

水稻の高温登熟障害の発生要因と対策

1. はじめに

近年、水稻において登熟期の高温による玄米外観品質の低下、いわゆる高温登熟障害が西日本を中心に多発している。主な症状は玄米の白濁化、粒張りの低下、胴割れ粒の発生による整粒歩合の低下および玄米1粒重の低下で、これらに起因する検査等級の低下が問題となっている。

高温登熟障害の要因としては、1990年前後から従来の記録を超える異常高温が頻発していることに加えて、「キヌヒカリ」等の早生品種の普及や、移植期の前進化に伴い出穂期が一層早くなったことによる登熟期の気温の上昇があげられる。

本県では近年10年間、1等米比率は概ね35%前後で推移していたが、主要品種の「キヌヒカリ」については2013年産米が5.9%と著しく低下したことで顕在化した。

ここでは、白未熟粒の発生要因と対策について研究の現状をまとめた。

2. 白未熟粒の発生メカニズム

白未熟粒（図1、乳白粒、背白粒、基部未熟粒の総称として以下、白未熟粒とする）が白く濁って見えるのは胚乳内のデンプン粒間にできた空隙で光が乱反射するためである。胚乳内のデンプン蓄積は、胚乳全体にわたって同時に進むのではなく、胚乳の中心部から周辺部、背部、

基部へと進むことから、白未熟粒の白濁部位の違いは、デンプン蓄積が不良となった時期の違いと考えられる。すなわち、胚乳中心部が白濁する「乳白粒」は登熟初中期に、「背白粒」及び「基部未熟粒」は登熟後期にデンプンの蓄積不良があったと推定されている。

登熟期の高温と白未熟粒の関係については多くの研究が行われてきた。白未熟粒の発生は出穂後20日間の日平均気温が26～27℃を超えると増加するとみられる。

高温による胚乳のデンプン蓄積が不良となる要因は、主にシンク（光合成産物を受け入れる器官（玄米））におけるデンプン合成能力や糖の輸送能力の低下と、ソース（光合成を行う器官（茎葉））での同化産物供給能力の低下に分けて考えられ、高温はソース能力とシンク能力の双方に影響を及ぼす。

高温以外の要因として、「乳白粒」は籾数過剰、あるいは低日照条件などデンプン合成基質に対する競合が激しい場合に増加することから、登熟初中期のデンプン合成基質の供給不足が関係している。また、「背白粒」、「基部未熟粒」は籾数の影響は受けにくく、穂肥の増加により減少することから、登熟後期にデンプン合成に関連する酵素の活性の低下や、デンプン合成基質の輸送組織の老化が関係していると想定される。

3. 対策

2010年産米の全国的な品質低下を受けて農林水産省は「高温適応技術レポート」をまとめた。このなかに、全国の普及センターに対して行った高温適応技術の実施状況に関するアンケート調査が示されている。主な技術として、①品種の転換、②肥培管理の徹底、③水管理の徹底、④遅植え（直播含む）、⑤土づくり等があげられている。九州地域では①と④の実施率が高く白未熟粒の発生の抑制に「効果が高い」、「ある程度の効果」があったとしている。一方、近畿地域は九州地域と比べて①と④の実施率がやや低いことが課題である。

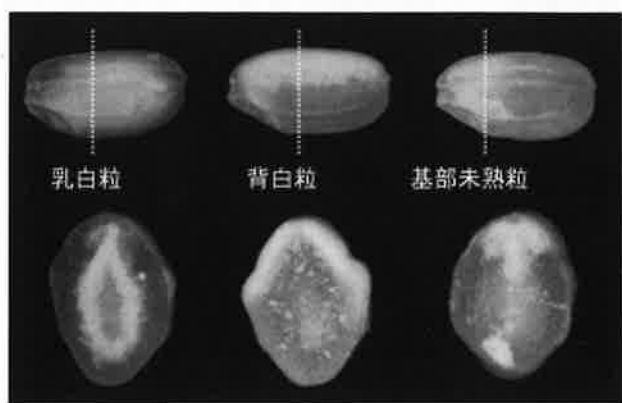


図1 白未熟粒

出所：九州沖縄農業研究センター

「温暖化による米の品質低下の実態と対応について」

九州沖縄農業研究センターでは「高温登熟障害を軽減する技術の考え方による分類」を以下のとおりまとめている。水稻の高温登熟障害の軽減技術には1) 高温回避と、2) 高温耐性強化がある。

高温回避では1) 遅植え、2) 直播栽培、3) 晩生品種の利用により出穂期を遅らせることが効果的であり、この方法は予防的技術といえる。また、夜間入水やかけ流し灌漑も高温回避技術で、これは高温になってから発動する対処療法的な技術といえる。

高温耐性強化では、耐性品種の導入が効果的で予防的技術となる。施肥技術では1) 籾数過剰で発生する乳白粒の抑制に向けて1回目の穂肥を控える。2) 登熟後期の窒素不足により発生する背白米や基部未熟粒の抑制に向けて、2

回目の穂肥を施用するなど、土壌、生育診断に基づいた施肥が考えられる(図2)。

4. 耐性品種への転換

高温登熟障害が頻発することを受けて開発された、高温登熟耐性品種は農産物検査結果で概ね良好な結果であった(表1)。特に、九州地域において「にこまる」等、ヒノヒカリ熟期の品種で品質に顕著な向上がみられる。一方、コシヒカリ熟期の品種に関しては北陸や関東の一部で耐性品種への転換が少しずつ進みつつあるものの、西日本地域においてはほとんど進んでいないのが現状であり、市場評価の高い高温登熟耐性品種の育成・選定が急務である。

5. 本県での取り組み

2009年に県奨励品種に採用された「日本晴」熟期の「きぬむすめ」は県中・北部地域で普及を図られている。2013年産米の1等米比率は62.9%で他の品種と比べて高く、地域によっては80%近い値を示したことから「きぬむすめ」への転換は有効といえる。しかし、「きぬむすめ」は必ずしも高温登熟耐性に優れるわけでない。そのため、極端な早植えを避け、適正な肥培管理等を行い品種特性が発揮する栽培に努める必要がある。

2011年から近畿中国四国地域15府県の研究機関が行った高温耐性品種選定連絡試験でヒノヒカリ熟期の耐性品種として成績のよかった「にこまる」を本県でも有望視している。

また、2013年からキヌヒカリ熟期の高温耐性品種として「越南243号」他2品種について検討を始めている。

2014年からは現地試験で適応性を調べ、本県に適した高温耐性品種の導入により県内産水稻の品質向上に努めていきたい。

(栽培部 川村和史)

表1 高温登熟耐性が期待される主な品種(2013年産米1等米比率)

| 品種 | 産地 | 1等米比率 (%) | 対照品種 | 対照品種の1等米比率 (%) |
|--------|-----|-----------|-------|----------------|
| つや姫 | 山形県 | 98.2 | コシヒカリ | 93.8 |
| こしいぶき | 新潟県 | 86.6 | コシヒカリ | 73.9 |
| てんたかく | 富山県 | 86.4 | コシヒカリ | 68.9 |
| ゆめみづほ | 石川県 | 90.5 | コシヒカリ | 80.0 |
| あささかり | 福井県 | 76.8 | コシヒカリ | 80.4 |
| ふさおとめ | 千葉県 | 95.7 | コシヒカリ | 92.7 |
| みずかがみ | 滋賀県 | 87.9 | コシヒカリ | 57.9 |
| にこまる | 長崎県 | 77.7 | ヒノヒカリ | 11.5 |
| 元気つくし | 福岡県 | 86.6 | ヒノヒカリ | 38.6 |
| さがびより | 佐賀県 | 68.8 | ヒノヒカリ | 12.9 |
| くまさんの力 | 熊本県 | 81.2 | ヒノヒカリ | 43.4 |

注) 農林水省公表データ(2014年3月31日現在)

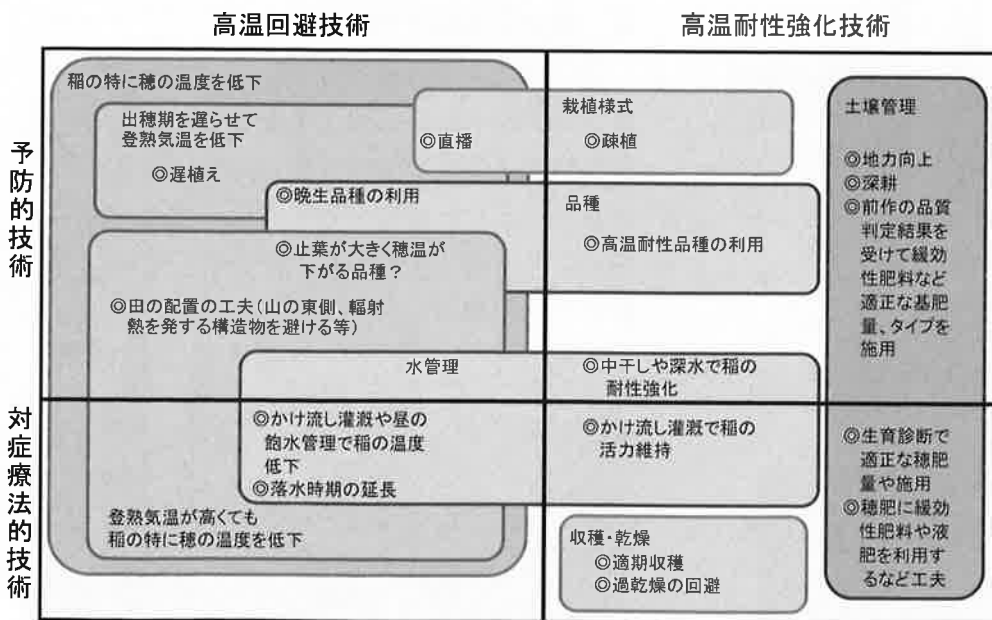


図2 高温登熟障害を軽減する技術の考え方による分類

出所:九州沖縄農業研究センター「温暖化による米の品質低下の実態と対応について」