

# 壺詰筍の崩壊現象發生原因に就て

志 賀 岩 雄  
岡 屋 忠 治

On the Cause of Disintegraton Phenomenon of  
Bamboo Shoots packed in a Jar.

Iwao Shiga and Chuji Okaya

Bacteriological studies on the cause of the putrefaction of Bamboo shoots packd in a jar, which had been considered among some canners for many years as an unaccountable phenomenon because of disintegration of bamboo shoots inspite of keeping of good vacuum in the jar, were performed.

Gram-positive, spore-bearing, rod shape aerobes were isolated as causative agents. They propagate vigorously at 37° C, especially in the culture medium which contains bamboo shoot juice. Their physiological properties and thermal death times were determined.

As a result of the thermal death time determinations, the following data were obtained:

## 1. z value

Bacteria	Heating medium	z-value
// A //	pH 5.6 bamboo shoot juice	8.2° C. (14.8° F.)
// B //	pH 5.6 bamboo shoot juice	10° C. (18° F.)
// A //	pH 6.6 bamboo shoot juice	8.65° C. (15.6° F.)

## 2. Destruction time at 115° C.

Destruction times at 115.° C. were calculated, assuming the time to reduce the probability of survival to 1 in 1,000,000,000 of spores as a destructive end point.

Bacteria	Heating medium	Destruction time at 115°C.
// A //	pH 5.6 bamboo shoot juice	2.1 min.
// B //	pH 5.6 bamboo shoot juice	3.4 min.
// A //	pH 6.6 bamboo shoot juice	6.3 min.

壺詰にされた水煮筍が、其組織の崩壊によつて、恰も醜の様な状態に変化するが、普通の真空度を有しているし、其匂も悪臭らしいものが感ぜられない。併し勿論中には多少の悪臭を發するものもあることはある。即ち壺の外形上には何等の異状を認めないに拘らず内容物たる筍の組織が崩壊することからして業者間に於ては不思議な現象とされていた変敗がある。其原因体と考えられる細菌を分離して著者等は以前に壺詰時報、昭和25年8月号①に簡単な報告をして置

いた。

併し以上の様な現象の発生原因について昭和17年に福本、岸の両氏が細菌学と酵素化学との両面から其原因について追究されたことがあつて、其結果では其の原因体と認められるべき微生物が分離されなかつたが、Pectase, Pectinase, Amylase, Protease, Catalase 及び Peroxidase 等の諸酵素の存在を指摘し、特に Pectinase 及び Pectase は生筍中に相当著量に存在するものであることからして、一度加熱によつて破壊されたそれ等の酵素が長時日の後に或限度に於て Reactivate されることも考えられるとされている(科学と工業・昭和25年)。(2)

余等が壘詰水煮筍の組織崩壊原因について細菌学的な試験を行つて得た結果について先に壘詰時報に発表したものと其後に得た結果とを合せ取纏めて茲に報告する次第である。

### 崩壊現象を起した筍壘詰についての観察

検品は岡山県小田郡今井村絵師、岡山県合同食品株式会社より試験のため1950年2月に送附を受けたもので「ハネックス」甲2号壘(400c.c.入)に詰めたものである。同社からの説明によると1949年度産の五哦罐詰のものを其年の七月から八月にかけて壘に詰換えたもので、其詰換方法は凡そ次の如きものであつたとの事である。

五哦罐の筍を木槽内に移し、良く水洗して後に壘に詰め、トンネル式コンベア脱気函を通して壘内中心温度が80度に達した時(脱気箱の温度90°Cで12分~15分間を要した)に蓋付密封し、次で沸騰水中にて70分間殺菌加熱を行つた。因みに温度上昇に要した時間は15~20分間であつたと云う。冷却は其大部分は自然放冷によつた。

工場より出荷当時は全然気付かれなかつたが約1ヶ月経過後に於て消費者によつて其変質が発見されたとの事である。又6月20日より7月21日に亘つて詰換られた乙2号壘に於ての変質率(約10%)は低く、7月22日より8月2日にかけて詰換えられた甲2号壘に於ての変質率(約80%)は高かつたと云う事である。

送附を受けた検品について観察した所以下の様な状態であつた。

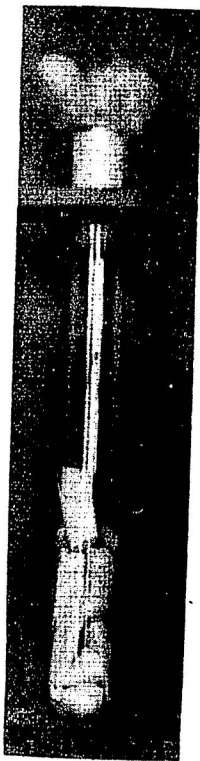
37°Cに約2週間保存して置いたが変質状態の進行が認められなかつた。又55°Cにて約一週間保存した後に於ても変質状態にそれ以上の進行を認めることが出来なかつた。真空度は12~18mm程度で、匂いは悪臭らしいものが感ぜられず、pH値は5.1~5.6であつた。液汁を直接塗抹し Carbolfuchsin で染色し検鏡して桿菌が認められた。含糖筍汁ブイヨン(Bouillon)に接種し、55°C及び37°Cの両温室内に嫌気及好気の両状態に於て培養して見た所、37°Cの好氣的培養管のみに発育し、又筍の切片を入れた Bouillon に接種して37°Cに置いたところ、筍の組織の崩壊が認められた。

変質壘詰は乳黄白色に混濁、静置すると沈澱して沈澱物で下部を埋め上層に清澄液を残す(第一図参照)変質の余り進んでいないものでは筍の基部以外の表層部は指にて擦るとどろどろに崩壊し、少々ぬらつく感がある。混濁は以上の様な崩壊した組織に原因している。筍を切断すると内部が硬くて変化がなく、変質は数耗程度の表層部に限られていた。併し変質の進んだものでは筍の基部は液中にて周辺繊維状に見え、芯部迄軟化して容易に崩壊する。水中に漬けて崩壊を細長

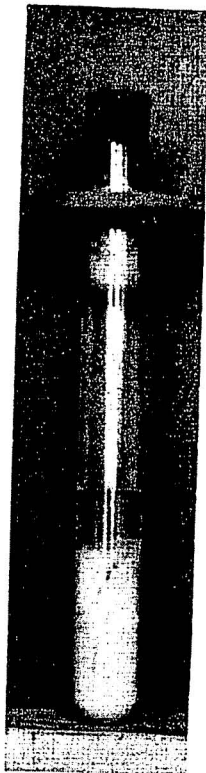


第一図

変質壞詰筍と正常壞詰筍



A. 細菌を接種しない対照管



B. 細菌を接種(空気制限)



C. 細菌を接種

第二図 筍組織崩壊能の確認試験結果

白色の繊維が束ねた様な状態で分離して来る。併し匂には変敗臭らしきものが殆んど感ぜられない。

## 壘詰筍組織の崩壊菌についての試験

### A. 試験材料

前項に記載した様な筍組織の崩壊現象を起して間もない新し試験資料の入手を必要と認め、当校近辺の業者より入手した筍を常法に従つて調理し、Phoenix 乙三号壘に詰め、適量の水を注加し80°Cで10分間加熱してから蓋付密封をし、次で100°C（上昇時間6分）で25分間、50分間及び75分間加熱し、比較的冷涼な風通の良い場所に置いて自然放冷をした。冷後 37°C の温室に入れて置いた所、殺菌加熱50分のもの三壘中二壘の筍は典型的な組織の崩壊現象を起した。これを試験資料として壘詰筍の組織崩壊の原因体について追究した。

### B. 細菌の分離

崩壊現象を起した壘詰より少量の試料を採取して、筍汁 Bouillon (pH6.3) に移し、37°C の温室に約20時間放置して置いた所、好気性培養管のみに發育して、液面に菌膜の形成を見た。茲に分離した細菌が果して壘詰筍の崩壊原因体であるかを確認するため次の試験を実施した。

### C. 筍組織崩壊能の確認試験

正常の壘詰筍を小片に切つて、其濾過液汁と共に適量を入れた大型試験管（径3糎、長25糎）の滅菌（100°C60分間の加熱を24時間間隔にて三回繰返す）したものの中に、前項に記載の分離した細菌を接種し、一管は綿栓の儘、他の一管は綿栓を試験管の内方に押込み、管口にゴム栓を施し、パラフィンにて気密に封じ、兩種試験管共 37°C の温室に一週間置いた所、何れの試験管内に於ても筍組織の崩壊現象を起した。綿栓のみの試験管に於ては毎日振盪して液面に生じた菌膜を破壊しても其翌日には新しく菌膜が形成され、液汁は乳黄色に着色し、濃稠化し行き、崩壊の進行も比較的大で、筍の試験片は上部に位置するものから、犯されて小さく痩せて行くのが見られた。然るに綿栓上にゴム栓を施し、パラフィンにて密封して、細菌によつて利用され得る空気を制限した試験管内に於ては最初に出来た菌膜を破壊すると、次回には其傾向を著減し、遂には全く形成されなくなつた。液や筍には特別な着色がなく、崩壊物は沈降して筍試験片間の間隙を埋め上部の液は澄清になり壘詰に發生の崩壊現象を其儘に再現した典型的な変質が試験管内に於て起つた。（第二図参照）

### D. 分離した菌の性状

分離した細菌は純粋な単一のものではなく、寒天平板培養（筍汁含有）分離法に従つて三種以上の細菌を分離したが其何れもが桿菌である。其内2種の細菌が筍組織の崩壊能が大で且耐熱力の大きなものであつたので其二種類のものについて其生理的性質や其他の性状を常法に従つて試験し以下の様な結果を得た。尙お本報告に於て以上二種の細菌を筍組織崩壊菌 A 及び B として區別して呼ぶことにする。

## 壺詰筍組織崩壊菌一A

### 〔I〕形態上の性質

#### a. 細菌体（肉汁ペプトン筍

汁入寒天斜面37°C、5時間培養）

1. 形態 桿状  $0.7\mu \times 1.6 \sim 5.0\mu$ （平均約 $2.6\mu$ ）菌端円形
2. 配列 独立、対立、時には短連鎖
3. 運動 運動活発、鞭毛は周毛
4. 染色 グラム氏染色陽性、普通染色剤にて良く染る。

又若い菌体は均等に染色されるが、時間が経過すると斑染となり、濃色顆粒体が現はれる。

#### b. 孢子形成（肉汁ペプトン筍汁入寒天斜面37°C.26時間）

1. 形態 卵形  $0.7\mu \times 1.3\mu$
2. 形成位置 中央又は偏中央
3. 孢子嚢 少々膨脹

### 〔II〕培養上の性質

#### a. 寒天斜面培養（37°C）

##### 1. 筍汁入寒天斜面培養

發育旺盛、拡張性、表面粗で梨地を呈す。灰白色漸次帯褐色。僅かに小皺を生ずる。

##### 2. 普通寒天斜面培養

下部より葉状に上部に伸び（恰も昆布の様な形）、灰白色不透明、中軸部を中心にして略水平に左右両側に向つて短細な纖維状に皺襞を多数に生ず。筍汁入寒天斜面上に於ける様に發育が旺盛でない。

#### b. チェラチン穿刺培養

表面に厚膜形成、蕪菁状液化

#### c. 馬鈴薯培養（37°C）

發育旺盛、大形の皺曲（素麵の折重つた様な形状）形成、黄色を呈し、培地は黄褐色半透明となる。時日の経過につれて黒褐色となる。

#### d. Bouillon（37°C）

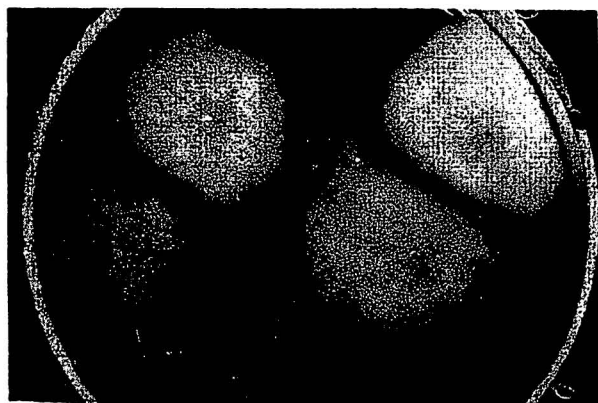
表面に無光沢灰白色強韌の薄膜形成、膜面には大型円形の凹所を数個生ず。膜は管壁に沿つて上昇し、甚しきは1糎に達す。液層が初め薄く濁るが、2日後より上層部から漸次透明となり全体に及ぶ。

#### e. 寒天平板培養（37°C）

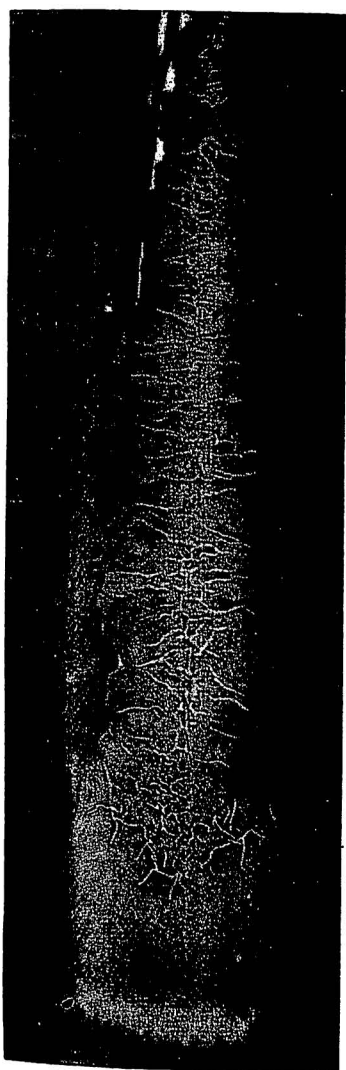
##### 1. 筍汁入寒天平板培養



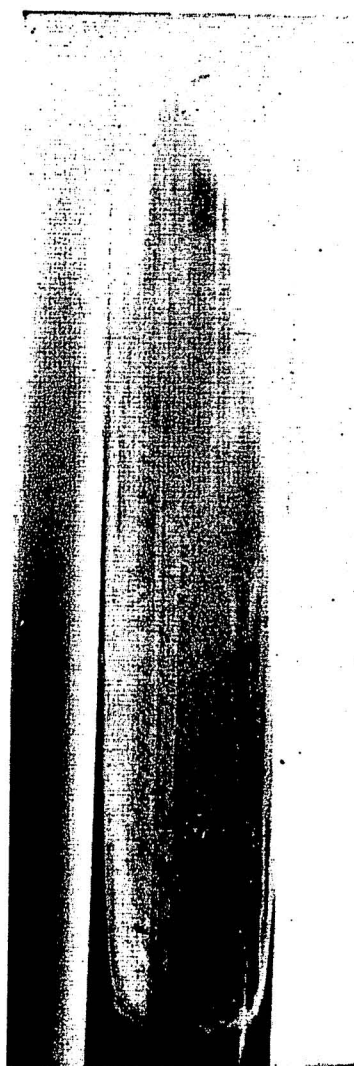
第三圖 b: A菌コロニー (普通寒天平板培養)



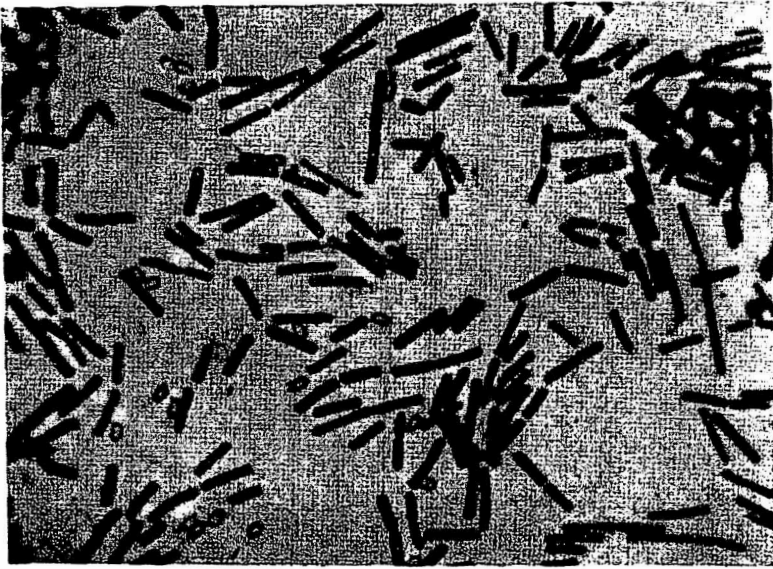
第三圖 a: A菌コロニー (筍汁入寒天平板培養)



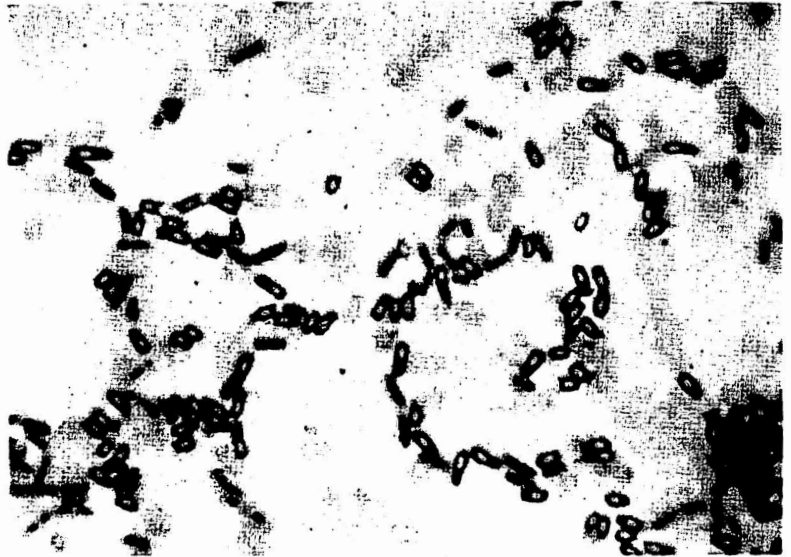
第三圖 d: A菌斜面培養 (普通寒天)



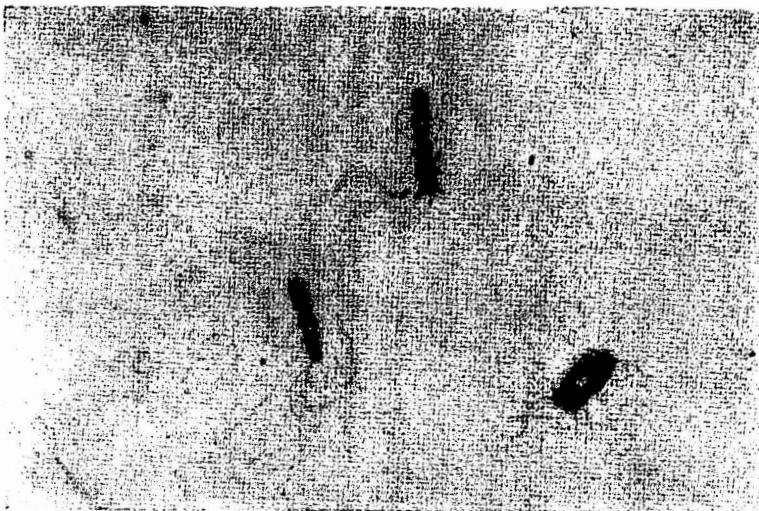
第三圖 c: A菌斜面培養 (筍汁入寒天)



第三図 e: A菌の植物形体 (培養:37°C.5時間) 1550倍



第三図 f: A菌の芽胞 (37°C.26時間) 1550倍



第三図 g: A菌の鞭毛 (37°C.18時間) 西沢、菅原法  
により染色 1550倍

発育迅速、Colony の形は略円形で扁平、周縁は輪郭少々明瞭を欠く、肉眼的観察では組織は表面粉状に見え無光沢である。Colony の中央部に小白点が存在し、其周囲に花粉を散布した様に帯黄灰白色の細粉が密在するが、周辺部に於て次第に粗となり、半透明状となる。但し虫眼鏡で観察すると、雪白色の不規則な小体を乱雑に一面に堆積した様な構造である。

## 2. 普通寒天平板培養

灰白色不透明、特に中央部は灰白色で皺壁を生ず、周辺部に至つて不透明度を減ず、縁辺花辨状。

## (Ⅱ) 生理的性質

### a. 醱酵 (37°C.48時間、ペプトン水に1%糖分添加)

(糖の種類)	(培養液反応変化)	(瓦斯発生)
Xylose	酸性化	ナシ
Arabinose	アルカリ性化	ナシ
Rhamnose	アルカリ性化	ナシ
Glucose	酸性化	ナシ
Fructose	酸性化	ナシ
Galactose	酸性化	ナシ
Sucrose	酸性化	ナシ
Maltose	酸性化	ナシ
Lactose	アルカリ性化	ナシ
Inulin	アルカリ性化	ナシ
Starch	酸性化	ナシ
Glycerol	酸性化	ナシ
Dulcitol	アルカリ性化	ナシ
Mannitol	アルカリ性化	ナシ
Salicin	酸性化	ナシ

### b. Amylase 反応 (37°C)

0.2%可溶性澱粉を含有する Bouillon に接種して 37°C で3日間培養し、液の一部にLugol's-Solutionを滴下して見ても何等の変色も認められない。又培養液を濾過してPhosphotungstic acidの溶液を添加して蛋白を落し、濾液の一部に Fehling Solution を加へて一分間煮沸した所亜酸化銅の生成が見られ糖化作用が確認出来た。

### c. 牛乳培養 (37°C)

凝固作用なく、上層より半透明化し、10日後には全体の約半透明化し、微アルカリ性となる。

15日後には明かにアルカリ性となり、20日後にはそれが顕著になつた。

### d. インドール生成



陰性

e. 硝酸塩還元 (Bouillon+0.3%硝酸加里、37°C)

二日間にて亜硝酸生成

f. Voges-Proskauer の反応

Acetyl-methyl-Carbinol 生産：陽性

g. メチール赤反応

陰性

h. 中性紅還元

陽性

i. 硫化水素生産 (醋酸鉛寒天穿刺培養、37°C)

陰性

j. 酸素の関係

好気性

k. pHの関係

生育域：4.8—8.0

l. 温度関係

37°C に於て發育迅速且つ旺盛、耐熱性は別項に記載

### 壤詰筍組織崩壊菌—B

#### (I) 形態上の性質

a. 細菌体 (肉汁ペプトン筍汁入寒天斜面 37°C.5 時間)

1. 形態 桿状、 $0.85\mu \times 1.6 \sim 5.8\mu$ . 菌端円形

2. 配列 独立、対立、時には短連鎖

3. 運動性 運動活潑、鞭

毛あり周毛性

4. 染色 グラム氏染色陽性、普通染色剤にて良く染る、若い菌体は均等に染色されるが、時間が経過すると斑染となり、濃色に染色される顆粒体現われる。

b. 孢子形成 (肉汁ペプトン筍汁入寒天斜面、37°C)

1. 形態 卵形  $0.6 \times 1.3\mu$

2. 形成位置 偏央又は中央

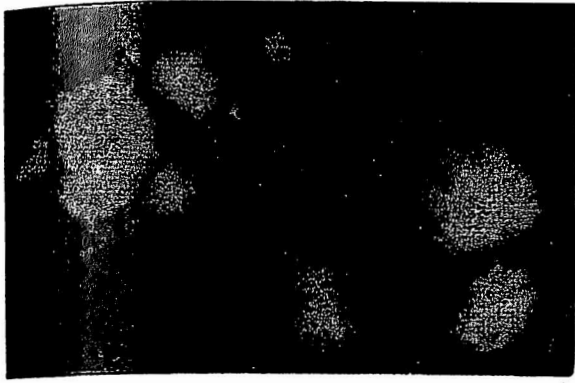
3. 孢子囊 稍々膨化

#### (II) 培養上の性質

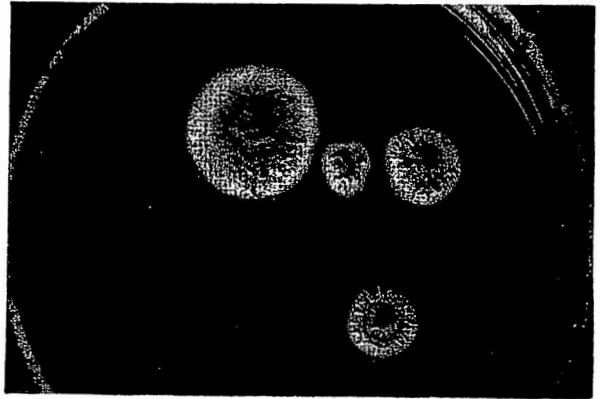
a. 寒天斜面培養 (37°C)

1. 筍汁入寒天斜面培養

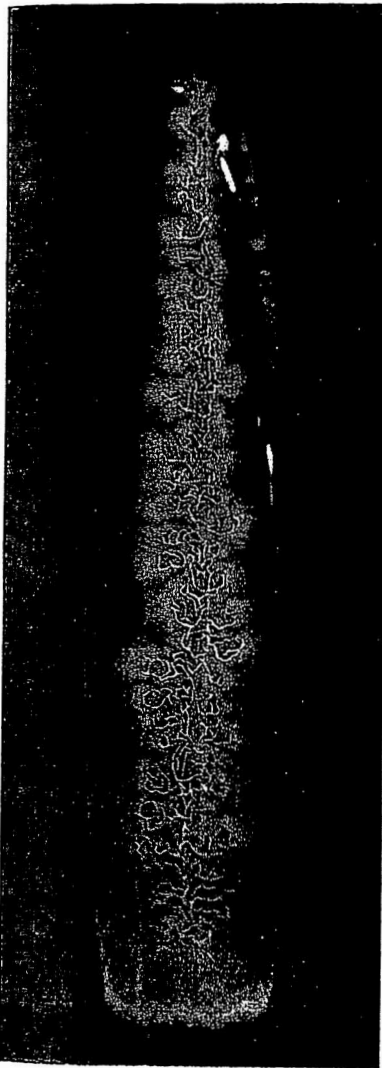
發育旺盛、拡張性 (Spreading)、表面無光沢、極めて特徴のある灰白色細長の皺を全面に作



第四图 b: B菌コロニー (普通寒天平板培養)



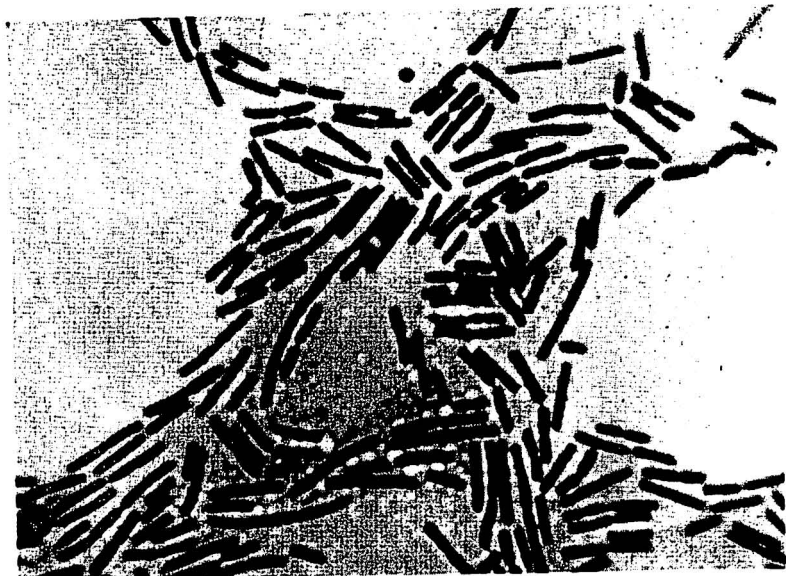
第四图 a: B菌コロニー (筍汁入寒天平板培養)



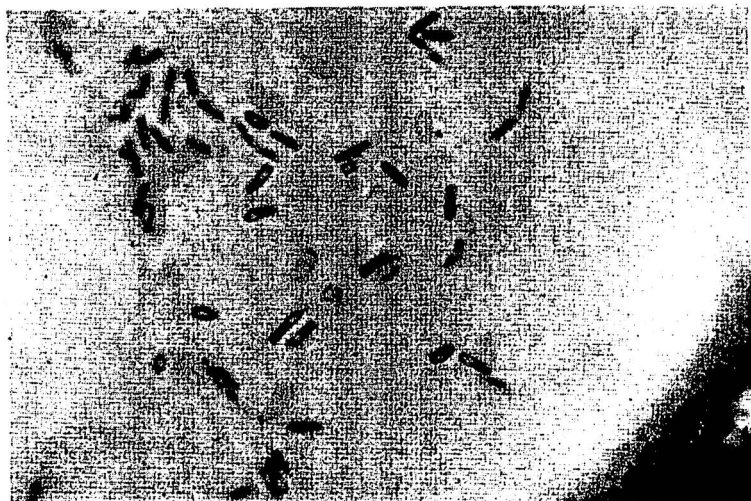
第四图 d: B菌斜面培養 (普通寒天)



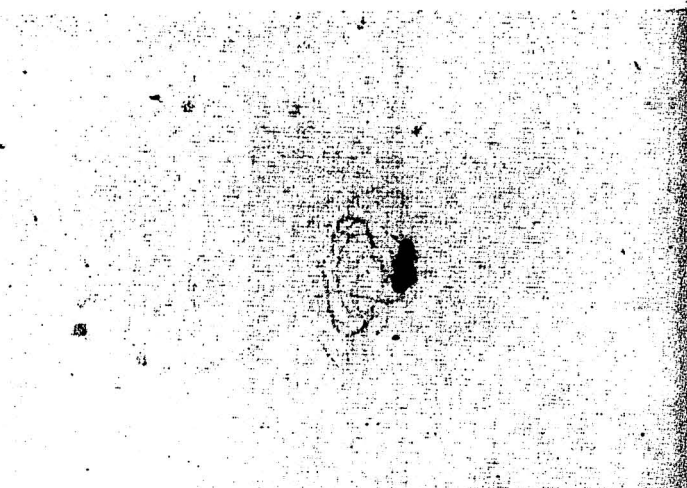
第四图 c: B菌斜面培養 筍汁入寒天



第四図 e: B 菌の植物形体 (培養: 37°C. 5時間)  
1550倍 筍汁寒天斜面



第四図 f: B 菌芽胞形成 (培養: 37°C. 26時間) 1550倍



第四図 g: B 菌の鞭毛 (培養: 37°C. 16時間)  
西沢、菅原氏法により染色。1550倍

る。灰白色より漸次帯褐色に変化する。

## 2. 普通寒天斜面培養

下部より葉状に上部に伸び、灰白色不透明、中央部に灰白色繊維状の皺が絡み合った状態で散布している。

### b. チェラチン穿刺培養

表面に厚膜形成。蕪菁状に液化

### c. 馬鈴薯培養 (37°C)

発育旺盛、大形の皺曲（但しA菌よりは其波が長い）形成、黄色を呈し、培地は黄褐色半透明となる。時日が経過すると黒褐色になる。

### d. Bouillon (37°C)

表面に無光沢灰白色強靱の薄膜形成、膜面には大型円形の凹所を数個生ず、膜は管壁に沿つて上昇し、甚しきは1cmにも達す。液層は初め薄く混濁するが、2日後より上層部から漸次透明となり全体に及ぶ。

### e. 寒天平板培養 (37°C)

#### 1. 筍汁入寒天平板培養

発育旺盛、Colony は略円形で扁平、周辺は輪郭明瞭、肉眼的観察では表面灰白色粉状。但し中央には稍々大形の灰褐色の疣状水泡を生じ、其周囲に灰白色根状の隆起体が出現する。其疣状水泡物に白金耳を触れて検すると粘性の液体を包蔵している。虫眼鏡で観察すると平扁部の表面には微細な白糖を堆積した状況を示している。

#### 2. 普通寒天平板培養

白灰色不透明、中心部に互に絡み合った短細な繊維状物が存在する。縁辺が花瓣状に裂けている。

## (II) 生理的性質

### a. 醗酵 (37°C.48時間。ペプトン水に1%糖分添加)

(糖の種類)	(培養液反応変化)	(瓦斯発生)
Xylose	酸性化	ナシ
Arabinose	アルカリ性化	ナシ
Rhamnose	アルカリ性化	ナシ
Glucose	酸性化	ナシ
Fructose	酸性化	ナシ
Galactose	酸性化	ナシ
Sucrose	酸性化	ナシ
Maltose	酸性化	ナシ
Lactose	アルカリ性化	ナシ

Inulin	アルカリ性化	ナシ
Starch	酸性化	ナシ
Glycerol	酸性化	ナシ
Dulcitol	アルカリ性化	ナシ
Mannitol	アルカリ性化	ナシ
Salicin	酸性化	ナシ

#### b. Amylase 反応 (37°C)

0.2% 可溶性澱粉を含有する Bouillon に接種して37°Cで3日間培養し、液の一部に Lugol's-solution を滴下して見ても何等の変色も認められない。又培養液を濾過して Phosphotungstic-acid の溶液を添加して蛋白を落し、濾液の一部に Fehling-solution を加へて一分間煮沸した所、亜酸化銅の生成が見られ、糖化作用が確認出来た。

#### c. 牛乳培養 (37°C)

凝固作用なし、上層より半透明化が進行し、10日後全体の $\frac{2}{8}$ 半透明化し、アルカリ性となる。15日後に $\frac{3}{4}$ 半透明化し、アルカリ性顕著となるが20日を経過しても其後は殆んど変化がない。

#### d. インドール生成

陰性

#### e. 硝酸塩還元 (Bouillon+0.3%硝酸加里, 37°C) 二日間にて亜硝酸生成

#### f. Voges-Proskauer 反応 (Acetylmethyl-carbinol 生産)

陽性

#### g. メチール赤反応

陰性

#### h. 中性紅還元

陽性

#### i. 硫化水素生成(醋酸鉛寒天穿刺培養, 37°C)

陰性

#### j. 酸素の関係

好気性

#### k. pH値の関係

生育pH域; 4.8—8.0

#### l. 温度関係

37°C に於て發育迅速且つ旺盛、耐熱性は別項に記載

### E. 壺詰筍組織崩壊菌の耐熱力

#### [I] 筍組織崩壊菌芽胞の耐熱力測定法概要

試験液の調製: 筍壺詰の液汁を採取し、卵白にて清澄化を行い、pH値を5.6に調節したものを用いる。

熱試験液として使用する。

芽胞懸濁液の調製：筍汁入寒天斜面培養（37°C 5日間、室温に5日間放置）より採集の芽胞を上記の加熱試験液中に入れ滅菌ゴム栓を施して烈しく振り菌塊を碎いて芽胞を分散させ（加熱試験液を入れた試験管内には予め硝子小球5~6個入れ滅菌しているので振盪の際菌塊を碎いて分散を助ける）、滅菌綿層を以て濾過したものを本試験に使用する。

芽胞の濃度は Thoma の血球計算器を使用して測定した。

耐熱力の測定：滅菌した経7耗の T.D.T. 管に上記の芽胞懸濁液 0.4cc 宛採取し、管口をすべて熔封した。耐熱力は温度 100°C、105°C、及び 110°C に於て測定し、105°C、及び 110°C に於ける測定には油浴を使用した。加熱処理を施し、冷却したものは 37°C の温室内に入れ、菌の発育の有無を検した。

## 〔Ⅱ〕筍組織崩壊菌芽胞の耐熱力測定結果

### a. A菌の場合

#### 1. 加熱致死時間の測定結果（加熱液=pH5.6の筍汁）

（第一表）

加熱温度 (°C)	加熱時間 (分)	測定の結果			総合結果				
		第一回	第二回	第三回	+	-			
芽胞濃度 / 1 c. c.		400M	380M	430M	403M				
100	100	+	+	+	+	+	+	9	0
	150	-	-	-	-	-	-	0	8
	200	-	-	-	-	-	-	0	9
	250	-	-	-	-	-	-	0	9
105	30	+	+	+	+	+	+	9	0
	40	-	-	-	-	-	-	0	8
	50	-	-	-	-	-	-	0	8
	65	-	-	-	-	-	-	0	8
110	5	+	+	+	+	+	+	9	0
	10	-	-	-	-	-	-	0	9
	15	-	-	-	-	-	-	0	9
	20	-	-	-	-	-	-	0	9

註：M=10<sup>6</sup>

#### 2. 加熱致死時間曲線の決定

##### 1. 曲線の勾配zの決定

細菌芽胞の加熱致死時間数の対数と加熱温度とは略直線関係を示す。③この近似的曲線を数字的に叙述する方法として次の二つの Factors が使用される。④

F=250°F に於て細菌芽胞を破壊するに要する時間数（分）、但し本報告に於ては115°C に於て細菌芽胞を破壊するに要する時間数（分）として規定する。

$z$ =加熱致死時間曲線の勾配を温度数(華氏)で示したもの。

但し本報文では攝氏による温度数で示した。

又加熱致死時間曲線はBall④によると次式によつて表わされる。

$$\frac{x}{z} = \text{Log} \frac{y}{F}$$

但し 茲では

$$x=115^{\circ}\text{C}-\text{加熱温度}$$

$$y=\text{加熱致死温度} (^{\circ}\text{C})$$

と規定する。

以上の式を利用し、上掲の測定結果からして最小自乗法によつて $z$ を決定することとする。

上掲の測定結果を先ず次の様に纏め、生残時間数と致死時間数との中間値を $Y$ にとつて計算する。

[1] 加熱温度	[2] 生残時間	[3] 死滅時間	[4] $Y=\frac{[2]+[3]}{2}$	[5] LogY	[6] X	[7] $X^2$	[8] XLogY
100° C.	100	150	125	2.097	15	225	31.46
105° C.	30	40	35	1.544	10	100	15.44
110° C.	5	10	7.5	0.876	5	25	4.38
(第二表)				$\Sigma \text{LogY}=4.517$	$\Sigma X=30$	$\Sigma X^2=350$	$\Sigma X\text{LogY}=51.28$

$$4.517 = 3\text{Log}F + 30\frac{1}{z} \dots\dots\dots (1)$$

$$51.28 = 30\text{Log}F + 350\frac{1}{z} \dots\dots\dots (2)$$

$$(1) \times 10 \quad 45.17 = 30\text{Log}F + 300\frac{1}{z} \dots\dots\dots (3)$$

$$(2) - (3) \quad 6.11 = 0 + 50\frac{1}{z}$$

$$z = 8.2$$

華氏目盛に従へば  $z=8.2 \times 1.8=14.8$

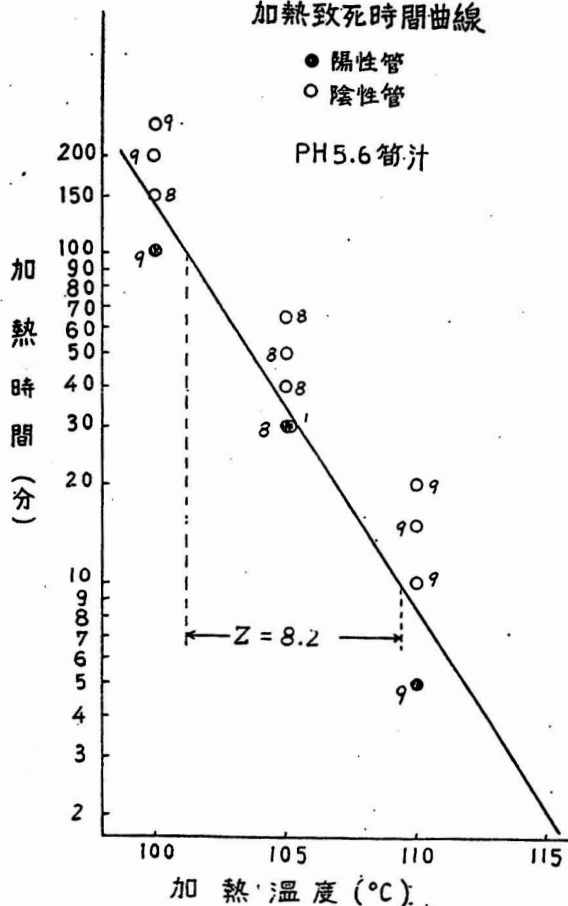
ロ. 115°Cに於ける致死時間(F)の決定

次にF値の決定であるが、この決定に當つてTownsend et al⑥の「すべての生残点の上にあるように曲線を決定しなければならぬ」と云う規定を念頭に置いて行つた。

上に於て得た $z$ の値を(1)の式に代入する事によつて $F=1.93$ が得られるが、このFの値と $z$ の値とによつて描かれる直線は105°Cに於て32分の点を通り、多少の不安なきを得ないので105°Cに於ける中間値35分が死滅点となる様F値を選ぶと $F=2.1$ となり、100°Cに於ける死滅点が145分、110°Cに於ける死滅点が8.6分となり、適当かと考へられるのでF値として2.1を採用する尙ほ本試験に於て測定温度間隔をもつと細く選んでいれば更に一層正確な死滅曲線を決定することが出来た筈である。

環詰筒組織崩壊菌A,  
加熱致死時間曲線

第  
五  
図



b. B菌の場合

1. 加熱致死時間の測定結果

(第三表)

加熱温度 (°C)	加熱時間 (分)	測定の結果			総合結果							
		第一回	第二回	第三回	+	-						
芽胞濃度 / 1 c. c.		580M	390M	480M	483M							
100	100	+	+	+	+	+	-	-	-	-	5	4
	150	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	9
	200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	9
	250	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	9
105	30	+	+	+	+	+	+	+	+	-	8	1
	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	9
	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	9
	65	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	9
110	5	+	+	+	+	+	+	+	+	+	9	0
	10	+	+	-	+	+	-	+	-	-	5	4
	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	9
	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	9

註 : M=10°



2. 加熱致死時間曲線の決定

イ、曲線の勾配 z の決定

z の決定方法については「A菌の場合」の項に記載している。

[1] 加熱温度	[2] 生残時間	[3] 死滅時間	[4] $Y = \frac{[2]+[3]}{2}$	[5] LogY	[6] X	[7] $X^2$	[8] XLogY
100° C,	100	150	125	2.097	15	225	31.46
105° C,	30	40	35	1.544	10	100	15.44
110° C,	10	15	12.5	1.097	5	25	5.485
(第四表)				$\Sigma \text{LogY} =$ 4.738	$\Sigma X = 30$	$\Sigma X^2 = 350$	$\Sigma X\text{LogY} =$ 52.385

$$4.738 = 3\text{Log}F + 30 \frac{1}{z} \dots\dots\dots (1)$$

$$52.385 = 30\text{Log}F + 350 \frac{1}{z} \dots\dots\dots (2)$$

$$(1) \times 10 \quad 47.38 = 30\text{Log}F + 300 \frac{1}{z} \dots\dots\dots (3)$$

$$(2) - (3) \quad 5.005 = 0 + 50 \frac{1}{z}$$

$$z = 10.0$$

華氏目盛を採用すれば

$$z = 18.0$$

ロ、F値 (115°Cに於ける致死時間) の決定

z=10を(1)の式に代入すると F=3.8 が得られる。z=10, F=3.8 を基礎に各温度に於ける死滅時間を計算すると

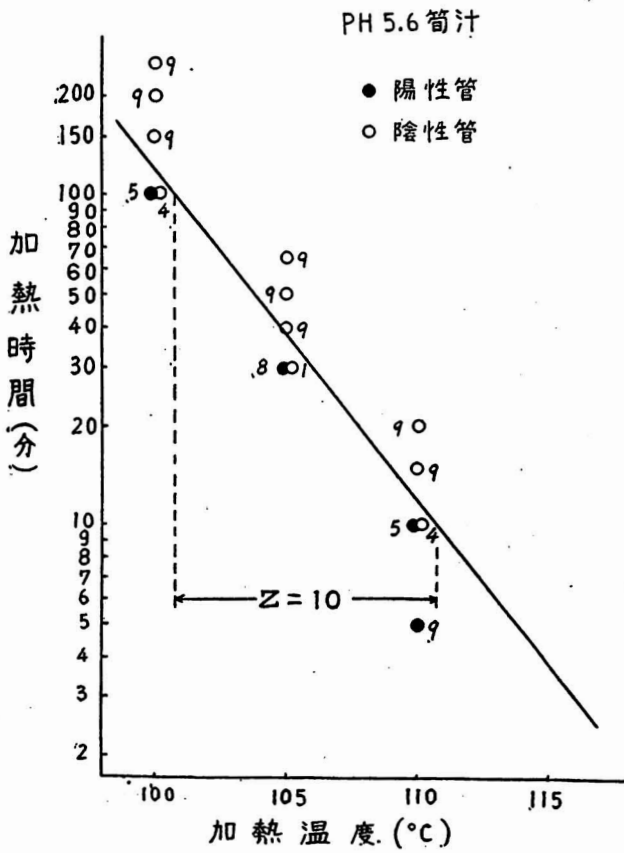
120分/100°C.          38分/105°C.          12分/110°C.

となり、略適当かと思はれる故、z及びFの値を以上の如く決定する。

F値を 250°Fに於て規定すると、F=0.93 となる。但しF値は以上の様に決定したものの、これは破壊されるべき芽胞の密度によつて相違するものである。

培 詰 筍 組 織 崩 壊 菌 B1  
加 熱 致 死 時 間 曲 線

第 六 図



ハ、Stumbo 氏の方法による z 値の計算

Stumbo 氏等⑥が死の Logarithmic order を仮定して、z 値を計算するための測定結果の処理方法について述べているが、其方法に従つて B 菌芽胞について得た上記の測定値を処理し z 値を求めて見た。

$$D = \frac{U}{\text{Log} a - \text{Log} b} = \left\{ \begin{array}{l} \text{芽胞数の90\%} \\ \text{を破壊するに要する時間 (分)} \end{array} \right.$$

を破壊するに要する時間 (分)

U = 加熱時間 (分)

a = 1組の耐熱試験に供した芽胞数

但し本件に於ては次の様なものである。

1c.c. 当り芽胞数 =  $1/3(580 + 390 + 480)$  M = 483M

耐熱試験管 = 9本、1本当りの菌液 = 0.4c.c.

即ち  $a = 9 \times 0.4 \times 483M = 1739M$

b = 加熱時間 (U) 後に於ける生残菌数 Halvorson 及び Ziegler の式を適用して、耐熱試験管の総数と其内の陰性管の数とから計算して求める即ち次の通りである。

$$\bar{x} = 2.303 \text{ Log } \frac{n}{q}$$

但し  $\bar{x} = 1$  組の耐熱試験管中に於て最も可能な生残菌数

$n = 1$  組の耐加熱試験管総数 = 9 本

$q = 1$  組の耐熱試験管中の陰性管数

(第五表)

加 熱 度	n	q	$\log \frac{n}{q}$	$\bar{x} = 2.303 \times \log \frac{n}{q}$	$b = \bar{x} \times 9$	logb
100分/100°C	9	4	0.352	0.81	7.29	0.863
30分/105°C	9	1	0.955	2.20	19.80	1.297
10分/110°C	9	4	0.352	0.81	7.29	0.863

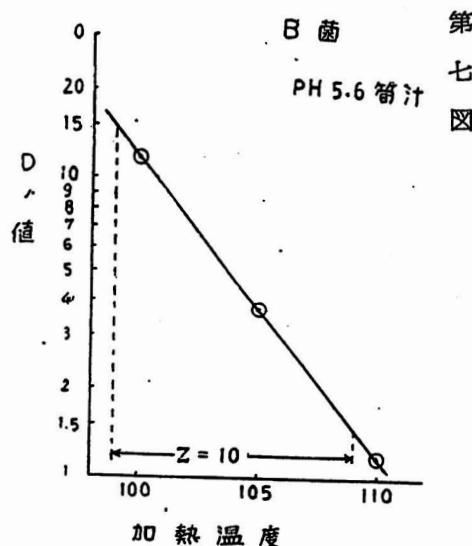
(上 表 続)

a	loga	loga-logb	U	$D = \frac{U}{\log a - \log b}$
1739.000.000	9.24	8.377	100	11.95
1739.000.000	9.24	7.943	30	3.78
1739.000.000	9.24	8.377	10	1.195

B 菌芽胞についての測定結果中全部陽性或は陰性の結果を与えたものは除外して、其内で陽性管と陰性管との混在するものだけを選ぶと上表の様に各加熱温度について 1 組宛の結果が得られ、

D 値としてそれぞれ 11.95 分 (100°C)、3.78 分 (105°C) 及び 1.195 分 (110°C) が計算によつて求められたのである。

以上の D 値を対数側にとつて半対数方眼紙上に加熱温度との関係曲線を描くと、三点は一直線上に乗り、(第七図参照) 図上に於て z 値として 10 が得られる。即ち [イ] に於て、生残時間と死滅時間との中間値を Y として、Ball の式を利用し、最小自乗法によつて求め得た z 値と一致する。又 D 値を [イ] に於ての計算の Y として z 値を求めても良い。即ち次の通りである。



加熱温度	Y=D	logY	X	X <sup>2</sup>	XlogY
100°C	11.95	1.078	15	225	16.17
105°C	3.78	0.578	10	100	5.78
110°C	1.195	0.078	5	25	0.39
(第六表)		$\Sigma \log Y =$ 1.734	$\Sigma X = 30$	$\Sigma X^2 =$ 350	$\Sigma X \log Y =$ 22.34

$$1.734 = 3 \log S + 30 I/z \dots \dots \dots (1)$$

$$22.34 = 30 \log S + 350 I/z \dots \dots \dots (2)$$

$$17.34 = 30 \log S + 300 I/z \dots \dots \dots (1) \times 10$$

$$5.00 = 0 + 50 I/z \dots \dots \dots (2) - (1) \times 10$$

$$z = 10$$

(上式のSは115°Cに於けるD値を表わすものである)

以上の結果から115°Cに於けるD値を上式によつて求めると0.38が得られる。

F値の計算

菌数10<sup>9</sup>を破壊して1とする点を殺菌の終点としてF値を計算すると

$$F = 0.38(\log 10^9 - \log 1) = 0.38 \times 9 = 3.42$$

このF値を米国式に250°Fに於て規定すると

$$F = 0.83$$

併し殺菌の終点を10<sup>10</sup>の芽胞を破壊して1とする点を以てすると

$$F = 0.38(\log 10^{10} - \log 1) = 0.38 \times 10 = 3.8$$

となり、ロの項に記載の数値(グラフも同様)と一致する

ことになる。換言するとロの項に記載の数値は10<sup>10</sup>の芽胞を破壊して1とする処を殺菌終点としたものに該当する。

C. A菌についての測定値の Stumbo 氏法による処理、

a項に記載のA菌についての測定結果は、Stumbo 氏法によつて処理するためには、測定時間間隔が適当なものでなかつたので、陽性管と陰性管との混在する「温度一時間」がない。従つて其儘では Stumbo 氏法によつて「データ処理の仕用がない訳であるが、A菌についての実験データに於て、陽性管のみの得られた最高生残時間と陰性管のみの得られた最低死滅時間との中間時間に於ける結果が陽性管と陰性管との出現数が相等しものとしての仮定を設けて便宜的に Stumbo 氏法によつて「データ」の処理を試み、z値並びにF値を計算してみた。

1. D値の計算

(第七表)

加熱度	n	q	log n/q	$\bar{x} = 2.303 \times \log n/q$	$b = \bar{x} \times 9$	log b
125分/100°C	9	4.5	0.301	0.693	6.237	0.795
30分/105°C	9	4.5	0.301	0.693	6.237	0.795
7.5分/110°C	9	4.5	0.301	0.693	6.237	0.795

a	log a	log a - log b	U	$D = \frac{U}{\log a - \log b}$
$1.451 \times 10^9$	9.162	8.367	125	14.9
$1.451 \times 10^9$	9.162	8.367	35	4.2
$1.451 \times 10^9$	9.162	8.367	7.5	0.9

2. z値の計算

(第八表)

加熱温度	Y = D	log Y	X	X <sup>2</sup>	X log Y
100°C	14.9	1.173	15	225	17.595
105°C	4.2	0.623	10	100	6.230
110°C	0.9	-0.046	5	25	-0.230
		$\Sigma \log Y = 1.750$	$\Sigma X = 30$	$\Sigma X^2 = 350$	$\Sigma X \log Y = 23.595$

$$1.750 = 3 \log S + 30 I/z \dots \dots \dots (1)$$

$$23.595 = 30 \log S + 350 I/z \dots \dots \dots (2)$$

$$17.500 = 30 \log S + 300 I/z \dots \dots \dots (1) \times 10$$

$$6.095 = 0 + 50 I/z \dots \dots \dots (2) - (1) \times 10$$

$$z = 8.2 \quad S = 0.23$$

3. F値の計算

1.に於て実験値から算出したD値の対数と加熱温度との3個の関係点は殆んど近く一直線上に来るが、(第八図参照) B菌の場合の様に完全に一直線上に乗らない、そこでそれ等の三点をも良く満足せしめ得る直線を最小自乗法によつて第2項に於て求めたのであるから、其處で得るz値とS値とからD値を計算すると以下の様な数値が得られる。

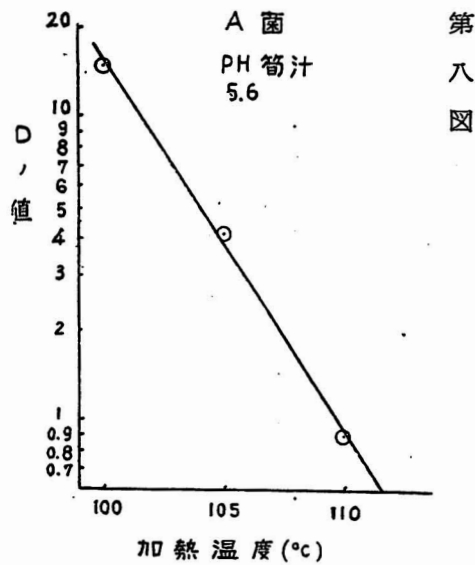
加熱温度	D 値
100°C	15.6
105°C	3.88
110°C	0.94
115°C	0.23
121.1°C	0.042

10<sup>9</sup>の芽胞を破壊して1とする点を殺菌終点として次にF値を計算すると以下の通りである。

$$F = 0.23 (\log 10^9 - \log 1) = 2.07$$

米国式に250°Fで規定すると

$$F = 0.042 (\log 10^9 - \log 1) = 0.38$$



d. pH6.6筍汁中に於けるA菌の耐熱性

A菌についてはpH6.6に調製した筍汁中に於ての加熱致死時間について測定を行つたものがあるので、併せて参考のため以下に記載して置くことにする。

1. 加熱致死時間の測定結果

(第九表)

加熱温度 (°C)	加熱時間 (分)	測 定 の 結 果				綜 合 結 果			
		第一回	第二回	第三回	第四回	+	-		
芽胞濃度 /	1 c. c.	460M	550M	490M	440M	485M			
100	150	+	+	+					
	200	+	+	+					
	250	+	+	+	+	+	+	12	0
	300	+	+	-	+	-	-	9	3
	350				-	-	-	0	9
	400				-	-	-	0	9
105	60	+	+	+					
	70	+	+	+					
	80	+	+	+	+	+	-	11	1
	90	+	+	-	-	-	-	6	6
	100				-	-	-	0	3
	110				-	-	-	0	9
110	10	+	+	+					
	15	+	+	+	+	+	+	12	0
	20	+	+	+	+	+	+	11	1
	25	-	-	-	-	-	-	0	12
	30	-	-	-	-	-	-	0	12

2. 加熱致死時間曲線の決定

イ、曲線の勾配“z”の決定

最高生残時間と最低死滅時間との中間値を Ball の加熱致死時間曲線の式中の Y にとつて、最小自乗法によつて z を計算すると以下の様な結果が得られる (詳細は pH5.6 筍汁にて A 菌について測定の間中の記載参照)

[1] 加熱温度	[2] 生残時間 (分)	[3] 死滅時間 (分)	[4] $Y = \frac{[2]+[3]}{2}$	[5] LogY	[6] X	[7] $X^2$	[8] XLogY
100	300	350	325	2.512	15	225	37.68
105	90	100	95	1.978	10	100	19.78
110	20	25	22.5	1.352	5	25	6.76
(第十表)				$\Sigma \log Y = 5.842$	$\Sigma X = 30$	$\Sigma X^2 = 350$	$\Sigma X \log Y = 64.22$

$$5.842 = 3 \log F + 30 I/z \dots\dots\dots(1)$$

$$64.22 = 30 \log F + 350 I/z \dots\dots\dots(2)$$

$$58.42 = 30 \log F + 300 I/z \dots\dots\dots(1) \times 10$$

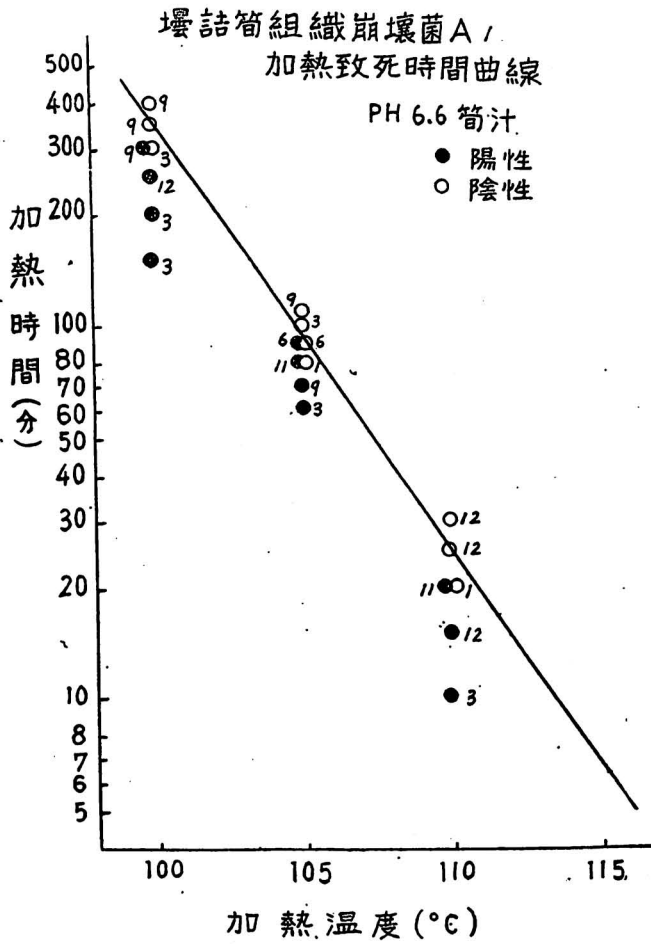
$$5.80 = 0 + 50 I/z \dots\dots\dots(2) - (1) \times 10$$

$$z = 50/5.8 = 8.625 \approx 8.6$$

ロ、115°C に於ける致死時間(F)の決定

上の計算にて求め得た z の値を

(1)式に代入すると F 値として 6.1 が得られるが、この F の値と z の値とによつて描かれる直線が 105°C に於て 88.4 分の点を通り、生残点の下方を通る故適当でない。先にも述べた様に Townsend 氏等の曲線決定に対する規定「すべての生残点の上方にある様に、曲線を決定しなければならない」に従ふことが必要であるから、半対数方眼紙上に z = 8.6 の勾配をもつた任意の曲線を描き、すべての生残点の上位に位置し、而も致死点の下方にある様な位置に曲線をずらし決定することが必要になる。そこで 110°C に於ける致死点 (25 分) を通る曲線を考えると 105°C に於ては 95 分の点 (生残点と致死点との中間) を通り、Townsend 氏等の規定を満すこととなる。従つてこの曲線を満足なものとして選ぶと、F 値として 6.6 が得られる。



ハ、Stumbo氏法によつて計算のz値

Stumbo氏法による測定値の処理の仕方其他についてはB菌の處に詳記しているから茲に再説することを省略する。

(第十一表)

加熱度	n	q	n/q	log n/q	$\bar{x}=2.303 \log n/q$	$b=\bar{x} \times 12$	logb
300分/100°C	12	3	4	0.602	1.386	16.637	1.221
90分/105°C	12	6	2	0.301	0.693	8.318	0.920
20分/110°C	12	1	12	1.079	2.485	29.819	1.474

a	loga	loga-logb	U	$D = \frac{U}{\log a - \log b}$
$1980 \times 10^6$	9.297	8.076	300	37.15
$1980 \times 10^6$	9.297	8.377	90	10.74
$1980 \times 10^6$	9.297	7.823	20	2.56



D値をBallの式のYにとって最小自乗法によつてz値を計算すると以下の様になる。

加熱温度	Y=D	log Y	X	X <sup>2</sup>	XlogY
100°C	37.2	1.5705	15	225	23,558
105°C	10.7	1.0294	10	100	10,294
110°C	2.6	0.4150	5	25	2,075
(第十二表)		$\Sigma \log Y = 3.0149$	$\Sigma X = 30$	$\Sigma X^2 = 350$	$\Sigma X \log Y = 35.927$

$$3.0149 = 3 \log S + 30 \cdot 1/z \dots \dots \dots (1)$$

$$35.927 = 30 \log S + 350 \cdot 1/z \dots \dots \dots (2)$$

$$30.149 = 30 \log S + 300 \cdot 1/z \dots \dots \dots (1) \times 10$$

---


$$5.778 = 0 + 50 \cdot 1/z \dots \dots \dots (2) - (1) \times 10$$

$$z = 50/5.778 = 8.65$$

華氏で示すと  $z = 8.65 \times 1.8 = 15.57$

Stumboの方法に従つてD値を出し、然る後にz値を計算しても、又前項に記載の様に最高生残時間と最低死滅時間との中間値を利用してz値を計算しても、其得られる数値は全く等し事は、B菌の場合に於て見たと同様である。

上に得たz値8.65を基礎に各加熱温度に於けるD値を計算すると以下の如くてある。

加熱温度 (°C)	D値
100	37.9
105	10.0
110	2.6
115	0.7
121.1	0.135

殺菌終点を10<sup>9</sup>の芽胞が1にまで破壊される点として、次に115°Cに於ける加熱致死時間(F)を計算すると

$$F = 0.7 (\log 10^9 - \log 1) = 0.7 \times 9 = 6.3$$

又米国式に 250°F (121.1°C) に於てF値を規定すると

$$F = 0.135 (\log 10^9 - \log 1) = 0.135 \times 9 = 1.22$$

測定値から計算されたD値と加熱温度との関係を半対数方眼紙上に描くと次10図の様である。

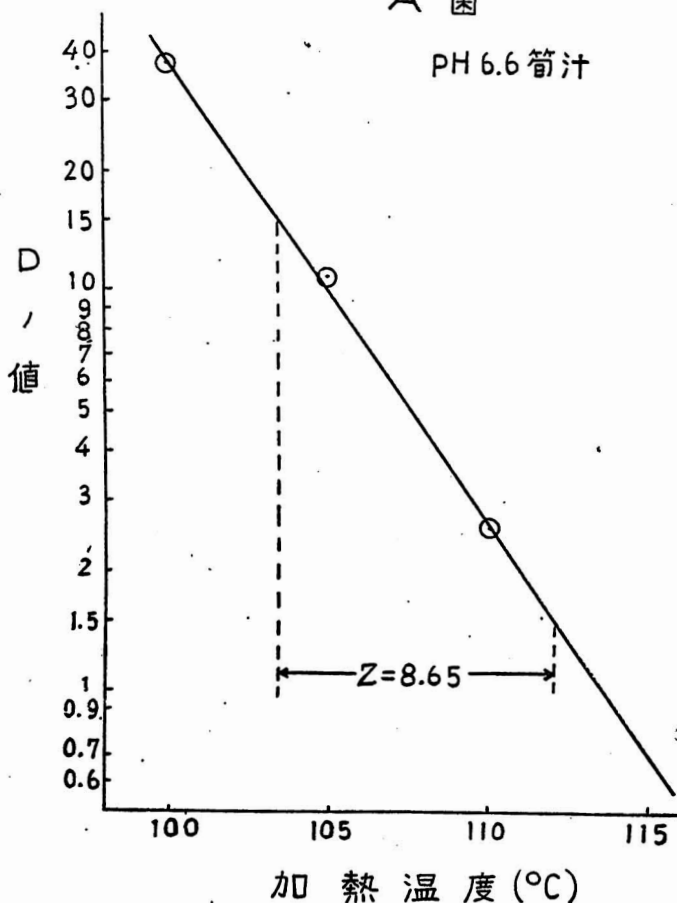
#### F. 白滝に対する崩壊作用

スキヤキの友の罐詰 (液汁のpH値5.6) 中の白滝を短く切つて液汁と共に滅菌試験管にとり、コッホの釜で24時間置きに30分間宛 100°Cで3回加熱して、滅菌したものの中に、其内の一にはA菌を他の一管にはB菌を接種し、外に無接種の対照管二本と共に、37°Cの温室内に放置

A 菌

PH 6.6 筍汁

第  
十  
図



約10間後に検した所、接種管に於ける白濁は崩壊していたが、対照管に於ては変化が見られなかつた。第11図写真参照

試験結果の摘要と考察

1. 堀詰筍が真空度を保有し、堀詰の外形上には異状を認めないに拘らず、内容物たる筍の組織が崩壊し業者間に於て、従来不思議な現象として考えられていた特異な堀詰筍の変敗原因について細菌学的な試験をした。
2. 其結果、筍の組織を崩壊させる細菌を分離する事が出来た。そして、夫等の細菌を以て、堀詰筍に於て見られると同様の組織崩壊の現象を試験管内に於て再現することが出来た。
3. それ等の細菌は、グラム陽性の好気性桿菌で、芽胞を形成し、瓦斯を生産せず 37°C に於て盛んに繁殖する。其内 A 及び B の 2 種類のものについて、特に其生理的性質を精査したが、培養基上に於ける集落の形体等に於て両種間に差違が認められるが生理的作用又は反応に於ては茲に試験の範囲内では全く等しきものであつた。
4. 堀詰筍崩壊菌 A 及び B について加熱致死時間の測定を行い、pH 5.6 の筍汁中にての測定結果では、z 値として A 菌に対しては 8.2 (華氏では 14.8)、B 菌に対しては 10 (華氏では 18)、又 pH 6.6 の筍汁中にての測定結果では A 菌に対する z 値として 8.65 (華氏では 15.6) を得た。z 値の計算

に於て、最高生残時間と最低死滅時間との中間値を Ballの式のYにとつて、最小自乗法によつて算出したz値と、Stumbo に従つてD値を出し、その値を Ball の式のYに代入して最小自乗法によつて算出したz値とは、完全に一致することが、A、B両菌の何れの場合に於ても見られた所である。

5. 115°Cに於ける加熱致死時間Fは、10<sup>9</sup>の芽胞が破壊されて1になる点を殺菌終点として計算してpH5.6の筍汁中に於けるB菌に対しては3.4分(250°Fで規定すると0.83分)、A菌に対しては2.1分(250°Fで規定すると0.4分)、又pH6.6の筍汁中に於けるA菌に対しては6.3分(250°Fで規定すると1.2分)と云う値を得た。

6. 100°C. に於ける加熱致死時間を、5項に記載と同様な殺菌終点を基礎に算出すると以下の様な数値を与える。

pH5.6 の筍汁中でのA菌に対しては……………140分  
pH5.6 の筍汁中でのB菌に対しては……………108分  
pH6.6 の筍汁中でのA菌に対しては……………341分

比較的pH価の高い製品で、而もこの種の細菌によつて相当程度に汚染された場合、熱の伝達速度の緩慢な罐詰の製造に当り、水の沸点で殺菌加熱を行うには、可成長時間加熱しなければ安全とは云えない。

併し酸を添加してpHを4.8以下にすれば本菌に関する限りに於ては問題はない。

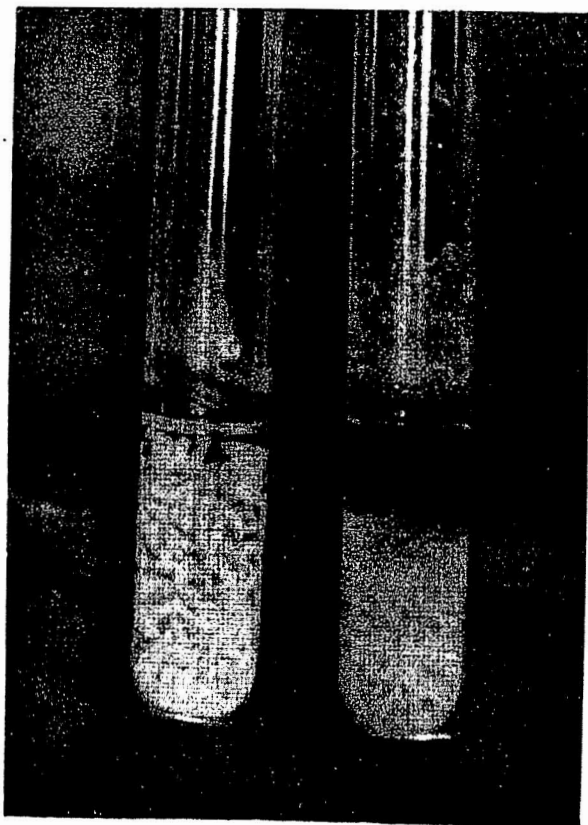
7. A及びBの両菌は白滝を分解して其形態を崩壊させる。

(附 記)

本試験は岡山県食品株式会社の篠原和吉氏の依頼によつて行つたものである事は先に記した通りであるが、其後香川県農販協連麻工場の大西真一氏からも資料の送附を受けた。又この試験に要した材料の一部を大阪合同罐詰の前田勉氏に提供して貰つた。又本試験の実施に当つて宮田君子嬢の助力を得た。是等の諸氏に感謝する。

#### 文 献

- (1) 志賀、岡屋、罐壘詰時報 29(9), 85, 1950.
- (2) 福本、岸、科学と工業 24(9), 283, 1950.
- (3) Bigelow, J. Infectious Diseases, 29, 528, 1928.
- (4) Ball. Univ. of Calif. Publication in Public Health I, No. 2, 15, 1928.
- (5) Stumbo et al. Food Technology, 4(8), 321, 1950.
- (6) Townsend et al. Food Research, 3(3), 323, 1938.



第十一図 白濁の崩壊