

稲 作

水稻の冷害対策（深水管理とケイ酸追肥）

地方独立行政法人 北海道立総合研究機構 農業研究本部 中央農業試験場

企画調整部 地域技術グループ 主査（地域連携） 田 中 一 生

(1) はじめに

今年は積雪がかなり多く春作業の遅れが心配されましたが、移植も全道で2日遅れに留まり、その後の好天によって6月1日現在の作況は平年並に回復しました。

このまま平年並の気象が続きますと、6月下旬から7月上旬にかけて幼穂形成期に入り、7月中旬から冷害危険期になると予想されます。札幌管区気象台の6月15日発表の向こう1ヶ月の予報では、2週目の気温が平年または平年より低い確率がともに40%となっており、予断を許しません。昨年の夏は高温に経

過して不稔は少なく、登熟期間も好天が続いたため豊作でしたが、直近では平成21年と平成15年に冷害に見舞われ、大幅に減収し精米タンパク質含有率も高くなりました（図1）。油断は禁物です。

畦からの漏水防止に努め、適切な深水管理とケイ酸資材の追肥を行って、不稔防止対策を取っていただきたいと思います。

(2) 冷害の食味（精米タンパク質含有率）への影響

低温による不稔の発生と生育遅延によって、水稻は減収するだけでなく、品質と食味の著しい低下を招きます。不稔歩合と精米タンパク質含有率は密接に関係し、不稔歩合が高くなると、精米タンパク質含有率は高まる傾向があります。本格デビューした平成21年産の「ゆめぴりか」は不稔が20%以上発生した場合、精米タンパク質含有率が6.8%以下になることはありませんでした（図2）。その結果、本格販売を中止せざるを得なかった苦い経験があります。「ゆめぴりか」は、他の品種と比べても穂ばらみ期の耐冷性が不十分のため（図3）、低温の影響を受けやすく、精米タンパク質含有率が高まって食味の低下が懸念されます。

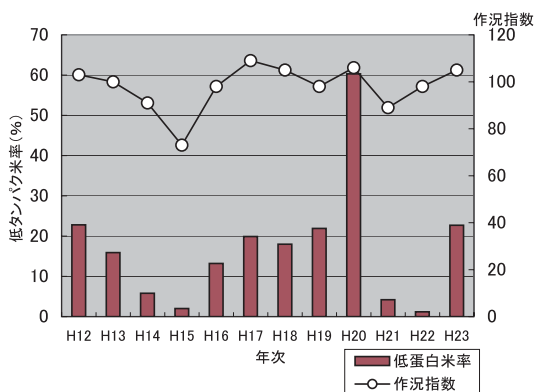


図1 年次別の作況指数と低タンパク米率

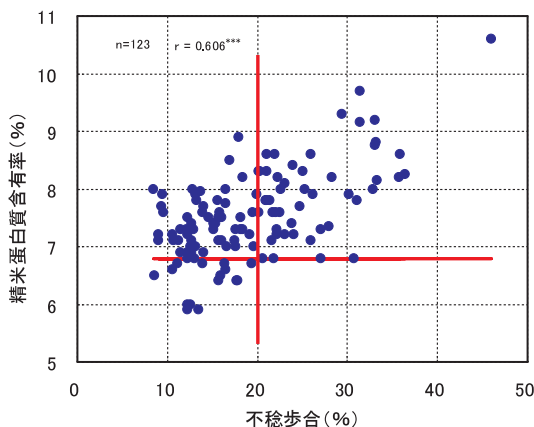


図2 不稔歩合と精米タンパク質含有率の関係
(平成21年、ゆめぴりか、全道の農業改良普及センター調査123箇所)

大地の星
ほしのゆめ
ななつぼし
ゆめぴりか
きらら397

強
↑
やや強
↓

図3 品種の耐冷性の強弱

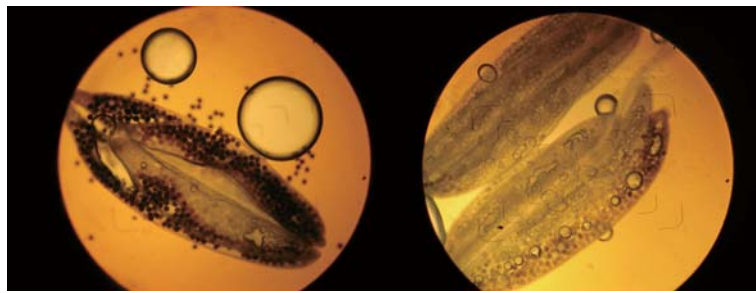


写真1 正常な花粉(左)と低温障害を受けた花粉(右)

葯をヨウ素で染色すると、低温障害を受けた花粉は染色されない。

「ゆめぴりか」は「ななつぼし」とともに昨年一昨年と2年連続して日本穀物検定協会の食味ランキングで特Aを獲得し、北海道米の食味の評価を一段と高めました。北海道米の食味レベルを落とさず、高位安定化させるためにも、冷害を回避しなければなりません。

(3) 冷害危険期と不稔発生のメカニズム

古くは水稻の冷害危険期は開花期ではないかと考えられていました。しかし、その後の詳細な冷害生理研究により、花粉の形成時期であることが判明しました。充実花粉数と稔実歩合には正の相関関係があり、花粉の形成時期に低温に遭遇すると充実花粉数が減少して(写真1)、開花しても葯の裂開が不良となり、不受精となります。これが不稔発生のメカニズムです(図4)。

ここで注目しなければならないことは、図4に示されているように、稔実歩合に大きな谷があり、出穂期前10~12日(小孢子初期)の低温処理によって稔実歩合が急激に低下していることです。この時期のたった2~3日の間に低温に遭遇したら、その前後がいくら暖かなくても、不稔が多発することを意味しています。

北海道は夏と言えども、気圧の変化など天候の急変で低温となることはまれではありません。寒冷地の水稻栽培において冷害対策は必須なのです。

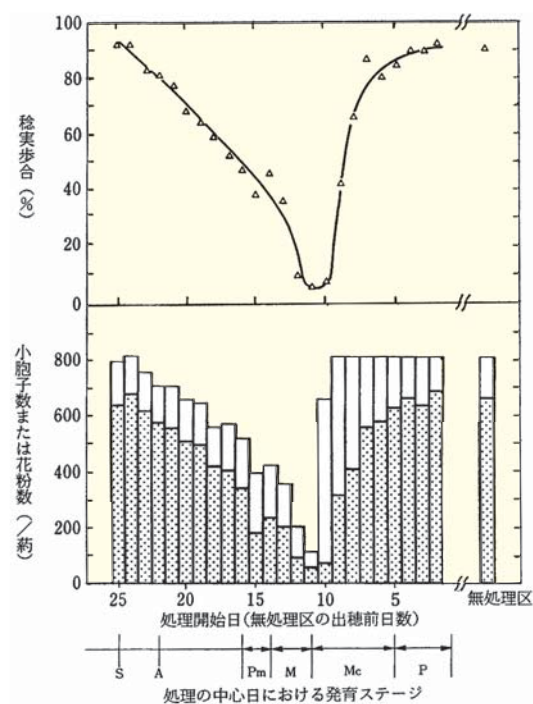


図4 低温処理の時期と稔実歩合、分化小孢子数、退化小孢子数および充実花粉数の変化

品種：農林20号、処理は12℃・4日間

引用 佐竹徹夫(1994)；北海道の稲作(北農会)より

(4) 深水管理による不稔発生の防止効果

花粉形成時期の低温から稲を守り、不稔を回避する方法が、深水管理技術です。7月中旬の中央農試岩見沢試験地のデータを見ますと、夜間から朝方にかけての20cm深水管理の最低水温は気温に比べて、4~5℃高いことが判ります。幼穂は茎の基部に形成され、生育するとともに上昇して出穂しますので、5

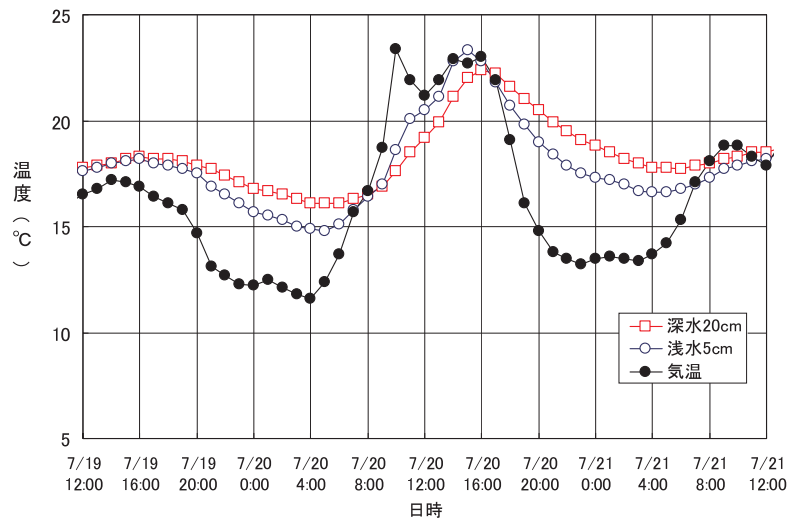


図5 「ゆめぴりか」の深水管理試験における水温・気温
(平成21年 中央農試 岩見沢市)

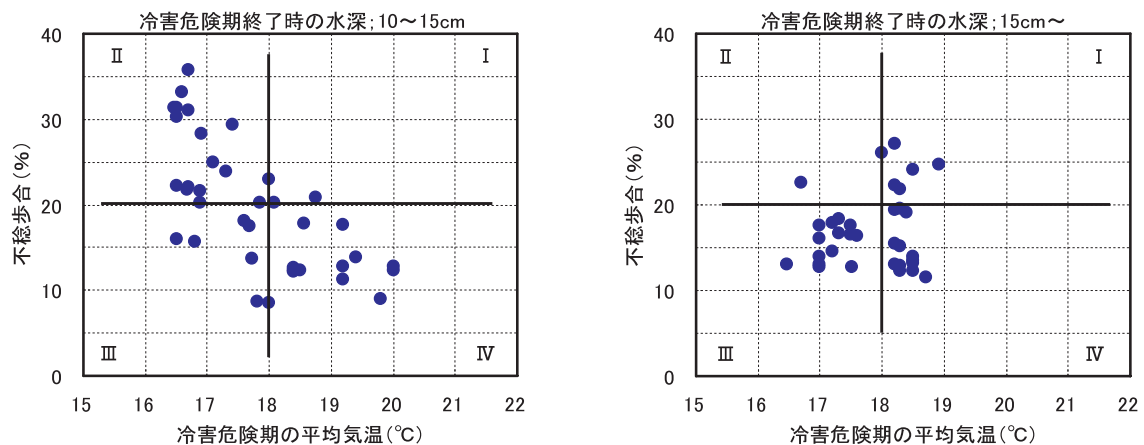


図6 冷害危険期の水管理状況と不稔発生の関係
(平成21年「ゆめぴりか」全道の農業改良普及センター調査)

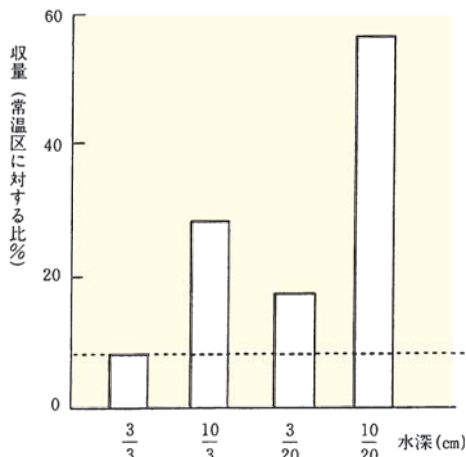
cm程度の浅水では不十分で、気温の影響を受けることとなります(図5)。

実際に深水管理によって、どのくらい不稔を軽減できたかを示したのが図6です。冷害危険期の深水管理が10cm~15cmと不十分であった場合(左図)、平均気温が高いほど不稔歩合が低下する傾向があり、平均気温が18℃以下の場合、不稔多発・低気温のIIグループに多くのデータがありました。これに対し水深が15cm以上の深水管理が徹底されていた場合(右図)には、冷害危険期に16~18℃の低い気温に遭遇しても、IIグループにはデータが1つしかなく、不稔の発生が回避されたことを示しています。

また、冷害危険期だけでなく、幼穂形成期から冷害危険期までの約10日間(前歴期間)の深水管理を組み合わせることでより一層効果が高まることが明らかにされています。(図7)。

(5) 深水管理の準備

深水管理の前に、畦が低い場合は畦のかさ上げ(30cm)をし、漏水防止のための畦塗りを行っておくことが大切です。少なくとも畦を見回って、漏水しているところはないか、周りに比べ低いところや弱いところはないか、確認していただき、あった場合にはポリフィルム等で補修をしてください。特に明渠に接



- 注1) 品種：キタヒカリ
- 注2) 水深のうち上段は前歴期間の水深、下段は危険期間の水深
- 注3) 標準区の育成温度は昼26℃、夜19℃、前歴期間は気温21℃、危険期5日間は気温5℃、水温18℃

図7 冷害防止に対する前歴深水(10cm)と危険期深水(20cm)の単独効果と複合効果

刈屋国男(1993)；北農・新耕種法シリーズ(北海道協同組合通信社)より

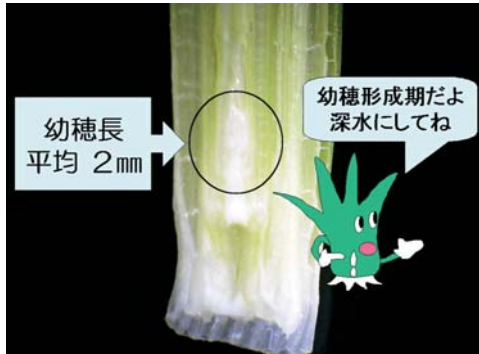


写真2 幼穂形成期の様子

している畦は弱いので気を付けるようにしましょう。

(6) 深水管理の実際

ア) 幼穂形成期の確認

深水管理は幼穂形成期からスタートしますので、まずは幼穂形成期の確認を行います。平均的な稲の数個体から主稈を採取して、平均幼穂長が2mmとなった日が幼穂形成期です。採取した主稈をカッター等で基部から2つに裂いて確認すると良いです(写真2)。今年は6月下旬を目処に時期を逸しないよう早めに確認してください。

幼穂形成期が確認されたら、深水管理を開始します。幼穂の位置が水面下になれば効果が上がりません。そうかと言って、始めから20cmの深水にしますと稲が水没して、生育が阻害されてしまいます。したがって幼穂の成長に合わせて徐々に深くしていく必要があります。目安として幼穂形成期になったら5cmにし、幼穂形成期後6日目頃から10cmと2段階で増やし、10日目頃まで保ちます(図8)。この期間を「前歴期間」と言って花粉形成期の前半、すなわち小胞子の分化の期間(花粉の数が決定される時期)に相当し、この時期の深水管理を「攻めの水管理」と呼んでいます。

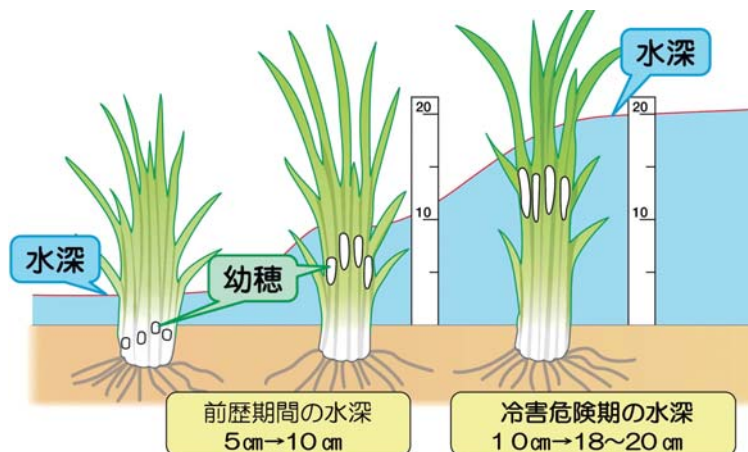


図8 深水のイメージ

(「ゆめぴりか」平成22年栽培のポイントから抜粋)

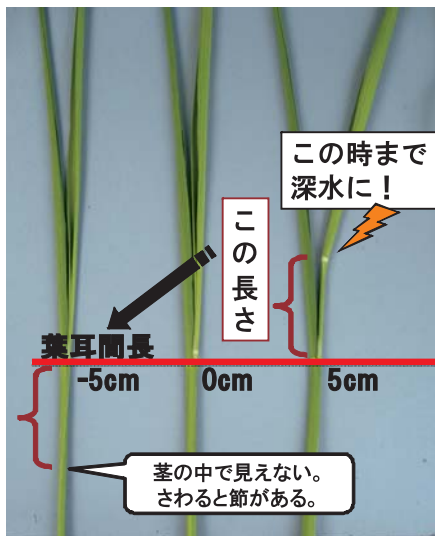


写真3 冷害危険期の見方

イ) 冷害危険期の深水管理

幼穂形成期後10日目頃から低温に最も弱い「冷害危険期」に入ります。この時期は葉耳間長±5cmとなる期間に相当します(写真3)。平均的な稲の全茎の約8割の茎の葉耳間長が-5cmとなりましたら、水深を18cm~20cmにかさ上げしてください。この時期は小孢子の発育の期間(花粉が充実する時期)に相当し、この時期の深水管理を「守りの水管理」と呼んでいます。葉耳間長が+5cm以上となったら深水管理は終了です。

昨年のように前歴期間から冷害危険期までの気象が良好で高温であれば、不稔発生の心配はないのですが、深水管理には過剰分げつの抑制効果もあるため、高温年でも必要な技術です。さらに天候の変化はなかなか読めま

せん。急に低温となって慌てて水を入れても、入水に時間がかかり、水温も低いため効果は期待できません。また不稔の限界温度は、低温の強度や継続時間、日照の有無、品種、窒素施肥条件の違いによって異なるため一概に判断できません。したがって、幼穂形成期を迎えたら気温に関わらず深水管理を行いましょう。

ウ) 深水管理による実際の効果事例

こうした深水管理による実際の効果は表1に示したように、最低水温に大きな差がないにもかかわらず、不稔歩合は浅水処理の39%に対して、深水処理で17%と半減し、収量は深水処理で明らかに高まりました。また、タンパク質含有率は浅水処理:7.1%、深水処理:6.4%であり、深水処理することで明らかに低下しました。

エ) 「水見板」の用意

確実な水管理には水深を測る物差しが必要です。「カン」に頼らず「水見板」(写真4)を用意して、正確な水深をチェックしましょう。板に目盛りを付けた手製の簡単なもので良いですが、米麦改良協会から非常に見やすい水見板シールも配布されていますので、これを活用すると大変便利です(写真5)。水見板の設置は、通常水口付近に設置することが多いのですが、圃場全体を深水にする必要があるため、面倒でも水田の中に入り水深を確認し、水口部分との誤差を勘案して差込んでおくようにして下さい。

表1 「ゆめぴりか」深水管理試験における不稔および収量・蛋白質

(平成21年、中央農試岩見沢市)

水管理	日最低水温(気温)の半旬平均(°C)				不稔歩合 (%)	収量 (kg/10a)	窒素玄米生産効率 (%)	蛋白質含有率 (%)
	7月3半旬	7月4半旬	7月5半旬	7月6半旬				
浅水	18.1	16.6	17.6	20.0	39.3	352	43.2	7.1
深水	18.7	17.8	18.6	20.8	16.5	460	54.9	6.4
最低気温	15.6	13.1	15.3	18.3	—	—	—	—

注1) 浅水は、常時5cm以下、深水は前歴深水(7/2~13、10cm)と危険期深水(7/14~8/2、20cm)

2) 出穂期は8/2



写真4 通常の水見板設置の様子



写真5 水見板のシール

(北海道米麦改良協会配布)

(7) 深水管理以外の対策（ケイ酸資材の追肥）

深水管理は冷害危険期の幼穂を保護して、低温を緩和する方法です。しかし同じ低温であっても多肥栽培等によって稲体の窒素濃度が高いと、不稔歩合は高まることが良く知られています。さらに産米のタンパク質含有率を高める危険があります。多肥栽培は良食味米生産と安定生産の観点から避けなければなりません。

またケイ酸を十分に吸収した稲は不稔が少ないということも、以前より知られています。十分なケイ酸が吸収されることは、葉が直立し受光面積の拡大、過剰な蒸散の抑制、単位

面積あたりの光合成能の向上などの効果をもたらします。光合成能力が向上すれば、稲体内の炭水化物量（デンプン量）は高まり、相対的に窒素濃度は低下し、花粉の充実が良好になると考えられています（図9）。

そこで、深水管理以外の対策として、ケイ酸/窒素比を向上させるため、幼穂形成期から1週間後までの間にケイ酸質肥料20kg/10a程度を追肥する技術があります。冷害年であった平成21年でもその効果が実証されました（図10）。深水管理とケイ酸資材の追肥を併用して不稔防止対策を万全にしましょう。

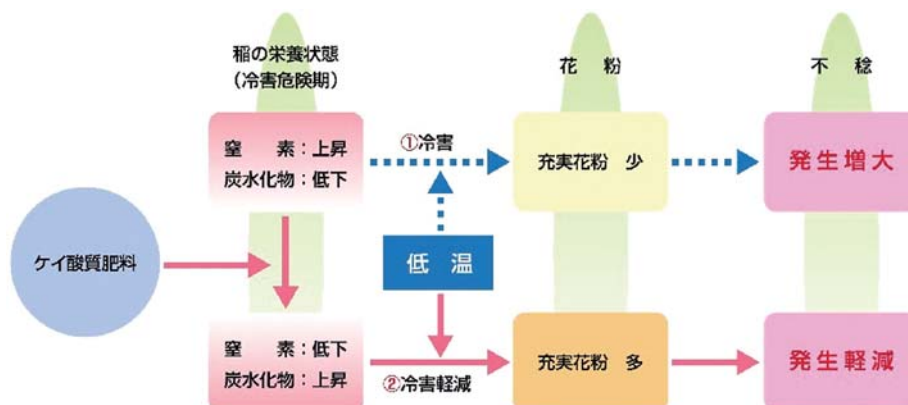


図9 不稔発生に対するケイ酸の作用機作の整理

(北海道農業を支える土づくりパートⅢ 土づくり技術情報「水田編」より抜粋)

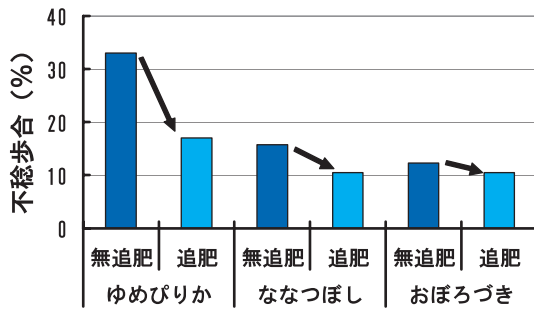


図10 ケイ酸資材の追肥による不稔軽減効果 (平成21年、新篠津村、A社試験)

(8) おわりに

以上の冷害防止対策は、新しいものではなく寒冷地の稲作の基本技術です。にもかかわ

らず、毎年励行している生産者の方々はどれくらいいるのでしょうか。深水にするにも畦が低すぎて不可能な圃場をよく見かけます。手間暇が掛かるからと言って怠っている生産者も多いのが、実情ではないでしょうか。

100年に一度と言われた平成5年の大冷害、平成15年の冷害の時でも、篤農家と呼ばれる生産者の方々の中には平年作に近い収穫を上げてる方もいらっしゃいます。その方々は皆、普段から施肥を抑さえ気味にして、これらの冷害対策を励行していました。是非、これらの冷害対策を励行して、すばらしい出来秋を迎え、今年もおいしい北海道米を生産したいものです。