

チモシー品種の生育と乾物消化率に及ぼす 遮光の影響

古谷 政道* 増谷 哲雄*
樋口誠一郎* 筒井佐喜雄*

供試品種はクンプウ（極早生）、センボク（早生）、ノサップ（早生）、Erecta R.v.P.（中生）、ホクシュウ（晩生）で、各品種4栄養系をポットに移植し、屋外で栽培した。遮光処理は全生育期間中無遮光区、55%遮光区、84%遮光区とした。なお乾物消化率は迅速セルラーゼ法によって測定した。全植物体乾物重は、遮光割合の増加に伴い各品種とも有意に減少するが、減少の程度は品種により異なった。地上部重と地下部重の比較では、遮光の影響は地下部に大きかった。遮光により SLA, L/S 比は増加し、茎数、出葉数は減少するが、その変化は品種により異なり、供試品種の耐陰性はホクシュウが強く、クンプウが弱いと考えられた。乾物重の品種と遮光処理の交互作用は有意性を示し、低日射量下の生育に対する育種対応が可能と考えられた。乾物消化率は遮光割合の増加に従い有意に減少したが、生育不良な84%遮光区の2番草の乾物消化率は、品種により逆に増加した。

緒 言

チモシーは古くから我が国に導入され、冷涼な気象に適し、栽培しやすいため北海道の重要な基幹牧草であり、府県においても東北地方を主に積雪寒冷地で広く栽培されている²³⁾。現在 OECD の品種リスト³⁷⁾に我が国の4品種を含め98品種が登録され、諸外国では欧州及び北米を主にチモシー育種が盛んである。チモシーは厳寒の冬によく耐え、湿潤な土壤に良く生育するが、反面高温と乾燥に弱く、他の寒地型牧草に比較すると耐陰性が劣ると考えられている^{8, 11, 13)}。一般に陽生植物では、遮光により生育や光合成速度が低下するが¹⁸⁾、その低下の程度は植物の種類や品種により異なると考えられる^{7, 27, 35)}。また遮光と乾物消化率の関係を品種間差から論じた報告は極めて少ない。このため本試験は遮光による品種間の生育の差異^{6, 17)}について、近年我が国で育成された品種を

主な供試材料としたチモシー品種の環境適応性に関する試験の一環として、その遮光下における生育反応と、遮光が乾物消化率に及ぼす影響を検討し、今後のチモシー育種の基礎的資料を得ようとした。

試験方法

供試品種は北海道立北見農業試験場で育成したクンプウ²¹⁾、センボク³¹⁾、ノサップ³²⁾、ホクシュウ³³⁾とベルギー育成の ERECTA R.v.P.（以後エレクタと略記する）の5品種で、個体調査試験結果に基づき、各品種の平均的な4個体を株分けして、それぞれを1/5000アールのワグネルポットに移植した。これらのポットを屋外の50cmの高さの通風の良い台の上に置き栽培した。遮光処理は全生育期間を通して行ない、無遮光区（以後S₀と略記する）、55%遮光区（S₁）及び84%遮光区（S₂）の3処理とし、S₁は黒色寒冷紗1枚、S₂は黒色寒冷紗2枚を高さ180cmのアングルから吊し植物体全体を覆った。試験期間中の合計光強度は5品種の平均でS₀は60,700 (cal/cm²)、S₁は27,300、S₂は9,700であった。遮光による温度変化を極力抑えるため、寒冷紗北側に通風口を設けるとともに寒

1983年11月16日受理

* 北海道立北見農業試験場、009-14 常呂郡訓子府町

冷紗に余裕を持たせ、風により寒冷紗が自由に動くようにし、温度変化を小さくするよう工夫した。本試験の結果は温度変化の影響を考慮しなかった。ポットにはあらかじめ訓子府湿性黒色火山性土を詰め、移植時にポット当り硫安1g、過石2g、硫加0.4gを施用し、1番草収穫時に硫安0.5g、硫加0.2gを追肥した。試験期間中無遮光区における各品種の出穂日と、1番草収穫後35日の2回収穫を行なった。期間中5日ごとに草丈、茎数、出葉数を立毛のままで調査した。収穫時に地上部を葉身と茎部（茎、葉鞘及び穂を含む）に分別し、葉面積等の形質を調査し、70℃で乾燥し秤量した。最終収穫時に地下部（鱗茎及び根）も収穫し調査した。地上部は迅速セルラーゼ法¹⁰⁾により乾物消化率（以後DDMと略記する）を測定した。試験は主区に遮光処理、細区に品種を配する2反復の分割区試験法により実施した。

試験結果

1. 乾物重に及ぼす遮光の影響

Fig. 1に5品種の平均乾物重を示した。遮光により光強度が低下すると、地上部重は S_0 と S_1 の間は比較的緩かに減少し、 S_1 と S_2 の間の減少は急であった。地下部重は光強度の低下により直線的に減少した。 S_2 における地上部重と地下部重の差は他の2処理に比較すると小さかった。

1番草と2番草の乾物重を S_0 を100とする相対値でFig. 2に示した。1番草は葉身重、茎部重ともに遮光割合が高くなるに従い明らかに小さくなり、葉身重は S_1 で5品種平均78%、 S_2 で平均25

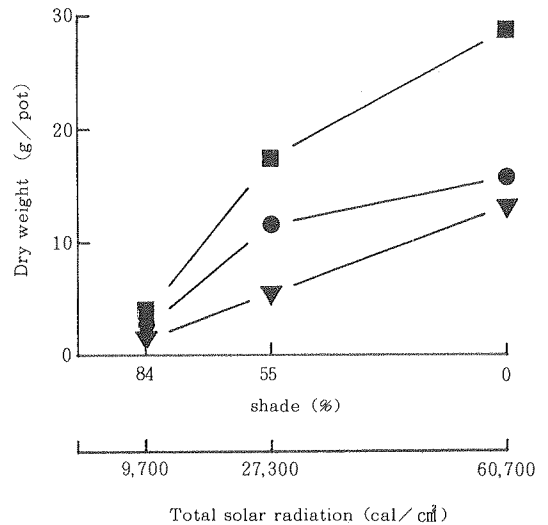


Fig. 1. Relationship between dry weight and shading treatment

Notes: Values shown are averages of five cultivars.

Square; Total plant wt., Circle; Above ground wt., Triangle; Under ground wt..

Table 1. Summarized results of variance analyses for dry weights of timothy cultivars grown under various shading treatments

		F value						
		1st crop		2nd crop		1st plus 2nd crop		
		Above		Above		Above	Under	Total
Source of	D.f.	Leaf	ground	Leaf	ground	ground	ground	plant
Variance		blade	part	blade	part	part	part	
Replication	1	1.03 ^{ns}	2.67 ^{ns}	1.87 ^{ns}	0.68 ^{ns}	0.00 ^{ns}	0.08 ^{ns}	0.03 ^{ns}
Shade, S	2	166.49**	99.19**	59.21*	40.11*	229.04**	82.86*	138.75**
Error (a)	2							
Cultivar, C	4	52.81**	190.43**	7.87**	16.43**	16.73**	29.42**	32.53**
S×C	8	3.26*	22.78**	4.47*	8.06*	3.60*	5.89**	3.88*
Error (b)	12							

Notes: *, **; Significant at 5% or 1% level of probability, respectively. ns; Non-significant.

%, 茎部重は S_1 で平均71%, S_2 で平均16%であった。2 番草の葉身重は S_1 でクンプウ, ホクシュウが S_0 より小さく, 他の3 品種は大きかった。 S_2 は各品種とも他の2 処理に比較して小さく, 平均31%であった。2 番草の葉身重の処理間変動傾向は1 番草と明らかに異なった。同じく2 番草の茎部重は遮光割合が高くなるに従い小さくなり, S_1 の平均は44%, S_2 の平均は4%で, 特にホクシュウを除く他の品種は極めて小さかった。この結果1 番草の地上部重は S_1 でホクシュウがやや大きく, S_2 で品種間差は小さかった。2 番草の地上部重は S_1 でエレクタ, ホクシュウが大きく, S_2 でホクシュ

ウが大きかった。

地上部乾物重(1・2 番草合計), 地下部乾物重及び全植物体乾物重を S_0 を100とする相対値で Fig. 3 に示した。地上部重は各品種とも遮光割合が高くなるに従い小さくなるが, ホクシュウは S_1 で88%, S_2 で23%と他の品種に比較するとやや大きい値を示した。地下部重は各品種とも遮光割合が高くなるに従い小さくなるが, その低下割合は地下部重より大きい。 S_1 でホクシュウは51%, S_2 では品種間差は小さいが, ホクシュウは11%で他の品種に比較するとやや大きかった。この結果全植物体重は S_1 でホクシュウ, エレクタが大きく,

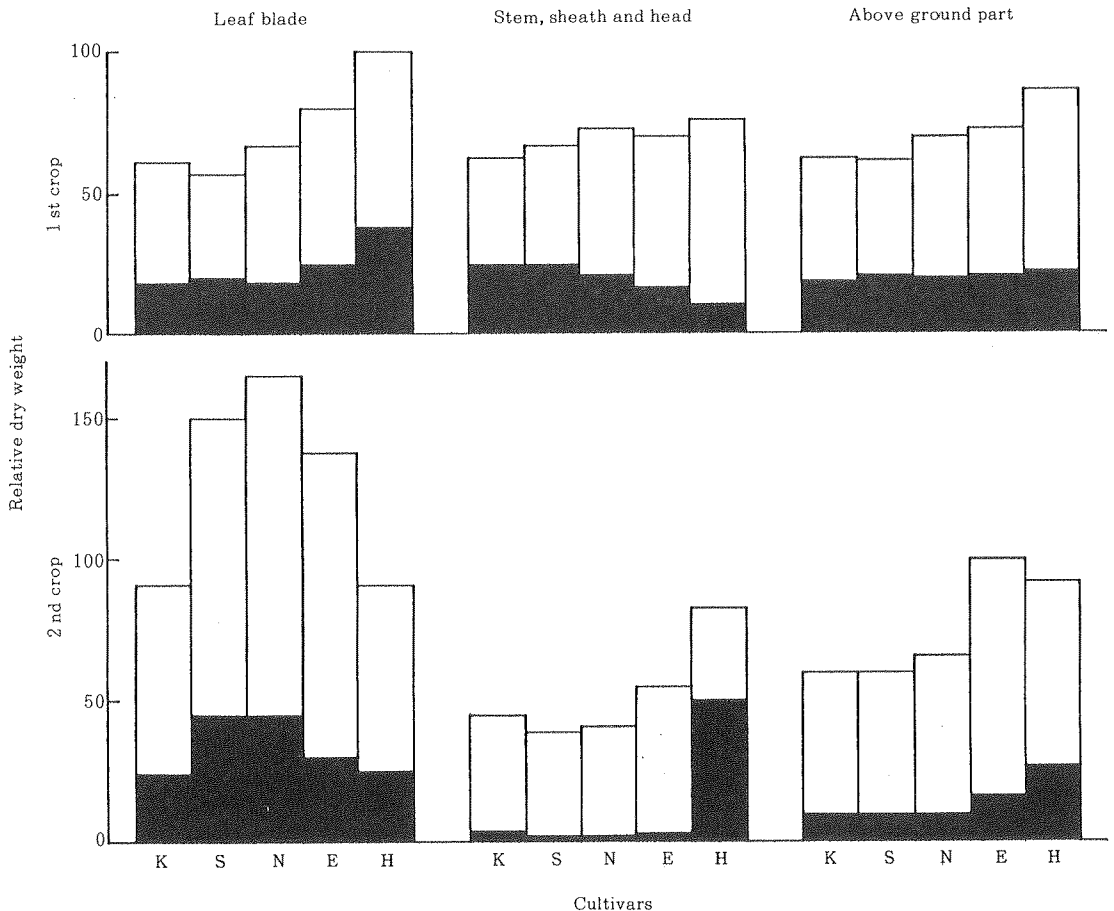


Fig. 2. Relative dry weights (Dry weight of no shade treatment = 100) of 1st and 2nd crop of timothy cultivars grown under various shading treatments

Notes: Open plus closed part of bar shows the relative dry weight of 55% shade treatment, and closed part of bar shows the relative dry weight of 84% shade treatment.

K; Kunpū, S; Senpoku, N; Nosappu, E; Erecta RvP, H; Hokushū.

S₂でホクシュウがやや大きかった。3形質とも遮光割合が高くなるに従いその値は小さくなるが、
Table 1 に示すとおり遮光処理間、品種間だけでなく交互作用も有意性を示し、遮光処理に対する品種の反応は明らかに異なった。

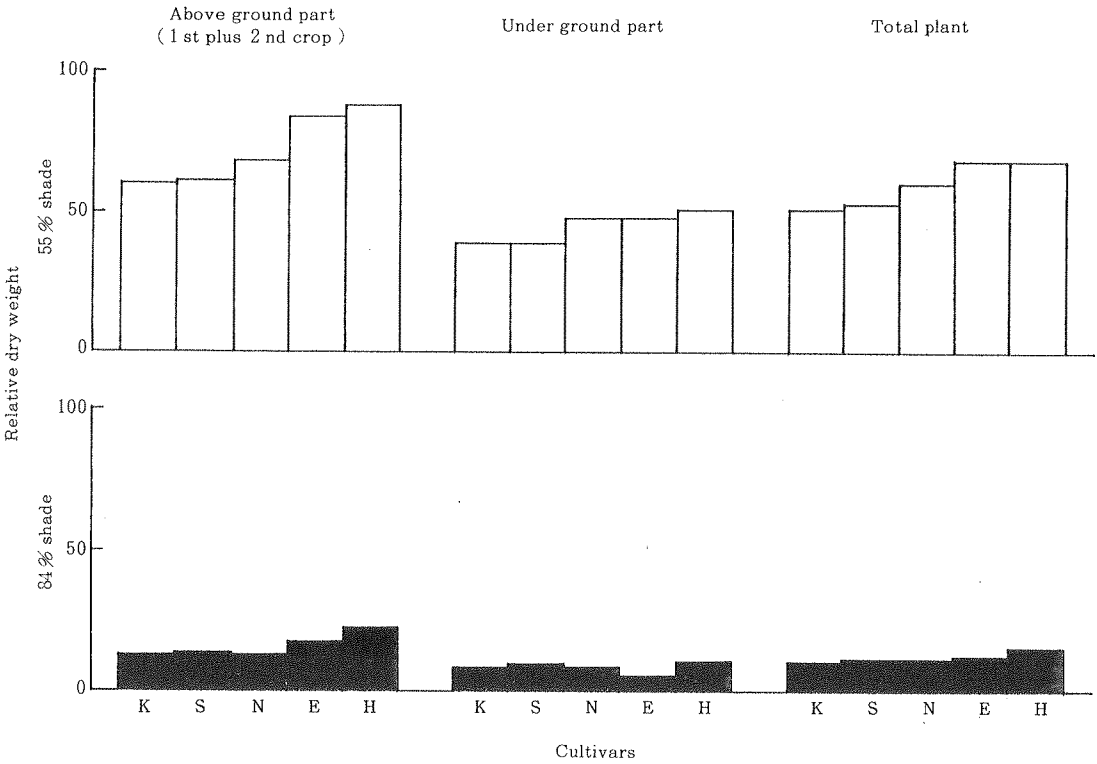


Fig. 3. Relative dry weights (Dry weight of no shade treatment = 100) of above ground part, under ground part and total plant of timothy cultivars grown under various shading treatments
Note : K; Kunpū, S; Senpoku, N; Nosappu, E; Erecta RvP, H; Hokushū.

Table 2. Construction ratio of dry weight of timothy cultivars grown under various shading treatments

Shade ¹⁾	Construction ratio (%) ³⁾						
	1st crop			2nd crop			
	Leaf blade	Stem ²⁾	Above ground part	Leaf blade	Stem ²⁾	Above ground part	Under ground part
S ₀	12.6	13.3	25.9	10.1	19.2	29.3	44.8
S ₁	16.1	15.5	31.6	20.7	13.8	34.5	33.9
S ₂	24.3	16.2	40.5	24.3	5.4	29.7	29.7

Notes : 1) S₀, S₁ and S₂; No shade, 55% shade and 84% shade, respectively.
2) With sheath and head.
3) Values shown are averages of five cultivars.

2. 乾物構成割合に及ぼす遮光の影響

Table 2 に乾物重の構成割合を 5 品種の平均値で示した。遮光は乾物構成割合にも影響を及ぼし、遮光割合の増加に伴い葉身重の割合は各品種とも増加し、 S_0 に対する S_2 の増加割合の大きい品種は 1 番草はホクシュウで、2 番草はセンボクであった。茎部重の割合は 1 番草で増加、2 番草で減少したが、1・2 番草ともホクシュウが異なる傾向を示した。地下部重の割合は遮光割合の増加に従い各品種とも減少したが、減少割合の最も大きい品種はエレクトアであった。

3. 葉面積、葉身／茎部比及び比葉面積に及ぼす遮光の影響

個体当たり葉面積（以後 LA と略記する）と遮光の関係を Fig. 4 に示した。1・2 番草とも S_1 の LA が最も大きく、 S_2 が最も小さかった。 S_0 と S_2 で 1・2 番草の差は小さいが、 S_1 で 2 番草が 1 番草より明らかに大きかった。 S_1 程度の遮光では LA は S_0 より増加するが、 S_2 のように強い遮光により光強度が極端に低下した場合は LA は逆に小さくなるものと考えられる。1・2 番草とも処理間、品種間及び交互作用は有意性を示し、 S_0 に対する S_2 の減少割合の大きい品種は 1 番草はノサップ、2 番草はクンプウであった。

葉身／茎部比（以後 L/S 比と略記する）と遮光の関係を Fig. 5 に示した。L/S 比は 1・2 番草とも遮光により増加したが、1 番草で処理間、品種間差は小さいが、2 番草でその差は大きかった。

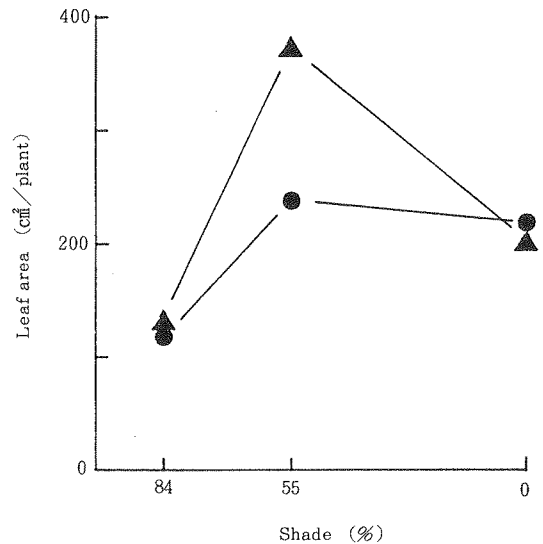


Fig. 4. Relationship between leaf area and shading treatment

Notes: Values shown are averages of five cultivars.

Circle; 1st crop, Triangle; 2nd crop.

Table 3. Specific leaf area (SLA) of timothy cultivars grown under various shading treatments

Cultivar	SLA ¹⁾					
	1st crop			2nd crop		
	S_0 (cm ² /g)	S_1 (%)	S_2 (%)	S_0 (cm ² /g)	S_1 (%)	S_2 (%)
Kunpū	254	136	224	265	138	217
Senpoku	226	142	205	296	126	189
Nosappu	241	148	198	296	143	199
Erecta RvP	249	153	208	301	146	216
Hokushū	234	137	228	279	173	244
Average	241	143	213	288	145	213
Significance ²⁾	S	*			**	
	C	ns			**	
	S×C	ns			ns	

Notes: 1) S_0 , S_1 and S_2 ; No shade, 55% shade and 84% shade, and S_1 and S_2 represent relative value of $(S_1/S_0) \times 100$ and $(S_2/S_0) \times 100$, respectively.

2) Refer to notes in Table 1.

S_0 に対する S_2 の増加割合はセンボク、ノサップが大きかった。

Table 3に1番草と2番草の比葉面積(以後SLAと略記する)を示した。同表では S_0 についてはSLA値、 S_1 と S_2 は S_0 に対する相対値で示してある。1・2番草とも遮光割合が高まり、光強度が低下するとSLAは大きくなった。1番草で遮光処理間、2番草で遮光処理間と品種間に有意差が認められ、2番草でホクシュウの増加割合が大きかった。

4. 草丈, 茎数, 出葉数の推移

Fig. 6に処理開始時の草丈を100とした指数で草丈の推移を示した。1番草はホクシュウを除く他の4品種はよく似た傾向を示し、生育途中まで S_2 の増加割合が最も大きく、 S_0 は生育初期から小さかった。収穫時において S_1 と S_2 の増加割合が大きく、 S_0 が最も小さかった。ホクシュウは他の品種と同様に S_1 の増加割合が大きい、 S_0 と S_2 が逆転し、 S_2 が最も小さかった。2番草はクンプウ、センボク及びノサップの3品種が似た傾向を示し、

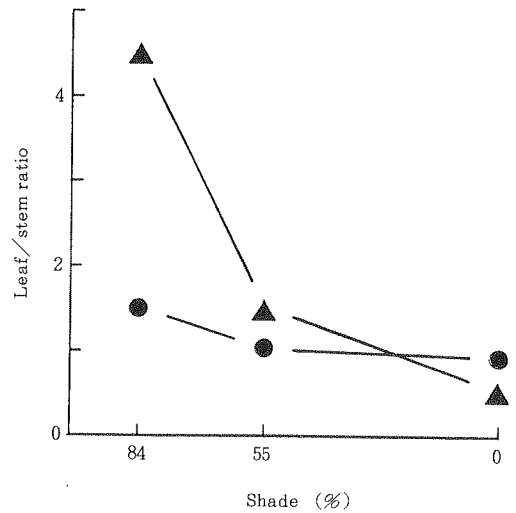


Fig. 5. Relationship between leaf/stem* ratio and shading treatment

Notes: Values shown are averages of five cultivars.

Circle; 1st crop, Triangle; 2nd crop.

* With sheath and head.

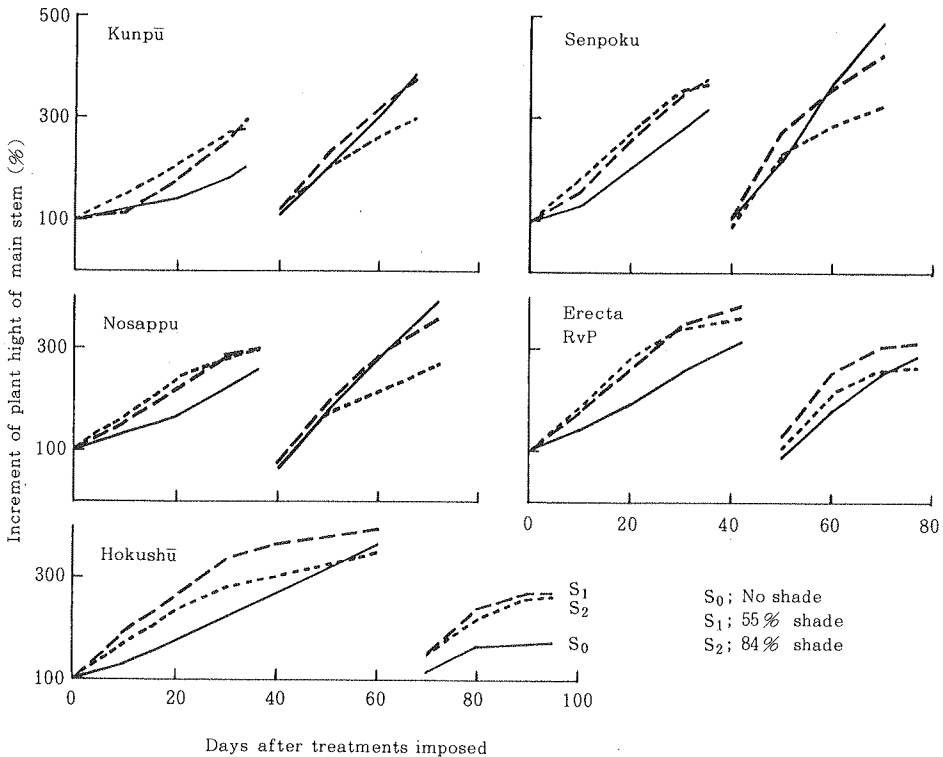


Fig. 6. Increment of plant height of timothy cultivars grown under various shading treatments

収穫時の増加割合は S_0 が大きく、 S_2 が小さかった。エレクトは S_1 が大きく、 S_2 が小さかった。ホクシュウは再生初期から S_1 が大きく、 S_0 が小さかった。茎数の推移を処理開始時の茎数を100とした指

数で Fig. 7 に示した。1 番草で5品種とも似た傾向を示し、 S_0 の増加割合が大きく、 S_2 が小さかった。遮光処理間差はクンプウが小さく、出穂期の遅い品種ほど大きかった。2 番草はセンボクを除

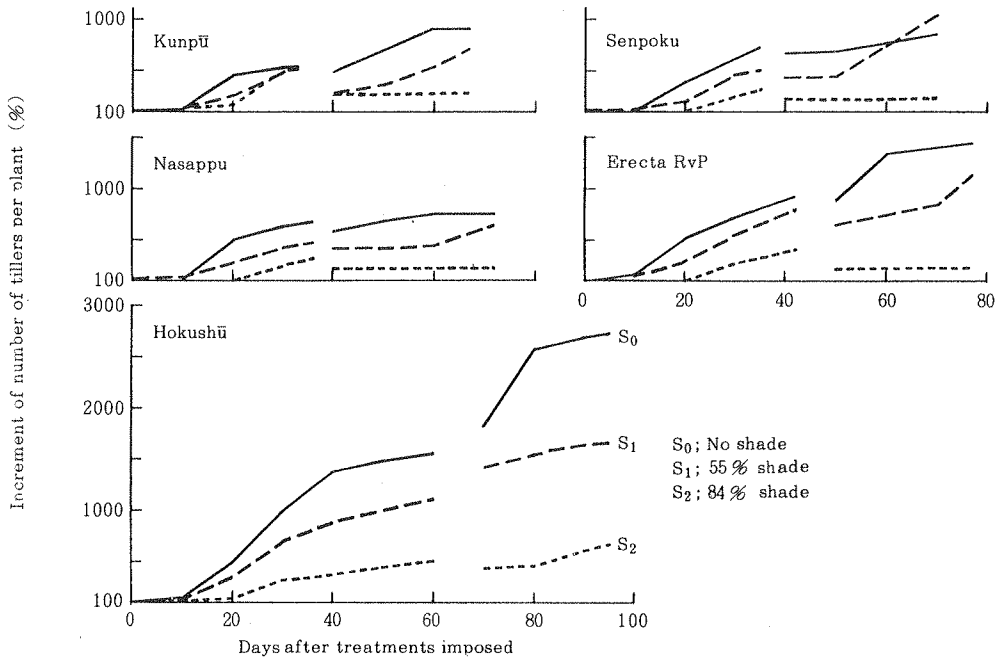


Fig. 7. Increment of number of tillers of timothy cultivars grown under various shading treatments

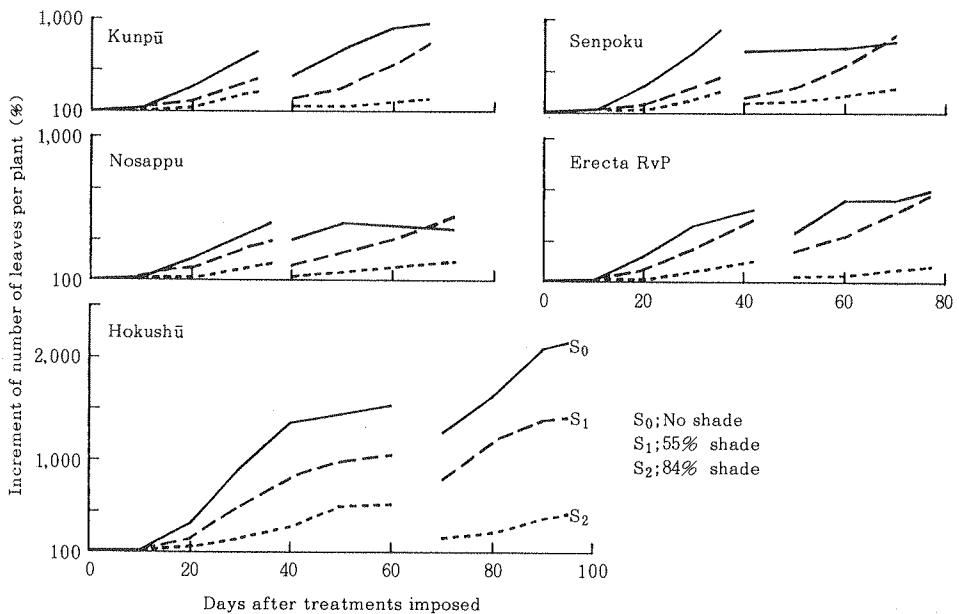


Fig. 8. Increment of number of leaves of timothy cultivars grown under various shading treatments

き、 S_0 の増加割合が最も大きく、 S_2 が小さかった。センボクは S_1 が大きかった。 S_2 はホクシュウ以外の品種はほとんど増加しなかった。遮光処理間差は1番草と同じく出穂期の遅い品種ほど大きかった。

出葉数の推移を処理開始時の出葉数を100とした指数でFig.8に示した。1番草は各品種とも S_0 の増加割合が大きく、 S_2 が小さかった。2番草はクンプウ、エレクタ及びホクシュウの S_0 の増加割合が大きく、 S_2 が小さい。センボクとノサップは収穫直前に S_0 と S_1 が逆転し、収穫時において S_1 が大きく、 S_2 が小さかった。 S_2 の増加割合は1・2番草とも小さかった。

本試験で設定した3種の遮光処理による供試品種の生育反応は、以上述べたとおりであり、要約すると地上部重、地下部重とも遮光により減少するが、その減少割合は地下部重で大きい。 S_0 を100とした遮光区相対全植物体重の最も大きい品種はホクシュウで、最も小さい品種はクンプウであった。L/S比、SLAは遮光により各品種とも増

加した。LAは S_1 で増加、 S_2 で減少する。茎数、出葉数の生育に伴う増加割合はホクシュウが最も大きかった。

5. DDMに及ぼす遮光の影響

1番草と2番草のDDMをTable4に示した。1番草のDDMは葉身、茎部ともに遮光割合が高くなるに従い有意に小さくなった。その低下割合は S_1 で葉身と茎部の差は小さいが、 S_2 で各品種とも葉身が大きかった。2番草のDDMは S_0 に比較すると S_1 は各品種とも小さく、 S_2 は品種により傾向が異なった。 S_1 と S_2 の比較では各品種とも S_2 が大きかった。1・2番草とも遮光処理間は無意性を示したが、交互作用は無意性を示さなかった。

考 察

牧草の生育に影響を及ぼす重要な気象要因である日射量は、種々の草種でその影響が検討されている^{5, 14, 20)}。本試験はチモシー品種の環境適応性に関する試験の一環として、日射量の違いがチモ

Table 4. Effect of shading on digestible dry matter of timothy cultivars

Crop	Plant part	Cultivar	Digestible dry matter (%) ¹⁾			Ratio ²⁾		Significance ³⁾		
			S_0	S_1	S_2	S_1	S_2	S	C	S × C
1st	Leaf blade	Kunpū	74.9	72.8	69.1	97	92	**	**	ns
		Senpoku	73.4	71.1	67.6	97	92			
		Nosappu	75.0	72.7	68.2	97	91			
		Erecta RvP	72.6	68.2	68.0	94	94			
		Hokushū	71.5	69.1	68.5	97	96			
		Average	73.5	70.8	68.3	96	93			
	Stem, sheath and head	Kunpū	71.3	68.4	66.8	96	94	*	ns	ns
		Senpoku	69.6	67.2	66.9	97	96			
		Nosappu	68.4	66.8	66.6	98	97			
		Erecta RvP	67.9	66.8	65.8	98	97			
		Hokushū	70.2	68.3	67.9	97	97			
		Average	69.5	67.5	66.8	97	96			
2nd	Above ground	Kunpū	71.6	69.1	70.9	97	99	**	*	ns
		Senpoku	69.2	68.2	71.2	99	103			
		Nosappu	68.3	67.7	70.0	99	102			
		Erecta RvP	71.6	69.4	69.8	97	97			
		Hokushū	73.8	71.7	72.1	97	98			
		Average	70.9	69.2	70.8	98	99			

Notes: 1) S_0 , S_1 and S_2 ; No shade, 55% shade and 84% shade, respectively.

2) $(S_1/S_0) \times 100$ or $(S_2/S_0) \times 100$.

3) Refer to notes in Table 1.

シーの生育に及ぼす影響を、品種と日射量の交互作用から検討した。また日射量が栄養価の指標としての DDM に与える影響も併せて検討した。環境要因の重要な要素の一つである日射量と品種の交互作用を検討することは、品種の適応性あるいは特性評価のために重要であり、今後のチモシー育種に多くの知見を与えるものと考えられる³⁰⁾。チモシーは他の寒地型牧草に比較すると、他草種との競合に弱い欠点を持っているが、その原因の一つが被陰に弱いことであろう⁸⁾。このため本試験では低日射量の影響を検討するため、日射量を遮光により減量し、無遮光区、55%遮光区及び84%遮光区の3種の処理を設けた。本試験の結果でも遮光の影響は明らかで、Fig. 2 や 3 に示した相対乾物重や茎数、葉数の生育推移からみれば、各品種とも遮光区の生育は不良で、5品種の平均全植物体乾物重は S_0 に比較すると S_1 で61%、 S_2 でわずか13%であった。陽生植物であるチモシーは遮光により光飽和における光合成速度と呼吸が低下し²²⁾、その結果遮光区の乾物重は S_0 に比較し小さくなったものと考えられる。しかしながら Table 1 に示す分散分析の結果から乾物重の遮光処理と品種の交互作用は有意性を示し、遮光が乾物重に与える影響の大きさは品種により異なると推測され、本試験に供試した5品種の耐陰性はホクシュウが比較的強く、クンプウが弱いと考えられた。一般に遮光により葉身の面積が大きく、薄くなる。すなわち SLA が増加するのは少ない光条件に対して光合成面積の増大によって対処しようとする植物の適応的な変化と考えられ、この変化の程度は植物の耐陰性に大きな関係を持つものと推定されている^{18, 28)}。本試験においても Table 3 に示すように1・2番草とも遮光により SLA は増加し、特に2番草では品種間差も認められた。また光合成面積を増大させる変化は Table 2 に示す葉身乾物構成割合の遮光による増大や、Fig. 5 に示す L/S 比の変化からも推察できる。しかしながら LA は Fig. 4 に示す通り、 S_0 に比較すると S_1 で増加、 S_2 で減少する。一般に LA は遮光により増加すると考えられるが、 S_2 のように極端に弱い光条件下では乾物重だけでなく、LA も減少し、正常な環境でない特殊な場合と考えられた。一方陽生植物で

も光の弱い時期に生育している植物の葉や、群落内の被陰されている下葉は、いわゆる陰葉化し、弱光下の光利用効率が高いことが知られており¹⁹⁾、本試験でも晩生の品種ほど遮光期間が長く、耐陰性が比較的強いとみられるホクシュウには陰生植物に似た光合成能を示す生理的適応現象があったとも考えられるが、遮光期間と耐陰性の関係は本試験の範囲内では不明で、今後の検討課題とした。遮光による乾物重の変化は地上部重に比較すると地下部重でより顕著に抑制される。このような傾向は Fig. 3 に示すとおり S_1 、 S_2 とともに同じであった。この理由は遮光下では少ない光合成産物は光合成面積の増大に向けられ、地下部に転流する余裕がないためと考えられる。また Table 2 に示す乾物重の構成割合においても、地下部重の割合は S_0 で44.8%であったが、 S_2 では29.7%で15.1%減少した。このように遮光により地下部の生育が抑制されることは多年生牧草であるチモシーの生育に著しく不利な条件となろう。なおこのような遮光による地下部の変化はチモシーだけの特異な現象でなく、他の草種¹⁶⁾、他の作物²⁴⁾にも共通している一般的な現象と考えられる。

一般に育成品種の環境に対する反応は、育成地の環境条件に大きく左右される³⁾。寒冷地で育成された品種は温暖地原産の品種に比較し耐寒性に勝つことはよく知られている²⁵⁾。既に述べたように本試験に供試した品種中、エレクタを除く他の4品種は同一試験地で育成されていることから、上記の遮光に対する品種反応の違いは品種母材の栽培地の環境条件と関連すると考えられる⁴⁾。また同一種の植物でも日射量に関して生態的条件を異にする場合、光飽和における光合成速度や、炭素固定経路に関与する酵素活性が著しく異なることが明らかにされている²⁾。一方本試験の供試品種中比較的耐陰性が強いホクシュウ³³⁾は高緯度原産の品種系統を母材としており、比較的耐陰性が弱いクンプウ²¹⁾は低緯度原産の材料を母材としており、これら品種の耐陰性の違いは、品種母材に由来する可能性が強いと推定される。また供試した品種の出穂期については、圃場条件ではセンボクとノサップは同一出穂期の範囲内であるが、他の品種はおおよそ1週間間隔で出穂期が

異なり、全品種で約1ヶ月の出穂期の差が認められる。すなわちクンプウが極早生、センボクとノサップが早生、エレクトアが中生、ホクシュウが晩生である。これら供試品種の出穂期と Fig. 3 の相対全植物体乾物重の関係は明瞭に示され、出穂期の遅い品種ほど遮光区相対重が大きく、この傾向は S_1 も S_2 も同じであり、出穂期の遅い品種ほど耐陰性が強いと考えられる。しかし供試品種数も少なく、耐陰性と出穂期の関係は遮光期間の関係とともに今後更に検討の必要があろう。なおこれら品種の遮光下の生育は、既に指摘した長日下の生育¹²⁾とよく似た傾向を示し、チモシーにみられる耐陰性と日長反応は相互に関連する特性であることが推察された。

低日射条件は栽培技術で対応できない気象要因の一つであるが、本試験の結果から耐陰性の品種間差が認められたことから、低日射量下の栽培環境要因への育種の対応が可能と考えられる。今後は低日射条件下で高い適応性を示す品種育成のため母材の導入、検定方法の開発が重要な課題となる。

DDM に及ぼす遮光の影響は Table 4 に示しており、遮光処理間差に有意性が認められた。しかし遮光処理間の傾向は1番草と2番草で異なった。一般に遮光によりDDMは低下すると考えられる²⁶⁾。DDMの低下に影響を及ぼす大きな要因の一つに、植物体中の非構造化炭水化物の蓄積が減少することが考えられる。遮光により日射量が減少すると、光合成能力を高めるため植物体中に窒素化合物が増加し、逆に炭水化物の合成は抑制されることが知られている^{1, 9, 34)}。遮光によりSLAが増加するなど植物体の形態に関して適応的な変化が認められたが、このような動きから植物体内成分にも同じような適応的な変化が起こっているものと考えられた。1番草のDDMは葉身、茎部とも遮光割合が高くなるに従い低下し、各品種とも同じ傾向を示した。2番草は1番草と傾向は異なり、生育ステージの遅れている S_2 は S_1 より大きいDDMを示した³⁶⁾。植物体内成分に関しては、遮光による窒素化合物の増加により硝酸態窒素も増加するが²⁹⁾、硝酸態窒素は硝酸中毒の原因になり家畜栄養上問題になる。また林内の被陰されて生育して

いる牧草は、被陰されていない牧草に比較すると嗜好性が劣るといわれ、この理由は硝酸態窒素の集積によるものと考えられている¹⁵⁾が、DDMの低さもその原因の一つと推察される。

DDM についての遮光処理と品種の交互作用は1・2番草とも有意性を示さなかったことから、上記の遮光による体内成分の変化とDDMの関係はチモシーに一般的な現象で、他の草種にも共通するものと考えられる²⁶⁾。今後は低日射量下でDDMの低下しない品種育成のための検討が必要と考えられる。

謝 辞 本稿は北海道立北見農業試験場手塚浩場長の御校閲を賜った。また同下野勝昭研究職員に多くの御指導をいただいた。深大なる謝意を表する。

引用文献

- 1) Alberda, T. "The influence of carbohydrate reserves on respiration, and dry matter production of intact plants". Proc. XI Int. Grassl. Congr. 517-522 (1970).
- 2) Björkman, O. "Further studies on differentiation of photosynthetic properties in sun and shade ecotypes of *Solidago virgaurea*". Physiol. Plant. 21, 84-99 (1968).
- 3) Cooper, J.P. "Species and population differences in climatic response". Environmental control of plant growth. Evans, L.T. ed. New York, Academic Press, 1963, p. 381-400.
- 4) Cooper, J.P., Wilson, D. "Variation in photosynthetic rate in *Lolium*". Proc. XI Int. Grassl. Congr. 522-527 (1970).
- 5) Chan, Wing-To, Mackenzie, A.F. "Effects of shading and nitrogen on growth of grass-alfalfa pastures". Agron. J. 63, 667-669 (1971).
- 6) Cordukes, W.E., Fisher, J.E. "Effects of the leaf sheath on the growth and development of the tiller stems of kentucky bluegrass". Can. J. Plant Sci. 54, 47-53 (1974).
- 7) 中條博良, 浅野廣. "分けつの遮光が数種牧草の生長に及ぼす影響". 日草誌. 19, 276-282 (1973).
- 8) 江原薫. "飼料作物学 下巻". 養賢堂, 1955, p. 48-49.
- 9) Eriksen, F.I., Whitney, A.S. "Effects of

- light intensity on growth of some tropical forage species. I. Interaction of light intensity and nitrogen fertilization on six forage grasses". *Agron. J.* **73**, 427-433 (1981).
- 10) 古谷政道, 植田精一, 樋口誠一郎, 筒井佐喜雄.
“牧草の乾物消化率推定のための迅速セルラーゼ法の応用”. 北海道立農試集報. **47**, 23-30 (1982).
 - 11) 古谷政道, 増谷哲雄, 樋口誠一郎, 筒井佐喜雄.
“生育温度の違いがチモシー品種の生育と乾物消化率に及ぼす影響”. 北海道立農試集報. **49**, 1-11 (1983).
 - 12) 古谷政道, 増谷哲雄, 樋口誠一郎, 筒井佐喜雄.
“チモシー品種の生育と乾物消化率に及ぼす日長時間の影響”. 北海道草研会報. **17**, 83-86 (1983).
 - 13) 古谷政道, 増谷哲雄, 樋口誠一郎, 筒井佐喜雄.
“チモシー品種の生育と乾物消化率に及ぼす土壤水分の影響”. 北海道立農試集報. (印刷中).
 - 14) George, J.R., Rhykrdd, C.L., Noller, C.H.
“Effect of light intensity, temperature, nitrogen, and stage of growth on nitrate accumulation and dry matter production of a sorghum-sudangrass hybrid”. *Agron. J.* **63**, 413-415 (1971).
 - 15) 後藤正和, 菅原和夫, 林兼六. “壮令林内牧草の採食利用性”. 日草誌. **28**, 330-335 (1982).
 - 16) Groya, F.L., Sheaffer, C.C. “Establishment of sod-seeded alfalfa at various levels of soil moisture and grass competition”. *Agron. J.* **73**, 560-565 (1981).
 - 17) Hart, R.H. “Seedling growth of crownvetch, ladino clover, and alfalfa under shade”. *Agron. J.* **68**, 683-685 (1976).
 - 18) 木村允, 戸塚績. “植物の生産過程”. 共立出版, 1977, p. 5-11.
 - 19) 玖村敦彦. “大豆の物質生産に関する研究 第4報 葉の発育時における光条件がその光合成特性に及ぼす影響”. 日作紀. **37**, 583-588 (1968).
 - 20) Langer, R.H.M. “Growth of prairie grass (*Bromus unioloides* H.B.K.) in different temperatures and light intensities”. *Proc. XI Int. Grassl. Congr.* 502-506 (1970).
 - 21) 増谷哲雄, 古谷政道, 樋口誠一郎, 筒井佐喜雄, 植田精一. “チモシー新品種「クンプウ」の育成について”. 北海道立農試集報. **45**, 101-113 (1981).
 - 22) 村田吉男, 玖村敦彦, 石井龍一. “作物の光合成と生態”. 農山漁村文化協会, 1976, p. 63-66.
 - 23) 大原久友. “草地学概論”. 明文書房, 1965, p. 40-43.
 - 24) Patricia, S.H., Van Veldhuizen, R.M., Stushnoff, C., Wildung, D.K. “Effects of light intensity on vegetative growth of lingonberries”. *Can. J. Plant Sci.* **62**, 965-968 (1982).
 - 25) Quellet, C.E. “Winter hardiness and survival of forage crops in Canada”. *Can. J. Plant Sci.* **56**, 679-689 (1976).
 - 26) Schöberlein, W., Lanpeter, W. “The effects of global radiation before harvesting upon the digestibility of the dry matter of some grass species”. *Proc. XIII Int. Grassl. Congr.* 1, 245-249 (1977).
 - 27) Singh, M., Ogren, W.L., Widholm, J.M. “Photosynthetic characteristics of several C₃ and C₄ plant species grown under different light intensities”. *Crop sci.* **14**, 563-566 (1974).
 - 28) Straley, C.S., Cooper, C.S. “Effect of shading mature leaves of alfalfa and sainfoin plants on specific leaf weight of leaves formed in sunlight”. *Crop sci.* **12**, 703-704 (1972).
 - 29) Stritzke, J.F., Croy, L.I., McMurphy, W.E. “Effect of shade and fertility on NO₃-N accumulation, carbohydrate content, and dry matter production of tall fescue”. *Agron. J.* **68**, 387-389 (1976).
 - 30) 鈴木茂. “環境要因に基づく適応性の評価について”. 育種学最近の進歩. **16**, 22-31 (1975).
 - 31) 植田精一, 真木芳助, 田辺安一, 嶋田徹, 中山貞雄, 筒井佐喜雄. “チモシー新優良品種「センボク」について”. 北農. **38** (2), 1-7 (1971).
 - 32) 植田精一, 増谷哲雄, 樋口誠一郎, 古谷政道, 筒井佐喜雄. “チモシー新品種「ノサップ」の育成について”. 北海道立農試集報. **38**, 34-46 (1977).
 - 33) 植田精一, 増谷哲雄, 古谷政道, 樋口誠一郎, 筒井佐喜雄. “チモシー新品種「ホクシュウ」の育成について”. 北海道立農試集報. **38**, 47-61 (1977).
 - 34) Walgenbach, R.P., Marten, G.C. “Release of soluble protein and nitrogen in alfalfa. III. Influence of shading”. *Crop Sci.* **21**, 859-862 (1981).
 - 35) Wilkinson, J.F. Beard, J.B., Krans, J.V. “Photosynthetic-respiratory responses of Merion kentucky bluegrass and Pennlawn red fescue at reduced light intensities”. *Crop Sci.* **15**, 165-168 (1975).

36) 吉田則人. “酪農飼料”. 明文書房, 1970, p. 8-16.

eligible for certification”, OECD. 1982, p. 14.

37) OECD “*Phleum pratense* L., List of cultivars

Effects of Shading on the Growth and Digestible Dry Matter Content of Timothy (*Phleum pratense* L.) Cultivars

Masamichi FURUYA* Tetsuo MASUTANI* Seiichiro HIGUCHI*
and Sakio TSUTSUI*

Summary

As a part of a study on the adaptability of timothy cultivars to environmental conditions, the effects of solar radiation on the growth and digestible dry matter were examined using the following cultivars: Kunpū (extremely early maturing type), Senpoku (early maturing type), Nosappu (early maturing type), Erecta R.v.P. (medium maturing type), and Hokushū (late maturing type).

Four clones of each cultivar were transplanted in a Wagner pot (1/5000 a), that had been filled previously with a gleyic ordinary andsols and cultivated outdoors. At transplanting, each pot received 1g of ammonium sulfate, 2g of superphosphate of lime, and 0.4g of potassium sulfate; after the first cut another 0.5g of ammonium sulfate and 0.2g of potassium sulfate were added to each pot. Three levels of shading treatment were non (S_0), 55% (S_1), and 84% (S_2) throughout the whole growth period. Two replications of each cultivar were then arranged in a split plot experiment design: main plot was shading levels and split plot was cultivars.

In all timothy cultivars studied, the dry weights of above ground plant (1st crop plus 2nd crop), under ground plant, and total plant were greatest in S_0 , middle in S_1 , and smallest in S_2 . However, the interaction between shading and cultivars in dry weight was statistically significant that indicating the prospect of breeding new cultivars which will grow well under deficient solar radiation. It is assumed that the shade tolerance of Hokushū is high and that of Kunpū is low.

The percent digestible dry matter of timothy plant was decreased by shading, the interaction between shading and cultivars in digestible dry matter showed no significance.

* Hokkaido Prefectural Kitami Agricultural Experiment Station, Kunneppu, Hokkaido, 099-14, Japan.