

麦類の土壤伝染性ウイルス病に対する大麦品種の抵抗性に関する研究

飯田幸彦¹⁾・小川 奎²⁾・渡辺 健³⁾・千葉恒夫⁴⁾・山崎郁子⁵⁾
三田村剛⁶⁾・小西猛朗⁷⁾

Studies on resistance of barley varieties to soil-borne virus diseases of barley.

Yukihiko IIDA, Kei OGAWA, Ken WATANABE, Tsuneo CHIBA, Ikuko YAMAZAKI,
Tsuoyoshi MITAMURA and Takeo KONISHI

Key Words : *Hordeum vulgare*, soil-borne disease, barley yellow mosaic virus, BaYMV, soil-borne wheat mosaic virus, SBWMV, virus strain, resistance, resistance gene, esterase isozyme, linkage.

目	次
I 緒 言	116
II 試験方法の概要	118
1. 供試した圃場の分布と栽培来歴	118
2. 各圃場の汚染ウイルスおよびオオムギ縞萎縮ウイルス系統の判別方法	119
3. 大麦品種の抵抗性の評価方法	119
III オオムギ縞萎縮病による罹病性大麦品種の被害	120
1. 二条大麦品種あかぎ二条における被害	120
2. 六条大麦品種カシマムギにおける被害	123
3. 考 察	124
IV オオムギ縞萎縮病・ムギ類萎縮病による被害程度 の品種間差異	125
1. オオムギ縞萎縮病が稈長におよぼす影響の 品種間差異	125
2. オオムギ縞萎縮病が収量におよぼす影響の 品種間差異	125
3. 二条大麦品種ミサトゴールドンのオオムギ縞 萎縮病による被害	129
4. ムギ類萎縮病が大麦品種の稈長におよぼす影響	131
5. 考 察	133
V オオムギ縞萎縮ウイルスの I, II, III 型系統に 対する抵抗性遺伝子の異なる大麦品種の反応	134
1. オオムギ縞萎縮ウイルスの各系統に対する異 なる抵抗性遺伝子をもつ大麦品種の反応	134
2. オオムギ縞萎縮ウイルス III 型系統に対する六条 大麦由来の抵抗性をもつ二条大麦品種の反応	136
3. 考 察	140
VI オオムギ縞萎縮病ウイルスの I, II, III 型系統 に対するわが国の二条大麦品種と六条大麦品種の 反応	142
1. オオムギ縞萎縮ウイルスの各系統に対するわ が国の二条大麦品種の反応	142
2. 二条大麦品種の系譜とオオムギ縞萎縮ウイル ス II 型系統に対する反応との関係	145
3. オオムギ縞萎縮ウイルスの各系統に対するわ が国の六条大麦品種の反応	146
4. 六条大麦品種の皮・裸性, 並・渦性および取 寄先とオオムギ縞萎縮ウイルスの各系統に対す る反応との関係	148
5. 考 察	148
VII 二条大麦におけるエステラーゼ同位酵素遺伝子 型とオオムギ縞萎縮ウイルス II 型系統に対する抵 抗性との連鎖関係	150
1. 二条大麦品種群におけるエステラーゼ同位酵 素遺伝子型とオオムギ縞萎縮ウイルス II 型系統 に対する反応との関係	150
2. オオムギ縞萎縮ウイルス II 型系統に対する抵 抗性遺伝子の連鎖分析	150
3. 考 察	152
VIII ムギ類萎縮ウイルスに対する大麦品種の反応	152
1. わが国の二条大麦品種の反応	153
2. わが国の六条大麦品種の反応	153
3. 六条大麦品種の皮・裸性, 並・渦性および取 寄先とムギ類萎縮ウイルスに対する反応との関 係	155
4. オオムギ縞萎縮病抵抗性遺伝子をもつ大麦品 種のムギ類萎縮ウイルスに対する反応	155
5. 考 察	156
IX オオムギ縞萎縮病抵抗性品種ミサトゴールドン ・マサカドムギの栽培特性	156
1. オオムギ縞萎縮病抵抗性品種の栽培特性	156
2. 二条大麦品種ミサトゴールドンの茨城県での 適応性	157
3. 六条大麦品種マサカドムギの茨城県での適応 性	160
4. 六条大麦品種マサカドムギのオオムギ縞萎縮 病, ムギ類萎縮病に対する抵抗性	161
5. 考 察	162
X 総 合 考 察	163
摘 要	166
引用文献	168
Summary	172

1) : 現農業総合センター生物工学研究所
2) : 現農林水産省農業研究センター
3) : 現農業総合センター農業研究所
4) : 現農業総合センター園芸研究所

5) : 元農業総合センター農業研究所
6) : 現大宮地区農業改良普及センター
7) : 九州大学農学部

I 緒 言

わが国の大麦で一般に発生が認められる土壌伝染性のウイルス病には、barley yellow mosaic virus (BaYMV) によるオオムギ縞萎縮病と soil-borne wheat mosaic virus (SBWMV) によるムギ類萎縮病がある。これらの病原ウイルスは、土壌中の *Polymyxa graminis* Led. によって媒介される。すなわち、病原ウイルスを保毒した *Polymyxa* 菌が大麦の根に寄生することによって、ウイルスが伝搬され感染が成立する。春先になるとウイルスは地上部に移行、増殖し、植物体はモザイク症状を呈し、甚だしい場合には黄化、萎縮する。植物体内で増殖したウイルスは、再び根部の *Polymyxa* 菌に移行し越冬する。このように、罹病株を通じて媒介菌の病原ウイルス保毒率はさらに高まる。一度これらの病気が発生した圃場に大麦を連作すると保毒媒介菌が土壌中に蓄積されるため、いわゆる連作障害として発生が年々増大し、甚だしくなると収穫皆無になる場合もある。したがって、連作障害を回避するには、保毒媒介菌を撲滅しなければならないが、収益性の高い野菜栽培などで導入されている大規模な土壌消毒は、麦作の経済性から考えて非現実的である。また、播種期を遅らせて媒介菌の感染好適温度を避けるなどいくつかの耕種的防除法も考えられているが、いずれも防除効果が不十分であったり不安定であったりする場合が多い。そのため、最も安定的で効果的に土壌伝染性ウイルスの被害を回避する方法は、ウイルスに抵抗性をもつ品種を育成し、それを栽培することである。

オオムギ縞萎縮病は1934年に岡山県下ではじめて発見され、鑄方・河合⁹⁾によって記載された。外国における報告はなく、わが国固有の病害と考えられていたが、1970年代後半からドイツ^{8), 10)}、フランス³⁰⁾、イギリス⁷⁾、ベルギー³⁰⁾などで次々と認められ、現在ヨーロッパ諸国では秋播き大麦の重要病害の一つとなっている¹⁰⁾。

一方、ムギ類萎縮病はすでに1916年ごろから佐賀や静岡で認められていたが³⁰⁾、当時は原因不明の病害であった。本病はアメリカ合衆国においても1919年ごろに認められ、McKinney³⁰⁾によって土壌伝染性ウイルス病であることが明らかにされた。現在、わが国のほかアメリカ合衆国やイタリアなどで発生が認められている¹⁾。

これらの病害のわが国における発生の記録をみると、オオムギ縞萎縮病が1940年代に全国的に大発生し、さらに1950年代から1960年代にかけてビール醸造用に使われる二条大麦の栽培が盛んになり、作付面積が1953

年の23,853 haから1963年の124,700 haに増加した時期にもその発生が顕著であった³⁰⁾。これを契機に本病の発生生態や防除法および品種抵抗性の研究が進み、その主なものには安・吉野³⁰⁾、斉藤・岡本⁴⁾、草場ら³⁰⁾および高橋ら^{40), 50), 51)}などの報告がある。

その後、麦作から収益性の高い果樹作、野菜作、畜産などへの転換が進み、1973年には大麦の作付面積は80,000 haまで減少したが、このような時期には大麦の土壌伝染性ウイルス病の発生はあまり問題にされなくなった。

しかし、1974年から水田再編対策によって転換作物として麦類の水田への作付が奨励され、大麦の栽培面積も再び増加し1982年には120,000 haを越えるような時期になると、麦類の連作が増え連作障害として大麦の土壌伝染性ウイルス病が再び多発するようになった。全国的には茨城、栃木、群馬、埼玉の北関東の大麦作地帯、福岡、佐賀、熊本の九州の二条大麦作地帯、徳島と香川の四国の裸麦作地帯で発生が顕著であった。特に、茨城県での発生は甚だしく、昭和58年度農作物有害動植物発生予察事業成績年報³⁰⁾によれば、1983年にはオオムギ縞萎縮病の発生面積は大麦の栽培面積11,370 haの約3分の1の3,551 haに達し、県内各地で大麦作に大きな被害が発生した。茨城県では、大麦は、小麦に比べて早熟であることから水稲など夏作物の前後に導入しやすいという有利性があるため、圃場の利用率を高めて農業経営の安定化を図るために必要不可欠な作物であるばかりでなく、水田再編対策推進上の転換作物としてもきわめて重要な作物である。このため、本病による被害を防ぎ大麦の高品質・安定生産を図ることは、農業経営の安定化および水田再編対策をはじめとする行政施策を推進するうえで、早急に解決を要する緊急かつ重要な課題となった。

オオムギ縞萎縮病の発病が大麦品種の収量に及ぼす被害の様相については、草葉ら³⁰⁾が二条大麦品種について詳しく検討している。すなわち、罹病性品種交Aとキリン直1号は発病と同時に草丈の伸長度が著しく低下するが、より抵抗性のスワンハルスとアサヒ9号ではあまり低下しない。また茎数は、発病後キリン直1号ではほとんど増加が認められないが、スワンハルスとアサヒ9号ではかなり増加する。この結果、キリン直1号では発病の早い株ほど収量も低いが、ほかの2品種ではこの関係は認められないとしている。また、発病株率が高く

ても、病徴が軽くあまり減収しない品種、あるいはその逆の品種を認め、品種の抵抗性の検定にあたっては、発病株率で表現した発病の難易（発病抵抗性）のほか、発病した場合の被害程度の品種間差異（被害抵抗性）について検定することが適当であるとしている。

麦類土壤伝染性ウイルス病に対する大麦の抵抗性品種の探索については、本病の発病が顕著になった1960年代に進められた^{34), 49), 50)}。その結果、ビール醸造用に使われる二条大麦には欧州の品種も含めてオオムギ縮萎病に高度抵抗性の品種は見いだせなかった。しかし、六条大麦には高度抵抗性の品種が多く認められ、中でも中国原産の木石港3やわが国の六条大麦である御堀裸3号などの品種が本病に高度の抵抗性をもつことが明らかにされた。これらのオオムギ縮萎病抵抗性の遺伝については、高橋ら⁵¹⁾は木石港3が部分優性の一つの強力な抵抗性遺伝子 *Ym* と微弱な抵抗性遺伝子をもち、御堀裸3号の抵抗性は部分優性の遺伝子 *Ym2* によって支配されていることを報告している。

さらに、鶴飼・山下⁵²⁾は、罹病性の竹林茨城1号にγ線を照射して得た抵抗性系統 Ea52 が単劣性の抵抗性遺伝子 *Ym3* をもつことを明らかにし、Friedt *et al.*⁴⁾は、ドイツの抵抗性品種の Ragusa や Franka が単劣性の抵抗性遺伝子 *Ym4* をもつとしている。また、Kawada and Tsuru⁵³⁾は、木石港3とは来歴の異なる六条大麦の横綱, Solan, 二条オオムギの羽系 I-41 が抵抗性遺伝子 *Ym* をもち、六条大麦の会津6号, 朝鮮, 倍取および二条大麦のイシュクシラズは *ym3* をもつことを報告している。鶴⁵⁴⁾によれば、イシュクシラズのオオムギ縮萎病抵抗性は交配親であるはがねむぎに由来するとされている。

わが国でオオムギ縮萎病抵抗性品種の育成のための遺伝子給源として広く用いられたのは木石港3である。1985年、栃木県農業試験場栃木分場で木石港3由来の抵抗性をもつ二条大麦品種ミサトゴールデンが育成されたのを皮切りに⁴⁸⁾、福岡県総合農業試験場, キリンビール株式会社およびサッポロビール株式会社の各二条大麦育成地においても多くの木石港3由来の抵抗性二条大麦品種や系統が次々に育成された。木石港3以外では、抵抗性品種はがねむぎ由来の二条大麦品種イシュクシラズが農林水産省九州農業試験場において育成され、1981年に普及に移された⁵⁵⁾。また、1989年には農林水産省農業研究センターで抵抗性品種 Ea52 の抵抗性を導入したマサカドムギが育成された⁵⁾。

一方、病原ウイルスの系統に関しては、BaYMV について大麦品種に対する病原性の異なる系統が存在するこ

とが、病土に対する反応の違いによって示唆されていた。すなわち、斉藤・岡本⁴⁷⁾は全国から集めた8病土のうち、東京および高知の病土が他のものとはかなり違った反応を示すことを認め、安・吉野⁴⁹⁾は埼玉県の平坦地と秩父地方とでは一部で品種の反応が異なることを報告している。また、草場ら⁵⁶⁾は鳥取, 岡山, 山口の病土を検定し、アサヒ9号に病原性が強く神奈川8号に比較的弱い型、それとは逆に神奈川8号に強くアサヒ9号に弱い型、およびその中間の3種を認めている。しかし、これらはいずれも基準となる品種や病土が統一されておらず、明確な系統の分類には至らなかった。

しかし近年になり、宇杉ら⁶⁰⁾は、茨城県をはじめ全国から BaYMV に罹病した株を集め大麦品種に対する汁液接種反応を調査し、株間に二条大麦品種のはるな二条とあまぎ二条に対する病原性の違いを認め、それによってウイルスを I 型系統と II 型系統の 2 系統に分類した。そして、これら 2 つのウイルス系統が茨城県内の現地圃場に存在することが、小川ら⁴⁴⁾によって、汚染圃場に系統判別のための二条大麦品種を直接播種し発病状況を見ることで確認された。さらに、小川ら⁴²⁾は、1984年に茨城県においてオオムギ縮萎病被害回避の切札として普及を目前に控えたミサトゴールデンがオオムギ縮萎病に罹病しているのを発見し、Kashiwazaki *et al.*²²⁾によって、ミサトゴールデンの罹病は BaYMV の I 型, II 型とは別の系統すなわち III 型系統によるものであることが明らかにされた。

以上のように基準となる品種や接種方法の統一によって、BaYMV 系統の分類が明確になったばかりでなく、抵抗性品種として育成された品種を侵す系統が出現したことによって、ウイルス系統の分化は抵抗性品種を栽培して被害回避を図ろうとする場合においては、無視できないものとなった。

一方、SBWMV については、茨城県における大麦の発病分布についての本格的な調査は長く行なわれず、大麦の発病はほとんど BaYMV によるものと考えられていた。これは、両病の病徴が酷似し外観上からは区別できないためであったが、小川ら⁴³⁾は、宇杉ら⁶⁰⁾によって開発された麦類土壤伝染性ウイルスを検出するための酵素結合抗体法 (ELISA 法) を利用して、茨城県下の延566地点で大麦の感染ウイルスを調べ、BaYMV に加えて SBWMV も六条大麦のカシマムギの栽培地帯を中心に広く分布していることを明らかにした。ムギ類縮萎病に対する大麦品種の抵抗性については、鏝方・河合¹⁹⁾が数品種について調査している以外には報告がなく、やは

り病徴からウイルスを判別することの困難が検討を進める上での障害となっていたが、ELISA法を用いることによってBaYMVとSBWMVの混合汚染圃場においても感染したウイルスの種類を品種ごとに判定できるようになり、詳細な調査が可能になった。

本研究では、はじめに、罹病性品種がオオムギ縮萎病によって受ける被害の様相について明らかにするため、1985年当時茨城県で最も栽培面積が多かった二条大麦品種のあかぎ二条と六条大麦品種のカシマムギについて、オオムギ縮萎病による発病が生育、収量および品質に与える影響を定量的に調査した。さらに、オオムギ縮萎病による被害程度の品種間差異について検討するため、奨励品種決定調査に供試していた品種・系統を用いて、発病程度と収量への被害程度との関係を品種・系統間で比較した。

次に、BaYMVのⅠ型、Ⅱ型およびⅢ型系統やSBWMVに対して抵抗性を示す品種を探索すると同時にわが国の主要な二条大麦・六条大麦品種についてBaYMVの各系統やSBWMVに対する反応の特徴を明らかにするため、茨城県内の計19箇所の現地汚染圃場において、オオムギ縮萎病抵抗性遺伝子の異なる品種や広く栽培されたり交配親として多く用いられてきた大麦品種についてBaYMVの各系統やSBWMVに対する反応を調査した。さらに、茨城県に特異的に多く分布するBaYMVⅡ型系統については、二条大麦品種のもつ本系統に対する抵抗性に注目し、抵抗性の遺伝学的な解析を行なった。これらの結果をもとに、新しく育成された抵抗性品種の中からBaYMVⅠ、Ⅱ、Ⅲ型の他SBWMVも分布する

茨城県でも栽培可能な二条・六条大麦品種を選定し、県の奨励品種に採用し汚染地帯に普及させると同時に、今後抵抗性品種の育成・選定を効率的に進めるための知見を得ようとした。

本研究を行うに当たり、農林水産省農業研究センター大麦育種研究室長牧野徳彦博士、同小麦育種研究室長吉田久博士、同ウイルス防除研究室柏崎哲博士、栃木県農業試験場栃木分場ビール麦育種部長河田尚之氏および早乙女和彦氏には、研究推進上多大のご指導とご援助を賜った。また、元茨城県農業試験場長新妻芳弘氏、元茨城県山間地帯特産指導所長石川実氏、茨城県農業総合センター首席専門技術員石原正敏氏、茨城県生物工学研究所普通作育種研究室長須賀立夫氏には研究を推進するにあたりご配慮と激励を賜った。試験圃場の管理、調査については、茨城県農業総合センター農業研究所庶務課分室の方々のほか各地区農業改良普及センターの方々にも多大のご協力をいただいた。これらの関係各位に心から感謝の意を表する。

なお、本研究は茨城県農業試験場における、中核研究「北関東麦作地帯における麦類（二条大麦、六条大麦、小麦）縮萎病の総合防除法の確立」（1984～1986）としてスタートし、特定研究「転換畑高度畑作技術確立試験研究」（1987～1988）および「地域水田農業技術確立試験研究」（1989～1991）に継続され行われてきた。これらの研究結果の一部は、すでに飯田・新妻¹⁴⁾、飯田¹⁵⁾、飯田ら¹⁶⁾、飯田ら¹⁷⁾、飯田・小西¹⁸⁾として報告したところである。

Ⅱ 試験方法の概要

ここでは、本研究に使用した農家圃場の概要と、各圃場の汚染ウイルスやウイルス系統の判別方法および大麦品種の抵抗性を評価するための発病調査の方法など、全編に共通の試験方法について述べる。

1. 供試した圃場の分布と栽培来歴

供試圃場の場所と栽培来歴を第1表に示した。

試験には茨城県内のA～P、RおよびSの18箇所の農家圃場、農林水産省農業研究センター内BaYMV検定圃場（Q）および茨城県農業試験場内畑圃場（T）を用いた。農家圃場の分布は、激発地帯である県西部が10圃

場（A、B、C、D、E、I、M、O、P、S圃場）で最も多く、次いで県北部の4圃場（F、J、K、R圃場）、県南部の3圃場（H、L、N圃場）、および太平洋沿岸部の1圃場（G圃場）であり、ほぼ県下全域に及んだ。

茨城県では、二条大麦と六条大麦がほぼ同じ面積に栽培されていたが、栽培来歴の明らかな圃場について過去5年間の麦類の栽培来歴をみると、六条大麦に比べ二条大麦の栽培年数が長い圃場は、5圃場（D、E、F、G、P圃場）、六条大麦カシマムギの栽培年数の長い圃場は8圃場（B、J、K、L、M、N、R、S圃場）であり、二条大麦と六条大麦を交互に栽培した圃場は1圃場（O圃場）であった。

第1表 供試した圃場の栽培来歴

圃場	場所	栽培来歴 ¹⁾
A	下館市伊讚美	
B	下館市伊讚美	カシマムギ5連作
C	下館市伊讚美	
D	結城市下り松	二条大麦5連作以上
E	結城市片蓋	はるな二条5連作
F	那珂湊市阿字ヶ浦	ニューゴールド15連作以上
G	北浦村南高岡	ニューゴールド5連作以上
H	藤代町下萱場	カシマムギ5連作後、あかぎ二条3連作
I	明野町竹垣	カシマムギ6連作後、はるな二条3連作
J	茨城町長岡	カシマムギ6連作後、あかぎ二条1作
K	那珂町豊喰	カシマムギ3連作後、あかぎ二条2連作
L	谷和原村上長沼	カシマムギ4連作
M	下館市伊讚美	カシマムギ10連作以上
N	河内村荒地	カシマムギ4連作
O	下館市伊讚美	カシマムギ10連作後、 6年間カシマムギとあかぎ二条を交互
P	下館市小川	ミサトゴールド4連作
Q	つくば市観音台	農水省農業研究センター内 BaYMV 検定圃場
R	常北町上入野	カシマムギ5連作以上
S	関城町井上	カシマムギ5連作以上
T	水戸市上国井町	茨城県農業試験場内畑圃場、 サツマイモ・陸稲・大豆との輪作

¹⁾それぞれ、Bは1984年、D～OおよびSは1985年、Pは1987年、Rは1990年播種時における栽培来歴を示す。

²⁾AとCの栽培来歴は不明であるが、二条大麦を中心とした栽培が行われていたと考えられる。

2. 各圃場の汚染ウイルスおよびオオムギ縮萎縮ウイルス系統の判別方法

各圃場の汚染ウイルスおよびBaYMV系統を判別するため、BaYMVに免疫性でSBWMVに罹病性の小麦品種農林61号と、BaYMVの系統判別のための指標品種（以下判別品種）である二条大麦品種のニューゴールド、あかぎ二条、はるな二条、あまぎ二条およびミサトゴールドを播種した。

播種期は北関東の播種適期である10月下旬から11月上旬であった。各品種につき約80粒を、畦長、畦幅、条間がそれぞれ150cm、60cm、12cmで二条に1点1粒ずつ点播した。

発病調査は、翌年の3月下旬の発病最盛期に、全株を対象に発病株率を調査した。各圃場における汚染ウイルスは次のように判定した。すなわち、大麦だけが罹病し小麦が罹病しなかった場合はBaYMVの単独汚染圃場とした。小麦の農林61号に発病が認められSBWMVの

存在が示唆された場合には、発病した小麦と大麦品種について発病株1～2株を採取し、宇杉ら¹⁾が麦類土壤伝染性ウイルス検出用に開発した酵素結合抗体法（ELISA法）によって、それぞれの品種が感染しているウイルスの種類すなわちBaYMVとSBWMVの別を調べた。その結果SBWMVだけが検出された場合はSBWMVの単独汚染圃場、BaYMVとSBWMVの両方が検出された場合はBaYMVとSBWMVの混合汚染圃場とした。

各圃場のBaYMVの系統については、判別品種の発病状況から、第2表に基づいて判定した。すなわち、ニューゴールド、あかぎ二条、はるな二条およびあまぎ二条が高率に罹病するが、ミサトゴールドは罹病しない場合はI型の汚染圃場、ニューゴールドとあかぎ二条は高率に罹病するが、はるな二条とあまぎ二条は罹病しないか発病株率が両品種に比較して著しく低く、かつミサトゴールドは罹病しない場合はII型の汚染圃場、ミサトゴールドを含むすべての判別品種が罹病する場合はIII型の汚染圃場と判定した。

第2表 BaYMVの系統判別のための二条大麦品種とその反応¹⁾

BaYMV の系統	系統判別のための二条大麦品種				
	ニュー ゴールド	あかぎ 二条	はるな 二条	あまぎ 二条	ミサト ゴールド
I型系統	S ²⁾	S	S	S	R ²⁾
II型系統	S	S	R	R	R
III型系統	S	S	S	S	S

¹⁾宇杉ら（1985）、Kashiwazaki *et al.*（1989）より改編。

²⁾S：罹病性、R：抵抗性

以上のようにして各圃場の汚染ウイルスおよびBaYMVの系統を判定した結果は、第3表に示すとおりであった。内訳は、BaYMVの単独汚染が10圃場、SBWMVの単独汚染が1圃場およびBaYMVとSBWMVの混合汚染が8圃場であった。また、BaYMVで汚染された18圃場のうち、I型が10圃場、II型が6圃場、III型が2圃場であった。なお、T圃場（茨城農試内畑圃場）では、BaYMVおよびSBWMVの発病は認められなかった。

3. 大麦品種の抵抗性の評価方法

大麦品種の各汚染圃場における発病調査は、判別品種に準じて行い、BaYMVとSBWMVの混合汚染圃場では品種ごとにELISA法によって感染しているウイルスの種類を判定した。成熟期には、各品種の稈長を調査し、

一部の品種については収量を調査した。

本研究では大麦品種の麦類土壌伝染性ウイルス病に対する反応について、発病株率が7～10%以下で病徴が軽微な品種は抵抗性とし、これよりも発病株率が高く病

徴が明らかな品種は罹病性として評価した。さらに罹病性の品種のうち、発病するものの生育・収量への影響が極めて小さいものについては、被害抵抗性を有しているとして評価した。

第3表 各圃場の汚染ウイルスの種類・系統と試験に用いた年次および本報における章・節

圃場	ウイルスの種類・系統	試験年次 (播種年)	試験に用いた結果を示した章・節			
A	BaYMV I型	1982,85	3・1	4・1,5		
B	BaYMV I型	1984		4・2		9・4
C	BaYMV I型	1984		4・2		
D	BaYMV I型	1985		4・1,5		
E	BaYMV I型	1985,86,87		4・1,5	5・1	6・1
F	BaYMV I型	1985		5・1		
G	BaYMV I型	1985		4・1,5	5・1	
H	BaYMV I型	1985		5・1		
I	BaYMV I型, SBWMV	1985,86		4・1,5	5・1	8・4 9・4
J	BaYMV II型	1985		5・1		
K	BaYMV II型	1985		4・1,5	5・1	
L	BaYMV II型, SBWMV	1985,86		4・1,5	5・1	6・1 8・1
M	BaYMV II型, SBWMV	1985		4・1,5	5・1	
N	BaYMV II型, SBWMV	1985		4・1,5	5・1	
O	BaYMV III型, SBWMV	1985,86,87		4・1,4,5	5・1,2	6・1 9・4
P	BaYMV III型, SBWMV	1987,88,90		4・4	6・3	
Q	BaYMV I型, SBWMV	1990			6・1,3	8・2
R	BaYMV II型, SBWMV	1990,91			6・1,3	7・2 8・2
S	SBWMV	1985,86		4・1		8・1,4
T	無発病	1985,90		4・1,5		9・1,2,3

III オオムギ縞萎縮病による罹病性大麦品種の被害

オオムギ縞萎縮病による大麦の生育や収量への影響については、草場ら⁸⁾は、1950年以前に育成された二条大麦品種 Svanhals, キリン直1号, 交A, アサヒ9号を用いて、発病程度と収量との関係を定量的に調査している。しかし、1970年代以降に育成された二条大麦品種は早生化・短稈化しており、これら近年の品種は従前の品種とは異なる特性を有していると考えられ、改めて両者の関係を調べる必要がある。また、茨城県では六条大麦のカシマムギにオオムギ縞萎縮病の被害が目立っているが、六条大麦品種について発病程度と収量との関係を定量的に調査した報告はない。そこで、茨城県の奨励品種として栽培されている罹病性の二条大麦品種あかぎ二条と六条大麦品種カシマムギを対象に、発病が生育、収量、品質におよぼす影響について解析した。

1. 二条大麦品種あかぎ二条における被害

あかぎ二条は、1976年に茨城県の奨励品種に採用され、1984年から1987年にかけて茨城県で最も栽培面積

の多かった二条大麦品種である。この品種を用いて、オオムギ縞萎縮病による被害を定量的に解析するため、薬剤防除法と耕種法を変えて発病程度と生育・収量との関係を調べた。さらに、本病の被害によってビール醸造用大麦種子の品質低下が問題となると考えられるので、原麦粗蛋白含量に及ぼす影響についても検討を加えた。

材料および方法

BaYMVに汚染されたA圃場において、二条大麦品種のあかぎ二条を用いてオオムギ縞萎縮病の防除試験を実施した。

調査区は、発病程度にそれぞれ差異のみられる第4表に示す薬剤防除試験区と第5表に示す耕種的防除試験区をあてた。1区の面積は5.4㎡で、2反復であった。

栽培方法は、1982年11月4日と15日に、畦幅60cm、播種量1kg/aで播種し、基肥としてN, P₂O₅, K₂Oをそれぞれ0.8, 1.0, 1.0kg/aずつ施用した。

発病調査は、発病程度がほぼ最大に達した発病最盛期において全茎数と発病茎数を調査し、発病茎率を算出した。

6月6日の収穫当日に、各区につき20株の最高稈長と穂長を調査した。各区の2箇所において畦長50cm間の穂数を数え、さらに1.8㎡の収量を調べ、㎡当たり穂数とa当たり子実重を算出した。

各区100gの子実を幅2.5mmの縦目ふるい(スタイネッカー式)で3分間ふるって整粒歩合(重量%)を調査した。粒厚2.5mm以上の子実についてマイクロケルダール法により乾物当たりの窒素含量を測定し、それに係数6.25を乗じて原麦粗蛋白質含量を算出した。

第4表 あかぎ二条におけるオオムギ縞萎縮病薬剤防除試験成績

播種期 (月.日)	薬 剤 名 (成分%)	処理方法	処理量	発病率(%)	
				1区	2区
11.15	ダコソイル粉剤 (10%)	播種溝処理	1kg/a	52	91
			2kg/a	27	82
		全面処理	2kg/a	53	84
			3kg/a	41	18
ダコニール水和剤 (75%)	種子粉衣	種子重の5%	82	65	
		種子重の3%	49	92	
リドミル粒剤(2%)	播種溝処理	2kg/a	42	58	
			無処理	45	95

第5表 あかぎ二条におけるオオムギ縞萎縮病耕種の防除試験成績

播種期 (月.日)	処理方法	発病率(%)	
		1区	2区
11.15	不 耕 起	48	58
	播 種 後 鎮 圧	38	93
11. 4	移 植 ¹⁾	100	100
	直 播	99	100

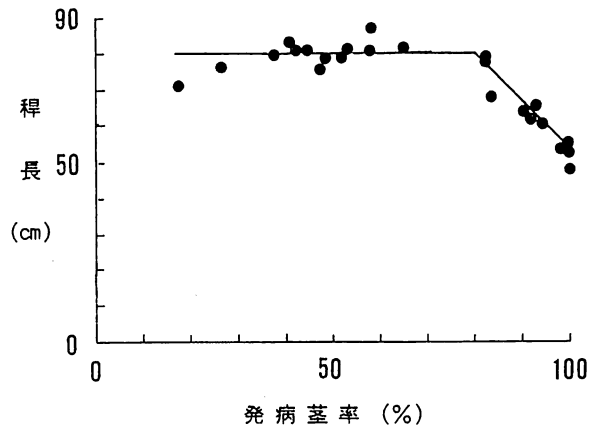
¹⁾ 11月4日に無発病圃場に播種し、11月15日に抜き取り発病圃場に移植した。

試 験 結 果

あかぎ二条における発病率と稈長、穂長および穂数との関係をそれぞれ、第1図、第2図および第3図に示した。

第1図に示すように、稈長は発病率が一定の値を越えるまでは発病率の増加とともに短くなる傾向は認められないが、これを越えると急激に短くなった。この関係に大塚ら^{4), 5)}の開発した折れ線モデルを当てはめ、発病率の増加に伴って稈長が急激に変化する点を求めた。その結果、稈長は発病率が79.6 ± 4.1% (5%信頼区間)まではほぼ一定であるが、これを越えると発病率が1%増加するごとに1.3cmずつ短くなるという結果が得られた。

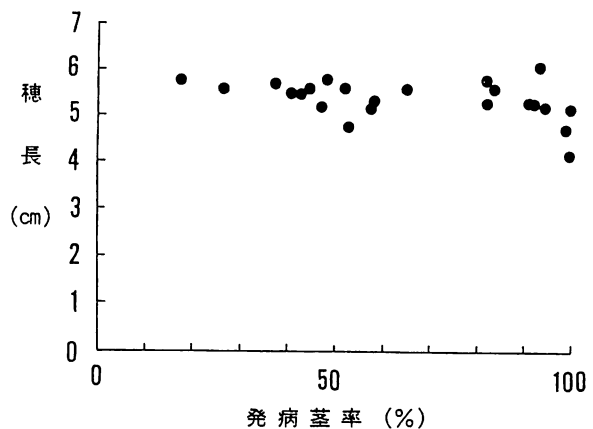
一方、第2図に示すように発病率と穂長との間には



寄与率: $r^2 = 0.902^{***}$ { $F = 96.542 > F(2, 21; 0.01) = 5.780$ }
 折れ点のX座標: $79.6 \pm 4.1\%$ (5%信頼区間)
 折れ線の傾き: $B1 = -1.321^{***}$ { $t = -8.077 > t(21, 0.01) = 2.831$ }

第1図 あかぎ二条におけるオオムギ縞萎縮病による発病率と稈長との関係

***: 1%で有意であることを示す。以下同様。



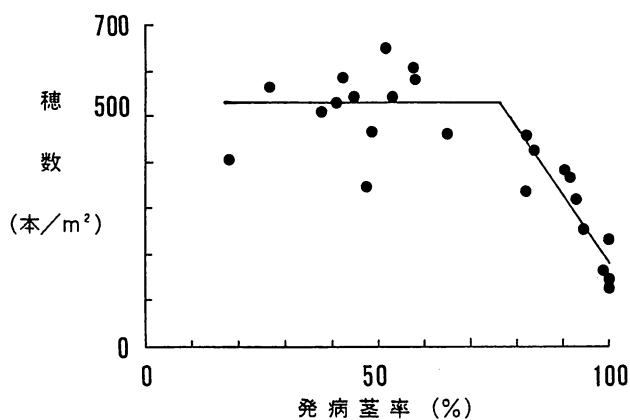
第2図 あかぎ二条におけるオオムギ縞萎縮病による発病率と穂長との関係

稈長ほど明確な傾向は認められなかった。しかし、発病率が100%近い場合には穂長が短くなる例が多かった。

第3図に示す穂数は、稈長と同様に発病率がある値を越えると直線的に減少した。上記の折れ線モデルを当てはめたところ、折れ点の値は76.1 ± 9.1% (5%信頼区間)であった。

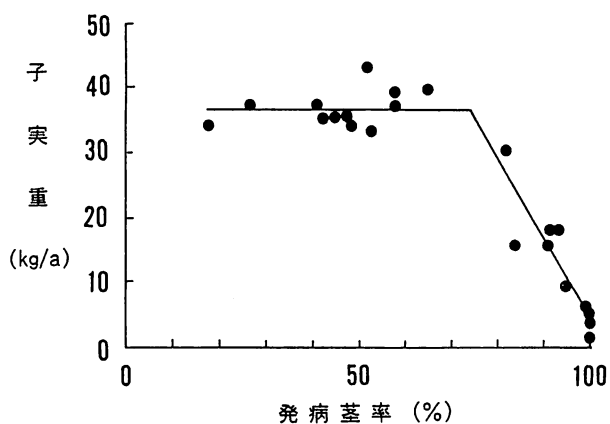
発病率と子実重との関係を第4図に示した。折れ線モデルを当てはめたところ、発病率74.5 ± 5.1% (5%信頼区間)までは、子実重はほぼ一定であったが、これを越えると直線的に減少した。

次に、穂数と子実重との関係を第5図に示した。両者の間には $Y = -6.92 + 0.0795X$ で表される $r = 0.89$



第3図 あかぎ二条におけるオオムギ縞萎縮病による
発病茎率と穂数との関係

寄与率: $r^2 = 0.786^{***}$ { $F = 38.506 > F(2, 21; 0.01) = 5.780$ }
折れ点のX座標: $76.1 \pm 9.1\%$ (5%信頼区間)
折れ線の傾き: $B1 = -14.085^{***}$ { $t = -4.317 > t(21, 0.01) = 2.831$ }

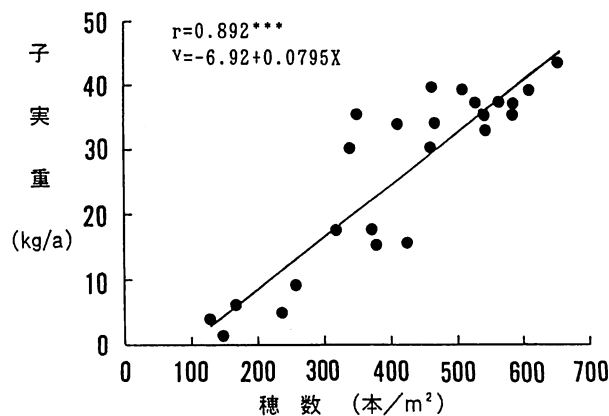


第4図 あかぎ二条におけるオオムギ縞萎縮病による
発病茎率と子実重との関係

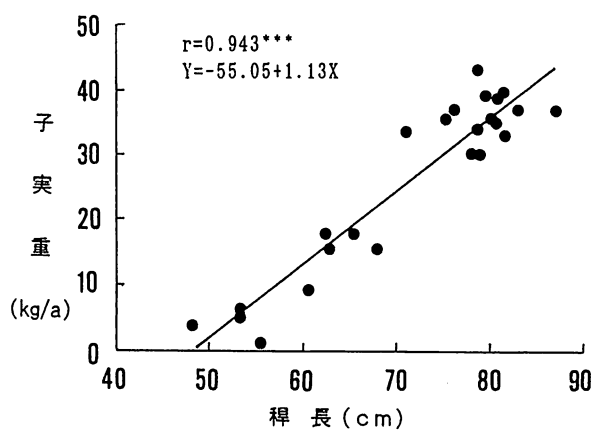
寄与率: $r^2 = 0.939^{***}$ { $F = 162.069 > F(2, 21; 0.01) = 5.780$ }
折れ点のX座標: $74.5 \pm 5.1\%$ (5%信頼区間)
折れ線の傾き: $B1 = -1.275^{***}$ { $t = -8.230 > t(21, 0.01) = 2.831$ }

の正の相関関係が認められた。また、第6図に示す稈長と子実重との間にも $Y = -55.05 + 1.13X$ で表される $r = 0.94$ の極めて高い正の相関関係が認められた。

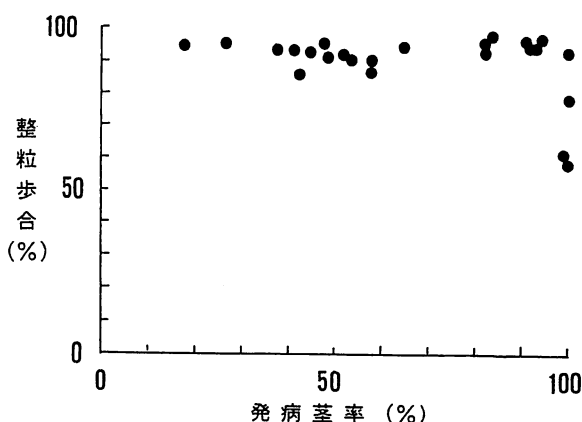
発病が穀粒の品質に与える影響については、発病茎率と整粒歩合(粒厚2.5mm以上の重量%)および穀粒の粗蛋白含量との関係を第7図および第8図に示した。整粒歩合は発病茎率が増加してもほぼ90%以上の水準を保ったが、発病茎率が100%付近では極端に低い例が出現した。原麦粗蛋白含量は、発病茎率が増加するに従って高い含量を示す例が増加する傾向が認められた。そこで、発病が生育や収量に大きな影響を与えはじめる発病茎率



第5図 オオムギ縞萎縮病に罹病したあかぎ二条における穂数と子実重との関係

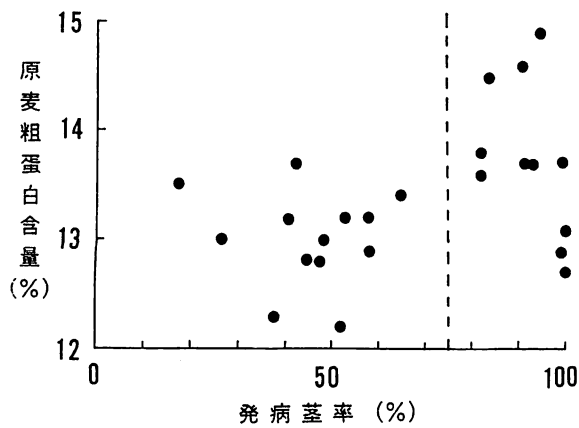


第6図 オオムギ縞萎縮病に罹病したあかぎ二条における稈長と子実重との関係

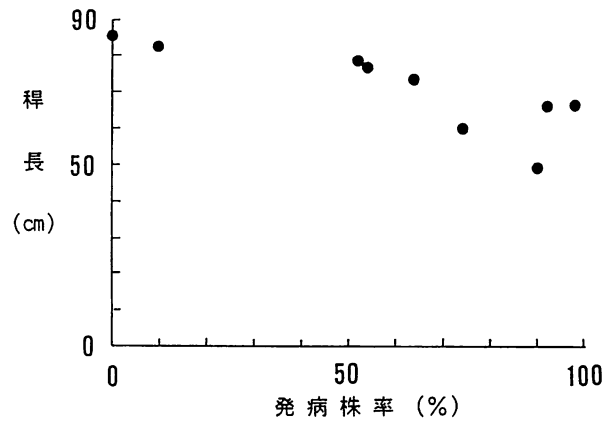


第7図 あかぎ二条におけるオオムギ縞萎縮病による
発病茎率と整粒歩合(粒厚2.5mm以上の粒の重量%)との関係

75%を境に、試験区を発病茎率75%以下と75%以上に分け、それぞれの粗蛋白含量の平均値を比較した。発



第8図 あかぎ二条におけるオオムギ縮萎病による発病茎率と原麦粗蛋白含量との関係



第9図 カシマムギにおけるオオムギ縮萎病による発病株率と稈長との関係

病茎率75%以下の区は13区で、それらの粗蛋白含量の平均値は13.0%であった。これに対して、発病茎率75%以上の区は11区で、粗蛋白含量の平均値は13.8%と、前者に比べて0.8%程度高かった。これらの平均値の差を検定したところ、発病茎率75%以下と75%以上の子実の粗蛋白含量には有意水準1%で統計的に差が認められた。

2. 六条大麦品種カシマムギにおける被害

カシマムギは、1971年に茨城県の奨励品種に採用され、現在(1994年)でも茨城県で最も栽培面積の多い六条大麦品種である。この品種が栽培されている農家圃場でのオオムギ縮萎病の発病程度を調べ、発病程度と生育・収量との関係をみた。

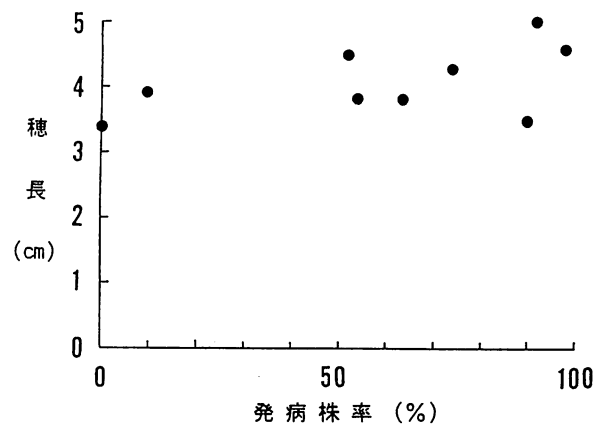
材料および方法

1985年3月18日～25日の発病最盛期に、茨城県下館市伊讚美のカシマムギが発病している農家圃場5圃場、および結城市下り松の2圃場および藤代町下萱場の1圃場において、それぞれ圃場内の1～2地点の50株の発病株数を調査した後、代表的な発病株についてELISA法で感染したウイルスの種類を判定し、BaYMVの単独感染の9地点を選び出した。

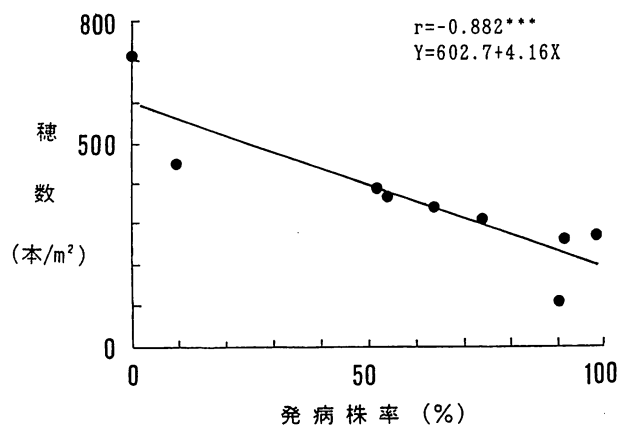
5月下旬から6月上旬の収穫期にこれら9地点の20株について最高稈長と穂長を測定し、畦幅50cm間の穂数と1.8㎡の収量を調査し、㎡当たり穂数とa当たり子実重を算出した。

試験結果

六条大麦品種カシマムギの発病株率と稈長、穂長および穂数との関係をそれぞれ第9図、第10図および第11図に示した。



第10図 カシマムギにおけるオオムギ縮萎病による発病株率と穂長との関係



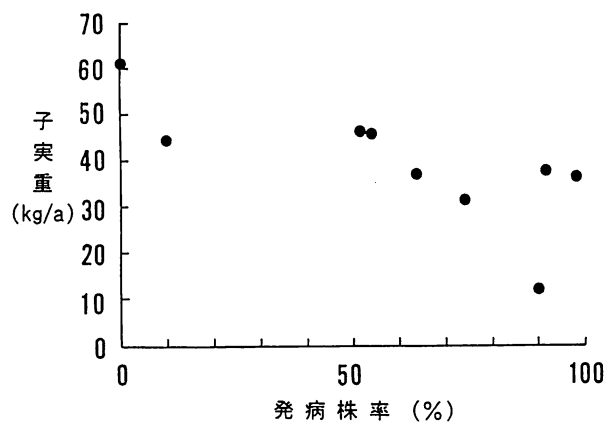
第11図 カシマムギにおけるオオムギ縮萎病による発病株率と穂数との関係

第9図に示すように、発病株率60%以下の地点では稈長は85cmから75cmと大きな差はなかったが、60%

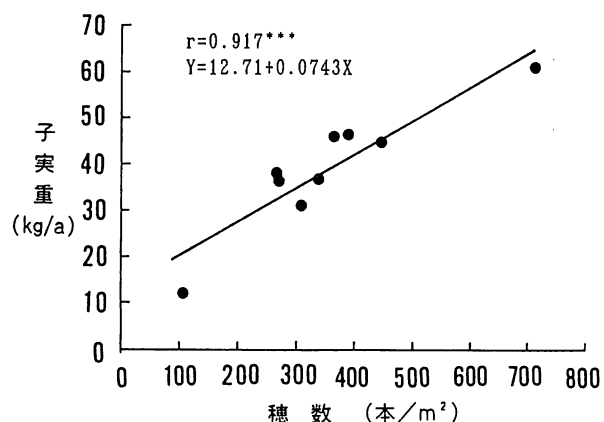
以上の地点では70 cmから50 cmと短くなった。一方、第10図に示す発病株率と穂長との間には有意な関係が認められなかったが、第11図に示す穂数は、発病株率の増加に伴って直線的に減少した。

発病株率と子実重との関係を第12図に示した。子実重は発病株率60%以下の地点では、60 kg/aから45 kg/a程度であったが、発病株率60%以上では、40 kg/aから10 kg/aと低収を示した。

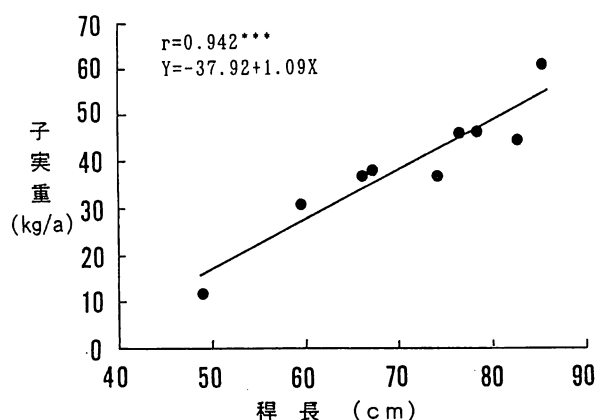
また、穂数と子実重との間には第13図に示すように $Y=12.71+0.0743X$ で表される $r=0.92$ の高い正の相関関係が認められ、稈長と子実重の間には、第14図に示すように $Y=-37.92+1.09X$ で表される $r=0.94$ の高い正の相関関係が認められた。



第12図 カシマムギにおけるオオムギ縞萎縮病による発病株率と子実重との関係



第13図 オオムギ縞萎縮病に罹病したカシマムギにおける穂数と子実重との関係



第14図 オオムギ縞萎縮病に罹病したカシマムギにおける稈長と子実重との関係

3. 考 察

オオムギ縞萎縮病の被害が著しい場合、BaYMVに全く感染しない小麦作への転換(麦種転換)や保毒媒介菌 *Polymyxa Graminis* の感染をできるだけ避けるために低温となる晩秋を待って播種する晩播栽培などが行われている。このような耕種的防除法を適用する上で、目安となるべき被害程度の許容水準を設定することは重要である。そこで、本実験では茨城県において広く栽培されている二条大麦と六条大麦の各1品種を供試し、本病が収量および品質におよぼす影響について検討した。

大麦がBaYMVに感染すると、二条大麦、六条大麦とも春先に黄化、萎縮する。このため、4月以降大麦が茎立して生育が旺盛になり、オオムギ縞萎縮病の病徴がマスクングされても影響は残り、稈長は短く、穂数も少なくなり、収量が大幅に減少する。

収量構成要素に与える本病の影響を解析すると、罹病による穂長への影響はわずかであるため1穂着粒数の減少程度は小さく、また、整粒歩合の低下は発病率100%近くに達しなければ認められないことから、千粒重におよぼす影響も小さいと考えられる。これに対して、子実重との間に極めて高い正の相関関係がある穂数は、発病率が高まると減少した。この穂数の減少は罹病によって分けつが座止あるいはその発生が抑制されることによるものと考えられる。

罹病性二条大麦品種のあかぎ二条では、発病率70~80%まではあまり減収しないがそれを超えると減収が顕著になる。また、罹病性六条大麦品種のカシマムギでも、発病率が60%を越えると減収が顕著になる傾向が認められた。なお、発病率と発病株率の関係につ

いては、戸嶋ら⁵⁰⁾が同じ個体群を調査した場合はほぼ同じ値になることを確認している。発病率と減収程度との関係については、草場ら⁵⁰⁾も、出穂期における発病率と収量指数（健全株に対する収量比率）との間に明らかな負の相関関係を認め、また、出穂期における最高稈長の健病比（罹病個体の健全個体に対する稈長比率）と収量指数との間に高い正の相関関係を見出し、稈長の健病比から減収率をほぼ正確に推定できるとしている。

ビール醸造用の二条大麦については、発病程度と品質を左右する原麦の粗蛋白含量との関係を明確にしておく必要がある。本実験では、罹病性二条大麦品種について発病率75%を境に2つのグループに分け、原麦の粗蛋白含量の差を統計的に検討した結果、発病率が75%以上のグループはそれ以下のグループに比較して粗蛋

白含量が高いことが明らかになった。草場ら⁵⁰⁾も、罹病性品種のキリン直1号とスワンハルスについて早期に発病した株においては穀粒の粗タンパク態N含量が著しく増加することを認めている。また、氏原ら⁵⁰⁾は、二条大麦品種のはるな二条とあまぎ二条について、発病程度が高まるにつれて原麦粗蛋白含量と可溶性窒素含量が高まることを報告しており、本病は生育・収量ばかりでなく、ビール醸造品質にも大きな被害を与えることは明らかである。

これらのことから、罹病した大麦の減収や品質の低下が顕著になりはじめる指標としては、発病最盛期の発病率または発病株率で60～70%程度とすることが適当であり、これを被害許容水準として、麦種転換や晩播栽培などの耕種的防除法を導入することが適切であろうと思われる。

IV オオムギ縞萎縮病・ムギ類萎縮病による被害程度の品種間差異

大麦がオオムギ縞萎縮病に罹病しても、その病徴発現の様相は品種によって大きく異なることが報告されており⁵⁰⁾、草場ら⁵⁰⁾は、発病株率が同じであっても病徴が軽くあまり減収しない品種からその逆に減収程度の高い品種があり、品種抵抗性を発病株率による発病抵抗性と減収程度を指標とした被害抵抗性とに分けて評価することが適当であると述べている。そこで、現在の品種や育成系統についてオオムギ縞萎縮病による被害程度および発病程度と被害程度との関係について比較した。加えて、ムギ類萎縮病が大麦品種に与える被害やその品種間差異について検討した。

1. オオムギ縞萎縮病が稈長におよぼす影響の品種間差異

オオムギ縞萎縮病の罹病によって、大麦の稈長が短縮することは既に知られているが、発病程度と稈長の短縮程度との間にどのような関係があるか、また、その関係が品種によって変動するかについて検討した。

材料および方法

1985年の10月30日から11月5日に、BaYMVの単独汚染圃場であるA、D、E、G、K圃場、SBWMVの単独汚染圃場であるS圃場、BaYMVとSBWMVとの混合汚染圃場であるI、L、M、N、O圃場および両ウイルスに汚染されていないT圃場に、二条大麦品種のニューゴールドデン、あかぎ二条、あまぎ二条、はるな二条および六条大麦品種のアサマムギと大正麦を播種した。発病最盛期の1986年3月18日から3月24日にかけて

全株を対象に発病株率を調査し、SBWMVに汚染されている圃場では、各品種につき代表的な発病株1～2株を採取しELISA法によって感染したウイルスの種類、すなわちBaYMV、SBWMVの別を判定した。成熟期の6月4日から5日には、各品種につき10株の最長稈長を測定し、平均してそれぞれの品種の稈長とした。

試験結果

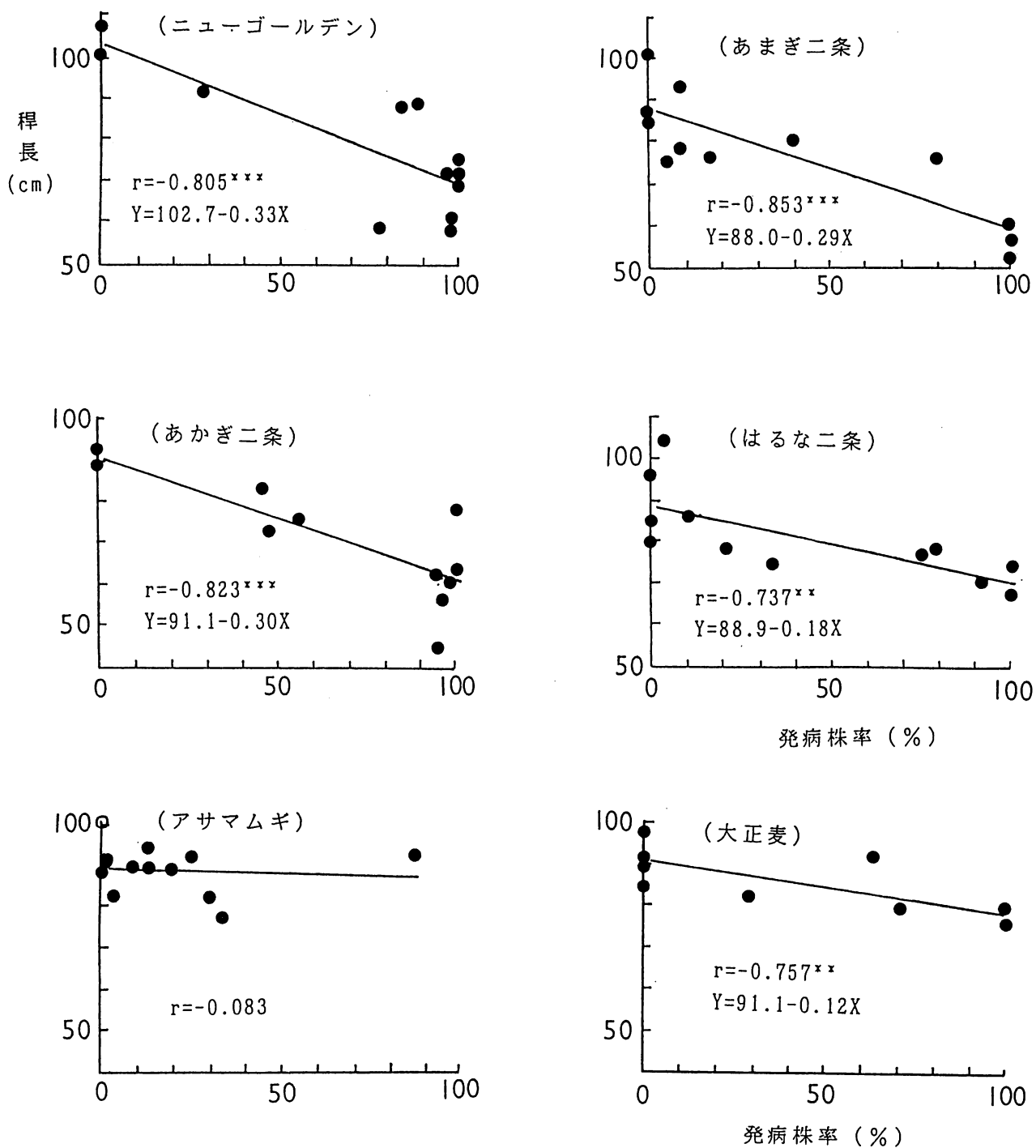
第15図に、大麦6品種のオオムギ縞萎縮病発病株率と稈長との関係を示した。なお、これらの品種はELISA法による検定の結果、いずれもBaYMVの単独感染でありSBWMVには感染していなかった。

ニューゴールドデン、あかぎ二条、あまぎ二条、はるな二条では、発病株率と稈長との間に $r = -0.74 \sim -0.85$ と高い負の相関関係が認められ、発病株率の増加に伴い稈長は短くなった。

これに対して、アサマムギでは発病株率が増加しても稈長はほとんど短くならず、大正麦では発病株率の増加に伴って稈長が短くなる程度がニューゴールドデンやあかぎ二条などに比較して小さかった。

2. オオムギ縞萎縮病が収量におよぼす影響の品種間差異

大麦品種のオオムギ縞萎縮病による収量への影響の程度を比較するため、BaYMV I型汚染圃場に大麦品種・系統を栽培し、発病株率や病徴による発病程度および収量を調査した。



第15図 大麦品種におけるオオムギ縮萎病による発病株率と稈長との関係

*** : 1%で有意, ** : 5%で有意であることを示す。

材料および方法

1984年10月30日にBaYMV I型で汚染されたB, C圃場に次の大麦品種や育成系統を播種した。すなわち, 二条大麦あかぎ二条, ニューゴールドン, あまぎ二条, にらさき二条, ヤシオゴールドン, ミサトゴールドン, ミカモゴールドン, イシュクシラズおよびきぬゆたかと六条大麦のカシマムギ, 竹林茨城2号, ミノリムギ, アサマムギ, サナダムギ, ドリルムギ, 関東皮65号, 同66号, 東山皮73号, 同80号, 同81号, 同82号および同83号の22品種・系統を供試した。このうちB圃場では17, C圃場では15品種・系統を播種した。畦幅は60cmで, 播種量は千粒重の違いを考慮し二条大麦0.5kg/a, 六条大麦0.4kg/aとした。基肥としてN, P₂O₅, K₂Oをそれぞれ0.4, 0.7, 0.6kg/aずつ施用した。試験区は1区7.2m²で, 2反復で実施した。

翌1985年3月19日の発病最盛期に, 各試験区内の2地点で発病株率を調査し, 同時に病徴による発病程度を発病程度指数として判定した。C圃場では2月27日にも発病株率を調査した。

なお, 発病株率は, 1地点50株ずつ合計100株を調査して求めた。病徴による発病程度指数は, 草場ら²⁾の表示方法に準じてモザイク斑および黄化の程度を総合した第6表の基準によって0~5の指数を与え, 試験区内の全体の発病程度をみて判定した。さらに各指数の中間的な病徴に対しては, 0.5の指数を加え1.5, 2.5, 3.5の

第7表 BaYMV汚染圃場¹⁾における大麦17品種・系統の発病程度と稈長および収量構成要素

品種・系統名	発病株率 (%)			発病程度指数			稈長 (cm)	穂数 (本/m ²)	子実重 (kg/a)			千粒重 (g)
	1区	2区	平均	1区	2区	平均			1区	2区	平均	
にらさき二条	100	100	100	4.5	4.5	4.5	48	380	9.1	9.7	9.4	39.1
あかぎ二条	100	100	100	4	4	4	56	433	11.0	24.0	17.5	36.0
ニューゴールドン	94	—	94	4	—	4	93	290	20.9	—	20.9 ²⁾	42.2 ²⁾
あまぎ二条	88	92	90	4	4	4	80	263	13.3	27.4	20.3	47.5
ヤシオゴールドン	62	92	77	2.5	4	3.3	82	577	39.2	26.9	33.0	39.3
カシマムギ	100	100	100	3	3	3	62	232	20.6	23.5	22.1	31.5
関東皮65号	100	100	100	3	3	3	71	303	21.4	44.3	32.9	35.7
竹林茨城2号	94	46	70	3	2	2.5	84	423	29.9	35.9	32.9	31.4
東山皮73号	100	100	100	3	3	3	77	440	41.2	43.4	42.3	30.3
ミノリムギ	90	16	53	2	2	2	105	435	46.7	50.5	48.6	32.3
アサマムギ	78	8	43	2.5	1	1.8	95	363	35.3	49.4	42.4	30.3
東山皮81号	42	12	27	1	1	1	90	378	40.8	45.1	42.9	28.9
ミサトゴールドン	0	0	0	0	0	0	99	737	54.8	53.3	54.1	42.1
ミカモゴールドン	0	0	0	0	0	0	98	680	45.6	47.8	46.7	42.5
イシュクシラズ	0	0	0	0	0	0	93	542	49.2	49.9	49.6	44.9
サナダムギ	0	0	0	0	0	0	98	417	47.8	51.0	49.4	30.6
ドリルムギ	0	0	0	0	0	0	79	518	46.4	50.7	48.5	30.3

¹⁾ 試験場所: 下館市伊讚美 (B圃場)

²⁾ 1区の成績で示す。

第6表 オオムギ縮萎病の病徴による発病程度指数の判定基準

発病程度指数	モザイク斑, 黄化症状の病徴による発病程度
0	モザイク斑, 黄化とも認められない。
1	モザイク斑がわずかに認められる。
2	モザイク斑が明確に認められるが, 黄化はわずかに認められる程度である。
3	モザイク斑がかなり顕著に認められ, 黄化も部分的に明確に認められる。
4	モザイク斑, 黄化ともかなり顕著に認められる。
5	黄化が全体に非常に激しく認められる。

ような指数を与えた。

翌1985年6月4日の成熟期に, 各区20株の最長稈長と穂長を調査し, さらに穂数は各試験区2地点で50cm間で数え, m²当たり穂数を算出した。子実重は2.4m²を刈り取り計測し, a当たりの重量に換算した。

試験結果

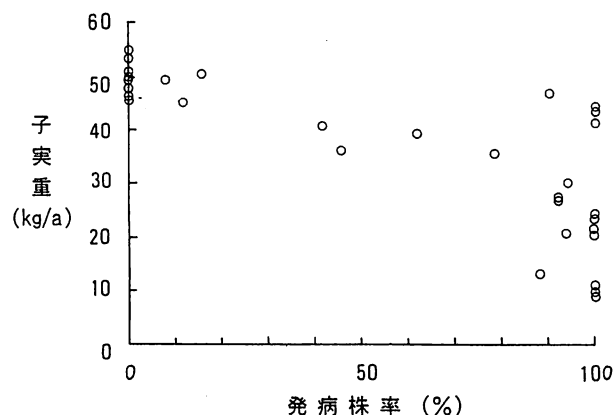
B圃場において, 17の大麦品種・系統について調査した結果を第7表に示した。同表の下段に示す二条大麦ミサトゴールドン, ミカモゴールドン, イシュクシラズ, 六条大麦のサナダムギとドリルムギは発病が認められず, 子実重は2区の平均で46.7~54.1kg/aであった。これに対して, 同表の上段に掲げた二条大麦のにらさき二条, あかぎ二条, ニューゴールドン, あまぎ二条, ヤシ

オゴールドデン, 六条大麦のカシマムギ, 関東皮 65 号, 竹林茨城 2 号, 東山皮 73 号の 9 品種・系統は, 発病株率が 2 区の平均で 70%以上と高く, 発病程度指数も 2.5~4.5 と幅があるものの全体に高かった。そして, 子実重は東山皮 73 号を除き, 9.4 kg/a から 33.0 kg/a であり, 発病が認められなかった 5 品種に比較して著しく低かった。これに対して, 六条大麦のミノリムギ, アサマムギ, 東山皮 81 号は発病するものの, 発病株率は 27~53%, 発病程度指数は 1~2 と低く, 子実重は 42.4~48.6 kg/a とかなり高く維持した。

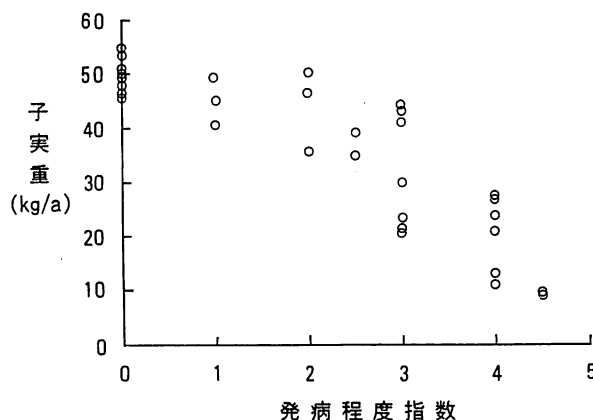
C 圃場で 15 品種・系統について調査した結果を第 8 表に示した。同表の下段に示す二条大麦のミサトゴールドデン, ミカモゴールドデン, きぬゆたか, イシユクシラズおよび六条大麦のドリルムギでは発病が認められず, 子実重はドリルムギを除き 50 kg/a 以上であった。これに対して, 六条大麦のカシマムギ, 関東皮 65 号, 同 66 号, 竹林茨城 2 号, 東山皮 73 号では, 発病最盛期以前の 2 月 27 日, 最盛期の 3 月 19 日も発病株率は 72%以上と高く, 比較的早い時期から多くの個体が発病しており, 子実重は 20.9~36.0 kg/a と低かった。一方, 六条大麦のアサマムギ, 東山皮 80 号, 81 号, 82 号, 83 号では, 発病株率は, 発病最盛期には 69~95%と高まったが, 発病最盛期に達する前の 2 月 27 日時点では 17~67%と低く, 発病株率の増加速度がカシマムギなどに比較して遅かった。そして, 発病程度指数も 1~2 程度で, 子実重は 39.8~53.4 kg/a を維持し, 発病しなかった品種と大差なかった。特に東山皮 80 号は発病株率が 95%であったにもかかわらず, 発病しなかった品種を含めて供試品種中最高の子実重を示した。

次に, これらの調査結果をもとに, 供試品種・系統の反復区を込みにして発病程度と子実重との関係について検討した。第 16 図には, B 圃場での調査結果 (第 7 表) をもとに発病株率と子実重との関係を示した。全体的には発病株率が 60%前後を越えると子実重は減少する傾向が認められたが, 発病最盛期の発病株率 100%付近では, 子実重に大きな差が認められた。さらに, 発病程度指数と子実重との関係についてみると, 第 17 図に示すように, 両者の間に負の相関関係が認められた。すなわち, 発病程度指数が 2 を越えると子実重の低下が始まり, 3, 4 と大きくなるに従って低下の程度が大きくなった。また, 発病程度が同じであれば, 品種間に子実重の大きな違いは認められなかった。

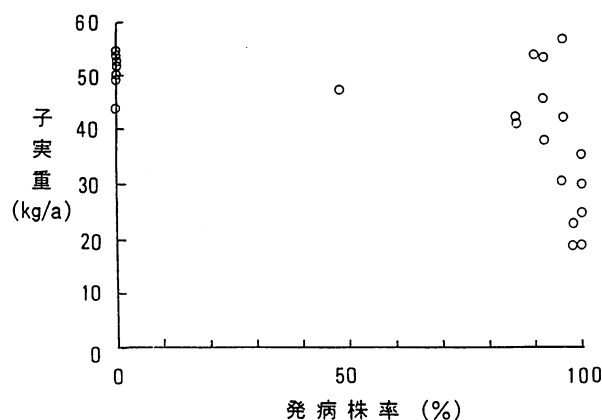
C 圃場 (第 8 表) での発病株率と子実重との関係を第 18 図に示した。発病最盛期の発病株率については, 1 例を除き罹病性品種で 90~100%前後, 抵抗性品種で



第 16 図 大麦 17 品種・系統におけるオオムギ縞萎縮病による発病株率と子実重との関係
試験場所: 下館市伊讃美 (B 圃場)
発病株率調査日: 1985 年 3 月 19 日



第 17 図 大麦 17 品種・系統におけるオオムギ縞萎縮病発病程度指数と子実重との関係
試験場所: 下館市伊讃美 (B 圃場)
発病程度指数調査日: 1985 年 3 月 19 日



第 18 図 大麦 15 品種・系統におけるオオムギ縞萎縮病発病最盛期の発病株率と子実重との関係
試験場所: 下館市伊讃美 (C 圃場)
発病株率調査日: 1985 年 3 月 19 日

第8表 BaYMV 汚染圃場¹⁾における大麦 15 品種・系統の発病程度と稈長および収量構成要素

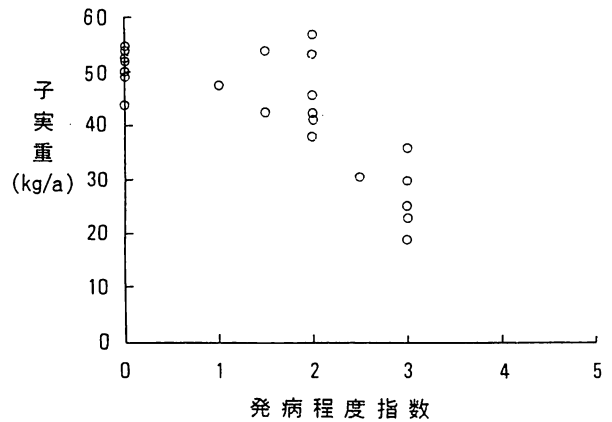
品種・系統名	発病株率(%)						発病程度指数			稈長 (cm)	穂数 (本/㎡)	子実重(kg/a)			千粒重 (g)
	2.27 ²⁾			3.19 ²⁾			3.19 ²⁾					1区	2区	平均	
	1区	2区	平均	1区	2区	平均	1区	2区	平均						
カシマムギ	90	98	94	98	100	99	3	3	3	61	234	22.9	18.9	20.9	33.9
関東皮 65 号	92	100	96	98	100	99	3	3	3	69	225	19.0	25.0	22.0	34.7
関東皮 66 号	80	80	80	96	96	96	2.5	2.5	2.5	66	227	30.7	—	30.7 ³⁾	30.2 ³⁾
竹林茨城 2 号	86	96	92	100	100	100	3	3	3	77	387	30.0	—	30.0 ³⁾	29.9 ³⁾
東山皮 73 号	56	86	72	100	88	94	3	3	3	78	357	36.0	—	36.0 ³⁾	31.6 ³⁾
アサマムギ	68	66	67	92	86	89	2	2	2	94	380	38.1	41.4	39.8	29.4
東山皮 80 号	22	36	29	92	98	95	2	2	2	97	392	53.4	—	53.4 ³⁾	32.6 ³⁾
東山皮 81 号	20	14	17	92	86	89	2	1.5	1.8	90	438	45.6	42.4	44.0	27.3
東山皮 82 号	58	46	52	96	96	96	2	2	2	92	332	42.3	56.9	49.6	29.2
東山皮 83 号	8	34	21	48	90	69	1	1.5	1.3	92	472	47.4	53.8	50.6	40.2
ミサトゴールデン	0	0	0	0	0	0	0	0	0	101	717	53.7	49.0	51.4	43.9
ミカモゴールデン	0	0	0	0	0	0	0	0	0	97	737	52.3	—	52.3 ³⁾	39.7 ³⁾
きぬゆたか	0	0	0	0	0	0	0	0	0	98	770	49.9	51.8	50.9	39.3
イシュクシラズ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	94	667	54.6	49.3	52.0	42.3
ドリルムギ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	77	629	43.8	—	43.8 ³⁾	31.6 ³⁾

¹⁾ 試験場所：下館市伊讚美 (C 圃場)

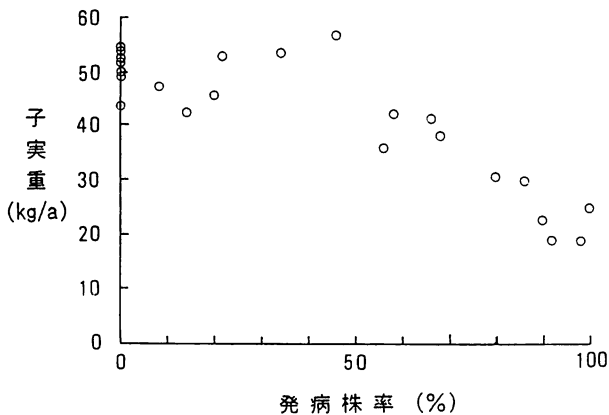
²⁾ 調査日 (月. 日)

³⁾ 1 区の成績で示す。

0%と両者の間に顕著な差異がみられた。そして、罹病性品種の子実重に大きな違いが認められたが、罹病性品種は明らかに少収を示すものが多かった。一方、発病最盛期に達する前の2月27日時点の発病株率と子実重との関係を見ると、第19図に示すような発病株率が50%を越えとしだいに低収となる関係が認められた。また、B圃場と同様に、発病程度指数と子実重との間には第20図に示すような密接な関係が認められた。



第20図 大麦 15 品種・系統におけるオオムギ縮萎病発病程度指数と子実重との関係
試験場所：下館市伊讚美 (C 圃場)
発病程度指数調査日：1985 年 3 月 19 日



第19図 大麦 15 品種・系統におけるオオムギ縮萎病発病初期の発病株率と子実重との関係
試験場所：下館市伊讚美 (C 圃場)
発病株率調査日：1985 年 2 月 27 日

3. 二条大麦品種ミサトゴールデンのオオムギ縮萎病による被害

木石港 3 のもつ抵抗性遺伝子を導入して育成されたミサトゴールデンが BaYMV の III 型系統に罹病したことから、罹病によってミサトゴールデンが受ける被害について、この抵抗性遺伝子をもたない罹病性の品種と比較して検討した。

材料および方法

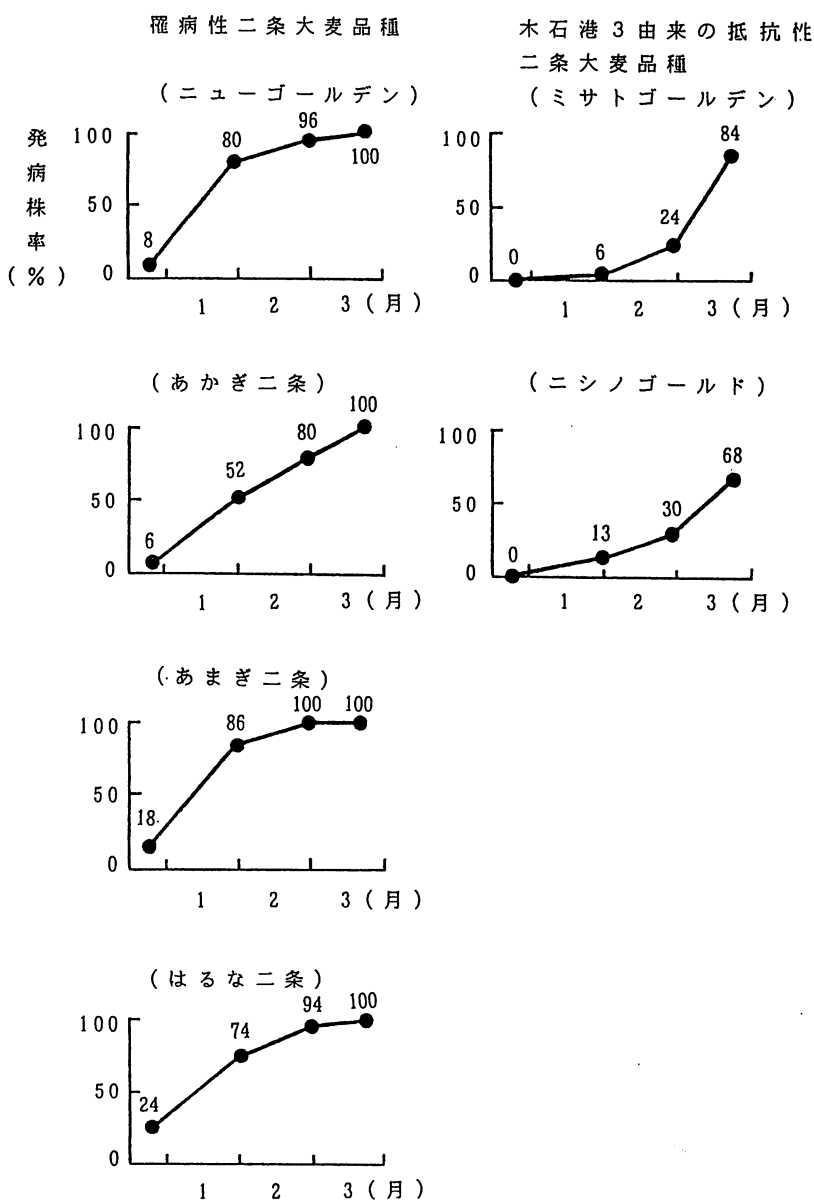
1987年10月30日にBaYMVのⅢ型系統で汚染された圃場に、抵抗性遺伝子Ymをもつミサトゴールデン、ニシノゴールドおよび抵抗性遺伝子をもたない罹病性二条大麦のニューゴールデン、あかぎ二条、あまぎ二条、はるな二条を播種した。発病初期の12月24日から、翌1988年の2月1日、2月29日および発病最盛期の3月23日の4回にわたり発病株率を調査した。

さらに、BaYMVのⅢ型系統で汚染された圃場にミサトゴールデンを栽培し、発病程度の異なる数地点について、発病最盛期の4月7日に発病株率を調査し、成熟

期には2㎡を刈り取り子実重を測定し、a当たり子実重に換算した。1990年にも同一の圃場にミサトゴールデンを栽培し、翌年3月18日に数地点の発病株率を調査し、同様にして子実重を調査した。栽培は両年とも現地慣行により、畦幅55cm、播種量0.5kg/a、基肥N0.5kg/aで行った。

試験結果

ミサトゴールデン、ニシノゴールドと罹病性品種ニューゴールデン、あかぎ二条、あまぎ二条およびはるな二条の発病期間における発病株率の推移を第21図に示した。罹病性品種では、発病初期の12月24日ですでに6～



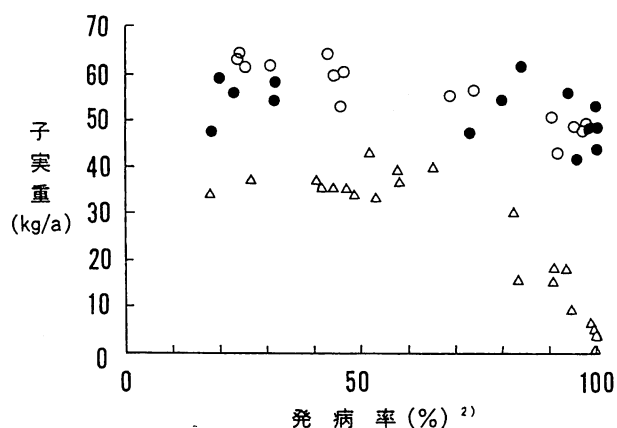
第21図 罹病性二条大麦品種と木石港3から抵抗性遺伝子を導入した二条大麦品種の発病株率の推移

図中の数字は発病株率(%)を示す。

24%の発病が認められ、翌年の2月29日には発病株率は、ニューゴールドデン、あまぎ二条、はるな二条では94~100%、あかぎ二条では80%に達し、3月23日にはいずれの品種も100%になった。これに対して、ミサトゴールドデンとニシノゴールドでは、12月24日では発病は認められず、翌年2月1日に6、13%の発病が認められたが、その後の発病株率の増加は緩やかで、3月23日でも68、84%に留まり100%に達しなかった。また、写真1に示すように、ミサトゴールドデンの発病最盛期の発病程度指数は、2以下すなわちモザイク斑は明確に認められるが黄化はわずかに認められる程度以下であり、抵抗性遺伝子を持たない罹病性品種(写真2)に比較して病徴の程度ははかなり軽かった。

ミサトゴールドデンのBaYMVⅢ型系統による罹病が子実重に与える影響について罹病性品種のあかぎ二条と比較した結果を第22図に示した。なお、比較の罹病性品種に関するデータは第4図に示したものと同一である。あかぎ二条では、発病茎率が70%を越えると減収が顕著になり、90%以上では収穫皆無に近い区が出現したのに対し、ミサトゴールドデンでは発病株率が90%を越えても若干減収するにとどまった。

次に、発病茎率または発病株率(以下発病率)が穂数および子実重におよぼす影響について検討した。第9表は、ミサトゴールドデンとあかぎ二条について、発病率50%以下の区と90%以上の区にわけて、両グループの穂数と子実重を比較したものである。なお、比較のために発病率90%以上の区の値を50%以下の区の値を100



第22図 ミサトゴールドデンとあかぎ二条におけるオオムギ縞萎縮病による発病率と子実重との関係

●: ミサトゴールドデン(1987年播種)

○: ミサトゴールドデン(1990年播種)

△: あかぎ二条(1982年播種)

※ ミサトゴールドデンは発病株率で、あかぎ二条は発病茎率で示す。

第9表 ミサトゴールドデンとあかぎ二条におけるオオムギ縞萎縮病による発病率、穂数および子実重の比較

品種名	播種年	発病率 ¹⁾ (%)	区数	穂数(本/㎡)	同左対比(%)	子実重(kg/a)	同左対比(%)
ミサトゴールドデン	1987	18-32	5	662	100	55.1	100
		94-100	7	559	84	48.5	88
	1990	24-46	8	670	100	61.0	100
		91-97	4	610	91	47.4	78
あかぎ二条	1982	18-49	7	493	100	35.4	100
		91-100	8	251	51	9.6	27

¹⁾ ミサトゴールドデンは発病株率、あかぎ二条は発病茎率で示した。

とした指数で示した。発病による子実重の減少率は穂数より大きく、あかぎ二条では27%まで減収したのに対して、ミサトゴールドデンは78~88%の減収にとどまった。

4. ムギ類萎縮病が大麦品種の稈長におよぼす影響

ムギ類萎縮病に罹病した六条大麦品種について、ムギ類萎縮病発病株率と稈長との関係を調べた。

材料および方法

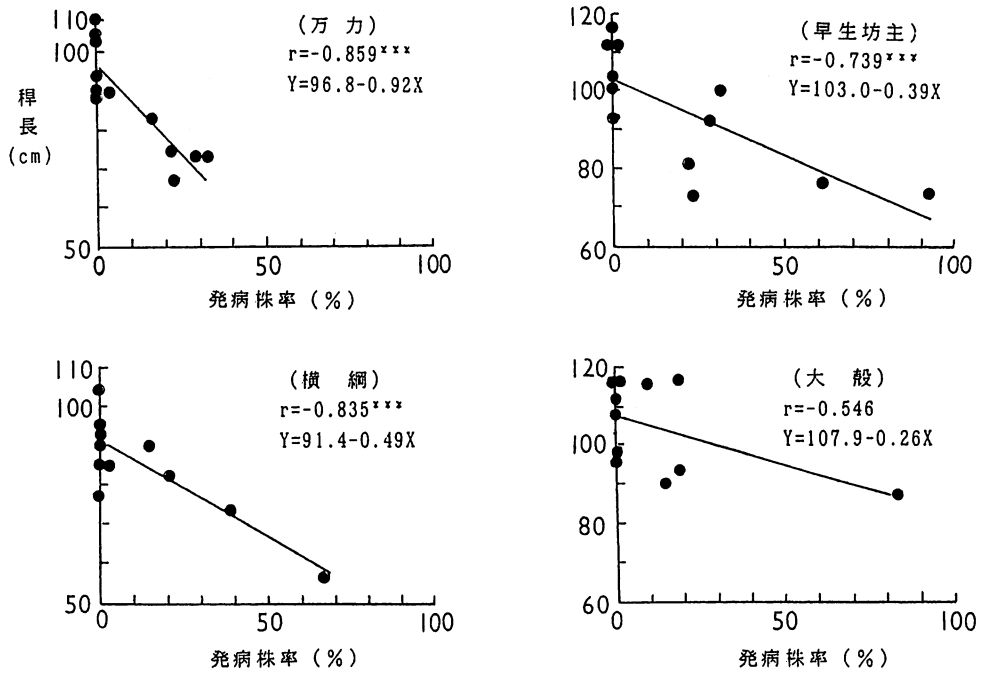
1985年10月30日から11月5日にかけて、BaYMVの単独汚染圃場であるA、D、E、G、K圃場、SBWMVの単独汚染圃場であるS圃場、BaYMVとSBWMVとの混合汚染圃場であるI、L、M、N、O圃場およびBaYMVやSBWMVに汚染されていないT圃場に、六条大麦の万力、横綱、早生坊主、大穀、三月、細麦、カシマムギ、御堀裸3号、センボンハダカの計9品種を播種した。発病最盛期の1986年3月18日から3月24日にかけて発病株率を調査した。なお、SBWMVに汚染されている圃場では、各品種につき代表的な発病株1~2株を採取し、ELISA法によって感染したウイルスの種類、すなわちBaYMV、SBWMVの別を判定した。

6月4、5日の成熟期には、各品種につき10株の最長稈長を測定した。

試験結果

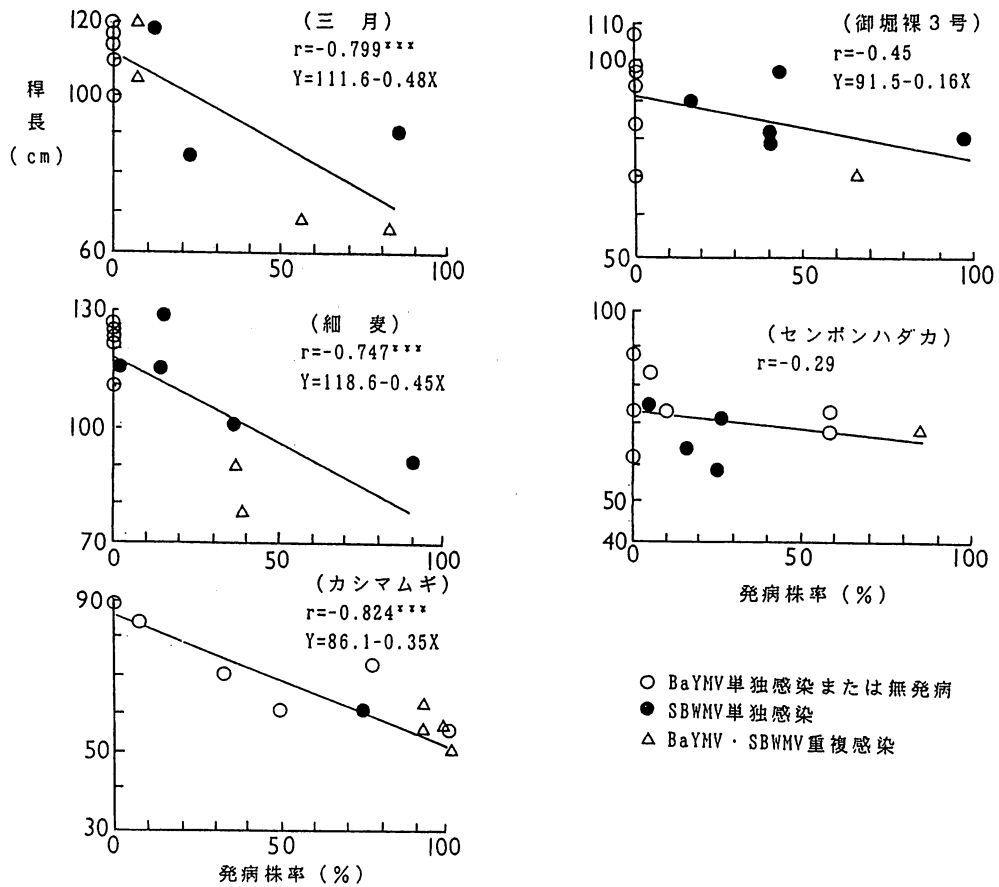
第23図に、ムギ類萎縮病に罹病した万力、横綱、早生坊主、大穀について、発病株率と稈長との関係を示した。いずれの品種も発病株率が増加すると、稈長は直線的に短くなった。特に、万力と横綱では最大の発病株率がそれぞれ30%と67%と低かったにもかかわらず、稈長は無発病圃場の60~70%程度にまで短くなった。

第24図に、BaYMVとSBWMVに重複感染した品種



第23図 大麦品種におけるムギ類萎縮病による発病株率と稈長との関係

*** : 1%で有意であることを示す。



第24図 BaYMV単独感染, SBWMV単独感染およびBaYMVとSBWMVに重複感染した大麦品種の発病株率と稈長との関係

*** : 1%で有意であることを示す。

の発病株率と稈長との関係を示した。三月、細麦、および御堀裸3号では、BaYMVとSBWMVに重複感染した場合、SBWMVの単独感染に比較して発病株率は同じであっても、稈長の短くなる程度が大きい傾向が認められた。

5. 考 察

一般に、オオムギ縞萎縮病の発病の進展によって、発病株率は高まり、稈長は短くなり、収量が低下する。まず、発病株率と稈長との関係を見ると、両者の間には負の相関関係が認められる。この稈長の短縮する程度は大麦の品種によって異なり、アサマムギや大正麦では他の品種に比べて発病株率に対する稈長の短縮程度が小さい(第15図)。この品種間の差異は、被害による収量低下の程度とも関連すると考えられるが、このことについてはさらに検討を要する。

つぎに、オオムギ縞萎縮病の発病による収量の低下について検討した。発病最盛期における発病株率と子実重との間には負の相関関係が認められた(第16図、第18図)。しかし、発病株率が高いが、子実重があまり低下しない品種や系統もある。たとえば、第16図では、発病株率が90%以上であるが子実重は40 kg/aを超えるものとして、ミノリムギ、関東皮65号、東山皮73号が挙げられる。また、第18図で発病株率86%以上で子実重40 kg/a以上のものは、アサマムギ、東山皮80号、東山皮81号、東山皮82号、および東山皮83号である。これらの品種や系統では多くの個体は発病するが病徴が軽微であるため、あまり収量が低下しない(第7表、第8表)。このような性質を被害抵抗性といえることができる³⁰⁾。したがって、オオムギ縞萎縮病の被害を考える場合、収量低下を予測する要因として発病株率と同時に、発病程度も評価の対象とすることが重要である。特に、発病程度の重要性については、第17図と第20図でも明らかのように、発病程度が高い時に子実重は確実に低下するという高い負の相関関係が認められたことである。そして、発病程度指数が2を超えない品種の収量はまったく発病しない指数0のものと同程度であった。病徴の発現程度と生育や収量への影響について、草場ら³⁰⁾はモザイク斑や黄化症状の甚だしい品種は、稈長や穂数の減少も著しいが、病徴が軽微になるに従い、稈長・穂数の減少も少なくなることを報告している。さらに、草葉ら³⁰⁾はnecrosisとyellowingの発現程度と減収率との間に密接な関係を認め、これに基づき被害程度を判定することが可能であるとしている。

被害抵抗性については今後解明しなければならない多くの問題が残されているが、第8表によって明らかになったことは、被害抵抗性品種は、発病最盛期より早い時期の発病株率が低いことである。逆に、発病によって子実重が著しく低下する品種は、生育の比較的初期から発病する個体が多いことを示唆している。類似の結果は、つぎに述べるBaYMVのⅢ型系統に対する発病株率の生育に伴う時間的増加の程度についての品種間差異でもみることができる(第21図)。生育初期の発病株率の低いミサトゴールデンは、生育初期から発病株率の高いあかぎ二条比べて、発病によって子実重の低下する程度が小さい(第22図)。このように、発病株率が生育の初期から増加しない特性は、被害抵抗性の生理的・遺伝的防御機構を解析する手がかりになると考えられる。また、生育に伴う発病株率を調査することによって、被害抵抗性の品種を選ぶことも可能であろう。

ミサトゴールデンはオオムギ縞萎縮病に高度の抵抗性を示す六条大麦の木石港3から抵抗性遺伝子を導入して育成された二条大麦品種であり⁴⁰⁾、オオムギ縞萎縮病被害回避の切札として早期の普及が要望されていた。しかし、1984年に本品種がBaYMVのⅢ型系統に罹病することが発見され^{29), 40)}、その後多数の圃場で、ミサトゴールデンの罹病が確認されている⁵⁰⁾。本品種の発病の進展状況を見ると、抵抗性遺伝子をもたない品種に比較して発病株率の増加速度がおそく2月下旬の発病株率は24%と低く、前述の被害抵抗性の強い品種の特徴をもっていた。また、罹病による減収程度も罹病性品種に比較して明らかに小さく、ミサトゴールデンはⅢ型系統に罹病しても被害抵抗性を発揮するため、実用的には汚染圃場での栽培が可能であると考えられる。しかし、今後ミサトゴールデンの連作によってⅢ型系統のウイルスの濃度が上昇した場合に被害抵抗性がどの程度維持されるか、引き続き被害の状況を追跡調査する必要がある。

大麦品種がムギ類萎縮病に罹病すると稈長が著しく短縮したことから、本病は生育のほか、収量にも大きな影響をおよぼしているものと考えられる。なお、万力、横綱では発病株率が低いにもかかわらず、稈長への影響は大きく、このことは品種によっては明瞭な病徴の現れないうちから生育や収量に被害が発生することを示唆している。さらに、BaYMVとSBWMVに重複感染したほうがSBWMVの単独感染に比較して稈長の短縮程度が大きく、収量への被害が大きいことが推察された。したがって、大麦品種の育成や品種選択にあたっては、オオムギ縞萎縮病のほかにムギ類萎縮病に対する抵抗性にも十分留意する必要がある。

V オオムギ縮萎縮ウイルスの I, II, III型系統に対する抵抗性遺伝子の異なる大麦品種の反応

BaYMVの系統分化については、オオムギに対する病原性の違いによって知ることができる。特に新しい系統の出現は抵抗性といわれてきた品種が罹病することによって、初めて確認される場合が多い。たとえばBaYMVのIII型系統は抵抗性品種として育成されたミサトゴールデンが罹病することによって発見され⁴⁰⁾、ドイツと英国の抵抗性品種 Franka や Torrent が罹病することで新しい系統 BaYMV-2 を分離した⁹⁾。このように抵抗性品種の普及によって BaYMV の新しい系統が分化してくるのは、ほかの病原性細菌やウイルスの場合と同様で、抵抗性育種を進める上からも、従来抵抗性といわれてきた品種や系統の BaYMV の各系統に対する反応を調査することは極めて重要である。

ここでは、抵抗性遺伝子 $Ym^{51)}$ をもつ品種^{20), 22)}、 $Ym2^{51)}$ をもつ品種、 $ym3^{60)}$ をもつ品種^{20), 25), 26)}、 $ym4^{4)}$ をもつ品種、および抵抗性遺伝子は明らかにされていないが本病に強度の抵抗性を示すことが知られている品種^{20), 27), 64)}について、BaYMVのI型、II型およびIII型系統に対する反応を調査した。

さらに、ミサトゴールデンを侵すBaYMV III型系統については、ミサトゴールデンと同様に木石港3から抵抗性遺伝子を導入した二条大麦品種・系統およびそれ以外の抵抗性六条大麦品種から抵抗性遺伝子を導入した品種・系統を用いて、それらのBaYMV III型系統に対する反応を調べた。

1. オオムギ縮萎縮ウイルスの各系統に対する異なる抵抗性遺伝子をもつ大麦品種の反応

大麦縮萎縮病抵抗性遺伝子 Ym 、 $Ym2^{61)}$ 、 $ym3^{60)}$ および $ym4^{4)}$ をそれぞれもつ品種^{20), 25), 26), 32)}と抵抗性遺伝子は明らかにされていないが本病に強度の抵抗性をもつことが報告されている品種^{20), 27), 64)}について、BaYMVのI型、II型およびIII型系統に対する反応を調べた。

材料および方法

供試した抵抗性大麦品種は第10表に示すとおりである。抵抗性遺伝子 Ym をもつ品種は5品種、 $Ym2$ をもつ品種は1品種、 $ym3$ をもつ品種は7品種、 $ym4$ をもつ品種は3品種、 Ym と $ym3$ の両方をもつ品種は2品種であり、他に抵抗性遺伝子は明らかにされていないが本病に強度の抵抗性を示すことが報告されている品種18

品種を供試した。

1985年10月30日から11月5日にかけて、それぞれBaYMV I型、II型およびIII型で汚染されたE~I圃場、J~N圃場およびO圃場に第10表に示した抵抗性品種のうち25品種(第11表)と罹病性品種のニューゴールデン、あかぎ二条、はるな二条、あまぎ二条、カシマムギ、アサマムギの6品種およびBaYMVに免疫性でSBWMVに罹病性の小麦品種農林61号を播種した。発病調査は、オオムギ縮萎縮病発病最盛期の1986年3月18日~24日に、全株を対象に発病株率を調査した後、SBWMVが混在するI、L~Oの5圃場では、発病した品種について発病株1~2株を採取し、ELISA法によって感染しているウイルスの種類、すなわちBaYMV、SBWMVの別を判定した。

1986年10月30日には、それぞれBaYMVのI型圃場(E)、II型圃場(L)およびIII型圃場(O)に、第10表に示した品種のうち23品種(第12表)と罹病性品種6品種のうちアサマムギを除く5品種および農林61号を播種した。翌年3月16、17日の発病最盛期に発病株率を調査した後、ELISA法によって感染したウイルスの種類を判定した。

さらに、I型系統のE圃場では、1987年11月6日にも第12表に示す8品種を播種し、発病株率を調査した。

結 果

1985年に11の汚染圃場において大麦品種の反応を調査した結果を第11表に示した。

ニューゴールデン、あかぎ二条およびカシマムギはいずれの汚染圃場でも高率に罹病し、67号とアサマムギは発病株率がこれらよりやや低いもののいずれの汚染圃場でも罹病した。

はるな二条、あまぎ二条、大正麦、センボンハダカ、Hungarianの5品種は、I型およびIII型圃場では高率に罹病するもののII型圃場では罹病しないか、発病株率がI型やIII型圃場と比べて著しく低かった。

御堀裸3号、三月および細麦はI型とIII型圃場では罹病しなかったが、BaYMV II型とSBWMVが混在している圃場では、御堀裸3号はL圃場、三月と細麦はLとNの2圃場で高率に罹病し、3品種とも双方のウイルスに重複感染していた。一方、これらの3品種は、I型系統あるいはIII型系統とSBWMVとが混在しているIとO圃場では、罹病株のELISA法による検定でSBWMV

麦類の土壤伝染性ウイルス病に対する大麦品種の抵抗性に関する研究

第10表 供試したオオムギ縮萎病抵抗性品種・系統とそれらの来歴および抵抗性遺伝子

品種・系統	来歴 ¹⁾	抵抗性遺伝子	参	照
木石港 3	中国, 在来	<i>Ym</i> +other ²⁾	高橋ら	1970
		<i>Ym</i> +other ²⁾	Konishi and Kaiser	1991
ミサトゴールデン	日本, 交配	<i>Ym</i>	Konishi and Kaiser	1991
羽系 I-41	日本, 交配	<i>Ym</i>	Kawada and Tsuru	1987
横綱	日本, 交配	<i>Ym</i>	Kawada and Tsuru	1987
Solan	スウェーデン	<i>Ym</i>	Kawada and Tsuru	1987
御堀裸 3号	日本, 在来	<i>Ym</i> 2	高橋ら	1970
Ea52	日本, 突然変異	<i>ym</i> 3	鶴飼・山下	1980
イシュクシラズ	日本, 交配	<i>ym</i> 3	Kawada and Tsuru	1987
会津 6号	日本, 交配	<i>ym</i> 3	Kawada and Tsuru	1987
朝鮮	日本, 在来	<i>ym</i> 3	Kawada and Tsuru	1987
倍取	日本, 在来	<i>ym</i> 3	Kawada and Tsuru	1987
岩手メンシュアリー 2号	日本 ³⁾	<i>ym</i> 3	河田	1988
はがねむぎ	日本, 交配	<i>ym</i> 3	Kawada	1991
早生坊主	日本, 交配	<i>Ym</i> + <i>ym</i> 3	Kawada and Tsuru	1987
中泉在来	日本, 在来	<i>Ym</i> + <i>ym</i> 3	河田	1989
Franka	ドイツ	<i>ym</i> 4	Friedt et al.	1990
Sonate	ドイツ	<i>ym</i> 4	Friedt and Foroughi-Wehr	1987
Diana	ドイツ	<i>ym</i> 4	Friedt and Foroughi-Wehr	1987
TN-2	トルコ		Kawada and Tsuru	1987
陽新 2	中国, 在来		Kawada and Tsuru	1987
Hungarian	ハンガリー, 在来		Kawada and Tsuru	1987
Ethiopia 71-450	エチオピア, 在来		Kawada and Tsuru	1987
三月	日本, 在来		Kawada and Tsuru	1987
67号	日本, 交配		河田ら	1982
大正麦	日本, 交配		河田ら	1982
ナンブウハダカ	日本, 交配		河田ら	1982
万力	日本, 在来		河田ら	1982
細麦	日本, 在来		河田ら	1982
西海皮 2号	日本, 交配		河田ら	1982
西海皮 4号	日本, 交配		河田ら	1982
豊大麦	日本, 在来		河田ら	1982
大穀	日本, 在来		河田ら	1982
御膳	日本, 在来		河田ら	1982
四国裸 61号	日本, 交配		吉川ら	1984
四系 8362	日本, 交配		吉川ら	1984
センボンハダカ	日本, 交配		吉川ら	1984

¹⁾ 来歴 在 来：在来種および在来種からの純系分離等によって育成された品種

交 配：交配によって育成された品種

突然変異：γ線照射による突然変異によって育成された品種

²⁾ *Ym* の他にもう一つの別の抵抗性遺伝子をもつことを示す。

³⁾ 北来から導入された品種をもとに育成されたと考えられる。

のみ検出され、BaYMV には感染していなかった。

ミサトゴールデンは I 型と II 型圃場では罹病しなかったが、III 型圃場では高率に罹病した。

羽系 I-41 と TN-2 は I 型系統の F 圃場で、Ethiopia 71-450 は I 型系統の E, H 圃場および III 型系統の O 圃場で罹病したが、いずれも発病株率が 3~7% と低く病徴も極めて軽微であった。

木石港 3, 横綱, Solan, Ea52, 会津 6号, 朝鮮, 岩

手メンシュアリー 2号, はがねむぎ, 早生坊主, 万力, 豊大麦, 大穀, 御膳, 西海皮 2号 の 14 品種・系統はいずれのウイルス系統の汚染圃場でも罹病しなかった。

1986 年および 1987 年播種の試験結果を第 12 表に示した。第 11 表とほぼ同様な結果であったが、新たに以下の 11 品種の反応が明らかになった。すなわち、陽新 2 がいずれの汚染圃場でも高率に罹病し、Franka, Diana および Sonate がミサトゴールデンと同様に III 型圃場の

第11表 BaYMVのI, II, III型系統の汚染圃場における大麦品種・系統の発病株率(%) (1985年播種)

品種・系統	抵抗性 遺伝子	試験圃場とウイルスの種類と系統										
		I 型				I型+SB ¹⁾	II 型		II型+SB ¹⁾			III型+SB ¹⁾
		E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
ニューゴールドン		100	100	100	77	98	97	98	96	88	78	100
あかぎ二条		100	95	96	78	95	100	95	95	100	48	100
カシマムギ		77	50	66	90	95	90	49	100	92	92	98
67号		8	24	43	5	17	13	6	32	26		28
アサマムギ		87	4	13	11	20	30	33	15	13	3	25
はるな二条		100	85	92	93	78	0	21	0	4	10	100
あまぎ二条		100	92	100	100	80	0	17	5	9	0	100
大正麦		100	53	63	74	71	0	0		0		100
センボンハダカ		58	0	5	56	78	0	0	(16)	(5)	(24)	44
Hungarian		98	51	56	50	(69)	33	0	3	0	(29)	58
御堀裸3号	(Ym2)	0	0	0	(4)	(97)	0	0	61	(16)	(40)	(43)
三月		0	0	6	0	(85)	3	0	82	6	55	(12)
細麦		0	0	0	0	(90)	0	0	38	(15)	36	(14)
ミサトゴールデン	(Ym)	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	57
木石港3	(Ym+other)	0		0						0		(11)
羽系I-41	(Ym)	0	7	0	0	(89)	0	0	(4)	0	0	0
横綱	(Ym)	0	0	0	0	(38)	0	0	(20)	0	(67)	0
Solan	(Ym)	0	0	0	0					(9)		(10)
Ea52	(ym3)	0	0	0	0	(24)	0	0	(16)	(4)	(19)	(3)
会津6号	(ym3)	0	0	0	0		0	0	0	0		0
朝鮮	(ym3)	0	0	0	0	(12)	0	0	0	0	(13)	0
岩手メッシュアリー2号	(ym3)	0	0	0	0		0	0	0	0		0
はがねむぎ	(ym3)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
早生坊主	(Ym+ym3)	0	0	0	0	(92)	0	0	(23)	(32)	(61)	(28)
TN-2		0	5	0	0	0	0	0	0	0		0
Ethiopia 71-450		3	0	0	3	0	0	0	0	0	0	4
万力		0	0	0	0	(22)	0	0	(22)	(16)	(29)	(3)
豊大麦		0	0	0	0	(12)	0	0	(4)	0	(9)	0
大穀		0	0	0	0	(84)	0	0	(15)	(10)		(19)
御膳		0	0	0	0	(67)	0	0	(19)	(5)		(18)
西海皮2号		0	0	0	0	(14)	0	0	(5)	0		0
農林61号(小麦)		0	0	0	0	(100)	0	0	(100)	(33)	(94)	(24)

¹⁾ SB : SBWMV.

²⁾ _____ は BaYMV と SBWMV の重複感染, () は SBWMV の単独感染による発病株率を示す。

みで特異的に罹病した。また、中泉在来がII型圃場で、倍取とナンプウハダカがIII型圃場で罹病したが、発病株率は1~6%と低く病徴も極めて軽く、イシユクシラズ、西海皮4号、四国裸61号および四系8362はいずれの汚染圃場でも罹病しなかった。

2. オオムギ縮萎縮ウイルスIII型系統に対する六条大麦由来の抵抗性をもつ二条大麦品種の反応

BaYMVのIII型系統は、抵抗性品種として育成されたミサトゴールデンが罹病することによって新しく発見された系統である。このことは、抵抗性品種の育種上重大な問題であるのみならず、品種普及の立場からも考慮すべきである。そこで、ミサトゴールデンと同様に、抵抗性遺伝子を木石港3から導入した多くの品種や育成系統のIII型系統に対する反応を調べることは重要である。さらに、木石港3以外の六条大麦に抵抗性の遺伝子給源を

麦類の土壤伝染性ウイルス病に対する大麦品種の抵抗性に関する研究

第12表 BaYMV の I, II, III型系統の汚染圃場における大麦品種・系統の発病株率 (%) (1986年播種)

品種・系統	抵抗性 遺伝子	試験圃場とウイルスの種類と系統		
		I 型	II型+SB ¹⁾	III型+SB ¹⁾
		E	L	O
ニューゴールデン		100 ³⁾	100	100
あかぎ二条		95	100	96
カシマムギ		18	100	96
陽新2		68 ³⁾	93	72
はるな二条		100 ³⁾	0	100
あまぎ二条		99	1	92
大正麦		28	0	83
Hungarian		27	(23)	50
御堀裸3号	(Ym2)	0 ³⁾	100	(3)
三月		0 ³⁾	16	4
ミサトゴールデン	(Ym)	0	0	66
Franka	(ym4)	0	0	85
Diana	(ym4)	0	0	17
Sonate	(ym4)	0	2	42
木石港3	(Ym+other)	0	(83)	(11)
羽系I-41	(Ym)	0 ³⁾	(3)	0
横綱	(Ym)	0 ³⁾	(20)	(3)
Ea52	(ym3)	0	(12)	(3)
イシュクシラズ	(ym3)	0	0	0
倍取	(ym3)	0	0	3
はがねむぎ	(ym3)	0	0	0
早生坊主	(Ym+ym3)		(30)	0
中泉在来	(Ym+ym3)	0	2	0
細麦		0 ³⁾	(26)	0
西海皮4号		0	0	0
四国裸61号		0	0	(1)
四系8362		0	0	0
ナンプウハダカ		0	(6)	1
農林61号(小麦)		0	(85)	0

¹⁾ SB : SBWMV.

²⁾ : BaYMV と SBWMV の重複感染, () : SBWMV の単独感染による発病株率を示す。

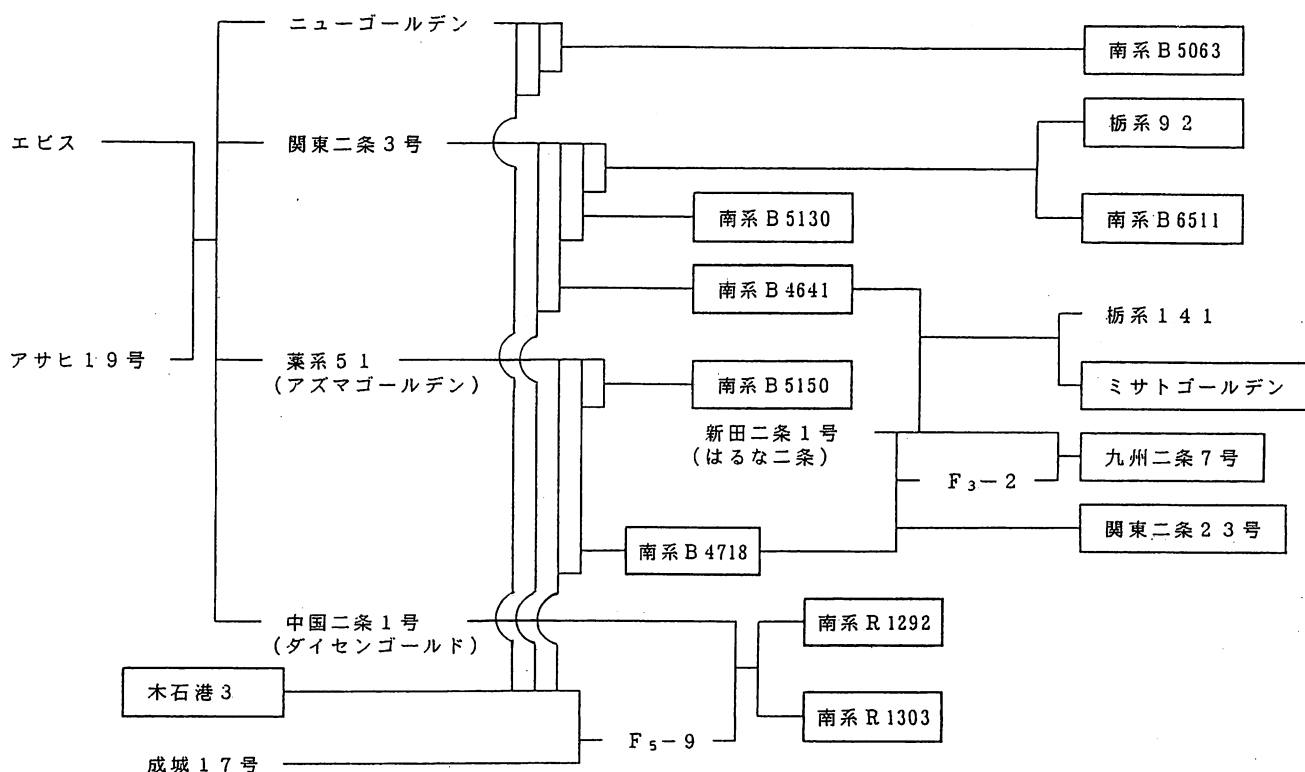
³⁾ 1987年播種で、同様にしてE, L, O圃場で抵抗性を調べた結果を示す。

求めて育成された品種や系統について調査することも大切である。そこで、これらの抵抗性品種や育成系統について、新しく発見されたBaYMVのIII型系統に対する反応を調査した。

材料および方法

木石港3から抵抗性遺伝子を導入して育成された二条大麦については以下の32品種・系統について調べたが、系譜は第25図に示した。すなわち、栃木県農業試験場栃木分場(以下栃木分場)で育成されたもののうち、南

系B5063(ニューゴールデンと木石港3の戻し交配), 南系B4641, 南系B5130, 南系B6511および栃系92(関東二条3号と木石港3の戻し交配), 南系B4718と南系B5150(薬系51と木石港3の戻し交配), 南系R1292と南系R1303(成城17号と木石港3の交配による抵抗性系統と中国二条1号との交配)について調べた。また、これらの抵抗性中間母本系統から育成されたミサトゴールデン, 九州二条7号, 関東二条23号, 同24号, 栃系182および栃系190~202について調べた。さらに、キ



第25図 木石港3から抵抗性遺伝子を導入して育成された二条大麦品種・系統の系譜 (Kobayashi 1987)

□ : 調査した品種・系統

リンビール株式会社において育成されたきぬ系7およびきぬ系9～12 (成城17号, UNION, 木石港3の3系交配によって育成された新田系1から抵抗性を導入。)についても調べた。

これらの品種・系統のうち、1986年は10品種・系統、1987年は23品種・系統、1989年には2品種・系統をBaYMVⅢ型に汚染されたO圃場にいずれの年も10月30日に播種し、それぞれ翌年の3月16日から23日にかけて全株を対象に発病株率を調査した。また、3か年とも、抵抗性母本である木石港3を同時に播種し発病を調べた。

木石港3以外の抵抗性遺伝子を導入した系統として、栃木分場で育成された抵抗性遺伝子 *ym3* をもつはがねむぎ²⁰由来の大系 R661, 2885, 2886, 2891, 2893, 2894, 同じく *ym3* をもつ Ea52²⁰由来の大系 R2950, 2965, 細麦由来の大系 R2936, 2939, 2942, および農林水産省九州農業試験場で育成されたはがねむぎ由来のイシュクシラズ²¹を供試した。

大系 R661については1987年、他の系統は1988年の10月30日にそれぞれの種子をO圃場に播種し、翌年の

3月16日から4月7日にかけて発病の有無を調査した。

結 果

木石港3から抵抗性遺伝子を導入して育成された二条大麦32品種・系統について、BaYMVのⅢ型汚染圃場での発病株率を調査した結果を第13表に示した。木石港3は3か年とも発病が認められなかったのに対して、二条大麦32品種・系統のうち、南系 B5063を除くすべての品種や系統がBaYMVのⅢ型系統に罹病した。これらの、品種や系統は、第26図に示したように、それぞれ育成経過の異なるものであるが、共通してⅢ型系統に罹病した。さらに注目すべきは、品種や系統によって発病株率が6%から100%と大きく異なることである。

つぎに、はがねむぎ, Ea52, 細麦から抵抗性遺伝子を導入した二条大麦中間母本系統についてⅢ型圃場での反応を調べた。結果は第14表に示したように、抵抗性遺伝子 *ym3* をもつはがねむぎから抵抗性を導入した7品種・系統のうち6品種・系統は抵抗性であったが、1系統は罹病した。また、*ym3* をもつ Ea52由来の2系統と細麦由来の3系統はいずれも罹病しなかった。

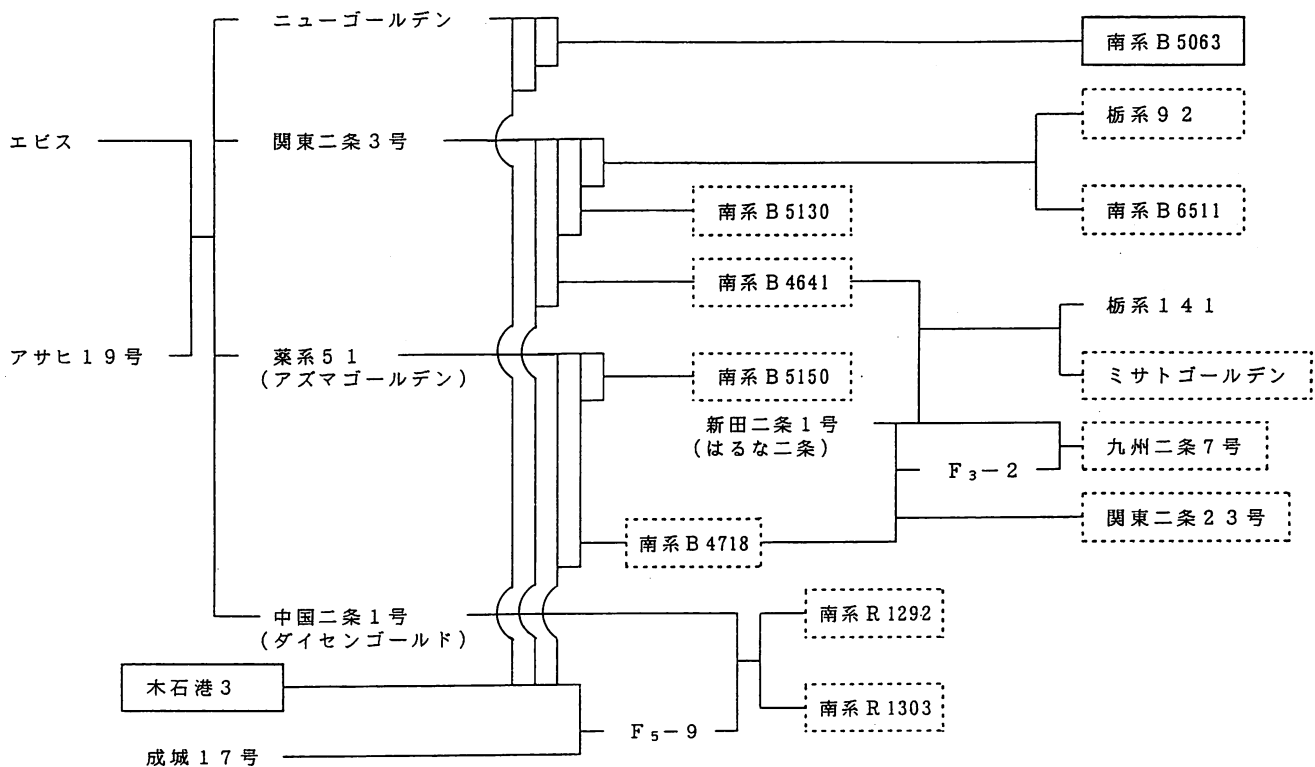
麦類の土壤伝染性ウイルス病に対する大麦品種の抵抗性に関する研究

第13表 BaYMVⅢ型圃場における木石港3から抵抗性遺伝子を導入して育成された二条大麦品種・系統の発病株率

品種・系統	発病株率 (%)	品種・系統	発病株率 (%)	品種・系統	発病株率 (%)
南系 B 4641 (1987) ¹⁾	30	関東二条23号 (1986)	6	栃系200 (1987)	60
" 4718 (")	24	" 24号 (")	14	" 201 (")	90
" 5130 (")	20	九州二条7号 (1987)	68	" 202 (")	55
" 5150 (")	41	栃系182 (1986)	34	きぬ系7 (1987)	63
" 6511 (")	8	" 190 (")	22	" 9 (")	100
南系 R 1292 (")	65	" 191 (")	22	" 10 (")	90
" 1303 (")	70	" 192 (")	24	" 11 (1986)	8
栃系 92 (1986)	20	" 193 (")	40	" 12 (1987)	50
南系 B 5063 ²⁾ (1987)	0	" 194 (1987)	15		
" (1989)	0	" 195 (")	97		
		" 196 (")	80		
ミサトゴールデン (1986)	66	" 197 (")	60	木石港3 (1986)	0
" (1987)	84	" 198 (")	83	" (1987)	0
" (1989)	80	" 199 (")	73	" (1989)	0

1) (): 試験年次 (播種年次)

2) ____ : 発病の認められなかった品種・系統を示す。



第26図 木石港3から抵抗性遺伝子を導入して育成された二条大麦品種・系統の系譜とBaYMVⅢ型系統に対する反応

: BaYMVⅢ型系統に抵抗性 : BaYMVⅢ型系統に罹病性

第14表 抵抗性遺伝子 *ym3* をもつ品種から抵抗性遺伝子を導入して育成された二条大麦品種・系統の BaYMV III型系統に対する反応

III型系統に対する反応	抵抗性の導入源となった品種		
	はがねむぎ ¹⁾	Ea52 ¹⁾	細麦
罹病性	大系 R2893		
抵抗性	大系 R 661	大系 R2950	大系 R2936
	" 2885	" 2965	" 2939
	" 2886		" 2942
	" 2891		
	" 2894		
	イシュクシラス		

¹⁾ *ym3* をもつ品種

3. 考 察

大麦の BaYMV の3系統に対する反応の違いに基づいて大麦品種を第15表に示す Type 1 から Type 5 までの5種類に分類した。なお、本表では発病株率が7%以下で病徴も軽かった品種は抵抗性とした。

Type 1 は BaYMV I, II, III型系統のいずれにもほ

ぼ同様に罹病する品種で、ニューゴールデン、カシマムギなど6品種が該当した。

Type 2 は I 型と III 型系統には高率に罹病するが、II 型系統には抵抗性を示す品種で、はるな二条、あまぎ二条、大正麦、センボンハダカ、Hungarian の5品種が該当した。

Type 3 は I, III 型系統には抵抗性であるが、II 型系統に罹病する品種で、御堀裸3号、三月および細麦が該当した。

Type 4 は I, II 型系統には抵抗性であるが、III 型系統に罹病する品種で、ミサトゴールデン、Franka, Sonate, Diana が該当した。

Type 5 はいずれのウイルス系統にも抵抗性を示す品種で、木石港3, 羽系 I-41, 横綱, Solan, Ea52, はがねむぎ, イシュクシラス, 早生坊主, 中泉在来, TN-2 など計24品種・系統が該当した。このタイプには、万力, 豊大麦などわが国の六条大麦在来種や育成種が多く該当し, 高橋ら⁴⁰⁾ や Kawada and Tsuru²⁰⁾ が指摘するように, わが国の六条大麦の中にはオオムギ縞萎縮病に高度の抵抗性を有する品種が多数存在することが裏付けられた。

第15表 BaYMV の各系統に対する反応の違いによる大麦品種・系統の分類

BaYMV 系統に対する反応のタイプ	BaYMV の系統に対する反応			品 種 ・ 系 統
	I 型	II 型	III 型	
Type 1	罹病性	罹病性	罹病性	ニューゴールデン, あかぎ二条, カシマムギ, 67号, アサマムギ, 陽新2
Type 2	罹病性	抵抗性	罹病性	はるな二条, あまぎ二条, 大正麦, センボンハダカ, Hungarian
Type 3	抵抗性	罹病性	抵抗性	御堀裸3号 (<i>Ym2</i>), 三月, 細麦
Type 4	抵抗性	抵抗性	罹病性	ミサトゴールデン (<i>Ym</i>), Franka (<i>ym4</i>), Diana (<i>ym4</i>), Sonate (<i>ym4</i>)
Type 5	抵抗性	抵抗性	抵抗性	木石港3 (<i>Ym+other</i>), 羽系 I-41 (<i>Ym</i>), 横綱 (<i>Ym</i>), Solan (<i>Ym</i>), Ea52 (<i>ym3</i>), イシュクシラス (<i>ym3</i>), 会津6号 (<i>ym3</i>), 朝鮮 (<i>ym3</i>), 倍取 (<i>ym3</i>), はがねむぎ (<i>ym3</i>), 岩手メンシュアリー2号 (<i>ym3</i>), 早生坊主 (<i>Ym+ym3</i>), 中泉在来 (<i>Ym+ym3</i>), TN-2, Ethiopia 71-450, 万力, 豊大麦, 大穀, 御膳, 西海皮2号, 西海皮4号, 四国裸61号, 四系8362, ナンプウハダカ
	罹病性	罹病性	抵抗性	該当品種が認められない
	抵抗性	罹病性	罹病性	該当品種が認められない
	罹病性	抵抗性	抵抗性	該当品種が認められない

麦類の土壤伝染性ウイルス病に対する大麦品種の抵抗性に関する研究

なお、上記以外の抵抗性のタイプ、すなわち、Ⅰ、Ⅱ型系統に罹病するがⅢ型系統には抵抗性の品種、Ⅰ型系統には抵抗性だがⅡ、Ⅲ型系統に罹病する品種、およびⅠ型系統に罹病するがⅡ、Ⅲ型系統には抵抗性を示す品種は認められなかった。

本研究で調査した品種の一部は、福岡県筑後市の九州農業試験場内 BaYMV 汚染圃場でも抵抗性が調べられている²⁰⁾。本研究での結果と九州農試での反応を第16表で比較したところ、Type 5 に分類された22品種は、福岡県の汚染圃場でも高度抵抗性を示し、広域で安定した抵抗性を維持することが期待できる。

第15表の結果を品種のもつ抵抗性遺伝子別に整理すると、*Ym* をもつとされる木石港3、羽系Ⅰ-41、横綱、Solan の4品種はⅠ、Ⅱ、Ⅲ型系統に抵抗性を示しType 5 に該当したが、同様に *Ym* をもつミサトゴールデンはⅢ型系統に罹病しType 4 であった。

抵抗性遺伝子 *Ym2* をもつ御堀裸3号はⅠ、Ⅲ型系統

には抵抗性であったがⅡ型系統に罹病しType 3 に該当した。

ym3 をもつ Ea52、イシュクシラズ、会津6号、朝鮮、倍取、はがねむぎ、岩手メンシュアリー2号の7品種はⅠ、Ⅱ、Ⅲ型のいずれの系統にも抵抗性でType 5 に該当した。また *ym3* をもつはがねむぎおよび Ea52 から抵抗性を導入した二条大麦中間母本系統の多くは、ミサトゴールデンを侵すⅢ型に抵抗性を示した。

Ym と *ym3* の両方をもつ早生坊主、中泉在来はⅠ、Ⅱ、Ⅲ型系統に抵抗性を示し、Type 5 に該当した。

ym4 をもつ Franka、Sonate、Diana はⅠ、Ⅲ型系統には抵抗性を示したが、Ⅲ型系統に高率に罹病し、ミサトゴールデンと同じType 4 に該当した。

中国原産の六条大麦である木石港3は、Ⅲ型系統に抵抗性を示したのにもかかわらず、それから抵抗性を導入して育成されたミサトゴールデンはⅢ型に高率に罹病した。高橋ら²¹⁾によれば、木石港3は一つの強力な抵抗性

第16表 BaYMV Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ型系統に対する反応と福岡県の BaYMV 汚染圃場における反応 (Kawada 1991) との比較

BaYMV 系統に対する反応のタイプ	BaYMV 系統に対する反応			品 種 ・ 系 統	福岡県での反応 ¹⁾ (Kawada 1991)
	Ⅰ 型	Ⅱ 型	Ⅲ 型		
Type 1	罹病性	罹病性	罹病性	67号 陽新2	RR RR-R
Type 2	罹病性	抵抗性	罹病性	大正麦 センボンハダカ Hungarian	RR-R RR-R R
Type 3	抵抗性	罹病性	抵抗性	御堀裸3号 三月 細麦	R RR RR
Type 4	抵抗性	抵抗性	罹病性	ミサトゴールデン Diana Sonate	RR RR RR
Type 5	抵抗性	抵抗性	抵抗性	木石港3 羽系Ⅰ-41 横綱 Solan Ea52 イシュクシラズ 会津6号 朝鮮 倍取 はがねむぎ 岩手メンシュアリー2号 早生坊主 中泉在来 TN-2 Ethiopia 71-450 万力 豊大麦 大穀 御膳 西海皮2号 西海皮4号 ナンプウハダカ	RR RR RR RR RR RR RR RR RR RR RR RR RR RR RR RR RR RR-R RR RR RR RR

¹⁾ RR は完全な抵抗性、R はわずかに病徴が認められる程度の抵抗性、RR-R は両者の中間であることを示す。

遺伝子 (Ym) と微弱な抵抗性遺伝子をもつ。類似の結果は, Konishi and Kaiser²⁰⁾ によって報告されている。すなわち, ミサトゴールデンは木石港3由来の抵抗性遺伝子 Ym をもつとしている一方, 木石港3は Ym の他にもう一つ別の抵抗性遺伝子をもち, 同時にこの遺伝子はミサトゴールデンには導入されていないとしている。これらのことから, 木石港3から育成されたミサトゴールデンがⅢ型系統に罹病したことについては, 木石港3のもつもう一つの抵抗性遺伝子がⅢ型系統に強度の抵抗性を示す可能性があり, ミサトゴールデンはこれをもたないため, Ⅲ型系統に対して完全な抵抗性を維持できず罹病したのではないかと思われる。木石港3から二条大麦に抵抗性を導入した多数の品種・系統がⅢ型系統に罹病したが, ミサトゴールデンと同様な理由により罹病したものと考えられる。現在育成または育成途中の抵抗性

二条大麦品種の多くは, ミサトゴールデンと同様に木石港3由来の抵抗性をもつため, これらの二条大麦品種・系統についてもⅢ型系統に対する抵抗性を調査する必要がある。

Ym をもつことが報告されている羽系 I-41, 横綱, Solan²⁰⁾ はミサトゴールデンと異なりⅢ型系統にも強度の抵抗性を示したが, これらの品種についても, さらに詳細な抵抗性の遺伝様式の解明が必要であろう。

以上, 大麦品種の BaYMV の各系統に対する抵抗性について, 現時点においてそれぞれの品種がもつとされる抵抗性遺伝子別に整理したが, このことについては今後抵抗性の遺伝についての検討や BaYMV 系統の分類・同定が進んだ時点で再整理する必要が生じるものと考えられる。

VI オオムギ縞萎縮ウイルスの I, II, III 型系統に対するわが国の二条大麦品種と六条大麦品種の反応

我が国の二条大麦品種は, およそ 100 年前, 主として欧米から導入された品種を素材として, 純系分離と交雑育種によって育成されたものである。そして, オオムギ縞萎縮病が最初に発見されたのは二条大麦品種であり¹⁹⁾, 二条大麦の多くの品種はオオムギ縞萎縮病に弱いとされてきた²⁰⁾。これに対して六条大麦では, 日本のそれぞれの地域の自然および栽培環境に適応した在来種をもとに育種が進められてきた。そのため, 六条大麦品種は長い栽培の歴史の中で自然淘汰と人為選抜によって育成されたものであるから, BaYMV に対しても特異的な反応を示す品種があるかもしれない。

そこで, わが国の二条大麦および六条大麦について, 広く栽培された品種や系統, さらに交配親として用いられた品種を選び, それらの BaYMV の I, II および III 型系統に対する反応を調べた。そして, 先に示したオオムギ縞萎縮病に対する反応によって区分した 5 つのタイプに分類し, 二条大麦と六条大麦を比較するとともに, オオムギ縞萎縮病抵抗性の遺伝子給源としての大麦品種についても考究した。

1. オオムギ縞萎縮ウイルスの各系統に対するわが国の二条大麦品種の反応

わが国の二条大麦品種の特徴は, 明治時代に外国から導入された多くの品種の中から, 品種比較試験の結果, 極めて限られた品種が選出され, 純系分離とそれら品

種間の交雑育種によって育成されたものである。こうした限られた品種とは, 南豪州シバリ (Prior) とゴールデンメロン (Golden Melon) が主要な位置を占め, スワンハルス (Svanhals), ハンナ (Hanna), ダックビル (Duckbill) が加わる。こうした極めて限られた遺伝子プール (gene pool) の中で, BaYMV の各系統に対する反応の変異を調べることは, オオムギ縞萎縮病抵抗性の遺伝的制御に関する情報を把握する上からも興味深い。

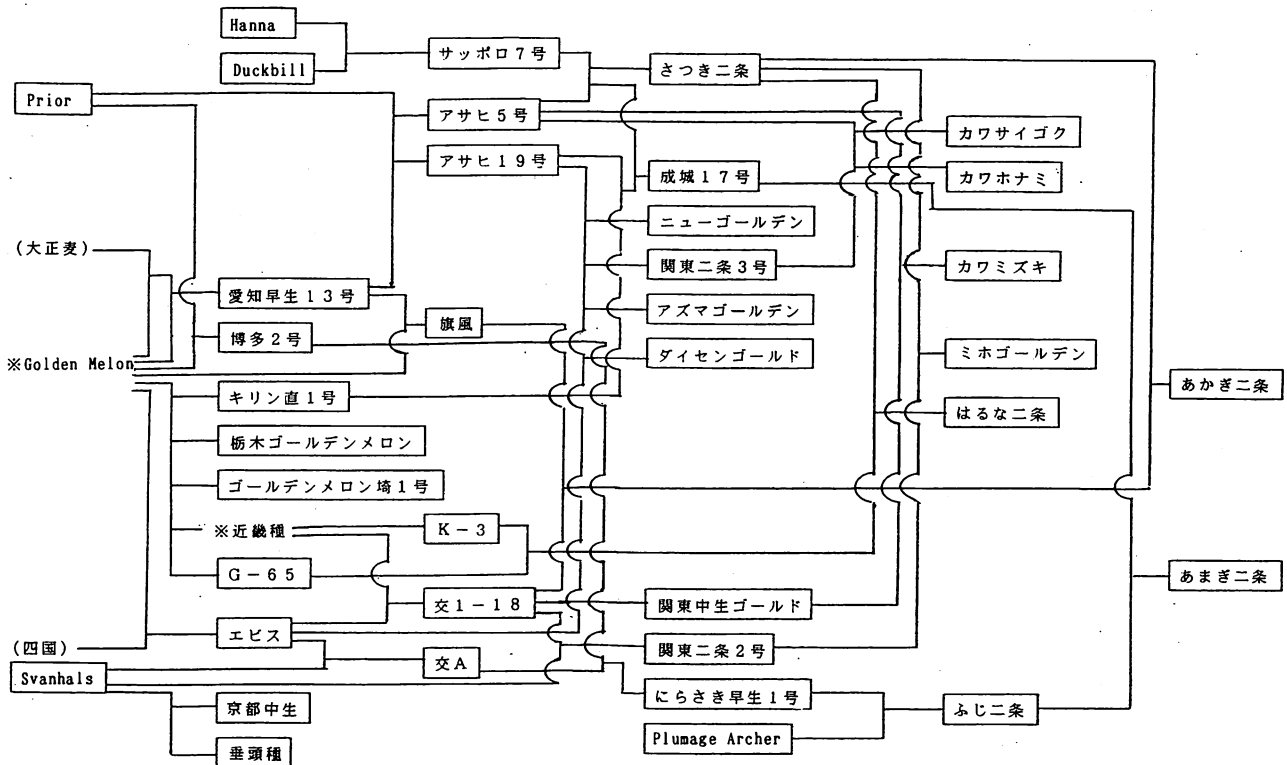
材料および方法

供試品種には, 第 17 表に示す 49 品種を用いた。これらの品種は, わが国の二条大麦として広く栽培されたものや交配親として用いられた品種・系統の中から 4 2 品種を選び, さらに, 木石港3由来の抵抗性をもつミサトゴールデンとニシノゴールド, 寺村ら²⁰⁾ がオオムギ縞萎縮病に対して抵抗性をもつことを報告しているきぬ二条3号, および草場ら²⁰⁾ によってオオムギ縞萎縮病に対する反応に地域変動が認められたアサヒ9号と神奈川8号などの7品種を加えた。これらのうち, わが国の二条大麦の育種上, 重要な役割を果たしたものは第 27 図の系譜図²⁰⁾ に示す 38 品種である。

1986 年 10 月 31 日から 11 月 4 日に, それぞれ BaYMV I 型, II 型および III 型系統に汚染された E, L および O 圃場に第 17 表に示す二条大麦 49 品種のうち 19 品種を播種した。発病調査は, 翌 1987 年 3 月 16 日と 17 日に全株を対象に発病株率を調査し, SBWMV の混在する

第17表 供試した二条大麦品種・系統

愛知早生13号	あかぎ二条	あまぎ二条	アサヒ5号
アサヒ19号	アズマゴールデン	ダイセンゴールド	Duckbill
エビス	ふじ二条	G-65	ゴールデンメロン崎1号
博多2号	Hanna	はるな二条	旗風
イシュクシラズ	K-3	関東中生ゴールド	関東二条2号
関東二条3号	関東二条5号	カワホナミ	カワミズキ
カワサイゴク	キリン直1号	交1-18	交A
京都中生	ミホゴールデン	にらさき二条	にらさき早生1号
ニューゴールデン	Plumage Archer	Prior	サッポロ7号
さつき二条	成城17号	垂頭種	Svanhals
栃木ゴールデンメロン	つゆしらず		
ミサトゴールデン	ニシノゴールド	きぬ二条3号	アサヒ9号
神奈川8号	関東二条4号	成城15号	



第27図 BaYMV I, II, III型系統に対する反応を調査した二条大麦品種・系統の系譜

□ : 調査した品種・系統, ※ : 未調査, (): 六条大麦品種

L圃場では、発病した品種について発病株1~2株を採取しELISA法によって感染したウイルスの種類を判定した。

1987年には、二条大麦28品種を10月30日から11月6日に前年と同様に播種し、翌1988年3月23日から4月7日に発病を調査した。

1990年には、I型汚染圃場をE圃場からつくば市観音台のQ圃場に、II型汚染圃場をL圃場から常北町上入野のR圃場にかえ、III型汚染圃場には従来のO圃場を用いた。各圃場に二条大麦16品種を10月28日から30日

に同様に播種し、翌1991年の3月15日から3月20日に発病を調査した。

結 果

BaYMV I型、II型およびIII型圃場における発病株率によって、二条大麦品種をType1~Type5に分類した。結果は第18表に示すように、愛知早生13号から栃木ゴールデンメロンまでの18品種は、発病株率がI型圃場で93~100%、II型圃場で62~100%、III型圃場で87~100%と高く、いずれの系統の汚染圃場でも高率に罹病するグループとして、Type1に分類した。第27図の系

譜から明らかなように、Golden Melonから純系分離またはそれを交配親として育成された品種の多くがこのType 1に属する。

あまぎ二条からつゆしらずまでの25品種は、発病株率がI型圃場で95～100%、III型圃場で88～100%と高かったが、II型圃場では0～32%と低く、I、III型には高率に罹病するがII型には罹病しにくいグループとして、Type 2に分類した。これらの品種の多くは、PriorやSvanhals, Plumage Archerを交配親として育成されたもので、特に第2次大戦以後、農林省奨励品種として採用されたカタカナ名の品種にType 2のものが多い。

ミサトゴールデンとニシノゴールドはI、II型圃場では罹病しなかったが、III型圃場では発病株率66、84%と68%と高率に罹病した。この2品種は、いずれも木石港3を交配親としてBaYMV抵抗性品種として育成されたものである。また、神奈川8号の来歴は明らかではないが、わが国の六条大麦品種との交配によって育成された二条大麦品種で、発病株率がI型圃場では0～1%、II型圃場では1～12%であったが、III型圃場では20～52%でI、II型圃場に比較して高率に罹病し、これらの品種はIII型に特異的に罹病するグループとしてType 4に分類した。

アサヒ9号とイシュクシラズはいずれのウイルス系統の汚染圃場でも罹病せず、きぬ二条3号はIII型圃場で罹病したが発病株率は6%と低く、これら3品種は、I、II、III型に抵抗性のグループとしてType 5に分類した。なお、抵抗性の遺伝子給源については考察の項で記述することにする。

二条大麦では、II型に特異的に罹病するType 3に属する品種は認められなかった。また、この場合も、III型に抵抗性でI、II型に罹病する品種、I型に抵抗性でII、III型に罹病する品種、およびII、III型に抵抗性でI型に特異的に罹病する品種は認められなかった。

二条大麦品種の抵抗性をウイルス系統別にみると、供試した49品種のうち、BaYMVのI型、III型に高率に罹病した品種はそれぞれ43品種、46品種と多かった。これらに比べて、II型に高率に罹病した品種は18品種と少なく、I型に罹病した43品種についてみると、半数以上の25品種がII型には罹病しないかI型圃場に比べて発病株率が明らかに低かった。

第18表 わが国の二条大麦品種・系統のBaYMVのI、II、III型系統の汚染圃場における発病株率(%)

二条大麦の 品種・系統	播種 年度	汚染圃場のBaYMV系統			反応の タイプ
		I型 系統	II型 系統	III型 系統	
愛知早生13号	(1987)	100	86	100	Type 1
あかぎ二条	(1986)	95	100	84	
	(1987)	98	94	100	
Duckbill	(1990)	100	93	100	
エビス	(1990)	100	100	100	
G-65	(1990)	100	100	100	
ゴールドメロン1号	(1990)	100	100	100	
Hanna	(1990)	100	100	100	
旗風	(1987)	97	62	90	
K-3	(1990)	100	100	100	
関東中生ゴールド	(1990)	100	100	100	
関東二条2号	(1987)	100	94	100	
キリン直1号	(1986)	98	100	91	
交1-18	(1990)	100	100	100	
交A	(1986)	98	85	94	
ニューゴールデン	(1986)		100	100	
	(1987)	100	100	100	
	(1990)		79	100	
にらさき二条	(1987)	100	100	100	
にらさき早生1号	(1987)	93	84	98	
栃木ゴールデンメロン	(1986)	95	86	87	
	(1990)		100	100	
あまぎ二条	(1986)	99	1	92	Type 2
	(1987)	100	4	100	
アサヒ5号	(1986)	100	0	100	
アサヒ19号	(1986)	99	0	97	
アズマゴールデン	(1987)	100	0	98	
ダイセンゴールド	(1987)	100	0	100	
ふじ二条	(1986)	99	3	94	
博多2号	(1986)	95	25	100	
	(1987)	100	32	100	
はるな二条	(1986)		0	100	
	(1987)	100	14	100	
	(1990)		0	100	
関東二条3号	(1987)	100	0	88	
関東二条4号	(1987)	100	0	100	
関東二条5号	(1987)	100	0	100	
カワホナミ	(1990)	100	0	100	
カワミズキ	(1990)	100	0	100	
カワサイゴク	(1990)	100	0	100	
京都中生	(1990)	100	0	100	
ミホゴールデン	(1987)	100	0	100	
Plumage Archer	(1987)	100	0	100	
Prior	(1987)	100	0	100	
サッポロ7号	(1986)	99	3	99	
さつき二条	(1987)	97	0	98	
成城15号	(1986)	99	0	99	
成城17号	(1986)	100	10	92	
垂頭種	(1990)	100	0	100	
Svanhals	(1986)	100	19	95	
	(1987)	100	0	100	
つゆしらず	(1987)	100	0	100	
神奈川8号	(1986)	1	1	20	Type 4
	(1987)	0	12	52	
ミサトゴールデン	(1986)	0	0	66	
	(1987)	0	0	84	
ニシノゴールド	(1987)	0	0	68	
アサヒ9号	(1986)	0	0	0	Type 5
	(1987)	0	0	0	
イシュクシラズ	(1986)	0	0	0	
	(1987)	0	0	0	
きぬ二条3号	(1987)	0	0	6	

2. 二条大麦品種の系譜とオオムギ縮萎縮ウイルスII型系統に対する反応との関係

先に述べたように、わが国の二条大麦品種はBaYMVのII型系統に対する反応によって、罹病する品種と抵抗性を示すものに大別することができる。罹病性のType 1に属する品種の多くはGolden Melonに由来するものであるのに対し、抵抗性を示すもののうちType 2に属する品種はPriorやSvanhals, Plumage Archerとの交配によって育成されたものが多い傾向がみられた。そこで、本節では、これらの関係を明らかにするため、小西・松浦²⁹⁾が整理した二条大麦品種の系譜図に従って検討した。

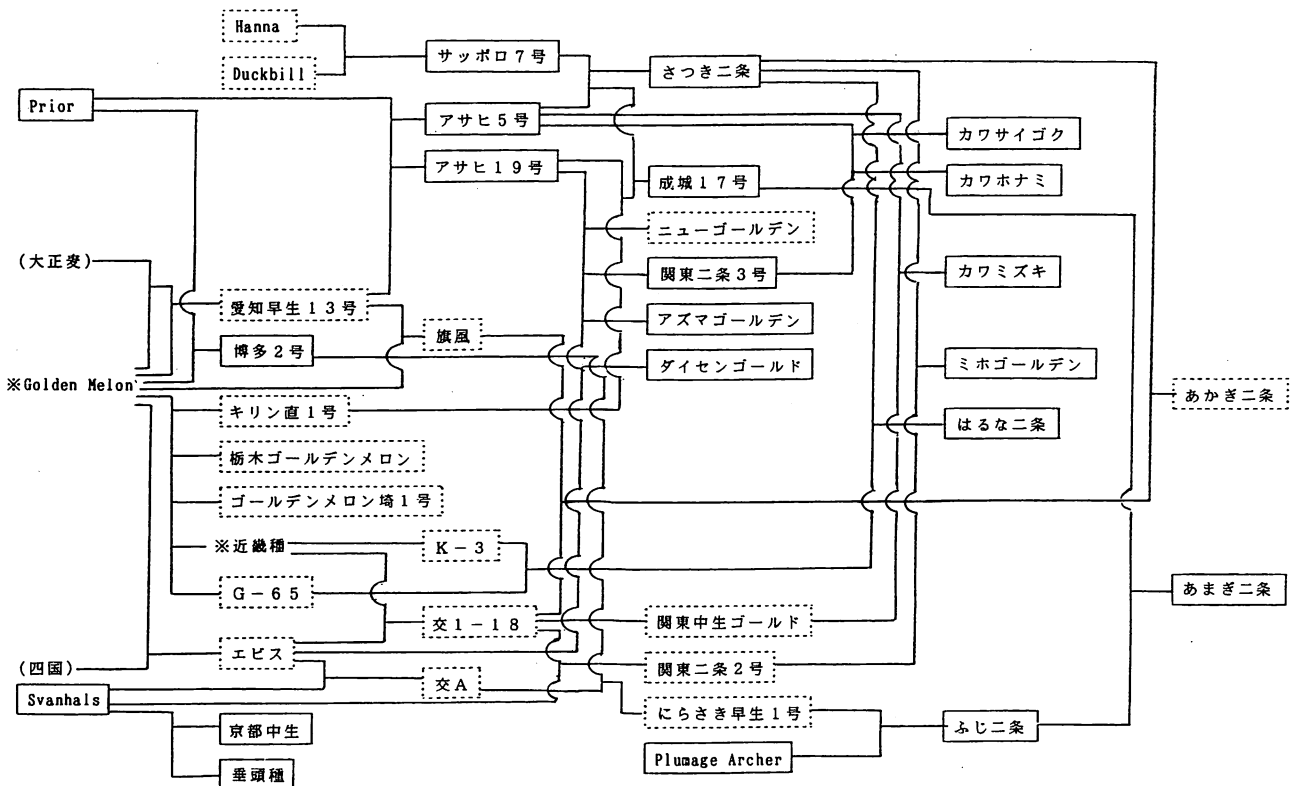
材料および方法

材料および方法は前節と共通であるが、ここでは、II型に対する抵抗性を第27図に示した二条大麦品種の系譜図にしたがって整理し直した。

試験結果

第28図に、二条大麦品種の系譜とBaYMV II型に対する反応との関係を示した。以下、本節では抵抗性・罹病性等の記述についてはすべてII型に対するものとする。

Golden Melonから系統分離によって育成されたキリン直1号、栃木ゴールデンメロン、ゴールデンメロン埼1号およびG-65, Golden Melonと六条大麦の大正麦または四国との交雑によってそれぞれ育成された愛知早生13号とエビス、さらにこれらの後代品種である旗風、K-3および交1-18はいずれも高率に罹病した。これに対して、Svanhalsは罹病しにくく、この品種から純系選抜によって育成された京都中生と垂頭種は罹病しなかった。抵抗性のPriorを親とした組み合わせでは、Golden Melonとの交配による博多2号は罹病しにくく、罹病性の愛知早生13号との交配によるアサヒ5号とアサヒ19号は抵抗性を示した。また、アサヒ5号と罹病性の関東中生ゴールドとの交配によるカワミズキおよびアサヒ5号とサッポロ7号との交配によるさつき二条は共に罹病しなかった。さらに、アサヒ19号と罹病性のエビスとの交配による4品種のうちニューゴールデンは高率に罹病したが、残りの関東二条3号、アズマゴールデン、ダイセンゴールドの3品種は完全に抵抗性であった。Plumage Archerは罹病せず、罹病性のにらさき早生1号との交配によるふじ二条は罹病しにくかった。



第28図 二条大麦品種の系譜とBaYMV II型系統に対する反応との関係

□ : BaYMV II型に抵抗性, □ (点線) : BaYMV II型に罹病性, ※ : 未調査, () : 六条大麦品種

3. オオムギ縮萎縮ウイルスの各系統に対するわが国の六条大麦品種の反応

わが国の六条大麦の伝播については詳しいことは判らない。しかし、稲の伝来と相前後して小麦などと共に中国大陸から直接、または朝鮮半島を経由して、さらに近世に至り欧州からも導入されたと考えられている。そして、日本各地の自然および栽培環境に適するような遺伝子型が選抜され、純系選抜と交雑育種を重ねて現存する品種を形成した。したがって、二条大麦の場合と異なり、遺伝的変異が広く、系譜上、類縁関係の判らない品種も多い。そのため、BaYMVの系統に対する反応も多様であると推察される。

材料および方法

供試した六条大麦として、第19表に示すように、在来種や比較的古い時代に育成された46品種を選んだ。

これらの品種のうち細麦、早生坊主、水府および信濃1号を除く42品種を、BaYMV I型とSBWMVに汚染されたQ圃場、BaYMV II型とSBWMVに汚染されたR圃場およびBaYMV III型とSBWMVに汚染されたP圃場に、1990年10月28日から30日に播種した。なお、細麦と早生坊主については1985年10月30日から11月5日に、水府と信濃1号については1987年10月30日から11月6日に、BaYMV I型に汚染されたE圃場、BaYMV II型とSBWMVに汚染されたL圃場およびBaYMV III型とSBWMVに汚染されたO圃場に播種し、発病を調査した。

発病調査は、1991年3月15～20日の発病最盛期に全株を対象に発病株率を調査し、発病した品種については発病株1～2株を採取し、ELISA法によって感染したウイルスの種類を判定した。

試験結果

供試した六条大麦品種をBaYMV I型、II型およびIII型圃場におけるオオムギ縮萎縮病発病株率に基づいて、Type 1～Type 5までの抵抗性のタイプに分類した結果を第19表に示した。

白大麦、豊年、カシマムギ、三竹、関取崎1号、鴻巣58号、水府、赤神力、早生裸、一早生、白珍子1号の

11品種は、発病株率がI型圃場で85～100%、II型圃場で82～100%、III型圃場で72～100%であった。また、コウゲンムギ、信濃1号、ハシリハダカの3品種は、発病株率がI型圃場で21～33%、II型圃場で6～52%、III型圃場で15～36%と低かったが、いずれの汚染圃場でもほぼ同じ割合で罹病したので、以上の14品種はI、II、III型系統に罹病するグループとしてType 1に分類した。

会津4号、備前早生、六角シバリエー、大正麦、ショウキムギ、虎の尾崎1号、みすず大麦、白珍子の8品種は、I型圃場とIII型圃場ではそれぞれ発病株率97～100%と63～100%と高率に罹病したが、II型圃場では罹病しなかった。また、小鯖と白米1号は、I型圃場とIII型圃場での発病株率がそれぞれ19～25%と25～38%であったが、II型圃場では罹病しなかったので、以上の10品種はII型だけに抵抗性を示すグループとしてType 2に分類した。

三月と細麦は、I、III型圃場では罹病しなかったが、II型圃場では発病株率70、38%と罹病し、上州白裸は、I型圃場では罹病せずIII型圃場でも発病株率が5%と低かったが、II型圃場では発病株率46%と比較的高率に罹病し、これら3品種はII型に特異的に罹病するグループとしてType 3に分類した。

三保裸とキカイハダカは、III型圃場で発病株率75、29%と罹病したが、I、II型圃場では罹病せず、III型に特異的に罹病するグループとしてType 4に分類した。

白熊、はがねむぎ、会津6号、中泉在来、早生坊主、坊主、倍取105号、磐田三徳、横綱、ドリルムギ、バンダイハダカ、宍喰在来の12品種は、いずれの汚染圃場でも罹病しなかった。また、魁はI型圃場で、倍取、西海皮1号および屋根裸44号はIII型圃場で、会津裸3号はII、III型圃場で罹病したが、いずれも発病株率は10%以下で病徴も極めて軽微であったので、これら17品種はI、II、III型に抵抗性を示すグループとしてType 5に分類した。

なお、六条大麦においても、III型に抵抗性でI、II型に罹病する品種、I型に抵抗性でII、III型に罹病する品種、I型に特異的に罹病する品種は認められなかった。

麦類の土壤伝染性ウイルス病に対する大麦品種の抵抗性に関する研究

第19表 BaYMV I, II, III型系統の汚染圃場におけるわが国の六条大麦品種のオオムギ縮萎病による発病株率 (%)

品 種	取寄先 ¹⁾	皮裸性 ¹⁾	並渦性 ¹⁾	汚染圃場の BaYMV 系統			反応の タイプ
				I 型	II 型	III 型	
白大麦	兵 庫	皮	並	100 ³⁾	84	100	Type 1
豊年	長 野	皮	並	100	100	100	
コウゲンムギ	北 陸	皮	並	33	8	15	
カシマムギ		皮	渦	100	100	100	
三竹		皮		100	100	100	
関取埼1号	埼 玉	皮	渦	100	100	100	
鴻巣58号	鴻 巣	皮	渦	100	100	100	
水府(1987) ²⁾	茨 城	皮	渦	85	82	72	
信濃1号(1987)	長 野	皮	渦	21	6	36	
赤神力	兵 庫	裸	渦	100	100	100	
早生裸		裸		100	100	100	
一早生	愛 知	裸	渦	100	100	100	
白珍子1号	香 川	裸	渦	100	100	100	
ハシリハダカ	中 国	裸	渦	27	52	23	
会津4号	福 島	皮	並	100	0	98	Type 2
備前早生	長 野	皮	並	100	0	100	
六角シバリエー	新 潟	皮	並	100	0	100	
大正麦	富 山	皮	並	100	0	100	
ショウキムギ	北陸農試	皮	並	97	0	98	
虎の尾埼1号	埼 玉	皮	渦	100	0	63	
みすず大麦	長 野	皮	渦	100	0	100	
小鯖	宮 崎	裸	並	19	0	25	
白米1号	奈 良	裸	渦	25	0	38	
白珍子	岐 阜	裸	渦	100	0	100	
三月	宮 城	皮	並	0	70	0	Type 3
細麦(1985)	山 形	皮	並	0	38	0	
上州白裸	茨 城	裸	渦	0	46	5	
三保裸	静 岡	裸	並	0	0	75	Type 4
キカイハダカ		裸	渦	0	0	29	
白熊	愛 知	皮	並	0	0	0	Type 5
はがねむぎ		皮	並	R ⁴⁾	0	0	
会津6号	北 陸	皮		R	0	0	
中泉在来	北陸農試	皮	並	0	0	0	
早生坊主(1985)	栃 木	皮	渦	0	0	0	
坊主	兵 庫	皮	渦	0	0	0	
倍取105号	長 野	皮	渦	R	0	0	
魁	愛 知	皮	渦	6	0	0	
磐田三徳	静 岡	皮	渦	R	0	0	
倍取	奈 良	皮	渦	0	0	10	
横綱	愛 知	皮	渦	0	0	0	
ドリルムギ		皮	渦	0	0	0	
西海皮1号		皮	渦	0	0	8	
バンダイハダカ	北陸農試	裸	並	R	0	0	
会津裸3号	福 島	裸	並	R	6	5	
穴喰在来	大原農研	裸	渦	0	0	0	
尾根裸44号	岐 阜	裸	渦	R	0	10	

1) : 麦類品種一覧(農林省関東東山農業試験場)

2) : 試験年度(播種年), 記載のないものは1990年播種

3) : _____ : BaYMV と SBWMV との重複感染による発病株率

4) : R : すでに I 型に汚染された R 圃場で抵抗性を示すことが確認されていることを示す。

4. 六条大麦品種の皮・裸性、並・渦性および取寄先とオオムギ縮萎縮ウイルスの各系統に対する反応との関係

わが国の六条大麦品種を識別する特性として、皮・裸性のほかに、半わい性の渦性とそれに対する正常型の並性がある。これらの形質はそれぞれ異なる独立した単一の主働遺伝子が関与し、皮性と並性が優性遺伝子、裸性と渦性が劣性遺伝子の支配を受ける。そこで、これらの特性によって品種を4群に大別し、さらに取寄先別に品種を群別してBaYMVの各系統に対する反応を検討した。

材料および方法

前節で述べた材料と方法によって得た結果に基づき、六条大麦品種の皮・裸性、並・渦性およびそれらの取寄先とBaYMVの各系統に対する反応のタイプとの関係について検討した。

試験結果

六条大麦品種を皮・裸性、並・渦性の違いにより4群に大別し、それぞれについてBaYMVの各系統に対する反応を整理した結果を第20表に示した。皮・並性の品種ではType2の品種の割合が13品種のうち5品種と最も多かった。また、皮・渦性品種ではType5、裸・並性品種では同じくType5、裸・渦性品種ではType1の品種の割合が最も多かった。

次に、各品種の取寄先とBaYMV系統に対する反応との関係を第21表に示した。Type5に該当する品種は、供試品種数の少なかった九州地方を除き、各地方で認められたが、特に東海地域の品種ではこのタイプのものが8品種のうち5品種とほかの地域に比較して多かった。また、東北・北陸地方の品種でもType5のものが4品種と多く認められた。

第20表 六条大麦品種の皮・裸性及び並・渦性とBaYMV系統に対する反応との関係

BaYMV 系統に対する反応 (I型 II型 III型)	皮性品種数		裸性品種数	
	並性	渦性	並性	渦性
Type 1 (S S S)	3	5	0	4
Type 2 (S R S)	5	2	1	2
Type 3 (R S R)	2	0	0	1
Type 4 (R R S)	0	0	1	1
Type 5 (R R R)	3	9	2	2
計	13	16	4	10

1) S : 罹病性 R : 抵抗性

第21表 六条大麦品種の取寄先とBaYMV系統に対する反応との関係

BaYMV 系統に対する反応 (I型 II型 III型)	取寄先別の品種数					
	東北・北陸	関東東山	東海	近畿	中国・四国	九州
Type 1 (S S S)	1	5	1	2	2	0
Type 2 (S R S)	4	3	1	1	0	1
Type 3 (R S R)	2	1	0	0	0	0
Type 4 (R R S)	0	0	1	0	0	0
Type 5 (R R R)	4	2	5	2	0	0
計	11	11	8	5	2	1

1) S : 罹病性 R : 抵抗性

5. 考察

供試した二条大麦品種と六条大麦品種を、BaYMVの各系統に対する反応の違いによってType1からType5に分類した結果、それぞれの品種群に次のような特徴が認められた。

すなわち、二条大麦では、調査した49品種中、I、III型に罹病するが、II型には抵抗性を示すType2に分類されたものが25品種で最も多く、ついでI、II、III型すべてに罹病するType1に分類されたものが18品種と多かった。一方、III型に特異的に罹病するType4と3つのウイルス系統すべてに抵抗性のType5に分類されたものはそれぞれ3品種と少なく、II型に特異的に罹病するType3に該当する品種は認められなかった。

これに対して六条大麦では、調査した46品種のうち、Type5に分類されたものが17品種で最も多く、ついでType1が14品種、Type2が10品種であった。Type4に分類されたものは2品種あり、さらに二条大麦で認められなかったType3に分類されたものが3品種認められ、二条大麦に比較してBaYMVの系統に対する反応が多様であった。

六条大麦でType5の品種が多く認められたことは、六条大麦にはオオムギ縮萎縮病に対する高度抵抗性品種が多く存在するという高橋ら^{49), 50)}およびKawada and Tsuru⁵¹⁾の報告と一致した。二条大麦では、I、III型に対する抵抗性だけに着目すると、従来からの抵抗性の品種が極めて少ないという報告^{30), 49), 50)}と一致するが、II型だけについてみるとこの系統には抵抗性を示す品種が49品種中25品種と多く認められた。II型に抵抗性の品種はPriorとの交配によって育成されたものに多く、PriorがII型抵抗性の導入・伝達に果たした役割は大きかったと考えられる。

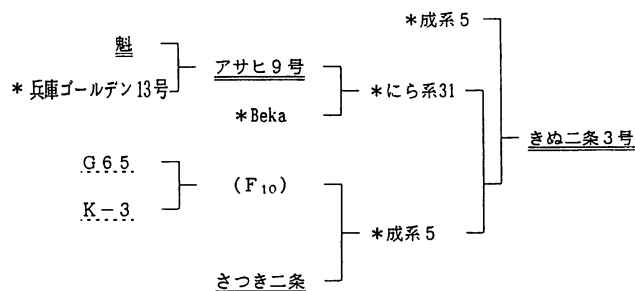
抵抗性品種の育種上重要なBaYMVのI、II、III型すべてに抵抗性を示すType5の品種として、二条大麦

では抵抗性遺伝子 *ym3* をもつイシュクシラズ²⁰⁾ の他、アサヒ9号ときぬ二条3号が見いだされた。きぬ二条3号は劣性の抵抗性遺伝子をもち、これは木石港3 (*Ym*)、御堀裸3号 (*Ym2*)、はがねむぎ (*ym3*)、Ea52 (*ym3*) のものとは異なる抵抗性遺伝子であることが寺村ら²⁰⁾ によって示唆されており、第29図に示す系譜からみてその抵抗性はアサヒ9号由来であると考えられる。さらに、アサヒ9号の交配親は本実験で Type 5 に該当した六条大麦品種の魁であり、この新たな抵抗性遺伝子は魁に由来すると思われる。

六条大麦では、BaYMV 抵抗性を考慮せずに供試品種を選んだにもかかわらず、Type 5 に該当した品種が17品種と多く認められた。これらの品種の取寄先はほぼ全国に分布しているが、特に東海地域さらに東北・北陸地方の品種群でこのタイプに分類された品種の割合が多かった。

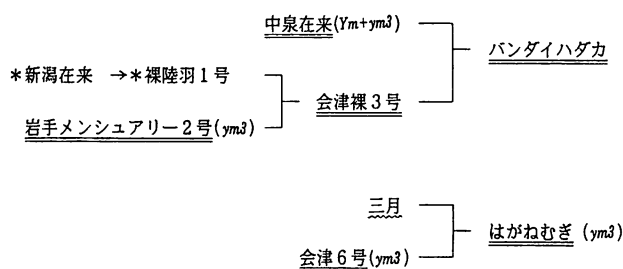
そこで、ここでは東北・北陸地方の品種に注目し、第30図でそれらの抵抗性の系譜をたどってみた。すでに、中泉在来が *Ym* と *ym3* の両方をもち、岩手メンシュアリー2号、会津6号、はがねむぎは *ym3* をもつことが知られている^{20), 24), 26)}。系譜から推定すると各品種の抵抗性遺伝子は、会津裸3号は岩手メンシュアリー2号から、バンダイハダカは中泉在来または会津裸3号から、はがねむぎは会津6号からそれぞれ導入されたものであり、このことから会津裸3号は抵抗性遺伝子 *ym3* をもち、バンダイハダカは *ym3* とさらに *Ym* を併せもつことが推定された。以上のように、特に *ym3* がこの地方の並性品種の抵抗性付与に深く関与していると考えられる。この他にも、抵抗性遺伝子は明らかでないが、白熊、坊主、磐田三徳、宍倉在来、尾根裸44号が Type 5 に該当し、これらの品種は新たな抵抗性遺伝子給源として重要と思われる。

さらに六条大麦で注目されることは、罹病性と判定した品種の中で、BaYMV の異なる系統に対して発病株率が同じように50%以下のものがみられることである。たとえば、第19表に示すコウゲムギ、信濃1号、ハシリハダカであり、I型とII型による発病株率の低い小鯖と白米1号が挙げられる。しかも、興味深いことは、第18表に掲げた二条大麦品種に比べて、こうした中程



第29図 きぬ二条3号の系譜(寺村ら1990)とBaYMV系統に対する反応のタイプ

¹⁾ : Type 1, _____ : Type 2, _____ : Type 5, * : 未試験



第30図 東北・北陸地方の六条大麦品種の系譜とそれらのBaYMV系統に対する反応のタイプ

¹⁾ ~~~~~ : Type 3, _____ : Type 5, * : 未試験

度以下の発病株率を示した品種が六条大麦で多く認められたことである。また、第18表の Type 2 に示した博多2号は同じL圃場に播種し、1986年度の発病株率が25%、翌1987年度は32%であり、二条大麦においても50%以下の発病株率を示す品種が認められている。このような中程度以下の発病株率は環境変動によるとは考えにくい。元来、品種は選抜の対象となった外見上あるいは特定の生理的形質に関しては均質であるがBaYMV抵抗性のような選抜の対象とならなかったような特性については混系であることも考えられる。あるいは作用力の弱い微少な抵抗性遺伝子が関与している可能性もある。したがって、中程度以下の発病株率を示した品種については、別の試験での結果で罹病性から抵抗性と記載されることもあるし、さらに二次選抜を試みることによって抵抗性に固定した品種が育成される可能性も考えられる。

Ⅶ 二条大麦におけるエステラーゼ同位酵素遺伝子型とオオムギ縞萎縮ウイルスⅡ型系統に対する抵抗性との連鎖関係

わが国の二条大麦は BaYMVⅡ型系統に対する抵抗性の違いによってほぼ2群に分かれ、Ⅱ型に罹病性の品種は Golden Melon の後代に多く、Ⅱ型に抵抗性の品種は Prior の後代に多く存在することを認めた。

一方、小西・松浦²⁾は、日本の二条大麦品種のエステラーゼ同位酵素遺伝子型 (*Est1-Est2-Est4*) の遺伝的な変異について調査し、二条大麦品種の多くは、Golden Melonと同じ *Ca-Dr-Nz* 型の品種と Prior と同じ *Pr-Fr-Su* 型の品種の2群に分類できることを明らかにした。さらに Golden Melon から系統分離によって育成された品種は *Ca-Dr-Nz* 型であり、Prior との交配によって育成された品種には *Pr-Fr-Su* 型の品種が多いことを認めている。そこで、前章で BaYMV のⅡ型系統に対する反応が明らかになった品種について、小西・松浦²⁾が明らかにしたエステラーゼ同位酵素遺伝子型との関係について検討した。

1. 二条大麦品種群におけるエステラーゼ同位酵素遺伝子型とオオムギ縞萎縮ウイルスⅡ型系統に対する反応との関係

二条大麦品種について小西・松浦²⁾が調べたエステラーゼ同位酵素遺伝子型と BaYMVⅡ型に対する反応との関係を調べた。

材料および方法

二条大麦品種・系統の BaYMVⅡ型系統に対する抵抗性は第18表のデータを、エステラーゼ同位酵素遺伝子型は小西・松浦²⁾の調査結果を用いた。

結 果

I型とⅢ型に罹病性の二条大麦39品種におけるエステラーゼ同位酵素遺伝子型と BaYMVⅡ型に対する反応との関係を第22表に示した。エステラーゼ同位酵素遺伝子型が *Ca-Dr-Nz* 型の14品種はすべてⅡ型に罹病性であった。*Pr-Fr-Su* 型の25品種のうち23品種がⅡ型に抵抗性を示し、Ⅱ型に罹病性の品種は2品種だけであった。このことは、BaYMVⅡ型抵抗性に関与する遺伝子が、エステラーゼ同位酵素遺伝子群と連鎖している可能性を示唆するものである。

第22表 二条大麦品種・系統におけるエステラーゼ同位酵素遺伝子型と BaYMVⅡ型に対する反応との関係

エステラーゼ同位酵素遺伝子型 ¹⁾	BaYMVⅡ型に対する反応 ²⁾
<i>Ca-Dr-Nz</i> 型	愛知早生13号, エビス, G-65, ゴールデンメロン埼1号, 旗風, K-3, 関東中生ゴールド, 関東二条2号, キリン直1号, 交1-18, 交A, にらさき二条, にらさき早生1号, 栃木ゴールデンメロン
<i>Pr-Fr-Su</i> 型	あかぎ二条, ニューゴールデン, あまぎ二条, アサヒ5号, アサヒ19号, アズマゴールデン, ダイセンゴールド, ふじ二条, 博多2号, はるな二条, 関東二条3号, 関東二条5号, カワホナミ, カワミズキ, カワサイゴク, 京都中生, ミホゴールデン, Plumage Archer, Prior, サッポロ7号, さつき二条, 成城17号, 垂頭種, Svanhals, つゆしらず

¹⁾小西・松浦 (1987) による。

²⁾BaYMVⅡ型に対する反応 : : 罹病性, _____ : 抵抗性 (第18表参照)

2. オオムギ縞萎縮ウイルスⅡ型系統に対する抵抗性遺伝子の連鎖分析

BaYMVⅡ型系統に罹病性の品種に抵抗性の品種を交配し、Ⅱ型抵抗性とエステラーゼ同位酵素遺伝子型との連鎖分析を行った。

材料および方法

1989年4月に、岡山大学資源生物科学研究所において関東中生ゴールド (Ⅱ型罹病性, *Ca-Dr-Nz* 型) にミホゴールデン (Ⅱ型抵抗性, *Pr-Fr-Su* 型) を交配し、同年秋に九州大学農学部内の BaYMV に汚染されていない圃場で F₁ 個体を栽培した。同様に、栃木ゴールデンメロン (Ⅱ型罹病性, *Ca-Dr-Nz* 型) には Prior (Ⅱ

型抵抗性, *Pr-Fr-Su*型)を交配し, F₁個体を栽培した。

F₂個体のエステラーゼ同位酵素遺伝子型については, Konishi *et al.*³⁰⁾に示した方法によって調査した。すなわち, F₂個体を18°C 12時間日長の恒温器で育苗し, 個体別に第1葉をとり, それらの粗抽出液をでんぷんゲル電気泳動法で泳動した。染色して現われる泳動像から各個体の遺伝子型を *Ca-Dr-Nz*型ホモ (以下AA), *Ca-Dr-Nz*型/*Pr-Fr-Su*型ヘテロ (以下AB) および *Pr-Fr-Su*型ホモ (以下BB) に判定した。F₂個体は, エステラーゼ同位酵素遺伝子型によって群別した上で, 九州大学農学部の BaYMV に汚染されていない圃場で栽培し, 個体別に採種した。得られた F₃系統を BaYMV II型に汚染された R圃場に1991年11月2日に播種し, 翌1992年3月13日のオオムギ縮萎縮病発病最盛期に発病を調査した。なお, 1系統当たりの個体数は16個体であった。

結 果

BaYMV II型汚染圃場での発病は顕著で, 罹病性個体と抵抗性個体とを容易に識別できた。

関東中生ゴールド (II型罹病性, *Ca-Dr-Nz*型) とミホゴールド (II型抵抗性, *Pr-Fr-Su*型) との交配組合せによる F₃系統は, II型に対する反応の違いによって, 罹病性ホモ (以下SS) 系統, 抵抗性ホモ (以下RR) 系統及び罹病性/抵抗性ヘテロ (以下SR) 系統の3群に分類できた。第23表に示すように SS : SR : RR の分離比は単遺伝子分離の期待分離比である 1 : 2 : 1 によく適合した ($\chi^2 = 0.63$, d.f. = 2, $0.50 < P < 0.75$)。このことからミホゴールドのもつ BaYMV II型に対する抵抗性は単一の遺伝子によって支配されていると考えられる。

同時に第23表で F₂世代でのエステラーゼ同位酵素遺伝子型の分離をみると, *Ca-Dr-Nz*型ホモ (以下AA) : *Ca-Dr-Nz*型/*Pr-Fr-Su*型ヘテロ (以下AB) : *Pr-Fr-Su*型ホモ (以下BB) の分離比が, 1 : 2 : 1 の期待分離比に良く適合した ($\chi^2 = 0.73$, d.f. = 2, $0.50 < P < 0.75$)。なお, エステラーゼ同位酵素遺伝子型を決める *Est1*, *Est2* および *Est4* の3遺伝子座は互いに密接に連鎖しているため組換え型は現れず, ここではエステラーゼ遺伝子群として表現する。

BaYMV II型に対する抵抗性とエステラーゼ同位酵素遺伝子型との連鎖関係についてみると, 罹病性ホモ (SS) の39系統のうち31系統が罹病性親の関東中生ゴールドと同じエステラーゼ同位酵素遺伝子型 (AA) であり, 抵抗性ホモ (RR) の33系統のうち27系統が抵抗

第23表 関東中生ゴールド (SS, AA) とミホゴールド (RR, BB) の F₃系統における BaYMV II型に対する反応とエステラーゼ同位酵素遺伝子型との連鎖関係

	II型系統に対する反応				
	SS ¹⁾	SR ¹⁾	RR ¹⁾	計	
エステラーゼ同位酵素遺伝子型	AA ²⁾	31	7	1	39
	AB ²⁾	8	56	5	69
	BB ²⁾	0	5	27	32
	計	39	68	33	140

¹⁾ : SS = 罹病性ホモ
SR = 罹病性/抵抗性ヘテロ
RR = 抵抗性ホモ

²⁾ : AA = *Ca-Dr-Nz*型/*Ca-Dr-Nz*型ホモ
AB = *Ca-Dr-Nz*型/*Pr-Fr-Su*型ヘテロ
BB = *Pr-Fr-Su*型/*Pr-Fr-Su*型ホモ

χ^2 -検定 (χ^2 : 1 : 2 : 1 の期待分離比, χ^2_L : 連鎖関係)
 χ^2 (II型系統に対する反応) = 0.63 (d.f. = 2, $0.50 < P < 0.75$)
 χ^2 (エステラーゼ同位酵素遺伝子型) = 0.73 (d.f. = 2, $0.50 < P < 0.75$)

$\chi^2_L = 150.81$ (d.f. = 4, $P < 0.001$)

組換え価 (%) = 10.15 ± 1.92 %

性親のミホゴールドと同じエステラーゼ同位酵素遺伝子型 (BB) であった。また, 罹病性/抵抗性ヘテロ (SR) の68系統のうち56系統のエステラーゼ同位酵素遺伝子型がヘテロ型 (AB) であった。連鎖に対する有意性検定では, $\chi^2_L = 150.81$ (d.f. = 4, $P < 0.001$) となり, このことは抵抗性とエステラーゼ同位酵素遺伝子型との間には有意な連鎖関係のあることを示している。この結果は, BaYMV II型抵抗性遺伝子とエステラーゼ同位酵素遺伝子群とは密接に連鎖していることを示し, 最尤法により組換え価を求めると 10.15 ± 1.92 % となった。

次に, もう一つの交配組合せである栃木ゴールドメロン (II型罹病性, *Ca-Dr-Nz*型) と Prior (II型抵抗性, *Pr-Fr-Su*型) との F₃系統を, 罹病性ホモ (SS), 抵抗性ホモ (RR) および罹病性/抵抗性ヘテロ (SR) の3群に分類した結果, 第24表に示すように SS : SR : RR の分離比は単遺伝子分離の期待分離比の 1 : 2 : 1 に適合し ($\chi^2 = 4.18$, d.f. = 2, $0.10 < P < 0.25$), Prior のもつ BaYMV II型に対する抵抗性も単一の遺伝子によって支配されていることが明らかとなった。

F₂世代でのエステラーゼ同位酵素遺伝子型の分離比, すなわち AA : AB : BB は, 1 : 2 : 1 の期待分離比に適合した ($\chi^2 = 1.61$, d.f. = 2, $0.25 < P < 0.50$)。

BaYMV II型に対する抵抗性とエステラーゼ同位酵素遺伝子型との連鎖関係についてみると, 罹病性ホモ (S

第24表 栃木ゴールデンメロン (SS, AA) と Prior (RR, BB) の F₃ 系統における BaYMV II 型に対する反応とエステラーゼ同位酵素遺伝子型との連鎖関係

	II 型系統に対する反応				
	SS ¹⁾	SR ¹⁾	RR ¹⁾	計	
エステラーゼ同位	AA ²⁾	29	7	1	37
酵素遺伝子型	AB ²⁾	1	72	3	76
	BB ²⁾	1	4	24	29
	計	31	83	28	142

¹⁾, ²⁾: 第23表と同様

χ^2 -検定 ($\chi^2: 1:2:1$ の期待分離比, χ^2_L : 連鎖関係)
 χ^2 (II 型系統に対する反応) = 4.18 (d.f. = 2, 0.10 < P < 0.25)
 χ^2 (エステラーゼ同位酵素遺伝子型) = 1.61 (d.f. = 2, 0.25 < P < 0.50)

$\chi^2_L = 162.35$ (d.f. = 4, P < 0.001)
 組換え価 (%) = 6.97 ± 1.57 %

S) の 31 系統のうち 29 系統が罹病性親と同じ AA 遺伝子型, 抵抗性ホモ (RR) の 28 系統のうち 24 系統が抵抗性親と同じ BB 遺伝子型であり, 罹病性/抵抗性ヘテロの 83 系統のうち 72 系統が AB 遺伝子型であった。連鎖に対する有意性検定では, $\chi^2_L = 162.35$ (d.f. = 4, P < 0.001) となり, このことは抵抗性とエステラーゼ同位酵素遺伝子型との間に有意な連鎖関係のあることを示している。

この結果は, Prior においても BaYMV II 型抵抗性遺伝子とエステラーゼ同位酵素遺伝子群とは密接に連鎖していることを示し, 組換え価は 6.97 ± 1.57 % となった。

3. 考 察

大麦のエステラーゼ同位酵素遺伝子座のうち *Est1*, *Est2* および *Est4* 遺伝子座は互いに密接に連鎖し^{12), 20)}, 第3染色体の長腕末端部に座乗している³⁰⁾。そして, 各遺伝子座には多くの複対立遺伝子が分化し, 3 遺伝子座 (*Est1-Est2-Est4*) の遺伝子を組み合わせた遺伝子型によって品種を識別することができる。世界の大麦品種では主なものとして 10 遺伝子型がみられるが, わが国の醸造用二条大麦では 4 遺伝子型が認められている²⁹⁾。

オオムギ縞萎縮病抵抗性遺伝子とこれらエステラーゼ同位酵素遺伝子群との連鎖関係については, すでに二つの遺伝子で認められている。すなわち, Konishi and Kaiser³⁰⁾ は木石港 3 に由来する抵抗性品種ミサトゴールデンのもつ抵抗性遺伝子が第3染色体長腕上のエステラーゼ同位酵素遺伝子群 (*Est1-Est2-Est4*) と強く連鎖していることを報告している。一方, Kaiser and Friedt²⁰⁾ はトリソミック分析によってドイツの抵抗性品種の Ragusa や Franka のもつ単劣性の抵抗性遺伝子 *ym4* 遺伝子が第3染色体長腕上に座乗することを報告し, Graner and Bauer⁶⁾ は *ym4* 遺伝子が RFLP マーカー MWG10 と 1.2cM で連鎖し, 上記のエステラーゼ同位酵素 *Est1* 遺伝子とも連鎖することを明らかにしている。

本研究で二条大麦品種群の BaYMV II 型に対する抵抗性とこれらエステラーゼ同位酵素遺伝子型との間には密接な関係があることを認めた。II 型系統に対する抵抗性の遺伝分析の結果, ミホゴールデンや Prior のもつ抵抗性は単一の遺伝子によって支配され, 抵抗性遺伝子は第3染色体長腕末端部に座乗するエステラーゼ同位酵素遺伝子群 (*Est1-Est2-Est4*) と連鎖していることを明らかにした。

ミホゴールデンと Prior のもつ抵抗性遺伝子については未だ対立性検定をしていないが, 両品種の系譜からみて, 同一の遺伝子である可能性は極めて高い¹⁹⁾。さらに, 抵抗性遺伝子とエステラーゼ同位酵素遺伝子群との組換え価およびそれらの標準誤差 (10.15 ± 1.92 % と 6.97 ± 1.57 %) からみても同一遺伝子であると考えられる。

ミホゴールデンや Prior のもつ抵抗性遺伝子とエステラーゼ同位酵素遺伝子群との組換え価は 10.15 ± 1.92 % と 6.97 ± 1.57 % であり, Konishi and Kaiser³⁰⁾ の明らかにしたミサトゴールデンのもつ抵抗性遺伝子の組換え価の 2.45 ± 0.73 % より明らかに大きい。このことから, ミホゴールデンや Prior のもつ抵抗性遺伝子はミサトゴールデンのものとは明らかに遺伝子座を異にするものと考えられる。さらに, ドイツの抵抗性品種のもつ *ym4* 遺伝子との対立性検定の結果を待たなければならないが, 第3染色体長腕末端部に複数の大麦縞萎縮病抵抗性に関与する遺伝子が座乗していることは興味深い。

VIII ムギ類萎縮ウイルスに対する大麦品種の反応

ムギ類萎縮ウイルス (SBWMV) は, 茨城県では六条大麦品種のカシマムギの栽培地帯を中心に広く分布し⁴⁰⁾, IV 章で示したように, 大麦がムギ類萎縮病に罹病すると

大きな被害を受ける。そこで, わが国の主要な二条大麦品種と六条大麦品種について SBWMV に対する反応を調べるとともに, 大麦品種のもつ大麦縞萎縮病抵抗性遺

伝子と SBWMV 抵抗性との関係についても併せて検討した。

1. わが国の二条大麦品種の反応

わが国において広く栽培されたり、交配親に多く用いられた二条大麦品種について、SBWMV に対する反応を調べた。

材料および方法

供試した二条大麦品種には、第 27 図に示したわが国の二条大麦の系譜図の中から 14 品種を選び、他に成城 15 号と BaYMV の I, II, III 型に抵抗性のイシュクシラズとアサヒ 9 号、BaYMV の III 型だけに特異的に罹病しやすいミサトゴールドと神奈川 8 号を供試した。

1986 年 10 月 31 日から 11 月 4 日に、SBWMV で汚染された S 圃場には第 25 表に示した 13 品種、BaYMV II 型と SBWMV の両方に汚染された L 圃場に同じく第 25 表に示した 19 品種を播種した。さらに、両圃場の SBWMV の汚染程度を調べるため、罹病性の小麦品種農林 61 号を播種した。

翌年 3 月 16, 17 日の発病最盛期に、全株を対象に発病株率を調査した後、発病した品種については発病株 1 ~ 2 株を採取し ELISA 法によって感染したウイルスの

第 25 表 わが国の二条大麦品種のムギ類萎縮病による発病株率 (%)

二条大麦の品種・系統	汚染圃場 ¹⁾	
	S 圃場	L 圃場
アサヒ 19 号	2	2
アサヒ 9 号	23	0
キリン直 1 号	8	0
Svanhals	0	0
博多 2 号	0	0
アサヒ 5 号	0	0
成城 15 号	0	0
ニューゴールド	0	0
あかぎ二条	0	0
あまぎ二条	0	0
神奈川 8 号	0	0
ミサトゴールド	0	0
イシュクシラズ	0	0
栃木ゴールドメロン		0
交 A		0
サッポロ 7 号		0
成城 17 号		0
ふじ二条		0
はるな二条		0
農林 61 号 (小麦)	98	85

¹⁾ S : SBWMV 単独汚染圃場

L : SBWMV と BaYMV II 型との混合汚染圃場

種類 (SBWMV, BaYMV) を判定した。

試験結果

第 25 表に、SBWMV 汚染圃場における二条大麦品種のムギ類萎縮病による発病株率を示した。

小麦品種農林 61 号の発病株率は S 圃場では 98 %, L 圃場では 85 % であり、両圃場とも SBWMV に高濃度で汚染されていたが、S 圃場の汚染程度がやや高かった。

S 圃場では第 25 表に示した二条大麦 13 品種について調べた。表の上段に示したアサヒ 19 号、アサヒ 9 号、キリン直 1 号の 3 品種は SBWMV に罹病したが、発病株率は 2 ~ 23 % と低く、病徴も軽微であった。これに対して表の下段に掲げた Svanhals を含む 10 品種は SBWMV に罹病しなかった。

やや汚染程度の軽い L 圃場では 19 品種について調べたが、アサヒ 19 号のみ罹病し、S 圃場で罹病したキリン直 1 号とアサヒ 9 号をはじめほかの 18 品種は罹病しなかった。

2. わが国の六条大麦品種の反応

わが国の六条大麦のうち広く栽培された品種や系統、さらに品種・系統の交配親に用いられたものなど 46 品種を選び、SBWMV に対する反応を調べた。

材料および方法

VI 章の 3 節に示した BaYMV I 型と SBWMV に汚染された Q 圃場、BaYMV II 型と SBWMV に汚染された R 圃場において、六条大麦 46 品種の SBWMV に対する反応を調べた。

試験結果

六条大麦 46 品種の SBWMV に対する反応を第 26 表に示した。

白大麦、カシマムギ、三竹などの 27 品種は SBWMV に罹病し、発病株率が 100 % に達した品種も 15 品種認められた。

コウゲンムギ、水府、信濃 1 号などの 19 品種は SBWMV に罹病しなかった。

BaYMV の系統に対する反応との関係では、BaYMV のいずれの系統にも抵抗性を示す Type 5 に分類された早生坊主、坊主など 4 品種は SBWMV に罹病した。これに対し、BaYMV の各系統に罹病する Type 1 に該当するコウゲンムギ、水府、信濃 1 号は SBWMV に罹病せず、SBWMV に対する反応と BaYMV 系統に対する反応とは独立の関係であった。

SBWMV と BaYMV の各系統に対して抵抗性である品種は、白熊、はがねむぎなど 13 品種が挙げられる。

第26表 わが国の六条大麦品種のムギ類萎縮病による発病株率(%)

品 種	取寄先 ¹⁾		皮裸性 ¹⁾	並渦性 ¹⁾	BaYMV 系統に対する反応 (I型, II型, III型)	汚染圃場名 ³⁾	
						Q圃場	R圃場
白大麦	兵	庫	皮	並	Type 1	100	84
カシマムギ			皮	渦	(S S S)	100	100
三竹			皮	渦		100	100
関取埼1号	埼	玉	皮	渦		100	100
鴻巣58号	鴻	巢	皮	渦		100	100
赤神力	兵	庫	裸	渦		100	100
早生裸			裸	渦		100	100
豊年	長	野	皮	並		100	0
一早生	愛	知	裸	渦		0	100
白珍子1号	香	川	裸	渦		0	100
ハシリハダカ	中	国	裸	渦		0	52
会津4号	福	島	皮	並	Type 2	100	53
備前早生	長	野	皮	並	(S R S)	0	37
六角シバリエー	新	潟	皮	並		100	21
虎の尾崎1号	埼	玉	皮	渦		100	0
みすず大麦	長	野	皮	渦		100	35
小鯖	宮	崎	裸	並		19	0
白米1号	奈	良	裸	渦		25	63
三月	宮	城	皮	並	Type 3	0	70
細麦(1985) ²⁾	福	島	皮	並	(R S R)	0	38
上州白裸	茨	城	裸	渦		0	46
三保裸	静	岡	裸	並	Type 4	100	54
キカイハダカ			裸	渦	(R R S)	27	0
早生坊主(1985)	栃	木	皮	渦	Type 5	0	23
坊主	兵	庫	皮	渦	(R R R)	25	25
倍取105号	長	野	皮	渦			20
穴喰在来	大原農研		裸	渦		46	44
コウゲンムギ	北	陸	皮	並	Type 1	0	0
水府(1987)	茨	城	皮	渦	(S S S)	0	0
信濃1号(1987)	長	野	皮	渦		0	0
大正麦	富	山	皮	並	Type 2	0	0
ショウキムギ	北陸農試		皮	並	(S R S)	0	0
白珍子	岐	阜	裸	渦		0	0
白熊	愛	知	皮	並	Type 5	0	0
はがねむぎ			皮	並	(R R R)		0
会津6号	北	陸	皮	並			0
中泉在来	北陸農試		皮	並		0	0
魁	愛	知	皮	渦		0	0
磐田三徳	静	岡	皮	渦			0
倍取	奈	良	皮	渦		0	0
横綱	愛	知	皮	渦		0	0
ドリルムギ			皮	渦		0	0
西海皮1号			皮	渦		0	0
バンダイハダカ	北陸農試		裸	並			0
会津裸3号	福	島	裸	並			0
尾根裸44号	岐	阜	裸	渦			0

1) : 麦類品種一覧(農林省関東東山農業試験場1959)による。

2) : 試験年度(播種年), 記載のないものは1990年度。

3) : Q : SBWMV と BaYMV I 型の混合汚染圃場, R : SBWMV と BaYMV II 型の混合汚染圃場。

4) : _____ : BaYMV と SBWMV との重複感染による発病株率。

3. 六条大麦品種の皮・裸性、並・渦性および取寄先とムギ類萎縮ウイルスに対する反応との関係

六条大麦品種の皮・裸性、並・渦性およびそれらの取寄先とムギ類萎縮ウイルスに対する反応との関係について調べた。

材料および方法

材料と方法は前節と共通であるが、ここでは、六条大麦品種の皮・裸性、並・渦性、およびそれらの取寄先とSBWMVに対する反応との関係について調べた。

試験結果

六条大麦品種の皮・裸性、並・渦性とSBWMVに対する反応との関係を第27表に示した。SBWMVに罹病せず抵抗性を示した品種の割合は、皮・並性品種、皮・渦性品種および裸・並性品種ではそれぞれ13品種のうち6品種、16品種のうち8品種および4品種のうち2品種でほぼ供試品種の半数程度であったが、裸・渦性品種では10品種のうち2品種と少なかった。

大麦の取寄先との関係は第28表に示した。SBWMVに抵抗性の品種の割合は、東北・北陸地方および東海地域の品種が、それぞれ11品種のうち7品種、8品種のうち6品種と多かった。これに対し、関東・東山地方の品種では、SBWMVに抵抗性の品種の割合は11品種のうち2品種と少なかった。

第27表 六条大麦品種の皮・裸性及び並・渦性とSBWMVに対する反応との関係

SBWMVに 対する反応	皮性品種数		裸性品種数	
	並性	渦性	並性	渦性
罹病性	7	8	2	8
抵抗性	6	8	2	2
計	13	16	4	10

第28表 六条大麦品種の取寄先とSBWMVに対する反応との関係

SBWMVに 対する反応	取寄先の品種数					
	東北・ 北陸	関東 東山	東海	近畿	中国・ 四国	九州
罹病性	4	9	2	4	2	1
抵抗性	7	2	6	1	0	0
計	11	11	8	5	2	1

4. オオムギ縞萎縮病抵抗性遺伝子をもつ大麦品種のムギ類萎縮ウイルスに対する反応

種々のオオムギ縞萎縮病抵抗性遺伝子をもつ六条大麦品種についてSBWMVに対する反応を調べた。

材料および方法

供試した品種は、抵抗性遺伝子 *Ym* をもつ木石港3⁵⁰⁾、横綱⁵⁰⁾、*Ym2* をもつ御堀裸3号⁵¹⁾、*ym3* をもつEa52⁵⁰⁾、朝鮮、倍取⁵⁰⁾、はがねむぎ⁵⁰⁾ および岩手メンシュアリー2号⁵⁰⁾、*Ym* と *ym3* をもつものとして早生坊主⁵⁰⁾ と中泉在来⁵⁰⁾、抵抗性遺伝子は明らかではないがBaYMVの3系統に抵抗性の大穀、御膳など5品種の他、BaYMVに罹病性のカシマムギ、センボンハダカなど7品種を含む計22品種であった。

1985年に、SBWMVで汚染されたS圃場とBaYMV I型とSBWMVの両方に汚染されたI圃場に、それぞれ10月31日と11月2日に六条大麦22品種のうちの19品種を播種した。同時に、SBWMVの汚染程度を調べるため、小麦品種農林61号の種子を播種した。

翌年3月17、18日の発病最盛期に、発病株率を調査した後、罹病した品種については発病株1～2株を採取しELISA法によって感染したウイルスの種類(SBWMV, BaYMV)を判定した。

S圃場では1986年10月31日にも六条大麦16品種を播種し翌年3月16日に同様に発病を調査した。

試験結果

第29表にオオムギ縞萎縮病抵抗性遺伝子をもつ品種を含む22品種のSBWMV汚染圃場における発病株率を示した。

供試した品種は発病株率によって大きく3群に分けることができる。すなわち第29表の上段に示したカシマムギを含む9品種は、発病株率が50～95%でSBWMVに高率に罹病した。また、表の中段に掲げた横綱、万力、Ea52はSBWMVに罹病したが、発病株率は5～38%と低く、67号を含む4品種はS圃場では罹病せずI圃場では罹病したが発病株率は12～17%と低かった。

アサマムギ、大正麦、はがねむぎ、倍取はいずれの汚染圃場でも罹病せず、岩手メンシュアリー2号と中泉在来はI圃場では調査しなかったが、S圃場では罹病しなかった。

オオムギ縞萎縮病抵抗性遺伝子との関係では、*Ym* をもつ木石港3、横綱と*Ym2* をもつ御堀裸3号はSBWMVに罹病した。*ym3* をもつか、あるいは*Ym* と

第29表 オオムギ縞萎縮病抵抗性遺伝子をもつ六条大麦品種のムギ類萎縮病による発病株率(%)

品 種	BaYMV 系統に対す る反応のタ イプ	S 圃場 ¹⁾		I 圃場 ¹⁾
		1985	1986	1985
カシマムギ	Type 1	74	93	95
センボンハダカ	Type 2	29	85	78
御堀裸3号 (Ym2)	Type 3	36	89	97
三月	Type 3	22	37	85
細麦	Type 3	36	41	90
早生坊主 (Ym+ym3)	Type 5	22	26	92
大殻	Type 5	19		84
御膳	Type 5	28		67
木石港3 (Ym)	Type 5		50	
横綱 (Ym)	Type 5	14	5	38
万力	Type 5	21	26	22
Ea52 (ym3)	Type 5	0	15	24
67号	Type 1	0		17
西海皮2号	Type 5	0		14
朝鮮 (ym3)	Type 5	0	0	12
豊大麦	Type 5	0		12
アサマムギ	Type 1	0	0	0
大正麦	Type 2	0	0	0
はがねむぎ (ym3)	Type 5	0	0	0
倍取 (ym3)	Type 5		0	0
岩手メンシュアリー2号 (ym3)	Type 5	0		
中泉在来 (Ym+ym3)	Type 5		0	
農林61号		100	98	100

¹⁾ S : SBWMV 単独汚染圃場,
I : SBWMV と BaYMV I 型の混合汚染圃場

併有する7品種のうち、はがねむぎ、倍取など4品種はSBWMVに罹病せず、Ea52、朝鮮は罹病するものの発病株率は12~24%と低かったが、早生坊主はSBWMVに高率に罹病し反応が異なった。

オオムギ縞萎縮病抵抗性との関係では、早生坊主、大

殻、御膳、木石港3の4品種はBaYMVのいずれの系統にも抵抗性を示しType5に分類されたが、SBWMVには高率に罹病した。反面、BaYMVのいずれの系統にも罹病するType1のアサマムギとI、III型に罹病するType2の大正麦はSBWMVには罹病せず抵抗性を示した。

5. 考 察

SBWMVは茨城県のほか全国的にも広く分布し、罹病すると大きな被害を受けるため、被害回避のために本病に抵抗性をもつ品種の栽培が求められる。

わが国の二条大麦品種は主に欧米から導入された品種をもとに育種が行なわれてきたが、その多くはSBWMVに罹病せず、また罹病しても発病株率が低く病徴も軽微であった。

これに対して、六条大麦品種では、SBWMVに罹病する品種が46品種のうち27品種と多く、BaYMVと重複感染する品種も多く認められた。しかし、一方でSBWMVに抵抗性を示す品種も多く認められ、これらの品種は東北・北陸地方や東海地域の品種に多かった。

オオムギ縞萎縮病抵抗性とムギ類萎縮病抵抗性との関係については、大麦縞萎縮病抵抗性遺伝子YmおよびYm2をもつ品種はSBWMVに高率に罹病し、両遺伝子はSBWMVに対しては抵抗性として働かず、ym3をもつ品種も一部SBWMVに高率に罹病するなど、BaYMVに対する抵抗性とSBWMVに対する抵抗性とは異なるものであった。

IX オオムギ縞萎縮病抵抗性品種ミサトゴールデン・マサカドムギの栽培特性

オオムギ縞萎縮病抵抗性品種の育種は1970年代から進められ、二条大麦では1985年に栃木県農業試験場栃木分場で木石港3由来の抵抗性をもつミサトゴールデンが、六条大麦では1989年に農林水産省農業研究センターでEa52の抵抗性をもつマサカドムギが相次いで育成された。そこで、茨城県の「麦類奨励品種決定調査」においてこれらの育成系統の本県における適応性を当時の(準)奨励品種と比較するとともに、現地汚染圃場での抵抗性を調べ、その結果を両系統の奨励品種への採用に役立てようとした。

1. オオムギ縞萎縮病抵抗性品種の栽培特性

抵抗性品種育成のための交配親として利用するため、

抵抗性遺伝子Ym、Ym2およびym3をもつ品種やオオムギ縞萎縮病に強い抵抗性をもつことが報告されている品種について、それらの栽培特性を調べた。

材料および方法

供試した品種は、抵抗性遺伝子Ymをもつ木石港3⁵¹⁾、横綱および羽系I-41⁵²⁾、Ym2をもつ御堀裸3号⁵³⁾、ym3をもつEa52⁵⁴⁾、イシユクシラズ、会津6号、朝鮮⁵⁵⁾、はがねむぎ⁵⁶⁾および岩手メンシュアリー2号⁵⁷⁾、Ymとym3をもつ早生坊主⁵⁸⁾のほか、抵抗性遺伝子は明らかではないが高度抵抗性をもつことが報告されている品種⁵⁹⁾計16品種について調べた。

1985年、BaYMVおよびSBWMVに汚染されていないT圃場に、上記の16品種と比較品種である二条大麦のあかぎ二条と六条大麦のカシマムギを栽培した。

播種期は10月30日で、播種量は二条大麦品種が0.5 kg/a、六条大麦品種は0.4 kg/aであった。畦幅は60 cmで、1品種1畦ずつ長さ3 mにわたって条播した。

基肥としてN、P₂O₅、K₂Oをそれぞれ、0.3、0.5、0.4 kg/a施用し、追肥は行なわなかった。

各品種の出穂期、成熟期を調査したのち、20株を対象に最高稈長と穂長を測定し、さらに畦長1 m間の穂数を数え㎡当り穂数に換算した。

試験結果

第30表に、オオムギ縮萎病抵抗性品種の栽培特性を調べた結果を示した。

二条大麦では、Ymをもつ羽系I-41が強稈であり、ym3をもつイシユクシラズがやや穂長が短いもの、早生で強稈であった。

六条大麦では、多くの品種がカシマムギより熟期が遅かった。Ymをもつ品種では、木石港3が早生ではあるが稈が極めて弱く、横綱はやや晩生であるが強稈であった。

Ym2をもつ御堀裸3号は早生、長稈であるが比較的栽培特性が良好であった。

ym3を持つEa52、はがねむぎ、会津6号、朝鮮、岩手メンシュアリー2号はやや長稈であるが強稈で倒伏しにくかったが、このうちEa52はカシマムギに比較して穂長がかなり短かったが、穂数は最も多かった。

Ymとym3をもつ早生坊主は長稈だが稈は強かった。他の品種も、晩生、長稈であるが強稈で倒伏しにくい

ものが多かった。

2. 二条大麦品種ミサトゴールデンの茨城県での適応性

ミサトゴールデンは1974年、栃木県農業試験場南河内分場において、木石港3から抵抗性を導入して育成された南系B4641（（関東二条3号×木石港3）F₁×関東二条3号）を母親に、新田二条1号（後のはるな二条）を父親に人工交配し、F₂世代でオオムギ縮萎病汚染圃場において抵抗性個体を選抜し、以後選抜固定を図ってきたものである⁴⁰。

1980年から系統適応性検定試験に、1983年からは関東二条22号の系統名で各県で供試され、1985年には二条大麦農林10号として登録されミサトゴールデンと命名された。

茨城県では1983年から「麦類奨励品種決定調査」においてミサトゴールデンの栽培特性、外観品質およびビール醸造特性について調べ、本県での適応性を検討した。

材料および方法

(1) 栽培方法

1983年～1987年に、水戸市上国井町の茨城県農業試験場のBaYMVやSBWMVに汚染されていないT圃場（表層腐植質黒ボク土）にミサトゴールデンと比較品種として県の奨励品種であったあかぎ二条および準奨励品種のはるな二条、あまぎ二条を栽培した。

第30表 オオムギ縮萎病抵抗性品種の栽培特性

品 種	抵抗性遺伝子	出穂期 (月.日)	成熟期 (月.日)	稈 長 (cm)	穂 長 (cm)	穂 数 (本/㎡)	特 性
二条大麦	羽系I-41	5.3	6.12	97	6.9	650	強稈
	イシユクシラズ	4.25	6.10	82	4.6	437	早生、短強稈
	あかぎ二条(比較)	5.1	6.10	92	5.1	700	
六条大麦	木石港3	4.25	6.6	98	5.8	653	早生、稈弱
	横綱	5.7	6.14	104	6.4	473	強稈
	御堀裸3号	5.1	6.11	107	5.2	463	早生
	Ea52	5.4	6.12	97	3.3	713	穂短い、強稈
	はがねむぎ	5.4	6.14	106	4.7	550	強稈
	会津6号	5.4	6.15	104	4.5	513	
	朝鮮	5.6	6.14	108	5.1	433	強稈
	岩手メンシュアリー2号	5.7	6.14	97	7.2	650	
大条	早生坊主	5.5	6.13	117	5.5	443	強稈、長稈
	大殻	5.4	6.14	116	5.0	367	強稈、長稈
	西海皮2号	5.5	6.15	114	6.5	567	長稈
	豊大麦	5.7	6.13	101	6.3	387	
麦	万力	5.8	6.17	102	3.8	513	晩生
	御膳	5.13	6.18	124	8.0	413	晩生
	カシマムギ(比較)	4.30	6.9	93	4.5	462	

播種期は10月29日～31日で、畦幅60cm、条間12cmの二条に播種し、播種量は0.5kg/aであった。基肥として、N、P₂O₅、K₂Oを1983年と1984年はそれぞれ0.3、0.5、0.4kg/a、1985年～1987年はそれぞれ0.4、0.7、0.6kg/a施用した。試験区は、1区面積7.2m²で2反復であった。

(2) 生育調査、収量調査方法

最高稈長と穂長は1区20株についてを測定し、m²当り穂数は1区当り0.6m²の穂数を数え換算した。

成熟期における倒伏程度やうどんこ病の発生程度は観察により、無、微、少、中、多、甚の6段階で判定し、それぞれ0、1、2、3、4、5と表記した。

各品種の成熟期に各区2.2m²を刈取り子実重を計測し、a当り子実重に換算した。得られた子実について、ブラウエル穀粒計により ℓ 重を測定し、20gの穀粒を数えて千粒重を算出した。

(3) 外観品質とビール醸造特性の調査方法

外観品質は、観察によって、上の上、上の下、中の上、中の中、中の下、下の6段階で判定し、それぞれ1、2、3、4、5、6と表記した。

ビール醸造特性は、1983年播種の生産物について、ビール酒造組合に依頼し行なった。麦芽品質の概要は次のとおりであり、説明は倉井ら²⁰⁾によった。

浸麦度：

推定した浸麦時間（吸水後、原麦水分含量が43%になるまでの時間）で吸水させた後の実際の水分含量。

麦芽エキス：

麦芽を糖化したときに生じる可溶性抽出物で、無水麦芽に対するパーセント表示。

エキス収量：

麦芽収量率(%)=(麦芽重量(無水)/原麦重量(無水)×100)として次の式により算出する。

$$\text{エキス収量}(\%) = \text{麦芽収量率} \times \text{麦芽エキス}$$

麦芽全窒素含量：

麦芽中に含まれる全窒素含量で、無水麦芽に対するパーセント表示。

可溶性窒素含量：

糖化した麦汁液中の窒素量で、無水麦芽に対するパーセント表示。

コールパツハ数：

$$\text{コールパツハ数} = \text{可溶性窒素含量} / \text{麦芽全窒素含量}$$

×100

ジアスターゼ力：

でんぷんを糖化させる麦芽内の酵素の力価。単位は°WK/TN。

最終発酵度：

麦汁中に含まれる発酵性糖の割合で、パーセント表示。

評点：

ビール業界との取り決めによって、麦芽エキス、エキス収量、麦芽全窒素含量、可溶性窒素含量、コールパツハ数、ジアスターゼ力、最終発酵度から育成系統の良否を判定するために算出した点数。麦芽全窒素含量が低く、他の測定結果は高いほど高得点になる。

試験結果

ミサトゴールデンの生育や障害の発生程度を茨城県の(準)奨励品種と比較した結果を第31表に示した。なお、本表では当時最も栽培面積が多かったあかぎ二条を標準品種とした。

5年間の平均で、ミサトゴールデンはあかぎ二条に比較して出穂期で3日、成熟期で2日早く、早生品種のはるな二条に比較しても出穂期で1日早く成熟期は同じであった。稈長はあかぎ二条やはるな二条と同等で、穂数は少なかった。倒伏程度ははるな二条やあまぎ二条より少なく、強稈といわれているあかぎ二条と同程度であった。うどんこ病の発生程度は他の3品種に比較してやや少なかった。

収量と外観品質について比較した結果を第32表に示した。子実重はあかぎ二条やあまぎ二条と同等ではるな二条より多かった。千粒重は44.8gで他の品種の39.7～42.7gよりかなり大きく、外観品質ははるな二条よりやや劣り、あかぎ二条やあまぎ二条と同程度であった。

次にミサトゴールデンのビール醸造特性を他の3品種と比較した結果を第33表に示した。いずれの品種も原粒粗蛋白含量が14.4～15.4%とかなり高かった。ミサトゴールデンは、麦芽エキスとエキス収量ははるな二条より低いがあまぎ二条と同等であかぎ二条より多かった。麦芽全窒素含量はあまぎ二条並に低く、コールパツハ数はあまぎ二条より低いがあかぎ二条やはるな二条より高かった。ジアスターゼ力は比較の3品種に比較して低かった。評点ははるな二条より低かったが、あまぎ二条とほぼ同等で、あかぎ二条よりかなり高かった。

麦類の土壤伝染性ウイルス病に対する大麦品種の抵抗性に関する研究

第31表 ミサトゴールデンと茨城県(準)奨励品種との生育、倒伏程度およびうどんこ病発生程度の比較

品 種 名	播種年度 (年)	出穂期 (月.日)	成熟期 (月.日)	稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂 数 (本/㎡)	倒伏の 程度 ¹⁾	うどんこ病 発生程度 ¹⁾
ミサト ゴールデン	1983	5.7	6.15	91	5.8	585	0	1
	84	4.25	6.3	75	5.3	507	0	0.5
	85	4.28	6.10	92	5.3	632	0	1
	86	4.19	5.29	90	5.3	604	0	0.5
	87	4.21	6.6	90	5.5	937	1.5	1.5
	平均	4.26	6.6	88	5.4	653	0.3	0.9
あかぎ二条 (標準品種)	1983	5.9	6.17	90	5.8	732	0	1
	84	4.28	6.5	77	5.4	612	0	1
	85	5.1	6.11	92	5.1	708	0	2
	86	4.22	6.1	89	4.8	676	0	0.5
	87	4.24	6.6	88	5.2	957	1	2.5
	平均	4.29	6.8	87	5.3	737	0.2	1.4
はるな二条 (比較品種)	1983	5.8	6.16	86	5.5	557	0	1
	84	4.25	6.3	73	5.2	608	0	0.5
	85	4.29	6.9	96	5.0	835	3	3
	86	4.20	5.29	89	5.0	630	0	1
	87	4.22	6.6	95	5.4	1,107	3.5	2
	平均	4.27	6.6	88	5.2	747	1.3	1.5
あまぎ二条 (比較品種)	1983	5.8	6.18	90	6.5	666	2	1
	84	4.27	6.7	82	6.6	522	0	0
	85	5.2	6.12	101	6.5	788	4	3
	86	4.22	6.2	93	6.2	758	1.5	1
	87	4.25	6.6	99	6.1	1,060	4.5	2
	平均	4.29	6.9	93	6.4	759	2.4	1.4

¹⁾ 無0～甚5の6段階で判定した結果を示す。

第32表 ミサトゴールデンと茨城県(準)奨励品種との収量・品質の比較

品 種 名	播種年度 (年)	子実重 (kg/a)	同差対標準 品種比率(%)	ℓ 重 (g)	千粒重 (g)	外観品質 ¹⁾
ミサト ゴールデン	1983	50.3	95	680	49.1	3
	84	32.4	95	647	46.7	5
	85	57.1	101	703	46.4	4.5
	86	48.3	106	733	43.5	5
	87	60.0	98	694	38.5	4
	平均	49.6	99	691	44.8	4.3
あかぎ二条 (標準品種)	1983	52.8	100	702	46.9	4
	84	34.1	100	701	42.3	4
	85	56.8	100	695	43.0	3
	86	45.5	100	748	41.1	3.5
	87	61.0	100	714	40.3	5
	平均	50.0	100	712	42.7	3.9
はるな二条 (比較品種)	1983	42.2	80	684	44.5	2
	84	28.8	85	675	41.6	3
	85	47.9	84	684	40.3	3
	86	43.4	95	736	40.7	3.5
	87	53.3	87	709	37.3	3
	平均	43.1	86	698	40.9	2.9
あまぎ二条 (比較品種)	1983	54.3	103	700	45.3	3.5
	84	39.3	115	665	43.0	3.5
	85	44.2	78	663	36.3	5
	86	54.0	119	741	40.1	4.5
	87	58.3	105	685	33.7	4
	平均	50.0	100	691	39.7	4.1

¹⁾ 上上: 1～下: 6の6段階で判定した結果を示す。

第33表 ビール醸造特性の比較

品 種 名	原 粒 粗蛋白 (%)	浸 麦 度 (%)	麦 芽 エキス (無水物) (%)	エキス 収 量 (%)	麦 芽 全窒素 含 量 (%)	可溶性 窒 素 含 量 (%)	コール バッハ 数 (%)	ジアスターゼ 力 (°WK/TN)	最 終 発 酵 度 (%)	評 点
ミサト ゴールドデン	14.6	43.7	79.1	73.8	2.33	1.00	43.1	105	77.8	23.4
あかぎ二条 (標準品種)	15.0	43.6	77.4	71.4	2.39	1.01	42.2	123	76.7	12.9
はるな二条 (比較品種)	15.4	43.5	80.7	74.9	2.47	1.00	40.7	139	78.6	33.8
あまぎ二条 (比較品種)	14.4	43.5	79.1	73.4	2.31	1.04	45.2	122	77.1	25.8

3. 六条大麦品種マサカドムギの茨城県での適応性

マサカドムギは1979年、農林水産省農事試験場において、竹林茨城1号の人為突然変異系統でオオムギ縮病に強度の抵抗性を持つEa52を母親に、早生で耐倒伏性の強い関東皮53号を父親に人工交配し、1981年にF₂世代で農業生物資源研究所放射線育種場内のオオムギ縮病・ムギ類萎縮病重複汚染圃場で抵抗性個体を選抜し、以後農業研究センター内のBaYMVやSBWMVに汚染されていない圃場において選抜固定を図ってきたものである。

1985年から系統適応性検定試験に、1986年からは関東皮69号の系統名で各県で供試され、1989年には皮麦農林30号として登録されマサカドムギと命名された⁵⁾。

本県では、1986年から「麦類奨励品種決定調査」において関東皮69号として栽培特性を調査し、本県における適応性を検討した。

材料および方法

(1) 栽培方法

1986年～1989年に、BaYMVやSBWMVに汚染されていないT圃場にマサカドムギと県の奨励品種であるカシマムギを栽培した。

播種期は4か年とも10月28日で、播種量0.4kg/a、畦幅60cm、条間12cmの二条に播種した。基肥として、N、P₂O₅、K₂Oを0.4、0.7、0.6kg/aずつ施用した。試験区は1区7.2㎡で、2反復であった。

生育調査、収量調査、および外観品質の調査方法は前節に示すとおりである。

(2) 精麦特性調査方法

精麦特性は、1986年に播種した試料について、日本穀物検定協会中央研究所に依頼して行なった。

搗精試験は、佐竹式グレンテストミル（砥石粒度：#36、同硬度：P、回転数：1,150rpm）を用い、原麦180gを重量で55%になるまで搗精するのに要する時間を測定し、得られた粒の損傷等を観察した。搗精した粒の白度はKett式粒体用光電白度計で測定した。条溝深浅度は搗精麦（10g）を1分間水に浸した後、試験用ろ紙に移し、20分後の条溝の深浅度、太さおよび背面外皮の残留の程度を観察した。

試 験 結 果

マサカドムギの生育や障害の発生程度をカシマムギと比較した結果を第34表に示した。4年間の平均で、マサカドムギは早生品種のカシマムギと比較して、出穂期は同じで、成熟期は1日遅かった。稈長は同程度で穂数はやや少なかった。倒伏程度は少なく、カシマムギでは成熟期を過ぎると稈が中央部で折れ曲がる現象（稈の折損）が認められたが、マサカドムギではこの現象は認められなかった。うどんこ病の発生程度はやや多かった。

収量と品質について調査した結果を第35表に示した。子実重はカシマムギ対比97%でほぼ同等であった。ℓ重と千粒重はやや重く、外観品質は同程度であった。

次にマサカドムギの精麦特性をカシマムギと比較した結果を第36表に示した。搗精試験では、歩留が55%になるまでの搗精時間はカシマムギより短く、搗精しやすかった。搗精後の正常粒の割合は同じであり、白度と条溝の深浅度は同等で、総合的な精麦特性はカシマムギよりやや優れていた。

第34表 マサカドムギとカシマムギの生育, 倒伏程度およびうどんこ病発生程度の比較

品種名	播種年度 (年)	出穂期 (月.日)	成熟期 (月.日)	稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 (本/m ²)	倒伏の 程度 ¹⁾	稈の折損 発生程度 ¹⁾	うどんこ病 発生程度 ¹⁾
マサカドムギ	1986	4.21	5.28	84	3.6	406	0	0	1
	87	4.22	6.6	93	3.6	567	4	0	2
	88	4.13	5.29	86	4.5	422	1	0	1
	89	4.14	5.26	80	4.2	457	0	0	4
	平均	4.18	5.30	86	4.0	463	1.3	0	2
カシマムギ (標準品種)	1986	4.20	5.27	84	3.7	398	1	5	0
	87	4.23	6.4	91	3.8	643	5		0
	88	4.15	5.28	88	4.2	477	4	5	0
	89	4.13	5.25	88	4.1	447	1.5	5	2.5
	平均	4.18	5.29	88	4.0	491	2.9	5	0.6

¹⁾ 無0～甚5の6段階で判定した結果を示す。

第35表 マサカドムギとカシマムギの収量と品質の比較

品種名	播種 年度 (年)	子実 重 (kg/a)	同差対 標準品種 比率(%)	ℓ重 (g)	千粒 重 (g)	外観 品質 ¹⁾
マサカド ムギ	1986	47.8	99	728	30.7	5.5
	87	56.4	94	699	29.7	3.0
	88	51.4	93	692	29.3	7.0
	89	35.0	107	589	27.9	6.0
	平均	47.7	97	677	29.4	5.4
カシマムギ (標準品種)	1986	48.5	100	720	29.2	5.0
	87	59.8	100	676	27.9	5.0
	88	55.5	100	658	27.6	5.0
	89	32.6	100	584	26.9	6.0
	平均	49.1	100	660	27.9	5.3

¹⁾ 上上: 1～下: 6の6段で判定した。

第36表 マサカドムギとカシマムギの精麦特性の比較

品種名	搗精試験(55%歩留)			白度 (%)	条溝 深淺度 (%)	ℓ重 (g)	整粒 (%)
	正常粒 (%)	重量 (%)	時間 (分秒)				
マサカド ムギ	99.0	99.4	13'00"	34.0	17	690	85.0
カシマムギ	99.0	99.1	15'30"	35.0	17	660	90.0

4. 六条大麦品種マサカドムギのオオムギ縞萎縮病, ムギ類萎縮病に対する抵抗性

六条大麦品種マサカドムギについて, BaYMVの各系統やSBWMVに対する抵抗性について調べた。

材料および方法

(1) オオムギ縞萎縮病に対する抵抗性調査

1986年, 1987年にBaYMVのI型とII型で混合汚染されたB圃場に, マサカドムギとカシマムギおよび, BaYMV系統に対する反応がType1のあかぎ二条, にはらき二条, Type2のはるな二条, あまぎ二条, つゆしらず, およびType4のミサトゴールドンを栽培した。播種期は2か年とも10月30日で, 播種量は二条大麦品種が0.5kg/a, 六条大麦品種は0.4kg/aで, 畦幅60cm, 条間12cmで二条に播種した。基肥として, N, P₂O₅, K₂Oを1986年はそれぞれ0.5, 0.9, 0.7kg/a, 1987年は0.2, 0.4, 0.3kg/a施用した。試験区は1区5.4m², 2反復であった。

1987年3月16日, 1988年3月23日に, 各試験区の2地点で50株(計100株)を対象に, 発病株率を調査し, さらに第6表に基づいて病徴による発病程度を調査した。

また, 1986年, 1988年の10月30日には, BaYMV III型とSBWMVに汚染されたO圃場に, 二条大麦品種のニューゴールドン, はるな二条, ミサトゴールドンと六条大麦のマサカドムギ, カシマムギ, 木石港3, およびEa52を播種した。1986年3月16日, 1987年は3月31日に, 全株を対象に発病株率を調査した。

(2) ムギ類萎縮病に対する抵抗性調査

1986年の10月31日に, I圃場内のSBWMVだけに高濃度で汚染された一角に, マカドムギをはじめとする六条大麦5品種, 二条大麦3品種および小麦品種の農林61号を播種した。

播種量は二条大麦品種が0.5kg/a, 六条大麦品種と小麦は0.4kg/aで, 畦幅60cm, 条間12cmに播種した。

基肥として、N, P₂O₅, K₂Oをそれぞれ0.5, 0.9, 0.7 kg/a施用した。試験区は2.4 m²で、1反復で実施した。1987年3月16日に、各試験区の2地点で50株(計100株)を対象に発病株率を調査した。

試験結果

1986, 1987年の両年にBaYMVで汚染されたB圃場でマサカドムギの抵抗性を調査した結果を第37表に示した。

1986年は、Type1に分類されるにらさき二条とあかぎ二条は高率に罹病したが、これらに比べType2のはるな二条とあまぎ二条の発病株率は32~49%と低く、病徴発現程度もかなり軽かった。1987年はType1のにらさき二条は発病株率100%と高率に罹病し、Type2のはるな二条、つゆしらずの発病株率も96と86%と高くなったことから、圃場のBaYMVはI型が多くなったものと推察される。

1986年では、カシマムギは発病株率98%とBaYMVに高率に罹病し、稈長は短く収量は11.5 kg/aと低収であったが、マサカドムギの発病株率は8%と低く発病個体の病徴も軽微で、収量は39.6 kg/aであった。

1987年には、カシマムギは89%と高率に罹病したのに対して、マサカドムギは2%程度罹病したに過ぎなかった。

BaYMVⅢ型圃場における反応を調査した結果を第38表に示した。

ミサトゴールドデンの発病株率は1986年、1988年はそれぞれ66%と34%であった。カシマムギは両年とも

第37表 BaYMV汚染圃場におけるマサカドムギの発病程度と生育・収量

播種年	品 種 名	発病株率 (%)	病徴による発病程度 ¹⁾	稈長 (cm)	穂数 (本/m ²)	子実重 (kg/a)
1986	マサカドムギ	8	1	78	381	39.6
	にらさき二条	100	5	55	520	19.6
	あかぎ二条	100	5	63	586	31.0
	はるな二条	49	2	85	704	45.9
	あまぎ二条	32	2	79	609	40.7
	ミサトゴールドデン	0	0	90	735	59.8
	カシマムギ	98	5	54	239	11.5
1987	マサカドムギ	2	1	86	440	34.7
	にらさき二条	100	5	55	303	9.9
	はるな二条	96	4	82	953	34.6
	つゆしらず	86	4	82	747	40.4
	ミサトゴールドデン	0	0	96	903	60.9
	カシマムギ	89	4	60	233	21.5

¹⁾ 0~5の発病程度指数で表示

BaYMVに高率に罹病したが、マサカドムギは1986年には発病が認められず、1988年には10%程度BaYMVに罹病したが病徴は極めて軽微であった。

SBWMV汚染圃場における調査結果を第39表に示した。小麦の農林61号の発病株率は100%であり、本圃場はSBWMVに高濃度で汚染されていた。

六条大麦では横綱が発病株率34%、万力、早生坊主、カシマムギが93~100%と高率に罹病したが、マサカドムギの発病は認められなかった。

第38表 BaYMVⅢ型圃場におけるマサカドムギのオオムギ縮病による発病株率

品 種 名	発 病 株 率 (%)	
	1986	1988
マサカドムギ	0	10
ニューゴールドデン	100	94
はるな二条	100	92
ミサトゴールドデン	66	34
カシマムギ	96	84
木石港3	0	0
Ea52	0	0

第39表 SBWMV汚染圃場におけるマサカドムギの発病株率

品 種 名	発 病 株 率 (%)
マサカドムギ	0
あかぎ二条	0
あまぎ二条	0
ミサトゴールドデン	0
カシマムギ	100
横 綱	34
万 力	93
早生坊主	100
農林61号(小麦)	100

5. 考 察

1980年代にオオムギ縮病の発生拡大とともに、栽培農家からは本病に高度抵抗性の品種の一日も早い普及が強く要望されるようになった。幸い1983年には木石港3由来の抵抗性をもつ関東二条22号(後のミサトゴールドデン)が、1986年にはEa52由来の抵抗性をもつ関東皮69号(後のマサカドムギ)がそれぞれ育成され、各県の奨励品種決定調査に供試されることになった。

当時の茨城県の二条大麦の奨励品種には、醸造特性が優れるが、倒伏しやすいなど栽培特性がやや劣るはるな

二条とあまぎ二条、強稈・多収で栽培特性は良好であるがこれらより醸造特性が劣るあかぎ二条などがあり、いずれもオオムギ縞萎縮病に罹病性であった。ミサトゴールドンの熟期は早生品種のはるな二条並に早く水田裏作に好適で、あかぎ二条と同等の耐倒伏性・収量性を示し、栽培特性が良好であった。

また、ビール原料に使われる二条大麦は、醸造特性が良好であることが要求されるが、ミサトゴールドンの醸造特性は、当時最も優れるといわれるはるな二条よりやや劣るものの、あまぎ二条とほぼ同等であり、あかぎ二条より優れていた。

ミサトゴールドンのオオムギ縞萎縮病に対する抵抗性については、BaYMVのI型、II型には高度抵抗性である。III型には罹病するが、III型系統の分布は茨城県では下館市、関城町の2箇所に限られており、病徴の発現程度も罹病性品種のあまぎ二条やあかぎ二条に比較して軽微であった¹⁰⁾。

以上の結果から、III型についての問題を残しながらも、1986年にミサトゴールドンの茨城県の準奨励品種への採用に踏み切った。しかし、その翌年には、本研究によって、ミサトゴールドンはIII型に罹病しても、被害抵抗性が強く、収量への影響が罹病性品種に比較して明らかに小さいことが実証された。

一方、本県の六条大麦の作付面積は1986年当時まで3,670 haであり、そのほとんどに早生で耐倒伏性が強いカシマムギが栽培されていた。

マサカドムギはカシマムギに比較して、成熟期はほぼ同じで、収量性も同等である。また、カシマムギでは成熟期を過ぎると稈が中央部で折損しやすくなり大きな欠点であったが、マサカドムギはこの点が改善されており、極めて栽培しやすい品種といえる。

六条大麦は、食用としては押麦として炊飯時に混入して利用するが、マサカドムギは、加工のための搗精時間が短く、白度も良好であり、カシマムギと同等以上の精麦特性をもつと見なされた。また、三田村ら¹¹⁾によって、

麦茶用の製茶特性についても市場評価の高いカシマムギと遜色ないことが明らかにされている。

BaYMVの各系統に対する抵抗性では、I型とII型の二つの系統が混在している場合や、I型が優占している場合でも、マサカドムギの発病率は2~8%と極めて低く、またIII型圃場でも10%程度の発病にとどまった。また、SBWMVに高濃度で汚染された圃場でも罹病せず、マサカドムギはBaYMVのI、II、III型に罹病しにくく、SBWMVにも高度抵抗性を示すことが明らかになった。なお、BaYMVの汚染圃場でマサカドムギがわずかであるが発病したことについては、抵抗性を調査したのが比較的早い世代であり遺伝子型の固定がやや不十分であったことと、カシマムギなどの罹病性品種との他家受精率がやや高かったためと考えられ(牧野氏私信)、最近では現地汚染圃場に栽培してもこのような罹病例は見られない(茨城県麦類奨励品種決定調査成績)。

これらの結果から、マサカドムギは栽培特性、品質とも良好であり、汚染圃場での栽培が可能なことから、1990年に茨城県の準奨励品種に採用された。

実用的なオオムギ縞萎縮病抵抗性品種の育種は、一般に罹病性であるが栽培特性や品質が優れる品種に、抵抗性品種を交配または戻し交配して、抵抗性を賦与することによって行なわれる。このため、今後も抵抗性品種の育成を進めるためには、交配親となる抵抗性品種については栽培上の欠点が少ないものを選んでおく必要がある。

本実験では、種々のオオムギ縞萎縮病抵抗性品種について栽培特性を調べたが、二条大麦ではYmをもつ羽系I-41とym3をもつイシュクシラズが、六条大麦ではYmをもつ横綱、ym3をもつはがねむぎと朝鮮、Ymとym3の両方をもつ早生坊主、および大穀が強稈で栽培特性が良好と認められた。また、ym3をもつEa52は穂長がかなり短かったが強稈であり、総じてym3をもつ品種は強稈であった。これらの品種はいずれもBaYMVのI、II、III型に抵抗性を示し、交配親としての利用が期待できる。

X 総 合 考 察

大麦は、小麦に比較して早く収穫できるため、夏作の前後に導入しやすいという特徴をもつ。このことから、畑作経営においては圃場の利用効率を高めたり、作付体系を維持し地力の増進を図るために欠くことのできない作物である。さらに、水田再編においては省力的な転換作物として極めて重要な作物である。このような状況で大

麦の作付面積が増えた1980年代に、オオムギ縞萎縮病やムギ類萎縮病などの麦類土壤伝染性ウイルス病が多発し、大きな被害が生じ、特に茨城県西部や県南部などの主要な大麦作地帯では産地壊滅の危機に瀕した。このため、これらの病害に対する防除対策を確立し、大麦作の安定的振興を図ることが最優先の課題となった。

本研究は、1983年から1992年にかけて、主にオオムギ縞萎縮病について、被害程度の解析に基づく品種の被害抵抗性の違い、BaYMVの各系統に対するオオムギ縞萎縮病抵抗性遺伝子 Ym 、 $Ym2$ 、 $ym3$ 、 $ym4$ をそれぞれもつ品種や、二条、六条大麦の麦種ごとの抵抗性の特徴について明らかにするとともに、これらの結果をもとに、新しく育成された品種の中から、BaYMVのI、II、III型系統が存在する茨城県に適用可能な奨励品種を選定した過程をまとめたものである。

オオムギ縞萎縮病による二条大麦品種の収量・品質への被害については、草場ら³⁰⁾が、1950年代以前に育成されたキリン直1号、Svanhals、交Aなどで検討している。しかし、現代の二条大麦品種や六条大麦品種は、当時の品種に比べて早生・短稈化がすすみ、被害状況が異なると思われる。また、1983年当時の事情として、茨城県の奨励品種中に抵抗性のものがなかったため、発生圃場では播種適期よりも10日～15日遅く播種する晩播栽培により、発芽後感染好適温度に遭遇するのを避け、被害を軽減する対策がとられていた²⁾。しかし、晩播栽培は、それ自体ある程度の減収を伴うため、オオムギ縞萎縮病が発生しているにもかかわらず、発生程度が低く収量への被害が小さい圃場での実施は避けなければならない、その適用基準が求められていた。本研究の結果では、当時茨城県で最も栽培面積が多かった二条大麦のあかぎ二条と六条大麦のカシマムギとも、発病率が60～70%までは著しい減収は認められないが、この水準を越えると、減収が顕著になるとともに、二条大麦では、粗蛋白含量の増加などビール醸造用としての品質低下が発生し、この点では、草場ら³⁰⁾の報告と同じ結果であった。したがって、収量、品質両面からみたオオムギ縞萎縮病の被害許容水準を発病率60～70%とすることに一般性があるといえ、現地ではこれを基準として晩播栽培の適用の可否を判定することが推奨され、晩播栽培による被害軽減対策の効果を高めることができた。

オオムギ縞萎縮病による被害程度の品種間差を比較するために、無発病圃場での収量性に大きな違いがないと思われる大麦品種・系統を選び、オオムギ縞萎縮病発生圃場に栽培し、それらの発病程度と収量を比較した。その結果、ニューゴールデンやあかぎ二条のように発病株率が高く大きな被害を受ける品種、ドリルムギやサナダムギのように発病せず免疫的な抵抗性を示す品種のほか、アサマムギや東山皮80号のように発病株率は高いが発病しない品種と同等の収量性を示す品種が存在することを認めた。発病しても被害の軽いタイプに該当したアサ

マムギは、発病の認められなかったドリルムギとともに、1982年から1984年にかけて県内のオオムギ縞萎縮病激発地帯である下館市と結城市に緊急避難的に導入され、当面の被害回避に貢献している。したがって、品種のもつ抵抗性を評価する場合には、発病株率の高低のほか、発病が収量におよぼす影響の違いについても重視すべきであり、この特性を被害抵抗性³⁰⁾の違いとして評価する必要がある。被害抵抗性品種は、多くの個体は発病するが病徴が軽微であり、また、発病最盛期より早い時期の発病株率が低かった。したがって、生育に伴う発病株率の変化を調査することによって被害抵抗性の品種を選ぶことも可能であろう。

オオムギ縞萎縮病高度抵抗性品種から抵抗性遺伝子を導入した品種の育成は1970年代より進められ、1985年には木石港3由来の抵抗性をもつミサトゴールデン、1989年には抵抗性遺伝子 $ym3$ をもつEa52から抵抗性を導入したマサカドムギが育成された。一方、抵抗性品種が新しく分化したウイルス系統によって罹病化する危険性があることが指摘されていたが、早くも1984年に茨城県においてミサトゴールデンのBaYMV III型系統による罹病化で、そのことが現実のものとなった^{20) 21)}。そこで、現在のところ明らかになっているBaYMVのI、II、III型系統に高度抵抗性を示す品種を探索する必要が生じ、本研究では、海外から導入された木石港3、Solan、TN-2、Ethiopia71-450や突然変異系統であるEa52のほか、多数の日本の在来の六条大麦品種が、BaYMVのI、II、III型に抵抗性を示すことを明らかにした。

一方、オオムギ縞萎縮病抵抗性遺伝子として、 Ym 、 $Ym2$ ³¹⁾、 $ym3$ ³⁰⁾、 $ym4$ ⁴⁾が報告されているが、これらの抵抗性遺伝子をもつ品種のBaYMVの各系統に対する抵抗性を整理すると、第40表のとおりになる。これによると、 Ym をもつ5品種のうちミサトゴールデンはIII型に罹病し、 $Ym2$ をもつ御堀裸3号はII型に、 $ym4$ をもつFranka、SonateおよびDianaはIII型に罹病するため、これらの抵抗性遺伝子をもつ品種・系統は両ウイルス系統の分布する茨城県での普及は慎重に行う必要があると思われる。これに対して、 $ym3$ をもつ7品種はいずれも、I、II、III型に対して抵抗性で、 $ym3$ をもつはがねむぎ³⁰⁾やEa52³⁰⁾から抵抗性を導入した二条大麦もIII型に抵抗性を示した。

以上の結果から、BaYMVのI、II、III型が分布する茨城県でも適用可能な奨励品種候補として、抵抗性遺伝子 $ym3$ をもつEa52から抵抗性を導入したマサカドム

第40表 オオムギ縞萎縮病抵抗性遺伝子をもつ品種のBaYMV I, II, III型系統に対する反応

品 種 名	オオムギ縞萎縮病抵抗性遺伝子	BaYMV の系統		
		I 型	II 型	III 型
木石港 3	<i>Ym</i>	R	R	R
羽系 I-41		R	R	R
横 網		R	R	R
Solan		R	R	R
ミサトゴールドン		R	R	S
御堀裸 3号	<i>Ym2</i>	R	S	R
Ea 52	<i>ym3</i>	R	R	R
イシュクシラズ		R	R	R
会津 6号		R	R	R
朝 鮮		R	R	R
倍 取		R	R	R
はがねむぎ		R	R	R
岩手メンシュアリー-2号		R	R	R
Franka	<i>ym4</i>	R	R	S
Sonate		R	R	S
Diana		R	R	S

1) R : 抵抗性, S : 罹病性

ぎに注目して、抵抗性や栽培特性・品質等について詳細に調査した。その結果、本品種はBaYMVのI, II, III型のいずれにも抵抗性を示すほか、SBWMVの汚染圃場でも罹病せず、栽培特性や精麦特性も比較品種のカシマムギに遜色ないため、麦類の土壤伝染性ウイルス病の被害を回避する品種として実用性が高いことを認め、1990年に茨城県の奨励品種に採用した。

ミサトゴールドンは、BaYMVのIII型系統に罹病するが、その罹病例は茨城県では下館市、関城町の2地区に限られ、全国的にも大分県で報告されているにすぎず、III型系統の汚染地域が限定されていること、および栽培特性やビール醸造特性も比較品種に遜色ないことから、オオムギ縞萎縮病抵抗性二条大麦品種として1986年に県の奨励品種への採用に踏み切った。その後、本研究によりミサトゴールドンはBaYMV III型に罹病しても、被害抵抗性が強く、ある程度の収量を維持することが実証された。この結果、現在ではマサカドムギやミサトゴールドンの普及によって、オオムギ縞萎縮病やムギ類萎縮病の被害は小康状態を得るにいたった。

ミサトゴールドンにかわるIII型系統に抵抗性をもつ二条大麦品種の育成については、*ym3*をもつ品種はBaYMVのI, II, III型に抵抗性であるという本研究の結果から、抵抗性親として*ym3*をもつ品種が注目され、現在これらの品種から抵抗性を導入した系統が育成されている⁵⁰⁾。

本研究では、BaYMV I, II, III型に対して抵抗性をもつ品種の育成を効率的に行なうための知見として、わが国の二条大麦、六条大麦のうち、広く栽培されたり交配親として多く用いられた品種の各BaYMV系統に対する反応をまとめた(第41表)。二条大麦ではBaYMVのI, II, III型に罹病するType1, I, III型には罹病するがII型には罹病しにくいType2の品種のほか、III型に特異的に罹病するType4の品種が3品種認められたが、II型に特異的に罹病するType3の品種は認められなかった。六条大麦ではType1, Type2, Type4のほか、II型に特異的に罹病するType3の品種も3品種認められた。したがって、抵抗性個体・系統の選抜や品種・系統の抵抗性を検定する際には、二条大麦ではI型とIII型抵抗性に、六条大麦ではこのほかにII型抵抗性にも留意する必要がある。実際には、初期世代の抵抗性個体・系統の選抜は、全国的に広く分布しているBaYMV I型の検定圃場で行い、得られた個体・系統について、二条大麦ではIII型圃場、六条大麦ではII型とIII型圃場で抵抗性を検定するのが最も効率的であると考えられる。その後、この成果は各育成地にも取り入れられ、関東地方の二条大麦育成地の栃木県農業試験場栃木分場と六条大麦の育成地である農業研究センターでは、抵抗性個体や系統の抵抗性検定圃場にI型圃場に加え、それぞれIII型圃場とII型圃場を利用するに至っている。

新しい抵抗性遺伝子の探索については、本研究では二条大麦品種のもつBaYMV II型抵抗性に注目し、Priorとミホゴールドンについて調査し、これらの品種のII型抵抗性は第3染色体長腕末端部に座乗するエステラーゼ同位酵素遺伝子群と連鎖した単一の遺伝子によって支配されていることを明らかにした。また、二条大麦品種で

第41表 二条,六条大麦品種におけるBaYMVのI, II, III型系統に対する反応

BaYMV 系統に対する反応				該当する品種・系統数	
I 型	II 型	III 型	タイプ	二条大麦	六条大麦
S	S	S	Type 1	18	14
S	R	S	Type 2	25	10
R	S	R	Type 3	0	3
R	R	S	Type 4	3	2
R	R	R	Type 5	3	17
R	S	S		0	0
S	S	R		0	0
S	R	R		0	0
計				49	46

R : 抵抗性, S 罹病性

は、*Ym*, *Ym2* および *ym3* とは異なる抵抗性遺伝子をもつことが示唆されているきぬ二条3号⁴⁰⁾が、BaYMVのI, II, III型の各系統に抵抗性を示すこと、六条大麦品種では、万力、白熊、磐田三徳、豊大麦など、日本の在来種にBaYMVの各系統に抵抗性を示す品種が多数存在し、抵抗性遺伝子資源として活用するためにも、これらの品種のもつ抵抗性について解析する必要がある。

大麦を侵す土壌伝染性ウイルスとしては、大麦の発病はBaYMVによるものがほとんどであると考えられていたが、小川ら⁴⁰⁾によって、茨城県内には六条大麦のカシマムギの栽培地帯を中心に、大麦、小麦、ライムギを侵すSBWMVも広く分布していることが明らかにされている。大麦のムギ類萎縮病による収量への被害は、罹病すると稈長が著しく短縮することから、無視できないほど大きくBaYMVとの重複感染によってさらに大きくなると考えられる。

ムギ類萎縮病はオオムギ縞萎縮病と同様に被害回避のためには抵抗性品種の育成・普及に頼らざるをえない。オオムギ縞萎縮病、ムギ類萎縮病とも病徴はよく似ており、病徴から感染ウイルスを診断することは難しく、抵抗性の判定は十分ではなかったが、本研究では、ELISA法による感染ウイルスの正確な判定に基づいて、広範な大麦品種についてSBWMVに対する抵抗性を調べた。

その結果、わが国の二条大麦品種ではSBWMVに罹病した品種は19品種のうち3品種でしかも発病株率は2~23%と低く病徴も極めて軽微であり、概してムギ類萎縮病に対しては抵抗性である。したがって、二条大麦ではムギ類萎縮病抵抗性について特に考慮の必要はない。一方、六条大麦では供試した46品種のうち27品種がSBWMVに罹病し発病株率も高いため問題が大き

く、六条大麦ではオオムギ縞萎縮病抵抗性に加えてムギ類萎縮病抵抗性が必要である。BaYMVの各系統に対する抵抗性とSBWMVに対する抵抗性との間には密接な関係は認められず、オオムギ縞萎縮病抵抗性遺伝子*Ym*, *Ym2*, *ym3*はSBWMVには有効ではなかった。しかし、東北・北陸地方の六条大麦中にSBWMVに罹病しない品種が多数存在しており、これらはムギ類萎縮病に対する抵抗性遺伝子資源として重要と思われる。

以上、本研究ではオオムギ縞萎縮病とムギ類萎縮病について、大麦品種の被害抵抗性の違い、およびBaYMVのI, II, III型の各系統やSBWMVに対する抵抗性について調べ、その結果をもとにこれらのウイルス系統が分布する茨城県においても栽培可能な抵抗性品種を選ぶとともに、今後抵抗性品種の育種を進めるにあたって有効と思われるいくつかの知見を得た。しかし、BaYMVには現在明らかになっている3系統の他にも、別の系統が分化している可能性があり、事実宮城県では抵抗性遺伝子*ym3*をもつイシュクシラズやはがねむぎがBaYMVに罹病しているのが発見され、これは新たなウイルス系統の存在によるものであることが示唆されている⁴⁰⁾。また、ヨーロッパでは、BaYMVの他にこれと近縁なbarley mild mosaic virus (BaMMV)が広く発生しており、わが国においても、香川県、山口県の各1地点でBaMMVが発生している⁴⁰⁾。

したがって、今後予想される新たなウイルスやウイルス系統の出現に備えるためには、ウイルスやウイルス系統を分類・同定する作業を進めるとともに、新たな抵抗性遺伝子源の探索とそれらの遺伝様式の解明を進め、両者の罹病関係について整理していく必要があると思われる。

摘

要

- 1) オオムギ縞萎縮病に罹病性の二条、六条大麦品種では、発病率が60~70%を越えると、主に穂数の減少によって減収した。特に、二条大麦では、粗蛋白含量の増加によってビール醸造用としての品質が低下した。したがって、オオムギ縞萎縮病の被害許容水準は発病率で60~70%にあった。
- 2) オオムギ縞萎縮病発生圃場において、発病して収量に大きな被害を受ける品種と、発病株率が100%近くに達しても被害が軽く発病しない品種と同等の収量を維持する被害抵抗性の強い品種があった。被害抵抗性品種は多くの個体は発病するが病徴が軽微で、発病

最盛期より早い時期の発病株率が低かった。

- 3) 六条大麦の木石港3の抵抗性遺伝子を導入して育成されたミサトゴールデンはBaYMVのIII型系統に罹病するが、抵抗性をもたない罹病性品種に比較して、病徴の進展速度が遅く、減収程度は小さかった。
- 4) 大麦品種は、BaYMV I, II, III型系統に対する反応によって、I, II, III型に罹病するType1 (ニューゴールデン, あかぎ二条など), I, III型に罹病するがII型には抵抗性を示すType2 (はるな二条, あまぎ二条など), I, III型には抵抗性だがII型に罹病するType3 (御堀裸3号など), I, II型には抵抗性で

- あるがⅢ型に罹病する Type4 (ミサトゴールドン, Frankaなど), およびBaYMVの I, II, Ⅲ型に抵抗性の Type5 (木石港 3, Ea 52 など) の 5 群に分類された。
- 5) オオムギ縮萎病抵抗性遺伝子 *Ym* をもつ品種のうち, ミサトゴールドンはⅢ型に罹病し Type4 に該当したのに対して, 木石港 3, 羽系 I-41, 横綱, Solan は I, II, Ⅲ型に抵抗性を示し Type5 に該当し, 抵抗性のタイプが異なった。
 - 6) 抵抗性遺伝子 *Ym2* をもつ御堀裸 3 号は, I, Ⅲ型には抵抗性を示したがⅡ型に罹病し Type3 に該当した。*ym3* をもつ Ea52, イシクシラズ, 会津 6 号, 朝鮮, 倍取, はがねむぎ, 岩手メンシュアリー 2 号は I, II, Ⅲ型系統に抵抗性を示し Type5 に該当した。*ym4* をもつ Franka, Sonate および Diana はⅢ型に特異的に罹病し Type4 に該当した。
 - 7) 木石港 3 そのものはⅢ型に抵抗性であったが, これから抵抗性を導入して育成された二条大麦品種・系統は, 32 系統のうち 31 系統と大部分がⅢ型に罹病した。これに対して, 抵抗性遺伝子 *ym3* をもつ Ea52 とはがねむぎから抵抗性を導入して育成された二条大麦品種・系統は, 9 系統のうち 8 系統がBaYMVⅢ型に抵抗性を示した。
 - 8) わが国の二条大麦では, I, Ⅲ型に罹病するがⅡ型には抵抗性を示す Type2 の品種が 49 品種のうち 25 品種と最も多く, 次いで, I, II, Ⅲ型のすべてに罹病する Type1 が 18 品種と多かった。これに対して, Ⅲ型に特異的に罹病する Type4, いずれの系統にも抵抗性の Type5 の品種はそれぞれ 3 品種ずつと少なく, Ⅱ型に特異的に罹病する Type3 の品種は認められなかった。
 - 9) わが国の六条大麦では, Type5 の品種が 46 品種のうち 17 品種と最も多く, ついで Type1 が 14 品種, Type2 が 10 品種で, Type4 は 2 品種であったが, 二条大麦では認められなかった I, Ⅲ型には抵抗性であるがⅡ型に罹病する Type3 が 3 品種みられた。
 - 10) 二条大麦では, *Ym*, *Ym2* および *ym3* とは異なる抵抗性遺伝子をもつとされるきぬ二条 3 号は, BaYMV の I, II, Ⅲ型の各系統に抵抗性で, 系譜からみてこの抵抗性は六条大麦の魁由来であると推定された。
 - 11) 六条大麦では, 東北地方の並性品種中に BaYMV のいずれの系統にも抵抗性を示す Type5 の品種が多く, これには, 系譜からみて抵抗性遺伝子 *ym3* が深く関与していると考えられた。
 - 12) わが国の二条大麦品種 39 品種のうち, エステラーゼ同位酵素遺伝子型が *Ca-Dr-Nz* 型の 14 品種はすべてⅡ型に罹病性であり, *Pr-Fr-Su* 型の 25 品種のうち 23 品種はⅡ型に抵抗性を示した。このことは, エステラーゼ同位酵素遺伝子型と BaYMVⅡ型に対する抵抗性との間に密接な関係があることを示している。
 - 13) 二条大麦品種のミホゴールドンと Prior のⅡ型抵抗性は, 遺伝分析の結果, 第 3 染色体長腕末端部に座乗するエステラーゼ同位酵素遺伝子群とそれぞれ組換え価 10.15% と 6.97% で連鎖する単一の遺伝子によって支配されていると推定された。
 - 14) ミホゴールドンと Prior のもつⅡ型抵抗性遺伝子は, 両品種の系譜やエステラーゼ同位酵素遺伝子群との組換え価とそれらの標準誤差から, 同一の遺伝子であると考えられ, また, この遺伝子は, 同じくエステラーゼ同位酵素遺伝子群と連鎖しているミサトゴールドンのもつ抵抗性遺伝子とは, エステラーゼ同位酵素遺伝子群との組換え価からみて異なると考えられる。
 - 15) ムギ類萎縮病の罹病によって, 大麦の稈長は顕著に短縮し, BaYMV との重複感染によってさらに短縮程度が大きくなった。
 - 16) ムギ類萎縮病に対しては, わが国の二条大麦では, 罹病した品種は 19 品種のうち 3 品種と少なく, しかも発病株率は 2~23% と低く病徴も軽微であった。一方, 六条大麦では, 46 品種のうち 27 品種が本病に罹病し発病株率も高かった。
 - 17) BaYMV の系統に対する抵抗性と SBWMV の抵抗性との間には関係がなく, 大麦縮萎病抵抗性遺伝子は SBWMV に対しては抵抗性として働かなかった。
 - 18) オオムギ縮萎病高度抵抗性品種のうち, 二条大麦では *Ym* をもつ羽系 I-41 と *ym3* をもつイシクシラズが, 六条大麦では, *Ym* をもつ横綱, *ym3* をもつはがねむぎと朝鮮, *Ym* と *ym3* をもつ早生坊主が, それぞれ強稈で栽培特性が良好であった。
 - 19) 栃木県農業試験場栃木分場で育成された二条大麦品種ミサトゴールドンは, 栽培特性や収量性はあかぎ二条と同等であり, ビール醸造特性は良質品種のあまぎ二条とほぼ同等であった。BaYMVⅢ型に罹病するが被害抵抗性が強く減収程度が少ないことから, 1986 年に茨城県の準奨励品種に採用された。
 - 20) 農林水産省農業研究センターで, 抵抗性遺伝子 *ym3* をもつ Ea52 から抵抗性を導入して育成された六条大麦のマサカドムギは, カシマムギと収量性は同等, 精麦特性はカシマムギと同等以上であり, BaYMV の I, II, Ⅲ型や SBWMV に強く, 1990 年に茨城県の準奨励品種に採用された。

引用文献

- 1) Brakke, M. K. (1971) Soil-borne wheat mosaic virus. C. M. I./A. A. B. Descriptions of Plant Viruses. No. 77.
- 2) 千葉恒夫・小川奎・飯田幸彦 (1985) 1984年産二条オオムギにおける播種期と縞萎縮病の発生との関係. 関東東山病害虫研報 32 : 52.
- 3) Friedt, W. and B. Foroughi-Wehr(1987) Genetics of resistance to barley yellow mosaic virus. Barley Genetics V:659-664.
- 4) Friedt, W., F. Ordon, R. Götz and R. Kaiser (1990) Bodenbürtige Krankheiten, eine fort-dauernde Herausforderung für die Pflanzenzüchtung - Beleuchtet am Beispiel der Gelbmosaikvirose der Gerste. Ber. Arbeitstagg. Saatzucht. Gumpenstein 40:27-38.
- 5) 福岡忠彦・牧野徳彦 (1990) 皮麦新品種「マサカドムギ」. 農業技術45(3) : 129.
- 6) Graner, A. and E. Bauer (1993) RFLP mapping of the *ym4* virus resistance gene in barley. Theor. Appl. Genet. 86:689-693.
- 7) Hill, S. A. and E. J. Evans (1980) Barley yellow mosaic virus. Pl. Pathology 29:197-199.
- 8) Huth, W. (1979) Die Getreidevirosen in der Bundesrepublik Deutschland. Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutz. 31:53-55.
- 9) Huth, W. (1989) Ein weiterer Stamm des barley yellow mosaic virus aufgefunden. Nachrichtenbl. Deutsch. Pflanzenschutz. 41: 6-7.
- 10) Huth, W. (1990) The yellow mosaic inducing viruses of barley in Germany. In "Proc. 1st Symp. Int. Working Group on Plant Viruses with Fungal Vectors". Braunschweig, Germany.: 113-115.
- 11) Huth, W. and D. Lesemann (1978) Eine für die Bundesrepublik Deutschland neue Virose an Wintergerste. Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutz. 30:184-185.
- 12) Hvid, S. and G. Nielsen (1977) Esterase isoenzyme variants in barley. Hereditas 87:155-162.
- 13) 茨城県 (1983) "昭和58年度農作物有害動物発生予察事業成績年報" 茨城県, 茨城. 1-191.
- 14) 飯田幸彦・新妻芳弘 (1989) 二条オオムギ準奨励品種「ミサトゴールドデン」について. 茨城県農試研報 29:47-53.
- 15) 飯田幸彦 (1990) 大麦縞萎縮病における病原ウイルス系統と品種抵抗性をめぐる諸問題 (六条オオムギ, 二条オオムギ品種の各ウイルス系統に対する抵抗性). 農業技術45:71-74.
- 16) 飯田幸彦・渡辺健・戸嶋郁子・小川奎 (1992) 大麦縞萎縮ウイルス系統に対する大麦品種の抵抗性反応. 育種42:863-877.
- 17) 飯田幸彦・渡辺健・戸嶋郁子・小川奎 (1993) 大麦縞萎縮ウイルス系統に対する二条大麦品種の抵抗性反応とエステラーゼ同位酵素遺伝子型との関係. 育種 43 : 113-122.
- 18) 飯田幸彦・小西猛朗 (1994) 二条大麦における大麦縞萎縮ウイルスII型系統に対する抵抗性遺伝子の連鎖分析. 育種44:191-194.
- 19) 鑄方末彦・河合一郎 (1940) 小麦縞萎縮病に関する研究. 農事改良資料 154:1-123.
- 20) Kahler, A. L. and R. W. Allard(1970) Genetics of isozyme variants in barley. I. Esterases. Crop Sci. 10:444-448.
- 21) Kaiser, R. and W. Friedt(1992) Gene for resistance to barley mild mosaic virus in German winter barley located on chromosome 3L. Plant Breed. 108:169-172.
- 22) Kashiwazaki, S., K. Ogawa, T. Usugi, T. Omura and T. Tsuchizaki (1989) Characterization of several strains of barley yellow mosaic virus. Ann. Phytopath. Soc. Japan 55:16-25.
- 23) 河田尚之 (1988) オオムギ縞萎縮病抵抗性の遺伝様式 III. 劣性抵抗性遺伝子. 育種 38 (別2) : 418-419.
- 24) 河田尚之 (1989) オオムギ縞萎縮病抵抗性の遺伝様式 IV. 不完全優性遺伝子の遺伝分析. 育種 39 (別2) :286-287.
- 25) Kawada, N. (1991) Resistant cultivars and Genetic ancestry of the resistance genes to barley yellow mosaic virus in barley (*Hordeum Vulgare* L.). Bull. Kyushu Agric. Expt. Stn., 27:65-79.
- 26) Kawada, N. and M. Tsuru (1987) Genetics and breeding of resistance to barley yellow mosaic

- virus. *Barley Genetics* V:651-657.
- 27) 河田尚之・佐々木昭博・鶴政夫 (1982) 大麦縞萎縮病抵抗性母本の選定と栽培特性. 育雑32 (別2) : 158-159.
- 28) Kobayashi, S., H. Yoshida and K. Soutome (1987) Breeding for resistance to yellow mosaic disease in malting barley. *Barley Genetics* V:667-672.
- 29) 小西猛朗・松浦誠司 (1987) わが国の二条大麦品種の変遷とエステラーゼ同位酵素の変異. 育雑37:412-420.
- 30) Konishi, T. and S. Matsuura (1987) Linkage analysis of *Est4* locus for esterase isozyme-4 in barley. *Barley Genet. Newsl.* 17:68-70.
- 31) Konishi, T., N. Kawada, H. Yoshida and K. Soutome (1989) Linkage relationship between two loci for the barley yellow mosaic resistance of Moku-sekko 3 and esterase isozymes in barley (*Hordeum vulgare* L.). *Japan. J. Breed.* 39:423-430.
- 32) Konishi, T. and R. Kaiser (1991) Genetic difference in barley yellow mosaic virus resistance between Moku-sekko 3 and Misato Golden. *Japan. J. Breed.* 41:499-505.
- 33) 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. 育雑37:421-428.
- 34) 草葉敏彦・遠山明・油本武義・建部美次 (1968) 大麦縞萎縮病に対する二条大麦品種の抵抗性検定. 鳥取農試研報8:1-25.
- 35) 草場敏彦・遠山明・油本武義・建部美次 (1971) 二条オオムギにおけるオオムギ縞萎縮病の生態および防除に関する研究. 鳥取農試特研報2:1-208.
- 36) Lapierre, H. (1980) Nouvelles maladies à virus sur céréales d'hiver. *Le Producteur Agrucole Francais* 56(270):11.
- 37) Maroquin, C., M. Cavelier and A. Rassel (1982) Premières observations sur le virus de la mosaïque jaune de l'orge en Belgique. *Bull. Rech. Agron. Gembloux* 17:157-176.
- 38) McKinney, H. H. (1923) Investigation of the rosette disease of wheat and its control. *J. Agr. Res.* 23:771-800.
- 39) 三田村剛・鯉淵幸治・中川悦男・石原正敏 (1990) 皮麦準奨励品種「マサカドムギ」について. 茨城県農試研報30:1-9.
- 40) 農林省関東東山農業試験場 (1959) " 麦類品種一覧 " 農林省関東東山農業試験場, 埼玉県鴻巣市. 1-325.
- 41) 小川奎・飯田幸彦・千葉恒夫・渡辺健・宇杉富雄・土崎常男 (1986). オオムギ縞萎縮病罹病性品種の病土間における反応の違い. *日植病報*52:152.
- 42) 小川奎・渡辺健・飯田幸彦・戸嶋郁子・柏崎哲・土崎常男 (1987a) オオムギ縞萎縮病抵抗性品種「ミサトゴールデン」の罹病について. *日植病報*53:123.
- 43) 小川奎・渡辺健・戸嶋郁子・上田康郎・飯田幸彦・柏崎哲・土崎常男 (1987b) 茨城県におけるオオムギ縞萎縮病, コムギ縞萎縮病 およびムギ類萎縮病の発生分布と麦種との関係. 関東東山病害虫研報 34:27-29.
- 44) 大塚雍雄 (1978) 折れ線モデルのあてはめ. 農林研究計算センター報告. A14:1-31.
- 45) 大塚雍雄・吉原雅彦 (1976) 1ないし2の折曲点を持つ折れ線モデルのあてはめ. 応統5:29-39.
- 46) 長田茂・高橋智恵子・柏崎哲・日比野啓行 (1992) 宮城県におけるオオムギ縞萎縮病の発生状況とBaYMVの系統. *日植病報*58:614-615 (講要).
- 47) 斉藤康夫・岡本弘 (1964) 土壤伝染性ムギウイルス病に関する研究 V. 品種抵抗性の検定. 農技研報 C17:75-102.
- 48) 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・川口数美・関口忠男・倉井耕一・鈴木崇之・大橋一夫・吉沢朋子・若田部紀国・久保野実・山野昌敏 (1986) 二条大麦新品種「ミサトゴールデン」について. 栃木農試研報32:43-64.
- 49) 高橋隆平・林二郎・山本秀夫・守屋勇・平尾忠三 (1966) 大麦の縞萎縮病抵抗性に関する研究. 第1報 二条および六条大麦品種の抵抗性検定試験. *農学研究* 51:135-152.
- 50) 高橋隆平・井上忠男・林二郎・守屋勇・平尾忠三・光畑興二 (1968) 大麦の縞萎縮病抵抗性に関する研究 第2報 品種の抵抗性程度と被害との関係ならびに異なる常発地の病原ウイルスに対する品種反応比較. *農学研究*52:65-78.
- 51) 高橋隆平・林二郎・守屋勇・平尾忠三 (1970) 大麦の縞萎縮病抵抗性に関する研究. 第3報 抵抗性の遺伝と連鎖. *農学研究*53:153-165.
- 52) 寺村好司・小山内英一・伏田均・河西隆喜 (1990)

- ビール大麦新品種「なす二条」の育成とその縞萎縮病抵抗性について. 育雑40(別2):174-175.
- 53) 栃木県農業試験場栃木分場 (1991) 系統適応性検定試験. ”平成元年度(平成2年産)二条大麦育種試験成績書” 栃木県農業試験場栃木分場, 栃木. 56-75.
- 54) 戸嶋郁子・渡辺健・飯田幸彦・小川奎 (1988) オオムギ縞萎縮病における病徴発現. 関東東山病害虫研報 35:27-28.
- 55) 戸嶋郁子・渡辺健・飯田幸彦 (1991) 茨城県におけるオオムギ縞萎縮病Ⅲ型系統発生実態調査—下館市小川地区における「ミサトゴールデン」の発病状況. 関東東山病害虫研報38:35-36.
- 56) 土崎常男・栃原比呂志・亀谷満朗・柳瀬春夫(1993) 原色作物ウイルス病事典. 全国農村教育協会, 東京. 73-74.
- 57) 鶴政夫 (1982) 非醸造用二条大麦の新品種「イシュクシラズ」. 農業技術37(6):272-274.
- 58) 氏原和人・藤井敏男・野沢清一・関口忠男・千葉恒夫 (1984) 大麦縞萎縮病とビール麦品質. 育雑 34 (別1):302-303.
- 59) 鶴飼保雄・山下淳 (1980) オオムギにおける縞萎縮病抵抗性の突然変異. 育雑30:125-130.
- 60) 宇杉富雄・桑原達雄・土崎常男 (1984) 酵素結合抗体法(ELISA)によるオオムギ縞萎縮病, コムギ縞萎縮病およびムギ類萎縮病の血清学的診断. 日植病報 50:63-68.
- 61) 宇杉富雄・柏崎哲・土崎常男 (1985) オオムギ縞萎縮病ウイルスの系統について. 関東東山病害虫研報 32:53-55.
- 62) 和田栄太郎・深野弘 (1937) 小麦モザイク病の種類と其差異並びに判別法に就いて. 農事試験場集報 3:93-128.
- 63) 安正純・吉野正義 (1964) オオムギ縞萎縮病に関する生態的研究. 埼玉県農試研報 25:1-115.
- 64) 吉川亮・片山正・神尾正義・加藤一郎 (1984) オオムギ縞萎縮病抵抗性の地域間差異. 育雑 (34別2):126-127.



写真1 BaYMV III型に罹病したミサトゴールドンの病徴



写真2 BaYMV I型に罹病した罹病性品種（あかぎ二条）の病徴

Studies on resistance to soil-borne viruses in barley varieties

Yukihiko IDA Kei OGAWA Tsuneco CHIBA Ikuko YAMAZAKI
Tsuyoshi MITAMURA and Takeo KONISHI

Summary

Barley yellow mosaic virus (BaYMV) and soil-borne wheat mosaic virus (SBWMV) cause serious diseases in winter barley of Japan, both of which are transmitted by the root-inhibiting fungus, *Polymyxa graminis* Led. The most practical way to prevent from such soil-borne virus diseases is to grow resistant barley varieties. Meanwhile, occurrence of a new virus strain can be detected only when a "resistant" cultivar changes to susceptible. The accident that a BaYMV resistant cultivar 'Misato Golden' suffered from BaYMV disease in this Ibaraki Prefecture gave us attention to soil-borne virus diseases in barley growing, and BaYMV-III was established as a new strain of BaYMV in addition to BaYMV-I and II. This investigation was conducted 1) to estimate yield loss by these diseases, 2) to investigate the response of barley varieties to different strains of BaYMV and SBWMV, 3) to survey genetic resources for complete resistance to soil-borne viruses, and 4) to evaluate BaYMV resistant lines for registration of new leading varieties in Ibaraki Prefecture.

Response of barley varieties to these viruses was examined in naturally infested fields by one of the BaYMV strains or mixture of BaYMV and SBWMV. The kind of virus and strain of BaYMV are diagnosed by pathogenicity to differential barley varieties, 'Haruna Nijo', 'Amagi Nijo', 'Akagi Nijo', 'New Golden', 'Misato Golden' and wheat cultivar 'Norin 61', and exactly examined by enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA). Eighty kernels per variety were sown in the infested fields in the late October to the early November, and percentage of infected plants were indicated as infection incidence.

Yield loss of susceptible barley cultivars by BaYMV

The degree of yield loss by BaYMV infection was investigated, using susceptible two-rowed barley 'Akagi Nijo' and six-rowed barley 'Kashimamugi' which were leading cultivars in Ibaraki Prefecture. When the infection incidence of 'Akagi Nijo' at the stage of maximum infection in the mid March was over 75%, the grain yield significantly decreased and the content of protein in grain increased. Further infection close to 100% incidence brought more than 80% yield loss. The similar situation was observed in 'Kashimamugi'. When the incidence exceeded 60%, remarkable yield loss was found, indicating that the maximum permissible infection incidence for keeping the normal level of grain production was thought to be 60 to 70%.

Varietal difference in yield loss by BaYMV

A large variation in yield loss was found among barley varieties showing the similar infection incidence. Some varieties were badly damaged to reduce grain production extremely by BaYMV. Meanwhile, the others kept the normal production even if the incidence was close to 100%, suggesting these varieties were highly tolerant to the virus.

Such tolerance was found in 'Misato Golden' infected with BaYMV-III. Compared with 'Akagi Nijo' which was highly susceptible to reduce more than 70% in yield, 'Misato Golden' showed a slow increase of infection incidence, resulting in only 12 to 20% yield loss.

Response of barley varieties to BaYMV-I, II and III

Barley varieties were classified into five groups, based on different response to strains I, II and III of the virus. Two varieties of two- and six-rowed barley in each group are listed in Table, respectively.

麦類の土壤伝染性ウイルス病に対する大麦品種の抵抗性に関する研究

Group	Response to*			Two-rowed barley	Six-rowed barley
	I	II	III		
1	S	S	S	New Golden Akagi Nijo	Kashimamugi Asamamugi
2	S	R	S	Haruna Nijo Amagi Nijo	Taishomugi Senbon Hadaka
3	R	S	R	(None)	Mihori Hadaka 3 Sangatsu
4	R	R	S	Misato Golden Franka	Miho Hadaka Kikai Hadaka
5	R	R	R	Ishuku Shirazu Asahi 9	Mokusekko 3 Ea 52

* R : resistant S : susceptible

Relationships between resistance genes and response to BaYMV strains

Up to the present, four major resistance genes to BaYMV (*Ym*, *Ym2*, *ym3* and *ym4*) have been detected. A Chinese barley landrace, Mokusekko 3, which carries *Ym* resistance gene and minor gene (s) is completely resistant to all strains of BaYMV, but 'Mihori Hadaka 3' with *Ym2* is susceptible to BaYMV-II. Ea 52, 'Ishuku Shirazu', 'Aizu 6', 'Chosen', 'Baitori', 'Haganemugi', 'Iwate Mensury 2' possess *ym3*, being resistant to BaYMV-I, II and III. German resistant varieties with *ym4*, 'Franka', 'Sonata' and 'Diana', are susceptible to BaYMV-III.

Out of 32 varieties and lines including 'Misato Golden' which were introduced the resistance gene from Mokusekko 3, all but one were susceptible to BaYMV-III, although they were resistant to BaYMV-I and II. From crosses of Ea 52 or 'Haganemugi' containing *ym3*, eight lines and 'Ishuku Shirazu' were bred. All of them were resistant to BaYMV-I and II, but one line was susceptible to BaYMV-III. These results suggest that the resistance is principally controlled by major gene such as *Ym* and *ym3*, but modified by minor gene (s).

Resistance to BaYMV-II in Japanese two-rowed barley varieties

Esterase isozyme genotypes consisting of allelic combinations at the *Est1*, *Est2* and *Est4* complex loci are useful markers for identifying barley varieties. Most of the Japanese two-rowed varieties were classified into two groups; *Ca-Dr-Nz* and *Pr-Fr-Su* genotypes for esterase isozyme. And, all of the 14 *Ca-Dr-Nz* varieties were susceptible to BaYMV-II, while 23 of the 25 *Pr-Fr-Su* varieties were resistant, suggesting a close linkage between the esterase complex loci and the locus for resistance. Using F_3 lines derived two crosses between susceptible (*Ca-Dr-Nz*) and resistant (*Pr-Fr-Su*) varieties, recombination values were estimated as 10.15% and 6.97%, respectively.

Response of Japanese barley varieties to SBWMV

Soil-borne wheat mosaic virus (SBWMV) are widely distributed throughout Japan, especially in areas growing six-rowed cultivar 'Kashimamugi' in Ibaraki Prefecture. SBWMV damage is manifested as shortened stem length, yield loss and deterioration in grain quality. Most of the two-rowed cultivars were resistant to the virus, while about a half of the six-rowed cultivars examined were susceptible. And, the infection incidence of six-rowed barley was higher than that of two-rowed barley. No relationship between response to SBWMV and resistance to BaYMV was recognized.

Evaluation of BaYMV resistant cultivars, 'Misato Golden' and 'Masakadomugi'

In Ibaraki Prefecture, leading cultivars of two-rowed barley, 'Akagi Nijo' and 'Haruna Nijo' were seriously damaged by BaYMV, so the farmers were waiting for a new resistant cultivar. In 1983, a resistant line, Kanto Nijo 22, was bred from back- and multiple crosses between Mokusekko 3 and two-rowed malting cultivars at Tochigi Prefecture Agricultural Experiment Station (AES), and evaluated for agronomic characters, grain quality and resistance to diseases at several AES's. The line was registered as a BaYMV resistant leading variety, and named 'Misato Golden' in 1986.

Meanwhile, 'Masakadomugi' was bred from a cross of Ea 52 possessing *ym3* and Kanto Kawa 53 at Agricultural Research Center in 1989. This new BaYMV resistant variety was almost same to the leading variety 'Kashimamugi' in yield and kernel quality, and was completely resistant to all strains of BaYMV and SBWMV. This new variety was adopted as a leading variety of six-rowed barley in Ibaraki Prefecture in 1990.

所 長 阿 部 祥 治
編 集 委 員 奥 津 喜 章
平 沢 信 夫
小 川 吉 雄
岩 瀬 一 行
間 谷 敏 邦
中 川 悦 男
茅 根 敦 夫

茨城県農業総合センター農業研究所研究報告 第4号

平成9年3月20日発行

発行所 茨城県農業総合センター農業研究所
〒311-42 水戸市上国井町3402
電話 029-239-7211

印刷所 有限会社 新 生 プ リ ン ト
〒310 水戸市見川2丁目28-18

Bulletin
of the
Agricultural Research Institute
Ibaraki Agricultural Center
No. 4 (1997)

Contents

- On the New Recommended Upland Rice Variety "Yumenohatamochi" in Ibaraki Prefecture.
Mikio HAYASHI, Tadashi IZUMISAWA, Yosiaki OKUTSU, Ritsuo SUGA
- On the Semi Recommended Two-rowed Barley Cultivar "Myogi Nijo" in Ibaraki Prefecture
Yayoi FUKUDA, Syunichi KATO, Tsuyoshi MITAMURA, Jiro AIDA, Yoshiaki OKUTSU
- The Method for Decreasing Content of Crude Protein of Wheat Grain on the Andosol Upland Soil
Takashi KAWANO, Yayoi FUKUDA, Tsuyoshi MITAMURA,
Tadashi IZUMISAWA, Toshie TOMOZUNE, Yoshio OGAWA
- Control of root-knot nematode by crop rotation of antagonistic plants and other ecological measures in Sweet potato field
Yasrou UEDA and Ken WATANADE
- Agricultural Utilization of Sludge from Rural Sewage system. Part I Influence on growth and yield of crops and on soil by application of raw-sludge.
Eiichi MATSUMOTO, Tsutomu OYAMADA, Chikara HIRAYAMA
- Studies on the save labor for Transplanting and Harvesting of Morsh parsleg
Isao Yumino • Tetuo Komatu • Toshikuni Aitani
- Emploment Problems And Subjects for Labor Shortage In Regional Agriculture
Kenzo NISHIMURA, Tetsuo KOMATSU
- Marketing Strategy and Developmental Conditions of Value Added Farming
Naomi NAKAJIMA, Shozo KAWASAKI
- Studies on resistance of barley varieties to soil-borne virus diseases of barley.
Yukihiko IIDA, Kei OGAWA, Ken WATANABE, Tsuneo CHIBA, Ikuko YAMAZAKI,
Tsuyoshi MITAMURA and Takeo KONISHI

Agricultural Research Institute
Ibaraki Agricultural Center
Kamikunii, Mito, Ibaraki, 311-42, Japan