

漢拏山 人工草地의 植物遷移

趙 南 棋*

The Plant Succession of Improved Pasture Around Mt. Halla in Cheju Island

Nam Ki Cho*

ABSTRACT

This study was conducted to examine the plant succession on the improved pasture of the mountain districts around Mt. Halla in Cheju Island. For this study, the researcher had investigated for ten years the improved pasture which had been used for grazing from 1976 to 1985. The pasture was reclaimed from native grassland. The mixed seeds of 17kgs' *Dactylis glomerata*, 7kgs' *Festuca arundinacea*, 2kgs' *Lolium multiflorum* and 2kgs' *Trifolium repens* were sowed per ha. The results of this study are the followings;

The annual changes in the number of plant species were observed. 37 weed species were found in 1976 and increased year after year to 151 species in 1985. The changes in the distribution of annual and perennial plant, and one species of arbor were found in 1976 and increased respectively year by year to 56 species (annual plant), 95 species (perennial plant) and 9 species (arbor) in 1985. The average plant height of introduced grasses by year increased from 38.05cm (1976) to 47.30cm (1978) and decreased from 40.50cm (1979) to 10.36cm in 1985 ($y = -0.501x^2 + 1.609x + 41.946$). While the average plant height of invading weeds increased from 26.61cm to 42.84cm ($y = -0.80x^2 + 2.540x + 27.570$) between 1976 and 1985. The density of introduced grasses was 70.90% in 1976 and was reduced to 0.49% in 1985 ($y = -0.501x^2 + 1.609x + 41.946$); while that of introducing weeds was 29.10% in 1976 and was increased to 99.51% in 1985 ($y = -0.080x^2 + 2.540x + 27.570$). The coverage of introduced grasses by year increased gradually from 72.8% (1976) to 74.86% (1978) and decreased from 43.01% (1979) to 1.21% in 1986 while that of intruding weeds developed a tendency to increase every year. Their coverage in 1976 was 22.09% and increased to 98.78% in 1985. The weight of introduced grasses by year increased from 2,808kg (1976) to 3,535kg (1978) per 10a and after 1979 decreased gradually from 2,326kg (1978) to 35kg per 10a in 1985. That of intruding weeds increased yearly from 308kg in 1976 to 3,178kg in 1985. The type of annual vegetation were changed as follows;

Year	Type
1976 - 1978	<i>Dactylis glomerata</i> / <i>Trifolium repens</i> type
1979	<i>Trifolium repens</i> / <i>Imperata cylindrica</i> type
1980 - 1982	<i>Imperata cylindrica</i> / <i>Zoysia Japonica</i> type
1983	<i>Imperata cylindrica</i> / <i>Pteridium aquilinum</i> type
1984 - 1985	<i>Imperata cylindrica</i> / <i>Miscanthus sinensis</i> type

The plants whose plant height, coverage, density, and weight increased year after year were *Imperata cylind-*

* 濟州大學校 農科大學(College of Agri., Cheju Univ., Cheju 590, Korea) < 86.7.18 接受 >

rica, Zoysia japonica, Pteridium equilinum, Miscanthus sinensis, Cirsium japonicum, Erigeron canadensis, Artemisia japonica, Lespedeza cuneata, Spondiopogon cotulifer, Cymbopogon tortilis, Plantago asiatica, Rumex acetosella, etc. The vegetation of Digitaria sanguinalis, Hydrocotyl japonica, Artemisia asiatica, etc. was comparatively remarkable in the beginning.

결과를 發表하는 바이다.

緒 言

材料 및 方法

濟州道 漢拏山 中山間地域(해발 250~750m)에는 60,000ha에 달하는 牧野地를 保有하고 있을 뿐만 아니라 降雨量이 많고 無霜期間(280日 以上)이 길어 營養生長만을 하는 牧草生産에는 우리나라가 제일 有利한 地域으로 알려져 있다.

濟州道에서는 牧草栽培에 有利한 利點을 감안하여 오래전(1966년)부터 草地造成 事業이 시작되었으며, 현재 部落同共牧場 91個所 4,750ha, 企業牧場 29個所가 6,920ha, 官營牧場 3個所 519ha, 그리고 一般牧場이 4,311ha에 50억원을 投入하여 총 21,000ha에 달하는 面積에 人工草地를 造成하였고 1988年度까지 650억원의 國庫를 投資하여 24,000ha의 牧野地를 擴大改良하고 150,000 餘頭의 家畜을 入植할 계획이다.

그러나 濟州道에서는 이 分野에 있어서 研究活動이 이루어지지 못하여 草地造成事業은 성공적이 못하고 草地造成 이후 雜草의 侵入으로 不實草地化 되고 있고 곳에 따라서는 有害雜草에 의하여 放牧家畜이 集團斃死되어 많은 國庫損失을 초래하고 있는 實情이다.⁴⁾

따라서 本研究은 漢拏山 人工草地造成 및 管理 그리고 利用하는데, 기초자료를 提供하기 위하여 1976~1985년까지 10年間 家畜放牧에 利用되고 있는 混播牧草地를 대상으로 植物의 遷移過程을 調査 하였던

1. 調査對象地域의 概況

1) 位置 및 人工草地造成前 植生概況

調査地域은 濟州道 漢拏山 北斜面 海拔 450m에 位置(東經 126°35' 北緯 33°25')하여 있는 濟州市 月坪洞 東城牧場을 對象으로 하였다. 草地造成前 植生은 *Imperata cylindrica*를 비롯한 禾本科植物이 75%로 가장 많았으며, 豆科植物은 5%로 *Lespedeza cuneata*, *Kummerowia striata* 등이 主된 草種이었다. 그리고 家畜에게 해로운 고사리科의 *Pteridium aquilinum*이 4% 其他種은 16% 内外였는데, *Rubus pervifolius* 등 雜灌木이 많았다.

2) 土壤 및 氣象條件

調査地域의 地形은 北쪽으로 緩傾斜를 이룬 丘陵이며, 土壤統은 中文統으로 火山灰가 母材로 되어 있으며, 有效土深은 50cm 以上이다.

土壤의 化學的 性質은 pH 6.2, 置換性 칼슘 1.70me/100g, 置換性 마그네슘 1.05me/100g, 置換性 칼륨 0.28me/100g, 置換性 나트륨 0.34mg/100g, 有機物含量 10%, 有機磷酸含量 26.3ppm(Lancaster法)이고 磷酸吸收係數는 2,000 以上으로써 比較的 높은 편이었다. 試驗圃의 土壤檢定結果는 透水速度와 物理的 性質 등으로 미루어 볼 때 鹽基洗脫이 일어나기 쉬운 特性의 土壤이었다.

Table 1. Meteorological data in the investigated.

Item	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985
Maximum (°C)	33.6	35.1	35.2	35.2	32.6	34.1	34.0	34.2	34.0	33.9
Minimum (°C)	-3.1	-6.0	-1.9	-2.6	-2.8	-5.1	-2.2	-2.9	-4.0	-3.6
Average temp. (°C)	14.7	15.2	15.8	15.9	14.5	15.0	15.4	15.6	14.8	15.4
Average humidity	76	77	74	75	74	71	72	74	73	71
Precipitation (mm)	1,452	1,180	1,079	1,838	1,545	1,612	1,248	1,373	896	2,421

調査期間의 氣象要素는 <表 1>에서 보는 바와 같다.

3) 人工草地造成

草地造成은 위 調査對象地域의 自然草地를 1975

年 7월에 雜灌木 등의 全植物을 除去한 後 1次 開墾하였으며, 同年 8월에 1ha當 4,000kg에 該當하는 量의 農開石灰를 撒布한 後 2次 開墾하였다. 同年 9월에 ha當 尿素 80kg, 溶性磷肥 630kg,

鹽化加里 75kg을 全量施用한 後에 牧草種子 *Dactylis glomerata* 17kg, *Festuca arundinacea* 7kg, *Lolium multiflorum* 2kg, *Trifolium repens* 2kg을 混播하였다. 그 後 尿素, 溶性燐肥, 鹽化加里를 各各 160kg, 630kg, 150kg을 施用하였고, 窒素肥料은 前述한 施用量的 50%를 每年 3月 20日과 9月 20日에 2回 分施하였으며, 溶性燐肥 및 鹽化加里는 3월에 全量을 施用하였다.

家畜의 放牧은 ha當 1頭의 濟州韓牛를 植生調査 직후 25日씩 年 3회에 放牧하였으며, 草地管理는 一般耕種法에 準하였다.

2. 調査方法

調査方法은 위 調査地域에서 50個의 Quadrat(1m × 1m)를 固定 設置하여 1976~1985年에 이르기까지 導入牧草 및 侵入雜草의 生育狀態를 各 年度마다 5月 2日, 7月 20日, 10月 20日에 草長·收量·密度·被度를 平均치로 하여 植生의 遷移過程을 究明하였다.

草長調査는 各 試驗區에 나타난 全植物 중에서 50本을 抽出하여 地表面에서 最長의 長이를 測定하여 平均하였고, 收量調査는 本 試驗區에서 50個의 保護區域을 設置하여 收量を 調査하였는데, 生草의 調査는 土壤面에서 5cm程度의 높이로 刈取하여 그 生草量을 測定한 다음 10a當 무게로 換算하였다. 密度 調査는 各 試驗區에 發生된 草種別 本數를 總數로 나누어 百分率로 換算하였으며 被度는 植物體의 地上 部位가 地表面을 차지하고 있는 投影面積의 全體面積에 對한 比率로 나타내었는데, 植物이 차지하는 面積을 圓型으로 간주하고 그 直徑을 Caliper로 測定하여 圓의 面積을 計算하였다. 優占種의 調査는 被度를 中心으로 하여 各 年度別 優占順位를 決定하였다.

結果 및 考察

1. 改良年度別 種多樣性變化

濟州道 漢拏山 人工草地에 있어서 改良年度別 侵

Table 2. Yearly changes in the distribution of edible and inedible weeds on the improved pasture. (species)

Weeds	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985
Edible weeds	29	29	30	60	81	91	92	96	98	102
Inedible weeds	8(5)	8(5)	8(5)	16(10)	25(9)	39(12)	42(12)	44(13)	46(13)	49(14)
Total	37	37	39	76	106	130	134	140	142	151

() : poisonous weeds.

入雜草의 分布狀態는 <表 2>에서 보는 바와 같다.

改良年度別 侵入雜草의 分布는 1976年과 1977年에 各各 37種, 1978年 39種, 1979年 76種, 1980年 106種, 1981年 130種, 1982年 134種, 1983年 140種, 1984年 142種으로 年數가 지난에 따라 增加되었으며 1985年 草地에서는 151種이었다.

1976~1985年까지의 調査期間中에 發見된 總侵入雜草의 數는 45科 151種으로 한번 出現하였던 대부분의 侵入雜草는 마지막 調査年度인 1985年 草地까지 發見되었으나 *Taraxacum platycarpum*, *Pinellia ternata* 그리고 *Lolium multiflorum* 등은 改良年數가 經過되어 草種이 增加할수록 消滅되었다.

人工草地의 造成初期에 發生한 導入牧草를 제외한 侵入雜草는 *Pteridium aquilinum*, *Remex acetocella*, *Portulaca oleracea*, *Cerastium holosteoides*, *Ranunculus japonicus*, *Capsella bursapastoris*, *Potentilla chinensis*, *Potentilla fragarioides*, *Kummerowia st-*

riata, *Lespedeza cuneata*, *Lespedeza virgata*, *Viola ciliata*, *Centalla asiatica*, *Hydrocotylle japonica*, *Plantago lanceolata*, *Ambrosia japonica*, *Artemisia asiatica*, *Cirsium japonicum*, *Erigeron canadensis*, *Andropogon brevifolius*, *Avena sativa*, *Cymbopogon tortilis*, *Chloris virgata*, *Digitaria sanguinalis*, *Imperata cylindrica*, *Miscanthus sinensis*, *Setaria viridis*, *Spodiopogon cotulifer*, *Zoysia japonica*, *Cyperus amuricus*, *Scilla sinensis* 등이고, 改良後 비교적 늦게 出現된 草種은 *Boehmeria nivea*, *Urtica thunbergiana*, *Persicaria hydropiper*, *Reynoutria elliptica*, *Geranium pallidum*, *Cayratia japonica*, *Denothera odorata*, *Phlomis umbrosa*, *Sultellaria indica*, *Veronica livacina*, *Galium asiaticum*, *Lonicera japonica*, *Partinia scabiosaefolia*, *Trichooanthes japonica*, *Adenophora hirsuta*, *Aster ciliolus*, *Bidens bipinnata*, *Cirsium spinosissimum*, *Ligularia*

fischeri, *Sonchus japonica*, *Youngia sonchifolia*, *Arisaema serratum*, *Dioscorea batatas* 등 이었다.

草種中에서는 可食草가 不可食草에 비하여 모든 改良草地에서 그 種類가 많았으며, 이들의 年度別 變動狀態도 全草種의 變動과 비슷한 傾向이었다.

家畜에 有害한 雜草의 分布는 1976년부터 1978년까지는 各各 5種, 1979년부터 1985년까지는 9~14種이 發見되었는데 이들의 草種은 *Pteridium aquilinum*, *Vitica hunbergiana*, *Persicaria hydropiper*, *Amaranthus spinosus*, *Clematis mandshurica*, *Pursatilla koreana*, *Ranunculus japonicus*, *Impatiens aphanantha*, *Ambrosia elatum*, *Cirsium japonicum*, *Cirsium spinosissimum*, *Arisaema serratum*, *Pinellia ternata* 등이며, 특히 放牧家畜의 集團中毒으로 問題가 되는 *Pteridium aquilinum*는 改良初년부터 發生하였다.

Marsh²²⁾에 의하면 美國의 西部牧野에 放牧하는 家畜의 3~5%가 每年 有毒植物에 의하여 被害를 받고 있다고 하였으며 Sampson³⁴⁾은 美國의 放牧地에서 家畜에게 有害한 植物은 500餘種에 달하고 그中 *Leguminosae*, *Ranunculaceae*, *Composite* 및 *Euphorbiaceae*에 屬하는 種이 가장 많이 分布되어 있다

고 하였고, To⁴²⁾는 우리나라 全域에 分布되어 있는 有毒植物의 總數는 113種으로 그中 *Solanaceae*, *Ranunculaceae*, *Paraveraceae*, *Euphorbiaceae*에 屬하는 種이 많다고 報告하였다.

改良牧草地에서 이와 같은 有害植物의 發生은 環境 등의 自然條件과 그것을 利用하는 家畜의 種類 그리고 利用形態 등의 影響에 따라 年次的으로 雜草發生에 顯著한 差異가 생기게 되고 이들의 侵入雜草는 導入牧草와 水分, 養分, 光線利用에 競合을 하여 作物의 生育을 沮害시켜 雜草는 점차적으로 그들의 生活領域을 넓혀가게 된다고 報告하였다.³⁴⁾

특히 本 調査에서는 草地改良後 1~3次까지는 雜草의 侵入에 큰 變動이 없었으나 改良後 4年次以後부터 雜草는 急増되는 傾向이 있었는데, 이와 같은 現象은 本地域의 特殊한 氣象條件과 土壤條件 그리고 導入牧草 및 侵入雜草의 生理的 特性의 差異 그리고 管理狀態 등에 의하여 影響이 미친 것으로 考察된다.

2. 改良年度別 侵入種의 生態型變化

濟州道 漢拏山 人工草地에 있어서 改良年度에 따르는 侵入雜草의 生態型別 分布狀態는 <表 3>에서 보는 바와 같다.

Table 3. Yearly changes in the distribution of weeds in different growth form.

		(species)									
Growth form	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	
Annual weeds	12(4*)	12(4*)	13(4*)	27(9*)	36(10*)	42(12*)	45(13*)	51(15*)	49(15*)	56(16*)	
Perennial weeds	25(1**)	25(1**)	26(1**)	49(1**)	70(4**)	88(5**)	89(5**)	90(6**)	93(6*)	95(9*)	
Total	37	37	39	76	106	130	134	141	142	151	

草地造成後 年度에 따르는 侵入雜草의 生態型別 分布狀態는 1978년에 1年生 12種, 多年生 25種 木本雜草 1種이었으나 年數가 지남에 따라 每年增加되어 10年後인 1985年度에는 1年生 56種, 多年生 95種, 木本雜草는 9種이었다.

改良年度別 侵入種의 生活型 分布變化는 그 地域의 氣象, 土壤 등 環境要因과 管理狀態 그리고 人工草地利用에 따라 種造成에 差異가 생기게 되며 耕作後 時間이 經過함에 따라 生育特性이 다른 各種의 雜草가 年次的으로 侵入하게 되면서 種間에 競爭現象이 나타나게 되어 種多樣性變化가 始作되는데¹⁹⁾, 岩城⁹⁾에 의하면 改良初期에는 1年生 雜草가 侵入되고 그以後부터는 多年生, 陽樹低木, 陽樹高木 그리고 最後에는 陽樹喬木 順位로 侵入하게 된다고 報告하였다.

本 調査에서는 改良初期인 1976년에는 1年生 草種이 12種, 多年生은 25種으로 1年生 草種에 비하여 월등히 많은 것으로 나타나서 岩城⁹⁾의 報告와는 反對傾向이었다. 그러나 1976~1979年 草地에 이르기까지 木本性雜草는 各各 1種으로 變化가 없었으나, 1980~1985년에 이르러서는 4~9種으로 顯著히 增加되어 年數의 經過에 따라 木本性雜草가 增加된다는 岩城⁹⁾의 報告와 一致되었다.

李¹⁹⁾의 生活型的 季節的 變動에 관한 報告에 의하면 緯度나 海拔 등 地域의 位置의 差異는 栽培되고 있는 作物의 種類에 따라서 侵入植物의 季節的 變動에 큰 差異를 보이고 대체적으로 여름 고온기에는 1年生植物이 消滅되고 이와는 反對로 多年生 植物은 增加된다고 한 바가 있는데 이것은 本 調査의 結果와 일치되는 것이었다.

우리나라 밭에 發生하고 있는 雜草는 모두 65科 300種으로 보고 되어 있는데, 이들의 雜草를 生態群으로 分類해 보면 一年生雜草가 93種, 越年生 59種, 多年生 119種으로 多年生 雜草가 가장 많이 分布되어 있다.¹⁷⁾

本 調査에서도 1年生雜草에 비하여 多年生 雜草가 年次的으로 현저히 증가되고 있는 傾向이었다.

3. 改良年 變別 草長의 變化

導入牧草 및 侵入雜草의 改良年度別 草長의 變化 狀態를 調査한 結果는 <表 4>에서 보는 바와 같이 年數의 經過에 따르는 導入牧草의 平均草長은 1976~1978年 草地까지는 38.05cm에서 47.30cm로 길어지고 있으나 1979년부터 1985年 草地까지는(40.50~10.36cm) 짧아지고 있는데 이 變化狀態의 回歸方程式은 $y=0.501x^2+1.609x+41.946$ 으로 表示할 수

있었다. 한편 侵入雜草의 草長은 1976年 草地에는 26.67cm였던 것이 年數가 지남에 따라 점차적으로 길어져 1985年 草地에서는 42.84cm로 回歸方程式 $y=-0.080x^2+2.540x+27.570$ 이었다.

混播牧草類中에서는 主草種인 *Dactylis glomerata* 草長은 1976年~1978年 草地까지는 길어지고 있었으나 1979~1985年 草地에 이르기까지는 짧아지고 있었으며, 豆科牧草인 *Trifolium repens*의 草長은 1976~1980年까지는 매년 길어지고 있었다. 그러나 1981년부터 1985年 草地에 이르기까지는 짧아지고 있는 傾向이었다.

일반적으로 *Dactylis glomerata*, *Festuca arundinacea* 등의 禾本科牧草에 비하여 豆科牧草인 *Trifolium repens*의 草長은 매년마다 짧게 나타나고 있었으나 草長은 매우 前進的이었다.

改良年數가 지남에 따라 草長이 길어지고 있는 侵

Table 4. Yearly changes in the length of introduced forage crops and invading weeds.

Species	(cm)										
	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	
<i>Dactylis glomerata</i> *	44.50	48.54	50.60	40.38	39.04	28.80	21.35	20.36	15.01	10.34	
<i>Festuca arundinacea</i> *	42.41	53.17	52.62	43.57	42.66	35.31	32.07	23.44	21.34	11.86	
<i>Lolium multiflorum</i> *	32.76	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Trifolium repens</i> *	32.52	37.00	38.67	37.70	33.88	29.45	26.06	17.16	12.25	8.88	
<i>Imperata cylindrica</i> **	34.26	34.97	38.76	46.59	47.91	49.35	50.35	52.01	54.38	55.77	
<i>Zoysia japonica</i> **	10.93	11.81	12.05	13.06	13.38	13.99	14.11	14.33	15.01	15.69	
<i>Miscanthus sinensis</i> **	46.19	48.54	49.79	53.78	57.21	58.81	63.25	67.74	70.73	79.41	
<i>Pteridium aquilinum</i> ***	46.06	47.92	48.71	50.83	51.82	52.71	53.62	57.32	58.03	60.53	
<i>Cirsium japonicum</i> ***	37.89	40.69	42.62	45.09	47.66	50.42	54.33	58.01	59.72	62.34	
<i>Erigeron canadensis</i> ***	39.59	42.46	50.14	56.64	58.22	58.41	60.62	66.75	71.34	78.66	
<i>Artemisia asiatica</i> **	32.25	34.63	35.81	39.13	41.92	45.42	45.99	47.38	48.22	49.97	
<i>Artemisia japonica</i> **	29.30	35.20	36.80	38.66	42.40	43.73	47.03	49.99	54.53	58.43	
<i>Lespedeza cuneata</i> **	38.67	39.61	43.65	45.22	47.29	48.83	49.35	51.12	55.27	57.77	
<i>Hydrocotyle japonica</i> ***	9.60	12.28	12.74	12.91	12.20	11.60	11.21	11.02	10.96	10.53	
<i>Digitaria sanguinalis</i> **	24.28	29.95	30.80	29.68	29.89	29.20	26.59	25.01	24.73	22.96	
<i>Cyperus amuricus</i> **	21.33	22.82	23.45	21.43	21.34	20.65	20.22	20.01	19.83	17.98	
<i>Spodiopogon cotulifer</i> **	33.80	38.16	39.85	41.82	44.77	46.40	46.98	47.32	49.11	52.03	
<i>Cymbopogon tortilis</i> **	31.67	36.98	39.43	41.24	45.12	48.58	49.04	50.11	50.95	52.01	
<i>Lespedeza virgata</i> **	9.56	10.75	11.87	12.68	13.23	14.09	14.16	14.43	15.12	15.19	
<i>Potentilla freyniana</i> **	21.03	24.38	25.81	27.11	31.60	33.56	34.57	35.44	36.06	37.03	
<i>Potentilla chinensis</i> **	17.66	19.00	20.35	21.53	24.43	26.41	26.49	27.51	27.93	28.21	
<i>Plantago asiatica</i> **	7.69	8.97	9.69	10.51	13.80	14.95	14.97	15.04	15.05	15.27	
<i>Rumex acetosella</i> ***	27.78	29.88	31.35	32.71	34.23	38.22	38.27	38.95	39.31	39.73	
<i>Cerastium holosteoides</i> **	9.81	10.03	10.25	10.60	10.94	11.21	11.26	11.34	11.54	11.88	
Other weeds	30.74	41.05	49.62	55.39	62.87	65.84	67.01	68.92	75.01	78.31	
Introduced forages	38.05	46.20	47.30	40.50	38.53	31.19	26.49	20.32	16.20	10.36	
Invading weeds	26.67	29.56	31.60	33.65	35.82	37.26	38.07	39.51	41.09	42.84	

* : Introduced forage crops. ** : Edible weeds. *** : Inedible weeds.

入種은 *Pteridium aquilinum*, *Micanthus sinensis*, *Imperata cylindrica*, *Cirsium japonicum*, *Erigeron canadensis*, *Artemisia japonica*, *Lespedeza cuneata*, *Spodiopogon cotulifer*, *Cymbopogon tortilis*, *Lespedeza virgata*, *Rumex acetosella*, *Cerastium holosteoides* 등이며 *Artemisia asiatica*, *Hydrocotyle japonica*,

Digitaria sanguinalis, *Zoysia japonica* 등의 雜草는 1976~1985年 草地에 이르기까지 草長의 크기에 큰 變化가 없는 것으로 나타나고 있었다.

侵入雜草類中에서 可食雜草와 不食雜草의 草長의 年次的 變化에 있어서는 不食雜草가 可食雜草의 草長에 비하여 길고 매년 優勢한 편이었다. 이와 같은 現象은 植物의 種類에 따라 環境要因에 대한 反應이 달라져 開花時期 最大生育期 또는 再生力의 強弱의 差異에 의한 것임은 물론이러나와 특히 本 調査에서는 放牧家畜의 嗜好性에 의한 採食의 영향이 크게 미친 것으로 생각되었다.

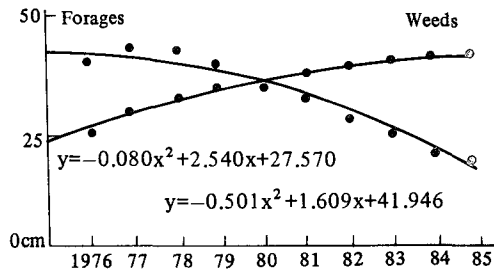


Fig. 1. Plant height of introduced forages and invading weeds with the passage of year.

4. 改良年度別 密度의 變化

改良年度別 導入牧草 및 侵入雜草 密度變化를 調査한 結果는 <表 5>에서 보는 바와 같다.

人工草地에 있어서 改良後 年次別 導入牧草의 密

Table 5. Yearly changes in the density of introduced forage crops and invading weeds.

Species	Density (%)										
	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	
<i>Dactyle glomerata</i> *	54.12	47.85	30.67	10.09	3.63	0.84	0.24	0.10	0.02	0.01	
<i>Festuca arundinacea</i> *	3.55	4.80	5.39	4.81	3.91	0.95	0.85	0.69	0.31	0.05	
<i>Lolium multiflorum</i> *	4.35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Trifolium repens</i> *	14.38	16.33	19.24	20.92	11.69	6.96	4.58	2.06	1.00	0.43	
<i>Imperata cylindrica</i> **	0.73	1.21	6.18	17.67	28.09	32.97	33.01	33.37	33.40	33.67	
<i>Zoysia japonica</i> **	2.47	4.22	7.27	20.05	23.17	27.56	27.67	27.82	27.94	28.01	
<i>Miscanthus sinensis</i> **	0.06	0.08	0.09	0.21	0.58	0.72	0.86	3.30	6.11	7.77	
<i>Pteridium aquilinum</i> ***	0.08	0.13	0.17	0.23	0.34	0.44	0.54	0.77	0.89	1.03	
<i>Cirsium japonicum</i> ***	0.08	0.10	0.18	0.22	0.24	0.29	0.34	0.61	0.93	1.24	
<i>Erigeron canadensis</i> ***	0.07	0.10	0.16	0.31	0.36	0.38	0.44	0.71	0.79	1.37	
<i>Artemisia asiatica</i> **	0.98	0.91	0.82	0.68	0.67	0.62	0.55	0.46	0.44	0.39	
<i>Artemisia japonica</i> **	0.06	0.10	0.13	0.20	0.40	0.48	0.91	1.02	1.34	1.97	
<i>Lespedeza cuneata</i> **	0.11	0.18	0.18	0.23	0.30	0.37	0.44	0.49	0.57	0.67	
<i>Hydrocotyle japonica</i> ***	9.40	12.76	11.40	8.75	8.12	7.25	3.54	2.75	1.72	1.11	
<i>Digitaria sanguinalis</i> **	3.42	2.47	2.39	1.63	1.17	0.52	0.39	0.32	0.20	0.10	
<i>Cyperus amuricus</i> **	1.33	1.38	1.31	1.09	0.96	0.73	0.09	0.08	0.07	0.03	
<i>Spodiopogon cotulifer</i> **	0.08	0.38	0.51	1.04	1.21	1.26	1.38	1.44	1.77	1.94	
<i>Cymbopogon tortilis</i> **	0.07	0.39	0.51	0.88	1.07	1.18	1.35	1.37	1.44	1.46	
<i>Lespedeza virgata</i> **	0.48	0.96	1.11	1.15	1.32	1.42	1.50	1.55	1.77	1.96	
<i>Potentilla freyniana</i> **	0.17	0.22	0.25	0.39	0.56	0.63	0.71	0.78	0.86	0.95	
<i>Potentilla chinensis</i> **	0.08	0.14	0.18	0.30	0.40	0.50	0.62	0.69	0.73	0.91	
<i>Plantago asiatica</i> **	0.15	0.18	0.24	0.36	0.43	0.49	0.55	0.67	0.76	0.94	
<i>Rumex acetosella</i> ***	0.43	0.58	1.29	2.31	2.95	3.67	3.71	3.79	3.87	3.91	
<i>Cerastium holosteoides</i> ***	0.55	0.69	0.94	1.53	2.03	2.33	2.43	2.47	1.51	1.91	
Other weeds	2.80	3.89	4.39	4.95	6.40	7.44	13.30	13.38	11.56	8.91	
Introduced forages	76.40	68.98	55.30	35.82	19.20	8.75	5.67	2.16	1.33	0.49	
Invading weeds	23.60	31.02	44.70	64.18	80.77	91.25	94.33	97.84	98.67	99.51	

* : Introduced forage crops. ** : Edible weeds. *** : Inedible weeds.

度變化는 1976年 草地에 76.40%, 1977年 68.98%, 1978年 55.30%, 1979年 35.82%, 1980年 19.20%, 1981年 8.75%, 1982年 5.67%, 1983年 2.16%, 1984年 1.33%였다가 1985年 草地에 이르러서는 0.49%로 減少되고 있으며 이의 回歸方程式 $y = 1.024x^2 - 20.343x + 99.841$ 로 表示할 수 있었다.

한편 侵入雜草의 密度變化는 1976年 草地에 23.60%였던 것이 1985年 草地에서는 每年 增加되고 있는데 이와 같은 傾向은 $y = 1.024x^2 + 20.343x + 0.160$ 이었다. 混播牧草類中에 禾本科牧草인 *Dactylis glomerata*의 密度는 1976年에 54.12%였던 것이 年數가 지남에 따라 점차적으로 감소되어 1985年 草地에서는 0.01% 거의가 滅종되었으며 豆科牧草인 *Trifolium repens*의 密度는 1976年부터 1979년까지(14.38~20.92%)는 減少되었다. 특히 本 調査에서 豆科牧草의 密度는 前進的이었으나 禾本科牧草는 後退的인 遷移傾向을 나타내고 있는데 이와 같은 現象은 Baker²⁾의 報告와 같이 Clover類가 禾本科飼料作物에 비하여 優세하다는 것과 일치되는 傾向이었다.

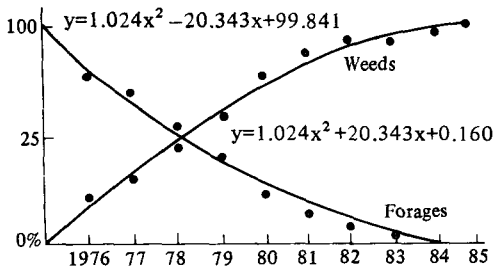


Fig. 2. Density of introduced forages and invading weeds with the passage of year.

密度의 年次的인 變化에 있어서 年數가 지남에 따라 增加되는 侵入雜草는 *Imperata cylindrica*, *Zoysia japonica*, *Miscanthus sinensis*, *Pteridium aquilinum*, *Cirsium japonicum*, *Erigeron canadensis*, *Artemisia japonica*, *Lespedeza cuneata*, *Spodiopogon cotulifer*, *Cymbopogon tortilis*, *Lespedeza virgata*, *Rumex acetosella*, *Cerastium holosteoides* 등이며, *Artemisia asiatica*, *Hydrocotyle japonica*, *Digitaria sanguinalis* 등은 改良初年度에는 密度가 比較的 높은 편이었으나 改良後 年數가 지남에 따라서 오히려 減少되고 있는 傾向이었다. 이와 같은 侵入種의 前進과 後退的인 遷移傾向은 種의 特性差異는 물론이지만 濟州道의 特殊한 氣象, 土壤 等 環境要因에 의하여 크게 影響을 받았던 것으로 보여진다.

5. 改良年度別 生草收量의 變化

人工草地에 있어서 生草의 總收量의 年次的 變化(表 6)은 1976年 草地에서 3,117kg, 1977年 3,995kg, 1978年 4,100kg, 1979年 2,326kg, 1980年 1,068kg, 1981年 297kg, 1982年 171kg, 1983年 123kg, 1984年 63kg, 1985年 草地에서는 35kg으로 1976~1978年까지 收量은 增加되었으나 그 以後부터는 減少되었다.

禾本科牧草인 *Dactylis glomerata* 收量은 1976年 1,942kg에서 1978年 2,512kg으로 增加되었으나 그 以後부터 1985年까지는 1040~0.94kg으로 감소되는 傾向을 보였으며, 豆科牧草인 *Trifolium repens* 는 1976年에 444kg에서 1980年 656kg으로 增加되었으나 1981年부터 감소되어 1985年 草地에서는 19kg이었다. 그리고 *Dactylis glomerata*, *Festuca arundinacea* 等の 禾本科牧草와 *Trifolium repens* (豆科牧草)의 年次的 生草收量을 比較해 보면 1976年부터 1979年까지는 *Trifolium repens*에 비해 禾本科 牧草의 收量이 많은 편이었으나 1980年 이후부터는 豆科牧草가 收量이 많았다. 이러한 傾向은 濟州道를 비롯한 他 地域에서도 흔히 나타나는 現象인데¹⁵⁾, 韓國에서 混播草地를 造成할 때에 禾本科牧草로서 *Dactylis glomerata*, 豆科牧草로서는 *Trifolium repens*를 基本草種으로 하고 그 밖에 2~3種을 첨가하여 混播하고 있어서 大部分의 牧草地가 1,2年이 지나면 Clover優占草地로 되어버리는 경우가 많다.¹⁴⁾

侵入雜草의 收量은 1976年 草地에서 308kg 이었던 것이 매년 增加되어 1985年 草地에서는 3,176kg으로, 1980年 이후부터는 導入牧草에 비하여 侵入雜草의 生産量이 많은 것으로 나타나고 있다.

混播한 牧草地에 있어서 改良後 年度가 지남에 따라 收量이 增加되는 侵入雜草는 *Imperata cylindrica*, *Zoysia japonica*, *Miscanthus sinensis*, *Pteridium*

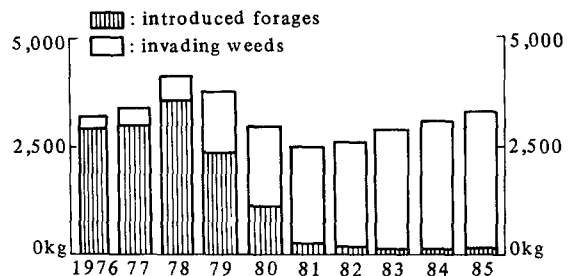


Fig. 3. Fresh weight of introduced forages and invading weeds with passage of year.

Table 6. Yearly changes in the fresh weight of introduced forage crops and invading weeds.

(10a/kg)

Species	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985
<i>Dactylis glomerata*</i>	1942.02	2697.26	2512.26	1040.57	175.60	34.15	21.46	13.57	9.32	0.94
<i>Festuca arundinacea*</i>	215.99	219.92	314.94	281.85	236.35	67.50	49.49	38.69	21.11	15.30
<i>Lolium multiflorum*</i>	205.52	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Trifolium repens*</i>	444.93	504.65	707.84	1004.57	656.07	196.07	100.23	61.45	33.39	19.37
<i>Imperata cylindrica**</i>	1.95	25.10	66.30	659.03	985.79	1137.35	1151.41	1201.17	1220.05	1270.07
<i>Zoysia japonica**</i>	10.01	14.69	20.54	70.36	85.64	142.89	147.56	149.34	156.70	161.30
<i>Miscanthus sinensis**</i>	7.98	9.67	11.70	51.81	94.75	150.04	160.46	202.11	298.61	312.24
<i>Pteridium aquilinum***</i>	9.85	14.71	19.89	34.95	53.01	65.51	99.35	102.25	111.02	113.71
<i>Cirsium japonicum***</i>	2.40	3.73	5.42	8.40	8.63	11.37	35.64	99.33	185.63	211.13
<i>Erigeron canadensis***</i>	10.26	17.83	24.52	54.75	74.34	76.27	93.25	215.61	254.23	289.52
<i>Artemisia asiatica**</i>	63.38	124.15	112.33	109.57	105.50	103.22	71.54	67.23	40.70	31.27
<i>Artemisia japonica**</i>	3.63	7.08	8.63	15.29	27.25	31.78	63.62	86.54	90.26	99.74
<i>Lespedeza cuneata**</i>	6.07	7.32	9.44	13.27	16.61	22.15	39.11	46.14	51.62	70.14
<i>Hydrocotyle japonica***</i>	28.80	28.41	25.36	24.59	23.52	21.34	20.03	18.25	16.11	12.62
<i>Digitaria sanguinalis**</i>	50.23	82.84	78.12	75.14	64.46	50.51	41.22	31.84	12.01	7.24
<i>Cyperus amuricus**</i>	26.34	26.28	25.14	24.89	23.42	16.97	14.34	13.72	11.64	10.11
<i>Spodiopogon cotulifer**</i>	3.51	14.17	16.71	30.52	48.20	53.71	69.24	77.43	110.14	130.24
<i>Cymbopogon tortilis**</i>	2.75	19.01	22.10	50.37	57.01	62.91	67.02	70.39	89.91	111.13
<i>Lepedeza virgata**</i>	11.83	12.33	13.11	15.88	17.27	18.66	18.76	19.01	19.75	21.13
<i>Potentilla freyniana**</i>	7.25	9.61	13.27	27.41	37.01	42.88	43.53	44.33	45.60	46.17
<i>Potentilla chinensis**</i>	7.15	18.71	20.67	30.98	49.61	56.03	57.34	60.25	62.87	68.31
<i>Plantago asiatica**</i>	5.74	8.60	11.35	18.67	20.55	24.41	27.31	28.64	29.17	30.46
<i>Rumex acetosella***</i>	1.02	3.29	6.98	18.44	20.68	25.41	28.01	29.24	29.55	31.41
<i>Cerastium holosteoides**</i>	0.88	1.25	2.42	3.56	4.14	4.76	4.81	5.13	5.62	6.03
Other weeds	47.81	53.04	51.53	71.42	81.27	93.79	102.27	121.11	130.24	144.41
Introduced forages	2808.46	3493.83	3535.05	2326.99	1068.02	297.72	171.18	123.71	63.82	35.61
Invading weeds	308.84	581.82	565.53	1409.30	1898.66	2211.78	2355.82	2689.06	2971.43	3178.38
Length of fresh weight	3117.30	3995.65	4100.57	3736.29	2966.68	2509.50	2527.07	2812.77	3035.25	3213.99

* : Introduced forage crops. ** : Edible weeds. *** : Inedible weeds.

aquilinum, *Cirsium japonicum*, *Erigeron canadensis*, *Artemisia japonica*, *Lespedeza cuneata*, *Spodiopogon cotulifer*, *Cymbopogon tortilis*, *Potentilla fragarioides*, *Potentilla chinensis*, *Plantago asiatica* 등이며, *Artemisia asiatica*, *Hydrocotyle japonica*, *Digitaria sanguinalis*, *Cyperus amuricus* 등의 侵入雜草는 改良初期年에는 비교적 收量은 많았으나 年數가 지남에 따라 점차적으로 收量은 減少되었다.

Vosin⁴⁴⁾에 의하면 改良牧草地의 生産性은 數年동안 높아졌다가 3年次부터 低下되어 6年草地에서 最低에 이르게 된다고 報告하였으며, Klapp¹⁵⁾에 의하면 서독의 牧草地에서 草地造成後 4次年의 生産性은 初年度의 1/2 밖에 되지 않는다고 報告하였고, Sachs³²⁾은 集約草地에 있어서 經年의 低位生産性은 어느 정도까지 完화시키는 것이 可能하지만 全적으로 期待하기는 어렵다고 報告하였다. 本 調査에서의

導入牧草와 侵入雜草의 收量變化에 있어서 李¹⁹⁾, 新田³³⁾ 등이 導入牧草 및 侵入雜草間에 各기 다른 生理, 生態의 特性差異에 기인 된다고 報告한 것도 本 調査結果와 合致되는 것으로 생각되었으나 濟州道의 特殊한 氣象 및 土地條件, 그리고 家畜의 嗜好性의 差異 등에 의하여 크게 영향을 미친 것으로 보여진다.

6. 改良年度別 被度の 變化

混播한 人工草地에 있어서 改良後 年度別 全植物의 被度는 <表 7>에서 보는 바와 같이 1976年 草地에서 94.98%였던 것이 매년 증가되어 1985年 草地에서는 99.99%였으며, 그 중 混播한 牧草는 1976年에는 72.89%, 1977年 73.73%, 1978年 74.86%, 1979年 43.01%, 1980年 26.96%, 1981年 7.97%, 1982年 6.08%, 1983年 4.37%, 1984年

Table 7. Yearly changes in the coverage of introduced forage crops and invading weeds.

Species	(%)									
	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985
<i>Dactylis glomerata</i> *	57.14	54.54	52.60	14.32	5.61	0.38	0.27	0.11	0.06	0.02
<i>Festuca arundinacea</i> *	3.69	4.58	5.80	5.56	3.03	1.60	1.55	1.30	1.00	0.08
<i>Lolium multiflorum</i> *	5.55	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Trifolium repens</i> *	6.51	14.61	16.46	23.13	18.32	5.09	4.26	2.96	1.97	1.11
<i>Imperata cylindrica</i> **	1.05	1.38	1.46	17.11	27.56	36.66	36.75	36.79	36.88	36.91
<i>Zoysia japonica</i> **	1.05	1.17	1.43	3.38	4.06	5.90	6.03	6.07	6.09	6.11
<i>Miscanthus sinensis</i> **	0.34	0.54	0.65	2.97	4.43	5.67	5.73	6.52	8.11	9.44
<i>Pteridium aquilinum</i> ***	0.65	1.00	1.30	3.53	4.67	5.14	6.01	6.88	6.97	7.71
<i>Cirsium japonicum</i> ***	0.54	0.69	1.03	1.83	2.07	3.01	4.43	5.01	5.12	5.86
<i>Erigeron canadensis</i> ***	0.98	1.17	1.47	3.00	3.34	3.69	4.75	5.33	5.67	5.76
<i>Artemisia asiatica</i> **	3.65	3.39	3.33	2.59	1.99	1.36	1.06	0.92	0.90	0.87
<i>Artemisia japonica</i> **	0.12	0.44	0.70	1.09	1.36	2.56	2.74	2.83	2.96	3.03
<i>Lespedeza cuneata</i> **	0.22	0.54	0.74	1.04	1.30	3.07	3.16	3.27	3.44	3.57
<i>Hydrocotyle japonica</i> ***	4.01	3.58	2.53	2.51	2.15	1.89	1.69	1.15	1.01	0.43
<i>Digitaria sanguinalis</i> **	3.03	2.76	2.25	1.72	1.05	0.60	0.48	0.41	0.33	0.29
<i>Cyperus amuricus</i> **	0.52	0.52	0.39	0.27	0.22	0.17	0.11	0.10	0.08	0.06
<i>Spodiopogon cotulifer</i> **	0.11	0.17	0.44	0.75	1.11	1.35	1.46	1.76	1.79	2.02
<i>Cymbopogon tortilis</i> **	0.03	0.07	0.22	0.54	0.90	1.22	1.34	1.67	1.75	2.11
<i>Lespedeza virgata</i> **	0.05	0.10	0.33	0.42	0.55	0.72	0.76	0.92	0.96	1.02
<i>Potentilla freyniana</i> **	0.03	0.21	0.40	0.53	0.61	0.74	0.84	0.96	1.05	1.09
<i>Potentilla chinensis</i> **	0.05	0.13	0.22	0.36	0.51	0.62	0.73	0.79	0.98	1.02
<i>Plantago asiatica</i> **	0.72	0.89	1.10	1.44	1.60	1.93	2.02	2.08	2.11	2.13
<i>Rumex acetosella</i> ***	0.70	0.77	1.15	3.94	4.17	4.34	4.63	4.69	4.77	4.98
<i>Cerastium holosteoides</i> ***	0.27	0.39	0.74	2.25	2.47	2.91	1.93	0.87	0.61	0.02
Other weeds	3.97	4.78	2.40	5.01	6.64	8.35	7.16	6.52	5.32	4.35
Introduced forages	72.89	73.73	74.86	43.01	26.96	7.97	6.08	4.37	3.03	1.21
Invading weeds	22.09	24.69	24.28	56.28	72.76	91.90	93.81	95.54	96.90	98.78
Total	94.98	98.42	99.14	99.29	99.72	99.87	99.89	99.91	99.94	99.99

* : Introduced forage crops. ** : Edible weeds. *** : Inedible weeds.

3.03%, 1985년에는 1.21%로 나타나고 있어 改良 初부터 3年次까지는 增加되었으나 4年次 이후부터 10年次 草地까지는 每年 減少되었다.

그러나 人工草地內에 侵入한 雜草의 被害는 1976 年에 22.09%였던 것이 1985년에는 98.78%로서 每年 增加되었다.

導入牧草와 侵入雜草間에 被度의 年次的 變化는 侵入雜草가 1976년에는 1978년까지는 混播牧草의 全 被度에 비하여 낮게 나타나고 있었으나 그 이후부터 1985년에 이르러까지는 每年 增加되는 傾向을 나타 내었다. 이와 같은 現象에 대하여 村山²⁵⁾과 Harrison⁷⁾는 草地造成後 오랜 時日이 經過되면 牧草는 쇠퇴하고 雜草가 侵入하여 茂盛하게 된다고 하였고, Davies⁵⁾는 過放牧이 原因이 되어 荳科牧草 또는 不食雜草가 급격히 增加하게 된다고 하였다. 그러나 本 調査에서는 Davies⁵⁾와 Harrison⁷⁾의 報告에도 기인

된 것으로 사료되었으나 本 調査地域이 土壤, 氣象要 因에도 크게 영향이 미친 것으로 생각되었다.

改良年度가 지남에 따라 被度가 增加되는 侵入雜草 는 *Pteridium aquilinum*, *Miscanthus sinensis*, *Imperata cylindrica*, *Zoysia japonica*, *Cirsium japonicum*, *Erigeron canadensis*, *Artemisia japonica*, *Lespedeza virgata*, *Potentilla fragaioides*, *Rumex acetosella*, *Cerastium holosteoides* 등이며, *Digitaria sanguinalis*, *Artemisia asiatica*, *Hydrocotyle japonica* 등의 侵入雜草는 改良初년에는 比較的 被度가 높 게 나타나고 있으나 年數가 經過함에 따라 점차적으로 減少되었다.

混播한 牧草類中에 禾本科牧草인 *Dactylis glomerata*의 被度는 1976년에 54.14%였던 것이 年數가 지 남에 따라 점차적으로 減少되어 1985年度에는 0.20 % 거의가 멸종되고 있는 반면 豆科牧草인 *Trifolium*

*repens*는 1976년에 6.51%였던 것이 1980년 18.32%로 毎年 增加되는 傾向이었으나 그 後부터는 점차 減少되어 1980년 1.11%로 極히 낮은 被度를 보였다. 그러나 本 調査地域에서 主草種인 *Dactylis glomerata*의 被度は 改良後 매년 감소되고 있으나 *Festuca arundinacea*와 *Trifolium repens*의 被度は 改良後 5年次까지는 毎年마다 增加되고 있는 것으로 나타나고 있다.

混播한 放牧地에서는 일반적으로 禾本科牧草에 比하여 豆科牧草가 放牧年數가 지남에 따라 우세하게 되는데 Wohr⁴⁵⁾는 낮은 刈取와 過放牧에 기인된다고 하였으며^{12,31)}, Alexander¹⁾는 放牧地에 있어서 N 過多施用이 豆科優占原因이 된다고 하였다. 그리고 Harrison⁷⁾은 混播한 放牧地에서 利用期間이 길면 길수록 Clover가 優占된다고 하였다.

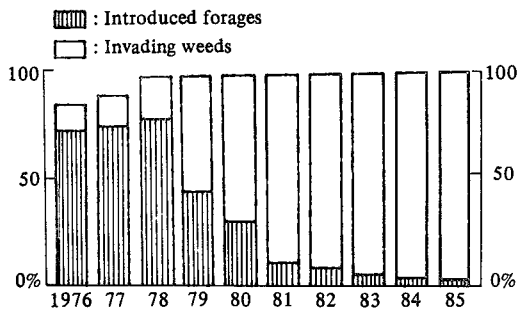


Fig. 4. Coverage of introduced forages and invading weeds with the passage of year.

특히 本 調査에서 *Dactylis glomerata*에 比하여 *Trifolium repens*와 *Festuca arundinacea*가 前進的 遷移 傾向을 보인 것은 本地域의 高温多濕한 氣象條件과 放牧家畜의 嗜好性差異 그리고 牧草의 生理的 特性 差異에 의하여 크게 영향이 미친 것으로 생각되었다.

7. 改良年度別 優占種의 變動 및 植生型 變化

人工草地에 있어서 改良年度別 優占種의 變動過程을 調査한 結果는 <表 8>에서 보는 바와 같이 草地 造成 1年次인 1976年 草地에는 *Dactylis glomerata* > *Trifolium repens* > *Lolium multiflorum* > *Hydrocotyle japonica* > *Festuca arundinacea* 順位였으며, 1977年과 1978年 草地에는 *Dactylis glomerata* > *Trifolium repens* > *Festuca arundinacea* > *Hydrocotyle japonica* > *Digitaria sanguinalis* 이었고, 1979年 草地에는 *Trifolium repens* > *Imperata cylindrica* > *Dactylis glomerata* > *Festuca arundinacea* > *Rumex acetosella*, 1980年

草地 *Imperata cylindrica* > *Trifolium repens* > *Dactylis glomerata* > *Pteridium aquilinum* > *Miscanthus sinensis*, 1981年 草地 *Imperata cylindrica* > *Zoysia japonica* > *Miscanthus sinensis* > *Pteridium aquilinum* > *Trifolium repens*, 1982年 草地 *Imperata cylindrica* > *Zoysia japonica* > *Pteridium aquilinum* > *Miscanthus sinensis* > *Erigeron canadensis*, 1983年 草地 *Imperata cylindrica* > *Pteridium aquilinum* > *Miscanthus sinensis* > *Zoysia japonica* > *Erigeron canadensis*, 1984年 草地에서는 *Imperata cylindrica* > *Miscanthus sinensis* > *Pteridium aquilinum* > *Zoysia japonica* > *Erigeron canadensis* 順位로 優占種이 變動되었다. 그리고 調査 마지막 年度인 1985年 草地의 優占種은 *Imperata cylindrica* > *Miscanthus sinensis* > *Pteridium aquilinum* > *Zoysia japonica* > *Cirsium japonicum* 順位로서 1980年 以後부터는 侵入雜草가 優占順位가 매우 높은 편이었다.

混播한 人工草地에 있어서 優占種의 年次的인 變動은 植物의 種類에 따라서 氣溫, 日長 等の 環境要因에 대한 反應이 다르고 開花時期, 最大生長期 등이 다르기 때문에 各種의 植物은 環境要因에 대한 影響을 強하게 받게 되고 또한 再生力의 強弱程度에 따라서 다르게 나타나게 된다.

Dactylis glomerata, *Trifolium repens*, *Festuca arundinacea* 등이 北方型 牧草는 이른 봄 日平均氣溫이 6℃以上으로 上昇하면 生育이 始作되어 5月 ~ 7月 상순까지는 生育이 旺盛하지만 7月 중순부터 8月 하순까지 日平均氣溫이 25℃以上으로 계속되면 生育이 沮止되거나 夏枯現象이 일어나게 된다.¹⁶⁾ 이와는 반대로 *Digitaria sanguinalis*, *Imperata cylindrica*, *Zoysia japonica*, *Rumex acetosella*, 등의 侵入雜草들은 6月 중순까지는 生育이 느리나 平均氣溫이 23℃ 이상인 되는 6月 하순부터 가장 氣溫이 높은 8月 중순까지 生育이 旺盛하게 된다.¹⁴⁾ 이와 같은 植物의 生育習性으로 인하여 本地域, 人工草地의 植生의 年次的으로 優占種의 變動에 크게 影響을 미치게 한 것으로 생각되었다.

草地改良後 年度가 지남에 따라 本數, 草長, 被度, 收量 等 植生이 增加하는 草種은 *Imperata cylindrica*, *Zoysia japonica*, *Pteridium aquilinum*, *Miscanthus sinensis*, *Cirsium japonicum*, *Erigeron canadensis*, *Artemisia japonica*, *Lespedeza cuneata*, *Spodiopogon cotulifer*, *Cymbopogon tortilis*, *Plantago asiatica*, *Rumex acetosella* 등이며 *Digitaria sanguinalis*, *Hydrocotyle japonica*, *Artemisia asiatica* 등은 改良初

Table 8. Yearly changes of dominant species on the improved pasture.

Scientific name	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985
<i>Dactylis glomerata</i> *	+ (1)	+ (1)	+ (1)	- (3)	- (3)	- (22)	- (22)	- (22)	- (23)	- (23)
<i>Festuca arundinacea</i> *	+ (5)	+ (3)	+ (3)	+ (4)	- (9)	- (13)	- (13)	- (14)	- (16)	- (20)
<i>Lolium multiflorum</i> *	+ (3)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Trifolium repens</i> *	+ (2)	+ (2)	+ (2)	+ (1)	+ (2)	- (5)	- (8)	- (9)	- (11)	- (13)
<i>Imperata cylindrica</i> **	+ (8)	+ (9)	+ (8)	+ (2)	+ (1)	+ (1)	+ (1)	+ (1)	+ (1)	+ (1)
<i>Zoysia japonica</i> **	+ (9)	+ (7)	+ (9)	+ (7)	+ (7)	+ (2)	+ (2)	+ (4)	+ (4)	+ (4)
<i>Miscanthus sinensis</i> **	+ (15)	+ (14)	+ (16)	+ (10)	+ (5)	+ (3)	+ (4)	+ (3)	+ (2)	+ (2)
<i>Pteridium aquilinum</i> ***	+ (13)	+ (10)	+ (10)	+ (6)	+ (4)	+ (4)	+ (3)	+ (2)	+ (3)	+ (3)
<i>Cirsium japonicum</i> ****	+ (14)	+ (13)	+ (13)	+ (13)	+ (12)	+ (9)	+ (6)	+ (6)	+ (6)	+ (5)
<i>Erigeron canadensis</i> ***	+ (10)	+ (8)	+ (7)	+ (8)	+ (8)	+ (7)	+ (5)	+ (5)	+ (5)	+ (6)
<i>Artemisia asiatica</i> **	+ (6)	- (6)	- (4)	- (9)	- (13)	- (15)	- (17)	- (17)	- (19)	- (17)
<i>Artemisia japonica</i> **	+ (19)	+ (17)	+ (16)	+ (16)	+ (15)	+ (11)	+ (10)	+ (10)	+ (9)	+ (9)
<i>Lespedza cuneata</i> **	+ (18)	+ (15)	+ (14)	+ (17)	+ (16)	+ (8)	+ (9)	+ (8)	+ (8)	+ (8)
<i>Hydrocotyl japonica</i> ***	+ (4)	- (4)	- (5)	- (11)	- (11)	x (13)	- (16)	- (15)	- (15)	- (18)
<i>Digitaria sanguinalis</i> **	+ (7)	- (5)	- (6)	- (14)	- (18)	- (21)	- (21)	- (21)	- (21)	- (19)
<i>Cyperus amuricus</i> **	+ (16)	- (16)	- (20)	- (23)	- (23)	- (23)	- (23)	- (23)	- (22)	- (21)
<i>Spodiopogon cotulifer</i> *	+ (20)	+ (19)	+ (18)	+ (18)	+ (17)	+ (15)	+ (14)	+ (12)	+ (12)	+ (12)
<i>Cymbopogon tortilis</i> **	+ (23)	+ (23)	+ (22)	+ (19)	+ (19)	+ (17)	+ (15)	+ (13)	+ (13)	+ (11)
<i>Lespedza virgata</i> **	+ (21)	+ (22)	+ (21)	+ (21)	+ (21)	+ (19)	+ (19)	+ (18)	+ (18)	+ (15)
<i>Potentilla freyniana</i> **	+ (24)	+ (20)	+ (19)	+ (20)	+ (20)	+ (18)	+ (18)	+ (16)	+ (14)	+ (14)
<i>Potentilla chinensis</i> **	+ (22)	+ (21)	+ (23)	+ (22)	+ (20)	+ (20)	+ (20)	+ (20)	+ (17)	+ (16)
<i>Plantago asiatica</i> ***	+ (11)	+ (11)	+ (12)	+ (15)	+ (14)	+ (11)	+ (11)	+ (11)	+ (10)	+ (10)
<i>Remex acetosella</i> ***	+ (12)	+ (12)	+ (11)	+ (5)	+ (6)	+ (6)	+ (7)	+ (7)	+ (7)	+ (7)
<i>Cerastium holosteoides</i> **	+ (17)	+ (18)	+ (15)	+ (12)	+ (10)	+ (10)	+ (12)	+ (19)	+ (20)	- (22)

* : Introduced forages. ** : Edible weeds. *** : Inedible weeds. () : Dominance ranks.
 + : Increased with year. - : Decreased with year.

期에 比較的 優勢한 편이었으나 時日이 經過함에 따라 減少되었다.

人工草地에 있어서 年次的 植生型變化는 1976 ~ 1978年 草地에서는 *Dactylis glomerata*/*Trifolium repens*型이었으며, 1979年 草地 *Trifolium repens*/*Imperata cylindrica*型, 1980年 草地 *Imperata cylindrica*/*Trifolium repens*型, 1981年과 1982년에는 *Imperata cylindrica*/*Zoysia japonica*型, 1983年 草地에서는 *Imperata cylindrica*/*Pteridium aquilinum*型으로 變化하였다. 그리고 1984 ~ 1985年 草地的 植生型은 *Imperata cylindrica*/*Miscanthus sinensis*로 變化되어 改良後 4年次 以後부터는 거의 改良前 自然草地的 植生型으로 變化되었다.

植生遷移 過程에서 Hoyt⁸⁾에 의하면 植生の 變化는 裸地에서부터 始作되어 土着, 競争, 反作用, 安定의 變化過程을 거치며 어떤 地域의 植生은 그 地域의 環境條件에 따라 各各 다른 植物群落을 形成한다고 報告하였고, Larson¹⁸⁾ 등은 植生の 變化는 어느 要因보다는 土壤條件이 重要하다고 하였으며¹¹⁾, 新田³⁸⁾

에 의하면 植生の 變化는 生理的 要因이 어느 要因보다도 더 큰 影響을 미치게 한다고 報告하였다. Hansen⁶⁾은 植生型의 變化는 植物이 生存하고 있는 土壤, 氣候, 環境 等の 要因에 따라 크게 影響을 받게 된다고 報告하였다.³⁾ 그리고 Shatz³⁷⁾ 등은 人工牧草地的 植生이 急速한 變化를 助長하는 것은 土壤, 氣象, 生

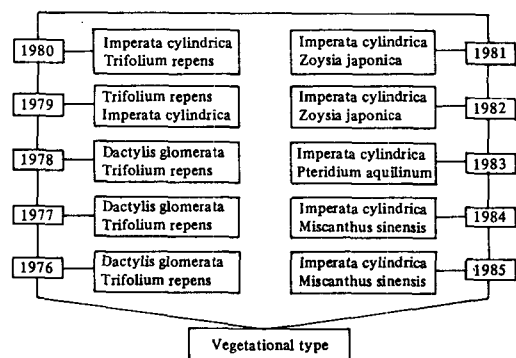


Fig. 5. Yearly changes of vegetational type on the improved pasture.

物 등의 環境要因에 따라 牧草地 植生の 季節 및 年次的으로 變化한다고 하였다.

漢拏山 人工草地에서 植生の 生態的 變化는 本地域의 特殊한 自然條件은 물론이지만 草種特性, 耕作條件, 放牧技術 및 其他 草地管理狀態 등이 重要한 要因이 되고 있다고 생각되었다.

摘 要

本 研究는 濟州道 漢拏山 北斜面 海拔 450m에 位置하여 있는 自然草지를 開墾한 후, ha當 *Dactylis glomerata* 17kg, *Festuca arundinacea* 7kg, *Lolium multifolium* 2kg, *Trifolium repens* 2kg의 牧草를 1975년에 秋播하여, 1976~1985년까지 家畜放牧에 利用되고 있는 人工草地의 植生遷移에 관한 研究結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 人工草地造成後 年度別 侵入雜草의 分布는 1976~1977年 草地에 각각 37種, 1978年 39種, 1979年 76種, 1980年 106種, 1981年 130種, 1982年 134種, 1983年 140種, 1984年 142種, 1985年 草地에서는 151種이었으며, 그 중 1976년에 不食雜草 8種, 可食雜草 29種이었으나, 年數가 지남에 따라 每年 增加되어 1985년에는 不食雜草 49種, 可食雜草 102種이었다.

2. 草地造成後 年度에 따르는 侵入雜草의 生態型別 分布는 1976년에 1年生 12種, 多年生 25種, 木本 1種이었으나 年數가 지남에 따라 每年 增加되어 1985年度에는 1年生 56種, 多年生 95種, 木本雜草는 9種이었다.

3. 年數의 經過에 따르는 導入牧草의 年平均草長은 1976~1978년까지는 38.05~47.30cm로 길어지고 있으나, 1979~1985년까지는 40.50~10.36cm로 짧아지고 있는 반면($y = 0.501x^2 + 1.609x + 41.946$), 侵入雜草의 草長은 1976년에 27.03cm였던 것이 每年 길어져 1985년에는 42.84cm($y = -0.080x^2 + 2.540x + 27.570$)이었다.

4. 人工草地造成 以後 年度別 牧草의 密度變化는 1976년에 76.40%였던 것이 1985년에는 0.49%로 每年 減少($y = 1.024x^2 - 20.343x + 99.841$)되고 있으나 侵入雜草는 1976년에 23.60%였던 것이 1985년에는 99.51%로 每年 增加($y = 1.024x^2 + 20.343x + 0.160$)되었다.

5. 年數經過에 따르는 導入牧草의 生草收量變化는 1976~1978년까지는 增加(2,808~3,535kg)되었으나

1979~1985年사이에는 減少(2,326~35kg)되고 있는 반면, 侵入雜草의 收量의 1976년에 308kg이었던 것이 1985년에는 3,178kg으로 每年 增加되었다.

6. 草地造成後 牧草의 被度變化는 1976~1985年까지는 減少(43.01~1.21%)된 반면, 侵入雜草의 被度는 1976년에 22.09%였던 것이 1985년에는 98.78%로 每年 增加되었다.

7. 人工草地造成後 年次別 植生型 變化는 1976~1978년까지는 *Dactylis glomerata*/*Trifolium repens*型이었으며, 1979年 *Trifolium repens*/*Imperata cylindrica*型, 1980~1982年 *Imperata cylindrica*/*Zoysia japonica*型, 1983年 *Imperata cylindrica*/*Pteridium aquilinum*型, 1984~1985년에는 *Imperata cylindrica*/*Miscanthus sinensis*型으로 變化되었다.

8. 草地造成後 年度가 經過함에 따라 前進的인 遷移傾向을 나타내고 있는 侵入植物은 *Imperata cylindrica*, *Zoysia japonica*, *Pteridium aquilinum*, *Miscanthus sinensis*, *Cirsium japonicum*, *Erigeron canadensis*, *Artemisia japonica*, *Lespedeza cuneata*, *Spodiopogon cotulifer*, *Cymbopogon tortilis*, *Plantago asiatica*, *Rumex acetosella* 등이며 *Digitaria sanguinalis*, *Hydrocotyl japonica*, *Artemisia asiatica* 등은 改良初期에는 生育이 比較的 優勢한 편이었으나 時日이 經過함에 따라 오히려 後退的인 遷移傾向을 나타내었다.

引 用 文 獻

1. Alexander, C. W. and D. F. McCloud. 1962. Influence of time and rate of nitrogen application on production and botanical composition of forage. *Agron. J.* 54: 521-522.
2. Baker, H. K. 1957. *J. Brit. Grassl. Soc.* 12:116-126.
3. Bannister, P. 1976. *Introduction to physiological plant Ecology.* 2p.
4. 趙南棋. 1981. 濟州道 人工草地 植生の 經時的 變化에 관한 調查研究. 東亞大 大學院, 農學博士學位 請求論文: 12-72.
5. Davies, W. E. 1962. *Herbage logume research at abey stwith.* *World Crops.* 9(3): 20-120
6. Hansen, D. J. and P. Dayanandam., P. B. Kaufman and J. D. Brotherson. 1976. *Ecological*

- adaptations of salt marsh grass. *Distichlis spicata* (Gramineae) and environmental factors affecting its growth and distribution. *Amer. J. Bot.* 63(3): 635-650.
7. Harrison, C. M. and G. W. Hodgson. 1939. *J. Amer. soc. Agron.* 31:418-438.
 8. Hoyt, P. B. and Nyborg, M. 1971. Toxic metal in acid soil. II. Estimation of plant available manganese. *Soil. Sci. Soc. Amer. Proc.* 35:242-
 9. 岩城英夫. 1981. 草原の生態. 共立出版: 9-10.
 10. Ishida, R., M. Sakurai and M. Dikawa. 1972. Botanical structure of sown grassland. I. On the death of slender plant in orchard grass sward. *J. Japan. Grassl. Sci.* 18(3): 196-201.
 11. Kellogg, C. E. 1936. "Development and significance of the great soil groups of the United States". *U. S. Dept. Agr. Mics. Pub.* 229:1-40.
 12. Kennedy, W. K. 1950. Simulated grazing treatment, *Cornell Agr. Sta. Memori.* 295:1-47.
 13. Kennedy, W. K. 1955. Pasture improvement and management. *Cornell Ext. Bull.* 979p.
 14. Klapp, E. 1954. *Wieson and Weiden.* Berlin.
 15. Klapp, E. 1964. Pastures of the grassland theory. *Range Management.* 17:309-322.
 16. 小山義雄. 1967. 牧草の夏枯れ防止対策(I, II, III). 畜産の研究 第21巻 12號.
 17. 國立農業資材檢査所. 1972. 韓國産雜草目錄.
 18. Larson, F. 1940. "The role of the bison in maintaining the short grass plains." *Ecology,* 21(3):113-121.
 19. 李一球. 1973. 常綠潤葉樹林帶의 對象植生. 原色科學大辭典(植物)6: 221-223.
 20. Leskoses, M. 1978. Beziehung. Zwischen Bodekunde Pflanzen-K sowie der K-wirkung auf den Wiesenertrage. 24(1): 65-74.
 21. Lifshitz, N. 1970. Weed control in gorundnuts in Israel. 10th. Br. Weed control. Conf.: 389-397.
 22. Marsh, C. D., A. B. clawson and J. F. Covch. 1923. "Greasewood as apoisonous plant." *U. S. Dept. Agr. Dept. Circ.* 297:1-4.
 23. Mott, N. 1975. Einfluss der P-und K-Düngung auf Bodenunter suchungswert. Brtrage und Mineralstoffgehalt des Grases von Dauerweiden. *Landw. Forschun.* 28: 197-206.
 24. Mueller-Dombois, D. and H. Ellenberg. 1974. *Aims and methods of vegetation ecology.* John Wiley & sons. New York press. 449p.
 25. 村山三郎. 1970. 不耕起, 條耕起, 耕起による草地造成比較. 畜産の研究 第24巻 第11號. 1,489p
 26. 石田良作・櫻井茂作・及川棟雄. 1972. 人工草地の植生構造 第1報. 施肥量と刈取間隔を異にしたオーチャードグラス單播草地における弱小の枯死について. *日草誌* 18(3): 196-201.
 27. 石田良作・櫻井茂作・及川棟雄. 1973. 人工草地の植生構造第2報 オーチャードグラス2個體群における各個體の生育の追跡. *日草誌* 19(2): 222-223.
 28. 石田良作・櫻井茂作・及川棟雄. 1974. 人工草地の植生構造 第3報 オーチャードグラス 2單播草地における株の分布状態. *日草誌* 20(1): 11-15.
 29. 石田良作・櫻井茂作・及川棟雄. 1974. 人工草地の植生構造 第4報 オーチャードグラス 2人工群落における基底被度と收量の關係について. *日草誌* 20(3): 125-129.
 30. 石田良作・櫻井茂作・及川棟雄. 1975. 人工草地の植生構造第5報 施肥量と刈取回数を異にした數種イ科牧草地の面積當り莖數の推移および莖數と收量の關係について. *日草誌* 21(1): 47-51.
 31. Peterson, M. L. and R. M. Hagan. 1953. Production and quality of Irrigated pasture mixtures as influenced by clipping frequency. *Agron. J. Vol.* 45:282-287.
 32. Sachs, E. 1953. Weidelgrass als Mischungsbestandteil für Neuansaat von Dauergrünland. *Das. Grunland.* 2:92-94.
 33. Salisbury, F. B. and C. Ross. 1969. plant physiology. 696p.
 34. Sampson, A. W. 1923. Range and pasture management. John wiley & Sors. Inc:450.
 35. Schäfer, P. und H. H. Bracker. 1977. Zusammenhänge Zwischen Grasbeständen, Mineralstoff-gehalten in Heu sowie N. P. K. Düngungsmassnahme *Landw. Forschung.* 32:1-2, 4-29.
 36. Schectner G. 1973. Grünland wirtschaftliche massnahme zur verbesserung der futterqualität.

Der forderungsdienst H. 50.

37. Shantz, H. L. 1917. Plant succession on abandoned roads in Eastern Colorado. *J. Ecology*. 5:19-42.
38. 新田一彦. 1968. 牧草の生産過程をあげる栄養分吸収と營養生産の草種間比較. *日草地* 14, 3.
39. Terbrigh, T. 1971. Distribution on the environmental gradient *Ecology*. 52(1): 23-40.
40. Terborgh, T. 1971. Distribution on the environmental gradient *Ecology*. 52(1): 23-40.
41. Tkac, J. 1971. The need of irrigation water for pastures on arable land and its distribution during the operation. *Herb. Abst.* 41(2): 165—.
42. To Sang Hak, 1977. A study on the medicinal plant resource of Korea and the scheme for their practical use. *Dong Duk Women's college*. 67:161-223.
43. Vartha, E. W. 1963. The effects of different levels of nitrogen and sulphur on the yield and composition of tussock grassland. *N. Z. J. Agri. Res.* 6:47-55.
44. Vosin, A. 1960. *Beetter Grassland Sward*, Crosby Lockwood and Son, L. T. D. London:
45. Wohr, D. D. and D. Smith. 1974. Yield and persistence of several Legume and grass mixtures as effected by cutting frequency and nitrogen fertilization. *Agron. J.* 56:130-133.