

中日共同による耐冷耐病良質多収水稻新品種の育成

蔣 志 農 その他

摘 要

雲南省のイネ作付面積は107万 ha で1984～1986年の水稻単収は ha 当り4.4 t であった。雲南の気象条件と品種は垂直に変化している。本プロジェクトでは標高1500～2000m範囲の水稻生産地帯（粳稻の主要生産地帯）に適した品種を育成することを目標にしている。標高1500～1800m地帯は籼粳交叉栽培地帯であるが60年代からは主に品質が比較的良好な穂数型粳稻品種を栽培するようになった。この地帯の水稻生産上の主要な問題はいもち病による被害である。標高1800～2000 m地帯は高原粳稻生産地帯である。水稻品種は穂重型或は中間型が多いが冷害といもち病が生産を制御する主要な要因である。その他に品種の多収性と品質の向上も当面の課題の一つである。以上の両地帯は気象条件とそれぞれ応じた育種目標が異なるため、昆明と宜良両地で実験を行った。耐冷、良質、多収を共通の目標にしながら、中北部では耐冷性をそして中部では耐肥性と多収性を最も重要視した。中日品種の種々の種類を参考にしたうえで中間型を多収育種の収量構成モデルに設定した。品種育成に当っては形質検定を行った品種を交雑親として利用した。そして、交雑世代についても形質検定を行いながら選抜する方法を取り、選抜の効果を高めようとした。現在一部系統は基本的に現段階の育種目標に到達している。本文では強度耐冷性、耐病性遺伝資源の利用及び耐冷、耐病、良質、多収等の遺伝子収集などについても言及する。

中日両国政府の協定により中国雲南省農業科学院と日本熱帯農業研究センターが中心になって“遺伝資源利用による水稻耐冷耐病多収性品種の育成に関する中日共同研究”を実施することになった。

本研究は1983年から始まり以来現在一部系統は F₉代までなっている。一部育成系統は1986年から地域適応性試験と生産性試験段階にはいった。

雲南水稻生産状況

雲南省の水稻栽培面積は1949年に85.93万 ha で、1986年には104.93万 ha であったが1984年の栽培面積は113万 ha で史上最多であった。単収も史上最高水準に達して年収量が500万 t を突破した（表 1：雲南省南における稲栽培面積単収と収量）。

単収から見ると1949年の267kg/10a から1986年の419kg/10a まで伸びて37年間に57%増収しその年間伸び率は1.5%である（図 1：雲南における年米生産量の推移）。全省の平均単収水準が低いのは地域間差が大きいためである。その例として1984年収量が最も高かった玉沃地区では5.87

万 ha の平均単収が7.17 t, その次に昆明地区でも7.33万 ha で ha 当り単収が6.55 t に達しているに対し、雲南南部の文山、思茅、版纳、臨泡等地区の40.5万 ha(そのうち13.6万 ha は陸稲であった)の単収は ha 当りわずか2.97 t であった。

雲南は気象条件が複雑である。水稲生産地帯の標高差もかなり大きい。標高が100m以下の河口県から標高2650mの寧蒗県永寧区までの地域でイネを栽培している。標高1500m以下地域では籼稲を栽培しているが1500m以上の地域では粳稲が中心になっている。イネ栽培面積の70%を占めている粳稲は主に雲南中部地域と中北部地域に分布している。標高1500~1800m地帯は籼粳交叉栽培区であるが⁽²⁾60年代から徐々に多穂多収性粳稲品種を栽培するようになった。この地域では西南175、楚粳系統、京国9-2、雲玉1号等の品種が中心になっている。この地域の稲作で一番問題になっているのはいもち病である。標高1800~2000m地域は高原粳稲区で水稲品種は雲粳136、8126及び雲粳9号等穂重型と中間型品種が多い(表2:1500~2000m地域の主要稲品種の成績)。この地域の一番大きい問題は冷害で、その次はいもち病である。その他に現在栽培されている主要品種の多収性、品質などの改良も要請されている。

以上両地域のイネ栽培面積は雲南イネ栽培面積の44%を占めており収量は54%を占めている。したがって中日共同育種研究ではこの両地域に適する品種を育成することを目的の一つにしている。

育種目標の確立

本研究では昆明にある雲南農業科学院圃場(標高1916m)を標高1800~2000m水稲生産地域の育種実験地に、そして宜良(標高1550m)を標高1500~1800水稲生産地域の育種実験地に定めた。昆明の育種目標は“耐冷、耐病、良質、多収”で育成品種は耐冷性でR級、いもち病抵抗性がMR以上、品質が3~5級。潜在収量能力が9.75 t という具体的な目標が設定されている。宜良の育種目標は“多収、耐病、良質”であるが具体的には収量能力が ha 当り11.25 t で耐病性と品質が中上の品種を育成することを目標にしている。このほか耐倒伏性と脱粒性が良いということも目標の一部である。

(1) 耐冷性：雲南省は低緯度、高標高という地理的特徴があり、発生する冷害は中国の東北地方と日本の北部地方とは異なり障害型冷害による被害は大きいが遅延型冷害の発生はまれである。昆明地区を代表として冷害による被害が大きい吉林省の懷徳県と日本の札幌とを比較して見ると昆明地区は水稲出穂開花期の湿度が懷徳と札幌に比べてそれぞれ2℃と4℃低く、日照時間もそれぞれ2.4と0.4時間少ない。しかし8月の降雨量はそれぞれ60mmと72mm多い。出穂期の低温、多雨と低日照が生産を抑制している要因で、冷害年にはもちろん大きく減収し、平年気象下でも不稔率がかなり高く稔実不良である。“雲南天気災害史料”によると1455年には“4~7月の長雨のせいで収穫皆無になり”1644年には“風と雨によって水稲は収穫皆無になり、大飢饉が発生し”1893年には“イネの出穂期に冷たい北風が出現して穂実率が低くなったため減収した”と言う⁽³⁾

昆明地区ではここ20年間で1965、1971、1974年と1986年に大きな冷害にみまわれ単収が前年よ

りそれぞれ55.1%, 13.5%, 62.4%, 22.4%減収した。雲南省の47万 ha に達する面積でしばしば程度は異なるものの冷害が発生している。したがって耐冷性の強い品種を育成することは当面の重要な課題である。

(2) いもち病抵抗性：いもち病は雲南の水稲生産にとって被害が一番大きい病害である。水稲の単収水準が高い滇中地区で特にその被害が大きい。表2に示した主要10品種のうち、8126、雲粳136両品種の抵抗性がMRと推定されたがほかの8品種の抵抗性は全てM-Sと推定された。西南175は長年にわたって栽培されたため抵抗性が弱くなって栽培面積もこの2年間で50%も減少した。楚粳3号、5号はこの数年間作付面積が急速に増えているが、これらの品種もいもち病抵抗性が弱いのが問題である。滇榆一号と晋紅一号はいもち病抵抗性が崩れたために作付面積が急速に減っている。中日共同研究のいもち病サブグループの研究によって、雲南の粳稻には $Pi-k$ 、 $Pi-a$ 及び $Pi-i$ 抵抗性遺伝子を持つ品種が多いと推定された。これらの遺伝子を持つ品種は昆明、宜良両地域で罹病している⁽⁴⁾。

いもち病菌のk, a, iに対する感染率はそれぞれ95.2, 85.7, 81.7%である。これらの知見からいもち病抵抗性品種を育成する場合、圃場抵抗性の強い品種を親として利用する他に、日本品種がもっている $Pi-z$ 、 $Pi-z'$ 、 $Pi-ta^2$ 、 $Pi-b$ などの抵抗性遺伝子と雲南陸稻がもっている高抵抗性遺伝子を生産品種に導入するのも重要な課題である。

(3) 品質：品質の問題は最初育種目標として設定しなかった。1983年雲南米の品質と日本米の品質を比較した際、雲南高原で生産された米の品質は日本品種に比べると大きな差があることに気がついた。これにくわえ、ここ数年来昆明市民の品質に対する期待が強いため、米の品質改良問題はこれ以上無視ができなくなった。品質問題は非常に複雑な問題であるので本研究では米の外観品質と食味を中心にしてこの二つの品質を中上級(3~5級)に改良することを目的とした。

(4) 多収性：人類がイネを栽培し始めて以来水稲の潜在収量能力に対する改良は今まで引き続いて行われてきた。耐冷性育種、耐病性育種、品質育種のいずれにしても最終的には収量能力を共通の目標としている。上にも述べたように標高1500~1800地帯の品種は穂数型が多数で、標高1800~2000地帯の品種は穂重型或いは中間型が多い。1983年に昆明と宜良で行われた中日品種の収量検定によると、雲南の穂重型品種と日本の穂数型品種両方とも多収能力を持っているが、収量を一層向上させるためには昆明に穂重型品種は短稈化、分けつ能力の向上、稔実率の改善などが必要で、宜良品種は穂当り粒数、稈の強度などの改良が要求されている。蔣志農らは1980~1981年に品種類型の異なる粳稻18品種について収量と収量構成要素との相関分析を行った結果、収量の飛躍的向上を目的にする場合、穂数型を中心にして適度に穂当り粒数と粒重を増加させるのが望ましいという結論を得た⁽⁵⁾。程侃声らは雲南粳稻の草型について研究を行った結果により、必要な穂数を確保したうえで一穂粒数を増加させる必要性について報告した⁽⁶⁾。本研究では草型にすぐれた日本の穂数型品種と草型のあまりよくない昆明の穂重型品種がもっている特徴を十分に利用するために多収性品種の育成として中間型を中心にした収量構成モデルを選定した。具体的な育種目標として稈長は90~100cm、穂当り100粒、稔実歩合は80%程度、千粒重は24~27g、60~75

株/m²の密度条件で株当り穂数を7～10に設定した。昆明、宜良両地域ともこのモデルを採用したが、宜良地域の稔実率を昆明地域より10%高く設定した。

有望系統の選抜

本研究ではこれまで795組の交雑を行った。交雑後代は毎年海南島で世代促進繁殖した。昆明、宜良両地で毎年大多数の組合せが淘汰され、選抜された系統は供試数の十分の一弱であった（表3：育種材料の選抜）。

毎年育種材料について耐冷性、耐病性、品質、多収性等の検定を行いながら選抜を行ったので選抜効果は信頼できると思われる。低温度条件下の耐冷性検定は、生産力試験と地域適応性試験に供試する系統に限って行った。系統の耐冷性は穂が止葉の葉鞘から出る程度と稔実率によって判断した。苗いもち病抵抗性検定は個体選抜から開始し、毎年全部の系統について検定を行った。生産力試験及び以上各段階の実験に供試した系統は同時に穂いもち抵抗性検定も行った。品質の検定に関しては選抜個体、系統について1個体ずつ外観品質検定を行った。生産力試験に供試した系統は玄米歩合、搗精歩合、食味などの内容を加えて品質検定を行った。選抜時には育種目標によって総合的に選定した。連続2、3代検定選抜を行った後育種材料は耐冷、耐病、品質、多収性等の面で大きく改良された。

昆明で一期に育成された9系統については1986年から雲南、貴州、四川の3省で地域適応性試験を行っている。他の3系統についても1987年から以上の3省で地域適応性試験を行っている。宜良で育成された系統については生産力試験を行っている段階だが、これらの系統についても1988年から地域適応性試験を行う見込である。これら育成系統に関する1986年の実験結果を表4、5、6に示した。〈表4 系統の主要形質（各試験地の平均）、表5 各試験地における系統の収量、表6 宜良における生産性、1986年。〉

地域適応性試験地間の標高差が大きいことに加え1986年には大きな冷害に見まわれたため、系統の各試験地における発現程度は一致していない。各試験地に平均収量から見ると多数の系統では対照より増収した。そのうち雲粳136より10%以上増収した系統は合系2号、雲粳九号より10%以上増収した系統は合系1、2、5、7、9号の5系統であった。合系2号は標高が低い試験地と高い試験地上も多収性と安定性を示し、12試験地における平均収量が一番高かった。合系2号は草型、分けつ、耐冷性、耐病性、品質などの面ですぐれているが、欠点は草丈が低い（80cm）ことである（雲南の農家はわら収量も重要視しているため）。合系5号は標高が低い保山、澄江、陸良の3試験地での収量が一番高い。その収量は在来主要品種の京国9-2、楚粳3号、8126よりそれぞれ17、34、36%増収した。合系5号は耐病性にも実用上問題がないと思われるうえ品質に対する評価もかなり高い。他の系統も種々の優劣点をもっているが、これらの系統の平年時における発現程度について検討していきたい。

宜良で行った実験結果から見ると、供試した7系統の収量は西南175、楚粳3号より各々28～57%と21～48%増収した。いもち病抵抗性も比較的強いと評価されている。品質は対照品種

とほぼ同じである。CR5-6-10-1以外は倒伏しなかった。ただし、一年のみの試験結果によってこれらの系統について最終的に評価するのは困難である。

討 論

新しい水稻品種を育成するのは長い時間を必要とする骨が折れる仕事である。雲南高原に適した耐冷、耐病、良質、多収品種を育成するのは特に苦難にみちている。5年にわたって行った共同研究によって育成された一部系統は最初に設定した育種目標に達したが、耐冷、耐病、良質多収新品種を育成して生産に普及するにはまた3~5年の時間はかかるであろう。しかも、遺伝資源利用面での種々の問題も解決しなければならない現状である。

日本品種の耐冷性は一般に雲南品種に及ばなかった。雲南には耐冷性の強い品種が多数あったが、これらの品種は長稈で草型、分けつ能力、いもち病抵抗性等に問題があるため、利用の面ではまだ改良すべき点が多い。耐冷性の強い麗江新団黒穀、昆明小白穀等の雲南品種と日本品種を交配した組合せには草型と稔実歩合の優れた個体がきわめて少なかった。選抜系統の耐冷性も雲南品種に及ばなかった。現在耐冷性が強い系統は比較的少ない。今後耐冷性が強い交雑組合せを増加する一方、初期世代集団を、標高が昆明より300m位高い地帯で養成して選抜する必要がある。これと同時に耐冷性の強い中間親を選抜し、以後の耐冷性育種の基礎としておく必要がある。

雲南陸稲のいもち病抵抗性遺伝子利用に関しては、1983年から魔王穀物、勐旺穀、毫乃煥等の品種を利用して数多くの組合せを行った。陸稲を片親にした組合せでは草型がよくないのが問題で、特に止葉の角度が大きかった。交雑後代には草型にすぐれた耐病性個体がきわめて少なかった。草型及び耐病性にすぐれた系統は耐冷性が弱い欠点があった。以上の結果から耐病性の強い優良中間母本を育成する必要性を痛感した。現在一部いもち病抵抗性中間親が育成されており、これらの系統について全面的に検定を行ったうえで今後育種材料として利用したい。

雲南における多収育種にとって次の二つの問題がこれからの研究課題になるとと思われる。

① 雲南の中北部地域は田植が終わってからすぐ雨季に入り、気温が低いため初期生長量が少ないのが問題である。これらの地域では必要な生長量を確保することが非常に重要である。この問題を解決するには、低温で生長量の大きい品種を親として利用するしかない。初歩的な研究によると中日品種のなかに低温で生長量が大きい品種がある(稈稈3号、尾花沢一号等)。低温の生長量が大きいと生物的収量も高くなるが、収穫指数も必ずしも高いとは言えない。したがって低温生長量が大きい遺伝資源の利用についてはこれからも研究をつづけていく必要がある。

② 標高が1500~1800mである中部多収地帯の収量は現在すでに高水準な達している。例えば西南175、楚稈3号及び京国9-2等の品種の10a当り収量は1100kgを突破した記録がある。これらの多収地帯では、収量の一層の向上には耐病性と耐倒伏性の改良のほかに籼粳交雑に期待するところが大きい。

最後にもう一つの問題は、雲南高標高地帯で耐冷、耐病、良質、多収品種を育成するには、これら遺伝子を効率的に集積しなければならないことである。しかし、これらの優良遺伝子は分

散していながら通常望ましくない形質と連鎖している。これらの遺伝子を交雑を通じて有効な集積する方法はまだ開発されていない現状である。単交雑はほとんど不可能で、多系交雑も役に立つとは言えない。1983年から“耐病性陸稲／耐冷性の強い高原粳稻//多収品種”の組合せを行ったが優良形質を兼有している系統が選抜されなかった。耐冷、耐病の優良中間母本が育成された後で遺伝子の再集積を行うと効果が高くなるかもしれない。

討 論

横尾政雄（農研センター）：雲南で西南175のいもち病抵抗が低下した理由は何か。

回答：この品種は雲南の標高1500～1800m稲作地帯の要普及品種として60年代から今までに20年余り栽培されてきた。昔はいもち病抵抗性が良かったが、ここ数年來いもち病の発生がひどかった。これは同じ品種が同じ地域で何年間も栽培されたため、病原菌の方が質的に、あるいは量的に変わって起こったものであろう。抵抗性が低下したという、もとの抵抗性遺伝子がなくなったと理解されやすいので、論文の中のこういう表現の仕方を適当に修正したい。

志村英二（農研センター）：1)理想型稲をどう考えるか。2)とり扱う育種規模が年次で大きく異なる（表4）のは何故か。選抜系統数が少ないのは、有望系統選抜に不利だと思うが。

回答：1)草丈、分けつ、穂ばらみ期の止葉の止葉の角度から15度より小さい草型を理想と考えている。2)表4は1965～1966年に雲南で行った選抜の概要である。毎年の冬に海南島で集団と系統を含めて世代促進を行ったが、海南島の気候条件下では個体及び系統の選抜ができない。それで雲南で系統ごとに5株を選ぶと、次の世代に海南島では5系統となるので、系統数が5倍の比率で増えてくる。世代促進の作業量を減らすために雲南での選抜を行う時に、入選する系統と個体を減らすことにしたわけである。集団なら世代を進めるだけで混合採種した。当然のことであるが、世代促進でない場合は優良遺伝子型を見落さないため、入選する個体と系統の数をできるだけ多くするが良い。