

第 I 章 緒 言

北海道の稲作は、1873年(明治6年)に中山久蔵が、早熟耐冷性品種である「赤毛」を作出してより約100年を経た。その間、稲作の栽培法は、その背景とする社会情勢および農業技術の発展とともに大きく変遷してきた。

すなわち、府県の稲作栽培法直移入時代における水苗代栽培法が、北海道の稲作栽培法の嚆矢とするならば、これの欠点である生育遅延による不安定性と移植労力問題を改善した湛水直播栽培法が、1900年初めからとってかわった。しかしながら、初期生育における不安定性、雑草防除など未解決の問題も多く、土地生産性の増大を要求する社会情勢とから、1940年代には陸苗代栽培法が稲作栽培法の主体となり、今日に至っている。

近年、わが国の稲作を取りまく内外の諸情勢は、水稲作の労働生産性の向上を強く要望するに至った。これに対応するものとして、水稲作の省力機械化栽培技術が必要とされ、その方法としては、①田植機による移植栽培法、②機械による直播栽培法があげられる。前者については、稚苗移植栽培法が実用化されつつあるが、当栽培法については、将来指向される大規模稲作経営に対して、育苗の機械化などに問題が残されており(木根潤1965)、その解決が期待されつつも経営上の行きづまりも予想される。また、北海道のような寒冷地においては、適用地域および品種などにいくつかの制約が課せられざるを得ない。これに対して、直播栽培法では移植栽培法に比べ機械化のネックとされる育苗および苗取りの作業がないから、機械化一貫作業の面よりみるならば労働生産性の向上を図りやすい栽培法として、多大の関心が集まっている。

直播栽培法の様式は、これを二大別して湛水直播と乾田直播とになるが、湛水直播は寒地型の直播形式であるとされている。これは低温期の発芽に対する水の保温作用が大きいからであり(森谷1962)、北海道では当然湛水直播栽培がとられるべきであろう。然しながら、そのためには湛水直播栽培が持ついくつかの重大な欠点を解決除去する

ことが不可欠となる。すなわち、稲作の出発点である発芽・苗立ちの不良、不揃いによる不安定性の問題が育種的に解決されぬかぎり、湛水直播機械化栽培の安定と発展は考えられないのである。これはまさに直播栽培の死命を制するカナメであり(天辰1962)、地域性にかかわらず苗立歩合を向上、安定化することが、とりもなおさず期待収量に接近する最上の途である(木根潤1967)からである。

我が国の慣行法となった水苗代育苗以後の我が国における水稲品種の育成では、保温折衷苗代あるいは保護陸苗代の移植栽培用品種の育成を主目標としてきており、このことがその後の育成品種が在来品種に較べて、直播栽培適品種が具備すべき特性のうち、低温発芽性および初期伸長性の欠如をもたらしてきたものと考えてよい。これは、星野・岡部(1958)、鳥山(1962)および永松・石川(1966)らも指摘しているところであり、低温発芽性を具備した湛水直播栽培適品種の育成は、機械化湛水直播栽培の確立にとり急務であるというべきである。

然しながら、このような品種がないに等しいことは勿論のこと、それを育成するための基礎としての低温発芽性に関する遺伝育種学的な研究もまた意外に少なく、意識的・計画的なものとしては、わずかに原(1946)、高橋(1962)および李(1970)によるものなどに止まるのが現状である。

以上の観点から、本論文の著者は一連の研究を行ない現在に到った。本論文は湛水直播栽培適品種が具備すべき特性である低温発芽性について、その検定方法、品種間差異、初期生育との関係、農業形質との関係、雑種集団における発芽性およびリンケージ分析など遺伝育種学的に検討した結果をとりまとめたものであり、その成果は稲品種の低温発芽性の遺伝的解明および湛水直播栽培適品種の育成にとり、ここに新しい一歩を進め得たものと考えらるものである。

本論文を取りまとめるに当っては、北海道大学教授高橋萬右衛門博士より懇篤なるご指導を賜わり、さらに校閲の労をいただき、木下俊郎博士よ

りは数々の貴重なるご教示をいただいた。

北海道大学教授細川定治、後藤寛治両博士は本論文校閲の労をおとり下さり、有益なご助言とご批判を賜わった。

北見農業試験場長中山利彦博士ならびに上川農業試験場長島崎佳郎博士は、研究実施上の便宜を与えられ終始激励と助言をいただいた。北見農業試験場小麦育種科長（現中央農業試験場稲作部長）長内俊一博士には、本研究実施にあたり貴重な示唆と激励をよせていただいた。道南農業試験場作物科長（現中央農業試験場花卉野菜科長）三木英一氏ならびに中央農業試験場原々種農場山崎忍氏には、研究材料養成上ご協力をいただいた。

本研究の実施にあたり、山崎信弘氏をはじめ北見農業試験場水稲試験地の各位には協力とご支援をいただいた。さらには、上川農業試験場における上司、同僚各位の指導とご配慮に負うところも多い。

ここに、以上の各位に衷心からの感謝を捧げる次第である。

第II章 研究史

我が国における稲種子の発芽に関する研究は、YOKOI (1898) の発芽に対する水分供給量と発芽様相との関係についての報告がその嚆矢とされている。爾来、この分野の研究業績が多く世に出ているが、これを低温下における稲種子の発芽反応すなわち低温発芽性に限定してみるならば、その多くは①低温下における発芽性の品種間差異に関する研究、②稲の地理的分布に伴う発芽性の分化に関する研究、および③低温発芽性に関する遺伝育種学的研究、に大別される。これらのうち①および②に関する多くの業績については、高橋(1962)および李(1970)に詳しいので、ここでは省略することとし、本研究の主目的である③に関して概略を述べる。

稲品種の低温発芽性に関して、それを実際的な育種の場に利用することを目的として、遺伝育種学的な見地から追究したものは極めて少ない。

原(1946)は朝鮮在米種中に発芽速度早なるものが多いことを認め、これを品種育成に利用する

目的で、発芽速度を異にする内鮮品種間の雑種 F_2 および F_3 の発芽性を検討し、それが中間遺伝の型式に準ずることを認めた。しかし、これ以後の研究の発展はみられなかった。

高橋(1962)は玄米を供試して比較的低温下(20°C)における発芽性を生理遺伝的な立場から検討した。まず、発芽過程にみられる特徴を生理学的に追究し、発芽の遅速は同氏のいうA相とB相との2つの生理相によって支配されており、A相では種皮の透過性が発芽の支配要因であり、B相では胚の後熟性が支配要因であることを述べ、ついで、これらの生理相を遺伝学的に解析したところ、種皮の透過性には1対の遺伝子が関与し、一方胚の後熟性には2対の遺伝子が関与しており、種皮の透過性の強いものおよび長期後熟性が、それぞれ優性であることを認めた。同氏は、これらの遺伝学的な追究に際し、両親および雑種の種子構成組織または器官の遺伝的構成が異なる点に注目し、これを数理的手段を用いて分析したのである。しかし、以上の研究の主体は実際上稲種子として用いられる籾の穎を除去した玄米を用いての結果であり、発芽に際して穎が何らかの役割を果たしているとする ROBERTS(1961 b)、佐々木(1962)や池田(1963)の報告よりすると、穎を含めての稲種子に関する低温発芽性の遺伝的追究は、未だ十分に解決されたとはいえないのである。

李(1970)は、乾田直播栽培における発芽・苗立の安定を目的とした品種育成の立場から、低温発芽性に関して遺伝育種学的な検討を行なった。すなわち、籾の除穎処理は本質的な低温発芽性にあまり影響しないという前提に立ち、籾米を供試して追究した結果、低温発芽性の遺伝力は高く、初期世代からの選抜にも充分耐え得ること、Diallel cross による遺伝的分析の結果、本質的な低温発芽性は量的形質であり、優性は小さく且つ遺伝子の作用は相加的であり、低温発芽性の高い品種には劣性因子が、その低い品種には優性因子が多いとした。また、低温発芽性と低温初期伸長性との間に有意な正の相関関係を認め、低温発芽性が高く低温初期伸長性の大きな品種を育成する可能性を示唆した。

以上は低温発芽性に関する遺伝様式の概略であるが、部分的には一致しないものもあり、更に追究する必要がある。

次に検討されるべきことは、低温発芽性を具備した湛水直播栽培適品種の育成の過程において、実用的農業形質間の遺伝的相関はどのようなものであるかの問題である。これは育種の効率を上げ所期の目的を速やかに達成するには重要なことである。然しながら、これらの観点から低温発芽性と農業形質間との関係を取扱ったものとしては、野口(1937)および中村(1938)が出穂期について、朝隈(1966)、永松・石川(1966)および李(1970)が初期伸長性について、佐々木(1968 a, 1968 b, 1969 b)および佐々木・山崎(1970 c, 1970 d, 1971)が、湛水直播条件下における初期伸長性、初期発根性、初期分けつ性および苗立性を含めた初期生育性について、高橋(1962)および李(1970)が芒性、果皮色および稈先色について検討したものが主なものであり、広範な農業形質について雑種集団を扱ったものは極く少ない。更に、低温発芽性品種育成に当って、利用できる選抜方法および低温発芽性の選抜による主要形質に与える影響などについて検討された例はほとんど見当たらない。

以上のように、低温発芽性品種育成を前提としての低温発芽性に関する遺伝育種的な解明は未だ充分とはいえず、特にその上に立っての育種的な側面からの実際的な追究は全く今後に残されたままである。よって本論文の著者は前述のような一連の研究を計画した次第である。

なお、実験結果に入るに先立ち一考すべきこと

は、発芽の定義と休眠性の取扱いについてである。本研究における発芽の定義は、胚器官の一部が種皮を破り外部に突出した場合を発芽とみなした。

また、低温発芽性と休眠性について、両者には正の有意な関係があるとする報告(池田 1963, 佐々木 1968 b, 李 1970)があるが、未だ充分に究明されたとはいえないので、本研究では休眠性の要因を出来るかぎり除去するために、従来休眠性が少ないとされる北海道品種を重点的に使用した。

第 III 章 低温発芽性の品種間差異とその検定方法

第 1 節 低温発芽性の検定方法

稲品種の低温発芽性を比較検討したり、低温条件下で発芽の良好な品種を育成するに当っては、まず実用的な検定方法を確立することが必要である。

それには従来より、いくつかの報告がないわけではない(松田 1930, 井上 1935, 戸村 1936, 中村 1938, 永松 1942, 輪田 1948)。しかし、品種間差異の表示方法は研究者によってまちまちで、基準となる形質も一定していないので、著者は低温発芽性の表示方法と検定温度、供試籾の貯蔵条件の影響などについて一連の検討を加えた。

1 品種間差異の表示方法

(1) 実査材料および方法

1963 年産の籾を用いて、あらかじめ発芽試験を行ない、その結果より発芽速度が遅、中、速とみられる北海道新旧 27 品種を選び、以後の試験に供した。これらの供試品種名を第 1 表に示した。

Table 1. List of varieties used in the experiments of the indicating method of varietal differences

| Code-number of var. | Name | Code-number of var. | Name | Code-number of var. | Name |
|---------------------|-------------|---------------------|--------------|---------------------|---------------|
| 1 | Nōrin 33 | 10 | Hashirimochi | 19 | Kitamiakage 1 |
| 2 | Nōrin 11 | 11 | Shirayuki | 20 | Hashiribōzu |
| 3 | Nōrin 15 | 12 | Kitaminori | 21 | Jōiku 167 |
| 4 | Nōrin 19 | 13 | Bōzu 6 | 22 | Fukuyuki |
| 5 | Nōrin 20 | 14 | Hokuto | 23 | Sasahonami |
| 6 | Wasenishiki | 15 | Shinsetsu | 24 | Hokkai 116 |
| 7 | Kanmasari | 16 | Yukimochi | 25 | Hokkai 95 |
| 8 | Wasebōzu | 17 | Toyohikari | 26 | Shiokari |
| 9 | Nōrin 34 | 18 | Iburiwase | 27 | Sōhōmochi |

発芽試験は電気定温器内で発芽温度 15°C で実施された。発芽床は直径 9 cm のシャーレに濾紙 1 枚を敷き、これに井戸水 4 cc を加えたものである。1 区の供試粒数は 100 粒、反復は 2 反復である。発芽試験は 1 月～2 月に行なわれ、実施前に休眠覚醒試験を行なって、各品種とも休眠を終了していることを確かめてある。発芽試験に際しては、供試粒を比重 1.10 の塩水で選別し、それを十分に水洗した後ウスブルン 500 倍液で消毒した。

(2) 実験結果

第 1 図は 15°C の発芽条件における発芽の遅、中、速よりの代表品種の発芽曲線を示したものである。これによれば、置床後 2～3 日は品種間に大差なく、5～8 日頃に差が最も大となり、10 日を過ぎると再び差が縮まる。このように、低温下における発芽曲線は三つの部分に分けることができよう。このことから、まず低温発芽性の品種間差異の表示方法に関連する要因の一つとして置床後の日数すなわち発芽締切日に対する考慮が必要となる。ここでは発芽曲線の三つの各部分を代表しえる日数として 5 日目、7 日目、10 日目と、ほぼ発芽が完了する 15 日目を取り上げて検討することとする。

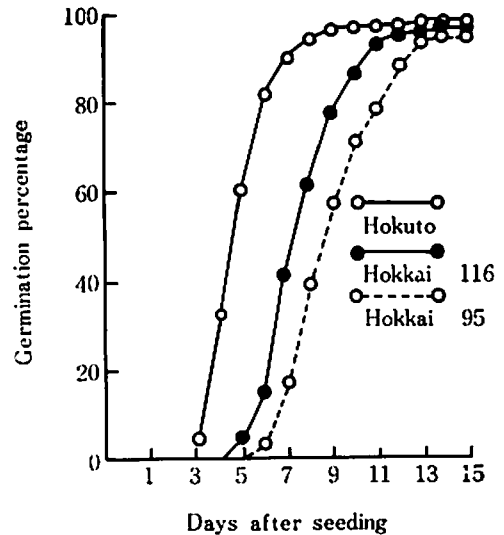


Fig. 1 Germination curve at 15°C

次に、発芽遅速の表示方法として、発芽勢、平均発芽日数および発芽係数の三つを取りあげて、異なる発芽締切日における数値を算出してみた。なお、5 日目における平均発芽日数は発芽していないものが多く、算出できないので除外した。各品種 2 反復の平均値(佐々木 1968 c)について分散分析を行なった結果が第 2 表に示されている。

これによると、10 および 15 日目の発芽勢を除

Table 2. Analysis of variance in germination characters of 27 varieties

| Source | D.F. | Germination percentage | | Germ. coeff. | | | |
|-------------|------|------------------------|----------|--------------------------|---------|----------|----------|
| | | | | Days after seeding | | | |
| | | 5 | 7 | 10 | 15 | 5 | 7 |
| Variety | 26 | 1315.6** | 1756.3** | 303.40 | 12.13 | 71.611** | 80.707** |
| Replication | 1 | 1504.2** | 433.5** | 40.91 | 4.74 | 90.896** | 39.356** |
| Error | 26 | 74.8 | 86.5 | 39.25 | 8.84 | 4.452 | 3.014 |
| Source | D.F. | Germ. coeff. | | Mean days to germination | | | |
| | | | | Days after seeding | | | |
| | | 10 | 15 | 7 | 10 | 15 | — |
| Variety | 26 | 35.791** | 26.140** | 0.837** | 2.994** | 4.859** | — |
| Replication | 1 | 20.642** | 10.314** | 1.972** | 3.274** | 1.833** | — |
| Error | 26 | 1.579 | 1.004 | 0.070 | 0.130 | 0.186 | — |

Mean squares are represented in the table

** significant at 1% level

いていずれの場合にも全て1%水準で品種間差に有意性を認めた。そこで、この品種間差の有意性が最も顕著に表示される方法を見いだすために、DUNCANの多重検定(5%水準, n=26, 三留1960)にかけた。その結果が第2図である。

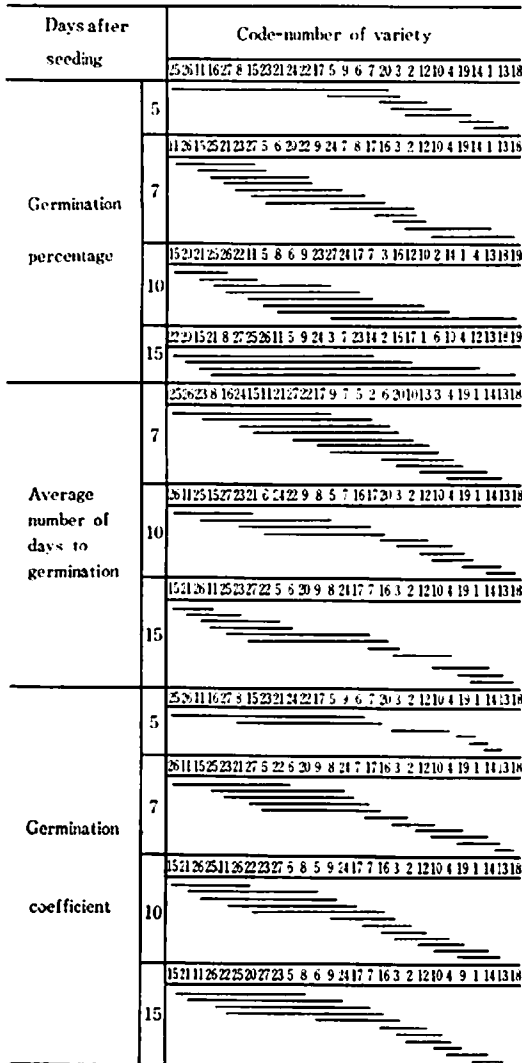


Fig. 2 DUNCAN's multiple range test in germination characters of 27 varieties

- Notes
1. Significance of the difference between the two groups is evaluated at 5% level
 2. Varieties lie the group (shown by the line) does not show a significant difference by the test, each other

これによれば、発芽勢を用いた場合には分散分析の結果有意性が認められなかった15日目の発芽勢以外でも、特に発芽が速い品種と遅い品種を除いた中間的な品種間では有意差が認められない場合が多かった。5日目では15日目よりは品種間差の有意なものが多かったが、7日目および10日目よりは少なかった。最も品種間差が大であったのは7日目である。

発芽係数の場合では、5日目が最も品種間差が少なく、次いで7日目、10日目と日数が多くなるにつれて品種間差が大きくなったが10日目と15日目とでは大差はみられなかった。

平均発芽日数を用いた場合には、発芽係数の場合と同じ傾向を示した。

いずれの場合にも、10日目から15日目へと日数を延長した場合には、発芽勢では品種間差が小となり発芽係数および平均発芽日数ではほとんど差は認められなかった。

次に、各品種間差の比較的大きかったものとの比較では、7日目発芽勢が10日目および15日目における発芽係数や平均発芽日数よりも品種間差の有意性の幅が少なかった。発芽係数と平均発芽日数との比較では大差は認められなかったが、10日目における発芽係数が発芽の速い品種間で差が大きく、15日目では平均発芽日数の遅い品種間で差が大きい傾向にあった。

各締切日における発芽形質間の相関関係を検討したところ全ての表示方法間において1%または0.1%水準で有意性を示した。

(3) 考 察

稲品種の低温発芽性の品種間差異について、中村(1938)、永松(1942)および輪田(1948)は発芽最終締切日における発芽率と平均発芽日数により、原島(1937)は各品種について発芽の逐日経過の表を製作し、それより総数の25%、50%および75%の発芽をなすに要する日数を求め、これにより品種の発芽速度を比較検討した。高橋(1962)もこれと同様な方法により置床種子数の50%が発芽するために要する時間を用いて発芽速度としている。

これらの表示方法は発芽の速度に主体を置いた

考え方であり、品種間で発芽力に大差がない場合に使用出来る。GASSNAR(1926)は発芽速度と発芽力を加味したものとして発芽係数を提唱した(手島 1954 による)。これは次式により算出される。

$$\text{発芽係数} = \frac{\text{発芽率}}{\text{平均発芽日数}}$$

$$\text{但し、平均発芽日数} = \frac{\sum fv}{n}$$

ここで、 n は発芽総数、 f は毎日の発芽粒数、 v は置床後日数を示す。

本報告では湛水直播栽培用品種が具備すべき一特性として、低温発芽性を取り上げており、この場合には短期間のうちに発芽を完了することが望ましく(佐々木 1968 a)、従って、発芽力が重要な意味をもってくる。また、育種上望まれるのは簡便にして品種間差が明確に示される検定方法である。この観点から、まず発芽締切日を短くした場合の利用程度について検討した。しかし、完全に発芽が終了しないうちに発芽を締切るときには、平均発芽日数だけでなく発芽力の品種間差異も加味されることが必要である。従って、発芽勢と平均発芽日数を加味した発芽係数を取り上げた。このことについて、すでに小野寺(1934)は発芽係数を「評価点数」と呼んで、調査期間を短くした場合または発芽率が 100% または 50% に達しない場合にも発芽能力を比較しえるとしている。

なお、50% 発芽所要日数については各品種の発芽曲線より推定しなければならず、また、50% 発芽後の発芽速度、発芽力が加味されない、更には発芽に長時日を要する場合には発芽調査日数を多くする必要があることなどから、多数の品種を扱う検定法としては繁雑であり適用し難い。

本実験の結果では、供試粒数がほぼ完全に発芽を終了する 15 日目を締切日とした場合には、発芽勢(発芽率)では全く品種間差がみられなかったが、平均発芽日数および発芽係数では品種間差が大きかった。

また、各発芽締切日間の品種間差の比較では発芽勢では 7 日目、平均発芽日数および発芽係数では 10 日目と 15 日目にそれぞれ最大値があった。しかし、10 日目と 15 日目との間の差はそれほど

大きくはないことから、検定方法の簡便化を図る上で、発芽を 10 日目で締切ることにより品種間差は充分表示できると思われる。しかも、10 日目締切では未だ完全に発芽していない品種も少なくないから(佐々木 1968 c)、発芽係数を取り上げることが一層品種間差異を大きくするとみられる。松田(1930)、中村(1938)、永松(1942)、輪田(1948)は稲品種の低温発芽性の品種間差は 13~15°C で明らかに示されるとしている。従って、ここで用いた 15°C 発芽での 15 日目締切の発芽係数の大小は、供試品種の低温発芽性の品種間差を的確に表示するものであろう。この値と各表示方法との間の相関係数をみると、全て 1% または 0.1% 水準で有意性を示したから、特に詳しい品種間差の検討の必要のない場合には 5~7 日目頃の発芽勢によって低温発芽性の品種間差を表示しうると考えられる。

以上の結果から、低温発芽性の品種間差異は、発芽温度 15°C で発芽締切日 10 日目における発芽係数を比較することにより、実際上はそれなりに明確に表示し得られることが判った。今後は特別な場合以外は、この表示方法によって稲品種の低温発芽性の品種間差異の指標とすることとする。

2 検定温度

(1) 実験材料および方法

供試品種名は第 3 表に示す如くである。1962 年度においては低温発芽性高、中、低の 10 品種、1967 年度は 36 品種および 1969 年度では 30 品種が供試された。

発芽試験の方法については、温度条件を 5 段階で実施した他は、前項と同様である。

発芽温度は、1962 年度には 15°C、20°C、30°C、1967 年度は 13°C と 15°C、1969 年度は 10°C と 15°C であった。各年次の試験とも前項で検討した 15°C による発芽試験を挿入して、それを比較のための基準とした。

(2) 実験結果

各温度条件について、発芽締切日を異にする発芽勢、発芽係数および平均発芽日数を用い品種間差を検討した。

第 3 図には 10°C、20°C および 30°C における、

Table 3. Name of varieties used in the experiments of temperature of the germination test

| Code no. | Name of variety | Germinability at 15°C | Year | | | Code no. | Name of variety | Germinability at 15°C | Year | | |
|----------|-----------------|-----------------------|------|------|------|----------|-----------------|-----------------------|------|------|------|
| | | | 1962 | 1967 | 1969 | | | | 1962 | 1967 | 1969 |
| 1 | Nōrin 33 | H | o | o | o | 22 | Fukuyuki | M-L | | o | o |
| 2 | Nōrin 11 | H | | o | o | 23 | Sasahonami | L | | o | o |
| 3 | Nōrin 15 | L | o | o | o | 24 | Hokkai 116 | M | | o | o |
| 4 | Nōrin 19 | M | | o | o | 25 | Hokkai 95 | L | o | o | o |
| 5 | Nōrin 20 | M | | o | o | 26 | Shiokari | M-L | | o | o |
| 6 | Wasenishiki | M | | o | o | 27 | Sōhōmochi | M | | o | o |
| 7 | Kanmasari | M-H | | o | o | 28 | Mimasari | H | o | o | o |
| 8 | Wasebōzu | L | | o | o | 29 | Eikō | M-L | | o | o |
| 9 | Nōrin 34 | M-L | | o | o | 30 | Hayayuki | H | | o | o |
| 10 | Hashirimochi | H | | o | o | 31 | Uryu | M-L | | o | o |
| 11 | Shirayuki | L | | o | o | 32 | Kiyokaze | M-L | | o | o |
| 12 | Kitaminori | M-H | | o | o | 33 | Teruminori | M-H | | o | o |
| 13 | Bōzu 6 | M-H | | o | o | 34 | Hōryu | M | | o | o |
| 14 | Hokuto | H | o | o | o | 35 | Hokusetsu | M | | o | o |
| 15 | Shinsetsu | L | o | o | o | 36 | Himehonami | M | | o | o |
| 16 | Yukimochi | M | | o | o | 37 | Yūkara | M | | o | o |
| 17 | Toyohikari | M-L | o | o | o | 38 | Sakigake | H | | | o |
| 18 | Iburiwase | H | o | o | o | 39 | Chikanari | H | | | o |
| 19 | Kitamiakage 1 | H | | o | o | 40 | Tokachikuromomi | L | | | o |
| 20 | Hashiribōzu | L | | o | o | 41 | Datechikanari | L | | | o |
| 21 | Jōiku 167 | L | | o | o | | | | | | |

H : High, M : Middle, L : Low

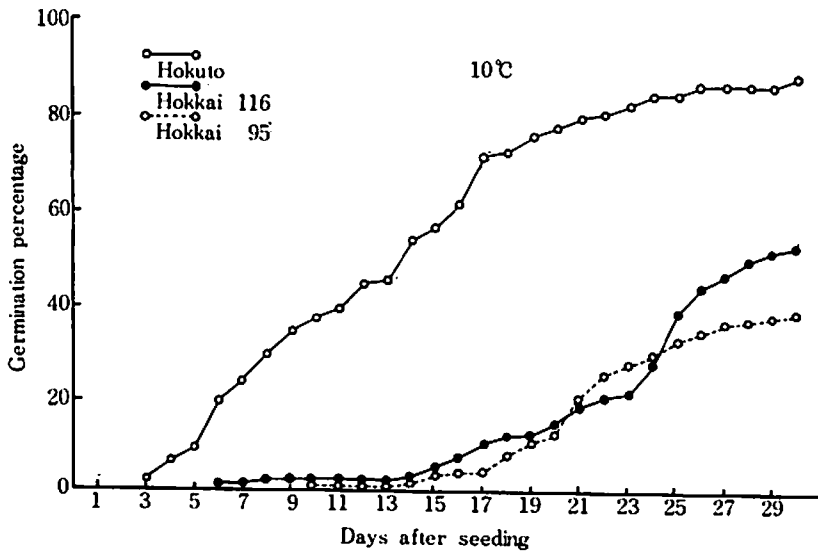
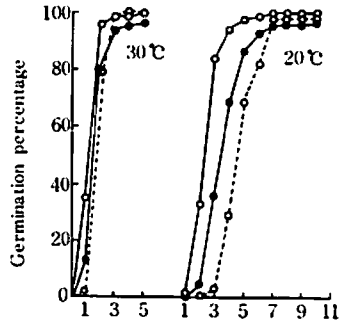


Fig. 3. Germination curve at 10°C, 20°C and 30°C

低温発芽性高, 中, 低品種の発芽曲線を示した。なお, 13°Cにおける発芽曲線は前項で検討した15°Cのそれと類似するので, ここでは省いてある。

この図によれば, 20°Cでは置床後7日目頃, また30°Cでは2日目から低温発芽性中および低の品種間に差がなくなり, 更に3日目頃になると各品種とも90%以上の発芽率を示し, 品種間の差が縮まることが判った。しかし, 10°Cでは本実験を中止した30日目で, 低温発芽性高品種の「北斗」が約90%の発芽をしたが, 低温発芽性中および低品種では40~50%が発芽したのみで, そこには明らかな品種間差が認められた。発芽曲線より推定すると置床後40~50日目頃に各品種とも90%以上の発芽をみて品種間差が少なくなると推定される。また, 置床後20~25日位までは, 低温発芽性中および低の品種間には差が認められず, これ以降から品種間差が大きくなるようであった。

このことは, 各発芽形質についての分散分析の結果からも, うなずかれる。

すなわち, 発芽率については20°Cでは5日目まで, 30°Cでは3日目まで, 共に5%水準で品種間に有意性がある。発芽係数についてみると, 20°Cではいずれの置床後日数とも1%水準以上で有意性を示したが, 平均発芽日数では5日目のみが1%水準で, その他は5%水準で有意であった。30°Cでは, 発芽係数および平均発芽日数の2日目および5日目が1%水準で有意であった。因に, 13°C発芽は1反復の値であるから, 分散分析はできなかった。

このように, 20°Cの平均発芽日数では7日目以降品種間差が縮まるが, 発芽係数を用いることによって, 7日目以降においても品種間差が明らかである。これは発芽力が加味されたためで, 30°Cでは適温発芽のため, この影響が現われなかったと考えられる。

10°Cの場合についてみると, 3種の発芽形質のいずれにおいても, 置床後10日目, 20日目および30日目とも1%水準で有意であった。なお, 反復間にも有意性が認められたが, 反復間には極めて高い正の有意な相関関係が得られたので ($r=0.907$

***), 品種間差に影響を与えるものでない。

以上の品種間差を更に詳しく検討した結果が第4図に示したDUNCANの多重検定(5%水準)である。これからも判るように, 品種間差が比較的大きいのは20°Cでは3日目と5日目における発芽勢, 5日目, 7日目および10日目における発芽係数, 5日目における平均発芽日数である。しかし, 平均発芽日数の7日目と10日目では低温発芽性高品種グループと中, 低の品種グループとの間には有意差は認められるが, 各グループ内または中, 低品種グループ間での有意差は認められなかった。30°Cにおいては, 1日目発芽勢において品種間差異が大きく示され, 2日目, 5日目の発芽係数と平均発芽日数はいくらか劣った。

10°Cでは, 30日目の発芽係数および発芽歩合において品種間差が顕著に示されたが, 10日目, 20日目では品種間差が縮まった。

全体的に30°Cでは, 有意性が認められる場合でも, 20°Cの場合に比べて低温発芽性高の品種グループと中, 低の品種グループとの間にのみ有意差が認められる傾向を示した。この傾向は10°Cの10日目と20日目の発芽勢および発芽係数についても認められた。

これらの中で最も品種間差が大きいとみられるのは, 10°Cの30日目における発芽係数および20°Cの3日目における発芽勢と7日目の発芽係数であった。しかし, いずれも15°Cの10日目ないしは15日目の発芽係数における品種間差には及ばなかった。

それでは, 10°C, 13°C, 20°Cおよび30°Cにおいてみられる各発芽締切日の発芽形質(発芽歩合, 平均発芽日数, 発芽係数)と, 15°Cの発芽条件における発芽係数によって示される低温発芽性の品種間差異との関係は, どうであろうか。

この関係を相関係数についてみると, 発芽温度13°Cの場合では, 5日目の平均発芽日数と15日目の発芽歩合を除いて, その他のいずれの発芽形質との間にも0.1%水準で有意な相関係数が得られた。なかでも, 15日目の発芽係数と平均発芽日数との間では, ほぼ1に近い値であった ($r=0.968, -0.967$)。

a) 1962 experiment

| Temp. | Germination characters | Days after seed. | Code-number of variety | | | | | | | | | | |
|-------|--------------------------|------------------|------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|--|
| | | | 15 | 25 | 3 | 6 | 17 | 24 | 1 | 28 | 14 | 18 | |
| 15°C | Germination coefficient | 10 | 15 | 25 | 3 | 6 | 17 | 24 | 1 | 28 | 14 | 18 | |
| | | 3 | 15 | 25 | 3 | 17 | 6 | 24 | 28 | 1 | 14 | 18 | |
| 20°C | Germination percentage | 5 | 25 | 15 | 3 | 6 | 24 | 28 | 17 | 14 | 1 | 18 | |
| | | 7 | 15 | 6 | 3 | 24 | 28 | 25 | 17 | 1 | 14 | 18 | |
| | | 10 | 15 | 6 | 21 | 3 | 28 | 25 | 17 | 1 | 14 | 18 | |
| | | 5 | 25 | 15 | 3 | 6 | 24 | 17 | 28 | 1 | 14 | 18 | |
| | Germination coefficient | 7 | 15 | 25 | 3 | 6 | 24 | 17 | 28 | 1 | 14 | 18 | |
| | | 10 | 15 | 23 | 3 | 6 | 24 | 17 | 28 | 1 | 14 | 18 | |
| | | 5 | 25 | 15 | 3 | 17 | 6 | 24 | 28 | 1 | 14 | 18 | |
| | Mean days to germination | 7 | 25 | 15 | 3 | 6 | 17 | 24 | 28 | 1 | 14 | 18 | |
| | | 10 | 25 | 15 | 3 | 6 | 17 | 24 | 28 | 1 | 14 | 18 | |
| | | 5 | 15 | 25 | 3 | 17 | 6 | 24 | 28 | 14 | 1 | 18 | |
| 30°C | Germination percentage | 1 | 6 | 25 | 3 | 24 | 17 | 15 | 14 | 28 | 1 | 18 | |
| | | 2 | 24 | 3 | 6 | 17 | 14 | 15 | 25 | 1 | 28 | 18 | |
| | | 3 | 24 | 6 | 17 | 3 | 14 | 15 | 1 | 28 | 14 | 18 | |
| | Germination coefficient | 4 | 24 | 6 | 3 | 17 | 15 | 25 | 1 | 28 | 14 | 18 | |
| | | 5 | 6 | 25 | 3 | 24 | 15 | 17 | 28 | 14 | 1 | 18 | |
| | | 2 | 25 | 6 | 3 | 24 | 15 | 17 | 28 | 14 | 1 | 18 | |
| | Mean days to germination | 5 | 15 | 25 | 3 | 17 | 6 | 24 | 28 | 14 | 1 | 18 | |
| | | 2 | 25 | 6 | 3 | 15 | 24 | 17 | 28 | 14 | 1 | 18 | |
| | | 5 | 15 | 25 | 3 | 15 | 24 | 17 | 28 | 14 | 1 | 18 | |
| | | 2 | 25 | 6 | 3 | 15 | 24 | 17 | 28 | 14 | 1 | 18 | |

b) 1969 experiment

| Temperature | Germination character | Days after seeding | Code- number of variety | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|-------------------------|--------------------|-------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|--|--|--|--|--|
| | | | 17 | 21 | 11 | 15 | 26 | 8 | 28 | 25 | 23 | 40 | 9 | 5 | 41 | 24 | 22 | 3 | 2 | 20 | 6 | 12 | 13 | 30 | 4 | 1 | 7 | 19 | 14 | 39 | 18 | 38 | | | | | | |
| 15°C | Germination coefficient | 10 | 3 | 8 | 9 | 11 | 12 | 21 | 22 | 26 | 49 | 4 | 5 | 38 | 17 | 30 | 24 | 25 | 6 | 13 | 15 | 24 | 41 | 1 | 2 | 7 | 28 | 30 | 19 | 18 | 14 | 39 | | | | | | |
| | | 20 | 11 | 21 | 22 | 40 | 8 | 23 | 17 | 38 | 41 | 20 | 9 | 3 | 26 | 25 | 5 | 12 | 13 | 1 | 6 | 15 | 28 | 4 | 24 | 7 | 2 | 19 | 30 | 18 | 39 | 14 | | | | | | |
| 10°C | Germination percentage | 30 | 21 | 8 | 22 | 40 | 11 | 41 | 17 | 3 | 28 | 9 | 20 | 1 | 12 | 38 | 7 | 25 | 19 | 13 | 26 | 5 | 15 | 6 | 4 | 2 | 24 | 18 | 23 | 30 | 39 | 14 | | | | | | |
| | | | 10 | 3 | 4 | 9 | 11 | 12 | 21 | 22 | 26 | 40 | 5 | 20 | 25 | 4 | 17 | 23 | 39 | 15 | 13 | 41 | 24 | 6 | 1 | 7 | 28 | 2 | 30 | 19 | 18 | 14 | 39 | | | | | |
| | Germination coefficient | 20 | 11 | 21 | 22 | 40 | 8 | 23 | 38 | 41 | 20 | 17 | 3 | 9 | 25 | 15 | 26 | 6 | 13 | 1 | 12 | 28 | 4 | 5 | 24 | 7 | 19 | 2 | 18 | 30 | 14 | 39 | | | | | | |
| | | 30 | 21 | 22 | 40 | 11 | 41 | 17 | 3 | 9 | 21 | 28 | 1 | 12 | 38 | 7 | 25 | 26 | 15 | 13 | 5 | 6 | 4 | 19 | 24 | 23 | 2 | 18 | 30 | 14 | 39 | | | | | | | |

Fig. 4 DANCAN's multiple test for germination characters of the varieties at 10°C, 15°C, 20°C and 30°C
 Note varieties lie the group (shown by the line) does not show a significance by the test, each other

10°Cでは、各発芽形質との間に1%水準で有意な相関関係が認められ、相関係数の値も大差がみられなかったが、その値は0.5~0.6の間で13°Cの場合に比べて低い。

次に20°Cの場合について、発芽勢では3日目が0.1%、5日目が1%、7日目が5%水準で有意であった。発芽係数、平均発芽日数では各置床後日数とも0.1%水準で有意であった($r=0.950\sim 0.952$, $-0.947\sim -0.954$)。

30°Cでは1日目の発芽勢が0.1%水準で($r=0.883$)、発芽係数、平均発芽日数の各置床後日数とも1%水準で有意であった($r=0.843\sim 0.854$, $-0.853\sim -0.866$)。しかし、発芽勢の2日目~5日目では有意な相関関係は得られなかった。

(3) 考 察

稲種子の発芽最低温度について、姫田(1970)は5°Cで発芽したことを報告しているが、置床後日数と発芽率からみて、一般的には8~10°Cとするのが妥当と考えられる(松田1930, 明峯1931, 井上1935)。

また、松田(1930)、中村(1938)、永松(1942)などは、稲品種の低温発芽性は15°C前後の発芽温度によって品種間差が認められると報告している。しかし、李(1969a)は15°Cよりもむしろ10°Cがより品種間差が大きく現われるとしている。

本実験においては、発芽最低温度に近い10°Cでの低温発芽性の検定によれば、発芽の特に速い「北斗」などの一部の品種が置床後30日において約90%の発芽をしたのに対し、低温発芽性の高、中、低に属する大部分の品種は、90%以上の発芽を終了するには、発芽曲線から推定すると、置床後少なくとも40~50日を要することになる。李(1969a)は10°Cの発芽検定で、大部分の品種が発芽を終了する日数を置床後45日であるとしているが、本実験で供試した品種中には45日目でも49.3%しか発芽しないものが含まれていた。

また、本実験におけるDUNCANの多重検定の結果では、置床後30日目の発芽係数を用いることによって、15°Cにおける発芽係数にはほぼ近い品種間差を認めることができたが、置床後10日および20日目では、かなり劣っていた。

このように、発芽温度10°Cでは低温発芽性高、中、低品種の間における明瞭な品種間差異をつかむには、少なくとも約30日間の調査日数が必要である。従って多数の品種あるいは系統を取り扱うことを必要とする育種に用いる検定温度としては、10°Cは適当でない判断した。

一方、発芽温度が13°Cの場合には、種々の置床後日数における各表示方法で、15°Cにおける低温発芽性との間に多くの場合ほぼ1に近い相関係数が得られた。

これらの結果より、発芽温度としては13~15°Cにおいて、低温発芽性の品種間差異を検定するのが望ましいと認められたので、今後特別な場合以外には低温発芽性の検定温度として13~15°Cを使用することとする。

しかしながら、この検定温度でも少なくとも10日の日数を要する。従って、もしより短時間で的確に品種間差を検定しようとする方法が見いだされるならば、育種の場面における検定としては、その方が好都合である。この見地から、発芽適温ないしはこれより稍低い発芽温度について低温発芽性の検定が可能か否かを改めて検討した。

稲種子の発芽温度については、30°C前後が適温とされている(井上1935, 中村1938, 中山1966)。しかし、発芽適温の30°Cにおける発芽試験では、品種間差異は認められないという(中村1938)。

本実験の結果でも、中村(1938)の結果と同様な傾向を認めたが、ただ30°C発芽では1~3日目の発芽勢および2日目、3日目の発芽係数と平均発芽日数を使用することによって、5%または1%水準で有意な品種間差を認めることができた。

中村(1938)は最終締切日における発芽歩合と平均発芽日数の値から判定しており、これらの数値の統計処理および発芽締切日に至る発芽の経過についての検討がなされていない。同様な検討は松田(1930)などの報告についても必要である。

しかし、30°Cにおける品種間差異は20°Cの場合に比べて小さく、1日目の発芽勢をとっても低温発芽性高品種グループと中、あるいは低品種グループと高品種グループの間の差異の判定が可能となるのみで、中、低品種グループ間あるいは各

品種グループ内での差異の判定は困難である。

適温発芽により品種間差が縮まるのは、この条件下では発芽生理が速かに進行するためと考えられるから、品種間差を見いだすには発芽生理開始後短時日のうちに検定することが必要であろう。そこで、発芽調査における時間の間隔を従来の24時間より1/2に縮めることにより品種間差を大きくすることも可能ではないかと考え、その点の検討を試みた(佐々木1964)。しかし、品種間差を明確に判定し得るような大きな効果は認められず、発芽生理に基づいた何らかの適当な調査間隔の設定が必要と考えられた。

次に、20°C発芽では3日目の発芽勢が7日目の発芽係数によって相当明確な品種間差異を検定することができたので、これは検定上の簡便法として今後利用できると思われる。

3 籾の貯蔵条件と低温発芽性

1) 常温貯蔵

(1) 実験材料および方法

実験に供試した籾は、1962年、1963年および1966年に採種したものである。供試品種は年次別によりいくらか異なるが、前項で用いたものとはほぼ同様である。各年次別に用いた品種数は、それぞれ1962年と1963年が27、1966年が23である。籾は架木で自然乾燥後、ビニールの袋に密閉して冷暖房施設のない木造の独立種子庫に貯蔵した。貯蔵開始時における籾の含水率は、ほぼ13%から14%の間であった。

品種の低温発芽性の検定は、籾を生産した翌年の1月から2月に実施された。その発芽試験の方

法は、すでに記した低温発芽性のそれに準じて行なわれた。すなわち、発芽温度が15°C、発芽締切日を10日として、1区100粒の2反復で実施した。その他については前項に準じた。

所定の期間貯蔵した後の発芽実験は、低温発芽性の検定の場合に近い発芽条件で行なった。しかし、各年次における発芽温度および発芽締切日は、第4表に示す如く籾の生産年次によって異なっている。

Table 4. Germination condition for the seeds stored during different periods

| | Year of seeds production | | | | | | | | |
|------------------------------|--------------------------|----|----|------|----|----|------|----|--|
| | 1962 | | | 1963 | | | 1966 | | |
| | Stored period in months | | | | | | | | |
| | 27 | 45 | 15 | 33 | 51 | 12 | 18 | 54 | |
| Germination temperature (°C) | 25 | 30 | 25 | 30 | 15 | 15 | 15 | 15 | |
| No. of days after seeding | 8 | 7 | 8 | 7 | 13 | 10 | 10 | 9 | |

いずれの発芽実験とも、厳選した精籾を用いている。

なお、籾の貯蔵期間は収穫後の月数で表した。

(2) 実験結果

第5表は供試品種を所定の期間貯蔵した後の発芽率と発芽係数について、品種平均の最低、最高および平均値を示したものである。

これによると、発芽率は籾の生産年次によっても、また、貯蔵期間によっても異なるが、貯蔵期間が12ヵ月から18ヵ月までは、大部分の品種で発芽率は90%以上を示した。また、12ヵ月貯蔵と18ヵ月貯蔵との間では、発芽率に大差が認められなかった。

Table 5. Number of varieties and their germination characters

| Year | Storage period in months | Germination percentage | | | Germination coefficient | | |
|------|--------------------------|------------------------|-------|------|-------------------------|-------|-------|
| | | Min. | Max. | Mean | Min. | Max. | Mean |
| 1962 | 27 | 16.5 | 97.5 | 85.9 | 3.74 | 46.83 | 35.17 |
| | 45 | 0 | 65.5 | 16.0 | 0 | 24.73 | 4.82 |
| 1963 | 15 | 95.5 | 100.0 | 99.1 | 11.02 | 50.55 | 39.87 |
| | 33 | 83.5 | 100.0 | 95.6 | 27.81 | 57.62 | 42.65 |
| | 51 | 0.5 | 38.0 | 7.4 | 0.06 | 2.37 | 0.80 |
| 1966 | 12 | 96.0 | 99.5 | 91.0 | 15.76 | 22.65 | 19.01 |
| | 18 | 84.0 | 99.0 | 89.7 | 14.16 | 21.44 | 17.09 |
| | 54 | 0.5 | 69.0 | 29.7 | 0.06 | 10.98 | 4.36 |

しかし、貯蔵初における発芽係数では、1966年産籾を12ヵ月貯蔵したものと、18ヵ月貯蔵したものを同一発芽条件で供試したところ、後者が前者に比べて、いくらか低下している傾向が認められた。

貯蔵期間が27ヵ月から33ヵ月にわたったものについてみると、発芽率は多くの品種で90%以上の値を示したが、発芽率が80~90%を示すものは、貯蔵期間が12ヵ月および18ヵ月のものに比べて多かった。また、1962年産の籾を27ヵ月貯蔵したのものについて、著しく発芽率が低下した品種がみられた。すなわち、「北斗」「ハシリモチ」および「北見赤毛1号」の発芽率は、それぞれ16.5%、46.5%および48.5%と著しく低下した。

しかしながら、1963年産種子を33ヵ月間貯蔵した場合には、「ハシリモチ」の83.5%が最も低かった。このような結果となったのは、種籾の生産年次が異なることに加え、貯蔵温度によるところが大きいと考えられる。すなわち、1963年産種籾の場合、貯蔵後1964年から1966年までの3ヵ年にわたり、夏期低温の年次が続いた。しかし、1962年産の場合は、貯蔵1年目が比較的高温年に当たったので、貯蔵中の温度条件による影響が大きかったものと考えられる。

なお、種子庫の温度は、実験を実施した全年次については測定していないが、1ヵ年の測定結果からみると、外気温よりも夏期では5~6°C、冬期では3~4°C高かった。

貯蔵期間が45ヵ月、51ヵ月および54ヵ月に及んだものについては、発芽率は一般的に低下し、高いものでも69.0%で全く不発芽の品種も、いくつかある。

なお、1963年産籾を51ヵ月貯蔵した場合、発芽温度15°Cの他に30°Cにおいても発芽試験を行なった。しかし、この場合には多くの籾の発芽部位が糊状を呈するのが観察され、発芽・発根に至ったものはない。

第5図は貯蔵前における低温発芽性と貯蔵後において行った発芽試験での発芽係数との関係を示したものである。なお、籾の生産年次は異なるが、貯蔵期間の類似しているものは省いた。

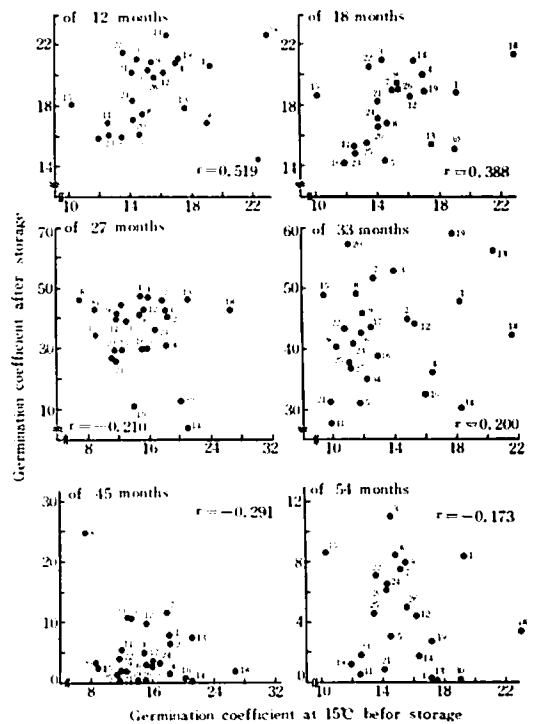


Fig. 5 Correlation between germinability at low temperature and germination coefficient after storage

Note numerals in Fig. indicate the code-number in the Table 3

これによると、12ヵ月貯蔵した場合には、本来の低温発芽性との間には、5%水準で有意な正の相関係数が得られた。

発芽係数についてみると、多くの品種が貯蔵前の低温発芽性を示す発芽係数よりも大きくなっており、発芽力および発芽速度が高まっていることが判る。しかし、低温発芽性の比較的高い「はやゆき」(品種 No. 30)では、貯蔵後の発芽係数が貯蔵前よりも低くなるものが認められた。また、低温発芽性の比較的高い「北斗」(No. 14)や低温発芽性の低い「新片」(No. 15)および「ふくゆき」(No. 22)では、貯蔵後における発芽係数の増加程度の高いものも認められた。

18ヵ月貯蔵の場合では、12ヵ月貯蔵の場合と同じ傾向であるが、貯蔵後の発芽係数の値が貯蔵前よりは低くなったものも認められた。低下程度の特著しいものには、「はやゆき」「坊主6号」(No.

13) および「胆振早稲」(No. 18) である。これらの品種は、いずれも本来は低温発性の高い品種である。その他の品種については、貯蔵前よりも発芽係数は増加しているが、多くの品種が12ヵ月貯蔵後の発芽係数よりも低下した。しかし、「新雪」はいくらか増加し、「農林15号」(No. 3) は、ほぼ同じであった。これらの品種は、いずれも低温発芽性が低い方に入るものである。

さらに貯蔵期間が延長した27ヵ月から33ヵ月間貯蔵した場合についてみると、貯蔵前後の発芽係数で相関関係は低く、いずれも有意性は認められなかった。この場合、検定温度が25°Cまたは30°Cで行なっており、12ヵ月および18ヵ月貯蔵の場合と異なるので、正確な比較はできない。しかし、前項で述べたように、30°C5日締切における発芽係数と15°C発芽係数との間には、1%水準で正の有意な相関関係を得ているので、おおよその傾向は示されているものと考えられよう。

まず、27ヵ月および33ヵ月貯蔵の場合についてみると、本来の低温発芽性の高い「北斗」および「ハシリモチ」が、著しく発芽係数が低下していることが認められた。また、本来の低温発芽性の低い品種である「早生坊主」(No. 8)、「走坊主」(No. 20) および「新雪」は、貯蔵後には比較的高い発芽係数を示す結果となった。しかし、「坊主6号」および「農林33号」(No. 1) のように、貯蔵前および貯蔵後の発芽係数が共に高いもの、および、「北海95号」(No. 25) や「上育167号」(No. 21) のように、貯蔵前および貯蔵後の発芽係数が、共に低い部に属するものも認められた。

貯蔵期間が45ヵ月および54ヵ月を経た場合には、本来の低温発芽性と貯蔵後の発芽係数との間には、有意な相関関係が認められなかった。発芽係数についてみると、いずれの品種とも貯蔵前に比べて著しく低下しているが、その低下の程度は品種によって異なった。すなわち、低温発芽性の高い品種群では、発芽係数の低下度の大きいものと然らざるものが認められた。このことは、低温発芽性の低い品種群についても、同様のことがいえるようである。

籾の貯蔵期間を異にする場合、同一品種でも、

生産年次が異なれば、発芽性の推移の傾向は異なる場合も認められた。例えば、「坊主6号」は、1962年産籾については長期貯蔵後の発芽係数の低下度が小さかったが、1966年産籾では発芽係数が著しく低下する方に入った。また、「上育167号」は、1962年産籾については貯蔵後の発芽係数の低下度は大きい、1966年産籾は小さい方であった。

しかし、多くの品種については、種子の生産年次を異にしても、ほぼ類似の傾向を示した。

なお、貯蔵期間を異にした場合の発芽係数について、分散分析の結果、品種間には、いずれの場合にも1%水準で有意性が認められた。

(3) 考 察

稲品種の常温貯蔵による発芽性の変化について、池橋(1968)は、穂発芽性程度の異なる6品種を用いて、発芽温度17.5°Cにより発芽速度の品種間差異を調べ、収穫後2ヵ年間の室内貯蔵によって低温発芽性が向上するという結果を得た。李(1970)は、低温発芽性程度の異なる6品種を用い、室温貯蔵により15ヵ月から20ヵ月に至ると、品種の低温発芽性が急激に低下するが、低温発芽性の高い品種において、低温発芽性の低下が速く大きいことを報告している。

以上のような、常温貯蔵による低温発芽性の変化についての報告の多くは、発芽性に顕著な差のある数品種を供試した場合で、本実験の如く多数品種を供試して検討したものは少ない。

低温発芽性の程度が種々異なる、23~27品種を供試した本実験の結果では、収穫後の貯蔵期間が12ヵ月から18ヵ月までは、貯蔵前よりも発芽係数が増加した。

この増加程度は、低温発芽性の低い品種程高く、逆に低温発芽性の高い品種では低い傾向にあり、低温発芽性についての品種間差異が縮まることが示された。

本来の低温発芽性と貯蔵後の発芽係数との相関関係では、12ヵ月貯蔵の場合には5%水準で有意な相関関係が得られた。しかし、18ヵ月貯蔵では、その供試品種の数が12ヵ月貯蔵に比べて少なくなったため、有意な相関関係はみられなかった。

この結果より、室内などの常温下で貯蔵した籾

については、その貯蔵期間が12ヵ月までは、低温発芽性の検定が可能であることが明らかになった。

籾の寿命については、貯蔵条件のうちでも温度と湿度に左右されるところが大である。高橋(1962)は、貯蔵中の条件として、湿度よりも温度が重要な要因であるとしている。伊藤(1965)は、ROBERTS(1961 a)の貯蔵中の温湿度条件と種籾の発芽率半減期(年)との関係式より、含水率12~14%の場合、貯蔵温度30°Cでは1年、25°Cでは1~2年、20°Cの場合、2~5年であるとした。

本実験の結果では、貯蔵期間が33ヵ月では、全品種とも80%以上発芽したが、45ヵ月になると発芽率の高い品種でも65.5%であった。このことからすると、発芽率が50%以下になる貯蔵期間は、収穫後38ヵ月前後と推定される。本実験に用いた籾の含水率は、13~14%で、貯蔵中の温度は夏期でもほぼ平均20°C前後と考えてよいから、本実験における籾の寿命についての結果は、伊藤の算出した値と、ほぼ一致する。

岡・祭(1955)によれば、稲種子の寿命は品種によっても異なり、その品種間差異は品種群の分化と関係を有するという。永松ら(1968)は、長期貯蔵による発芽性の低下は、品種の休眠性程度と一致しないことを報告した。松元・山川(1969)も、穂発芽の難易と籾の寿命との間には、一定の関係がないとしている。しかし、太田・竹村(1970)は、休眠性の異なる品種の籾と玄米とをプラスチック容器に密閉し、30°Cの定温器中に保存して種子の寿命を調査した結果、発芽力の減退は穂発芽しやすい品種ほど顕著であった。

本実験の結果では、貯蔵期間が18ヵ月を過ぎると、発芽率および発芽速度が低下したが、いずれの貯蔵期間とも品種間差には1%水準で有意性がみられたので、稲品種の籾の寿命には品種間差異のあることが明らかである。また、一部の品種については、籾の寿命と低温発芽性との間には、低温発芽性の低い品種ほど種子の寿命が長く低温発芽性の増加程度が大きいという関係がみられるので、池橋(1968)のいうように、低温発芽性は貯蔵期間の延長により改善できるとも考えられ

う。しかし、この関係のみられない品種もあるので、籾の寿命と低温発芽性との関係は、個々の品種が持つ特異性によるのではないかと考えられる。

2) 低温貯蔵

(1) 実験材料および方法

実験に供試した籾は、1967年に北見農試圃場において、標準移植栽培方法で養成した個体から採種したものである。刈りとり後、架木で自然乾燥したのち、含水率が13~14%になったのを確認して、ビニール袋に密閉後5°Cに保った冷蔵庫に貯蔵した。

供試品種名および品種数は、検定温度の項において1967年に実施したものと同一36品種である。

各年次における低温発芽性の検定は、前項の方法に準じて実施した。

なお、低温貯蔵の期間は、常温貯蔵の場合と同様収穫後の月数で示した。

(2) 実験結果

低温下で、19、26および38ヵ月間貯蔵した場合、籾の本来の低温発芽性と貯蔵後の発芽係数との関係を第6図に示してある。

この図によると、両者の間には、いずれの場合とも0.1%水準で有意な正の相関関係が得られた。しかし、38ヵ月貯蔵の場合、相関係数の値はいくらか低くなっており、品種間の変異幅が広いことが認められた。

また、19ヵ月貯蔵の場合、発芽係数は貯蔵前における本来の低温発芽性と比べて、いずれの品種とも大きくなっていることが判る。

発芽率は、収穫後4ヵ月の場合、「ひめほなみ」が64%、「新雪」が85.5%、「シラユキ」が82.5%および「しおかり」が87%と低かった他は、90%以上の発芽率であった。一方、19ヵ月貯蔵後では各品種とも98%以上の高い発芽率を示した。

このように、19ヵ月間貯蔵した結果、発芽力が高まり発芽速度も速くなっていることが認められた。特に、「北見赤毛1号」および「ひめほなみ」では、これらの増加程度が大きかった。前者は低温発芽性が高く、後者は低温発芽性の低い品種で

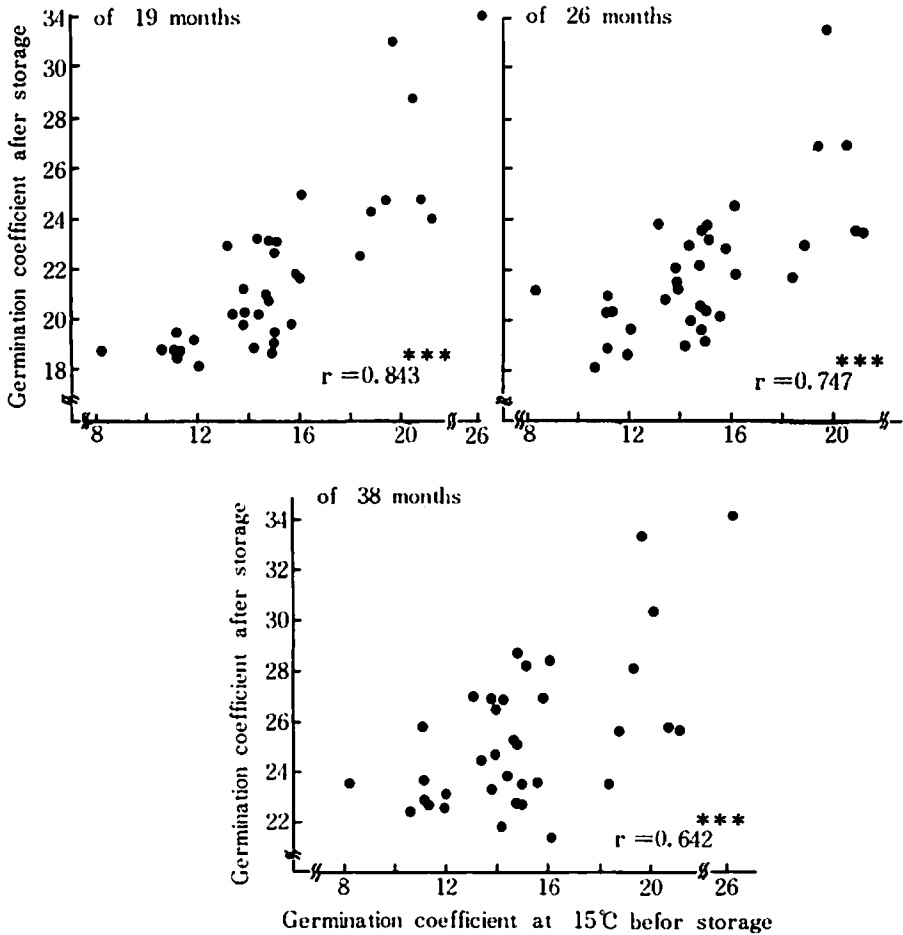


Fig. 6 Correlation between germinability at low temperature before storage and the germination coefficient after storage of 19, 26 and 38 months, respectively

ある。

貯蔵期間が26ヵ月の場合では、発芽は19ヵ月貯蔵の場合と同様に、全ての品種とも98%以上の高い発芽率を示し、発芽係数も収穫後4ヵ月のものに比べて各品種とも高くなっていった。

38ヵ月貯蔵した場合についても、同様な傾向であった。

次に、低温貯蔵条件で貯蔵期間の異なる種子間の発芽係数の関係についてみると、19ヵ月貯蔵の発芽係数と26ヵ月貯蔵のそれとの関係は、ほぼ1に近い極めて高い正の有意な相関関係にあることが認められた($r=0.967$)。また、19ヵ月貯蔵と26

ヵ月貯蔵とでは、発芽係数はほとんど変化がなく、分散分析の結果でも、貯蔵期間の間に有意性が認められなかった。

貯蔵期間が38ヵ月の場合も、26ヵ月貯蔵の場合と極めて類似した傾向を示した。しかし、発芽係数は26ヵ月貯蔵に比べて、いくらか高まっていることが認められた。この結果、38ヵ月貯蔵と26ヵ月貯蔵における発芽係数との関係は、ほぼ1に近い($r=0.927$)強い相関関係がみられたが、19ヵ月と38ヵ月貯蔵の間の相関は、前者に比べていくらか弱くなった($r=0.902$)。

以上の貯蔵期間を通じて、「北見赤毛1号」と

「ひめほなみ」は、貯蔵期間が長くなるに従って、低温発芽性の増加程度が大きく、「ハシリモチ」および「はやゆき」は、その低下度が大きい傾向を示している。

(3) 考 察

和田ら(1963)は、低温下の貯蔵によって収穫時の発芽性がよく保持されることを報告し、伊藤(1965)および池橋(1968)も同様な結果を得た。

低温貯蔵下における本実験の結果では、収穫後38ヵ月の貯蔵でも5°Cの低温では稲品種の低温発芽性の品種間差異が、かなり良く保持されている。

この結果、籾を5°Cの低温下に貯蔵することにより、少なくとも38ヵ月貯蔵までは、低温発芽性の品種間差異の検定を行なうことができることが明らかとなった。

しかし、個々の品種についてみると、発芽力および発芽速度が19ヵ月の貯蔵の場合に比べて、いくらか増加することが認められた。このことについて、李(1970)は低温貯蔵の場合、収穫後25ヵ月に至るまで、貯蔵により各品種の低温発芽性が増大し、その増加程度は収穫後10ヵ月ないしは15ヵ月へ至る場合に、最も増加程度が大きい結果を得ている。

本実験および李の実験結果からすると、低温貯蔵によって品種間差異は良く保持されるが、全体的な発芽性が或る程度変化することを示すものであろう。

また、永松ら(1968)は5年間低温貯蔵した籾について、その発芽力の保持状態を検討し、供試品種の84%は80%以上の発芽率を示し、60%以下のものも約4%が発芽率が低下しているに過ぎなかったことを報告している。

本実験では、38ヵ月までしか貯蔵しておらず永松らの結果との比較検討は行なえないので、今後さらに貯蔵を続けて検討が必要となるであろう。

なお、永松らによれば長期間貯蔵した籾を、30°Cで2ヵ月以上放置すると殆どどの品種で、著しく発芽力が減退することが報告されているので、低温発芽性の品種間差異の検定に当り、このような点にも充分留意することが必要であろう。

なお、著者(1969a)は、低温発芽性の品種間差異の検定に際して、比重1.10以上の籾を供試することによって明らかな品種間差異を検定することを、すでに報告しているので、以上の3項目にわたって得られた結果に加えて、低温発芽性の品種間差異の検定に利用しうる。

第2節 低温発芽性の品種間差異

1 籾発芽における品種間差異

水稲品種の低温発芽性と発芽後の初期生育性との間には、正の有意な相関関係が存在し、従って、低温発芽性の高い品種を育成することはまた洪水直播栽培適品種を育成することにつながる(佐々木1968a, 佐々木ら1970c, 1971)。そこで、低温発芽性を備えた品種育成のための母本の探索および適品種が具備すべき諸特性の解明など、育種的に必要な基礎資料を得る目的で、北海道品種を供試して低温発芽性の品種間差異を検討した。

(1) 実験材料および方法

供試品種は北海道大学農学部作物育種学教室および北海道立北見農業試験場が保存中の在来種、新旧の育成栽培品種および検定系統合計85であるが、このうち3系統は苗立不良のため試験を中止したので、最終的に供試し得た数は82である(第6表)。採種個体の養成は1968年に、出穂期の早晩による影響をできるだけ少なくするため、ビニールハウス内で行なわれ、 $\frac{1}{2}$ 、 $\frac{1}{4}$ 、 $\frac{1}{8}$ a ワグナーポットに水稲試験圃場の土壌を所定量つめ、これに硫酸アンモニア、過リン酸石灰および塩化カリ各1g宛施肥した後、1株1本植で1品種当り1ポット3株の栽植とした。出穂調査は1株中最も早い穂をえらび、3株平均による値を出穂期とした。

供試材料の採種は出穂期後40~45日に行なわれ、主穂および1次分けつ穂の穂を主体とした。乾燥は室温で行なわれた。

脱穀は籾に傷をつけぬため手で行ない、各品種・系統の休眠が終了したと考えられる採種後3ヵ月目に発芽試験に供した。

なお、供試籾の含水率は12~13%で品種・系統間に大差は認められず、完熟した精籾を厳選して供試した。

低温発芽性の検定方法は発芽温度は15°C、発

芽締切日は10日、1区100粒供試の2反復で行ない、前記の如く発芽係数を指標として示してある(佐々木1968c)。

(2) 実験結果

i 低温発芽性の品種間差異

検定結果を第6表に示した。発芽締切日10日

Table 6. Varietal differences of germinability at low temperature

| Code-no. of var. | Variety | Per. germ. in 10 days (%) | Mean days to germ. | Germ. coeff. | Code-no. of var. | Variety | Per. germ. in 10 days (%) | Mean days to germ. | Germ. coeff. |
|------------------|-----------------|---------------------------|--------------------|--------------|------------------|-----------------|---------------------------|--------------------|--------------|
| 1 | Nōrin 33 | 99.5 | 3.99 | 24.96 | 44 | Nan-ei | 98.5 | 4.86 | 20.29 |
| 2 | Nōrin 11 | 98.0 | 3.85 | 25.51 | 45 | Hōsetsu | 100.0 | 4.20 | 23.81 |
| 3 | Nōrin 15 | 97.5 | 4.27 | 22.87 | 46 | Kachihonami | 99.5 | 4.28 | 23.28 |
| 4 | Nōrin 19 | 99.5 | 3.96 | 25.13 | 47 | A-5 | 98.0 | 4.87 | 20.15 |
| 5 | Nōrin 20 | 98.0 | 5.18 | 18.93 | 48 | A-58 | — | — | — |
| 6 | Wasenishiki | 99.0 | 4.34 | 22.85 | 49 | A-107 | 84.0 | 4.95 | 16.99 |
| 7 | Kanmasari | 100.0 | 3.95 | 25.36 | 50 | C-19 | 73.0 | 5.99 | 12.14 |
| 8 | Wasebōzu | 94.0 | 5.58 | 16.85 | 51 | A-13 | 93.0 | 4.66 | 19.96 |
| 9 | Nōrin 34 | 98.5 | 5.08 | 19.40 | 52 | N-45 | 40.5 | 4.66 | 8.72 |
| 10 | Anzaikage 2 | 100.0 | 3.83 | 26.16 | 53 | N-53 | 89.5 | 6.80 | 13.18 |
| 11 | Shirayuki | 98.5 | 5.86 | 16.83 | 54 | N-56 | 93.5 | 6.19 | 15.17 |
| 12 | Kitaminori | 99.5 | 3.93 | 25.36 | 55 | N-57 | 96.0 | 4.59 | 20.95 |
| 13 | Bōzu 6 | 99.0 | 3.59 | 27.62 | 56 | N-58 | 46.5 | 7.59 | 6.15 |
| 14 | Hokuto | 99.5 | 3.23 | 30.83 | 57 | N-60 | 94.0 | 5.07 | 18.55 |
| 15 | Shinsetsu | 97.0 | 4.96 | 19.63 | 58 | A-12 | — | — | — |
| 16 | Hatsutokachi | 99.0 | 3.90 | 25.39 | 59 | N-62 | 97.0 | 3.81 | 26.02 |
| 17 | Mimasari | 100.0 | 3.99 | 25.07 | 60 | N-66 | 94.5 | 5.55 | 17.04 |
| 18 | Eikō | 100.0 | 4.94 | 20.27 | 61 | H-9 | 96.5 | 4.93 | 19.65 |
| 19 | Toyohikari | 100.0 | 4.79 | 20.90 | 62 | H-45 | 98.5 | 3.33 | 29.63 |
| 20 | Iburiwase | 99.5 | 3.12 | 31.96 | 63 | H-60 | 98.0 | 3.39 | 28.92 |
| 21 | Kitamiakage 1 | 99.0 | 3.71 | 26.74 | 64 | H-68 | — | — | — |
| 22 | Hashiribōzu | 77.5 | 4.76 | 16.33 | 65 | H-69 | 97.0 | 5.13 | 18.92 |
| 23 | Jōiku 167 | 96.0 | 5.82 | 16.61 | 66 | H-79 | 97.5 | 5.09 | 19.16 |
| 24 | Fukuyuki | 100.0 | 4.19 | 23.88 | 67 | H-100 | 99.0 | 3.43 | 28.87 |
| 25 | Sasahonami | 96.0 | 5.12 | 18.79 | 68 | H-75 | 99.0 | 4.29 | 23.11 |
| 26 | Hokkai 116 | 94.0 | 4.70 | 19.83 | 69 | H-123 | 100.0 | 2.39 | 41.84 |
| 27 | Hokkai 95 | 98.5 | 4.95 | 19.92 | 70 | H-126 | 95.0 | 3.77 | 25.22 |
| 28 | Shiokari | 99.5 | 4.63 | 21.52 | 71 | H-143 | 96.0 | 4.18 | 22.97 |
| 29 | Waseshiroke | 100.0 | 3.71 | 26.96 | 72 | H-145 | 81.0 | 6.34 | 12.83 |
| 30 | Hayayuki | 97.5 | 3.39 | 28.72 | 73 | 74-2 | 73.5 | 5.93 | 12.40 |
| 31 | Uryu | 99.5 | 4.22 | 23.58 | 74 | N-4 | 99.5 | 4.70 | 21.19 |
| 32 | Kiyokaze | 99.5 | 4.23 | 23.55 | 75 | Hokuiku 42 | 99.0 | 5.02 | 19.84 |
| 33 | Teruminori | 100.0 | 4.05 | 24.82 | 76 | Tokachikuromomi | 95.0 | 6.34 | 14.99 |
| 34 | Hōryu | 98.5 | 5.72 | 17.23 | 77 | Tsugaruwase 1 | 90.0 | 5.24 | 17.19 |
| 35 | Hokusetsu | 100.0 | 4.03 | 24.92 | 78 | Wasekyōso | 96.5 | 5.18 | 18.63 |
| 36 | Himehonami | 96.5 | 5.45 | 17.72 | 79 | Tamakiwase | 91.0 | 4.59 | 19.83 |
| 37 | Yūkara | 99.0 | 4.51 | 21.98 | 80 | Kuromomi | 97.0 | 4.40 | 22.09 |
| 38 | Hokkai 104 | 99.0 | 4.69 | 21.13 | 81 | Oyobe | 90.0 | 4.66 | 19.31 |
| 39 | Sakigake | 99.5 | 2.83 | 35.18 | 82 | Minakuchiine | 97.0 | 5.11 | 18.99 |
| 40 | Ishikarishiroke | 98.0 | 4.06 | 24.17 | 83 | Chikanari | 100.0 | 2.68 | 37.34 |
| 41 | Shin-ei | 99.5 | 4.53 | 21.97 | 84 | Akage | 92.0 | 5.13 | 17.96 |
| 42 | Jōiku 364 | 96.5 | 4.47 | 21.65 | 85 | Datechikanari | 67.5 | 5.21 | 12.97 |
| 43 | Tomoemasari | 97.0 | 5.07 | 19.19 | | | | | |

目における発芽歩合では、大部分の品種が90%以上の値を示したが、90%以下のものが9品種・系統みられた。これらについては、11日以後発芽温度を30°Cに変えたところ、「N-45」(No. 52)以外は全て数日以内に95%以上まで発芽した。「N-45」は休眠性の強い系統でないかと考えられる。平均発芽日数では「H-123」(No.69)の2.39日が最小で、最大は「N-58」(No.56)の7.59日であった。この傾向は発芽係数についても同様で、その値はそれぞれ41.84と6.15であった。発芽係数について、乱塊法による分散分析を行なった結果は1%水準で品種間差異に有意性が認められた。

先に佐々木(1968c, 1969a)は低温発芽性の高い品種として「胆振早稲」を報告したが、今回は出穂の比較的早く且つ低温発芽性の高い品種として「魁」(No. 39)および近成(No. 83)が見いだされた。一方逆に低い品種としては「伊達近成」(No. 85)および「十勝黒粳」(No. 76)が挙げられる。以上の4品種はいずれも明治、大正年代における北海道在来種またはその改良種であるが(佐本1967)、発芽性に関しそれぞれ両極端に位置することは興味深い。

供試品種・系統の示す発芽係数が如何なる頻度分布を示すかを知るため一応正規分布による期待値と観測値の適合度をみたのが第7表である。すなわち χ^2 -検定の結果適合するとみなしてよい値が得られた。

いま、芽性係数の大小に基づいて、供試品種・系統を7階級に分けた。それが第8表である。表中の階級区分は、極低、低、稍低、中、稍高、高および極高のそれぞれが、ほぼ3%、7%、15%、50%、15%、7%および3%となるように階級値を決めたが、実際にはそれぞれ2.4%、8.5%、12.2%、46.3%、13.4%、13.4%および3.6%である。

第7図は1967年に得られた低温発芽性の品種間差異と、これと共通な供試品種について1968年度に実施した低温発芽性の検定結果との相関関係をみたものである。ここでは0.1%水準で高い正の相関係数が得られている。また、1次回帰式を

Table 7. Observed and expected number of varieties obtained by the normal distribution

| Germ. coeff. | Observed | | Expected | |
|--------------|----------|-------|----------|-------|
| | No. | % | No. | % |
| 0~1 | 0 | 0 | 0.0 | 0.00 |
| 2~3 | 0 | 0 | 0.1 | 0.12 |
| 4~5 | 0 | 0 | 0.2 | 0.24 |
| 6~7 | 1 | 1.22 | 0.5 | 0.61 |
| 8~9 | 1 | 1.22 | 1.0 | 1.22 |
| 10~11 | 0 | 0 | 2.1 | 2.56 |
| 12~13 | 5 | 6.10 | 3.8 | 4.63 |
| 14~15 | 2 | 2.44 | 6.0 | 7.32 |
| 16~17 | 10 | 12.20 | 8.3 | 10.12 |
| 18~19 | 17 | 20.73 | 10.3 | 12.56 |
| 20~21 | 11 | 13.42 | 11.3 | 13.78 |
| 22~23 | 10 | 12.20 | 11.0 | 13.41 |
| 24~25 | 11 | 13.42 | 9.5 | 11.59 |
| 26~27 | 5 | 6.10 | 7.3 | 8.90 |
| 28~29 | 4 | 4.88 | 4.8 | 5.85 |
| 30~31 | 2 | 2.44 | 2.9 | 3.54 |
| 32~33 | 0 | 0 | 1.6 | 1.95 |
| 34~35 | 1 | 1.22 | 0.7 | 0.85 |
| 36~37 | 1 | 1.22 | 0.3 | 0.37 |
| 38~39 | 0 | 0 | 0.1 | 0.12 |
| 40~41 | 1 | 1.22 | 0.0 | 0.00 |
| Total var. | 82 | | 82 | |

χ^2 : 8.69
 p : 0.25~0.50

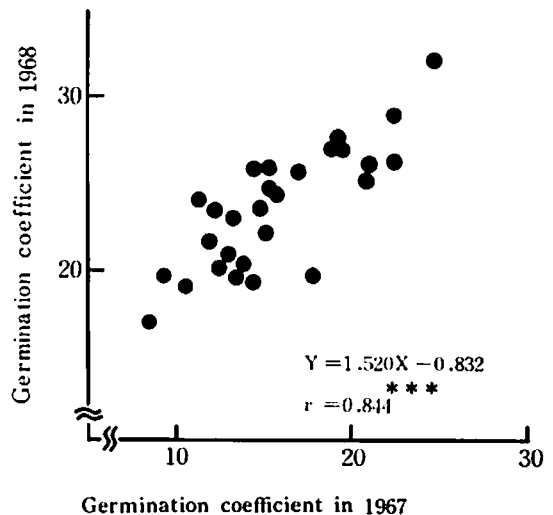


Fig. 7 Varietal differences of the germinability at low temperature for two years, 1967 and 1968

Table 8. A demarcation table for varietal differences of germinability at low temperature

| | a | b | Varieties | | a | b | Varieties | | a | b | Varieties | | |
|------------|---|----|---|--------|----|---|--|--|--|------|--|-----------|--|
| Very low | | 6 | N-58 ("Nōrin-28" dwarf) | Middle | 20 | | Tomomasari A-13("Chabo") H-9 (britle culm) H-79(m.m.) Hokuiku 42 Oyobe Kairyō 34 Yachiminori Maekawa Nakamurashiroke Tamakiwase | Fairly high | | 24 | Nōrin 33 Teruminori Hokusetsu Ishikarishiroke Hayaminori Chinkobōzu 2 | | |
| | | 8 | N-45 (m.m.) | | | | 25 | | Nōrin 11 Nōrin 19 Kanmasari Kitaminori Mimasari H-126(m.m.) Hokkaimochi Waseyukimochi Hatsutokachi | | | | |
| Low | | 12 | C-19 ("Daikoku" long empty glumes) H-145(m.m.) 74-2(m.m.) Datechikanari | | | | | | A-5(Akamuro) N-57("Kamikawa" tillering dwarf) Hokkai 121 Hayamochi Kitanishiki | High | | 26 | Anzaiakage 2 Kitamiakage 1 Waseshiroke N-62 ("Yūkara" dwarf) Kurikaramochi Yamazakimochi Anzai 25 |
| | | 13 | N-53("Fūrenbōzu" dense panicle) | | | | 21 | Shiokari Yūkara Hokkai 104 Shin-ei Jōiku 364 N-4(long empty glumes) Hashirimochi Hokken 22 | | | 27 | Bōzu 6 | |
| | | 14 | Tokachikuromomi | | | | | | | | | 28 | Hayayuki H-60(m.m.) H-100(m.m.) Hokkaiwase Hokkaiwase 1 |
| | | 15 | N-56(m.m.) | | | | | | | | | 29 | H-45(m.m.) Hokkaiakage Hokuto Iburiwase |
| Fairly low | | 16 | Wasebōzu Shirayuki Hashiribōzu Jōiku 167 A-107(m.m.) | | | | 22 | Nōrin 15 Wasenishiki H-143(m.m.) Kuromomi Hashiribōzu 1 | | 30 | Hokuto | | |
| | | 17 | Hōryū Himehonami N-66 ("Porutogaru") Tsugaruwase Akage Kyōwa | | | | | | | 31 | Iburiwase | | |
| | | 18 | Nōrin 20 Sasahonami N-60("Shinato" dwarf) H-69(m.m.) Wasekyōso Minakuchiine Sōhōmochi Hokuiku 43 Kachihonami | | | | 23 | Fukuyuki Uryū Kiyokaze Hōsetsu H-75(m.m.) | Very high | | 35 | Sakigake | |
| Middle | | 19 | Nōrin 34 Shinsetsu Hokkai 116 Hokkai 95 | | | | | | | | 37 | Chikanari | |
| | | | | | | | | | | 41 | H-123(m.m.) | | |

The letters m.m. in parenthesis are the simpler form for multiple marker
a : germinability at low temperature
b : germination coefficient

最小2乗法で求めたところ、回帰係数もその水準で有意性を示した。このように、年次が異なっても低温発芽性の品種間差異の傾向にはあまり影響を与えてないことが認められたが、このことについては更に後で触れる予定である。そこで、本実験では供試していないが1967年に供試したところの品種について低温発芽性の高低を同時に分類するために、上記の1次式より1968年の発芽係数を推定し、前記の基準に従って分類を試み第8表に加えた。表中には北海道品種・系統合わせて105種についての成績が表示されている。

ii いわゆる発芽準備期 (B相) における低温発芽性の品種間差異

高橋 (1962) は稲種子の発芽過程にA相 (吸水期)、B相 (発芽準備期) およびC相 (生長期) の3つの生理相があることを述べ、発芽の遅速は上としてA相とB相の2つの生理相の時間的長さによ

って支配されることを明らかにした。A相の進行を支配する要因は機械的な種皮の透過性であることを指摘すると共に、B相の進行は胚と胚乳との間におこる貯蔵物質の移行如何によって左右され、出穂期後約200日の貯蔵期間によってこの相は消失されると結論した。

B相の過程の進行を抑制しながらA相を経過せしめる一つの方法は、種子の胚の活動を抑えるために低水温下で十分に機械的に吸水させることである (高橋 1962)。著者 (1962) は北海道品種の低温発芽性高、中、低の品種を用いて、2°Cの低い水温下で吸水させた場合、7日前後で飽和状態に達することを認めた。そこで、A相を経過せしめるため、供試粒を2°Cの水に7日間浸漬した後、前項と同様な方法で低温発芽性の品種間差異を検定した。なお、粒量の都合で扱った品種・系統数は77である。

Table 9. Varietal differences of germinability at low temperature in so-called Phase B

| Code. no. | A* | B** | C*** | Code. no. | A | B | C | Code. no. | A | B | C |
|-----------|-------|------|-------|-----------|-------|------|-------|-----------|-------|------|-------|
| 1 | 98.0 | 3.16 | 31.07 | 27 | 97.0 | 4.71 | 20.63 | 57 | 98.0 | 3.99 | 24.75 |
| 2 | 99.0 | 3.08 | 32.52 | 28 | 99.0 | 3.75 | 26.43 | 59 | 96.0 | 3.33 | 28.92 |
| 3 | 97.5 | 3.51 | 27.97 | 29 | 98.5 | 2.99 | 33.02 | 60 | 88.0 | 5.92 | 15.10 |
| 4 | 98.0 | 2.84 | 34.68 | 30 | 100.0 | 2.43 | 41.29 | 61 | 73.0 | 6.15 | 12.12 |
| 5 | 99.0 | 5.13 | 19.33 | 31 | 100.0 | 3.47 | 29.26 | 62 | 96.0 | 2.53 | 38.52 |
| 6 | 97.0 | 3.94 | 24.77 | 32 | 99.0 | 3.53 | 28.09 | 63 | 98.5 | 2.69 | 36.69 |
| 7 | 99.5 | 3.31 | 30.19 | 33 | 99.5 | 2.98 | 33.48 | 65 | 99.5 | 4.21 | 23.64 |
| 8 | 99.5 | 4.02 | 24.80 | 34 | 98.0 | 5.09 | 19.26 | 66 | 96.5 | 4.55 | 21.33 |
| 9 | 99.5 | 4.06 | 24.59 | 35 | 99.0 | 3.30 | 30.07 | 67 | 98.0 | 3.82 | 25.84 |
| 10 | 99.0 | 2.87 | 34.62 | 36 | 98.0 | 4.22 | 23.23 | 68 | 93.5 | 5.56 | 16.84 |
| 11 | 99.5 | 5.11 | 19.51 | 37 | 98.5 | 4.07 | 24.29 | 69 | 99.5 | 2.33 | 43.01 |
| 12 | 98.5 | 3.42 | 28.84 | 38 | 98.0 | 3.84 | 25.73 | 71 | 94.5 | 3.07 | 31.15 |
| 13 | 99.5 | 2.89 | 34.43 | 39 | 99.0 | 2.76 | 36.23 | 73 | 68.0 | 5.61 | 12.12 |
| 14 | 99.0 | 2.88 | 34.44 | 40 | 99.5 | 3.20 | 31.15 | 74 | 99.0 | 3.52 | 28.19 |
| 15 | 98.0 | 3.44 | 28.63 | 41 | 99.0 | 3.38 | 29.41 | 75 | 100.0 | 4.36 | 23.04 |
| 16 | 99.5 | 2.86 | 35.03 | 42 | 96.0 | 4.15 | 23.16 | 76 | 92.5 | 5.84 | 15.84 |
| 17 | 99.0 | 2.97 | 33.38 | 43 | 99.0 | 3.67 | 27.18 | 77 | 78.0 | 5.42 | 14.41 |
| 18 | 99.0 | 3.58 | 27.71 | 44 | 98.5 | 3.68 | 26.89 | 78 | 83.5 | 4.97 | 16.92 |
| 19 | 99.0 | 4.54 | 21.87 | 45 | 98.0 | 3.13 | 31.58 | 79 | 87.0 | 3.77 | 23.36 |
| 20 | 100.0 | 2.42 | 41.49 | 46 | 97.5 | 3.56 | 27.46 | 80 | 98.0 | 3.47 | 28.29 |
| 21 | 99.0 | 3.19 | 31.09 | 47 | 95.5 | 4.33 | 22.09 | 81 | 87.0 | 3.71 | 24.10 |
| 22 | 81.5 | 3.64 | 22.52 | 49 | 82.5 | 4.51 | 18.30 | 82 | 90.0 | 4.67 | 19.27 |
| 23 | 99.0 | 4.92 | 20.16 | 50 | 81.0 | 5.90 | 13.73 | 83 | 97.5 | 2.46 | 39.72 |
| 24 | 99.5 | 3.18 | 31.32 | 51 | 90.5 | 3.66 | 24.83 | 84 | 86.5 | 4.10 | 21.13 |
| 25 | 100.0 | 4.61 | 21.59 | 52 | 20.0 | 4.03 | 4.97 | 85 | 65.0 | 5.06 | 13.25 |
| 26 | 94.5 | 3.73 | 25.46 | 53 | 96.0 | 5.72 | 16.81 | | | | |

* A : percent of germination in 10 days

** B : mean days to germination

*** C : germination coefficient

検定結果は第9表に示される。これによればA相を経過したことにより発芽係数は平均して約20%増加しているが、大きいものでは約50%に達した。しかし、そのような値を示す品種数は少なく、「早生坊主」(No. 8), 「新雪」(No. 15) および「巴まさり」(No. 43) の3品種であった。また、品種・系統によっては、A相を経過しない前の値より小さな値を示したものがみられた。これは供試穂の相違による誤差と考えられ、A相経過による発芽性向上の効果の小さいものであろう。一方、低温発芽性の特に高い3品種では、A相の影響力は小さいほうであったが、発芽係数の絶対値が大きいため階級分類では「高」ないしは「極高」に分類される。しかし、低温発芽性がこの3品種に次いで高い「胆振早稲」(No. 20) および「はやゆき」(No. 30) はA相の影響力が比較的大きいものであった(第10表)。

第8図は前項で検討したA相とB相の和によって示される低温発芽性とA相経過後のいわゆるB相における低温発芽性との関係を図示したものである。これから判るように、両者の関係は相当強く、相関係数を求めたところその値は0.893で、0.1%水準で有意であった。その1次回帰式における回帰係数は0.1%水準で有意であり、この係数から判るように、A相の影響力は約21%程度で

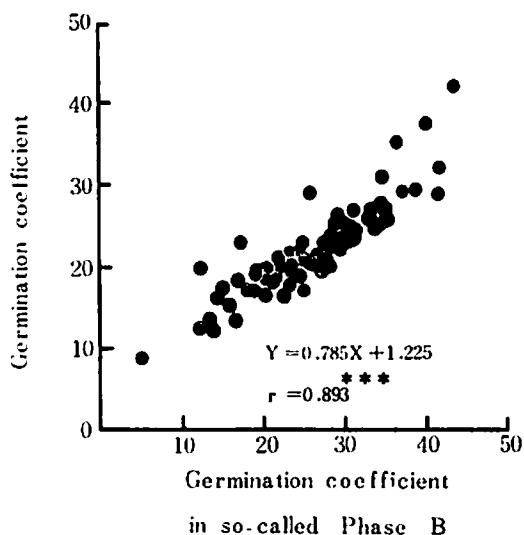


Fig. 8 Correlation between the germinability at low temperature and that of so-called Phase B

あることが認められた。この値は先の平均値による増加割合とほぼ同じである。

一方、先にも述べたように、A相経過による低温発芽性の増加程度は品種・系統により異なったが、品種の低温発芽性の高低との間には一定の関係は認められなかった。

第11表は低温発芽性の高低と芒の多少或いは稃先着色の有無との関係を示したものである。い

Table 10. A demarcation table for varietal differences of germinability at low temperature in so-called Phase B

| Germinability at low temperature | Germ. coeff. | Code-number of variety* | Total no. of varieties |
|----------------------------------|--------------|---|------------------------|
| Very low | 4—11.99 | 52 | 1 |
| Low | 12—14.99 | 61, 73, 50, 85, 77 | 5 |
| Fairly low | 15—21.99 | 60, 76, 53, 68, 78, 49, 5, 11, 34, 82, 23, 27, 19, 25, 66, 84 | 16 |
| Middle | 22—30.99 | 22, 47, 36, 42, 65, 75, 79, 6, 8, 9, 31, 37, 51, 57, 81, 26, 38, 67, 28, 44, 3, 18, 43, 46, 12, 15, 32, 59, 74, 80, 31, 41, 7, 35 | 34 |
| Fairly high | 31—36.99 | 1, 21, 40, 45, 71, 2, 17, 29, 33, 4, 10, 13, 14, 16, 39, 63 | 16 |
| High | 37—42.99 | 62, 83, 20, 30 | 4 |
| Very high | 43— | 69 | 1 |

* The same in the table 6

Table 11. Relation between the germinability at low temperature and the degree of awn, apiculus color

| Germinability at low temperature | Degree of awn | | | | | | | Total no. of awned varieties | Apiculus color | | |
|----------------------------------|---------------|---|---|---|---|---|---|------------------------------|----------------|-------|---------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | | 7 | Green | colored |
| Very low | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| Low | 3 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 2 | 4 | 3 | 4 |
| Fairly low | 4 | 0 | 0 | 1 | 0 | 2 | 0 | 3 | 6 | 4 | 6 |
| Middle | 22 | 2 | 1 | 3 | 1 | 1 | 0 | 8 | 20 | 20 | 18 |
| Fairly high | 3 | 0 | 1 | 2 | 0 | 1 | 0 | 4 | 8 | 7 | 4 |
| High | 3 | 0 | 0 | 2 | 0 | 2 | 1 | 3 | 9 | 6 | 5 |
| Very high | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 3 | 1 | 2 |
| Total | 37 | 2 | 3 | 9 | 1 | 7 | 2 | 21 | 45 | 42 | 40 |

Degree of awn : 0 → 7
 awnless fully awned

ま、芒性を無～多までを8階級に分けて、それぞれに0～7までの階級値を与え、低温発芽性の高低との関係を見ると、低温発芽性と芒性との間には一定の関係は認められなかった。また、独立性の検定方法で低温発芽性と稈先の着色の有無との関係を検討したところ、統計的に有意性は全く認められなかった。

(3) 考 察

低温発芽性の品種間差異に関する報告はいくつかみられるが、それらは水稲と陸稲の発芽性の相違に関するもの(原島 1937 など)、発芽温度に関するもの(松田 1930 など)、発芽性の異なる稲の地理的分布に関するもの(永松 1942 など)などであり、しかも主として府県品種または外国品種を対象としたものである(関係文献は高橋 1952 に詳しい)。

北海道品種を扱ったものとしては、低温発芽性の検定方法を確立する目的で行なわれた佐々木(1968 c, 1969 a)の報告があり、ここでは約30品種が供試された。また、三浦ら(1963)による報告は育種材料探索のための予備調査で、供試した品種・系統数は水・陸稲合わせて148種にのぼるが、具体的なデータはあまり示されておらず、直接比較検討を行なうことはできない。李(1969 a)は北海道品種33, 府県品種35, 韓国品種14および印度稲4の合わせて86の水陸稲品種を供試して、低温発芽性の品種間差異を検討した結果、北海道の「胆振早稲」「北斗」および韓国の「愛達」

が特に発芽性が高いことを報告した。しかしこの場合、供試種子の生産地は日本全国および韓国にわたっており、栽培環境および採種後の貯蔵条件などが異なっているので、低温発芽性の品種間差異の検討には必ずしも適当でないものも含まれている可能性がある。

本実験では北海道の新旧水稲品種約50をほぼ網羅しており、更に北海道大学作物育種学教室において遺伝子分析用検定系統として保存されている約30系統の合せて82品種・系統を供試した。また、参考的に陸稲品種および糯品種など23を加えて合計の105品種・系統について、低温発芽性の高低を分類した。

この結果、特に低温発芽性が大きいと認められたものには3品種があり、この内「魁」および「近成」は在来種、「H-123」は検定系統であった。これらに次いで大きかったものは在来種もしくは旧品種5, 参考品種の陸稲品種3, 糯品種2および検定系統4で、最近の品種としては「はやゆき」が含まれるのみである。以上の如く在来種に低温発芽性の大きいものが多いようであるが、なかには低温発芽性の極めて小さいものもあった。陸稲3品種が全て高い階級に分類されたが、これは陸稲が水稲に比べて低温発芽性が大きいとする原島(1937)の報告と一致する。一方、原島は糯種が梗種よりも低温発芽性が大きいとしているが、本実験では糯品種のなかには低温発芽性の高いものも然らざるものが、ほぼ同程度に含まれていた。

先に水稲品種において低温発芽性の高い品種は初期伸長性が高く、初期の葉数の進みも早く、従って乾物重が重いこと、また初期発根性との間にも有意な正の相関関係があり、これらの関係から苗立性へも有利に働いていることや、更に初期分けつ性も高い傾向のあることから、低温発芽性の高い品種を育成することは同時にまた湛水直播栽培のための適品種を育成することにつながることを明らかにした(佐々木 1968 a, 1968 b, 1969 b, 佐々木・山崎 1971)。従って、本実験で明らかとなった各品種の低温発芽性の分類は、将来湛水直播栽培適品種の育成上に利用価値が高いと考えられる。更に、検定系統の中にも低温発芽性の高から低に至る品種のものを認めたので、低温発芽性と遺伝形質の相関関係の分析により、低温発芽性の選抜の効果を高めることに利用できる可能性も考えられる。

高橋(1952)は稲種子の発芽の遅速はA相とB相の2つの生理相の時間的長さによって支配され、A相およびB相に関して、それぞれ明瞭な品種間差異のあることを認めた。更にいずれの相がその種子の発芽を支配するかによって群別し、①発芽過程でA相が経過し難い型、②発芽過程でB相が経過し難い型、③発芽過程でいずれの相も容易に経過終了する型の3群に分けた。

本実験ではA相およびB相のうち、A相の経過の難易の程度についても検討したが、A相とB相の和として示される低温発芽性に対するA相の影響の程度は約20%程度であると推定された。しかし中には約50%の影響を示したものも3品種ほど認められたが、全体的にはA相の影響は小さく、高橋の前記の群別による②型に属するものが多いと考えられた。このことは、A相とB相の和における低温発芽性とB相のみにおける低温発芽性との間に相関係数がかなり高く、低温発芽性の階級分類でも1階級上下する変動しか認められなかったことからもうなずかれる。

以上のことから、ここで用いた品種・系統については低温発芽性に与えるA相の影響は比較的小さくB相による影響が大きいため、B相における低温発芽性の高低は、A相とB相の和として示さ

れる低温発芽性の高低によって判定しても、大きな誤りはないものと考えられる。

低温発芽性と芒性および稈先着色性との関係について、李(1970)は雑種集団を供試しての結果、芒の有無と低温発芽性程度とは全く独立とはいえ、その間には或る程度の遺伝的な相関または連鎖が存在している可能性を、また稈先着色と低温発芽性は互に独立であろうことを報告している。品種を用いての本実験における結果では、芒の有無および稈先の着色の有無と低温発芽性との間には、それぞれ一定の関係は認められず、低温発芽性とは遺伝的に独立した形質であることが推定された。このことは、有芒種は直播栽培における機械播種に障害となるので、無芒で低温発芽性の高い品種育成を考える上では望ましい結果であるといつてよい。

2 玄米発芽における品種間差異

初米の発芽が穎の除去によって早まることは、すでに休眠性打破の方法として提示されているところである。佐々木(1962)は休眠性の少ない北海道品種を用いて、休眠がほとんどなくなったと考えられる時期に、16°Cにおいて発芽試験を行ったところ、玄米の発芽速度が初米のそれに比べて著しく早まることを認め、品種間差異が縮まる傾向も得た。本実験では、初と玄米における低温発芽性の品種間差異において、交互作用の存在する可能性を考え、供試品種数を多くして初および玄米発芽における低温発芽性の品種間差異について比較検討した。

(1) 実験材料および方法

供試品種は前項の階級分類に使用した105品種・系統の他にアメリカ品種5、ソ連品種4、韓国品種および北海道品種2を加えた116品種・系統で、1969年に同一条件で採種した種子を用いた。しかし、種子量の関係から、玄米発芽試験に用いたのは、これらのうち60品種・系統で前項の品種番号では1~46, 52, 56, 62, 69および76~85に当るものである。

玄米発芽と比較上用いた初発芽の検定は前項に準じた。玄米発芽では発芽検定直前に玄米に傷をつけぬように手で穎を除去した玄米を用い、初発

芽と同一条件で発芽試験を行なった。置床後5日目に停電のため恒温器内の温度が0°C以下となり低温障害を受け、その後の発芽がやや緩慢となったが、大部分の発芽が終了していたので、結果には大きな影響を与えなかったものと考えられる。

(2) 実験結果

第9図は籾発芽と玄米発芽による低温発芽性の関係をみたものである。その結果、相関係数は0.581で0.1%水準で有意であった。また、玄米発芽による発芽係数の値は籾発芽のそれに比べて、約2~3倍高くなっており、玄米による発芽促進の程度はかなり高いことが認められた。

発芽係数について、分散分析した結果は第12表に示され、主効果である品種間差異および籾と玄米による差異の両方において、1%水準で有意性が認められたが、特に後者の分散値が著しく大きかった。1次の交互作用については、品種×処理(籾と玄米)に1%水準で有意性がみられた。このことは籾発芽と玄米発芽における品種間差異が異なることを示しているといつてよい。しかし、籾および玄米別の分散分析の結果では、品種間差異

Table 12. Analysis of variance in germinability in brown and unhulled rice

| Source | D.F. | Mean square |
|-------------|------|---------------|
| Variety (V) | 59 | 183.3058** |
| Hulling (H) | 1 | 13.911.9962** |
| Block | 1 | 8.1549 |
| V×H | 59 | 42.9395** |
| Error | 119 | 5.3721 |

** significant at 1% level

Table 13. A demarcation table for varietal differences of germinability at low temperature in brown rice

| Germinability at low temperature | Germ. coeff. | Code-number of variety* |
|----------------------------------|--------------|---|
| Low | 20—25 | 8, 15, 19, 23 |
| Fairly low | 25—32.5 | 6, 9, 11, 13, 17, 22, 25, 27, 28, 37, 45, 80, 81, 82 |
| Middle | 32.5—42.5 | 1, 2, 3, 4, 5, 10, 16, 18, 21, 24, 26, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 38, 41, 42, 56, 76, 77, 78, 79, 85 |
| Fairly high | 42.5—55 | 7, 12, 14, 20, 36, 39, 40, 43, 44, 46, 62, 84 |
| High | 55—80 | 52, 69, 83 |

* the same in the Table 6

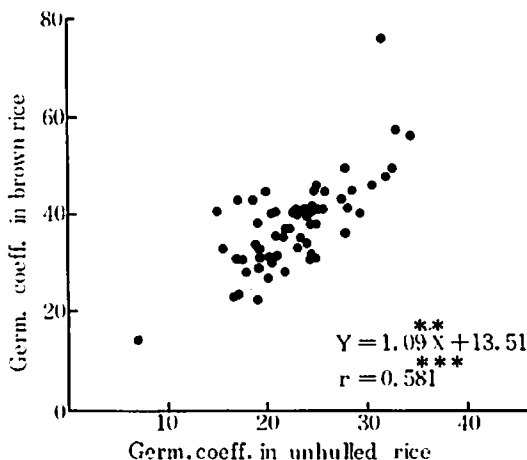


Fig. 9 Correlation between the germination coefficient at 15°C in brown and unhulled rice

についての傾向は同じであり、籾発芽と玄米発芽との関係をみた第9図からも、品種間差異の傾向が著しく異なるとは考えられない。従って、交互作用が有意性を示したのは、処理(籾と玄米)に関する主効果の影響が大きかったためと考えられる。ただし、一部の品種では玄米発芽において、発芽速度が促進される程度の大きいことが認められた。このような傾向の顕著なものとして、「近成」(No. 83)が最も著しく、ついで「南榮」(No. 44), 「巴まさり」(No. 43), 「ひめほなみ」(No. 36) および「N-58」(No. 56)が挙げられる。これらのうちの3品種は北海道においては晩生種に属することも興味深い。

なお、玄米発芽において低温発芽性の高低を分類すると、第13表のようである。

(3) 考 察

発芽促進のために玄米を用いる方法は、新鮮種実が穎の除去によって発芽しやすくなるからである(中山1966)。片山・志賀(1935)は陸稲の育種試験において玄米播種法の適用を提案し、田北ら(1960)は糯米中の稈粒混入の防止策として、精粒の玄米播種法を考案した。一方、藤井(1962)は粳と玄米の発芽について、玄米の発芽が早いことを報告している。しかしながら、稲種子の低温発芽性の品種間差異を粳と玄米との比較において検討した例は、あまり見当たらない。

佐々木(1962)は北海道の8品種を供試して、粳と玄米の発芽速度の差異について検討し、玄米における低温発芽性が粳のそれに比べて著しく早まることを報告した。本実験においては、更に品種数を多くして粳と玄米における低温発芽性の品種間差異について検討を行なった。休眠性の少ない北海道品種を供試して、しかも低温下における玄米の発芽速度が粳の場合よりも著しく速まることは、低温発芽において穎が何らかの影響を及ぼしていることを物語っている。しかし、品種間差は明らかに認められ、その品種間差異は粳と玄米において平行関係が認められたことにより、低温発芽性の品種間差異を変える要因としては、穎は余り影響を与えるものでないといえよう。

一方、粳と玄米における発芽速度の差の原因として、藤井(1962)は粳と玄米における吸水の時間差によるところが大きいとしている。しかし、佐々木(1962)は2°Cの低水温下で胚の活動を抑え機械的吸水によってのみ飽和状態にした粳およ

び玄米を16°Cと28°Cで発芽させたところ、粳と玄米の発芽速度には有意差を認め、粳と玄米の発芽速度の差を吸水の時間差に帰すことができない結果を得た。このことは前項において、上記と同様処理により吸水の影響を除いて低温発芽性の検定を行なった場合、発芽係数は約20%の増加程度に止ったのに対して、除穎による本実験の結果では粳の発芽係数に対して約2倍の値を得ていることから確認しうる。更に佐々木(1962)は粳殻の浸漬液の影響について検討したが、粳と玄米の発芽速度の差を説明できる結果は得られなかった。この粳殻の発芽への影響に関して、最近太田ら(1971)は粳殻が酸素を取奪する作用をしているという興味ある結果を得ている。

第3節 栽培条件が低温発芽性の品種間差異に与える影響

稲種子の発芽速度が採種条件によって影響されることは、従来多くの報告がある(岩崎1962, 高橋1962, 太田・武市1966, 池橋1967, 李1969 a・b)。

これらの報告は1品種ないしは数品種を供試してのものであって、多数の品種について低温発芽性の品種間差異と栽培条件との関係について検討したものは、あまり見当たらない。

ここでは、低温発芽性の程度の異なる20~36品種を供試して、栽培年次、栽培場所、窒素施与量、生育中の灌漑水温および移植期の相違が、低温発芽性の品種間差異に及ぼす影響について検討した。

実験は一部を除いて北海道立北見農業試験場水稲試験圃場で行なわれ、供試品種は北海道の早・

Table 14. Analysis of variance in germinability at low temperature

| Factor | Degree of freedom | Mean square | Value for expected |
|------------------|-----------------------|----------------|--|
| Total variances | VTB-1 | | |
| Variety(V) | V-1 | M ₁ | $\sigma_E^2 + b\sigma_V t^2 + v\sigma_{VB}^2 + b\sigma_{VT}^2$ |
| Treatment(T) | T-1 | M ₂ | $\sigma_E^2 + b\sigma_V b^2 + v\sigma_{TB}^2 + b\sigma_{VT}^2$ |
| Block(B) | B-1 | M ₃ | $\sigma_E^2 + b\sigma_V t^2 + t\sigma_{BT}^2 + t\sigma_{VB}^2$ |
| V × T | (V-1) × (T-1) | M ₄ | $\sigma_E^2 + b\sigma_V t^2$ |
| V × B | (V-1) × (B-1) | M ₅ | $\sigma_E^2 + t\sigma_{VB}^2$ |
| B × T | (B-1) × (T-1) | M ₆ | $\sigma_E^2 + v\sigma_{BT}^2$ |
| Error(V × T × B) | (V-1) × (T-1) × (B-1) | M ₇ | σ_E^2 |

v : No. of varieties, t : No. of treatments, b : No. of replications

中・晩生品種について低温発芽性の程度の異なるものである。供試品種の低温発芽性は15°C, 10日間置床の発芽検定によって得た発芽係数によって示されている。発芽検定に当って、供試種は厳選したものを供試し、生産年の翌年1~2月に1区100粒の2反覆で実施した。

採種個体の養成は多くの場合標準移植栽培法により、10a当りの施肥量は窒素:5kg, 磷酸:6kg, 加里:4kg, 堆肥750kgであり、栽植密度は30×12cm (27.8株/m²)の1株3本値であった。

供試品種数および処理方法は各実験ごとに記すこととする。

なお、低温発芽性の品種間差異に及ぼす各処理の影響の程度を示すものとして、反復力および遺伝力(広義)を算出したが、この算出方法は下記の式によった(FALCONER 1961)。

すなわち、まず第14表のように発芽係数についての分散分析を行ない、各成分についての分散を算出した。更に次式によって反復力(r_p)および遺伝力(h_n^2)を算出した。

$$r_p = \frac{\sigma_v^2}{\sigma_v^2 + \sigma_{vT}^2 + \sigma_e^2}$$

$$h_n^2 = \frac{\sigma_v^2}{\sigma_v^2 + \sigma_e^2}$$

1 栽培年次

(1) 実験材料および方法

1963年, 1966年, 1967年および1968年の4年間の実験に共通して用いられた22品種を供試した。栽培条件は標準栽培に準じた。移植期は各年次それぞれ1963年が5月25日, 1966年が5月25日, 1967年が5月24日および1968年が5月26日であった。

1963年から1968年までの中で、1964年および1965年は極端な遅延型冷害年と障害型冷害年であったために、正常な種が得られなかったため、実験を中止した。

(2) 実験結果

第15表は、栽培実験を実施した4ヵ年について各月の平均気温の平年偏差を示したものである。これによると、1963年はほぼ平年並、1966年は移植後の低温と減数分裂期および開花期の冷害危険期に当る7月下旬~8月初の低温で、障害型およ

Table 15. Deviation of temperature from average of 10 years in each months of 1963, 1966, 1967 and 1968

| Month | Year | | | |
|-------|------|------|------|------|
| | 1963 | 1966 | 1967 | 1968 |
| 5 | +1.1 | -1.4 | +1.2 | -0.9 |
| 6 | +0.1 | -1.0 | -0.3 | +1.2 |
| 7 | +0.8 | -1.5 | +1.1 | +0.4 |
| 8 | -0.1 | +0.6 | +1.0 | -0.4 |
| 9 | -1.6 | -0.9 | -1.2 | -0.7 |

び遅延型冷害が併合されて生じた年であった。しかし、採種に関する実験上の支障はなかった。1967年は北見の稲作史上まれといわれた良好年であり、1968年も登熟期に当る9月上旬~中旬の低温多雨を除けば、1967年に次ぐ良好年であった。

このような年次による気象の違いが、供試種の発芽能力に、いかに影響したかをみたのが第16表である。これは15°Cの発芽試験における22品種の平均値で、発芽率については、1963年と1968年の値が他の2年に比べ10~25%低かった。1966年と1967年では大差がなかった。発芽係数では、1968年, 1967年, 1966年, 1963年の順に高くなっているが、前3年の間にはほとんど差はないといってよい。しかし、ここで注目されることは、冷害年であった1966年の発芽係数および発芽率が、平年の1963年よりも高く、良好年の1967年とほぼ同じ値を示したことである。これは、障害型不稔の多発生によって、残った稔実種の充実度はむしろ良好となったためではないかと考えられる。

Table 16. Germination test of 22 varieties using the seeds produced in different years

| Item | Year | | | |
|-------------------------|-------|-------|-------|-------|
| | 1963 | 1966 | 1967 | 1968 |
| Germination percentage | 84.5 | 93.2 | 91.1 | 86.6 |
| Germination coefficient | 13.60 | 15.11 | 15.16 | 15.36 |

Germination temperature: 15°C

発芽係数について分散分析を行なった結果では、品種間および年次間ともに、1%水準で有意

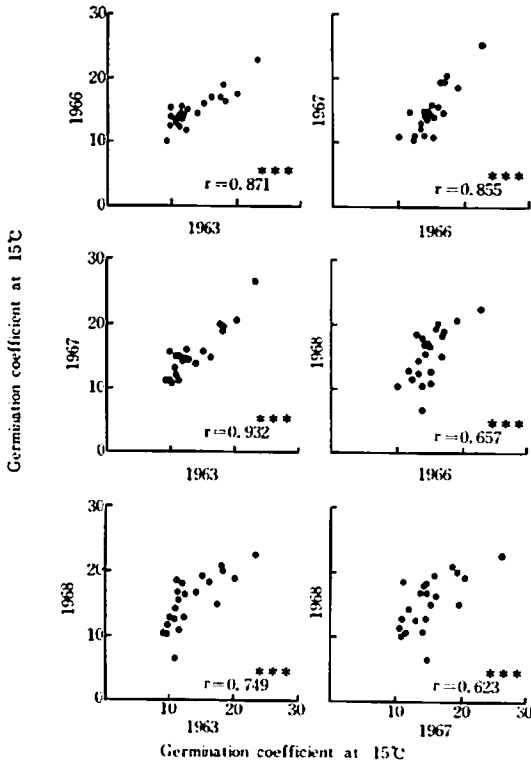


Fig. 10 Correlation between germination coefficient of seeds produced in different years

性が認められた。

各年次間で低温発芽性の関係をみたのが第10図である。

これによると、いずれの年次間でも相関係数は全て0.1%水準で有意性が認められ、栽培年次の違いによる低温発芽性の品種間差異への影響は極めて小さいことが認められた。

特に冷害年次に生産された籾の場合においても、平年および豊作年との間に、強い相関関係が認められたことは、低温発芽性の品種間差異が栽培年次の気象要因による影響を受けることが少ないことを示している。

しかし、1966年と1968年および1967年と1968年との間の相関係数は、その他の年次間に比べて、いくらか低いことが認められた。これは、1968年における「走坊主」および「ほうりゅう」の発芽能力が、その他の年次に比べて、著しく低い値であることによるものと考えられ、この理由として、上記2品種が他品種に比して倒伏が著しく籾の充

実度にも影響を与えていたことによると考えられる。

なお、1966年における不稔発生の品種間差異が、低温発芽性の品種間差異に影響していることも考えられたので、低温発芽性と不稔歩合との相関関係をみたところ、有意な相関は認められなかった ($r = -0.159$)。

反復力および遺伝力の算出結果は、それぞれ0.799および0.855で、いずれも高い値を示した。

2 栽培場所

(1) 実験材料および方法

1968年に23品種を各地共通に供試して、北海道の南部に位置する北海道立道南農業試験場圃場(亀田郡大野町、北緯41°53' 東経140°39')、中央部の北海道立中央農業試験場原種農場圃場(滝川市南滝の川、北緯43°34' 東経141°56')および東北部の北海道立北見農業試験場水稲試験圃場(常呂郡訓子府町若宮、北緯43°37' 東経143°42')において採種栽培を行なった。土壌条件はいずれも沖積土で壤土または埴壤土である。栽培を行なった各場所では標準栽培法に準じ、施肥量は第17表の如くであった。

成熟期に刈取った後、道南農試においてはビニールハウス内で乾燥し、他の原原種農場および北見農試では自然乾燥を行なった。

乾燥後、採取穂は北見農試に集められ、徒手で脱穀調整の後発芽性の検定を行なった。

Table 17. Planting methods in the seed production of 23 varieties in different places

| Place | Date of trans-planting | Amount of fertilizer (kg/10a) | | | Planting density |
|----------|------------------------|-------------------------------|-------------------------------|------------------|------------------|
| | | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | |
| Ōno | May, 20 | 7.0 | 4.9 | 4.2 | 36×14cm |
| Takikawa | May, 25 | 4.8 | 8.0 | 6.4 | 30×15 |
| Kunneppu | May, 22 | 5.0 | 6.0 | 4.0 | 30×12 |

(2) 実験結果

採種栽培を行なった3ヵ所における生育期間の月平均気温を示すと、第18表のようである。これによると、滝川、大野、訓子府の順に高く、滝川と大野との間には0.3°Cの差であったのに対し、大野と訓子府との間には1.1°Cの差が認められ

Table 18. Mean temperature at Ōno, Takikawa and Kunneppu (1968)

| Month | Place | | |
|-------|--------|----------|----------|
| | Ōno | Takikawa | Kunneppu |
| 5 | 11.0°C | 11.4°C | 10.3°C |
| 6 | 15.0 | 17.2 | 15.7 |
| 7 | 19.9 | 20.3 | 18.8 |
| 8 | 20.8 | 20.5 | 19.0 |
| 9 | 17.2 | 16.2 | 14.5 |
| Mean | 16.8 | 17.1 | 15.7 |

た。このように3ヵ所中最も北東に位置する訓子府の温度が低いのは当然のことではあるが、大野が滝川より緯度で約2°南にあるにもかかわらず、温度には大差がなかったのは、5~6月の偏東風による影響と考えられる。しかし、9月以降になると大野が滝川に比べて1°C程度高く経過した。

このような栽培地の相違が稲の生育に与える影響を、第19表に示した。それによると出穂期の順は滝川、大野、訓子府で滝川と大野の差は4.5日、また大野と訓子府の差は、わずか0.4日であった。これは大野においては早生種が育苗期間の高温条件などのため不時出穂をしたことによって影響されているためと考えられる。すなわち、晩生種の「ひめほなみ」では大野と訓子府との間の差が9日であった。収100粒重についてみると、大野、滝川、訓子府の順に重く、特に大野の粒重の重いことが認められた。これは、9月の気温が他の2ヵ所に比べて高く経過したため、登熟条件が良好であったことによると考えられる。このことは、出穂期後40日間の日平均気温の平均値である登熟温度からもうかがうことができる。

次に発芽係数では、滝川、大野、訓子府の順に

Table 19. The heading date, 100 kernels weight in unhulled rice and mean temperature during time of maturity in three places

| Place | Heading date (Aug.) | 100 kernels grain wt. of unhulled rice (gr) | Temperature during* time of maturity | | |
|----------|---------------------|---|--------------------------------------|--------|--------|
| | | | Days after heading | | |
| | | | 1-20 | 21-40 | 1-40 |
| Ōno | 5.6 | 2.80 | 20.5°C | 17.8°C | 19.2°C |
| Takikawa | 1.1 | 2.59 | 20.9 | 17.1 | 18.9 |
| Kunneppu | 6.0 | 2.50 | 18.3 | 15.4 | 16.8 |

Mean values of 23 varieties

* mean temperature

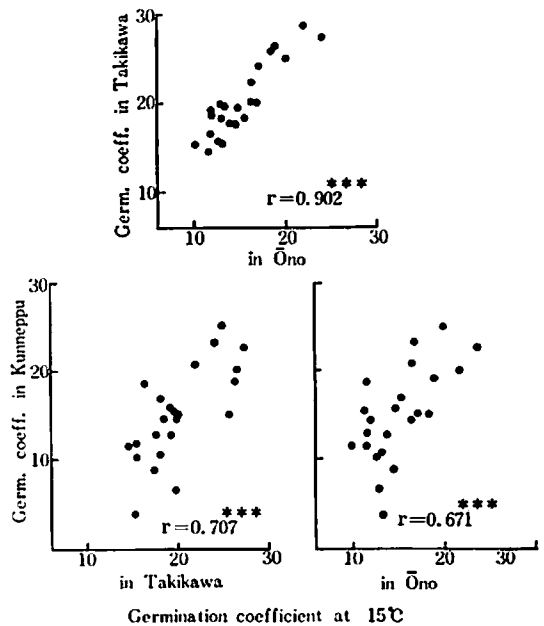


Fig. 11 Correlation between germination coefficient of seeds produced in different places

高く、23品種の平均値で示すと、それぞれ20.17, 15.23, 14.91であり、滝川と他の2ヵ所との差は比較的大きかったが、大野と訓子府との間には、ほとんど差がなかった。温度条件に関して、大野は訓子府よりもかなり良好であることは明らかであるが、発芽係数について、大野と訓子府との間に差がなかったのは、刈取り後の乾燥条件が大野ではビニールハウス内で行なわれたため、高温による影響を受けたのではないかと考えられる。

低温発芽性の品種間差異についての関係を第11図に示した。いずれの場合にも0.1%水準で有意な正の関係が成り立ち、採種地の相違による影響は少ないことが示された。しかし、栽培条件の類似した大野と滝川との間では、相関係数が0.902

という高い値が得られたのに対し、訓子府と他の2ヵ所間では0.707或いは0.671と低くなった。これは、採種地が遠く離れるため栽培条件の差が大きくなると、品種間差異が動く傾向を示しているといえよう。

発芽係数についての分散分析の結果では、品種間および場所間に1%水準で有意性が認められた。

反復力および遺伝力の算出の結果は、それぞれ0.685および0.900と、かなり高い値であった。

3 窒素施与量

(1) 実験材料および方法

窒素施与量として10a当り0, 3, 6, 9kgの4段階をとり、36品種を供試して1968年に実験を実施した。磷酸および加里施与量は、各区とも共通して10a当り6kgおよび4kgであった。栽植密度は30×12cm, 1株3本植で、5月26日に移植した。

9kg区では一部に倒伏がみられ、このため発芽速度まで影響を及ぼした品種がみられた(特に長稈種の「走坊主」)他は、特に支障はみられなかった。

(2) 実験結果

窒素施与量の違いが生育および収量形質に与える影響を示したのが第20表である。

これによると、従来の報告が示すと同様に、窒素量が増すにつれて生育量および収量構成要因となる多くの形質が増加した。収量自体(玄米重/10a)も窒素量が増えるに従い増加したが、その増加の程度は窒素量が0から3kgに増加した場合に最も高く、その後は窒素量の増加に伴う増収率は減少した。しかし、玄米千粒重では窒素量の増加に伴い減少の傾向となった。これは、窒素量の増加による単位面積当りの穎花数が増加したためで

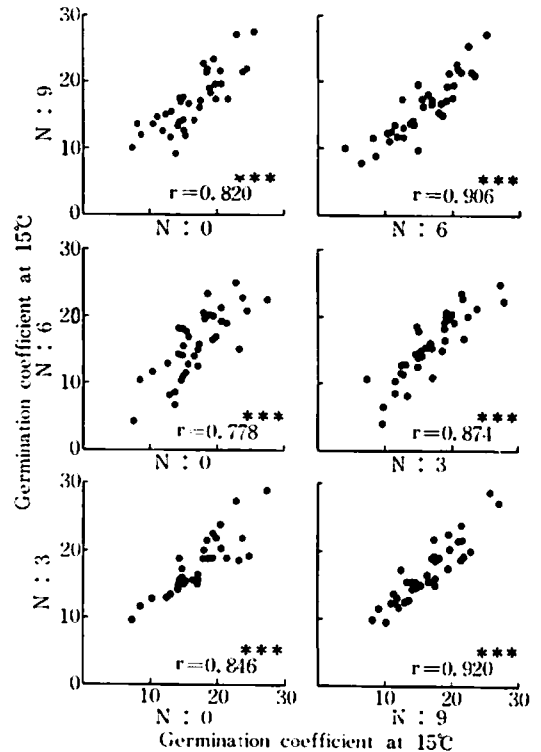


Fig. 12 Correlation between germination coefficient of the seeds produced from the plants grown at different levels of nitrogen fertilizer

あろう(石塚・田中1963)。出穂期は、窒素量増加につれて遅くなり、その程度は窒素量が1段階増すに従い、ほぼ1日の割合であった。

以上のような生育を示した個体より得られた種子を供試して、低温発芽性の検定を行なった。発芽係数は窒素量の増加に従い低下する傾向を示した。しかし3kg区が最も高く、少差で0kg区がこれに次ぎ、6kg区が最も低くなった。このような順位の小さな変動の理由については明らかでない。

低温発芽性の品種間差異について、各窒素量水

Table 20. Agronomic characters of the plants grown in different levels of nitrogen fertilizer

| N-Level | Culm length | Panicle length | Panicle numbers | Grain no. per hill | Heading date (Aug.) | 1,000 kernels wt. | Grain wt. per 10a | Germ. coeff. |
|---------|-------------|----------------|-----------------|--------------------|---------------------|-------------------|-------------------|--------------|
| 0 | 64.1 cm | 15.6 cm | 13.0 | 739.3 | 2.7 | 21.7 gr | 323 kg | 16.88 |
| 3 | 70.8 | 15.6 | 15.9 | 1058.5 | 3.6 | 21.2 | 425 | 16.99 |
| 6 | 77.1 | 16.2 | 19.1 | 1276.2 | 4.6 | 20.3 | 472 | 15.71 |
| 9 | 82.4 | 16.5 | 20.5 | 1536.2 | 5.3 | 19.5 | 497 | 16.38 |

Mean values of 30 varieties

準間における相関関係を第12図に示した。これによると、いずれの窒素量の間にも0.1%水準で有意な正の相関関係があることが認められた。従って、窒素施与量の相違は生育および収量面で大きな影響を与えるが、低温発芽性の品種間差異には、ほとんど影響を与えないことが知られた。

発芽係数についての分散分析の結果では、品種間および窒素施与量間に、いずれも1%水準で有意性が認められた。

反復力および遺伝力は、それぞれ0.799および0.857で、かなり高い値である。

4 灌漑水温

(1) 実験材料および方法

36品種を供試して、1967年に標準区水田と冷水掛流し水田において採種個体を養成した。移植期は5月26日で、その他は標準栽培法に準じた。冷水掛流しの期間は6月16日から8月31日まで毎週月・水・金曜日とし、24時間の冷水掛流しを行なった。

(2) 実験結果

実験年の1967年は、まれにみる高温年であったので、灌漑水温も平年より高目に経過した。第21表に標準水田と冷水掛流し水田における旬別の平均水温を示した。これによると、冷水を掛流した期間中の平均水温は、標準水田に比べて1.5℃低くなっている。また、7月中旬では冷水掛流し水田においても、水温は24℃で、高温年のため標準水田との差が小さかった。

このような水温差によって生ずる生育への影響

Table 21. Mean temperature of the irrigation water in the paddy field irrigated with cool water

| Average of ten days | Water temperature of | |
|---------------------|----------------------|------------|
| | Control* | Cool water |
| June 20 | 19.6°C | 16.1°C |
| | 19.7 | 18.0 |
| July 10 | 18.4 | 17.1 |
| | 25.2 | 24.0 |
| 30 | 25.5 | 23.4 |
| | Aug. 10 | 23.8 |
| 20 | | 21.0 |
| Mean | 22.2 | 20.7 |

* irrigated with warm water

Table 22. Agronomic characters of the plants grown in the paddy field irrigated with cool water

| Item | Irrigated water | |
|---------------------------------------|-----------------|--------|
| | Control | Cool |
| No. of panicles per hill | 11.6 | 16.3 |
| No. of spikelets per hill | 997.4 | 1162.9 |
| Percentage of seed sterility | 14.0 | 19.9 |
| Heading date (Days of Aug.) | 5.3 | 10.1 |
| 100 kernels wt. of unhulled rice (gr) | 2.59 | 2.61 |
| No. of spikelets per panicle | 86.0 | 71.3 |
| Germination coefficient | 15.17 | 12.95 |

Mean values of 36 varieties

についてみると、第22表のように、冷水掛流し水田区では短穂多けつ型の生育相をとり、出穂期は標準水田区よりも約5日遅れ、不稔歩合も6%高くなっており、高温年とはいえ冷水の影響を受けていることがうかがわれた(田中1962)。なお、精粳100粒重には大差がみられなかったが、これは冷水掛流し水田区においては不稔歩合は高いが、残った稈の充実度は良かったためではなからうか。

低温発芽性への影響をみると、冷水掛流し区より採種したものの発芽係数は、36品種平均で標準区に比べ約15%低下していた。しかし、冷水掛流

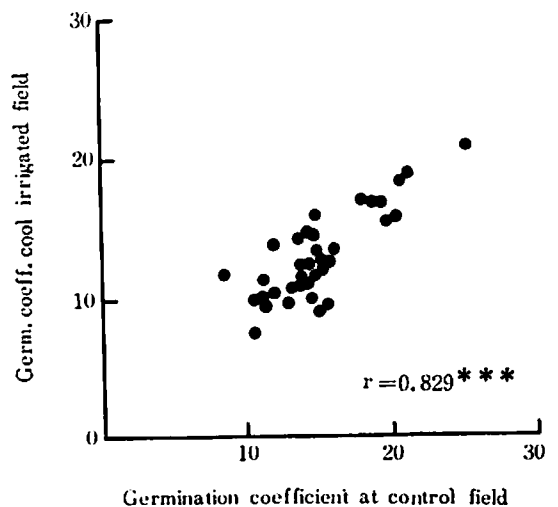


Fig. 13 Correlation between control field and cool water irrigated field in germination coefficient at 15°C

し区における発芽係数と不稔歩合との相関係数は、0.117 とかなり低い値が得られ、不稔歩合の増加が低温発芽性の品種間差異には、関係がみられない。

第13図は、標準田と冷水掛流し田における、低温発芽性の品種間差異の関係を示したものであるが、相関関係は極めて高い。冷水掛流しによる生育への影響は、低温発芽性の品種間差異にはほとんど影響を与えていないことが認められる。

発芽係数についての分散分析結果では、品種間および水温間ともに1%水準で有意性が認められた。

反復力および遺伝力は、それぞれ0.802 および0.944 で、いずれも高い値であった。

5 移植期

(1) 実験材料および方法

1963年に20品種を供試した。移植期は5月20日(早植区)、5月30日(標準植区)および6月10日(晩植区)の3段階である。育苗は電熱温床を利用し、発芽揃まで電熱を用い、それ以降は通常の冷床に準じて育苗した。苗床播種日は4月25日、各移植期とも共通である。施肥量および栽植密度などは標準栽培法によった。なお、晩植区は播種後35日に硫酸および過磷酸石灰をm²当り各々20gを追肥して、苗床日数延長による苗の不良化防止に努めた。

(2) 実験結果

第23表は移植期の相違による生育および収量への影響を調べたもので、20品種の平均値で示してある。これによると、生育および収量は移植期が遅くなるに従い小さくなる傾向となった。出穂期は5月20日植区と5月30日植区とでは差はみられなかったが、6月10日植区は1.4日前後遅くなった。不稔歩合は6月10日植区が、他の2区より

15~18%高かったが、これは上記の出穂期の遅れによるものと考えられる。しかし、精粳100粒重では、6月10日区が最も重かった。これは、この区の不稔歩合が高いため、残った籾の登熟が良くなったためと考えられ、1.0~1.5gの差がみられた。

第24表の示した登熟温度(田中1962)は出穂期に差がみられなかったため、各区間に顕著な差はなかったが、6月10日植区と他の2区との間には、0.3℃の差が生じている。

Table 24. Mean temperature of ten days in the time of maturing

| Transplanting date | No. of days after heading | | |
|--------------------|---------------------------|--------|--------|
| | 1-20 | 21-40 | 1-40 |
| May, 20 | 19.2°C | 17.0°C | 18.1°C |
| 30 | 19.3 | 17.0 | 18.1 |
| June, 10 | 19.0 | 16.7 | 17.8 |

発芽係数は5月30日植区が最も高く、ついで5月20日植区であったが、この差は小さかった。最も低かったのは6月10日植区であったが、5月30日植区との差は約0.6であった。

発芽係数について各移植期の間での相関関係をみると、第14図のように、いずれの場合ともほぼ1に近い正の相関係数が得られた。

発芽係数の分散分析では、品種間について1%水準で、また移植時期間については5%水準で有意性が認められた。

反復力および遺伝力の算出結果は、それぞれ0.953 および0.973 と極めて高い値である。

なお、終りに各実験の分散分析の結果および反復力と遺伝力の値を、まとめて第25表および第26表に示した。分散分析の結果、主効果の他に品種と処理の1次交互作用にも有意性が認められる場合が多かった。しかし、この交互作用の分散は

Table 23. Agronomic characters of the plants which were transplanted in different dates

| Trans-planting date | Heading date (days of Aug.) | Culm length (cm) | Panicle length (cm) | No. of panicles | Percentage of seed sterility | 100 kernels wt. of unhulled rice (gr) | Seed yield per 10a (kg) | Germination coefficient |
|---------------------|-----------------------------|------------------|---------------------|-----------------|------------------------------|---------------------------------------|-------------------------|-------------------------|
| May, 20 th | 1.8 | 74.4 | 16.8 | 14.5 | 31.2 | 24.5 | 44.5 | 23.96 |
| 30 th | 1.7 | 68.5 | 16.2 | 11.2 | 28.6 | 25.1 | 36.6 | 24.18 |
| June, 10 th | 3.1 | 68.4 | 16.4 | 12.1 | 46.1 | 26.0 | 31.7 | 23.61 |

Mean of 20 varieties

Table 25. Analysis of variance

| Source of variation | Treatment | | | | | | | | | |
|---------------------|-----------|----------|-------|-----------|------------------------|-----------|--------------------------|-----------|-----------------------|-----------|
| | Year | | Place | | Amount of N-fertilizer | | Temp. of irrigated water | | Date of transplanting | |
| | D.F. | M.S. | D.F. | M.S. | D.F. | M.S. | D.F. | M.S. | D.F. | M.S. |
| Variety (V) | 21 | 87.819** | 22 | 94.511** | 36 | 151.255** | 35 | 40.617** | 19 | 173.244** |
| Treatment (T) | 3 | 28.906** | 2 | 403.500** | 3 | 22.491** | 1 | 175.055** | 2 | 3.326** |
| Replication (R) | 1 | 8.536 | 1 | 4.101* | 1 | 1.402 | 1 | 3.690* | 1 | 97.759** |
| V × T | 63 | 6.643** | 44 | 11.196** | 108 | 6.059** | 35 | 4.057 | 38 | 1.992 |
| V × R | 21 | 2.347 | 22 | 1.627 | 36 | 3.733 | 35 | 0.475 | 19 | 1.262 |
| R × T | 3 | 5.449* | 2 | 0.104 | 3 | 1.962 | 1 | 2.047 | 2 | 0.217 |
| Error (V × T × R) | 63 | 1.831 | 44 | 1.550 | 108 | 3.013 | 35 | 0.528 | 38 | 0.801 |

*, ** significant at 5% and 1% level, respectively

品種の分散に比べるとかなり小さく、すでに記したように、同一処理内における各処理の相違間の

相関が、全て0.1%水準で有意性が認められたことから、交互作用に有意性が認められたのは、誤差の分散が小さいことによる影響が主な理由と考えられる。

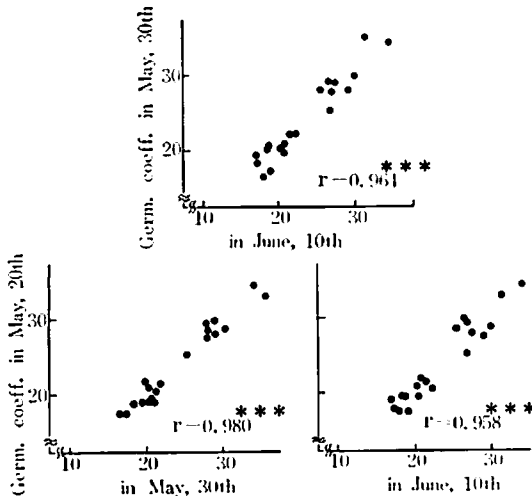
6 考 察

稲種子の低温下における発芽速度が、種子の採種条件によって影響を受けるといふ、いくつかの報告がある。

すなわち、岩崎 (1962) は、短日条件下で栽培して得た種子が、18°Cで発芽が促進されたとし、この種子の胚は重く、アミラーゼ活力も大きな値を示したと報告している。同様な結果は太田・武市 (1966) および李 (1969 b) によっても得られた。

高橋 (1962) は、短日処理条件、肥料条件、1穂内着粒位置および開花の早晚が、発芽速度へ及ぼす影響について、1ないし4品種を供試して検討した。その結果、いずれの場合も発芽B相が影響されていることを認めた。これらにより、胚乳は環境諸条件によって著しく影響を受けることが確かめられた。

李 (1969 a) は、低温発芽性を異にする稲6品種を供試して、圃場一般栽培と温室内ポット栽培による比較を行ない、栽培条件の影響なるものは品種間差に比較すればかなり小さいとした。また一方、温室栽培における夏季と冬季との比較では、夏季栽培の場合に低温発芽性が高くなり、しかも、その程度は品種によって異なった。また、同一品種を札幌市と韓国水原市とにおいて栽培して得られた初を用いての実験結果では、札幌産種子が低緯度の水原産種子よりも発芽性が高いことを認め



Germination coefficient of the seeds produced the plants which were transplanted

Fig. 14 Correlation between germination coefficient of the seeds produced the plants which were transplanted in different date

Table 26. Values of repeatability and heritability in broad sense

| Treatment | Repeatability | Heritability |
|--------------------------------|---------------|--------------|
| Year | 0.799 | 0.855 |
| place | 0.685 | 0.900 |
| Amount of N-fertilizer | 0.799 | 0.857 |
| Temperature of irrigated water | 0.802 | 0.944 |
| Date of transplanting | 0.953 | 0.973 |

た。

李 (1969 b) は、種子の登熟期間における温度処理の影響について、3品種を用いて検討し、種子の休眠性には影響を及ぼすが、低温発芽性には影響を及ぼさないと結論した。

これらの報告は、種々の栽培条件が種子の低温発芽性に、何らかの影響を及ぼすことを示すものである。しかし、以上の報告は比較的少数の品種を用いた結果であり、多くの品種を供試して栽培条件による低温発芽性の品種間差異を検討した例は、見当たらない。

本実験では、低温発芽性の程度を異にする20～37品種を供試して、栽培年次、栽培地、施肥量、灌漑水温および移植期の5種の栽培条件を異にした場合、品種間差異に及ぼす影響を検討した。栽培条件の違いにより、採種個体の生育への影響は大きく現われた場合が多く、また、得られた精籾による発芽試験でも、発芽速度への影響はかなり認められた。

しかし、低温発芽性の品種間差異に及ぼす影響は小さく、種々の栽培条件を異にしたいずれの場合でも標準区と処理区との間で相関関係は0.1%水準で有意性が認められた。

以上の結果から、低温発芽性の品種間差異は、栽培条件の相違によっても影響されることが少なく安定性の高い形質であり、しかも、各処理における反復力および遺伝力(広義)が、それぞれ0.7および0.8以上と極めて高い値が得られたことから、遺伝性が強いと考えられる。

なお、低温発芽性の指標となる発芽係数の高低は、栽培条件によって変動するから、一つの栽培条件を変えた場合、低温発芽性の品種間差異の検定に当たっては、基準品種を挿入して相対的に判定することが必要となる。

第IV章 低温発芽性の品種間差異と初期生育性との関係

寒冷地における水稲の湛水直播栽培の安定化の一要因として、まず第1に挙げられるのは初期生育の安定性である。これには、発芽と発芽後の生育が含まれるが、発芽の安定化については、一般

的には催芽処理後に播種することや、発芽を不安定にさせていた原因の一つである苗腐敗病を、キャプタン剤などの粉衣処理により防ぐことでかなり解決されてきた(北海道立農試1964)。

しかし、湛水直播栽培において、早播きにより生育期間を延長させるためには、播種は水温がようやく発芽最低温度に達するころに行なわねばならず(八柳1966)、播種後発芽最低温度以下の低温にみまわれることも少なくない。

このため、催芽した幼芽の先端が曲り、あるいは枯死したりするなどして、苗立ちが不安定となる。この防止策として寒冷地では、種籾の催芽程度は、いわゆる鳩胸程度とすることが奨められている(島崎1962)。

このような温度条件下では、発芽に必要な温度に回復したら速やかに発芽し、幼芽を伸長させることが重要と考えられ、低温発芽性が湛水直播栽培適品種の具備すべき特性の一つとして、挙げられる理由でもある(島山1962)。

一方、発芽後の初期生育を構成している要因には、幼芽の伸長、生育の速度、発根性などがあり、これらの総合結果として、苗立性の良否が示されるものと考えられる。更に、初期分けつ性も重要な要因として加えられるべきであろう。

このようなことから、水稲籾の低温発芽性に関する品種間差異と、初期生育を構成している要因との関係を検討することは、湛水直播栽培における初期生育の安定要因の探索と適品種の選定および育成上の資料として重要である。

本章における各実験は湛水直播圃場またはこれに近い条件下で行なっており、これにより得られた低温発芽性と初期生育性との関係についての結果は、実際場面においても活用しうる信頼性の高いものと考えられる。なお、この章の内容については、すでに報告したところなので(佐々木1968 a, 佐々木・山崎1970 c, 1970 d)、ここでは研究の摘要を述べるにとどめる。

摘 要

第1節 初期伸長性との関係

1 北海道の新旧品種17～27を供試して、1963年、64年は湛水直播栽培条件と移植栽培条件で、

1967年は湛水直播栽培条件と室内実験で実施した。

2 低温発芽性と初期の草丈との関係では、1963、64年の兩年とも播種後30~40日で正の有意な相関を示した。しかし、播種後日数を経て水温が上昇するにつれて、この関係は弱くなる傾向であった。水深を異にした室内実験でも同様な結果が得られた。移植苗草丈および移植後初期の草丈との間には、有意な関係は認められなかった。

3 葉身長との関係では、2葉長・3葉長で強い正の有意な相関関係を示したが、4葉長ではこの関係は弱くなり、5葉長で有意な関係はなくなった。

4 苗乾物重との関係では、湛水直播栽培の播種後45日および室内実験の播種後20日の場合、強い正の有意な相関関係が認められた。しかし、比較的高温下であるビニールハウス育苗の乾物重との間には、有意な関係は認められなかった。

5 葉齢指数との関係では、比較的初期の葉齢指数との間で正の有意な相関関係であったが、その後は有意でなかった。

6 以上にみられた関係は、比較的低温条件下および酸素不足条件下で強く現われ、低温発芽性が湛水直播栽培における発芽の安定ばかりでなく、発芽後の初期生育の安定化にとっても有利な特性であることについて考察を加えた。

第2節 初期発根性との関係

1 北海道のごとき寒冷地における湛水直播栽培を確立するには、播種後の発芽と苗立ちを安定させることが重要である。苗立ちの良否は地下部の生育によって大きな影響を受けるので、発芽の安定に寄与する水稲品種の低温発芽性と初期発根性との関係を明らかにするために、1967年に23品種を供試して、湛水条件下で検討した。

2 水稲品種の低温発芽性と根数、最長根長および根重の間には、水深3cmおよび6cmのいずれの場合においても、播種後10日目および20日目ともに、有意ないしはこれに近い正の相関関係が得られた。また、これらの関係は播種後20日目において強くなる傾向を示した。

3 いずれの水深および播種後日数における根

数、最長根長および根重の各根部同一要因間および異なる要因間の相関関係は極めて高かった。このことは、播種後比較的初期の段階において、水深などの条件が異なっても各根部要因とも同じような品種間差異が成立することを示す。

4 他方、苗の草丈と根部要因との関係においても、極めて高い正の相関関係が認められたので、低温発芽性、苗草丈および初期発根性との間の偏相関を求めたところ、低温発芽性の影響を除いた場合にのみ有意な相関がえられた。

5 以上の結果からすると、低温発芽性と初期発根性との間に正の相関関係が認められたのは、苗草丈を媒体としての間接的な関係と考えられる。しかし、低温発芽性と初期伸長性との間には正の有意な相関関係が認められているので、低温発芽性の高い品種は寒冷地の湛水直播栽培の安定にとって、苗立ち性の確保という点からも大きな意義があるといえよう。

第3節 苗立性との関係

1 寒冷地における湛水直播栽培を安定させるには、初期生育の安定が不可欠であり、そのためにはまず苗立性の安定が大切である。それは必要茎数の確保および生育の促進につながるからである。このような観点から、発芽の安定に寄与する水稲品種の低温発芽性と苗立性との関係につき、1968年および1969年の2ヵ年にわたり、36品種を供試して湛水圃場条件下で二・三の検討を加えた。

2 水稲品種の低温発芽性と苗立歩合との間には、播種後比較的低温下に経過した1968年では0.1%水準で、またかなり高水温に経過した1969年では5%水準で、いずれも正の有意な相関関係であった。

3 苗立歩合の低下の要因としては、1968年には発芽後間もなく幼芽の伸長が止まり、夭折するものが多かったことにより、1969年には浮き苗や転び苗の発生が多かったことによると考えられた。

4 苗立歩合と苗の地上部乾物重および根部乾物重の間には、兩年とも有意な正の相関関係が認められた。

5 先に述べたように、水稲品種の低温発芽性と初期伸長性および初期発根性との間に、有意な正の相関関係を得た。以上の結果からすると、水稲品種の低温発芽性は寒冷地の湛水直播栽培における苗立性安定にとって、有利な特性であるといつてよい。

6 浮き苗や転び苗を通して苗立歩合に影響を与える苗乾物 T/R 比は、その相対値のみでなく、地上部および地下部の生育量そのものによっても影響されることが認められた。

第 V 章 低温発芽性に関する 遺伝育種学的解析

第 1 節 低温発芽性と実用形質の相関関係

寒冷地における湛水直播栽培を安定させるには、まず発芽を含めた初期生育の安定が重要であり、湛水直播栽培品種の具備すべき特性の一つとしての低温発芽性が挙げられた (佐々木 1968 a)。また、その他の具備すべき特性についても、他研究者により種々述べられているが (八柳 1952 ab, 鳥山 1962)、最終的には良質多収性であり、さらに寒冷地では早熟性および耐寒性もそれに付与されることを無視することはできない。

直播栽培適品種育成の急務が叫ばれるにつれ、選抜方法などの試験研究も実施されるに至った (柿淵・伊藤 1968, YAMAMOTO・TORIYAMA 1968)。さらに品種育成の過程において、実用形質間の遺伝相関を検討して、育種の効率を上げることも重要なこととされている (酒井 1958)。

しかし、寒冷地の湛水直播栽培の基礎として、稲品種の低温発芽性と実用形質間の関係を組織的に検討した例は、あまり見当たらない。

本節では湛水直播栽培適品種育成上の一助とするため、稲品種の低温発芽性と実用形質間の表現

型相関、遺伝相関などを検討した結果について述べる。

1 北海道品種のもつ実用形質

(1) 実験材料および方法

実験は 1963 年と 1964 年に、湛水直播栽培条件 (以下直播と記す) と移植栽培条件 (以下移植と記す) で実施した。直播と移植における主な栽培方法を第 27 表に示した。直播では 1963 年が 17 品種、1964 年では 18 品種が、移植では両年とも 25 品種が相関の算出に供試された。供試品種は北海道の新旧早、中、晩生種について、低温発芽性高、中、低の品種を選定して供試した。

供試初は、各品種間で発芽の遅速に差が生ぜぬよう、発芽性の高い品種は 24 時間、中位のものは 36 時間、低いものは 45 時間、いずれも 25°C の温湯で催芽し、できるだけ幼芽を揃えるように努めた。また、移植の育苗は発芽揃いまで電熱を用い、出芽までの品種間差を少なくするように努めた。

各品種とも 1 行 40 株栽植のもの 4 行 6 m² を 1 区とし、直播では蜻足式直播器により播種した。試験設計はいずれも 2 回反復の乱塊法によった。

供試品種の低温発芽性は、各試験年次の前年に生産された種子について、各年の 1 月、発芽温度 15°C、置床日数を 15 日として検定を行ない、この結果より発芽係数を算出して、その値の大小を指標とした。なお、供試初は比重 1.10 の塩水で選種してある。得られた発芽係数を供試品種名とともに第 28 表に示した。

取りあげた形質は直播 15 形質、移植 14 形質および粒形質について 7 形質であるが、特に説明を必要とするものについては、その都度記すこととする。

表現型相関、遺伝相関および環境相関について

Table 27. Method of cultivation

| Item | Direct seeding | | | Transplanting | |
|-------------------------------|--|------------|------------|--|----------|
| | 1963 | 1964 | 1967 | 1963 | 1964 |
| Date of seeding | May 22 | May 19 | May 25 | April 25 | April 25 |
| Date of transplanting | — | — | — | May 27 | May 26 |
| Plant density | 30 × 12 cm | 30 × 12 cm | 30 × 12 cm | 30 × 12 cm, 3 plnts/Hill | |
| Amount of fertilizer (kg/10a) | N : 4.2, P ₂ O ₅ : 6.0, K ₂ O : 4.0 | | | N : 5.0, P ₂ O ₅ : 6.0, K ₂ O : 4.0 | |

Table 28. Name of varieties used

| Codeno. of var. | Variety | 1963 | | | 1964 | | | 1967 | |
|--------------------|---------------|-----------------|----|-----|-----------------|---|---|-----------------|---|
| | | Germ. coeff. | A* | B** | Germ. coeff. | A | B | Germ. coeff. | A |
| 1 | Nōrin 33 | 18.18 | ○ | ○ | 18.33 | ○ | ○ | 19.23 | ○ |
| 2 | Nōrin 11 | 18.27 | | ○ | 14.93 | | ○ | — | |
| 3 | Nōrin 15 | 13.19 | ○ | ○ | 14.02 | ○ | ○ | 14.42 | ○ |
| 4 | Nōrin 19 | 14.85 | ○ | ○ | 16.41 | ○ | ○ | 17.05 | ○ |
| 5 | Nōrin 20 | 16.06 | ○ | ○ | 11.55 | ○ | ○ | 14.49 | ○ |
| 6 | Wasenishiki | 15.08 | ○ | ○ | 11.76 | ○ | ○ | — | |
| 7 | Kanmasari | 17.89 | ○ | ○ | 12.58 | ○ | ○ | 15.13 | |
| 8 | Wasebōzu | 7.23 | | ○ | 11.62 | | ○ | 14.65 | ○ |
| 9 | Nōrin 34 | 12.05 | | ○ | 11.80 | | ○ | 15.40 | |
| 10 | Hashirimochi | 20.43 | ○ | ○ | 15.90 | ○ | ○ | — | |
| 11 | Shirayuki | 11.98 | ○ | ○ | 9.88 | ○ | ○ | 12.53 | ○ |
| 12 | Kitaminori | 15.28 | | ○ | 15.16 | | ○ | 16.18 | |
| 13 | Bōzu 6 | 21.12 | | ○ | 20.48 | | ○ | 17.45 | |
| 14 | Hokuto | 21.14 | ○ | ○ | 18.43 | ○ | ○ | 16.39 | ○ |
| 15 | Shinsetsu | 9.15 | ○ | ○ | 9.28 | ○ | ○ | 10.15 | ○ |
| 16 | Yukimochi | 15.21 | ○ | ○ | 12.83 | ○ | ○ | — | |
| 17 | Toyohikari | 15.93 | ○ | ○ | 12.40 | ○ | ○ | 11.86 | |
| 18 | Iburiwase | 26.80 | ○ | ○ | 23.53 | ○ | ○ | 22.88 | ○ |
| 19 | Kitamiakage 1 | 14.24 | | ○ | 17.76 | | ○ | 17.09 | ○ |
| 20 | Hashiribōzu | 8.56 | | ○ | 10.97 | | ○ | 14.10 | ○ |
| 21 | Jōiku 167 | 11.81 | | ○ | 9.76 | | ○ | 14.11 | ○ |
| 22 | Fukuyuki | 11.81 | ○ | ○ | 10.67 | ○ | ○ | 13.51 | ○ |
| 23 | Sasahonami | 12.28 | ○ | ○ | 11.25 | ○ | ○ | 12.60 | ○ |
| 24 | Hokkai 116 | 16.97 | ○ | ○ | 12.09 | ○ | ○ | 14.14 | ○ |
| 25 | Hokkai 95 | 11.49 | ○ | ○ | 10.92 | ○ | ○ | 13.35 | ○ |
| 26 | Shiokari | — | | | 10.22 | ○ | ○ | 15.52 | ○ |
| 27 | Sōhōmochi | — | | | 11.05 | | ○ | — | |
| 28 | Hayayuki | — | | | — | | | 19.02 | ○ |

* A : direct sowing culture

** B : transplanting culture

は、分散および共分散分析法により相関係数を算出し、遺伝力は区の平均については、 $\sigma^2g/\sigma^2g+\sigma^2e$ なる式により推定した（非山 1958）。

(2) 実験結果

まず 15 の実用形質について各品種毎に得られた平均値についてみると（佐々木 1969 b）、大多数の形質において、1963 年の値が 1964 年の値よりも高い傾向を示した。これは 1964 年が低温に経過した年であったため、生育の抑制程度が大きかったためと考えられる。

表現型相関 (\hat{r}_P)、遺伝相関 (\hat{r}_G)、環境相関 (\hat{r}_E) および遺伝力について、直播に関するものは第 29 表、移植に関するものは第 30 表および粒の形質に

関するものは第 31 表に示した。

まず、初期生育に関係する形質についてみると、草丈では第 29、30 表に示す如く、播種後 30~50 日において表現型相関も遺伝相関も正の高い値となったが、1964 年における播種後 30 日の草丈では環境相関も高かった。移植時の草丈および移植後 30 日の草丈との間には、1963 年には相関関係は低かったが、1964 年には正の高い相関がみられた。環境相関による影響は少ないようである。遺伝力は 1964 年の移植を除いて高い値を示した。

初期葉数については第 29 表および第 30 表の結果では移植の方が高いが、環境相関は遺伝相

Table 29. Phenotypic (\hat{r}_P), genotypic (\hat{r}_G) and environmental (\hat{r}_E) correlation between the germinability at low temperature and the 15 characters in direct sowing, and heritability (h^2) of the 15 characters

| Year | Character | Length of leaf blade | | | | Leaf number index | | | |
|------|-------------|---------------------------|---------------------|---------------------|--------------------|---------------------------|--------------------|---------------------|--------------------|
| | | Leaf order | | | | No. of days after seeding | | | |
| | | 2 nd | 3 rd | 4 th | 5 th | 35 | 40 | 50 | |
| 1963 | \hat{r}_P | 0.510* (0.9494) | 0.617** (1.6767) | 0.573* (1.2520) | 0.429 (1.5796) | 0.417 (4.7310) | 0.350 (4.8116) | 0.254 (5.0244) | |
| | \hat{r}_G | 0.543 (0.9269) | 0.675 (1.4711) | 0.672 (1.0727) | 0.531 (1.1194) | 0.634 (3.7181) | 0.466 (4.0610) | 0.303 (4.6580) | |
| | \hat{r}_E | -0.003 (0.2625) | 0.215 (0.6713) | -0.007 (0.6190) | 0.257 (1.1392) | -0.283 (2.7879) | 0.273 (2.0793) | 0.171 (1.9361) | |
| | h^2 | 0.926 | 0.828 | 0.750 | 0.659 | 0.640 | 0.792 | 0.853 | |
| 1964 | \hat{r}_P | 0.589* (0.8917) | 0.581* (1.2858) | 0.413 (1.1888) | 0.383 (1.6436) | 0.541* (2.5934) | 0.562* (3.5360) | 0.546* (4.1828) | |
| | \hat{r}_G | 0.623 (0.8660) | 0.626 (1.1871) | 0.441 (1.0144) | 0.393 (1.5351) | 0.636 (2.3155) | 0.703 (3.3159) | 0.587 (4.0294) | |
| | \hat{r}_E | 0.202 (0.2617) | 0.297 (0.5402) | 0.392 (0.6482) | 0.434 (0.6486) | -0.061 (1.2403) | 0.148 (1.3475) | 0.098 (1.2460) | |
| | h^2 | 0.916 | 0.828 | 0.710 | 0.849 | 0.777 | 0.952 | 0.913 | |
| Year | Character | Plant height | | | No. of tillers | Culm length | Panicle length | No. of panicles | Plant height |
| | | No. of days after seeding | | | 55 | | | | |
| | | 30 | 40 | 50 | | | | | |
| 1963 | \hat{r}_P | 0.376 (1.5248) | 0.481* (1.7801) | 0.398 (3.7127) | -0.011 (5.9606) | 0.215 (6.8833) | 0.471 (1.5287) | 0.045 (3.7671) | 0.377 (7.8538) |
| | \hat{r}_G | 0.510 (1.2257) | 0.588 (1.6079) | 0.461 (3.4089) | -0.142 (2.2988) | 0.171 (9.1829) | 0.495 (1.4632) | -0.001 (2.7236) | 0.434 (7.4102) |
| | \hat{r}_E | 0.245 (0.6712) | 0.152 (0.7869) | 0.037 (1.5578) | -0.912 (4.1787) | 0.025 (2.3235) | 0.270 (0.5184) | -0.177 (2.6482) | -0.015 (2.7111) |
| | h^2 | 0.769 | 0.807 | 0.827 | 0.232 | 0.887 | 0.889 | 0.514 | 0.882 |
| 1964 | \hat{r}_P | 0.579* (1.4775) | 0.417 (1.5001) | 0.656** (2.1750) | -0.392 (4.4397) | 0.343 (6.1217) | 0.576* (1.1090) | -0.504* (2.9650) | 0.399 (6.8662) |
| | \hat{r}_G | 0.584 (1.2783) | 0.460 (1.1561) | 0.664 (2.0350) | -0.492 (3.6309) | 0.367 (5.8696) | 0.617 (1.0894) | -0.583 (2.5318) | 0.421 (6.6627) |
| | \hat{r}_E | 0.635 (0.6644) | 0.380 (0.9367) | 0.499 (0.6364) | -0.131 (2.6463) | -0.102 (1.8248) | 0.011 (0.2812) | -0.194 (1.6171) | -0.099 (1.8372) |
| | h^2 | 0.787 | 0.604 | 0.911 | 0.653 | 0.912 | 0.938 | 0.710 | 0.929 |

*, ** significant at 5% and 1% level, respectively

Standard deviations are shown in parenthesis

Table 30. Phenotypic (\hat{r}_P), genotypic (\hat{r}_G) and environmental (\hat{r}_E) correlation between the germinability at low temperature and the 14 characters in transplanting, and heritability (h^2) of the 14 characters

| Year | Character | Plant height | | Length in 3rd leaf blade | No. of tillers | Heading date | No. of spikelets per panicle | Culm length |
|------|-------------|-----------------------|-----------------------|---------------------------|---------------------------------|----------------------------------|------------------------------|--------------------|
| | | 30 days after seeding | 60 days after seeding | | | | | |
| 1963 | \hat{r}_P | -0.120 (1.0460) | 0.284 (2.1553) | 0.068 (0.8834) | — | -0.096 (4.8354) | 0.031 (13.0653) | 0.032 (9.9109) |
| | \hat{r}_G | -0.159 (0.9649) | 0.321 (1.8768) | 0.079 (0.8409) | — | -0.267 (4.7443) | 0.054 (11.8771) | 0.057 (9.6856) |
| | \hat{r}_E | 0.055 (0.4276) | 0.099 (1.0992) | -0.071 (0.2991) | — | 0.143 (1.1597) | 0.143 (5.7550) | 0.292 (2.4930) |
| | h^2 | 0.836 | 0.745 | 0.444 | — | 0.944 | 0.810 | 0.938 |
| 1964 | \hat{r}_P | 0.267 (1.6465) | 0.393* (2.6171) | — | -0.043 (1.0468) | -0.251 (6.5948) | 0.148 (13.7882) | 0.170 (6.6734) |
| | \hat{r}_G | 0.840 (0.6289) | 0.492 (2.0534) | — | -0.756 (0.3940) | -0.252 (6.3484) | 0.211 (12.9715) | 0.251 (6.2101) |
| | \hat{r}_E | -0.253 (1.3850) | 0.141 (1.6605) | — | 0.801 (0.9944) | -0.146 (1.9249) | -0.305 (5.0470) | 0.311 (2.2830) |
| | h^2 | 0.342 | 0.605 | — | 0.073 | 0.916 | 0.869 | 0.881 |
| Year | Character | Panicle length | No. of panicles | Percent of seed sterility | Wt. of culms per m ² | Wt. of grains per m ² | Grains-culms ratio | Plant height |
| 1963 | \hat{r}_P | 0.094 (1.8385) | 0.168 (3.0223) | 0.030 (5.4434) | -0.131 (92.3003) | 0.006 (57.6286) | 0.140 (15.7713) | 0.044 (11.2847) |
| | \hat{r}_G | 0.126 (1.7665) | -0.189 (2.7256) | 0.387 (4.0858) | -0.047 (84.7753) | -0.027 (49.1613) | 0.127 (15.0759) | 0.040 (11.0271) |
| | \hat{r}_E | -0.153 (0.5214) | 0.091 (1.3150) | 0.233 (3.5448) | 0.873 (32.7120) | 0.383 (29.6800) | 0.151 (4.6255) | 0.220 (2.8031) |
| | h^2 | 0.920 | 0.811 | 0.571 | 0.870 | 0.733 | 0.914 | 0.939 |
| 1964 | \hat{r}_P | 0.434* (1.4459) | -0.295 (2.7721) | 0.237 (11.7040) | -0.273 (186.0779) | 0.296 (96.4014) | 0.373 (18.7697) | 0.232 (7.5603) |
| | \hat{r}_G | 0.483 (1.3894) | -0.317 (2.5970) | -0.222 (10.6841) | -0.285 (166.0258) | 0.440 (91.9018) | 0.382 (18.0810) | 0.314 (7.0842) |
| | \hat{r}_E | 0.003 (0.4349) | 0.000 (0.9848) | -0.246 (4.7132) | -0.040 (77.2676) | -1.345 (30.1033) | 0.125 (5.1043) | -0.286 (2.4856) |
| | h^2 | 0.911 | 0.874 | 0.837 | 0.821 | 0.903 | 0.926 | 0.890 |

* significant at 5% level

Standard deviations are shown in parenthesis

関より高い正の値を示した。遺伝力はいずれの年次および栽培方法とも低かった。

つぎに、直播栽培における生育初期の葉齢指数についてみる(第29表)。なお、葉齢指数の算出に当っては、不完全葉を除いた次の葉を本葉第1葉とした。1963年と1964年では相関係数の値がやや異なったが、遺伝相関にも環境相関にも正の強い関係がみられた。この傾向は播種後50日に至ると低下したが、遺伝力はいずれも高い値であった。

本葉の長さでは、第2葉~第4葉で有意な正の相関がみられ(第29表)、遺伝相関も高かった。しかし、1964年の第4葉や第5葉に至るといずれの年でも相関は弱くなった。遺伝力についても同様な傾向がみられた。移植における第3葉の長さでは(第30表)、相関関係はほとんどみられず遺伝力も低かった。

生育後期における諸形質をみると(第29表、第30表)、年次間で傾向が異なる場合もみられるが、直播および移植とも低温発芽性は穂長との間に強い正の表現型および遺伝相関が認められたが、稈長や穂数との間には強い相関関係は認められなかった。しかし、穂数との間ではいずれの年次、栽培法でも負の相関が示された。稈長と穂長より成る成熟時の草丈との間では、いずれの場合にも有意な相関関係はみられなかった。出穂期では(第30表)、両年次ともに負の相関で、いずれも有意

な値ではなかった。遺伝力については、1963年の穂数以外では0.7以上の高い値を示した。

収量形質についてみると(第30表)、直播の収量では年次の気象状況に関連して特に出穂の早晩性が大きな影響を与える。また、柴田(1960)によれば北海道品種の直播と移植における収量の関係を見ると、かなり強い正の相関関係があった。そこで本実験では、移植における収量形質を用いることにより、供試品種の収量性を正しく把握することができると考えた。まず、平均1穂粒数では両年次ともに有意ではないが正の相関がみられた。障害型冷害に対する耐冷性を表わすと考えられる不稔指数として、全穂中に含まれる完全な不稔穂の百分率を逆正弦変換した値を用いた。なお、耐冷性検定に当っては、1963年に長期(6月~8月)冷水掛流し法により検定を行なった結果を用いた。しかし、1964年は冷害年で生育遅延が著しく、冷水掛流し法による検定では、ほとんど全ての材料が不稔となったので、冷水検定をしない標準圃場における不稔穂歩合を不稔指数として用いた。これらの結果では、年次により傾向を異にし1963年では正の比較的高い遺伝相関がみられたのに対し、1964年では負の低い遺伝相関であった。1m²当りの稈重では表現型相関および遺伝相関ともに負の相関で、いずれも有意でなく、1963年では環境相関が高かった。収量を表わす1m²当りの穂重では表現型相関、遺伝相関ともに有

Table 31. Phenotypic(r_P), genotypic(r_G) and environmental(r_E) correlation between the germinability at low temperature and the 7 grain characters in transplanting, heritability(h^2) of the 7 characters

| Character | Length | Width | Thickness | Length-Width ratio | Length × Width × Thickness | Wt. per 1,000 kernels | Percent of ventral white kernel |
|-----------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|----------------------------|-----------------------|---------------------------------|
| r_P | 0.070 (1.8613) | 0.253 (0.8201) | 0.149 (0.7046) | -0.010 (0.0815) | 0.250 (1960.00) | 0.448* (1.3679) | 0.104 (14.3213) |
| r_G | 0.115 (1.7625) | 0.307 (0.7431) | 0.219 (0.6234) | 0.263 (0.0784) | 0.321 (1775.11) | 0.482 (1.3624) | -0.141 (12.1845) |
| r_E | -0.340 (0.6337) | -0.103 (0.3651) | -0.293 (0.3449) | -0.277 (0.0247) | -0.228 (881.08) | -0.376 (0.2316) | 0.060 (7.3223) |
| h^2 | 0.886 | 0.806 | 0.867 | 0.910 | 0.802 | 0.972 | 0.735 |

* significant at 5% level
Standard deviations are shown in parenthesis

意でなかった。ただし、1964年の環境相関では負の高い相関となった。籾／稈比については兩年ともにいずれの相関の値も低かった。これは先に1 m²当りの稈重では負の、また1 m²当りの籾重では正の遺伝相関が示されたことによるためであろう。これらの形質の遺伝力については、1963年の不稔指数を除いて、いずれも0.7以上の高い値を示した。

粒の形質との関係としては、移植の1963年のみの結果であるが、粒長、粒幅、粒厚、粒形比（長／幅）および粒大（長さ×幅×厚さ）との間には、いずれも正の遺伝相関がみられたが、ほとんど有意な値は得られなかった（第31表）。しかし、これらのうち粒幅と粒大では比較的高い相関関係が認められた。また、千粒重との間では5%水準で有意な正の表現型相関があり、遺伝相関も他の形質よりやや高い値を示した。玄米の品質に大きな影響を与える腹白粒率との関係では、3種の相関とも低い値であったが、遺伝相関は負の値となった。遺伝力では、腹白粒率の0.735を除いた他の形質で0.8以上とかなり高い値であった。

以上の如く粒形質を除いた各種の形質においては、年次による傾向はほぼ同じであったが、遺伝相関は1964年の値が1963年のそれより高い値であったのは、先に記したように1964年が生育期間中低温に経過した年であるために、品種間差が大きくなったことによると考えられる。

年次間での変動が大きかったところの表現型および遺伝相関として挙げられるものには、移植時の草丈（播種後30日目）および生育期草丈（60日目）、直播における穂数および移植における穂長があり、また、遺伝力では移植時の草丈、耐冷性および1 m²当りの籾重が挙げられる。

なお、低温発芽性の遺伝力を算出したところ、0.826というかなり高い値が得られた。

2 雑種集団における実用形質

(1) 実験材料および方法

1968年に「ささほなみ×陸稲北海早生1号」のF₇集団から、任意にとりだした個体を親として、翌年140のF₇系統を育成した。これらを移植栽培の下では各系統1行ずつ4個体をうい、30×12

cmの1本植で2反覆の乱塊法により植え、また直播では各系統1行16株とし、30×12 cmで1株10粒宛2反覆の乱塊法により、5月18日に播種した。

調査項目は第1項における実験に準ずるが、移植栽培の収量調査は1区28株（1 m²当り）について行なった。なお、玄米品質については外観により9段階に分け、それぞれ良いものから悪いものへ1から9の評点を与えた。

(2) 実験結果

3種の相関係数を第32表～第34表に示した。直播栽培における播種後43日目の草丈および葉齢指数は、各相関ともに正の値を示し、表現型および遺伝相関ともかなり高い値であった。しかし、播種後62日目における値は、いずれの相関とも負でその値は小さかった。なお、1969年は播種直後より約15日間にわたり著しく低温に経過し、この期間は生育がほとんど停止した年であった。従って、1969年の播種後42日目は平年における播種後30日目位に相当すると考えられる。つぎに、本葉の長さについてみると、第1葉から第3葉までは比較的高い正の表現型並びに遺伝相関を示した。このうち第2葉長および第3葉長における遺伝相関がかなり高い値であった。しかし、第4葉長～第6葉長においては負の値を示す場合が多く、いずれも相関係数の値は低かった。第4葉長の環境相関のみは負のかなり高い値であったが、その他の場合には正の比較的低い値であった。

移植栽培における収量形質との関係では、稈長、穂長、穂数、1穂粒数、不稔歩合、1 m²当りの稈重および1 m²当りの籾重について検討した。穂長、不稔歩合および1 m²当りの稈重においては、表現型、遺伝相関ともに正または負の比較的高い値を示した。稈長、穂数については正の、また1穂粒数および1 m²当りの籾重においては負の比較的低い値が示された。

出穂期との間には3種の相関とも負の低い値であった。

玄米粒の形質では、粒厚、粒幅、粒長ともに表現型並びに遺伝相関が負であったが、前2者の値は高く有意であった。粒形を示す長／幅比でも有

意な正の相関が示された。これらの形質については、環境相関はいずれも正の値であった。千粒重については表現型および遺伝相関ともかなり高い負または正の値を示した。なお、環境相関は負の値であった。腹白粒率および玄米品質では負の比較的高い値が得られ、低温発芽性の高いものは腹白粒が少なくみかけの品質も良くなるという遺伝

的に密接な関係が示されたわけである。

得られた結果の中で品種における場合と傾向を異にするのは、穂長、1 m² 当り稈重、粒幅、粒厚、粒形(長/幅比)および千粒重の諸形質との関係であった。

遺伝力については、不稔指数および第6葉の長さが比較的低い値を示した以外は、いずれも0.5

Table 32. Phenotypic (\hat{r}_P), genotypic (\hat{r}_G) and environmental (\hat{r}_E) correlation between the germinability at low temperature and the 10 characters in direct sowing, and heritability (h^2) of the 10 characters

| Character | Length of leaf blade | | | | | |
|-------------|----------------------|----------------------|----------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | Leaf order | | | | | |
| | 1 st | 2 nd | 3 rd | 4 th | 5 th | 6 th |
| \hat{r}_P | 0.156 (0.3617) | 0.295*** (0.8709) | 0.297*** (1.5636) | -0.109 (1.5228) | -0.027 (2.1752) | -0.031 (2.9957) |
| \hat{r}_G | 0.152 (0.2671) | 0.344 (0.6901) | 0.373 (1.7723) | 0.062 (1.2292) | -0.045 (1.8956) | -0.018 (1.9935) |
| \hat{r}_E | 0.198 (0.2447) | 0.301 (0.5241) | 0.135 (0.8079) | -0.601 (0.8585) | 0.114 (1.0653) | 0.027 (2.2405) |
| h^2 | 0.544 | 0.634 | 0.731 | 0.672 | 0.760 | 0.442 |

| Character | Plant height | | Leaf number index | |
|-------------|------------------------------|--------------------|---------------------|--------------------|
| | Number of days after seeding | | | |
| | 42 | 62 | 42 | 62 |
| \hat{r}_P | 0.381*** (2.2955) | -0.062 (4.3386) | 0.261** (5.1377) | -0.045 (5.8974) |
| \hat{r}_G | 0.595 (2.1113) | -0.025 (3.7933) | 0.580 (4.3880) | -0.118 (4.6940) |
| \hat{r}_E | 1.470 (0.6984) | -0.015 (1.5876) | 0.013 (2.5624) | 0.084 (3.3723) |
| h^2 | 0.902 | 0.851 | 0.746 | 0.660 |

** , *** significant at 1 % and 0.1 % level, respectively

Standard deviations are shown in parenthesis

Table 33. Phenotypic (\hat{r}_P), genotypic (\hat{r}_G) and environmental (\hat{r}_E) correlation between the germinability at low temperature and the 8 characters in transplanting, and heritability (h^2) of the 8 characters

| Character | Heading date | No. of spikelets per panicle | Culm length | Panicle length | No. of panicles | Percent of seed sterility | Wt. of culms per m ² | Wt. of grains per m ² |
|-------------|--------------------|------------------------------|-------------------|---------------------|-------------------|---------------------------|---------------------------------|----------------------------------|
| \hat{r}_P | -0.069 (2.6839) | -0.028 (16.9833) | 0.103 (6.0730) | -0.218* (1.9641) | 0.063 (2.1591) | -0.174* (7.4107) | 0.191* (23.6679) | -0.031 (18.7948) |
| \hat{r}_G | -0.063 (2.6523) | -0.010 (13.8842) | 0.094 (5.6780) | -0.555 (1.7891) | 0.078 (1.9436) | -0.263 (4.1874) | 0.266 (19.6722) | -0.029 (14.3661) |
| \hat{r}_E | -0.115 (0.4301) | -0.063 (9.8131) | 0.099 (2.1824) | -0.247 (0.8190) | 0.002 (0.9489) | 0.032 (5.7732) | 0.002 (13.1301) | -0.288 (12.1092) |
| h^2 | 0.974 | 0.667 | 0.871 | 0.827 | 0.808 | 0.345 | 0.692 | 0.585 |

* significant at 5 % level

Standard deviations are shown in parenthesis

Table 34. Phenotypic (\hat{r}_P), genotypic (\hat{r}_G) and environmental (\hat{r}_E) correlation between the germinability at low temperature and the 7 grain characters in transplanting, and heritability (h^2) of the 7 characters

| Character | Length | Width | Thickness | Length-Width ratio | 1,000-kernels wt. | Percent of ventral white kernel | Quality |
|-------------|--------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------|-----------------------|---------------------------------|---------------------|
| \hat{r}_P | -0.057 (0.1780) | -0.393*** (0.1047) | -0.392*** (0.0737) | 0.253** (0.0803) | -0.360*** (1.6270) | -0.203* (25.1004) | -0.185* (2.1784) |
| \hat{r}_G | -0.064 (0.1429) | -0.558 (0.0805) | -0.575 (0.0572) | 0.349 (0.0627) | 0.417 (1.5423) | -0.263 (22.7494) | -0.200 (2.0861) |
| \hat{r}_E | 0.065 (0.1037) | 0.068 (0.0664) | 0.176 (0.0455) | 0.041 (0.0503) | -0.154 (0.5032) | 0.081 (10.7078) | -0.127 (0.6386) |
| h^2 | 0.655 | 0.595 | 0.612 | 0.608 | 0.904 | 0.819 | 0.913 |

*, **, *** significant at 5%, 1% and 0.1% level, respectively

Standard deviations are shown in parenthesis

以上となり、品種における場合と同様の傾向を 보였다。ただし、品種の場合に較べてやや低い値となった。

低温発芽性の遺伝力は0.863で、品種におけるのとはほぼ同じ値であった。

3 考 察

低温発芽性と実用形質との関係に関しては、これまで品種の早晩性との関係について検討された結果(野口1937, 中村1938)以外には、ほとんどみるべきものがなかった。

最近、朝隈(1966)は湛水直播栽培に関連のある品種の初期伸長性との関係について、府県品種および外国種からの12品種を用いて検討を加え、低温発芽性の高い品種は初期伸長性も大きいという傾向を認めた。また、佐々木(1968a)は、湛水直播条件下において、初期伸長性をはじめ本葉の長さ、葉齢指数および苗乾物重などの初期生育に関係の深い、いくつかの要因との関係について検討を加えた。そうして、低温発芽性とこれら形質との間には正の比較的強い相関関係があり、生育が進み温度条件が良くなるにつれて関係が弱まることを示した。しかし、遺伝的な相関関係について低温発芽性と実用形質の間での検討を加えた結果はみあたらない。

本実験の特色は表現型相関をまず求めて、更にこれを遺伝相関並びに環境相関に分けて検討を加えた点であるが、一般に表現型相関は遺伝相関よりもいくらか低い値を示し、同一符号のものが多

かった。この傾向は稲品種における主要形質間について、表現型相関および遺伝相関を求めた従来(赤藤ら1958a, 柴田1962)における結果とも一致した。しかし、井山(1958)は表現型相関が遺伝相関より高い場合と低い場合とが同程度ずつ認められる結果を得ている。

年次間ではほとんどの形質については同じ傾向が示された。しかし、個々の相関関係については、ある程度の変動がみられた。柴田(1962)は北海道の水稲品種を供試して、施肥量と年次を異にした場合における主要形質についての遺伝相関を求め、年次による傾向の異なる形質が多かったことを報告している。赤藤ら(1958b)は播種期を変えた場合における2ヵ年の結果から、遺伝子型(遺伝)相関がかなりの変動を示すことを報告した。本実験を実施した2ヵ年についてみると、1963年はほぼ平年並の気象経過をとったのに反して、1964年は全般的に低温寡照に経過して、生育遅延が著しかった。しかし、供試品種はほとんど同一であったから、これらの年次間における変動には2ヵ年の気象の相違といった環境要因と遺伝子型との相互作用が関係していると考えられる。

一方、環境相関が表現型相関および遺伝相関に比べて小さい形質が多かったから、表現型相関をとっても大きく影響を受けることは少ないものと考えられる。

さて、表現型相関および遺伝相関の高かった形質としては、初期生育に関する形質として生育初

期の草丈、葉齢指数および本葉の長さがあり、いずれも生育日数を経る場合、または移植においては、相関関係が低くなる傾向を示した。このことは、低温発芽性が高く従って初期生育の旺盛な品種を選抜するためには、直播条件下で播種後の早い時期に草丈および本葉の長さを選抜の対象形質として利用することが有効なことを示唆しているものである。生育後期の形質としては、穂長との間に正の、また、穂数との間には負の有意な相関が得られたが、穂数では年次および栽培法による変動が大きかった。

以上の成績からすれば、低温発芽性の高い品種は初期の生育が旺盛で、かつ穂長が長く穂数の少ない品種が多い傾向にあるといつてよい。穂長と稈長または最終草丈(穂長+稈長)との相関についての報告の多くでは、そこに有意な正の相関が得られている(井山 1958, 赤藤ら 1958 a)。このことは、低温発芽性の高い品種が初期生育は旺盛であるが、穂数が少なく稈の高い形質を有することを示す。更に、稲品種の多収性について、角田(1964)は葉が短く直立して厚く、かつ短稈であることを、その第一義的な条件としている。これらの観点からすれば、低温発芽性が高いことは多収性については、不利に働くおそれのあることを意味する。しかし、低温発芽性と稈長および最終草丈との間の遺伝相関は、直播および移植栽培ともにあまり高い値でないので、選抜によっては低温発芽性が高く、しかも多収型の品種を育成する可能性は充分に残されている。

出穂期との関係では、兩年とも負の相関関係を示したが有意性はみられなかった。低温発芽性と早晚性との関係について、野口(1937)は本邦品種を供試して品種の早晚性を群としてみた場合には、早生のもほど低温発芽性の高いことを報告した。中村(1938)は北海道および東北地方の品種について、15°Cの発芽条件で早稲平均(11種)では、中稲(10種)に比し1日早く、晩稲(10種)に比して2日促進されていることを報告した。しかし、野口および中村の場合とも個々の品種についてみるならば、必ずしもこの関係は成立せず、品種によりかなり特異性のみられることを認めて

いる。永松(1942)は栽培稲の地理的分化に関する研究において、発芽に関する種生態学的検討より高緯度に適する品種の分化にはまず淘汰によって低温発芽性を獲得することが第一要件をなすであろうと報告した。岡(1954)はアジア各地の稲品種を大陸群品種と島群品種とに大別し、同一品種群内では南方の品種は北方品種より最低発芽温度が高いことを報告した。一方、稲の生育日数の長短、すなわち早晚性について、永松(1949)は世界の主要稲作地帯の品種約2,000種について、出穂期の早晚性と品種の地理的分布の関係を検討し、一般に高緯度には早生種型が、低緯度地帯には晩生型が規則的に分布しているとした。

さて、遺伝相関が結果された場合、その原因として考えられるものは、①遺伝子の多面的発現、②遺伝子のリンケージ、③自然ならびに人為淘汰による、そこに取扱われた材料の育種史的な結果の現われ(酒井 1956 a, FALCONER 1961)がある。従って、稲品種が分化してその栽培が北上してきた過程において、長い間の自然および人為淘汰により低温発芽性が高まり、同時に遺伝子の多面発現またはリンケージによって早生型との相関関係が強くと示されるようになったと考えられる。故に地理的に高緯度から低緯度にわたる広範囲な地域よりの稲品種をとると、低温発芽性と早晚生との間で負の関係が成立するが、本実験のように北海道という比較的狭い限定された範囲における品種群(同一の生態型と考えられる)では、相関関係が認め難くなるものと考えられる。

低温発芽性は広義には耐冷性の一面を示すものである。一方、障害型冷害に対する耐冷性は寒冷地においては、種々の形質に必ず付加されねばならぬ重要形質であることは言うまでもない。この二つの耐冷性の関係を知ることは、寒冷地の稲育種においては大きい関心の持たれるところである。しかし、年次により遺伝相関の傾向は異なり、1963年では比較的高い負の関係を示したが、1964年では正の値となった。これは、兩年とも特定の2,3品種の値によって全体の傾向が大きく影響されたためであったから、これらの品種を除くならばほとんど相関関係がみられないものとしても差

し支えないのである。

さて、いかなる品種も「実用的には最終的に収量の高いことが望まれよう。1 m² 当り粒重と低温発芽性との間には有意ではないが、やや高い正の遺伝相関が得られたので、低温発芽性および収量性がともに高い品種の育成は可能といてよいであろう。

粒の諸形質と発芽能力の関係について、同一品種の場合に粒の大きさや重さについて、発芽能力と正の相関関係がみられることが知られている(田中 1949, 田村・白石 1954)。従って、低温発芽性との間にもなんらかの関係がみられる可能性が示唆される。

本実験では、粒幅、粒大(長さ×幅×厚さ)との間に有意でないがやや高い表現型および遺伝相関が得られた。また、千粒重との間には5%水準で有意な正の相関が得られた。このことは、粒が大きくかつ重い品種は低温発芽性も高いということを示すものであり、低温発芽性品種の選抜に、比重選などによる粒選抜の利用が考えられるわけである。

稲品種の品質向上も重要な育種目標の一つであるが、長戸(1952)および木戸・梁取(1968)は、品質の良し悪しを左右する1要因となる腹白粒が、粒の大きいものまたは大きくするような条件下で現われやすいとしている。低温発芽性と粒の大きさおよび重さとの間に比較的高い正の相関関係が認められたことは、低温発芽性の高いことが或は腹白粒を多くして品質の低下を招くことにつながるかも知れない。しかし、腹白粒率との間に得られた表現型および遺伝相関はともに低く、腹白の多少との間に直接的な関係はみられなかった。

以上の結果から、寒冷地における湛水直播栽培適品種として、低温発芽性が高く初期生育も旺盛で、また、短稈の早熟で耐冷性を有する良質多収品種を育成することは不可能ではないことが示されたといつてよいであろう。

一方、「ささほなみ×陸稲北海早生1号」の雑種集団においては、低温発芽性の高いものほど粒が小さく千粒重が軽いという品種間における相関関係とは反対の結果が得られた。本組合せの片親で

ある「ささほなみ」は水稲品種であるのに対して、一方の親は陸稲品種であり、品種間相関に用いられた25品種の中には陸稲品種は用いられていない。すでに第Ⅲ章第1節で述べたように、陸稲品種は一般に水稲品種に較べて低温発芽性が高い結果が得られている。水稲×陸稲の交雑には水稲×水稲の交雑とは異なる形質間の組合せが含まれている可能性が考えられる。従って、低温発芽性と粒大ならびに粒重との関係は品種間でみた場合と、水稲×陸稲の雑種集団の場合では必ずしも同一にならないことは当然であり、水稲と陸稲との交雑による育種の際には、このような点に留意する必要がある。

最後に各形質の遺伝力について検討する。稲品種の主要形質について遺伝力についての報告は多い(酒井 1956 b, 井山 1956, 赤藤ら 1958 a・b など)が、北海道の品種を扱ったものとしては佐本・大内(1960)および柴田(1962)の報告がある。これらは主として収量に直接結びつく形質について行なわれたものであり、本実験のように北海道品種を用いて初期生育の形質から収量形質に至る広い範囲の形質を含んでいるものはない。本実験で得られた遺伝力の多くは0.7以上の高い値を示したが、これは品種集団の平均より算出したためと考えられる。井山(1958)も区平均に対する遺伝力が、個体の遺伝力よりも1.5~4倍高いという結果を得ている。

いま、佐本・大内および柴田の報告にみられると同じ形質について、栽培条件の似かよった場合を比較してみると、出穂期では、いずれも近似した値を示したが、穂長では0.63~0.92の変動幅がみられ、不稔歩合については0.46~0.84また収量は0.30~0.90で、いずれも佐本・大内による値が最も低く、本実験の値が最も高く、柴田の値は本実験に近い値を示した。また稈長では佐本・大内の0.80に対して本実験では0.88~0.94、平均1穂粒数では柴田の0.66~0.77に対して本実験では0.81~0.87、玄米千粒重ではそれぞれ0.95~0.97に対して、0.97であった。これらの違いは栽培環境、供試品種および年次などの相違による可能性が考えられる。