

매듭풀(*Kummerowia striata* (Thunb.) Schindl.) 개체군의 질소고정활성과 생육특성의 계절변화

송승달·배상미

경북대학교 자연과학대학 생물학과

Seasonal Changes of Nitrogen Fixation and Growth Characteristics of *Kummerowia striata* (Thunb.) Schindl. Populations

Song, Seung-Dal and Sang-Mee Bae

Department of Biology, College of Natural Sciences, Kyungpook National University, Taegu, Korea

ABSTRACT

Seasonal changes of symbiotic nitrogen-fixation activity and growth characteristics of four different natural populations of *Kummerowia striata* were quantitatively analyzed during the growing period. The nitrogen-fixation activity of root nodules attained the maximum rates of 148, 132, 102 and 100 $\mu\text{M C}_2\text{H}_4 \cdot \text{g fw nodule}^{-1} \cdot \text{hr}^{-1}$, respectively for sunny, multibranched, shade and unbranched populations at the optimum growth conditions. And the seasonal changes showed fluctuations by environmental conditions such as light, temperature, nutrient contents, water stress and plant ages, etc. The multibranched plant showed the greater amount of leaf and root nodule biomass, and the higher nitrogenase activity than the unbranched plant. The optimum conditions of leaf chlorophyll and water content of each organ indicated the active growth and the maximum fresh biomass of 4 different populations were 1.92, 1.85, 0.97 and 0.56 $\text{g fw} \cdot \text{plant}^{-1}$ for shade, multibranched, sunny and unbranched populations, respectively.

서론

공생질소고정 세균은 숙주식물의 뿌리에 근류조직을 형성하고, 식물로부터 광합성 산물을 받아 에너지원으로 이용하며, 고정된 질소를 숙주식물에 공급하여 질소결핍의 생태계에서의 생산성 향상과 식생천이의 촉진에 중요한 역할을 하고 있다. 콩과식물은 근류균인 *Rhizobium* sp.에 의해 근류를 형성하는 대표적인 공생체계를 가짐으로써 대기질소의 이용에 의해 생산성을 높이고, 근류로부터 고정된 질소화합물을 근권으로 방출하여, 척박한 토양의 비옥화에 기여하는 것으로 주목되고 있다(Brophy and Heichel, 1989; Hesterman *et al.*, 1986; Fyson and Oaks,

* 이 논문은 한국학술진흥재단의 연구비 지원에 의해 수행되었음.

1990).

Rhizobium sp. 에 의한 근류의 형성과 질소고정활성의 발현은 숙주식물의 생육상태 및 환경요인과 밀접한 상관관계를 이루며, 근류량과 엽면적과의 높은 상관성을 갖는 것으로 알려지고 있다(Song and Monsi, 1974). 한편 토양에 존재하는 질소화합물의 함량에 의해 근류의 형성과 질소고정활성은 저해되고, 식물의 생장은 외부로부터 흡수되는 질소화합물에 의존하게 된다(Streeter, 1985; Wong, 1980; Bender *et al.*, 1985; Kim *et al.*, 1987). 토양의 산성화는 대부분의 작물에 있어서 영양염의 흡수효율을 변화시키고(Fageria *et al.*, 1989), 뿌리에 있어서 근류균의 부착도를 저하시키는 영향을 갖게 된다(Caetano-Anolles *et al.*, 1989). 그리고 빛과 온도, 산소, 영양염 및 수분결핍 등이 콩류의 공생질소고정계에 미치는 영향에 대해서 많은 연구보고가 있다(Schweitzer and Harper, 1980; Williams and Phillips, 1980; Sinclair and Weisz, 1985).

매듭풀은 근류를 형성하는 1년생 콩과식물로서, 초지나 나지 또는 개간지 등에 널리 자연군락을 이루는 초본으로서 생육기간 중 공생질소고정 능력에 의해 1차 생산성을 향상하고 근권토양의 성질을 개선하여 초지생태계의 선구식물종으로서 식생천이의 촉진에 기여하는 것으로 주목되는 식물이다. 본 실험은 매듭풀 개체군의 공생질소고정 기능과 생육특성을 구명하기 위하여 생육기간중 근류의 질소고정활성의 계절적 변화와 식물체 각 기관의 생육특성 및 환경요인의 변화를 비교 분석하였다.

재료 및 방법

매듭풀 개체군

경북대학교 구내와 팔공산 저변에 자생하는 매듭풀(*Kummerowia striata* (Thunb.) Schindl.) 개체군을 대상으로 하고 생육환경의 변화에 따라 양지에 생육하는 개체군(sunny population)과 소나무숲에 의해 50%의 피음상태에서 생육하는 음지개체군(shade population), 그리고 토대의 사면 하부에 생육하는 다분지우점개체군(lower slope (multibranch) population) 및 사면 상부에 생육하는 단분지우점개체군(upper slope (unibranch) population) 등 4개의 개체군을 선정하여 생육기간중 근권토양 및 식물체 각 부위의 변화와 질소고정활성을 분석하였다.

질소고정활성의 측정

매듭풀 근권의 근류를 생육기간 중 2주 간격으로 채집하여, 즉시 10 ml vial에 넣고 실온에서 30분간 전처리한 후, Burris병에 의해 CaC_2 에서 발생시킨 아세틸렌(C_2H_2)가스를 10%용량으로 주입하고, 질소고정계를 일정한 조건에서 배양하여, 1시간 뒤에 주사기로 0.5ml의 gas sample를 뽑아서 Porapark R column(182cm×0.32cm)을 이용한 Shimadzu GC 8 APF gas chromatograph(FID)에서 환원된 에틸렌(C_2H_4)량을 정량하고 시간당 단위 근류량에 대한 질소고정활성을 분석하였다(Huang *et al.*, 1975).

식물체의 생육특성

1990년 7월부터 10월까지 매 2주 간격으로 매듭풀 개체군을 근권토양과 함께 채취하여 식물체는 신장 생장을 측정한 후, 각 기관별로 분리하여 생량과 70℃에서 3일 동안 건조한 건량 및 함수량을 측정하였다. 엽록소 함량은 식물체의 정단에서 3번째 3출엽을 DMSO(dimethyl sulfoxide)법에 의해 추출하고 A_{645} 와 A_{663} 의 흡광도를 측정하여 Arnon식에 의해 산출하였다(Arnon,

1949; Hiscox and Israelstam, 1979). 근권토양은 2.5배의 증류수로 현탁하여 glass electrode에 의해 pH를 측정하였고, 풍건토양의 NH₄⁺-N의 함량은 Nesslerization 법으로 측정하였으며 (Nichols and Foote, 1931), 인의 함량은 아스코르브산법으로 측정하였다(Greenberg *et al.*, 1985).

결과 및 고찰

매듭풀 개체군의 질소고정활성의 계절변화

매듭풀은 자연상태에서 비교적 늦은 봄에 출현하고 초기에는 생육이 매우 느리며 7월 이후에 급격히 성장하여 8월말에 최대성장기를 이루었고, 밀생하는 균질의 개체군을 형성하는 경우가 많았다. 개체군의 생육환경조건에 따라서는 초장의 변이가 크고, 양지의 개체군은 생육후기의 최대신장이 약 25cm였으나, 피음지의 개체군은 2배 이상인 약 56cm에 이르렀고, 토대의 사면 하부에 생육하는 다분지우점개체군과 사면 상부에 생육하는 단분지우점개체군은 최대신장이 각각 약 33cm와 27cm였다(Table 1). 이와 같은 신장생장의 변이는 광조건 및 토양수분조건에 차이에 따른 영향으로 생각된다.

각 생육환경에 따른 매듭풀 개체군의 근류의 질소고정활성의 계절변화는 Table 1과 같다. 근류의 형성은 발아 2주후 부터 나타났고, 근류의 질소고정활성은 식물체의 성장과 더불어 7월 이후에 급격한 증가를 보였다. 양지 및 음지의 개체군의 최대활성은 각각 148과 102 μM C₂H₄ · g fw nodule⁻¹ · hr⁻¹였고, 토양 사면의 하부의 다분지개체군 및 상부의 단분지개체군의 최대활성은 각각 132 및 100 μM C₂H₄ · g fw nodule⁻¹ · hr⁻¹였다. 양지와 음지의 변이는 광조건에 따른 광합성량의 차이에 따른 것이며(Eckart and Raguse, 1980), 사면의 하부와 상부에서는 국지적인 수분조건에 영향 및 토양의 토성에 따른 차이에 따른 것으로 생각된다(Patterson *et al.*, 1979). 그리고 매듭풀의 근류는 1년생 근류로서 다른 콩과의 다년생 근류와 비교할 때 최대생육기에는 비슷한 비활성을 보였으나, 생육후기인 10월 이후에는 근류의 형태분해와 함께 질소고정활성이 소실되었다(Hong and Song, 1990).

Table 1. Seasonal changes of plant heights(cm) and acetylene reduction activities(ARA, μM C₂H₄ · g fw nodule⁻¹ · h⁻¹) in the root nodules of 4 different *K. striata* populations

Populations		Jul.		Aug.		Sep.		Oct.	
		17	31	15	28	11	25	9	26
Sunny	Height	7±1.2	9±1.4	13± 1.4	16±1.4	22±2.4	23±2.4	24±2.2	25±2.1
	ARA	78±5.4	32±3.8	148±12.5	40±4.2	59±6.8	39±4.2	3±0.5	0
Shade	Height	24±2.6	32±3.5	40± 4.2	48±4.9	51±5.5	53±5.7	55±5.3	56±5.4
	ARA	76±4.8	29±3.1	102±11.2	52±4.5	56±6.6	39±4.5	6±0.7	0

Populations		Jul.		Aug.		Sep.		Oct.	
		13	28	10	24	10	21	5	19
Lower	Height	15±1.2	18±1.5	22±2.1	29±2.8	32±3.1	33± 3.4	33±3.5	33±3.7
	ARA	32±3.3	73±7.5	21±1.2	65±6.2	98±8.9	132±15.5	12±1.5	0
Upper	Height	14±1.3	16±1.4	21±2.0	24±2.5	25±2.6	26± 2.8	27±2.9	27±2.8
	ARA	84±7.5	100±9.8	19±2.3	45±4.2	92±9.6	74± 7.7	10±1.3	0

분지수와 질소고정활성

토대 사면의 하부와 상부에 생육하는 매듭풀은 각각 다분지우점의 개체군과 단분지우점의 개체군으로 구분되고, 줄기의 분지수에 따른 잎과 근류의 양 및 질소고정활성의 변화를 볼 수 있다 (Table 2). 잎의 생량은 분지수 1, 2, 3, 4 및 5에 대해 각각 70, 160, 210, 360 및 445 mg fw · plant⁻¹로서 가지수에 비례하였다(7월말). 근류의 형성량은 개체변이가 크고 가지수에 따른 상관성이 낮았다.

근류의 질소고정활성의 변화는 초기에는 1~3개의 분지수를 갖는 식물체에서 88~98 μM C₂H₄ · g fw nodule⁻¹ · hr⁻¹로서 높았으나(7월), 생육후기에는 4~5개의 다분지수를 갖는 것이 90~92 μM C₂H₄ · g fw nodule⁻¹ · hr⁻¹로서 단분지의 식물체보다 높은 활성을 나타내었다(8월말). 토대 상부의 단분지식물은 토양의 구조 및 수분상태가 제한요인이 될 수 있으며, 다분지식물에 비해 잎의 현존량이 적으므로 생육 말기의 기능 저하에 따른 광합성 산물의 공급 감소에 의해 근류의 활성에 영향을 미치는 것으로 생각된다(Duke *et al.*, 1979).

Table 2. Seasonal changes of leaf amounts and nodule fresh weight and acetylene reduction activity along branch numbers of *K. striata*

Items	Branch No.	Jul.	Aug.		Sep.	Oct.
		28	10	24	21	5
Leaf (mg fw · plant ⁻¹)	1	70	74	110	190	180
	2	160	220	360	560	370
	3	210	300	420	600	440
	4	360	440	700	1,050	650
	5	445	595	860	—	—
Nodule (mg fw · plant ⁻¹)	1	16	17	19	30	20
	2	18	20	25	60	73
	3	20	23	26	52	59
	4	34	36	47	105	56
	5	12	35	28	—	—
ARA (μM C ₂ H ₄ · g fw ⁻¹ · hr ⁻¹)	1	98	20	42	78	16
	2	90	22	38	146	16
	3	88	21	42	154	18
	4	60	20	92	138	12
	5	40	16	90	—	—

매듭풀 개체군의 생육특성

매듭풀 각 가관별 생량의 계절변화(Table 3)는 모두 9월 중하순에 최대치를 보였으며, 음지식물은 1.92 g fw · plant⁻¹로서 양지식물의 0.97 g fw · plant⁻¹에 비해 약 2배의 현존량이었다. 그리고 다분지식물은 1.85 g fw · plant⁻¹로서 0.56 g fw · plant⁻¹의 단분지식물에 비해 약 3배 이상의 현존량이었다.

잎, 줄기, 뿌리 및 근류와 종자 등의 각 기관별 현존량의 분배율은 유사한 양상을 보였고, 특히

Table 3. Seasonal changes of fresh weight of each organ of 4 different *K. striata* populations

Items	g · plant ⁻¹	Jul.		Aug.		Sep.		Oct.	
		17	31	15	28	11	25	9	26
Sunny	Leaves	0.11	0.14	0.12	0.26	0.30	0.33	0.09	0.02
	Stems	0.06	0.10	0.09	0.22	0.20	0.33	0.21	0.17
	Roots	0.03	0.04	0.05	0.06	0.08	0.07	0.05	0.05
	Nodules	—	—	—	0.01	0.02	0.02	0.01	—
	Flowers	—	—	—	—	0.06	0.22	0.14	0.04
	Total	0.19	0.28	0.25	0.55	0.66	0.97	0.50	0.28
Shade	Leaves	0.20	0.32	0.36	0.75	0.70	0.65	0.52	0.05
	Stems	0.10	0.24	0.33	0.80	0.81	0.86	0.58	0.45
	Roots	0.03	0.04	0.06	0.08	0.09	0.10	0.07	0.12
	Nodules	—	—	0.01	0.02	0.03	0.04	0.03	0.03
	Flowers	—	—	—	0.02	0.05	0.24	0.30	—
	Total	0.41	0.60	0.76	1.65	1.68	1.92	1.50	0.65
Items	g · plant ⁻¹	Jul.		Aug.		Sep.		Oct.	
		13	28	10	24	10	21	5	19
Lower	Leaves	0.23	0.29	0.37	0.64	0.79	0.69	0.50	0
	Stems	0.23	0.27	0.36	0.52	0.72	0.70	0.60	0.34
	Roots	0.04	0.05	0.07	0.09	0.12	0.14	0.13	0.11
	Nodules	—	—	0.01	0.01	0.02	0.04	0.03	0.01
	Flowers	—	—	—	—	0.10	0.25	0.60	0.22
	Total	0.50	0.61	0.82	1.25	1.75	1.80	1.85	0.68
Upper	Leaves	0.10	0.10	0.09	0.18	0.17	0.18	0.14	0
	Stems	0.06	0.11	0.15	0.18	0.19	0.25	0.21	0.15
	Roots	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03	0.02	0.01
	Nodules	—	—	—	—	0.01	0.02	0.01	—
	Flowers	—	—	—	—	—	0.03	0.18	0.01
	Total	0.18	0.23	0.26	0.38	0.42	0.51	0.56	0.18

지상부와 지하부의 비율은 음지식물과 사면 하부의 다분지식물에서 10 이상이었으며, 양지식물과 사면 상부의 단분지식물은 5 정도로 감소하였으나, 콩과의 다른 식물에 비해 높은 값으로 나타났다(Song and Monsi, 1974).

각 생육조건에 따른 잎의 단위 무게에 대한 엽록소 함량의 계절변화는 생육초기에 높고, 음지식물에서는 7월말에 5.4 mg · Chl · g fw⁻¹의 최대치로서 양지식물의 3.6 mg · Chl · g fw⁻¹에 비해 약 1.5배 높았다. 사면의 하부와 상부에서는 7월 중순경에 각각 5.2와 4.2 mg · Chl · g fw⁻¹ 최대치를 보였다. 건조기(8월)에는 토양의 수분결핍에 의해 2.2와 2.6 mg · Chl · g fw⁻¹로 감소하였으며, 생육후기에(10월 하순 이후)는 급격히 감소하였다(Table 4).

각 기관별 함수량의 변화는 Table 5와 같다. 양지식물 개체군의 잎, 줄기, 뿌리 및 근류의 함수량은 생육기간중 각각 175~110%, 200~112%, 112~85% 및 300~130%범위에서 완만한 변화를 보였고, 음지식물 개체군의 잎, 줄기, 뿌리 및 근류는 각각 210~78%와 206~76%,

Table 4. Seasonal changes of chlorophyll contents of 4 different *K. striata* populations (Unit : mg Chl · g fw⁻¹)

Items	Jul.		Aug.		Sep.		Oct.	
	17	31	15	28	11	25	9	26
Sunny	3.6	2.2	3.0	2.6	3.2	2.8	0.6	0.2
Shade	4.2	5.4	4.7	3.8	4.2	3.6	4.1	0.2

Items	Jul.		Aug.		Sep.		Oct.	
	13	28	10	24	10	21	5	19
Lower	5.2	4.3	2.2	3.8	4.2	3.7	2.4	0.4
Upper	4.2	3.3	2.6	3.6	3.2	3.5	2.9	0.4

Table 5. Seasonal changes of water contents(%) of each organ of 4 different *K. striata* populations

Items		Jul.		Aug.		Sep.		Oct.
		17	31	15	28	11	25	9
Sunny	Leaf	175	150	124	146	110	144	142
	Stem	200	148	115	144	112	116	130
	Root	105	85	98	90	110	112	108
	Nodule	130	175	200	210	300	290	270
Shade	Leaf	210	200	142	104	83	78	98
	Stem	206	178	112	98	76	78	77
	Root	92	100	102	88	84	102	80
	Nodule	254	235	314	276	254	374	366

Items		Jul.		Aug.		Sep.		Oct.
		13	28	10	24	10	21	5
Lower	Leaf	152	162	165	145	138	128	145
	Stem	185	198	142	140	114	100	120
	Root	76	80	82	105	100	104	78
	Nodule	170	252	165	204	254	270	198
Upper	Leaf	162	132	174	150	152	102	150
	Stem	140	138	146	134	114	85	134
	Root	70	95	82	92	100	94	80
	Nodule	174	176	220	262	264	292	230

102~80% 및 374~235%의 범위에서 변화하였으며, 건조기와 생육 후기에 급격한 감소를 보였다. 사면 하부의 다분지식물개체군과 상부의 단분지식물개체군의 함수량은 비슷한 변화양상을 보였고, 잎은 102~174%, 줄기는 85~198%, 뿌리는 70~105%, 근류는 165~292%의 범위에서 변화를 보였다. 이들 각 기관별 함수량은 아까시나무 등에 비교하여 전 생육기간중 50~100% 정도 낮은 값으로서 비교적 건조한 조건에서 적응성이 있는 것으로 생각된다(Hong and Song, 1990).

매듭풀 개체군의 토양환경

생육기간중 4종류의 매듭풀 개체군의 환경요인으로서 기온과 토양의 온도, 토양의 수분, pH, 암모니아 및 인산의 함량 등의 계절변화는 Table 6과 같다. 양지의 개체군은 음지개체군에 비해 상대조도가 2배 정도 높았고, 기온의 변화범위는 39.5~19.0℃로서 음지보다 2~8℃ 높았으나, 다분지개체군과 단분지개체군의 기온은 38.5~22.5℃의 범위에서 비슷한 변화를 보였다. 토양의 온도는 양지에서 최고 38℃였고, 음지에서 최고 30℃로서 3~8℃의 차이를 보였으며, 다분지개체군과 단분지개체군은 최고온도가 31~32.5℃로서 비슷하였다. 일반적으로 토양의 온도는 근류의 질소고정활성에 가장 중요한 요인으로서 15℃ 이상에서는 근류형성이 촉진되고, 장기적으로는 20~35℃ 범위에서, 단기적으로는 15~38℃ 범위에서 일정한 활성을 유지하는 것으로 알려져 있다(Sinclair and Weisz, 1985; Rainbird *et al.*, 1983).

Table 6. Seasonal changes of the soil environmental characteristics of 4 different *K. striata* populations

Items	Jul.		Aug.		Sep.		Oct.		
	17	31	15	28	11	25	9	26	
Sunny	Air temp.(℃)	32.0	39.5	32.0	33.3	30.3	21.5	23.0	19.0
	Soil temp.(℃)	29.5	38.0	29.0	28.0	26.0	22.5	17.0	12.0
	W.C.(%)	22	13	20	13	23	24	14	16
	pH	7.3	6.8	6.9	6.7	6.5	6.8	7.1	7.1
	NH ₄ ⁺ (ppm)	11.5	25.0	7.5	6.9	3.9	17.9	5.6	5.4
	PO ₄ ⁼ (ppm)	1.3	2.5	1.1	1.3	1.2	1.9	2.5	1.6
Shade	Air temp.(℃)	30.0	34.0	28.5	28.0	24.0	20.5	22.0	22.0
	Soil temp.(℃)	27.0	30.0	27.0	26.0	24.0	21.0	15.0	9.0
	W.C.(%)	21	23	27	17	31	30	16	17
	pH	5.3	4.4	5.3	4.9	4.8	5.4	4.2	4.4
	NH ₄ ⁺ (ppm)	1.3	33.2	19.7	5.1	4.0	2.7	2.4	1.5
	PO ₄ ⁼ (ppm)	5.7	11.4	6.9	2.8	3.7	3.5	5.9	3.8
Items	Jul.		Aug.		Sep.		Oct.		
	13	28	10	24	10	21	5	19	
Lower	Air temp.(℃)	32.0	38.5	28.5	32.0	26.5	27.0	22.5	25.0
	Soil temp.(℃)	27.0	31.0	28.5	30.0	25.0	22.0	18.5	13.0
	W.C.(%)	10	23	15	17	21	16	13	9
	pH	6.0	6.1	6.2	6.4	6.2	5.2	6.5	7.0
	NH ₄ ⁺ (ppm)	8.8	12.3	16.4	22.7	2.5	19.9	4.9	5.3
	PO ₄ ⁼ (ppm)	9.4	5.0	4.7	4.3	3.1	3.5	3.0	2.4
Upper	Air temp.(℃)	32.0	38.5	28.5	34.0	26.5	27.5	22.5	25.0
	Soil temp.(℃)	29.0	32.5	28.5	29.0	25.0	25.0	20.0	14.0
	W.C.(%)	9	22	14	15	18	14	11	8
	pH	6.2	6.3	6.2	6.3	6.9	6.4	6.6	7.0
	NH ₄ ⁺ (ppm)	14.9	18.4	18.6	15.1	7.7	4.9	11.4	8.6
	PO ₄ ⁼ (ppm)	6.4	7.4	5.5	4.9	4.7	5.4	4.1	4.7

토양의 함수량은 양지개체군에서 13~24%로서 음지개체군의 16~31%에 비해 평균 3~7% 낮았고, 사면 하부의 다분지개체군은 상부의 단분지개체군에 비해 약간 높은 값이었으며, 특히 건조시기에는 국지적으로 토양수분의 결핍에 의한 영향이 큰 것으로 생각된다. 토양수분의 결핍은 콩류에서 광합성에 미치는 저해작용보다 질소고정활성에 대해 민감한 저해가 있는 것으로 알려져 있다(Patterson *et al.*, 1977). 토양의 pH는 양지에서 6.5~7.3의 중성인 반면 음지에서는 4.2~5.4의 산성이었고, 다분지 및 단분지개체군은 각각 5.2~7.0 및 6.2~7.0의 중성토양이었다. 토양의 pH는 식물체의 성장에 영향을 주고 뿌리에서 근류균의 흡착과 근류의 형성 및 질소고정활성에 대해 중요한 영향을 주는 것으로 알려져 있다(Fageria *et al.*, 1989).

토양의 암모니아함량은 양지와 음지의 개체군에서는 각각 3.9~25.0 ppm와 1.3~33.2 ppm의 변화범위를 보였고, 다분지와 단분지의 개체군에서는 2.5~22.7 ppm와 4.9~18.6 ppm의 범위에서 유사한 변화를 보였다. 인산의 함량은 양지의 1.1~2.5 ppm에 비해 음지의 2.8~11.4 ppm는 2~4배의 높은 함량을 보였고, 다분지 및 단분지개체군에서는 각각 2.4~9.4 ppm과 4.1~7.4 ppm의 범위로서 유사하였다. 이들 토양의 무기질함량은 산림의 토양에 비하여 매우 낮은 편이었으며 특히 질소고정활성은 암모니아의 경우 1 mM이하에서 촉진되는 것으로 알려져 있다(Grove and Malajezuk, 1987).

적 요

경북대학교 구내와 팔공산 저변에 자생하는 매듭풀(*Kummerowia striata*)의 개체군에 대해 생육환경의 특성에 따라 공생질소고정 활성의 계절적 변화를 정량적으로 측정하고, 생육지의 양지와 음지 및 사면의 하부와 상부의 다분지 및 단분지 개체군에 대해 생육과정의 환경요인과 근류 활성의 특성을 비교분석하였다. 근류의 질소고정활성은 7~9월 중에 최대치로서 양지, 다분지, 음지 및 단분지의 개체군에 대해 각각 148, 132, 102 및 100 $\mu\text{M C}_2\text{H}_4 \cdot \text{g fw nodule}^{-1} \cdot \text{hr}^{-1}$ 였고, 생육기간중 식물체의 생육상태와 빛, 온도, 토양의 pH, 영양염 및 수분조건 등 개체군의 환경요인의 변화에 의해 활성의 계절변이를 보였으며, 1년생의 근류로서 10월 이후의 생육후기에는 활성이 소실되었다. 매듭풀의 최대 생체현존량은 피음지개체군에서 1.92 g fw $\cdot \text{plant}^{-1}$ 로서 가장 높았고, 다분지, 양지 및 단분지 개체군에서 각각 1.85, 0.97 및 0.56 g fw $\cdot \text{plant}^{-1}$ 였으며, 엽록소 함량과 함수량 등 개체군 성장특성에 따라 큰 변이를 보였다.

인용문헌

- Arnon, D.I. 1949. Copper enzymes in isolated chloroplasts polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. Plant Physiol. 24:1-15.
- Bender, D.A., R.D. Morse, J.L. Neal and D.D. Wolf. 1985. Delayed inoculation and starter nitrogen for enhancing early growth and nitrogen status of *Lespedeza cuneata*. Plant and Soil. 84:311-321.
- Brophy, L.S. and G.H. Heichel. 1989. Nitrogen release from roots of alfalfa and soybean grown in sand culture. Plant and Soil. 116:74-84.
- Caetano-Anolles, G., A. Lagares and G. Favelukes. 1989. Adsorption of *Rhizobium meliloti*

- to alfalfa roots : Dependence on divalent cations and pH. *Plant and Soil*. 117:67-74.
- Duke, S.H., L.E. Schrader, C.A. Henson, J.C. Servaites, R.D. Vogelzang, and J.W. Pendleton. 1979. Low root temperature effects on soybean nitrogen metabolism and photosynthesis. *Plant Physiol*. 63:956-962.
- Eckart, J.F. and C.A. Raguse. 1980. Effects of diurnal variation in light and temperature on the acetylene reduction activity(nitrogen fixation) of subterranean clover. *Agron. J.* 72:519-523.
- Fageria, N.K., V.C. Baligar and R.J. Wright. 1989. Growth and nutrient concentrations of alfalfa and common bean as influenced by soil acidity. *Plant and Soil*. 119:331-333.
- Fyson, A. and A. Oaks. 1990. Growth promotion of maize by legume soils. *Plant and Soil*. 122:259-266.
- Greenberg, A.E., R.R. Trussell and L.S. Clesceri. 1985. Standard methods. 16th Edition. American Public Health Association pp.448-450.
- Grove, T.S. and N. Malajezuk. 1987. Nitrogen fixation(acetylene reduction) by forest legumes:Sensitivity to preharvest and assay condition. *New Phytol*. 106:115-127.
- Hesterman, O.B., C.C. Sheaffer, D.K. Barnes, W.E. Lueschen and J.H. Ford. 1986. Alfalfa dry matter and nitrogen production and fertilizer nitrogen response in legume-corn rotations. *Agron. J.* 78:19-23.
- Hiscox, J.D. and G.F. Israelstam. 1979. A method for the extraction of chlorophyll from leaf tissue without maceration. *Can. J. Bot.* 57:1332-1334.
- Hong, S.J. and S.D. Song. 1990. Symbiotic nitrogen fixation and environmental factors of *Robinia pseudo-acacia* L. *Kor. J. Ecol.* 13:93-100.
- Huang, C.Y., J.S. Boyer and L.N. Vanderhoef. 1975. Acetylene reduction(nitrogen fixation) and metabolic activities of soybean having various leaf and nodule water potentials. *Plant Physiol*. 56:222-227.
- Kim, S.J., Y.S. Choo and S.D. Song. 1987. Effects of nitrate gradients on growth and nitrogen economy of soybean. *Korean J. Ecol.* 10:175-182.
- Nichols, M.S. and M.E. Foote. 1931. Distillation of free ammonia from buffered solution. *Lnd. Eng. Chem. Anal. Ed.* 3:1-311.
- Patterson, R.P., C.D. Raper Jr and H.D. Gross. 1979. Growth and specific nodule activity of soybean during application and recovery of a leaf moisture stress. *Plant Physiol*. 64:551-556.
- Rainbird, R.M., C.A. Atkins and J.S. Pate. 1983. Effect of temperature on nitrogenase functioning in cowpea nodules. *Plant Physiol*. 73:392-394.
- Schweitzer, L.E. and J.E. Harper. 1980. Effect of light, dark and temperature on root nodule activity(acetylene reduction) of soybeans. *Plant Physiol*. 65:51-56.
- Sinclair, T.R., and P.R. Weisz. 1985. Response to soil temperature of dinitrogen fixation (acetylene reduction) rates by field-grown soybeans. *Agron. J.* 77:685-688.
- Song, S.D. and M. Monsi. 1974. Studies on the nitrogen and dry matter economy of a *Les-*

- pedeza bicolor* var. *japonica* community. J. Fac. Sci. Univ. Tokyo. Sec. III. 11:283-332.
- Streeter, J.G. 1985. Nitrate inhibition of legume nodule growth and activity : I. Long term studies with a continuous supply of nitrate. Plant Physiol. 77:321-328.
- Williams, L.E. and D.A. Phillips. 1980. Effect of irradiance on development of apparent nitrogen fixation and photosynthesis in soybean. Plant Physiol. 66:968-972.
- Wong, P.P. 1980. Nitrate and carbohydrate effects on nodulation and nitrogen fixation (acetylene reduction) activity of Lentil (*Lens esculenta* Moench). Plant Physiol. 66:78-81.

(1992년 8월 28일 접수)