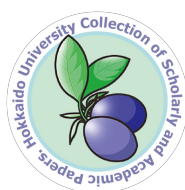




Title	アスパラガスにおける雄性系統の利用とその有用性に関する研究
Author(s)	笠井, 登
Description	技術部職員研修の研究・技術発表
Citation	北海道大学農学部技術部研究・技術報告, 1, 11-15
Issue Date	1994-03
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/35254
Type	departmental bulletin paper
File Information	1_p11-15.pdf



アスパラガスにおける雄性系統の利用と その有用性に関する研究

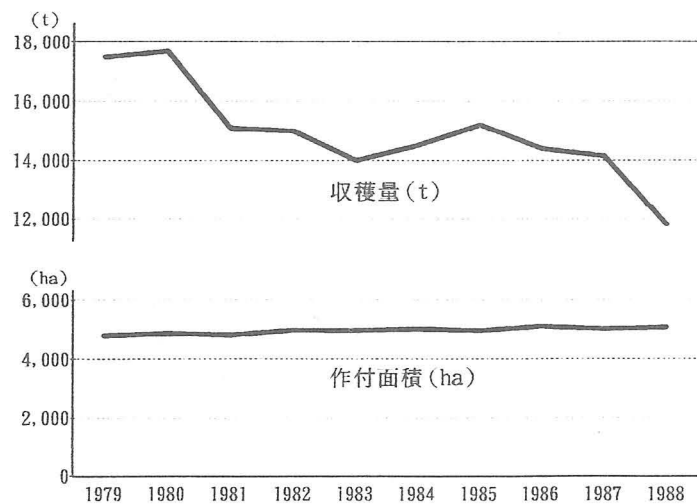
生物資源科学科 園芸学講座 笠井 登（作物・分析系 共同利用班）

はじめに

アスパラガスはユリ科に属する宿根性の永年生作物で、野生種はヨーロッパ南部からロシア南部にかけて広く分布している。栽培の歴史もきわめて古く、ローマ時代には品種・栽培法についての記録がある。また、アスパラガスは各種アミノ酸、とくにアスパラギンを多く含んでいるほか、パントテン酸、高血圧に効くルチン、マンナン、コリン、アルギニンなどを含んでおり、栄養価が高く、特にグリーン・アスパラガスが栄養的に優れている。わが国にはオランダ人によって1780年頃より前に長崎に伝えられ、主に鑑賞用として栽培されていた。日本での栽培は、1971年（明治4年）北海道開拓使がアメリカから再導入し試作したのが始まりである。

本格的な栽培は、1923年に岩内町で約40ha栽培したことからはじまり、1925年には罐詰加工も企業化され、その後は順調に発展し、1940年（昭和15年）頃には栽培面積が全国で2,000haになった。当時は、ホワイト・アスパラガスが主で、ほとんどが輸出であったことから、第2次大戦後には輸出がとだえ全国での作付面積は70ha程度に落ち込んだが、食料事情の好転、輸向け缶詰の将来性の向上、グリーン・アスパラガスとしての消費の急増などにより作付面積は第1図に示すまでになり、このうち約6割が北海道で生産されている。

近年(1988年以降)急激に生産量が減少しているが、その主なる要因は病害の多発によるものと考えられ、防除技術の確立とともに耐病性に優れた品種及び収量性の高い品種の育成が求められている。



第1図 北海道におけるアスパラガスの作付面積と収穫量の推移

1. 主要育成品種について

国内における主要品種は、従来から栽培されている‘メリーワシントン500’、‘メリーワシントン500W’（アメリカの Hanna 氏によって育成され1958年に発表されたもので、1964年日本に導入された）が現在でも代表的な品種となっており、ほとんどが海外からの導入品種で、すべて輸入種子に依存してきた（第1表）。

北海道では1969年「アスパラガス優勢種子緊急事業」として国立および道立の農業試験場、北海道大学、北海製缶が協力し、道内各地から優良株を選定し、集団隔離採種により新たな系統を作出し、1981年（昭和56年）、開道100年にちなみ‘北海100’と命

名され、準奨励品種となっている。また、現在輸入されている種子の価格は高いためより安く、生産性の高い品種が求められている。現在の主な品種の種子の価格は第2表のとおりである。

第1表 各地での主要品種の生産割合

都道府県名	主 要 品 種	割合%
北海道	メリーワシントン500W	90
	メリーワシントン	52
	メリーワシントン	90
	メリーワシントン500W	100
	メリーワシントン	75
青森県	メリーワシントン	90
	メリーワシントン	83
	カルフォルニア	50
	メリーワシントン	100
	メリーワシントン	20
宮城県	メリーワシントン	20
	メリーワシントン	100
	不明	71
	メリーワシントン	60
	メリーワシントン	78
秋田県	メリーワシントン500W	78
	メリーワシントン	50
	メリーワシントン	94
	メリーワシントン	94
	メリーワシントン	99
山形県	メリーワシントン	100
	メリーワシントン	100
	メリーワシントン	100
	メリーワシントン	95
	メリーワシントン	100
福島県	メリーワシントン	100
	メリーワシントン	100
	メリーワシントン	100
	メリーワシントン	99
	メリーワシントン	80
茨城県	メリーワシントン	80
	メリーワシントン	98
	メリーワシントン500W	61
	メリーワシントン500W	100
	メリーワシントン	87
栃木県	メリーワシントン	98
	メリーワシントン	98
	メリーワシントン	80
	メリーワシントン500W	85
	メリーワシントン500W	91
群馬県	メリーワシントン	70
	メリーワシントン	39
	メリーワシントン	50
	メリーワシントン	60
	メリーワシントン500W	80
埼玉県	メリーワシントン500W	77
	メリーワシントン500W	76
	メリーワシントン500W	45
	メリーワシントン	80
	メリーワシントン	80

第2表 アスパラガス種子の価格(1dl)

(1dl 3,500~3,800粒)

品 種	価 格	1粒価格
メリーワシントン500W	1,450円	0.41円
ウエルカム	21,000円	5.91円
ポールトム(雄60%)	2,000円	0.56円
ポールランド(雄70%)	24,000円	6.75円
カンザス(雄100%)	15,000円	4.22円
フランクリン(雄100%)	40,000円	11.25円
組 織 培 養 苗	1 株	100~200円

第3表 組織培養法を用いた研究・開発及び実用化状況

地 区・団 体・企 業 名	取り組み内容・実 績	開始年度
北海道		
滝川市園芸センター	種苗の増殖	
上富良野町農協技術センター	茎頂培養による苗の増殖	1987~
富良野農協	"	1984~
上湧別町寒地園芸センター	組織培養による種苗の増殖	
青森県		
和賀中央農協	優良種苗の増殖	1988~
山形県		
鶴引町農協	優良雄株の増殖	1988~
長野県		
諏訪長野原種センター	ウイルスフリー株増殖	
岡山県		
鏡野農協	優良株の選抜と増殖	
広島県		
広島県組織培養研究所	組織培養による種苗の増殖	
長崎県		
諫長島園芸種苗供給センター	組織培養による種苗の増殖	1990~
大分県		
大分県農業技術センター	カルス選抜で新品種作成	
企 業		
北海製罐	組織培養・薬培養による品種育成	1980~
石川島播磨重工業	石川島重工業が開発した組織培養技術で	1990~
(富良野農協と提携)	富良野農協は、生産馴化を行う	
干条製紙	組織培養によるクローン苗増殖	
(現在、圃場試験段階)		
キリンビール	不定胚培養での増殖技術の確立、	1985~
(北海製罐と提携)	北海製罐の品種をキリンビールが増殖する	
ライオン	不定胚培養での増殖技術の確立	

2. 組織培養法によって作出された優良系統

収量・品質・耐病性などについて優良な個体(株)を見つけ、無性繁殖法によってこれと同じ性質をもった個体を多数得ることができれば、栽培上有利である。

近年、組織培養によって増殖したアスパラガスが相次いで商品化されつつあるが、その研究開発・実用化の状況は第3表に示すとおりである。

3. 栽培面における雄株の有用性

アスパラガスは雌雄異株の作物で雄株と雌株とがあり、両者はほぼ同数生ずる。

栽培面で雄株が雌株より有利な点としては、

- ①茎の太さも適当で果実を着けず倒伏し難いこと。
- ②萌芽茎数が多いことから雌株より20~30%収量が高いことの二つがある。

一方、雌株の不利な点としては、

- ①果実をつけるため多量の養分を消費し(年により違いがあるが1株に着生する果実の量はその年の収穫量に匹敵する株もある)、寿命が短く永年作物としては不利であるこ

と。

②落下した種子が雑草化し、それを媒体として病害が発生することがある、などである。したがって、雄性個体のみを生ずる種子集団を得ることができれば栽培上極めて大きな利用価値があると考えられる。

4. 超雄株およびそれを花粉親とする雄性系統の作出

アスパラガスの雌雄性は、M（優性）とm（劣性）の1対の対立遺伝子によって決定され、雌はホモ（mm）、雄がヘテロ（Mm）で表され、mをもつ花粉で受精すると雌になり、Mで受精すると雄になる。したがって、通常の有性繁殖では雌株と雄株が1：1の割合で出現する。しかし、MM個体つまり超雄株を作出し、それを親として雌株と交配すれば、その種子から得られる個体は全て雄（Mm）となり雄性系統ができる。

超雄株（MM）を作り出す方法については、雄株（Mm）でありながら、雌薬が発達し受精能力があり、果実・種子を着ける両性花をもつ株が極くまれに存在することがわかっており、このことを利用して超雄株（MM）を作出し、超雄株と雌株との交配により全雄性種子集団（雄性系統）を得ることの可能性が報告されている。

それは、オランダの J. Sneepe が1953年に発表したもので、すでに雄株の有利性が指摘され、雄株だけからなる系統を得ることを試みている。ここで用いられている遺伝法則は、第2次大戦の初期にアメリカのRickとHannaによって見いだされ、1945-46年にBang aがオランダに導入し、Sneepeによって実証されたものである。

すなわち、上述の両性花の自花受粉では、 $Mm \times Mm \rightarrow 1MM \times 2Mm \times 1mm$ となり、雌株（mm）は全体の1/4で、残りの3/4は雄株となる。これらの雄株の1/3（全体の1/4）は MM（超雄株）であるから、これを花粉親として雌株に交配すればその後代は全て雄株となる。

両性花を着ける雄株は、通常の栽培圃場から見つけるが、全雄株に対する確立は数万分の一ないし数十万分の一と考えられている。超雄株の作出方法は次の通りである。

作業手順

- ① 両性花で果実を着ける雄株（Mm）を見つけ、これから種子を採る（F₁）
- ② F₁種子を育成し、雌雄を判定し、雌株を除く
- ③ その雄株を他の雌株に交配し採種する（F₂）
- ④ F₂種子から育成された個体の全てが雄であったときのその花粉親（F₁の雄株）が超雄株（MM）である。すなわち、両性花から取れた種子（F₁）全体の1/4が超雄株（MM）である。

5. 北海道大学農学部園芸学講座での雄性系統の育成について

(1) 雄性系統の作出及び特性比較(第1回目試験)

1963年の夏に北海道の一般栽培者のアスパラガス圃場を調査し、雄株であって果実を着生する株を6株見出し、同年秋に種子を採取し、株を育成し、上述の手法で、12株の超雄株（MM）が得られた。その後、MM-1～MM-8 の8株選び、さらに収量、形質を調査した結果、1972年に最も有望であった超雄株と、選抜した‘メリーワシントン500’の雌株とを交配し、1973年に雄性の種子集団を得た。これをSM-1（Super Male-1）と命名した。

1977年から1981年までの5年間における栽培適性試験の結果は、対照品種である‘メリーワシントン500W’に比べ、茎数、重量ともに優れていたが、若茎の先端が開き

やすい性質があった。このSM-1は、一般栽培圃場で果実を着生している雄株を見つけ、行われたものであったため、その雄株の有用形質についての選抜が行われていなかったことによる。

(2)優良形質を有する超雄株の作出並びに優良雌株との後代(優良雄性系統)の作出及びその特性調査(第2回目試験)

第1回目試験において雄性系統の作出が可能であることがわかったので、ここでは、優良形質を有する超雄株の作出並びに雄性であって優良な形質を有する系統すなわち優良雄性系統の作出及び特性調査を試みた。

材料及び方法

北海道農業試験場において1966年から実施したアスパラガス品種比較試験において好成绩であった#873系統のうち、優良とみられた雄株3個体を(イ)(ロ)(ハ)と命名し、組織培養により増殖した。

1982年、(ハ)の系統の1株に果実が着生してしているのを見出したので、ここに株を用いて前述の手法により試験を行った。なお、この試験は、北大と北海製罐(株)との共同試験である。

1982年に得られた38粒の種子(F_1)から株を育成し、その中の雄株の花粉を開花中の雌株に交配し、得られた F_2 種子を直ちに播種し、育苗を行い、圃場に定植して発育を促し、開花した F_2 株の性について調査した。その性比によって遺伝子型がMMであると判明した F_1 雄株を優良超雄株とした。

次にこの優良超雄株と別に選抜した優良雌株とを交配し、その種子から得られた個体群(雄性系統)が優良な雄性系統となるのでこれらの生育特性、収量について調査を行った。

なお、交配方法は、アスパラガスは虫媒花であることから、雌株を寒冷紗のハウス内に隔離して行った。花粉については、採取した花を30℃恒温器内で一晚乾燥し、取り出した花粉をシリカゲルを入れたデシケータ中に保存した。受粉は、ツマヨウジの先に綿をつけたものを用いて行った。

結果及び考察

F_1 の性および F_2 の性についての調査結果は第4表のとおりである。

すなわち、 F_1 38株のうち、雄は26株、雌は10株で2株が未開花(のちに枯死)であった。雄26株のうちの9株が超雄株(MM)であると判定された。

理論値からみると、 F_1 (38株)の3/4が雄株で、そのうちの1/3 すなわち全体の1/4 が超

第4表 F_1 及び F_2 株の性に関する調査結果

F_1 株		F_2 株			F_1 株の遺伝子型の判定
記号	性	総株数	雄性	雌性	
H-1	♂	146	145	0	MM ◎
H-2	♂	134	133	0	MM ◎
H-3	♂	174	90	84	Mm
H-4	♂	98	51	47	Mm
H-5	♂	92	92	0	MM ◎
H-6	♂	93	51	42	Mm
H-7	♂	62	33	29	Mm
H-8	—*	—	—	—	—
H-9	♀	—	—	—	mm
H-10	♂	40	18	22	Mm
H-11	♀	—	—	—	mm
H-12	♂	54	26	28	Mm
H-13	♀	—	—	—	mm
H-14	♂	125	64	61	Mm
H-15	♀	—	—	—	mm
H-16	♂	58	29	28	Mm
H-17	♂	72	38	34	Mm
H-18	♀	—	—	—	mm
H-19	♂	41	39	2	MM ◎
H-20	♂	105	105	0	MM ◎
H-21	♀	—	—	—	mm
H-22	♂	84	44	40	Mm
H-23	♂	68	—	—	—
H-24	♂	112	62	50	Mm
H-25	—*	—	—	—	—
H-26	♂	158	83	75	Mm
H-27	♂	112	111	0	MM ◎
H-28	♂	96	61	35	Mm
H-29	♂	128	126	0	MM ◎
H-30	♂	136	136	0	MM ◎
H-31	♂	105	43	62	mm
H-32	♀	—	—	—	mm
H-33	♂	35	7	1	—
H-34	♂	33	32	0	MM ◎
H-35	♂	44	26	18	Mm
H-36	♀	—	—	—	mm
H-37	♀	—	—	—	mm
H-38	♀	—	—	—	mm

*: 発育極めて悪く未開花 ◎: 超雄株(MM)

雄株(MM)となるから、超雄株は9株得られることになるが、本試験の結果はこれと一致した。

雄性系統を育成するため、この9株の超雄株を花粉親として、優良な雌株12株とのダイアレルクロス、計108組合せの交配を1985年から1989年にかけて行い、随時育苗、定植を行った。

なお、生育特性及び収量調査については、北海製罐(株)石狩農場と、一部は北大附属農場において行った。

生育特性については、第5表に示すように、組合せ間、年次間の差があり一様でなかった。

着果程度も、年により差があるが無着果の組合せもあった。

若茎頭部の締まり及び鱗片色は対照品種(MW500W)と同程度であった。

収量については、第6表に示す様に対照品種(MW500W)に比べ高収量となっている。(一部の交配組合せについて示した)

現在、優良とみられる組合せの雄株、雌株を組織培養により増殖中であるが、今後の課題としては、組織培養によって得られた株を用いて交配を行い、その後代(雄性系統)の株の生育特性や収量に変化があるかどうかについて検討することが必要である。

第5表 生育特性

品種名及び組合せ ♀×♂	調査年度	着果株率 %	頭部締り	若茎鱗片色	草丈 cm	莖径 cm	倒伏率 %
65×5	1990	0	2	3	140	0.83	24
	1991	0	2	3	137	0.80	19
84×1	1990	1	2	3	147	0.85	32
	1991	0	2	3	123	0.90	10
84×5	1990	0	2	3	154	1.11	14
	1991	2	2	3	136	0.90	16
84×20	1990	0	2	3	154	1.09	18
	1991	0	2	3	129	1.00	9
84×30	1990	1	2	3	166	1.20	20
	1991	2	2	3	152	1.20	8
93×1	1990	0	2	3	134	0.87	21
	1991	0	2	3	113	0.70	16
93×5	1990	0	2	3	123	0.76	28
	1991	0	2	3	120	0.70	20
93×19	1990	2	2	3	122	0.99	27
	1991	2	2	3	120	0.80	16
93×30	1990	0	2	3	125	0.96	20
	1991	0	2	3	139	1.00	17
MW500W	1990	41	2	3	136	1.11	32
	1991	43	2	3	125	1.00	35

※ ♀の数字は選抜優良雌番号 ♂の数字は超雄株番号を示す

第6表 収量 (10a当たり)

品種名及び組合せ ♀×♂	調査年度	規格内収量				規格外収量			
		茎数(A)	重量(a)	同左標準比	平均一莖重	茎数(B)	重量(b)	同左標準比	
		本	kg	%	g	本	kg	%	
6×19	1990	14,046	240.6	162	17.1	4,010	24.0	131	
	1991	31,012	578.1	230	18.6	8,683	54.2	128	
	1992	29,796	547.8	246	18.4	5,764	38.1	108	
	1993	11,465	157.5	162	13.7	17,642	106.0	213	
84×19	1990	14,309	256.7	172	17.9	3,120	19.7	108	
	1991	29,583	556.4	221	18.8	6,278	38.5	91	
	1992	23,744	465.3	209	19.6	4,837	31.0	88	
	1993	10,910	160.1	164	14.7	14,397	83.3	167	
84×34	1990	13,745	277.5	186	20.2	2,807	16.8	92	
	1991	27,403	561.6	223	20.5	4,436	27.5	65	
	1992	24,321	528.0	237	21.7	3,321	20.5	58	
	1993	10,698	134.0	137	12.5	10,989	66.6	134	
北海100 (標準)	1990	10,425	176.3	118	16.9	3,208	18.7	102	
	1991	18,056	303.7	121	16.8	7,969	46.5	110	
	1992	18,782	323.6	146	17.2	5,927	39.3	112	
	1993	11,119	139.3	143	12.5	9,999	63.0	127	
MW500W (対照)	1990	8,696	148.9	100	17.1	3,120	18.3	100	
	1991	14,347	251.3	100	17.5	6,754	42.2	100	
	1992	12,693	222.4	100	17.5	5,413	35.2	100	
	1993	6,892	97.5	100	14.1	8,119	49.8	100	

※ ♀の数字は選抜優良雌番号 ♂の数字は超雄株番号を示す

参考文献

- 1) 澤田 英吉 著 アスパラガス 蔬菜生産技術(5) 誠文堂新光社
- 2) 北海道大学農学部農場研究報告(昭和58年 第23号)
- 3) アスパラガスにおける雄性系統の育成に関する研究: 澤田 英吉ら
- 4) 北海製罐(株)研究部: 試験成績(1991年)
- 5) 北海道アスパラガス協会 アスパラガス試験成績(1989.7)
- 6) Rick, C.M. and Hanna, G.C.: Determination of sex in *Asparagus officinalis* L. Amer. J. Bot. 30: 711-714, 1943
- 7) 農業及び園芸 第68巻・第7号 アスパラガスの品種に関する諸問題: 皆川 裕一