

## 金化 3개 地區 草地의 土壤成分과 草地生産성에 관한 研究

朴美娥·張楠基

서울대학교 생물교육과

### Mineral Nutrient and Productivity of Three Grasslands In Kimhwa

Park, M.A. and N.K. Chang

Department of Biology, College of Education, Seoul National University

#### ABSTRACT

We studied on the mineral nutrients and productivity of grasslands in Kimhwa.

The vascular flora of grasslands in Sakok-ri, Wasoo-ri, and Yukdan-ri located at Kimhwa were composed of 39, 28, and 32 species respectively. The most important species were *Arundinella hirta* and *Miscanthus sinensis*. These two species contributed greatly to the standing crops of live material which was in excess of 146.47g/m<sup>2</sup> throughout the growing season.

The daily production throughout the growing season was in excess of 1.04 g/m<sup>2</sup>.

Factors which affected the daily productivity of grasslands in Kimhwa were phosphours and water content.

#### 緒 論

韓國의 草地에 관한 연구는 洪(1955, 1957), 朴(1959, 1962, 1964, 1968), 洪(1962), 金과 尹(1968), 金(1968) 등에 의해 시작되었으며 여러 學者에 의하여 韓國 전역에 걸친 草地 攪生과 生産성에 관한 生態學的 研究가 널리 행하여졌다. 그러나 畜産의 發達過程에서 草地를 이용하여 얻을 수 있는 肉·乳 등의 畜産物은 需要에 充당할 수 없는 실정이며, 특히 우리나라는 肉資源의 부족으로 輸入을 해야 하는 형편이다. 따라서 自然草地를 畜産에 이용하려면 人工草地造成을 하기 전에 土壤條件과 草地生産성의 변화를 알아야 할 것이다.

이 研究는 草地土壤의 無機養料의 含量水準에 따른 草地生産성의 變化를 조사하여 自然草地開發에 필요한 基礎 데이터를 얻으려고 실험하였다.

## 調査地 概況

金化 地區는 준엄한 太白山이 東北方으로부터 楊口·華川郡의 경계를 따라 東北方으로 연하여 있다. 평강군 북방산을 水源으로 한 한탄강과 西面·近南面으로부터의 南大川이 갈말면 北方에서 합류하여 東松面을 관류하여 임진강에 流入되고 있다. 대체로 東南方은 해발 1,100m 이상의 대성산이 솟아 있고, 北方엔 오성산이 가로막고 있으며, 南西兩方은 900m 内外의 高峯이 연결되어 있는 김화분지의 南端에 위치한 육단리, 사곡리, 와수리의 草地를 選定하여 草地生産性과 土壤養分과의 관계를 조사하였다.

이 곳의 年平均 氣溫은 5.8℃이며, 最熱月은 8月로 25.9℃이고, 最寒月은 1月로 -6.5℃이다. 降雨量은 年平均 895mm이나 7月이 403.7mm로 가장 많다.

## 調査 方法

와수리에서는 優占種이 새(*Arundinella hirta*)인 草地群落과 사곡리에서는 억새(*Miscanthus sinensis*) 群落을 조사하였고, 육단리에서는 새(*Arundinella hirta*) 群落을 각각 대상으로 하여 金化 3個 地區의 土壤條件과 草地生産量을 조사하였다.

調査方法은 Goodall(1952)과 Oosting(1956)의 방법에 따라 각 調査地區에서 1m<sup>2</sup>의 quadrat 10개를 random sampling 하여 나타나는 草種別로 fresh weight를 現地에서 秤量하고 운반하여 100℃의 恒溫器에 넣어 乾量을 측정하였다. 土壤試料는 각 調査 quadrat에서 A(10cm 部位), B(20cm 部位) 南層으로 구분하여 1,000g 가량의 土壤을 採取하여 비닐 봉지에 넣어 實驗室까지 운반하고 氣乾하여 直徑 2mm인 체로 쳐서 土壤分析에 사용하였다. 土壤의 含水量은 採取한 土壤試料를 乾燥하기 전에 110℃의 恒溫器에 넣어 乾燥시 다음 그 減量으로 평가하였으며, 總窒素는 Kjeldahl 法, 有校 磷酸은 Truog 方法으로 定量하였다. 有校 K와 置換性 Mg, 置換性 Ca은 硝酸코발트, pyrophosphate 蔞酸鹽으로 각각 침전시킨 다음 重量法으로 분석하였고, Soil pH는 Beckman pH meter로 측정하였다. 土壤有機物은 우선 완전히 土壤의 水分을 除去한 후 전기로에 넣어 520℃로 4~5 時間 灼熱한 후 秤量하여 결정하였다.

## 結果 및 考察

金化 地區인 沙谷里, 瓦水里, 六丹里 등 3개 草地를 한달 또는 두달 간격으로 3회에 걸쳐 Standing crop을 조사하고 土壤養分의 含量水準을 분석한 結果는 다음과 같으며 이들 草地의 構成 flora를 종합하여 보면 沙谷里의 억새 群落은 28種으로 구성되어 있었으며, 와수리의 새 群落은 28種, 육단리의 새 群落은 32種으로 각각 구성되어 있었다.

### 1. Biomass

Table 1, 2, 3에서 보는 바와 같이 사곡리 草地의 Standing crop은 10月 15日의 454.15g/m<sup>2</sup>가 가장 높았고, 7月 8日의 229.88g/m<sup>2</sup>이 가장 낮고 333.97g/m<sup>2</sup>이 中間이었다. 와수리의 새 群落도 사곡리의 草地와 같이 7月 8日 338.52g/m<sup>2</sup>에서 차차 증가하여 8月 18日에는 347.11g/m<sup>2</sup>으로 되었고 10月 15日에는 431.71g/m<sup>2</sup>로 증가하였다.

**Table 1.** Fresh and oven dry weighs of living material of species in the grass land of Sakokri expressed in grams per square meter

Weight Species Dates(月, 日)	Fresh weight (g/m <sup>2</sup> )			Dry weight (g/m <sup>2</sup> )		
	7. 8	8.18	10.15	7. 8	8.18	10.15
<i>Miscanthus sinensis</i>	472.62	435.56	541.05	189.50	138.55	258.40
<i>Arundinella hirta</i>	30.27	103.83	157.63	10.45	32.22	84.08
<i>Carex lanceolata</i>	19.18	29.91		3.79	12.17	
<i>Artemisia hailaisanensis</i>	0.82			0.25		
<i>Pteridium aquilinum</i>	11.15	49.18	30.15	3.96	15.30	9.83
<i>Patrinia scabiosefolia</i>	0.92	1.27		0.23	0.53	
<i>Artemisia japonica</i>	2.85	4.20	5.00	0.68	1.59	2.82
<i>Chrysanthemum sibiricum</i>	12.65			3.64		
<i>Pueraria thunbergiana</i>	5.90	40.35	35.93	1.39	15.85	17.54
<i>Dioscorea batatas</i>	3.00			0.62		
<i>Gentiana scabra</i>	5.62			1.91		
<i>Quercus serrata</i>	10.80	11.20	13.11	3.40	4.00	7.18
<i>Pinus densiflora</i>	0.94			0.31		
<i>Carex siderosticta</i>	0.50			0.28		
<i>Lysimachia clethroides</i>	2.12			0.94		
<i>Clematis mandshurica</i>	8.35	10.34	0.82	2.80	5.08	0.40
<i>Spiraeaceae</i>	1.27			0.53		
<i>Corylus heterophylla</i>	13.40			5.20		
<i>Lespedeza bicolor</i>		70.79	50.11		20.81	27.23
<i>Lespedeza cytissides</i>		0.54	0.84		0.19	0.29
<i>Hypericum ascyron</i>		3.82			1.78	
<i>Eccoilpus cotulifer</i>		15.63			7.40	
<i>Smilax oldhami</i>		38.93			14.44	
<i>Cassia momame</i>		10.24	2.02		3.51	1.20
<i>Phragmites longivalvis</i>		23.34	42.00		11.16	21.15
<i>Themeda japonica</i>		9.08			3.00	
<i>Astilbe chinensis</i>		47.06	15.82		27.02	7.00
<i>Atractylis lyrata</i>		3.21			1.00	
<i>Amethystanthus inflexus</i>		8.38			2.65	
<i>Aster scaber</i>		32.00	4.23		10.98	2.90
<i>Morus bombycis</i>		7.53			2.51	
<i>Carex lanceolata</i>		1.85			0.34	
<i>Veratrum japonicum</i>		2.61			0.99	
<i>Solidago virgaurea</i>		4.00			0.84	
<i>Calamagrostis arundinacea</i>			7.50			2.74
<i>Quercus dentata</i>			10.24			5.12
<i>Platycodon glaucum</i>			7.37			2.45
<i>Codonopsis lanceolata</i>			5.80			2.10
<i>Duchesnea wallichiana</i>			4.00			1.72
Total live standing crop	602.36	982.85	933.62	229.88	333.97	454.15
Net productivity by intervals	439.87	144.15		168.72	207.37	
Days between samples	41	58		41	58	
Average daily productivity by intervals	10.73	2.49		4.12	3.58	

**Table 2.** Fresh and oven dry weights of living material of species in the grass land of Wasoo-ri expressed in grams per square meter

Species	Weight Dates(月, 日)	Fresh weight(g/m <sup>2</sup> )			Dry weight(g/m <sup>2</sup> )		
		7. 8	8.18	10.15	7. 8	8.18	10.15
<i>Arundinella hirta</i>		4531.50	393.83	452.00	176.00	141.72	230.00
<i>Miscanthus sinensis</i>		345.65	149.82	296.11	140.45	70.10	153.90
<i>Artemisia japonica</i>		11.24	4.20	7.00	4.38	1.74	3.00
<i>Patrinia scabiosaefolia</i>		1.34	34.45		0.72	10.24	
<i>Spiranthes amoena</i>		0.97	4.95		0.22	1.21	
<i>Pteridium aquilium</i>		1.20	1.39	4.48	0.61	0.82	2.30
<i>Festuca ovina</i>		22.35	13.92		10.27	6.79	
<i>Potentilla freyniana</i>		1.31	2.07	3.00	0.29	0.81	1.48
<i>Vitis flexuosa</i>		10.20			4.07		
<i>Callicarpa heterophylla</i>		4.25			1.30		
<i>Allium victorialis</i>		0.91			0.21		
<i>Corylus heterophylla</i>			6.21	1.00		1.42	0.50
<i>Aster lautureanus</i>			0.48			0.19	
<i>Lonicra japonica</i>			0.66			0.21	
<i>Potentilla fragarioides</i>			1.51			.063	
<i>Dioscorea batatas</i>			8.53			3.97	
<i>Lespedeza bicolor</i>			55.39	42.13		23.28	21.10
<i>Rhododendron mucronulatum</i>			2.97			1.29	4.42
<i>Aster scaber</i>			0.49	12.00		0.13	
<i>Berberis Koreana</i>			10.50			3.26	0.98
<i>Quercus dentata</i>			155.63	1.72		78.30	3.72
<i>Rebus idaeus</i>				9.39			0.05
<i>Erimedium Koreanum</i>				0.15			1.52
<i>Weigela subsessilis</i>				3.42			4.33
<i>Clematis mandshurica</i>				12.21			2.61
<i>Artemisia gigantea</i>				5.54			0.74
<i>Platycodon glaucum</i>				1.28			1.00
<i>Zoysia japonica</i>				2.50			
Total live standing crop		830.92	837.00	853.93	338.52	347.11	431.71
Net productivity by intervals		320.41	257.28		123.92	192.56	
Days between samples		41	58		41	58	
Average daily productivity by intervals		7.81	4.44		3.02	3.32	

육단리 草地는 7월 8일, 137.12g/m<sup>2</sup>에서 8월 18일, 241.31g/m<sup>2</sup>로 急增하였으나 10월 15일에는 standing crop이 220.45g/m<sup>2</sup>로 減少하였다.

Fresh weight는 사곡리와 육단리 草地에서는 7월에서 8월 사이에는 急增하나 10月中旬이 되면 오히려 減少하였다. 와수리 草地는 7월 初旬부터 10월 中旬까지 증가하는 경향을 보이고 있었다.

이 結果를 Poter(1967)에 의하여 측정된 Florida의 prairies에서의 Standing crop(90.6~161.

**Table 3.** Fresh and oven dry weights of living material of species in the grass land of Yukdan-ri expressed in grams per square meter

Species	Weight Dates(月, 日)	Fresh weight (g/m <sup>2</sup> )			Dry weight (g/m <sup>2</sup> )		
		7. 8	8.18	10.15	7. 8	8.18	10.15
<i>Arundinella hirta</i>		136.60	347.65	327.00	54.42	120.48	153.51
<i>Miscanthus sinensis</i>		18.42	38.22	20.00	4.92	13.15	9.76
<i>Lespedeza biclor</i>		100.87	55.24	7.54	55.94	26.00	3.77
<i>Callicaeпа japonica</i>		18.00	21.29		3.71	10.61	
<i>Potentilla freyniana</i>		10.33	15.54	3.11	2.52	5.97	1.96
<i>Potentilla fragarioides</i>		2.25			0.83		
<i>Patrinia scabiosaefolia</i>		2.30	10.91	16.00	0.75	4.20	8.42
<i>Lactuca raddeana</i>		0.90			0.11		
<i>Peucedanum terebinthaceum</i>		3.66			1.63		
<i>Chrysanthemum sibiricum</i>		2.42	15.20		1.00	5.78	
<i>Melampyrum roseum</i>		10.21	4.20		3.15	1.55	
<i>Platycodon glaucum</i>		1.00		7.92	0.21		2.88
<i>Liparis makinoana</i>		8.35			2.45		
<i>Quercus dentata</i>		20.97		16.95	5.43		7.89
<i>Artemisia japonica</i>			2.71	5.50		1.02	2.80
<i>Aster lautureanus</i>			8.55	1.00		2.76	0.32
<i>Scilla sinensis</i>			5.47			1.59	
<i>Smilax oldhami</i>			8.97			1.24	
<i>Falcata japonica</i>			0.51			0.20	
<i>Lysimachia clethroides</i>			18.65	7.50		8.58	5.90
<i>Cassia nomame</i>			0.21			0.09	
<i>Aster scaber</i>			4.00	10.36		1.47	7.15
<i>Euonymus alatus</i>			9.45			3.11	
<i>Salix Koreensis</i>			15.42	4.501		5.20	2.03
<i>Festuca ovina</i>			30.30	8.00		10.16	4.47
<i>Alnus japonica</i>			50.42			12.90	
<i>Rhododendron mucronulatum</i>			15.74	17.78		5.15	4.85
<i>Erimedium koreanum</i>				1.24			0.32
<i>Spiranthes amoena</i>				0.95			0.30
<i>Vicia amoena</i>				2.00			0.97
<i>Atractylis lyrata</i>				1.47			0.55
<i>Pueraria thunbergiana</i>				10.17			2.90
Total live standing crop		336.28	678.65	468.99	137.12	241.12	220.45
Net productivity by intervals			31.14	56.88		146.47	60.34
Days between samples			41	58		41	58
Average daily productivity by intervals			10.52	1.00		3.57	1.04

4g/m<sup>2</sup>)와 비교하면 대단히 높은 値을 나타냈으며 김과 장(1968), 장 등(1968)의 測定 결과와 비교하면 大同小異한 결과임을 알 수 있었다.

## 2. Productivity

一定期間의 Net primary productivity는 그 期間동안의 개개의 種의 重量 증가와 새로운 種의 重量을 加算하여 그 總和로서 評價된다. 만일 주어진 期間동안 어떤 種의 重量이 減少하거나 변화되지 않았을 경우와 전혀 나타나지 않는 種에 대하여는 그 期間동안의 productivity를 計算하는데 無視하였다.

生産量은 Table 1, 2, 3에서 보는 바와 같이 平方當 ovendry weight의 gram도 표시하였으며 다만 조사지역에서 죽은 부분을 버리고 산 부분 만을 채취하여 측정하였다.

이 초지의 productivity는 41일과 58일간의 생산량의 변화를 조사하여 결정하였다.

Daily productivity는 비교하면 육단리 초지 1.04g/m<sup>2</sup>가 가장 낮고, 사곡리의 초지 4.12g/m<sup>2</sup>가 가장 높았으며, 7월과 8월사이의 多雨氣에 생산량이 사곡리, 와수리, 육단리 3개소 모두가 가장 높았고 8월부터 10월에 이르면 초지생산량은 증가한다기보다는 사곡리와 육단리 초지는 점차 감소하는 경향을 나타내었다. 와수리의 경우는 새로운 種의 출현과 우점종인 새와 역새가 standing crop의 대부분을 차지하는 것으로 약간 증가하는 경향을 나타내었다.

Wiegert와 Evans (1964)는 Michican의 old field에서 net production을 조사한 결과 이 곳에서는 년중 증가한다고 하였으며 Penfound(1964)에 의하면 tall grass prairie에서는 일반적으로 년중 net production이 증가한다고 하였다. 따라서 金化 3개 지구 초지생산량의 증가현상을 이해할 수 있다.

## 3. 草地土壤의 無機養料의 分析 結果

金化地區 3개 초지의 토양을 화학적으로 토양 pH, 토양유기물, 총질소, 유효인산, 유효가리, 치환성 Ca, 치환성 Mg, 함수량 등의 토양특성을 측정된 결과 Table 4와 같다. Table 4에서 보는 바와 같이 金化 地區 草地의 pH는 4.85~5.36 이었으며 유기물의 함량은 평균 4.04~9.45% 있고 총질소는 0.21~0.32%, 유효인산량은 1.58~3.75ppm이었다. 유효 K는 0.065~0.120%, 치환성 Ca는 0.189~0.511%, 치환성의 Mg 함량수준은 0.029~0.045% 이었으며 함수량은 21.96~40.83%이었다.

이 결과는 Lee과 Chang(1993)에 의하여 측정된 철원 지구 비무장지대 지역의 초지의 비옥도와 비교할 때 다만 유기인산의 함량수준만이 낮을 뿐 다른 무기질의 함량수준에는 그 차이가 유의하지 않았다. 사곡리·와수리·육단리 초지별로 양분수준을 비교하면 토양 pH, K, Ca, Mg의 함량은 지역간에 뚜렷한 차이가 없으나 토양유기물과 총질소, 유효인산, 함수량 등은 사곡리가 가장 높고 와수리, 육단리의 順序로 그 함량이 낮았다.

## 4. 草地의 Productivity와 土壤特性과의 관계

金化 3개 지구의 초지토양의 pH, 함수량, 유기물, 총질소, 유효인산, 유효가리, 치환성 Ca, 치환성 Mg 등의 함량과 초지생산성과의 관계를 분석하면 daily production이 가장 높은 4.12g/m<sup>2</sup>, 3.58g/m<sup>2</sup>인 사곡리 초지의 함수량, 총질소, 유효인산, 유기물의 함량이 가장 높고 와수리 초지의 3.02, 3.32g/m<sup>2</sup>가 다음이고 육단리의 3.57 및 1.04g/m<sup>2</sup>인 草地在 가장 낮았다 (Table 4). 이 결과는 Lee과 Chang (1993)에 의하여 연구된 Biomass와 무기질의 관계에서 밝힌 바와 일치한다.

따라서 토양의 유기물, 총질소, 유효인산량 및 함수량은 standing crop에 영향을 줄 뿐만 아니

**Table 4.** Soil properties of the grass land in Sakok-ri, Wasoo-ri, and Yukdan-ri

Soil properties	Area	Sakok-ri		Wasoo-ri		Yukdan-ri	
	Horizon	A(10cm)	B(20cm)	A(10cm)	B(20cm)	A(10cm)	B(20cm)
Soil		4.85	4.91	5.03	5.00	5.36	5.10
Soli Organic Matter(%)		9.45±	8.73±	6.23±	7.85±	5.91±	4.04±
		0.83	0.51	1.14	0.42	0.79	0.54
Total N (%)		0.32±	0.29±	0.28±	0.25±	0.24±	0.21±
		0.095	0.720	0.099	0.050	0.067	0.043
Available P(ppm)		3.75±	4.98±	4.24±	3.51±	2.15±	1.58±
		0.991	0.831	0.517	0.490	0.348	0.242
Available K(%)		0.085±	0.069±	0.065±	0.083±	0.12±	0.02±
		0.012	0.098	0.013	0.023	0.075	0.017
Exchangeable Ca(%)		0.426±	0.189±	0.511±	0.363±	0.288±	0.216±
		0.138	0.097	0.068	0.054	0.075	0.033
Exchangeable Mg(%)		0.033±	0.029±	0.037±	0.031±	0.045±	0.030±
		0.005	0.008	0.005	0.004	0.007	0.009
Watercontent(%)		40.83±	35.22±	25.93±	24.94±	22.30±	21.96±
		2.810	3.00	1.770	2.91	1.19	2.230

+ Medians instead of the material averages are given for all pH Values because of the logarithmic nature of this factor.

라 생산량의 증가에 중요한 요인이 된다고 생각된다. 그 외의 Soil pH, K, Ca, Mg의 함량은 본 조사지역에서는 초지생산량에 별 영향을 미치지 못한다는 것을 알 수 있었다. 토양 함수량의 변화는 강우량과 관계하는 것으로 가장 강우량이 많은 7, 8월에 초지의 생산성이 가장 높은 결과를 나타내었다.

### 摘 要

이 實驗은 김화 지구 3개 초지를 대상으로 하여 초지토양의 무기질의 함량과 productivity의 변동과의 관계를 밝히려고 연구하였으며, 그 결과는 다음과 같다.

1. 김화 3개 초지의 flora는 사곡리에서 39종, 와수리 초지는 28종, 육단리 초지는 32종으로 각각 구성되어 있었다.
2. 사곡리 초지의 standing crop은 229.88~454.15g/m<sup>2</sup>이고, 와수리 초지는 338.52~431.71g/m<sup>2</sup>이었으며, 육단리 초지는 137.31~220.45g/m<sup>2</sup>이었다.
3. Daily productivity는 사곡리 초지가 4.12g/m<sup>2</sup>로 가장 높고 육단리의 1.04g/m<sup>2</sup>가 가장 낮았다.
4. 일반적으로 김화 지구의 초지 생산성은 7, 8월에 가장 높고 9, 10월이 되면 차차 감소하는 경향을 나타내었다.
5. Daily prouctivity는 토양유기물, 총질소, 유효인산의 함량수준이 높을수록 크고 낮을 수록 그 함량이 낮다.
6. Daily productivity는 토양의 함수량과 관련이 깊을 뿐 아니라 강우량에 따라 증감한다.

## 引用文獻

1. 김동암, 장윤환, 이종원. 1965. 한건에 의한 국내산 주요 사료의 소화율 검정농사시험연구보고 8(3):47-55.
2. 이정은, 장남기. 1994. 철원지구 비무장지대 초지의 지력에 따른 standing crop의 변동에 관한 연구. 한국잔디학회지, 8(1) : 37~46.
3. 박봉규. 1959. 초학이해암의 식물군락학적 연구. 한국문화연구원논총 1:331-340.
4. 박봉규. 1962. 대관령 가축 시험장지장에 있어서의 몇 개의 방우지에 대한 생태학적 연구. 식물학회지. 5(3):1-4.
5. 박봉규. 1968. 역새군락의 연속구조에 대한 고찰. 한국생활과학연구논총, 1:15-22.
6. 장남기, 윤익석, 김병태. 1968. 철원지구 초지의 구조와 생산성에 관한 연구. 식물학회지.
7. 홍순우. 1962. 제주도 초원에 관한 연구. 고대문리대논문집.
8. 홍원식. 1955. 제주의 해조식물과 초원의 연구. 단교육, 7(9).
9. 홍원식. 1957. 제주의 초원. 성신의대 학보, 1(1):62-68.
10. Goodall, D. W. 1952. Quantitative aspects of plant distribution. Biol. Rev. 27:194-245.
11. Penfound, Wm. T. 1964. Effects of denudation on the productivity of grassland. Ecology, 45:838-846.
12. Poter, C. L. Jr. 1967. Composition and productivity of a subtropical prairie. Ecology. 48(6):937-942.
13. Oosting, H. J. 1956. The Study of plant Communities 2nd ed. W. H. Freeman & Co. San Francisco, Calif. 389.
14. Wiegert, R. G. and F. C. Evans. 1964. Primary production and the disappearance of dead vegetation on an old field south eastern Michigan, Ecology 45:49-63.