

A. 研究目的

セレウス菌のリスクプロファイルはこれまで、作成されていないので、今回の研究班でまとめた。

B. 研究方法

セレウス菌のリスクプロファイル作成のため、国内外の疫学的情報（食中毒発症件数、原因食品、患者数等）、新たに得られた分子生物学的な情報（感染性、発症機序等）、新たな診断法、予防法、治療法、リスク評価（用量反応等）について、国際感染症情報（GIDEON²）：国内外の疫学情報、食中毒統計調査³：国内の疫学情報、感染症発生動向調査週報IDWR⁴：セレウス菌の基本情報、PubMed⁵、FoodRisk⁶等：その他の情報を収集した。

C. 研究結果

詳細については、別添の委託報告書を参照すること。

菌の性状、セレウス菌はタンパク質や多糖体など高分子物質の分解性が高く、食品の腐敗、変敗を起こすと同時に、嘔吐毒（セレウリド）と下痢原性エンテロトキシンを産生する。発育温度域は10～50℃（増殖至適温度28～35℃）であり、10℃以下ではほとんどの菌株が増殖できないものの、一部7℃以下の低温で増殖する菌株も存在する。セレウス菌は様々

な食品中に存在する。ほとんどは100芽胞/g以下であるが、ハーブなどで1,000以上になるものも報告されている。食品中ではセレウス菌は芽胞の形で存在するが、セレウス菌にとって適切な環境で食品を保存した場合に芽胞が発芽生育する。

嘔吐型食中毒は、セレウス菌に汚染された食品中で産生された嘔吐毒の摂取によって起こる（毒素型食中毒）。一方、下痢性食中毒は食品とともに摂取した本菌がヒトの小腸で増殖し、エンテロトキシンを産生することで引き起こされる（感染型（生体内毒素型）食中毒）。

嘔吐型食中毒、下痢型食中毒ともに発症菌量は $10^5 \sim 10^8$ 個/gであり、一般食品で通常見られる程度の菌数（ $10 \sim 10^3$ 個/g程度）では発症しない。

嘔吐型食中毒では、体内に入ったセレウリドが胃から十二指腸に流入する際にセロトニンレセプターに結合し、迷走神経を刺激することで嘔吐を引き起こすと考えられている。

欧米では下痢型の食中毒が多く、食肉、牛乳、野菜、魚介類を含む様々な食品によって引き起こされる。嘔吐型食中毒のアウトブレイクは通常米製品によって引き起こされるが、ジャガイモ、パスタ、チーズ、その他デンプン質の食品も要因となる。その他、ソース、プディング、スープ、鍋料理、パン菓子、サラダなどの食品の混合物もしばしば感染源となる。

セレウス菌食中毒は臨床症状、潜伏期間、関係検体からの原因菌検出頻度などによって診断されている。

通常、治療は下痢や嘔吐に対する水分や栄養補給などの対症療法程度であり、

² GIDEON <http://www.gideononline.com/>

³ 厚生労働省 食中毒統計調査
<http://www.mhlw.go.jp/toukei/list/112-1.html>

⁴ IDWR 感染症の話 セレウス菌感染症
http://idsc.nih.gov/idwr/kansen/k03/k03_05/k03_05.html

⁵ PubMed <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/>

⁶ FoodRisk <http://foodrisk.org/>

特別な治療は行われたい。

わが国では 1960 年に小学校の学童 354 名が脱脂粉乳によって下痢、腹痛等を主症状とした食中毒事例が初めて報告され、その後セレウス菌による食中毒事例が報告されるようになった。

わが国におけるセレウス菌食中毒は嘔吐型がほとんどであるが、発生数や患者数はそれほど多くはない⁷。1996 年以降、セレウス菌による食中毒発症件数は 5～25 件の間で推移している

D. 考 察

リスクプロファイルのため、考察は省略する

E. 結 論

リスクプロファイルのため、結論は省略する。

F. 健康危機情報

特になし

G. 研究発表

特になし

H. 知的財産権取得状況

特になし

⁷ 食中毒統計調査によると、食中毒発生件数総数に占めるセレウス菌食中毒の件数は 1%程度となっている (2005 年：1.0%、2006 年：1.2%、2007 年：0.6%、2008 年：1.5%、2009 年：1.2%、2010 年：1.2%)

セレウス菌リスクプロファイル作成
支援業務

報告書

平成 24 年 9 月

MRI 株式会社 **三菱総合研究所**

目 次

<u>1 調査の概要</u>	27
<u>(1) 調査目的</u>	27
<u>(2) 調査範囲</u>	27
<u>(3) 調査方法</u>	27
<u>2 調査結果</u>	28
<u>(1) 調査結果概要</u>	28
<u>(2) セレウス菌に関する知見の整理</u>	28
<u>1) 病原体の特徴</u>	28
<u>2) 引き起こされる疾病の特徴</u>	31
<u>3) 疫学（食中毒発生状況）</u>	33
<u>参考資料</u>	53

調査の概要

調査目的

セレウス菌に係るリスクプロファイルの作成を支援するため、セレウス菌に関する最新の知見、情報を収集する。

調査範囲

最新の知見を得るという観点から、本調査では年々アップデートされていると考えられる以下の項目について重点的に情報収集を行った。なお、論文については 2000 年以降に公表されたものを中心に収集した。

国内外の疫学的情報（食中毒発生件数、原因食品、患者数 等）
新たに得られた分子生物学的な情報（感染性、発症機序 等）
新たな診断法、予防法、治療法
リスク評価（用量反応 等）

調査方法

以下のサイトからセレウス菌に関する情報を収集した。

国際感染症情報（GIDEON⁸）：国内外の疫学情報を収集

食中毒統計調査⁹：国内の疫学情報を収集

感染症発生動向調査週報 IDWR¹⁰：セレウス菌の基本情報を収集

PubMed¹¹、FoodRisk¹² 等：その他の情報を収集

その他、「獣医微生物学（第2版）¹³」および食品安全委員会による公表資料¹⁴等を参考にした。

⁸ GIDEON <http://www.gideononline.com/>

⁹ 厚生労働省 食中毒統計調査 <http://www.mhlw.go.jp/toukei/list/112-1.html>

¹⁰ IDWR 感染症の話 セレウス菌感染症 http://idsc.nih.gov/idwr/kansen/k03/k03_05/k03_05.html

¹¹ PubMed <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/>

¹² FoodRisk <http://foodrisk.org/>

¹³ 獣医微生物学（第2版）見上彪ら（文永堂出版）

¹⁴ セレウス菌による食中毒について <http://www.fsc.go.jp/sonota/b.cereus.pdf>

セレウス菌食中毒 ファクトシート http://www.fsc.go.jp/sonota/06bacillus_cereus.pdf

調査結果

調査結果概要

GIDEON による検索により、各国のアウトブレイク状況および汚染率等のサーベイランス情報を得た。また、厚生労働省食中毒統計調査および感染症発生動向調査週報 IDWR により、わが国におけるアウトブレイク状況等の情報を得た。

FoodRisk、PubMed では、主に分子生物学的研究や診断・治療法に関する文献を抽出した。

セレウス菌に関する知見の整理

病原体の特徴

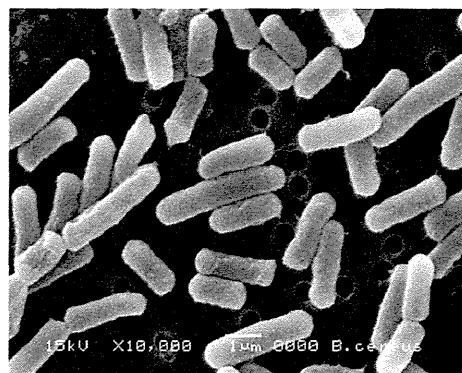
分類

バシラス *Bacillus* 属菌はグラム陽性、好気性または通性嫌気性の大型桿菌で芽胞形成能がある。本属には炭疽菌 (*B.anthraxis*)、セレウス菌 (*B.cereus*)、腐蛆病菌 (*B.larvae*)、枯草菌 (*B.subtilis*) など 34 菌種以上が所属している。[1]

形態

バシラス属菌は大きさ 0.5~2.5×1.2~10.0μm の大型桿菌であり、耐熱性の芽胞を形成する。一般に周毛性鞭毛を形成して運動性を示すが、鞭毛形成能を欠くものもある。[1]

セレウス菌は通性嫌気性の運動性桿菌で、土壌、空気及び河川水等の自然環境をはじめ、農産物、水産物及び畜産物などの食料、飼料等に広く分布している。[4]



出典：食品安全委員会事務局資料[3]

性状

バシラス属菌は好気性または通性嫌気性の有機栄養菌であり、普通寒天培地での好気性培養でよく増殖する。カタラーゼ陽性、GC 含量 (モル%) は 32~69 である。[1]

セレウス菌はタンパク質や多糖体など高分子物質の分解性が高く、食品の腐敗、変敗を起こすと同時に、嘔吐毒 (セレウリド) と下痢原性エンテロトキシンを産生する。発育温度域は 10~50℃ (増殖至適温度 28~35℃) であり、10℃以下ではほとんどの菌株が増殖できないものの、一部 7℃以下の低温で増殖する菌株も存在する。[1、4、16]

pH4.3-9.3 で増殖可能である。また、酸素の存在下でよく増殖するが、嫌気下でも増殖できる。水分活性については 0.912-0.950 が最低限必要である。芽胞は熱や乾燥に強いが、菌株によって大きな差がある。[15] パールテスト¹⁵陰性、γファージ¹⁶非感受性。[1、4]

¹⁵ ペニシリン感受性である炭疽菌 (*B.anthraxis*) の同定に用いられる方法。ペニシリン 0.5~0.05 IU/ml 含有培

病原性

バシラス属菌は自然界に広く分布し、芽胞型として土壤中に生存し、長期にわたり感染性を保持する。芽胞は通常の加熱条件下で生残し、高い耐熱性（90℃で60分の加熱に抵抗性）を持つ。[1、4]

セレウス菌は溶血毒をはじめいくつかの毒素を産生することが知られている。嘔吐毒（セレウリド）及び下痢を引き起こす毒素（下痢原性エンテロトキシン）は、それぞれ嘔吐型食中毒、下痢型食中毒を引き起こす。嘔吐毒は環状ペプチドで、消化酵素や酸・アルカリにも安定であり、また126℃で90分加熱処理しても失活しない。一方、エンテロトキシンはタンパク質であり、ペプシンやトリプシンなどの酵素や、60℃以上の加熱、pH4以下の酸性条件等によって失活する。[1、2、4、16]

上記の嘔吐毒および下痢原性エンテロトキシン以外に、第3の毒素に関する報告もある（ウェルシュ菌タイプCのβ毒素に似た毒素）。[5]

なお、本菌は食中毒だけでなく、全身性あるいは局所的な感染によって劇症菌血症、髄膜炎、脳腫瘍、眼内炎、肺炎、ガス壊疽様皮膚感染症などを引き起こす。[19、21]

図表 1 セレウス菌による2つのタイプの食中毒

特徴	下痢毒	嘔吐毒
毒素のタイプ	タンパク質：エンテロトキシン（Hbl, Nhe, CytK など）	環状ペプチド：嘔吐毒（セレウリド）
毒素産生場所	宿主の小腸	食品内
感染用量	10 ⁵ -10 ⁸ cfu（総量）（芽胞の場合増殖型細胞よりも少数で感染）	10 ⁵ -10 ⁸ 個/g（毒素発現に生菌は必須ではない）
潜伏期間	8~16時間（24時間以上の場合もある）	0.5~6時間
発症期間	12~24時間（数日間の場合もある）	6~24時間
症状	腹痛、水様性下痢、まれに吐き気 致死性のケースあり	吐き気、嘔吐、不快感 まれに致死性のケースあり（肝障害によるもの）
原因食品	タンパク質性食品（食肉製品、スープ、野菜、プディング、ソース、乳および乳製品）	デンプン質が豊富な食品（チャーハン、炊飯米、パスタ、ペストリー、麺）

出典：[18]を基に、三菱総合研究所作成

地で37℃、3~4時間培養で菌体が真珠状に膨隆するものを陽性とする。

¹⁶ 炭疽菌（*B.anthraxis*）の同定に用いられる方法。γファージは特異的に炭疽菌を溶菌する。

嘔吐型および下痢型食中毒を引き起こす菌株の特徴

概要

セレウス菌の毒性は菌株によって様々であり、ヒトに対して無害なものから致死性のものまで幅広く存在する。[18]

嘔吐型食中毒を引き起こす菌株は *ces* 遺伝子を有し、セレウリドと呼ばれる嘔吐毒を産生する。また、下痢型食中毒を引き起こす菌株の大多数が複数のエンテロトキシン遺伝子を持ち、それらの発現によって各種エンテロトキシンが産生される。なお、嘔吐型菌株の多くはエンテロトキシン遺伝子を持っており、これらの菌株ではセレウリドだけでなくエンテロトキシンも産生されると考えられている。[17、18、21]

セレウリド産生菌株

嘔吐型食中毒の原因となる菌株、すなわちセレウリド産生菌株は *ces* プラスミド遺伝子を有するサブグループを構成する。セレウリド産生菌株は全体の 1.5% 程度であるが、非ランダムな食品や患者からのサンプルにおける有病率はより高く、32.8% となっている。これまで嘔吐型の菌株は溶血性を持たないあるいは弱い、デンプンおよびサリシンを加水分解できない、10°C 以下では増殖できない、芽胞の熱耐性が高いなど他の菌株と区別される特徴を持つクローナルな菌株であると考えられていたが、近年新たに別系統の嘔吐型菌株も見つかっている。また、近年の研究で約 7.5% の嘔吐型菌株でデンプン加水分解能、サリシン発酵能、およびエンテロトキシン Hbl 産生能が確認されており、さらに嘔吐型菌株の大部分でエンテロトキシン遺伝子の一つである *nhe* 遺伝子が同定されていることから、嘔吐型の菌株もエンテロトキシンを産生することで下痢を引き起こすと考えられている。さらに、近年 8°C でも増殖できる嘔吐型セレウス菌株も同定されている。[21]

セレウリドの発現は孢子形成レギュレーターである Spo0A および AbrB によって制御されている。AbrB は直接 *ces* 遺伝子の発現を抑制し、Spo0A は AbrB に結合することで *ces* 遺伝子の転写を促進する。このほか、環境因子として温度や大気組成、栄養状態および食品の特性などが関与している。嘔吐型菌株は 8°C から 40°C でセレウリドを産生するが、至適温度は 20°C から 30°C となっている。また、セレウリドの産生は大気中の酸素レベルが低下すると著しく損なわれる。酸素レベルが 1-2% 以下の嫌気下ではセレウリドは産生されない。食品の組成もセレウリド産生に影響し、水分およびデンプンの含有量が多い非酸性の食品において最も多くセレウリドの蓄積がみられる。[21]

エンテロトキシン産生菌株

下痢型食中毒の原因となる菌株は様々なエンテロトキシンを産生するが、中でも非溶血性エンテロトキシン (Nhe)、溶血素 BL (Hbl)、サイトトキシン K (CytK)、および溶血素 II (Hly II) が最も重要なエンテロトキシンである。*ces* 遺伝子と異なり、エンテロトキシン遺伝子は高度の遺伝子多型を有し、セレウス菌株間で広く保有されている。[21] *nhe* 遺伝子についてはすべてのセレウス菌株が保有しているとされるが、*hbl* および *cytK* 遺伝子を有する菌株はそれぞれ 50% 以下とされる。[18、21] なお、下痢型の食中毒を引き起こす菌株はほとんどが複数のエンテロトキシンを産生するため、*in vivo* でのエンテロトキシン活性やそれらの相対的な重要性を示すのは非常に困難である。[21]

セレウス菌の細胞密度はホスホリパーゼ C 調節因子 (PlcR) クオラムセンシングシステムによって制御されているが、PlcR は多くの毒性因子の発現調整にも関与しており、Hly II 以外のエンテロトキシン遺伝子の発現を促進する。この他、エンテロトキシン遺伝子の発現は細菌の増殖率や酸素濃度、栄養状態など様々な環境因子によって影響を受けるため一様ではない。また、エンテロトキシンの産生レベルは菌株特有のばらつきによって変化するため、病原性は菌株によって一義的に決まるわけではない。[21]

下痢毒産生の至適温度は中温性および耐冷性菌ともに 30℃であり、最低温度は耐冷性菌株では 6℃となっている。また、中温性および耐冷性菌ともに培養温度が高いほどよりエンテロトキシンが多く産生される。嫌気性下では細菌の増殖は抑制されるものの、エンテロトキシンの産生は促進される。これは、*nhe* 遺伝子や *hbl* 遺伝子が酸素によってダウンレギュレートされるからである。エンテロトキシンが最もよく産生されるのは嫌気性下での対数増殖期である。[21]

引き起こされる疾病の特徴

感染源

セレウス菌は様々な食品中に存在する。ほとんどは 100 芽胞/g 以下であるが、ハーブなどで 1,000 以上になるものも報告されている。食品中ではセレウス菌は芽胞の形で存在するが、セレウス菌にとって適切な環境で食品を保存した場合に芽胞が発芽生育する。[16]

わが国におけるセレウス菌食中毒の原因食品は、穀物及びその加工品（焼飯類、米飯類、麺類等）が最も多く、次いで複合調理食品（弁当類等、調理パン）となっている。わが国で発生の多い嘔吐型の食中毒では、チャーハン、ピラフなどの焼飯類による事例が最も多く、次いで焼きそばやスパゲッティなどの麺類を原因食品とする事例が多い。一方、下痢型の食中毒ではバニラソース、スープ類、プディング、ソーセージ、肉類、野菜など多種の食品が原因となっている。[4]

欧米では下痢型の食中毒が多く、食肉、牛乳、野菜、魚介類を含む様々な食品によって引き起こされる。嘔吐型食中毒のアウトブレイクは通常米製品によって引き起こされるが、ジャガイモ、パスタ、チーズ、その他デンプン質の食品も要因となる。その他、ソース、プディング、スープ、鍋料理、パン菓子、サラダなどの食品の混合物もしばしば感染源となる。[5]

発症機序・用量反応

嘔吐型食中毒は、セレウス菌に汚染された食品中で産生された嘔吐毒の摂取によって起こる（毒素型食中毒）。一方、下痢性食中毒は食品とともに摂取した本菌がヒトの小腸で増殖し、エンテロトキシンを産生することで引き起こされる（感染型（生体内毒素型）食中毒）。[1、2、4]

嘔吐型食中毒、下痢型食中毒ともに発症菌量は $10^5 \sim 10^8$ 個/g であり、一般食品で通常見られる程度の菌数（ $10 \sim 10^3$ 個/g 程度）では発症しない。[4、5] ニューージーランド食品安全庁 (NZFSA) によるレポートによると、食中毒の原因食品中のセレウス菌は $200 \sim 10^9$ 個/g とばらついているが、通常では 10^5 個/g 程度とされているとある。菌株によって毒素の産生量が異なり、またヒトの感受性にもばらつきがあるため、ある量以上のセレウス菌を接種

すると発症するとは一概には言えない。ただし、一般には $10^4 \sim 10^7$ 個のセレウス菌を摂取して発症しているケースが多い。[15] また、欧州食品安全機関 (EFSA) のレポートでは、食品 1g あたり $10^3 \sim 10^4$ 個でアウトブレイクした事例があるとの指摘がある。[16]

嘔吐型食中毒では、体内に入ったセレウリドが胃から十二指腸に流入する際にセロトニンレセプターに結合し、迷走神経を刺激することで嘔吐を引き起こすと考えられている。その他、セレウリドはミトコンドリアに障害を与える、肝細胞を変性させる、NK 細胞の働きを阻害させるなどの生理活性を持つ。一方、下痢型食中毒では、エンテロトキシンにより小腸上皮細胞膜が破壊されることで下痢が引き起こされる。[18]

症状

嘔吐型食中毒では悪心・嘔吐が主症状で、潜伏期間は 3~6 時間程度である。一方、下痢性食中毒では腹痛・下痢が主症状であり、潜伏期間は 8~16 時間と長い。[2、3、4、16、18]

本菌による食中毒患者は一般的に経過が良好であり、ほとんどが 1 日程度で回復する。ただし、まれに急性肝不全などで死亡する事例もある。[4]

診断方法

セレウス菌食中毒は臨床症状、潜伏期間、関係検体からの原因菌検出頻度などによって診断されている。セレウス菌の鞭毛抗原による H 血清型別は特異性が高く、セレウス菌の血清型別に応用される。また、毒素の検出では、エンテロトキシンについてはラテックス凝集反応による検出キット¹⁷が市販されているが、嘔吐毒については簡易検査法が開発されていないため検出が困難である。[2]

セレウリドの同定には、Hep-2 細胞がセレウリドの存在下で空胞形成することや、ブタの精子がその存在下で運動性を失うことなどを用いたアッセイによって行われていたが、いずれも特異的にセレウリドを同定するものではなかった。しかし、セレウリドの遺伝子が発見されて以降は、それをターゲットにした PCR 法によって特異的な同定が可能となった。その他、セレウリド合成時に発現することが知られているマーカータンパク質をターゲットとした免疫クロマトグラフィー試験による、より簡便で迅速な検出法も確立されている。[18、20]

一方、エンテロトキシンに対する非特異的同定方法としては、実験動物および培養細胞を用いた方法が確立されている。前者にはウサギの回腸を用いた RIL 試験やモルモットの皮膚反応および血管透過性アッセイなどがある。また、後者では CHO 細胞や McCoy 細胞、Caco-2 細胞、Vero 細胞などの細胞株が用いられている。特異的同定方法としては、Hbl、Nhe、CytK に対するマルチプレックス PCR 法が確立されている。ただし、エンテロトキシン遺伝子の発現が毒素産生のレベルを表すわけではなく、したがって PCR 法では菌株の病原性を予測できないため、食品安全を目的とする菌同定においてはこの方法はほとんど使用されていない。[18]

¹⁷ Nhe および Hbl に対する抗体が作成されており、キットとしてはそれぞれ BCET-RPLA kit (Oxoid Ltd., UK) および TECRA-BDE kit (Tecra International Pty Ltd., Australia) がある。いずれもコンポーネントに対する抗体であるため、毒素の生物学的活性については確認できない。また、CytK に対する抗体については、現在のところ市販のキットはない。[18]

治療・予防

通常、治療は下痢や嘔吐に対する水分や栄養補給などの対症療法程度であり、特別な治療は行われず。[1、2、5]

セレウス菌は食品における汚染頻度が高く、また加熱調理後も芽胞が生残している場合が多いことから、予防対策としては食品中での菌増殖を抑えることが重要である。具体的には、①大量調理せずに必要最少量の食品を調理し、調理後はすぐに喫食すること、②調理後に食品を保存する場合は、速やかに 55℃以上（事業者で使用されている温蔵庫・保温庫をで保存する場合）あるいは 7℃以下（4℃以下が望ましい）で保存し、保存期間は可能な限り短くすること等が有効である。[2、4、16] 迅速な冷却の他に、低 pH や低水分活性も予防方法として有効である。さらに、加工工場の機械器具の洗浄はセレウス菌の増殖を防ぐためにかかせないステップである。次亜塩素酸の使用により芽胞の数を消滅もしくは飛躍的に減少させることができる。[16] また、嫌気状態での包装はセレウリドの産生を抑えることには有効だが、一方でエンテロトキシンの産生を促進してしまう可能性もある。[21]

疫学（食中毒発生状況）

日本

食中毒発生件数

わが国では 1960 年に小学校の学童 354 名が脱脂粉乳によって下痢、腹痛等を主症状とした食中毒事例が初めて報告され、その後セレウス菌による食中毒事例が報告されるようになった。[4]

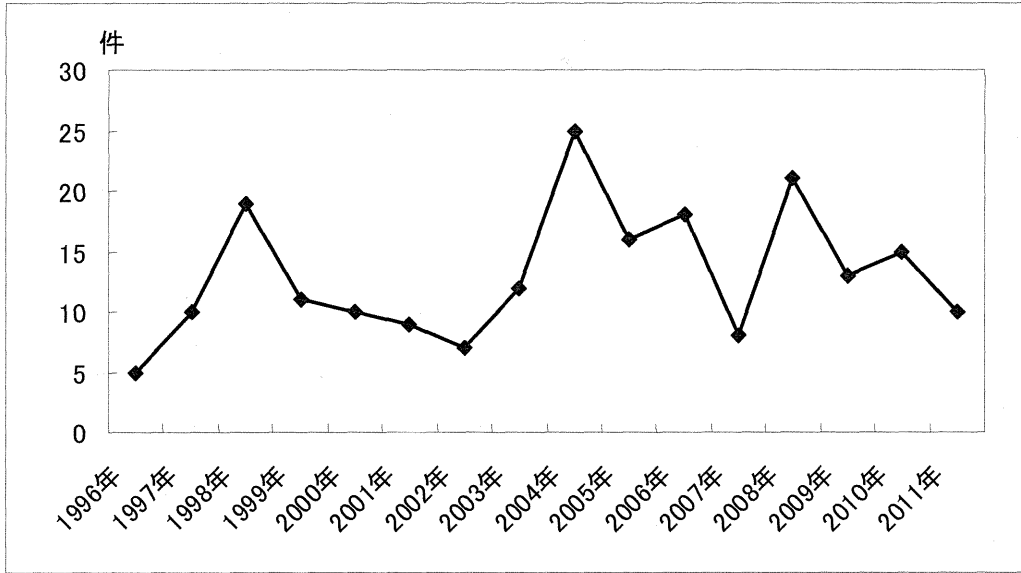
わが国におけるセレウス菌食中毒は嘔吐型がほとんどであるが、発生数や患者数はそれほど多くはない¹⁸。1996 年以降、セレウス菌による食中毒発症件数は 5～25 件の間で推移している（図表 2）。年間患者数は 1998 年には 689 人であったが、ここ数年は 100～200 人程度で推移している（図表 3）。発生規模も 1 事例あたりの患者数が 10 名前後の小規模発生がほとんどであるが、時に患者数 100 名を超える大規模な事例もみられる（図表 4）。

なお、月別発生状況は他の細菌性食中毒と同様に、夏季（6 月～10 月）に多く発生している（図表 5）。

1996 年から 2010 年の原因食品別発生状況をみると、2006 年ごろまで「乳類及びその加工品」によるものが多かったが、その後は「複合調理食品」による食中毒が多い傾向にある（図表 6）。

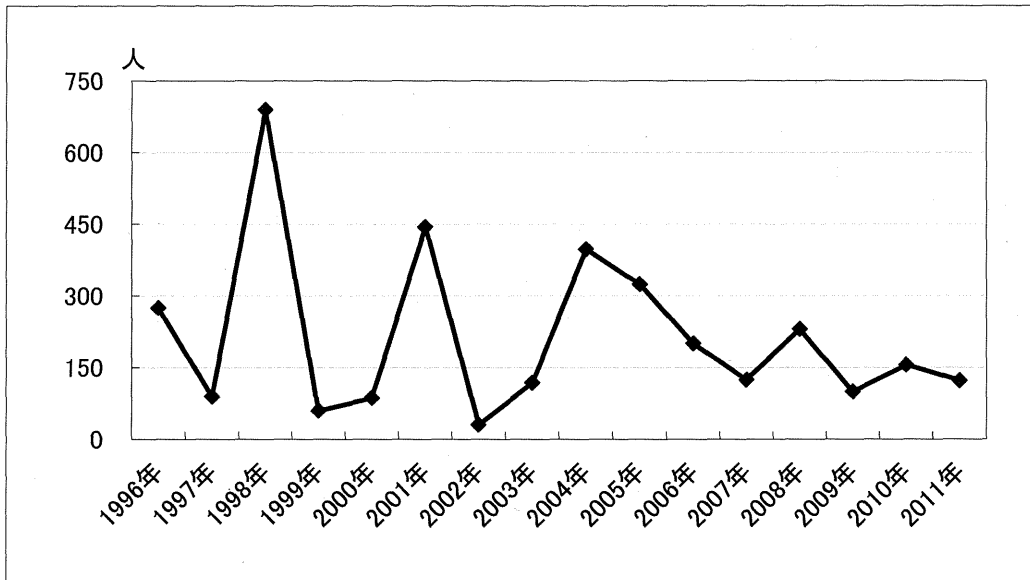
¹⁸ 食中毒統計調査によると、食中毒発生件数総数に占めるセレウス菌食中毒の件数は 1%程度となっている（2005 年：1.0%、2006 年：1.2%、2007 年：0.6%、2008 年：1.5%、2009 年：1.2%、2010 年：1.2%）

図表 2 食中毒発生件数の推移



出典：食中毒統計調査を基に、三菱総合研究所作成

図表 3 年間発症者数の推移



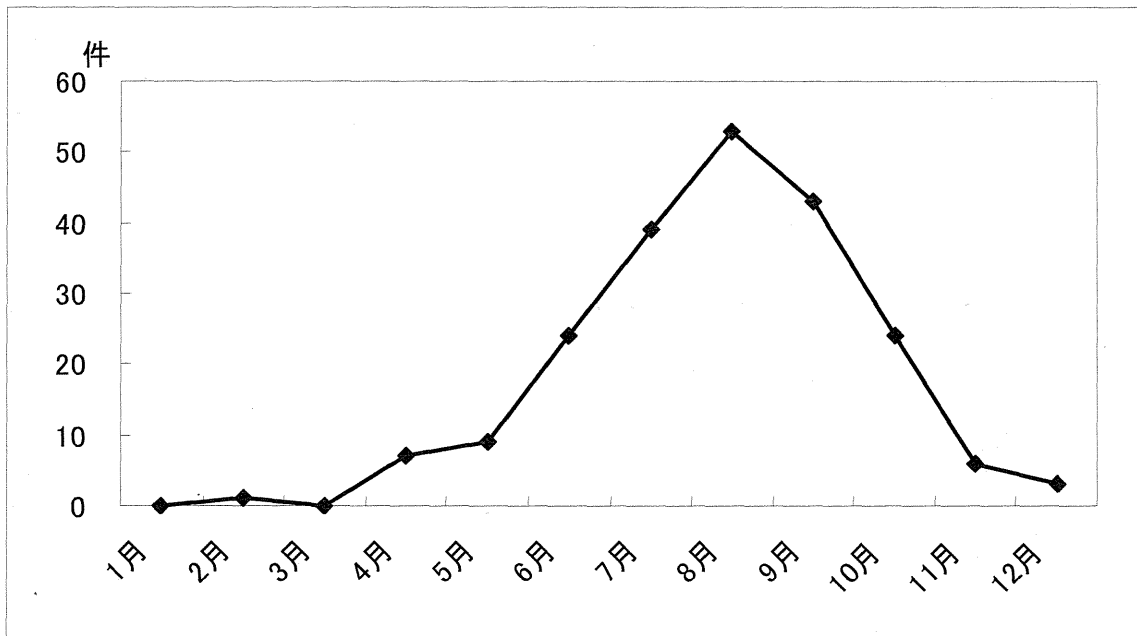
出典：食中毒統計調査を基に、三菱総合研究所作成

図表 4 セレウス菌食中毒の大規模事例

発生年月日	患者数	原因食品
1990年1月	350	仕出し弁当
1990年8月	291	牛乳
1991年8月	359	給食弁当
1991年9月	1,877	学校給食
1992年4月	541	弁当
1995年10月	296	仕出し弁当
1996年5月	254	スパゲティ
1998年10月	516	米飯(弁当)
2001年12月	346	あんもち(不適切に調理されたあんを使用したもち)
2004年6月	108	中華麺
2005年7月	108	不明(幕の内弁当)

出典：IDWR 及び食中毒統計調査を基に、三菱総合研究所作成

図表 5 月別発生件数(1996年～2011年)



出典：食中毒統計調査を基に、三菱総合研究所作成

図表 6 原因食品上位 3 位の推移

順位	1996年	1997年	1998年	1999年	2000年	2001年	2002年	2003年
1位	乳類及びその加工品	乳類及びその加工品	菓子類	乳類及びその加工品	乳類及びその加工品、菓子類	乳類及びその加工品、複合調理食品	乳類及びその加工品	乳類及びその加工品
2位	菓子類	菓子類	乳類及びその加工品	複合調理食品、その他	-	-	菓子類	複合調理食品、その他
3位	-	魚介類加工品	穀類及びその加工品、複合調理食品、その他	-	卵類及びその加工品、穀類及びその加工品、複合調理食品、その他	その他	複合調理食品、その他	-

順位	2004年	2005年	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年
1位	乳類及びその加工品、菓子類	複合調理食品	乳類及びその加工品	複合調理食品	複合調理食品	菓子類、複合調理食品	複合調理食品
2位	-	菓子類	菓子類	乳類及びその加工品	乳類及びその加工品、菓子類	-	菓子類
3位	複合調理食品	乳類及びその加工品	複合調理食品	-	-	乳類及びその加工品	乳類及びその加工品、野菜及びその加工品

出典：食中毒統計調査を基に、三菱総合研究所作成

食品の汚染実態

食品一般における本菌の汚染菌量は概して低く、 $10 \sim 10^3 \text{cfu/g}$ の範囲にあることが知られている。種々の食品からのセレウス菌の検出率を図表 7 に示す。[4]

図表 7 種々の食品からのセレウス菌検出率

食品群	検出率 (%)	菌数 (cfu/ml・g)
野菜・果実及び調理加工品 豆腐、果実、ナッツ、野菜	51~56	$10 \sim 10^5$
乳及び乳製品 牛乳、低温殺菌乳、クリーム	27~98	$10 \sim 10^3$
調味料及びスパイス	10~53	$10 \sim 10^5$
穀類及び調理加工品 生米、めん類	6~91	$10 \sim 10^2$
複合調理品 米飯、おにぎり、いなり寿司、焼飯、サラダ、調理パン	6~74	$10 \sim 10^7$
魚介類及び調理加工品 さしみ、練り製品、フライ、コロッケ等	3~16	$10 \sim 10^3$
食肉及び調理加工品 生肉、ハム、ソーセージ、餃子、シューマイ	1~16	$10 \sim 10^3$

諸外国

食中毒発生件数

1991年から1992年にヨーロッパで発生した食中毒のアウトブレイクのうち、セレウス菌が関与したものは1.0%であった（1993年から1998年では1.2%）。

- ✓ 1993年から1998年にヨーロッパ諸国で278のアウトブレイク（患者数2,918名）が確認されている。
- ✓ 2009年EU諸国において124のアウトブレイク（患者数929名、死者0名）が確認された。
- ✓ 病院やデイケア施設においてアウトブレイクの発生が報告されている。

なお、セレウス菌による食中毒は、他の食中毒（嘔吐型：黄色ブドウ球菌食中毒、下痢型：ウェルシュ菌食中毒）の症状と類似しているため、アウトブレイクが報告されていない、あるいは誤診断されていることがある。[5]

食品の汚染実態

セレウス菌による食中毒は、しばしば再加熱した炊飯米や野菜の喫食により小規模な単位で発生する。食品中に非常に多数のセレウス菌（ 10^7 個/g以上）が存在した場合、健康危害を引き起こす可能性がある。[5]

- ✓ 食肉、牛乳、野菜、魚介類を含む様々な食品が下痢型の食中毒の要因となっている。
- ✓ 嘔吐型食中毒のアウトブレイクは通常米製品によって引き起こされるが、ジャガイモ、パスタ、チーズ、その他デンプン質の食品も要因となる。
- ✓ ソース、プディング、スープ、鍋料理、パン菓子、サラダなどの食品の混合物もしばしば感染源となる。

食中毒の原因とされるラム肉、鶏肉、牛乳から枯草菌（*B. subtilis*）およびリケニホルミス菌（*B. licheniformis*）のいくつかの菌株が同定されている。これらの菌種はセレウス菌が産生する嘔吐毒に似た耐熱性の毒素を産生する。[5]

- ✓ バシラス・プミルス（*B. pumilus*）が産生するリポペプチド（プミラシジン pumilacidins）によって食中毒が引き起こされる。
- ✓ セレウス菌による食中毒とされているアウトブレイクのうちいくつかはバシラス・チューリンゲンシス（*B. thuringiensis*）およびバシラス・マイコイデス（*B. mycoides*）が原因となっている。
- ✓ 1998年にフランスで発生したアウトブレイクでは、セレウス菌群の *B. cytotoxicus* によって引き起こされた。

主なアウトブレイク事例

【事例1】1990年－タイ：スポーツ大会で出されたエクレアによるセレウス菌および黄色ブドウ球菌食中毒事例（485事例）

1990年8月25日、タイの地方の体育大学で行われた障害者スポーツ大会の出席者400名以上が、夕食後に胃腸症状を発症した。スポーツ大会に出席した1,210名に対する調査の結果、1,094名のうち485名（43%）がスポーツ大会の夕食を食べて嘔吐、悪心、腹痛、下痢を発症していた。最も多かった症状は悪心（93%）、嘔吐（88%）、および腹痛（81.5%）であり、平均潜伏期間は3.20時間であった。3つの品目と発症に有意な関連性が認められ、そのうちエクレアが最も相対リスクが高かった（RR=7.0、95%CI=4.8-10.2）。エクレアは夕食で供されるまでの12時間以上室温で保管されていた。エクレアからは黄色ブドウ球菌産生およびセレウス菌が同定されたが、それらのファージタイプは健康な食品取扱者から同定された菌のものとは異なっていた。[6]

【事例2】1993年－アメリカ：大学の体育祭で出された料理による事例（139症例）

大学の体育祭で下痢症のアウトブレイクが発生した。質問票を返信した体育祭出席者643名のうち、139名（22%）が症状を訴えた。調理後18時間冷蔵保存されていなかったバーベキューポークを食べた者は、バーベキューポークを食べなかった者に比べ発症率が5倍以上であった（26%vs5%、RR=5.4、95%CI=1.4-20.9）。バーベキューポークからは下痢毒を産生するセレウス菌が同定された（ 10^5 cfu/g以上）。発症者のうち34%が6～24時間の潜伏期間を経て発症しており、また通常より高い割合（23%）の者が発熱症状を訴えた。セレウス菌は従来知られていたよりも広い範囲の疾病を引き起こす可能性が示唆された。[7]

【事例3】1995年－カナダ：長期療養施設における事例

長期療養施設における胃腸症状のアウトブレイクでは、2名の糞便検体からノーウオークウイルスが、4名（うち1名はノーウオークウイルス陽性）の糞便検体およびスパイスからセレウス菌が検出された。セレウス菌のファージタイプは2型であった。また、その後全ての検体から *B. thuringiensis* が同定された。同定された全てのセレウス菌および *B. thuringiensis* は、セレウス菌が産生するエンテロトキシンに特徴的な細胞毒性作用を示した。[8]

【事例4】1998年－アメリカ：テキサス州の教会でのイベントにおける汚染された米による事例（7症例）

1998年10月29日、テキサス州のガーランド保健省は、教会の昼間学校で発症した7症例について調査した。6名の児童および1名の成人は、食事の前に水和したオレンジ色の米に触れていた。これらの米から 5.6×10^5 個/gのセレウス菌が検出された。本件は、汚染された手を介して摂取されたセレウス菌によって間接的に引き起こされた食中毒であると考えられる。[9]

【事例5】2001年ーカナダ：ケベック州で行われた祝宴での事例（25症例）

本件はケータリングサービスおよびレストラン外で提供される食事の温度管理の経験がない料理店主が提供した食事によって引き起こされた。本アウトブレイクは、調理段階における注意深い衛生管理の重要性を強く示唆するものである。[10]

【事例6】2003年ーベルギー：ルーヴェンで汚染されたパスタサラダによる事例（5症例、うち1人死亡）

セレウス菌は食中毒を引き起こすことで知られているが、通常症状が軽いためあまり報告されない。しかし、パスタサラダの喫食に起因する肝不全による死亡例は、本菌による胃腸障害の重症化の可能性を示唆している。[11]

セレウス菌の嘔吐毒に汚染された食品の摂取により、劇症肝不全が引き起こされた。毒素により肝ミトコンドリアの脂肪酸酸化が阻害され、このことにより肝不全が引き起こされたと考えられる。[12]

【事例7】2005年ースペイン：マドリッドでウェルシュ菌、大腸菌、セレウス菌に汚染された魚介類を食べた囚人が胃腸炎に感染した事例（100件以上）

複数の病原体による胃腸症状のアウトブレイクが発生した。報告された症状および算出された潜伏期間ともに同定された病原体の特徴と一致した。刑務所施設における食事は、保管方法や食品取扱者の訓練を含め最低限の安全基準しか満たされていなかったと考えられる。[13]

【事例8】2007年ーアメリカ：ケンタッキー州のレストランにおける事例（60症例）

ブリット郡保健省は、60名が症状を訴えたことについて、Zapposにおけるセレウス菌食中毒であると断定した。Zapposの従業員は職場でMasterson's Cateringの食事を与えられていた。公衆衛生監視員は食事を提供された夜勤（2011年12月4日～5日）の従業員について追跡調査し、同じラインの食事を提供された1,000名以上のうち60名が発症、数名が病院を受診したと発表した。[14]

《各国の *Bacillus cereus* による食中毒発生状況、汚染状況 [5]》

【アジア地域】

日本

・アウトブレイク件数

1998	1999	2000	2001	2002	2003
20	11	10	9	7	12
2004	2005	2006	2007		
25	16	18	8		

・アウトブレイクに関わった症例数

1998	1999	2000	2001	2002	2003
704	59	86	444	30	118
2004	2005	2006	2007		
397	324	200	124		

韓国

・汚染率

乾燥唐辛子サンプルの 84.3%が汚染されていた。(2007 年)

乳幼児向けの食品のうち 20.9%が汚染されていた。(2011 年)

(参考)韓国では下痢を引き起こす細菌として、本菌が 4 番目に症例が多かった。(2004-06 年)

中国

・汚染率

武漢のスーパーにおいて、低温殺菌された牛乳パックの 71.4%までもが汚染されていた。(2007 年)

台湾

・アウトブレイク件数

1996	1997	1998	1999
0	1	3	1

※1986-95 年においては、104 件のアウトブレイク(4,844 症例)が発生し、全集団食中毒発生件数の 18.7%を占めた。

カンボジア

・アウトブレイク事例

2001 年 — カンポット州の学校における蒸し米の汚染による事例 (300 症例以上)

マレーシア

・アウトブレイク事例

1984年(掲載時) — スランゴ州、クランの学校の寄宿舎における事例

シンガポール

- ・アウトブレイク事例

1982年(掲載時) — 報告あり

インド

- ・汚染率

熱帯産魚介類サンプルの36.7% (毒素産生型は29.41%) が汚染されていた。(2009年)

スリランカ

- ・汚染率

炒飯のサンプルの56%が汚染されていた。(2011年)

【オセアニア地域】

オーストラリア

- ・アウトブレイク件数

1980-95	95-2000	2002	2004	2006
6	16	6	4	6

- ・アウトブレイクに関わった症例数

1980-95	95-2000	2002	2004	2006
27	28	37	6	14

- ・汚染率

調理済みピザのサンプルの4.6%、ミートパイの4.5%、ソーセージロールの3.3%、サイコロステーキの5.5%が汚染されていた。(2010年)

- ・アウトブレイク事例

2008年 — ニューサウスウェールズ州のレストランにおける汚染されたアスパラガスクリームソースによる事例 (1人が死亡)

2008年 — ニューサウスウェールズ州の仕出し屋における事例 (75症例) (ウェルシュ菌食中毒も同時発生)

ニュージーランド

- ・アウトブレイク件数

1998	1999	2001	2002	2003	2005
6	16	6	4	6	5
2006	2007	2008	2010		
2	1	1	0		

・アウトブレイクに関わった症例数

1998	1999	2001	2002	2003	2005
21	45	21	16	25	10
2006	2007	2008	2009	2010	
11	51	3	0	0	

・アウトブレイク事例

2007年 — オークランドでのイベントでふるまわれた汚染された豆カレーによる事例 (51 症例)

【北米地域】

アメリカ合衆国

・アウトブレイク件数

1993-97	98-2002	2006	2007	2008
14	37	13	19	15

・アウトブレイクに関わった症例数

1993-97	98-2002	2006	2007	2008
691	571	72	164	122

・汚染率

小売されている魚介類の 17.9%が汚染されていた。(2008年)

米(加工前)のサンプルの 46.6%が汚染されていた。(2008年)

・アウトブレイク事例

1976年 (掲載時) — 汚染された野菜の新芽による事例 (4 症例)

1981年 (掲載時) — カフェテリアにおける汚染されたマカロニチーズによる事例 (4 症例)

1985年 — メイン州の日本料理屋における事例 (11 症例)

1988年 (掲載時) — ロードアイランドの療養所における汚染されたビーフシチューによる事例

1989年 — カリフォルニア州で行われた結婚披露宴における汚染された料理による事例

1993年 (掲載時) — 大学の体育祭で出された料理による事例 (139 症例)

1993年 — バージニア州の 2 つのデイケアセンターにおける汚染された炒飯による事例

1998年 — テキサス州の教会でのイベントにおける汚染された米による事例 (7 症例)

2011年 — ケンタッキー州のレストランにおける事例 (60 症例)

〈参考〉本菌による食中毒は全食中毒件数の約 0.2%で、全集団食中毒件数の約 2%である。

カナダ