

加工用イチゴのへた取り作業の省力化に関する研究—Ⅱ

加工用イチゴ果実の片手収穫剤の検索

宮崎 正則・美谷 誠一・藪内 一雄

**Studies on Saving of Calyx Removing Labor of Strawberry
for Processing—Ⅱ**

**Chemicals for Facilitating Harvest of Strawberry for Processing
by Single Hand Pulling**

Masanori Miyazaki, Seiichi Miya and Kazuo Yabuuchi

Summary

The present study was carried out to search chemicals and growing conditions which facilitate harvesting strawberry fruits detaching from calyxes, leaving the latter on the peduncles, by single hand pulling.

When fruits of var. America strawberry for processing were pulled by single hand, 3 kinds of fruits were harvested, fruits detached from calyxes, those with calyxes, and those with calyxes and peduncles. The percentage of calyx-free fruits was generally higher at the first half of the harvesting time, but remarkably decreased at the end of the harvesting time.

The combined application of gibberellin to strawberry plants at the budding time and of phenylbutyric acid just before the ripening of the first fruits remarkably increased the percentage of calyx-free fruits at the first half of the harvesting time. By combined application of gibberellin and Ethrel as well as gibberellin and potassium phosphate, the percentage of calyx-free fruits among total fruits harvested by single hand through the harvesting time was very higher.

前報で¹⁾、イチゴのへた離れ力はへた直下部とずい部との間の組織化学的な結合力および結合面積に影響されると推察した。このことから、両組織の結合力を弱め、結合面積を小さくすることができれば、へた離れ力は低下し、果実を片手で引張ることによりへたの付着しない果実が収穫されるのではないかと考えられた。この一方法として植物ホルモンやその他の化学物質の応用が考えられ、カンキツ類^{2~7)}、オリーブ^{8,9)}、チェリー^{10,11)} などではすでに有効な収穫剤が発見されている。そこで、加工用イチゴ品種「アメリカ」を用い、果実を片手で引張ることにより、へたを果梗に残し、果実のみを収穫することのできる収穫剤や栽培条件を検索した。

実 験 方 法

1. 栽培方法

加工用品種「アメリカ」のウイルスフリー苗を1976年11月に定植し、3月中旬から収穫開始前の5月中旬までの間2週間ごとに灰色かび病防止のためダイホルタンを散布した。

2. 処 理 区

予備実験で、出蕾期のジベレリン (GA) 処理により肩すき果が生じ、へた離れ力が低下することを認めたので、出蕾期に GA 5 ppm を処理したのち、一番果の成熟直前 (5月中旬) につぎの化学物質を噴霧器で株全体に1回散布し、片手収穫剤としての効果を調べた。N-ジメチルアミノスクシンアミド酸 (B9): 500 ppm, 2-クロロエチルトリメチルアンモニウムクロライド (CCC): 10 ppm, 2-フェニル-n-酪酸: 10 ppm, マレイン酸ヒドラジッド (MH): 1000 ppm, 2,3,5-トリヨード安息香酸 (2, 3, 5-T): 2.5 ppm, 2-クロロエチルホスホン酸 (エスレル): 100 ppm, シクロヘキサミド (CHI): 50 ppm, ブチルヒドロキシアニゾール (BHA): 0.5%, アスコルビン酸: 0.5%, リン酸カリウム: 0.2%, 塩化カルシウム: 0.2%。B9, CCC はへた離れ部位のセルラーゼ活性を高め、フェニル酪酸, MH, 2,3,5T のアンチオーキシンはずい部の成熟, 老化を促進させる目的で使用した。エスレル, CHI はエチレン発生剤で、BHA, アスコルビン酸とともにカンキツ類の離層形成剤として知られているのでイチゴに応用した。なお、オーキシンの α -ナフトレン酢酸ソーダー (NAA): 50 ppm もアンチオーキシンの作用を確認するため使用した。

供試株数は各区とも6株で、片手収穫を試みた果数はそれぞれ400~500個であった。なお、農薬その他の栽培条件を異にして栽培した区についても片手収穫を試みた。

3. 片手収穫法

片手収穫は片手の指で完熟果を軽くつまみ、そのまま引張る方法で行なった。その時、①完全なへたなし果 (へたは果梗に着いたまま、株に残る)、②へたが半分程度着いた果実、③へたが完全に残った果実、④へたと果梗が残った果実などが収穫された。そこで、〔完全なへたなし果実数 \times 100/片手収穫を試みた果実数〕を片手収穫によるへたなし果率 (%) として表わした。このへたなし果率は各収穫日、全収穫期間、果実の果形ごとに算出した。なお、一部の果実については片手収穫を行なうと同時にへた離れ力も測定した。

実 験 結 果

1. 「アメリカ」果実の片手収穫によるへたなし果率におよぼす化学物質の影響

表1に化学物質を処理した「アメリカ」果実の片手収穫によるへたなし果率を示した。対照区のへたなし果率は収穫初期に高く、中期にはかなり低下し、末期には著しく低い率となり、全収穫期間を通したへたなし果率は41%となった。GA処理区では葉柄や果梗の伸長、肩すき果の発生が認められた。へたなし果率は収穫前半には80%以上で、末期には15%と著しく低下したが、全収穫期間を通した率は65%で対照区に比べて明らかに高かった。

GA と他の化学物質との併用処理区について特徴のある区をみると、GA+フェニル酪酸区は葉や果実は正常で、そのへたなし果率が収穫前半には90%以上で、指にほとんど抵抗を感じることなく収穫でき、かつ中熟果でも充分収穫することができた。しかし全収穫期間を通したへたなし果率は67%で、GA区と同程度であった。一方、GA+NAA区では果実の着色が遅れ、へたなし果率はGA区よりも劣った。

GA+エスレル区、GA+リン酸カリウム区では、果実、葉ともに正常で、収穫日ごとおよび全収穫期間を通したへたなし果率は良好であった。GA+CHI区も収穫前半のへたなし果率は良好だったが、葉枯れ病に似た病徴が発現した。

なお、GA+フェニル酪酸にさらにエスレルを添加した区なども設けたが、エスレル添加の顕著

Table 1 Effects of spraying of chemicals on the harvest of calyx-free fruits among fruits harvested by single hand pulling of var. America strawberry

Treatment	Per cent of calyx-free fruits harvested on (month. date)					Per cent of calyx-free fruits among total fruits through the harvesting time
	5.19	5.24	5.26	5.30	6.3	
Control	70	75	48	41	10	41
GA	86	91	85	67	15	65
GA+B9	88	84	83	67	33	76
GA+CCC	88	90	84	48	8	67
GA+2-phenyl-n-butyric acid	92	96	93	64	20	67
GA+MH	82	82	75	48	10	59
GA+2, 3, 5 T	80	93	89	54	11	64
GA+NAA	69	78	65	65	34	57
GA+Ethrel	93	90	85	75	21	76
GA+CHI	95	93	89	55	15	68
GA+BHA	64	86	86	75	25	73
GA+Ascorbic acid	79	81	89	74	22	71
GA+Potassium phosphate	91	90	89	68	26	75
GA+Calcium chloride	76	87	85	65	11	66

Table 2 Effects of spraying of chemicals on the calyx detaching force of var. America strawberry

Treatment	Calyx detaching force		Per cent of calyx-free fruits
	Lower force	Higher force	
Control	405	505	48
GA	335	445	85
GA+B9	264	460	83
GA+CCC	305	395	84
GA+2-Phenyl-n-butyric acid	280	370	93
GA+MH	—	480	75
GA+2, 3, 5 T	320	430	89
GA+NAA	410	650	65
GA+Ethrel	330	420	85
GA+CHI	375	—	89
GA+BHA	390	620	86
GA+Ascorbic acid	345	450	89
GA+Potassium phosphate	335	435	89
GA+Calcium chloride	370	—	86

on May. 26

な効果が認められなかったので表示しなかった。

2. 「アメリカ」のへた離れ力におよぼす化学物質の影響

5月26日に、片手収穫を行なうとともに果実10~15gの果実のへた離れ力を測定し、表2に示した。へた離れ力はいずれの区も小値と大値にわかれ、その差は大略100gで、小値はへたなし果の、大値はへたの付着した果実のへた離れ力であろうと推測した。へたなし果率とへた離れ力との

間には小値で $r = -0.53$, 大値で $r = -0.71$ の相関係数が得られ, へたなし果率の高い区ではへたの付着した果実でもそのへた離れ力が低いことがうかがわれた。

GA 区のへた離れ力は対照区より低かった。GA+フェニル酪酸区のへた離れ力は最も低く, このことはへたなし果率が高いこと, 指にほとんど抵抗を感じることなく収穫できたことなどによく一致した。一方, GA+エスレル区, GA+リン酸カリウム区のへた離れ力は GA 区と同程度であった。

以上のへたなし果率およびへた離れ力から, GA+フェニル酪酸, GA+エスレル, GA+リン酸カリウム処理が片手収穫剤として効果があるように思われたので, これらの区についてさらに二, 三の調査を以下に行なった。

3. 「アメリカ」果実の片手収穫による果重別へたなし果率

「アメリカ」果実を処理区ごとに片手収穫し, 果重別にへたなし果率を求め, 図1に示した。対照区については, 大果は5月30日まで収穫が終り, 全収穫期間を通したへたなし果率は中果, 小果に比べて高かった。中果, 小果は6月3日まで収穫が行なわれ, そのへたなし果率は収穫前半には高かったが, 末期には著しく低下し, かつ末期には小果が多いため, 全収穫期間を通したへたなし果率は小果で最も低かった。化学物質処理区においても, 中果, 小果のへたなし果率は収穫前半には大果と同程度に高かったが, 末期に著しく低下し, かつ, 末期には小果が多いことなどから全収穫期間を通したへたなし果率は小果で劣った。しかし GA+エスレル区, GA+リン酸カリウム区の小果の全収穫期間を通したへたなし果率は対照区, GA 区, GA+フェニル酪酸区に比べて高かった。

収穫末期のへた残り果は果梗も残っているのに対し, 収穫前半ではへたのみが残ることが観察され, 収穫時期によりへたや果梗の性質が異なるのではないかと思われた。

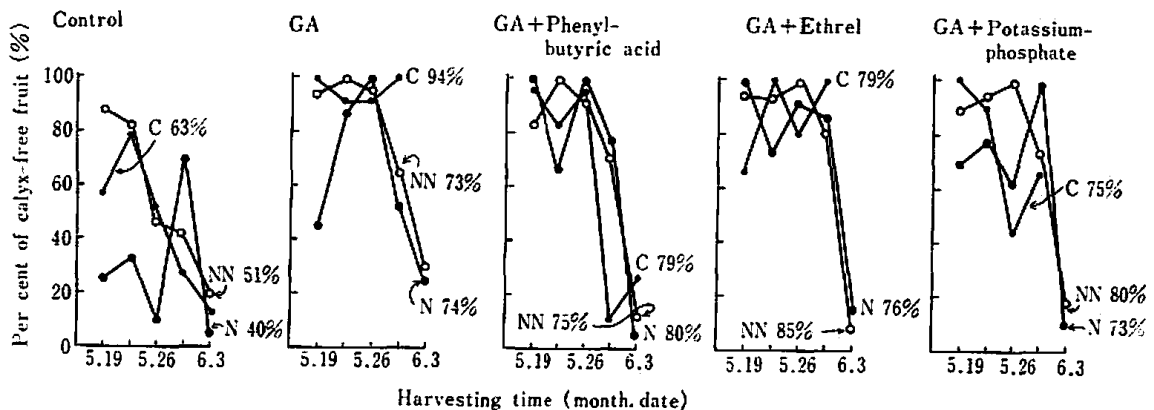


Fig. 1 Effects of spraying of chemicals on the harvest of the calyx-free fruits among large, moderate and small fruits harvested by single hand pulling of var. America strawberry. Figures indicate the percentage of the calyx-free fruits among total fruits. L: large fruit over 10g of fruit weight. M: moderate fruit 5 to 10g. S: small fruit below 5g.

4. 「アメリカ」果実の片手収穫による肩すき程度別へたなし果率

図2に中果の肩すき程度別のへたなし果率を示した。対照区のへたなし果率は, 肩すきなし果, へたくいこみ果では収穫前半に高く, 末期には著しく低下したが, 肩すき果では収穫前半と末期に低く, 全収穫期間を通したへたなし果率は肩すき果で最も劣った。化学物質処理区では, いずれの果形のへたなし果率も対照区に比べて高く, 対照区にみられた肩すき果のへたなし果率がとくに劣

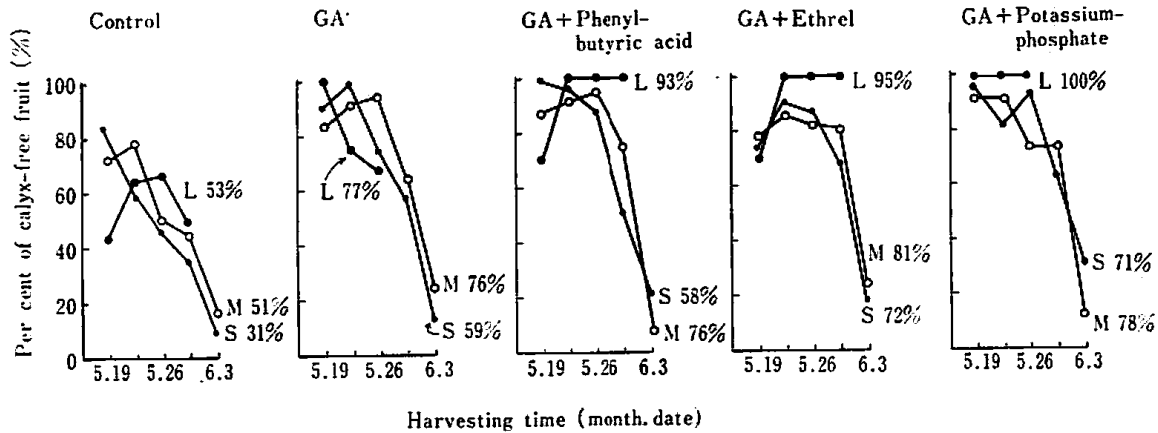


Fig. 2 Effects of spraying of chemicals on the harvest of calyx-free fruit among necked fruit, no neck fruit and fruit with deep-rooted calyx harvested by single hand pulling of var. America strawberry

Figures indicate the percentage of calyx-free fruits among total fruits.

N : neckd fruit, NN : no neck fruit, C : fruit with deep-rooted calyx.

るようなことは認められなかったが、へたくいこみ果に比べて高いという結果も得られなかった。肩すき果のへた部は果梗の付着点付近で中空になっているようで、片手で果実を引張ると果梗およびその付着付近のへた部の表皮は果実から離れるが、へた自体は果実に残ることが観察された。

5. 「アメリカ」果実の収穫日別の収穫果数率

片手収穫によるへたなし果、へた残り果を含めた収穫果について、収穫日別の収穫果数率を算出し、図3に示した。GA+エスレル区、GA+リン酸カリウム区の収穫果数率は対照区、GA区、GA+フェニル酪酸区に比べ、へたなし果率の高い収穫前半に高く、へたなし率の低い収穫末期には低かった。

6. 「アメリカ」果実の片手収穫によるへたなし果率におよぼす栽培条件の影響

表3に栽培条件を異にして栽培した「アメリカ」果実のへたなし果率を示した。まず、ウイルス罹病株とフリー株を比較すると、罹病株のへたなし果率は熱処理およびよく培養によるウイルスフリー株に比べて5月26日には劣った。つぎに、灰色かび病を防止する目的で3種の農薬を3月中旬より5月中旬まで1週間ごとおよび2週間ごとに散布した区について調べたところ、いずれの農薬も1週間ごとの散布区で5月27日のへたなし果率が高く、無農薬区では著しく劣った。さらに、ビニールトンネル栽培区のへたなし果率は露地栽培区に比べて高い傾向にあった。

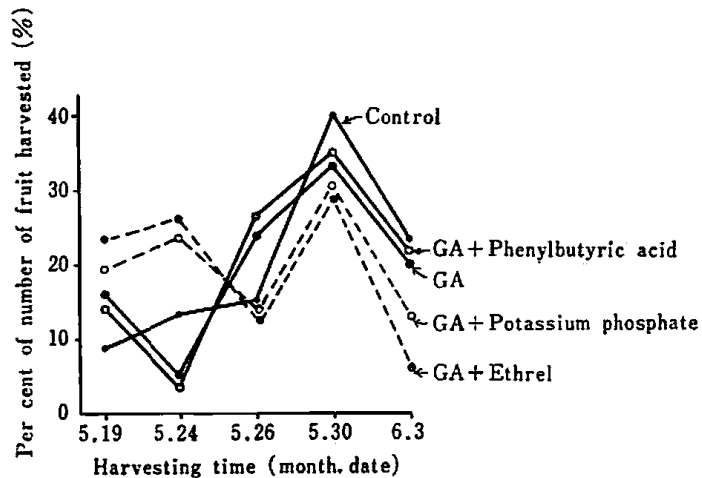


Fig. 3 Effects of spraying of chemicals on the percentage of number of fruits harvested every harvesting date of var. America strawberry.

Table 3 Effects of growing conditions on the harvest of calyx-free fruits among fruits harvested by single hand pulling of var. America strawberry

Plant	Cropping type	Agricultural chemical		Per cent of calyx-free fruits harvested on	
		Kind	Application frequency	May. 25	May. 27
Viral plant Virus-free plant by anther culture	Open culture	Difoltan	1 time/2 weeks	35 [%]	40 [%]
				Open culture	Difoltan
Open culture	Polyoxin	1 time/2 weeks	75		
			1 time/1 week	80	66
		1 time/2 weeks	71	24	
			1 time/1 week	68	67
		Euparen	1 time/2 weeks	70	35
			1 time/1 week	69	78
Without agricultural chemical	—	—	18		
	Growing in plastic tunnel	Difoltan	1 time/2 weeks	72	68
Virus-free plant by heat treatment					

片手収穫による「アメリカ」果実のへたなし果率は対照区に比べてGA区で高かった。しかしGA区に比べて、GA+フェニル酪酸区は収穫前半のへたなし果率がきわめて高く、GA+エスレル区、GA+リン酸カリウム区は全収穫期間を通したへたなし果率が高いことから、これらの併用処理は「アメリカ」の片手収穫剤として有望であると思われる。これらの作用機構は明らかでないが、GAについては、最初の目的は肩すき果を作ることであり、この処理で肩すき果は生じたが、肩すき果のへたなし果率が他の果形の果実に比べて著しく高くはなかった。一方、GA処理区のおいずれの果形の果実も対照区に比べてへたなし果率が高く、このことからGAには肩すき果を作ることとは別にへたなし果率を高める作用があるように思われた。GA+フェニル酪酸については、その反対の作用をすると考えられるGA+NAA区で果実の着色が遅れ、へた離れ力、へたなし果率ともに不良であった。前報¹⁾で、果実が成熟するに伴いへた離れ力は低下し、ずい部は老化し、若い組織のへた直下部と成熟、老化したずい部との境いで分離すると推察したが、この成熟、老化を抑制するのがNAAであり²⁾、一方、フェニル酪酸は成熟、老化を促進してへた離れ容易な条件を作るものと思われた。いずれの区においても、へたなし果にはへた残り果に比べて、ずいと皮層の間に軽度の空隙のある果実数が多いことが観察され、このことからずいの成熟、老化がへた離れの容易さと大いに関連するよう思われた。ただしいずれの区においても、へた離れ部位に離層は形成されていなかった。GA+エスレル区、GA+リン酸カリウム区では、収穫前半のへたなし果率はGA区と同程度で、GA+フェニル酪酸区より低かったが、全収穫期間を通したへたなし果率はGA区やGA+フェニル酪酸区よりも高いという特徴があった。このことはエスレルやリン酸カリウムにより果実の成熟度が進み、へたなし果率の高い収穫前半に多くの果実が収穫され、へたなし果率の低い収穫末期には収穫すべき果実が少なかつたことによると思われた。GA+フェニル酪酸区では収穫前半のへたなし果率は著しく高かったが、この時には収穫果数が少なく、収穫末期のへたなし果率の低い時期に収穫果数が多いことから、この区的全収穫期間を通したへたなし果率は低かった。これらのことから、果実の成熟度もへたなし果率に影響することがわかった。

へたなし果率と栽培条件との関係については、農薬散布頻度、作型、苗のウイルス病の罹病程度などによりへたなし果率に差異が生じた。これらの原因は明らかではないし、また1回だけの試験結果なので再現性があるとは言えないが、本実験の対照区のへたなし果率が収穫前半には70%以上

と予想以上に高く、この時の栽培条件はウイルスフリー苗で、農薬を定期的に散布し、収穫期間中は例年になく雨量が少なかったこと（トンネル栽培下の条件に類似する）など上記のへたなし果率の高い栽培条件と一致した。

片手収穫によるへたなし果率は、対照区では、収穫前半に高く、収穫末期には著しく低下した。この末期の現象は末期に多く収穫される小果に原因があると思われたが、小果のへたなし果率は収穫前半には高いこと、いずれの果重の果実でもそのへたなし果率は末期に著しく低下すること、末期のへた残り果には果梗の残った果実が多く、このことは収穫前半にはみられなかったことなどから、収穫末期のへたなし果率の著しい低下は小果によるのではなく、株の生理条件に基因すると考えた。化学物質処理区でも末期のへたなし果率は著しく低かった。化学物質は5月中旬に1回処理されただけで、この時には末期に収穫されるべき果実は緑色小果であり、化学物質が緑色小果には影響しなかったこと、あるいはその作用が果実の発育過程で消失したこと、化学物質の作用よりも株の生理条件が強く影響したことなども考えられ、より有効な化学物質とその処理方法を検討する必要があるように思われた。

前報¹⁾で、小果および肩すき果は大果やへたくいこみ果に比べて、へた離れ力が小さいことを報告し、これらの果実で片手収穫によるへたなし果率が高まることを予測して本実験を行なった。しかし、へたなし果率とへた離れ力の間には相関性は一応認められたが、小果および肩すき果のへたなし果率は予測したほど高くはなかった。この原因の一つにはへたの固定の有無が関係していると思われた。へた離れ力測定時にはへたと果梗をコックで固定し、へた離れ力のみを測定したのにし、片手収穫法では、へたと果梗は固定せず、果実のみを引張る方法で行ない、その結果、小果には果梗が残り、肩すき果ではへたの表皮のみが離れ、へた自体は果実に残るなどへた離れ力以外の要因が関与していることが判明した。

以上、加工用イチゴ品種「アメリカ」の片手収穫法の概要を検討し、この方法では指で果実を軽くつまみ、そのまま引張ってへたの付着しない果実を手の掌に置くことが一つの動作ででき、かつ数回連続して行なえるのでへた取り作業は不要となり、収穫作業も従来の方法に比べて相当省力化できると考えている。今後、より効果的で、安全性の高い収穫剤とその処理方法および栽培条件を検討するとともに、株に残されたへたが露地栽培イチゴの大敵である灰色かび病の発生原因になることをさける方法も検討する必要があると考えている。

要 約

1. 加工用イチゴ品種「アメリカ」の果実を片手で引張ることにより、へたを果梗に残し、果実のみを収穫することのできる収穫剤および栽培条件を検索した。
2. 片手収穫によるへたなし果率は一般に収穫前半に高く、収穫末期には著しく低下した。
3. 出蕾時の GA 処理と一番果成熟直前のフェニル酪酸の併用処理で、収穫前半のへたなし果率は著しく高まった。
4. GA とエスレルの併用処理および GA とリン酸カリウムの併用処理で全収穫期間を通したへたなし果率は高かった。
5. へたなし果率は農薬散布頻度などの栽培条件によっても差異を生じた。
6. へたなし果率はへた離れ力との間に相関性が認められたが、へた離れ力以外にもへたなし果率に影響する要因があった。

終りに本実験を行なうにあたり御助力いただいた当研究所木多武雄氏、杉原八郎氏、若狭勝氏に感謝いたします。

文 献

- 1) 宮崎正則・美谷誠一・藪内一雄：食品工誌, 25, 12 (1978).
- 2) Cooper, W.C., G.K. Rasmussen, B.J. Rogers, P.C. Reese, and W.H. Henry : *Plant Physiol*, 43, 1560 (1968).
- 3) Cooper, W.C., and W.H. Henry : *Chemical control of fruit abscission*, Academic Press. New York. 12, 475 (1973).
- 4) 広瀬和栄・山本正幸・郷福之：園芸学会昭和44年春季大会発表要旨, p. 70 (1969).
- 5) Moshonas, M.G., P.E. Shaw, and D.A. Smith : *J. Food Sci.*, 41, 809 (1976).
- 6) 谷口哲徹：農及園, 50, 1471 (1975).
- 7) Young, R., and O. Jahn : *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 97, 237 (1972).
- 8) Hartmann, H.T., A. Tombei, and J. Whisler : *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 95, 635 (1970).
- 9) Hartmann, H.T., M. El-Hadamy, and J. Wisler : *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 97, 781 (1972).
- 10) Looney, N.E., and A.D. Mc Mecham : *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 95, 452 (1970).
- 11) Wittenbach, V.A., and M.J. Bukovac : *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 97, 214 (1972).
- 12) 高野奏吉：園学雑, 35, 43 (1966).