

水稻の高温登熟障害発生予測と早期警戒システム
Prediction of high temperature damage to rice grain ripening and poor weather early
warning system

脇山恭行
WAKIYAMA Yasuyuki

1. はじめに

2010年の夏期は全国的に異常な暑さを記録し、それに伴い一等米比率が大幅に減少した。最近、水稻の登熟期の気温が高温で推移するために、玄米の一部が白濁化する白未熟粒が多発し、外観品質が低下する高温登熟障害が各地で問題となっている。白未熟粒の多発は、検査等級の低下の原因となり農家収入の減少をもたらすばかりでなく、食味が低下することや、搗精時に砕けやすくなる等、加工時に問題が生じやすくなることが指摘されている。この高温登熟障害の問題に対応するために、発生原因の解明、対策技術の開発など様々な取り組みがなされている。

2. 白未熟粒の発生原因

白未熟粒の発生は、主に登熟期の生理的障害すなわち高温による転流やデンプン合成の阻害によるものと考えられている。このほか、日射不足、籾数過多により籾あたり乾物生産量が不足するため、登熟期に葉身中の窒素含量が減少し光合成速度が低下するため、同じく登熟期の窒素栄養不足による稲体の機能が低下するため、また登熟期の高温が呼吸速度の増加をもたらし同化産物を消費させるためと考えられている。このように、白未熟粒の発生には気温や日射の気象条件の他、籾数過多、稲体中の窒素などの稲体の状態が関わっていることが明らかになっている。

3. 早期警戒システム

気象庁は数週間先の気温を予測し、異常天候早期警戒情報を発表している。この予測された気象データを用いて、白未熟粒の発生状況を予測して早期警戒を発令し、それに続く対策を講じることで、高温登熟障害を防止することができないか考えた。そこで、まずどのような気象条件、稲体の状態で白未熟粒が発生するのか予測するために、白未熟粒の発生予測モデルの構築を試みた¹⁾。

4. 早期警戒のための白未熟粒発生予測モデル

白未熟粒は、白濁の位置によって乳白粒、心白粒、基白粒、背白粒等に分類される。最近の研究で白未熟粒は発生原因によって2つのタイプに分けられることがわかってきた。1つは、登熟期の高温の影響が大きい基白粒や背白粒タイプ、もう1つは日射量、籾数、光合成速度と関わる葉身中の窒素含量等、登熟期の乾物生産に関わる乳白粒、心白粒タイプである。これらの知見から発生予測モデルの構築は、タイプごとに行うことにした。基白粒、背白粒タイプについては、発生には登熟期の気温の影響が大きいとされていることから、出穂から20日間の平均気温と基白粒発生率との関係をみたところ決定係数は0.72と高く、登熟期の気温と基白粒の発生率との関係式を用いて発生を予測することが可能だと考えられた(図1)。次に、乳白粒、心白粒タイプは、上にも記したとおり日射量、籾数、葉身中の窒素含量等が関わっていることから、下記の登熟期の籾あたり乾物生産量評価式

を用いて乳白粒、心白粒の発生予測ができないかと考えた。

$$DMG=SR \times \alpha \times RUE / Gr$$

ここで、DMGは登熟期の籾あたり乾物生産量(g/粒)、SRは登熟期の日射量(MJ/m²)、 α は出穂期のLAIから推定した群落の日射吸収率、RUEは登熟期の日射転換効率(g/MJ)、Grはm²あたり籾数である。計算で得られた籾あたり乾物生産量と乳白粒、心白粒発生率との関係を見ると決定係数は0.65と高い値が得られた(図2)。この結果から、両者の関係式を用いることによって、乳白粒、心白粒の発生状況が説明できるものと考えられた。これらのタイプごとの関係式(予測モデル)から白未熟粒の発生状況を予測し、早期警戒を発令することができるものと考えられる。

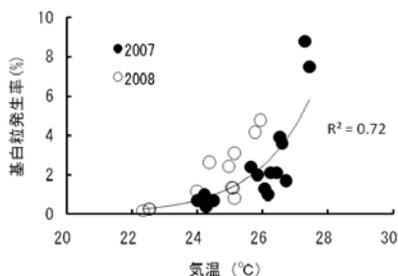


図1 出穂から20日間の平均気温と基白粒発生率の関係

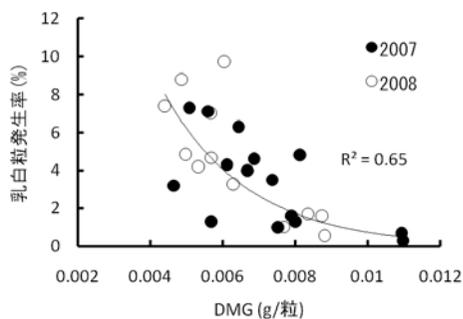


図2 登熟期の籾あたり乾物生産量(DMG)と乳白粒発生率の関係

5. 早期警戒システムに連動する対策技術

既存の高温登熟障害の対策には、灌漑水のかけ流しによる稲体熱環境の緩和、登熟期の高温を避けるために移植時期を遅らせる、葉身中の窒素含量を保つための追肥の実施、十分な籾あたり乾物生産量を確保するための適正籾数の設定、登熟期の早期落水防止等が上げられる。これらの対策技術は、早期警戒情報を受けてから実施するものと栽培計画を立てる段階から実施できるものに分けられる。早期警戒的な対策技術としては、警戒情報が発令された時点で、必要に応じた追肥やかけ流しの実施、その後の早期落水防止の徹底などが上げられる。栽培計画を立てる段階から取り組む技術としては、出穂適期、適正籾数の設定が上げられ、これらは白未熟粒発生予測モデルを用いて定量的な設定ができるものと考えられる。今後の研究としては、肥培管理では発生には稲体中の窒素状態や窒素吸収量と関係の深い籾数の影響が大きいとされていることから、早期警戒とリンクさせた土壌中や稲体中の窒素動態に関するモデルの高度化、そして窒素動態モデルに基づいた施肥技術の高度化が重要と考えられる。また、稲体中の非構造性炭水化物は、白未熟粒発生抑制に重要な役割を果たすことが報告されており²⁾、非構造性炭水化物の動態に関する知見の積み重ねや新たな技術開発につながる発生メカニズムの解明も必要であると考えられる。

6. 参考文献

- 1) 脇山恭行・大原源二・丸山篤志, 2010: 水稻白未熟粒発生予測モデル構築のための登熟期の気象条件および生育状態と白未熟粒発生状況の解析. 農業気象, 66, 255-267.
- 2) 森田 敏, 2011: 米の外観品質・食味研究の最前線〔7〕—水稻高温登熟障害の回避に向けた研究—(近年の発生状況を踏まえた研究の方向性). 農業および園芸, 86(3), 391-399.