

令和 5 年 6 月 13 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：20H03110

研究課題名（和文）北日本に特化したサブモデル開発による畑作物収量予測の高精度化

研究課題名（英文）Crops yield estimation by developing a sub-model specialized in northern Japan

研究代表者

下田 星児（Shimoda, Seiji）

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・上級研究員

研究者番号：80425587

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 13,700,000円

研究成果の概要（和文）：主要畑作物について、既存のプロセスモデルのポテンシャル収量をベースとし、モデルとの整合性の検討を行った。北日本の気象特性を再評価するため、各地で栽培試験を行い、環境要素を検討した。モデルは、コムギの品種改良に伴う収量性の向上、ダイズでは地域の平均収量、ジャガイモでは高温乾燥年の収量を評価できた。コムギでは、現実とモデルの収量ギャップが生じる原因を解明することで耐病性の向上を評価でき、越冬中の地温の評価は、生育や病害発生の評価に繋がることが分かった。また、前例のない7月の高温乾燥下の2021年は、北海道のジャガイモの塊茎重量を大きく減らしたことがモデルでも評価できた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

積雪地帯のコムギの生育ステージの評価精度が向上し、耐病性の評価も可能となり、北日本のコムギの適切な栽培管理に繋がる。ダイズは、モデルで広域の収量評価が可能であることが分かり、今後、年次変化の要因解明が進むことが期待できる。冷涼湿潤とされる北海道でもジャガイモで高温乾燥影響が生じていることが明確になり、高温に適応した栽培管理技術の必要性が明らかになった。

研究成果の概要（英文）：Potential yields estimated by existing process models for major field crops were used as a base, and their consistency with actual yields was examined. To re-evaluate the climatic characteristics of northern Japan, cultivation trials were conducted in various regions and environmental factors were examined. The model was able to evaluate improved yield potential with improved varieties for wheat, average regional yields for soybean, and yields in hot and dry years for potato. In wheat, the model can evaluate improved disease resistance by identifying the causes of the yield gap between actual and the model, and evaluation of soil temperatures during overwintering was found to be predictive of growth and disease development. The model can evaluate the unprecedented hot and dry July 2021, which significantly reduced potato tuber weight in Hokkaido, Japan.

研究分野：農業生態

キーワード：小麦 大麦 大豆 バレイショ 生育モデル 予測 気象変動 越冬

## 1. 研究開始当初の背景

多くの国で輸入食料への依存度が増加し、主要作物の生産量把握の必要性が高まっている。農業生産量は、農業生態系の様々な環境要素・生物的要素の組み合わせにより決まる。海外の収量予測モデルでは、収量を劇的に減少させる乾燥ストレスの検討が進んでおり、乾燥地帯の主要穀物の主産国は、既存の収量モデルで比較的精度の高い結果を示す。しかし、湿潤気候下にある日本国内、特に北日本では、生産量の減少要因が多岐にわたり、既存のモデルの範囲内で畑作物の収量予測を行うことが難しい。日本は、世界に類を見ない多雪の麦類栽培地やダイズの湿害地域が多いため、変数設定が難しく、既存の収量評価モデルでは精度が低い原因になっている。

## 2. 研究の目的

湿潤環境下の農業生態系を評価し、作物生産量に結びつけるモデルが必要である。北日本の気象特性を反映して生育を予測するサブモデルを開発し、計算を簡略化することで、既存のプロセスモデルのポテンシャル収量をベースとしながら国内の畑作物生産に適合する生育予測を提示する。コムギ・ダイズにバレイショを加え、夏季の乾湿の変動の影響を定量的に評価し、コムギでは越冬期間の評価の改善を加えることで、北日本の作物生育モデルの改善が可能と考える。ダイズ生育予測モデルを国内各地で適用するように構築することで、栽培支援情報の提供や気候変動によるダイズ生産への影響予測などで役立てる。バレイショでは、気温・土壌水分に配慮してモデルの改善を図る。

## 3. 研究の方法

越冬温度が異なる北海道(芽室町)・東北(岩手県盛岡市)・北陸(新潟県上越市)において、地温の測定を行い、熱伝導モデルと経験式から求める方法による推定値の精度検証を行った。コムギ・オオムギの栽培試験を行い、大麦2品種(ミノリムギ・ファイバースノウ)、コムギ5品種(ナンブコムギ・夏黄金・ゆきちから・ゆめちから)を軸として品種を揃え、圃場の実測データを蓄積した。また、それぞれの地点の麦類に関して、過去の栽培試験データに関する解析を行った。ダイズは、北海道(芽室町)・東北(秋田県大潟村)・関東(茨城県つくば市)で、ジャガイモは、北海道(芽室町)で栽培試験を行った。コムギ・ダイズ・ジャガイモにおいて、プロセスモデルによる推定結果との突き合わせにより、モデルの精度を検証し、モデル改善に寄与する項目を整理した。

## 4. 研究成果

### (1) コムギ

モデルを利用した北海道のコムギ生産を変動させる気象要因の解明

北海道のコムギの実収量は、特定の生育ステージ時に降雨や曇天が続くとモデルで推定されるポテンシャル収量より著しく減少することが分かった(Shimoda et al., 2022)。WOFOST モデルによりポテンシャル収量を算出し、作物統計より得られる地域の実収量と比較を行い、主要品種が「チホクコムギ」、「ホクシン」、「きたほなみ」の期間の収量ギャップ(ポテンシャル収量と実収量の差)は、それぞれ 2.4t/ha、1.9t/ha、1.2t/ha と主要品種の交代に伴い縮小していることが分かった(図1)。収量ギャップが拡大する要因は、「チホクコムギ」では収穫期近くの湿潤気象であるため穂発芽、「ホクシン」では開花後6-10日後の湿潤であるため赤かび病、現在の主要品種である「きたほなみ」は開花期の湿潤であるため開花の不

良が収量の減少に影響する(図2)。「きたほなみ」は、耐病性が強化されているが、受粉に関わる開花期の曇天や雨天は、最大可能収量から収量を低下させる要因として残っていると推定される。北海道の主要品種は十数年ごとに耐寒性・耐病性の優れた品種に交代している。品種交代とともに、収量の平年値は増加しているが、収量変動要因は、品種により異なることが示唆された。

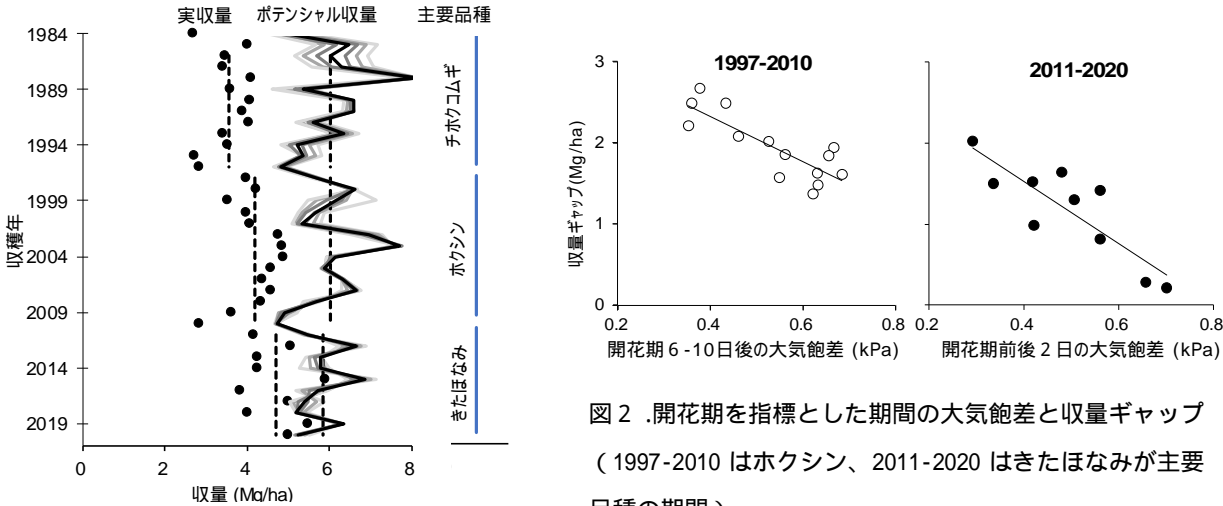


図1 .コムギの実収量とポテンシャル収量

図2 .開花期を指標とした期間の大気飽差と収量ギャップ (1997-2010 はホクシン、2011-2020 はきたほなみが主要品種の期間)

越冬期間中の地温の推定

コムギの越冬に影響の大きい、表層の地温について積雪傾向と関連付けて検証した。北海道は12月の積雪が地温に与える影響が大きい。2019年以降はそれまで希だった地温が0以下になる年が続いた。東北・北陸地方も12月から1月の平地の積雪は減少したが、地温の低下への影響は小さく、特に上越で少雪年と高温年が一致するため、少雪年に地温が高いことが分かった。積雪中の熱の伝わりを反映する熱伝導モデルについて検討し、積雪密度を温度の関数にし、長期観測結果のある深さ10cm地温データを利用することで、比較的程度の良い地温推定を行うことができた。作物モデルで簡易的に用いられる式では、比較的高温な上越ではモデルによる推定精度の違いは小さかったが、気温が低い芽室と盛岡では、熱伝導モデルを用いることでRMSEが約0.3小さくできた。

長期の地温と生育への影響

北海道東部太平洋側は、1990年から2010年代半ばまで12月の初旬が標準的な積雪開始時期だったが、暖冬(2018/19年、2021/22)や北極振動(2020/21)により積雪が減少した。月単位で見ると、深さ2cmの地温は、どの地点でも、概ね気温を反映した。地温推定の結果を踏まえ、長期の生育データについて検討した。積雪の変化により、暖冬年は生育が早まるため、上越の麦類の生育の早晩が大きく、上越>盛岡>芽室の順に生育の年次偏差が大きかった。上越では積雪期間がほとんど無い2007年と2020年に、大幅に地温が上昇し、生育が早まった。上越では、冬期の気温の重み付けを小さくした日平均気温の積算により、出穂期・成熟期を推定できた(島崎ら2022)。また、積雪期間の温度を0とすることで、精度良く幼穂長を評価することができた(島崎・関2023)。越冬中の環境が原因で起こる病害に地温が大きくかわっており、北海道(芽室)では、圧雪により地温を低下させると、積雪下で発生する雪腐病が低下することが分かった(Shimoda et al., 2023)。

## (2) ダイズ

### 北日本のダイズ栽培試験

北海道芽室町、秋田県大潟村、茨城県つくば市において栽培実験を行った。北海道では遮光実験（遮光率 50%）を行い、日射の影響を検討した。2021 年に生育後半の遮光による大幅な減収が見られた。2022 年の試験では現象が再現されず、収量の減少幅は小さかった。秋田県では、2019 年に播種期の降雨もしくは開花期の少雨による収量の低下がみられた（井上ら 2023）。

### 北日本のダイズ収量のモデルによる推定

日本のダイズの栽植密度に合わせ葉面積の生長過程を表現した乾物生産および乾物分配モデルを構築した(Nakano et al. 2021)。東日本の栽培結果から構築したモデルであり、複数の品種に適用できる。秋田県立大学の試験圃場（秋田県大潟村）で、11 年間行われた品種「リュウホウ」の栽培結果を、モデルで再現できるか検証した。11 年間の平均収量は、実測値で 326kg/10a であるのに対し、モデルでは 365kg/10a(水分 15%換算)と比較的精度良く推定できた。年ごとの収量評価では、二乗平均平方根誤差 (RMSE)が 72.1 kg/10a であった。現状のモデルは、地域の平均的な収量ポテンシャルを表現することに適していることが分かった。収量ギャップの要因として収穫前の降水量が挙げられ、降水量が少ないと実収量はモデルの想定より減少し（収量ギャップが正の値）、子実肥大期の少雨による減収が示唆される（図 3）。

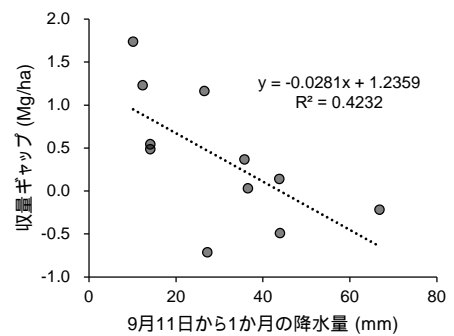


図 3 . 秋田県大潟村の試験における降水量と収量ギャップの関係

## (3) ジャガイモ

### ジャガイモの収量構成要素を変動させる気象要因の解明

北海道芽室町の試験圃場における 2019 年～2021 年のジャガイモの塊茎数および重量の経年変化に影響する気象要因を示した(Shimoda et al., 2023)。2019 年はやや高温で降雨は平均的であった。2020 年の早植えは発芽後の塊茎形成期に乾燥に遭遇し、塊茎数が著しく減少した。2021 年は、初夏（7 月中旬から下旬）の高温・乾燥条件が塊茎肥大期に相当し、植え付け時期や品種にかかわらず、塊茎重量の減少が原因で収量が減少した。試験地の北海道では、7 月の高温と乾燥が同時に生じた。過去に例のない 3 週間に渡る長期の高温乾燥であり、大きな収量減少が生じる原因となった(下田 2022)。本研究は、気候が冷涼でジャガイモ生産に適しているとされる北海道東部でも、ジャガイモの収量構成要素が高温・乾燥の影響を受けることを明確にした。

### ジャガイモ収量のモデルによる推定

収量の年次変化を考察した。WOFOST モデルの葉のライフスパンを補正項にして実測 LAI に関する校正を行った後、ポテンシャル収量を評価した。バレイショ収量は、例年の半分程度の収量となった 2021 年のジャガイモの収量の大幅な減少を評価できた。モデルは、夏季の高温乾燥による収量低下を適切に評価できた。しかし、2020 年の塊茎形成期に乾燥による収量の減少の評価に至らず、ポテンシャル収量に対する実収量は他の年より著しく低い 0.2 程度になった(図 4)。塊茎数の減少による収量低下を評価するモデルが必要となることが明らかになった。

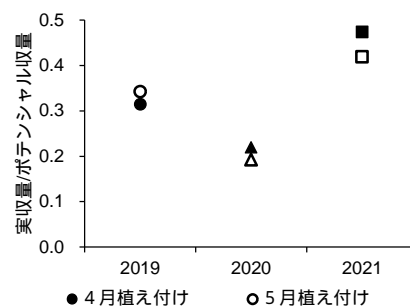


図 4 . 実収量/ポテンシャル収量の年次変化

### <引用文献>

Shimoda Seiji, Terasawa Youhei, Nishio Zenta, Improving wheat productivity reveals an emerging yield gap associated with short-term change in atmospheric humidity, *Agricultural and Forest Meteorology*, 312, 2022, 108710.

島崎 由美、関 昌子、下田 星児、積雪地で栽培したオオムギの積算気温による発育予測の検討、*作物学会北陸支部会報*、21、2022、65 - 73.

島崎 由美、関 昌子、積雪の有無がオオムギの幼穂生長に及ぼす影響について 積雪年と無積雪年の比較から、*北陸作物・育種研究*、58、2023、4 - 8.

Shimoda Seiji, Terasawa Youhei, Kanaya, Maki, Control of snow mold damage of winter wheat by snow compaction (Yuki-fumi). *Soil & Tillage Research*, 225, 2023, 105554.

井上誠、伊勢貴之、木口倫、佐藤孝、永吉武志、保田謙太郎、秋田県大湯村におけるダイズの生育と土壌水分量・気象との関係、*東北の農業気象*、2023、印刷中.

Nakano Satoshi, Homma Koki, Shiraiwa Tatsuhiko, Modeling biomass and yield production based on nitrogen accumulation in soybean grown in upland fields converted from paddy fields in Japan. *Plant Production Science*, 24(4), 2021, 440 - 453.

Shimoda Seiji, Kanaya Maki, Kominami Yasuhiro, Tsuji Hiroyuki, Decline in tuber number and weight of potato (*Solanum tuberosum* L.) associated with drought in 2020 and 2021 in a humid region of eastern Hokkaido. *Journal of Agricultural Meteorology*, 79, 2023, 59 - 68.

下田星児、野菜に関する気候変動適応策の研究成果、農林水産省 R3 年度気候変動適応実践セミナー、2023、<https://www.maff.go.jp/j/kanbo/kankyo/seisaku/climate/seminar/attach/pdf/r3seminar-49.pdf>

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計11件（うち査読付論文 9件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 Shimoda Seiji, Terasawa Yohei, Kanaya Maki	4. 巻 225
2. 論文標題 Control of snow mold damage of winter wheat by snow compaction (Yuki-fumi)	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Soil and Tillage Research	6. 最初と最後の頁 105554 ~ 105554
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.still.2022.105554	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 SHIMODA Seiji, KANAYA Maki, KOMINAMI Yasuhiro, TSUJI Hiroyuki	4. 巻 79
2. 論文標題 Decline in tuber number and weight of potato (<i>Solanum tuberosum</i> L) associated with drought in 2020 and 2021 in a humid region of eastern Hokkaido	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Journal of Agricultural Meteorology	6. 最初と最後の頁 59 ~ 68
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2480/agrmet.D-22-00031	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 島崎由美・関昌子	4. 巻 58
2. 論文標題 積雪の有無がオオムギの幼穂生長に及ぼす影響について 積雪年と無積雪年の比較から	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 北陸作物・育種研究	6. 最初と最後の頁 4 ~ 8
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 井上誠・伊勢貴之・木口倫・佐藤孝・永吉武志・保田謙太郎	4. 巻 67
2. 論文標題 秋田県大潟村におけるダイズの生育と 土壌水分量・気象との関係	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 東北の農業気象	6. 最初と最後の頁 印刷中
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 Shimoda Seiji, Terasawa Yohei, Nishio Zenta	4. 巻 312
2. 論文標題 Improving wheat productivity reveals an emerging yield gap associated with short-term change in atmospheric humidity	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Agricultural and Forest Meteorology	6. 最初と最後の頁 108710
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.agrformet.2021.108710	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 下田星児・寺沢洋平・西尾善太	4. 巻 83
2. 論文標題 耐病性向上に伴い変化する小麦の収量変動をもたらす気象要因と適応策	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 北農	6. 最初と最後の頁 165 ~ 170
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 無
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 島崎由美・関昌子・下田星児	4. 巻 73
2. 論文標題 積雪地で栽培したオオムギの積算気温による発育予測の検討	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 北陸作物学会報	6. 最初と最後の頁 13 ~ 20
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 松山宏美・島崎由美・福鳶陽・渡邊和洋	4. 巻 91
2. 論文標題 コムギ・オオムギの発育調査基準の再整理	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 日本作物学会紀事	6. 最初と最後の頁 76 ~ 87
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1626/jcs.91.76	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 中野聡史	4. 巻 73
2. 論文標題 日本のダイズ栽培に適用可能な生育予測モデルの開発	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 北海道の農業気象	6. 最初と最後の頁 13～20
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 無
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 Shimoda Seiji, Hamasaki Takahiro	4. 巻 65
2. 論文標題 Potential benefits of promoting snowmelt by artificial snow blacking on the growth of winter wheat and their dependence upon regional climate	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 International Journal of Biometeorology	6. 最初と最後の頁 223～233
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00484-020-02024-6	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 Nakano Satoshi, Homma Koki, Shiraiwa Tatsuhiko	4. 巻 24
2. 論文標題 Modeling biomass and yield production based on nitrogen accumulation in soybean grown in upland fields converted from paddy fields in Japan	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Plant Production Science	6. 最初と最後の頁 440～453
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/1343943X.2021.1881409	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 -

〔学会発表〕 計15件 (うち招待講演 2件 / うち国際学会 3件)

1. 発表者名 下田星児・島崎由美・池永幸子・中嶋美幸・関昌子
2. 発表標題 冬季積雪の変化が麦類の生育ステージに与える影響
3. 学会等名 日本作物学会
4. 発表年 2023年



1. 発表者名 金谷真希・下田星児・赤井浩太郎
2. 発表標題 パレイシヨの夏季における光合成応答と品種特性
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

1. 発表者名 下田星児・金谷真希・寺沢洋平
2. 発表標題 雪踏みによる小麦の雪腐黒色小粒菌核病とパレイシヨの軟腐病の減少傾向と収量への影響
3. 学会等名 日本農業気象学会北海道支部会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Seiji Shimoda, Maki Kanaya, Yasuhiro Kominami
2. 発表標題 Estimation of potential yield of potatoes suitable for farming information
3. 学会等名 The XX CIGR World Congress 2022
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 下田星児・中嶋美幸・島崎由美
2. 発表標題 近年の北日本の冬季積雪傾向の変化が土壌温度に与える影響
3. 学会等名 日本気象学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 下田星児・中嶋美幸
2. 発表標題 麦類の多様な越冬環境
3. 学会等名 日本農業気象学会2022年全国大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 島崎由美・池永幸子・関昌子
2. 発表標題 積雪地域における麦類の幼穂成長と越冬環境について
3. 学会等名 日本農業気象学会2022年全国大会（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 金谷真希・赤井浩太郎・下田星児・小南靖弘・辻博之
2. 発表標題 パレイシヨの高温ストレスと長期貯蔵品質について
3. 学会等名 日本農業気象学会2022年全国大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Seiji Shimoda, Maki Kanaya, Yasuhiro Kominami, Hiroyuki Tsuji
2. 発表標題 Effect of early planting soil compaction on potato yield in hot summer
3. 学会等名 International Symposium on Agricultural Meteorology (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 下田星児・寺沢洋平・西尾善太
2. 発表標題 小麦品種改良により変化した収量に対する短期湿潤気象の影響
3. 学会等名 第16回ムギ類研究会（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 島崎由美・関 昌子・下田星児
2. 発表標題 積雪地で栽培したオオムギの積算気温による生育予測の検討について
3. 学会等名 北陸作物・育種学会 第58回講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Seiji Shimoda, Yohei Terasawa, Zenta Nishio
2. 発表標題 Improving variety reveals emerging wheat yield gaps associated with humid days in Hokkaido
3. 学会等名 10th Asian Crop Science Association Conference (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Shimoda Seiji, Terasawa Yohei, Nishio Zenta
2. 発表標題 Gap between potential and actual wheat yield associated with short-tern humid event in a high yield cultivar
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 下田星児・濱崎孝弘
2. 発表標題 融雪材による早期融雪が秋まき小麦収量に与える影響
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 伊勢貴之・井上誠・木口倫・佐藤孝・保田謙太郎
2. 発表標題 秋田県大瀧村におけるダイズの生育と土壤水分・気象との関係
3. 学会等名 令和2年度日本気象学会東北支部気象研究会
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

<Web公開した報告書等> ・2021年度ポテトフォーラム資料「温暖化による十勝地域のジャガイモの減収要因とその対策」津田 昌吾 <a href="https://bareishokyougikai.jp/common/files/data_tsuda.pdf">https://bareishokyougikai.jp/common/files/data_tsuda.pdf</a> ・農林水産省R3年度気候変動適応実践セミナー「野菜に関する気候変動適応策の研究成果」下田星児 <a href="https://www.maff.go.jp/j/kanbo/kankyo/seisaku/climate/seminar/attach/pdf/r3seminar-49.pdf">https://www.maff.go.jp/j/kanbo/kankyo/seisaku/climate/seminar/attach/pdf/r3seminar-49.pdf</a> ・農研機構プレスリリース「北海道の小麦では品種により特定生育段階の降雨・曇天の継続で予測収量より減少する」下田星児 <a href="https://www.naro.go.jp/project/results/5th_laboratory/harc/2021/harc21_s04.html">https://www.naro.go.jp/project/results/5th_laboratory/harc/2021/harc21_s04.html</a> ・農研機構プレスリリース「雪踏みで小麦の病害発生を軽減」下田星児 <a href="https://www.naro.go.jp/publicity_report/press/laboratory/harc/155754.html">https://www.naro.go.jp/publicity_report/press/laboratory/harc/155754.html</a>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

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	島崎 由美  (Shimazaki Yumi)  (80414770)	国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構・中日本農業研究センター・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
研究分担者	中野 聡史 (Nakano Satoshi)  (80414621)	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	池永 幸子 (Ikenaga Sachiko)  (10546914)	国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構・東北農業研究センター・主任研究員  (82111)	
研究分担者	中嶋 美幸 (Nakajima Miyuki)  (20370611)	国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構・東北農業研究センター・主任研究員  (82111)	
研究分担者	井上 誠 (Inoue Makoto)  (00599095)	秋田県立大学・生物資源科学部・准教授  (21401)	
研究分担者	津田 昌吾 (Tsuda Shogo)  (00549230)	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・上級研究員  (82111)	
研究分担者	長崎 裕一 (Nagasaki Yuichi)  (30850565)	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・研究員  (82111)	

	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	金谷 真希 (Kanaya Maki)  (00829070)	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・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
---------	---------