

バナナの輸送中の微生物劣化

河野又四*・吉川賢太郎*

Microorganism-deterioration of banana in transport

Matashi KONO and Kentarou YOSHIKAWA

Synopsis

The cause of soft fruits in immature Ecuador-banana were unknown. Formosa and Ecuador-banana, normal, soft-immature and anthracnose fruits were investigated on the isolation, survival bacterial numbers, identification, inoculation-test, quantities of sugar and vitamin C. As a results, banana fruits were isolated about 30 kinds of *Micrococcus*, *Staphylococcus*, *Streptococcus*, *Bacillus*, rod-shaped bacteria, chained-rod-shaped bacteria, *Aspergillus* sp., *Asp. niger*, *Penicillium* sp., *P. italicum*, *P. digitatum*, *Gloeosporium musae*, *Fusarium*, *Monocillium* spp.. However causal micro-organism of soft-immature-fruit were unfound.

Inoculation test were used these isolates (30 kinds) and *Candida albicans*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Zygosaccharomyces soja*, *Clostridium welchii*, *Alkaligenes faecalis*, *Colletotrichum* sp., *Aspergillus oryzae*, *Aspergillus niger*, *Mucor* sp. *Penicillium islandicum*.

As a results were inoculated at flower-scar, fruits were caused rot, browning, blacking but not were caused soft-immature fruits.

The quantities of sugar and vitamin C in banana fruits producing Ecuador were recognized high sugar (21.6mg) and low vitamin C (5.4mg%) on the immature soft fruit high vitamin C (18.7mg) and low sugar (3.3mg) on the normal fruits and middle sugar or vitamin C on the anthracnose fruits.

I 緒 論

昭和45年輸出入植物検疫年統計速報¹⁾(農林省)の輸入果実量は 999,000 ton で、その植物防疫に関する件数、数量、消毒、廃棄などの統計の1部を Table 1 に引用した。

* 食品・栄養学科, 食品衛生学研究室, Institute of Food and Nutrition, Lab. of Food-Hygenic.

Table 1. Inspection reports of imported-plant (1970)

Kinds	matter-number	quantity (kg)	disinfection		abrogation	
			matter-number	quantity (kg)	matter-number	quantity (kg)
total fruits	147,411	998,747,956	12,993	948,326,226	6,242	1,793,905
citrus	46,301	66,337,206	4,463	37,291,524	5,919	292,752
apple. pear	3,462	110,198	1	3	10	227
grape. apricot etc.	348	231,014			2	112
nuts etc.	3,894	19,590,454	450	12,555,188	29	227,369
banana. pineapple	91,367	912,084,291	8,039	898,188,767	266	1,473,706
other	2,039	494,793	43	290,744	16	39

Table 1から輸入果実の廃棄量はバナナ・パイナップル類が最大で、ついでかんきつ類であって、その他果実は比較的問題にならない数量である。そして輸入量、廃棄量ともにバナナ・パイナップル類のうちパイナップルはバナナに比較して極めて少量で、その大部分がバナナによって占められている。

バナナ廃棄処分の原因は横浜²⁾、神戸³⁾、名古屋、門司などの農林省植物防疫所における調査結果は軸腐病 (*Gloeosporium musae*, *Thielaviopsis paradoxa*), 黒腐病 (*Botryodiplodia theobromae*), *Penicillium* sp., *Fusarium* sp., *Rhizopus* sp., *R. nigricans*, *Rhizoctonia centrifuga* = *Corticium centrifugum* = *Fellicularia rolfsii*, Bacteria, *Bacillus aroidea*, *Bacillus carotovola* などによると述べている。

日本に輸入されるバナナは従来は台湾産がその大部分を占めていたが、最近では中南米およびフィリピン産のものが増加している。そのうち南米エクアドル産バナナで低温 (13°C) の輸送条件にもかかわらず果皮が緑色のままで果肉が軟化する未熟軟質果が相当多量に認められることがあり、時にはこれに炭そ病を併発し、果皮の一部が裂け、黒変しているものを認めることがある。業者はこれをジョンソン病と呼ぶことがあり、産地で雨期に収穫されたものに多いとのことであるが、この原因については未だ十分に解明されていないようである。

果実の輸送貯蔵中の変敗については Wardlaw⁴⁾ (1961) が詳細に述べている。また最近大藪⁵⁾ はエクアドル産バナナの軸腐果から *Gloeosporium*, *Fusarium*, *Penicillium*, *Aspergillus*, *Mucor*, *Verticillium*, 酵母, Bacteria を分離し、さらにエクアドルのバナナの洗い水から4系統の Bacteria を分離し、また輸送前にクロラミン T (0.1% ~ 0.01%) 処理が軸腐病防除に有効であると述べている。

筆者らはこの低温輸送条件下における未熟軟質果の原因として微生物が関与するものと推定し、果実について生菌数の測定、分離菌の同定、接種試験、糖および Vitamin C の定量などを実施した。

実験材料のバナナは京都市場、京都芭蕉加工協同組合、京都青果KK、大阪市場の方々の御厚意により入手した。また本実験は昭和45、46年度文部省試験研究費の補助により行ったことを記して謝意を表する。

II 実験材料および方法

実験材料のバナナは1970～1972年、京都市場、神戸埠頭などにおいて入手した台湾およびエクアドル産の正常、炭そ病および未熟軟質果について調査した。

実験は果実の各区分について生菌数の測定、分離菌の同定、接種試験、糖質およびビタミンCの定量、などを実施した。

生菌数の測定は果皮、果肉別に生理食塩水を加えて磨碎し、その液を、予め準備した麦芽寒天、普通寒天、嫌気性菌用GAM寒天および酵母汁寒天と混和し、24時間および48時間または72時間～120時間、15°、25°および30°Cで培養し、集落数を測定した。

分離菌の同定は各区の分離培養後検出菌をそれぞれ試験管培養し、孢子形成またはスライドカルチャー後鏡検し同定した。細菌類については好気性には普通寒天を、嫌気性には嫌気培養装置を用いてGAM培地上で培養24時間または48時間以上のもので同定した。

接種試験は外観正常な緑色果実に前述の分離菌（30株）および研究室保存菌（10株：*Alkaligenes faecalis*, *Clostridium welchii*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Zygosaccharomyces soja*, *Candida albicans*, *Aspergillus oryzae*, *A. niger*, *Mucor racemosus*, *Penicillium islandicum*)を新たに培養し、蒸留水を加えた菌の浮遊液を調製し、注射器(針を除く)を用いて各果指に1mlづつ花痕部から注入した。接種果実は10°Cおよび20°C恒温室に保ち、7日目および14日目にとり出して外観、軟化の有無、接種部を含めて果指を切断して果肉の異常の有無について観察し、写真を撮影した。

糖の定量はベルトラント法により、ビタミンCの測定はインドフェノール法（還元型ビタミンC定量法）によった。

III 実験結果および考察

1) 生菌数の測定

各区果実における生菌数は Table 2 に示す通りである。

Table 2. Survival bacterial numbers on banana-fruits (Per g.)

agar medium	Formosa				Ecuador					
	normal skin		normal fruit		normal fruit		immature soft fruit		anthracnose -fruit	
	24	48	24	48	24	48	24	48	24	48
malt	370	1500 ⑥	0	170 ③	140	700 ③	0	140 ⑤	200	570 ⑤
yeast	4200	18200 ⑥	70	440 ⑪	350	700 ⑥	170	200 ②	0	70 ③
buillon	5800	9800 ⑩	100	200 ②	370	570 ④	1300	1400 ②	100	100 ②
G A M.	5800	5900 ③	100	100 ②	440	470 ②	70	150 ①	70	170 ①

Numbers in ○ : cultures were obtained by isolation.

台湾産正常, エクアドル産正常, 未熟軟質, 炭そ病果について果皮および果肉別の生菌数 (g 当り) の測定結果から外観正常な台湾産皮部は果肉よりも生菌数が極めて多い傾向を示した。正常な果肉については台湾産よりもむしろエクアドル産の方が生菌数が多い傾向が認められた。また培地の種類により生菌数には相違を示し, 酵母汁寒天が菌数が多く, ついでGAM嫌気性菌用培地は麦芽寒天培地よりも多く, 果皮, 果肉内に嫌氣的に生活している細菌が相当数存在すると考えられる。普通寒天培地で軟質果は正常果より多くの生菌を認めたことは未熟軟質果の生因に細菌が関与していると考えられることができるかもしれない。しかし台湾産正常果の皮部には生菌数が極めて多いが, 未熟軟質果を生じない事実から生菌数の多少が軟質果生成と直接の関連を認め難い。

2) 分離微生物の同定

果実の各区分毎に試験管に分離培養後常法に準じて観察した結果は Table 3 に示す通りである。

Table 3 に示すように台湾産正常果皮, 正常果肉, エクアドル産正常果, 未熟軟質果, 炭そ病果において炭そ病果肉からは固有の菌として炭そ病菌 *Gloeosporium musae* を得たが, 未熟軟質果肉からは固有の微生物を明らかにできなかった。

3) 接種試験

未熟軟質果の起因菌を明らかにするために Table 3 にあげた分離菌 (30株) および研究室保存菌 (10株) を正常未熟果に接種した結果は Table 4 に示す通りである。

Table 4 および Plate I, II から接種部位付近に黒変, かつ変, を生じ変敗の原因となり得る微生物はあるが本研究において追求中の未熟軟質果の典型的な異常を起因する微生物は確認できなかった。とくに低温保存 (10°C) においては未熟軟質化を示すものは皆無であったが, 20°C 保存区の14日目のものでは *Aspergillus, Clostridium, Micrococcus, Streptococcus spp.* により軟質化する場合が認められた。

Table 3. Identification of micro-organism on banana fruits

Producing country - parts of fruit	medium	Buillon-agar	Yeast-agar	Malt-agar
	Formosa	Normal fruit-skin	<i>Micrococcus</i> sp. <i>Staphylococcus</i> sp. <i>Streptococcus</i> sp. <i>Bacillus</i> sp.	<i>Micrococcus</i> sp. <i>Staphylococcus</i> sp. <i>Streptococcus</i> sp. chain rod bacteria
	Normal fruit	<i>Micrococcus</i> sp. <i>Staphylococcus</i> sp. <i>Streptococcus</i> sp.	<i>Micrococcus</i> sp. <i>Staphylococcus</i> sp. <i>Streptococcus</i> sp. chain rod bacteria	<i>Aspergillus niger</i> <i>Penicillium italicum</i>
Ecuador	normal fruit	<i>Micrococcus</i> sp. <i>Streptococcus</i> sp. <i>Bacillus</i> sp.	<i>Micrococcus</i> sp. <i>Streptococcus</i> sp. <i>Bacillus</i> sp. chain rod bacteria	<i>Penicillium</i> sp. <i>P. italicum</i> <i>P. digitatum</i> <i>Aspergillus</i> sp. <i>A. niger</i> <i>Gloeosporium musae</i>
	soft immature fruit	<i>Micrococcus</i> sp. <i>Staphylococcus</i> sp. <i>Streptococcus</i> sp. <i>Bacillus</i> sp. <i>Penicillium italicum</i>	<i>Micrococcus</i> sp. <i>Bacillus</i> sp.	<i>Aspergillus</i> sp. <i>A. niger</i> <i>Penicillium</i> sp. <i>P. italicum</i> <i>P. digitatum</i> <i>Fusarium</i> sp. Yeast.
	Anthraenose fruit	<i>Micrococcus</i> sp. rod bacteria chain rod bacteria <i>Streptococcus</i> sp.	<i>Micrococcus</i> sp. <i>Staphylococcus</i> sp.	<i>Aspergillus</i> sp. <i>A. niger</i> <i>Gloeosporium musae</i> <i>Monocillium</i> sp. <i>Penicillium</i> sp.

Table 4. Inoculation test of banana-isolate and other micro-organisms

Micro-organism	10°C		20°C	
	7 days	14 days	7 days	14 days
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>		±		+
<i>Zygosaccharomyces soja</i>		+		
<i>Aspergillus oryzae</i>				+
<i>A. niger</i>	+			
<i>Mucor racemosus</i>				+
<i>Penicillium islandicum</i>	+		+	
<i>Colletotrichum lagenarium</i>				+
<i>Clostridium welchii</i>		±		±
2. <i>Micrococcus</i> sp.		±		
3. <i>Staphylococcus</i> sp.	+	±		
4. <i>Micrococcus</i> sp.		+		
7. <i>Staphylococcus</i> sp.		±		
8. <i>Micrococcus</i> sp.		+		+
10. <i>Micrococcus</i> sp.			±	±
13. <i>Bacillus</i> sp.	±	±		+
14. <i>Staphylococcus</i> sp.		++		
16. <i>Aspergillus niger</i>	+	±		
18. <i>Micrococcus</i>		±	++	±
20. <i>Penicillium italicum</i>	± +		+	+
21. " "				+
22. <i>Streptococcus</i> sp.		±		±
27. <i>Clostridium</i> sp.				+
28. <i>Micrococcus</i> sp.		±		
29. <i>Micrococcus</i> sp.		±	±	±

4) バナナ果実の輸送中の生化学的变化

各区果実について糖およびビタミンCの定量, pHの測定を行なった結果は Table 5 に示す通りである。

Table 5. Sugar, vitamin-C and pH of banana fruits

Producing country	Fruit	Sugar (mg)	Vitamin-C (mg%)	pH
Formosa	Normal hard green	8.2		
	soft yellow	14.0		
	soft	18.5		
	Black soft	19.0		
	soft	20.6		
Ecuador	Normal hard green	3.3	18.7	5.7
	soft yellow	3.7	10.1	
	Soft immature green	21.6	5.4	6.0
	yellow	19.3	5.7	
	Anthracnose hard green	13.5	{ 5.8 6.3	5.7
	Black hard green	6.7		
	soft yellow	12.2		

糖の含有量はその成熟の進んだものほど多く、ビタミンCは未熟なものほど多いものと推定される。未熟軟質果は糖分多く、ビタミンCは少なく、低温輸送の条件下において、果皮は緑色を留めたまま、果肉は成熟する経過をたどったものと考えられ、輸送中の実態は明らかでないが、部分的にこのような未熟軟質果を生ずることは船倉内の物理・化学的条件の変化により徐々に成熟し、正常な外観を示しながら既に果皮・果肉を汚染している各種微生物の作用をうけるものと考察される。

IV 要 約

1) エクアドル産バナナの未熟軟質果は低温輸送中の変質で微生物が関与していると推定されることから、昭和45~47年、京都市中央市場、神戸埠頭において入手した材料について正常、未熟軟質、炭そ病などの果実の果皮、果肉別に生菌数、分離菌の同定、接種試験、糖、ビタミンCの定量などを行い検討した。

2) 正常果の果皮、果肉にも汚染菌を認め、嫌気性菌も存在する。未熟軟質果、炭そ病果にも共通する微生物が認められるが未熟軟質果から固有の微生物を明らかにすることはできなかった。

3) 接種試験の結果からも特定の原因菌を明らかにできなかった。しかしながらバナナに変敗

を生ずる菌の範囲は従来報告されているものよりも広範囲におよぶものと推定される。

4) 糖の含有量は熟果に多く、ビタミンCは未熟果に多い。未熟軟質果は糖が多く、ビタミンCは少ない。

以上の結果から低温輸送中のバナナのうち一部のものは温度条件などが変り、代謝に変化を生じ、果肉が徐々に成熟し、これに非特定の汚染微生物が関与しているものではないかと推定される。

V 文 献

- 1) 農林省：昭和45年輸出入植物検疫年統計速報（1971）
- 2) 農林省横浜植防ニュース：365号 P.3（1968）
- 3) 農林省神戸植物防疫情報：437号（1967）
- 4) Wardlaw, C. W : *Banana Disease*, P. 466~549（1961）
- 5) 大藪秀夫：中南米産バナナの軸部変質防止に関する研究：未発表

Plate I

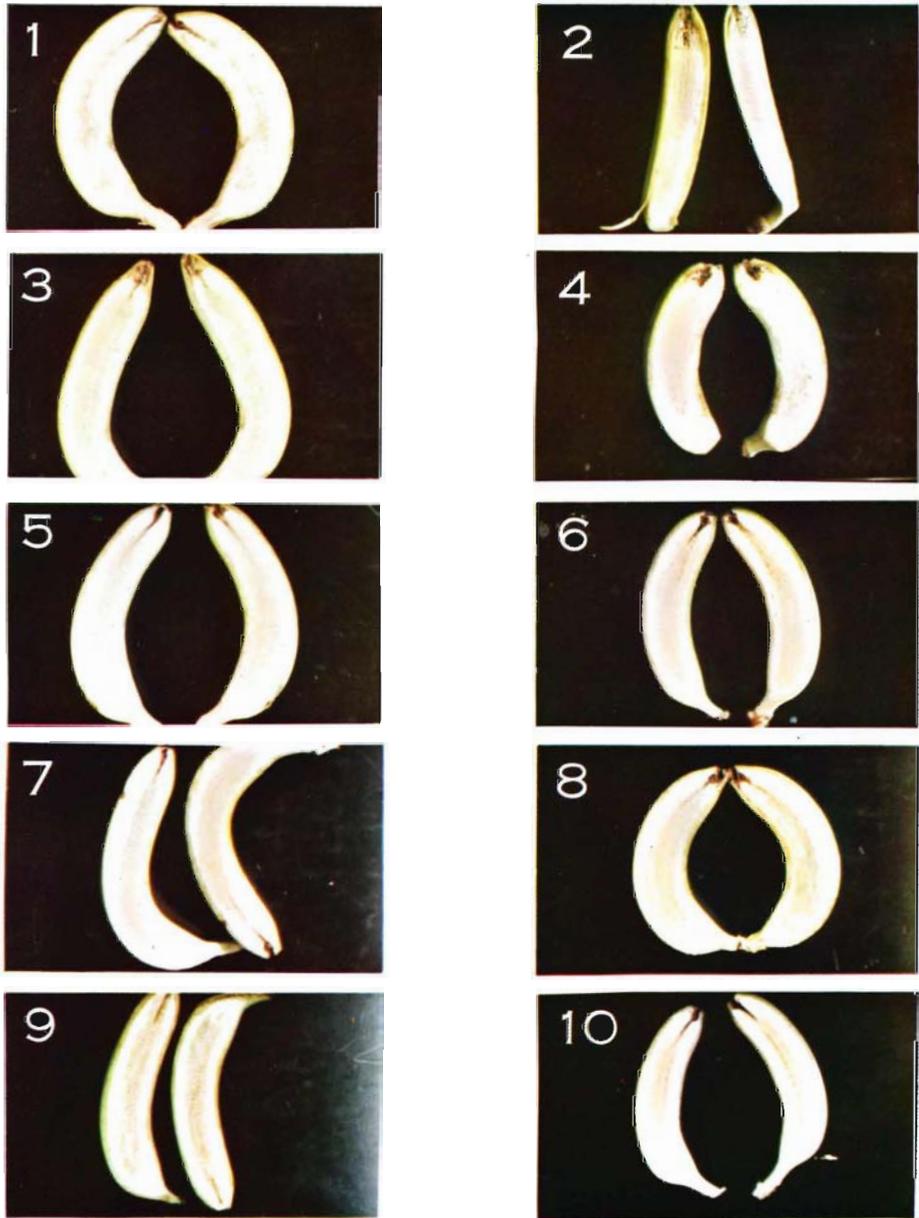


Plate I Results of inoculation - test

- | | |
|--|--|
| 1. 10°C : 7th-day
(3) <i>Staphylococcus</i> sp. | 2. 10°C : 7th-day
(13) <i>Bacillus</i> sp. |
| 3. 10°C : 7th-day
(16) <i>Aspergillus niger</i> | 4. 10°C : 7th-day
(20) <i>P. italicum</i> |
| 5. 10°C : 7th-day <i>A. niger</i> | 6. 10°C : 7th-day <i>P. islandicum</i> |
| 7. 10°C : 14th-day
(4) <i>Micrococcus</i> sp. | 8. 10°C : 14th-day
(8) <i>Micrococcus</i> sp. |
| 9. 10°C : 14th-day
(14) <i>Staphylococcus</i> sp. | 10. 10°C : 14th-day
<i>Zygosaccharomyces soja</i> |

Plate II

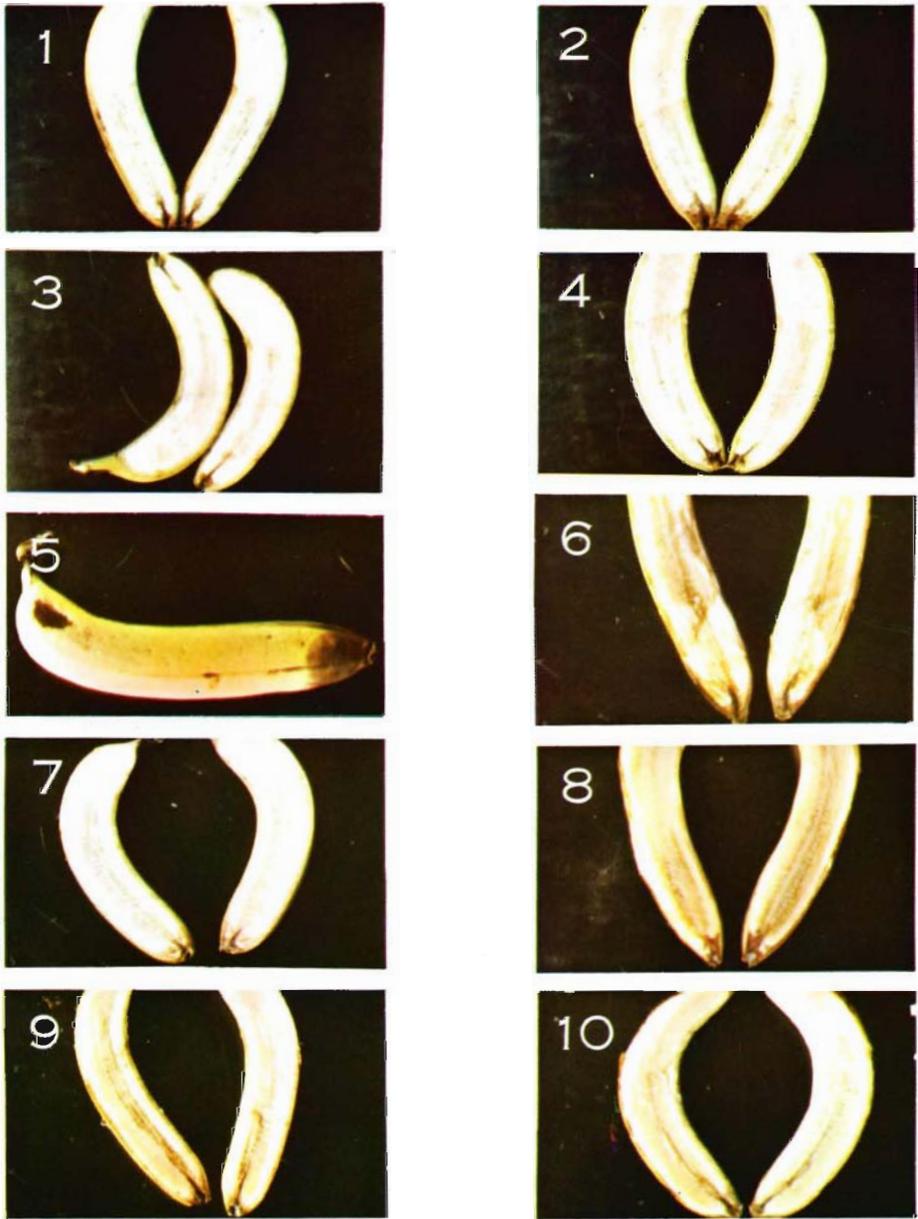


Plate II Results of inoculation - test

- | | |
|---|--|
| 1. 20°C : 7th-day
(10) <i>Micrococcus</i> sp. | 2. 20°C : 7th-day
(18) <i>Micrococcus</i> sp. |
| 3. 20°C : 14th-day
(20) <i>P. italicum</i> | 4. 20°C : 7th-day
<i>P. islandicum</i> |
| 5. 20°C : 14th-day <i>A.oryzae</i> | 6. 20°C : 14th-day <i>A.oryzae</i> |
| 7. 20°C : 14th-day <i>S.cerevisiae</i> | 8. 20°C : 14th-day
(8) <i>Micrococcus</i> sp. |
| 9. 20°C : 14th-day <i>Mucor</i>
<i>racemosus</i> | 10. 20°C : 14th-day
(27) <i>Clostridium</i> sp. |