

葉温による水ストレスの指標化 トウモロコシの事例 Water stress index based on leaf temperature - A case study on corn -

高橋洋 大東信仁 山田俊雄 矢野友久

Yo Takahashi Nobuhito Ohigashi Toshio Yamada Tomohisa Yano

1. はじめに

作物の水ストレス指標の一つに飽差と葉・気温差の関係を基にした CWSI (Crop Water Stress Index) がある。本研究ではよりの確な作物の水ストレスの指標化を目的に、CWSI を応用して新たな水ストレス指標を提案した。なお、この指標の妥当性は土壤水分の挙動と比較することで検討した。

2. 実験方法

実験は2001年8月1日から9月1日に、鳥取大学乾燥地研究センター内の砂丘砂圃場で行った。供試作物はトウモロコシ(*Zea mays* L.)の極早生品種を用い、播種は6月29日に行った。栽培面積6.25 aの実験区A、Bそれぞれを設定し、水管理以外は同じ処理をした。いずれの実験区も灌漑はスプリンクラーを用いた。実験区Aは間断灌漑であり、作物の葉がしおれ始めた日の午後4時以降に十分な灌漑を施した。実験区Bは8月1日から8月13日までは灌漑水量を少なく制御し、8月15日から9月1日までは水ストレスが作物に生じないように十分な灌漑水量を与えた。測定項目は葉温と蒸散が生じない様にアクリル系透明塗料にて被覆した葉(以下、被覆葉と記す)の葉温、大気温度、湿度、土壤水分である。葉温と被覆葉温は熱電対、湿度は湿度センサ、土壤水分はTDRセンサによって測定した。測定は午前8時から午後4時に行い、作物の水ストレス指標の算定に際しては、日平均のデータを用いた。

3. 結果と考察

作物に水ストレスが生じていない場合、CWSIでは飽差と葉・気温差の間に一次相関が成立することを前提としている。本研究では、圃場含水量からその日の測定終了時の土壤水分量を差し引き、この値を有効水分で除して有効水分抽出率(以下、AWEと記す)を求め、これが50%以下の日は土壤水分に由来する水ストレスが作物に生じていないと仮定した。なお有効水分は圃場含水量から初期しおれ点までとし、有効土層は深さ40cmまでとした。

Fig.1に飽差と葉・気温差の関係を示した。図中の直線はAWEが50%以下の日のデータから求めたが、一次相関の有意性は認められなかった。そこで気温に代えて被覆葉の葉温を用い、さらに作物の水分状態を指標に反映させるため、飽差に代えて葉温での飽和水蒸気圧と大気の水蒸気圧との差(以下、葉温による飽差と記す)を用い、葉温による飽差と葉・被覆葉温差の関係をFig.2に示した。作物に水ストレスが生じていなければ、葉温による飽差と葉・被覆葉温差の間に一次相関が成立すると仮定してAWEが50%以下の日のデータか

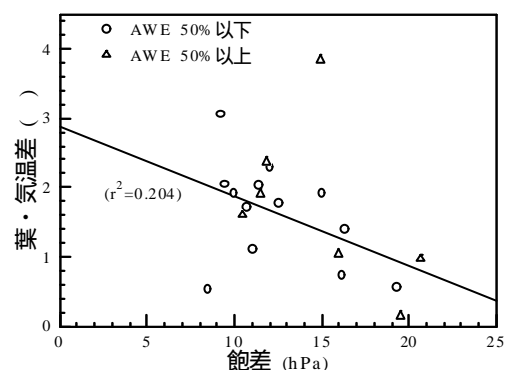


Fig.1 飽差と葉・気温差の関係
Relationship between saturation deficit and leaf and air temperatures difference

鳥取大学乾燥地研究センター (Arid Land Research Center, Tottori University)

キーワード: 水ストレス指標, 葉温, 被覆葉温, 飽差, 土壤水分

ら相関の検定を行った。この結果，両者の一次相関は有意であることが認められたので，回帰直線と回帰式を図中に示した。

Fig.2において，作物の水ストレスが最大となり“葉被覆葉温差”= 0で表される直線を Upper Baseline(以下，UBL と記す)とし，作物に水ストレスが生じていない状態を表す直線を Lower Baseline(以下，LBL と記す)とすれば，例えば8月14日の場合，CWSIに代わって本研究で提案する作物の水ストレス指標(以下，SI と記す)は，式(1)で算定される。

$$SI = \frac{BC}{AC} = 1 - \frac{AB}{AC} \quad (1)$$

ここで AC は UBL と LBL 間の温度差 AB は葉・被覆葉温差，BC は葉・被覆葉温差と LBL 間の温度差(すなわち AC - AB)である。例えば，8月14日においては AC = -6.9，AB = -3.9 であり，よって SI = 0.43 となる。この算定方法を用いて各日の SI を求めた。

Fig.3 に SI と AWE の対応を示したが，両者の挙動はおおむね一致した。このことから SI は土壤水分に由来する作物の水ストレスの状態を反映していると考えられる。しかし Fig.3 において SI が負となった日が認められた。作物に水ストレスが生じていない状態を LBL が正確に表していれば，SI は負の値にはならない。SI が負になった日はいずれも前日に長時間の灌漑を行ったか，多雨の翌日であった。

Fig.4 に実験区 B の葉温による飽差と葉・被覆葉温差の関係を実験区 A のそれと共に示した。LBL から大きく下方に位置するデータが3つ(8月15, 16, 17日)認められたが，これらの日も前日に長時間の灌漑を行った。したがって，LBL をより正確に決定するためには，灌漑直後の日のデータをより多く収集する必要がある，これらのデータ数が充分でないために SI の値が負になったと考えられる。

4. おわりに

本論で提案した作物の水ストレス指標と土壤水分抽出率の挙動はおおむね一致した。今後，作物に水ストレスが生じていない場合の葉温による飽差と葉・被覆葉温差の関係を正確に把握すれば，この水ストレス指標は灌漑時期の判定に際して，新たな判断材料を提供できると思われる。

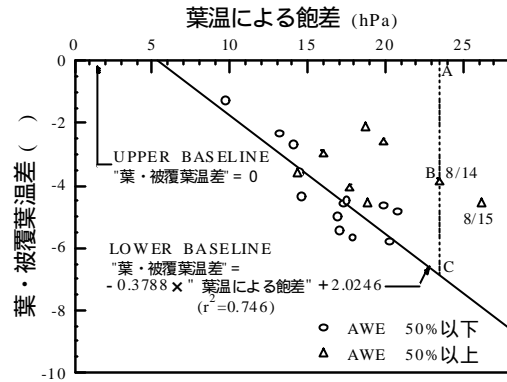


Fig.2 葉温による飽差と葉・被覆葉温差の関係
Relationship between saturation deficit based on leaf temperature and leaf and coated leaf temperatures difference

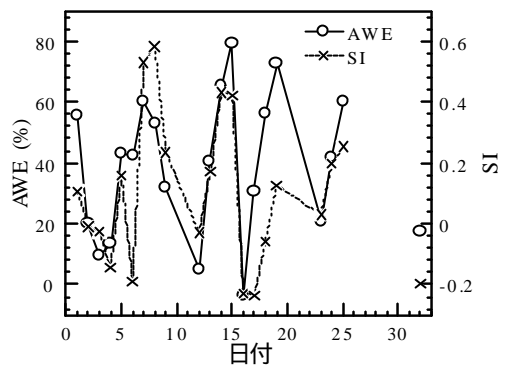


Fig.3 供試作物の水ストレス指標(SI)と有効水分抽出率(AWE)
SI and AWE for corn

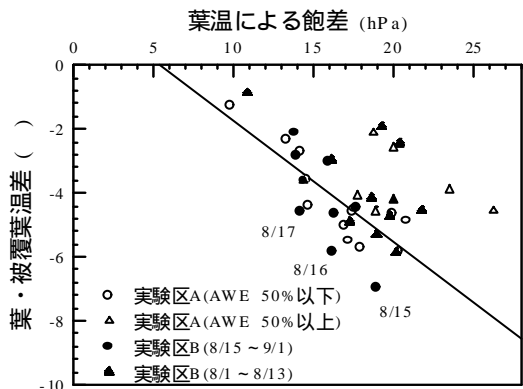


Fig.4 実験区 A と実験区 B における葉温における飽差と葉・被覆葉温差の関係の比較
Relationship between saturation deficit based on leaf temperature and leaf and coated leaf temperatures difference in experimental plots A and B