

# 福岡県農業総合試験場特別報告

## 第5号

---

ビールオオムギにおける耐湿性品種  
育成のための遺伝・育種学的研究

---

平成4年3月

福岡県農業総合試験場

(福岡県筑紫野市吉木)

ISSN 0913-509X

**SPECIAL BULLETIN  
OF  
THE FUKUOKA AGRICULTURAL RESEARCH CENTER**

**NO. 5**

**Breeding for High Wet Endurance  
in Malting Barley**

**The Fukuoka Agricultural Research Center**

**Chikushino, Fukuoka 818 Japan**

**March 1992**

---

ビールオオムギにおける耐湿性品種育成  
のための遺伝・育種学的研究※

---

浜 地 勇 次

1 9 9 2

※ 九州大学審査学位論文

## 序

ビールオオムギは、ムギ類のなかではコムギについて作付面積が多く、しかもコムギより早生であるため、水田裏作として利用しやすい重要な作物である。しかし、わが国の主要な作付地帯の一つである福岡、佐賀県を中心とした北部九州のビールオオムギは、収量の年次間変動が大きく作柄が不安定であることや、近年では被害粒の発生によって品質的にも上位等級比率が低いことなどの問題点を抱えている。この原因として湿害があげられ、排水対策としての暗渠施工などの基盤整備や栽培技術の改善が進められてきたが、これだけでは湿害回避に限界があり、育種による対応が求められている。

本研究はビールオオムギの作柄の安定化を図る目的で、ビールオオムギの耐湿性を遺伝・育種学的に究明したものである。その結果、ビールオオムギの作柄が不安定である原因および耐湿性品種の育成の可能性など、本論文に示したような貴重な成果を得たので、ここに特別研究報告として公表することとした。これらの研究成果はビールオオムギの作柄の安定化のみにとどまらず、コムギを含めた高品質ムギの生産拡大と規模拡大などによる生産性の向上にも応用され、ひいては本県農業の振興に寄与することを期待するものである。

なお、本報告は福岡県農業総合試験場において、暖地向きビールオオムギの新品種育成に取り組みながら、重要な育種目標の一つである耐湿性について、1978年から1989年までの試験成績を取りまとめたものである。

本研究の遂行と取りまとめにあたって、御指導、御助言を頂いた九州大学農学部教授小西猛朗博士、岩田伸夫博士、井之上準博士ならびに松本重男博士に厚くお礼を申し上げるとともに、福岡県農業総合試験場農産研究所二条大麦育種研究室、栃木県農業試験場栃木分場職員の協力により、成果をあげることができたことを付記し、関係各位に深く感謝の意を表する。

平成4年3月

福岡県農業総合試験場長

古 城 斉 一

# 目 次

第1章 緒 論	1
第2章 土壌の過湿条件が子実の収量や品質に及ぼす影響	4
1. 気象要因と収量との関係	4
2. 土壌の過湿条件がビールオオムギ品種の収量, 収量構成要素および醸造特性に及ぼす影響	8
3. 土壌の過湿条件が子実の形態に及ぼす影響	11
4. 土壌の過湿条件下における根の分布および障害	15
5. 摘 要	18
第3章 耐湿性判定の指標形質および指標品種の選定	20
1. 供試品種の早晩性と湿害との関係	20
2. 指標形質間の相互関係	24
3. 耐湿性の品種間差異と指標品種の選定	27
4. 摘 要	32
第4章 耐湿性品種の育成のための交配母本の選定	33
1. ビールオオムギの耐湿性の検定	33
2. 主成分分析を利用した交配母本の選定	35
3. 摘 要	37
第5章 耐湿性の遺伝と選抜	38
1. 耐湿性選抜に有効な指標形質の選定	38
2. 耐湿性の遺伝様式	40
3. 耐湿性の選抜効果	42
4. 摘 要	48
第6章 総合考察	49
第7章 摘 要	51
第8章 引用文献	53
Summary	58

## 第1章 緒 論

ビールオオムギとはビールを醸造するための原料となるオオムギであり、わが国においてビール醸造用原料として栽培されている品種は、作物的分類からはすべて二条種（一般には二条オオムギと呼ばれている）で皮性のものである。しかし、皮性の二条種のオオムギがすべてビールオオムギというわけではなく、正式にはビール醸造用に適するとされた品種を栽培し、その生産物が検査規格に合格したものがビール原料となる。

わが国の二条オオムギの栽培面積は1988年産においては74,200haで、ムギ類全体の約20%を占めている。このうち、九州の栽培面積は33,100haであり、わが国の二条オオムギ栽培面積の約45%を占め、そのほとんどがビールオオムギ品種である（農林水産省統計情報部 1989）。このように九州はビールオオムギの主要な作付地帯の一つであるが、福岡県、佐賀県を中心とした北部九州では収量の年次間変動が大きく作柄が不安定であり、この原因の一つとして湿害があげられている（第1-1図）。湿害を回避するには、排水対策としての基盤整備や栽培技術の改善とともに耐湿性品種の育成が望まれている。

ところで、ムギ類の耐湿性（湿害）に関する研究は古くから行われており、特に1940年代後半から1950年代前半の食料難の時代に、水田稷作の安定化のために精力的に行われたが、その後は水田稷作が減少するとともに少なくなった。ここで、わが国における耐湿性に関する過去の文献を総括した。吉田（1977a・b）の報告を参考にし、さらに1980年代のものを含めてこれまでのムギ類の耐湿性に関する研究を整理してみると、耐湿性の品種間差異や湿害の発生機構を扱ったものが主である。一方、外国におけるムギ類の水ストレスに関する研究は乾燥害についてのものが多く、過湿については灌漑水による一時的な過湿による害に関する研究がアメリカ（CLARK and SAMMONS 1987）、オーストラリア（MCDONALD and GARDNER 1987, MEYER and BARRS 1988）でなされているが、多雨などの自然条件による湿害を対照とした報告は韓国（SUH 1971, 1973, 1977, 1978）、イギリス（BELFORD 1981, WIGNARAJAH 1987, HODGSON *et al.* 1989）以外にほとんどみられない。

湿害の発生機構について、山崎（1952）は冬季の湿害は土壤中の酸素の欠乏による根の呼吸作用の減退が主な要因であり、春季の湿害は土壤中の酸素の欠乏による根の呼吸作用の減退とともに、地温の上昇にともなって土壌の還元化が進み、亜酸化鉄や硫化物が根のなかに進入することによって根腐れなどの根の障害が著しくなるためであるとし、その結果根の呼吸作用が阻害されると、根の細胞の生活機能が衰退し、養分の吸収が妨げられ、地上部の生育も阻害されると述べている。また、耐湿性は酸素要求量（中沢・小河原 1954, 池田ら 1955b, 藤井・田中 1956）、通気組織の発達（山崎 1952, 有門 1955a・b）、根の木化（山崎 1952）、不定根の発生や深根性（ARIKADO 1954, SUH 1971）、アルコール脱水酵素の活性（MAYNE and LEA 1984）およびエチレンの生成（JACKSON 1985）などとの関係についても研究されている。

ムギ類の耐湿性の品種間差異については、品種間で強弱の差異が認められており（中国農試 1951, 時政 1952, 山崎 1952, 溝口・小池 1953, 池田ら 1955a, 桐山ら 1956, SUH 1971, 佐々木



第1-1図 湿害をうけたビールオオムギ  
（3月中旬）

1984, 武田 1989), これらの報告を整理すると, 1)一般にオオムギはコムギより耐湿性が弱い, 品種によってはオオムギとコムギの関係が逆転する場合もある(山崎 1952, 池田ら 1955a, 桐山ら 1956)。2)カワムギとハダカムギの耐湿性の比較では, ハダカムギの方が弱いとする報告(時政 1952, 山崎 1952, YAMAUCHI *et al.* 1988), カワムギの方が弱いとする報告(池田ら 1955a), 両者間に明確な差が認められないとする報告(佐々木 1979)がある。3)オオムギの並性と渦性の比較では, 渦性の方が耐湿性は弱いことを認めている(佐々木 1979, 浜地ら 1982)。なお, オオムギにおいて節間伸長期の湿害によって減収をもたらすのは, 穂数と1000粒重(池田ら 1957), 穂数と1穂粒数(桐山ら 1956)および穂数と稔実歩合(佐々木 1984)などの低下のためであるとされている。

このように, ムギ類の耐湿性については多くの報告があり, 特に湿害の発生機構についてはかなり明らかにされている。一方, 耐湿性の品種育成が残された大きな課題であるが, 耐湿性の品種間差異については検定期間, 耐湿性を判定する指標形質および強弱の分類などの耐湿性の判定基準が十分には確立されていないため, 研究者によって同一品種の耐湿性の判定が必ずしも一致しない。また, 交配によってムギ類の耐湿性の変異拡大を図り, 耐湿性品種の育成を試みた報告はなく, 耐湿性の遺伝様式の解析は佐々木(1982)がオオムギのF<sub>1</sub>の, 中川(1958)がコムギのF<sub>2</sub>の耐湿性をみたのみで, ビールオオムギを含めてムギ類の耐湿性による選抜試験を行い, 耐湿性を遺伝的に高めることが可能であるかどうかの検討はまだなされていない。

ビールオオムギはこれまでにニューゴールド(中山ら 1967)などの早生強稈品種, はるな二条(AIDA 1979)などの醸造特性の優れた品種およびミサトゴールド(瀬古ら 1986)などの大麦萎縮病抵抗性品種の育成などによって, 栽培上の諸問題は着実に克服されてきた。筆者らも優れた醸造特性と大麦萎縮病抵抗性をかねそなえたニシノゴールドを育成した(伊藤ら 1987)。しかし, 近年北部九州のビールオオムギは品質低下によって合格率と上位等級比率が低いことが大きな問題となっている。その主な要因の一つとして, 被害粒の発生と整粒歩合の低下などがある(浜地・吉田1989a)。ここであげた被害粒の発生実態(HAMACHI 1988, 浜地ら 1988a, 大石ら 1988, 浜地・吉田1989a, 露崎・武田 1989)や栽培条件が品質に及ぼす影響(原田ら 1966a・b, 原田 1974)についてはすでに一部検討されているが, 環境条件, 特に過湿条件が穎の大きさ, 粒の大きさおよび被害粒の発生などの子実の形態や醸造特性に及ぼす影響については不明な点が多い。

筆者は以上の観点から, 暖地におけるビールオオムギの作柄の安定化を図る目的で, 過湿条件が子実の収量や品質に及ぼす影響を解析した。また, 従来の耐湿性の検定方法を見なおすとともに, 多数の品種について品種間差異を検討し, 交配母本を選定した。さらに, 耐湿性の遺伝様式と選抜効果を解析して, ビールオオムギの耐湿性を遺伝的に高めることが可能であるのかどうかを検討した。その結果, 環境条件, 特に湿害が暖地のビールオオムギの子実の収量や品質に及ぼす影響を初めて明らかにすることができた。さらに, 過去にどのムギ類でも試みられたことがない高耐湿性品種との交配および雑種初期世代における選抜を行い, ビールオオムギの耐湿性を高めることが可能であることを明らかにした。

本研究は1978年から1989年まで福岡県農業試験場(筑紫野市大字上占賀)と同農業総合試験場(筑紫野市大字吉木)で行ったものであり, 若干の問題を残してはいるが, 北部九州におけるビールオオムギの作柄が不安定である原因および耐湿性品種の育成の可能性など, その大要を明らかにしたと思われるので, ここに成績を取りまとめて報告することにした。第2章第1節の統計解析やその他一部に用いたデータは上占賀での試験結果であるが, それ以外の大部分は吉木の試験圃場を用いたものであり, ポットや人工気象室のものはそのつど特記した。なお, 本研究の一部はすでに

日本作物学会（浜地ら1988c, 浜地・吉田 1989b, 浜地ら 1989a,1990a), 日本育種学会（浜地ら 1989b, 1990b), 日本作物学会九州支部会（浜地ら 1983,1985b, 浜地・古庄 1989), 福岡県農業総合試験場研究報告（浜地ら 1984a・b, 1985a) および九州農業研究（浜地ら 1984c) に発表した。

本研究の遂行および本論文の取りまとめにあたって, 元福岡県農業総合試験場農産研究所育種部長（現九州大学助教授）吉田智彦博士には終始懇篤な御指導を賜った。

本論文の作成にあたって, 九州大学教授小西猛朗博士ならびに同教授岩田伸夫博士に懇篤な御校閲を賜った。

本論文の取りまとめにあたって, 九州大学教授井之上準博士ならびに元同教授松本重男博士には絶えず御助言と御激励を賜った。

本研究の着手にあたって, 元福岡県農業総合試験場農産研究所長木崎原千秋氏には温情ある御指導と御助言を賜り, 研究遂行に際しては当時の育種部長和田学博士, 二条大麦育種研究室長伊藤昌光氏, 同室の篠倉正住氏, 古庄雅彦氏, 吉野稔氏ならびに現栃木県農業試験場栃木分場の佐々木昭博氏に有益な御助言と御協力を頂いた。また, 栃木県農業試験場栃木分場には醸造特性を分析して頂いた。

ここに各位に対し, 深甚なる感謝の意を表する。



## 第2章 土壤の過湿条件が子実の収量や品質に及ぼす影響

本章では、土壤の過湿条件とビールオオムギの子実の収量や品質との関係をみるため、まず収量と気象条件の統計的解析を行い、降水量が収量に及ぼす影響を検討した。また、土壤の過湿条件が収量、収量構成要素および醸造特性に及ぼす影響、穎や粒の大きさおよび被害粒の発生などの子実の形態と湿害との関係について検討した。さらに、土壤の過湿条件下での根の分布や障害を他のオオムギやコムギと比較した。

### 1. 気象要因と収量との関係

ムギ類の生育と気象要因との関係についての解析は、コムギを中心に長年にわたった農林水産省の各作況研究室の試験研究成績（農林水産省統計情報部 試験研究資料）も含めて数多く報告されている（大後 1945, 安達 1952, 徳永 1959, 中川ら 1968, 石丸・波多江 1971a・b, 川谷ら 1981, 松村ら 1985, 後藤 1986）が、オオムギでは少なく、ビールオオムギについては高橋（1955）の報告があるのみである。暖地でのオオムギに関する報告は金川（1948）や大分統計調査事務所作況試験室（1973）を除いてみられない。

これらの解析の多くは、収量、穂数および1000粒重などの形質と個々の気象要因との相関係数を計算したものであり、気象要因相互間の影響を考慮した多変量解析によるものは中川ら（1968）、石丸・波多江（1971a・b）、三重統計調査事務所作況試験室（1972）および大分統計調査事務所作況試験室（1973）を除いて少なく、ビールオオムギではまだない。

そこで、暖地のビールオオムギについて、品種ごとの収量、穂長、穂数および1000粒重と気象要因との関係を、個々の気象要因との相関および気象要因相互間の影響を取り除いた重回帰分析法によって解析した。

### 材料および方法

気象に関するデータは福岡県筑紫野市大字上古賀の福岡県農業試験場病害虫部で測定した1966～1980年の15年間のビールオオムギの生育期間（12月1日から5月31日まで）の平均気温、総降水量および総日照時間の3項目を用いた。

作物に関するデータは気象と同じ15年間のビールオオムギ育種の生産力検定試験の標準栽培のものである。栽培法はおおむね播種期が11月25日、肥料はN、 $P_2O_5$ 、 $K_2O$ の各成分量とともにアール当たり0.9kg、播種量が $m^2$ 当たり100～150粒の条播（畦立）であった。供試品種は第2-1表に示すようにニューゴールド、ダイセンゴールド、博多2号、成城17号、ミホゴールドおよびあまぎ二条の計6品種である。収量、穂長、穂数および1000粒重の計4項目と気象条件との関係について解析した。6品種の供試年数は品種によって異なり、7～15年であった。

気象要因の影響は、ビールオオムギの全生育期間を対象にした場合と、生育期間を2つに分けた場合とについてみた。後者は供試年数が長い3品種について出穂期を境にして前期と後期に分け、期間は早生品種の成城17号とミホゴールドが12月1日～4月10日を前期、4月11日～5月20日を後期とし、晩生品種の博多2号が12月1日～4月20日を前期、4月21日～5月31日を後期とした。

各年次における収量、穂長、穂数および1000粒重と気象要因のデータを標本値として、単相関と気象要因相互間の影響を取り除いた偏相関を比較し、さらに気象要因を説明変数、収量または収量

第2-1表 供試品種の試験年度、出穂期、成熟期および収量

番号	品 種 名	試験年度	出穂期 <sup>1)</sup> (月・日)	成熟期 <sup>1)</sup> (月・日)	収 量 <sup>1)</sup> (kg/a)
1	ニューゴールド	1966-1972	5.01	6.06	40.5( 9.7)
2	ダイセンゴールド	1966-1973	4.24	6.01	40.1( 9.2)
3	博 多 2 号	1966-1974	5.02	6.07	36.5( 7.2)
4	成 城 17 号	1966-1980	4.19	5.29	39.7( 7.3)
5	ミホゴールド	1971-1980	4.17	5.27	37.5(10.9)
6	あまぎ二条	1972-1980	4.17	5.28	43.2( 7.8)

1) 平均値 (標準偏差)。

関係形質を目的変数として変数増減法による重回帰係数を計算した。変数増減法による重回帰分析の際の変数を落とすためのF値と、取り込むためのF値はともに2.0とした(奥野ら1981)。

## 結 果

### 1) 全生育期間の気象条件

第2-1表で示すように、収量の平均値は36.5~43.2kg/aで、いずれの品種ともビールオオムギとしては高い収量レベルであった。これは栽培管理を十分に行った結果であり、また病害や葉害などの発生も少なかったことから、収量や収量関係形質の年次間変動の大部分は気象条件の差によったといえる。

収量および収量関係形質と全生育期間の平均気温、総降水量および総日照時間の気象要因との相関や重回帰分析の結果を第2-2表に示した。3気象要因の1966~1980年の平均値と標準偏差は、各々平均気温(℃)が8.42, 0.587, 総降水量(mm)が529, 130, 総日照時間(hr)が562, 58.2であり、特に総降水量の年次間変動が大きかった。

単相関係数をみると、おおむねどの品種も気温と降水量が収量と負の、日照時間が収量と正の関係にあり、降水量が穂数および1000粒重と負の、気温が1000粒重と負の、日照時間が1000粒重と正の関係にあった。しかし、気温と降水量には正の相関( $r=0.72^{**}$ )、気温および降水量と日照時間には負の相関(各々 $r=-0.59^*$ ,  $-0.47$ )があるため、これらの気象要因相互間の影響を取り除いた偏相関係数をみると、おおむねどの品種も降水量が収量と負の、気温と日照時間が収量と正の関係にあり、気温と収量の関係については単相関と逆の傾向を示した。また変数増減法によって説明変数(気象要因)を選択した重回帰分析によると、収量に対して有意な関係がある気象要因は降水量のみ(あまぎ二条を除く全品種)であった。回帰係数からみると、総降水量で1mm増えると収量が0.04~0.06kg/a減少することになった。この場合の寄与率は48~85%であった。

収量以外の形質では降水量が多い場合に穂数は減少し、日照時間が多い場合に1000粒重が増加する傾向にあったが、穂長はいずれの品種とも気象要因と有意な回帰は得られなかった。

### 2) 2つの生育期間の気象条件

生育期間別の気象要因の影響をみるため、出穂期を境にして前期と後期に分けて収量および収量関係形質と気象要因との相関や重回帰分析の結果を第2-3表に示した。

第2-2表 全生育期間をととした気象要因と農業形質の関係

品 <sup>1)</sup> 気象 <sup>2)</sup> 種 要因	収 量			穂 長			穂 数			1000粒重		
	単 <sup>3)</sup>	偏 <sup>4)</sup>	重 <sup>5)</sup>	単	偏	重	単	偏	重	単	偏	重
1 温度	-.76	.08		.63	.51		-.33	.38		-.46	-.06	
降水	-.92	-.82	-0.054	.37	-.29		-.63	-.66		-.40	-.07	
日照	.57	.34		-.52	-.20		.23	.05		.56	.40	
			** (85) <sup>6)</sup>			—			—			—
2 温度	-.60	.05		-.25	.51		-.19	-.12		-.67	.30	
降水	-.85	-.75	-0.050	-.50	-.59		-.31	-.24		-.69	-.62	-0.009
日照	.30	-.15		.47	.54		-.12	-.33		.83	.80	0.035
			** (71)			—			—			*(81)
3 温度	-.59	.48		.43	.24		-.18	.34		-.12	-.14	
降水	-.85	-.83	-0.042	.41	.12		-.53	-.61		.16	.40	
日照	.53	.53		-.15	.16		.03	-.05		.42	.44	
			** (73)			—			—			—
4 温度	-.46	.17		.02	.01		-.25	.13		-.66	-.32	-2.29
降水	-.69	-.58	-0.039	.09	.13		-.46	-.43	-0.38	-.59	-.21	
日照	.44	.23		.12	.17		.16	-.02		.55	.25	
			** (48)			—		10%				** (44)
5 温度	-.44	.10		-.11	-.04		-.39	.11		-.61	-.21	
降水	-.69	-.57	-0.057	-.10	-.02		-.67	-.59	-0.59	-.60	-.23	
日照	.40	.12		.10	.05		.29	-.03		.72	.57	0.026
			*(47)			—		*(44)				*(51)
6 温度	-.00	.36		.11	.05		-.17	.23		.04	.27	
降水	-.41	-.34		.01	-.20		-.52	-.38		-.21	-.10	
日照	.44	.37		-.31	-.35		.52	.37		.37	.37	
			—			—			—			—

1) 1 : ニューゴールデン, 2 : ダイセンゴールド, 3 : 博多2号, 4 : 成城17号, 5 : ミホゴールデン, 6 : あまぎ二条。

2) 温度, 降水および日照は各々12月1日~5月20日までの平均気温, 総降水量および総日照時間を示す。

3) 単相関係数。 4) 偏相関係数。 5) 変数増減法による重回帰係数。

6) 10%, \*, \*\*: 各々10%, 5%および1%水準で有意であることを示す。カッコ内の数字は寄与率(%)を示す。

単相関は生育期間を分けた場合にも全生育期間の場合と同様で、気温や降水量が収量と負の、日照時間が収量と正の関係にあった。また気象要因相互間関係では、気温と降水量には正の相関

第2-3表 出穂期を境にした前期と後期の気象要因と農業形質の関係

品 <sup>1)</sup> 気象 <sup>2)</sup> 種 要因	収 量			穂 長			穂 数			1000粒重		
	単 <sup>3)</sup>	偏 <sup>4)</sup>	重 <sup>5)</sup>	単	偏	重	単	偏	重	単	偏	重
3 温度1	-.64	.32		.50	-.01		-.15	.90		-.21	-.63	-1.92
降水1	-.46	-.85	-0.035	.42	.20		-.60	-.95	-0.44	-.07	.81	0.015
日照1	.25	.78		-.42	-.29		-.01	.14		.74	.86	0.045
温度2	-.30	.77		.09	-.08		-.23	-.90		.19	.84	3.65
降水2	-.64	-.90	-0.053	.06	.38		-.00	-.75		.31	.27	
日照2	.45	.32		.30	.45		.06	-.66		-.33	.29	
			*(78) <sup>6)</sup>		—				10%			*(91)
4 温度1	-.39	.12		.08	.15		-.07	.38	59.1	-.63	-.40	-1.51
降水1	-.36	-.47	-0.033	-.06	-.13		-.25	-.54	-0.59	-.40	-.24	
日照1	.18	.13		.08	-.00		.06	-.04		.25	-.04	
温度2	-.32	.08		-.15	-.39		-.55	-.53	-114	-.30	-.12	
降水2	-.52	-.46	-0.046	.18	.43		-.34	-.12		-.35	.04	
日照2	.43	.22		.08	.32		.16	.00		.51	.48	0.022
			*(50)		—				*(50)			** (56)
5 温度1	-.29	.25		-.11	.09		-.23	.25		-.43	-.01	
降水1	-.41	-.55	-0.054	-.34	.01		-.30	-.54	-0.45	-.32	-.19	-0.007
日照1	.31	-.10		.28	.57		.19	-.20		.51	.45	
温度2	-.47	-.18	-9.42	-.19	-.81		-.49	.01		-.59	-.56	-1.22
降水2	-.47	-.27		.29	.79		-.58	-.46	-0.86	-.44	.18	
日照2	.33	.20		-.15	-.67		.27	.21		.64	-.29	0.025
			10%		—				10%			*(71)

1) 3 : 博多2号, 4 : 成城17号, 5 : ミホゴールド。

2) 温度1, 降水1, 日照1と温度2, 降水2, 日照2は各々出穂期以前(ミホゴールドと成城17号: 12月1日—4月10日, 博多2号: 12月1日—4月20日), 出穂期以降(ミホゴールドと成城17号: 4月11日—5月20日, 博多2号: 4月21日—5月31日)の平均気温, 総降水量および総日照時間を示す。

3) 単相関係数。 4) 偏相関係数。 5) 変数増減法による重回帰係数。

6) 10%, \*, \*\*: 各々10%, 5%および1%水準で有意であることを示す。カッコ内の数字は寄与率(%)を示す。

(前期が  $r=0.63^*$ , 後期が  $r=0.84^{**}$ ), 気温および降水量と日照時間には負の相関(前者:前期が  $r=-0.54^*$ , 後期が  $r=-0.52^*$ , 後者:前期が  $r=-0.73^{**}$ , 後期が  $r=-0.33$ )があった。個々の前期と後期の気象要因間には相関は認められなかった。収量と気象要因との偏相関は、3品種とも前、後期の降水量が収量と負の関係を示した。重回帰分析によると収量に対して有意な関係がある気象要因は、成城17号と博多2号が前、後期の降水量で、ミホゴールドが前期の降水量と後期の気温であった。

## 考 察

ビールオオムギにおける重回帰分析の結果からは、収量に対する気象要因の影響は降水量が最も大きかった。大後(1945)は暖地のオオムギの低収要因の一つとして全生育期間をとおして降水量が多いことをあげ、金川(1948)は宮崎県のハダカムギの収量は4月の降水量との相関が高いと述べていることなどからも、暖地のオオムギの収量は降水量の影響が大きい。暖地のコムギについても、収量は登熟期の降水量に左右され(大後 1945, 徳永 1959, 田谷ら 1981), 穂数は分けつ期頃の降水量の影響を受けている(徳永 1959, 石丸・波多江 1971b, 田谷ら 1981)ことから、ビールオオムギを含めて暖地のムギ類の減収要因としては、特に降水量の影響が大きいといえる。また、収量構成要素からみた降水量による低収要因は主に穂数の減少によると推察される。

出穂期を境にして気象要因を前期と後期に分けた場合にも、収量は主に両時期の降水量によって影響されるので、降水量による影響はビールオオムギの生育期間の一時期だけでなく、全期間をとおしていると推察される。収量構成要素では穂数が主に前期の降水量が多い場合に減少し、1000粒重が前期の低温と後期の多照で増加する傾向にあった。

単相関からは生育期間の高温によって減収するようにみえるが、それは降水量と気温に相関があるため、収量に対する影響は温度ではなく降水量であった。この知見は、暖地のビールオオムギ作では、高温の年は生育遅延を目的とした踏圧作業よりも、排水対策を中心とした栽培管理を行うことの方が極めて重要であることを示しているものといえる。

## 2. 土壌の過湿条件がビールオオムギ品種の収量、収量構成要素および醸造特性に及ぼす影響

オオムギにおいて節間伸長期の湿害によって減収がもたらされるのは、穂数と1000粒重(池田ら 1957), 穂数と1穂粒数(桐山ら 1956)および穂数と稔実歩合(佐々木 1984)などの低下のためであることが知られている。しかし、ビールオオムギについて湿害によって影響を受ける形質を検討した報告はなく、醸造特性と湿害との関係についても不明である。

そこで、土壌の過湿条件がビールオオムギ品種の収量、収量構成要素および品質に及ぼす影響について検討した。また、醸造特性と湿害との関係についても検討した。

### 材料および方法

#### 1) 土壌の過湿条件が収量と収量構成要素に及ぼす影響

試験は1986年度(播種年度, 以下同じ)に行った。供試品種として暖地の近年の主要なビールオオムギ品種であるあまぎ二条, ニシノゴールド, 成城17号, はるな二条およびふじ二条IIの5品種を用い, 1986年12月5日に播種した。

畦立栽培で, 畦幅140cmの2条(播幅20cm)に, 1㎡当たり180粒を散播した。肥料はN, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>,

K<sub>2</sub>Oの各成分量とともに、アール当たり0.8kg（基肥：0.6kg，追肥：0.2kg）を施用した。試験区は1区面積が3.5㎡で、対照区、過湿区ともに3反復とした。過湿区は節間伸長期に23日間（3月27日～4月19日）の畦間湛水処理を行い（第2-1図）、対照区は自然状態とした。対照区、過湿区ともに出穂期、稈長、穂長、1穂粒数、穂数、稔実歩合、1000粒重、子実重および整粒（2.5mmのふるいでふるった粒）歩合を調査した。出穂期を除いた形質については、対照区に対する過湿区の比率（対照区比、以下同じ）で過湿処理による被害程度を表した。



第2-1図 過湿処理の状態

## 2) 土壌の過湿条件が醸造特性に及ぼす影響

試験は1987年度の材料を用いた。供試品種は成城17号とはるな二条で、栽培および過湿方法は1)の試験とほぼ同じであった。各品種とも対照区と過湿区の整粒について第2-5表に示した6項目を分析した。分析は栃木県農業試験場栃木分場に依頼した。分析方法は同分場の常法（栃木県農試1989）によった。

## 結 果

### 1) 土壌の過湿条件が収量と収量構成要素に及ぼす影響

暖地の近年の主要なビールオオムギ5品種について、過湿処理の影響を形質ごとに対照区、過湿区および対照区比の平均値で第2-4表に示した。稔実歩合を除くすべての形質で過湿処理の影響

第2-4表 土壌の過湿条件が収量および収量構成要素に及ぼす影響

試験区	稈長 (cm)					穂長 1穂粒数 (cm)			穂数 (/㎡)					
	A <sup>1)</sup>	B	C	D	E	平均	平均	平均	A	B	C	D	E	平均
対照区	87	82	93	85	89	87.1	5.9	24.8	480	554	431	548	537	510
過湿区	65	59	73	60	61	63.6	5.4	20.5	321	344	330	362	317	335
対照区比 <sup>2)</sup>	75	73	78	70	69	72.9	90.6	82.6	67	62	77	66	59	66.1

試験区	稔実歩合 (%)		1000粒重 (g)					子実重 (kg/a)			整粒歩合 (%)				
	平均	平均	A	B	C	D	E	平均	A	B	C	D	E	平均	
対照区	94.3	42.4	43.5	36.7	40.1	36.5	39.9	39.3	85	79	92	82	59	79.1	
過湿区	94.2	37.7	20.1	17.5	20.5	16.1	17.7	18.4	57	46	72	53	21	49.8	
対照区比	100.0	88.9	46	48	51	44	44	46.7	68	58	79	64	36	60.9	

1) 品種名 A：あまぎ二条，B：ニシノゴールド，C：成城17号，D：はるな二条，E：ふじ二条II。

2) 対照区比は [(過湿区/対照区) × 100, %] で示した。

が認められ、そのなかでは子実重、整粒歩合、穂数および稈長の対照区比が小さかった。収量構成要素のなかでは穂数が過湿処理の影響を大きく受け、減収の最も大きな要因となった。さらに、過湿区の整粒歩合は5品種平均で対照区と比較して30%程度低く、子実重のみならず、整粒重(子実重×整粒歩合)が過湿処理によって著しく低下した。これに対し、穂長は過湿処理の影響が比較的小さく、稈歩合も対照区と過湿区に差がなかった。

供試したビールオオムギ5品種の子実重は対照区の36.5~43.5kg/aに対し過湿区は16.1~20.5kg/aで、5品種とも過湿処理によってかなり減収した。そのなかで過湿区の子実重は成城17号とあまぎ二条が他の3品種より大きかった。過湿処理による子実重、稈長および穂数の低下は成城17号が他の4品種より小さかった。また、過湿処理による整粒歩合の低下は成城17号が小さく、逆にニシノゴールド、はるな二条およびふじ二条IIの3品種(特にふじ二条II)が大きかった。

## 2) 土壌の過湿条件が醸造特性に及ぼす影響

第2-5表に対照区および過湿区の醸造特性6項目と各形質を総合化した評点を示した。ビール製造の歩留まりに影響する形質である麦芽エキス(エキス無水物)は過湿区の方が対照区よりやや小さかったが、その他の形質はほぼ同じで、両区間の評点の差はほとんどなかった。

## 考 察

ビールオオムギでは、穂数が過湿処理の影響を大きく受け、減収の最も大きな要因となった。また、整粒歩合も著しく低下した。整粒歩合はビールオオムギの品質を高める点で重要な形質であり、検査規格(食糧庁検査課1968)では、整粒歩合は1等麦が90%以上、2等麦が80%以上なければならない。このために、ビールオオムギにおける湿害は減収のみならず、品質低下の大きな要因であると考えられる。

充実のよい整粒についてのみ醸造特性を分析したため、対照区と過湿区の醸造特性間の差はほとんどなく、過湿処理が醸造特性に及ぼす影響は認められなかった。

第2-5表 土壌の過湿条件が醸造特性に及ぼす影響

試験区	品種名	エキス		麦芽全 窒素	可溶性 窒素	コール パッサ 数	ジアス ターゼ 力	評点 <sup>1)</sup>
		無水物	収量					
		%	%					
対照区	成城17号	85.3	76.1	1.49	0.73	49.0	128	59.7
	はるな二条	86.3	75.6	1.40	0.79	56.4	156	72.1
過湿区	成城17号	84.1	74.4	1.23	0.63	52.8	122	55.5
	はるな二条	85.4	77.2	1.40	0.78	55.7	136	70.6

1) 各項目の値を総合したもので、麦芽全窒素は値が小さいほど、その他の項目は値が大きいほど配点が高い。ただし、各項目とも配点の上限が定められている。

### 3. 土壤の過湿条件が子実の形態に及ぼす影響

穎は胚や胚乳を保護し、発芽力を保持するとともに、ビールの醸造過程で糖化液を濾過する際の濾層を形成する重要な役割を持ち（大塚 1981）、ビールの色沢、味および濁りなどに影響を及ぼすとともに、麦汁の濾過に必要なものとされている（松山 1970）。しかも、穀皮はビールオオムギの醸造特性のなかの麦芽エキスを推定するための指標として利用できる（北原ら 1982, 倉井ら 1987, 佐藤ら 1989, 浜地・吉田 1990）。

オオムギの穀皮の構造については BRIGGS (1978) によって詳細に述べられている。また、栽培および環境条件が二条オオムギの1000粒重や整粒歩合などの粒の充実に及ぼす影響については報告（原田ら 1966a・b, 原田 1974）があり、前節においてもビールオオムギの湿害は収量のみならず、整粒歩合を著しく低下させることを指摘した。

しかし、環境条件、特に土壤の過湿条件が穎の大きさや粒の大きさなどの子実の形態に及ぼす影響については不明な点が多い。

近年、ビールオオムギの内穎と外穎の包合部に沿って穎果が露出した側面裂皮粒が多発している（HAMACHI 1988, 浜地ら 1988a, 大石ら 1988, 浜地・吉田 1989a, 露崎・武田 1989）。側面裂皮粒は発芽力が低下する（浜地・吉田 1989a）ので、製麦上好ましくない。この側面裂皮粒の発生と穎の大きさや粒の大きさとの関連についての検討はこれまでになく、環境条件と側面裂皮粒の発生との関係についても明らかでない。

そこで、まずこれまで不明であった穎の発育過程を追跡し、次に環境条件、特に土壤の過湿条件が穎の大きさや粒の大きさなどの子実の形態に及ぼす影響をみるために、過湿の程度を数段階に分け、過湿と遮光、低温および高温を組み合わせて検討した。また、これらの知見をもとに側面裂皮粒の発生との関連についても検討した。

#### 材料および方法

##### 1) 穎の発育過程

試験は1987年度に行った。供試品種としてニシノゴールドを用い、1987年11月10日（以下、早播とする）と11月19日（以下、普通期播とする）に播種した。畦立栽培とし、幅280cmの畦に、8条（条間25cm）で苗立本数が㎡当たり150本になるように条播した。肥料はN、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、K<sub>2</sub>Oの各成分量とともに、アール当たり1.0kg（基肥：0.7kg, 追肥：2月16日に0.3kg）を施用した。試験区は1区2.8㎡で、2反復とした。

止葉展開期以降約1週間ごとに、稈長、幼穂長および内外穎の長さを調査した。稈長と幼穂長は10穂、内外穎の長さとは穂の基部側から上に3～5番目の粒について20～30粒を調査した。なお、内穎の先端を外穎と芒の境目として外穎長を測定した。

##### 2) 土壤の過湿条件が穎の大きさ、粒の大きさおよび側面裂皮粒の発生に及ぼす影響

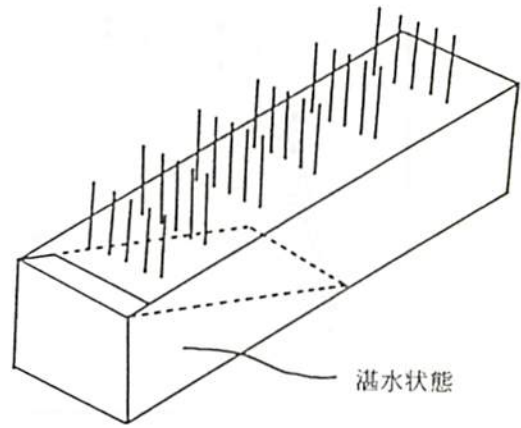
試験は1988年度にプランターに栽培して行った。供試品種としてニシノゴールドと吉系16を用い、1988年11月14日に播種した。側面裂皮粒の発生は、吉系16が最近育成されたビールオオムギ品種のなかで最も多く、ニシノゴールドがやや多い部類に属した（浜地ら 1989a）。

播種方法は第2-2図に示すように、30×80×深さ20cmのプランターに各条（6条、条間10cm）に約20粒を播種し、出芽後間引いて株間約5cmの5本立てとした。肥料はN、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、K<sub>2</sub>Oの各成分量とともに、アール当たり0.9kg（基肥：0.6kg, 追肥：2月15日に0.3kg）を施用した。

過湿のみの処理（2品種）、過湿と遮光（吉系16）、過湿と低温（ニシノゴールド）および過湿と



高温（吉系16）を組み合わせた処理を行い、試験区は2～4反復とした。このうち、過湿処理は第2-2図に示すように処理期間中プランターを傾けて条ごとに過湿の程度を変え、低い部分を常に湛水状態とした。また、高い部分の土壤表面が乾くことはなかった。処理期間以外はプランターを水平にし、排水した。過湿の程度は湛水側から各条ごとにVI～I区として表した。遮光処理は黒い寒冷紗で覆い、日射量を約40%に抑えた。低温処理は人工気象室（12時間日長、約30,000lux）内で5（12時間）～10（12時間）℃とした。また、高温処理はガラス温室（自然日長、20～30℃）内で行った。各処理の期間は第2-6表に示すとおりである。なお、3月21日から4月10日までの屋外の平均気温は12.1℃であった。



第2-2図 ポット栽培での播種および過湿処理の方法

内外穎の長さや幅は、穎の発育が終わると考えられる出穂期約3週間後に、各試験区とも10～12穂を採取し、穂の基部側から上に3～5番目の粒について20粒を調査した。粒の長さ、幅および厚さは成熟後に各試験区とも10～12穂を採取し、穂の基部側から上に3～5番目の粒について50～100粒を調査した。また、側面裂皮粒の発生程度は成熟後に各試験区とも20穂を調査し、全稔実粒数に対する比率（以下、側面裂皮粒率とする）で表した。わずかでも内穎と外穎の包含部に沿って穎果が露出した粒は側面裂皮粒とした（第2-3図）。

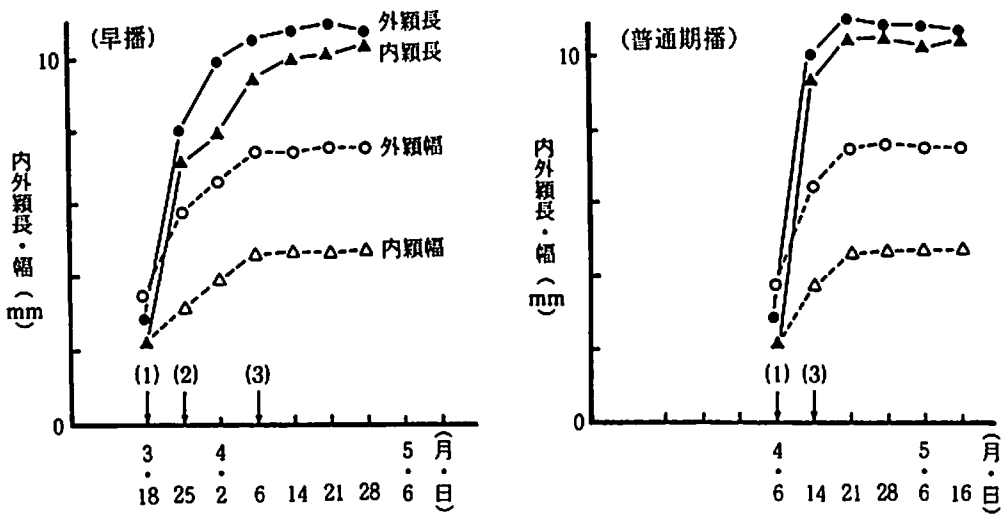


第2-3図 側面裂皮粒の発生状態

第2-6表 各処理の期間（月・日）

処理区	各処理の期間			
	過湿	遮光	低温	高温
過湿のみ	3.1 <sup>1)</sup> ～4.11-13 <sup>4)</sup>	—	—	—
過湿+遮光	〃	3.20 <sup>2)</sup> ～4.11-13	—	—
過湿+低温	3.1 <sup>1)</sup> ～4.25 <sup>4)</sup>	—	3.28 <sup>3)</sup> ～4.25	—
過湿+高温	3.1 <sup>1)</sup> ～4.11 <sup>4)</sup>	—	—	3.28 <sup>3)</sup> ～4.11

1) 茎立期, 2) 止葉展開期, 3) 止葉展開期約1週間後, 4) 出穂期。



第 2 - 4 図 穎の發育過程

早播：11月10日播，普通期播：11月19日播。(1) 止葉展開期，(2) 芒抽出期，(3) 出穂期。

## 結 果

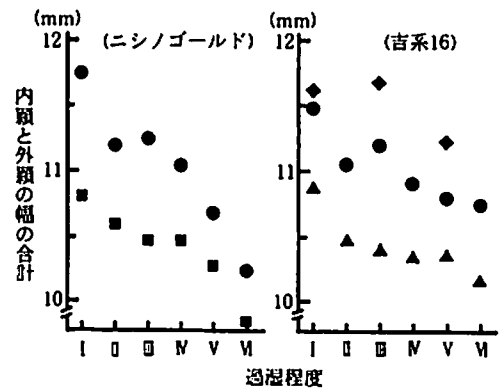
### 1) 穎の發育過程

普通期播と早播におけるニシノゴールドの穎の發育過程を第 2 - 4 図に示した。普通期播における内外穎の長さとは幅は、止葉展開期（4月6日）から出穂期（4月14日）の間に急速に増加し、その後約 1 週間までにはほぼ決まった。早播における内外穎の長さとは幅も普通期播と同じ傾向を示し、ビールオオムギの穎は止葉展開期から出穂期までの短期間に大きくなった。

### 2) 土壤の過湿条件が穎の大きさに及ぼす影響

過湿のみの処理および過湿と遮光，低温および高温を組み合わせた処理が穎の幅（内穎と外穎の幅の合計）に及ぼす影響を第 2 - 5 図に示した。過湿のみの処理では、ニシノゴールドと吉系16の穎の幅は、過湿の程度が大きい区（I区→VI区）ほど小さかった（11.7mm→10.2mm，11.5mm→10.8mm）。また、過湿と遮光および低温を組み合わせた処理とともに、穎の幅は過湿の程度が大きい区ほど小さく、いずれの区においても過湿のみの処理より小さかった。一方、過湿と高温を組み合わせた処理では、穎の幅は過湿のみの処理より大きく、過湿の程度が大きい区ほど小さい傾向にあった。

穎の長さに及ぼす影響についても、内穎長はいずれの処理とも過湿の程度が大きい区ほど小さく、しかも過湿と遮光および低温を組み合わせた処理



第 2 - 5 図 過湿の程度と内外穎の幅との関係

●：過湿のみ，▲：過湿と遮光，◆：過湿と高温，■：過湿と低温。  
過湿の程度は I（土壤表面が乾かない程度）～ VI（湛水状態）の 6 段階とした。

が過湿のみの処理より小さく、過湿と高温を組み合わせた処理が逆に大きかった(第2-6図)。外穎長も内穎長とほぼ同様の傾向を示した。

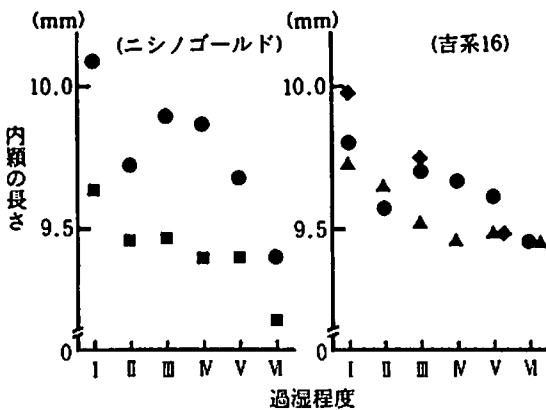
### 3) 土壌の過湿条件が粒の大きさに及ぼす影響

過湿のみの処理および過湿と遮光および低温を組み合わせた処理が粒の大きさに及ぼす影響を第2-7図に示した。過湿のみの処理では、吉系16の粒の長さ、幅および厚さはI~III区が同程度で、III~VI区ではVI区の粒の長さを除くと過湿の程度が大きい区ほど小さかった。また、ニシノゴールドの粒の長さ、幅および厚さはVI区の粒の長さを除くとI~III区が同程度か過湿が大きい区ほどやや小さい傾向にあり、III~VI区では過湿の程度が大きい区ほど小さかった。過湿と遮光を組み合わせた処理の粒の長さ、幅および厚さは過湿のみの処理より小さかった。

### 4) 土壌の過湿条件が側面裂皮粒の発生に及ぼす影響

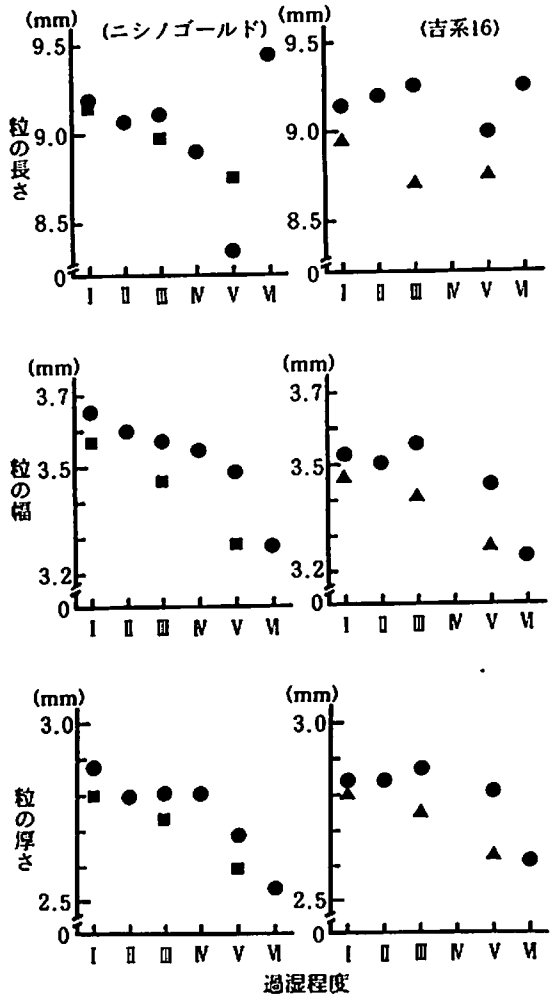
過湿のみの処理および過湿と遮光、低温および高温を組み合わせた処理が側面裂皮粒の発生程度に及ぼす影響を第2-8図に示した。過湿のみの処理では、吉系16の側面裂皮粒率はI区~VI区の順に各々41.1%、51.8%、46.9%、23.2%、11.1%、7.7%であり、過湿の程度が比較的小さいと考えられるII区とIII区で最も高く、I区を除くと過湿の程度が大きい区ほど低かった。ニシノゴールドの側面裂皮粒率は吉系16より全体的に低かったが、過湿の程度別にはIII区が最も高かった。また、過湿と遮光(吉系16)および低温(ニシノゴールド)を組み合わせた処理では、側面裂皮粒率は前者がII区とIV区、後者がIII区で最も高く、過湿の程度が大きいV、VI区でともに低かった。

各処理間で比較すると、吉系16の側面裂皮粒率



第2-6図 過湿の程度と穎の長さとの関係

●: 過湿のみ, ▲: 過湿と遮光, ◆: 過湿と高温, ■: 過湿と低温。  
過湿の程度はI(土壌表面が乾かない程度)~VI(湛水状態)の6段階とした。



第2-7図 過湿の程度と粒の長さ、幅および厚さとの関係

記号の説明は第2-6図を参照。

は、過湿と遮光を組み合わせた処理が最も高く、次いで過湿のみの処理で、過湿と高温を組み合わせた処理では最も低かった。ニシノゴールドの側面裂皮粒率は、過湿と低温を組み合わせた処理が過湿のみの処理より高かった。

### 考 察

穎の長さとは幅は止葉展開期から出穂期までの期間（早播：19日間，普通期播：8日間）に急激に増加し、その後約1週間までにほぼ決まった。また、穎の長さとは幅は茎立期から出穂期までの過湿の程度が大きい区ほど小さく、この期間の過湿によって穎の発育が抑えられた。ムギ類において、節間伸長期は最も湿害に弱い時期とされている（大谷 1948, 宮林 1949, 時政 1951, 池田ら 1957, 桐山・田谷 1975, Sun 1978）が、この期間はムギの生育が旺盛になるとともに、過湿状態の土壤では還元化が進んで根の機能を衰退させ（山崎 1952）、特にそれがビールオオムギで顕著であること（本章で後述）、かつ止葉展開期から出穂期にかけては内外穎の長さとは幅が急激に増加する時期であることから、この期間の過湿などのストレスによって、穎の発育が影響を受けやすいものと考えられる。さらに、過湿と遮光および低温を組み合わせた処理では穎が著しく小さかったことから、湿害と日照不足および低温の複合作用によって穎の発育が抑えられることも明らかとなった。

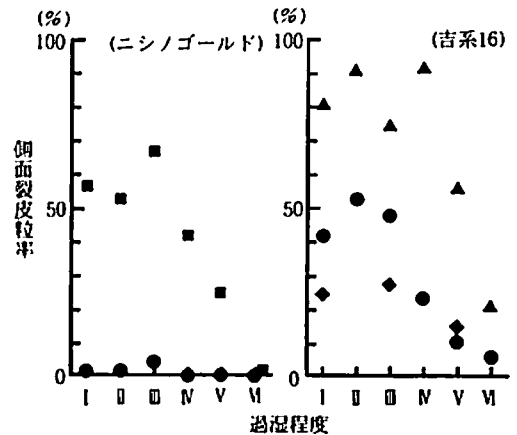
また、ビールオオムギの粒の長さ、幅および厚さは過湿の程度が比較的小さい処理区（Ⅰ～Ⅲ区）の間ではほぼ同じか、過湿の程度が大きい区ほどやや小さい傾向にあり、過湿の程度が大きい処理区（Ⅳ～Ⅵ区）の間では過湿の程度が大きい区ほど小さかった。

側面裂皮粒の発生は、過湿の程度が比較的小さいⅡ区とⅢ区で最も高く、過湿の程度が大きい区で低かった。このことから、ビールオオムギにおける側面裂皮粒は、特にⅡ区とⅢ区のように過湿の程度が比較的小さく、登熟期の粒の充実には影響を受けないものの、穎の発育が抑えられる場合に発生しやすいと考えられる。さらに、過湿と遮光および低温を組み合わせた処理の側面裂皮粒率は著しく高かったことから、茎立期から出穂期までの期間における湿害と日照不足および低温の複合作用によって側面裂皮粒の発生が多くなることが明らかとなった。

## 4. 土壤の過湿条件下における根の分布および障害

ムギ類の耐湿性と関係の深い根の形態については、耐湿性の強い品種は弱い品種より根が太く、不定根数が多く、深根性であるとの報告（Sun 1971）があるが、ビールオオムギにおける耐湿性と根の形態の関係についての報告はないようである。

そこで、ビールオオムギの土壤の過湿条件下における根の分布や障害をオオムギやコムギと比較した。



第2-8図 過湿の程度と側面裂皮粒の発生程度との関係

- ：過湿のみ，▲：過湿と遮光，◆：過湿と高温，■：過湿と低温。
- 過湿の程度はⅠ（土壌表面が乾かない程度）～Ⅵ（湛水状態）の6段階とした。

## 材料および方法

試験は1979年度と1984年度の2回行った。1979年度は成城17号およびふじ二条IIのビールオオムギ2品種と参考としてアサカゼコムギを用いた。耐湿性は第4章で述べるようにアサカゼコムギが最も強く、次いで成城17号で、ふじ二条IIが最も弱かった。播種日は1979年12月17日であった。

栽培法は株間10cmで4条に1本立てとした以外は、本章第2節とおおむね同じであった。過湿区は第1葉展開期以降、畦間に常時湛水し、対照区は自然状態とした。

地下部（過湿区のみ）は各品種とも2個体ずつ、株を中心に20×20cm、深さ15cmで採取し、水洗後に切断されていない根について、全根数に対する褐変した根および枯死した根を除いた健全な白色根数の割合（以下、白色根率とする）を調査した。地上部は湛水処理期間中に草丈および葉枯程度を調査した。なお、草丈は過湿区、対照区ともに10個体を、葉枯程度は観察によって、0（無）～5（甚）を0.5単位に調査した。また、対照区、過湿区とも深さ5～10cmの上層の酸化還元電位を調査した（各区4～5カ所）。

1984年度は第2～7、8表に示したビールオオムギ品種と、参考にアサカゼコムギおよび第3章で耐湿性が「やや強」のオオムギ品種として判定したミノリムギ（六条オオムギ）を用いた。播種日は1984年11月30日であった。

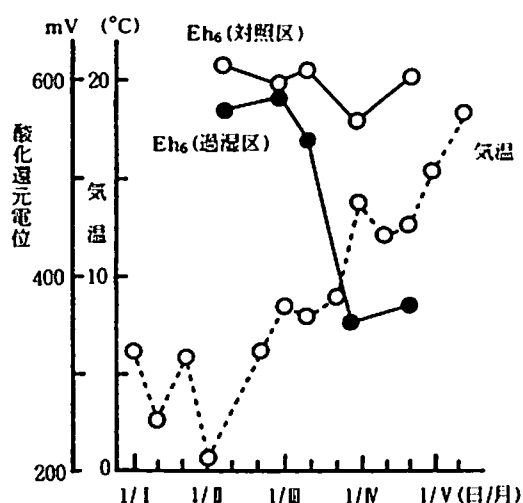
栽培法は1979年度と同じく1本立てとした。過湿処理として、節間伸長期に23日間（1985年3月26日～4月18日）の畦間湛水を行った。過湿処理が終了した直後に、各品種とも2個体ずつ、株を中心に20×20cm、深さ20cmで採取し、水洗後に根重（乾物）および全乾物重に占める根重の割合（以下、根重率とする）を調査した。また、過湿処理が終了して20日後に、コアサンブラー（直径10cm）を用いて、各品種とも2個体ずつ、株を中心に深さ20cmで採取した。試料は5cmずつ切断し、水洗後に根重（乾物）を層別に調査した。

## 結果および考察

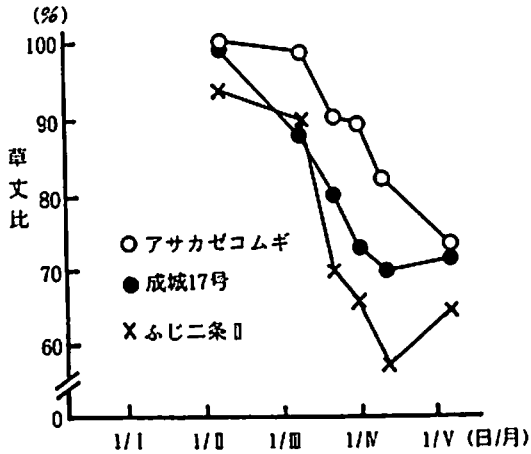
1979年度の試験では、3月に入り気温の上昇とともに過湿区の酸化還元電位( $E_h$ )が600mVから350mV前後まで急激に低下した（第2～9図）。

地上部の湿害をあらわす指標としての草丈比（過湿区の草丈/対照区の草丈）と過湿区の葉枯程度をみると（第2～10、11図）、成城17号とふじ二条IIのビールオオムギ2品種の草丈比は2月上旬にはすでに低下し、3月以降はふじ二条IIにおいてその低下が著しかった。一方、アサカゼコムギは3月中旬頃から草丈比は低下したが、ビールオオムギ2品種と比較するとその低下の程度は小さかった。また、葉の黄化は3月中旬頃からふじ二条II、成城17号、アサカゼコムギの順に観察され、葉枯程度はふじ二条IIにおいて著しかった。

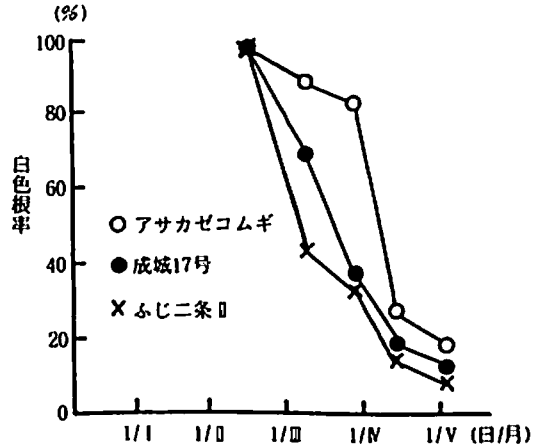
地下部の湿害をあらわす指標としての過湿区の白色根率をみると（第2～12図）、各品種とも草丈比の低下および葉枯程度の増加とともに、種子



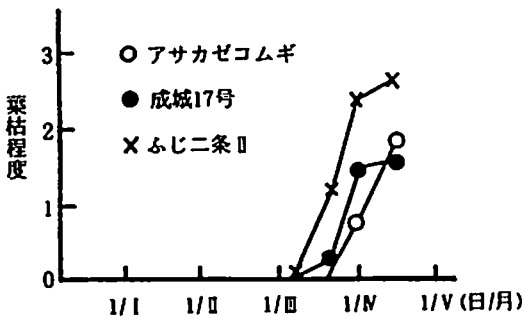
第2～9図 気温と土壌の酸化還元電位 ( $E_h$ ) の推移



第2-10図 草丈比 (過湿区の草丈/対照区の草丈) の推移



第2-12図 過湿区の白色根率 (白色根数/全根数) の推移



第2-11図 過湿区の葉枯程度の推移  
葉枯程度：0 (無)～5 (甚), 観察による。

根の褐変, さらに新しい冠根の褐変が進んだ。すなわち, 成城17号とふじ二条IIのビールオオムギ2品種の白色根率は2月下旬から, アサカゼコムギは3月下旬から急激に低下した。節間伸長期にあたる3月中旬頃は白色根率の品種間差異およびオオムギ, コムギ間差が明らかで, ふじ二条IIが白色根率は最も小さく, ついで成城17号, アサカゼコムギの順であった。したがって, ビールオオムギはコムギと比較して, 土壤中の酸素の欠乏による根の呼吸作用の減退とともに, 亜酸化鉄や硫化物が根のなかに進入することによって発生する根の障害が著しく, 山崎 (1952) のいう春季の湿害を受けやすいものと考えられる。

1984年度の試験において, 節間伸長期の過湿処理が終了した直後のアサカゼコムギとビールオオムギ4品種の根重および根重率を第2-7表に示した。ビールオオムギ4品種はアサカゼコムギより根重および根重率が小さかった。ビールオオムギ品種のなかでは成城17号は他の品種より根重および根重率が大きかった。さらに, 節間伸長期の過湿処理が終了した20日後の成城17号とふじ二条IIのビールオオムギ2品種とミノリムギの根重の層別分布をみると, ビールオオムギ2品種はミノリムギと比較して深層の根重の割合が小さい傾向にあった (第2-8表)。

ムギ類の耐湿性が強い品種は弱い品種より根が太く, 不定根数が多く, 深根性であると報告されているが (Suh 1971), 本研究の結果から, ビールオオムギ品種は耐湿性が「やや強」のミノリムギと比較して深層の根の割合が小さい傾向にあり, また, 耐湿性が強いアサカゼコムギと比較して根重および根重率が小さかった。このことも, ビールオオムギの耐湿性が弱い要因の一つであると考えられる。

第2-7表 節間伸長期の過湿処理が終了した直後<sup>1)</sup>の根重および根重率

品種名	根重 <sup>2)</sup>	根重率 <sup>3)</sup>
成城17号	0.64	8.5
ふじ二条	0.48	6.6
あまぎ二条	0.52	7.0
はるな二条	0.48	5.4
(比)アサカゼコムギ	0.78	9.5

1)調査日：4月18日

2)根重：1個体当たり，g

3)根重率：根重/全重，%

第2-8表 節間伸長期の過湿処理が終了して20日後の根の層別分布<sup>1)</sup>

品種名	層別根重分布(%)				根重 <sup>2)</sup>
	0-5	-10	-15	-20cm	
成城17号	62	16	11	11	0.69
ふじ二条II	52	24	15	9	0.60
(比)ミノリムギ	54	21	11	14	0.80

1)調査日：5月8日

2)根重：1個体当たり，g

## 5. 摘 要

暖地のビールオオムギの収量と気象条件の統計的解析を行い、ビールオオムギの収量と湿害との関係を検討した。また、土壌の過湿条件が穎の大きさや粒の大きさに及ぼす影響を解析して、近年ビールオオムギにおける品質低下の大きな要因となっている被害粒の発生、整粒歩合の低下および醸造特性と湿害との関係について検討した。さらに、土壌の過湿条件下での根の分布や障害を他のオオムギやコムギと比較した。

1) 暖地のビールオオムギについて、品種ごとの収量および収量関係形質と気象要因との関係を重回帰法で分析した。その結果、単相関はおおむねどの品種ともに気温と降水量が収量と負の、日照時間が収量と正の関係にあり、また降水量が穂数と負の関係にあった。しかし、重回帰分析によると、収量に対して有意な関係がある気象要因は降水量のみであった。なお、高温が減収に寄与しているように見えるが、これは温度と降水量に正の相関があるためであり、減収は主に多降水の影響によってもたらされるものと推察される。日照時間の影響は比較的小さかった。

2) ビールオオムギでは、穂数が過湿処理の影響を大きく受け、減収の最も大きな要因となった。また、過湿処理によって整粒歩合が著しく低下した。過湿処理が醸造特性に及ぼす影響は認められなかった。

3) 穎の長さとは幅は、茎立期から出穂期までの過湿の程度が大きい区ほど小さく、この期間の過湿によって穎の発育が抑えられた。さらに、過湿と遮光および低温を組み合わせた処理では穎が著しく小さかったことから、湿害と日照不足および低温の複合作用によって穎の発育が抑えられることも明らかとなった。

4) 粒の長さ、幅および厚さは、茎立期から出穂期までの過湿の程度が大きい場合に抑えられることが明らかとなった。

5) 側面裂皮粒（内穎と外穎の包含部に沿って穎果が露出した粒）は過湿の程度が比較的小さく、登熟期の粒の充実に影響を受けないものの、穎の発育が抑えられる場合に発生しやすかった。さらに、過湿と遮光および低温を組み合わせた処理区において側面裂皮粒率が著しく高かったことから、湿害と日照不足および低温の複合作用によって側面裂皮粒の発生が多くなることも明らかとなつ

た。

6) 根の健全性の判定に用いた白色根率（全根数に対する健全な白色の根の割合）は過湿処理によって、ビールオオムギの成城17号とふじ二条IIが2月下旬から、コムギのアサカゼコムギが3月下旬から急激に低下した。節間伸長期にあたる3月中旬頃は白色根率の品種間差異およびオオムギ、コムギ間差が明らかで、白色根率はふじ二条IIが最も小さく、ついで成城17号、アサカゼコムギの順であった。また、ビールオオムギはアサカゼコムギより根重および全重に対する根重の割合が小さく、六条オオムギのミノリムギよりも深層の根重の割合が少ない傾向が認められた。

7) 以上の結果から、環境条件、特に湿害が暖地のビールオオムギの子実の形態、収量および品質に及ぼす影響がきわめて大きいことが明らかとなった。



## 第3章 耐湿性判定の指標形質および指標品種の選定

第2章で湿害が暖地のビールオオムギの子実の形態、収量および品質に及ぼす影響がきわめて大きいことを明らかにした。湿害を回避するには、排水対策としての暗渠施工などの基盤整備や栽培技術の改善もあるが、多雨は避けがたいのでこれらの方法のみでは限界があり、育種による対応がぜひ必要である。

そこで、本章では多数のオオムギ品種を供試して、節間伸長期または登熟期に畦間湛水して過湿処理を行った。その結果から、耐湿性の強弱の品種間差異を的確に判定するとともに、耐湿性の交配母本を選定するための前提となる、供試品種の早晚性と湿害との関係や各形質間の被害程度の関係について解析し、耐湿性をどの形質で判定すればよいかを検討した。さらに、六条種を含めたオオムギ品種の耐湿性の強弱を明らかにし、耐湿性程度の異なる指標品種を選定した。

### 1. 供試品種の早晚性と湿害との関係

供試品種間に出穂期の差が大きい場合には、出穂期の早晚が耐湿性の判定に影響を及ぼすことがある(池田ら 1955b, 佐々木・鶴 1978)。しかし、ここで耐湿性の判定に用いられた形質は主に稈長であり、その他の形質と出穂期との関係についての報告は見当たらない。

そこで、耐湿性検定の際の参考にするために、オオムギ品種の節間伸長期および登熟期の過湿処理による各形質の被害程度と出穂期との関係について検討した。

#### 材料および方法

##### 1) 供試品種の節間伸長期の過湿処理による各形質の被害程度と出穂期との関係

試験は1980～1982年度の3か年行った。供試品種数および試験方法は第3-1表、3-1図に示すとおりである。さらに、1981年度には同一品種の出穂期を変える目的で、ビールオオムギの主要品種であるあまぎ二条を供試して、1981年11月5日から1982年1月25日まで1～2週間ごとに9回の播種を行い、3月20日から5月12日まで2～5日ごとに抽出し始めた穂(過湿区5穂、対照区3穂)をマークし、成熟期後に稔実歩合を調査した。

##### 2) 供試品種の登熟期の過湿処理による各形質の被害程度と出穂期との関係

試験は1980～1982年度の3か年行った。供試品種および試験方法は第3-2表に示すとおりである。

#### 結 果

##### 1) 供試品種の節間伸長期の過湿処理による各形質の被害程度と出穂期との関係

1980年度に供試した74品種における各形質の被害程度と出穂期との関係をみると(第3-3表)、調査した形質のうち、穂長と1穂粒数を除く5形質の被害程度は出穂期との間に相関が認められた。すなわち、稔実歩合と子実重は出穂期の早い品種ほど、稈長、穂数および1000粒重は出穂期の遅い品種ほど過湿処理の影響を強く受けた。

これらの74品種と1981年度に供試した38品種について、稈長、穂数、稔実歩合および子実重の4形質の被害程度と出穂期との関係をまとめて第3-2図に示した。この結果、出穂期の差が大きい品種間では各形質とも過湿処理による被害の程度が異なった。特に、過湿処理期間中から処理終了

後の2週間頃までに出穂した品種は不稔が多く、それ以降に出穂した品種は出穂が遅れるにしたがって不稔が少ない傾向にあった。この点についてさらに検討するために、あまぎ二条について出穂期別に穂の稔実歩合を調査した結果、過湿処理期間の中頃から処理終了後の2週間頃までに抽出した穂に不稔が多かった(第3-3図)。このことは、過湿処理期間がオオムギでは一般に環境の影

第3-1表 節間伸長期の耐湿性に関する試験方法<sup>5)</sup>

	試験年度				
	1979	1980	1981	1982	1983
供試品種数 <sup>1)</sup>	121	74	38	20	78
播種期 (月・日)	11.29-30	11.29	12.4	11.24	12.2-3
栽培様式 <sup>2)</sup> (cm)	10,10	15,10	15,10	15,10	15,10
1区面積 (m <sup>2</sup> )	0.45	0.68	0.68	0.68	0.68
N施用量 <sup>3)</sup> (kg/a)	0.45,0.25	0.4,0.2	0.45,0.25	0.5,0.3	0.6,0.3
反復数 <sup>4)</sup>	2,3	2,3	3,5	3,3	3,3
処理時期 (月・日)	3.14-4.7	4.3-4.22	3.28-4.17	3.26-4.15	4.11-4.27

- 1) 1979年度と1983年度はビールオオムギを含めた二条オオムギ品種、その他の年度は主に晩生のオオムギ品種である。
- 2) 前者：条間，後者：株間。畦立（平畦，畦の幅150cm，高さ約20cm）栽培。点播。1本立て。1区につき20個体を栽培した。
- 3) 前者：基肥，後者：追肥（2月下旬～3月上旬）。P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>およびK<sub>2</sub>Oも同量施用した。
- 4) 前者：対照区，後者：過湿区。過湿区は節間伸長開始期から畦間（播種床面下0～10cm）に湛水処理を行い，対照区は自然状態とした。
- 5) 調査項目は出穂期，稈長，穂長，穂数，1穂粒数，稔実歩合，1000粒重および子実重で，出穂期を除く7項目については1区につき10個体を調査し，対照区に対する過湿区の比率（対照区比）で過湿処理による被害程度を表した。



第3-1図 過湿処理の状態（左：湛水開始，右：同2週間後）

第3-2表 登熟期の耐湿性に関する試験方法<sup>3)</sup>

	試験年度		
	1980	1981	1982
供試品種数 <sup>1)</sup>	26	38	17
播種期 (月・日)	12.1	12.4	11.24
栽培様式 <sup>2)</sup> (cm)	15,10	15,10	15,10
1区面積 (m <sup>2</sup> )	0.68	0.68	0.68
N施用量 <sup>3)</sup> (kg/a)	0.4,0.2	0.45,0.25	0.5,0.3
反復数 <sup>4)</sup>	2,3	3,2	3,3
処理時期 (月・日)	5.13-6.2	5.4-5.23	4.30-5.19

- 1) 節間伸長期の耐湿性検定と共通の主に晩生のオオムギ品種である。
- 2) 前者：条間，後者：株間。畦立（平畦，畦の幅150cm，高さ約20cm）栽培。点播。1本立て。1区につき20個体を栽培した。
- 3) 前者：基肥，後者：追肥（2月下旬～3月上旬）。P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>およびK<sub>2</sub>Oも同量施用した。
- 4) 前者：対照区，後者：過湿区。過湿区は出穂期約1週間後から畦間（播種床面下0～10cm）に湛水処理を行い，対照区は自然状態とした。
- 5) 調査項目は出穂期，稈長，穂長，穂数，1穂粒数，稔実歩合，1000粒重および子実重で，出穂期を除く7項目については1区につき10個体を調査し，対照区に対する過湿区の比率（対照区比）で過湿処理による被害程度を表した。

響を受けやすい減数分裂期前後の時期（武田1976）にあたるためであり，この時期と過湿処理期間が重なった場合ほど稔実歩合が低下しやすいことが認められた。

出穂期がほぼ同じで，しかも3か年を通じて用いた20品種について，稈長，穂数，1穂粒数，稔実歩合，1000粒重および子実重の被害程度の分散分析を行ったところ（第3-4表），稈長，穂数，稔実歩合および子実重の4形質は1%水準で，1穂粒数は5%水準で有意な品種間差異が認められた。

2) 供試品種の登熟期の過湿処理による各形質の被害程度と出穂期との関係

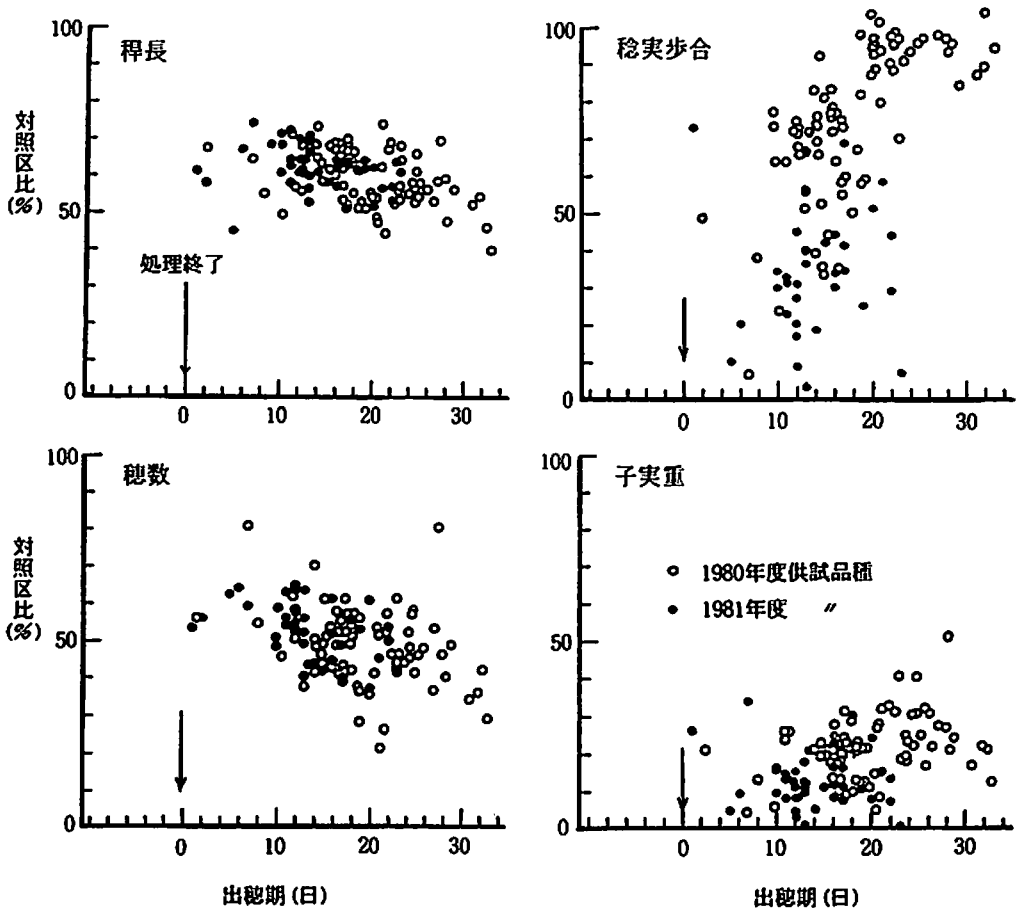
1980年度に供試した26品種における各形質の被害程度と出穂期との関係を見ると（第3-5表），

第3-3表 供試品種の節間伸長期の過湿処理による各形質の被害程度<sup>1)</sup>と出穂期との関係（1980年度）

形質	相関係数	形質	相関係数
稈長	-0.408**	稔実歩合	0.675**
穂長	-0.158	1000粒重	-0.375**
穂数	-0.324**	子実重	0.315**
1穂粒数	0.139		

1) 値は対照区比 [(過湿区/対照区) × 100, %] を用いた。n = 74。

\*\*：1%水準で有意であることを示す。



第3-2図 供試品種の節間伸長期の過湿処理による4形質の被害程度<sup>1)</sup>と出穂期<sup>2)</sup>との関係

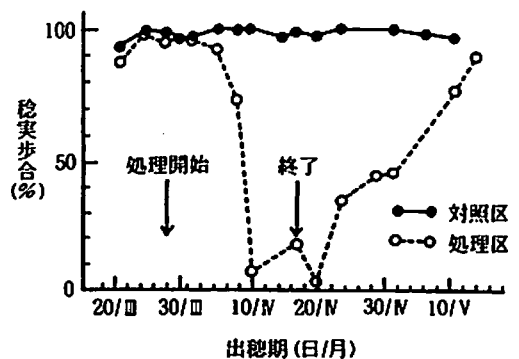
- 1) 値は対照区比 [(過湿区/対照区) × 100, %] を用いた。
- 2) 過湿処理を終了した後の日数で表した。

調査した形質のうち、1000粒重および子実重の2形質の被害程度は出穂期との間に相関が認められ、出穂期の遅い品種ほど過湿処理によってこれらの形質は低下した。

出穂期がほぼ同じで、かつ3か年を通じて用いた11品種について1000粒重の被害程度の分散分析を行ったところ(第3-6表)、5%水準で有意な品種間差異が認められた。

### 考 察

供試品種間において出穂期の差が大きい場合は、節間伸長期と登熟期の過湿処理による各形質の被害程度は出穂期の早晩によって左右されるので、



第3-3図 節間伸長期の過湿処理による出穂期別の穂の稈実歩合(あまぎ二条, 1981年度)

第3-4表 3か年を通じて用いた20品種の節間伸長期の過湿処理による各形質の被害程度<sup>1)</sup>の分散分析(1980~1982年度, 上段:分散, 下段:分散比)

変動因	自由度	稈長	穂数	1穂粒数	稔実歩合	1000粒重	子実重
品種	19	133.4	211.2	89.6	923.7	46.7	114.3
		7.17**	3.69**	2.35*	7.35**	1.08	3.16**
年次	2	3693.6	3314.5	571.2	12550.2	85.8	4341.7
		198.58**	57.84**	14.99**	99.84**	1.99	119.94**
誤差	38	18.6	57.3	38.1	125.7	43.2	36.2

1) 値は対照区比 [(過湿区/対照区) × 100, %] を用いた。

\*\*、\* : 各々1%, 5%水準で有意であることを示す。

第3-5表 供試品種の登熟期の過湿処理による各形質の被害程度<sup>1)</sup>と出穂期との関係(1980年度)

形質	相関係数	形質	相関係数
稈長	-0.379	稔実歩合	-0.037
穂長	-0.033	1000粒重	-0.641**
穂数	-0.182	子実重	-0.597**
1穂粒数	0.368		

1) 値は対照区比 [(過湿区/対照区) × 100, %] を用いた。n = 26。

\*\* : 1%水準で有意であることを示す。

第3-6表 3か年を通じて用いた11品種の登熟期の過湿処理による1000粒重の被害程度<sup>1)</sup>の分散分析(1980~1982年度)

変動因	自由度	分散	分散比
品種	10	89.62	2.72*
年次	2	779.45	23.67**
誤差	20	32.93	

1) 値は対照区比 [(過湿区/対照区) × 100, %] を用いた。

\*\*、\* : 各々1%, 5%水準で有意であることを示す。

耐湿性の判定は出穂期がほぼ同じ品種群で行うことが必要であった。さらに、出穂期がほぼ同じ品種群では、両時期の過湿処理による各形質の被害程度に品種間差異が認められ、畦間湛水処理で耐湿性の判定が可能であることが示唆された。

## 2. 指標形質間の相互関係

耐湿性の強弱を判定する指標形質には稈長(池田ら 1954, 1955a, 佐々木 1979, 1980), 子実重(時政 1952, 桐山ら 1956)および葉枯程度(SOH 1971)などがある。しかし、二条オオムギ品種間で湿害によって影響を受ける形質間の関連性についてや、土壌の過湿条件下における形質相互間の影響を除いて、各形質の被害程度を考察した報告はない。

そこで、土壌の過湿条件下における各形質間の被害程度の関連性、および耐湿性を判定する指標形質について検討した。

## 材料および方法

### 1) 節間伸長期の耐湿性の指標形質

試験は1979～1983年度の5か年にわたって行った。試験方法は第3-1表に示した。湿害で影響をうける形質間の関連性については、単相関係数と偏相関係数を用いて検討した。

### 2) 登熟期の耐湿性の指標形質

試験は1980～1982年度の3か年にわたって行った。試験方法は第3-2表に示した。

## 結 果

### 1) 節間伸長期の耐湿性の指標形質

1979～1983年度の5か年にわたって行った節間伸長期の過湿処理による各形質の被害程度を第3-7表に示した。1981年度は過湿処理の影響が強く現れた。ところが、1979、1982および1983年度は逆に各形質の被害が全般的に小さかった。このように、過湿処理の影響は年次間変動が大きかったが、稈長、穂数および子実重の3形質に強く現れた。

収量構成要素のなかで1981年度は稔実歩合、その他の4か年は穂数の被害が最も大きかった。また、この2形質の被害程度は子実重の被害程度との間に高い相関が認められた。稈長の被害程度も子実重の被害程度との間に高い相関が認められた(第3-8表)。したがって、佐々木の報告(1984)と同様に、節間伸長期の過湿処理による減収は主に穂数の減少と稔実歩合の低下によるものであった。

1983年度における節間伸長期の過湿処理によって影響を受ける形質間の関連性を第3-9表に示した。単相関係数をみると、子実重と他の5形質との被害程度間に0.36\*\*～0.73\*\*、稈長と稔実歩合および1000粒重との被害程度間に各々0.50\*\*、0.67\*\*と比較的高い正の相関が認められた。このなかで、過湿処理によって稈長の減少程度が大きい品種ほど稔実歩合および1000粒重が低下し、減収の程度が大きい傾向にあった。一方、穂数の被害程度は子実重を除く4形質の被害程度と相関が認められなかった。

これら6形質のうち4形質を固定した偏相関係数も、単相関係数と同様に子実重と他の5形質の被害程度間に0.35\*\*～0.84\*\*と比較的高い正の相関が認められた。特に過湿処理によって穂数および稔実歩合の減少程度が大きい品種ほど減収の程度が大きい傾向にあった。穂数、1穂粒数、稔実

第3-7表 節間伸長期の過湿処理による各形質の被害程度<sup>1)</sup>

年度	稈長	穂長	穂数	1穂粒数	稔実歩合	1000粒重	子実重
1979	68.8	—	67.9	—	—	84.3	39.2
1980	59.2	76.5	48.1	71.1	74.1	85.1	21.6
1981	61.5	83.0	52.8	76.6	38.1	80.8	12.7
1982	84.0	82.3	70.7	79.1	88.7	83.4	41.7
1983	62.1	85.4	60.7	84.8	89.4	82.7	37.7

1) 値は対照区比 [(過湿区/対照区) × 100, %] を用いた。

第3-8表 節間伸長期の過湿処理による各形質と子実重の被害程度<sup>1)</sup>との相関係数

年度	品種数	稈長	穂長	穂数	1穂粒数	稔実歩合	1000粒重
1979	121	0.83**	—	0.63**	—	—	0.26**
1980	74	0.51**	0.13	0.52**	0.21	0.69**	0.21
1981	38	0.47**	-0.15	0.16	0.06	0.89**	-0.04
1982	20	0.68**	0.01	0.61**	0.29	0.38	-0.19
1983	78	0.65**	—	0.56**	0.36**	0.73**	0.46**

1) 値は対照区比 [(過湿区/対照区) × 100, %] を用いた。

\*\* : 1%水準で有意であることを示す。

第3-9表 節間伸長期の過湿処理による各形質の被害程度<sup>1)</sup>間の相関係数<sup>2)</sup> (1983年度)

	稈長	穂数	1穂粒数	稔実歩合	1000粒重	子実重
稈長		-0.26*	-0.19	-0.00	0.35**	0.35**
穂数	0.10		-0.41**	-0.66**	-0.47**	0.84**
1穂粒数	0.03	0.09		-0.31**	-0.35**	0.52**
稔実歩合	0.50**	0.12	0.24*		-0.55**	0.81**
1000粒重	0.67**	0.02	0.33**	0.17		0.54**
子実重	0.65**	0.56**	0.36**	0.73**	0.46**	

1) 値は対照区比 [(過湿区/対照区) × 100, %] を用いた。

2) 上段：偏相関係数。下段：単相関係数。\*\*, \* : 各々1%, 5%水準で有意であることを示す。

歩合および1000粒重の4形質の被害程度間の偏相関係数は-0.31\*\*~-0.66\*\*と負の関係にあり、これらの形質は相互間の影響が大きいことをうかがわせた。

## 2) 登熟期の耐湿性の指標形質

1980年度の登熟期の過湿処理による各形質の被害程度を第3-10表に示した。各形質のなかでは、1000粒重が過湿処理によって低下し、これとはほぼ比例して子実重も低下した。また、3か年ともに1000粒重と子実重の被害程度間に高い相関(0.731\*\*, 0.902\*\*および0.876\*\*)が認められ、登熟期の過湿処理による減収は主に1000粒重の低下によった。

## 考 察

稈長, 穂数, 1穂粒数, 稔実歩合および1000粒重のいずれの形質とも過湿処理による減少程度が

第3-10表 登熟期の過湿処理による各形質の被害程度、および子実重の被害程度との相関係数（1980年度）

形質	平均 <sup>1)</sup>	標準偏差	相関 <sup>2)</sup> 係数	形質	平均	標準偏差	相関係数
稈長	98.6	4.8	0.013	稔実歩合	99.4	8.1	0.401*
穂長	99.6	6.1	0.186	1000粒重	70.0	12.2	0.731**
穂数	98.8	6.8	0.432*	子実重	69.4	15.0	—
1穂粒数	100.4	7.2	0.246				

1) 値は対照区比 [(過湿区/対照区) × 100, %] を用いた。

2) \*\*, \*: 各々 1%, 5% 水準で有意であることを示す。

大きい品種ほど、減収の程度が大きい傾向にあった。また、稈長、穂数、稔実歩合および子実重の4形質の被害程度は1%水準で有意な品種間差異が認められたこと（第3-4表）から、節間伸長期に過湿処理を行って耐湿性の強弱を判定する指標形質としては、これら4形質が適当であると考えられる。なお、穂数、1穂粒数、稔実歩合および1000粒重の4形質は相互間の影響が大きく、各形質の被害程度の年次間変動も大きいので、これらの形質を総合化した指標も必要であろう。

登熟期の過湿処理による減収は主に1000粒重の低下によるものであったこと、および1000粒重の被害程度には品種間差異が認められたこと（第3-6表）から、登熟期の耐湿性の強弱を判定する指標形質としては、1000粒重が適当であると考えられる。

### 3. 耐湿性の品種間差異と指標品種の選定

ムギ類の耐湿性には品種間で強弱の差異が認められている（中国農試 1951, 時政 1952, 溝口・小池 1953, 池田ら 1955a, 桐山ら 1956, Suh 1971, 佐々木 1984, 武田 1989）が、研究者によって耐湿性の判定結果は必ずしも一定でない。

この原因としては、前節で指摘した出穂期の早晚が耐湿性の判定に影響を及ぼすことや、耐湿性の判定基準が十分に確立されていないことなどがあげられる。佐々木（1984）は節間伸長期におけるオオムギの耐湿性について、早生群では「やや強」に八石805017, 「中」にカワホナミ, 「弱」にサツキムギを、また中生群では「やや強」にミノリムギ, 「中」に香川稈1号, 「弱」にCI4226を指標品種の一例として示したが、指標形質が明確にされていない。

そこで、第2節で述べた指標形質をもとにして、出穂期の早晚別にオオムギ品種の耐湿性の強弱を明らかにし、指標品種の選定を試みた。なお、耐湿性の強弱はこれまで1年間の結果によって判定されている場合が多いようであるが、ここでは2~3か年の試験結果によって耐湿性の判定を行った。

#### 材料および方法

##### 1) 節間伸長期における耐湿性の品種間差異

主に早生のオオムギ品種を供試した試験は、節間伸長期に湛水処理をする方法で1982, 1983およ



び1985年度の3か年行った。ここでは、第3-11表に示すように2か年以上試験した二条オオムギ19品種と中生で耐湿性「やや強」と判定されている六条オオムギのミノリムギ（佐々木 1984）について検討した。

主に晩生のオオムギ品種を供試した試験は、早生のオオムギ品種と同じ方法で1980～1982年度の3か年にわたって行い、第3-12表に示すように2か年以上試験した出穂期のほぼ同じ33品種（中生の3品種を含む）について検討した。

対照区、過湿区ともに3反復とし、その他の試験方法はほぼ第3-1表に示したとおりである。耐湿性の強弱を判定する指標形質としては、稈長、穂数、稔実歩合および子実重の4形質の被害程度を用いた。

## 2) 登熟期における耐湿性の品種間差異

試験は1980～1982年度の3か年にわたって、登熟期に湛水処理をする方法で行った。ここでは、第3-15表に示すように本試験を2か年以上行い、かつ節間伸長期の湛水処理にも供試した晩生のオオムギ11品種について検討した。対照区、過湿区ともに2～3反復とし、その他の試験方法はほぼ第3-2表に示したとおりである。耐湿性の強弱を判定する指標形質としては、1000粒重の被害程度を用いた。

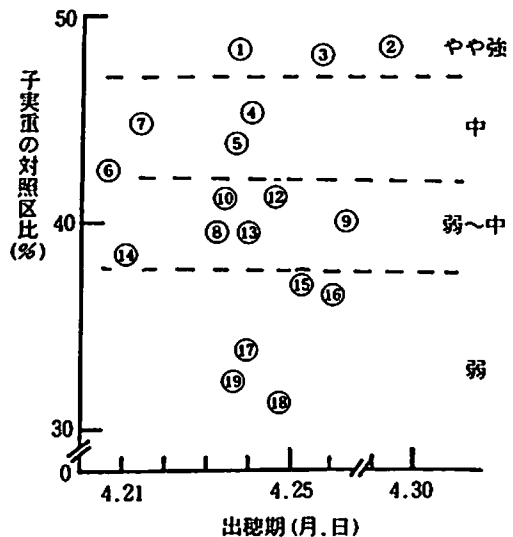
## 結 果

### 1) 節間伸長期における耐湿性の品種間差異

第3-4図に早生品種の節間伸長期の過湿処理による子実重の被害程度と出穂期との関係を示した。早生品種の節間伸長期における耐湿性の程度を子実重の被害程度で判定すると、成城17号およびあかぎ二条は耐湿性が強く、はるな二条、さつきばれおよびにらさき二条はかなり弱かった。中生のミノリムギは耐湿性が強かった。子実重の被害程度を主な指標とし、稈長、穂数および稔実歩合の被害程度を考慮しながら耐湿性を判定した結果を第3-11表に示した。

早生品種の場合と同様な方法で、晩生品種の耐湿性を判定した結果を第3-12表に示した。耐湿性が強い品種として、岩手メンシュアリー、中泉在来、コウゲンムギおよび独53号などがあつた。

耐湿性を判定した品種のうち（第3-11、12表）、節間伸長期における耐湿性が「やや強」および「弱」と判定された早生品種および晩生品種の3か年の稈長、穂数、稔実歩合および子実重の被害程度の平均値を各々第3-13表、第3-14表に示した。



第3-4図 オオムギ早生品種の節間伸長期過湿処理による子実重の被害程度<sup>1)</sup>と出穂期との関係（3か年の平均値）

1) 値は対照区比 [(過湿区/対照区) × 100, %] を用いた。

品種名は第3-11表を参照。

## 2) 登熟期における耐湿性の品種間差異

第3-5図に、晩生品種における登熟期の過湿処理による1000粒重の被害程度と出穂期との関係を示した。倍取10号は3か年の1000粒重の対照区比の平均値が最も大きく、コビンカタギと博多2号は逆に小さかった。1000粒重の被害程度を指標として耐湿性を判定した結果を第3-15表に示した。

第3-11表 オオムギ早生品種の節間伸長期の耐湿性程度

番号	品 種 名	耐湿性	番号	品 種 名	耐湿性	番号	品 種 名	耐湿性
1	成 城 17 号	やや強	8	アサヒ19号	中～弱	15	ダイセンゴールド	弱
2	ミノリムギ(中生)	〃	9	愛知早生5号	〃	16	アズマゴールデン	〃
3	あかぎ二条	〃	10	ミホゴールデン	〃	17	はるな二条	〃
4	成 城 1 号	中	11	あまぎ二条*	〃	18	さつきばれ	〃
5	アサヒ5号	〃	12	ヤシオゴールデン	〃	19	にらさき二条	〃
6	イシュクシラス	〃	13	ミサトゴールデン	〃	20	ニシノゴールド*	〃
7	カワサイゴク	〃	14	つゆしらず	〃			

\*印は1980～81年度の2か年、無印は3か年の結果から判定した。

第3-12表 オオムギ晩生品種の節間伸長期の耐湿性程度

品 種 名	耐湿性	品 種 名	耐湿性	品 種 名	耐湿性
コウゲンムギ	やや強	丸 実 16 号	中～やや強	大 樹 大 麦*	中～弱
独 53 号	〃	アサマムギ(中生)	〃	ニューゴールデン	弱
岩手メンシュアリー	〃	関東皮4号	中	コビンカタギ	〃
中 泉 在 来	〃	穂 揃	〃	万 力	〃
並 赤 神 力 *	〃	矢 筈	〃	宮 城 12 号	〃
ミノリムギ(中生)	〃	会津稜3号*	〃	K M 183	〃
倍 取 10 号	中～やや強	九州稜3号*	〃	東山皮19号	〃
細 麦 3 号	〃	善 光 寺 *	〃	博 多 2 号	〃
露 82 号 *	〃	アサヒ9号*	中～弱	水 晶(中生)	〃
K a r l *	〃	薬 系 37 *	〃	ユキワリムギ*	〃
枝 野 *	〃	坊 主 *	〃	置 賜 1 号 *	〃

\*印は2か年、無印は3か年の結果から判定した。また、ミノリムギ、アサマムギおよび水晶の3品種は中生品種である。

第3-13表 節間伸長期における耐湿性が「やや強」および「弱」と判定された早生品種の被害程度<sup>1)</sup> (3か年の平均値)

品種名	出穂期 (月.日)	稈長 (%)	穂数 (%)	稔実歩合 (%)	子実重 (%)	耐湿性
成城17号	4.24	85.3	65.0	101.1	48.9	やや強
ミノリムギ	4.29	85.6	74.8	98.5	49.8	〃
あかぎ二条	4.26	75.6	61.7	100.5	47.8	〃
ダイセンゴールド	4.25	77.6	49.9	100.6	37.6	弱
アズマゴールデン	4.26	70.5	43.2	97.1	36.3	〃
はるな二条	4.24	72.9	45.2	99.7	33.3	〃
さつきばれ	4.25	74.5	44.7	96.8	30.7	〃
にらさき二条	4.24	65.0	58.3	85.8	32.2	〃

1) 値は対照区比 [(過湿区/対照区) × 100, %] を用いた。

第3-14表 節間伸長期における耐湿性が「やや強」および「弱」と判定された晩生品種の被害程度<sup>1)</sup> (3か年の平均値)

品種名	出穂期 (月.日)	稈長 (%)	穂数 (%)	稔実歩合 (%)	子実重 (%)	耐湿性
コウゲンムギ	5.01	75.4	63.2	65.1	27.8	やや強
独53号	5.01	72.6	59.0	83.1	37.6	〃
岩手メンシュアリー	5.07	70.9	59.4	106.1	34.5	〃
中泉在来	5.02	75.9	67.6	65.2	27.0	〃
ミノリムギ	4.28	76.4	59.2	67.7	26.9	〃
ニューゴールデン	5.06	58.7	39.7	65.2	16.4	弱
コビンカタギ	4.30	68.4	53.2	59.1	18.2	〃
万力	5.02	67.1	47.9	54.4	18.0	〃
宮城12号	5.07	59.3	48.1	70.5	19.9	〃
K M 183	5.02	59.6	42.3	70.4	19.1	〃
東山皮19号	5.02	65.2	60.3	37.5	19.2	〃
博多2号	5.05	55.6	39.3	60.2	15.7	〃
水品	4.26	51.4	56.7	23.8	9.7	〃

1) 値は対照区比 [(過湿区/対照区) × 100, %] を用いた。

### 3) 節間伸長期と登熟期の耐湿性の関係

節間伸長期と登熟期の両湛水処理試験に供試した11品種について、両時期の耐湿性の関係を第3-6図に示した。両時期の耐湿性の強弱を判定する指標形質として、節間伸長期は子実重の被害程度を、登熟期は1000粒重の被害程度を用いた。この結果、倍取10号は両時期の耐湿性が比較的優れ、コビンカタギと博多2号は逆に劣った。一方、節間伸長期の耐湿性が「やや強」と判定されたコウゲンムギと中泉在来は登熟期の耐湿性がいずれも「中」で、両時期の耐湿性の品種間差異に一定した関係が認められなかった。

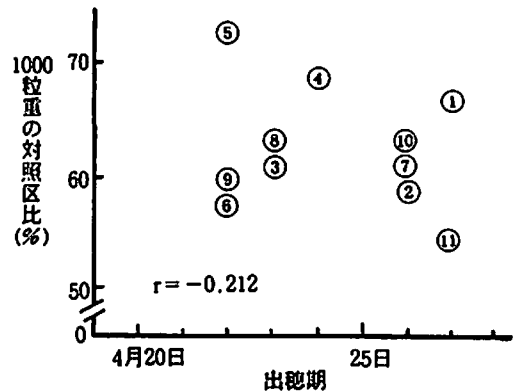
#### 考 察

耐湿性の判定結果が3か年安定してえられた品種を耐湿性程度の異なる指標品種として選定した。すなわち、節間伸長期の耐湿性が「やや強」の品種として成城17号、コウゲンムギおよび独53号、「弱」の品種としてはるな二条、コビンカタギおよびニューゴールドン、登熟期の耐湿性が「やや強」の品種として倍取10号、「弱」の品種としてコビンカタギと博多2号を選定した。これらの品種は単年の試験結果によるのではなく、2~3か年の試験結果によるものなので、信頼性が高いものと考えられる。

第3-15表 オオムギ晩生品種の登熟期の耐湿性程度<sup>1)</sup>

番号	品 種 名	耐湿性
5	倍 取 10 号	やや強
1	宮 城 12 号	中
2	中 泉 在 来	〃
3	コウゲンムギ	〃
4	万 力	〃
7	穂 揃	〃
8	丸 実 16 号	〃
9	矢 筈	〃
10	関東皮4号	〃
6	コビンカタギ	弱
11	博 多 2 号	〃

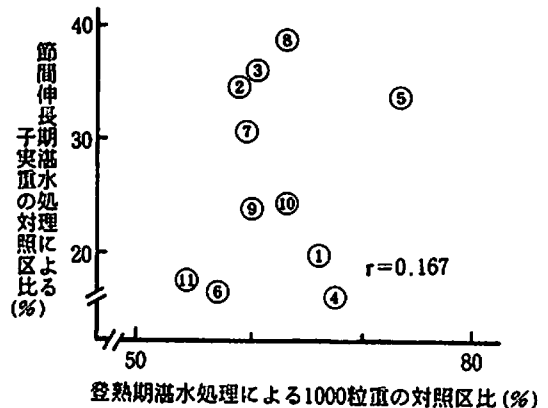
1) 3か年の結果から判定した。



第3-5図 供試品種の登熟期の過湿処理による1000粒重の被害程度<sup>1)</sup>と出穂期との関係 (3か年の平均値)

1) 値は対照区比 [(過湿区/対照区) × 100, %] を用いた。

品種名は第3-15表を参照。



第3-6図 節間伸長期と登熟期との耐湿性の関係 (3か年の平均値)

対照区比は [(過湿区/対照区) × 100, %] で表した。

品種名は第3-15表を参照。

## 4. 摘 要

ビールオオムギにおける耐湿性の強弱の品種間差異を的確に判定し、耐湿性の交配母本を選定するために、供試品種の早晚性と湿害との関係や、各形質間の被害程度の相互関係について解析し、耐湿性を判定する際の指標形質について検討した。さらに、六条種を含めたオオムギの耐湿性の強弱を明らかにし、耐湿性程度の異なる指標品種を選定した。

1) 節間伸長期または登熟期における畦間湛水処理によって、各形質の被害程度に品種間差異が認められ、本方法によって耐湿性の判定が可能であった。

2) 節間伸長期または登熟期における耐湿性の検定は、出穂期のほぼ同じ品種群で行う必要があった。

3) 節間伸長期に過湿処理を行って耐湿性の強弱を判定する指標形質としては、稈長、穂数、稔実歩合および子実重の4形質が、登熟期に過湿処理を行って耐湿性の強弱を判定する指標形質としては、1000粒重が適当であると考えられる。

4) 節間伸長期および登熟期の湛水処理試験の結果から、耐湿性の強弱を判定した。節間伸長期の耐湿性が「やや強」の品種として成城17号（早生）、コウゲンムギおよび独53号（以上晩生）、「弱」の品種としてはるな二条（早生）、コビンカタギおよびニューゴールド（以上晩生）を、登熟期の耐湿性が「やや強」の品種として倍取10号（晩生）、「弱」の品種としてコビンカタギおよび博多2号（以上晩生）を指標品種として選定した。

5) 節間伸長期の耐湿性の強い品種は登熟期の耐湿性も強いとは限らなかった。

## 第4章 耐湿性品種の育成のための交配母本の選定

第3章で耐湿性検定上の問題点を明らかにし、かつ耐湿性判定の際に利用するオオムギの指標品種を選定した。

そこで、本章では第3章にあげた指標形質と指標品種を用いて、ビールオオムギ品種の耐湿性の強弱を明らかにし、耐湿性向上を目的としてビールオオムギ育種に用いる交配母本を選定した。

### 1. ビールオオムギの耐湿性の検定

オオムギ品種について耐湿性の強弱を示した報告はいくつかある（時政 1952, 山崎 1952, 池田ら 1955a, 桐山ら 1956, Suh 1971, 佐々木・鶴 1978）が、供試されているオオムギは六条種が多く、ビールオオムギについて検討したものは少ない。

そこで、ビールオオムギの耐湿性の強弱を明らかにすることにした。なお、ムギ類では節間伸長期における湿害の影響が大きい（大谷 1948, 宮林 1949, 時政 1951, 池田ら 1957, 桐山・田谷 1975, Suh 1978）ので、ここでは節間伸長期の耐湿性の品種間差異について検討した。いずれも2～3か年の試験結果より耐湿性を判定した。

#### 材料および方法

試験は1982年度に行った。第4-1表に示すように、ビールオオムギ生産力検定試験に供試した品種を中心とし、その他の二条オオムギ品種、指標品種のオオムギとコムギを合わせて36品種を供試した。

播種日は1982年12月3日であった。試験区は各品種とも過湿区3反復、対照区2反復とした。過

第4-1表 耐湿性の検定試験に供試したビールオオムギ品種一覧表

番号	品 種 名	番号	品 種 名	番号	品 種 名	番号	品 種 名
1	アサヒ19号	10	あかぎ二条	19	にらさき二条	28	吉 系 2
2	成 城 1 号	11	はるな二条	20	関東二条20号	29	〃 3
3	愛知早生5号	12	アズマゴールド	21	〃 21号	30	ミカモゴールド
4	関東二条2号	13	さつき二条	22	ミサトゴールド	31	イシュクシラズ
5	アサヒ5号	14	ダイセンゴールド	23	さつきばれ	32	カワサイゴク
6	成 城 17 号	15	つゆしらず	24	九州二条3号	33	カワミズキ
7	ふじ二条II	16	野洲二条1号	25	〃 4号	34	ミノリムギ
8	ミホゴールド	17	〃 2号	26	〃 5号	35	アサカゼコムギ
9	あまぎ二条	18	にらさき二条14号	27	吉 系 1	36	チクシコムギ

番号6～11は1975年以降九州で栽培されたビールオオムギ品種、番号17～30は1981および82年度のビールオオムギ生産力検定試験に供試した品種、番号6, 11, 34は指標品種、番号35, 36は比較のために供試したコムギ品種。

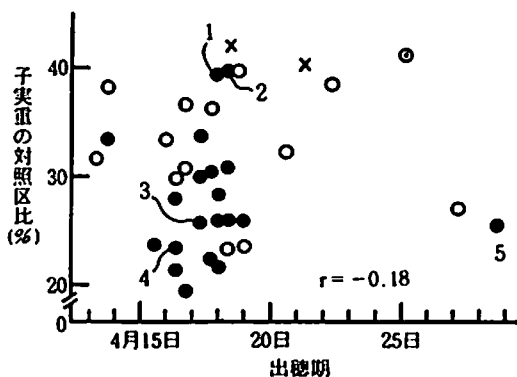
湿区は節間伸長期に20日間（1983年3月28日～4月17日）の湛水処理を行った。その他の試験方法は第3-1表に示すとおりである。

耐湿性が「やや強」の指標品種であるミノリムギ、成城17号およびコムギ2品種、「弱」の指標品種であるはるな二条と比較しながら耐湿性を判定した。

### 結果および考察

第4-1図にビールオオムギ品種の節間伸長期の過湿処理による子実重の被害程度と出穂期を示した。子実重の被害程度は出穂期との関係が認められなかった。供試品種のなかでは、成城17号とあかぎ二条は子実重の対照区比が大きく、耐湿性が比較的強かった。しかし、その他のビールオオムギ品種はすべて子実重の対照区比が耐湿性「やや強」の指標品種であるミノリムギおよびコムギ2品種より小さく、全体的に耐湿性が弱いレベルにあった。このことは、現在のビールオオムギが耐湿性の面からは改良されていないことを示しているものと思われる。

成城17号を除いた暖地における主要なビールオオムギ品種は、過湿処理による稈長、穂数、1000粒重および子実重の4形質の対照区比が小さかった（第4-2表）。



第4-1図 ビールオオムギ品種の節間伸長期の過湿処理による子実重の被害程度<sup>1)</sup>と出穂期との関係

1) 値は対照区比 [(過湿区/対照区) × 100, %] を用いた。

●: 1975年以降九州で栽培されたビールオオムギ品種, 並びに1981および1982年度のビールオオムギ生産力検定試験に供試した品種 (第4-1表の番号6~11と17~30)。

○: その他の二条オオムギ品種。◎: ミノリムギ。×: コムギ。

1: 成城17号(指標), 2: あかぎ二条, 3: はるな二条(指標), 4: にらさき二条。5: ふじ二条II

第4-2表 主要なビールオオムギ品種における節間伸長期の過湿処理による各形質の被害程度<sup>1)</sup>

品 種 名	出穂期 (月.日)	稈 長 (%)	穂 長 (%)	穂 数 (%)	1 穂粒 数(%)	稔実歩 合(%)	1000粒 重(%)	子実重 (%)
成城17号	4.18	85.2	85.7	54.9	87.5	100.5	82.5	38.9
あまぎ二条	4.18	73.6	84.0	44.3	82.8	98.2	76.8	28.4
はるな二条	4.17	73.2	91.9	35.7	95.8	99.8	79.5	27.3
ミホゴールド	4.16	73.2	86.0	37.5	86.1	97.7	74.9	24.5
にらさき二条	4.18	64.5	101.0	48.7	93.2	85.7	82.8	26.2
ふじ二条II	4.29	60.3	86.4	48.1	87.5	100.5	71.0	25.5
コムギ2品種	4.19	77.8	93.6	57.1	96.5	—	85.2	40.9

1) 出穂期以外の値は対照区比 [(過湿区/対照区) × 100, %] を用いた。

## 2. 主成分分析を利用した交配母本の選定

第3章で、節間伸長期に過湿処理を行って耐湿性の強弱を判定する場合に、穂数、1穂粒数、稔実歩合および1000粒重の4形質は相互間の影響が大きく、これらの形質を総合化した指標も必要であることを指摘した。

そこで、これらの影響を除いて各形質の被害程度を総合化して耐湿性を判定し、ビールオオムギの耐湿性交配母本を選定する目的で、ビールオオムギを含めた多数のオオムギ品種を供試して、主成分分析による耐湿性の判定を試みた。

### 材料および方法

試験は1980年度と1983年度に行った。1980年度には第3章で耐湿性が「やや強」の指標品種として選定したコウゲンムギや独53号を含む出穂期がほぼ同じ晩生のオオムギ51品種（二条17品種、六条34品種）、1983年度には日本の在来品種、育成品種および外国品種のビールオオムギを含む出穂期がほぼ同じ二条オオムギ78品種（早生～中生）と、指標品種として耐湿性が「やや強」の成城17号やミノリムギを供試した。その他の試験方法は第3-1表に示すとおりである。

過湿処理による形質相互間の影響を除き、各形質の被害程度を総合化する目的で、穂数、1穂粒数、稔実歩合および1000粒重の収量構成要素4形質に稈長を加えた5形質の対照区比について、主成分分析による解析を行った。

第4-3表 過湿処理による晩生のオオムギ51品種の主成分分析における第1主成分と第2主成分の固有値、寄与率および各形質の固有ベクトル（1980年度）

主成分	固有値	累積 寄与率 (%)	形 質				
			稈 長	穂 数	1 穂粒数	稔実歩合	1000粒重
1	2.060	41.2	0.617	0.584	0.075	0.242	0.462
2	1.125	63.7	0.064	0.040	0.670	0.525	-0.520

第4-4表 過湿処理による二条オオムギ78品種の主成分分析における第1主成分と第2主成分の固有値、寄与率および各形質の固有ベクトル（1983年度）

主成分	固有値	累積 寄与率 (%)	形 質				
			稈 長	穂 数	1 穂粒数	稔実歩合	1000粒重
1	1.623	32.4	0.614	0.260	0.322	0.669	0.069
2	1.160	55.6	0.314	-0.437	-0.461	0.025	0.705



## 結果および考察

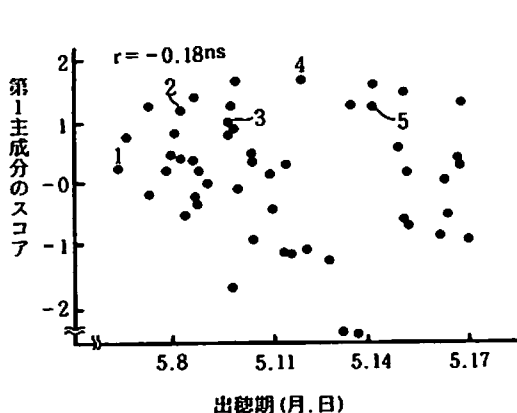
第4-3表には1980年度に供試したオオムギ51品種、第4-4表には1983年度に供試した二条オオムギ78品種の主成分分析による第1主成分と第2主成分の固有値、寄与率および各形質の固有ベクトルを示した。

どちらの第1主成分も5形質の固有ベクトルが正の値となり、形質別には前者の第1主成分は1穂粒数を除いた4形質に、後者の第1主成分は1000粒重を除いた4形質に重みをつけた値を示した。したがって、第1主成分は各々主に1穂粒数、1000粒重を除いた4形質の被害程度を総合化して、耐湿性を判定する指標として利用できると思われる。

第2主成分の固有ベクトルは前者が1穂粒数と稔実歩合が正の、1000粒重が負の大きな値を、後者が稈長と1000粒重が正の、穂数と1穂粒数が負の大きな値を示した。したがって、第2主成分は耐湿性を判定する指標ではなく、湛水処理によって被害を受ける形質によって品種を分類する指標と考えられる。

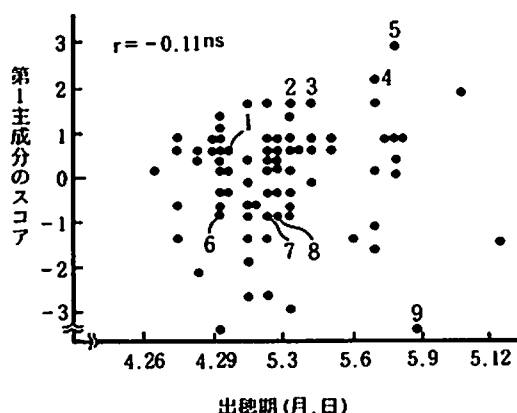
供試品種間において出穂期の差が大きい場合は、出穂期の早晚が耐湿性の判定に影響を及ぼすことを第3章で指摘した。そこで、晩生オオムギ51品種について第1主成分のスコアと出穂期との関係を示した(第4-2図)。第1主成分のスコアは出穂期との関係が認められず、 $-3.01 \sim 1.56$ の範囲に分布した。これらの品種のうち、岩手メンシュアリー、中泉在来、コウゲンムギおよび独53号などの品種は第1主成分のスコアが正の大きな値を示し、しかもこれらの4品種は3か年の子実重と各形質の対照区比がいずれも大きかった(第3-14表)。

次に、二条オオムギ78品種について第1主成分のスコアと出穂期との関係を示した(第4-3図)。第1主成分のスコアは出穂期との関係が認められず、 $-3.54 \sim 2.82$ の範囲に分布した。これらの品種のうち、成城17号、はるな二条、ニシノゴールド、あまぎ二条およびふじ二条IIのビールオオムギ5品種のうち、耐湿性「やや強」の成城17号の第1主成分のスコアは0.60と比較的大きかった



第4-2図 過湿処理による晩生のオオムギ51品種の主成分分析における第1主成分のスコアと出穂期との関係(1980年度)

1: ミノリムギ, 2: 中泉在来, 3: コウゲンムギ, 4: 独53号, 5: 岩手メンシュアリー



第4-3図 過湿処理による二条オオムギ78品種の主成分分析における第1主成分のスコアと出穂期との関係(1983年度)

1: 成城17号, 2: 愛知早生ゴールデン, 3: K-3, 4: 露22号, 5: エビス, 6: はるな二条, 7: ニシノゴールド, 8: あまぎ二条, 9: ふじ二条II。

が、その他の「中～弱」および「弱」の4品種はいずれも負の値を示し、本章で前述した結果と一致した。

第1主成分のスコアが成城17号よりも正の大きな値を示した品種は、供試した品種のなかでは中～晩生であった。これらの品種のうち、愛知早生ゴールデン、K-3、露22号およびエビスなどの品種の子実重の対照区比は41.1～58.8%で、耐湿性「やや強」の指標品種であるミノリムギの39.1%と比較して同程度かやや大きい程度であった。また、成城17号の子実重の対照区比も39.8%で、ミノリムギと同程度であった。

以上の結果から、耐湿性の優れた品種として、成城17号、愛知早生ゴールデン、K-3、露22号、エビス、岩手メンシュアリー、中泉在来、コウゲンムギおよび独53号などがあげられた。

### 3. 摘 要

ビールオオムギ品種の節間伸長期の耐湿性の強弱を、2～3か年の試験結果をもとに判定した。また、ビールオオムギを含めた多数のオオムギ品種を供試して、主成分分析による耐湿性の総合的な判定を試みた。それらの結果から、節間伸長期の耐湿性が強い交配母本を選定した。

1) ビールオオムギを含めた二条オオムギ品種の耐湿性の強弱を、耐湿性「やや強」の指標品種であるミノリムギと比較して判定した結果、成城17号とあかぎ二条は耐湿性が「やや強」であった。

2) 成城17号を除く暖地の近年の主要なビールオオムギ品種は耐湿性が弱かったが、このことはビールオオムギが耐湿性の面からは改良されなかったことを示唆した。

3) 過湿処理による形質相互間の影響を除き、各形質の被害程度を総合化する目的で、穂数、1穂粒数、稔実歩合および1000粒重の収量構成要素4形質に稈長を加えた5形質の対照区比について、主成分分析による解析を行った。その結果、第1主成分は各形質の被害程度を総合化して耐湿性を判定する指標として、第2主成分は被害を受ける形質によって品種を分類する指標として利用できると考えられる。

4) 第1主成分のスコアおよび子実重の対照区比の値から、耐湿性の優れた品種は成城17号、愛知早生ゴールデン、K-3、露22号、エビス、岩手メンシュアリー、中泉在来、コウゲンムギおよび独53号などであった。これらの品種は耐湿性が「やや強」の成城17号、ミノリムギ、コウゲンムギおよび独53号と同程度の耐湿性を有しており、ビールオオムギの耐湿性交配母本として利用できると考えられる。

## 第5章 耐湿性の遺伝と選抜

第4章でビールオオムギの耐湿性の強弱を判定して、ほとんどの品種で耐湿性が弱いことを明らかにした。また、多数のオオムギ品種のなかから耐湿性の強い交配母本を選定した。

そこで、本章ではこれらの母本を用いて交配し、雑種初期世代における選抜によって、ビールオオムギ品種の節間伸長期の耐湿性を高めることが可能であるかどうかを検討した。あわせて、多数の材料を選抜する際の指標形質についても検討した。

### 1. 耐湿性選抜に有効な指標形質の選定

雑種初期世代の耐湿性の選抜には多数の系統を扱わなければならないため、簡易に判定できることが望ましいが、雑種初期世代の耐湿性の選抜形質については佐々木(1984)の稔実歩合を用いた報告があるのみである。しかも、稔実歩合は年次間の変動が大きいこと、過湿処理を制御しにくいこと(佐々木 1984)などの問題点がある。

圃場での過湿処理試験でオオムギ品種の耐湿性の強弱を判定する形質としては、葉枯程度(SUH 1971)、稈長(池田ら 1954, 1955a, 佐々木 1979, 1980)および子実重(時政 1952, 桐山ら 1956)などが用いられている。しかし、稈長と子実重を耐湿性の指標とすると、対照区と過湿区を設定して過湿処理による被害程度を推定しなければならない。この点、葉枯程度は対照区を設定しなくても、過湿処理による被害程度を大まかには推定することができる。

そこで、以上の観点から葉枯程度が耐湿性の選抜の指標形質として利用できるかどうかを検討した。

#### 材料および方法

試験は1987年度に行い、過湿処理世代まで無選抜で養成した4組合せ(第5-1表)に由来する40~63系統を供試した。播種日は、1987年12月4日であった。

畦立栽培で、畦幅100cm、条間50cmで2条に播種し、肥料はN, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>Oの各成分量とともにアール当たり0.7kg(基肥:0.5kg, 追肥:2月19日に0.2kg)施用した。試験区は過湿区と対照区を設け、1系統につき1条(20cm)に10~20粒を播種し、出芽後間引いて5個体を栽培した。1系統は1反復とした。過湿区は1988年3月25日~4月14日の20日間畦間に湛水処理を行い(第5-1図)、対照区は自然状態とした。

葉枯程度、稈長および1株子実重の3形質について調査した。このうち、葉枯程度は4月6日に観察によって0(無)~5(甚)を0.5単位に調査した(第5-2図)。

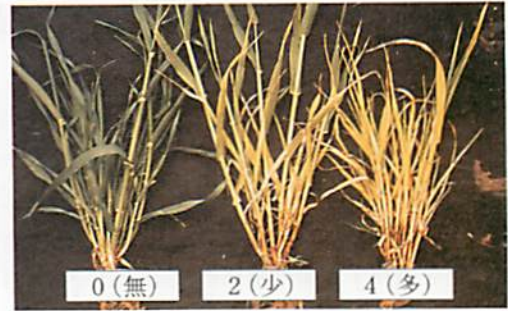
#### 結果および考察

過湿処理世代まで無選抜で養成した4組合せについて、葉枯程度と稈長および1株子実重の相関係数を第5-1表に示した。葉枯程度と過湿区の1株子実重の相関係数は-0.52~-0.64でいずれの



第5-1図 過湿処理の状態

組合せとも1%水準で有意であり、葉枯程度と1株子実重の対照区比の相関係数は-0.39~-0.67で、1組合せが5%、3組合せが1%水準で有意であった。すなわち、過湿処理による葉枯程度が大きい系統ほど、過湿処理による1株子実重の減少程度が大きく、また過湿区の1株子実重が小さかった。葉枯程度と過湿区の稈長の相関係数は-0.05~-0.65、葉枯程度と稈長の対照区比の相関係数は-0.21~-0.61であり、4組合せのうち3組合せが1%水準で有意であった。このことから、過湿処理による葉枯程度が大きい系統ほど、過湿処理による稈長の減少程度が大きく、また過湿区の稈長が小さい傾向にあった。なお、過湿処理による葉枯程度と無処理である対照区の1株子実重および稈長との間には相関が認められなかった。



第5-2図 過湿処理による葉枯程度

雑種初期世代において耐湿性の選抜を行うには多数の系統を扱わなければならないため、簡易に耐湿性を判定できることが望ましい。稈長と子実重を耐湿性の指標とすると、対照区と過湿区を設定しなければならないこと、稔実歩合は年次間の変動が大きく、過湿処理を制御しにくいことなどの問題点がある。この点、葉枯程度は湛水処理の期間中に観察できるため、過湿処理の強さや期間を調節することが可能であり、しかも無被害のものはすべて葉枯程度が‘無’で一定であると仮定して、対照区を設定しなくても過湿処理による被害程度を大まかには推定できる。

さらに、過湿区の葉枯程度と子実重や稈長の被害程度との間に相関が認められ、しかも、後述するように過湿区の葉枯程度は稈長や子実重の対照区比を指標とした場合より、比較的安定した遺伝率の推定値が得られるので、多数の系統を扱わなければならない雑種初期世代における耐湿性の選抜には、葉枯程度は有効な指標形質であると考えられる。

第5-1表 節間伸長期の過湿処理による葉枯程度<sup>1)</sup>と稈長および子実重との相関係数

交配組合せ		世 系 代 統 数	稈 長			子実重			
P <sub>1</sub> (♀)	P <sub>2</sub> (♂)		C <sup>2)</sup>	T <sup>3)</sup>	T/C <sup>4)</sup>	C	T	T/C	
成城17号	はるな二条	F <sub>4</sub>	.01	-.45**	-.47**	.11	-.52**	-.56**	
赤神力	水晶		.13	-.05	-.21	-.30	-.52**	-.39*	
並赤神力	〃		.63	.05	-.48**	-.42**	-.12	-.53**	-.42**
成城17号	はるな二条	F <sub>5</sub>	.46	-.00	-.65**	-.61**	-.11	-.64**	-.67**

1) 葉枯程度：過湿区は観察によって0(無)~5(甚)で判定した。対照区は0とした。

2) 対照区。 3) 過湿区。

4) 対照区比(過湿区/対照区)。

\*\*、\*：各々1%、5%水準で有意であることを示す。

## 2. 耐湿性の遺伝様式

耐湿性は多くの形質が複雑に影響しあって発現する形質で、関与する遺伝子の数はかなり多いと推察されるが、オオムギではその遺伝について佐々木(1982)が $F_1$ とその両親の耐湿性を比較したのみで、耐湿性の遺伝様式は不明である。

そこで、耐湿性の異なる品種間の交配を行い、節間伸長期の過湿処理による葉枯程度を耐湿性の強弱を判定するための指標として用い、 $F_1$ と $F_2$ の値から耐湿性の遺伝様式を検討した。

### 材料および方法

本試験においては、耐湿性が「やや強」の成城17号、並赤神力およびミノリムギ、「中」のアサヒ5号、「中～弱」のあまぎ二条、「弱」のニシノゴールド(第3章)を交配母本に用いた。

#### 1) $F_1$ の耐湿性

試験は1986年度に行い、5組合せ(第5-2表)を供試した。播種日は、1986年12月2日であった。畦立栽培で、条間15cm、株間10cmに2～3粒を点播し、出芽後間引いて1本立てとした。肥料はN、 $P_2O_5$ 、 $K_2O$ の各成分量とともに基肥としてアール当り0.6kg施用し、追肥は行わなかった。試験区は各組合せとも2～3反復とし、1区につき2条に20個体を栽培した。1987年3月12日～4月3日の22日間畦間に灌水処理を行い、葉枯程度を指標として耐湿性を判定した。

#### 2) $F_2$ の耐湿性

試験は1987年度に行い、2組合せ(第5-2表)を供試した。播種日は、1987年12月4日であった。畦立栽培で、条間10cm(中央の条のみ50cm)、株間10cmに4条を点播し、肥料はN、 $P_2O_5$ 、 $K_2O$ の各成分量とともにアール当り0.7kg(基肥:0.5kg,追肥:2月19日に0.2kg)施用した。試験区は1組合せ25㎡に、1000個体を栽培した。1988年3月25日～4月14日の20日間畦間に灌水処理を行い、葉枯程度を指標として耐湿性を判定した。葉枯程度は4月14日に、全体から無作為にとった100個体について調査した。

### 結果および考察

節間伸長期の過湿処理による $F_1$ と親品種の葉枯程度を第5-3図に示した。供試した5組合せの $F_1$ の葉枯程度は、3組合せが両親品種より小さく、1組合せが小さい方の親品種と同じ、1組合せが親品種の間で、いずれの組合せも $F_1$ の葉枯程度は親品種の平均値より小さかった。5組合せの $F_1$ と親品種の葉枯程度の平均値を比較すると、葉枯程度は $F_1$ が2.70であったのに対し親品種は3.27で、節間伸長期の過湿処理による $F_1$ の葉枯程度は親品種より小さく、耐湿性が強い傾向にあった。したがって、節間伸長期の葉枯程度を指標とした耐湿性には、佐々木(1982)が1株子実重を指標とした結果と同様にヘテロシスがみられた。

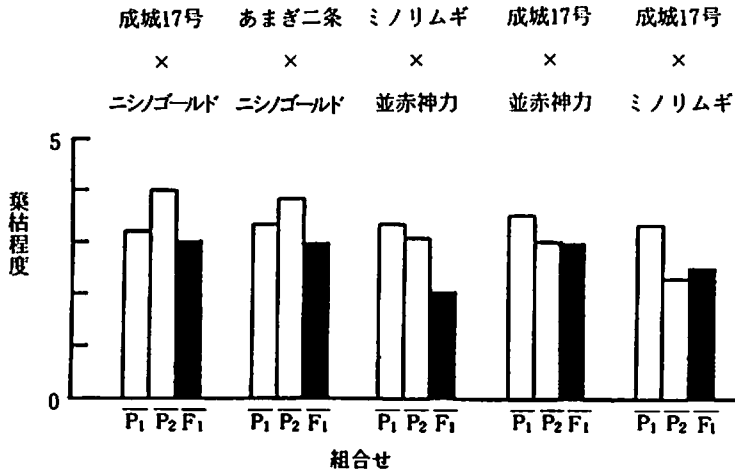
節間伸長期の過湿処理による $F_2$ 集団と親品種

第5-2表 遺伝様式推定のための供試組合せ

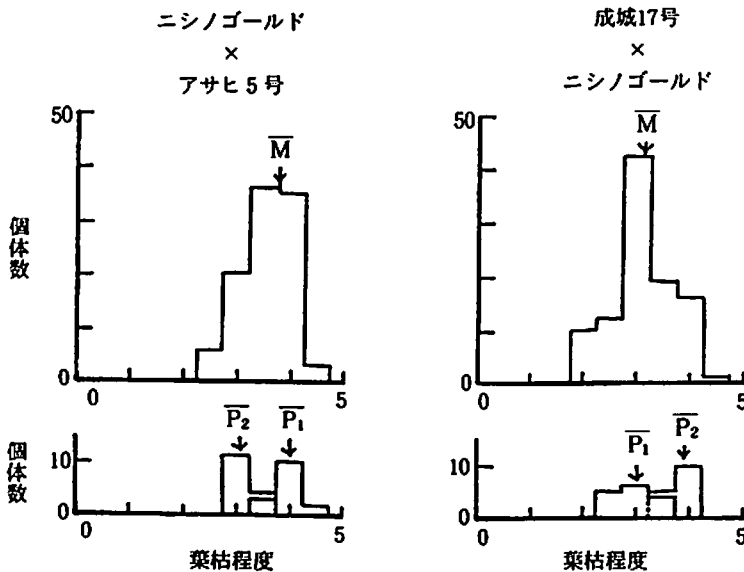
交配組合せ		世代
$P_1$ (♀)	$P_2$ (♂)	
成城17号	ニシノゴールド	} $F_1$
あまぎ二条	"	
ミノリムギ	並赤神力	
成城17号	"	
"	ミノリムギ	
ニシノゴールド	アサヒ5号	} $F_2$
成城17号	ニシノゴールド	

並赤神力は六条稈性、ミノリムギは六条皮性、その他は二条皮性のビールオオムギ品種。

の葉枯程度の頻度分布を第5-4図に示した。供試した2組合せのF<sub>2</sub>集団の葉枯程度の分布は、ニシノゴールド×アサヒ5号が2.5から4.5（最多値:3.5）の、成城17号×ニシノゴールドが2.0から4.5（最多値:3.0）の範囲で連続的変異を示した。また、F<sub>2</sub>集団と親品種の葉枯程度の平均値を比較すると、ニシノゴールド×アサヒ5号のF<sub>2</sub>集団が3.54に対し親品種は3.97と3.13（標準偏差は各々0.29, 0.22）、成城17号×ニシノゴールドのF<sub>2</sub>集団が3.11に対し親品種は2.97と3.83（標準



第5-3図 節間伸長期の過湿処理によるF<sub>1</sub>と親品種の葉枯程度  
 $\bar{P}_1$ ,  $\bar{P}_2$ ,  $\bar{F}_1$ : 親 (♀, ♂) 品種およびF<sub>1</sub>の平均値 (第5-2表参照)。



第5-4図 節間伸長期の過湿処理によるF<sub>2</sub>集団と親品種の葉枯程度の頻度分布  
 $\bar{P}_1$ ,  $\bar{P}_2$ ,  $\bar{M}$ : 親 (♀, ♂) 品種およびF<sub>2</sub>の平均値 (第5-2表参照)。



偏差は各々0.39, 0.24)であり, 2組合せともF<sub>2</sub>集団の平均値は両親品種の間にあった。

オオムギのF<sub>2</sub>集団について耐湿性の分布を検討した報告はこれまでにない。本試験で過湿処理によるF<sub>2</sub>集団の葉枯程度が一つのピークをもった連続的変異を示したことから, 耐湿性はポリゾンによって発現されることが推察される。

したがって, 耐湿性遺伝子を集積するには大規模な集団を養成して, そのなかから強度の選抜を正確に行っていく必要がある。

### 3. 耐湿性の選抜効果

第4章において, 近年のビールオオムギ品種はオオムギのなかでも耐湿性が弱いことを明らかにした。したがって, 耐湿性の遺伝的改良が必要であるが, 交配によってムギ類の耐湿性の変異拡大を図り, 耐湿性品種の育成を試みた報告例はなく, 耐湿性の選抜効果についての検討もない。

そこで, 雑種初期世代において耐湿性の選抜を行い, ビールオオムギ品種の耐湿性を遺伝的に高めることが可能であるかどうかを検討した。

#### 材料および方法

1年目に葉枯程度, 稈長および子実重を指標として耐湿性が上位と下位の個体(系統)を選抜し, 2年目(翌代)の結果から耐湿性の遺伝率を推定し, 選抜効果を検討した。遺伝率は1年目に各形質を指標として耐湿性の上位と下位に選抜した個体(系統)の平均値(各々 $\overline{M}_1, \overline{M}_2$ ), 2年目のこれらの後代系統群の平均値(各々 $\overline{M}'_1, \overline{M}'_2$ )を用いて,  $(\overline{M}'_1 - \overline{M}'_2) / (\overline{M}_1 - \overline{M}_2)$ で推定した。

供試した交配母本のうち, 成城17号と並赤神力は節間伸長期の過湿処理によって, 耐湿性が「やや強」と判定された品種である。はるな二条と水晶は耐湿性が「弱」と判定された品種である(第3章)。

#### 1) 1986~1987年度の試験

葉枯程度のみを指標として耐湿性の選抜を行った。過湿処理世代まで無選抜で養成した3組合せを供試した。播種日は1年目が1986年12月1日, 2年目が1987年12月4日であった。第5-3表に供試組合せと組合せ別の上位と下位の選抜個体数を示した。

畦立栽培で, 1年目は畦幅140cm, 条間10cm(中央の条のみ60cm), 株間10cmで6条を点播し, 肥料はN, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>Oの各成分量とともに基肥としてアール当たり0.6kg施用し, 追肥は行わなかった。試験区は1組合せ45m<sup>2</sup>に, 1800個体を栽培した。1987年3月12日~4月3日の22日間畦間に灌水処理を行い, 葉枯程度(4月6日)を指標として耐湿性を判定した。

2年目は1年目に選抜した個体を過湿土壌条件下において系統栽培した。その他の試験方法は本章第1節と同様であった。

第5-3表 1986~1987年度の供試組合せと組合せ別の上位と下位の選抜個体数

交配組合せ <sup>1)</sup>		世	葉枯程度	
♀	♂	代	上位	下位
成城17号	はるな二条	F <sub>2</sub> -F <sub>3</sub>	42 <sup>2)</sup>	42 <sup>3)</sup>
並赤神力	水晶	F <sub>2</sub> -F <sub>3</sub>	28	25
成城17号	はるな二条	F <sub>4</sub> -F <sub>5</sub>	35	35

1) 各組合せとも1,800個体を供試した。

2), 3) 各々上位と下位の選抜個体数。

## 2) 1987～1988年度の試験

葉枯程度、稈長および子実重を各々指標として耐湿性の選抜を行った。過湿処理世代まで無選抜で養成した組合せを供試した。播種日は1年目が1987年12月4日、2年目が1988年12月8日であった。第5-4表に供試組合せと組合せ別の供試系統数および上位と下位の選抜系統数を示した。

2年目の湛水処理の期間は1989年3月24日～4月13日の20日間とし、葉枯程度を4月14日に調査した。その他の試験方法は本章第1節と同様であった。

## 結 果

### 1) 葉枯程度を指標とした耐湿性の選抜効果

1986～1987年度における節間伸長期の過湿処理による葉枯程度を指標とした耐湿性の選抜効果を、第5-5表に示した。葉枯程度は3組合せともに、1年目に上位として葉枯程度2(少)、下位とし

第5-4表 1987～1988年度の供試組合せ、組合せ別の供試系統数および上位と下位の選抜系統数

交配組合せ		世 代	供試 系統 数	選抜系統数					
♀	♂			葉枯程度		稈 長		子実重	
				上位	下位	上位	下位	上位	下位
成城17号	はるな二条	F <sub>3</sub> -F <sub>4</sub>	46	13	13	18	16	14	15
"	"	F <sub>4</sub> -F <sub>5</sub>	51	10	13	17	16	17	16
並赤神力	水 晶	F <sub>4</sub> -F <sub>5</sub>	36	10	10	10	10	10	10
成城17号	はるな二条	F <sub>5</sub> -F <sub>6</sub>	46	15	14	—	—	—	—

第5-5表 節間伸長期の過湿処理による葉枯程度<sup>1)</sup>を指標とした耐湿性の選抜効果 (1986～1987年度)

交配組合せ		世 代	葉枯程度				t <sup>3)</sup>	遺伝 獲得 量	遺伝率 <sup>4)</sup>
♀	♂		$\bar{M}_1^{2)}$		$\bar{M}_2^{2)}$				
			$\bar{M}_1^{2)}$	$\bar{M}_1^{2)}$	$\bar{M}_2^{2)}$	$\bar{M}_2^{2)}$			
成城17号	はるな二条	F <sub>2</sub> -F <sub>3</sub>	2.0	4.0	2.6	2.9	**	0.33	0.17
並赤神力	水 晶	F <sub>2</sub> -F <sub>3</sub>	2.0	4.0	2.6	2.7	NS	0.14	0.07
成城17号	はるな二条	F <sub>4</sub> -F <sub>5</sub>	2.0	4.0	2.6	3.2	**	0.55	0.28

1) 葉枯程度：過湿区は観察によって0(無)～5(甚)で判定した。対照区は0とした。

2)  $\bar{M}_1, \bar{M}_1'$ ：各々上位の選抜個体およびこれらの後代系統群の葉枯程度の平均値。

$\bar{M}_2, \bar{M}_2'$ ：各々下位の選抜個体およびこれらの後代系統群の葉枯程度の平均値。

3) \*\*:  $\bar{M}_1'$ と $\bar{M}_2'$ についてt検定を行った結果、1%水準で有意差があることを示す。

NS：有意差がないことを示す。 4) 遺伝率は $(\bar{M}_1' - \bar{M}_2') / (\bar{M}_1 - \bar{M}_2)$ で求めた。



て4(多)の個体を選抜した。

2年目に上位と下位の個体選抜後代系統群の葉枯程度の平均値をみると、3組合せとも上位の個体選抜後代系統群の方が葉枯程度は小さく、葉枯程度を指標とした遺伝率は0.07~0.28であった。上位と下位の個体選抜後代系統群の葉枯程度の平均値についてt検定を行った結果、並赤神力×水晶の組合せでは有意差が認められなかったが、これ以外の2組合せでは1%水準で有意差が認められた。また、葉枯程度が3(中)未満で、耐湿性の強い系統の割合は、成城17号×はるな二条(F<sub>2</sub>-F<sub>3</sub>)、並赤神力×水晶および成城17号×はるな二条(F<sub>4</sub>-F<sub>5</sub>)の組合せ順に上位の個体選抜後代系統群が各々61.9%、51.4%、39.3%に対し、下位の個体選抜後代系統群が各々45.2%、40.0%、20.0%と、いずれの組合せとも耐湿性の強い系統は上位の個体選抜後代系統群の方が多かった。

次に、1987年~1988年度における節間伸長期の過湿処理による葉枯程度を指標とした耐湿性の選抜効果を、第5-6表に示した。葉枯程度は成城17号×はるな二条(F<sub>3</sub>-F<sub>4</sub>)、同(F<sub>4</sub>-F<sub>5</sub>)、並赤神力×水晶および成城17号×はるな二条(F<sub>5</sub>-F<sub>6</sub>)の組合せ順に、1年目に全系統のなかから過湿区の葉枯程度が小さい方から各々28%、20%、28%、33%を上位として、過湿区の葉枯程度が大きい方から各々28%、25%、28%、30%を下位として選抜した。

2年目にこれらの上位と下位の選抜後代系統群の葉枯程度の平均値をみると、いずれの組合せとも上位の選抜後代系統の方が葉枯程度は小さく、葉枯程度の遺伝率は0.12~0.48であった。耐湿性が上位と下位の選抜後代系統群の葉枯程度の平均値についてt検定を行った結果、4組合せのうち2組合せが5%水準で、1組合せが1%水準で有意差が認められた。また、葉枯程度が3(中)未満の耐湿性が強い系統の割合は、成城17号×はるな二条(F<sub>3</sub>-F<sub>4</sub>)、同(F<sub>4</sub>-F<sub>5</sub>)、並赤神力×水晶および成城17号×はるな二条(F<sub>5</sub>-F<sub>6</sub>)の組合せ順に、上位の選抜後代系統群が各々90.9%、52.0%、46.7%、56.0%に対し、下位の選抜後代系統群が各々87.5%、34.6%、27.3%、35.0%と、いずれの組合せとも上位の選抜後代系統群の方が多かった。

第5-6表 節間伸長期の過湿処理による葉枯程度<sup>1)</sup>を指標とした耐湿性の選抜効果(1987~1988年度)

交配組合せ		世 代	葉枯程度				t <sup>2)</sup>	遺伝 獲得 量	遺伝率 <sup>4)</sup>
♀	♂		$\overline{M}_1^{2)}$	$\overline{M}_2^{2)}$	$\overline{M}_1^{*2)}$	$\overline{M}_2^{*2)}$			
成城17号	はるな二条	F <sub>3</sub> -F <sub>4</sub>	1.9	3.5	1.9	2.3	*	0.45	0.27
"	"	F <sub>4</sub> -F <sub>5</sub>	1.9	3.7	2.8	3.0	NS	0.21	0.12
並赤神力	水 晶	F <sub>4</sub> -F <sub>5</sub>	2.0	3.6	2.6	3.4	*	0.77	0.48
成城17号	はるな二条	F <sub>5</sub> -F <sub>6</sub>	1.7	3.7	2.3	3.0	**	0.75	0.36

1) 葉枯程度：過湿区は観察によって0(無)~5(甚)で判定した。対照区は0とした。

2)  $\overline{M}_1, \overline{M}_1^*$ ：各々上位の選抜系統およびこれらの後代系統群の葉枯程度の平均値。

$\overline{M}_2, \overline{M}_2^*$ ：各々下位の選抜系統およびこれらの後代系統群の葉枯程度の平均値。

3) \*\*, \*： $\overline{M}_1^*$ と $\overline{M}_2^*$ についてt検定を行った結果、各々1%および5%水準で有意差があることを示す。  
NS：有意差がないことを示す。

4) 遺伝率は $(\overline{M}_1^* - \overline{M}_2^*) / (\overline{M}_1 - \overline{M}_2)$ で求めた。

## 2) 稈長の被害程度を指標とした耐湿性の選抜効果

節間伸長期の過湿処理による稈長の被害程度を指標とした耐湿性の選抜効果を第5-7表に示した。成城17号×はるな二条 ( $F_3-F_4$ )、同 ( $F_4-F_5$ ) および並赤神力×水晶の組合せ順に、1年目に全系統のなかから対照区比の数値が大きい方から各々39%、33%、28%を上位として、数値が小さい方から各々35%、31%、28%を下位として選抜した。

2年目にこれらの上位と下位の選抜後代系統群の稈長の対照区比の平均値をみると、3組合せのうち2組合せでは上位の選抜後代系統の方が稈長の対照区比の数値は大きく、1組合せでは同程度であった。稈長の対照区比の遺伝率は、成城17号×はるな二条 ( $F_3-F_4$ )、同 ( $F_4-F_5$ ) および並赤神力×水晶の組合せ順に各々0.47、-0.02、1.06であった。耐湿性が上位と下位の選抜系統群の稈長の対照区比の平均値についてt検定を行った結果、3組合せのうち1組合せが1%水準で、1組合せが5%水準で有意差が認められた。

## 3) 子実重の被害程度を指標とした耐湿性の選抜効果

節間伸長期の過湿処理による子実重の被害程度を指標とした耐湿性の選抜効果を第5-8表に示した。成城17号×はるな二条 ( $F_3-F_4$ )、同 ( $F_4-F_5$ ) および並赤神力×水晶の組合せ順に、1年目に全系統のなかから対照区比の数値が大きい方から各々30%、33%、28%を上位として、数値が小さい方から各々33%、31%、28%を下位として選抜した。

2年目にこれらの上位と下位の選抜後代系統群の子実重の対照区比の平均値をみると、3組合せのうち2組合せでは上位の選抜後代系統群の方が対照区比の数値が大きかった。1組合せでは下位の選抜後代系統群の方が対照区比の数値がやや大きかった。子実重の対照区比の遺伝率は、成城17号×はるな二条 ( $F_3-F_4$ )、同 ( $F_4-F_5$ ) および並赤神力×水晶の組合せ順に各々0.32、-0.12、0.23であった。耐湿性が上位と下位の選抜後代系統群の子実重の対照区比の平均値についてt検定を行った結果、3組合せのうち1組合せが1%水準で有意差が認められた。

第5-7表 節間伸長期の過湿処理による稈長の被害程度<sup>1)</sup>を指標とした耐湿性の選抜効果

交配組合せ		世 代	稈長の被害程度(%)				t <sup>3)</sup>	遺伝 獲得 量	遺伝率 <sup>4)</sup>
♀	♂		$\overline{M}_1^{2)}$	$\overline{M}_2^{2)}$	$\overline{M}_1^{*2)}$	$\overline{M}_2^{*2)}$			
成城17号	はるな二条	$F_3-F_4$	92.6	79.4	81.0	74.9	**	6.18	0.47
"	"	$F_4-F_5$	84.1	66.9	69.9	70.4	NS	-0.42	-0.02
並赤神力	水晶	$F_4-F_5$	77.4	67.1	74.8	64.0	*	10.88	1.06

1) 値は対照区比 [(過湿区/対照区) × 100, %] を用いた。

2)  $\overline{M}_1, \overline{M}_1^*$ : 各々上位の選抜系統およびこれらの後代系統群の稈長の被害程度の平均値。

$\overline{M}_2, \overline{M}_2^*$ : 各々下位の選抜系統およびこれらの後代系統群の稈長の被害程度の平均値。

3) \*\*, \*:  $\overline{M}_1$ と $\overline{M}_1^*$ についてt検定を行った結果、各々1%および5%水準で有意差があることを示す。  
NS: 有意差がないことを示す。

4) 遺伝率は  $(\overline{M}_1^* - \overline{M}_2^*) / (\overline{M}_1 - \overline{M}_2)$  で求めた。

第5-8表 節間伸長期の過湿処理による子実重の被害程度<sup>1)</sup>を指標とした耐湿性の選抜効果

交配組合せ		世 代	子実重の被害程度(%)				t <sup>3)</sup>	遺伝 獲得 量	遺伝率 <sup>4)</sup>
♀	♂		$\overline{M}_1^{2)}$	$\overline{M}_2^{2)}$	$\overline{M}_1^{1)}$	$\overline{M}_2^{1)}$			
成城17号	はるな二条	F <sub>3</sub> -F <sub>4</sub>	59.5	32.2	37.6	29.0	**	8.66	0.32
"	"	F <sub>4</sub> -F <sub>5</sub>	45.6	17.9	28.0	31.5	NS	-3.45	-0.12
並赤神力	水 晶	F <sub>4</sub> -F <sub>5</sub>	42.8	27.0	20.3	16.7	NS	3.56	0.23

- 1) 値は対照区比 [(過湿区/対照区) × 100, %] を用いた。
- 2)  $\overline{M}_1$ ,  $\overline{M}_1^{1)}$ : 各々上位の選抜系統およびこれらの後代系統群の子実重の被害程度の平均値。  
 $\overline{M}_2$ ,  $\overline{M}_2^{1)}$ : 各々下位の選抜系統およびこれらの後代系統群の子実重の被害程度の平均値。
- 3) \*\*:  $\overline{M}_1^{1)}$ と $\overline{M}_2^{1)}$ についてt検定を行った結果, 1%水準で有意差があることを示す。  
NS: 有意差がないことを示す。
- 4) 遺伝率は  $(\overline{M}_1^{1)} - \overline{M}_2^{1)}) / (\overline{M}_1 - \overline{M}_2)$  で求めた。

#### 4) 葉枯程度を指標とした耐湿性の選抜にともなう稈長と子実重の変化

1987年~1988年度に節間伸長期の過湿処理による葉枯程度, 稈長の被害程度および子実重の被害程度を指標として耐湿性の選抜効果を検討した3組合せについて, 葉枯程度を指標とした場合の耐湿性が上位および下位の選抜系統の後代系統群の稈長と子実重における過湿区, 対照区および対照区比の平均値を各々第5-9表, 第5-10表に示した。

葉枯程度を指標とした耐湿性が上位および下位の選抜後代系統群の稈長の平均値を比較すると, 過湿区と対照区比では3組合せともに上位の選抜系統群の方が数値が大きかった。一方, 対照区では1組合せは下位の選抜系統群の方が数値がやや大きかったものの, 他の2組合せは両者に差はなかった。耐湿性が上位および下位の選抜後代系統群の稈長の平均値についてt検定を行った結果, 過湿区では1組合せ, 対照区比では2組合せが5%水準で有意差が認められた。

葉枯程度を指標とした耐湿性が上位および下位の選抜後代系統群の子実重の平均値を比較すると, 過湿区では2組合せ, 対照区比では3組合せともに上位の選抜系統群の方が数値が大きかった。一方, 対照区では両者の差に一定した傾向はなかった。耐湿性が上位および下位の選抜後代系統群の子実重の平均値についてt検定を行った結果, 過湿区, 対照区比ともに1組合せが1%水準で有意差が認められた。

### 考 察

過湿区の葉枯程度, 稈長の被害程度および子実重の被害程度の3形質を指標として求めた耐湿性の遺伝率は小さいものの, 耐湿性の選抜効果が認められた。これらの3形質のうち, 過湿区の葉枯程度は稈長や子実重の被害程度を指標とした場合よりも比較的安定した遺伝率の推定値が得られた。

過湿区の葉枯程度を指標とした場合の耐湿性が上位および下位の選抜後代系統群の対照区の稈長および子実重を比較すると, 両者間に差が認められなかった。このことから, 葉枯程度を指標とした耐湿性の選抜にともなう稈長および子実重の偏りはないものと考えられる。また, 耐湿性が上位

第5-9表 節間伸長期の過湿処理による葉枯程度を指標とした耐湿性の選抜にともなう稈長の変化 (1987~1988年度)

交配組合せ		世代	稈長						
♀	♂		過湿区 (cm)	t <sup>1)</sup>	対照区 (cm)	t	対照区比 (%)	t	
成城17号	はるな二条	F <sub>3</sub> -F <sub>4</sub>	$\overline{M}_1^{(2)}$	66.9	*	80.8	NS	83.0	*
			$\overline{M}_2^{(2)}$	62.5		81.2		76.9	
"	"	F <sub>4</sub> -F <sub>5</sub>	$\overline{M}_1^{(2)}$	58.7	NS	82.9	NS	70.9	NS
			$\overline{M}_2^{(2)}$	56.5		83.0		68.0	
並赤神力	水晶	F <sub>4</sub> -F <sub>5</sub>	$\overline{M}_1^{(2)}$	60.1	NS	77.2	NS	78.1	*
			$\overline{M}_2^{(2)}$	56.4		81.3		69.4	

1) \*:  $\overline{M}_1$ と $\overline{M}_2$ についてt検定を行った結果, 5%水準で有意差があることを示す。

NS: 有意差がないことを示す。

2)  $\overline{M}_1$ ,  $\overline{M}_2$ : 葉枯程度を指標として, 耐湿性が上位および下位の選抜系統の後代系統群の過湿区, 対照区および対照区比の平均値。

第5-10表 節間伸長期の過湿処理による葉枯程度を指標とした耐湿性の選抜にともなう子実重の変化 (1987~1988年度)

交配組合せ		世代	子実重						
♀	♂		過湿区 (g)	t <sup>1)</sup>	対照区 (g)	t	対照区比 (%)	t	
成城17号	はるな二条	F <sub>3</sub> -F <sub>4</sub>	$\overline{M}_1^{(2)}$	17.9	**	43.8	NS	40.9	**
			$\overline{M}_2^{(2)}$	11.0		39.7		29.1	
"	"	F <sub>4</sub> -F <sub>5</sub>	$\overline{M}_1^{(2)}$	14.9	NS	48.1	NS	32.0	NS
			$\overline{M}_2^{(2)}$	15.5		49.3		31.9	
並赤神力	水晶	F <sub>4</sub> -F <sub>5</sub>	$\overline{M}_1^{(2)}$	11.2	NS	52.9	NS	21.3	NS
			$\overline{M}_2^{(2)}$	9.8		55.7		17.5	

1) \*\*:  $\overline{M}_1$ と $\overline{M}_2$ についてt検定を行った結果, 1%水準で有意差があることを示す。

NS: 有意差がないことを示す。

2)  $\overline{M}_1$ ,  $\overline{M}_2$ : 葉枯程度を指標として, 耐湿性が上位および下位の選抜系統の後代系統群の過湿区, 対照区および対照区比の平均値。

の選抜系統群の方が稈長および子実重の対照区比は大きい傾向にあった。

したがって、高耐湿性品種との交配および雑種初期世代における葉枯程度を指標とした選抜によって、ビールオオムギ品種の耐湿性を遺伝的に高めることが可能であると考えられる。

#### 4. 摘 要

耐湿性の異なる品種間の交配を行い、その $F_1$ と $F_2$ の耐湿性から遺伝様式を推定し、かつ雑種初期世代での耐湿性の遺伝率を推定し、選抜効果を検討した。また、葉枯程度が耐湿性の選抜の指標形質として利用できるかどうかを検討した。

1) 節間伸長期の過湿処理による葉枯程度は、対照区を設定しなくても大まかな湿害程度の判定ができ、しかも過湿処理が比較的簡単であった。過湿処理による葉枯程度は、過湿処理による子実重や稈長の被害程度と相関が認められたことから、葉枯程度は多数の系統を扱わなければならない雑種初期世代における耐湿性を判定する際の、有効な指標形質であると考えられる。

2) 葉枯程度を指標とした $F_1$ の耐湿性にはヘテロシスがみられた。また、 $F_2$ 集団の葉枯程度の分布は連続的変異を示し、耐湿性はポリジーンによって発現されると推察される。

3) 葉枯程度、稈長の被害程度および子実重の被害程度の3形質を各々指標として求めた耐湿性の遺伝率はいずれも小さいものの、耐湿性の選抜効果が認められた。これらの3形質のうち、葉枯程度を指標とした場合は稈長や子実重の被害程度を指標とした場合よりも安定した遺伝率の推定値が得られた。また、葉枯程度を指標とした耐湿性の選抜にともなう稈長および子実重の偏りはないものと考えられる。

4) 以上の結果から、高耐湿性品種との交配および雑種初期世代における選抜によって、ビールオオムギ品種の耐湿性を遺伝的に高めることが可能であることを明らかにした。

## 第6章 総 合 考 察

ビールオオムギはムギ類のなかではコムギについて作付面積が多く、しかもコムギより早生であるので、水田裏作として利用しやすいという利点を有する重要な作物である。しかし、わが国のビールオオムギの主要な作付地帯の一つである福岡、佐賀県を中心とした北部九州は、収量の年次間変動が大きく作柄が不安定であり、その原因は気象条件によるところが大きい。大後（1945）は33年間にわたる全国の県別作物の収量と気象条件との解析を行ったなかで、北部九州はムギ作にとって気象条件がよくないことを報告している。

本研究でも、ビールオオムギの収量と気象要因との関係を多変量解析法で解析したところ、収量は全生育期間をとおして主に降水量が多い場合に減少することが明らかになった。単相関からは、生育期間の高温によって減収するようにみえるが、それは降水量と気温に相関があるためで、収量に対する影響は温度ではなく降水量であった。暖冬年は低収になりがちなので茎立ちを遅めるために、今までは踏圧を積極的に行うことのみを勧めてきたが、真に収量に影響しているのは暖冬年に多い降水量なので、暖冬年は排水対策を中心とした栽培管理を行うことが極めて重要である。

また、近年北部九州のビールオオムギの品質低下の主な要因として、側面裂皮粒などの被害粒の混入と整粒歩合の低下が報告されている（浜地ら 1989a）が、このような被害粒は過去にあまりみられなかったもので、発生状況や発生原因はよくわかっていなかった。さらに、ビールオオムギでは整粒歩合は収量のみならず、品質を高める点で重要な形質であり、近年その整粒歩合の低下が以前より増して指摘されるようになってきた。

本研究によると、茎立期頃の過湿で穎の発育が抑えられ、さらにこの時期の湿害と日照不足や低温との複合作用によって穎は著しく小さくなった。一方、粒の肥大は茎立期頃の過湿の程度が大きい場合に抑えられた。また、側面裂皮粒は過湿の程度が比較的小さく、登熟期の粒の充実には影響を受けないものの、穎の発育が抑えられる場合に発生しやすかった。このようにして、穎や粒の発育と湿害などの環境ストレスとの関係や被害粒の発生機構を明らかにすることができた。これらも被害粒の発生防止の対策上有意義な知見であった。

原田（1974）は過湿がビールオオムギの整粒歩合や1000粒重を低下させることを報告しているが、本研究においても近年の主要なビールオオムギ品種の湿害は、収量のみならず整粒歩合を著しく低下させ、また近年の主要なビールオオムギ品種は全体的に耐湿性が弱いレベルにあった。

以上のように、湿害が暖地のビールオオムギの子実の形態、収量および品質に及ぼす影響はきわめて大きいことを明らかにした。しかし、湿害を回避するには、暗渠施工などの基盤整備や栽培技術の改善もあるが、北部九州ではムギ作期間の多雨は避けがたいのでこれらの方法のみでは限界があり、育種による対応がぜひ必要である。そのためには、的確な耐湿性の判定方法について検討し、耐湿性の品種間差異を探り、交配母本を選定する必要がある。

ムギ類の耐湿性の品種間差異については、過去の多くの研究で品種間に強弱の差異が認められているが、検定期、耐湿性を判定する指標形質および耐湿性の判定基準が十分に確立されていないため、研究者によって品種の耐湿性の判定結果は必ずしも一定でない。そこで、従来の耐湿性の検定方法を見なおすとともに、多数のオオムギの品種間差異について検討した。

本研究では、ムギ類が湿害に最も弱い時期とされている節間伸長期と粒の充実に影響を及ぼす登熟期に、畦間灌水処理による大規模な圃場試験で耐湿性の検討を試みたが、その結果両時期の過湿処理による各形質の被害程度に品種間差異が認められ、耐湿性の判定が可能であることが示された。

また、耐湿性判定の基準となりうる耐湿性強弱の指標品種を選定することができた。

ところで、品種の出穂期と過湿処理による稈長の被害程度との間には相関があることが知られている（池田ら 1955b, 佐々木・鶴 1978）。本研究でも稈長を含めた多くの形質で同様の傾向があり、特に稔実歩合で著しかった。したがって、出穂期がほぼ同じ品種群で耐湿性程度の異なる指標品種と比較しながら耐湿性の品種間差異を検討した。また、過湿処理の影響を受ける形質の年次間変動および形質相互間の影響が大きいので、稈長、穂数、稔実歩合および1000粒重などの形質を主成分分析法で総合化して耐湿性の強弱を判定することも試みた。

このようにして、オオムギ品種の節間伸長期と登熟期の耐湿性の強弱を判定し、耐湿性の優れたいくつかの品種をビールオオムギ育種のための耐湿性交配母本として選定した。これらの選定母本は数年間の試験結果をもとに、各形質を総合化した指標を参考にして得られたもので、耐湿性の交配母本として確かなものと考えられる。また、成城17号を除いた近年の主要なビールオオムギ品種はいずれも耐湿性が弱いレベルにあり、現在のビールオオムギが耐湿性の面からは改良されなかったことを示唆した。このことは、これまでのビールオオムギ育種は早生強稈品種、醸造品質の優れた品種および大麦縞萎縮病抵抗性品種などの育成が急務で（増田・川口 1968, 野中1971a・b, 川口 1976a・b, 北原 1981a・b, 藤井 1987）、耐湿性までは改良できなかったためであり、逆に耐湿性を付与すればさらに多収高品質化を図る余地が大きいともいえる。

そこで、耐湿性の母本を用いて交配を行い、ムギ類で今までに試みられなかった耐湿性の遺伝様式と選抜効果の検討を行った。F<sub>2</sub>集団の葉枯程度は一つのピークをもった連続的変異を示したことから、耐湿性はポリゾーンによって発現されることが推察される。また、耐湿性の遺伝率は小さいものの、耐湿性の選抜効果が認められた。

実際の育種の場面では、雑種初期世代において多数の系統のなかから耐湿性の選抜を行わなければならないため、簡易に耐湿性を判定できることが望ましい。この点、節間伸長期における葉枯程度は対照区を設定しなくても大まかな湿害程度の判定ができ、しかも過湿処理による稈長や子実重の被害程度と相関が認められ、雑種初期世代の耐湿性選抜の有効な指標形質であった。さらに、葉枯程度を指標とした耐湿性の選抜にともなう稈長や子実重の偏りも認められなかった。

以上の結果から、耐湿性遺伝子を集積するために耐湿性が強い品種との交配および大規模の集団養成をして、その後代系統での確かな選抜をすることによって、ビールオオムギ品種の耐湿性を遺伝的に強くすることは可能であると考えられる。

佐々木（1984）はわが国に比べて降水量の少ない地域から導入された品種のなかにも耐湿性の比較的強いオオムギ品種があることを、また武田（1986）は多数のオオムギ品種の耐湿性を検定し、野生オオムギのなかにも耐湿性の非常に優れた品種が含まれていることを報告している。したがって、今後これらの品種および本試験で交配母本に適するとして選定された品種とビールオオムギを交配して、多数の雑種後代の系統を養成し、畦間湛水処理によって初期世代では葉枯程度による第一次的な選抜を、後期世代では稈長、穂数、稔実歩合および収量の被害程度を指標としての確かな選抜をすることによって、ビールオオムギの耐湿性向上を図っていくことが、収量や品質向上のために必要である。

## 第7章 摘 要

本論文は、暖地のビールオオムギの作柄の安定化を図る目的で、過湿条件が子実の収量および品質に及ぼす影響を解析した。また、従来の耐湿性の検定方法を見なおすとともに、多数の品種について品種間差異を検討し、交配母本を選定した。さらに、耐湿性の遺伝様式と選抜効果を検討して、ビールオオムギの耐湿性を遺伝的に高めることが可能であるかどうかを検討した。以下、その成果の概要を述べる。

1. ビールオオムギの収量と気象要因との関係を多変量解析法で解析したところ、収量は全生育期間をとおして主に降水量が多い場合に減少することが明らかになった。生育期間の高温によって減収するように単相関からみえるが、それは降水量と気温に相関があるためで、収量に対する影響は温度ではなく降水量であった。

2. ビールオオムギでは、穂数が過湿処理の影響を大きく受け、減収の最も大きな要因となった。また、ビールオオムギにおける湿害は減収のみならず、整粒歩合を著しく低下させた。

3. 茎立期頃の過湿で穎の発育が抑えられ、さらにこの時期の湿害と日照不足や低温との複合作用によって穎は著しく小さくなった。粒の大きさは茎立期頃の過湿の程度が大きい場合に抑えられた。また、近年北部九州で問題になっている内穎と外穎の包含部に沿って穎果が露出する側面裂皮粒は、湿害などにより、穎と粒の大きさがアンバランスになった場合に発生しやすかった。

4. 過湿処理により、全根数に対する白色根の割合はビールオオムギの成城17号とふじ二条IIでは茎立期にあたる2月下旬から、コムギのアサカゼコムギは3月下旬から急激に低下した。節間伸長期にあたる3月中旬頃は白色根の割合の品種間差異およびビールオオムギ、コムギ間差が明らかで、根の障害はふじ二条IIが最も大きく、次いで成城17号で、アサカゼコムギが最も小さかった。

5. 湿害に最も弱い時期とされている節間伸長期と粒の充実に影響を及ぼす登熟期に、畦間湛水処理による大規模な圃場試験で耐湿性の検討を試みた。その結果、両時期の過湿処理による各形質の被害程度に品種間差異が認められ、耐湿性の判定ができた。

6. 供試品種の出穂期の差が大きい場合には、節間伸長期と登熟期の過湿処理による各形質の被害程度が出穂期の早晩によって異なるので、耐湿性の検定は出穂期のはほぼ同じ品種群で、耐湿性の強弱の指標品種と比較して耐湿性程度を判定することが必要であった。

7. 節間伸長期の耐湿性の強弱を判定する指標形質としては、稈長、穂数、稔歩合および子実重の4形質が、登熟期の耐湿性の強弱を判定する指標形質としては、1000粒重が適当であった。

8. オオムギ品種について節間伸長期および登熟期の耐湿性の強弱を判定した。このなかから、節間伸長期の耐湿性が「やや強」の品種として成城17号（早生）、コウゲンムギおよび独53号（以上晩生）、「弱」の品種としてはるな二条（早生）、コビンカタギおよびニューゴールドン（以上晩生）を、登熟期の耐湿性が「やや強」の品種として倍取10号、「弱」の品種としてコビンカタギと博多2号を指標品種として選定した。

9. これらの指標品種をもとにしてビールオオムギの耐湿性を判定したところ、成城17号を除いた暖地における近年の主要なビールオオムギ品種は耐湿性が弱かった。また、最近の育成品種はいずれも全体的に耐湿性が弱いレベルにあり、現在のビールオオムギが耐湿性の面からは改良されなかったことを示唆した。

10. 過湿処理の影響を受ける形質の年次間変動および形質相互間の影響が大きいので、稈長、穂数および稔歩合などの形質を主成分分析法で総合化して耐湿性の強弱を判定することも試みた。



その結果、耐湿性の優れた交配母本として、成城17号、愛知早生ゴールデン、K-3、露22号、エビス、岩手メンシュアリー、中泉在来、コウゲソムギおよび独53号などを選定した。

11. 葉枯程度は対照区を設定しなくても大まかな判定ができ、過湿処理が比較的簡単であり、多数の系統を扱わなければならない雑種初期世代における耐湿性を判定する際の有効な指標形質であった。

12. 耐湿性の母本を用いて交配を行い、耐湿性の遺伝様式と選抜効果の検討を行った結果、F<sub>2</sub> 集団の葉枯程度は一つのピークをもった連続的変異を示したことから、耐湿性はポリジーンによって発現されることが推察される。また、耐湿性の遺伝率は小さいものの、耐湿性の選抜効果が認められた。

13. 以上の結果から、環境条件、特に湿害が暖地のビールオオムギの子実の収量および品質に及ぼす影響を明らかにすることができた。さらに、高耐湿性品種との交配および大規模の集団養成をして、その後代系統での確な選抜をすることによって、ビールオオムギ品種の耐湿性を遺伝的に高めることが可能であることを明らかにした。

## 第8章 引用文献

- 安達一明 1952. 気象と小麦の作況に関する一考察. 日作紀 21:162-163.
- AIDA, Y. 1979. On a new excellent malting barley variety, "Haruna Nijo". Bull. Brew. Sci. 25:9-12.
- ARIKADO, H. 1954. Different responses of soybean plants to an excess of water with special reference to anatomical observations. Proc. Crop Sci. Soc. Jap. 23:28-36.
- 有門博樹 1955a. 通気系の発達と耐湿性との関係. 第5報. 麦類及び二, 三の牧草類に於ける通気系について. 日作紀 23:287-290.
- 1955b. ———. 第6報. 麦類及び数種牧草類の湛水処理に対する生態学的並に解剖学的反応. 日作紀 24:53-58.
- BELFORD, R. K. 1981. Response of winter wheat to prolonged waterlogging under outdoor conditions. J. Agric. Sci. 97:557-568.
- BRIGGS, D. E. 1978. The morphology of barley ;the vegetative phase. In Barley, Chapman and Hall Ltd, London. 1-38.
- 中国農試 1951. 麦類の湿害に関する研究. 麦類品種の耐湿性検定試験. 1951年度試験成績書: 1-7.
- CLARK, A. J. and D. J. SAMMONS 1987. Response of selected barley cultivars to excessive moisture. Barley Newslett. 31:167-169.
- 大後美保 1945. 日本作物気象の研究 — 日本における農作物と気象との関係に対する汎農業気象学的研究 — . 朝倉書店, 東京. 107-502.
- 藤井敏男 1987. 大麦稿萎縮病抵抗性ビール麦の品種育成 — 栃木県における — 農業技術 42:397-400.
- 藤井義典・田中典幸 1956. 麦類の初生根における耐湿性の2, 3の観察. 九州作物談話会報 10:56-58.
- 後藤虎男 1986. コムギの太陽エネルギー利用効率と子実生産の地域性(3). 農及園 61:605-609.
- НАМАЧН, Y. 1988. The phenomenon and cause of underdevelopment of husks in malting barley. Barley Newslett. 32:121.
- 浜地勇次・古庄雅彦 1989. ビール大麦の過湿条件下での根の障害および分布. 日作九支報 56:82-85.
- ・吉田智彦 1989a. 最近のビール大麦における品質低下の実態・原因・対策. 農及園 64:395-402.
- ・——— 1989b. 暖地のビール大麦の収量と気象条件の関係の統計的解析. 日作紀 59:1-6.
- ・——— 1990. ビール大麦における殻皮の厚さの品種間差異. 日作紀 59:733-736.
- ・篠倉正住・佐々木昭博 1982. Isogenic 系統対によるオオムギ並・渦性間の耐湿性の差異. 日作九支報 49:49-52.
- ・——— ・伊藤昌光・和田学 1983. 節間伸長期におけるオオムギの耐湿性の品種間差異. 日作九支報 50:39-42.
- ・伊藤昌光・篠倉正住・和田学・古庄雅彦 1984a. オオムギの耐湿性の品種間差異に関

- する研究。第1報。節間伸長期における耐湿性の検定方法。福岡農総試研報 A-3:11-16。
- ・——・古庄雅彦・篠倉正住 1984b。——。第2報。節間伸長期における耐湿性の異なる指標品種の選定。福岡農総試研報 A-4:39-42。
- ・——・和田学 1984c。オオムギの節間伸長期湛水処理による不稔の発生。九州農業研究 46:37。
- ・古庄雅彦・伊藤昌光 1985a。オオムギの耐湿性の品種間差異に関する研究。第3報。登熟期における耐湿性の検定方法及び品種間差異。福岡農総試研報 A-5:27-30。
- ・——・—— 1985b。節間伸長期におけるビールオオムギの耐湿性。日作九支報 52:81-83。
- ・——・吉田智彦 1988a。ビール大麦における被害粒の発生実態。九州農業研究 50:46。
- ・——・——・伊藤昌光 1988b。ビール大麦の耐湿性交配母本の選定。日作紀 57:715-721。
- ・——・—— 1989a。ビール大麦における側面裂皮粒の発生に及ぼす環境条件の影響。日作紀 58:507-512。
- ・——・—— 1989b。ビールオオムギの耐湿性の遺伝率。育雑 39:195-202。
- ・吉野稔・古庄雅彦・吉田智彦 1990a。ビール大麦における土壌の過湿条件が穎の大きさおよび側面裂皮粒の発生に及ぼす影響。日作紀 59:667-671。
- ・——・——・—— 1990b。ビールオオムギにおける耐湿性選抜の指標形質。育雑 40:361-366。
- 原田哲夫 1974。二条大麦の品質に関する作物学的研究。広島農試報 34:1-82。
- ・鳥生久嘉・伊藤夫仁 1966a。栽培および環境条件が二条大麦の品質におよぼす影響。第6報。土壌のちがいと品質・収量。広島農試報 23:219-229。
- ・——・—— 1966b。——。第7報。生育各時期の土壌の含湿状態と品質・収量。広島農試報 23:231-246。
- HODGSON, D. R., G. M. WHITELEY and A. E. BRADNAM. 1989. Effects of waterlogging in the spring on soil conditions and the growth and yield of spring barley in three cultivation systems. J. Agric.Sci. 112:265-276.
- 池田利良・東駿次・川出武夫・西郷昭三郎 1954。麦類品種の耐湿性に関する研究。第1報。麦類品種の耐湿性検定法に関する研究。東海近畿農試研報・栽培部 1:21-26。
- ・——・——・—— 1955a。——。第2報。麦類に於ける耐湿性の品種間差異。東海近畿農試研報・栽培部 2:11-16。
- ・——・——・—— 1955b。——。第3報。麦類品種の耐湿性と幼植物地上部呼吸作用及び出穂早晚との関係。東海近畿農試研報・栽培部 2:17-21。
- ・——・—— 1957。麦の生育諸時期における土壌過湿の影響。東海近畿農試研報・栽培部 4:30-37。
- 石丸治澄・波多江政光 1971a。九州地域における小麦の作況判定方法に関する解析研究。第1報。収量推定に関する解析。日作九支報 35:94-96。
- ・—— 1971b。——。第2報。穂数および稔実粒数推定に関する解析。日作九支報 36:67-69。
- 伊藤昌光・浜地勇次・古庄雅彦・篠倉正住・北原操一・藤井敏男・鈴木崇之 1987。二条大麦新品

- 種「ニシノゴールド」の育成。福岡農総試研報 A-6:17-24.
- JACKSON, M. B. 1985. Ethylene and the responses of plants to excess water in their environment: a review. In ethylene and plant development (eds) J.A. ROBERTS and G.A. TUCKER, Butterworths, London. 241-265.
- 金川修造 1948. 宮崎県に於ける麦作と気象. 九州農業研究 2:8-9.
- 川口数美 1976a. 二条オオムギの醸造用品質と育種(1)——講座作物の育種とその生理 10——. 農業技術 31:59-63.
- 1976b. —— (2) —— . 農業技術 31:111-114.
- 桐山 毅・田谷省三 1975. 麦類の生育時期と湿害について. 九州農業研究 37:77-78.
- ・井手義人・吉富研一・小西猛朗 1956. 麦類耐湿性の品種間差異(予報). 九州農業研究 17:57-58.
- 北原操一 1981a. 醸造用二条大麦をめぐる諸問題——その1——. 社会的諸問題とその対応. 農業技術 36:367-369.
- 1981b. —— —その2——. 技術的諸問題とその対応. 農業技術 36:411-416.
- ・藤井敏男・小林俊一・瀬古秀文 1982. ビールムギにおける穀皮歩合と諸形質の関係について. 育種 32(別1):176-177.
- 倉井耕一・関口忠男・氏原和人・瀬古秀文・武田元吉 1987. ビールオオムギにおける穂型および粒の外観と麦芽品質との関係. 育種 37:421-428.
- 増田澄夫・川口数美 1968. ビールムギ——良質・多収栽培の実際. 農山漁村文化協会, 東京. 31-46.
- 松村 修・波多江政光・宮川敏男・岐部利幸 1985. 昭和59年度の作況試験にもとづく小麦の生育・収量解析. 日作九支報 52:73-77.
- 松山茂助 1970. 麦酒醸造学. 東洋経済新報社, 東京. 123-125.
- MAYNE R. G. and P. J. LEA 1984. Alcohol dehydrogenase in *Hordeum vulgare*: Changes in isoenzyme levels under hypoxia. Plant Sci. Lett. 37:73-78.
- MCDONALD, G. K. and W. K. GARDNER 1987. Effect of waterlogging on the grain yield response of wheat to sowing date in south-western Victoria. Aust. J. Exp. Agric. 27:661-670.
- MEYER W. S. and H. D. BARRS 1988. Response of wheat to single shortterm waterlogging during and after stem elongation. Aust. J. Agric. Res. 39:11-20.
- 三重統計調査事務所作況試験室 1972. 気象を説明変数とした麦類の作柄予想について. 試験研究資料 第39集:150-152.
- 宮林達夫 1949. 大麦の発育期と湿害. 農及園 24:779-780.
- 溝口徳三郎・小池博 1953. 麦類の湿害の研究. 第1報. 生育期間別湿害の様相と種間並に品種間差異. 中四国農業研究 4:3-4.
- 中川元興 1958. 小麦における耐湿性の遺伝学的研究. 第1報. 耐湿性に関与する遺伝因子. 育種 7:198-200.
- ・牛腸英夫・西尾小作 1968. 東海近畿地域における府県別小麦収量と月別気象要因との関係について. 東海近畿農試研究速報 5:31-57.
- 中沢秋雄・小河原進 1954. 菜種の湿害に関する研究. 二, 三菜種品種の酸素消費量の差異について. 日作紀 23:128-131.

- 中山保・増田澄夫・川口教美・山野昌敏・齊藤忠男・北条良夫・藤平利夫・沢畑 秀・米内貞夫  
1967. 二条大麦新品種「ニューゴールド」について. 栃木農試研報 10:9-20.
- 野中舜二 1971a. ビール麦の栽培と研究の動向(1). 農業技術 26:1-5.  
——— 1971b. —— (2). 農業技術 26:57-58.
- 農林水産省統計情報部 1989. 昭和63年産作物統計 第5章 麦類編. 31:301-380.
- 奥野忠一・久米均・芳賀敏郎・吉澤正 1981. 多変量解析法(改訂版). 日科技連, 東京.  
128-157.
- 大石博嗣・中村大四郎・横尾浩明 1988. 1987年産ビール麦に多発した被害粒について. 九州農業  
研究 50:47.
- 大分統計調査事務所作況試験室 1973. 大分県における麦類の収量予測方法に関する研究. 第1報  
予想収獲量調査時における小麦・裸麦の収量予測方法試案 試験研究資料 第41集:133-134.
- 大谷義雄 1948. 麦の湿害について. 農及園 23:115-118.
- 大塚謙一 1981. 醸造学. 養賢堂, 東京. 73-74.
- 佐々木昭博 1979. オオムギ皮裸性品種および並過性品種間における耐湿性の差異. 日作九支報  
46:59-60.  
——— 1980. オオムギ数品種の生育時期を異にした湿害. 育雑 30(別2):72-73.  
——— 1982. オオムギの雑種第1代における耐湿性. 育雑 32(別2):160-161.  
——— 1984. オオムギの節間伸長期における耐湿性の品種間差異. 育雑 34:79-86.  
——— ・鶴政夫 1978. オオムギ品種の耐湿性検定 — 洪水処理が主要形質に及ぼす影響につ  
いて. 育雑 28(別2):88-89.
- 佐藤和広・吉良賢二・越智弘明・成田秀雄 1989. ビールオオムギにおける殺皮歩合のダイアレル  
分析. 育雑 39:471-480.
- 瀬古秀文・田谷省三・藤井敏男・伊藤浩・小林俊一・土沢美津留・早乙女和彦・桐生光広・氏原和  
人・北原操一・武田元吉・野中舜二・川口教美・関口忠男・倉井耕一・鈴木崇之・大橋一夫  
・吉沢朋子・若田部紀嗣・久保野実・山野昌敏 1986. 二条大麦新品種「ミサトゴールド」  
について. 栃木農試研報 32:43-64.
- 食糧庁検査課 1968. 農産物検査の理論と実務. 糧友社. pp418.
- SOO, H. S. 1971. Studies on the wet-injury resistance of wheat and barley varieties.  
I. Varietal difference of wet-injury resistance of wheat and barley. Korean J.  
Breeding. 3:98-106.  
——— . 1973. —— . II. Relation between wet-injury resistance and root growth  
in wheat and barley. Korean J. Breeding. 5:91-97.  
——— . 1977. —— . III. Effect of various moisture levels on the top and root  
growth of barley crop. J. Korean Soc. Crop Sci. 22:80-92.  
——— . 1978. —— . IV. Effect of excess-moisture in the soil on the growth of  
wheat, six row and two row barley at various stage. J. Korean Soc. Crop Sci.  
23:26-31.
- 高橋俊明 1955. ビール麦の収量子想. 生研時報 7:118-122.
- 武田元吉 1976. ムギ類の生育のステージと生理・生態. III. 穂の分化と生育 農業技術体系作物  
編 4. 農山漁村文化協会, 東京. 65-74.
- 武田和義 1986. ストレス耐性資源作出におけるバイオテクノロジーと遺伝資源. 6. 作物の水分ス

- トレス耐性. a.耐湿性の機構と遺伝資源. 農業技術 41:501-507.
- 1989. オオムギ幼植物耐湿性の品種変異とそのダイアレル分析. 育雑 39(別1):174-175.
- 田谷省三・荒木均・野中舜二 1981. コムギ「農林61号」の収量および諸特性に及ぼす気象条件の影響. 日作九支報 48:15-18.
- 時政文雄 1951. 麦類の湿害に関する研究. 第1報. 小麦の生育時期別にみたる湿害. 日作紀 20:171-173.
- 1952. —— . 第2報. 湿害に対する種類並に品種間差異. 日作紀 20:266-267.
- 徳永初彦 1959. 小麦の登熟におよぼす生育末期の気象条件について. 日作九支報 14:28-30.
- 栃木県農試 1989. 品種改良のためのビール麦品質検定法(2)—— 栃木県農業試験場栃木分場における醸造用適性分析手順ならびに研究要録—— . 1988年度二条大麦育種基礎試験成績書:1-100.
- 露崎浩・武田和義 1989. オオムギにおける裂皮・凸腹粒の品種変異と発生機構. 育雑 39(別1):386-387.
- WIGNARAJAH, K. 1987. Effect of waterlogging in barley during the seedling stage. Indian J. Plant Physiol. 30:44-51.
- 山崎 伝 1952. 畑作物の湿害に関する土壌化学的並に植物生理学的研究. 農技研報 B1:1-92.
- YAMAUCHI, A., Y. KONO, J. TATSUMI and N. INAGAKI 1988. Comparison of the capacities of waterlogging and drought tolerances among winter cereals. Japan. Jour. Crop Sci. 57:163-173.
- 吉田美夫 1977a. 水田におけるムギの湿害の理論と実際(1). 農業技術 32:492-496.
- 1977b. —— (2). 農業技術 32:529-534.

# Breeding for High Wet Endurance in Malting Barley

by

Yuji HAMACHI

## Summary

Heavy rain fall is the main obstruction for malting barley production in Kyushu region. The excess soil moisture lowers the yield and quality of malting barley.

In order to solve the problem through cultural practice and cultivars with high wet endurance, 1) The effects and the degree of wet injury on yield and quality of malting barley in Kyushu region were investigated. 2) The improved method of wet endurance determination was described. 3) The response of many barley cultivars containing newly developed malting barley cultivars to excess soil moisture was tested in field to find high wet endurance cross parents for malting barley breeding programs. 4) Wet endurance in  $F_1$  hybrids and  $F_2$  populations and the heritability in early generations were estimated in this thesis.

1. Multiple regressions of malting barley cultivars between yield and climatic conditions in Kyushu region over years were computed by backward and forward procedure.

Multiple regressions of malting barley cultivars between yield and climatic conditions in Kyushu region over years showed that only precipitation contributed to yield adversely. The negative phenotypic correlation between yield and temperature suggested that high temperature caused yield decrease, but this was because of the positive correlation between temperature and precipitation, and real influence of temperature to yield was little.

Therefore, high precipitation or wet injury was the main restriction to yield of malting barley in Kyushu region.

2. Yield decrease of malting barley under excess soil moisture condition was mainly caused by the reduction of ears. Plump-grain percentage under excess soil moisture condition was extremely decreased, which caused low inspection grade.

3. The growth of lemma and palea was inhibited by the excess soil moisture treatment during the husk-size-determination period, i.e., from flag leaf emergence stage to heading stage, when the length and width of lemma and palea rapidly increased, and was extremely inhibited by the excess soil moisture combined with shading or low temperature during this period.

The husk underdevelopment, which resulted in the exposure of caryopsis through lemma and palea and caused poor germination and low inspection grade, occurred when excess soil moisture was combined with shading or low temperature, because of

the unbalance between husk size and kernel size.

4. The injured roots of malting barley, showing brownish color and necrosis under excess soil moisture, extremely increased at the internode elongation stage. There was varietal difference in the degree of injured root at this period.

5. The response of many barley cultivars to excess soil moisture was tested in the field. Cultivars were grown under excess soil moisture condition (irrigated condition) at the internode elongation stage and the ripening stage, respectively.

In both stage, there were significant varietal differences in the response to excess soil moisture among the barley cultivars, indicating that estimating the degree of wet endurance in barley cultivars was possible by using irrigated field.

6. The degree of wet endurance could be estimated using the reduction ratios of four characters (culm length, number of ears, seed fertility and yield) for the internode elongation stage and 1000 kernel weight for the ripening stage, respectively.

The reduction ratio was calculated as (the mean value of excess soil moisture plots / that of control plots)  $\times$  100.

7. The degree of wet endurance at the internode elongation stage and the ripening stage in many barley cultivars were tested by using these check characters.

Among these cultivars, Seijo No.17, Kougen Mugi and Doku 53 were identified as check varieties of high wet endurance at the internode elongation stage, and Haruna Nijo, Kobinkatagi and New Golden as check varieties of low wet endurance. Baitori 10 was identified as an check variety of high wet endurance at the ripening stage, and Kobinkatagi and Hakata 2 as check varieties of low wet endurance.

8. Among malting barley cultivars tested by using these check varieties of wet endurance, Seijo No.17 and Akagi Nijo were less damaged under excess soil moisture treatment. However, it was found that wet endurance in newly developed malting barley cultivars was generally low.

9. Principal Component Analysis (PCA) was applied for two barley populations ; 78 two-rowed barley cultivars and 51 late-maturing cultivars to find high wet endurance cross parents for malting barley breeding program. Characters for PCA were the reduction ratios by the treatment of culm length and four yield components (number of kernels per ear, number of ears, seed fertility and 1000 kernel weight).

Component 1 by the PCA was considered to be a reliable index for wet endurance of barley cultivars. Among barley cultivars tested, several cultivars which had the high component value of PCA were selected for the wet endurance cross parents in malting barley breeding program.

10. The degree of dead leaf under excess soil moisture treatment was considered to be a good and practical index for the screening of wet endurance in early generations, because the heritability values estimated by using the degree of dead leaf were relatively constant comparing with the other values estimated by yield and culm length, and the method of estimating the degree of dead leaf was far less complicated.

11. Value of wet endurance, which was estimated by the degree of dead leaf, of  $F_1$



hybrids were less than those of their midparents, indicating the heterosis of wet endurance. Frequency distributions of wet endurance in  $F_2$  populations showed continuous variation. Therefore, wet endurance of barley was due to the effect of polygenes.

Heritability values, estimated by the selection for high and low wet endurance in early generations in separated two experiments, were 0.08 - 0.28 and 0.12 - 0.48, respectively, indicating that screening for wet endurance in early generations was possible by using the degree of dead leaf under excess soil moisture treatment.

12. In conclusion, it was found that wet endurance in newly developed malting barley cultivars was generally low and that wet injury was the main restriction to high yield and good quality of malting barley in Kyushu region.

It was possible to improve wet endurance of malting barley genetically by crossing with high wet endurance cultivars and screening the improved materials in early generations in irrigated field.

**福岡県農業総合試験場特別報告  
第5号**

**ビールオオムギにおける耐湿性品種  
育成のための遺伝・育種学的研究**

**発行** 平成4年3月  
福岡県農業総合試験場  
(福岡県筑紫野市大字吉木)

**著者** 浜地勇次

**印刷所** 城島印刷有限公司

**福岡県行政資料**

分類記号 PA	所属コード 0704106
登録年度 3	登録番号 8