

CO₂濃縮機構による活性酸素の発生制御に関する研究

植物生産生理学研究室 吉田侃生

I. 背景

C4植物およびCAM植物はC3植物から進化する過程でCO₂濃縮機構を獲得した。大気CO₂濃度の低下が光合成を進化させた主要因と考えられているが、その過程はまだ不明な点が多い。ベンケイソウの一種は、通常の大気条件下ではCAM型光合成を行うが、酸素濃度を下げるとC3型光合成を行う。また、塩ストレスで光合成をC3型からCAM型に変換するアイスプラント (*Mesembryanthemum crystallinum*)ではCAMが構築される過程で活性酸素の発生が抑えられるが、CAM欠損変異株では活性酸素の含量が高く維持される。さらに、水陸両生植物であるエレオカリス(*Eleocharis vivipara*)は水中でC3型、陸上でC4型光合成を行うが、活性酸素で生成が誘導されるアブシジン酸を水生型に処理するとC4型光合成遺伝子が発現し、C4型光合成の鍵酵素の活性が増加して、クランツ型葉構造が形成される。これらの結果はCO₂濃縮機構の誘導に酸素が関与していること、及び活性酸素発生の抑制がCO₂濃縮機構の役割の一つであることを示唆する。本研究では光合成変換植物を用いて、C4型光合成及びCAM型光合成関連遺伝子や光呼吸酵素遺伝子の発現、活性酸素の生成量などを調査し、CO₂濃縮機構に対する活性酸素の関与、ならびにCO₂濃縮機構の役割を明らかにする。その端緒として、葉内のCO₂濃度の増加が活性酸素の生成量に及ぼす影響を調べるために、CO₂濃度を高めた条件下でアイスプラントを栽培し、塩ストレスに伴うCAM化の程度を調査した。

II. 材料及び方法

アイスプラント野生型に塩処理(NaCl 400 mM)及び高CO₂処理(1000 ppm)を15日間行った

処理区

+CO₂/+NaCl, +CO₂/-NaCl
-CO₂/+NaCl, -CO₂/-NaCl

測定項目

葉身の酸性度 (pH)

地上部の生重

遺伝子発現量(リアルタイムPCR)

CAM関連遺伝子: *ppc1*, *ppck*, *Mdh*

C3光合成関連遺伝子: *rbcS3*

活性酸素消去系酵素遺伝子: *sod2*



高CO₂処理施設の写真

III. 葉身の酸性度(pH)及び地上部の生重

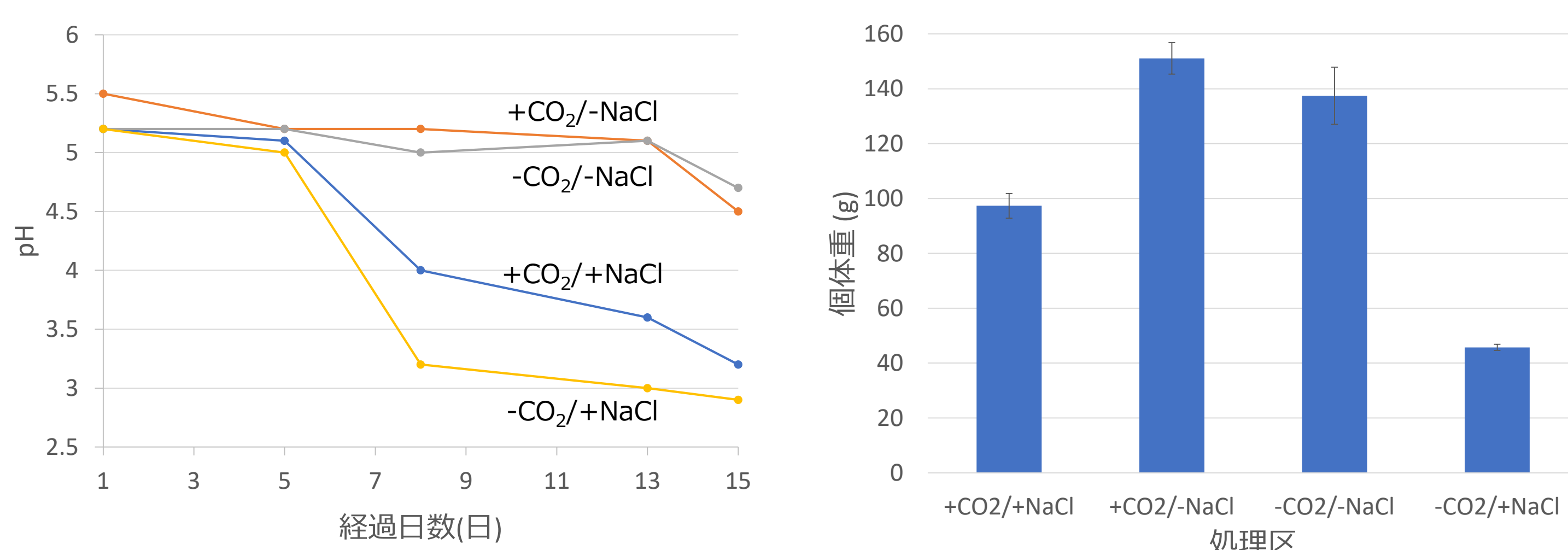


図1. NaCl及び高CO₂処理後の葉身の酸性度(pH)及び15日目の地上部の生重

-CO₂/+NaCl区では処理後8日目に大きくpHが低下し、CAMの誘導が確認されたが、高CO₂処理をした個体(+CO₂/+NaCl区)ではpHの低下が抑えられ、CAM化が遅延した

-CO₂/+NaCl区で最も個体重が小さくなり、+CO₂/+NaCl区では高CO₂処理の効果で大幅に個体重が増加した

IV. CAM関連遺伝子の相対発現量の経日変化

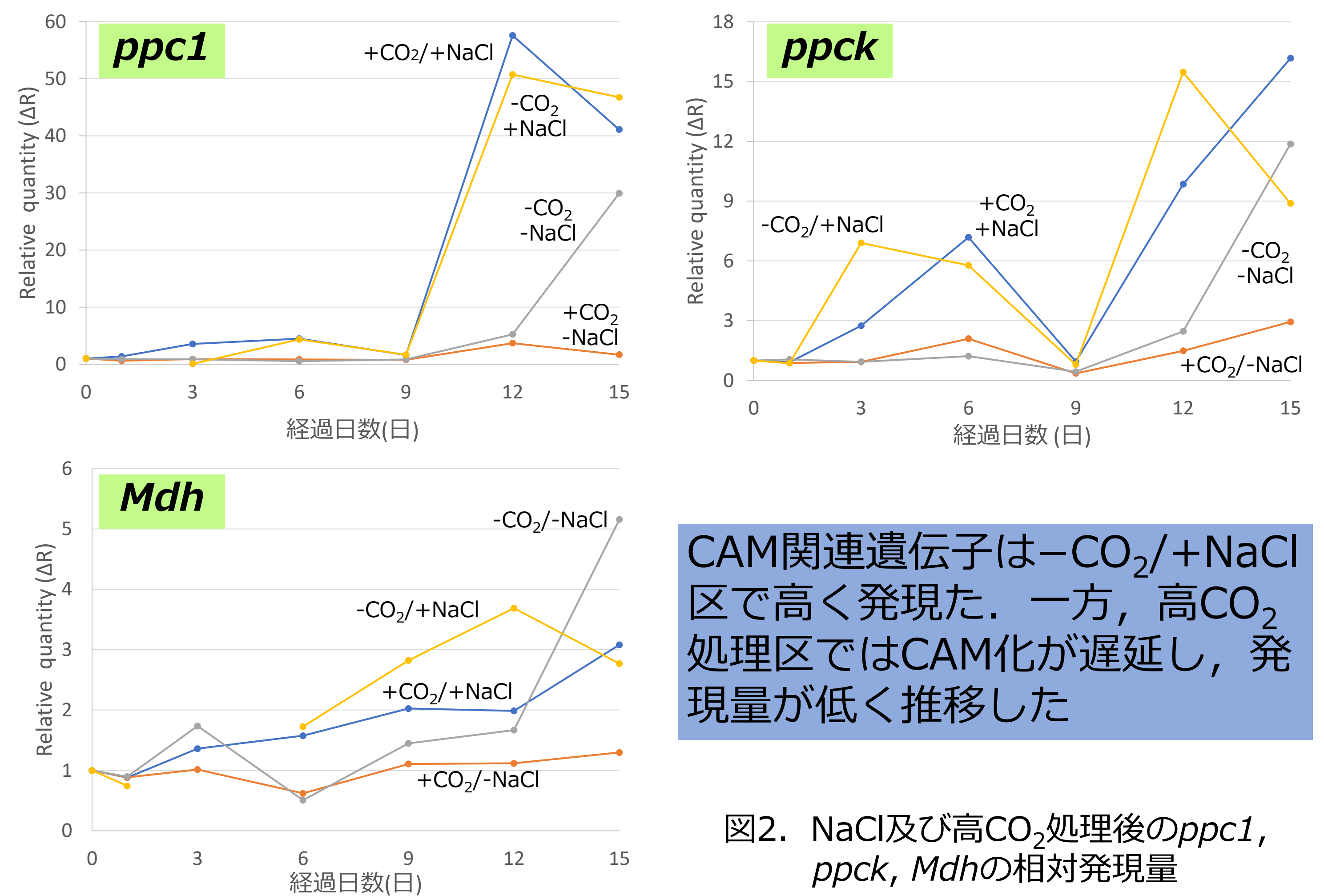


図2. NaCl及び高CO₂処理後の*ppc1*, *ppck*, *Mdh*の相対発現量

V. C3光合成関連遺伝子の相対発現量の経日変化

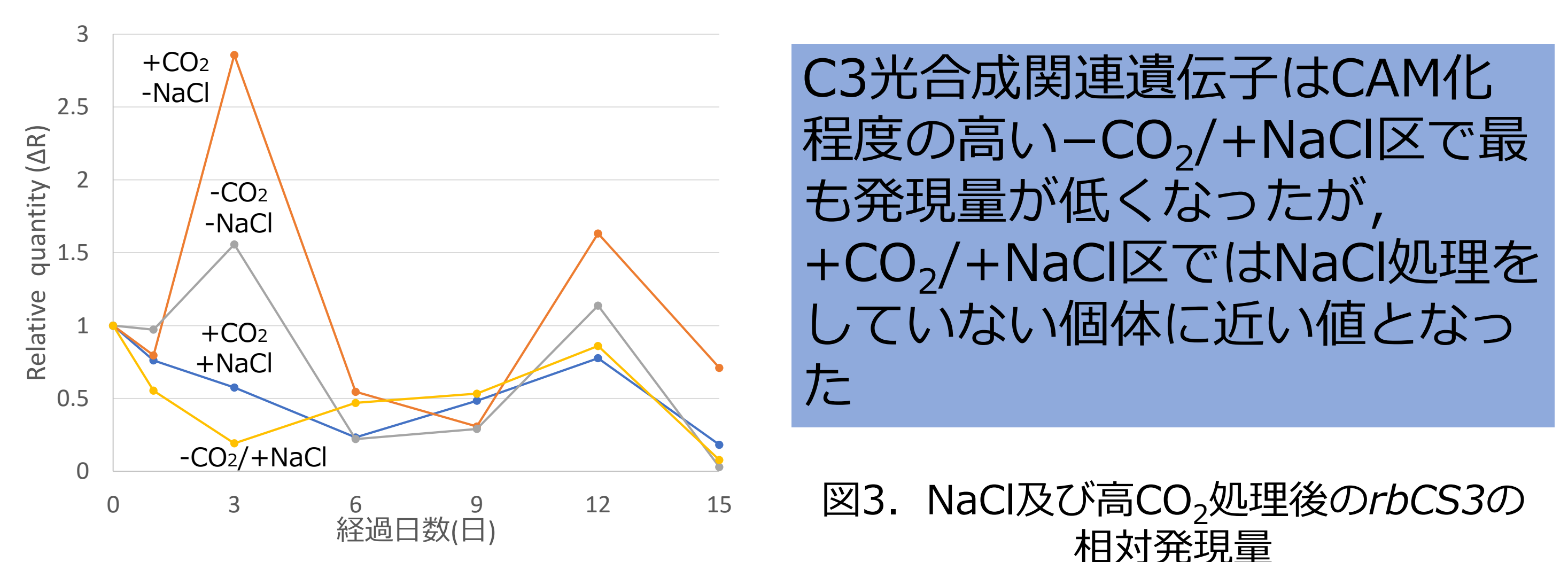


図3. NaCl及び高CO₂処理後の*rbcS3*の相対発現量

VI. 活性酸素消去系酵素遺伝子の相対発現量の経日変化

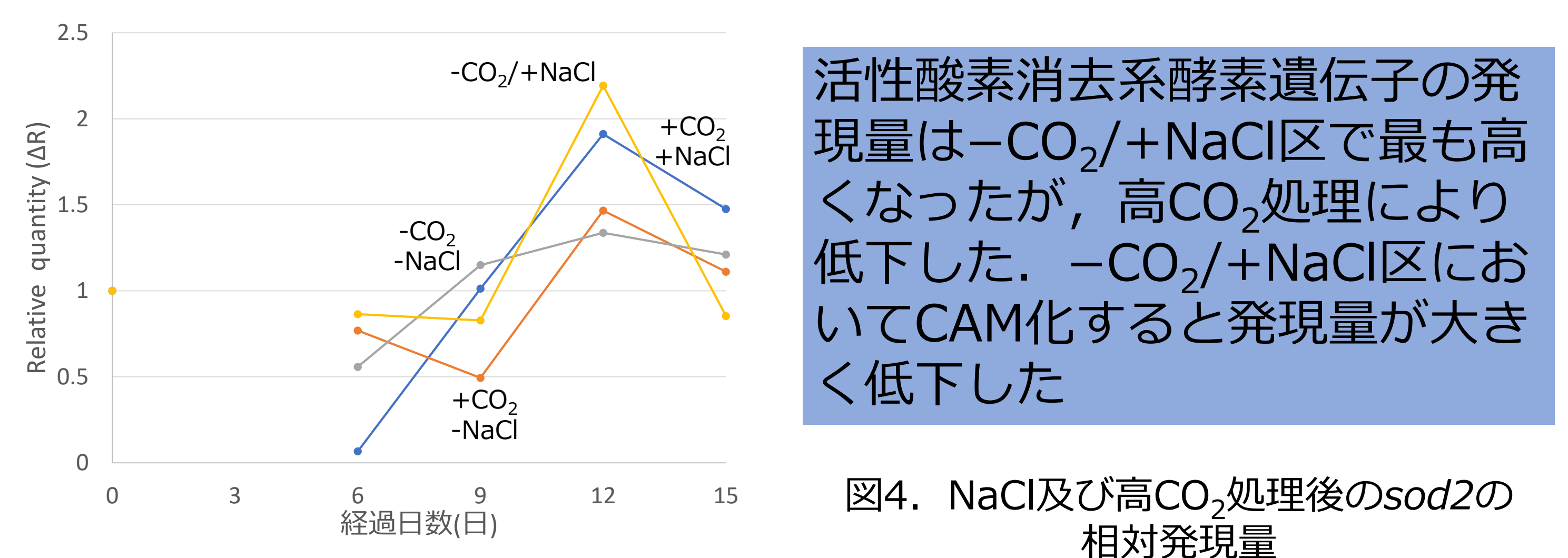


図4. NaCl及び高CO₂処理後の*sod2*の相対発現量

VII. 今後の展望

CAM植物におけるCO₂濃縮機構は活性酸素を低下させることが示唆された。今後は、光合成をCAMに変換しないCAM欠損変異体を用い、同様な実験を行う。変異体では活性酸素の生成量が高くなるが、高CO₂処理によってその生成が抑制されると予想される。本研究ではさらに、C3-CAM型光合成変換だけでなく、C3-C4型光合成変換に対する活性酸素の関与を明らかにする。C3型光合成を行う水生型のエレオカリスに、光化学系IでO₂を生成させるメチルビオローゲンを与え、活性酸素の生成に伴うCO₂濃縮機構の誘導を調査する。C4型光合成を行う陸生型エレオカリスには高CO₂処理を行い、高CO₂による活性酸素の発生、及びそれがCO₂濃縮機構の誘導に及ぼす影響を調査する。