

醸造用オオムギ種子の休眠性に関する研究

第1報 検定方法と品種の類別*

山 野 昌 敏

I 結 言

収穫後間もない種子は発芽率が極めて低いが、日時の経過にともなって休眠性が消失して次第に高くなり、障害がなければ最終的には種子はすべて発芽するが、この発芽の早晚には品種間差がある。このような種子の特性を明らかにすることは、穂発芽性などとも関連して育種面では重要なことである。

一般に、オオムギの収穫期にあたる5月下旬から6月上旬にかけては、梅雨期に入るので天候が悪く、降雨の合間に収穫作業が行われる。この場合、倒伏した穂は地面に接した部分から発芽したり、架干中や、時には立毛の状態で発芽することがあり、これによって減収するのみでなく品質も低下する。そのため、栽培面ではこのような場合でも穂発芽しない休眠性の強い品種が望ましい。

一方、醸造用として利用する面から考えると、醸造用オオムギは製麦過程で発芽させるので、休眠期間があまり長すぎると整一な発芽を示さず、醸造上問題となることも考えられる。したがって、休眠性については栽培面、利用面ともに支障がないような品種が望ましい。この点が、種子を食用とするイネや他のムギ類と、醸造用に利用することを目的とする。いわゆるビール用オオムギとでは本質的に異なるところである。育種操作上では、中山ら⁴⁾は、休眠性の強い品種を用いた雑種集団では発芽の段階で淘汰される可能性があることを指摘しているが、このほか、育成系統の麦芽品質をは種するまでに検

定する場合などにも休眠性が問題となろう。

オオムギについて多数品種を用いて行った穂発芽性や休眠性による品種の分級は、山本⁶⁾や、高橋ら⁵⁾によって行われている。しかし、これらは六条オオムギを主体としており、二条オオムギを主体とした研究は見あたらない。

本研究は、実際の育種の場において利用することを主目的として、二条オオムギを中心に行われたものであるが、まず、休眠性程度の判定基準・休眠性消失の時期・貯蔵温度や発芽温度などを検討して休眠性程度の検定方法を定め、それによって品種を類別したので、その結果を報告する。

II 休眠性程度の検定方法 について

検定方法を定めるにあたって、休眠性程度の判定基準や、消失時期、貯蔵温度あるいは発芽温度と休眠性との関係を検定した。

1. 休眠覚せい の程度を示す指数について

検査規格によると、種子の休眠性が消失した状態で、ビール用オオムギでは発芽勢95%以上、種子用では発芽率90%以上が必要条件となっている。したがって、発芽勢又は発芽率が90~95%以上になれば休眠性は消失したとも考えられるが、それについては特に定まっていない。しかし、実際の利用面では発芽調査の結果から、休眠中であるかどうかの判定の基準が必要になってくる。

本報告では、発芽勢を置床後72時間(以下

* 本報告の概要は日本育種学会第44回講演会で発表した。

3日後と記す), 発芽率を7日後までに発芽した置床粒数に対する比率で表わし, 発芽温度も20℃という検査規格と同じにした。ここでは, 発芽とは根又は芽が肉眼で見える状態のものをいうが, 発芽の判定には個人差もあるし, 発芽調査時間によっても1~2時間のずれが生じる。

醸造用オオムギでは, いっせいに発芽することが特に重要なので, 品種又は系統間差の検定にあたっては発芽の早さを加味し, しかも発芽勢・発芽率を包含する単一の指数で表わすことが必要と考えられた。

休眠とは直接関係ないが, Finley¹⁾は置床72時間で100%になるオオムギ種子を用いて試験し, この時間内でも発芽に早晚があり, 早いものに重みづけをして品種間差があるとした。著者は別の立場から, 例えば発芽率は同じでも発芽勢の高い方が休眠性は弱いと考えられたので発芽の早いものほど数値が高くなるように重みづけをすることとした。

7日間で発芽調査を打切るので, 7日後から逆に1日に1ずつ重みづけをすると, 置床5日後には3, 3日後には5となる。そして, この発芽勢に該当する置床3日後までに発芽した粒数の置床粒数に対する比率をX, 4・5日後に発芽した粒数の比率をY, 6・7日後に発芽した粒数の比率をZとする。そして, Xには5, Yには3, Zには1の定数を乗じて, これを休眠覚せい程度(D)として次式で表わした。

$$D = 5X + 3Y + Z$$

これによると, 発芽勢が100%と0%のときはそれぞれD=500と0となる。発芽勢・発芽率ともに95%のときにはD=5×95=475となるので, Dの値が475以上の場合をもって休眠性が消失したと決めた。この式によると, Xが87%以下のときは休眠中となるが, 88%以上95%未満の場合はY及びZの

値によってDの値が475以上にも以下にもなる。そして, D値が100未満を休眠覚せいの程度低, 100以上200未満をやや低, 200以上300未満を中, 300以上400未満をやや高, 400以上を高とした。

2. 休眠性消失の時期と年次間差

収穫直後の種子を乾燥してから脱穀して室内に貯蔵した場合, 休眠性はどのくらいの期間で消失し, また年次による差はどの程度なのかを明らかにするため試験を行った。

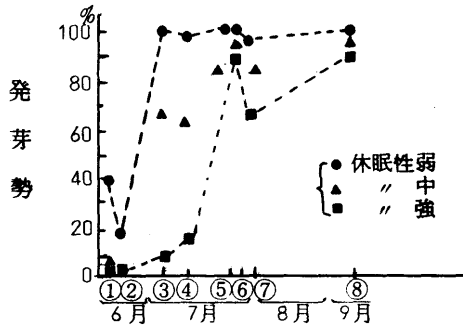
1) 材料と方法

試験1: 休眠性程度の異なる6品種を6月上旬に成熟期に達した品種から収穫し, 常温で乾燥後, 次のそれぞれの年月日に発芽調査をした。6月から9月にかけて早い順に記すと, 1967年6月19日, 1973年6月23日, 1967年7月7日, 1973年7月14日, 1969年7月28日, 1972年7月29日, 1967年8月4日, 及び1970年9月5日である。発芽試験には, 直径9cmのシャーレを用い, ろ紙2枚(上の1枚は中折りとして50粒づつ入れる)を敷き, 純水4.5ml(1972年以前は4ml)を注入し, 1シャーレに100粒置床した。1区50粒の2区制とし, 置床3日後に発芽粒数を調査して発芽勢を算出した。発芽温度は20℃である。

2) 結果と考察

供試品種は休眠性の程度で弱品種(金子ゴールデン・改良二条種), 強品種(さつき二条・濠州シバリー), それに中程度の品種(アサヒ19号・成城17号)の3群に分けられたので, 各2品種の発芽勢の平均値を第1図に示した。

これによると, 休眠性弱品種の平均は収穫後約1か月の7月上旬には発芽勢が95%以上となり, 休眠性は消失したようであった。しかし, 中の品種の発芽勢はこの時期でも70%以下,



第1図 休眠性消失の時期とその年次間差

注 ①③⑦は1967年収穫
 ②④は1973年収穫 ⑤は1969年収穫
 ⑥は1972年収穫 ⑧は1970年収穫

強の品種は10%以下であった。そして、中品種が休眠性を消失するのは8月上旬頃、強品種は更に1か月後の9月上旬頃とみられた。

次に、休眠性は日時の経過にもなって、次第に消失していくという点から考えると、6月下旬から9月上旬頃まで発芽勢はほぼ直線的に増加するわけであるが、実際には折線になっている。例えば、1972年7月29日に置床した休眠性強・中及び弱品種の発芽勢はともに89%以上で、これより後に発芽調査をした1967年8月4日置床の中(83%)及び強(65%)品種の発芽勢より高く、これは明らかに年次(収穫後の温度・湿度など環境の差を含む)による差とみることができた。しかし、どの年次、どの調査時期においても休眠性程度弱・中・強の3群のそれぞれの発芽勢は常に一定の順位が保たれ、逆転することはなかった。

以上のことから、休眠性は温度や湿度などによって大きく変化するので、多数系統などの検定にあたっては、年次を越えても比較できるように指標品種を入れた方がよいと思われる。

3. 貯蔵温度と休眠性

貯蔵温度を変えることによって休眠性を保持できれば、収穫後の多忙な時期をずらしても検定ができるので、この点について検討した。

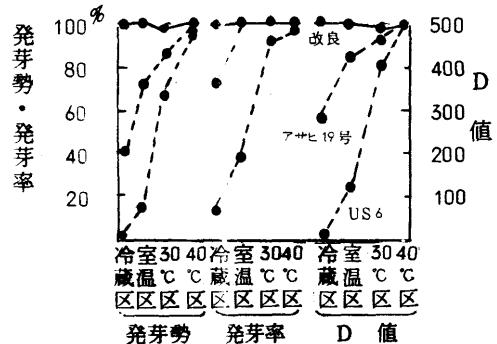
1) 材料と方法

試験2: 1967年6月上旬に収穫した、休眠性程度の異なる3品種を供試材料とした。脱穀後常温で乾燥した種子を、6月19日に冷蔵区(6~8℃)・室温区・30℃区・40℃区に均分し、各条件下に18日間おいた後、7月7日に発芽試験を開始した。方法は試験1と同じであるが、ここでは置床3日後のほか、5日・7日後にも発芽位数を調査して発芽勢・発芽率及びD値を算出した。

試験3: 1973年6月上旬に外観的に成熟期に達した品種から支穂し、常温で通風乾燥した後室内に保存し15品種を供試材料とした。6月23日に、これらの種子を冷蔵区(0~3℃)・室温区及び25℃区(最低温度を25℃とした。したがって気温がそれ以上の場合は25℃以上になった)に均分した。発芽試験開始日は3区に分ける前の6月23日と7月14日、それに、貯蔵期間約6か月の12月17日とはほぼ1年後の6月26日とした。

2) 結果と考察

試験2: 結果は第2図のとおりである。発芽勢・発芽率及びD値を貯蔵温度別にみると、冷蔵区が最低で貯蔵温度が高くなるにつれて高



第2図 貯蔵温度と発芽勢・発芽率及びD値の品種間差

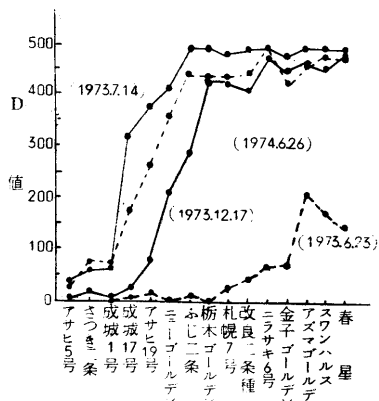
くなり、40℃区では各品種とも休眠性は消失していた。そして、このような傾向は各品種とも同じであった。

品種別にみると、発芽勢・発芽率及びD値のいずれをみても改良二条種は最も数値が高く、休眠性は消失していた。US6は最も低く、アサヒ19号はこれら両品種の間であった。

試験3: 結果は第3図のとおりである。収穫後間もない6月23日の調査結果では、大部分の品種がD値で200以下であった。しかし、7月14日まで室温条件で保存された場合は、ふじ二条から春星までの9品種はD値が475以上ですでに休眠性が消失していた。

次に低温条件下における貯蔵期間と休眠覚せいとの関係をみると、約6か月間冷蔵後の12月17日区では品種の分布もD値で10~480にわたっていた。そして、品種の相対的な順位は自然条件下の7月14日調査区とはほぼ一致していた。また、約1年間冷蔵した6月26日区でも同様な傾向にあり、アサヒ5号・さつき二条・成城1号などのD値は100以下であった。

以上、試験2・3の結果から、種子の休眠性は貯蔵温度によって大きく変わり、高温条件下では急速に消失したが、0~3℃という低温条件ならば6か月~1か年貯蔵しても休眠性は保持されることがわかった。しかし、冷蔵中にも休眠性は徐々に消失し、休眠性程度が弱いと考え



第3図 発芽試験の時期(貯蔵期間の長短)とD値の品種間差

注.1. ()は発芽試験年・月・日
2. (1973.7.14)は室温区

られた品種のD値は6か月間の冷蔵で400以上に上がった。

品種を類別するには、品種間差が拡大されていた方がよい(D値で0~500と)また、本試験の結果から、種子を冷蔵することにより発芽調査の時期をずらすことができることがわかった。

4. 発芽温度と休眠性

発芽温度は20℃を標準としたが、この温度では休眠性が消失して品種間差が見いだせなかった場合、発芽温度を変えることにより、この差を検出できないかどうかを検討した。

1) 材料と方法

試験4: 試験3に用いた品種を含む33品種を供試材料とし、収穫後の保管方法も試験3と同じである。1973年6月23日に種子を0~3℃下に冷蔵した。発芽温度は5・10・20・30・35及び40℃で、発芽試験を開始した日は、12月17日に20℃区、12月19日に10℃区と30℃区、1974年2月22日に35℃区(30品種)、同じく2月27日に5℃区(29品種)であった。発芽調査の方法は試験2と同じである。

第1表 発芽温度の高低と発芽及びD値との関係

発芽温度 ℃	発芽勢 %	発芽率 %	D値	D値のCV %
(20)	8.2	20.3	66	99.2
5	0.0	84.9	146	31.2
10	50.8	100.0	384	14.7
20	48.2	75.8	317	54.7
30	13.5	30.2	103	89.0
35	2.2	12.7	32	78.6
40	0	0	0	-

注. ()内は冷蔵前(6月23日)、他は約6~8か月冷蔵後に発芽試験をした。

2) 結果と考察

結果は第1表のとおりであった。冷蔵前の種子は発芽率20.3%, D値が66で休眠覚せい程度は低く休眠中であった。冷蔵後の種子についてみると、5℃区では発芽勢は0%であ

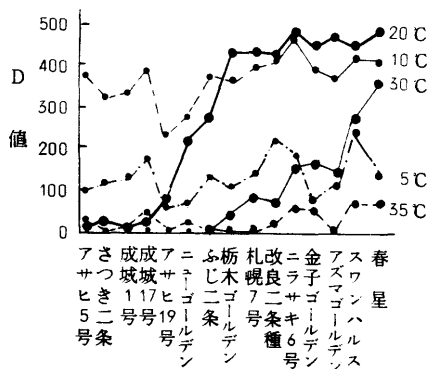
たが発芽率では平均84.9%と高く、10℃区は発芽勢・発芽率ともに6温度条件中最高であった。20℃区の発芽勢は10℃区に次いで高く、30℃、35℃と発芽温度が高くなるほど発芽勢、発芽歩合ともに低くなり、40℃区では腐敗粒が多く発芽粒は認められなかった。

D値とその変異係数(CV)からみると、5℃区はD値が146で低いうえにCVも小さく、10℃区はD値が高すぎるうえにCVが14.7%で極めて小さいので品種間差が小さい、一方、発芽温度としては高温の30℃区はD値が103でやゝ低いがCVは8.9%で品種間差は大きかった。また、35℃区はD値が32で低かった。したがって、20℃区に最も近いのは30℃区と考えられた。

そこで、この20℃区と30℃区におけるD値による品種の順位を計算したところ、両区の順位相関(rs)は $+0.847^{**}$ で有意(有意水準1%)な高い相関が認められ、20℃区でD値の高い品種は30℃区においても高く、同様に20℃区で低い品種は30℃区でもD値が低かった。このことは、33品種の中から15品種を抽出して示した第4図によってもわかる。すなわち、20℃区はD値で10~490まで品種それぞれの休眠性の程度に応じて分布しているが、30℃区も0~380と比較的品種間差が保持されている。一方、5℃区や10℃区は品種間の分布の幅が狭いのみでなく、20℃区と相関関係は高くないようである。

以上のことから、発芽温度20℃では休眠性が消失して品種間差が見出せない場合でも、発芽温度高く(35℃以下)することにより、ある程度品種間差を推定できることがわかった。

Ⅲ 品種の類別と休眠性品種の系譜
主要品種を休眠性の程度によって類別し、それによって栽培品種の休眠性の系譜を明らかに



第4図 発芽温度別にみたD値の品種間差
するため試験を実施した。

1. 材料と方法

試験5: 標準栽培した83品種について、1973年4~5月に収穫期別に毛糸をつけ、収穫後40日に所定の穂を抜きとり、常温で2~3日通風乾燥した後脱穀して紙袋に入れ、室温条件下で種子を保存した。そして、7月2日及び23日に発芽調査を開始した。

試験6: 標準栽培した37品種について、1973年6月に外観的に成熟期に達した品種から所定の穂数を刈取った。その後の管理は試験5と同じで、7月14日に発芽調査を開始した。

なお、試験5・6とも発芽試験の方法は前述の試験2と同じである。全供試品種数は、上記二つの試験に共通な品種もあり、二条オオムギ95、六条オオムギ5、計100品種であった。

2. 結果と考察

試験5: 7月23日の調査では、US6など少数の品種を除いて休眠性が消失していたので、7月2日の調査で、D値が475以上、すなわち休眠性が消失した品種を休眠性程度弱(A群)、300以上475未満をやや弱(A-B群)、200以上300未満を中(B群)、100以上200未満をやや強(B-C群)、100未満を強(C群)とした。7月2日調査時における各群別の発芽勢・発芽率及びD値の平均は第2表のとおりで、いずれの項目につい

ても、数値は休眠性の程度中を中心に分布し、D値ではA群が492、B群が245、C群は34であった。

第2表 休眠性の程度別にみた発芽の状況

休眠性の程度	発芽勢 %	発芽率 %	D 値
弱 (A)	96.3	99.7	492
やや弱(A-B)	72.6	87.4	403
中 (B)	37.4	63.1	245
やや強(B-C)	27.7	33.7	153
強 (C)	4.5	9.3	34

試験6: 37品種のうち20品種は試験5にも含まれている共通品種なので、17品種については共通品種をもととして試験2・3の結果を参考に相対的な関係で推定し、第3表に*印をつけて表わした。

以上、試験5・6の結果から供試100品種を類別し第3表に示した。これによると、休眠性程度弱が52、やや弱が20、中が12、やや強が3、強が13品種であった。なお、野生種のH. Spontaneumは強の中に含まれているが、休眠性が極めて強く特異な品種とみることが

ができた。

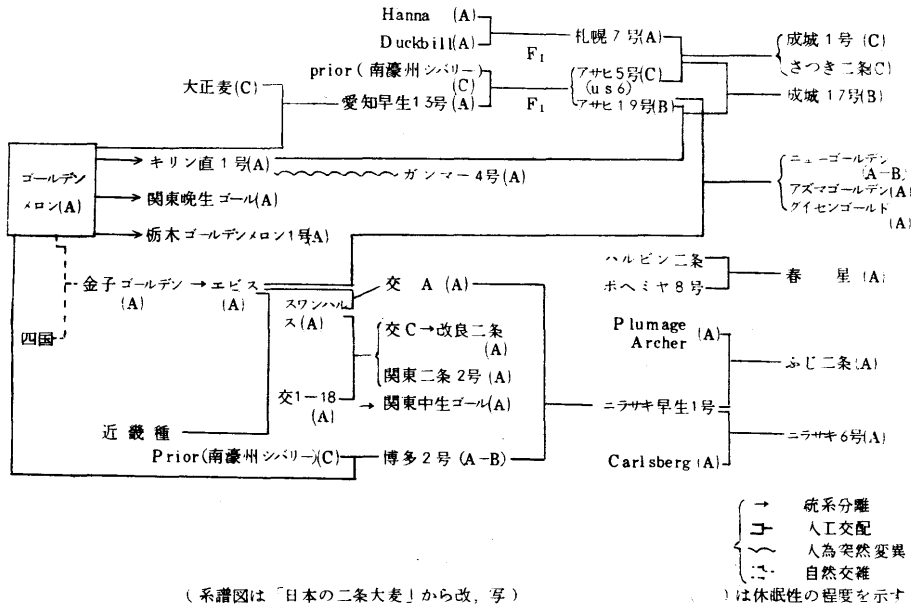
第5図は、現在我が国で栽培されている醸造用オオムギの主要品種の系譜を休眠性の面から検討しようとしたものである。

これによると、栽培品種の中にも休眠性の面からみると弱・中・強それぞれのものが含まれており、強のさつき二条は弱×強の後代から、中の成城17号は弱×強のF₁と中×弱のF₁との交配の後代から、やや弱のニューゴールデンは弱×中の後代から育成されている。また同じ弱×中からやや弱のニューゴールデンと弱のアズマゴールデンやダイセンゴールドなど、休眠性程度の異なる品種が育成されている。そして、これら栽培品種の休眠性因子の由来は、六条オオムギの大正麦や二条オオムギのPriorによるものと推定された。

第3表 休眠性程度一覧表

休眠性程度	品 種 名					
弱 (A群)	• Svanhals アサヒ1号 日 星 中国二条2号 Plumage • 愛知早生13号 関東二条6号 S二条5号 • Carlsberg*	• キリン直1号 D-14 Nigrindum • 改良二条種 GoldenPeasant 茅ヶ崎二条6号 エビス Duckbil*	Messidor • ふじ二条 神崎300号 • キリン直2号 IB6-3 旗 風 Bavarian • ガンマー4号* • ゴールデンメロン*	* 関東二条2号 • 金子ゴールデン あまぎ二条1号 名古屋12号 Noelle K-5 交 A • 札幌7号* PlumagArcher*	垂 頭 種 関東晩生ゴール • 愛知早生ゴールド 台中二条大麦1号 • アズマゴールデン 札幌11号 • 交1-18 • Hanna* 計 52	はしまさり • 春 星 ダイセンゴールド Tridax にらさき二条9号 Betzes • 栃木ゴールデン • 関東中生ゴールド* 計 20
やや弱 (A-B群)	成城二条4号 関東二条3号 露22 ニューゴールデン*	茅ヶ崎二条10号 成城二条3号 • C zeckMoravia (Conquest)	露47 関東二条4号 • Zepyr	アサヒ7号 • Heineshaha Salton	• 博多2号 アサヒ8号 • Fetto	吹2843 茅ヶ崎二条12号 関東二条5号 計 20
中 (B群)	成城8号 愛知二条2号	関東二条8号 Min 90-5	関東二条9号 • アサヒ19号*	関東二条10号 • 成城17号*	関東二条11号 露10号*	関東二条12号 (はがねむぎ) 計 12
やや強 (B-C群)	S二条3号	西海皮7号	Clipper			計 3
強 (C群)	• 成城1号 Prior* (大正麦)*	S二条1号 • アサヒ5号*	S二条2号 • Chroff*	U S - o H Spontaneum	• さつき二条 (木石港)	• 濠州シバリー* (関取崎1号) 計 15

注1. ()は六条オオムギ
2. *のある35品種は試験5・6に共通(ただし、*つきは試験6のみ)



第5図 二条オオムギの主要品種の系譜と休眠性の程度

IV 総合考察

種子の休眠性の問題は育種の面のみでなく栽培面でも、また、醸造用に利用するうえからも重要な意味をもっている。

休眠を問題にする場合、ある一時期における休眠性の消失の程度と、休眠性が消失しているかどうかを決める判定の基準が必要となる。

山本⁶⁾は発芽歩合(置床20日間)と発芽日数から、高橋⁵⁾は平均発芽歩合を休眠性で割った商の大きさに基づいて、休眠性程度を分類した。著者は、醸造用オオムギの特殊性をも加味して、休眠覚せい程度(D=0~500)を休眠性消失の程度を表わす指数として用いて品種を類別した。

休眠性は年次によって、あるいは同一年次でも収穫後の温度や湿度によっても大きく変わるが休眠性程度弱・中・強の関係は年次が変わっても逆転しなかったので、育種の過程で行う各種の選抜と同様指標品種を入れ、それとの相対的な関係で判定した方がよいと考えられる。

休眠性程度を検定する場合、収穫後約1か月ぐらいいは育種の現場では特に多忙なために、発芽調査を行うことが困難である。そこで種子の低温貯蔵が考えられたが、福山²⁾によると-18℃に貯蔵すれば120日間は収穫時の休眠性を保持したことが明らかにされ、本研究で0~3℃下に貯蔵することにより、6か月間は休眠性が保持され(収穫直後の休眠覚せい程度は低~やや低で6か月後には低~高になり休眠性は消失されてきているが実用的には問題ない)、1年後でも休眠性程度弱・中・強の傾向は明りょうであった。このような、低温による休眠性の保持は池橋³⁾によりイネでも明らかにされ、それらの結果と一致した。

発芽温度については、本研究では20℃を標準としたが、発芽温度を高くすると休眠性品種のD値は相対的に低くなるので、発芽温度20℃ではほぼ休眠性が消失したとみられる場合でも、発芽温度を高く(30℃位に)することにより、品種間差をある程度推定できることがわかった。

以上のことから、休眠性の具体的な検定方法としては、まず、収穫後の種子（指標品種を含む）を風乾・脱穀してから0～3℃下に貯蔵する。発芽試験には9cmのシャーレを用い、これにろ紙2枚を敷き純水4.5mlを注入し、100粒置床する。発芽温度は20℃とし、置床3日・5日・7日後に発芽粒を調査しD値を求め、この場合、弱の指標品種（アズマゴールデン・ふじ二条など）のD値が450以上、同じく強品種（アサヒ5号・さつき二条など）のD値が50以下、中品種（アサヒ19号・成城17号など）が200～300ぐらいに分布するような時期に発芽調査をすることが望ましい。

100品種をD値によって類別した結果、ほぼ半数の52品種が休眠性程度弱で、収穫後1か月ぐらいで休眠性が消失した。山本⁶⁾は、二条型は六条型にくらべて穂発芽歩合の高い品種が多いとし、高橋ら⁵⁾は休眠性と条性との間には密接な関係は見いだされないとしている。これは、供試品種の違いからくるものと思われるが、現在我が国で栽培されている品種の中には、休眠性程度が弱・中・強それぞれが含まれている。そして、これら栽培品種の休眠性の因子は、六条オオムギの大正麦や二条オオムギのPriorに由来していると推定された。このような休眠性因子の系譜は選抜が意識的に行われたか否かにかかわらず、示唆に富むところである。

V 摘 要

育種的な面で利用することを主目的として、休眠性程度の検定法を見だし、それによって品種を類別した。

1. 休眠覚せい程度をD ($D = 5X + 3Y + Z$: Xは置床1～3日, Yは4～5日, Zは6～7日後に発芽した置床粒数に対する比率) という指数で表わし、品種類別の基準とした。

2. 休眠性は種子の貯蔵温度によって変わり、室温条件下では収穫後約1か月で100品種中52品種は休眠性を消失したが、0～3℃下に貯蔵することにより、6か月後でも休眠性程度を検定することができる。

3. 品種又は系統の検定にあたっては、休眠性についての指標品種を加え、休眠性程度弱の品種のD値が450以上、中の品種が200～300、強品種のD値が50以下ぐらいに分布するときに発芽調査をすることが望ましい。

4. 品種類別の結果、供試100品種のうち、休眠性程度弱の品種が52、やや弱が20、中が12、やや強が3、強品種が13であった。

5. 現在我が国で栽培されている醸造用オオムギの中には休眠性程度が弱～中～強の品種までであることがわかったが、これら中～強の因子は二条オオムギのPriorや六条オオムギの大正麦に由来していると推定された。

本報告をまとめるにあたり適切な助言を下された野中舜二分場長に謝意を表する。

引用文献

1. Finley, K. W., 1960. J. Inst. Brew 66:51～57
2. 福山利範・高橋隆平・林二郎 1973. 農学研究54:185～198
3. 池橋宏 1973 農事試験場研究報告 19:1～60
4. 中山保・増田澄夫・川口教美・山野昌敏 1962. 栃木農試研報6:23～27
5. 高橋隆平・河龍雄 1969. 農学研究 53(1-2):123～139
6. 山本健吾 1950. 東北大農研2(2):95～131