

韓國의 植生에 있어서 C₃, C₄ 및 CAM 植物의 分類, 生産力 및 分布에 관한 研究

II. C₃와 C₄型 植物의 物質生産과 生産力

李 性 圭 · 張 楠 基

(서울大學校 師範大學 生物教育科)

Studies on the Classification, Productivity, and Distribution of C₃, C₄ and CAM Plants in Vegetations of Korea

II. Production and Productivity of C₃ and C₄ Type Plants

Lee, Sung-Kyu and Nam-Kee Chang

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

ABSTRACT

The production and productivity of C₃ and C₄ type plants in Korea was studied in the areas, in which the summer temperature is above 30°C, C₃ type plants showed "M" type productivity curves exhibiting two peaks in spring and autumn, and C₄ type plants showed "Bell" type productivity curves which show one peak in summer(Figs. 1, 2, 3, 4, 5). From the result of researching the standing crop of C₃ and C₄ type plants during August and September in which the standing crop reaches the highest peak, the dominant plants in the natural grass vegetation were almost all of C₄ type plants, showing the high standing crop, while the standing crop of C₃ type plants shows its high peak in the humid areas, riversides and dams.

緒 論

우리나라에 生育하고 있는 植物中 7科 92種이 C₄型 植物로 張과 李(1983)에 의하여 밝혀 졌다. 이들의 植物은 一般的으로 C₃型植物에 비하여 物質生産力이 높은 것으로 알려져 있다.

Moss등(1961), Hesketh와 Moss(1963), EL-Sharkawy와 Hesketh(1964), Dowton등(1969), Hesketh와 Musgrave(1966)는 옥수수, 사탕수수, 수수 등의 熱帶 식물 앞에서는 밝은 광선과 정상적인 공기 중에서 CO₂

의 固定 능력은 50~70mg CO₂ dm⁻²hr⁻¹이고 C₃型 식물은 20~30mg CO₂ dm⁻²hr⁻¹이라고 보고하였으며, Moss(1962), Forrester등(1966)은 CO₂固定능력이 높은 식물은 CO₂補償點이 거의 0에 가깝고 光呼吸이 없으며 O₂농도에 의해 제한을 받지 않는다고 하였다. EL-Sharkawy와 Hesketh(1965)는 많은 熱帶 식물의 光合成能은 60~70mg CO₂ dm⁻²hr⁻¹이고 溫帶의 식물은 15~20mg CO₂ dm⁻² hr⁻¹이며 溫帶의 樹木은 10~20 mg CO₂ dm⁻² hr⁻¹로 C₃型 식물이라고 하였다.

본연구에서는 C₃型植物과 C₄型植物의 物質生産과 生産力을 季節別로 비교하여 그 變化의 特性을 밝히려고

한다.

材料 및 方法

C₃型和 C₄型 식물의 生産力 比較

1981년 4월부터 1982년 10월까지 2년간 월별간격으로 1m²方形區를 설치하여 서울地方에 있는 갈대 草地의 純群落과 억새 草地의 純群落을 대상으로 現存量을 조사하였으며 이를 기초로 生産力을 산출하였다.

C₃型和 C₄型 식물의 現存量 比較

서울地方에서 식물의 現存量이 최고에 達하는 시기인 8월 말에서 9월에 이르는 기간(8월 28일부터 9월 15일)에 1m²方形區를 사용하여 現存量을 조사하고 葉面積指數(LAI)를 산출하여 現存量을 비교하였다.

C₃型和 C₄型 식물의 生産構造 比較

C₃型 식물인 갈대와 C₄型 식물인 억새를 9월 7일에 1m²方形區를 사용하여 地上部和 地下部로 구분하고 20cm간격으로 層別刈取하여 生産構造를 比較하였다.

갈대 草地와 억새 草地의 營養成分 및 土壤成分 比較

갈대 草地와 억새 草地의 營養成分은 粗蛋白質, 粗脂肪, 粗纖維, 粗灰分등을, 그리고 土壤成分은 全窒素, 有效磷酸, 加里, 有機物, 置換性 陽이온등을 AOAC방법으로 분석하였다.

結果 및 考察

우리 나라에 自生하는 C₃型 식물로서 갈대, C₄型 식물로는 억새를 재료로 하여 月別 生産力을 비교해 본 결과는 Figs. 1, 2와 Tables 1, 2와 같다.

Fig. 1은 갈대의 月別 生産力을 나타낸 것으로 봄과 가을에 peak를 보이는 M形을 나타내고, Fig. 2는 억새의 月別 生産力을 나타낸 것인데 갈대와는 달리 여름에 한 개의 peak를 나타내는 鍾形을 보이고 있다.

이 두 식물의 生産力으로 볼 때 C₃型 식물은 높은 溫度와 강한 光線 下에서는 生産力이 감소하고 C₄型 식물은 증가한다는 ODE와 Tieszen(1980)의 보고와 일치한다. 그는 C₃型和 C₄型 식물의 1차 생산에 관한 보고에서, 계절에 따라 C₃型和 C₄型 식물의 現存量이 變化하는데 그 원인은 溫度, 乾燥程度 및 光線의 強度라고 하였으며, Teeri와 Stowe(1976), Stowe와 Terri(1978)는 미국에서는 高緯度일수록 C₃型 식물의 生産량이 증가하며, 低緯度에서는 C₄型식물의 生産량이 증

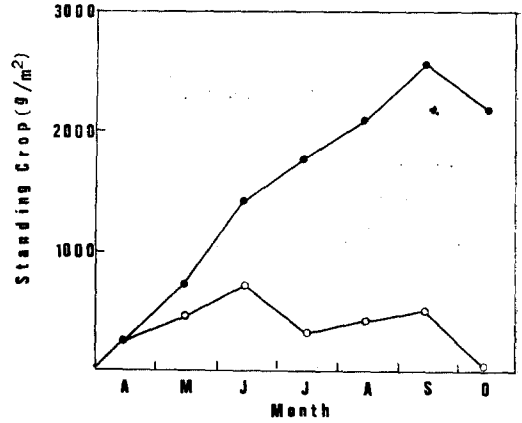


Fig. 1. Monthly change of standing crop and productivity of above ground parts in a *Phragmites longivalvis* grassland. The productivity curve shows two peaks in spring and autumn.

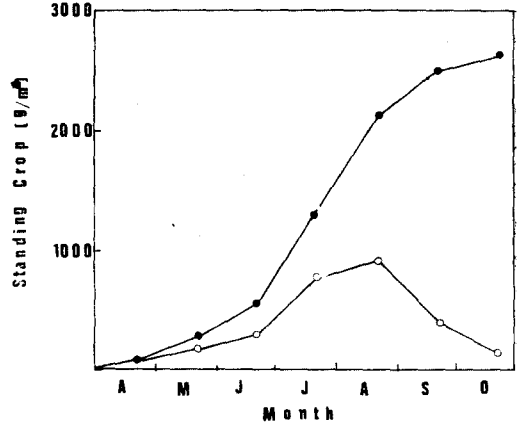


Fig. 2. Monthly change of standing crop and productivity of above ground parts in a *Miscanthus sinensis* grassland. The productivity curve shows one peak in summer.

가하는데, 특히 C₃型 식물은 봄과 가을, C₄型 식물은 여름에 生産力이 높다고 하였다.

Iwaki등(1964)은 日本의 Kirigamine 野草地의 生産力 연구에서 억새와 새는 8, 9월에 peak를 이루며 백합과의 애기나리(*Disporum smilacinum*), 큰 원추리(*Hemerocallis middendorfi*), 은방울꽃(*Convallaria keiskei*) 등은 6월과 7월 사이에 최고의 生産力을 나타낸다고 하

Table 1. Monthly change of standing crop and productivity in a *Phragmites longivalis* grassland .

Species	Korean name	Standing crop(g/m ²)						
		A. 14	M. 14	J. 15	J. 15	A. 15	S. 15	O. 13
<i>Phragmites longivalis</i>	갈 대	276.0	730.0	1445.0	1756.0	2133.0	2560.0	2185.0
<i>Scirpus fluviatilis</i>	매 자 기	3.0	+	+		1.6	+	4.0
<i>Fimbristylis longispica</i>	큰하늘직이		+	0.5	2.0	+		
<i>Cyperus glomeratus</i>	물방동사니		+			+	4.5	2.0
Standing crop	Total	279.0	730.0	1445.5	1758.0	2134.6	2564.5	2191.0
Net productivity by intervals			451.0	715.5	312.5	376.6	429.9	4.0
C ₄ standing crop		0	0	0	0	0	0	0
C ₃ standing crop		279.0	730.0	1445.5	1758.0	2134.6	2564.5	2191.0
Plant height(cm)		24.0	60.0	180.0	200.0	210.0	235.0	240.0

Table 2. Monthly change of standing crop and productivity in a *Miscanthus sinensis* grassland

Species	Korean name	Standing crop(g/m ²)						
		A. 20	M. 19	J. 19	J. 19	A. 20	S. 20	O. 18
<i>Miscanthus sinensis</i>	억 세	80.8	270.2	525.0	1297.0	2106.0	2515.0	2680.0
<i>Patrinia scabiosaefolia</i>	마 타 리	+	+		+			
<i>Artemisia feddei</i>	땃 쪽		+				+	+
Standing crop	Total	80.8	270.2	525.0	1297.0	2106.0	2515.0	2680.0
Net productivity by intervals			189.4	254.8	772.0	809.0	409.0	165.0
C-4 standing crop		80.8	270.2	525.0	1297.0	2106.0	2515.0	2680.0
C-3 standing crop		+	+	0	+	0	+	+
Plant height(cm)		13.0	38.0	72.0	115.0	138.0	151.0	158.0

였는데 이와 같은 결과로 볼 때, C₃형 식물은 M형, C₄형 식물은 鍾形의 生産力型과 일치하고 있으며 Fig. 3, Table 3는 C₄형 식물인 피(*Echinochloa crus-galli*)와 Fig. 4과 Table 4는 우리 나라 전역에 널리 분포하고 있는 바랭이(*Digitaria sanguinalis*)의 月別現存量과 生産力을 나타낸 것으로 모두 鍾形을 나타내고 있어 調査地所를 달리한 갈대 草地(Fig. 5, Table 5)의 결과와 대조를 이루고 있다. Kawanabe(1968)는 溫度와 光合成率의 관계에서 C₃형 식물은 21~30°C 사이에서 최고에 달하며 Hofstra와 Hesketh(1969)는 30~40°C일 때 C₄형 식물은 최대의 光合成을 나타낸다고 보고하였고 Hesketh와 Moss(1963)는 사탕수수(C₄형)와 담배, Red Clover (C₃형)의 光合成量을 光線의 強

도와 비교해 본 결과 사탕수수는 강한 光度에서 높은 同化率을 나타낸다고 보고한 바 있다. 이와 같은 生産力은 溫度에 따른 同化率과 깊은 관련이 있음을 알 수 있다.

또한 C₃형, C₄형 식물의 生産량을 비교하기 위해 두 植物의 LAI와 現存量을 조사한 결과는 Table 6, Fig. 6과 같다. Table 6에서와 같이 C₃형과 C₄형 식물을 立地條件 즉 乾燥地와 濕地등의 生育條件이 다른 곳에서 現存量을 조사한 것이다. Fig. 6에서 보는 바와 같이 LAI가 높을수록 現存量이 높음을 알 수 있었다. 그러나 LAI가 같은 경우에 대개 C₄형 식물의 現存量이 높으며 일반적으로 C₄형 식물이 C₃형 식물들 보다 現存量이 높다. 그러나 C₃형 식물이라도 갈대와 같이 물에서

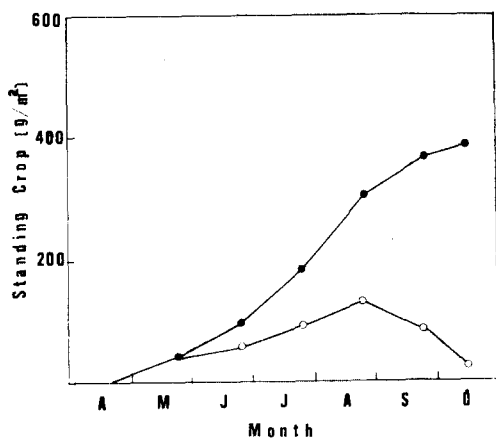


Fig. 3. Monthly change of standing crop and productivity of above ground parts in a *Echinochloa crus-galli* grassland. The productivity curve shows one peak in summer.

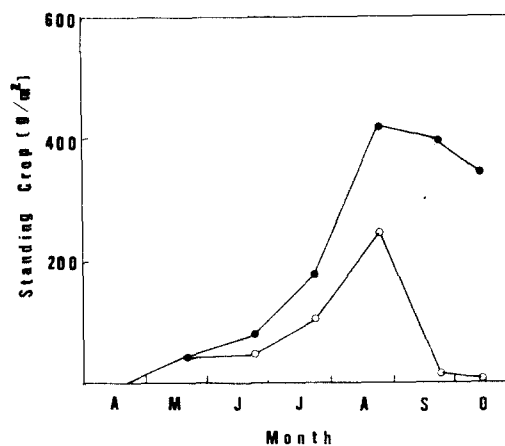


Fig. 4. Monthly change of standing crop and productivity of above ground parts in a *Digitaria sanguinalis* grassland. The productivity curve shows one peak in summer.

Table 3. Monthly change of standing crop and productivity in a *Echinochloa crus-galli* grassland

Species	Korean name	Standing crop(g/m ²)					
		M. 20	J. 20	J. 20	A. 20	S. 20	O. 15
<i>Echinochloa crus-galli</i>	돌 피	38.6	89.6	174.0	284.0	360.0	385.2
<i>Artemisia asiatica</i>	쑥	0.8	+	6.0	+	+	
<i>Setaria viridis</i>	강아지풀	4.0	6.0		18.0		
<i>Agropyron ciliare</i>	개 밀			2.0			
<i>Chenopodium album</i>	명아주		1.2	1.2		2.0	
<i>Kummerowia striata</i>	매듭풀	+	+	+		4.0	
<i>Erigeron canadensis</i>	망초	+	+			+	+
<i>Cassia mimosoides</i>	차풀				+	+	+
Standing crop	Total	43.4	96.8	183.2	302.0	366.0	385.2
Net productivity by intervals		53.4	86.4	118.8	64.0	19.2	
C ₄ standing crop		42.6	95.6	174.0	302.0	360.0	385.2
C ₃ standing crop		0.8	1.2	9.2	0	6.0	0
Plant height(cm)		21.0	38.0	82.0	98.0	103.0	106.0

Table 4. Monthly change of standing crop and productivity in a *Digitaria sanguinalis* grassland

Species	Korean name	Standing crop(g/m ²)					
		M. 20	J. 20	J. 21	A. 21	S. 22	O. 10
<i>Digitaria sanguinalis</i>	바랭이	34.8	69.2	160.8	404.0	384.0	324.0
<i>Artemisia asiatica</i>	쑥	1.8	14.8	16.0	18.8	8.0	13.2
<i>Polygonum aviculare</i>	마디풀		1.2		1.2		0.4
<i>Echinochloa crus-galli</i>	돌피		+			+	
<i>Chenopodium album</i>	명아주					6.0	4.0
<i>Setaria viridis</i>	강아지풀		+				+
<i>Kummerowia striata</i>	매듭풀		+		+		
Standing crop	Total	36.6	85.2	176.8	424.0	398.0	341.6
Net productivity by intervals		48.6	91.6	247.2	6.0	5.6	
C ₄ standing crop		34.8	69.2	160.8	404.0	384.0	324.0
C ₃ standing crop		1.8	16.0	16.0	20.0	14.0	17.6
Plant height(cm)		12.0	23.0	75.0	110.0	117.0	119.0

Table 5. Monthly change of standing crop and productivity in a *Phragmites longivalvis* grassland Site 1.

Species	Korean name	Standing crop(g/m ²)						
		A. 15	M. 15	J. 15	J. 15	A. 15	S. 15	O. 15
<i>Phragmites longivalvis</i>	갈대	222.0	796.0	1321.0	1482.4	1852.8	2400.0	2728.0
<i>Eleocharis wichurae</i>	네모풀	+		4.0			7.5	+
<i>Fimbristylis cymosa</i>	바다지기		+		3.5	2.0	1.5	+
Standing crop	Total	222.0	796.0	1325.0	1485.9	1854.8	2409.0	2728.0
Net productivity by intervals		574.0	529.0	160.9	368.9	554.2	319.0	
C ₄ standing crop		0	0	0	0	0	0	0
C ₃ standing crop		222.0	796.0	1325.6	1485.9	1854.8	2409.0	2728.0
Plant height(cm)		34.0	65.0	128.0	181.0	210.0	219.0	230.0

Site 2.

<i>Phragmites longivalvis</i>	갈대	165.2	416.8	820.0	910.4	1296.0	1596.0	1600.0
<i>Eleocharis wichurae</i>	네모풀		+	+		2.0	+	
<i>Scirpus triqueter</i>	세모고랭이			3.8		4.0	+	1.0
<i>Juncus effusus</i>	풀풀	+	1.0	4.0	7.0	3.0	11.0	2.0
Standing crop	Total	165.2	417.8	827.8	917.4	1305.0	1607.0	1603.0
Net productivity by intervals		252.6	410.0	89.6	387.6	302.0	5.0	
C ₄ standing crop		0	0	0	0	0	0	0
C ₃ standing crop		165.2	417.8	827.8	917.4	1305.0	1607.0	1603.0
Plant height(cm)		26.0	55.0	103.0	178.0	190.0	195.0	205.0

Site 3.

<i>Phragmites longivalvis</i>	갈 대	96.0	297.6	574.4	612.0	668.0	908.0	1120.0
<i>Suaeda glauca</i>	나물재	+	1.0	3.6	3.0	+	+	+
<i>Juncus effusus</i>	풀풀			+		2.0	2.0	6.5
<i>Suaeda japonica</i>	칠면초		+		+			
<i>Salicornia herbacea</i>	뚱뚱마디			+		+		
<i>Elymus daluricus</i>	갯보리	+	+	1.0				
Standing crop	Total	96.0	298.6	579.0	615.0	670.0	910.0	1126.5
Net productivity by intervals		202.6	280.4	37.0	55.0	240.0	216.5	
C ₄ standing crop		+	1.0	3.6	3.0	+	+	+
C ₃ standing crop		96.0	297.6	575.4	612.0	670.0	910.0	1126.5
Plant height(cm)		20.0	40.0	69.0	82.0	112.0	128.0	150.0

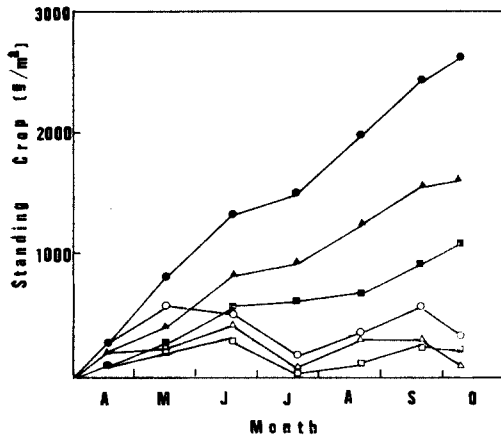


Fig. 5. Monthly change of standing crop and productivity of above ground parts and productivity curves of three *Phragmites longivalvis* grasslands. The productivity curves also show two peaks in spring and autumn.

● Site 1, ▲ Site 2, ■ Site 3.

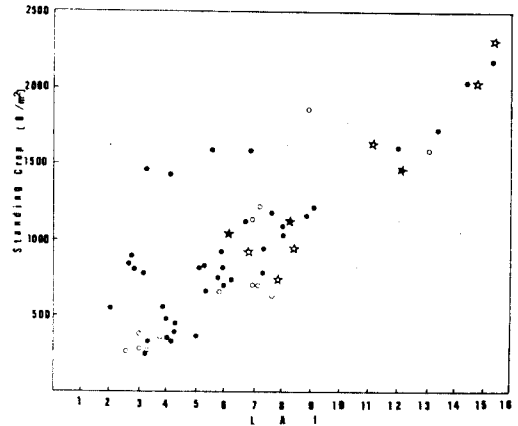


Fig. 6. Comparison of standing crops of C₃ and C₄ plants according to leaf area index. Generally, standing crop of C₄ plants is higher than that of C₃ plant according to the same leaf area index.

★ C₄ plants grow in the humid area,
☆ C₃ plants grow in the humid area,
● C₄ plants grow in the arid area,
○ C₃ plants grow in the arid area.

Table 6. Comparison of standing crops of C₄ plants according to LAI in various grassland vegetations of Seoul area on August to September

Species	Korean name	Height (cm)	LAI	DM (g/m ²)	Habitat
<i>Miscanthus sinensis</i>	억새	120	6.6	1265	소나무사이
		148	14.5	2024	소나무사이
		155	15.3	2194	야초지

		144	13.1	1736	야 초 지
		143	12.0	1588	야 초 지
<i>Arundinella hirta</i>	새	122	9.0	1204	소나무사이
		100	8.0	1090	야 초 지
		87	7.5	1190	야 초 지
		84	6.4	759	산지로변
		96	2.7	902	야 초 지
		74	2.8	770	야 초 지
<i>Cymbopogon tortillis</i>	개 솔 새	85	3.1	803	야 초 지
<i>Eleusin indica</i>	왕 바랭이	52	2.0	550	길 가
<i>Spodiopogon sibiricus</i>	큰기름새	152	7.4	953	야 초 지
		161	8.0	1024	야 초 지
		177	8.8	1145	소나무사이
		138	6.8	1573	소나무사이
<i>Eragrostis ferruginea</i>	그 령	75	3.2	330	농 로 변
		76	3.9	496	농 로 변
		76	3.7	544	농 로 변
		82	2.6	880	농 로 변
<i>Pennisetum alopecuroides</i>	수 크 령	85	5.0	364	야초지로변
		85	5.8	715	야초지로변
		85	5.4	673	저지대로변
<i>Setaria viridis</i>	강 아 지 풀	64	4.0	368	잔 디 발
		68	4.3	400	잔 디 발
		60	4.1	325	길 가
		78	7.4	796	1년 묵은발
<i>Arthraxon hispidus</i>	조 개 풀	52	3.1	264	논 뚝
<i>Panicum dichotomiflorum</i>	미국개기장	120	8.3	1096	물 가
		96	5.4	835	묵 은 발
<i>Echinochloa hispidula</i>	강 피	134	6.1	1015	물 가
		122	5.7	917	묵 은 발
<i>Echinochloa echinata</i>	물 피	98	12.1	1471	논
<i>Themeda japonica</i>	솔 새	140	3.1	1440	야 초 지
		155	4.1	1415	야 초 지
		120	5.3	1530	야 초 지
<i>Digitaria sanguinalis</i>	바 랑 이	75	4.3	420	잔 디 발
		78	5.9	800	묵 은 발
		80	5.0	816	발 뚝
		60	5.6	726	발 뚝
<i>Phragmites longivalvis</i>	갈 대	194	14.5	2348	물 가
		158	12.9	1579	습 지
		207	14.8	2016	습 지
<i>Oryza sativa</i>	벼(통 일)	92	11.5	1600	논
		100	7.1	1226	밭

<i>Chenopodium album</i>	명 아 주	162	7.2	709	황 폐 지
		133	7.7	620	황 폐 지
<i>Ambrosia artemisiifolia</i>	괘 지 풀	114	6.9	750	황 폐 지
		168	8.6	960	물 가
<i>Persicaria japonica</i>	흰 꽃 여 귀	78	4.3	480	습 지
		136	7.9	752	물 가
<i>Kummerowia striata</i>	매 들 풀	35	3.3	284	도 로 변
		35	3.0	296	도 로 변
<i>Cassia mimosoides</i>	차 풀	45	3.0	258	잔 디 밭
<i>Calamagrostis arundinacea</i>	실 새 풀	107	5.7	678	아카시아숲
		118	6.8	1144	아카시아숲
<i>Trifolium repens</i>	토 끼 풀	28	2.5	258	잔 디 밭
		36	3.8	342	잔 디 밭
<i>Typha orientalis</i>	부 들	146	6.8	880	저 수 지
<i>Erigeron canadens</i>	망 초	47	3.0	690	황 폐 지
<i>Helianthus annui</i>	해 바라 기	198	8.8	1938	경 작 지

Table 7. Comparison of standing crops of natural grassland in Korea. These data collected from many researchers' previous works. According to these data, C₄ plants dominated most of the researched grasslands

Dominant species	Locality	Habitat	Standing crop(g/m ²)							C ₄ %	Reference	
			4	5	6	7	8	9	10			
<i>Miscanthus sinensis</i> (억새)	강원도	Total		273.4	282.7	332.9						Chang <i>et al.</i>
	철원군	야초지 C ₄		216.3	218.5	269.0				45	1968	
	문혜리	C ₃		57.1	64.2	63.9						
	강원도	T			229.0	334.0		454.2				
	철원군	야초지 C ₄			200.0	173.8		342.5		9	Chang and	
	사곡리	C ₃			29.9	160.2		111.7			Kim. 1968	
	강원도	T			358.7	409.6	482.0	497.5				
	태백산	산지 C ₄			188.4	206.0	270.4	397.5		17	Kang. 1971	
		C ₃			170.3	203.6	211.9	100.0				
	태백산	산지 T			351.5	343.2	406.6	382.3				
		C ₄			178.8	210.5	256.6	283.5		14		
		C ₃			172.7	132.7	150.0	98.8				
	태백산	경상 T			370.0	383.2	396.5	448.0				
		C ₄			230.4	353.9	266.7	309.6		25		
		C ₃			139.6	129.3	129.8	138.4				
	강원도	남쪽 T			304.2	529.5		641.6				
	춘성군	야초지 C ₄			282.3	428.4		583.1		17	Kim. <i>et al.</i>	
	햇골	C ₃			21.9	101.1		58.5			1969	

	경기도	산록	T	350.8	431.6	611.0	934.1	1884.5	2363.4	2634.5	33	Chang et al. 1976
	경기도	산야	T		33.7	170.0	231.7	247.4	201.5	162.2	20	Park. 1971
<i>M. sacchari</i> <i>florum</i> (물억새)	서울	산야	T					556.8			0	Yim. 1975
	대암산	산야	T				1248.8				0	
	향노봉	산야	T					2958.8			0	
<i>Zoysia</i> <i>japonica</i> (잔디)	경기	야초지	T					847.4			0	
	영종도											
<i>Imperata</i> <i>cylindrica</i> (띠)	제주도		T					79.2				Chang and Yun 1970
		야초지	C ₄					36.2			21	
	관음사		C ₃					43.0				
<i>Themata</i> <i>japonica</i> (솔새)	관음사	야초지	T					220.1				
			C ₄					126.7			14	
			C ₃					93.4				
			T					93.8				
	관음사	야초지	C ₄					52.9			16	
		C ₃					40.9					
<i>Suaeda</i> <i>asparagoides</i> (나문재)	경기	해변	T					350.7			0	Yim. 1975
<i>Andropogon</i> <i>brevifolius</i> (쇠풀)	경기도		T					270.8			44	Chang et al. 1969
	화성	방목지	C ₄					176.6				
			C ₃					94.2				
<i>Arundinella</i> <i>hirta</i> (새)	강원		T		227.7	244.5	290.7					Chang et al.
	철원	야초지	C ₄		147.9	157.6	204.6				23	1968
	금학산		C ₃		79.8	86.9	86.1					
	승일교		T		142.4	151.6	173.4					
		야초지	C ₄		102.1	105.1	116.7				25	
			C ₃		40.3	46.5	56.7					
	고석정		T		146.5	152.1	166.3					
		야초지	C ₄		119.7	123.7	133.5				56	
			C ₃		26.8	28.4	32.8					
수도원			T		186.4	197.6	307.6	239.8	212.0			Chang et al.
		야초지	C ₄		99.8	96.3	145.1	115.5	115.4	13	1969	
			C ₃		86.6	101.3	162.5	124.3	96.6			
	금학산		T		187.2	262.0	332.6	261.9	228.6			
		야초지	C ₄		87.0	93.1	132.2	101.9	102.0	14		
			C ₃		100.2	168.9	200.4	160.0	126.6			

와 수 리	T		338.5	347.1		485.7	Chang <i>et al.</i>
	야초지	C ₃	11.7	128.5		51.8	19 1968
육 단 리	T		137.1	241.3		220.5	
	야초지	C ₄	59.3	143.6		167.5	13
		C ₃	77.8	97.7		53.0	
강 원 도	T		443.4	569.7		501.8	Kim <i>et al.</i>
춘 성 군	야초지	C ₄	383.7	386.8		406.5	17 1969
햇 골		C ₃	59.7	182.9		95.3	
		T	437.4	433.3		472.5	
햇 골	야초지	C ₄	296.7	£47.1		388.5	17
		C ₃	140.7	86.2		84.0	

Table 8. Comparison of standing crops of natural grassland in Korea. In these data, C₃ plants dominated the grassland located in humid area

Dominant species	Locality	Habitat	Standing crop(g/m ²)							C ₄ %	Reference
			4	5	6	7	8	9	10		
<i>Typha orientalis</i> (부 들)	인천. 고잔	소택지	308.8	412.5	608.6	914.2	1669.6	2011.3	2291.7	0	Chang and Chung. 1976
<i>Fimbristylis longispica</i> (큰 하늘 직이)	인천, 고잔	소택지	407.2	477.8	589.4	699.1	774.4	795.8	812.7	0	
<i>Phragmites longivalvis</i> (갈 대)	인천, 고잔	소택지	244.8	425.6	605.0	649.1	1875.5	2729.9	3400.9	0	
<i>Dystaenia takesimana</i> (섬 바 디)	서 울	경작지	193.5	212.3	325.4	743.0	764.3	1124.3	1413.9	0	Chang and Jeo 1977
<i>Phragmites longivalvis</i> (갈 대)	경 기 도 군	갯 가 자		449.0	751.0	986.0		1821.0		20	Yim. 1975
<i>Alopecurus amurensis</i> (독 새 풀)	경 기 도 제 물 포			786.8							
<i>Chenopodium album</i> (명 아 주)	경 기 도 의 정 부	밭 툽					591.0				
<i>Plantago asiatica</i> (질 경 이)	경 기 도 의 정 부	밭 툽					174.7				
<i>Erigeron canadensis</i> (망 초)	경 기 도 의 정 부	밭 툽					637.2				
<i>Ligularia fischeri</i> (곰 퀘)	향 노 봉	산 지					1207.6				
<i>Artemisia asiatica</i> (쑥)	대 압 산	산 지				812.6					

<i>Sanguisorba hakusanensis</i> (산 오이 풀)	대 암 산	산 지		545.6					
<i>Persicaria japonica</i> (가는잎꽃여뀌)	백 암 산	산 지		659.2					
<i>Trifolium repens</i> (토끼 풀)	경 기	야 초 지		308.7					
<i>Humulus japonicus</i> (환삼덩굴)	경 기	발 족		274.5					
<i>Helianthus annuus</i> (해바라기)	강 원 도	밭		2003.3					
<i>Cyperus flaridus</i> (우산방동사니)	낙 동 강	멜 라	T C ₄ C ₃	804.8 11.8 793.0					Chang and Kang. 1977
<i>Ischaemum anthephoroides</i> (갯쇠보리)	낙 동 강	멜 라	T C ₄ C ₃	859.0 11.2 847.8				17	
<i>Oenothera lamarkiana</i> (달맞이꽃)			T C ₄ C ₃	697.1 2.3 694.8				25	
<i>Phragmites longivalvis</i> (갈대)	낙 동 강	멜 라	T C ₄ C ₃	1184.4 99.9 1084.5				27	
<i>Midicago hispida</i> (개자리)	문 혜 리	야 초 지	T C ₄ C ₃	309.7 106.7 203.0	328.6 104.6 224.0	413.9 162.0 251.9	379.5 146.5 233.0	342.8 137.7 205.1	50 1969
<i>Festuca ovina</i> (김의털)	경 기 도	야 초 지	T C ₄ C ₃	839.6 329.0 510.6					25
	남한산성	야 초 지	T C ₄ C ₃	502.1 340.8 161.3					44 1969

Table 9. Chemical composition of *Miscanthus sinensis* and *Phragmites longivalvis* grasslands in Seoul area (on the dried basis)

Grassland		Crude protein(%)	Crude fat(%)	Crude fiber(%)	Crude ash(%)	Ca(%)	P(%)	Moisture (%)
<i>Miscanthus sinensis</i>	억새	6.08	1.47	35.40	4.87	0.18	0.10	60.8
<i>Phragmites longivalvis</i>	갈대	13.48	2.13	30.36	9.00	0.15	0.13	62.3

Table 10. Chemical properties of soil at *Miscanthus sinensis* and *Phragmites longivalvis* grasslands in Seoul area

Grassland	O.M(%)	PH	Total N(mg/g)	Available P(mg/g)	Exchangeable me/100g			
					K	Ca	Mg	
<i>Miscanthus sinensis</i>	억 새	2.153	5.9	0.45	65	0.72	5.05	1.54
<i>Phragmites longivalvis</i>	갈 대	5.66	6.3	0.91	71	0.65	2.31	0.55

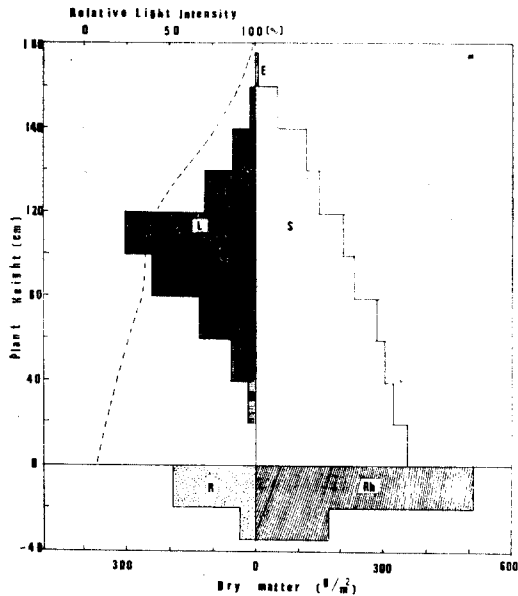


Fig. 7. Productive structure of a *Phragmites longivalvis* grassland in Seoul area on Sept. 7th, 1982. E(Ear), L(Leaf), S(Stem), R(Root), Rh(Rhizome).

生育할 때에는 대단히 높은 現存量을 나타냄을 알 수 있다. Brown등(1968)은 LAI가 같은 條件下에서 Orchardgrass와 Bermudagrass의 總光合成量을 조사한 결과 Bermudagrass는 Orchardgrass의 2~5배에 달한다고 보고하였다.

우리나라는 溫帶氣候帶에 속하는 지역으로 年中 氣候變化가 심하며 식물의 生長은 8월과 9월 사이에 최고 現存量에 도달되는 여러 연구 보고가 밝히고 있다. 野草地植生の 生産量을 보고한 문헌을 중심으로 C₃와 C₄型 식물의 現存量을 비교한 결과는 Table 7, 8과 같다. Table 8은 野草地 植生중 C₄型 식물이 優占된 植生の 現存量을 나타낸 것으로 張등(1968), 張과 金(1968), 金등(1969), 張과 尹(1970), 康(1971), 朴(1971), 任(1975), 張등(1976)등의 보고에 의하면 野

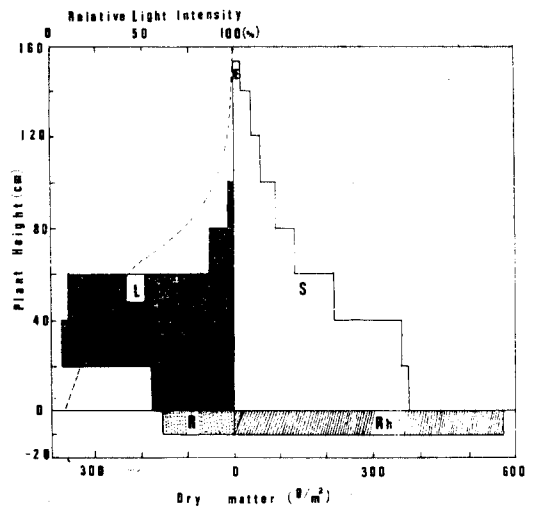


Fig. 8. Productive structure of a *Miscanthus sinensis* grassland in Seoul area on Sept. 7th, 1982. E(Ear), L(Leaf), S(Stem), R(Root), Rh(Rhizome).

草地的 대부분은 C₄型 식물인 새, 억새, 솔새 (*Themada japonica*), 개솔새 (*Cymbopogon tortillis*), 락 (*Imperata cylindrica*), 잔디 (*Zoysia japonica*) 등의 禾本科 식물이 優占種을 이루고 있으며 野草地 生産量의 결정적인 역할을 하고 있음을 알 수 있다.

Table 8은 우리나라의 野草地중 C₃型 식물이 優占되어 있는 草地를 분석한 것인데 張등(1969), 任(1975), 張과 鄭(1976), 張과 趙(1977), 張과 姜(1977)의 보고에 의하면 C₃型 식물이 優占種을 이루고 있는 곳은 주로 濕地江邊 貯水池 또는 河口 등으로 現存量이 높게 나타났고, 그 이외의 乾燥地域은 C₃型 식물의 출현이 극히 빈약함을 보여주고 있다. 특히 갈대, 부들 (*Typha orientalis*), 섬바디 (*Dystaenia takesimana*), 해바라기 (*Helianthus annuus*) 등은 純群落에서 조

사된 것이다. 이와 같은 결과로 볼 때 우리 나라의 野草地의 生産量은 C₄型 식물이 C₃型 식물보다 높다는 것을 보여주는 것으로 사료된다.

Figs. 7, 8은 C₃型 식물인 갈대와 C₄型 식물인 억새의 生産構造인데 갈대는 중간 정도의 높이에서 잎의 발달이 잘 되었고 밑으로 갈수록 잎이 枯死되어 없으며, 억새는 중간 이하에서 잎의 발달이 잘 되었음을 보여준다. 이것은 억새 자체의 同化器官이 밑 부분에 집중되어 있으며 群落內에 光線이 깊게 透過되기 때문이고, 갈대의 밑부분에 잎이 일찍 枯死된 것은 키가 높아짐에 따라 群落內에 光線의 透過가 제한을 받음으로 인하여 잎의 同化能力이 떨어진데 그 원인이 있는 것이라고 생각된다.

Table 9은 갈대와 억새 草地의 一般成分을 分析하여 두 식물의 飼料價値를 비교해 본 것으로 粗蛋白質含量, 粗脂肪含量은 갈대에서 높았고 粗纖維含量은 억새에서 높았는데 서울대학교 농과대학(1970)과 Park (1974)의 野草類의 營養成分에 관한 보고에서 龍仁 지방의 결과보다 높게 나타났다.

Table 10은 갈대와 억새 草地의 土壤成分을 分析比較한 것으로 有機物含量, pH, 全窒素量, 有效磷酸量은 모두 갈대 草地가 높았고 置換性 K, Ca, Mg의 量은 억새 草地가 높았는데 갈대 草地에서는 水分이 많아 有機物の 堆積이 많기 때문인 것으로 사료된다.

摘 要

우리나라의 C₃와 C₄型植物的 계절에 따른 物質生産과 生産力의 變化를 연구하였다.

여름의 기온이 30°C이상의 地域에서는 C₃와 C₄型植物的 季節別 生産力의 차이는 뚜렷한 두가지 型을 보여 주었는데 C₃型植物은 봄과 가을에 두개의 peak을 보이는 M字形을 나타내고 C₄型植物은 여름에 하나의 peak을 보이는 鍾形을 나타내었다.

C₃型植物과 C₄型植物이 現存量의 極大期에 도달하는 8월부터 9월 사이에 조사한 결과 우리나라 草地植生の 優點種은 대부분이 C₄型植物로서 높은 現存量을 보이고 江邊 貯水地등의 水分이 充足한 곳에서는 C₃型植物의 現存量이 높게 나타났다.

參 考 文 獻

Brown, R. H., R. E. Blaser and H. L. Danton, 1967. Leaf-

area index, and apparent photosynthesis under various microclimate for different pasture species analysis of carbon dioxide. *Geochim cosmchin Acta*, 12: 133~149.

張楠基·尹益錫·金炳泰, 1968. 鐵原地區 草地의 構造와 生産性에 관한 연구. *韓國植物學會誌*, 11: 30~36.

——·金炳泰, 1968. 金化地區 草地의 土壤成分과 草地生産性에 관한 연구. *建國大學校學術誌*, 140~247.

——·尹益錫·金炳泰, 1969. 鐵原地區 野草地에 대한 群落構造, 生産性, 再生力 및 土壤肥料學的 研究. *建國大學校學術誌*, 10: 369~394.

·金利稱, 1975. 해바라기의 光合成과 生産性에 관하여. *서울師大 論文集*, 12: 31~40.

·鄭玩鎬, 1976. 仁川古棧洞 沼澤地 植物群落의 連續變化와 物質生産의 季節的 變化. *韓國生物教育學會誌*, 8, 9: 49~57.

——·林文喬·尹益錫, 1976. 억새 草地의 炭素代謝에 관한 研究. *韓國畜産學會誌*, 18: 231~236.

·姜炳燦, 1977. 洛東江 河口에 있어서 地下水位에 따른 植物群落의 連續構造와 種多樣性 指數의 變化에 관한 研究. *韓國畜産學會誌*, 19: 446~452.

——·趙基衍, 1977. 삼바디의 物質生産力, 光合成 및 夏枯現象에 관한 生理生態學的 研究. *韓國畜産學會誌*, 19: 446~452

Downton, W. J. S., T. Bisalputra and E. B. Tregunna, 1969. The distribution and ultrastructure of chloroplast in leaves differing in photosynthetic carbon metabolism. II. *Atriplex rosea* and *Atriplex hastata*. *Can. J. Bot.*, 47: 915~919.

EL-Sharkawy, M. A. and J. Hesketh, 1964. Effects of temperature and water deficit on leaf photosynthesis rates of different species. *Crop Sci.*, 4: 514~518.

—— and M. J. Hesketh, 1965. Photosynthesis among species in relation to characteristics of leaf anatomy and CO₂ diffusion resistance. *Corp Sci.*, 5: 417~421.

Hesketh, J. D. and D. N. Moss, 1963. Variation in the response of photosynthesis in light. *Crop Sci.*, 3: 107~110.

and R. B. Musgrave, 1969. Relation of CO₂ compensation concentration to apparent photosynthesis in Maize. *Plant physiol.*, 44: 1724~1728.

Hofstra, G. and J. D. Hesketh, 1969. Effects of temperature on the gas exchange of leaves in the light and dark. *Planta.*, 85: 228~237.

Iwaki, H., M. Bunziro and H. Kinji, 1964. Studies on the productivity and Nutrient element circulation in Kirigamine grassland, central Japan. Seasonal change in

- standing crop. Bot. Mag. Tokyo., 77 : 447~57.
- 康祥俊, 1971. 草地的構造 및 生産성에 미치는 산분, 韓國植物學會誌, 14 : 96~101.
- Kawanabe, S., 1968. Temperature response and systematics of Gramineae. Proc. Jap. Soc. Plant Tax., 2 : 17.
- 金遵敏·李一球·朴奉奎·張楠基, 1969. 韓國草地的植生과 分布. 서울師大學報, 6 : 178~183.
- Moss, D. N., 1962. The limiting carbon dioxide concentration of photosynthesis. Nature, 113 : 587.
- Moss, D. N., R. B. Musgrave and E. R. Lemon, 1961. Photosynthesis under field condition. Crop Sci., 1 : 83~97.
- ODE, J. D. and L. L. Tieszen, 1980. The seasonal contribution of C₃ and C₄ plant species to primary production in a mixed prairie. Ecol., 61 : 1304~1311.
- 朴仁根, 1971. 開墾을 위한 鹽生植物群落的 研究. 公州教育大學論文集, 8(1) : 213~218.
- Stowe, L. G. and J. A. Teeri, 1978. The geographic distribution of C₄ species of the dicotyledonae in relation to climate. Amer. Naturalist, 112 : 609~623.
- Teeri, J. A. and L. G. Stowe, 1976. Climatic pattern and the distribution in North America. Oecologia, 23 : 1~12.
- 任良宰, 1975. 中部韓國에서 葉面積指數와 草本植物의 乾物生産에 관한 연구. 韓國植物學會誌, 18(3), 87~91.
- 尹益錫·尹相元·申相柱·張楠基·金炳泰, 1969. 採草地와 放牧地の 植生과 生産量에 관한 研究. 韓國畜産學會誌, 11 : 345~350.
- _____, 張楠基, 1970. 草地型에 따른 濟州道 草地的 生産構造 및 土壤特性에 관한 研究. 當虎 劉錫昶博士 古稀記念論文集, 563~577.

(1983年 2月 21日接受)