

「植物の機能と制御」

平成 13 年度採択研究代表者

森川 弘道

(広島大学大学院理学研究科 教授)

「植物が作る未解明窒素化合物の構造と作用」

1. 研究実施の概要

「研究のねらい」

植物における窒素代謝に関する有機化学的な検証にもとづき、植物における窒素代謝に関する新しいパラダイムを提起し、環境修復に役立つ植物の開発および作物の生産性と品質の向上に資する。

「これまでの研究の概要と成果」

植物葉を二酸化窒素で暴露し、全窒素(TN)、ケールダール窒素(RN)、無機窒素(IN)を測定すると、TNの約1/3は、RNでもなくINでもない未解明窒素(UNと呼ぶ)であった。これまで12種の植物について調べ、全ての植物でUN生成が認められた。また、硝酸塩を植物に与えたときにもUNが生成することが分かった。故に、UNを含む化合物(未解明窒素化合物 = UN化合物と呼ぶ)の生成は、窒素種や植物種には依存せず、普遍的な窒素代謝産物であると考えられ、植物にはかかる新規窒素化合物を生成するこれまで知られていなかった新しい窒素代謝経路があるものと推定される。

「今後の見通し」

おそらく、未解明窒素化合物は単一の化合物ではなく、複数の化合物からなると考えられる。これまでの機器分析結果から、ニトロおよびニトロソ化された有機化合物が、未解明窒素化合物の有効な候補であると思われるので、当面はこれらの化合物に絞って解明を急ぐ。また、二酸化窒素を唯一の窒素源として植物を栽培し、その代謝産物を調査する。また、未解明窒素化合物の生成や分解に関与すると考えられる酵素(酸素ストレスおよびニトロソストレス関連酵素)遺伝子を過剰発現させた植物を育成、解析する。

2. 研究実施内容

研究目的

本年度は、まずこれまでの未解明窒素化合物に関する従来の結果をもとに、主として以下の項目について研究した。

1. 二酸化窒素暴露による未解明窒素化合物生成の普遍性の検証、種々の植物で実験する。
2. 硝酸生窒素を植物に与えた場合にどの程度未解明窒素化合物が生成するか。

- 市販の野菜、農場の牧草、街路樹の葉など天然の植物における未解明窒素化合物の有無。
- 未解明窒素化合物の候補となる化合物の決定。

方法

二酸化窒素と硝酸は重窒素でラベルした化合物を用いた。未解明窒素化合物の分析は、既報の方法に従い、同位体質量分析法により行った。未解明窒素の定義は以下の通りである。

$$\text{未解明窒素 (UN)} = \text{全窒素} - (\text{ケールダール窒素} + \text{無機窒素})$$

市販のハウレンソウ、レタス、広島大学農場から供試されたイタリアン・ライグラスおよび幹線道路端から採取したトベラおよびヒラドツツジ葉は、凍結乾燥後、未解明窒素画分の分析に用いた。

結論

- 12種の植物(トベラ、シロイヌナズナ、オオムギ、カボチャ、イネ、ダントボロギク、ヒラドツツジ、タバコ、コムギ、ダイズ、ユーカリプタス・ビビナリス、ハウレンソウ)を二酸化窒素で暴露し、UN生成を調べ、全ての植物で認められた(表1参照)。
- また、硝酸性窒素を窒素源として植物に与えた場合にも、同程度のUNの生成が認められた。
- 市販のハウレンソウ、牧草(イタリアン・ライグラス)および幹線道路端から採取したトベラおよびヒラドツツジ葉にもUNが含まれることが明らかとなった。
- 故に、UNを含む化合物(UN化合物)の生成は、窒素種や植物種には依存せず、普遍的な窒素代謝産物であり、植物にはかかる新規窒素化合物を生成するこれまで知られていなかった新しい窒素代謝経路があるものと結論された。
- ニトロ、ニトロソ化された有機化合物(芳香環およびポルフィリン環化合物など)がUN化合物の有力な候補であると結論された。

表1 種々の植物における二酸化窒素暴露に伴う未解明窒素化合物の生成

植物種	未解明窒素量(%)		
トベラ	31.1	±	6.7
シロイヌナズナ	30.9	±	10.0
オオムギ	25.3	±	8.7
カボチャ	23.8	±	3.8
イネ	22.5	±	11.9
ダントボロギク	20.0	±	5.0
ヒラドツツジ	19.9	±	0.2
タバコ	18.8	±	4.7
コムギ	15.6	±	2.2
ダイズ	15.5	±	9.1
ユーカリプタス・ビビナリス	14.9	±	5.9
ハウレンソウ	10.2	±	2.6

植物が取り込んだ二酸化窒素由来の全窒素に占める割合(%)で示した(n=3-5)。

$$\text{未解明窒素} = \text{全窒素} - (\text{ケールダール窒素} + \text{無機窒素})$$

3. 研究実施体制

森川グループ

- ① 森川 弘道(広島大学大学院理学研究科、教授)
- ② 研究項目
 - ・ UN の分離/分取/精製と作用遺伝子の解析を担当
 - ・ 作物と UN 化合物、UN の作用の作物学的/肥料学的解析を担当

鈴木グループ

- ① 鈴木 仁美(関西学院大学理学部、教授)
- ② 研究項目
 - ・ UN の構造と生成、分解機構、生理作用の理論有機化学的解析を担当

4. 研究成果の発表

(1) 論文発表

- Atsushi Sakamoto, Manami Ueda, Hiromichi Morikawa, Arabidopsis glutathione-dependent formaldehyde dehydrogenase is an S-nitrosoglutathione reductase. FEBS Letters 515: 20-24 (2002)

(2) 特許出願

なし