

ボツリヌス症（Botulism）

1 ボツリヌス症とは

ボツリヌス症は、ボツリヌス菌（*Clostridium botulinum*）等が産生するボツリヌス毒素によって神経麻痺性の中毒症状が起こる疾患です¹⁾。ボツリヌス症は発症機序の違いにより、①食品中で産生された毒素を食品と共に摂取して起こるボツリヌス食中毒（食餌性ボツリヌス症）、②経口的に摂取された芽胞が乳児（生後 1 歳未満）の腸管内で発芽・増殖し、産生された毒素が吸収されて起こる乳児ボツリヌス症、③菌が創傷局所に侵入して増殖し、産生された毒素によって起こる創傷性ボツリヌス症、④乳児ボツリヌス症と発症機序を同一とする成人の腸管感染毒素型ボツリヌス症などの病型に分類されています^{1),2),3)}。なお、生後 1 歳未満の乳児においては、腸内細菌叢が成人とは異なり、腸管内でのボツリヌス菌の定着と増殖がおこりやすいとされています¹⁾。ここでは、食品と関連の深いボツリヌス食中毒と乳児ボツリヌス症に限定して記載します。

(1) 原因微生物の概要

ボツリヌス菌は芽胞^aを形成する偏性嫌気性の桿菌^bで、土壌・河川・海洋に広く存在しています。ボツリヌス菌の芽胞は、低酸素状態に置かれると発芽・増殖が起こり、毒素が産生されます¹⁾。ボツリヌス菌は生物学的又は化学的性状の違いによって、Ⅰ～Ⅳ群に分類されています。各群に含まれる毒素型や芽胞の耐熱性等の性状は下表のとおりです^{2),3),4),5),6)}。

なお、Ⅰ～Ⅲ群のボツリヌス菌は我が国の土壌等から検出されていますが、Ⅳ群については海外の土壌からの検出が認められています²⁾。

性状	群別			
	Ⅰ群	Ⅱ群	Ⅲ群	Ⅳ群
毒素型 ^{注1}	A,B,F	B,E,F	C,D	G ^{注2}
たん白分解性	+	—	+又は—	+
芽胞の耐熱性	120℃,4分	80℃,6分	100℃,15分	121℃,1.5分
発育至適温度	37℃	30℃	40～42℃	37℃
最低発育温度	10℃	3℃	15℃	10℃
増殖の最低 pH	4.6	4.8	ND ^{注3}	ND
増殖の最低 Aw ^{注4}	0.94	0.97	ND	ND

注 1：ボツリヌス菌は、従来から産生する毒素の型に基づいた分類が行われてきており、毒素の抗原性の違いによって、A型～G型までの7つの型に分類されています。

注 2：以前 G 型菌と分類されていた *Clostridium argentinense* については、ここでは G 型菌として整理

注 3：データなし 注 4：Aw:水分活性

^a ボツリヌス菌などの特定の菌が作る細胞構造の一種。生育環境が増殖に適さなくなると菌体内に形成する。加熱や乾燥などの過酷な条件に対して強い抵抗性を持ち、発育に適した環境になると、栄養細胞となり再び増殖する。

^b 酸素があると増殖できない（酸素に対して感受性を有する）細長い形の細菌。偏性嫌気性菌又は単に嫌気性菌と呼ばれる。

ボツリヌス菌が産生する毒素は易熱性で、80℃・30 分間の加熱処理²⁾又は中心温度 85℃に到達後室温で 30 分保持することで⁷⁾で失活するとされています。

(2) 原因（媒介）食品

ボツリヌス菌は芽胞の形態で存在するため、種々の食品が原因となる可能性があります。原因食品の多くは、保存食品・発酵食品であり、我が国では、「いずし」などの食品があげられます。その他、サトイモの缶詰や真空包装された辛子レンコンを原因とした食中毒も発生しています⁸⁾。米国では、野菜・果実・食肉製品などの自家製瓶詰又は缶詰により食中毒が多数発生していますが、原因食品として野菜が注目されています²⁾。欧州では、塩漬又は発酵した食肉製品による食中毒が多数発生していますが、沿岸部では魚介類による食中毒も発生しています²⁾。

乳児ボツリヌス症については、以前は蜂蜜だけが原因食品として考えられていましたが、自家製野菜スープが原因と推定された事例や井戸水が感染源と推定された事例も報告されています²⁾。その他ベビーフード、コーンシロップ、缶詰、ハウスダストなどが可能性のある媒介物としてあげられています³⁾。

(3) 食中毒（感染症）の症状

ボツリヌス食中毒の潜伏期間は、病型・暴露毒素量・個体によって異なりますが、早い症例は 5～6 時間、遅い症例は 2～3 日間で、一般には 8～36 時間とされています³⁾。多くの患者にみられる初期症状として、悪心・嘔吐及び下痢などの消化器症状があります³⁾。次いでボツリヌス菌の産生する毒素による特有の神経麻痺症状がみられるようになりますが、その多くはめまい・頭痛を伴う全身の違和感・視力低下・かすみ目・複視（眼調節麻痺）・対光反射の遅延や欠如などの眼症状で、これらと前後して口渇・構音障害（発語障害）・嚥下障害などの咽喉部の麻痺が認められます³⁾。さらに病状が進行すると、腹部膨満・便秘・尿閉・著しい脱力感・四肢の麻痺がみられ、次第に呼吸困難に陥って死に至ることがあります³⁾。我が国では、抗毒素療法が導入されて（1962 年）以降、致死率は導入前の約 30%から約 4%にまで低下しています³⁾。

乳児ボツリヌス症の潜伏期間は明確になっていませんが、3～30 日間と推定されています³⁾。その症状については、出生後順調に発育していた乳児が便秘傾向を示し、大半の患者は便秘状態が数日続きます。全身の筋力低下、脱力状態、ほ乳力の低下、泣き声が小さくなる等の症状を呈します⁹⁾。特に、顔面は無表情となって頸部筋肉の弛緩により頭部を支えられなくなります⁹⁾。また、眼瞼の下垂・瞳孔の散大・対光反射の緩慢が起こるなど、ボツリヌス食中毒と同様の症状も認められます⁹⁾。しばしば便から長期間（1～2 か月）菌と毒素が排泄される例もあります⁹⁾。本症は、患者が乳児であること等の理由から抗毒素療法は用いられず、対症療法による治療が一般的とされています⁹⁾。

(4) 予防方法

ボツリヌス菌の芽胞は土壌などに広く分布していることから、食品原材料の汚染を防止することは困難と考えられています²⁾。したがって、ボツリヌス食中毒の予防には、食品中での発芽・増殖を抑制することが重要です⁸⁾。ボツリヌス菌は 3℃未満又は水分活性（Aw）0.94 未満では増殖及び毒素を産生することができません¹⁰⁾。具体的対策としては原材料の十分な洗浄、冷蔵又は冷凍下での保存、発酵食品では pH の制御を行う等です^{8),10)}。また、たとえ毒素が産生されていても、喫食前に十分な加熱を行うことで食中毒を予防することが可能です⁸⁾。なお、缶詰・瓶詰及び真空パック食品などの容器包装詰食品では、異常膨張又は異臭がある場合には喫食しない

ことも重要な予防策です⁸⁾。

乳児ボツリヌス症の予防法としては、離乳前の乳児には、芽胞で汚染される恐れのある食品（蜂蜜、コーンシロップ、野菜ジュース等）を避けることとされています⁹⁾。

2 リスクに関する科学的知見

(1) 疫学（食中毒（感染症）の発生頻度・要因等）

土壌が芽胞によって汚染されている地域では、芽胞は土壌とともに経口的に動物に摂取された後、その動物から糞便とともに排泄されて再び土壌が汚染されるサイクルが繰り返されています³⁾。果物や野菜は土壌を介して芽胞に汚染され、また、塵埃とともに飛散して食品原材料を汚染することが知られています³⁾。

ボツリヌス食中毒のほとんどは自家製食品によって起きており、それは原材料がボツリヌス菌の芽胞に汚染されているためとされています³⁾。

我が国では 1954～2007 年の約 50 年間で 91 事例のボツリヌス食中毒が報告されていますが、大部分の事例（77 事例）が E 型菌によるものであり、A 型菌によるものが 10 事例、B 型菌によるものが 3 事例と集計されています⁴⁾。乳児ボツリヌス症については、我が国で初めて確認された 1986～2008 年の約 20 年間で数十例報告されていますが、A 型によるものが最も多く B 型・C 型・E 型についても発生の報告があります⁴⁾。

米国では症状を問わず西海岸地方で A 型菌による発生が多く、東海岸地方では B 型菌によるものが多という特徴があります。欧州では B 型菌による発生が多く、北欧では魚介類による E 型菌による食中毒が認められています⁴⁾。

(2) 我が国における食品の汚染実態

ボツリヌス菌の食品汚染は、他の食中毒菌による汚染と比較すると極めて低いとされています。我が国における食品の汚染実態の概要は下表のとおりです¹¹⁾。魚介類の調査では、E 型菌・A 型菌及び F 型菌が検出されています。食用ガエルの調査では C 型菌及び D 型菌が検出されています。市販食品では魚肉練り製品から A 型菌及び E 型菌が検出され、また、ハチミツからは A 型菌・B 型菌・C 型菌・E 型菌及び F 型菌が検出されています。

食品	調査地域	検査数	陽性数	%	毒素型
魚介類	北海道	200	5	2.5	E 型
	青森県：十和田湖 ：淡水産 ：海産物	110	3	2.7	E 型
		826	11	1.3	A,E,F 型
		319	1	0.3	F 型
	秋田県：八郎潟 ：十和田湖	512	13	2.5	E 型
		100	2	2.0	E 型
東京都：中川 ：海産物	79	9	11.4	C,E 型	
	228	3	1.3		
食用ガエル	茨城・千葉県 ：利根川	118	26	22.0	C,D 型
魚肉練り製品	全国	200	4	2.0	A,E 型
ハチミツ	全国	30	2	6.7	A,B,C,E,F 型

2003 年に取りまとめられたもの

3 我が国及び諸外国における最近の状況など

(1) 我が国の状況

ボツリヌス食中毒は食品衛生法に基づく届出が義務づけられています。2008～2013年の報告数は以下のとおりです¹²⁾。

年	2008	2009	2010	2011	2012	2013
事例数（件）	0	0	1	0	1	0
患者数（人）	0	0	1	0	2	0

一方、ボツリヌス症は「感染症の予防及び感染症の患者に対する医療に関する法律」（以下「感染症法」）制定当初は乳児ボツリヌス症のみが対象とされていましたが、2003年の改定でボツリヌス症（食餌性、乳児、創傷、成人定着型、不明）となりました。）に基づく四類感染症に指定されており、診断した医師は直ちに最寄りの保健所長を経由して都道府県知事に届け出ることになっています。2006～2010年の食餌性ボツリヌス症及び乳児ボツリヌス症の届出状況は以下のとおりです¹³⁾。

年	2006	2007	2008	2009	2010
食餌性ボツリヌス症（人）	0	1	0	0	0
乳児ボツリヌス症（人）	2	2	1	0	1

(2) 諸外国の状況

① 米国では、全州を対象としたボツリヌス症サーベイランスシステムを通じて収集されたボツリヌス症例が米国疾病管理予防センター（CDC）で集計されており、その報告数は以下のとおりです¹⁴⁾。

年	2008	2009	2010	2011	2012
ボツリヌス食中毒（人）	18	11	9	20	25
乳児ボツリヌス症（人）	111	84	85	102	122

② EUでは、加盟国及び非加盟国から報告されたボツリヌス食中毒の集団発生事例が欧州疾病予防管理センター（ECDC）で集計されており、その報告数は以下のとおりです¹⁵⁾。

年	2008	2009	2010	2011	2012
事例数（件）	4	12	9	16	5
患者数（人）	20	36	28	47	8

EU加盟国数：25か国（2004～2006年）、27か国（2007年～）、28か国（2013年～）

4 参考文献

- 1) 国立感染症研究所. <特集>ボツリヌス症 2008 年 1 月現在. IASR 2008, vol. 29, no. 2, p.35-36.
 - 2) 小崎俊司. B 細菌性食中毒 3 Clostridium botulinum : 仲西寿男, 丸山務 監修, 食品由来感染症と食品微生物, p. 456-468, 中央法規出版(株), 2009.
 - 3) 武士甲一. 3 ボツリヌス中毒 : 坂崎利一 編集, 食水系感染症と細菌性食中毒, p492-513, 中央法規出版(株), 2000.
 - 4) 清水潮. 第 2 章 食品に由来する主な病原微生物 11)ボツリヌス菌 : 清水潮. 食品微生物 I - 基礎編 食品微生物の科学. p. 96-98, (株)幸書房, 2005.
 - 5) Graham A. F., Mason D. R., Maxwell F. J., Peck M. W. Effect of pH and NaCl on growth from spores of non-proteolytic Clostridium botulinum at chill temperature. Letters in Applied Microbiology 1997, vol. 24, no. 2, p. 95-100.
 - 6) Anniballi F. , Fencia L. , Franciosa G. , Aureli P., Influence of pH and Temperature on the Growth of and Toxin Production by Neurotoxicogenic Strains of Clostridium butyricum Type E. Journal of Food Protection 2002, vol. 65, no. 8, p. 1267-1270.
 - 7) Margy Woodburn, Edward J. Schantz, Jennifer Rodriguez, Thermal inactivation of Botulinum toxins in canned salmon. Home Economics Research Journal 1979, vol. 7, issue 3, p. 171-178 .
 - 8) 小崎俊司. A 細菌 3. ボツリヌス菌 : 食中毒予防必携 第 2 版, p. 72-79, 社団法人日本食品衛生協会. 2013.
 - 9) 国立感染症研究所. ●感染症の話●<乳児ボツリヌス症のお話>. IDWR 1999, vol. 1, no.34, p. 18-20.
 - 10) CODEX STAN 311-2013, Standard for Smoked Fish, Smoke-Flavoured Fish and Smoke-Dried Fish, p. 8-9
http://www.codexalimentarius.org/download/standards/13292/CXS_311e.pdf
 - 11) 熊谷進, 小久保彌太郎, 小沼博隆, 豊田正武 編集. 6. ボツリヌス菌 : HACCP : 衛生管理計画の作成と実践 改訂データ集, p. 100-111, 中央法規出版(株), 2003.
 - 12) 厚生労働省. 食中毒に関する情報 : 4.食中毒統計資料.
<http://www.mhlw.go.jp/topics/syokuchu/04.html#4-2>
 - 13) 国立感染症研究所. IDWR 年別報告数一覧.
<http://idsc.nih.go.jp/idwr/ydata/report-Ja.html>
 - 14) 米国疾病管理予防センター(CDC) : National Botulism Surveillance
<http://www.cdc.gov/nationalsurveillance/botulism-surveillance.html>
 - 15) 欧州疾病予防管理センター (ECDC) : Food-and Waterborne Diseases and Zoonoses Programme "The European union summary report; Trends and Sources of Zoonoses, Zoonotic Agents and Food-borne Outbreaks" 2012 年のデータは同 2012 年版 pp.284-285
<http://www.ecdc.europa.eu/en/activities/diseaseprogrammes/fwd/Pages/publications.aspx>
- 注 1 上記参考文献の URL は、平成 26 年 (2014 年) 10 月 17 日時点で確認したものです。情報を掲載している各機関の都合により、URL が変更される場合がありますのでご注意ください。
- 注 2 この食品媒介疾病に関する他の情報については、平成 21 年度食品安全確保総合調査「食品により媒介される感染症等に関する文献調査」報告書 (社団法人畜産技術協会作成) もご参照ください。
<http://www.fsc.go.jp/fsciis/survey/show/cho20100110001>