

塩添加処理がリードカナリーグラス (*Phalaris arundinacea* L.) 葉部の水ポテンシャルに及ぼす影響

前田良之・平野 繁*・武長 宏*

Influence of Salt Application on Water Potential of Leaf in Reed Canarygrass
(*Phalaris arundinacea* L.)

Yoshiyuki MAEDA, Shigeru HIRANO* and Hiroshi TAKENAGA*

Summary

In order to clarify the existence of the mechanism for controlling osmotic pressure in salt tolerance, changes in water potential of salt-stressed leaf of reed canarygrass (*Phalaris arundinacea* L., RCG) grown on soil perfused with urine (U-RCG) and on soil not perfused (C-RCG) were discussed. The seedlings grown on each soil were cultured in standard solution for 10 days, then NaCl was applied to the solution to adjust its concentration to 0 and 100mM.

The water and osmotic potential values of C-RCG and U-RCG at 100mM NaCl were lower than those in standard solution. On 3, 5 and 10 days after NaCl application, the respective decline rates of water potential in C-RCG showed higher values of 49, 93 and 179% than 16, 19 and 23% in U-RCG. On the contrary, the rates of osmotic potential showed lower values of 6, 9 and 27% in C-RCG than 37, 63 and 90% in U-RCG. Thus, in U-RCG, showing strong salt tolerance, the decline in water potential caused by NaCl application was small in spite of the marked decline in osmotic potential and it was clarified that the regulation of osmotic pressure as a mechanism of salt tolerance was vigorous.

キーワード：耐塩性、水ポテンシャル、リードカナリー

グラス

Key words : Reed canarygrass, Salt tolerance,
Water potential.

緒言

リードカナリーグラス(*Phalaris arundinacea* L., 以下U-RCG)のNa塩に対する耐塩性は、牛尿流入土壌に生育するものが、通常土壌に生育するもの(以下C-RCG)に比べて強かった^{3,4,5)}。しかし、その耐塩機構として耐塩性が強いとされるヨシ(*Phragmites communis* Trin.)でみられる根のイオン排除能と地上部移行制御能⁶⁾はRCGでは認められず、むしろ積極的にNaイオンを吸収し、しかも地上部へ移行していた⁷⁾。一般に、高塩類濃度条件下での植物体は、培地の浸透圧上昇による水吸収阻害および体内の塩含有率増加に起因する生育阻害をうけるとされ^{2,8)}、強い耐塩性を示したU-RCGには地上部にNa侵入に応答する耐塩機能が存在することが推測される。特に、Na侵入によって体内の浸透圧上昇が生じ、これに対して何らかの調整機能が作動していると思われる。そこで、本試験では耐塩性機構における浸透圧調整機能の存在を明らかにすることを目的に、植物体に塩ストレスを与え、葉部の水および浸透ポテンシャル値を測定した。

材料および方法

東京農業大学富士畜産農場内に設けられた尿貯留そう付近の草地において、尿そうから尿の流入が頻繁にある地域を試験区、また流入のない地域を対照区として設定した。3月下旬(1番草)にそれぞれの区より土壌およ

東京農業大学富士畜産農場、富士宮市麓422、418-01

* : 東京農業大学農学部、世田谷区、桜丘1-1-1、156

Fuji Farm, Tokyo University of Agriculture, Fumoto, Fujinomiya 418-01, Japan

* : Faculty of Agriculture, Tokyo University of Agriculture, Setagaya 156, Japan

本研究費の一部は平成7年度東京農業大学総合プロジェクト研究費による。

びRCGを3点ずつ採取した。土壌は表層より約20cmの深さまで採取し、乾燥後2mmの篩を通して分析用試料とした。pHはガラス電極法、ECはECメーター、全窒素(T-N)はNCアナライザーで測定した。交換性塩基は1M酢酸アンモニウムで抽出し、CaおよびMgは原子吸光法、NaおよびKは炎光法で測定した。NO₃-NおよびNH₄-Nはイオンクロマトグラフィー(ダイオネクス社製DX-100)にて測定した。採取したRCG(草丈約15cm、新鮮物重量約1g)は10日間木村B液⁷⁾を基

本培養液として水耕栽培した。その後、NaClを培養液中の濃度が0および100mMとなるように添加し、添加後3、5および10日目に採取し、水および浸透ポテンシャルをサイクロメーター(WESCOR社製)にて測定した。なお、培地NaCl濃度100mM条件下で耐塩性を前報⁵⁾同様に測定した結果、C-RCGおよびU-RCGの相対生育量はそれぞれ65および94を示し、U-RCGの耐塩性は強いことが確認された。

Table 1. Some chemical properties of soils.

Soil	pH(H ₂ O)	EC (μ S/cm)	Ex. cations				Total N	NO ₃ -N	NH ₄ -N
			K	Na	Ca	Mg			
Control	6.4	380.0	0.50	0.21	5.29	1.21	630	11.2	0.31
Urine area ^{A)}	6.5	580.0	2.61	0.63	16.03	2.02	790	62.1	1.08

A) Soil was perfused with urine.

結果および考察

対照区および試験区の土壌分析結果を第1表に示した。対照区および試験区ともpH値は6.5前後と差はみられなかったが、EC値、交換性K、Na、CaおよびMg含有率、T-N、NO₃-NおよびNH₄-N値はいずれも試験区で高い値であった。

Table 2. Changes in water potential of reed canarygrass.

	Concentration of NaCl (mM)	
	0	100
Three days after NaCl application		
C-RCG ^{A)}	-1.02	-1.52
U-RCG ^{B)}	-1.29	-1.50
Five days after NaCl application		
C-RCG	-1.08	-2.08
U-RCG	-1.30	-1.61
Ten days after NaCl application		
C-RCG	-1.24	-3.46
U-RCG	-1.35	-1.76

^{A)} Reed canarygrass grown on control soil.
^{B)} Reed canarygrass grown on soil with perfusion of urine.

採取したRCGを供試し、NaClを0および100mMとなるように添加した培養液で3、5及び10日間栽培した後、水および浸透ポテンシャルを測定した結果を第2表および第3表に示した。C-RCGの塩添加3、5および10日目における水ポテンシャル値はそれぞれ、-1.52、-2.08および-3.46MPaを示し、塩無添加時に対する低下率はそれぞれ、49、93および179%であった。一方、U-RCGの場合、塩添加後の値は-1.50、-1.61および-1.76MPaとC-RCGに比べてかなり高い値を示

し、無添加時に対する低下率もそれぞれ、16、19および23%と低かった。浸透ポテンシャルは、C-RCGでは塩添加3、5および10日目でそれぞれ、-1.79、-1.87および-2.19MPa、塩無添加時に比べてそれぞれ、6、9および27%低下した。またU-RCGの場合、塩添加後の値は-1.96、-2.38および-2.81MPa、塩添加による低下率は37、63および90%を示し、C-RCGよりも顕著な低下がみられた。これらの結果から、耐塩性の強いU-RCGでは、塩処理による水ポテンシャルの低下は少なかったが、浸透ポテンシャルの低下は著しく大きかった。

Table 3. Changes in osmotic potential of reed canarygrass.

	Concentration of NaCl (mM)	
	0	100
Three days after NaCl application		
C-RCG ^{A)}	-1.69	-1.79
U-RCG ^{B)}	-1.43	-1.96
Five days after NaCl application		
C-RCG	-1.72	-1.87
U-RCG	-1.46	-2.38
Ten days after NaCl application		
C-RCG	-1.73	-2.19
U-RCG	-1.48	-2.81

^{A)} Reed canarygrass grown on control soil.
^{B)} Reed canarygrass grown on soil with perfusion of urine.

一般に、水ポテンシャル値が低いほど植物体中の水分含量は低く、水ストレス状態となる。また、浸透ポテンシャル値が低いほど、植物体組織は浸透圧による吸水が可能であるとされている¹⁾。本試験の結果、U-RCGにおいては塩処理した時の水ポテンシャル値の低下率

は、C-RCGに比べて小さく、水ストレス状態は低いものと判断された。また、これまでの研究成果からU-RCGのカチオン吸収量および塩処理した際の地上部カチオン保持量はC-RCGに比べて高いとされている^{4,5)}。この結果は本試験で示された、U-RCGの浸透ポテンシャルが低い原因の一つと考えられた。

水ポテンシャルと浸透ポテンシャルとの関係は、 $\Psi = \Pi + P$ (Ψ ：水ポテンシャル、 Π ：浸透ポテンシャル、 P ：膜ポテンシャル)で示されている¹⁾。この関係式から塩処理によって水ポテンシャル値の低下が少なかったU-RCGでは、浸透ポテンシャルの低下によって膜ポテンシャル値が増大していることが示される。膜ポテンシャル値は大きいほど水分含量が高いことを意味し、U-RCGは塩処理条件下で、浸透調整を活発に行なっていることが明らかとなった。今後、部位別の成分分析、細胞レベルでのイオン分布などから、この浸透調整に関わる物質を明らかにする必要がある。

引用文献

- 1) FITTER, A. H. and R. K. M. HAY (1992) 植物の環境と生理 (大田安定・森下豊昭・橋 泰憲・岩橋 誠 共訳). 学会出版センター. 東京. pp. 134-141
- 2) GREENWAY, H. and Rana MUNNS (1980) Mechanisms of salt tolerance in nonhalophytes. *Ann. Rev. plant Physiol.* **31**, 149-190.
- 3) MAEDA, Y. and H. TAKENAGA (1993) Salt tolerance of reed canarygrass (*Phalaris arundinacea* L.) grown on soil perfused with urine. *J. Japan. Grassl. Sci.* **39**, 116-119.
- 4) 前田良之・武長 宏 (1993) 牛尿侵入土壤に生育する牧草のNaCl耐性の変化. *北草研報* **27**, 113-116.
- 5) 前田良之・竹本 圭・麻生末雄・武長 宏 (1995) 牛尿流入土壤に生育するリードカナリーグラス

(*Phalaris arundinacea* L.) の耐塩性と草体中のカチオンおよび遊離アミノ酸含量との関係. *日草誌* **41**, 60-66

- 6) MATSUSHITA, N. and T. MATOH (1991) Characterization of Na^+ exclusion mechanisms of salt-tolerant reed plants in comparison with salt-sensitive rice plants. *Physiol. Plant.* **83**, 170-176.
- 7) 嶋田典司 (1987) 農学大事典 (野口弥吉・川田信一郎共監修). 養賢堂. 東京. p. 817.
- 8) 但野利秋 (1993) 栄養特性. 植物栄養・肥科学 (山崎耕字・杉山達夫・高橋英一・茅野充男・但野利秋・麻生昇平). 朝倉書店. 東京. pp. 150-161.

摘要

耐塩性機構における浸透圧調整機能の存在を明らかにすることを目的に、牛尿流入地域および牛尿無流入地域に生育するリードカナリーグラス (U-RCGおよびC-RCGと記す) に塩ストレスを与え、葉部の水および浸透ポテンシャル値を比較検討した。

採取した幼植物を10日間基本培養液にて水耕栽培後、NaClを培養液中の濃度が0および100mMとなるように添加した。添加後、3、5および10日目のC-RCGおよびU-RCGの水ポテンシャル値は塩無添加時に比べて低下し、その低下率はC-RCGでそれぞれ、49、93および179%、U-RCGで16、19および23%であった。一方、浸透ポテンシャル値も水ポテンシャル値と同様、NaCl添加によって低下し、その低下率はC-RCGでそれぞれ、6、9および27%、またU-RCGでは37、63および90%を示した。これらの結果から、耐塩性の強いU-RCGでは塩処理による牧草葉部の浸透ポテンシャルの低下は著しかったが、水ポテンシャルの低下は少なく、耐塩性機構として浸透圧調整を活発に行っていることが明らかとなった。

(1996年5月30日受理)