

水稲の高温障害対策における用水管理の課題と対応の方向

誌名	農村工学研究所技報
ISSN	18823289
著者名	友正,達美 山下,正
発行元	農業・食品産業技術総合研究機構農村工学研究所
巻/号	209号
掲載ページ	p. 131-138
発行年月	2009年3月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



水稲の高温障害対策における用水管理の課題と対応の方向

友正達美*・山下 正*

目 次	
I 緒 言	131
II 水稲の高温障害と用水管理の課題	131
1 水稲の高温障害の状況	131
2 高温障害対策技術の分類	131
3 高温障害対策と用水需要の関係	132
4 高温障害対策における用水管理の課題	132
III 普及側と用水供給側が連携した用水管理の 対応の方向	135
IV 結 言	136
参考文献	137
Summary	138

I 緒 言

近年、水稲生育期間の登熟期の高温を原因とする米の品質低下、いわゆる高温障害の発生が問題となっており、その対策が急がれている。これまで品種改良や栽培技術の観点から、水稲の高温障害対策として様々な方法が提案されており、農業改良普及センターや農業協同組合の技術指導部門等（以下、普及側と記す）によって農家への指導がなされているが、その中には、作期の移動や掛け流し灌漑等、慣行栽培とは異なる用水管理を行うものがあり、これらは灌漑期間や期間中の用水量、すなわち用水需要を変化させる。一方、土地改良区等による用水の供給は、灌漑地区の用水計画に基づく水源の利用可能量や水利施設の送水能力に制約されているため、このような高温障害対策による用水需要の変化に対応できないことが多い。そのため、高温障害対策に当たっては、用水の需要と供給のバランスを考慮した上で、実施可能な方法を選択し、農家への対策の実施を促すことが必要になるが、その方法は充分検討されていない。

そこで、水稲の高温障害対策によって用水需要がどのように変化し、その実施上どのような課題があるかを、文献に基づいて整理し、今後、用水の需給バランスを考慮した高温障害対策を実施するための、普及側と用水供給側が連携した対応の方向について検討した。

II 水稲の高温障害と用水管理の課題

1 水稲の高温障害の状況

西日本を中心に東北以南の広い地域で、米の品質低下が問題となっている。米は等級によって価格差があり、農協による集荷価格では、一等米に対して二等米は60kg当たり1,000円程度の安値となることから（米穀データバンク、2008）、米の収量が同一であっても、品質低下は農家に経済的な損失をもたらす。

米の等級低下の主な原因は、①白未熟粒の発生、②充実不足、千粒重の低下、③胴割粒の発生である。これらの品質低下のメカニズムについてはなお不明な点が多いが、出穂後20日間の平均気温が25度付近を越えると一等米の比率が低下する傾向が見られること、白未熟粒については、出穂後約20日間において、日平均気温が26～27℃の場合に発生が増加すること、胴割粒については、出穂後10日間の最高気温が32℃以上で発生が増加することから、出穂後の登熟期の高温が原因と考えられている（森田、2008a）。

全国の出穂最盛期後20日間の平均気温は、過去30年間（1973～2002年）で24.6度から26.4度に上昇しているが、今後、地球温暖化の進行に伴い、更に平均気温が上昇し、高温障害が多発するのではないかと懸念されている（森田、2008a）。

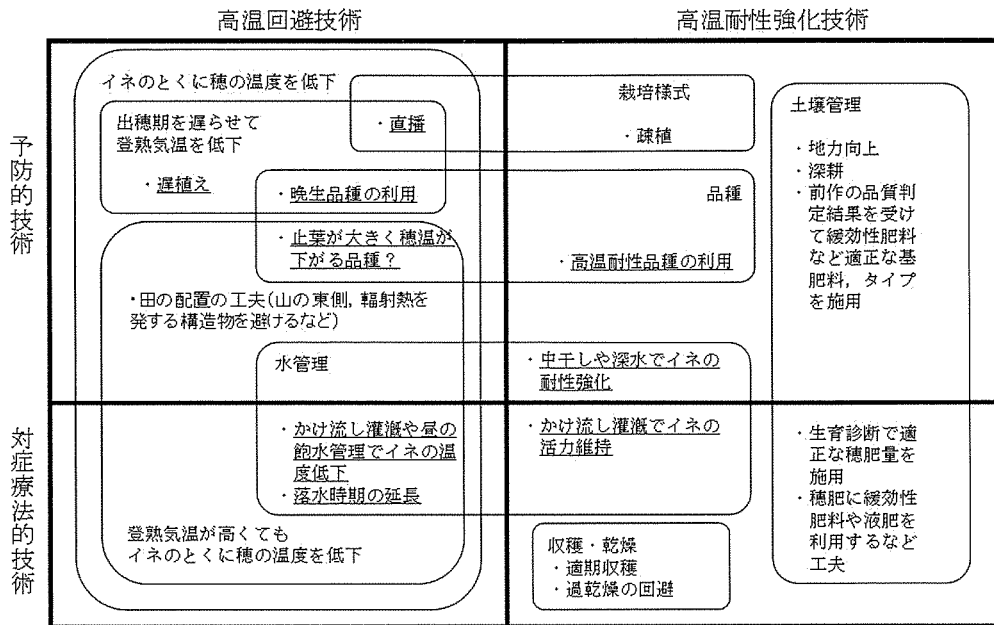
2 高温障害対策技術の分類

このような登熟期の高温による障害発生を克服する対策として、これまでに品種、栽培様式、土壤管理等、さまざまな面から対策技術が提案されている。森田（2008b）はこれらの技術の性格を、大きく二つの視点から分類した（Fig. 1）。一つめの視点は、対策を行う時期であり、①登熟期や高温になる以前に対策を行う予防的技術と、②実際に高温になってから、または高

* 農地・水資源部 用水管理研究室

平成20年11月5日受理

キーワード：水稲、高温障害、用水管理、水利施設、地球温暖化



※ 著者注：下線は用水需要を変化させる可能性のある技術（著者加筆）

Fig. 1 高温登熟障害を克服する技術の性格による分類 (森田, 2008b)

Classification of characters of measures against rice grain damage under high temperatures during ripening of rice

温が予想されてから行う対症療法的技術に分類される。もう一つの視点は、高温への対処方法であり、①登熟期に高温に当たらないようにする高温回避技術と、②登熟期に高温になっても登熟を良好にする高温耐性強化技術に分類される。この二つの視点の組み合わせにより、高温障害対策は①予防的・高温回避技術、②予防的・高温耐性強化技術、③対症療法的・高温回避技術、④対症療法的・高温耐性強化技術、の4つに分類される。この分類は、高温障害対策における用水管理の性格を理解する上で有用と考えられることから、以下、この4分類に従って記述を進める。

3 高温障害対策と用水需要の関係

これまで提案されている様々な高温障害対策の中から、灌漑期間や期別用水量に影響を及ぼす可能性のあるものを取り出し、Fig. 1に従って性格を分類した上で、技術の内容、用水需要への影響を文献情報に基づいて整理した結果をTable. 1に示す。

予防的技術は高温障害が発生する登熟期より以前から対策を行うため、用水管理の中に組み込まれ、毎年用水需要が発生する。一方、対症療法的技術は、高温障害発生の場合にのみ適用されることから、毎年用水需要が発生するわけではない。また、高温回避技術は、水稻の出穂期と高温期が重ならないように出穂の時期をずらすか、または高温期に水稻の温度を下げることを目的としている。前者では灌漑期間が変化し、後者では圃場の湛水深を操作して冷水の導入または温水の排除を図るため、高温期の用水需要が変化する。

ここで特に注目されるのは、対症療法的・高温回避技術としての掛け流し灌漑である。掛け流し灌漑は、気温より低い水温の用水によって水稻を直接冷却しようとするものであり、他の対症療法的・高温回避技術である飽水・保水管理よりも白未熟粒や胴割粒の発生を抑制する効果が高い (Fig. 2) (北畠ほか, 2005)。そのため、用水管理による高温障害対策の代表的な方法と考えられている。しかしながら、用水によって水稻を冷却するためには、①水田に流入する水温が気温より低いこと、②水田内で水温が上昇しないうちに水を入れ替えるだけの用水量を確保すること、の2点が必要になる。宮城県 (2008) の指針では、掛け流し灌漑の用水量は約 300 mm/day ないしそれ以上という膨大な量に上っている。

次に、このような高温障害対策における用水管理の実施状況とその課題について検討する。

4 高温障害対策における用水管理の課題

a 普及側の高温障害対策の実施状況

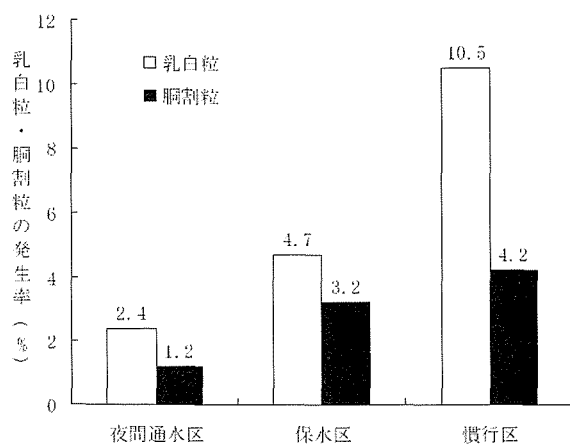
農林水産省生産局が、平成19年度の夏季に全国で取られた高温障害への適応策について、効果と問題点を地域別にとりまとめた結果 (農林水産省生産局, 2008) をもとに、導入技術、Fig. 1の4分類による技術の性格、地域、効果および問題点等を整理した。その結果をTable. 2に示す。

表中の網掛け部分は、適応策の問題点として、「かんがい用水の十分な確保」が挙げられた導入技術等である。また、問題点の欄の記載に地域名がない場合は、導入された全ての地域でそれが問題になったことを示

Table.1 用水管理に関係する高温障害対策とその用水需要への影響
Water management techniques for high temperatures during ripening of rice and influences of them on water demand

高温障害対策	技術の性格		技術の内容	用水需要への影響
遅植え	予防的	高温回避	田植えを遅くして出穂期の高温を回避する。	用水ピークを形成する代かき期を含め灌漑期間が全体に遅くなる。
直播	予防的	高温回避	直播では出穂期が遅くなることを利用して、出穂期の高温を回避する。	灌漑期間が全体に変化する。乾田直播の場合には初期かん水量が大きく変化する。
晩生品種の利用	予防的	高温回避	晩生品種を作付けることにより出穂期を遅らせる。	品種の生育期間に応じて灌漑期間が長くなる。
高温耐性品種の利用	予防的	高温耐性強化	高温耐性の高い改良された品種を作付けする。	高温耐性品種の早晩性に応じて灌漑期間が変化する。
中干し	予防的	高温耐性強化	中干しの徹底により、落水期間を延長した場合の地耐力を確保する。	標準的な水管理に中干しが含まれている場合には用水量は変化しない。
深水管理	予防的	高温耐性強化	分けつ期に深水管理を行うことで、白未熟粒の発生が抑制される。	深水管理の水深に応じた用水量が発生する。
掛け流し灌漑	予防的、 対症療法的	高温回避、 高温耐性強化	気温より低い用水を掛け流すことにより、水温及び地温を湛水状態よりもかなり低く抑えることができる方法。気温より低い用水の確保と用水量の確保が必要である。またイネの活力維持も目的としている。	宮城県等の指針によれば、掛け流し灌漑には10a当たり毎分200～300リットルの用水が必要である。これは288～432mm/dayに相当する。
昼間深水・ 夜間落水管理	対症療法的	高温回避	晴天時の高温時において、昼間はできるだけ深水管理とし夜間は逆に落水管理とする水管理方法。午前9時～10時頃かん水し、気温が水温を下回り始める午後4時頃に落水する。掛け流しよりは、地温水温低下の効果は低い。	深水管理の水深に応じた用水量が発生する。
飽水・保水管理	対症療法的	高温回避	湛水せずに、土壌を常に湿潤状態に保つ方法（足跡に水が残る程度の水を保つ）。掛け流し程の効果は得られないが、出穂後の水管理を保水で保つことにより、乳白粒、胴割粒の発生が少なくなるデータがある。根に酸素を供給し、株元の温度及び地温が下がることで、稲及び根の活力維持に効果が有る。	節水的な水管理であり、用水量は減少すると考えられる。
落水期間の延長	対症療法的	高温回避	落水期間を延長することにより、急激な乾燥による胴割粒の発生を抑制する。	落水期間の延長日数分、灌漑期間が長くなる。

森田（2008b）、宮城県（2008）、農林水産省水稻高温対策連絡会議対策推進チーム（2006）を参考に著者作成



※ 著者注：夜間通水区は出穂から刈り取り10日前までの期間、夜間に掛け流し灌漑を行った試験区。保水区は、同期間に保水管理を行った試験区で管理内容は本文の飽水・保水管理と同様。

Fig. 2 水管理が品質に与える影響（北嶋ほか，2005）
Influence of water management on rice grain quality

す。

11種類の導入技術のうち、「適期防除」「畦畔草刈り」はカメムシ類による斑点米の発生を軽減するための技術である。この2つを除いた9技術について見ると、うち5技術について「かんがい用水の十分な確保」が問題点として挙げられている。更に「高温耐性品種の導入」を除く4技術については、導入されたすべての地域で用水確保が問題点として挙げられている。このように、多くの地域で「かんがい用水の十分な確保」が問題になっているのは、高温障害対策の実施に当たって、用水需給が充分定量的に検討されていないことによるものと考えられる。

b 用水供給側の対応の状況

農林水産省農村振興局が、用水管理を行っている面積規模1,000ha以上の土地改良区301地区を対象に行ったアンケート調査によれば、平成19年に高温障害が発生した土地改良区は107地区であった。平成19年に土地改良区が行った対応の状況をFig. 3に示す。作期の移動（58地区）、水管理の変更（40地区）等の対応が

Table.2 平成19年度に取られた高温障害への適応策とその問題点等
Adaptation techniques for high temperatures during ripening of rice in 2007 and problems of them

導入技術等	技術の性格による分類		地域	効果等	問題点
遅植え	予防的	高温回避	東北、関東・北陸、中国・四国、九州	被害粒の減少	かんがい用水の十分な確保
直播	予防的	高温回避	関東・北陸	被害粒の減少	一部県においては効果が現れていない
早期移植の回避、疎植栽培の導入	予防的	高温回避、高温耐性強化	東海・近畿	被害粒の減少	かんがい用水の十分な確保
適正な施肥・水管理	予防的、対症療法的	高温耐性強化	九州	被害粒の減少	-
高温耐性品種の導入	予防的	高温耐性強化	関東・北陸、東海・近畿、九州	被害粒の減少	かんがい用水の十分な確保（東海・近畿）
早期落水の防止	対症療法的	高温回避	東海・近畿、中国・四国、九州	被害粒の減少	かんがい用水の十分な確保
掛け流しかんがい	対症療法的	高温回避	東北、関東・北陸	被害粒の減少	かんがい用水の十分な確保
もみ数制御のための肥培管理	対症療法的	高温耐性強化	関東・北陸、東海・近畿、中国・四国	被害粒の減少	高温による肥効の現れ方が不安定（東海・近畿） 適期移植、適正品種の選定等と組み合わせた総合的な対策が必要（中国・四国）
適期収穫	対症療法的	高温耐性強化	関東・北陸、東海・近畿	被害粒の減少	生産者への気象情報の迅速な提供が必要（関東・北陸） 普通期の前進化による早生品種との作業競合（東海・近畿）
適期防除	カメムシ類の防除対策であり、直接的な高温障害対策ではない。		東北、関東・北陸、東海・近畿、中国・四国、九州	被害粒の減少	斑点米カメムシ類の生態把握が必要（東北） ドリフトの回避から防御回数が増加傾向（東海・近畿）
畦畔草刈り			関東・北陸	斑点米カメムシ類の密度が低下した場所では被害軽減	遊休農地、牧草地、林地等に対しては薬剤散布が不可能

農林水産省生産局（2008）をもとに著者が加筆して作成

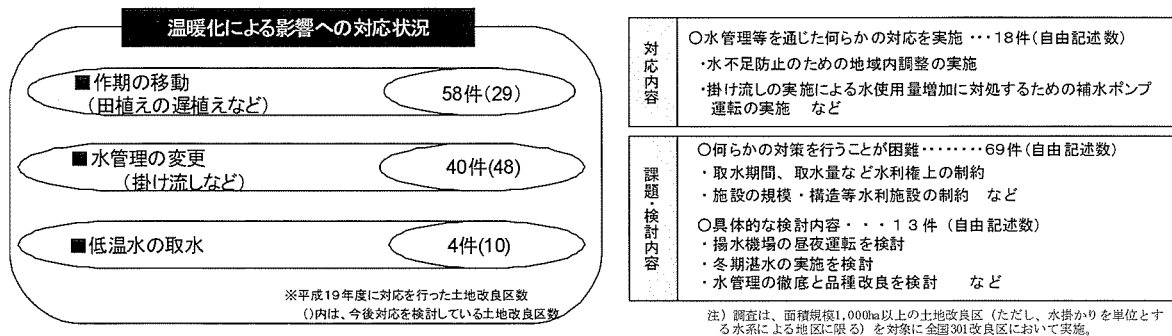


Fig. 3 地球温暖化による影響への対応（農村環境の保全に関する研究会，2008）

Measures against influence of the global warming

行われている（選択式・複数回答）。しかしながら、水利権や水利施設の制約等から対策を行うことが困難な地区（自由記述）が、69にのぼっている（農村環境の保全に関する研究会，2008）。

農業用水の供給側としては、用水需要の変動を伴うような高温障害対策の実施に対して、十分な用水供給が行えない場合があることは、きわめて当然である。

一般に水田の用水計画では計画時点で想定した用水需要に基づいて必要水量を積み上げて算定されており、用水需要の変化に対応するために水資源の「余裕分」をあらかじめ確保することは、その変化が確実にとされない限り水利権上認められるものではない（水利権実務研究会，2005）。また、水利施設の送水能力は、用水計画に基づくピーク用水量（通常は代かき用水量）に

基づいて設計されており、それを超える用水供給は不可能である。代かき用水量は漏水田でも 150～250 mm とされているが（農林水産省構造改善局，1993），これは全ての圃場で一斉に入水するのではなく，代かき日数として 1 週間程度が想定されているため，仮に代かき日数を仮に 5 日間とすると 30～50mm/day の用水量となる。他方，掛け流し灌漑は，全ての圃場で一斉に 300 mm/day を入水するものであり，用水計画の想定をはるかに超えている。そのため水利施設は掛け流し灌漑を地区全体で同時に行える水量を送水する能力を持っていない。

そのため，用水計画の想定と異なる用水需要への対応は，水源については地区内の渓流水，地下水，排水の反復利用等，水利権上の制約のない水源を利用するか，生産調整等による用水の余裕分を利用する他はない。また，送水能力についても，掛け流し灌漑が実際に行える圃場はごく一部に限られると考えられる。

c 高温障害対策における用水管理の課題

このように，高温障害対策における用水管理を実施する上で，用水供給側の制約が強い場合は，必要に応じて普及側の対策を変更する等して，農家に指導する必要がある。また，その際に用水供給側は，高温障害対策のための用水需要の変化を認識した上で，将来の水利権や水利施設の更新において，用水供給の制約を緩和できるかどうか検討する必要がある。このような指導，検討を行うには，普及側と用水供給側の連携が必要不可欠であり，その対応の方向を明らかにすることが，高温障害対策における用水管理の課題と考えられる。

III 普及側と用水供給側が連携した用水管理の対応の方向

従来充分に行われてこなかった，普及側と用水供給側が連携した用水管理の対応の方向として，望ましいと考えられる検討手順を Fig. 4 に示す。

①普及側による用水管理の提案：普及側は，灌漑地区内の水稲の品種，栽培時期から，高温障害対策における用水管理を提案する。実際に高温障害の発生が予測される場合には，気温，水稲の生育の推移から高温障害発生危険の範囲を明らかにする。

②用水供給の可否の検討：用水供給側は，提案された用水管理が実施できるかどうか，灌漑期間，期別の用水量，用水水温の情報に基づいて検討する。このうち，水温については従来観測しておらずデータの蓄積がない場合が多いと考えられるが，対症的・高温回避技術としての掛け流し灌漑や夜間の灌漑の有効性は，水温と気温の関係が重要な判断材料になる。その際，水源からの取水地点の水温はもちろん，送水過程での水温

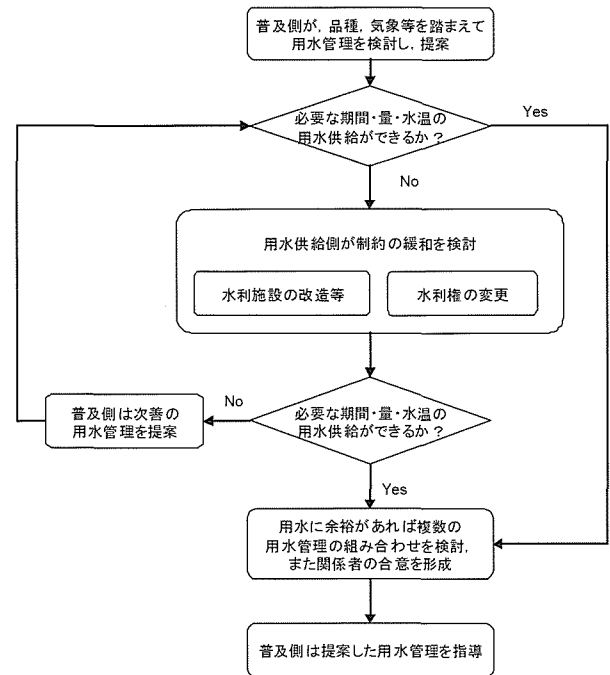


Fig. 4 普及側と用水供給側が連携した用水管理の検討手順
Procedure for water management against grain damage under high temperatures during ripening of rice with corporation of agricultural extension sector and agricultural water supply sector

変化にも留意する必要がある。水源の水温が低くても，送水の過程で水温が上昇したり，排水の反復利用等によって水温の異なる他の水と混合するなどして，末端の圃場に到達するまでに水温が変化している場合があるためである。例えば，用水供給側は主要な水利施設で，普及側は生育調査を行っている圃場およびその周辺等で，それぞれ水温の観測を行い，観測結果を蓄積して共有する等の連携が考えられる。実際に高温障害の発生が予測される場合には，水源からの取水制限等想定していない制約が無い確認する。

③用水供給の制約緩和の検討：用水供給が不可能な場合，用水供給側は必要に応じて制約の緩和が可能か検討する。具体的な方法としては，水利施設の改造等，水利権の変更が考えられる。

ア. 水利施設の改造等：水利施設の改造等が可能であれば，高温障害対策のための用水需要に対応するために，必要な施設の追加や設計諸元の見直しを行う。その際，これまでの用水計画は主に水量と水質汚濁に関わる水質項目に関心が向けられていたが，対症的・高温回避技術を行う場合，前述のように水温が重要な指標となる。水温の変動を監視し，なるべく温度の低い用水を末端の水田まで送水できる水利施設を整備することが重要である。具体的には，主要な水利施設に水温計を設置し，普及側や農家に適時の情報提供を行う整備が考えられる。また，水源に水深等による温度差がある場合には，取水施設の改造時に，従来の取水構造に低温の水の取水が可能となる機能を付加すること，送水過程での水温上

昇を抑制するための用水路の地下埋設、排水路からの反復水等温度の異なる水の混合がある場合には、必要に応じて水温の高い排水を混合させないように用排水経路を切り替える施設を整備することが考えられる。末端水利施設については、対症療法的・高温回避技術として、飽水・保水管理や夜間の低水温時の灌漑等、時間や気温・水温条件に応じた用水管理を行うには、パイプライン化等水管理労力を軽減するような整備を行うことが望ましいと考えられる。更に、基幹的水利施設を含む大規模な改造を行う場合には水利権の確保も含めて、高温障害対策のための用水需要に対応できる用水計画と水利施設の設計を行う必要がある。

イ. 水利権の変更: 農業用水の水利権の更新に際しては、用水供給の制約が緩和されるよう、栽培管理用水に高温障害対策のための用水需要を組み込んだ用水計画を策定し、水利権を取得することが望ましい。しかしながら、河川の流量等の水源の制約があることから、現況以上の安定水利権の確保が難しい場合も想定される。その場合、高温障害対策のための用水需要は、前述のように技術の性格によって異なることから、それに応じた水利権の取得方法を検討することも考えられる。予防的な技術のうち、落水時期の延期、深水管理等は、毎年の水管理として実施されるべきことから、必要な水源は安定水利権として確保することが望ましい。他方、直播、高温耐性品種の利用や直播に必要な灌漑期間や用水量は、品種や技術の普及について正確な予測が難しいため、変化の方向を予測して暫定水利権として確保し、適宜見直していく方法が考えられる。また、例えば掛け流し灌漑は、必要な用水量がきわめて多いが、ほとんどが河川等に還元される非消費型の水利用である点で消・流雪用水に類似している(水利権実務研究会, 2005)。また、高温障害の恐れのない場合には使用されない。このような用水は、豊水水利権として確保することも考えられる。

④次善の用水管理の検討: 上記の検討によっても用水供給が不可能な場合には、普及側は次善の用水管理を検討する。例えば、掛け流し灌漑に必要な用水量、用水水温が確保できない場合には、飽水・保水管理に変更すること、実際に高温障害の発生が予測される場合には、高温障害発生の危険が特に高い範囲に対策を限定する等が考えられる。これを踏まえて再び②の用水供給の可否を検討する。

⑤複数の用水管理の組み合わせの検討と関係者の合意の形成: ②の用水供給の検討の結果、用水に余裕ができる場合には、複数の用水管理の組み合わせを検討する。例えば、灌漑地区内で高温障害発生の危険性に差がある場合、危険性の低い範囲で飽水・保水管理等の節水的な用水管理を行い、それにより生み出した用水を、

危険性の高い範囲で掛け流し灌漑に利用するような配水が、技術的に可能かどうか、また受益農家内で合意できるかどうかの検討が考えられる。また、水利権について期別取水量だけでなく総取水量にも上限がある場合、高温障害対策の用水需要がそれ以降の用水量の不足を生じさせないかどうかを検討し、必要に応じて灌漑期間の最初からの節水的な用水管理を行うことの検討が考えられる。このような検討を経た用水管理は、関係者の合意形成が実施の前提となる。

⑥普及側と用水供給側の協議・連絡体制の構築: このような検討を行うためには、普及側と用水供給側が情報や意見の交換を密に行う必要があり、そのための協議・連絡体制を構築する必要がある。また、農家への高温障害対策の指導についても、普及側と用水供給側が連携する意義は大きい。例えば、普及側が用水供給の実態について認識が不十分なまま掛け流し灌漑を指導した場合、農家は連続的に用水を入水しようとしても、用水の不足や、揚水機場、加圧機場の運転時間の制限等により、十分な掛け流しができず、結果的に水温の高い湛水状態という、最も避けるべき用水管理になってしまうことがある。用水水温が気温より高い場合も同様である。普及側と用水供給側の連携によって、高温障害対策の面からも、水利秩序の維持の面からも不適切な、このような用水管理を防止し、より効果的で水利秩序を維持できる対策を指導することができると思われる。

なお、高温障害対策における用水管理を行うには、一定の圃場条件が必要であり、特に未整備の水田では、高温障害対策が実施可能な圃場条件を早期に確保する必要がある。具体的には、予防的・高温耐性強化技術として分けつ期の深水管理を行うには、必要な湛水深を確保し、かつ漏水を防止できる畦畔の整備が必要となる。また、対症療法的・高温回避技術として落水時期の延期を行うには、落水後、早期にコンバインによる収穫に必要な地耐力が確保できるような、排水条件の整備が必要となる。こうした圃場条件に不備がある場合には、必要な圃場整備を実施するために関係機関との連携を適宜行うことが望まれる。

IV 結 言

水稻の高温障害対策はその技術の性格に応じて用水需要を変化させるが、用水供給は水利権および水利施設による制約がある。そのため、農家に実施可能な対策を指導するためには、普及側と用水供給側が連携した高温障害への対応が必要となる。ここではその方向性を検討し、望ましい検討手順を提案した。

今後、高温障害対策における用水管理による用水需要に関する諸元を定量的に明らかにし、対策実施の可能性の検討や、将来の用水計画の用水量の算定を可能

にしていくことが必要である。また、普及側と用水供給側の連携のあり方、情報提供の方法、連携の有効性等について、具体的な事例に基づく実証研究を行っていく必要があると考えられる。

参考文献

- 1) 米穀データバンク (2008)：19年度産集荷価格（概算金、内金、買い取り）一覧,
http://www.japan-rice.com/cargo_booking_price.html
- 2) 宮城県 (2008)：宮城の稲作指導指針（基本編）
- 3) 森田 敏 (2008a)：高温障害の実態とメカニズム, 年刊農業技術 2008, 農文協, 223-236.
- 4) 森田 敏 (2008b)：高温登熟障害の克服技術, 年刊農業技術 2008, 農文協, 237-245.
- 5) 永畠秀樹・中村啓二・猪野雅哉・黒田晃・橋本良一 (2005)：高温登熟条件下における乳白粒および胴割粒の発生軽減技術, 石川県農業総合研究センター研究報告 26, 1-19.
- 6) 農林水産省構造改善局 (1993)：土地改良事業計画設計基準 計画 農業用水（水田）
- 7) 農林水産省水稲高温対策連絡会議対策推進チーム (2006)：水稲の高温障害対策の克服に向けて（高温障害対策レポート）, <http://www.kanbou.maff.go.jp/www/gichou/kouon/report.pdf>
- 8) 農林水産省生産局 (2006)：水稲の高温対策に関する都道府県の取組状況調査, <http://www.kanbou.maff.go.jp/www/gichou/kouon/appen12.pdf>
- 9) 農林水産省生産局 (2008)：平成 19 年夏季高温障害対策レポート, <http://www.maff.go.jp/j/press/seisan/engei/pdf/080418-01.pdf>
- 10) 農村環境の保全に関する研究会 (2008)：農村環境の保全に関する研究会中間とりまとめ～農業農村整備における農村環境保全の新たな理念と展開方向～, 資料 3 参考図表(3), 25.
http://www.maff.go.jp/j/study/noukan_hozen/pdf/data3_3.pdf
- 11) 水利権実務研究会 (2005)：新訂 水利権実務一問一答, 大成出版社.

Problems and Future Directions of Agricultural Water Management as Measures against Grain Damage under High Temperatures during Ripening of Rice

TOMOSHO Tatsumi and YAMASHITA Tadashi

Summary

Grain damage under high temperatures during ripening of rice is an urgent problem in recent years. Various measures against it are investigated, and agricultural extension sectors need to guide farmers to prevent the damage. However, there is strict limitation of water supply to apply these measures in a specific area. This paper analyzes how the measures against grain damage under high temperatures during ripening of rice influence agricultural water demand by literature documentation, and shows how restriction of water supply constrain agricultural extension sector from choosing practical measures in a specific area. Direction of measures against grain damage under high temperatures during ripening of rice with corporation of agricultural extension sector and agricultural water supply sector considering limitation of water resources are discussed, and a desirable process for choosing practical measures in a specific area is proposed.

Keywords : paddy rice, rice grain damage under high temperature during ripening of rice, agricultural water management, irrigation facilities, global warming