

高糖度トマトのストレス栽培

－ NaCl より効果的な高糖度トマト栽培について －



実施担当者 福島県福島市立吾妻中学校
教諭 菅野 俊幸

1 はじめに

福島県の農産物は2011年の東日本大震災以降、特産物の桃の市場価格の下落、農産物の輸入禁止措置など風評被害の影響がいまだに続いている。本県産のおいしい農産物を、広く多くの人に知ってもらい、中学生の視点から地元農家の方の力になれないかと考え、本校では3年前から農産物のおいしさの研究に取り組んできた。

2020年より、トマト栽培をはじめ、消費者の求めるトマトとは何かを考えるうちに「トマトのおいしさを決める特徴的な味とは何か？」という生徒たちの疑問から研究を始めた。

現在、フルーツトマト（糖度8度以上）が人気であるが、トマトのもつ味は本来、甘味が中心のものではないと感じていた。

そこで、客観的な味の評価を食味センサーで味の強度を測定した（図1）。食味センサーの結果から、トマトの品種による味の強度では、酸味・塩味の違いが明確なことがわかった。

これまで高糖度トマト栽培はNaClを液肥に添加や液肥の節水によって栽培される。

本研究では液肥に添加する塩化物の種類やEC（電気伝導率）を調整した時の果実の糖度や酸度、塩味等の変化について研究を進めた。

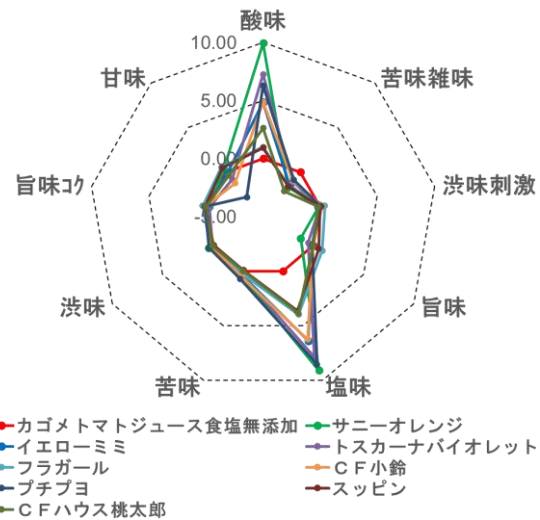


図1 トマトの味の違いを食味センサーで測定

2 研究の目的

従来の高糖度トマトのストレス栽培（NaCl、節水栽培）は果実の質量減少・尻ぐされの個数が増加する。特にNaClを水耕栽培のトマトに加えるのは、液肥の電気伝導率（EC値）が上昇することで、トマトの生長にストレスがかかることによる。もし、水耕栽培の液肥のECの調整に

NaCl 以外の塩化物を使用した場合、糖度の値を落とさずに、果実の質量の減少や尻ぐされの個数が減少できれば、新たな低ストレス・高糖度栽培が可能になるのではないかと考えた。

その方法が地元農家の方に提示することができれば、新たな福島新ブランドトマトの栽培にもつながるのではないかと考えた（図2）。

3 研究の方法

① トマトの栽培について

トマトはアイコをロックウールによる水耕栽培を行った。液肥は OAT ハウス A 処方、（栽培初期は EC = 1.3mS/cm, 定植後は 2.5mS/cm で栽培）を対照区として栽培を行った（図3）。2021年1月22日にプラグ苗用ロックウールに播種し、定植後、ハウスで3月21日～7月20日で栽培した。

調整区では、対照区と同じ液肥にさらに塩化物（NaCl, KCl, CaCl₂, MgCl₂, NH₄Cl）を加え、ECを1～4mS/cmと段階的に上昇させた液肥（全体としては EC = 3.5～6.5mS/cm）で栽培を行った。

② ストレス・成分測定について

トマトへのストレス測定は、尻腐れの発生率や平均質量を測定した。

成分は糖度(Brix, グルコース量), 塩分濃度, 塩化物の陽イオン (Na⁺, K⁺, Mg²⁺, Ca²⁺) 濃度, アスコルビン酸, グルタミン酸濃度を測定した（図4）。

4 結果および考察

4-1 塩化物添加による果実へのストレスの影響

図5は液肥に塩化物の EC を変えて添加した時の尻ぐされの発生率, 図6は果実の平均質量の違いを示したものである（果実は6月10日～16日に採取したもので比較した）。

尻ぐされの発生率は、KCl と NH₄Cl の尻腐れ率が高かった（図5）。収穫果実の平均質量は、EC が上昇するとどの調整区の平均質量も下がるが、KCl, NH₄Cl は、他の調整区よりも EC が低い段階で対照区の質量の 50% 以下となった（図6）。

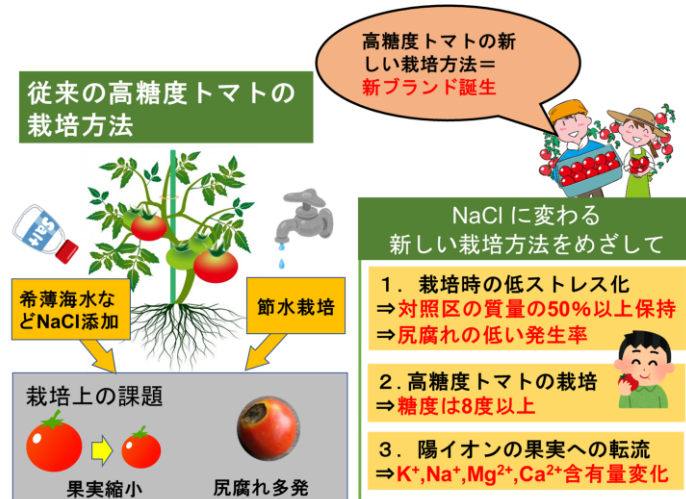


図2 研究の仮説および目的



図3 トマトの栽培方法（対照区と調整区）



図4 ストレス測定と成分測定

図5 KClとNH₄Clを加えるとトマトの「尻腐れ」が発生する

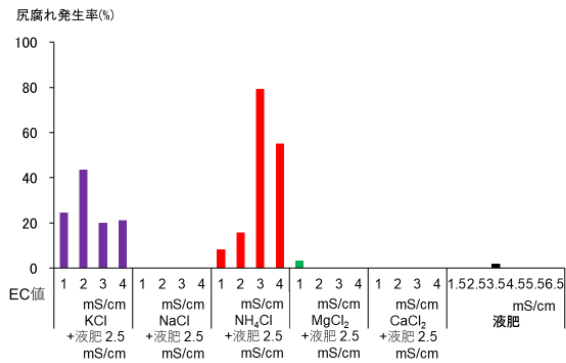
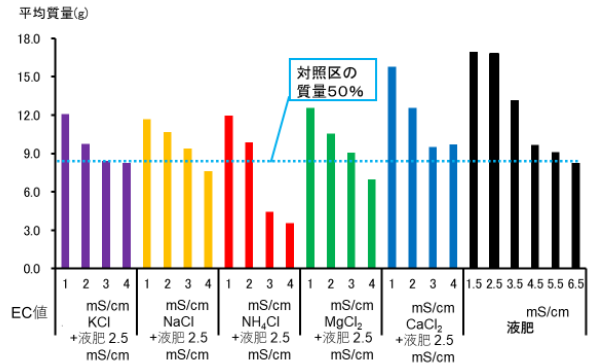


図6 EC(電気伝導率)が大きくなると果実の質量は減少する



4-2 塩化物添加による果実の成分の変化

図7では、塩化物のECを上昇させると、液肥のみの調整区だけでなく、どの塩化物を加えても糖度が上昇した。特に、KCl、MgCl₂では糖度の上昇が大きいことがわかる。CaCl₂は、他の塩化物ほど、ECの上昇に伴った糖度の上昇は見られなかった。

各塩化物のECを上昇させたときの果実中の陽イオンの濃度を比較したものが図8～図11である。アルカリ金属のK⁺、Na⁺は、ECの上昇と共に果実への転流が見られる。しかし、アルカリ土類金属のMg²⁺、Ca²⁺は、果実への転流がアルカリ金属ほど顕著なものではなかった。

また、各果実を試食すると、NaClを液肥に添加すると、果実にも塩味を感じた。KCl、MgCl₂の調整区では、トマトの果皮は他の調整区に比べ柔らかかったが、CaCl₂の調整区の果皮は、硬かった。

図7 ECが上昇すると糖度は高くなる

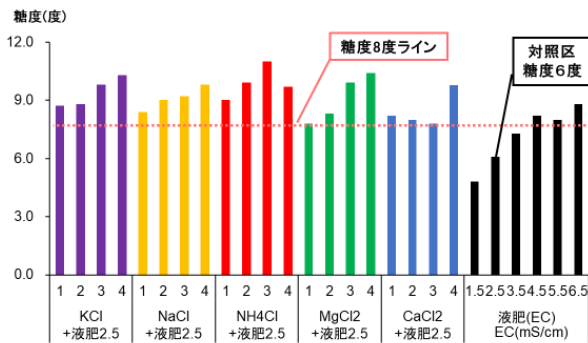


図8 カリウムイオン濃度はKClの濃度に依存する

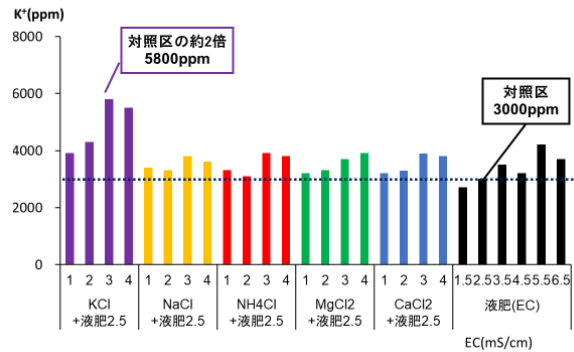


図9 ナトリウムイオン濃度はNaCl濃度に敏感に連動する

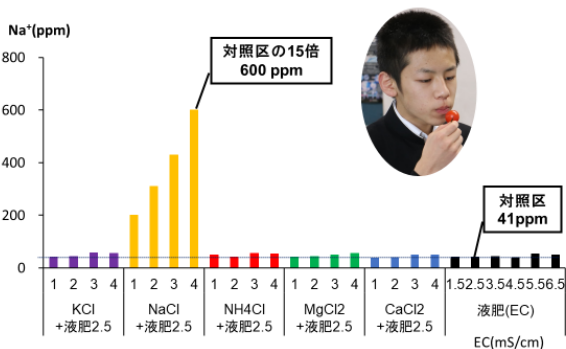
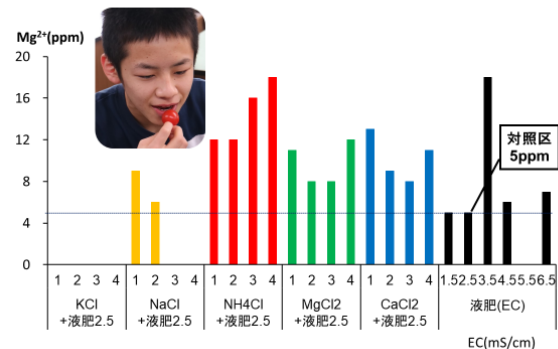


図10 アルカリ土類金属(Mg²⁺)はばらつきが大きい



5 まとめ

1. 高糖度トマトのストレス栽培は、節水や塩ストレス栽培が主流であったが、収量の減少、果実の縮小、尻腐れの発生が課題であった。NaCl の添加だけでなく、液肥 EC 調整や、液肥に塩化物 (KCl, NaCl, NH₄Cl, MgCl₂, CaCl₂) で EC の調整を行った。液肥のみの EC を 1.5～6.5mS/cm まで段階的に上昇させると、EC 値および収穫時期が遅いほど果実の縮小傾向が見られた。液肥に NaCl, MgCl₂, CaCl₂ を添加すると、質量半減の個体は減少し、尻腐れの発生数も減少した。
2. 塩化物を添加の EC 調整区では、EC 値の上昇および収穫回数が増えると糖度は上昇する。特に液肥に塩化物を加えた方が、液肥の EC を調整した時よりも糖度は上昇した。
3. 液肥に塩化物を添加した調整区の果実の塩分濃度、および塩化物の陽イオン (K, Na, Mg, Ca) の含量を比較した。塩分濃度は、液肥 EC 値の上昇とともに段階的に上昇する。KCl, NaCl を液肥に添加すると、EC 値の上昇と共に果実中の K⁺, Na⁺ 値も上昇する。MgCl₂, CaCl₂ を添加した場合、Mg²⁺, Ca²⁺ の果実含量に大きな影響は見られない。液肥からの果実へ影響を抑えることを考えると、Mg, Ca を液肥に添加した方が糖度を上昇させるには効果的である。

福島新ブランドへ向けた新しい栽培方法をめざして

1. 栽培時の低ストレス化
 ⇒対照区質量50%以上 : EC 3.5 mS/cm以下に
 液肥濃度調整
 ⇒尻腐れの発生率低い : NaCl, MgCl₂, CaCl₂ を使用

2. 高糖度トマトの栽培
 ⇒KCl, NaCl, MgCl₂, CaCl₂ + 液肥 2.5 mS/cm 糖度8以上

3. 陽イオンの果実への転流
 ⇒K⁺, Na⁺ は果実への転流大、
 Mg²⁺, Ca²⁺ : 果実への転流小



図 11 研究のまとめ

	KCl	NaCl	NH ₄ Cl	MgCl ₂	CaCl ₂	液肥
質量50%以上のEC値	~2	~3	~2	~3	~4	
尻腐れ少ない	×	○	×	○	○	○
糖度が高い	○	○	○	○	△	×
果実へ陽イオン転流少ない	×	×	△	○	○	△
食感 やわらかい○ かたい×			○	○	×	×

図 12 各調整区で栽培したトマトの特徴

謝辞

研究の推進にあたり、分析方法および論文作成についてご指導いただきました福島大学共生システム理工学類共生システム理工学研究科 准教授 大橋 弘範先生に厚く御礼申し上げます。

トマトの栽培指導ならびに栽培環境の提供を頂きましたベジワーク場長 須藤 満氏に感謝申し上げます。また、これまで研究を進めるにあたり、薬品および実験器具等の支援をいただきました「公益財団法人中谷医工計測技術振興財団」に深く感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 圖師一文, 松添直隆, 吉田敏, 筑紫二郎. (2005). 水ストレス下および塩ストレス下で栽培したトマトにおける果実内成分の比較. 植物環境工学会 SHITA.
- 2) 田中明, 三窪美香. (2011). 希薄海水を用いた養液土耕栽培における物質収支とトマトの品質(2). 佐賀大学海浜台地生物環境研究センター.
- 3) 斎藤岳士, 福田直也, 西村繁夫. (2006). 塩ストレス, 栽植密度ならびに果房直下の側枝が NFT 栽培トマトの終了および糖度に及ぼす影響. 園芸学研究.