

## 牛尿侵入土壤に生育する 牧草の NaCl 耐性の変化

前田良之・武長 宏 (東京農業大学)

NaCl Tolerance of Herbage Grown on Soil Perfused with Urine.

(Yoshiyuki Maeda and Hiroshi Takenaga.

Tokyo University of Agriculture, Setagaya-ku, Tokyo, 156, Japan.)

### 緒 言

家畜糞尿は粗飼料生産圃場へ積極的に還元利用されており、その散布方式はスラリーまたは固液分離方式がとられている。後者の場合、雨水や洗い水などが尿そうに流入することで尿そうの容量が不足し、尿は完熟しないまま頻りに草地へ散布される事例がみられる。前報<sup>6)</sup>では尿散布と植生変化との関連を植物の耐塩性の面から検討し、尿そうから溢れ出た尿に長年にわたり曝された場所ではリードカナリーグラス (RCG) のみが生育し、しかも、残存した RCG は尿の侵入のない土壤に生育しているものに比較して NaCl 耐性は高いことが示された。今回、尿侵入土壤における RCG の残存と牧草の耐塩性との関連を明らかにするため、RCG を含めた 5 種類の牧草を供試して NaCl 耐性を比較検討した。また、尿侵入土壤および対照土壤に生育する RCG を供試し、生育する土壤の違いによって生じた耐塩性の違いを草体中のカチオン含量の変化から検討した。

### 材料および方法

東京農業大学付属農場内の尿貯留そう付近の草地において、尿そうから頻りに尿の侵入がある区を試験区、侵入のない区を対照区として設

定した。9月上旬、3番刈りの時期にそれぞれの区より土壤および RCG を 3 点ずつ採取した。設定した試験区は尿の侵入が開始して約 5 年が経過していたが、施肥および刈取条件は対照区と同様に行なわれてきたものである。土壤は表層より 10 cm の深さまで採取し、風乾後 1 mm の篩を通して分析用試料とした。一方、採取した植物体は通風乾燥して、乾物重を測定後、粉碎し次の各項目について測定を行なった。pH はガラス電極法、Ca、Mg は原子吸光法、Na、K は炎光法で測定した。T-N は NC-Analyzer、NO<sub>3</sub>-N は硝酸イオン電極法、NH<sub>4</sub>-N は微量拡散法にて測定した。耐塩性試験は木村 B 液<sup>8)</sup> を基本培養液とした水耕栽培にて行なった。すなわち、10 日間基本培養液にて栽培後、NaCl を培養液中の濃度が 0、100 および 200 m M となるように添加し、添加後 2、4、7、9、11 および 14 日目に採取し、乾物重ならびにカチオン含量を比較した。耐塩性の強弱は 0 m M (無添加) 条件下で栽培した草体地上部乾物重を 100 とした値 (相対生長量) で評価した。供試牧草は対照区および試験区にて採取した RCG、ならびに草種間の耐塩性比較試験にはイタリアンライグラス (IRG)、ペレニアルライグラス (PRG)、オーチャードグラス (OG)、ホワイ

トクローバー (WC) および RCG を選定した。

Table 1. Some properties of soils.

| Soil          | pH(H <sub>2</sub> O) | EC<br>( $\mu$ S/cm) | Ex. cation           |                   |       |      | T-N                  | NO <sub>3</sub> -N | NH <sub>4</sub> -N |
|---------------|----------------------|---------------------|----------------------|-------------------|-------|------|----------------------|--------------------|--------------------|
|               |                      |                     | K <sub>2</sub> O     | Na <sub>2</sub> O | CaO   | MgO  |                      |                    |                    |
|               |                      |                     | —(me/100g dry soil)— |                   |       |      | —(mg/100g dry soil)— |                    |                    |
| Control       | 6.25                 | 110.0               | 1.71                 | 0.44              | 7.17  | 2.03 | 813                  | 21.29              | 0.43               |
| Urine area A) | 6.74                 | 870.3               | 5.63                 | 1.41              | 17.78 | 3.81 | 789                  | 88.64              | 0.90               |

A) Soil exposed by urine.

結 果

対照区および試験区の土壌の分析結果を第1表に示した。pH値は対照区で6.3、試験区で6.7であった。交換性塩基含量は試験区で高かった。すなわち、対照区におけるK、Na、CaおよびMg含量は 1.71, 0.44, 7.17 および 2.03 me/100g であったのに比べ、試験区ではそれぞれ5.63, 1.41, 17.76および3.81 me/100g と対照区にくらべていずれも高い値を示した。T-N含量は試験区で789mg、対照区で913mgであったが、NO<sub>3</sub>-NおよびNH<sub>4</sub>-N含量は試験区で高く、対照区の21.29 および 0.43mgにくらべて88.64 および 0.90mgとそれぞれ4.2倍および2.1倍の値を示した。

Table 2. Chemical constituent of reed canarygrass.

| Soil          | Na   | K    | Mg   | Ca   | NO <sub>3</sub> | T-N  |
|---------------|------|------|------|------|-----------------|------|
|               |      |      |      |      |                 |      |
| Control       | 0.01 | 2.01 | 0.26 | 0.35 | 0.37            | 2.30 |
| Urine area A) | 0.22 | 2.51 | 0.13 | 0.14 | 0.98            | 2.53 |

A) Soil exposed by urine.

対照区および試験区に生育したRCGのT-N、NO<sub>3</sub>-Nおよびカチオン含量を第2表に示した。試験区に生育したRCGのNa、K、NO<sub>3</sub>-NおよびT-N含量は高く、対照区の0.01、

2.01、0.37 および 2.30% に比較して 0.22、2.51、0.98 および 2.53% と高い値を示した。一方、試験区のMg および Ca 含量は対照区の半分以下であった。

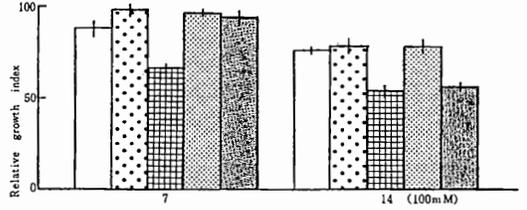


Fig 1. Effects of NaCl addition on dry weight of plants. Vertical bars indicate standard error. (□) : reed canarygrass, (\*) : Italian ryegrass, (■) : perennial ryegrass, (⊗) : orchardgrass, (⊞) : white clover.

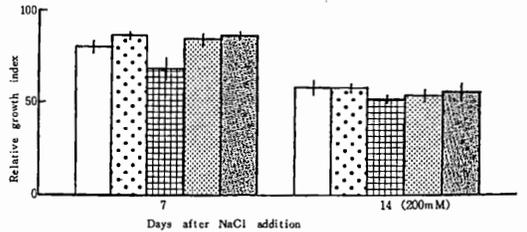


Fig 2. Effects of NaCl addition on dry weight of plants. Vertical bars indicate standard error. (□) : reed canarygrass, (\*) : Italian ryegrass, (■) : perennial ryegrass, (⊗) : orchardgrass, (⊞) : white clover.

5種類 of 牧草の耐塩性試験を行った結果を第1図および第2図に示した。100mMのNaCl濃度の場合、塩添加後7日目でも最も生長量の少なかったものはPRGで、NaCl無添加の条件下で栽培した牧草乾物重の65%であった。逆に塩添加の影響をほとんど受けていない草種はIRG、OGおよびWCであり、これらはいずれも95%以上の生長量を示していた。一方、RCGは88%とこれら3草種にくらべて低い値であった。添加後14日目では生長量は低下し、RCG、IRGおよびOGで75~80%、PRGおよびWCでは50%に低下した。200mM濃度の場合、生長量はさらに低下し、7日目ではRCG、IRG、OGおよびWCは80~85%程度であった。また、PRGは67%を示し、この値は100mM

添加区の7日目と同程度であった。14日目ではすべての草種の生長量は55~60%に低下した。これらの結果から、牧草間に耐塩性の差が認められ、特にPRGの耐塩性は弱いことが示された。

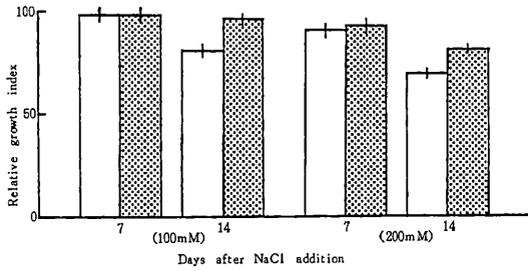


Fig 3. Effects of NaCl addition on dry weight of reed canarygrass. Vertical bars indicate standard error. (□): Grass on control soil. (⊗): Grass on urine soil.

対照区および試験区から採取したRCGを供試し、NaClを0、100および200mMとなるように添加した培養液で耐塩性試験を行なった結果を第3図に示した。100mM濃度では試験区のRCGの生長量は無添加で栽培した場合と差は認められなかったが、対照区のそれは添加後14日目で80%に低下した。

200mMの場合、100mMにくらべて生長量は低下した。しかし、14日目では対照区のRCGは68%に低下したにもかかわらず、試験区では80%と高い値であり、試験区のRCGは耐塩性が強いことを示していた。

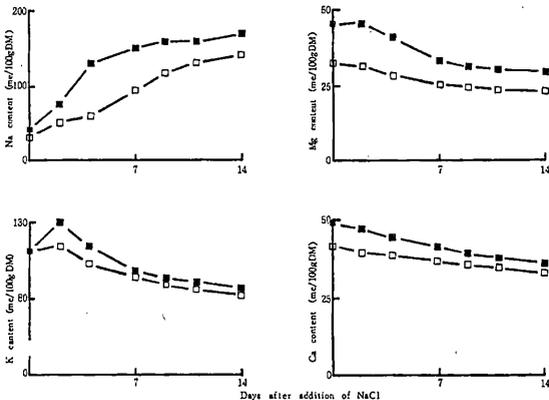


Fig 4. Changes in Na, K, Ca and Mg contents in the plant tops grown in culture solution of 200mM NaCl. (■): Urine. (□): Control.

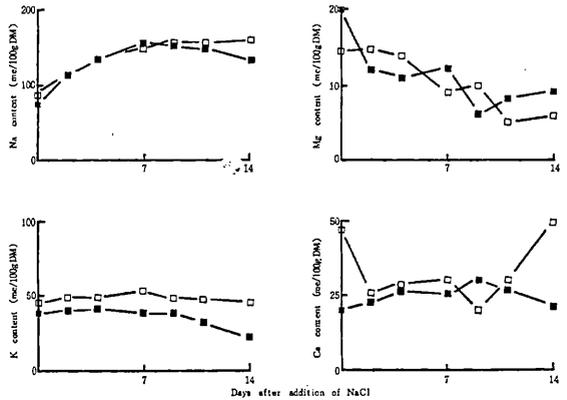


Fig 5. Changes in Na, K, Ca and Mg contents in the plant roots grown in culture solution of 200mM NaCl. (■): Urine. (□): Control.

対照区および試験区から採取したRCGを供試し、NaClを200mMとなるように添加した培養液で耐塩性試験を行ない、それぞれの地上部および根部のカチオン含量の変化を第4図および第5図に示した。対照区および試験区の地上部では、経時的にNaの増加とK、MgおよびCaの低下がみられ、含量の推移は類似した。しかし、これらの含量は14日間を通して試験区のRCGで高かった。一方、根部の場合、対照区のNa含量は14日目まで増加したが、試験区は7日目にピークに達した後、低下した。対照区のK含量は14日間ほとんど変化がみられなかったが、試験区では7日目以後低下する傾向がみられた。Mg含量は両区ともに経時的に低下した。Ca含量は、対照区では低下後、9日目で降急激に増加する傾向を示したが、試験区では9日目まで増加した後、低下した。

### 考 察

本研究で試験区に設定した場所は対照区にくらべてNa、K、Ca、Mg、NH<sub>4</sub>-N およびNO<sub>3</sub>-N含量は高く、また試験区に残存したRCGは対照区にくらべて植物体中のNa、K およびNO<sub>3</sub>-N含量が高くCaおよびMg含量は

低かった。糞尿散布土壌では土壌中のKおよびNO<sub>3</sub>-N含量が増加することが認められ<sup>2)</sup>、土壌中のK濃度が高い場合、植物体によるMgおよびCaの吸収は拮抗的に低下することも知られており<sup>4)</sup>、本試験の結果も糞尿散布によって生じる土壌および植物体の変化を示していた。前報<sup>6)</sup>では試験区に生育したRCGのMg含量は対照区にくらべて高い値を示し、土壌中のNO<sub>3</sub>-N含量が試験区で高かったこととの関連性を示唆したが、今回はこの現象がみられなかった。この矛盾は調査期間の違いに伴う草の生育段階、環境温度などが異なったことも関連するものと思われたが、原因は明らかにできなかった。RCGのNO<sub>3</sub>-N含量は土壌の含量を反映して試験区で高かったが、危険値とされている0.22% (乾物当り) をいずれの区においても大きく上まわり、特に対照区において0.37%を示したことはRCGの利用について検討の余地を与えるものと思われた。

耐塩性試験の結果から特にRCGの耐塩性が強いことは示されず、植生変化を耐塩性の強弱の観点からみることは適当ではないことが示唆された。一方、前報<sup>6)</sup>と同様、試験区のRCGの耐塩性は対照区にくらべて強かった。耐塩性の強弱に関わる特性として、葉中Na濃度/根中Na濃度比、KやCaの吸収阻害の差などが挙げられている<sup>1, 3)</sup>。山内ら<sup>7)</sup>はイネの耐塩性を品種間で比較し、地上部Na含量と地上部生長量との間に負の相関関係を認め、逆に、大沢<sup>1)</sup>はそ菜において、葉中のNa含量が高い作物は耐塩性が強い傾向にあるとしている。このように、植物体内のNa含量と耐塩性との関連は明らかではない。本試験は同草種間の比較であるが、耐塩性の強かった試験区RCGの地上部Na、K、MgおよびCa含量はNaCl添加栽培

期間中、対照区にくらべて高かった。また、逆に地下部では対照区にくらべて試験区のRCGのカチオン含量は低い傾向を示した。このことは対照区に比べて試験区のRCGでは、吸収された塩類はより多く根部から地上部へ移行していることを示唆し、耐塩性機構をあらわしているものと思われた。従って、これらのカチオン含量の差が生長量に影響を及ぼし、耐塩性の強弱があらわれたものと推察された。

なお、本研究費の一部は東京農業大学一般プロジェクト研究費によった。

#### 引用文献

- 1) 大沢孝也 (1965) 大阪府大紀要農学・生物学 16, 15-57。
- 2) 越智茂登一 (1984) 草地試験場研究報告 28, 22-38。
- 3) 下瀬 昇 (1968) 土肥誌 39, 548-557。
- 4) 高橋英一、谷田沢道彦、大平幸次、原田登五郎、山田芳雄、田中 明 (1969) 作物栄養学、朝倉書店、東京、 p. 174。
- 5) 畠中哲哉、倉島健次、木村 武 (1983) 草地試験場研究報告 25, 48-59。
- 6) 前田良之、武長 宏 (1993) 日草誌 39, 116-119。
- 7) 山内益夫、前田吉広、長井武雄 (1987) 土肥誌 58, 591-594。
- 8) 農学大辞典 (1989) p. 762。