

## バングラデシュ産在来イネコレクションをもちいた 耐塩性評価方法の確立

荒谷, 遥香

九州大学大学院農学研究院資源生物科学部門農業生物科学講座植物育種学研究室

Bui Thi Thu Ngoc

九州大学大学院農学研究院資源生物科学部門農業生物科学講座植物育種学研究室

山形, 悦透

九州大学大学院農学研究院資源生物科学部門農業生物科学講座植物育種学研究室

尾崎, 彰則

九州大学熱帯農学研究センター

他

<https://doi.org/10.15017/4104132>

---

出版情報：九州大学大学院農学研究院学芸雑誌. 75 (2), pp.21-36, 2020-09-01. 九州大学大学院農学研  
究院

バージョン：

権利関係：

## バングラデシュ産在来イネコレクションをもちいた 耐塩性評価方法の確立

荒谷遥香<sup>1</sup>・Bui Thi Thu Ngoc<sup>1</sup>・山形悦透<sup>1</sup>・尾崎彰則<sup>2</sup>・安井 秀<sup>1\*</sup>

九州大学大学院農学研究院資源生物科学部門農業生物科学講座植物育種学研究室

(2020年5月27日受付, 2020年5月27日受理)

### Establishment of method for evaluating salinity tolerance in rice derived from Bangladesh

Haruka ARATANI<sup>1</sup>, Bui Thi Thu NGOC<sup>1</sup>, Yoshiyuki YAMAGATA<sup>1</sup>,  
Akinori OZAKI<sup>2</sup> and Hideshi YASUI<sup>1\*</sup>

Plant Breeding Laboratory, Faculty of Agriculture, Kyushu University, Fukuoka 819-0395, Japan

#### 緒 言

塩ストレスは非生物的ストレスの中でも特に深刻な環境ストレスの一つである。塩ストレスが植物に与える影響として、塩集積による浸透圧上昇や多量のNaイオンの流入によるイオンストレス (Munns and Tester 2008)、気孔閉鎖による葉温上昇 (Sirault *et al.*, 2009) やシュートの伸長阻害 (Rajendran *et al.*, 2009) 等の報告がある。地球規模で塩類土壌の面積が広がり、高い塩ストレス下でも生育可能な耐塩性品種の開発が求められているが、イネの耐塩性に関わる遺伝機構には未解明の部分が多い。近年ゲノム解読手法の発展により高精度なゲノム情報を容易に取得できるようになり、イネにおいてもDNA配列情報に基づく詳細なゲノム解析が可能となった。このような状況下でイネの耐塩性の遺伝要因を明らかにするためには、イネの耐塩性を個体レベルで定量的に評価する方法の確立が不可欠である。そこで本論文では、イネの耐塩性を定量的に評価する手法の確立を目指し、バングラデシュ産在来イネコレクションを用いて耐塩性品種のスクリーニングを行った。

#### 材料及び方法

##### 1. 供試イネ

供試材料には、135系統のバングラデシュ産在来イネコレクション (以下BANと命名) と、育成品種としてインド型品種IR24とKhang Dan18 (以下KD18) 及び日本型品種台中65号 (Taichung65以下T65) の3系統を加えた全138系統を使用した。供試材料をTable 1に示した。バングラデシュ産在来イネコレクションについては農業・食品産業技術総合研究機構遺伝資源センター (<http://www.gene.affrc.go.jp/>) より分譲を受けた。

植物体の育成に関しては、各系統3個体を播種したのち215mlプラスチックカップに充填した培土170g (JAくみあい黒粒培土: N 0.28g, P 0.28g, K 0.28g/kg) に幼苗を移植し、播種後3-5ヵ月間育成した。育成した植物のうち2個体に塩ストレス処理を行い、1個体については水道水による対照区を設定した。

##### 2. 塩ストレス症状の定量的評価

塩ストレス処理区には、2019年福岡市西区今津 (東経130.27北緯33.60) にて採水した海水 (Table S1)

<sup>1</sup> 九州大学大学院農学研究院資源生物科学部門農業生物科学講座植物育種学研究室

<sup>2</sup> 九州大学熱帯農学研究センター

<sup>1</sup> Plant Breeding Laboratory, Faculty of Agriculture, Kyushu University

<sup>2</sup> Institute of Tropical Agriculture, Kyushu University

\* Corresponding author (E-mail: [hyasui@agr.kyushu-u.ac.jp](mailto:hyasui@agr.kyushu-u.ac.jp))





を水道水で希釈した塩濃度 23 dS/m EC の溶液を用いた。塩ストレス処理区の塩濃度の設定にあたっては、あらかじめ日本型品種ユキヒカリとインド型品種 IR24 を用いた予備実験により決定した。47.0 dS/m EC (海水)、23.0 dS/m EC (海水の 2 倍希釈液)、12.0 dS/m EC (海水の 4 倍希釈液)、6.0 dS/m EC (海水の 8 倍希釈液)、3.0 dS/m EC (海水の 16 倍希釈液)、1.4 dS/m EC (水道水) の 6 試験区を設けて、塩ストレス処理後 9 日目ならびに 14 日目における全葉数に対する枯死した葉数の割合を求めることにより、両品種の塩ストレス症状を比較した。その結果、23 dS/m EC 区と 12 dS/m EC 区の 2 試験区においてのみ、塩ストレス処理後 9 日目と 14 日目のいずれにおいても 2 品種の塩ストレス症状の差が顕著であった。特に、23 dS/m EC 処理 9 日目においてユキヒカリが概ね枯死した状態で IR24 では半数以上の葉身に活性があり、処理 14 日目においてユキヒカリが完全に枯死した状態でも IR24 は概ね半数の葉身に活性がみとめられ、両品種の塩ストレス症状の差異が明らかであった。そこで、23.0 dS/m EC 処理 9 日目までのデータを使用してイネの耐塩性を評価することとした。また、対照区には水道水を用いた。処理区の溶液を 3 日ごとに溶液濃度が 23.0 dS/m EC となるように調整した処理溶液に交換した。同様に対照区についても 3 日ごとに 1.4 dS/m EC の水道水と交換した。

塩ストレス症状として観察される葉身の萎凋を耐塩性の評価指標として、個体あたりの葉身の萎凋度を算出した。まず、塩ストレス処理開始後 3 日目、6 日目、9 日目にそれぞれの葉身長さおよび葉身における萎凋部位の長さを測定した。つぎに、これをもとに葉身の萎凋度の総和を葉数で除して個体あたりの萎凋度を算出した。最後に、系統の萎凋度を個体あたりの萎凋度の総和を個体数で除して求めた。この系統ごとの萎凋度を経時的に求めて萎凋の進行程度を定量的に評価した。

$$\begin{aligned} \text{各葉身の萎凋度} &= \frac{\text{萎凋部位の長さ}}{\text{各葉身長}} \\ \text{個体あたりの萎凋度} &= \frac{\text{葉身の萎凋度の総和}}{\text{葉数}} \\ \text{系統の萎凋度} &= \frac{\text{(Degree of wilted leaves ; 以下 WL と表記する)} \\ &= \frac{\text{個体の萎凋度の総和}}{\text{個体数}} \times 100 \end{aligned}$$

### 3. 原子吸光度計による元素の定量

耐塩性試験終了後の植物体を採取し 60°C のオーブ

ンで乾燥させた。サンプルの品質を統一するために、耐塩性試験における評価対象葉のうち下位から 2 番目の葉を分析対象とした。節から 3–6 cm の葉鞘を 10 mg 切り取り 1 mm 大に刻んだ乾燥サンプルを、硝酸および過酸化水素を用いて分解し、これを蒸留水で 50 mL に定量した。この試料溶液について、偏光ゼーマン原子吸光度計 Z-2300 (日立、東京) でフレイム原子化法により元素分析を行った。分析は Na, K, Mg, Ca, Fe について行った。

### 4. 溢液の定量

溢液の定量については、全 138 品種のうち、IR24, KD18 及び T65 を含む 105 品種を供試した。塩濃度 3.0 dS/m EC の溶液で実験を行った。3.0 dS/m EC の溶液では 2 週間の処理実験において植物体に塩ストレス症状が出ないことを予備実験で確認し、以下のように反復実験を行った。3.0 dS/m EC の溶液で 1 日処理し、翌朝溢液を採取した。その後すぐに 3.0 dS/m EC の溶液を水道水 (1.4 dS/m EC 溶液) に交換して 1 日育成し、翌朝溢液を採取した。この一連の操作を各個体について 3 回実施した。溢液の計量については、溢液を綿棒で採取してプラスチックチューブに回収し、採取前後の重量差を算出し、以下の計算式より溢液比を算出した。

$$\text{溢液比} = \frac{\text{3.0 dS/m EC 処理区での溢液の最大量}}{\text{1.4 dS/m EC (水道水) 区での溢液の最大量}}$$

## 結 果

### 1. 塩ストレス症状

塩ストレス処理試験を行った結果を Table 1 と Fig. 1 に示した。全 138 系統のうち 134 系統では処理期間全体にわたり葉身の漸進的な萎凋 (直線的な WL の増大) がみられた。残りの 4 系統 (BAN28:DHAKA No.14, BAN18:BR6, BAN231:BR14, BAN229:JIBONSHANTI) では、塩ストレス処理 3 日目から 6 日目の塩ストレス処理初期に葉身の急激な萎凋 (WL の顕著な増大) がみられ、塩ストレス処理 9 日目には全葉身がほぼ枯死した。この 4 系統に 3 系統 (BAN282:HORIN KHUR PANA, BAN300:GANGA SAGAR, KD18) を加えた 7 系統では、その WL 値が 90% 以上となり塩ストレスに対する極度の感受性を示した。

塩ストレス処理後 3, 6, 9 日目の全 138 系統の WL の頻度分布を Fig. 2 に示した。WL の分布範囲は、3 日目では 0–27%, 6 日目では 5–100%, 9 日目では 18–

100%であり、3日目では品種間差がほとんどみとめられなかったが、6日目と9日目では品種間差が顕著であった。塩ストレス処理後9日目のWLの平均値は46.7%で、育成品種のIR24 (67.2%), KD18 (90.7%), T65 (48.3%) の3品種は中度から重度の感受性を示した。

## 2. 葉鞘の無機元素含量

葉鞘の無機元素含量を Table 1 と Table S2 に、その頻度分布を Fig. 3 に示した。まず、Na 含量については、塩処理区における葉鞘への Na 集積が顕著で、品種間には大きな差がみられた。すなわち、対照区における分布は0.00–9.75 mg/g dry weight (DW) であり、品種間差はほとんどみられず、Na は葉鞘に低濃度で存在した (Fig. 3a)。一方、塩処理区における分布は4.71 (BAN42:KATI SAIL)–32.54 (BAN14:BR1)mg/g DW で、顕著な品種間差がみられた (Fig. 3f)。対照区に比べ濃度が高く、最大で32.20 mg/g DW も多く Na を蓄積した品種 (BAN14:BR1) もみられた。

K 含量については、対照区と処理区で顕著な差はみられず両処理区とも同程度の品種間差がみられた (Fig. 3b, 3g)。対照区における分布は6.19–62.84 mg/g DW、処理区における分布は2.71 (BAN10:BR7 (BRRIBALAM))–42.85 (BAN281:GOHULSAIL) mg/g DW であった。

Mg 含量については、対照区に比べ塩処理区における葉鞘への Mg 集積がみられた。対照区における分布は0.33–2.98 mg/g DW で、品種間差がみられた (Fig. 3c)。一方処理区における分布は0.61 (BAN5:BR161-28-25)–8.19 (BAN96:AJALDIGA)mg/g DW で、未処理区よりも品種間差が大きかった (Fig. 3h)。処理区に比べ濃度が高く、最大で対照区に比べ7.58mg/g DW 多くのMgを蓄積した品種 (BAN96:AJALDIGA) がみられた。

Ca 含量については、対照区と処理区で顕著な差はみられず両処理区とも同程度の品種間差がみられた (Fig. 3d, 3i)。対照区における分布は0.19–4.45 mg/g DW、処理区における分布は0.14 (BAN50:DAPA)–3.99 (BAN14:BR1)mg/g DW であった。

Fe 含量については、対照区に比べて処理区における葉鞘への Fe 集積が顕著であった (Fig. 3e, 3j)。両処理区において品種間差がみられ、対照区における分布は0.00–0.22 mg/g DW、処理区における分布は0.00–0.52 (BAN27:HABIGANJ BORO8)mg/g DW で、対照区よりも処理区における品種間差が顕著であった。

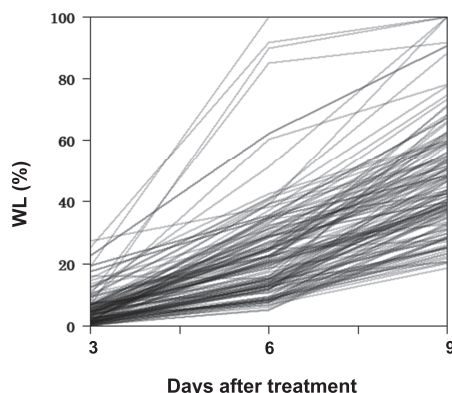


Fig. 1. Transition of WL of 135 accessions of BAN variety and three cultivars of IR24, KD18 and T65 from 3 to 9 days after salinity treatment with 23.0 dS/m EC. DAT indicates days after the salinity treatment.

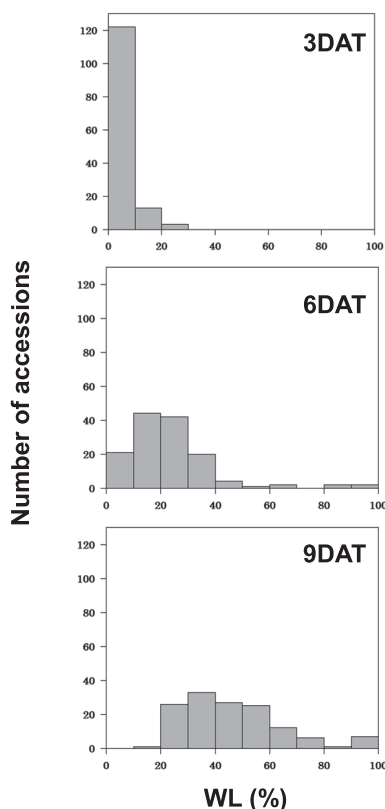


Fig. 2. Frequency distribution for WL of 135 accessions of BAN variety and three cultivars of IR24, KD18 and T65 at 3, 6, 9 days after salinity treatment with 23.0 dS/m EC. DAT indicates days after the salinity treatment.

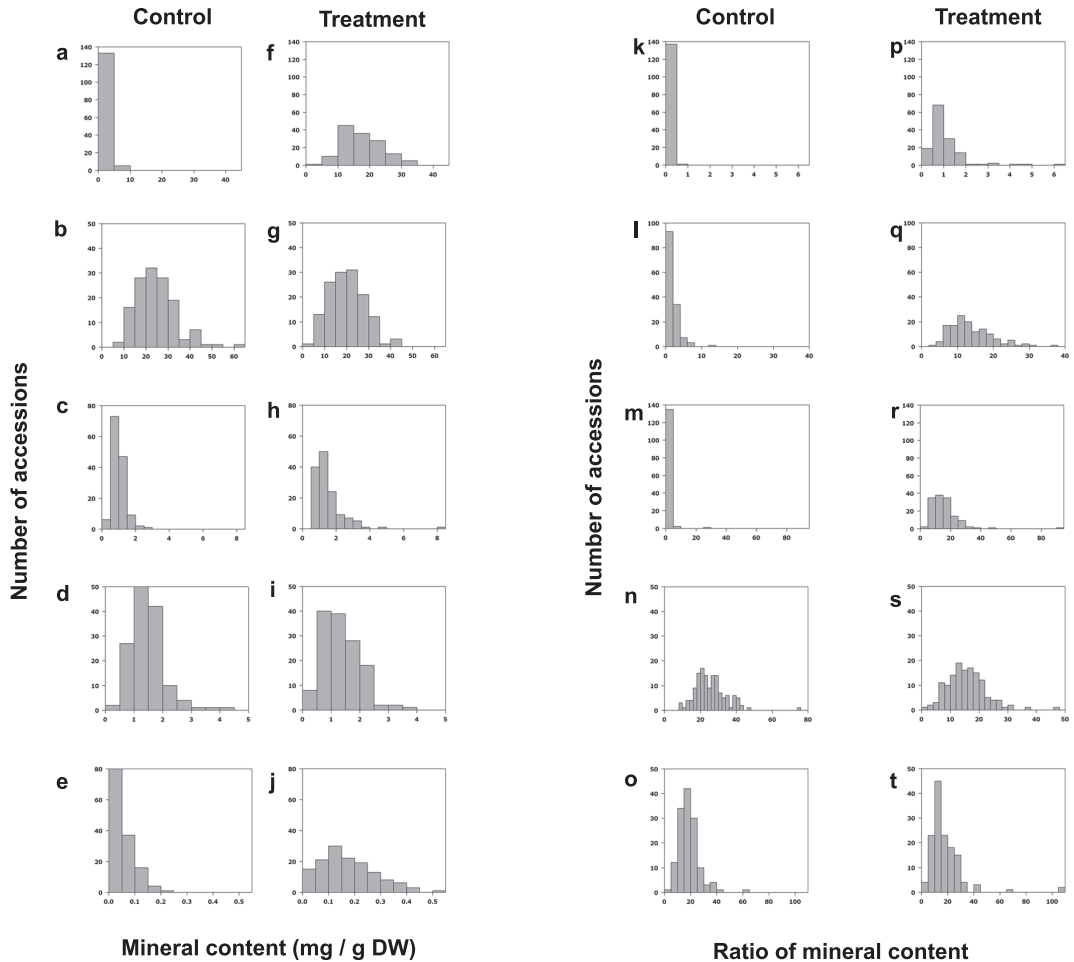


Fig. 3. Frequency distribution for mineral contents and the ratio to sodium (Na) and potassium (K) in the leaf sheaths of 135 accessions of BAN variety and three cultivars of IR24, KD18 and T65 at 9 days after the treatment: Na (a), K (b), Mg (c), Ca (d) and Fe (e) under control condition with 1.2 dS/m EC and Na (f), K (g), Mg (h), Ca (i) and Fe (j) under salinity treatment with 23.0 dS/m EC were shown. Similarly, Na/K (k), Na/Mg (l), Na/Ca (m), K/Mg (n) and K/Ca (o) under control condition with 1.2 dS/m EC and Na/K (p), Na/Mg (q), Na/Ca (r), K/Mg (s) and K/Ca (t) under salinity treatment with 23.0 dS/m EC were shown. DW indicates dry weight.

Na/K比, Na/Mg比, Na/Ca比については, 塩ストレス処理区における品種間差が顕著であった。すなわち, Na/K比については, 対照区における分布は0.00–0.92 (Fig. 3k) で処理区における分布は0.25–6.12 (Fig. 3p), Na/Mg比については, 対照区における分布は0.00–13.22 (Fig. 3l) で処理区における分布は3.2–36.04 (Fig. 3q), Na/Ca比については, 対照区における分布は0.00–29.75 (Fig. 3m) で処理区における分布は3.58–92.83 (Fig. 3r) であり, 塩ストレス処理区において各元素 (K, Mg, Ca) に対するNaの

蓄積量に品種間差があることが明らかであった。

K/Mg比とK/Ca比については, 塩処理区と対照区の内いずれにおいても品種間差がみられた。すなわち, K/Mg比については, 対照区における分布が8.41–75.41 (Fig. 3n) で処理区における分布は1.76–47.16 (Fig. 3s), K/Ca比については, 対照区における分布は4.69–62.41 (Fig. 3o) で処理区における分布は2.81–107.61 (Fig. 3t) であり, いずれの実験区においても各元素(Mg, Ca)に対するKの蓄積量に品種間差があった。K/Mg比については, 対照区に比べ塩処理区では

値が小さかった。

3. 塩ストレス症状との相関

葉鞘のNa, K, Mg, Ca, Fe含量について、処理9日目のWLと各元素の蓄積量との間で単回帰分析を行った結果をTable 2とFig. 4に示した。葉鞘のNa, K含量と処理9日目のWLには5%水準で有意な正の相関がみられ、葉鞘のMg, Ca含量と処理9日目WLには1%水準で有意な正の相関がみられた (Fig. 4a, 4b, 4c, 4d, 4e)。葉鞘のFe含量については、処理9日目のWLとの相関は認められなかった (Fig. 4e)。

4. 塩ストレス条件下での揚水

BAN 102品種, IR24, KD18及びT65について、3.0 dS/m EC処理区での溢液の最大量と1.4 dS/m EC処理区での溢液の最大量をTable S3に、溢液比をTable 1に示した。BAN 102品種, IR24, KD18及びT65の溢液比には品種間差がみられた (Fig. 5)。

考 察

塩ストレス症状部位の計測の結果、塩ストレス条件

下においてイネ系統の萎凋度には品種間差がみられた。葉身長に対する萎凋部位の計測を行い、系統間のストレス症状の詳細な差異を評価することにより、イネ系統の塩ストレス症状の量的評価が可能となり、本手法が耐塩性イネ品種のスクリーニングに有用であることが示された。本研究では、植物体を高塩ストレス条件下におくことで、9日間という短期間でイネ系統の耐塩性を評価した。塩ストレス処理後6日目には既に品種間差が顕著であったことから、塩濃度23.0 dS/m EC条件では、処理開始後6日目に耐塩性の評価が可能であることが示された。また、本条件下では極感受性品種の特徴として、塩ストレス処理開始後速やかに生育阻害が起こることが示された。

OchiaiとMatoh (2002)は、様々な濃度のNaCl溶液を用いてイネ (塩ストレス感受性品種) の地上部へ移行するNaイオンの量について調査した。その結果 (1) 100mMNaCl条件下では地上部へ移行するNaイオンの量は時間とともに直線的に増加すること、(2) 短期間 (9時間) では地上部へ移行するNaイオン量がNaCl溶液の濃度 (25-200mM) に依存して増加すること、(3) 明日長下における蒸散はNaCl溶液の濃度 (25-

Table 2. Single regression analysis between WL at 9 days after treatment and mineral contents (mg/g DW) under salinity stress condition (23.0 dS/m EC) in 135 rice accessions of BAN variety and three cultivars of IR24, KD18 and T65.

Mineral	Single regression expression	R <sup>2</sup>
Na	y = 0.827x + 32.259	0.07406 **
K	y = 0.606x + 34.474	0.06939 **
Mg	y = 5.623x + 38.314	0.08044 ***
Ca	y = 8.698x + 34.853	0.09633 ***
Fe	y = 11.911x + 44.577	0.004363 ns

DW: dried weight

\*\* and \*\*\* represent 1% and 0.1% at the significant levels, respectively.

ns' means not significance.

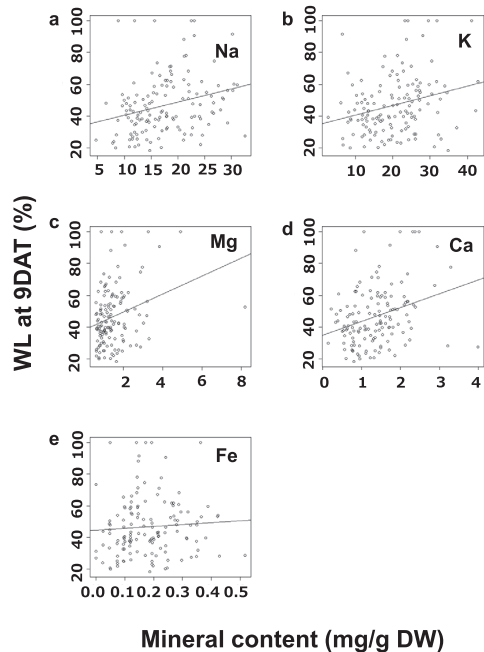


Fig. 4. Scatter diagrams of mineral contents plotted versus WL at 9 days after salinity treatment with 23.0 dS/m EC: Na(a), K(b), Mg(c), Ca(d), and Fe(e) were shown. DAT indicates days after the salinity treatment.



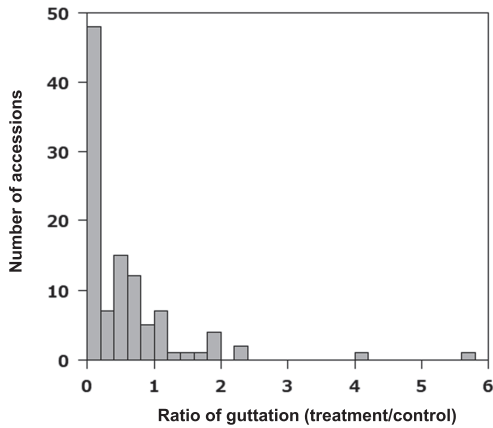


Fig. 5. Frequency distribution for ratio of guttation weight (treatment / control) under the salinity treatment with 3.0 dS/m EC.

200 mM) に依存して低下し 150 mM 条件下で停止することを明らかにした. このことから, 本研究で実施した塩濃度 23.0 dS/m EC については, イネの地上部における Na イオン量を測定する上で概ね適切な条件であり, その処理期間を短くすることにより地上部へ移行する Na イオンの量の品種間差を測定できると考えられた (Fig. 3f).

本研究では, 135 系統のバングラデッシュ在来イネ系統を用いて実験を行なった結果, 塩ストレス処理 9 日目の塩ストレス症状 (WL) と葉鞘における各元素 (Na, K, Mg, Ca) の蓄積量との間に正の相関を見出した (Table 2). すなわち, 塩ストレスに感受性であるほど, Na, K, Mg, Ca の蓄積がそれぞれ増加する傾向がみられた. 一方, Thu らは, 37 系統 (2017) と 29 系統 (2018) の世界のイネコレクションを用いて研究を行い, 塩ストレス症状と各元素蓄積量との関係を示した. その結果, 葉鞘の Na と Mg については, 塩ストレス症状と元素含量に明らかな正の相関があるけれども, 塩ストレス症状と葉鞘の K および Ca 含量には明らかな傾向は見出されなかった. 以上の結果から, 塩ストレス条件において耐塩性品種は少なくとも Na と Mg イオンの葉鞘への移行を抑制するか, 葉鞘から排除する何らかの機能を有していると推察された.

Lisa ら (2011) は, バングラデッシュ在来の塩ストレス高度抵抗性品種を含む 4 品種を用いて幼苗期ならびに生殖成長期の葉身の元素分析を行い, 調査した 4 品種の中で高度抵抗性品種では止め葉における Na/K, Na/Mg, Na/Ca が最も低く, 特に Na/Mg についてはそのほかの品種との差が顕著であることを報告した. Mg,

Ca のような微量元素は塩ストレス処理前後での蓄積量の差が比較的小さいため, これらと処理条件に強く依存する Na の蓄積量との比をとった Na/Mg, Na/Ca は, 試験条件が変わっても耐塩性と強く関わる地上部 (葉鞘・葉身) における Na 集積の指標になり得ると考えられた. 本研究において, 塩ストレス下における Na/K, Na/Mg, Na/Ca の頻度分布 (Fig. 3p, 3q, 3r) をみると, Na/Mg (Fig. 3q) の分散が最も大きく品種間差の検出に適していると考えられた.

無機元素含量と耐塩性の間には正の相関が見られたため, 塩ストレスに対する反応が特徴的であった上位 10 品種, 下位 10 品種を選抜して分析を行った (Table 3). 葉鞘の Na, K, Mg, Ca 及び Fe 含量, また葉鞘における Na/K, Na/Mg, Na/Ca, K/Mg, K/Ca 比について, 2 群間の比較を行ったところ, Na 含量は 5% 水準で, Mg, Ca 含量は 1% 水準で有意差が認められた. このように耐塩性品種では, 感受性品種に比べ, Na, Mg, Ca の葉鞘への蓄積が抑制される傾向があった (Table 3). 葉鞘の Fe 含量については, 耐塩性との相関はみられなかったものの, 塩処理区と対照区で明らかな濃度差があることから, 塩ストレス処理により植物体内への鉄イオンの流入量が増加していることが示唆された.

塩ストレスに対する反応 (WL) が特徴的であった耐塩性 (WL が低い方から) 10 品種と感受性 (WL が高い方から) 10 品種を抜粋して溢液の量の分析を行った結果, 感受性であるほど溢液の量が多い傾向にあった (Table 3). このことから, 感受性品種ほど茎葉部での浸透圧が高まり, そのストレスを緩和するべく揚水量を増加させたと推測された. 本実験に用いた処理溶液は低濃度 (3.0 dS/m EC) であったため, 根圏への浸透圧ストレスは高くなかったため, 植物の揚水能力に影響を及ぼすことはなかったと考えられる.

本研究では, 塩ストレス下における萎凋部位の計測によりバングラデッシュ産在来イネ系統の耐塩性を定量的に評価した. この結果と高い塩濃度下における葉鞘の無機元素の蓄積量ならびに低い塩濃度下における溢液比を比較することで, これら産在来イネ品種の特性を明らかにした. すなわち, 高度耐塩性系統では, 高塩ストレス下においては葉鞘への Na, Mg, Ca の蓄積が少ないこと, 弱塩ストレス下においては夜間の揚水量が感受性品種よりも少ない傾向があることが示された. 本研究で確立した耐塩性の評価法をもちいて, バングラデッシュ在来耐塩性系統 (BAN 品種) と IR24, KD18 および T65 との交雑後代を用いた耐塩性の遺伝解析が期待される.

Table 3 Comparison of mineral contents, their related characters and ratio of guttation weight (treatment / control) under salinity stress between ten tolerant and ten susceptible accessions of BAN variety those were classified based on the score of WL at 9 days after treatment.

BAN No.	Degree of wilted leaves (WL) (%)	Mineral content (mg/g DW)					Ratio of mineral content					Ratio of guttation
	9DAT	Na	K	Mg	Ca	Fe	Na/K	Na/Mg	Na/Ca	K/Mg	K/Ca	
<b>Ten accessions with lowest score of WL at 9DAT (Tolerant to salinity stress)</b>												
74	18.42	14.73	34.88	1.64	0.80	0.19	0.42	9.00	18.48	21.30	43.75	0.07
86	20.09	8.35	8.55	0.75	0.95	0.05	0.98	11.13	8.79	11.40	9.00	0.02
49	20.31	16.90	16.08	1.34	0.60	0.24	1.05	12.63	28.30	12.02	26.93	0.22
237	20.75	11.95	31.11	1.03	1.32	0.05	0.38	11.59	9.08	30.18	23.62	0.15
72	20.80	10.95	12.34	0.76	1.23	0.25	0.89	14.40	8.93	16.24	10.07	0.27
44	21.86	12.67	6.63	0.62	0.94	0.07	1.91	20.55	13.50	10.76	7.07	0.01
43	22.14	24.21	17.77	1.49	1.86	0.20	1.36	16.30	13.04	11.97	9.57	0.05
63	22.96	7.84	22.16	1.41	0.90	0.19	0.35	5.57	8.73	15.74	24.68	0.00
84	23.40	14.88	21.13	1.68	1.10	0.07	0.70	8.84	13.50	12.55	19.16	0.01
87	24.05	8.01	17.03	0.79	1.45	0.02	0.47	10.09	5.53	21.44	11.76	0.01
<b>Ten accessions with highest score of WL at 9DAT (Susceptible to salinity stress)</b>												
280	74.71	26.76	30.43	2.88	1.38	0.17	0.88	9.30	19.36	10.58	22.01	-
299	77.70	21.19	17.89	2.96	3.28	0.23	1.18	7.15	6.45	6.04	5.45	-
294	78.16	21.51	21.23	1.71	1.45	0.14	1.01	12.59	14.80	12.43	14.61	-
289	88.29	21.10	23.66	1.37	0.85	0.15	0.89	15.44	24.74	17.32	27.74	-
229	91.67	30.20	6.44	2.08	1.73	0.15	4.69	14.52	17.43	3.10	3.71	1.93
18	100.00	22.49	41.15	0.87	2.37	0.05	0.55	25.78	9.48	47.16	17.34	0.49
28	100.00	11.89	29.51	1.91	1.06	0.17	0.40	6.23	11.27	15.45	27.97	0.07
231	100.00	23.08	24.10	4.91	1.98	0.36	0.96	4.70	11.64	4.91	12.16	0.51
282	100.00	8.88	23.22	1.40	2.48	0.14	0.38	6.33	3.58	16.57	9.38	-
300	100.00	15.63	31.83	3.27	2.31	0.19	0.49	4.78	6.77	9.74	13.79	-
<i>t</i> value		-2.79	-1.51	-2.98	-2.97	-1.10	-0.67	0.53	0.08	0.46	0.70	-2.71
<i>p</i> value		0.012	0.148	0.008	0.008	0.284	0.510	0.600	0.937	0.652	0.495	0.019
Significance		*		**	**							*

DAT: days after treatment

\*: Significant at the 5% level.

\*\*: Significant at the 1% level.

## 要 約

バングラデシュ産在来イネコレクション135系統を材料として、葉身の萎凋度、葉鞘におけるミネラル含量、溢液について定量的な耐塩性評価を行った。各指標についてコレクション内で品種間差が認められた。葉身の萎凋度については、大半の品種で葉身全体における萎凋部位の割合が漸進的に増大したのに対し、一部の極感受性品種では塩ストレス処理開始後、短期間で急激に萎凋が進んだ。本手法により明らかにされた塩ストレス耐性品種では葉鞘におけるNa, Mg, Ca蓄積の抑制がみられ、塩ストレス感受性品種では溢液の量が多い傾向にあった。本研究において用いられた耐塩性の定量的な評価法をもちいてバングラデシュ産在来イネコレクションの耐塩性を評価し、選抜された耐塩性系統をもちいてイネ耐塩性に関する詳細な遺伝解析

が進展することが期待される。

## キ ー ワ ー ド

イネ, 耐塩性, ミネラル含量, ナトリウム蓄積, 溢液

## 謝 辞

本研究の遂行にあたり、九州大学大学院農学研究院研究教育支援センターの松永恵美子技官には、原子吸光度計の使用に際してご指導ご協力いただきました。ここに記して深謝申し上げます。本研究は国際科学技術共同研究推進事業地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム (SATREPS) の支援を受けた。

## 文 献

Lisa, L. A., S. M. Elias, M. S. Rahman, S. Shahid, T. Iwasaki, C. A. K. M. M. Hasan, K. Kosuge, Y.

- Fukami, and Z. I. Seraj 2011 Physiology and gene expression of the rice landrace Horkuch under salt stress. *Functional Plant Biology*, **38** : 282-292
- Munns, R. and M. Tester 2008 Mechanisms of salinity tolerance. *Annu. Rev. Plant Biol.* **59** : 651-681
- Ochiai, K. and T. Matoh 2002 Characterization of the Na<sup>+</sup> delivery from roots to shoots in rice under saline stress : Excessive salt enhances apoplastic transport in rice Plants. *Soil Sci. Plant Nutr.*, **48** (3) : 371-378
- Rajendran, K., M. Tester and S. J. Roy 2009 Quantifying the three main components of salinity tolerance in cereals. *Plant, Cell and Environment*, **32** : 237-249
- Sirault, X. R. R., R. A. James and R. T. Furbank 2009 A new screening method for osmotic component of salinity tolerance in cereals using infrared thermography. *Functional Plant Biology* **36** : 970-977
- Thu, T. T. P., H. Yasui and T. Yamakawa 2017 Effects of salt stress on plant growth characteristics and mineral content in diverse rice genotypes. *Soil Sci. Plant Nutr.*, **63**(3) : 264-273
- Thu, T. T. P., H. Yasui and T. Yamakawa 2018 Allocation of macronutrients in roots, sheaths, and leaves determines salt tolerance in rice. *Amer. J. Plant Sci.* **9** : 1051-1069

## Summary

Using 135 rice (*Oryza sativa* L.) cultivars originating from Bangladesh, salinity tolerance of each cultivars was quantitatively evaluated based on the ratio of the wilted part on a leaf blade, element accumulation in a leaf sheath, and guttation. Varietal difference was found for each index. Regarding the wilted part of a leaf blade, the proportion of the wilted part in the whole leaf blade increased linearly in most cultivars, whereas in some extremely sensitive cultivars, the withered part rapidly ablated within a short period after the start of salt stress treatment. In addition, tolerant cultivars suppressed Na, Mg, and Ca accumulation in leaf sheaths. Furthermore, the susceptible varieties tended to give off a larger amount of guttation compared to tolerant ones. The quantitative evaluation method for salinity tolerance in rice used in this study and the resulting data of difference in salt tolerance among Bangladesh rice varieties will be expected to be used in the future for detailed genetic analysis of salt tolerance in rice.

**Key words:** rice, tolerance to salinity stress, mineral content, sodium accumulation, guttation

Table S1. Mineral content in the sea water collected at Imazu (E130.27, N33.60), Fukuoka, Japan.

Collected in 2019	mg/L					mM/L				
	Na	K	Mg	Ca	Fe	Na	K	Mg	Ca	Fe
Aug. 8	6220	380	1520	462	0.01	270.6	9.7	62.5	11.5	0.0002
Aug. 23	6210	394	1550	472	0.00	270.1	10.1	63.8	11.8	0.0000
Sept. 4	6200	386	1480	466	0.00	269.7	9.9	60.9	11.6	0.0000
Sept. 9	6220	400	1550	470	0.01	270.6	10.2	63.8	11.7	0.0002
Sept. 30	6220	410	1600	488	0.00	270.6	10.5	65.8	12.2	0.0000
Oct. 11	6220	414	1620	504	0.00	270.6	10.6	66.7	12.6	0.0000
Oct. 16	6220	406	1610	488	0.00	270.6	10.4	66.2	12.2	0.0000

Table S2. Mineral contents of control plants under tapwater (1.4dS/m EC) of 135 accessions of BAN variety and three cultivars of IR24, KD18 and T65.

BAN No.	Mineral content (mg/g DW)					Ratio of mineral content				
	Na	K	Mg	Ca	Fe	Na/K	Na/Mg	Na/Ca	K/Mg	K/Ca
3	5.10	40.96	1.39	1.83	0.10	0.12	3.66	2.79	29.38	22.42
4	2.10	29.55	1.05	1.35	0.00	0.07	2.00	1.56	28.14	21.89
5	0.44	13.20	0.58	2.14	0.00	0.03	0.75	0.20	22.67	6.18
6	0.34	15.59	0.83	2.30	0.00	0.02	0.41	0.15	18.71	6.77
7	0.44	13.04	0.44	0.83	0.00	0.03	1.00	0.53	29.56	15.65
8	1.15	14.15	0.50	1.30	0.00	0.08	2.30	0.88	28.30	10.88
9	2.31	14.81	1.16	1.11	0.05	0.16	2.00	2.08	12.80	13.33
10	2.97	18.68	1.04	2.03	0.05	0.16	2.86	1.47	18.00	9.21
11	1.68	24.11	0.61	1.54	0.00	0.07	2.77	1.09	39.69	15.64
14	0.34	15.34	0.78	1.31	0.05	0.02	0.44	0.26	19.75	11.70
16	1.19	14.04	0.78	0.92	0.00	0.08	1.53	1.30	18.00	15.30
17	1.44	26.44	1.25	1.54	0.10	0.05	1.15	0.94	21.15	17.19
18	0.64	62.84	0.83	2.16	0.10	0.01	0.76	0.30	75.41	29.14
19	1.65	27.55	1.23	2.12	0.05	0.06	1.35	0.78	22.46	12.98
20	0.45	26.30	1.45	4.45	0.10	0.02	0.31	0.10	18.14	5.91
21	0.00	21.19	1.58	1.73	0.10	0.00	0.00	0.00	13.38	12.23
22	0.00	13.32	0.96	0.77	0.05	0.00	0.00	0.00	13.85	17.31
23	0.00	23.73	1.23	0.85	0.05	0.00	0.00	0.00	19.35	27.94
27	0.90	26.32	0.90	1.98	0.09	0.03	1.00	0.45	29.37	13.29
28	5.67	6.19	0.43	0.19	0.05	0.92	13.22	29.75	14.44	32.50
29	1.20	17.79	0.87	0.87	0.05	0.07	1.39	1.39	20.56	20.56
30	1.70	10.10	0.70	1.40	0.05	0.17	2.43	1.21	14.43	7.21
32	2.06	23.33	0.59	0.98	0.10	0.09	3.50	2.10	39.67	23.80
33	7.24	19.72	0.98	0.98	0.14	0.37	7.38	7.38	20.10	20.10
34	2.09	26.89	0.97	1.94	0.19	0.08	2.15	1.08	27.70	13.85
35	0.00	17.03	0.89	0.99	0.05	0.00	0.00	0.00	19.11	17.20
36	1.13	19.22	1.03	1.76	0.05	0.06	1.10	0.64	18.67	10.89
37	2.28	14.11	1.04	1.09	0.05	0.16	2.19	2.09	13.57	12.95
38	1.57	11.52	0.69	0.49	0.05	0.14	2.29	3.20	16.79	23.50
39	0.00	18.18	0.65	0.61	0.05	0.00	0.00	0.00	27.79	29.92
40	0.00	25.31	1.50	3.00	0.13	0.00	0.00	0.00	16.88	8.44
41	2.89	13.39	0.69	0.60	0.05	0.22	4.20	4.85	19.47	22.46
42	0.00	22.60	0.88	1.86	0.00	0.00	0.00	0.00	25.61	12.13
43	4.50	24.36	1.04	1.58	0.10	0.18	4.33	2.84	23.43	15.38
44	0.19	19.53	0.61	1.27	0.00	0.01	0.31	0.15	31.85	15.33
45	0.19	20.67	0.81	1.38	0.00	0.01	0.24	0.14	25.53	14.97
46	2.25	15.10	0.65	0.65	0.05	0.15	3.46	3.46	23.23	23.23
47	2.36	24.62	1.27	1.84	0.05	0.10	1.85	1.28	19.33	13.38
48	0.70	16.15	0.75	1.15	0.00	0.04	0.93	0.61	21.53	14.04
49	1.23	21.81	0.88	0.98	0.00	0.06	1.39	1.25	24.72	22.25
50	1.05	19.70	0.85	1.45	0.05	0.05	1.24	0.72	23.18	13.59
51	2.12	24.51	2.34	1.63	0.16	0.09	0.91	1.30	10.49	15.03
52	0.83	27.92	1.06	1.44	0.00	0.03	0.78	0.58	26.22	19.45
53	0.42	22.92	1.06	1.30	0.05	0.02	0.39	0.32	21.52	17.68
54	3.77	17.25	0.88	2.65	0.00	0.22	4.28	1.43	19.56	6.52
55	1.95	31.29	1.67	0.81	0.10	0.06	1.17	2.41	18.77	38.65
56	2.99	16.42	0.59	0.88	0.05	0.18	5.08	3.39	27.92	18.61
57	2.55	25.10	1.40	1.45	0.00	0.10	1.82	1.76	17.93	17.31
58	0.50	30.90	1.15	1.35	0.00	0.02	0.43	0.37	26.87	22.89
59	0.00	20.05	0.97	1.65	0.05	0.00	0.00	0.00	20.65	12.15
60	0.00	29.76	1.02	1.80	0.00	0.00	0.00	0.00	29.19	16.57
61	0.05	21.23	0.78	1.27	0.05	0.00	0.06	0.04	27.06	16.65
62	0.00	7.74	0.33	1.65	0.00	0.00	0.00	0.00	23.43	4.69
63	0.00	19.75	0.50	0.55	0.00	0.00	0.00	0.00	39.50	35.91
64	1.93	17.57	0.59	0.74	0.05	0.11	3.25	2.60	29.58	23.67
65	1.06	26.88	1.30	1.68	0.10	0.04	0.81	0.63	20.70	15.97
66	0.00	25.10	1.12	1.50	0.05	0.00	0.00	0.00	22.48	16.68
67	2.77	21.44	0.74	1.34	0.05	0.13	3.73	2.07	28.87	16.04
68	0.00	28.41	0.65	1.31	0.05	0.00	0.00	0.00	43.43	21.71
69	0.19	26.53	0.97	1.39	0.05	0.01	0.19	0.13	27.29	19.10

(to be continued)

70	0.00	21.76	1.05	1.29	0.05	0.00	0.00	0.00	20.77	16.93
71	0.00	24.49	0.95	1.14	0.00	0.00	0.00	0.00	25.80	21.50
72	0.29	29.18	1.44	1.68	0.05	0.01	0.20	0.17	20.23	17.34
73	0.60	23.61	0.74	1.25	0.00	0.03	0.81	0.48	31.88	18.89
74	0.00	50.52	1.62	0.81	0.05	0.00	0.00	0.00	31.21	62.41
75	4.85	32.75	0.95	1.55	0.10	0.15	5.11	3.13	34.47	21.13
76	0.10	42.79	2.40	1.27	0.10	0.00	0.04	0.08	17.82	33.58
77	3.56	14.86	0.79	1.11	0.05	0.24	4.53	3.21	18.88	13.38
78	1.03	43.58	1.08	1.18	0.05	0.02	0.95	0.88	40.41	37.04
79	0.10	37.29	1.38	1.52	0.05	0.00	0.07	0.06	27.00	24.47
80	0.00	16.84	0.78	1.46	0.05	0.00	0.00	0.00	21.69	11.57
81	0.00	32.57	1.07	2.18	0.05	0.00	0.00	0.00	30.50	14.91
82	9.28	25.11	1.39	1.44	0.22	0.37	6.68	6.42	18.08	17.38
83	4.40	19.86	0.79	0.97	0.19	0.22	5.59	4.52	25.24	20.43
84	2.60	24.71	1.27	1.76	0.15	0.11	2.04	1.47	19.38	14.00
85	1.85	31.16	0.88	1.67	0.09	0.06	2.11	1.11	35.42	18.69
86	3.32	32.57	0.99	1.34	0.10	0.10	3.35	2.48	32.90	24.37
87	2.50	27.31	1.35	1.35	0.10	0.09	1.86	1.86	20.29	20.29
88	2.45	24.39	0.90	1.56	0.09	0.10	2.74	1.58	27.21	15.67
89	2.10	33.48	0.95	1.19	0.10	0.06	2.20	1.76	35.15	28.12
90	3.37	23.47	1.04	1.09	0.15	0.14	3.24	3.09	22.57	21.55
91	2.09	24.37	0.68	1.17	0.05	0.09	3.07	1.79	35.86	20.92
92	2.31	24.28	1.68	1.88	0.10	0.10	1.37	1.23	14.43	12.95
95	0.09	14.36	0.50	1.01	0.00	0.01	0.18	0.09	28.45	14.23
96	1.96	18.74	0.61	0.89	0.05	0.10	3.23	2.21	30.85	21.11
97	0.19	34.39	1.26	1.96	0.00	0.01	0.15	0.10	27.26	17.52
98	0.09	11.45	0.70	1.54	0.00	0.01	0.13	0.06	16.33	7.42
99	0.64	10.98	0.54	0.88	0.15	0.06	1.18	0.72	20.36	12.44
100	1.78	18.88	0.75	1.07	0.05	0.09	2.38	1.65	25.25	17.57
145	0.00	30.05	0.73	2.62	0.05	0.00	0.00	0.00	41.27	11.46
216	2.03	28.68	0.75	1.56	0.05	0.07	2.69	1.30	38.00	18.42
223	2.10	18.95	2.00	1.81	0.10	0.11	1.05	1.16	9.48	10.47
224	2.35	46.03	1.37	1.23	0.10	0.05	1.71	1.92	33.54	37.56
225	2.40	26.35	1.11	0.87	0.10	0.09	2.17	2.78	23.83	30.44
226	3.06	20.97	0.97	0.93	0.05	0.15	3.14	3.30	21.57	22.65
227	0.84	15.37	0.51	1.59	0.05	0.05	1.64	0.53	29.91	9.68
228	2.52	24.13	1.24	1.10	0.14	0.10	2.04	2.29	19.48	21.92
229	2.45	28.38	0.83	1.13	0.10	0.09	2.94	2.17	34.06	25.17
230	0.23	19.63	0.93	1.59	0.00	0.01	0.25	0.15	21.00	12.35
231	1.93	26.51	2.98	1.93	0.14	0.07	0.65	1.00	8.89	13.76
232	2.23	24.70	1.68	1.83	0.15	0.09	1.32	1.22	14.68	13.49
233	2.26	22.64	0.57	1.32	0.14	0.10	4.00	1.71	40.00	17.14
234	1.90	30.65	1.11	1.16	0.00	0.06	1.71	1.64	27.58	26.48
235	2.04	24.22	1.17	1.12	0.15	0.08	1.75	1.83	20.79	21.70
237	2.08	28.66	0.99	0.99	0.15	0.07	2.10	2.10	28.95	28.95
239	0.15	12.00	0.50	2.00	0.00	0.01	0.30	0.08	24.00	6.00
260	3.41	34.44	1.21	1.50	0.05	0.10	2.81	2.28	28.35	23.03
261	2.69	41.67	1.39	2.22	0.09	0.06	1.93	1.21	30.00	18.75
262	2.16	34.02	0.83	1.62	0.00	0.06	2.59	1.33	40.82	21.03
269	0.87	34.13	1.06	3.75	0.10	0.03	0.82	0.23	32.27	9.10
276	0.15	30.92	0.78	1.55	0.10	0.00	0.19	0.09	39.81	19.91
277	0.15	25.74	0.78	1.37	0.10	0.01	0.19	0.11	32.81	18.75
278	0.20	20.54	0.74	0.93	0.00	0.01	0.27	0.21	27.93	22.05
279	1.81	15.83	0.88	1.57	0.10	0.11	2.06	1.16	17.94	10.09
280	0.19	36.78	0.84	1.64	0.14	0.01	0.22	0.11	43.72	22.49
281	0.24	44.90	1.12	2.43	0.10	0.01	0.22	0.10	40.22	18.50
282	9.75	25.69	1.24	1.98	0.15	0.38	7.88	4.93	20.76	12.98
283	1.70	26.50	0.97	1.80	0.05	0.06	1.75	0.95	27.30	14.76
284	0.29	23.53	0.74	1.67	0.10	0.01	0.40	0.18	32.00	14.12
285	0.54	27.01	1.18	1.72	0.05	0.02	0.46	0.31	22.96	15.74
286	0.29	33.62	1.38	3.14	0.10	0.01	0.21	0.09	24.34	10.70
287	0.19	21.26	0.61	1.07	0.05	0.01	0.31	0.17	35.00	19.78
288	1.44	17.64	0.67	0.96	0.05	0.08	2.14	1.50	26.21	18.35
289	0.25	22.99	0.59	1.32	0.15	0.01	0.42	0.19	39.08	17.37
290	0.18	27.95	1.33	1.08	0.06	0.01	0.14	0.17	21.09	25.78

(to be continued)

291	0.63	32.18	0.78	2.04	0.10	0.02	0.81	0.31	41.44	15.79
292	2.80	30.79	1.73	1.96	0.09	0.09	1.62	1.43	17.81	15.69
293	0.30	36.30	1.20	1.40	0.10	0.01	0.25	0.21	30.25	25.93
294	0.39	25.20	0.98	1.37	0.15	0.02	0.40	0.29	25.70	18.36
295	0.49	43.98	0.92	1.02	0.05	0.01	0.53	0.48	47.68	43.14
296	2.70	17.65	0.75	0.65	0.10	0.15	3.60	4.15	23.53	27.15
297	2.23	31.41	1.41	1.89	0.15	0.07	1.59	1.18	22.31	16.59
298	1.78	21.59	1.15	1.39	0.10	0.08	1.54	1.28	18.71	15.48
299	1.81	17.70	0.78	0.74	0.05	0.10	2.31	2.47	22.56	24.07
300	0.29	33.19	1.13	1.37	0.10	0.01	0.26	0.21	29.43	24.18
IR24	0.05	12.81	1.52	2.38	0.00	0.00	0.03	0.02	8.41	5.38
KD18	1.02	40.69	1.57	2.90	0.19	0.03	0.65	0.35	25.89	14.01
T65	0.88	19.71	0.59	1.47	0.05	0.04	1.50	0.60	33.50	13.40

Table S3. Maximum weight of guttation of 135 accessions of BAN variety and three cultivars of IR24, KD18 and T65 under salinity treatment (3.0 dS/m EC) and tap water (1.4 dS/m EC).

BAN No.	JP No.	Variety	Tm <sup>a)</sup> Max (mg)	CT <sup>b)</sup> Max (mg)
3	13879	BHUTMURI 36	31.0	47.5
4	13892	BAU 2-3-43	94.5	41.5
5	13893	BR 161-28-25	22.6	42.8
6	13894	BR 161-28-58	17.9	35.2
7	13895	BR 169-1-1	0.2	2.5
8	13896	BASMOTI	37.8	20.7
9	34373	AFSAWA	30.6	28.2
10	34375	BR 7(BRRIBALAM)	7.8	15.6
11	34376	BR 8(ASHA)	14.5	23.2
14	37860	BR 1	44.4	39.7
16	37862	BR 3	17.7	44.5
17	37863	BR 4	1.5	9.1
18	37864	BR 6	5.7	11.7
19	37865	BR 9	5.9	10.3
20	37866	BR 12	2.7	15.3
21	37867	BR 14	17.5	34.7
22	37868	BR 15	6.8	44.1
23	37869	BR 16	1.9	8.5
27	37873	HABIGANJ BORO 8	6.8	33.4
28	37874	DHAKA NO.14	0.4	6.0
29	38014	KAIKA (1)	28.3	29.8
30	38015	KAIKA (2)	29.9	30.5
32	38017	BALAM	13.7	19.6
33	38019	HIDA	14.7	25.6
34	38020	KARAMCHA	34.8	23.3
35	38021	DALKOCHU	8.3	10.3
36	38022	DIGA	41.3	17.9
37	38023	MUKTAHAR	18.3	28.9
38	38024	MURKIMALA	5.3	38.6
39	38025	BHATRAJ	7.9	17.1
40	38026	SHULI	26.5	45.1
41	38027	LALBHAWALIA	8.9	38.2
42	38028	KATI SAIL	0.1	30.4
43	38029	JINGA SHAIL	0.6	12.2
44	38031	SHIAL KOTA	0.2	25.1
45	38032	DOASI	0.3	37.6
46	38033	KAJOLGORI	0.1	36.1
47	38035	JINGA SHAIL	0.3	7.9
48	38036	PAINNATI	4.2	33.0
49	38038	KARTI KGHUL	7.0	31.2
50	38039	DAPA	1.8	42.6
51	38040	ARALIA	19.7	19.9
52	44985	LALRUPA	11.9	19.7
53	44986	MUJA SHAIL	0.2	43.7
54	44987	KHOMOM RUPA	1.5	28.8
55	44988	MADHU SHAIL	25.1	31.5
56	44989	BASSHIRAJ	1.2	2.3

to be continued

57	44990	GATA GAJIA	0.4	11.4
58	44991	MUGI	2.2	24.2
59	44995	LALBHAWALIA	0.1	11.3
60	44996	BONSAJ	0.1	5.1
61	44998	KOITORMONI	7.0	11.6
62	45000	SADA-MAGRI	0.0	25.2
63	45001	SHARSORI	0.1	20.2
64	45002	ASWINA	0.3	5.1
65	45003	PATJAG	0.2	26.5
66	45004	RAJPAN	0.2	4.3
67	45005	IDADPA	0.3	19.6
68	45006	BORRO BHAWALIA	0.1	10.9
69	45007	HIJOL-DIGHA	0.6	24.7
70	45008	HORINGRA-DIGHA	4.3	9.6
71	45009	SHIAL BORN	0.1	7.3
72	45011	DESHI-DIGHA	14.4	53.4
73	45012	SONNA BAWALIA	0.3	11.9
74	45013	CHAMARA	2.1	31.9
75	45014	CHINI SAIL	0.3	11.3
76	45016	PARJAK	0.3	10.6
77	45017	RAJPAL	0.0	18.3
78	45018	CHATAKTARA	0.1	19.0
79	45019	SONA ANJAN	0.2	6.5
80	45020	DOLAI	14.1	12.6
81	45021	NOLOJ BORON	0.2	0.1
82	45022	ABCHHYA	-	-
83	45023	PUITTA DAPA	0.1	7.7
84	45024	LAXMI DIGHA	0.2	15.0
85	45025	GONOK RAY	0.3	23.3
86	45026	DSEPA	0.3	16.1
87	45027	DUDSOR	0.3	45.7
88	45028	ASAM BOR	0.4	24.3
89	45029	BINNI	0.4	9.4
90	45030	BINNI	-	-
91	45031	MALSIRAJ	-	-
92	45032	KALIJILA	-	-
95	45398	CHANDINA	18.9	46.8
96	49206	AJALDIGA	-	-
97	49208	KECHRA	5.8	31.9
98	49209	LALBHAWALIA	8.7	9.0
99	49214	BORO DIGHA	-	-
100	49215	KARTIKAJKA	-	-
145	54532	HANUMANJATA	36.9	21.3
216	54659	AGUNBAN	16.6	23.5
223	67910	KARTIK SAIL	-	-
224	67911	JASA	-	-
225	67913	CHAPAL	29.9	27.5
226	67914	BR 5	23.0	37.4
227	67915	BR 10	42.7	70.9
228	67917	BARISAL NO.4	3.3	21.8
229	68040	JIBONSHANTI	38.6	20.0
230	68055	BR 5	11.8	53.9

to be continued



231	68056	BR 14	14.8	29.1
232	68118	BR 8	0.4	12.0
233	70450	NATI SAIL	12.6	17.5
234	70451	PAJAM	34.6	25.2
235	70452	JADU	22.4	19.0
237	70454	DHAKA NO.7	3.2	20.8
239	70456	DHAKA NO.12	85.5	14.8
260	70620	AUS 47	48.6	44.2
261	70621	AUS 51	17.4	27.1
262	70622	AUS 32	16.6	15.3
269	70636	AUS 38	11.5	21.7
276	247581	KALABAIL	-	-
277	247586	DUDH BHAWALIA	-	-
278	247587	KARTIK SAIL	35.1	85.0
279	247592	RAJA SAIL	-	-
280	247594	GOBOL SAIL(BALAM)	-	-
281	247595	GOHUL SAIL	-	-
282	247596	HORIN KHUR PANATI	-	-
283	247597	JIWGA SAIL	-	-
284	247598	KAISHA BINNI	-	-
285	247599	KAISHA BINNI	-	-
286	247600	SAGARDHANA	-	-
287	247603	LAL KUMARI	-	-
288	247606	JHUR PADDY	-	-
289	247607	KANGA BALAM	-	-
290	247608	KARIM SAIL	-	-
291	247609	LAL BALAM	-	-
292	247610	LOHA DANG	-	-
293	247611	PATNAI	-	-
294	247612	BONDA BETI	-	-
295	247613	BORA DHAN	-	-
296	247614	KUMARI	-	-
297	247615	KUMRI	-	-
298	247617	DINGA MANIK	-	-
299	247618	KAJOL SAIL	-	-
300	247623	GANGA SAGAR	-	-
-	-	IR24	8.8	47.3
-	-	Khang Dan 18-1	52.5	6.3
-	-	Khang Dan 18-2	0.2	13.0
-	-	Thaichung 65	37.3	20.6

a) TM: Salinity treatment under 3.0 dS/m EC.

b) CT: Control using tap water with 1.4 dS/m EC.