



収穫後のパインアップル果実の内部褐斑現象 (Endogenous Brown Spot)に関する研究(園芸農学)

水野, 進
寺井, 弘文
小机, 信行

(Citation)

神戸大学農学部研究報告, 15(1):47-53

(Issue Date)

1982

(Resource Type)

departmental bulletin paper

(Version)

Version of Record

(JaLCD0I)

<https://doi.org/10.24546/00227253>

(URL)

<https://hdl.handle.net/20.500.14094/00227253>



収穫後のパイナップル果実の内部褐斑現象 (Endogenous Brown Spot) に関する研究

水 野 進*・寺 井 弘 文*・小 机 信 行**
(昭和56年8月10日受理)

STUDIES ON THE ENDOGENOUS BROWN SPOT OF PINEAPPLE IN POSTHARVEST HANDLING

Susumu MIZUNO, Hirofumi TERAJ and Nobuyuki KOZUKUE

Abstract

In this study, we investigated the EBS of pineapple which reduced the commercial quality severely, then we tried to find out the cause of EBS and the way to prevent it.

The EBS occurred in all the fruits that were stored under 20°C for 6 days in different degrees. The storage temperature used varied from 1°C to 25°C, the qualities were better when stored under lower temperatures, and the lower the temperatures were, the less the EBS occurred. The quality differences of the pineapples which transported by sea (7°C, 6 days) and by air have been inspected. On arrival, there was no EBS found in the fruits transported by both ways, however after stored at 20°C, the EBS degree of air-transported fruits was less than that of the fruits by sea transport. Then we investigated the method of EBS prevention. The shell color and flesh color of crown-cutted pineapples developed slower than that of those with crown, however crown cutting is of no use to prevent EBS. The polyethylene-packed fruits developed the colors of shell and flesh slowly, and the EBS were inhibited. The treatment under 42°C for 1 day before storage reduced the EBS occurring. The effects were accelerated when the fruits were harvested on higher temperature periods. On the other hand, the fruits harvested in different seasons were treated under 42°C. At the arrival, fruits harvested in any season had no EBS occurrence, but after storage, the winter harvested ones had more EBS occurred than the summer or autumn harvested ones. The summer harvested fruits with 42°C treatment were better than those without treatment. But winter harvested fruits made little differences between with and without treatments. With these results, the degree of EBS had a correspondence with the development of shell color.

These results suggest that degree of EBS occurrence has close relation to the maturity of pineapple, and in winter, the fruits with more developed shell color are to be harvested, so much attention should be paid on the maturity of fruits harvested in this period.

緒 論

近年、パイナップルの生果の我国への輸入は日本人の果実に対する嗜好の変化、すなわちデンプン質のものから多汁果実への移行に伴い、増加の傾向にあり、54年度は約11万tに及んでいる。その主な輸入先はフィリピン、ハワイ、台湾であり、主として冷蔵船により輸送されている。これに伴い従来ほとんど問題とならなかった

果肉の内部褐斑現象が大きな問題となりつつある。この内部褐斑は Endogenous Brown Spot (EBS) と呼ばれ、初期は芯部周辺に水浸状の spot が発生し、その拡大と共に褐変し、さらに症状は果肉全面に及び Black Heart と云われるまでになる³⁾¹⁰⁾。その結果、商品性を著しく損うものとなり、さらにこの現象は外観からは判断できないところから、商業上の取引にも影響し、しかるに早急にその対策が急がれるところである。

このような観点から本研究はこの現象の発生原因を究明するとともに、さらにその防止法についても検討したものである。

* 保蔵加工学研究室

** 賢明女子学院短大

材料および方法

果実は主にフィリピン、ミンダナオ島ドール農場で栽培された *Smooth Cayenne* を使用し、一部同地区のデルモンテ農場産の同品種も用いた。果実の輸送は7℃下約1週間の海上輸送を行った。また輸送方法、期間の品質への影響を調べる目的で空輸品についても検討した。果実は神戸通関後直ちに本学に持ち帰り、選果の後各実験に使用した。呼吸およびエチレンの測定は通気法によりCO₂はTCD型、エチレンについてはFID型ガスクロで測定した。

果実の品質判定に使用した Index は第1表に示すとおりである。

結 果

第1図は20℃下で貯蔵した時の果実の生理状況を知る目的で呼吸とエチレン生成を測定したものである。果実はミンダナオ島のドール農場とデルモンテ農場で生産されたものである。デルモンテ農場産のものはドール農場産のものに比較して呼吸およびエチレン生成とも高いレベルにあった。第2表はそれらの果実について外観および果肉の病状を調査したものである。Shell color はデルモンテ産の果実の方が進んでおり、またEBSの貯蔵前および貯蔵後の発生程度は概して高い傾向であった。第3表はドール農場産の貯蔵中のEBS発生状況を調査したものであり、貯蔵は20℃下で行ったものである。EBS発生率は着時は0であったが2日ではやくも10%であり、6日で100%の果実に発生が認められた。以下、パイナップルはドール産のものを使用した。一方、第4

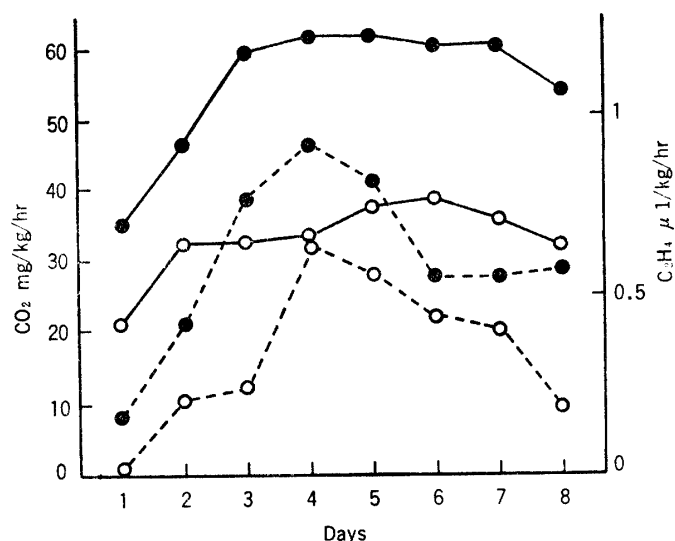


Fig. 1. The evolution of carbon dioxide and ethylene of pineapple fruits imported from different companies during storage at 20°C
— Carbon dioxide Ethylene
○ Dole ● Delmonte

表は貯蔵温度がEBSおよび果実の品質に及ぼす影響を調査したものである。貯蔵期間は8日間であるが、貯蔵温度が低いほど重量減少は少なく、かつ果実の追熟が抑制され、EBSおよび無商品率も減少の傾向にあった。第5表はEBSの発生と輸送期間との関係について調べたものであり、空輸果実は貯蔵17日、海上輸送果実は10日間である。収穫から調査まではいずれも18日であり、輸送期間の長い海上輸送果実ほどEBSが多発であった。

つぎにEBSの防止法について検討したのが第6表、第7表である。第6表はcrownを切断、または0.03mmのポリエチレンで密封包装を行ったものであるが、crown cutはShell colorならびに果肉色の進展には抑制効果

Table 1. The index of quality appreciation of pineapple fruits

Shell color	0 : green of all eyes, 1 : yellow of 10-20% eyes, 2 : yellow of 20-40% eyes, 3 : yellow of 40-65% eyes, 4 : yellow of 65-90% eyes, 5 : yellow of 90-100% eyes 6 : accelerate condition of maturation, red-brown of 20-100% eyes, 7 : more over senescence than 6
Internal color	0 : white, 1 : pale yellow, 2 : yellow, 3 : deep yellow
Internal flesh condition	0 : closed eye and opaque color, 1 : threshold of eye opening and semi translucent 2 : opened eye and translucent
Endogenous brown spot (EBS) degree	0 : clean, 1 : slight (translucent spot), 2 : moderate (light brown spot), 3 : severe (above brown spot)
Rate of EBS symptom fruits (%)	The rates of EBS symptom fruits are the rates of EBS fruits that gets an EBS degree other than "0".
Rate of un-marketable fruits (%)	The rates of un-marketable fruits are the rate of EBS fruits of that gets an EBS degree of over "1".

Table 2. The quality of pineapple fruits imported from two different companies

	Dole			Delmonte		
	Before storage	Stored for one week		Before storage	Stored for one week	
		At 20°C	At room temp.		At 20°C	At room temp.
Weight loss (%)	0	3.60	3.66	0	3.33	3.85
Shell color	3.1	4.3	5.4	3.4	6.0	6.0
Internal color	1.9	2.3	1.9	2.0	2.8	2.7
Internal flesh condition	0.73	0.75	0.89	0.88	1.40	1.78
EBS number/fruit	14.0	43.3	----*	20.9	----*	----*
EBS degree	0.04	1.15	1.22	0.12	2.36	2.09
Rate of EBS symptom fruits (%)	6.6	100	100	20.0	100	100
Rate of un-marketable fruits (due to EBS) %	0	85.0	77.8	4.0	100	100
Brix (%)	14.4	15.4	15.8	14.3	13.4	13.0

* Because of severe browning, it can't be measured.

Dole : Harvested from Dole's farm. The sailing date from Santos : 23th, May The arrival date to Kobe : 30th, May The arrival date to Kobe UNI. : 1st, June Storage period : 1st --- 8th, June

Delmonte : Harvested from Delmonte's farm. The sailing date from Davao : 25th, May The arrival date to Osaka : 2nd, June Stored at 12°C from 2nd to 4th, June. The arrival date to Kobe UNI. 5th, June Stored period : 5th --- 12th, June The room temp. of these periods are 21°-- 26°C.

がみられ、EBSの防止にはポリ包装の効果が確認された。第7表は42°Cで1日処理し、その高温のEBS発生抑制効果をみたものである。高温処理による効果はいずれの収穫期の果実においても認められたが、5月収穫果においては最も高く、ついで11月収穫果であり、2月収穫果は他の2区に比べその効果はあまり顕著ではなかった。

さらに詳しく収穫時期と果実の品質およびEBS発生、42°C処理の効果等の関係を調べる目的で収穫期別の調査を行った。第2図は着荷時および各温度区での貯蔵

後の状態を示したものである。着荷時の Shell color は冬期に高く、夏期に低い傾向にあった。また貯蔵後の Shell color もほぼ着荷時の場合と平行関係にあり、42°C処理区は20°C貯蔵区とほとんど相違は認められなかった。また Internal color については着荷時と貯蔵後の差異は夏期から秋期の果実では大きく、冬期から春期の果実では小さい傾向にあった。一方EBSの発生は着荷時はほとんど認められないが、貯蔵後はいずれも増加し、20°C貯蔵区、42°C処理区は冬期に著しく多く、春期から夏期、秋期と減少の傾向にあった。また42°C処理の効果は

Table 3. The quality of pineapple fruits stored at 20°C

Days in storage	0	2	4	6	8	10
weight loss (%)	0	1.42	2.78	2.41	2.84	2.88
Shell color	2.0	2.6	3.0	3.8	4.2	4.5
Internal color	1.3	1.3	1.6	1.5	1.6	1.6
Internal flesh condition	0.2	0.0	0.0	0.0	0.4	0.3
EBS number/fruit	0	10.0	13.2	22.7	33.0	27.5
EBS degree	0	0	0	0.5	0.9	1.1
Rate of EBS symptom fruits (%)	0	10.0	60.0	100	100	100
Rate of un-marketable fruits (due to EBS) %	0	0	0	40	60	60
Brix (%)	16.0	16.4	15.0	15.4	16.0	15.7

The sailing date from Davao : 5th, Jan. The arrival date to Kobe : 10th, Jan.
The arrival date to Kobe UNI. : 12th, Jan.

Table 4. The quality of pineapple fruits stored at several temperatures for 8 days

Storage temperature	Initial	1°C	10°C	20°C	25°C
Weighs loss (%)	0	0.92	2.42	3.23	5.51
Shell color	1.0	0.5	0.9	2.68	3.60
Internal color	1.4	1.3	1.5	2.3	2.2
EBS degree	0	0	0	1.53	1.65
Rate of EBS symptom fruit (%)	0	60	90	95	100
Rate of un-marketable fruits (due to EBS) %	0	0	0	78.9	90.0

The sailing date from Davao : 11th, Apr. The arrival date to Kobe : 19th, Apr.
Storage period : 20th --- 28th, Apr.

冬期の果実には少なく、夏期から秋期の果実に著しかった。屈折示度計による可溶性固形成分はいずれの区、また季節においても顕著な差異はなかった。そこで年間を通じて調査した個体の Shell color 別に EBS の発生程度を集計したのが第3図である。EBS の発生程度を A, B, C の三段階に分別し、EBS 発生程度 1 未満を A (商品性有り), 1 以上 2 未満を B (商品性低下), 2 以上を C (商品性なし) と規定した。I は着荷時の果実についてのものであり、II は 20°C 貯蔵後、IV は 42°C 処理のものである。III, V はそれぞれの個体につき貯蔵中に進行した Shell color にもとづいて集計したものである。I の着荷時は Shell color の程度にともない EBS の発生はわずかであるが増加の傾向にあった。II の 20°C 貯蔵区も同様な傾向がみられたが Shell color の程度の低いものも EBS の発生が観察され、color 程度の高いものはかなりの高率で発生した。III の貯蔵前後の Shell color の差による集計でも差の大きいものほど EBS の発生が多いことが示された。一方 42°C 処理した IV は 20°C

貯蔵 (II) のものより EBS の発生程度は 1 ~ 6 では少なく、高温処理の効果が示された。また V の場合も III と比較すると発生の割合は少なかった。

考 察

パイナップルの病害は種々報告されているが⁵⁾¹²⁾ 13), 収穫後の果実について問題となるのは低温障害と EBS である。低温障害は 4.5°C 下に約 1 週間貯蔵した後 20°C に昇温した場合、外果皮の黄化が阻害され、くすんだ色となり crown が枯死する。EBS は低温障害に伴って起こる症状ではあるが、8°C に 1 週間貯蔵した後 21°C に昇温した場合、EBS のみが発生することが報告されている³⁾。

まず果実の貯蔵中の状態を知る目的で呼吸とエチレン生成を測定したところ、パイナップルは non-climacteric 果実に分類されている³⁾ ものの呼吸の一時的な増加と共にエチレンの生成も認められ、呼吸とエチレン生成の面からは climacteric 様のパターンが得られた。

Table 5. The difference of quality of pineapple fruits transported by air or by sea

Storage	By air		By sea (7°C)	
	Initial	Final	Initial	Final
Weight loss (%)	0	6.98	0	3.29
Shell color	1.8	5.4	2.0	4.9
EBS degree	0	0.6	0	1.38
Rate of EBS symptom fruits (%)	0	60	0	85
Rate of un-marketable fruits (due to EBS) %	0	40	0	70

By air The harvested date : 20th, Dec. The air transport date : 21th, Dec.
The arrival date to Kobe UNI. : 22th, Dec. The storage period : 22th, Dec. --- 8th, Jan. (20°C)
By sea The harvested date : 3th -- 4th, Jan. The sailing date : 5th, Jan.
The arrival date to Kobe : 10th, Jan. The arrival date to Kobe UNI. : 12th, Jan.
The storage period : 12th --- 22th, Jan. (20°C)

Table 6. The quality of pineapple fruits stored under various conditions at 20°C

Storage condition	Initial	Control*	Crown cut**	Poly-pack***
Weight loss (%)	0	3.23	3.15	1.36
Shell color	0.25	2.68	1.65	1.25
Internal color	1.40	2.26	1.95	1.60
EBS number/fruit	0	57.6	55.6	26.6
EBS degree	0	1.53	1.13	0.65
Rate of EBS symptom fruits (%)	0	95	90	60
Rate of un-marketable fruits (due to EBS) %	0	79	70	40
Brix (%)	14.5	13.3	14.0	13.1

The harvested date : 8th -- 10th, Apr. The sailing date : 11th, Apr. The arrival date to Kobe : 19th, Apr. The arrival date to Kobe UNI : 20th, Apr. The storage period : 20th -- 28th, Apr. at 20°C

* With crown, without polyethylene packing ** Without crown, without polyethylene packing

*** Sealed polyethylene bag of 0.03mm thickness, with crown

同果実の貯蔵後のEBS発生の状況を調べたのが第2表であるが、エチレンおよび呼吸活性の高いデルモンテ農場産のものほど追熟の進行が早く、EBSの発生も多かった。貯蔵温度が品質およびEBSにおよぼす影響を調べた結果、貯蔵温度が高いと追熟の進行が早く、EBSの発生も増加の傾向にあり、1°Cでは追熟の進行が阻止されEBSの発生も認められなかった。

つぎに輸送中の一時的な低温がEBSの発生に関与するかどうかを調べるために空輸果実と海上輸送果実を比較した。両区とも着荷時はEBSの発生は認められなかったが、貯蔵後海上輸送果により多くのEBS発生が観察された。しかし、輸送中の低温を経ていない空輸果もEBSの発生があるところから、EBSの発生は輸送中の低温によるより、むしろ低温により助長されるものであると考えられた。そこでこの障害の防止法を検討したところ、crown cut は Shell color および果肉色の進行

阻止に効果はあったものの、EBS発生に顕著な抑制効果はみられなかった。しかしポリ包装は Shell color、果肉色の進行阻止およびEBSの発生の抑制に効果があった。

EBSの発生は収穫期の低温に影響を受け¹⁰⁾、またその防止法として、収穫後短期間の高温処理が効果的であることが報告されているが¹¹⁾²⁾、この第7表による調査では相対的に2月収穫果が20°C貯蔵後最も発生頻度が多く、ついで5月、11月となっており、高温処理による効果は5月収穫果に高く、2月収穫果に低く、収穫期及び輸送時期が高温である果実ほどその効果は顕著であった。さらに収穫期の違いがEBSの発生および品質に及ぼす影響をみたところ、Shell color は冬期に高く、夏期に低い傾向にあり、EBSも20°C貯蔵後は冬期に多く、夏期に低い傾向であり、42°C処理の効果は顕著であった。これは冬期の果実は Shell color の進んだものを収穫し、

Table 7. The effect of high temperature treatment for EBS inhibition in pineapple fruits

Harvest Treatment	November		February		May	
	Cont.	High temp. treatment	Cont.	High temp. treatment	Cont.	High temp. treatment
Weight loss	5.61	6.07	4.25	5.45	3.61	3.62
Shell color	4.9	5.0	4.8	4.9	4.3	4.5
Internal color	2.3	2.4	1.7	1.7	1.9	2.0
EBS number/fruit	15.8	6.5	28.3	23.6	43.3	20.6
EBS degree	1.18	0.79	2.29	1.95	1.15	0.58
Rate of EBS symptom fruits (%)	80	58	100	89	100	68
Rate of un-marketable fruits (due to EBS) %	70	45	95	84	85	42
Brix (%)	13.8	13.6	13.8	13.6	15.4	16.1

High temperature treatment ---- Before storage at 20°C for 7days, the fruits were stored at 42°C for 24hr.
Control ---- Storage at 20°C for 8days.

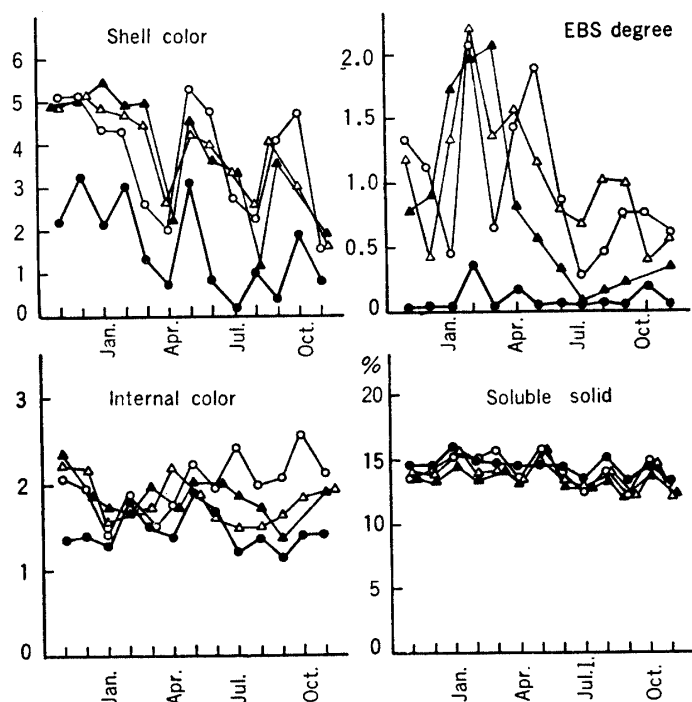


Fig. 2. The quality of pineapple fruits harvested in different seasons at arrival and after storage
 ●—● : At arrival, ○—○ : After storage at room temperature for 8 days,
 △—△ : After storage at 20°C for 8 days, ▲—▲ : 42°C treatment for 1 day and storage at 20°C for 7 days.

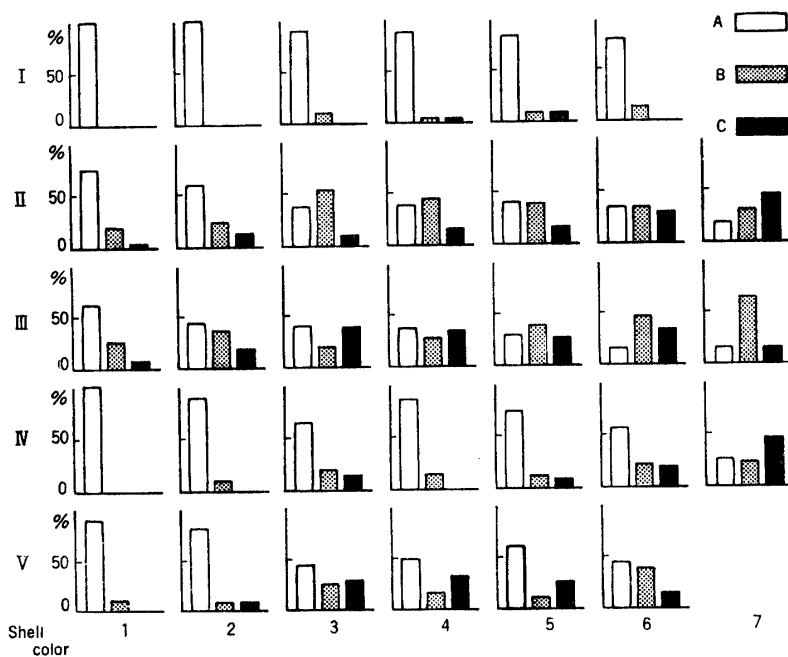


Fig. 3. The EBS degree of pineapple fruits determined at the arrival and after storage by shell color A : Marketable (EBS degree ; 0 -- less than 1) B : Commercial quality remained (EBS degree ; 1 -- less than 2) C : Un-marketable (EBS degree ; over 2)
 I : Before storage II : After storage for 8 days at 20°C III : Difference of shell color between before (I) and after (II) storage IV : 42°C treatment for 1 day and storage for 7 days at 20°C V : Difference of shell color between before (I) and after (IV) storage

夏期の果実はその逆の傾向であり、この成熟度の違いが貯蔵後のEBSの発生と関係があるものと思われた。この熟度とEBS発生の相関関係をさらに明確にする目的で、1年間を通じ収穫した果実についてShell color別に集計し、EBSの発生状況をみた。その結果、20℃貯蔵後はShell colorの高いものほどEBS発生の頻度は高く、42℃処理ではさらにその傾向は顕著となった。MILLERら⁷⁾⁸⁾⁹⁾は果実のpHやビタミンC含量とEBSの発生との関連を示唆しており、これは果実の熟度とEBS発生との関連を示しているものと考えられる。またEBSの発生防止にポリ包装に効果がみられたのも熟度の進行を抑制したための結果であろうと推測され、42℃の処理はリンゴその他の果実で報告されている⁴⁾⁶⁾¹¹⁾様な高温による追熟関連酵素の阻害による可能性も考えられる。

以上のことから、パインアップル果実のEBSの発生は単なる低温貯蔵による障害よりむしろ成熟老化と密接に関係するものであり、防止法としては、42℃での一時処理やポリ包装等の熟度調整が効果を持つことが認められた。また収穫時期別の調査から冬期の果実はEBSの発生が多く、これはShell colorの進んだ果実が収穫される傾向であるためと考えられ、冬期収穫の果実については収穫時の熟度の選択に留意する必要があるものと思われる。

要 約

本研究は貯蔵したパインアップル果実の商品性を著しく減じる果肉の内部褐斑現象(EBS)について発生の状況を観察し、その原因と防止法を検討したものである。

パインアップル果実を20℃で貯蔵した時、程度の差はあるものの貯蔵開始後6日ですべての果実にEBSの発生が認められた。貯蔵温度を1°~25℃とし、8日間貯蔵したところ、貯蔵温度が低いほどEBSの発生は抑制され、品質的にすぐれていた。輸送手段の違いによる品質への影響を空輸と海上輸送(7℃6日)で比較した。その結果着荷時はどちらもEBSの発生はなく差異は認められなかったが、20℃貯蔵の後には空輸果実の方がEBSの発生は少なかった。つぎにEBSの防止法を検討した。貯蔵前のcrownの切断はShell colorや果肉色の進展には抑制的であったが、EBSの発生防止には無効果であった。またポリ包装はShell colorや果肉色の進行の抑制、その上EBS発生防止に効果があった。貯蔵前の42℃、1日処理はEBS発生の抑制効果が確認され、夏期に収穫された果実ほどより効果的であった。

一方収穫期別のEBSの発生と42℃処理の効果につい

てさらに詳しく調査したところ、EBSの発生は着荷時はいずれの季節もほとんど発生は認められないが、貯蔵後は冬期の果実に多く、夏期~秋期の果実に少ない傾向にあった。また42℃処理は夏期の果実で効果的であり、冬期の果実には効果的でなかった。この結果をShell color別に分別し、EBS発生との関係を調べたところ、貯蔵果実でShell colorの進展とEBSの発生とは相関があった。

これらの結果からEBSの発生は果実の熟度と密接に関係しているものであり、冬期の果実はShell colorの進んだ果実が収穫される傾向にあるところから、特にこの時期の収穫には熟度に留意する必要があるものと考えられた。

引 用 文 献

1. AKAMINE, E. K., T. GOO, T. STEEPY, T. GREIDANUS, and N. IWAOKA: *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 100(1), 60-65, 1975.
2. AKAMINE, E. K., *HortScience*, 11(6), 586-588, 1976.
3. DULL G. G.: *The Biochemistry of Fruits and their Products* II, Ed. A. C. HULME, Ch 9A 303-324, Academic Press, London and New York, 1971.
4. EAKS, I. L., *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 103(5), 576-578, 1978.
5. LIANG, N. N. Ed: *Fruit Growing in Taiwan I*, 31-60, 豊年社, Taipei, 1979.
6. LIU, F. W.: *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 103(6), 730-732, 1978.
7. MILLER, E. V. and G. D. HALL: *Plant Physiol.*, 28, 532-534, 1953.
8. MILLER, E. V. and R. L. MARSTELLER: *Fd Res.*, 18, 421-425, 1953.
9. MILLER E. V.: *Plant Physiol.*, 26(1), 66-75, 1951.
10. PANTASTICO ER. B.: *Postharvest Physiology, Handling and Utilization of Tropical and Subtropical Fruits and Vegetables* Ch 18, 363-392, AVI pub. Comp. INC, Westport, 1975.
11. PORRITT, S. W. and P. D. LIDSTER: *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 103(5), 584-587, 1978.
12. PURSEGLOVE, J. W.: *Tropical Crops* Vol. 1, 75-91, Longman, London, 1972.
13. 渡辺龍雄: 熱帯の果樹と作物の病害, 17-26, 養賢堂, 1977.