

学位論文審査結果の要旨

学位申請者 氏名	Arinal Haq Izzawati Nurrahma
審査委員	主査 鹿児島大学 教授 坂上 潤一
	副査 鹿児島大学 准教授 岡本 繁久
	副査 琉球大学 教授 川満 芳信
	副査 佐賀大学 教授 鄭 紹輝
	副査 鹿児島大学 准教授 朴 炳宰
審査協力者	印
題目	Strategies of Transient Submergence Tolerance Cope with Translocation of Photosynthetic Products in Rice Plant (イネの光合成産物の転流が冠水耐性に及ぼす影響)
<p>植物において、冠水は生理障害や収量低下を引き起こす環境ストレスの一つである。冠水耐性遺伝子 (<i>Sub1A</i>) を有するイネは、完全冠水条件下において生存に必要な生理的プロセスを維持し、低酸素状態の嫌気ストレスの影響を軽減することができる。イネの冠水耐性の特徴は、冠水中の体内エチレン濃度の上昇を抑制するとともに、ジベレリンに対する感受性を低下させることで、茎葉部伸長を抑制する。また、冠水前に同化した光合成産物が冠水中の植物体の生存に効果的に利用され、冠水解除後の好気条件にすばやく適応する能力を示す。一方で、冠水条件下の植物器官間の光合成同化産物の転流と集積の特徴など、光合成が冠水耐性に及ぼす影響は、十分に明らかになっていない。イネの光合成には、主に炭酸ガスの吸収、気孔の開閉および電子伝達系等の機能が密接に関係している。そこで、本研究は、(1) 光化学反応のクロロフィル蛍光 (F_v/F_m) を指標とした光化学系IIの傷害、(2) 非構造的炭水化物の転流と冠水耐性の関係、および(3) 安定炭素同位体トレーサ法による光合成同化産物の分配が冠水耐性に及ぼす影響のそれぞれの解析を通して、イネの冠水耐性のメカニズムについて検討したものである。</p> <p>イネ品種 Inpari30 (<i>Sub1A</i>) および IR72442 (非 <i>Sub1A</i>) を供試して、播種後14日目の苗を水深35 cmの条件下で6日間完全冠水させた後、水位を下げ6日間の無冠水回復期間を設けた。試験期間</p>	

中に、同一植物個体のサンプルの草丈、SPAD、Fv/Fm、およびガス交換法による光合成速度について継続的に測定した。その結果、冠水中の草丈は、IR72442がInpari30に比べて有意に増加した。品種に関わらず冠水中の光合成速度の低下は顕著で、また品種間の有意な差異は認められなかった。Inpari30の葉身クロロフィル含量 (a+b) とFv/Fmは、IR72442に比べて有意に大きく、また、冠水区と対照区間で有意な差異は認められなかった。これは、嫌気条件下において、Inpari30の葉身では吸収した光エネルギーは高く維持され、冠水耐性には、光化学系IIの傷害とクロロフィルの低下を軽減するメカニズムの存在が示唆された。また、冠水前、冠水解除直後および回復後において、個体成長器官に含まれる非構造的炭水化物(でん粉、可溶性糖)を分析した結果、IR72442においては冠水中の最上位展開葉への可溶性糖の転流割合が多く、このことが地上部を急激に伸長させる方向に作用していることも示された。一方、冠水中に非構造的炭水化物の展開葉への転流速度が緩慢で地上部伸長が抑制されたInpari30は、冠水解除後においては、反対に最上位展開葉への非構造的炭水化物の転流速度が早まり、乾物生産性が向上することを明らかにした。次に、冠水前の光合成同化産物が冠水中および冠水解除後の成長器官への転流の方向性を明らかにする目的で安定炭素同位体を標識したトレーサ法により同位体比 ($^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$) を分析した。

IR67520 (Sub1A) と IR72442 (非Sub1A) を用いて、水深 80 cm の条件下で 7 日間完全冠水させ、その後 7 日間の回復期間を設けた。冠水区のIR72442では、冠水前に同化された光合成産物が、冠水中に新たに展開した葉に素早く転流されたが、IR67520は、冠水前に同化した光合成産物の新展開葉への転流分配は小さかった。一方で、回復期におけるIR67520は、冠水中の光化学系II機能の維持および冠水解除後の光合成速度の回復が早まった結果、好気条件で $^{12}\text{CO}_2$ の取り込み量が増加し、嫌気から好気への環境変化の適応をスムーズにしていることを明らかにした。

以上、冠水および回復期間の光合成同化産物の転流と蓄積メカニズムの生理学的解析によって、Sub1Aを有する冠水耐性イネは冠水中の同化産物の転流速度を制御し地上部の伸長を抑制していること、クロロフィルにおける光化学反応の最大量子収率を維持すること、さらに冠水解除後には新規の光合成の同化によって、冠水ストレスからの速やかな回復を可能にすることを明らかにしている。

本研究は、今までに未解決であったイネの嫌気応答の生理的メカニズムを光合成の視点から明らかにするなど、嫌気応答研究分野への貢献は大きいと考えられた。特に、洪水常襲地域の水稲栽培の問題の解決に貢献するものであり、イネの冠水耐性遺伝子の作物学的活用を道を開く成果を得ていることから、審査員一同は、本論文を博士(農学)の学位論文として十分な成果を有するものと判断した。