

## 試験研究成果普及情報

部門	稲	対象	普及
課題名：水稲における高温登熟障害の発生条件と軽減対策			
<p>[要約]「コシヒカリ」及び「ふさこがね」は、出穂期後 20 日間の平均気温が高く、出穂期の葉色が淡いほど高温登熟障害により基部未熟粒等の白未熟粒が増加する。出穂期の葉色（SPAD 値）を「コシヒカリ」で 34.4 以上、「ふさこがね」で 36.5 以上とすることで、高温登熟障害を軽減できる。これら葉色の目標値は、標準技術に基づき管理を行うことで達成できる。緊急的な対策として、高温登熟障害の発生が予測され、かつ、出穂期の葉色が目標値より低下すると予測される場合は、出穂期前 7～5 日に速効性肥料で窒素を追肥（但し、窒素 1 kg/10a まで）することで高温登熟障害が軽減できる。</p>			
キーワード 水稲、高温登熟障害、玄米外観品質低下、白未熟粒、葉色			
実施機関名	主 査 農林総合研究センター 水稲・畑地園芸研究所 水稲温暖化対策研究室		
	協力機関 (研) 農研機構農業環境変動研究センター		
実施期間	2014 年度～2018 年度		

### [目的及び背景]

水稲栽培において、近年、登熟期間中の高温により玄米が白濁する高温登熟障害が頻発しており、玄米の外観品質が低下している。千葉県は早期栽培地帯であることから出穂期が7月中下旬となり、登熟期間が1年の中で最も暑い時期と重なるため、高温登熟障害が発生する危険性が高い。そこで、千葉県の主要3品種である「ふさおとめ」、「ふさこがね」、「コシヒカリ」において登熟期間中の気温が玄米外観品質に及ぼす影響を明らかにし、高温登熟障害を軽減するための対策技術を確立する。

### [成果内容]

- 1 出穂期後 20 日間の日平均気温が 25.0～28.6℃の範囲では、「コシヒカリ」及び「ふさこがね」は平均気温が高くなるほど基部未熟・背白・腹白粒の発生割合が増加する（図1）。一方、「ふさおとめ」は、基部未熟・背白・腹白粒の発生割合が 1.9～8.6%と低く、「コシヒカリ」及び「ふさこがね」と比べ高温登熟障害の耐性に優れる。
- 2 基部未熟・背白・腹白粒の発生割合が高くなるほど、目視評価による整粒割合が低い（図2）。安定的な一等米生産のための整粒割合の目標値を 80%と設定すると、両品種とも基部未熟・背白・腹白粒の発生割合を概ね 13%以下とすることで、この目標が達成できる。
- 3 「コシヒカリ」、「ふさこがね」では、出穂期後 14 日間の日最低気温の平均値が高いほど、基部未熟・背白・腹白粒の発生割合が増加する（図3）。「コシヒカリ」、「ふさこがね」について基部未熟・背白・腹白粒の発生割合が 13%以下となる出穂期後 14 日

間の最低気温の平均値は、それぞれ 25.0℃未満、25.4℃未満である。作成した出穂期の予測モデル（二乗平均平方根誤差は「ふさおとめ」、「ふさこがね」、「コシヒカリ」でそれぞれ 2.36 日、2.84 日、2.79 日）（式 1、表 1）と 26 日先まで気象予測が可能なメッシュ農業気象データ（（研）農研機構農業環境変動研究センター）等を用いて出穂期後 14 日間の最低気温を予測することにより、出穂期前 12 日から高温登熟障害の発生を予測することができる。

4 出穂期後 14 日間の日最低気温の平均値が「コシヒカリ」で 25.0℃以上、「ふさこがね」で 25.4℃以上の条件では、出穂期の葉色が濃いほど基部未熟・背白・腹白粒の発生割合が低下する（図 4）。このことから、高温登熟障害を軽減するためには、出穂期以降の葉色を落とさない管理をすることが有効である。なお、基部未熟・背白・腹白粒の発生割合を 13%以下とするための出穂期における葉色（SPAD 値）の目標値は、出穂期の葉色と基部未熟・背白・腹白粒の発生割合との回帰直線から逆算すると「コシヒカリ」で 34.4 以上、「ふさこがね」で 36.5 以上となる（図 4）。これら目標値は、標準技術に基づき管理（幼穂形成期の生育量を品種ごとの適正範囲内に納め、追肥窒素を施用する等）を行うことで達成できる。

5 高温登熟障害の発生が予測され、かつ、出穂期の葉色が目標値より低下すると予測される場合は、緊急的な対策として出穂期前 7～5 日に速効性肥料で窒素を追肥することで高温登熟障害が軽減できる。ただし、食味の低下が懸念されるため、追肥窒素量は 1 kg/10a までとする（図 5）。

なお、出穂期の葉色が目標値より低下すると予測される出穂期前 7～5 日の葉色は「コシヒカリ」で 35.7 以下、「ふさこがね」で 38.2 以下である。また、その際に出穂期の葉色を目標値以上にするために必要な窒素施用量（kg/10a）は「コシヒカリ」で  $(35.7 - \text{葉色値}) / 2.07$ 、「ふさこがね」で  $(38.2 - \text{葉色値}) / 2.8$  で計算できる（図 6）。

#### [留意事項]

- 1 基部未熟粒は胚芽付近のみが白濁した玄米、背白粒は胚芽の反対側の長辺付近のみが白濁した玄米、腹白粒は胚芽側の長辺付近のみが白濁した玄米で、いずれも未熟粒の一種。この他にも粒全体が白濁した乳白粒等、高温登熟障害以外の要因でも発生する未熟粒もあり、これら未熟粒の発生により整粒が 70%未満となると 1 等とにならない。
- 2 籾数過剰等により乳白粒が多発することから、本技術の適用条件として、標準的な技術管理を行い、幼穂形成期の生育量や穂数・籾数等を各品種の適正範囲内に納める必要がある。
- 3 本技術は、出穂期後 20 日間の平均気温が約 28.5℃（出穂後 14 日間の最低気温の平均値が 27℃）以下で適用可能である。
- 4 基部未熟・背白・腹白粒の発生割合は穀粒判別機（RGQI20A、サタケ）にて調査した値であり、目視による値とは異なる。

5 本技術は窒素肥沃度が当県の中では比較的高い壤質土の水田圃場での結果を基にしているため、窒素肥沃度が比較的低い圃場では、障害を軽減するための追肥の窒素施用量はやや多くなる可能性がある。ただし、いずれの圃場においても食味の低下が懸念されるため追肥窒素量の上限は1 kg/10a とする必要がある。

[普及対象地域] 県内全域

[行政上の措置]

[普及状況]

[成果の概要]

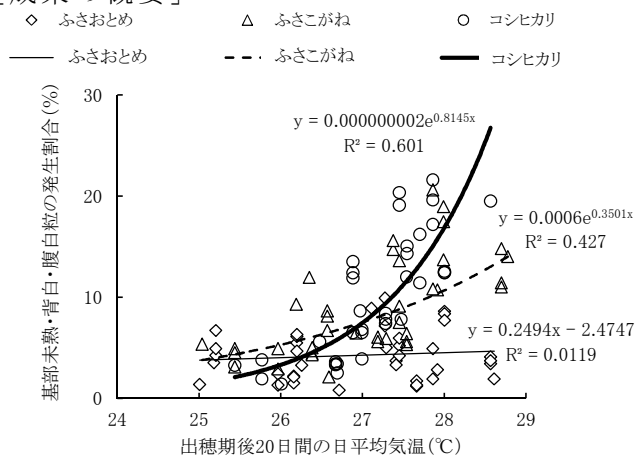


図1 出穂期後20日間の日平均気温と基部未熟・背白・腹白粒の発生割合との関係 (平成26~30年)

注) 基部未熟・背白・腹白粒の発生割合は穀粒判別機RGQ120A(サタケ社製)で測定

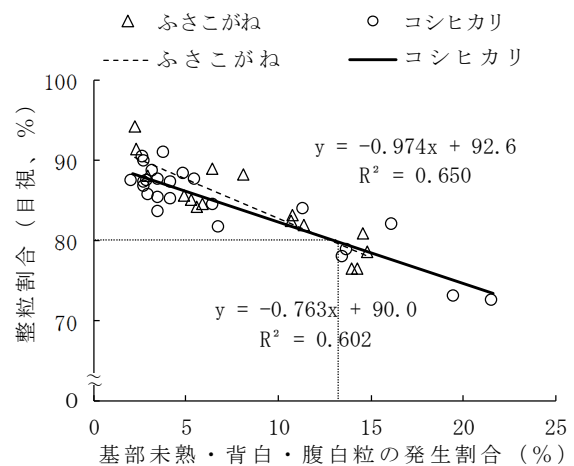


図2 基部未熟・背白・腹白粒の発生割合と整粒割合との関係(平成29~30年)

注1) 基部未熟・背白・腹白粒の発生割合は穀粒判別機RGQ120A(サタケ社製)で測定  
 2) 整粒割合は穀粒判別機RN500(ケット社製)を用い粗選別した後に、目視で整粒割合を調査  
 3) いずれも収数35千粒/m<sup>2</sup>以下、倒伏程度4未満の試験区のデータ

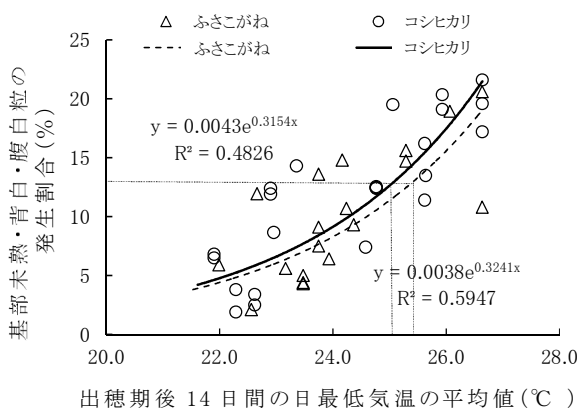


図3 出穂期後14日間の日最低気温の平均値と基部未熟・背白・腹白粒の発生割合との関係(平成26~30年)

注1) 基部未熟・背白・腹白粒の発生割合は穀粒判別機RGQ120A(サタケ社製)で測定  
 2) 「ふさこがね」では出穂期の葉色38未満、「コシヒカリ」では出穂期の葉色36未満のデータ

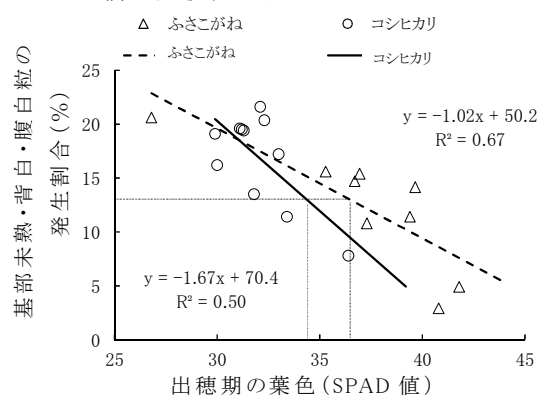


図4 高温条件における出穂期の葉色と基部未熟・背白・腹白粒の発生割合との関係(平成26~30年)

注1) 基部未熟・背白・腹白粒の発生割合は穀粒判別機RGQ120A(サタケ社製)で測定  
 2) いずれも出穂期後14日間の日最低気温が「ふさこがね」では25.4℃以上、「コシヒカリ」では25.0℃以上のデータ

式1 出穂期予測モデル式

$$DVI(n) = \sum_{i=0}^n DVRi, \quad (L < Lc \text{ の場合}) \quad DVRi = \frac{1}{G} \cdot \frac{1 - \exp\{B(L - Lc)\}}{1 + \exp\{-A(T - Th)\}}$$

( $L \geq Lc$  の場合)  $DVRi = 0$ ,  $DVI(0) = 0.2$  (ふさおとめ、ふさこがね),  $0.23$  (コシヒカリ)  
 (移植後h日で出穂期)  $DVI(h) > 1 > DVI(h-1)$

n: 移植後日数, DVI: 発育指数, DVR(n): 移植後n日目の発育速度, L: 日長時間(時間),  
 T: 日平均気温(°C), G: 播種～出穂期までの最小日数, Lc: 限界日長, Th: DVRが最大値の半分になる気温

表1 出穂期予測モデルにおける各品種のパラメータ

品種	G	A	Th	B	Lc
ふさおとめ	59.1	0.3	17.5	1.2	16.1
ふさこがね	55.4	0.3	17.7	1.0	16.1
コシヒカリ	50.8	0.2	18.5	0.7	16.0

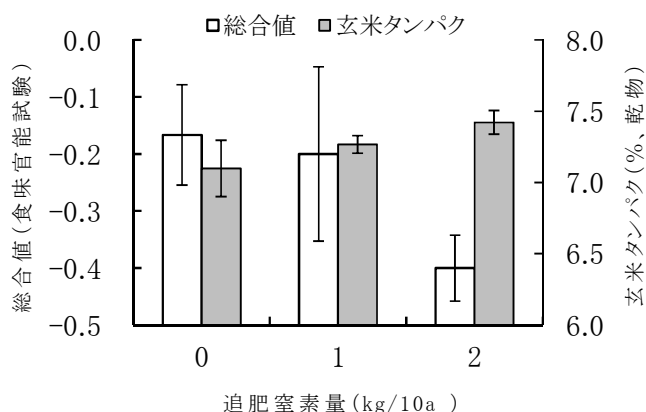


図5 「コシヒカリ」における出穂期前5日の追肥窒素量と食味官能試験の総合値及び玄米タンパクとの関係(平成29年)

注1) 総合値は慣行的な栽培を行った「コシヒカリ」に比べ+3(かなり良い)～-3(かなり悪い)の7段階評価の平均値(パネラーは8～9人)  
 2) 玄米タンパクは全窒素・炭素分析機((株)住化分析センター製スミグラフ NC-900)を用いて測定

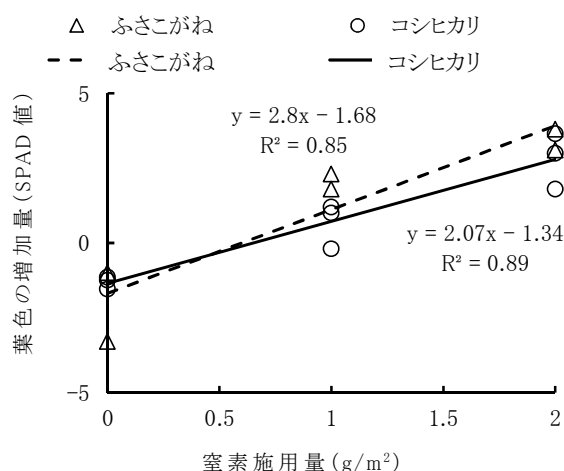


図6 出穂期前5～7日に施用した追肥窒素量と施用による葉色の増加量との関係(平成29年)

注) 葉色の増加量は穂揃期の葉色－出穂5～7日前の葉色より算出

[発表及び関連文献]

令和元年度試験研究成果発表会(作物部門)

[その他]

内閣府戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)「次世代農林水産業創造技術」  
 「情報・通信・制御の連携機能を活用した農作業システムの自動化・知能化による省力・高品質生産技術の開発」(平成26～30年度)