

(様式第 13号)

学 位 論 文 要 旨

氏名: 田中 秀樹

題目: シソ科ハーブ類バジル (*Ocimum basilicum* L.) の耐塩性機構に関する研究
— 養分吸収, 抗酸化応答および光合成の観点から —
(Study of Salt Tolerance Mechanisms in Basil (*Ocimum basilicum* L.), Labiatae Herb
- From the Viewpoint of Nutrient Uptake, Antioxidative Response and Photosynthesis -)

塩害は作物生産において深刻な収量低下を引き起こしており, 不適切な灌漑や土壌管理により塩類化が進むと, 今後さらなる影響が懸念される. よって塩ストレス (塩性およびアルカリストレス) に対する各種植物の応答および生育への影響の把握と, 耐塩性に優れる植物の各々の耐塩性機構の解明が急務である. 一般的に, 耐塩性が高い植物は塩誘導性酸化ストレスに対する抗酸化応答に優れ, シソ科ハーブ類は優れた抗酸化能を有することが知られている. また食用, 園芸, 医療など様々な分野において利用価値が高く, 世界中で広く栽培されているが, どのような特徴を有するシソ科ハーブ類が耐塩性に優れているのかを調査した種間比較研究はあまり報告されていない.

本論文の第2章において, 塩処理 (Na50) 下でシソ科ハーブ類を種間比較し, 耐塩性の高かった種の耐塩性機構を明らかにした. この実験ではバジル, セージ, タイムおよびオレガノを代表的なシソ科ハーブ類として調査し, 最も高い耐塩性を示したバジル (品種; スイート) は栄養面 (茎根Na保持および葉身K輸送) と抗酸化面 (CAT活性化) の両面から耐塩性を発揮していた.

第3章では, 第2章で明らかとなったバジルの耐塩性機構を耐塩性の異なるバジル品種 (感受性品種; スイート, 耐塩性品種; ナポレタノ) 間で比較調査し, 耐塩性バジル品種が持つ特徴を明瞭化した. 耐塩性品種はNa50処理下で顕著に耐塩性を発揮し, 第2章で明らかとなっていた葉身K輸送がより優れていた. また根Na蓄積がより顕著であり, 葉身含水率の維持に大きく貢献していたと考えられた. 一方, 乾物生産を担う光合成について, 感受性品種で乾物重と光合成速度の傾向が一致しておらず, 光合成速度が維持されても乾物重は減少していた. 考えられる要因としては光合成同化産物を浸透圧調節物質の合成などに利用し, 結果として乾物生産は低下した可能性が挙げられる. また耐塩性品種の方で, 塩ストレスの有無に関わらず電子伝達速度, MDA含有率 (脂質過酸化の指標) が低く, 処理下のCAT活性は感受性品種と同等以上であった. このことから耐塩性品種の方で優れた抗酸化応答が耐塩性を高めていた可能性が示唆された.

第4章では, 第3章で明らかにしたバジルの耐塩性機構が高pHおよび高EC下でどのような影響を受けるのかについて調査した. この実験では耐塩性に優れる品種 (タイ) を加えた3

品種間で調査を行い、耐塩性アルカリ品種および感受性品種の違いがより明確になるようにした。耐性の順序は乾物生産の観点から、ナポレタノ>タイ>スイートとなり、耐性のある品種ほど根の乾物重維持に優れていた。Mnは細胞壁の構成成分であるリグニンの生合成に必要であり、耐塩性アルカリ品種の根で高かったことから、根の保護機能との関連性が示唆された。また感受性品種で、より低い処理濃度からNaが葉身へ流入することから、根Na蓄積機能の喪失が考えられた。一方、3品種とも高pH下で塩性ストレスを受けてもK吸収あるいは葉身K輸送機能は失われないことが明らかとなった。高pH下で不可給化してしまう元素群のうち、NO₃⁻、P、Fe、Znは葉身で一定濃度低下するものの、塩性ストレス強度による変化はなく、乾物重減少の説明要因にはならなかった。一方CaはNaとすべての部位において負の相関関係があり、NaとCaは明らかな競合関係にあった。しかしながら根Caは3品種で上昇しており、最も厳しい塩性アルカリ条件下のナポレタノで最も高く、Caストレスシグナルによるストレス応答をより発現していた可能性が示唆された。またスイートの葉身でのみ、Mg含有率が高pH下で一定濃度有意に低下し、第3章の塩性ストレス（非アルカリ処理）下では葉身Mg含有率は維持されていたことを考えると、アルカリストレスによる影響であると考えられた。クロロフィル含有率もスイートでのみ有意に低下していたことから、Mg低下が光合成色素合成に影響を及ぼし、光合成速度の低下につながったと考えられた。抗酸化応答について第2章および第3章で重要性が示唆されたCAT活性はアルカリ条件下における塩性ストレス下で著しく低下した。この原因として、アルカリによるCATの変性や触媒であるFe不足による失活を考えることができる。一方でH₂O₂やMDAは処理下で低下傾向を示し、失活したCATとは別の抗酸化応答システムの存在が示唆された。

以上のことから、バジルは代表的なシソ科ハーブ類の中で耐塩性に優れ、根（あるいは茎）でNaを蓄積させて葉身にKを積極的に輸送させる養分吸収と塩誘導性酸化ストレスに対してCAT活性を著しく高める抗酸化応答が耐塩性を支えていた。そしてその両面の耐塩性機構は耐塩性品種においてより顕著に機能しており、根Na蓄積、葉身K輸送が葉身含水率を維持させ、著しくCATを活性状態にさせることが塩ストレス下での重要な耐塩性機構であることが明らかとなった。これらの耐塩性機構は塩性アルカリ条件にさらされると、感受性品種ほど根Na蓄積能が失われやすかったことから、根への高pH傷害を抑えることが、アルカリ条件下での高ECに対する耐性を高めることにつながると考えられる。バジルの塩性アルカリ耐性は光合成や抗酸化応答よりも主に養分吸収の違いによって説明することができる可能性が高い。