

# 植物の塩ストレス応答のヒステリシス Hysteresis in plant response to salinity stress

○藤巻晴行\*, 浅井正浩\*, 井上光弘\*\*  
FUJIMAKI Haruyuki\*, ASAI Masahiro\*, INOUE Mitsuhiro\*\*

## 1. はじめに

植物根による吸水と蒸散に伴う塩集積の正確な数値予測は、乾燥地・半乾燥地の灌漑農業において節水と除塩の両立に貢献する。これまでいくつかの吸水・蒸散モデルが提案されてきたが、多くのモデルでは塩ストレス負荷後にストレスから解放すれば直ちに蒸散量が潜在値まで回復するとしている。この塩ストレスと蒸散比との間のヒステリシスの有無を調べるため、大豆を供試作物としたハウス内栽培実験を行った。

## 2. 実験方法

ビニールハウスに内径29cm、高さ40cmの小型ライシメータを8本設置し、鳥取砂丘砂を充填した。ライシメータ下端にはポラスカップを用いて約30cmの圧力水頭を与え、排水を促した。各ライシメータの深さ5, 15, 30cmにTDRプローブ(Campbell CS610)と熱電対を挿入し、体積含水率と電気伝導度の変化を測定した。

7/10に各ライシメータに大豆を3個ずつ播種し、10日後に間引いて1本ずつとした。8/21までは健康な個体を育てるため水道水(EC=0.6mS/cm)で十分な灌水を行い、肥料は灌水2回につき1回、2000倍に希釈したハイポネックスを与えた。

8/20-9/4(集中観測期間)に日の出直後と日没直後にライシメータの重量を測定し、日蒸散量を求めた。日中は土壌面を被覆し、土壌面蒸発を抑えた。8本のうち6本(A, B, C, D, E, F)に塩ストレス負荷を与え、残りの2本(G, H)は日可能蒸散量の推定に用いた。集中観測期間に行った灌水は、いずれも各ライシメータにおいて、前回の灌水から蒸散により失われた水量

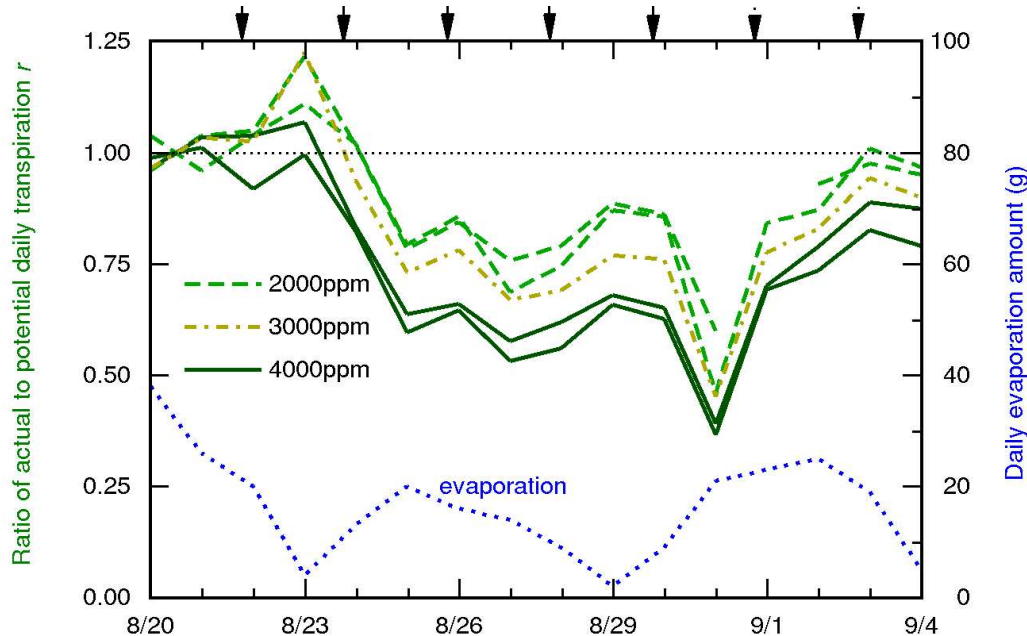


Fig. 1. Temporal change in the ratio of actual to potential daily transpiration  $r$  and daily evaporation amount from the evaporimeter.

\* 筑波大学大学院生命環境科学研究科 Univ. of Tsukuba

キーワード: 蒸散, 吸水, 畑地灌漑, 塩類集積

\*\* 鳥取大学乾燥地研究センター Arid Land Research Center, Tottori Univ.

に1.2倍を乗じた量を日没直後の測定後に与え、水（乾燥）ストレスがかからないようにした。夜間に若干の土壌面蒸発があるため、リーチングフラクションはゼロに近い。

8/21の日没後に行った灌水で、塩ストレス株に対して2000, 3000, 4000ppmの3種類のNaCl水溶液を2本ずつ与え、塩ストレス負荷を与え始めた。対照株には水道水を与え続けた。対照株に対する蒸散量の比がストレス負荷前の半分以下にまで減少した株が現れた日(8/31)の日没後に多量のリーチングを行ない、塩濃度をゼロ近くにまで下げた(Fig.1)。その後、対照株に対する蒸散量の比がほぼ回復した株が現れた9/4まで測定を行った。

### 3. 結果と考察

日可能蒸散量  $\tau_p$  は、人工気象室での実験であればストレス負荷前と等しいと考えて直接与えることができるが、本実験は屋外実験であり、さらに個体差を考慮する必要があるため、次のようにして求めた。

$i$ 日目のストレス株  $j$ の日蒸散量  $\tau_{i,j}$  と、対照株の日蒸散量の平均値  $(\tau_{i,G} + \tau_{i,H}) / 2$  との比を個体差補正係数  $\eta_{i,j}$  とする。

$$\eta_{i,j} = \frac{\tau_{i,j}}{\frac{\tau_{i,G} + \tau_{i,H}}{2}} \quad (1)$$

集中観測期間内では成長、老衰がないと仮定し、この個体差補正係数  $\eta_{i,j}$  のストレス負荷前2日間(8/20, 21)の平均値を各日の対照株の日蒸散量の平均値に乘じることにより、各塩ストレス株の日可能蒸散量を推定した。

下の図は各塩ストレス株について、8/31以降の経過日数と8/31の蒸散比  $r (= \tau / \tau_p)$  との差（回復幅） $\Delta r$  の関係をプロットしたものである。生長が著しく劣っていた  $D(3000\text{ppm})$  については除外した。8/31に多量の水道水で灌水され、塩ストレスから解放されたにもかかわらず、日可能蒸散量とほぼ同量にまで日蒸散量が回復するには3日程度かかることが明らかとなった。また、与えられた塩ストレス負荷が大きいほど、回復に時間がかかり、4000ppmで灌漑した株については4日経過しても回復しなかった。これは葉の一部が枯死したものである。蒸散比の回復幅はいずれの塩ストレス負荷条件でも大差ないことがわかる(Fig.2)。したがって、回復幅の経日変化を次の式で表し、 $D$ を除く全ての塩ストレス株のデータに一括して曲線あてはめを行った。

$$\Delta r = r_{ij} - r_{Aug31, j} = a(1 - e^{-bt}) \quad (2)$$

ここで、 $t$ は蒸散比が最も低下した日からの経過日数、 $a$ は最終的な回復幅、 $b$ は回復の早さを示す実験定数で、植物固有の特性を表すものと言える。RMSEは0.05であり、良好に一致している。蒸散・吸水モデルにおいては、対照株もしくは気象データから推定された日可能蒸散量に式(2)で得られた蒸散比（ただし  $r \leq 1$ ）を乗じて日可能蒸散量を補正すればよいものと思われる。

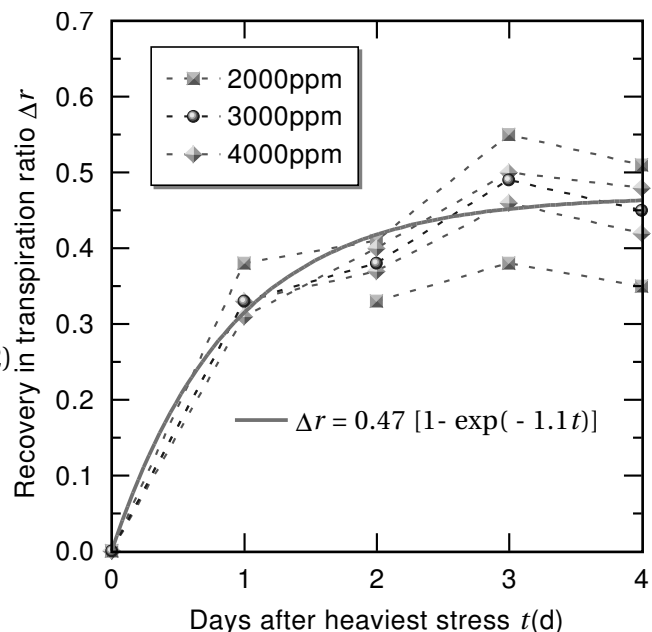


Fig.2 Increment of recovery in transpiration ratio as a function of days after heaviest stress.