

加工用イチゴのへた取り作業の省力化に関する研究— I

イチゴのへた離れ力について

宮崎 正則・美谷 誠一・藪内 一雄

Studies on Saving of Calyx Removing Labor of Strawberry for Processing— I

Calyx Detaching Force of Strawberry

Masanori Miyazaki, Seiichi Miya and Kazuo Yabuuchi

Summary

Calyx detaching from strawberry fruits requires much labor at the beginning of processing. With the purpose to breed new varieties of strawberry with calyx easily removable by slight power, some factors which affect on the detachability of calyxes were investigated employing an instrument for measuring the force for detaching. The instrument was devised combining a 2 kg automatic weighing machine with a stop indicator, a fruit fixing fitting and pulling device. Calyx detaching force was found to relate to the shape of the fruit to be measured. The force for necked fruits or for small fruits was lower than for no neck fruits or for large fruits. The force was also different among varieties of the employed strawberry. The force for wild species was below 100 g, that for var. America for processing was 300 to 400 g, and more 500 g for table strawberries. As the ripening proceeded, the calyx detaching force decreased and it was found that the amount and quality of pectin change in different patterns between calyx and pith around the part where the calyx was torn off.

加工用イチゴにおいて、へた離れ性は収穫や製造作業の省力化に関連する重要な形質の一つである。わが国のイチゴのへた取り方法は、産地により異なるが、へた付き果を収穫したのち、手あるいは機械で除く方法、あるいはほ場で両手を使って果実のみを収穫する方法（へたは果梗に付けたままで株に残す）などが行なわれている。しかしいずれも多く時間と労力を要し、このことが一農家あたりの栽培面積を拡大することのできない大きな理由にもなっている。そのため、へた取り容易なイチゴ品種の出現、あるいは栽培法の改善が強く望まれている。諸外国では、収穫およびへた取り作業を機械的に行なおうとする試みが報告されているが^{1)~3)}、この場合の果実収量は手収穫の $\frac{1}{2}$ にも達していない。そこで、片手で果実のみを収穫することができれば（へたは株に残す）、へた取り作業は不要で、収穫労力も従来の方法に比べて省力化できると考え、片手収穫可能な品種の育成や栽培法の確立を目的に本研究をはじめた。本報では、へた離れ力（へたを果実から引き離すに要する力）の簡易測定器を作製し、へた離れと果形、品種、熟度との関係を調べるとともに、へた離れ部位の組織化学的観察を行なった。

実 験 方 法

1. 供 試 品 種

当研究所農場で栽培した加工用品種「アメリカ」、生食用品種「宝交早生」、野生種「EMC」

(East Molling Clone of *Fragaria vesca*) をはじめとする32品種を供試した。果実はへた離れ力測定器に固定するため、果梗を2cm程度残して収穫した。

2. へた離れ力の測定法

へた離れ力を測定するため、写真1の簡易測定器を作製した。2kg用の自動上皿秤を用い、その目盛盤に置き針をつけ、果実固定器を上皿に連絡させて秤の下部に設置した。果実固定器はへたと果梗の出し入れができる程度に切りこみをつけた皿およびへたと果梗を固定するコックとから成り、果実を皿の上に置き、皿の下に出たへたと果梗をコックで固定し、このコックは回転器に連絡させた。回転器を回転してへた部を引張り、へたが果実から離れた時のグラム数を置き針で読みとり、へた離れ力として表わした。引張り速度は15~20秒で約7mm垂直方向に引張った。本器で測定したところ、果形の違いおよびわずかな熟度の違いでへた離れ力に大きな個体差が認められたので、測定時には果実を果重および肩すき程度で分類したのち、測定した。さらに測定後のへたを観察し、果肉片の付着程度、赤色果皮の付着程度などから適性熟度の果実を選抜した。

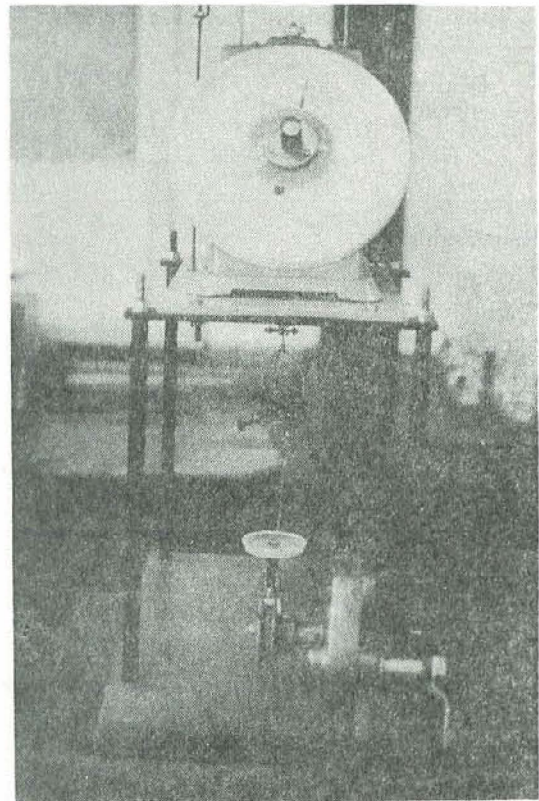


Plate 1 The instrument for measuring the force for detaching the calyx from strawberry fruit

3. へた離れ力と果形との関係についての調査

各品種のへた離れ力を測定した時に、果重、果形指数(タテ/ヨコ)、へたあと直径および肩すき程度を調査し、相関係数を算出した。

4. へた離れ部位の観察

「アメリカ」果実について、熟度別にへた離れ力と果肉硬度(果実断面の硬度を佐藤式硬度計で測定)を測定するとともに、へた離れ部位の徒手切片を観察した。さらにパラフィン切片⁴⁾のヘマトキシリン染色、ルテニウムレッド染色および氷結切片のヒドロキシラミン-鉄反応⁵⁾を試み、顕微鏡で観察した。

実験結果

1. 「アメリカ」のへた離れ力

「アメリカ」の完熟果を大果と小果にわけ、さらに肩すき程度の違いで分類したのち、へた離れ力を測定し、表1の結果が得られた。へた離れ力は大果、小果ともに肩すき程度が小さくなるにつれて大きくなり、へたくいこみ果で最も大きかった。また、小果のへた離れ力は、大果に比べて小さかった。ただし「アメリカ」の果実は果重10g以下で、肩すきなし果が多いことから、この品種の標準へた離れ力は300~400gであろうと考えた。

Table 1 Relationship between the calyx detaching force and fruit shapes of var. America strawberry

Degree of necked type of fruit	Large fruit				Small fruit			
	Calyx detaching force	Fruit weight	Ratio of hight to width of fruit	Diameter of mark of calyx detached	Calyx detaching force	Fruit weight	Ratio of hight to width of fruit	Diameter of mark of calyx detached
Remarkable	g	g	—	mm	g	g	—	mm
Moderate	320	9.5	0.90	5.3	290	7.1	0.94	4.8
Slight	370	11.3	0.82	5.6	320	7.0	0.91	4.7
No neck	570	11.0	0.87	5.5	350	7.5	0.90	4.8
Deep-rooted calyx	700	12.7	0.92	5.6	420	8.0	0.92	4.8

Table 2 Coefficients of correlation between the calyx detaching force and fruit shapes of var. America strawberry

Fruit shape	Coefficient of correlation
Fruit weight	+0.88
Ratio of hight to width of fruit	-0.71
Diameter of mark of calyx detached	+0.67
Degree of necked type of fruit	-0.79

へた離れ力と果形との関係は表2のとおりで、へた離れ力と果重、果形指数、へたあと直径、肩すき程度との間に高い相関係数が得られた。

2. へた離れ力の品種間差異

「宝交早生」の完熟果のへた離れ力を表3に示した。へた離れ力は肩すき果や小果で小さく、この傾向は「アメリカ」に類似した。なお、この品種の標準へた離れ力はその果形からみて500~700gであろうと推察した。

Table 3 Relationship between the calyx detaching force and fruit shapes of var. Hoko-wase strawberry

Degree of necked type of fruit	Large fruit				Small fruit			
	Calyx detaching force	Fruit weight	Ratio of hight to width of fruit	Diameter of mark of calyx detached	Calyx detaching force	Fruit weight	Ratio of hight to width of fruit	Diameter of mark of calyx detached
Remarkable	g	g	—	mm	g	g	—	mm
Moderate	470	11.9	1.18	6.1	380	7.3	1.12	4.7
Slight	620	12.9	1.09	5.9	470	6.7	1.03	4.8
No neck	710	12.6	1.09	6.1	580	7.6	1.06	4.8
Malformed	950	13.4	1.13	6.2	670	7.9	1.02	4.9
	890	13.5	1.03	7.0	—	—	—	—

Table 4 The calyx detaching force of the fruits of wild species of strawberry

Variety	Calyx detaching force	Fruit weight	Ratio of hight to width of fruit	Diameter of mark of calyx detached	Hardness of flesh
East Molling clone of <i>Fragaria vesca</i> (EMC)	g	g	—	mm	g
	105	1.9	2.5	1.30	10
Frazier's runnering alpine seedling (UC-1)	g	g	—	mm	g
	80	1.9	2.5	1.22	10

野生イチゴの「EMC」と「UC-1」(Frazier's runnering alpine seedling)のへた離れ力は表4のとおりであった。これらの果実は果重2g以下の小果で、空洞があり、そのへた離れ力は100g以下で、「アメリカ」に比べてはるかに小さく、片手で果実のみを容易に収穫することができた。

以上のほかに、わが国の栽培種および導入品種についてその完熟果のへた離れ力を調べて表5に示した。わが国の代表的な品種「福羽」,「幸玉」,「春の香」などのへた離れ力は500g以上であった。外国の品種のうち「アーリーモア」,「アーリドン」,「シュアクropp」のへた離れ力は300~400gで「アメリカ」と同程度であったが、これらはいずれもウイルス病に罹病し、小果であった。

Table 5 Difference of the calyx detaching force among strawberry varieties

Variety	Calyx detaching force	Fruit weight	Variety	Calyx detaching force	Fruit weight
Fukuba	530 ^g	7.3 ^g	Blakemore	410 ^g	5.9 ^g
Harunoka	970	9.2	Fletcher	650	9.6
Hotta-wonder	760	15.1	Earlymore	340	5.5
Benifuji	500	7.0	Empire	445	5.2
Benihime	760	8.5	Torrey	630	11.4
Yachiyo	580	13.1	Earlidawn	360	5.4
Hoiku	700	10.1	Sparcle	520	9.9
Okitu No. 16	670	11.6	Redglow	690	12.5
Kurume No. 9	1100	16.9	Surecrop	360	7.7
Morioka No. 17	760	12.1	Tioga	600	11.9
Kobe No. 1	880	11.9	Fresno	840	11.9
Koro	920	13.0	Stelemaster	470	9.7
Kogyoku	1020	11.8	Siletz	420	6.2
Donner	680	11.5	Pocahontas	660	12.9

3. へた離れ力と果実の熟度との関係

「アメリカ」,「宝交早生」,「EMC」の果実をそれぞれ熟度別に収穫し、へた離れ力と果肉硬度を調べて表6に示した。「アメリカ」については、へた離れ力と果肉硬度は緑白期から徐々に低下し、完熟期で最も低い値になった。「宝交早生」では、そのへた離れ力は中熟期までほとんど変化せず、中熟期以降に低下したが、果肉硬度は催色期から徐々に低下した。へた離れ力が中熟期までに低下しなかった原因は、「宝交早生」の未熟果のへたを本器で引張ると、へたが果実から離れる

Table 6 Relationship between the calyx detaching force and ripeness of strawberry fruit

Ripeness	var. America		var. Hoko-wase		var. EMC	
	Calyx detaching force	Hardness of flesh	Calyx detaching force	Hardness of flesh	Calyx detaching force	Hardness of flesh
Mature green	840 ^g	285 ^g	860 ^g	— ^g	620 ^g	550 ^g
Breaker	605	180	980	430	430	—
Premature	470	116	880	230	120	160
Full ripe	325	100	580	120	100	10

前に果梗が切れたり、へたと果梗との付着点付近で切れることが多く、それらの数値をも含めて平均値を算出したことにあり、未熟果の眞のへた離れ力は1000 g以上であろうと思われた。「EMC」では、緑白期のへた離れ力と果肉硬度はかなり大きかったが、中熟期までに急激に低下し、その後徐々に低下した。

4. へた離れ部位の組織化学的観察

「アメリカ」のへた離れ部位の徒手切片を観察したところ、緑色小果ではへた離れ部位のへた直下部とずい部との間には明白な境は認められなかった。しかし完熟果では写真2のように、へた直下部は緑色、透明で粘性の感じのする組織となり、ずい部は白色、不透明な組織となり、へたを引張ると両組織の境で離れることが観察された。写真2は肩すき果であるが、一方へたくいこみ果は写真3のように、へた直下部の緑色組織はずいの中央まで延び、その面積は肩すき果に比べて大きいことがうかがわれた。

パラフィン切片をヘマトキシリンで染色すると、緑色小果、完熟果ともにへた直下部、ずい部は充分染色され、完熟果では写真4のように、へた直下部とずい部との間で細胞の大きさに違いが認められた。しかし離層が形成された様子は認められなかった。ルテニウムレッドで染色すると、緑色小果はへた直下部、ずい部ともに染色されたが、完熟果は写真5のように、へた直下部のみ染色され、ずい部はほとんど染色されなかった。

氷結切片についてヒドロキシラミン-鉄反応を試みた結果、緑色小果はへた直下部、ずい部ともに陽性であったが、完熟果ではへた直下部が陽性で、ずい部は陰性であり(写真6)、ルテニウムレッドによる染色と同じ傾向にあった。

考 察

カンキツ類^{6~8)}、オリーブ^{9,10)}、チェリー^{11,12)}、トマト¹³⁾においても収穫作業の省力化に関する研究が多く行なわれ、果実引張り力やへた離れ力が測定されている。その値はカンキツ類で1~10 kg、トマトで1~4 kg、チェリーでは0.3~1 kgであり、本実験から得られたイチゴのへた離れ力はチェリーと同程度であった。

本実験の結果、イチゴのへた離れ力は品種、熟度、果形の違いにより大きく異なり、このことは



Plate 2 The section of the calyx detaching part of necked full ripe fruit of var. America strawberry

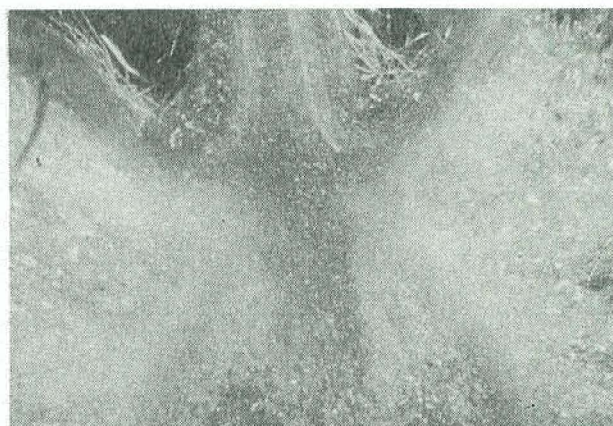


Plate 3 The section of the calyx detaching part of full ripe fruit with deep-rooted calyx of var. America strawberry

Szilagyi¹⁴⁾らの報告と一致した。品種間差異については、野生種のへた離れ力が100g以下で、栽培種に比べて著しく低く、片手で果実のみを収穫することができた。一方、加工用品種「アメリカ」のへた離れ力は300~400gであり、野生種の結果から考えて、本研究の目的である片手収穫容易な加工用イチゴを育成するには現在のへた離れ力を $\frac{1}{2}$ 以下に低下させる必要があると考えられた。

イチゴのへた離れ力は果実の成熟に伴い低下したが、へた離れ部位も組織的、化学的な変化が進み、へた直下部とずい部との間でルテニウムレッドやヒドロキシラミン-鉄反応が異なり、両組織の間でペクチンの質や量が異なって変化していることがうかがわれた。高野¹⁵⁾によれば、ダイコンのすいり部はヒドロキシラミン-鉄反応に陰性で、正常部は陽性であり、すいり部は正常部に比べて老化した組織であるとしている。このことからイチゴのへた離れ部位について考えると、イチゴ完熟果のへた直下部は若い組織で、ずい部は老化組織であり、へたを



Plate 4 The section of the calyx detaching part stained with haematoxylin in full ripe fruit of var. America strawberry

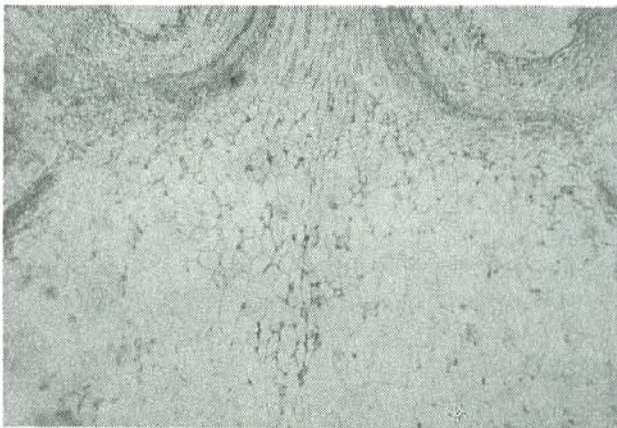


Plate 5 Section of the calyx detaching part stained with ruthenium red in full ripe fruit of var. America strawberry



Plate 6 The reaction of hydroxylamine with ferric acid in the section of the calyx detaching part in full ripe fruit of var. America strawberry

引張ると若い組織と老化組織の境から離れることになる。

イチゴのへた離れ力は同一品種、同一熟度の果実でも果形の違いで大きく異なった。へた離れ力の大きいへたくいこみ果は、そのへた直下部の組織がずいの中央にまで延び、両組織の結合面積はへた離れ力の小さい肩すき果に比べてかなり大きいように思われた。さらに、この結合面積は果重やへたあと直径の違いによっても異なるのではないかと思われた。なお、Simon¹⁶⁾らはイチゴのへた離れ力と果実の中心柱の維管束数との間に相関性を認めている。

以上の結果から、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

両組織の結合面積に影響され、結合力は品種と熟度の違いにより差異があり、結合面積は果形の違いにより異なるのではないかと考えられた。

要 約

1. 加工用イチゴのへた取り作業および収穫作業を省力化するため、へたは株に残し、果実のみを片手収穫できるイチゴを育成する目的で本研究をはじめた。本実験では、へた離れ力と果形、品種および果実熟度との関係を調べた。
2. 加工用品種「アメリカ」の完熟果のへた離れ力は果形との間に高い相関性があり、肩すき果、小果はへたくいこみ果、大果に比べてへた離れ力は小さかった。
3. へた離れ力には品種間差異があり、野生種のへた離れ力は 100 g 以下、加工用品種「アメリカ」は 300~400 g、生食用品種は 500 g 以上であった。
4. 果実の熟度が進行するに伴い、へた離れ力は低下したが、同時にへた離れ部位のへた直下部とずい部との境でペクチンの質や量に変化していくことがうかがわれた。

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) Barrit, B.H. : J. Am. Soc. Hort. Sci., **99**, 6 (1974).
- 2) Denison, E.L. and W.E. Buchel : J. Am. Soc. Hort. Sci., **91**, 267 (1966).
- 3) 木村雅行 : 農耕と園芸, **30**, (11), 51 (1975).
- 4) 戸苅義次・松尾孝嶺・畑村又好・山田登・原田登五郎・鈴木直次 : 作物試験法, 農業技術協会, 東京, 1959, p. 188.
- 5) Gee, M., R.H. Reev, and R.M. McCready, : J. Agric. Food Chem, **7**, 34 (1959).
- 6) Cooper, W.C., G.K. Rasmussen, B.J. Rogers, P.C. Reese, and W.H. Henry : Plant physiol, **43**, 1560 (1968).
- 7) Cooper, W.C. and W.H. Henry : Chemical control of fruit abscission, Academic Press. New York, **12**, 475 (1973).
- 8) 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).
- 9) Hartmann, H.T., A. Tombei, and J. Whister : J. Am. Soc. Hort. Sci., **95**, 635 (1970).
- 10) Hartmann, H.T. M. El-Hadamy, and J. Wisler : J. Am. Soc. Hort. Sci., **97**, 781 (1972).
- 11) Looney, N.E., and A.D. McMecham : J. Am. Soc. Hort. Sci., **95**, 452 (1970).
- 12) Wittenbach, V.A., and M.J. Bukovac : J. Am. Soc. Hort. Sci., **97**, 214 (1972).
- 13) 伊藤喜三男・上村昭二・菅野紹雄・高橋克治・蟹江隆夫 : 園芸学会昭和49年秋季大会発表要旨, p. 416 (1974).
- 14) Szilagy, K. : Horticultural abstracts, **44**, 587, (6482), (1974).
- 15) 高野泰吉 : 園学雑, **35**, 152 (1966).
- 16) Simon, I. : Horticultural abstracts, **43**, 738, (7543), (1973).