

記者会見のお知らせ

(日本育種学会第146回講演会における発表課題)

1. 会見日時: 2024年9月17日(火) 13:00~14:30

2. 会見場所・方法

東京大学農学部キャンパス1号館地下1階5番講義室(<https://www.a.u-tokyo.ac.jp/campus/overview.html>の「農学部1号館」の東側、「館」の辺り)とZoomを用いて、対面・オンラインのハイブリッド形式にて行わせていただく予定です。参加を希望される場合は、当日直接会場にお越しいただいても大丈夫ですが、できれば担当者へのメール(5. 問い合わせ先 参照)又は次のリンク先のフォームにてその旨をお知らせください。担当者から資料やオンライン参加のための情報をお送りいたします。

<https://forms.gle/b2s8h4uDrCuQD9Hh8>



3. 会見の趣旨

育種学は作物の品種改良の技術基盤とその理論を追究する学問領域です。一般社団法人日本育種学会(会員約1,600名)は、育種に関する研究・技術の進歩、研究者の交流と協力、育種の知識の普及を目的として活動しています。

本記者発表は、9月19・20日(木・金)に広島大学において行われる日本育種学会第146回講演会(別紙1)の合計212(口頭発表118題、ポスター発表94題)の講演課題の中から、特に新規性・重要性が高いと考えられるものとして選定された4課題の内容についてご説明するためのものです。どうぞよろしくお願いいたします。

4. 会見の内容・発表者

(1) ご挨拶・諸注意

日本育種学会幹事長 岩田 洋佳(東京大学 大学院農学生命科学研究科)

(2) 育種による対応策は、将来的なイネ高温不稔の増大をどれほど抑えられるのか

戸田 悠介(農研機構 農業環境研究部門) (別紙2-1)

(3) 「咲かないイネ」(フロリゲン遺伝子機能欠損系統)の高バイオマス品種としての利用可能性

井澤 毅(東京大学 大学院農学生命科学研究科) (別紙2-2)

(4) ゲノム情報を利用した選抜育種技術「ゲノミックセレクション」で事業用品種を開発～播種からわずか4年9か月で主力事業用品種より生産性に優れる品種を開発～

新屋 智崇(日本製紙株式会社 研究開発本部 基盤技術研究所 森林資源研究室) (別紙2-3)

5. 問い合わせ先

津釜 大侑(日本育種学会運営委員記者発表担当、東京大学 大学院農学生命科学研究科)

電話: 070-1070-1431

E-mail: tsugama@g.ecc.u-tokyo.ac.jp

一般社団法人日本育種学会 第146回講演会プログラム
2024年秋季 広島大学

		受付 8:30開始(広島大学 総合科学部 K棟 掲示ホール)																						
		第1会場	第2会場	第3会場	第4会場	第5会場	第6会場																	
		K108	K109	K110	K209	K210	K211																	
9月19日 (木)	午前	ゲノム解析・ ゲノム育種 101-111 9:15-12:00	発生・生理 201-211 9:15-12:00	収量・品質 301-305 9:15-10:30 抵抗性・耐性 306-310 10:30-11:45	育種法・育種技術 401-411 9:15-12:00	増殖・生殖 501-510 9:15-11:45	遺伝子機能 601-610 9:15-11:45																	
	午後	<p>○ 株式会社ジーンベイ ランチョンセミナー 12:15-13:05 (会場:K107) 「ナノポアシーケンサーを活用した耐病性遺伝子の迅速同定」 講演演者:清水 元樹(公益財団法人 岩手生物工学研究センター) 講演演者:上村 泰央(株式会社ジーンベイ)</p> <p>○ NBRP情報提供セミナー 13:05-13:30 (会場:ラウンジ)</p> <p>第65回シンポジウム (シンポジウム・ワークショップ) 13:30-17:45</p> <p>○ シンポジウム 13:30-17:45 第1会場 K108 S01 再評価される交雑～新形質の創出に見る育種の未来 主任: 内藤健</p> <p>○ ワークショップ 13:30-17:45</p> <p>W01 いいね! やせいいね2! 主任: 小出陽平・藤田大輔</p> <p>W02 持続的な作物生産を目指した作物野生種の新奇資源化:野生イネをモデルとして 主任: 辻寛之・佐藤豊</p> <p>W03 若手研究者による, 育種分野における情報解析技術の習得と開発 主任: 田中剛・門田有希・阿部陽</p> <p>W04 スマート育種支援ツールの普及に向けて 主任: 福岡修一・堀清純</p> <p>W05 多様なケースから学ぶ海外遺伝資源活用の実践知 主任: 齊藤大樹</p> <p>W06 今後も起きる災害に備えて～研究材料の保管とそのバックアップについて～ 主任: 榎根一夫</p> <p style="text-align: center;">< ワークショップ タイムテーブル ></p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>会 場</th> <th>第4会場</th> <th>第5会場</th> <th>第6会場</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>時 間</td> <td>K209</td> <td>K210</td> <td>K211</td> </tr> <tr> <td>13:30-15:30</td> <td>W05</td> <td>W03</td> <td>W01</td> </tr> <tr> <td>15:45-17:45</td> <td>W06</td> <td>W04</td> <td>W02</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">懇親会 18:15-20:15 (広島大学 西2食堂)</p>						会 場	第4会場	第5会場	第6会場	時 間	K209	K210	K211	13:30-15:30	W05	W03	W01	15:45-17:45	W06	W04	W02	
会 場	第4会場	第5会場	第6会場																					
時 間	K209	K210	K211																					
13:30-15:30	W05	W03	W01																					
15:45-17:45	W06	W04	W02																					
9月20日 (金)	午前	<p>受付 8:30開始(広島大学 総合科学部 K棟 掲示ホール)</p> <p>ポスター発表 9:00-11:30(広島大学 西体育館) 奇数番号 9:00-10:15 偶数番号 10:15-11:30</p>																						
	午後	<p>○ 男女共同参画推進委員会 特別企画 ランチョンセミナー 11:50-12:50 (会場:K107) 後援:男女共同参画学協会連絡会 テーマ: 「いいところも悪いところもいろいろありますー北欧バイオ企業での人材育成と組織づくり」 話題提供者: 松井 知子 (ノボザイムジャパン)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>第1会場</th> <th>第2会場</th> <th>第3会場</th> <th>第4会場</th> <th>第5会場</th> <th>第6会場</th> </tr> <tr> <th>K108</th> <th>K109</th> <th>K110</th> <th>K209</th> <th>K210</th> <th>K211</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ゲノム解析・ ゲノム育種 112-121 13:15-15:45</td> <td>発生・生理 212-217 13:15-14:45 抵抗性・耐性 218-221 14:45-15:45</td> <td>増殖・生殖 312-316 13:15-14:30 遺伝子機能 317-320 14:30-15:30</td> <td>抵抗性・耐性 412-419 13:15-15:15</td> <td>品種育成・ 遺伝資源 512-521 13:15-15:45</td> <td>ゲノム解析・ ゲノム育種 612-614 13:15-14:00 オミクス・デー タ ベース 615-620 14:00-15:30</td> </tr> </tbody> </table>						第1会場	第2会場	第3会場	第4会場	第5会場	第6会場	K108	K109	K110	K209	K210	K211	ゲノム解析・ ゲノム育種 112-121 13:15-15:45	発生・生理 212-217 13:15-14:45 抵抗性・耐性 218-221 14:45-15:45	増殖・生殖 312-316 13:15-14:30 遺伝子機能 317-320 14:30-15:30	抵抗性・耐性 412-419 13:15-15:15	品種育成・ 遺伝資源 512-521 13:15-15:45
第1会場	第2会場	第3会場	第4会場	第5会場	第6会場																			
K108	K109	K110	K209	K210	K211																			
ゲノム解析・ ゲノム育種 112-121 13:15-15:45	発生・生理 212-217 13:15-14:45 抵抗性・耐性 218-221 14:45-15:45	増殖・生殖 312-316 13:15-14:30 遺伝子機能 317-320 14:30-15:30	抵抗性・耐性 412-419 13:15-15:15	品種育成・ 遺伝資源 512-521 13:15-15:45	ゲノム解析・ ゲノム育種 612-614 13:15-14:00 オミクス・デー タ ベース 615-620 14:00-15:30																			
9月23日 (月・振休)	午後	市民公開シンポジウム 13:00-16:30 (東広島芸術文化ホールくらら 小ホール)																						

1. 話題

育種による対応策は、将来的なイネ高温不稔の増大をどれほど抑えられるのか

2. 講演タイトル

講演番号 219 微気象モデルを用いたイネ高温不稔の将来予測と育種による対応策の評価

3. 発表者

戸田悠介, 石郷岡康史, 吉本真由美, 西森基貴, 滝本貴弘, 桑形恒男, 長谷川利拡 (農研機構・農業環境研究部門)

4. 発表概要

- 気候変動による高温の多発がイネの不稔に与える影響について、過去の気象データと将来の気象予測データを活用することで、日本全国を対象に解析を行いました。
- 涼しい朝の時間帯に開花する性質や高温下でも不稔の発生しにくい性質を持つ品種の開発、および開花する時期の調整といった、育種や栽培管理上の工夫がどれほど不稔率を低減できるのかについてもシミュレートしました。
- 過去のデータの解析から、既に不稔率は上昇傾向にあり、都道府県平均で不稔率が最大約 7.9%に達していたことや、育種上の工夫によって不稔率を最低レベルまで抑制できることが分かりました。
- 将来予測のデータの解析からは、2050 年代には都道府県平均で不稔率が最大約 11.6%に達する可能性があるほか、育種上の工夫が不稔率を大幅に低減できる可能性が示されました。

5. 発表内容

【背景】気候変動に伴う高温障害の増加は、イネの収量や品質に悪影響を及ぼす大きな要因と考えられています。特に開花期の穂は高温に弱く、33°C以上の高温状態に曝されることで不稔が発生する(高温不稔^{*1})ことが知られており、収量を低減させる要因として懸念されています。高温不稔の対策として、開花時期を調節し高温を回避する育種・栽培管理上の工夫のほか、涼しい朝の時間帯に開花する性質(早朝開花性^{*2})や高温下でも不稔の発生しにくい性質(高温耐性)を備えた品種の開発が考えられます。しかし、どの対応策をどの程度施せば高温不稔の発生を抑制できるのかは今まで明らかになっていませんでした。そこで本研究では、過去の気象データと将来の気象予測データを用いて高温による不稔率を算出することで、それぞれの対応策がもたらす高温不稔の低減効果を検証しました。

【方法】高温による不稔率を推定する方法として、イネの穂温から計算される高温指標^{*3}を用いた手法が報告されています(図1)。また高温指標の計算に必要な穂温は、群落微

気象モデル⁴を用いることで一般的な気象データから算出することができます。本研究ではこれらの手法を組み合わせ、日本全国の水田を対象に不稔率の計算を行いました。過去のデータの解析では、アメダスデータから全国約 15 万地点（約 1×1 km メッシュ）の気象を推定した 45 年分のデータを使用しました。将来予測のデータ解析では、3 種類の気候変動シナリオ⁵に基づく将来予測から算出された同規模のデータを対象としました。

高温指標の計算には、その年の開花日周辺の期間を対象に、標準的な開花時間である 9–15 時の平均穂温を使用しました。この時、開花日を±2 週間の期間でずらすことで開花時期調節の効果を、開花時間を 1–5 時間前にずらすことで早朝開花性の品種の効果を、それぞれシミュレートしました。また、高温指標を算出するときに用いる穂温の基準点を 33°C から 1–3°C 上げることで、高温耐性の品種の効果をシミュレートしました。

【結果と考察】過去のデータの解析から、近年の不稔率は上昇傾向にあることが示されました。特に開花期に高温に見舞われた 2020 年は、不稔率の都道府県平均が最大約 7.9% に至っていたことが分かりました（図 2 左端）。また、効果を検証した 3 種類の対策のうち、開花時期の調節の効果は限定的だった一方で、3 時間の早朝開花性や +3°C の高温耐性を付与した品種を導入することで、不稔率を最低レベルに抑制できることが分かりました（図 2）。

将来予測のデータの解析からは、気候変動シナリオによる差はあるものの、高温による不稔率は上昇傾向を続ける可能性が高いことが示されました。使用した 3 シナリオの中でも中道的なシナリオ（SSP2-4.5⁵）に基づく、2050 年代には不稔率の都道府県平均が最大約 11.6% に至る年が出現する可能性が示されました（図 3 左端）。育種による対策については、開花時期の調節にほとんど効果がなかった一方で、早朝開花性や高温耐性を持つ品種の導入によって、不稔率を最低レベルに抑制できる可能性が示されました（図 3）。

本研究は、高温による不稔発生頻度は今後増えていくであろうこと、また早朝開花性や高温耐性を持つ品種の開発という育種上の対策が効果的であることを、定量的に示すことができました。品種の開発には時に 10 年ほどの長い年月を要することから、将来のコメ生産量を安定化するには、早い段階から育種を通じた対策を始めることが必要かつ効果的であると言えます。ただ、収量は様々な要因の影響を受けるため、今回明らかになった不稔率の増加傾向がどの程度収量に影響するかについては更なる研究が必要です。

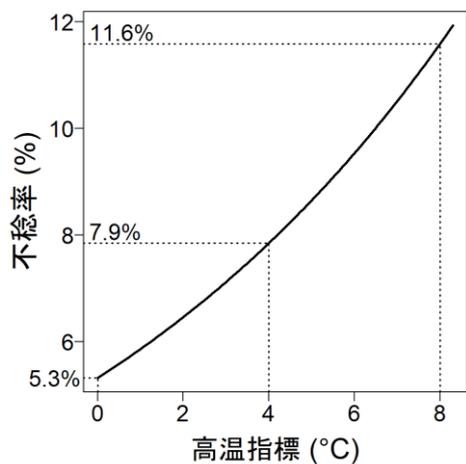


図1. 高温指標と不稔率の関係式。

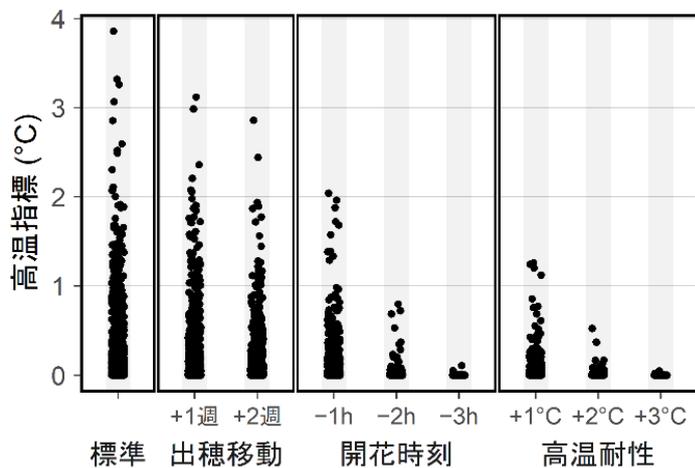


図2. 年・都道府県別の高温指標の平均値。各列の点の数は年数(45)と都道府県数(47)の積となっています。出穂日移動、開花時刻調節、高温耐性付与を行った場合の値も並べて図示しました。

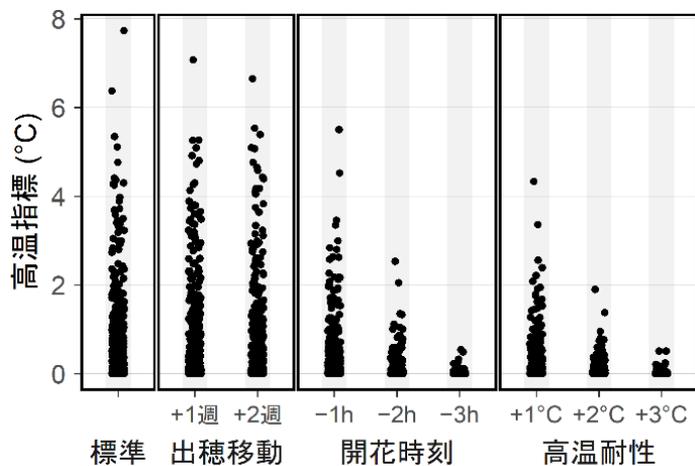


図3. 気候変動予測シナリオ SSP2-4.5 に基づいた、2050 年代の年・都道府県別の高温指標の平均値。各列の点の数は年数 (10) と都道府県数 (47) の積となっています。出穂日移動、開花時刻調節、高温耐性付与を行った場合の値も並べて図示しました。

6. 発表雑誌

準備中

7. 注意事項

本研究の一部は「JST 未来社会創造型事業 (JPMJMI22I2)」の支援を受けて遂行されました。

8. 問い合わせ先

〒305-0856

茨城県つくば市観音台3丁目1-3

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 気候変動適応策研究領域 作物影響評価・適応グループ

Tel: 029-838-8204

戸田悠介 today033@affrc.go.jp

9. 用語説明

*1. 高温不稔

不稔は受粉や受精の失敗により種子の実らない現象で、作物において不稔が多発することは減収の一因となります。イネでは通常時も約5%の割合で不稔が生じますが、不稔の割合は温度・乾燥・塩分などの環境ストレスにより増加することが知られています。特に近年は気候変動の進行に伴い、高温による不稔の多発が懸念されています。開花時にイネの穂が高温に曝されることで、おしべの葯の裂開が阻害されたり、花粉が葯からめしべの柱頭にこぼれなかったりすることで、受粉が失敗し不稔となる確率が高まります。

*2. 早朝開花性

高温不稔は、イネの花が開花中に高温に曝されることで発生します。一般的にイネは9-15時の時間帯に開花しますが、これは一日の中でも最も気温の高い時間帯と被ってしまいます。一方で、イネの野生種の中には様々な時刻に開花するものがあり、これを利用して開花時刻を早めた品種が開発されています。実際に開花時刻を早めることで、不稔率の低減につながった実験例も報告されています。

*3. 高温指標

不稔率を推定するための指標で、イネの穂が受けた高温ストレスを定量的に評価できます。開花日を中心とした5日間の期間について、各日の開花時間の平均穂温が33°Cを超えた量を足し合わせることで算出されます。高温指標と不稔率の関係は図1のようになっています。

*4. 群落微気象モデル

一般的には高温を表す指標として気温が用いられますが、イネの高温不稔を評価する上では、受粉・受精の行われる穂の温度の方が受けた影響を直接的に表すことができます。基本的に穂の温度は気温に従って決まりますが、周辺の日射量・湿度・風速といった気象条件により変動し、穂の温度と気温の間には最大で7°C程度の差が生まれることも分かっています。そこで、一般的な気象要素から水田における穂の温度を推定する微気象モデル(IM²PACT)が開発されています。IM²PACTは農研機構のモデル結合型作物気象データベース(MeteoCrop DB)にも実装されており、全国の地上気象観測所における穂温を算定することができます。

*5. 気候変動シナリオ

気候変動の予測を行うためには、将来的に温室効果ガスの排出量や土地の利用方法がどのように変化するかを仮定する必要があります。変化の可能性は無限にありますが、気候変動に関する政府間パネル(IPCC)によって代表的な仮定が提唱されており、それらは共有社会経済経路(SSP)シナリオとして公開されています。本研究で用いられたのは、5つあるSSPのうちSSP1-2.6、SSP2-4.5、SSP5-8.5と呼ばれるもので、それぞれ「持続可能な発展の下で気候上昇を2°C未満に抑えるシナリオ」、「中道的な発展の下で気候政策を導入するシナリオ」、「化石燃料依存型の発展の下で気候政策を導入しない最大排出量シナリオ」に当たります。

1. 話題

「咲かないイネ」(フロリゲン遺伝子機能欠損系統)の高バイオマス品種としての利用可能性

2. 講演タイトル

講演番号 519 「咲かないイネ」の農業的な有効利用に向けて

3. 発表者

宮崎 虹輔、鈴木 慎琴、西出 典子、橋本 舜平、森田 隆太郎、青木 直大、井澤 毅
(東大・院農学生命科学)

4. 発表概要

脱炭素やカーボンニュートラルの実現に向けて、近年、バイオマス作物がその切り札として注目を浴びています。バイオマス作物は、飼料としての利用のみならず、SAFs (Sustainable Aviation Fuels) 等のエネルギー生産や様々なバイオプロダクトの原料となります。本研究では、従来品種とは一線を画する高バイオマスイネ品種の開発を目標に、花成が抑制されたフロリゲン遺伝子機能欠損系統(以下、「咲かないイネ」)を作出し、野外栽培試験による評価を行いました。その結果「咲かないイネ」の地上部の乾燥重量は、通常のイネ品種と比較して約2.5倍となり、バイオマスが大きく増加することが明らかになりました。また、地上部の可溶性糖およびデンプン含量の測定結果から収量を推定した結果、「咲かないイネ」では可溶性糖およびデンプン収量の顕著な増加(それぞれ、約3倍と約2倍)が見込まれました。

5. 発表内容

【背景】輸入資源価格の高騰やエネルギー自給率の低下が問題視されるなか、生産コストを低く保つ一方で収量性の高い、バイオマス作物の品種開発が望まれています。バイオマス作物は家畜飼料としての利用のほか、エネルギー生産や各種バイオプロダクトの原料として利用され、脱炭素およびカーボンニュートラルの実現を可能にします。飼料利用の観点では、我が国では約5万haの水田で発酵粗飼料(WCS)用イネ品種^{注1)}が栽培されていますが、飼料自給率は下げ止まりを続けており、生産性の高い飼料イネ品種の開発が求められています。本研究では、従来品種と一線を画する、新しい高バイオマス作物の品種開発を目標に掲げ、「咲かないイネ」(染色体6番上に隣接する二つのフロリゲン遺伝子^{注2)} *Hd3a*と *RFT1*の二重機能欠損突然変異系統)を作出しました。この「咲かないイネ」の野外栽培を行い、バイオマスおよび可溶性糖・デンプン含量を測定することで高バイオマスイネ品種としての有用性を評価しました。

【材料および方法】一般的な栽培イネ品種であるコシヒカリを遺伝的背景として、CRISPR/Cas9 を利用したゲノム編集技術^{注3)} を用いて2つのフロリゲン遺伝子 (*Hd3a* および *RFT1*) が機能欠損した二重変異体を作成しました (図1)。文科省のガイドラインに従って、実験計画書を文科省に提出、公開したうえで、この「咲かないイネ」の野外栽培試験を東京大学 弥生キャンパス内の水田において実施し、コシヒカリの黄熟期^{注4)} と、その約3週間後の2回に分けて収穫を行いました。収穫後、地上部バイオマス (乾燥重量) および可溶性糖、デンプンの器官別^{注5)}濃度を測定し、収量を推定しました。

【結果および考察】黄熟期に収穫したコシヒカリの1個体あたりの乾燥重量が 30 ± 8 g であったのに対し、同時期に収穫した「咲かないイネ」では 55 ± 13 g となりました。さらに、黄熟期から3週間後の収穫では 77 ± 12 g となり、「咲かないイネ」の地上部バイオマスは通常のイネ品種の約2.5倍となることが明らかになりました (図2)。また、黄熟期に収穫したコシヒカリは可溶性糖の推定収量は約0.4 t/ha でしたが、「咲かないイネ」では約0.8 t/ha、その3週間後の収穫では約1.2 t/ha となり、黄熟期のコシヒカリと比較して約3倍に増加しました (図3^{注4)})。一方で、デンプンの推定収量は黄熟期のコシヒカリでの約2.2 t/ha に対し、「咲かないイネ」では約2.6 t/ha (黄熟期) および約4.4 t/ha (黄熟期から3週間後) となり、通常のイネの約2倍の収量を示しました (図3)。通常のイネは、幼苗期は茎頂で葉を作り続けますが、日長等の変化を受けて穂を形成しはじめ、開花・出穂に至ります。しかし、「咲かないイネ」では、穂の形成に必要な2つの遺伝子の機能が欠損しており、寒くなるまで葉を作りつづけ生長を続けます。そのために高バイオマス化が実現し、葉で合成し続けられた光合成産物が、転流で穂に移動することなく、その代わりに、茎葉部の可溶性糖およびデンプン収量が増加したと考えられました。

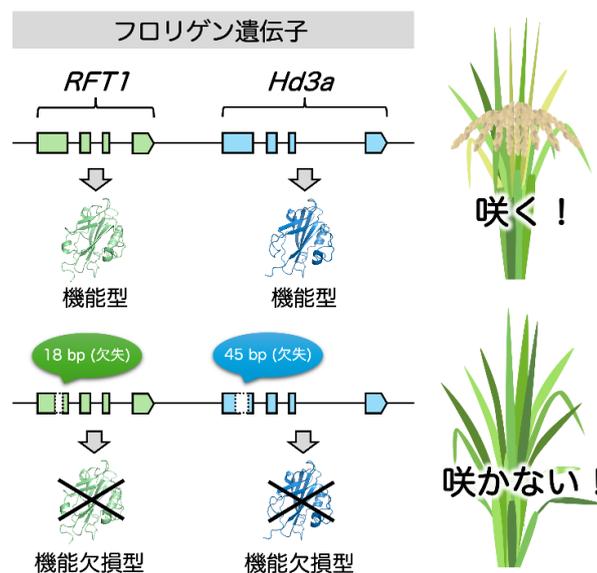


図1 咲かないイネの作出



スケールバー: 20 cm

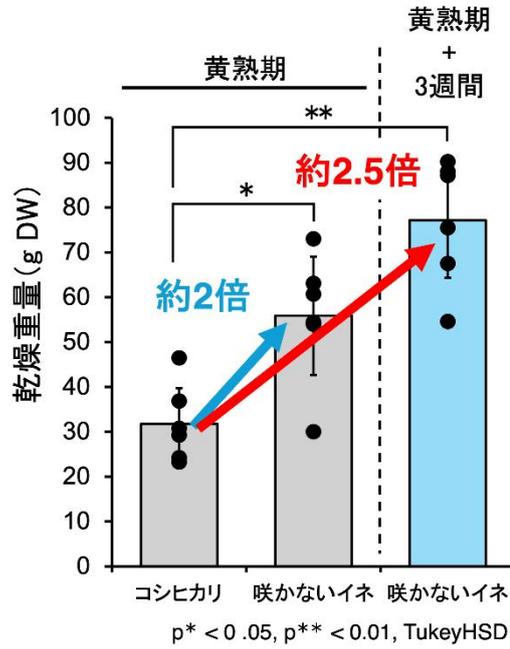


図2 収穫時(黄熟期+3週間)の植物体と乾燥重量

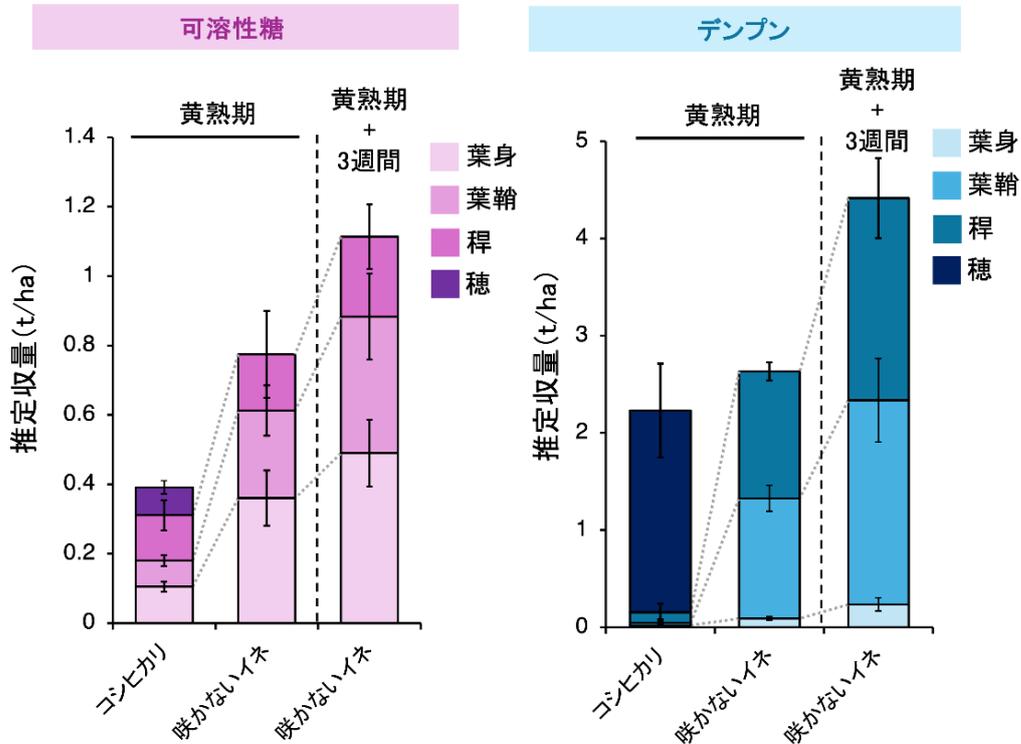


図3 可溶性糖およびデンプンの推定収量

【今後の展望】本研究により、「咲かないイネ」の高バイオマス品種としての有用性が示されました。同時に、農業のみならず工業生産上も利用範囲の広い、糖・デンプン生産のプラットフォームとしても「咲かないイネ」が有効であることが示唆されました。さらに、家畜への給餌時に未消化となり栄養吸収のロスにつながる糞が形成されない点においても、「咲かないイネ」の WCS 用品種としての利用価値は高いと考えられました。耕作放棄地の再利用による脱炭素社会への貢献も期待できます。しかしながら、「咲かない」という性質には、こうした多大なメリットがある一方で、結実しないために単純に種子生産ができず、ヘテロに変異を持つ個体の自殖から得た種子から咲かない個体の種子を判別する必要があるというデメリットがあります。現在、このデメリットを克服するための技術開発を行っています。今後は、「咲かないイネ」のメリットを最大限に発揮できる背景品種の選定、他の農業有用遺伝子の有用変異の集積を検討し、画期的な「咲かないイネ」の品種化を目指します。

6. 発表雑誌

未発表

7. 備考

本研究に用いたゲノム編集システムを野外栽培するにあたり、ガイドラインに従い、文部科学省との事前相談を行い、東京大学の総長が実験計画書を文科省に提出し受理されています。

8. 謝辞

本研究は、科研費 JP22H05180、JP22H05172、JP22H00367、JP23KJ0326 およびヒューマン・フロンティア・サイエンス・プログラム(RGP0011/2019)の助成を受けて行われました。

9. 問い合わせ先

〒113-0032 東京都文京区弥生 1-1-1 農学部 1 号館 2 階 208 号室

東京大学大学院 農学生命科学研究科

生産・環境生物学専攻 育種学研究室

井澤 毅 (教授)

E-mail: takeshizawa@g.ecc.u-tokyo.ac.jp

TEL : 03-5841-5063

10. 用語解説

注 1) WCS 用品種

Whole Crop Silage の略 収穫した葉等を乳酸発酵させて、長期給餌を可能にした発酵粗飼料。イネに関しては、普及が進み、令和 5 年度実績で、日本での作付面積が 5 万 ha を超えている。

注 2) フロリゲン

植物において茎の先端で花芽形成を誘導するタンパク質。花成ホルモンとも呼ばれる。日長等の栽培環境の変化で、主に葉で転写・翻訳され、維管束系を通じて、茎の先端に移動する。イネの場合、その実体は *Hd3a* と *RFT1* という 2 つの遺伝子にコードされたタンパク質である。

注 3) ゲノム編集技術

ゲノム上の特定の場所を DNA 切断酵素により切断し、修復時のエラーを利用して突然変異を誘発する技術。

注 4) 黄熟期

黄色に熟した粃の割合が 50~75%となる時期で、出穂後 30~40 日後にあたる。茎葉部における糖・デンプン含量が最も多い時期であり、一般的な飼料稲品種の収穫適期であるとされる。

注 5) 葉身・葉鞘・稈

単子葉植物の葉の多くは有鞘葉 (sheathing leaf) となるものが多い。有鞘葉は扁平な部分 (葉身) と基部 (葉鞘、leaf sheath) からなる。一方、稈は、イネ科植物などのはっきりとした節があり中空の茎を指す。

1. 話題

ゲノム情報を利用した選抜育種技術「ゲノミックセレクション」で事業用品種を開発
～播種からわずか4年9か月で主力事業用品種より生産性に優れる品種を開発～

2. 講演タイトル

講演番号 P102 ゲノミックセレクションによるユーカリ事業用品種の開発

3. 発表者

新屋智崇¹、陶山健一郎²、岩田英治¹、宮内謙史郎²、Antonio C.Rosa²、Diego Duarte²、根岸直希¹ (1.日本製紙株式会社、研究開発本部、基盤技術研究所、森林資源研究室、2.Amapa Florestal e Celulose S.A.(AMCEL), Forest Research Division, Brazil)

4. 発表概要

・事業用品種の開発期間を短縮させるため、ゲノム情報を利用して、苗の段階で将来の特徴を予測し、優良個体を選ぶ選抜育種技術「ゲノミックセレクション」^{※1}に2014年より取り組んできました。

・2017年に開始した実証試験では、実生苗1000個体の中からゲノム予測値の優れる20個体を選抜し、播種からわずか4年9か月で主力事業用品種より生産性に優れる品種（森林蓄積量^{※2}≡CO₂吸収・固定効率^{※3}で11%向上：実験値）を開発しました。

・開発した事業用品種は、昨年10万本以上の苗生産を行い、72haの商業植栽を開始しました（今年度は220ha程度の植栽を予定）。

※ゲノミックセレクションを用いたユーカリの産業植林での実用化は世界初：当社調べ

5. 発表内容

【背景目的】 ユーカリは、高成長かつパルプ化適性に優れるため、製紙業界においてパルプ生産を目的として、世界中の様々な地域で植栽している重要な樹種になります。ユーカリにおける育種目標は、成長性の指標となる材積、木材チップの比重を示す容積重、木材チップに含まれるパルプの割合を示すパルプ収率となり、それぞれの特徴に優れた生産性の高い品種を開発、植栽することが求められています。

ブラジルでのユーカリの一般的な育種プログラムでは、複数回の選抜試験を実施し、12年以上の期間をかけて、事業用に利用するユーカリ品種を選抜しています。当社は、この開発期間を短縮させるために、ゲノム情報を利用した選抜育種技術「ゲノミックセレクション」に2014年より取り組んできました（図1）。

【方法および結果】 ゲノム情報から将来の特徴を予測する形質予測モデルを作成するために、ユーカリ樹種（*E.pellita* およびハイブリッド）43家系688個体を対象に、材積、容積重、パルプ収率などの形質情報と、ゲノム情報として、47,058個のSNP^{※4}情報を取得しま

した。それらを利用し、材積、容積重、パルプ収率を予測できる良好な形質予測モデルを作成しました（予測精度：材積 $r=0.56$ 、容積重 $r=0.56$ 、パルプ収率 $r=0.43$ ）。

2017年から取り組んだ実証試験では、1000個体の実生苗のゲノム情報から、形質予測モデルで算出した予測値の高い20個体を選抜しました。その後、挿し木増殖によりそれぞれをクローン化^{*5}し、1系統あたり500個体以上の苗を作成しました。得られた苗は、大規模な植栽試験（1プロット（7本×7本）×3繰り返し×3試験地=441個体植栽）で評価を実施しました（図2）。

実証試験を始めてから4年後に、成長性の調査と、紙パルプ試験規格にて、容積重、パルプ収率を測定しました。その結果、最も優秀な品種では、樹高で20mを超える成長を示し（図3）、主力事業用品種よりも、森林蓄積量 \div CO₂吸収・固定効率（材積×容積重：11%向上）、パルプ生産性^{*6}（材積×容積重×パルプ収率：15%向上）に優れることが確認され、播種からわずか4年9か月で新品种の開発に成功しました（図4）。

開発した事業用品種は、昨年10万本以上の苗生産を行い（図5）、72haの商業植栽を開始しました（今年度は220ha程度を予定）（図6）。本技術を利用したユーカリの産業植林での実用化は世界初となります（当社調べ）。近年、地球温暖化対策の一環として、森林の持つCO₂吸収・固定機能が注目されています。ゲノミックセレクションを用いたユーカリの選抜育種技術は、森林の単位面積当たりの生産性のさらなる向上に貢献できる技術として期待しています。



図1. ゲノミックセレクションによる選抜期間の短縮

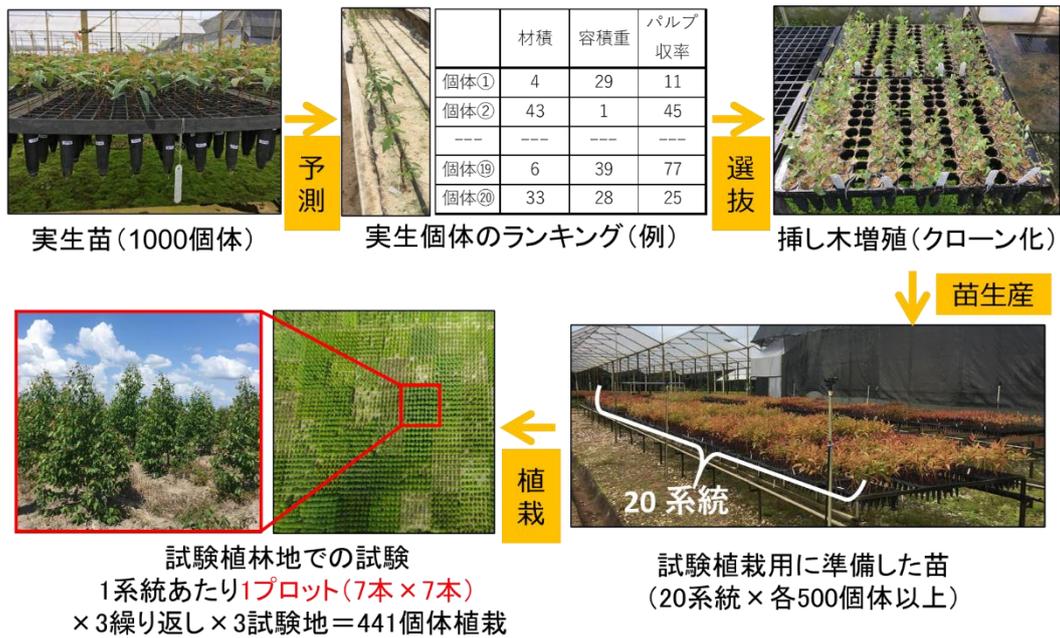


図 2. 実証試験の流れ



図 3. 開発した新品種の様子 (約 4 年)

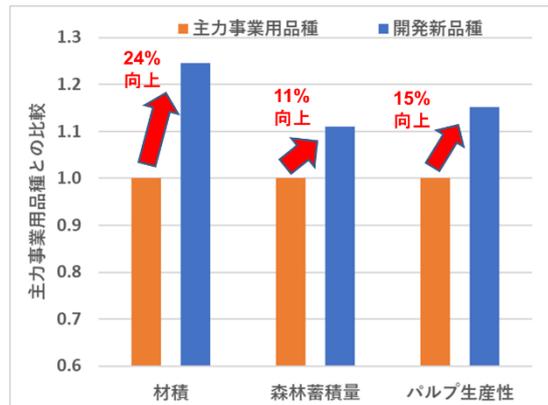


図 4. 開発新品種の生産性 (実験値)



図 5. 商業植栽に向けた苗生産 (10 万本以上)



図 6. 商業植栽 72ha (植栽後 6 か月) の様子
樹高 3~4m

※今年度は 220ha 程度の植栽を予定

6. 発表雑誌
発表未定

7. 注意事項
なし

8. 問い合わせ先
日本製紙株式会社 研究開発本部 基盤技術研究所 森林資源研究室
新屋 智崇 (Tomotaka Shinya)
〒114-0002 東京都北区王子 5-21-1
Tel : 03-3911-3084
FAX : 03-5902-5161
E-Mail t-shinya@nipponpapergroup.com

9. 用語解説

※1：選抜育種技術「ゲノミックセレクション」

ゲノム情報とユーカリの特徴（成長や品質など）を数値化し、ビッグデータ解析により将来の特徴を予測する形質予測モデルを作成し、苗の段階で選抜する技術。

※2：森林蓄積量

森林を構成する樹木の幹の重量（単位面積当たりの材積に容積重を掛けて計算）。

※3：CO₂吸収・固定効率

単位面積あたりの CO₂ 吸収・固定量。

※4：SNP（Single Nucleotide Polymorphism：一塩基多型）

Single Nucleotide Polymorphism の頭文字から SNP と呼んでおり、個体間で異なる DNA 塩基配列の 1 塩基の違いのこと。

※5：クローン化

挿し木増殖により、もとの個体と同じ特徴を持った同一個体を増殖させること。

※6：パルプ生産性

単位面積当たりの植林地から生産されるパルプの生産性を示す（単位面積当たりの材積に容積重とパルプ収率を掛けて計算）。