

作物の好塩性機構

東江 栄*

(九州大学大学院農学研究院)

Halophilism in crop

Sakae Agarie

(Faculty of Agriculture, Kyushu University)

塩害は作物の重要な減収要因である。作物は塩感受性が高く、塩害土壌における生産性は著しく低い。また、作物の遺伝的多様性は低く、現行作物を母本とした耐塩性作物の育成は困難である (Colmer et al., 2005)。作物に耐塩性を付与することを目的としたこれまでの研究は、塩環境下において「生存」する「耐塩性」機構の解明をめざしたもので、塩感受性の高いモデル植物が用いられてきた。塩生植物は、一般的な作物が枯死する塩環境下で生活環を完結する。塩生植物のゲノムにはモデル植物にはない転写調節因子が見出されており (Wang et al., 2004)、未知の耐塩性機構をもつことが期待される。好塩性は、モデル植物や作物の枯死する NaCl 濃度下で成長を「促進」する塩生植物特有の生理機構である。そのメカニズムは十分明らかになっていない。

ハマミズナ科の塩生植物アイスプラント (*Mesembryanthemum crystallinum* L.) は、耐塩性機構やストレスに伴う光合成変換機構のモデル植物として用いられてきた。近年は高機能性食材として流通する。本種は海水より濃い NaCl を与えても枯死しない。むしろ作物の生育を阻害する NaCl 濃度下で成長量が最大となる (東江, 2004)。アイスプラントは、好塩性のモデル作物であり、作物の耐塩性を高める遺伝子資源として有望である。

成長は細胞の分裂と伸長によって規定される。懸濁培養細胞の細胞分裂及び伸長は NaCl によって促進された (Tran et al., 2019)。細胞の成長に関わるイオン輸送や水の取り込みは ATP を必要とする。加えて塩生植物は、イオン恒常性の保持および浸透圧調節等、塩環境下で生存するために他種よりも ATP を多く必要とする。アイスプラントの葉身から単離したミトコンドリアにおける呼吸速度及び ATP 合成は NaCl で促進された。LC-MS によるメタボローム解析 (東江ら, 2014)、及び RNA-seq によるトランスクリプトーム解析 (佐藤ら, 2020) から、解糖系及び TCA 回路の代謝関連酵素遺伝子、及び転写調節因子の発現が NaCl 処理で誘導され、ミトコンドリア電子伝達系における電子供与体である NADH 及び FADH₂ の生成が促進されることが示唆された。NaCl の光合成に対する作用は、阻害要因を調べた例が多く、塩生植物の光合成関連酵素は中生植物と同程度に塩感受性が高いと考えられていた (Bose et al., 2017)。このような定説に反して、アイスプラントの光合成速度は、処理した NaCl 濃度の増加に伴い増加し、300 mM で最大となった。チラコイド膜の電子伝達活性及び Rubisco の活性は NaCl 処理により低下したが、ホスホエノールピルビン酸カルボキシラーゼの活性は 50~150 mM NaCl で最大となった (吉田ら, 2021)。

このように、塩生植物の塩による成長の促進は、細胞の分裂及び伸長に関わる遺伝子の発現誘導、呼吸・エネルギー代謝の亢進、及び光合成、特に炭酸固定酵素の活性の増加等によると考えられた。