

図4 食品R (ほたての塩焼) の熱伝導試験結果

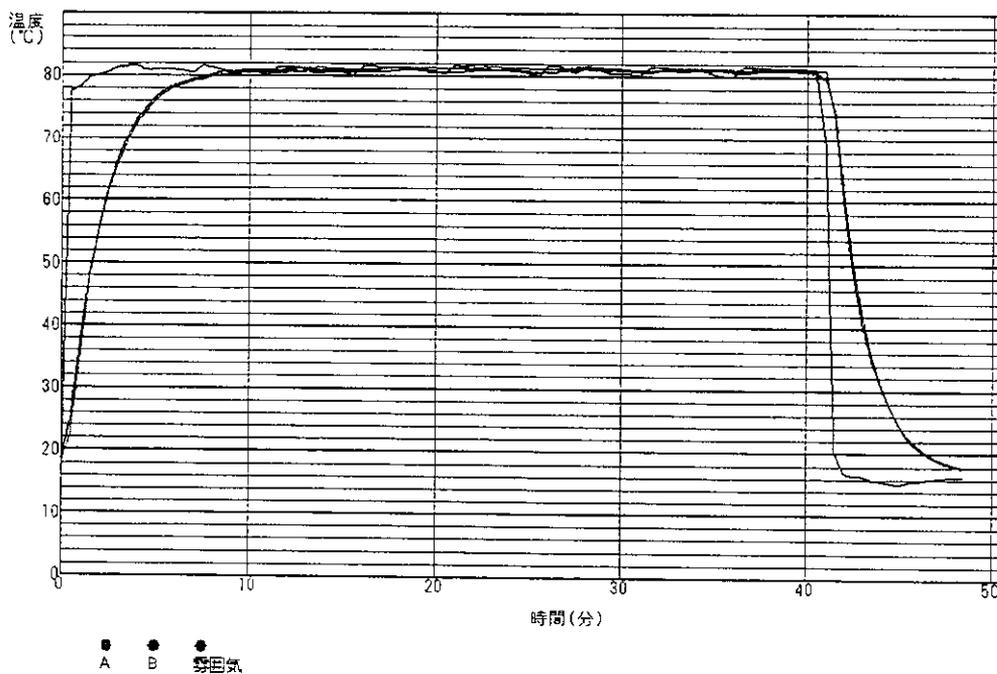


図5 食品S (きんぴら大根) の熱伝導試験結果

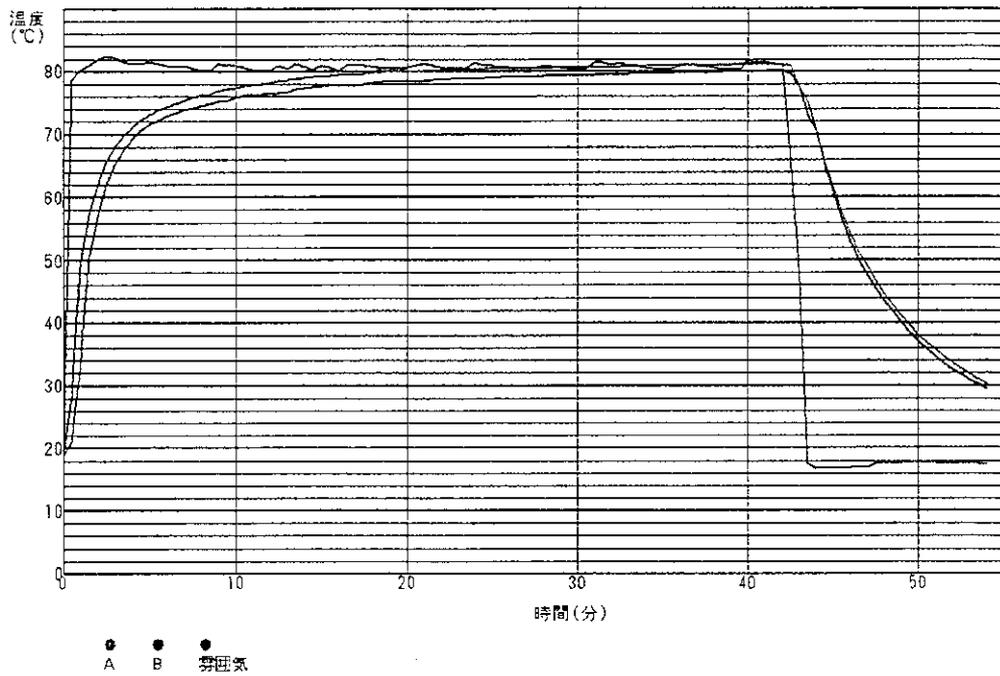


図6 食品T (筑前煮) の熱伝導試験結果

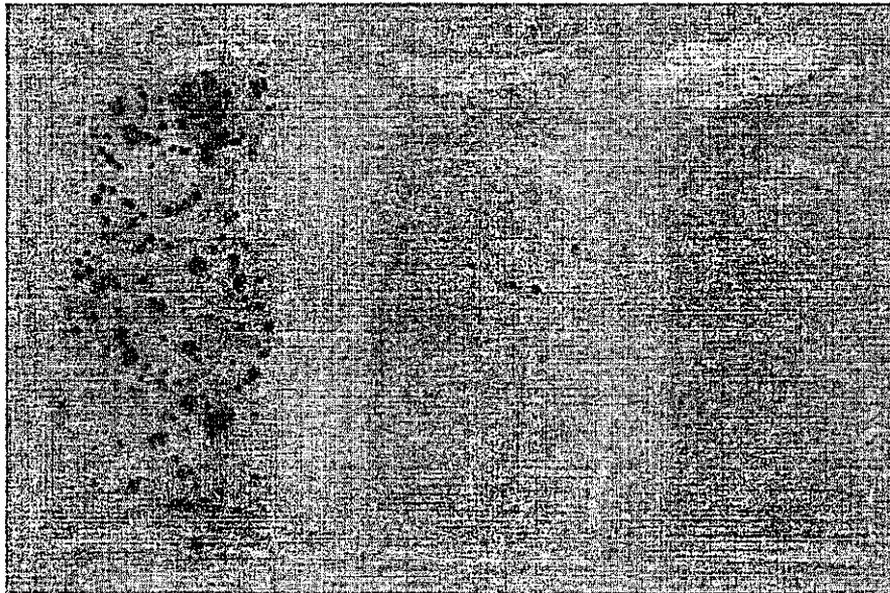


図7 パウチ法によるクロストリジア属菌数測定

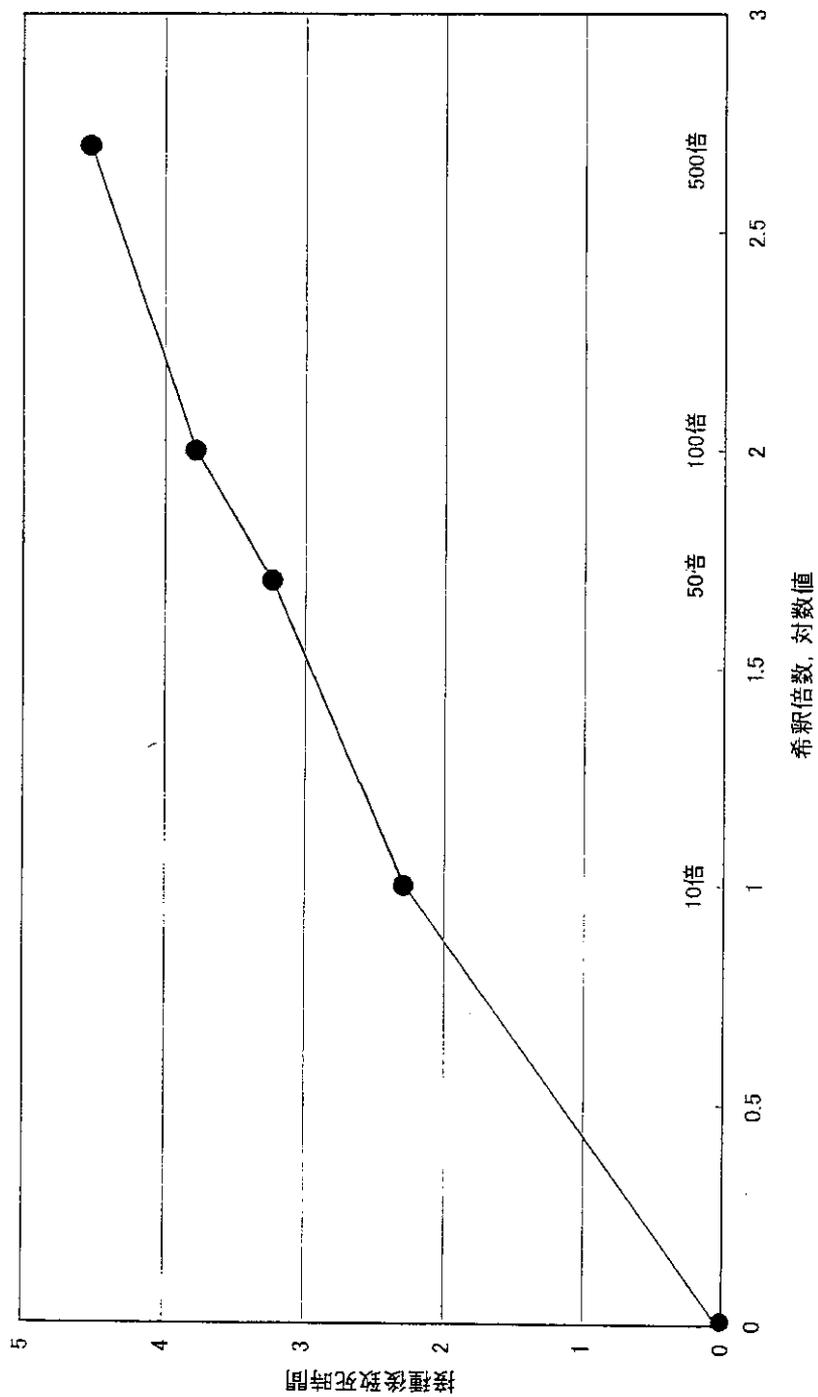


図8 試験液の希釈倍率とマウス腹腔内投与後の致死時間

容器包装詰食品の pH 及び水分活性の実態調査

臂 博美 (福岡県田川保健福祉環境事務所)

井上 大作, 佐伯 法高, 居倉 修史, 清島 綾子 (福岡県筑紫保健福祉環境事務所)

岩永 芳博 (福岡県田川保健福祉環境事務所)

野中 寿子, 松下 隆志, 牧草 由紀夫, 中嶋 桂子 (福岡県久留米保健福祉環境事務所)

堀川 和美 (福岡県保健環境研究所)

研究要旨 福岡県内において、気密性容器包装形態で常温のまま長期間の品質保持期限が設定され、流通販売されている 48 品目の食品について、買上検査を実施し、それぞれ pH 及び水分活性 (以下、「Aw」という.) を測定したところ、15 品目の食品は pH が 4.6 を超え、かつ Aw が 0.94 を超える値を示していた。

A. 研究目的

「容器包装詰低酸性食品のボツリヌス食中毒に対するリスク評価」を実施するに先立ち、ボツリヌス添加試験の検体を選定するため、福岡県内において気密性容器包装形態で常温のまま長期間の品質保持期限が設定され、流通販売されている食品の内から、文献上、ボツリヌスが発芽増殖する可能性があるといわれる、pH が 4.6 を超え、かつ Aw が 0.94 を超える食品を選別することを目的とした。

B. 研究方法

1. 供試食品

県内 3 保健福祉環境事務所に設置している食品衛生広域専門監視班により、大規模小売店を中心に 48 品目の食品の買上を行い、福岡県保健環境研究所・病理細菌課において pH 及び Aw を測定した。測定にあたっては、一品目の食品について 2 検体を測定、平均値を求め、これを元に評価した。

なお、食品群の分類については、福岡県における収去検査の際用いる食品分類を使用した。

2. Aw 及び pH 測定

各食品 2 袋を用いて Aw と pH を用いて測定した。Aw は水分活性測定装置 (ロトロニック製 HYGRO-LAB)、pH は東亜デーケーケー株式会社製の HM-30G で、電極は同社製 GST-5721C を用いて測定した。pH の測定は、液汁のある食品はそのまま、液汁のない食品は等量若しくは 2 倍量の蒸留水を加え、ブレンダーで均一化した後、測定した。

C. 研究結果

食品 48 品目の pH 及び Aw の測定結果は、以下のとおりであった (表 1-3)。

- ① pH が 4.6 以下且つ Aw が 0.94 以下の食品は、48 品目中 3 品目 (6.3%) であった。
- ② pH が 4.6 以下で Aw が 0.94 を超える食品は、48 品目中 9 品目 (18.8%) であった。
- ③ pH が 4.6 を超え Aw が 0.94 以下の食品は 48 品目中 21 品目 (43.8%) であった。
- ④ pH が 4.6 を超え且つ Aw が 0.94 を超える食品は 48 品目中 15 品目 (31.3%) であった。食品 15 品目の内訳は、以下のとおりであった。

- a そうざい 6品目
- b 野菜類加工品 5品目
- c 穀類加工品 3品目
- d 卵加工品 1品目

上げます。また、pH及びAw測定にご協力
頂きました佐伯かおり様に感謝致します。

D. 考察

今回48品目中15品目がpHが4.6を超え、かつAwが0.94を超える食品であることが判明した。特に「そうざい」では、6品目すべてが該当していた。文献上、pHが4.6を超え、Awが0.94を超える食品中では、温度条件によりボツリヌスの発芽増殖が起こる可能性があるとされており、このような食品の殺菌方法及び流通時の温度管理はボツリヌスの危害防止上極めて重要であると考えられる。今後、これらの食品への添加試験等を行い、ボツリヌス増殖の可能性を検討するとともに、これらの食品の製造工程及び流通工程にかかわる情報を収集し、製造工程中の殺菌条件の有効性及び流通工程における温度管理の必要性についても検討する必要があると考えられる。また、米国FDAでは、pHが4.6以上且つAwが0.85以上のものをlow-acid foodと定義している。今回の調査結果では、pHが4.6以上且つAwが0.85以上で0.94未満のものが、19品目あり、今後、これらの食品について、ボツリヌス菌以外の菌の増殖の可能性について検討する必要があるものと考えられる。

E. 結論

ボツリヌス添加試験に係る検体のスクリーニング検査の結果、15品目の食品を当該試験の検体として使用できることが判明した。

F. 謝辞

本調査に際し、貴重なご助言を頂きました福岡県保健福祉部生活衛生課の皆様に御礼申

表1 買上食品の分類とpHとAwの測定結果

買上食品の分類	買上品目	pH:4.6以下, Aw:0.94以下の品目	pH:4.6以下, Aw:0.94超えの品目	pH:4.6から7.0, Aw:0.94以下の品目	pH:4.6超え, Aw:0.94超えの品目
野菜類加工品	19	2	2	10	5
穀類加工品	8		5		3
そうざい	7				6
魚介類加工品	4			5	
食肉・卵加工品	4			3	1
菓子類	3		1	2	
調味液	2	1		1	
海藻加工品	1		1		
合計	48	3	9	21	15

表2 買上食品のうちpHが4.6を超え且つAwが0.94を超える食品

番号	品名	分類	平均値	
			pH	Aw
1	トマトとアスパラガスの・・・	そうざい	4.6	0.96
2	玉子入りおでん(2個束)(汁)	そうざい	6.5	0.95
3	出雲風おでん2人前	そうざい	6.5	0.97
4	味付博多おでん	そうざい	6.4	0.97
5	玉子入りおでん(汁)	そうざい	6.6	0.95
6	おでん	そうざい	6.4	0.97
7	サラダクラブヤングコーン	野菜類加工品	5.0	0.95
8	サラダクラブコーンホール	野菜類加工品	6.5	0.94
9	ゆでピーナッツ	野菜類加工品	6.6	0.95
10	塩えんどう豆	野菜類加工品	6.4	0.95
11	ゆであずき(小豆水煮)	野菜類加工品	6.6	0.95
12	加圧釜炊きごはん	穀類加工品	7.2	0.95
13	あったかごはん(包装米飯)	穀類加工品	7.3	0.96
14	鶏ごぼうごはん(米飯類)	穀類加工品	6.4	0.95
15	うずら卵水煮	食肉・卵加工品	6.7	0.96

表3 買上食品のうちpHが4.6を超え且つAwが0.85以上から0.94以下であった食品

番号	品名	分類	平均値	
			pH	Aw
1	天津割れむき栗	野菜加工品	5.9	0.93
2	金時豆	野菜加工品	6.4	0.92
3	ピリ辛串こん	野菜加工品	6.8	0.94
4	直火烧 栗	野菜加工品	5.9	0.93
5	味付シイタケ	野菜加工品	5.1	0.92
6	栗甘露煮	野菜加工品	5.8	0.90
7	たかな油いため	野菜加工品	4.8	0.91
8	甘納豆 かのこ	野菜加工品	6.8	0.90
9	ゆであずき	野菜加工品	6.9	0.91
10	熟甘焼栗	野菜加工品	6.1	0.94
11	やわらか豚角煮	食肉・卵加工品	5.9	0.92
12	味付とんそく	食肉・卵加工品	7.0	0.93
13	煮込みハンバーグ	食肉・卵加工品	5.7	0.93
14	味付ばい貝	魚介類加工品	6.9	0.91
15	にしん	魚介類加工品	5.8	0.91
16	さけフレーク	魚介類加工品	5.8	0.89
17	さばみそ煮	魚介類加工品	6.2	0.94
18	逆大学芋	菓子類	5.3	0.89
19	大学芋	菓子類	5.4	0.89

平成 14 年度厚生労働科学研究費補助金（食品・化学物質安全総合事業）

分担研究報告書

研究課題：容器包装詰低酸性食品のボツリヌス食中毒に対するリスク評価
（不活性ガス充填容器包装詰加圧加熱殺菌食品へのボツリヌス菌芽胞の接種保存実験）

分担研究者	浅尾 努	大阪府立公衆衛生研究所
研究協力者	久米田裕子	大阪府立公衆衛生研究所
研究協力者	河合高生	大阪府立公衆衛生研究所

研究要旨

近年の食品製造技術の進歩や消費者の食生活の変化等により、常温で長期間の流通が可能である「容器包装詰低酸性食品」、あるいは「レトルト類似食品」と通称される食品の生産量が増加する傾向にある。これらの食品は潜在的にボツリヌス中毒の原因となる危険性を有するので、その予防対策の構築は重要かつ緊急の課題となっている。今年度は、不活性ガス充填容器包装詰加圧加熱殺菌食品で、常温で流通している 3 種類の食品中でのボツリヌス菌芽胞の発芽増殖性と毒素産生性を検討した。これらの食品は国際的には低酸性食品に分類される。実験には A 型ボツリヌス菌 4 株およびタンパク分解性 B 型ボツリヌス菌 1 株の計 5 株から作製した芽胞を使用した。それぞれの芽胞を同数になるように混合した芽胞液を、食品 1 品目につき 5 検体にそれぞれ 10^4 CFU/g オーダーになるように接種し、再密封後に 30℃で保存した。

理化学的性状から、3 種類の食品中でもっともボツリヌス菌の増殖に適していると予想された「豚汁の具」（水分活性：0.99 以上、pH：6.2）は、5 検体中 3 検体で保存 5～6 日目にガス発生のために容器の膨張が起こった。最終的には保存 13 日目までには残りの 2 検体の容器も膨張した。いずれの食品も、ボツリヌス菌数は $10^7 \sim 10^8$ CFU/g オーダーに達した。検出した毒素は A 型+B 型の 1 検体を除いて、他の 4 検体はすべて A 型単独であり、その毒力は約 10^5 マウス ipLD₅₀/g であった。この食品とほぼ同じ pH を有するが、水分活性の低い（0.96）「サバの照り焼き」は容器が膨張するま

で14日間を要した。検出した毒素はA型単独の1検体を除いて、他の4検体はすべてA型+B型であり、その毒力は約 10^4 マウスipLD₅₀/gであった。5検体ともボツリヌス菌数は 10^7 CFU/g前後まで増加した。これらの食品とは異なり、水分活性は0.99以上を示したが、pHが4.5~4.6(90日保存後)と低かった「きのこの具」では、ガス発生による容器の膨張が認められなかった。ボツリヌス菌の増殖および毒素の産生も起こらなかった。

今回の実験に供した3種類の食品中、「サバの照り焼き」と「豚汁の具」はその理化学的性状(pH、水分活性)からボツリヌス菌の増殖が可能であると予測された。ボツリヌス菌芽胞の接種実験により、これらの食品は原材料が何らかの原因でボツリヌス菌芽胞による汚染を受け、その芽胞が製造工程中の加熱不足等の原因で生残すれば、食中毒の原因となる可能性があることを実証した。一方、「きのこの具」では、菌の増殖や毒素産生は起こらなかった。食品のpHがボツリヌス菌の発育下限付近であり、予測される妥当な結果であった。

方法

一般的な実験法は各分担研究者とも統一された方法で実施し、それは総括研究報告書に記載されているので省略する。

毒素検出用のマウスは、ddY(クリーン、日本SLC)、約20g(4~5週齢)の雄を使用した。毒素の定量試験は、試料0.1mlをマウス尾錠脈内に注射し、死亡するまでの時間を測定することにより、換算式から腹腔内LD₅₀/mlを算出した。

pHメーターはHORIBA、F-12を使用した。pHを測定するための電極は専用とし、実験途中はアルコール等で消毒した。電極は少なくとも2本用意し、使用した電極は実験終了時にオートクレーブし廃棄した。

実験に供した食品は、透明パウチに包装された「サバの照り焼き」、およびアルミパウチに包装された「きのこの具」と「豚汁の具」であった。

芽胞を接種した試料は破裂による汚染防止のため、個別に滅菌ストマッカー一袋に入れ、シールした。これを滅菌可能なステンレス製の缶に入れて、30℃に温度設定した全温度培養器(ESPEC、LNL-121)で保存した。保存期間中にガス発生により容器がじゅうぶんに膨張した後に4℃の冷蔵庫に移した。

結果

1. 供試試料の理化学的性状

「サバの照り焼き」はAw 0.96~0.97、

pH 6.1~6.2, 「きのこの具」は Aw 0.99 以上、pH 4.8~4.9, 「豚汁の具」は Aw 0.99 以上で pH 6.2~6.3 であった。

2. 調製した芽胞液

調製した各供試菌株芽胞液は、 $2\sim 3\times 10^7$ CFU/ml になるように希釈し、それぞれ等量ずつ混合して接種用芽胞液とした。20 μ l あたりの計算上の芽胞数は $4\sim 6\times 10^5$ CFU であった。接種用芽胞液の芽胞数は $5.7\times 10^5\sim 6.9\times 10^5$ CFU/20 μ l で、この計算値と一致した。

3. 食品の熱伝達の測定結果

供試試料の熱伝達測定チャートを図 1、図 2 および図 3 に示し、そのカムアップタイムを表 1 に示した。この結果に基づき、加熱処理時間は、カムアップタイムに 20 分加えた時間とし、「サバの照焼き」が 45 分、「きのこの具」が 27 分、「豚汁の具」が 28 分とした。

4. 加熱処理後の分析結果

芽胞を接種後に 80℃で 20 分間加熱処理した食品 3 検体ずつの細菌学的検査は以下の結果であった。一般生菌は検出されなかったが、クロストリジウムは「サバの照焼き」から $9.2\times 10^3\sim 1.0\times 10^4$ CFU/g、「きのこの具」から $4.2\times 10^4\sim 4.3\times 10^4$ CFU/g、「豚汁の具」から $4.5\times 10^4\sim 5.9\times 10^4$ CFU/g 検出された。それぞれのクロストリジウム数は、接種したボツリヌス菌である。なお、食品 3 検体

ずつを開封して蒸留水を接種した陰性対照からは、一般生菌およびクロストリジウムは検出されなかった。

5. 保存試験の結果

(1) 「サバの照焼き」の検査結果

保存 0 日の 3 検体の陰性対照は、一般生菌数が 10 CFU/g 未満で、クロストリジウムは 10 CFU/g 未満であった。いずれの検体からもボツリヌス毒素は検出されなかった。保存 90 日間の陰性対照とした、開封および未開封それぞれ 3 検体はいずれも容器の膨張はなく、一般生菌数は 10 CFU/g 未満、クロストリジウムは 10 CFU/g 未満であった。いずれの検体からもボツリヌス毒素は検出されなかった。

ボツリヌス菌芽胞を 10^4 CFU/g のオーダーで接種した 5 検体は、保存 14 日日ですべて容器の膨張が観察された。検出した毒素は A 型単独の 1 検体を除いて、他の 4 検体はすべて A 型+B 型であった。5 検体ともボツリヌス菌数は 10^7 CFU/g 前後であり、その毒力は約 10^4 マウス ipLD₅₀/g であった (表 2)。

(2) 「きのこの具」の検査結果

保存 0 日の 3 検体の陰性対照は、一般生菌数が 10 CFU/g 未満で、クロストリジウムは 10 CFU/g 未満であった。いずれの検体からもボツリヌス毒素は検出されなかった。保存 90 日間の陰性対照とした、開封および未開封それぞれ 3 検体は

いずれも容器の膨張はなく、一般生菌数は 10 CFU/g 未満、クロストリジウムは 10 CFU/g 未満であった。いずれの検体からもボツリヌス毒素は検出されなかった。

ボツリヌス菌芽胞を 10^4 CFU/g のオーダーで接種し、90 日間保存した 5 検体の試料は、いずれも容器の膨張はみられなかった。また、一般生菌数は 10 CFU/g 未満で、クロストリジウムは 10^4 CFU/g のオーダーのままであり、毒素も検出されなかった。食品の pH は 4.5~4.6 であった (表 3)。

(3) 「豚汁の具」の検査結果

保存 0 日の 3 検体の陰性対照は、一般生菌数が 10 CFU/g 未満で、クロストリジウムは 10 CFU/g 未満であった。いずれの検体からもボツリヌス毒素は検出されなかった。保存 90 日間の陰性対照とした、開封および未開封それぞれ 3 検体は、いずれも容器の膨張はなく、一般生菌数は 10 CFU/g 未満、クロストリジウムは 10 CFU/g 未満であった。いずれの検体からもボツリヌス毒素は検出されなかった。

ボツリヌス菌芽胞を 10^4 CFU/g のオーダーで接種した 5 検体のうち、3 検体で保存 5~6 日目に容器の膨張が起こった。最終的には保存 13 日目までには残りの 2 検体の容器も膨張した。いずれの食品も、ボツリヌス菌数は $10^7 \sim 10^8$ CFU/g オーダーに達した。検出した毒

素は A 型+B 型の 1 検体を除いて、他の 4 検体はすべて A 型単独であり、その毒力は約 10^5 マウス ipLD₅₀/g であった (表 4)。

以上の保存試験の結果を食品ごとに総括して表 2、表 3 および表 4 に示した。毒素が産生された「豚汁の具」は食品組織が脆弱化し強い酪酸臭を発していた。一方、「サバの照り焼き」の酪酸臭は弱く、明確な食品組織の脆弱化は観察されなかった。両食品とも pH は約 0.1~0.2 上昇した。「きのこの具」の臭いや外観は正常であった。

考察

食品中でのボツリヌス毒素産生のリスクを評価するための、ボツリヌス菌チャレンジテストのプロトコールが Doyle (1991 年) により提示された。これによると、液体あるいは芽胞を均一に接種できる食品へは、 5×10^3 CFU/g 以上の菌量を接種しないことになっている。このプロトコールに示されたよりもやや高濃度に芽胞 (10^4 CFU/g) を接種した「豚汁の具」と「サバの照り焼き」は、30℃ 保存の条件で速やかに高濃度の毒素を産生した。特に「豚汁の具」では、最短 5 日で約 10^5 マウス ipLD₅₀/g の毒素を検出した。1 マウス ipLD₅₀ の A 型の LL 毒素 (900 kDa) は約 0.03 ng protein

に相当すると言われている。A 型および B 型毒素によるヒトの致死量を数 μg と仮定すると、約 1 g の食品（約 $3\mu\text{g}$ の毒素を含む）を喫食すればヒトを死に至らしめる毒力であると考えられる。「サバの照り焼き」でも 14 日目には 10^4 マウス $\text{ipLD}_{50}/\text{g}$ 以上の毒素を検出した。この食品では、ボツリヌス菌が発育した際に発する酪酸臭はほとんどなく、食品の異常に気づかずに喫食する可能性がある。「きのこの具」は今回の接種実験では外観上の食品の腐敗や変敗は観察されず、ボツリヌス菌の発育や毒素の産生がまったく起こらなかった。食品の水分活性は 0.99 以上を示したが、pH が I 群菌が発育可能な最低値付近であったのがこの理由と考えられる。今回検討した 3 種類の不活性ガス充填容器包装詰加圧加熱殺菌食品はいずれも無菌、あるいは少なくともそれに近い製品であった。しかし、pH がボツリヌス菌の発育下限付近であった「きのこの具」以外の食品は、原材料が何らかの原因でボツリヌス菌芽胞による汚染を受け、その芽胞が製造工程中の加熱不足等の原因で生残すれば、食中毒の原因となる可能性があるとして判定された。

可能な限り元の食品の成分を損なわないように、接種するボツリヌス菌の芽胞液量は $20\mu\text{l}$ とした。しかし、容器を完全に開封して芽胞液を接種したために、

元来容器に充填されていた不活性ガスは空気に置換されたものと思われる。ボツリヌス菌は偏性嫌気性菌であるので、この条件は未開封の食品にくらべて菌の増殖には不利である。この条件下でも、今回共試した 3 種類の食品中 2 種類の食品で菌が増殖し大量の毒素産生が認められた。菌の増殖と毒素産生が認められなかった「きのこの具」は、ボツリヌス菌が増殖可能な pH の下限値 4.6 以下であり、これは予測された妥当な結果であった。以上の事実は、開封の結果生じた食品の周囲の環境は、今回の実験に使用したボツリヌス菌の増殖と毒素産生に大きな影響を与えなかったことを示している。しかし、ボツリヌス菌の発育限界付近の物理化学的性状を有する食品の場合、封入されているガスが空気に置換されると、添加した芽胞の発芽増殖と毒素産生に影響を及ぼし、その食品のボツリヌス菌に対するリスクが低く評価される可能性がある。このような危険性を排除するためには、可能な限り封入されているガスの状態に影響を与えないような食品への芽胞接種法を検討する必要がある。例えば食品の容器を開封しないで、注射針を装着した分注器で芽胞を接種し、素早くシールする方法も有効かも知れない。

ボツリヌス菌芽胞の発芽増殖を促進する目的で、食品に接種した後に芽胞を

80℃で 20 分間ヒートショックした。食品の特性により熱伝導性が異なるため、この方法では食品ごとに中心温度が 80℃まで上昇する時間（カムアップタイム）を計測しなければならない。カムアップタイムを計測するためには大がかりな設備と時間を要する。検査法の簡略化を図るため、芽胞液を食品に接種する直前に加熱処理する方法も検討する必要があると考える。

食品抽出液中の毒素の中和実験に使用した千葉県血清研究所製の抗毒素血清は、A 型および B 型抗毒素血清 1U が約 5×10^4 マウス ipLD₅₀/ml の毒素を中和する力価があると言われている。いずれか一方の毒力が低いために、希釈により毒素を検出できなくなる可能性を想定して、1U の抗毒素血清が中和能力を有する可能な限り高濃度の毒素液を中和実験に供した。実際に 5.9×10^4 マウス ipLD₅₀/ml の毒力を有する A 型毒素を中和できた。 1.8×10^5 マウス ipLD₅₀/ml の毒素は中和できなかったが、この抽出液を 5 倍希釈することにより中和できた。千葉県血清研究所の廃所に伴い、日本ではボツリヌス毒素診断用抗毒素血清は入手できなくなった。本研究班の事業を遂行する上で、抗毒素血清の手配が緊急の課題となっている。現状では、カナダ、中国やヨーロッパからの輸入を検討せざるを得ないものと思

われる。

今回使用した芽胞混合液には、A 型ボツリヌス菌 4 株およびタンパク分解性 B 型ボツリヌス菌 1 株の計 5 株の I 群菌を含んでいた。食品中に産生された毒素は「サバの照り焼き」で 5 検体中 1 検体、「豚汁の具」では 5 検体中 4 検体が A 型単独であり、残りの検体では A 型+B 型の混合であった。B 型毒素が単独で産生された検体はなかった。このような結果から、今後の課題として芽胞の混合液には B 型毒素産生株を加えることも検討する必要があると考えられた。

今回検討した不活性ガス充填容器包装詰加圧加熱殺菌食品以外にも多種多様なレトルト類似食品、あるいは常温保存が可能（冷暗所も含む）であると称される容器包装詰低酸性食品が市場に出回っている。例えば加熱調理後にクリーンルーム内で無菌的に容器に充填する、いわゆる無菌包装米飯がある。この製品は包装形態からはレトルト米飯と判別しにくく、消費者が購入する際に表示を判読するのにも時間がかかる。

その他にも、野菜類の水煮、おでん、さつまいもや栗のような副食品やだし類も多く市販されている。これらの食品の中には水分活性が 0.94 を越え、かつ pH が 4.6 を越えるもの、すなわちボツリヌス中毒の原因となるリスクを有する食品が

存在することは明白である。これらは外見上類似の食品であっても、商品ごととその物性は異なり、しかも包装形態や封入される気体の状態や保存温度のような外的環境も異なる。さらに、食品の製造法（レシピ等）を少し変更するだけで、その安全性に影響を与える可能性がある。このため、実際の食品への菌の添加実験が、その食品に対する安全性に関するもっとも有用な情報が得られることになる。残念ながら、このような実験は、実際に中毒が発生した後でのみ行われるのが現実である。今後、ボツリヌス中毒の原因となる可能性のある食品が新たに製造販売される場合には、ボツリヌス菌芽胞が完全に死滅する条件で殺菌するか、あるいは芽胞添加実験により毒素産生が起こらないような処理をすることを事前に義務づけることも考えられる。また、すでに流通している食品についても同様の措置を講ずる必要があるかも知れない。しかし、食品業界の斬新な製品開発を妨げるような過剰な規制は避けねばならないのは当然である。今年度の研究成果から、このような考えを推進するための基礎的な情報が得られたと考えている。

結論

ボツリヌス菌芽胞の接種実験により、常温で流通する不活性ガス充填容器包装

詰加圧加熱殺菌食品は、何らかの理由により食品中にボツリヌス菌が残存すれば、食中毒を起こす危険性のある食品であると結論された。

ボツリヌス菌の食品へのチャレンジテストのプロトコールを確立するためには、さらに詳細な検討が必要と考えられた。

表 1 熱伝導試験の結果

食品	カムアップタイム (分)		加熱処理時間 (分)
	検体 A	検体 B	
さばの照り焼き	22.5	26.5	45
きのこの具	7.0	7.5	27
豚汁の具	7.5	8.0	28

表2 サバの照り焼きへのボツリヌス菌芽胞接種試験結果

検体処理内訳		理化学・細菌・毒素検査結果										
区分	処理内容	袋数	No.	試験項目	培養日数	袋の膨張	pH	Aw	SPC (CFU/g)	Clt (CFU/g)	毒素型	備考 (毒素価/g)
	無処理	3	21	理化学試験	0日	/	6.1	0.96	/	/	/	/
			22				6.1	0.97				
			23				6.2	0.97				
A	無処理	3	15	細菌・毒素試験 (陰性確認)	0日	/	/	/	10未満	10未満	ND	
			16						10未満	10未満	ND	
			17						10未満	10未満	ND	
B	無処理	3	18	保存試験 (未開封)	90日	無	/	/	10未満	10未満	ND	
			19						10未満	10未満	ND	
			20						10未満	10未満	ND	
C	開封芽胞非接種	3	9	細菌試験 (開封操作確認)	0日	/	/	/	10未満	10未満	/	/
			10						10未満	10未満		
			11						10未満	10未満		
D	開封芽胞非接種	3	12	保存試験 (開封)	90日	無	/	/	10未満	10未満	/	/
			13						10未満	10未満		
			14						10未満	10未満		
E	開封芽胞接種	3	6	細菌試験 (接種菌数確認)	0日	/	/	/	10未満	1.0×10 ⁴	/	/
			7						10未満	1.0×10 ⁴		
			8						10未満	9.2×10 ³		
			1	細菌・毒素試験	14日	有	6.3	/	10未満	1.7×10 ⁷	A+B	2.9×10 ⁴
			2				6.3		10未満	1.5×10 ⁷	A	2.7×10 ⁴
			3				6.2		10未満	4.2×10 ⁷	A+B	2.5×10 ⁴
			4				6.4		10未満	6.9×10 ⁶	A+B	9.4×10 ⁴
			5				6.4		10未満	6.0×10 ⁶	A+B	7.0×10 ⁴

表3 きこの具へのボツリヌス菌芽胞接種試験結果

検体処理内訳		理化学・細菌・毒素検査結果										
区分	処理内容	袋数	No.	試験項目	培養日数	袋の膨張	pH	Aw	SPC (CFU/g)	Clt (CFU/g)	毒素型	備考 (毒素価/g)
	無処理	3	21	理化学試験	0日	/	4.8	0.99以上	/	/	/	
			22				4.8	0.99以上				
			23				4.9	0.99以上				
A	無処理	3	15	細菌・毒素試験 (陰性確認)	0日	/	/	/	10未満	10未満	ND	
			16						10未満	10未満	ND	
			17						10未満	10未満	ND	
B	無処理	3	18	保存試験 (未開封)	90日	無	/	/	10未満	10未満	ND	
			19						10未満	10未満	ND	
			20						10未満	10未満	ND	
C	開封芽胞非接種	3	9	細菌試験 (開封操作確認)	0日	/	/	/	10未満	10未満	/	
			10						10未満	10未満	/	
			11						10未満	10未満	/	
D	開封芽胞非接種	3	12	保存試験 (開封)	90日	無	/	/	10未満	10未満	/	
			13						10未満	10未満	/	
			14						10未満	10未満	/	
E	開封芽胞接種	3	6	細菌試験 (接種菌数確認)	0日	/	/	/	10未満	4.3×10^4	/	
			7						10未満	4.3×10^4	/	
			8						10未満	4.2×10^4	/	
F	開封芽胞接種	5	1	細菌・毒素試験	90日	有	4.6	/	10未満	3.5×10^4	ND	
			2				4.5	10未満	3.3×10^4	ND		
			3				4.6	10未満	4.5×10^4	ND		
			4				4.5	10未満	4.0×10^4	ND		
			5				4.5	10未満	4.3×10^4	ND		

表4 豚汁の具へのボツリヌス菌芽胞接種試験結果

検体処理内訳										理化学・細菌・毒素検査結果				
区分	処理内容	袋数	No.	試験項目	培養日数	袋の膨張	pH	Aw	SPC (CFU/g)	Clf (CFU/g)	毒素型	備考 (毒素価/g)		
	無処理	3	21	理化学試験	0日	/	6.2	0.99以上	/	/	/	/		
			22				6.3	0.99以上						
			23				6.2	0.99以上						
A	無処理	3	15	細菌・毒素試験 (陰性確認)	0日	/	/	/	10未満	10未満	ND	/		
			16						10未満	10未満	ND			
			17						10未満	10未満	ND			
B	無処理	3	18	保存試験 (未開封)	90日	無	/	/	10未満	10未満	ND	/		
			19						10未満	10未満	ND			
			20						10未満	10未満	ND			
C	開封芽胞非接種	3	9	細菌試験 (開封操作確認)	0日	/	/	/	10未満	10未満	/	/		
			10						10未満	10未満				
			11						10未満	10未満				
D	開封芽胞非接種	3	12	保存試験 (開封)	90日	無	/	/	10未満	10未満	/	/		
			13						10未満	10未満				
			14						10未満	10未満				
E	開封芽胞接種	3	6	細菌試験 (接種菌数確認)	0日	/	/	/	10未満	5.9 x 10 ⁴	/	/		
			7						10未満	4.5 x 10 ⁴				
			8						10未満	5.7 x 10 ⁴				
			1	細菌・毒素試験	5日	有	6.3	/	10未満	1.4 x 10 ⁸	A	1.2 x 10 ⁵		
A			2						10未満	4.3 x 10 ⁷	A + B	3.6 x 10 ⁵		
			3						10未満	3.8 x 10 ⁸	A	3.0 x 10 ⁵		
			4						10未満	8.1 x 10 ⁸	A	3.7 x 10 ⁵		
			5						10未満	1.1 x 10 ⁸	A	9.5 x 10 ⁴		

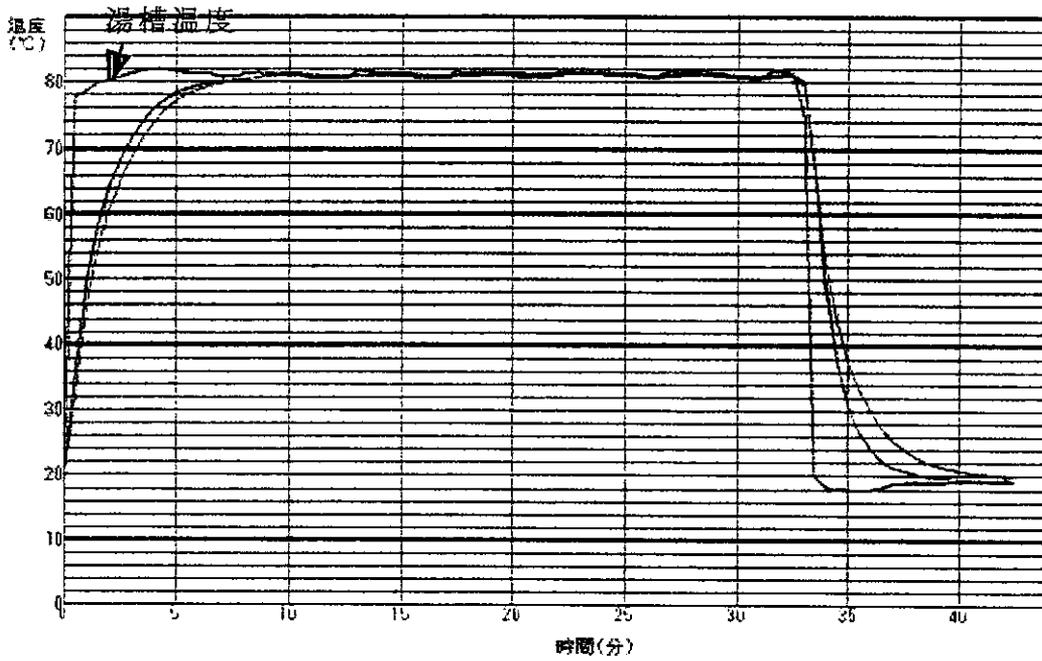


図1 きのこの具の熱伝導チャート

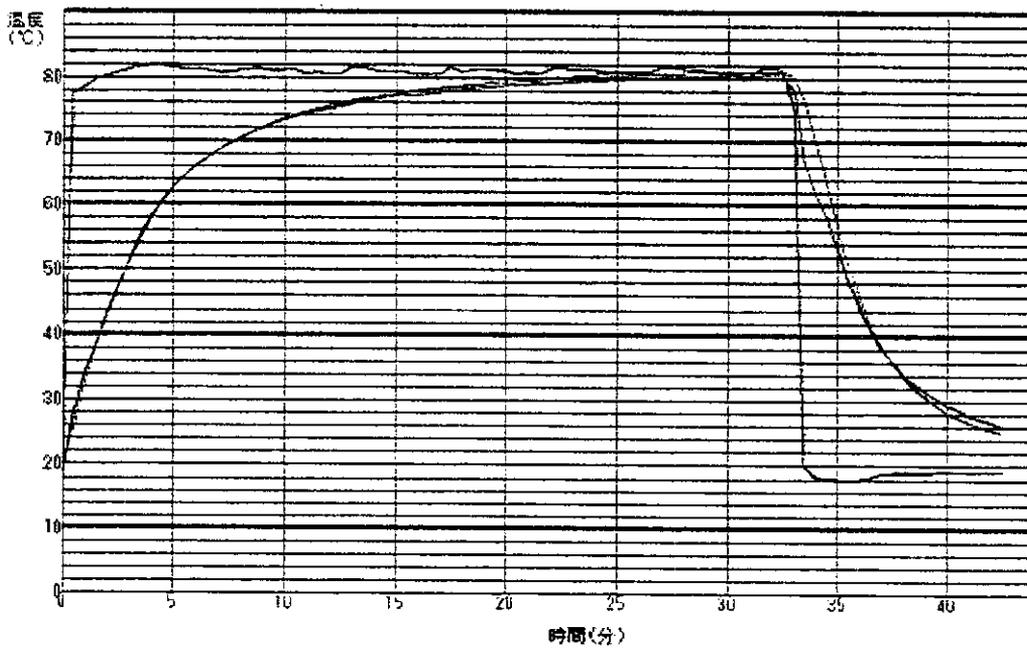


図2 サバの照り焼きの熱伝導チャート

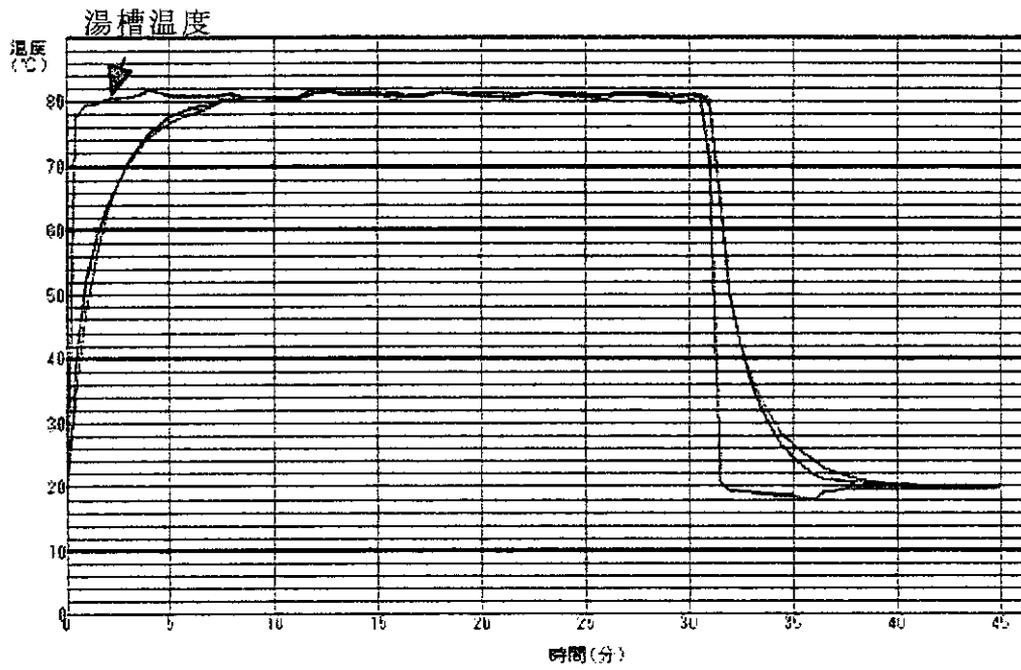


図3 豚汁の具の熱伝導チャート