

# 답압이 매듭풀(*Kummerowia striata*)의 생장에 미치는 영향

金仁澤

昌原大學校 生物學科

## The Effect of Tread-Pressure on the Growth of *Kummerowia striata*

Kim, In-Taek

Department of Biology, Chang-won National University

### ABSTRACT

To investigate the causes of distribution of *Kummerowia striata* (Thunb.) Schindl. mostly restricted on the roadside and reclaimed land, plant growth was analyzed under different of tread-pressures:  $P_1$  (10 times/day, 16.34Kg/cm<sup>2</sup>),  $P_2$  (20 times/day, 31.52 Kg/cm<sup>2</sup>),  $P_3$ (30 times/day, 40.79 kg/cm<sup>2</sup>) and the control  $P_c$  (0 times/day, 3.73 Kg/cm<sup>2</sup>).

The matter production in the  $P_1$  decreased compared with that in the  $P_c$ , and those in the  $P_2$  and  $P_3$  continuously decreased so that its length growth gradually decreased and, in particular, the growth of leaves and nodule was suppressed. The number of leaves and roots tended to increase in the  $P_2$  and  $P_3$ . The water contents of roots following the increase of tread-pressure increased continuously. Following the increase of tread-pressure, T/R ratio and C/F ratio tended to increase.

*Kummerowia striata* showed the highest growth in the  $P_c$  and showed 26% relative growth in the  $P_1$  compared with that in the  $P_c$ . This plant showed 8% relative growth in the  $P_3$ , which is excess to the tread-pressure 21 Kg/cm<sup>2</sup>, the limit of growth in the plant. Because this plant grew continuously in the  $P_3$ , the tread-pressure is regarded as an important factor affecting the roadside distribution of this plant.

**Key words:** *Kummerowia striata*, Tread-pressure, Matter production, Water contents, Relative growth, Soil hardness

### 緒 論

매듭풀(*Kummerowia striata* (Thunb.) Schindl.)에 관한 분류학적 및 생태학적 연구로는 송과배(1992)에 의한 매듭풀 개체군의 질소고정활성과 생육특성의 계절변화에 대한 보고가 있으

나 인간의 답압이 심한 곳에서 생존하는 까닭은 아직 밝혀진 바 없다. 매듭풀은 전국 각지에서 사람의 통행이 많은 노변이나 택지조성지, 개간지 등에서 그 군락을 쉽게 볼 수 있으나 삼림하상이나, 경작지 등에서는 거의 볼 수 없다. 따라서 매듭풀의 분포를 결정하는 생태학적 조건으로서 인간의 답압이 고려되어야 할 것이다.

답압효과에 관한 연구로서는 토양밀도와 뿌리의 투과력 연구(Veihmeyer and Hendrickson 1948), 초지의 뿌리분지에 미치는 토양측면의 영향(Fox *et al.* 1952), 토양의 함수량과 그 정도와의 관계(Turnbull and Hendrickson 1946), 답압에 의한 토양경도(Reaves and Nichols 1955), 식물의 영양물질 흡수와 뿌리의 발육 및 생장에 미치는 토양의 경화층에 따른 수분, 공기의 효과에 관한 보고(Jamison and Dombay 1956) 등이 있다. 北村과 小澤(1959, 1960)은 파종후 鎊壓이 서양잔디의 생육에 미치는 영향에 대해, Zimmerman and Kardos(1961)은 가비중의 증가에 따른 뿌리생장의 감소함을 보고하고 있고, 北村(1961, 1965a,b)은 잔디의 생장은 踏壓 10回/日 이상에서는 감소하나 그 이하의 區에서는 오히려 촉진되고, 小澤과 萩原(1965)은 5kg/cm<sup>2</sup> 이상의 토양경도에서는 잔디의 생육이 阻害받으며, Gerard *et al.* (1972)은 토양의 조건에 따라 뿌리의 성장과 투과력이 좌우되고 이는 지상부의 형태와 생육에 영향을 미치며, 조 등(1977)은 토양경도 21kg/cm<sup>2</sup>가 완두재배에 있어서 限界硬度이며 토양의 假比重 1.46kg/cc 이상에서는 작물생육이 不良해짐을 보고하고 있다. 이 등(1975)과 이(1979)의 토양함수량이 식물의 생장에 미치는 영향과 생태형에 관한 연구, Akram and Kemper(1979)의 토양의 침투력과 토양에 가해지는 압력과 함수량에 관한 연구, 김(1986)의 답압이 질경이의 생장에 미치는 영향에 관한 연구는 주목할 만하다.

본 연구에서는 답압이 매듭풀의 생장에 미치는 영향을 실험하게 되었다.

## 材料 및 方法

본 조사의 재료인 매듭풀(*Kummerowia striata*)의 종자는 창원대학교 구내에서 1989년 10월부터 11월 사이에 채취한 후 상온에 보관하여 사용하였다.

실험포장 토양의 특성은 Table 1과 같으며 토성과 pH 등이 대체적으로 균일했다.

실험포장은 대조구, 10회/일, 20회/일, 30회/일 구로, 각 구에서 표본추출시 표본은 무작위로 10개체씩을 채취하였다.

**Table 1.** Soil condition of experimental plots

Plots	Soil texture			W.H.C.	pH	O.M.	T.N.	A.P.	C.
	Sand	Silt	Clay						
P <sub>c</sub>	56.7	31.2	12.1	27.0	5.6	6.2	5.04	8.42	3.58
P <sub>1</sub>	68.1	24.6	7.3	26.5	5.4	6.0	5.72	8.48	3.46
P <sub>2</sub>	49.9	38.7	11.4	27.3	5.8	6.3	5.68	8.05	3.64
P <sub>3</sub>	53.8	36.2	10.0	27.7	5.5	6.1	5.61	8.97	3.52

O. M. (%): Organic matter, T. N. (mg/100g): Total nitrogen,

A. P. (mg/100g): Available phosphorus, C. (%): Carbon, W. H. C. (%): Water holding capacity,

P<sub>c</sub>: Control, P<sub>1</sub>: 10 times/day, P<sub>2</sub>: 20 times/day, P<sub>3</sub>: 30 times/day

1990년 3월 20일 파종하여 4월17일 본엽이 2개인 개체를 100cm×250cm의 포장에 10cm간격으로 2-3개체씩 남긴 다음 동년 5월 10일 10cm간격으로 균등하게 1개체씩을 남긴 후 묘의 상태가 본엽이 4매인 동년 5월 27일부터 체중이 60kg인 사람이 각 구마다 매일 10회, 20회, 30회 답압을 가한 구와 무답압의 대조구를 두었으며, 지봉형으로 지주를 세워 우천시에는 polyethylene film으로 대조구를 포함한 전 포장을 덮어 강우로 인한 토양경도의 변화를 방지하였다. 이 때 공기 유통을 위해 각 포장의 한 쪽은 개방하였고 배수로의 깊이는 40cm로 하였다. 표본추출은 6월 15일부터 7월 5일, 25일, 8월 16일, 9월 7일, 27일, 10월 15일의 7회에 걸쳐서 채취하였다.

토양의 경도측정은 산중식토양경도계(Soil Hardness Tester, YH-62 A형)를 사용하여 매 표본추출시 각 구당 10회정도 측정하여 평균치(경도지수)를 취하였는데 이것을 다음과 같은 식에 의하여 지지강도로 환산하였다.

$$P = \frac{100X}{0.7952(40-X)^2} \quad (\text{여기서 } P \text{는 지지강도, } X \text{는 경도지수를 나타냄}).$$

### 結果 및 考察

#### 물질생산

각 기관별 물질생산은 답압의 증감에 따라 Fig. 1과 같으며 뚜렷한 차이를 나타냈다. 답압의 증가에 따른 토양의 지지강도는 Table 2와 같이 증가하였다.

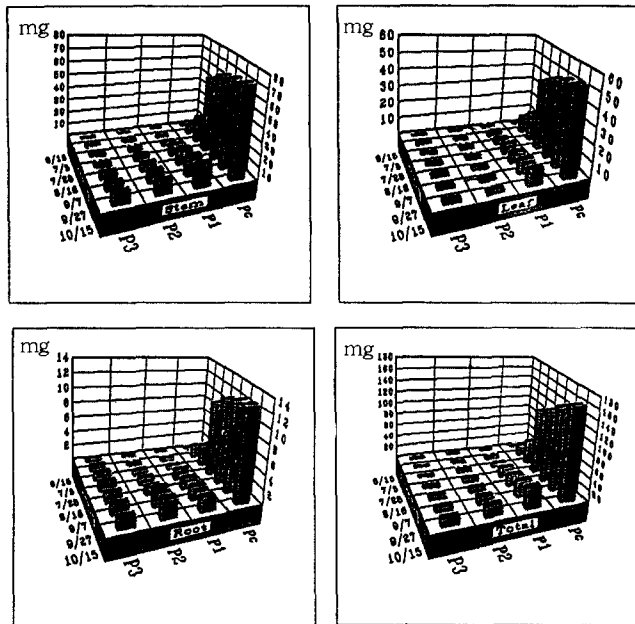


Fig. 1. Dry matter production of *Kummerowia striata* under different tread-pressures(mg / ind.).

각 구의 줄기의 생장을 보면 6월 15일 표본추출시 무답압 P<sub>0</sub>구가 생장이 가장 높았으며 답압이 가장 높은 P<sub>3</sub>구가 생장이 가장 낮았으나 P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub>구와는 큰 차이를 나타내지 않았으며 10월 15일 표본추출시에도 이와 같은 경향을 유지하였다.

잎의 성장도 무답압구인 P<sub>0</sub>가 P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub>, P<sub>3</sub>구에 비해 급속한 성장을 보이며 P<sub>2</sub>, P<sub>3</sub>구는 유사한 값을 갖는다. 엽병의 성장역시 P<sub>0</sub>구에서 최대의 성장을 나타내고 답압이 높을수록 생장이 억제되며 P<sub>3</sub>구의 9월7일에서 10월 15일까지는 거의 동일한 값을 나타냈다.

**Table 2.** Soil hardness of each plot under different tread-pressures

Plots	Sampling date													
	June 15		July 5		July 25		Aug. 16		Sep. 7		Sep. 27		Oct. 15	
	mm*, Kg/cm <sup>2</sup> **		mm, Kg/cm <sup>2</sup>		mm, Kg/cm <sup>2</sup>		mm, Kg/cm <sup>2</sup>		mm, Kg/cm <sup>2</sup>		mm, Kg/cm <sup>2</sup>		mm, Kg/cm <sup>2</sup>	
P <sub>c</sub>	7.45	0.88	14.86	2.96	15.62	3.31	16.84	3.95	17.55	4.38	18.00	4.68	19.63	5.95
P <sub>1</sub>	14.50	2.80	23.69	11.20	24.60	13.04	26.78	19.27	28.00	24.45	29.55	34.01	31.50	55.26
P <sub>2</sub>	14.81	2.94	23.86	11.52	28.90	29.50	30.89	46.81	28.89	29.43	30.15	39.10	31.88	61.31
P <sub>3</sub>	16.25	3.62	29.56	34.11	26.33	17.72	32.44	71.38	29.50	33.65	31.70	57.87	31.25	67.19

\*: soil hardness tester index  
 \*\*: support degree of strength

뿌리의 생장은 6월 15일 표본추출시까지의 전 구가 비교적 유사한 생장을 나타내나, 8월 16일 표본 추출이후 P<sub>1</sub>의 현저한 급성장을 볼 수 있는 반면, P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub>, P<sub>3</sub>구는 유사한 성장구배를 나타냈다.

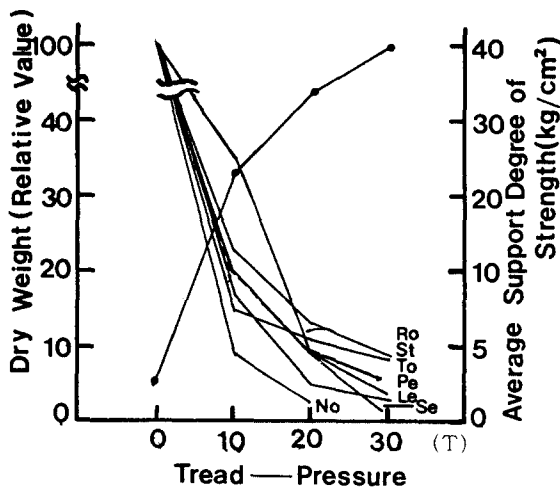
뿌리혹의 생장은 P<sub>c</sub> 구를 제외한 전 구에서 약간의 감소가 생겼고 P<sub>2</sub>구의 10월 15일과 P<sub>3</sub>구의 9월 17일 표본추출시에서는 식물체가 소멸하였다.

각 구의 개체당 전 식물체의 생장은 P<sub>c</sub>에서는 8월 16일 표본추출시 현저한 급성장을 볼 수 있는 반면 P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub>, P<sub>3</sub>구에서는 유사하며 완만한 성장구배를 나타냈고, P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub>, P<sub>3</sub>에 비해 P<sub>c</sub>의 생장이 4~10배 이상 높게 나타났다.

7월 15일 표본추출시 뿌리와 뿌리혹의 생장은 답압구와 무답압구가 유사한 성장구배를 보이 나 줄기, 엽병, 잎의 생장은 P<sub>c</sub>가 P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub>, P<sub>3</sub>에 비해 현저한 급성장을 나타냈다. 9월 27일(6차) 표본추출시 각 기관별 및 전 식물개체의 대조구에 대한 상대성장치와 답압 및 토양지경도와와의

관계를 보면 P<sub>c</sub>보다 P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub>, P<sub>3</sub>의 순으로 각 기관은 물론 전 식물개체의 물질생산이 감소하였다(Fig. 2).

北村(1961, 1965a, b)는 잔디가 답압 1~7회에서 생장이 증가되나 그 이상에서는 감소된다고 하였으며 小澤과 萩原(1965)도 5kg/cm<sup>2</sup>이상의 토양경도에서는 잔디의 생장의 감소하였는데 그 결과와 비교한다면 답압초기에는 잔디에 비해 생장의 억제 경향이 강하나 답압초기(P<sub>1</sub>)의 토양경도가 5kg/cm<sup>2</sup>를 훨씬 초과한 16.34kg/cm<sup>2</sup>임을 고려한다면 잔디와 유사한 성장구배를 갖는 것으로 생각된다.



**Fig. 2.** The relation between relative values of dry weight in the 6th sampling and different tread-pressures.  
 To: Total plant, St: Stem, Le: Leaf, Ro: Root, No: Nodule, Se: Seed, Pe: Petiole, •-•: Soil hardness, T: Times

**길이생장**

각 기관의 길이생장은 답압의 영향에 따라 Fig. 3과 같은 차이를 나

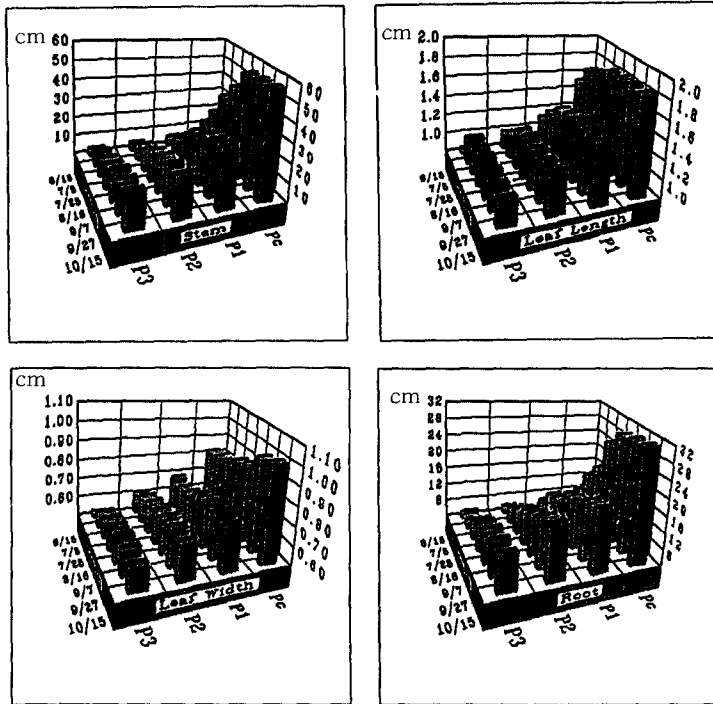


Fig. 3. Growth of *Kummerowia striata* under different tread-pressures (cm/ind.).

서 유사한 생장을 나타냈다. 즉 답압의 증가에 따라 잎의 幅의 생장은 억제되었으나 큰 차이를 나타내지는 않았다.

뿌리의 길이생장은 7월 25일 표본추출 이후  $P_c$ 구의 급속한 생장을 제외하면 전 구가 유사하고 완만한 성장구배를 나타냈다.

각 구의 9월 27일 표본추출시에서의 상대길이생장은 Fig. 4와 같다. 답압을 가하지 않은 대조구에 비해 답압을 가한 전 구에서 모든 기관의 길이는 답압의 증가에 따라 감소하는 경향이였다. 줄기와 가지의 길이생장은 감소하였으나 엽병, 잎의 길이와 폭, 뿌리의 생장은 유사하게 나타났다.

조 등(1977)은 토양경도 증가에 따른 뿌리의 길이 성장저해는 지표에 분포하는 측근의 형태로 심화된다. 이는 Gerard *et al.*(1972)의 보고와 일치한다.

### 성장해석

10월 15일(7차)표본추출시 토양의 경도가 증가할수록 식물체 각 기관의 수분함량은 감소하는 경향을 보였는데 줄기, 종자, 뿌리, 엽병, 잎의 순으로 대조구에 비해 답압의 증가에 따라 급속한 감소가 나타났으며 이 중 뿌리혹, 잎, 엽병에서의 감소가 특히 심화됨을 보였다(Fig. 5).

엽병의 數는  $P_2$ ,  $P_3$ 구에서 유사하였고 엽수는  $P_c$  구를 제외한 전 구에서 8월 16일 이후 약간 감소되는 경향을 보였으며 측근의 수는  $P_1$ ,  $P_2$ ,  $P_3$  구에서 유사한 값을 나타내었다(Table 3).

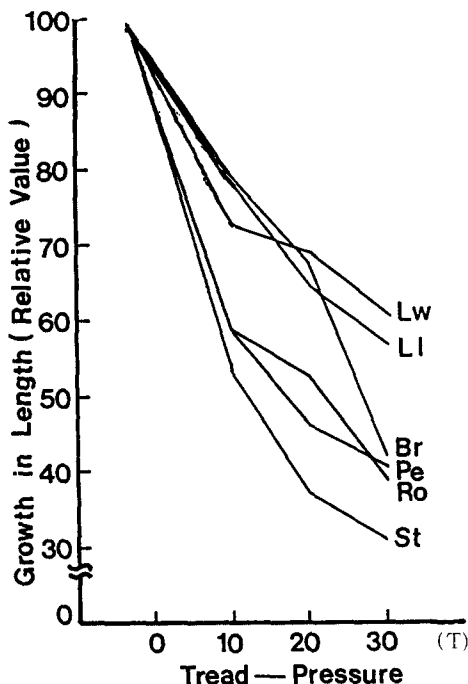
차와 박(1973)은 토양의 보수력은 모래의 함량과 반비례하고 미사, 점토의 함량과 비례한다고 했는데, 본 연구에서는 토양성분이 대체적으로 균일하므로 답압의 의한 토양경도에 따라 토양함

타내었다.

각 구에서의 줄기의 길이생장은 7월 5일 표본추출시에는  $P_c$ ,  $P_1$ ,  $P_2$ ,  $P_3$  구 순으로 나타났는데  $P_c$ 구를 제외한 전 구는 유사한 성장구배를 나타냈으며 가지의 길이생장은 급속히 진행된 후 10월 15일후  $P_c$ ,  $P_1$ ,  $P_2$ ,  $P_3$ 의 순으로 약간 감소하였다.

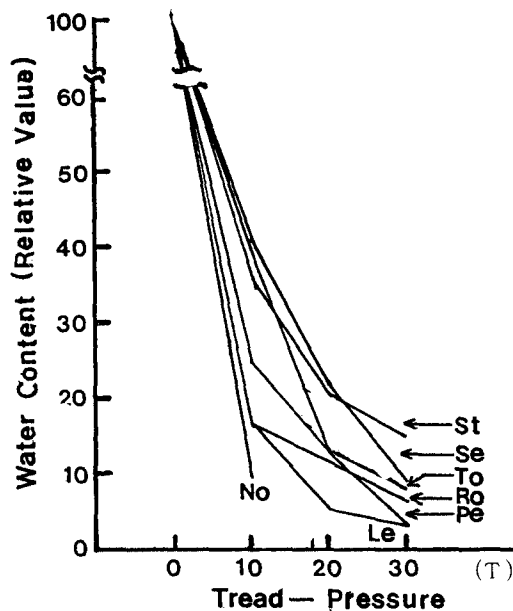
잎의 길이생장은 7월 25일 표본추출 이후 전 구의 생장이 거의 일정하게 정지된 것으로 나타났으며 엽병의 길이생장은 완만히 증가하는 성장구배를 나타냈다.

잎의 幅은 6월 5일 표본추출 이후  $P_1$ ,  $P_2$ 구에



**Fig. 4.** The relation between relative values of growth in the 6th sampling and different tread-pressures.

Lw : Leaf width, Li : Leaf length, Ro : Root, Br : Branch, St : Stem, Pe : Petiole, T : Times



**Fig. 5.** The relation between relative values of water content in the 7th sampling and different tread-pressures.

To : Total plant, St : Stem, No : Nodule, Le : Leaf, Ro : Root, Pe : Petiole, Se : Seed, T : Times

**Table 3.** Mean number of petiole, leaf and secondary root of *Kummerowia striata* grown under different tread-pressures (mean  $\pm$  SD)

Part of plant	Plots	Sampling date						
		June 15	July 5	July 25	Aug. 16	Sep. 7	Sep. 27	Oct. 15
Petiole	P <sub>c</sub>	0.35 $\pm$ 0.07	0.48 $\pm$ 0.08	0.53 $\pm$ 0.07	0.73 $\pm$ 0.18	0.73 $\pm$ 0.16	0.74 $\pm$ 0.12	0.74 $\pm$ 0.09
	P <sub>1</sub>	0.30 $\pm$ 0.04	0.32 $\pm$ 0.06	0.34 $\pm$ 0.08	0.40 $\pm$ 0.09	0.42 $\pm$ 0.03	0.44 $\pm$ 0.05	0.44 $\pm$ 0.08
	P <sub>2</sub>	0.28 $\pm$ 0.05	0.28 $\pm$ 0.05	0.30 $\pm$ 0.04	0.33 $\pm$ 0.04	0.34 $\pm$ 0.04	0.34 $\pm$ 0.07	0.34 $\pm$ 0.07
	P <sub>3</sub>	0.28 $\pm$ 0.03	0.28 $\pm$ 0.06	0.28 $\pm$ 0.03	0.31 $\pm$ 0.05	0.30 $\pm$ 0.06	0.30 $\pm$ 0.03	0.30 $\pm$ 0.05
Leaf	P <sub>c</sub>	1.53 $\pm$ 0.20	1.72 $\pm$ 0.29	1.78 $\pm$ 0.19	1.85 $\pm$ 0.24	1.86 $\pm$ 0.20	1.87 $\pm$ 0.15	1.87 $\pm$ 0.13
	P <sub>1</sub>	1.13 $\pm$ 0.13	1.28 $\pm$ 0.21	1.40 $\pm$ 0.24	1.44 $\pm$ 0.35	1.48 $\pm$ 0.26	1.46 $\pm$ 0.25	1.46 $\pm$ 0.10
	P <sub>2</sub>	1.00 $\pm$ 0.16	1.10 $\pm$ 0.25	1.21 $\pm$ 0.17	1.25 $\pm$ 0.13	1.24 $\pm$ 0.26	1.23 $\pm$ 0.27	1.22 $\pm$ 0.15
	P <sub>3</sub>	0.86 $\pm$ 0.13	1.09 $\pm$ 0.24	1.09 $\pm$ 0.18	1.10 $\pm$ 0.15	1.08 $\pm$ 0.16	1.07 $\pm$ 0.17	1.07 $\pm$ 0.12
Secondary Root	P <sub>c</sub>	8.64 $\pm$ 1.10	14.72 $\pm$ 1.42	18.75 $\pm$ 3.71	27.00 $\pm$ 3.95	30.80 $\pm$ 3.50	31.45 $\pm$ 4.21	32.00 $\pm$ 2.23
	P <sub>1</sub>	6.56 $\pm$ 1.00	10.50 $\pm$ 1.19	12.24 $\pm$ 1.44	15.30 $\pm$ 1.74	16.00 $\pm$ 0.70	18.40 $\pm$ 3.61	19.00 $\pm$ 3.51
	P <sub>2</sub>	6.02 $\pm$ 0.83	8.20 $\pm$ 1.23	10.40 $\pm$ 1.36	12.60 $\pm$ 2.03	14.50 $\pm$ 1.12	16.30 $\pm$ 2.09	17.20 $\pm$ 1.94
	P <sub>3</sub>	5.80 $\pm$ 0.92	6.50 $\pm$ 0.90	8.90 $\pm$ 1.50	11.00 $\pm$ 1.01	12.20 $\pm$ 1.94	12.50 $\pm$ 2.50	12.55 $\pm$ 2.58

**Table 4.** T/R ratios of *Kummerowia striata* under different tread-pressures

Plots	Sampling date						
	June 15	July 5	July 25	Aug. 16	Sep. 7	Sep. 27	Oct. 15
P <sub>c</sub>	6.92	10.00	9.59	9.41	9.43	10.08	10.82
P <sub>1</sub>	8.75	9.39	10.75	10.25	11.91	13.78	16.93
P <sub>2</sub>	5.09	5.56	5.11	6.59	7.30	9.47	12.82
P <sub>3</sub>	4.3	5.63	4.94	4.43	6.70	7.33	9.57

**Table 5.** C/F ratios under different tread-pressures

Plots	Sampling date						
	June 15	July 5	July 25	Aug. 16	Sep. 7	Sep. 27	Oct. 15
P <sub>c</sub>	0.70	1.01	1.43	1.69	1.69	1.88	2.05
P <sub>1</sub>	0.79	0.71	1.29	1.90	2.19	2.39	2.79
P <sub>2</sub>	0.94	1.53	1.84	3.03	3.68	4.78	6.26
P <sub>3</sub>	0.73	1.61	1.76	2.35	4.33	4.79	7.07

수량과 식물체의 수분함량이 결정된 것으로 생각된다(Table 1).

각 구의 T/R ratio(지상부와 지하부의 비)는 6월 15일 표본추출 이후 P<sub>c</sub>구에서 일시적인 증가를 보인 후 비교적 유사한 생장을 나타내었으며, 7월 5일 표본추출 이후에는 P<sub>c</sub>, P<sub>1</sub>구는 유사한 구배로 증가하다가 9월 7일 이후 P<sub>1</sub>구의 증가를 볼 수 있었다. P<sub>2</sub>, P<sub>3</sub>구는 7월 5일 표본추출 이후에는 일시적으로 감소하다가 9월 7일 표본추출 이후 서서히 증가하였다. 9월 27일 표본추출까지 P<sub>c</sub>구는 P<sub>2</sub>구 보다 증가를 나타내다가 10월 15일 표본추출시에 P<sub>2</sub> 구에서 뚜렷한 증가를 나타내었다. 10월 15일 표본추출시에는 P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub>, P<sub>3</sub>순으로 T/R ratio가 감소함을 보여주었다(Table 4). 이같은 결과는 토양경도의 증가에 따라 지상부에 비해 지하부의 발육의 부진해짐을 나타낸다.

C/F ratio(비동화기관과 동화기관의 비)는 P<sub>c</sub>, P<sub>1</sub>구에서 유사한 구배의 증가를 나타내고, P<sub>2</sub>, P<sub>3</sub>구에서 유사한 구배의 증가를 나타내었는데, 3차 이후 P<sub>2</sub>구에서 뚜렷한 증가를 나타내었고 10월 15일에서는 P<sub>3</sub>, P<sub>2</sub>, P<sub>1</sub>, P<sub>c</sub>구의 순으로 나타났다. 무담압구인 P<sub>c</sub>가 가장 낮은 값을 나타내었고 담압의 증가에 따라 C/F ratio도 증가하였다(Table 5). 이로서 담압의 증가에 따라 동화기관에 비해 비동화기관의 발육이 더 증가하는 것으로 나타났다.

## 摘 要

본 연구는 매듭풀(*Kummerowia striata* (Thunb.) Schindl.)이 주로 노변, 개간지 등에 분포하는 이윅류를 규명하기 위하여 담압(토양경도) 10회/일(22.86kg/cm<sup>2</sup>), 20회/일(31.52kg/cm<sup>2</sup>), 30회/일(40.79kg/cm<sup>2</sup>), 대조구(3.73kg/cm<sup>2</sup>)하에서의 재배실험을 통하여 식물체의 생장을 분석하였다.

담압 10회/일에서의 물질생산은 담압이 없는 대조구에 비해 감소를 나타냈고 20회/일, 30회/일에서도 계속적인 감소를 보였으며 각 기관의 신장생장도 점차 감소하였다. 특히 잎과 뿌리혹의 생장이 억제되었다. 담압 20회/일, 30회/일에 있어서 엽병, 잎, 뿌리의 수는 증가하는 경

향이 있었다. 답압에 따른 T/R ratio(지상부/지하부 비)와 C/F ratio(비동화기관/동화기관 비)는 증가하는 경향이 있었다.

매듭풀의 생장은 대조구에서 가장 높은 생장을 보였으며, 작물의 생육한계인 토양경도 21kg/cm<sup>2</sup>에 가까운 답압 10회/일에서도 대조구에 비해 16%의 상대생장을 보였지만 답압 30회/일에서조차 10월 15일 까지 생장을 보여 답압과 이에 따른 토양 경도가 매듭풀의 路邊自生에 미치는 중요한 요인임을 알 수 있었다. 즉 주택지나 개간지 등 타식물이 없는 곳에서는 상당히 생장이 촉진되며, 이에 비해 답압초기에는 억제경향이 높으나 답압의 증가와 높은 토양경도에서도 계속적인 생장을 보임으로써, 상대적으로 답압에 약한 타식물보다 노변에 더 잘 잔존, 생육할 수 있다고 여겨진다.

### 引用文獻

- 김인택. 1986. 답압이 질경이의 생장에 미치는 영향. 한국생태학회지 9:91-101.
- 송승달·배상미. 1992. 매듭풀(*Kummerowia striata* (Thunb.) Schindl.) 개체군의 질소고정활성과 생육특성의 계절변화. 한국생태학회지 15:377-386.
- 이호준·김원·이일구. 1975. 싸리나무에 있어서 수분공급량이 생장에 미치는 영향. 식물학회지 18:143-149.
- 이호준. 1979. 질경이의 생태형적 변이에 관한 연구. 효성여대논문집 21:3-45.
- 조인상·임정남·조성진. 1977. 토양의 경도가 완두뿌리의 신장에 미치는 영향. 농업기술연구소 논문집 10:7-12.
- 차동열·박무언. 1973. 우리나라 밭토양의 보수력에 미치는 토양인자에 관한 연구. 농촌진흥청 보고서 15:27-36.
- 小澤知雄·萩原信弘, 1965. 土壤硬度カ芝の生育に及はち影響. 芝草研究 29:12-17
- 北村文雄·小澤知雄. 1959. 西洋芝栽培の基礎的研究(第1報). 造園雜誌 23:11-15.
- 北村文雄·小澤知雄. 1960. 西洋芝栽培の基礎的研究(第2報). 造園雜誌 24:1-5.
- 北村文雄. 1961. 西洋芝栽培の基礎的研究(第3報). 造園雜誌 24:56-60.
- 北村文雄. 1965a. 日本芝園藝品種栽培の基礎的研究(第1報). 造園雜誌 28:12-17.
- 北村文雄. 1965b. 日本芝園藝品種栽培の基礎的研究(第2報). 造園雜誌 28:18-22.
- Akram, M. and W.D. Kemper. 1979. Infiltration of soils as affected by the pressure and water content at the time of compaction. Soil Soc. Amer. J. 43:1080-1086.
- Fox, R.L., J.E. Weaver and R.C. Lipps. 1952. Influence of certain soil profile characteristics upon the distribution of roots of grasses. Agronomy 39:1068-1076.
- Gerard, C.J., H.C. Metha and E. Hinojosa. 1972. Soil Science 114: 37-49.
- Jamison, V.C. and C.W. Domby. 1956. The effect of a dense soil layer and varying air-water relations on the growth, root development and nutrient uptake of cotton in commerce silt loam. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 20:447-453.
- Reaves, C.A. and M.L. Nichols. 1955. Soil reaction to pressure. Agr. Eng. 36:813-820.
- Turnbull, W.J. and S.J. Hendrickson. 1946. Soil density as a factor in determining the permanent wilting percentage. Soil Sci. 62:451-456.



- Veihmeyer, F.J. and A.H. Hendrickson. 1948. Soil density and root penetration. *Soil Sci.* 65:487-493.
- Zimmerman, R.P. and L.T. Kardos. 1961. Effect of bulk density on root growth. *Soil Sci.* 91:280-288.

(1994년 1월 10일 접수)