

塩ストレス条件下における水稻の葉の水ポテンシャルと蒸散量の関係

The Relationship between Leaf Water Potential and Transpiration under Salinity Stress of Paddy Rice

西田 和弘*, Nasir.M.Kahn*, 塩沢 昌*

Nishida kazuhiko, Nasir.M.Khan, Shiozawa Sho

1 はじめに

乾燥地における灌漑農業においては、塩分濃度の高い灌漑水を用いざるを得ない場合が多い。その結果、塩ストレスによる生育や収量の抑制が生じる。灌漑水の塩濃度増加は、植物の水ポテンシャルを低下させ、これが気孔の閉鎖を伴って光合成を低下させる。気孔の閉鎖は同時に蒸散を低下させるため、蒸散速度の低下は塩ストレスによる生育低下の指標となる。本研究では、ポットで生育した水稻に対して、一時的に塩水灌漑を行い、これに伴う水稻の水ポテンシャルの変化と蒸散量の変化を測定し、塩分による土壌水の水ポテンシャルの低下と、水稻の葉の水ポテンシャル及び蒸散量の関係。および、葉の水ポテンシャルと蒸散量の定量的関係を得た。

2 実験概要

五葉期の水稻（日本晴）を、庄内砂丘砂を充填した 1/2000a ワグネルポットに、1ポット2本（実験1）三葉期の水稻を1ポット3本（実験2）で移植し実験に用いた。稲の生育と実験はバイオトロン（自然光、温度昼 25 夜 20、湿度 60%）で行い、実験期間中は湛水状態を保った。

塩水による影響をみるため、蒸散量がほぼ無いと考えられる夜間にポット上部から塩水を1ポアボリューム以上流すことでポット内部の水との入れ替えた（塩水置換）。塩水置換前後の蒸散量の変化と葉の水ポテンシャルを測定して塩水による影響把握を数日間みた後、再び淡水に置換した。蒸散量のみ測定するためポット表面にはフィルムを張り、湛水面からの蒸発防いだ。表1に試験ポットの塩水置換を行った期間と灌漑水の濃度を示す。試験区はC1C2C3、無植生湛水状態のC0の四試験区を用意した。塩水置換以外の期間では水道水により三試験区とも同様の生育を行った。

Table1 Experimental condition
表1 塩水置換期間と塩分濃度

実験	C1	C2	C3
実験1			
期間1 (9/10~9/13)	水道水	6dS/M	13dS/M
期間2 (9/25~9/29)	水道水	20dS/M	30dS/M
実験2			
期間1 (12/18~12/21)	水道水	3*dS/M	6*dS/M
期間2 (1/10~1/13)	水道水	9*dS/M	15*dS/M
期間3 (2/1~2/5)	水道水	20*dS/M	20dS/M

注1 NaCl, CaCl₂混合溶液、他はNaCl溶液

注2 水耕液含む 水耕液は0.7dS/M

塩水置換条件下では以下の測定を行った。

- (1) 日蒸散量：前日とのポット重量の差。
- (2) 土壌水の水ポテンシャル：ポット表面の湛水及び下部からの排水の EC を EC 計で測定。その平均値から近似式を用いて算出。
- (3) 葉の水ポテンシャル：夜九時以降に上から1~3枚目の葉を、サイクロメータ（SC10A）及びナノボルトメータ（NT-3）で測定。

3 蒸散比

日蒸散量の比較では塩水の影響以外に日射量とポットの個体差の影響がある。日射量と個体差を考慮して、気孔開度を示す次の蒸散比を定義した。

蒸散比 = $\{Tp(n)/Tp'(n)\} / \{Tp(C1)/Tp'(C1)\}$
Tp(n)：塩水置換後の蒸散量 Tp'(n)：塩水置換直前の蒸散量 n:(C1、C2、C3)

4 結果および考察

期間1の蒸散比はC2、0.87~0.76、C3、0.60~0.57、期間2の蒸散比は、0.80~0.42、C3、0.57~0.18となり、期間2終了後のC3は蒸散量が回復せず枯死した。

葉の水ポテンシャルと蒸散比の関係（Fig5）をみると、葉の水ポテンシャルが約-1.0MPaまでは水ポテンシャル低下により蒸散比は大きく低下し傾きが異なっていることがわかる。ただし実験1において葉の水ポテンシャルが

*東京大学大学院農学生命科学研究科（Graduate School of Agricultural and Life Sciences, The University of Tokyo）

キーワード：水ポテンシャル,蒸散,塩ストレス,水稻

-1.0MPa以下であるのは期間2のC3だけであった。期間2のC3が枯死したことから、ある値の水ポテンシャルを下回ると急激に水ポテンシャルが低下し枯死すると考えられる (Fig3)。

土壌水の水ポテンシャルと蒸散比との関係を見ると (Fig4)、土壌水の水ポテンシャルが0~-1.0MPaの間では直線的に蒸散比が1~0.2へと減少している。期間2、C3の、土壌水の水ポテンシャルは-1.0MPaであり、この値の周辺において気孔閉鎖にも関わらず水稲からの水分損失が根の吸水量を上回ると考えられる。

実験1、期間2のC3は枯死し葉の水ポテンシャルは大きく低下した。このため実験2では作物が生育できる塩水条件下での蒸散比と水ポテンシャルの関係を詳細に得ることとした。

期間1の蒸散比は、C2、1.03~0.93、C3、0.92~0.82。C2の蒸散比はほぼ1であり蒸散量に影響はほぼ出ていない (Fig1)。期間2の蒸散比はC2、1.0~0.86、C3、0.70~0.52。期間3の蒸散比は、C2、0.84~0.21、C3、0.93~0.30であった (Fig2)。

期間3ではC2、C3間で傾向は等しくNaCl溶液、NaCl、CaCl₂混合溶液間での違いはあまり無いと考えられる (Fig2)。

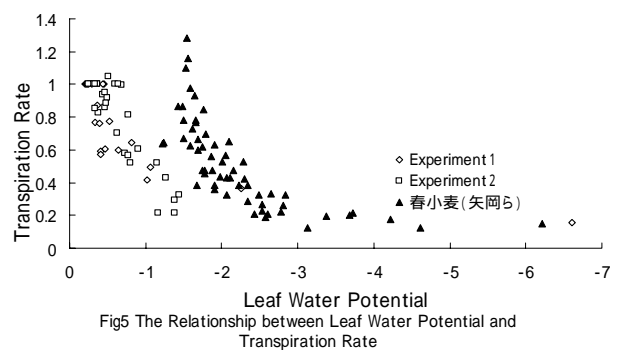
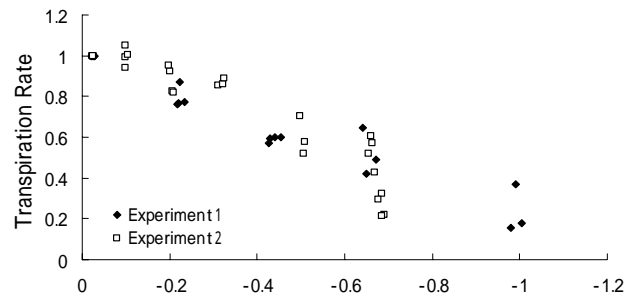
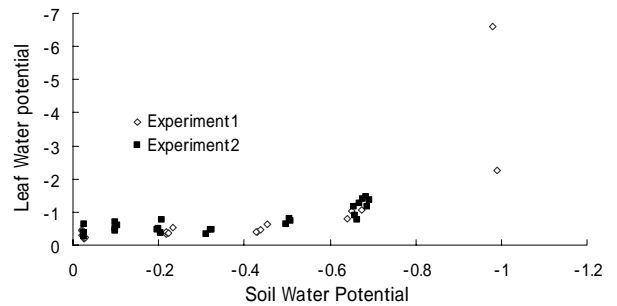
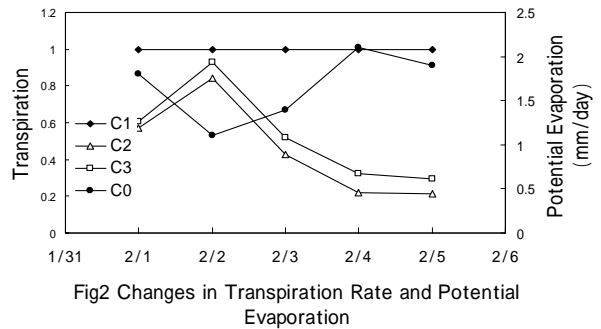
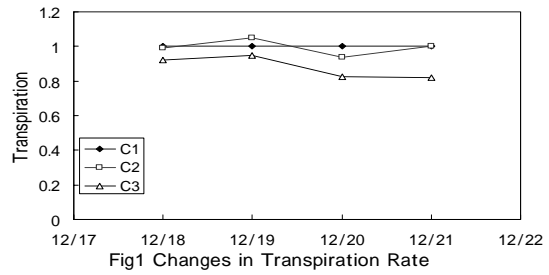
期間3 (2/2)のC2、C3の蒸散比はほぼ1となっている。それ以外の日でのポットからの蒸発量をポット断面積 (500cm²) でわった単位断面積からのポテンシャル蒸発量平均が2.0mmであったのに対し、2/2は1.1mmであった。このことから天候が悪く日射量が低いと蒸散量への影響は低いことがわかる (Fig2)。

葉の水ポテンシャル、土壌水の水ポテンシャルと蒸散比の関係は実験1、実験2共に傾向が等しい (Fig4、Fig5)。春小麦の葉の水ポテンシャルと蒸散比の関係 (矢岡ら 2003) と比較すると (Fig5) 水稲は小麦と比較して高ポテンシャルにおいて蒸散量は低下しており、気孔が閉鎖し始める葉の水ポテンシャルは小麦より高いポテンシャルであることがわかる。これは水稲が湛水状態で生育しているため小麦よりストレスを受けやすいからだと考えられる。

5 結論

本研究において

1. 土壌水の水ポテンシャル及び葉の水ポテンシャルが低下すると蒸散比は低下するが、その低下具合は日射量が大きい程大きくなった。
2. 葉の水ポテンシャルと蒸散量の定量的関係を得た。葉の水ポテンシャルは約-1.0MPaで蒸散比が0.5となった (小麦は-2.0MPa)。



参考文献:塩分集積による小麦の水ポテンシャル低下が蒸散量に与える影響: 矢岡他 (2003) 平成15年度 農林土木学会講演要旨集 pp246~247