

《短報》

三浦半島地域における部分不活化花粉を用いた トンネル早熟栽培スイカの種なし化

高田敦之

Production of Diploid Seedless Watermelon Using Partially Inactivated Pollen for Plastic-Tunnel Culture in Miura Peninsula

Atsushi TAKADA

摘 要

三浦半島地域のトンネル早熟栽培において、小玉スイカ2品種及び大玉スイカ9品種を供試して軟X線照射した花粉（以下、部分不活化花粉）を受粉したところ、すべての品種で稔実種子のない種なしスイカが得られた。品種によって、種皮が茶色または黒色の着色しいなが発生し、その数は品種や栽培年次によって1果当たり0～324個であった。部分不活化花粉受粉後の袋掛け作業の代替法として、ビニタイで花弁先端部を束ねる方法でも袋掛けと同等の種なし効果が得られ、果重、結実率及び糖度も同等であった。開花前日の蕾に部分不活化花粉を受粉する方法では、結実率が12.2%と低かった。また、部分不活化花粉の購入コストを結実率20～40%、受粉回数3～5回と想定して試算したところ、1果当たり101～253円になった。

以上の結果、当該地域のトンネル早熟栽培においては、適切な品種選定及び普通花粉の受粉防止を行うことにより、部分不活化花粉を用いた種なしスイカが経済レベルで得られることを明らかにするとともに、着色しいながほぼ発生しないスイカの有望品種として、小玉品種では‘マダーボール’、大玉品種では‘夏まくら’、‘祭ばやし11’及び‘赤い彗星’を選定した。

キーワード：部分不活化花粉，種なしスイカ，品種，しいな

Summary

Using soft-Xray-irradiated, partially inactivated pollens of two small and nine large watermelon cultivars, we could successfully produce diploid seedless watermelon for plastic-tunnel culture in Miura Peninsula district though colored empty seeds were produced in some cultivars, ranging from 0 to 324 depending on cultivar and production year. A method binding the top part of petal with a vinyl-tie, which is an alternative method of covering female flowers with paper bags to avoid natural pollination, also produced seedless watermelon with the similar fruit weight, fruit set rate and sugar content. Pollinating partially inactivated pollens on the day before flowering resulted in low fruit set rate of 12.2%. Assuming that the fruit set rate is 20-40% and artificial pollination frequency is 3-5 times, the estimated purchase cost of partially inactivated pollen was calculated as ¥101-253. These results suggest that production of diploid seedless watermelon could be possible using partially inactivated pollen in combination with suitable cultivars by avoiding natural pollination and that promising cultivars are ‘madder ball’ as the small and ‘Natsumakura’, ‘Matsuribayashi 11’ and ‘Akaisusei’ as the large watermelon cultivars.

Key words : partially inactivated pollen, seedless watermelon, cultivar, empty seed

緒言

わが国のスイカ (*Citrullus lanatus*) 生産の大部分は二倍体スイカである。一方、世界的には種なしスイカが増加傾向にあり、アメリカでは7割、ヨーロッパでは3割程度を占めると推測されている(杉山2012)。種なしスイカ生産は日本が世界に先駆けて開発してきた技術で、1930年代に寺田・益田によるインドール酢酸を適用する方法、1940年代に寺田・益田・木原による三倍体技術を利用する方法、1990年代前半に早田らによる着果促進剤(ホルクロルフエニユロン:CPPU)を使った方法、1990年代後半に杉山・森下による部分不活化花粉を受粉する方法が開発されてきた(杉山2012, 杉山・森下2000)。さらに、部分不活化花粉の長期保存技術が確立されたことにより(杉山・阿久津2009)、市販の部分不活化花粉を利用することが可能になった。この方法は、産地で栽培されている二倍体スイカを種なし化できるという利点があり、有利販売や消費拡大の点から期待される技術である。

三浦半島地域におけるスイカ生産は、昭和50年の998 haをピークに漸減傾向が続いている(横須賀三浦地域農業改良普及センター2002)。卸売市場への共販及び個人出荷、沿道直売、宅急便での販売等があるが、今後、高品質な種なしスイカ生産によって、新たな需要創出が期待される。現在でも三倍体スイカは栽培されているが、栽培しにくさや食味が劣ることなどから作付面積は少ない。部分不活化花粉によって作出される種なしスイカは、昆虫による普通花粉の受粉防止の労力負担、部分不活化花粉の購入コスト、果実肥大期の高温による着色しいの増加、変形果(肩こけ)の発生などの課題がある(杉山2012)。一方、近年は手軽さを重視するブロック販売が増え、今後、種なしスイカの需要拡大が見込まれるとの調査結果もある(鶴沼・伊藤2009)。

本研究では、三浦半島地域のトンネル早熟スイカ栽培における部分不活化花粉の利用技術、品種適性や経済性等について検討したので報告する。

材料及び方法

試験は、当所内の腐植質黒ボク土の圃場(神奈川県三浦市、年平均気温 15.8°C、年平均降水量 1,557 mm、日照時間 2,051 時間、1981-2010 年アメダスデータ)で実施した。

試験1 品種適性

供試材料には、三浦半島地域のトンネル早熟栽培に導入されているスイカ品種として、小玉品種の‘姫甘泉5号’及び‘マダーボール’、大玉品種の‘縞王マックス KE’、‘天竜2号’、‘金時’、‘赤い彗星’、‘夏まくら’、‘祭ばやし11’、‘夏のぜいたく’、‘富士光 TR’及び‘紅大’を、台木には‘四国とうがん’をそれぞれ用いた。10 a当たりの施肥量は、牛ふん堆肥 1 t、顆粒タイニー 100 kg、硫酸マグネシウム 40 kg、ハイマグ B 重焼燐 20 kg、スイカ元肥配合 50 kg(ベッド施肥)、追肥としてスイカ玉肥配合 94 kg(つる先施肥)で、成分量は基肥 N:P₂O₅:K₂O=2.3:14.5:2.5 kg、追肥 4.2:8.5:4.7 kg、計 6.5:23:7.2 kg とした。小玉品種は、2011年3月1日に台木を、3月16日に穂木をそれぞれ播種し、3月22日に断根挿し接ぎを行い、6葉まで残して摘心後、4月19日にビニルトンネル内に定植した。栽植密度は、畝間 600 cm、株間 80 cm とし、4本整枝で3個/株結実(2番果以降放任)とした。大玉品種は、2014年3月4日に台木、3月18日に穂木を播種し、3月24日から順次断根挿し接ぎを行い、6葉まで残して摘心後、4月25日にビニルトンネル(農ビ、厚さ 0.05 mm)内に定植した。栽植密度は、畝間 450 cm、株間 70 cm とし、4本整枝で2個/株結実(2番果以降は放任)とした。試験区は、市販されている部分不活化花粉(株式会社オーレック、種なしスイカ花粉)を受粉する不活化区及び二倍体普通品種の花粉を受粉する対照区を設けた。受粉は、小玉品種は2011年5月25日から6月6日に、大玉品種は2014年5月26日から30日に行い、不活化区は、開花前日の雌花に袋を掛け、開花日に受粉した後、再度袋掛けを行った(図1)。受粉は各々開花日の午前10時までに行った。収穫は、各品種の育成

元の種苗会社が示している成熟日数に準じて、小玉品種は2011年6月27日から7月19日に、大玉品種は2014年6月30日から7月23日に各々行った。調査項目は、種子数、果重、果皮厚、球形指数、糖度、果肉硬度及び空洞果率とした。種子数は、種子の長さが5 mm以上、厚さが2 mm以上のものを対象とし、茶色または黒色の種子及び白色の種子に区分して調査した。小玉品種は1果実中の種子数、大玉品種は概ね1/4にカットした果実中の種子数を計測し、1果実あたりに換算した。果皮厚は、果実赤道部の表皮から赤い果肉部までの長さを測定した。糖度は果実赤道面の中央部について糖度計(PAL-1, アタゴ)により測定した。果肉硬度は、果実硬度計(KM-5型、藤原製作所、針頭は円錐型、基部径12 mm、高さ10 mm)を果肉面に垂直に3回圧入して得られた値の平均値とした。

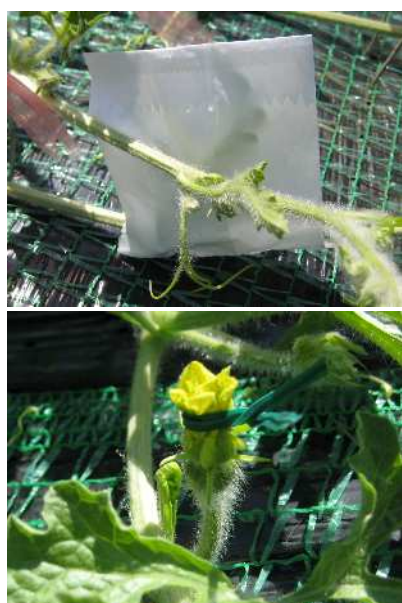


図1 部分不活化花粉受粉後の処理方法
(上:袋掛け,下:ピニタイによる花卉の結束)

試験2 着色しいなの発生条件

小玉品種‘姫甘泉5号’を供試し、2011年から2013年にかけて調査を行った。2011年は3月1日に台木、3月16日に穂木、2012年は2月29日に台木、3月15日に穂木、2013年は2月28日に台木、3月11日に穂木を各々播種し、試験1に準じて栽培し、部分不活化花粉の受粉前後に袋掛けする方法で行った。2011年は5月25日から26日に受粉して6月27日に収穫、2012年は6月1日から5日に受粉して7月

5日に収穫、2013年は5月24日から29日に受粉して6月28日から7月8日に収穫した。種子数は試験1と同様の方法で計測した。各年の気温データは所内に設置されている地域気象観測システム(AMeDAS)の観測データを用い、受粉日から収穫日までの日平均気温の積算温度を求めた。

試験3 受粉後袋掛けの代替法及び蕾受粉

試験2の2012年に供試した‘姫甘泉5号’の一部を用いて、受粉前日及び受粉直後に袋掛けを行う袋/袋区、受粉前日に袋掛けをし、受粉後は花卉の先端をピニタイで結束する袋/ピニタイ区、開花前日の蕾に受粉した後袋掛けする蕾/袋区、二倍体普通品種の花粉を受粉して袋掛けを行わない対照区を設けた(図1)。蕾/袋区の受粉は、開花前日の午後3時以降に行った。袋/袋区は2012年7月5日、袋/ピニタイ区は7月5日及び13日、蕾/袋区は7月17日、対照区は6月27日に各々3~15果収穫し、結実率、果重及び糖度を調査し、うち2~5果について種子数を測定した。調査方法は、試験1と同様に行った。

試験4 部分不活化花粉の購入コスト試算

供試材料に大玉品種‘赤い彗星’、‘夏まくら’及び‘祭ばやし11’を供試し、2015年3月4日に台木を、3月18日に穂木をそれぞれ播種し、試験1に準じて栽培した。受粉は、5月26日から6月4日の午前9時前後に行い、不活化区は各品種4株、対照区は各品種2株について結実率を調査し、結実数が2個/株を超える場合は摘果した。

部分不活化花粉の購入コスト試算は、市販の部分不活化花粉(株式会社オーレック、種なしスイカ花粉、参考税別価格1,000円/15g)を大玉品種に使用した場合とし、想定結実率を20%、30%、40%、1回の受粉に用いる花粉量を0.5g、開封した種なし花粉は使い切る条件とした。栽植密度は32株/a、結実数を2果/株とし、農家における導入規模を1aと想定して、64果/a得るために要する花粉購入コストを試算した。なお、送料は試算に含めなかった。

結果及び考察

試験1 品種適性

部分不活化花粉受粉の種なし化効果及び品質への

影響を表1に示した。対照区の茶色または黒色の種子が66~684個/果であったのに対し、不活化区では、茶色または黒色の着色しいなが0~324個/果であった(表1)。着色しいな数は品種間差が著しく、小玉品種の‘姫甘泉5号’は5個/果、‘マダーボール’は0個/果、大玉品種の‘夏まくら’及び‘祭ばやし11’は0個/果、‘赤い彗星’、‘金時’及び‘富士光TR’は4~13個/果であったが、‘紅大’、‘縞王マックスKE’及び‘夏のぜいたく’は22~51個/果、‘天竜2号’は324個/果であった(表1、図2)。また、果重、糖度、果実硬度は一部の品種に差がみられたものの概ね同等であったが、果皮厚は不活化区で厚くなる傾向がみられた(表1)。

以上のことから、三浦半島地域の早熟トンネル栽培スイカにおいて部分不活化花粉を用いることにより、二倍体普通品種の花粉を受粉した場合と同等品質の種なしスイカが得られることが明らかとなった。一方、杉山・森下(2000)の報告と同様に、着色しいなの発生数に顕著な品種間差が認められることから、着色しいなが発生しなかった‘マダーボール’、‘夏まくら’及び‘祭ばやし11’、或いは発

生の少ない‘赤い彗星’などの品種を選定することが重要と考えられた。米国には、縦割りと横割りの切断面での種子数(しいなを除く)が10個以下を種なしとする基準があるが(杉山2012)、日本には基準がないため、着色しいなの少量の混入や白色しいなのある果実が種なしスイカとして認知されるか否かが販売上の課題になると考えられる。日本においても厳密な種子の有無ではなく、実際の食べ易さや見た目などから種なしスイカの実用的基準を作り、浸透させていくことが、種なしスイカ普及のポイントになると思われる。



図2 部分不活化花粉及び普通花粉により受粉させた果実の断面
(品種:‘赤い彗星’,左:不活化区,右:対照区)

表1 部分不活化花粉受粉の種なし化効果及び品質への影響

品種	種子数 ^z (個/果)				果実品質 ^y														
	茶・黒		白		果重(kg)			果皮厚(mm)			糖度 ^x (Brix%)		果実硬度 ^w			空洞果率(%)			
	不活 化区	対照 区	不活 化区	対照 区	不活 化区	対照 区	n.s.	不活 化区	対照 区	n.s.	不活 化区	対照 区	n.s.	不活 化区	対照 区	n.s.	不活 化区	対照 区	
小玉	姫甘泉5号	5	66	349	70	3.0	3.1	n.s.	10.8	9.2	n.s.	13.4	13.1	n.s.	0.79	0.70	n.s.	88	80
	マダーボール	0	100	286	34	2.6	2.8	n.s.	13.6	9.6	n.s.	13.4	12.9	*	0.65	0.66	n.s.	63	20
	縞王マックスKE	45	643	192	56	9.1	7.3	n.s.	17.3	15.8	n.s.	11.2	12.2	n.s.	0.69	0.56	n.s.	75	50
	天竜2号	324	419	165	21	10.9	10.5	n.s.	24.0	21.0	n.s.	12.8	11.8	n.s.	0.70	0.68	n.s.	75	100
	金時	9	469	134	18	9.0	8.1	n.s.	23.3	15.3	*	12.2	12.0	n.s.	0.55	0.70	*	50	33
大玉	赤い彗星	4	381	167	28	9.0	8.9	n.s.	16.0	13.5	n.s.	12.9	13.0	n.s.	0.57	0.59	n.s.	0	25
	夏まくら	0	684	41	27	7.2	8.1	n.s.	14.7	13.3	n.s.	12.1	13.2	n.s.	0.65	0.73	n.s.	33	33
	祭ばやし11	0	509	98	35	10.0	8.4	n.s.	18.0	15.8	n.s.	11.3	12.8	n.s.	0.60	0.63	n.s.	100	0
	夏のぜいたく	51	419	159	41	8.8	8.4	n.s.	15.0	15.0	n.s.	12.5	13.0	n.s.	0.60	0.68	n.s.	100	0
	富士光TR	13	643	67	77	8.3	10.0	n.s.	18.5	16.8	n.s.	12.1	11.7	n.s.	0.55	0.60	n.s.	50	75
	紅大	22	401	147	42	8.2	5.9	*	18.0	13.3	*	12.1	11.3	n.s.	0.70	0.70	n.s.	67	0

小玉品種は2011年6月27日~7月19日、大玉品種は2014年6月30日~7月23日に収穫調査。^z各区1~3果について、長さ5mm以上、厚さ2mm以上の種子数を計測。^y各区6~20果について調査。^x果実中央部の値。^w果実硬度計KM-5型(針頭は円錐形、基部径12mm、高さ10mm)を果肉面に垂直に圧入して計測。表中の**はt検定で0.01%水準、*は0.05%水準で不活化区と対照区で有意差があることを示す。

試験 2 着色しいなの発生条件

部分不活化花粉を受粉した小玉品種‘姫甘泉 5 号’の着色しいな数には年次変動がみられ、2011 年及び 2012 年は 1 データを除き 0~21 個/果と少なく、2013 年は 105~328 個/果と多かった(図 3)。着色しいなは果実肥大期が高温となる作型で多くなる傾向があることから(渡邊ら 2001)、受粉日から収穫日までの積算温度と着色しいな数との関係を調べた。その結果、積算温度が概ね 750 以下では着色しいなの発生が少なく、それ以上になると増加する傾向が認められた(図 3)。「姫甘泉 5 号」の成熟日数は、早い時期に受粉した果実は成熟日数が長くなり、6 月収穫が受粉後 35 日、7 月収穫は受粉後 30 日が目安になっている。したがって、本試験において受粉から収穫までの日数が、2011 年が 33 日、2012 年が 31 日だったのに対し、2013 年は 37 日と長くなったため積算温度が高くなり、結果として着色しいなが増えた可能性が示唆される。ただし、2012 年の果実の中には、ほぼ同じ積算温度条件でありながら、着色しいなが 142 個/果と多いものもある(図 3)。種なしスイカでのカットやブロック販売を前提とすれば、販売前に着色しいなの多い果実を除外することは可能である。しかし、上記のような個体差が生じる要因については、品種選択や温度条件以外の要因及び回避方策の研究が引き続き必要である。

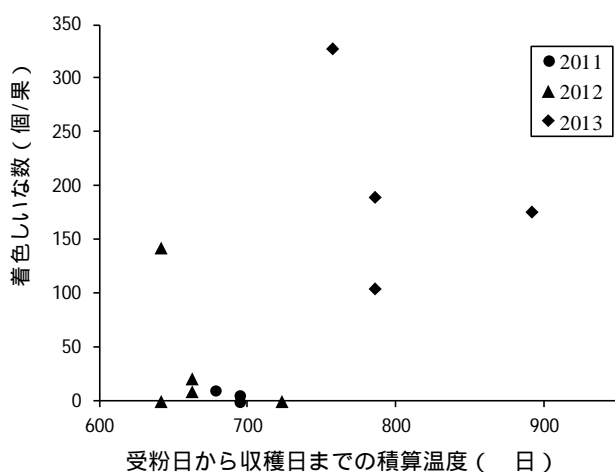


図 3 着色しいな数と積算温度との関係

(品種‘姫甘泉 5 号’,長さ 5mm 以上,厚さ 2mm 以上の着色しいな数)

試験 3 受粉後袋掛けの代替法及び蕾受粉

2012 年の‘姫甘泉 5 号’を用いて各試験区の種子数を比較すると、対照区は稔実種子が 235 個/果であったのに対し、部分不活化花粉で受粉した試験区はすべてしいなになった。そのうち着色しいな数は、袋/袋区が 34 個/果、袋/ピニタイ区が 46 個/果、蕾/袋区が 69 個/果といずれも少なかった(表 2)。袋/袋区及び袋/ピニタイ区の結実率及び果重はいずれも対照区と差がなく、糖度は、対照区の 12.1%に対して袋/袋区が 12.8%、袋/ピニタイ区が 13.0%とやや高い傾向であった(表 2)。一方、蕾/袋区は結実率が 12.2%と低く、果重も小さい傾向であった(表 2)。スイカの花は、開花前日の午前中には結実能力を有しており、部分不活化花粉を開花前日の午前 9 時から 12 時まで受粉した場合の結実率は 20%程度と低いものの、午後 3 時以降では 70%と開花当日に受粉した結実率と同程度になることが明らかとなっている(杉山・阿久津 2010)。本試験の蕾/袋区でも午後 3 時以降に受粉したが、その結実率は開花当日に受粉した袋/袋区の結実率 50.5%に比べて約 1/4 の 12.2%と低くなった。この要因について現段階では不明である。

表 2 部分不活化花粉の受粉処理法の違いが結実率、種子数及び種なし果実の品質に及ぼす影響

試験区 ^z	結実率 (%)	種子数 ^y (個/果)		果重 (g)	糖度 ^x (Brix%)
		茶・黒	白		
袋/袋	50.0 a	34 b	224 a	2,715 a	12.8 a
袋/ピニタイ	46.4 a	46 b	204 a	2,859 a	13.0 a
蕾/袋	12.2 b	69 b	138 ab	1,304 a	10.7 a
対照区	50.0 a	235 a	74 b	2,357 a	12.1 a

2012年調査。供試品種は‘姫甘泉5号’。各区3~15果調査のうち、各区2~5果について種子数を調査。^z袋/袋は、開花前に袋掛けし、受粉後にも袋掛けする処理、袋/ピニタイは、開花前が袋掛け、受粉後がピニタイで雌しべ上部の花弁を結束する処理、蕾/袋は開花前日の蕾に受粉した後袋掛けする処理、対照区は普通の花粉(2倍体)を受粉して、袋掛け等を行わない。^y長さ5mm以上、厚さ2mm以上の種子数。^x果実中心部の値。図中の異なるアルファベットは、Tukey-Kramer法で5%水準の有意差ありを示す。

試験 4 部分不活化花粉の購入コスト試算

試験 1 で着色しいなの発生が少なかった‘赤い彗星’、‘夏まくら’及び‘祭ばやし 11’を供試し、2015 年に試験 1 と同様の栽培で結実率を調べたところ

表 3 大玉品種における部分不活化花粉受粉の結実率

試験区		各受粉日における結実率 ^z (%)							結実率 (%)	結実数 ^y (個/株)
品種	試験区	5/26	5/27	5/28	5/29	6/1	6/2	6/4		
赤い彗星	不活化区	100 (4/4)	67 (2/3)	0 (0/8)	0 (0/5)	- (0/3)	0 (0/3)	33 (2/6)	28 (8/29)	2.0
	対照区	100 (2/2)	100 (3/3)	25 (1/4)	0 (0/2)	0 (0/3)	0 (0/3)	0 (0/1)	33 (6/18)	3.0
夏まくら	不活化区	100 (2/2)	100 (4/4)	0 (0/6)	0 (0/7)	- (0/5)	0 (1/4)	0 (7/28)	25 (7/28)	1.8
	対照区	100 (2/2)	67 (2/3)	50 (2/4)	0 (0/3)	0 (0/3)	0 (0/2)	- (6/17)	35 (6/17)	3.0
祭ばやし11	不活化区	50 (2/4)	0 (0/1)	0 (0/6)	0 (0/1)	- (0/4)	0 (1/6)	17 (3/22)	14 (3/22)	0.8
	対照区	- (-)	75 (3/4)	0 (0/1)	50 (1/2)	0 (0/4)	0 (0/2)	- (-)	31 (4/13)	2.0

^z()内の数値は、結実数/受粉数を示す。^y結実数は、2015年5月26日～6月4日までに受粉して結実した平均値で、2果/株を超えた分は後日、摘果した。天候は、5月29日が曇りのち雨、他の受粉日は晴天、午前9時の気温は21～24℃であった。

る、受粉日によって0%～100%の差が認められた(表3)。品種間差もあり、部分不活化花粉の結実率は、‘赤い彗星’及び‘夏まくら’がそれぞれ28%及び25%、‘祭ばやし11’が14%であった。結実の条件として、受粉に最も障害となるのは温度や光に影響される花粉の力と雨水であり、葉数などの栄養条件も結実数に影響する(倉田1983)。本試験の受粉を行った5月26日から6月4日の天候は5月29日を除いて晴天であり、温度はいずれも21～24℃であったことから、気象条件以外の要因によって結実率に差異が生じたものと考えられる。これらの結果を踏まえ、花粉購入コスト試算の想定結実率を20%、30%、40%とした。64果/a作出に必要な花粉量は、想定結実率20%では160mg/a、30%では107mg/a、40%では80mg/aであった(表4)。また、一旦開封した種なしスイカ花粉は別の日に再利用できないことから、受粉回数が多くなるにつれて花粉のロスが増え、受粉回数5回では3回に比べて11～67%のコスト増となった。試算の結果、結実率40%、受粉回数3回の場合が最も安価で101円/果、最も高いのは結実率20%、受粉回数5回の253円/果(いずれも送料含まず)であった(表4)。

表 4 大玉品種における部分不活化花粉のコスト

想定結実率 ^z (%)	必要花粉量 ^y (mg/a)	受粉回数別の花粉にかかる経費 ^x					
		a当たり(円/a)			1果当たり(円/果)		
		3回	4回	5回	3回	4回	5回
20	160	12,960	12,960	16,200	203	203	253
30	107	9,720	8,640	10,800	152	135	169
40	80	6,480	8,640	10,800	101	135	169

^z結実目標2果/株に対する想定結実率。^y栽植密度32株/a、結実数2果/株に必要な花粉量。^x市販されている部分不活化花粉(商品名:種なしスイカ花粉)の参考税別価格1,000円/15mg(30回分)を使用し、開封使い切り(再保存不可)の条件における試算経費。

(謝 辞)

本報告を作成するにあたり、国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構北海道農業研究センターの杉山慶太上席研究員には、ご校閲の労をとっていただいた。ここに記して感謝の意を表する。

引用文献

- 株式会社オーレック．花粉でつくる種なしスイカ．
<http://www.orec-jp.com/seedless/>
 倉田久男．1983．スイカ基礎編 結実の生理，生態．
 農業技術体系野菜編．4：57-64．

杉山慶太・森下昌三．2000．軟 X 線照射花粉を利用した二倍性種なしスイカ品種の果実と種子の特性．園学雑．69(6)：684-689．

杉山慶太・阿久津雅子．2009．種なしスイカ生産のための部分不活化花粉の長期保存法．北農．76(2)：150-154．

杉山慶太・阿久津雅子．2010．部分不活化花粉による二倍性種なしスイカ生産のための蕾受粉．園学研．9(3)：319-324．

杉山慶太．2012．種なしスイカの技術と栽培．P78-90．農耕と園芸編集部編．スイカの生理生態と生産

事例．誠文堂新光社．東京．

鵜沼秀樹・伊藤恒徳．2009．スイカの購買に関する消費者意識．東北農業研究．62：237-238．

渡邊慎一・岡野邦夫・坂田好輝・森下昌三・杉山慶太・杉山充啓・中野有加．2001．部分不活化花粉による種なしスイカのしいな形成と作型の関係．園学雑．70(別2)：156．

横須賀三浦地域農業改良普及センター．2002．三浦半島農業の移り変わり スイカ．P12-15 ,P201．三浦半島農業のあゆみ．