

# 芽胞形成菌(芽胞菌)の基礎

坂上 吉一

奈良県HACCP研究会理事長

日本防菌防黴学会 会長

前 近畿大学農学部

# 本日の内容

- ・ 微生物の基礎（芽胞形成菌を含めて）
- ・ 芽胞形成菌：形成メカニズム、構造、他
- ・ セレウス菌の特徴
- ・ ボツリヌス菌の特徴
- ・ ウェルシュ菌の特徴

針の先にはどれくらいの細菌がいるのだろうか？

30倍



目には見えない細菌を  
けんびきょう  
顕微鏡で拡大してみると…

600倍



3000倍

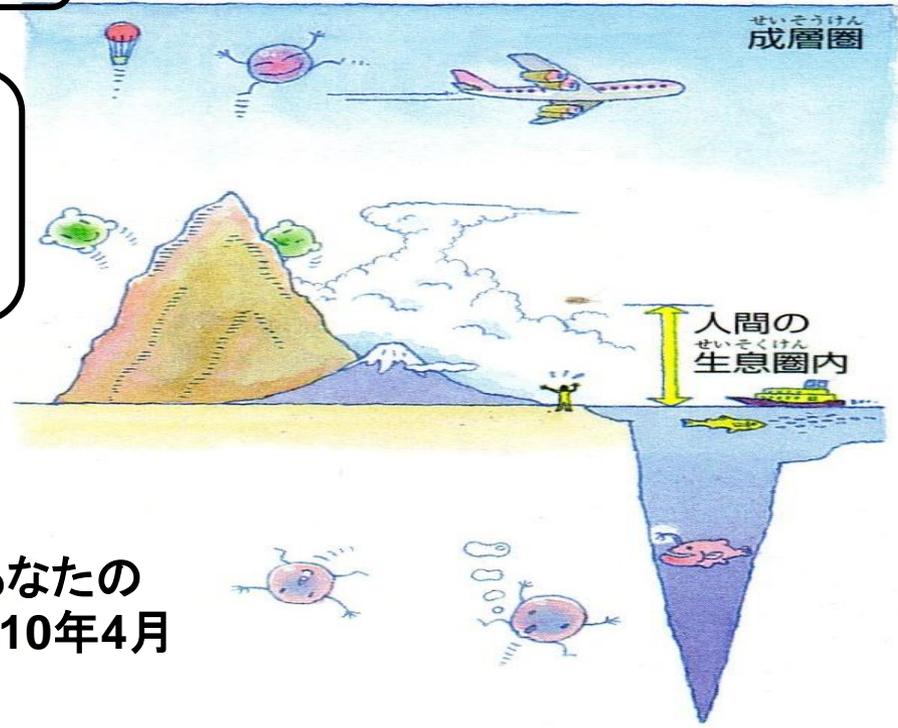
180倍



細菌たちがいる場所は??

# 微生物の生息域

微生物の生息域は、  
人間の生息圏内  
よりもはるかに広い



出典:熊田 薫 監修 「あなたの知らない細菌のはなし」(2010年4月出版、(株)大月書店)より

# 人間、細菌、ノロウイルス(小型球形ウイルス: SRSV: Small Round Structured Virus )の大きさ



ヒト



細菌



SRSV  
ノロウイルス

# <微生物の大きさの比較>

# 細菌の形態

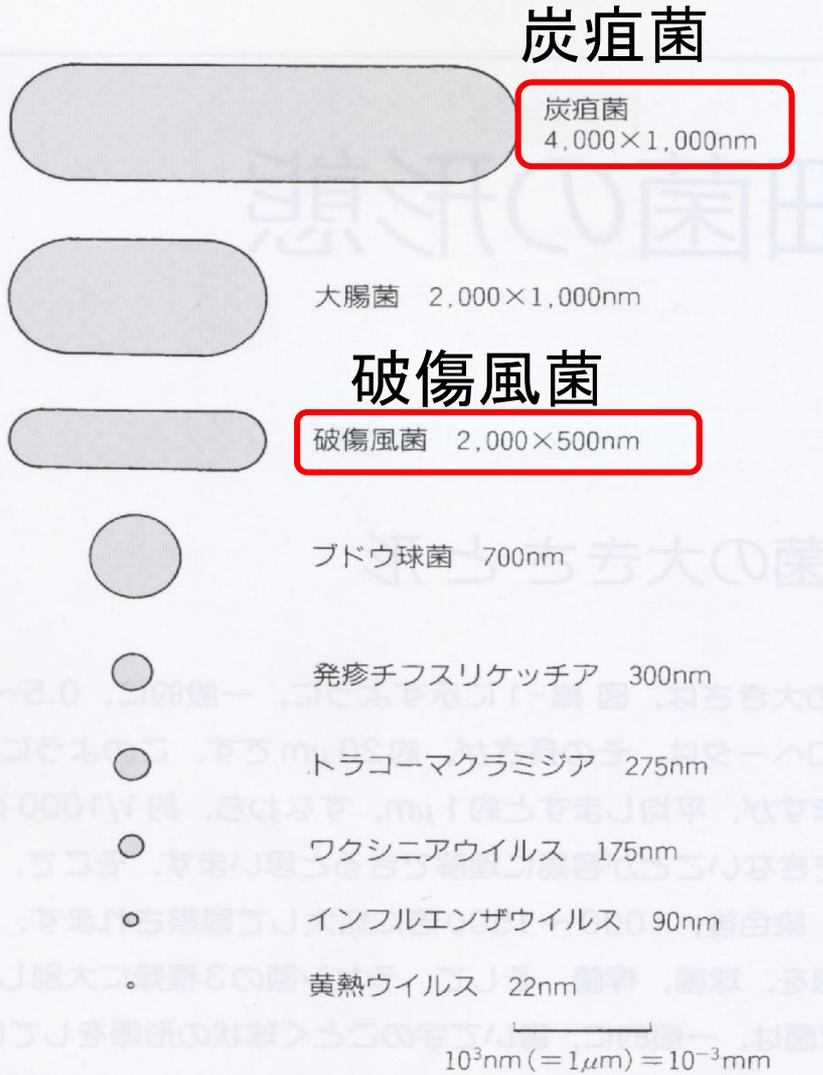


図 総 - 1 微生物の大きさの比較

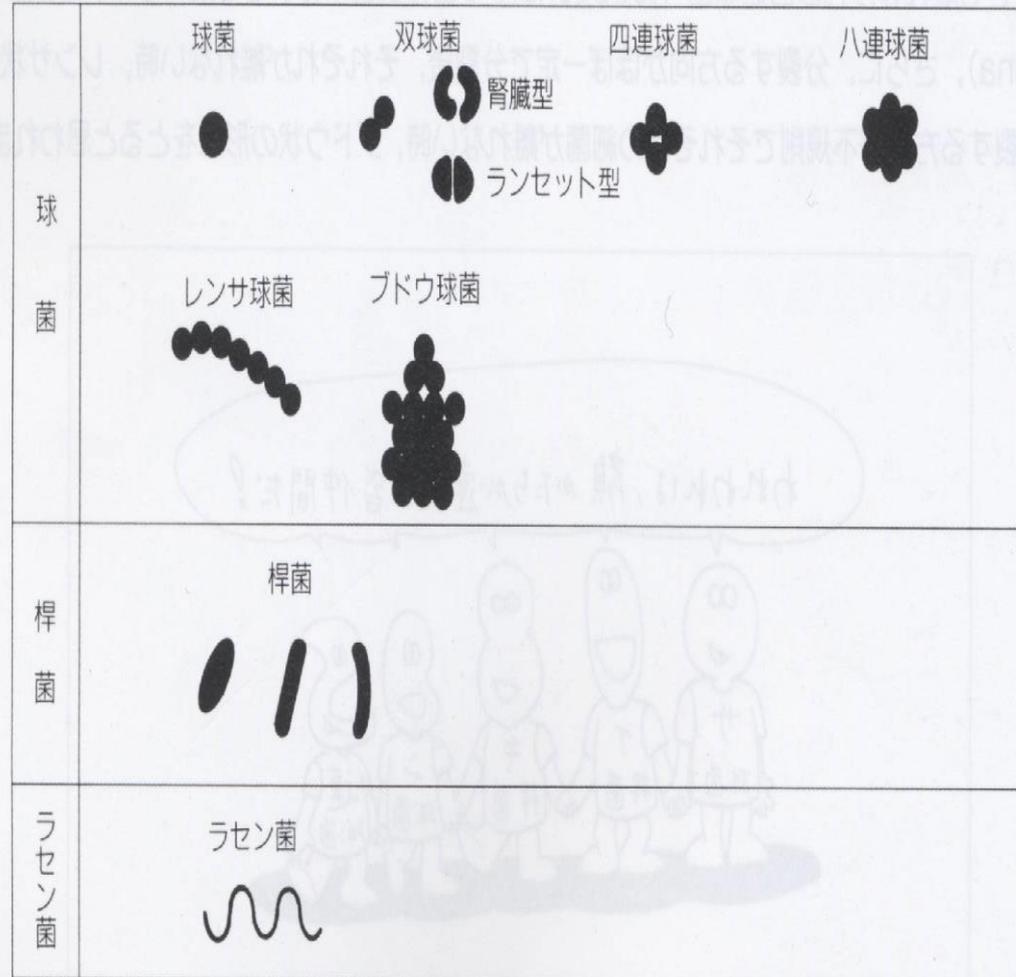


図 総 - 2 細菌の形態

# 芽胞形成菌

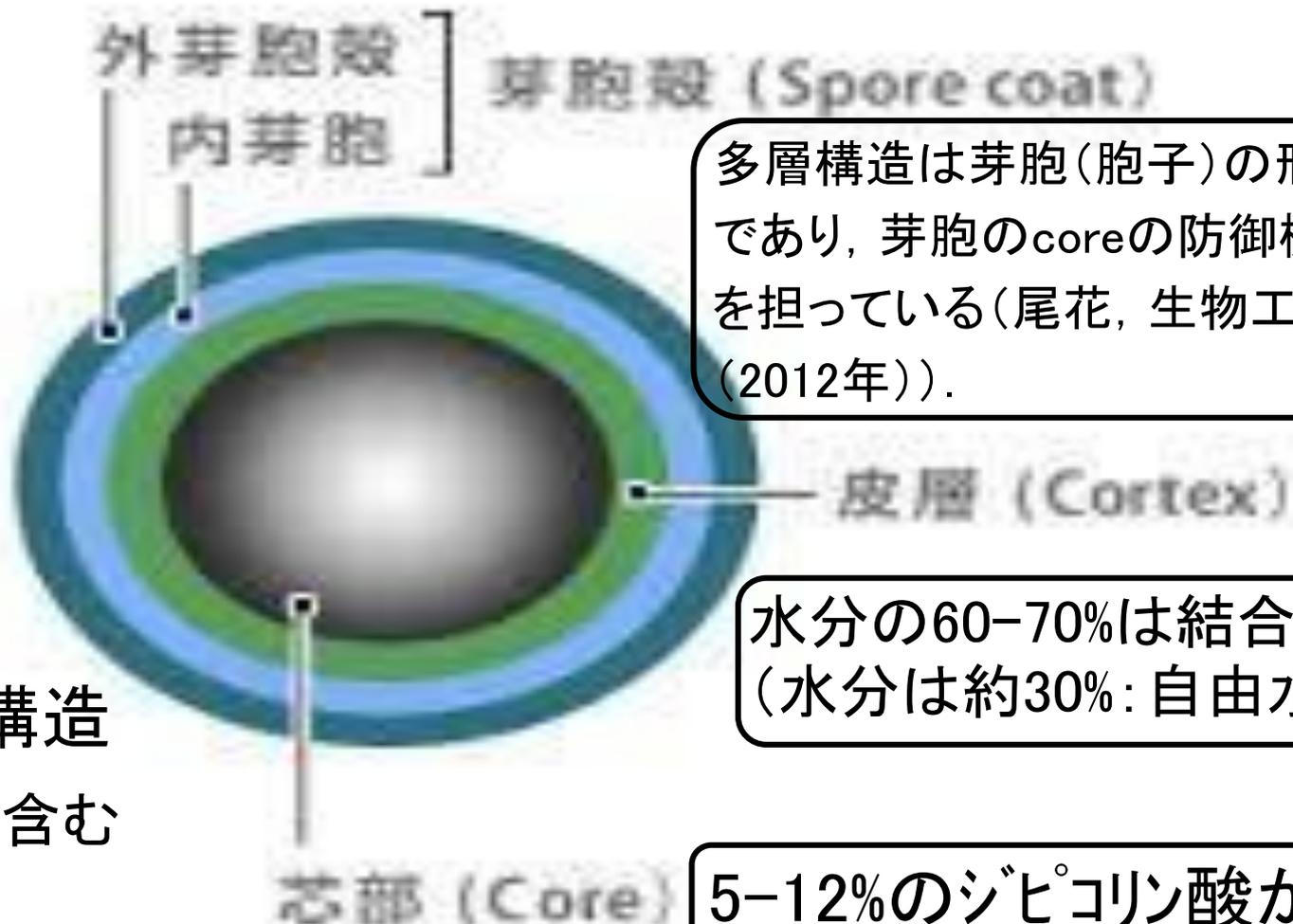
＜*Bacillus*属菌：好気性菌＞（好気性有芽胞グラム陽性菌）

- ・ セレウス菌 (*Bacillus cereus*)
- ・ 炭疽菌 (*Bacillus anthracis*、四類感染症)
- ・ 枯草菌 (*Bacillus subtilis*)
- ・ *Geobacillus stearothermophilus* (中等度好熱性細菌)、他

＜*Clostridium*属菌：嫌気性菌＞（嫌気性有芽胞グラム陽性菌）

- ・ ウェルシュ菌 (*Clostridium perfringens*)
- ・ ボツリヌス菌 (*Clostridium botulinum*、四類感染症)
- ・ 破傷風菌 (*Clostridium tetani*、五類感染症)
- ・ ディフィシル菌 (*Clostridium difficile*)、他

# 芽胞の構造



多層構造  
DNAを含む

多層構造は芽胞(孢子)の形成に必須であり、芽胞のcoreの防御機構の一端を担っている(尾花, 生物工学, 90, 512 (2012年)).

水分の60-70%は結合水で存在(水分は約30%:自由水)

5-12%のジピコリン酸が存在

# 芽胞形成メカニズム

周辺環境の悪化  
(環境ストレス: 低温、  
高温、貧栄養状態、他)

**栄養型**

(水分: 約60-70%)



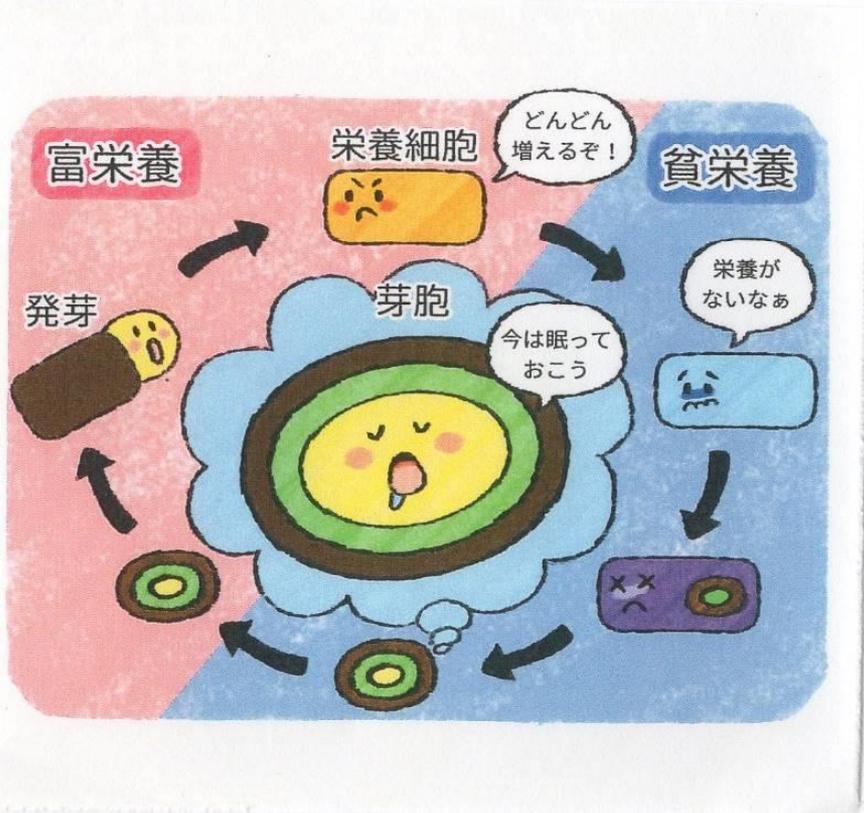
**芽胞型**

(水分: 約30%)

休眠状態  
(一種の冬眠状態)

- ・熱に強い
- ・薬剤に強い
- ・圧力に強い
- ・放射線に強い

# 芽胞の性質



出典：日本防菌防黴学会 編：菌・カビを知る・防ぐ60の知恵，2015年)

胞子を完全に殺すためには湿熱で110～120℃を20分間、もしくは乾熱で150～160℃を3時間程度の処理を要する。

(一色賢司：食品衛生学 第3版，東京化学同人、2010年)

周辺環境が良くなった際

発芽

栄養型

構造を破壊

増殖

(加熱により死滅する)

通常加熱で死滅

芽胞型

(加熱で死滅しない)

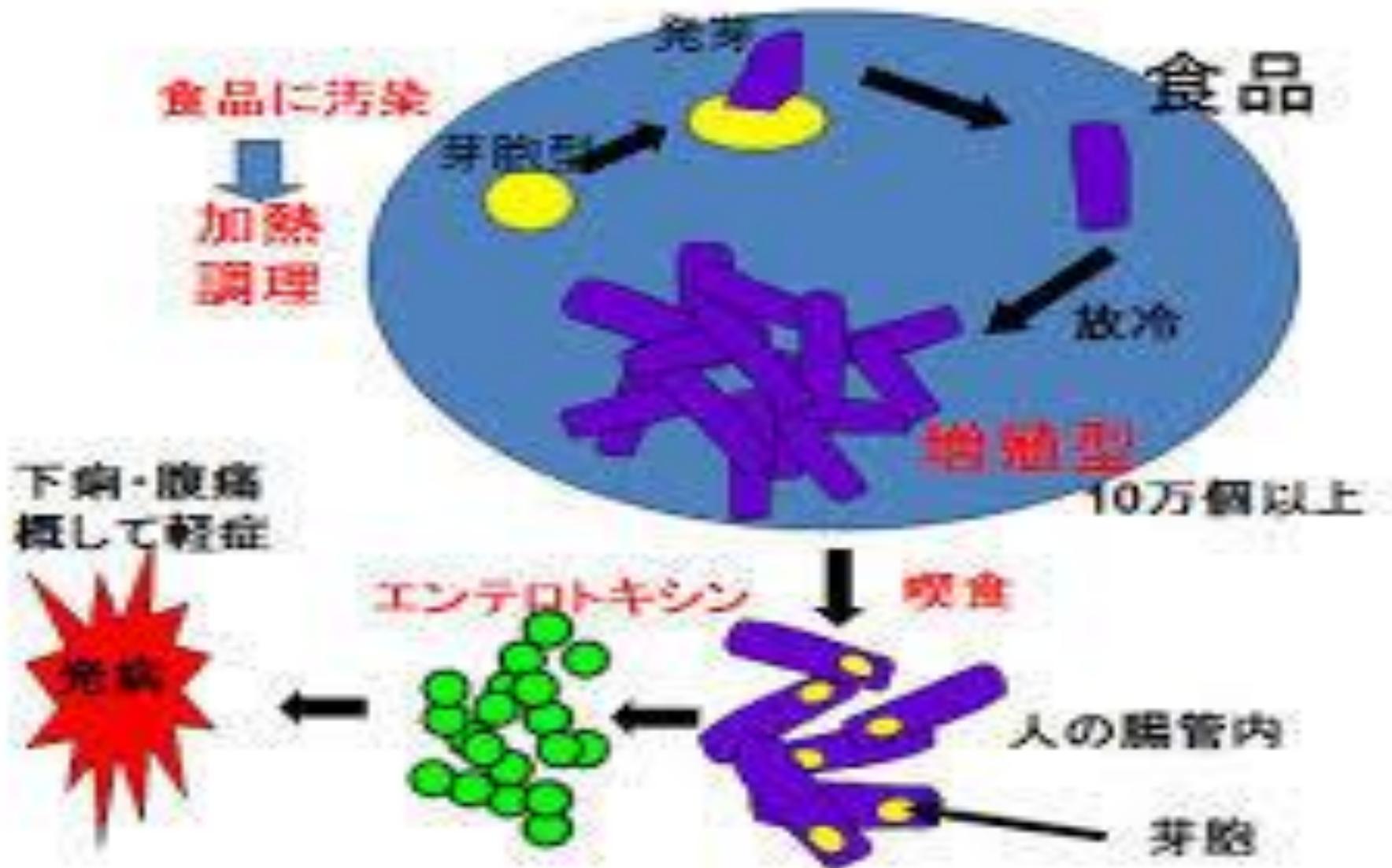
芽胞形成

(加熱で死滅しない)

100°Cの煮沸にも耐える。完全に不活化するには、121°C、15-20分間高圧蒸気滅菌

図2. 芽胞形成細菌の発育環

図2.ウェルシュ菌の発病機序



# セレウス菌 (*Bacillus cereus*)

---

グラム陽性・通性嫌気性菌

芽胞形成（菌体の中央～やや中央に位置  
芽胞は孢子嚢を膨出させない）

発育 [至適] 温度：10～50℃ [28～35℃]

芽胞の耐熱性：100℃、5～30分

世代時間：約18～27分（35℃）

分布：土壌に常在 ⇒ 野菜、穀類、豆類  
環境中に存在

# セレウス菌食中毒

## 嘔吐型食中毒

## 下痢型食中毒

発症毒素 (菌) 量	$\leq 8 \mu\text{g}/\text{kg}^*$ (食品 : $10^5 \sim 10^8/\text{g}$ )	$10^5 \sim 10^8/\text{ヒト}$
毒素産生部位	食品	小腸
毒素のタイプ	嘔吐毒 (セレウリド) (環状デプシペプチド)	下痢原性毒素 (タンパク)
潜伏時間	0.5~6時間	8~16時間 (まれに >24時間)
主症状	悪心、嘔吐 稀に肝障害、脳症、死亡例	腹痛、水様下痢
原因食品	米飯や焼飯などの米飯類 スパゲッティなどの麺類	肉類, スープ類, 野菜類, プディング, バニラソース, 牛乳および乳製品など

年間0.2~1.5%の発生率 (2~21件 : 全国H19~H28 : 1人事例を含む)

日本では嘔吐型が主体

\*  $1 \mu\text{g}/\text{ヒト}$  (推定)

(地独)大阪健康安全基盤研究所 河合高生 先生より

# ボツリヌス菌

- ・ 芽胞として、土壌、河川、湖沼、海水などに広く分布し、食肉、魚介類、野菜を汚染する。
- ・ ウェルシュ菌と同様に大気中では増殖出来ない。
- ・ たんぱく質を分解する菌としない菌があり、両者の最低発育温度や芽胞の耐熱性は異なる。
- ・ 東北地方や北海道では、いずしを原因とするたんぱく質非分解のE型食中毒の事例が見られるが、からし蓮根やハヤシライスのソースによるたんぱく質分解のA型食中毒、輸入缶詰めグリーンオリーブによるたんぱく質分解のB型食中毒が発生したこともある。
- ・ 室温で長期間保存される缶詰などの食品は、ボツリヌス菌の耐熱性の芽胞を死滅させるに十分な条件で殺菌する必要がある。

(改訂 食品の安全を創るHACCP、(社)食品衛生協会、2012年)

# 乳児ボツリヌス症、初の死亡…離乳食にはちみつ

- ・ 東京都は7日、離乳食としてはちみつを与えられた足立区の生後6か月の男児が「乳児ボツリヌス症」で死亡したと発表した。
- ・ 国立感染症研究所に記録が残る1986年以降、国内で発症が確認されたのは36例目で、死亡したのは初めて。
- ・ 発表によると、男児は今年1月から、ジュースに市販のはちみつを混ぜたものを1日平均2回ほど家族から与えられていた。2月16日にせきなどの症状が出て、同20日に病院に搬送されたが、3月30日に死亡した。便や自宅のはちみつからボツリヌス菌が検出された。
- ・ ボツリヌス菌は自然界に常在し、はちみつに含まれていることがある。1歳未満の乳児は消化器官が未熟なため、腸内で増殖するおそれがあるという。都は「はちみつは1歳未満に与えないでほしい」と呼びかけている(2017年4月7日、読売新聞)。

## ウェルシュ菌 (*Clostridium perfringens*)

- ・ 細菌は熱に強い芽胞を作るため、高温でも死滅せず、生き残る。したがって、食品を大釜などで大量に加熱調理すると、他の細菌が死滅してもウェルシュ菌の耐熱性の芽胞は生き残る。
- ・ 食品の中心部は酸素の無い状態になり、嫌気性菌のウェルシュ菌にとって好ましい状態になるため、食品の温度が発育に適した温度まで下がると発芽して急速に増殖を始める。
- ・ 一度に大量の食事を調理した給食施設などで発生することから“**給食病**”の異名もあり、患者数の多い大規模食中毒事件を起こす特徴がある。

# 一晩寝かせたカレー、ウェルシュ菌増殖の恐れ

本格的な夏の到来を前に、各自治体が、加熱しても殺菌しにくい「ウェルシュ菌」食中毒への注意を呼びかけている。

作りおきしたカレーなどの煮物が原因となることがあり、昨年は全国で約1400人が発症した。専門家は「梅雨や夏は1年の中で最も菌が増えやすい。料理は常温保存せず、速やかな冷蔵を心がけ、食中毒を防いで」と呼びかけている。

「リーガロイヤルホテル」(大阪市北区)のレストランでは5月初旬、昼食をとった利用客25人が下痢や腹痛などの症状を訴え、患者からウェルシュ菌が検出された。大阪市は提供メニューのうち、カレーなど作りおきの煮物料理が感染源の可能性が高いとみている。

3日間の営業停止処分を受けた同レストランは、料理の作りおきの中止や温度管理の徹底などの再発防止策をとった。担当者は「うまみを出すなどの目的で作りおきをすることがあった。調理後、速やかに提供するよう徹底する」と話す。

夏場は気温、湿度が高く、他の季節以上に食べ物への注意が必要だ。ウェルシュ菌は肉や魚、野菜などに広く付着する。加熱処理さえすれば「安心」と考えがちだが、この菌は加熱しても一部は残存する。カレーやシチューのようにとろみがあり、空気が通りにくい料理だと特に増えやすい。

しかも食材の温度が45度程度まで下がると急激に増殖する特徴があり、いったん増殖すると死滅させるのは難しい。100度で6時間加熱したが、それでも殺菌できなかったという報告もあるという。

厚生労働省の統計では、ウェルシュ菌による食中毒は過去10年間、およそ500～2800人で推移。昨年は前年の2.6倍の1411人に急増し、原因物質別でノロウイルス、カンピロバクターの次に多かった。特に7月は大量発生が頻発する“要注意”月で、1980年には埼玉県久喜市で小中学校の給食が原因で生徒ら3610人、2012年には山梨県富士河口湖町のホテルで宿泊客の高校生126人がそれぞれ集団で発症した。

大阪府立大食品安全科学研究センターの三宅眞実センター長は予防策として、〈1〉調理後はすぐに食べる〈2〉保存する時は、できるだけ速やかに15度以下に冷蔵する〈3〉再加熱する際は長時間よく混ぜる——の3点を挙げる(2017年7月6日、読売新聞、社会)。

## 表 主要な細菌性食中毒菌の特徴

食中毒原因菌	特徴	原因食品	潜伏期間	発症菌量
サルモネラ属菌	食中毒が多発	卵(卵の加工食品)、食肉	8 ~ 48時間	$10^2 \sim 10^5$ /人
腸炎ビブリオ	好塩性、増殖が速い	生鮮魚介類及びその加工品	10 ~ 24時間	$10^6 \sim 10^9$ /人
カンピロバクター	少量の菌で発症	鶏肉及び2次汚染された食品	2 ~ 7日 (主に2~3日)	$5 \times 10^2$ /人
腸管出血性大腸菌	少量の菌で発症、毒素産生	ハンバーグ、生レバー、加熱不十分な食肉	2 ~ 7日 (主に3 ~ 5日)	$10 \sim 100$ /人
黄色ブドウ球菌	化膿菌、毒素産生	弁当、おにぎり、生菓子類	1 ~ 5時間 (主に2 ~ 3時間)	$10^5 \sim 10^6$ /人
ウェルシュ菌	芽胞形成、嫌気性	カレー、シチュー、スープ	6 ~ 18時間 (主に8~12時間)	$10^6 \sim 10^{11}$ /人
セレウス菌	芽胞形成、毒素産生	チャーハン、ピラフ、スパゲッティ	嘔吐型: 1 ~ 5時間、 下痢型: 8 ~ 16時間	$10^5 \sim 10^{11}$ /人