

## 晩秋から早春にかけての牧草の生育特性と肥培管理

### II. 秋期の施肥時期が翌春収量に及ぼす影響

坂本宣崇\* 奥村純一\*

#### Growth Characteristics and Managements of Pasture Crops from Late Autumn to Early Spring

#### II. Effects of the manuring period of pastures in late autumn on yields in next spring

Nobumitsu SAKAMOTO\* and Jun-ichi OKUMURA\*

オーチャードグラス草地において、秋期の施肥時期が翌春収量に及ぼす影響について刈取り時期と組合わせて検討した。その結果、秋期の施肥時期は、前期；9月中旬～10月上旬，中期；10月中旬～11月上旬，後期；10月下旬～11月下旬の3期に分けられる。すなわち、前期においては施肥されると越冬部位の増大充実を招来し、いわゆる越冬性萌芽性の向上を経て翌春収量を高めた。中期の施肥は、株や根などの養分貯蔵部位における窒素濃度を高め、これと逆に貯蔵炭水化物として定量した total available carbohydrate (TAC) 濃度を低めたが、この意義を解明するに至らなかった。なお、刈取りと重なった場合は再生による貯蔵養分の減耗を助長し、翌春収量を顕著に低めた。後期の施肥は気温が下降し牧草生育が著しく低下した時期に遭遇し、施肥の効果は翌春への土壌中の残存量に主として支配されていた。

### I. 緒 言

天北地方は草地酪農地帯として進展の一途をたどっている。これに対応する草地生産性向上に際し、採草においては施肥量および刈取り回数の増加、放牧では同期間の延長が画策され、いずれにせよ草地は春早くから秋遅くまでより高度に利用されるすう勢にある。しかし、これらに内包される問題のうち、晩秋から初冬における草地の放牧利用に関する研究<sup>3,4)</sup>は近年急速に蓄積されてきたが、この後の越冬性および翌春収量などの諸問題は解明の余地が多い。筆者は前報<sup>5)</sup>における秋期の最終刈取り時期についての研究によって、晩秋時の生育→越冬→翌春の生育における栄養生理的問題の重要性を提起したが、この報文では施肥管理との関係について触れるには至らなかった。よって、本報で残る秋期の施肥時期について検討することとした。

ところで、秋施肥に関する既往の諸研究<sup>1,2,5,7,10)</sup>はその対象が9月上旬から11月下旬の根雪時まできわめて長い期間を指しながら、この一部の時期のみを採

り上げているものが多い。そして、刈取り時期が越冬性および萌芽性に対して強く規制する要因であるにもかかわらず、これらに十分な配慮が払われてないむきもあった。従って、草地利用形態をさらに考慮するならば、秋施肥については最終利用時期などを整理した条件で検討すべきであろうと考え、その観点に立って検討を進めることとした。

本報告は北見農業試験場中山利彦場長、中央農業試験場化学部松代平治部長および当場森哲郎場長にご校閲をいただいた。また、当場土壌肥料科山神正弘研究員には本研究遂行に際し助言と協力をいただいた。以上の各位に深謝する。

### II. 試験方法

試験はつぎの項目からなっている。すなわち

1. 秋期の施肥時期が翌春収量に及ぼす影響
2. 秋期の施肥時期がオーチャードグラスの越冬態勢および翌春の萌芽性に及ぼす影響
3. 秋期の施肥に早春上積み施肥した場合の効果
4. 秋に施用した肥料の残存効果

\* 北海道立天北農業試験場 枝幸郡浜頓別町

まず、1試験は天北農試第3草地圃場で1970年～1972年にかけて実施し、2試験は1試験の内容解析を意図して同圃場より試料採取を行なうとともに、別途造成した第1圃場におけるオーチャードグラス条播草地において、栄養生理的調査をおこなった。3試験は1試験草地を使用して早春時に試験区を分割して設置した。4試験は1試験圃場の隣接地で実施した。供試した草地はオーチャードグラスとラジノクローバの混播であるが、後者は春の生育が遅く、1番草に占める割合もきわめて低いので本報告からは除いた。施肥は3要素をそれぞれ4 kg/10 a 同時に施用したが、イネ科牧草の生長および同化物質の分配率に直接関与し、養分蓄積を支配すると考えられる窒素を中心に論議することにした。また、ここで貯蔵炭水化物として定量した total available carbohydrate (TAC) は供試々料を70°Cで2昼夜通風乾燥後、粉碎し、0.5 mm篩通過部分について、0.25% 稀酸で1時間加水分解後、中和除蛋白し、Anthrone法によって還元糖を定量した。なお、試験処理などの細目はその都度述べることにした。

### III. 試験結果

#### 1. 秋期の施肥時期が翌春収量に及ぼす影響

1968年に造成したオーチャードグラスとラジノクローバの混播草地を用い、1970年9月1日より20日間隔で11月1日まで刈取り処理し、これらに9月1日から11月20日まで20日間隔で施肥処理を組合わせ

て検討し、処理翌春の1番草収量を表1に示した。これによると、9月1日および9月20日刈取り(時間帯<sup>8)</sup>以前)における傾向は9月1日<<11月1日<11月20日<10月10日<9月20日施肥の順であった。10月10日刈取り(時間帯)では10月10日<11月1日<<11月20日施肥の順であって、刈取り後の再生過程に施肥が影響しえないような低温条件下の遅い処理時期ほど収量が高くなった。11月1日刈取り(時間帯以後)では11月1日<11月20日施肥の順であった。つぎに、これらの処理によってもたらされるいわゆる1番草の生育内容をさらに検討することをもちろみ、引き続き前表に類似した圃場試験を設定した。すなわち、

表1 秋期の刈取りおよび施肥時期が翌春1番草収量に及ぼす影響

施肥月日	刈取り月日									
	オーチャードグラス (DM. kg/10 a)				同左指数					
	9.1	9.20	10.10	11.1	9.1	9.20	10.10	11.1	11.1	11.20
9.1	208				71					
9.20	326	356			111	110				
10.10	306	312	190		104	96	78			
11.1	279	308	199	228	95	95	82	87		
11.20	294	325	244	262	100	100	100	100		

試験条件; 7月上旬前刈取り, 施肥量は4-4-4 kg/10 a (硫安-過石-硫加)。収穫調査時は1971年6月8日, 出穂期。

表2 秋期の刈取りおよび施肥時期が翌春の伸長期、穂揃い期の収量に及ぼす影響

施肥月日	刈取り月日											
	オーチャードグラス収量 (DM. kg/10 a)				同左指数				穂揃い期の出穂基数 (本/m <sup>2</sup> )		節間伸長期***の乾物生産速度	
	伸長期*		穂揃い期**		伸長期		穂揃い期					
	9.1	9.20	9.1	9.20	9.1	9.20	9.1	9.20	9.1	9.20		
9.1	202		476		100		89		483		13	
9.20	240	232	511	533	119	113	96	99	555	776	13 14	
10.1	198	238	583	557	98	116	109	103	625	762	18 15	
10.10	207	205	563	586	102	100	106	109	664	846	17 18	
11.1	212	189	473	502	105	93	89	93	500	629	13 15	
11.20	201	204	534	537	100	100	100	100	492	582	16 16	

試験条件; 8月中旬前刈取り, 施肥量は4-4-4 kg/10 a。

\* 伸長期(放牧開始頃に相当する); 5月22日, \*\* 穂揃い期(採草刈取り適期に相当する); 6月12日,

\*\*\* 節間伸長期; 5月22日～6月12日。

注) 第1報<sup>8)</sup>で示したように刈取ると翌春の1番草収量を低める10月上旬の時間帯を指し、以下これに準拠する。

翌1972年春にオーチャードグラスの伸長期に相当する5月22日と、穂揃い期の6月12日の両時期において収量調査を行ない、この結果を表2に掲げた。ここでは9月1日および9月20日刈取り、すなわち時間帯以前の刈取り処理における施肥時期の影響について検討した。まず、伸長期では①9月20日～10月1日施肥の収量が最も高いが、この後の穂揃い期に至ると②10月1日～10月10日施肥に収量のピークが移行していた。なお、伸長期と穂揃い期の間はspring flashと称される節間伸長期にあたり急激な乾物生産がおこなわれる。この担い手である出穂茎数は①より②の方が多く、また、②の同期間における乾物生産速度も明らかに高かった。

**2. 秋期の施肥時期がオーチャードグラスの越冬態勢および翌春の萌芽性に及ぼす影響**

本項ではオーチャードグラスの越冬直前および萌芽時の栄養生理の状態について圃場より試料を採取調査

した結果である。まず、表3は先掲の表1の圃場を用い、越冬直前の株部のTAC、全窒素濃度および萌芽時の再生状態を検討することを意図したが、散播条件のため各部位の単位面積当たりの絶対量の把握が困難であった。そこで調査方法は圃場より約20株採取し、このなかから太い順に50茎選抜することとした。これによると、まず越冬直前の調査時点で時間帯前の刈取り処理に組合わされる9月1日～10月10日施肥までは遅く施肥されるほど全窒素濃度の上昇を認め、以後11月1日施肥で幾分低まる傾向であった。これと逆にTAC濃度は10月10日施肥まで遅くなるほど低下したが、この傾向は緩徐であり、最も低い10月10日および11月1日施肥処理においてもなお相当高いTAC濃度を維持していた。時間帯の刈取りでは各施肥処理ともTAC濃度が著しく低下し、施肥処理間では明らかに10月10日<11月1日<無施肥の順であった。つまり、刈取り直後の施肥ほど再生によるTACの減

**表3 越冬直前および萌芽時における地上部の乾物重と分析値**

刈取り 月 日	施肥月日	越冬直前の株部*		萌芽時の地上部**			株部分析値(%)	
		TAC (%)	F-N (%)	乾物重(mg/本)			TAC	T-N
				再生葉	株部	計		
9 月 1 日	無施肥	56.1	1.45	65	101	166	18.8	3.00
	9. 1	53.7	1.42	109	108	217	10.8	3.38
	9. 20	50.7	1.71	89	92	181	12.1	3.54
	10. 10	47.1	2.73	38	72	110	6.2	4.30
	11. 1	46.7	2.42	55	80	135	6.3	4.66
	11. 20	—	—	69	117	186	7.4	3.63
9 月 20 日	無施肥	53.8	1.75	44	79	123	11.3	3.17
	9. 20	50.9	1.81	80	171	251	4.1	3.20
	10. 10	41.4	2.70	64	139	203	4.8	4.51
	11. 1	41.7	2.44	36	71	107	5.6	4.72
	11. 20	—	—	53	70	123	6.9	4.30
10 月 10 日	無施肥	36.3	1.51	33	74	107	2.7	3.45
	10. 10	30.7	2.46	24	69	93	2.6	4.05
	11. 1	34.3	2.34	20	67	87	3.3	4.32
	11. 20	—	—	30	94	124	3.8	3.52
11 月 1 日	無施肥	52.1	1.41	38	104	142	9.3	3.10
	11. 1	42.1	2.44	50	100	150	4.6	3.93
	11. 20	—	—	45	108	153	9.6	3.45

\* 越冬直前; 11月22日, 株部の採取は20株を根元より採取し, この中から太い茎の順に50本選抜し, 根元から5cmまでの部位について分析に供した。

\*\* 萌芽時; 4月12日, 越冬直前と同じ株数および茎数について調査した。また, 再生葉とは根元より2~3cm以上の緑色部分を指し, 以下を株部とした。

少を助長し、この結果非常に低い TAC 濃度に至らしめていたのである。時間帯後の刈取りでは、再生による TAC の低下は僅かであるが、施肥によって全窒素濃度が上昇し、TAC 濃度は若干低下していた。ついで、越冬後の萌芽再生時において、時間帯前の刈取りの場合は9月1日から10月10日施肥処理までの再生葉が多く、かつ、早期に施肥されたものほどこの傾向が顕著であった。そして、これ以降の11月1日および11月20日の施肥はいずれも無施肥に近い再生量しかえられなかった。時間帯の刈取りでは、10月10日および11月1日施肥処理よりも無施肥および11月20日施肥処理が高い再生量を示した。時間帯後の刈取りにおいては無施肥よりも11月1日施肥処理が幾分高い再生量であった。

つぎに、越冬前後におけるオーチャードグラスの茎葉部および株部の絶対量に関する調査を容易にするた

め、1971年春に条播草地を用いて検討した。その結果を表4に掲げた。これによると越冬直前では時間帯前の刈取りに組合わされる9月1日～10月10日施肥処理において地上部の生育が明らかに促進され、この内わけとして早い時期の施肥処理ほど茎葉部の乾物重が高く、これにほぼ比例して株部も増加していた。しかし、10月20日以降に施肥されると茎葉部の生育は促進されるものの、株部の乾物重増加は認められなかった。つぎに株の成分についてみると、TAC 濃度と全窒素濃度の推移は前掲の表3とほぼ同じ傾向であった。また、水溶性窒素である硝酸態窒素( $\text{NO}_3\text{-N}$ )、アンモニア態窒素( $\text{NH}_4\text{-N}$ )およびアミド態窒素(アミド-N)のうち、前2者はいずれの処理においても乾物100g当たり10～60mgの範囲であるが、アミド-Nは時間帯前の刈取りにおける早い施肥処理では100～300mgの範囲であるが、遅くなるにつれ急激に高

表4 条播草地における越冬直前および萌芽時の地上部の乾物重と分析値

刈取り 月日	施肥月日	越冬直前*							萌芽時**				
		乾物重 (g/m <sup>2</sup> )		株の分析値 (%)		株の水溶性N (mg/100g)			乾物重 (g/m <sup>2</sup> )			株の分析値 (%)	
		茎葉	株	TAC	T-N	$\text{NH}_4\text{-N}$	$\text{N}_3\text{O-N}$	アミド-N	再生葉	株	計	TAC	T-N
9 月 1 日	無施肥	28.6	97.2	40.5	1.30	21	11	134	13.5	10.1	23.6	11.4	2.60
	9. 1	65.3	121.2	41.4	1.36	25	21	160	23.4	23.5	46.9	8.2	3.22
	9. 20	58.6	143.9	35.9	1.96	25	15	322	25.0	13.7	38.7	5.3	4.05
	10. 1	51.3	138.5	31.8	2.11	41	14	468	29.3	16.8	46.1	4.8	4.53
	10. 10	50.1	105.9	35.7	2.78	43	99	707	22.8	13.1	35.9	3.7	4.95
	10. 20	34.0	97.9	39.1	2.34	27	21	661	18.1	12.1	30.2	4.4	5.03
	11. 1	26.6	91.2	40.1	1.84	60	21	753	18.5	12.7	31.2	6.2	5.18
9 月 20 日	無施肥	10.7	87.2	35.9	1.55	22	21	284	8.9	10.0	18.9	7.4	3.38
	9. 20	38.6	137.9	35.5	2.01	39	22	325	30.6	18.6	49.2	6.8	4.05
	10. 1	36.6	119.2	33.8	2.10	46	23	493	27.1	22.7	53.4	6.0	4.07
	10. 10	23.9	105.9	30.9	2.47	67	36	585	17.9	21.5	39.4	5.1	4.17
	10. 20	26.0	81.9	30.1	2.38	52	31	594	15.9	15.5	31.4	5.0	3.92
	11. 1	26.6	87.2	33.1	2.01	55	21	487	12.7	13.8	26.5	6.0	3.22
10 月 10 日	無施肥	12.0	64.6	32.9	1.39	27	24	227	8.6	11.6	20.2	4.5	3.22
	10. 10	21.3	83.9	19.5	2.10	32	17	612	14.1	7.3	21.4	3.1	3.85
	10. 20	20.6	83.3	24.3	2.01	43	19	600	13.7	7.2	20.9	3.7	4.86
	11. 1	11.3	83.3	26.1	1.92	42	20	407	13.3	6.9	20.2	4.2	3.81
11 月 1 日	無施肥	16.7	82.6	32.8	1.48	31	31	269	10.9	12.5	23.4	5.8	3.69
	11. 1	16.7	89.2	28.4	1.92	36	49	414	11.9	11.5	23.4	6.2	3.69

試験条件；条幅は30cm、1971年6月20日施肥播種、オーチャードグラスの品種はフロード、元肥は4-4-4 kg/10a、試験処理の施肥量は4-4-4 kg/10a。

\* 越冬直前；11月16日。\*\* 萌芽時；4月20日、なお、調査部位は第3表と同じである。

まり10月10日施肥以降では600~700 mgにまで達していた。そして、時間帯内およびそれ以降の刈取りの場合でも施肥により著しく高濃度となっていた。

以上のことから越冬前後における施肥の影響についてまとめると、つぎのとおりになる。すなわち、時間帯前の刈取りでは10月上旬までに施肥されると茎葉部の生育が促進し、これに伴って株部も増大した。また、この間のTAC濃度は施肥時期が遅くなるほど低まる傾向にあるが、その程度は僅かであり、越冬性を低めることはほとんど無いと推察された。時間帯の刈取りでは施肥によってTAC濃度の減少が助長され、翌春の再生量も少なかった。また、各刈取り時期を通じて11月以降の施肥は牧草体の窒素濃度を高めるが、牧草生育およびTAC濃度に及ぼす影響はわずかであるので越冬性とのかわり合いは少ないと思われる。

3. 秋期の施肥に早春上積み施肥した場合の効果

既掲表1, 2において述べた秋施肥の結果は早春無施肥条件で実施されたものである。従って、その効果の内容として、①牧草に付与された越冬態勢の変化、②翌春時まで残存したかもしれない肥料の影響の2要因が想定されるが、これらの単独または相乗効果として前項までの結果が論じられたように思う。そこで本項では前述の表1で用いた圃場を早春時に分割し、秋施肥量と同量の4-4-4 kg/10 aをさらに上積み施用(秋-早春分割施肥)することによって②要因をある程度 masking して①要因を明確化しようとした。また、これと合わせて、予め秋の各刈取り時に倍量施肥(早春時は無施肥)と早春倍量施肥(秋は無施肥)をも加え、一括して表5に掲げた。これにより、まず

秋-早春分割施肥間で比較すると、時間帯前の刈取りにおいては既掲表1の結果と同じく9月20日~10月10日施肥処理の収量が高かった。また、9月1日のような秋早くに施肥した場合はきわめて低収量であったが、早春時に上積み施肥されることによって顕著な増収をし、これと9月20日~10月10日施肥処理との収量差は既掲表1の結果におけるよりも縮少した。さて、この縮少した原因を推測してみると、両施肥時期とも越冬態勢に対しては貯蔵部位を増大させる効果を持つものの、前者では施肥養分のうち茎葉部の構成に役立つ割合が高く、この部分は越冬中に枯れ上り、翌春の生育に寄与しえない。一方、後者では大部分が株や根部に配位し、これらが翌春の生育に利用される。すなわち、施肥時期の早晚が春の生育時における施肥量の有効部分の多少となって影響するならば、越冬態勢がほぼ同等であるから、春に上積み施肥することによって両者の養分的水準を近づけた条件にすると、生育量もまた近似するはずである。前述したように春の上積み施肥によって両者の収量差が縮少した結果は前述の推定を支持するものと考えられた。また、11月1日と11月20日施肥処理間の比較では刈取り時期に関係なく後者が高い収量を示したが、その差は既掲表1の結果に比べると縮少していた。このことについては次項で検討を加えることとした。

ついで、秋刈取り時倍肥と早春倍肥について比較すると、いずれの刈取り時期においても後者が明らかに高収を示していた。また、早春施肥と秋-早春分割施肥を比較すると、時間帯および時間帯以後の刈取りに組合される施肥処理は後者が低いが、時間帯前の刈取りにおいて9月20日~10月10日施肥した場合は早春

表5 秋-早春分割施肥と秋刈取り時倍肥および早春倍肥との比較

施 肥 月 日	刈 取 り				月 日				
	オーチャードグラス (DM. kg/10 a)				同 左 指 数				
	9. 1	9. 20	10. 11	11. 1	9. 1	9. 20	10. 10	11. 1	
秋-早春分割施肥	9. 1	327			89				
	9. 20	380	440		111	108			
	10. 10	342	432	261	100	105	92		
	11. 1	341	423	273	297	100	103	96	
	11. 20	352	437	284	287	103	107	100	
秋刈取時倍肥		273	339	165	236	82	83	57	78
早春倍肥		343	410	286	304	100	100	100	100

試験条件; 表1の圃場を早春に試験区を分割して設置した。秋-早春均等施肥は4-4-4 kg/10 aをそれぞれ両時期に、倍肥は8-8-8 kg/10 aを施用した。従って施肥量はすべて同じである。

倍肥を上回る収量であった。

ついで、1番草の高収をもくろみ表2で述べた圃場を早春時に同様に分割し多量の8-8-8 kg/10aを施肥し、この結果を表6に掲げた。これによると早春施肥と比較して伸長期では秋施肥の効果が9月20日および10月1日施肥において収量増として明らかに認められた。そして、穂揃い期に至った時点ではその効果はさらに拡大され、とりわけ時間帯前の刈取りにおける9月20日～10月10日施肥処理は最も高い収量を形成し乾物では800 kg/10a (生草で3500 kg/10a)に達した。

#### 4. 秋に施用した肥料の土壤中における残存効果

天北地方においては10月中旬以降になると牧草の

生育は顕著に低落し、11月中旬(平均気温が5°C以下になる)にはほぼ停止するとみられる。従って、この期間の施肥は牧草によって吸収利用される割合が少なくなり、いきおい土壌によって吸着保持され翌春まで残存する量の多少が問題となるであろう。このことについては前項の冒頭で述べた②要因に相当する。そこでN, P, Kの3要素中流亡がもっとも懸念される窒素肥料形態間の土壌中における残存量の差異を調査し、また、圃場を用いた肥料試験を併せて実施した。まず、エスロンパイプに表土(ËCL, CEC: 25 me/100 g)を充てんし、これに100 mgの窒素(硫酸および硝酸ソーダ)を10月20日および11月20日に表面散布して、経時的に土壌中のNH<sub>4</sub>-NおよびNO<sub>3</sub>-N

表6 秋施肥に早春上積み施肥した場合の効果

施肥月日	刈取り月日								
	オーチャードグラス (DM. kg/10a)				同左				
	伸長期		穂揃い期		伸長期		穂揃い期		
	9. 1	9. 20	9. 1	9. 20	9. 1	9. 20	9. 1	9. 20	
秋   早春 施肥	9. 1	343		778		103		116	
	9. 20	386	369	—	860	118	110	—	127
	10. 1	354	358	786	763	107	107	117	112
	10. 10	344	280	820	798	103	84	122	118
	11. 1	337	275	761	716	102	82	113	105
	11. 20	348	302	740	770	105	90	110	113
早春施肥		331	336	686	681	100	100	100	100

試験条件; 第2表の圃場を早春に試験区を分割して設置した。秋一早春施肥は秋に4-4-4 kg/10a, 早春に8-8-8 kg/10a 施用, 早春施肥は秋無施肥, 早春に8-8-8 kg/10a 施用した。

表7 晩秋施肥量の翌春時における残存量 (mg)

調査月日	施肥月日	採取部位 (cm)	硫 安		硝 酸 ソ ー ダ	
			NH <sub>4</sub> -N	NO <sub>3</sub> -N	NH <sub>4</sub> -N	NO <sub>3</sub> -N
11. 24	10. 20	0~3	48.8	6.7	—	2.5
		~10	37.6	27.9	—	4.7
		~20	—	22.6	—	10.8
4. 16	10. 20	0~3	5.7	7.5	—	0.7
		~10	—	2.4	—	3.0
		~20	—	3.4	—	7.7
	11. 20	0~3	14.4	2.0	—	0.6
		~10	26.6	3.9	—	2.2
		~20	12.1	1.9	—	6.5

試験条件; 直径7.5 cm, 長さ40 cmの無底のエスロンパイプに表土を詰め、圃場に埋設し、これにNで100 mgをtop-dressした。

を Conway 微量拡散法で定量し、この結果を表7に掲げた。これによると10月20日施肥の硫安は11月24日までかなりの硝酸化成を受け、この部分が翌春には流亡していた。また、根雪直前の11月20日に施肥された硫安は気温が0°C前後まで下降した時点であり、硝酸化成を受ける期間も僅かなため翌春への残存量がもっとも多かった。一方、硝酸ソーダは10月20日施肥でも11月24日までにはほとんどが消失していて、当然のことながら11月20日施肥であっても翌春における残存量は非常に少なかった。

つぎに窒素肥料の形態と施肥時期を組合せた圃場試験結果を図1に掲げた。これによると収量は硫安区で10月下旬<11月上旬<11月中旬≤早春施肥処理の順であり、硝酸石灰区では早春施肥区に比べて秋施肥区はいずれも一段低い水準で並んでいた。この傾向は晩秋から翌春までにおける前述した窒素肥料形態間の残存量の調査結果とよく一致していた。また、前掲表1において施肥時期に関係なく翌春1番草収量が11月1日<11月20日施肥の順であった事実はこの場合と同様に残存量の差によってもたらされたと推定され、さらに表5に示した早春上積み施肥し春の時点で両者の土壌中の養分水準を近づけた条件で両者の収量差が縮小したことも首肯できよう。従って、10月下旬以降の施肥効果は肥料をいかに翌春まで多く残存せしめるかが要諦にならう。

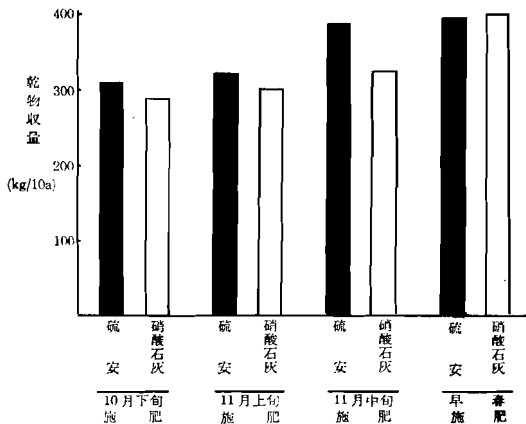


図1 窒素の形態と施肥時期の違いによる翌春の1番草収量

試験条件; 9月20日前刈取り 4-4-4 kg/10a 施肥, 穂揃い期に収穫調査した。

#### IV. 考察および論議

8月中旬以降における短日および気温下降の条件下で、北方型牧草は形態的には分けつやこれに付随する

新根を発生し、これに対応して生理的には養分貯蔵器官としての株部および根部への養分分配率が高まり乾物重の増加と炭水化物濃度の上昇を示す。そしてこれらの過程は平均気温で5°C以下になるとほぼ停止するとみられている。天北地方における秋期の平均気温推移は9月上旬で15°C, 10月上旬で10°C, そして11月上旬には5°Cまで下降する。これを念頭において秋期の施肥時期が翌春の収量に及ぼす影響を考えてみたい。

時間帯前に刈取られた場合、9月中旬~10月上旬までの施肥は翌春に高い収量を与えていた。この内容は以下のように理由づけされる。すなわち、この時期の刈取り施肥によって、まず茎葉部の生育が促進する。これは光合成の場の拡大であるから、その後における株部および根部など養分貯蔵部位の増大に有利に作用する。一方、株中の窒素濃度の上昇に伴ない TAC 濃度は低下したものの、なお高濃度を維持して、越冬性および萌芽再生を低めてはいなかった。むしろ、貯蔵部位の乾物増加を招来し、乾物重と濃度との積である TAC の絶対量が増加していたから、これらのことにより翌春の収量が高まったと解釈される。さて、この時期における施肥効果を翌春の各 stage について検討すると、伸長期の収量は9月20日~10月1日に施肥した処理が高く、引き続いて穂揃い期に至ると10月1日~10月10日施肥に収量のピークが移行していた。この現象について著者なりに若干の考察を試みたい。萌芽時には9月20日施肥区における分けつ当たりの再生葉は10月1日~10月10日施肥区のそれより多かった。これはこの後の伸長期における前者の収量が高かったことに関連づけられるだろう。また、伸長期より穂揃い期の間は spring flash と称される節間伸長期であって急激な乾物増加をするから、この担い手となる出穂茎が重要な収量構成要素であると推測され、事実10月1日~10月10日施肥の出穂茎数がもっとも多かったのである。すなわち、「萌芽時から伸長期までの生育は、越冬した貯蔵物質に、また、穂揃い期頃の収量は出穂茎数におもに支配される」と考えることにより両 stage 間の収量ピークの移行現象を理解したい。一方、これらの草地の養肥的環境をみると、前年秋に施用された肥料は上述のように牧草体を構成することになるから春にはむしろ不足をきたし、このために途中で生育不振を呈することになる。これが秋施肥における「肥料切れ」と称される現象であろう。従って、これらの草地には早春にさらに上積み施肥することにより高収量を期待しうるので

ある。

つぎに、気温の下降した遅い時期の施肥区における翌春収量をみると、11月1日施肥区は11月20日施肥区より低収であり、早春に上積み施肥すると両者の差が縮まった。これらの越冬前の株の調査によれば、11月1日施肥区のTAC濃度は無施肥区より僅かながら低下し、窒素濃度では明らかに上昇していた。この増加した窒素の内わけについてみると、水溶性の $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{NO}_3\text{-N}$ が乾物中数10mgのオーダーであるが、アミド-Nは数100mgのきわめて高い値であった。これらについて山神、奥村<sup>9)</sup>は模擬的越冬実験において多量に集積したアミド-Nが萌芽初期の生育に寄与するのではないかと推論している。これら水溶性窒素の代謝生理および越冬性とのかわりあいについては考察を加えるほどのデータの蓄積はなく、さらに検討されるべき問題であろう。しかし、目下のところこの取扱いは異なる形態の窒素肥料について実施した土壌中の残存量調査、および圃場における施肥時期と肥効との関連についての試験結果から、翌春収量は秋に施用したもののうち萌芽時までの土壌中における残存量に主として支配されたと推定してもよいと思われる。

時間帯で刈取りが実施された場合、その直後に施肥するほど株部におけるTACの減少が大きく、萌芽時の枯死茎も多く観察された。さらに翌春の1番草において秋施肥時期間を比較すると、刈取り直後に施肥した10月10日処理区の萌芽がきわめて悪く、これに対応して牧草生育停止後の11月20日に施肥処理した区ではそれほど悪影響を与えることがなかった。そして、1番草の収量を比較しても後者の方が著しく高かった。一方、秋期に倍量施用した区に比較し秋無施肥条件で春施肥した区の方が著しく高い収量を示したのである。これらのことはいわゆる時間帯に刈取りがされた場合は、刈取り後から越冬直前までの期間は依存生長期に相当し、再生のために株中のTACを消費することについては既でに報告したところである<sup>8)</sup>。従って、この時期の施肥は早い時期ほど、施肥量が多いほどTACの減耗を助長し、この結果として翌春収量を低めたのであろう。

以上のことから、秋期の施肥はその時期によって越冬、萌芽性に対する意義を異にし、翌春の生育に異なった影響を与えることを知った。すなわち、前期；9月中旬～10月上旬、中期；10月中旬～11月上旬、後期；10月下旬～11月下旬に分けることができ、当該時期と対応する牧草生育との関係は図2のように取

りまとめる。なお天北地方では、牧草の生育限界温度附近の10月下旬から11月上旬にかけては、年次による気温の変動が大きい。またそのことと関係すると思われるが、9月1日、9月20日刈取りの11月1日施肥区で、越冬前の株部のTAC濃度が表3では無施肥区より低下しているが、表4ではほぼ同等となっている。したがってこの時期には、中期と後期の境界は明確には線引ができないと考えられるので重複して示した。これまで晩秋から初冬における草地に対する施肥をすべて一括して秋施肥と呼称してきた。しかし、既述のようにその意義は刈取り時期（越冬を迎えるための態勢と換言しうる）に組合わされる施肥時期によって決定的に異なることを知った。また、すでに実施されている秋施肥効果のパラツキの大きいこと<sup>7)</sup>に起因する当該技術への懐疑などは上述したことに對する理解を欠いて実施してきたことによると思う。従って、前期の施肥が牧草の越冬性を高め、翌春時に良好な萌芽再生を招来させる効果があることからこれをもって“秋施肥”と限定して呼称すべきである。そして、後期の施肥は当年の牧草生育に対してほとんど影響を及ぼさず翌春時における土壌中での残存量が主要な意味を持ち、実際の草地管理における早春施肥作業が機械運行または労力配分上の困難性から次善の策として晩秋に利用しうる技術とみなされるから“早春代替施肥”として提案したい。中期の施肥については前述の考察にあるとおり生理的意味の解明の余地が多く残されている。なお、施肥時期について草地管理の現場に適用して考えるなら、前期の施肥は早春の萌芽再生を高めることから早期放牧用草地に推奨できる<sup>5)</sup>。

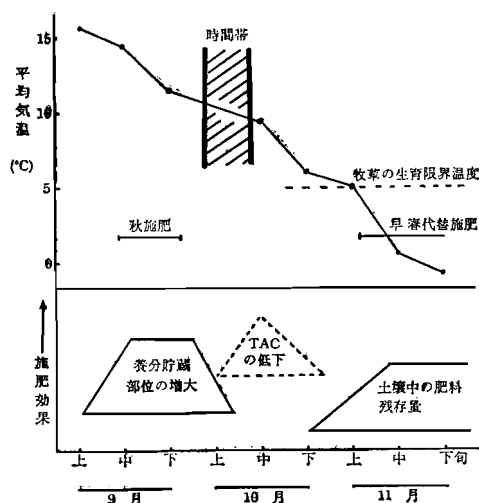


図2 秋期の施肥効果の意味



採草地では早春時にさらに上積み施肥すれば高位生産を期待できるから多収穫技術として、一方、後期の施肥は前述の理由から省力技術としてそれぞれ位置づけられよう。

最後に、牧草は前年秋の利用管理により養分貯蔵量、分けつ数などが決定され、この結果として越冬性および萌芽性などの生育の出発点が支配されることがわかった。この事実は従来までの施肥管理に関する諸研究が春→秋までに偏重していたのに対し、むしろ、秋→春に至る過程の解析がより意味を有することを示すものであろう。換言すれば、当該時期で確保された栄養生理的態勢の如何によって夏期間の生育を左右すると考えた方が牧草の生育特性からみて妥当と思う。また、1番草収量とその後における番草とは節間伸長に由来する急激な乾物生産の有無により決定的に区別され、その担い手となる出穂茎数は前年秋までに確保された分けつが大部分である<sup>9)</sup>。従って、イネ科牧草の少なくとも1番草収量については、生殖生長を経たものを収穫対象とする穀実作物において常用されている収量構成要素の調査と類似した手法での研究が可能であろうし、その追跡は前年から開始されるべきと思われた。

#### 引用文献

- 1) 大崎玄佐雄, 中村文士郎, 豊田広三 1968: 牧草に対する越冬前後の施肥が早春の再生長に及ぼす影響. 北農 35(12): 44-51.
- 2) 近藤秀雄 1973: 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: 109-123.
- 3) 早川康夫, 宮下昭光 1970: 放牧期間の延長. 第1報 Foggage の維持管理と利用限界. 北農試集報 97: 28-38.
- 4) ———, 佐藤康夫 1972: 放牧期間の延長. 第3報 延長利用草地における翌春の収量と家畜の利用. 北農試研報 102: 117-123.
- 5) 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.
- 6) 星野正生, 守屋直助, 金武フミエ 1956: Orchard-grass の採集に関する研究. 農技研報告 G 12: 29-35.
- 7) 西 勲 1973: 牧草の追肥時期に関する調査研究. 第3報 北海道改良普及員資料 6: 49-60.
- 8) 坂本宣崇, 奥村純一 1973: 晩秋から早春にかけての牧草の生育特性と肥培管理. 第1報 秋期の刈取り時期が翌春の収量に及ぼす影響. 道農試集報 28: 22-32.
- 9) 山神正弘, 奥村純一 1972: 低温時一晩秋・早春における牧草の生育反応. 第7報 模稜的越冬実験による低温再生過程での施用窒素の動きについて. 昭和47年度土肥学会北海道支部大会要旨集: 13.
- 10) 渡辺 潔, 高橋鴻七郎, 桂 勇, 岡林 栄 1972: 牧草の越冬に及ぼす秋期栽培条件の影響. 第2報 オーチャードグラスの越冬におよぼす秋期の刈取り高さ, 刈取り時期ならびに追肥の影響. 日草誌 18(別号2): 7-8.

## Growth Characteristics and Managements of Pasture crops from Late Autumn to Early Spring

### 2. Effects of the manuring period of pastures in late autumn on yields in next spring

Nobumitsu SAKAMOTO\* and Jun-ichi OKUMURA\*

#### Summary

In Tenpoku district, the effects of the autumnal manuring period on the following spring yields were studied in Orchardgrass pasture cut at different times. The results were summarized as follows;

1. The manuring period should be divided into three terms in physiological meaning to pasture crops, those were the former term (middle of September—beginning of October), the middle term (middle of October—beginning of November), and the latter term (end of October—end of November).

2. Dressing fertilizer in the former term, Orchardgrass had time enough to uptake nutrients and to promote the dry matter product of reserve organs such as stubbles and roots. After wintering, this pasture sprung up very well, and the dry matter yield in the full heading stage (middle of June) was higher than in any other treatments. But in the pasture, there was frequently an insufficiency of nutrients, because a greater proportion fertilizer dressed in the fall already has been composed of plants, and the rest is lost by leaching. Dressed to such a pasture in early spring, it will give an exceeding productivity of dry matter yield.

3. The manuring to pasture in the middle term: the reserve organs did not increase, although the herbage plant absorbed fertilizer, and the total available carbohydrate content of stubble declined according to the increase of nitrogen. From these phenomena, the authors could not suggest whether this treatment served to promote growth in the following spring, or not. Additionally, in the case of cutting and dressing on pasture at the same time, the total available carbohydrate content was promoted in decreasing remarkably due to regrowth in autumn. As a result, the growth in next spring became obviously low.

4. The latter term was such a low temperature that Orchardgrass could not grow and absorb nutrients. In this period, fertilizer should not be applied with herbage plants. Therefore, manuring effects were mainly subject to the amount of the fertilizer that remained in the till the following spring.

---

\* Hokkaido prefectural Tenpoku Agricultural Experiment Station, Hamatonbetsu, Hokkaido, Japan.