九州大学学術情報リポジトリ
Kyushu University Institutional Repository

本邦西南暖地における暖地型イネ科牧草の生育,とくに気温との関係について : 1.播種時期,生育ステージ,刈取り回数が生育と収量に及ぼす影響

小林, 民憲
九州大学農学部飼料学教室

西村, 修一
九州大学農学部飼料学教室

田中, 重行
九州大学農学部飼料学教室

https://doi.org/10.15017/23260

出版情報：九州大學農學部學藝雑誌. 32 (4), pp.169-175, 1978-03-30. 九州大學農學部
バージョン：
権利関係：

九大農学芸誌 (Sci. Bull. Fac. Agr., Kyushu Univ.)
第32巻 第4号 169-175 (1978)

本邦西南暖地における暖地型イネ科牧草の生育，とくに気温との関係について

1. 播種時期，生育ステージ，刈取り回数が生育と収量に及ぼす影響

小林民憲・西村修一・田中重行*
九州大学農学部飼料学教室
(1977年12月7日受理)

Growth of Tropical and Subtropical Grasses in the Southwestern Area of Japan, as Influenced by Air Temperature

1. Effect of Seeding Time, Growth Stage and Cutting Frequency on the Growth and Yield

TAMINORI KOBAYASHI, SHUICHI NISHIMURA and SHIGEYUKI TANAKA
Forages Research Laboratory, Faculty of Agriculture, Kyushu University 46-06, Fukuoka 812

近年，わが国に導入されつつある暖地型牧草の西南暖地における生育特性，収量および飼料価値については，草種ごとに十分解明されているとはいえない（猪ノ坂，1974）.

著者らが，1971年に導入試作栽培したイネ科草8種，マメ科草7種のうち，出穂（開花）期，収量，成分からみて，イネ科草の Scrobic, Rodd's Bay plicatulum, Ruzigrass の3種やマメ科草の大部分は実用性に乏しい（小林ら，1972）が，その他の草種については普及の可能性が高いと思われる．まず，本来多年草であるこれらの牧草を，越冬の能否によつて，多年生利用と1年生利用に分け，それぞれについて，さらに検討する必要がある.

また，ファイトトロンを用いた温度反応の実験（小林ら，1977）で，低温下での生育には草種間差異が大きく，低温が暖地型牧草の生産性を決定する大きな要因になることが明らかである.

本研究では，まず春から秋までの播種時期および播種当年の刈取り回数による生育，収量および成分の相違について，気温とくに低温との関係を考察した.

* 現在 宮崎大学農学部

材料と方法

1972年4月から11月まで，九州大学農学部の圃場（砂質土壌）で2つの実験を行なつた.

供試草種はつぎの5草種で，種子は dallisgrass は市販種，他はオーストラリア産を用いた.

dallisgrass (略称 Dg) *Paspalum dilatatum*,
Gayndah Buffel grass (Bg) *Cenchrus ciliaris*,
Kazungula setaria (Ks) *Setaria sphaselata*,
Bambatsi makarikarigrass (Bp) *Panicum coloratum* var. *makarikariense*,
green panic (Gp) *Panicum maximum* var. *trichoglume*.

これまでの知見（小林ら，1972）によると越冬性の順位は Dg>Bp>Ks>Bg≧Gp とみられる.

これらの草種をうね幅 60 cm，播き幅 10 cm の平うね条播（うね長 1 m あたり 1000～1100 粒）で栽培し，地上 5 cm の高さで刈取つた．収量，初期生長量はうね長 1 m あたりで調査した.

1. 播種時期と初期生長および出穂

Fig. 1 に示したように，4月から10月までの毎月

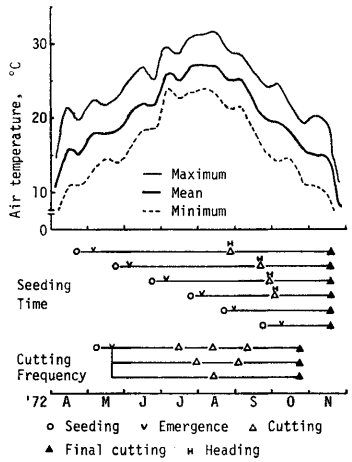

Fig. 1. The air temperature (mean every 10 days) and the experimental scheme.

下旬（22～24日）に播種して，出芽率を調べ，全草種の出芽が揃った日（出芽日とする）から40日後に初期生長量（地上5cm以上の乾物重）を測定した．また別に，出穂期および11月中旬の最終刈りの2回の収量調査も行なつた．得られた試料のCWC（細胞壁成分）をVan Soest and Wine（1967）の方法で定量した．

施肥はうね長1mあたり，13-16-14化成肥料を，基肥として30gおよび出穂期刈り後の追肥として15g施したほか，40日刈取り約1週間前と生育状況に応じて，硫安6あるいは12gを追肥した．

2. 生育ステージおよび刈取り回数

5月11日に播種し，Fig. 1のように，4，3，2回刈りの3処理区を設けた．1番草刈取り日を，5草種ともそれぞれ，出芽日から55日（栄養生長期），70日（ほぼ節間伸長期），85日（ほぼ出穂期）とし，最終刈取りは10月下旬とした．

基肥は前記化成肥料30g，追肥は30gを刈取り回数に応じて分施し，そのほか，7月上旬に全区，8月上旬に2回刈り区に尿素3.3gずつ追肥した．

刈取りの際，草丈，収量の調査を行ない，粗タンパク質およびCWCの定量を行なつた．

実験期間の旬別気温（福岡気象旬報による）はFig. 1に示した．

結果と考察

1. 播種時期と出芽率

月別播種の出芽率はTable 1に示すとおりであつた．Bg, Gpは5月，Bpは8月播きで最も高く，Ksは5，6，8月で同程度，4月播きはいずれの草種も低い値を示した．出芽率と出芽期間中の平均気温との関係は，Bpで有意な正の相関（$r = 0.70$, $p < 0.05$）が得られたが，他草種では有意な相関は認められなかつた．

茨木・小山（1973）は暖地型イネ科草の発芽温度反応を4型に分けている．本実験の場合はこのような明確な特徴は認められなかつたが，圃場での出芽には，気温以外の地温，土壌水分，覆土などの要因が複雑に関係するためであろう．最高温（26.6°C）の7月播きで出芽率が低下したのは，砂質土壌のため，一時的な乾燥の影響と思われる．また，9月と5月とではほとんど日平均気温は違わないが，9月播きは各草種とも出芽率が低かつた．これは日射量，日照時間ともに9月が小で，地表温が低かつたことによると思われる．

暖地型イネ科草は，全般的に発芽が悪いが（Table 1），とくに低温期に圃場での出芽率が低いこと，また出芽日数が長い（4月に13日，8月に7日）ことは，実際栽培上注意を要する．

2. 播種時期と初期生長量および草質

Dgの7月播きは発芽不良のために群落をなさず，

Table 1. Emergence percentage as affected by the seeding time.

Species	Emergence percentage						Germination percentage[1)]
	April	May	June	July	Aug.	Sep.	
Dg	14.9	17.8	15.1	—	—	—	47.5
Bg	7.7	28.7	20.6	15.8	24.3	11.7	26.5
Ks	15.5	21.7	21.5	9.6	21.4	12.2	34.5
Bp	13.4	24.2	26.6	23.5	29.8	18.0	68.5
Gp	15.5	37.7	24.4	15.3	17.6	18.0	39.0
Mean temp. during emergence, °C	16.1	18.8	24.1	26.6	25.4	19.1	

[1)] Values were obtained in April under the condition of germination bed : Top of paper, temperature : 30°C light/20°C dark.

また，9，10月播きでは全草種とも，出芽後40日の草丈は，刈取り高さの5cmに達しなかつた．

播種時期別の初期生長量と，そのCWC含有率はFig. 2に示した．4月播きのみ60日の生長量を示した．

乾物生長量は気温が高いほど多くなる傾向がみられ，7月播きは出芽が悪かつたけれども，Dg以外，最高値を示し，草丈は63～103 cmに達し，Bg, Bp, Gpでは一部すでに出穂を開始していた．

6月播きでは全草種とも生長量は低かつたが，7月最高温時の水分不足の影響であろう．そのうちBpは低下が少なく，他草種に比して耐乾的特性を有していることが示唆された．この6月播きを除いてみると，Bg, Bp, Gpの3種について，40日生長量とその期間の平均気温との間に，それぞれ，r = 0.84, 0.90, 0.88の有意（p＜0.01）な相関があり，Ksでも有意ではないが，r =0.55が得られた．

また，CWC含有率と生長量との間には，Bg, Ks, Gpについて，それぞれ，r =0.88, 0.86, 0.77の有意（p＜0.01）な相関が得られ，高温下では生長量が大となるとともに，草質が低下することを示した．

3. 播種時期と出穂期および出穂期収量

出穂の時期はFig. 1に示したように，7月播きまで遅播きほど遅くなつたが，出芽から出穂までの日数は短くなつた．8月播き以降では出穂はみられなかつた．dallisgrass, bahiagrassの出穂には長日と夜温55°F（約13°C）以上が必要であるというKnight and Bennet (1953)の研究成果がある．本実験で7月播きの出穂期（10月上旬）までの日長は，約12時間以上，気温は日平均約19°C，日最低約15°C以上であつたことから，Dg以外の草種も同様中間あるいは長日植物に属するものと思われる．なお，7月播きのKsでは出穂数は非常に少なかつたが，これは節間伸長茎に虫害があつたこともあるが，出穂に長日要求の程度が高いこと（未発表データによる）によるものと考えられる．

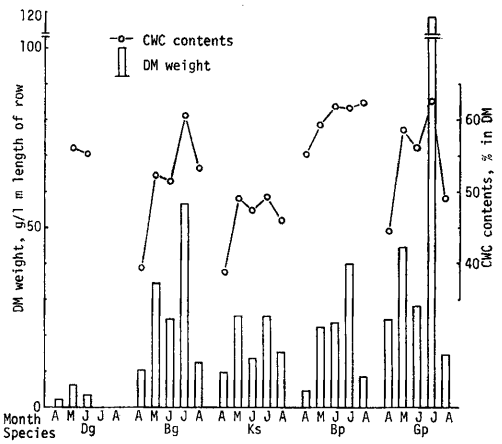

Fig. 2. Seedling dry matter weight and the CWC contents as affected by the seeding time. Growing periods were 60 days in seeding in April and 40 days in others.

出穂期の収量はTable 2に示したように，5月播きで最も多く，1日あたり収量も高かつた．生育期間中の平均気温が最高であつた6月播きは，この5月播きより1日あたり収量が低かつた．これは前記生育初期の乾燥の影響であろう．

4月播きでは生育期間中の20°C以下の期間が長かつたために，生育日数が長いわりにはGp以外の収量は低くなつた．

4. 生育ステージ別収量と成分

Fig. 3に3つの生育ステージにおける1番草収量

Table 2. Dry matter yield per 1 meter length of row at heading stage as affected by the seeding time.

Species	April		May		June		July	
	Total	Per day	Total	Per day	Total	Per day	Total	Per day
Dg	81 g	0.7 g	239 g	2.2 g	148 g	1.7 g	— g	— g
Bg	120	1.0	447	4.1	181	2.1	225	3.8
Ks	235	2.0	456	4.1	218	2.5	130	2.2
Bp	138	1.2	317	2.9	210	2.4	141	2.3
Gp	531	4.5	585	5.3	356	4.1	329	5.5
Days from emergence	117		110		87		60	
Mean temp. during growth period, °C	23.2		24.6		24.9		24.0	

Table 3. Dry matter yield per 1 meter of row and plant height per day as affected by the growth stage.

Species	Emergence to vegetative		Vegetative to internode elongation		Internode elongation to heading	
	Yield	Plant height	Yield	Plant height	Yield	Plant height
Dg	0.1 g	4.3 cm	0.4 g	0.5 cm	1.5 g	9.5 cm
Bg	0.4	7.7	3.2	6.7	4.8	9.3
Ks	0.3	9.0	2.9	12.7	6.1	21.7
Bp	0.1	7.2	1.6	10.5	2.6	6.4
Gp	0.4	10.4	4.9	11.1	5.0	21.8
Growth period, days	55		15		15	
Mean temp. during growth period, °C	21.8		26.8		27.0	

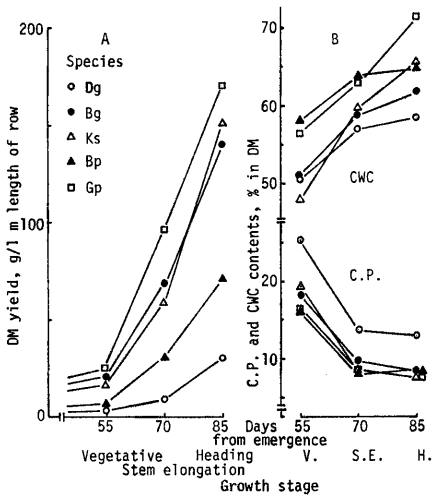

Fig. 3. Changes of dry matter yield (A) and C. Protein and CWC contents (B).

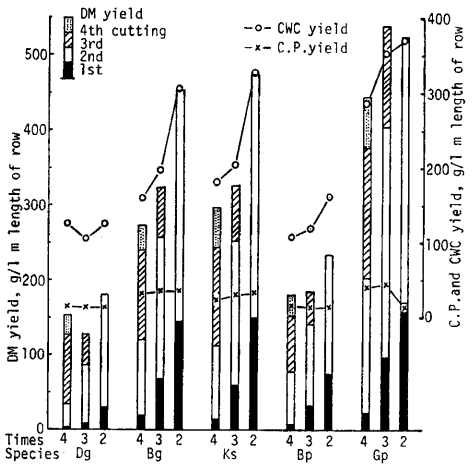

Fig. 4. Dry matter and C. Protein and CWC yield as affected by the cutting frequency.

と粗タンパク質 (CP), CWC 含有率の推移を示し, ステージ別1日あたり収量を Table 3 に示した.

栄養生長期における各草種の収量は非常に低く, その後, 節間伸長期から出穂期に, Bg, Ks, Gp は急速な増加を示すが, Dg は節間伸長期まで収量増加が著しく少ない.

CP 含有率の推移は各草種とも同様な傾向を示し, 栄養生長期から節間伸長期に急速に低下したが, Dg ではどの期においても比較的高い値を示した. CWC 含有率は, CP とほぼ逆の傾向を示し, 栄養生長期から節間伸長期に急速に上昇した. Ks と Gp は節間伸長期から出穂期にも上昇が著しかつた.

収量と CWC 含有率との間には, 播種時期試験 (Fig. 2) と同様に, Bg, Ks, Gp では, それぞれ, $r = 0.93$, 0.90, 0.95 ($p < 0.05$) の有意な相関があつたが, Dg, Bp では有意な相関は得られなかつた. Dg の CWC 含有率は全体的に低いが, Bp では高く, 前者よりも劣質であるといえる.

5. 刈取り回数と乾物および成分収量

Fig. 4 に示したように, 乾物収量は Gp 以外, 2回刈りが最も多く, Dg を除いて4回刈りが最も少なかつた. 2回刈りはいずれの草種も出穂期刈りのために粗剛であるのが観察された. CWC 収量は, 2回刈りが最高で, Gp 以外, 乾物収量と傾向が一致した. CP 収量では, Gp の2回刈りが低かつたのを除いて, 刈取り回数間の差はほとんどなかつた.

また, *in vitro* 消化率を調べた結果は別に報告した (増田・小林, 1973) が, 可消化乾物収量を計算すると, Gp を除いて2回刈りが最も多く, 草種別の順位はいずれの回数でも Gp>Bg>Ks>Bp>Dg の順で

Table 4. Dry matter yield per 1 meter length of row per day of aftermath.

Species	4 times cuttings			3 times cuttings		Twice cuttings
	2nd	3rd	4th	2nd	3rd	2nd
Dg	1.0 g	3.2 g	0.6 g	2.2 g	0.8 g	2.2 g
Bg	3.4	3.3	1.4	4.5	1.9	4.5
Ks	3.2	4.6	1.3	5.4	1.5	4.6
Bp	2.3	2.6	0.8	3.0	0.9	2.4
Gp	6.0	6.0	1.7	8.8	2.5	5.0
Mean temp. during growth period, °C	26.9	26.1	19.3	27.0	20.2	21.4

Table 5. Total dry matter yield (two cuttings at each heading stage and mid November) per 1 meter length of row as affected by the seeding time.

Species	April		May		June		July		August	
	Total	Per day	Total	Per day	Total	Per day	Total	Per day	Total	Per day
Dg	136 g	0.7 g	256 g	1.6 g	161 g	1.2 g	— g	— g	5 g	0.1 g
Bg	227	1.2	524	3.2	219	1.7	292	2.7	38	0.5
Ks	493	2.5	518	3.2	265	2.0	164	1.5	53	0.7
Bp	210	1.1	364	2.2	254	1.9	190	1.8	22	0.3
Gp	805	4.1	688	4.2	431	3.2	409	3.8	53	0.7
Days of total growth period	195		164		133		107		78	

あつた．また Bg は生育に伴う CWC 消化率の低下が最も遅く，良質であつた．

刈取り回次別に1日あたり再生乾物収量を算出すると Table 4 のようになつた．生育期間の平均気温との関係をみると，Bp, Gp では，それぞれ，$r=0.84$, 0.85（$p<0.01$ で有意），Bg, Ks では，それぞれ，$r=0.58$, 0.62（$p<0.05$ で有意），Dg では有意ではないが，$r=0.52$ の相関が得られた．

3回刈りの2番草の1日あたり収量が，生育期間の平均気温のほぼ等しい4回刈りの2番草より多くなつたのは，1番草刈取り時の分げつ数とその生育ステージの差によると考えられる．また，20°C 前後で生育した4回刈りの4番草と3回刈りの3番草の1日あたり収量は，低温のために再生量が少なく（前野・江原，1970），再生速度も遅く，その後の生長も抑制され，非常に低くなつた．2回刈りの2番草の生育期間の平均気温は，これと同程度の低温であるが，再生時が高温期であり，生育期間が長かつたために1日あたり収量が高くなつた．

6. 播種適期について

播種時期別の5草種の出穂期および11月中旬における2度刈り合計収量と，1日あたり収量（Table 5）から，一般的にこの地方での春の播種適期は，4月下旬～5月下旬，日平均気温 16～18°C のころと考えられ，Fig. 4 の合計収量の比較から，秋までに3回刈りするのが適当であろう．

一方，6月播きは梅雨あけの乾燥で生育不良であつたが，その対策ができれば，本実験の結果より多収を期待できるし，また，7月播きでは初期生長が速く，1日あたりの2度刈り合計収量（Table 5）は，4，5月播きと同程度である．すなわち，4月下旬～7月下旬（日平均気温 16～25°C）のどの時期の播種でも秋までの生育日数に応じた収量をあげうる．このことから，寒地型牧草類と輪作するばあいの1年生利用暖地型牧草の播種時期は，通年の収量を最大にするように決定される必要があり，今後の課題である．

7. 草種の低温生長性について

暖地型牧草の生育適温域は 25°C 以上とされるが，日平均気温でこれが満される期間は，当地方では2カ月余りしかない．寒地型牧草の適温 10～25°C の期間が約6カ月あるのに比して，非常に短く，したがつて，草種選択にも低温生長性をみる必要がある．

20°C 前後における生長を，Fig. 2 の4月播き初期生長量，Fig. 3 の栄養生長期，さらに Table 4 の4回刈り4番草と3回刈り3番草の1日あたり収量についてみると，いずれのばあいも Gp>Bg>Ks>Bp>Dg の順位であつた．これは越冬性の順位（小林ら，1972）とは逆になつた．この点に関して，さらに検討

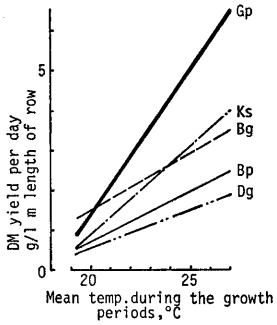

Fig. 5. Linear regression of yield per day on the air temperature (19.3-27.0°C) in the experiment of cutting frequency. Linearity of regression for each grass is significant ($p<0.01$, Dg only $p<0.05$) and regression coefficient is significant ($p<0.01$, Bg only $p<0.05$) except for Dg.

を重ねたい.

一方, 25°C 以上の適温域での生長を, Table 3 のステージ別1日あたり収量, Table 4 の4回刈り2, 3番草と3回刈り2番草の収量でみると, 若干の順位の変動はあるが, 大体 Gp>Bg≧Ks>Bp>Dg の順位となつた. この順位は上記の 20°C 前後の低温下での生長の順位とほぼ一致した.

さらに, 刈取り回数試験の草種別各番草の1日あたり収量と生育期間の平均気温 (19.3～27.0°C) との回帰分析 (岸根, 1972) の結果, すべての草種において回帰は一次回帰で, 回帰性は, Dg 以外すべて有意 ($p<0.01$, Bg のみ $p<0.05$) であつたので, 推定された回帰直線を Fig. 5 に図示した. この図から, 一般に高温において生長の速い草種は, 20°C 程度の低温においても速いことが知られる. しかし, Bg は特異的で, 高温では Ks より低いが, 低温生長性は, Gp と同程度に高いとされる.

8. 暖地型牧草の一般的生育特性と草種の特徴

得られた結果から, 供試暖地型牧草は, 播種期と生育期が高温であるほど, 出芽日数が短縮され, その後の生育が旺盛で乾物重も大となり, 生育ステージの進行が速い. したがつて, 同時に早く CP 含有率が低下し, CWC 含有率が上昇して, 草質の低下をもたらす (江原・田中, 1961; 五島・宮崎, 1967; 小林ら, 1977).

また, 草種の若干の特徴を比較すると, Gp は乾物の生産性が高く (とくに高温で), 越冬性が低く, 逆に Dg, Bp は, 越冬性は高いが, 高温下の生産性 (播種当年において) は低い. Ks, Bg は, これらの中間的な位置にある. Bg は低温生長性と草質に優れ, Dg は草質に優れている.

要　　約

5草種の暖地型イネ科牧草の生育, 収量および成分を気温との関係で検討するために2つの圃場試験を行なつた.

供試草種はいずれも高温下で, 出芽が早く, その後の生長も旺盛で, 生育ステージの進行が速い. 同時に草質の低下も生じる.

播種適期は, 日平均気温 16～18°C のころ (当地方で4月下旬～5月下旬) で, 秋までに3回刈りするのが適当と考えられる.

green panic (Gp) は越冬性が劣るが, 乾物の生産性が高く, 逆に越冬性の高い dallisgrass (Dg), Bambatsi makarikarigrass (Bp) は, 生産性が低い. Kazungula setaria (Ks), Gayndah Buffel grass (Bg) はこれらの中間的位置にある. Dg は草質に優れ, Bg は草質と低温生長性に優れている.

文　　献

江原　薫・田中重行　1961　暖地型および寒地型牧草の成育並びに化学成分に及ぼす温度の影響. 日作紀, **29**: 304-306

五島一成・宮崎和之　1967　バヒアグラスの化学的組成の生育段階による変化と施肥量および気象要因の影響. 日草誌, **13**: 209-214

茨木和典・小山信明　1973　暖地型牧草の発芽に関する研究. 1. 発芽温度. 日草誌, **19** (別-2): 26-27

猪ノ坂正之　1974　草地学・最近10年間における研究の進歩, 生理生態・栽培—暖地型. 日草誌, **20** (特別号): 24-27

岸根卓郎　1972　理論応用統計学. 養賢堂, 東京, 489-499頁

Knight, W. E. and H. W. Bennet　1953　Preliminary report of the effect of photoperiod and temperature on the flowering and growth of several southern grasses. *Agron. J.*, **45**: 268-269

小林民憲・西村修一・田中重行　1972　オーストラリアからの導入暖地型牧草の試作成績. 日草九支報, 3(1): 48-50

小林民憲・西村修一・田中重行　1977　暖地型イネ科牧草7種の温度に対する生長反応. 九大農学芸誌, **32**: 93-99

前野休明・江原　薫　1970　牧草の再生に関する生理・生態学的研究. 第10報　牧草の再生に及ぼす温度の影響. 日草誌, **16**: 136-140

増田泰久・小林民憲　1973　暖地型イネ科牧草の飼料価値に及ぼす刈取回数の影響—成分と *in vitro* 消

化率の関係および栄養収量. 西日本畜産学会大会講演要旨, No. 24: 12-13
Van Soest, P. J. and R. H. Wine 1967 Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. IV. Determination of plant cell-wall constituents. *J. A. O. A. C.*, 50: 50-55

Summary

Two field experiments were carried out to discuss the growth, development, yield and some forage constituents of five tropical and subtropical grass species in relation to the air temperature condition.

At the high temperature condition, these grasses emerged early and showed the accelerated growth rate, the advanced growth stage, and accordingly the deterioration in the forage quality.

The optimum seeding period was considered to be at the mean daily temperature of 16-18°C (from late April to late May in Fukuoka district) and three times cutting until autumn was suitable for forage production.

Green panic (Gp), the lowest in winter survival, produced the highest total dry matter, conversely, dallisgrass (Dg) and Bambatsi makarikarigrass (Bp), the highest in winter survival, were low in dry matter production. The wintering ability and the production of Kazungula setaria (Ks) and Gayndah Buffel grass (Bg) were intermediate between Gp and Dg or Bp. Dg and Bg was excellent in the forage quality and the latter was superior in the potentiality at a low temperature.