

琉球大学学術リポジトリ

[寄稿]耐冷性イネ品種を育成するための一考案

メタデータ	言語: 出版者: 南方資源利用技術研究会 公開日: 2014-10-26 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 佐藤, 茂俊, SATO, Shigetoshi メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/20.500.12000/0002016564

寄稿

耐冷性イネ品種を育成するための一考案

佐藤 茂 俊

(琉球大学農学部、沖縄県西原町千原1)

An Opinion for Improvement of the Cool Tolerant Capacity in Rice

Shigetoshi SATO

College of Agriculture, University of the Ryukyus

Nishihara, Okinawa 901-01

昨年は稲作農家に取ってショッキングな1年であった。即ち、100~200年に1度起きるような大冷害があったし、5年後に米の一部自由化を行うことを決定した年でもあった。これ迄に米の凶作の年は多数あったが、作況指数は92前後であった。しかし、昨年東北・北海道を中心に受けた冷害は甚だしいものであり、全国平均の作況指数は約73と言う農林統計を取って以来の低い値であったことは記憶に新しい。農産物の量の増減により市場価格の変動することは当然なことであり、個々の農産物の量と価格の変化は1次式で表すことができる。しかし、その量が増減し過ぎると価格の暴騰・暴落を招くことになる。そのように価格が質的变化をするのは市場関係者によれば生産量が例年より20%増収或いは減収した時である。従って、作況指数が73と言う数字は消費者にとり如何に深刻なものであるか理解し得るであろう。低温はフィリピン島のピナツポ火山の噴火により飛散した粉塵に起因していることは気象学者の指摘するところである。このことから飛散した粉塵が無くなるまでの数年間は昨年経験したほどではないにしても異常気象になることが推測される。

北海道・東北北東部など寒冷地での稲作は冷害との戦いであった。地道な栽培技術の改良と品種の改良により収量は年々増加し、今や穀倉地帯となっている。また、冷害年と雖も戦前の

豊作年と変わらない生産量をあげるまでに至っている。筆者はイネの出穂期に関する遺伝研究、特に早生遺伝子の探索と同定を行っているものであり、耐冷性を直接研究したことは未だない。しかし、寒冷地で稲作ができるようになったのはそのような地域で栽培できるような早生品種を育成できたためであるし、イネの早生遺伝子そのものであるか或いは同遺伝子の近くにある遺伝子であるかは未だ明らかではないが、耐冷性に直接影響を与える遺伝子が見いだされているなど、出穂期遺伝子は耐冷性とは無関係ではなさそうである。食料の安定供給を念願する立場から、冷害を克服するために先輩達が如何なる努力をしてきたか、またこれから如何なる方向に研究すべきか、米の部分自由化に向けて今後取り組むべき課題について最近筆者らが得た未発表のデータ或いは現在手掛けている研究をも紹介しながら述べさせて戴く。

イネの播種日から出穂期までの生育期間と収量との間には密接な関係がある。ある一定の生育期間より短くなるに従い、収量は減じる傾向にある。それは一義的には生物生産量(バイオマス)が減少することによると考えられる。また、早生化に伴いイネの形態も異なってくる。筆者が単離同定した早生作用力の異なる2種類の遺伝子(*Ef-1*および*Ef-x*)を蓬莱米である台中65号へ1つ或いは2つ導入し、最大約20日

の生育期間の異なる系統を作り、早生化に伴う形態の変化を調べた。早生化に伴い稈長・穂長が短くなる。最上位節間の太さが細くなり、その結果1穂粒数が減少する。分けつ数は若干増加する傾向にあるが、1穂粒数の減少を補う程の増加ではないために減収してしまうものと思われる。而して、栽培可能期間が限定されている東北・北海道ではそれを如何に長くするかと言うことが多収性品種を栽培出来るか否かの鍵となる。栽培期間を大幅に延ばしたのが育苗法の改良である。かつては桜の開花を見て水苗代に播種をした。それはイネの最低発芽温度が桜の開花温度（約15℃以上）とほぼ一致しているからである。加温苗代により地方によっては雪融け前から育苗を開始できるようになるなど栽培期間を大幅に長くすることが出来るようになった。また、農家は作付け体系に合致した生育特性を持つ品種を選ぶことになるし、育種家もそのような品種を意識的に育成することになる。

一般的に異常低温気象時には曇天の日が続く。而して、冷害は気温の低下による直接的な害と、日照不足による被害とが複合して起こる被害なのである。そこで低温による影響と日照不足による影響に付いて分けて考えることとする。

イネは全生育期間を通して気温の影響を受ける。イネ品種には短日環境下で花芽分化をする感光性品種と日長には鈍感な非感光性或いは基本栄養生長性品種があるが、非感光性品種の播種から出穂期迄の生育日数はその間の平均気温と強い相関関係があり、気温が1℃上がる毎に約6日出穂が早まる。それは主稈葉数を減少する様式で早生化しているのではなく、葉の展開する速度（出葉速度）を早める様式で早生化させているのである。従って、冷害をもたらすほどの低温ではないにしても非感光性品種の場合には気温の低下に伴い晩生化してしまうことになる。感光性品種ならば基本栄養生長期間が終了した後、日長が短日条件に達しているならば花芽分化に向かう。もし基本栄養成長期間が短い感光性品種であるならば低温により基本栄養

成長期間の時間的長さが延びたとしても花芽分化に向かうのに適した日長に達するまでに同期間を終了しているならば出穂期は変わらない。それ故、低温が来ても出穂期が変わらない感光性品種の方が冷害を受け易い地域に取って有利であると考えられるが、実際にはそのようになっていない。即ち、東北中・南部地方の品種は基本栄養生長期間が比較的長い弱感光性品種であるが、低温障害が特に問題になる東北北部・北海道の品種は基本栄養生長性早生品種である。その理由を以下に述べることとする。感光性品種が短日と感じ花芽分化に向かう時の日長は品種の持つ感光性の程度により異なるが、薄暮を含めた日長が12時間44分から14時間30分の間にある。栽培期間の限定された北海道の稲作では出穂すべき期間にも限界がある。それはおよそ8月中旬である。幼穂形成期は出穂期の約30から35日前であるが、その時期の日長は感光性程度の低い感光性品種が短日と感じる日長（14時間30分）よりも遙かに長い。それ故、東北北部・北海道向けの感光性品種は育成できないのである。従って、今後とも基本栄養生長性早生品種を育成するの他に方法はない。

生育初期に受ける低温障害として、葉緑素の退化が挙げられる。特に幼苗期にはその感受性が高い。幼苗或いは初期の耐冷性については品種間差異がみられ、概してインド型品種は耐冷性が低く、日本型品種は高い。北海道グリーンバイオ研究所では薬培養時に突然変異の誘発されることに着目し、同法による突然変異育種を行っており、最近高度な初期耐冷性を示す遺伝資源を幾つか開発した。幼穂形成期以降に受ける低温の障害として代表的なものは種子不稔である。それは主として雄性器官の發育異常に起因している。イネの胚珠は1穎花当たり1つであるので、原則的には柱頭に1つの正常な花粉粒が受粉していれば授精する筈である。しかし、実際には種子稔性は極めて低くなる。受粉した花粉粒数が増すに従い種子稔性が高くなり、およそ20粒の花粉が受粉したとき正常な種子稔性

を示すことが報告されている。而して、低温による不稔障害は雄性器官が異常発育をすることにより20粒以下の正常花粉しか受粉しないことによる。柱頭上の花粉粒数が減少する原因として葯の不裂開が挙げられる。また、正常花粉の減少する原因として花粉に問題がある場合と花粉を取り巻く葯壁（特にタペート細胞）に問題がある場合とがある。

葯の不裂開性には細胞質と核内遺伝子が関係していることが考えられる。イネ細胞質雄性不稔性には植物体の遺伝子型により雄性不稔性が起こる造胞体型と花粉の遺伝子型により起こる配偶体型があるが、造胞体型雄性不稔細胞質の中には沖縄の1期作の気象環境下（気温もしくは日照要因）にて葯の不裂開を起こし易いものが多い。日本イネ品種を低温処理したとき葯の裂開性に差異がみられる。日本イネ品種内では細胞質に違いは無いと考えられることから、その差異は核内遺伝子によるものと考えられる。しかし、低温処理した場合奇形葯ができたり、花粉稔性の低下並びに花粉粒数の減少が見られるが、葯の不裂開はそれらとも関連する複雑な形質であり、裂開性を支配する遺伝子は未だ同定されていない。

花粉稔性が低下する原因として低温によるタペート細胞の異常肥大が挙げられる。タペート細胞は葯の最内層を形成しているものであり、花粉発育に必要な養分を同細胞を通して花粉へ供給している。タペート細胞は花粉発育初期迄は良く発達しているが、花粉の発育とともに正常な葯では退化する。それが異常発育し花粉を押しつぶしてしまい、結果として不稔花粉を多発させる。また、インド型品種Te-Tepのように低温処理しても葯の裂開は比較的良く、柱頭に多数の花粉が受粉していても種子稔性が著しく低下する場合もある。それは花粉自体が低温のために授精可能な配偶子まで発達し得ないために起きている現象であると思われる。

1葯当たりの花粉粒数は耐冷性と正の相関関係にあることが報告されているが、それは葯の

裂開性と関連している結果であると予想される。また、葯長と1葯当たりの花粉粒数とは正の相関関係にある。而して、葯長と耐冷性との間にも正の相関関係のあることが期待されるが、それを支持する結果が複数報告されている。例外的な品種が先に上げたTe-Tepである。即ち、同品種の長葯は長く、1葯当たりの花粉粒数も極めて多いが、耐冷性は低い。一方、佐竹・柴田（1992）は低温処理により人為的に冷害を発生させ、種子稔性と雄性器官の諸形質との関係を調べている。その結果によれば1) 1葯当たりの花粉粒数、2) 発達した花粉粒歩合、3) 受粉花粉粒歩合および4) 受粉した花粉粒に占める授精能力のある花粉粒歩合の4つの因子の積と種子稔性と相関関係にあると報告している。しかし、授精に直接影響を与える因子は第4であり、他の3因子は第4因子の説明変数であると筆者は解釈している。尚、Te-Tepの耐冷性の低い原因は彼らの得た式の第4因子が著しく低下することによると考えられる。また、葯の長さは第1因子と関連する形質であると考えられる。

以上のことから、穂孕期の耐冷性の強い品種を育成するには長い葯を持つ植物を選抜すれば良いことになる。同期間の耐冷性が特に重要となる地域は東北北部・北海道であることを加えると、早生・長葯品種の育成が重要となる。ところが筆者が北海道の在来品種より見出した早生遺伝子*Ef-1*を台中65号導入した系統(T65·ER-1)の葯長を調べたところ台中65号の葯長より著しく短かった(約14~16%の減少)。台中65号は比較的長い葯長を示す耐冷性の強い品種であるためにT65·ER-1の耐冷性はそれ程低くはないが、元来短い葯を持つ品種に導入した場合には著しく低下すると予想される。従って、*Ef-1*は好ましくない早生遺伝子ということになるが、同遺伝子の分布状況に付いて見てみると、日本の在来イネ品種に広く分布していることは既に報告されている。交配により育成された改良品種における分布を推測するために交

配父母本として頻繁に使われた5品種について調べたところ、いずれの品種も*Ef-1*遺伝子は共通して持つことが明らかとなった。従って、日本の改良品種にも広く分布していると言えよう。即ち、*Ef-1*は日本イネ品種を育成するための基本的な早生遺伝子となっていると推測される。イネの耐寒性を飛躍的に高めるためには葯の長い*Ef-1*遺伝子系統を育成すること並びに*Ef-1*と同様の早生作用を示し、しかも葯長に影響を与えない遺伝子を探すことが重要となる。

T65・ER-1は台中65号の持つ劣性の晩生遺伝子*Ef-1*を優勢の早生対立遺伝子*Ef-1*と置換した系統であるが、厳密には*Ef-1*遺伝子のみが置換されているわけではなく、*Ef-1*とその近くにある未知の遺伝子を含むDNAブロックが置き換わっていると考えられる。それ故、T65・ER-1の葯長が短くなった原因として、1) *Ef-1*そのものが出穂期を早めるとともに葯長を短くしている(多面発現)、2) *Ef-1*遺伝子とともに置換された他の遺伝子が葯長を短くしている(強い連鎖)の2つの場合が考えられる。前者ならば長葯*Ef-1*遺伝子源は開発できないし、後者ならば開発できる。

*Ef-1*遺伝子のcDNAがクローニングされていないために多面発現、強い連鎖のいずれであるかを明らかにするには2形質間での連鎖分析をする外に方法はない。早生、短葯形質は優性形質なので(T65・ER-1 x 台中65号) x 台中65号の戻し交雑植物を用いて実験している。ではどの程度の精度で実験をすれば良いかと言うのが次の課題となる。イネで報告されている最小の組換え価は0.3%であるから少なくともそのレベルで検討しなければならないことは判るが、その値が隣合った遺伝子間の最小の組換え価であるとは断定できない。そこで遺伝子内の組換え価は 10^{-4} 代であるを鑑み、隣接する遺伝子間での最小の組換え価は0.1%であるとの仮説をたて、実験を続けている。そのためには約5,000の戻し交雑F₁植物を調査しなければならない。既に延べ3,000余の個体を調査したが、未だ明か

な組換え個体は得られてはいない。この結果は2遺伝子間の強い連鎖を仮定した場合の最大値は約0.2%であることを示すものである。このように早生・長葯或いは晩生・短葯型組換え植物の分離はなかったが、奇妙な植物が得られた。それは台中65号とT65・ER-1の葯長の中間型を示す早生および晩生個体である。中間型植物が分離する原因として2つの仮説がたてられる。第1の仮説は*Ef-1*と強く連鎖している葯長を支配する遺伝子は単一ではなく複数の遺伝子からなり、それらが遺伝子クラスターをなしている。個々の遺伝子の葯長に及ぼす作用は相加的であり、交叉がクラスター内で起きた。第2の仮説は*Ef-1*の遺伝子は出穂期に関与する部分と葯長を支配する部分からなり一部モザイク状に散在しており、交叉がモザイク部位で起きた。第1の仮説が正しいならば早生・長葯植物は得られることになるし、第2の仮説では得られない。因みに、長崎で原爆に被曝したイネ並びに複数の品種にガンマー線を照射して得た17の相互転座系統(染色体の構造変化を起こした)より早生遺伝子を見だし、それぞれ台中65号へ導入した。早生遺伝子の同定実験の結果は総て*Ef-1*座の遺伝子であることを示すものであったが、葯長に付いて大きな変異がみられT65・ER-1と台中65号の中間型のものがあつた。

葯長は温度により変化する。花粉退化を起こすほどの低温ではない温度条件でも気温が低い場合には短くなる。如何なる時期の気温が葯長に影響を与えているのか概観したところ、台中65号では出穂約16~18日前の気温と日照時間の変化と葯長の変化に共通性がみられた。T65・ER-1ではそれより2日前の気象変化と同調した。この結果は同早生系統の生殖生長期間は台中65号のそれよりも2日短くなっていることを示すものである。即ち、生殖生長期間が短くなる結果として早生系統の葯長が短くなるものと推測される。また、低温により花粉退化の起き易い時期は減数分裂期前後であるが、葯長に影響を与えるのはそれより前であると考えて良さ

そうである。

*Ef-1*遺伝子の多面作用により葯が短くなるか否かについて未だ決着はついていないが、上述した如くに、ある程度葯長を長くし得る *Ef-1* 遺伝子を開発できることが判った。一方、葯長を短くさせない早生遺伝子を探索することも重要である。そのような目的から日本イネ品種のみならず外国イネ品種をも用いて新早生遺伝子の探索と同定を行っている。台中65号より晩生の外国品種が殆どであるが、意外と台中65号の持つ早生遺伝子とは異なる座位の早生遺伝子を持っている場合が多い。また、沖縄において1期作に栽培しても出穂期は11月末と言う極めて感光性の強い品種であっても基本栄養生長期間は必ずしも長いとは限らず、早生遺伝子が見出し得る。出穂期遺伝子の作用は一樣ではなく遺伝子間での相互作用も一樣ではないために出穂期の遺伝解析は必ずしも容易ではない。それ故筆者らは個々の早生遺伝子を台中65号へ導入した後、遺伝解析を行っている。フィリピンにある国際イネ研究所 (IRRI) で育成された品種の出穂期には変異がみられるが、それらの品種は台中65号の有している早生遺伝子とは異なる座を占める早生遺伝子を1つ持っている。緑の革命で有名になった品種IR8の持っている早生遺伝子は *Ef-1* であることが判明したことから、IRRI で育成した品種は悉く短い葯を持つことから他の品種も *Ef-1* 遺伝子を持っているものと予想している。また、3種のタイの陸稲品種、1つのアメリカの品種からも早生遺伝子を導入したがそれらも *Ef-1* 座の遺伝子であった。これらの結果は *Ef-1* 遺伝子は日本イネ品種のみならず外国の晩生イネ品種にも広く分布していることを伺わせるものである。次に、目下育成中の系統に付いて調査したところ、1つの強感光性のタイ浮きイネ品種、日本の3品種に由来する早生遺伝子を持つ系統の中に台中65号の葯長とほぼ同じ長さの葯長を示すものがあった。それらの系統の持つ早生遺伝子相互の関係はおろか既に同定されている早生遺伝子との関係は未だ不明で

あるが、いずれも *Ef-1* と同等の早生化作用を示す遺伝子であることから、*Ef-1* 遺伝子に代わり得る長葯・早生遺伝子源は見いだされたと考えて良い。しかし、このことが直ちに寒冷地イネ品種の耐冷性を飛躍的に増大するとは限らない。それは既に育成された寒冷地用品種がそれらの遺伝子を保有していることもあり得るからである。特にそれら早生遺伝子の提供親となった日本イネ3品種の内、2品種は交配育種を開始以来頻繁に育種母材として用いられてきた品種農林もち4号及び朝日であり、1つは耐冷性の強い早生品種と目されてきた染分であるために、それら3品種に由来する長葯・早生遺伝子を寒冷地用品種が有している可能性は高い。少なくとも言えることは目下育成している遺伝子源を利用することにより東北中部以南のイネ品種の耐冷性を増大することはできることである。その理由は東北中南部の品種の殆どは早生遺伝子 *Ef-1* もしくはそれと同等の早生作用を示す1つの早生遺伝子を持つものであり、関東以南の品種の場合には更に1つの早生遺伝子を持っているに過ぎないからであり、目下育成中の系統が持つ早生遺伝子と既に同定した早生遺伝子 *Ef-x* を組み合わせることにより東北中部以南の品種の持つ基本栄養成長期間と同等の期間を付与できることが予測できるからである。

葯を長くする遺伝子も有用となる。そのような遺伝子として半矮性遺伝子 d_{1s}^b が報告されており、同遺伝子は耐冷性を高めていることも実験的に確かめられている。また、同遺伝子座の外の突然変異遺伝子 d_{1s}^b の場合は植物体を極めて小さくするが、 d_{1s}^b と同様に葯を長くする。矮性になる原因は既に調べられている： d_{1s}^b 座の遺伝子は1型ジベレリン (GA1) の合成に直接関係する遺伝子であり、 d_{1s}^b の場合はGA1の合成を途中で完全にブロックしてしまうが、 d_{1s}^b は少量のジベレリンを合成できるリーク型である。 d_{1s}^b は d_{1s}^b に対して優性遺伝子として作用する。従って、GA1の前駆物質が植物体内に多数存在していると推測されるが、その前駆

物質が葯を長くしているのかもしれない。

低温により基本栄養成長期間が長くなることは既に記したか、日照時間が短くなると生育が遅延してしまい、その結果出穂期が遅れてしまう。先に述べたように冷害の時は単に気温が低くなるばかりではなく、曇天の日が続き、そのために日照不足になる。従って、冷害の時はこれら2つの気象要因が加算されて生育遅延を起こることとなる。例え耐冷性の強い品種の育成に努めても自ずと限界があるため、冷害時の生育遅延に対処するには早生品種を育成する必要がある。詳述したように*Ef-1*遺伝子は葯長を短くする可能性が高いために*Ef-1*の利用は耐冷性向上の面から問題となるが、*Ef-1*座の遺伝子で早生作用の際だった対立遺伝子が最近同定された。葯長に影響を与えない早生遺伝子が多数見つかるまでの手段として対立極早生遺伝子の利用が考えられる。

日照不足によりイネの受ける影響として徒長現象がある。そのために植物体は軟弱となり、罹病し易くなる。大正から昭和の初期に掛けて北海道の育種家が注目したのは冷害による不稔粒の発生もさることながら、いもち病の被害である。当時栽培されていた品種は稈の長い品種であったために罹病したイネは悉く倒伏し、収穫は皆無に等しかったからである。それ故、いもち病の被害を受けても倒伏しないように、稈の短い品種を選抜するようになった。これはイネを問わず短稈品種を意識的に選抜し始めた最初の事例であろう。このことがイネ育種を意外な方向に向わせる契機となった。稈長が若干短くなった品種を育成したところ収量に差はないか、若干減収するかのいずれかであったが、更に短い品種を育成したところ増収するようになった。短稈にすれば多収に向かうことが広く認識されるようになり、日本各地で短稈品種が育成されるようになった。短稈にすると収量が増加するメカニズムは田中明氏の一連の研究により究明された。即ち、稈を短くすると垂れ下がっていた葉身が立つようになり、ために相互遮蔽

を起こさなくなり、結果として受光態勢が良くなるためであるとの草型理論を提唱した。その理論に基づき交配親と選抜方法を決定し、育成したのが質的な矮性遺伝子 ($d_1 = sd-1$) を利用した短稈多収インド型イネ品種IR8である。その後東南アジアでの灌漑水田用品種の育成も草型理論に基づいて育成されているし、コムギにおいても同理論に基づき多収性品種が育種されるに及び『緑の革命』をもたらしたことは記憶に新しい。

自主流通米制度が認可されて以来米を商品と見る傾向が農民に広がりつつあり、市場価格の高い良食味の品種を栽培するようになった。用途に応じた高品質の品種を育成することはこれから更に重要な課題となるであろうが、収量を高めることも重要であることには変わりはない。更に収量を高めるには今後何をどのように改良したら良いのであろうか。本稿に掲げたテーマから逸脱しつつあるが、上述したように多収性育種は冷害を克服するための1つの試みから出発していることの紹介に底を借りることにして、最近の筆者らの研究を紹介しながら若干触れることとする。

茎葉では光合成を行い、そこで合成された同化産物は糊に澱粉として貯蔵される。同化産物の合成能力(ソースサイズ)に較べ澱粉の収容能力(シンクサイズ)が小さいと光合成は低下するし、それが極端になると腋芽が発達し彥げがでる。その逆ならば未熟種子或いはしいなを多く発生するか不稔となる。在来品種における両者のバランスを見た場合、シンクサイズの方が大きかった。短稈品種の育成によりソースサイズが拡大し、ソースサイズの方がシンクサイズより大きくなった。従って、収量を高めるための当面の課題はシンクサイズを拡大することにある。シンクサイズを拡大する方法として1穂粒数を増加する方法と粒の大きさを大きくする方法とが考えられる。そこで、長稈品種である台中65号へIR8の持つ矮性遺伝子を導入する一方自然突然変異により出現した超穂重型品

種風蓮坊主の持つ穂重型にさせる遺伝子を別途台中65号へ導入し、更に両形質を併せ持つ系統をも育成した。超穂重形質のみを導入した系統の1穂粒数は約200粒余と台中65号に較べ大幅に増加した(約35~70%の増加)。その外の形態変化として最上位節間が太くなったこと稈長が伸びたことが挙げられる。このように稈長が伸びたことと1穂粒数が著しく増大したために悉く倒伏した。矮性遺伝子を併せ持つ系統は矮性遺伝子のみを持つ系統より長い稈長を示したが台中65号よりかなり短く倒伏する事もない。このことから1穂粒数を増大することにより収量を更に高めること可能であると言える。しかし、1,000粒重が若干減少していた。これはシンクサイズが若干ソースサイズより上回ったことを示すものであろう。このことは登熟時期の気象が悪ければ登熟不良になる危険性のあることを示唆するものである。それを改良するには光合成能力を高めることとシンクサイズを若干小さくすることが考えられる。光合成能力を高めるための遺伝資源を目下探索しているところである。また、最上位節間の太さと1穂粒数との間に正の相関があるものと推測し、稈の太さに基づいてシンクサイズを拡大する遺伝資源の探索と台中65号への導入を図っている。

次に粒の大きさを大きくする方法によるシンクサイズの拡大について考えることにする。粒の大きさは原則として穎花の大きさで決まる。各国で栽培されている品種の粒形は丸いものから細長いものまでさまざまあるし、粒の大きさにも変異が見られる。日本イネ品種の殆どは約22~18gの1,000粒重を示す中粒である。東南アジアで栽培されている陸稲品種の多くは大粒種であり、1,000粒重は約40gである。イタリアで栽培されている大粒種とタイ陸稲品種との交配から約60gを示す超大粒系統が育成された。従って、粒を大きくすることによりシンクサイズを約3倍まで拡大できることが一応考えられる。しかし、実際には旨く行かない。超大粒系統の粒重が60gにできるのは1穂の穎花を約半

数になるように剪定したときであり、無処理の場合には未登熟種子となった。これはたまたま育成された超大粒系統のシンクサイズがソースサイズより大きくなっていったことによるとも考えられるが、大粒品種であっても沖縄で栽培した場合に登熟不良を起こすことが多いことを考慮すると、粒を大きくする方法によるシンクサイズの拡大にも限界があると推測される。少なくとも約30gまで大きくしても登熟歩合はそれほど低くはならなかったことから、そのような系統を育成すべく突然変異で生じた大粒遺伝子を台中65号へ導入しているところである。

イネが病気に対し示す抵抗性として特定の菌のレースに対して特異的に抵抗性を示す真性抵抗性と全てのレースに抵抗性を示すが抵抗性の程度は完全ではない圃場抵抗性に分けられる。前者は質的遺伝子により支配され、後者は微動遺伝子により支配されている。いもち病について触れると、いもち病菌は生きた細胞にのみ侵入し菌糸を伸長する。侵入後速やかに細胞が死亡するとそれ以上菌糸を伸長し得なくなる。いもち菌に対するイネの真性抵抗性は菌糸の侵入後直ちに死ぬ所謂過敏感反応により抵抗性である。これは日照不足によりイネ植物が軟弱になったとしても発現する。一方、圃場抵抗性のメカニズムについては明確ではないが、植物組織の物理的な性質により菌の侵入を阻止する様式で示す抵抗性であると考えられる。台中65号は真性抵抗性遺伝子を有していないが、沖縄・台湾で栽培した場合いもち病は重大な病気とはならない。それは台中65号は圃場抵抗性があるからであると推測される。しかし、日照不足になりがちな3~4月には感染を見るし、梅雨時期に長期に亘り曇天の日が続いた場合甚だしい被害を被ることが多い。昨年宮城県を中心にいもち病による大被害を受けたが、それは栽培されていた品種に感染性を示すレースがいもち菌の大勢を占めていたことと、曇天の日が続いたために軟弱なイネとなり、ために普段示していた圃場抵抗性が発揮されなかったことによると推測

される。新品種を導入する場合には当然病気に強いものを選ぶ筈である。栽培品種に対して感染性を示すレースが大勢を占めるようになった原因は長年に亘り同一品種を栽培し続けたことにある。品種を切り替える場合には現在優勢を極めているレースに対して真性抵抗性を示す品種を導入するのが普通である。抵抗性品種の導入によりそれに感染できないメジャーであったレースの集団の大きさは急速に小さくなり、導入品種に感染性を持つマイナーであったレースのそれは徐々に大きくなる。即ち、真性抵抗性品種を栽培することによりレースの交替が起き、長年栽培すると感染性のあるレースに置き変わってしまう。病気に対し永遠に抵抗性を示す真性抵抗製品種は育成し得ないことから、菌相を変えることなく全てのレースに対し抵抗性を示す圃場抵抗性品種の育成が提唱されているが、冷害時の被害を考えると圃場抵抗性にのみ頼ることは危険であると言わざるを得ない。而して、基本的には今後とも両抵抗性を利用した育種法とならざるを得ないと考えている。しかし、若干工夫をすれば大被害を受けないような品種は作り得る。まず圃場抵抗性品種の強い基本品種をまず育成し、次に基本品種へ考え得る真性抵抗性遺伝子のそれぞれを導入した品種群を作る。栽培に当たってはレースの優先度に応じて品種群から特定のものを選ぶ、あるいは菌相とは無関係に各品種を混合した所謂マルチライン品種を栽培する方法である。レースが交替する迄の期間についての報告はないが、品種を変える大きな理由1つが耐病性の変化である。それ故品種を栽培し続ける期間を見ればレースが交替するまでの期間がおおまかに類推できる。それは年1作をする地域では約8~10年で品種が変わっていた。従って、そのような地域では少なくとも10年でレースの交替が起こるものと推測される。しかし、年2作をする沖縄ではその期間が短く筆者の観察したところでは約3年であった。東南アジアでも沖縄と同様の短い期間で交替が起こることが推測される。僅か3年では交配に

より新品種を育成できないことから、東南アジアにおける耐病性育種としてマルチライン品種の育成が重要になると推測される。

昨年稲作農家を襲ったのは冷害だけではなく、5年後に米の一部自由化することが決定された。一部自由化の次に来るのは米の輸入枠の拡大であろう。恒常的に安価な米が輸入されるのであるから一過性の冷害による被害よりも稲作農家に打撃を与えることには間違いはなく、農民が米の自由化に反対運動を起こすことは頷ける。しかし、反対運動をしていればそれでことが解決するというものではない。米価を下げる努力をしなければならない。それには労働生産性を高める他に道はない。そのためには収量性を高める方法と栽培規模を拡大する方法がある。米の主な輸出国であるタイでの米価は日本の米価の約1/10であるし、アメリカでの米価は1/5である。その価格差を収量性の向上のみで購うことは不可能である。従って、栽培規模の拡大を図らなければならない。栽培規模の拡大にともない栽培・管理の作業効率を高める必要が出てくる。稲作で労力の掛かる作業は水田の耕起と代掻き、育苗と田植え並びに収穫調整作業であるが、耕起、代掻き及び収穫作業の効率を高めるには作業機械を大型化する他に方法はない。育苗と田植えについても田植え機の大型化により作業効率を高めることができる。一方、アメリカや東南アジアで行われているような直播栽培は極めて有効な方法であり、一部試行されている。その詳細は筆者の知るところではないが、必ずしも芳しい結果ではなかった。では何故にアメリカでは成功し、日本では失敗するのであろうかと言う疑問が出てくる。概して短稈穂数型品種を直播すると地上部の安定は悪く、弱い風であっても揺れるし、登熟が進むにつれて根際から倒伏(ルートロジング)し易い。直播栽培の試行においても多分にルートロジングが多発したり、その結果として評価されなかったものと推測される。このことは日本の品種は田植えと言う栽培法に適する品種であり、

それらは必ずしも直播栽培にも適するものではないことを示すものである。従って、ルートロジングに耐性を示す直播用品種を別途育成する必要がある。ルートロジングには根の生長と分布が関係するであろうから、根の遺伝研究は重要となる。しかし、根の研究には多大の労力が掛かるために根を直接研究することは極めて困難である。それで筆者らは根圏とルートロジングの強い品種が示す特定の地上部との間に相関があるとの仮説をまず立て、取り敢えず根圏と相関のありそうな地上部の形質について研究している。ルートロジングの強いアメリカ品種の稈は日本品種に較べ概して太く長く、分けつ数も少ない。稈を太くすると稈長が伸びることは既に述べた。また、稈長が長くなると分けつ数は減少する傾向にあることから、稈が太くなった結果として副次的に稈長が長くなり、分けつ数が減少していると考えられる。即ち、2品種群の間で異なる形質は稈の太さであり、それがルートロジングに関連する形質であると予測するに到った。そのことを証明するために稈の太さを太くする遺伝子並びに細くする遺伝子を探索し、台中65号へ導入しているところである。

寒冷地で直播栽培をするならば栽培期間が短くなるために収量は減少することになる。それを容認したとしても寒冷地向けの直播栽培用品種を育成するに当たり、現在栽培されている品種にルートロジング耐性を付与したからと言って同地域に適した品種とはならない。栽培期間が短くなるために早生遺伝子を同時に付与しなければならない。このように早生遺伝子の探索し得るか否かが寒冷地向けの直播品種を育成し得るか否かを決定する。更に、栽培期間を伸ばし収量を増加し得る品種を育成するために低温発芽性遺伝子を探索する必要がある。

最後に臨み、南方資源研究会に寄稿するの機会を賜り、関係各位に心からお礼申し上げる次第である。拙著が会員各位のご研究にお役に立つものか否か判りませんが、筆者に取りましては少なくともこれまで漫然と考えつ興味とアイ

デアの赴くままに手掛けてきている研究の相互関係を纏める良い機会となった。