

GABA 高蓄積ゲノム編集トマトの開発と社会実装体制の確立

Development and social implementation of high GABA gene-edited tomato

江面浩^{1,2}、高山真理子^{1,2}、野中聡子¹、住吉美奈子²、竹下達夫²

1 筑波大学つくば機能植物イノベーション研究センター

2 サナテックシード株式会社

生活習慣病の顕在化により食を通じた健康の維持・増進が世界的な重要課題になっている。我々は、γ-アミノ酪酸（GABA）に着目し、ゲノム編集技術の一つであり、2020年にノーベル化学賞に輝いた CRISPR/Cas9 技術を活用して、トマトの実験品種（マイクロトム）で GABA 高蓄積化技術を開発した。更に、大学発ベンチャー企業（サナテックシード株式会社）を設立し、実用品種の高 GABA 化にも成功し、2020年12月11日に国への届出（農林水産省及び厚生労働省）を完了した。2021年5月より、苗の提供を開始した。本 GABA 高蓄積トマトの社会実装の開始は、CRISPR/Cas9 技術を利用したゲノム編集農作物としては世界第1号の事例となり、国内のみではなく、海外においても大きな反響を呼んでいる。2021年4月末に公表された EU のゲノム編集農作物の規制の再評価にも影響を与えるなど、世界のゲノム編集農作物の開発と実用化を牽引する先行事例になると見られている。

GABA は、ヒトや動物に対する血圧の抑制作用やリラックス効果（ストレス解消や睡眠改善に効果）が知られていることから⁸⁾、我が国では食品の機能性成分として近年利用が急速に進んでいる。一方、GABA は植物に普遍の成分でストレス応答などに寄与していることが知られている⁵⁾。トマトは農作物の中でも GABA を多く含む品目であるが、先に記載したような機能性の効果を得るには、多量のトマトの摂取が必要になる。そこで、我々は、トマトの GABA 蓄積の分子機構を詳細に研究し^{7,9)}、トマト果実への GABA 蓄積の鍵遺伝子を明らかにし⁶⁾、遺伝子改変によるトマトの GABA 高蓄積化技術を開発した⁴⁾。更に、2012年の CRISPR/Cas9 技術の登場により、同技術を利用し実験トマト品種において、GABA 高蓄積化を検証した^{2,3)}。近年は、プロモーター領域に変異を導入し、GABA 代謝関連遺伝子の発現制御を介する新たな視点での GABA 制御技術の研究開発にも取り組んでいる¹⁾。

代表者は、実験トマト品種での GABA 高蓄積化技術の確立を受け、実用品種での当該技術の社会実装を進めるため、大学発ベンチャーとして“サナテックシード株式会社（代表取締役会長：竹下達夫）”を2018年に設立し、自らも同社 CTO として社会実装の最前線に携わっている。実際の開発では同社が保有する実用品種（シシリアンルージュ）の素材の GABA 高蓄積化を行い、届出に必要な実験データや情報収集を行い、それらを持って厚生労働省（食品としての安全性確認）、農水省/環境省（生物多様性への影響確認）

への届出の事前相談を1年間に渡って行い、2020年12月11に各省への届出を完了した。これにより国内でのゲノム編集食品としての上市が可能になった。GABA高蓄積トマトは、CRISPR/Cas9技術を使用したゲノム編集食品としては世界初の事例となった。併せて、米国USDAへの申請も2020年8月に完了しており、米国での社会実装にも期待がかかる。

国内での社会実装には、届出が完了した系統(#87-17)を基にF₁品種シシリアンルージュハイギャバ(図1)を開発し、家庭菜園用に消費者モニターに苗の無償提供をすることから開始した。実際の苗の提供は、2021年5月12日に開始した。SNSでのモニターグループの情報共有が活発に始



まっており、先端技術の社会実装の新たな仕組みとして注目している。事前申し込みでは、5,000件を超える申し込みがあり、予想以上の反響の大きさに驚いている。今後は、この消費者モニターの意見を聴きながら、更なる社会実装を進めていく計画である。家庭菜園では、冬季から春先の栽培は出来ないので、まずは契約農家での栽培生産を実施し、これらの時期でも安定して消費者に届けられるように加工品なども開発していく計画である。更にGABA高蓄積品種の拡大に取り組むと共に、単為結果性、高糖性、日持ち性など他の重要形質改良へのゲノム編集技術の応用展開にも取り組んでいる。

本トマトが起点となってゲノム編集技術を活用した農作物の品種改良が一般的となり、ゲノム編集技術が持続的食料生産の実現という食に関する地球規模課題解決に貢献できることを期待する。

[引用文献]

- 1) Gramazio P, Takayama M, Ezura H. (2020) *Front Plant Sci.* 11:577980.
- 2) Lee J, Nonaka S, Takayama M, Ezura H. (2018) *J Agric Food Chem.* 66(4):963-971.
- 3) Nonaka S, Arai C, Takayama M, Matsukura C, Ezura H. (2017) *Sci Rep.* 7(1):7057.
- 4) Takayama M, Matsukura C, Ariizumi T, Ezura H. (2017) *Plant Cell Rep.* 36(1):103-116.
- 5) Takayama M, Ezura H. (2015) *Front Plant Sci.* 6:612.
- 6) Takayama M, Koike S, Kusano M, Matsukura C, Saito K, Ariizumi T, Ezura H. (2015) *Plant Cell Physiol.* 56(8):1533-1545.
- 7) Koike S, Matsukura C, Takayama M, Asamizu E, Ezura H. (2013) *Plant Cell Physiol.* 54(5):793-807.
- 8) Yoshimura M, Toyoshi T, Sano A, Izumi T, Fujii T, Konishi C, Inai S, Matsukura C, Fukuda N, Ezura H, Obata A. (2010) *J Agric Food Chem.* 58(1):615-619.
- 9) Akihiro T, Koike S, Tani R, Tominaga T, Watanabe S, Iijima Y, Aoki K, Shibata D, Ashihara H, Matsukura C, Akama K, Fujimura T, Ezura H. (2008) *Plant Cell Physiol.* 49(9):1378-1389.