

## 裾野市の新たな戦略作物試験栽培プロジェクト

静岡大学 農学部 植物機能生理学研究室

指導教員：准教授 一家崇志

参加学生：山下寛人，神戸友香，村田陽子

内田知希，李スルギ，伊澤龍一

大野愛莉，川上雲々，西川幸輝

福田佑介，三原春美，米澤詩織

### 1. 要約

キヌア (*Chenopodium quinoa*) は南米アンデス山脈の高地において栽培されている穀物である。栄養価が非常に高いため、スーパーフードとして知られているが国内での栽培実績は少ない。また、日本国内での安定的な栽培を実現するためには、土壌の透水性を確保すると共に数多く存在するキヌア品種から最適な品種を選択することが重要である。本研究では、静岡県裾野市における次世代戦略作物としてキヌアの栽培化実現に向け、キヌア品種の中から入手可能な品種の選抜を試みた。2019年8月下旬に裾野市内圃場にて栽培試験を行った。まず、2019年8月中旬に土壌透水性を向上させることが可能な溶融スラグ (肥料名：SKケイカル，ケイ酸質肥料) を施用し、栽培畑地の土壌改良を行った。一方、土壌改良を行わない条件下でもキヌア栽培を行い、それぞれを比較することで生育への影響を調査した。2019年11月～12月にかけ収穫調査を行い、草丈や種子の色などを加味して、いくつかのグループに分けて種子を採取した。現在、キヌアの流通・加工・作業工程の効率化についても地元の農事組合員や市職員と相談しており、次年度以降の栽培計画についても議論を進めている。

### 2. 研究の目的

キヌアはヒユ科アカザ属の植物で、南米アンデス山脈の高地において栽培されている擬似穀物であり、ヒエやアワなどと同様に雑穀に分類されている。生産地もペルーやボリビア等の南米地域が主であるため、国際連合食糧農業機関 (FAO) によると、2016年の年間生産量は世界全体で約185,000 tしかなく (FAOSTAT: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QCT>), 穀物類のなかでも少ないとされている。その一方で、キヌアは栄養価が非常に高いため、近年ではセレブ層や健康志向の強い人々を中心として非常に高い注目をあびている。例えば、同等のカロリーに対してキヌアは精白米に比べ低糖質で高タンパク質で、さらに、食物繊維やミネラル分を多く含むことが知られている。このように、栄養価が非常に高いためスーパーフードとして知られており、キヌアの栄養価が非常に優れていることから、アメリカ航空宇宙局NASAもキヌアに注目しており、NASAの専門誌上で「1つの食材が、人間にとって必要な全ての栄養素を提供することは不可能だが、キヌアは植物界、動物界において何よりもそれに近いものである」と紹介されているほどである。

一般的に、キヌアの草丈は1-2mと高く分枝は少ない。また、キヌアは約3,000以上の品種が存在するといわれており、穂は品種により、赤、黄、紫など様々な色を呈し、一つの房に直径約2mmの種子を~500個程度つける。脱穀した種子は白く扁平な円形をしておりこれが食されている。冷涼少雨な気候でもよく育ち、逆に水はけの悪い土地では種子の収量は大きく減るとされている (磯辺, 2005)。現在のキヌアの栽培種には栽培地に応じて「高原型 ; Altiplano type」, 「塩地型 ; Salar type」, 「谷型 ; Valley type」, 「海岸型 ; Sea-level type」の4つの品種群があり、この品種群の違いは栽培される地域の違いを反映している (政坂ら, 2014)。これら4品種群間の遺伝的関連性についてはあまり情報がないが、近年、キヌアのほぼ完全なゲノム情報が解読されたため今後の解析により明らかになると考えられる (Jarvis et al. 2017)。

キヌアは環境適応能力が高く、先にも述べたが年間雨量が少ない温帯地域での生育が可能であるため、多くの作物が育たない土地での栽培が可能である。また、キヌアの広い環境適応性とその高い栄養価から、各国でも栽培が試みられている。さらに、現在キヌアの大半はアメリカ合衆国へ輸出されているが、2013年に制定さ

れた国際キヌア年のキャンペーンなどから、ヨーロッパ、中国、日本での需要も増大しているが、日本国内での栽培実績は少ない。近年、日本においても山梨県でキヌア栽培の成功例が報告されている。これは、山梨県が冷涼で降雨量も少ないことや、日照時間が長いなど、キヌアの原産地と気象条件が類似しているためだと考えられる。その一方で、その他の地域、例えば静岡県裾野市においてもキヌアの栽培が望まれている。また、安定的な栽培を実現するためには、土壌の透水性を確保すると共に数多く存在するキヌア品種から最適な品種を選択することが重要だとされている。

本研究では、静岡県裾野市における次世代戦略作物としてキヌアの栽培化実現に向け、キヌア品種の中から入手可能な品種の選抜を試みた。



写真1 各品種によるキヌア種子の違い。写真は次のHPより引用 (<https://quinua.jp/archives/3531>, <http://blog.marcheaozora.com/?eid=117>)。

### 3. 研究の内容

上述した通り、キヌアの栽培では水はけの悪さに由来する種子収量の低下が懸念されているため、栽培時の土壌の透水性を確保する必要がある。土壌透水性を改善するためには、一般的に天然砂またはスラグを土壌に混合することが効果的である。長田ら (2000) は、「スラグは、透水係数 ( $k$ ) が  $k = 1 \times 10^{-1} \text{ cm / sec}$  前後にあり、砂～礫の透水性を有する」と述べている。そこで今回は、土壌透水性を改善するため溶融スラグを混合することにした。溶融スラグとは、都市ゴミ等を焼却した後の残灰を  $1500^\circ\text{C}$  程度の高温で溶かし、急速に冷やすなどして固化させた砂状のガラス状物質である。溶融スラグ中の主成分は、ケイ酸 ( $\text{SiO}_2$ ) と石灰 ( $\text{CaO}$ ) がそれぞれ40%弱を占め、ケイ酸質肥料としての効果もある。本研究では2017年3月に、ケイ酸質肥料として仮登録されたSKケイカルを土壌に混合し、土壌改良を試みた。

次に、マルシェ青空社より購入したキヌア種子4種類と、山梨県上野原市の「農業法人上野原ゆうきの輪」大神田氏より入手したRed hat種を、裾野市須山地区の試験圃場 ( $18 \text{ m} \times 40 \text{ m} \times 2$  枚) に播種した。なお、マルシェ青空社より入手した種子は2019年8月29日に直播し (株間  $5 \text{ cm}$ , 畝間  $90 \text{ cm}$ )、Red hatについては育苗後10日ほどの苗を移植した。11月中旬ごろに背丈、穂の色などを参考にグループに分けて収穫した。

### 4. 研究の成果

#### (1) 当初の計画

まず、7月中旬までに栽培畑地の土壌改良を行うため、土壌透水性を向上させることが可能な溶融スラグ (肥料名: SKケイカル, ケイ酸質肥料) を施用する。また、比較試験として、土壌改良を行わない条件下でもキヌア栽培を行い、それぞれを比較することで生育への影響を調査する。同時に、栽培を通じて裾野市の栽培環境条件に適したキヌア品種の選抜も行う。

## (2) 実際の内容 (B)

購入した種子群について、播種直後の2019年8月30日に時間降水量100 mmを超える大雨により、播種したほとんどの種子が流されてしまったと同時に、種子の発芽率も悪く、十分な生育試験が行えなかった。また、2019年夏季の天候不順により土壌改良施工日程が大幅に遅れ、播種のタイミングも遅くなってしまった。そのため、本来の土壌改良による栽培試験が行うことができなかった。

## (3)実績・成果と課題

移植個体については十分な生育が確認でき、11月21日に収穫作業を行うことができた。収穫作業は手狩りにより行い、草丈、穂の色による個体選抜行い、脱穀可能になるまで乾燥させた。乾燥後、篩などによる種子選抜を行い、700 m<sup>2</sup> (18 m×40 m) の圃場から約6.2 kgのキヌア種子を収穫することに成功した。本年度収穫した種子について発芽試験を行ったところ、80%以上の発芽率を示したことより、次年度以降の栽培試験により最適な個体選抜試験が可能になると考えられる。

## (4)今後の改善点や対策

現在、キヌアの流通・加工・作業工程の効率化についても地元の農事組合員や市職員と相談しており、商品化などに向けた作業を推進していく予定である。

## 5. 地域への提言

栽培試験については単年度での成果を出すことが困難である。複数年の試験栽培を通じて、栽培に関するノウハウを積み上げ、改善点を見つけ出すことにより最適化を行い、商業化に対する評価を進めていただきたい。

## 6. 地域からの評価

裾野市の新たな戦略作物として「キヌア」を提案いただいた。全員が初めて取り扱う作物で、気候に恵まれなかったこともあり、土壌透水性の違いによる生育の変化を確認することが出来ない、直播した種のほとんどが発芽しない等のトラブルもあったが、裾野市の気候風土で栽培し収穫に至ったことは大きな成果であった。

これから、裾野市での栽培に適した品種の選定、栽培方法の確立をしていきたい。また、今後は裾野市及び耕作者では研究が困難である、収穫したキヌアの成分調査も期待したい。

ゼミ学生等地域貢献推進事業をきっかけに、裾野市・静岡大学・耕作者とのパートナーシップ協定締結に向け準備を進めており、今後も連携を図りつつ共同研究を行っていけることが一番の成果となった。

裾野市産業部農林振興課 課長 杉本一之