

天北地方における主要イネ科3草種の 採草利用時の生育・飼料特性*1

岡元 英樹*2 古館 明洋*2

ペレニアルライグラス (PR) とオーチャードグラス (OG) を年間3回刈り、チモシー (TY) を年間2回刈りの条件で、その生育特性を経時的に調査した。PRの年間乾物収量はha当たり10~11tと他の2草種より高く、また全ての番草でOGの収量を上回った。一方、TYは1番草でha当たり6~7tの高収が得られた。主な収量の増加要因は、1番草ではTYやOGが有効分げつの一茎重の増大であるのに対し、PRは分げつ数の増加も関与している特徴が示された。一般にPRは他草種よりも飼料品質が良好で、水溶性炭水化物やフラクタン含量が高く、サイレージ発酵にも適していた。以上のことより、PRは放牧に限らず採草用としても利用価値の高い草種であり、OG、TYと組み合わせて利用すれば、天北地方における効率的な自給粗飼料の生産に貢献できると思われる。

緒言

天北地方ではペレニアルライグラス (*Lolium perenne* L., 以下PR)、チモシー (*Phleum pratense* L., 以下TY) およびオーチャードグラス (*Dactylis glomerata* L., 以下OG) の3草種が主たるイネ科牧草として栽培されている。

PRは分げつ力と再生力が旺盛であり、早春や晩秋にも良く生育して生育期間が長く、さらに嗜好性や品質が良好なことから栄養生産性に極めて優れた草種である³¹⁾。また、気象条件からみても夏期冷涼で冬期は降雪が多く土壌凍結がない当地方は、国内における数少ない栽培適地であると言える。天北地方の酪農家はこれまでPRを放牧に用いており、道立農試でも石田ら⁸⁾によってPRを用いた放牧についての研究が行われてきた。

TYは北海道で最も広く栽培されている草種であり、2003年のTYの種子需給量は、北海道の牧草類種子総需給量の75%、イネ科牧草中では90%にも達する。天北地方は、比較的他草種の栽培割合が高いが、それでも草地

の62%はTY主体草地である¹⁾。これまでも道内において施肥と栽培、栄養生理では松中²⁰⁾や木曾¹²⁾、育種では玉置³⁴⁾らが多くの研究成果を報告している。

OGは採草、放牧など種々の利用法に耐える汎用性を有し、凍害および各種雪腐病を除く環境耐性や再生力、競合性が強く植生も安定しているため、天北地方ではかつては基幹牧草として位置づけられていた。現在でも刈取適期がTYよりも早いことから、効率的な収穫作業のためにTY草地と組み合わせて栽培されている例もある。道内では北海道農業研究センター³⁵⁾で育種が行われており、栄養生理についても坂本³¹⁾や近藤¹⁴⁾など多くの報告がある。

これら3草種の中でもとりわけPRは、家畜の嗜好性および消化率が非常に優れ、高い家畜生産性を示すため、今後さらなる普及拡大が期待されている³⁶⁾。天北地方ではこれまでTYとOGが採草利用草種として利用されてきたが、近年は酪農家のPRに対する採草利用への要望も強い。著者らはこのような背景から、当地方におけるPRの通年採草利用について検討し、収量と窒素(N)利用率、牧草の飼料品質などからみた刈取り方法²⁹⁾や施肥法^{26,27,28)}を提案してきた。

今後、天北地方においてさらなるPRの普及を図るには、PRの採草用草種としての生育特性や飼料価値をOGやTYと比較し、それぞれの長所を生かした栽培法や経営内における採草に用いる草種の割合を考えることが必要である。また、それによって自給飼料生産の拡大にもつながると考えられる。本報告ではこれら3草種の採草利用時における生育特性を調査するとともに、飼

*1 本報の一部は、独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構北海道農業研究センターからの受託試験「粗飼料多給による日本型家畜飼養技術の開発」で実施し、北海道草地研究会平成18年度発表会、および2007年度日本草地学会相模原大会で発表した。

*2 北海道立上川農業試験場天北支場、098-5738 北海道枝幸郡浜頓別町
E-mail: seika@agri.pref.hokkaido.jp (編集委員会事務局)

料成分, サイレージ発酵適性の指標となる糖と酸緩衝能を検討し, 各草種の特徴を明らかにした。

試験方法

1. 供試草地

供試品種はPRが中生の「オウビスク」, OGが晩生の「バッカス」, TYが早生の「オーロラ」を用い, それぞれの草地を造成した。各草種の播種量はいずれもha当たり30kgで, 2004年の7月に, 暗色表層酸性褐色森林土に分類される⁷⁾上川農業試験場天北支場(以下, 天北支場)圃場内に散播した。試験には, これらの草地を播種後2年目からの2年間(2005年および2006年)用いた。年間の刈取り回数はPRとOGが3回, TYが2回である。いずれも1番草は出穂始から出穂期にかけて刈取り, 各再生草はそれぞれ約50日の再生期間をおいて刈取った。各草種の刈取り月日を表1に示す。

施肥はPRが岡元らの報告^{27,28)}に, OGとTYが北海道施肥ガイド¹³⁾に基づいた。すなわち, 年間施肥量はha当たりNではPRが210kg, OGが180kg, TYが160kgで, リン酸(P₂O₅)とカリウム(K₂O)はいずれの草種もそれぞれ60kg, 150kgである。施肥配分はPRとOGが早春, 1番草刈取り後, 2番草刈取り後に年間施肥量の1/3ずつを均等に, TYが早春, 1番草刈取り後にそれぞれ2:1の割合で分施した。

表1 3草種の刈取り月日

草種 ¹⁾	番草	調査年(月/日)	
		2005年	2006年
PR	1	6/17	6/19
	2	8/10	8/7
	3	9/26	9/27
OG	1	6/17	6/13
	2	8/10	8/2
	3	9/26	9/22
TY	1	6/22	6/23
	2	8/22	8/18

¹⁾PR:ベレニアルライグラス,
OG:オーチャードグラス, TY:チモシー。

2. 調査項目

1) 生育と収量調査法

3草種の経時的な生育調査は, 越冬後の生育が始まったと見なした5月10日以降から1番草収穫時まで, 約10日毎に行った。1番草刈取り後は, いずれの草種もしばらくの間は生育が緩慢であったため, 試料採取が可能になってから調査した。生育調査は乾物重と草丈, および固定コドラート(50cm×50cm)内の全茎数(有穂茎と伸

長茎)を測定し, 全茎数と乾物重から一茎重を算出した。

収量調査はいずれの草地も1m²のコドラートを用いて(6反復)行った。生草重を測定し, そのうちの一定量を採取してPRとその他の草種に選別した。その一部をSmith³³⁾の方法に従い, ただちに90℃で1時間乾熱し, 呼吸関連酵素を失活させた。次いで, 70℃で48時間以上通風乾燥させて乾物率を求め, ha当たりの収量を乾物重で示した。草種構成割合は対象草種が95%以上占めていたことから, 収量は対象草種のみで表示した。なお, 1番草の各生育時期で調査した収穫部の乾物重を用いて, 個体群生長速度(1日当たりの乾物増加量, 以下CGR)を算出した。

2) 化学分析法

各番草の収穫時の試料は, 上記の方法で通風乾燥後粉砕し, 各飼料成分を測定した。粗蛋白質(以下CP)は湿式分解²²⁾し, フローインジェクション法²³⁾により定量したN含量に6.25を乗じて求めた。中性デタージェント繊維(以下NDF), 酸性デタージェント繊維(以下ADF), 粗灰分(以下CA)は常法⁵⁾により測定した。ミネラルはCP用に湿式分解した液を用いて定量した。リン(以下P)はバナドモリブデンを用いた比色法を, カリウム(以下K), カルシウム(以下Ca), マグネシウム(以下Mg)は原子吸光法⁶⁾で分析した。サイレージ適性は, 3草種の各種糖含量, 糖組成, 酸緩衝能から評価した。

水溶性炭水化物(以下WSC)は熱水で10分間抽出し, 硫酸亜鉛と水酸化バリウムで除蛋白した後, アンスロン法によって定量した。単糖類, 二糖類の分析は選別後の新鮮試料を用いた。試料は80%エタノールに一晩以上浸し, 磨砕抽出した抽出液を減圧濃縮した後にSep-PakC18で精製した。この試料を高速液体クロマトグラフィー(以下HPLC)で測定した。HPLCのカラムはShodex NH2P-50 4Eを用い, 移動相H₂O/CH₃CN=25/75, 流速1.0mL/min, 示差屈折率検出器, カラム温度35℃の条件下で分析した。

寒地型イネ科牧草において, WSCの主たる構成成分は単糖類, 二糖類, フラクタンである¹⁸⁾ことから, 次の式からフラクタン含量を推定した。

$$\text{フラクタン含量} = \text{WSC} - (\text{単糖類} + \text{二糖類})$$

各草種の酸緩衝能は, 2006年の試料を用いて石川ら⁹⁾の方法で測定した。すなわち, 乾物で0.5gの試料に蒸留水50mLを加え, 攪拌しながらpH4が最終点となるまで0.1M塩酸を0.2mLずつ加えpHの変化を記録し, pH4に必要な塩酸の量(滴定酸度)を基に酸緩衝能を算出した。

3. 気象条件

試験地の気象データは、天北支場内にある稚内地方気象台浜頓別地域気象観測地点（アメダス）から得た。

2005年の平均気温は5月が低かったが、それ以降は平年並かやや高かった。降水量は5月～7月にかけて平年より少なく推移し、特に6月15日から7月25日までの40日間はほとんど降水が観測されなかったが、その後はほぼ平年並に推移した。日照時間は期間を通して平年並か平年を上回った。

2006年の平均気温は、4月上旬～6月中旬にかけて平年よりも低い旬が多く、その後7、8月にかけては平年よりも高く推移した。降水量は7月と9月は平年よりも少なく、日照時間は5、7月が平年よりも長かったが、降水量、日照時間も生育期間合計で見れば概ね平年並みであった。

試験結果

1. 収量と収量構成要素

乾物収量を図1に示した。年間収量は、各草種とも2005年が2006年より若干低かった。草種間では、両年ともPRが最も多く、2005年が10.3t/ha、2006年が11.0t/ha

であった。次いでTYが8.4、9.8t/ha、OGが7.8、9.6t/haであった。番草別に見ると、1番草ではTYが多収で、2005年が6.3t/ha、2006年が7.1t/haであった。全ての番草においてPRの収量は、OGと同等かこれよりも多かった。また、PRとOGの2005年の2番草収量は、2006年と比較して著しく少なかった。

1番草の各生育時期のCGRは、いずれの草種も2005年は5月では低かったが、6月上旬から急激に高まった（図2）。同じく、2006年は5月中旬では低く、5月下旬から上昇した。また、2005年は草種による大きな差は見られなかったが、2006年はPRが他草種に比べ5月下旬で低く、6月上旬で高かった。

再生草の乾物重の経時変化を図3に示した。PRとOGを比較すると、2005年では全ての時期においてPRがOGを上回った。特に2番草においてOGでは7月中ほとんど増加しなかったが、PRでは低水準ながらも増加を続けた。一方、2006年の2番草は両草種ともほぼ同等の生育を示し、3番草はPRがOGをやや上回ったが、その差は2005年よりも小さかった。TYの2番草は、両年とも刈取り後30日程度は生育が緩慢であったが、その後生長が進み、収穫時にはOGの3番草並の収量が得られた。

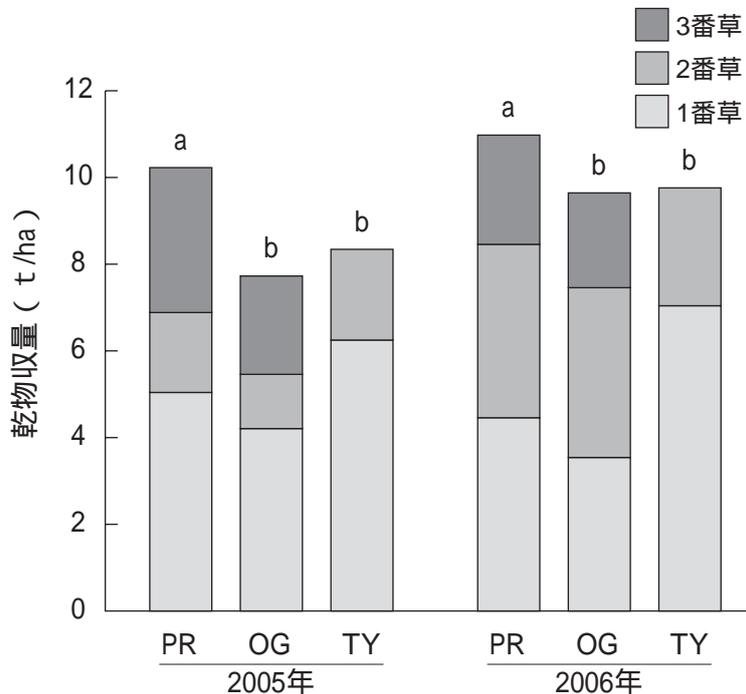


図1 3草種の番草別乾物収量^{1, 2}

1 PR：ペレニアルライグラス，OG：オーチャードグラス，TY：チモシー。

2 各年の異なる文字を付した草種の年間収量に有意差あり。（5%水準，Tukey法）

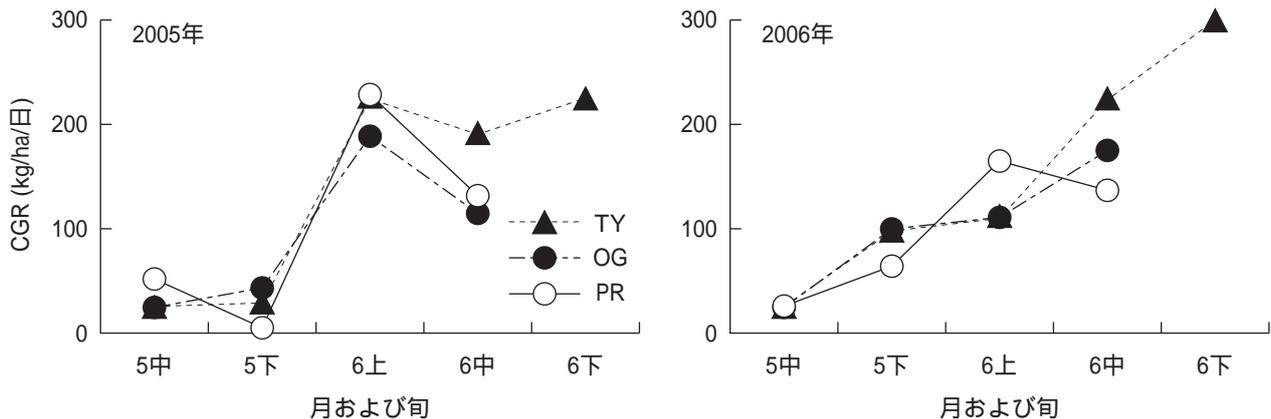


図2 3草種の1番草生育時における個体群生長速度 (CGR) の経時変化

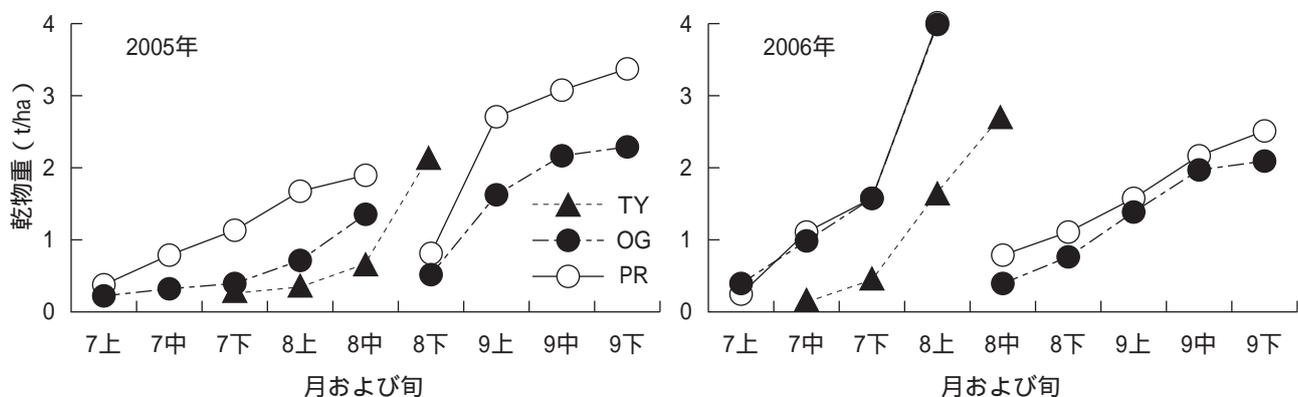


図3 3草種の再生草における乾物重の経時変化

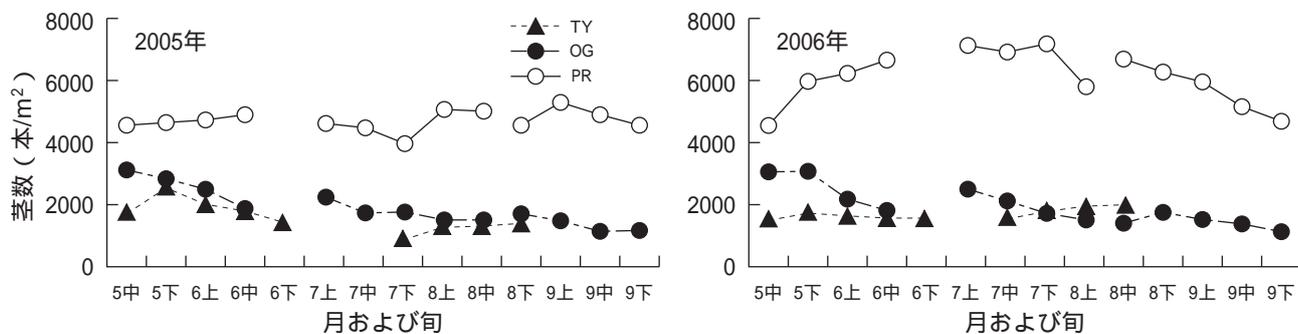


図4 3草種における茎数の経時変化

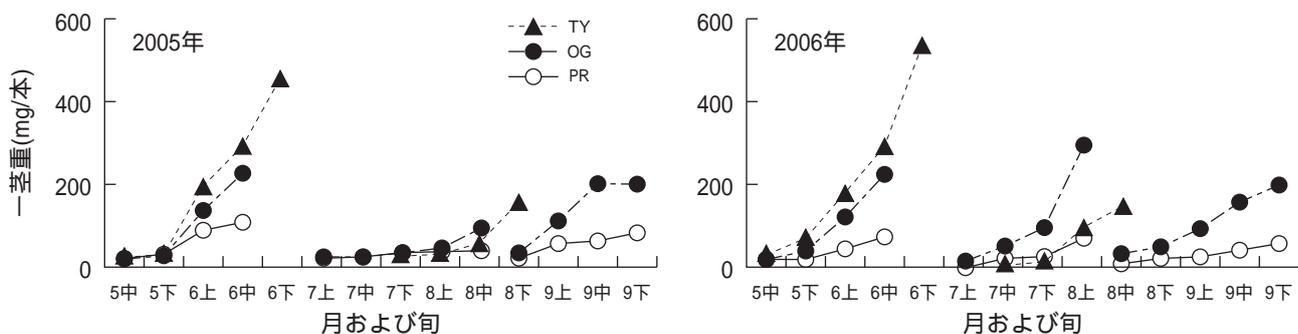


図5 3草種における一茎重の経時変化

全茎数はPRが4000~7000本/m²、OGとTYが1000~3000本/m²の範囲であった(図4)。1番草における経時変化を見ると、OGとTYは5月中~下旬に最高になるが、その後1番草収穫時まで減少した。これに対し、PRは収穫時まで増加した。再生草の全茎数はTYでは増加し、逆にOGでは減少したが、PRは年次により傾向が異なった。

一茎重の経時変化を図5に示した。一茎重は3草種とも生育の経過とともに増大し、特に1番草のOGとTYでは6月に著しく上昇した。OGの一茎重は多くの時期でPRよりも大きかったが、2005年の2番草の7月時点では両草種とも大差がなかった。収穫時のPRの一茎重はTY、OGと比較すると小さかった。

2. 飼料成分, 各種糖含量および酸緩衝能

各草種の飼料成分を表2に示した。ADFはPRが16.6~29.9%、OGが23.3~35.9%、TYが28.2~37.0%であった。NDFはPRが32.4~55.4%、OGが45.4~64.6%、TYが52.7~65.4%であった。両年のADF、NDFとも全ての番草においてTY、OG、PRの順で高かった。一方、CAは草種間に大きな差はなかったが、CPはPRがOGやTYより高い傾向であった。ミネラルでは、P、K、Mgは草種間の違いが判然としなかったが、CaではPRが他草種を上回ることが多かった。ミネラルバランスを草種別に見ると、PRは他草種よりもCa/Pが高く、K/(Ca+Mg)が低かった。なお、家畜飼養や家畜栄養の観点から、Ca/Pは1~3、K/(Ca+Mg)は2.2以下が

基準値として設けられている^{13,30)}が、OGとTYの一部を除いて、3草種とも概ねこの範囲内であった。

3草種の乾物当たりの各種糖含量を表3に示した。

表3 3草種の糖含量

年次	草種	番草	糖含量(乾物%)				
			Fru ¹	Glu	Suc ²	フラクタン	WSC
2005	PR	1	2.9	3.8	-	16.8	23.5
		2	1.8	1.6	-	7.2	10.6
		3	4.4	3.7	0.6	8.1	16.8
	OG	1	3.7	3.5	0.1	4.9	12.3
		2	1.1	1.2	0.2	2.7	5.2
		3	1.8	1.7	0.2	11.3	14.9
	TY	1	1.4	3.5	0.1	2.5	7.5
		2	1.3	2.3	-	9.6	13.2
	2006	PR	1	1.6	2.5	1.5	28.8
2			1.4	1.1	0.1	10.9	13.5
3			1.8	1.7	0.9	10.3	14.7
OG		1	2.7	2.5	2.3	16.7	24.2
		2	1.0	0.9	0.2	3.6	5.7
		3	1.9	1.8	1.3	2.6	7.7
TY		1	1.0	2.5	0.3	5.2	9.0
		2	0.9	2.1	0.4	6.7	10.0

¹ Fru:フルクトース(単糖類), Glu:グルコース(単糖類), Suc:スクロース(二糖類), WSC:水溶性炭水化物, フラクタンの推定式: フラクタン含量(乾物%) = WSC - (Glu + Fru + Suc).

² - は検出限界以下.

表2 3草種の収穫時における飼料成分とミネラルバランス

年次	草種	番草	一般成分(乾物%)				ミネラル含量(乾物%)				ミネラルバランス ¹	
			ADF	NDF	CA	CP	P	K	Ca	Mg	Ca/P	K/(Ca+Mg)
2005	PR	1	23.5	45.8	6.8	10.5	0.21	1.17	0.26	0.09	1.2	1.48
		2	22.9	41.1	9.2	21.2	0.31	1.76	0.31	0.16	1.0	1.59
		3	24.1	45.0	9.9	22.2	0.29	3.16	0.59	0.23	2.1	1.67
	OG	1	31.3	58.8	6.3	8.1	0.17	1.31	0.22	0.08	1.3	1.89
		2	23.6	47.4	9.7	20.2	0.37	2.20	0.24	0.17	0.7	2.14
		3	28.1	50.7	8.3	18.0	0.27	3.28	0.39	0.21	1.5	2.27
	TY	1	33.8	62.1	6.4	8.2	0.18	1.37	0.18	0.09	1.0	2.15
		2	28.2	52.7	7.8	9.4	0.27	1.54	0.22	0.18	0.8	1.54
	2006	PR	1	16.6	32.4	5.9	8.2	0.26	1.95	0.53	0.15	2.0
2			29.9	55.4	8.1	10.7	0.25	2.08	0.69	0.21	2.8	1.04
3			26.1	46.3	9.7	12.2	0.39	2.97	0.76	0.27	2.0	1.27
OG		1	23.3	45.4	6.9	9.8	0.29	2.96	0.39	0.21	1.4	2.06
		2	35.9	64.6	8.2	7.6	0.30	2.63	0.53	0.21	1.8	1.53
		3	32.4	56.7	10.2	9.6	0.43	3.59	0.50	0.23	1.2	2.08
TY		1	31.7	56.9	6.8	9.2	0.27	2.87	0.39	0.21	1.4	2.03
		2	37.0	65.4	6.7	10.6	0.30	2.84	0.41	0.21	1.4	1.95

¹ ミネラルバランスはCa/Pは重量比、K/(Ca+Mg)はモル等量比.

WSCはPRが10.6~34.4%, OGが5.2~24.2%, TYが7.5~13.2%であり, PRが他草種に比べ高い傾向が見られた。特に, 2005年のTYの2番草を除くと, 両年の全ての番草においてPRのWSCはOGとTYを上回った。単糖類としてフルクトース(以下Fru)とグルコース(以下Glu)が検出され, 二糖類としてスクロース(以下Suc)が検出されたものもあった。PRのFru含量は1.4~4.4%, Glu含量が1.1~3.8%, Suc含量は1.5%以下で, 単糖類・二糖類はOGと同等であったが, TYよりやや高かった。また, PRのフラクタン含量は7.2~28.8%で, 一般にOGやTYよりも高い例が多かった。

表4 3草種の各種糖組成

年次	草種	番草	糖組成(%) ¹		
			単糖類	二糖類	フラクタン
2005	PR	1	28	0	72
		2	32	0	68
		3	48	4	48
	OG	1	59	1	40
		2	44	3	53
		3	23	1	76
	TY	1	65	1	33
		2	27	0	73
	2006	PR	1	12	4
2			18	1	81
3			24	6	70
OG		1	21	10	69
		2	34	3	62
		3	48	17	34
TY		1	39	3	58
		2	30	4	67

¹水溶性炭水化物(WSC)中の組成割合。フラクタンの算出は表3と同じ。

表5 3草種の酸緩衝能(2006年)

草種	番草	酸緩衝能(mE/乾物g)
PR	1	0.17
	2	0.22
	3	0.20
OG	1	0.17
	2	0.17
	3	0.18
TY	1	0.18
	2	0.19

これらの値から算出したWSC中における各草種の糖組成を表4に示した。概してPRは単糖類の割合が低く(12~48%), フラクタンの割合が高い(48~84%)傾

向にあった。また, 3草種とも2005年は2006年よりも単糖類が高く, フラクタンの割合が低いことが多かった。

PRの乾物当たりの酸緩衝能は0.17~0.22 mE/gで, 同じくTYが0.18~0.19 mE/g, OGが0.17~0.18 mE/gであった(表5)。3草種の酸緩衝能を比較すると, 再生草においてPRが他の2草種に比べてやや高い値を示すものの, 草種間で大きな差は認められなかった。

考 察

1. 生育特性

年間収量は2年間ともPR>TY≒OGであり, PRが最も高かった(図1)。PRが高収をあげた主な原因として, N施肥量がha当たり210kgと3草種中で多かったことが考えられる。この施肥量は岡元ら¹³⁾に準じたものだが, 同報告の中でPRは240kg/haまでの範囲ではN吸収量およびN利用率が施肥量の増加とともに高まっており, PRが比較的吸肥力の強い草種であり, 多くNを施肥しても有効に利用されることを示している。また, N施肥量が増加すると飼料成分が低下する^{3,15)}危惧はあるが, 今回の結果を見てもPRは他草種と比較してADF, NDFが低いことから(表2), 繊維成分から判断した飼料品質は良質であり, 設定されたPRのN施肥量が妥当であることを裏付ける。

TYとOGを比較すると, TYはN施肥量と刈取り回数が少ないにもかかわらず, OGと同等の収量が得られた。これはTYがOGより1番草の収量が非常に高いことが大きく影響している。松中・川田¹⁹⁾はTYがOG, メドウフェスクより多収であった理由として, TYは1番草の生育期間が日射量最多の6月に他草種よりも長く, またその時期の葉面積指数も高いことから, 1番草のN施肥反応に優れていることを挙げている。図2から分かるように, 草種・年次にかかわらず1番草の6月におけるCGRは5月と比較して非常に高いが, 特にTYはこの時期の生育期間が長いことから, 本結果は上記の松中・川田の見解と符合する。すなわち, TYはOGよりも刈取りが遅いため, 6月のCGRが高い時期を有効に活かした結果, N施肥反応に優れ高い1番草収量が得られたと考えられる。

降水量との関係について見ると, 2005年の6月15日~7月25日に発生した干ばつの影響が確認された。特に収量を見ると2005年のPR, OGの2番草は2006年と比較して非常に少なく(図1), またTYも1番草刈取り後40日が経過した8月上旬においても再生が著しく悪く, 0.35t/haに止まっている(図3)。OG 2番草は生育初期の20日間に水分供給がないと, 深刻な収量低下を招くと報告²⁰⁾されているが, 本試験(OGの1番草刈取り

日：2005年6月17日，2006年6月13日）もそれを支持する結果となっている。また，今回の結果をみる限り，PRもこの期間の水不足が収量低下の一因となっていると思われた。ただし，PRは無降水の状態でもTYやOGに比べ地上部が増加し続けており，降水後の生育や3番草の生育も良好であった。海外においては，PRはOGよりも耐乾性が強い¹⁰⁾との報告があり，PRの耐乾性に関する機作については，今後詳細に検討する必要がある。一方，TYは生育途中一時的に干ばつの被害がみられたが，2番草収量への影響はPRやOGほど大きくはなかった。この理由の一つとして，TYの2番草収穫日が他草種に比べ遅いため，干ばつ状態が解消されてから収穫までの期間が長かったことが考えられるが，TYの乾燥ストレスに対する反応が他草種と異なる可能性も示唆される。

茎数は1番草の生育期間を通してTYとOGは減少したが，PRでは増加し続けた。一茎重はTY，OGは6月に入ると急激に増大したが，PRの増加はこれらと比較すると小さかった。一般にOGは栄養生長期（天北地方では5月中旬に該当）³¹⁾，TYは幼穂形成期（同5月下旬）⁴²⁰⁾に茎数がピークを迎え，その後は群落間の相互遮へいなどにより弱小な分げつが枯死し，両草種の茎数は減少する。しかし，PRはTY，OGよりも密度が高いにもかかわらず，このような現象が発生しなかったか，それを上回る分げつの発生があったと思われる。これらの結果から，1番草の収量増加要因がOGとTYの場合には有効分げつ（全茎数）の一茎重の増加が大きかったのに対し，PRの場合はそれに加え新規分げつの発生も関与していると推察される。

2番草の茎数をTYとOGと比較すると，TYが増加しているのに対し，OGでは減少していた。これは再生茎の違いに基づくと考えられる。すなわち，TYにおいては1番草における伸長茎のほとんどが生長点を切除されて1番草刈取り後に枯死⁴²⁰⁾，新しく分げつが発生するため茎数が徐々に増加するのに対し，OGは既存分げつの多くが迅速に再生するため³¹⁾，茎数が早期にピークを迎え，その後は上述の相互遮へいなどにより弱小分げつが枯死し，減少していくものと理解される。

以上のことから，PRの年間乾物収量は他の2草種より高く，また，ほぼ全ての番草でOGの収量を上回った。一方，TYは1番草が非常に高収であった。1番草の主な収量の増加要因を解析すると，TYやOGが一茎重の増大であるのに対し，PRは分げつ数の増加も関与している特徴が示された。これらのことから，PRは従来から採草利用されているTYやOGと比較しても高い乾物生産を示し，採草用草種としても十分利用価値を有することが明らかとなった。

2. 飼料特性

PRは他草種と比較すると，飼料成分ではADF，NDFが低く，CPも同等か上回った。また，ミネラルではCaが高く，ミネラルバランスもCa/Pが高く，K/(Ca+Mg)が低かった。これらからすると，PRは3草種の中で最も良質な粗飼料であると考えられる。

一般的にWSC¹¹⁾や単糖類・二糖類²¹⁾含量が高いほど，乳牛の嗜好性に良い影響を与えられている。本結果では，PRの単糖類・二糖類はOGと同等であったがTYよりやや高く，WSCは3草種中最も高かった（表3）。PRの嗜好性は他のイネ科牧草と比較して高い¹⁾が，各糖類の高含量はそれらを裏付けている。

本試験は各草種の採草利用を想定した検討であるため，サイレージ適性も評価の重要な要素である。グラスサイレージの良質発酵にはWSC含量が乾物中10%以上必要であると指摘されているが¹⁶⁾，PRは全ての番草で10%を超えるとともに，各番草でOGを上回った（表3）。また，サイレージ発酵にはフラクタンの影響も大きい²⁵⁾が，PRはフラクタン含量およびWSCにおけるフラクタンの割合とも他草種より高かった（表3，4）。これらの点から見ても，PRは良質発酵への好条件を備えている草種であると言える。

一方，PRの酸緩衝能は再生草で他草種より若干高い傾向であったが，その差はわずかである（表5）。もともと酸緩衝能は発酵品質に対し決定的な要因ではなく副次的¹⁷⁾であり，材料草の糖含量が十分ある場合は酸緩衝能の影響はほとんどない。すなわち，PRは両年の全番草でWSCが10%以上あるので，良好な発酵品質が期待される。なお，サイレージ適性を考える際にPRはOGに比べ予乾時の水分低下が遅い²⁾との指摘もあるが，近年では飼養規模の大型化に伴い貯蔵形式も予乾の必要のないバンカーサイロなどを用いたダイレクトカットサイレージが主流となると想定されるため，PRが有する予乾の問題点は今後重要ではなくなると思われる。

このように，PRは放牧に限らず採草用としても，OG，TYより飼料品質が良好でWSC，フラクタン含量等が高く，サイレージ発酵にも適していることが明らかになった。したがって，採草利用下の乾物生産等の生育特性も考慮すると，PRを従来からの草種であるOG，TYと組み合わせ利用すれば，天北地方における効率的な自給粗飼料の生産に貢献すると思われる。

謝辞 本稿をご校閲いただいた北海道立畜産試験場長竹田芳彦博士，北海道立上川農業試験場長塩澤耕氏，同支場長扇勉博士に深甚の謝意を表します。また，東京農大学生物産業学部教授増子孝義博士と九州沖縄農業

研究センター畜産飼料作研究部主任研究官服部育男博士、筑波大学大学院生命環境科学研究科石川尚人博士には酸緩衝能の測定法についてご助言を賜りました。心から感謝申し上げます。

引用文献

- 1) 坂東 健・寒河江洋一郎・石田 亨. 天北地域における粗飼料の調製・給与に関する実態および今後の意向(その1実態). 北農64, 291-298 (1997)
- 2) 坂東 健・佐竹芳世・石田 亨・中村克己. ペレニアルライグラスの乾草利用の検討. 北海道立農試集報75, 37-40 (1998)
- 3) Douglas JT, Crawford CE. The response of a ryegrass sward to wheel traffic and applied nitrogen. Grass Forage Sci. 48, 91-100 (1993)
- 4) 藤井弘毅・山川政明・澤田嘉昭・牧野 司・松原哲也. チモシー (*Phleum pratense* L.) における新旧分けつの交代の季節性ならびに各番草収量構成分けつの発生時期について. 日草誌. 53 (別), 20-21 (2007)
- 5) 藤田泰仁. 改訂粗飼料の品質評価ガイドブック. 日本草地畜産種子協会, 東京, p7-14 (2001)
- 6) 後藤重義. 原子吸光法, 植物栄養実験法(日本土壤肥料学会監修). 博友社, 東京, p134-142 (1990)
- 7) 北海道立中央農業試験場. 宗谷支庁, 北海道土壤図一覧. 北海道立農試資料. 21, 54-55 (1993)
- 8) 石田 亨・寒河江洋一郎・川崎 勉・坂東 健・裏悦次. ペレニアルライグラス放牧草地の集約放牧技術. 北海道立農試集報68, 51-60 (1995)
- 9) 石川尚人・志水勝好・永西 修. ケナフ葉サイレージのタンパク質画分と発酵特性. 日草誌. 51, 303-306 (2005)
- 10) Jackson DK. The course and magnitude of water stress in *Lolium perenne* and *Dactylis glomerata*. J Agric Sci Camb. 82, 19-27 (1974)
- 11) Jones EL, Roberts JE. A note on the relationship between palatability and water-soluble carbohydrates content in perennial ryegrass. Ir J Agric Res 30, 163-167 (1991)
- 12) 木曾誠二. 牧草の早刈り管理法に関する研究. 北草研報35, 1-5 (2001)
- 13) 木曾誠二・高橋市一郎・三枝俊哉・早川嘉彦・奥村正敏. 牧草・飼料作物, 北海道施肥ガイド(北海道農政道産食品安全室編). 北海道農政部, 札幌 p202-229
- 14) 近藤秀雄. 牧草地に対する秋施肥に関する研究. 第1報 オーチャードグラス草地の早春の生産性に対する秋施肥と春施肥の比較. 北農試研報106, 109-121 (1973)
- 15) Lovett DK, Bortolozzo A, Conaghan P, O' Kiely P, O' Mara FP. In vitro total and methane gas production as influenced by rate of nitrogen application, season of harvest and perennial ryegrass cultivar. Grass Forage Sci. 59, 227-232 (2004)
- 16) 増子孝義. サイレージの発酵. サイレージ科学の進歩(内田仙二編), デーリィ・ジャパン社, 東京, p86-131 (1999)
- 17) 増子孝義. サイレージを決定する要因. サイレージの科学, デーリィ・ジャパン社, 東京, p16-20 (1994)
- 18) 増子孝義・兒玉巖雄・植松 斉・久保井栄・前田良之・山中義忠. 北海道で栽培した寒地型イネ科牧草における単糖・二糖類含量の生育ステージ別, 刈取り回次別変化. 日草誌. 40, 230-233 (1994)
- 19) 松中照夫・川田純充. 草地の乾物生産から見た基幹草種としてのチモシーの優位性. 北草研報. 41, 45 (2007)
- 20) 松中照夫. 寒冷・寡照地域のチモシー草地に対する窒素施肥法に関する研究. 北海道立農試報告62, 6-44 (1987)
- 21) Mayland HF, Shewmaker GE, Harrison PA, Chatterton J. Nonstructural carbohydrates in tall fescue cultivars: relationship to animal preference. Agron J 92, 1203-1206 (2000)
- 22) 水野直治・南 松雄. 硫酸-過酸化水素による農作物中 N, K, Mg, Ca, Fe, Mn 定量のための迅速前処理法. 土肥誌. 51, 418-420 (1980)
- 23) 中島秀治. フローインジェクション分析法による耕地土壌及び畑作物体ケルダール分解液中の全窒素定量. 東北農試研究資料. 7, 37-44 (1987)
- 24) 中辻敏郎・松中照夫・木曾誠二. オーチャードグラスの2番草および3番草生育に重要な水分供給時期. 土肥誌. 76, 169-174 (2005)
- 25) 岡元英樹・古館明洋・吉田昌幸. ペレニアルライグラスへの窒素施肥が糖組成とサイレージ発酵に及ぼす影響. 日草誌. 53, 195-200 (2007)
- 26) 岡元英樹・奥村正敏・古館明洋. 天北地方の採草用ペレニアルライグラス(*Lolium perenne* L.)・シロクローバ(*Trifolium repens* L.)混播草地における窒素施肥量. 日草誌. 53, 152-158 (2007)
- 27) 岡元英樹・奥村正敏・古館明洋. 天北地方の採草用ペレニアルライグラス単播草地における最適窒素施肥量. 日草誌. 52, 243-249 (2007)

- 28) 岡元英樹・奥村正敏・木曾誠二・二門 世. 天北地方における採草用ペレニアルライグラス単播草地の窒素施肥配分. 日草誌. 51, 296-302 (2005)
- 29) 岡元英樹・堤 光昭・奥村正敏・中村克巳・木曾誠二・佐藤尚親・二門 世・葛岡修二・高品 純・山上良明. 2001 年度新しい研究成果—北海道地域—. 北海道農業研究センター, 札幌, p103-107 (2003)
- 30) 雑賀 優. 3. 草地の飼料としての価値. 草地学. 文永堂出版, 東京, p157-166 (1990)
- 31) 坂本宣崇. 高緯度積雪地帯におけるオーチャードグラスの周年管理に関する栄養生理学的研究. 北海道立農試報告 48, 1-55 (1984)
- 32) 嶋田 徹. 草種、品種の特性を活用して増収. 最新・飼料作物のすべて (栽培と調製の最新情報), デーリイマン社, 札幌, p35-43 (1985)
- 33) Smith D. 植物組織からの全非構造型炭水化物 (TNC) の抽出および分析法 (上野昌彦訳, 原題名 Removing and analyzing total non-structural carbohydrates from plant tissue). 日草誌. 17, 75-82 (1971)
- 34) 玉置宏之. チモシー主要形質の効率的育種法の構築. 北海道立農試報告 107, 1-60 (2005)
- 35) 山田敏彦・中山貞夫・寺田康道・寶示戸貞雄・大同久明・高井智之・荒木 博・水野和彦・伊藤公一・眞田康治・杉田紳一. オーチャードグラス新品種「ハルジマン」の育成とその特性. 北海道農研研報 117, 15-36 (2002)
- 36) 山田敏彦. ペレニアルライグラス. 牧草・飼料作物の品種解説 (農林水産省草地試験場編), 日本飼料作物種子協会, 東京, p19-26 (1999)

Growth and forage characteristics of three temperate grass species harvested in Tenpoku region

Hideki OKAMOTO ^{*1}, Akihiro FURUDATE ^{*1}

Summary

We had evaluated growth characteristics and forage quality of perennial ryegrass (PR), orchardgrass (OG) and timothy (TY) by the field experiment for two years (from 2005 to 2006). Cutting frequency was three times a year for PR and OG, and two times for TY. Annual dry matter yield was the highest in PR (11-12 ton/ha) among three grass species, and dry matter yield of each cutting was higher in PR compared to OG. First cutting of TY showed high yield (6-7 ton/ha). Dry matter yield of the first cutting was mainly affected by the increase of tiller weight in OG and TY, on the other hand, the increase of tiller number also contributed to it in PR. Forage quality of PR was superior to OG and TY, in addition, PR showed high contents of WSC and fructan, so it was considered that PR is suitable for silage fermentation. From these results, it was concluded that PR is suitable for not only the pasture, but also the meadow.

^{*1} Hokkaido Kamikawa Agricultural Experiment Station Tenpoku Branch, Hamatombetsu, Hokkaido, 098-5738 Japan
E-mail: seika@agri.pref.hokkaido.jp (Edit Committee of Publication in Hokkaido Pref. Agri. Exp.Stn.)