

# 水田から発生する温室効果ガス・ メタン抑制技術

(栃木県農業総合研究センターの試験成果)

栃木県内の間断かん水(中干し実施なし)を  
基本とした水管理での  
中干し7日間

令和7(2025)年3月

栃木県

# はじめに

近年、気候変動による大規模災害の頻発が世界各地で確認されており、その原因とされる地球温暖化を防止するために、2015年の国連気候変動枠組条約締約国会議(COP21)において、「世界の平均気温上昇を産業革命以前に比べて2°Cより十分低く保ち(2°C目標)、1.5°Cに抑える努力をすること(1.5°C努力目標)」がパリ協定として採択されました。その後、気候変動に関する政府間パネル(IPCC、2018年、1.5°C特別報告書)では平均気温の上昇を1.5°C未満に抑えることを目標とし、そのためには、2050年までにカーボンニュートラルの実現が必要であるとされ、これが世界共通の長期目標となりました。我が国においても2020年10月に国会で「2050年カーボンニュートラル宣言」を行い、社会全体で脱炭素化を目指すこととしており、本県では、2020年12月に「2050年までにカーボンニュートラル実現を目指す」ことを宣言しました。

農業分野においては、農林水産省が「みどりの食料システム戦略」を2021年に策定し、農林水産業でのCO<sub>2</sub>ゼロエミッション化を目標とし、環境負荷軽減のイノベーションを推進することとしました。本県では、「とちぎグリーン農業推進方針」を2023年3月に策定し、温室効果ガスの排出量の削減を取組方策のひとつとしています。

日本の農林水産分野から排出される温室効果ガスのうち、3割程度は水田から発生するメタンが占めており、農林水産分野でのカーボンニュートラルの実現のためには、その発生を抑制することが必要となります。水田から発生するメタンの抑制のためには、中干しを延長することが有効とされていますが、本県で推奨している「じっくりイナ作」での間断かん水を基本とした水管理中干しを実施した際の効果は明らかになっていません。そのため、間断かん水で中干し7日間を実施した場合のメタン発生割合の減少程度や、収量へ及ぼす影響について試験を実施しとりまとめました。

本冊子をもとに、水田から発生するメタン抑制への取組が増加し、カーボンニュートラル実現に向けた農業分野での取組の一助となれば幸いです。



那須塩原市 試験ほ場

## 技術の概要（農業総合研究センターの成果）

❖ **メタン発生抑制のために、中干しを7日間実施(または延長)する。**

(J-クレジット制度の方法論「水稻栽培における中干し期間の延長」：土壌からのメタン発生量を抑制するために、中干し実施期間を従来よりも7日間以上延長する取組)

メタン発生を抑える中干しの実施期間（J-クレジット準拠）			
	これまでの 中干し期間	中干し実施 又は延長	中干し期間 合計
【今回検討した内容】	(間断かん水) 0日	+ 7日間	= 7日間
【慣行的に中干しを 実施している場合】	(これまでの中干し) (例)10日間	+ 7日間	= (例)17日間
			水稻収量低下の懸念 ←
※中干しの定義 水口：閉 水尻：開			

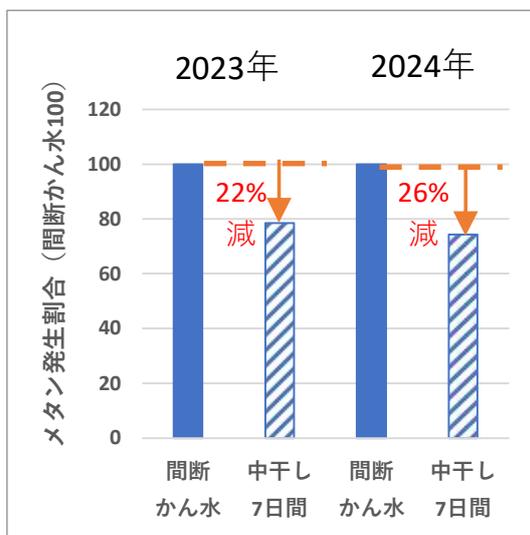
❖ **間断かん水を基本とした中干し7日間の実施による効果**

(2023~2024年にセンター内ほ圃場で実施した結果)

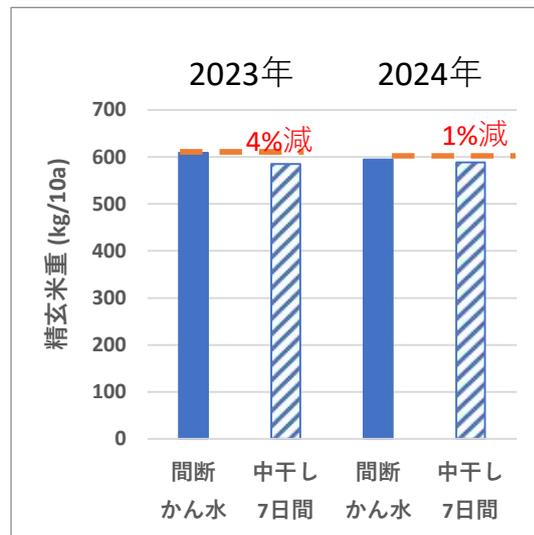
中干し7日間の実施によって、メタン発生は2~3割削減される。

また、収量の低下が懸念されるため、中干し開始の前には飽水させるなど、過度な乾燥によって穂数やもみ数が不足しないように注意する。

**メタン発生抑制 2~3割減**



**収量の減少 0~4%程度**



# 目次

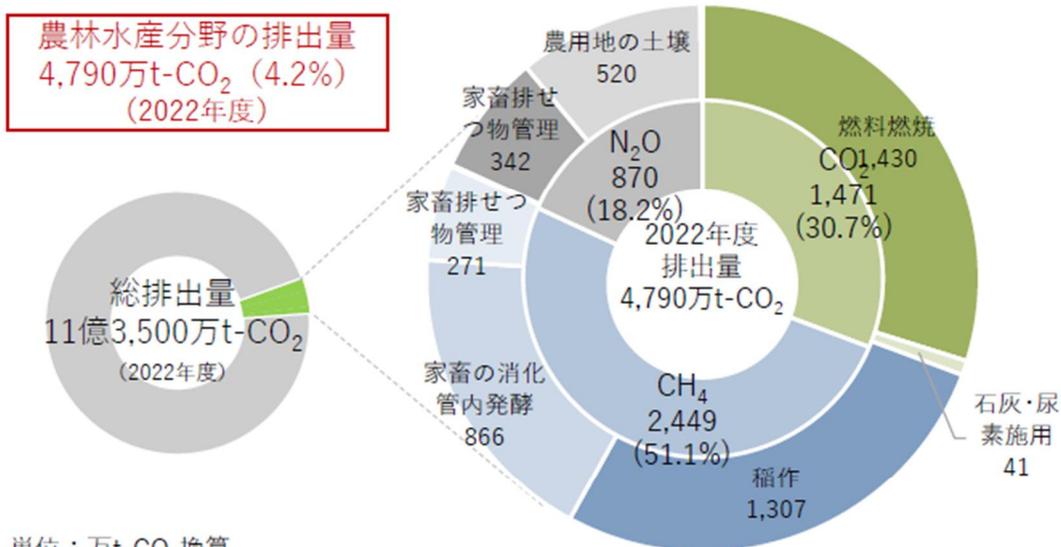
はじめに	1
技術の概要	2
1 農業分野から排出される温室効果ガス	4
2 水田から発生するメタンのしくみ	5
3 J-クレジット制度での取組	6
4 中干し7日間によるメタン発生抑制効果	9
5 中干し7日間による収量への影響	10
6 慣行的に中干しを実施しているほ場での 中干し延長の効果	11
7 自動水管理システムの活用	12
試験担当者	15

# 1 農業分野から排出される温室効果ガス

**農林水産分野から排出される温室効果ガスの  
3割程度は、水田から発生するメタン**

日本国内から排出する温室効果ガス（GHG）は、11億 t-CO<sub>2</sub>であり、そのうち農林水産分野から4.2%（4,800万 t-CO<sub>2</sub>）排出されている。農林水産分野から排出される温室効果ガスの中で、最も多いのは燃料燃焼から排出されるCO<sub>2</sub>で31%となり、次いで稲作で排出されるメタン（CH<sub>4</sub>）が27%、家畜の消化管内発酵（牛のゲップ）で排出されるメタンが18%となっている。

## ■ 日本の農林水産分野のGHG排出量



単位：万t-CO<sub>2</sub>換算

\*温室効果は、CO<sub>2</sub>に比べCH<sub>4</sub>で28倍、N<sub>2</sub>Oで265倍。

\*排出量の合計値には、燃料燃焼及び農作物残渣の野焼きによるCH<sub>4</sub>・N<sub>2</sub>Oが含まれているが、僅少であることから表記していない。このため、内訳で示された排出量の合計とガス毎の排出量の合計値は必ずしも一致しない。

出典：国立環境研究所温室効果ガスインベントリオフィス「日本の温室効果ガス排出量データ」を基に農林水産省作成

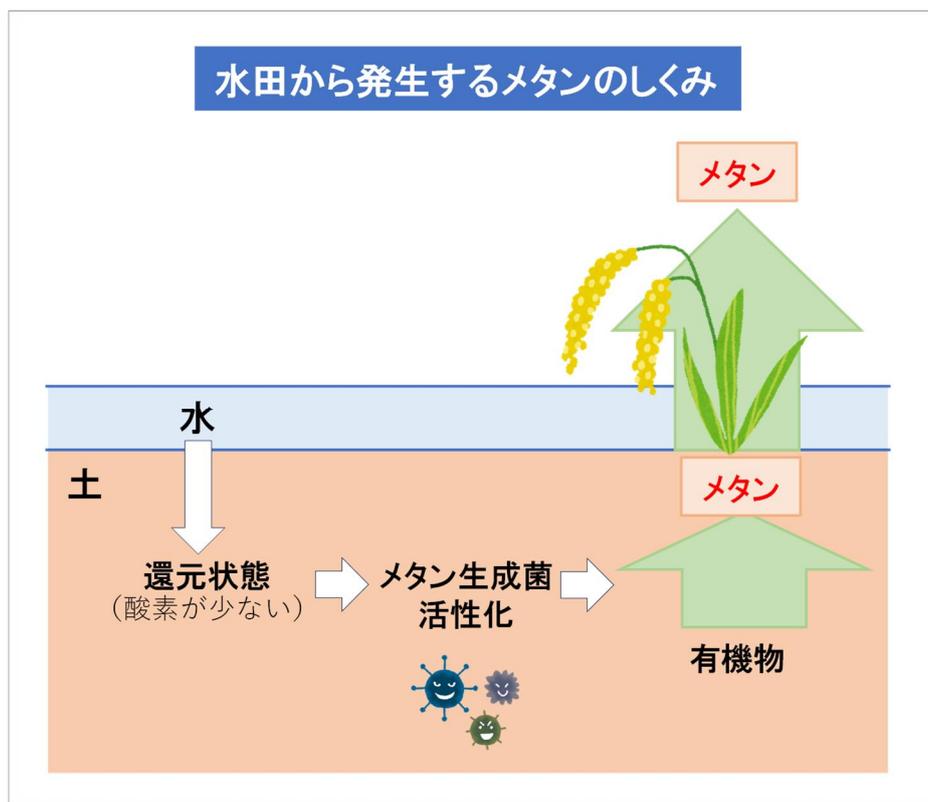
（「水稲栽培における中干し期間の延長」のJ-クレジット制度について、令和6年7月、農林水産省農産局農業環境対策課から抜粋）

## 2 水田から発生するメタンのしくみ

水を張るとメタンが発生する  
中干しによってメタンの発生が抑制される

水田では水を張ることによって、土壌が還元化し、それに伴ってメタン生成菌が活発になって、土壌中の有機物を原料とした物質からメタンが発生する。

そのため、メタン発生を抑えるには、中干しの実施期間を長くするなど土壌をなるべく酸化状態に保つことが有効となる。



### 3 J-クレジット制度での取組

方法論「水稻栽培における中干し期間の延長」概要

#### 中干し7日間以上延長による土壌からのメタン発生抑制

J-クレジット制度は、温室効果ガスの排出削減・吸収量を「クレジット」として国が認証し、取引を可能とする制度であり、その方法論として「**水稻栽培における中干し期間の延長**」が規定されている。これは、中干し実施期間を従来よりも延長し、土壌からの**メタン発生量を抑制**するものであり、中干し実施期間の延長は、**7日間以上**としている。

なお、中干しの定義は、出穂前に取水口「閉じ」、排水口「開」の状態が継続している期間とされている。

#### J-クレジット制度での 方法論「水稻栽培における中干し期間の延長」の概要

中干し実施期間  
従来よりも**延長**



土壌からの  
**メタン 排出量を抑制**

【適用条件】メタン発生抑制のために必要な中干し期間

これまでの中干し期間  
(直近2 か年以上の実施日数の平均) + **7日間以上延長**

【中干しの定義】

(出穂前に、) **取水口「閉」、排水口「開」**の状態が継続している期間

(差し水を行った場合、その時点で中干しは終了したとみなす。)

【認証対象期間】

最大8年分

## J-クレジットに準拠した中干しの実施例

水田からのメタン発生を抑えるために、これまでの中干し期間に加えて **7 日間の中干しを延長**する。

例えば、これまでに間断かん水のみで中干しを実施していない場合、7 日間の中干しを実施する。またこれまでに 10 日間の中干しを実施していた場合は、7 日間中干しを延長して 17 日間の中干しを実施する。

なお、強度な中干しを行うと、水稻の収量減となるリスクがあるため、**中干し開始の前には飽水**させるなど、過度な乾燥によって穂数やもみ数が不足しないように注意する。

### メタン発生を抑える中干しの実施期間（J-クレジット準拠）

	これまでの 中干し期間		中干し実施 又は延長		中干し期間 合計
【今回検討した内容】	(間断かん水) 0日	+	7日間	=	7日間
【慣行的に中干しを 実施している場合】	(これまでの中干し) (例)10日間	+	7日間	=	(例)17日間

水稻収量低下の懸念 ←

※中干しの定義 水口：閉 水尻：開

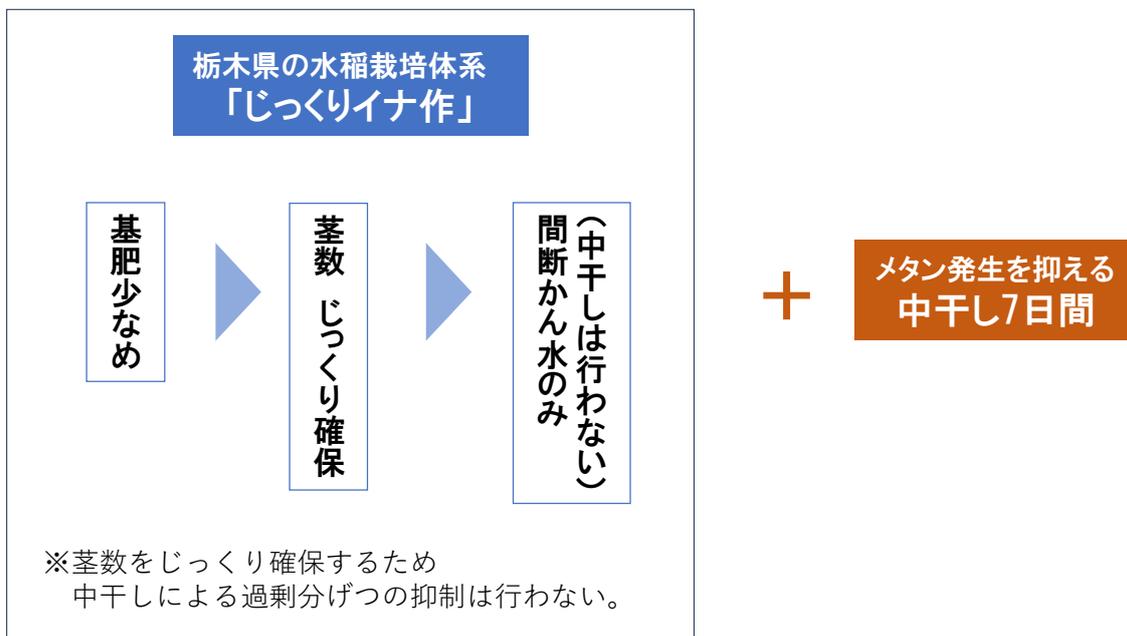


中干し 7 日目の土壌表面

## 栃木県の水稲栽培体系「じっくりイナ作」での中干しの導入

栃木県で推奨している水稲栽培体系「じっくりイナ作」では、基肥を少なめにして、**茎数をじっくり確保**するため、中干しによる過剰分げつの抑制をする必要がない。そのため、移植1か月経過後からは**間断かん水**のみの水管理としている。

本冊子では、この「じっくりイナ作」を基にした**7日間の中干し**を主要テーマとして、メタンの発生抑制程度や収量への影響について後述する。



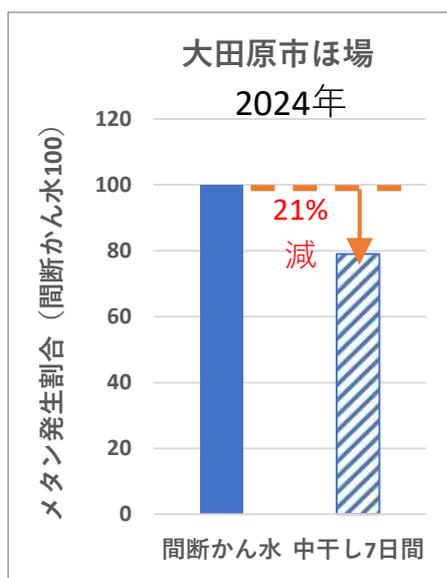
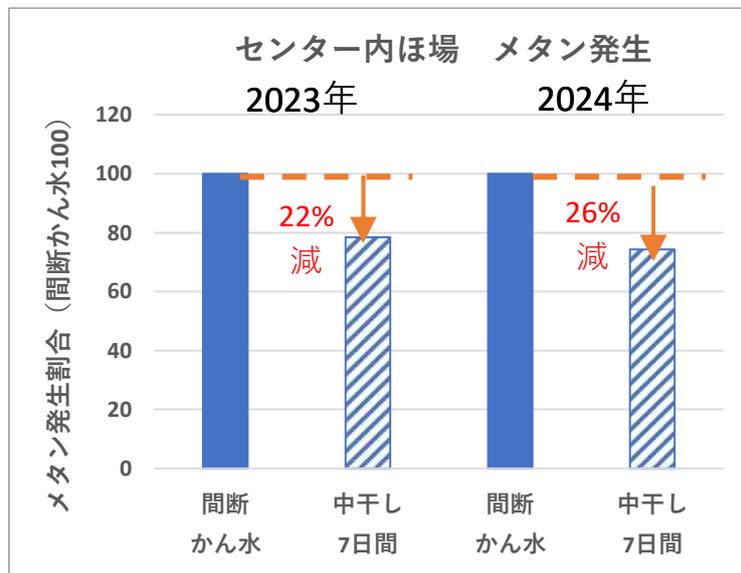
※これまで中干しを実施していない場合は、このような体系も可能である。

## 4 中干し7日間によるメタン発生抑制効果

中干し7日間の実施で、メタン発生は抑制される

### 間断かん水と比較した中干し7日間でのメタン発生

間断かん水のみで中干しを実施しないほ場と、中干しを7日間実施したほ場を比較すると、メタンの発生は2～3割程度抑制された。

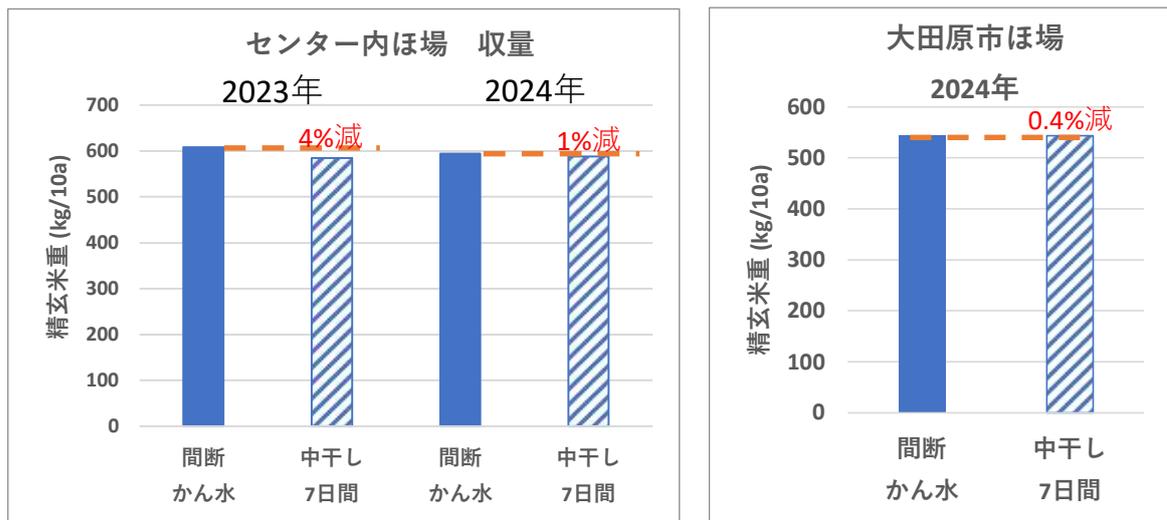


## 5 中干し7日間による収量への影響

中干し7日間の実施による収量低下は0~4%程度

### 間断かん水と比較した中干し7日間の収量

間断かん水のみで中干しを実施しないほ場と、中干しを7日間実施したほ場を比較すると、中干し7日間実施による収量の減少は0~4%であった。中干しによって収量が4%減少した2023年のセンター内ほ場は、中干しをしなかったほ場より穂数が8%、もみ数が10%少なくなった。一方で、2024年大田原市ほ場では、前ページのとおり中干しによりメタンの発生を削減させても、ほぼ同等の収量を得られた。そのため、**中干し開始の前には飽水させるなど、過度な乾燥によって穂数やもみ数が不足しないように注意する。**



センター内ほ場・大田原市ほ場 品種：コシヒカリ 土壌：黒ボク土

表1 各試験区の収量及び収量構成要素

年度	ほ場	処理区	精玄米重 kg/10a	同左比	穂数 本/m <sup>2</sup>	一穂 粒数	総粒数 百粒/m <sup>2</sup>	登熟歩合 %	玄米千粒重 g
2023	センター内	間断かん水	608	100	368	94	345	79	22.3
		中干し7日間	585	96	339	91	310	84	22.6
2024	センター内	間断かん水	604	100	382	95	363	79	21.1
		中干し7日間	597	99	370	93	343	81	21.5
2024	大田原市	間断かん水	545	100	296	92	273	92	21.7
		中干し7日間	543	100	324	88	284	89	21.5

(過去の知見)

## 6 慣行的に中干しを実施しているほ場での 中干し延長の効果

慣行的に中干しを実施しているほ場での中干し延長の効果については、全国的なプロジェクトで実証されており、マニュアル化されている。

中干し7日間延長の効果としては、**メタン発生が30%程度削減**され、収量への影響は**平均3%程度の減収**であり、当県で行った間断かん水のみ（中干し0日）と比較した中干し7日間の結果は、これとほぼ同様であった。

なお、メタンの発生は、堆肥施用に比べて稲わら施用で多いため、メタン発生の抑制のためには、稲わらのすき込みから堆肥施用に転換することが有効であるとされている。

### 慣行的に中干しを実施しているほ場での中干し延長の効果

(過去の知見)

慣行の中干し実施期間

+

中干し7日間程度延長

**メタン発生：30%削減**  
**収量：平均3%程度減収**

(備考)

- ・堆肥施用と稲わら施用を比べると、堆肥施用でメタン発生は大幅に少ない。
- ・中干しの延長によって、慣行より登熟歩合が向上し、タンパク質含量が低下するなど、米の品質が向上する。

(出典)

【地球温暖化対策】水田メタン発生抑制のための新たな水管理技術マニュアル 環境にやさしい水田水管理、平成24年8月、(独)農業環境技術研究所

#### 【中干し実施の注意点】

地下水位の低い乾田や、水尻のない水田、生育途中で強制的に用水が切れてしまう地域等の様々な条件により、この技術が適用できない水田もあると考えられるためほ場条件を考慮して実施する。

## 7 自動水管理システムの活用

自動水管理システム活用によって、メタン発生抑制のための適切な水管理を実施  
水管理労力は 85%削減

自動水管理システムの活用によって、メタン発生抑制のための適切な中干しの水管理を実施できる。

また、自動水管理システムでは、スマホやパソコンで水田の水位の確認や、給排水の遠隔操作・自動制御を行えるため、水管理労力が 85%と大幅に低下することが試算された。

表2 自動水管理システムによる水管理労力の削減（試算）

水管理	1日当たりの作業時間 (分/ほ場)	総作業時間 (時間/ほ場)	同左比
慣行水管理	33.2	64.3	100
自動水管理システム	4.9	9.5	15

※供試した自動水管理システム：farmo（水位センサー及び給水ゲート使用）

※試算条件

【慣行水管理】 ほ場巡回：毎日（朝・夕 2回） ほ場への入水：3日に一度

【自動水管理システム】 ほ場巡回：3日に一度

【試算期間】 移植日～落水

【ほ場までの往復時間】 10分

### 各種の水管理システム

水管理システムの中で、那須塩原市ほ場では WATARAS（株式会社クボタケミックス）を、センター内ほ場では farmo（株式会社 farmo）を用いて試験した。

#### ❖ 自動水管理システムの一般的な機能

水位、水温の確認	スマホで確認
給水、止水	スマホで遠隔操作、水位設定やタイマーによる自動給水および止水
データ保存	インターネットのサーバーに保存（水位、水温）
給水ゲートの設置条件	開水路、バルブに設置可能
電源	太陽光発電及びバッテリー

❖ ほ場水管理システム WATARAS (株式会社クボタケミックス)



【WATARAS の特徴的な機能】

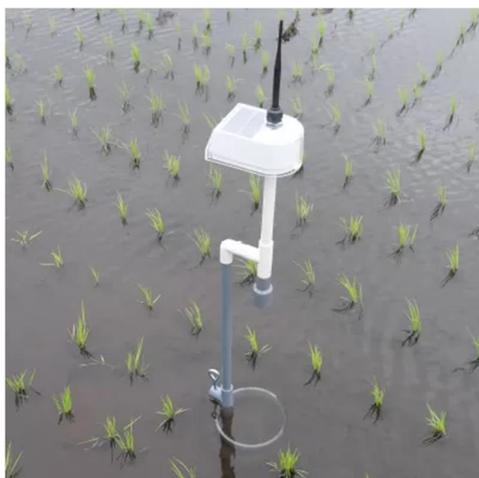
水位、水温の確認	スマホの他、PCでも確認が可能	
給水、排水	設定水位、減水深（制御幅）、排水高等の設定値により、水位の計測データを基にほ場の水管理を自動で制御することが可能 また、スケジュール機能（稲作ごよみ同様の水管理を事前に設定）を活用した自動給水および排水の制御をすることも出来る。	
データ保存	バルブ・ゲートの開度、設定水位、制御幅、排水高 電動アクチュエータ内蔵バッテリーの電源電圧、外気温、降水量（予報値）	
給水ゲートの設置条件	各種水路の形状に合わせてゲート式アタッチメントを製作し、設置出来る。 パイプラインの各種バルブに設置可能。	
	<b>通信集約 LoRa 型</b>	<b>直接通信 LTE-M 型</b>
通信方式	電動アクチュエータ～通信局（通信中継機：無線ボックス）間：LoRa 通信中継機：通信ボックス～公衆回線（NTTドコモ）間：LTE	電動アクチュエータ～公衆回線（NTTドコモ）間：LTE-M
中継器	専用の通信中継機（無線ボックス、通信ボックスで構成） 中継器1台で電動アクチュエータを40台接続可能（無線ボックスの追加で80台まで接続可能）	不要
電源	AC100V ※ソーラー電源タイプにも対応可能	不要

【費用】（金額は税別）

（令和6（2024）年12月時点）

	通信集約 LoRa 型	直接通信 LTE-M 型
自動給水栓（電動アクチュエータ）	155,000 円（内蔵バッテリー、初期設定費を含む）	193,000 円（内蔵バッテリー、初期設定費を含む）
水位水温センサー	35,000 円（有線式）	35,000 円（有線式）
排水側	155,000 円（内蔵バッテリー、初期設定費を含む）※ゲート式アタッチメントは別途	193,000 円（内蔵バッテリー、初期設定費を含む）※ゲート式アタッチメントは別途
通信中継機	295,000 円（初期設定費用を含む）	不要
通信費用（概算）	8,000 円（通信中継機 1 台当たり、1 年間）	2,500 円（電動アクチュエータ 1 台当たり、1 年間）

❖ 水田ファーモ（株式会社 farmo）



水位センサー



給水ゲート

【特徴】

通信費	無料
水位センサー	水位センサーのみの使用も可能

【費用】

（令和7（2025）年3月時点）

水位センサー	27,500 円（税込）、水温付き	33,000 円（税込）
給水ゲート	開水路用：77,000 円（税込）	※水位センサーが必要
給水バルブ	パイプライン用：82,500 円（税込）	※水位センサーが必要

## 試験担当者

### ❖ センター内ほ場

(県単、R3～R7)

土壌環境研究室 技師 下山夏輝、 技師 佐藤怜佳

### ❖ 那須塩原市ほ場

(農林水産省委託プロジェクト研究「脱炭素型農業実現のためのパイロット研究プロジェクト」JPJ009819、R3～R7)

土壌環境研究室 主任研究員 中山恵

### ❖ 大田原市ほ場

(マーケットインの新たな米チャレンジ事業、R6)

水稲研究室 技師 菊地玲央

なお、本冊子は、「マーケットインの新たな米チャレンジ事業」の補助を受けて作成した。

**水田から発生する温室効果ガス・  
メタン抑制技術**

栃木県内の間断かん水（中干し実施なし）を  
基本とした水管理での  
中干し7日間

令和7(2025)年3月  
栃木県

(問合せ先)

栃木県農業総合研究センター

研究開発部 土壌環境研究室 TEL 028-665-7072

水稲研究室 TEL 028-665-7076

(共通) FAX 028-665-1759

〒320-0002

宇都宮市瓦谷町 1080