

加工用イチゴのへた取り作業の省力化に関する研究—Ⅳ

片手収穫によるへたなし果率の収穫時期別変化の発生要因について

宮崎 正則・美谷 誠一・藪内 一雄*

Studies on Saving Calyx Removing Labor of Strawberry for Processing—Ⅳ Factors Causing the Seasonal Change of the Rate of Calyx-Free Fruits by Single Hand Harvest of Strawberry Fruits for Processing

Masanori Miyazaki, Seiichi Miya and Kazuo Yabuuchi*

This study was carried out to search the factors which cause the seasonal change of rate of calyx-free fruits (fruits detached from calyx by single hand harvest) during harvest of strawberry cv. America for processing.

Strawberry plants grown at low temperature (20°/10°C) required longer time for maturation of fruits than those at high temperature (25°/15°C). The percentage of calyx-free fruits was high through the harvesting season and the percentage of hollow fruits was higher than that of the fruits grown at high temperature.

When strawberry plants were grown at high temperature, the percentage of calyx-free fruits was high only on the first day of harvesting and remarkably low at late season of harvesting. At late season, however, a high rate of calyx-free fruits was obtained from the plants foliar-sprayed with gibberellin and nitrogenous, phosphatic and potash fertilizers.

It was found that there were 4 kinds of the fruits in appearance: fruits without calyx, with calyxes and peduncles, with calyxes and the trace of peduncles and with only calyxes. Malformed fruits belonged to the second group. Pectic substances in these fruits were analyzed and the ratio of the amount of those in the pith to that in the flesh attached to the calyx was compared. It was found by series of investigations of the fruits in these 4 groups that the ratio in the fruits which could be picked calyx-free was less. It was suggested that the chemical compositions at the each side of the torn parts of the calyx-free fruits were remarkably different.

加工用イチゴ品種「アメリカ」のへたなし果率は、収穫前半に高く、その後低下し、末期には著しく低いという収穫時期別変化があり、収穫盛期はへたなし果率の低下する収穫後半にあたる。このことは実際栽培におけるへた取り作業を省力化するうえで大きな障害であり、したがって収穫盛期のへたなし果率を高める必要のあることを前報¹⁾で指摘した。収穫初期と末期の果実との間には、果実成熟中の気温が異なり、さらに株の栄養条件の違いなどが生じうることも予想される。そこでへたなし果率の収穫時期別変化の発生要因を調べる目的で、人工気象室およびほ場で若干の検討を行なった。

*元東洋食品研究所職員

実験方法

1. 人工気象室における栽培と調査

露地に植えた「アメリカ」苗を、1979年1月末にガラス室に移し、保温、出蕾させた後、3月始めに気象室に入れた。室内の気温は図1の気温調査を考慮して、昼間25°C、夜間15°Cの高温区およ

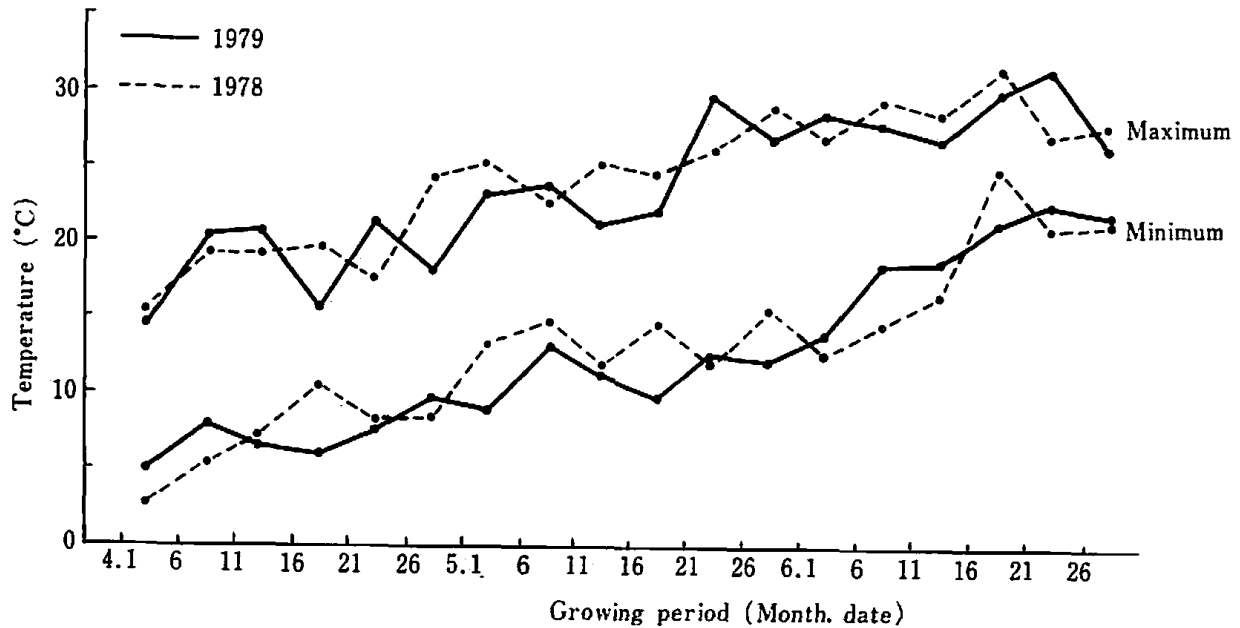


Fig. 1 Temperature during the growing period of strawberry grown on the open culture.

び昼間20°C、夜間10°Cの低温区を設けた。苗は対照区、GA区（ジベレリン5ppmを出蕾時に葉面散布）、GA+NPK区（出蕾時にGA処理するとともに、収穫開始前に KNO_3 と KH_2PO_4 の0.5%液を葉面散布）、GA+B9区（出蕾時にGA処理するとともに、ジメチルアミノスクシンアミド酸500ppmを葉面散布）を設けた。各区7株を供試した。

開花および収量調査を行なうとともに、へたなし果率を調べた。ついで果実20個をホモジネートし、その汁液のBrixと酸度を測定した。さらに果実20個について硬度、ずいと皮層の間の空隙果率（ひび割れ状で、空洞にはなっていない）を調べた。

2. ほ場における栽培と調査

1978年11月に「アメリカ」をほ場に定植し、慣行法に従って栽培管理した。これらの苗について、まず開花および収量調査、へたなし果率の調査を行なった。ついで収穫初期と末期の果実をへたなし果とへたつき果にわけ、糖、ペクチン、N、P、Kなどの化学成分含量を測定した。

3. 片手収穫法とへたなし果率

片手の指で果実をつまみ、そのまま引張り、へたを株に残し、果実のみを収穫する方法である。この時の〔へたなし果数×100/片手収穫を試みた果数〕をへたなし果率（%）として表わした。

4. 分析法

果実500gをホモジネートし、その一部を常法に従って処理、抽出し、糖はSomogi Nelson法、Nはケルダール法、PはFiske Subbarow法²⁾、Kは炎光光度法により測定した。ペクチンについては、果実のへた直下部（へたに付着して離れる果肉片）とずい部を各30gとり、常法に従って抽出

し、それぞれの水溶性、シュウ酸アンモン可溶性、HCl可溶性ペクチンを McComb らのカルバゾール比色法で測定した。硬度は、果実断面のへた離れ部位をプッシュアップスケール（感圧軸の先端は直径2mmの円板形）を挿入して測定し、果実20個の平均を $g/\pi mm^2$ で示した。空隙果率は、人工気象室の場合は果実20個、ほ場の場合は果実40個を用い、その断面を観察し、皮層とずいの中に空隙のある果実数を%で示した。へたつき果の形態調査は、片手収穫時のへたつき果について、形態別、収穫時期別に調査したものである。

実験結果

1. 人工気象室における「アメリカ」のへたなし果率

高温区、低温区の「アメリカ」は3月10日から開花をはじめ、それぞれ4月17日、4月30日から収穫がはじまった。低温区は高温区に比べ開花期間は長く、収穫開始期も遅れた。果実の成熟日数は高温区が約38日間であったのに比べ、低温区では約56日間を要した。この両温度区のへたなし果率

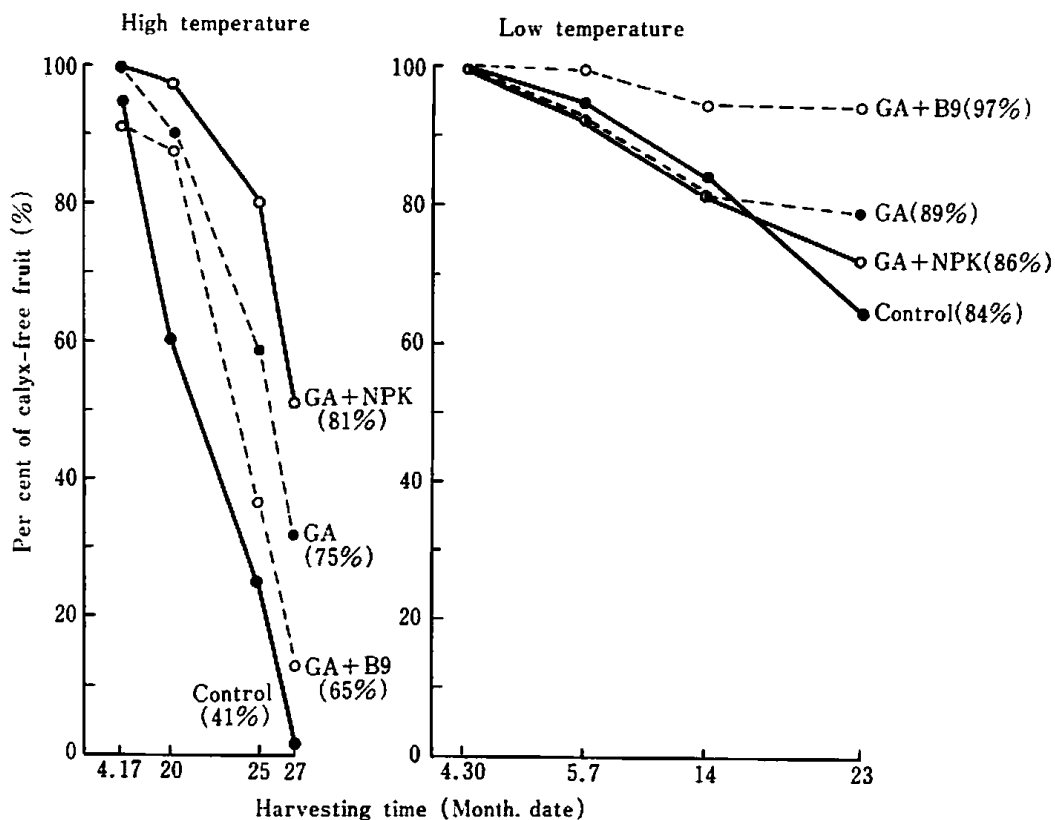


Fig. 2 Effects of temperatures during the growing period and spraying of chemicals on the occurrence of calyx-free fruits among fruits cv. America harvested by single hand pulling from strawberry plants grown in the air condition room.

Figures indicate the percentages of calyx-free fruits among total fruit

は図2のとおりであった。高温区のへたなし果率は、いずれの化学薬品区も収穫始めは90%以上であったが、その後対照区では急激に低下し、末期には0%となった。ただしGA+NPK区のへたなし果率はその低下がゆるやかで、全へたなし果率は対照区の2倍となった。一方、低温区のへたなし果率は、いずれの区も収穫初期に高く、その後の低下もきわめてゆるやかで、対照区の全へたなし果率は84%と高かった。とくにGA+B9区のへたなし果率はきわめて高く、興味もたれた。

Table 1 Effects of temperature during the growing period and spraying of chemicals on the contents of chemical compounds of the fruit cv. America.

Treatment	High temperature				Low temperature			
	Brix %	Acid mg%	Firmness of flesh g	Per cent of hollow fruit %	Brix %	Acid mg%	Firmness of flesh g	Per cent of hollow fruit %
Control	4.4	950	140	20	6.4	700	150	100
GA	4.1	770	140	20	7.4	700	160	100
GA+NPK	4.3	830	150	60	6.8	680	140	100
GA+B9	4.1	790	150	10	7.2	700	130	80

表1は果実の糖，酸含量と組織の状態を調べたものである。低温区の果実は高温区に比べ、Brixが高く、酸含量が低く、空隙果率が高かった。果肉硬度には差異は認められなかった。

2. ほ場における「アメリカ」のへたなし果率

開花日および成熟日数とへたなし果率との関係を調べ、図3に示した。収穫初期の果実として4

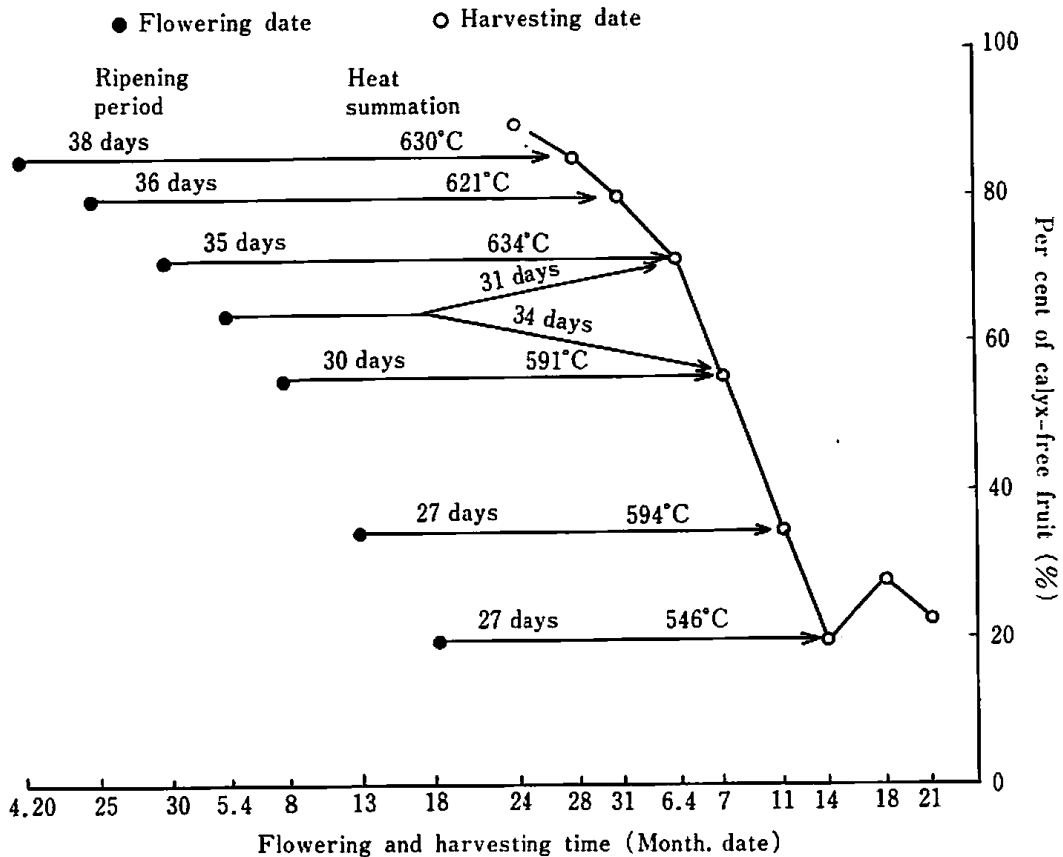


Fig. 3 Effects of flowering date and ripening period on the occurrence of calyx-free fruits among fruits cv. America harvested by single hand pulling from strawberry plants grown on the open culture.

月20日に開花した花は5月28日に収穫され、その成熟日数は約38日間で、へたなし果率は85%であった。末期の果実として5月18日に開花した花は27日間で成熟し、そのへたなし果率は20%であった。収穫盛期は6月4～7日頃で、その果実は30～34日間で成熟し、へたなし果率は60～70%であった。

収穫時の果実を観察すると、へたのない果実、長い小果梗とへたのついた果実、ごく短い小果梗とへたのついた果実およびへただけのついた果実（小果梗は果実から完全に抜けている）の4種類が認められた。奇形果の多くは小果梗とへたがついていた。これらの発生率は表2のとおりで、6月1日には長い小果梗つき果実が多かったが、6月15日にはへただけのついた果実が多くなった。へたつき果の空隙果率はへたなし果に比べ低かった。

Table 2 Seasonal changes of shape of strawberry fruits with calyxes among fruits cv. America harvested by single hand pulling.

Shape of fruit	Harvesting date			
	June 1	5	11	15
Number of fruits harvested	1,725	2,490	1,136	667
Number of fruits without calyx	1,172	1,365	233	77
Per cent of number of the fruits(%)	68	54	17	12
Per cent of number of hollow fruits(%)	—	80	—	—
Number of fruits with calyx	523	1,125	1,103	590
Fruits with calyx and peduncle				
Per cent of number of the fruits(%)	40	37	18	9
Per cent of number of hollow fruits(%)	—	30	—	—
Malformed fruits with calyx and peduncle				
Per cent of number of the fruits (%)	24	13	11	9
Per cent of number of hollow fruits(%)	—	30	—	—
Fruits with calyx and the trace of peduncle				
Per cent of number of the fruits(%)	16	16	12	6
Per cent of number of hollow fruits(%)	—	10	—	—
Fruits with only calyx				
Per cent of number of the fruits(%)	20	34	59	76
Per cent of number of hollow fruits(%)	—	40	—	—

3. 「アメリカ」果実の成分含量の収穫時期別差異

収穫初期と末期の果実の成分含量を表3に示した。N, P₂O₅, K₂O, 糖および酸含量は初期の果実で若干高かった。空隙果率は初期の果実が明らかに高かった。

Table 3 Chemical contents in the fruits cv. America picked at the beginning and the end of harvesting season.

Harvesting time and shape of fruit	N mg%	P ₂ O ₅ mg%	K ₂ O mg%	Reducing sugar mg%	Acid mg%	Per cent of hollow fruit %
Beginning						
Fruit without calyx	180	160	470	5,130	920	80
Fruit with calyx	—	—	—	4,720	780	30
End						
Fruit without calyx	140	130	420	4,520	800	20
Fruit with calyx	140	110	360	4,070	720	10

Table 4 Difference of the contents of pectic substances between the flesh attached to the calyx and the pith of the fruit cv. America.

Harvesting time and shape of fruit	Part of fruit	Water soluble pectin mg%	Ammonium oxalate soluble pectin mg%	HCl soluble pectin mg%	Total pectin mg%
Green fruit	Flesh attached to the calyx	281(100)	199(100)	329(100)	809(100)
	Pith	331(118)	281(141)	440(134)	1,052(130)
Red ripe fruit Beginning	Flesh attached to the calyx	269(100)	186(100)	208(100)	663(100)
	Fruit without calyx	229 (85)	67 (36)	85 (41)	381 (58)
Fruit with calyx and trace of peduncle	Flesh attached to the calyx	267(100)	137(100)	131(100)	535(100)
	Pith	228 (85)	84 (61)	77 (59)	389 (73)
End	Flesh attached to the calyx	167(100)	252(100)	225(100)	644(100)
	Fruit without calyx	183(110)	114 (45)	101 (45)	398 (60)
Fruit with calyx and peduncle	Flesh attached to the calyx	142(100)	126(100)	124(100)	392(100)
	Pith	164(116)	79 (63)	74 (60)	317 (81)
Malformed fruit with calyx and peduncle	Flesh attached to the calyx	141(100)	123(100)	112(100)	376(100)
	Pith	168(119)	92 (75)	125(112)	385(102)
Fruit with calyx and trace of peduncle	Flesh attached to the calyx	163(100)	150(100)	154(100)	467(100)
	Pith	211(129)	123 (82)	101 (66)	435 (93)
Fruit with only calyx	Flesh attached to the calyx	143(100)	137(100)	100(100)	380(100)
	Pith	153(107)	106 (77)	108(108)	367 (97)

Figures shown in parentheses are the relative values as indicated by the flesh attached to the calyx of 100.

表4は収穫時期別、へたの有無別にへた離れ部位のへた直下部とずい部とのペクチン含量を示したものである。緑果では、へた直下部、ずい部ともに HCl 可溶性ペクチンのしめる割合が多く、さらにずいの水溶性、シュウ酸アンモン可溶性および HCl 可溶性ペクチン含量はへた直下部より多かった。一方完熟果では、へた直下部、ずい部ともに水溶性ペクチンが増し、ずい部のシュウ酸アンモン可溶性および HCl 可溶性ペクチンはへた直下部より少なくなった。へたなし果とへたつき果を比較すると、両果実のへた直下部とずい部における各ペクチン含量のしめる割合には大きな差異は認められなかった。ただし、へた直下部のシュウ酸アンモン可溶性および HCl 可溶性ペクチン含量を 100とした時のずい部のペクチン含量を比較すると、へたなし果はへたつき果に比べかなり小さく、へた直下部とずい部との間で大きな差異のあることが認められた。

考 察

果実の成熟中の気温とへたなし果率との関係をみると、低温区の果実は高温区に比べ成熟日数が長く、空隙果が生じやすく、へたなし果率が高い特徴があり、これはほ場栽培の収穫初期の果実の状態に類似した。高温区の果実の状態は収穫末期の果実に類似した。イチゴ果実は積算温度 600~700°C で成熟するといわれ⁴⁾、したがって低温下の果実は成熟に長日数を要する。さらに低温下の果実は高温下の果実に比べ肥大が良好で、そのため皮層の肥大に対するずいの細胞分裂、肥大が遅れ、空隙にやりやすいものと考えられた。品種比較試験、育種試験、促成栽培などを通し、へた

なし果率の高い品種や果実の多くが空洞あるいは空隙になっていることを度々経験し、この空隙はへた離れ部位のへた直下部とずい部との組織的、化学的な結合力を弱めるのではないかと思われた。

化学成分については、低温区の果実は糖含量が高いなどは場の収穫初期の果実に類似する点が多く認められた。また収穫初期の果実は末期に比べ、N、 P_2O_5 、 K_2O 含量が高く、株の栄養条件の違いも示唆された。さらにペクチン含量からみて、へたなし果はへたつき果に比べ、へた直下部とずい部との間で化学的に大きな差異があり、外からの引張り力によりその境から容易に離れてしまうことも示唆された。この点については第1報⁹⁾でも推察している。イチゴ果実の成熟に伴う細胞壁の変化、軟化などに関し、ペクチンエステラーゼやセルラーゼなどの酵素の作用が報告されているが^{6~9)}、へた離れ性にもこれらの酵素が何んらかの作用をしているように思われる。

へたつき果は形態的に3種類に分類でき、その発生率は収穫日により異なり、収穫末期になるに伴い果梗の抜けたへたのみのついた果実が増加した。この果実は形態的にはへたなし果に近いもので、片手収穫法を工夫すればへたなし果になるのではないかと考えている。長い小果梗つき果実は、小果梗と果梗との付着力あるいは小果梗自体の引張り力がへた離れ力よりも小さいものであり、例へば不受精花のような極端な場合には、その小果梗の引張り力はきわめて弱い。これらのへたつき果は空隙果率が低く、へた直下部とずい部との間にペクチン含量の大きな差異がなく、へたなし果に比べ明らかに異なっていた。

以上のことから、気温、栄養、果形などの要因が複雑に影響してへたなし果率の収穫時期別変化が生じると考えられた。さて、収穫盛期は比較的高温で、へたなし果率の低下しはじめる時期だが、へた取り作業を省力化するにはこの時期のへたなし果率を高めることが必須である。この点については、高温区でも収穫初期には高いへたなし果率があり、その後急激に低下するもののGA+NPK処理でその低下がゆるやかであったこと、ほ場栽培の収穫初期のへたなし果率の高い果実はN、 P_2O_5 、 K_2O や糖含量が高いことなどから、ホルモンを含めた栄養条件を収穫初期の状態に維持することができれば、高温下でもかなり高いへたなし果率を得ることができるのではないかと期待される。「アメリカ」の栽培に関する試験は近年まったく報告されていないが、今後栽培条件を検討し、へた離れ性との関係を明らかにしたいと考えている。

要 約

1. 加工用イチゴ品種「アメリカ」のへたなし果率の収穫時期別変化をもたらす要因について検討した。
2. 低温栽培下の果実は高温下の果実に比べ、成熟日数が長く、空隙果率が高く、糖含量が高く、へたなし果率が高く、ほ場栽培の収穫初期の果実の状態に類似した。
3. 高温栽培下の果実は一般にへたなし果率が低く、他の状態もほ場栽培の収穫末期の果実に類似した。
4. しかし高温栽培下においても、そのへたなし果率は収穫初期には高く、その後急激に低下するものの、GA+NPK処理でその低下はゆるやかになった。
5. へたつき果は形態的に3種類に分類されそれぞれの発生率は収穫時期により異なった。
6. へたなし果はへたつき果に比べ、空隙果率が高く、へた直下部とずい部との間でペクチン含量に大きな差異のあることが認められた。

謝辞 本研究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、若狭勝氏にお礼申し上げます。

- 1) 宮崎正則・美谷誠一・藪内一雄：食品工誌, 27, 559 (1980)
- 2) 関根隆光・笹川泰治・森田茂広・木村徳治・倉富一興：化学領域増刊, 南江堂, p.34 (1960)
- 3) McComb, E.A. and R.M. McCready : *Anal. Chem.*, 24, 1630 (1950)
- 4) 本多藤雄：イチゴの栽培技術, 誠文堂新光社, p.189 (1977)
- 5) 宮崎正則・美谷誠一・藪内一雄：食品工誌, 25, 496 (1978)
- 6) Barnes, M.F. and B.J. Patchett : *J. Food. Sci.*, 41, 1392 (1976)
- 7) Wade, P. : *J. Sci. Fd. Agric.*, 15, 51 (1964)
- 8) Neal, G.E. : *J. Sci. Fd. Agric.*, 16, 604 (1965)
- 9) Wood ward, J.R. : *J. Sci. Fd. Agric.*, 23, 465 (1972)