

極寒冷地域における放牧草地の維持管理法

IV. 主要イネ科牧草の貯蔵炭水化物蓄積に及ぼす

秋の刈取りと施肥の影響

能代昌雄* 平島利昭*

Pasture Management in a Cold Region

IV. Influences of cutting and fertilization in autumn on the accumulation of reserve carbohydrates in grasses

Masao NOSHIRO* and Toshiaki HIRASHIMA*

秋の放牧期間を延長するため、主要イネ科牧草の秋の利用と越冬前の貯蔵炭水化物蓄積との関連を調査した。その結果、貯蔵炭水化物は、秋季、気温の低下とともに株や根に蓄積され、とくに貯蔵性に富むフラクトサンが主体であった。秋の貯蔵炭水化物の上昇割合は草種の生育特性によって異なっていた。すなわち、休眠が早く、秋の再生が少ないチモシーでは早い時期に急激に増加したが、秋の再生が良く、晩秋利用のための草量確保が比較的容易なメドウフェスクやオーチャードグラスは、上昇割合が緩徐であり、とくに10月上旬前後の刈取りによって貯蔵炭水化物の蓄積は質的、量的に抑制された。また、秋の高温は貯蔵炭水化物の蓄積を遅らせる傾向があった。8月下旬頃の窒素の適量施用は越冬前の貯蔵炭水化物含有率および個体当たりの含有量をやや低下させたが、分けつ数の増加により、面積当たりの蓄積量を多くした。一方、貯蔵炭水化物の蓄積に対する秋の燐酸の影響は判然としなかったが、加里の適量施用は貯蔵炭水化物中のフラクトサン割合を高める傾向があった。

I. 緒言

放牧期間の短かい寒冷地では、草地利用の効率化と家畜飼養の省力化の上から放牧期間の延長は重要な課題であり、第3報¹⁾では、秋施肥による春の放牧開始の早期化について報告した。

根釧地方は一般に秋の日照が多く、根雪が遅いため、晩秋まで放牧が可能であるが、冬期積雪が少なく低温となるため、草種によっては、しばしば冬枯れが発生し、翌春の草生が悪化することがある。したがって、秋の放牧期間延長技術を確立するためには、まず本地帯に導入されている主要なイネ科牧草について、秋の草地管理条件と越冬性との関連を検討し、晩秋放牧用の草種選定や主要草種に対応しうる草地管理技術を明らかにする必要がある。秋季の草地管理条件とイネ科牧草の越冬性に関する従来の研究^{2,3,7)}の中には、オーチャードグラスについてのものが多く、種々の草種を比較検討したものはほとんど見当たらない。また、本

地帯におけるオーチャードグラスの栽培は冬枯れの懸念があるため、あまり多く導入されていない。そこで著者らは、まず本地帯の主要なイネ科牧草について、秋季の刈取りと施肥管理が越冬性に及ぼす影響を比較検討しようとした。

本報告はこのうち、とくに晩秋の貯蔵炭水化物の蓄積に関して得られた知見をとりまとめたものである。

なお、本研究に当たっては、根釧農試草地科袴田共之、能勢公の両氏に多大の協力をいただき、また、本報告のとりまとめに当たって御校閱、御指導を賜った天北農試場長森哲郎、中央農試化学部長松代平治ならびに根釧農試土壌肥料科長赤城仰哉の各氏に深甚なる謝意を表する。

II. 試験方法

1. 供試牧草

供試牧草は根釧地方における主要イネ科牧草であるメドウフェスク(レトール)、オーチャードグラス(1969～

* 北海道立根釧農業試験場 標津郡中標津町

1971年は在来種, 1973年はホクレン改良種), チモシー (1969年は在来種, 1970~1971年はホクオウ), ケンタッキーブルーグラス (市販品) の4草種を用い, いずれも単播とし, うね幅 40 cm, まき幅 10 cm の条播とした。

2. 試験処理の概要

1) 1969年: 播種2年目の供試4草種について, 最終刈取りを10月中旬と11月中旬の2期とした。刈取りと施肥の時期および共通施肥量については Table 1. に示した。貯蔵炭水化物の分析試料は3回目, 4回目および最終刈取り時に採取した。また, 11月14日の採取試料については器官別に貯蔵炭水化物組成を分析した。

2) 1970, 1971年: 最終刈取り時期と初秋の肥料3要素の施肥が貯蔵炭水化物の蓄積に及ぼす影響を調査するため, 供試4草種について, 最終刈取り時期を10月上旬, 11月上旬の2期とし, さらにそれぞれの最終刈取り群に3要素区, 無窒素区, 無磷酸区, 無加里区, 無肥料区の5区を配置した。1970年には, 播種2年目の各草種を供試し, 施肥処理は3回目および4回目の刈取り後, 2回に分けて行なったが, 合計の標

準施肥量は10a当たりN 6 kg, P_2O_5 6 kg, K_2O 12 kgであった。1971年は, 前年の試験区を春から共通管理し, 4回目の刈取り後, 引続いて供試した。しかし, 施肥処理は肥料要素の影響を強調するため, 4回目刈取り後の8月下旬に1回とし, P_2O_5 施用量も増加した。両年の刈取りと施肥処理の時期および標準施肥量は Table 1. に示した。また, 1971年の10月上旬刈りの3要素区には高刈り区 (刈取り高さ 10 cm) を併置した。

貯蔵炭水化物の分析試料は, 1970年は11月上旬刈りの3要素区については9月8日, 10月2日, 11月3日の3回, その他の区では11月3日の1回, 1971年は11月5日にそれぞれ採取した。なお本地帯では, 11月の旬別気温は $5.5 \sim 1.0^\circ C$ で, 牧草中の貯蔵炭水化物の動きがごく少ないため, 11月上旬の試料を越冬前のものとした。

3) 1973年: 初秋の窒素および加里の施用量と貯蔵炭水化物の関係をみるため, オーチャードグラス (ホクレン改良種, 3年目草地) を用いて, それぞれ用量試験を行なったすなわち, 9月6日, 3回目の刈取り後, 窒素用量試験ではN 0, 4, 8, 16 kg/10aを塩安

Table 1. Cutting and fertilization for every type of grass used in the experiments in 1969-1971.

Year	Date	Treatments for grasses	Fertilization* (kg/10a)
			N- P_2O_5 - K_2O
1969	July 29	3rd Cut., Fert. for all plots	3-0-6
	Aug. 28	4th Cut., Fert. for mid-Oct. Cut. plots	
	Sept. 8	4th Cut., Fert. for mid-Nov. Cut. plots	
	Oct. 15	Final Cut. for mid-Oct. Cut. plots	
	Nov. 13	Final Cut., for mid-Nov. Cut. plots	
1970	July 29	3rd Cut., Fertilizing treatments	3-3-6
	Aug. 25	4th Cut., Fertilizing treatments for Oct. Cut. plots	
	Sept. 7	4th Cut., Fertilizing treatments for Nov. Cut. plots	
	Oct. 2	Final Cut. for early Oct. Cut. plots	
	Nov. 1	Final Cut. for early Nov. Cut. plots	
1971	Aug. 3	Only 3rd Cut. for all plots	6-10-10
	Aug. 27	4th Cut., Fertilizing treatments for every Cut. plot	
	Oct. 5	Final Cut. for early Oct. Cut. plots	
	Nov. 3	Final Cut. for early Nov. Cut. plots	

Note: Cut. means cutting and Fert. means fertilization in this table.

* N; ammoniumchloride, P_2O_5 ; Calcium superphosphate, K_2O ; Potassiumchloride.

で施用し、 K_2O は共通に $4\text{ kg}/10\text{ a}$ を塩加で施用した。加里用量試験では K_2O 0, 4, 8, $16\text{ kg}/10\text{ a}$ を塩加で施用し、共通に $N\ 4\text{ kg}/10\text{ a}$ を塩安で施用した。なお、加里用量試験の供試圃場には、加里の効果を強調するために、前回の刈取り後の追肥に加里を施用しなかった。両試験とも最終刈取り時期は10月5日と11月1日の2期とし、越冬前の試料の採取は11月12日に行なった。

3. 貯蔵器官の採取および炭水化物の測定

分析試料は葉基または茎基（根際より約4 cm 部位）、幼分けつ（0.2~4 cm の分けつ）、球茎、根茎、根などに切離し、70~90°C で熱風乾燥後、50 メッシュ以下に粉碎した。貯蔵炭水化物は、80% エタノール可溶部分とフラクトサンに分けて測定した。すなわち、80% エタノール可溶糖は還元糖にまで分解し、フラクトサンは80% エタノール抽出残渣から、0.25% 蔞酸で分解抽出し、いずれも中和、除たん白処理後、Nelson-Somogyi 法¹⁾ で比色定量した。測定値はフラクトースに換算し、両者の合計を TAC (total available carbohydrates) とした。

III. 結 果

1. 晩秋の刈取り時における産草量

1969~1971 年の試験における秋の刈取り時の地上部収量は Table 2. に示した。これによると、年次によっても差があるが、メドウフェスクでは秋の生育が

良好で、草量が確保しやすく、ついでオーチャードグラス、チモシー、ケンタッキーブルーグラスの順であった。このうち、後2者は乾物率が高いため、生草現存量はやや少なかったが、乾草収量は比較的多かった。1971 年は8月下旬に1回にまとめて施肥したため、全般に多収となり、草種間差は少なかった。8月施肥の影響は窒素の肥効がもっとも大きく、燐酸の肥効は秋の刈取り時期、草種によって異なり、明らかでなかったが、加里はオーチャードグラス、チモシーに対し肥効が認められた。

2. TAC の経時的变化および越冬前の器官別 TAC 組成

1969 年と1970 年（3要素区）の試験において、夏から秋にかけての刈取り時に、各草種の代表的貯蔵器官の TAC 含有率および分けつ茎当たり TAC 含有量を測定し、Fig. 1. に示した。これによると、一般に秋には TAC の含有率および分けつ茎当たり含有量は高まるが、その上昇割合は草種によって異なっていた。TAC 含有率の上昇割合は、秋の地上部再生量の多かったメドウフェスクでは緩徐であったが、オーチャードグラスはやや急であり、とくに9月の上昇割合が大きかった。チモシーの球茎は年次にもよるが、8~9月で急激な上昇がみられ、その後横ばいとなった。ケンタッキーブルーグラスの根茎はむしろ9~10月の上昇割合が高かった。一方、分けつ茎当たり TAC 含有量は、株部全体の肥大と分けつ茎数の消長に関連する

Table 2. Dry matter yields of grasses at final cutting in 1969-1971.

Species	Meadow fescue		Orchard grass		Timothy		Kentucky blue grass	
	Oct.	Nov.	Oct.	Nov.	Oct.	Nov.	Oct.	Nov.
Final cutting time								
Year	Dry matter yields (kg/10 a)							
1969	136	111	93	72	98	93	67	63
1970*	132	153	113	94	118	94	118	47
1971*	163	149	179	218	125	150	197	199
Average	144	138	128	128	114	112	127	103
Fertilizing Treatment	Relative yields to NPK-plot** (as NPK=100)							
PK (-N)	28	35	28	29	25	28	23	31
NK (-P)	86	103	107	97	76	95	74	127
NP (-K)	109	108	85	86	88	87	107	120
O	31	39	27	28	27	26	23	55

* Yields of NPK-plot.

** Average of 1970-1971.

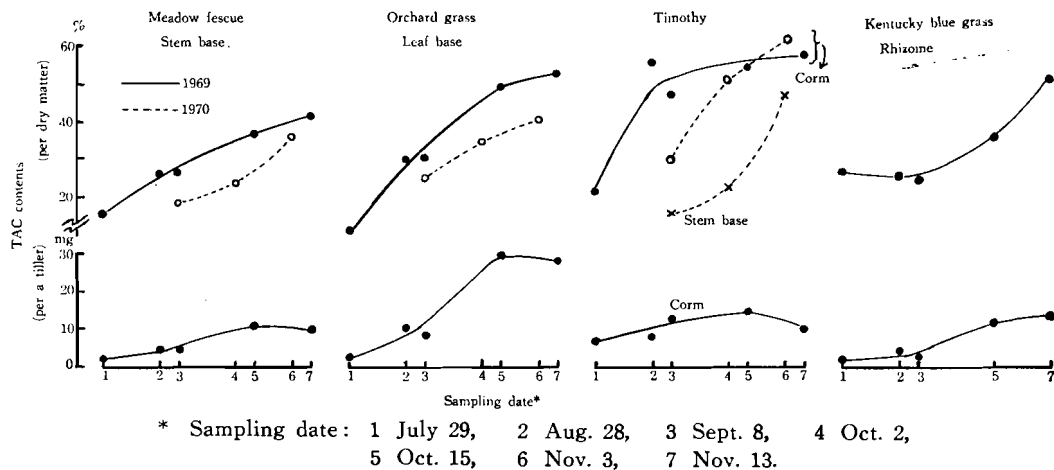
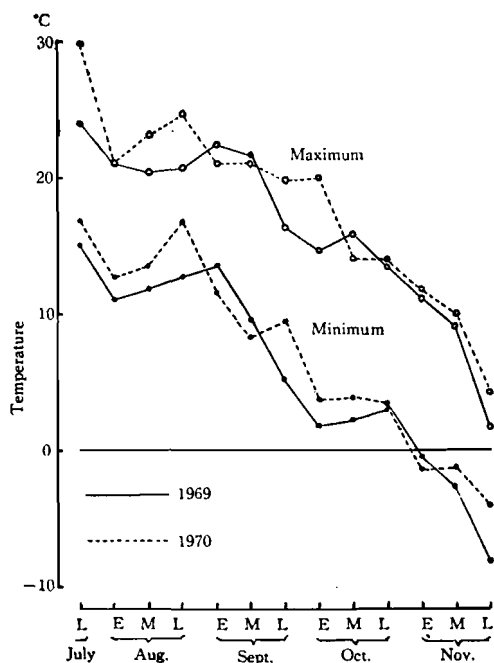


Fig. 1. Changes of the TAC contents in storage organs from July to November.

が、いずれの草種でも9月から10月上旬における増加割合が大きく、とくにオーチャードグラスではこの傾向が明らかだった。

つぎに1969年と1970年のTAC含有率を比較すると、1970年の方がいずれも低かった。貯蔵炭水化物の蓄積は気温と関係が深いといわれているので^{2,11)}、両



Note: E; Early, M; Middle, L; Late.

Fig. 2. Changes of maximum and minimum temperature in average, every ten days from July to November in 1969 and 1970.

年の秋の気温を比較してみた。その結果(Fig. 2.), 1970年の秋は全般に高温に経過し、とくに9月下旬~10月中旬の20日間は、平均気温で約4°C高く、TAC含有率の年次間差は秋の気温の差によるものと思われた。

晩秋における各種牧草の株部および地下器官について、TAC含有率およびその組成について調査した結果をFig. 3.に示した。これによると、TAC含有率は各草種とも葉基、茎基、球茎、根茎などで高く、根では低かった。一方、分けつ茎当たりTAC含有量は各器官の乾物重に支配され、メドウフェスクやチモシーでは根の含有量が多く、根部も重要な貯蔵器官と考えられた。しかしこの報告では、越冬性との関連を前提にしてTACを論ずるため、ケンタッキーブルーグラス以外の草種については、翌春の再生原基がある葉基、

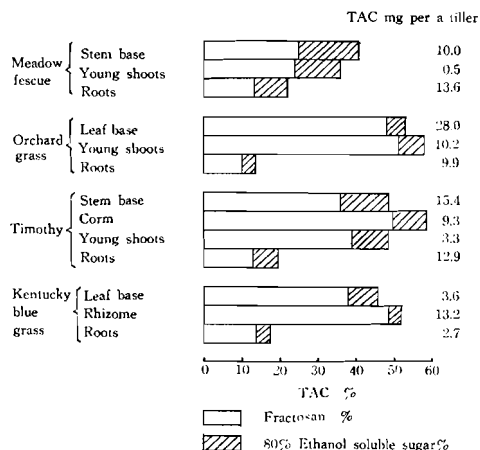


Fig. 3. The TAC contents and their constituents in different storage organs in late autumn. (Nov. 14 1969)

茎基を中心として検討した。

つぎに貯蔵炭水化物の組成についてみると、各草種ともフラクトサンが主体であったが、メドウフェスクではやや少なかった。

3. 晩秋の TAC 蓄積に及ぼす秋の刈取りおよび初秋の施肥条件、とくに肥料 3 要素の影響

まず秋の刈取り時期の影響について検討すると、後掲の Table 5. および Fig. 4. に示したように、秋の刈取りの影響はどの草種についても認められ、10 月上旬刈りは 11 月上旬刈に比べて分けつ茎当たりおよび面積当たりの TAC 含有量が少なかった。TAC 含有率

についてはケンタッキーブルーグラスでは差がなかったが、他の草種では 10 月上旬刈りの場合に明らかに低かった。また、分けつ茎当たりの TAC 含有量は全般に含有率よりも差が大きかった。10 月上旬刈りでは、Table 3. に示したように、晩秋における葉基および茎基の乾物率が低く、窒素含有率が高く、また TAC 中のフラクトサン割合も低くなっていた。このことは 10 月上旬刈りでは、刈取り後に再生した分けつ茎が多いためと思われた。

一方、このような 10 月上旬刈りの貯蔵炭水化物の低下を緩和するために、1971 年の 10 月上旬刈りの 3 要

Table 3. Effects of cutting time on percentage of dry matter, nitrogen contents and the proportion of fructosan to the TAC of the storage organs in late autumn.

Species (organ)	Meadow fescue (Stem base)			Orchard grass (Leaf base)		
Year	1969	1970	1971	1969	1970	1971
Final cutting*	Percentage of dry matter for fresh matter**					
October	20.6	19.6	16.9	24.5	22.2	20.0
November	22.6	21.8	22.9	28.2	27.5	28.0
	Nitrogen content (%)***					
October	3.36	1.39		1.06	0.92	
November	0.72	1.13		0.94	0.77	
	Proportion of fructosan to TAC (%)**					
October	58	54	43	83	85	81
November	61	59	54	91	88	85

Note; * Final cuttings were at mid-October and mid-November in 1969, at early October and early November in 1970-1971.

** Average of 5 plots of fertilizing treatment in 1970-1971.

*** The value of NPK-plot in 1970.

Table 4. Effects of cutting height in early October on the TAC contents at late autumn* (1971).

Species (Organ)	Meadow fescue (Stem base)		Orchard grass (Leaf base)		Timothy (Stem base)	
Height of cutting	5 cm	10 cm	5 cm	10 cm	5 cm	10 cm
TAC content per dry matter	64	78	67	85	74	104
TAC content per a tiller	35	56	35	53	38	77

Note; * Relative value, which was 5 cm in cutting height in early November was 100.

Table 5. The TAC contents in the representative storage organs of grasses under the different treatments of cutting time and fertilization in autumn. (Nov. 3, 1970)

Species (Organ)	Meadow fescue (Stem base)		Orchard grass (Leaf base)		Timothy (Stem base)		Kentucky blue grass (Rhizome)		Average	
Final cut- ting time	Oct.	Nov.	Oct.	Nov.	Oct.	Nov.	Oct.	Nov.	Oct.	Nov.
Fertilizing treatment	TAC contents (%)									
NPK	30.2	35.8	36.8	41.1	39.1	47.9	50.1	49.9	39.1	43.7
PK (-N)	31.6	36.8	34.7	46.3	39.1	50.2	49.2	48.8	38.7	45.5
NK (-P)	28.9	39.9	40.5	44.1	39.2	47.7	51.4	54.5	40.0	46.6
NP (-K)	31.6	39.1	38.1	45.9	43.9	46.9	48.5	52.3	40.5	46.1
O	37.2	46.7	44.6	50.5	41.2	46.6	49.2	48.8	43.1	48.2
Average	31.9	39.6	38.9	45.6	40.5	47.9	49.7	50.9	40.3	46.0
Fertilizing treatment	TAC contents (mg/a tiller)									
NPK	2.7	6.9	14.7	22.9	7.3	14.9	11.4	16.8	9.0	15.4
PK (-N)	3.0	5.4	11.8	21.6	7.3	14.6	8.6	13.9	7.7	13.9
NK (-P)	3.0	6.9	14.9	23.5	7.1	15.5	12.3	15.8	9.3	15.4
NP (-K)	4.3	6.8	12.2	21.1	9.2	16.8	6.6	14.0	8.1	14.7
O	3.3	5.8	12.8	15.5	9.3	14.5	16.7	21.0	10.5	14.2
Average	3.3	6.4	13.3	20.9	8.0	15.3	11.1	16.3	8.9	14.7

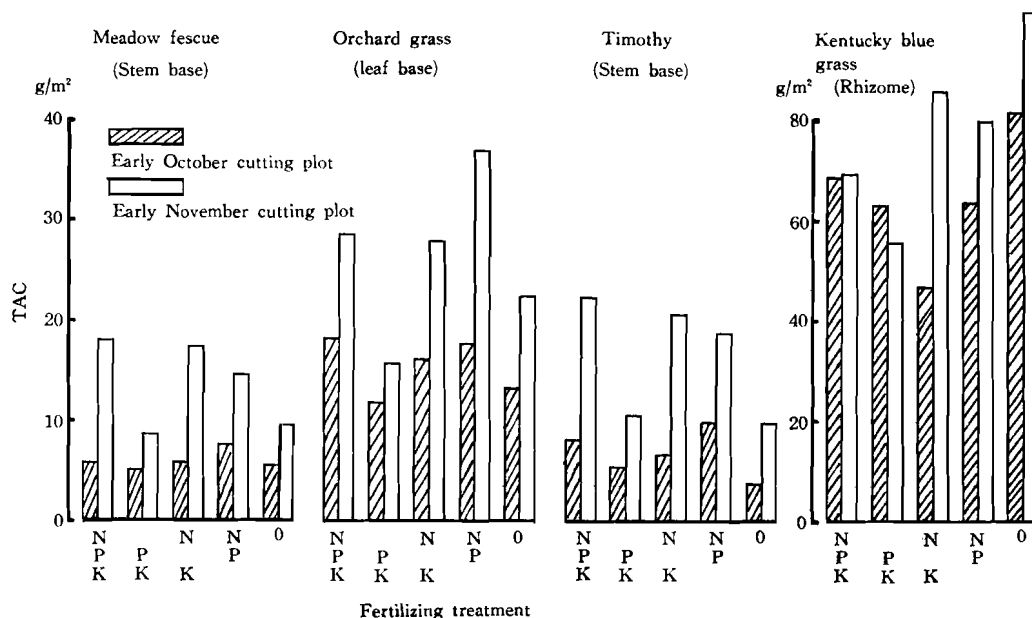


Fig. 4. The TAC accumulation in the representative storage organs of grasses under the different treatments of cutting time and fertilization in autumn. (Nov. 3, 1970)

Table 6. Effects of fertilizing treatments on the number of tillers and the fractosan ratio in the TAC of storage organs in late autumn in the case of November-cutting.

Species (Organ)	Fertilizing treatment				
	NPK	PK	NK	NP	O
Relative values of the number of tillers as NPK plot-100*					
Meadow fescue	100	52	94	92	53
Orchard grass	100	49	83	102	60
Fractosan ratio in TAC content (%)*					
Medow fescue (Stem base)	61	59	61	49	55
Orchard grass (Leaf base)	87	89	87	84	87

Note; * Average of 1970-1971.

素区で高刈りの効果を検討した。その結果, Table 4. に示すように, 10 cm 刈りは 5 cm 刈りよりも晩秋の TAC 含有率および分けつ茎当たり TAC 含有量が多く, チモシーでは 11 月上旬刈りにやや近かったが, メドウフェスク, オーチャードグラスでは, なお 11 月上旬刈りに及ばなかった。

肥料 3 要素の影響は Table 5. および Fig. 4. に示したように, 草種によって若干異なっていた。すなわち, TAC 含有率はメドウフェスク, オーチャードグラスでは刈取り時期のいかににかかわらず 3 要素の施肥によって低下したが, チモシー, ケンタッキーブルーグラスでは判然としなかった。分けつ茎当たり TAC 含有量については, 全般に施肥の影響は少なかった。しかし, 面積当たり TAC 絶対量に対しては窒素の肥効がきわめて高く, 窒素欠除区では TAC 蓄積量は少なかった。これは Table 6. に示したように, 窒素欠除

区では分けつ茎数が少なかったためであった。窒素に比べて磷酸, 加里の効果は判然としなかったが, Table 6. にみられるように, 無加里区では TAC 中のフラクトサン割合が低い傾向があった。

4. 晩秋の TAC 蓄積に及ぼす初秋の窒素および加里施用量の影響

1970~1971 年の試験によると窒素, 加里の施用は秋の産草量に対する肥効が認められた。そこで, オーチャードグラスを供試して窒素および加里の用量試験を行なった結果を Table 7. および 8. に掲げた。9 月初旬の窒素増施によって, 地上部収量は 10 月上旬刈りでは N 8 kg/10a まで, 11 月上旬刈りでは N 16 kg/10a まで増収した。一方, 窒素施用量の増加に伴って晩秋のフラクトサン, TAC 含有率および分けつ茎当たりの TAC 含有量が低下した。とくに 11 月上旬刈りでこの傾向が大きく, N 8 kg/10a 以上では, TAC

Table 7. Effects of nitrogen application on dry matter yields at final cutting and the TAC contents in the leaf base, number of tillers orchard grass before winter. (1973)

Final cutting Applied N (kg/10a)	October				November			
	0	4	8	16	0	4	8	16
Dry matter yield (kg/10a)	65	145	211	160	68	148	223	275
TAC $\left\{ \begin{array}{l} \% \\ \text{mg/tiller} \\ \text{g/m}^2 \end{array} \right.$	46.1	42.4	42.4	33.9	48.2	48.8	36.4	31.8
	24.0	17.5	14.9	12.2	44.3	35.1	15.1	15.9
	23.5	29.3	42.9	25.2	41.2	51.2	45.9	41.3
Fractosan (%)	27.9	26.3	22.9	16.5	32.6	33.6	20.8	17.3
Number of tillers (per/m ²)	980	1670	2870	2070	930	1460	3050	2600

Table 8. Effects of potassium application on dry matter yield at final cutting and the TAC contents in the leaf base, number of tillers of orchard grass before winter. (1973)

Final cutting	October				November			
Applied K ₂ O (kg/10a)	0	4	8	16	0	4	8	16
Dry matter yield (kg/10a)	143	115	168	112	150	164	136	153
TAC $\left\{ \begin{array}{l} \% \\ \text{mg/tiller} \\ \text{g/m}^2 \end{array} \right.$	42.3	33.9	37.5	40.4	43.7	45.8	50.3	45.1
	16.3	11.8	15.9	15.5	17.3	20.0	34.7	27.0
	25.9	20.1	33.2	33.4	32.0	45.9	80.4	54.6
Fractosan (%)	25.5	16.7	22.0	25.0	26.6	29.2	34.3	29.8
Number of tillers (per/m ²)	1590	1700	2090	2160	1850	2300	2320	2020

含有率は10月上旬刈りの場合より低くなった。しかし、分けつ数が増加するため、面積当たりTAC絶対量は10月上旬刈りはN 8kg/10a, 11月上旬刈りは、N 4kg/10aで最大となった。

加里の増施は秋の草量に明らかな影響が認められなかった。しかし、フラクトサンおよびTAC含有率は10月上旬刈りでは無加里区を除くと、全般に加里増施に伴って高まる傾向があったが、11月上旬刈りではK₂O 8kg/10aまでは高まり、16kg/10aではやや減少した。また、分けつ茎あるいは面積当たりのTAC絶対量はK₂O 8kg/10aで高い値を示し、分けつ茎数も加里増施によって増加する傾向があった。

IV. 考 察

1. 草種間における貯蔵炭水化物蓄積の差異

晩秋放牧のためには秋の生育すなわち低温生長性が良好な草種が望ましいが、供試牧草の中ではメドウフェスク、オーチャードグラスが適していた。しかし、チモシーやケンタッキーブルーグラスでも8月下旬の施肥によって、晩秋放牧が可能な現存量を確保できると思われた。したがって、晩秋放牧の可否はこれら草種の越冬性のいかんによって左右される。

一般に牧草は秋に低温となると生育が鈍化し、同化生産された炭水化物は貯蔵態として株や根などに蓄積される¹¹⁾。供試牧草では、メドウフェスクは茎基、根、オーチャードグラスでは葉基、チモシーでは茎基、球茎、根、ケンタッキーブルーグラスでは根茎が主要な貯蔵器官であると思われた。チモシーの球茎は一般にも主要貯蔵器官とされているが¹⁰⁾、そのTAC含有量は晩秋にやや低下していた。

貯蔵炭水化物の組成は、北方型イネ科牧草では貯蔵

性に富むフラクトサンが主体であるといわれており⁶⁾、供試牧草でもこのことが確認された。しかし、本試験で得られた値は仙台における小島ら⁶⁾の分析値よりやや高く、当地方の寒冷な気象条件が反映されたものと推定された。

一般に牧草の貯蔵炭水化物は夏から秋にかけて蓄積されるが、その蓄積過程は草種の生育特性や秋の気温に関連すると思われた。すなわち、TACの経時的変化からみると、秋の生育が比較的良好なメドウフェスクやオーチャードグラスではTACの蓄積は緩徐であるが、早くから休眠に入り、秋の再生が比較的劣るチモシーでは早期に高まる。また、秋の気温が高く、生育が促進される場合には各草種ともTACの蓄積が遅れるものと考えられた。

2. 秋の刈取りと初秋の施肥が貯蔵炭水化物の蓄積に及ぼす影響

晩秋の貯蔵炭水化物の蓄積を牧草の越冬性や春の再生との関連でみる場合には、質的には牧草の耐寒性や外部の不良環境に対する抵抗性に関連し、貯蔵器官中のTAC含有率が重要と思われる。また、越冬中の呼吸や越冬後の再生に対するエネルギー源としては、個体当たり(分けつ茎当たり)のTAC含有量が重要であり、さらに春の産草量との関連では、面積当たりのTAC絶対量が問題になると考えられる。

秋の放牧時期が晩秋の貯蔵炭水化物の蓄積に及ぼす影響を刈取り試験によってみた結果、10月上旬の刈取りは11月上旬の刈取りに比べて、一般に晩秋のTAC蓄積を少なくしていた。牧草の貯蔵炭水化物は地上部の刈取り後つぎの再生のため消耗されるが、夏や秋の早い時期の刈取りでは、越冬前までにこの消耗は回復される。また、11月上旬のように秋の遅い刈取りで

は気温が低いためもはや再生せず、貯蔵炭水化物の消耗は少ない。しかし、10月上旬の刈取りでは、この時期の気温がなお牧草の再生可能な範囲にあるため、若干の再生により貯蔵炭水化物が消耗されるが、その後秋冷に向うため、この消耗は十分に回復されず低い水準のまま冬を迎えることになる。したがって、この現象は草種の秋の生育特性と密接な関係がある。すなわち、メドウフェスクやオーチャードグラスのように秋の生育が比較的良好なものでは、10月上旬刈り後の再生量が多いため、貯蔵炭水化物の消耗が大きく、それだけ回復が遅れる。しかし、チモシーやケンタッキーブルーグラスでは秋の刈取り後の再生が少ないため、この消耗が少ないと思われた。一方、高刈りは刈取り後の貯蔵炭水化物の消耗を軽減するとされている¹²⁾。本試験でも、10月上旬に高刈りをするるとある程度貯蔵炭水化物の低下が軽減されたが、メドウフェスクやオーチャードグラスではその効果が小さかった。

貯蔵炭水化物は施肥によって影響されるといわれ、とくに窒素と加里についての報告が多い^{2,8,9)}。秋の草量を確保するため8月下旬頃に窒素施肥すると、地上部の再生が促進されるため、晩秋のフラクトサンおよびTAC含有率を低下させ、また個体当たりのTAC含有量も低下させた。しかし、秋は分けつ発生の多い時期であるため⁵⁾、窒素増施により茎数を増加させ、N 4~8 kg/10 aの施用で面積当たりのTAC絶対量は最大となった。とくにオーチャードグラス、チモシーでこの傾向が大きかった。一方、加里の増施は貯蔵炭水化物の蓄積を多くしたが、とくにフラクトサン含有率を高め、炭水化物組成に対する影響が大きかった。燐酸については、本試験条件下では、地上部の再生量と同様貯蔵炭水化物に対する影響も判然としなかったが、燐酸地力や窒素肥効との関係でなお検討の余地がある。

以上述べてきたように、晩秋放牧のためには低温生長性が良好なメドウフェスクやオーチャードグラスが適するが、これらの草種は貯蔵炭水化物の蓄積が緩慢であるとともに、秋の利用に伴う貯蔵炭水化物の減少が大きく、越冬性に悪影響を及ぼす可能性が大きい。しかし、これらの草種でも初秋に適量の窒素、加里を施用し、10月上旬の利用をさければ株、根の肥大や分けつが促進され、同時に貯蔵炭水化物の蓄積をはかることが可能であった。

晩秋における貯蔵炭水化物の蓄積は牧草の越冬体制転換の重要な一つの因子と考えることができるが、牧

草の越冬性には貯蔵炭水化物の多少のみでなく、耐寒性、耐病性など多くの要因も関与すると思われるので、これらのことについては今後の検討が必要である。

参考文献

- 1) 阿部喜美子, 瀬野信子 1968: 一般定量法. 蛋白質核酸酵素編集部編, 生物化学実験法 XI, 糖質実験法. 13-26. 共立出版, 東京.
- 2) COLBY, W. G., M. DRAKE, D. L. FIELD, and G. KREOWSKI, 1965: Seasonal pattern of fructosan in orchard grass stubble as influenced by nitrogen and harvest management. *Agron. J.* 57: 169-173.
- 3) 橋本 勉, 竹内徳猪 1968: イタリアンライグラスの年内刈りによる貯蔵養分の推移が雪害に及ぼす影響. *日草誌* 14: 182-187.
- 4) 平島利昭, 能代昌雄 1973: 極寒冷地域における放牧草地の維持管理法. 第3報 主要イネ科牧草に対する秋施肥効果, *日草誌* 19: 53-62.
- 5) 星野正生, 守屋直助, 金武フミエ 1956: Orchard grassの採種に関する研究. *農技研報* G 12: 29-35.
- 6) 小島邦彦, 伊沢 健 1967: 牧草炭水化物の生理化学的研究. 第2報 草種による炭水化物特性について, *日草誌* 13: 39-50.
- 7) 熊井清雄, 広瀬又三郎, 桜井茂作, 真田 雅 1964: 牧草の再生に関する研究. II. オーチャードグラスの貯蔵炭水化物の季節的消長について, *畜試報告* 7: 59-64.
- 8) ———, 真田 雅, 広瀬又三郎 1965: 牧草の再生に関する研究. 第VIII報 オーチャードグラスの再生ならびに貯蔵炭水化物代謝に及ぼす無機養分の影響, *日草誌* 11: 134-135.
- 9) MATCHES, ARTHUR G., G. O. MOTT, and R. J. BULA, 1963: The development of carbohydrate reserves in alfalfa seedlings under various levels of shading and potassium fertilization. *Agron. J.* 55: 185-188.
- 10) 三井計夫監修 1965: 飼料作物・草地ハンドブック 34. 養賢堂, 東京.
- 11) SULLIVAN, J. T. and V. G. SPRAGUE, 1949: The effect of temperatures on the growth and composition of the stubble and roots of perennial ryegrass. *Plant physiol.* 24: 706-719.
- 12) 渡辺 潔, 桂 勇, 関村 栄, 大泉久一 1969: オーチャードグラスの再生長に及ぼす刈取り高さと生育季節の影響. *日草誌* 15: 16-20.

Pasture Management in a Cold Region

IV. Influences of cutting and fertilization in autumn on the accumulation of reserve carbohydrates in grasses

Masao NOSHIRO* and Toshiaki HIRASHIMA*

Summary

It is important for pasture management in a cold region to know the relationships between clipping of grasses by cattle in autumn and the reserve carbohydrates in grasses before winter. In this report, the authors investigated on this problem from 1969 to 1973 in the Nemuro-Kushiro districts.

The results obtained were summarized as follows;

1. It was similar to former studies in that storage organs of grasses were stubble (leaf base, stem base, corm and young shoots), rhizome and roots.
2. The reserve carbohydrates, the total available carbohydrates (TAC), accumulated in storage organs when it became cool in autumn. The proportion of fructosan to the TAC was more abundant in the cold regions than in the other warm districts.
3. The TAC contents in timothy growing poorly in autumn increased rapidly in early autumn, but those of meadow fescue and orchard grass growing moderately increased gradually during autumn.
4. Cutting in early October delayed the accumulation of the TAC in grasses before winter and made the fructosan contents in grasses decrease, particularly in meadow fescue and orchard grass.
5. Moderate application of nitrogen (N 4kg/10a) to orchard grass in late August made the accumulation of the TAC in grass increase, because of the enlargement of storage organs and the increase in number of tillers, and moderate application of potassium (K_2O 8kg/10a) made fructosan contents increase.

* Hokkaido Prefectural Konsen Agricultural Experiment Station, Nakashibetsu, Hokkaido, Japan.