



Title	アスパラガスにおける雄性系統の育成に関する研究 : 第2報 雄性系統における花の発育と果実着性について
Author(s)	八鍬, 利郎; YAKUWA, Toshiro; 原田, 隆 他
Citation	北海道大学農学部邦文紀要, 13(4), 564-570
Issue Date	1983-07-11
Doc URL	<a href="https://hdl.handle.net/2115/11999">https://hdl.handle.net/2115/11999</a>
Type	departmental bulletin paper
File Information	13(4)_p564-570.pdf



# アスパラガスにおける雄性系統の育成に関する研究

## 第2報 雄性系統における花の発育と果実着性について

八 鍬 利 郎 ・ 原 田 隆 ・ 笠 井 登

(北海道大学農学部果樹・蔬菜園芸学教室)

(昭和58年2月28日受理)

### Studies on the Breeding of All-male Cultivar in Asparagus

#### II. Observation on the flower development and fruiting in all-male strain

Toshiro YAKUWA, Takashi HARADA  
and Noboru KASAI

(Department of Horticulture, Faculty of Agriculture,  
Hokkaido University, Sapporo, Japan)

#### 結 言

前報<sup>9)</sup>において、アスパラガスの超雄株(MM)を花粉親として育成した雄性系統SM-1の育成経過と、その試作結果について述べた。SM-1はすべての株が雄性株であったが、少量の果実を着生する株が若干認められた。このことは将来雄性系統を経済品種として栽培する場合に十分認識しておかなければならない重要なことであると考えられる。

本報ではこの点について数量的に明らかにするため、花の形態と果実着生との関係ならびに年次による果実着生数の変動について調査したので、その結果を報告する。

#### 材料及び方法

第1報<sup>9)</sup>に述べた方法で育成したSM-1の種子を1975年3月、ペーパーポットに播種して育苗した後、同年6月北海製缶株式会社石狩農場(石狩町生振)に定植した。畦幅は250cm、株間は60cmとした。栽培管理は慣行法に従い、1977年からグリーンで収穫を開始した。調査は1977年から1980年にかけて、860株を対象に行い、同様に栽培してある‘メリーワシントン500W’約100株と比較した。まず花の形態については、開花中の花を観察し、特に雄蕊および雌蕊の発育度について調査し、‘メリーワシントン500W’の雄花および雌花の形態と比較した。また、果実の着生については秋に1株ずつ注意深く観察し、1個でも果実を着生している株はす

べて果実を採取し、果実数のほか果実内の種子数および種子の発芽率についても調査した。

#### 結 果

##### 1. 花の形態の比較

SM-1系の株に着生する花は、雄蕊はすべて完全であったが雌蕊がやや大きくなっているものが多かった。そこで花の形態を主として雄蕊と雌蕊の発育度によってFig. 1に示すような6種の型に分類し、‘メリーワシントン500W’の雌株および雄株とSM-1系における花の各型の出現頻度を調査してみた。その結果はTable 1のとおりで、‘メリーワシントン500W’の雌株ではType 2および3に集中しており(83.3%)、Type 5の花は見当たらなかった。これに対しSM-1系ではType 1および2の花は見当らず、Type 3が10.5%、Type 4が68.4%で最高を示し、Type 5の花も21.1%みられた。また、

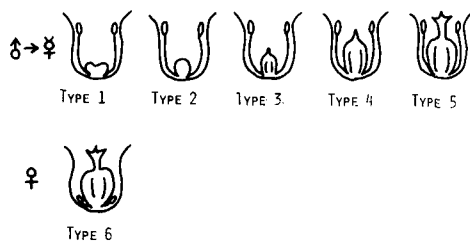
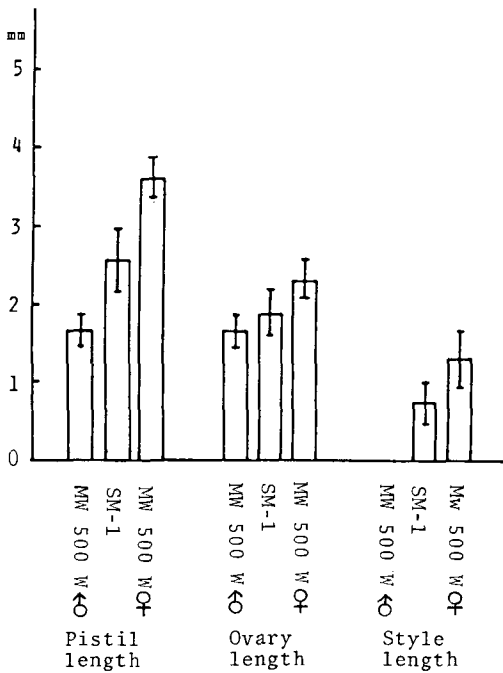


Fig. 1. Classification of flower structure in asparagus.

**Table 1.** Comparison of flower structure in all-male strain 'SM-1' and 'Mary Washington 500 W'

Flower structure*	MW 500 W ♂ (%)	SM-1 (%)	MW 500 W ♀ (%)
Type 1	8.3	0	0
2	45.8	0	0
3	37.5	10.5	0
4	8.3	68.4	0
5	0	21.1	0
6	0	0	100

\* Shown in Fig. 1.

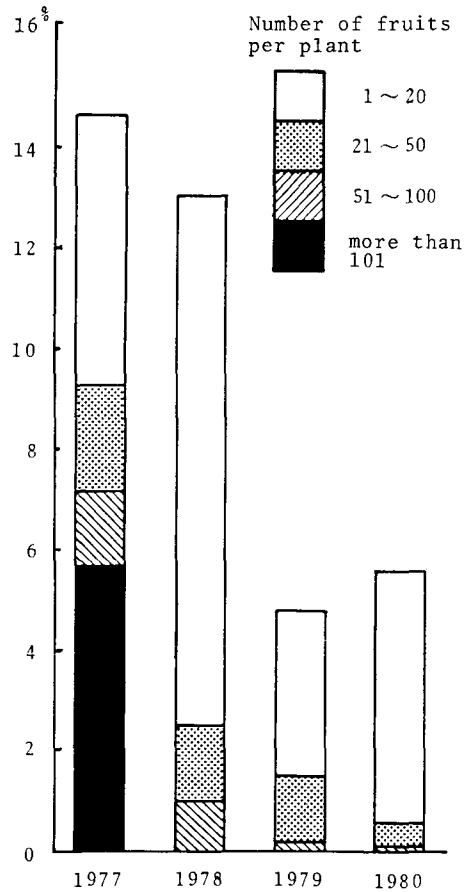


**Fig. 2.** Comparison of pistil size in all-male strain 'SM-1' and 'Mary Washington 500 W'.

‘メリーワシントン500 W’の雌株では100%が Type 6の花を着けていた。

つぎに、雌蕊の発育度の関係を量的に比較するため、雌蕊長、子房長、花柱長について調査した結果を示すと Fig. 2 のとおりで、SM-1 系はいずれの長さも ‘メリーワシントン500 W’ の雄株と雌株の間にある。

なお、SM-1 系の中で、果実を多数着生した株と全く着生しなかった株との間に、花の形態的な差が認められるかどうかについて調査した結果、特に明瞭な傾向は認



**Fig. 3.** Percentage of plants bearing fruits in all-male strain 'SM-1' in each year from 1977 to 1980.

められなかった。

**2. 果実の着生数**

調査した4年間における果実着生株率は Fig. 3 のと

おりで、年によりかなりの差がみられた。すなわち1977年はSM-1系の14.7%の株に果実が着生し、その約半数の株に50個以上の果実が着生した。100個以上の果実を着生した株も5.8%みられた。1978年に果実を着生した株は13.1%で前年に近かったが、その多くは20個以下の果実しか着けず、100個以上の果実を着けた株は見当たらなかった。また、1979年および1980年には果実を着生した株がわずか5~6%で、その多くの株は果実着生数も20個以下であった。

つぎに株ごとに着果状況をみると、前年果実の着生数が多かった株は翌年も果実を着生するという傾向は一般にみられたが、100個以上の果実を着生した株が、翌年には全く果実を着生しなかったという例もみられた(Table 2)。また、全般的に着果が多かった1977年に着果しなかった株にもその翌年(1978年)に若干の果実が着生した例が認められた。Fig. 3にみられるように1977年には100個以上の果実を着けた株がかなりあったが、これらを果実数100個きざみで当該株数を示すと Table 3

**Table 2.** Fruiting of some plants in all-male strain 'SM-1' in each year from 1977 to 1980

Mark of plant	1977	1978	1979	1980	Mark of plant	1977	1978	1979	1980	Mark of plant	1977	1978	1979	1980
1	+	+	-	-	16	+	-	-	+	31	+	-	-	-
2	#	-	-	-	17	+	+	+	-	32	+	-	-	-
3	+	-	-	-	18	+	-	+	-	33	#	+	+	+
4	#	+	+	-	19	#	+	+	-	34	#	-	-	-
5	+	+	+	+	20	+	+	+	-	35	#	+	+	+
6	+	-	-	-	21	+	-	-	-	36	+	+	+	+
7	+	-	-	-	22	#	+	-	-	37	+	-	-	-
8	+	-	-	-	23	+	-	+	-	38	#	+	+	+
9	#	#	-	-	24	+	+	-	-	39	+	-	-	-
10	#	#	+	+	25	+	-	+	-	40	+	+	-	-
11	+	-	-	-	26	+	-	-	-	41	#	-	-	-
12	+	+	-	+	27	+	-	-	-	42	#	+	+	+
13	+	+	-	-	28	+	+	-	-	43	+	+	-	-
14	#	-	-	-	29	+	-	-	-	44	#	+	+	-
15	+	-	-	-	30	+	-	-	-	45	#	-	-	-

- : 0, + : 1~20, + : 21~50, # : 51~100, # : more than 101 fruits.

**Table 3.** Fruiting of plants in all-male strain 'SM-1' in 1977

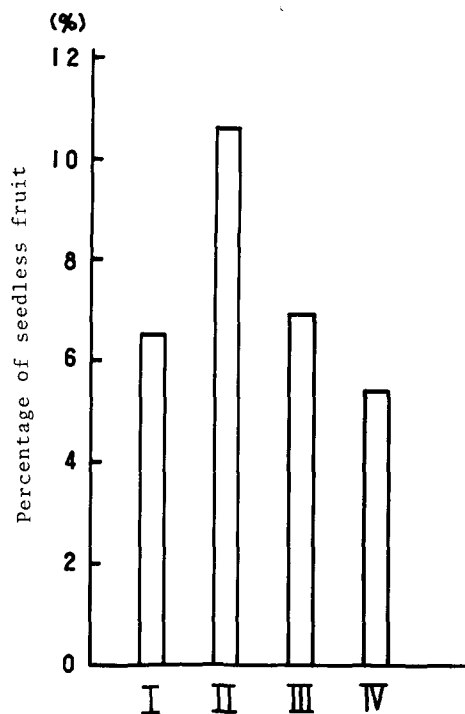
Classification of plant by number of fruits borne on a plant	Number of plants	Percentage (%)	Classification of plant by number of fruits borne on a plant	Number of plants	Percentage (%)
1-100	77	61.1	801- 900	1	0.8
101-200	18	14.3	901-1,000	1	0.8
201-300	8	6.3	1,001-1,100	1	0.8
301-400	4	3.2	1,101-1,200	2	1.6
401-500	4	3.2	1,201-1,300	0	0
501-600	4	3.2	1,301-1,400	0	0
601-700	2	1.6	1,401-1,500	1	0.8
701-800	3	2.4	Total	126	100

のとおりである。すなわち、果実着生株 126 株中、果実着生数 1~100 個の範囲に入る株が 77 株で 61.1% を占めるが、残りの 49 株 (38.9%) については、果実数の多い区分で順次減少の傾向がみられる。また、1,000 個以上の果実を着けた株が 4 株あり、果実着生数の最も多いものは 1,492 個であった。これと比較するため、'メリーワシントン 500 W' の正常な雌株 5 株について果実着生数を調査したところ、平均 4,948 個であった。

3. 果実内種子数

1977 年の調査成績をみると、SM-1 系に着生した果実には 5~10.5% の無種子果実が認められた (Fig. 4)。これらの果実は極端に小さいので容易に区別できる。

つぎに、種子含有果実について 1 果平均種子数をみると、1 株当たり果実着生数による差はほとんど認められず、区分ごとの平均値では全種子数 (未熟種子も含む) 約



Classification of plants by number of fruits

Fig. 4. Ratio of seedless fruits against all fruits in the fruit-bearing plants classified by number of fruits in all-male strain 'SM-1'

I: Plants bearing 1 to 20 fruits, II: 21-50 fruits, III: 51-100 fruits, IV: more than 101 fruits.

1.2~1.3 粒、黒色を呈する成熟種子 0.4~0.6 粒であった (Fig. 5)。なお、'メリーワシントン 500 W' の正常な雌株に着生した通常の果実の 1 果中の成熟種子数は平均 4.8 粒 (完全に受精すれば 6 粒) であった。

つぎに 1 株当たり種子数の範囲をみると Table 4 のとおりで、発芽可能と考えられる成熟種子数の最小は果実着生数の多少に関係なく 0 であるが、最大数は果実着生数の多い株区分ほど多くなっており、全体を通じて最も多く種子を着けた株では総種子数 2,462 粒、成熟種子数 1,019 粒であった。

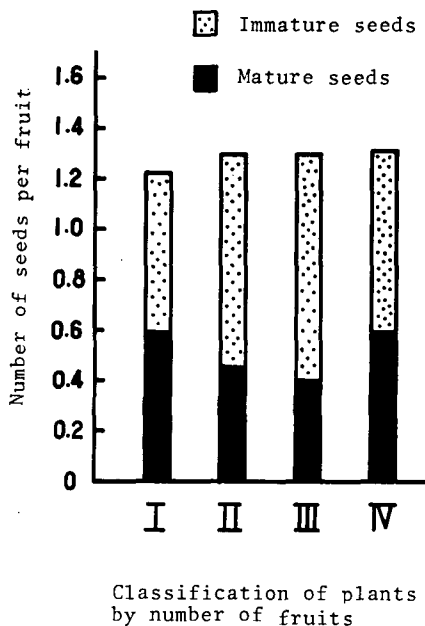


Fig. 5. Average number of seeds per fruit in the fruit-bearing plants classified by number of fruits in all-male strain 'SM-1'.

I: Plants bearing 1 to 20 fruits, II: 21-50 fruits, III: 51-100 fruits, IV: more than 101 fruits.

Table 4. Number of seeds produced from all male strain 'SM-1'

Classification of plant by number of fruit borne on a plant	Number of seeds per plant		Number of mature seeds per plant	
	Min.	Max.	Min.	Max.
1- 20	1	40	0	33
21- 50	21	73	0	57
51-100	44	175	0	172
over 101	105	2,462	0	1,019

なお、'メリーワシントン500 W'の正常な雌株に着生した果実と SM-1 系に着生した果実のそれぞれ 100 個の重量を比較すると Fig. 6 のとおりで、SM-1 の果実は正常の雌株に着生する果実の約 1/2 の重さであった。

1979年に着果した SM-1 系の任意の 10 株から採取した種子の発芽について調査した結果は Table 5 のとお

りであった。この表からも明らかのように、種皮が白色の未成熟種子はほとんど発芽せず、種皮が黒色の種子も株によってはかなり発芽率が低く、また全く発芽しなかった株もあり、全体でみると発芽率は約 34% であった。

### 考 察

播種した種子がすべて雄株となるいわゆるアスパラガスの雄性系統(全雄系統)を一般栽培者が栽培する場合、果して果実や種子を全く着生しないかどうかは大きな関心事であると同時に実際問題としても極めて大きな意義を有する。このことから、著者らが育成した雄性系統 SM-1<sup>9)</sup>を用いて、実際にどの程度の果実が着生し、それら果実着生株がどのような花を着けるかについて調査した。この場合、果実(種子)を着生する株については二つの原因が考えられる。すなわち、その一つは採種の過程で偶然的に雌株の種子が混入する場合であり、他の一つは MM を利用した雄性系統が遺伝的に果実を着生する能力を有する場合である。

結果の項において述べたように、SM-1 系に着生した花は、いずれも雄蕊が完全であり、通常の雌花(雄蕊が完全に退化している)とは明らかに異なっていることから、SM-1 系のうちの果実を着ける株は雌株ではないことが確認されるとともに、採種過程における他の雌株の種子の混入などはなかったことが判明した。

SM-1 の雌蕊の発育度は'メリーワシントン500 W'の雌花の雌蕊ほど完全なものではなかったが、雄花の雌蕊よりは明らかに大きいものが多かった。このことから、SM-1 系の株は雄性で雄蕊は完全であるが、雌蕊もある

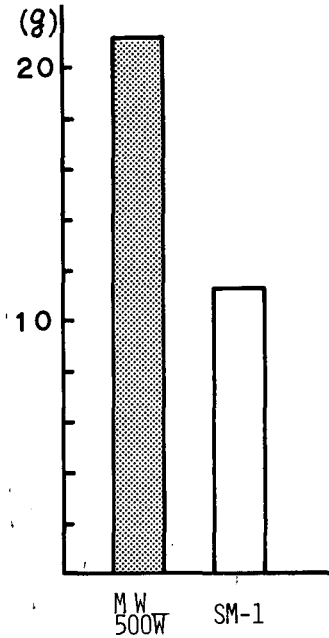


Fig. 6. Comparison of weight of 100 fruits in all-male strain 'SM-1' and 'Mary Washington 500 W'.

Table 5. Germination of seeds produced from all mail strain 'SM-1'

Mark of plant	Number of fruits produced	Number of seeds		Number of seeds planted	Number of seeds germinated	Percentage (%)
		Mature	Immature			
17	20	7	7	14	0	0
47	8		3	3	0	0
60	6	12		12	0	0
102	25	5		5	3	60.0
103	5	7		7	4	57.1
106	3	1		1	0	0
109	25	31		31	14	45.2
123	20	23		23	8	34.8
124	8	11		11	7	63.6
126	2	2		2	1	50.0
Total	122	99	10	109	37	33.9

程度發育しているものが多く、その中のいくつかの株では生理的にも受精できる能力を有しているため、場合によって果実を着生するものと考えられる。このことは、超雄株 (MM) の育成過程で、まず雄株でありながらわずかではあるが果実 (種子) を着生する株が利用されていることを考えれば、むしろ当然のことといえよう。ただし、雌蕊の發育程度と果実着生との間には必ずしも関連性は認められず、花の形態から果実を着生する株か否かを判定することは不可能であった。

従来、アスパラガスの性に関しては前報<sup>9)</sup> で述べたように総体としては、1対の対立遺伝子によって決定されるものと説明されており<sup>1,3,7,8)</sup>、性の確認は成熟花の形態によってのみ可能である<sup>1,5,6,8,10)</sup>。これに対し、MARKS<sup>4)</sup> は、両性個体が生ずることを考慮して遺伝的性決定機構について *supergene* を採用した別の解釈を紹介している。筆者らの上述の観察においても、遺伝的には明らかに雄性 (Mn) であるはずの株で雌蕊が通常の雄花よりはよく發育している花をもち、また、正常の雌株と比べると比較にならぬ程少量とはいえ、数十、数百、ときには千個以上の果実を着生する能力を有する株が存在するのであるから、両性株 (または両全株) の存在を遺伝的に説明しようとする MARKS の試みは極めて興味深いものであり、さらに詳細な研究が望まれるところである。ただ、ここで問題となるのは両性株の定義づけであろう。何故なら、結果の項で述べたように花の形態 (特に雌蕊の發育度) は連続的に変異しており、形態的に雄花と両性花との境界を明確にすることが困難であるし、その雌蕊の發育度と果実着生との間にも明確な関連性がみられず、さらに年によって果実を着生する株が異なっているところから、果実着生能から両性株と単性株 (雌株) とを区別することも極めて困難であるからである。この点については今後も観察を続けたいと考えている。

花岡<sup>2)</sup> はアメリカで育成された雌性系統を導入して観察を行い、0.8~9.2%の雌株と0~1.7%の間性株が混入していたと報告している。この場合の雌株と間性株との判定法は明らかでないが、いずれにしても果実を着生する株が混じていたという点では筆者らの観察結果と同様である。

以上のように雄性系統の中には、ある程度の果実を着ける株が存在し、その中には発芽力を有する種子も含まれていることが確認された。これらの種子が発芽してできる実生の中には雌性個体も混ってくるので、雄性系統の採種ならびに栽培に当っては着生した果実を残らず摘除するように留意するとともに、果実が落下して生じた

実生は極力取り除くよう努めることが望まれる。

## 摘 要

アスパラガスの超雄株 (MM) を花粉親として育成した雄性系統 (全雄系統) SM-1 における花の形態と果実着生状況について調査し、大要次のような結果を得た。

1. 雄性系統の花は普通品種である 'メリーワシントン 500 W' の雄花と同様、すべての花が完全な雄蕊を備えていた。しかし、雌蕊の發育は通常の雄花より明かに良好のものが多かった。なお、果実を多数着生した株と、果実を全く着生しなかった株との間に、特に明瞭な花の形態的差は認められなかった。

2. 果実を着生した株数および果実着生数は年によりかなり異なった。すなわち、1977~1980年の4年間の調査で最も多く果実を着生した年 (1977年) には14.7%の株に果実が着生し、100個以上の果実を着生した株が5.8%みられたが、1979, 1980年には5~6%の株にしか果実が着かず、果実着生数もほとんどが20個以下であった。なお、1株当たり着果数の最多は1,492個であった。

3. 'MW 500 W' の雌株における1果当たり平均成熟種子数は4.8粒であったが、'SM-1' に着生した種子内蔵果実における1果平均成熟種子数はわずか0.4~0.6粒であった。また、'SM-1' に着生した果実には平均5~10%の無種子果実が認められた。

4. 以上のように雄性系統の中には、ある程度の果実を着ける株が存在し、その中には発芽力を有する種子も内蔵されており、それらの実生の中には遺伝的に雌性個体も出現することになる。したがって、雄性系統の採種ならびに栽培に当っては、着生する果実を残らず摘み取るほか、圃場に生ずる実生は極力取り除くよう努める必要がある。

## 謝 辞

本研究を行うに当たり、圃場の使用その他について種々御協力いただいた北海製缶株式会社任詔研究所 佐藤滋樹場長ならびに山吹一芳氏に深く感謝の意を表する。

## 引用文献

1. FLORY, W. S.: Genetic and cytological investigations on *Asparagus officinalis* L., *Genetics*, **17**: 432-467. 1932
2. 花岡 保: 導入アスパラガス全雄系統の比較試験について, 北海道園芸研究談話会報, **10**: 54-55. 1977
3. MALHOTRA, R. C.: The sex ratio in *Asparagus*

- officinalis* L. and its artificial modification, *J. Genet.*, **23**: 157-172. 1930
4. MARKS, G. E.: A reconsideration of the genetic mechanism for sex determination in *Asparagus officinalis* L., *Eucarpia*, 4<sup>e</sup> réunion sur la sélection de l'Asperge, Versailles., 123-130. 1973
  5. PEIRCE, L. C. and CURRENCE, T. M.: The inheritance of hermaphroditism in *Asparagus officinalis* L., *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, **80**: 368-376. 1962
  6. REIMANN-PHILLIPP, R. ZILM, B. and ERESEN, H.: Cytologische untersuchungen zur identifizierung der Geschlechtchromosomen bei *Asparagus officinalis* L. in verbindung mit der Zuchtung rein männlicher Sorten, *Z. Pflanzenztg.*, **42**: 295-304. 1959
  7. RICK, C. M. and HANNA, G. C.: Determination of sex in *Asparagus officinalis* L., *Amer. J. Bot.*, **30**: 711-714. 1943
  8. ROBBINS, W. W. and JONES, H. A.: Secondary sex characters in *Asparagus officinalis* L., *Hilgardia.*, **1**: 183-202. 1928
  9. 沢田英吉・田村 勉・八鍬利郎・原田 隆・今河 茂・山本茂雄・佐藤滋樹・山吹一芳: アスパラガスにおける雌性系統の育成に関する研究. 第1報 超雄株(MM)の選抜と雌性系統の試作について, 北大農場研究報告, **23**: 41-49. 1983
  10. THUESEN, A.: Cytological studies in *Asparagus officinalis* L., *Yearb. roy. vet agric. coll. Copenhagen.*, 47-71. 1960

### Summary

Eight hundred and sixty of asparagus plants belonging to all-male strain 'SM-1' with the genotype of Mm and phenotype of male, which were bred by hybridization between a supermale plant and a female plant, were planted in the field, and flower

development and fruiting were observed through 1977 to 1980. The results obtained are summarized as follows:

1. All flowers in the 'SM-1' developed complete stamens similar to that of a male flower in 'Mary Washington 500 W', but a distinct difference in the developmental stage of pistil was observed between 'SM-1' and 'MW 500 W'. Namely, the length of the pistil of the flower in 'SM-1' is longer than that of male flower of 'MW 500 W', and is shorter than that of female flower of 'MW 500 W'. No difference in morphogenesis of the pistil was observed between the plants bearing many fruits and no fruit in 'SM-1'.

2. A difference in quantity of fruits was observed in each year from 1977 to 1980. Namely, the percentage of plant bearing fruits was 14.7% in 1977, and was only 5-6% in 1979 and 1980. On the other hand, the average number of fruits per plant in 1977 was much larger than that in 1978-1980, and maximum number of fruits appearing on a plant in 'SM-1' was 1,492 in 1977.

3. The average number of mature seeds per fruit was 4.8 in 'MW 500 W', but was only 0.4-0.6 in SM-1'. Percentage of seedless fruits in 'SM-1' was 5 to 10%. Germination rate of these seeds was about 34%.

4. From the results mentioned above, it was clarified that a possibility of bearing some fruits including seeds with germinability exists in growing asparagus plants belonging to an all-male strain. It would be very important that all fruits borne on the all-male strain and all of seedlings developed from the seeds in the field must be removed from the field because some of them have genotypes of female (mm) genetically and produce intact female plants.