

# 倍数体アスパラガスの育成に関する研究

## 第2報 三倍体の育成とその特性

長谷川繁樹・谷口義彦・沖森 當\*・笥 三男\*\*

キーワード：アスパラガス、育種、三倍体

アスパラガス (*Asparagus officinalis* L.,  $2n=20$ )は雌雄異株植物であり、有性生殖では雌株と雄株が1対1の割合で出現する。このため、雌株と雄株では嫩茎(若茎)の形態、生産力が異なるだけでなく、落下した種子による実生の雑草化によって病害の発生を助長することが多い。

この実生の雑草化防止と同時に収量の増加を図る方法として、超雄性株を花粉親として雄性個体のみを生ずる種子集団を得る方法<sup>1)</sup>がある。一方、三倍体は、高い不稔性を示すだけでなく、植物体の生育が旺盛時には増収することがあるので、栄養器官を利用しかつ栄養繁殖を行う作物では、育種の利用価値が高い<sup>2)</sup>とされている。

三倍体植物の育成では、親株の四倍体および二倍体が優れていることが重要である。筆者らは前報<sup>3)</sup>において、メリーワシントン500の種子のホルヒチン処理で育成した四倍体が、原品種に比べて生産力が優れていることを明らかにした。そこで、この四倍体を「セトグリーン」と命名し、1985年7月に種苗登録された。1977年6月にこの四倍体を母親とし二倍体と交配した。得られた種子を1977年9月に播種し、1978年4月に圃場に定植して特性および生産力の検定を行なった結果、生産力に優れ、いくつかの特性において既存の品種と明瞭な区別性を有していることが明らかとなったので報告する。

### 材料および方法

1976年に前報<sup>3)</sup>の方法によってホルヒチン処理を行い、1977年3月に16株の四倍体を得た。同年6月に鉢栽培中の株の中で立茎数が多く茎径の太い雌株(株番号51F-2)を選抜して母親とし、同時に二倍体の「メリーワシントン500」の株の中からも生育、生産力の優れた雄株を選

抜して、両者の人工交配を行った。1977年9月に得られた種子を発芽させ、幼根部先端の染色体数の確認を行った。

三倍体と確認された株は、1978年4月に畦幅2m、株間50cmの栽培密度で栽植し、形態特性および生産力を調査した。調査方法は農林水産省品種登録願の特性調査基準に従った。

## 結 果

### 1. 染色体数

1977年9月に115粒の交配種子を得た。この中から外観上健全である55粒の種子を播種し、21株の植物体を得た。これら植物体の幼根部先端の染色体は、 $2n=30(=3X)$ となっており、三倍体であることが確認された(写真-1)。

### 2. 形態特性

1984年(定植後7年目)6月15日に若茎の収穫を打ち切り、8月3日に草丈および茎の形状に関する諸特性を調査し、第1表に示した。三倍体の草丈は、メリーワシントン500に比べ57cm、セトグリーンに比べ47cm高くなった。また、茎の直径はメリーワシントン500に比べ4.9mm、セトグリーンに比べて1.4mm太くなった。第1次側枝の発生位置は、他品種に比べて11cm高くなった。5mm以上の太さの茎数は、メリーワシントン500より11本多く、セトグリーンより3本少なかった。三倍体の地下茎の広がりには61.7cmとなり、メリーワシントン500に比べ10cm、セトグリーンに比べ8cm広くなった。さらに節間長はメリーワシントン500に比べ2.5cm、セトグリーンに比べ1.7cm長かった。

三倍体の若茎の形態は、直径ではメリーワシントン500より太かったが、頭部の聚りや鱗片の形状には差異

\* 現 広島組織培養研究所

\*\* 広島農業短期大学

第1表 草丈および茎の形状に関する諸特性

| 品                   | 種          | 草丈<br>(cm) | 茎の直径(mm) |      |      | 第1側枝高<br>の高さ<br>(cm) | 節間長<br>(cm) | 茎数<br>(本) | 地下茎の<br>広がり<br>(cm) |
|---------------------|------------|------------|----------|------|------|----------------------|-------------|-----------|---------------------|
|                     |            |            | 長径       | 短径   | 平均   |                      |             |           |                     |
| 三倍体(3X)             |            | 236.5      | 17.2     | 15.6 | 16.4 | 48.5                 | 17.6        | 28.3      | 61.7                |
|                     | $\sigma n$ | 15.9       | 2.7      | 2.8  | 2.6  | 8.8                  | 3.6         | 7.5       | 6.2                 |
|                     | cv%        | 7          | 16       | 18   | 16   | 18                   | 21          | 27        | 10                  |
| メリーワシントン<br>500(2X) |            | 179.1      | 12.2     | 10.8 | 11.5 | 37.6                 | 15.1        | 17.9      | 50.8                |
|                     | $\sigma n$ | 22.2       | 2.0      | 1.8  | 1.9  | 9.1                  | 2.9         | 8.7       | 10.3                |
|                     | cv%        | 12         | 17       | 17   | 16   | 24                   | 19          | 49        | 20                  |
| セトグリーン(4X)          |            | 188.8      | 16.5     | 13.5 | 15.0 | 37.5                 | 15.9        | 31.7      | 54.2                |
|                     | $\sigma n$ | 25.4       | 3.6      | 2.4  | 2.9  | 7.2                  | 5.7         | 9.2       | 7.3                 |
|                     | cv%        | 13         | 22       | 18   | 19   | 19                   | 36          | 29        | 14                  |

1984年8月3日調査

調査株数;三倍体 6株, メリーワシントン500 20株, セトグリーン 6株

第2表 擬葉の形状

| 品               | 種          | 擬葉長<br>(mm) | 擬葉の密度<br>(cm/10節) |
|-----------------|------------|-------------|-------------------|
| 三倍体             |            | 29.6        | 12.2              |
|                 | $\sigma n$ | 6.0         | 3.0               |
|                 | cv%        | 20          | 25                |
| メリーワシントン<br>500 |            | 17.8        | 9.9               |
|                 | $\sigma n$ | 4.8         | 2.3               |
|                 | cv%        | 27          | 23                |
| セトグリーン          |            | 28.8        | 12.5              |
|                 | $\sigma n$ | 5.7         | 2.1               |
|                 | cv%        | 20          | 17                |

1984年8月3日調査

第3表 花の大きさ

| 品           | 種 | 性別 | 花の長さ<br>(mm) | 花の径<br>(mm) |
|-------------|---|----|--------------|-------------|
| 三倍体         |   | 雄  | 7.1±0.13     | 2.9±0.07    |
|             |   | 雌  | 4.2±0.13     | 2.4±0.08    |
| メリーワシントン500 |   | 雄  | 7.2±0.09     | 2.9±0.08    |
|             |   | 雌  | 3.8±0.08     | 2.5±0.08    |
| セトグリーン      |   | 雄  | 7.6±0.12     | 3.4±0.07    |
|             |   | 雌  | 4.3±0.11     | 2.9±0.11    |

は認められなかった。

擬葉の形状を第2表に示した。三倍体の擬葉長はメリーワシントン500に比べて11.8mm長かったが、セトグリーンとの差はなかった。擬葉の密度は、メリーワシントン500より粗くなったが、セトグリーンとの差はなかった。

### 3. 花の形態

花の大きさを第3表に示した。三倍体の雄花の長さはメリーワシントン500と同程度であった。また、セトグリーンに比べ0.5mm短かったが、肉眼での識別は困難であった。三倍体の雌花の長さはセトグリーンと同程度で、メリーワシントン500に比べ0.4mm長くなった。さらに、三倍体の雄花の径はメリーワシントン500と同じであったが、セトグリーンより0.5mm小さくなった。また雌花でも同様であった。このように、花の形態では三倍体の雄花は二倍体と、雌花は四倍体と同様の大きさになり、三倍体の花の大きさは株の性によって異った。

### 4. 果実、種子と稔性

1986年9月26日の自然状態における果実および種子の着生、結実状態を第4表に示した。1茎当り果実数は、メリーワシントン500で583粒、セトグリーンで334粒であったが、三倍体では僅か12粒しか着生しなかった。次に、三倍体の1果実当り種子数は2.3粒で、メリーワシントン500の2.5粒と差はなかったが、セトグリーンの1.9粒よりやや多かった。そして、外観上正常と見なされる

第4表 果実および種子の特性

| 品 種          | 果 実 数<br>(個/茎) | 種子数総計<br>(個/茎) | 正常種子率<br>(%) | 1果当種子数<br>(個) | 種 子 重<br>100粒 (g) | 発 芽 率<br>(%) |
|--------------|----------------|----------------|--------------|---------------|-------------------|--------------|
| 三倍体          | 12             | 27             | 51.9         | 2.3           | 1.07              | 0.0          |
| メリーワシントン 500 | 583            | 1,470          | 99.9         | 2.5           | 2.85              | 92.6         |
| セトグリーン       | 334            | 637            | 98.7         | 1.9           | 3.31              | 76.5         |

第5表 ど ん 茎 取 量

| 品 種             | 階 級          |               |              |               |              |              |               |             | 合 計           |                  |
|-----------------|--------------|---------------|--------------|---------------|--------------|--------------|---------------|-------------|---------------|------------------|
|                 | 20g以上        |               | 20-10g       |               | 10-5g        |              | 5g以下及び<br>異常茎 |             | 本 数           | 重 量              |
|                 | 本 数<br>(本)   | 重 量<br>(g)    | 本 数<br>(本)   | 重 量<br>(g)    | 本 数<br>(本)   | 重 量<br>(g)   | 本 数<br>(本)    | 重 量<br>(g)  |               |                  |
| 三倍体             | 29.7<br>(55) | 949.2<br>(77) | 10.7<br>(20) | 154.0<br>(12) | 6.7<br>(12)  | 40.7<br>(3)  | 6.5<br>(12)   | 92.7<br>(7) | 53.5<br>(100) | 1,236.5<br>(100) |
| メリーワシントン<br>500 | 9.0<br>(30)  | 259.5<br>(51) | 10.7<br>(36) | 167.0<br>(33) | 6.2<br>(21)  | 54.5<br>(11) | 4.1<br>(14)   | 31.3<br>(6) | 30.0<br>(100) | 512.4<br>(100)   |
| セトグリーン          | 23.8<br>(37) | 723.5<br>(61) | 22.3<br>(35) | 313.0<br>(26) | 12.8<br>(20) | 91.8<br>(8)  | 5.5<br>(9)    | 65.3<br>(6) | 64.5<br>(100) | 1,193.7<br>(100) |

1株あたり平均値

収穫期間：1984年4月10日—6月15日

調査対象若茎長：30cm以上の若茎長を収穫し、計量直前に25cmに調整して計量

( )内は対合計比率

種子数は、メリーワシントン500では1470粒中1468粒(99.9%)、セトグリーンは637粒中629粒(98.7%)であったが、三倍体は27粒中14粒(51.9%)にすぎなかった。さらに、これら正常と見られる種子の発芽率(30℃, 21日後)は、メリーワシントン500で92.6%、セトグリーンで76.5%であったのに対し、三倍体から採種した種子は全く発芽しなかった。

### 5. 生産力

メリーワシントン500は1977年4月に定植し、セトグリーンおよび三倍体は1978年4月に定植したため、本圃期間に1年の差があって正確な比較はできないが、1984年4月10日から6月15日までの収量を第5表に示した。メリーワシントン500の株当たり総収量は30本で512gであったが、セトグリーンでは65本の1194g、三倍体は54本の1237gとなり、三倍体はメリーワシントン500に比べて本数で1.8倍、重量で2.4倍となった。また、セトグリーンと比べると、本数ではセトグリーンの82.9%と少なかったが、重量では3.6%と僅かながら重くなった。階

級別分布を見ると、三倍体では20g以上の茎の本数比率が55%となり、メリーワシントン500より25%、セトグリーンより18%多くなった。また重量比率でも77%でメリーワシントン500より26%、セトグリーンより16%多くなった。

1981年から1984年の4か年間の収量の年次変動を第6表に示した。三倍体の収量はメリーワシントン500と比較して2.2~3.6倍あり、4か年平均でも2.6倍の収量増となった。また、セトグリーンと比べても同等ないし最大で26%、4か年平均でも10%の増収となり、生産力は常に高かった。

### 考 察

三倍体は不稔性が高く、植物体の生育が旺盛で、収量が増加するので、栄養器官を利用し栄養繁殖を行う作物では、育種の利用価値が高い<sup>6)</sup>とされている。花きおよびリンゴのある品種など自然発生の三倍体が利用されている作物もある<sup>6)</sup>。また、人為的に作出された作物には

第6表 収量の年次変動

| 品 種         | 年 次       |           |           |           |           |           |           |           |           |           |
|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|             | 1981年     |           | 1982年     |           | 1983年     |           | 1984年     |           | 4カ年平均     |           |
|             | 本数<br>(本) | 重量<br>(g) |
| 三倍体         | 35        | 1,269     | 59        | 1,575     | 63        | 1,281     | 54        | 1,237     | 53        | 1,341     |
| メリーワシントン500 | 17        | 457       | 26        | 727       | 31        | 568       | 22        | 348       | 24        | 525       |
| セトグリーン      | 37        | 1,122     | 68        | 1,253     | 74        | 1,291     | 65        | 1,194     | 61        | 1,215     |

収穫日数：1981年45日，1982年54日，1983年65日，1984年55日

調査対象若莖長：30cm以上の若莖を収穫し，計量直前に25cmに調整して計量

第7表 三倍体の収量と莖および擬葉の特性の関係

|           | 収 量     | 草 丈     | 莖の太さ   | 第1側枝高   | 節間長   | 莖 数     | 地下莖の広がり | 擬葉長    | 擬葉密度 |
|-----------|---------|---------|--------|---------|-------|---------|---------|--------|------|
| 収 量       | —       |         |        |         |       |         |         |        |      |
| 草 丈       | 0.768** | —       |        |         |       |         |         |        |      |
| 莖 の 太 さ   | 0.550*  | 0.576*  | —      |         |       |         |         |        |      |
| 第 1 側 枝 高 | 0.270   | 0.665** | 0.291  | —       |       |         |         |        |      |
| 節 間 長     | 0.401   | 0.538*  | 0.425  | 0.820** | —     |         |         |        |      |
| 莖 数       | 0.744** | 0.575*  | 0.084  | 0.277   | 0.299 | —       |         |        |      |
| 地下莖の広がり   | 0.840** | 0.674** | 0.317  | 0.219   | 0.301 | 0.848** | —       |        |      |
| 擬 葉 長     | 0.362   | 0.205   | 0.576* | 0.048   | 0.231 | 0.015   | 0.270   | —      |      |
| 擬 葉 密 度   | 0.278   | 0.589*  | 0.221  | 0.257   | 0.233 | 0.136   | 0.406   | -0.011 | —    |

\*\* 1%水準で有意，\* 5%水準で有意

テンサイの「モノホープ」<sup>9)</sup>および「モノミドリ」<sup>9)</sup>がある。野菜では木原ら<sup>2,3)</sup>による無種子スイカ（種無しスイカと称されることが多い）の他は発表されていない。アスパラガスではBRAAKら<sup>1)</sup>および筆者ら<sup>5)</sup>のコルヒチン処理による四倍体の育成の例があるが，三倍体の育成については現在までのところ不明である。しかし，いずれにしても本研究で作出された三倍体は，アスパラガスの実用品種では最初のものである。

この三倍体アスパラガスは，莖の形状および生産力では母親である四倍体と極めて類似しており，その形質は四倍体の形質を強く受け継いでいた。さらに，同質三倍体は成熟分裂における染色体行動の不規則性のため，完全不稔または高不稔となる<sup>12)</sup>。本研究で育成した三倍体では，外見上正常である種子の発芽が全く認められなかったことから同様のことが考えられる。しかし，詳細に

ついては，さらに多くの種子を用いて確認しなければならない。

次に，三倍体の生産力がメリーワシントン500はもとより，四倍体と比べても同等あるいはそれ以上である理由を形態面において考察するために，第1表，第2表および第5表から，収量と莖および擬葉の形状との相関を求めたのが第7表である。収量と草丈，莖数および地下莖の広がり間には1%水準で，莖の太さとの間には5%水準で有意な相関があった。沢田<sup>10)</sup>は，アスパラガスの同化器官として擬葉は最も重要であるが，同時に主莖および分枝にも豊富に葉緑素が含まれ，擬葉と同様に同化作用を営むとしている。三倍体は草丈が高く莖が太いためにその表面積が大きくなり，同化量が多くなることが考えられる。このように，形態的に見ると三倍体では同化作用を営むうえで重要な受光体制が二倍体よりも

優れ、また同化器官の面積が大きいことが、同化量ひいては貯蔵養分量を多くすることにつながって、収量増に結びついたと考えられる。さらに、三倍体では果実の着生数が極めて少ないので、それが生産力の増強になっていることも考えられる。

以上述べてきたように、本研究で育成した三倍体は、その形態において母親の四倍体および父親の二倍体とは明瞭な区別性を有し、また生産力においても優れていることから、園芸品種として実用性があると判断した。

なお、本研究で得られた三倍体の株数は少なく、形態および生産力の変異については、今後多くの株を供試して引き続き検討しなければならない。このため、当面は既に優秀性の明確な株の組織培養等による栄養繁殖が望ましい。さらに、栽培にあたってはその優れた生産力を長期間維持するために、本圃の土壌条件を整備することが特に重要であると考えられる。

### 摘 要

三倍体アスパラガスを育成するために、1977年6月にコルヒチン処理で得たメリーワシントン500由来の四倍体（雌株）とメリーワシントン500（雄株）を交配し、1978年4月から形態特性および生産力を検討し、三倍体の生産力が高いことについて形態面から若干の考察を行い、普及における問題点について述べた。

1. 四倍体雌株 ( $2n = 4X = 40$ ) とメリーワシントン500雄株 ( $2n = 20$ ) の交配によって三倍体 ( $2n = 3X = 30$ ) を得た。
2. 三倍体の草丈は最も高く、茎も最も太かった。
3. 三倍体の擬葉長はメリーワシントン500の2.5倍で、擬葉の着生密度も粗かったが、セトグリーンとの差はなかった。
4. 花の大きさについて、三倍体の雄花はメリーワシントン500と同程度でセトグリーンより小さかったが、雌花はセトグリーンと同程度でメリーワシントン500より大きくなった。
5. 三倍体の果実着生数および種子数は極めて少なく、また、外観上正常な形態の種子も全く発芽しなかった。
6. 1984年4月10日から6月15日までの三倍体の収量

は、メリーワシントン500の2.4倍で、セトグリーンとは同等であった。また1981年から1984年の4か年の三倍体の収量は、メリーワシントン500の2.2~3.6倍、セトグリーンとは同等ないし26%増であった。

7. 本研究で育成した三倍体アスパラガスは、実用品種としての価値を有すると判断した。

### 引用文献

- 1) BRAAK, J. P. and A. E. ZEILINGA: 1957. Production of a colchicin-induced tetraploid asparagus. *Euphytica* 6 (3): 201-212.
- 2) 木原 均・山下孝介: 1947. 西瓜の四倍体育成予備試験. *生研時報*. 3: 89-92.
- 3) ————・西山市三: 1947. 三倍体を利用する無種子西瓜の研究. *生研時報*. 3: 93-104.
- 4) 松尾孝嶺: 1968. 育種学, 養賢堂: 221-223.
- 5) 沖森 當・寛 三男・長谷川繁樹・谷口義彦: 1984. 倍数体アスパラガスの育成に関する研究 第1報 コルヒチン処理による四倍体育成. *広島農試報告*. 48: 75-82.
- 6) 斎藤 清: 1962. 倍数体作物の農業的利用〔1〕. *農及園*. 37(1): 21-24.
- 7) ————: ————. ————〔2〕. *農及園*. 37(2): 337-340.
- 8) 佐々木正剛: 1973. てんさい モノホープ. *農業技術*. 28(10): 457-459.
- 9) 佐々木正剛: 1979. てん菜新品種「モノミドリ」. *農業技術*. 34(12): 552-555.
- 10) 沢田英吉: 1962. アスパラガス. 誠文堂新光社: 1-334.
- 11) 沢田英吉・田村 勉・八織利郎・原田 隆・今河茂・山本茂雄・佐藤滋樹・山吹一芳: 1983. アスパラガスにおける雄性系統の育成に関する研究 第1報超雌性株 (MM) の選抜と雄性系統の試作について. *北大農学部農場研究報告*. 23: 41-49.
- 12) 渡辺好郎, 1982. 育種における細胞遺伝学. 養賢堂: 68-71.

Studies on Polyploidy Breeding in Asparagus (*Asparagus officinalis* L.)

## 2. On the characteristics of triploid

Shigeki HASEGAWA, Yoshihiko TANIGUCHI, Ataru OKIMORI and Mitsuo KAKEHI

## Summary

Triploid asparagus which had high-yielding ability and sterility was developed by the crossing between tetraploid Marry Washington 500 (female) and Marry Washington 500 (diploid, male) in 1977.

The results obtained by the investigation from 1978 till 1986 were summarized as follows;

Triploid plant height was 237cm and higher than tetraploid and diploid. The stem of triploid grew thicker by 4.9mm compared with diploid, but it was about as thick as tetraploid. The triploid cladophyll in length and density was equal to tetraploid's one but was longer or thinner than diploid.

The male flower of triploid was about as large as diploid's one, but the female one was the same size as that of tetraploid.

Diploid and tetraploid bore well but triploid did nothing but 14 fruits. Also, though seeds of diploid and tetraploid germinated 93 or 77 per cent, triploid seeds didn't germinate at all.

The yield of triploid amounted to 1,237 g per plant from April 10 till June 15. That was 2.3 times as much as diploid. Further, the yield of triploid in four years from 1981 till 1984 increased by 2.2-3.6 times as much as diploid and also showed an increase of 0-26 per cent compared with tetraploid.

**Key words:** Asparagus, breeding, triploid

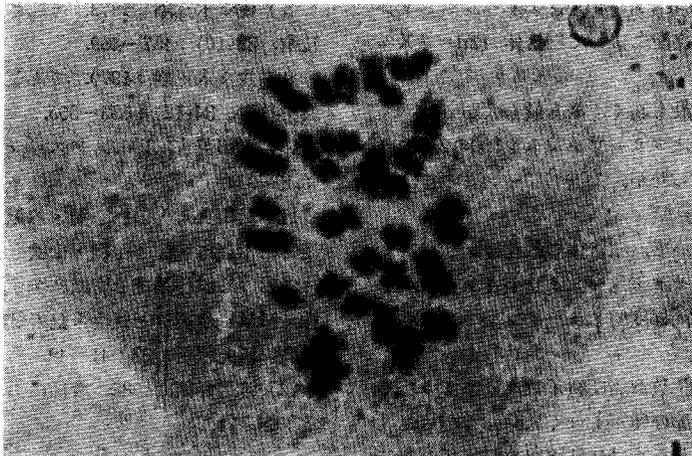


写真-1 三倍体の染色体 ( $2n=30=3X$ )  $\times 3,500$