

Orchardgrass의 植生構造

I. 乾物生産性的 經年的 變化와 形態的, 構造的 形質과의 關係

李柱三

Vegetational Structure of Orchardgrass Sward

I. Changes of dry matter production by the times of year and its relation both morphological and structural characteristics

Joo Sam Lee

Summary

This experiment was conducted to investigate the morphological and structural characters and the dry weight of plant (DW/pl.) concerned vegetational structure of orchardgrass pastures by the times of year, from 1 year to 7 year previous, 1986 through 1980, alternately. This experiment was carried out on the experimental fields of Yonsei University.

The results are summarized as follows:

1. Population density (PD) was extremely decreased by the times of year.
2. Pasture productivity was highest at 3 year old pasture, was lowest at 5 year old pasture and was recovered at 7 year old pasture.
3. Recovery of pasture productivity was followed the increase of dry weight of plant (DW/pl.) and number of tillers per plant (NT/pl.).
4. The population density of 7 year old pasture was 14 plants per square meter.
5. The number of tillers per plant (NT/pl.), dry weight of plant (DW/pl.) plant length (PL), and plant size (PS) was frequently showed the highest values by the times of established year.
6. The stubble diameter (DIA), stubble area (SB), plant size (PS), distance between neighbour plant (DIS) and leaf area index (LAI) was increased according to the times of year.
7. The dry weight of plant (DW/pl.) was positively significant correlations with the number of tillers per plant (NT/pl.) all of the established pastures, but the dry weight of a tiller (WT) was tended to increase of correlations with the dry weight of plant (DW/pl.) by the times of year.
8. Differences between morphological and structural characters was recognized according to the times of year.

I. 緒 論

永年草地에서 높은 生産性を 얻기 위해서는 적정한 個體密度的 조건에서 安定된 植生構造의 維持가 요구된다고 할 수 있다. 그러나 植生構造는 經年的

으로 惡化되어 單位面積當의 個體密度는 低下되므로 草地生産性的 年次的 變動에 영향을 미친다. 放牧 등 외부적 요인에 의한 식생구조의 惡化는 放牧 抵抗性이 강한 草種 또는 個體만을 우점시키기 쉬우므로 적정밀도의 유지가 어렵고, 예취회수가 적

延世大學校 農業開發院 (Institute of Agricultural Development, Yonsei University, Seoul, 120-749, Korea)

*이 論文은 靜谷 尹益錫 教授의 名譽로운 停年退任을 記念하기 爲하여 삼가 奉呈합니다.

은 過繁茂 상태에서는 光補償點 以下에 존재하는 弱小個體가 枯死되어 個體密度가 낮아지기 때문이다¹⁵⁾. 특히, 採草地에서는 같은 草種을 導入하여 造成된 草地라고 할지라도 品種內 個體間의 變異가 크기 때문에^{3,7,10)}, 變異가 큰 個體間의 相互作用의 결과 個體密度的 減少와 함께 殘存個體는 肥大化되어 植生構造의 形態의, 構造의 形質의 變化를 초래한다. 따라서 草地生産性的 年次的 變動은 個體重에 關與하는 형태적, 구조적 형질의 검토와 함께 推定되어야 한다고 생각된다.

本報에서는 造成年度를 달리 한 orchardgrass 草地에서 1番草의 個體重에 關與하는 形態的, 構造的 形質을 조사하여 植生構造의 經年的 변화와 草地生産性的 年次的 變動을 검토하려고 하였다.

II. 材料 및 方法

본 시험은 1987년 5월 연세대학교 농업개발원 덕소실습농장에서 실시되었다. 조사대상초지는 orchardgrass (potomac)를 單播한 採草地로써 造成後 7년, 5년, 3년, 1년이 경과된 초지였다.

조사면적은 造成年度가 다른 각 초지에서 個體密度가 비교적 均質하게 分布된 곳을 선정후 1.5m × 1.5m의 보호 cage를 설치하여 그중 1m²의 면적을 조사구로 하였다. 1번초의 개체간 거리, 예취후 개체의 生長程度를 알기 위하여 1m²면적 내에 分布된 각 개체에 labelling을 하였다.

施肥는 4월초에 1m²당 질소 15g, 인산 20g, 가리 10g을 사용하였다. 1번초의 예취는 5월 26일에 실시하였다. 조사는 조사구별 각 개체의 초장을 5cm 높이에서 예취후 개체당 莖數와 葉面積을 측정하였다. 예취한 식물체는 각 개체별로 80℃ 건조기에서 48시간 건조하여 個體重, 1莖重, 단위면적당의 個體重, C/F比를 구하였다.

또한 刈取殘部에서 그루터기의 폭, 기저피도, 그루터기의 면적, 개체간의 거리(그루터기의 중심부에서 인접개체의 그루터기의 중심부까지)를 측정하였다. 개체의 크기는 $\pi \times (R/2)^2 \times \text{초장}^3$ 으로 구하였고 草型指數는 $DW/(NT)^2 \times 10^{-4}$ 로 구하였다.

III. 結果

1. 造成年度別 調査形質

Table 1. Mean and total values on some measured characters by the times of established pasture, from 1 year to 7 year previous, 1986 through 1980, alternately.

Character	Established year			
	1st	3rd	5th	7th
PD	137.0	47.0	20.0	14.0
PL	87.8	96.5	92.6	102.6
DW	517.9	565.5	346.1	562.1
DW/pl.	3.8	12.0	17.3	40.2
NT	1766.0	1082.0	846.0	1126.0
NT/pl.	12.9	23.0	43.2	80.4
WT	0.29	0.52	0.40	0.50
C/F	1.86	2.92	2.20	1.90
DIA	4.20	6.74	10.55	12.11
SB	17.4	42.1	100.4	148.7
PS	17.0	42.6	95.4	168.1
DIS	6.49	10.19	14.30	21.50
MA	72.99	212.77	500.00	714.30
BC	23.8	19.8	20.1	20.8
PTI	1.66	4.83	4.52	4.43
LAI	3.53	3.86	4.73	5.25

Note. PD; population density (No. of plants/m²). PL; plant length (cm), DW; dry weight of plants (g/m²), DW/pl.; dry weight of plant (g), NT; number of tillers (m²), NT/pl.; number of tillers per plant, WT; weight of a tiller (g), C/F; stem and leaf weight ratio, DIA; stubble diameter (cm), SB; stubble area (cm²), PS; plant size ($\pi \times (R/2)^2 \times PL$), DIS; distance between neighbour plant (cm), MA; mean area (cm²), BC; basal coverage (%), PTI; plant type index ($DW/(NT)^2 \times 10^{-4}$ and LAI; leaf area index (m²/m²).

조사형질을 조성년도별로 나타낸 것이 Table 1이다.

個體密度(PD)는 경년적으로 급격한 감소경향을 나타내어 3년에는 1년의 個體密度的 34%, 5년에는 14.6%, 7년에는 약 10%에 불과하였고 5년 이후의 個體密度的 감소는 둔화된 경향이였다.

초장(PL)은 개체평균 1년째의 초장이 87.8cm였으나 3년에는 96.5cm로 길어졌으며 5년째에는 92.6cm로 감소하였다가 7년에는 102.6cm로 증가되었다.

단위면적당의 乾物重(DW)은 3년째까지 증가경향을 나타내었으나 5년에서는 감소되었고 7년에는 3년의 건물중과 거의 같은 수준까지 회복되었다. 個體重(DW/pl.)은 경년적인 증가경향을 나타내어 7년의 個體重은 1년의 약 11배였다.

單位面積當의 莖數(NT)는 1년째가 1,766개로 가장 많았으나 그후 5년까지 감소되었다가 7년째에 다시 증가되었다. 個體當 莖數(NT/pl.)는 7년째까지 직선적으로 증가되어 個體重과 같은 경향이 었다.

1 莖重(WT)은 1년째의 0.29g이 가장 가벼웠고 單位面積當의 乾物重이 가장 많았던 3년에는 0.52g으로 가장 무거웠다. 또한 7년째에는 0.50g으로 3년째와 거의 같은 경향을 나타내었다.

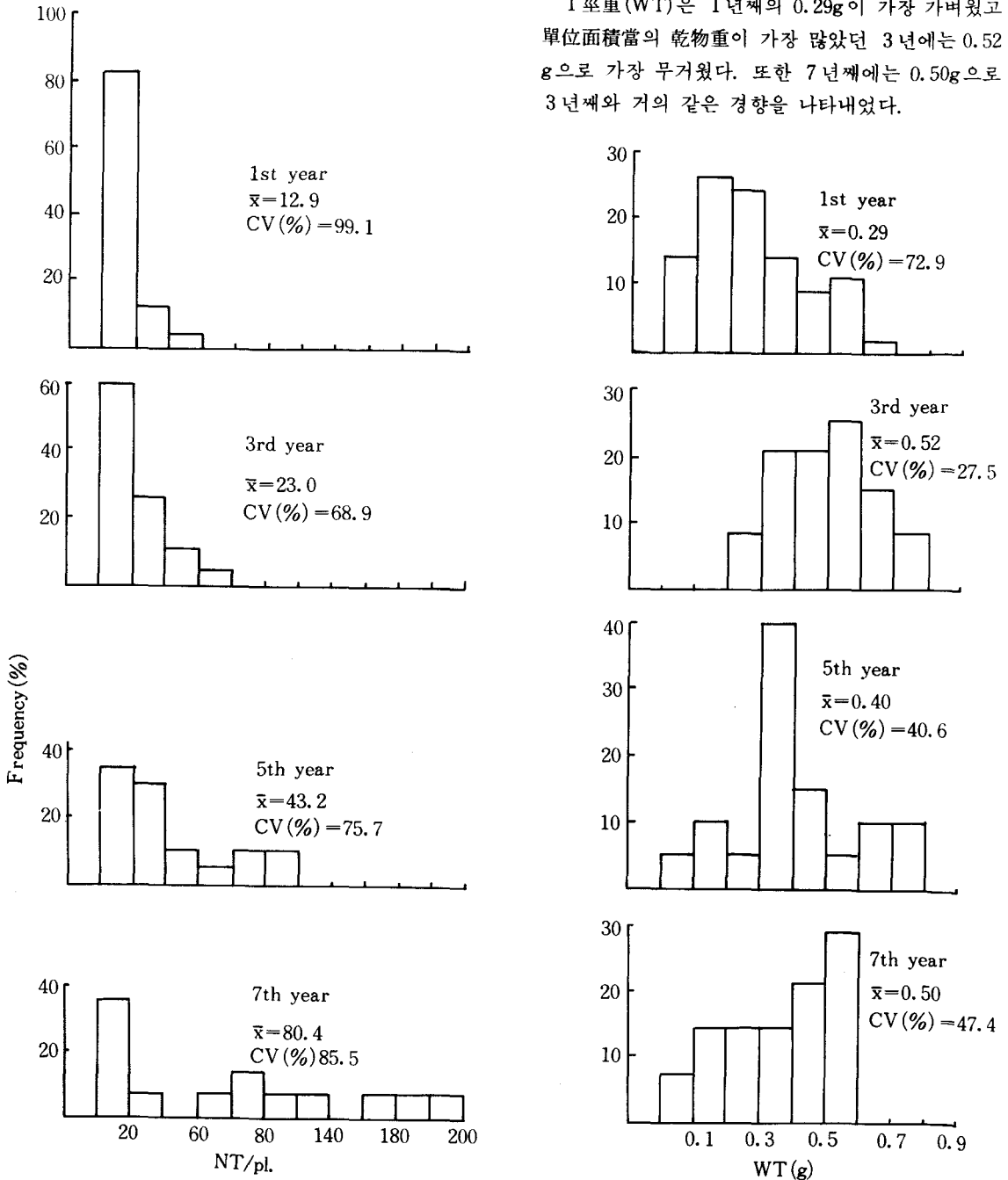


Fig. 1. The frequency distribution of number of tillers per plant(NT/pl.) and weight of a tiller (WT) in each orchardgrass population as affected by the times of established pasture.

C/F比는 3년에서 2.92를 나타내어 莖重의 비율이 높았다.

構造的 形質인 그루터기의 幅(DIA), 그루터기의 面積(SB), 個體의 크기(PS), 個體間的 거리(DIS), 平均面積(MA)은 모두 經年적으로 直線적인 增加傾向을 나타내었다.

기저피도(BC)는 1년의 23.8%가 가장 높았으나 그 외의 조성년도에서는 19.8~20.8%의 범위였다.

草型指數(DTI)는 1년이 1.66으로 莖數指向의 草型을 나타낸 반면 經年적으로 4.0이상을 나타내어 莖重指向의 草型이었다. 葉面積指數(LAI)도 經年적인 增加傾向을 나타내었다.

2. 個體間 變異의 比較

1) 個體當 莖數와 1莖重의 빈도분포

조성년도별 개체당 莖數와 1莖重의 빈도분포는 Fig. 1과 같다. 個體當 莖數의 빈도분포는 1년의 個體當 莖數가 20개 미만이 80% 이상이었으나 3년에는 60%로 낮아졌다. 5년에는 20개 미만과 20~40개의 빈도가 각각 30%였고 40~100개의 빈도가 거의 40%였다. 7년째에는 20개 미만이 35% 정도였으나 40~60, 140~160개를 제외한 200개까지는 거의 균등한 분포를 나타내었다.

또한 1莖重의 빈도분포는 1년에서 0.1~0.3g

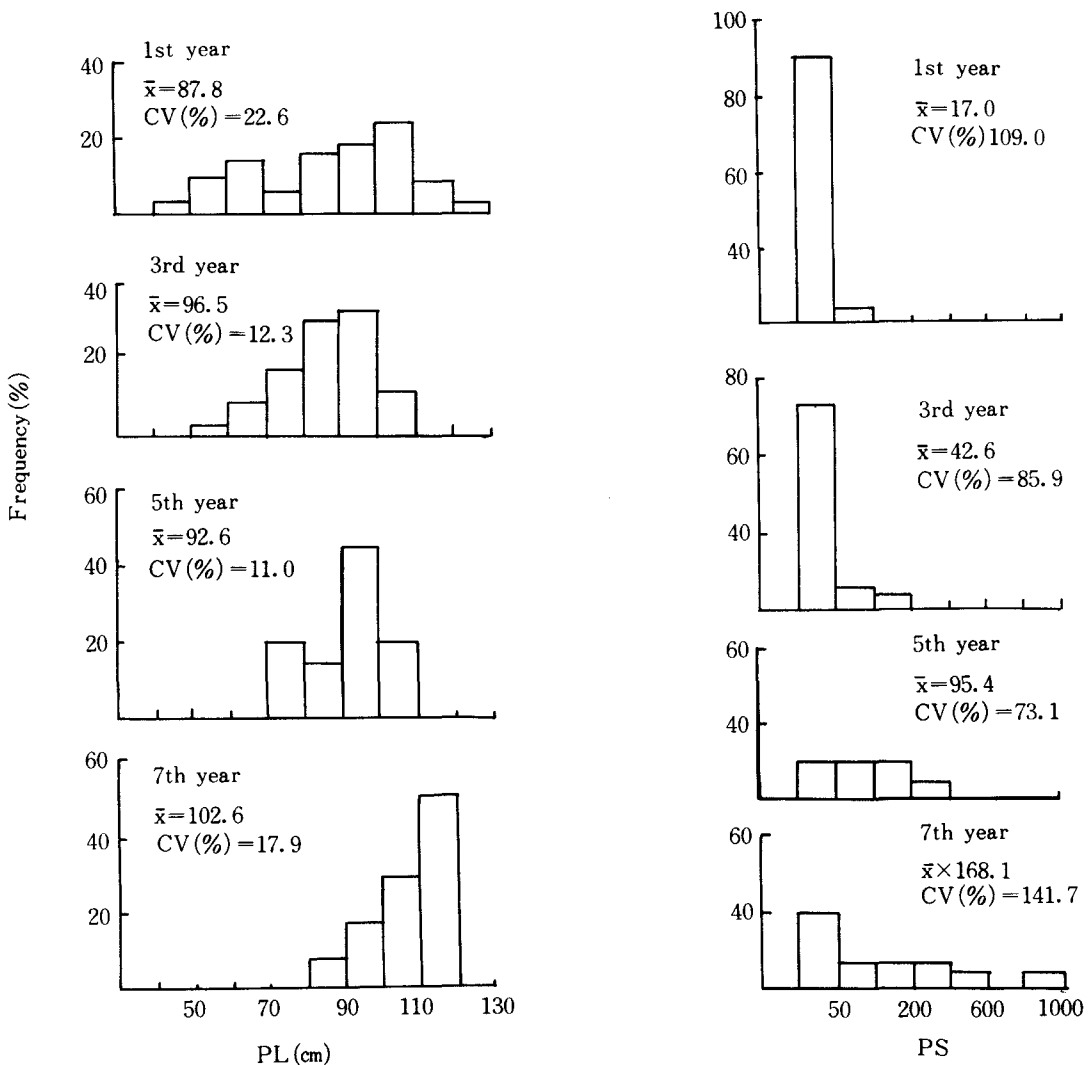


Fig. 2. The frequency distribution of plant length(PL) and plant size(PS) in each orchardgrass population as affected by the times of established pasture.

까지의 빈도가 약 50% 정도였으나 3~5년에는 0.3~0.6g이 가장 높은 빈도를 나타내었다. 7년에는 0.5~0.6g의 빈도가 높아서 초지의 조성년도가 오래될수록 1경중이 무거운 범위에서 빈도가 높아지는 경향이였다.

2) 초장과 개체크기의 빈도분포

초장과 개체크기의 빈도분포는 Fig. 2와 같다.

초장의 빈도분포의 經年的 변화는 조성년도가 오래 될수록 초장이 긴 범위에서 빈도가 높아지는 경향이였다. 즉 1년에는 40~130cm, 3년은 50~110cm, 5년은 70~110cm, 7년에는 80~120cm까지의 범위에서 빈도를 나타내었다. 개체크기의 빈도분포는 1년에서 50미만이 90%, 50~100은 10%의 빈도였으나 3년에는 200까지, 5년에는 400까지 7년에는 1000까지의 빈도를 나타내어 經年的으로 個體의 크기는 급격히 증가되었다.

3. 個體重과 調査形質과의 관계

個體重과 調査形質과의 관계는 Table 2와 같다.

個體重과 形態의 形質과의 관계를 보면 초장은 어느 조성년도에서도 개체중과 有意한 正相關이었으나 經年적으로 有意性은 작아지는 경향이였다.

個體當 莖數는 모든 조성년도에서 0.1% 수준의 正相關이었다. 1莖重은 5년에서 有意한 正相關이 인정되지 않았으나 經年적으로 1莖重의 영향이 증가되는 경향이였다. 構造的要因과 個體重과의 관계는 어느 조성년도에 있어서도 有意한 正相關이 인정되었다.

4. 個體當 莖數와 構造의形質과의 關係 및 構造의 形質間의 相互關係

個體當 莖數와 構造의 形質, 構造의 形質間의 相互關係는 Fig. 3과 같다.

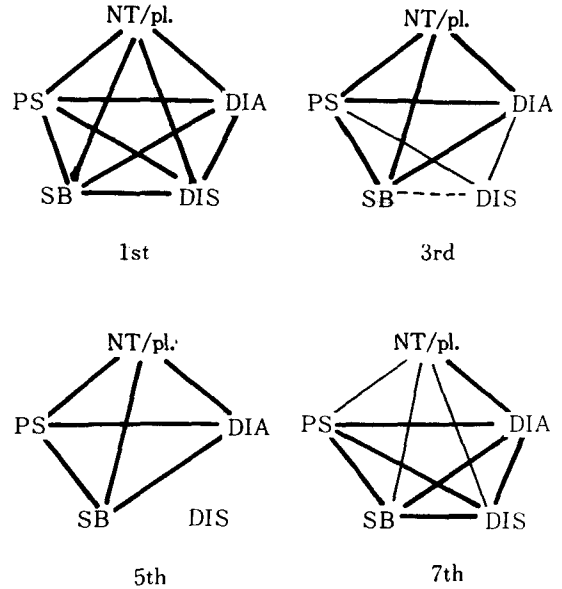


Fig. 3. Schematic diagrams showing the correlation coefficients among measured characters in each orchardgrass population as affected by the times of established pasture.

Note. —; significant at 0.1%,
 - - -; significant at 1%,
 ·····; significant at 5% level.

1년째에서는 個體當 莖數와 構造의 形質 및 構造의 形質 相互間에는 0.1% 수준의 正相關이 인정되었다. 2년에서는 個體當 莖數와 個體間 거리와는 有意한 相關이 인정되지 않았고, 그루터기의 면적과 개체간 거리는 5%, 개체의 크기와 개체간 거리, 그루터기의 폭과 개체간 거리는 1%, 그 외의 형질간에는 각각 0.1% 수준의 正相關이었다.

Table 2. Correlation coefficients between the dry weight of plant(DW/pl.) and measured characters by the times of established pasture.

Year	Morphological characters			Structural characters			
	PL	NT/pl.	WT	DIA	SB	PS	DIS
1st	0.60***	0.86***	0.24*	0.76***	0.78***	0.82***	0.35***
3rd	0.48***	0.94***	0.52***	0.79***	0.82***	0.86***	0.39**
5th	0.57**	0.87***	0.23	0.89***	0.92***	0.95***	0.77***
7th	0.54*	0.99***	0.96***	0.81***	0.97***	0.83***	0.82***

Note. *, ** and *** are significant at 5%, 1% and 0.1% level, respectively.

5년에서는 개체당 莖數, 개체의 크기, 그루터기의 幅, 그루터기의 면적간에는 각각 0.1% 수준의 正相關이었다.

또한 7년에서는 개체당 莖數와 개체의 크기, 그루터기의 면적과 개체간 거리사이에는 1% 수준, 그 외의 形質間에는 각각 0.1% 수준의 正相關이었다.

IV. 考 察

草地에서의 個體密度的 감소는 초지의 利用目的에 따라서 변화된다. 放牧地에서는 가축에 의한 採食利用의 頻度가 높고 踏壓과 蹄傷의 피해가 加重되므로 放牧抵抗性이 강한 개체만 生存하게 되어 個體密度는 감소된다¹⁾. 採草地에서는 窒素의 多肥¹⁴⁾와 植生構造의 過繁茂 상태에서 개체간의 競합이 심하여진 결과 약소개체가 枯死하기 쉽기 때문에 裸地의 발생이 많아지는 株化現象¹⁴⁾이 일어난다. 이와같은 경향은 본 시험에서도 인정되어 個體密度는 經年적으로 급격한 감소현상을 나타내었다고 생각된다(Table 1). 즉 조사대상초지는 1년에 2~3회 刈取利用하는 採草地로써 예취시에는 일반적으로 過繁茂 상태였던 것을 고려할때 개체간의 相互作用이 심하여진 결과 개체밀도의 감소현상으로 나타났다고 볼 수 있다.

개체밀도의 감소와 함께 個體重과 個體當 莖數는 經年적으로 증가되었으며 植生構造에 관여하는 構造의 形質이 크게 변화되었다(Table 1). 또한 個體當 莖數가 많고(Fig. 1) 개체의 크기가 큰 개체의 빈도가 經年적으로 높아지는 경향으로 보아서(Fig. 2), 개체밀도의 저하와 함께 殘存個體는 肥大化되는 株化現象을 나타내었다고 볼 수 있다. 이러한 株化現象(stand reduction)은 인접 개체와의 상대적인 大小관계에 의하여 개체밀도가 감소되는 경쟁력의 차이에 의한 결과이기 때문에⁹⁾ 個體의 肥大化는 개체당 莖數의 증가와 이에 따른 개체중의 증가 및 構造의 形質의 확대에 인하여 개체간 경쟁에서 有利하게 作用하였음을 示唆한다. 일반적으로 草種 또는 品種의 個體間 경쟁력의 차이는 莖數의 多少에 의하여 크게 영향을 받기 때문에^{4,5,11)}, 개체당 경수의 증가에 의한 個體의 肥大化는 개체간 경쟁력을 나타내는 指標라고 할 수 있다.

단위면적당의 건물중은 개체밀도와 有意한 相關

이 인정되지 않았다($r=0.18$). 이와같은 결과는 개체밀도와 건물수량과의 관계가 조성초기에서는 개체밀도가 높을수록 건물수량이 많아지는 莖數 依存的 경향을 나타내나 經年적으로 1 莖重 依存的인 경향을 나타내는 收量密度效果(Y-D effect)의 결과로 볼 수 있다. Knight (1970)는 건물수량을 최대로 얻을 수 있는 최적밀도는 m^2 당 23개체라고 하였고, 林(1971)는 예취회수가 적고 多肥조건에서는 m^2 당 15개체, 예취회수는 많으나 少肥조건에서는 20~30개체, 佐藤等(1972)은 多肥조건에서 22개체가 적정밀도라고 하였다. 본 시험에서는 단위면적당의 건물중이 가장 많았던 3년째의 개체밀도는 47개체, 초지생산성이 회복되는 7년에는 14개체를 나타내어 經年적으로 개체밀도는 저하되었다. 이와같은 결과는 건물수량과 개체밀도와의 관계가 여러 가지 재배조건에서 변화될 수 있음을 나타내었다.

일반적으로 초지생산성의 年차적 변동은 조성후 2~3년에 최고수량을 나타내고 3년~6년에서는 수량이 감소되었다가 그후 생산성이 회복되는 것이 일반적인 경향으로써⁶⁾ 본 시험에도 거의 같은 경향을 나타내었다(Table 1). 즉 단위면적당의 건물중은 3년에 최고수량을 나타내었으나 5년에서는 가장 낮았고 7년째에 다시 회복되었다. 초지생산성이 회복되는 원인은 經年적인 土壤有機物의 증가에 의하여 토양물리성이 개선되고 토양미생물상이 회복되기 때문이라고 할 수 있으나¹⁵⁾, 본 시험에서 7년째의 초지생산성이 회복된 것은 개체당 경수와 개체중의 증가에 따른 구조적 형질의 확대에 볼 수 있다(Table 1, 2).

개체중에 관여하는 收量構成要素로써 개체당 경수는 어느 조성년도에서도 0.1% 수준의 정상관을 나타내어 개체중의 증가에 공헌하였다. 그러나 1 莖重은 經年적으로 개체중의 증가에 공헌하는 정도가 높아지는 경향이였다(Table 2).

일반적으로 건물수량과 수량구성요소와의 관계는 變異性이 작은 集團內에서는 莖數에 의한 貢獻度가 크다고 할 수 있으나^{2,13)} 大小분일경이 混在하여 개체간 변이가 큰 群落狀態에서는 1 莖重에 의하여 收量이 支配되므로 草型과도 밀접한 관련을 갖는다¹²⁾ 이는 群落狀態에서는 개체의 生育空間이 제한받기 때문에 인접개체와의 相互作用이 形質發現에 크게 영향을 받게 된다¹²⁾. 따라서 莖數는 1 莖重보다 개체간 競합에 의한 영향을 많이 받게 되므로 개체당

경수와 1경중이 개체중의 증가에 공헌하는 것은 經年적으로 변화되는 群落의 生態的 特性속에서 검토되어야 한다고 생각된다.

개체당 경수에 의하여 개체중을 증가시키기 위해서는 그루터기의 폭, 그루터기의 면적, 개체간의 거리 및 개체의 크기와 같은 구조적 형질과의 관련성이 전제조건이 된다. 그러나 개체당 경수와 구조적 형질간에는 經年적으로 그 차이가 인정되었다. 이러한 결과는 개체당 경수가 적고 개체의 크기가 작은 개체들이 짧은 개체간의 거리에서도 均質적으로 분포되어 (Table 1), 일정한 규칙성이 유지될 때에는 개체간의 경쟁이 심하지 않으므로 개체당 경수와 구조적 형질간에는 밀접한 관련성이 인정되기 때문이라고 할 수 있다. 그러나 개체간의 환경적, 유전적 변이가 發現되어 인접개체와의 경쟁이 심하여 지는 시기(3~5년)에서는 有利한 조건을 얻은 개체는 생존하여 개체당 경수를 증가시키므로 큰 개체와 작은 개체가 공존하게 된다. 이러한 개체간의 경쟁과정속에서는 구조적 형질간에는 일정한 규칙성이 인정되지 않는다고 볼 수 있기 때문이다. 그러나 초지생산성이 회복되는 단계(7년)에서는 저 밀도조건으로 개체간의 경쟁이 적은 안정된 상태라고 할 수 있어 각 형질간에는 밀접한 관련성이 인정되었다고 생각된다.

V. 摘要

초지의 조성년도를 달리한 orchardgrass 초지에서 초지생산성의 年차적 변동을 조사하였고, 植生 構造에 관여하는 形態的, 構造的 形質과 個體重과의 관계를 검토하였다.

1. 個體密度는 經年적으로 급격히 減少되었다.
2. 草地生産性은 3년에서 가장 높았으나 5년에서 가장 낮았고 7년에는 회복되는 경향을 나타내었다.
3. 草地生産性이 회복되는 시기에서의 個體密度는 m^2 당 14개체였다.
4. 草地生産性的 회복은 個體當 莖數와 個體重의 증가에 의한 결과라고 할 수 있다.
5. 個體當 莖數, 1莖重, 草長 및 개체의 크기는 經年적으로 값이 큰 범위에서 빈도가 높았다.
6. 그루터기의 폭, 그루터기의 면적, 개체의 크기, 개체간 거리 및 葉面積은 經年적으로 증가되었

다.

7. 個體當 莖數는 어느 조성년도에서도 個體重과 有意한 正相關이 인정되었으나 1莖重은 經年적으로 相關이 높아지는 경향이였다.

8. 植生構造에 관여하는 形態的 形質과 構造的 形質間에는 經年적인 차이가 인정되었다.

VI. 引用文獻

1. Knight, R. 1970. The effects of plant density and frequency of cutting on the grown of cooks-foot. II. Yield in the vegetative and reproductive phases. *Aust. J. Agr. Res.* 21:653-660.
2. Lazenby, A. and H.H. Rogers. 1964. Selection criteria in grass breeding. II. Effect on *Lolium perenne* of differences in population density, variety and available moisture. *J. Agr. Sci.* 62: 285-298.
3. Sugiyama, S. 1986. Plant relation in pasture. *CSIRO*. pp. 253-269.
4. Sugiyama, S. 1986. Adaptive strategy and its agronomic implications of tall fescue. I. Life history, dry matter allocation and adaptive strategy. *J. Fac. Agric. Hokkaido Univ.* 63:1-39.
5. Trenbath, B.R. 1974. Biomass productivity of mixture. *Ad. in Agron.* 26:177-210.
6. Voisin, A. 1960. *Better grassland sward*. Crosby Lockwood & Son, London.
7. 堀川 洋. 1983. 水年草地のオーチャードグラス 個體群における形態的特性. *日草誌* 29(1): 17-21.
8. 石田良作, 嶋村匡俊, 及川棟雄. 1974. 人工草地の植生構造. 3報. オーチャードグラス 單播草地における株の分布狀態. *日草誌* 20(1): 11-15.
9. 石田良作. 1978. 人工草地の植生構造 5報, 數種イネ科牧草地における個體密度の變化および刈株の分散狀態. *日草誌* 24(2): 154-161.
10. 李柱三, 鄭忠燮, 李炳訓. 1985. 草型이 다른 meadow fescue 品種內的 個體間 乾物生産特性 1報. 1番草 乾物生産의 品種間 差異. *韓畜誌* 27(2): 111-117.
11. 李柱三, 尹益錫. 1988. Meadow fescue의 生

- 産性に 관한 研究. 8報 競争力과 形態的形質, 韓畜誌 30(1): 51-56.
12. 岡部 俊. 1975. イタリアン・ライグラス育種に關する基礎的研究. 北隆農試研報 17: 129-284.
 13. 佐藤 庚, 西村 格, 伊藤睦泰. 1967. 草地密度に關する生理生態學的研究. 5報. 単一クロンで作ったオーチャードグラス草地における栽植密度, 窒素施肥量 刈取回數が分けつ消長及び收量に及ぼす影響. 日草誌 13: 128-142.
 14. 佐藤徳雄, 酒井 博, 藤原勝見, 川鍋祐夫. 1972. オーチャードグラス草地の株の状態と收量におよぼす窒素施肥量の影響. 日草誌 18(1): 1-7.
 15. 吉田重治. 1976. 草地の生態と生産技術. 養賢堂.
 16. 林 治雄. 1971. 農林省草地試験場. 昭和45年度試験成績概要.