

東北の農業気象

Agricultural Meteorology in Tohoku

Vol.67

Jul.2023

報 文

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

井上誠・伊勢貴之・木口倫・佐藤孝・永吉武志・保田謙太郎.....1

支部大会特別講演会要旨

秋田県立大学における分野融合拠点

アグリイノベーション教育研究センター（AIC）の役割

西村 洋.....14

支部大会研究発表要旨

グラディオトロンTGC分光画像撮影システムの試み

井上聡・舩谷悠祐・中嶋美幸.....16

東北地方における新規多収低アミロース米系統のアミロース含有率推定
による栽培適地判定

舩谷悠祐・熊谷悦史・屋比久貴之 他.....18

「北日本における4月・8月の気温の負の相関関係」の持続と影響範囲

大久保さゆり・井上聡・菅野洋光.....20

地下水を熱源としたハウス内温度制御の検討

伊藤篤史.....22

現地観測による地形が気温におよぼす影響の評価 ～三戸町の事例～

石田祐宣・木谷雄二郎・伊藤大雄24

気象条件を考慮した農業用ドローンの飛行可能時間と作業可能面積の試算

木村利行.....26

支部だより

2022年度支部大会報告.....28

支部会案内

会則・規則30

投稿規定36

日本農業気象学会東北支部

(〒020-0198 盛岡市下厨川赤平4 東北農業研究センター内)

日本農業気象学会東北支部役員名簿（2023・2024 年度）

支 部 長	伊藤 大雄	弘前大学
理 事	井上 聡	農研機構東北農業研究センター
評 議 員	木村 利行	青森県産業技術センター農林総合研究所
	松嶋 卯月	岩手大学
	菅野 博英	宮城県古川農業試験場
	小峰 正史	秋田県立大学
	横山 克至	山形県農業総合研究センター
	鈴木 幸雄	福島県農林水産部農業振興課
	星 典弘	農研機構東北農業研究センター
	吉田 龍平	福島大学
会計監査	松嶋 卯月	岩手大学
	町田 創	青森県産業技術センター野菜研究所
幹事（庶務）	中嶋 美幸	農研機構東北農業研究センター
幹事（会計）	屋比久 貴之	農研機構東北農業研究センター
幹事（編集）	石川大太郎	東北大学

報文

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

井上 誠*・伊勢 貴之**・木口 倫*・佐藤 孝*
永吉 武志*・保田 謙太郎*

* 秋田県立大学 生物資源科学部
** 秋田県立大学大学院 生物資源科学研究科

Effects of soil moisture content and weather on soybean
growth in Ogata Village, Akita Prefecture

Makoto INOUE*, Takayuki ISE**, Osamu KIGUCHI*,
Takashi SATO*, Takeshi NAGAYOSHI*, Kentaro YASUDA*

* Faculty of Bioresource Sciences,
Akita Prefectural University
Akita 010-0195

** Graduate School of Bioresource Sciences,
Akita Prefectural University
Akita 010-0195

本研究では、2019年と2020年において、秋田県大潟村におけるダイズの生育状況と土壌水分量・気象との関係を調べた。その結果、降雨に伴う土壌水分量の増加によって碎土率が低くなり、ダイズの生育にも関わると考えられる。2019年の事例では、播種期である6月下旬の降水量が2020年と比べて多く、その年のダイズの収量も顕著に少なかった。しかし、このダイズの減収には、播種期の降雨よりもむしろ開花期の少雨傾向が関わっていることが示唆された。

キーワード：大潟村、気温、降水量、出芽率、ダイズ収量、土壌水分量
Keywords: Air temperature, Germination rate, Ogata Village,
Precipitation, Soil moisture content, Soybean yield

1 はじめに

近年、気候変動や気象災害の発生によって農産物の生育障害や品質低下等の影響が顕在化している。今後の気候変動に備えて、作物の収量予測と各種対策を計画的に進めていくことは喫緊の課題である。農林水産省(2022)によれば、秋田県は過去20年間(2000~2019)のダイズの収穫量が全国中5位であり、ダイズの生産が活発な地域である。しかし、秋田県における20年間のダイズ単収の標準偏差は31.1kg/10aであり、全国平均の16.5kg/10aと比較して年々変動が2倍程度大きいことから、秋田県のダイズ生産は不安定であると言える(図1)。一般に、農作物の生産力と関わりの深い気象要素は、気温、降水量、日射量であると言われている(長野・大政編, 2005)。ダイズは、特に気温や降水量といった気象の影響を受けやすい作物であり、例えば2010年の異常高温に伴うダイズ生育不良により、東北地方で収量の減少につながったと報告されている(松波ら, 2013)。2004年にダイズ単収が低くなった理由については、台風の襲来に伴う潮風が関わっていることが指摘されている(佐藤ら, 2005)。また、東北地方のダイズ畑において、ヘアリーベッチを植栽したり(佐藤ら, 2007; Takakai et al., 2010)、栽植密度を調整したりすることで(Kumagai, 2021)、ダイズ収量の増加につながることも指摘されている。さらに井上ら(2017)は、過去30年間の秋田県大潟村におけるダイズの単収変動とアジア広域の気圧・降水量分布との関係を調べた。その結果、大潟村でダイズの単収が平年よりも多くなる年は、盛夏期である7~8月に北太平洋高気圧の日本への張り出しが促進され、北日本で高温・少雨の傾向となり、ダイズの単収増加につながったことを指摘した。しかし、ダイズ収量の変動要因には、盛夏期の状況だけでなく、播種期の発芽不良も深く関係している。ダイズの播種期において、極端な多雨及び少雨が発芽不良を引き起こす要因となり、ダイズ収量の低下を防ぐには発芽不良を回避することが重要とされている(佐藤ら, 2007)。大潟村のダイズ生産農家を対象として行ったアンケート結果からも、多雨や少雨による発芽不良や収量・品質が低下すると考えている生産者が多いことが分かった(露崎ら, 2016)。さらに、ダイズの生育には、降水量や気温だけでなく、土壌の状況とも直接関わるはずである。久津那ら(1974)は、土壌を耕起した際に土壌中の水分量によって土壌の碎土率が変化することを指摘しており、この結果から、碎土率を高くすることで出

芽率の向上につながることを示唆される(例えば吉田ら, 2013)。これらを踏まえ、気温や降水量などの気象要因およびダイズを栽培する圃場の碎土率や土壌水分量、ダイズの出芽率を調べることで高精度なダイズ収量予測を実現するためには重要である。

本研究では秋田県立大学大潟キャンパスにあるアグリイノベーション教育研究センター(AIC)の実習圃場を使って、土壌水分量・気象とダイズの生育との関係を調べることを目的とする。今回用いる圃場は重粘土の水田転換畑であり、排水性が悪く地下水位も高い傾向であるため降雨が多いと水分過剰になり、ダイズの根腐れや酸素が少なく呼吸阻害によって発芽できなくなるという特徴を持っている(島田ら, 1995; Sato et al., 2003; 松崎ら, 2006)。このような水田転換畑において、2019年と2020年の播種期における土壌特性と出芽率、気象データに着目し、ダイズの出芽にどのような影響を与えるのかを明らかにする。

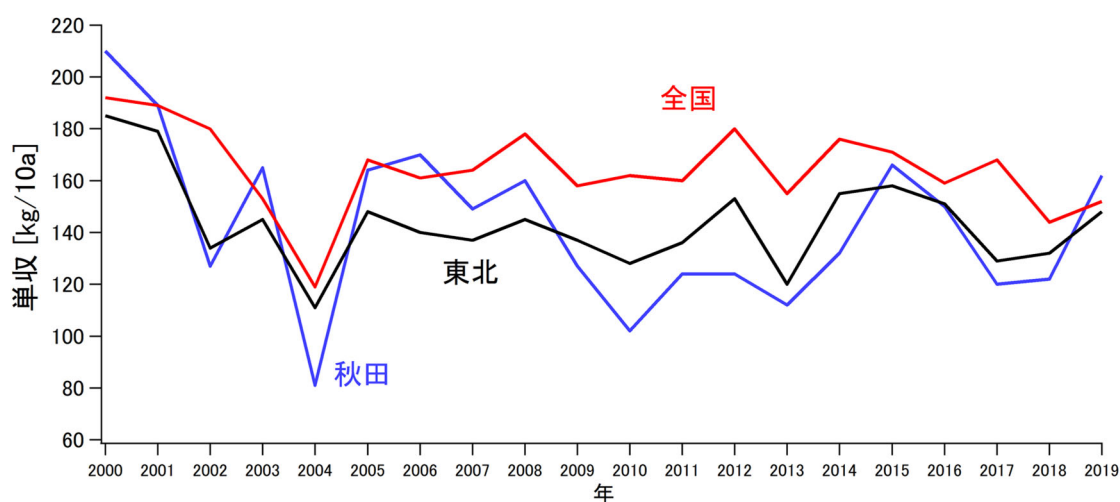


図 1 全国、東北、および秋田県における 20 年間のダイズ単収の時系列図。ダイズ単収の単位は[kg/10a]。

2 材料および方法

2019年と2020年の6～9月に、本学AICの圃場(図2a)を用いて、ダイズの出芽と土壌水分量等の関係を調べる実験を行った。本研究では、秋田県農林水産部(2021)の大豆指導指針を参考にして、秋田県の播種期を5月

下旬から 6 月下旬、開花期を 7 月下旬から 8 月上旬とする。出芽時のダイズの様子を図 2b に示し、2019 年と 2020 年の調査スケジュールを表 1 に記す。まず、ダイズの播種前に 5mm の雨が降ったと仮定し、長方形短辺の方向に 20cm 間隔で 5L の水を満遍なく撒き、人工的に土壌水分量を増やす「水分調整区」と水分の調製を行わない「水分未調整区」を 3 区画ずつ用意し、「水分調整区」の 3 区画を I、III、V、水分未調整区の 3 区画を II、IV、VI と名付けた。1 つの区画の形状は、短辺が 5m、長辺が 13m の長方形である。図 3 は 2019 年と 2020 年の圃場における I～VI の配置図である。各区における土壌水分量、碎土率（2cm 目のふるい通過率）、ダイズの出芽率を調査した。耕起直後の土壌の重量含水率(土壌全重量に対する水分重量の割合)を、採取した土壌の全重量と熱乾燥させた乾燥後の重量との比率から算出し(土壌物理性測定法委員会, 1972)、碎土率との関連性を調べた。また、それぞれの区画にダイズ(品種はリュウホウ)を 100 粒ずつ播種し、土壌の碎土率および土壌水分量とダイズの出芽率にどのような関係が見られるかを調べた。

さらに、耕起後の土壌水分の時間変化も調べるため、METER 社製の ECH2O EC-5 土壌水分センサーを深度 10cm に設置して土壌の体積含水率(土壌全体積に対する水分体積の割合)をモニタリングし、AIC 内に設置されている大潟アメダスの気温・降水量データとどのような関係が見られるかを解析した。

(a)



(b)



図 2 (a) 大潟キャンパスの圃場と (b) 出芽時のダイズ(出芽日：2019 年 7 月 3 日)

表 1 2019 年と 2020 年の調査スケジュール

2019 年	2020 年	作業内容
5 月 23 日	6 月 10 日	使用する圃場の下見・確認
6 月 13 日	6 月 19 日	施肥
6 月 17 日	6 月 18 日	耕起
6 月 20 日	6 月 18 日	各区画の水分調整、土壌採取および乾燥
6 月 20 日	6 月 19 日	砕土
6 月 21 日	6 月 19 日	ダイズの播種
6 月 24 日	6 月 19 日	採取した土壌の重量含水率測定
6 月 25 日	6 月 23 日	土壌の体積含水率の連続測定開始
7 月 2 日	7 月 7 日	砕土率測定
7 月 11 日	7 月 7 日	出芽率調査

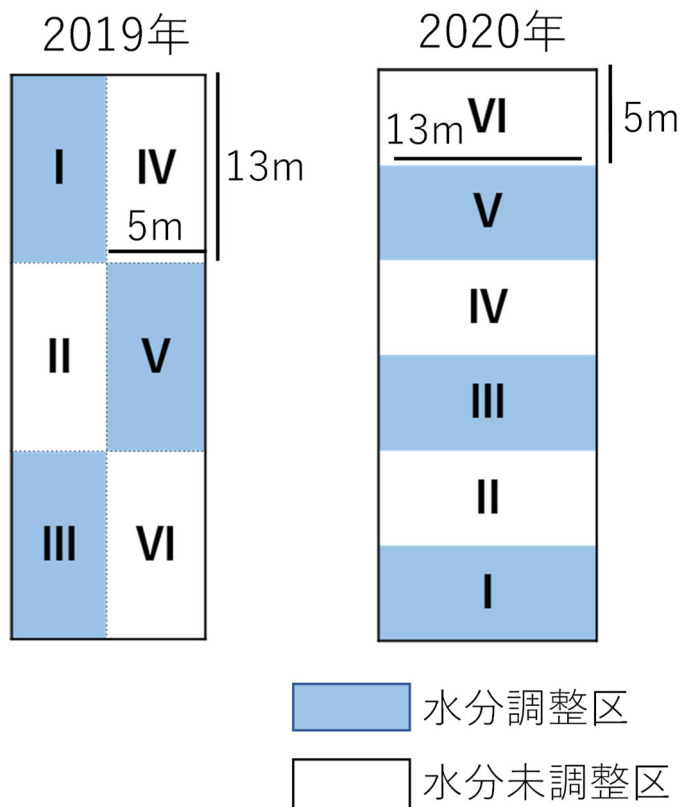


図 3 2019 年と 2020 年の圃場における水分調整区と水分未調整区の配置図

3 結果と考察

3. 1 土壌条件とダイズ生育の関係

2019 年と 2020 年の播種から出芽にかけての期間において、AIC のダイズ圃場で土壌の重量含水率・砕土率・ダイズの出芽率の関係を調べた。図 4a, 4b はそれぞれ、2019 年と 2020 年の圃場 6 区画における土壌の重量含水率と砕土率の散布図である。まず、2019 年の土壌含水率は、未調整区 II、IV、VI でそれぞれ 27.3%、31.4%、30.4%、調整区 I、III、V でそれぞれ 35.1%、33.7%、37.4%であり、含水率の取りうる範囲が 27.3~37.4%と広いことが分かる(図 4a)。それに対して、2020 年の土壌含水率は、未調整区 II、IV、VI でそれぞれ 34.0%、34.2%、35.7%、調整区 I、III、V でそれぞれ 35.5%、36.0%、36.9%であり、含水率の取りうる範囲が 34.0~36.9%と 2019 年に比べて狭い(図 4b)。これには、2020 年の 6 月上旬~中旬における総降水量(53.5mm)が 2019 年の同時期(23.0mm)に比べて多いことが関係している可能性がある(次節の表 2b 参照)。2019 年の水分未調整区と調整区の土壌重量含水率の平均と標準偏差はそれぞれ $29.7 \pm 2.1\%$ 、 $35.4 \pm 1.9\%$ であり、2020 年の水分未調整区と調整区の土壌重量含水率は $34.6 \pm 0.9\%$ 、 $36.1 \pm 0.7\%$ であった。このように、いずれの年も土壌水分を加えた区画の方が土壌含水率が高かった。土壌の重量含水率と砕土率の相関係数は 2019 年で-0.89、2020 年には-0.84 と顕著な負の相関が認められた。標本数が 6 であることを考慮し相関係数の有意性について t 検定を行うと、いずれの年も 5%で統計的に有意であることが分かった。このように、2019 年、2020 年ともに土壌の重量含水率が高くなるにつれて砕土率が低くなる傾向となった(図 4a, 4b)。吉田ら(2013)は、2006 年と 2007 年に新潟県上越市内の粘土質転換畑において土壌含水率が低い年に砕土率が高くなることを示したが、秋田県の粘土質土壌においても同様に土壌中の水分量が砕土率に影響を与えている可能性が示唆された。また、久津那ら(1974)は富山県における中粒質土壌の乾田において砕土試験を実施し、作土の土壌含水率 27~66%の範囲で含水率の減少とともに砕土率が増加する傾向があることを明らかにしており、土壌含水率と砕土率の負の相関は土性に依存せず普遍的にみられる特徴と考えられる。

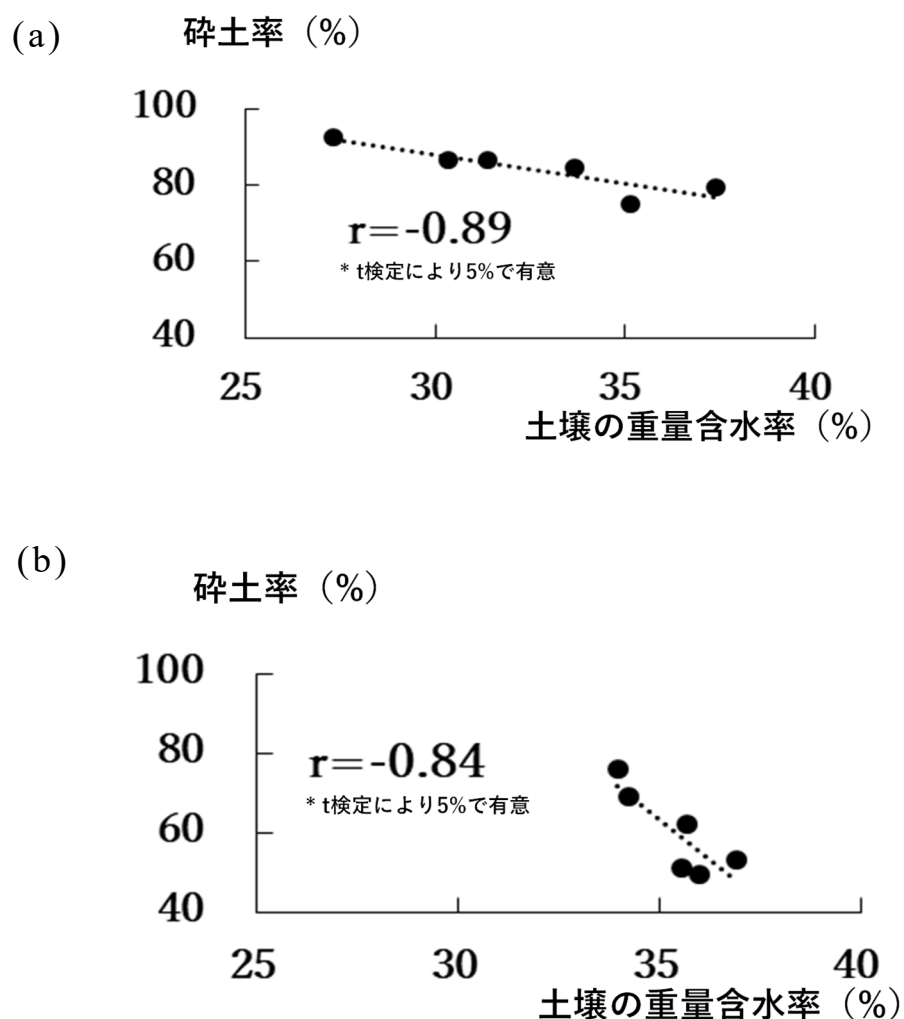


図 4 (a)2019 年、(b)2020 年における圃場各区の土壌の重量含水率と碎土率の関係

碎土率と出芽率の散布図を図 5 に示す。全体的に、碎土率が高くなると出芽率が高くなる傾向があり(図 5a, 5b)、孫ら(2004)のポット試験と類似した結果を示した。しかし、2019 年において出芽率が 95%以下となる区画 III(94%)と IV(95%)の 2 点は他の点からやや離れて位置しており、いずれの年も碎土率と出芽率の相関係数は有意ではなかった。両年とも適度な降雨があったため、すべての区画で出芽率が 94%以上と非常に高くなり、出芽率と碎土率の明瞭な関係がみられなかった可能性がある。さらに、ダイズの播種から出芽までの 6 月下旬と 7 月上旬の土壌の体積含水率と出芽率の関係を調べたところ(図省略)、2019 年、2020 年ともに相関は小さかつ

た。このように、出芽率と砕土率や土壌水分量には弱い正の相関がみられるものの、その関係性は顕著ではないという結果が得られた。

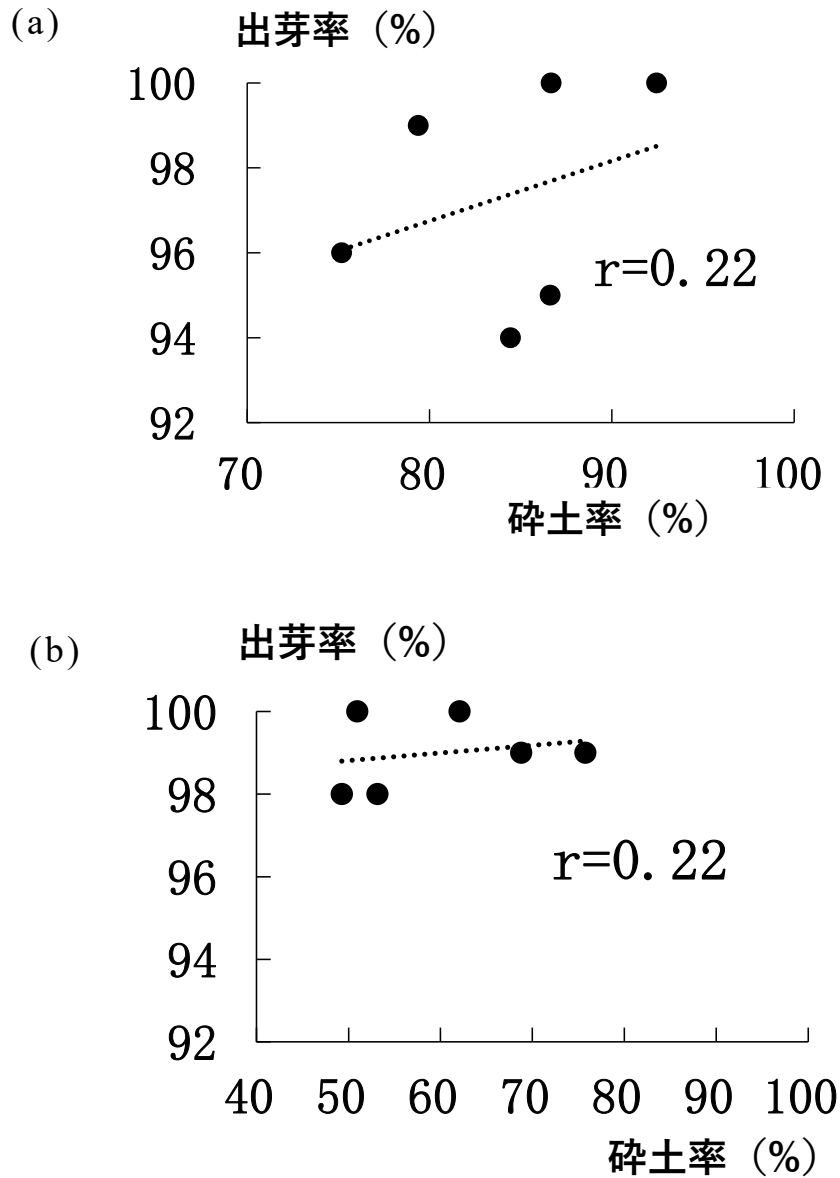


図 5 (a)2019 年、(b)2020 年における圃場各区の砕土率と出芽率の関係

3. 2 気象的要因

大潟アメダスのデータを用いて 2019 年、2020 年の気象の特徴を調べ、ダイズの生育状況との関連性を考察した。まず、2019 年と 2020 年の 6～9 月の期間全体を比較すると、平均気温に大きな差異はみられなかった。それに対して、6～9 月の総降水量は 2019 年で 430.0mm、2020 年で 656.5mm

であり、期間全体では 2020 年の方が多雨傾向であった。旬別の気象に着目すると、2019 年の 6 月下旬、7 月上旬の気温はそれぞれ 20.7℃、21.8℃であり(表 2a)、降水量はそれぞれ 129.0mm、10.5mm であった(表 2b)。2020 年の 6 月下旬、7 月上旬の気温はそれぞれ 21.4℃、22.1℃であり、降水量はそれぞれ 46.0mm、57.0mm であった(表 2b)。2019 年の 6 月下旬には降水量が 20mm 以上となった日が 3 回あり(表 3)、2020 年よりも低温かつ多雨傾向であった。圃場に設置した土壌水分計のデータからも、降雨に伴い、2019 年の 6 月下旬から 7 月上旬までの土壌の体積含水率が増加したことが分かる(図 6)。表 4 で示すように、2019 年と 2020 年におけるダイズの出芽率はそれぞれ $97.3 \pm 2.7\%$ 、 $99.0 \pm 0.9\%$ であった。このように、2019 年 6 月下旬の降水量は 2020 年の同時期と比べて多かったが、両年の出芽率に大きな差異は認められなかった。その一方で、2019 年と 2020 年における圃場のダイズ単収はそれぞれ、269.7kg/10a、371.8kg/10a であり(表 4)、2019 年の方が 2020 年に比べて 100kg/10a 程度低いという結果になった。6 月下旬に短時間の強雨はみられたものの、2019 年と 2020 年の出芽率の差がそれほど大きくないことから、2019 年のダイズの減収に出芽率の低下が強く関わったわけではないと考えられる。むしろ、開花期に相当する 7 月下旬から 8 月上旬に顕著な少雨傾向であり(表 2)、このことが 2019 年の減収要因につながった可能性がある。

表 2 大潟アメダスの 2019 年、2020 年 6～9 月における旬別の (a)気温と (b)降水量

(a)	気温 (℃)		(b)	降水量 (mm)	
	2019	2020		2019	2020
6 月上旬	19.2	19.7	6 月上旬	0.0	13.0
6 月中旬	18.0	20.9	6 月中旬	23.0	40.5
6 月下旬	20.7	21.4	6 月下旬	129.0	46.0
7 月上旬	21.8	22.1	7 月上旬	10.5	57.0
7 月中旬	22.5	22.2	7 月中旬	41.0	70.0
7 月下旬	26.3	23.8	7 月下旬	10.5	40.0
8 月上旬	26.9	25.7	8 月上旬	3.0	68.5
8 月中旬	27.2	25.8	8 月中旬	74.5	12.5
8 月下旬	23.5	25.6	8 月下旬	74.0	21.5
9 月上旬	24.4	27.1	9 月上旬	18.0	90.5
9 月中旬	21.2	21.8	9 月中旬	20.5	153.0
9 月下旬	18.6	18.6	9 月下旬	26.0	44.0
平均気温	22.5	22.9	総降水量	430.0	656.5

表 3 2019 年 6 月下旬における日別降水量データ

2019 年	降水量 (mm)
6 月 21 日	0.0
6 月 22 日	29.0
6 月 23 日	0.0
6 月 24 日	27.0
6 月 25 日	0.5
6 月 26 日	0.0
6 月 27 日	59.0
6 月 28 日	7.5
6 月 29 日	5.0
6 月 30 日	1.0

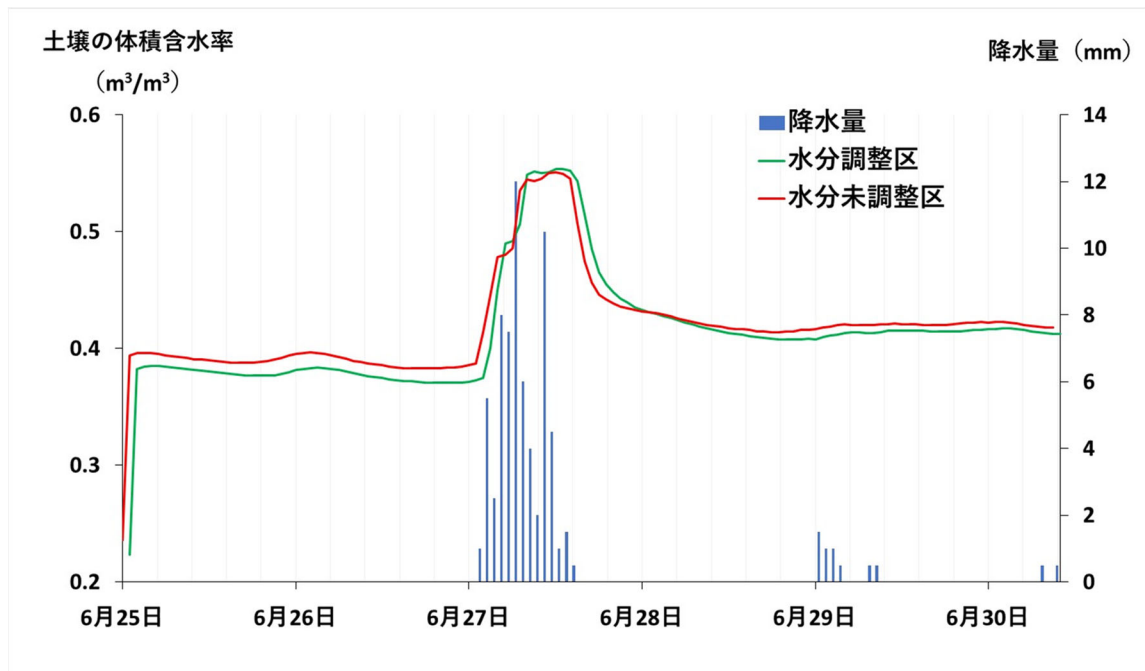


図 6 2019 年 6 月下旬における降水量と土壌の体積含水率

表 4 2019 年および 2020 年におけるダイズの出芽率(各区の平均値)と圃場でのダイズの単収

	出芽率 (%)	ダイズ単収 (kg/10a)
2019	97.3	269.7
2020	99.0	371.8

4 まとめ

本研究では、大湊村の重粘土におけるダイズの生育と土壌水分量・気象との関係を解析した。その結果、降雨に伴う土壌水分量の増加によって碎土率が低くなることが分かった。2019 年におけるダイズの収量が 2020 年に比べて少なかった要因を解析すると、播種期における短時間強雨よりも

むしろ開花期の少雨傾向が関わったことが示唆された。今後、圃場での研究を継続して気象・土壌に関する詳細なデータ解析を行うことで、ダイズ収量の高精度予測につながることが期待される。

謝辞

本研究は、科研費基盤研究(B)「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」(2020～2022年度)の補助を受けて行われた。

引用文献

- 1) 秋田県農林水産部, 2021: 大豆指導指針, 美の国あきたネット web ページ(<https://www.pref.akita.lg.jp/>)に掲載, 2023年4月17日閲覧確認.
- 2) 土壌物理性測定法委員会, 1972: 『土壌物理性測定法』, 養賢堂, 505p.
- 3) 井上誠・渡邊陽貴・藤井吉隆・高橋順二・近藤正・津田渉, 2017: 秋田県大潟村におけるダイズの単収とアジア域大気循環場との関係, 東北の農業気象, 61, 1-6.
- 4) Kumagai, E., 2021: Agronomic responses of soybean cultivars to narrow intra-row spacing in a cool region of northern Japan, Plant Production Science, 24, 29-40.
- 5) 久津那浩三・新村善男・上森晃, 1974: 耕耘碎土に関する研究(第1報) 土壌物理性の碎土におよぼす影響, 日本土壌肥料学雑誌, 45, 37-41.
- 6) 松波寿典・井上一博・工藤忠之・伊藤信二・長沢和弘・柴田康志・神崎正明・千田洋・二瓶直登・荒井義光・小林浩幸・山下伸夫, 2013: 2010年の夏季異常高温が東北地域におけるダイズの生育, 収量, 品質に及ぼした影響, 日本作物学会紀事, 82, 386-396.
- 7) 松崎守夫・高橋智紀・細川寿, 2006: 北陸地方の重粘土転換畑におけるダイズの収量, 窒素集積に及ぼす過湿条件, 被覆尿素の影響, 日本作物学会記事, 75, 13-22.
- 8) 長野敏英・大政謙次 編, 2005: 『新農業気象・環境学』, 朝倉書店, 209p.
- 9) 農林水産省, 2022: 大豆関連データ集, 農林水産省 web ページ(<http://www.maff.go.jp/>)に掲載, 2023年1月2日閲覧確認.
- 10) Sato, T., Y. Kaneta, N. Furuta, H. Kobayashi, H. Shindo, T. Ota, and A. Sato, 2003: Effect of soil physical properties on

soybean nodulation and N_2 fixation at the early growth stage in heavy soil field in Hachirougata Polder, Japan, Soil Science and Plant Nutrition, 49, 695-702.

- 11) 佐藤孝・善本さゆり・渡邊俊一・金田吉弘・佐藤敦, 2007: 重粘土水田転換畑におけるヘアリーベッチ植栽が土壌物理性とダイズの初期生育に及ぼす影響, 日本土壌肥料学会誌, 78, 53-60.
- 12) 佐藤雄幸・進藤勇人・小林ひとみ・柿崎寿・須田康・佐藤健介・柴田俊美・工藤義美・芳賀英樹・金和裕・宮川英雄・福田正人, 2006: 台風 15 号、16 号、18 号による水稻・大豆の潮風被害実態解析, 秋田県農業試験場研究報告, 46, 59-71.
- 13) 島田信二・国分牧衛・松井重雄, 1995: 地下水位がダイズの生理機能と収量に及ぼす影響, 第 1 報地下水位及び降雨条件が葉の葉緑素含量, 根の生長および収量に及ぼす影響, 日本作物学会紀, 64, 294-303.
- 14) 孫宇梅・伊藤道秋・荒木肇・山下米治, 2004: 作物の出芽、生育に及ぼす土塊の大きさの影響, 農作業研究, 39, 151-156.
- 15) Takakai, F., M. Takeda, K. Kon, K. Inoue, S. Nakagawa, K. Sasaki, A. Chida, K. Sekiguchi, T. Takahashi, T. Sato, Y. Kaneta, 2010: Effects of preceding compost application on the nitrogen budget in an upland soybean field converted from a rice paddy field on gray lowland soil in Akita, Japan, Soil Science and Plant Nutrition, 56, 760-772.
- 16) 露崎浩・高橋順二・藤井吉隆, 2016: 秋田県大潟村におけるダイズの安定・多収生産技術について農家アンケートから考える, 日作東北支部報, 59, 41-42.
- 17) 吉田修一郎・細川寿・足立一日出, 2013: 播種時の過湿・過乾燥リスクを伴う粘土質転換畑におけるダイズの適切な播種条件の解析, 土壌の物理性, 125, 17-27.

特別講演要旨

秋田県立大学における分野融合拠点

アグリイノベーション教育研究センター（AIC）の役割

公立大学法人秋田県立大学 西村 洋

はじめに

秋田県立大学は、秋田県の基幹産業である「農業」が、人口減少、高齢化、さらには米価下落などにより持続的発展が困難である状況を受け、大学として課題解決のための戦略を検討してきた。2021年4月に新たに開設した「アグリイノベーション教育研究センター」は、3か年にわたって検討を重ねた、秋田県立大学における分野融合拠点であり、秋田農業の課題を本学のみならず秋田にかかわる多くのステークホルダーとともに考え、その解決策を探り実証するための拠点として位置づけている。本稿では、検討の経緯、AICの役割、地方創生推進交付金（Society5.0タイプ）を活用した取り組みを紹介する。

1. 設立に至る経緯

本学は、生物資源科学部（農学系）とシステム科学技術学部（工学系）の2つの学部を有しており、農工連携研究を重点研究分野として位置付け、秋田県における農工連携研究の拠点としての役割を担ってきた。これまでも、農業試験場など公設試験研究機関の要請に応じ、工学系の知見を農業分野に活用してきたが、AIやIoT、ビックデータなどの技術がめまぐるしく進歩を続ける中、今後は、従来の農学の枠にとらわれず、農学系と工学系を融合させた体制を新たに構築した上で、それぞれの強みを活かした組織横断的な教育・研究を行っていく必要がある。

こうしたことから、中期計画（平成30年4月1日から平成36年3月31日まで）において、農工連携分野における研究の推進、県内農業への農工連携技術の導入促進に向け、大潟キャンパスの大規模圃場を活用した「次世代農工連携拠点センター（仮称）」の設置に向けた検討を行うこととした。

2018年度に学内教職員によるワーキンググループ（WG）を立ち上げ、①拠点センターの組織・施設、②次世代農工連携コンソーシアムの設置、③付属農場の位置づけ、等について検討し、基本構想を策定した。2019年度は、前年の基本構想に基づき、学外委員を加えた設立準備委員会を発足させ、①秋田農業の現状と課題、②本学拠点センター（仮称）の必要性と役割、③拠点センターの機能、④施設整備、⑤組織構想、等を検討して、「次世代農工連携拠点センター（仮称）」の設置方針を作成した。2020年度は、設置方針をブラッシュアップし、秋田県知事への説明を行うとともに、地方創生推進交付金（Society5.0タイプ）への応募のための準備を秋田県、大仙市と共同で進めた。

拠点の名称を「アグリイノベーション教育研究センター」として、2022年4月1日に部局として設立した。

2. AICの役割

AICは以下三つの役割を担う。

1) 高度な教育・農業人材育成

①学部生・大学院生を対象とした講義・実験・実習等

②社会人を対象とした「スマート農業指導士育成プログラム」(文部科学省「職業実践力育成プログラム(BP)」を活用)の開設。

2) 分野を超えた連携研究、先端技術の開発・実証

①農場を活用した学内研究・共同研究・受託研究等による研究及び開発・実証の実施及び支援

② 新たに設置するコンソーシアムを通じた共同研究等の推進・技術等の普及促進

3) 先端技術の展示、地域貢献

①一般県民(農業者等含む)や児童・生徒など学校関係者等の見学受け入れ

②県内高校生を対象とした体験学習会・出前講座等の実施

③センター開放デーの開催

3. 地方創生推進交付金(Society5.0 タイプ)を活用した取り組み

本事業は令和3年3月末に採択され、秋田県、大仙市、秋田県立大学が事業主体となる「秋田版スマート農業創出事業」として活動を開始し、現在のAIC活動の根幹をなしている。事業は令和3～7年の5か年で、これまでの特筆する活動は以下のとおりである。

1) 人材育成

全学の学生、大学院生を対象として、それぞれ「スマート農業入門(R2～)」、「スマート農業(R4～)」を新たなカリキュラムとして導入した。また社会人を対象とした「スマート農業指導士育成プログラム」をR4年度に開設し、座学(オンデマンドによる講義動画の視聴)と演習(AICでの実地演習)を組合わせた年間73時間のカリキュラムを開発し、R4は23名が受講している。

2) 分野融合研究

企業、公設試験場、市町村等との共同研究のもとで、7つの研究プロジェクト(I 5Gリモート農業、II アグリデジタルツイン、III 超省カスマート農業、IV ICT日本短角牛放牧による飼養管理、V 果菜類収穫ロボットの開発、VI 秋田周年化モデル、VII 秋田版農業情報基盤の構築)を推進している。

3) 先端技術展示・地域貢献

これまで(R3～R4)県内外10の高校を対象として、体験学習会・出前授業を実施し、スマート農業を介して高校生の農業に対する関心を高める活動と位置付けている。

4. おわりに

交付金を活用した本事業は、外部有識者で構成されるアドバイザリーボードによる評価を受け、順調に進捗していると評価されている。今後とも様々な機関との連携を深めながら、秋田県農業の活性化はもとより、製造業・情報通信業など関連産業の振興も目指す。



図 スマート農業指導士募集用チラシ

講演要旨

グラディオトロロン TGC 分光画像撮影システムの試み

井上聡*・舩谷悠祐*・中嶋美幸*

*農研機構東北農業研究センター

1. はじめに

農研機構東北農業研究センターが所有するグラディオトロロン（温度勾配実験施設）は、冷害、高温障害や温暖化の影響、平地と山間部の温度差に伴う作物反応の違いの解析などを行う施設群として、1993 年大冷害の対策技術開発のため 1995 年に建設された。世界最大規模を誇る長さ 24m、幅 6 m、高さ 3 m の温度勾配チャンバー（Temperature Gradient Chamber）4 棟を有する。この温度勾配チャンバーは、内部に連続的な気温較差を設定可能であり、同一日射条件下における作物の温度応答反応を一挙に解析できる。

近年、センシング技術が発達し、無人航空機（ドローン）に登載した小型機材によって、可視光から赤外線域の分光計測データを利用した作物の生育診断が手軽に行えるようになってきた。しかし、ドローンは気象条件の制約を大きく受け、強風時や雨天時には飛行できないため、連続的な作物生育に対して離散的撮影の分光データしか収集できず、連続的撮影の分光変化に対する基礎的知見が不足している。また、露地では 1 シーズンに 1 つの作物温度応答反応生育データしか取得できないため、精密な生育診断技術を確立するためには複数年次の栽培試験反復が必要であり、長い試験期間を要する。

温度勾配チャンバー内は、露地と異なり雨が降らないため、任意のタイミングで分光計測が可能であり、日や季節の連続的な変化をきめ細かくデータ取得することが可能である。また、温度勾配チャンバー内の連続的な気温条件や、栽培条件、品種等と組み合わせが可能であるため、それらの組み合わせによる独創的な栽培試験ビッグデータセットをスピーディに取得可能となる。そこで、本研究では、温度勾配チャンバー内での分光画像撮影システムの構築を試みた。

2. 方法

温度勾配チャンバー内は、ドローン飛行のための十分なスペースはなく、飛行時に生成される鉛直の強風はチャンバー内の気温環境を阻害する。そのため、ワイヤーカムの利用を考えた。チャンバー棟方向に 2mm 径のステンレスワイヤーを張り、ワイヤーカム Wiral LITE を用いて付属リモコンによ

って往復運転させた。そして、ワイヤーカムには異なる波長画像を撮影する分光撮影カメラ MAPIR Survey3W を 3 台下向きに登載した。3 台の撮影波長はそれぞれ RGN : Red(660nm)・Green(550nm)・NIR(850nm)、OCN : Orange(615nm)、Cyan(490nm)、NIR(808nm)、RE : Red-Edge(725nm)である。各カメラを 2 秒インターバル撮影設定して画像を連続取得した。

3. 結果及び考察

撮影システムの外観を図 1 に、RGN カメラ画像の例を図 2 に示す。

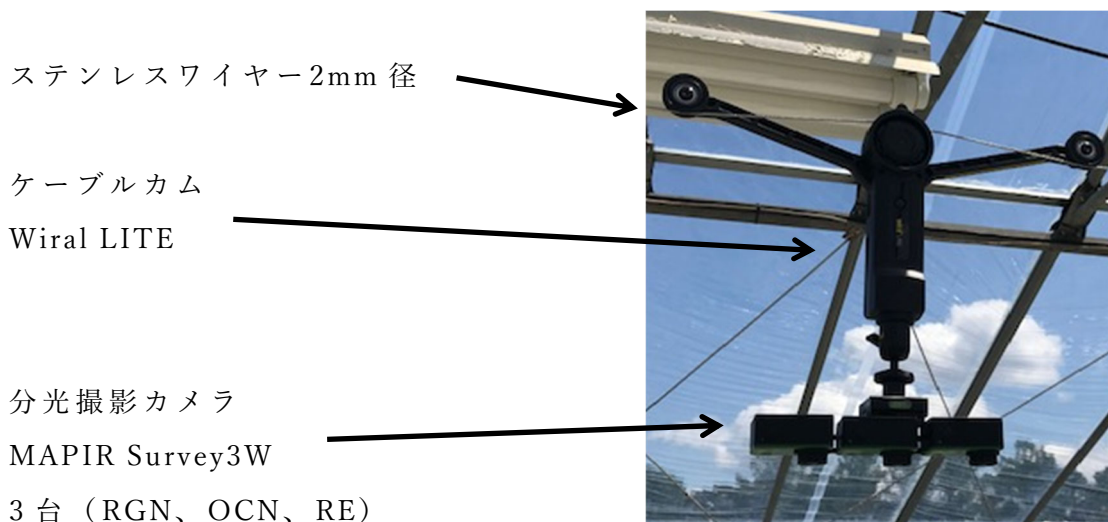


図 1 撮影システムの外観

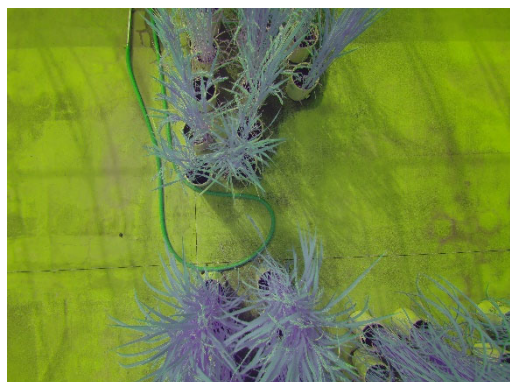


図 2 RGN カメラ画像の例

本システムは、温度勾配チャンバー内に点在する栽培試験個体をほぼ同時刻に 7 波長画像を撮影できた。撮影画像は鮮明で、個体の分光特性データを良好に取得していた。引き続き本システムを改良しつつ、気象データやドローン分光データを組み合わせたデータ駆動型スマート農業技術を開発していきたい。本研究は JSPS 科研費 JP22K05944 の助成を受けたものである。

講演要旨

東北地方における新規多収低アミロース米系統のアミロース含有率推定による栽培適地判定

舩谷悠祐¹, 熊谷悦史², 屋比久貴之¹, 安江紘幸¹, 大久保さゆり¹, 田中洋貴³, 伊禮風沙³, 安次富厚⁴, 大野豪⁵, 藤岡智明⁶, 渡邊麻由子⁶, 小舘琢磨⁷

¹農研機構東北農研, ²農研機構農環研, ³沖縄農研名護, ⁴沖縄農研, ⁵沖縄農研石垣, ⁶岩手農研, ⁷奥州農業改良普及センター

1. はじめに

低アミロース米品種は、炊飯後に冷めても粘りが強く柔らかい特性を持ち、チルド米飯用原料として需要が高まっている。実需側からはアミロース含有率が安定的に一定範囲内にあり、製造ロットに見合う量を確保することが求められている。しかし既存の低アミロース米品種には、低アミロース性をもたらす遺伝子の特性に起因してアミロース含有率が不安定で、また収量が低いという問題があった。近年、デンプンの特性を制御する遺伝子座 Wx に座上する新規対立遺伝子 $wx-mq$ が安定して低アミロース性をもたらすことが明らかにされ、低アミロース品種「きらほ」や、多収関連形質を付与した新規候補系統「岩手 144 号」や「岩手 147 号」などに利用されて新規多収低アミロース品種群の開発が進んでいる。本研究では、 Wx 座の遺伝子型および出穂後の気象経過を考慮したアミロース含有率予測モデルを構築し、これらの新規育成系統群の栽培適地の判定を試みた。

2. 方法

アミロース含有率予測モデルの作成 2018 年から 2021 年にかけて、岩手県北上市、沖縄県名護市および石垣市で圃場試験を、岩手県盛岡市の温度勾配チャンバーでポット試験を行い、 $Wx-b$ （うるち性）の普及品種および $wx-mq$ （低アミロース性）を利用した低アミロース品種（表 1）を供試した。各試験地では出穂日、出穂後の気温および日射量とともに、アミロース含有率をはじめとする理化学特性を調査し、合計 270 データセットを得た。推定モデルとして、出穂後 1–10、11–20、21–30 日の平均気温と平均日射量および Wx 座の遺伝子型（ダミー変数）を説明変数、アミロース含有率を目的変数とする正則化項を含む Ridge 回帰式を作成した。

アミロース含有率の面的分布の推定 上記のモデルを東北地域の水田を有する 3 次メッシュ（約 23000 メッシュ）に適用して、 $wx-mq$ 型のアミロース含有率の面的分布を推定した。気象データは農研機構メッシュ農業気象データを利用した。上記モデルの計算起点となる出穂日は、上述の新規候補系統「岩手 144 号」と同等の熟期を示す「いわてっこ」のパラメータ（岩手農研, 2010）によって、中川・堀江（1990）の発育モデルを用いて推定した。また、出穂日予測には各年の作柄表示地帯別の移植盛期（作物統計, 農林水産省）を用いた。

3. 結果及び考察

アミロース含有率予測モデル 作成した予測モデルは構築段階と検証段階において、予測値と実測値との間の決定係数が 0.9 以上、平均平方二乗和誤差 RMSE は 1.0%程度となった。予測式の構築に使用していない外部データによる検証での相対誤差（RMSE/実測のアミロース含有率の平均値×100%）は 8.8%と良好な予測精度を示した。予測に用いた 7 変数の標準化偏回帰係数 β を比較すると、遺伝子型が +0.88 と正の方向に最大で、次いで出穂後 11–20 日の平均気温が大きく（ $\beta = -0.30$ ）、そのほかの変数の寄与はこれらよりも小さかった（ -0.05 から $+0.08$ ）。

すなわち Wx 座の遺伝子型は、気象要因よりもアミロース含有率に対し強く影響していた。また、年次・地点による変動の多くは出穂後 11–20 日目の気温で説明された。この期間はデンプンに占めるアミロースの割合が増加し最大に達する時期（Asaoka ら, 1985）に相当し、生理的な過程が反映されていると考えられる。

アミロース含有率の面的分布および適地の判定 前述のモデルによって、過去 30 年間（1991–2020）の各年次のアミロース含有率を推定した。気温・日射量の年次変動および地理的変異を反映し、アミロース含有率は 30 年間の平均値で 8.6%から 12.3%（平均 9.9%）の範囲にあった。小舘ら（2022）は炊飯後の米飯物性をもとに下限値を 8.5%と提示しており、これを閾値として適地の判定を試みた。30 年平均値では閾値を下回ったメッシュはなかったが、1994 年をはじめ高温年には閾値を下回るメッシュがみられた。このことから、適地判定には平年値のみならず閾値を下回る頻度も併せて評価する必要がある。閾値を下回るリスクを 10 年あたりの出現回数で比較すると、0 から 1.4 回/10 年の間（平均 0.2 回/10 年）に分布した。地理的には庄内平野や福島盆地などで閾値を下回る年次の出現頻度が高く、アミロース含有率の平年値も閾値に近い範囲に分布した。したがって、現行の移植期および熟期の組み合わせでは不適地と推定された。一方、岩手県北部や青森県の南部・下北地域ではアミロース含量の 30 年平均値も 10.5%以上であり、閾値を下回る年次がなかったことから適地であると考えられた。

現在開発中の新規多収低アミロース米系統群は今後品種登録が予定され、本手法による適地・適作期判定はその普及に貢献すると考えている。

謝辞 本研究は農研機構生研支援センター「令和 2 年度イノベーション創出強化研究推進事業（02008B）」の支援を受けた。

表 1 予測モデルの作成に供試した品種の Wx 遺伝子型および各年次における供試地点数

品種	Wx 座	2018	2019	2020	2021
あきたこまち		2	2	2	1
ひとめぼれ	Wx-b	2	4★●	4★●	1
コシヒカリ		1	1		
きらほ		3	3	2	1
岩手 144		1	3	3	1
岩手 147				1	1
岩 1352		2	2		
ミルキークイーン	wx-mq	2	3	1	
ミルキーサマー		2	3★●	3★	
岩 1470				3★●	
20Y64				3	
20Y63				1	
20Y62				1	

★：名護で 2 作期供試 ●：石垣で 2 作期供試

【参考文献】小舘ら（2022）日本食品科学工学会第 69 回大会

Asaoka ら（1985）Agric. Biol. Chem. 49(2) 373-379

講演要旨**「北日本における 4 月・8 月の気温の負の相関関係」の持続と影響範囲**○太久保さゆり¹⁾ 井上 聡¹⁾ 菅野洋光²⁾

1) 農研機構 東北農業研究センター 2) 農研機構 農業環境研究部門

はじめに Kanno (2013) は、北日本（北海道および東北地域）の 4 月と 8 月の平均気温が、1999 年から 2011 年の間に負の相関関係にあることを見出した。本発表では、先行研究で示された 2011 年以降も対象に、この関係について期間と対象地域を拡大して調査した結果を報告する。

方法およびデータ

対象地域： 日本国内の 83 の気象官署および特別地域気象観測所（旧測候所）。図 3 参照。
北海道と東北 6 県では地域内の全 39 地点を、その他の地域では各都府県から 1 地点、および島嶼部にある地点から選定した。

対象期間： 1971～2021 年

使用データ： 上記 83 地点の月平均気温（気象庁 HP 過去の気象データダウンロードより取得）。各地点の月平均気温として 2020 年平年値で算出した平年偏差を使用した。総観場の解析は気象庁長期再解析 JRA-55 (Kobayashi et al. 2015) を使用した。

結果

・**平均気温の月どうしの相関関係** 先行研究 (Kanno, 2013) に倣い、北海道および東北地域 6 県に所在する 39 地点の気象官署の月平均気温の平均値を「北日本の平均気温」と定義して、期間を 1998 年から 2021 年の 24 年間に拡張し、月別の相関係数を求めた（表 1）。その結果、隣接する月どうしを中心に複数の組み合わせで正の相関関係が認められるほか、先行研究と同様に、時期が離れているにも関わらず 4 月・8 月との間に負の相関関係が有意に認められた。

・**4 月、8 月気温の時系列** 北日本の平均気温について、4, 8 月の気温の年次変化および両者の 11 年移動相関係数の推移を図 1 に、4, 8 月の気温偏差による散布図を図 2 に示す。1998 年以降の 4, 8 月の気温の年次変動が継続して逆の位相を示すとともに、2021 年時点でもその関係が継続していることが確認できた。

・**4 月 8 月相関の地域分布** 国内 83 地点を対象に、地点毎の 1998-2021 年の 4, 8 月の月平均気温偏差の相関を求めた（図 3）。その結果、北海道・東北地方に限らず、国内のおおむね 35° N 以北の広い地域で 4, 8 月の気温に負の相関関係があることが示された。

・**4 月 8 月相関に関係する総観場の要素** 1998-2021 年の 8 月の北日本平均気温と、再解析データ JRA-55 による 4, 8 月の各種気象要素との相関係数の分布を確認した（図 4）。ここでも Kanno (2013) と同様に、850hPa 気温や 200hPa 風速東西成分において北日本気温と関係の強い地域が示された。このうち、200hPa 風速東西成分は、日本列島の北側を境として帯状に明瞭な違いが見られ、4 月にジェット気流の軸が日本の南北どちらにあるかが 8 月気温の高低と関係していることが示唆された。今後もこれらの領域に注目し解析を行う。

文献

Kanno, H. 2013. Strongly Negative Correlation between Monthly Mean Temperatures in April and August since 1998 in Northern Japan. *Journal of the Meteorological Society of Japan. Ser. II*, 91: 355-373. <https://doi.org/10.2151/jmsj.2013-308>

Kobayashi, S. et al. 2015. The JRA-55 Reanalysis: General Specifications and Basic Characteristics. *Journal of the Meteorological Society of Japan. Ser. II*, 93: 5-48.

<https://doi.org/10.2151/jmsj.2015-001>

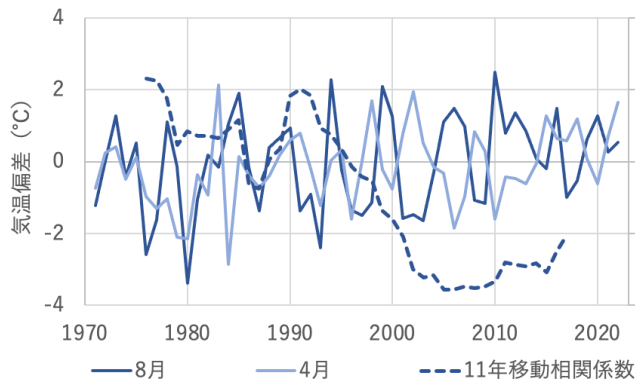


図1 北日本の4, 8月の月平均気温偏差と両者の11年移動相関係数の年次変動

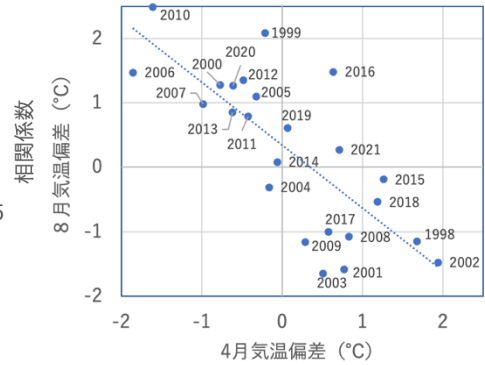


図2 北日本の月平均気温偏差の散布図 (1998-2021年)

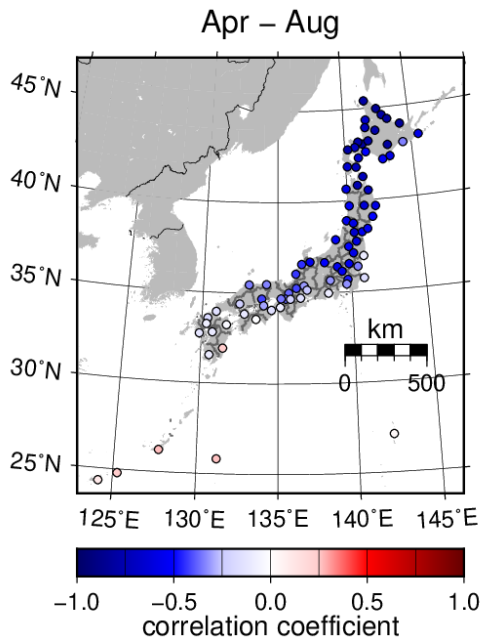


図3 気象官署ごとに算出した4, 8月の月平均気温の相関係数 (1998-2021年)

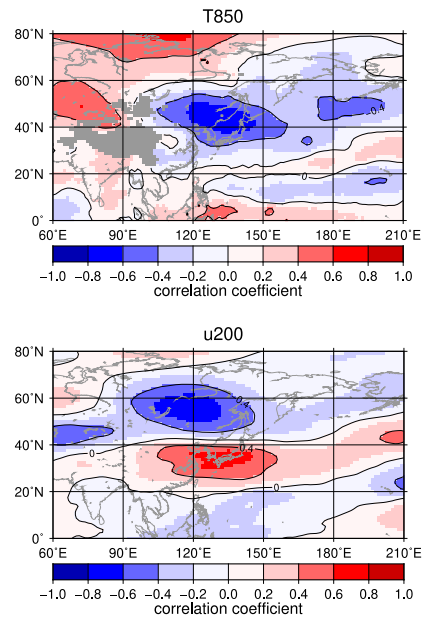


図4 8月の850hPa気温(上)、8月の200hPa風速東西成分(下)と北日本の8月平均気温との相関係数分布 期間は1998-2021年

表1 北日本の月平均気温による月別相関係数 (1998-2021年)

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月
2月		0.58									
3月	0.24	0.48									
4月	-0.10	0.10	0.53								
5月	0.29	0.36	0.51	0.40							
6月	0.36	0.15	-0.05	-0.47	-0.20						
7月	-0.08	0.01	0.15	-0.01	0.11	0.19					
8月	0.17	-0.03	-0.26	-0.76	-0.23	0.48	0.24				
9月	-0.05	-0.14	-0.16	-0.39	-0.14	0.13	0.08	0.68			
10月	-0.27	-0.34	0.08	-0.07	-0.32	0.03	0.01	0.15	0.50		
11月	-0.08	-0.04	-0.04	-0.33	-0.21	0.56	0.17	0.11	-0.04	0.09	
12月	0.14	0.23	0.31	-0.10	0.14	0.16	-0.05	0.08	-0.03	0.00	0.29

太字は5%有意、太字+シェードは1%有意を示す。

地下水を熱源としたハウス内温度制御技術の検討

伊藤篤史（青森県産業技術センター農林総合研究所）

1 はじめに

施設園芸において、冬期は、燃油及び電気料金の高騰により、経営費全体に占める暖房費の割合が高まり経営を圧迫しており、さらに、温暖化の影響が深刻化する中、化石燃料は環境負荷が高いことから代替技術が求められている。夏期は、温暖化の影響と考えられる不安定な気象が発生し、さらに、寒冷地である青森県であっても夜間気温が25℃以上になる高温日が増加している。高温の影響は、植物にとって病虫害被害を含めた様々な生育不良につながる。以上のことを解決するために、地下水を利用した温度制御技術としてウォーターカーテン等が広く普及しているが、さらなる技術開発が求められている。

ここでは、冬期の加温や夏期の夜間冷房等について、温度制御技術の選択肢を増やすことを目的として、低コスト・省エネに主眼をおいた、『地下水を熱源としたハウス内温度制御技術』を検討した。これにより、農業生産と環境負荷低減の両面から持続可能な農業を実現することが可能となる。

2 試験方法

試験1 地下水と自作熱交換器を使用した加温によるハウス内温度制御の検討

地下水と自作熱交換器を使用して微加温を行い、環境データを収集した。試験は青森県弘前市標高50m、間口6.3m×奥行36mのパイプハウスを使用。被覆資材は農P0厚さ0.15mm、内張カーテン農P0厚さ0.075mmを展開。地下水の水温は約15℃。自作熱交換器はトヨタハイエース用車載ラジエーター（品番PL012378）を用い、送風ファンはスイデン品番SJF-300RS-1、ダクト径（Φmm）320 最大風量（m³/min）50/58 電源電圧（V）100、消費電力（W）（50/60Hz）405/560を用いた。

試験2 地下水と自作熱交換器を使用した加温によるハウス内温度制御の検討

地下水と自作熱交換器を使用して微加温を行い、環境データを収集した。試験は青森県弘前市標高50m、間口7.2m×奥行20mのパイプハウスを使用。被覆資材は農P0厚さ0.15mm、内張カーテン農P0厚さ0.075mmを展開。地下水は試験1と同様で水温約15℃。自作熱交換器は試験1同品を用い、送風ファンはソーワテクニカ品番DF-40ESE2、ダクト径（Φmm）400 最大風量（m³/min）71/80 電源電圧（V）100、消費電力（W）（50/60Hz）280/420を用いた。

試験3 地下水と自作熱交換器を使用した冷房によるハウス内温度制御の検討

地下水と自作熱交換器を使用して冷房を行い、環境データを収集した。試験は青森県田舎館村標高20m、間口5.4m×奥行20mのパイプハウスを使用。被覆資材は農P0透明フィルム厚さ0.1mmを展開し、夜間にさらに農P0遮光フィルム厚さ0.1mmを展開して2重被覆とした。地下水の水温約14℃。自作熱交換器は試験1同品を用い、送風ファンは試験1同品を用いた。

なお、試験1～3の自作熱交換器は、「ラジエーター式放熱装置つくり方マニュアル」（竹倉ら、2018）を参考に作製した。

3 結果および考察

試験1 冬期の加温では、約15℃の地下水と自作熱交換器による放熱量は、地下水温とハウス内気温の差で変化し、温度差が大きいほど増加し、最大で3kW程度になった。試験2 外気温-5℃を下回る冬期に約140m²のパイプハウスにおいて、約15℃の地下水と自作熱交換器を用いることで、ハウス内最低気温を約5℃に保つ事が可能であった。この場合、内外温度差が大きくなるほど放熱量が増加することが確認された。試験3 約14℃の地下水と自作熱交換器を用いて、外気温27℃程度の夏期夜間にパイプハウスを締め切って冷房を行ったところ、ハウス内気温は速やかに20℃以下になった。冷房開始直後には放熱量が6kW以上になり、内外気温差が大きいほど放熱量が増加することを確認した。

4 まとめ

寒冷地である青森県において、地下水の水温15℃程度と自作熱交換器を用いた冬期の加温では熱交換器1台当たり3kW以上の放熱量があり、これにより140m²のパイプハウスを内外気温差10℃程度に保つ事が可能であった。次に、地下水の水温14℃程度と自作熱交換器を用いた夏期の夜間

冷房では、熱交換器 1 台あたり 6kW 以上の放熱量があり、これにより 108m² のパイプハウスを夜間締め切り条件で内外気温差 4℃程度に保つ事が可能であった。自作熱交換器による放熱量は、地下水温と内外気温差で変化し、温度差が大きいほど増加した。

参考文献

竹倉ら 2018、ラジエーター式放熱装置づくり方マニュアル、農研機構中央農業研究センター
https://www.naro.go.jp/publicity_report/publication/pamphlet/tech-pamph/121136.html

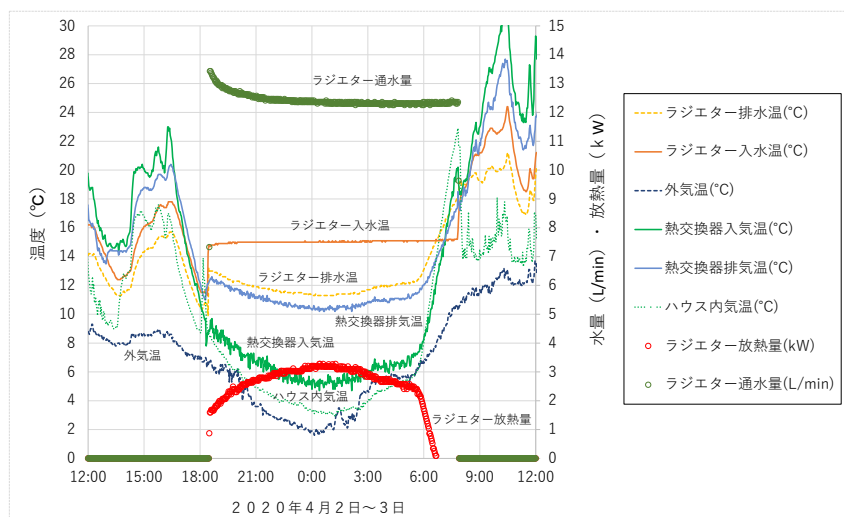


図1 地下水と自作熱交換器を使用した微加温（2020年、試験地青森県弘前市）

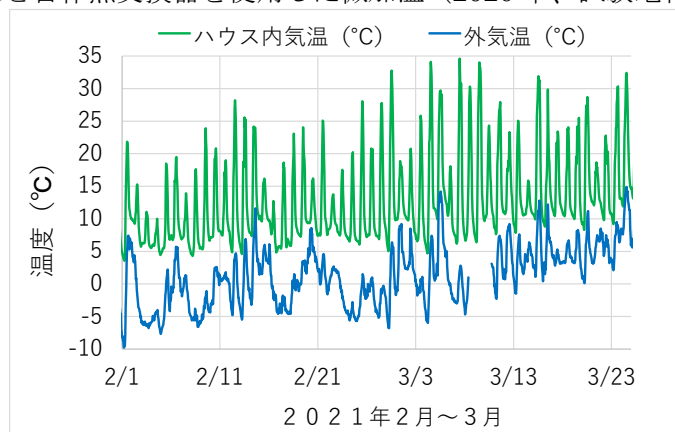


図2 地下水と自作熱交換器を使用した微加温（2020年、試験地：青森県弘前市）
 注）外気温は、気象庁アメダス弘前地点のデータを引用

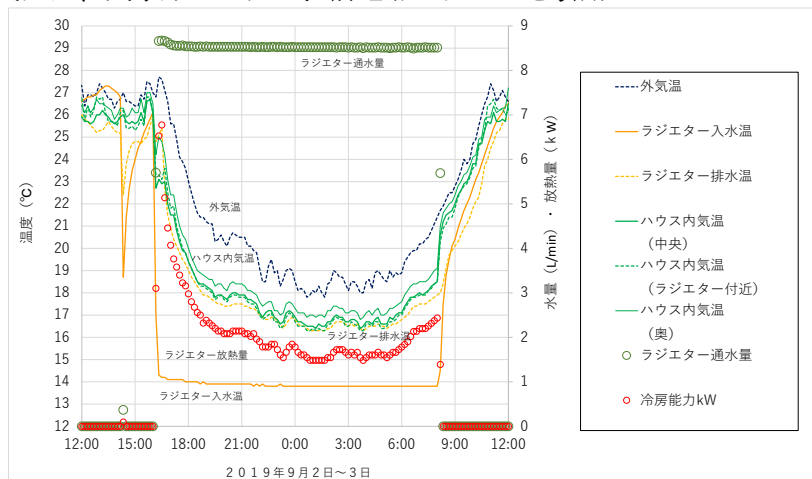


図3 地下水と自作熱交換器を使用した冷房（2019年試験地：青森県田舎館村）

講演要旨**現地観測による地形が気温に及ぼす影響の評価 ～三戸町の事例～**

○石田祐宣（弘前大院理工）・木谷雄二郎（弘前大理工）・伊藤大雄（弘前大農生）

1 はじめに

一流域程度の領域内の気温分布は、第1次近似的に標高補正によって推定される。ただし、盆地や谷のような地形では、夜間を中心として局地的に冷気湖が形成されたり、谷筋に沿って下流方向へ冷気が流れる。これらの現象は局地的な気温分布にも影響を与え得る。冷気湖や冷気流によって生じる低温は、降霜や結露による農作物の障害や病害を引き起こすため、放射冷却強度指標と地形因子を組み合わせメッシュ気温データ作成に取り入れる事例も見られる(植山,2016)。本研究の対象となる青森県三戸町は、ヤマセの影響を受けやすい太平洋側ではあるものの内陸に位置し、夏季に青森県内の最高気温が観測されることもある(図1左)。また、三戸町内は東西方向に河川が流れており、冷気湖や冷気流の発生が見込まれる地域もある(図1右)。本研究では青森県三戸町を事例とし、局地的な気温分布の特性を地形的側面から解析および考察していくことを目的とした。川越ら(2022)は、農研機構メッシュ農業気象データに基づき三戸町の水稻生産の将来予測を行ったが、本研究で得られた傾向を加味することにより、将来予測の精度向上を見込んでいる。

2 方法

本研究では、三戸町内5地点(梅内、目時、斗内、猿辺、丁塚)で独自気象観測を行い(図1右)、気象庁 AMeDAS の観測データおよび農研機構メッシュ農業気象データ(以下メッシュデータ)との比較解析を行った。メッシュデータは、AMeDAS 観測値とメッシュ平年値を組み合わせ水平分解能約1km×1kmで作成されている。本報告で扱う対象気象要素は日平均・日最高・日最低気温である。解析期間は2021年6月18日～11月29日、2022年4月6日～8月21日である。主に独自観測の最低気温の低下が起こりやすい地点の選別と地形的特徴の考察、気温低下が発生しやすい気象条件の抽出を行う。

3 結果

解析の結果、メッシュデータに対する独自観測点の日平均・日最高気温の偏差は $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 程度以内であったが、斗内、猿辺において日最低気温が期間平均で 1°C を超えて低い状態であった(図2、表1)。

この原因を探るべく日別のデータを精査したところ、日最低気温が斗内・猿辺でより大きく低下し、梅内では逆に低下が弱い日が何例か存在することがわかった(図3)。これを局地低温日と名付けた。局地低温日には、日中長時間の日照があることから天候は晴れであり、総観規模の風が弱く放射冷却による夜間の気温低下が促進される条件にあることがわかった。この最低気温の特徴は谷地形である斗内、猿辺では冷気の影響を受けやすく、丘陵上である梅内は受けにくいという地形的特徴に起因すると考えられる。局地低温日の夜間の風は、AMeDAS 観測点において南西寄りの弱風の傾向があり、これは河川の上流から下流方向と一致しているため、谷筋に沿って夜間に吹く山風であると考えられる。また、条件に当てはまらない日には、両地点で極端な低温とはならなかった。日最高気温に関しては、日最低気温と比較して各観測点と AMeDAS との差が小さく、局地的な差が不明瞭であった。

謝辞 本研究は、三戸町受託研究「青森県三戸町における中長期的な気候変動と作物の生育」による助成および支援を受け実施された。ここに謝意を表する。

引用文献

植山秀紀 (2016): 栽培管理・営農の高度化に資するアメダスに準じた精密メッシュ気温データの作成. 近中四農研資 12, 39-65.
川越聖哉・石田祐宣・伊藤大雄 (2022): 気候変動が青森県三戸町の水稲生産に及ぼす影響の予測. 日本農業気象学会 2022 年全国大会講演要旨, 83.

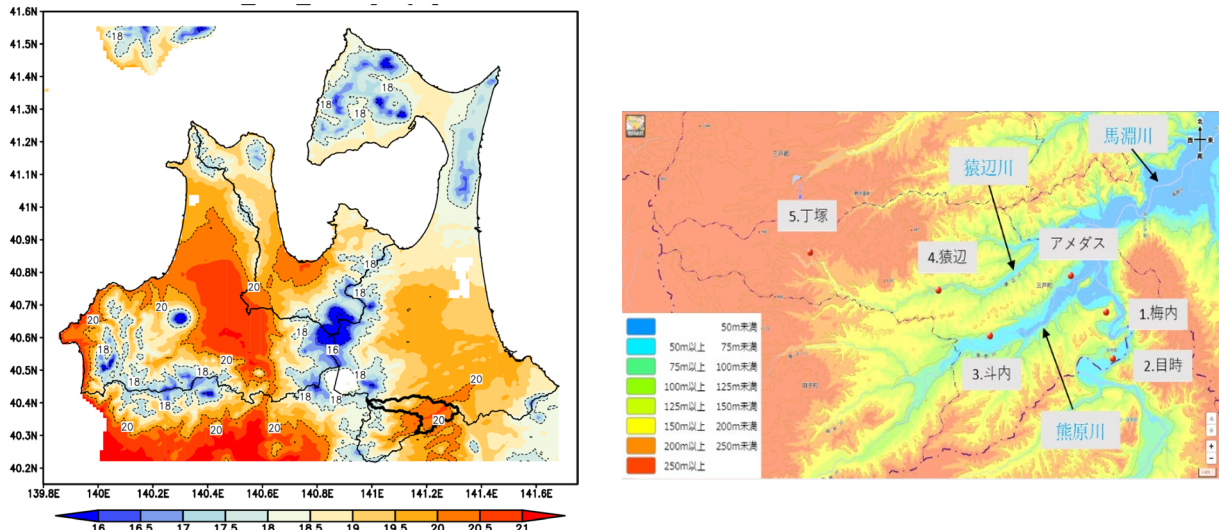


図1 研究対象領域の位置図. 左: 農研機構メッシュ農業気象データによる6~8月の年平均気温分布(黒枠内: 三戸町)、右: 三戸町の地形および独自観測点と AMeDAS 観測点の位置

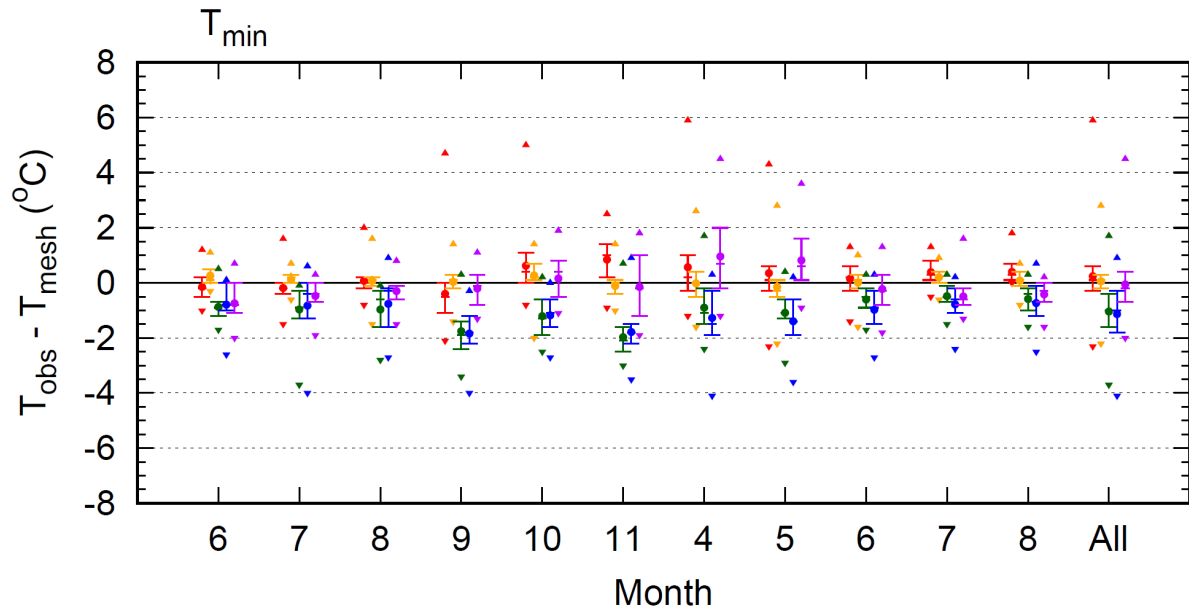


図2 日最低気温の観測値とメッシュデータの差(月別). 赤: 梅内、橙: 目時、緑: 斗内、青: 猿辺、紫: 丁塚. ●: 中央値、誤差棒上下: 第3,1四分位、▲▼: 最高・最低

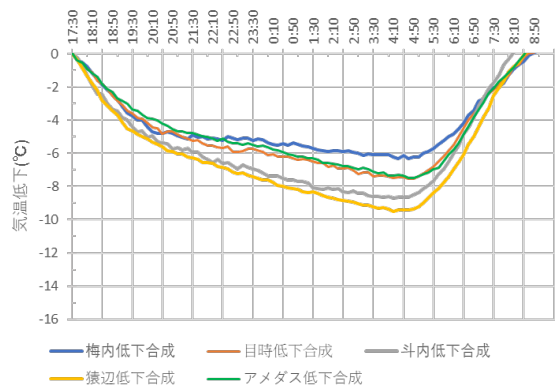


図3 局地低温日(10日間)における各地点 17:30 からの気温低下量合成値.

表1 各観測点における日別気温の観測値とメッシュデータの差の全解析期間平均値.
() 内: 中央値

観測-メッシュ(°C)	日平均気温	日最高気温	日最低気温
梅内	0.03 (0.20)	-0.41 (-0.30)	0.21 (0.10)
目時	0.12 (0.20)	0.32 (0.30)	0.05 (0.10)
斗内	-0.39 (-0.40)	0.50 (0.40)	-1.11 (-1.00)
猿辺	-0.70 (-0.60)	-0.04 (-0.10)	-1.18 (-1.10)
丁塚	-0.30 (-0.40)	0.44 (0.50)	0.01 (-0.20)

気象条件を考慮した農業用ドローンの飛行可能時間と作業可能面積の試算

(青森県産業技術センター農林総合研究所 木村利行)

1 目的

近年、農業生産現場では、農業用ドローンによる薬剤散布や施肥管理、空撮した画像によるリモートセンシング技術への活用事例が拡大している。しかし、農業用ドローンの利用に当たっては、農薬の散布ムラやドリフト、画像撮影の精度不良を招くおそれがあるため、飛行限界風速等が定められているなど、天候の制約により予定通りに作業できないことが想定される。本課題では、農業用ドローンを導入する際の経営評価に資するため、降雨や風速などの気象条件を考慮した水稻移植栽培における作業可能面積を試算した。

2 方法

気象データは、青森県黒石市の農林総合研究所内に設置されている黒石アメダスの観測値を用いた。なお、黒石市は青森県津軽平野南部の内陸部にあり、黒石アメダスは水田や畑地などの平地に囲まれており、風速の観測では建築物の影響が小さい地点である。観測期間は、2011～2020年の各4月1日～8月31日までとした。気象要素は、時別の降水量(mm)および時別の平均風速(m/s)とした。

農業用ドローンの飛行可能条件は、①降水量がないこと、②飛行限界風速は3m/s以下、ならびに5m/s以下、③飛行時間は目視可能な時間として6時～17時を設定し、①～③のすべてを満たす場合に飛行可能と判断した。なお、農業用ドローンにおける農薬の空中散布の運行基準(無人航空機による農薬散布を巡る動向について、農林水産省2018)において、飛行可能限界速度は地上部1.5mの平均風速を測定して判断されていることから、地上10m地点の風速を観測している黒石アメダスのデータを下式の「べき法則」を用いて地表面の状態を平野(n=7)として補正した。

$$V_Z = V_R (Z/Z_R)^{1/n} \quad (V_Z, V_R: \text{地上からの高さ} Z_m, \text{基準値の高さ} Z_{Rm})$$

3 結果および考察

降雨が観測された割合は、月別や時別による顕著な差はみられず10%前後であり、農業用ドローンの飛行を計画した場合、10回中1回程度の頻度で降雨による影響で作業できなくなると試算された(表1)。風速に伴う飛行制限は4月>8月、早朝>夕方で、季節が進むほど、また早い時間帯ほど飛行可能割合が高かった(図1、図2)。「降雨なし+風速3m/s以下」は「降雨なし+風速5m/s以下」に対して、飛行可能割合が30ポイント程度低く、特に、4～6月の14～16時の飛行可能割合は10～30%程度と低かった。

水稻移植栽培で農業用ドローンの利用を想定したときの飛行可能時間を試算した結果、播種作業(5/16～5/25、10日間)で約65.5hr、一発剤散布(5/27～6/2、7日間)で約45.8hr、追肥(7/6～7/15、10日間)で約74.9hr、病害虫防除(8/1～8/20、20日間)で約96.7hrであった(表2)。

また、農業用ドローン1機当たりの作業可能面積は30～50ha程度と試算された(表3)。

表1 降雨が観測された割合 (%)

月別	6時	7時	8時	9時	10時	11時	12時	13時	14時	15時	16時	17時	平均
4月	8	8	7	8	9	9	8	8	11	8	6	7	8
5月	5	4	4	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4
6月	6	5	4	5	6	5	4	5	6	6	7	6	6
7月	7	7	9	8	7	6	6	6	7	7	7	7	7
8月	7	8	8	8	7	5	5	6	7	6	5	7	7

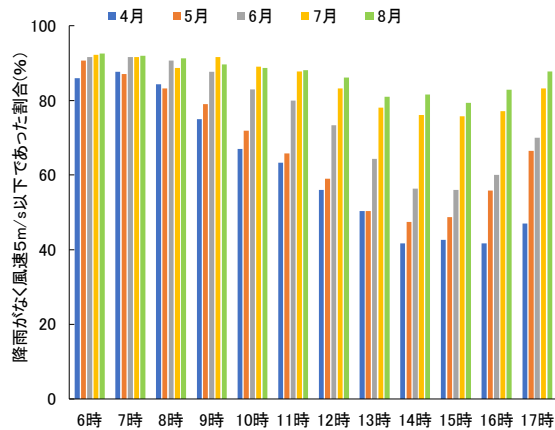


図1 降雨なし+風速 5m/s 以下の割合

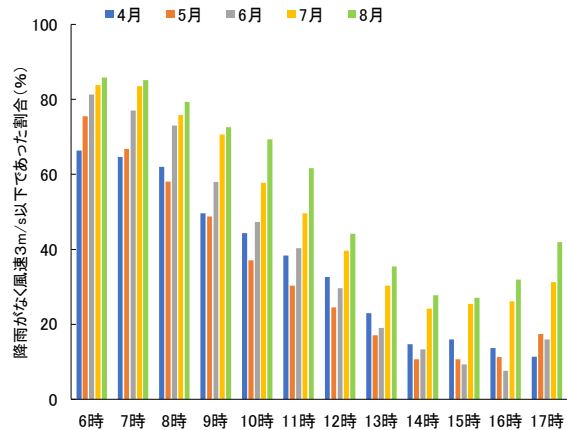


図2 降雨なし+風速 3m/s 以下の割合

表2 各作業の対象落下物および時期、期間、飛行条件

作業	対象落下物	時期	期間	飛行条件
播種	種粃	5月16日～5月25日	10日	降雨なし+5m/s
雑草防除	一発剤(豆つぶ剤、FG剤等)	5月27日～6月2日	7日	降雨なし+5m/s
追肥	ドローン専用肥料	7月6日～7月15日	10日	降雨なし+5m/s
病虫害防除	いもち、カメムシ等 (液剤・フロアブル剤)	8月1日～8月20日	20日	降雨なし+3m/s

表3 各作業の対象落下物および飛行可能時間、作業可能面積

作業	対象落下物	飛行可能時間	作業可能面積	備考
播種	種粃	65.5hr	52.4ha	6分/10a (株)オブティム
雑草防除	一発剤(豆つぶ剤等)	45.8hr	52.3ha	4.2分/10a スマート農業実証プロ:(株)アグリ鶴谷
追肥	肥料	74.9hr	53.6ha	6.7分/10a スマート農業実証プロ:(株)アグリ鶴谷
病虫害防除	いもち、カメムシ等 (液剤・フロアブル剤)	96.7hr	38.7ha	12分/10a スマート農業実証プロ:(株)十三湖ファーム

※実作業率0.8(滋賀県農政水産部農業経営課)

※6時～17時のうち8時、12時、15時を休息時間として設定し、1日当たりの作業は9時間とした。

>>>支 部 だ よ り<<<

1. 2022（令和4）年度支部大会

2022年度支部大会は、秋田県生涯学習センター（秋田県秋田市山王中島町1-1）において11月20日に開催されました。特別講演「秋田県立大学における分野融合拠点アグリイノベーション教育研究センターの役割」および6題の一般研究発表があり、活発な討議が行われました。今号には特別講演および一般研究発表の要旨を掲載しました。

2. 会員動静(2021年4月1日～2022年3月31日)

〔入会〕 井上聡、小鴨尚平、小林隆

〔退会〕 臼井智彦、忠英一、富樫一幸、三浦信利、手代木昌宏、今村智彦、
佐々木次郎、佐藤雄幸、千葉崇、辻本克斗

会員数（2022年6月23日）：106名

名誉会員：1名

会 員：92名（内支部のみ33名、本部46名、本部（管外）13名）

図書館等：13名（内支部6名、本部7名）

3. 寄贈図書

日本農業気象学会北海道支部から講演論文集の寄贈がありました。ご利用の節は支部事務局までご連絡ください。

4. 2023年度功労賞受賞候補者推薦のお願い

日本農業気象学会東北支部功労賞規程に基づき、2023年度の候補者をご推薦ください。締め切り日および手続きの詳細については事務局までお問い合わせください。

5. 2023年度奨励賞受賞候補者推薦のお願い

日本農業気象学会東北支部奨励賞規程に基づき、2023年度の候補者をご推薦ください。締め切り日および手続きの詳細については事務局までお問い合わせください。

6. 決算報告および予算

(1) 2021年度決算報告 (2021. 4. 1～2022. 3. 31)

収入			支出		
項目	予算	決算	項目	予算	決算
個人会費	19,000	6,000	印刷費	5,000	0
支部補助費	35,000	35,700	通信費	20,000	640
雑収	0	4	事務費	20,000	4,495
大会費(本部)	0	0	大会費	150,000	2,200
			雑費	5,000	456
繰越金	869,965	869,965	予備費	723,965	0
合 計	923,965	911,669	合 計	923,965	7,791

余剰金の算出	収 入	911,669 円
	支 出	7,791 円
	余剰金	903,878 円

(2) 2022 年度予算 (2022. 4. 1～2023. 3. 31)

収入		支出	
項目	予算	項目	予算
個人会費	16,500	印刷費	145,000
支部補助費	32,200	通信費	20,000
雑収	0	事務費	20,000
大会費(本部)	0	大会費	150,000
繰越金	903,878	雑費	5,000
		予備費	612,578
合 計	952,578	合 計	952,578

7. 2023度支部大会のお知らせ

2023年度支部大会は青森県にて開催予定です。詳細は後日改めて案内をお送りいたします。多くの皆さまのご参加をお待ちしております。

日本農業気象学会東北支部会則

昭和30年 4月 1日 実施
昭和31年12月19日 一部改正
昭和35年12月22日 同
昭和37年12月 4日 同
昭和39年 1月31日 改正
昭和42年 1月27日 一部改正
昭和45年12月19日 同
昭和49年 9月13日 同
昭和53年10月28日 同
昭和59年 9月27日 同
平成 2年 8月28日 同
平成 8年10月 7日 同
平成12年 7月27日 同
平成14年 7月31日 同
平成19年11月 8日 改正
平成22年 8月20日 改正
平成23年11月 7日 改正
平成24年11月 1日 改正
令和 3年 8月23日一部改正

第1章 総則

- 第1条（名称）：本会は、日本農業気象学会会則（以下、本部会則）第3章第7条に基づき、日本農業気象学会東北支部とする。
- 第2条（目的）：本会は日本農業気象学会の趣旨に則り、東北における農業気象学の進歩、知識の向上並びに農業気象学を活用した農林水産業の振興と発展をはかることを目的とする。
- 第3条（事務局）：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水田輪作研究領域内におく。

第2章 事業

- 第4条（事業）：本会は第2条の目的を達成するために次の事業を行う。
- (1) 農業気象についての研究発表会、講演会、談話会などの開催。
 - (2) 機関誌「東北の農業気象」の発行。
 - (3) その他必要と認める事業。
- 第5条（事業年度）：本会の事業年度は毎年4月1日に始まり翌年3月31日に終わる。

第3章 会員

第6条（会員）：本会の会員は、本部会則に基づき東北支部に所属する日本農業気象学会会員（以下、本部会員）ならびに支部会員、賛助会員、名誉会員とする。

- (1) 支部会員は本会の趣旨に賛同し、入会した者。
- (2) 賛助会員は本会の目的に賛同する個人または団体で別に定めるところによる。
- (3) 本会の発展に著しい貢献をした者のうち評議員会が推薦し総会が承認した者を名誉会員とする。

第4章 役員

第7条（役員）：本会に次の役員をおく。

支部長 1 名 評議員若干名 監査 2 名 幹事若干名

第8条（任務）：

- (1) 支部長は支部の会務を総理し支部を代表する。
- (2) 評議員は評議員会を構成し重要な会務を評議決定する。
- (3) 監査は本会の会計を監査する。
- (4) 幹事は支部長の命を受け本会の事務を執行する。

第9条（選出）：

- (1) 支部長は評議員会が選出し、総会に報告する。
- (2) 評議員は本部会員ならびに東北地方在住の支部会員のうちから選挙により各県ごとに決める。東北地方に在住しない支部会員は評議員選挙権および被選挙権を有しない。各県ごとの評議員定数は、選挙年の前年度末における各県の会員数に依り、以下のとおりとする。

- 1) 会員 10 名未満：定数 1
- 2) 会員 10 名以上 20 名未満：定数 2
- 3) 会員 20 名以上 30 名未満：定数 3
- 4) 会員 30 名以上：定数 4

選出された評議員のうちから本部会則に基づく本部理事ならびに本部評議員を互選する。

- (3) 監査は支部長が会員の中から 2 名を委嘱する。
- (4) 幹事は支部長が会員の中から委嘱する。

第10条（任期）：役員の任期は2年とし、重任を妨げない。

第11条（解任）：役員または顧問が東北地方を離れた場合には自然解任となる。

第5章 顧問

第12条（顧問）：本会に顧問をおくことができる。顧問は支部長が委嘱する。

第6章 会議

第13条（会議）：本会には総会と評議員会をおく。

- (1)（総会）：年1回開催し支部長が招集する。但し臨時に招集することができる。
- (2)（評議員会）：必要に応じ支部長が招集する。幹事は評議員会に出席し発言することができる。

第7章 会計

第14条（会計年度）：本会の会計年度は事業年度と同じである。

第15条（経費）：本会の経費は支部補助費（本部経費）、支部会員ならびに賛助会員の会費および寄付金などによる。

第16条（会費）：本部に所属しない会員の年会費は次のとおりとし、役員選出時に2年分を納入する。

支部会員 500円／年（2014年以降、2012年・2013年は750円／年）

賛助会員については別に定める。

第17条（決算）：会計の決算は会計年度終了後速やかに監査を経てその後最初に行われる総会に報告しなければならない。

第18条 その他は本部会則に従う。

第19条（会則の改正）：この会則の改正は総会の決議により行う。

（付則） 本会則は平成22年度から適用する。

日本農業気象学会東北支部功労賞規程

平成2年4月1日 制定

1. 会則第2章第4条(3)に基づき本規程を設ける。
 2. 功労賞は支部の活動、運営等に永年貢献のあった会員に贈る。
 3. 功労賞受賞者には賞状と賞牌を贈る。
 4. 功労賞は原則として毎年贈る。
 5. 功労賞受賞者を次の手続きで決定する。
 - (1) 功労賞受賞候補者の推薦は会員が行う。推薦者は5名以上の推薦人（役員1名以上を含む）と推薦理由を本会誌閉じ込みの推薦書に記入し、事務局へ届け出る。
 - (2) 推薦書の届けは事業年度内に開催される東北支部会の2ヶ月前までとする。
 - (3) 支部長は受賞候補者を評議員会にはかり受賞者を決定する。
 6. 授賞式は総会で行う。
 - (1) 15年以上の会員で、原則として役員を務めた会員。
 - (2) 支部長がとくに功績を認め推薦した会員。
- (付則) 本規程は平成2年度から適用する。

日本農業気象学会東北支部奨励賞規程

平成15年4月1日 制定

1. 会則第2章第4条(3)に基づき本規程を設ける。
 2. 奨励賞は原則として前年度の支部会誌に論文を表し、東北の農業気象研究の進展に功績のあった会員若干名に贈る。
 3. 奨励賞受賞者には賞状と金一封を贈る。
 4. 奨励賞は原則として毎年贈る。
 5. 奨励賞受賞者を次の手続きで決定する。
 - (1) 奨励賞受賞候補者の推薦は評議員および幹事が行う。
 - (2) 支部長は受賞候補者を評議員会にはかり受賞者を決定する。
 6. 授与式は総会で行う。
- (付則) 本規程は平成15年度から適用する。

日本農業気象学会東北支部編集委員会規程

当編集委員会は、以下の手順で「東北の農業気象」の編集作業にあたる。この作業は、投稿論文の内容を読者に理解しやすくすることを目的とする。

1. 大会で口頭発表されたすべての課題の投稿を依頼する。
2. 編集委員会は、投稿規程に基づいて投稿された原稿のうち、「論文」ならびに「短報」を審査する。
3. 編集幹事は、投稿原稿の内容に応じて編集委員1名に査読を依頼する。
4. 適切な査読者が編集委員にいない場合、編集委員以外に査読を依頼できる。
5. 査読者は、査読結果を編集幹事に報告する。
6. 査読結果を吟味したうえで、編集幹事は投稿者に原稿の修正を依頼することもある。
7. 「進む研究」、「ぐるっと東北」、「研究レビュー」、「トピックス」、「小講座」などの記事を企画し、評議委員会の承諾を得て、編集にあたる。

最終改正：平成24年11月1日

日本農業気象学会東北支部 Web ジャーナル 「東北の農業気象」利用規程

平成21年4月1日制定

1. 日本農業気象学会東北支部会誌「東北の農業気象」はPDF ファイルによって刊行する。
 2. 支部会員への配布は、日本農業気象学会東北支部ホームページ上において、各会員が会誌PDF ファイルを閲覧あるいは保存することを基本とする。但し、ホームページを参照できない会員や、特別に求めのある会員については、会誌PDF ファイルの電子メールによる送付、もしくは印刷物の郵送を行うものとする。
 3. 日本農業気象学会東北支部ホームページは一般にも公開し、会誌PDF ファイルを閲覧および保存可能とする。ファイルの取り扱いについては、次のような権限付与によって、支部会員（本部会員および支部単独会員）と非支部会員とに差を設ける。
 - （1）支部会員についてはパスワードを配布し、閲覧、保存および印刷可能とする。図表およびテキストのコピーは不可とする。
 - （2）非支部会員についてはパスワード不要で、ホームページでの閲覧および保存のみ可能とする。印刷、図表およびテキストのコピーは不可とする。
 4. 図書館等は、支部会員と同等の扱いとし、支部会費は徴収しない。図書資料の保存を目的とする場合に限り、刊行物の全部を印刷、または媒体に複写することができる。また利用者の求めに応じ、調査研究のため、刊行物の一部を印刷することができる。他図書館から求めがあった場合、刊行物の一部を印刷して提供することができる。
- （付則）本規程は平成21年4月1日から施行する。

会誌「東北の農業気象」投稿規程

1. 投稿

1. 1 著者は、投稿の種類(下記)を明記の上、原稿1部を原則として電子ファイルで編集幹事に送付する。
1. 2 投稿原稿は大会の終了日から2月末日まで受付け、受理日は編集幹事が原稿を受理した日とする。

2. 投稿の種類

2. 1 「論文」、「短報」、の他に「進む研究」、「講演要旨」などの記事を設ける。
2. 2 「論文」は比較的完成度の高い研究結果を報告するもので、刷上がりを原則として6ページ以内とする。
2. 3 「短報」は有益な研究結果を速報するもので、刷上がりを原則として4ページ以内とする。
2. 4 「論文」、「短報」は、他の雑誌に掲載したもの(投稿中も含む)と同一であってはならない。すでに掲載された内容を一部重複して投稿する場合には、投稿原稿の40%以下に重複内容を圧縮する。
2. 5 「進む研究」は実用に近づきつつある研究成果を紹介するもので、刷上がりを4ページ以内とする。
2. 6 「講演要旨」は当該年度に支部大会で行われた講演の要旨を紹介するもので、刷り上がりを2ページ以内とする。
2. 7 このほか、著者は「資料」「解説」など、投稿内容に相応しいジャンルの設置を、編集幹事に要請できる。

3. 「論文」、「短報」の執筆要領

3. 1 原稿の作成

3. 1. 1 ワープロを用いた投稿には、A4サイズ用の紙を縦書き、横書きに使い、34字33行とし、上下左右に30ミリ以上の余白をとって原稿を作成する。原稿左端に通し行番号を記入する。これらの原稿3枚で、刷りあがり2ページになる。文字サイズは12ポイント程度が望ましい。
3. 1. 2 原稿本文の右肩に、1, 2, 3, 4と通し番号を記す。図表は同様に、和文の場合は、図1, 図2, 図3および表1, 表2, 表3と、英文の場合はFig.1, Fig.2, Fig.3, Table1, Table2, Table3とする。

3. 2 表紙

3. 2. 1 表紙は別ページとし、以下の例にしたがって、表題・著者名・所属を和文と英文で書く。表題は内容を的確かつ簡潔に表現するものとし、副題はできるだけ避ける。所属は研究の主たる部分を遂行した場所とし、現在の所属が異なる場合は脚注に現所属を記す。

(例) 水温と地温が水稻の生育に及ぼす影響

佐藤忠士*・工藤敏雄**

*岩手県農業試験場

**岩手大学農学部

Effect of water and soil temperature on paddy rice growth

Tadashi SATOH* and Toshio KUDOH**

*Iwate Agricultural Experiment Station, Takizawa 020-01

**Iwate University, Faculty of Agriculture, Morioka 020

*現在 : 佐藤農場(株)

*Present address : The Satoh Farm

3. 3 本文

3. 3. 1 本文には数字で見出しをつけて、「1. はじめに」「2. 材料および方法」などとする。これらを細分するには、1. 1, 1. 2を、さらに細分するには1. 1. 1, 1. 1. 2を用いる。ただし、要約、謝辞には見出しはつけない。

3. 3. 2 本文は原則として以下の順に構成する。

要約

本論の内容を簡潔にわかりやすく、和文か英文で書く。和文は350字以内、英文は150語以内とする。文頭に「要約」とせず、直接書き始める。末尾に改行して和英キーワード5語程度を、それぞれ五十音順、アルファベット順につける（例参照）。

(例) 畜産廃棄物の中でも特に廃棄処理にコストがかかる豚尿を、培養液として利用し、サラダナ、コマツナ、セルリの生育に及ぼす影響を解析した。その結果、サラダナ、コマツナで生育は劣ったものの、セルリの生育に市販の培養液との差は認められなかった。このことから、作物の種類によっては、豚尿を浄化しながら作物生産に利用する水耕栽培システムの開発が可能といえた。

キーワード：浄化、水耕栽培、セルリ、豚尿

Keywords: Celery, Pig-urine, Purify, Solution-culture.

はじめに(緒言、まえがき)

研究の背景(問題の性質・範囲)、これまでの研究の大要との関係、研究を開始した動機、研究の目的・意義などを説明する。特に、著者自身の過去の成果を踏まえて進めた研究の場合、これまでに解明した点と未解明の点を整理した、研究に至った経緯等を説明する。

材料および方法

実験や測定に使った作物や機材、処理方法・測定方法や分析方法を説明する。

結果

実験結果を、主観的判断を交えずに、図表を用いて忠実に表現する。考察の材料となる結果の説明は省かない。逆に、考察材料にならない結果には、特別な理由がないかぎり、ふれない方が望ましい。

考察

実験結果を、引用文献などを用いて、様々な角度から理論的に解析する。また、この最後に「実験結果から何がいええるのか」を結論づける。

まとめ(摘要)

要約で英文を書く場合のみ必要(和文で書く)。研究の背景等を簡単に書き、結果と考察を箇条書きにする（例参照）。

(例) 米の粒厚が食味に及ぼす影響はこれまで明らかにされていない。そこで、収穫1ヶ月後の1992年産と1993年産ササニシキを用いて、粒厚別の食味官能試験を実施した。なお、1992年は豊作、1993年は凶作であった。

(1) 1992年産米の粒厚は平均2.09mm、標準偏差0.14mmであった。また、1993年産米の粒厚は平均1.79mm、標準偏差0.26mmであった。

(2) 1992年産では、粒厚が1.65mm以下に低下すると食味が急激に低下した。一方、1993年産では、粒厚の低下に伴い食味は直接的に低下した。

(3) 1993年産の食味は1992年産に比べて著しく低く、50%以上の人がまずいと感じる米の粒厚は、1992年産で1.52mm以下、1993年産で1.71mm以下であった。

(4) これらのことから、粒厚の低下により食味が低下することが明らかになった。しかし、同じ粒厚でも、1993年産が1992年産の食味より劣ったことから、凶作だった1993年産米の食味の悪さは、粒の小ささだけでは解明できないといえた。

謝辞

必要に応じて書く。

3. 3. 3 数式の上下には1行づつスペースをとる。

- 3.3.4 文章中の式は、 a/b 、 $\exp(t/r)$ のように書く。
- 3.3.5 単位はSI単位を原則とする。ただし、非SI単位での表現が妥当であることが明らかな場合はこの限りでない(例:分、時、日、リットル、トン)。
- 3.4 図表
 - 3.4.1 図・表は、要約に合わせて和文か英文にする。写真は図として扱い、図1、Fig.1のように表現する。
 - 3.4.2 図・表のタイトルと説明は、要約に合わせて和文か英文にする。本文中での引用は「図1、表1によれば」あるいは「Fig.1、Table1によれば」とする。
 - 3.4.3 図は本文とは別のA4サイズの紙に1つずつ、タイトルや説明文とともに書き、引用文献の後に添付する。ワープロを用いた投稿では、原稿ファイルに電子化して貼り付ける。その際、不鮮明になるなど品質が低下しないように気をつける。刷上がりの図の幅は8cm程度か16cm程度が望ましい。
 - 3.4.4 表は、本文とは別のA4サイズの紙に1つずつ、タイトルや説明文とともに書き、図の後に添付する。刷上がりの表の幅は8cm程度か16cm程度が望ましい。
 - 3.4.5 迅速に理解できない表は使わない。複雑な表は、簡略化あるいは図形化に努める。例えば、考察に利用しない数値は、その数値自体が特別な意味を持たないかぎり削除する。
 - 3.4.6 本文中の図・表の挿入箇所は原稿の右側余白に赤字で示し、これを赤線で囲む。
- 3.5 引用文献
 - 3.5.1 著者名のABC順に本文の末尾に一括する。
 - 3.5.2 「著者, 年: 題目名, 誌名 (略), 巻, ページ.」の順に従って書く。
(例)
ト蔵建治, 1991: 冷害と宮沢賢治「グスコーブドリの伝記」の背景, 農業気象, 35, 35-41.
小林和彦, 1994: 影響評価モデル. 日本農業気象学会編「新しい農業気象・環境の科学」pp190-206. 養賢堂.
 - 3.5.3 本文中での引用は番号でなく、「菅野(1994)によれば」、「これらの報告は多い(井上; 1994)。」などとする。

4. 「進む研究」などの記事の執筆要領

- 4.1 「論文」と同様、表紙に表題・著者名・所属を和文で書く。投稿を希望するジャンルを選択または記述する。英文で併記してもよい。
- 4.2 本文の構成は著者の自由とする。内容に適した理解しやすい構成をとること。
- 4.3 仮名使い、数式の記述、単位、図表の書き方は、「論文」、「短報」の執筆要領に従う。
- 4.4 「引用文献」と「参考文献」の使い分けを明確にし、書き方は、「論文」、「短報」の執筆要領に従う。

5. 講演要旨

- 5.1 A4用紙を縦置き横書きに使い、上下左右に25mm程度の余白をとって原稿を作成する。冒頭には演題名を14ポイント程度の文字で書き、続けて著者名・所属を書く。
- 5.2 本文の構成は著者の自由とする。ただし、原則としてそのまま掲載されるので、体裁や図表の品質に気をつける。文字サイズは10.5ポイントが望ましい。

6. 著者校正

- 6.1 著者は初稿を校正する。再校以後は事務局で校正する。校正の際の加除筆は原則として認めない。

最終改正：平成24年11月1日

東北の農業気象 第 67 号

2023 年 7 月発行

編集・発行 日本農業気象学会東北支部
〒020-0198 盛岡市下厨川字赤平 4
東北農業研究センター内
電話 019-643-3462
振替口座 02270-7-4882
