

氏 名	まつ い つとむ 松 井 勤
学位(専攻分野)	博 士 (農 学)
学 位 記 番 号	論 農 博 第 2321 号
学位授与の日付	平 成 12 年 7 月 24 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 2 項 該 当
学位論文題目	水稻における開花期の高温による不稔に関する研究

論文調査委員 (主 査) 教授 堀 江 武 教授 天 野 高 久 教授 河 瀬 晃 四 郎

論 文 内 容 の 要 旨

水稻の開花期の高温による不稔は、現在、日本国内ではほとんど問題になっていないが、世界的にみれば冷害に匹敵する大きな問題である。予測される地球温暖化気候のもとでは、日本でも開花期の高温による不稔の発生が水稻の収量低下や年次変動増大の要因になると考えられている。本論文は、①水稻の高温不稔の発生と様々な環境要因との関連性を明らかにし、不稔発生予測のための基礎的知見を得ること、②日本稲の開花期における高温不稔耐性の品種間差異、および高温不稔の発生と耐性の機構を明らかにし耐性品種の育成に資すること、を目的に行った研究の結果をまとめたものである。主な内容は以下の通りである。

1. 高温不稔の発生に及ぼす大気中の二酸化炭素 (CO_2) 濃度、窒素施肥、および風速・湿度の影響について調査し以下の知見を得た。①大気中の CO_2 濃度の倍増は穎花の高温耐性を見かけ上、約 1°C 低下させる。②高温不稔の発生に及ぼす窒素施肥の影響は施用時期により異なり、幼穂分化直前(出穂35日前)、減数分裂期直前(出穂15日前)のそれは不稔の発生を顕著に助長するが、幼穂形成期(出穂25日前)の施用の影響は小さい。③高湿度と風は高温不稔の発生を助長する。④開花期の高温による開葯の阻害が高温不稔の直接の原因であり、高 CO_2 濃度、窒素施肥、高湿度および風はすべて開葯を妨げるにより不稔の発生を助長する。

2. 水稻と二条大麦を材料に開葯の機構を検討し、両種とも開穎と同時に花粉が急激に膨張すること、および膨張した花粉粒の直径と開葯の間には密接な関係が存在することを認めた。さらに、葯の乾燥が水稻の開葯を阻害すること、および雌ずい基部の圧迫が二条大麦の開葯を誘発することを示した。これらの結果と開葯過程および葯の構造の観察から、開葯は、開穎により葯壁が乾燥して反り返ることにより起こるとする、従来の定説とは全く異なる機構に基づくことが明らかになった。すなわち、開葯の原動力は葯内部の花粉の急激な膨張であり、また、水稻の開穎と開葯の同時性は、開穎による葯の乾燥ではなく、開穎を引き起こす鱗被の膨張が雌ずいの基部を圧迫し、これが花粉膨張の引き金となるためと考えられた。さらに、組織化学的方法による開葯前後の葯内カリウム分布の調査結果から、花粉間隙から花粉粒内へのカリウムの移動が花粉粒の急激な膨張を引き起こし、開葯にいたることが示された。

3. 開花期の日本稲9品種に対して高温処理を行い、高温不稔耐性の品種間差異および高温が各品種の柱頭に付着する花粉の数と発芽に及ぼす影響を調査した。不稔の発生からみた開花期の高温耐性には、用いた9品種間で約 3°C の差異が認められた。耐性の差は柱頭に付着する花粉粒数の差異によるものであり、これより耐性品種は感受性品種よりも、より高温下で葯を裂開させる能力をもつことが明らかになった。

4. 日本晴(高温耐性品種)とヒノヒカリ(高温感受性品種)について、高温および常温条件下で花粉の直径と葯の裂開能力を調査した。その結果、高温感受性が最も高くなる開花当日では、高温による葯の不裂開の原因が花粉の膨張不良にあることが明らかになった。日本晴はヒノヒカリよりも花粉の直径が小さいにもかかわらず葯の裂開性が高いことから、その葯は物理的に裂開し易い構造をもつと考えられた。加えて、日本晴はヒノヒカリよりも高温による花粉の膨張阻害の程度が小さいことが示された。

5. 日本晴とヒノヒカリの葯の構造の比較調査から、日本晴はヒノヒカリよりも葯の裂開腔の発達がよく、かつ、葯壁の厚いことが明らかになった。厚い葯壁は葯内の水分を保持し花粉の膨張を助けること、および裂開腔の発達はセプタムの裂開性を高めることによって、それぞれ高温条件下での葯の裂開性を高めていると推察された。

以上より、高温不稔の発生に及ぼす様々な環境要因の影響、高温不稔の発生機構、および耐性の品種間差異が明らかとなり、さらに、耐性品種の具備すべき葯の形態的特性として、厚い葯壁とよく発達した裂開腔が示された。

論文審査の結果の要旨

水稻の開花期の高温による不稔は熱帯・亜熱帯地域の稲作、特に乾期作においてしばしば発生して著しい収量低下をもたらしているが、予測される地球温暖化気候の下では温帯地域への拡大が懸念される気象災害である。高温不稔の原因が受精障害にあることは突き止められているものの、その発生機構およびそれに対する遺伝的耐性の機構についてはほとんど未解明である。本論文は、水稻開花期の高温不稔の発生条件と機構、および高温不稔耐性の品種間差異とその機構を明らかにし、耐性品種育成のための基礎的知見を得ようとして行った研究の成果をまとめたものであり、評価すべき主要な点は以下の通りである。

1. 水稻開花期の高温不稔の詳細な調査から、その直接的な原因が開葯の阻害にあることを明らかにした。さらに、高CO₂濃度、窒素施肥、高湿度および風は、いずれも高温下での開葯を妨げることによって高温不稔の助長要因となることを示した。特に、高CO₂濃度下で高温不稔が助長されるという結果は、地球環境と食糧の問題を考える上で重要な知見といえる。

2. 高温不稔が開葯の阻害に由来することから、開葯過程の詳細な調査を水稻と二条大麦について行い、開葯が開穎に伴う葯壁の乾燥によって起こるとする、従来の定説とは全く異なる機構によることを明らかにした。すなわち、開葯の原動力は葯の乾燥ではなく、花粉の急速な膨張によって生ずるセプタムの裂開にあること、および花粉の膨張は、開穎を引き起こす鱗被の膨張が雌蕊基部を圧迫し、それを引き金として起こることを示した。さらに、花粉の急速な膨張は、花粉間隙から花粉内へのカリウムイオンの流入とそれに伴う水ポテンシャルの低下によって、水が流入することによって生ずるという知見を提示した。

3. 日本型水稻9品種を対象に高温不稔耐性の品種間差異を調査し、品種間で不稔が発生する温度に約3℃の差異があることを認めた。高温耐性品種は高温下で柱頭に付着する花粉粒数が多いことから、高温下での葯の裂開能力が高いことを明らかにした。

4. 高温耐性品種と感受性品種の葯の裂開能力の比較調査から、耐性品種は開花当日の高温による花粉膨張阻害の程度が小さく、かつ厚い葯壁とよく発達した裂開腔をもつことを示した。これより、厚い葯壁は多量の水分保持を通じて花粉の膨張を促進することにより、そして、よく発達した裂開腔はセプタムの裂開を容易にすることにより、それぞれ高温下での葯の裂開性を高めるとの知見を提示した。

以上のように本論文は、水稻開花期の高温不稔の発生条件と機構、および高温不稔耐性の品種間差異とその発現機構を解明し、耐性品種の育成に向けて重要な知見を提示したものであり、作物学、植物生理学および水稻育種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12年6月15日、論文なら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。