HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	イカ完全利用に関する研究：第17報 イカ罐詰におけるフラット・サワーについて
Author(s)	谷川, 英一; 長沢, 善雄
Citation	北海道大學水産學部研究彙報, 9(2), 138-144
Issue Date	1958-08
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/23038
Type	departmental bulletin paper
File Information	9(2)_P138-144.pdf

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

イカ完全利用に関する研究

第17報　イカ罐詰におけるフラット・サワーについて

谷川英一・長沢善雄
（北海道大学水産学部水産食品製造学教室）

Studies on the Complete Utilization of Squid (*Ommastrephes sloani pacificus*)

XVII. On the "flat sour" of canned squid meat

Eiichi TANIKAWA and Yoshio NAGASAWA

Abstract

Squid meat is processed in the can in Japan. A putrefaction of "flat sour" in canned squid has been known to happen like that which happens rarely in canned crab.

The authors have tried to ascertain the cause of the "flat sour" in canned squid which has been judged to be the putrefaction at the inspection for export. The soured substances produced in canned squid meat were confirmed to be lactic acid, formic acid, succinic acid, citric acid etc., by paper chromatography. A facultative, short rod shaped bacterium was isolated from the canned squid. This bacterium does not produce gas. The isolated bacterium can actively decompose carbohydrates, and produce the acids. This bacterium may bring about "flat sour".

Here, the authors have calculated the adequate processing time at 6-pound pressure (110° C) from the thermal death curve of the isolated bacterium and the heat penetration curve in the canned squid from Bigelow's general method, and have found the time should be above 102 minutes (added 20% of safety time factor according to Lang[8]). The processing time for which the sterilization of the canned squid has practically carried out has been 60 minutes at 6-pound pressure. That time is clearly insufficient, therefore understerilization was ascertained.

When the isolated bacterium was inoculated in the canned squid meat, the soured substances were ascertained just as described above. Thus it was found that isolated bacterium has caused the "flat sour" of the canned squid. In order to prevent the putrefaction by those "flat sour" phenomena, the processing time should be prolonged above 102 minutes, or the processing temperature should be raised.

イカ，カニのような動物の筋肉中にグリコーゲンの多量に含まれているものを罐詰とした場合，しばしば"フラット・サワー"（Flat sour）という型式の腐敗が起る。"フラット・サワー"とは罐詰の外表面は正常罐と変りはないが，内部の肉質が酸つぱくなつている現象をいうのである。従来"フラット・サワー"の原因としては好熱性ガス非形成細菌の発育[1]によるとされていたが，谷川及び元広[2]はカニ罐詰の"フラット・サワー"において罐詰内は無菌にもかかわらず，肉質が明らかに酸味を帯びているものを研究し，その原因として肉詰前すでに肉蛋白が細菌によつて分解し，これが密封殺菌加熱後罐内は無菌となるも酸性分解生産物の蓄積により"フラット・サワー"の現象を起すことを実証した。併し今回輸出検査において"フラット・サワー"と判定されたイカ味付罐詰においては明らかに耐熱性細菌が分離され，その耐熱性よりみてその原因が殺菌不足ということが判つたので，ここにその実験結果を報告する。

実　　験

Ⅰ．試料罐詰

供試罐詰は某罐詰株式会社製イカ味付罐詰（5号罐）2個である。これら2個の罐詰の外観及び巻締部の状態は正常であり，開罐後の内容物の状態は第1表のようである。

Table 1. Conditions of flat-soured cans at the inspection when the cans were opened

Items \ Sample	A-Can	B-Can
Quality of meat	Less toughness Acid in taste	Similar as A-Can
Flavor	Strong acid smell	Similar as A-Can
Juice	Discolored of "Shoyu" (soy bean sauce)	Similar as A-Can
pH of juice	3.45	3.46
Sealing	Good	Good
Remarks	Some part in the container blackened	Similar as A-can

Ⅱ．細菌の分離

1．供試罐詰よりの細菌分離

常法によつて供試罐詰より好気的ならびに嫌気的培養法によつて37°C及び55°Cにおいて夫々細菌を分離し純粋培養を行つた。純粋培養菌は短桿菌で55°Cにおいても発育するが，この場合にはその発育は37°Cに比し遅かつた。それらの検鏡及び培養性質検査により1種の細菌（A_1）を得たが，通性嫌気性細菌であつた。

2．分離細菌の理化学的性質

(1) 発育限界pH：至適 pH は 7.0，発育限界 pH は4.0～9.0 であつた。

(2) 硝酸塩還元作用：硝酸塩還元作用を有す。

(3) インドールの生成：インドールを生成しない。

(4) 硫化水素の生成：硫化水素を生成しない。

(5) 糖類の分解：glucose その他の糖類を夫々含有せしめた Barsiekow 培養基を用い，糖類の分解作用をみた。その結果は第2表に示すように，それぞれ分解して酸類を生成するも，ガスは形成されなかつた。

このように糖類を分解し，ガスを形成せず酸を生成することは本罐詰のような"フラット・サワー"罐には重要な意義を有するものである。

3．分離細菌の類縁

培養検査の詳細な記載は省略するが，その培養的性質及び理化学的性質その他より Bergey's Determinative Bacteriology[3] によれば ***Bac. subtilis*** に類似しているのであるが，その正確な種名については目下研究中である。しかし後述の耐熱性よりみてもこの細菌が原因細菌であることは推定できる。

Ⅲ．供試"フラット・サワー"罐詰より酸類の検出

1．酸類の検出法

Table 2. Decomposability of carbohydrates of the isolated bacterium, A_1

Days of cultivation	Items \ Carbohydrates	Glucose	Dextrose	Galactose	Mannose	Lactose	Sucrose
0	pH	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4
2	pH	6.5	6.4	6.3	6.4	7.4	6.0
	gas	−	−	−	−	−	−
	colony	+	+	+	+	+	+

Maltose	Xylose	Arabinose	Rhamnose	Inulin	Starch	Glycogen
7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.0
6.2	6.6	7.0	7.0	6.8	7.3	6.8
−	−	−	−	−	−	−
+	+	−	+	+	+	+

次に供試"フラット・サワー"罐詰肉中に生成された酸類の検出を行つた。即ち前記供試罐の肉を細砕しこれに同量の水を加え攪拌し，24時間放置後濾過し，その濾液につき第1図のような操作[4]により酸類を検出した。なお表中の〔A〕〔B〕の有機酸の確認は一次元ペーパー・クロマトグラフィーによつた。この場合，〔A〕及び〔C〕～〔F〕中の Ca 塩は 0.1% HCl 溶液で，金属塩は H_2S で酸を遊離せしめた後行つた。

2. 検出された有機酸類

クロマトグラフィーで検出した結果，〔A〕の Rf 値は 0.412 で乳酸であること，〔B〕では Rf 値 0.01～0.34までかすかに認められたので，乳酸以外の有機酸即ち蟻酸，酒石酸，コハク酸，クエン酸等が少量存在することが推定された。

3. 分離細菌を再接種せる罐詰よりの有機酸類の検出

前項で分離した細菌を新たに製造したイカ罐詰（殺菌済のもの）中に再接種し，接種した孔はハンダ付けし，37°Cに約1ヶ月間放置し，この罐詰肉について前記と同様の方法で有機酸類の検出を行つた。その結果によれば乳酸，蟻酸，コハク酸，クエン酸などが検出された。この結果からみてもこの分離細菌が罐詰内に存在すればガスを出さずに酸類を生成して"フラット・サワー"罐となることは明らかである。

Ⅳ. イカ味付罐詰における適正殺菌時間の算出

前項までの実験によつて，今回供試された"フラット・サワー"罐詰は耐熱性の強い細菌が罐詰の殺菌加熱に耐えて残存し，発育してガスは出さないが，酸類を生成したため生じたものと推定された。ここではこの分離細菌の耐熱性を示し，本罐詰がどれほど殺菌加熱不足であつたかを示そう。

1. 分離菌の胞子耐熱性試験

今回分離した細菌を常法[5]により生理的食塩水中に懸濁せしめ（1 *cc.* 当り 80×10^6 の胞子を含む），これを 15，10，8，及び6ポンドでそれぞれ加熱し，その胞子の耐熱性をみた。その結果は第3表及び第4表に示す如くである。

この結果より明らかなように分離細菌の胞子は6ポンド 60 分の加熱に耐え，相当耐熱性の強いことが判る。

Fig. 1. Identification scheme of the organic acids produced in the "flat soured" can

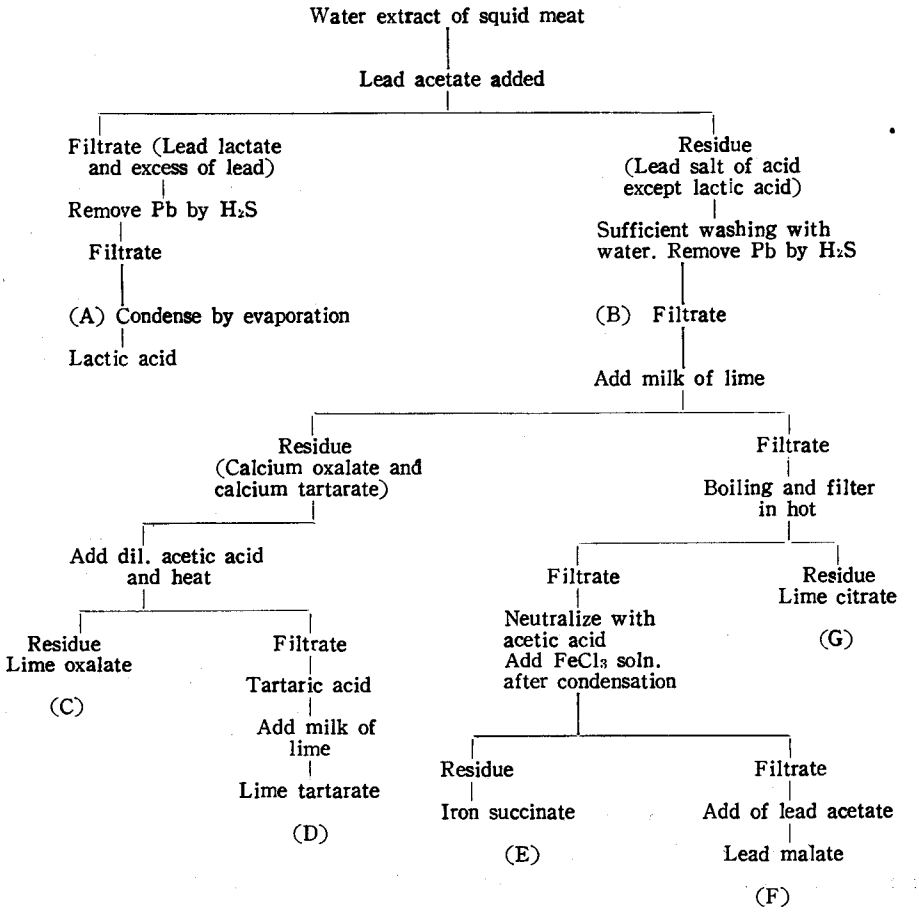

Table 3. Heat resistance of the isolated bacterium at various temperatures

Time (min.) / Temp. (or Press.)	5	10	20	30	40	50	60	70
249.7°F (15 lbs.)	− − −	− − −	− − −	− − −	− − −	− − −	− − −	− − −
239.4°F (10 lbs.)	+ + +	+ + −	− − −	− − −	− − −	− − −	− − −	− − −
234.8°F (8 lbs.)	+ + +	+ + +	+ + +	− + −	− − −	− − −	− − −	− − −
229.8°F (6 lbs.)	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +	+ + −	+ + +	+ + −	− − −

Table 4. Numbers of spore survived after the heating of 250°F (15 lbs.)

Time (sec.)	10	30	60	90	120	180	240	0
Numbers of spore survived	65×10^3	23×10^3	31×10^2	50	3	5	1	80×10^6

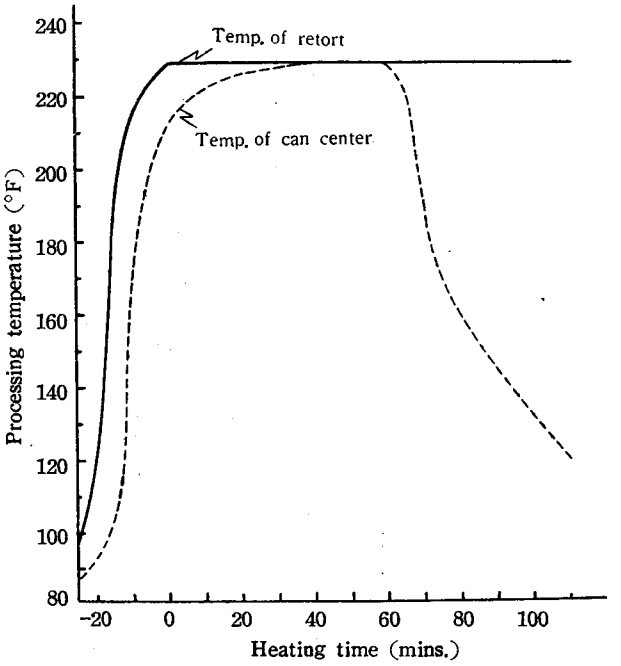

Fig. 2. Heat penetration curve of the canned squid meat (Can size: No. 5) in the processing of 229.8°F (6 lbs. pressure)

2. イカ罐詰内の熱伝導試験

供試した"フラット・サワー"罐と同型の5号罐にイカ肉を肉詰し，6ポンド (229.8°F) で1時間加熱殺菌するときの罐内の熱伝導を知るためサーモ・カップルを用いて罐内中心温度とレトルト温度との関係をみた。その結果第2図に示すように本罐詰の罐内熱伝導様式は broken heating curve に従うことが判る。

3. 適正殺菌加熱時間の算出

第4表及び第3表の結果を反対数グラフに示したのが第3図及び第4図である。第3図および第4図より明らかなように細菌の死滅速度曲線および死滅時間曲線はそれぞれ直線で示され，$Z=0.73$分，及び $z=16$°F なることが判つた[6a)]。

ここで第2図，第3図，第4図を用いて Bigelow の General method[7)] に従つて適正殺菌時間を求めると次のようになる。即ち細菌の致死量を A とすると

$$A=\frac{1}{F}\int Ldt \quad \cdots\cdots (1)$$

で表わされ，(1) 式中 L は致死率価，t は加熱時間，また F は 250°F (15ポンド蒸気圧) における細菌の死滅時間で，この場合は Arrhenius の式 (2) 中の $T_{\theta m}$ に相当し

$$log\frac{T_{\theta m}}{T_\theta}=\frac{\theta'-\theta_m}{z} \quad \cdots\cdots (2)$$

標準温度 250°F (θ') に対する細菌の死滅時間 $T_{\theta n}$ (即ちF値) は第4図から任意の温度 θ_m に対する死滅時間 $T_{\theta m}$ 及び z の値が決定すれば自ら算出することが出来る。この結果 F 値として4分の値を得た。

なお上記 (1) 式中の L は次の (3) 式で表わされる。

$$L=log^{-1}\frac{\theta_c-250^\circ}{z} \quad \cdots\cdots (3)$$

ここに θ_c は罐内中心温度，z は前掲の加熱死滅時間直線の傾斜度 (ここでは $z=16$) である。

(3) 式に z 及び第2図における罐内中心温度 θ_c を代入して各時間における L の値を求め，縦軸に致死率価

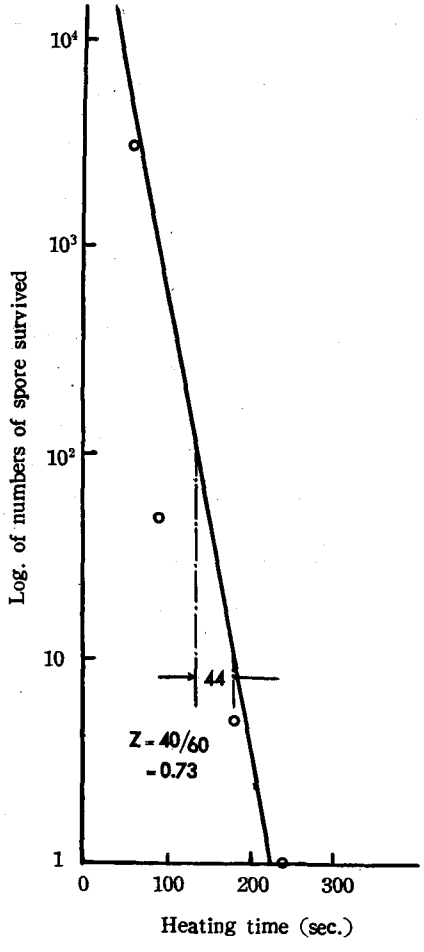

Fig. 3. Thermal death rate curve of the isolated bacterium, A_1

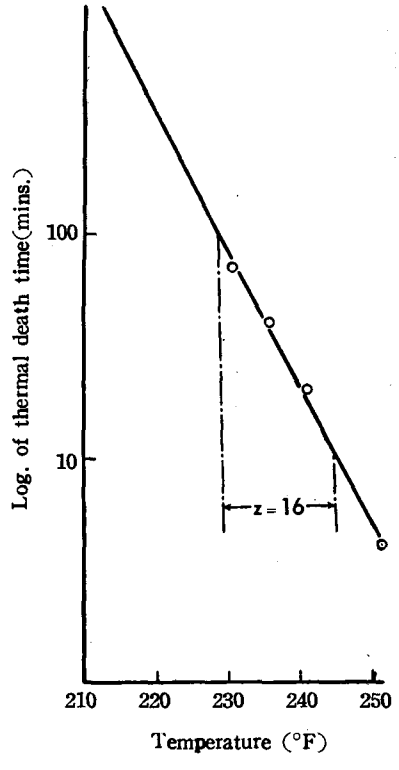

Fig. 4. Thermal death time curve of the isolated bacterium, A_1

(L), 横軸に殺菌時間 (t) をとり，図示すると第5図に示すように致死率価曲線が得られる。この致死率価曲線と横軸とで囲まれる面積は (1) 式より A に比例し，A が1のときは殺菌加熱が完全に行われたこととなる。

しかして仮りに横軸で d 分が1 cm で表わされ，縦軸で $L=1$ が m (cm) で表わされるならば面積が m/d (cm^2) のとき A が $\frac{1}{F}$ であるから面積 S (cm^2) の時の致死量は

$$A = \frac{S}{F} \cdot \frac{d}{m} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots (4)$$

で示される。第5図において致死率価曲線の下の面積は 49cm^2 と計測され且つ d 及び m は夫々10分及び 200cm となるので

$$A = \frac{S}{F} \cdot \frac{d}{m} = \frac{49}{4.0} \times \frac{10}{200} = 0.613$$

となり，明らかに殺菌不足であることが判る。そこで A が1となるような殺菌条件，即ち分離細菌に対す

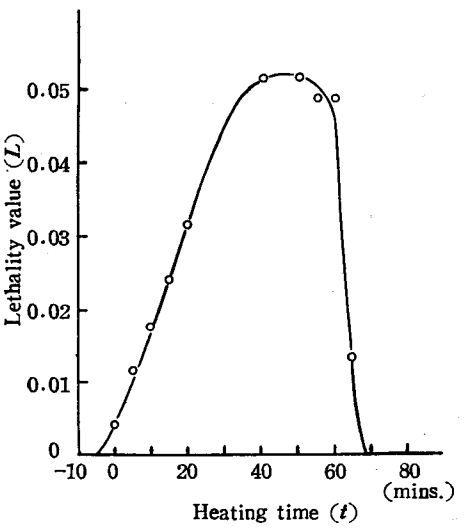

Fig. 5. Lethality curve showing the relation between the L value and the processing time, t

る理論的な殺菌時間を求めると6ポンドで85分となり，これにLang[8]の安全率20% を加算すると102分となる。即ち本実験で分離された細菌がイカ罐詰内に含有される場合，供試罐詰製造において行われた殺菌条件，即ち6ポンド，60分の殺菌加熱では明らかに不十分であつたことが判る。

V．結論

供試された“フラット・サワー”罐詰は罐の表面が平坦であり，内容物のpHは3.45で酸性が甚だしく明らかに“フラット・サワー”の現象を呈している。これから細菌を分離するとこの細菌は耐熱性強く，明らかに酸を生成する。この細菌を新たに作つた罐詰に再接種しても供試罐と同じような酸類が検出される。この細菌の耐熱性と供試罐詰と同じ種類の罐詰の罐内熱伝導曲線とより適正殺菌加熱時間を算出すると理論的には6ポント85分間の加熱殺菌を必要とし，供試罐詰を製造したときの殺菌条件（6ポンド，60分間）では明らかに殺菌不足であることが判つた。なお該分離菌の正確な種名については目下研究中である。

要　　約

カニ罐詰と同じようにイカ罐詰においても“フラット・サワー”という現象が起つた。著者らはイカ味付罐詰が輸出検査の際，“フラット・サワー”と判定された罐詰についてその原因を確めた。肉中に生じた酸味物質をペーパー・クロマトグラフィーで調べたところ，乳酸，蟻酸，コハク酸，クエン酸などであることを知つた。この供試罐詰より細菌を分離したところ1種のガス非形成の通性嫌気性の短桿菌を得た。これは炭水化物類をはげしく分解し，酸を形成する細菌で耐熱性も強い。ここでこの細菌の耐熱性とこのイカ罐詰の熱伝導曲線よりその適正殺菌時間をBigelow's general methodで計算したところ，工場における殺菌温度6ポンド（110°C）において102分（安全率20%を加算して）となり，実際工場において行つた殺菌時間，60分では明らかに殺菌不足であることが判つた。

この分離細菌を罐詰に再接種したところ，供試罐と同じような酸味物質を得たのでこの細菌によつて“フラット・サワー”が起つたことは明らかであり，このような変敗を防ぐには殺菌時間を102分以上に延長するか，または殺菌温度を更に上げるようにしなければならない。

文　　献

1) 谷川英一（1956）．罐詰の製造〔229p.〕東京；紀元社．
2) 谷川英一・元広輝重（1955）．日本水産学会秋期大会講演発表．
3) Robert S. Breed *et al.* (1948). Bergey's Manual Determinative Bacteriology, Ed. 6.〔708p.〕Baltimore; The Williams &. Wilkins Co.
4) 藤田　穆（1933）．有機分析．213p. 京都；カニヤ書店．
5) 谷川英一（1956）．罐詰の製造．〔218p.〕東京．紀元社．
6a) 谷川英一（1956）．同　　上．〔126～129p.〕東京：紀元社．
6b) 谷川英一（1956）．同　　上．〔137p., 150p.〕東京：紀元社．
7) Bigelow (1920). *Natl. Canners Assoc. Bull.* 16-L.
8) Lang (1935). *Univ. of Calif. Pub.* 2 (1), 1.