

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<sup>1)</sup>。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<sup>1,2,3,19)</sup>。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<sup>1)</sup>。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<sup>a</sup>を形成する偏性嫌気性の桿菌<sup>b</sup>で、土壌・河川・海洋に広く存在しています<sup>1)</sup>。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<sup>1)</sup>。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<sup>2,3,4,5,6)</sup>。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<sup>17)</sup>。

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<sup>2)</sup>。

性状	群別			
	I 群	II 群	III 群	IV 群
毒素型 <sup>注 1</sup>	A,B,F	B,E,F	C,D	G <sup>注 2</sup>
たん白分解性	+	-	+又は-	+
芽胞の耐熱性	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 <sup>注 3</sup>	ND
増殖の最低 Aw <sup>注 4</sup>	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<sup>20)</sup>。

## (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<sup>7)</sup>。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<sup>2)</sup>。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<sup>2)</sup>。

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<sup>14,15,16,17)</sup>。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<sup>19)</sup>。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か月乳児が発症し死亡しています<sup>21)</sup>。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<sup>2,18)</sup>。

## (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<sup>3)</sup>。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<sup>3)</sup>。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<sup>3)</sup>。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<sup>3)</sup>。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<sup>3)</sup>。

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<sup>3)</sup>。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<sup>19)</sup>。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<sup>19)</sup>。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<sup>19)</sup>。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<sup>19)</sup>。呼吸管理等に伴う合併症がなければ予後は良好です<sup>19)</sup>。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<sup>19)</sup>。

## (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<sup>2)</sup>。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<sup>7)</sup>。ボツリヌス菌は、3℃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<sup>8,22)</sup>。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<sup>7,8,23)</sup>。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<sup>7)</sup>。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<sup>7)</sup>。

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<sup>14,15,16)</sup>。

## 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<sup>3)</sup>。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<sup>3)</sup>。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<sup>15,16)</sup>。

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<sup>3)</sup>。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<sup>24)</sup>。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<sup>19,24)</sup>。

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<sup>19)</sup>。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<sup>24)</sup>。

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<sup>4)</sup>。

### (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<sup>9)</sup>。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。2011～2016 年の報告数は以下のとおりです<sup>10)</sup>。

年	2011	2012	2013	2014	2015	2016
事例数（件）	0	1	0	0	0	0
患者数（人）	0	2	0	0	0	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。2011～2015 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<sup>11)</sup>。

年	2011	2012	2013	2014	2015
食餌性ボツリヌス症（人）	0	2	0	0	0
乳児ボツリヌス症（人）	5	0	0	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<sup>12)</sup>。

年	2011	2012	2013	2014	2015
ボツリヌス食中毒（人）	20	25	2 <sup>*</sup>	15 <sup>*</sup>	39 <sup>*</sup>
乳児ボツリヌス症（人）	102	122	135	128	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<sup>13)</sup>。

年	2011	2012	2013	2014	2015	2016
事例数（件）	10	5	7	5	15	18
患者数（人）	35	8	14	17	33	49

2011～2015年の報告数は有力な証拠に基づくもの

EU加盟国数：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.  
<http://idsc.nih.gov/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 Neurotoxicogenic 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 Smoke-Dried Fish, p. 8-9  
[http://www.codexalimentarius.org/download/standards/13292/CXS\\_311e.pdf](http://www.codexalimentarius.org/download/standards/13292/CXS_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\\_iryuu/shokuhin/syokuchu/04.html](http://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/kenkou_iryuu/shokuhin/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  
<http://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/3129> (2011 年)  
<http://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/3547> (2012 年)  
<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)
- 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  
<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.2903/j.efsa.2005.199/epdf>
- 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 December 2016)  
<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs270/en/>
- 23) 米国農務省 (USDA) : USDA Complete Guide to Home Canning, 2015 revision  
[http://nchfp.uga.edu/publications/publications\\_usda.html](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、平成 30 年 (2018 年) 2 月 13 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>