

論文の内容の要旨

論文題目 **Morphophysiological traits for high-yielding wet season rice
in the tropics**
(熱帯地域における高収量性雨期作イネの形態学的・生理学的特性)

氏 名 **Ma.Rebecca C. Laza**

熱帯モンスーン気候帯の東南アジア地域では、イネの2期作が行われているところが多い。乾期作(12月~4月)と雨期作(5月~11月)である。前者は豊富な日射量と高気温の下でイネ作がおこなわれるが、雨期作では雨量は確保できるものの、相対的に日射量が不足気味でイネの収穫量は多くは無い。21世紀は水の世紀とされるほどに水の重要性が益々高まるだろう。地球温暖化に起因する異常気象が多発し、相対的に降雨不足が懸念されるからである。そうした中では、収量性が良くないイネの雨期作の重要度が増すことになる。乾期作時に降雨が不安定なら全体としてのイネの収量は一層の悪化に傾斜することになるだろう。倒伏、病虫害は別にして、雨季の日射量を減じる曇天は、雨期のイネ栽培上の大きな制限要因の1つである。雨期では、遺伝子型の低日射への適応性の差から、雨季向きの草型は乾期栽培イネの草型とは異なると考えられ、雨期での栽培に向けた草型を同定することで低日射環境条件下での収量ポテンシャルを増加させることになるものと期待できる。

そこで、本研究では、雨期条件に適応するイネ品種・系統の形質を同定して、そうした環境に適応する機構を、遮光および乾期条件下でのイネとの比較において、国際イネ研究所(IRRI、フィリピン)で近年開発された多様な品種・系統やNew Plant Type(NPT)を用いて解明し、雨期により適する品種開発上の学術的知見を得ることを目的として行った。研究は、主にIRRIで行い、そこでの雨期の気象条件を想定して、一部は東京大学大学院農学生命科学研究科附属農場(東京都西東京市)でも実施した。

1. 雨期及び乾期におけるイネ NPT 系統の収量性

フィリピンのIRRIにおける雨期と乾期とでNPT(new plant type)系統の相対的な収量性を比較したところ(1998・1999年の2回)、NPT系統のなかでの最高収量を示すものは、乾期で 8.8 t ha^{-1} 、雨期では 7.7 t ha^{-1} であった。雨期では約30-49のNPT系統が、乾期では、4-7系統が両年ともに対照品種よりも高いか同程度の収量を示した。NPTの相対的な収量形成能力は乾期よりも雨期に高いことが判明した。この収量性は、雨期・乾期季両条件下で、穂のサイズと正の相関があり、穂のサイズは収量に大きな違いをもたらす要素であった。乾期におけ高収量性は、より大きな穂のサイズ(150-190粒/穂)および登熟性と高い相関を示した。一方、雨期では、中程度収量は穂のサイズ(100-120粒/穂)、シ

シンのサイズ及び登熟歩合の高さに規制されていることが判明した。また、2000・2001の両年、F₁ hybrid 等を用いて同様な実験を行ったところ、雨期では、やはり穂のサイズが収量形成に影響する重要な形質であった。

成長期間が短く、安定して中程度の穂のサイズ（100～115粒）をもち、登熟歩合を高めるための大きいシンクをもつNPT系統が雨期での栽培に適しており、より大きな穂のサイズの系統が乾期での栽培に適していることが明らかになった。

2 遮光条件下での成長と形態的特徴

NPT系統の成長と形態的特徴を雨期と乾期で、また遮光条件下で比較実験した。NPT系統は乾期より雨期の方が有効分げつ数が多く、また、総乾物重・個体群成長速度・葉面積指数が低いが、葉は肥厚して厚くなった。遮光処理によっては、分げつ数を増加させた。この分げつ数の増加はIRRIでよりも西東京市の方が高かった。遮光処理は、IRRIでは全ての品種の総乾物重を減少させた。総乾物重は、個体群成長速度のそれと共に西東京市で有意に減少させたが、IRRIでは有意ではなかった。これは西東京市の方が弱日射であることが原因しているかもしれない。日射量の少ない条件ではイネの葉面積成長率が大きくなった。この発見から、寡少日射条件では葉面積を大きくすることが、葉の光吸収能力、ひいては光合成能を高める上で重要な形態的形質であると示唆された。

3. 同化産物の分配と転流

4つの異なる遺伝子集団、indica inbreds, F1 hybrids, NPT, NPT×indicaの収量とそれに関する生理学的形質の比較、さらに雨期条件での子実への同化産物の分配と転流を調査・検討した。その結果、雨期では、IR73409H（F1 hybridsの一つ）が最高収量（546 g m⁻², 1998）を示し、乾期ではIR71622H（同上）が最高収量（719 g m⁻², 1999）を示した。平均収量を遺伝子集団間で比較すると、F1 hybridsが最も高く、NPT系統が最低であった。収量は、収穫指数（HI）と相関は高いが、バイオマス生産量とのそれは必ずしも高くはなかった。

同じ集団での出穂前の貯蔵炭水化物量と出穂後の炭水化物生産量をみると、両者には負の相関が見られた。品種横断的な特徴をみると、出穂後の炭水化物生産量は乾期の方が雨期よりも32%高く、出穂前の貯蔵炭水化物量は雨期の方が51%高かった。以上の結果は、総日射量が低い雨期のような条件下では出穂前の貯蔵炭水化物量の向上が重要であることを示唆している。

4. 遮光及び窒素が葉緑体構造・機能、個葉の光合成に及ぼす影響

雨期に適応した2品種は遮光条件下で、クロロフィル含量が高く、僅かながら光合成速度も上昇した。しかし、乾期適応品種・系統では、通常の日照条件下では高い光合成速度を示したが、遮光条件下では対照品種と比べクロロフィル量が減ると共に、光合成速度は著しく減少し、平均すると光合成速度は18%低下した。

これらの結果は、雨期適応品種は、低日照条件下でも高い光合成速度、クロロフィル含量、葉身窒素含量を保つ能力を持っており、これにより、高収量性機能を導いているものと考えられた。

イネの成長、分化および収量形成に大きな影響を与える窒素は、イネの光合成器官である葉緑体の構造・機能に強く影響した。窒素濃度を変えるとグラナとストロマラメラ構造が変化し、高窒素条件下では無窒素条件下で栽培したイネの葉緑体よりも4倍量のグラナが観察された。品種 IR-8 は、他の品種と違って、通常条件の3倍の窒素濃度(120ppm)にも対応して葉緑体サイズが増大し、クロロフィル、タンパク質含量も増加した。IR-8 の窒素応答性の良さを反映していた。無窒素条件では、多くの品種では、グラナ構造の発達が悪くデンプン粒は数が減少するが、サイズ自体には大きな変化は無かった。タンパク質をみると、粒数は影響されず、サイズが増大する傾向が見られた。

高窒素条件下における大きな葉緑体の出現と旺盛に発達したグラナ構造はCO₂固定能力や光化学反応系 PS II の効率を上げる要素になっており、雨期のような低日照条件下での栽培に適した品種を探すのに役立つと考えられる。

5. ジベレリン生合成阻害剤が収量と収量構成要素に与える影響

日本ではジベレリン生合成阻害剤の出穂前処理が、その後の上位節間短縮に基づく倒伏軽減に役立ち、実用化している。その剤の一つのパクロブトラゾールは倒伏軽減と同時に収量向上作用も発揮するとされる。そこで、IRRI 及び日本において、この剤の倒伏軽減と収量への作用について検討した。この成長調節剤のパクロブトラゾール処理は、IRRI では7-16%、日本では1-8%の短稈化を示した。収量をみると、使用品種の中で無処理区は、IRRI では PSBRc72H (F1 hybrids) が最も高い収量(784 g m⁻²)を示し、日本では IR72 が最高(502 g m⁻²)であった。パクロブトラゾール処理を行うと、IRRI では、NPT の1系統だけであるが、登熟歩合、一穂粒数が増大し、収量向上の傾向を示し、今後の試験研究の端緒を得た。

以上のように、本研究では、2期作イネ栽培の中で、日照等条件的に不利な雨期のイネ作において、高収量を確保するイネが具備すべきいくつかの形態形成的特性の一端を明らかにすることができた。今後の新しい品種開発や肥培管理の改善のための知見として示唆を与えるものといえる。