

高温がイネに及ぼす影響と 高品質米生産のための技術対策

秋田県立大学 生物資源科学部

教授 金田 吉 弘

1. はじめに

冷害の克服が大きな課題であった東北地方でも、1990年以降になると夏が異常高温になる年が増え、イネの品質低下が問題になってきた。そのため、これまでの冷害に加えて高温に対する新たな対応が必要となっている。ここでは、高温下におけるイネ生育の特徴や品質低下を軽減するための対策を紹介する。

2. 高温に対するイネの反応

登熟期の高温がイネにおよぼす影響を検討するために、出穂期から成熟期にかけて高温(平均気温26.2℃)と常温(平均気温23.2℃)に設定した屋外型人工気象室でイネを栽培した。

高温区の気孔コンダクタンスは常温区に比べて低く経過する傾向が見られた(図1)。気孔コンダクタンスは葉の蒸散量の指標であり、高温区

の葉は蒸散が抑制されていることを示している。

また、図2には、気孔コンダクタンスを測定した葉身の葉温を測定した結果を示した。高温区の葉温は、常温区に比べて高く推移している。

この結果から、高温下におけるイネの葉身は気

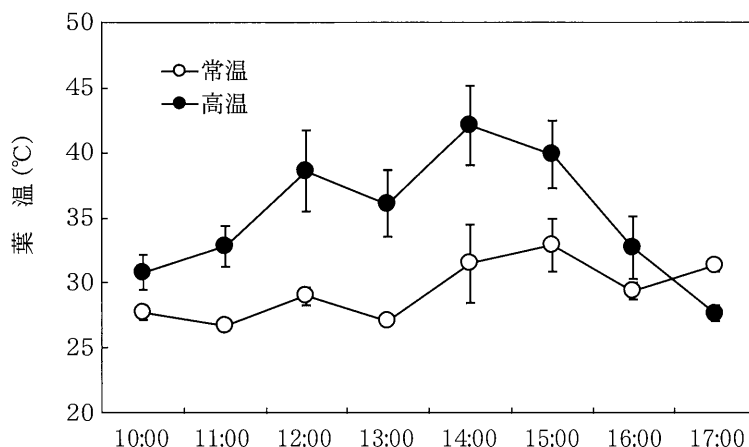


図2. 温度条件が葉温の日変化に及ぼす影響 (2009年, 金田ら)

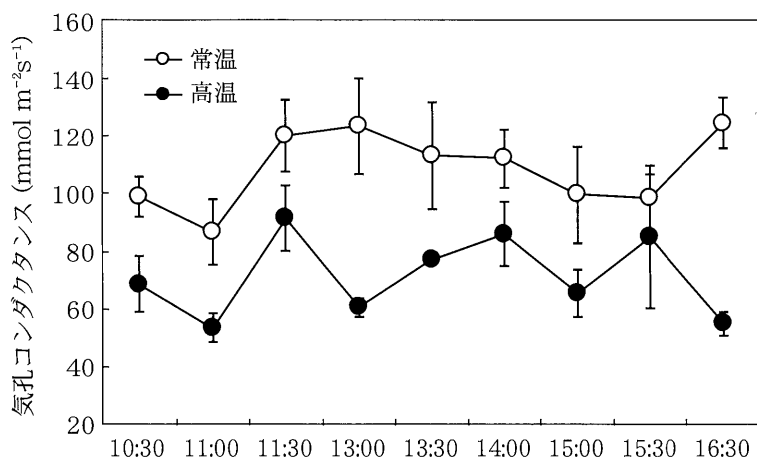


図1. 温度条件が葉身の気孔コンダクタンスの日変化に及ぼす影響 (2009年, 金田ら)

孔開度が低下し蒸散量が減少するとともに、気化熱の放出が抑制されて葉温が上昇するものと推察された(図3)。

気孔は二酸化炭素を取り入れる器官の一部でもあることから、高温下では二酸化炭素の取り込み量が減少すると考えられる。加えて、葉温の上昇や蒸散量低下にともなう水分吸収抑制などにより高温下では光合成能が低下することが予測される。

登熟の初期から中期にかけての高温により葉身の光合成能が低下するとともに、籾への糖の転流量が減少

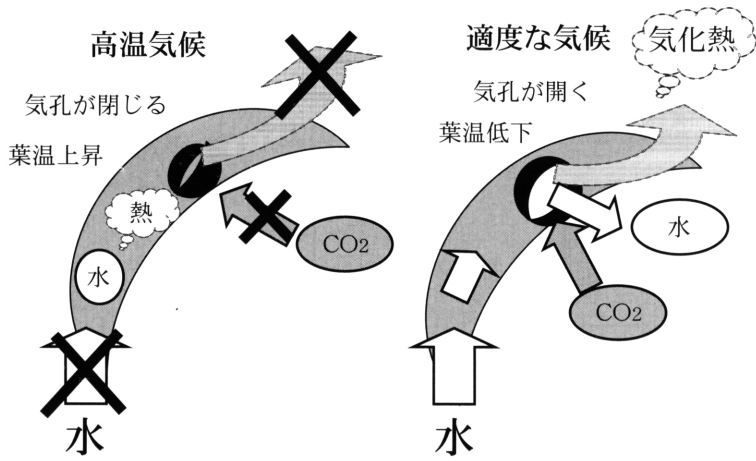


図3. 高温下のイネ葉身に起こること

すると玄米中心部でのデンプン蓄積が不完全になることが知られている。デンプン蓄積が不完全な玄米中心部は、デンプン粒とデンプン粒の間に空気のすき間が多くなり、光線の乱反射により白色状に見える。その後、登熟後期にデンプンの転流・蓄積が回復すると周辺部は透明化し、中心部が乳白色になるのが乳白米であり、外観品質低下の要因となる。

このことから、高温下において高品質米を確保するためには、養水分吸収を持続させ登熟期の光合成能を高くすることが重要であり、根の活

性を生育後半まで高く維持できるような土壌環境を作ることが求められる。

3. 高温に強いイネの窒素吸収パターン

図4は、土壌タイプ別の白粒米発生率を示したものである。白粒米発生率は、粘土含量が多く生育後半まで窒素供給が持続しやすい強グライ土やグライ土に比べて砂壤土や灰色低地土など肥力が小さく生育後半に窒素栄養が凋落しやすい土壌タイ

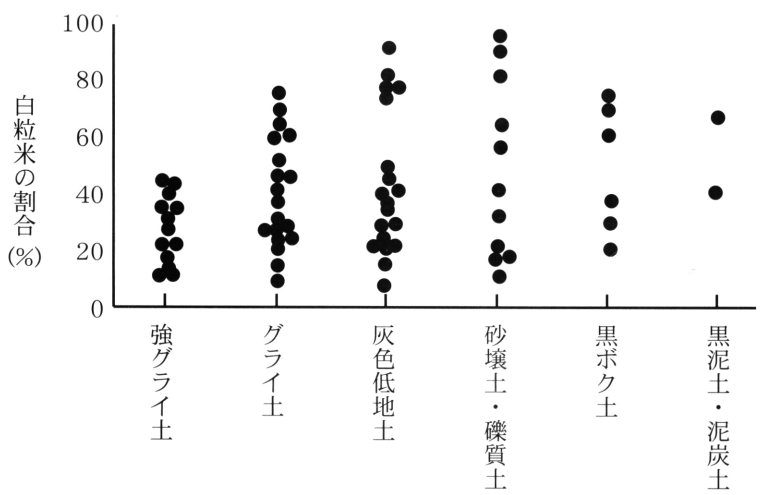


図4. 土壌タイプと白粒米の発生率 (1994年, ササニシキ; 児玉ら)

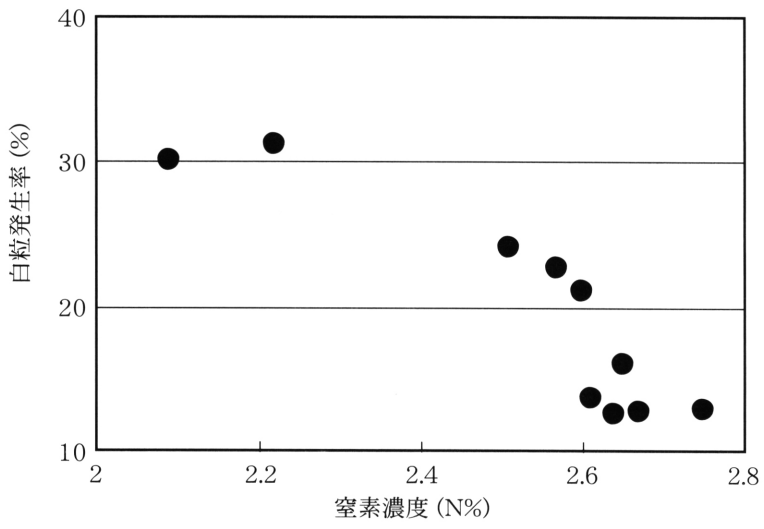


図5. 穂揃期の上位3葉身の窒素濃度と白粒米発生率の関係 (2000年, 金田ら)

プにおいて高まる傾向が見られる。

また、図5に示すように、白粒米の発生率は、葉身窒素濃度が増加するに伴い減少している。

図6には、白粒米の発生率が異なる圃場におけるイネの窒素吸収パターンを示した。白粒米発生率が低いイネは、発生率が高いイネに比べて生育後半の窒素吸収割合が多いことがわかる。これは、白粒米の発生を防ぐには、生育後半の窒素栄養を適正に維持することが重要であることを示している。

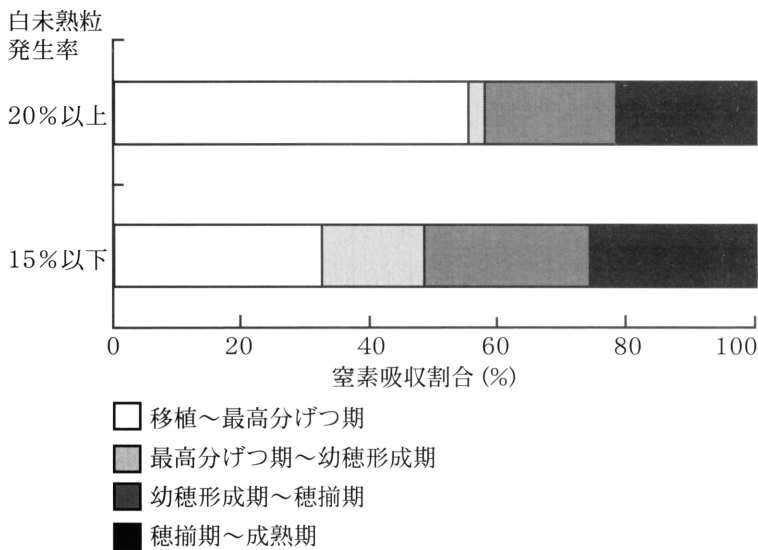


図6. 白粒米発生率別の窒素吸収割合 (1999年, あきたこまち; 金田ら)

4. 高温下での優良事例

図7は、2010年に秋田県イネ作高温対策プロジェクトチームが県内JAに対して行ったアンケート調査から高温気候年において品質が良かった栽培管理の事例をまとめたものである。これを見ると、水管理の他生育後半の窒素栄養条件を良好にするための追肥や肥効調節型肥料の選択があげられている。

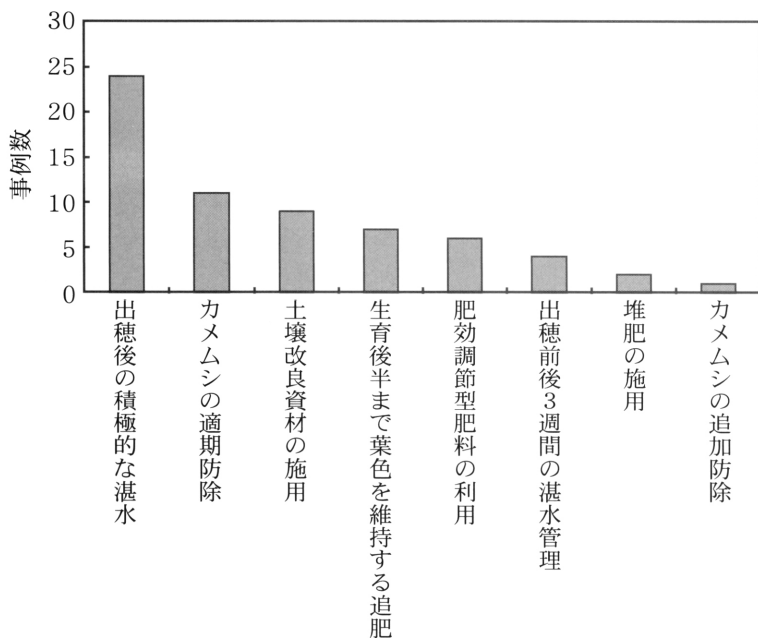


図7. 高温年において品質が良かった事例 (2010年, 秋田県高温対策プロジェクトチーム)

また、2010年県中央部沿岸部においてあきたこまち収量660kg/10a, 全量1等米を確保した優良事例として以下の内容が報告されている。ポイントとなる管理技術としては、①35日育苗の中苗を沿岸部としてはやや遅い時期(5月21日)に田植えをしたこと、②「苗箱まかせ」による育苗箱全量施肥で出穂後の葉色を維持したこと、③溝切りはやや早め(7月1日)、中干しをやや強めに実施し、強グライ土(粘質土)でも出穂後約30日間は間断かん水し落水を遅らせたことである。さらに、普及可能な技術ポイントとしては、①沿岸部でも早植え(5月15日以前)し

なければ、極端な生育ステージの前進は見られず、収量・品質に好影響を与えること、②「苗箱まかせ」による育苗箱全量施肥で、出穂期以降の葉色を維持できること、③出穂前の水管理(中干し・溝切り)を徹底することにより、グライ土でも落水時期を遅らせることが紹介されている。

近年、低タンパク米生産の指導が強化されたことから、生育後半の窒素栄養が軽視されがちになる例が多く見られる。一方、高齢化と圃場の大区画化が進む生産現場では、かつてのようにきめ細かな追肥を実施できる状況にはない場合が多い。そのため、これまで以上に省力と生育後半の持続的窒素供給を実現できる肥効調節型肥料への期待は大きい。

5. 根の活力を持続する土壌環境

高温下においては根活性が低下しやすいことから、イネに対する適正な養分供給の他、根域の拡大に視点を置いた土づくりが重要である。根域が拡大し、根活性が生育後半まで高く持続できる土壌条件として、酸素が多く存在する環境があげられる。酸素は、根の呼吸作用に必要であり、茎葉を通じて空中から供給さ

れる。しかし、それだけでは不十分であり、土壌からの供給が重要になる。そのような土壌環境を作る方策の一つに耕起方法の工夫がある。

粘土が少なく粗粒質の土壌では、透水性が良く比較的酸素が供給されやすいことから根域確保を優先する必要がある。作土深15cmを目標とした耕起が必要になる。一方、粘土が多い圃場は透水性が低く酸素の供給が少ないことから、過剰な代かきによる土壌還元の進行を避けることが重要である。例えば、粘土が多い土壌において作土(15cm)を水田プラウで反転し、作土の上層(5cm)のみを碎土した後、代かきをせずに移植したA圃場と慣行の耕起、代かきを行ったB圃場でイネの生育を比較してみた(図8)。

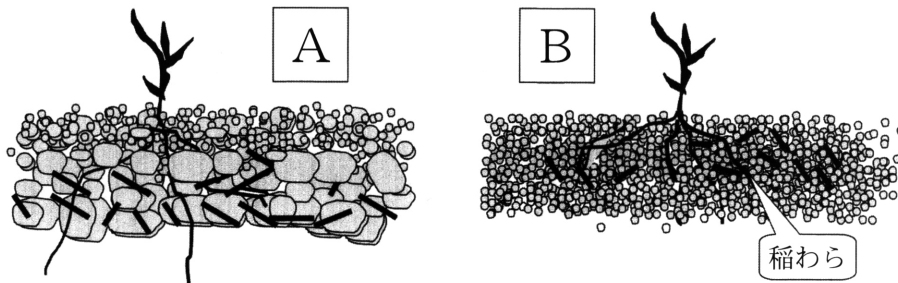


図8. 碎土後の土壌状態の違い

A圃場は作土下部に大きな土塊が存在し、深さ5cm程度の上部だけが細かに碎土されている。一方、B圃場は代かきにより作土全体が泥状である。土壌の酸化還元電位を調べてみると、A圃場はB圃場に比べて酸化的に推移しており、土壌中に酸素が多く含まれていた。

A圃場における根の分布を見るとB圃場に比べて下層まで多く分布し、根活性も高かった。また、登熟期の高温条件下における品質を調査すると、乳白粒の発生率はA圃場がB圃場に比べて低かった(図9)。

このことは、根活性が高く維持されている圃場では、高温下でも品質低下が軽減されることを示している。以上は、粘土の多い土壌の事例である

が、土壌タイプに対応しながら耕起方法や代かき方法を工夫することによって根活性を高く維持できる土壌環境を作ることは可能である。

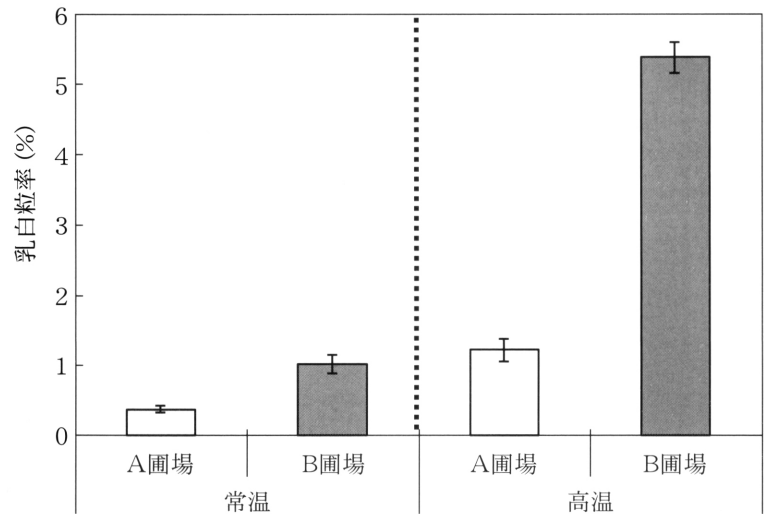


図9. 気温条件と玄米の外観品質 (2010年, 金田ら)

6. 基本技術を確認する

これまで、高温条件下における高品質米生産における生育後半の稲体窒素栄養の重要性や根圏環境について述べてきたが、やはり最も大切なことは基本技術を総合的に見直し、それを徹底することである。

主な基本技術としては、

- ①播種量に応じた育苗日数の確保や無理な早植えを避けるなどによる適正な作期の維持
- ②根圏環境を重視した耕起方法や排水性向上対策
- ③生育量に応じた中干し、出穂後の水分供給などの水管理
- ④生育後半の窒素栄養維持のための肥効調節型肥料の活用などの施肥管理などがあげられる。

これらの基本技術の優先順位は各地域や土壌タイプによって異なると考えられる。そのため、各地域において、基本技術に関するチェックリストを作成しながら高温条件下における高品質米生産のための安定栽培技術を構築していくことが期待される。