Kan-ichi MURAKAMI : Selective fertilization in plants in relation to plant breeding.
I. Chinese cabbage(*Brassica pekinensis* RUPR.). 1. Existence of selective fertilization
and its essential dependency on compatibility between varieties. (With English
summary, p. 162) Jap. J. Breeding Vol. 14, No. 3. 1964

選択受精に関する育種学的研究

I. 白菜 1. 品種間選択受精の有無*

村 上 寛 一

(農業技術研究所)

I. 緒 言

作物栽培上一代雑種 (F_1) が有利であることが認められてから、各種の作物でこれが利用され、トウモロコシでの利用が最も著名である。蔬菜については西・平岡('58)が本邦主要種苗商のカタログを集計して「所載主要品種のうちトマト、ナスでおのおの約 40%, キウリとスイカではおのおの約 15% と約 30% が一代雑種でしめられている」と報告している。

一代雑種利用の基礎となる雑種強勢現象は一般にあらゆる作物に現われるのであるが、実際にはこれを利用する F_1 の利用はある特定の作物に限られている。すなわち 1 果当りの種子数が多く、1 回の人為交配操作で多数の雑種種子がえられ、かつ交配操作が比較的簡単なトマト、ナス、キウリのような果菜類とか、あるいは雌雄異花で採種母本の雄花を簡単に取り除けるようなトウモロコシというように、比較的容易に F_1 種子がえられる作物にその利用が限られている。その最も大きな理由の 1 つは、 F_1 種子の経済採種が困難であることにあり、この点が解決されてくれば F_1 利用作物の種類はさらに増えてくるものと思われる。

近年、雄性不稔現象や不和合現象を利用する F_1 採種の研究が世界的に相次いで行なわれてきている。雄性不稔を利用する研究としてはトマト、メロン、タマネギ、テンサイ等についての報告があり、オオムギについての研究もみられる。しかしこれらはまだ一部を除いては十分に実際栽培の段階に至っていないが、トウモロコシでは細胞質的雄性不稔を利用する F_1 採種の能率が極めて高く、飛躍的に発展しつつある。

不和合性を利用する F_1 採種の研究は主として甘藍や白菜のようなアブラナ科作物についてのものが多く、最近の研究としては白菜(中川・上村・佐藤・逸見 '57 :

中川・逸見・佐藤 '60). 甘藍(篠原 '42 : ATTIA and MUNGER '50 : ODLAND and NOLL '50 : MOORE and ANSTEY '54)があり、わが国では甘藍、白菜についてはすでに実用品種が多数実際栽培に移されている。

次に不和合性とも関連しているのであるが、雄性不稔や不和合性と同じように F_1 採種に利用できると思われる植物の生理現象に選択受精現象がある。イネ、ムギのような自殖を主とする作物以外の他殖性作物の多くでは、品種の混植を行なった場合、自然受粉のもとで同一柱頭に同一個体、同一品種の他個体あるいは他品種の花粉が混合して附着することが考えられる。異なる数種の花粉が混合して受粉された場合、そのうち特定のものがよく受精するという現象があり、これを選択受精(selective fertilization)と呼んでいる。

selective fertilization の類似語として用いられているのに受精競走(certation)があるが、このような現象についての用語の使用では selective fertilization の方が certation より古く、1903 年にカッセルがすでに selective fertilization なる語を用いており(見波 '14)、1928 年にコレンスが certation なる語を用いたように見受けられる(郡場 '58)。この両用語の定義や使用について内外の関係資料をしらべた範囲では、certation は花柱や子房内で花粉管の伸長速度に差が生じ、理論的分離比にひずみが生ずるという主として原因としての現象を指している場合が多い。selective fertilization は上記の花粉管の伸長速度の差をも含めて、雌側にも分離比にひずみを生ずる原因もあることが考えられるので、これらの原因のすべてを含めて理論値からひずみを生ずるような現象を結果の面から指しており、certation よりは広義であるように見受けられる。本研究ではすべて広義の selective fertilization を使用することにした。

選択受精は作物の品種間にも認められ、一般に品種間交雑より品種内交雑頻度が高いとの報告が多い。これらの品種間選択受精に関する従来の報告は主として品種あ

* 本実験は東北大学農学部において行なわれたものである。

1963 年 12 月 11 日受領

るいは系統の純度維持の面から考究されたものが多い。

しかし作物の種類により、あるいは品種の組合せによつては品種間交雑頻度がかかなり高い場合があり、この現象を利用する実用的な F_1 採種の試みに関する幾つかの報告もある (SIMPSON and DUNCAN '56: MOHR, BLACKHURST and JENSEN '55: THOMPSON '54: PORTE '51: 古谷 '44: OLSSON '52)。特にソ連でこの方面の研究が比較的多いようで、棉、煙草、アブラナ科蔬菜の F_1 採種に関心が向けられていることがうかがわれる。白菜、甘藍、大根のようなモノゲノムのアブラナ科蔬菜には不和合性が普遍的にみられるため、これらの蔬菜には品種間に比較的明瞭な選択受精が認められるのではないかと推定される。しかし F_1 採種を目的として、これら蔬菜の品種間選択受精を組織的に追求した研究はほとんど見当たらない。

白菜は日本での重要な蔬菜の1つであるが、最近病害の発生が著しくその防除対策に苦慮している現況にある。その対策の1つとして、より優秀な品種を育成することが緊要であり、 F_1 の利用はその特性上まず考慮される必要がある。白菜の F_1 利用に関する最近の研究には中川らの一連の研究 ('55, '57, '60) があり、 F_1 の優秀性が示されている。 F_1 が十分に利用できるようになるためには、その F_1 種子の経済的採種法が解決されなければならない。

現在は甘藍の F_1 採種に適用されている不和合性を利用する採種の方法がそのまま応用されている。しかし甘藍では自家不和合系統の栄養繁殖が比較的容易であり、また不和合現象も比較的明瞭である利点があるが、白菜ではこれらの点が不十分であり、採種技術上に種々の困難がある。その上、この採種法はそれぞれ自家不和合であるが、相互に交雑和合の2系統を交雑親にするため、交雑親の育成や保持増殖に多大の労力を要し、採種技術上能率が低い欠陥がある。

本研究は作物の選択受精に着目し、この現象の遺伝・育種学的研究を行なつたものであり、まず白菜の経済的 F_1 採種を目的として研究を始めた。

Brassica 属のAゲノムに属する白菜はAゲノム以外のモノゲノムの種とは交雑しがたいが、同じAゲノムに属する他の種とは比較的容易に交雑するため、従来主として品種の純度保存の観点から白菜の自然交雑関係が観察されてきた。一方 LEWIS の一連の研究 ('48, '49, '51, '54) および PANDEY ('56) が *Trifolium* の研究で明らかにしたように、離反因子 S の locus では revertible mutation とともに permanent mutation がかなりの頻度でおきていることが報告されており、不和合性を示

す植物の集団内には多数の種類の離反因子が分布していることが考えられる。LEWIS ('48) は従来の研究例をあげてその数の多いことを指摘し、BATEMAN ('47) は *Trifolium hybridum* には 212 もあるとのべている。

不和合性には主働因子である離反因子のほかに、WILLIAMS ('51) や CROWE ('55) が報告しているように和合性については各種の変異因子も存在していると思われるので、不和合性に関しては多数の因子が品種の集団内に分布していることになる。

現在の白菜の諸品種は自然交雑を避けて長年隔離栽培され、選抜が続けられて成立したものであるから、当然上記離反因子や変異因子についてある程度分化してきているものと推測される。このことはまた品種の組合せによつては品種間交雑が比較的容易であるとか、あるいは困難であるというような現象を生ずるのではないかとも思われる。このことについては戸苅・河原 ('42 a, b) が甘藷について、品種間の和合性が品種によつて異なり、大きく3群に分類されること、古谷 ('44) が大根と白菜の自然交雑頻度の観察で、組合せた品種によつて交雑率が異なると報告していることからもうかがわれる。

本報告では白菜の5品種を用いて2品種ずつを混植し、自然受粉下での品種間選択受精の有無およびその程度を検討するとともに、このうちからさらに花心白菜と松島新2号白菜を代表的にえらんで、この組合せについて人工受粉実験を行ない、この現象が品種本来の特性であるとの確認を行なつたものである。

II. 実験材料・実験方法

実験1 自然受粉下での選択受精

実験材料 Table 1 に示されている白菜の5品種を実験材料にした。

採種母本の養成 2品種の混植を行なつた採種母本は次の2つの方法で養成した。1つは前年秋に2品種の種子を一粒ずつ径3cmの径木鉢に播種して育てた苗を、径木鉢のまま圃場に交互に移植し、越冬後比較的多数の個体間で自然受粉させた場合であり、他は苗を施肥した径30cmの植木鉢に移植して越冬後、翌春開花前に鉢のまま圃場に2品種交互に埋没して自然受粉させた場合である。前者を“圃場養成”後者を“鉢養成”と呼ぶことにする。

“圃場養成”は畦幅90cm、株間60cmとして、2品種を1畦ごとに交互に植え、1品種2畦、1畦15~25個体として2品種の混植を行なつた。“鉢養成”は“圃場養成”より個体数が少なく、1品種8~10個体ずつを、両品種の個体が交互になるように4~5列に配置した。採種母本の養成中に1, 2回の追肥とアブラムシ防除の

Table 1. Material in the experiment of natural cross-pollination

No.	Name of variety	Source of seed
1.	Matsushimashin No.2 — a	Sib-cross line of breeder's seed originally introduced in 1949 from Watanabe Seed Company, Kogota, Miyagi Pref.
	ditto — b	Once selfed line introduced in 1953 from Fujisaki Branch, Tohoku Agr. Exp. Sta., Aomori Pref.
	ditto — c	Sib-cross line obtained from Matsushimashin No.2-b.
2.	Kashin — a	Sib-cross line of breeder's seed originally introduced in 1949 from Watanabe Seed Company, Kogota, Miyagi Pref.
	ditto — b	Once selfed line introduced in 1953 from Fujisaki Branch, Tohoku Agr. Exp. Sta., Aomori Pref.
	ditto — c	Foundation seed introduced in 1952 from Chiba Pref. Agr. Exp. Sta., Chiba Pref.
3.	Hôtôren — a	Once selfed line introduced in 1949 from Watanabe Seed Company, Kogota, Miyagi Pref.
	ditto — b	Once selfed line introduced in 1953 from Fujisaki Branch, Tohoku Agr. Exp. Sta., Aomori Pref.
	ditto — c	Sib-cross line obtained from Hôtôren - b.
4.	Nozaki No.2— a	Once selfed line introduced in 1953 from Fujisaki Branch, Tohoku Agr. Exp. Sta., Aomori Pref.
	ditto — b	Sib-cross line obtained from Nozaki No.2 - a.
5.	Aichi	Foundation seed introduced in 1952 from Aichi Pref. Agr. Exp. Sta., Aichi Pref.

Table 2. Details of the experiments regarding natural cross-pollination

Combination of varieties	Year of experiment	Population in a variety	Remarks
Matsushimashin No.2-a ~ Kashin - a	1952	30	Field culture
Kashin- b ~ Hôtôren - a	1954	8	Pot culture
Kashin - b ~ Nozaki No.2- a	ditto	30	Field culture
Aichi ~ Nozaki No.2- a	ditto	30	ditto
Matsushimashin No.2- a ~ Aichi	ditto	30	ditto
Hôtôren - a ~ Aichi	1955	50	ditto
Matsushimashin No.2- b ~ Hôtôren - b	ditto	10	Pot culture
Aichi ~ Kashin - c	1956	30	Field culture
Matsushimashin No.2-c~Nozaki No.2-b	1957	16	Pot culture
Hôtôren- c ~ Nozaki No.2- b	1958	30	Field culture

とに主茎および第1次分枝から無作為に 30 莢をえらび採種した。

品種間雑種の判別
'52 年の花心白菜の場合
は 12 個体、それ以外の
場合はすべて各品種から
8 個体の採種母本を無作
為にえらび、各母本ごと
に集めた種子を十分に混
合した。花心白菜では採
種母本系統当り 120~
130 粒、その他の品種で

ため適宜に硫酸ニコチンを撒布した。採種母本の組合せ品種名、養成区分および 1 品種当りの養成個体数は Table 2 に示される。

自然交雑および採種 “圃場養成” では越冬中の欠株の補植を行なわなかつた。また 2 品種の開花始めおよび開花終りに数日～1 週間のずれがみられた組合せがあつたが、全花数にくらべてずれた花の数は極めて少ないため、摘花によつて全個体の開花期を揃えることは行なわず、自然のままに放置して受粉させた。“鉢養成” の場合は摘花を行ない、両品種のすべての個体の開花始めおよび開花終りを人為的に揃えた。

自然受粉の期間は約 1 ヶ月であり、6 月中～下旬に莢の成熟をまつて、個体ごとに採種した。“圃場養成” の場合は個体ごとに全種子を、“鉢養成” の場合は個体ご

は約 70 粒の種子を 8 月上旬に径木鉢に 1 粒ずつ播種し、9 月中～下旬にこれを圃場に移植、生育をまつて品種間雑種の判別を行なつた。

花心白菜の場合は本葉 2～3 枚の時期に 1 系統 100 個体中の品種間雑種数を、その他の品種では 1 系統 50 個体中の雑種数を 11 月中旬の結球期に判別した。花心白菜では品種間雑種は本葉の毛茸の有無、葉色の濃淡および葉縁欠刻の深淺から、他の品種では結球の状態から品種内雑種と区分することができた。

花心白菜の本葉には毛茸がなく、葉縁が比較的深く、葉色は淡緑色であり、その他の品種には毛茸があり、葉縁の欠刻が浅く、葉色は濃緑色である。花心白菜から採種すると雑種には優性形質である毛茸が明瞭に現われ、その他の形質は中間となり、本葉 2～3 枚の時期に確実

に品種間雑種を判別することができる。

実験2 人工受粉による選択受精

植物の品種間交雑には品種本来の性質としての和合性のほかに、風媒花植物では風向、虫媒花植物では RICK ('49) が insect vector と呼んでいる昆虫の行動習性、あるいは植物の開色習性(萩原 '30, Porte '51, HANSON '53) 等各種の要因が関係してくるので、この現象が白菜の品種本来の和合性の差異によるものであることをたしかめるため本実験をすすめた。

実験材料 '57年の材料：採種母本としての花心白菜は '53年東北農試藤崎試験地から譲りうけた自殖1回系統のうち、'56年に自家和合であつた個体相互および不和合であつた個体相互の株間交配でえられた3系統から37個体をえらび、花粉親としての松島新2号白菜は '53年同試験地から入手した自殖1回系統のうちの5個体を用いた。

'58年の材料：花心白菜は '57年に自家和合および不和合であつた各6個体の自殖系統のうちから52個体をえらび、松島新2号白菜は '57年の材料の株間交配でえられた2系統中から5個体をえらんだ。

実験材料の養成 実験材料はすべて前年秋に播種して実験1の“鉢養成”に準じた。12月末の厳寒期にガラス室に搬入して越冬させ、受粉操作から収穫までをすべてガラス室で行なつた。

人工受粉操作 花粉親としての花心白菜は上述の材料のうちから自家和合と不和合個体とが含まれるように個体をえらび出した。この花心白菜と同じく自家和合と不和合個体とが含まれるように選定した上述の松島新2号白菜との混合花粉を次のようにして調製した。両品種各5個体から当日開花の花を各5花ずつ(計1品種25花)摘花し、時計皿上に両品種の花粉が交互にかさなる

Table 3. Percentage of inter-varietal hybrids among varieties mixplanted in combination of twos and exposed to natural cross-pollination

Seed parent	Pollen parent	Hôtôren	Kashin	Nozaki No. 2	Aichi	Matsushima-shin No. 2
Hôtôren			96.7 (90-100)	68.6 (46-81)	91.3 (84-100)	88.0 (78-100)
Kashin		77.2 (20-97)		94.3 (89-100)	84.4 (66-95)	94.8 (82-98)
Nozaki No. 2		64.2 (48-76)	87.7 (81-93)		64.7 (60-70)	72.6 (38-89)
Aichi		54.1 (19-72)	38.2 (24-60)	70.0 (64-72)		76.3 (67-92)
Matsushima-shin No. 2		13.2 (7-27)	12.0 (1-40)	45.6 (26-70)	29.9 (19-38)	

Figures in parentheses show the range of inter-varietal hybrids.

ように小筆の先で花粉を落して混合花粉を調製した。

調製後直ちにこの花粉を時計皿上の一端から丁寧に小筆の先につけて採種母本(花心白菜)の当日開花の柱頭(前日除雄)に受粉させ、1個体当り20~30花になるように2~3日にわたって授粉した。

品種間雑種の判別 採種母本である花心白菜の莢の成熟をまつて採種し、風乾後母本ごとに約120粒を苗床に播種し、実験1に準じて系統当り100個体中の雑種数をかぞえた。

III. 実験結果

実験1

2品種を混植して自然受粉させた次代の品種間交雑率の平均およびその幅は Table 3 に示される。

包頭連白菜を花粉親とした花心白菜の組合せで品種間交雑率の低い1系統(20%)があつた以外は、包頭連白菜と花心白菜から採種した場合はいずれの品種との組合せでも品種間交雑頻度の高いことがわかる。反対に、松島新2号白菜の品種間交雑率はいずれの組合せでも50%以下であり、また最低と最高の雑種率も低く、品種間交雑頻度が低い結果を示した。

野崎2号白菜と愛知白菜は一般に上記品種よりは雑種率が50%に近く、選択受精の有無がやや不明瞭となり、愛知白菜では組合せた品種によつて品種間交雑率が品種内より高い場合と反対に低い場合とがあつた。

採種母本として品種交雑頻度の高い包頭連白菜を花粉親にした場合は他品種との組合せで一般に品種間交雑頻度が低くなり、反対に採種母本としては交雑頻度が低い松島新2号白菜はこれを花粉親にすると比較的品種間交雑頻度が高くなる傾向もうかがわれる。

実験2

花心白菜に花心白菜と松島新2号白菜の混合花粉を人工受粉させて採種した次代の品種間交雑率の平均とその幅('57年は37個体、'58年は52個体)は Table 4 に示される。

両年度とも品種間交雑率は80%以上を示し、花心白菜は同一品種内の交雑頻度より他品種(松島新2号白菜)との交雑頻度の方が明らかに高く、実験1の自然受粉の場合(Table 3)と一致し、花心白菜の選択受精が品種本来の性質であるとの結果を示した。しかし50%近くの交雑率を示した最低のものから100%のものまで交雑率には個体によつ

Table 4. Results of artificial pollination with a mixture of pollen from two varieties
Seed parent : Kashin Pollen parents : Kashin and Matsushimashin No. 2

Year of experiment	Population of seed parent	Percentage of inter-varietal hybrids	Remark
1957	37	86.3 ± 2.1 (53-100)	Figures in parentheses show the range of inter-varietal hybrids.
1958	52	81.6 ± 1.6 (60-100)	

て差があり、選択受精について品種内に分化のあることがわかる。

IV. 考 察

実験1から白菜の5品種で2品種ずつの混植を行なつて自然受粉させた場合、それぞれの品種に選択受精現象がみられ (Table 3), しかもこの選択受精の程度は品種によつて、あるいは組合せた品種によつて異なり、品種間交雑頻度が品種内交雑頻度よりかなり高い品種 (包頭連白菜, 花心白菜), 反対に常に低い品種 (松島新2号白菜) および両者の関係が比較的明瞭でない品種 (野崎2号白菜, 愛知白菜) とがみられた。

品種間交雑には品種本来の性質としての和合性のほかに、開花や開葯の習性あるいは受粉を媒介する昆虫の行動習性等の諸要因が関係してくる。例えば PORTE ('51) はトマトの特定の系統間組合せで、開花習性が異なるため 90~95% の自然交雑があつた場合を報じ、萩原 ('30) はアサガオで早朝 (午前4時) の開花までにすでに自殖が行なわれているため交雑が少ないことを報告している。また HANSON ('53) は *Lespedeza* で雌ずいの受精能が開葯より 1~2 日早いため比較的交雑が行なわれ易い例をあげている。

媒介昆虫の行動習性と交雑との関係については BATEMAN ('51) が *Brassica oleracea* と *B. napus* を混植した時に、それぞれの種をおとずれる蜂の種類やその行動が異なることを観察し、THIES ('53) は楠で交雑に大きな役割を果たす蜂の種類やその行動習性を詳細に報告している。したがつて開花習性ととも昆虫媒花作物である白菜での昆虫の行動と自然交雑との関係も無視できない。

以上のことから実験1でえられた選択受精についての結果が品種本来の性質にもとづくものであるかどうかを検討しておく必要があり、花心白菜と松島新2号白菜の組合せで両品種混合花粉の人工受粉実験を2年にわたつて行なつた (実験2)。その結果、花心白菜の品種間交雑頻度は明らかに常に高く (Table 4), 自然受粉の場合 (Table 3) と一致した。したがつて白菜の品種間にみられる選択受精は品種本来の性質としての和合性の差異に

よると結論できる。

このことについては MATHER ('47) が *Antirrhinum* で種間交雑が種内交雑と同程度に容易に行なわれるのに種間雑種が少ないことから、また BATEMAN ('56) はニオイアラセイトウで自殖で完全に種子がえられるのに自然交雑頻度が高いことから種あるいは品種間に和合性について差異があることを指摘している。Table 3 の品種により、また組合

せにより自然交雑率が異なることは大根でも観察されている (古谷 '44)。また採種母本として品種間交雑頻度が高い包頭連白菜を花粉親にした場合は一般に品種間交雑頻度が低く、松島新2号白菜は反対の関係にあることが示されているが、このことは戸荻・河原 ('42a, b) が甘藷で観察した結果と類似している。これらのことから白菜の品種間には和合性について分化のあることが暗示され、この現象の育種学的利用の可能性も期待できる。

選択受精現象の機構には基本的には和合性についての遺伝的差異、特にアブラナ科植物では離反因子やその変異因子その他の関係する所が大きいので、和合性について遺伝学上の解析を行なう必要があるが、その前にまずこの現象を花粉の行動の面から現象的によく把握しておく必要があると考え、さらに実験をすすめて行く。

V. 摘 要

(1) 植物の選択受精現象に関する育種学的研究の1つとして、白菜についてこの現象を利用する F_1 採種の可能性の検討を始めた。

(2) 本実験では白菜の5品種について、すべての組合せで2品種の混植を行ない、自然受粉下での品種間交雑頻度によつて選択受精の有無とその程度をしらべた。さらにこの現象が品種本来の性質によるものであることをも確めた。

(3) 白菜の品種には選択受精現象があり、品種および品種の組合せによつてその程度が異なる。全体としては包頭連と花心白菜では品種間交雑頻度が品種内交雑頻度よりかなり高く、松島新2号白菜では反対に品種内交雑頻度が高い。野崎2号と愛知白菜は両者の中間に位置する (Table 3)。

(4) 松島新2号白菜と花心白菜の組合せについて、両品種の混合花粉を花心白菜に人工受粉させた結果、品種間交雑頻度が高いことは自然受粉の場合と一致し、選択受精は品種本来の性質によるものであることが確かめられた (Table 4)。

引 用 文 献

ATTIA, M. S. and H. M. MUNGER 1950. Self-incom-

- patibility and the production of hybrid cabbage seed. Pro. Amer. Soc. Hor. Sci., 56: 363~368.
- BATEMAN, A. J. 1947. Number of S alleles in a population. Nature, 160: 337.
- . 1951. The taxonomic discrimination of bees. Hered., 5: 271~278.
- . 1956. Cryptic self-incompatibility in the wallflower, *Cheiranthus cheiri* L. ibid., 10: 257~261.
- CROWE, L. K. 1955. The evolution of incompatibility in species of *Oenothera*. ibid., 9: 293~322.
- 古谷春吉. 1944. 大根, 白菜等の F₁ 利用と自然交配採種法. 園雑, 15: 262~265.
- 萩原時雄. 1930. 「あさがほ」の授粉の機構と自然交配について. 育種, 6: 126~128.
- HANSEN, V. H. 1953. Controlled hybridization in *Lespedeza stipulacea*. Agron. J., 45: 333~334.
- 郡場 寛. 1955. 植物生理生態. pp. 334.
- LEWIS, D. 1948. Structure of the incompatibility gene. I. Spontaneous mutation rate. Hered., 2: 219~236.
- . 1949. ibid. II. Induced mutation rate. ibid., 3: 339~355.
- . 1951. ibid., III. Types of spontaneous and induced mutation. ibid., 5: 399~414.
- . and L. K. CROWE. 1954. ibid., IV. Types of mutations in *Prunus avium* L. ibid., 8: 357~363.
- MATHER, K. 1947. Species cross in *Antirrhinum*. I. Genetic isolation of the species *majus*, *glutinosum* and *orontium*. ibid., 1: 175~186.
- 見波定治. 1914. 遺伝進化 pp. 265.
- MOHR, H. C., H. T. BLACKHURST and E. R. JENSEN. 1955. F₁ hybrid water melons from open pollinated seed by use of genetic marker. Pro. Amer. Soc. Hor. Sci., 65: 399~404.
- MOORE, J. F. and T. H. ANSTEY. 1954. A study of the degree of natural selfing in green sprouting broccoli (*Brassica oleracea* L. var. *Italica* Plenck.) a normally cross-pollinated crop. ibid., 63: 440~442.
- 中川春一・上村昭二・佐藤 勇. 1955. 白菜育種に関する研究. 第1報. 東北農試報告, 4: 133~151.
- . 第2報. 園雑, 26: 163~170.
- . 1960. 同上. 第3報. 東北農試報告, 18: 37~43.
- 西 貞夫・平岡達也. 1958. そ菜の一代雑種に関する研究. [1] 雌性不ねん性の利用に関する研究. 農技研報告, E 6: 1~41.
- ODLAND, M. L. and C. J. NOLL. 1950. The utilization of cross-compatibility and self-incompatibility in the production of F₁ hybrid cabbage. Pro. Amer. Soc. Hor. Sci., 55: 391~402.
- OLSSON, G. 1952. Undersökning av graden av korsbefruktning hos vitsenap och raps. Sveriges Utsäd. Tid., 62: 311~322. Ab.
- PANDEY, K. K. 1956. Mutations of self-incompatibility alleles in *Trifolium pratense* and *T. repens*. Genet., 41: 327~343.
- PORTE, W. S. 1951. Tomato hybrids between fertile lines without flower emasculation. Seed World, 68, 21: 46~47. Ab.
- 篠原捨喜. 1942. 甘藍の一代雑種採種法. 園雑, 13: 344~348.
- SIMPSON, D. M. and E. N. DUNCAN. 1956. Cotton pollen dispersal by insects. Agron. J., 48: 305~308.
- THIES, S. A. 1953. Agents concerned with natural crossing of cotton in Oklahoma. ibid., 45: 481~484.
- THOMPSON, A. E. 1954. The extent of natural crossing in inbred monoecious spinach lines. Pro. Amer. Soc. Hor. Sci., 64: 405~409.
- 戸刈義次・河原卯太郎. 1942 a. 甘藷の自家並に交配不和合性に関する研究 (予報). 第1報. 育種研究, 1: 83~101.
- . 1942 b. 同上. 第2報. 同上: 102~111.
- . 安間正虎. 1949. 棉に於ける自然交雑の頻度 同上. 3: 117~120.
- WILLIAMS, W. 1951. Genetics of incompatibility in alsike clover, *Trifolium hybridum*. Hered., 5: 51~73.

Summary

In order to explore the possibility of hybrid seed production in Chinese cabbage, a series of experiments were carried out to first ascertain the existence or otherwise of selective fertilization in this crop. Combination of any two from among the five varieties, viz., Matsushimashin No. 2, Kashin, Hôtôren, Nozaki No. 2 and Aichi were mix-planted in isolated fields (Tables 1 and 2). Varieties were thus exposed to natural cross-pollination. Extent of selective fertilization was determined by the number of inter-varietal hybrids appearing in the progeny of the seed parents in the following generation.

When frequency of inter-varietal hybrids, as a whole, in a particular seed parent, was considered, it was very high in the cases of Hôtôren and

Kashin, somewhat intermediate in the cases of Nozaki No. 2 and Aichi and low in the case of Matsushimashin No. 2 (Table 3).

In a separate experiment conducted during 1957~58, many plants of the variety Kashin were artificially pollinated with a mixture of pollen of the varieties Kashin and Matsushimashin No. 2. In the subsequent generation, quite a high frequency of inter-varietal hybrids was observed in the progeny of the variety Kashin (Table 4). This result was in agreement with that of the earlier experiment presented in Table 3. Thus it was clearly established that selective fertilization exists in Chinese cabbage and it is essentially dependent on compatibility among varieties.