

金化·鐵原地域 自然草地의 群落構造, 生産力, 再生力 및 土壤特性에 관한 研究

張 楠 基·尹 成 模*

서울大學校 師範大學 生物教育科, *鐵原高等學校

Studies on the Composition, Productivity, Regrowth and Soil Properties of Grasslands in Kimhwa and Chulwon Areas

Chang, Nam-Kee and Seong-Mo Yun*

Dept. of Biology Education, College of Education, Seoul National University

*Chulwon High School

ABSTRACT

The investigation was made on the relationship among vegetation, net productivity, regrowth and soils of Moonheri-Wasoori, Soodowon-Sungilkyo and Mt. Kumhak grasslands in Chulwon area. The following conclusions have been made as the results of this study. The vascular flora of the grassland in Moonheri-Wasoori was composed of 102 species, the most of which were *Medicago denticulata*, *Miscanthus sinensis*, *Arundinella hirta*, *Festuca ovina* and *Cassia nomame*.

The flora of Soodowon-Sungilkyo grassland was composed of 74 species, the most of which were *Arundinella hirta*, *Miscanthus sinensis*, *Carex nanella*, *Festuca ovina* and *Cassia nomame*.

It of Mt. Kumhak grassland was composed of 78 species, the most of which were *Arundinella hirta*, *Carex nanella*, *Festuca ovina*, *Miscanthus sinensis* and *Aster scaber*. These five species contributed greatly to the standing crop of live material which was in excess of 60% of it.

The peak standing crop of each 413.7, 307.6 and 348.7g/m² in Moonheri-Wasoori, Soodowon-Sungilkyo and Mt. Kumhak grasslands were reached in August under flooded conditions as a result of the growth of dominant species, *Medicago denticulata* and *Arundinella hirta*. The net production of organic matter was slight in some intervals but occurred throughout the growing season.

After cutting of grasses, the regrowth of new leaves mainly depended on growing stage and edaphic factors.

Characteristics of the natural grassland soils, especially, concerning water, total nitrogen, available phosphorus and exchangeable calcium were clarified and might be depend upon the quantity of plant production.

Nitrogen, phosphorus and calcium concentration of leaves of *Medicago denticulata*, *Arundinella hirta* and *Miscanthus sinensis* were higher than of stems.

Even if there were differences in the amounts of nutrients among *Medicago denticulata*, *Arundinella hirta* and *Miscanthus sinensis* for single species and stands, they were covered by variations within species in the present survey.

Key words: Competition, Production, Productivity, Regrowth, Soil Properties, Vascular Flora.

緒 論

우리나라 自然草地에 대한 研究를 하여 잔디와 野草資源을 開發 利用하고 나아가서 잔디나 牧草地를 造成하려면 우선 草地植生을 植物群落學의 으로 分析하여 그 草地의 植生構造를 알고 野草의 季節生産力을 究明하고 永久方形區를 設置하여 生長時期에 따라 刈取하여 再生力과 同化産物의 量的 變化를 考察함은 물론 草地土壤의 無機成分과의 關係를 研究하지 않으면 안된다고 믿는다. 우리나라에서는 다만 洪(1955, 1956), 朴(1962, 1966, 1967), 洪(1962), 張 等(1968)의 연구를 效시로 하여 여러 학자에 의해 한국의 초지에 대한 生態學의인 광범한 연구가 進行되었다. 그러나 초지의 生産성, 再生력 및 無機養分에 관하여는 部分的인 연구만이 行하여졌을 뿐 아직 종합적으로 研究되지 않았었다.

한국의 초지는 대부분이 외국에서 볼 수 있는 초원과 달리 伐木이나 다른 外的 要因에 의한 巨木의 제거로부터 이루어진 것으로 草地群落의 천이가 비교적 빠를 뿐만 아니라 여러가지 초지 형태가 나타난다고 생각된다. 그러나 초지로서의 가치는 구성초종의 종류에 따라 다르며 초류의 성장에는 초종별로 그 양분 요구량이 다를 것이므로 가축사육을 위한 초지의 적지선정에는 반드시 초지개발의 중요성에 비추어 地力을 조사하지 않으면 안된다. 따라서 본 연구는 江原道 金化·鐵原지역을 수도권-승일교 지구, 문혜리-와수리 지구, 금학산 지구 등 3개 지역으로 나누어 김화·철원지역 초지의 식생구조와 生産구조를 1968년과 1993년에 조사하고 再生력과 무기양분의 함량을 분석 정량하여 安정한 적지선정과 잔디나 목초지 조성을 위한 기본자료를 얻으려고 연구하였다.

調查地域의 概況

김화·철원지역은 東經 127°7'~127°53', 北緯 38°6'~38°18'에 위치하고 있다. 조사초지는 문혜리-와수리지구와 수도권-승일교지구, 금학산지구로 구분 조사하였다. 문혜리는 철원의 중심지이며 평야로 되어 있고 토양은 대부분 砂土와 砂壤土이다. 김화의 와수리는 문혜리로부터 3km 떨어진 해발 850m의 높이를 가진 山으로 연결한 지역으로 육단리 앞까지 조사했으며 腐植質이 풍부한 토양으로 되어 있었다. 수도권-승일교지구는 금학산으로부터 약 8km, 문혜리로부터 약 3km 떨어진 곳에 위치하고 승일교는 葛末面과 東松面의 境界를 이루고 있으며 土壤은 砂質埴壤土, 砂壤土, 埴壤土로 되어 있었다. 금학산은 鐵原郡 東松面에 위치하고 西로 京畿道 大韓里, 東南으로 경기도 관인면에 인접하고 있으며, 喬木層은 전혀 없고 관목류마저 1m 이상 되는 것이 없는 해발 974m의 높이의 高山으로 토양은 부식질이 많은 砂壤土, 壤土로 되어 있었다. 최근 30년 간의 종합평균기온은 5.9°C이고 월평균강수량은 91.5mm이었다. 월평균최고 寒月은 1월의 -9.5°C가 제일 낮고, 월평균의 暖月은 8월로 30.5°C이며, 降水量은 7월의 403.7mm가 가장 높았다.

研究方法

1. 植生調査

Curtis(1951), Goodall(1952)과 Oosting(1956)의 方法에 따라 各地所에서 1m²의 quadrat를 사용하여 문혜리-와수리 지구에서 9個所, 금학산 지구에서 7개소, 수도원-승일교 지구에서 6개소를 random sampling하여 조사하였다. 모든 data는 평균치로 결정하였다.

2. 生産力 調査

Porter(1967)의 測定方法에 따라 一邊의 길이가 25cm인 方形區를 사용하여 1968年과 1993年 6월 17日, 7월 17日, 8월 17日, 9월 17日, 10월 17日, 10월 17日에 各各 調査 比較하였다.

3. 再生力の 測定

1m²의 永久方形區를 設定하고 1968年과 1993年 5월 5日, 6월 5日, 8월 5日, 9월 5日, 10월 5日에 Goodall(1952)과 Oosting(1956)의 方法에 따라 植生을 調査하여 採集한 다음 Porter(1967)의 方法에 따라 生産量을 調査하였다.

4. 土壤 調査

各 調査草地에서 表層, 0~5cm, 5~10cm, 10~15cm, 15~20cm, 20~25cm, 25~30cm 등으로 깊이에 따라 토양을 약 1,000g 가량 채취하여 비닐봉지에 넣어 실험실까지 운반하여 氣乾하고 직경 2mm의 체로 쳐서 化學分析에 사용했다. 그 방법은 다음과 같다.

土性分析: Kühn法에 의하여 分析하였다.

置換性 鹽基와 置換性 水素: Brown(1943)法에 의하여 測定하였다.

土壤 pH: 土壤 pH는 1:2.5의 토양용액을 만들어 Beckmann pH 測定器로 測定하였다.

總窒素: Kjeldahl法에 의하여 決定하였다.

含水量: 新鮮한 土壤試料를 110°C로 6시간 加熱하여 稱量하였다.

土壤有機物: 토양試料를 muffle로에 넣어서 460°C로 6시간동안 加熱하여 測定하였다.

有效磷酸: 標準몰리브덴法에 의하여 比色的으로 定量하였다.

有效加里: 窒酸코발트를 使用하여 침전시킨 다음 比色計를 使用해서 炭酸 코발트로써 決定하였다.

置換性 石灰: 蓆酸鹽으로 침전시킨 다음 中量법으로 定量하였다.

置換性 苦土: 置換性 石灰를 여과한 液을 pyrophosphate法으로 決定하였다.

또한 有效加里, 置換性 石灰와 苦土는 atomic absorption spectrophotometer의 分析결과와 比較하여 定量하였다.

5. 植物體의 分析

野草를 時期別로 採取하여 잎과 줄기로 區別하여 總窒素, 磷, 加里, 石灰의 含量을 測定하기 위하여 100°C以下の 恒溫器에 넣어 乾燥시킨 후 460°C의 전기로에서 灰化시킨 다음 前記 方法에 의하여 定量 分析하였다.

實驗結果 및 論議

1. 金化·鐵原地域 自然草地의 植生構造

金化地區 문혜리-와수리 草地의 flora는 總 102種으로 構成되어 있었으며 Table 1에서 보는 바와 같이 *Medicago denticulata*(개자리), *Miscanthus sinensis*(억새), *Arundinella hirta*(새), *Festuca ovina*(김의털), *Cassia nomame*(차풀) 등의 優占順位로 構成되어 있음을 重要值의 계산으로 判정할 수 있었다. 그러므로 이곳 자연 초지군락은 개자리·억새群落이라고 볼 수 있고, 철원지구의 수도원-승일교 草地의 flora는 總 74種으로 이루어져 있었으며 優占順位를 重要值의 순서에 따라 草地植被를 判단하면 Table 2에서 보는 바와 같이 *Arundinella hirta*(새), *Miscanthus sinensis*(억새), *Carex nanella*(산거울), *Festuca ovina*(김의털), *Cassia nomame*(차풀) 등의 順으로 새·억새 群落이었다. 철원지구의 금학산 草地는 山地로 金化·鐵原地域 草地中에 가장 높은 고도에 위치하는 것으로 flora는 總 78種으로 構成되어 있었다. 優占順位는 Table 3에서 볼 수 있는 바와 같이 *Arundinella hirta*(새), *Carex nanella*(산거울), *Festuca ovina*(김의털), *Miscanthus sinensis*(억새), *Aster scaber*(참취) 등의 順序로 되어 새·산거울群落이라고 할 수 있었다. 실제로 牧野로서의 價値는 野草의 現存量에 依存되는 것으로 植物生態學的인 면에서 볼 때 종래의 比較密度, 比較被度, 比較草高의 合으로서 重要值를 決定하였으나 牧野利用의 價値面에서는 比較現存量을 加算하여 重要值를 決定하는 것이 타당할 것으로 생각된다.

金化·鐵原地域 3個草地의 現存量을 조사한 結果를 比較하면 문혜리-와수리 地區의 초지가 가장 높고 금학산 草地가 중간이며 수도원-승일교 草地가 가장 빈약하였다. 現存量은 대부분이 優占種에 依存되는 것으로 金化·鐵原地域草地는 共通의으로 새, 억새, 산거울, 김의털이 主構成草種이며, 河川을 끼고 平野를 이루고 있는 문혜리-와수리지구 초지는 개자리가 優占種인데 비해 山地草地인 금학산 地區는 새가 優占種으로 산거울, 김의털이 그 特性을 이루고 있다고 할 수 있다. Numata(1962)에 의하면 雜草系의 生態學的 環境 解析에서 가장 중요한 點은 生物의 反應을 고려하여 環境을 조사하고 水準에 相應하는 要因을 밝히고 環境작용과 함께 環境형성작용을 명확히 究明하여야 한다고 하였으며, 잡초 群落에서는 種內 相互作用(intraspecific coaction)과 種間 相互作用(interspecific coaction)을 注目하였다. 이러한 점에서 金化·鐵原地域 3個 草地를 比較할 때 自然草地란 一般의으로 禾本科, 莎草科植物 以外의 草本植物(雜草)외에 灌木類가 自生하는 地域(Yoshita, 1956)으로 한국의 草地는 大部分 不安定한 遷移過程途上에 있으나 그 나름대로 平衡상태의 群落구조를 유지하고 있다고 볼 수 있다.

Flora가 102種, 78種, 74種으로 構成되어 있는 것으로 보아 Porter(1967)에 의하여 조사된 Florida Prairie의 flora 總39種과 日本의 奈良草山을 대상으로 植物群落學의 研究를 行한 Suganuma and Nakasute(1960)의 보고에 의한 35種의 flora와 比較할 때 대단히 不安定한 植生構造로 判단할 수 있다.

2. 金化·鐵原地域草地의 生産力

Porter (1967)의 方法에 따라 areal living cover 및 frequency %와 生産力을 조사한 結果는 Table 4, 5, 6, 7, 8, 9에 表示하는 바와 같으며 Table 1, 2, 3에서 밝힌 바와 같이 Table 4, 5, 6의 結果도 dominant species라고 생각되는 種은 문혜리-와수리 초지에서는 *Medicago denticulata*

Table 1. Average living cover, frequency, density, standing crop and important value of Moonheri-Wasoori grassland in Chulwon area

Species	Division	Frequency (%)	Total cover degree (cm ²)	Total height (cm)	Total standing crop (g/m ²)	Density (No./m ²)	Relative density (%)	Relative frequency (%)	Relative cover degree (%)	Relative height (%)	Important value	Order
<i>Arthraxon hispidus</i>		33.3	4	101.5	24.51	5.55	0.61	1.63	1.70	0.94	4.88	20
<i>Setaria viridis</i>		33.3	4	105.7	225.51	12.88	1.42	1.63	1.70	0.98	5.73	14
<i>Pennisetum japonicum</i>		22.2	3	71.1	90.00	18.11	1.99	1.09	1.28	0.66	5.02	19
<i>Digitaria sanguinalis</i>		11.1	1	29.4	6.38	0.11	0.01	0.54	0.42	0.27	1.24	86
<i>Lespedeza cyrtobotrya</i>		22.2	2	65.3	28.38	0.44	1.56	1.09	0.85	0.61	4.11	23
<i>Persicaria hydropiper</i>		22.2	2	84.7	16.13	0.33	0.04	1.09	0.85	0.79	2.77	44
<i>Hypericum erectum</i>		11.1	1	88.9	7.13	0.44	0.78	0.54	0.42	0.83	2.57	46
<i>Reynoutria elliptica</i>		22.2	2	165.4	15.78	1.11	0.12	1.09	0.85	1.53	3.59	27
<i>Petridium aquilinum</i>		22.2	2	125.5	25.20	4.44	0.48	1.09	0.85	1.17	3.59	28
<i>Potentilla chinensis</i>		22.2	2	125.4	12.74	0.66	0.07	1.09	0.85	1.17	3.18	36
<i>Patriaria scabiosaefolia</i>		44.4	4	152.5	57.30	6.66	0.73	2.17	1.70	1.42	6.02	13
<i>Oenothera odorata</i>		22.2	2	38.8	11.65	0.55	0.06	1.09	0.85	0.36	2.36	52
<i>Menispermum dahuricum</i>		11.1	1	80.1	4.50	0.33	0.03	0.54	0.42	0.74	1.73	69
<i>Fagaria mantchurica</i>		22.2	2	295.6	27.34	0.66	0.07	1.09	0.85	2.75	4.76	22
<i>Medicago denticulata</i>		66.6	15	411.2	1,785.70	200.67	21.34	3.40	6.41	3.83	34.98	1
<i>Aster scaber</i>		22.2	2	44.5	13.10	0.88	0.09	1.09	0.85	0.34	2.37	51
<i>Potentilla ereyniana</i>		22.2	2	55.7	8.75	3.22	0.35	1.09	0.85	0.52	2.81	41
<i>Festuca ovina</i>		33.3	6	223.9	162.05	86.44	9.53	1.63	2.55	2.08	15.61	4
<i>Carex siderosticta</i>		11.1	1	30.3	6.80	3.00	0.33	0.54	0.42	0.28	1.57	74
<i>Weigela subsessilis</i>		22.2	2	190.0	18.05	1.00	0.11	1.09	0.85	1.77	3.82	25
<i>Galium verum</i>		11.1	1	114.0	15.00	0.88	0.09	0.54	0.42	1.06	2.51	47
<i>Vicia unijuga</i>		22.2	2	118.7	6.54	0.44	0.04	1.09	0.85	1.10	3.08	37
<i>Smilax china</i>		22.2	2	148.5	11.25	0.33	0.03	1.09	0.85	1.38	3.35	34
<i>Scilla sinensis</i>		22.2	2	195.9	12.43	0.77	0.08	1.09	0.85	1.82	3.84	24
<i>Cassia nomame</i>		88.8	8	275.7	69.61	13.44	1.48	4.34	3.41	2.56	11.79	5

Table 1. Continued

Species	Division	Frequency (%)	Total cover degree (cm ²)	Total height (cm)	Total standing crop (g/m ²)	Den-sity (No./m ²)	Rela-tive den-sity (%)	Rela-tive frequency (%)	Rela-tive cover degree (%)	Rela-tive height (%)	Im-portant value	Order
<i>Primula sieboldi</i>		11.1	1	58.7	4.90	0.22	0.02	0.54	0.42	0.55	1.53	75
<i>Corylus heterophylla</i>		33.3	3	303.2	147.68	2.88	0.31	1.63	1.28	2.82	6.04	12
<i>Parthenocissus thunbergii</i>		11.1	1	80.7	7.10	0.06	0.01	0.54	0.42	0.75	1.72	70
<i>Equisetum arvense</i>		22.2	2	153.2	22.10	1.44	0.15	1.09	0.85	1.43	3.52	31
<i>Sanguisorba carnea</i>		33.3	3	251.5	25.13	3.11	0.34	1.63	1.28	2.34	5.59	16
<i>Stephanandra incisa</i>		11.1	1	114.0	11.30	0.66	0.07	0.54	0.42	1.06	2.09	59
<i>Arundinella hirta</i>		66.5	15	649.4	963.26	115.44	12.19	3.26	6.42	6.04	27.91	3
<i>Miscanthus sinensis</i>		88.8	17	729.4	1,263.64	114.66	12.10	4.34	7.46	6.79	30.69	2
<i>Erodium stephanianum</i>		44.4	8	255.7	515.51	27.66	3.05	2.17	3.41	2.37	11.0	6
<i>Galium japonicum</i>		11.1	1	54.1	24.38	3.38	0.37	0.54	0.42	0.50	1.83	67
<i>Agrimonia pilosa</i>		22.2	2	161.6	28.73	0.66	0.07	1.09	0.85	1.51	3.52	30
<i>Artemisia asiatica</i>		44.4	4	337.2	82.26	3.44	0.37	2.17	1.70	3.14	7.38	9
<i>Roegneria semicostata</i>		11.1	2	88.7	54.38	29.70	3.27	0.54	0.85	0.83	5.49	17
<i>Artemisia fiddaei</i>		22.2	2	149.5	50.26	0.55	0.06	1.09	0.85	1.39	3.39	32
<i>Lactuca raddeana</i>		11.1	1	4.0	2.63	0.11	0.01	0.54	0.42	0.03	1.00	101
<i>Calamagrostis arundinacea</i>		11.1	2	38.0	114.38	62.44	6.88	0.54	0.85	0.35	8.62	8
<i>Artemisia siebersiana</i>		44.4	4	119.7	33.88	5.88	0.64	2.17	1.70	1.11	5.62	15
<i>Cyperus microiria</i>		22.2	3	40.5	12.00	6.88	0.75	1.09	1.28	0.38	2.50	48
<i>Erigeron canadensis</i>		22.2	2	131.2	14.38	0.44	0.04	1.09	0.85	1.22	3.20	35
<i>Rumex coreanus</i>		11.1	1	19.3	50.63	0.11	0.01	0.54	0.42	0.18	1.15	90
<i>Themeda japonica</i>		11.1	3	100.1	118.13	8.33	0.91	0.54	1.28	0.94	3.67	26
<i>Atractylodes lyrata</i>		22.2	2	87.1	9.80	0.33	0.03	1.09	0.85	0.81	2.78	43
<i>Carex nanella</i>		11.1	3	39.2	113.63	73.50	8.10	0.54	1.28	0.36	10.25	7
<i>Potentilla fragarioides</i>		44.4	4	117.6	35.05	4.66	0.51	2.17	1.70	1.10	5.48	18
<i>Boehmeria frutescens</i>		11.1	1	44.3	4.88	5.55	0.61	0.54	0.42	0.41	1.98	64

Table 1. Continued

<i>Melampyrum ciliare</i>	11.1	1	62.4	5.63	3.33	0.36	0.54	0.42	0.57	1.89	66
<i>Quercus mongolica</i>	11.1	1	19.9	7.13	0.11	0.01	0.54	0.42	0.18	1.15	90
<i>Viola xanthopetala</i>	11.1	1	7.8	1.50	0.44	0.05	0.54	0.42	0.07	1.08	95
<i>Aster tataricus</i>	22.2	2	42.7	6.75	0.77	0.08	1.09	0.85	0.39	2.41	49
<i>Leibnitzia anandria</i>	22.2	2	72.8	16.88	1.66	0.18	1.09	0.85	0.68	2.80	42
<i>Inula japonice</i>	22.2	2	25.1	406.13	0.33	0.03	1.09	0.85	0.24	2.21	56
<i>Clematis florida</i>	22.2	3	238.9	23.66	0.44	0.04	1.09	1.28	2.43	4.84	21
<i>Thnacetum vulgare</i>	11.1	1	15.4	7.13	0.11	0.01	0.54	0.42	0.14	1.11	93
<i>Siphonostegia chinensis</i>	11.1	1	46.2	129.38	0.11	0.01	0.54	0.42	0.43	1.40	80
<i>Lilium pseudotigrinum</i>	11.1	1	20.0	3.38	0.11	0.01	0.54	0.42	0.01	0.98	102
<i>Convallaria keiskei</i>	11.1	1	19.5	5.63	0.11	0.01	0.54	0.42	0.18	1.15	90
<i>Iris nertschinskia</i>	11.1	1	56.0	31.88	1.55	0.17	0.54	0.42	0.52	1.65	72
<i>Aspleniaceae varians</i>	11.1	1	37.0	23.44	6.88	0.75	0.54	0.42	0.34	2.05	61
<i>Lysimachia davurica</i>	11.1	1	48.0	14.44	6.88	0.75	0.54	0.42	0.45	2.16	57
<i>Rhodiola tachiroei</i>	22.2	2	95.3	13.3	0.22	0.03	1.09	0.85	0.89	2.85	40
<i>Asteraceae keiskeana</i>	11.1	1	39.0	1.88	0.11	0.01	0.54	0.42	0.36	1.33	82
<i>Viola diamantiaca</i>	11.1	1	7.8	1.50	0.44	0.05	0.54	0.42	0.07	1.08	95
<i>CalliCARPA Japonica</i>	33.3	6	224.0	126.8	8.33	0.91	1.63	2.55	2.19	7.28	10
<i>Arundinella paniciformis</i>	11.1	1	59.0	1.50	0.22	0.02	0.54	0.42	0.55	1.53	76
<i>Pursatilla koreana</i>	22.2	2	73.5	16.31	0.66	0.07	1.09	0.85	0.68	2.69	45
<i>Artemisia japonica</i>	33.3	3	188.1	4.50	3.11	0.34	1.63	1.28	1.86	6.11	11
<i>Poa strictula</i>	11.1	1	45.0	1.88	0.66	0.07	0.54	0.42	1.45	1.45	79
<i>Xanthoxalis coniculata</i>	22.2	2	44.1	8.06	4.88	0.54	1.09	0.85	0.41	2.89	39
<i>Rubia akane</i>	11.1	1	26.0	1.13	0.22	0.02	0.54	0.42	0.24	1.22	87
<i>Clematis aptifolia</i>	11.1	1	10.0	1.50	0.11	0.01	0.54	0.42	0.09	1.06	98
<i>Vaccinium koreanum</i>	11.1	1	33.0	1.31	0.11	0.13	0.54	0.42	0.30	1.27	83
<i>Rumex acetosella</i>	11.1	1	14.0	3.38	1.22	0.13	0.54	0.42	0.13	1.22	89
<i>Solidago virgaurea</i>	11.1	1	3.5	0.19	0.66	0.07	0.54	0.42	0.03	1.06	99
<i>Dioscorea japonica</i>	11.1	1	30.0	2.63	0.11	0.01	0.54	0.42	0.28	1.25	84
<i>Adenophora triphylla</i>	11.1	1	22.0	1.31	0.11	0.01	0.54	0.42	0.10	1.07	97

Table 1. Continued

Species	Division	Frequency (%)	Total cover degree (cm ²)	Total height (cm)	Total standing crop (g/m ²)	Density (No./m ²)	Relative density (%)	Relative frequency (%)	Relative cover degree (%)	Relative height (%)	Important value	Order
<i>Viola mandshurica</i>		22.2	2	94.7	42.51	1.88	0.21	1.09	0.85	0.88	3.03	38
<i>Amphicarpaea japonica</i>		11.1	1	52.8	10.88	0.88	0.09	0.54	0.42	0.41	1.46	78
<i>Elsholtzia patrinii</i>		11.1	1	36.0	10.13	2.88	0.31	0.54	0.42	0.33	1.60	73
<i>Artemisia keiskeana</i>		22.2	2	127.4	27.00	2.20	0.24	1.09	0.85	1.20	3.38	33
<i>Artemisia capillaris</i>		11.1	1	11.5	7.13	0.22	0.02	0.54	0.42	0.10	1.08	94
<i>Pantago asiatica</i>		33.3	3	100.0	49.80	6.77	0.74	1.63	1.28	0.90	3.55	29
<i>Crotalaria sessiliflora</i>		22.2	2	35.4	10.88	0.22	0.02	1.09	0.85	0.13	2.09	58
<i>Commelina communis</i>		11.1	1	9.5	3.75	0.11	0.01	0.54	0.42	0.08	1.00	100
<i>Ampelopsis brevipedunculata</i>		11.1	1	103.7	7.13	0.33	0.04	0.54	0.42	0.97	1.97	65
<i>Aster ageratoides</i>		11.1	1	109.1	9.60	0.22	0.02	0.54	0.42	1.02	2.00	63
<i>Thalictrum rochebrunnianum</i>		11.1	1	140.4	22.13	0.77	0.08	0.54	0.42	1.33	2.37	50
<i>Angelica czervevia</i>		11.1	1	28.5	5.25	0.11	0.01	0.54	0.42	0.28	1.25	84
<i>Artemisia scoparia</i>		11.1	1	47.9	14.60	0.55	0.06	0.54	0.42	0.47	1.49	77
<i>Viola nipponica</i>		11.1	1	20.4	2.17	0.66	0.07	0.54	0.42	0.19	1.22	88
<i>Satureia coreana</i>		11.1	1	90.6	21.80	1.88	0.21	0.54	0.42	0.89	2.06	60
<i>Amorpha fruticosa</i>		11.1	1	131.8	18.00	0.44	0.05	0.54	0.42	1.24	2.25	54
<i>Hypericum ascyron</i>		11.1	1	131.4	7.50	0.33	0.03	0.54	0.42	1.24	2.23	55
<i>Phragmites longivalvis</i>		11.1	1	67.5	29.63	1.0	0.11	0.54	0.42	0.67	1.74	68
<i>Eragrostis pilosa</i>		11.1	1	93.5	13.13	1.22	0.13	0.54	0.42	0.92	2.01	62
<i>Trifolium repens</i>		11.1	1	35.2	10.88	3.77	0.41	0.54	0.42	0.35	1.72	71
<i>Calystegia japonica</i>		11.1	1	48.0	7.13	0.10	0.01	0.54	0.42	0.47	1.33	81
<i>Acer Japonicum</i>		11.1	1	140.7	40.88	0.55	0.06	0.54	0.42	1.33	2.35	53
Total		2,042.4	235	10,748.2	7,565.73	906.44	100.00	100.00	100.00	100.00	400.00	

Table 2. Average living cover, frequency, density, standing crop and important value of Soodowon-Sungilkyo grassland in Chulwon area

Species	Division	Fre- quen- cy (%)	Total cover degree (cm ²)	Total height (cm)	Total stand- ing crop (g / m ²)	Den- sity (No. /m ²)	Rela- tive den- sity (%)	Rela- tive freq- uency (%)	Rela- tive cover degree (%)	Rela- tive height (%)	Im- port- ant value	Order
<i>Miscanthus sinensis</i>		83.3	12	490.9	1,005.80	116.8	20.72	3.92	8.49	8.06	41.19	2
<i>Arundinella hirta</i>		100.0	100.0	16	669.7	1,265.00	171.1	30.41	11.16	10.99	57.26	1
<i>Oenothera odorata</i>		16.6	1	91.3	33.00	0.6	0.11	0.77	0.65	1.50	3.03	38
<i>Lespedeza bicolor</i>		16.6	1	16.3	3.38	0.1	0.02	0.77	0.65	0.27	1.71	72
<i>Euonymus alatus</i>		16.6	1	26.7	27.37	0.1	0.02	0.77	0.65	0.44	1.88	65
<i>Potentilla chinensis</i>		16.6	1	26.7	27.37	0.1	0.02	0.77	0.65	1.12	2.68	42
<i>Potentilla freyniana</i>		33.3	2	30.8	15.00	1.1	0.20	1.55	1.31	0.50	3.56	34
<i>Patrinia scabiosaeifolia</i>		66.6	4	222.4	62.18	3.5	0.62	3.11	2.64	3.65	10.02	6
<i>Aster scaber</i>		50.0	3	120.0	56.82	4.3	0.79	2.34	1.95	1.97	7.05	10
<i>Lespedeza cyrtobotrya</i>		16.6	1	75.4	7.50	0.1	0.02	0.77	0.65	1.24	2.68	41
<i>Leibnitzia anandria</i>		33.3	2	64.5	14.63	0.8	0.14	1.55	1.31	1.06	4.06	29
<i>Clematis florida</i>		33.3	2	115.7	8.25	0.6	0.11	1.55	1.31	1.90	4.87	22
<i>Cirsium maachii</i>		16.6	1	37.7	5.25	0.3	0.53	0.77	0.65	0.62	2.57	45
<i>Atractylodes lyrata</i>		50.0	3	169.6	30.76	3.6	0.64	2.34	1.95	2.78	7.71	8
<i>Peucedanum deltoideum</i>		33.3	2	49.5	12.76	0.8	0.14	1.55	1.31	0.81	3.81	32
<i>Poa acroleuca</i>		33.3	2	35.0	12.10	21.3	3.79	1.55	1.31	0.57	7.22	9
<i>Carex nanella</i>		50.0	5	138.2	129.93	97.3	17.29	2.34	3.28	2.27	25.18	3
<i>Cassia nomame</i>		66.6	4	207.7	30.44	10.5	1.87	3.11	2.64	3.41	11.03	5
<i>Artemisia asiatica</i>		33.3	2	37.8	9.38	1.8	0.32	1.55	1.31	0.62	3.80	33
<i>Viola mandshurica</i>		33.3	2	35.1	12.01	7.0	1.25	1.55	1.31	0.57	4.68	24
<i>Veronica linariaefolia</i>		50.0	3	76.2	120.48	0.7	0.12	2.32	1.95	1.25	5.64	17
<i>Solidago virgaurea</i>		66.6	4	12.8	20.98	5.1	0.91	3.11	2.64	0.21	6.87	12
<i>Potentilla yokusaitana</i>		16.6	1	64.2	7.50	0.3	0.05	0.77	0.65	1.04	2.51	47

Table 2. Continued

Species	Division	Frequency (%)	Total cover degree (cm ²)	Total height (cm)	Total standing crop (g/m ²)	Density (No./m ²)	Relative density (%)	Relative frequency (%)	Relative cover degree (%)	Relative height (%)	Important value	Order
<i>Boehmeria frutescens</i>		50.0	3	98.8	16.11	4.0	0.71	2.34	1.95	1.62	6.62	13
<i>Elscholtzia patrinii</i>		33.3	2	53.5	10.13	6.5	1.16	1.55	1.31	0.88	4.90	20
<i>Pteridium aquilinum</i>		33.3	2	102.1	17.15	0.6	0.11	1.55	1.31	1.68	4.65	25
<i>Fagora manchurica</i>		16.6	1	123.8	18.38	0.3	0.05	0.77	0.65	2.03	3.50	35
<i>Calystegia japonica</i>		16.6	1	38.6	4.88	0.3	0.05	0.77	0.65	0.63	2.10	59
<i>Saussurea maximowiczii</i>		16.6	1	86.0	16.50	0.6	0.11	0.77	0.65	1.42	2.95	39
<i>Pursatilla koreana</i>		50.0	3	150.0	18.36	1.1	0.20	2.34	1.95	2.46	6.95	11
<i>Hypericum gebleri</i>		16.6	1	66.7	3.75	0.3	0.05	0.77	0.65	1.10	2.57	46
<i>Potentilla fragarioides</i>		50.0	3	66.1	26.68	2.0	0.36	2.34	1.95	1.09	5.74	15
<i>Polygonatum japonicum</i>		50.0	4	93.0	38.90	11.8	2.10	2.34	2.64	1.53	8.61	7
<i>Platycodon glaucum</i>		16.6	1	54.5	5.25	0.5	0.09	0.77	0.65	0.89	2.40	49
<i>Clematis mandshurica</i>		16.6	1	58.0	4.88	0.5	0.09	0.77	0.65	0.95	2.46	48
<i>Cynanchum atratum</i>		16.6	1	50.0	7.88	0.8	0.14	0.77	0.65	0.82	2.38	51
<i>Artemisia laciniata</i>		16.6	1	99.8	7.13	0.3	0.05	0.77	0.65	1.60	3.07	37
<i>Viola phytoliza</i>		16.6	1	16.1	2.38	0.5	0.09	0.77	0.65	0.26	1.77	69
<i>Festuca ovina</i>		33.3	2	83.5	16.50	43.8	7.81	1.55	1.95	1.30	12.61	4
<i>Inula japonica</i>		16.6	1	21.0	6.38	1.1	0.20	0.77	0.65	0.32	1.94	62
<i>Vicia unijuga</i>		16.6	1	42.9	5.63	0.5	0.09	0.77	0.65	0.70	2.21	55
<i>Palura chinensis</i>		16.6	1	22.6	6.75	0.5	0.09	0.77	0.65	0.37	1.88	66
<i>Amorpha fruticosa</i>		16.6	1	24.3	3.75	0.3	0.05	0.77	0.65	0.40	1.87	67
<i>Carex siderosticta</i>		16.6	1	44.9	29.15	1.1	0.20	0.77	0.65	0.74	2.36	52
<i>Reynoutria elliptica</i>		33.5	2	108.1	14.30	1.5	0.27	1.55	1.31	1.75	4.88	21
<i>Stephanandra incisa</i>		16.6	1	45.2	7.50	0.1	0.02	0.77	0.65	0.70	2.14	58
<i>Syneilesis palmata</i>		16.6	1	37.1	39.19	1.8	0.32	0.77	0.65	0.60	2.34	54

Table 2. Continued

<i>Hieracium umbellatum</i>	16.6	1	29.2	0.75	0.1	0.02	0.77	0.65	0.48	1.92	63
<i>Convallaria keiskei</i>	16.6	1	42.7	5.44	0.5	0.09	0.77	0.65	0.70	2.21	55
<i>Melampyrum ciliare</i>	16.6	1	46.5	7.50	1.3	0.23	0.77	0.65	0.75	2.40	50
<i>Scilla sinensis</i>	33.5	2	164.1	9.01	2.0	0.36	1.55	1.31	0.70	3.92	31
<i>Corylus heterophylla</i>	16.6	1	64.9	5.60	1.0	0.18	0.77	0.65	1.05	2.65	43
<i>Cornopteris coreana</i>	16.6	1	31.7	3.75	1.0	0.18	0.77	0.65	0.50	2.10	60
<i>Amphicarpaea japonica</i>	33.5	2	80.3	14.50	3.0	0.53	1.55	1.31	1.30	4.69	23
<i>Thalictrum aquilegifolium</i>	33.3	2	121.3	13.55	0.6	0.11	1.55	1.31	1.98	4.95	19
<i>Cardamine leucantha</i>	16.6	1	19.5	3.00	0.1	0.02	0.77	0.65	0.30	1.74	70
<i>Dioscorea tokoro</i>	33.3	2	61.7	7.88	1.3	0.23	1.55	1.31	1.00	4.09	28
<i>Artemisia keiskeana</i>	33.3	2	18.7	5.68	0.5	0.09	1.55	1.31	0.31	3.26	36
<i>Artemisia japonica</i>	33.3	2	44.2	5.51	2.1	0.37	1.55	1.31	0.72	3.95	30
<i>Saussurea pulchella</i>	16.6	1	29.5	7.10	0.1	0.02	0.77	0.65	0.48	1.92	63
<i>Medicago denticulata</i>	16.6	1	41.2	1.90	0.3	0.05	0.77	0.65	0.68	2.15	57
<i>Lathyrus cuneata</i>	16.6	1	15.9	2.38	0.1	0.02	0.77	0.65	0.26	1.70	73
<i>Sanguisorba carnea</i>	33.3	2	124.5	34.51	4.5	0.80	1.55	1.31	2.04	5.70	16
<i>Galium verum</i>	33.3	7	115.9	15.25	2.3	0.41	1.55	1.31	1.97	5.24	18
<i>Geranium sibiricum</i>	16.6	1	79.0	5.63	0.3	0.05	0.77	0.65	1.30	2.77	40
<i>Allium grayi</i>	33.3	2	173.4	15.75	0.6	0.11	1.55	1.31	2.85	5.82	14
<i>Iris nertschinskia</i>	16.6	1	16.0	10.88	1.0	0.18	0.77	0.65	0.26	1.86	68
<i>Aconitum jaluense</i>	16.6	1	18.2	2.63	0.1	0.02	0.77	0.65	0.30	1.74	70
<i>Calliopsis japonica</i>	16.6	1	48.0	4.50	0.8	0.14	0.77	0.65	0.79	2.35	53
<i>Aster tataricus</i>	33.32	2	96.4	26.65	1.0	0.18	1.55	1.31	1.55	4.59	26
<i>Bistorta vulgaris</i>	16.6	1	31.2	2.63	0.3	0.05	0.77	0.65	0.50	1.97	61
<i>Crotalaria sessiliflora</i>	16.6	1	7.0	1.50	0.1	0.02	0.77	0.65	.11	1.45	74
<i>Robinia pseudoacacia</i>	16.6	1	58.1	49.00	1.3	0.23	0.77	0.65	0.92	2.57	44
<i>Artemisia siebersiana</i>	16.6	2	69.1	32.63	5.1	0.91	0.77	1.31	1.10	4.09	27
Total	2,146.9	151	6,090.4	2,491.78	560.9	100.00	100.00	100.00	100.00	400.00	

Table 3. Average living cover, frequency, density, standing crop and important value of Mt. Kumbhak grassland in Chulwon area

Species	Division	Fre- quen- cy (%)	Total cover degree (cm ²)	Total height (cm)	Total stand- ing crop (g/m ²)	Den- sity (No. /m ²)	Rela- tive den- sity (%)	Rela- tive freq- uency (%)	Rela- tive cover degree (%)	Rela- tive height (%)	Im- port- ant value	Order
<i>Stachys japonica</i>		14.2	1	54.0	8.25	0.5	0.05	0.69	0.54	0.85	2.13	55
<i>Syneilesis palmata</i>		14.2	1	51.0	7.13	0.3	0.03	0.69	0.54	0.80	2.06	57
<i>Cimicifuga heracleifolia</i>		14.2	1	20.0	7.50	0.8	0.08	0.69	0.54	0.31	1.62	72
<i>Viola nipponica</i>		14.2	1	9.5	5.63	0.8	0.08	0.69	0.54	0.15	1.46	77
<i>Callitriche japonica</i>		42.8	3	128.4	33.90	2.6	0.28	2.09	1.63	2.01	6.01	21
<i>Atractylodes lyrata</i>		71.4	5	183.9	40.17	1.6	0.17	3.52	2.71	2.88	9.28	9
<i>Potentilla freyniana</i>		57.1	5	109.5	69.01	32.6	3.52	2.79	2.71	1.71	10.73	6
<i>Artemisia keiskeana</i>		71.4	5	135.5	58.13	12.0	1.29	3.52	2.71	2.12	9.64	8
<i>Rubia akane</i>		28.5	2	97.5	8.25	1.6	0.17	1.39	1.08	1.53	4.17	28
<i>Lespedeza cyrtobotrya</i>		28.5	2	139.7	52.51	1.1	0.11	1.39	1.08	2.19	4.77	25
<i>Lysimachia barystachys</i>		14.2	1	6.5	10.88	0.1	0.10	0.69	0.54	0.10	1.43	80
<i>Patrinia scabiosaeifolia</i>		100.0	7	211.3	171.02	9.1	0.98	0.49	3.87	3.31	8.65	13
<i>Aster scaber</i>		85.7	6	243.0	65.27	1.3	0.14	4.30	3.30	3.80	11.59	5
<i>Synurus deltooides</i>		14.2	1	25.8	14.76	0.6	0.06	0.69	0.54	0.40	1.69	66
<i>Peucedanum deltoideum</i>		28.5	2	33.9	20.31	2.6	0.28	1.39	1.08	.53	3.28	33
<i>Viola pachyrhiza</i>		14.2	1	11.8	9.38	1.1	0.12	0.69	0.54	0.18	1.53	76
<i>Aster tataricus</i>		57.1	4	224.8	21.95	3.3	0.35	2.79	2.20	3.52	8.86	11
<i>Poa acroleuca</i>		14.2	2	27.4	10.88	7.5	0.81	0.69	1.08	0.43	3.01	39
<i>Eupatorium lindleyanum</i>		14.2	1	59.0	9.38	0.1	0.01	0.69	0.54	0.92	2.61	43
<i>Artemisia siebersiana</i>		42.8	3	77.2	47.20	17.8	1.92	2.09	1.63	1.21	6.85	18
<i>Festuca ovina</i>		28.5	5	71.2	48.66	207.3	22.36	1.39	2.71	1.11	27.57	3
<i>Inula linearifolia</i>		14.2	1	46.5	13.15	2.3	0.24	0.69	0.54	0.73	2.20	50
<i>Cyclosorus acuminatus</i>		14.2	1	32.5	28.88	2.5	0.27	0.69	0.54	0.51	2.01	59
<i>Miscanthus sinensis</i>		14.2	8	415.4	203.22	36.5	3.94	0.69	4.40	6.14	15.17	4
<i>Arundinella hirta</i>		71.4	13	522.3	1,043.375	115.5	12.60	3.52	7.02	7.78	30.92	1
<i>Platycodon glaucum</i>		14.2	1	11.0	3.75	0.3	0.03	0.69	0.54	0.17	1.43	79

Table 3. Continued

<i>Viola diamantiaca</i>	28.5	2	27.5	8.63	5.5	0.59	1.39	1.08	0.43	3.49	31
<i>Potentilla fragarioides</i>	42.8	3	89.9	57.76	6.5	0.70	2.09	1.63	1.41	4.83	24
<i>Astilbe chinensis</i>	42.8	3	159.5	103.14	6.8	0.73	2.09	1.63	2.49	6.94	17
<i>Benzoin obtusilobum</i>	14.2	1	62.0	23.13	1.3	0.14	0.69	0.54	0.97	3.16	35
<i>Galium kinuta</i>	14.2	1	28.0	1.88	0.3	0.03	0.69	0.54	0.44	1.70	65
<i>Rhododendron mucronulatum</i>	28.5	2	85.0	16.51	2.8	0.30	1.39	1.08	1.33	4.10	29
<i>Ainsliaea acerifolia</i>	14.2	2	46.0	41.25	3.0	0.32	0.69	1.08	0.72	2.81	42
<i>Quercus dentata</i>	14.2	2	50.0	30.00	0.6	0.06	0.69	1.08	0.78	2.61	44
<i>Polygonatum japonicum</i>	57.1	4	74.0	10.89	2.0	0.21	2.79	2.17	1.16	6.33	20
<i>Carex siderosticta</i>	42.8	5	77.2	124.50	35.5	3.83	2.09	2.71	1.21	9.84	7
<i>Tortilis japonica</i>	14.2	1	13.0	1.88	0.1	0.01	0.69	0.54	0.20	1.44	78
<i>Dianthus sinensis</i>	14.2	1	24.0	15.00	2.1	0.22	0.69	0.54	0.38	1.83	63
<i>Rhododendron schlippenbachii</i>	14.2	1	48.5	9.38	2.0	0.21	0.69	0.54	0.76	2.20	49
<i>Lespedeza maximowiczii</i>	14.2	1	37.0	6.00	0.5	0.05	0.69	0.57	0.58	1.89	62
<i>Saussurea discolor</i>	14.2	1	10.2	15.00	2.3	0.24	0.69	0.54	0.16	1.63	71
<i>Duchesnea wallichiana</i>	14.2	1	17.0	6.00	1.6	0.17	0.69	0.54	0.27	1.67	68
<i>Sceptridium ternatum</i>	14.2	1	26.0	4.13	4.8	0.51	0.69	0.54	0.41	2.15	54
<i>Sophora angustifolia</i>	14.2	2	60.0	17.33	0.5	0.05	0.69	0.54	0.94	2.18	51
<i>Gnaphalium affine</i>	14.2	1	10.5	0.75	0.1	0.01	0.69	0.54	0.16	1.56	74
<i>Rhus verniciflua</i>	14.2	1	5.5	0.38	0.1	0.01	0.69	0.54	0.86	2.18	52
<i>Saussurea eriophylla</i>	28.5	2	47.5	16.51	1.1	0.11	1.39	1.08	0.74	3.32	32
<i>Sorbus commixta</i>	14.2	2	65.0	130.00	2.1	0.22	0.69	1.08	1.02	3.01	38
<i>Reynoutria elliptica</i>	28.5	2	39.0	10.50	1.0	0.10	1.39	1.08	.61	3.18	34
<i>Hypericum ascyron</i>	57.1	4	236.9	21.95	2.6	0.28	2.79	2.17	3.71	8.95	10
<i>Epimedium koreanum</i>	14.2	2	56.5	29.63	3.3	0.35	0.69	1.08	0.88	3.00	40
<i>Pteridium aquilinum</i>	28.5	3	150.8	283.75	25.5	2.75	1.39	1.63	2.36	8.13	15
<i>Galim kamtschaticum</i>	14.2	1	27.5	1.13	0.1	0.01	0.69	0.54	0.43	1.67	67
<i>Clematis mandshurica</i>	14.2	1	32.4	5.63	1.5	0.16	0.69	0.54	0.51	1.90	61
<i>Saussurea ussuriensis</i>	14.2	1	40.5	10.50	1.3	0.14	2.69	0.54	0.64	2.03	58
<i>Sanguisorba carnea</i>	57.1	4	129.5	19.13	4.1	0.44	2.79	2.17	2.03	7.43	16

Table 3. Continued

Species	Division	Frequency (%)	Total cover degree (cm ²)	Total height (cm)	Total standing crop (g/m ²)	Density (No./m ²)	Relative density (%)	Relative frequency (%)	Relative cover degree (%)	Relative height (%)	Important value	Order
<i>Stephanandra incisa</i>		28.5	2	82.1	35.63	3.1	0.33	1.39	1.08	1.44	4.24	27
<i>Thalictrum aquilegifolium</i>		57.1	4	211.0	31.51	3.3	0.35	2.79	2.17	3.30	8.61	14
<i>Duretia platanifolia</i>		14.2	1	50.0	3.38	0.5	0.25	0.69	0.78	0.78	2.50	47
<i>Carex nanella</i>		42.8	6	127.5	572.5	199.5	21.80	2.09	3.26	2.00	29.15	2
<i>Satureia coreana</i>		14.2	1	70.0	12.90	2.3	0.24	0.69	0.54	1.09	2.56	45
<i>Artemisia japonica</i>		28.5	2	87.9	37.76	4.1	0.44	1.39	1.08	1.38	4.29	26
<i>Scilla sinensis</i>		28.5	2	146.4	13.30	0.6	0.06	1.39	1.08	2.29	2.53	46
<i>Amorpha fruticosa</i>		28.5	2	176.7	40.70	0.8	0.08	1.39	1.08	2.77	5.32	22
<i>Medicago denticulata</i>		14.2	1	56.3	2.63	0.6	0.06	0.69	0.54	0.88	2.17	53
<i>Arthraxon hispidus</i>		14.2	1	16.0	5.63	24.0	2.59	0.69	0.54	0.25	4.07	30
<i>Artemisia capillaris</i>		14.2	1	46.5	107.00	10.5	1.13	0.69	0.54	0.73	3.09	36
<i>Gnaphalium hypoleucum</i>		14.2	1	3.5	3.38	0.1	0.02	0.69	0.54	0.05	1.30	81
<i>Erigeron canadensis</i>		14.2	1	68.1	3.38	1.1	0.11	0.69	0.54	1.07	2.41	48
<i>Dioscorea batatas</i>		14.2	1	44.3	4.50	1.5	0.16	0.69	0.54	0.70	2.09	56
<i>Cirsium maackii</i>		28.5	2	36.0	13.50	0.5	0.05	1.39	1.08	0.56	3.08	37
<i>Galium japonicum</i>		28.5	2	157.7	12.75	1.3	0.14	1.39	1.08	2.47	5.08	23
<i>Boehmeria frutescens</i>		28.5	3	110.0	85.13	17.3	1.86	1.39	1.63	1.72	6.60	19
<i>Solidago virgaurea</i>		14.2	1	3.6	12.25	4.1	0.44	0.69	0.54	0.06	1.73	64
<i>Viola mandshurica</i>		14.2	1	10.4	7.13	2.6	0.28	0.69	0.54	0.16	1.67	69
<i>Leibnitzia anandria</i>		14.2	1	20.8	5.63	0.8	0.08	0.69	0.54	0.33	1.64	70
<i>Chrysanthemum sibiricum</i>		14.2	3	13.6	16.50	57.3	6.18	0.68	1.63	0.21	8.71	12
<i>Cyclamen europaeum</i>		14.2	1	12.5	5.44	1.8	0.19	0.69	0.54	0.19	1.61	73
<i>Bistorta vulgaris</i>		14.2	1	17.4	1.04	0.5	0.05	0.69	0.54	0.27	1.55	75

Table 3. Continued

<i>Iris nertschinskia</i>	14.2	1	43.3	2.06	0.3	0.03	0.69	0.54	0.68	1.94	60
<i>Acalypha australis</i>	14.2	2	41.0	12.48	4.6	0.49	0.69	1.08	0.64	2.90	41
Total	5,650	2,046.9	184	6,387.6	4,082.92	925.9	100.00	100.00	100.00	100.000	400.00

Table 4. Changes in average areal living cover and frequency of dominants of Moonheri-Wasoori grassland

Species	June 17		July 17		August 17		September 17		October 17	
	Cover (%)	Frequency (%)	Cover (%)	Frequency (%)	Cover (%)	Frequency (%)	Cover (%)	Frequency (%)	Cover (%)	Frequency (%)
<i>Medicago denticulata</i>	6.92	100.0	7.36	100.0	8.23	100.0	9.80	100.0	10.11	100.0
<i>Miscanthus sinensis</i>	3.84	76.9	3.91	68.7	4.77	46.1	3.48	60.7	5.25	72.2
<i>Arundinella hirta</i>	3.09	69.2	2.93	50.4	2.46	38.4	4.61	52.3	3.99	81.9
Other species	5.64	-	6.98	-	6.16	-	5.93	-	7.00	-
Total living cover	19.49		21.18		21.62		23.82		26.35	

Table 5. Changes in average areal living cover and frequency of dominants of Soodwon-Sungilkyo grassland

Species	June 17		July 17		August 17		September 17		October 17	
	Cover (%)	Frequency (%)	Cover (%)	Frequency (%)	Cover (%)	Frequency (%)	Cover (%)	Frequency (%)	Cover (%)	Frequency (%)
<i>Arundinella hirta</i>	5.29	92.3	6.22	93.7	6.20	92.3	7.36	84.6	7.70	100.0
<i>Miscanthus sinensis</i>	3.03	76.9	4.16	76.6	3.81	76.9	3.40	53.8	4.63	70.1
<i>Carex nanella</i>	2.98	38.4	2.90	38.4	3.00	35.4	3.11	30.7	3.81	46.1
Other species	4.32	—	5.81	—	5.92	—	5.09	—	4.92	—
Total living cover	15.62		19.09		18.93		18.06		21.06	

Table 6. Changes in average areal living cover and frequency of dominants of Mt. Kum-hak grassland

Species	June 17		July 17		August 17		September 17		October 17	
	Cover (%)	Frequency (%)	Cover (%)	Frequency (%)	Cover (%)	Frequency (%)	Cover (%)	Frequency (%)	Cover (%)	Frequency (%)
<i>Arundinella hirta</i>	6.00	100.0	6.38	100.0	6.47	100.0	7.39	100.0	8.05	100.0
<i>Carex nanella</i>	3.06	66.1	3.17	69.2	2.89	76.9	2.94	70.9	3.00	78.2
<i>Festuca ovina</i>	2.67	61.5	3.01	53.8	1.90	61.5	2.00	57.3	2.34	60.0
Other species	4.65	—	4.63	—	5.03	—	5.18	—	5.43	—
Total living cover	15.78		17.19		11.26		17.51		18.82	

가 가장 우세하고 *Miscanthus sinensis*, *Arundinella hirta*의 순위였다. 수도권-승일교 地區의 草地는 *Arundinella hirta*가 가장 우세하고 *Miscanthus sinensis*가 제2위였으며 금학산 일대의 초지는 *Arundinella hirta*가 역시 우점종으로 나타나나 *Carex nanella*가 다음으로 頻度가 큰 결과를 얻었다.

金化·鐵原 3個地區 草地植生을 1968년과 1993년에 조사한 季節的 分布의 變化는 採取期間에 따라 약간의 變動은 있으나 통계학적으로 유의차가 없었다. 우점종은 長期間을 통하여 변화하지 않고 우세하며 群落을 維持하고 있었다.

개자리, 새, 억새, 산거울 등 우점종의 頻度, living cover는 生長함에 따라 현저한 증가를 나타내고 있었으나 때로는 減少하였다. 그러나 기타 種의 被度는 증가하였다.

被度가 7, 8월에서부터 急增하는 경향을 보임은 7, 8월에 가장 降雨量이 많아 토양의 含水量과 관계하는 것으로 氣候條件과 土壤의 物理化學的 特性에 관계한다고 믿는다. Yarlett(1965)의 연구결과를 인용하면 marl과 limerock 지대에 잘 적응하는 草本은 *Andropogon rhizomatus*라고 하였으며, Tabb(1963)은 중성과 약산성 토양에서 *Mariscus*는 生長이 良好하다고 결론한 것으로 보아 토양조건과 기후조건에 따라서 草地生産量이 다를 뿐만 아니라, 草本에 따라 適地가 다를 수 있었다.

Living cover가 hydroperiod에 따라 變한다는 것은 Porter(1967)의 報告에서도 밝혀진 바와 같이 降雨量과 토양의 water-holding-capacity와 含水量의 差異때문이라고 생각된다.

1) Biomass

온대기후인 강원도 김화·철원지역 초지의 living material의 standing crop은 美國의 prairie에 比하여 대단히 높았다. 본 실험지역에서 가장 낮은 草地는 수도권-승일교 지구로 평균 186.4g/m²이며, 가장 높은 지역은 문혜리-와수리지구 초지로 평균 413.7g/m²이었다.

Standing crop은 6월부터 急增하여 8월에는 最高에 달하여 차츰 감소하는 경향을 나타내었다.

Ovendry weight는 living cover와 밀접한 관계가 있는 것으로 主要優勢種(五個種)의 乾量이 standing crop의 60% 이상을 차지하며 other species는 變化가 심하여 standing crop의 약 10%를 점유하는 것으로 미루어 不安定한 平均상태의 草地群落임을 알 수 있다. Table 7, 8 및 9에서 나타난 密度의 變化는 작고 數가 많은 不明의 어린 植物이 生長하고 있으므로 測定하기 곤란하여 Table 4, 5, 6에서 조사되지 않았으며, 이들의 乾量은 모두 other species에 포함시켰다.

種別로 고찰하면 감소하는 경우가 있으나 이것은 同一草地에서 조사하더라도 우점종이 아닌 것은 100個의 quadrat에서 採取할 때마다 同一한 상태로 분포되어 있지 않기 때문에 생기는 誤差라고 생각된다.

朴(1967)는 한국의 억새형과 조릿대형의 生産構造에 관한 연구에서 억새형 草地의 現存量은 334.0g/m², 조릿대형 초지에서는 352.6g/m²으로 報告한 바 있다. 이 결과와 比較할 때 김화·철원지역의 草地는 186.4~413.7g/m²로 月別로 差異가 있어 어느 정도 現존량만을 比較할 수 있으나 시간에 따라 變化하는 生産力은 比較할 수 없으며 한국에서는 아직 調査되어 있지 않으므로 現在로서는 다른 지구의 草地와는 比較할 수 없다.

Porter(1967)의 報告에 의한 Florida prairie의 90.6~161.4g/m²와 比較하면 대단히 생산량이 많다는 것을 알 수 있다.

Table 7. Owendry weights of living material of species in the grassland and the seasonal distribution of production in Moonheri-Wasoori are both expressed in grams per square meter

Species	June 17	July 17	August 17	September 17	October 17
<i>Medicago denticulata</i>	82.9	94.3	102.3	100.7	95.1
<i>Miscanthus sinensis</i>	47.9	51.4	73.6	64.9	60.3
<i>Arundinella hirta</i>	35.4	42.1	53.2	50.9	49.0
<i>Festuca ovina</i>	11.5	9.0	13.4	15.3	15.7
<i>Cassia nomame</i>	13.2	13.7	12.8	14.8	14.0
<i>Erodium Stephanianum</i>	21.3	27.6	30.6	21.7	23.7
<i>Carex nanella</i>	28.6	23.4	28.1	27.0	25.6
<i>Calamagrostis arundinacea</i>	11.3		5.8	1.2	
<i>Artemisia feddei</i>	8.4	3.2		2.6	0.4
<i>Arthraxon hispidus</i>		2.1	3.5	5.5	
<i>Setaria viridis</i>			10.5	9.0	12.4
<i>Pennisetum japonica</i>	11.9		7.8	0.9	0.5
<i>Patrinia scabiosaefolia</i>	4.3	6.6	7.3	2.7	1.4
<i>Sanguisorba carnea</i>	2.3	2.1	2.0		
<i>Roegneria semicostata</i>		9.3	8.2	0.9	0.8
<i>Artemisia siebersiana</i>		2.4	0.8	11.1	
<i>Potentilla fragarisides</i>	0.5	1.9	2.4	0.6	3.7
<i>Scilla sinensis</i>		2.4	3.5	1.7	
<i>Lespedeza cyrtobotrya</i>	0.7	0.8	0.9	1.1	
<i>Persicaria hydropiper</i>		0.3	0.4	0.2	
<i>Reynoutria elliptica</i>		2.8	3.9		1.0
<i>Aster scaber</i>		0.7	0.6	1.2	0.9
<i>Gallum verum</i>		0.3	0.2	0.1	
Other species	29.5	32.2	41.9	45.4	39.5
Total live standing crop	309.7	328.6	413.9	379.5	342.8
Net productivity by intervals		55.1	90.4	23.1	9.4
Days between samples		30	31	31	30
Average daily productivity by intervals		1.84	2.92	0.75	0.31

2) Productivity

Net primary productivity는 一定期間동안 각각의 種의 重量增加와 그 슴을 말하는 것으로 일정기간동안 어떤 種의 重量이 減少하거나 變化되지 않았을 경우에는 그 기간동안의 productivity를 계산하는데는 무시하였고 새로운 種의 出現은 계산에 넣었다. 生産量은 square meter 당 owendry weights의 grams로 表示하였으며 다만 죽은 것은 조사장소인 현장에서 버리고 산 부분만을 채취하여 측정하였다. 本 조사에서는 30일과 31일간의 square meter 당 productivity의 變化를 測定하였고 daily productivity는 Table 7, 8, 9에서 보는 바와 같이 square meter 당 grams로 나타내었다. Organic matter의 月間 net production은 문혜리-와수리 초지는 $9.4g/m^2$ 이상이고, 수도원-승일교 초지는 $15.6g/m^2$ 이상이며, 금학산 초지는 $14.8g/m^2$ 이상이었다. 가장 높은 기간은 7월과 8월간으로 각각 90.4 과 119.3 , $98.0g/m^2$ 이었다.

Table 8. Ovendry weights of living material of species in the grassland and the seasonal distribution of production in Soodowon-Sungilkyo are both expressed in grams per square meter

Species	June 17	July 17	August 17	September 17	October 17
<i>Arundinella hirta</i>	48.2	59.1	70.1	71.6	58.2
<i>Miscanthus sinensis</i>	51.6	37.2	75.0	43.9	57.2
<i>Patrinia scabiosaefolia</i>	12.6	13.4	15.4	16.2	12.6
<i>Atractylodes lyrata</i>	9.0	10.4	11.9		2.4
<i>Carex nanella</i>	20.8	12.8	58.4	56.4	38.0
<i>Cassia nomame</i>	5.7	10.7	15.4	9.7	2.8
<i>Polygonatum japonica</i>		4.2	1.8	6.9	
<i>Aster scaber</i>	4.0	3.5	8.3		0.7
<i>Veronica inariaefolia</i>	1.4	2.3	3.5	4.5	4.1
<i>Baehmeria frutescens</i>	1.7	1.9	2.0	0.8	
<i>Pteridium aquilinum</i>	3.0	4.6	5.2	2.8	5.3
<i>Pursatilla koreana</i>	1.1	2.3	4.7	3.0	1.5
<i>Potentilla fragarioides</i>	2.5	1.9	4.1	3.5	
<i>Thalictrum aquilinum</i>	0.9	2.8	0.7		
<i>Sanguisorba carnea</i>	3.6	4.8		7.2	5.3
Other species	20.3	25.7	31.1	19.3	23.5
Total live standing crop	186.4	197.6	307.6	239.8	212.0
Net productivity by intervals		42.7	119.3	15.6	23.1
Days between samples		30	31	31	30
Average daily productivity by intervals		1.42	3.85	0.50	0.77

평균 日間 생산량은 역시 월간 생산량과 일치하며 0.31~3.85g/m²이었다. 이 결과를 보면 봄과 여름에 가장 생산량이 많고 여름에서 가을이 되면 급진적으로 감소한다. 생산기간 중에는 雨期과 出穗期에 특히 생산량이 증가하고 있음을 알 수 있었다.

Wiegert and Evans(1964)에 의하여 Michigan의 old field에서 net production을 측정 한 결과를 보면 연중 증가하는 것을 볼 수 있으나 Penfound(1964)는 tall grass prairie에서 standing crop이 감소하는 경우를 報告하였고, Porter는 Florida prairie에서 일반적으로 연중 증가하는 결과를 얻었다. 이들 결과와 비교하면 日間 생산량이 0.12~1.43g/m²인 Florida prairie의 경우보다 훨씬 크고 우리나라의 초지도 生長期間 동안은 계속 증가한다고 볼 수 있다. 이러한 경우는 전혀 한국에서는 연구되어 있지 않아 비교할 수 없고 계속 연구하여야 할 과제라고 생각한다.

3) 金化·鐵原地域 草地의 再生力

문혜리-와수리지구 초지와 수도원-승일교 지구, 금학산지구 초지에 각각 永久方形區를 설치하여 5~10월까지 1개월에 1회씩 草種別로 刈取하여 再生하는 실험을 행한 결과 Fig. 1, 2 및 3에서 표시하는 바와 같다. 3個地區에서 代表種 4種만을 나타내었고 standing crop은 fresh weights로 表示하였다. 草本의 再生能力은 지역에 따라 다르며 문혜리-와수리가 가장 크고 금학산 초지, 수도원-승일교의 순서였다. 일반적으로 優占種은 6, 7, 8월에는 그 再生能力이 강하나 그외에는 약하였다. 이것은 草地의 再生力이 地方, 기후에 관계하는 것으로 생각되며 특히 강우량과 밀접한 관련이 있음을 알 수 있다.

Table 9. Oven-dry weights of living material of species in the grassland and the seasonal distribution of production in Mt. Kumhak area both expressed in grams per square meter

Species	June 17	July 17	August 17	September 17	October 17
<i>Callicarpa japonica</i>	3.8	4.0	5.9	2.8	9.0
<i>Atractylodes lyrata</i>	0.5	1.7	2.7	0.1	
<i>Potentilla freyniana</i>	5.2	5.2	4.8	7.2	3.1
<i>Artemisia keiskeana</i>	2.0	3.1	1.2	7.1	9.3
<i>Patrinia scabiosaefolia</i>	5.1	6.4	4.3	10.5	8.6
<i>Aster scaber</i>	1.9	1.7	2.4	3.3	3.8
<i>Aster tataricus</i>	0.7	2.1	3.1	0.2	
<i>Artemisia siebersiana</i>	3.1	4.1	5.2		1.8
<i>Festuca ovina</i>	11.3	15.4	26.4	20.8	22.6
<i>Miscanthus sinensis</i>	19.2	13.9	35.1	26.3	25.4
<i>Arundinella hirta</i>	56.5	63.9	70.7	54.8	54.0
<i>Astilbe chinensis</i>	8.5	9.9	10.1	5.2	3.9
<i>Rhododendron mucronulatum</i>	16.5		16.1	8.2	
<i>Carex siperosticta</i>	3.5	12.5	20.0		
<i>Hypericum ascyron</i>		2.1	3.7		0.8
<i>Pteridium aquilinum</i>	23.1	35.8	44.2	40.1	33.2
<i>Sanguisorba carnea</i>	1.3	2.0	0.9	0.4	
<i>Thalitrum aquilegifolium</i>	0.9	1.3	1.4	5.6	2.7
<i>Carex nanella</i>	3.7	9.9	15.4	19.9	10.5
<i>Chrysanthemum sibiricum</i>	0.8	11.1	5.3	3.2	4.7
Other species	36.1	56.0	69.8	54.4	35.2
Total live standing crop	203.7	262.0	348.7	270.1	228.6
Net productivity by intervals	80.1	98.0	25.0	14.8	
Days between Samples	30	31	31	30	
Average daily productivity by intervals	2.67	3.16	0.81	0.47	

Ehara *et al.* (1966)에 의한 牧草의 再生에 관한 生理生態學的인 一連의 연구에서 牧草를 벤후 4~6일까지는 저장양분을 이용하여 生長하거나 그 후가 되면 光條件하에서 同化作用이 有利하게 되어 光合成이 再生의 중요한 역할을 한다고 하였다. 따라서 乾物 增加는 氣候 조건과 地方에 의존된 再生新芽의 同化物質의 축적에 따른 生長촉진에 관계된다고 생각된다. Fig. 1, 2, 3에서 보는 바와 같이 개지리, 새, 김의털 등이 모두 增加하나 수도권-승일교 草地에서는 새와 억새만이 生草重이 增加하고, 산거울, 김의털은 감소하는 경향을 나타내었다. 금학산 초지는 새와 산거울이 증가하고 억새, 김의털은 감소하는 경향을 나타내었다. 물론 5, 6월에는 증가하나 9, 10월에는 前月에 比해서 감소한다. 새보다는 억새가 再生력이 강하며 木本은 草本보다 再生력이 점차 감소하여 완전히 再生력을 잃는 경우도 있었다.

4) 金化·鐵原地域 草地의 edaphic factor

(1) 草地土壤의 物理的 分析 結果

김화지구의 문혜리·와수리와 철원지구의 수도권-승일교, 금학산 초지의 土壤을 채취하여 粒子 組成을 分析한 결과는 Fig. 4와 같다. 이 결과를 國際土壤學會法에 의하여 土性의 三角圖表로

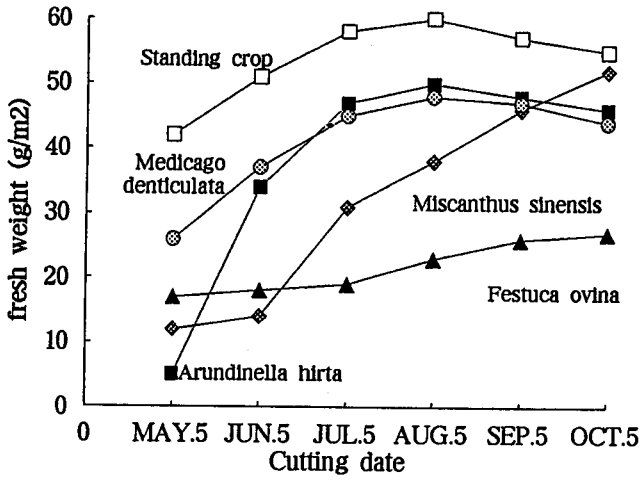


Fig. 1. Changes in fresh weight of dominant and subdominant species during the stage of regrowth in Moonheri-Wasoori grassland.

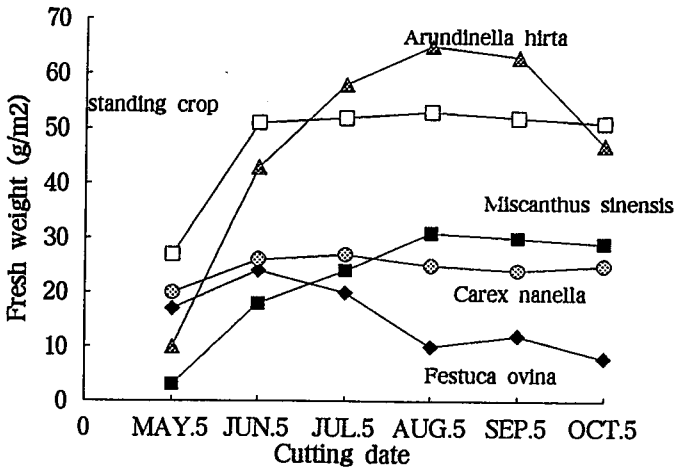


Fig. 2. Changes in fresh weight of dominant and subdominant species during the stage of regrowth in Soodowon-Sungilkyo grassland.

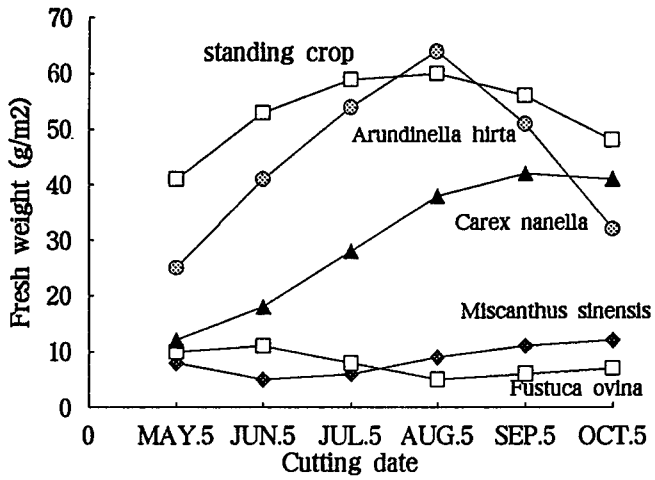


Fig. 3. Changes in fresh weight of dominant and subdominant species during the stage of regrowth in Mt. Kumhak grassland.

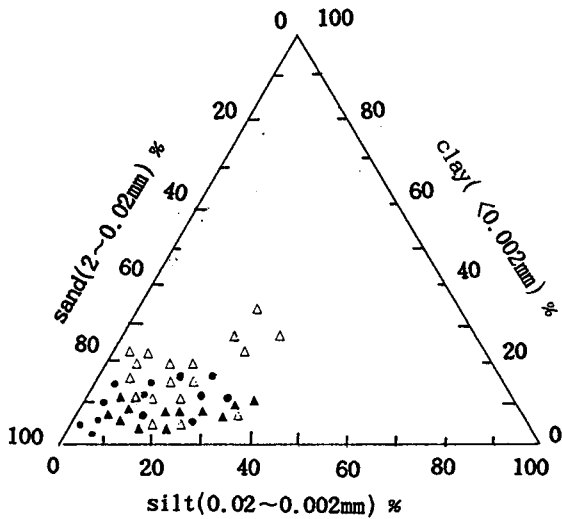


Fig. 4. Soil texture of Chulwon grassland soils.
 ▲ Mt. Kumhak grassland soils.
 △ Soodowon-Sungilkyo grassland soils.
 ● Moonheri-Wasoori grassland soils.

分類하면 砂土, 砂質埴壤土, 埴壤土, 砂壤土, 壤土로 分類되었다. 이 결과는 Kim and Chang (1967)에 의하여 分析된 森林土壤의 경우와 大同小異한 結果이다.

(2) 草地土壤의 鹽基置換能

김화·철원 3個地區 草地의 置換性鹽基, 置換性水素 및 鹽基置換能을 표층과 깊이에 따라 測定한 結果는 Fig. 5에서 보는 바와 같으며 깊이에 따라 현저히 그 含量이 減少하는 것을 알 수 있었다. 가장 置換性 水素와 鹽基가 높은 곳은 表層으로 14m.e.% 内外였으며 가장 낮은 含量은 30cm 부위로 2m.e.% 内外이었다. 문혜리-와수리 초지, 금학산 초지, 수도원-승일교 초지間에는 별 차이가 없어 유의치 않았다.

(3) 草地土壤의 化學的 特性

鐵原地區 草地의 土壤을 깊이에 따라 土壤 pH, 土壤有機物, 總窒素, 有效磷酸, 有效加里, 置換性 Ca, 置換性 Mg, 土壤含水量을 定量分析한 結果는 Table 10과 같다.

土壤 pH는 4.27~5.51로 弱酸性을 나타내는 土壤이며, 有機物은 문혜리-와수리 지구가 3.92~10.33%이며, 수도원-승일교 지구는 4.51~8.21%, 금학산 지구는 3.81~8.99%로 문혜리-와수리 지구가 가장 높았다.

總窒素의 含量은 문혜리-와수리 지구가 가장 높았다.

總窒素의 含量은 문혜리-와수리 지구가 0.21~0.34%, 수도원-승일교 지구가 0.11~0.28%, 금학산 지구는 0.17~0.46%이었다. 유효 P, 유효 K, 치환성 Ca, 치환성 Mg, 수분함량은 문혜리-와수리 지구에서 각각 3.19~4.19ppm, 0.14~0.24%, 0.189~0.426%, 0.022~0.045%, 24.36~40.84%였으며, 수도원-승일교 지구 초지에서는 1.31~3.23ppm, 0.12~0.28%, 0.129~0.248%, 0.012~0.043%, 20.00~32.04%였고, 금학산 초지 토양은 각각 2.11~4.00ppm, 0.11~0.29%, 0.147~0.269%, 0.018~0.045%, 21.94~35.32%였다. 草地에서의 양분 수직 분포상태는 無機養分의 경우 野草遺體의 集積層인 表層과 0~5cm의 土壤에서 含水量準이 가장 높았고 土壤의 깊이가 깊어짐에 따라서 그 含量이 減少하는 것을 볼 수 있었다. 이 事實은 Ito and Yamane (1955), Ohara *et al.*(1960)等 여러 학자들의 연구 結果와 일치하는 結果이다.

朴(1967)의 용문산 草地土壤 分析 結果에 의하면 CaO와 有機物, 總窒素, pH, 含水量을 分析 발표하였는데 植物別로 양분함량 수준이 다르다고 하였다. 이것은 森林의 경우 Kim(1966)에 의하여 이미 밝혀진 바 있다.

(4) 草地의 生産力, 再生力과 土壤特性과의 관계

本 實驗結果를 t-test를 하여 無機養料의 關係를 究명한 結果 總窒素, 有效磷酸, 置換性石灰 및 含水量과는 5% 수준에서 통계학적으로 有意性이 나타났다. 그러므로 standing crop과 再生力이 강한 문혜리-와수리 지구 초지가 양분수준이 높고, 금학산의 草地가 다음이고, 수도원-승일교의 초지가 가장 낮은 편이었다.

有效加里 置換性 Mg은 별 영향이 없는 것으로 나타났으며, 土壤有機物은 실제로 차이는 있으나 그 差는 통계학적으로 有意치 않았다.

月間과 日間的 net productivity는 Table 7, 8 및 9에서 보는 바와 같이 3.85g/m²로 수도원-승일교의 초지가 높고, 3.16g/m²로 금학산 초지가 다음이며, 2.92g/m²로 문혜리-와수리 초지가 낮은 편이나 이것은 토양함수량이 적은 관계로 강수량의 영향을 받아서 7월 하순부터 더욱 생

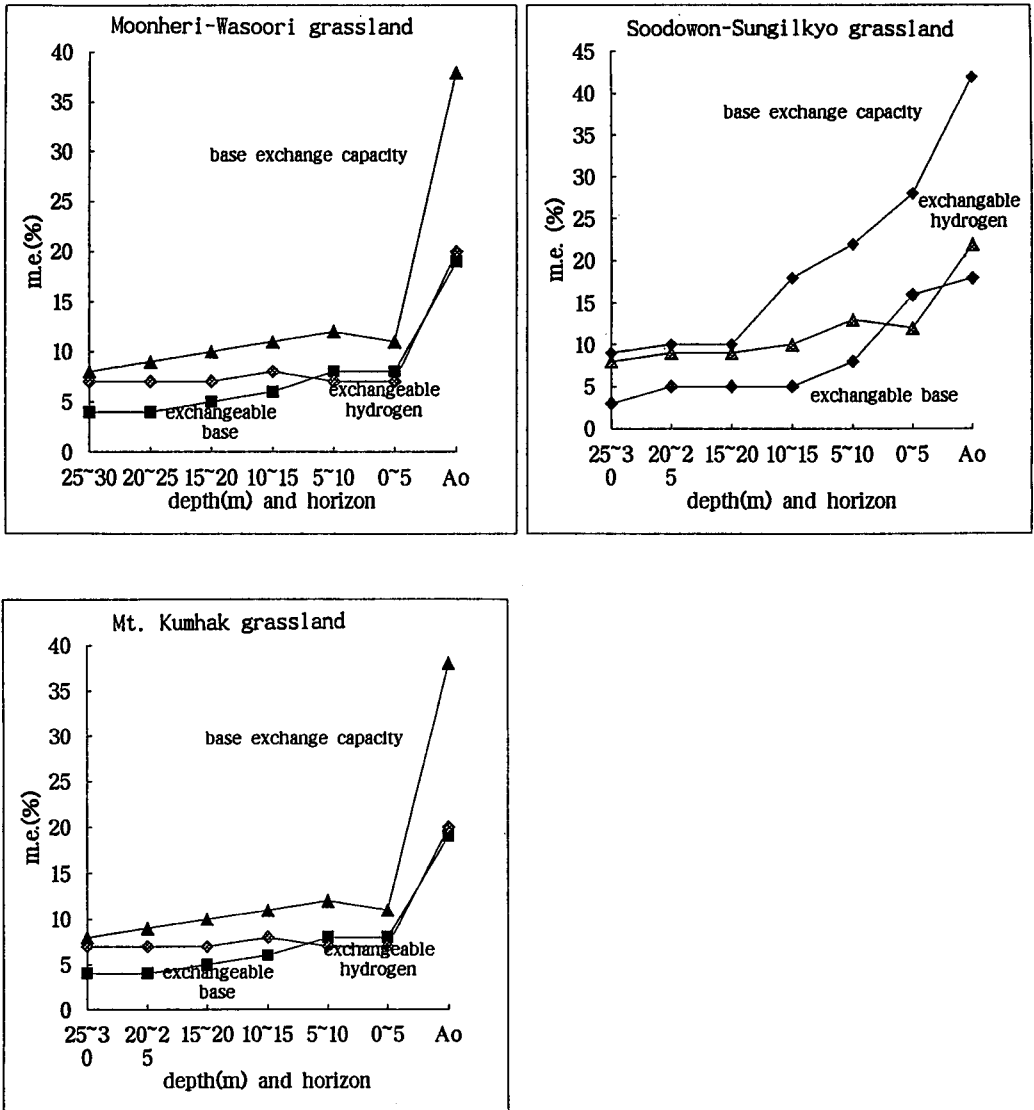


Fig. 5. Exchangeable base, exchangeable hydrogen and base exchange capacity of Chulwon grassland soils.

장이 촉진된 것으로 생각된다.

(5) 野草의 植物體內 無機養分の 分布狀態

優占種인 개자리, 새, 억새를 5月 5日, 7月 5日, 9月 5日, 10月 5日에 각각 잎과 줄기로 나누어

Table 10. Chemical composition of grassland soils in Chulwon area

Chulwon area	Depth (cm)	Soil pH	Loss of ignition (%)	Total N (%)	Available P (ppm)	Available K (%)	Exchan- geable Ca (%)	Exchan- geable Mg (%)	Moisture content (%)
Moonheri-Wasoori grassland soil	Ao	5.51	10.33	0.34*	4.19	0.24	0.288*	0.045	40.84
	0~5	5.10	9.40	0.32	4.10	0.14	0.224	0.034	38.21
	5~10	4.86	6.17	0.24	3.36	0.21	0.189	0.029	34.87
	10~15	4.50	5.91	0.25	4.12	0.19	0.216	0.040	34.49
	15~20	4.82	4.04	0.21	3.96	0.15	0.426	0.035	28.94
	20~25	4.91	3.92	0.22	3.19	0.18	0.239	0.028	24.36
	25~30	5.00	4.40	0.22	3.98	0.20	0.227	0.022	30.21
Soodown-Sungilkyo grassland soil	Ao	5.06	7.85	0.28*	3.23	0.23	0.248*	0.043	32.04*
	0~5	5.00	8.21	0.26	2.91	0.12	0.199	0.039	31.00
	5~10	5.12	6.23	0.19	2.60	0.16	0.169	0.029	26.22
	10~15	4.84	6.45	0.09	2.77	0.21	0.147	0.018	24.36
	15~20	4.83	5.13	0.10	2.33	0.22	0.204	0.012	25.78
	20~25	5.02	4.61	0.20	2.28	0.28	0.129	0.017	24.11
	25~30	4.52	4.51	0.11	1.31	0.14	0.148	0.015	20.00
Mt. Kumhak grassland soil	Ao	5.36	8.99	0.46*	4.00	0.29	0.269*	0.045	35.32*
	0~5	5.20	8.24	0.34	3.92	0.10	0.214	0.038	33.10
	5~10	4.27	6.24	0.23	3.84	0.15	0.147	0.019	25.96
	10~15	4.85	7.85	0.28	3.22	0.12	0.187	0.022	21.94
	15~20	5.41	3.81	0.20	2.98	0.11	0.199	0.021	23.01
	20~25	4.52	5.32	0.19	2.76	0.17	0.217	0.018	30.13
	25~30	4.44	6.44	0.17	2.11	0.21	0.148	0.018	24.55

* significant at the 5% level

N, P, K, Ca의 함량수준을 분석한 결과는 Fig. 6, 7 및 8과 같다. N, P, Ca는 대개 성숙함에 따라 그 함량이 낮아지며, 잎보다 줄기가 훨씬 그 수준이 낮으며 가을이 되면 완전히 그 양적 수준이 달라진다. 그러나 K만은 줄기보다 잎에 적으며, 새의 경우에는 더욱 그 차이가 크다는 것을 알 수 있었다. 개자리와 억새의 경우는 줄기가 그 함량이 높으나 새의 경우와 같이 그 차이가 크지 않았다. 따라서 초본의 양분 요구 시기를 알 수 있으며 生産力과 함께 고려하면 시비의 적기를 명확히 알 수 있다고 생각한다. (Mori, 1957)

Tsutsumi, Kawara and Shidei(1968)는 木本類를 잎과 가지, 줄기로 나누어 N, P, K의 함량을 분석한 결과 잎이 함량이 높고 가지, 줄기의 순으로 분포되어 있음을 알았다.

이 결과를 본 실험과 비교하면 새, 억새, 개자리와 같은 草本도 줄기보다 잎에 많은 N, P, Ca가 集積되어 있음을 알 수 있었고, P와 N는 새, 억새, 개자리 모두 비슷한 수준으로 변화하고 있으나 Ca는 새의 경우 차츰 성숙해감에 따라 함량이 증가하는 것을 알 수 있었다. N, P, K의 함량은 새, 억새, 개자리에서 모두가 0.06~3.50%의 수준이나 Ca는 0.08~0.90%이었다. (Figs. 6, 7, 8)

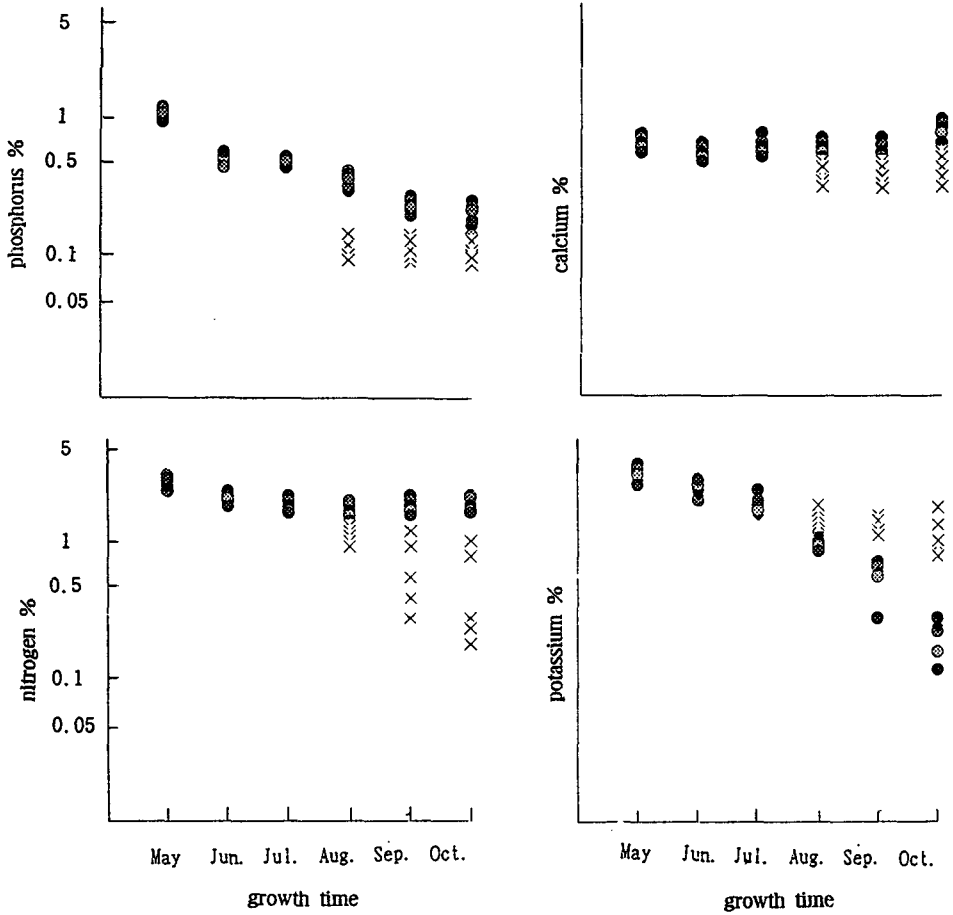


Fig. 6. Level of chemical composition in the leaf and stem of *Medicago denticulata* in Chulwon grassland (●leaf, ×stem).

3. 金化·鐵原地域 草地의 植生變化

Odum(1971)에 의하면 V 를 시간 t 에 따른 초지 색생의 변화치라고 하면 일반식은

$$V_{t+1}=f(V, t) \dots\dots\dots(1)$$

로 표시할 수 있다. 그러므로 (1)은 시간과 함께 연속적으로 변화한다는 것을 나타낸다. (1)식에서 어떤 시각에 있어서 식생의 변화율을 구하면

$$\frac{dV}{dt} = f(V, t) \dots\dots\dots(2)$$

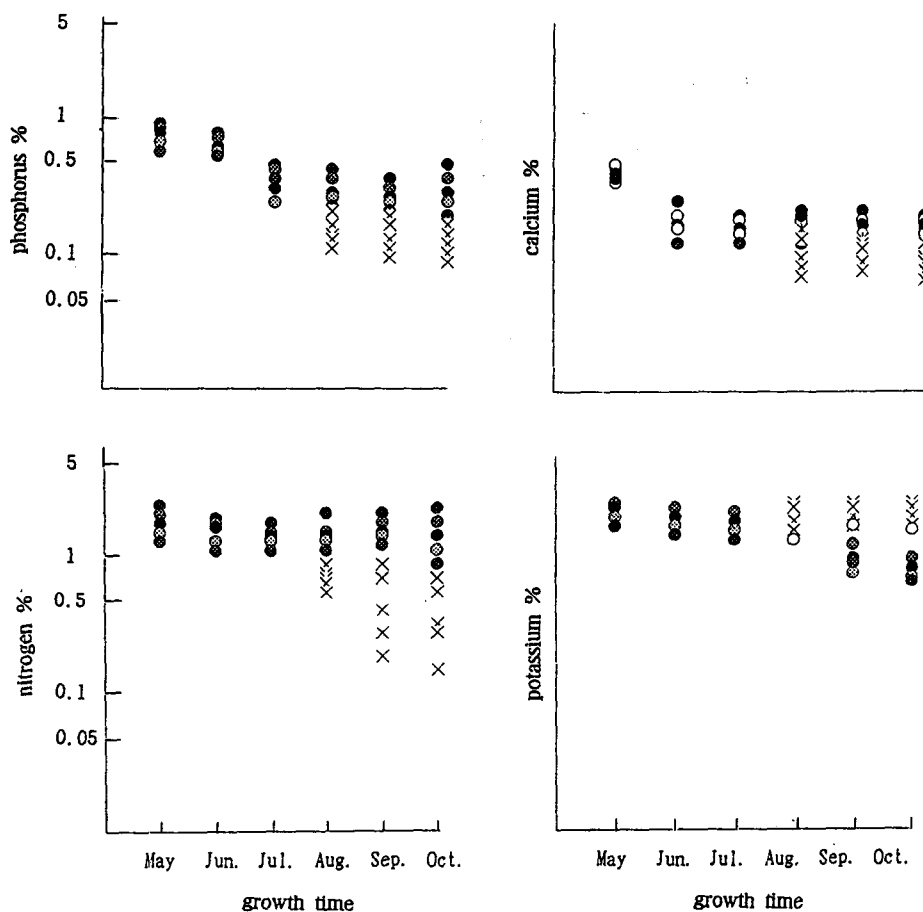


Fig. 7. Level of chemical composition in the leaf and stem of *Arundinella hirta* in Chulwon grassland (●leaf, ×stem).

이다. Patten(1965)의 해석에 따르면 초지생태계내의 에너지는 초식자, 육식자, 분해자를 통하여 흐르고 있다. 그 지역내의 에너지흐름 v_i 는

$$\frac{dv_i}{dt} = \sum_j (k_{ij}, v_j) \dots\dots\dots(3)$$

(3)식에서 k_j 는 영양단계 j 로부터 i 로 흐르는 순간속도이며 負의 값이다. 초지생태계의 영양단계별 移出移入의 총합으로 표시하면 다음과 같이 행렬의 승법으로 나타낼 수 있다.

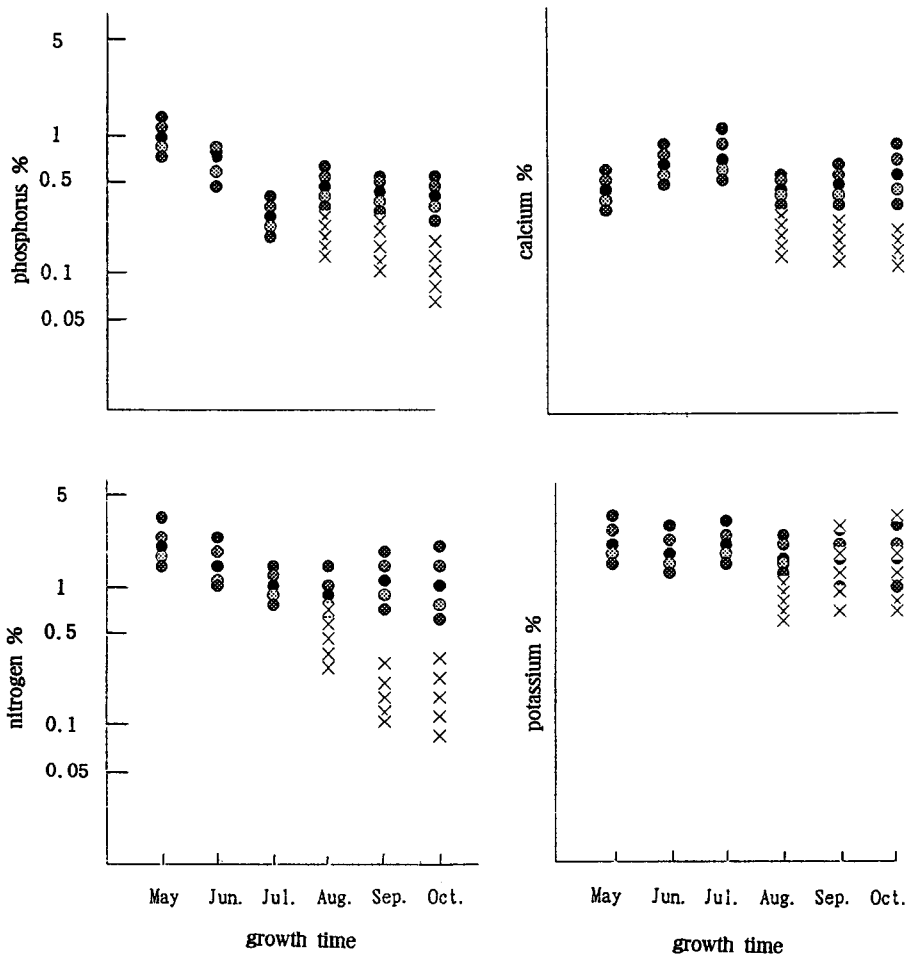


Fig. 8. Level of chemical composition in the leaf and stem of *Miscanthus sinensis* in Chulwon grassland (● leaf, × stem).

$$\begin{bmatrix} \frac{dv_1}{dt} \\ \frac{dv_2}{dt} \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ \frac{dv_n}{dt} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} k_{11}, k_{12} & \dots & k_{1n} \\ k_{21}, k_{22} & \dots & k_{2n} \\ \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot \\ k_{n1}, k_{n2} & \dots & k_{nn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v_1 \\ v_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ v_n \end{bmatrix} \dots (4)$$

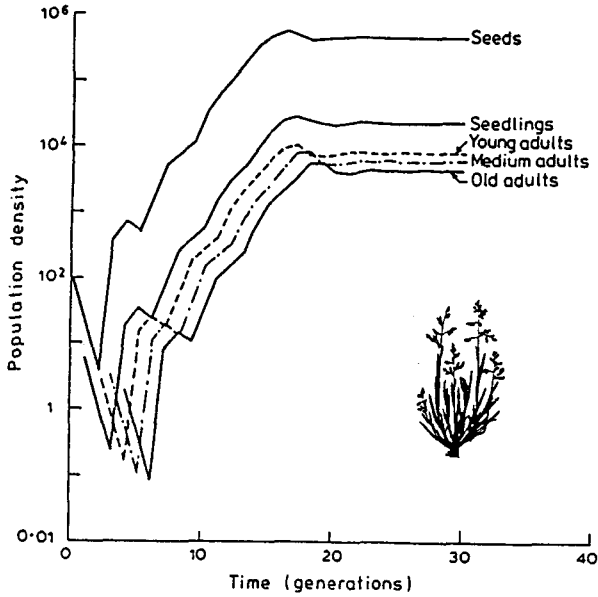


Fig. 9. Application of matrix model: simulation of the density-regulated changes in density of five age-classes in a population of *Poa annua* (From Law 1975.).

간단히

$$\frac{dV}{dt} = KV \dots\dots\dots(5)$$

(5)식에 의해 김화·철원지역의 자연초지가 1968년부터 1993년에 이르는 식생의 변화는 동일한 조사 지소에서 동일한 계절에 100m² 이상의 넓이의 충분한 조사면적을 random sampling하여 조사한 결과 정확히 분류할 수 없는 기타 종의 수도는 약간 변화하였으나 식생구조의 차는 통계학적으로 유의성을 인정할 수 없었다. 즉,

$$\frac{dV}{dt_{25}} \doteq 0 \dots\dots\dots(6)$$

(6)식은 Odum(1971)의 해석과 같이 단순하기 때문에 컴퓨터의 도움없이도 (5)식에 의해 김화·철원지구 초지는 그 지역환경에 적응된 평형상태의 초지로 결론하였다. 실제로 초지의 규모는 적으나 DMZ에 가까운 산지, 산록, 하천변에 소규모로 발달되어 Law(1975)가 (4), (5), (6)식의 결과를 일목요연하게 제시한 Fig. 9와 같이 초지를 구성하고 있는 각 개체군의 행동이 평형상태에 이른 것으로 해석된다.

摘 要

本 研究은 金化·鐵原地域 草地를 문혜리-와수리, 수도원-승일교 및 금학산 초지 등 3개지구로 나누어 草地植生構造, 生産性, 再生力, 土壤의 物理化學의 分析, 植物體의 無機養料 分布상태 등을 調査하였으며, 그 結果는 다음과 같다.

- ① 김화지구 문혜리-와수리 草地의 flora는 總 102種으로 構成되었으며, dominant species는 개자리였고, sub-dominant species는 억새였다.
- ② 철원지구 수도원-승일교 초지의 flora는 總 74종으로 構成되었으며, dominant species는 새였고, sub-dominant species는 억새였다.
- ③ 철원지구 금학산 초지의 flora는 總 78종으로 構成되었으며 dominant species는 새였고, sub-dominant species는 산거울이었다.
- ④ 김화·철원지역 초지의 standing crop는 186.4~413.7g/m²로 문혜리-와수리 초지가 가장 높고 수도원-승일교 초지가 중간이었다.
- ⑤ 미국 Florida prairie의 standing crop과 비교하면 은대인 김화·철원지구 초지의 standing crop이 대단히 높았다.
- ⑥ 문혜리-와수리 초지의 月間 net-productivity는 9.4~90.4g/m²이며, 日間 生産量은 0.31~2.92g/m²로이었다.
- ⑦ 수도원-승일교 초지의 月間 net-productivity는 15.6~119.3g/m²이며, 日間 生産量은 0.56~3.85g/m²이었다.
- ⑧ 금학산 초지의 月間 net productivity는 14.8~98.0g/m²이며, 日間 生産量은 0.47~3.16g/m²이었다.
- ⑨ Standing crop은 7, 8, 9월에 높았으며, 이것은 降雨量과 出穗期에 關係가 있다.
- ⑩ Net-productivity와 daily productivity는 6, 7, 8월에 크며, 식물의 生長時期에 관련이 컸다.
- ⑪ 再生力은 문혜리-와수리 초지가 가장 높고, 금학산 초지가 다음이며, 수도원-승일교 초지가 3個草地中 가장 높았다.
- ⑫ 일반적으로 再生력은 기후조건과 토양조건에 밀접한 關係가 있으며, 6, 7, 8월에 再生능력이 가장 컸다.
- ⑬ 김화·철원지역 초지토양의 土性은 砂土, 砂質堆壤土, 堆壤土, 壤土이었다.
- ⑭ 鹽基置換能, 置換性鹽基, 置換性水素는 表層이 가장 높고, 地下로 내려갈수록 그 含量 수준이 낮았다.
- ⑮ 總窒素, 有效磷酸, 置換性石灰, 土壤含水量의 含量 水準은 문혜리-와수리 초지가 가장 높고, 금학산 초지, 수도원-승일교 초지의 순위였다.
- ⑯ 有效加里, 치환성 Mg의 含量은 지역별로 차이가 없었으며, 유기물의 含量은 차이는 있었으나 그 差가 有意하지는 않았다.
- ⑰ 초지의 standing crop과 再生력은 총질소, 유효인산, 토양함수량과 관련이 있었다.
- ⑱ Net-productivity와 daily productivity의 시기적 변화는 김화·철원지역 초지에서는 현 양분수준에서 出穗期과 降雨量에 관련이 있었다.
- ⑲ 野草의 식물체내 무기양분 N, P, Ca의 분포상태는 억새, 새, 개자리에서 줄기보다 잎에 많

으며, K는 줄기에 많았다.

㉑ 잎과 줄기에 無機養分이 分布하는 상태는 성숙하면 할수록 현저한 차가 생긴다.

㉒ N, P, K, Ca의 식물체내 함량은 성장할수록 감소한다.

參考文獻

1. 朴奉奎. 1962. 大關嶺畜産試驗場支場에 있어서의 몇개의 放牧地에 대한 생태학적연구, 한국 식물학회지; 5(3); 1~4.
2. 朴奉奎. 1966. 한국의 草地型, 한국식물학회지, 9(3~4); 7~4.
3. 朴奉奎. 1967. 龍門山の 草地植生の 土壤에 관한 연구, 梨大 韓國文化研究院論叢, 11; 337~344.
4. 朴奉奎. 1967. 억새型和 조릿대型的 生産構造, 梨大 韓國文化研究院論叢, 10; 215~220.
5. 洪淳佑. 1962. 제주도 草原에 관한 연구, 高大文理論集, 5; 165~191.
6. 洪元植. 1955. 濟州의 海邊植物과 草原의 연구, 재교육 7 (9).
7. 洪元植. 1957. 濟州의 草原, 聖醫, 1(1); 62~68.
8. Brown, I.C. 1943. A raphid method of determining exchangeable hydrogen and total exchangeable bases in soil, Soil Sci., 56; 353~357.
9. Curtis, J.T. and R.P. Mcintosh. 1951. Ecology, pp. 476~496.
10. Ehara, K., Yamada, Y. and Maeno, N.; 1966, Physiological and Ecological Studies on the Regrowth of Herbage Plants IV, The Evidence of Utilization of food reserves during the early stage of Regrowth in Bahiagrass, Japanese Society of Grassland Science, 12(1); 13~29.
11. Ehara, K., Yamada, Y. and Maeno, N. 1966. Physiological and Ecological studies on the regrowth of herbage plants. V, The evidence of utilization of food reserves during the early stage of Regrowth in Bahiagrass, Japanese Society of Grassland Science, 12 (1); 5~7.
12. Ehara, K., Yamada, Y. and Maeno, N. 1966. Physiological and Ecological Studies on the Regrowth of Herbage Plants VI, Utilization Ratio and Regrowth-Utilization Ratio of Food Reserves during the Early Stage of Regrowth in Some Grasses, Japanese Society of Grassland Science, 12(1); 9~13.
13. Goodull, D.W. 1952. Quantitative Aspects of Palnt Distribution, Biol. Rev., 27; 194~245.
14. Ito, I. and I. Yamane. 1955. On the relationship between vegetations and soils at maintain grassland in Mizagi Prefecture, Bulletin of the Institute for Agricultural Research, 7(1); 29~33.
15. Kim, C.M. 1966. The Nutrient Holding Capacity of Woodiand Soils of Different Forest Tubes in Korea, Seoul Univ. Journal, 9; 148~172.
16. Kim, C.M., Chang, N.K. and Rim, Y.D. 1967. Studies on the Soil Buffer Action and Fertility of Soil Derived from the Different Parent Rocks, The College of Education Review, 9(1); 147~153.

17. Law, R. 1975. Colonisation and the evolution of life histories in *Poaanna*. Unpublished Ph. D. thesis University of Liverpool.
18. Numata, M. 1962. Ecological studies on weed communities, I ; 1~8.
19. Odum, E. P. 1971. Fundamentals of Ecology. 3d Edition. W.B. Saunder Co. pp. 280~283.
20. Ohara, M ; Miyauchi, T. and Y. Kosegawa. 1960. Studies on the Grassland Soils from the Stand Point of the Soil and Fertilizer Science (III), Changes of Physical and Chemical Properties of Pasture Soils and Plants by Cultivation, Grassland Division, Kanto-Tosan Agricultural Exporiment Station, 16 ; 252~290.
21. Oosting, H.J. 1956. The Study of Plant Communities Second ed. W.H. Freeman & Co. Sanfransisco, Califo., 389.
22. Patten, B.C. 1965. Community organization and energy relationships in plankton. Oak Ridge, Nat. Lab. Rep. ORNL-3634. Oak Ridge, Tenn
23. Penfound, Wm.T. 1964. Effects of Denudation on the Productivity of Grassland, Ecology. 45 ; 838~846.
24. Poter, C.L. Jr. 1964. Composition and Productivity of a Subtropical Prairie, Ecology, 48(6) ; pp.937~942.
25. Suganuma T. and M. Nakasute. 1960. Phytosociological Studies on the Grassland Vegetation of Mt. Wakakusa, Nara I, Special Reference toi the Structure of Miscanthus-type Community on the Second Hill of Mt. Wakakusa, Biological Journal of Nara Woment's University, 10 ; 121~126.
26. Tabb, Durbin C. 1963. A summary of Existing Information on the Fresh-water, Brackish-water and Marine Ecology of the Florida Evegldes Region in Relation to Fresh-water Needs of Everglades National Park, Inst. Mar. Sci. Univ. of Miami, 152 ;
27. Tsutsumi, T., Kawara, T. and T. Shidei. 1968. The Circulation of Nutrients in Forest Ecosystem(I), On the Amount of Nutrients Contained in the Above Ground-parts of Single Tree and of Stand. Journal of the Japanese Forestry Socitey, 50(3) ; 66~74.
28. Weight, R.G. and F.C. Evans. 1964. Primary Production and the Disappearance of Dead Vegetation on and old field in southeasten Michigan, Ecology, 45 ; 49~63.
29. Yamane, I., Ito, I., Sato, K. and Kumada, D. 1957. on the relationship between vegetation and Soil at Mountain Grassland in Miyagi Prefecture (II), part 2, Growing Process and Inorganic and Organic Constituents of Plants and Characteristics of Soils, the Bulletin of the Institute for Agricultural Research, Tohoku University, 8(4) ; 227~264.
30. Yarlett, Zewis L. 1965. Important Native Grasses for Range Conservation in Florida S. Dept. Agr. Soil conserv. Service, Gainesville, Florida ; 163.
31. Yoshita, S. 1956. Ecological Studies on Bokuya in Japan. Bulletin of the Institute for Agricultural Research, 7(3) ; 185~190.