

令和 5 年 6 月 15 日現在

機関番号：82111

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2020～2022

課題番号：20H03112

研究課題名（和文）気候変動下の高精度な作物収量・品質予測のための耕地微気象シミュレータの開発

研究課題名（英文）Crop-Field Microclimate Simulator for high-precision prediction of rice yield and quality under future climate conditions

研究代表者

石郷岡 康史（Ishigooka, Yasushi）

国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構・北海道農業研究センター・グループ長

研究者番号：50354006

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 13,600,000円

研究成果の概要（和文）：土壌温度・水分の動態や、湛水温、作物群落の微気象環境（群落温度ならびに、群落内の気温、湿度、風速、日射分布、群落光合成など）の日変化が再現可能な「耕地微気象シミュレータ」の基本プログラムを構築した。また「耕地微気象シミュレータ」を「イネ生育・収量モデル」と統合し、気象データを用いて、耕地微気象を考慮したコメ収量・品質予測のシミュレーションを実施するための枠組みを作成した。本研究にて構築した新モデルを用いて、コメ収量・品質予測のシミュレーションを実施し、実測データとの比較に基づき、モデルの妥当性を検証した。また新モデルを用いて、最新の気候シナリオに基づくコメ生産の将来予測を地点レベルで行った。

研究成果の学術的意義や社会的意義

地球温暖化が世界の食料生産に大きな影響を及ぼすことが懸念される中、日本のイネ栽培においても、高温による品質低下などの被害が顕在化している。われわれのグループでは気候シナリオに基づくコメ生産の将来予測を実施しているが、現在の予測には、作物の栄養状態に影響をおよぼす土壌温度・水分の変化や、コメ品質や高温不稔に直接関係した群落の温度環境（葉温や穂温）、病虫害発生と直接関わる群落の濡れ時間などが考慮されていない。本研究で開発した「耕地微気象シミュレータ」を用いれば、これらの影響を考慮したコメ収量・品質の将来予測が実施可能となり、国や自治体レベルでの温暖化に対する効果的な適応技術の開発に貢献できる。

研究成果の概要（英文）：We developed a basic program for the "Crop-Field Microclimate Simulator" that can simulate the evolution of soil temperature and moisture, paddy water temperature, and the microclimate environment of a rice crop canopy (canopy temperature, air temperature, humidity and wind speed in the canopy, vertical distribution of solar radiation in the canopy, and photosynthesis, etc.). We also integrated the "Crop-Field Microclimate Simulator" with the "Rice Growth and Yield Model" to create a framework for simulating rice yield and quality that takes into account the crop microclimate using meteorological data. Using this newly developed model, simulations of rice yield and quality were conducted, and the validity of the model was verified by comparison with measured data. Using the new model, future projections of rice production based on the latest climate scenarios were conducted at the site level.

研究分野：農業気象学

キーワード：イネ 耕地微気象 作物収量・品質予測 地球温暖化 土壌温度・水分 農業生産環境

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

地球温暖化が世界の食料生産に大きな影響を及ぼすことが懸念される中、日本のイネ栽培においても、高温による品質低下(白未熟粒発生)の被害が顕在化している。また夏季の異常高温による高温不稔の発生や、病虫害被害の増加が危惧されている。われわれのグループでは、「イネ生育・収量モデル」を用いて気候変化シナリオに基づくコメ生産の将来予測を実施・公表しているが(文献、 ) 現在のモデルには作物の生育に重要な役割を果たす耕地微気象環境の影響が組み込まれていない。そのため現在の将来予測には、作物の栄養状態に影響をおよぼす土壌温度・水分の長期変化や、コメ品質や高温不稔に直接関係した群落の温度環境、病虫害発生と直接関わる群落の濡れ時間の影響などが考慮されていない。イネ栽培に関する国や自治体レベルでの効果的な温暖化適応技術の開発に貢献するためには、耕地微気象環境を考慮したコメ収量・品質の将来予測の高精度化が必要である。

### 2. 研究の目的

本研究では、作物の群落微気象に関する最新の知見を統合化した「耕地微気象シミュレータ」を構築する。「耕地微気象シミュレータ」を最新のイネ生育・収量モデルに組み込み、耕地微気象環境を考慮したコメ収量・品質予測のシミュレーションを実施するためのシステムを整備する。実測データを用いて新たに作成したモデルの特性・精度を評価し、最新の気候シナリオに基づくコメ生産の将来予測を地点レベルで実施する。

### 3. 研究の方法

#### (1) 「耕地微気象シミュレータ」の基本プログラムの構築

年間を通じた土壌温度・水分の動態や、湛水温、作物群落の微気象環境(群落温度ならびに、群落内の気温・湿度・風速、結露量、光合成など)の日変化が再現可能な「耕地微気象シミュレータ」の基本プログラムを構築する。「耕地微気象シミュレータ」による耕地微気象環境の推定精度を、イネの開放系大気CO<sub>2</sub>増加(FACE)実験\*などの観測データとの比較によって評価する。それらの比較結果に基づき、「耕地微気象シミュレータ」の基本プログラムとモデルパラメータの調整を行う。

\*野外圃場で大気CO<sub>2</sub>濃度を上昇させ、植物の環境応答を調べる実験。

#### (2) 耕地微気象環境を考慮したコメ収量・品質予測モデルの構築

(1)で構築した「耕地微気象シミュレータ」の基本プログラムを「イネ生育・収量モデル」と統合し、耕地微気象を考慮したコメ収量・品質予測のシミュレーションを実施するための枠組みを構築する。具体的な段取りは、以下の通りである。

耕地微気象環境を考慮したコメ収量・品質予測モデルによるシミュレーションを実施するための計算プラットフォームを整備し、モデルシミュレーションに必要な、入力気象データと各種パラメータの入力インターフェースを作成する。

「耕地微気象シミュレータ」の基本プログラムを「イネ生育・収量モデル」の最新版と統合し、イネ生育にともなった耕地微気象の変化と、作物群落の微気象環境がコメ収量・品質に与える影響が評価できるようにする。モデル計算の実行を最適化するためのアルゴリズムとプログラムの構成について検討する。

#### (3) 実測データに基づくモデルの検証とコメ生産の将来予測

(2)で構築したモデルを用いて、耕地微気象環境を考慮したコメ生産のシミュレーションを実施し、イネFACE実験などの実測データとの比較に基づき、モデルの妥当性を検証する。また最新の気候シナリオ(CMIP6)に基づくコメ生産の将来予測を地点レベルで実施し、新たに開発したモデルの特性について評価する。

### 4. 研究成果

#### (1) 「耕地微気象シミュレータ」の基本プログラムの構築

これまでの研究で開発してきた作物群落(水田群落)を対象とした微気象モデル(群落微気象モデル)に、結露ならびに遮断蒸発(降雨捕捉/蒸発)、土壌温度・水分モデルを新たに組み入れた。また葉温を含む群落内温度・湿度環境の計算アルゴリズムを改良し、さらに出穂期以降の穂温を予測するための穂熱収支モデルを組み入れた。これに大気CO<sub>2</sub>濃度と群落微気象環境に対するイネの生理的な環境応答を考慮した群落光合成・気孔サブモデルを組み込み、「耕地微気象シミュレータ(水田版)」の基本バージョンとした。

このモデルを用いて、イネFACE実験において2015年に計測した出穂・登熟初期における群落微気象環境を再現し、観測データと比較したところ、以下の結果が得られた(論文投稿準備中のため図は割愛)。

大気と群落間の運動量ならびに顕熱・潜熱フラックスの日々の日変化と、それら交換量の大气CO<sub>2</sub>濃度による変化が、高精度に評価できた。

水稲群落の蒸発散量( $E$ )に対する正味生態系生産量( $NEP$ )の割合  $NEP/E$  の日々変化の傾向が、ほぼ良好に再現できた。

群落温度・湿度環境に対する再現性を検証した結果、水田水温や群落上端気温・湿度の日変化は比較的に高精度で評価できているものの、群落温度や群落内温度・湿度に関しては計算結果と観測データとのずれがやや大きく、観測データの精度や計測方法の妥当性を含めて改良の余地があることがわかった。

モデルで使用する各種パラメータを、これら実験データとの比較に基づいて調整した。

水田群落における時別の蒸発散量は、ポテンシャル蒸発量  $E_p$  (時別値) から高精度に推定できることがわかった(図1、文献)。  $E_p$  は時別の気象データから容易に計算できる。これに加えて、理論的な解析に基づき、作物群落の結露に関わる2つの指標(基準結露量と結露ポテンシャル)を考案した。これら2つの指標から、いもち病や紋枯れ病の発症に関わるイネ群落の濡れ時間を高精度で評価できることが、九州沖縄農業研究センターでの観測データを用いて確認された(文献)。ポテンシャル蒸発量ならび作物群落の結露に関わる2つの指標とも、群落微気象モデルによるシミュレーションより計算負荷が小さく、両者を「耕地微気象シミュレータ」の基本要素として追加することで、コメ生産の将来予測の実施に必要な計算時間を短縮することができる。

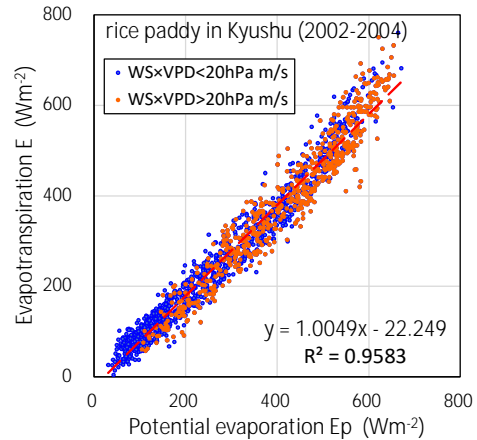


図1. ポテンシャル蒸発量  $E_p$  と実蒸発散量  $E$  の関係(文献)

九州3地点の水田における時別データ。日射量  $\geq 100 \text{ Wm}^{-2}$ 、葉面積指数  $\text{LAI} \geq 3.0$  の条件。 $E$  は  $E_p$  とほぼ一致し、両者の関係は風速  $WS$  や大気飽差  $VPD$  の大きさに依存しない。

## (2) 耕地微気象環境を考慮したコメ収量・品質予測モデルの構築

耕地微気象環境を考慮したコメ収量・品質予測モデルによるシミュレーションを実施するための計算プラットフォームを整備し、モデルシミュレーションに必要な、入力気象データと各種パラメータの入力インターフェースを作成した。

「耕地微気象シミュレータ」の基本プログラムを「イネ生育・収量モデル」の最新版と統合し、イネ生育にともなった耕地微気象の変化と、作物群落の微気象環境がコメ収量・品質に与える影響が評価できるようにした。モデルシミュレーションにおける計算の実行を最適化するためのアルゴリズムとプログラムの構成について検討し、高速計算を実現する統合プログラムを構築した。プログラミング言語は Fortran (耕地微気象シミュレータ) ならびに C (イネ生育・収量モデル) を基本として、Julia を用いたバージョンも作成した。

本プログラムを用いたモデルシミュレーションに必要な、最新のコメ収量・品質予測モデルの計算に必要な入力気象データの現在気候値と将来予測値(CMIP6に基づく)を地点レベルで整備した。

## (3) 実測データに基づくコメ収量・品質予測モデルの検証とコメ生産の将来予測

イネ(FACE)実験の生育データを用いて、耕地微気象環境を考慮したコメ収量・品質予測モデルの精度を評価した。2015年の実験データを対象としてシミュレーションを実施し、生育期間、地上部乾物中、収量などが妥当な精度で再現できることが確認できた。コメ品質に関しては、本研究のメンバーが参加する別プロジェクトで構築された推定式を用いることで、微気象環境を考慮した予測が可能なが確認された。

「耕地微気象シミュレータ」の穂熱収支モデルより計算される開花時穂温と野外調査データで得られた不稔率との間に定量的な関係が見いだされた(図2、文献)。ここで得られた関係式をモデルに新たに導入することで、将来増加が予想される高温不稔の影響を定量化することができる。

最新の気候シナリオ(CMIP6)を用いたコメ生産の将来予測を地点レベルで試験的に実施した。図3は、SSP5-8.5シナリオに基づく将来気候予測データを用いた、つくばみらいFACEサイトにおける計算結果である。西暦2000~2030年の31年間で、生育期間は7.5日間短縮し、地上部乾物重は16%増加するという結果が得られた。期間中の

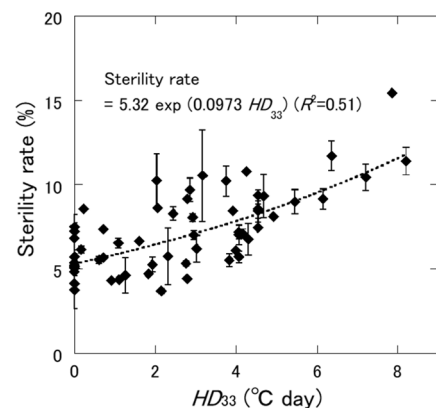


図2. 穂温ヒートドーズ  $HD_{33}$  (日中9~15時の平均穂温の33からの超過分の出穂前後5日間の積算値) と不稔率との関係(文献)。

不稔率は2018~2019年の野外調査の結果、 $HD_{33}$ は穂熱収支モデルによる計算値。

水需要量は年々変動を除いてほぼ一定（31年間で3%の増加）にとどまり、収量の増加にともなって水利用効率（=収量/水需要量）は31年間で14%程度向上すると予測された。期間を通じた乾物中や水利用効率の増加には、CO<sub>2</sub>の施肥効果と気孔閉鎖による蒸散量の抑制効果が寄与しているものと推定されるが、計算結果の解釈に関しては、今後詳細な検討を実施する必要がある。

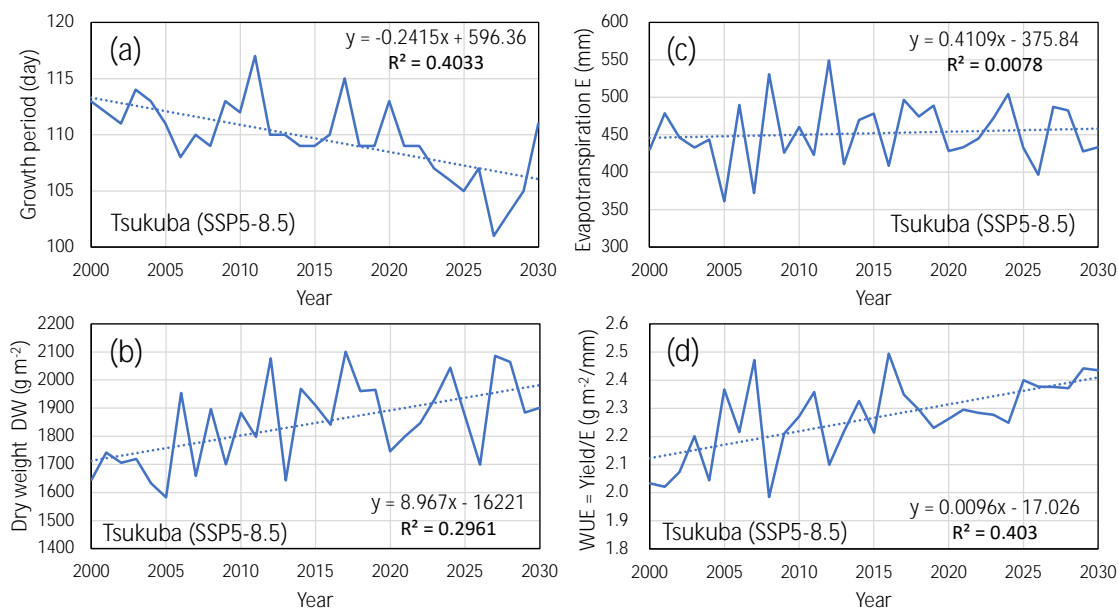


図3．つくばみらい FACE サイトにおけるコメ生産の将来予測（暫定的な結果）。(a)生育期間（移植～登熟）、(b)地上部乾物重、(c)生育期間の蒸発散量（水需要量）、(d)水利用効率 = 収量 / 水需要量

SSP5-8.5 シナリオ（気候変動対策を実施しない最大排出量シナリオ）に基づく将来気候予測データを使用（気候モデル：MIROC6、2000～2014年：気候再現値、2015～2030年：将来予測値）。品種はコシヒカリ。移植日を DOY=144 に固定し、施肥量は一定とした。

#### (4) 今後の課題と展望

本研究により、耕地微気象環境を考慮したコメ収量・品質予測を実施するための基本システムが構築された。従来モデルによるコメ収量・品質予測のシミュレーション結果との詳細な比較や、新たに開発したモデルの特性に関する詳細な検討に関しては、今後の課題として残された。また「耕地微気象シミュレータ」による群落温度や群落内温度・湿度の再現性については、改良の余地があることがわかった。本システムを利用することで、コメ収量・品質の将来予測の高精度化が期待されるが、全国レベルの影響評価においては空間分解能 1km での計算が必要となることから、モデルシミュレーションにおける計算速度を高速化するために、さらなる工夫が必要となる。これら残された課題に関して、引き続き検討を実施していく予定である。

#### <引用文献>

- Ishigooka Y., Fukui S., Hasegawa T., Kuwagata T., Nishmori M., and Kondo M. (2017) Large-scale evaluation of the effects of adaptation to climate change by shifting transplanting date on rice production and quality in Japan, *J. Agric. Meteorol.*, 73, 156-173. DOI: 10.2480/agrmet.D-16-00024
- Ishigooka Y., Hasegawa T., Kuwagata T., and Nishmori M. (2020) Evaluation of the most appropriate spatial resolution of input data for assessing the impact of climate change on rice productivity in Japan, *J. Agric. Meteorol.*, 76(2), 61-68. DOI: 10.2480/agrmet.D-19-00021
- Ishigooka Y., Hasegawa T., Kuwagata T., Nishmori M., and Wakatsuki H. (2021) Revision of estimates of climate change impacts on rice yield and quality in Japan by considering the combined effects of temperature and CO<sub>2</sub> concentration, *J. Agric. Meteorol.*, 77(2), 139-149. DOI: 10.2480/agrmet.D-20-00038
- Kuwagata T., Murai-Hatano M., Matsunami M., Terui S., Nagano A. J., Maruyama A., and Ishida S. (2022) Hydrometeorology for plant omics: Potential evaporation as a key index for transcriptome in rice, *Environmental and Experimental Botany*, 196. DOI: 10.1016/j.envexpbot.2021.104724
- Maruyama A., Kuwagata T., and Watanabe T. (2023) Observations on dew formation in the rice canopy and its simulation using a multilayer microclimate model, *J. Agric.*

*Meteorol.*, 2023, 79(1), 28-37. DOI: 10.2480/agrmet.D-22-00016

Kuwagata T., Maruyama A., Kondo J., and Watanabe T. (2024) Theoretical study on dew formation in a plant canopy based on a one-layer energy-balance model. Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=4446942> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4446942> (submitted)

Yoshimoto M., Sakai H., Ishigooka Y., Kuwagata T., Ishimaru T., Nakagawa H., Maruyama A., Ogiwara H., and Nagata K. (2021) Field survey on rice spikelet sterility in an extremely hot summer of 2018 in Japan, *J. Agric. Meteorol.*, 77(4), 262-269. DOI: 10.2480/agrmet.D-21-00024

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計8件（うち査読付論文 8件/うち国際共著 1件/うちオープンアクセス 6件）

1. 著者名 Honma Toshimitsu, Tsuchida Toru, Ishii Katsuhiko, Mizuno Takafumi, Ishigooka Yasushi, Takimoto Takahiro, Kuwagata Tsuneo	4. 巻 未定（早期公開）
2. 論文標題 New estimation model for paddy soil temperature in early growth stage, and its application to estimate nitrogen mineralization of organic fertilizer	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Soil Science and Plant Nutrition	6. 最初と最後の頁 1~10
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1080/00380768.2022.2040339	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Kuwagata Tsuneo, Murai-Hatano Mari, Matsunami Maya, Terui Shingo, Nagano Atsushi J., Maruyama Atsushi, Ishida Sachinobu	4. 巻 196
2. 論文標題 Hydrometeorology for plant omics: Potential evaporation as a key index for transcriptome in rice	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Environmental and Experimental Botany	6. 最初と最後の頁 104724~104724
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.envexpbot.2021.104724	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 安藤薫、日置雅之、遠山孝通、黒野綾子、小田紫帆里、柏木啓佑、瀧勝俊、中村乾、加藤英孝、鈴木克拓、馬場浩司、桑形恒男	4. 巻 92
2. 論文標題 V溝直播栽培における出穂期前後の落水によるコメ中無機ヒ素低減効果	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 日本土壌肥科学雑誌	6. 最初と最後の頁 439~446
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 YOSHIMOTO Mayumi, SAKAI Hidemitsu, ISHIGOOKA Yasushi, KUWAGATA Tsuneo, ISHIMARU Tsutomu, NAKAGAWA Hiroshi, MARUYAMA Atsushi, OGIWARA Hitoshi, NAGATA Kenji	4. 巻 77
2. 論文標題 Field survey on rice spikelet sterility in an extremely hot summer of 2018 in Japan	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Agricultural Meteorology	6. 最初と最後の頁 262~269
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.2480/agrmet.D-21-00024	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -



1. 著者名 ISHIGOOKA Yasushi、HASEGAWA Toshihiro、KUWAGATA Tsuneo、NISHIMORI Motoki、WAKATSUKI Hitomi	4. 巻 77
2. 論文標題 Revision of estimates of climate change impacts on rice yield and quality in Japan by considering the combined effects of temperature and CO2 concentration	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Agricultural Meteorology	6. 最初と最後の頁 139 ~ 149
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2480/agrmet.D-20-00038	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 ISHIGOOKA Yasushi、HASEGAWA Toshihiro、KUWAGATA Tsuneo、NISHIMORI Motoki	4. 巻 76
2. 論文標題 Evaluation of the most appropriate spatial resolution of input data for assessing the impact of climate change on rice productivity in Japan	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Agricultural Meteorology	6. 最初と最後の頁 61 ~ 68
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2480/agrmet.D-19-00021	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Ikawa Hiroki、Kuwigata Tsuneo、Haginoya Shigenori、Ishigooka Yasushi、Ono Keisuke、Maruyama Atsushi、Sakai Hidemitsu、Fukuoka Minehiko、Yoshimoto Mayumi、Ishida Sachinobu、Chen Charles P.、Hasegawa Toshihiro、Watanabe Tsutomu	4. 巻 179
2. 論文標題 Heat-Mitigation Effects of Irrigated Rice-Paddy Fields Under Changing Atmospheric Carbon Dioxide Based on a Coupled Atmosphere and Crop Energy-Balance Model	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Boundary-Layer Meteorology	6. 最初と最後の頁 447 ~ 476
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10546-021-00604-6	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 MARUYAMA Atsushi、KUWAGATA Tsuneo、WATANABE Tsutomu	4. 巻 79
2. 論文標題 Observations on dew formation in the rice canopy and its simulation using a multilayer microclimate model	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Journal of Agricultural Meteorology	6. 最初と最後の頁 28 ~ 37
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2480/agrmet.D-22-00016	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

〔学会発表〕 計9件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 5件）

1. 発表者名 Hina Fujimoto, Yuka Motohiro, Tsuneo Kuwagata, Yuko T. Hanba, and Kumi Sato-Nara
2. 発表標題 Osmotic responses in protoplasts of mutant cells lacking tonoplast intrinsic protein AtTIP2;2 in Arabidopsis thaliana
3. 学会等名 The 63rd Annual Meeting of the Japanese Society of Plant Physiologists
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Yasushi Ishigooka, Motoki Nishimori, Toshihiro Hasegawa, Tsuneo Kuwagata, Takahiro Takimoto, and Hitomi Wakatsuki
2. 発表標題 Climate change impacts on Japanese rice productivity and adaptation measures considering the uncertainty in input climate data
3. 学会等名 International Symposium on Agricultural Meteorology 2022 (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Hiroyuki Ikawa, Toshihiro Hasegawa, Etsushi Kumagai, Hitomi Wakatsuki, and Tsuneo Kuwagata
2. 発表標題 Multiplicative Sensitivity of Rice Canopy Evaporation to Atmospheric Carbon Dioxide, Temperature, and Humidity
3. 学会等名 International Symposium on Agricultural Meteorology 2022 (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Yasushi Ishigooka, Toshihiro Hasegawa, Motoki Nishimori, Tsuneo Kuwagata, and Hitomi Wakatsuki
2. 発表標題 Revision of impact assessment of climate change on rice yield and quality by considering the combined effects of temperature and CO <sub>2</sub> concentration
3. 学会等名 International Symposium on Agricultural Meteorology 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年



1. 発表者名 Hiroki Ikawa, Tsuneo Kuwagata, Tsutomu Watanabe, Charles P Chen, Toshihiro Hasegawa
2. 発表標題 From the Tsukuba FACE experiment to the regional atmosphere
3. 学会等名 International Symposium on Agricultural Meteorology 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Hitomi Wakatsuki, Toshihiro Hasegawa, Yasushi Ishigooka, Tsuneo Kuwagata, Takahiro Takimoto, Hiroki Ikawa, Hiroe Yoshida, Motohiko Kondo and Motoki Nishimori
2. 発表標題 Analysing meteorological factors associated with the occurrence of chalky rice grain using the nationwide Crop Survey database in Japan
3. 学会等名 International Symposium on Agricultural Meteorology 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 滝本貴弘、西森基貴、石郷岡康史、桑形恒男、若月ひとみ、長谷川利拡
2. 発表標題 胴割粒の発生に関わる気象・栽培条件の抽出
3. 学会等名 日本農業気象学会2021年全国大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yuka Motohiro, Doi Ririka, Tomoko Matsumoto, Jun Kikuchi, Tsuneo Kuwagata, Yuko T. Hanba, and Kumi Sato-Nara
2. 発表標題 Effects of a mutation in the Tonoplast Intrinsic Protein 2;2 TIP2;2 ) gene on metabolites in leaves of Arabidopsis thaliana
3. 学会等名 The 64th Annual Meeting of the Japanese Society of Plant Physiologists
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 石郷岡康史、西森基貴、桑形恒男、滝本貴弘、若月ひとみ、長谷川利拓
2. 発表標題 CMIP6気候シナリオによるわが国の水稲生産および品質への影響と適応
3. 学会等名 日本農業気象学会2023年全国大会
4. 発表年 2023年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	桑形 恒男  (Kuwagata Tsuneo)  (90195602)	国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構・農業環境研究部門・再雇用職員   (82111)	
研究分担者	吉本 真由美  (Yoshimoto Mayumi)  (40343826)	国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構・農業環境研究部門・主席研究員   (82111)	
研究分担者	滝本 貴弘  (Takimoto Takahiro)  (60788694)	国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構・農業環境研究部門・主任研究員   (82111)	
研究分担者	伊川 浩樹  (Ikawa Hiroki)  (10754393)	国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構・北海道農業研究センター・主任研究員   (82111)	

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究協力者	長谷川 利拡  (Hasegawa Toshihiro)	国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構・農業環境研究部門・研究領域長  (82111)	
研究協力者	丸山 篤志  (Maruyama Atsushi)	国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構・農業環境研究部門・グループ長  (82111)	
研究協力者	麓 多門  (Fumoto Tamon)	国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構・農業環境研究部門・上級研究員  (82111)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関