

Silage 용 옥수수과 荳科作物의 間作에 關한 研究

I. Silage 용 옥수수 (*Zea mays* L.)와 동부 (*Vigna sinensis* King)의 間作이 生長特性과 乾物 및 有機物 收量에 미치는 影響

李性圭

Studies on Corn-Legume Intercropping System

I. Growth characteristics, dry matter and organic matter yield of corn (*Zea mays* L.)-cowpea (*Vigna sinensis* King) intercropping

Seung Kyu Lee

Summary

The growth characteristics and yield per unit area of two cultivation systems of forage, corn (*Zea mays* L.) monoculture and corn-cowpea (*Vigna sinensis* King) inter-cropping were compared and obtained follow results.

1. The two cultivation systems were not significantly different in leaf length, leaf width and length of internode with harvesting time.
2. The weight of stalk and leaves of a plant were decreased with maturity, while weight of ear was markedly increased. The patterns of relative ratio of each components was essentially same in each cultivation system. In corn monocrop., the percentages of stalk, leaf and ear at final harvesting stage were 22.9, 13.7 and 63.4, respectively.
3. Dry matter yield per unit area (33kg/10a) of intercropped corn at yellow stage was similar to that of monocropped corn (1,482.8kg/10a vs 1,508.9kg/10a). At ripe stage, however, the DM yield of intercrop. was higher than that of monocrop. (1,810.4kg/10a vs 1,660.4 kg/10a).
4. The same pattern was observed in organic matter yield.

I. 緒 論

飼料作物의 間作은 식물의 生長特性을 고려하여 2種 이상의 식물을 혼합재배함으로써 收量의 増産 또는 營養成分의 増進을 목적으로 하는 재배방법의 하나이다.

Silage 용 옥수수는 가축의 嗜好性이 우수할 뿐만 아니라 여름의 高温氣象條件에서 잘 生育하는 C-4 型 1년생작물로 草地가 부족한 우리나라에서 가장 널리 재배되고 있는 사료작물이다. 특히 silage 용 옥수수는 단위면적당 에너지收量이 다른 사료작물보다 월등히 높기 때문에 乾物자급사료 資源의 主宗을 이루고 있으나 蛋白質含量은 乾物의 營養生

理的 要求水準에 크게 미달되므로 옥수수 silage 를 위주로 乾物을 飼養할때에는 蛋白質의 補強을 필요로 한다(Miller, 1979; Church, 1984; Bath 등, 1985).

옥수수 silage 에 대한 단백질의 補強方法은 尿素나 암모니아와 같은 NPN 을 첨가하거나 단백질함량이 높은 濃厚飼料를 補充하여 給與하는 방법이 일반적이지만(Miller and O'Dell, 1969; Miller, 1979) 荳科作物을 옥수수와 間作함으로써 옥수수 silage 의 경제성을 増進시키려는 시도가 많이 있다(Couto, 1976; Willey and Osiru, 1973; Andrew, 1976; Fardin, 1977).

또한 Cummins 등(1972), Kishida and Uchida (1985), Putnam 등(1985)은 옥수수와 콩의 間作에 이

어서 栽植密度가 乾物收量 및 단백질함량에 영향을 미친다고 하였으며 James and Obura (1983)는 옥수수과 荳科作物의 間作은 두 식물 相互間의 질소이용에 대한 競争關係로 오히려 옥수수單作일 때 乾物收量이 많았으며 荳科作物은 間作이 單作보다 收量이 높다고 하였다.

본 연구는 1년생 蔓性荳科作物인 동부(*Vigna sinensis* King)를 silage용 옥수수(*Zea mays* L.)와 間作하였을때 生長特性和 乾物收量 및 有機物收量을 비교하기 위하여 실시하였다.

II. 材料 및 方法

1. 試驗期間 및 場所

본 試驗은 1987년 4월 10일부터 9월 10일 사이에 尚志大學 畜産學科 實習牧場內의 飼料作物圃場에서 시행되었으며 試驗圃場의 土壤成分은 Table 1과 같다.

Table 1. Chemical properties of the experimental field soil.

pH (1:5)	OM (%)	P ₂ O ₅ (ppm)	N (%)	Exc. cation (me/100g)			CEC
				Ca	Mg	K	
5.7	4.0	56	0.42	3.87	0.7	0.36	12.24

2. 氣象條件

試驗期間中 平均氣溫과 降水量은 原州地域氣象觀測所의 資料를 利用하였으며 그 결과는 Table 2와 같다.

Table 2. Mean temperature and total rainfall at Won Ju area during the experimental period (April-September), 1987.

Month	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sept.
Mean temperature (°C)	10.1	16.3	21.9	23.7	23.7	18.3
Total rainfall (mm)	30.7	120.6	93.8	615.3	548.3	29.0

3. 試驗區準備 및 施肥方法

옥수수의 品種은 MC 84 AA, 동부는 在來種을 사용하였으며 播種床은 1987년 4월 20일에 石灰를 뿌리고 밭을 耕耘한 후 均質化하였다.

試驗區는 옥수수單作區, 옥수수-동부間作區, 동부單作區로 만들고 1m²당 옥수수 9株가 되도록 하고 옥수수:동부의 間作區는 옥수수 9주를 심고 옥수수 포기사이에 동부를 9주심이 동부가 옥수수 줄기를 감아올라가도록 하였다.

동부單作區는 9株를 심었으며 각 시험구는 모두 3반복하였고 缺株가 생겼을 때는 즉시 補植하였다.

施肥는 播種時 N:P₂O₅:K₂O=10:15:15kg/10a 水準으로 주었으며 옥수수의 잎이 9~10枚 되었을 때 N를 10kg/10a 水準으로 追肥하였다.

4. 收穫時期 및 收量調査

옥수수의 生長段階를 乳熟期(8월 3일), 黃熟期(8월 24일), 完熟期(9월 8일)로 구분하여 1m² 내의 植物體를 地表面에서 刈取한 후 草長을 측정하였다.

또한 잎의 길이, 잎의 폭, 마디길이를 밑에서 위쪽으로 순서를 정하여 측정한 다음 분리하였고 70°C로 48시간 건조하여 乾物收量을 算出하였다.

III. 結果 및 考察

1. 生育特性的 比較

1) 生産構造

옥수수單作과 옥수수-동부間作 및 동부單作的 生産構造를 비교하면 Fig. 1과 같다.

옥수수單作區의 生育段階別 생산구조는 乳熟期에 同化部分인 잎의 生長이 왕성하고 밑에서 위까지 고르게 分布하여 광선이 群落內 깊숙히 투과되며 非同化部인 줄기와 量的인 차이가 없었다.

그러나 黃熟期에서는 非同化部の 收量이 월등하게 증가하였는데 이것은 잎의 同化物質이 줄기부분으로 이동하였고 完熟期에서 오히려 감소한 것은 줄기에 있던 同化物質이 種實로 이동하여 저장되었기 때문이라 생각된다 (Fig. 1-A).

옥수수-동부의 間作區에서는 單作區와 同一한 모양의 生産구조를 보이고 있는데 다만 동부의 수량이 첨가된 만큼의 변화가 있을 뿐이다 (Fig. 1-B).

李와 張(1983)에 의하면 C-4식물인 억새의 生産구조는 결실기에 잎의 分布가 밑으로 집중되어

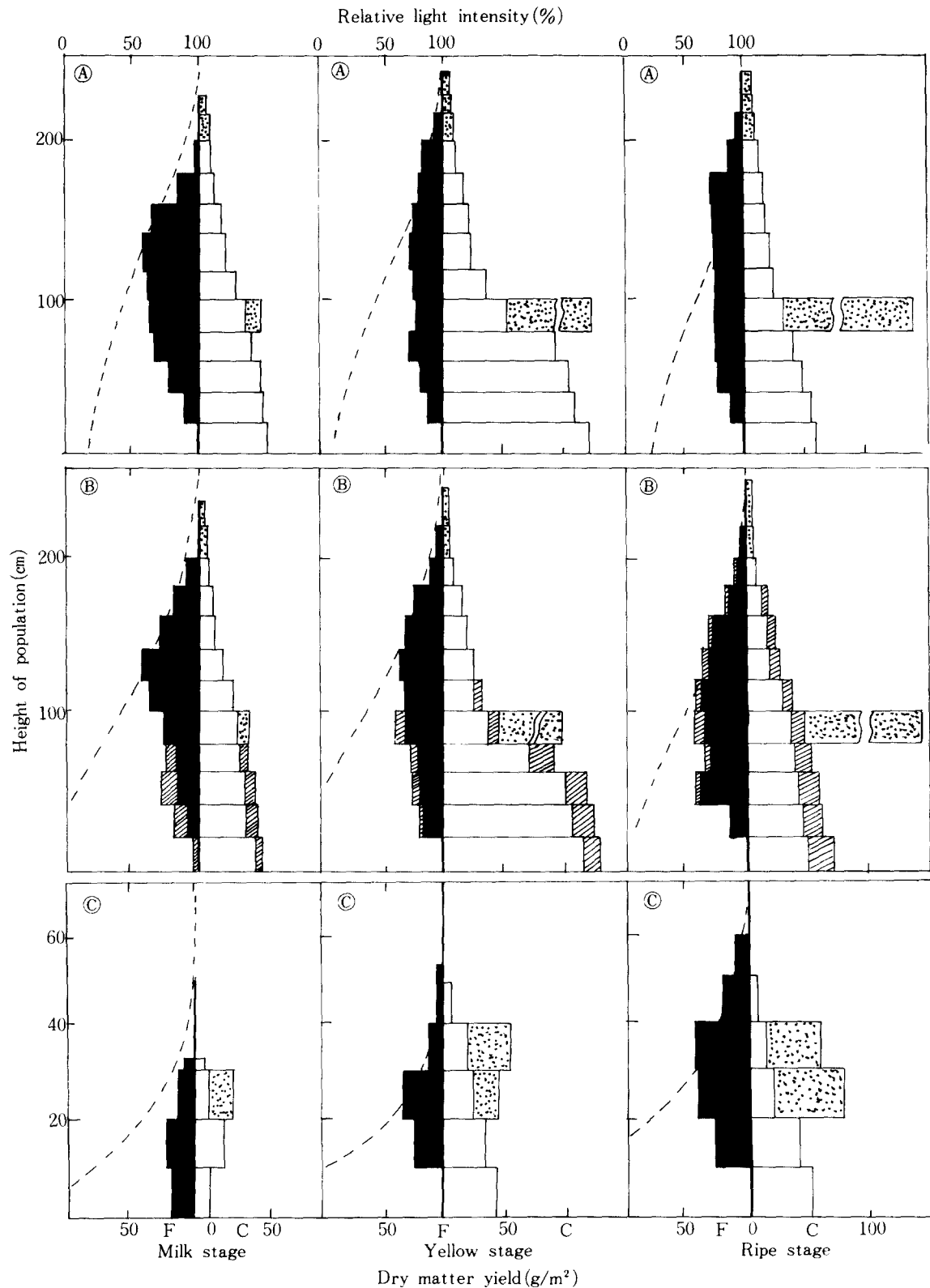


Fig. 1. Productive structure of cropping systems at the harvesting time. A: Corn monoculture system, B: Corn-Cowpea intercropping system, C: Cowpea monoculture system. F: Photosynthetic system, C: Non-photosynthetic system.

있으며 갈대는 중간부분에 많이 분포하는데 옥수수는 이들 野草와는 달리 잎의 분포가 밑에서 위쪽으로 고르게 분포하고 있는 것이 특징이라고 할 수 있다.

동부의 單作區는 동부의 줄기가 감아 올라갈 수 있는 支株가 없으면 서로 엉켜져 群落을 이룬다. 草高는 60cm 정도로서 群落의 冠部는 完全히 잎에 의해 被覆되어 있어 光線의 群落內 투과는 거의 없었다(Fig. 1-C).

2) 잎의 길이

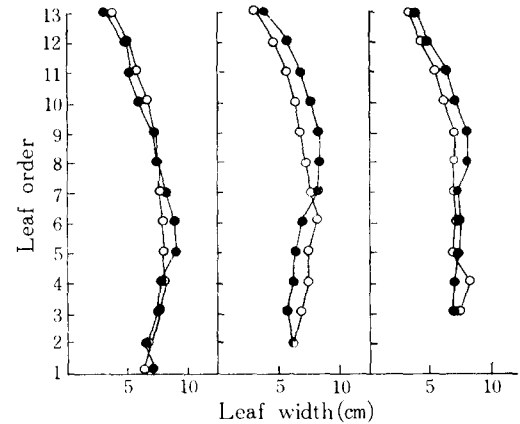
옥수수單作區와 옥수수-동부間作區의 生育特性을 비교하기 위하여 두가지 栽培方法에서 옥수수의 잎의 길이를 밑에서 위쪽으로 순서를 정하여 측정해 본 결과는 Fig. 2와 같다.

잎의 길이는 乳熟期에서 完熟期까지의 生育段階로 볼때 3, 4, 5번째 잎이 각 단계에 관계없이 가장 길었다. 그리고 순 生育段階를 통해 間作區의 잎이 약간씩 길었는데 동부의 성장이 옥수수에 비해 늦기 때문에(Haizel, 1974) 옥수수의 잎의 생장에 영향을 준 결과라고 생각되며 잎의 순서가 윗쪽으로 갈수록 完熟期에 더 길어졌는데 이것은 윗부분의 잎이 가장 늦게 성장하는 특성 때문이다.

3) 잎의 幅

잎의 가장 넓은 部位를 택하여 幅을 測定한 결과 乳熟期에서는 차이가 없었고 黃熟期부터 完熟期까지는 間作區의 잎의 幅이 약간 넓게 나타났다(Fig. 3).

이와같은 결과는 옥수수에 동부를 間作할때는 동



Milk stage (Aug. 3), Yellow stage (Aug. 24) Ripe stage (Sept. 8)

Fig. 3. Comparison of leaf width of Corn monoculture and Corn-Cowpea intercropping systems according to leaf order at the harvesting time. ○—○: Corn monoculture system, ●—●: Corn-Cowpea intercropping system.

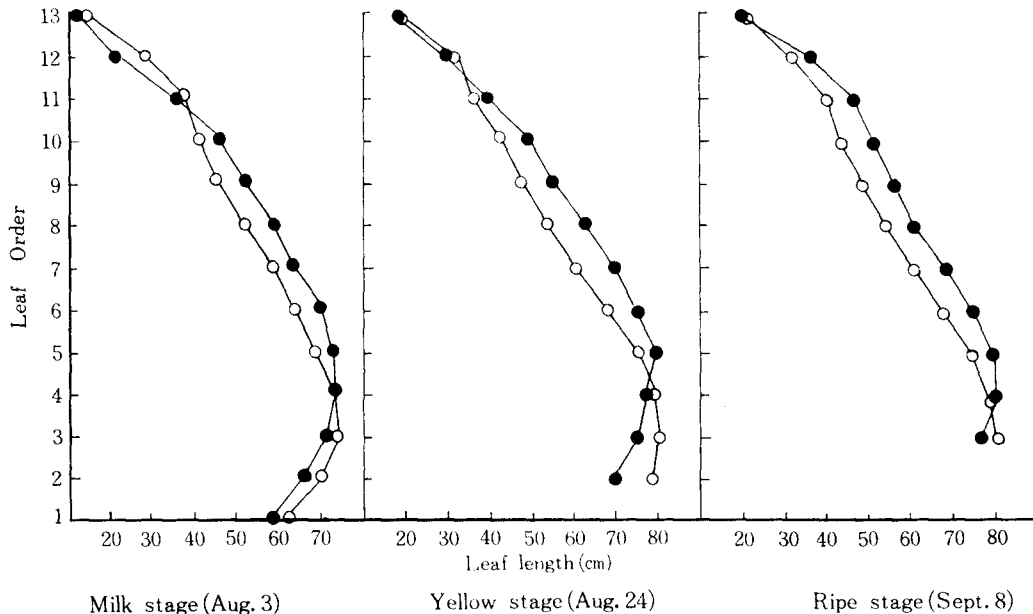


Fig. 2. Comparison of leaf length of Corn monoculture and Corn-Cowpea intercropping systems according to leaf order at the harvesting time. ○—○: Corn monoculture system, ●—●: Corn-Cowpea intercropping system.

Table 3. Length of internode of corn plant compared corn monoculture with corn-cowpea intercropping system according to internode order at harvesting time.

Date of cut	Cropping system	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Plant height
Aug. 3	Corn mono.	3.0	7.3	9.3	13.3	16.0	19.3	18.8	17.8	16.8	15.0	15.0	15.5	15.3	48.3	—	230.7
	Corn-Cowpea inter.	3.0	5.3	8.0	10.7	12.7	16.3	16.7	16.7	16.7	13.8	14.7	15.3	14.0	13.5	50.0	227.4
Aug. 24	Corn mono.	3.0	6.5	7.5	11.8	19.0	21.0	20.0	20.0	18.5	17.5	17.0	16.7	15.0	42.0	—	235.5
	Corn-Cowpea inter.	3.0	5.0	8.0	13.2	14.6	20.5	20.5	19.0	18.0	16.0	15.0	15.0	16.2	53.0	—	237.0
Sept. 8	Corn mono.	2.5	7.0	8.3	9.5	12.0	19.0	22.0	20.5	17.0	15.0	16.5	16.0	12.5	13.5	45.0	236.3
	Corn-Cowpea inter.	3.0	7.0	10.0	16.5	16.0	16.0	19.0	19.0	17.0	13.5	14.0	13.0	10.5	14.0	49.0	237.5

부가 옥수수의 성숙을 지연시키거나 또는 生長을 촉진시키는 것이 아닌가 생각된다.

4) 마디길이

옥수수 줄기의 밑에서 위쪽으로 마디의 순서를 정하여 길이를 비교한 결과는 Table 3 과 같다.

마디의 길이는 各區 모두 生育段階에 따라 약간의 차이는 있으나 有意差는 인정되지 않았다. 간혹 옥수수에 따라서는 1~2 개 마디가 더 있으나 全植物體의 草高로 볼때는 乳熟期에 227.4cm, 完熟期에 237.5cm로 큰 차이가 없었다.

이와같은 사실은 乳熟期에 이미 草高의 生長은 끝났고 성숙이 진행됨에 따라 節間生長만 약간 일어난기 때문이라 생각된다.

따라서 마디 사이의 길이는 옥수수間作이나 옥수수-동부의 間作體系에 따라서 어떤 영향도 주지 않는다는 것을 의미한다.

5) 植物體의 部位別 비율

植物體는 群落의 密度, 栽植方法, 草種등에 따라 部位別 生長이 영향을 받게 되는데 옥수수單作區와 間作區의 全植物體에 대한 各 部位別 비율을 비교해 보면 Table 4 와 같다.

Table 4 에 나타난 바와 같이 乳熟期에서 完熟期으로 성숙함에 따라 줄기, 일부위는 單作區에서 각각 61~23%, 32~14% 間作區에서는 60~23%, 33~14%로서 有意的으로 減少하였으나 (P<0.05) 栽植方法에 따라서는 有意差가 인정되지 않았다.

이삭(雌穗)의 비율은 乳熟期에서 完熟期까지 單作區는 7.2~63.4% 間作區는 7.4~63.5% 급격한

Table 4. Stalk, leaf and ear component ratio of corn mono in culture and corn-cowpea intercropping system at harvesting time.

Date of cut	Cropping system	Plant component ratio (%)		
		Stalk	Leaf	Ear
Aug. 3	Corn mono.	60.6	32.3	7.2
	Corn-Cowpea inter.	59.6	32.9	7.4
		Cowpea mono.	59.6	33.5
Aug. 23	Corn mono.	45.6	13.7	40.7
	Corn-Cowpea inter.	46.6	13.5	39.9
		Cowpea mono.	46.4	15.2
Sept. 8	Corn mono.	45.5	30.4	24.1
	Corn-Cowpea inter.	22.9	13.7	63.4
		Cowpea mono.	22.9	13.6
	Cowpea mono.	26.1	15.6	58.3
	Cowpea mono.	44.0	25.1	30.9

증가추세를 보였다. 줄기와 잎의 비율이 植物體의 成熟에 따라 점차로 감소하는데 반해 이삭의 비율이 오히려 급격한 증가를 보이는 것은 同化産物이 모두 이삭으로 이동 저장됨으로서 量的인 증가를 가져왔기 때문이다.

이와같은 결과는 옥수수의 잎과 이삭의 비율이 높으면 줄기의 비율이 감소한다는 Cummins & Do-

boson(1973)의 보고와 옥수수의 完熟期에 줄기 30%, 잎 13%, 이삭 57%로 부위별 비율을 보고한 Cullison(1982)의 결과와 일치하였다.

그러나 植物體 各 部位別 비율은 栽植方法間에는 有意性이 인정되지 않았는데 이것은 동부를 옥수수와 間作하였을 때 동부가 옥수수의 성장과 收量에 負의 方向으로 작용하지 않는다는 것을 의미한다고 생각된다.

2. 乾物 및 有機物收量

옥수수單作과 옥수수-동부間作 및 동부單作등의 栽植方法과 收穫時期에 따른 單位面積(10a)當 風乾物, 乾物 및 有機物の 收量은 Table 5와 같다.

Table 5에서 보는 바와 같이 옥수수單作區와 옥수수-동부間作區의 10a 당 乾物收量은 각각 乳熟期에 596.2kg, 609.0kg, 黃熟期에 1508.9kg, 1482.8kg, 完熟期에 1660.0kg, 1810.4kg으로 收穫時期에 따라 현저한 증가를 나타냈다.

이와같은 收量의 增加는 植物의 성장과 同化物質의 蓄積이 원인으로 특히 種實의 收量增加가 總乾物收量에 크게 기여하였다. 그리고 本 試驗의 成績은 10a 당 乾物收量으로 볼 때 金(1987)의 1,795kg(수원 19호)와 유사한 결과였다.

일반적으로 栽植密度와 收量과는 어느 水準까지

는 正의 相關을 나타내는데 Kishida & Uchida(1985)는 10a 당 6,250~12,500株의 옥수수를 심었을 때 8,333株區(8.33주/m²)에서 最高收量이었으며 Garcia 등(1985)은 ha 당 60,000株일때 가장 많은 收量을 얻었다고 하였다.

이렇게 볼때 옥수수의 單位면적당 乾物收量의 極大値는 6~10株/m²의 범위에 있다. 따라서 本 시험에서 9株/m²를 기준으로 10a 당 건물수량을 비교하면 Herbert 등(1985)의 옥수수-콩의 間作(1750kg), Kishida and Uchida(1985)의 옥수수單作(1,200~1,800kg)과 같은 성적이며 Cummins and Dobson(1973)의 1,660~2,670kg 범위에 해당된다.

다만 옥수수-동부間作區의 收量이 黃熟期에서 옥수수單作區보다 약간 낮았으나 完熟期에서는 間作區가 오히려 收量이 많았다. 이것은 동부의 성숙기간이 옥수수에 비해 늦기 때문에(Haizel, 1974) 옥수수가 完熟期일때 동부는 아직도 많은 생장이 일어나서 옥수수收量에 동부의 收量이 첨가된 만큼의 증가가 나타난 것이라 생각된다.

Alessi and Power(1974), James and Obura (1983)은 옥수수를 荳科作物과 間作하였을 때 單位면적당 乾物收量은 다소 감소하며 Garcia 등(1985), Putnam 등(1986)은 오히려 증가한다고 하였는데 本 시험에서는 黃熟期에서는 감소하였고 完熟期에서는

Table 5. Air dry matter, dry matter and organic matter yield of corn monoculture and corn-cowpea intercropping system at harvesting time.

Date of cut	Cropping system	Air dry matter yield (kg/10a)	Dry matter yield(kg/10a)					Organic matter yield (kg/10a)
			Stalk	Leaf	Ear	Sub total	Total	
Aug. 3	Corn mono.	648.8	361.1	192.4	42.6	—	596.2	547.9
	Corn inter.	678.1	337.0	186.0	42.0	565.0	609.0	556.7
	Cowpea mono.		25.8	18.2	—	—	102.5	92.7
Aug. 24	Corn mono.	1664.7	688.0	207.4	613.5	—	1508.9	1426.8
	Corn inter.	1719.5	630.2	182.2	539.5	1351.9	1482.8	1401.5
	Cowpea mono.		57.4	43.9	29.6	130.9	168.5	157.2
Sept. 8	Corn mono.	1852.3	379.9	227.9	1052.2	—	1660.0	1593.3
	Corn inter.	2009.8	368.1	217.5	1016.2	1602.2	1810.4	1724.1
	Cowpea mono.		103.6	65.0	39.6	208.2	277.1	261.5

증가하였다. 그리고 有機物을 算出(乾物收量×
 $(\frac{100-粗纖維}{100} \%)$)한 결과로 비교하여도 옥수수-
 동부의 間作이 옥수수單作에 비해 同-하거나(黃熟
 期) 오히려 우수하다(完熟期)는 것을 알 수 있다
 (Table 5).

IV. 摘 要

본 시험은 silage 용 옥수수의 單作과 옥수수-동
 부의 間作에서 生育特性, 乾物 및 有機物收量を 비
 교하기 위하여 실시하였다.

두 作物의 栽培方法은 옥수수單作區, 옥수수-동
 부間作區, 동부單作區로 하였으며 옥수수의 生長段
 階에 따라 乳熟期(8月3日), 黃熟期(8月24日), 完
 熟期(9月8日)로 구분하여 生育特性, 乾物收量 및
 有機物 收量を 算出하였는데 그 결과를 요약하면
 다음과 같다.

1. 옥수수의 葉長, 葉幅은 옥수수單作區보다 옥
 수수-동부間作區가 약간 높았으나 마디길이는 큰
 차이가 없었다.

2. 옥수수 전 植物體에 대한 각 部位別 收量은
 收穫時期가 늦어짐에 따라 줄기는 60→22%, 잎은
 32→13%로 각각 감소하였으며 반대로 이삭(雌穗)
 은 7→63%로 증가하였다.

3. 栽植方法에 따른 收穫時期別 10a 당 乾物收
 量은 옥수수單作區에서 黃熟期일때 1,508.9kg 이었
 으며 옥수수-동부間作區에서는 1,482.8kg 이었다.
 또한 完熟期일때 옥수수單作區는 1,660.0kg, 옥수
 수수-동부間作區에서는 1,810.4kg 이었다.

4. 10a 당 有機物收量은 옥수수單作區에서 黃熟
 期일때 1,426.8kg, 完熟期일때 1,593.3kg, 옥수수
 -동부間作區에서 黃熟期일때 1,401.5kg, 完熟期일
 때 1,724.0kg으로 乾物收量の 증가와 같은 경향을
 보였다.

V. 引用文獻

1. Alessi, J., and J.F. Power. 1974. Effects of plant population, row spacing, and relative maturity on dryland corn in the Northern plains. I. Corn forage and grain yield. Agron. J. 66: 316-319.
2. Andrews, D.J. 1976. Responses of sorghum varie-

- ties to intercropping. Experi. Agri. 10:57-63.
3. Bath, D.L. 1985. Principles, practices, problems, and profits. Dairy cattle. 3rd Edition. p.171.
4. Church, D.C. 1984. Oxford Press, Portland Oregon, Livestock feeds and feeding. p.349.
5. Couto, M.S. 1976. Estudo de sistemas culturais milho-feijao no municípie de Viscosa. Minas Gerais, impress Universitaria. p.32.
6. Cullison, A.E. 1982. Feeds and feeding. 3rd Edition. Aprentice-Hall Co. Reston, Virginia. p.201.
7. Cummis, D.G., and Doboson. J.W. Jr. 1973. Corn for silage as inferenced by hybrid maturity, row spacing, plant population and climate. Agron. J. 65:250-243.
8. Fardin, F. 1977. Inferecia de sistemas de consorciação na produtividade e outras agronomicas de milho de feijao. Larvas, ESAL. p.61.
9. Garcia, R., Evangelista, A.R., and J.D. Garvano. 1985. Effects of the association corn soybean on dry matter production and nutritional silage value. Proceedings of the XV IGC. 1221-1222.
10. Haizel, K.A. 1974. The agronomic significance of mixed cropping. I. Maize interplanted with cowpea. Ghana J. Agric. Sci. 7:169-178.
11. Herbert, S.J., Putnam. D.H., and Vargas. 1985. Forage production from Maize: Soybean intercrops. Proceedins of the XV IGC. 1266-1268.
12. James, R.A., and Obura. R.K. 1983. Yield of corn, cowpea and soybean under different intercropping systems. Agron. J. 75:1005-1009.
13. Kishida, Y., and Uchida, S. 1985. The effects of row width and inter row spacing on productivity and nutritional quality of silage corn. Proceedings of the XV IGC. 1263-1265.
14. Miller, W.J. 1979. Dairy cattle feeding and nutrition. Academic press, N.Y. pp.221-253, 273-293.
15. Putnam, D.H., S.J. Herbert., and A. Vargas. 1985. Intercropped corn: Soybean density studies. I. Yield complimentarity. Experi. Agri. 21:41-51.
16. Willey, R.W., D.S.O. Osiru. 1973. Studies on mixtures of Maize and beans with particular reference to plant population. J. Agri. Sci. 79:

- 517, 529.
17. 金東岩. 1987. 年中 사일리지 給與中心 飼料作物作付體系. 서울우유협동조합 87 지도요원 교육지. 서울 P.33-63.
18. 李性圭, 張楠基. 1983. 韓國의 野草地에 있어서 C_3 , C_4 및 CAM 식물의 분류, 생산력 및 분포에 관한 연구. II. C_3 와 C_4 型 植物의 物質生産과 生産力. 한국생태학회지 6:114-127.