

(続紙 1)

京都大学	博士（農学）	氏名	井関 洸太郎
論文題目	Studies on Genotypic Variability in Photooxidative Damage for Improving Drought Tolerance in Rice （イネの乾燥耐性改良に向けた光酸化傷害の遺伝子型間変異に関する研究）		
（論文内容の要旨） イネの乾燥ストレス耐性（乾燥耐性）の改良が強く求められている。これまで多くの関連形質が提示されてきたが、それらをもとにした乾燥耐性の改良の進展はいまだ限られている。本論文は、乾燥ストレスにともなって発生する酸化傷害に着目し、酸化傷害およびそれに対する耐性（酸化ストレス耐性）の遺伝子型間変異、およびそれと圃場環境下における乾物生産との関わりを明らかにし、酸化ストレス耐性を利用した乾燥耐性改良の可能性について検討したものであり、以下のように要約される。 1. 酸化－乾燥ストレス交差耐性の遺伝的多様性を検討した。多様なイネ67品種の幼苗に、酸化ストレスとしてメチルビオローゲン(MV)処理、乾燥ストレスとしてポリエチレングリコール (PEG) 処理を施し、これらに対する耐性を光化学系II最大量子収率 (Fv/Fm) と細胞膜安定度 (MSI) を指標として評価した。MV処理下でのFv/FmおよびMSIの品種間変異と、PEG処理下での同変異との間に正の相関がみいだされ、酸化ストレス耐性が乾燥ストレス耐性に寄与していることが示唆された。全測定結果の主成分分析により酸化ストレス耐性と乾燥ストレス耐性の両方と密接な関連を占めす成分を導出し、これを酸化－乾燥ストレス交差耐性の指標とした。交差耐性が高い品種は、PEG処理下で高い抗酸化酵素活性を示すことを明らかにした。 2. 交差耐性の異なる品種の圃場環境における乾物生産力を比較検討した。上述の指標にもとづいて交差耐性が異なる品種を選定し、それらの圃場での乾物生産力を、京都大学およびタイ国ウボン稲研究所において計5作期にわたり評価した。交差耐性の強い品種は弱い品種に比べて、湛水条件での乾物重は小さいが非湛水による乾物生産の低下割合が小さい傾向にあることをみいだした。 3. 圃場条件下における酸化傷害の発生実態について検討した。インディカおよび熱帯ジャポニカを含む5品種を京都大学で栽培し、湛水および非湛水圃場でのFv/Fmを生育期間中週2回の頻度で測定した。Fv/Fmの圃場間差異およびその変動要因の解析結果から、圃場環境下で発生する酸化傷害の程度は実験室環境に比べると著しく小さいこと、および圃場環境下では長期の乾燥による順化が起こっている可能性があることを明らかにした。軽度の乾燥による前処理の有無とその後の乾燥処理を組み合わせたポット実験において光合成諸特性を調査し、前乾燥によって酸化傷害の発生が軽減することを確認するとともに、それには光呼吸速度の増加が関わる可			

能性が強いことを示した。

以上より、酸化ストレス耐性は強い乾燥下での酸化傷害の軽減に寄与し、その品種間差異は乾燥に対する乾物生産応答に反映する可能性があること、一方で圃場条件では乾燥にともなう酸化傷害の発生は限られていることが明らかになった。交差耐性の遺伝的改良は厳しい水ストレス環境に対して有効であること、および交差耐性を耕種的に高めるために前乾燥による順化处理が有効な技術になり得ることを指摘した。

注) 論文内容の要旨と論文審査の結果の要旨は1頁を38字×36行で作成し、合わせ

て、3,000字を標準とすること。

論文内容の要旨を英語で記入する場合は、400～1,100 wordsで作成し
審査結果の要旨は日本語500～2,000字程度で作成すること。

(論文審査の結果の要旨)

環境ストレス下において、葉の吸収光エネルギーの消費エネルギーに対する過剰によって生じる光酸化傷害（酸化傷害）については、その発生機構の生理学的解明がなされつつある。そして酸化傷害およびそれに対する耐性（酸化ストレス耐性）が作物生産の安定化に寄与することが期待されている。しかしその効果についての具体的な検討はほとんど行なわれておらず、イネの酸化ストレス耐性の遺伝的変異についても知見はきわめて限られる。本論文は、イネにおいて酸化ストレス耐性を向上させる生理的要因が同時に乾燥耐性向上に寄与する可能性を提示するために、酸化ストレス耐性の遺伝的変異を実験室内と圃場の両方で検討するとともに、圃場条件においてイネ葉身の光障害を含む光合成関連特性を調査した結果を取りまとめたものであり、評価できる主要な点は以下の通りである。

1. 酸化・乾燥ストレス交差耐性のイネ遺伝子型間差異をみいだした。すなわち、ストレス耐性の簡便な幼苗検定法を新たに考案し、それを用いた広範な遺伝子型の調査から両ストレスに耐性を示す遺伝子型の存在をみとめるとともに、それらが乾燥ストレス下で高い抗酸化酵素活性を示すことを確認した。

2. 圃場条件で生育するイネにおける酸化傷害の発生実態を明らかにした。すなわち、湛水および非湛水圃場条件下で生育するイネを対象に、光化学系II最大量子収率 (F_v/F_m) の推移を系統的に調査し、天水田で頻繁に発生する程度の乾燥条件では、酸化傷害の発生は小さいことを示すとともに、制御条件下で行なった光合成特性の推移に関する補足実験の結果を合わせて検討し、圃場条件では乾燥状態が持続する間に順化が起こる可能性が大きいことを指摘した。

3. 交差耐性品種の圃場における生産性を評価した。すなわち、上述の幼苗検定により交差耐性が異なると評価された品種を選び4ヵ年5作期にわたり圃場での比較試験を行なった。いずれの作期においても、交差耐性の強い品種は弱い品種に比べて、好適条件に対する乾燥条件下での乾物生産の平均低下程度が小さいことをみとめた。しかし、交差耐性の強い品種では一般に好適条件下での乾物重が小さいため、この特性が生産性に及ぼす影響は限定的であるとした。

以上のように、本論文は、イネの酸化ストレス耐性と乾燥耐性との関連について新たな知見を提供するとともに、酸化傷害軽減を通じた乾燥耐性の改良の可能性とそのための条件を提示したものであり、作物学、育種学、栽培システム学およびイネ育種の発展に寄与するところが大きい。よって、本論文は博士（農学）の学位論文として価値あるものと認める。

なお、平成25年2月12日、論文並びにそれに関連した分野にわたり試問した結果、博士（農学）の学位を授与される学力が十分あるものと認めた。

注) Webでの即日公開を希望しない場合は、以下に公開可能とする日付を記入すること。

要旨公開可能日： 年 月 日以降