琉球大学学術リポジトリ

暖地型牧草と混植したトールフェスク (Festuca arundinacea Schreb.) の生育, 特に刈取間隔の影響(畜産学科)

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 琉球大学農学部 公開日: 2008-02-14 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 平川, 守彦, 上野, 昌彦, 仁木, 巖雄, Hirakawa, Morihiko, Ueno, Masahiko, Niki, Iwao メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/20.500.12000/3946

暖地型牧草と混植したトールフェスク（*Festuca arundinacea* Schreb.）の生育，特に刈取間隔の影響

平川守彦 * ・上野昌彦 **・仁木巖雄 ***

Morihiko HIRAKAWA*, Masahiko UENO** and Iwao NIKI*** : Effect of cutting frequency on growth of tall fescue (*Festuca arundinacea* Schreb.) mixed with tropical grasses.

Summary

We studied the effect of cutting frequency on growth of tall fescue (*Festuca arundinacea* Schreb.) mixed with tropical grasses. Tall fescue were mutually planted at 10 cm intervals with dallisgrass (*Paspalum dilatatum* Poir.) and bahiagrass (*Paspalum notatum* Flügge), respectively, in autumn 1978, and they were treated by 2-week cutting and 4-week cutting intervals from April to October in 1979. Dry matter yields, number of tillers, tiller appearance, dead tillers, relative light intensity, total non-structural carbohydrate (TNC), and root weights were examined following each cutting treatments.

For tall fescue with 2-week cutting intervals yields, rate of growth, number of tillers, TNC contents and root weights, were lower than those with 4-week cutting intervals, but number of tiller appearance and dead tillers of tall fescue with 2-week cutting intervals increased remarkably in June and the middle and latter part of July. During experimental periods number of dead tillers for tall fescue was more a marked increase than of tiller appearance, resulting in many stubbles death of tall fescue. In tall fescue mixed with bahiagrass dry matter yields, number of tiller appearance and number of dead tillers were higher than those mixed with dallisgrass in each cutting treatments. Relative light intensity within pasture which was cut 2 weeks intervals was higher than that which was cut 4 weeks intervals.

It appears that 2 weeks cutting caused lower growth rate of tall fescue than other, as a result of increase in number of tillers death and decrease in TNC content of stubbles after July. Number of stubbles death of tall fescue mixed with bahiagrass were more than those of tall fescue mixed

* 琉球大学農学部畜産学科
** 宮崎大学農学部草地学科
*** 南九州大学

琉球大学農学部学術報告 **32**：121～132（1985）

with dallisgrass, which was due to the death of tillers from the middle and latter part of July to the end of September. Therefore, we found that 2-week cutting intervals affected the growth, especially death of tillers, of tall fescue mixed with tropical grasses.

緒　　言

西南暖地では，寒地型牧草は夏季に生育停滞（夏枯れ）を起こし，また，暖地型牧草は晩秋から早春にかけて生育が停滞する。そのため，採草地や放牧草地では，季節的生産性の異なる牧草の交代植生を効果的に利用し，年間にわたって平衡的な生産をあげることが考えられる。しかし，混播草地では草種間の競合が生じ，さらに刈取がその競合関係に良い影響を及ぼす。頻繁な刈取や低刈に対して草種の反応が異なることはよく知られている[3~6,11]。

本研究は，トールフェスクとダリスグラス，およびトールフェスクとバヒアグラスを組み合わせて混植した群落で，2週間間隔と4週間間隔刈取という異なる刈取間隔処理を行った場合，この刈取間隔の差異および混植された暖地型牧草の草種のちがいがトールフェスクの生育にどのような影響を及ぼすかを明らかにすることをねらいとしている。特に，分げつの発生および分げつの枯死に注目し，さらに，外的要因である光や内的要因である全非構造性炭水化物（ＴＮＣ）についても調べた。

実験材料及び方法

試験は宮崎大学農学部内圃場で1979年4月10日から10月16日まで行った。供試草種はトールフェスク（*Festuca arundinacea* Schreb.），ダリスグラス（*Paspalum dilatatum* Poir.），バヒアグラス（*Paspalum notatum* Flügge）の3草種を用い，暖地型牧草は1978年8月30日に，トールフェスクは9月6日に播種し，ビニールハウス内で育苗後，10月7日にトールフェスクと暖地型牧草が交互に10cm間隔に配置するように圃場に移植した。施肥は1978年10月5日に基肥として，熔燐，硫安，硫加をそれぞれ10ａの当り50kg，25kg，10kgを施肥した。追肥は各処理区の試験期間中の総施肥量が硫安227.5 kg／10ａ，硫加97.5 kg／10ａと同量となるように毎刈取後，施肥した。

処理として，トールフェスクとダリスグラスの混植区（以後，ダリスグラス混植区と略記），トールフェスクとバヒアグラスの混植区（以後，バヒアグラス混植区と略記）を設けた。また，刈取処理として，2週間間隔刈取（以後，2週間刈取と略記），4週間間隔刈取（以後，4週間刈取と略記）を行った。刈取は4月10日から開始し9月25日まで行った。刈取回数は2週間刈取の場合13回，4週間刈取の場合7回であった。1区画の面積は各試験区ともそれぞれ2㎡（1×2 m）で，これの2反復を乱塊法で配置した。また，根の生長調査区として，各処理区1区ずつ設けた。その調査箇所は，各混植区内に0.09㎡のコドラート3箇を設置し，それぞれのコドラート内には，トールフェスク5株と暖地型牧草4株が含まれるように設定した。調査は刈取直前に地上0, 5, 10, 15 cmの各層別の群落相対照度，草丈，茎数を調べた後，地際から10cmの高さで刈取り，通風乾燥機70～90℃で一昼夜乾燥し，乾物重を求めた。分げつの発生および枯死の消長を調べるために各試験区にトールフェスク1株と暖地型牧草1株を選定し，1ケ月に2回，新たに発生した分げつに色分けしたビーズの付いたリングをはめて発生時期を識別した。枯死分げつは刈取後3日以上経過した時に，分げつがまったく伸長してないものを枯死とみなした。また，6週間おきに各区のトールフェスク，暖地型牧草それぞれ3株を地際5 cmの高さで刈取り，刈株に含まれる全非構造性炭水化物（ＴＮＣ）をSmithの方法に準拠して測定した。根のサンプルは，それ用に設けたそれぞれの混植区から12週間おきにトールフェスク，暖地型牧草を3株づつ縦40cm，横30cmのモノリスで厚さ10cm，深さ30cmに採取し，土を洗い流した後，根量を乾物重として秤量した。

結　　果

1. 収量と乾物増加速度

試験期間中に得られた各混植区の刈取処理による合計収量をTable1のA，Bに示した。

Table 1. Total dry matter yield of tall fescue mixed with dallisgrass (A) and bahiagrass (B). (g/ 0.09 m²)

A. (tall fescue - dallisgrass pasture)

Cutting treatment	Species			
	Tall fescue	Dallisgrass	Total	Weeds
2 - week interval	51.46	58.60	110.06	23.28
4 - week interval	74.84	52.41	127.25	24.15
significant	*	N S	**	N S

B. (tall fescue - bahiagrass pasture)

Cutting treatment	Species			
	Tall fescue	Bahiagrass	Total	Weeds
2 - week interval	57.72	22.38	80.10	40.14
4 - week interval	90.10	14.38	104.48	36.08
significant	**	N S	**	N S

N S not significant. * significant at 10% level . ** significant at 5% level.

ダリスグラス混植区の場合，両草種合計収量で，刈取処理間に有意な差は見られなかったが2週間刈取区のトールフェスクの収量は4週間刈取区に比べ10％の危険率で有意に低かった。ダリスグラスの収量は両刈取処理間で大きな差がなかった。

バビアグラス混植区の場合，2週間刈取区の両草種合計収量，トールフェスクの収量は4週間刈取区と比べ5％の危険率で有意に低かった。バヒアグラスの収量は逆に，2週間刈取が4週間刈取よりも高い傾向を示したが有意な差は認められなかった。両混植区の草種合計収量を比較するとどの刈取処理区においてもダリスグラス混植区のほうが5％の危険率で有意に高かった。しかしながら，4週間刈取のトールフェスクの場合，バヒアグラス混植区のほうがダリスグラス混植区に比べ5％の危険率で有意に高かった。

各刈取時期別の1日当りの乾物増加速度をFig.1に示した。ダリスグラス混植区でのトールフェスクの乾物増加速度は，5月に最高となり，以後減少した。9月にはほとんど増加がみられなかった。ダリスグラスの増加速度は，8月下旬に最高となり，トールフェスクとは対照的な生育時期のちがいが認められた。

ダリスグラス混植区での2週間刈取のトールフェスクの増加速度は，4週間刈取と比べどの時期においても低かった。また，ダリスグラスの増加速度は，トールフェスクと異なり2週間刈取区が4週間刈

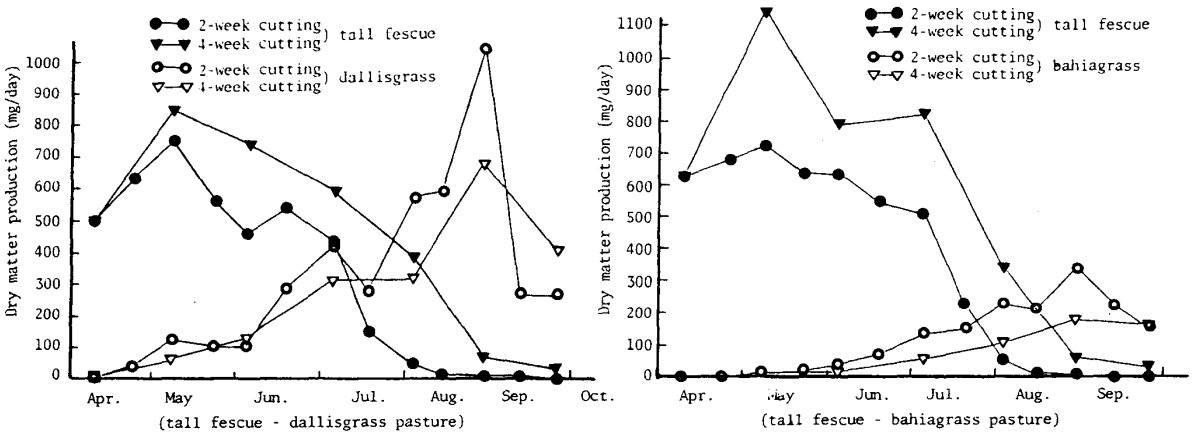

Fig. 1. Seasonal changes of growth rate of tall fescue and dallistrass (left), and tall fescue and bahiagrass (right). (mg/ 0.09 m²/day)

取区と比べ，どの時期でも高い傾向を示した。

バヒアグラス混植区でのトールフェスクの増加速度は5月に最高となった点ではダリスグラス混植区と同様であったが，4月から8月まではダリスグラス混植区を上まわる傾向を示した。バヒアグラスはダリスグラスと同様，8月下旬に増加速度の最高値を示したが，増加速度は低かった。また，2週間刈取は，4週間刈取よりも常に高い増加速度を示した。

2. 茎　数

ダリスグラス混植区，バヒアグラス混植区の刈取時期別の茎数の推移をFig. 2に示した。

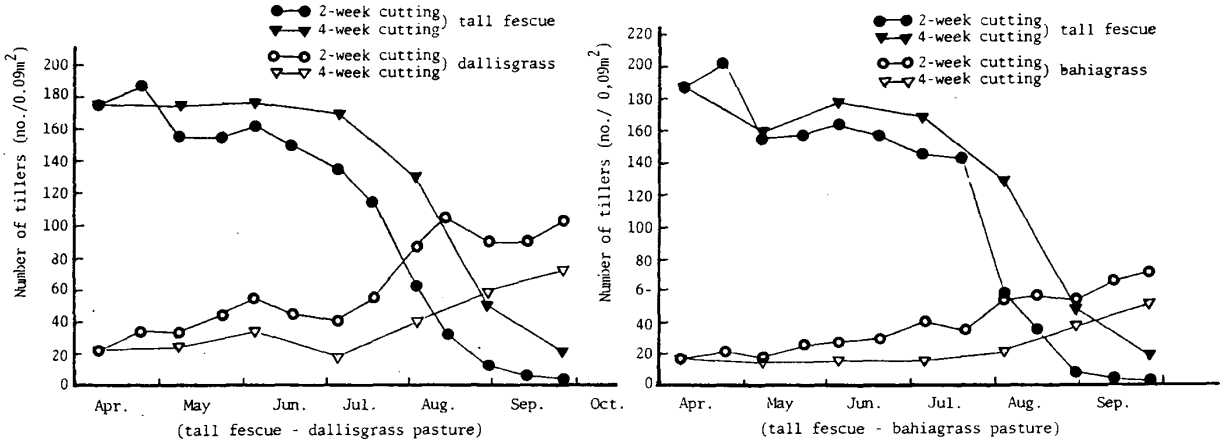

Fig. 2. Seasonal variations of the number of tillers of tall fescue and dallisgrass (left), and of tall fescue and bahiagrass (right). (no./ 0.09 m²)

ダリスグラス混植区におけるトールフェスクの茎数は，4月から7月にかけて多く，8月から9月にかけて急減した。ダリスグラスは7月から9月にかけて増加した。トールフェスクの場合，2週間刈取区は4週間刈取区と比べ，どの時期も茎数が少なかった。しかし，ダリスグラスは，2週間刈取区の方が4週間刈取区より多い傾向を示した。

バヒアグラス混植区でのトールフェスクの茎数はダリスグラス混植区と同様な傾向を示した。バヒア

グラスは，夏にかけて緩やかに増加し，また，2週間刈取区は4週間刈取区より多い傾向を示した。

3. 発生分げつ数

各月2回にわたって調査した株当りの発生分げつ数の季節的推移をFig.3，Fig.4に示した。

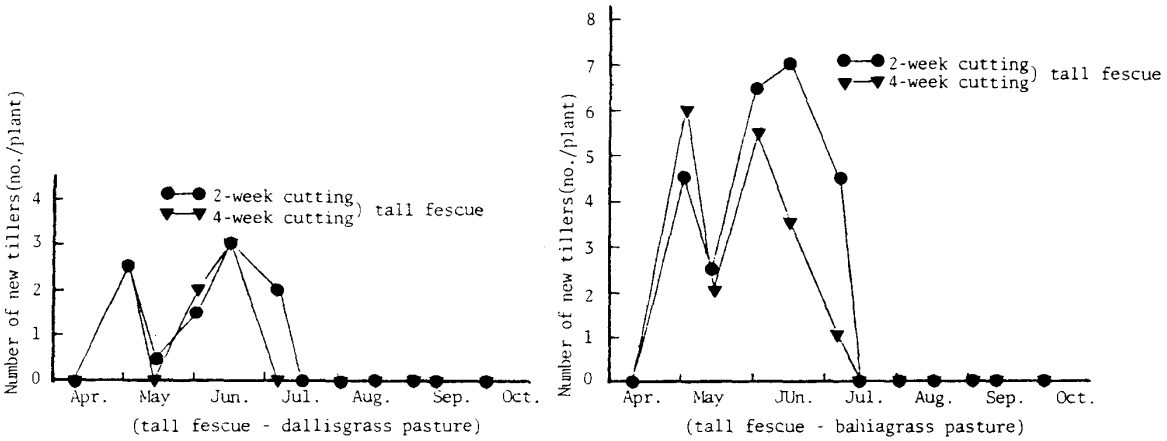

Fig.3. Seasonal variations of the number of new tillers of tall fescue mixed with dallisgrass (left), and mixed with bahiagrass (right). (no./plant)

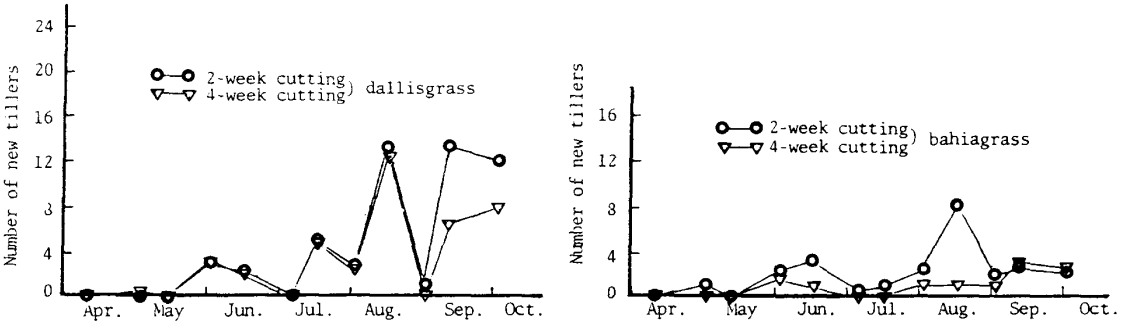

Fig.4. Seasonal variations of the number of new tillers of dallisgrass and bahiagrass. (no./plant)

ダリスグラス混植区におけるトールフェスクの発生分げつ数は，4月中下旬と6月上中旬に増加したが，その後は発生がみられなかった。2週間刈取区と4週間刈取区の発生分げつ数は同じ傾向であった。ダリスグラスは5月下旬頃から分げつの発生が始まり8月上中旬に多発した。両処理区とも8月下旬まで同じ傾向を示したが，9月以降に2週間刈取区は4週間刈取区と比べ発生分げつ数が多かった。

バヒアグラス混植区のトールフェスクの発生分げつ数は，ダリスグラス混植区と同様な推移を示したが，ダリスグラス混植区と比べ著しく多かった。また，2週間刈取区は4週間刈取区と比べ6月に著しく多かった。バヒアグラスは，ダリスグラスと同様，5月下旬頃から分げつが発生し，9月上旬に多発したがダリスグラスより著しく少なかった。刈取処理の影響をみると，どの時期においても2週間刈取は4週間刈取より多かった。

4. 分げつの枯死数

株当りに調査した分げつの枯死数の季節的推移をFig.5，Fig.6に示した。

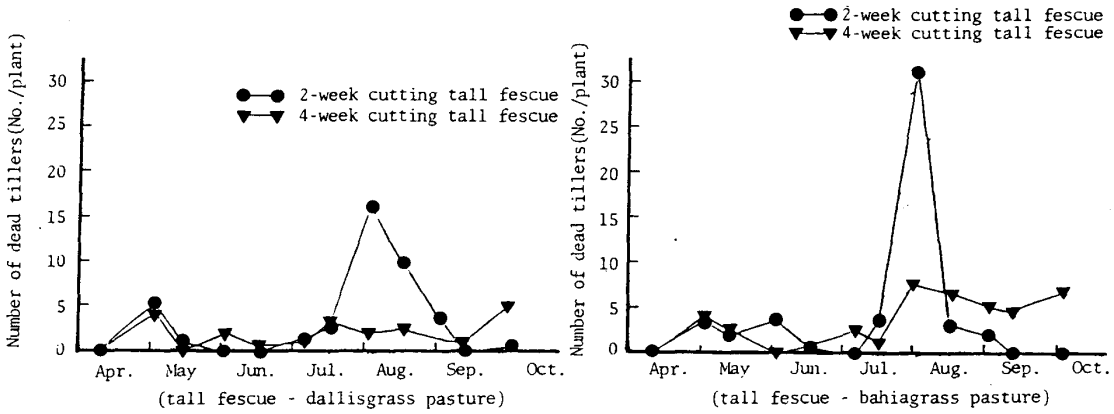

Fig. 5. Seasonal variations of the number of dead tillers of tall fescue mixed with dallisgrass (left), and mixed with bahiagrass (right). (no./plant)

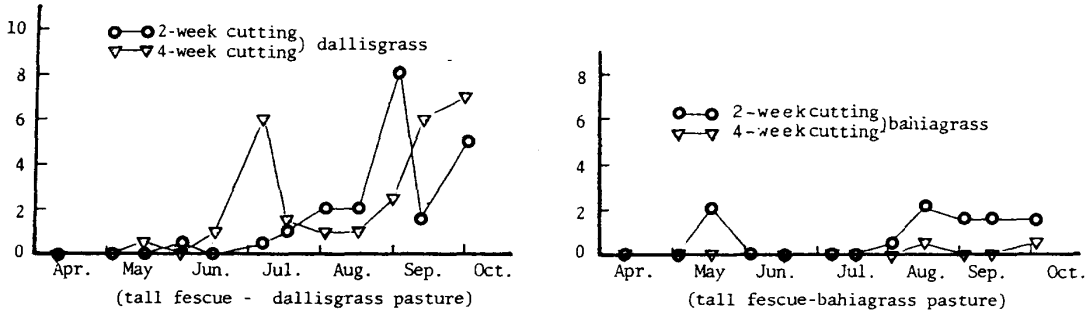

Fig. 6. Seasonal variations of the number of dead tillers of dallisgrass (left), and bahiagrass (right). (no./plant)

ダリスグラス混植区のトールフェスクの分げつ枯死数は，7月中下旬から8月上中旬に急増し，また，2週間刈取区は4週間刈取区より著しく多かった。ダリスグラスは7月以降に増加傾向を示した。両刈取処理区とも季節によって，分げつ枯死数が異なっており，6月下旬には4週間刈取区のほうが，8月下旬には2週間刈取区のほうが多くなった。また，9月には4週間刈取区のほうが2週間刈取区より多くなった。

バヒアグラス混植区におけるトールフェスクの分げつ枯死数は，7月中下旬から9月下旬に特に多く，また，ダリスグラス混植区より著しく多かった。刈取処理の影響は2週間刈取区の方が4週間刈取区より枯死が多かった。バヒアグラスは8月以降にわずかな分げつ枯死がみられただけであった。

5. トールフェスクの分げつの生存期間

トールフェスクについて，分げつが発生してからその半数が枯死するまでの期間を分げつの生存期間として表わし，時期別の推移をFig.7に示した。

ダリスグラス混植区での2週間刈取区は4週間刈取区と比べ，いずれの時期に発生した分げつも生存

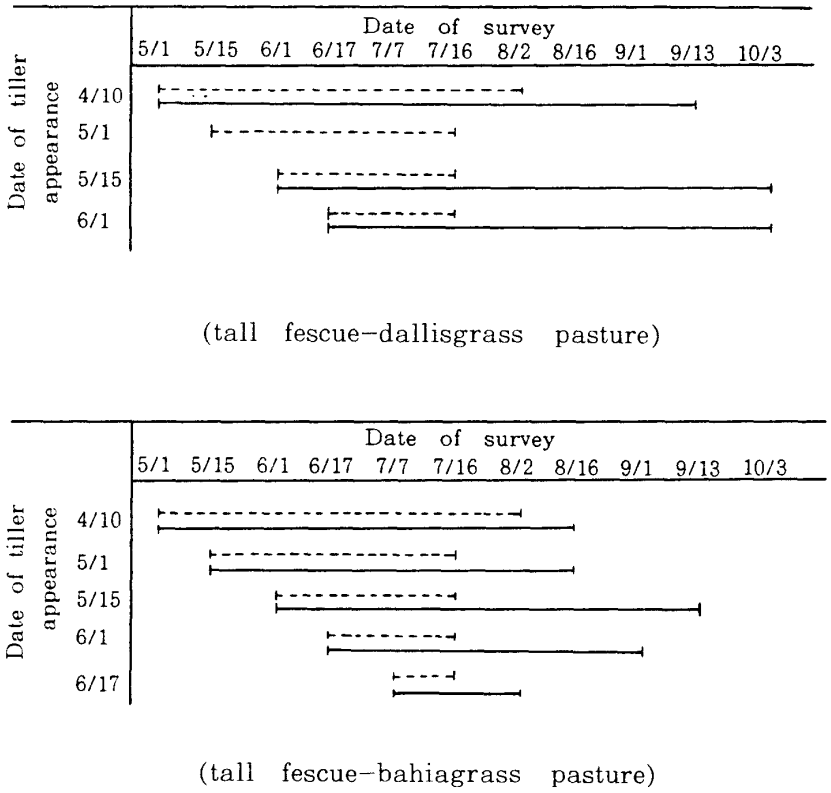

Fig. 7. Duration from tiller appearance to L. D. 50 in tall fescue mixed with dallisgrass (above), and mixed with bahiagrass (below).

期間が短い傾向を示した。

バヒアグラス混植区は，ダリスグラス混植区より著しく生存期間が短かった。また，両混植区の2週間刈取区，4週間刈取区とも4月10日から5月1日に発生した分げつは，他の時期に発生したものと比べ，生存期間が長かった。

6. トールフェスクの枯死株発生

トールフェスクの枯死株発生の季節的推移をFig.8に示した。

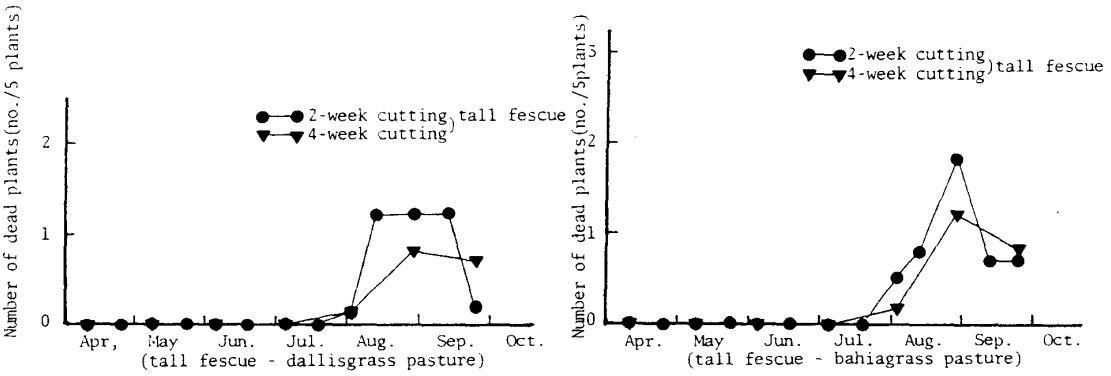

Fig. 8. Seasonal variations of the number of dead plants of tall fescue mixed with dallisgrass (left), and mixed with bahiagrass (right). (no./5 plants)

ダリスグラス混植区でのトールフェスクの枯死株発生は，8月以降に多発する傾向がみられた。また，2週間刈取区は4週間刈取区と比べ多かった。

バヒアグラス混植区の枯死株発生は，ダリスグラス混植区と同様な推移を示したが，ダリスグラス混植区より多い傾向を示した。2週間刈取区は4週間刈取区と比べ，8月以降に枯死株発生が多かった。

7. TNC含有率

ダリスグラス混植区とバヒアグラス混植区の刈株に含まれるTNC含有率の季節的変化をFig.9, Fig.10に示した。トールフェスクは出穂期の5月頃に高い値を示し，以後，夏にかけて低下する傾向を示し

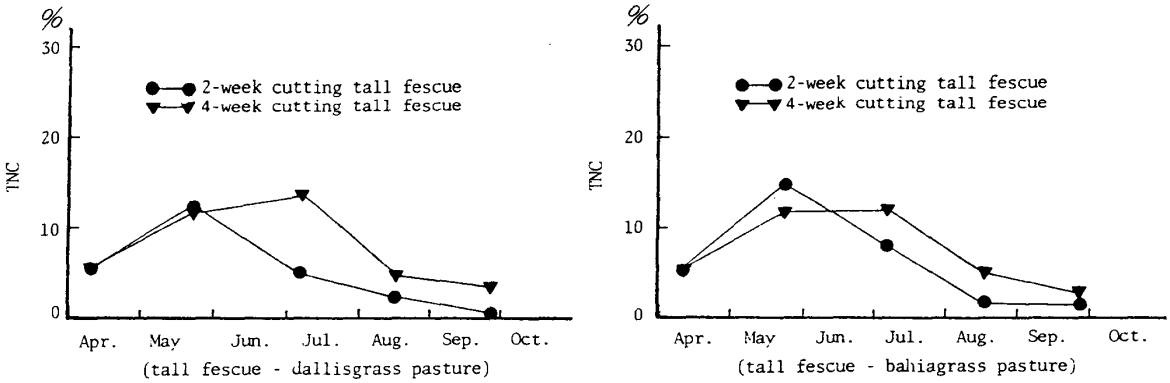

Fig. 9. Seasonal variations of total non-structural carbohydrates (TNC) contents in the stem bases of tall fescue mixed with dallisgrass (left), and mixed with bahiagrass (right).

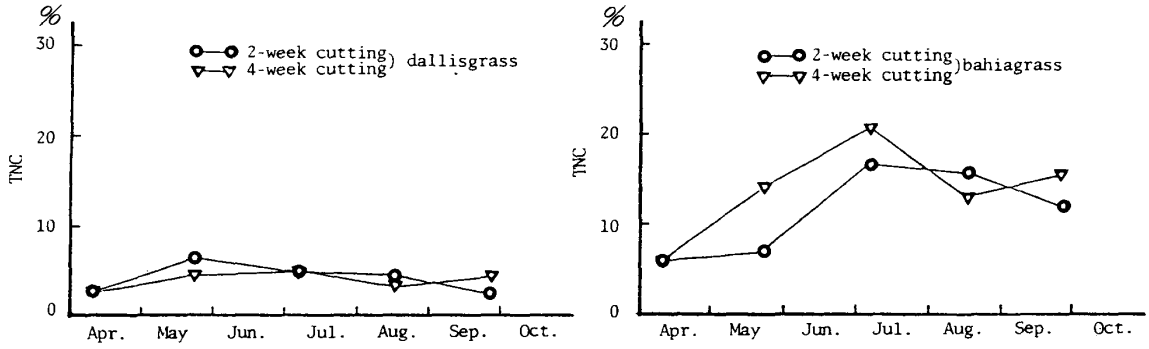

Fig. 10. Seasonal variations of total non-structural carbohydrates (TNC) contents in the stem bases of dallisgrass (left), and bahiagrass (right).

た。トールフェスクの場合，両混植区とも5月の生育の旺盛な時期に2週間刈取区が4週間刈取区より高い傾向を示したが，生育が低下する夏にかけて，4週間刈取区の方が2週間刈取区よりも高かった。ダリスグラスのTNC含有率は試験期間中ほとんど一定であった。バヒアグラスは6月に最高値を示し，以後，減少傾向を示したが，ダリスグラスよりも著しく高かった。

8. 群落内部の相対照度

地上0, 5, 10, 15cmにおける群落内部の相対照度の季節的推移をFig.11に示した。両混植区とも各

層別の相対照度の季節的推移は類似していた。

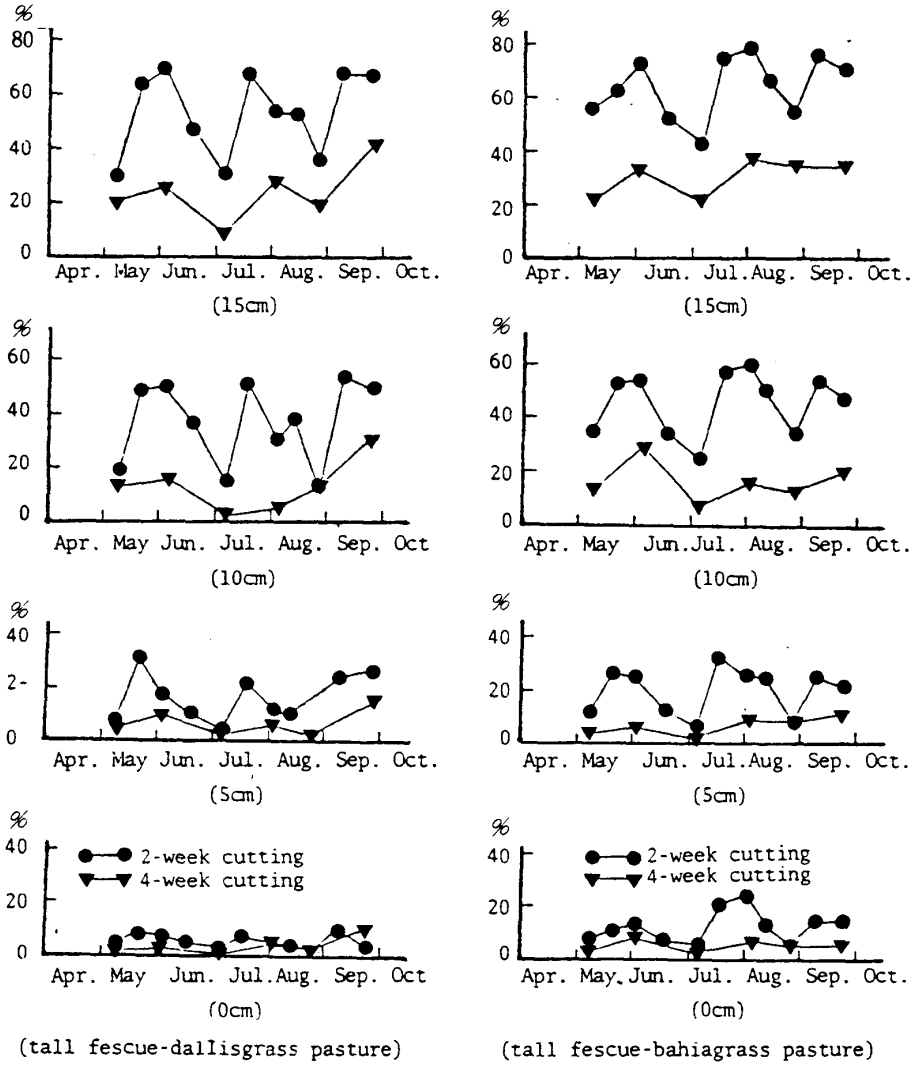

Fig. 11. Seasonal variations of the relative light intensity at various depth in the canopy of tall fescue mixed with dallisgrass pasture (left), and mixed with bahiagrass pasture (right).

ダリスグラス混植区での2週間刈取区は，0～5cmの層で4週間刈取区より高い傾向を示した。10～15cmの層においては，2週間刈取区は4週間刈取区よりさらに著しく照度が高かった。

バヒアグラス混植区の照度は，ダリスグラス混植区と比べ高い傾向を示した。また，6月から7月にかけて5～15cmの層でも高い傾向を示した。

9. 根　重

深さ5cmまでの株当りの根重の季節的推移をFig.12に示した。

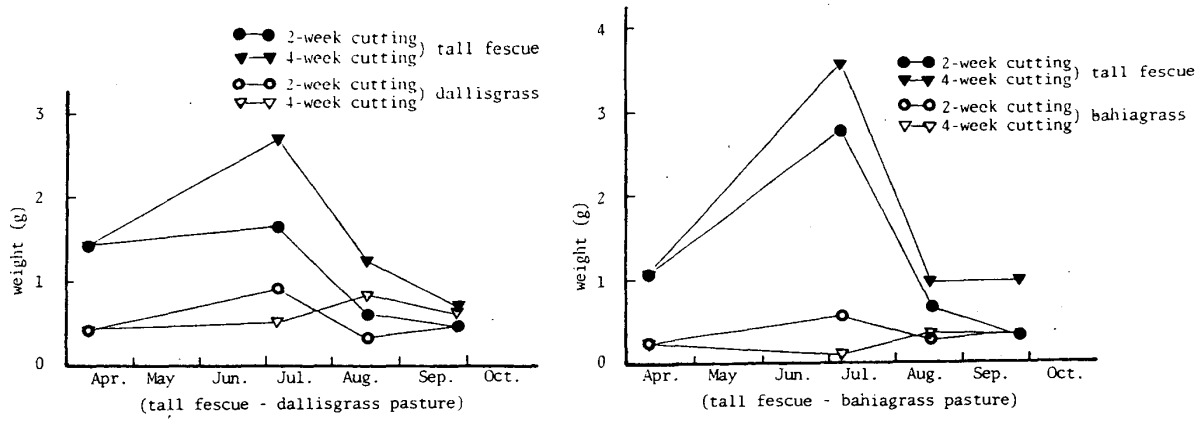

Fig.12. Seasonal variations of roots weight of tall fescue and dallisgrass (left), and tall fescue and bahiagrass (right) at depth of 0–5cm.

ダリスグラス混植区のトールフェスクの根重は7月にピークを示し，以後，減少した。また，4週間刈取区は2週間刈取区と比べ，どの時期においても著しく多かった。ダリスグラスは春から夏にかけて緩やかな増加傾向を示し，8月以降に4週間刈取区の方が2週間刈取区より多かった。

バヒアグラス混植区でのトールフェスクの根重は，ダリスグラス混植区と同様な推移を示したが，ダリスグラス混植区と比べ，7月に著しく多かった。バヒアグラスは，ダリスグラスと同様な傾向であった。

考　　察

この研究の目的は，刈取間隔の差異および混在する暖地型牧草の草種のちがいがトールフェスクの生育に及ぼす影響を調べることであった。ところが，本来なら対照区としてトールフェスク単植区を設ける事が望ましかったが，試験の準備上，それができなかった。

本研究の結果，刈取処理の影響は暖地型牧草と混植されたトールフェスクの生育に顕著に現われている。まず，トールフェスクの試験期間中の合計収量で2週間刈取区は4週間刈取区と比べ，有意に低い結果が得られた。また，いずれの時期における乾物増加速度にも同様な低下がみられた。これらの事実は，両混植区いずれについても認められた。Ocumpaugh[8]もトールフェスクを使って2回刈取，3回刈取，5回刈取を行った結果，5回刈取は他の2処理よりも有意に収量が少なかった事を報告している。

本試験での収量に及ぼす刈取の影響は刈取処理間の茎数の著しい差異によるものと思われる。すなわち，Fig.3の発生分げつ数の季節的推移で明らかなように，トールフェスクの2週間刈取区の発生分げつ数は4週間刈取区と比べ，6月に著しく多発した。このことは，2週間刈取区が4週間刈取区区と比べ，どの時期においても群落内部の地上5～15cmの相対照度が著しく高いために分げつ数が増えたものと考えられる。Ludlow[7]は，ガラス室内でグリーンパニック等を用いて，また，Ong[9]は，群落内でペレニアルライグラスを用いて，照度の分げつ発生に及ぼす影響を調べた結果，照度が高いと株当りの分げつ数が増加することを報告している。

一方，Fig.5の分げつ枯死数の季節的推移をみると2週間刈取区では7月中下旬に分げつ枯死数が4週間刈取区と比べ著しく多発した。その結果，2週間刈取区では6月に発生した分げつ数よりもこの時期に発生した枯死数の方が著しく多いため，差し引きして分げつ数は減少したことになる。また，Fig.7の発生した分げつの生存期間でも明らかなように2週間刈取の分げつは，4週間刈取と比べ著しく生存期間が短かったことから，生存する分げつ数は少なくなったと考えられる。

Fig.9のＴＮＣ含有率でも２週間刈取区は４週間刈取区より試験期間中低い傾向にあり，特に，夏期の７月以降に刈取処理の著しい差が認められた。これは，２週間刈取という頻繁な刈取では次の刈取までの再生期間が短かく刈株への養分の貯蔵が４週間刈取と比べ，少なくなったと考えられる。Smith[12~14]は，刈株に含まれるＴＮＣが刈取後の再生の速さに関係し，再生長に不可欠な貯蔵エネルギー源であると報告している。

根は地上部の動きと対応している。上野[15]はオーチャードグラスの分げつ枯死発生の一定期間後に根数が減少することを報告しているが，本研究でも同様な傾向がみられ，根重は２週間刈取区の分げつ枯死数が多発した７月下旬から一定期間後の８月中旬に４週間刈取区と比べ著しく減少した。一般に，根量の多い個体は養分の貯蔵も多く，また，土壌水分や養分の吸収も良いと思われるが，２週間刈取区は根重が少なく生長に支障をきたしているものと考えられる。Evans[1,2]やOwensby[10]は頻繁な刈取を行なった場合，根の生長が低下し，根中のＴＮＣ含有率も減少することを報告している。

以上のことからトールフェスクの２週間刈取の株は，４週間刈取のそれよりも枯死しやすいものと考えられる。

本研究の結果，２週間刈取という頻繁な刈取は，暖地型牧草と混在するトールフェスクの生育に影響を及ぼし，特に，分げつ及びそれに伴う株の枯死の大きな要因となりうる事が示されたし，また，混在する暖地型牧草の草種のちがいによっても影響される事がわかった。しかし，バヒアグラスは，ダリスグラスと比べ，初期生育が遅いため競合の点からするとバヒアグラス混植区のトールフェスクが有利となったが，２年目以降どう変化するかを調べる必要がある。

摘　　要

暖地型牧草と混植したトールフェスクの生育に対し刈取間隔のちがいがどのように影響するかを明らかにしようとした。1979年４月から同年10月までトールフェスクとダリスグラス及びトールフェスクとバヒアグラスを組み合わせ，それぞれ２草種を1978年秋，10cm間隔に交互混植して２週間及び４週間間隔の２処理の刈取を行なった。各刈取時期ごとに乾物重，茎数，分げつ発生数，分げつ枯死数，枯死株数，群落内部の相対照度，非構造性炭水化物（ＴＮＣ），根重を調べた。その結果，トールフェスクの場合，２週間刈取区は４週間刈取区と比べ試験期間中の収量，各時期における乾物増加量，茎数，ＴＮＣ含有率，根重が少なかった。しかし，分げつ発生数は６月に，分げつ枯死発生数は７月中下旬に著しく高まった。試験期間中，２週間刈取区の分げつ枯死数は発生数より著しく多かった。そのため枯死株が増加した。バヒアグラス混植区のトールフェスクの収量，分げつ発生数はダリスグラス混植区のそれよりも両刈取区において高かった。しかしながら，分げつの枯死数も著しく多かった。群落内地表面の相対照度は２週間刈取区のほうが４週間刈取区より高かった。以上の事より２週間刈取区のトールフェスクの生長速度の低下は分げつ枯死数の増加と７月以降の刈株のＴＮＣ含有率の低下によるものと考えられる。また，ダリスグラス混植区に比べバヒアグラス混植区でのトールフェスクの枯死株が多かったが，これは，分げつの枯死発生が７月中下旬から９月下旬にかけて多発した事による。本実験での４月から10月にかけての２週間刈取という頻繁な刈取は，暖地型牧草と混植されたトールフェスクの生育，特に，分げつ及びそれに伴う株の枯死に大きく影響すること，また，混在する暖地型牧草の草種のちがいにも影響される事が明らかとなった。

文　　献

1）Evans, P.S. 1972 Root growth of Lolium perenne L. Ⅲ. Investigation of the mechanism of defoliation-induced suppression of elongation, N.Z. J.

Agric. Res. **15**：347－355

2）Evans, P.S. 1977 Comparative root morphology of some pasture grasses and clovers, N.Z. J. Agric. Res. **20**：331－335

3）Harris, W. and Thomas, V.J. 1972 Competion among pasture plants. Ⅱ. Effects of frequency and height of cutting on competion between Agrostis tenuis and two ryegrass cultivars, N.Z. J. Agric. Res. **15**：19－32

4）Harris, W. 1973 Competion among pasture plants. Ⅲ. Effects of frequency and height of cutting on competion between white clover and two ryegrass cultivars, N. Z. J. Agric. **16**：49－58

5）Hodgkinson, K.C. and Becking, H.G.B. 1977 Effect of defoliation on root growth of some arid zone perennial plant, Aust. J. Agric. Res. **29**：31－42

6）King, J., Lamb, W.I.C. and Mcgregor, M.T. 1979 Regrowth of ryegrass swards subject to different cutting regimes and stocking densities, Grass and Forage Sci. **34**：107－118

7）Ludlow, M.M., Wilson, G.L. and Heslehusst, M.R. 1974 Studies on the productivity of tropical pasture plants. V. Effect of shading on growth, photosynthesis and respiration in two grasses and two legumes. Aust. J. Agric. Res. **25**：425－433

8）Ocumpaugh, W.R. and Matches, A.G. 1977 Autumn－winter yield and quality of tall fescue, Agronomy J. **69**：639－643

9）Ong, C.K. 1978 The physiology of tiller death in grasses. Ⅰ. The influence of tiller age, size and position, J. Brit. Grassland Soc. **33**：197－203

10）Owensby, C.E., Rains, J.R. and Mckendrick, J.D. 1974 Effects of one year of intensive clipping of big bluestem, J. Range Mgt. **28**：4, 271－274

11）Perry, L.J. and Chapman, S.R. 1975 Effects of clipping of dry matter yields of basin wildrye, J. Range Mgt. **28**：4, 271－274

12）Smith, D. 1969 Removing and analysing total non－structural carbohydrates from plant tissue, Res. Rept. 41, College of Agricultural and Life Science University of Wisconsin.

13）Smith, D. 1974 Growth and development of timothy tillers as influenced by level of carbohydrate reserves and leaf area, Ann. Bot. **38**：595－606

14）Smith, D. 1975 Trends of nonstructural carbohydrates in the stem bases of switchgrass, J. Range Mgt. **28**：5, 389－391

15）上野昌彦，吉原潔，川鍋祐夫　1961　オーチャードグラス草地の根系発達に及ぼす刈取の影響，農技研報告G第**20**号