

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菌が創傷部に侵入して増殖し、産生された毒素によって起こる創傷性ボツリヌス症、④1 歳以上の子どもや成人でも乳児ボツリヌス症と同様の病態で、ボツリヌス毒素産生菌が消化管内で増殖し産生されたボツリヌス毒素により発症する成人腸管定着ボツリヌス症などの病型に分類されています^{1,2,3,19)}。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¹⁾。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)}。芽胞の中には、I群のように、耐熱性が高く、非常に強い加熱条件を必要とするものもあります¹⁷⁾。

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み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}
たん白分解性芽胞	+	-	+又は-	+
の耐熱性	120°C,4 分	80°C,6 分	100°C,15 分	121°C,1.5 分
発育至適温度	37°C	30°C	40~42°C	37°C
最低発育温度	10°C	3°C	15°C	10°C
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℃で 20 分又は 100℃で 1~2 分間の加熱で不活化されます²⁰⁾。

(2) 原因（媒介）食品

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⁾。芽胞は低酸素状態になると発芽・増殖が起こり毒素が産生される¹⁾ため、酸素のない状態になっている食品が原因となりやすく、ビン詰、缶詰、容器包装詰め食品、保存食品（ビン詰、缶詰は特に自家製のもの）を原因として食中毒が発生しています。我が国では、北海道、東北地方を中心に生魚、米飯などを自然発酵させる「いずし」による中毒が多く発生していました。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⁷⁾。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、国内、海外ともにハチミツが原因食品としてあげられています^{14,15,16,17)}。国内においてハチミツが推定原因とされる症例は、1989 年までの 12 例に 2017 年 2 月の 1 例を加えて計 13 例あります¹⁹⁾。2017 年 2 月の症例では、離乳食として市販のジュースにハチミツを混ぜたものを飲んでいた 5 か月の乳児が発症し死亡しています²¹⁾。その他、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^{2,18)}。

(3) 食中毒（感染症）の症状及び治療

ボツリヌス食中毒の潜伏期間は、毒素型・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 日間で推定されています³⁾。その症状については、便秘で気づくことが多く（多くは 3 日以上持続）、不活発、哺乳力低下、泣き声の減弱等が認められます¹⁹⁾。眼瞼下垂、咽頭反射減弱などの脳神経麻痺から、頸部、体幹部、上下肢へ、弛緩性および対称性の麻痺、筋緊張低下が進み（floppy baby）、横隔膜に麻痺が及ぶと人工呼吸器の使用が必要となります¹⁹⁾。治療では、対症療法が行われ、乾燥ボツリヌスウマ抗毒素は使用しません¹⁹⁾。米国では、A 型抗毒素および B 型抗毒素を含むヒトのグロブリン製剤も利用されています¹⁹⁾。呼吸管理等に伴う合併症がなければ予後は良好です¹⁹⁾。腸内で菌が増殖するため、回復後も数か月間、便とともにボツリヌス菌が排出されます¹⁹⁾。

(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⁷⁾。ボツリヌス菌は、3°C未満又は水分活性(Aw) 0.94 未満、又高酸性 (<pH4.6) では増殖及び毒素を産生することができません^{8, 22)}。具体的対策としては野菜や果物等の原材料の十分な洗浄、冷蔵又は冷凍下での保存、発酵食品(保存食)や自家製瓶詰では pH の調整を行う等です^{7, 8, 23)}。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⁷⁾。なお、市販されている缶詰・瓶詰及び真空パック食品などの容器包装詰食品でも、異常膨張又は異臭がある場合には喫食しないことは重要な予防策です⁷⁾。また、製品の包装に「冷蔵」「10°C以下で保存してください」などの表示がある場合は、冷蔵保存する必要があります。

乳児ボツリヌス症の予防法としては、1歳未満の乳児には、芽胞に汚染される恐れのあるハチミツやハチミツ入りの食品等を与えないようにすることとされています^{14, 15, 16)}。

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、芽胞は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⁾。乳児ボツリヌス症においても、土壌や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^{15, 16)}。

我が国では 1951 年から 2012 年 4 月までに 120 事例が報告されており、E 型菌によるものが 102 事例、A 型菌によるものが 13 事例、B 型菌によるものが 3 事例、毒素型不明が 2 事例あります²⁴⁾。原因食品別にみると、自家製のいずしによる E 型菌の事例、真空パック詰食品の辛子レンコン、ハヤシライス、あずきぱっとう(ぜんざいの餅の代わりに平打ちのうどんが入った食品)によるいずれも A 型菌の事例、さらにサトイモの缶詰による A 型菌やグリーンオリーブの瓶詰による B 型菌の事例があります^{19, 24)}。

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 年から 2017 年 2 月までに 36 事例報告されています¹⁹⁾。2011 年 11 月の 31 事例までに、A 型菌によるものが 21 事例、B 型菌によるものが 5 事例、C 型菌によるものと E 型ボツリヌス毒素産生 *C. butyricum* (酪酸菌)によるものがそれぞれ 1 事例ずつ、毒素型不明が 3 事例あります²⁴⁾。

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い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⁹⁾。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。2014～2019 年の報告数は以下のとおりです¹⁰⁾。

2017 年にはハチミツを原因とする乳児ボツリヌス症の死亡事例が報告されています。

年	2014	2015	2016	2017	2018	2019
事例数（件）	0	0	0	1	0	0
患者数（人）	0	0	0	1	0	0

直近の数値は以下 URL（厚生労働省 食中毒統計資料）を参照のこと。

https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/kenkou_iryuu/shokuhin/syokuchu/04.html

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。2015～2019 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¹¹⁾。

年	2015	2016	2017	2018	2019
食餌性ボツリヌス症（人）	0	1	1	0	1
乳児ボツリヌス症（人）	1	3	3	1	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¹²⁾。

年	2013	2014	2015	2016	2017
ボツリヌス食中毒（人）※	2	15	39	29	19
乳児ボツリヌス症（人）	135	128	141	150	141

※食品由来の疑い例を含めず

- ②欧州連合（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食品安全機関（EFSA）及び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¹³⁾。

年	2013	2014	2015	2016	2017	2018
事例数（件）	7	5	15	18	9	15
患者数（人）	14	17	33	49	26	48

2013～2015年の報告数は有力な証拠に基づくもの

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.
<http://idsc.nih.go.jp/iasr/29/336/tpc336-j.html>
- 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. , Fenicia L. , Franciosa G. , Aureli P., Influence of pH and Temperature on the Growth of and Toxin Production by Neurotoxigenic Strains of Clostridium butyricum Type E. Journal of Food Protection 2002, vol. 65, no. 8, p. 1267-1270.
- 7) 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.
- 8) CODEX STAN 311-2013, Standard for Smoked Fish, Smoke-Flavoured Fish and SmokeDried Fish, p. 8-9
http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252FStandards%252FCXS%2B311-2013%252FCXS_311e.pdf
- 9) 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.
- 10) 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/stf/seisakunitsuite/bunya/kenkou_iryoushokuhin/syokuchu/04.html
- 11) 国立感染症研究所 : 感染症発生動向調査年別一覧表 (2015) 四類感染症 (2016 年 10 月 23 日現在)
<http://www.niid.go.jp/niid/ja/survei/2085-idwr/ydata/6561-report-ja2015-20.html>
- 12) 米国疾病管理予防センター(CDC) : National Botulism Surveillance
<http://www.cdc.gov/nationalsurveillance/botulism-surveillance.html>
- 13) 欧州食品安全機関 (EFSA)、欧州疾病予防管理センター (ECDC) : The European Union Summary Report on Trends and Sources of Zoonoses, Zoonotic Agents and Food-borne Outbreaks(2013~2017 年)/The European Union One Health Zoonoses Report(2018)
<http://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/3991> (2013 年)
<http://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/4329> (2014 年)
<http://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/4634> (2015 年)
<http://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/5077> (2016 年)

- <http://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/5500> (2017 年)
<http://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/5926> (2018 年)
- 14) 厚生労働省：ハチミツを与えるのは 1 歳を過ぎてから
<http://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/0000161461.html>
- 15) 米国疾病管理予防センター (CDC)：Botulism, Prevention
<https://www.cdc.gov/botulism/prevention.html>
- 16) 米国食品医薬品庁 (FDA)：Bad Bug Book (Second Edition)
<https://www.fda.gov/downloads/Food/FoodborneIllnessContaminants/UCM297627.pdf>
- 17) 欧州食品安全機関 (EFSA)：Opinion of the Scientific Panel on Biological Hazards on the request from the Commission related to Clostridium spp in foodstuffs
<https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/j.efsa.2005.199>
- 18) 国立感染症研究所感染症情報センターIASR：
自家製野菜スープが原因と推定される乳児ボツリヌス症－東京都, Vol.17, No.10, 1996 年
<http://idsc.nih.go.jp/iasr/CD-ROM/records/17/20003.htm>
乳児ボツリヌス症の発生原因と考えられた井戸水からの菌分離, Vol.28, 113-114, 2007 年
<http://idsc.nih.go.jp/iasr/28/326/kj3261.html>
- 19) 国立感染症研究所：ボツリヌス症とは, 2017 年 5 月 19 日改訂
<https://www.niid.go.jp/niid/ja/kansennohanashi/7275-botulinum-intro.html>
- 20) 小久保彌太郎. Q19 ボツリヌス菌 (Clostridium botulinum) とは? : 現場で役立つ食品微生物 Q&A. p.65-67, 中央法規, 2005 年
- 21) 東京都福祉保健局：食中毒の発生について、2017 年 4 月 7 日
<http://www.metro.tokyo.jp/tosei/hodohappyo/press/2017/04/10/02.html>
- 22) 世界保健機関 (WHO)：Botulism Fact sheet (Updated January 2018)
<https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/botulism>
- 23) 米国農務省 (USDA)：USDA Complete Guide to Home Canning, 2015 revision
http://nchfp.uga.edu/publications/publications_usda.html
- 24) 国立感染症研究所、地方衛生研究所全国協議会：病原体検出マニュアル、ボツリヌス症, 平成 24 年 12 月 7 日
<http://www.niid.go.jp/niid/images/lab-manual/botulism121207.pdf>

注 1) 上記参考文献の URL は、令和 3 年 (2021 年) 3 月 1 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>