

S-25

佐賀大学 農学彙報 第47号

目次

果実の熟度判定に関する音波共振法の応用 II. 収穫前後におけるマスクメロンの熟度評価への位相差法および パルス法の応用	小島 孝之 1
<i>Bacillus macerans</i> のマセレーション活性について (第1報) 粗酵素の二, 三の性質	宮崎芳光・中尾憲司 11
シクロデキストリンのマウスに及ぼす影響	宮崎芳光・川原絹男・野添正道 17
促成栽培のソラマメに発生したウイルス病 (第1報) インゲン黄斑モザイクウイルス	佐古 宣道 23
九州北部流域の洪水比流量に関する研究	戸原義男・瀬口昌洋 31
日本産, 朝鮮産ダイズ品種の脂肪酸組成の品種間差異および遺伝力について	高木 胖・松尾 巧・池田邦寛 53
ヒアルロン酸限定加水分解物からの多糖分子量マーカーの調製 (英文)	中川浩毅・榎本則行・山口邦子 65
ポリマーコンクリートの諸性質に関する実験的研究	加来 研・吉田 勲 71
利用実態からみた大型自脱コンバインの要改良点について	藤木徳実・用正勝之 79
有明海浅海域潟土の懸濁粒子の沈降特性	渡辺 潔・藤本昌宣・瀬口昌洋 89

佐賀大学農学部

昭和54年10月

昭和54年10月20日 印刷

昭和54年10月25日 発行

編集兼
発行者 佐賀大学農学部

印刷者 増田 訓 清

印刷所 大学印刷株式会社
広島市十日市町二丁目3番23号
電話 広島 31-4231 (代表)

S-25

佐賀大学 農学彙報 第47号

目次

果実の熟度判定に関する音波共振法の応用 II. 収穫前後におけるマスクメロンの熟度評価への位相差法および パルス法の応用	小島 孝之 1
<i>Bacillus macerans</i> のマセレーション活性について (第1報) 粗酵素の二, 三の性質	宮崎芳光・中尾憲司 11
シクロデキストリンのマウスに及ぼす影響	宮崎芳光・川原絹男・野添正道 17
促成栽培のソラマメに発生したウイルス病 (第1報) インゲン黄斑モザイクウイルス	佐古 宣道 23
九州北部流域の洪水比流量に関する研究	戸原義男・瀬口昌洋 31
日本産, 朝鮮産ダイズ品種の脂肪酸組成の品種間差異および遺伝力について	高木 胖・松尾 巧・池田邦寛 53
ヒアルロン酸限定加水分解物からの多糖分子量マーカーの調製 (英文)	中川浩毅・榎本則行・山口邦子 65
ポリマーコンクリートの諸性質に関する実験的研究	加来 研・吉田 勲 71
利用実態からみた大型自脱コンバインの要改良点について	藤木徳実・用正勝之 79
有明海浅海域潟土の懸濁粒子の沈降特性	渡辺 潔・藤本昌宣・瀬口昌洋 89

佐賀大学農学部

昭和54年10月

AGRICULTURAL BULLETIN

OF

SAGA UNIVERSITY

Contents

The Application of Sonic Techniques to the Evaluation of Maturity of Fruits	
II. Application of phase difference and pulse methods to evaluating maturity of musk melons (<i>Cucumis melo</i> L.) in pre- and post-harvest	
..... Takayuki KOJIMA	1
Macerating Activity of <i>Bacillus macerans</i> (Part 1)	
Some properties of crude enzyme preparation	
..... Yoshimitsu MIYAZAKI and Kensi NAKAO	11
Influence of Cyclodextrin on Mouse	
..... Yoshimitsu MIYAZAKI, Kinuo KAWAHARA and Masamichi NOZOE	17
Virus Diseases Occurring on Broadbean Plant in Forcing Culture (1)	
Bean yellow mosaic virus	Nobumichi SAKO 23
A Study on the Specific Flood Discharge in North Kyushu Area	
..... Yoshio TOHARA and Masahiro SEGUCHI	31
On the Varietal Differences and Heritabilities for Fatty Acid Composition of Soybean Seeds in Japan and Korea	
..... Yutaka TAKAGI, Takumi MATSUI and Kunihiro IKEDA	53
Preparation of Polysaccharide Molecular Weight Markers from Hyaluronidase-digested Hyaluronic Acid	
..... Hiroki NAKAGAWA, Noriyuki ENOMOTO and Kuniko YAMAGUCHI	65
Experimental Studies on the Properties of Polymer-modified Concrete	
..... Ken KAKU and Isao YOSHIDA	71
Requisite Improvement of Japanese Type Combine Harvester Based on Inquiry	
..... Tokumi FUJIKI and Katsuyuki YOHSHO	79
The Settling Characteristics of the Soil Particles in Suspension Sampled from the Shallow Area of the Ariake Sea	
..... Kiyoshi WATANABE, Masanobu FUJIMOTO and Masahiro SEGUCHI	89

Published
by
FACULTY OF AGRICULTURE
SAGA UNIVERSITY
SAGA, JAPAN

果実の熟度判定に関する音波共振法の応用

II. 収穫前後に関するマスクメロンの熟度評価への 位相差法およびパルス法の応用

小 島 孝 之

(園芸工学研究室)

昭和54年5月1日 受理

The Application of Sonic Techniques to the Evaluation of Maturity of Fruits

II Application of phase difference and pulse methods to evaluating maturity of musk melons (*Cucumis melo* L.) in pre- and post-harvest

Takayuki KOJIMA

(Laboratory of Food Science and Horticultural Engineering)

Received May 1, 1979

Summary

Two non-destructive measurement methods were applied to the evaluation of the ripeness of musk-melons. One is a phase difference method, and the other is a pulse method. The former is the method which measures the difference of the phases of a sonic generator and of a vibration detector on the fruit surface, and the latter is the method which measures the velocity of pulse wave through the fruit flesh.

The materials used in this experiment were *Cucumis melo* L., cultivar Natsukei 7 of Earl's Favourite, during growing stage in green-house and after-ripening stage in storage.

In the phase difference method, two techniques were employed. One is the technique which measures only the phase difference at the first or second resonant point. The other is that which measures the phase difference to a certain frequency range, or that which measures the frequency number to unit phase difference.

This experiment showed that the later technique was better to determine the degree of ripeness than the former.

In the pulse method, young's modulus of the melon was computed from the sonic velocity through the fruit flesh using the following equations:

$$f_n = \frac{n}{2D} \sqrt{\frac{E}{\rho}} \quad (2)$$

$$V_p = \sqrt{\frac{E}{\rho}}, \quad E = \rho V_p^2 \quad (3)$$

where,

f_n = the natural frequency in vibration of a fruit,

n = the integer depending upon tone of vibration ($n=1$, for fundamental),

D = diameter of the fruit (length of specimen, in direction of sonic wave),

E = Young's modulus,

ρ = density,

V_p = velocity of sound through the fruit flesh.

The quasi-static compression modulus and the dynamic modulus of the melon were measured by means of an universal testing machine (Tensilon, UTM-4L) and the sonic resonant equipment respectively.

The results showed that the dynamic moduli obtained by the sonic pulse test were closely correlative to the static moduli by the quasi-static rigid plate compression test, and could represent well the changes in the physical properties of the melon in after-ripening stage.

I 緒 言

農産食品のほとんどが、収穫後に選別されて階級および等級付けが行なわれ、流通市場へ出回っている。しかし、この選別過程においてもせいぜい外観上の色、つや、形などによって熟度、品質の感覚的、主観的評価を行なっている場合がほとんどで、完全な品質の等級付けとはいえない。したがって、非破壊的な方法でより正確な産物の熟度・品質の情報を得るには、色、つや、形状などの測定要因に加えて、より内部の品質をも代表し得ると思えるヤング率などの物性測定を非破壊的に行ない、それぞれの要因の評価によって総合的に、そして機械的に判別するようなシステムの開発研究が要求されよう。この一連の研究^{1)~11)}もその一助とするためのものである。

メロンの熟度評価には授粉後の日数、果実の大きさ、形状、色、弾力、芳香あるいは収穫期の葉色の変化などが経験的に用いられていて、かなりの熟練が要求される。この判断が大きく誤まり、熟度評価にかなりのばらつきが出た場合には市場における価格を全体的に下落させることになる。生産者にとっては収穫時期の適格な判定、あるいは小売業・消費者にとっては追熟中の食味好適期の判断が手軽にできることが望ましい。

本実験ではマスクメロンの生育中、および収穫貯蔵中における物性変化を非破壊的な音波共振法の一つであるパルス法と位相差法により測定しようと試みた。

II 材料および方法

1. 材料 実験に供した試料はガラス温室内で栽培中のマスクメロンおよびその収穫後追熟中のものを使用した。主として用いた品種はアールス・フェボリット夏系7号であるが、同ガラス室で同条件で生育中のハウスメロン（真珠）も同様に利用した。

これらは1977年8月5日に佐賀大学農学部附属農場ガラス温室へ定植し、8月31日～9月5日に授粉、10月24日に収穫を行なった。

生育中は収穫4週間前から果実の音波共振の実験を定期的に行ない、収穫後もその一部について継続して貯蔵追熟中の物性測定に供した。

収穫後はそれぞれの品種について10°C、および20°Cの温度で貯蔵した。

測定項目は形状（縦横径）、重さ、密度および万能引張試験機と音波強制振動装置による力学物性値である。

2. 装置 音波強制振動装置についてその概略図をFig. 1に示す。この装置に使用した機器は次のようなものである。

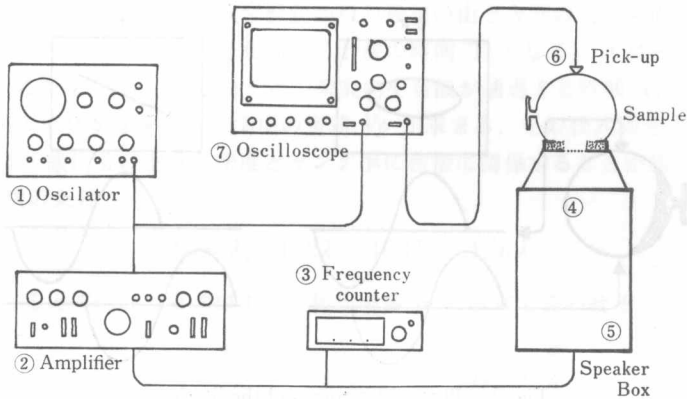


Fig. 1. Diagram of experimental set-up.

- ① 発信器 VP-7402A 松下電機製
- ② アンプ KA-7300 トリオ
- ③ カウンタ VP-403A 松下
- ④ スピーカ
- ⑤ スピーカボックス
- ⑥ ピックアップ クリスタル
- ⑦ オシロスコープ VP-525A 松下

①の発信器により連続的な正弦波、あるいは矩形波のパルス信号を発生させる。これを②のアンプで増幅し④のスピーカからの音圧をメロンの赤道緯より与える。⑥のピックアップにより音源と真反対側のメロン赤道緯に伝播してきた音波（振動）を検出し、これを⑦のオシロスコープに映出させる。連続正弦波の場合には位相差を、矩形のパルス波の場合には自由減衰振動を測定する。

3. 測定法

1) 位相差法

メロンに周波数を上げながら連続正弦波を与えていくと、入力波の間に位相のずれ（検出波の位相遅れ）が生じる。この位相遅れの多きさは果肉の物理的性状により異なるため、果実の熟度と密接な関係があると思われる。

一般に物体に正弦波の刺激を与えると、その物質中に伝播する波は刺激源入力波に比べて若干の遅れ（位相差）をもって検出される。これらの入力と出力をオシロスコープのX軸とY軸で合成すると位相が $1/2\pi$ ずつずれるにともない像がFig. 2のように変化する。したがって、発信器により周波数を変化させながら、リサージュ図（Fig. 2）を観察し、そのときの周波数を読むことにより、位相差（遅れ）を知ることができる。また、 $1/2, 3/2, 5/2, 7/2\pi$ の位相遅れにおけるリサージュ図形（長円）の縦軸高さ（出力）を測定して、そのときの共振強度とし、各共振点におけるリサージュ図形より、そのときの位相遅れを求め、周波数当りの位相遅れ速度を算出した。

2) パルス法

発信器により1/300秒のパルス信号を発生させ、増幅してパルス音波とし、これを果実の赤道緯腹部に与え、その真反対側の赤道緯からピックアップにより検出し、検出された果実の自由減衰振動をオシロスコープに映出し、これを撮映した。その代表例をFig. 3に模式図として示す。

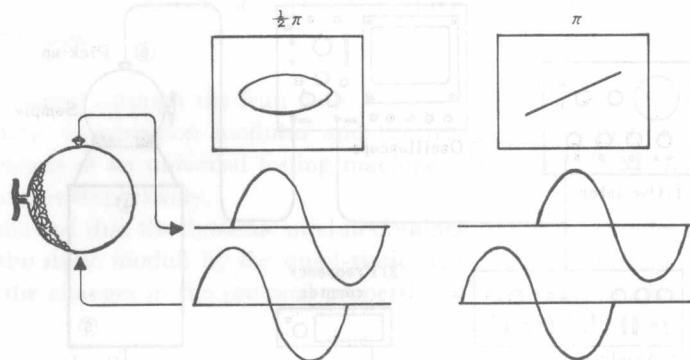


Fig. 2. Phase difference and the lissajous.

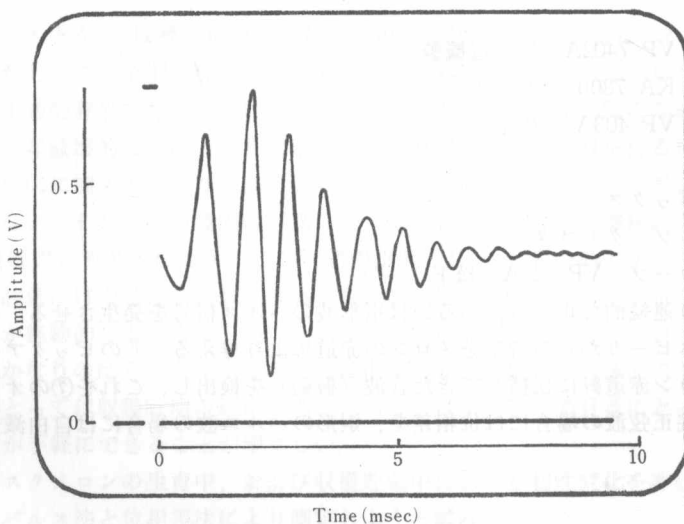


Fig. 3. Sonic pulse and damped free vibration of the musk-melon.

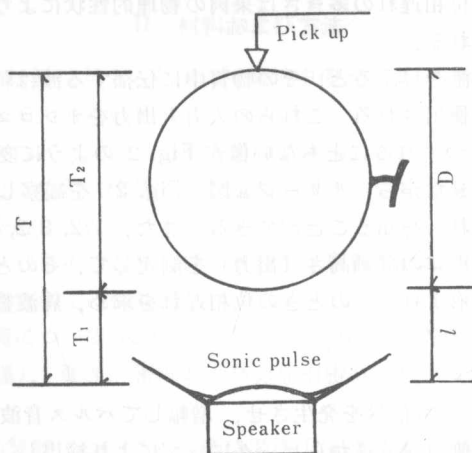


Fig. 4. Schematic diagram of measurement of sonic velocity in the melon.

Fig. 3 において、パルス波と自由減衰振動曲線の最初の山との間の長さを測定し、時間を求めると、これがスピーカと検出器の間を伝播する音波の時間 T となる。スピーカから果実までの時間 T_1 を求め、これを T から差し引くと、果実内を音波が通過する時間 T_2 が求まる。この伝播時間 T_2 で果実の直径を除すと、果実中の音速 V_p が求まる。その模式図を Fig. 4 に示す。

物質中の音速は一般にその物質の密度とヤング率に密接に関係することが知られている。音波の波長 λ が次の条件

$$2D = \lambda, \quad 1/2\lambda, \quad 1/3\lambda, \dots, 1/n\lambda \quad (1)$$

のときに共振が起るとすれば、両端自由の共振周波数 fn は次式で表わせる。

$$f_n = \frac{V_p}{\frac{1}{n} 2D} = \frac{n}{2D} \cdot V_p = \frac{n}{2D} \cdot \sqrt{\frac{E}{\rho}} \quad (2)$$

ここで、 D =果実の直径、 V_p =物質中の音速、 E =ヤング率、 ρ =果実の密度、 n =整数、である。

(2) 式より

$$V_p = \sqrt{\frac{E}{\rho}}, \quad E = \rho V_p^2 \quad (3)$$

であるから、式 (3) に果実中を伝播する音速、および密度を与えれば果実のヤング率を算出することができる。

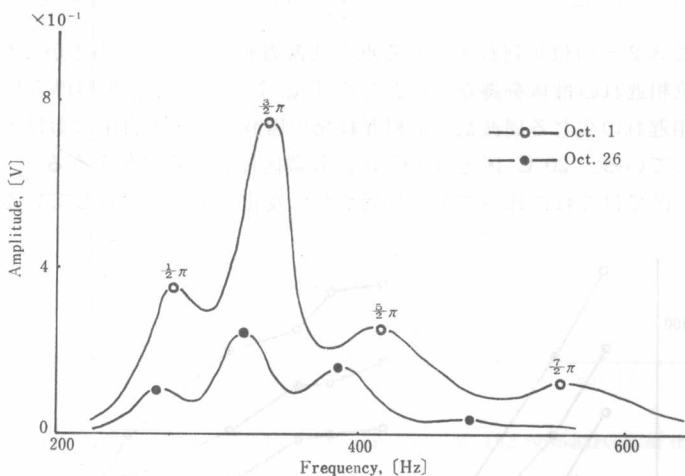


Fig. 5. Gap in the resonance frequency of the melon attributed to its growing stage.

III 結 果

生育中における位相差を測定したところ、Fig. 5 に示すように同じ位相差が生じる周波数は成熟が進むに従って低域に移行し、位相遅れが大きくなっていることが判明した。アールスフェボリット夏系7号についてそれぞれの位相遅れが生ずる周波数の変化を経時的に示すと Fig. 6 のようであった。とくに位相遅れが 2π および 3π の範囲において共振周波数が大きく低域へ移

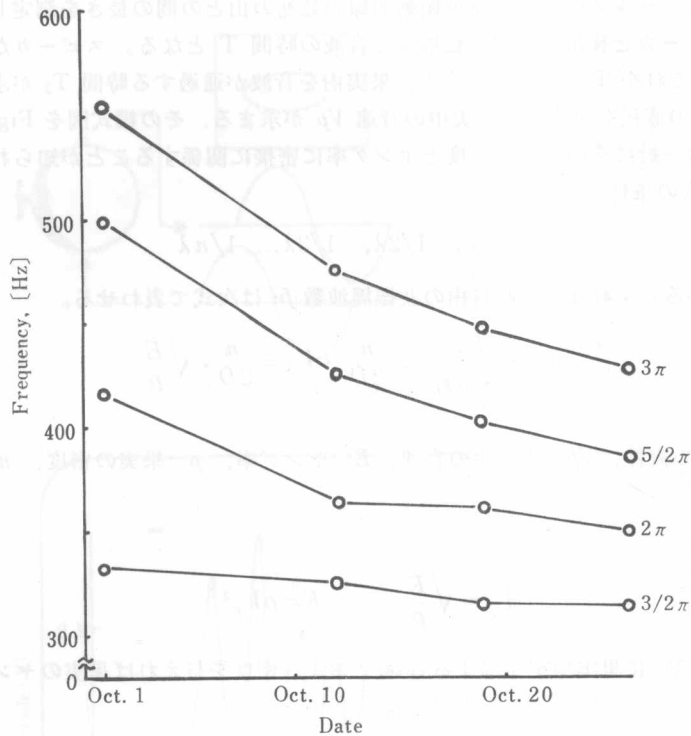


Fig. 6. Change in the frequency of the phase difference appeared in the growing stage of the melon.

行した。しかし逆に $3/2\pi$ の位相遅れが生じる点の共振周波数の変化は小さかった。

貯蔵中における位相遅れの推移を調査したところ Fig. 7 のような結果が得られた。 $3/2\pi$ から 3π までの各位相遅れの生じる周波数（位相遅れ発現周波数）が生育中における場合と同様の傾向で低域へ移行している。 20°C 区と 10°C 区の貯蔵区における変化をみると、とくに 20°C 区が激しく、 10°C 区ではこれに比べてかなり緩やかな変化で低域へ移行していることが判明し

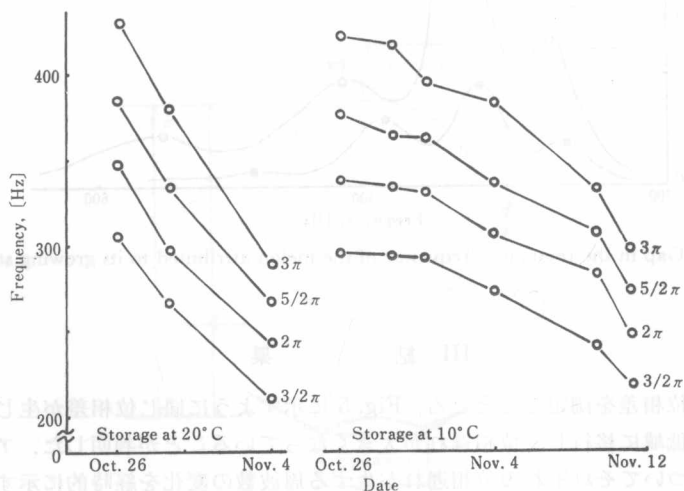


Fig. 7. Change in the frequency of the phase difference appearance of the melon during storage.

た。また、初期条件が同じでほとんど物性値も同等であると思われる貯蔵1日目のメロンのデータをみると、わずかながら 20°C 貯蔵区のメロンが 10°C 貯蔵区のものより位相差の発現周波数が大であるようにみうけられたが、これは品温による差異と理解した方がよいようである（後述）。

各位相差とその発現周波数との関係から、生育中および貯蔵中のメロンの位相遅れ速度を求めると Fig. 8 のようであった。収穫時と貯蔵初期のずれは貯蔵温度と個体差の影響が大きく作用しているものと考えられる。その後の貯蔵中の変化は貯蔵温度の高い 20°C 区が 10°C 区より大であり、生育中・貯蔵中を通してみれば生育中の変化よりも貯蔵中の変化が大であった。

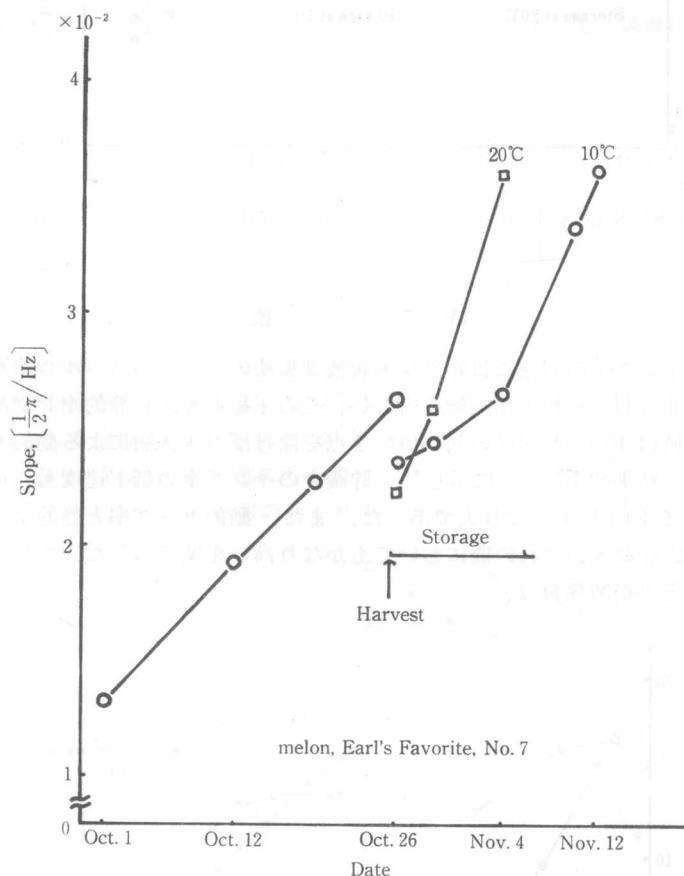


Fig. 8. Slope of the change of phase difference in pre- and post-harvest of the melon.

パルス法による測定結果を音速およびヤング率についてまとめると、貯蔵中においては Fig. 9 のようになった。Fig. 9 において、10°C 区の果実の音速およびヤング率が 20°C 区のそれらより低く現われているのは、品温による差異が大きく影響したと考えられる。20°C 区の果実メロンのヤング率は貯蔵後まもなく急速な低下を示したが、10°C 区のは10日間程度ゆるやかな変化率で低下し、その後急速な低下を示した。これは、貯蔵温度による追熟速度の差異が現われているものと考えられる。

また、Fig. 9 のアールスフェポリット夏系7号の音速およびヤング率はハウスメロンの真珠より、ともに大であった。

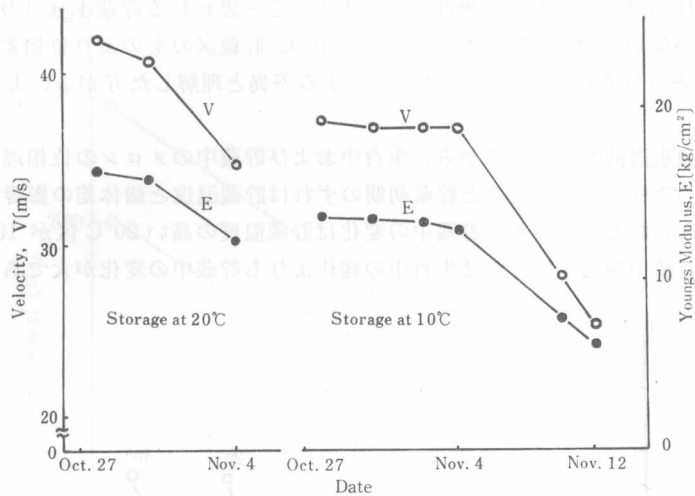


Fig. 9. Sonic velocity and young's modulus of the melon during storage.

IV 考 察

本実験では動的ヤング率の測定には非破壊的音波共振法の一つであるパルス法を利用したが、比較のためこれと並行して平板圧縮試験を行ない、その圧縮曲線から静的ヤング率を求めた。この静的ヤング率の値は 10°C 貯蔵区の初期値の 2 点を除けばパルス法による動的ヤング率の値より小さかった。この結果を Fig. 10 に示した。貯蔵中のヤング率の低下速度も、圧縮試験による値がパルス法によるものよりかなり大であった。また、動的ヤング率と静的ヤング率の間には 10°C 貯蔵区、20°C 貯蔵区いずれの間においてもかなり高い相関を示した。すなわち動的ヤング率と静的ヤング率との相関係数は、

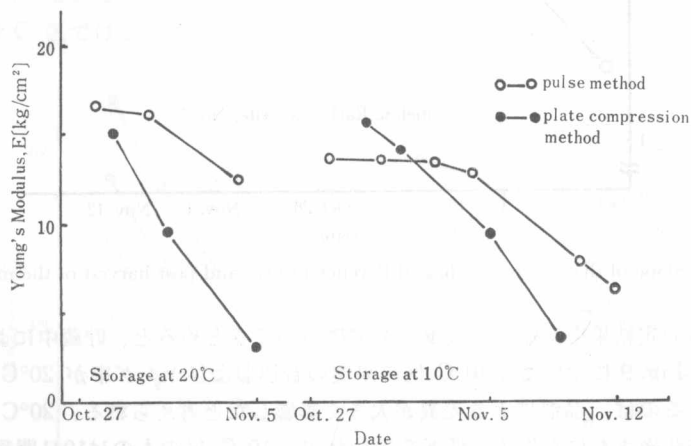


Fig. 10. Changes in the static compression modulus and the dynamic modulus of the melon during storage.

10°C 貯蔵区の場合 0.967★
20°C 貯蔵区の場合 0.970★

パルス法によるヤング率と位相遅れ速度との相関係数は

10°C 貯蔵区の場合 0.989★

20°C 貯蔵区の場合 0.993★

位相遅れ速度と静的ヤング率との相関係数は

10°C 貯蔵区の場合 0.992★

20°C 貯蔵区の場合 0.990★

★：0.05で有意

位相差法において果実の物性を調べる場合、ある位相差 (Fig. 5, 6, 7) の発現周波数 (共振周波数) のみを測定する方法と、それぞれの測定時点における果実の位相遅れ速度 (π/Hz , 各位相差間の周波数幅を測定, 平均化) を測定する方法では後者の方法がより適確に貯蔵中のメロンの経時的物性変化を示していると思われた。

この理由としては、位相差発現周波数測定法の場合は、各位相差に対する共振周波数経時変化だけが測定対象となり、測定は基本共振周波数だけでもよい。これに対して位相遅れ速度の場合は最初に位相差が発現した周波数 (F_1 共振点) と次にそれより $1/2\pi$ 遅れて発現する F_2 共振点の周波数、さらに次の F_3 共振周波数を測定し、それらの各位相差間の周波数間隔を調べるものであるから、基本共振周波数から2次、3次、4次の共振周波数をも測定することになる。したがって、より正確な物性値をうることができるものと考えられる。

パルス法によって測定したメロンの音速および動的ヤング率は、10°C 貯蔵区より 20°C 貯蔵区の方が、やや高い値を示した。これは10度の品温差が原因の一つと考えられ、これが音速に影響しているものと判断された。そこで、この温度差による音速およびヤング率の差を是正するため、貯蔵初期における物性値は10°C区と20°C区でも等しいと考え、Fig. 11のように修正した。Fig. 11によると、Fig. 10の一部にみられたような動的ヤング率が静的ヤング率より低いという現象もなくなり、理論的にも納得のいく結果が得られていることが明らかとなった。

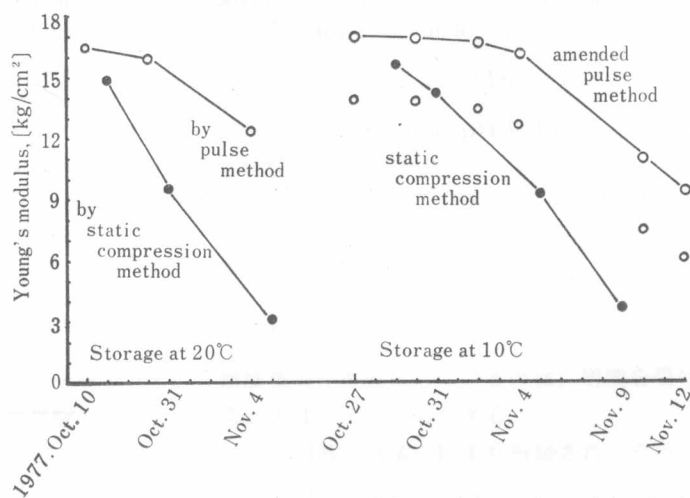


Fig. 11. Comparison of static compression modulus and dynamic modulus during storage.

V 摘 要

非破壊的音波共振法によるメロンの熟度判定法として、位相差法およびパルス法を応用した。

1) 位相差法ではそれぞれの位相遅れの生ずる共振点における共振周波数を測定することによ

り、各位相差間の振動数幅 ΔHz を知り、発信周波数に対する位相遅れ速度 π/Hz を求めることができる。この位相遅れ速度を経時的に測定することでよりよく果実の熟度が判定できた。

2) パルス法によって測定された音速および動的ヤング率の測定値は貯蔵中のメロンの物性変化(熟度の進行状態)をよく表わすことができた。

謝 辞

本実験の試料提供に御協力いただいた佐賀大学農学部附属農場、同所属園芸作物担当の柳川政男氏、田原稔氏、および実験を手伝っていただいた石本民也氏(現、熊本県立河浦高校教諭)に謝意を表する。

引用文献

- 1) Finey, E. E., Jr. (1971) Vibration techniques for testing fruit, *ASAE Paper No. 71-802*.
- 2) 石橋貞人・小島孝之, (1969) 農産食品の力学的性質に関する研究(第1報) *農機誌* **30** (4), 231-236, 240.
- 3) ———・小島孝之, (1970) 農産食品の力学的性質に関する研究(第2報) 同上 **32** (5), 59-64.
- 4) ———・小島孝之, (1970) 農産食品の力学的性質に関する研究(第3報) 同上 **32** (2), 145-149.
- 5) 小島孝之・石橋貞人, (1974) 農産食品の力学的性質に関する研究(第4報) 同上 **36** (2) 298-302.
- 6) ———, (1975) 園芸生産物の物性に関する研究(第1報), 同上 **36** (4), 549-554.
- 7) ———, (1974) 園芸生産物の物性に関する研究(第2報), *農機学会九州支部誌* **32**, 1-13.
- 8) ———, 田中政信, (1976) 果実の熟度判定に関する音波共振法の応用, *佐賀大農彙* **41**, 21-29.
- 9) ———, 田中政信, (1977) 園芸生産物の物性に関する研究(第3報) *佐賀大農彙* **43**, 83-93.
- 10) ———, 中馬 豊, (1977) 音波共振法による果実野菜の熟度評価(第1報), *農機学会九州支部誌* **26**.
- 11) ———, (1978) 音波共振法による果実野菜の熟度評価(第2報), *佐賀大農彙* **45**, 15-26.

Bacillus macerans のマセレーション活性について (第1報)

粗酵素の二、三の性質

宮崎 芳光・中尾 憲司*

(生物化学研究室)

昭和54年5月24日 受理

Macerating Activity of *Bacillus macerans* (Part 1)

Some properties of crude enzyme preparation

Yoshimitsu MIYAZAKI and Kensi NAKAO

(Laboratory of Biological Chemistry)

Received May 24, 1979

Summary

Bacillus macerans IFO 3490 produced enzymes with macerating activity toward potato tuber. The optimum pH of the macerating activity was about 9.0 when the crude enzyme preparation acted on slices of potato tuber. Relation of the crude enzyme concentration $[E]$ (mg/ml) to the macerating time T (min.) was as follows:

$$\log [E] = -1.95 \log T + 3.96$$

The crude enzyme preparation was most active at pH 9.0 toward pectic acid solution in the measurements of reducing power and viscosity.

In the crude enzyme preparation, the lyase activity was recognized and it acted on pectic acid specifically.

緒 言

植物組織のマセレーションという崩壊現象を複雑にしているのは、崩壊を受ける基質、およびこれを分解する微生物の生産する酵素が多様であるからである。

マセレーションとペクチン質分解酵素の相関は遠藤¹⁾により指摘され、その後、*Aspergillus*²⁾³⁾, *Streptomyces*⁴⁾ 等について広く研究されている。

マセレーション活性を明確にするには、各種酵素を分離精製し、かつ基質の均質化を行って研究すべきであるが、マセレーションの現象自体が各酵素の共同作用であるため、*Bacillus macerans* IFO 3490 のマセレーションの特徴を知るために、先ず粗酵素液を調製し、その性質を二、三検討した。

* 現在、科研化学(株)

実験方法と試料

1. 粗酵素液の調製法

B. macerans を KAJI 等⁵⁾ の培養法により培養した。得られた培養液を 10,000 r.p.m. で25分間遠心分離し菌体を除いた。上澄液に0.8 飽和になるように硫酸アンモニウムを加え、一晚放置後 8,000 r.p.m. で15分間遠心分離し沈澱物を集めた。この沈澱物を少量の脱イオン水に溶解し、Sephadex G-25 をカラム (40×4 cm) につめゲル濾過法で脱塩した。蛋白質部分を集めて、凍結乾燥して粗酵素とし、脱イオン水、又は緩衝液に溶解して供試液とした。

2. 蛋白質濃度の基準

アセトン水溶液から三回結晶させたタカアミラーゼ A を 2×10^{-4} M の酢酸カルシウム水溶液に溶解し、280 nm で光学密度を測定すると、O.D. 値 0~0.257 の間では $E_{1\text{cm}}^{1\%} = 23.4$ という値を得たので、この数値を基準として蛋白質濃度を決定した。

3. マセレーション時間の測定法

マセレーション活性を測る方法には、基質の重量減少率を求める方法⁶⁾ や一定条件において、崩壊状態を観察する方法⁷⁾ がある。筆者等は後者を多少変えて以下のように行った。100 ml のビーカー中に粗酵素液 2 ml と 0.1 M 緩衝液 2 ml を加え、この液中に基質としてパレイショの円筒状切片 (直径 9.8 mm, 厚さ 0.9 mm) 5 個を浸し、トルエンを2滴加えて 37°C で反応させた。一定時間間隔でビーカーをスポンジマットの上にのせた後、パレイショの切片を一個ガラス円筒内に入れて、5 cm 上からガラス棒 (重量 11.5 g) を落下させ、ガラス筒内径に一致した切片を崩壊パレイショとした。崩壊した切片の数が3~4 個に至る時間 (分) を求め、これをマセレーション時間とした。

4. 還元力の測定法

Willstätter-Schudel 法の小曾戸等の改良法⁸⁾ を参考とした。還元力は酵素反応液 1 ml 当りの 0.01 N ヨーソ溶液の消費量 (ml) として表示した。

5. 粘度の測定法

Ostwald 型粘度計を用い、粘度低下率を石井等の方法⁶⁾ で測定し、百分率で表示した。

6. Pectate lyase 活性の測定法

酵素作用によって、生成された不飽和結合を含む反応溶液を、10倍に希釈して、235 nm における光学密度を測定し、O.D. 値として表示した。

7. ペクチンとペクチン酸の調製法

ペクチンは片山化学 K. K. 製の柑橘類からのものを使用した。

ペクチン酸は上記のペクチンを常法⁹⁾ により調製した。

実験結果と考察

粗酵素の酵素濃度とマセレーション時間との相関を知るために、各濃度の酵素液をパレイショ切片に加えて反応させ、マセレーション時間を求めたものが第1図に示されている。マセレーション時間と酵素濃度を両対数グラフに描くと実験範囲内で直線を示す。ここで、酵素濃度を $[E]$ (mg/ml); マセレーション時間を T (min.) として、実測値から最小二乗法によって求めると

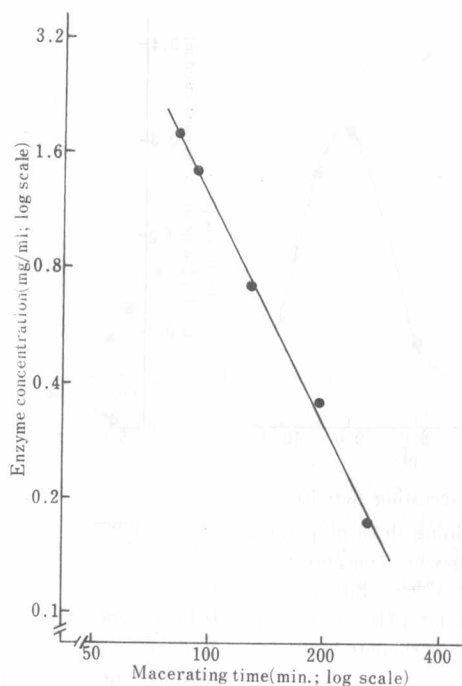


Fig. 1. Relation of Enzyme Concentration to Macerating Activity.

The reaction mixture containing five potato slices (diameter, 9.8 mm; thickness, 0.9 mm), 0.05 M carbonate buffer (pH 10.0), two drops of toluene and enzyme was incubated at 37°C.

$$\log [E] = -1.95 \log T + 3.96$$

$$\text{又は, } [E] = \frac{10^{3.96}}{T^{1.95}} \text{ が得られる.}$$

ここに、酵素濃度が時間の約2乗値に逆比例することが示され、これは WOOD⁽¹⁰⁾ の報告した値と一致する。式中の二つの定数については、各種の報告⁽⁷⁾ があるが、切片の厚さなどの条件の違いにもよるが、単にそれのみでなく、酵素の何らかの特性を反映しているのではないかと考えられる。

酵素活性表示法として、この酵素濃度が 1 (mg/ml) のときを基準として、マセレーション時間 (分) から第1図を用いて、得られた見掛けの酵素濃度をこの基準濃度で除して、酵素単位数 (unit) として表示した。つまり、見掛けの酵素濃度が単位数となる。数値的には、単位数 = $\frac{10^{3.96}}{T^{1.95}}$ から計算される。活性表示の際、反応条件の供試組織名、温度、pH を記入して、 $[\text{Mu}]_{\text{Potato}}^{37^{\circ}(10)}$ のように表示した。

この活性表示法で、マセレーション時間におよぼす pH の影響が第2図に示されている。図にみるように、この酵素はマセレーション活性を pH 8~10 に示し、pH 9 において著しい。

ペクチン酸溶液に作用した時、増加する還元力と pH との関係が第3図に示されている。pH 9 で急な還元力の増加がみられ、pH 8 以下ではほとんど活性がない。

ペクチン酸溶液に作用した時の粘度の減少率を、pH を変えて、経時的に測定した結果が第4-(a) 図に示されている。これらの測定値のうち、反応3分と30分のものが pH の関数として第4-(b) 図に示されている。至適 pH 9 において、反応の初期から急激な粘度低下が見受けられ、このことはこの酵素が endo 型を含むことが示される。