며 총 초지 flora는 25 種이었다.
2. 우미동과 석다동 초지의 Standing crop은 117.6~350.6g/m²였다.
3. 본 지구 초지토양은 사양토, 토양, 사질토양토로 대별된다.
4. 초지토양의 치환성 염기는 9.5~30.6 m.e. %이며 치환성 수소는 14.9~25.3 m.e. %이며 염기치환능은 24.9~38.5 m.e. %이었다.
5. 초지토양의 Ca, 열소실량, 총질소, 유효인산, 유효가리, 치환성 Ca, 치환성 Mg 및 함수량은 각각 4.30~5.36, 3.51~10.33%, 0.19~3.36%, 1.59~4.24 ppm, 0.18~0.29%, 0.189~0.551%, 0.029~0.085%, 21.94~41.87%이었다.
6. Standing crop과 토양의 염기치환능, 함수량, 유기물, 총질소, 유효인산과는 대단히 유의한 상관관계를 나타내며 치환성 염기와는 그 상관관계가 유의하였다.
7. 따라서, 초지 flora의 생육에 미치는 edaphic factor는 염기치환능, 치환성 염기, 함수량, 유기물, 총질소, 유효인산이라는 것을 추정할 수 있다.

인용문헌

1. 박봉규. 1959. 서울 근교의 인위적 경사지의 식생조사, 한국문화연구원논문총 1:325~329.
2. 박봉규. 1962. 대관령가축시험장 지장에 있어서의 몇 개의 방목지에 대한 생태학적 연구. 식물학회지 8(3):1~4.
3. 박봉규. 1963. 한국초지식생에 관한 연구. 식물학회지 9(1):153~165.
4. 박봉규. 1966. 한국의 초지 생산성에 관한 연구 12:81~90.
5. 박봉규. 1968. 역새군락의 연속구조에 대한 고찰. 한국생활과학연구원논문총 1:15~20.
6. 황순우. 1962. 제주도 초원에 관한 연구. 고대문리논집. 5:165~191.
7. 황원식. 1955. 제주의 해변식물과 초원의 연구. 재교육. 7(9).
8. 황원식. 1957. 제주의 초원. 성의. 1(1):62~68.
9. Goodall, D. W. 1952. Quantitative aspects of plant distribution. Biol. Rev. 27:164~245.
10. Ino, Y. and M. Monsi. 1964. Distribution of the increment in nutrient element in Humic Allophanse soil of Mt. Kiriganime. Bot Mag. Tokyo. 77:216~221.
11. Kim, C. M. 1964. The nutrient holding capacity of wood land soils in Korea. Seoul Univ. J. (B) 15:148~172.
12. Kim, C. M. and N. K. Chang. 1968. The theory of the forest soil erosion, I. Studies on the forest soil erosion in Korea. Jour. of Colege of Education, S.N.U. 10(1):133~143.
13. Oosting, H. J. 1956. The study of plant communities 2nd ed. W.H. Freeman & Co. San Francisco, Calif. p. 389.
14. Poter, C. L. Jr. 1967. Composition and productivity of a subtropical prairie. Ecology 48(6):937~942.