

## 窒素分施에 따른 Sudangrass系 雜種의 生育, 收量 및 飼料成分 變化

趙南棋\* · 朴成竣\* · 姜榮吉\* · 宋昌吉\*

### Effects of Split Nitrogen Application on the Growth, Yield and Feed Composition of Sudangrass Hybrids

Cho, Nam-Ki\* · Park, Seung-Jun\* · Kang, Young-Kil\* · Song, Chang-Kihl\*

#### ABSTRACT

Two sudangrass hybrids were treated with the split application (1, 2, 3, 4, and 5 times) of 25 kg/10a of N to determine the effects of split N application on the growth, yield and feed composition of sudangrass hybrids in Cheju. Pioneer 988 headed five days earlier than Pioneer 931 did. The number of days from planting to heading averaged across the two hybrids was delayed from 73 to 79 days as the frequency of the split N applications was increased from one to five times. At heading, Pioneer 988 was about 8cm taller than Pioneer 931 was. Plant height was increased with increasing the frequency of split N application. As the frequency of split N application was increased, stem weight, leaf weight, root length, and root weight were significantly increased. Fresh forage yield averaged the two hybrids was increased from 5,505 to 7,391 kg/10a as the frequency of the split N application was increased from one to five times. As the frequency of the split application was increased, crude fat and crude protein contents also were increased but crude fiber content was decreased.

---

\* 제주대학교 농과대학 농학과

## 緒 言

Sudangrass [*Sorghum bicolor* (L.) Moench]는禾本科熱帶飼料作物로서生育期間이 짧고,土壤에 대한適應範圍가 넓으며,收量과家畜의嗜好性이 매우 높은作物로 알려져 있다(Quinby, 1970; Gibson과 Scherta, 1977; Penderson 등, 1983). Sudangrass는 이와 같은 우수성 때문에 아프리카, 미국, 호주 등 여러 나라에서放牧, 꽃베기, 乾草 및 Silage용으로 널리栽培되고 있으며,靑刈용으로 이용하기 위한研究가 많은研究者들에 의하여遂行되었다(Mays와 Washko, 1961; Hart와 Burton, 1965; Edwards, 1966; Roy와 Wright, 1973). 우리나라에서도靑刈飼料로 Sudangrass系雜種의栽培面積이擴大되고 있으며 Sudangrass系雜種에 대한品種選拔 및栽培技術에 관한研究가遂行되어 왔다(金 등, 1982; 趙 등, 1986, 1991, 1993, 1997).

Gibson과 Scherta(1977), Penderson 등(1983)은 Sudangrass系雜種이 다른作物에 비하여窒素肥料의要求量이 많다고 하였으며, 이 등(1970)은 우리나라에서牧草의增收을 위한窒素施肥가必然의이라 하였고, 김과 김(1975)은窒素施肥量의 증가함에 따라生草收量도直線的으로 증가하였다고 하였는데, 최근에는窒素肥料의多量施肥로 인한水質汚染과營農費用의 증가로 인해肥料의效率의 이용에 대한研究가遂行되어지고 있으나 우리나라에서는 이러한 측면에서의研究가微微한實情이다(윤과 유, 1993; 速水 등, 1995; Soliman, 1996).

따라서本研究는濟州道에서 Sudangrass系雜種의效率의인施肥方法을究明하여栽培管理에基礎資料를提供하기 위한研究の一環으로窒素分施에 따른 Sudangrass系雜種의生育, 收量 및飼料成分變化에 대하여試驗했

던結果를發表하는 바이다.

## 材料 및 方法

本試驗은 1997年 5月부터 9月까지濟州大學校 農科大學 附屬農場에서 Sudangrass系雜種인 Pioneer 931과 Pioneer 988을供試하여面積 800cm<sup>2</sup> Pot에서遂行하였다. 3kg/10a(pot당 10립)에 해당하는種子를 5月 18일에 Pot別로播種하였으며, 10a當燐酸 20kg, 加里 15kg을全量基肥로施用하였고, 窒素肥料는 10a當 25kg을 각각 1回全量基肥(25kg), 2回分施(各 12.5kg), 3回分施(各 8.33kg), 4回分施(各 6.25kg), 5回分施(各 5kg)하였는데, 窒素分施는 20日間격으로 5月 18日, 6月 7日, 6月 27日, 7月 17日, 8月 6일에 실시하였다. 試驗區配置는品種을主區, 分施回數를細區로 한分割區配置 3反覆으로 하였다.

1次刈取를 8月 9일에, 2次刈取를 9月 29일에 실시하였으며 Pot別로 6個體를選定하여草長, 莖重, 葉重, 根長, 根重, 生草收量 및 乾草收量을 三井(1988)의靑刈飼料作物調査基準에準하여調査하였다. 草長은土壤表面에서最長의 길이를測定하였으며, 莖重과 葉重은各各生體莖과生體葉의全重을測定하였다. 生草收量은지상부 전체를대상으로 조사하였고, 乾草收量은 5日間自然乾燥시킨 후에 조사하였다. 葉綠素測定은葉綠素計(SPAD-502, Soil Plant Analysis Development :SPAD, Section, Minolta Camera Co., Osaka, Japan)를利用하여葉中間의葉緣 사이를 1個體當 10回調査하여平均値를 이용하였다. 根長과 根重은 Framed monolith法(Bohm et al., 1977)에準하여 길이를測定하였고, Pot의 전체 뿌리 무게를測定하여 10a당으로換算하였다.

粗蛋白質, 粗脂肪, 粗纖維, 粗灰分의 分析은 各 Pot別로 100g의 生草를 採取한 다음, 80℃의 乾燥機에서 48시간 乾燥시킨 후 A.O.A.C.(1990)법과 축산기술연구소 표준사료성분 분석법(1996)에 準하여 分析하였다.

Pot에 充진한 土壤은 我羅統으로서 暗褐色 火山灰土였으며, 化學的 性質은 表 1에서 보는 바와 같고, 調査期間에 있어서의 氣象은 表 2에서 보는 바와 같다.

## 結 果

生育形質, 생초 및 건조수량, 사료성분 등에 있어서 品種과 分施回數와의 상호작용이 유의하지 않았으므로 主효과만을 기술하였다.

### 1. 生育形質變化

窒素分施에 따른 Sudangrass系 雜種의 生育形質 變化는 表 3에서 보는 바와 같다. 出穗日數는 Pioneer 931이 78.9日이었고, Pioneer 988이 74日이었다. 全量基肥에 比하여 分施回數가 많아짐에 따라 늦어졌다. 즉,

全量基肥區에서 出穗日數가 72.9日이었으나, 分施回數가 5回로 많아졌을 때 79.3日로 길어졌다. 草長은 各 施用區에서 Pioneer 988이 길었으며 Pioneer 931이 짧은 것으로 나타났다( $P < 0.05$ ). 全量基肥區에서는 166.1cm이었으나, 分施回數가 增加됨에 따라 점차적으로 길어져서 5回 分區에서 196.7cm였다.

根重은 每 分施區에서 Pioneer 988이 優勢한 것으로 나타났으나 根長의 경우 有意性이 없었다. 根長은 全量基肥區에서 105.7cm였던 것이 分施回數가 增加됨에 따라 점차적으로 길어져 5回 分施區에서는 126.7cm였다. 根重의 變化도 根長의 增加와 비슷한 傾向이었다.

葉綠素 測定值(SPAD reading)는 全量基肥區에서 39.3이었으나 分施回數가 많아짐에 따라 높아졌고, 5回 分施區에서 44.7로 增加되었다.

### 2. 生草 및 乾草收量

10a당 生草收量 및 乾草收量은 表 4에서 보는 바와 같다.

生草收量은 Pioneer 931이 6.032kg/10a였고, Pioneer 988은 6.983kg/10a로 Pioneer

Table. 1 Chemical properties of soil before cropping.

pH (1:5)	Organic matter (%)	Available P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (ppm)	Total N (%)	Exchangeable cations(me/100g)			EC (dS/m)
				Ca	Mg	K	
4.5	4.6	173.3	0.268	0.7	1.3	5.8	171.6

Table. 2 Meteorological factors during the experimental period in 1997.

Factor \ Month	May	June	July	Aug.	Sep.
Maximum temperature(℃)	23.5	27.7	30.0	28.8	21.4
Minimum temperature(℃)	12.1	16.0	19.4	19.5	12.1
Average temperture(℃)	17.8	21.9	24.7	24.2	16.8
Precipitation(mm)	88	98	104	196	51

Table 3. Effects of split N application on growth characters of two sudangrass hybrids.

Cultivar	Split N application time	Days to heading			Plant height(cm)			Root length (cm)			Root weight (kg/10a)			SPAD reading		
		Aug. 9	Sep. 29	Mean	Aug. 9	Sep. 29	Mean	Aug. 9	Sep. 29	Mean	Aug. 9	Sep. 29	Mean	Aug. 9	Sep. 29	Mean
Pioneer 931	1	75.5	113.8	152.3	190.7	113.8	152.3	104.3	1125	38.1	34.0	36.1				
	2	77.8	121.8	159.2	196.5	121.8	159.2	107.5	1230	39.2	35.5	37.4				
	3	78.9	131.7	172.4	213.0	131.7	172.4	113.7	1365	41.1	37.0	39.1				
	4	80.8	145.3	181.7	218.0	145.3	181.7	120.0	1500	43.7	39.3	41.5				
	5	81.7	147.7	183.5	219.3	147.7	183.5	125.6	1605	44.3	40.2	42.3				
	Mean	78.9	132.1	169.8	207.5	132.1	169.8	114.2	1365	41.3	37.2	39.3				
Pioneer 988	1	70.2	166.6	180.0	193.4	166.6	180.0	107.1	1155	47.2	37.8	42.5				
	2	72.3	174.7	195.3	215.9	174.7	195.3	112.8	1245	48.6	39.8	44.2				
	3	74.6	181.7	199.6	217.4	181.7	199.6	119.4	1470	48.9	40.9	44.9				
	4	76.1	188.2	206.7	225.2	188.2	206.7	124.8	1590	49.9	42.5	46.2				
	5	76.9	192.8	210.0	227.1	192.8	210.0	127.7	1650	51.6	42.8	47.2				
	Mean	74.0	180.8	198.3	215.8	180.8	198.3	118.4	1422	49.2	40.7	45.0				
Mean	1	72.9	140.2	166.1	192.1	140.2	166.1	105.7	1140	42.7	35.9	39.3				
	2	75.1	148.3	177.2	206.2	148.3	177.2	110.2	1238	43.9	37.7	40.8				
	3	76.8	156.7	186.0	215.2	156.7	186.0	116.6	1418	45.0	39.0	42.0				
	4	78.5	166.8	194.2	221.6	166.8	194.2	122.4	1545	46.8	40.9	43.9				
	5	79.3	170.3	196.7	223.2	170.3	196.7	126.7	1628	48.0	41.5	44.7				
LSD( 5%)	(1)	0.8	5.3	8.5	5.3	12.5	8.5	NS	36	1.0	2.2	1.4				
LSD( 5%)	(2)	0.7	2.3	1.6	2.3	3.1	1.6	38.1	24	1.5	1.6	1.4				
LSD( 5%)	(3)	NS	3.3	2.2	3.3	4.4	2.2	NS	NS	NS	NS	NS				
LSD( 5%)	(4)	NS	5.8	8.6	5.8	13.7	8.6	NS	NS	NS	NS	NS				

(1) Between cultivar means.

(2) Between split application means.

(3) Between split application means for the same cultivar.

(4) Between cultivar means for the same or different split of N application.

Table 4. Effects of split N application on stem and leaf weight, fresh and dry matter yields of two sudangrass hybrids.

Cultivar	Split N application time	Stem weight(g/plant)				Leaf weight(g/plant)				Fresh yield(kg/10a)				Dry yield(kg/10a)			
		Aug. 9		Sep. 29		Aug. 9		Sep. 29		Aug. 9		Sep. 29		Aug. 9		Sep. 29	
		Mean	SE	Mean	SE	Mean	SE	Mean	SE	Mean	SE	Mean	SE	Mean	SE	Mean	SE
Pioneer 931	1	82.2	38.7	120.9	35.3	19.8	55.1	3525	1755	5280	952	474	1426				
	2	85.9	41.0	126.9	36.5	21.3	57.8	3672	1869	5541	991	505	1496				
	3	94.6	42.1	136.7	39.2	24.5	63.7	4014	1998	6012	1084	540	1624				
	4	104.2	45.2	149.4	42.7	27.0	69.7	4407	2166	6573	1190	585	1775				
	5	106.1	46.6	152.7	44.6	27.8	72.4	4521	2232	6753	1221	603	1824				
Mean	94.6	42.7	137.3	39.7	24.1	63.8	4028	2004	6032	1088	541	1629					
Pioneer 988	1	86.2	46.2	132.4	38.0	20.6	58.6	3726	2004	5730	1006	541	1547				
	2	95.9	52.4	148.3	40.0	25.0	65.0	4077	2322	6399	1101	627	1728				
	3	101.8	59.6	161.4	43.1	27.3	70.4	4347	2607	6954	1174	704	1878				
	4	119.4	63.1	182.5	47.3	30.4	77.7	5001	2805	7806	1350	757	2107				
	5	120.5	66.4	186.9	49.7	31.0	80.7	5106	2922	8028	1379	789	2168				
Mean	104.8	57.5	162.3	43.6	26.9	70.5	4451	2532	6983	1202	684	1886					
Mean	1	84.2	42.5	126.7	36.7	20.2	56.9	3626	1880	5505	979	508	1486				
	2	90.9	46.7	137.6	38.3	23.2	61.4	3875	2096	5970	1046	566	1612				
	3	98.2	50.9	149.1	41.2	25.9	67.1	4181	2303	6483	1129	622	1751				
	4	111.8	54.2	166.0	45.0	28.7	73.7	4704	2486	7190	1270	671	1941				
	5	113.3	56.5	169.8	47.2	29.4	76.6	4814	2577	7391	1300	696	1996				
LSD ( 5%)	(1)	1.4	9.1	7.7	2.7	2.5	3.5	112	78	148	31	21	13				
LSD ( 5%)	(2)	2.0	2.7	3.0	1.6	1.4	1.9	78	80	111	21	22	30				
LSD ( 5%)	(3)	2.9	3.8	4.3	NS	NS	NS	110	113	157	30	31	43				
LSD ( 5%)	(4)	2.9	9.3	8.1	NS	NS	NS	140	123	147	39	33	40				

(1) Between cultivar means.  
 (2) Between split application means.  
 (3) Between split application means for the same cultivar.  
 (4) Between cultivar means for the same or different split of N application.

988이 收量이 많았고, 全量基肥區에서 5.505kg/10a, 2回 分施區 5.970kg/10a, 3回 分施區 6.483kg/10a, 4回 分施區 7.190kg/10a, 5回 分施區 7.391 kg/10a로 分施回數가 많아짐에 따라 增加되었다. 乾草收量도 生草收量과 같은 傾向으로 Pioneer 988이 1.886kg/10a로 1.629kg/10a인 Pioneer 931보다 높았고, 全量基肥區에서 1.486kg/10a였던 것이 分施回數의 增加와 함께 增加되었고, 5回 分施區에서는 1.996kg/10a으로 增收되었다.

### 3. 飼料成分變化

窒素分施에 따른 Sudangrass系 雜種의 粗蛋白質, 粗纖維, 粗脂肪, 粗灰分의 飼料成分變化는 表 5에서 보는 바와 같다.

粗蛋白質은 Pioneer 988이 9.0%로 8.6%인 Pioneer 931보다 높았으며, 全量基肥區에서 7.0%였던 것이 分施回數가 增加될수록 蛋白質 含量은 增加되어 5回 分施區에서는 10.5%로 가장 높게 나타났고, 粗脂肪도 비슷한 傾向이었다.

粗纖維는 粗蛋白質, 粗脂肪과는 반대의 傾向을 보였는데, 全量基肥區에서 34.4%로 높은 편이었으나 分施回數가 많아짐에 따라 점차적으로 減少되었고, 5回 分施區에서는 25.6%로 매우 낮은 편이었다.

## 考 察

Sudangrass系 雜種은 生育期間이 짧으나 生育이 왕성하고 收量성이 매우 높기 때문에 他作物에 비하여 窒素肥料의 要求量이 많을 뿐만 아니라 分施效果가 매우 높은 飼料作物으로 알려져 있다. 本 試驗에서도 草長, 莖重, 葉重

등 生育形質은 全量基肥區에 비하여 分施回數가 많아짐에 따라 왕성한 것으로 나타나고 있는데, 이러한 傾向은 窒素分施가 Sudangrass의 生育을 촉진시킬 수 있다는 Pendersen 등(1983), Morey와 Walker(1969)의 報告와 비슷한 傾向이었다. Sudangrass는 吸肥力이 매우 높기 때문에 基肥로 全量을 施肥하는 것보다 刈取後 分施하는 것이 生草 및 乾草收量이 增加되는 것으로 알려지고 있는데(Fribourg 등, 1974), Miller 등(1964)에 의하면, Sorghum에 속하는 飼料 作物은 窒素分施에 의하여 乾草收量은 增大되나 地域과 品種에 따라 큰 差異가 있다고 하였으며, Carter(1954)는 Sudangrass 등의 禾本科 飼料作物은 窒素施肥 效果가 4~6週 이상 持續되지 않으므로 봄철에 많은 量을 施用하여도 1次 刈取後의 生育에 影響을 미치지 못하기 때문에 分施하는 것이 乾草收量의 增大에 效果의이라고 하였고, Alexander와 McCloud(1962)는 基肥로 窒素多量施用은 禾本科 牧草類의 倒伏을 誘發하여 收量을 減少시키는 原因이 되기도 하므로 分施를 해주는 것이 收量增大에 效果的이라고 하였다. 本 試驗에서도 10a當 生草收量은 全量施肥區에서 5.505kg이었던 것이 分施回數가 많아짐에 따라 점차적으로 增加되었고, 5回 分施區에서는 7.319kg으로 增加되었다. 莖重, 葉重 및 乾草收量도 10a當 生草收量의 變化狀態와 비슷한 傾向이었는데, 窒素分施가 Sudangrass의 生草 및 乾草收量을 增加시킨다는 Miller 등(1964), 이 등(1970)의 報告와 같은 傾向이었다.

Blum 등(1977)은 窒素分施가 Sorghum類의 根伸長과 밀접한 關係가 있는데 窒素施肥量에 따라 根伸長은 78~240cm까지 差異가 나며, 窒素施肥가 뿌리 伸長을 촉진시킬 뿐만 아니라 葉面積을 增大시켜 乾草收量도 많아지게 된다고 하였다. 本 試驗에서도 根長과 根重이 分施回數가 많아짐에 따라 왕성한 生長을 보이

Table 5. Effects of split N application on feed composition of oven-dried forages of two sudangrass hybrids.

Cultivar	Split N application	Crude protein(%)			Crude fiber(%)			Crude fat(%)			Crude ash(%)		
		Aug. 9	Sep. 29	Mean	Aug. 9	Sep. 29	Mean	Aug. 9	Sep. 29	Mean	Aug. 9	Sep. 29	Mean
Pioneer 931	1	7.7	5.5	6.6	36.3	30.2	33.3	0.9	0.6	0.8	9.3	7.7	8.5
	2	8.2	6.6	7.4	34.7	28.7	31.7	1.1	0.9	1.0	9.2	7.8	8.5
	3	10.0	7.2	8.6	32.2	26.4	29.3	1.5	1.2	1.4	9.4	7.2	8.3
	4	11.1	8.3	9.7	29.3	24.1	26.7	1.9	1.5	1.7	9.4	7.6	8.5
	5	11.6	9.2	10.4	27.5	22.8	25.2	2.0	1.6	1.8	9.1	7.9	8.5
	Mean	9.7	7.4	8.6	32.0	26.4	29.2	1.5	1.2	1.4	9.3	7.6	8.5
Pioneer 988	1	8.9	5.9	7.4	38.7	32.4	35.6	1.0	0.7	0.9	9.3	7.5	8.4
	2	9.2	6.7	7.9	35.7	29.9	32.8	1.4	1.0	1.2	9.2	7.3	8.3
	3	10.9	7.4	9.2	33.8	27.5	30.7	1.7	1.3	1.5	9.2	7.7	8.5
	4	11.3	8.4	9.9	30.1	25.3	27.7	2.0	1.6	1.8	9.5	7.6	8.5
	5	11.7	9.6	10.6	28.4	23.7	26.1	2.1	1.6	1.9	9.3	7.8	8.6
	Mean	10.4	7.6	9.0	33.3	27.8	30.6	1.6	1.2	1.4	9.3	7.6	8.5
Mean	1	8.3	5.7	7.0	37.5	31.3	34.4	1.0	0.7	0.8	9.3	7.6	8.4
	2	8.7	6.7	7.7	35.2	29.3	32.3	1.3	1.0	1.1	9.2	7.5	8.4
	3	10.5	7.3	8.9	33.0	27.0	30.0	1.6	1.3	1.4	9.3	7.5	8.4
	4	11.2	8.4	9.8	29.7	24.7	27.2	2.0	1.6	1.8	9.4	7.6	8.5
	5	11.6	9.4	10.5	28.0	23.3	25.6	2.1	1.6	1.8	9.2	7.9	8.6
LSD ( 5%)	(1)	0.3	NS	0.4	NS	NS	0.1	0.4	NS	0.9	NS	NS	NS
LSD ( 5%)	(2)	1.8	1.5	1.3	0.3	0.3	0.2	2.2	2.2	1.8	NS	NS	NS
LSD ( 5%)	(3)	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
LSD ( 5%)	(4)	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

(1) Between cultivar means.

(2) Between split application means.

(3) Between split application means for the same cultivar.

(4) Between cultivar means for the same or different split of N application.

고 있는데 이와 같은 傾向은 窒素分施가 Sorghum類의 根伸長을 촉진시킨다는 Blum 등(1977)의 報告와 일치하였다. 窒素 分施에 따른 Sudangrass의 飼料價値變化는 品種, 栽培環境 및 管理狀態에 따라 크게 다르게 나타난다는 報告(Edwards 등, 1971; Fribourg 등, 1974; Miller 등, 1964)가 많은데, 本 試驗에서는 粗蛋白質, 粗脂肪 含量이 分施回數가 많아짐에 따라 增加되어 濟州道에서도 比較的 窒素分施 效果가 크다고 볼 수 있었다. 따라서 이상의 本 試驗結果에서 보는 바와 같이 濟州道 土壤, 氣象 등의 栽培環境 條件下에서 Sudangrass 栽培時 窒素 25kg/10a을 5회 分施하는 것이 品質이 優秀한 Sudangrass를 生産할 수 있을 것으로 思料된다.

### 摘 要

本 研究는 濟州道에 있어서 窒素分施에 따른 Sudangrass系 雜種의 形態의 特性, 收量 및 飼料成分을 究明하기 위하여 Pioneer 931 과 Pioneer 988을 供試하여 1997年 5월부터 9월까지 遂行하였으며, 대부분의 조사형질에 있어서 品種과 分施回數와의 상호작용이 유의하지 않았으므로 主효과만을 요약하면 다음과 같다.

1. 出穗期는 Pioneer 931이 길고, Pioneer 988은 짧았으며, 分施回數가 많아짐에 따라 두 품종 모두 늦어지는 傾向이었다.
2. 草長은 各 分施區에서 Pioneer 988이 Pioneer 931보다 길었고, 分施回數가 많아짐에 따라 길어지는 傾向이었다.
3. 莖重, 葉重, 根長, 根重 등의 形質은 Pioneer 988이 Pioneer 931보다 優勢하였고, 全量基肥區에 비하여 分施回數가 많아짐에 따라 旺盛한 生長을 보였다.
4. 生草收量은 Pioneer 988이 6,983kg/10a, Pioneer 931이 6,032kg/10a로 Pioneer 988의 收量이 높았으며, 全量基肥區에서 5,505kg/10a이었으나, 分施回數가 많아짐에 따라 점차적으로 增加되어 5회 分施區에서는 7,391kg/10a으로 收量이 높아졌으며, 乾草收量도 生草收量과 같은 傾向이었다.
5. 粗蛋白質, 粗脂肪 含量은 Pioneer 988이 Pioneer 931보다 높았으며, 分施回數가 늘어남에 따라 增加되었고, 粗纖維 含量은 오히려 減少되었다.

### 參 考 文 獻

- Alexander, C. W., D. E. McCloud. 1962. Influence of time and rate of nitrogen application on production and botanical composition of forage. *Agron. J.* 54 : 521-522.
- A.O.A.C. 1990. Official methods of analysis (15th ed.) Association of Official Analytical Chemists. Washington D. C.
- Blum, A., G. F. Arkin and W. R. Jordan. 1977. Sorghum root morphogenesis and growth I. *Crop Sci.* 17 : 149-152.
- Carter, J. F. 1954. Sudangrass for North Dakota. *North Dakota Agron. Exp. Sta. Bimon. Bul.* XVI(5) : 163-168.
- 趙南棋, 尹相泰. 1986. 濟州道에 있어서 Sudangrass雜種形質이 時期的變化에 관한 研究. *濟州大 論文集* 22 : 23-31.
- 趙南棋, 宋昌吉. 1991. 灌水量差異가 Sud-



- angrass의 主要形質 및 營養價에 미치는 影響. 濟州大 論文集 32 : 13-18.
- 趙南棋, 劉哲受. 1993. 窒素施用量이 Sudangrass雜種의 主要形質 및 飼料價에 미치는 影響. 濟州大 亞熱帶 農業研究 10 : 29-40.
- 趙南棋, 金昌益, 朴良門, 宋昌吉. 1997. Sudangrass 交雜種의 主要形質 및 乾草收量이 品種間差異. 濟州大 亞熱帶 農業研究 14 : 73-81.
- Edwards, N. C., H. A. Fribourg and M. J. Montgomery. 1971. Cutting management effect on growth rate and dry matter digestibility of the sorghum-sudangrass cultivar Sudax SX-11. *Agron. J.* 63 : 261-271.
- Edwards, N. C. Jr. 1966. The response of sorghum-sudangrass hybrids to nitrogen fertilization. M.S. Thesis. Missi. State Univ.
- Fribourg H. A., B. N. Duck and E. M. Culvahouse. 1974. Forage sorghum yield components and there in vivo digestibility. *Agron. J.* 68 : 361-365.
- Gibson, P. T., K. F. Scherta. 1977. Growth of annual sorghum hybrid and its parents. *Crop Sci.* 17 : 387-391.
- Harms, C. L., B. B. Tucker. 1973. Influence of nitrogen fertilization and other factor on yield, prussic acid, nitrate, and total nitrogen concentrations of sudangrass cultivars. *Agron. J.* 65 : 21-26.
- Hart, R. H., G. W. Burton. 1965. Effect of row spacing, seeding rate, and nitrogen fertilization on forage yield and quality of Gahi-1 pearl millet. *Agron. J.* 57 : 376-378.
- 速水昭彦, 久本田徹 等 1995. 撤低討論 環境保全, 持續型 農業の技術開發, 分野別座談會. 農業技術 50(2) : 39-44.
- 金東岩, 金丙鎬. 1975. 窒素, 磷酸 및 加里肥料와 窒素施肥水準이 牧野地の 收量 및 植生比率에 미치는 影響
- 金東岩, 徐成, 李孝遠, 林尙勳, 曷武煥. 1982. Sudangrass, Sudangrass 雜種 및 수수-Sudangrass 雜種의 飼草生産性. 韓草誌 24(2) : 92-97.
- 이근상, 강창중. 1970. 혼파초지에 있어서 추비시기가 목초의 생육, 수량 및 식생에 미치는 영향. 농시보고 13(축산) : 87-96.
- Mays, D. A., J. B. Washko. 1961. Cutting and grazing management for sudangrass and pearl millet. *Penn. Agr. Exp. Sta. Bul.* 682.
- Miller, G. D., C. W. Deyoe, T. L. Walter, and F. W. Smith. 1964. Variation in protein levels in Kansas grain sorghum. *Agron. J.* 56 : 302-304.
- Morey, D. D., M. E. Walker. 1969. Small grain forage production and quality as influenced by rates of nitrogen. *Univ. of Georgia Res. Bull.* 70.
- Pendersen, J. F., F. A. Haskins, H. J. Gorz. 1983. Quality traits in forage sorghum harvested at early head emergence and at

- physiological maturity. *Crop sci.* 23 : 756-758.
- Quinby, J. R. 1970. Leaf and panicle size of sorghum parents and hybrids. *Crop Sci.* 10 : 251-254.
- Roy, R. N., B. C. Wright. 1973. Sorghum growth and nutrient uptake in relation to soil fertility. I. Dry matter accumulation patterns, yield, and N content of grain. *Agron. J.* 65 : 709-711.
- Soliman M. M., A. S. Abdel Monem. 1996. Effect of method of N-application and modified urea on N-15 recovery by rice. *Fertilizers and Environment.* : 211-216.
- 윤순강, 유순호. 1993. 토양중 질산태 질소의 행방과 지하수질. *한국환경농학회지* 12(3) : 281-297