

皆に最高の笑顔を！！低糖質米開発研究への道のり

京都府立桂高等学校 飯田彩奈 野村公志 他4名

I. 研究の動機

この研究を始めたきっかけは、身近な人が糖尿病になってしまい、ご飯やうどんなどの糖質の摂取制限を病院から指導され、苦しんでいる姿を見たからである。

糖尿病とは、年齢とともに血糖値の上昇を抑えるインスリンの分泌が少なくなり、また炭水化物の中に含まれている糖質を多く摂取し、血中の糖濃度が高くなることで発症する病気である。高血糖の状態が長期的に続くことで、失明や動脈硬化などの合併症になり、最悪の場合死に至る恐れがある。

そこで私たちは低糖質米に着目した。低糖質米とは主に東南アジアで栽培されている品種であり、米の中に含まれるアミロース含量が通常の米に比べ多く「高アミロース米」とも呼ばれている。アミロースが多く含まれていると体内で吸収されるとき、分解に時間がかかり、糖が全て吸収されることなく血糖値の上昇が緩やかになる。味はあっさりしていて色々なおかずに合うが、食感はパサパサでやや硬く、調理方法を少し工夫しなくてはおいしく食べることができない。しかし欠点だけでなく、この性質を生かし、米粉や米粉麺の製造、ピラフやチャーハンなどに利用されている。また、実際に報告されている研究では、マウスと健康者に高アミロース米とうるち米を摂取させた結果、高アミロース米の方が血糖値の上昇が低く、膵臓からのインスリンの過剰分泌を抑え、高インスリン血症、膵臓の疲労とインスリンの追加分泌障害を予防することが可能であるという結果が出たと報告されている（日本農村医学会学術総会抄録集 56(0), 130-130, 2007）。

一方で、京都発祥米である“旭”と言う品種にも着目している。“旭”は現在食されている“コシヒカリ”等の米の祖先であり、粘りはほどよく、香りと甘さを兼ね備えており、また低アレルギー米としての可能性も秘めていることを知った。地元の農家さんが継続的に栽培されていることを聞き、貴重な種もみを分けていただくことに同意を得た。

平成30年度には‘越のかおり’という品種を、地域生産者の一部土地で試験的に共同栽培をしていただき、普及の第一歩を果たした。また、植物組織培養の技術を用いて無菌播種を行い、無菌苗を得る方法を確立したと同時に、日長条件や温度などの環境を整え、試験管内での生育の様相を調査している。私たちの活動は、平成30年12月3日毎日放送で取り上げていただき、その活動を広く周知したところである。

II. 低糖質米‘越のかおり’京都発祥米‘旭’の生育調査

1. 目的

‘越のかおり’は、日本型品種と同様の栽培特性や精米適性を持った製麺用高アミロース品種(中央農研研究報告 19:15-29 (2013))として開発され、製麺用として主に新潟などで栽培されているが、西日本ではほとんど栽培されていない。

‘旭’は一つ一つが大粒で食べ応えがあり、上品な味と香りがするのが特徴であり、また低アレルギー米としての可能性も秘めている。‘コシヒカリ’や‘あきたこまち’といった品種のルーツをたどるとこの‘旭’にたどり着き、普段私たちが口にしているお米の祖先であると言える。しかし‘旭’は他の品種に比べると倒伏しやすく、脱粒性であることから栽培が難しく、現在ではほとんど作付けされなくなった。現在は京都の一部農家で栽培されており手に入れることが大変困難で貴重な種である。

この両品種の栽培方法を理解し普及させるために、両品種の栽培調査を行った。

2. 方法

本校にある畑(前作野菜栽培)約100m²を水田として整備し、三分割して‘越のかおり’‘旭’‘旭4号’の栽培を行った(学校区)。「越のかおり」は、種もみとして販売されているものを購入した。「旭」は、地域の生産者が栽培されている種もみを分けていただき使用した。「旭4号」は、京都府農林水産技術センターで保存されている種もみを分けていただき使用した。なお「旭4号」については、研究目的としての分譲であるため、学校区のみで試験栽培を行った。元肥・追肥は行わず、それ以外は慣行栽培とし、田植えや収穫等は

手作業で行った。出穂後防鳥ネットを張り、スズメ等の食害を防除した。田植えから収穫までの間 10 株を抽出し、草丈、主茎の葉数、出穂した茎数を調査したのち、平均値を求めた。栽培農家に協力していただき“越のかおり”“旭”の 2 品種をそれぞれ 5 0 0 m² で共同栽培していただいた。栽培方法は京都市域の栽培暦に従い、田植えや稲刈り等は機械で行った（外圃場区）。学校区、外圃場区とも各品種 10 株を抽出し、収穫後稲木にかけ、約 2 週間自然乾燥させた。各品種 10 株から、草丈と籾重量の平均を出し、平均に近いものから 3 株を選び、3 株の平均籾粒数と籾重量を調査した。

3. 結果

草丈の推移をみると‘越のかおり’は、田植え後緩やかな生育曲線を描き、8月4日の 91.4cm でほぼ横ばいとなった。また、出穂した茎数の平均は 13.6 本であった。

‘旭’は、田植え後から草丈が順調に伸び、8月19日の 111.5 cm でほぼ横ばいとなった。分けつは 7月13日に 5 本見られ、そこから日が経過するにつれて本数が増えていったが、9月9日の 27 本と最大になった。葉数は 7月13日に 15 枚と最大になりその後大きな変化は見られなかった。‘旭 4 号’は 6月6日から 8月22日まで草丈が著しく伸びた。分けつは 7月上旬から 8月上旬まで急激に増加し、9月32日に 34 本を記録しその後本数は減少した。葉数は 7月中旬に増加した後 8月上旬にかけて減少し、調査終了までまた少しずつ増加した。（Figure 1 参照）

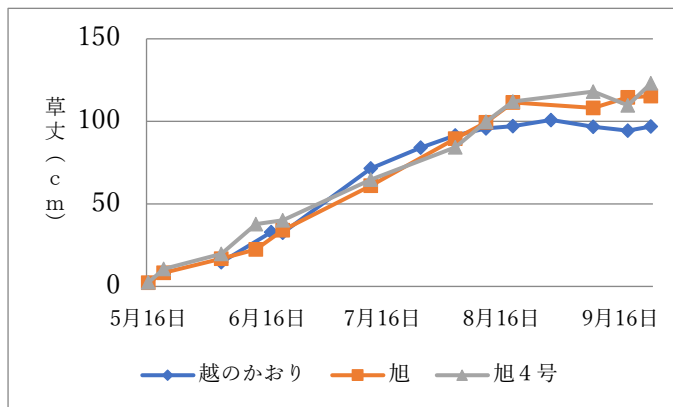


Figure 1. 各品種の草丈の推移



Figure 2. 学校での栽培(旭、旭4号、越のかおり)

収量は以下表（Table 1）のとおりである。‘越のかおり’は学校区において 3 株平均籾数 2626 粒、籾重量 81 g であった。外圃場区については籾数に大きな差は見られなかったが、籾重量が半分であった。‘旭’については学校区においては、4883 粒、籾重量 121 g であった。外圃場区では籾数が約半分、籾重量は約 2 / 3 程度となった。旭 4 号においては、籾数 4088 粒、籾重量 113 g であった。

Table 1. 各品種の籾数と籾重量

品種	越のかおり		旭		旭 4 号
	学校区	外圃場区	学校区	外圃場区	学校区
籾数 (粒)	2626	2483	4883	2339	4088
籾重量 (g)	81	40	121	86	113

4. 考察

各品種とも草丈は順調に伸び‘越のかおり’は 8月4日、‘旭’‘旭 4 号’は 8月 19 日頃から草丈平均が横ばいになった。これらの品種間には約 2 週間の成長の違いがみられる。‘越のかおり’は 8月4日に出穂が確認できたことから、早生品種として栽培管理を検討する必要がある。‘旭’‘旭 4 号’は、栽培中に倒伏した株が多く見られた。草丈が高くなることから、今後の栽培では与える肥料の調整をしないとイケない。

学校区の収量を比較すると、‘旭’の収量が最も多かった。また‘旭4号’も同程度多かった。‘越のかおり’‘旭’両品種を学校区、外圃場区で比較すると、どちらも学校区の方が多く収穫できたことが分かる。外圃場区の収量調査を進める中で、胚乳が詰まっている籾が多く見られた。理由としては、学校区はセルトレイで1粒ずつ籾をまき、田植えは1株ずつ行ったのに対し、外圃場区は慣行的に育苗箱で播き、田植え機での定植であったため、複数の苗が植わったことにより密集し、1籾1籾に十分な養分が行き届かなかったためと考える。また、外圃場区ではコンバインによる刈り取りを行ったが、多くの籾が落ちてしまった。学校区については出穂と同時に防鳥ネットを張ったことにより、スズメの食害が避けられた点も考えられるが、大量生産を行う際には今後も改良が必要である。これらの品種は、京都市域の栽培暦に従い十分栽培が可能である。

III. 試験管内での生育調査

1. 目的

‘旭4号’を用いて試験管内に無菌播種を行い、日長時間の変化による生育の違いの調査を行った。

2. 方法

供試材料は水稻品種‘旭4号’を用いた。培地はMurashige & Skoog培地（以下MS培地）を使用し、ショ糖3%を添加後、pHを5.8に調整し、ゲランガム0.3%を添加し、試験管に20mlずつ分注を行った。

籾を取り除き玄米にした後、70%エタノールに3分浸漬後、次亜塩素酸ナトリウム水溶液(NaClO)有効塩素1%で5分間殺菌を行った。その後滅菌水で塩素成分を流し、殺菌を行った種子を胚乳が培地中に半分はいるように置床した。日長時間が異なる3区の設定を行い、温度設定20℃で培養した。A区を16時間日長、B区を8時間日長、C区を16時間日長で培養後、本葉が5枚出た時点で8時間日長に変更した。各試験区10本行い、調査項目は草丈、出葉数とした。草丈と出葉数の調査はクリーンベンチ内で行い、葉を伸ばした状態で計測を行った。

3. 結果

各区における草丈平均のグラフより、B区は培養後から短日処理を行うことで草丈が抑制され、一番生育が遅かった。C区の短日処理開始は培養後34日後で、A区と比較すると、成長が少し抑制されていた。短日処理後のC区はA区、B区に比べて一番生育が良かった（Figure 3 参照）。

各区における出葉数平均のグラフから、全ての区において、出葉し続けた。また、C区は短日処理後も出葉した。（Figure 4 参照）。

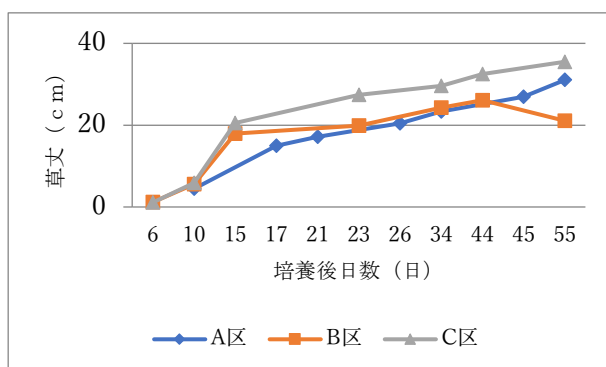


Figure 3. 各試験区の草丈の変化

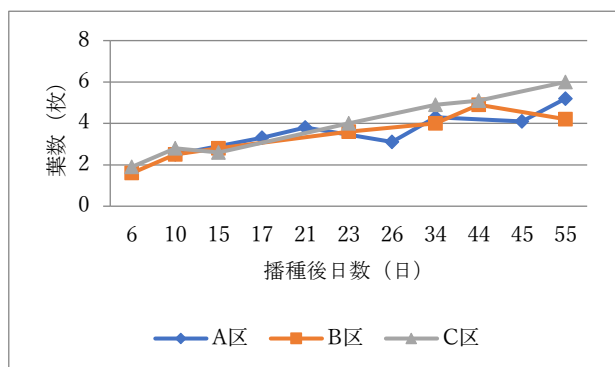


Figure 4. 各試験区の葉数の変化

4. 考察

試験管の蓋に到達した後、葉の枯死が少しずつ始まったのは、稲に負荷がかかりストレスを受け続けてしまったためだと考えられた。A区が安定した草丈生育曲線を描いたのは、

日長条件が適正だったためだと考えられる。B区の生育が一番遅かったのは、短日処理を行うことで日照量が減り、光合成が抑えられるため生育が抑制されたと考えられた。55日を超えると、試験管以上の大きさになり、また下葉が枯れ始め、培養に耐えられないと判断したため、調査を打ち切った。短日処理により花芽分化を目指したが、試験管内での生育環境が「旭4号」に適さなかったため花芽分化を確認することができなかった。

5. 結論

無菌播種により「旭4号」を試験管内で発芽させることができた。しかし試験管内での花芽分化は生育環境が適さず、培養日数が少なかったためできなかった。今後、別の形で培養方法を見つけていく必要がある。

IV. 地域生産者との協同栽培と外部への発信

1. 地域生産者との協同栽培

私たちが通う桂高校は、圃場では野菜と草花栽培が主体であり水田がない。約100m²の畑を水田として試験栽培を行ったが、多くの方々に食べていただくための量を確保できないことから、私たちの研究目的を理解していただいた地域農家さんに栽培協力していただいた。約1,000m²の土地で、機械での播種から田植え機の運転などの学校ではできない貴重な体験をさせていただいた。また、自分たちの研究内容を理解していただけた。

2. サイエンスフェスタでの発表

令和元年11月9日に京都工芸繊維大学で開催された「第2回京都サイエンスフェスタ」に参加し、ポスター発表を行った。京都府サイエンスネットワークに参加する高校生や大学関係者、そして企業の方など多くの方の前で発表し、活動内容を広めることができた。発表後の質疑応答では互いに議論し合い、発表の講評などを頂くことで今後の研究課題を新たに発見することができた。

そして他校のポスター発表を聞くことができ、農業分野以外の幅広い分野での研究活動について知ることができ、視野を広げることができ、自身たちの成長につながった。

3. S&Eフォーラムでの発表

令和元年11月16日京都洛南ライオンズクラブ主催の「第17回 joint S&E forum」に参加した。私たちの研究である機能性のあるお米の育種と地域発祥品種の保存を中心に、耕作放棄地の有効化や蜜源植物と養蜂に関する研究を行っている班と協力し、「水田から広がる豊かな環境と人々の笑顔をめざして」というタイトルで発表した。学校水田での栽培や組織培養の内容を写真、グラフを用いて発表した。発表後にはライオンズクラブの方々との会食があり、今回の発表について「グラフと写真があって分かりやすかった」という評価を頂き、また課題など今後の研究に向けた意見も得ることができた。また、他校の生徒と自分たちの高校生活のことや未来の自分についてなどを話し合い、改めて自分たちの将来について考えられた。



V. 今後の課題

今年度、低糖質米や地域発祥のお米の研究活動に取り組み、また外部での発表を積極的に行うことで、私たちの研究内容やお米の機能性など多くの方に知っていただけたと感じている。身近にいる糖尿病を患っている人にも一定周知はできたが、具体的な機能性などの研究まで至っていない。発表を行うことにより多くの方々に興味関心を持っていただいたので、今後も当初目的である種子の育種について研究を進めていく。

VI. 謝辞

今回の研究活動はバイテク情報普及会主催の高校生科学教育大賞を受賞し、援助を受けさせて頂いたことによって進めることができました。ありがとうございました。