

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

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), センポク(早生), ノサップ(早生), Erecta R.V.P.(中生), ホクシュウ(晩生)である。生育温度は31/26℃(昼/夜温), 23/18℃, 15/10℃とし, それぞれ高温区, 標準区, 低温区とした。試験期間は30日間で, 各品種4栄養系をポットに移植し, 上記の温度に設定したガラス室で栽培した。地上部, 地下部重を含めた全植物体重はクンプウ, センポク, ノサップの3品種は標準区が最も大きく, ついで低温区, 高温区の順であったが, Erecta R.V.P., ホクシュウの2品種は低温区が最も大きく, 高温区が最も小さかった。供試した5品種の感温性は明らかに異なった。乾物消化率は生育温度が高くなるに従い全品種とも明らかに低下したが, 品種と生育温度の交互作用は有意性を示さなかった。

緒 言

チモシーは冷涼な気象に適し, 栽培しやすく, 古くから北海道の重要な基幹草種である²⁰⁾。北海道における主要な栽培地帯はチモシーランドと言われる根釧地方を主とした北海道東部であり, 府県では東北北部を主に, 積雪寒冷地に栽培されている。海外では高緯度の北欧および北米が主な栽培地であり, これらの国ではチモシーの育種が盛んで, 現在30品種がOECDの品種リストに登録されている³⁷⁾。チモシーは比較的気象に敏感な草種であり²⁵⁾, 春の低温・長日条件で萌芽・花芽分化し, 秋の低温・短日で直ちに休眠に入るため越冬性は極めて強いが, 反面高温乾燥に弱い欠点を持っている²⁰⁾。チモシーの温度に対する反応は品種間で異なると考えられるが, 既往の研究結果では生育と温度との関係では, 他の草種との比較からの知見だけで^{1,2,15,23)}, 品種間差の検討はほとんど行われていない。また生育温度と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。このため本試験では近年我が国で育成された品種をもとに,

チモシー品種の温度反応と, 生育温度が消化率に及ぼす影響を検討し, 今後のチモシー育種や栽培及び利用試験の基礎的資料を得ようとした。

試験方法

供試したチモシー品種は北海道立北見農業試験場で育成されたクンプウ¹⁸⁾, センポク³¹⁾, ノサップ³³⁾, ホクシュウ³⁴⁾とベルギー育成のErecta R.V.P.³²⁾(以後エレクトアと略記する)で, 4年間の調査結果から各品種の平均的な4栄養系を選び, 1/5000 aのワグネルポットに移植した。ポットには湿性黒色火山性土(訓子府土壌)を詰め, 施肥量はポット当り硫安1 g, 過石2 g, 硫加0.4 gとし, 土壌に混和した。これらのポットを31/26℃, 23/18℃, 15/10℃(昼/夜温)の温度に設定したガラス室に設置し, 温度処理を開始した。以後31/26℃処理を高温区, 23/18℃処理を標準区, 15/10℃処理を低温区と略記する。昼時間は6時から18時までの12時間, 日長時間は4時から20時までの16時間とした。

試験期間は30日間で, 5日ごとに草丈, 茎数, 出葉数を立毛のままで調査した。試験終了時に葉面積などの形質を調査し, 地下部(鱗茎及び根, 以後根部と略記する)と, 地上部を葉身とその他

1982年9月4日受理

*北海道立北見農業試験場, 099-14常呂郡訓子府町

の部分(茎及び葉鞘, 以後茎部と略記する)に分別し, 70℃で乾燥後それらの重量を秤量した。地上部植物体は迅速セルラーゼ法⁹⁾により乾物消化率(以後 DDM と略記する)の分析を行った。

試験は, 主区に温度処理, 細区に品種を配する分割区試験法で, 2 反復で行った。

試験結果

1 乾物重に及ぼす温度の影響

地上部乾物重, 根部重, 全乾物重を Fig. 1 に示した。地上部乾物重は各品種とも標準区が最も大きく, 最も小さい処理はクンプウ, センポク, ノ

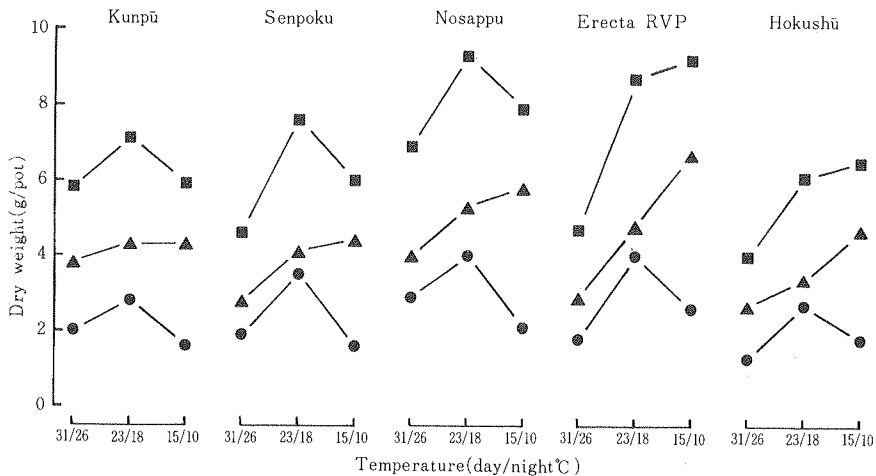


Fig. 1 Effect of temperature on dry wights of timothy cultivars

Note; Square; Total plant wt. , Triangle; Root wt. , Circle; Above ground wt. .

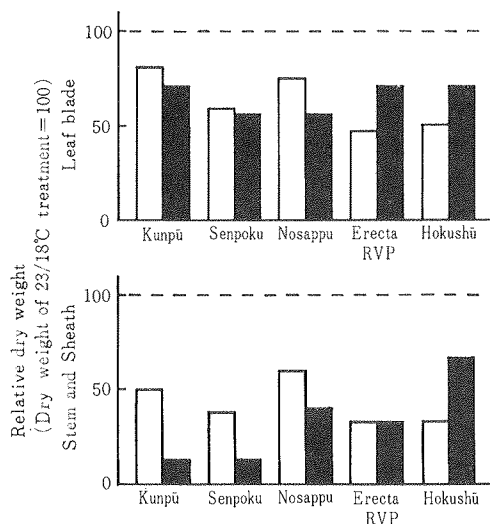


Fig. 2 Relative dry weight of stem, sheath and leaf blade.

Note : Open or closed bar show the relative dry weight of 31/26°C or 15/10°C (day/night) treatment.

サップでは低温区で, エレクタ, ホクシュウでは高温区であった。根部重はクンプウを除きいずれの品種も低温区が最も大きく, 高温区が最も小さかった。クンプウは処理間の差は最も小さかった。地上部と根部重を合計した全乾物重は, クンプウ, センポク, ノサップで標準区が最も大きく, エレクタ, ホクシュウでは低温区が大きかった。各品種とも高温区が最も小さい値を示したが, クンプウは高温区と低温区の差が小さかった。Table. 1 に分散分析の結果を示したが, 温度処理間, 品種間だけでなく交互作用に有意性が認められ, 品種により温度反応の異なることが明らかであった。

高・低両温度区における葉身と茎部の対標準相対乾物量を Fig. 2 に示した。値は標準区を100とした相対値である。葉身は標準区が他の2処理に比較し明らかに大きい, クンプウ, センポク, ノサップは低温区より高温区が大きく, エレクタ, ホクシュウは逆に低温区が大きかった。茎部は葉身と類似した傾向を示したが, 標準区に対する割

Table 1 Summarized results of variance analyses for dry weights of timothy cultivars

Source of variance	D. f.	Leaf blade	Stem and sheath	Above ground part	Root	Total plant
Replication	1	42.86*	0.57 ^{ns}	61.71*	0.69 ^{ns}	5.04 ^{ns}
Temperature, T	2	530.90**	28.30*	1029.57**	60.79*	92.09*
Error(a)	2					
Cultivar, C	4	11.85**	4.12*	8.05**	17.05**	16.00**
T × C	8	2.41*	2.88*	2.88*	5.51**	4.14*
Error(b)	12					

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

Table 2 Construction ratio of dry weight of timothy cultivars grown under various temperatures

Cultivar	Plant part	Construction ratio (%)			
		H	M	L	Average
Kunpū	Leaf blade	29.1	29.0	24.8	27.6
	Stem and sheath	5.8	10.6	1.8	6.1
	Root	65.1	60.4	73.4	66.3
Senpoku	Leaf blade	34.5	35.9	24.8	31.7
	Stem and sheath	5.1	10.6	1.8	5.8
	Root	60.4	53.5	73.4	62.5
Nosappu	Leaf blade	38.7	38.4	24.7	33.9
	Stem and sheath	3.7	4.8	1.9	3.5
	Root	57.6	56.8	73.4	62.6
Erecta RVP	Leaf blade	34.5	38.5	25.6	32.9
	Stem and sheath	3.2	6.9	2.2	4.1
	Root	62.3	54.6	72.2	63.0
Hokushū	Leaf blade	29.2	39.3	25.4	31.3
	Stem and sheath	2.5	4.2	2.3	3.0
	Root	68.3	56.5	72.3	65.7

Note : H, M and L = 31/26°C, 23/18°C and 15/10°C air temperatures day/night under 12-hour day.

合は葉身より小さく、とくにクンプウ、センボクの低温区で顕著であった。

葉身、茎部、根部の乾物重割合を Table 2 に示した。地上部と根部の割合では各品種とも低温区の根部の割合が大きく、標準区で地上部の割合が大きい、高温区は他の 2 処理の中間の値を示した。葉身と茎部の割合については、標準区で茎部が大きく、低温区で葉身の割合が小さかった。

2. 収穫時における形態的形質

比葉面積（以後 SLA と略記する）、葉重比（以

後 LWR と略記する）、葉面積比（以後 LAR と略記する）及び葉面積（以後 LA と略記する）を Table 3 に示した。温度処理間には LAR を除く 3 形質に、品種間には LWR を除く 3 形質に、交互作用は SLA と LAR が有意性を示した。SLA は低温区が他の 2 処理に比較して明らかに小さく、高温区では品種により傾向が異なった。LWR は品種間、交互作用ともに有意水準以下であったが、標準区が最も大きく、低温区が最も小さかった。LAR は品種により傾向が異なり、クンプウ、セン

ポク、ノサップは標準区が最も大きく、高温区が最も小さかったが、他の2品種は低温区が最も小さかった。LAは標準区が最も大きく、交互作用は有意水準以下であるが、高温区と低温区の比較ではクンプウ、センポク、ノサップは高温区が大きく、エレクトア、ホクシュウでは両区はほとんど同値を示した。

葉身長、葉数(ポット当り、1茎当り)及び1葉身重はTable 4に示した。1茎当り葉数を除く他の形質について温度処理間、品種間、交互作用は有意性が認められた。葉身長は低温区が最も短く、高温区と標準区は品種により傾向は異なった。ポット当り葉数は処理温度が高くなるに従い減少し、標準区に対する高温区の割合は晩生の品種は

Table 3 Specific leaf area(SLA), leaf weight ratio(LWR), leaf area ratio(LAR) and leaf area(LA) of timothy cultivars grown under various temperatures

Cultivar	SLA (cm ² /g)			LWR			LAR (cm ² /g)			LA (cm ² /pot)		
	H	M	L	H	M	L	H	M	L	H	M	L
Kunpū	97	347	80	100	0.29	86	70	101	95	78	709	57
Senpoku	120	353	69	97	0.36	69	61	127	89	71	953	38
Nosappu	98	346	78	100	0.39	64	58	133	86	74	1225	43
Erecta RVP	109	365	81	90	0.39	67	106	141	49	52	1225	57
Hokushū	95	462	69	77	0.39	67	73	182	43	46	1111	47
Average	103	375	75	92	0.36	69	75	136	69	63	1045	48
Signifi- cance ³⁾	T	*			*			ns			*	
	C	**			ns			**			**	
	T×C	*			ns			**			ns	

Notes : 1) H, M and L; Refer to note in Table 2.

2) H and L; (H/M)×100 and (L/M)×100, respectively.

3) Refer to notes in Table 1.

Table 4 Leaf blade length, number of leaves and leaf blade weight of timothy cultivars grown under various temperatures

Cultivar	Leaf blade length (cm)			Number of leaves						Leaf blade ³⁾ weight (mg)		
				per pot			per stem					
	H	M	L	H	M	L	H	M	L	H	M	L
Kunpū	89	25.1	75	100	80	101	104	5.0	96	81	25.6	70
Senpoku	109	22.5	75	94	118	102	105	5.6	91	63	23.0	54
Nosappu	101	34.6	56	87	110	110	96	6.7	72	86	32.5	50
Erecta RVP	73	30.8	65	80	143	134	108	6.2	79	59	24.0	52
Hokushū	53	40.5	45	60	159	104	92	5.0	82	80	15.2	66
Average	82	30.7	61	81	122	111	102	5.7	82	75	24.0	58
Signifi- cance ⁴⁾	T	*			*			ns			*	
	C	**			**			**			**	
	T×C	**			*			*			*	

Notes : 1) H, M and L; Refer to note in Table 2.

2) H and L; (H/M)×100 and (L/M)×100, respectively.

3) Dry weight of a leaf blade.

4) Refer to notes in Table 1.

ど小さい。1茎当り葉数は標準区で平均5.7枚で、低温区はやや少ない傾向であった。1葉身重は各品種とも標準区が最も大きく、低温区が最も小さかった。

試験終了時の草丈、稈長、茎数、1茎重（茎＋葉鞘）を Table 5 に示した。いずれの形質も温度処理間、品種間に有意性が認められ、1茎重を除き交互作用も有意であった。草丈、稈長では各品

種とも標準区が最も大きく、ついで高温区、低温区の順であった。茎数は高温区で最も少なく、とくに晩生の品種ほど標準区に対する割合は小さい。最も茎数の多い処理は各品種とも低温区であったが、クンプウの処理間差は他の品種より小さい。1茎重は各品種とも標準区、高温区、低温区の順に小さくなるが、とくにホクシュウを除く低温区の割合は小さい。

Table 5 Plant height, culm length, number of tillers and stem weight of timothy cultivars grown under various temperatures

Cultivar	Plant height (cm)			Culm length (cm)			Number of tillers per pot			Stem weight ³⁾ (mg)		
	H	M	L	H	M	L	H	M	L	H	M	L
Kunpū	82	45.5	58	65	18.5	37	100	16	106	53	46.9	13
Senpoku	81	45.4	51	61	18.4	31	90	21	114	37	38.1	12
Nosappu	95	48.4	52	81	10.3	56	88	17	153	62	27.6	21
Erecta RVP	70	46.6	60	63	10.1	62	71	24	167	35	26.0	20
Hokushū	67	45.2	54	76	7.5	63	66	32	128	57	8.6	47
Average	79	46.2	55	67	13.0	45	77	22	132	47	29.4	17
Signifi-	T	**			*			*			*	
cance ⁴⁾	C	**			**			**			**	
	T×C	**			*			*			ns	

Notes : 1) H, M and L; Refer to note in Table 2.

2) H and L; $(H/M) \times 100$ and $(L/M) \times 100$, respectively.

3) Dry weight of stem and sheath.

4) Refer to notes in Table 1.

3. 茎数、草丈、出葉数の推移

茎数の推移を Fig. 3 に示した。同図は処理開始時の茎数を100とした指数で示しており、高温区は処理開始後わずかに増加し、そのまま20日まで変わらないが、その後減少し、試験終了時には開始時の茎数より少なかった。標準区は処理開始後急激に増加し、その後大きな動きはなかった。低温区は処理開始後15日で標準区を上回り、試験終了時まで確実に増加した。茎数の増加は処理温度により特異な経過を示した。

処理開始時の草丈を100とした指数で、草丈の増加を Fig. 4 に示した。低温区は処理開始後よりゆるやかに増加した。標準区は他の2処理に比較すると処理開始直後より増加割合は高く、試験終了時には開始時の7.5倍に達した。高温区は処理開始5日後から増加割合は鈍ったが、その後回復し、低温区と標準区の間程度度の増加を示した。

出葉数の増加割合を処理開始時の葉数を100と

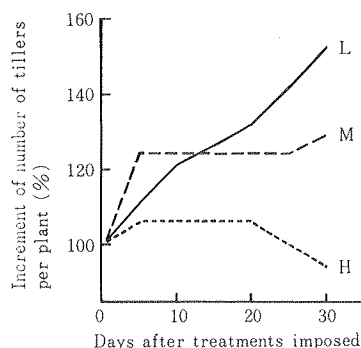


Fig. 3 Increment of number of tillers of timothy cultivar grown under various temperature

Notes : 1) Values shown are averages of five cultivars.

2) H, M and L; 31/26°C, 23/18°C and 15/10°C air temperatures day/night under 12-hour day.

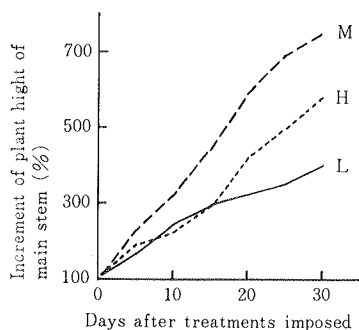


Fig. 4 Increment of plant height of timothy cultivars grown under various temperatures.

Note: Refer to notes in Fig. 3.

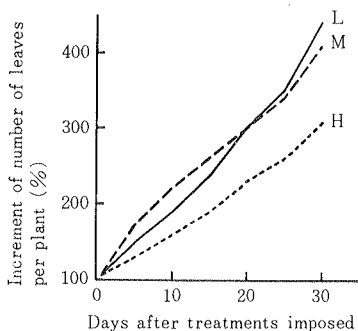


Fig. 5 Increment of number of leaves of timothy cultivars grown under various temperatures.

Note: Refer to notes in Fig. 3.

した指数で Fig. 5 に示した。高温区の増加割合は他の 2 処理に比較すると小さく、低温区は処理後 20 日までは高温区と標準区の間で推移していたが、その後急激に増加し、最も高い増加割合を示した。

4. DDM に及ぼす温度の影響

異なる温度条件で生育したチモシー品種の DDM を Table 6 に示した。茎葉、葉身ともに温度が高くなるに従って DDM は有意に低下した。高温区と低温区の差は 5 品種の平均で茎葉は 5.8 %, 葉身は 5.3 % と大きく、交互作用は有意性を示さなかったが、低下割合の大きな品種はホクシュウで、平均 DDM の高い品種はクンプウ、ホクシュウであった。

本試験で設定した 3 種の処理温度の範囲内では、供試品種は以上述べたような生育反応を示したが、これらは大略次のように要約される。

低温処理により、一般にチモシーの根部重は標準区より増大するが、地上部の生育 (草丈、葉身長、葉身重、SLA) は低下した。一方、1 茎当り葉数も標準よりやや減少するが、茎数が増すことにより個体当りの葉数は増加した。高温区では、根部及び地上部重は標準区より低下した。また草丈、茎数も低下、減少し、1 茎当り葉数は品種によりやや増すものの茎数減により個体当りの葉数は減少した。このように地上部については全品種

Table 6 Effect of temperature on digestible dry matter of timothy cultivars

Plant part	Cultivar	Digestible dry matter (%)			Ratio ²⁾		Significance ³⁾		
		H	M	L	H	L	T	G	T×C
Herbage total	Kunpū	68.2	70.7	73.8	96	104			
	Senpoku	66.9	70.1	72.4	95	103			
	Nosappu	66.6	68.8	72.7	97	106			
	Erecta RVP	67.1	68.1	72.4	99	106	*	**	ns
	Hokushū	67.5	70.0	73.7	96	105			
	Average	67.2	69.5	73.0	97	105			
Leaf blade	Kunpū	68.6	71.9	74.2	95	103			
	Senpoku	67.4	70.3	72.6	96	103			
	Nosappu	67.6	69.3	73.2	98	106			
	Erecta RVP	69.1	69.2	73.0	100	105	*	**	ns
	Hokushū	68.4	70.5	74.5	97	106			
	Average	68.2	70.2	73.5	97	105			

Notes: 1) H, M and L; Refer to note in Table 2.

2) $(H/M) \times 100$ or $(L/M) \times 100$.

3) Refer to notes in Table 1.

を通じ、標準区が最も良い生育を示すが、高温区と低温区の生育の比較では品種により反応が異なり、エレクト及びホクシュウは地上部重、葉身重、茎重、LA等について高温区より低温区で大きい値を示し、クンプウ、センボク及びノサップは逆の傾向を示した。根部重についても、エレクト、ホクシュウが示す低温区の増大傾向はクンプウ、センボク、ノサップのそれより大きい。更に品種間差異に関連して注目されるのは、多くの形質について早生群中クンプウの示す温度処理間の生育反応差が小さく、ノサップにも似た傾向があり、逆にセンボクは標準区に比較し高・低両温度処理の生育低下割合が大きいなどの諸点である。

したがって供試品種は(i)高温区より低温区での生育良好な品種群(エレクト、ホクシュウ)、(ii)低温区よりは高温区で生育良好であるが、全般に生育温度に対する反応の鈍い品種群(クンプウ、ノサップ)、及び(iii)高・低処理温度に対する反応は(ii)と同様であり、なお標準区以外の処理で生育低下の著しい品種(センボク)の3群に分類できる。

考 察

チモシー品種の環境反応に関する研究の一環として、温度がチモシーの生育と生産性に及ぼす影響を検討した。生産性は単に乾物量としてのみではなく、栄養価をも含めた収量として検討するため、生育温度がDDMに与える影響も検討した。環境要因の重要な要素の一つである生育温度と品種の適応性はもちろん、品種と生育温度の相互作用を評価することは、新品种の育成上、又は品種の特性評価上重要な知見であると考え^{16,21,29)}。

このため本試験では昼・夜温の差を5℃とし、処理間に8℃の差をつけ、3処理の温度を設定した。23/18℃を標準区としたのは、既往の研究結果から寒地型牧草と暖地型牧草の生育適温は明らかに異なり^{5,8)}、代表的北方寒地型牧草であるチモシーの生育適温は20~25℃であることから、また暖地型牧草の生育適温は30℃前後で、31/26℃処理は暖地型牧草の生育適温内と考えられ、15/10℃は寒地型牧草の生育適温をかなり下回る低温と考えられたからである。

供試した品種の出穂期は、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り、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、エレクトが中生、ホクシュウが晩生である。

チモシーの生育適温をはるかに上回る31/26℃は、チモシーにとってかなり強いストレスとなるはずである。事実高温区の乾物重は5品種の平均で、地上部は標準区の59%、同じく根部は74%であった。一方低温区においても地上部重は標準区の56%で、先述のとおり供試品種を3群に分類したが、このような生育温度に対する品種反応は供試品種の出穂期の観点よりすれば、極早生及び早生品種は低温より高温で生育が良く、中・晩生品種は低温域適応性が強いともみられる。しかし品種の出穂期と生育温度に対する反応との関係については未知の部分が多く、また供試品種数も限定されており、温度反応に関与する他の要因とともに今後の検討課題とし、ここでは比較的明らかな品種来歴の面より検討を加えたい。

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。すでに述べたように本試験に供試したチモシーは、エレクトを除く他の4品種は同一試験地で育成されていることから、上記の温度反応のちがいは、育種母材の元の栽培地の環境条件を表していると考えられる^{11,12,13)}。

比較的高温に耐性があると考えられるクンプウは、米国ケンタッキー州の在来種を母材とした育成品種を親の一つとしており³⁾、ノサップは青森県七戸在来種を合成親としているが、それぞれチモシー栽培地帯の南限近くの在来種、あるいは在来種の血をひく品種を母材としていることは、これら2品種の高温耐性を考察する上で興味深い。

エレクト、ホクシュウは低温での生育が良好で、高温に対する耐性は小さいと考えられる。エレクトはベルギー育成、ホクシュウはニュージーランドと北欧の育成品種が母材であり、育種母材と育成品種の生育反応との関連が推定される。

センボクの温度に対する適応性は比較的狭く、高・低両区ともに生育は不良であった。センボクの母材は、北海道東部より得られた在来種だけを親としていることから、本品種はチモシーの最適栽培地帯である北海道東部に良く適応し、その他の気象条件では、他の品種に比較し中程度の生育を示すものと考えられる。

一方クンプウは低温区の生育も比較的良好であり、生育温度に対する適応性は広いと考えられる。この理由を母材の面から考えると、一般に耐寒性と低温での生育は相関が高いと考えられるが、クンプウは我が国のチモシーの中で、最も耐寒性が強いと考えられている北見系を親の一部としており、このことと本品種の低温での生育反応との関連が推定される。

一般に新品種の育成の場合には、我が国の育成品種、あるいは在来種を利用するだけでなく、海外から広く材料を導入することが普通である。環境要因に対する適応性を広くする場合は、この2品種の例のように、その要因を含んでいる地帯からの在来種、あるいは育成品種の積極的な導入が必要と思われる。更にこれらの材料の検定においては、人工気象室などの利用を含めた大規模で精密な試験が重要であろう。

DDM に及ぼす温度の影響は明らかであり、温度が高くなるに従って DDM は有意に低下した。品種との交互作用は有意水準以下であり、高温による DDM の低下傾向はチモシーの共通的な現象と考えられる。3 温度処理の平均 DDM は高温区 67.2%、標準区 69.5%、低温区 73.0% であり、温度 (昼・夜温) 1℃ 上昇することにより DDM は 0.36% 低下する。

葉身のための DDM の温度反応傾向は茎葉と変らず、標準区に対する高温区、低温区の平均 DDM の割合は茎葉の場合と同じであった。

DDM の低下に影響を及ぼす大きな要因のひとつとしては、植物体中に非構造化炭水化物 (以後 NSC と略記する) の蓄積の少ないことが考えられる。既往の研究結果から生育温度が高まることにより呼吸作用が増大し¹⁹⁾、呼吸のために NSC が大量に消費され、その結果 NSC が急激に減少する^{7,27)}。NSC の消化率はほとんど 100% であることから³⁶⁾、NSC の減少は DDM の低下をもたらすものと考えられる^{6,26,28)}。

この生育温度と NSC の関係はチモシーに特異的な現象でなく、他の草種^{10,17,22,30)}、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。

NSC 以外に DDM に影響を与えると考えられる植物体中の構造化炭水化物や窒素等の温度による反応は研究者により傾向が一定していない^{6,10,14)}。

DDM は植物体の生育ステージにより大きく左右される³⁶⁾。このため DDM を考える場合生育ステージのちがいは十分考慮が必要である。本試験においても、高・低温区の植物と標準区の間には生育ステージの差があったとも考えられるが、処理期間の長さ等を考慮する場合、この要因のみで DDM の差を説明するのは困難である。このためこの場合 NSC の減少による DDM の低下と考えるのが妥当であろう。

DDM の品種間差は明らかであるが、一般に本試験のように出穂期のちがう品種を同一期間栽培した場合、晩生の品種ほど高い DDM を示す。しかしながら最も高い平均 DDM を示した品種は極早生のクンプウで、最も低い品種は中生のエレクトアであり、このような関係は認められなかった。また生育、乾物収量における品種と生育温度の交互作用は有意性を示しているが、DDM の場合、この交互作用は有意水準以下であった。この交互作用は高 DDM 育種の上から興味をもたれるところであり、今後広く品種・系統を供し検討を加えたい。

DDM と生育温度の関係は、植物体中成分はもとより、植物体組織のちがいについても検討することが、今後の重要な課題となろう。

謝 辞 本稿は、北海道立北見農業試験場馬場徹代場長に御校閲を賜った。また北海道立北見農業試験場平井義孝土壤肥料科長、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) Baker, B.S.; Jung, G.A. "Response of four perennial grasses to high temperature stress". Proc. XI Int. Grassl. Congr. 499-502 (1970).
- 2) Balasko, J.A.; Smith, D. "Influence of temperature and nitrogen fertilization on the growth and composition of switchgrass (*Panicum virgatum* L.) and timothy (*Phleum pratense* L.) at anthesis". Agron. J. 63, 853-857 (1971).
- 3) Buckner, R.C. "Registration of varieties of timothy, Clair". Crop Sci. 2, 355 (1962).
- 4) 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.
- 5) Cooper, J.P.; Tainton, N.M. "Light and tem-

- perature requirements for the growth of tropical and temperate grasses". Herb. Abstr. **38**, 167-176 (1968).
- 6) Dermine, P.; Hidioglou, M.; Hamilton, H.A. "Effects of temperature on yields and hydrolyzable carbohydrate content of alfalfa and timothy seedlings". Can. J. Plant Sci. **47**, 523-531 (1967).
- 7) 江原 薫, 田中重行. "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 (1961).
- 8) Evans, L.T.; Wardlaw, I.F.; Williams, C.N. "Environmental control of growth". Grasses & grasslands. Barnard, C. ed. New York, St Martin's Press, 1966, p.102-125.
- 9) 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).
- 10) Harada, I. "Influence of temperature on the growth of three cultivars of alfalfa (*Medicago sativa* L.)". J. Jpn. Grassl. Sci. **21**, 169-179 (1975).
- 11) Ikeda, H.; Emoto T. "Effect of temperature on vegetative growth in four ecotype of *Paspalum distichum* L.". Proc. Crop Sci. Soc. Jpn. **42**, 131-134 (1973).
- 12) 川端習太郎, "牧草育種における生態型の利用". 育種学最近の進歩. **13**, 93-97 (1973).
- 13) 川鍋祐夫, Neal-Smith, C.A. "イネ科草類の温度反応に関する研究 II. 原産地の標高を異にするローズグラス 5 品種の比較". 日草誌. **25**, 216-221 (1979).
- 14) Knievel, D.P.; Jacques, Aino V.A.; Smith, D. "Influence of growth stage and stubble height on herbage yields and persistence of brome-grass and timothy". Agron. J. **63**, 430-433 (1971).
- 15) Knievel, D.P.; Smith, D. "Influence of cool and warm temperatures and temperature reversal at inflorescence emergence on growth of timothy, orchardgrass, and tall fescue". Agron. J. **65**, 378-383 (1973).
- 16) 窪田文武, 安達 篤. "日長時間・気温・日射量およびこれらの要因の相互作用が主たる寒地型牧草の生育におよぼす影響". 日草誌. **23**, 271-279 (1978).
- 17) 榎木茂彦, 井澤弘一, 大山喜信. "環境温度がオーチャードグラス 2 番草の非構造性炭水化物組成に及ぼす影響". 日草誌. **24**, 148-153 (1978).
- 18) 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).
- 19) Murata, Y.; Iyama, J.; Honma, T. "Studies on the photosynthesis of forage crops IV. Influence of air-temperature upon the photosynthesis and respiration of alfalfa and several southern type forage crops". Proc. Crop Sci. Soc. Jpn. **34**, 154-158 (1965).
- 20) 大原久友. "草地学概論". 明文書房, 1965, p.40-43.
- 21) Perkins, J.M. "The principal component analysis of genotype-environmental interactions and physical measures of the environment". Heredity. **29**, 51-70 (1972).
- 22) Robson, M.J. "The effect of temperature on the growth of S.170 tall fescue (*Festuca arundinacea*) II. Independent variation of day and night temperatures". J. appl. Ecol. **10**, 93-105 (1973).
- 23) Ryle, G.J.A. "A comparison of leaf and tiller-growth in seven perennial grasses as influenced by nitrogen and temperature". J. Br. Grassl. Soc. **19**, 281-290 (1964).
- 24) 佐藤 庚. "環境に対する水稻の生育反応 第2報 温度が体内成分に及ぼす影響". 日作紀. **41**, 394-401 (1972).
- 25) 佐藤 庚. "日長・温度に対する数種イネ科飼料作物の生育反応". 日草誌. **25**, 311-318 (1980).
- 26) Smith, D.; Jewiss, O.R. "Effects of temperature and nitrogen supply on the growth of timothy (*Phleum pratense* L.)". Ann. appl. Biol. **58**, 145-157 (1966).
- 27) Smith, D. "Carbohydrates in grasses. IV. Influence of temperature on the sugar and fructosan composition of timothy plant parts at anthesis". Crop Sci. **8**, 331-334 (1968).
- 28) Smith, D. "Influence of cool and warm temperatures and temperature reversal at inflorescence emergence on yield and chemical composition of timothy and brome grass at anthesis". Proc. XI Int. Grassl. Congr. 510-514 (1970).
- 29) 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).
- 30) 田村良文, 西村修一, 星野正生. "異なる気温下におけるイタリアンライグラスの生育, 体内成分の品種間差異". 日草誌. **23**, 201-209 (1977).
- 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. "チモシー". 育種ハンドブック. 松尾孝嶺監修, 養賢堂, 1974, p.921-923.
- 33) 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).
- 34) 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「ホクシェウ」の育成について". 北海道立農試集報. 38, 47-61 (1977).
- 35) Van Soest, P.J.; Moore, L.A. "New chemical methods for analysis of forages for purpose of predicting nutritive value". Proc. IX th. Int. Grassl. Congr. 1, 783-789 (1965).
- 36) 吉田則人. "酪農飼料". 明文書房, 1970, p.60-64.
- 37) List of cultivars eligible for certification, OECD. 1981, p.14-15.

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

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

Summary

Effects of temperature on the growth and digestible dry matter of timothy (*Phleum pratense* L.) cultivars were examined.

Four clones each of 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) timothy cultivar were transplanted into a 1/5,000a Wagner pot, that had been filled previously with a gleyic ordinary andsol (Kunneppu soil). Each pot received 1g of ammonium sulfate, 2g superphosphate of lime, and 0.4g potassium sulfate.

Timothy plants were grown in three growth chambers for 30 days at 15/10°C, 23/18°C, and 31/26°C day/night temperature regimes. The growth chambers had a 12-hour day temperature and a 16-hour photoperiod.

Two replications of each cultivar were then arranged in a split plot experiment design within each of the three growth chambers (main plot = temperatures, split plot = cultivars).

Herbage dry weights of all timothy cultivars were largest in the 23/18°C temperature regime, and root dry weights of all timothy cultivars were larger at the lower temperatures. The largest total plant dry weight of Kunpū, Senpoku, and Nosappu were produced at the 23/18°C temperature regime, but those of Erecta R.V.P. and Hokushū were produced at the 15/10°C temperature regime.

Herbage, root, and total plant dry weight temperature interaction was significant.

Digestible dry matter percentages for the leaf blade and herbage of timothy plants were highest in the lowest temperature regime, and percent digestible dry matter temperature interaction was no significant.

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