

## オオムギ縞萎縮病抵抗性遺伝子 *ym3* を持つ 極高品質, 多収ビール大麦系統「関東二条 29 号」

五月女敏範, 早乙女和彦, 河田尚之, 福田暎, 石川直幸, 宮川三郎<sup>1)</sup>, 加藤常夫<sup>2)</sup>, 神永明<sup>3)</sup>, 佐々木昭博<sup>4)</sup>, 大塚勝,  
吉田久<sup>5)</sup>, 桐生光広<sup>5)</sup>, 伊藤浩<sup>6)</sup>, 小林俊一, 徳江紀子<sup>3)</sup>, 天谷正行, 瀬古秀文<sup>7)</sup>, 藤井敏男<sup>8)</sup>, 田谷省三<sup>9)</sup>, 小玉雅晴

摘要: <<西海皮33号/栃系133>(F<sub>4</sub>)//あまぎ二条>(F<sub>4</sub>)/3/栃系166の交配組合せから, 派生系統育種法により, ビール大麦の交配母本として極めて有用な系統「関東二条29号」を育成した. 本系統は, オオムギ縞萎縮病抵抗性遺伝子 $ym3$ を持ちBaYMV I 型, III型系統に抵抗性で, また, Mona由来のうどんこ病抵抗性遺伝子も有する. 麦芽品質は極めて優れ, 麦芽エキスは約84%, ジアスターゼ力は約200<sup>o</sup>WK/TNで, 高品質品種のミカモゴールドデンに比べ1.5%及び29<sup>o</sup>WK/TN有意に高い. また, 両形質とも交配親品種, 系統の値を上回っており, 高品質に関する遺伝子が集積されたためと推定される. 収量は, 子実重で約55kg/aで, 多収品種のミサトゴールドデンより18%有意に多く, その要因の1つとして, 1穂粒数が多く登熟が良いことによると考えられる. 本系統は, 九州から北海道のビール大麦作付地帯で多収で極高品質となり, 広域適応性を持つと考えられる. しかし, 中生の熟期特性により普及は困難であるが, BaYMV抵抗性, 極高品質, 多収ビール大麦品種の交配母本として極めて有用である.

キーワード: ビール大麦, 縞萎縮病抵抗性,  $ym3$ , うどんこ病抵抗性, 醸造品質, 多収, 広域適応性

### A malting barley line 'Kanto Nijo 29' with BaYMV resistance gene *ym3*, excellent malting quality and high-yielding ability.

Toshinori SOTOME, Kazuhiko SOHTOME, Naoyuki KAWADA, Ei FUKUDA, Naoyuki ISHIKAWA, Saburo MIYAGAWA, Tuneo KATO, Akira KAMINAGA, Akihiro SASAKI, Masaru OHTUKA, Hisasi YOSHIDA, Mitsuhiro KIRYU, Hiroshi ITO, Shunichi KOBAYASHI, Michiko TOKUE, Masayuki AMAGAI, Hidefumi SEKO, Toshio FUJII, Shozo TAYA, Masaharu KODAMA

Summary: A malting barley line, Kanto Nijo 29 was bred from the cross of <<Saikai Kawa 33/Tochikei 133>//Amagi Nijo/3/Tochikei 166, by the derived line breeding method. This line has a resistance gene,  $ym3$  to Barley Yellow Mosaic Virus(BaYMV) strain I and III and also has resistance gene(s) derived from Mona to powdery mildew. Malting quality of the line is excellent. The malt extract and the diastatic power per total nitrogen is approximately 84% and 200 WK/TN. These are 1.5 % and 29 WK/TN higher than those of a leading cultivar, Mikamo Golden with good malting qualities, respectively. And also, these values are higher than those of parent cultivars, Tochikei 133, Amagi Nijo and Tochikei 166. So, it is suggested that the malting qualities of Kanto Nijo 29 are due to accumulation of the genes from the parents. Grain yield of the line is approximately 5.5 t/ha and 18 % higher than that of a high-yielding cultivar, Misato Golden, and also, the line is adapted to wide area of Japan. It is estimated that the increase on grain number per spike and highly ripening ability cause to high yield. Kanto Nijo 29 was not released and registered as a recommended cultivar for the reason of late maturity, however, it is very useful breeding material for resistance to BaYMV, malting quality and high-yielding ability on two-rowed malting barley breeding.

Key words: malting barley, Barley Yellow Mosaic Virus(BaYMV), disease resistance, malting quality, high-yielding, wide adaptabilit

<sup>1)</sup> 現農業環境技術研究所, <sup>2)</sup> 現農業研究センター, <sup>3)</sup> 現栃木県足利農政事務所, <sup>4)</sup> 現九州農業試験場,

(1996. 8. 1 受理)

<sup>5)</sup> 現栃木県鹿沼農業改良普及センター, <sup>6)</sup> 現栃木県農務部普及教育課, <sup>7)</sup> 現農業生物資源研究所, <sup>8)</sup> 現栃木県小山市在住, <sup>9)</sup> 現中国農業試験場

## I 緒言

大麦は、我が国の温暖地及び暖地水田二毛作体系の中で重要な基幹冬作物となっている。ビール大麦はビール会社との契約栽培によって生産されているため、安定生産とともに醸造品質が優れることが重要である。品種育成では、早生性、多収性、病害抵抗性の付与、高品質化等を目標に育種が進められてきた。

収量性は、ミサトゴールデン<sup>6)</sup>やタカホゴールデン<sup>5)</sup>などの多収品種の育成により過去30年間で約15%向上している。しかし、ヨーロッパ品種並の極多収(6~7 t/ha)には達していない。オオムギ縞萎縮病抵抗性育種は1964年より本格的に始められ、1985年に木石港3由来の第3染色体長腕上に座する抵抗性遺伝子 $Ym7$ を持った世界初の抵抗性ビール大麦品種ミサトゴールデンが当场によって育成された。その後も多くの抵抗性品種が育成され病害の防除と安定生産に大きな成果を上げている。しかし、近年オオムギ縞萎縮病ウイルス(Barley Yellow Mosaic Virus; BaYMV)の系統分化が明らかになり<sup>3)</sup>、ミサトゴールデンをはじめとする抵抗性ビール大麦品種が持つ抵抗性遺伝子 $Ym$ を冒すBaYMVⅢ型系統が出現し<sup>10)</sup>、北関東各地で被害が拡大している。BaYMV抵抗性遺伝子 $ym3$ <sup>11)</sup>はⅢ型系統にも抵抗性を示す<sup>2)</sup>が、これを持ったビール大麦品種は未だ育成されていないため、 $ym3$ を持つビール大麦品種の育成が課題となっている。一方、うどんこ病抵抗性育種は1971年より開始され、1989年にサッポロビール(株)育成のとね二条、1994年にタカホゴールデンなどが育成され成果をあげようとしている。ビール大麦で最も重要な醸造品質は、1984年にサッポロビール(株)育成のはるな二条やミカモゴールデン<sup>16)</sup>など麦芽エキス等で世界最高レベルの極高品質品種が育成されたが、ジアスターゼ力などはまだ改良の余地が残されている。

今回、オオムギ縞萎縮病Ⅰ型・Ⅲ型系統とうどんこ病に複合病害抵抗性を持ち、ミサトゴールデンより多収で、ミカモゴールデンより麦芽エキス、ジアスターゼ力が高い極高品質系統「関東二条29号」を育成した。本系統は、中生品種であるため品種登録の予定はないが、病害複合抵抗性、極高品質、多収で広域適応性が高いという特性からビール大麦育種素材として極めて有用である。また、精麦特性が優れることから、食用二条大麦の母本としての利用も期待される。ここに、本系統の育成経過、特性、その他有用性について述べる。

なお、本育種試験は、農林水産省指定試験事業として行った。

## II 来歴及び育成経過

栃木分場では、1964年よりオオムギ縞萎縮病抵抗性育種を開始、1966年より木石港3を抵抗性母本として育種を進めミサトゴールデンやミカモゴールデン等を育成してきた。一方、1976年よりはがねむぎ由来の系統がオオムギ縞萎縮病抵抗性を持ち<sup>1)</sup>、このはがねむぎの持つ遺伝子が $Ym$ と異なる新しい抵抗性遺伝子であることが明らかとなったため、1980年よりこの遺伝子の導入を開始した。1981年には、九州農業試験場育成系統ではがねむぎ由来の抵抗性を持った西海皮29号(後のイシユクシラズ)、同30、32、33、34号<sup>11)</sup>を抵抗性遺伝子導入親として交配に用い、木石港3以外の抵抗性を持った高品質ビール大麦品種育成を目指した。この育種目標を当初の目的の1つとして、育成されたのが関東二条29号である。なお、この抵抗性遺伝子は後に $ym3$ と同定されている<sup>4)</sup>。

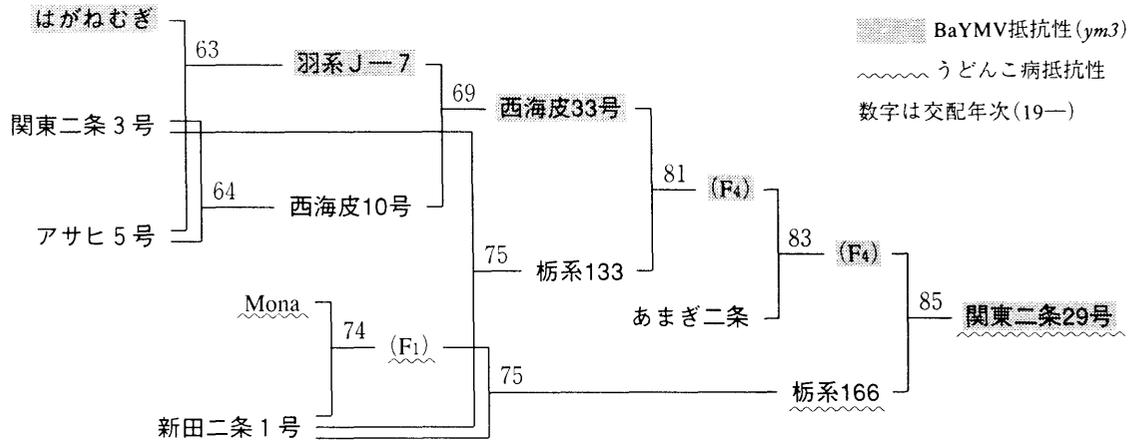
関東二条29号の系譜を第1図、育成経過を第1表に、交配に用いた親品種・系統の特性の概要を第2表に示した。関東二条29号の育成にあたっては、まず、1981年4月に早生、強稈で $ym3$ を持つ非醸造用二条大麦系統「西海皮33号」を母親、高エキス・高ジアスターゼ力と極高品質な「栃系133」を父親として交配を行い、その後世代促進操作を行った。1982年度にはF<sub>4</sub>でオオムギ縞萎縮病検定・選抜圃場に播種し、1983年4月に抵抗性を示した穂別系統のうち草型、耐倒伏性や収量性等立毛で最も優れた系統を母親、醸造品質が優れオオムギ縞萎縮病罹病性品種「あまぎ二条」を父親として、醸造品質面の二次改良を目的に交配を行い、世代促進操作の後、1985年4月に同様に立毛で最も優れたF<sub>4</sub>穂別系統に、「オオムギ縞萎縮病・うどんこ病複合抵抗性、強稈、多収、高品質品種」を育種目標として、高エキス高品質でMonaの持つ第5染色体上短腕に座するオオムギうどんこ病抵抗性遺伝子( $Mla9$ ,  $Mlk$ の両方あるいは一方)を持ったオオムギ縞萎縮病罹病性系統「栃系166」を父親として、交配を行った。その後、F<sub>1</sub>~F<sub>3</sub>を世代促進操作し、F<sub>4</sub>穂別系統でオオムギ縞萎縮病とうどんこ病の抵抗性選抜を行い、以後派生系統育種法により選抜固定を図ってきた。

1988年度からは「大系R3180」の系統名で生産力検定予備試験に供試し、生産力並びに農業諸特性と麦芽品質を調査した。その結果、麦芽品質が極めて優れ、収量性や栽培性も優れていたため、1990年度より「栃系225」の系統名を付して、生産力検定試験(場内系統適応性試験、黒磯適応性試験)、系統適応性検定試験(系適)及

オオムギ縞萎縮病抵抗性遺伝子 *ym3* を持つ極高品質, 多収ビール大麦系統「関東二条29号」

びール大麦育成系統合同比較試験育成地系統比較試験(系比試験)に供試した。これらの試験においても、本系統は良好な結果で有望と認められたため、1992年度より「関東二条29号」の地方系統番号を付し、生産力検定本試験に供試するとともに各府県の奨励品種決定試験

(奨励)並びにビール大麦育成系統合同比較試験と同育成地交換品種比較試験(品比試験)に供試した。その結果、麦芽品質、病害抵抗性、収量性は極めて優れるが成熟期が遅いため普及が見込めず、新品種登録は見送られた。



第1図 関東二条29号の系譜図とBaYMV及うどんこ病抵抗性遺伝子の由来

| 年度        | 1981          | 82             | 83             | 84             | 85             | 86 | 87             | 88             | 89             | 90             | 91             | 92             | 93  | 94             |                |                 |                 |                 |  |
|-----------|---------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---|----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|--|
| 組合せ       | 西海皮33号/栃系133  |                |                |                | //あまぎ二条        |    |                |                | /3/栃系166       |                |                |                |   |                |                |                 |                 |                 |  |
| 世代        | 交配            | F <sub>1</sub> | F <sub>2</sub> | F <sub>3</sub> | F <sub>4</sub> | 交配 | F <sub>1</sub> | F <sub>2</sub> | F <sub>3</sub> | F <sub>4</sub> | F <sub>5</sub> | F <sub>6</sub> | F <sub>7</sub>  | F <sub>8</sub> | F <sub>9</sub> | F <sub>10</sub> | F <sub>11</sub> | F <sub>12</sub> |  |
| 供試        | 系統群数          |                |                |                | 1097           |    |                |                | 1042           |                | 21             | 9              | 4   | 3              | 3              | 2               | 1               | 1               |  |
|           | 系統数           |                |                |                |                |    |                |                |                | 1181           | 45             | 20             | 30  | 30             | 15             | 10              | 10              |                 |  |
|           | 個体数           | 9              | 108            | 2000           |                | 57 | 1500           | 2000           |                | 46             | 1508           | 4500           |   |                |                |                 |                 |                 |  |
| 選抜        | 系統群数          |                | 400            | 1097           |                |    | 1000           | 1042           |                | 400            | 1181           |                |   |                | 1              | 1               | 1               |                 |  |
|           | 系統数           |                |                |                | 17             |    |                |                | 10             |                | 21             | 9              | 4   | 3              | 3              | 2               | 1               | 1               |  |
|           | 個体数           | 9              | 108            |                | ①              | 57 | 1500           |                | ①              | 46             | 1508           |                | 45  | 20             | 30             | 30              | 15              | 10              |  |
| 系統名       | 葉交1183        |                |                |                | 葉交1267         |    |                |                | 葉交1400         |                |                |                | 大系R3179<br>// R3180 → 栃系225 → 関東二条29号<br>// R3185 → 栃系226<br>// R3186 → 栃系227<br>// R3187 |                |                |                 |                 |                 |  |
| 生産力       | 予備試験          |                |                |                |                |    |                |                |                |                |                |                | 予備1予備2  |                |                |                 |                 |                 |  |
| 検定        | 場内系統          |                |                |                |                |    |                |                |                |                |                |                | 水田条播 同左   |                |                |                 |                 |                 |  |
|           | 適応性           |                |                |                |                |    |                |                |                |                |                |                | 畑条播 同左  |                |                |                 |                 |                 |  |
|           | 本試験           |                |                |                |                |    |                |                |                |                |                |                | 水田条播 同左 同左  |                |                |                 |                 |                 |  |
|           |               |                |                |                |                |    |                |                |                |                |                |                | 畑条播 同左 同左   |                |                |                 |                 |                 |  |
|           |               |                |                |                |                |    |                |                |                |                |                |                | 水田多肥 同左 同左  |                |                |                 |                 |                 |  |
|           |               |                |                |                |                |    |                |                |                |                |                |                | 畑多肥 水田多肥 同左   |                |                |                 |                 |                 |  |
| 黒磯適応性     |               |                |                |                |                |    |                |                |                |                |                |                | 黒磯系適 同左 同左 同左 同左  |                |                |                 |                 |                 |  |
| 系統適応性検定試験 |               |                |                |                |                |    |                |                |                |                |                |                | 7 8   |                |                |                 |                 |                 |  |
| 奨励品種決定試験  |               |                |                |                |                |    |                |                |                |                |                |                | 14 15 16  |                |                |                 |                 |                 |  |
| 特性検定試験    |               |                |                |                |                |    |                |                |                |                |                |                | 8 8 12 12 12  |                |                |                 |                 |                 |  |
| 合同品種比較試験  | 系比・品比(除、栃木分場) |                |                |                |                |    |                |                |                |                |                |                | 5 5 5 5 5   |                |                |                 |                 |                 |  |
|           | 各県            |                |                |                |                |    |                |                |                |                |                |                | 6 7 6   |                |                |                 |                 |                 |  |

注) 1. 系統適応性検定試験, 奨励品種決定試験, 特性検定試験及び合同品種比較試験の数字は試験ヶ所数を示す。  
2. 表中の丸数字は, 交配に使用した系統数。

### Ⅲ 生育特性,収量性,麦芽品質及び適応性

#### 1. 主要病害, 生理的障害に対する特性

農業生産上重要な病害及び生理的障害に対する特性の調査結果を第3表に示した。

オオムギ縞萎縮病抵抗性は、病原ウイルスのI型系統が分布する栃木及び愛媛では、極強を示した。しかし、同じくI型系統が分布するといわれている山口では供試2年目の1991年度より関東二条29号はかym3を持つ系統が中程度に罹病した。現在、山口県農試と共同で、BaYMV新型レースかあるいはym3が罹病するオオムギマイルドモザイク病(Barley Mild Mosaic Virus: BMMV)かの同定を行っているところである。III型系統の分布する茨城県下館市及び栃木県壬生町下稲葉の検定圃場でも、ym3を持つ関東二条29号は発病せず、極強であった(第4表)。その他、奨決や系適の結果では、本系統はいずれの試験地でも発病は確認されていない。

うどんこ病抵抗性は、栃木、農研センター(茨城県つ

くば市)、長崎のいずれでも発病が見られず、極強であった。奨決や系適の結果でも、いずれの試験においても発病程度は無であった。赤かび病抵抗性は、あまぎ二条と同程度かやや強く、強~極強であった。耐湿性は、あまぎ二条やミサトゴールデンよりわずかに強い中、凍上害抵抗性は、あまぎ二条より強く中であった。播性は、IIIで弱い秋播性を有している。

#### 2. 生育特性及び収量性

生産力検定試験(生検)の標準栽培での関東二条29号の調査成績を第5表に示した。また、あまぎ二条がオオムギ縞萎縮病に罹病した場合を除く生産力検定試験の各種条件における成績を用いて、標準品種のあまぎ二条及び栽培性と収量性の優れるミサトゴールデンと比較した結果を第6表に、あまぎ二条がオオムギ縞萎縮病に罹病した場合を除く系統比較試験、品種比較試験における成績及びあまぎ二条と比較した結果を第7表に示した。これらの試験結果に基づいて評価した関東二条29号の生育特性及び収量性を以下に述べる。

第2表 交配親並びに関東二条29号の主要な品種特性

| 系統・品種名  | 出穂期 | 成熟期 | 稈長   | 穂長   | 耐倒伏性 | 収量性  | オオムギ縞萎縮病 | うどんこ病 | 麦芽エキス | ジスターセカ(WK/TN) |
|---------|-----|-----|------|------|------|------|----------|-------|-------|---------------|
| 西海皮33号  | 早   | 早   | 竹短-中 | 竹短   | 強    | 多    | 極強       | 中     | 中     | 竹小            |
| 栃系133   | 早   | 早   | 中    | 竹短   | 竹弱   | 中    | 弱        | 中     | 多     | 大-極大          |
| あまぎ二条   | 中   | 中   | 中    | 中    | 竹弱   | 竹多   | 弱        | 中     | 中     | 中             |
| 栃系166   | 中   | 中   | 中    | 中    | 竹強   | 多    | 弱        | 極強    | 多     | 大             |
| 関東二条29号 | 中   | 中   | 中    | 中-竹長 | 強    | 多-極多 | 極強       | 極強    | 極多    | 極大            |

注) 特性の評価は、「大麦種苗特性分類調査報告書」(1980年3月)に基づく。

第3表 特性検定試験成績

| 系統・品種名   | オオムギ縞萎縮病 |       |       |      |       |       |    |     | 赤かび病 |    |      | うどんこ病  |     |      | 凍上害 | 耐湿性 | 播性  |    |
|----------|----------|-------|-------|------|-------|-------|----|-----|------|----|------|--------|-----|------|-----|-----|-----|----|
|          | 栃木       |       | 山口    |      | 愛媛    |       | 高知 | 鹿児島 | 九州農試 | 栃木 | 長崎   | 農研センター | 長野  | 三重   |     |     |     | 栃木 |
|          | 黄化程度     | 発病抵抗性 | 被害抵抗性 | 黄化程度 | 発病抵抗性 | 被害抵抗性 |    |     |      |    |      |        |     |      |     |     |     |    |
| 関東二条29号  | 4.6      | RR    | RR    | 3.8  | MS-MR | S-MR  | RR | RR  | 極強   | 極強 | 強    | 0.0    | 0.0 | 極強   | 2.3 | 4.7 | III |    |
| あまぎ二条    | 7.2      | S-SS  | SS-S  | 7.6  | S     | SS    | MS | MR  | 極強   | 極強 | 竹強-強 | 3.2    | 3.1 | 竹弱   | 1.0 | 5.3 | I   |    |
| ミサトゴールデン | 4.4      | RR    | RR    | 3.8  | RR    | RR    | RR | RR  | 極強   | 極強 |      | 3.3    | 4.3 | 竹弱-弱 |     | 6.0 | I   |    |

注) 1. 表中の判定基準

オオムギ縞萎縮病 黄化程度: 2(無)-8(甚)の7段階, 発病・被害程度: RR(極強)-SS(極弱)の7段階  
 赤かび病 極強-極弱の7段階  
 うどんこ病 0(病斑なし)-6(穂まで発病)または極強-極弱の7段階  
 凍上害 4(極強)-1(弱)の4段階  
 耐湿性 1(強)-8(弱)の8段階  
 播性 秋播性程度をI(低)-VII(高)に分級

2. 試験実施場所及び実施年次

栃木: 栃木県農試栃木分場(1991-95年度), 山口: 山口県農試(1991-95), 愛媛: 愛媛県農試(1991-95), 高知: 高知県山間農試(1991), 鹿児島: 鹿児島県農試(1991-95), 九州農試(1994-95), 長崎: 長崎県農林試(1991-95) 農研センター(1991-95), 長野: 長野県農事試(1993-95), 三重: 三重県農技センター(1993-95)

3. 山口は現在オオムギ縞萎縮病かオオムギマイルドモザイク病か調査中

第4表 オオムギ縞萎縮病ウイルスIII型系統に対する抵抗性検定試験成績

| 系統名      | 検定圃場 | 発病程度  |      |         |      |      |      |      | ELISA |      |
|----------|------|-------|------|---------|------|------|------|------|-------|------|
|          |      | 下館    |      | 壬生（下稲葉） |      |      |      |      | 壬生    |      |
|          |      | 1990  | 1991 | 1991    | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 平均    | 1993 |
| 関東二条29号  |      | 0.0   | 0.0  | 0.0     | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 0.0   | —    |
| あまぎ二条    |      | -     | 5.0  | 4.0     | 3.0  | 3.0  | 3.8  | 5.0  | 3.8   | +    |
| ミサトゴールデン |      | (4.0) | 3.5  | 2.5     | 2.0  | 2.0  | 3.0  | 2.0  | 2.3   | +    |
| シュクシラス   |      | -     | 0.0  | 0.0     | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 0.0   | —    |

注) 1. 発病程度は、モザイク病の発現程度を0：無～5：甚の6段階に評価した。  
 2. 1990年下館のミサトゴールデン( )は、同じ *Ym* を持つタカホゴールデンの結果。

生産力検定試験及び系統比較試験、品種比較試験の結果(第6, 7表)から、出穂期、成熟期はあまぎ二条と比較して2日程度遅い中生種である。稈長はあまぎ二条、ミサトゴールデン並の中程、穂長はミサトゴールデンより0.8cm、あまぎ二条より0.4cm程度長い中、穂数はミサトゴールデンよりやや多く、あまぎ二条と同程度である。1穂粒数はミサトゴールデン、あまぎ二条より1穂あたり1～2粒程度多い。耐倒伏性はあまぎ二条より強くミサトゴールデン並の強である。

子実重は、あまぎ二条に比べ11～29%、ミサトゴールデンより18%有意に多収であった。千粒重は大きく整粒歩合もミサトゴールデン並に高いことから、整粒重は、あまぎ二条より22～54%、ミサトゴールデンより22%有意に多収で、収量性は多収～極多収であった。

生産力検定試験における対あまぎ二条、対ミサトゴールデンの子実重、整粒重の成績を第2図及び第3図に示した。これらの試験では、水田標準肥条播、畑標準肥条播、水田ドリル播、畑多肥、水田多肥、黒磯分場の異なる

第5表 育成地(生検標準栽培)における生育、収量及び外観品質調査成績

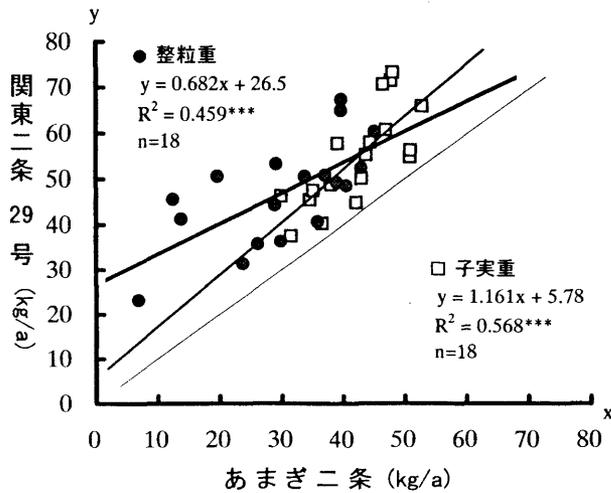
| 系統名<br>品種名 | 叢性  | 莖立性 | 出穂期  | 成熟期  | 登熟期間 | 稈長<br>cm | 穂長<br>cm | 穂数<br>本/m <sup>2</sup> | 倒伏程度 | 1穂粒数 | 子実重<br>kg/a | 同左   | 同サ   | 整粒重<br>kg/a | 同左   | 同サ   |
|------------|-----|-----|------|------|------|----------|----------|------------------------|------|------|-------------|------|------|-------------|------|------|
|            |     |     | 月/日  | 月/日  | 日    |          |          |                        |      |      |             | 標比 % | ト比 % |             | 標比 % | ト比 % |
| 関東二条29号    | 2.7 | 3.6 | 4/24 | 6/ 6 | 42.3 | 93       | 7.2      | 631                    | 0.4  | 29.5 | 50.8        | 125  | 111  | 46.7        | 142  | 112  |
| あまぎ二条      | 3.8 | 4.0 | 4/22 | 6/ 4 | 43.5 | 93       | 6.8      | 664                    | 1.9  | 27.5 | 40.8        | 100  | 89   | 32.9        | 100  | 79   |
| ミサトゴールデン   | 3.0 | 3.0 | 4/20 | 6/ 2 | 42.7 | 98       | 6.3      | 617                    | 0.9  | 26.4 | 46.0        | 113  | 100  | 41.8        | 127  | 100  |
| ミサトゴールデン   | 3.6 | 3.3 | 4/21 | 6/ 2 | 41.7 | 94       | 5.9      | 724                    | 1.9  | 25.2 | 41.2        | 101  | 90   | 32.3        | 98   | 77   |

| 系統名<br>品種名 | 千粒重<br>g | 千粒重<br>g | 選粒歩合(%) |       |      | 病害の程度 | 穀皮の形状 |     | 粒の形状 |     | 外観品質 |     |     |
|------------|----------|----------|---------|-------|------|-------|-------|-----|------|-----|------|-----|-----|
|            |          |          | 2.8>    | >2.5> | 整粒歩合 |       | 縞萎縮   | 外トコ | しわ   | 厚さ  |      | 形   | 大小  |
| 関東二条29号    | 652      | 42.2     | 60.3    | 31.6  | 91.9 | 6.2   | 0.0   | 0.0 | 2.5  | 2.1 | 4.9  | 5.8 | 2.4 |
| あまぎ二条      | 662      | 36.7     | 40.0    | 39.0  | 78.9 | 14.3  | 0.5   | 2.2 | 3.2  | 2.1 | 6.1  | 4.7 | 3.1 |
| ミサトゴールデン   | 674      | 42.4     | 56.8    | 34.0  | 90.8 | 7.5   | 0.0   | 2.2 | 3.8  | 3.0 | 4.8  | 5.9 | 3.5 |
| ミサトゴールデン   | 657      | 37.1     | 31.8    | 44.4  | 76.2 | 17    | 0.0   | 3.2 | 3.1  | 2.3 | 5.9  | 4.5 | 3.7 |

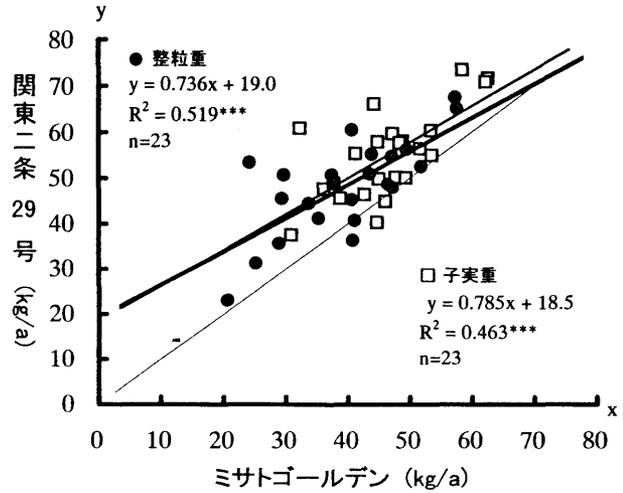
注) 栃木分場における生産力検定試験標準栽培結果(1988-90, 92-94年度)。1991年はあまぎ二条に縞萎縮病が激発したため、平均から除いた。



オオムギ縞萎縮病抵抗性遺伝子 *ym3* を持つ極高品質、多収ビール大麦系統「関東二条 29号」



第2図 生産力検定試験における収量（対あまぎ二条）



第3図 生産力検定試験における収量（対ミカモゴールデン）

第8表 黒磯系統適応性検定試験における生育、収量及び品質調査成績

| 品種名<br>系統名 | 出穂<br>期<br>月/日 | 成熟<br>期<br>月/日 | 登熟<br>期間<br>日 | 稈長<br>cm | 穂長<br>cm | 穂数<br>本/m² | 倒伏<br>程度 | 子実<br>重<br>kg/a | 同左<br>標比<br>% | 整粒<br>重<br>kg/a | 同左<br>標比<br>% | 収量<br>g | 千粒<br>重<br>g | 選粒歩合 (%) |       |          | 病害   | 外観<br>品質 |     |     |
|------------|----------------|----------------|---------------|----------|----------|------------|----------|-----------------|---------------|-----------------|---------------|---------|--------------|----------|-------|----------|------|----------|-----|-----|
|            |                |                |               |          |          |            |          |                 |               |                 |               |         |              | 2.8>     | >2.5> | 歩合 >2.2> |      |          |     |     |
| 関東二条29号    | 4/30           | 6/12           | 43.1          | 82       | 5.3      | 679        | 0.3      | 52.2            | 128           | 44.8            | 147           | 655     | 39.1         | 39.3     | 46.7  | 85.9     | 11.0 | 0.0      | 0.0 | 3.0 |
| あまぎ二条      | 4/27           | 6/10           | 44.2          | 82       | 5.2      | 598        | 1.2      | 40.9            | 100           | 30.6            | 100           | 646     | 34.2         | 24.7     | 50.0  | 74.8     | 19.0 | 0.0      | 2.7 | 3.8 |
| ミサトゴールデン   | 4/24           | 6/8            | 44.3          | 81       | 5.0      | 581        | 0.8      | 36.2            | 89            | 30.4            | 99            | 635     | 36.6         | 42.2     | 41.6  | 83.7     | 12.7 | 0.0      | 2.3 | 4.3 |
| ミカモゴールデン   | 4/26           | 6/8            | 43.0          | 79       | 4.7      | 656        | 1.0      | 33.6            | 82            | 25.3            | 83            | 651     | 35.1         | 25.4     | 49.9  | 75.3     | 18.8 | 0.0      | 3.5 | 3.4 |

注) 栃木県農試黒磯分場（栃木県黒磯市），標準栽培におけるデータ。試験年次は1991-1995年度の5年間。

る栽培条件下でもあまぎ二条，ミサトゴールデンより安定的に多収であった。特に，黒磯分場における成績では，他品種よりも整粒重で約50%多収であった（第8表）。

子実の外観品質は，両品種より穀皮のしわが多く，穀皮の厚さはあまぎ二条並のやや薄で，外観品質はミサトゴールデンに優り，あまぎ二条と同程度か優れ，良好である。

### 3. 麦芽品質特性

生産力検定試験の標準栽培における麦芽品質調査成績を第9表，あまぎ二条がオオムギ縞萎縮病に罹病した場合を除く生産力検定試験で標準品種のあまぎ二条及び極高品質品種のミカモゴールデンと比較した結果を第10表，あまぎ二条がオオムギ縞萎縮病に罹病した場合を除く系比試験，品比試験における成績及びあまぎ二条と比較した結果を第11表に示した。第10表の生産力検定試験の各種条件での成績では，麦芽品質の極めて優れるミカモゴールデンと比較を行った。

生産力検定試験及び系比・品比試験の結果（第9，10表）から，浸麦時間は，両品種よりやや長めでやや劣

る。糖化時間，ろ過速度，色度は両品種と同程度である。麦芽収量率も両品種と同程度である。

麦芽エキスは，両品種に比べて有意に高く，あまぎ二条より 3.0 %，高エキス品種のミカモゴールデンより 1.5 %，はるな二条より 0.8 % 高い極高エキス系統である。エキス収量率も，あまぎ二条より約2.5%程度高い。コールバック数はやや高～同程度である。ジアスターゼ力は 200 ~ 225 WK/TNで，あまぎ二条より約 50 WK/TN，ミカモゴールデンより 29 WK/TN有意に高く，はるな二条より 36 WK/TN高い極高ジアスターゼ力系統である。麦芽品質の総合評点は，あまぎ二条より 20.0 ポイント程度高く，ミカモゴールデンより 13.7 ポイント，はるな二条より 14.4 ポイント高い極高品質系統である。

生産力検定試験における対あまぎ二条，対ミカモゴールデンの麦芽品質総合評点を第4，5図に示した。各種栽培条件下でも関東二条29号は両品種に比べて安定して評点は高く，極高品質品種のミカモゴールデンに優れた。

第9表 育成地（生検標準栽培）における麦芽品質調査成績

| 系統名<br>品種名 | 発芽<br>勢<br>% | 発芽<br>率<br>% | 水感<br>受性 | 浸麦<br>時間<br>h | 浸麦<br>度<br>% | 原麦<br>粗蛋白<br>% | 糖化<br>時間<br>m | ろ過<br>時間<br>m | 色<br>度 | 麦芽<br>収量率<br>% | 麦芽<br>エキス<br>% | エキス<br>収量率<br>% | 麦芽<br>全窒素<br>% | 可溶性<br>窒素<br>% | コル<br>ハツル数<br>% | シ <sup>+</sup> ア <sup>+</sup> セ <sup>+</sup> 力<br>WK/TN | 最終<br>発酵度<br>% | 評点   | 同左<br>偏差 |       |
|------------|--------------|--------------|----------|---------------|--------------|----------------|---------------|---------------|--------|----------------|----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|---|----------------|------|----------|-------|
| 関東二条29号    | 96           | 97           | 3        | 52            | 42.7         | 10.0           | 26            | 12            | 3.5    | 91.0           | 84.9           | 77.5            | 1.50           | 0.80           | 51.0            | 301   | 203            | 86.1 | 76.5     | +20.2 |
| あまぎ二条      | 99           | 100          | 1        | 46            | 42.2         | 10.2           | 25            | 11            | 3.2    | 92.0           | 81.6           | 75.1            | 1.50           | 0.70           | 49.0            | 223   | 150            | 84.7 | 56.3     |       |
| ミカモゴールデン   | 99           | 99           | 4        | 47            | 42.9         | 10.5           | 24            | 10            | 3.6    | 92.0           | 81.4           | 75.1            | 1.60           | 0.80           | 46.0            | 227   | 140            | 85.1 | 52.1     | -4.2  |
| ミカモゴールデン   | 95           | 96           | 4        | 48            | 42.2         | 11.2           | 22            | 11            | 4.0    | 92.0           | 82.9           | 76.1            | 1.70           | 0.80           | 47.0            | 290   | 169            | 84.4 | 65.1     | +8.8  |
| 関東二条29号    | 97           | 97           | 4        | 50            | 41.8         | 9.4            | 26            | 12            | 3.4    | 91.4           | 84.3           | 77.1            | 1.38           | 0.68           | 49.2            | 277   | 200            | 86.3 | 71.4     | +25.1 |
| あまぎ二条      | 99           | 100          | 1        | 43            | 41.9         | 9.7            | 25            | 11            | 3.0    | 91.6           | 81.0           | 74.2            | 1.44           | 0.67           | 46.7            | 240   | 165            | 84.9 | 46.3     |       |
| はるな二条      | 96           | 97           | 4        | 48            | 41.8         | 10.1           | 24            | 11            | 3.3    | 91.5           | 83.5           | 76.5            | 1.52           | 0.68           | 44.7            | 255   | 165            | 83.7 | 57.0     | +10.7 |

注) 栃木分場における生産力検定試験標準栽培結果(上段:1988-90,92-94年度,下段:1990,92-94年度)。1991年はあまぎ二条,はるな二条に縞萎縮病が激発したため,平均から除いた。下段は,はるな二条との比較のため調査年次が少ない。

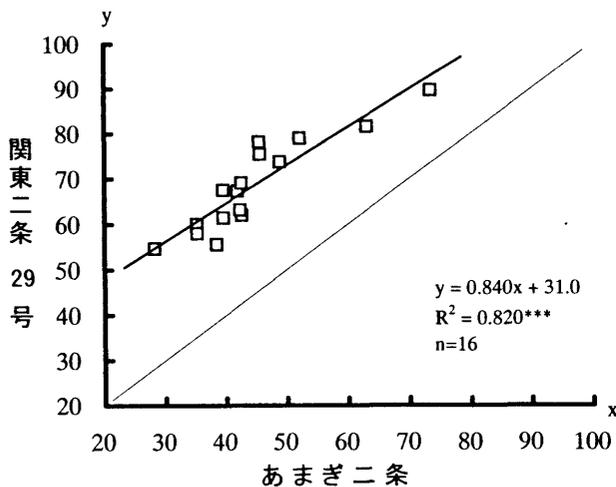
第10表 生産力検定試験における麦芽品質調査成績

| 系統名<br>品種名     | 発芽<br>勢<br>% | 発芽<br>率<br>% | 水感<br>受性 | 浸麦<br>時間<br>h | 浸麦<br>度<br>% | 原麦<br>粗蛋白<br>% | 糖化<br>時間<br>m | ろ過<br>時間<br>m | 色<br>度    | 麦芽<br>収量率<br>% |
|----------------|--------------|--------------|----------|---------------|--------------|----------------|---------------|---------------|-----------|----------------|
| 関東二条29号 (n=23) | 95           | 95           | 2        | 50            | 42.3         | 9.7            | 24            | 12            | 3.0       | 91.1           |
| あまぎ二条との差       | -4 n.s.      | -4 n.s.      | +1 n.s.  | +7 ***        | 0.2 n.s.     | 0.0 n.s.       | 0 n.s.        | 0 n.s.        | 0.0 n.s.  | -0.2 n.s.      |
| ミカモゴールデンとの差    | -1 n.s.      | -1 n.s.      | -1 n.s.  | +3 ***        | 0.2 n.s.     | -0.7 **        | 0 n.s.        | 1 n.s.        | -0.6 n.s. | -0.2 n.s.      |

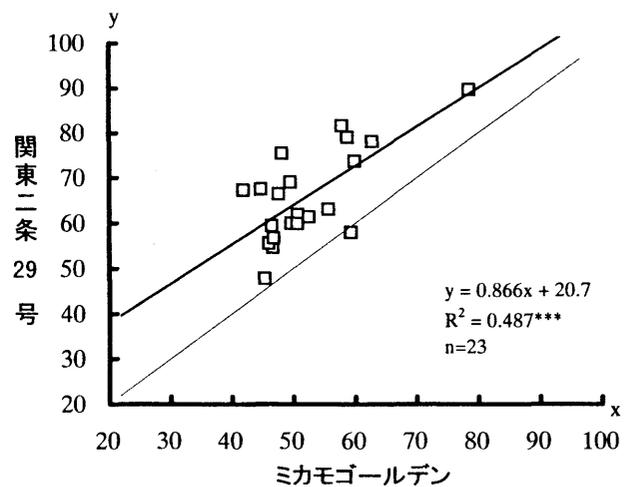
  

|                | 麦芽<br>エキス<br>% | エキス<br>収量率<br>% | 麦芽<br>全窒素<br>% | 可溶性<br>窒素<br>% | コル<br>ハツル数<br>% | シ <sup>+</sup> ア <sup>+</sup> セ <sup>+</sup> 力<br>WK/TN | 最終<br>発酵度<br>% | 評点        |
|----------------|----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|---|----------------|-----------|
| 関東二条29号 (n=23) | 84.0           | 76.6            | 1.44           | 0.69           | 47.8            | 197   | 86.0           | 66.0      |
| あまぎ二条との差       | +3.0 ***       | +2.6 ***        | -0.01 n.s.     | +0.02 n.s.     | +1.6 *          | +53 ***   | +1.2 **        | +23.9 *** |
| ミカモゴールデンとの差    | +1.5 ***       | +1.2 ***        | -0.16 ***      | -0.04 **       | +2.5 *          | +29 ***   | +1.7 ***       | +13.7 *** |

注) 1. 生産力検定試験の各種条件における成績を用い, t検定を行った。試験条件,試験年次は第6表を参照。  
2. あまぎ二条の縞萎縮病発病程度が少以上の場合には, その試験をデータから除いて平均した。



第4図 生産力検定試験における麦芽評点 (対あまぎ二条)



第5図 生産力検定試験における麦芽評点 (対ミカモゴールデン)

第11表 系統比較試験及び品種比較試験における麦芽品質調査成績

| 試験地                     | 系統名<br>品種名 | 発芽勢<br>% | 浸麦度<br>% | 原麦<br>粗蛋白<br>% | 色度   | 麦芽<br>エキス<br>% | エキス<br>収量率<br>% | 麦芽<br>全窒素<br>% | 可溶性<br>窒素<br>% | コ-ル<br>ハ <sup>2</sup> の数<br>% | ジ <sup>2</sup> ス<br>ターセ <sup>2</sup> 力<br>WK/TN | 最終<br>発酵度<br>% | 評点   | 同左<br>あまぎ<br>差 |
|-------------------------|------------|----------|----------|----------------|------|----------------|-----------------|----------------|----------------|-------------------------------|---|----------------|------|----------------|
| 福岡                      | 関東二条29号    | 99       | 42.3     | 10.1           | 3.9  | 85.0           | 76.9            | 1.47           | 0.73           | 50.3                          | 206   | 84.2           | 72.3 | +22.5          |
|                         | あまぎ二条      | 93       | 42.1     | 9.9            | 3.4  | 81.8           | 73.9            | 1.50           | 0.71           | 47.9                          | 163   | 83.6           | 49.7 |                |
| 刈<br>ン                  | 関東二条29号    | 97       | 43.0     | 9.6            | 2.9  | 84.0           | 74.4            | 1.49           | 0.72           | 48.4                          | 228   | 86.4           | 72.5 | +18.1          |
|                         | あまぎ二条      | 100      | 43.0     | 9.3            | 2.9  | 81.7           | 72.6            | 1.47           | 0.74           | 50.6                          | 171   | 85.0           | 54.4 |                |
| サ<br>ホ                  | 関東二条29号    | 99       | 42.4     | 11.1           | 2.8  | 83.5           | 77.0            | 1.77           | 0.76           | 42.9                          | 225   | 84.6           | 66.5 | +20.1          |
|                         | あまぎ二条      | 100      | 42.4     | 10.8           | 2.7  | 80.9           | 74.2            | 1.68           | 0.74           | 44.0                          | 184   | 84.1           | 46.4 |                |
| ア<br>ヒ                  | 関東二条29号    | 94       | 42.9     | 10.0           | 3.5  | 83.8           | 77.5            | 1.61           | 0.88           | 55.0                          | 230   | 81.3           | 80.7 | +17.5          |
|                         | あまぎ二条      | 99       | 43.2     | 10.4           | 3.3  | 82.0           | 76.6            | 1.69           | 0.89           | 53.0                          | 187   | 80.9           | 63.2 |                |
| サ<br>ト                  | 関東二条29号    | 100      | 44.1     | 11.0           | 2.8  | 83.6           | 76.8            | 1.67           | 0.75           | 44.7                          | 240   | 85.4           | 70.9 | +30.4          |
|                         | あまぎ二条      | 100      | 43.4     | 11.2           | 2.8  | 80.2           | 73.4            | 1.79           | 0.76           | 43.0                          | 175   | 84.2           | 40.6 |                |
| 平<br>均                  | 関東二条29号    | 98       | 42.9     | 10.4           | 3.2  | 84.0           | 76.6            | 1.61           | 0.77           | 48.2                          | 226   | 84.3           | 72.1 | +22.7          |
|                         | あまぎ二条      | 98       | 42.8     | 10.4           | 3.0  | 81.3           | 74.2            | 1.63           | 0.77           | 47.6                          | 176   | 83.5           | 49.4 |                |
| t検定結果(n=24)<br>あまぎ二条との差 |            | n.s.     | n.s.     | n.s.           | n.s. | ***            | ***             | n.s.           | n.s.           | n.s.                          | ***   | **             | ***  | +21.0          |

注) 1. データはビール造組による。

2. 試験年次は1991-95年度、ただし、キリンは1991-94年度、(1995年度はあまぎ二条が縞萎縮病に罹病したため除いて平均した)。

#### 4. 精麦品質

大麦は、ビール等の醸造用原料として使用されるだけでなく、精麦されて押麦や白麦、あるいは焼酎等の原料など食用として消費される。そこで、1995年産生産力検定試験の材料を用いて搗精し、精麦特性を調査した結果を第12表に示す。

関東二条29号は、はるな二条並に軟質で搗精時間が短かった。また、はるな二条と比べて欠損粒が少なく、精麦特性は優れていた。白度は、はるな二条よりやや低いものの高く、総合的に見て良好であった。

第12表 精麦特性調査成績 (55%搗精時)

| 系統名<br>品種名          | 搗精時間**<br>m:s     | 白度*<br>%           | 欠損粒*<br>%       | 概評       |
|---------------------|-------------------|--------------------|-----------------|----------|
| 関東二条29号             | 5:01 <sup>a</sup> | 44.2 <sup>ab</sup> | 11 <sup>b</sup> | 時間短, 碎粒少 |
| あまぎ二条               | 9:47 <sup>d</sup> | 40.2 <sup>c</sup>  | 5 <sup>a</sup>  | 時間長, 白度低 |
| はるな二条               | 5:47 <sup>b</sup> | 47.1 <sup>a</sup>  | 16 <sup>c</sup> | 白度高, 碎多  |
| ミサトコーレ <sup>ン</sup> | 8:54 <sup>c</sup> | 42.6 <sup>bc</sup> | 7 <sup>a</sup>  | 時間長      |

注) \*\*は1%, \*は5%水準で有意。

#### 5. 適応性

関東二条29号の多収性、極高品質の地域適応性を各種試験のデータを用いて、検討した。

##### 1) 多収性

系統適応性検定試験及び奨励品種決定試験における子実重調査結果を第13表に示した。19試験地のうち愛知、佐賀、鹿児島を除く16試験地で標準品種より多収となった。これに系統比較試験及び品種比較試験の成績を合わせると25試験地のうち22試験地で多収であった。系統比較試験及び品種比較試験のサッポロビール(株)での成績では、5年間の平均で子実重73.2kg/a、整粒重57.6kg/a(最高は1992年度の子実重89.2kg/a、整粒重74.8kg/a)とヨーロッパ並の極多収であった。これらのデータを地域別に標準品種のあまぎ二条と比較すると、関東、近畿・中国、九州のいずれの地域でも有意に多収であり(第14表、6図)、全国的にはあまぎ二条と比べて、約10%多収の44.2kg/aであった。さらに北海道立北見農業試験場にて1994~95年度に春播き標準栽培を行ったところ、標準品種のりょうふうに比べて子実重で11%多く、千粒重、整粒歩合も高かったため、整粒重では25%多収であった。

第13表 系適及び奨決における関東二条29号の子実重

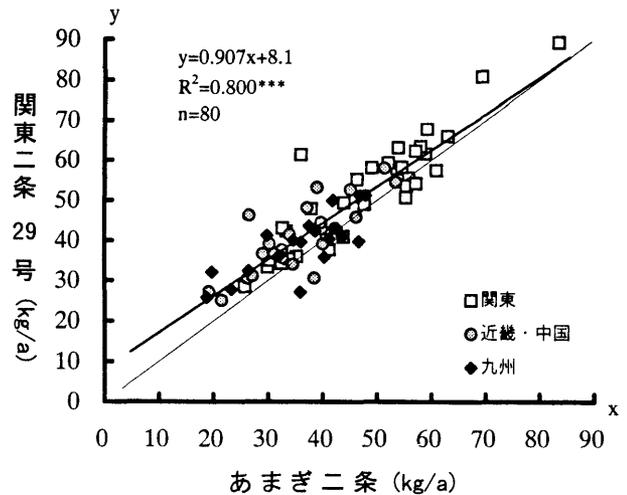
| 試験名   | 場所     | 供試年次    | 子実重 kg/a | 標準比 %  |
|-------|--------|---------|----------|--------|
| 系適    | 農研センター | 1990    | 39.7     | 171(M) |
| 系適    | 茨城     | 1991    | 55.5     | 99     |
| 奨決    | 茨城     | 1992-94 | 56.7     | 106    |
| 奨決    | 栃木     | 1992-94 | 53.0     | 102    |
| 系適    | 群馬     | 1990-91 | 47.4     | 95     |
| 奨決    | 群馬     | 1992-94 | 56.3     | 111    |
| 奨決    | 埼玉     | 1992-94 | 45.4     | 102    |
| 系適    | 千葉     | 1990-91 | 30.0     | 86(M)  |
| 奨決    | 千葉     | 1994    | 33.3     | 111    |
| 系適    | 愛知     | 1991    | 33.4     | 82(M)  |
| 奨決    | 滋賀     | 1992-94 | 35.0     | 117    |
| 奨決    | 京都     | 1993-94 | 46.1     | 127    |
| 奨決    | 鳥取     | 1992-94 | 36.1     | 116    |
| 奨決    | 島根     | 1994    | 58.0     | 113    |
| 系適    | 岡山     | 1990-91 | 26.1     | 129    |
| 奨決    | 岡山     | 1992-94 | 45.1     | 124    |
| 系適    | 山口     | 1990-91 | 50.5     | 123    |
| 奨決    | 山口     | 1993-94 | 45.6     | 111    |
| 系適    | 徳島     | 1990-91 | 24.4     | 131(M) |
| 奨決    | 徳島     | 1992-94 | 36.9     | 111(T) |
| 系適    | 佐賀     | 1990    | 35.9     | 89     |
| 奨決    | 佐賀     | 1992-93 | 33.6     | 102    |
| 奨決    | 長崎     | 1992    | 40.1     | 116    |
| 奨決    | 熊本     | 1992-94 | 38.9     | 123    |
| 奨決    | 大分     | 1992-94 | 43.3     | 119    |
| 系適    | 鹿児島    | 1991    | 27.1     | 76     |
| 奨決    | 鹿児島    | 1992    | 32.5     | 123    |
| t検定結果 |        |         | 44.2***  | 110    |

注) 標準：あまぎ二条, (M)：サトコールテン (T)：とね二条

第14表 各地域での関東二条29号の子実重

| 地域名   | 試験数  | 子実重 kg/a | あまぎ比 % | あまぎ差 kg/a |
|-------|------|----------|--------|-----------|
| 関東    | n=36 | 52.0***  | 109    | +4.2      |
| 近畿・中国 | n=23 | 40.6***  | 115    | +5.1      |
| 九州    | n=21 | 39.8***  | 109    | +3.4      |
| 全国    | n=80 | 45.5***  | 110    | +4.3      |

注) 1. 系適, 奨決, 合比, 系比, 品比のデータ (1990-95, 22ヶ所, ただし栃木分場は除く) を用いた。  
 2. 標準 (あまぎ二条) が縞萎縮病に罹病した場合や障害があった場合は除いた。  
 3. 四国 (徳島) は標準品種がないため除いた。



第6図 各地域における関東二条29号の子実重 (対あまぎ二条)

2) 麦芽品質

合同品種比較試験 (合比) における成績の平均を第16表に示した。また、麦芽エキス, ジアスターゼ力, 総合評点について, 系統比較試験及び品種比較試験の成績を合わせた結果を第7, 8, 9図に示した。いずれの産地, 地域でも, 本系統の持つ極高エキス, 高ジアスターゼ力という特性は安定して再現されていた。北海道北見農試の結果でも同様であった。

IV 考察

栃木分場では, 1954年にビール大麦の育種を開始し, ビール会社の育種, 製麦部門と協力して, 現在まで8品種を育成してきた。

関東二条29号は, 現在, 中生の熟期特性により普及見込みはないが, オオムギ縞萎縮病 (I型・III型系統) ・うどんこ病複合抵抗性を持ち, 強稈, 多収と栽培性に優れ, 麦芽品質も極めて優れる系統であり, 栃木分場で育成された品種及び地方番号系統の中では最も多収でかつ麦芽品質も最も優れるものである。その特性及びビール醸造用大麦の育種における意義について考察を述べる。

1. 麦芽品質

近年のビール大麦品質育種は, はるな二条を遺伝的背景とした麦芽エキス含量の改良が中心であり<sup>9)</sup>, 遺伝的脆弱性が懸念されている<sup>15)</sup>。また, ジアスターゼ力は麦芽品質項目のうち最も改善が進んでいない項目で, 1971年にビール大麦品質評価基準が作成されたがその配点で満点 (10点×2(ケイト); 270°WK/TN) はおろかその半分の5点 (180°WK/TN) を安定して記録する品種はミハルゴールド (1995年度福岡県農総試育成, 現在 種苗登

第15表 北見農試における関東二条29号の生育、収量及び麦芽品質調査成績

| 系統名<br>品種名 | 出穂期 | 成熟期 | 稈長 | 穂長  | 穂数               | 倒伏<br>程度 | 子実重  | 同左<br>標比 | 千粒重  | 整粒<br>歩合 | 整粒重  | 同左<br>標比 |
|------------|-----|-----|----|-----|------------------|----------|------|----------|------|----------|------|----------|
|            | 月/日 | 月/日 | cm | cm  | 本/m <sup>2</sup> |          | kg/a | %        | g    | %        | kg/a | %        |
| 関東二条29号    | 7/7 | 8/7 | 89 | 7.1 | 526              | 1.1      | 45.6 | 111      | 45.3 | 87.7     | 40.1 | 125      |
| りょうふう      | 7/9 | 8/7 | 94 | 5.2 | 589              | 3.4      | 40.9 | 100      | 38.1 | 78.4     | 32.1 | 100      |

| 系統名<br>品種名 | 原麦<br>粗蛋白 | 麦芽<br>エキス | エキス<br>収量率 | 麦芽<br>全窒素 | 可溶性<br>窒素 | コル<br>ハ <sup>o</sup> ハ数 | シ <sup>o</sup> ア <sup>o</sup> ク <sup>o</sup> セ <sup>o</sup> 力 | 最終<br>発酵度 | 評点   | 同左<br>標差 | β-グルカン<br>含量<br>mg/l |
|------------|-----------|-----------|------------|-----------|-----------|-------------------------|---|-----------|------|----------|----------------------|
|            | %         | %         | %          | %         | %         | %                       | WK WK/TN  | %         |      |          |                      |
| 関東二条29号    | 13.2      | 83.6      | 74.5       | 1.98      | 0.92      | 46.3                    | 420 213   | 83.8      | 66.3 | +19.9    | 12.3                 |
| りょうふう      | 13.5      | 80.7      | 71.8       | 2.11      | 1.08      | 51.3                    | 381 182   | 82.1      | 46.4 |          | 21.4                 |

注) 1. 北海道立北見農試(北海道訓子府町), 1994-95年度調査成績。  
麦芽品質は、栃木分場で調査した。

第16表 合同品種比較試験(合比)における麦芽品質調査成績

| 産地          | 系統名<br>品種名 | 浸麦度  | 原麦<br>粗蛋白 | 色度   | 麦芽<br>エキス | エキス<br>収量率 | 麦芽<br>全窒素 | 可溶性<br>窒素 | コル<br>ハ <sup>o</sup> ハ数 | シ <sup>o</sup> ア <sup>o</sup> ク <sup>o</sup> セ <sup>o</sup> 力 | 最終<br>発酵度 | 評点    | 同左<br>あまぎ<br>差 |
|-------------|------------|------|-----------|------|-----------|------------|-----------|-----------|-------------------------|---|-----------|-------|----------------|
|             |            | %    | %         |      | %         | %          | %         | %         | %                       | WK/TN   | %         |       |                |
| 茨城          | 関東二条29号    | 42.2 | 9.8       | 2.9  | 84.6      | 77.7       | 1.52      | 0.71      | 46.7                    | 202   | 85.5      | 69.9  | +21.0          |
| 茨城          | あまぎ二条      | 42.4 | 9.5       | 2.7  | 82.0      | 75.2       | 1.49      | 0.69      | 46.6                    | 147   | 84.1      | 48.9  |                |
| 栃木          | 関東二条29号    | 44.5 | 10.6      | 2.6  | 84.1      | 76.5       | 1.54      | 0.70      | 45.8                    | 256   | 88.8      | 77.5  | +35.0          |
| 栃木          | あまぎ二条      | 44.7 | 10.6      | 3.0  | 80.3      | 73.0       | 1.60      | 0.73      | 45.4                    | 178   | 84.0      | 42.5  |                |
| 群馬          | 関東二条29号    | 41.1 | 11.3      | 3.2  | 83.5      | 78.2       | 1.77      | 0.75      | 42.2                    | 181   | 82.1      | 58.1  | +25.2          |
| 群馬          | あまぎ二条      | 40.8 | 11.2      | 2.8  | 80.3      | 75.2       | 1.75      | 0.75      | 42.9                    | 134   | 79.9      | 32.8  |                |
| 岡山          | 関東二条29号    | 41.9 | 9.5       | 2.8  | 84.3      | 79.7       | 1.42      | 0.73      | 51.7                    | 205   | 80.1      | 72.0  | +13.3          |
| 岡山          | あまぎ二条      | 43.0 | 9.6       | 2.6  | 82.4      | 78.0       | 1.49      | 0.75      | 50.8                    | 166   | 81.0      | 58.7  |                |
| 福岡          | 関東二条29号    | 41.7 | 10.5      | 3.3  | 84.6      | 77.7       | 1.59      | 0.80      | 48.9                    | 226   | 81.7      | 73.9  | +25.4          |
| 福岡          | あまぎ二条      | 41.9 | 10.4      | 3.3  | 81.2      | 73.9       | 1.59      | 0.77      | 46.7                    | 177   | 82.0      | 48.5  |                |
| 佐賀          | 関東二条29号    | 41.4 | 9.9       | 3.5  | 84.2      | 76.7       | 1.53      | 0.75      | 46.9                    | 177   | 81.3      | 63.1  | +14.9          |
| 佐賀          | あまぎ二条      | 42.1 | 10.4      | 3.3  | 81.4      | 73.5       | 1.59      | 0.79      | 46.6                    | 167   | 81.6      | 48.2  |                |
| 熊本          | 関東二条29号    | 44.0 | 10.3      | 3.1  | 84.0      | 76.4       | 1.60      | 0.72      | 45.1                    | 234   | 85.3      | 70.8  | +22.6          |
| 熊本          | あまぎ二条      | 44.7 | 10.7      | 3.8  | 81.2      | 72.8       | 1.63      | 0.78      | 47.7                    | 172   | 82.7      | 48.2  |                |
| 平           | 関東二条29号    | 42.3 | 10.3      | 3.1  | 84.2      | 77.7       | 1.57      | 0.74      | 46.8                    | 211   | 83.4      | 68.1  |                |
| 均           | あまぎ二条      | 42.7 | 10.3      | 3.1  | 81.3      | 74.6       | 1.59      | 0.74      | 46.7                    | 162   | 82.1      | 46.7  |                |
| t検定結果(n=19) |            | *    | n.s.      | n.s. | ***       | ***        | n.s.      | n.s.      | n.s.                    | ***   | n.s.      | ***   |                |
| あまぎ二条との差    |            | -0.4 |           |      | +2.9      | +3.0       |           |           |                         | +49   |           | +21.4 |                |

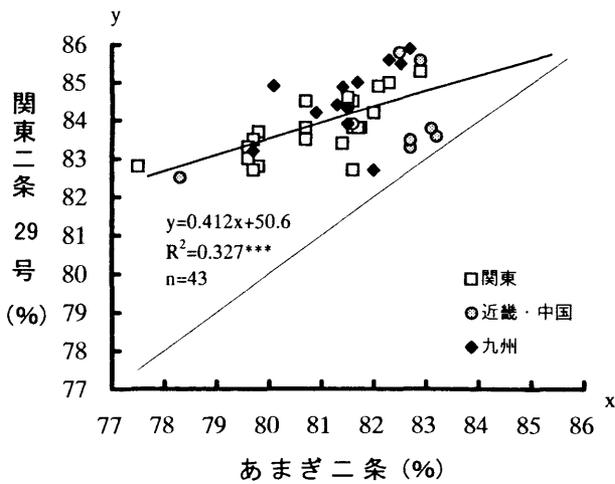
注) 1. データはビール酒造組合による。

2. 試験年度は、茨城(1992-94), 栃木(1993-94), 群馬(1992-94), 岡山(1992-94), 福岡(1992-94), 佐賀(1992-93), 熊本(1992-94)。

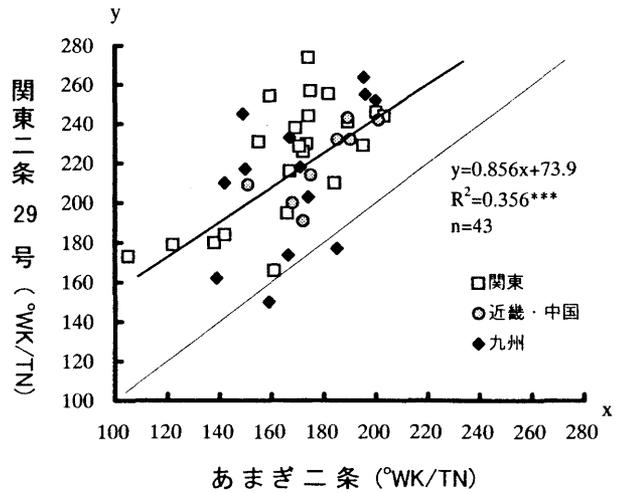
第17表 各地域における関東二条29号の麦芽品質

| 地域名               | 試験数  | 浸麦度<br>%      | 原麦<br>粗蛋白<br>% | 色度  | 麦芽<br>エキス<br>%  | エキス<br>収量率<br>% | 麦芽<br>全窒素<br>% | 可溶性<br>窒素<br>% | コル<br>バール数<br>% | ジア<br>スターゼ力<br>WK/TN | 最終<br>発酵度<br>% | 評点               |
|-------------------|------|---------------|----------------|-----|-----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|----------------------|----------------|------------------|
| 関東<br>(あまぎとの差)    | n=22 | 42.8          | 10.6           | 2.9 | 83.8***<br>+2.9 | 76.7***<br>+2.8 | 1.64           | 0.74           | 45.0            | 223***<br>+56        | 85.3**<br>+1.6 | 67.8***<br>+23.3 |
| 近畿・中国<br>(あまぎとの差) | n=8  | 42.5*<br>-0.6 | 9.8            | 3.2 | 84.0**<br>+1.9  | 78.3            | 1.54*<br>-0.07 | 0.82           | 53.8            | 220***<br>+42        | 80.9           | 73.4***<br>+14.1 |
| 九州<br>(あまぎとの差)    | n=13 | 42.4          | 10.2           | 3.5 | 84.5***<br>+3.0 | 76.9***<br>+3.3 | 1.54           | 0.75           | 48.2            | 212***<br>+44        | 83.4           | 70.0***<br>+21.9 |
| 全国<br>(あまぎとの差)    | n=43 | 42.7          | 10.3           | 3.1 | 84.1***<br>+2.8 | 77.1***<br>+2.7 | 1.59           | 0.75           | 47.6            | 219***<br>+49        | 83.9**<br>+1.0 | 69.5***<br>+21.2 |

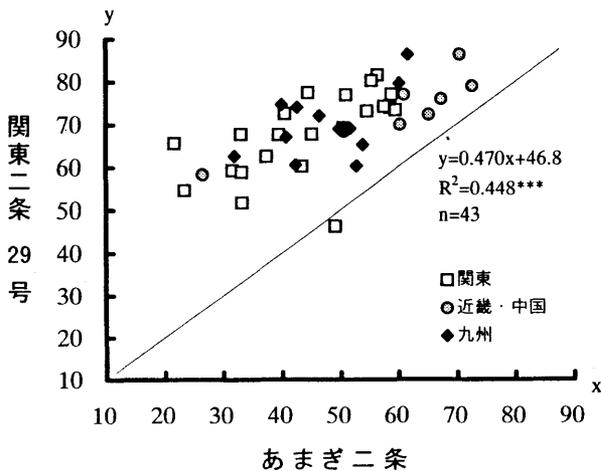
注) 1. 合比, 系比, 品比 (1991-95, 12ヶ所, ただし栃木分場は除く) のデータを用いた。  
2. 標準 (あまぎ二条) が縮萎縮病に罹病した場合や障害があった場合は除いた。



第7図 各地域における関東二条29号の麦芽エキス (対あまぎ二条)



第8図 各地域における関東二条29号のジアスターゼ力 (対あまぎ二条)



第9図 各地域における関東二条29号の麦芽総合評点 (対あまぎ二条)

録申請中) を除いて育成されていない。その原因の1つとして、極高ジアスターゼ力を持った実用的な育種母本がなかったことがあげられる。

関東二条29号は、系譜上から見てはるな二条の遺伝的寄与率を高めずにはるな二条を越える高エキスと極高ジアスターゼ力を実現している。本系統の育成に使われた栃系166や栃系133は系譜上及び系統の麦芽品質特性からはるな二条の遺伝的背景が強い。一方、あまぎ二条や西海皮33号ははるな二条に比べるとエキス含量は低く、ジアスターゼ力も低い。また、はるな二条やあまぎ二条を遺伝的背景として育成された品種、系統で、関東二条29号のような極高品質を持つものはない。これらのことより、関東二条29号は交配親品種、系統の持つ高品質に関

連する遺伝子が集積され、その遺伝子が相乗・相加的に働いたためと考えられる。将来、これらの系統・品種を用いたダイヤレル分析やDNAマーカー等の利用によるQTL (Quantitative trait loci: 量的形質遺伝子座) 解析を行うことによりこれらのことが明らかとなると思われる。また、品質に関わる遺伝子が集積された系統とすれば、高品質ビール大麦育種母材として極めて有用と考えられる。

関東二条29号の育成は、はるな二条やミカモゴールデンを越える極高品質品種育成の可能性を示唆しており、極高品質ビール大麦品種の育種母材としても、意義があると思われる。

## 2. BaYMV抵抗性育種

関東二条29号は麦芽品質面だけでなく、オオムギ縞萎縮病・うどんこ病複合抵抗性、強稈性とミサトゴールデンを越える多収性とを有している。*Ym*を冒すBaYMVⅢ型系統が1987年に発見された<sup>10)</sup>が、これに抵抗性を持つ *ym3* を持ったビール大麦品種は現在まで育成されておらず、地方番号系統でも本系統と新田二条14号(サッポロビール(株)育成)を除いてない。*ym3*の導入は各育成地において実施されているが、*ym3*を抵抗性遺伝子として単独に持つ実用的なビール大麦系統がなく、*Ym*を持つ実用的なビール大麦品種と *ym3* を持つ育成途上の系統との交配組合せにより *ym3* の品種育成を行っているのが現状である。しかし、この組合せにおいてはBaYMVⅢ型選抜圃場が確保できなければ選抜効率が低下するだけでなく、有意に *ym3* の出現頻度が低く歪み、*ym3* を持った系統の獲得が困難となっている<sup>11)</sup>。

関東二条29号は *ym3* を単独に持ち、中生の熟期特性を除いては栽培性、収量性、麦芽品質が優れ、*ym3* の導入母材としても有用と考えられる。

さらに、本系統の育種にあたっては、オオムギ縞萎縮病抵抗性を持つ非醸造用系統に高品質親の連続反復交雑により高品質化を実現できたが、この手法はビール大麦の高品質化では、有効と考えられた。また、BaYMV抵抗性遺伝子 *ym3* と極高品質、多収性とを併せ持つ品種の育成が可能であることを示唆するものであり、大麦品種育種上、意義あるものである。

## 3. 関東二条29号の多収性

収量形質は一般に多くの遺伝子によって支配されており、それらの遺伝子は形質の発現過程で環境条件や栽培条件の影響を受けながら収量が決定するため、多収性育種においては物質生産や生理的な基礎研究を礎とした育種法より、多収性育種母本を利用し結果的に多収性遺伝子の集積された系統を選抜するという方法が一般的であ

る。関東二条29号の育成も後者の方法による。

関東二条29号の持つ多収性は、第6、7表の結果より、ミサトゴールデンに比べると穂長が長く1穂粒数が多く、また、穂数もやや多いにもかかわらず千粒重が同程度であるため多収となり、あまぎ二条と比べると同様に1穂粒数が多く、強稈性により収量が安定し千粒重も大きいことにより多収と推定される。1穂粒数が増える要因の1つとして幼穂の生育過程があげられる。第18表に生検畑条播標準肥区(早播き)及び同水田条播標準肥区での幼穂分化程度調査結果を、第10図及び第11図に幼穂長、幼穂長の推移を示した。幼穂分化は、関東二条29号は中生種にもかかわらず早生種のミサトゴールデンと同程度に早く、その後も幼穂はミサトゴールデンと同様に発達していく。しかし、稈長は茎立ち期前頃からミサトゴールデン、あまぎ二条より生育が鈍化し、出穂はあまぎ二条と同程度かやや遅くなっている。すなわち、他品種より穎花分化期や花器発達期が長くなり、1穂粒数が増えていると考えられる。これには本系統が出穂生理の上で低温要求性があまぎ二条と同程度で純粋早晩性が長いという特性<sup>12)</sup>も影響しているものと考えられ、同様の性質を持つ花粉親の栃系166から遺伝的に受け継いだものと考えられる。この1穂粒数が増える性質は、シンク(粒数や穎花数)の1つである変動しやすい穂数にコントロールされる品種に比べて、シンクが安定し、収量の安定性にも関与していると考えられる。また、関東二条29号は、著者たちの観察では芒長が長く、L.A.D.(葉積; L.A.I.×登熟期間)が高く、また、退緑が遅いことなどから登熟期後期まで植物体の光合成活性が高いと推定された。大麦の芒は重要な光合成器官で、芒長と千粒重との間には正の相関があり、また、L.A.D.と収量との間にも正の相関がある。一般に穎花生産能力の高い品種は登熟や千粒重が劣るといわれている<sup>8)</sup>が、本系統は穎花生産能力高いにもかかわらず、登熟能力も優れているため、多収性を実現しており、かつ、1穂粒数の増える性質と相互的に収量の安定に寄与しているものと考えられる。

本系統の持つ、多収性の要因が解明されれば、わが国においてもヨーロッパ並の極多収が実現するものと思う。

## 4. 適応性

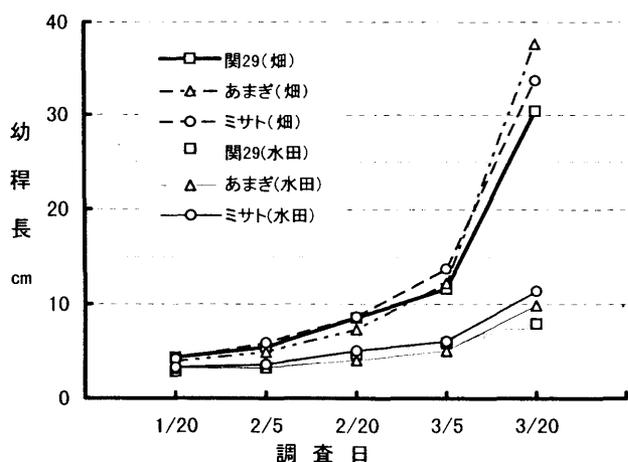
関東二条29号は、奨励品種決定試験、合同比較試験やその他の試験の結果から、九州から北海道の大麦作付地帯においても多収性及び極高品質を示し、広域適応性を持つと考えられる。なお、本系統の耐雪性等は検定していないため、降雪地帯における適応性は不明である。

また、栃木県北部の中山間寒冷地帯に近い黒磯分場で

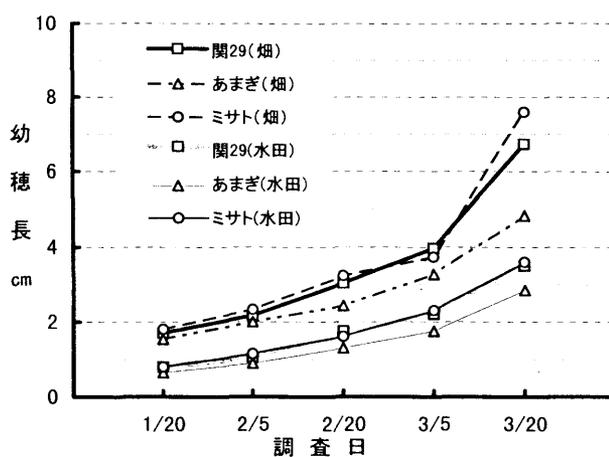
第18表 幼穂分化程度調査結果

| 栽培条件 | 系統名<br>品種名 | 調査日 1月20日 |          |           | 2月5日     |          |          | 2月20日    |          |           | 3月5日     |          |          | 3月20日    |          |         |
|------|------------|-----------|----------|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|---------|
|      |            | 稈長<br>mm  | 穂長<br>mm | 分化程度      | 稈長<br>mm | 穂長<br>mm | 分化程度     | 稈長<br>mm | 穂長<br>mm | 分化程度      | 稈長<br>mm | 穂長<br>mm | 分化程度     | 稈長<br>mm | 穂長<br>mm | 分化程度    |
| 水田   | 関東二条29号    | 2.9       | 0.8      | VI-VII前   | 3.3      | 1.1      | VII前-後   | 4.7      | 1.8      | VII後-VIII | 5.9      | 2.2      | IX前-X    | 7.9      | 3.5      | IX中-X   |
|      | あまぎ二条      | 3.2       | 0.7      | VI-VII前   | 3.3      | 0.9      | VI-VII後  | 4.1      | 1.3      | VII後-VIII | 5.1      | 1.8      | VII後-IX前 | 9.9      | 2.9      | IX後-X   |
|      | ミサト-ルネ     | 3.3       | 0.8      | VI-VII後   | 3.6      | 1.2      | VII前-後   | 5.1      | 1.6      | VII後-IX前  | 6.1      | 2.3      | IX前-後    | 11.4     | 3.6      | IX後-X   |
| 畑    | 関東二条29号    | 4.3       | 1.7      | VII後-VIII | 5.4      | 2.2      | VII後-IX後 | 8.5      | 3.0      | VIII-X    | 11.6     | 4.0      | IX後-X    | 30.4     | 6.7      | X-X以降   |
|      | あまぎ二条      | 3.9       | 1.5      | VII前-VIII | 4.9      | 2.0      | VII後-IX中 | 7.3      | 2.4      | VII後-IX後  | 12.2     | 3.3      | VIII-X   | 37.6     | 4.8      | IX後-X以降 |
|      | ミサト-ルネ     | 4.2       | 1.8      | VII後-VIII | 5.9      | 2.3      | VII後-IX後 | 8.6      | 3.2      | IX後-X     | 13.8     | 3.7      | IX後-X    | 33.7     | 7.6      | X-X以降   |

注) 1. 幼穂分化程度判定基準は、稲村ら(1955)の基準によりI-X及びX以降の11段階に分類した。  
 2. 試験年次は、水田区:1944-95、畑区:1993-95。  
 3. 播種期(平均)は、水田区:11月11日、畑区:10月30日。



第10図 幼稈長の推移



第11図 幼穂長の推移

は、冬季間の低温や降雪により生育が抑制されて収量が低下しやすいが、関東二条29号は、長野の凍上害抵抗性のデータなどから、中程度の耐寒性を持っており、この特性により安定した収量を確保していると推定された。

オオムギ縞萎縮病は、収量の著しい低下や麦芽品質の低下を招く。わが国では、大きくBaYMV I, II, III型の3の系統に分類されている。関東二条29号は、抵抗性遺伝子ym3を有しているため、BaYMVのいずれのレースに対しても完全な抵抗性であり、国内いずれの場所においても罹病による収量や麦芽品質の低下は回避できる。

最後に、本系統がビール大麦をはじめとする大麦品種育種の母本として貢献し、優れた品種が育成されることを期待する。

謝辞

本系統の育成にあたり、官民の関係機関が協力して育成系統を評価し、優れたビール大麦品種を選定すること

を目標とした「ビール大麦育成系統合同比較試験」の遂行に尽力されたビール酒造組合、各ビール会社、栃木県の生産団体、農業研究センター及び各県の農業試験場の関係者各位に謝意を表す。また、地域適応性及び諸特性の検定には、各県の農業試験場の担当者各位の協力を、麦芽品質の評価については、各ビール会社の担当者各位の協力を頂いた。ここに厚く感謝の意を表す。

引用文献

- 藤井敏男・北原操一・鈴木崇之(1981) オオムギ縞萎縮病抵抗性ビールムギ品種育成に関する研究  
 1. はがねむぎ由来の高度抵抗性二条オオムギ系統について 育雑(別) 31: 20-21.
- 飯田幸彦・渡辺健・戸嶋郁子・小川奎(1993) 大麦縞萎縮病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の遺伝型との関係 育雑 43: 113-122.
- 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 : 15-25.
4. 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 育雑38(別2) : 418-419.
  5. 河田尚之ら (1995) 二条大麦品種「タカホゴールデン」の育成 栃木農試研報 43 : 107-126.
  6. KOBAYASHI, S. · H. YOSHIDA and K. SOUTOME (1987) Breeding for resistance to yellow mosaic disease in malting barley. *Barley Genetics* V : 667-672.
  7. KONISHI, T. and R. KAISER (1991) Genetic Difference in Barley Mosaic Virus Resistance between Mokusekko 3 and Misato Golden. 育雑 41 : 499-505.
  8. 櫛淵欽也 (1981) 直播栽培におけるイネ品種の生態と育種への応用 農事試研報 35 : 1-50.
  9. 水田一枝・佐々木昭博・吉田智彦 (1996) 近縁係数のためのPrologによるコンピュータプログラムとそのビール大麦品種の近縁関係の解析への応用 農業情報研究5 (1) : 19-28.
  10. 小川奎・渡辺健・飯田幸彦・戸嶋郁子・柏崎哲・土崎常男 (1987) 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.
  11. 佐々木昭博・河田尚之・鶴政夫 (1982) オオムギ縞萎縮病抵抗性の遺伝子源 日作九支報 49 : 53-55.
  12. 早乙女和彦ら (1995) 二条大麦の凍霜害耐性育種技術の開発 平成七年度 総合農業試験研究成績・計画概要集 V : I-7-041-1.
  13. 五月女敏範・早乙女和彦・河田尚之・福田暎・宮川三郎 (1995) エステラーゼ (同位酵素) 遺伝子型を標識としたオオムギ縞萎縮病抵抗性の選抜ならび抵抗性遺伝子の集積 栃木農試研報 43 : 95-106.
  14. Ukai, Y. (1984) Genetic analysis of a mutant resistant to Barley Yellow Mosaic Virus. *Barley. Genet. Newsl.* 14 : 31-33.
  15. Walsh, J. (1981) Genetic vulnerability down on the farm. *Science* 214 : 161-164.
  16. 吉田久ら (1988) 二条大麦新品種「ミカモゴールデン」の育成 (二条大麦農林13号) 栃木農試研報 35 : 31-50.

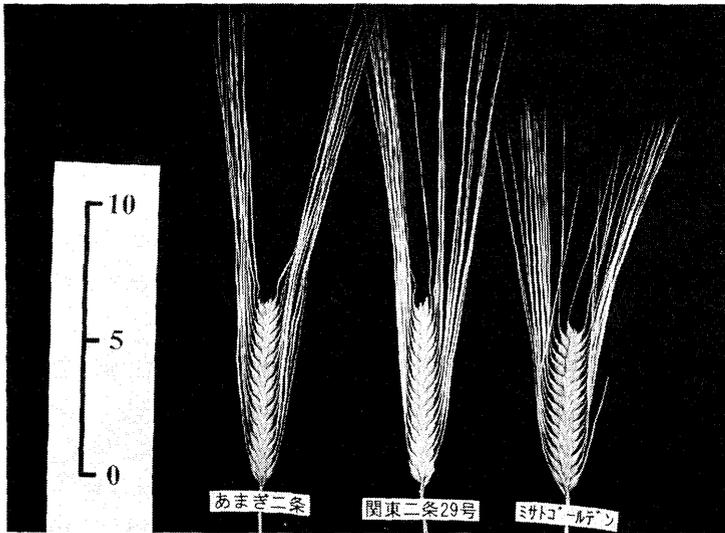


写真1. 関東二条29号の穂型



写真2. BaYMVⅢ型汚染圃場における関東二条29号  
(左はミサトゴールデン)

付表1 生育及び外観品質等の調査基準

| 項 目   | 概 要  |
|-------|--|
| 叢性    | 3:直立 4:やや直立 5:中 6: やや匍匐 7:匍匐   |
| 茎立性   | 3:早 4:やや早 5:中 6:やや晩 7: 晩   |
| 倒伏程度  | 0:無 1:微 2:少 3:中 4:多 5:甚  |
| 縞萎縮病  | 発病程度を示す。調査基準は倒伏程度と同じ。  |
| うどんこ病 | 発病程度を示す。調査基準は倒伏程度と同じ。  |
| 選粒歩合  | 2.8>:2.8mm以上の粒の重量比, >2.5>:2.5mm以上2.8mm未満の重量比, >2.2>:2.2mm以上2.5mm未満の重量比 |
| 整粒歩合  | 粒厚2.5mm以上の粒の重量比。   |
| 穀皮のしわ | 1:多 2:やや多 3:中 4:やや少 5:少  |
| 穀皮の厚さ | 1:薄 2:やや薄 3:中 4:やや厚 5:厚  |
| 外観品質  | 1:上の上 2:上の下 3:中の上 4:中の中 5:中の下 6:下                                      |

付表 2 麦芽品質検定項目の概要と評点の算出法

| 項 目           | 概 要  |
|---------------|--|
| 発 芽 勢         | 水の注加 4.5cc, 20℃ 3日間の発芽歩合で, 95%以上がよい.   |
| 発 芽 率         | 20℃ 5日間の発芽歩合で, 100%が望まれる.  |
| 水 感 受 性       | 「発芽勢-水の注加 9.0ccでの発芽勢」で, 0%に近いものがよい.  |
| 原麦粗蛋白質        | 原粒中の粗蛋白質含有率で, 低いと酵母の栄養源として不足し, 高いと麦芽エキスの低下を生ずるために 9.5~11.5%の範囲がよい.   |
| 浸 麦 時 間       | 水に浸漬した粒が穀粒水分 44% (平成4年度は 41%) に達するまでの所要時間で, 短いものがよい.   |
| 浸 麦 度         | 推定した浸麦時間で実際に浸麦した時の穀粒水分.  |
| 麥 芽 収 量 率     | 原麦に対する仕上がった麦芽の重量比.   |
| 糖 化 時 間       | 麦芽中の澱粉を糖化するのに要する時間で, 糖化開始 55 分後 (70℃) から測定する. 短いものがよい.   |
| ろ 過 速 度       | 糖化を終了した麦汁をろ過するのに要する時間で, 短いものがよい.   |
| 色 度           | 麦汁の色の濃淡で標準板との比較で決める. 数字の小さいものが色が薄い. 高くなりすぎないものがよい.   |
| 麥 芽 エ キ ス     | 麦芽中の可溶性抽出物であるエキス (無水物) の含有率で, ビールの製造量に直接関係する最も重要な項目である. 高いものがよい.   |
| エ キ ス 収 量     | 「麦芽収量率×麦芽エキス」で算出し, 高いものがよい.  |
| 麥 芽 全 窒 素     | 麦芽中の窒素含有率で, 原粒粗蛋白質に準ずる.  |
| 可 溶 性 窒 素     | 麦芽中の可溶性窒素含有率で, ビール酵母の増殖の栄養源となり, 高いものがよい.   |
| コールパツハ数       | 「可溶性窒素÷麦芽全窒素」で算出する. 麦芽の「溶け」の指標であり, 高いものがよい. 溶けが悪いと, ろ過が遅延したり発酵に問題が生ずる.   |
| ジアスターゼ力       | WKは澱粉分解酵素の力価で, 主にβ-アミラーゼの力価である. 副原料の澱粉, 米, コーンスターチをも分解させるために重要な項目であり, 高いものがよい. このWKを麦芽全窒素TNで除したものをWK/TNで表す. これは, 麦芽全窒素とジアスターゼ力 (WK) との間の強い正の相関を補正し, 環境変動を排除するためのものである. |
| 最 終 発 酵 度 評 点 | 糖化後の麦汁にビール酵母を加えて6日間発酵させる. 高いものがよい. 麦芽の品質を総合的に評価した点数で, 高いものがよい.   |

評点は下表の7項目を用いて, 評点 = { (点数×ウエイト) の計 } × 10 / 9 により算出する. 麦芽品質の中で特に重要な麦芽エキスとジアスターゼ力 (WK/TN) は2倍のウエイトをかけてある.

| 項 目             | ウエイト | 配点計算法                    |
|-----------------|------|--------------------------|
| 麦芽エキス           | 2    | (分析値 - 79) × 2           |
| エキス収量           | 1    | ( // - 70) × 1           |
| 麦芽全窒素           | 1    | - ( // - 2.2) × 1 / 0.08 |
| 可溶性窒素           | 1    | ( // - 0.68) × 1 / 0.02  |
| コールパツハ数         | 1    | ( // - 35) × 1 / 2       |
| ジアスターゼ力 (WK/TN) | 2    | ( // - 100) × 1 / 17     |
| 最終発酵度           | 1    | ( // - 78) × 1           |

注: 配点計算は10点を上限とする.

付表3 育成従事者及び従事期間

| 年度(19--) | 85    | 86    | 87    | 88    | 89    | 90    | 91    | 92    | 93    | 94    | 95    | 備考           |             |
|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------------|-------------|
| 世代       | 交配    | F4    | F5    | F6    | F7    | F8    | F9    | F10   | F11   | F12   | F13   |              |             |
| 氏名       | F1-F3 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |              |             |
| 河田尚之     |       |       |       |       |       |       |       |       | ■     | ----- | ■     | 現在員          |             |
| 石川直幸     |       |       |       |       |       |       |       |       | ■     | ----- | ■     | 現在員          |             |
| 福田暎      | ■     | ----- |       |       |       |       |       |       |       |       | ■     | 現在員          |             |
| 早乙女和彦    | ■     | ----- |       |       |       |       |       |       |       |       | ■     | 現在員          |             |
| 五月女敏範    |       |       |       |       |       |       | ■     | ----- |       |       | ■     | 現在員          |             |
| 大塚勝      |       |       |       |       |       |       |       | ■     | ----- |       | ■     | 現在員          |             |
| 徳江紀子     |       |       |       |       |       |       |       |       |       | ■     | ----- | ■            | 現栃木県足利農政事務所 |
| 小玉雅晴     |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       | ■     | ■            | 現在員         |
| 加藤常夫     |       |       |       | ■     | ----- |       |       |       |       |       | ■     | 現農研センター      |             |
| 宮川三郎     |       |       |       |       |       | ■     | ----- |       |       |       | ■     | 現農環研         |             |
| 神永明      |       |       |       |       | ■     | ----- |       |       |       |       | ■     | 現栃木県足利農政事務所  |             |
| 佐々木昭博    |       |       |       |       | ■     | ----- |       |       |       |       | ■     | 現九州農試        |             |
| 桐生光広     |       |       |       | ■     | ----- |       |       |       |       |       | ■     | 現栃木県鹿沼普及センター |             |
| 伊藤浩      |       |       |       | ■     | ----- |       | ■     |       |       |       |       | 現栃木県普及教育課    |             |
| 吉田久      |       | ■     | ----- |       |       | ■     |       |       |       |       |       | 現農研センター      |             |
| 田谷省三     |       |       |       | ■     | ■     |       |       |       |       |       |       | 現中国農試        |             |
| 天谷正行     |       |       | ■     | ----- | ■     |       |       |       |       |       |       | 現栃木県農試       |             |
| 小林俊一     | ■     | ----- | ■     |       |       |       |       |       |       |       |       | //           |             |
| 瀬古秀文     | ■     | ■     |       |       |       |       |       |       |       |       |       | 現生物資源研       |             |
| 藤井敏男     | ■     | ■     |       |       |       |       |       |       |       |       |       | 現小山市在住       |             |

上記の外に、山中英明（1985.4～86.3），石川武（1986.4～）が技術員として従事した。