

幼穂発育期間低温障害の問題構造—監視のポイント—

被害回避の要点： 幼穂形成期から開花・受精期までは低温に最も弱い時期である。低温障害を回避するための前歴・危険期深水管理は基本技術である。その効果の機構を概説し、これら技術を実施するかどうかの判定に必要な気温指標と警戒メッシュの設定基準を示す。

幼穂発育期間は収量成立上極めて重要な時期である。収量構成要素のうち、1穂と単位面積当たり穎花数がこの期間に決定される。前半期に当たる幼穂形成期には穎花の分化が終わると同時に単位面積当たり分化総穎花数が決まり、後半期に当たる減数分裂期を中心とした時期には、低温および栄養状態の良否によって不受精粳の多少と粳殻サイズが決まる。前者は登熟歩合の良否に、後者は千粒重の大小にそれぞれ関係する。

まず、低温が被害歩合に及ぼす程度を生育時期別に比較した図1をみる。これは『夏作減収推定尺度—冷害(1)』にあるものである。それぞれの生育時期は次のように定義されている。分けつ期は6月上旬～7月中旬、幼穂形成期初期は出穂期前30～25日、幼穂形成期中期は出穂期前25～15日、穂ばらみ期前期は出穂期前15～10日、穂ばらみ期中期は出穂期前10～5日、穂ばらみ期後期は出穂期前5～0日、出穂開花期は出穂期後0～5日、登熟初期は出穂期後5～10日、登熟中期は出穂期後10～25日、登熟後期は9月上旬～10月上旬。

このように、幼穂形成期間から出穂・開花期までは稲の生育上最も低温に弱い時期となる。特に、穂ばらみ期前期（減数分裂期）が低温に最も弱い時期である。

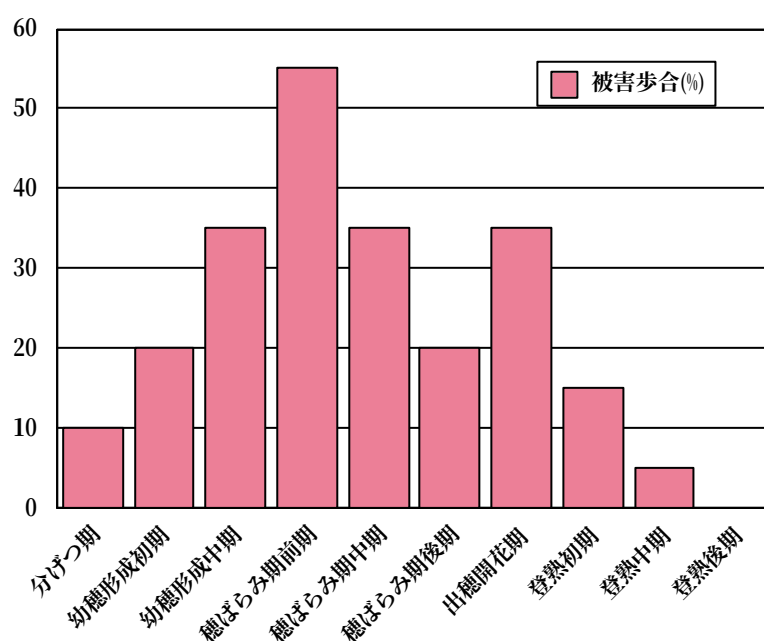


図1 生育時期における冷害被害歩合

最高気温と最低気温の平均値17℃、7日間の被害歩合を例示

参考資料 夏作減収推定尺度、農林水産省経済局統計情報部、平成6年 122-125)

低温障害の発生機構が最も複雑な時期は、幼穂分化から出穂・開花・受精期である。それに関連する要素の関係を図2に模式的に示す。特定要素の直接的効果と他の要素を経由する間接効果が複雑に作用していることが分かる。各要素の連結点として重要なのは水温と地温である。すなわち、水管理はこの系を制御する重要な技術である。したがって、水管理は昔から稲作りの基本的な技術として重要視されてきた。昼間止水・夜間灌漑は水温上昇のための基本技術として、また穂ばらみ期深水管理は障害型不稔防止の応急技術として冷害軽減に役立ってきた。最近では、穂ばらみ期以前の前歴水温の効果、すなわち幼穂形成期から穂ばらみ期までの前歴深水管理による不稔防止効果が顕著であることが示された。前歴期間と危険期間の深水管理を組み合わせることで、障害不稔発生を大きく軽減できるため、冷害危険度の高い地域や耐冷性の弱い品種については、基本技術として位置づけられる。

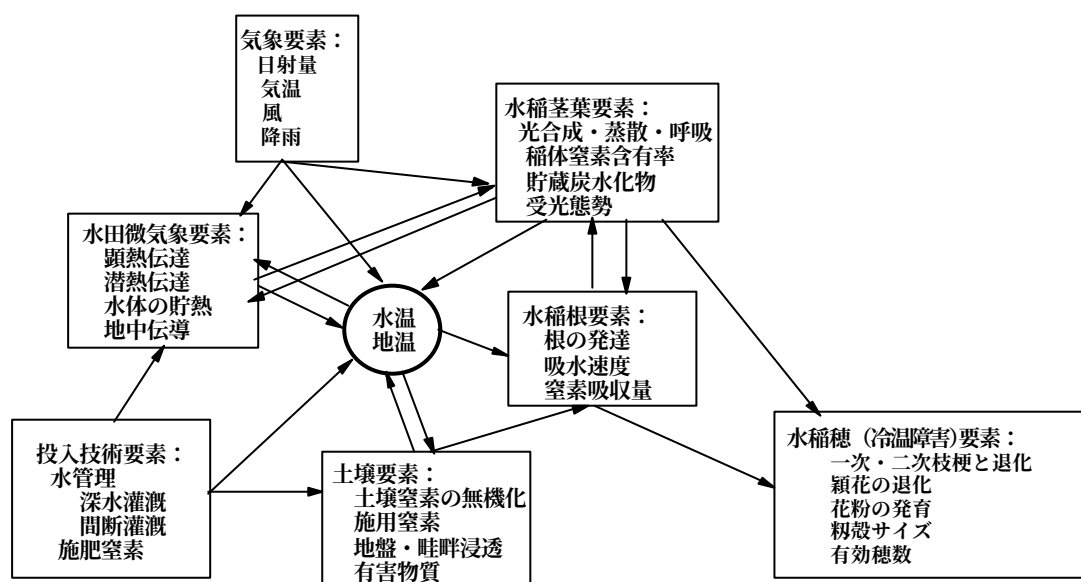


図2 幼穂分化期から出穂期までの冷温障害発生問題構造モデルの要約

減数分裂期の危険期に深水管理すると、障害不稔の発生が軽減されることは古くから知られていた。

ここでは前歴深水と危険期深水のそれぞれの単独効果と、2つを組み合わせた効果、さらには水温の高低でそれらの効果がどのように変化するかについて説明する。

図3は前歴深水管理を提唱した佐竹徹夫氏らの研究成果の一部である。品種は北海道の「キタヒカリ」。この実験では、前歴期間の気温 18 度、水深（3cm, 10cm）と危険期の水温 18 度、水深（3cm, 20cm）に変え、それらを組み合わせて処理し、危険期に冷気温 15 度 5 日間さらし、収量と収量構成要素を調べたものである。収量比率は無処理区（気温：

昼間 26 度、夜間 19 度）に対する百分率で示す。

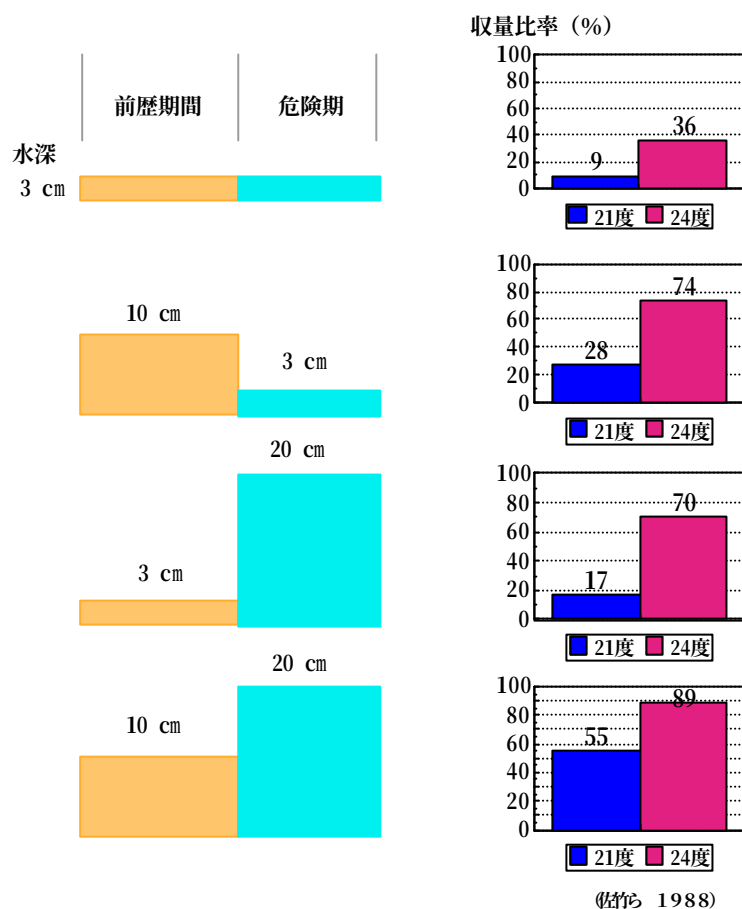


図3 前歴深水と危険期深水を組み合わせた低温被害軽減効果

まず、前歴と危険期の深水の単独効果をみる。水温 21 度条件下では前歴深水の収量比率は 28%、それに対して危険期深水のそれは 17%である。次に水温 24 度条件下では、同様に 74%と 70%となる。このように低水温条件下では、前歴深水の効果の方が危険期のそれよりも大きいことが分かる。次に、両深水を組み合わせたときの効果をみる。水温 21 度条件下では収量比率は 55%、水温 24 度条件下では 89%となる。このように両深水管理を組み合わせると、減収程度が大幅に改善でき、その効果は水温が低い場合に顕著に現れる。

では、なぜそのような障害不稔回避効果があるのかを図4で説明する。

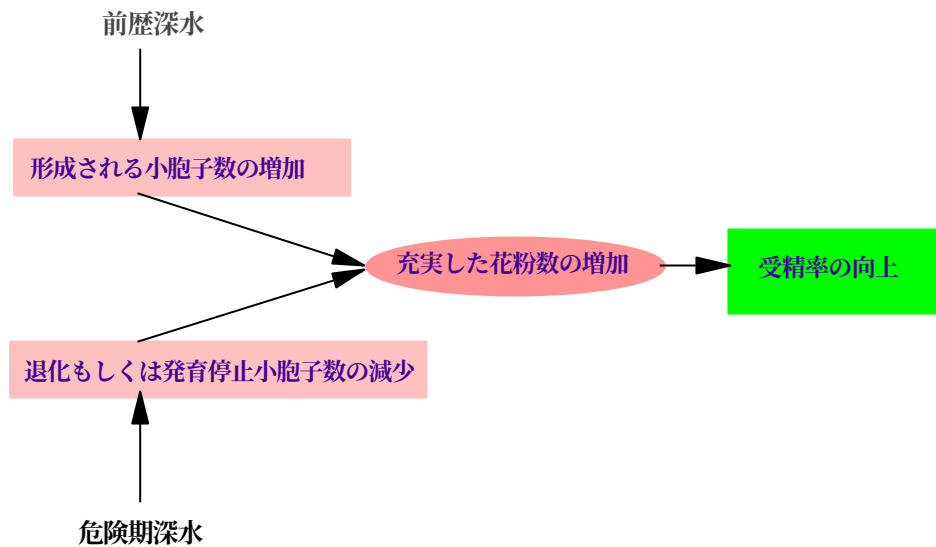


図4 前歴・危険期深水管理の被害軽減効果のメカニズム

まず、前歴深水管理の実施要領は次の通りである。

- 幼穂形成期（幼穂長約 2mm）から危険期初めまでの水深を 10cm に保つ。この期間の幼穂が水面下に位置するようにする。また幼穂の発育に合わせて段階的に水深を増しても良い。
- 水温 25 度を目標にできるだけ水温上昇を図る。

前歴水温の上昇による受精率の向上は充実花粉数の増加に起因すると考えられている。充実花粉数は、減数分裂によって形成される小胞子数と小胞子から花粉に発育する途中で退化もしくは発育停止した小胞子数の差によって決まる。前歴深水管理によって水温を高く保持することは、減数分裂によって形成される小胞子数を増加する効果をもち、これにより充実花粉数が多くなる。

次に、危険期深水管理の実施要領は次の通りである。

- 出穂前 10～11 前を中心とする数日の間（減数分裂期の危険期）に気温が限界以下に下がったとき、水深を 17～20cm に保ち、幼穂を水面下に位置するようにする。
- このときの水温の限界温度は耐冷性の弱い品種では 19～21 度、強い品種では 17～19 度といわれる。

危険期に深水にして水温を高く保持すると、退化または発育停止する小胞子数を少なくし、充実花粉数を増加させる効果がある。

このように、前歴深水と危険期深水とは、花粉の形成に関与することは同じでも、作用機構は異なる。いずれも充実した花粉数を増やす効果をもつ。このことが受精に良好に働き、不稔の発生を軽減するといわれている。したがって、両深水管理を組み合わせると、それぞれの単独で実施した以上の効果が期待できる。

特に、前歴深水は水深が 10cm 程度で良いので、実施しやすく冷害防止効果も大きいので、冷害対策の基本技術として位置づけられよう。

<警戒メッシュの設定>

最後に、早期警戒システムにおける監視のポイントを各種文献を参考に次のように整理する。

(1)深水管理の必要な地域の移り変わり：この時期平均気温が 20℃以下になると、低温障害が発生しやすくなる。そこで、20℃を限界気温として、深水管理の必要な地域を特定する。また、平均気温が 20～21℃の地域も特に前歴深水管理を行う方が望ましい。この気温指標は前 7 日間の移動平均値で示す。

(2)低温の程度を測る冷却量の移り変わり：冷却量は（日平均気温－20℃）で得られる指標である。この値が負でかつ数値が大きいほど低温の程度が大きくなり、低温被害が大きくなると推定される。この気温指標は前 7 日間の移動平均値で示す。

(3)幼穂形成期間の警戒メッシュ：上の 2 つの気温指標と低温被害の程度を組み合わせ、警戒メッシュの気温区分は次のように設定する。

- ① 平均気温 17℃以下：かなりの被害が予想されるため深水管理を実施する。
- ② 平均気温 17℃～20℃：耐冷性の弱い品種などでは被害が予想されるため、深水管理を実施する。
- ③ 平均気温 20～22℃：予防的な深水管理の実施を検討する。
- ④ 平均気温 22℃以上：被害は予想されない。

なお、平均気温は前 7 日間の移動平均で示す。