

リンゴにおけるNAC剤の摘果効果と品種間差異

誌名	果樹試験場報告 = Bulletin of the Fruit Tree Research Station
ISSN	09165851
著者	福田, 博之
巻/号	19号
掲載ページ	p. 39-48
発行年月	1991年1月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



リンゴにおける NAC 剤の摘果効果
と品種間差異^{†1}

福田博之
果樹試験場盛岡支場
020-01 盛岡市下厨川鍋屋敷 92

Difference in the Efficacy of NAC as Thinning Agent of Apple Fruit
among Several Cultivars

Hiroyuki FUKUDA
Morioka Branch, Fruit Tree Research Station
Morioka, Iwate 020-01, Japan

Synopsis

The mode of action of NAC (carbaryl) used for the thinning of terminal and lateral fruits on a cluster was compared in 11 apple cultivars during 5 growing seasons. The average increase in the terminal fruit drop rate of the trees sprayed with the thinning agent over non-sprayed trees ranged from 10% to 20% for 9 out of 11 cultivars, indicating that there was no practical difference in the efficacy in the thinning of terminal fruits among the 9 cultivars; 'American Summer Pearmain', 'McIntosh', 'Jonathan', 'Golden Delicious', 'Mutsu', 'Fuji', 'Ourei', 'Indo' and 'Ralls Janet'. In these cultivars, over-thinning may occur when the natural (unsprayed) physiological fruit drop is high. In two cultivars; 'Starking Delicious' and 'Akane', the increase in the terminal fruit drop rate was about 30% in the former and almost 0% in the latter. The former cultivar may be prone to over-thinning, due to the higher efficacy of the thinning agent. The thinning efficacy for the lateral fruits did not differ from that for the terminal fruit.

Key words : Apple, Thinning agent, Carbaryl

†1 果樹試験場業績番号 : C-148 (1990年5月29日受付)

緒 言

殺虫剤 NAC (1-Naphthyl N-methylcarbamate, 一般名 カーバリル) にはリンゴの落果促進作用があることが認められていたが, これを摘果剤として検討したのは, Batjer *et al.* (1960:1961) が最初である. 我が国でもその研究報告を受けて試験が開始され, 1966年に '国光', '紅玉', '旭', '祝', 1973年には 'ふじ', '陸奥', '印度'などの品種について実用登録が行われ, 更に1983年には, 'つがる'についても登録された.

NAC は, 当時実用化されていた摘果剤ナフタレン酢酸 (NAA) に比べて, 果実の肥大を抑制することがなく (横田・宮川1972), 効果も安定している. そのため, かなりの使用が見込まれたが, 実際には期待されたような普及状況には至らなかった. その理由として, 過剰落果が発生することがあり, 経営面積の狭い我が国のリンゴ園では, 危険を冒してまでこの薬剤を使用するところがそれほど増加しなかったためである. この点, 経営面積が大きく, また, 中心果だけを残して摘果するような習慣のない欧米諸国とは状況が異なっていた.

しかし, 最近になって, 市場競争力を強めるため経営規模を拡大する農家が増加し, また, 規模の小さな農家でも人手が確保できない場合には, 若干の危険性を冒しても摘果剤の使用を希望するところが多くなった. また, この15年ほどのあいだに, リンゴの栽培品種が大きく変化し, 上述の '国光', '祝', '旭', '印度'に代わり, '千秋', 'ジョナゴールド', '王林'などの新品種が急速に増加したため, これらの品種に対する NAC の効果及び実用性についても検討が必要になっている.

このような状況から, 最近になって国公立の試験研究機関で使用方法の検討がふたたび始められている. その場合, もっとも問題になるのは過剰摘果の発生防止技術の確立であるが, そのためにはまず NAC の作用性を理解する必要がある. しかし, これまでこの点を検討した試験成績は少なく, 特に, 摘果効果の品種間差異について, その実態の解析はほとんど行われていない.

そこで, 盛岡支場で1972年度から5年間にわたって11品種について摘果効果を調査した未発表の試験成績を用いて検討を試み, その結果, 若干の新しい知見が得られたのでここに報告する. なお, この摘果効果試験は, 当時の巢山太郎栽培研究室長を中心に, 久保田貞三, 千葉和彦及び福田博之が共同して実施したものである.

材料及び方法

盛岡支場の圃場に栽植されているマルバカイドウ台のリンゴ樹を供試し, 試験を実施した. 供試品種は, 早生の '祝 (American Summer Pearmain)', 中生の '旭 (McIntosh)', 'あかね', '紅玉 (Jonathan)', 'スターキング・デリシャス', 'ゴールデン・デリシャス', 及び晩生の '陸奥', 'ふじ', '王鈴', '印度', '国光 (Ralls Janet)' の11品種である. 試験期間は1972年度からの5年間であるが, 'スターキング・デリシャス', 'ゴールデン・デリシャス', 及び '陸奥' については1年間の欠落があり, 4年間の

試験結果を用いた。また、供試樹は1972年度の時点で14～15年生であった。

各年度とも、品種ごとに1処理1樹3反復として、NAC 散布区と無散布（対照）区を設けた。NAC としては、市販のマイクロデナボン（NAC 85%含有）を用い、常法に従い1,200倍の濃度で満開3週間後に散布した。満開日は品種によって若干の差異があるが、ここでは‘紅玉’の満開日を標準として散布日を算出し、すべての供試品種に一斉に散布処理を行った。摘果程度の調査は、ジュエードロップの終了した6月末に、1樹当たり南北両側の太枝について、それぞれ100～120果叢ずつ、短果枝の中心果及び側果の落果率を調査した。これらの落果率はアークサイン変換ののち、ダンカンの多重検定法によって品種間差異の検定を行った。

なお、摘果剤散布による落果率がどの程度になると過剰というかは、花芽分化率などによっても異なり、かならずしも定説はないが、鈴木・丹野（1973）は‘ゴールデン・デリシャス’で中心果の着果率が25%あればよいとしている。これは4果叢1果の着果であり、摘果剤の効果判定に一般に使用されている落果率に換算すると75%となる。本試験では、一応これに従い、落果率で75%を超えると、過剰落果と判定した。

結 果

5年間にわたる各品種のNAC 散布区及び無散布（対照）区の落果率、ならびに両区の落果率の差異はTable 1, 2のとおりであった。

中心果（Table 1）についてみると、無散布区の平均落果率が低かったのは、‘ふじ’、‘王鈴’、‘国光’などの晩生品種であり、‘祝’、‘旭’、‘あかね’、‘紅玉’、‘スターキング・デリシャス’、‘ゴールデン・デリシャス’などの早、中生品種との間に統計的な有意差が認められた。

NAC 散布区では、‘あかね’を除く各品種は落果率が無散布区より高くなっており、NAC による中心果の落果促進効果が認められた。鈴木・丹野（1973）に従い、落果率75%を過剰落果の一応の基準とすると、早・中生品種では、特に1975年度は‘あかね’を除いて落果率が80%を超えていた。一方、晩生品種では1972年度の‘印度’の1例を除いて、75%を超えることはなかった。

NAC による落果率の増加についてみると、‘スターキング・デリシャス’は4年間の平均で30%に達し、他の品種より有意に高くなっていった。また、‘あかね’はNAC 散布による落果率増加はみられなかった。この2品種を除くと、落果率の増加はいずれも平均で10%～20%の範囲であり、大きな差異は見られなかった。また、各年度別の結果をみると、‘スターキング・デリシャス’はいずれの年度もNAC 散布によって中心果落果率の増加が25%以上であったが、その他の品種では、1972年度の‘王鈴’と‘印度’を除くと、落果率の増加は22%以下であった。

次に側果（Table 2）をみると、無散布区の落果率は、‘スターキング・デリシャス’が高く、‘国光’が低いほかは、ほぼ72%～87%の範囲に入っていた。いずれの品種も、中心果より落果率が高くなっていた。

Table 1. Effect of NAC spraying on the rate of terminal fruit drop in 11 apple cultivars.

Year	American Summer Pearmain											Average
		McIntosh	Akane	Jonathan	Starking Delicious	Golden Delicious	Mutsu	Fuji	Ourei	Indo	Ralls Janet	
Control (A)	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
1972	56.6	72.1	44.4	48.5	72.3	38.0	55.7	29.6	35.0	47.9	57.0	50.6
1973	72.7	55.4	56.5	68.8			41.2	16.9	12.1	48.6	37.8	45.6
1974	41.6	46.0	59.4	60.8	35.2	52.9		31.8	22.6	58.1	18.1	42.7
1975	78.7	70.3	65.3	70.3	63.1	60.0	52.3	44.1	45.7	35.4	37.5	56.6
1976	47.5	38.9	42.7	51.3	52.4	77.1	40.4	24.6	23.0	56.3	14.9	42.6
Average	59.4 a [*]	56.5a	53.7a	59.9a	55.8a	57.0a	47.4ab	29.4b	27.7b	49.3ab	33.1b	48.1
NAC spray (B)												
1972	66.9	90.5	45.1	68.5	98.9	54.0	74.3	49.8	67.1	76.7	69.1	69.2
1973	70.2	71.9	49.7	83.6			53.2	23.3	32.0	52.3	57.2	54.8
1974	51.9	60.3	66.7	72.6	69.7	59.2		34.9	42.6	63.7	39.0	56.1
1975	94.2	82.6	62.1	91.0	97.2	81.8	67.5	61.9	62.8	56.4	53.5	73.7
1976	66.9	61.3	44.2	66.9	80.9	62.7	50.5	39.6	37.3	69.4	29.5	57.2
Average	70.0b	73.3b	53.6cde	76.5b	86.7a	69.4bc	61.4bcde	41.9e	48.4de	63.7cd	49.7de	63.1
Increase of fruit drop rate (B-A)												
1972	10.3	18.4	0.7	20.0	26.6	16.0	18.6	20.2	32.1	28.8	12.1	18.5
1973	-2.5	16.5	-6.8	14.8			12.0	6.4	19.9	3.7	19.4	9.3
1974	10.3	14.3	7.3	11.8	34.5	6.3		3.1	20.0	5.6	20.9	13.4
1975	15.5	12.3	-3.2	20.7	34.1	21.8	15.2	17.8	17.1	21.0	16.0	17.1
1976	19.4	22.4	1.5	15.6	28.5	5.6	10.1	15.0	14.3	13.1	14.6	14.6
Average	10.6b	16.8b	-0.1c	16.6b	30.9a	12.4b	14.0b	12.5b	20.7b	14.4b	16.6b	15.0

* Means followed by different letters within a row are significantly different at 0.5% level.

Table 2. Effect of NAC spraying on the rate of lateral fruit drop in 11 apple cultivars.

Year	American Summer Pearmain	McIntosh	Akane	Jonathan	Starking Delicious	Golden Delicious	Mutsu	Fuji	Ourei	Indo	Ralls Janet	Average
Control (A)	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
1972	76.0	70.2	73.7	59.7	98.4	82.8	87.9	73.7	95.7	86.6	64.8	79.0
1973	94.4	72.4	94.3	90.1			87.9	78.1	89.0	48.9	75.0	81.1
1974	50.4	76.6	80.6	73.8	92.1	70.4		67.7	88.0	68.8	44.8	71.3
1975	95.6	88.6	91.5	88.6	98.5	92.1	94.6	81.3	76.8	95.7	70.2	88.5
1976	70.5	71.7	94.9	77.4	90.5	89.5	63.8	62.8	84.9	65.8	40.4	73.8
Average	77.4 bc ^x	75.9bc	87.0ab	77.9bc	94.9a	83.7ab	83.6ab	72.7bc	86.9ab	73.2bc	59.0c	79.3
NAC spray (B)												
1972	88.2	90.1	75.0	78.8	99.9	96.8	95.3	88.0	98.8	97.3	84.8	90.3
1973	95.2	83.3	88.0	93.7			88.3	82.6	95.4	53.3	84.0	84.9
1974	66.7	86.1	82.5	85.8	99.1	81.6		76.6	94.1	77.8	60.7	81.1
1975	99.2	91.1	92.7	95.5	99.7	99.4	96.4	91.5	98.0	89.8	86.9	94.6
1976	94.9	93.2	92.9	91.1	98.4	95.5	78.4	72.8	96.6	85.5	76.9	88.7
Average	88.8bcd	88.8bcd	86.2cd	89.0bcd	99.3a	93.3abc	89.6bcd	82.3cd	96.6ab	80.7cd	78.7d	88.5
Increase of fruit drop rate (B-A)												
1972	12.2	19.9	1.3	19.1	1.5	14.0	7.4	14.3	3.1	10.7	20.0	11.2
1973	0.8	10.9	-6.3	3.6			0.4	4.5	6.4	4.4	9.0	3.7
1974	16.3	9.5	1.9	12.0	7.0	11.2		8.9	6.1	9.0	15.9	9.8
1975	3.6	2.5	1.2	6.9	1.2	7.3	1.8	10.2	21.2	-5.9	16.7	6.1
1976	24.4	21.5	-2.0	13.7	7.9	6.0	14.6	10.0	11.7	19.7	36.5	14.9
Average	11.5ab	12.9ab	-0.8c	11.1ab	4.4bc	9.6abc	6.1bc	9.6b	9.7b	7.6bc	19.6a	9.2

^x Means followed by different letters within a row are significantly different at 0.5% level.

側果における NAC 散布による落果率の増加は、'国光'を除くと、中心果より少なかった。無散布区の平均落果率が59%と少なかった'国光'では、NAC 散布による落果増加が19.6%に達し、他の品種より増加が有意に高かった。また、'スターキング・デリシャス'は無散布区でも落果が94.9%に達しており、このため NAC 散布区における落果の増加は4.4%だけであった。'あかね'は、中心果と同様に、側果も NAC による落果促進効果は認められなかった。

なお、NAC 散布区と無散布区における平均落果率の相関関係を検討した結果が Fig. 1 である。その結果、'スターキング・デリシャス'と'あかね'の中心果を除くと、中心果、側果に関係なく回帰直線上にはほぼ乗ることが認められた。また、相関係数はこれらの2品種を加えても0.93と極めて高い値を示した。

考 察

これまでの研究報告では、摘果剤 NAC の効果は散布区における落果率だけで判定されることが多く、対照（無散布）区の落果率すなわち自然の落果程度は、参考のため併記しているだけで、両区間の関連性について比較検討したものは見当たらない（川村ら 1966；熊谷ら 1968；鈴木・丹野 1973）。その結果、'ふじ'及び'国光'はほかの品種より NAC の摘果効果が低く、'スターキング・デリシャス'

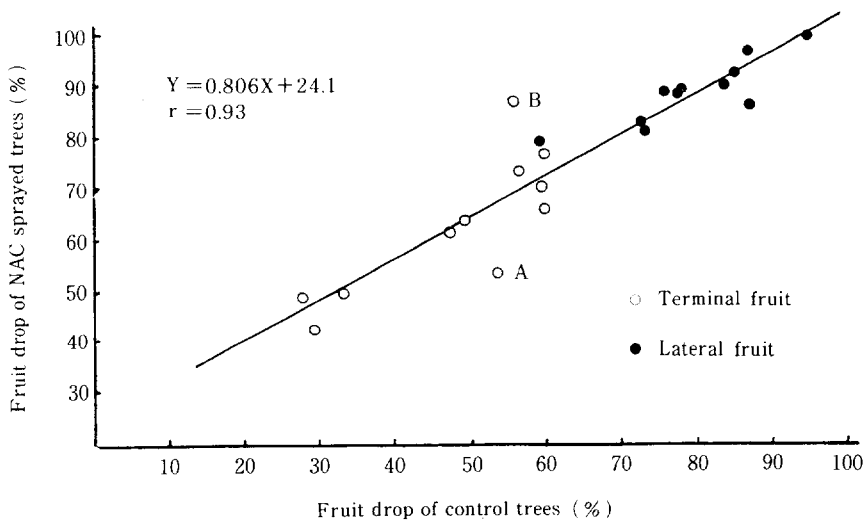


Fig. 1. Correlation of fruit drop rate between the NAC sprayed and the control (unsprayed) trees of 11 apple cultivars. (A: 'Akane' and B: 'Starking Delicious')

は効果が高すぎて過剰摘果になりやすいというのが、これまでの常識的な見解とされている（塚原 1989）。

本試験ではその点を検討したが、その結果、供試11品種のうち、'ふじ'及び'国光'を含む9品種では、NAC 散布区と無散布区の中心果落果率の差異が10%～20%の範囲内にあることが認められた。この落果率の差異が摘果剤 NAC に対する各品種の感受性を示していると考え、これら9品種の間には感受性の差異がないことになる。

この結果は、これまでの常識的な見解（塚原 1989）とは一致しない。しかし、さらに検討すると、9品種のうち'ふじ'、'国光'に'王鈴'を加えた晩生の3品種は自然の落果発生率が早、中生の各品種より低く、これらの晩生品種において摘果剤散布による落果率が低かったのは、自然の生理落果が少ないことを反映しているためと推察された。一方、早、中生の供試品種では、自然の生理落果がもともと多いため NAC 散布区の落果率も高く、年度によっては鈴木・丹野（1973）のいう過剰落果が発生したのである。これらの9品種の間では、摘果剤に対する感受性の差異はないが自然の生理落果率に差異があるため、摘果剤散布区の落果率にも差異が生じたものと考えられる。

これらの結果から、新品种に対する NAC の効果についても、その品種の自然の生理落果率が高いか低いかを知ることによって推定することが可能ではないかと考えられる。すでに'千秋'は自然の落果率が比較的低く、NAC 散布による過剰落果も少ないことが日本植物調節剤研究協会による連絡試験で明らかになっている。なお、本試験の結果では、早、中生品種で自然の生理落果が多く、晩生品種で少ない傾向がみられたが、最近の調査では、'千秋'、'さんざ'など自然の生理落果が比較的小さい早、中生の新品种も見出されている（福田 未発表）。したがって、早、中生品種は自然の生理落果が多く、過剰落果の危険性が高いというような一般化はできないと考えられる。

また、本試験では、'スターキング・デリシャス'において NAC 散布による中心果落果率の増加が30%に達し、この品種が摘果剤に対して高い感受性を有することが認められた。この品種はほかの多くの品種と異なり、NAC 散布によって正常種子数が減少する傾向が認められており、（Batjer and Westwood 1960；川村ら 1966）、また、千葉・久保田（1979）は、'国光'及び'紅玉'と比較して、NAC 散布後のエチレン発生増加量が多いことを報告している。したがって、'スターキング・デリシャス'は NAC に対する反応性に特異なところがあり、この性質がこの摘果剤に対する高い感受性と関係しているものと推察される。本試験の結果では、この品種の自然の中心果落果率はほかの早、中生品種と差はなかったが、高い感受性のために過剰落果になったものと考えられる。NAC 散布によってこの品種が過剰落果になりやすいことはすでに報告されており（川村ら 1966；熊谷ら 1968）、現在、この摘果剤の使用可能な登録品種からははずされている。

また、'あかね'は、NAC による摘果効果が認められなかった。この品種の低い感受性については、まだその生理的機作は明らかでなく、今後の検討が必要である。

なお、事例は極めて限られていたが、1972年度には、'王鈴'と'印度'で、'スターキング・デリシャス'に近い NAC 散布による落果率の増加がみられた。'印度'では、このため落果率が過剰落果のレベ

ルに達した。これらの品種でも前述のように自然落果率が高いためにおこる過剰落果のほか、自然の落果率の差異だけでは説明できない過剰落果もまれにはおこると考えられる。鈴木・丹野（1973）、熊谷ら（1968）も、'ゴールデン・デリシャス'及び'紅玉'で、NAC 散布によって中心果落果率が30%を超えて増加した事例を報告している。

以上の結果から、中心果については、過剰落果は多くの場合、自然の生理落果が多いときに発生するが、品種または年度によっては、摘果剤に対する感受性が高まるために発生すると考えられる。

一方、側果については、これまでNACによる摘果効果が中心果より高いと考えられてきた。しかし、本試験の結果では、無散布区に対するNAC散布区の落果率の増加は中心果より少なく、側果のほうがこの摘果剤に対する感受性が高いという傾向は認められなかった。この結果は、側果における自然の生理落果が著しく多いためであると考えられる。例外的に側果の自然落果が少ない'国光'において、NAC散布による側果の落果率増加が中心果と差がなかったのに対し、90%を超える側果の自然落果率を示した'スターキング・デリシャス'では、NAC散布による落果率増加が著しく低かったことがそれを裏付けている。側果では、無散布区に対するNAC散布区の落果率の増加によって感受性をはかることはできないと考えられる。

しかし、感受性に関して、NAC散布区と無散布区の落果率の相関関係を調査したところ、Fig. 1で示すように、中心果と側果はともに同一の回帰直線上に乗ることが認められた。この結果から、NACに対する感受性は中心果と側果の間で差異がないとみなすことができると推察された。

摘 要

リングに対する摘果剤NAC（カーパリル）の作用性を明らかにするため、11品種を用いて行われた1970年代の試験成績を再検討した。その結果、'スターキング・デリシャス'及び'あかね'を除く9品種では、NAC散布時の中心果落果率は、無散布、すなわち自然の落果率の10%~20%増の範囲内であった。このことから、これら9品種はこの摘果剤に対する感受性に品種間差異はないと推察した。これらの品種で過剰落果の発生程度に差異があったのは、摘果剤に対する感受性の差より、自然の落果率の品種間差を反映したためと考えられた。一方、'スターキング・デリシャス'はNAC散布区と無散布区における中心果落果率の差異がほかの品種より大きく、この摘果剤に対する感受性が高いことが推定された。この品種では感受性が高いため過剰落果になる傾向があった。また、'あかね'はNAC散布による落果率の増加が認められず、感受性が極めて低いと考えられた。側果については、自然の落果率が著しく高いため、NAC散布による落果率の増加はむしろ中心果より少なかった。側果ではNAC散布による落果率の増加程度で感受性を推定できなかった。しかし、自然の落果率とNAC散布による落果率の相関関係を調査した結果（Fig. 1）から、中心果と側果とではNAC剤に対する感受性に差がないものと推定された。

引用文献

- 1) Batjer, L. P. and M. N. Westwood. 1960. 1-Naphthyl-N-methylcarbamate, a new chemical for thinning apples. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 75 : 1-4.
- 2) Batjer, L. P., M. N. Westwood, and B. J. Thompson. 1961. 1-Naphthyl-N-methylcarbamate (sevin) on thinning apples. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 77 : 1-8.
- 3) 千葉和彦・久保田貞三. 1979. リンゴの早期生理的落果とエチレン発生, およびそれに及ぼす摘果剤デナボンの影響. 果樹試報, C 6 : 55-64.
- 4) 川村英五郎・久保田貞三・福田博之・山根弘康・熊谷征文. 1966. リンゴの薬剤摘果に関する研究. 第2報. リンゴの摘果剤としてのデナボン. 果樹試報, C 4 : 19-42.
- 5) 熊谷徹郎・千坂知行・佐藤幸平. 1968. リンゴの摘果剤に関する研究, デナボンの摘果効果について. 宮城農試報, 39 : 109-120.
- 6) 鈴木 宏・丹野貞男. 1973. リンゴの薬剤摘果に関する研究. 第1報. ゴールデンデリシャスに対するデナボンの効果. 秋田果樹試報, 5 : 41-71.
- 7) 塚原一幸. 1989. カーバリル (NAC) による摘果効果. 山崎利彦ら編「果樹の生育調節」. pp 97-104, 博友社, 東京.
- 8) 横田 清・宮川健一. 1972. リンゴの薬剤摘果に関する研究. 長野園試報, 9 : 1-20.

Difference in the Efficacy of NAC as Thinning Agent of Apple Fruit among Several Cultivars

Hiroyuki FUKUDA

Morioka Branch, Fruit Tree Research Station

Morioka, Iwate 020-01, Japan

Summary

Experimental data collected in the 1970's were reevaluated for the mode of action of NAC (1-naphthyl-*N*-methylcarbamate, Carbaryl) as thinning agent of 11 apple cultivars during 5 growing seasons. NAC (85% wettable powder) was sprayed at the concentration of 833 grams per 1,000 liters of water 3 weeks after full bloom. The thinning efficacy was estimated by the increase of the fruit drop rate by NAC spray over the percentage of natural (unsprayed) physiological fruit drop for both terminal and lateral fruits on a cluster.

The increase of the average terminal fruit drop rate during the 5 year period, which ranged from 10% to 20%, was not significant in 9 out of 11 cultivars. These results indicate there may not be any difference in the efficacy of the thinning agent among these 9 cultivars. Of these, 'American Summer Pearmain', 'McIntosh', 'Jonathan', and 'Golden Delicious' experienced over-thinning with a fruit drop rate more than 75% after NAC spraying in 1975, due to the high rate of natural physiological fruit drop. In contrast, 'Mutsu', 'Fuji', 'Indo' and 'Ralls Janet' in the same season did not experience over-thinning, due to the low rate of natural physiological fruit drop. The data used showed that the over-thinning mainly occurred in these 9 cultivars due to the high rate of natural physiological fruit drop rather than to the increase in the efficacy of the chemical.

On the other hand, the increase in the average terminal fruit drop rate was about 30% in 'Starking Delicious', and almost 0% in 'Akane'. The former cultivar may presumably have experienced over-thinning by the spray of NAC due to the higher efficacy of the agent.

The increase of the fruit drop rate of lateral fruits by the spray of NAC was lower than that of terminal fruits, presumably due to their higher natural drop rate. It was difficult to determine the efficacy of NAC in lateral fruits based on the increase of the fruit drop rate.

There was a high correlation ($r=0.93$) between rates of fruit drop occurring naturally and that associated with the spraying of NAC for both terminal and lateral fruits of the cultivars used. The fact that both types of fruit were distributed on the same regression line (Fig. 1) indicates that the efficacy of the thinning agent did not differ between these types. NAC also had no effect on the thinning of the lateral fruits of 'Akane'.