

カルシウム塩の散布がビターピットの発生 及び果実中無機含量に及ぼす影響

一木 茂・長井晃四郎*・泉谷 文足
清藤 盛正・桜田 哲・鎌田 長一

(青森県りんご試験場)

(*現在農林水産省果樹試験場盛岡支場)

The effect of tree sprays of calcium on incidence of bitter pit
and on mineral composition of the apple Ralls

Shigeru ICHIKI, Koushiro NAGAI*, Ayatari IZUMIYA
Morimasa SEITO, Satoshi SAKURADA and Choichi KAMADA

Aomori Apple Experiment Station
Kuroishi, Aomori, 036-03, Japan

(*Present address, Fruit Tree Research Station, Morioka Branch Station.)

目 次

I 緒 言	34
II 材料及び方法	34
1. 硝酸カルシウムの処理がビターピットの発生及び果実無機成分に及ぼす影響	34
2. 各種カルシウム塩の散布がビターピットの発生及び果実中のカチオン含量に及ぼす影響	34
3. 塩化カルシウムの時期別散布がビターピットの発生に及ぼす影響	34
4. 果実分析の方法	35
III 実験結果	35
IV 考 察	36
V 摘 要	40
引用文献	41
Summary	42

I 緒 言

リンゴのビターピットは収穫期近くの果実あるいは貯蔵中の果実にみられるコルク性生理障害の一種である。我国では苦苺病ともいわれ、国光、デリシャス系品種、ゴールデン デリシャス、陸奥などの品種に発生しやすい。青森県に発生するビターピットの被害は甚大とはいえないが、部分的に発生が激しい園もあり、また、年によっては広い範囲に発生がみられる場合もある。ビターピットは、外観を損じ、著しく商品価値を低下させるばかりでなく、病斑部が腐敗することもあり実害を更に大きくする。

ビターピットの発生には、樹体栄養、栽培条件、貯蔵条件等が複雑に関連し合うことは Faust, Shear (8) の総説に詳しく述べられているが、特に果実中Caの占める役割の大きいことを指摘している。

ビターピットの防止対策として、Ca塩の散布が効果があるかについては、諸外国では数多くの報告が出されているが(1, 3, 4, 11, 12, 13, 16)、我国においては山崎ら(20)がこの問題に関して報告しているのみである。

本報はビターピットの発生防止のため、各種Ca塩の散布効果を検討し、また、これらの処理が果実中の無機成分に及ぼす影響を調べた結果を報告する。

本研究を行うに当たり、原稿の御校閲をいただいた青森県りんご試験場々長、津川力博士、元岩手県園芸試験場々長、沢川潤一博士(元青森県りんご試験場化学部長)、並びに分析用リンゴ果実の真空凍結乾燥に御指導と御協力をいただいた青森県工業試験場リンゴ加工課の各位に厚く謝意を表する。

II 材料及び方法

1. 硝酸カルシウムの処理がビターピットの発生及び果実中無機成分に及ぼす影響

ビターピットが毎年激発する黒石市のリンゴ園において、特に症状の激しく発現する20年生国光1樹を供試した。

1964年10月1日、硝酸カルシウム($\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) 0.8%溶液(展着剤加用)を葉面及び果実に散布する区、葉面のみに散布する区、果実に塗布する区及び無処理区と枝別に4区に分け、各区ともビターピットの発生が認められない果実約100果を任意に選び処理を開始した。葉面及び果実への散布は通常の散布と同様に、また葉面のみへの散布は処理時に薬液が果実にかからぬようにビニール袋で被袋した。果実に対する処理は薬液を浸したビニールスポンジで果面に塗布した。

処理は10月1日から11月4日までの間に4回行った。収穫は11月10日に行い、収穫直後と、普通倉庫に貯蔵した場合のビターピット発生状況を時期別に調査した。

最終調査終了後、分析に供する果実は中性洗剤でよく洗い、水洗後脱塩水ですすぎ水をきり、健全果、ビターピット発生果とも果皮と果肉に分けた。果皮はできるだけうすくむき、付着している果肉を刃物でこすりとり、軽く濾紙で押し果汁を除いた。果肉は果心を除き、果心に近い部分、果皮に近い部分と二分した。ビターピット発生果は、果皮、果肉ともピット部をメスでえぐり取り健全部と区分し、生鮮物をそのまま湿式分解し分析に供した。

2. 各種カルシウム塩の散布がビターピットの発生及び果実中のカチオン含量に及ぼす影響

1965年10月中旬、すでに樹上にビターピットが発生している五所川原市の15年生国光を供試し、樹別に塩化カルシウム、硝酸カルシウム、磷酸二水素カルシウム散布区及び無処理区を設け、10月15、22、29日の3回各塩とも0.034M溶液(展着剤加用)を散布した。各区とも任意に調査枝を決め、そこに着生した果実について、収穫直後と、普通倉庫に貯蔵した場合のビターピット発生状況を調査した。

最終調査終了後、分析に供する果実は健全果、ビターピット発生果とも平均重量に近いものを約20果ずつ選び、1.と同様に果実を洗い、梗あぶ部、赤道部、かくあぶ部と三区分けし、果心を除き果皮と果肉に分けた。果肉は更に果心に近い部分と果皮に近い部分の二つに分け、家庭用ミキサー付属のおろし器によって粉碎し、真空凍結乾燥器により分析試料を調製した。果皮は1.と同様に調製し、通風乾燥後分析試料とした。

3. 塩化カルシウムの時期別散布がビターピットの発生に及ぼす影響

1965年、ビターピットが毎年発生する弘前市の30年生国光(無袋)2樹を供試し、各樹とも枝別に塩化カルシウム($\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) 0.5%溶液(展着剤加用)を、6月15日から11月5日まで散布する全期散布区、6月15日から7月30日まで散布する初期散布区、9月20日から11月5日まで散布する後期散布区及び無処理区の4区を設

け、おのおの5回処理し、収穫直後と、普通倉庫に貯蔵した場合のビターピットの発生状況を調査した。

4. 果実分析の方法

乾物、灰分含量は常法により、それぞれ105℃、550℃

で乾燥または灰化した後に秤量した。

分析試料は硫酸、過塩素酸混液で湿式分解後、Ca、MgはEDTA滴定法、Kはフレイムホトメーターにより定量した。

Ⅲ 実 験 結 果

1. 硝酸カルシウムの処理がビターピットの発生及び果実中無機成分に及ぼす影響

(1) 硝酸カルシウムの処理効果

硝酸カルシウムを処理することによる、各区のビターピットの発生状況を第1表に示した。

硝酸カルシウムの処理はいずれの区においても、ビターピットの発生を軽減したが、特に葉面・果実散布区の効果が顕著であった。しかし、硝酸カルシウムを処理した果実は、無処理のものに比較して着色がやや悪い傾向がみられた。

(2) 硝酸カルシウムの処理が果実中無機成分に及ぼす影響

硝酸カルシウムを処理した果実、無処理の果実を各別に区分して分析した結果を第2表に示した。

Caを処理した果実の無機成分は、いずれの部位においても無処理に比較してCa含量がやや高く、Mg、K含量がやや低い傾向がみられた。ビターピット発生果のピット部の果皮Ca含量は、ビターピット発生果の健全部、健全果のそれに比較して低かった。果肉Ca含量は、無処理のピット部において低いことが認められたが、Caを処理した果実では各部位とも大きな差は認められなかった。

果皮及び果皮に近い果肉部分のMg、K含量はピット部において特に高かったが、果心に近い果肉では各部位ともほとんど差異がなかった。また、Ca処理果のK+Mg/Caは無処理果に比較して明らかに小さいことが認められた。しかし、ピット発生果の健全部と健全果の間における無機成分、K+Mg/Caの差は明らかでなかった。

第1表 国光のビターピット発生に対する Ca(NO₃)₂ の処理効果

処 理*	調 査 果 実 数	1 果 平 均 果 実 重 量 (g)	ビ タ ー ピ ッ ト 発 生 率 (%)			
			1964.10. 1	1964.11.21	1964.12.21	1965. 1.21
葉面及び果実散布	84	188	0	8.3	10.6	14.3
葉 面 の み 散 布	91	184	0	11.0	52.7	52.7
果 実 塗 布	88	186	0	18.2	42.0	42.0
無 処 理	97	201	0	51.5	90.7	90.7

* 10月1日から11月4日まで0.8% Ca(NO₃)₂・H₂O溶液で4回処理

第2表 国光の果実成分に対する Ca(NO₃)₂ 散布の影響

部 位	葉 面 及 び 果 実 散 布					無 処 理								
	乾物 灰分 (生体当 り%)	Ca (乾物当り%)	Mg (乾物当り%)	K (乾物当り%)	K+Mg/Ca (乾物100) (g 当り me)	乾物 灰分 (生体当 り%)	Ca (乾物当り%)	Mg (乾物当り%)	K (乾物当り%)	K+Mg/Ca (乾物100) (g 当り me)				
果 皮	ピット部	26.2	—	—	—	—	25.7	1.75	0.041	0.311	2.16	39.4		
	健全部	19.7	0.65	0.071	0.088	1.45	12.8	19.3	0.99	0.056	0.094	1.80	19.3	
	健全果	19.7	0.62	0.090	0.084	1.27	8.8	17.0	0.92	0.072	0.110	2.28	18.8	
果皮に近 い果肉	ピット部	12.8	—	—	—	—	—	13.2	0.80	0.018	0.182	2.16	78.2	
	健全部	12.4	0.25	0.030	0.022	1.09	19.8	11.2	0.35	0.022	0.043	1.40	35.7	
	健全果	12.4	0.29	0.039	0.032	1.12	16.0	11.0	0.37	0.026	0.046	1.55	33.4	
果心に近 い果肉	ピット部	11.7	—	0.024	0.036	—	—	—	11.2	0.36	0.017	0.041	1.33	44.0
	健全部	11.0	0.28	0.028	0.031	1.19	23.6	10.7	0.33	0.027	0.040	1.49	30.7	
	健全果	11.9	0.25	0.035	0.033	1.12	17.9	10.4	0.30	0.029	0.044	1.47	28.4	

第3表 国光のビタービット発生に対する各種Ca塩の散布効果

処 理*	樹 No	調 査 果実数	ビ タ ー ビ ッ ト 発 生 率 (%)				
			1965.10.18**	1965.11.20	1965.12. 1	1965.12. 22	1966. 1. 7
塩化カルシウム	1	242	8.3	16.1	19.8	22.3	24.0
	4	152	19.1	30.3	34.9	36.8	37.5
硝酸カルシウム	2	268	12.3	22.8	26.1	26.5	26.5
磷酸二水素 カルシウム	5	162	12.3	24.7	29.6	31.5	31.5
	10	254	7.1	17.7	20.9	27.6	28.3
無 処 理	6	63	6.3	20.6	34.9	49.2	52.4
	7	103	12.6	30.1	35.0	37.9	38.8
	8	68	30.9	50.0	55.9	57.4	57.4
	9	60	38.3	61.7	61.7	61.7	61.7

* 10月18日, 22日, 29日に各塩とも0.034M溶液を散布

** 散布前の発生率

第4表 各種Ca塩の散布と国光果肉中Ca含量

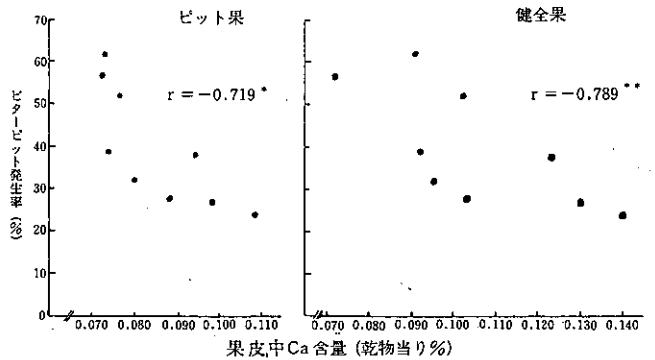
処 理	樹 No	貯 蔵 後 の ビタービット 発生率 (%)	ビ ッ ト 果 肉 中 Ca 含 量 (乾物当り%)							
			果 皮 に 近 い 部 分				果 心 に 近 い 部 分			
			梗あ部	赤道部	がくあ部	平均	梗あ部	赤道部	がくあ部	平均
塩化カルシウム	1	24.0	0.029	0.023	0.026	0.026	0.027	0.029	0.025	0.027
	4	37.5	0.029	0.025	0.027	0.027	0.027	0.027	0.023	0.026
硝酸カルシウム	2	26.5	0.035	0.027	0.025	0.029	0.036	0.029	0.031	0.032
磷酸二水素 カルシウム	5	31.5	0.028	0.023	0.022	0.024	0.034	0.030	0.034	0.032
	10	28.3	0.026	0.018	0.016	0.021	0.024	0.025	0.018	0.022
無 処 理	6	52.4	0.027	0.024	0.023	0.025	0.030	0.034	0.027	0.030
	7	38.8	0.028	0.024	0.023	0.025	0.030	0.030	0.025	0.028
	8	57.4	0.027	0.020	0.020	0.022	0.027	0.027	0.022	0.025
	9	61.7	0.028	0.021	0.015	0.021	0.026	0.026	0.019	0.024

果皮と果肉の乾物, 灰分含量は, いずれもビタービット発生果のビット部が大きく, 発生果健全部と健全果の間, 果肉の部位による差, 処理間における差は明らかでなかった。

2. 各種カルシウム塩の散布がビタービットの発生及び果実中のカチオン含量に及ぼす影響

各種カルシウム塩を散布した場合のビタービット発生状況を第3表に示した。処理が時期的に遅れたこと, 樹により発生にふれがあることなどで, 処理間の差は明らかでなかった。

各処理のビタービット発生果と健全果のCa含量, K+Mg/Caを調べた結果を第4, 5, 6表に示し, 果皮のCa含量, K+Mg/Ca

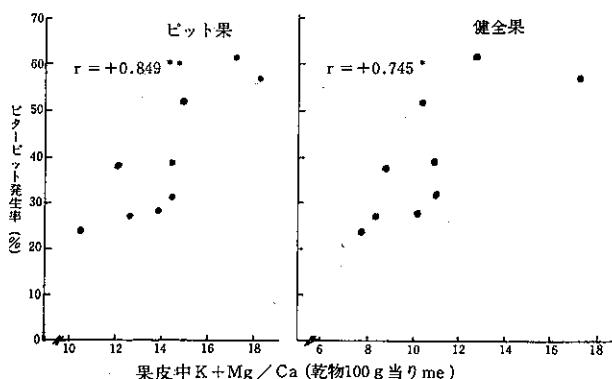


第1図 国光の貯蔵後に発生するビタービットと果皮中Ca含量との相関関係

とビターピット発生との関係をみたものを第1, 2図に示した。また発生果と健全果の間におけるCa含量, K+Mg/Caの有意差を検討した結果を第8表に示した。

果肉のCa含量は分析に供した部位によりかなり変動がみられ, ビターピット発生との間には相関関係が認められなかった。しかし, 果皮の平均Ca含量は果肉に比較して処理の影響が発生果, 健全果ともよく反映しており, 果皮Ca含量とビターピット発生とも関係が深く, 負の相関関係が認められた。

果肉のK+Mg/Caは処理, 部位によって変動がみられ, 一定の傾向は認められなかった。しかし, 果肉の平均K+Mg/Caは処理により値が小さくなる傾向があり,



第2図 国光の貯蔵後に発生するビターピットと果皮中K+Mg/Caとの相関関係

健全果果肉Ca含量(乾物当り%)							
果皮に近い部分				果心に近い部分			
梗あ部	赤道部	がくあ部	平均	梗あ部	赤道部	がくあ部	平均
0.034	0.037	0.037	0.036	0.036	0.037	0.032	0.035
0.034	0.033	0.032	0.033	0.029	0.030	0.031	0.030
0.033	0.039	0.032	0.035	0.036	0.036	0.032	0.035
0.031	0.025	0.027	0.028	0.034	0.033	0.026	0.031
0.027	0.025	0.023	0.025	0.029	0.032	0.024	0.028
0.034	0.034	0.024	0.031	0.034	0.036	0.027	0.032
0.024	0.026	0.022	0.024	0.028	0.033	0.025	0.029
0.027	0.026	0.027	0.027	0.036	0.034	0.024	0.031
0.024	0.024	0.020	0.023	0.031	0.027	0.025	0.027

第5表 各種Ca塩の散布と国光果肉中K+Mg/Ca

処 理	樹 齢	貯蔵後のビターピット発生率(%)	ビット果肉K+Mg/Ca (乾物100g当りme)				健全果果肉K+Mg/Ca (乾物100g当りme)											
			果皮に近い部分		果心に近い部分		果皮に近い部分		果心に近い部分									
			梗あ部	赤道部	がくあ部	平均	梗あ部	赤道部	がくあ部	平均	梗あ部	赤道部	がくあ部	平均				
塩化カルシウム	1	24.0	25.6	33.0	35.3	31.3	36.7	32.0	33.5	34.1	21.1	23.3	25.8	24.3	20.7	27.8	29.0	25.8
	4	37.5	34.8	30.5	40.1	35.1	38.8	32.2	43.0	38.0	21.5	30.5	21.8	24.6	31.6	33.9	33.2	32.9
硝酸カルシウム	2	26.5	30.6	35.6	34.8	33.7	30.1	33.5	33.3	32.3	21.7	23.7	30.3	25.2	22.4	25.9	23.2	27.5
磷酸二水素カルシウム	5	31.5	31.0	44.8	45.3	40.4	29.0	35.2	29.6	31.3	24.1	29.2	26.9	26.7	25.3	27.4	30.5	27.7
	10	28.3	34.2	46.4	54.7	45.1	32.1	34.9	50.2	39.1	28.7	28.7	33.5	30.3	28.5	30.5	33.1	30.7
無 処 理	6	52.4	28.2	28.4	35.8	30.8	29.6	31.6	37.1	32.8	20.9	17.6	28.6	22.4	23.0	21.3	27.8	24.0
	7	38.8	28.3	32.8	39.8	33.6	29.9	30.6	33.4	31.3	27.6	24.1	35.8	29.2	29.7	26.1	29.0	28.3
	8	57.4	37.6	55.3	59.1	50.7	40.2	43.9	53.4	45.8	35.4	30.7	35.4	33.8	27.4	32.1	41.2	33.6
	9	61.7	25.6	47.8	48.5	40.6	35.3	38.1	53.1	42.2	37.5	34.6	40.7	37.6	29.5	28.2	38.4	32.0

第6表 各種Ca塩の散布と国光果皮中Ca含量及びK+Mg/Ca

処 理	樹 No	貯蔵後 のビター ビット発生 率(%)	Ca 含 量 (乾物当り%)								K+Mg/Ca (乾物100g当りme)							
			ビ ッ ト 果				健 全 果				ビ ッ ト 果				健 全 果			
			梗あ 部	赤道 部	がく あ部	平均	梗あ 部	赤道 部	がく あ部	平均	梗あ 部	赤道 部	がく あ部	平均	梗あ 部	赤道 部	がく あ部	平均
塩化カル シウム	1	24.0	0.123	0.102	0.100	0.108	0.154	0.147	0.120	0.140	9.5	10.5	11.3	10.4	6.1	7.5	9.4	7.7
	4	37.5	0.091	0.093	0.098	0.094	0.137	0.116	0.115	0.123	11.1	12.4	12.7	12.1	8.0	8.9	9.5	8.8
硝酸カル シウム	2	26.5	0.104	0.084	0.106	0.098	0.139	0.120	0.130	0.130	11.8	14.3	11.8	12.6	8.1	8.6	8.2	8.3
磷酸二水 素カルシ ウム	5	31.5	0.089	0.088	0.063	0.080	0.102	0.101	0.082	0.095	11.2	12.8	19.6	14.5	9.9	9.2	13.8	11.0
	10	28.3	0.117	0.082	0.066	0.088	0.118	0.105	0.086	0.103	10.5	13.3	17.8	13.9	8.8	9.2	12.5	10.2
無 処 理	6	52.4	0.094	0.075	0.060	0.076	0.116	0.102	0.087	0.102	11.8	14.0	19.0	14.9	9.6	9.6	11.8	10.3
	7	38.8	0.089	0.071	0.063	0.074	0.111	0.093	0.072	0.092	12.9	14.4	16.3	14.5	9.1	10.3	12.9	10.8
	8	57.4	0.081	0.067	0.067	0.072	0.070	0.070	0.077	0.072	16.3	18.7	19.7	18.2	17.8	18.0	15.6	17.1
	9	61.8	0.087	0.076	0.056	0.073	0.102	0.098	0.073	0.091	13.8	15.2	22.6	17.2	11.4	12.2	15.3	12.6

第7表 ビタービット発生果と健全果における果肉中Ca含量及びK+Mg/Caの有意差

処 理	樹 No	Ca含量	K+Mg/Ca
塩化カルシウム	1	* *	* *
	4	* *	*
硝酸カルシウム	2	* *	* *
磷酸二水 素カルシ ウム	5	NS	*
	10	NS	*
無 処 理	6	NS	* *
	7	NS	NS
	8	NS	* *
	9	NS	NS

*..... 5%水準, **..... 1%水準で有意
NS.....有意性なし

ビタービットの発生との間にも正の相関関係が得られた。ビタービット発生果の果肉Ca含量は健全果に比較して低い傾向にあるが、その有意差は塩化カルシウム、硝酸カルシウム処理のみ認められ、磷酸二水素カルシウム処理及び無処理には認められなかった。果肉の K+Mg/Ca はビタービット発生果が大きく、健全果が小さいが、無処理の2例には有意差が認められなかった。

3. 塩化カルシウムの時期別散布がビタービットの発生に及ぼす影響

塩化カルシウムを生育期間別に散布した場合のビタービット発生状況を調査した結果を第8表に示した。塩化カルシウムのビタービット防止効果は、全期散布区が最も優れ、初期と後期に散布したものがかなり効果が認められたが、後期散布より初期散布の方がやや効果の高いことが認められた。

第8表 国光のビタービット発生に対するCaCl₂の時期別散布効果

散 布 時 期 *	調 査 果 実 数	ビ タ ー ビ ッ ト 発 生 率 ** (%)			
		1965.11.20	1965.12.1	1965.12.22	1966.1.7
6月15日～7月30日	424	1.9	4.5	6.8	7.5
9月20日～11月5日	149	3.4	5.4	8.1	8.7
6月15日～11月5日	376	0.5	0.8	2.4	2.7
無 処 理	477	12.2	20.3	28.7	29.8

* 0.5%CaCl₂·2H₂O溶液5回散布

** 2樹平均

IV 考 察

1. Ca塩の散布効果

Ca塩を散布することにより、ビターピットの発生を軽減するという事は、Garman, Mathis (9) が最初に報告して以来数多くある。

Ca塩をどの部分に散布すると最も効果が期待できるかという事を硝酸カルシウムを用いて実験したところ、いずれの処理も無処理に比較して効果は認められたが、最も効果の大きい処理は葉・果実に散布したもので果実のみを塗布したもの、葉面のみ散布したものは幾ぶん劣ることが認められた。Baxter (3) も酢酸カルシウムを用いて本実験で得られた結果と同様のことを報告している。

Caは葉面散布される要素のうちで吸収及び移動が比較的小さいものであるとされているが(19)、Caは果皮からも吸収されることが認められており(14, 15)、また葉に処理されたCaも僅少であるが果実に移行することが明らかにされている。果実中のCa含量を高めることがビターピットを軽減する手段と考えるならば、Ca塩を散布するに当たっては、直接果実表面に附着させるような手段をとることがより効果的であると考えられる。

ビターピットの発生を軽減する目的でCa塩を散布する場合、どのような形態のCa塩が有効であるかが問題となる。本実験では各種Ca塩を散布したのが10月中旬であり、すでに樹上においてビターピットの発生がかなりあったこと、樹単位の処理であったため、発生にふれがあったなど二・三の問題点はあるが、塩化カルシウム、硝酸カルシウムに比較して、磷酸二水素カルシウムの散布効果は劣るように考えられる。Martinら (12) も磷酸二水素カルシウムの散布は硝酸カルシウムに比較して効果の落ちることを報告している。

ビターピット防止対策として、硝酸カルシウム、塩化カルシウムが散布されるのが一般的であるが、赤色品種に硝酸カルシウムを散布した場合に着色が阻害されるという報告もある(3)。本実験でも硝酸カルシウムを処理した国光は着色が劣る(地色のぬげが悪い)ことが観察されたので、国光、デリシャス系の赤色品種に対しては塩化カルシウムの使用が安全だと思われる。しかし、薬害の発生は塩化カルシウムが硝酸カルシウムより強いとされており(13)、著者ら(10)も市販葉面散布用塩化カルシウム剤(カルクロン)を0.8%以上の濃度で散布すると、薬害と思われる leaf scorch が発生することを認めており、実用散布濃度は諸外国の例からみても0.5%溶液が適当であると考えられる。

塩化カルシウムを用いて時期別に散布効果を検討したところ、7月中旬から11月上旬までの生育全期にわたり

散布したものが最も有効であり、初期と後期に散布したのもかなり効果が認められた。本実験は無袋樹を供試して行ったものであるが、有袋栽培の場合には除袋後(採取40~50日前)からのCa散布でもかなりの効果が期待できるものと考えられる。

Ca塩の散布時期については、生育後期の散布をすすめている例が多いが(11, 16)、一方では初期の散布は樹上に発現するビターピットに、後期散布は貯蔵中に発現するものに有効であるとする例もあり(3)、ビターピットの発生条件や品種によって適正な散布時期が異なる可能性も考えられる。

2. ビターピット発生果の化学的特徴

Ca塩無処理区のビターピット発生果、健全果を各部位に区分して、灰分、乾物含量、カチオン含量を検討したところ、ビターピット発生果のピット部は、その周囲の健全部に比較して灰分、乾物含量が高く、Askewら(2)によって認められたことと同様の傾向を示した。果皮、果肉のピット部は、他の部分に比較してCa含量が低く、Mg含量は高く、K含量には大きな差は認められなかった。この問題を Bünemann(5) のように灰分当たりの含量で表わすと、第9表のようにより一層明らかであった。

第9表 国光のビターピット発生果と健全果における灰分当りのカチオン含量(%)

部 位		Ca	Mg	K
果 皮	ピット部	0.60	4.57	31.7
	健全部	1.09	1.83	35.1
	健全果	1.33	2.03	42.1
果皮に近 い果肉	ピット部	0.30	3.00	35.6
	健全部	0.70	1.38	44.8
	健全果	0.77	1.37	46.1
果皮に近 い果肉	ピット部	0.53	1.28	41.4
	健全部	0.88	1.30	48.3
	健全果	1.01	1.53	51.0

3. Ca塩の散布と果実無機成分

ビターピットは、がくあ部に多く発現し、梗あ部にはほとんどみられない。したがって、果実無機成分も分析に供する部位により差異があるものと考えられるので、本実験においては果皮、果肉とも各部位に区分して分析を行った。

硝酸カルシウムを処理することにより、果実中のCa含量はわずかではあるが高くなり、逆にMg, K含量は低

くなる。したがって、硝酸カルシウムを処理することにより、 $K+Mg/Ca$ は明らかに小さくなる。このことから、果実中のCaレベルのわずかな差異がビターピットの発現に大きく影響を与えるのではないかと考えられる。

一方、各種Ca塩を散布した果実のCa含量、 $K+Mg/Ca$ を比較したところ、ビターピット発生果と健全果の果肉Ca含量の有意差は、塩化カルシウム、硝酸カルシウム散布区には認められたが、磷酸二水素カルシウムを散布した果実には認められなかった。このことから、磷酸二水素カルシウムはCa塩散布剤としては不適当ではないかと考えられる。 $K+Mg/Ca$ は健全果に比較してビターピット発生果が大きく、無処理の2例を除いて有意差があり、Garmanら(9)、Askewら(1)が明らかにした傾向と同様であった。

V 摘 要

青森県の国光に発生するビターピットの発生防止に対するCa塩の散布効果を検討するとともに、これらの処理が果実の無機成分に及ぼす影響について実験を行った。

1. 1964年、10月上旬から11月上旬までの4回、硝酸カルシウム ($Ca(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$) 0.8%溶液を枝別に処理した。

硝酸カルシウム処理のビターピット発生防止に対する効果は、葉・果実に散布したものが最もよく、次いで果実に塗布したものがこれに続き、果実をカバーして葉面だけに散布したものが最も劣った。

硝酸カルシウムを処理した果実は、無処理の果実に比較して、果実の各部位ともCa含量が高く、 K, Mg 含量が低い傾向がみられたが顕著ではなかった。

ビターピット発生果のピット部果皮Ca含量は、ピット果健全部、健全果のそれに比較して低いが、ピット部果肉Ca含量は、無処理において果皮と同様であったが、Ca処理ではこの関係が明らかでなかった。また K, Mg 含量は果皮、果皮に近い部分のピット部の果肉において著しく高かった。無処理果の $K+Mg/Ca$ は処理果に比較して大きく、特にピット部が著しく大きいことが認められた。カチオン含量、 $K+Mg/Ca$ ともピット果実健全部と健全果の間の差は顕著でなかった。

果皮、果肉の乾物、灰物含量はいずれもピット発生果のピット部が大きく、発生果の健全部と健全果との差、果肉の部位による差及びCa処理の差は明らかでなかった。

2. 1965年、10月中旬から下旬までの間に3回、0.034M

4. ビターピットと果実中Ca

各種Ca塩を散布した実験で、ビターピット発生率と果実中Ca含量との関係をみたところ、果肉Ca含量との間には相関関係は認められなかったが、果皮Ca含量との間には正の、果皮 $K+Mg/Ca$ との間には負の相関が認められ、この関係は健全果よりもビターピット発生果において強い傾向を示した。Drakeら(7)もBaldwinでこれと同様のことを報告しており、果皮Ca含量、 $K+Mg/Ca$ はビターピット発生の際の指標となり得る可能性があるものと考えられる。しかし、果肉、果皮中Ca含量は、ビターピットの発現が多いがくあ部において低く、果肉Caは果心に近い部分において高い傾向がみられ、しかも変動はかなりある。したがって、これらの点については今後更に検討する必要がある。

塩化カルシウム、硝酸カルシウム、磷酸二水素カルシウム溶液を樹別に散布して、ビターピットの発現と果実中カチオン含量との関係を検討した。

貯蔵後におけるビターピット発現の多少は、果皮Ca含量、 $K+Mg/Ca$ と関係が深く、果皮Ca含量とは負の、 $K+Mg/Ca$ とは正の相関関係が得られた。しかし、果肉Ca含量とビターピット発現との間には一定の関係は認められなかった。

ピット発生果の果肉Ca含量は健全果に比較して低い傾向があるが、有意差は塩化カルシウム、硝酸カルシウム処理にみられ、磷酸二水素カルシウム処理及び無処理には認められなかった。また、ピット発生果の果肉 $K+Mg/Ca$ は健全果に比較して大きくなる傾向が認められた。

3. 1965年、塩化カルシウム ($CaCl_2 \cdot 2H_2O$) 0.5%溶液を生育時期別にそれぞれ5回散布し、ビターピット発生防止に対する効果を検討した。

いずれの時期の散布も効果が認められたが、6月15日から11月5日まで散布したものが最も優れ、6月15日から7月30日まで散布したものは、9月20日から11月5日まで散布したものよりやや効果の高いことが認められた。

4. 以上のことから、ビターピットの発生は、果実中のCaレベルの低下、カチオンバランスのみだれなどと密接な関係のあることが確認され、果実中のCa濃度を増加させることがビターピット防止対策の一つになるものと考えられる。

引用文献

1. ASKEW, H. O., E. T. CHITTENDEN, R. J. MONK and J. WATSON. 1960. Chemical investigation on bitter pit of apples. II. The effect of supplementary mineral sprays on incidence of pitting and on chemical composition of Cox's Orange fruit and leaves. N. Z. J. Agric. Res. 3 : 141-168.
2. _____, _____, _____ and _____. 1960. Chemical investigation on bitter pit of apples. III. Chemical composition of affected and neighbouring healthy tissues. N. Z. J. Agric. Res. 3 : 169-178.
3. BAXTER, P. 1960. Bitter pit of apples : effect of calcium sprays. J. Dep. Agric. Vict. 58 : 801-811.
4. BEYERS, E. 1963. Knock out bitter pit! Control of bitter pit and other disorders of apples with calcium sprays. Dec. Fruit Gr. 13 : 319-335.
5. BÜNEMANN, G. 1959. Zusammenhänge Zwischen Stikstoff- und Kationengehalt und Auftreten von Stippigkeit bei Äpfeln Verschiedener Sorten und Herkünfte. Gartenbauwiss. 24 : 330-333.
6. DELONG, W. A. 1936. Variation in the chief ash constituents of apples affected with blotchy cork. Plant Physiol. 11 : 453-456.
7. DRACK, M., W. D. WEEKS, and J. H. BAKER. 1966. Bitter pit as related to calcium level in Baldwin apple fruit and leaves. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 89 : 23-29.
8. FAUST, M., and C. B. SHEAR. 1968. Corking disorders of apples : a physiological and biochemical review. Bot. Rev. 34 : 444-469.
9. GARMAN, P. and W. T. MATHIS. 1956. Studies of mineral balance as related to occurrence of Baldwin spot in Connecticut. Conn. Agric. Expt. Sta. Bull. 601 : 1-9.
10. 一木 茂・長井晃四郎・泉谷文足・清藤盛正・桜田 哲・鎌田長一, 1966. Bitter pit 防止に関する研究 (第1報). 石灰塩の葉面散布効果と果実成分について. 園芸学会昭和41年秋季大会研究発表要旨, PP. 37-38.
11. JACKSON, D. I. 1962. The effect of calcium and other minerals on incidence of bitter pit in Cox's Orange apples. N. Z. J. Agric. Res. 5 : 302-309.
12. MARTIN, D., T. L. LEWIS and J. CERNY. 1960. Bitter pit in the apple variety Cleopatra in Tasmania in relation to calcium and magnesium. Aust. J. Agric. Res. 11 : 742-749.
13. MATTEWS, C. D. and A. G. L. WILSON. 1961. Use of calcium foliage sprays for control of bitter pit in Huon orchards. Tasm. J. Agric. 32 : 397-399.
14. MILLIKAN, C. R., and B. C. HANGER. 1965. Penetration of post harvest surface applications of ^{45}Ca into apple fruits. Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb. 5 : 479-481.
15. 清藤盛正・長井晃四郎. 1970. リンゴの葉, 果実および枝幹表面からの $^{45}\text{CaCl}_2$ と $^{45}\text{Ca}(\text{OH})_2$ の吸収と分布について, 園学雑. 39 : 291-297.
16. SMOCK, R. M., E. G. FISHER and G. FORSHEY. 1962. Bitter pit of apples. Proc. New York State Hort. Soc. 101 : 118-123.
17. STILES, W. C. 1964. Influence of calcium and boron tree sprays on York Spot and bitter pit of York Imperial apples. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 34 : 39-43.
18. WILKINSON, B. G. and M. A. PERRING. 1964. Changes in the chemical composition of apples during development and at picking time. J. Sci. Fd. Agric. 15 : 146-152.
19. WITTER, S. H. and F. G. TEUBNER. 1959. Foliar absorption of mineral nutrients. Ann. Rev. Plant Physiol. 10 : 13-32.
20. 山崎利彦・横溝 久・森 英男・福田博之. 1964. Bitter pit の発生と無機栄養との関係. 第2報. Bitter pit の発生におよぼすN供給およびCa散布の影響. 園試報C 2 : 45-53.

Summary

In Aomori Prefecture, the important commercial variety Ralls has been susceptible to bitter pit in certain years. Recently many workers have carried out experiments on bitter pit which indicated that calcium level was an important factor in determining incidence, and obtained some control of the disorder by the use of calcium sprays.

The present investigation was undertaken to deal with the effect of tree sprays of calcium on incidence of bitter pit and on mineral composition of Ralls fruit.

Four 0.8% calcium nitrate ($\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) solution sprays applied during Oct. 1 to Nov. 4, 1964, reduced the incidence of bitter pit both in apples on the tree and after they were stored. Covering the fruit during spraying with vinyl bag did not reduce the effectiveness of the calcium sprays. It was more effective to dip on the fruit calcium nitrate than leaf sprays with covering the fruit. Treated fruit slightly increased the calcium content and decreased potassium, magnesium and $\text{K}+\text{Mg}/\text{Ca}$ ratio.

In an analytical investigation of bitter pit of various origin, it was noted that the dry matter and ash contents of the pitted parts were greatly increased as compared to healthy tissues of the same fruit and to healthy fruit, but there was no significant difference between treated and non-treated fruit. Calcium content of the healthy skin considerably higher than pitted skin, where as the calcium content of the flesh was nearly unchanged. Magnesium was increased in pitted parts and potassium remained constant.

Sprays of 0.034 M calcium chloride, calcium nitrate and calcium phosphate were applied, during Oct. 18 to 29, 1965, to examine the effect of change in fruit composition. Low calcium content and high values of the $\text{K}+\text{Mg}/\text{Ca}$ in the skin were closely related to high incidence to bitter pit, but these relationships were not found in the flesh. Treatments with calcium chloride and calcium nitrate had significant effects on the calcium content of flesh between healthy and pitted fruit, but treated with calcium phosphate and non-treated had no significant differences.

Five sprays of 0.5% calcium chloride were applied to determine the relative effects of time of application in 1965. Each treatment reduced incidence of bitter pit consistently, but early season sprays were more slightly effective than later sprays, and the most effective treatment was applied throughout the season.