

小特集 農作物の高温障害対策への農業用水の効率的な利用

特集の趣旨

水稲生育期間の高温化による米の品質低下が顕著になったことを受け、農林水産省内に「水稲高温対策連絡会議」が設置され、情報収集や対策技術の検討などが開始されてから約 10 年が経過しました。その後、品種や耕種の対策技術の研究開発は進んでいますが、各地で高温障害とみられる米の品質低下の報告は依然続いています。また、水稲以外の作物や野菜、果実でも高温に起因する品質の劣化が問題となっています。

このような中で、農作物への高温の影響を緩和する方法として、灌漑用水を利用する技術が広く採り入れられています。そこで、本小特集では、水管理や適切な灌水により農作物の高温による品質低下を抑制している事例やその効果発現に至る科学的メカニズムの検証、さらに地域で広く対策を講じるための用水供給などに関する課題についての報文を紹介します。

1. 猛暑に対応した水稲作付け体系が 用水需要変動に及ぼす影響

坂田 賢・友正 達美・内村 求

2010 年は記録的猛暑となりイネの高温登熟障害が広範囲で発生した。翌年には高温に対応した作付け体系に変更した営農者が多いと考えられたため、検査数量の多い 10 県の営農者を対象にアンケート調査を実施し、用水需要への影響を考察した。作付け体系のうち田植え時期の変更が最も多く、冷涼な地域で遅植え、温暖な地域で早植えが多くなる傾向がみられた。ただし、田植え時期が出穂日に与える影響は地域で異なり、既存の作物モデルにより高緯度の地域ほど天候の影響が大きく、灌漑期間が長くなる可能性を示した。また、高温時には取水量を減らすよりも増やす営農者が多くなった。すなわち、用水需要は高温年にはピークが高くなり、平年や冷夏年には期間が長くなると考えられる。

(水土の知 81-4, pp.3~6, 2013)



高温登熟障害, 外観品質, 1 等米比率, 営農方法, 田植期, 用水需要, 水利権

2. 夏期の飽水管理が土壤環境と玄米品質に及ぼす影響

藤原 洋一・鳥山 和伸・藤井 秀人

水稲の高温登熟障害対策として、湛水をせずに土壌を常に湿润状態に保つ水管理(飽水管理)が推奨される場合があるが、飽水管理による玄米品質への影響を報告した事例はほとんどない。そこで、本報では、湛水区と飽水区を用いて栽培試験を行い、地温などの土壤環境、玄米品質の違いについて考察した。その結果、飽水管理では最高地温は 0.5℃ 高く、最低地温は 0.5℃ 低い結果となった。飽水管理が品質に及ぼす影響は、遅植えなどによる高温回避の効果よりは小さいものの、同じ気象条件下では整粒率の向上、基部未熟粒・乳白粒などが減少する傾向にあり、用水供給側に関係なく適用できる節水栽培であることから、同法は高温障害対策として有効な水管理の一つと考えられた。

(水土の知 81-4, pp.7~10, 2013)



高温登熟障害, 玄米品質, 飽水管理, 節水栽培, 地温, 酸化還元電位

3. 神流川沿岸地区における水稲高温障害に対する 農業用水管理

志野 尚司・柄澤 昭司・田澤 裕之・山本 和雄

地球温暖化に起因する気候変動の影響が、さまざまな分野で現れている。その影響の 1 つとして、水稲の高温障害がある。登熟期に猛暑による異常高温にさらされると白未熟粒が発生、米の検査等級が低下し、価格も下落する被害が発生している。このような高温障害に対する水稲の適応技術として、移植時期の繰下げ、肥培管理の徹底のほか適正な水管理の徹底などで対処してきた。本報では、埼玉県北西部に展開している神流川沿岸農業水利事業の受益地において、平成 22 年夏期に発生した水稲の高温障害とその対応策、特に水管理にかかる事項について述べる。

(水土の知 81-4, pp.11~14, 2013)



高温障害, 気象環境, 白未熟粒, 用水管理, 水田灌漑, 水利用計画, 水利権

4. 「山田錦」における高温障害抑制のための掛流し灌漑試験

竹下 伸一・池上 勝・平川嘉一郎・土田 利一

兵庫県の特産である酒米「山田錦」は、1998 (平成 10) 年以降、出穂、成熟期の早生化が顕著になり、米の充実不足による検査等級の低下や酒造適性の変化が問題となっている。山田錦産地の兵庫県南東部では、平均気温が上昇しており、高温が生育の変化や品質低下の最大の原因と考えられている。そこで、産地などでは、高温障害の発生を予防するための作期の推定システムの構築や水管理による被害の軽減策の研究を行っている。本報では、酒米の特徴および、その高温障害について現在までにわかっていることを整理し、2011 年度に実施した産地圃場における夜間の掛流し灌漑による結果を報告する。

(水土の知 81-4, pp.15~18, 2013)



酒米, 兵庫県, 乳白米, 背白米, 心白, 実証試験

5. 気象の極端化のウンシュウミカンへの影響を軽減する「マルドリ方式」

島崎 昌彦・草場新之助・根角 博久・森永 邦久

地球温暖化のウンシュウミカン栽培への影響は、高温に加え、気象の極端化による多雨と干ばつの頻発による品質低下として顕在化してきている。具体的には、食味の低下、日焼けや浮き皮などの障害果実の増加、着色の遅延または不良などである。わが国においてウンシュウミカンの栽培面積は果樹の中で最大であり、その温暖化対策はきわめて重要である。プラスチックシートによるマルチングと点滴灌水施肥を併用する「マルドリ方式」は、露地栽培において水分・養分制御を行い、ウンシュウミカンの高品質生産を行うために開発された技術であるが、気象の極端化の影響軽減にも効果的であると考えられ、効果の実証試験も行われている。その効果と実証試験結果を紹介する。

(水土の知 81-4, pp.19~22, 2013)



地球温暖化, マルドリ方式, 気象の極端化, ウンシュウミカン, 柑橘, 点滴灌漑, 畑地灌漑

6. 掛流し灌漑による高温障害対策時の用排兼用水路の水温形成

木村 匡臣・飯田 俊彰・光安麻里恵・久保 成隆

水稻の高温障害対策としての掛流し灌漑の実施のためには、十分な量の低温の用水の確保が条件となる。用排兼用水路では、上流側の水田で湛水されて昇温した排水を下流側の水田で反復利用しており、下流側の水田では比較的高温の用水を灌漑していると考えられるため、広域における効率的な高温障害対策水管理方法の策定の際には、このような水田-水路系での水温形成メカニズムの把握が重要な意義を持つ。本報では、用排兼用水路網を利用する手取川七ヶ用水地区を対象とし、観測結果を示すとともに水温の時間的、空間的変動の特性を紹介する。さらに、掛流し灌漑時期の水田排水の水路への還流が用水の水温上昇に与える影響について、数値シミュレーションを用いて考察する。

(水土の知 81-4, pp.23~26, 2013)



水田灌漑, 灌漑水温, 高温障害, 掛流し, 用排兼用水路, 反復利用, 手取川七ヶ用水

7. 水田地域を多く含む流域における農業用水の温度変化

新村 麻実・谷口 智之

本報では水田地域を含む小貝川流域を対象に水温変化の状況を時間的、面的に把握した。対象流域内の以下の地点に水位・水温計を設置し、流量と水温を連続観測した。a) 本川の上・中・下流と支川（流域全体での水温変化の把握）、b) 複数の水田地域の取水地点と河川への還元地点（水田地域内での水温変化の把握）、c) 幹線用水路の上・中・下流（用水路流下過程での水温変化の把握）。その結果、水温は河川や用水路の流下過程で上昇するものの、水田や排水路を通過する過程で低下するので、水田地域を含むことで流域内の水温上昇が抑えられていることが示唆された。また、流下過程での水温上昇には日射量もしくは気温が影響していることが確認された。

(水土の知 81-4, pp.27~30, 2013)



水温, 水田灌漑, 反復利用, 流域水循環, 高温障害

8. 夜間掛流し灌漑による水田水温と葉温低下

西田 和弘・宇尾 卓也・吉田修一郎・塚口 直史

水稻の高温登熟障害の対策として、掛流し灌漑が注目されており、これによる被害粒の減少が報告されている。一方で、最適な掛流し灌漑方法や掛流し灌漑による高温障害抑制メカニズムは明らかでない。そこで、本研究では、異なる灌漑水量・水深の下で掛流し灌漑試験を行い、水田内の水温分布、高さごとの葉温・群落内気温の測定を行うことで、掛流し灌漑による水温・葉温冷却効果について検討した。その結果、掛流し灌漑による水温低下効果は水口に近いほど大きく、灌漑水量が多いあるいは水深が浅いほど遠方まで水温冷却効果が及ぶことが明らかになった。また、水温低下に伴う葉温と群落内気温低下効果は、群落下部では大きいですが、上部ではほとんど認められなかった。

(水土の知 81-4, pp.31~34, 2013)



高温登熟障害, 掛流し灌漑, 水温, 葉温, 水管理

9. パイプラインを利用した夜間灌漑実証試験

大塚 直輝・坂田 賢

福井県の一大穀倉地帯である福井・坂井平野において、国営農業用水再編対策事業「九頭竜川下流地区」を実施している。本事業は、老朽化した農業用水をパイプライン化し、あわせて地区内の農業用水の再編を行うものである。事業効果の一つに、米の品質向上が挙げられる。米の登熟期である夏場の高温が近年、米の等級を下げる要因となっており、これに対して九頭竜川中流部で取水された冷たい水を、パイプラインを経由して夜間に灌漑することで、水田の温度上昇を抑制することが期待される。パイプラインが一部供用を開始して以降、夜間灌漑実証試験を関係機関と連携して実施しており、この取組みおよび収穫米の評価について紹介する。

(水土の知 81-4, pp.35~38, 2013)



夜間灌漑, パイプライン, 生育調査, 水温, 高温障害, 1等米比率, 食味官能評価

(技術リポート：北海道支部)

水路トンネル工事における前方穿孔探査事例

河野 賢・田中 明男・佐藤 豪

道央地域の6市5町にまたがる水田の用水補給と畑地灌漑用水の確保を目的に、夕張シューパロダムの新設および農業用水施設を整備している国営かんがい排水事業「道央用水地区」のうち、「道央用水(三期)地区」は、頭首工や揚水機、用水路の整備を行うものである。その主要施設である道央注水工は、延長31km、最大注水量 $18\text{ m}^3/\text{s}$ の用水路である。本報では道央注水工の中央部に位置する馬追トンネル(延長2,178m)のNATM工法区間の施工に際して、前方穿孔探査(Drilling Survey System, DRISS)により、軟質化した地層の範囲を特定して、設計で採用されているトンネルタイプの妥当性を検討・判定した事例を紹介する。

(水土の知 81-4, pp.40~41, 2013)



国営かんがい排水事業、水路トンネル、NATM工法、トンネルタイプ、前方探査、Drilling Survey System (DRISS)

(技術リポート：東北支部)

崩壊性地すべりに対する対策事例

古川 達也

青森県下葛蒲沢地区は、基盤岩である砂岩・シルト岩または凝灰岩の上位に粘土混じりの段丘砂礫層が堆積し、その上位に軟質な岩木火山噴出物や泥流堆積物が分布するという特徴を持ち、地下水が豊富な地形・地質条件下にある。そこへ豪雨や融雪などにより地下水が多量に供給されたときに、間隙水圧の上昇および土塊強度の低下が起これ、地すべりが発生すると考えられる。このため、頭部排土工や押え盛土工のほかに地下水の供給に対する対策が最も合理的かつ有効であり、地表水排除のための排水路工や地下水排除のための横ボーリング工、かごマット工を施工した事例を紹介するものである。

(水土の知 81-4, pp.42~43, 2013)



表層崩壊性地すべり、地下水位の上昇、頭部排土工、横ボーリング工、地表水排除工

(技術リポート：関東支部)

管更生工法による農業用水路の改修

佐藤 良一

茨城県五霞町は地盤沈下地帯であり、農業用開水路が不等沈下することによって、逆勾配や中だるみなどが発生し、用水路としての機能に障害が発生している。そのため、既存開水路を撤去し、新たに管水路による整備を行っている。今回の報告は、県道部分をヒューム管を用いて逆サイホン構造で横断する水路の改修工事についてである。改修方法としては、開削工法や推進工法、管更正工法が検討され、現場の諸条件から管更正工法を採用した。その工法の選定過程と、採用したスルーリング工法の特徴について報告する。

(水土の知 81-4, pp.44~45, 2013)



管更正、ボックスカルバート、スルーリング工法、地盤沈下、ストックマネジメント

(技術リポート：京都支部)

農業用パイプラインの性能低下予測手法の確立に向けた取組み

加藤 公平

南近畿土地改良調査管理事務所管内において、国営土地改良事業により実施された南紀用水地区、五条吉野地区の農業用水路は、主としてパイプラインで構成されている。これらは、地中埋設構造物であり、通水制限、口径などによる管内作業の制約などから、管体の機能診断調査・評価および適切な性能管理を行うことが困難な場合が多い。このため、当事務所では、ストックマネジメント技術高度化事業を活用し、パイプラインの機能診断技術、性能低下予測および評価手法などの確立を目指すこととしている。本報では、性能低下予測手法の確立に向けた取組みなどについて紹介する。

(水土の知 81-4, pp.46~47, 2013)



ストックマネジメント、パイプライン、機能診断、性能指標、性能低下予測

(技術リポート：中国四国支部)

安能トンネルのD I 区間におけるインバート設置の是非の判断

出口 義大

トンネル施工におけるインバート設置の是非は、地山条件などにより判断し、一般的には、地山等級D I 以下の区間や押し出し性地山、長期的にみて劣化が生じる恐れのある地山で設置するが、一様でない岩質が介在している(局部的に脆弱な箇所がある)区間でのインバート設置の是非については、既存の判断方法にとらわれることなく、地質調査および各種試験結果などにより判断を行うことが必要である。本報では、安能トンネルの地山等級D I 区間におけるインバート設置の是非の判断事例を紹介する。

(水土の知 81-4, pp.48~49, 2013)



トンネル、地山等級、インバート、切羽確認、浸水崩壊度試験、地山強度比、X線回析

(技術リポート：九州沖縄支部)

地下水位制御システムの導入における暗渠疎水材の選定事例

宮成 俊治・関 範弥

大分県では、農業・農村を取り巻く情勢の変化に的確に対応した基盤整備を実施するための行動計画となる新たな農業農村整備長期計画「おおいた農業農村整備推進プラン」を策定し、低コスト生産体制の確立に向けた基盤整備を推進することとしている。このため、水管理の省力化の推進を図る地下水位制御システムの普及を通じ、併せて効率的な炭素貯留を図ることを目的とし、炭素貯留関連基盤整備実験事業により試験を実施した。本報では、日田市大明(だいめい)地区において実施した、システム導入時における有機資材の違いによる生産基盤などへの影響調査の事例を紹介する。

(水土の知 81-4, pp.50~51, 2013)



地下水位制御システム、炭素貯留機能、疎水材、有機資材、試験

目次

第1章 性能設計の現状

- 1.1 はじめに
- 1.2 包括設計コード
- 1.3 性能設計の技術論的特徴
- 1.4 他分野の状況
- 1.5 農業・農村整備事業と性能設計
- 1.6 性能設計とストックマネジメント(マクロマネジメント)
- 1.7 補修・補強と性能規定化(ミクロマネジメント)
- 1.8 性能設計の到達点

第2章 信頼性の照査

- 2.1 施設の信頼性
- 2.2 部分安全係数法の理念と現状
- 2.3 レベルⅡ信頼性設計法
- 2.4 レベルⅠ信頼性設計法
- 2.5 感度係数とその意味
- 2.6 水利構造物に適した部分安全係数の値
- 2.7 開水路側壁基部の安全性に関する信頼性設計例
- 2.8 信頼性設計法の今後

第3章 安全性の照査

- 3.1 限界状態設計法の概要
- 3.2 構造物における安全性の照査

- 3.3 曲げモーメントおよび軸方向力に対する安全性の照査
- 3.4 せん断力に対する安全性の照査
- 3.5 終局限界状態の照査例

第4章 使用性の照査

- 4.1 使用限界状態の検討
- 4.2 断面力および応力度の算定法
- 4.3 曲げひび割れ発生の照査
- 4.4 曲げひび割れ幅の照査
- 4.5 ひび割れの使用限界状態の照査例
- 4.6 今後の課題

第5章 耐久性の照査

- 5.1 長期構造性能の照査
- 5.2 農業水利構造物の耐久性設計
- 5.3 性能照査型のコンクリートの配合設計
- 5.4 鉄筋コンクリート開水路の耐久性設計例

第6章 機能保全

- 6.1 農業水利施設の機能保全
- 6.2 農業水利施設の機能診断

第7章 施工および補修・補強

- 7.1 RC開水路の施工
- 7.2 RC開水路の補修・補強

A 5判 約200ページ 定価 4,500円(内税・送料学会負担)
 会員特価 2,600円(内税・送料学会負担)
 [会員特価は、個人会員による前金購入の場合のみ適用されます]

申込先 〒105-0004 港区新橋5-34-4
 公益社団法人 農業農村工学会
 ☎03-3436-3418 FAX 03-3435-8494

複写される方へ

公益社団法人 農業農村工学会は下記協会に複写に関する権利委託をしていますので、本誌に掲載された著作物を複写したい方は、同協会より許諾を受けて複写して下さい。ただし公益社団法人 日本複写権センター(同協会より権利を再委託)と包括複写許諾契約を締結されている企業等法人の社内利用目的の複写はその必要はありません(社外領布用の複写は許諾が必要です)。

権利委託先：一般社団法人 学術著作権協会

〒107-0052 東京都港区赤坂9-6-41 乃木坂ビル

FAX(03)3475-5619 E-mail: info@jaacc.jp

なお、著作物の転載・翻訳のような、複写以外の許諾は、同協会に委託していませんので、直接当学会へご連絡下さい(連絡先は巻末の奥付をご覧ください)。

Reprographic Reproduction outside Japan

Making a copy of this publication

Please obtain permission from the following Reproduction Rights Organizations (RROs) to which the copyright holder has consigned the management of the copyright regarding reprographic reproduction.

Obtaining permission to quote, reproduce; translate, etc.

Please contact the copyright holder directly.

→ Users in countries and regions where there is a local RRO under bilateral contract with Japan Academic Association for Copyright Clearance (JAACC)

Users in countries and regions of which RROs are listed on the following website are requested to contact the respective RROs directly to obtain permission.

Japan Academic Association for Copyright Clearance (JAACC)

Address 9-6-41 Akasaka, Minato-ku, Tokyo 107-0052 Japan

Website <http://www.jaacc.jp/>

E-mail info@jaacc.jp Fax : + 81-33475-5619