

東北の農業気象

Agricultural Meteorology in Tohoku

Vol.61

Mar. 2017

報 文

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

井上 誠・渡邊陽貴・藤井吉隆・高橋順二・近藤 正・津田 渉…………… 1

支部大会研究発表要旨

早期播種が伸育型の異なるダイズ品種の生育および収量に及ぼす影響 熊谷悦史…………… 7

分子動力学法を用いたプリオンタンパク質の構造と機能の解明

皆川秀夫・森田 考・増本竜太郎・田中勝千・鈴木由美子…………… 9

水稲品種「青天の霹靂」の生育予測式の作成 木村利行・工藤予志夫…………… 11

農研機構メッシュデータを用いた水稲向け栽培支援情報の作成

大久保さゆり・菅野洋光…………… 13

青森県における「GoogleMapによる気象予測データを利用した農作物警戒情報」の

適合性の検証 石岡将樹・倉内賢一・木村利行…………… 14

北日本における干ばつ・冷夏の発生メカニズムに関する研究と学内での温室効果

ガス観測 井上 誠・宇賀神 惇・芳賀ゆうみ…………… 16

リンゴ樹光合成が日中低下する原因は水ストレスかシンク能か?ービッグリーフ

モデルによる解析ー 伊藤大雄・石田祐宣…………… 18

支 部 だ よ り

2016 年度支部大会報告…………… 20

支 部 会 案 内

会則・規程…………… 22

投稿規程…………… 28

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（2017・2018年度）

支 部 長	皆川 秀夫	北里大学
理 事	伊藤 大雄	弘前大学
永年功労会員		
表彰審査委員	伊藤 大雄	弘前大学
本部評議員	小峰 正史	秋田県立大学
	下野 裕之	岩手大学
評 議 員	熊谷 悦史	東北農業研究センター
	岡田 益己	岩手大学
	横山 克至	山形県庄内総合支庁
	古野 伸典	山形県庄内総合支庁
	斎藤 満保	宮城大学食産業学部
	小森 大輔	東北大学
	永山 宏一	福島県農業総合センター果樹研究所
	渡邊 明	福島大学
	佐藤 睦人	福島県農業総合センター
会計監査	伊五澤 正光	岩手県農産物改良種苗センター
	庄野 浩資	岩手大学
幹 事	木村 利行	青森県産業技術センター農林総合研究所
	沼田 芳宏	岩手県農林水産部
	高山 真幸	秋田県農林水産技術センター農業試験場
	島津 裕雄	宮城県大河原地方振興事務所
	三浦 信利	山形県庁生産技術課
編集幹事	中嶋 美幸	東北農業研究センター
会計幹事	熊谷 悦史	東北農業研究センター
庶務幹事	川方 俊和	東北農業研究センター

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

井上誠・渡邊陽貴・藤井吉隆・高橋順二・近藤正・津田渉

秋田県立大学 生物資源科学部

Relationships between soybean yields in Ogata-mura, Akita and atmospheric circulation field over Asia

Makoto INOUE, Haruki WATANABE, Yoshitaka FUJII, Junji TAKAHASHI, Tadashi KONDOH,

Wataru TSUDA

Faculty of Bioresource Sciences, Akita Prefectural University

Akita 010-0195

本研究では、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・降水量等の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フィリピン海沖の降水活動が活発化し、それに伴う子午面循環の強化によって日本で下降流が強くなることが分かった。このことから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と考えられる。一方、ダイズの少収量年では、フィリピン海沖の対流活動が弱体化して太平洋高気圧の北日本への張り出しが弱くなり、大潟村のダイズの収量が減少する傾向となった。

キーワード：大潟村、降水量、ダイズ収量、太平洋高気圧、フィリピン海

Keywords: Ogata-mura, Pacific high, Philippine Sea, Precipitation, Soybean yield

1 はじめに

日本の食生活を支える上で、イネやダイズなどの穀物は欠かせない作物である。しかし、農作物の中でもダイズは降水量や気温などの天候の影響を受けやすく年ごとの10aあたりの収量(単収)の変動が大きいと不安定である(農林水産省統計部;2016)。山根・国分(2016)は東北地方の日平均気温・日最高気温・日最低気温が高く、日照時間が長いほどダイズの収量が増加し、7、8月の降水量が増えるとダイズ収量が減少する傾向があることを示した。これらの気象条件はアジア広域の対流圏で発達する太平洋高気圧などの分布に支配されているが、どのような気圧配置のときにダイズ生産において好ましい気象条件となるのかについては明らかにされていない。そこで本研究では、秋田県大潟村を対象地域に選定し、大潟村のダイズ単収とアジア広域の大気循環場との関係を調べた。

2 材料および方法

2. 1 対象地域と使用データ

本研究の目的は、秋田県でダイズの収量が多かった年(多収量年)と少なかった年(少収量年)における気圧分布等の特徴を調べることである。ダイズの多収量年・少収量年を定義し

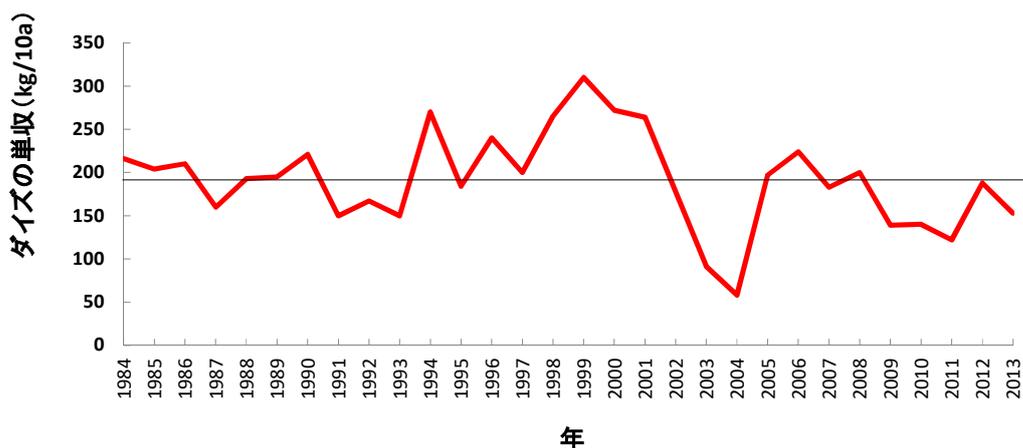


図 1 秋田県大潟村における 30 年間のダイズ単収の時系列図。ダイズ単収の単位は[kg/10a]。黒い横線は 30 年間の平均値。

統計解析を行うためには、過去数十年間のダイズ収量データが必要である。大潟村は秋田県の中央部に位置し秋田県の中でもダイズの生産が盛んでダイズ作付面積 5 位である(農林水産省統計部；2016)。そこで、ダイズ収量データの対象地域として大潟村を選定し、八郎潟中央干拓地入植農家経営調査報告書からデータを入手した。解析期間は 1984～2013 年(30 年間)のダイズ生育期間である 7～8 月とした。

多収量年・少収量年における等圧面高度、地上気温、鉛直 p 速度の分布図を作成するために National Centers for Environmental Prediction / National Center for Atmospheric Research (NCEP / NCAR) Reanalysis Data (Kalnay et al.; 1996)の月平均データを使用した。NCEP/NCAR 再解析データの対象領域は全球であり、水平解像度 $2.5^{\circ} \times 2.5^{\circ}$ (緯度/経度)、鉛直 17 層の格子点データである。対象領域は日本の天気に影響を与えるといわれるアジア・ユーラシア域($10^{\circ} \sim 80^{\circ} \text{ N}$ 、 $30^{\circ} \sim 180^{\circ} \text{ E}$)とした。等圧面高度は、太平洋高気圧が明瞭に認められる 500hPa に注目して解析する。降水量のデータには Climate Prediction Center (CPC) Merged Analysis of Precipitation (CMAP; Xie and Arkin; 1997) を使用した。CMAP は NCEP/NCAR 再解析と同様に地上観測や衛星などのあらゆる観測データに基づいて得られた $2.5^{\circ} \times 2.5^{\circ}$ (緯度/経度)の水平解像度をもつ全球格子点のデータセットである。

2. 2 多収量年・少収量年の分類とアノマリー分布図の作成方法

過去 30 年間の大潟村におけるダイズ単収の時系列図を作成した(図 1)。30 年間のうち、ダイズの単収が 30 年平均値よりも多い 16 年を多収量年と定義し、平均値よりも少ない 14 年を少収量年と定義した。多収量年・少収量年における 500hPa 高度分布をそれぞれ図 2a、2b に示す。多収量年、少収量年ともに日本の南東海上に太平洋高気圧の存在を確認できるが、多収量年の方が少収量年に比べてどの程度張り出しが強いのかを判断することは難しい。そこで、多収量年の平均値から少収量年の平均値を引いた差(アノマリー)の分布図を作成し、各定義年の気圧分布の違いを検討する。アノマリーの有意性の検定にはウェ

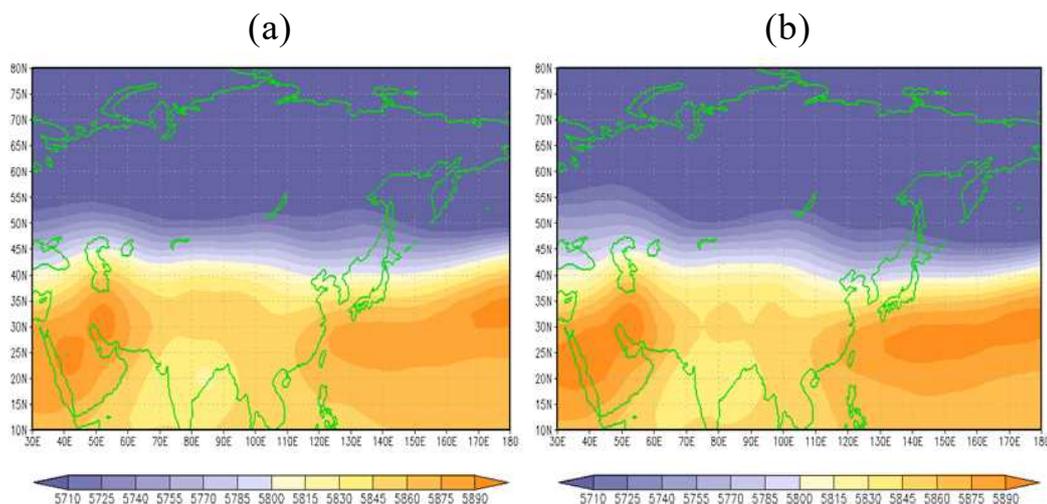


図 2 7月の(a)多収量年、(b)少収量年における 500hPa 高度分布図。高度の単位は[m]。

ルチの t 検定(Inoue and Takahashi; 2013)を用いた。その結果、アノマリーが 95%で有意となった領域を図中に濃い黒線で示した。

鉛直方向の流れについても解析を行った。大潟村を含む北日本上空の東経 140° 線上における 10° ~80° N、1000hPa(地上)~100hPa(上空約 16km)の高度を解析対象範囲とし、多収量年から少収量年を引いた鉛直 p 速度アノマリーの緯度高度断面図を作成した。

3 結果

3. 1 高度場アノマリー分布図の特徴

太平洋高気圧が発達する対流圏中層における 7、8 月のアノマリー分布の特徴を調べた。7、8 月ともに 500hPa の高度で北日本付近に有意な高圧偏差がみられた(図 3a, 3d)。これは、多収量年の方が少収量年よりも太平洋高気圧の北日本への張り出しが強いことを示している。またフィリピン海沖から南西諸島にかけての地域では有意な低圧偏差が確認できた。

3. 2 降水量アノマリー分布図の特徴

降水量アノマリー分布図からは、7、8 月ともに日本付近で有意な少雨の傾向がみられ、フィリピンの東海上で有意な多雨の傾向がみられた(図 3b, 3e)。このような夏季日本での少雨傾向は太平洋高気圧の日本への張り出しが強かったことと一致している。

3. 3 気温アノマリー分布図の特徴

有意な領域は広くないものの、多収量年において 7、8 月の北日本の気温が高い傾向にあることが分かる(図 3c, 3f)。この温度分布の結果は北日本上空で高圧偏差、少雨偏差であることと対応している。

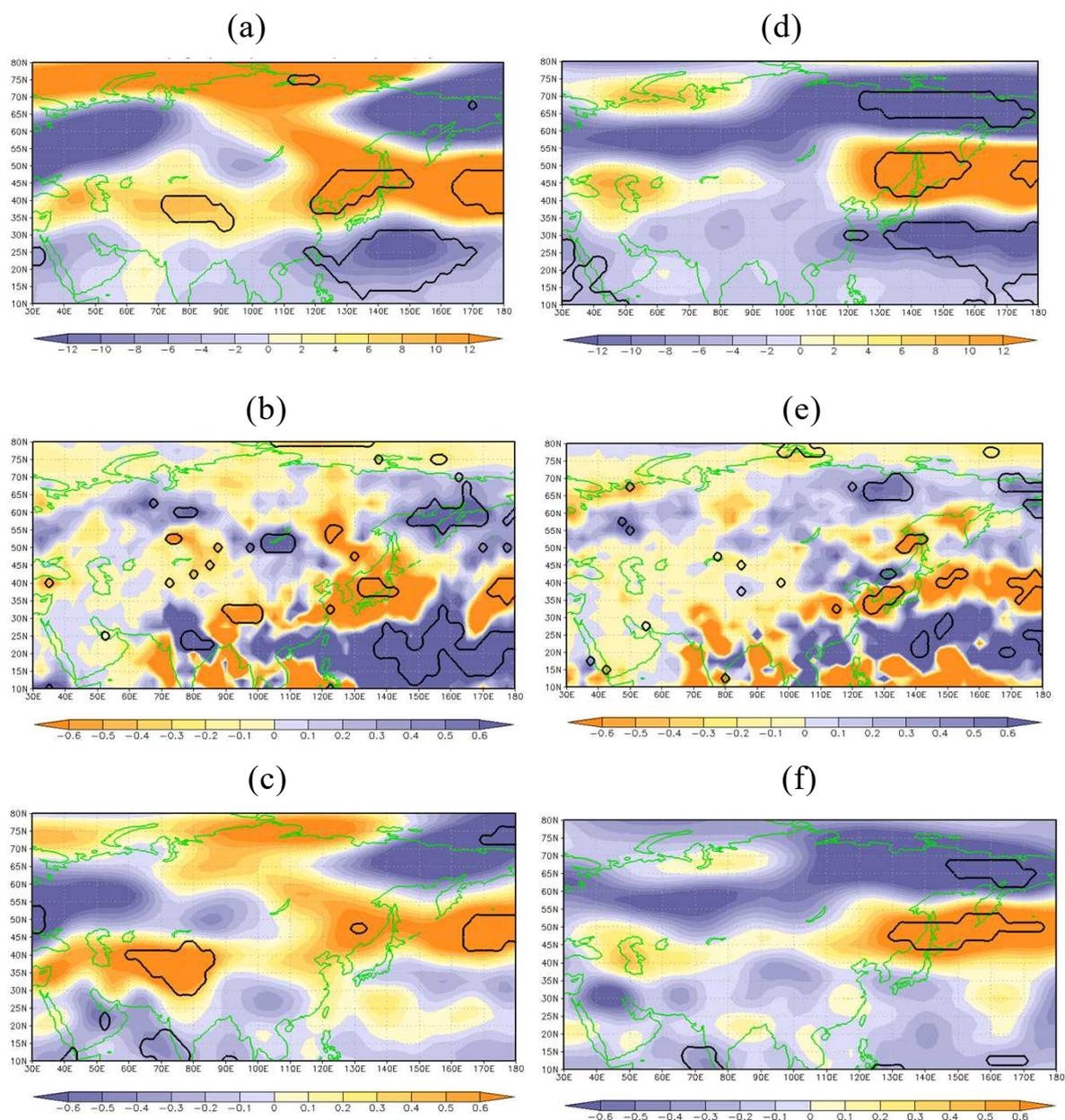


図 3 左側は、7月の(a)500hPa 高度、(b)降水量、(c)気温のアノマリー分布図。右側は、8月の(d)500hPa 高度、(e)降水量、(f)気温のアノマリー分布図。ただし、ダイズの多収量年から少収量年を引いた差。500hPa 高度、降水量、気温の単位はそれぞれ[m]、[mm/day]、[K]。濃い黒線内は 95%で統計的に有意な領域。

3. 4 大潟村を含む東経 140° 線上の緯度高度断面図の特徴

図 4a と 4b はそれぞれ 7、8 月の東経 140° 線における熱帯域から北極域にかけての鉛直 p 速度アノマリーの緯度高度断面図である。大潟村上空(40° N 付近)で有意な正のアノマリーがみられフィリピン海沖で有意な負のアノマリーであった。気候学的な鉛直方向の流れは低緯度で上昇流、中緯度で下降流であることから、多収量年の方が少収量年に比べてフィリピン海沖で上昇流が強まり、北日本上空で下降流が強まったと考えられる。この結果は、大潟村のダイズ多収量年に子午面循環が強化することを示唆している。

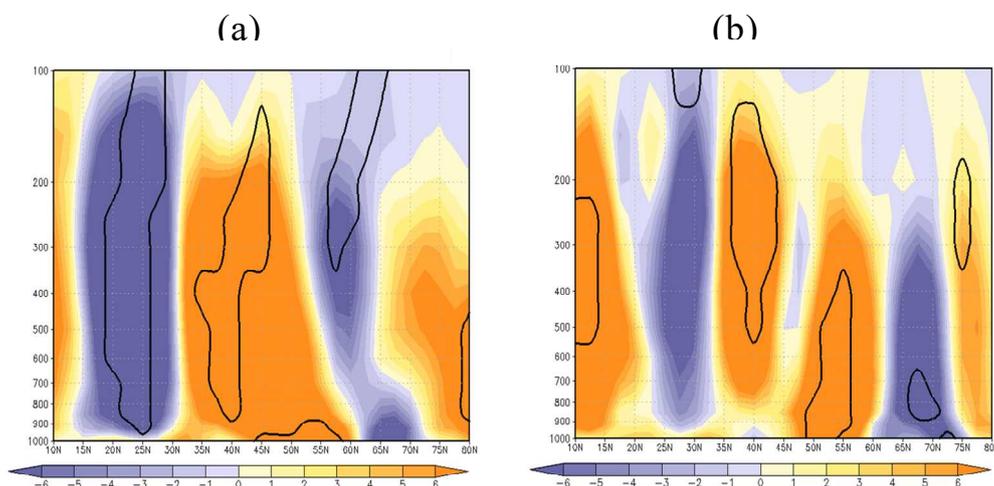


図 4 (a) 7 月、(b) 8 月の東経 140° 線上における鉛直 p 速度アノマリーの緯度高度断面図。ただし、ダイズの多収量年から少収量年を引いた差。単位は $[10^{-3} \text{ Pa/s}]$ 。濃い黒線内は 95%で統計的に有意な領域。

4 考察

本研究では、秋田県大潟村におけるダイズの単収と気圧・降水量等の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フィリピン海沖の降水活動が活発化し、それに伴う子午面循環の強化によって日本で下降流が強くなることが分かった。このことから太平洋高気圧の北日本への張り出しが促進されて高温・少雨の傾向となり、ダイズの増収につながったと考えられる。

今回の研究では 7、8 月の大気循環場を中心に解析した。しかし、東北地方の日本海側のように粘土含量が高い土壌が分布する地域では生育初期の降雨が多いと湿害が起こりやすいことが指摘されている(金田ら；2004；佐藤ら；2015)。今後は、ダイズの生育初期である 6 月の気圧・降水量分布にも着目して収量との関係を明らかにしていく予定である。

謝辞

本研究は、農林水産省委託プロジェクト研究「豪雨に対応するためのほ場の排水・保水機能活用手法の開発」(2015～2019 年度)により行われた。

引用文献

- 1) Inoue, M. and M. Takahashi, 2013: Connections between the stratospheric quasi-biennial oscillation (QBO) and tropospheric circulation over Asia in northern autumn, *Journal of Geophysical Research Atmospheres*, 118, 10740-10753.
- 2) Kalnay, E., M. Kanamitsu, R. Kistler, W. Collins, D. Deaven, L. Gandin, M. Iredell, S. Saha, G. White, J. Woollen, Y. Zhu, A. Leetmaa, B. Reynolds, M. Chelliah, W. Ebisuzaki, W. Higgins, J. Janowiak, K. C. Mo, C. Ropelewski, J. Wang, R. Jenne, and D. Joseph, 1996: The NCEP/NCAR 40-Year Reanalysis Project, *Bulletin of the American Meteorological Society*, 77, 437-471.

- 3) 金田吉弘・佐藤孝・古田規敏・生野みどり・小林ひとみ・太田健・進藤勇人・佐藤敦, 2004: 重粘土転換畑における土壌水分環境がダイズの根圏活性に及ぼす影響, 日本土壌肥料学雑誌, 75, 185-190.
- 4) 農林水産省統計部, 2016: 作物統計作況調査, 農林水産省 web ページ (<http://www.maff.go.jp/>)に掲載, 2017年3月10日閲覧確認.
- 5) 佐藤孝・高階史章・保田謙太郎・中村勝則・長濱健一郎・金田吉弘, 2015: 排水不良水田転換畑における籾殻補助暗渠とヘアリーベッチを利用したダイズ増収技術, 秋田県立大学ウェブジャーナル A, 3, 25-34.
- 6) Xie, P. and P. A. Arkin, 1997: Global precipitation: A 17-year monthly analysis based on gauge observations, satellite estimates, and numerical model outputs, Bulletin of the American Meteorological Society, 78, 2539-2558.
- 7) 山根正博・国分牧衛, 2016: 東北地方におけるダイズ収量の年次間変動と地域間差, 日本作物学会紀事, 85, 198-203.

早期播種が伸育型の異なるダイズ品種の生育および収量に及ぼす影響

熊谷悦史(農研機構東北農業研究センター)

わが国のダイズ収量は過去 30 年にわたって低迷が続いている。一方、米国では過去数十年間で収量が増加してきており、これには播種期の早期化が関与しているとされる。例えば、東北地方と同緯度帯の米国中西部で多収を得るための播種適期は現在 4 月下旬～5 月上旬が推奨されている(De Bruin and Pederson, 2008 など)のに対して、東北の播種適期は 5 月下旬～6 月上旬とされており、それより早期の播種は水稻の育苗や移植時期と重なることから実施されていない。また、東北地方の 5、6 月の平均気温は米国中西部と比較して低く、そこでの早播は低温や遅霜による苗立ち不良や生育障害が生じる危険性があることも指摘されている。

また、ダイズの伸育型には開花後も茎が伸長を続ける無限伸育型と、開花後しばらくして茎の伸長が停止する有限伸育型が存在し、米国中西部の多くが前者であるのに対して日本品種のほとんどが後者である。米国の試験では、有限型より無限型で収量が高く、早播による増加程度が大きいとされる(Robinson and Wilcox 1998 など)。

そこで、本研究では、寒冷地において、1) 早播によって、ダイズの収量が増加するか、2) 無限型は多収を示し、かつ早播適性が優れるかについて調べた。

【材料および方法】

試験は 2013~2015 年に東北農研(盛岡市)の場内圃場で実施した。播種期は標播区(5/28~30)とそれより約 2 週間早い早播区(5/14~16)とし、品種は有限型として「リュウホウ」、無限型として「刈系 881 号」、「刈系 879 号」(ともに「おおすず(有限)」×「Athow(無限)」の交配後代)、米国の多収品種「UA4910」を供試した。施肥は、ようりん 200kg/10a、苦土石灰 100kg/10a、牛糞堆肥 1t/10a、化成肥料 50kg/10a(N:P₂O₅:K₂O=3:12.5:9 kg)とした。栽培管理はいずれの品種も同様に行い、出芽期(VE)、開花期、成熟始(R7)の到達日を記録した。また、播種期・品種毎に、栄養生長期後半から子実肥大期中期にかけて 2、3 回地上部を刈り取り、その乾物重を調査した。7 月以降、積算日射フィルムあるいは植被率カメラを使い期間の群落受光量(CumIR)を推定して、CumIR と地上部乾物重の変化より、群落生長速度(CGR)と 1MJ 当たりの乾物変換効率(RUE)を算出した。収穫期に坪刈りした後、収量および収量構成要素を調査した。気象要素は観測露場のデータを使用した。

【結果および考察】

1) 2013、2014 年は 6 月の気温が平年値より 1.8~2.4℃高かった。2015 年は 5、7 月の平均気温が平年と比較して 2℃以上高かった。生育期間平均の降水量は、2013 年は平年より多く、2014 年は平年並み、2015 年は平年より少なかった。2015 年は、特に 7、8 月の月降水量が少なかった。

2) 分散分析の結果、収量への早播の効果は 2013、2014 年で有意に多収となったが、2015 年は有意な違いはなかった。2013、2014 年においては、早播によって生育期間が延長し、地上部重、子実収量および稔実莢数が有意に増加した。また、両年において、CumIR の増加に因る CGR の増加が見られ、これが増収に寄与したと考えられた。2013 年でのみ、早播区で RUE が増加した。早

播区の CumIR の増加には、生育期間の大半において植被率が標播区より早播区で高くなったことが反映した。2015 年は、標播区と早播区で CumIR や CGR の差が見られず、収量の差がなかった。この原因として、植被率が生育期間の前半には標播区より早播区で高かったが、開花期前後に差が見られなかったこと、土壌乾燥によって早播区の群落の発達が抑制されたことが関係していると考えられる。

3) 分散分析の結果、各年次において、収量における播種期と品種の交互作用は認められず、早播による増収程度には品種間差が無かった。品種の効果は有意であり、子実収量は「リュウホウ」と比較して、「UA4910」で有意に高かったが、「刈系 881 号」や「刈系 879 号」では有意に高くならず、必ずしも無限型が多収とはならなかった。「UA4910」は、「リュウホウ」よりも生育期間が長く、地上部重が重く、稔実莢数、1 莢粒数が多かったことから多収となった。

以上のように、試験を実施した 3 ヶ年においては、降水量が平年並みか多い年(2013、2014 年)には早播によって CumIR が増加することにより、CGR が増加し、収量が 16~18%増加したが、少雨の年(2015 年)には早播による増収効果は認められなかった。3 ヶ年は共通して生育初期が暖かい傾向にあり、低温による生育不良は観察されなかった。したがって、温暖化が進行する中で、寒冷地における早播は一定の降水量があれば有効な増収技術になる可能性があると考えられる。なお、低温年における再検証やより早い播種期での検証がさらに必要である。また、早播による増収程度に品種間差は無かった。「UA4910」は国内品種よりも収量が多く、このような多収品種を母本とした育種が求められる。

講演要旨

分子動力学法を用いたプリオンタンパク質の構造と機能の解明

○皆川秀夫・森田 考・増本竜太郎・田中勝千・鈴木由美子（北里大学獣医学部）

【背景・目的】

特定の生体高分子の構造と機能の解明が急がれており、プリオン病の原因となるプリオンタンパク質もその一つである。プリオンは「タンパク質からなる感染性因子のことであり、異常な構造をとったタンパク質がその構造を正常な構造のタンパク質に伝えることによって伝播する」とプルシナー(1997)がプリオン説を唱えた。この病原体は DNA や RNA などの核酸を必要とせず感染するという点で他の病原体とは異なると考えられてきた。しかし、プリオン説は生化学の基本原則とされてきた「アンフィンゼンのドグマ」に反する説であり、今日まで感染性を持つ異常型プリオンが正常型を異常型に変化させることを試験管内で再現できていないため、現在プリオン説は疑問視されている。

そこで本研究ではプリオンがアミノ酸配列によってタンパク質の構造と機能を決定していると仮定して、異なるアミノ酸配列のプリオンの構造変化を分子動力学法によって可視化することでヒトプリオンタンパク質の変形過程を明らかにすることを試みた。

【材料・方法】

1) 材料

日本蛋白質構造データバンク (PDBj: Protein Data Bank Japan) より抽出した初期構造 ID=1qm2 の N 末端にペプチド鎖 9 番目に (Ala) を付加したものを正常構造 (以後モデル 1 呼ぶ)、ペプチド鎖 9 番目にバリン (Val) を付加したものを変異構造 (以後モデル 2 と呼ぶ) とし解析対象とした (図 1)。1qm2 は分子量 13,160, 残基数 112, 3 カ所に α ヘリックス, 2 カ所に β シート構造を持つ球状タンパク質である。後述する解析には一般的なノートパソコンを用いた (表 1)。

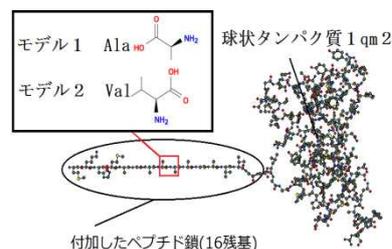


図 1. 解析対象

2) 方法

分子動力学法とはニュートン運動方程式を基礎式とし、物質系を構成する粒子一つ一つに対する運動方程式 (図 2) をコンピュータで数値的に解き、位置、速度及びエネルギーなどの時間変化を追跡する手法である。この手法を使いプリオンの正常構造モデル 1 と変異構造モデル 2 の周囲に約 7000 個の水分子を配置し、圧力 1013.25 hPa, 700 K の温度を加えたときの変形過程を数値計算 (差分近似) し、得たデータを RMSD 値によって解析、可視化した。RMSD は根平均 2 乗偏差 (Root Mean

表 1. 計算に用いたハードウェアとソフトウェア及びデータベース

ハードウェア	
CPU	・Intel Core i7 (64bits, 2.4GHz, 8コア)
RAM	・8.0 GB
ソフトウェア	
分子動力学法	・AmberTools ver.1.5 (AMBER Software Administrator, University of California, San Francisco, USA)
可視化ソフト	・VMD ver.1.9.2 (Visual Molecular Dynamics) (University of Illinois at Urbana-Champaign, USA)
OS	・Windows 7 (Homepremium) ・Linux (Vmware Workstation Player 12.1+Ubuntu 14.04)
データベース	
タンパク質	・PDBj (Protein Data Bank Japan, 大阪大学)
化学物質	・PubChem (National Institutes of Health, USA)

図 2. 計算に用いた運動方程式

Square Deviation) のことで対応する 2 点の距離それぞれを 2 乗し, その相加平均の平方根として求められ, 単位は Å で値が小さいほど構造が似ている. 本研究では最初の原子配置と変形後の原子配置を対応する 2 点とし, 計算後の解析対象がどの程度変形しているかを示す指標とした (図 3).

$$RMSD(A, B) = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (a_i - b_i)^2}$$

A: 最初の構造
 B: 変形後の構造
 N: 原子数
 a_i: 構造 A の i 番目の原子の座標
 b_i: 構造 B の i 番目の原子の座標

図 3. RMSD の計算式

【結果・考察】

1) **3 次構造比較**: 図 4 に正常構造モデル 1 と変異構造モデル 2 の視覚的な変形差異を示した. 各構造には変形の違いが確認された. また, 図 5 に各モデルの変形過程を RMSD によって定量的に示した. 変形過程における RMSD は両者とも時間の経過とともに高くな



図 4. 構造変形の差異

った. しかし, モデル 1 (正常) の RMSD はモデル 2 (異常) よりも小さく, 200 ps 以降はほぼ安定した傾向で推移したことから, モデル 1 は比較的安定した構造であり, モデル 2 は徐々に構造が崩れてきたと考えられた.

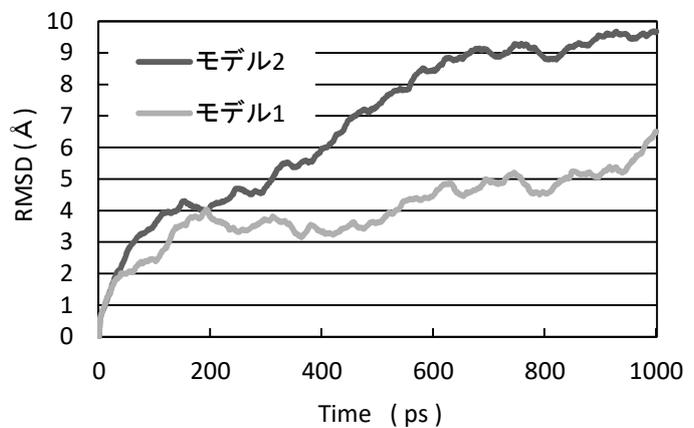


図 5. RMSD による構造比較

2) **2 次構造比較**: 図 6 に変異構造モデル 2 のポリペプチド主鎖 2 次構造分布を示した. 安定した RMSD 値をとった正常構造モデル 1 は 200 ps 付近で付加したペプチド鎖に αヘリックスの構造がみられた. これに対し, 変異構造モデル 2 は αヘリックスを形成せず, 400 ps 付近から βシート構造がわずかに増長し 500 ps 付近から徐々に αヘリックスが減少した. 水分子中において変異構造のプリオンタンパク質は正常構造に比べ構造の崩壊と同時に βシート構造の増長がみられることからアミノ酸変異におけるプリオン病の発現は βシートの増長が大きく関係していると考えられる. また, 正常構造において αヘリックスの形成がみられたのは Ala が αヘリックス構造を形成しやすいアミノ酸であるためと考察した. 対して, Val を付加している変異構造は βシート構造の増加がみられたことから, ヒトプリオン病の発生にアミノ酸残基レベルで影響を与えていると推測した.

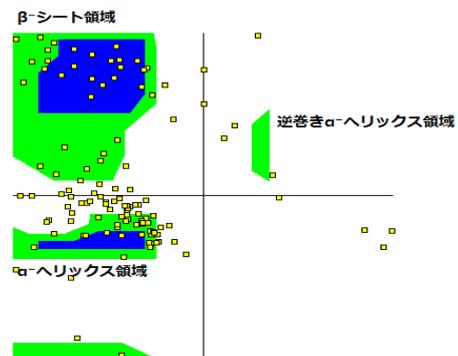


図 6. モデル 2 (異常) の 2 次構造分布

【まとめ】

- 変異構造にはヒトプリオンの原因とされる βシートの増長がみられた.
- プリオンタンパク質は水分子中において 700 K の温度を与えられると 500 ps 付近で構造崩壊した.

水稻品種「青天の霹靂」の生育予測式の作成

(青森県産業技術センター・農林総合研究所 ○木村利行・工藤予志夫)

1 目的

水稻品種「青天の霹靂」は、青森県産米で初めて特Aを取得した良食味品種である。「青天の霹靂」は、玄米蛋白質含有率に出荷制限を設定した販売戦略によるブランド化を図っており、適切な肥培管理や適期刈り取りによる良食味・高品質米の生産を促す指導体制を推進している。本研究では、これらの「青天の霹靂」における生産指導情報を提供するため、追肥時期となる幼穂形成期や出穂後積算気温で示す刈り取り適期の起点となる出穂期の到達予想日などを示す生育予測式の作成について検討した。

2 方法

1) 予測式の解析方法

「多項式・関数式DVR計算表示プログラム（機構-L02）」を用いて、①移植日～幼穂形成期、②幼穂形成期～出穂期のDVR式を作成した。

2) 予測式の解析に用いたデータ

- (1) 年次（移植日）2013年（5月10日、5月23日、6月5日）
2014年（5月9日、5月23日、6月5日）
2015年（5月20日、5月26日）

- (2) 試験場所 青森県産業技術センター農林総合研究所（青森県黒石市）
(3) 移植苗 中苗
(4) 気象データ 黒石アメダス

3) 予測式の精度検証に用いたデータ

- (1) 年次（地点数）2013年（9地点）、2014年（9地点）、1993年（21地点）
※1993年は「青天の霹靂」と熟期が同程度の「むつほまれ」により検証した。
(2) 気象データ メッシュ農業気象データ（農研機構・中央農業総合研究センター）

3 結果

- 1) 全生育データで作成したDVR式の予測誤差は、高温年（2013～2014年）では2日程度であったが、低温年（1993年）では幼穂形成期の予測誤差が12.2日と著しく大きく、移植日から幼穂形成期を予測するDVR式については実用が困難であると考えられた（図1、図2、図3）。
- 2) 全生育データで作成した移植日から幼穂形成期を予測するDVR式は、日平均気温16～20℃の度数が多い傾向であったため、生育期間の日平均気温が低い日数の多い2013年の生育データのみを用いてDVR式を作成した（図4、図5）。
- 3) 2013年の生育データで作成したDVR式の移植日から幼穂形成期を推定したときの予測誤差は、高温年（2013～2014年）が1.7日、低温年（1993年）が3.2日であり、低温年における予測精度が大幅に向上した。

4 まとめ

解析に供する生育データを吟味することで、1993年のような異常気象にも対応し得るDVR式が作成された。予測精度の高いDVR式は単年・1場所と限られた生育データからも作成可能であった。人工気象室による温度制御等により日平均気温の度数分布をコントロールしたDVR式の作成手法を確立することで、労力を掛けず、短期間に精度の高い予測式が作成されることが期待される。

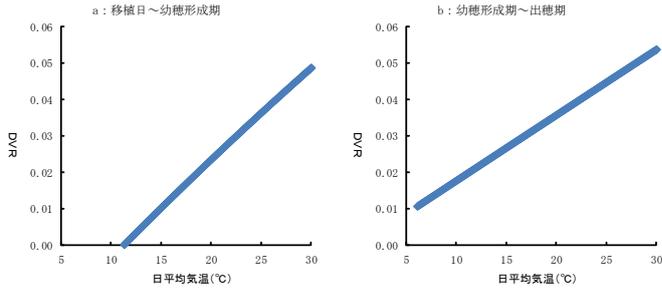


図1 全生育データで解析したDVR式

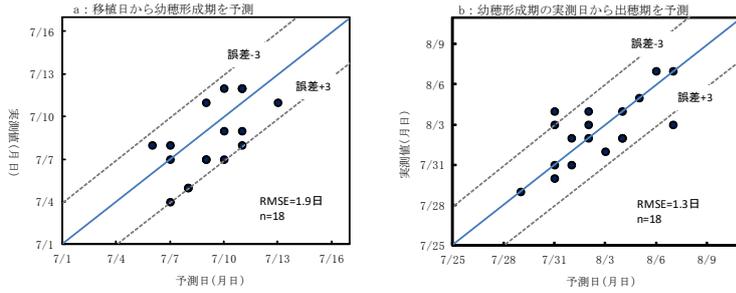


図2 全生育データで作成したDVR式の高温年（2013～2014年）における予測精度

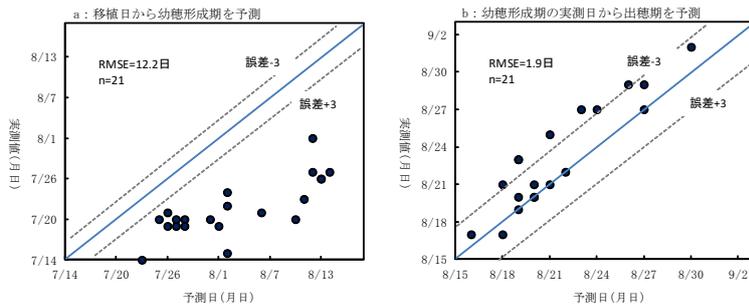


図3 全生育データで作成したDVR式の低温年（1993年）における予測精度

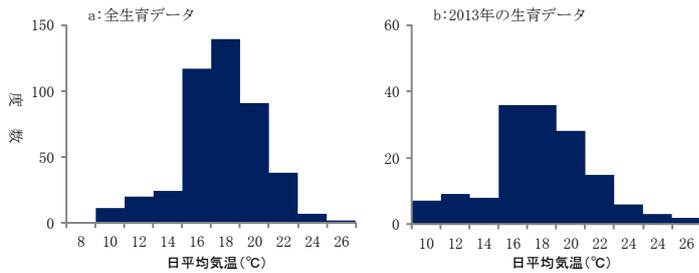


図4 DVR式の解析に供した生育データにおける日平均気温の度数分布

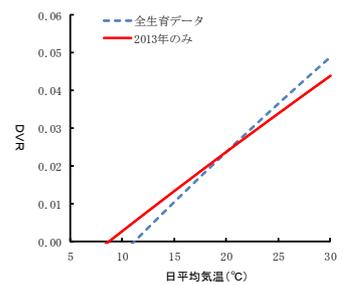


図5 2013年の生育データで作成したDVR式

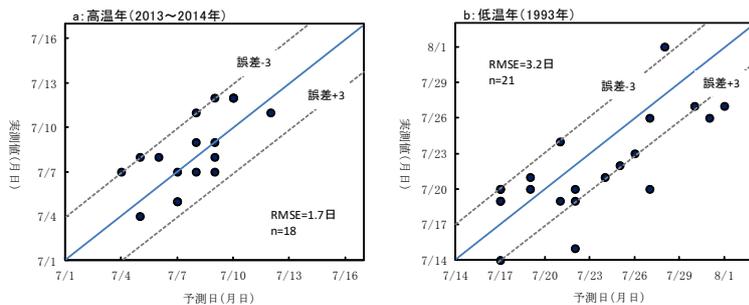


図6 2013年の生育データで作成したDVR式で移植日から幼穂形成期を予測したときの予測精度

農研機構メッシュデータを用いた水稻向け栽培支援情報の作成

○大久保さゆり¹⁾・菅野洋光²⁾

1) 農研機構東北農業研究センター 2) 農研機構農業環境変動研究センター

1 目的

幼穂形成期～穂ばらみ期付近の低温障害と出穂後の高温障害に対して、意思決定の支援や対策へのリードタイムを得るための情報提供を目的とし、農研機構メッシュ農業気象データ（大野ほか 2016）を用いて低温・高温の警戒情報を作成する。

2 データと方法

本研究では、メッシュ農業気象データ（1km メッシュ、日別値）の気温予測値を用い、一定期間に低温・高温の閾値を超えた頻度を数値化し、警戒情報とした。用いた高温・低温の基準値を表 1 に示す。ここでは全国を同一の基準値で表示するために、広く用いられている値を採用した。対象としている危険期は、基準値を満たす日が単発で生じることよりも、持続することが重要であることを考慮し、翌日から 7 日先までの間に条件を満たす日が何日出現するかによって警戒レベルを設定した（表 2）。判定する期間を 7 日先までとしたのは、特に低温の場合は 5 日以上持続でリスクがあるとされることと、メッシュ農業気象データによる予測値のうち、全球数値予報モデル（GSM）を基礎データとする期間が 9 日先までであることによる。

農林水産研究情報総合センター科学技術計算システム（SCS）上に、メッシュ農業気象データを読み込みメッシュ毎に翌日～7 日先までの値に基づく警戒レベル計算を定時実行するプログラムを構築し、2016 年 7 月中旬より運用を開始した。計算結果は岩手県立大学に転送しており、「全国版早期警戒・栽培支援のためのポータル（仮称、構築中）」にメッシュマップとして提示される。

3 結果

警戒レベルマップの例を図 1 に示す。現時点のメッシュ農業気象データは、当日以降の値として（予測値でなく）平年値が提供されているため、本システムで得られたレベルマップも平年値により計算されたものである。

なお、農研機構メッシュデータの予測値の配信が近日中に開始される見込みであり、以降は本システムの警戒レベルマップも予測値を用いたものが作成される。

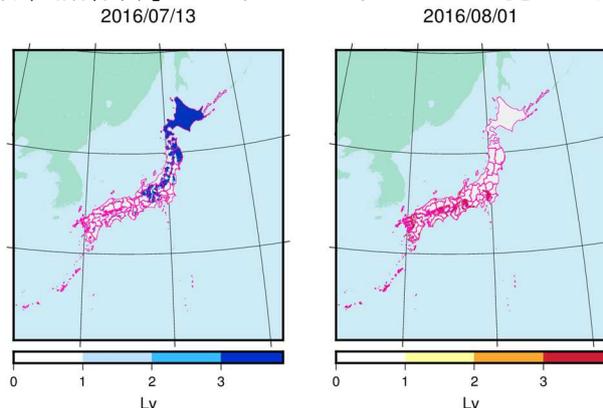


図 1 警戒レベルマップの例
(左：低温 右：高温)

表 1 低温・高温の基準

低温	高温
日平均 20°C 未満 または 日最低 17°C 以下	日平均 26.5°C 以上

表 2 警戒レベルの設定

7 日先までに 条件を満たす日数	警戒レベル表示
5 日以上	Lv. 3
3、4 日	Lv. 2
1、2 日	Lv. 1
なし	危険なし

文献 大野宏之・佐々木華織・大原源二・中園江 2016 実況値と数値予報,平年値を組み合わせたメッシュ気温・降水量データの作成. 生物と気象 16:71-79.

謝辞 本研究は農林水産業・食品産業科学技術研究推進事業（26072C 変動気象に対応可能な水稻高温障害早期警戒・栽培支援システムの開発）により実施されました。

青森県における「GoogleMapによる気象予測データを利用した農作物警戒情報」の適合性の検証

(青森県産業技術センター・農林総合研究所 ○石岡将樹・倉内賢一・木村利行)

1 目的

現在、インターネット上で東北農業研究センターと岩手県立大学の共同運営により「Google Mapによる気象予測データを利用した農作物警戒情報」が公開されており、任意の地点・品種の生育予想、冷害・高温警戒情報、いもち病発生予察システムBLASTAMなどの圃場毎の情報が入手可能である。本報告では、津軽地域での「つがるロマン」及び「まっしぐら」での生育予測情報の適合性の検証と青森県つがる市木造での本システムを活用した効率的ないもち病防除体系の実証についてを検討した。なお、本報告は「攻めの農林水産業の実現に向けた革新的技術緊急展開事業」の支援を受けた。

2 方法

1) 生育予測情報の適合性

(1) 調査地点

ア つがるロマン	2014年	11地点	2015年	11地点
イ まっしぐら	2014年	8地点	2015年	7地点

(2) 精度検証

ア 予測値

「Google Mapによる気象予測データを利用した農作物警戒情報」からの予測値
(使用モデル：主幹葉齢モデル、幼穂生育モデル、玄米生育モデル)

イ 予測する生育ステージ到達日

幼穂形成期、減数分裂期(葉耳間長0期)、出穂期、成熟期

2) いもち病発生予察システムBLASTAMの実証

(1) 試験場所 青森県つがる市木造福原

(2) 供試品種 つがるロマン(いもち抵抗性：葉・やや強、穂・中)

(3) 移植月日 5月22日(中苗機械移植、移植時葉齢3.3)

(4) 調査項目

ア 葉いもち 各区対角線上4箇所、各50株の発病株数、病斑数

イ 穂いもち 発病株率、程度別発病穂数および割合、被害度

3 結果

1) 生育予測情報の適合性

(1) 「つがるロマン」での予測精度は、幼穂形成期はRMS Eが4.5と大きく、予測値が実測値より早かった。また、5日以上差があったのは22事例中8事例であった。減数分裂期ではRMS Eは4.6と大きく、予測値が実測値より早かった。また、5日以上差があったのは14事例中5事例であった。出穂期はRMS E3.2でほぼ適合していたものの、予測値が実測値より早い方に偏っていた。成熟期はRMS Eが3.4となり予測値と実測値がほぼあっていたものの、早いほうにやや偏っていた。(図1、表1)

(2) 「まっしぐら」での予測精度は、幼穂形成期はRMS Eは3.6と大きく、予測値が実測値より遅かった。また、5日以上差があったのは15事例中の4事例であった。減数分裂期はRMS Eは5.0と大きく、予測値が実測値より遅かった。5日以上差があったのは7事例中の3事例であった。出穂期はRMS E3.2でほぼ適合していたものの、予測値が実測値より遅い方に偏っていた。成熟期はRMS Eが7.1と大きく、予測値が実測値より早かった。5日以上差があったのは15事例中8事例であった。(図2、表1)

2) いもち病発生予察システムBLASTAMの実証

(1) 「いもち病発生予察システムBLASTAM」に従い、葉いもち発生状況を調査したところ、7月26日に葉いもち初発(散在病斑)を確認した。そこで7月27日に無人ヘリにて実証区にブラシンプロアブルを散布した。出穂直前及び穂揃期防除は、残効期間(10日間と仮定)を考慮し、散布不要と判断し散布しなかった。

(2) いもち病の発生は無防除区でも、葉いもち・穂いもちとも極少発生であり、実証区との差はみられなかった。よって、防除不要と判断した実証区は適合しており、システムの有効性とそれによる防除要否が実証された。(表2)

4 まとめ

生育予測の精度は「つがるロマン」では幼穂形成期、減数分裂期及び成熟期で低く、予測値が早い方に偏っていた。「まっしぐら」では減数分裂期及び成熟期で低く、予測値が減数分裂期で遅く、成熟期は早い方に偏っていた。2ヶ年ともほぼ同様な傾向を示していた。

いもち病発生予察システムBLASTAMを活用し、いもち病防除の要否・適期判断に基づく効率的防除の有効性について検討した結果、葉いもちを適期防除でき、穂いもちは防除不要を実証できた。システムと防除要否・適期防除の有効性が実証された。

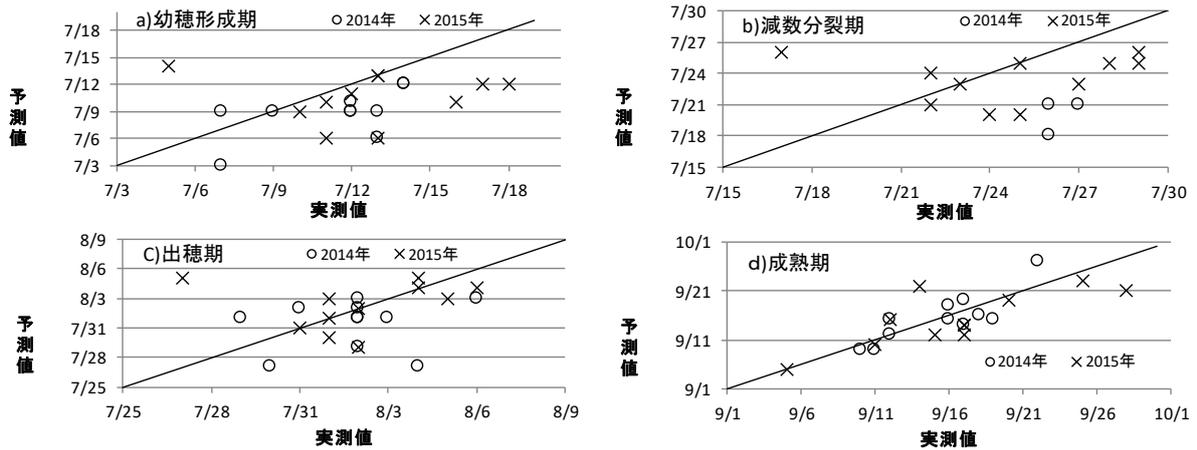


図1 つがるロマンにおける各生育ステージ到達日における実測値と予測値の関

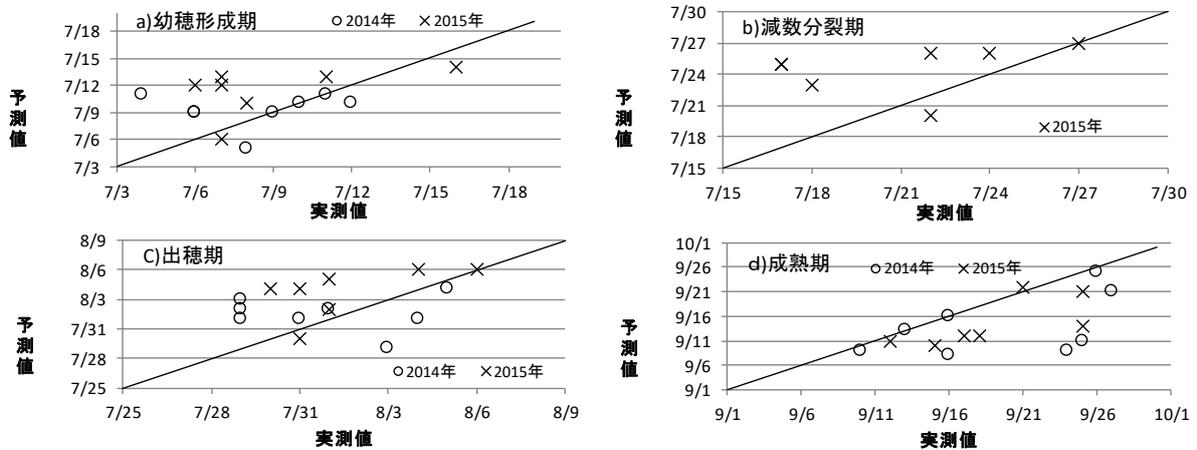


図2 まっしぐらにおける各生育ステージ到達日における実測値と予測値の関連

表1 各生育ステージでの平均偏差とRMSE(平均二乗誤差)

品種	年次	n	幼穂形成期		減数分裂期		出穂期		成熟期	
			平均偏差	RMSE	平均偏差	RMSE	平均偏差	RMSE	平均偏差	RMSE
ロマン	2014年	11	-3.1	4.2	-6.3	6.5	-1.5	3.3	-0.1	2.6
	2015年	11	-2.1	4.8	-1.2	4.0	0.2	3.2	-1.3	4.0
	2ヶ年平均	22	-2.6	4.5	-2.3	4.6	-0.6	3.2	-0.7	3.4
まっし	2014年	8	1.0	3.2	—	—	0.6	3.3	-5.6	8.1
	2015年	7	2.6	4.0	3.6	5.0	2.1	3.0	-4.4	5.7
	2ヶ年平均	15	1.7	3.6	3.6	5.0	1.3	3.2	-5.1	7.1

注1: 減数分裂期の2014年の調査地点数はロマンで3地点で、まっしでは未実施である。

注2: $RMSE(\text{平均二乗誤差}) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - x_i)^2}{n}}$ X: 実測値 x: 予測値 n: 全予測対象数

表2 葉いもち・穂いもちの発生状況

区名	調査地点数	葉いもち				穂いもち					
		発病株割合 (%)		総病斑数 (個/50株)		発病株割合 (%)	8月28日 程度別発病穂数 (本/50株)			発病穂率 (%)	
		7/26	8/5	7/26	8/5		a	b	c		a+b+c
実証区	n=6	0.3	3.7	0.2	2.5	0.3	0	0	0.2	0.2	0.02
慣行区	n=6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
無防除区	n=6	0	1.0	0	0.5	0.7	0	0	0.0	0.0	0.03

北日本における干ばつ・冷夏の発生メカニズム
に関する研究と学内での温室効果ガス観測

○井上 誠・宇賀神 惇・芳賀 ゆうみ

秋田県立大学

1. はじめに

秋田県立大学生物資源科学部生物環境科学科での気象学に関する取り組みについて紹介する。大気・水圏環境学研究室では、主に次の3つのテーマで研究を進めている。

- (a) 干ばつ・冷夏などの気象災害の発生プロセスの解明
- (b) 気象観測、温室効果ガスの観測
- (c) 大潟村における農作物の収量と降水量との関係

本発表では、(a)の干ばつ・冷夏の発生プロセスに関する研究内容について詳しく報告する。また、(b)の温室効果ガス観測の取り組みについても紹介する。

2. 北日本における干ばつ・冷夏の発生プロセスに関する研究

日本の干ばつや冷夏の発生には、対流圏の太平洋高気圧やオホーツク海高気圧だけでなく、上部対流圏から下部成層圏に発達するチベット高気圧も関わっていることが指摘されている。本研究では、過去35年の気象データを用いて、北日本日本海側、北日本太平洋側が暑夏・冷夏となる年の大気場、特にチベット高気圧の張り出しの特徴を調べる。解析期間は1980~2014年の夏季(6~8月)とする。気象庁のデータを用いて35年間の気温の時間変動図を作成し、そのうち高温であった10年を暑夏年、低温であった10年を冷夏年と定義した(図1)。NCEP/NCAR再解析データを用いて、高度場や気温、降水量、鉛直p速度などの分布図を作成し、各地域の暑夏年・冷夏年の特徴を調べた。暑夏年と冷夏年における各物理量の差の有意性の検定にはウェルチのt検定を用いて、暑夏年と冷夏年との差(アノマリー)が95%で有意である領域を分布図に黒い実線で示した。

解析結果を図2、3に示す。100hPa高度分布から、北日本日本海側の暑夏年に日本上空で有意な高圧偏差であることが分かり(図2a)、暑夏年の方が冷夏年よりもチベット高気圧の日本への張り出しが強かったと考えられる。また、850hPaの高度場も日本付近で有意な高圧偏差であり、太平洋高気圧の日本への張り出しも強いことが示唆された(図2b)。暑夏年にはフィリピン付近で降水量が多くなり(図3a)、上昇流が強くなったことで子午面循環が強化し(図3b)、高気圧の日本への張り出しが強化したと考えられる。

3. 温室効果ガスの観測

井上は、前勤務地の国立環境研究所で航空機による温室効果ガス観測の業務に従事してきた。その経験を踏まえ、今後は秋田上空の温室効果ガス観測を実施し、二酸化炭素、メタン濃度と森林・水田の分布との関係を調べていく予定である。

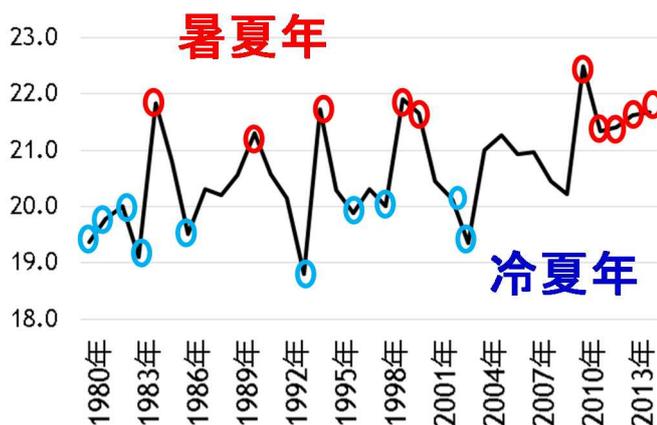


図 1. 北日本日本海側における夏季（6～8 月）の平均気温の時系列。

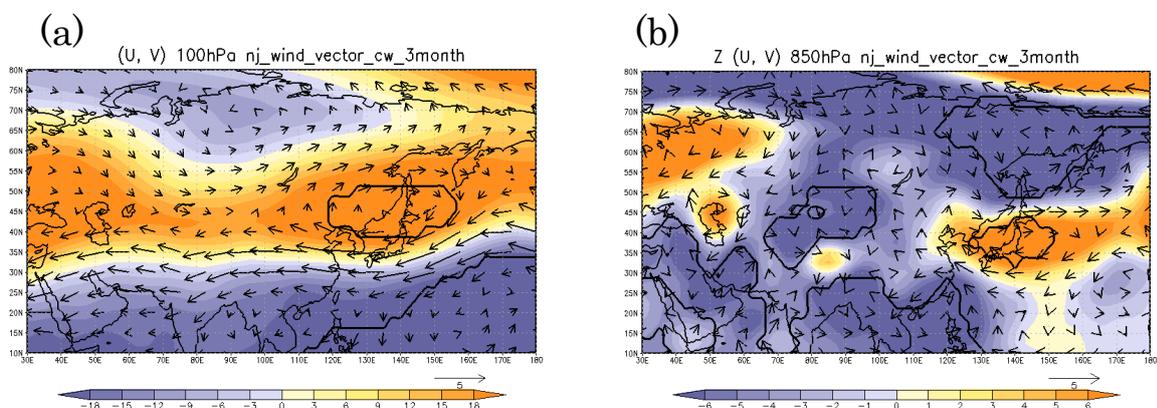


図 2. (a)100hPa 面と(b)850hPa 面の等圧面高度アノマリー（カラーシェイド）と水平風アノマリー（ベクトル）の分布図。濃い線内はアノマリーが 95%で統計的に有意な領域。（暑夏年－冷夏年）

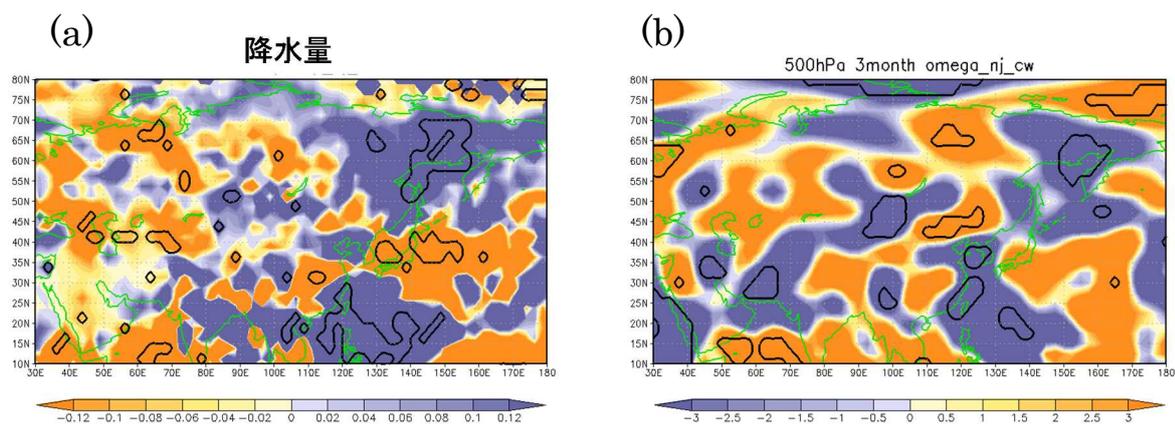


図 3. (a)降水量と(b)500hPa 面の鉛直 p 速度アノマリー（カラーシェイド）の分布図。濃い線内はアノマリーが 95%で統計的に有意な領域。（暑夏年－冷夏年）

講演要旨

リンゴ樹光合成が日中低下する原因は水ストレスか
シンク能か？ービッグリーフモデルによる解析ー

○伊藤大雄（弘前大農生）・石田祐宣（弘前大院理工）

演者らは、晴天日の日射量が十分ある時間帯に、リンゴ樹の光合成速度が日射量に追従せず、午前9時頃から経時的に低下する現象（日中低下現象）を報告した。そして、日中低下現象の原因として①水ストレスによる気孔開度の経時的低下、②低シンク能による光合成能の経時的低下を考えた上で、摘果によるシンク能制限の重要性を指摘した（2014年全国大会 S-46）。本講演では測定事例を大幅に増やし、新たにビッグリーフモデルにより解析・検証した結果を報告する。

【材料と方法】

2012～2015年の5～11月、概ね3週間ごとに連続して5日間、本学藤崎農場内のリンゴ成木1樹を大型同化箱に封入し、光合成・蒸散速度を測定した。すなわち、給気ファンで圃場内の大気を導入しつつ（日中の換気回数は毎時25回）、導入空気とチャンバー内空気の一部を採取し、赤外線ガス分析計でCO₂ならびに水蒸気濃度を測定して光合成速度並びに蒸散速度を0.5時間毎に計算した。本講演ではその中から2013～2015年の晴天日42日（日射量>20MJm⁻²day⁻¹）を解析対象とした。供試樹の着果程度は年次によって大きく変え、2013年は少着果、2014年は多着果、2015年は無着果とした。本講演では個体を1枚の巨大な葉（ビッグリーフ）に見立て、個葉の光合成・蒸散速度と同じ手法でCO₂に対する総コンダクタンス(g_{tc})ならびに葉内CO₂濃度(C_i)を決定した。また C_i が250ppmの時の光合成速度(P_{250})を、 $C_i=0$ ppmでの光合成速度（ $-0.1\text{mgCO}_2\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$ と仮定）と実測された光合成速度を直線的に内挿あるいは外挿して算出した。

【結果と考察】

解析対象とした晴天日の光合成速度を年次別・時刻毎に平均し、その経時変化を年次間で比較した（図1）。少着果年（2013年）や無着果年（2015年）の光合成速度は、日射量が十分ある時間帯ばかりでなく、ほぼ1日を通じて多着果年（2014年）より低く、着果程度が光合成に重大な影響を与えることが示された。しかし、日中低下現象は年次に関係なく、多着果年でも明瞭に認められた。

次に、光合成有効放射が $650\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ を超える時間帯に絞って解析したところ、着果程度が低い年次ほど平均 g_{tc} や平均 C_i が低く、平均 P_{250} も低い傾向が認められた（表1）。このことから、着果程度が低い場合は気孔閉鎖から葉内CO₂環境の悪化を招来して光合成速度が間接的に抑制されるばかりでなく、葉の光合成能自体も直接抑制されると推測された。次に、この時間帯内における各指標値の経時変化を調べたところ、 g_{tc} はいずれの年次も経時的にわずかに低下するものの C_i はほぼ一定に維持され、経時的に増加する年次もあった。これに対して P_{250} は1時間当たり2.8～4.9%の低下が見られ、着果強度が低い年次ほど経時的低下が顕著であった（表2）。このことから、日中低下現象の原因は葉内CO₂環境の経時的悪化ではなく光合成能自体の経時的低下であり、光合成能の低下には着果強度が係わっていると推察された。

次に、 g_{tc} と C_i が水ストレス指標である土壌 pF や大気飽差 (VPD) とどのような関わりを持っているか検討したところ、 pF が大きい日ほど平均 g_{tc} や平均 C_i が低い傾向があり、年次によっては有意な相関関係が存在した（図2A, B）。しかし、 pF が大きい日でも C_i の経時的低下はほとんど認められなかった（図2C）。また、 pF と P_{250} の経時的低下率の間にも有意な相関関係は認められなかった（図2D）。また、 VPD に関しても、 pF と同様の結果が得られた（図3）。このことから、土壌や大気が乾燥する場合もまた、気孔閉鎖から葉内CO₂環境の悪化を招来して光合成速度が間接的に抑制されるものの、これらは日中低下現象の直接的な原因ではないと推察された。

以上の結果より、リンゴ樹における光合成速度の日中低下現象の原因は、摘果でシンク能が強く制限されることに伴う葉の光合成能の経時的低下であると強く示唆される。生産現場では常に本実験の多着果年（2014年）以上摘果されるため、日中低下現象が普遍的に存在すると考えられる。

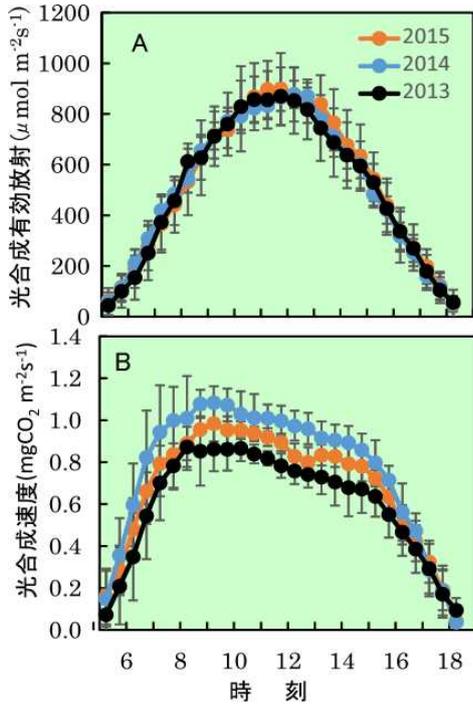


図1 年次別に見た解析対象日(晴天日)の光合成有効放射(A)と光合成速度(B)の経時変化

表1 年次別に見た晴天日・強光下の総コンダクタンス(g_{tc}), 葉内CO₂濃度(C_i)ならびに基準化光合成速度(P_{250})*

	平均 g_{tc} m s ⁻¹	平均 C_i ppm	平均 P_{250} * mg m ⁻² s ⁻¹
2015(無着果)	0.0044 ± 0.0005 a	263 ± 15 a	0.85 ± 0.08 b
2013(少着果)	0.0049 ± 0.0008 b	282 ± 13 b	0.71 ± 0.08 a
2014(多着果)	0.0058 ± 0.0009 c	283 ± 12 b	0.88 ± 0.07 b

* $C_i=250$ ppmで期待される光合成速度
a,b,c 異なる文字間には5%水準で有意差有り

表2 年次別に見た晴天日・強光下の総コンダクタンス(g_{tc}), 葉内CO₂濃度(C_i)ならびに基準化光合成速度(P_{250})の変化率

	g_{tc} 変化率* % hr ⁻¹	C_i 変化率* % hr ⁻¹	P_{250} 変化率* % hr ⁻¹
2015(無着果)	-0.8 ± 1.0 b	1.3 ± 0.5 b	-4.9 ± 0.9 a
2013(少着果)	-4.2 ± 5.2 a	-0.5 ± 1.5 a	-3.7 ± 2.0 b
2014(多着果)	-3.2 ± 4.7 ab	-0.5 ± 1.5 a	-2.8 ± 1.5 b

* 午前9時を基準とする1時間当たりの増加割合
a,b,c 異なる文字間には5%水準で有意差有り

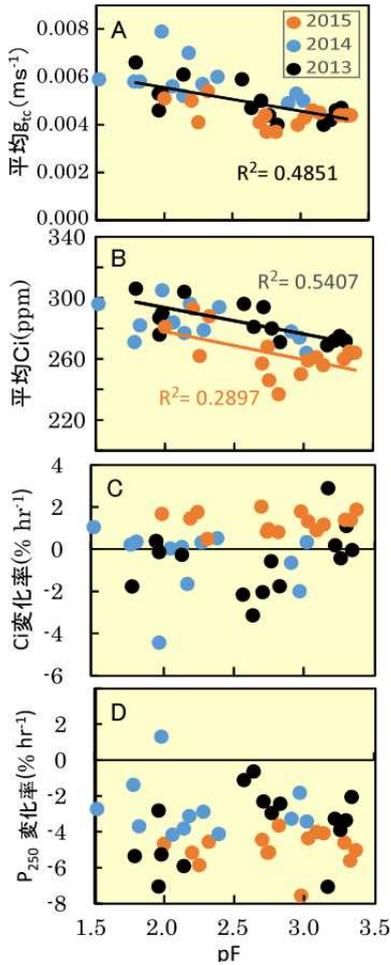


図2 晴天日の土壌 pF と、強光下での g_{tc} (A), C_i (B), C_i 変化率(C)ならびに P_{250} 変化率(D)の関係

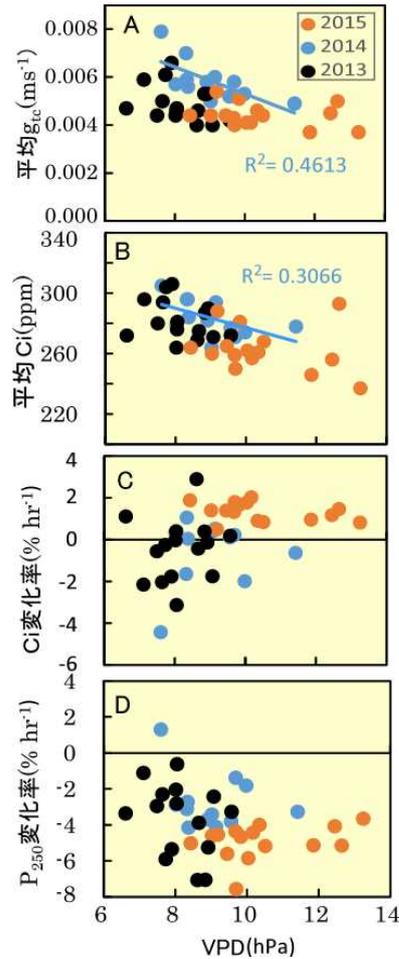


図3 晴天日の大気飽差(VPD)と、強光下での g_{tc} (A), C_i (B), C_i 変化率(C)ならびに P_{250} 変化率(D)の関係

>>>支 部 だ よ り<<<

1. 2016（平成 28）年度支部大会

2016 年度支部大会は、弘前市総合学習センター（弘前市大字末広4丁目10-1）において、8月29日に開催されました。一般研究発表会では7題の発表があり、活発な討議が行われました。岡田益己会員が2016年度功労賞を受賞しました。今号には研究発表の要旨を掲載しました。

2. 会員動静(2016年7月14日)

[入会] 吉田光孝、井上誠、野田正浩、町田創、佐藤守、舛谷悠祐

[退会] 境谷栄二、小野清治、加藤徹、後藤清三、鈴木二三子、市川寿人、西田実、金山喜則

会員数（2016年7月14日）：115名

名誉会員： 1名

会 員：101名（内支部のみ45、本部のみ43、本部（管外）13）

図書館等： 13名（内支部6、本部のみ7）

3. 寄贈図書

日本農業気象学会各支部から会誌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. 2017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、2017年度の候補者をご推薦ください。締め切りは2017年8月15日です。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. 2017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、2017年度の候補者をご推薦ください。締め切りは2017年8月15日です。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。

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

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）：独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構東北農業研究センター生産環境研究領域（農業気象グループ）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に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」、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サイズの内紙を縦置き、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説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 61 号

2017 年 3 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
