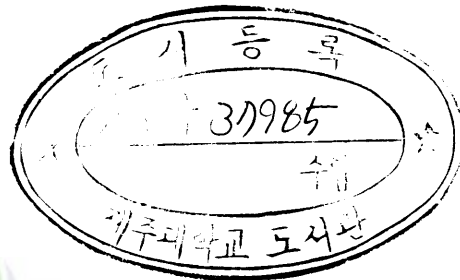


17
F24.5
7 11467

碩士學位論文

高度에 따른 Sudangrass系 雜種의
生育, 收量 및 飼料成分 變化



제주대학교 중앙도서관
濟州大學校 大學院 LIBRARY

農 學 科

金 保 鉉

1998年 12月

高度에 따른 Sudangrass系 雜種의 生育, 收量 및 飼料成分 變化

指導教授 趙 南 棋

金 保 鉉

이 論文을 農學碩士學位 論文으로 提出함



제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

1998年 12月

金保鉉의 農學碩士學位 論文을 認准함

審査委員長 _____ 印

委 員 _____ 印

委 員 _____ 印

濟州大學校 大學院

1998年 12月

**Effects of Altitude on the Growth,
Yield and Feed Composition of
Sudangrass Hybrids**

Bo-Hyun Kim

(Supervised by Professor Nam-Ki Cho)



제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF
THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF MASTER OF
AGRICULTURE

DEPARTMENT OF AGRICULTURE
GRADUATE SCHOOL
CHEJU NATIONAL UNIVERSITY

1998. 12

目 次

Summary	1
I. 緒 言	3
II. 研究 史	5
III. 材料 및 方法	9
IV. 結 果	11
1. 生育形質, 生草收量 및 乾草收量 變化	
2. 飼料成分 變化	
3. 相關과 回歸	
V. 考 察	26
VI. 摘 要	29
參 考 文 獻	31



Summary

This study was conducted to determine the effects of altitude on the growth, yield and feed composition of four Sudangrass hybrids were grown at five altitudes (5, 175, 345, 515, and 685m) 18 May to 29 August, 1997.

The results obtained are summarized as follows:

1. As the altitude heightened, the number of days from planting to heading were delayed. The number of days from planting to heading of Pioneer 988 were shortest, but those of Pioneer 931 were longest.
2. The plant height was very vigorous at 5m altitude. As altitude heightened, the growth was inclined to be poor gradually.
3. The mean plant height of cultivars at 5m was longest (188.1cm), but that of cultivars at 685m was shortest (115.5cm).
4. Fresh yield per 10a was greatest at 5m altitude (6.802kg), but was smallest at 685m altitude (2.831kg). Dry matter yield per 10a had the same tendency with fresh yield per 10a.
5. Fresh yield of S-1435 at every altitude was greatest, but that of

Pioneer 931 was smallest.

6. Crude protein and crude fat were increased gradually, but crude fiber and crude ash were decreased as altitude heightened.
7. As the altitude heightened, values of SPAD reading of all cultivars were decreased. Those of Pioneer 988 were greatest, but those of Pioneer 931 were smallest.
8. The plant height was highly positively correlated with fresh yield per 10a, dry yield per 10a and crude fiber, but was highly negatively correlated with crude protein and crude fat.



I. 緒 言

Sudangrass(*Sorghum sudanense* (PIPER) STAPP)는 수수屬에 속하는 夏季一年生 禾本科 飼料作物로, 아프리카 Sudan 地方의 나일江 流域에서 처음으로 발견되었고, 1906년 美國에 처음으로 導入되어 試驗栽培가 시작되었다(Piper, 1942).

Sudangrass는 다른 作物에 비해서 生育期間이 짧고, 單位面積當 生草收量이 많고, 家畜에 대한 嗜好性이 높을 뿐만 아니라 土壤環境에 대한 適應力이 강하여 美國의 南部地方, 南아프리카, 濠洲 등 比較的 氣溫이 높은 地方에서 放牧, 乾草, Silage 및 靑刈用으로 널리 栽培되고 있으며, 現在 우리 나라에서도 여름철 靑刈 飼料作物로 栽培되고 있는 實情이다.

最近에는 여러 나라에서 純系 Sudangrass보다 Sudangrass系 雜種을 育成하여 栽培(Quinby, 1970; Gibson and Schertz, 1977)를 하고 있으며, 地域 및 標高에 따른 飼料의 生産性에 관한 研究(Burnham 등, 1970; Hunter and Grant, 1971; Baadshaug, 1984; Spatz, 1984)도 活潑히 이루어지고 있고, 國內에서도 Sudangrass系 雜種을 이용한 生産性 向上에 관한 研究(趙와 劉, 1993; 李 등, 1994)와 地域에 따른 生産性(全 등, 1989; 李와 朴, 1989; 전 등, 1995) 比較檢討와 牧草의 標高에 따른 適應性(金 등, 1991; 金 등, 1991a, 1991b; 申 등, 1993; 金과 高, 1994) 檢討 등의 研究가 多樣하게 이루어지고 있으나 濟州道에서는 이와 관련된 研究가 미미한 實情이다.

따라서 本 研究는 濟州市 海안가에서 標高 685m에 이르는 地域을 5個 地域 (標高 5m, 175m, 345m, 515m, 685m)으로 區分하여 Sudangrass系 雜種의 生育, 收量 및 飼料價値를 究明하기 위하여 本 試驗을 修行하여 그 結果를 發表하는 바이다.



II. 研究史

禾本科 飼料植物은 같은 種類라 할지라도 그들이 處해 있는 環境條件, 즉 溫度·水分·光線·土壤·高度·바람 등과 같은 物理的 環境과 動物 및 周邊 植生 條件과 같은 生物的 環境에 의하여 生育狀態가 크게 다르게 나타난다는 研究는 Seifriz(1935), Sinnott와 Wilson(1963), Weaver와 Clements(1966), 郭(1969), Beatly(1974), 李와 郭(1974), 朴(1975) 등에 의하여 報告되었다.

一般的으로 標高에 따라 日長, 大氣溫度(Grant, 1968) 및 土壤水分(Baker와 Jung, 1968)의 差異에 의하여 地域的 微氣象이 顯著하게 다르며(Beavington, 1968; Burhham, 1970), 이로 因하여 標高別 植生群落 및 草種別 適應性이 다르게 나타난다고 Cooper(1964), Spatz(1984), Hay(1985), Simpson 등(1987)은 報告하였고, Seifriz(1935)는 일반적으로 평지에 보다 높은 山의 경우에 있어서는 高度가 낮아짐에 따라 植物生育狀에 뚜렷한 환경적인 變化가 나타남으로써 植物의 分布狀態가 달라진다고 하였다.

Sinnott와 Wilson(1963), Whittaker와 Niering(1975), Bannister(1976) 등은 植物의 生長과 環境과의 相互關係는 아주 複雜하고 複合된 結果로써 나타나는 것이기 때문에 어느 한 두 가지의 要因만을 獨立하여 생각할 수는 없으나 바람, 溫度, 光線, 水分 등의 外的 環境條件이 比較的 影響力이 큰 要因에 屬한다고 思料되며, 동일종의 植物이라도 高度가 높고 낮음에 따라 植物의 葉面積 指數가 다르다고 報告하였다.

김 등(1981), Etherington(1982), 노(1983) 등은 일반적으로 산간지대에서는 고도가 수직적으로 100m가 상승할 때마다 氣溫은 약 0.6℃씩 낮아지며, 光度, 濕度, 日照時間 등 高度別 環境要因도 차이를 보여 식물의 생육과 분포에 영향을 주게 된다고 하였고, 김과 곽(1994)은 한라산에 분포하는 구상나무 등의 植物을 대상으로 성장상태를 조사한 결과 해발 1,600m의 고지대에서는 해안지역에 비해 식물의 草長과 잎이 작아진다고 報告하였다.

Webster(1961), Katagiri와 Tsutsumi(1978)는 해발고가 높아짐에 따라 특히 토양수분이 감소하며, 수종별 내성범위의 차이와 종간 경쟁 결과 연속된 산림군집의 구조가 달라진다고 하였으며, Caputa(1966)는 고도가 높은 지대에서 식물체는 溫度뿐만 아니라 日長의 영향을 받는다고 하였고, Burnham 등(1970), Hunter와 Grant(1971)는 고도가 높아질수록 혼과 목초의 건물수량은 減少된다고 하였다. 그리고 Morris와 Thomas(1972), Davies 등(1985), Munro(1981)는 높은 고지에서의 낮은 생산력은 짧은 생육기간과 열악해진 봄철의 성장조건에서 부분적으로 기인될 수 있다고 하였다.

고랭지인 진부(표고 500~550m)와 평야지인 음성(표고 130m)에서 쥐오줌풀의 지역간 지상부의 생육차이를 調査한 이 등(1996)의 報告에 의하면 엽병장은 음성에 비해 진부에서 약간 긴 경향을 보였으나, 엽장과 엽폭은 고랭지와 평야지간에 별 차이가 없었다고 하였으며, 李와 金(1977)은 *Weigela florida*, *Sasa quelpaertensis*, *Rhododendron dauricum*, *Ilex crenata* var. *microphylla* 등의 植物들은 標高가 높아짐에 따라서 葉幅, 葉長, 新稍長 또는 節間長이 점차 減少되었는데 특히 新稍長이나 節間長의 減少가 뚜렷하였다고 하였고, Park 등(1983)은 동일 緯度上 標高가 다른 수원(標高 37m)과 제천(標高 280~300m)

에서 半矮性 品種인 조생종통일벼와 수원 287, WX 817의 收量은 제천보다 수원에서 많았다고 報告하였다. 그리고 이 등(1997)은 무궁화 葉長의 경우 6월 조사시 해발 100~300m에서 5.34cm인 반면, 해발 800~900m에서는 2.53cm로 고도가 높아질수록 감소하는 경향이었고, 이후 9월까지 전기간 같은 경향을 보였고, 葉幅도 같은 경향이었다고 하였다.

Baadshaug(1984)은 노르웨이의 標高 600m, 700m, 900m, 1,000m, 1,200m 및 1,300m에서 草種別로 년간 3회 收穫時 乾物收量을 조사하였던 바, Orchard grass는 600m에서 11.2톤으로 가장 높았고 700m에서 9.8톤, 900m에서 8톤, 1,000m에서 6톤, 1,200m에서 2.5톤, 1,300m에서 1.3톤으로 표고가 높아질수록 牧草의 乾物收量은 급격히 저하된다고 하였으며, Spatz(1984)는 서독 남알프스 산지 초지의 生産性 및 品質을 표고별로 조사 연구한 결과 100m 높아짐에 따라 초지의 QI指數는 5.8%가 저하되었고, 전분당량으로 계산한 생산성은 7%가 감소되었다고 報告하였다.

李와 朴(1989)은 水原, 裡里, 光州, 晋州, 濟州 등 5個 地域別로 Sudangrass系 雜種의 生育 및 收量性을 調査하였던 바, 播種으로부터 出穗까지의 生育日數는 남쪽으로 갈수록 短縮되었고, 地域別 乾物收量은 10a當 1,447kg에서 2,658kg으로 남쪽으로 갈수록 增加하였다고 報告하였으며, 全과 金(1987)은 南向地에서의 標高別 草地의 飼草 乾物收量이 標高 350m 초지에서는 연간 ha당 8,559kg, 標高 500m 초지에서는 9,244kg의 乾物이 생산되어 標高가 150m 높아짐에 따라 乾物收量은 8.0%가 증가되었고, 北向地의 草地에서는 標高가 150m 높아짐에 따라 乾物收量이 15.0%가 증가되었다고 하였다.

金 등(1991)의 報告에 의하면 南向地에서의 표고별 초지의 飼草乾物收量을 보

면 표고 800m 초지에서는 연간 ha당 11,025kg, 표고 1,000m 초지에서는 연간 ha당 10,904kg의 乾物이 생산되어 표고가 200m 높아짐에 따라 乾物收量은 1.1%가 저하되었고 北向地의 草地에서는 표고가 200m 높아짐에 따라 사초의 乾物收量이 19.2%가 저하되어 결과적으로 兩斜向地 草地의 平均 生産性을 고려한다면 표고가 800m에서 1,000m로 높아짐에 따라 초지의 乾物收量은 9.5%가 저하되었다고 報告하였으며, 申 등(1993)은 標高別 겨울철 靑刈用 早晚性 귀리 品種의 飼草生産性 試驗栽培에서 대체적으로 볼 때 모든 品種의 生草 및 乾物收量은 200m, 100m, 400m順으로 標高에 따른 差異를 보여주고 있다고 하였다.

鄭과 金(1992)은 標高別 播種時期가 서로 다른 荳科-禾本科 混播草地에서 荳科牧草의 乾物收量은 標高 600m에서는 春播 및 秋播時 2年 平均 각각 205.8, 339.5kg/10a, 800m에서는 각각 54.8, 91.5kg/10a, 1,000m에서는 각각 32.8, 32.1kg/10a으로 標高가 增加할수록 顯著하게 減少하였다고 報告하였다.

全과 金(1987)의 報告에 의하면 南向地의 標高 500m에서 생산되는 목초의 番草別 粗蛋白質 含量은 300m보다 높은 경향이였으며 北向地에서도 동일한 경향을 나타냈다고 하였으며, 金 등(1991)은 南向草地의 표고 800m에서 生産되는 牧草의 조단백질 含量은 14.17%였으며, 1,000m에서는 16.58%, 그리고 1,200m에서 20.09%로서 점진적으로 높아지는 경향이였고 北向草地에서도 표고 1,200m 초지에서 예외적인 조단백질 含量을 제외하고는 같은 경향이라고 하였다. 그리고 조섬유 含量은 斜向地別 草地에 관계없이 표고가 높아지면서 조섬유 含量이 저하되어 南向草地에서는 표고 800m에서 35.08%였으나, 1,200m에서는 29.84%로 현저히 낮았고 北向草地에서는 표고 800m에서 32.62%였다고 報告하였다.

Ⅲ. 材料 및 方法

本 實驗은 1997年 5月 18日부터 同年 9月 29日까지 濟州市 海안가에서 標高 685m에 이르는 地域에서 修行하였으며, Jumbo, Pioneer 931, Pioneer 988, S-1435 등 4品種을 供試品種으로 하였다.

高度는 濟州市 海안가에서 685m에 이르는 地域을 5個 地域, 즉 海안가에서 標高 5m, 175m, 345m, 515m, 685m로 區分하여 800cm² Pot를 設置하였으며, 試驗區 配置는 각 高度마다 3反復 亂塊法으로 配置하였다.

種子의 播種은 1997年 5月 18日에 각 Pot別로 10a當 3kg에 該當하는 種子量을 播種하였다.

肥料施用은 10a當 窒素 25kg, 磷酸 20kg, 加里 15kg에 該當하는 量을 施用하였는데, 磷酸과 加里質 肥料는 全量을 밑거름으로 하였고, 窒素質 肥料는 前述한 量의 50%는 밑거름으로 하였으며 나머지 50%는 播種後 35日에 追肥로 施用하였다. 試驗圃管理는 農村振興廳 作物管理基準에 準하였다.

主要 形質調査는 出穗日數 및 葉綠素 測定値는 圃場調査하였으며, 1次 刈取는 8月 9日, 2次 刈取는 9月 29日에 하였고, 각 Pot別로 6個體를 選定하여 草長, 生草收量, 乾草收量 등을 三井(1988)의 青刈飼料作物 調査基準에 準하여 조사하였다.

草長은 土壤表面에서 最長의 길이를 測定하였으며, 生草收量은 각 Pot의 總重量을 測定하여 10a當 生草收量으로 換算하였으며, 乾草收量은 각 Pot別로 7日間

自然乾燥시킨 후에 10a當 乾草收量으로 換算하였다.

葉綠素 測定은 葉綠素計(SPAD-502, Soilplant Analysis Development : SPDA, Section, Minolta Camera Co., Osaka, Japan)를 이용하여 葉 중간의 葉緣 사이를 1個體 10回 調査하여 平均値를 이용하였다.

粗蛋白質, 粗脂肪, 粗纖維, 粗灰分 등의 分析은 각 Pot別로 100g의 生草를 收取한 다음, 80℃ Dry oven에서 24時間 乾燥시킨 후 A.O.A.C.(1990)法과 농촌진흥청 축산기술연구소 표준사료성분 분석법(1996)에 準하여 分析하였다.

試驗 Pot의 土壤은 我羅統으로 火山灰가 母材로 된 濃暗褐色土였으며, 化學的造成은 表 1에서 보는 바와 같다. 試驗期間 中の 氣象條件은 表 2에서 보는 바와 같은데, 氣溫과 濕度는 平年과 비슷하였고 高度가 높아질수록 減少하는 傾向이었다.



Table 1. Chemical properties of experimental soil before cropping

pH (1 : 5)	Organic matter (g/kg)	Available P ₂ O ₅ (mg/kg)	Exchangeable cation (cmol ⁺ /kg)			CEC (cmol ⁺ /kg)	EC (dS/m)
			Ca	Mg	K		
4.76	96.3	223.9	1.59	6.87	0.74	2.25	174.9

Table 2. Mean air temperature and humidity during the experiment at different altitude

Altitude (m)	Air Temperature (°C)					Humidity (%)				
	May	June	July	Aug.	Sep.	May	June	July	Aug.	Sep.
5	18.9	20.9	26.2	26.2	23.5	54.2	60.6	61.9	62.6	52.6
175	18.4	21.7	25.1	25.8	20.4	52.3	56.7	57.8	59.5	59.8
345	17.8	21.9	24.7	24.2	16.8	50.4	51.3	55.7	57.9	67.6
515	16.9	17.7	20.8	23.5	17.3	59.5	64.4	70.2	72.5	75.4
685	15.7	18.8	21.9	22.6	17.9	68.3	77.1	84.7	86.4	82.7

IV. 結 果

1. 生育形質, 生草收量 및 乾草收量 變化

高度에 따른 Sudangrass系 雜種의 生育形質, 生草收量 및 乾草收量 變化는 表 3에서 보는 바와 같다.

1) 生育形質 變化

出穂日數는 高度가 높아짐에 따라 늦어지는 傾向을 나타냈다. 즉, 標高 5m에서 品種平均 出穂日數가 66.2日이었으나 高度가 높아짐에 따라 漸次的으로 늦어져서 標高 685m에서는 出穂日數가 73.2日이었다($P<0.05$). 品種間 出穂日數는 高度에 따라서 Pioneer 988이 가장 빨랐고, Pioneer 931은 가장 늦었다.

草長은 標高 5m에서 188.1cm로 가장 길었으며, 175m에서 174.9cm, 345m에서 154.0cm, 515m에서 124.7cm, 685m에서는 115.5cm로 高度가 높아짐에 따라 草長은 짧아지는 傾向이었으며, 高度間에는 有意性이 인정되었다($P<0.05$). 品種間에는 Pioneer 988이 가장 크고, 그 다음은 Jumbo였으며, Pioneer 931의 草長은 작았다.

葉綠素 測定値는 標高 5m에서 43.0으로 가장 높은 數値를 보였으며, 175m에서 40.0, 345m에서 38.6, 515m에서 37.4, 685m에서 36.9 順位로 高度가 높아짐에 따라 葉綠素 測定値는 낮아지는 傾向이었다. 品種에 따른 葉綠素 測定

値는 Pioneer 988 및 S-1435가 높았으며, Pioneer 931 및 Jumbo는 낮은 數 値를 보였다.

2) 生草收量 및 乾草收量 變化

10a當 品種의 1, 2次 刈取 生草收量은 標高 5m에서 6,802kg으로 가장 많았 으며, 175m에서 6,115kg, 345m에서 5,162kg, 515m에서 3,842kg, 685m 에서는 2,831kg의 順位로 高度가 높아짐에 따라 直線的으로 減少하였다 ($P<0.05$). 品種에 따른 10a當 生草收量은 각 高度에 따라서 S-1435가 가장 많 았고, Pioneer 931이 가장 적었다. Pioneer 988도 生草收量은 많은 편이었으 나 前述한 S-1435에 비하면 生草收量은 적은 편이었다.

10a當 乾草收量도 生草收量의 變化狀態와 비슷한 傾向인데, 標高 5m에서 2,041kg였던 것이 高度가 높아짐에 따라 漸次的으로 減少되어 標高 685m에서 는 849kg이었다($P<0.05$). 品種間 10a當 乾草收量은 각 高度別로 S-1435가 많았고, 다음으로 Jumbo, Pioneer 988, Pioneer 931 順位였다.

Table 3. Agronomic characters of Sudangrass hybrids as affected by altitude

Altitude	Cultivar	Days to heading		Plant height (cm)		SPAD readings		Fresh yield (kg/10a)		Dry matter yield (kg/10a)		Total	
		Aug. 9	Sep. 29	Mean	Aug. 9	Sep. 29	Mean	Aug. 9	Sep. 29	Aug. 9	Sep. 29		
		Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD		
5m	Jumbo	65.3	225.4	153.8	189.6	44.5	37.6	41.1	4779	7074	1434	689	2122
	Pioneer 931	67.7	219.1	132.8	176.0	44.4	37.5	41.0	4614	5796	1384	345	1739
	Pioneer 988	64.7	230.9	167.8	199.4	51.0	42.3	46.7	4302	1983	1291	595	1886
	S-1435	67.0	223.1	152.1	187.6	45.5	41.0	43.3	5520	2532	1636	760	2416
	Mean	66.2	224.6	151.7	188.1	46.4	39.6	43.0	4804	1998	1441	599	2041
175m	Jumbo	66.0	207.1	146.6	176.8	40.7	35.9	38.3	4512	2016	1354	605	1958
	Pioneer 931	68.7	199.6	125.9	162.8	40.3	35.7	38.0	3909	942	1173	283	1455
	Pioneer 988	65.3	213.1	157.3	185.2	46.9	40.5	43.7	3699	1779	1110	534	1643
	S-1435	68.3	203.9	145.7	174.8	41.8	37.9	39.9	5253	2349	1576	705	2281
	Mean	67.1	205.9	143.9	174.9	42.4	37.5	40.0	4343	1772	1303	531	1834
345m	Jumbo	68.3	183.6	127.4	155.5	38.8	34.7	36.8	3822	1605	1117	482	1628
	Pioneer 931	70.7	177.7	107.7	142.7	38.5	34.3	36.4	3198	762	959	229	1188
	Pioneer 988	67.7	189.6	139.0	164.3	43.9	38.9	41.4	3111	1341	933	402	1336
	S-1435	70.3	180.1	126.6	153.3	41.7	37.7	39.7	4764	2043	1429	613	2042
	Mean	69.3	182.7	125.2	154.0	40.7	36.4	38.6	3724	1438	1117	431	1548
515m	Jumbo	70.3	156.0	100.3	128.2	37.9	33.7	35.8	2712	1107	814	332	1146
	Pioneer 931	72.7	149.8	71.2	110.5	36.7	33.6	35.2	2427	588	728	176	905
	Pioneer 988	70.0	163.2	105.7	134.5	41.9	37.5	39.7	2433	1113	730	334	1064
	S-1435	72.3	152.3	99.3	125.8	40.6	37.4	39.0	3495	1491	1049	447	1496
	Mean	71.3	155.3	94.2	124.8	39.3	35.6	37.4	2767	1075	830	322	1152
685m	Jumbo	72.7	148.8	87.1	118.0	37.2	33.2	35.2	2010	882	603	265	869
	Pioneer 931	74.3	142.2	65.6	103.9	36.1	33.1	34.6	1908	462	572	139	711
	Pioneer 988	72.0	155.4	93.7	121.6	41.3	36.9	39.1	1827	864	2691	548	807
	S-1435	73.7	144.7	86.2	115.5	40.0	37.0	38.5	2439	933	732	280	1012
	Mean	73.2	147.8	83.2	115.5	38.7	35.1	36.9	2046	785	2831	614	849
Mean	Jumbo	68.5	184.2	123.1	153.6	39.8	35.0	37.4	3567	1581	1070	474	1544
	Pioneer 931	70.8	177.7	100.6	139.2	39.2	34.8	37.0	3211	787	963	236	1200
	Pioneer 988	67.9	190.5	132.7	161.6	45.0	39.2	42.1	3074	1416	4490	922	1347
	S-1435	70.3	180.8	122.0	151.4	41.9	38.2	40.1	4294	1870	1614	561	1849
	LSD(5%) (1)	0.23	0.34	0.37	0.24	2.11	2.09	1.46	108.94	104.61	144.56	32.74	31.41
LSD(5%) (2)	0.21	0.31	0.33	0.22	1.88	1.87	1.30	97.44	93.57	129.30	29.28	28.10	38.74
LSD(5%) (3)	0.47	0.68	0.74	0.48	NS	NS	NS	217.96	209.31	289.24	65.50	62.85	86.65

LSD(5%) (1) between a altitude means

LSD(5%) (2) between cultivar means

LSD(5%) (3) between cultivar within a altitude

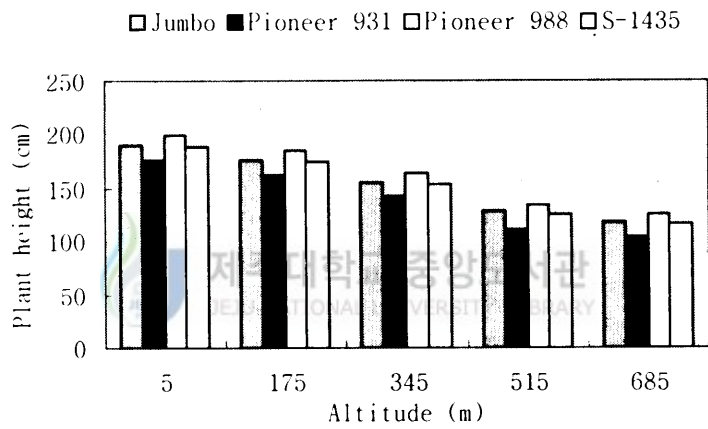


Fig. 1. Changes in mean plant heights of Sudangrass hybrids as affected by altitude and cultivar.

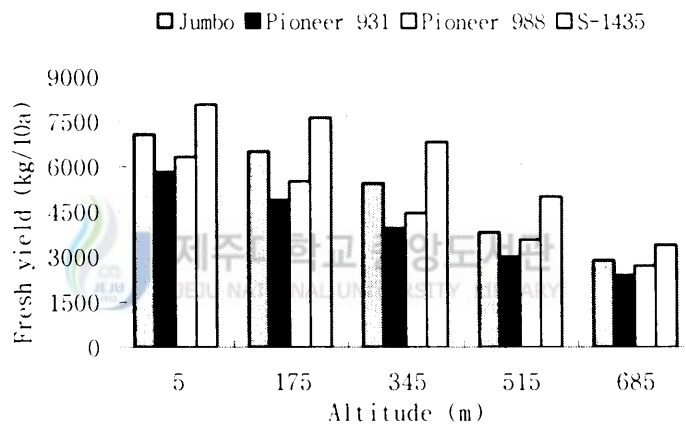


Fig. 2. Changes in total fresh yields per 10a of Sudangrass hybrids as affected by altitude and cultivar.

2. 飼料成分 變化

高度에 따른 Sudangrass系 雜種의 粗蛋白質, 粗脂肪, 粗纖維, 粗灰分 등의 變化는 表 4에서 보는 바와 같다.

品種의 平均 粗蛋白質은 標高 5m에서 6.9%로 가장 낮은 편이었고, 175m에서 7.2%, 345m에서 7.8%, 515m에서 8.3%, 685m에서 8.8% 順位로 高度가 높아짐에 따라 많아지는 傾向을 보였다($P < 0.05$). 品種에 따른 粗蛋白質 含量은 S-1435가 가장 높고, 그 다음은 Jumbo이며, Pioneer 988이 가장 낮았다.

粗脂肪 含量의 高度에 따른 變化는 粗蛋白質 含量의 變化와 비슷한 傾向이었다. 品種間 差異는 Pioneer 988이 높은 것으로 나타났다.

品種別 平均 粗纖維 含量은 標高 5m에서 27.3%로 가장 높았으나, 高度가 높아짐에 따라 漸次的으로 낮아져서 685m에서는 24.6%로 減少되었다($P < 0.05$). 品種에 따른 粗纖維 含量은 Pioneer 931이 높고, Pioneer 988이 낮았다.

高度에 따른 粗灰分의 含量은 粗纖維 含量의 變化와 비슷하였다. 高度別 品種間 比較에 있어서 粗灰分 含量은 Jumbo가 가장 높았고, Pioneer 988이 가장 적었다. S-1435의 粗灰分 含量도 比較的 많은 편이나 前述한 Jumbo의 粗灰分 含量에 比하면 낮은 편이었다.

Table 4. Effects of altitude on feed composition of oven-dried forage in Sudangrass hybrids

Altitude	Cultivar	Crude protein (%)			Crude fat (%)			Crude fiber (%)			Crude ash (%)		
		Aug. 9	Sep. 29	Mean	Aug. 9	Sep. 29	Mean	Aug. 9	Sep. 29	Mean	Aug. 9	Sep. 29	Mean
5m	Jumbo	8.2	6.2	7.2	1.6	0.9	1.3	28.2	24.9	26.6	12.2	10.3	11.3
	Pioneer 931	7.7	6.0	6.9	1.3	0.7	1.0	32.3	26.2	29.2	9.0	7.4	8.2
	Pioneer 988	6.5	5.3	5.9	1.9	1.1	1.5	25.2	23.6	24.4	9.5	7.9	8.7
	S-1435	8.0	6.9	7.5	1.1	0.5	0.8	31.8	25.8	28.8	10.7	8.5	9.6
	Mean	7.6	6.1	6.9	1.5	0.8	1.1	29.4	25.1	27.3	10.4	8.5	9.4
175m	Jumbo	8.5	6.7	7.6	1.8	1.1	1.5	27.6	24.1	25.9	10.7	8.5	9.6
	Pioneer 931	8.0	6.3	7.2	1.5	1.0	1.3	31.7	25.5	28.6	8.8	6.0	7.4
	Pioneer 988	6.8	5.9	6.4	2.1	1.4	1.8	24.7	23.0	23.9	8.5	5.6	7.1
	S-1435	8.4	7.2	7.8	1.4	0.7	1.1	31.0	25.3	28.2	9.6	7.4	8.5
	Mean	7.9	6.5	7.2	1.7	1.1	1.4	28.8	24.5	26.6	9.4	6.9	8.1
345m	Jumbo	8.8	7.3	8.1	2.2	1.8	2.0	27.0	23.4	25.2	9.9	7.7	8.8
	Pioneer 931	8.5	6.9	7.7	1.9	1.6	1.8	31.1	24.7	27.9	7.5	5.4	6.5
	Pioneer 988	7.2	6.6	6.9	2.5	2.0	2.3	24.2	22.4	23.3	7.3	5.0	6.2
	S-1435	9.1	7.8	8.5	1.7	1.0	1.4	30.6	24.6	27.6	8.4	6.8	7.6
	Mean	8.4	7.2	7.8	2.1	1.6	1.8	28.2	23.8	26.0	8.3	6.2	7.3
515m	Jumbo	9.2	7.8	8.5	2.5	2.1	2.3	26.2	22.7	24.5	9.1	6.9	8.0
	Pioneer 931	8.9	7.4	8.2	2.2	1.8	2.0	30.5	24.1	27.3	7.0	4.9	6.0
	Pioneer 988	7.8	6.9	7.4	2.9	2.5	2.7	23.7	21.7	22.7	6.7	4.5	5.6
	S-1435	9.8	8.3	9.1	2.0	1.3	1.7	30.0	23.8	26.9	7.8	6.2	7.0
	Mean	8.9	7.6	8.3	2.4	1.9	2.2	27.6	23.1	25.3	7.7	5.6	6.6
685m	Jumbo	9.9	8.2	9.0	2.9	2.5	2.7	25.5	21.8	23.7	8.7	7.4	8.1
	Pioneer 931	9.3	7.9	8.6	2.4	2.1	2.2	29.9	23.4	26.7	6.6	4.3	5.5
	Pioneer 988	8.3	7.1	7.7	3.1	2.7	2.9	23.0	21.0	22.0	6.2	4.0	5.1
	S-1435	10.4	9.0	9.7	2.3	1.6	2.0	29.2	23.1	26.2	7.2	5.8	6.5
	Mean	9.5	8.1	8.8	2.7	2.2	2.4	26.9	22.3	24.6	7.2	5.4	6.3
Mean	Jumbo	8.9	7.2	8.1	2.2	1.7	1.9	26.9	23.4	25.1	10.1	8.2	9.1
	Pioneer 931	8.5	6.9	7.7	1.9	1.4	1.6	31.1	24.8	27.9	7.8	5.6	6.7
LSD(5%)	(1)	0.08	0.07	0.05	0.08	0.08	0.07	0.08	0.08	0.06	0.17	0.17	0.12
	(2)	0.07	0.07	0.05	0.08	0.08	0.06	0.07	0.08	0.06	0.15	0.15	0.10
	(3)	0.16	0.16	0.10	NS	0.17	0.13	0.16	0.17	0.13	0.33	0.34	0.23

LSD(5%) (1) between a altitude means

LSD(5%) (2) between cultivar means

LSD(5%) (3) between cultivar within a altitude

3. 相關과 回歸

1) 相關

高度에 따른 Sudangrass系 雜種의 主要 形質 및 飼料成分變化와의 相關關係는 表 5, 6, 7, 8에서 보는 바와 같다.

Jumbo에 있어서 出穗日數는 草長·10a當 生草收量·10a當 乾草收量·粗纖維와는 高度로 有意한 負의 相關을 나타냈고, 粗蛋白質·粗脂肪과는 高度로 有意한 正의 相關을 나타냈다. 草長은 10a當 生草收量·10a當 乾草收量·粗纖維와는 高度로 有意한 正의 相關을 나타냈고, 粗蛋白質·粗脂肪과는 高度로 有意한 負의 相關을 보였다. 10a當 生草收量은 10a當 乾草收量·粗纖維와는 高度로 有意한 正의 相關을, 粗蛋白質·粗脂肪과는 高度로 有意한 負의 相關을 나타냈으며, 10a當 乾草收量은 粗蛋白質·粗脂肪과는 高度로 有意한 負의 相關을 나타냈고, 粗纖維와는 高度로 有意한 正의 相關을 나타냈다.

Pioneer 931에 있어서 出穗日數는 草長·10a當 生草收量·10a當 乾草收量·粗纖維·粗灰分과는 高度로 有意한 負의 相關을 나타냈고, 粗蛋白質·粗脂肪과는 高度로 有意한 正의 相關을 나타냈으며, 草長은 10a當 生草收量·10a當 乾草收量·粗纖維·粗灰分과는 高度로 有意한 正의 相關을 나타냈고, 粗蛋白質·粗脂肪과는 高度로 有意한 負의 相關을 나타냈다. 10a當 生草收量은 10a當 乾草收量·粗纖維·粗灰分과는 高度로 有意한 正의 相關을 나타냈고, 粗蛋白質·粗脂肪과는 高度로 有意한 負의 相關을 나타냈으며, 10a當 乾草收量은 粗蛋白質·粗脂肪과는 高度로 有意한 負의 相關을 나타냈고, 粗纖維·粗灰分과는 高度로 有意한

正의 相關을 보였다.

Pioneer 988에 있어서 出穗日數는 草長·10a當 生草收量·10a當 乾草收量·粗纖維·粗灰分과는 高度로 有意한 負의 相關을 나타냈으며, 粗蛋白質·粗脂肪과는 高度로 有意한 正의 相關을 나타냈다. 草長은 10a當 生草收量·10a當 乾草收量·粗纖維와는 高度로 有意한 正의 相關을 나타냈고, 粗蛋白質·粗脂肪과는 高度로 有意한 負의 相關을 나타냈으며, 10a當 生草收量은 10a當 乾草收量·粗纖維·粗灰分과는 高度로 有意한 正의 相關을 나타냈고, 粗蛋白質·粗脂肪과는 高度로 有意한 負의 相關을 나타냈다. 10a當 乾草收量은 粗蛋白質·粗脂肪과는 高度로 有意한 負의 相關을 보였고, 粗纖維·粗灰分과는 高度로 有意한 正의 相關을 나타냈다.

S-1435에 있어서 出穗日數는 草長·10a當 生草收量·10a當 乾草收量·粗纖維·粗灰分과는 高度로 有意한 負의 相關을 나타냈고, 粗蛋白質·粗脂肪과는 高度로 有意한 正의 相關을 나타냈다. 草長은 10a當 生草收量·10a當 乾草收量·粗纖維·粗灰分과는 高度로 有意한 正의 相關을 나타냈으며, 粗蛋白質·粗脂肪과는 高度로 有意한 負의 相關을 나타냈고, 10a當 生草收量은 10a當 乾草收量·粗纖維·粗灰分과는 高度로 有意한 正의 相關을 나타냈으며, 粗蛋白質·粗脂肪과는 高度로 有意한 負의 相關을 나타냈다. 10a當 乾草收量은 粗蛋白質·粗脂肪과는 高度로 有意한 負의 相關을 나타냈고, 粗纖維·粗灰分과는 高度로 有意한 正의 相關을 보였다.

Table 5. Correlation coefficients among the agronomic characters as affected by altitude (Jumbo)

Character	Days to heading	Plant height	SPAD reading	Fresh yield per 10a	Dry yield per 10a	Crude protein	Crude fat	Crude fiber
Plant height	-0.985**							
SPAD reading	-0.904*	0.941*						
Fresh yield per 10a	-0.994**	0.996**	0.915*					
Dry yield per 10a	-0.994**	0.996**	0.915*	0.999**				
Crude protein	0.991**	-0.988**	-0.952*	0.988**	-0.988**			
Crude fat	0.995**	-0.988**	-0.935*	-0.990**	-0.990**	0.997**		
Crude fiber	-0.990**	0.988**	0.952*	0.989**	0.989**	-0.999**	-0.994**	
Crude ash	-0.868	0.924*	0.993**	0.890*	0.890*	-0.922*	-0.903*	0.923*

*, ** : Significant at 5% and 1% probability levels, respectively

Table 6. Correlation coefficients among the agronomic characters as affected by altitude (Pioneer 931)

Character	Days to heading	Plant height	SPAD reading	Fresh yield per 10a	Dry yield per 10a	Crude protein	Crude fat	Crude fiber
Plant height	-0.990**							
SPAD reading	-0.936**	0.940*						
Fresh yield per 10a	-0.992**	0.988**	0.973**					
Dry yield per 10a	-0.992**	0.988**	0.973**	0.999**				
Crude protein	0.999**	-0.990**	-0.944*	-0.995**	-0.995**			
Crude fat	0.978**	-0.971**	-0.976**	-0.989**	-0.989**	0.981**		
Crude fiber	-0.995**	0.984**	0.963**	0.996**	0.998**	-0.997**	-0.988**	
Crude ash	-0.985**	0.977**	0.978**	0.998**	0.996**	-0.988**	-0.998**	0.995**

*, ** : Significant at 5% and 1% probability levels, respectively

Table 7. Correlation coefficients among the agronomic characters as affected by altitude (Pioneer 988)

Character	Days to heading	Plant height	SPAD reading	Fresh yield per 10a	Dry yield per 10a	Crude protein	Crude fat	Crude fiber
Plant height	-0.989**							
SPAD reading	-0.935*	0.966**						
Fresh yield per 10a	-0.990**	0.992**	0.973**					
Dry yield per 10a	-0.990**	0.992**	0.973**	0.999**				
Crude protein	0.979**	-0.992**	-0.987**	-0.997**	-0.997**			
Crude fat	0.983**	-0.994**	-0.982**	-0.995**	-0.995**	0.997**		
Crude fiber	-0.992**	0.987**	0.958*	0.998**	0.998**	-0.990**	-0.986**	
Crude ash	-0.920*	0.947*	0.994**	0.967**	0.967**	-0.978**	-0.967**	0.955*

*, **: Significant at 5% and 1% probability levels, respectively

Table 8. Correlation coefficients among the agronomic characters as affected by altitude (S-1435)

Character	Days to heading	Plant height	SPAD reading	Fresh yield per 10a	Dry yield per 10a	Crude protein	Crude fat	Crude fiber
Plant height	-0.997**							
SPAD reading	-0.856	0.843						
Fresh yield per 10a	-0.973**	0.971**	0.765					
Dry yield per 10a	-0.973**	0.971**	0.765	0.999**				
Crude protein	0.997**	-0.992**	-0.825	-0.982**	-0.982**			
Crude fat	0.997**	-0.990**	-0.881*	-0.970**	-0.970**	0.994**		
Crude fiber	-0.997**	0.990**	0.867	0.979**	0.979**	-0.996**	-0.999**	
Crude ash	-0.980**	0.970**	0.932	0.919*	0.919*	-0.968**	-0.987**	0.980**

* ** : Significant at 5% and 1% probability levels, respectively

2) 회 歸

表 5, 6, 7, 8에서 相關關係가 있는 主要 形質들의 單純回歸는 表 9, 10, 11, 12에 揭示한 바와 같다.

Table 9. Significant regression equations between agronomic characters (Jumbo)

Independent character	Dependent character	Regression equations
Plant height	Fresh yield per 10a	$Y^{**} = 57.547X - 3693.547$
	Crude protein	$Y^{**} = -0.023X + 11.609$
	Crude fiber	$Y^{**} = 0.037X + 19.538$
Fresh yield per 10a	Dry yield per 10a	$Y^{**} = 0.270X - 0.093$
	Crude protein	$Y^{**} = -0.0004X + 10.125$
	Crude fiber	$Y^{**} = 0.784X + 25.180$

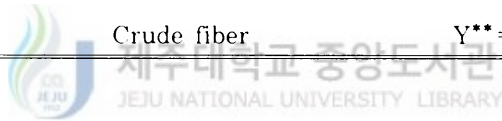


Table 10. Significant regression equations between agronomic characters (Pioneer 931)

Independent character	Dependent character	Regression equations
Plant height	Fresh yield per 10a	$Y^{**} = 43.034X - 1991.078$
	Crude protein	$Y^{**} = -0.022X + 10.765$
	Crude fiber	$Y^{**} = 0.031X + 23.620$
Fresh yield per 10a	Dry yield per 10a	$Y^{**} = 0.270X + 0.102$
	Crude fiber	$Y^{**} = 0.0007X + 25.050$

Table 11. Significant regression equations between agronomic characters (Pioneer 988)

Independent character	Dependent character	Regression equations
Plant height	Fresh yield per 10a	$Y^{**} = 44.724X - 2736.948$
	Crude protein	$Y^{**} = -0.023X + 10.519$
	Crude fiber	$Y^{**} = 0.029X + 23.260$
Fresh yield per 10a	Dry yield per 10a	$Y^{**} = 0.270X - 0.040$
	Crude fiber	$Y^{**} = 0.0006X + 20.309$

Table 12. Significant regression equations between agronomic characters (S-1435)

Independent character	Dependent character	Regression equations
Plant height	Fresh yield per 10a	$Y^{**} = 61.393X - 3132.262$
	Crude protein	$Y^{**} = -0.029X + 12.937$
	Crude fiber	$Y^{**} = 0.033X + 22.541$
Fresh yield per 10a	Dry yield per 10a	$Y^{**} = 0.270X + 0.029$
	Crude protein	$Y^{**} = -0.0004X + 11.334$
	Crude fiber	$Y^{**} = 0.0005X + 24.358$

V. 考 察

Sudangrass 등의 熱帶 飼料作物은 高度가 높아짐에 따라 溫度가 낮아지기 때문에 出穗日數가 늦어지고, 生育이 不振하게 되어 收量性이 낮아지게 된다고 Hunter와 Grant(1971), Baadshaug(1984), 金 등(1987)은 報告하였다. Etherington(1982)에 의하면 높은 산간지대에서는 高度가 수직으로 100m 상 승함에 따라 氣溫이 약 0.6℃가 낮아지기 때문에 植物生育이 부진하게 된다고 하였으며, Caputa(1966), Morris와 Thomas(1972), Munro(1981), Davies 등(1985)은 高度가 높아짐에 따라 氣溫이 낮아지고, 光과 日照時間 부족으로 인하여 南方型 牧草의 生育은 매우 부진하고, 收量도 減少된다고 하였고, 李와 金(1977)은 *Weigela florida*, *Sasa quelpaertensis*, *Rhododendron dauricum*, *Ilex crenata* var. *microphylla* 등의 植物들은 標高가 높아짐에 따라서 草長 및 節間長 등의 形質은 점차 減少되었다고 報告하였다.

本 試驗에서 出穗日數는 標高 5m에서 66日이었으나 高度가 높아짐에 따라 漸次的으로 늦어져 標高 685m에서는 73日이었다. 이와 같은 傾向은 高度가 높아짐에 따라 南方型 飼料作物들의 生育이 不振하여진다는 Hunter와 Grant(1977), Burnham 등(1970), 金 등(1987)의 報告와도 一致하였다.

Sudangrass는 暖地型, 高溫을 요하는 飼料作物로서 10℃에서 生育이 시작되어 平均 氣溫이 25~32℃에서 收量性이 매우 높은 것으로 알려지고 있는데, Burnham 등(1970)에 의하면 高度가 높아짐에 따라 禾本科 牧草類의 乾物收量

은 급격히 減少된다고 하였으며(金 등, 1991), 李와 朴(1989)은 우리 나라에 있어서 Sudangrass系 雜種의 收量性 比較試驗에서 중부지방(1,447kg/10a)에 비하여 남부지방(2,658kg/10a)으로 내려갈수록 乾物收量은 增加되었다고 하였고, 申 등(1993)은 標高 200m, 100m, 400m順으로 生草 및 乾物收量이 減少하는 傾向을 보였는데, 특히 200m에서 높은 收量을 보인 것은 土壤의 理化學的 性質이 다른 地域보다 優秀하였기 때문이라고 하였다.

本 研究에서는 10a當 生草收量은 標高 5m에서는 6,802kg으로 가장 무거운 편이었고, 175m에서 6,115kg, 345m에서 5,162kg, 515m에서 3,842kg, 685m에서는 2,831kg 順位로 적어졌으며, 10a當 乾草收量은 10a當 生草收量과 비슷한 傾向을 나타냈다. 이와 같은 傾向은 高度가 높아짐에 따라 Sudangrass 등의 禾本科 飼料作物의 收量이 減少되었다는 Baadshaug(1984), Spatz(1984), 全과 金(1987), 金 등(1991), 鄭과 金(1992), 申 등(1993)의 報告와 一致하였다.

全과 金(1987)은 標高가 높아질수록 粗蛋白質 含量, NDF 含量, ADF 含量, In-vitro 乾物消化率이 增加하는 傾向이라고 하였고, 金 등(1991)은 標高가 높아짐에 따라 粗蛋白質 含量, 粗脂肪 含量은 增加하는 傾向이었으나 粗纖維 含量은 減少하는 傾向이라고 하였으며, 申 등(1993)은 標高間에 다소 差異가 있으나 標高가 높아질수록 粗蛋白質 含量과 粗脂肪 含量은 減少하는 傾向이었으나 粗纖維 含量은 增加하는 傾向이라고 報告하였다.

本 研究에서 標高가 높아짐에 따라 粗蛋白質, 粗脂肪은 增加하여 標高 685m에서 가장 많았으며, 粗纖維, 粗灰分은 標高가 높아질수록 減少하는 傾向으로 標高 685m에서 가장 적었는데, 이와 같은 傾向은 標高가 높아짐에 따라 粗蛋白質은

增加하나 粗纖維 含量은 낮아졌다는 Spatz(1984), 全과 金(1987), 金 등 (1991)의 報告와는 一致하였으나, 申 등(1993)의 報告와는 反對였다.

以上の 本 試驗 結果로 보아 S-1435는 標高 345m까지는 平地의 生草收量과 큰 차이가 없는 優秀한 生産性을 보였고, 標高 515m에서도 生草生産量이 平地對 比 60% 水準까지 生産이 可能한 것으로 생각되었다. 따라서 濟州道의 特殊한 氣象條件과 土壤條件下에서 Sudangrass系 雜種을 栽培함에 있어 標高 350m 이하 地域에서 栽培하는 것이 Sudangrass系 雜種의 生育 및 收量 形質에 좋은 條件을 造成하여 주는 것으로 생각되었으며, 品質이 優秀한 飼料도 生産할 수 있음을 알 수 있었다.



VI. 摘 要

本 研究는 濟州市 海안가에서 標高 685m에 이르는 地域을 對象으로 하여 標高 5m, 175m, 345m, 515m, 685m의 5個 地域으로 區分하여 Sudangrass系 雜 種의 生育, 收量 및 飼料價値를 究明하기 위하여 1997年 5月 18日부터 同年 9月 29日까지 修行하였으며, 그 結果는 다음과 같다.

1. 出穗日數는 高度가 높아짐에 따라 늦어졌으며, 品種에 따른 出穗日數는 高度에 따라서 Pioneer 988이 빨랐고, Pioneer 931이 늦었다.
2. 草長은 標高 5m에서 가장 旺盛한 生長을 나타냈으나, 高度가 높아짐에 따라 漸次的으로 生育은 不振하였다.
3. 品種의 平均 草長은 標高 5m에서 188.1cm로 매우 길었으나, 高度가 높아짐에 따라 漸次的으로 짧아져서 685m에서는 115.5cm였다. 品種에 따른 각 高度別 草長은 Pioneer 988이 길었고, 그 다음은 Jumbo였으며, Pioneer 931은 짧았다.
4. 10a當 生草收量은 標高 5m에서 品種 平均 6.802kg으로 가장 많았으나, 高度가 높아짐에 따라 漸次的으로 減少되어 685m에서는 2.831kg으로 매우 減少되었으며, 10a當 乾草收量도 같은 傾向이었다.
5. 品種에 따른 10a當 生草收量은 모든 高度에서 S-1435가 많았고, Pioneer 931이 매우 적었으며, 10a當 乾草收量도 비슷한 傾向이었다.

6. 粗蛋白質 含量과 粗脂肪 含量은 高度가 높아짐에 따라 漸次的으로 增加되었으나, 이와는 反對로 粗纖維 含量과 粗灰分 含量은 오히려 減少되었다.
7. 葉綠素 測定値는 모든 品種이 高度가 높아짐에 따라 減少되는 傾向이었다. 品種에 따른 葉綠素 測定値는 각 高度마다 Pioneer 988이 높은 편이었고, Pioneer 931이 낮았다.
8. 草長은 10a當 生草收量·10a當 乾草收量·粗纖維와는 高度로 有意한 正의 相關을 나타냈고, 粗蛋白質·粗脂肪과는 高度로 有意한 負의 相關을 나타냈다.

參 考 文 獻

- A.O.A.C. 1990. Official methods of analysis(15th ed.) Association of Official Analytical Chemists, Washington D.C.
- Baadshaug, O. H. 1984. Survival and production of temperature grasses at increasing altitudes in Southern Norway. Proc. 10th European Grassland Fed. As., pp.317~321.
- Baker, B. S., and G. A. Jung. 1968. Effects of environmental conditions on the growth of four perennial grasses. II. Response to fertility, water and temperature. Agron. J., 60 : 158-162.
- Bannister. 1976. Introduction to physiological plant ecology. p.273. Blackwell scientific pub. London.
- Beatly, J. C. 1974. Effects of rainfall and temperature on the distribution and behavior of *Larrea tridestata* in the Mojave desert of Nevada. Ecology, 55 : 245-261.
- Beavington, F. 1968. Upland grass production in northeast scotland in relation to soil and site conditions. J. of Br. Grassland Soc., 23 : 31-29.
- Burnham, C. P., M. N. Court, R. J. A. Jones, and J. Tinsley. 1970. Effect of soil parent material, elevation, aspect and fertilizer

- treatment on upland grass yields. *J. of Br. Grassland Soc.*, 25 : 272-277.
- Caputa, J. 1966. Forage production in relation to altitude. *Proceedings of the 10th international grassland congress*. pp.846~850.
- 全炳台, 李相武, 文相鎬, 金星雨. 1989. 忠州, 中原地域에 있어서 導入 수수×수단그라스系 雜種의 生産性과 適應性에 關한 研究. 建國大學校 附設 中原研究所 論文集, 8 : 143-153.
- 全宇福, 金元鎬. 1987. 山野地에 있어서 標高別 施肥水準이 改良草地의 生産性 및 植生變化에 미치는 影響. 農漁村開發研究, 22 : 61-70.
- 전우복, 최기춘, 김광현. 1995. 전남지역에 있어서 수수 - 수단그라스 잡종의 사초생산성 및 사료성분 비교. 韓國草地學會誌, 15(1) : 67-72.
- 鄭義壽, 金賢燮. 1992. 標高別 播種時期가 서로 다른 荳科 - 禾本科 混播草地에 서 荳科牧草의 生育 및 乾物收量에 미치는 影響. 韓國草地學會誌, 12(3) : 153-160.
- 趙南棋, 劉哲受. 1993. 窒素 施用量이 Sudan grass 雜種의 主要形質 및 飼料價에 미치는 影響. 濟州大學校 亞熱帶農業研究所, 亞熱帶農業研究, 10 : 29-40.
- Cooper, J. P. 1964. Climatic variation in forage grasses. I. Leaf development in climatic races of *Lolium* and *Dactylis*. *J. of Applied Ecology*, 1 : 45-61.
- Daubenmire, R. F. 1974. *Plants and Environment*. John Wiley and Sons Inc. New York. p.422.
- Davies, D. A., E. L. Tones, and T. E. H. Morgan. 1985. Comparison

- of the relative performance of perennial ryegrass varieties under upland and lowland condition. *Grass and Forage Sci.*, 40 : 323-330.
- Etherington, J. R. 1982. *Environment and Plant Ecology*. John Wiley and Sons Inc. pp.200~213.
- Gibson, P. T., and K. F. Schertz. 1977. Growth analysis of a sorghum hybrid and its parents. *Crop Sci.*, 17 : 387-391.
- Grant, S. A. 1968. Temperature and light factors limiting the growth of hill pasture species. Hill-land productivity. Proc. European Grassland Fed. Occasional Symposium. pp.30~34.
- Hay R. K. M. 1985. The microclimate of an upland grassland. *Grass and Forage Sci.*, 40 : 201-212.
- Hunter, R. F., and S. A. Grant. 1971. The effect of altitude on grass growth in Eastern Scotland. *J. of Applied Ecology*, 8 : 1-20.
- Katagiri, S., and T. Tsutsumi. 1978. The relationship between site condition and circulation of nutrients in forest ecosystem(V). The difference in nutrient circulation between stands located on upper part of slope and lower part of slope. *J. of Jap. For. Soc.*, 60 : 195-202.
- 김동원, 광병화. 1994. 한라산 고도에 따른 세가지 자생식물의 생장생태와 그 원예적 의의에 관하여. *한국화훼연구회지*, 3 : 41-51.
- 金東岩, 金熙敬, 權燦鎬, 曹武煥, 李種京. 1991. 高山地帶草地의 斜向地別 및 標高別 差異에 따른 收量과 植生變化에 관한 研究. *韓國草地學會誌*, 11(4) : 236

-243.

김재생, 김창호. 1981. 韓國産 茶樹의 내한성에 관한 연구(특히 지역별 엽형태와 내한성을 중심으로). 한국임학회지, 53 : 37-43.

金文哲, 高瑞逢. 1994. 濟州地域의 海拔높이와 牧草混播組合에 따른 土壤 및 牧草의 無機質間 相互關係. 韓國畜産學會誌, 36(4) : 415-421.

郭炳華. 1969. Chocorua山의 植生分布에 關한 生態學的 研究. 高麗大學校 論文集, 11 : 229-241.

이호선, 이종석, 광병화. 1997. 강원도 지역의 고도에 따른 무궁화와 생장 및 개화에 미치는 영향. 韓國造景學會誌, 25(3) : 177-185.

李宗錫, 金一中. 1977. 漢拏山 標高에 따른 몇가지 自生觀賞 植物의 生長 生態에 관하여. 제주대학 논문집(자연과학편), 9 : 63-68.

李宗錫·郭炳華. 1974. 落葉性 및 草本 1年生 造景植物의 光度差에 對한 生長 生態. 韓國造景學會誌, 2(1) : 9-13.

이종철, 조장환, 안대진, 최영현. 1996. 쥐오줌풀의 생육 및 뿌리수량에 미치는 광도와 온도의 영향. 韓國藥用作物學會誌, 4(1) : 7-11.

李南鍾, 朴炳勳. 1989. 地域에 따른 수수×수단그라스 交雜種의 生育 및 收量反應. 韓國畜産學會誌, 31(12) : 788-791.

李相武, 全炳台, 丘在允. 1994. 수수×수단그라스 雜種의 生育特性和 生産性. 韓國草地學會誌, 14(1) : 34-41.

三井計夫. 1988. 飼料作物草地. 養賢堂. pp.514~519.

Morris, R. M., and J. G. Thomas. 1972. The seasonal pattern of dry matter production of grasses in the month Pennines. J. of Br.

- Grassland Soc., 27 : 163-172.
- Munro, J. M. M. 1981. Introduction of improved plant resources. In "The effective use of forage and animal resources in the hills and uplands"(ed. Frame, J.). British Grassland Society Occasional Symposium No.12. pp.17~33.
- 노의협. 1983. 氣象因子에 의한 우리나라 森林樹種의 생육범위 및 適地適樹에 관한 연구. 한국임학회지, 62 : 1-18.
- 朴 玆鉉. 1975. 庭園 觀賞植物의 光度生長 反應에 關한 研究. 韓國造景學會誌, 3(1) : 1-24.
- Park, S. Z., E. W. Lee, and B. W. Lee. 1983. Varietal Differences in Agronomic Characters under Different Altitudinal Locations with Equal Latitude in Paddy Rice. 韓國作物學會誌, 28(2) : 164-172.
- Piper, C. S. 1942. Investigations on copper deficiency in plants. Jour. Agr. Sci., 32 : 143.
- Quinby, J. R. 1970. Leaf and panicle size of sorghum parents and hybrids. Crop Sci., 3 : 288-291.
- Seifriz, W. 1935. The altitudinal distribution of lichens and mosses on Mt. Gedeh, Java. Journal of Ecology, 7 : 307-313.
- 申載珣, 李熙碩, 崔東允, 秦信欽, 文赫基, 姜泰洪. 1993. 標高別 겨울철 靑刈用 귀리品種의 飼草生産性. 農業論文集, 35(1) : 614-621.
- Simpson, D., D. Wilman, and W. A. Adams. 1987. The distribution of white clover (*Trifolium repens* L.) and grasses within six sown hill

- swards. *J. of Applied Ecology*, 24 : 201-216.
- Sinott, E., and K. S. Wilson. 1963. *Botany*. p.515. McGraw-Hill book co., Inc. New York.
- Spatz, G. 1984. The impact of altitude on the productivity of mountain pastures. *Proc. 10th European Grassland Fed. As.*, pp.66 ~70.
- Weaver, J. E., and F. E. Clements. 1966. *Plant ecology*. p.601. McGraw-Hill book co., Inc. New York.
- Webster, G. L. 1961. The Altitudinal limits of vascular plants. *Ecology*, 42(3) : 587-590
- Whittaker, R. H., and W. A. Niering. 1975. Vegetation of the Santa catalina mountains, Arizona. V. biomass, production, and diversity along the elevation gradient. *Ecology*, 56 : 771-790.

感謝의 글

本 研究를 遂行함에 있어서 不足한 저에게 늘 아낌없는 激勵와 보살핌으로 本 論文이 完成될 수 있도록 指導하여 주신 趙南棋 教授님께 깊은 感謝를 드립니다. 아울러 바쁘신 중에도 論文을 審査하여 주신 姜榮吉 教授님과 宋昌吉 教授님께도 깊은 感謝를 드립니다. 그리고 항상 助言과 가르침을 주신 朴良門 教授님, 權五均 教授님, 吳現道 教授님, 金翰林 教授님, 高永友 教授님께도 感謝를 드립니다.

또한, 本 研究를 修行하는데 있어 그 먼 거리를 마다 앓고 같이 고생하며 도와 주신 高志棟 學友와 朴成竣 學友, 그리고 곁에서 늘 助言을 아껴주시지 않던 濟州 大學校 博物館의 姜彰彦 先生님과 벗 吳承珍을 비롯하여 作業을 같이 하고 있는 여러 先生님들과 곁에서 늘 도와주신 大學院 先後輩님, 同僚들에게도 感謝를 드립니다. 끝으로, 不足한 저에게 物心兩面으로 보살펴 주신 아버님과 兄弟분들, 그리고 어머님 靈前에 이 論文을 바칩니다.