

牧草の周年栄養生理と肥培管理に関する研究

第3報 越冬前後の肥培管理が2番草生育に及ぼす影響*

坂本宣崇** 奥村純一***

Perennial Physiology of Pasture Sward Management
3. Relationship between number of heading tillers at the
first cutting and the second growth on orchardgrass sward
Nobumitsu SAKAMOTO and Jun-ichi OKUMURA

オーチャードグラス草地において、1番草収量を高めるため、前年秋の最終刈取り時期、秋施肥および早春施肥などいわゆる越冬前後の肥培管理を実施した。1番草収量について、これを構成する有穂莖数との関係を見ると、両者は高い正の相関を示した。この有穂莖は刈取り後は再生しないから、1番草を有穂莖数増によって多収することが、2番草生育に負の影響を及ぼすことが懸念された。しかし、2番草の再生および収量は有穂莖数との間に有意な相関関係は存在せず、1番草刈取り時の無穂莖刈株の全窒素濃度に比例して増加した。この理由は一般に再生に影響する要因とされる再生莖数、刈株の全有効態炭水化物などが前述したいずれの処理においても十分量存在していたことによると思われる。

I 緒 言

オーチャードグラス草地において、前報までに晩秋から早春までの草地管理と1番草生育との関連を検討してきたが、これらの研究^{2,3)}を通じて1番草収量を高める諸方策——最終刈取り時期・秋施肥・早春施肥の時期および施肥量——はいずれも同生育を特徴づける節間伸長した有穂莖数を高めることに帰結した。しかし、このことから筆者らはひとつの問題を新たに抱えることになった。

すなわち、1番草生育自体は有穂莖増で達せられるとしても、この後の再生および2番草生育は如何なる影響を受けるかである。有穂莖は1番草刈取り後は再生しないので⁴⁾、上述の方策は2番草に対しては一見不再生莖を増加させることになるからである。そこで、本報告では1番草生育を向上させるような諸技術を施した後の2番草生育について、1番草刈取り時の有穂莖数、無穂莖数、同刈株の貯蔵養分などに着目しながら検討することとした。

本研究遂行に際し当场土壤肥料科山神正弘研究員には有益な助言をいただいた。取りまとめには当场高尾欽弥土壤肥料科長には御指導と便宜を御計りいただいた。また、本報告の御校閲と貴重な御指導をいただいた当场後藤計二場長並びに北海道立中央農業試験場環境保全部長南松雄博士に謝意を表する。

1979年7月27日受理

* 本報は1977年度日本土壤肥料学会北海道支部大会(1977, 12)で発表した。

** 北海道立天北農業試験場, 098-57 枝幸郡浜頓別町

*** 同 上 (現北海道立中央農業試験場, 069-13 夕張郡長沼町)

II 試験方法

オーチャードグラス草地において、次の3試験を実施した。

試験1. 前年秋の最終刈取り時期と早春N施肥が1番草および2番草の生育収量に及ぼす影響。

試験は造成3年目の散播草地を用い、1975年秋から1976年8月に実施した。1975年の試験処理前における管理は1, 2および3番草に対し、草地化成3号(N— P_2O_5 — K_2O ; 8—11—8%)を用いNで4 kg/10a/回宛施肥し、1番草を6月中旬、2番草を8月上旬に一斉に刈取った。最終番草は3番草であるが、これを天北地方の危険帯²⁾である10月10日と、この前後である9月20日および11月1日の3時期に刈取り処理を加えた。翌1976年春に試験区を分割し、草地化成3号を用いN 4および8 kg/10aの早春施肥処理を融雪直後の4月22日に実施した。1番草は穂揃期の6月14日に収穫調査した。1番草刈取り後の施肥は同上化成肥料を用いNで4 kg/10a宛均一施肥し、2番草を8月10日に収穫調査した。

試験2. 春の施肥時期とN施肥量が1番草および2番草生育収量に及ぼす影響

試験は造成3年目の散播草地を用い、1977年4月から8月に実施した。なお、試験開始前年の管理は採草型利用の標準管理として年3回刈で各番草に対し草地化成3号を用いNで4 kg/10a宛施用し、最終刈取りは9月20日である。従って、萌芽再生は均一な条件において、萌芽時から1週間間隔で経時的に4週後まで施肥時期処理を加え、これに塩安を用いてN 2, 4, 8 kg/10aの3水準の施肥処理を組合せた。磷酸(P_2O_5)および加里(K_2O)は過石および硫加を用い、いずれも4 kg/10aを均一施肥した。なお、本部分でのみ単肥配合し、N質肥料として塩安を用いた理由は、同肥料がきわめて速効性であることから、本試験のような施肥時期に関する検討にはよく適合すると判断したからである。1番草の収穫調査は穂揃期の6月16日に実施し、2番草への施肥は試験1と同様に散布した。2番草の収穫調査は8月8日であった。

試験3. 秋施肥が1番草および2番草収量に及ぼす影響

試験は造成7年目草地を用い1975年秋から1976

年8月に実施した。試験当年春からの草地管理は前項と同様に施肥および1, 2番草を刈取り、最終番草を9月18日に刈取った後に、草地化成3号を用い、Nで0, 1, 2, 4 kg/10aの4処理を設定し、翌春に試験区を分割し、早春施肥処理をNで2, 4, 8 kg/10aの3処理を同上の草地化成を用いて実施した。1番草を穂揃期の6月10日に収穫調査し、2番草への施肥は試験1および2と同様に実施し、2番草を8月12日に収穫調査した。

以上の3試験は、いずれも北海道立天北農業試験場、第3圃場(洪積層、砂礫岩・泥岩母材、腐植を含む埴壌土)で実施した。供試品種は試験1および2がキタミドリ、試験3がフロードである。試験規模は試験1および2が3 m×4 m=12 m²、試験3が3 m×3 m=9 m²で、いずれも4反復である。

III 試験結果

1. 前年秋の最終刈取り時期と早春N施肥が1番草および2番草収量におよぼす影響

一般に、草地において、晩秋の刈取りは越冬および萌芽再生に要する炭水化物集積に対し支配的影響を与えるが、この過程を最も阻害する刈取り期間を“危険帯²⁾”という。ここでは主として炭水化物貯蔵量の多少に起因する萌芽再生速度およびこの後の1番草生育が異なる条件を設定することを意図して、最終刈取り処理を加えた。そして翌春に天北地方における標準的N施肥量である4 kg/10aと倍量の8 kg/10aの施肥処理を融雪直後に実施した。

(1) 1番草収量

1番草収量およびその構成内容を表1に示した。まず、最終刈取り時期との関係についてみると、有穂茎と無穂茎の合計収量では早春N施肥量の多少にかかわらず危険帯である10月10日刈取り区がこの前後の刈取り区に比較して著しく低く、この減収部分は圧倒的に有穂茎に現われていた。さらに、有穂茎と無穂茎収量との合計値中にどの程度有穂茎収量が占めているかを検討するため、この百分比を算出し、有穂茎率とした。これによると、いずれの早春N施肥水準においても9月20日および11月1日最終刈取り区は10月10日最終刈取り区より明らかに高い有穂茎率を示した。この有穂茎収量を一茎重と茎数とに分割してみると、10

表 1. 前年秋の最終刈取り時期と早春 N 施肥量が 1 番草収量に及ぼす影響

最終刈取り 時 期	早 春 施 肥 (N.kg/10a)	収 量 (DM.kg/10a)			有穂茎 ¹⁾ 率 (%)	有 穂 茎 形 質	
		有穂茎	無穂茎	合 計 ¹⁾		一茎重 (DM・mg)	茎 数 (本/m ²)
9 月 20 日	4	270	93	363	74	537	504
	8	325	140	465	70	560	580
10 月 10 日	4	174	77	252	69	497	349
	8	235	116	352	67	521	450
11 月 1 日	4	271	90	360	75	645	420
	8	353	116	469	75	654	539

1) 最終刈取り処理および早春 N 施肥処理はいずれも 1 % 水準で有意, 交互作用はない。

2) (有穂茎収量 / 合計収量) × 100。

月 10 日最終刈取り区は両要素ともこの前後の刈取り区よりも低かったのである。つぎに, 早春 N 施肥量との関係についてみると, 当然のことながら, 最終刈取り処理の如何を問わず, 有穂茎および無穂茎の両収量は N 8 > N 4 kg/10a 施肥区の順でありまた, 有穂茎の一茎重, 茎数の両要素が N 施肥量に対応していた。

以上のように最終刈取り時期の相違によって, 無穂茎部分の収量は殆ど影響されないが, 有穂茎部分のそれは著しく変化していた。この内容として, 合計収量に占める有穂茎率, 同じく茎数および一茎重などが危険帯である 10 月 10 日最終刈取りにおいて明らかに低下していたのである。

(2) 1 番草刈取り時の無穂茎数およびその形質
オーチャードグラスは 1 番草を採草型の刈取り適期である穂揃期に刈取られると, 有穂茎の穂は刈高より上部に大部分位置し当該茎は生長点を失うことによって再生しえず, この結果再生は無穂茎に限られる^{1,4)}。この無穂茎は発生時期的には 3

種の群に大別されるものと考えられる。すなわち, 第 1 群; 前年 3 番草刈取り時にすでに存在していたが節間伸長しなかった分げつ, 第 2 群; 最終刈取り後から越冬前までの期間, および第 3 群; 当年萌芽期から節間伸長期までの間に発生した分げつ, である。表 2 には 1 番草刈取り時の無穂茎に関するデーターを掲げたが, ここでは 1 番草刈取り時における無穂茎をさらに分げつの大小により 2 種類に分割した。すなわち, 無穂茎収量の大部分を占める比較的大きな分げつを伸長茎とし, 残余の弱少な分げつで葉数がせいぜい 4 ~ 6 枚程度のものを幼分げつとした。なお, この時点では分げつ芽は殆んど見当らず, また 2 ~ 3 葉令の分げつは枯死あるいはその寸前の状態にあり, この部分は計数しなかった。従って, 先述した発生期に基づく分類と 1 番草刈取り時の分類とを照合すると伸長茎は第 1 および第 2 群, 幼分げつは第 2 群の一部と第 3 群とにほぼ相当することになる。なお, これらの点については別途報告の予定である。

表 2. 1 番草刈取り時の無穂茎数, 株部重および株部成分

最終刈取り 時 期	早 春 施 肥 (N.kg/10a)	無 穂 茎 数 (本 / m ²)			株部一茎重 (DM・mg)		株部重 ¹⁾ (g / m ²)	株部成分 (%)	
		伸長茎	幼分げつ	計	伸長茎	幼分げつ		T-N	TAC ²⁾
9 月 20 日	4	1220	550	1770	45	10	61	1.10	23.6
	8	1410	910	2320	44	10	71	1.35	21.1
10 月 10 日	4	850	480	1330	47	11	45	1.28	24.6
	8	1060	570	1630	45	12	55	1.50	23.0
11 月 1 日	4	1110	450	1560	50	12	61	1.05	37.1
	8	1340	730	2070	50	11	75	1.41	18.5

1) 伸長茎と幼分げつの合計値。

2) 0.25% 蓚酸で加水分解後 Anthron 法で定量した。

さて、茎数についてみると、早春N 4 kg/10a施肥水準において、9月20日、10月10日および11月1日最終刈取り区の順に伸長茎；1220, 850, 1110本/m²、幼分げつ；550, 480, 450本/m²であり、早春N 8 kg/10a水準では同様に伸長茎；1410, 1060, 1340本/m²、幼分げつ；910, 570, 730本/m²であった。つまり、無穂茎数は先述した1番草の無穂茎収量に対応し、最終刈取り処理については10月10日刈取り区が最も少なく、早春N施肥量に比例していたといえよう。つぎに再生に要する養分の貯蔵器官である株部の重量と最終刈取り処理との関係では9月20日および11月1日最終刈取り区はほぼ同等で、これらに比較し10月10日最終刈取り区は著るしく低く、早春N施肥処理との関係では8 kg/10a区が4 kg/10a区より明らかに高かった。

た。株部のT-N濃度は最終刈取り処理間では乾物重と逆の傾向を示し、10月10日最終刈取り区が最も高く、これは施肥Nの作物体における希釈の程度を反映した結果とみることができよう。また、早春N施肥処理については当然のことながら施肥量の多いN 8 kg/10a区はN 4 kg/10a区よりも高い濃度を示した。また、全有効態炭水化物（以下TACと略す）についてみると、最終刈取り処理に起因するような一定の傾向は見い出せないが、早春N施肥処理についてはN 4 kg/10a区がN 8 kg/10a区より高濃度であった。

(3) 1番草刈取り後の再生および2番草収量

1番草刈取り後の再生状態を7月14日に、2番草収量を8月12日に調査し、これらの結果を表3に示した。これによると、再生茎数は伸長茎にお

表3. 1番草刈取り後の再生および2番草収量

最終刈取り 時 期	早 春 施 肥 (N.kg/10a)	1 番 草 刈 取 り 後 の 再 生									2 番 草			
		草 丈 (cm)			茎 数 (本 / m ²)				再生量(DM.g / m ²)			収 量 ¹⁾ (DM.kg/10a)	一茎重 (mg)	茎 数 ²⁾ (本 / m ²)
		再 生 茎 伸長茎	新分 幼分 げつ	計	再 生 茎 伸長茎	新分 幼分 げつ	計	再 生 茎 伸長茎	新分 幼分 げつ	計				
9月20日	4	25	18	7	1420	700	480	2600	87	17	94	183	184	1000
	8	28	17	7	1480	740	730	2950	105	20	125	234	163	1470
10月10日	4	23	16	8	1360	690	850	2900	70	14	84	204	183	1020
	8	26	18	9	1400	930	1110	3440	97	18	115	232	157	1480
11月1日	4	23	14	6	1280	760	650	2690	68	16	84	186	169	1060
	8	29	15	8	1490	750	690	2930	106	17	123	232	193	1230

1) 2番草収量の分散分析は早春N施肥処理が5%水準で有意、最終刈取り時期および交互作用は有意差はない。

2) 幼分げつの茎数は含まれていない。

いて全処理を通じ1300～1500本/m²の範囲にあり、最終刈取り処理の影響は判然と認め難いが、早春N施肥処理の差は若干認められ、N 8 kg/10a区がN 4 kg/10a区より高く、幼分げつは700～900本/m²の範囲内であって、処理の影響が認め難かった。つぎに再生した伸長茎と幼分げつの単位面積当りの茎葉部重を再生量としてとらえると、再生量の大部分は伸長茎部分が占め、最終刈取り処理との間に一定の傾向は認められないが、早春N施肥量に明らかに比例していた。なお、再生量は伸長茎が大部分を占めていることについては、小野¹⁾の既存分げつが刈取り後における収量構成の大部分を占めるとの報告と同様の結果をえていると思われる。さて、2番草収量についてみると、早春N

8 kg/10a区がN 4 kg/10a区より5%水準で有意に高かったのに対し、最終刈取りの影響はもはや認められなかった。また、この時の茎数は幼分げつを含めてない伸長茎のみの調査であるが最終刈取り処理間では大差はなく、早春N施肥処理についてはN 4 kg/10a区でおおむね1000本/m²、N 8 kg/10a区では1200～1400本/m²の範囲であった。従って、2番草収量を構成していた茎数は、1番草刈取り時および再生時の伸長茎数とおおむね一致していたといえよう。

(4) 1番草刈取り時、再生時および2番草刈取り時における諸形質の関係

これまで順次述べてきた1番草刈取り時、再生時および2番草刈取り時の諸形質について総当り

表 4. 前年の最終刈取り時期と早春 N 施肥処理試験における 1 番草刈取り時、再生時および 2 番草刈取り時の諸形質に関する総当り相関表

	1 番 草							再 生 時				2 番 草		
	有穂 茎数	無穂 茎数	無穂茎 株 重	無穂茎株部濃度		無穂茎株部成分量		再生量	再生 茎数	新 分 げつ数	全茎数	収量	一茎重	茎数
				T-N	TAC	T-N	TAC							
1 番草収量	0.937 ^{**}	0.942 ^{**}	0.982 ^{**}	0.266	-0.717	0.933 ^{**}	0.483	0.811 [*]	0.528	-0.270	0.012	0.546	0.005	0.527
有 穂 茎 数		0.972 ^{**}	0.901 ^{**}	0.237	-0.722	0.843 [*]	0.381	0.806 [*]	0.545	-0.333	-0.027	0.491	-0.013	0.515
無 穂 茎 数			0.896 ^{**}	0.296	-0.739	0.878 ^{**}	0.339	0.832 [*]	0.510	-0.267	0.007	0.592	-0.044	0.592
無穂茎株重				0.125	-0.672	0.901 ^{**}	0.563	0.703 [*]	0.391	-0.416	-0.149	0.408	0.149	0.359
無穂茎株部 T-N(%)					-0.679	0.526 ^{**}	-0.615	-0.759 [*]	0.851 [*]	0.754 [*]	0.886 ^{**}	0.913 ^{**}	-0.219	0.784 [*]
TAC(%)						-0.892 ^{**}	0.231	-0.872 [*]	-0.683	-0.033	-0.294	-0.757 [*]	-0.314	-0.500
T-N (g/m ²)							0.178	0.898 ^{**}	0.639	-0.067	0.204	0.734	0.132	0.579
TAC(%)								-0.065	-0.251	-0.615	-0.547	-0.344	-0.118	-0.120
再 生 量									0.875 [*]	0.255	0.528 [*]	0.895 ^{**}	-0.177	0.839 [*]
再 生 茎 数										0.544	0.792 [*]	0.819 [*]	0.943 ^{**}	0.508
新分げつ数											0.943 ^{**}	-0.574	-0.562	0.831 [*]
全 茎 数												0.742	-0.550	0.787 [*]
2 番草収量													-0.279	0.882 ^{**}
一 茎 重														-0.658

* 5%水準で有意である。

** 1%水準で有意である。

相関表を作成し、表 4 に示した。まず、1 番草収量はこれを構成する有穂茎数・無穂茎数・同株重および再生量との間に有意な正の相関を示した。有穂茎数および無穂茎数は再生量との間に正の相関が存在したが、2 番草収量との間には有意な関連はなかった。無穂茎株重と再生量および 2 番草収量との間に相関は認められなかった。また、無穂茎株部の T-N 濃度は再生時の再生量、再生茎数および新分げつ数のいずれとも正の相関を示し、この後の 2 番草収量とも高い正の相関を示したが、TAC 濃度は再生量および 2 番草収量との間に負の相関を示した。再生量は 2 番草収量およびこれを構成する茎数と有意な正の相関を示した。2 番草収量はこれを構成する一茎重とは関連性はないが、茎数とは有意な相関が存在した。

以上のように、1 番草収量は有穂茎に比例して高まっていたが、この有穂茎は 2 番草において不再生茎である。このことから、有穂茎数の増大は 2 番草生育においては負の作用を及ぼすことを予見していたが、この試験からは有穂茎数が再生および 2 番草収量を低下させるような関係は全く存在しなかった。一方、1 番草から 2 番草生育に連

環していた形質を順次列記すると、1 番草刈取り時の無穂茎株部の T-N 濃度→再生量、再生茎数→2 番草収量およびこれを構成する茎数、の順であった。

2. 春の施肥時期と N 施肥量が 1 番草および 2 番草生育収量に及ぼす影響

草地に対する施肥は萌芽時に実施することが慣行的に推奨されている。ここでは試験 1 とは異なり、前年まで標準的管理を実施した草地を供試することによって、春の萌芽再生が斉一な条件を設定し、以下の施肥処理を加えた。すなわち、萌芽時から経時的に 1 週間単位で 4 週まで施肥時期を遅らせた処理を設け、これに N 施肥量処理を組合わせた。

(1) 1 番草収量

1 番草の収量およびその構成内容を表 5 に示した。まず、有穂茎と無穂茎との合計値についてみると、萌芽時施肥の場合は N 施肥量に比例して収量は直線的に増加したが、施肥時期が遅れるとともに施肥反応は鈍化した。これを各 N 施肥水準について施肥時期が 1 番草収量に及ぼす影響を検討すると、最も N 施肥量の少ない N2 kg/10a 水準で

表5. 早春施肥時期およびN施肥量が1番草収量に及ぼす影響

早春施肥時期	早春施肥 (N・kg/10a)	収 量 (DM・kg/10a)			有 穂 茎 率 (%)	有 穂 茎 形 質	
		有穂茎	無穂茎	合 計 ¹⁾		一茎重 (DM・mg)	茎 数 (本/m ²)
萌 芽 時	2	137	80	217	63	327	430
	4	151	97	248	61	343	453
	8	186	140	326	57	334	587
1 週 後	2	133	85	218	61	310	439
	4	138	102	240	58	327	461
	8	156	107	263	59	337	465
2 週 後	2	105	104	209	50	384	280
	4	116	131	243	48	392	296
	8	141	145	286	49	427	358
3 週 後	2	101	119	220	46	363	291
	4	91	124	215	42	374	272
	8	126	145	271	46	440	314
4 週 後	2	101	86	187	54	306	332
	4	114	96	210	54	371	310
	8	105	146	251	42	378	276
無 窒 素		90	73	163	55	333	269

1) 早春施肥時期およびN施肥処理は、いずれも1%水準で有意、交互作用はない。

は萌芽時から3週目までの施肥時期間ではほぼ同等であり、4週後施肥区で明らかな低下が認められた。標準的N4 kg/10a施肥水準では3週後施肥区から収量は減少した。そして施肥量の多いN8 kg/10a水準ではいずれの施肥時期の遅れも直ちに収量減を招いていた。つまり、N施肥量が低い水準では施肥時期の遅れが収量に及ぼす影響は小さいが、N施肥量が高い場合は施肥時期の遅れ、すなわち、それぞれの施肥時点から1番草刈取り時までの期間の長短が収量に反映していたのである。このような現象は栄養体を収穫対象とする牧草栽培ではいわば当然の結果であろう。つぎに有穂茎収量についてみると、施肥時期が早い処理では収量の絶対値およびN施肥量に対する応答性がきわめて高いが、施肥時期が遅れるにつれ、収量自体は勿論、施肥Nに対する感応性も激減した。一方、無穂茎収量は施肥時期処理との関係では一定の傾向は認め難いが、N施肥量に比例して増加した。また、合計収量に占める有穂茎率についてみると、施肥時期が遅れるにつれて漸減の傾向を示し、N施肥量が増すとともにやや減少していた。以上のように施肥時期およびN施肥量の両処理に対し敏感に反応していた有穂茎収量を、一茎重の茎数との

2要素に分けてさらに検討する。まず、茎数は特徴的であって、萌芽時および1週後施肥処理では茎数は全般的に高く、しかもN施肥量に高い反応性を示した。しかし、2週後施肥処理では茎数としては少ないものの、なおN施肥量とともに増加の傾向を示した。3週後施肥処理に至ると茎数の絶対値は低く、Nに対する反応も鈍化した。そして、4週後施肥処理に至ると、茎数はN施肥量に逆比例する傾向が認められた。一方、一茎重は萌芽時および1週後施肥処理ではN施肥量に比例して増加していたが、その程度は僅かであったが、2週後および3週後施肥処理では一茎重はN施肥量に高い感応性を示していた。

このように、齊一に萌芽再生が開始された草地においてもNの早春施肥時期および施肥量によって、収量およびこれを構成する有穂茎部分の変化は著るしく、とりわけ有穂茎数は施肥時期の早晚によって大きな影響を受けていたのである。

(2) 1番草刈取り時の無穂茎数およびその形質

1番草刈取り時の無穂茎数、株部重および同成分を表6に掲げた。まず茎数についてみると、萌芽時施肥処理においては伸長茎および幼分げつともN施肥量の増加に伴ないやや高まる傾向が認めら

表 6. 1 番草刈取り時の無穂茎々数・株部重および株部成分

早春施肥 時 期	早春施肥 (N.kg/10a)	無 穂 茎 々 数			株部一茎重 (DM./mg)		株 部 重 (g/m ²)	株部成分 (%)	
		伸長茎	幼分げつ	計	伸長茎	幼分げつ		T—N	TAC
萌 芽 時	2	1170	860	2030	42	10.7	58.3	1.26	13.2
	4	1200	910	2110	51	7.9	68.4	1.42	9.5
	8	1500	930	2430	72	9.3	116.6	1.83	6.2
2 週 後	2	1450	890	2340	34	9.5	57.8	1.34	6.8
	4	1410	780	2190	42	7.6	65.1	1.61	5.3
	8	1560	880	2440	57	7.6	95.6	2.23	3.1
4 週 後	2	1200	1020	2220	31	9.8	47.1	1.50	6.0
	4	1330	610	1940	56	12.3	81.9	1.80	3.7
	8	1400	600	2000	50	11.4	76.8	2.32	3.0
無 窒 素		1110	980	2090	31	6.1	40.1	1.25	19.9

れた。2週後施肥処理では伸長茎および幼分げつのいずれもN施肥量の多少にかかわらずほぼ同等の茎数であった。4週後施肥処理では伸長茎数はN施肥量にやや比例して増加していたが、幼分げつでは逆に減少していた。このように1番草の無穂茎数は施肥時期とN施肥量処理との間に必ずしも明瞭な関係は認め難いが、処理を通じて伸長茎、1200～1500本/m²、幼分げつ；600～1000本/m²の範囲であった。つぎに、単位面積当りの無穂茎の株部重についてみると、施肥時期が早い場合は絶対量およびN施肥量に対する応答性のいずれも高かったが、施肥時期が遅れると、両者とも低下していた。これは前述した無穂茎の茎葉部収量における傾向と一致していることから、茎葉部と株部とがほぼ比例して増加していることを物語っていると思われる。また、株部のN濃度は当然のことながら施肥時期が遅れるほど、またN施肥量が多

いものほど高濃度を示し、一方、TAC濃度はそれに全く反比例していた。

(3) 1 番草刈取り後の再生および2 番草収量

1 番草刈取り後の再生状態を6月30日に、2 番草収量を8月8日に調査し、これらの結果を表7に示した。これによると、伸長茎数は施肥時期およびN施肥量の両処理に左右されずおおむね1000本/m²であり、幼分げつ数は施肥時期が遅れると漸減する傾向が認められ、500～1100本/m²の範囲であった。また、刈取り後に発生した新分げつは施肥時期が遅れるとともに減少していた。ついで再生量をみると、施肥時期が遅いほど、N施肥量が多いほど再生量は高かった。この内容として、再生量全体に占める伸長茎部分の百分比を算出すると、いずれの処理においても80%前後の高率を示していた。つまり、再生した幼分げつおよび新分げつなどは刈株の高N濃度、低TAC濃度状態で

表 7 の 1. 1 番草刈取り後の再生および2 番草収量

早春施肥 時 期	早春施肥 (N.kg/10a)	1 番 草 刈 取 り 後 の 再 生					
		草 丈 (cm)			茎 数 (本/m ²)		
		再 生 茎		新分げつ	再 生 茎		計
		伸長茎	幼分げつ		伸長茎	幼分げつ	
萌 芽 時	4	22	16	6	960	1130	2430
	8	24	14	4	1260	820	2370
2 週 後	4	25	15	4	1080	960	2240
	8	26	18	8	1060	940	2210
4 週 後	4	26	15	7	1040	860	2160
	8	25	20	7	1070	520	1760
無 窒 素		22	16	6	1070	830	2120

表7の2. 1番草刈取り後の再生および2番草収量

早春施肥 時期	早春施肥 (N.kg/10a)	1番草刈取り後の再生量(DM.kg/10a)			2番草		
		再生茎		計	収量 ¹⁾ (DM.kg/10a)	一茎重 (mg)	茎数 ²⁾ (本/m ²)
		伸長茎	幼分げつ				
萌芽時	2	—	—	—	313	260	1240
	4	29.9	11.5	41.4	339	262	1300
	8	37.9	6.8	44.7	390	309	1270
1週後	2	—	—	—	337	273	1240
	4	—	—	—	365	295	1240
	8	—	—	—	399	315	1270
2週後	2	—	—	—	335	282	1190
	4	42.6	10.2	52.8	388	292	1360
	8	43.9	10.1	54.2	397	313	1280
3週後	2	—	—	—	337	296	1110
	4	—	—	—	343	282	1240
	8	—	—	—	407	337	1210
4週後	2	—	—	—	326	275	1200
	4	46.8	9.1	55.9	387	329	1180
	8	65.4	7.2	72.6	451	358	1270
無窒素		32.8	7.7	40.5	282	272	1060

1) 2番草収量の分散分析は早春施肥時期処理は有意差なし、N施用量は1%水準で有意である。

2) 幼分げつの茎数は含まれてない。

茎数的には若干減少していたものの、再生量は伸長茎が大部分を構成し、これが株部のN濃度に比例して増加していたのである。

つぎに、2番草収量についてみると、施肥時期処理間では有意差がなかったが、N施用量が4および8kg/10a区において施肥時期が遅れるほどやや高まる傾向が認められた。一方、N施用量処理は1%水準で有意であって、1番草での施肥の影響は2番草へも残存し、N施用量に比例して収量が増加していた。これを一茎重と茎数との両要素に分けてみると、一茎重は施肥時期が遅れるほど、N施用量が多いほど増加し、一方、茎数は両処理にあまり関係なくほぼ1200本/m²であった。

以上のように、1番草刈取り後の再生の主要な担い手である伸長茎についてみると、1番草刈取り時、再生時および2番草刈取り時の三者間を通じて茎数的には試験1と同様にほぼ近似した値であった。さらに、この他にかなりの幼分げつおよび再生時には新分げつが存在していた。従って、試験1および2のような越冬前後の種々の肥培管理によってそれぞれ異なった1番草収量が形成されていたものの、1番草刈取り後の再生および2番草収量を構成する上で、茎数的には十分量存在

していたと思考された。

(4) 1番草刈取り時、再生時および2番草刈取り時における諸形質の関係

これまで順次述べてきた1番草刈取り時、再生時および2番草刈取り時の諸形質について総当たり相関表を作成し、表8に示した。これによると、1番草収量はこれを構成する有穂茎数、無穂茎数および無穂茎株重と有意な正の相関を示したが、再生時および2番草収穫時の諸形質とは有意な関係はなかった。有穂茎数は再生時の新分げつ数とのみ正の相関を示し、また、無穂茎数は1番草刈取り時、再生時および2番草刈取り時のいずれの形質とも相関は示さなかった。無穂茎株部のT-N濃度は同部のTAC濃度とは有意な負の相関を示し、再生量、2番草収量およびこれを構成する一茎重と有意な正の相関を示した。無穂茎株部のTAC濃度は2番草収量と負の相関関係にあった。再生量は再生茎数および2番草収量およびこれを構成する一茎重と高い正の相関を示した。再生茎数、新分げつ数、および全茎数と2番草収量間には有意な相関関係はなかった。2番草収量はこれを構成する一茎重との間に有意な正の相関を示した。

表 8. 春の施肥時期と N 施肥量処理試験における 1 番草刈取り時、
再生時および 2 番草刈取り時の諸形質に関する総当り相関表

	1 番 草							再 生 時				2 番 草		
	有穂 茎数	無穂 茎数	無穂茎 株 数	無穂茎株部濃度 T-N	TAC	無穂茎株部成分量 T-N	TAC	再生量	再生 茎数	新 分 げつ数	全茎数	収量	一茎重	茎数
1 番草収量	0.751 [*]	0.740 [*]	0.853 ^{**}	0.550	-0.629	0.833 [*]	-0.087	0.115	0.287	0.173	0.288	0.585	0.265	0.683
有穂茎数		0.613	0.698	-0.037	-0.121	0.440	0.519	-0.458	0.599	0.719	0.667	0.017	-0.212	0.315
無穂茎数			0.572	0.211	-0.146	0.539 [*]	0.110	-0.314	0.561	0.081	0.477	0.064	-0.163	0.340
無穂茎株重				0.622	-0.623 [*]	0.929 [*]	-0.184 [*]	0.167 [*]	0.139	0.198	0.163	0.561 [*]	0.473 [*]	0.308
無穂茎株部 T-N(%)					-0.803 [*]	0.856 [*]	-0.753 [*]	0.819 [*]	-0.507	-0.513	-0.536	0.895 [*]	0.868 [*]	0.367
TAC(%)						-0.770 [*]	0.703	-0.681	-0.145	0.190	0.155	-0.919 [*]	-0.699	-0.695
T-N (g/m ²)							-0.475	0.459 [*]	-0.098	-0.137	-0.107	0.766 [*]	0.674 [*]	0.402
TAC(g)								-0.849 [*]	0.527	0.768	0.621	-0.751 [*]	-0.813 [*]	-0.222
再 生 量								-0.804 [*]	-0.691	-0.822 [*]		0.855 [*]	0.905 ^{**}	0.268
再生茎数										0.663	0.981 [*]	-0.447	-0.729	0.252
新分げつ数											0.795	-0.415	-0.571	0.051
全 茎 数												-0.457	-0.732	0.232
2 番草収量													0.858 ^{**}	0.605
一 茎 重														0.112

* 5%水準で有意である。

** 1%水準で有意である。

以上のように、1 番草収量は試験 1 と同様に有穂茎数と正の相関を示したが、有穂茎数増が刈取り後の再生およびその後の 2 番草収量を低下させるような現象は認められなかった。一方、1 番草から 2 番草生育に連環していた要因を順次列記すると、1 番草刈取り時の無穂茎刈株の T-N 濃度 → 再生量 → 2 番草収量およびこれを構成する一茎重、の順であった。

3. 秋施肥が 2 番草収量に及ぼす影響

秋施肥が翌春 1 番草収量に及ぼす影響についてはすでに報告³⁾した。この要約を再録すると、最終刈取りを危険帯前に実施した条件で直ちに N 施肥をすることにより、晩秋から越冬時までの生育が高まり、養分貯蔵および新分げつ発生が旺盛となる。この結果翌春の萌芽再生を促進させ、表 9 に掲げたように、1 番草収量は著るしく増加した。

表 9. 秋施肥と早春施肥が 1 番草および 2 番草収量に及ぼす影響

秋 施 肥 (N.kg/10a)	早 春 施 肥 (N.kg/10a)	1			番			草		2 番 草 収 量 (DM.kg/10a)
		収 量 (DM.kg/10a)			有 穗 茎 率 (%)	有 穗 茎 形 質		無 穗 茎 N (%)		
		有穗茎	無穗茎	計		一 茎 重 (mg)	茎 数 (本/m ²)			
0	4	232	60	292	79	483	484	2.27	108	
	8	271	82	353	77	544	503	3.17	144	
1	2	234	49	287	83	462	517	2.55	88	
	4	281	61	342	82	539	525	2.43	121	
	8	309	91	400	77	561	554	3.15	154	
2	2	269	46	315	85	464	586	2.38	91	
	4	294	53	345	85	496	594	2.63	124	
	8	356	81	437	81	538	666	2.91	159	
4	2	291	63	354	82	483	603	2.19	89	
	4	377	70	447	84	489	780	2.38	120	
	8	380	96	476	80	495	769	2.78	157	

この内容は秋施肥によって有穂茎収量および合計収量に占める有穂茎率が顕著に高まり、とりわけ、有穂茎数はほぼ800本/m²にまで達していた。以上が既報の結果であるが、慣行的草地管理での有穂茎数が500本/m²前後であることを考慮すると、秋施肥は有穂茎を飛躍的に増大させる処理とみなすこ

とができよう。

さて、表9に掲げた2番草収量は秋施肥のN施肥量と全く無関係に、もっぱら早春施肥に比例して高まっていたのである。つぎに、1番草刈取り時の諸形質と2番草収量との相関係数を表10に掲げたが、これによると、1番草収量は有穂茎収量

表10. 1番草刈取り時の諸形質と2番草収量との相関表

	1番草					2番草収量
	収量		有穂茎一茎重	穂茎数	無穂茎N濃度	
	有穂茎	無穂茎				
1番草合計収量	0.977 ^{**}	0.790 ^{**}	0.370	0.856 ^{**}	0.392	0.732 ^{**}
有穂茎収量		0.642 [*]	0.239	0.929 ^{**}	0.254	0.619 [*]
無穂茎収量			0.659 [*]	0.403	0.702 [*]	0.876 ^{**}
有穂茎一茎重				-0.133	0.738 ^{**}	0.772 ^{**}
〃 茎 数					-0.025	0.333
無穂茎 T-N 濃度						0.881 ^{**}

* 5%水準で有意である。

** 1%水準で有意である。

との間で最も高い正の相関係数を示し、かつ、有穂茎数とも有意に相関していた。2番草収量は1番草収量およびこれを構成する有穂茎、無穂茎の両収量のいずれとも正の相関を示した。また、本試験では1番草刈取り時における無穂茎株部のT-N濃度を測定していないので、同部の茎葉部のT-N濃度を代用し、これと2番草収量との相関係数を算出してみたが、試験1、2での株部N濃度と2番草収量との関係と同様に、有意な正の相関関係が存在した。

従って、晩秋から早春までの各種の草地管理技術の中で有穂茎数を最も高めることになった秋施肥処理を加えた条件においても、有穂茎数増が2番草収量を低めるような関係は存在せず、また、2番草生育は1番草刈取り時における無穂茎刈株のT-N濃度に支配されていたと推測された。

Ⅳ 考察および論議

緒言で述べたように、オーチャードグラス草地においては、最終刈取りを危険帯に²⁾刈取らないこと、秋施肥³⁾および早春施肥を適切に実施することによって、1番草収量はかなり高めうる。しかし、これらの諸技術を実施すると、結果的に有穂茎収量およびこれを構成する茎数の顕増を招来

した。この有穂茎は採草型利用の収穫適期である穂揃期に刈取ると、穂の位置は当然刈高より上部に位置し、当該茎は再生しえない⁴⁾。つまり、1番草で多収することを画策した結果が刈取り後の不再生茎を増加させたことになる。それ故、本稿では越冬前後の管理が2番草生育と如何に関連するかを検討することとした。

まず、緒言における命題であった有穂茎数と再生および2番草収量との間には、有意な関係はなかった。このような結果をえた理由について考察すると、1番草生育において有穂茎収量および茎数が増加することによって、当然ながら合計収量に占める有穂茎率の増加、換言すると無穂茎率の減少を招来した。しかし、このことによって無穂茎の絶対収量が減少するような現象はいずれの試験においても認められなかった。また、有穂茎数の増加する過程において、無穂茎数、無穂茎株重はその影響を受けないか、むしろ上昇していた。つまり、再生可能な茎数および再生に要する養分の貯蔵器官が減少しなかった。

従って、越冬前後の管理として目下のところ採用しうる諸方策の範囲において、有穂茎はそれ自体再生しえないという属性を持つにとどまり、1番草収量を有穂茎数増によって向上させた場合に

においても、当初予想した再生および2番草収量に対する阻害作用は存在しないと判断された。

さて、上述のような結論が導き出されると、越冬前後の管理と2番草生育との間に介在する問題は、1番草の有穂茎数にかかわる要因が消去され、もっぱら同番草刈取り時の無穂茎の諸形質と再生との関連性にしぼられる。

刈取り後の再生は新葉形成の素材である貯蔵物質としてのTACおよびT-Nと密接な関係があるが、試験1および2のいずれにおいてもTAC濃度は再生を高めるうえで重要視されているにもかかわらず、再生量とは負の相関性を示し、一方、T-N濃度に正比例した再生量を示した。ここにおける再生量がTAC濃度と逆相関を示していたのはTAC濃度が高いことが積極的に再生を低めるとは考えられないことから、単にTACとT-Nの濃度とが一般法則として反比例する関係にあることが相関係数の形で表現されているにすぎないと思われた。なぜなら、天北地方における1番草刈取り後の再生期間の平均気温は6月中旬; 12.4℃, 6月下旬; 13.8℃であって、北方型牧草であるオーチャードグラスとはいえ、生育適温よりやや低い温度条件で再生していたのである。このような条件下においては呼吸消耗が少ない⁵⁾ため、いわゆる再生利用率⁶⁾が高いわけで、再生においてTACは制限因子としては作用せず、主としてT-N濃度が再生を律速する⁷⁾に至ったと推

論された。

つぎに、茎数についてみると、オーチャードグラスにおいては節間伸長していない分げつは再生可能である。本試験においても1番草刈取り時において存在した伸長茎および幼分げつも殆んど再生していた。これらの1番草刈取り時における茎数は試験1および2を通じて、伸長茎; 1000~1500本/m², 幼分げつ; 600~1000本/m²の範囲でそれぞれ存在し、再生茎として伸長茎; 1000~1400本/m², 幼分げつ; 500~1000本/m², そして、2番草収量を構成していた茎数は弱少分げつは計数されていないが1200~1500本/m²であった。以上の茎数の推移から、1番草刈取り時の伸長茎数が再生時にも存続し、この後の2番草を構成していた茎数に相当していたとみなせよう。つまり、いずれの試験処理においても1番草刈取り後の再生の担い手である伸長茎および幼分げつなどの茎数は2番草収量を形成する上で十分量存在していたといえよう。

以上のように、越冬前後の諸管理を実施した結果、それぞれ異なる1番草収量が形成されていたが、1番草刈取り後の再生を左右する茎数、貯蔵炭水化物は当該環境で生育するのに十分な量が存在していたと推測され、これを背景として1番草刈取り後の再生および2番草収量ももっぱら無穂茎刈株の窒素濃度に支配されていたと思われた。

引用文献

- 1) 小野 茂. “イネ科牧草の分げつ消長と再生収量”. 飼料作物・草地の研究・江原薫監修. 養賢堂, 1971, p.61—64.
- 2) 坂本宣崇, 奥村純一. “晩秋から早春にかけての牧草の生育特性と肥培管理, 1, 秋期の刈取り時期が翌春の収量に及ぼす影響”. 北海道立農試集報. **28**, 22—32 (1973).
- 3) 坂本宣崇, 奥村純一. “牧草の周年栄養生理と肥培管理に関する研究, II, 秋施肥の持つ意義”. 北海道立農試集報. **40**, 40—50 (1978).
- 4) 関塚清蔵. “イネ科牧草類の生育過程と栽培理論 [2]”. 畜産の研究. **12**, 8—12 (1958).
- 5) 江原 薫, 佐々木統治, 池田 一. “牧草の再生に関する生理・生態学的研究”. I, オーチャードグラスおよびイタリアンライグラスの再生に及ぼす貯蔵養分量および温度の影響”. 日草誌, **10**, 214—220 (1965).
- 6) 前野休明, 江原 薫. “牧草の再生に関する生理・生態学的研究, VII; 刈株の諸形質と再生との関係についての考察”. 日草誌. **16**, 149—155 (1970).
- 7) 前野休明, 江原 薫. “牧草の再生に関する生理・生態学的研究, XIV, 貯蔵物質の利用効率に影響する要因について”. 日草誌. **16**, 162—167 (1970).

Perennial Physiology of Pasture Sward Management.

3. Relationship between number of heading tillers at the first cutting and the second growth on orchardgrass sward

Nobumitsu SAKAMOTO* and Jun-ichi OKUMURA**

Summary

The present study deals with the relationship between number of heading tillers and the second growth in the orchardgrass sward that had been treated with final cutting and nitrogen application in the late previous autumn and fertilization in early spring.

The motivation of this study is an observation that the number of heading tillers correlate clearly and positively with the yield of first cutting, the cut heading tiller dose not show any regrowth.

The results obtained are summarized as follows;

- 1) Both the number of regrown tillers and content of the total available carbohydrate in cut stubble are adequate throughtout all the treatments.
- 2) The rate of regrowth is propotional with the concentration of nitrogen in stubble.
- 3) Nosatistically significant relationship exists between the number of heading tillers and the rate of regrowth in the second growth.

We conclude that the management policy of increasing the number of heading tillers which aims at high yield of first cutting do not give any adverse effect on the second growth.

*Hokkaido PrefecturI Tenpoku AgriculturI Experiment Station, Hamatonbetsu, 098-57, Japan.

**Hokkaido Central Agricultural Experiment Station, Naganuma, Hokkaido, 069-13.