

## チモシー (*Phleum pratense* L.) の倒伏におよぼす 生育段階および気象要因の影響

藤井 弘毅・山川 政明・澤田 嘉昭

Influence of Growth Stage and Environmental Factors on  
Lodging Degree of Timothy (*Phleum pratense* L.).  
Hiroki FUJII, Masaaki YAMAKAWA and Yoshiaki SAWADA

### Summary

The relationship between lodging degree and growth stage of timothy was investigated. Two cultivars of timothy, early cv. 'Nosappu' and late cv. 'Hokushuu', were used with or without white clover (*Trifolium repens* L.) and red clover (*Trifolium pratense* L.). Both cultivars began to lodge in early June, when the growth stage corresponded to beginning of rapid internode elongation and increasing in the number of tillers. As the number of reproductive tillers of both cultivars arrived at the ceiling level, 2,300 to 2,400 tillers/m<sup>2</sup>, lodging degree became lower temporarily, however it became higher again toward the heading stage, which corresponded to the middle to the end of June in Nosappu, and the end of June to the early July in Hokushuu.

It was also indicated that lodging degree depended upon the type of mixed cultivars of legume, precipitation and wind.

キーワード : 茎重、茎数、降水量、チモシー、倒伏、風速

Key Words : Lodging, Number of tillers, Precipitation, Timothy, Wind velocity, Weight of tiller.

### 緒 言

チモシーの倒伏は、茎葉品質や嗜好性の低下、植生の悪化を招くことから、農家からは耐倒伏性が良好な品種が望まれている。しかしこれまで、根釧地域ではチモシー

が広く栽培されているにもかかわらず、倒伏がその生産量や栄養価に及ぼす影響に関する報告はほとんどみられない。

そこで、本試験では、根釧地域でのチモシー 1 番草の倒伏の実態を知るため、主要流通品種を用いてその生育の推移と倒伏との関連について検討した。また、倒伏発生をもたらすと考えられる気象要因について検討を加えた。

### 材料および方法

#### 1. チモシー主体混播草地における倒伏の発生時期とその推移の解明

供試草地は図 1 に示したように、根釧農業試験場圃場に造成したチモシー早生品種ノサップまたは晩生品種ホクシュウを主体とするマメ科牧草混播草地である。試験区の面積は6.0m<sup>2</sup>/区、試験区の配置は乱塊法3反復とした。播種様式は散播で、1997年6月4日に行い、同年は2回の掃除刈りを行った。播種量はチモシーが150g/a、シロクロバ (*Trifolium repens* L.) が30g/a、アカクロバ (*Trifolium pratense* L.) が20g/aであった。混播したマメ科牧草はシロクロバ大葉型品種カリフォルニアラジノまたはルナメイ、中葉型品種ラモーナ、小葉型品種リベンデル、アカクロバ早生品種ホクセキであった。施肥量は、1997年はN-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>Oを0.54-2.37-1.60kg/a、1998年は早春に0.4-0.7-1.5kg/a施用した。なお、造成時に堆肥400kg/a、炭酸カルシウム30kg/aを施用した。調査は1998年に行った。1番草刈取りは出穂期に行い、ノサップ区が6月29日、ホクシュウ区が7月10日であった。

この研究では「倒伏」は地ぎわ付近で稈が折れ曲がる

根釧農業試験場 (086-1153 北海道標津郡中標津町)

Konsen Agricultural Experiment Station, Nakashibetsu, Hokkaido, 086-1153 Japan

「平成10年度 研究発表会において発表」

こととした<sup>2)</sup>。「倒伏程度」は試験区内の倒伏面積に前日と差が認められた場合に評価した。評点の基準は、1；区内の倒伏茎が0%、3；同25%、5；同50%、7；同75%、9；同100%の9段階とした。

## 2. 倒伏発生とチモシーの生育段階の推移との関連

供試草地はチモシー「ノサップ」および「ホクシュウ」の単播草地で、播種は1997年8月20日に畦間30cmの条播で行った。試験区の面積は9.0m<sup>2</sup>/区とし、試験区の配置は乱塊法4反復とした。播種量は150g/a、施肥量は1997年は混播区と同様に施用した。1998年は早春にN-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>Oを0.80-0.47-1.04kg/a施用した。調査は1998年に行った。1番草刈取りは出穂期に行い、ノサップ区が7月1日、ホクシュウ区が7月15日であった。

倒伏発生の推移とチモシーの生育段階の推移との関連を明らかにするため、チモシーの茎を生殖生長茎および栄養生長茎に分け、その単位面積当たりの茎数と平均1茎乾物重を調査した。

茎数および平均1茎重の調査は区を代表する箇所(畦)の畦10cmを土壌とともに掘り取り、水洗後根を切除してから行った。

## 3. 倒伏発生に及ぼす風雨の影響

降雨および風速<sup>1)</sup>と倒伏発生との関係は、根釧農業試験場圃場におけるアメダス気象観測データを用い、試験2.の単播試験区における倒伏程度の調査結果をもとに解析した。

# 結 果

## 1. チモシー主体混播草地における倒伏の発生時期とその推移

混播草地の1番草における倒伏発生の推移を図1に示した。倒伏は6月初旬に初めて観測された。倒伏程度は発生初期から6月上旬にかけて、ノサップ区はルナメイ混播区で高く、次いでカリフォルニアラジノおよびホクセキ混播区、ラモーナ混播区の順であった。ノサップ区の倒伏は6月中旬、いずれの混播区でも増加し、ほとんどの茎が倒伏した。その後ノサップ区の倒伏程度はいずれの混播区も6月下旬から刈取り期にかけて高く推移した。刈取り期の倒伏程度をマメ科品種別にみると、ルナメイ混播区で高く、次いでカリフォルニアラジノおよびホクセキ混播区、ラモーナ混播区の順であった。なお、出穂始および出穂期は、混播したマメ科牧草品種によってやや異なった。ノサップの出穂始は6月22~24日、出穂期は6月26~28日であった。

一方、ホクシュウ区は6月上旬、倒伏がほとんど認

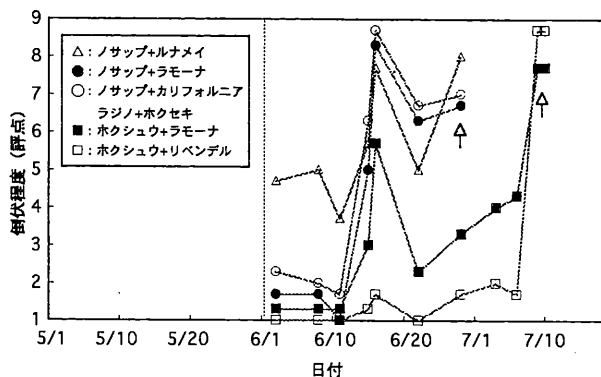


図1. チモシー主体混播草地における倒伏程度の推移

注1) 倒伏程度の調査基準：評点(1；区内のなかで倒伏茎が0%、3；25%、5；50%、7；75%、9；100%)

注2) 図中の線は倒伏が初めて認められた時期を示す。矢印は各品種の収穫期を示す。

められなかった。ホクシュウ区の倒伏は6月中旬、ラモーナ混播区でもっとも多く、区内の50%程度の茎が倒伏した。その後ホクシュウ区の倒伏程度は6月下旬にかけて一時的に低くなったが、7月上旬から刈取り期にかけて徐々に高まり、全般にラモーナ混播区がリベンデル混播区より高く推移した。しかし、刈取り期にはいずれの混播区もほとんどの茎が倒伏した。ホクシュウの出穂始は6月23~25日、出穂期は7月7~8日であった。

以上のように、倒伏程度はノサップ区、ホクシュウ区ともに草勢の強いマメ科牧草品種を混播した区で比較的高く推移した。また、特定の時期にみられた倒伏程度は、同一のチモシー品種内では類似していたが、ノサップ区はホクシュウ区より全般に高い値で推移した。しかし、倒伏程度の経時的な変動はチモシー品種が異なっても、暦日ごとにほぼ類似していた。

## 2. 倒伏発生とチモシーの生育段階の推移との関連

供試した単播草地におけるノサップの出穂始は6月26日、出穂期は6月29日、ホクシュウの出穂始は7月5日、出穂期は7月14日であった。

チモシー品種の茎数の推移を図2に示した。ノサップの栄養生長茎数は5月上旬から中旬にかけて2,967~3,363本/m<sup>2</sup>の範囲で大きな増減はなく推移し、その後5月下旬から7月上旬の刈取り期にかけて42本/m<sup>2</sup>まで減少した。生殖生長茎数は5月下旬から発生がみられ、5月下旬から6月上旬にかけて急激に増加し、6月中旬以降刈取り期までは増加速度が緩やかであったが、刈取り期には2,325本/m<sup>2</sup>に達した。ホクシュウの栄養生長茎数は5月中旬にかけて3,225~3,600本/m<sup>2</sup>の範囲で、ノサップと同様、ほぼ横這いに推移し、その後7月中旬の刈取り期には92本/m<sup>2</sup>まで減少した。生殖生長茎数は5月下

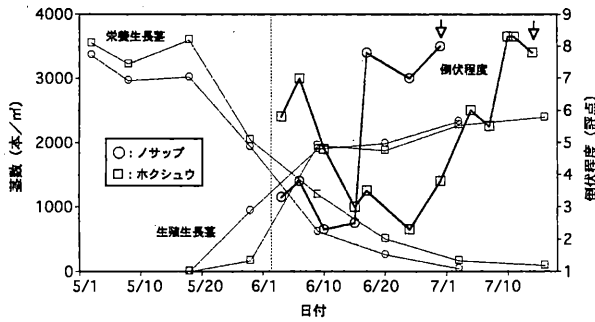


図2. 1 番草における生殖生長茎数および栄養生長茎数の推移と倒伏程度との関係

注1) 倒伏程度の調査基準：評点（1；区のなかで倒伏茎が0%、3；25%、5；50%、7；75%、9；100%）  
 注2) 図中の線は倒伏が初めて認められた時期を示す。矢印は各品種の収穫期を示す。

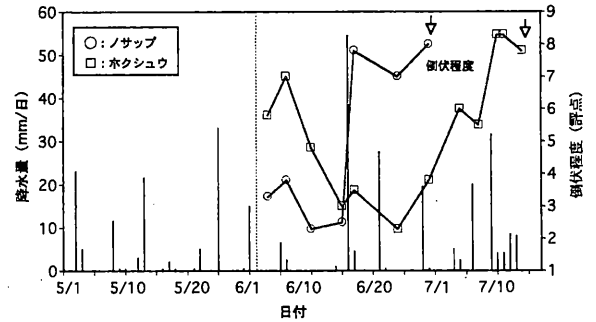


図4. 1 番草収穫期までの1日当たり降水量と倒伏程度の推移

注1) 倒伏程度の調査基準：評点（1；区のなかで倒伏茎が0%、3；25%、5；50%、7；75%、9；100%）  
 注2) 図中の線は倒伏が初めて認められた時期を示す。矢印は各品種の収穫期を示す。

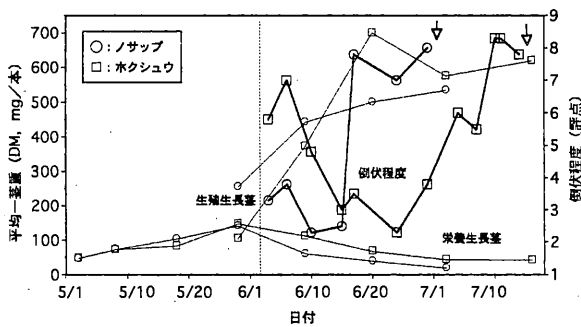


図3. 1 番草における生殖生長茎および栄養生長茎の平均1茎乾物重の推移と倒伏程度との関係

注1) 倒伏程度の調査基準：評点（1；区のなかで倒伏茎が0%、3；25%、5；50%、7；75%、9；100%）  
 注2) 図中の線は倒伏が初めて認められた時期を示す。矢印は各品種の収穫期を示す。

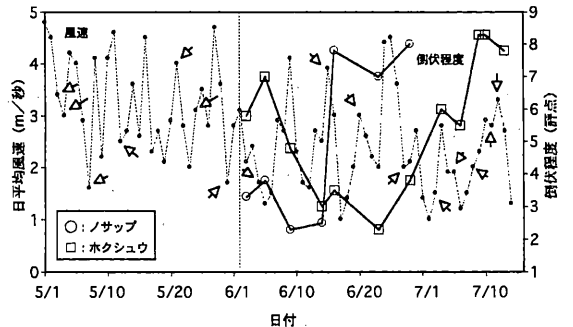


図5. 1 番草収穫期までの日平均風速と倒伏程度の推移

注1) 倒伏程度の調査基準：評点（1；区のなかで倒伏茎が0%、3；25%、5；50%、7；75%、9；100%）  
 注2) 図中の線は倒伏が初めて認められた時期を示す。矢印は各品種の収穫期を示す。

旬から発生がみられ、6月上旬に増加し、6月中旬以降刈取り期までは増加速度が緩やかであったが、刈取り期には2,392本/m<sup>2</sup>に達した。

チモシー品種の平均1茎乾物重の推移を図3に示した。ノサップの栄養生長茎は5月下旬までやや増加する傾向にあり、141mgに達したが、その後刈取り期にかけて低下した。生殖生長茎は6月上旬から刈取り期にかけて、茎数増加速度が緩やかになった後も連続的に増加し、刈取り期には529mgに達した。ホクシュウの栄養生長茎はノサップとほぼ同様に推移した。生殖生長茎は6月上旬から7月中旬にかけて、茎数増加速度が緩やかになる6月中旬以降も連続的に増加がみられ、刈取り期には618mgに達した。

チモシー品種の単播草地における倒伏程度を、図2および図3にそれぞれ茎数または平均1茎乾物重とともに示した。単播草地の場合も図1に示した混播草地の場合と同時期に初めて倒伏が観測され、ノサップでは6月中旬から刈取り期にかけて2週間程度、倒伏程度の高い状

態がみられた。ホクシュウでは6月上旬に一時的に高い倒伏程度がみられたが、その後6月中・下旬にかけて低くなり、6月下旬から7月上・中旬にかけて再び倒伏程度が高まった。

### 3. 倒伏発生に及ぼす風雨の影響

倒伏程度と1日あたりの降水量との関係を図4に示した。倒伏が始まる直前にあたる5月30日に、15mmの降雨があった。また、6月4日に6.5mm、6月5日に2.5mmの降雨がみられ、その間、倒伏程度がやや高まった。ノサップは6月15日の54.5mmの降雨の後いちじるしく倒伏し、6月27日に19.5mm、28日に0.5mmの降雨があった後もその状態が継続し、倒伏程度は刈取り期まで高い状態で推移した。ホクシュウは6月15日の54.5mmおよび6月20日の27.5mmの降雨の後では倒伏程度は高まらなかったが、6月27日の19.5mm、7月2日の5mm、7月8日の31.5mmの降雨の後高まり、刈取り期における倒伏程度はきわめて高かった。

倒伏程度と日平均風速との関係を図5に示した。5mm以上の降水量がみられた日の風は図中に矢印を付して示した。降雨後倒伏程度が高まった6月4日の風速は1.7m/秒と弱かった。6月9日は降雨はなかったが風速が4.1m/秒であったが、倒伏程度には変化がなかった。降水量が54.5mmあり、ノサップの倒伏がいちじるしく高まった6月15日の風速は3.9m/秒であった。また、6月23日から6月28日にかけてノサップ、ホクシュウとも倒伏程度がやや高まり、この間、6月27日から28日にかけて上述した降雨(19.5mm、0.5mm)が認められたほか、6月24日および25日に比較的強い風速(4.4m/秒、4.5m/秒)が観測された。その後ホクシュウの刈取り期までは、7月12日に3.3m/秒の風速が記録されたほか、目立った強風は認められなかった。

これらのことから、降雨および風はともにチモシーの倒伏発生を促す誘因であることが明らかになった。

## 考 察

チモシー草地の1番草出穂期までの倒伏発生の状況は次のとおりであった。ノサップ、ホクシュウとも、6月上旬に多くの茎が節間伸長を開始し、この時期に倒伏し始めたが、倒伏程度は、混播されるマメ科牧草品種の草勢が旺盛なほど高かった。その後倒伏程度は、ノサップは6月中旬から下旬にかけて、ホクシュウは6月下旬から7月上旬にかけて高まり、風雨の影響を受けやすくなった。いずれの品種も出穂始より少し早い時期から倒伏しやすくなり、倒伏程度は刈取り期である出穂期にもっとも高まり、区内の70%以上の面積が倒伏するに至った(図1、4、5)。

従来から、作物を倒そうとする力の一つは風や雨などの外力であるといわれており<sup>3)</sup>、チモシーでもその関係が明らかになった。そこで、表1に1番草生育期間の降水量の平年値と標準偏差および1998年の値を示した。各旬とも降水量の年次間差は大きく、毎年生育期間中のいずれかの旬で平年より多雨になりうると考えられた。1998年は6月中旬に平年より降水量が多かった。なかでも6月15日の風雨の後、単播試験区のノサップはいちじるしく倒伏し(図4、5)、混播試験区のノサップ区でも同様であった。このことから、出穂期の2週間前でも強い風雨に遭う年にはいちじるしく倒伏する危険性があることが示唆された。

チモシーの倒伏発生と茎数および平均1茎重の経時的推移との関連を検討した結果、チモシーの倒伏は、下位節間が旺盛な伸長を始める6月上旬頃に発生する危険性があるが、伸長する節間が次第に上位に移行するにつれて一時的に倒伏程度は低下する傾向が認められた。これ

表1. 1番草生育期間中の各旬の積算降水量

	5月		6月		7月		
	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬
平年	33	47	38	32	34	43	38
s. d.	33	29	29	65	24	41	34
1998年	49	9	88	21	67	18	53
比較	16	-38	50	-11	33	-25	15

注) 平年値は過去10年間の平均値。s. d. は標準偏差。

比較は1998年と平年値との差。

は節間伸長開始時の倒伏は節や節間が弱いために発生したが、一般に倒伏の初期は稈が湾曲するだけの湾曲型倒伏であり<sup>3)</sup>、また、地上部の大きさも十分ではなかったことから、倒伏からの回復が生じたものと推察された。しかし、その後の茎の伸長と平均1茎重の増加に伴って出穂が近づく頃、再び倒伏程度が高まることが示された。このようにチモシーの生育段階と倒伏には一定の関連性が示されたが、その因果関係の詳細は各節間の伸長の仕方と稈や葉鞘の形態的特性<sup>2)</sup>などの解明にまたなければならぬであろう。

従来、刈り遅れて倒伏がいちじるしい場合、モーアの機種によっては作業能率の低下や収穫物の刈り残しが問題と言われていた<sup>5,7)</sup>。近年は収穫機械の性能の向上に伴って<sup>7)</sup>、その問題はほぼ解決され、むしろ粗飼料の品質の低下が懸念されるようになってきた。倒伏で下敷きになった茎葉は遮光され、高湿度条件下におかれるため、倒伏が長期に及ぶと、粗飼料の品質や嗜好性が低下し、同時に牧草の個体密度も低下する<sup>5)</sup>。

本試験でみられたように、チモシーは出穂前の生育段階から倒伏する危険性があるが、近年推奨されている収穫開始目標を6月中旬の穂ばらみ期とする早刈りを行えば<sup>4,6)</sup>、倒伏してもその期間は短く、その影響は軽減されると考えられる。また近年、収穫・調製作業体系の共同化や委託化によって1番草の必要量の収穫を数日のうちに完了する農家もみられ、その場合、倒伏害は少ないと考えられる。上述のように、チモシーの倒伏程度が出穂期まで徐々に高まり、この傾向は早晚性が異なるチモシー品種間でも共通しているので、倒伏害の危険分散を図る上で、中生や晩生ないし極早生品種を積極的に導入し、刈取り適期幅を拡大することが有効と考えられる<sup>4)</sup>。ただし、中生および晩生品種は節間伸長開始から出穂期までの期間が早生品種より長いために収穫期までに風雨の影響を受ける確率が高いと考えられる。また、中生および晩生品種は草丈や1茎重および生産性が高いことから、耐倒伏性の付与がより重要になると考えられ

る。

したがって早刈りのほか、刈取り適期幅の拡大は倒伏の悪影響を防ぎ<sup>4)</sup>、TDN自給率を高めるための有効な手段であり、育種の面からは多収性のほか、早刈り適性や耐倒伏性の強化が必要となろう。

#### 参考文献

- 1) 堂腰 純・島崎佳郎監修 (1982) 北海道の農業気象ニューカントリー臨時増刊. 日本農業気象学会北海道支部 (株)北海道共同組合通信社. pp. 24-28.
- 2) 星川清親著 (1975) 解剖図説 イネの生長. (株)農山漁村文化協会. pp. 131-155.
- 3) 蓬原雄三編著 (1993) 育種とバイオサイエンス—育種学の新しい流れ—. 養賢堂. pp. 401-418.
- 4) 片山正孝 (1993) 牧草の早刈り運動とその成果—根室支庁営農指導対策協議会の取り組みから—. 北農 60 (1), 47-51.
- 5) 大原久友・広瀬可恒監修 (1969) 公共用草地の手引き (昭和44年4月改訂). p. 60.
- 6) 三枝俊哉・木曾誠二・能代昌雄 (1993) チモシー基幹草地の早刈りによる植生変化とその対策. 北農

60 (1), 54-56.

- 7) 吉田則人・飯田克実監修 (1985) DAIRYMAN 臨時増刊号 最新飼料作物のすべて 栽培と調製の新情報. デイリーマン社. pp. 169-176.

#### 摘 要

チモシーの倒伏の発生と推移を調べ、生育段階との関連および風雨の影響について検討した。

倒伏はノサップ、ホクシュウとも、下位節間が旺盛な伸長を始める6月初旬に初めて観測された。この後伸長する節間が上位に移行し、生殖生長茎数が上限値である2,300-2,400本/m<sup>2</sup>に近づく頃倒伏程度は一時的に低下したが、さらに1茎重が増加するに伴い、倒伏程度は出穂期にかけて再び高まった。

マメ科牧草混播草地では、ノサップ区で6月中旬から、ホクシュウ区で6月下旬から刈取り期にかけて倒伏程度が高まった。これらの時期には降雨や風の影響が倒伏の誘因として作用することが示された。

倒伏程度はノサップ区、ホクシュウ区ともにルナメイのように草勢の強いマメ科牧草品種を混播した場合に相対的に高く推移した。