ネピアグラス (*Pennisetum purpureum* Schumach) の側芽の生存率と伸長に及ぼす温度の影響*

稲永 忍・伊藤浩司**・矢島経雄・稲生英夫・秦野 茂

(東京大学農学部附属農場・**宮崎大学農学部)

平成 2 年 4 月 30 日受理

要 旨 : ネピアグラスの品種 Merkeron を用い、翌春の種苗として用いる、側芽を持つ茎の冬季貯蔵方法を開発するために、側芽の生存率や伸長に及ぼす温度の影響について調べ、さらに切断茎の冬季地下貯蔵を試みた。圃場に生育する個体の側芽は日最低気温が 1°C に低下する時までは生存していたが、それが -3°C まで低下すると枯死した。切断茎に対する一時的低温処理 (0°C 未満, 24 時間) は側芽の生存率を 50% 以下に低下させた。また、いずれの処理温度 (-9, -6, 0, 2°C) の下においても、上位節より下位節の側芽が高い生存率を示した。圃場の刈り株苗 (刈り取り位置地上 10 cm) は稲わら (厚さ 20 cm) とビニールフィルムで被覆したもののみ越冬し、その越冬限界温度は -0.9~4°C の範囲にあると推定された。切断茎を地下 60 cm の土中に埋設貯蔵したところ、側芽の 40% が越冬した。この場合、切断茎の節数の違いは側芽の生存率に影響を及ぼさなかった。切断茎の側芽の伸長開始能力は貯蔵温度が 25~40°C の範囲で最も高く、貯蔵温度 5°C 下では枯死も伸長もせず、45°C 下では枯死した。以上のことから、翌春に種苗として用いる茎の冬季貯蔵は、最低気温が 0°C 以下となる以前に茎を採取し、それを 5°C 前後の温度が保てる土中などに貯蔵することによって可能であるといえる。

キーワード : 温度, 伸長開始, 生存率, 側芽, 地下貯蔵, ネピアグラス, *Pennisetum purpureum* Schumach.

Effect of Temperature on Viability and Elongation of Lateral Bud of Napiergrass (*Pennisetum purpureum* Schumach) : Shinobu INANAGA, Koji ITO*, Tsuneo YAJIMA, Hideo INOU and Shigeru HATANO (Experimental Farm, Faculty of Agriculture, The University of Tokyo, Midori-cho, Tanashi, Tokyo 188, Japan; *Faculty of Agriculture, Miyazaki University)

Abstract : The effect of temperature on the viability and the elongation of lateral buds (LB) of napiergrass (*Pennisetum purpureum* Schumach cv. Merukeron) was examined and the storage of live stems during winter was also tried. LB of field-grown plants were alive when the daily minimum air temperature was 1°C, but died when it fell to -3°C. The viability of LB decreased to less than 50% by low temperature treatments (under zero, for 24 hours). The viability of LB of lower nodes was higher than that of upper nodes in all the treatments of low temperature. The minimum temperature at which field-grown ratoons could survive the winter was in the range from 0.9 to 4°C. By storing detached stems in the soil (60 cm in depth), 40% of LB survived the winter. LB of detached stems did not die nor elongate at 5°C of storing temperature. The activity of the starting of elongation of LB was the highest in the range from 25 to 40°C. From these results, it was concluded that the stems used as seeds and stocks in next year were made survive the winter by cutting field-grown stems before the minimum air temperature falls below zero and then storing them in the soil and such like where temperature can be kept about 5°C.

Key words : Lateral bud, Napiergrass, *Pennisetum purpureum* Schumach, Starting of elongation, Storage in underground, Temperature, Viability.

熱帯原産で多年生のネピアグラスは、温帯に位置する東京においても夏季に ha 当たり 30 t 以上の高い乾物生産力を示す飼料作物である³⁾。しかし我が国におけるネピアグラスの一般栽培は、冬季温暖で植物体の越冬が可能な南西諸島や九州南部に限られ^{1,3,4,5)}、それより北の地域ではほとんど見られない。これは主に次のような理由によると考えられる。すなわち、ネピアグラスは出穂しても種子の多

くが不稔であるため、通常は茎により栄養繁殖されるが⁷⁾、沖縄地域、南西諸島や九州南部より北の地域では冬季の低温により植物全体が枯死する^{1,4,5)}ので、翌春に種苗として用いる側芽を持つ茎の確保が困難であるからである。従って、冬季の寒さが厳しい地域においてネピアグラスを飼料作物として活用するためには、翌春の種苗となる茎を晩秋のいつ頃までに採取すればよいか、またどのようにして翌春まで貯蔵するかという点について明らかにする必要がある。本研究ではこのための基礎として、ネピアグラス茎の側芽の生存率や伸長と温度との関係を調

* 本研究の要旨は第 182 回講演会 (1986 年 10 月) において発表。
本研究の一部は文部省科学研究費による。

べ、さらに冬季におけるネピアグラス茎の地下貯蔵を試みた。

材料と方法

ネピアグラス (*Pennisetum purpureum* Schumacher, 品種 Merkeron) を供試し、次の5つの実験を東京大学農学部附属農場(東京都)で行った。

実験1. 圃場に生育する植物体の側芽の生存率と日最低気温との関係

前年の秋から貯蔵しておいた茎を1つの節を持つ大きさに節間で切断し(以下1節茎と称する)、1987年5月15日、圃場に植え付けた。栽植密度は畦間71cm、株間50cmとし、10a当たり施肥量は高度化成肥料(N:P₂O₅:K₂O=12:18:16%)100kgとした。圃場に生育する植物体の茎を、初霜が予想される約1ヶ月前の10月26日から12月10日までの間、3~7日間隔で、毎回5本、地際から切り取り採取した。切り取った茎は切断して約50本の1節茎とし、これを約25°Cに加温したビニールハウス内の苗床に植え付けた。そして約3週間後に側芽が伸長している茎の数を調べた。なお、本実験では側芽が3mm以上に伸長したものを「側芽が伸長した」、また側芽が伸長せず褐変腐敗しているものを「側芽が枯死した」とみなした(以下に述べる実験2, 3, 4, 5においても同じ基準を用いた)。一方調査材料採取期間中、日最低気温の観測を毎日行った。

実験2. 一時的低温処理が側芽の生存率に及ぼす影響

既報²⁾のように栽培した材料を、1985年11月28日に採取し、1本の茎を上位節部分と下位部分とに2等分した。そしてそれぞれの部分を、1節茎に切断し、濡れ新聞紙で包みビニール袋に入れ、-9, -6, 0, 2°Cの各温度に設定した恒温器内に24時間放置した。24時間の低温処理終了後、直ちに約25°Cに加温したビニールハウス内の苗床に植え付け、その約3週間後に側芽が伸長している茎の数を調査した。なお、1つの処理には50本の1節茎を試供した。

実験3. 圃場の刈り株苗に対する冬季防寒処理と翌春における側芽の生存率との関係

既報³⁾に述べた圃場に生育する材料を1984年11月27日に地上約10cmの位置で刈り取り、残った刈り株苗に対し次の2つの防寒処理を施した。すなわち、厚さ約20cmの覆土処理、および稻わらを

約20cmの厚さにかぶせ、さらにその上にビニールフィルムで覆う処理、の2つである。この他に無処理を加えた。各処理20株をこのような状態で越冬させ、翌年の4月16日に処理を解除し、その1ヶ月後に側芽が伸長している株の数を調べた。また処理期間中、地際の位置における刈り株苗の体内温度を熱電対を用いて記録した。

実験4. 切断茎の冬季地下貯蔵の試み

実験3での刈り取った茎を1本が1~5節の茎になるように切断し、それぞれの節数のものを100本ずつ麻袋に入れ、1984年11月28日に地下5, 15, 60cmの各深さに埋設・貯蔵した。貯蔵期間中、各深さの地温を熱電対により測定した。翌年の4月19日に切断茎を掘り出し、2節茎以上のものは1節茎に切断してから圃場に植え付け、その約1ヶ月後に側芽が伸長している茎の数を調べた。

実験5. 地下貯蔵中の側芽の伸長開始に対する温度の影響

実験1で用いたのと同じ材料を11月下旬に採取し、麻袋で包み、地下60cmに埋設・貯蔵した。これを貯蔵の途中で掘り出し(翌年の2月20日)、1節茎に切断した後、パーミキュライトを詰めた8個の1バット70本ずつ植え付けた。そして、それぞれのバットを5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 45°Cの各温度に設定した恒温器に入れ、最長26日間、毎日定刻に側芽が伸長している茎の数を調べた。ただし、5°Cと10°Cの下に置いた茎では、側芽の伸長した茎の比率が処理後26日目においても0%(5°C)あるいは70%程度(10°C)に過ぎなかったため、その後は側芽が伸長していない茎の温度を20°Cに高め、末伸長の側芽の伸長の可能性を検討した。なお、バットへのかん水は実験期間中適宜行った。

結果と考案

1. 側芽の枯死温度(実験1, 2)

10月下旬から12月上旬における圃場に生育する個体の側芽の生存率と日最低気温の変化を第1図に示した。側芽の生存率は、調査開始から11月30日までに採取した茎では常に90%以上であったが、12月3日に採取した茎では0%に急落した。その後12月10日まで茎の採取を続けたが、採取した茎はいずれも側芽の生存率が0%と変わらなかった。採取時における茎の外観上の特徴を、肉眼観察により、11月30日以前のもものと12月3日以後のものとで比較すると、表皮には差異がほとんど認められ

第 1 図 圃場に生育するネピアグラスの側芽の生存率 (○) と日最低気温 (●)。

なかったが、節間の切断面からみた茎内部の柔組織の様子は大きく異なっていた。すなわち、11月30日以前の茎の柔組織は白色スポンジ状であったのに対し、12月3日以後にそれはやや褐色で、スポンジが水を多量に含んだような状態になっていた。この状態は、柔組織細胞の内外の水が一旦凍結し、それが採取時刻までの間に融解したため生じたものと推察される。ここで日最低気温の変化(第1図)をみると、11月30日以前までは日最低気温が0°C以下となったことはなく、最も低い日(11月30日)でも1°Cであった。しかし12月3日には日最低気温は-3°Cに低下した。以上のことから、側芽の枯死温度は-3~1°Cの間にあると推察される。

次に圃場に生育する個体から採取した茎に対する24時間の一時的低温処理がその側芽の生存率に及ぼす影響についてみる(第2図)。下位節の茎の側芽の生存率は処理温度が0, 2°Cの場合には共に100%であったが、-6°Cでは33%、-9°Cでは2%と処理温度が低くなるにつれて低下した。一方、上位節の茎の側芽の生存率はいずれの処理温度においても下位節のものより低く、処理温度の低下に伴う減少割合も下位節のものより高い傾向を示した。このように上位節の茎の側芽が下位節のものより枯死温度が高いということは、木本植物では枝の先端部ほど凍結により枯れやすいという報告⁶⁾と良く一致する。なお下位節と上位節とを合わせた茎全体についてみると、側芽の生存率が50%以下となるの

第 2 図 切断茎の側芽の生存率に及ぼす一時的低温処理(24 時間)の影響。

■: 下位節, ▨: 上位節, □: 茎全体。

第 1 表 冬季防寒処理*が翌春における圃場の刈り株苗の生存率に及ぼす影響。

処理条件	刈り株苗の生存率(%)	処理期間の最低温度(°C)
無被覆(対照)	0	-7.1
覆土(厚さ 20 cm)	0	-0.9
ビニールフィルム・稲わら(厚さ 20 cm)被覆	75	4.0

*処理期間: 1984 年 11 月 27 日~1985 年 4 月 15 日。

は処理温度が0°C未満の場合であった。なお酒井⁶⁾は、同一の木の枝からとったシダレヤナギの挿し木苗でも栽培地の温度条件により耐凍度は大きく異なると報告している。このことから考えるた、ネピアグラスの側芽の枯死温度も栽培地の温度条件によって変化する可能性があると推定される。

2. 冬季貯蔵条件と刈り株苗、切断茎の生存率(実験 3, 4)

まず刈り株苗についてみる(第1表)。刈り株苗をそのままの状態や厚さ20cmの覆土処理により越冬させた場合には、翌春、側芽の伸長が全くみられなかった。しかし、刈り株苗の周囲や上部に稲わらを敷き、その上をビニールフィルムで被覆した場合には、翌春75%の刈り株苗から側芽が伸長した。ここで各処理における処理期間中の最低温度を見ると、前2者の場合はそれぞれ-7.1, -0.9°Cであるのに対し、後者の場合は4.0°Cであった。従って、本実験の結果から見ると、刈り株苗の大部分が枯死する温度は-0.9~4.0°Cの間にあると推察さ

れる。次に土中に埋設・貯蔵する深さを変えて越冬させた切断茎の側芽の生存率についてみる (第2表)。表にみられるように一部の側芽は冬季地下貯蔵することにより、翌春までの生存が可能であった。側芽の生存率は埋設・貯蔵の深さが地下5 cmの場合には0%であったが、それが、15, 60 cmと深くなるにつれ、それぞれ9, 40%と増加した。これらの値と貯蔵期間中の最低温度との対比から、温度が側芽の生存率を支配する要因の1つであると推察される。ここで切断茎の節数の違いが越冬後の側芽の生存率に及ぼす影響についてみると、第3表に示すように、1本の切断茎に着生する側芽のうち生存するものの割合は、切断茎1本当たりの節数の多少にかかわらず37~43% とほぼ同じであった。

3. 貯蔵温度と側芽の伸長開始 (実験 5)

26日間の温度処理期間中に側芽の伸長がみられた茎は10~40°C 下においたものだけで、5°C および45°C 下のものは全く側芽が伸長しなかった (第3図)。また10°C 下に置いた茎は温度処理開始後26日目でも側芽の伸長がみられたものが全体の70%

に過ぎなかった。そこで未伸長側芽の伸長の可能性を確かめるため、5°Cと10°C下に置いておいた茎の中で側芽が伸長していなかったものを20°C下に移したところ、図に示すように、これらの茎から急速に側芽の伸長が始まった。なお、45°C下に置いたものは実験開始後10日目で茎全体が腐敗したため、その後の測定を打ち切った。第4図にみられるように、25~40°Cの温度範囲では側芽の伸長開始能力 (供試茎全体の50%あるいは90%のものが側芽の伸長を開始するまでの日数で示す) は高く、ほぼ同じであるが、25°C未満の温度範囲では温度の低下とともに側芽の伸長開始能力は低下した。以上のことから、側芽の伸長開始の最低温度は5~10°Cの間にあり、また伸長開始の最高温度は40~45°Cの間にあるとみなされる。また本実験の結果から、側芽が枯死せず、伸長を開始しない温度は10°C未満にあり、少なくとも5°Cでは枯死しないといえる。な

第2表 切断茎の冬季地下貯蔵*が翌春における側芽の生存率に及ぼす影響。

埋設深度 (cm)	側芽の生存率 (%)	貯蔵期間中の最低温度 (°C)
5	0	-0.8
15	9	2.8
60	40	5.8

*貯蔵期間: 1984年11月28日~1985年4月19日。

第3表 冬季地下貯蔵した節数を異にする切断茎*の翌春における側芽の生存率。

節数	切断茎数						側芽の生存率 (%)
	生存側芽数						
	0	1	2	3	4	5	
1	62	38					38
2	42	34	24				41
3	27	42	24	7			37
4	16	35	35	12	2		37
5	8	8	51	25	8	0	43

*埋設深度 60 cm 区のもの。

第3図 側芽の累積伸長開始率に及ぼす温度の影響。

温度 (°C): +, 5; ○, 10; ●, 15; △, 20; ▲, 25; ■, 30; □, 35; ×, 40.
A: 5°C 区, 10°C 区は 26 日以降 20°C 区に変更。

第4図 側芽の伸長開始能力 (50% および 90% の側芽が伸長を開始するまでの日数で示す) の温度反応。

●: 50% の側芽が伸長開始, ○: 90% の側芽が伸長開始。

お, 土中貯蔵した茎の周囲では二酸化炭素濃度がかかなり高いことを観測しており, これによる側芽の伸長抑制も考えられるので, 今後この点について検討したい。

以上述べた本研究の結果から, 翌春に種苗として用いる茎の確保は, 晩秋の最低気温が 0°C 以下にな

る以前に茎を採取し, 5°C 前後の温度が保てる土中などに冬季間, 貯蔵することによって可能であるといえる。しかしながら第3表に示すように, 土中 60 cm に埋設した切断茎でもその側芽の生存率は 40% と低い。これには土壌中の温度以外の要因, 例えば高湿度等が関与しているものと考えられ, この点に関しても今後検討を要する。

引用文献

1. 井手追金一 1964. ネピアグラスその他熱帯飼料作物について. 日草誌 10: 174—179.
2. 伊藤浩司・稲永 忍 1988. ネピアグラスの乾物生産に関する研究. 第1報 東京と宮崎における乾物生産力及び成長パラメータの比較. 日作紀 57: 90—96.
3. ———・村田吉男・稲永 忍・大久保忠旦・武田友四郎・沼田寛次・宮城悦生・星野正夫 1988. ネピアグラスの乾物生産に関する研究. 第2報 東京以南の6地域における乾物生産力. 日作紀 57: 424—430.
4. 松岡匡一・野田 博 1966. Napier grass (*Pennisetum purpureum* Schumacher) の特性について. 熱帯農業 9: 211—215.
5. 三井計夫 1980. 飼料作物・草地ハンドブック. 養賢堂, 東京, 422.
6. 坂井 昭 1971. 植物の耐凍性と凍害. 根井外嘉男編, 低温生物学概説. 東大出版会, 東京, 50—80.
7. 讃井芳胤. 1961. ネーピア・グラスの栽培利用法. 農及園 36: 663—666.