

- ・アウトブレイク事例
1974年（掲載時）— 2件報告された
1995年（掲載時）— 慢性病介護センターにおける事例
2002年（掲載時）— ケベック州で行われた祝宴での事例（25症例）

【中南米地域】

ブラジル

- ・汚染率
ローストコーヒーの粉パックのサンプルの56.7%が汚染されていた。（2012年）
ミナスヘライス州ヴィコサのレストランにおける空気サンプルの19%が汚染されていた。（2010年）
大学のカフェテリアで使われている調理器具・用具の38.3%が汚染されていた。（2011年）

チリ

- ・汚染率
学校給食での乾乳製品の45.9%が汚染されていた。（2007年）

コスタリカ

- ・汚染率
サンホセ市内で売られているチーズ製品の33%が汚染されていた。（2010年）

【中近東地域】

トルコ

- ・アウトブレイク事例
1985年 — シバスの工場における事例（25症例）

サウジアラビア

- ・汚染率
商店で売られている生野菜のサンプルには汚染は見られなかった。（2011年）

ヨルダン

- ・汚染率
地域の商店やレストランで集めた食品サンプルの23.3%が汚染されていた。（2011年）

オマーン

- ・アウトブレイク事例
2008年 — 病院で患者やスタッフがセレウス菌胃腸炎に集団感染（58症例）

【アフリカ地域】

南アフリカ

・汚染率

ヨハネスブルクで道端の屋台で売られていてすぐに食べられる食品の 22%が汚染されていた。(1999年)

ガーナ

・汚染率

アクラとクマシで集めた生乳サンプルの 11.5%が汚染されていた。(2002年)

ナイジェリア

・汚染率

ナイジェリア料理から病原性セレウス菌が発見された。(2009年)

【ヨーロッパ地域】

イギリス (イングランド、ウェールズ)

・アウトブレイク件数

1980	1981	1992	1993	1994	1995
13	9	8	2	6	8
1996	1997	1998	1999	2000	2001
4	6	0	1	0	4
2002	2003	2004	2005	2006	
3	2	0	1	0	

・アウトブレイクに関わった症例数

1992	1993	1994	1995	1996	1997
68	6	57	30	118	14
1998	1999	2000	2001	2002	2003
0	14	0	10	8	41
2004	2005	2006			
0	33	0			

・汚染率

ウェールズの学校給食の 0.04%が汚染されていた。(2009年)

乾燥香辛料サンプルの 3.0%が汚染されていた。(2004年、イギリス)

〈参考〉1990-92年において、イングランドとウェールズでの全集団食中毒発生件数の 2%を本菌によるものが占め(スコットランドでは1%未満)、93-98年においても 2%であった。

ドイツ

・アウトブレイク件数

1993	1994	1995	1996	1997	1998
4	2	0	3	1	0
1999	2000	2009	2010		
2	2	4	3		

・アウトブレイクに関わった症例数

1997	1999	2000	1996
25	16	26	3

・汚染率

バイエルン州におけるアイスクリームのサンプルの 4.7%が汚染されていた。(2008 年)

フランス

・アウトブレイク件数

1993	1994	1995	1996	1997	1998
3	4	2	2	1	7
1999	2000	2001	2008	2010	
2	13	8	83	61	

・アウトブレイク事例

1998 年 - 4 人の死亡を含む 92 件の症例

1996-2005 年 - 4 人の死亡を含む 1,766 件の症例

〈参考〉 1993-97 年における全集団食中毒件数の 2.7%を本菌によるものが占めた。

イタリア

・アウトブレイク件数

1998	1999	2000	2008	2009	2010
1	2	1	3	4	1

ロシア

・アウトブレイク件数

1995	1996	1999	2000
4	3	1	0

・アウトブレイクに関わった症例数

1995	1996	1999
135	152	53

スペイン

・アウトブレイク件数

1993	1994	1995	1996	1997	1998
0	1	5	4	5	4
1999	2000	2001	2002	2003	2004
6	0	7	12	12	8
2005	2006	2007	2008	2009	2010
1	6	5	7	6	8

・アウトブレイク事例

1995年 — ヘレス・デ・ラ・フロンテラの老人ホームにおける事例 (77 症例)

2005年 — 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)

〈参考〉1990-92年において、全集団食中毒件数の0.3%を、1993-98年において0.3%を本菌によるものが占めた。

アイスランド

・アウトブレイク件数

1993	1994	1995	1996	1997	1998
0	1	1	0	2	1

・アウトブレイクに関わった症例数

1993	1994	1995	1996	1997	1998
0	3	1	0	4	2

〈参考〉1985-93年において、全集団食中毒件数の26%を、1993-98年において12.5%を本菌によるものが占めた。

アイルランド

セレウス菌食中毒は2005-10年では2009年の一件のみ発生している。

オランダ

・アウトブレイク件数

1999	2000	2006	2008	2009	2010
10	14	2	15	14	12

・アウトブレイクに関わった症例数

1999	2000	2006
10	162	4

〈参考〉1990-91年において、全集団食中毒件数の25%を、1993-98年の2.0%を本菌によるものが占めた。

ギリシャ

・汚染率

商店で売られているフレッシュジュースのサンプルには汚染が見られなかった。(2011年)

クレタ島において Pichtogalo Chanion チーズサンプルの 14.51%が汚染されていた。(1998年)

スウェーデン

・アウトブレイク件数

1993	1994	1995	1996	1997	1998
0	0	11	7	5	2
2008					
3					

・アウトブレイクに関わった症例数

1993	1994	1995	1996	1997	1998
0	0	57	26	64	5

スコットランド

・アウトブレイク件数

1980	1996	1997	1998
1	0	0	1

・アウトブレイク事例

1980-85年 — 8つのアウトブレイク(うち7件は米の汚染によるもの)によって述べ53人が発症し、30人が死亡した。

スロバキア

・アウトブレイク事例

2009年 — 16件のアウトブレイクが報告されている。

スロベニア

・アウトブレイク件数

1993	1994	1995	1996	1997	1998
0	1	0	0	1	1
1999	2000				
1	0				

・アウトブレイクに関わった症例数

1993	1994	1995	1996	1997	1998
0	46	0	0	195	60
1999	2000				
68	0				

・アウトブレイク事例

1997年 — 学校における汚染されたソフトチーズによる事例

セルビアモンテネグロ

・アウトブレイク件数

1993	1994	1995	1996	1997	1998
0	0	2	2	0	0

デンマーク

・アウトブレイク件数

1993	1994	1995	1996	1997	1998
3	1	3	3	0	3
2008	2009	2010			
3	4	2			

・汚染率

低温殺菌された乳製品の8.1%が汚染されていた。(1977年)

(参考) 1990-92年において全集団食中毒件数の6%を、1993-98年において2.7%を本菌によるものが占めた。

ノルウェー

・アウトブレイク件数

1993	1994	1995	1996	1997	1998
5	1	7	5	7	5
1999	2000	2007	2008	2009	2010
7	104	85	8	3	2

・アウトブレイクに関わった症例数

1999	2000	2007
145	104	85

・アウトブレイク事例

2007(掲載時) — 中華料理店における汚染された米による事例(3症例)

(参考) 1993-98年において全集団食中毒件数の18.2%を本菌によるものが占めた。

ハンガリー

・アウトブレイク件数

1993	1994	1995	1996	1997	1998
8	1	0	1	4	5
1999	2000	2010			
4	2	6			

・アウトブレイクに関わった症例数

1993	1994	1995	1996	1997	1998
427	7	0	16	218	177
1999	2000	2010			
139	88	314			

フィンランド

・アウトブレイク件数

1993	1994	1995	1997	1998	1999
0	3	6	7	3	1
2000	2008	2010			
2	3	4			

・アウトブレイクに関わった症例数

1998	1999	2000
29	5	12

・アウトブレイク事例

1975年 — 工場での汚染された米による事例 (18 症例)

1979年 — 汚染されたバニラソースによる 11 件の事例 (計 705 症例)

〈参考〉 1990-92 年において全集団食中毒件数の 13%を、1993-98 年において 13.8%を本菌によるものが占めた。

ベルギー

・アウトブレイク件数

1999	2000	2010
2	0	2

・アウトブレイクに関わった症例数

1999	2009
14	24

・アウトブレイク事例

2011年 — 汚染されたパスタによる事例 (20歳男性1人が死亡)

2003年 — 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)

※セレウス菌のトキシンによって死亡したケースは、2005年までに世界的に報告されたものでは2例目。

ポーランド

・アウトブレイク件数

1999	2000	2008	2009
0	1	2	3

・アウトブレイクに関わった症例数

2000
36

ポルトガル

・アウトブレイク件数

1993	1994	1995	1996	1997	1998
1	0	1	0	2	3
1999	2000	2008	2009		
1	1	3	1		

・アウトブレイクに関わった症例数

1999	2000
7	6

マルタ

・アウトブレイク事例

1996年 — ホテルでの汚染された米による事例 (92症例)

ルーマニア

・アウトブレイク件数

1993	1994	1995	1996	1997	1998
0	2	1	0	0	0

(参考) 1993-98年において全集団食中毒件数の0.8%を本菌によるものが占めた。

《参考文献》

獣医微生物学 (第2版) 見上彪 (文永堂出版)

感染症発生動向調査週報 IDWR 感染症の話 セレウス菌感染症
http://idsc.nih.go.jp/idwr/kansen/k03/k03_05/k03_05.html

食品安全委員会 食中毒の概要について セレウス菌による食中毒について
<http://www.fsc.go.jp/sonota/b.cereus.pdf>

食品安全委員会 ファクトシート セレウス菌食中毒 (*Bacillus cereus* foodborne poisoning) http://www.fsc.go.jp/sonota/factsheets/06bacillus_cereus.pdf

国際感染症情報 GIDEON <http://www.gideononline.com/>

An unusual outbreak of food poisoning. Southeast Asian J Trop Med Public Health 1995 Mar; 26(1):78-85. Thaikruea L, Pataraarechachai J, Savanpunyalert P, Naluponjiragul U

A large outbreak of gastroenteritis caused by diarrheal toxin-producing *Bacillus cereus*. J Infect Dis 1993 Jun; 167(6):1452-5. Luby S, Jones J, Dowda H, Kramer J, Horan J
Bacillus cereus and *Bacillus thuringiensis* isolated in a gastroenteritis outbreak investigation. Lett Appl Microbiol 1995 Aug; 21(2):103-5. Jackson SG, Goodbrand RB, Ahmed R, Kasatiya S

Nontypical *Bacillus cereus* outbreak in a child care center. J Environ Health 2001 Mar; 63(7):9-11, 21. Briley RT, Teel JH, Fowler JP

An outbreak of *Bacillus cereus* implicating a part-time banquet caterer. Can J Public Health 2002 Sep-Oct; 93(5):353-5. Gaulin C, Viger YB, Fillion L

Fatal family outbreak of *Bacillus cereus*-associated food poisoning. J Clin Microbiol 2005 Aug; 43(8):4277-9. Dierick K, Van Coillie E, Swiecicka I, Meyfroidt G, Devlieger H, Meulemans A, Hoedemaekers G, Fourie L, Heyndrickx M, Mahillon

Fulminant liver failure in association with the emetic toxin of *Bacillus cereus*. N Engl J Med 1997 Apr 17; 336(16):1142-8. Mahler H, Pasi A, Kramer JM, Schulte P, Scoging AC, Bär W, Krähenbühl S

Investigation of a foodborne intoxication in a high-density penitentiary center. Gac Sanit 2007 Nov-Dec; 21(6):452-7. Hernando V, Narot Arranz L, Catalán S, Gómez P, Hidalgo C, Barrasa A, Herrera D

ProMED-mail 2011; 10 Dec: 20111210.3561 <<http://www.promedmail.org>>. Accessed 10 Dec 2011.

RISK PROFILE: *BACILLUS* SPP. IN RICE. New Zealand Food Safety Authority. Client Report FW0319 February 2004.

Opinion of the Scientific Panel on Biological Hazards on *Bacillus cereus* and other *Bacillus* spp in foodstuffs. The EFSA Journal 2005; 175:1-48.

Emetic toxin formation of *Bacillus cereus* is restricted to a single evolutionary lineage of closely related strains. Monika Ehling-Schulz et al. Microbiology 2005; 151:183-197.

- From soil to gut: *Bacillus cereus* and its food poisoning toxins. Lotte P. Stenfors Arnesen, Annette Fagerlund & Per Einar Granum. *FEMS Microbiol Rev.* 2008 Jul; 32(4):579-606.
- Bacillus cereus*, a Volatile Human Pathogen. Edward J. Bottone. *CLINICAL MICROBIOLOGY REVIEWS*, Apr. 2010; 382–398.
- Rapid Identification of Emetic *Bacillus cereus* by Immunochromatography. Ueda S, Kuwabara Y. *Biocontrol Sci.* 2011 Mar; 16(1):41-5.
- Regulation of toxin production by *Bacillus cereus* and its food safety implications. Ceuppens S et al. *Crit Rev Microbiol.* 2011 Aug; 37(3):188-213.

參考資料

《レビュー対象文献一覧》

No.	タイトル	筆者・雑誌
1	RISK PROFILE: BACILLUS SPP. IN RICE	New Zealand Food Safety Authority Client Report FW0319 February 2004
2	Opinion of the Scientific Panel on Biological Hazards on <i>Bacillus cereus</i> and other <i>Bacillus</i> spp in foodstuffs.	The EFSA Journal 2005; 175:1-48.
3	Emetic toxin formation of <i>Bacillus cereus</i> is restricted to a single evolutionary lineage of closely related strains	Monika Ehling-Schulz et al. Microbiology 2005; 151:183-197.
4	From soil to gut: <i>Bacillus cereus</i> and its food poisoning toxins	Lotte P. Stenfors Arnesen, Annette Fagerlund & Per Einar Granum FEMS Microbiol Rev. 2008 Jul; 32(4):579-606.
5	Biofilm Formation and Cell Surface Properties among Pathogenic and Nonpathogenic Strains of the <i>Bacillus cereus</i> Group	Sandrine Auger et al. Applied and Environmental Microbiology 2009; 75(20):6616.
6	<i>Bacillus cereus</i> , a Volatile Human Pathogen	Edward J. Bottone CLINICAL MICROBIOLOGY REVIEWS, Apr. 2010; 382-398.
7	Germination and outgrowth of spores of <i>Bacillus cereus</i> group members: diversity and role of germinant receptors.	Abee T et al. Food Microbiol. 2011 Apr; 28(2):199-208.
8	Rapid Identification of Emetic <i>Bacillus cereus</i> by Immunochromatography	Ueda S, Kuwabara Y. Biocontrol Sci. 2011 Mar; 16(1):41-5.
9	Regulation of toxin production by <i>Bacillus cereus</i> and its food safety implications.	Ceuppens S et al. Crit Rev Microbiol. 2011 Aug; 37(3):188-213.
10	Impact of Intestinal Microbiota and Gastrointestinal Condition on the in vitro Survival and Growth of <i>Bacillus cereus</i>	Siele Ceuppens et al. International Journal of Food Microbiology 155 2012; 241-246.

[1]

リスクプロファイル：米に存在するバシラス属 RISK PROFILE: *BACILLUS* SPP. IN RICE

1. 要旨

当論文は、セレウス菌をはじめとするバシラス属の食中毒（とくにアウトブレイク）の原因となりやすい米製品に関するリスクプロファイルである。米を不適切に扱うことで菌の増殖を招き、食中毒が起きてしまうのを防ぐことが目的である。

2. イントロダクション

食の安全において、リスクプロファイルはリスクマネジメントの構築には欠かせない。

今回、バシラス属による食中毒という「リスク」を「マネジメント」していくため、さまざまな情報を集めリスクプロファイルを作成した。

なお、リスクマネジメントは

- ① リスク評価
 - ② リスクマネジメントに対する評価
 - ③ マネジメントの実行
 - ④ モニタリングとレビュー
- の繰り返して成り立っている。

3. 危害の識別：微生物

<セレウス菌>

菌と毒素

環境中に広く存在して芽胞を形成する細菌で、食中毒として嘔吐と下痢を引き起こす。前者を起こす毒素は熱や消化酵素に安定だが、後者はそれらに対し不安定である。

増殖と耐性

30～37℃が適温だが、5℃や55℃でも増殖するものもいる。pHは4.3～9.3で増殖可能。酸素存在下でよく増殖するが、嫌気下でも増殖できる。しかし、毒素は嫌気下ではあまり産生されない。最低限必要な水分活性は0.912～0.950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。嘔吐毒は熱に強くどんなpH環境でも壊れないが、下痢毒は56.5℃で不活化される。

感染源

土壌、ほこり、空気、水など自然界に広く存在する。食品では、生で喫食する植物が主要な感染源である。ほかにも乳製品やハーブ、香辛料などに存在する。嘔吐毒を産生する菌は米などでんぷん質の食品によくみられ、下痢毒を産生する菌は野菜から肉まで幅広く存在する。

<芽胞形成>

芽胞とは栄養型細菌が代謝をストップさせた形態であり、冷凍、乾燥、加圧など様々な条件に耐える。栄養の存在下や弱い熱によって発芽する。食中毒を防ぐために芽胞をすべて死滅させようとするのは現実的ではなく、発芽を防ぐために調理した食べ物は迅速に冷蔵する、あるいは保存する前に完全に火を通すことが重要である。

<毒素>

下痢毒

下痢は、栄養型セレウス菌が小腸内で作る腸管毒によって引き起こされる。腸管毒は食品中でも作られているが、これが食中毒の原因となることは考えにくい。これは、腸管に至るまでに毒性が減弱されるためであり、また下痢を引き起こす量まで菌が増殖した場合は食品自体が損傷して食べられない状態になるためである。下痢毒については、その働きが完全には解明されていない3つの毒素が同定されており、セレウス菌はこれらのうちいくつかを産生する。これらの毒素は熱などには不安定である。

嘔吐毒

セレウリドと名付けられた環状ペプチドである。熱や低 pH 等に強く、抗体も作られず、その働きは K⁺イオノフォアと関連しているとされる。Hep2 細胞株に空胞化を起こさせる性質を利用して毒素を検出する。セレウリドの産生は菌の対数増殖期が終了してから始まり、8℃以下や 40℃以上ではほとんど産生されない。

4. 危害の識別：食品

<食中毒に関連する食品の特徴：米>

米は pH がほぼ中性であり、炭水化物が主成分である。タンパク質や脂質、ビタミン、ミネラルを含み、細菌の生育に非常に適した培地であるといえる

米中の芽胞

涼しくて乾燥した環境で保存された乾燥米に存在するセレウス菌芽胞は、48 週間経ってもその生存度は落ちなかった。

米に存在するセレウス菌による毒素産生

炊飯米では、セレウス菌の増殖に続いて嘔吐毒の産生がみられる。

<ニュージーランドにおける食糧供給>

2001 年 9 月には約 30,000 トンのコメを輸入している。大部分はオーストラリアからで、他にはタイやパキスタンなどからである

<米の加工>

米は収穫された後、精米を行う。その際加熱を行うのでこの時に栄養型のセレウス菌は取り除かれる。

5. 危害の識別：健康への有害な影響

<毒素>

下痢毒

潜伏期間は 10～12 時間、腹痛をともなう水様性の下痢が主症状で、時々吐き気を伴う。回復は早く 12～24 時間以内。すべての人が感染しうるが、その症状は人それぞれであり、とくに治療は行わない。

嘔吐毒

潜伏期間は 1～6 時間、嘔吐に続いて時々下痢を起こす。回復は早く 12～24 時間以内。すべての人が感染しうるがその症状は人それぞれで、とくに治療は行わない。

<死亡率>

死亡事例はほとんど報告されていない。

<用量反応>

食中毒の原因となった食品中のセレウス菌は 200～10⁹ 個/g とばらついているが、総量では通常 10⁵ 個～と計算される。しかし、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いえない。これは、菌株によって毒素の産生量がかなり異なり、また人の感受性にもかなりばらつきがあるためである。ただし、総合的に判断して、10⁴⁻⁷ 個のセレウス菌を摂取して発症しているケースが多い。

6. セレウス菌の暴露評価

<ニュージーランドにおける食糧供給に対する危害：米に存在するバシラス属>

2000 年の調査では、レストランやテイクアウト店の一部のサンプルから基準を越すセレウス菌が見つかった。調査の結果、クロスコンタミネーションが 3、4 割で起こっており、手指の正しい洗浄が行われている割合も半数以下であった。

<食品の消費：米>

米は米粉やクラッカーなど様々な製品として消費されるが、このリスクプロファイルでは「米粒」に限定する。ニュージーランドでは 44 歳以下の国民がよく米を喫食しているという特徴があり、平均で 1 人 1 日当たり 40g 前後を消費する。(ヨーロッパでは 11g、アフリカでは 100g、極東では 300g 弱)

<定量的な暴露評価>

ニュージーランドでは米はよく喫食されており、約 20% の国民はほぼ毎日食べている。計算すると、1.5×10⁸ の米料理が毎年ニュージーランド国内で提供されていることになる。

調理済みの米の汚染頻度は調査によって幅があり、10～90% である

炊いた米を一日室温で保存すると、米に含まれるセレウス菌量は増大し毒素が生産される。

普通に米を炊いた場合芽胞の数はある程度減少するが完全には無くならない。嘔吐毒素が産

生された後では、炊いてもその毒素は壊れない。
レストランやテイクアウト店のサンプルのうち5～10%がセレウス菌食中毒のリスクを有し、
家庭で調理される米はそれよりリスクが小さいと報告されている。

7. リスクの同定

<ニュージーランドにおける健康影響>

セレウス菌食中毒は届け出が義務付けられていないため、病気に関わるデータについては特定のアウトブレイクに関する調査のものを利用した。他のバシラス属全体に関しても、症状が非常に短く穏やかであることと、嘔吐毒の検出が難しいことから、報告されているものはほんのわずかでしかない。

<アウトブレイク>

セレウス菌アウトブレイクは毎年全アウトブレイクの数%を占めるにとどまる（数百件のアウトブレイクのうち10件前後）。この5年間の37件のセレウス菌のアウトブレイクのうち、7件が米料理によるものであった。

<海外での健康への影響>

ニュージーランドと同様の傾向にある。（テイクアウトか否かに関わらず）中華料理店（これらは世界中にある）の米料理が原因となるものがどの国も比較的多い。これは中華料理の性質上、炊いた米をしばらくそのまま置いておくことが一般的だからである。

<リスクの分類>

セレウス菌をふくめバシラス属の食中毒はほとんど重大な結果に至らないため、重篤さという点においては最も低いカテゴリーに分類される。また、毒素を産生する他の食中毒細菌（黄色ブドウ球菌、ウェルシュ菌）と比べてもっとも発生件数が少ない。

8. リスクマネジメント情報

<コントロールの基準>

一度に多量の米を炊くのではなく、少量の米を何度かに分けて炊くようにする。

炊いた米は保温し、米の内部の温度が55℃を下回らないようにする。

冷蔵の際は容器に入れてその深さが9cmを超えないようにする。室温で保存するなら1時間を超えてはならない。

9. 結論

<ニュージーランドの消費者に対するリスク>

数少ない過去のアウトブレイクを調べると、米や米料理がセレウス菌やその他バシラス菌食中毒の原因となっていることが多く、とくに中華料理のテイクアウト店での事例がよく挙

げられている。ただ、食中毒の症状は軽く、期間も短いことから、ニュージーランドでの食を脅かす疾病として主要なものとはいえない。米以外に原因となる食べ物としては、肉製品、乳製品、魚やパスタが挙げられる。

アウトブレイクが低頻度なので、とくに詳細なリスクアセスメントは必要とは思えない。

<リスクマネジメント時の注意>

ニュージーランドのレストランやテイクアウト店では、一定の割合で米を適切に扱っていないところがあるため、彼らに不適切な部分を正すよう指導していくのが比較的容易に食中毒を予防する方法であるが、言葉の壁の問題が生じる場合がある。(中華料理店、インド料理店など彼らのコミュニティ内だけで商売をしているケースも多いため英語が不自由な場合がある)

[2]

食品中のセレウス菌と他のバシラス属についての生物学的危害に関する科学パネルの意見

Opinion of the Scientific Panel on Biological Hazards on *Bacillus cereus* and other *Bacillus* spp in food stuffs.

1. 要約

セレウス菌は、食品中で産生する嘔吐毒による嘔吐と、小腸内で産生する腸管毒による下痢の2つのタイプの食中毒の原因となる。他のバシラス属もセレウス菌より事例は少ないが、嘔吐と下痢の食中毒を引き起こす要因となる。嘔吐はセレウリドを産生できる菌株によって引き起こされるが、下痢を引き起こす菌株についてはその発症メカニズムが複雑なため同定されにくい。

多くの事例で、食中毒を引き起こしたセレウス菌は食品中1gあたり 10^{5-8} 個存在しているが、 10^{3-4} 個でもアウトブレイクした事例もある。他のバシラス属はおおむね 10^6 個以上である。

セレウス菌は広範に分布し、その芽胞は広く食品中に認められるが、通常それは食中毒を引き起こすほどの量ではない。食品中の芽胞は4~55°C、酸が少なく、湿った環境で発芽し増殖していくが、7°C以下や45°C以上の環境で増殖する菌株もある。嘔吐を引き起こすセレウス菌は、10°C以下や嫌気下ではセレウリドを作ることができない。ほぼすべての食品がセレウス菌食中毒の原因になりうるが、アウトブレイクの大半はレストランやケータリング店での熱処理済みの食品が原因となる。これは適切に冷蔵していないことが原因だと考えられる。パスタや米を含んだ料理は嘔吐型食中毒をよく引き起こす。

主要な予防法は、適切な温度管理と HACCP システムの構築である。芽胞を完全に殺滅する方法は缶詰を用いた熱処理だけであるため、正しい洗浄と感染を防ぐような処理によって芽胞の数を最大限抑えなければならない。迅速な冷却が芽胞の発芽増殖を防ぐために欠かせない。他に低 pH や低水分活性も増殖防止に有効である。4°C以下の冷蔵はすべてのセレウス菌の生育を妨げるが、10度以下でも世代時間や生育開始までに要する時間は著しく増大する。セレウス菌に対するコントロールは他のバシラス属に対してもいえることである。

2. 背景

欧州各国は、食品中のセレウス菌に対して、それぞれの法律・ガイドライン・判断の基準を持っているが、欧州委員会としてはそれらを持っていない。食品衛生についての欧州の法律は現在改訂中であるが、改訂された法律・規則は食品の適切な管理をするための法的基盤となる。

欧州食品安全機関は、
どのような食品がどの製造・調理工程でセレウス菌や他のバシラス属にさらされ、どのようなヒトの健康へのリスクがあるか
食品中にどれだけセレウス菌その他が存在するとき、どれだけヒトの健康に影響を及ぼしうるか
セレウス菌その他やそれらが産生する毒素によって引き起こされるリスクを、微生物的検査や温度設定によってどのようにコントロールするのか

という質問に対する答えを我々に求めた。

3. アセスメント

(I) 危害の同定

一人当たりのセレウス菌食中毒の発生割合は欧州諸国ではそう変わらないが、セレウス菌による食中毒の症状はおだやかで散発の事例の報告は強制ではないため、異なる国同士の単純な比較は難しい。すべてのセレウス菌の菌株が食中毒に関わっているわけではないので、危害の同定は簡単ではない。

<セレウス菌が引き起こす食中毒>

2種類の食中毒がセレウス菌に起因している。一つは、セレウリドと呼ばれる嘔吐毒（輪状ペプチドで熱に強い）で、もう一つは下痢毒（腸管毒性を持つ熱に不安定ないくつかのタンパクタンパク質からなる）である。前者は、摂取後1～5時間後に穏やかな嘔吐症状を起し、その8～16時間後に下痢を起こす。後者は、摂取後8～16時間後に腹痛を伴う穏やかな水様性下痢症状を起す。

<セレウス菌グループの分類>

セレウス菌や他の5つのバシラス属の16srRNA塩基配列は99%同一である。これらの菌はそれぞれ特徴を持つが（例えば *B. anthracis* は炭疽を起こす）、*B. cereus*、*B. thuringiensis*、*B. weihenstephanensis* はISOのセレウス菌の検出、計数基準では区別しておらず、セレウス菌食中毒はこの3つのいずれかによって起こっているものである。

<食中毒に関係するセレウス菌の病原因子>

嘔吐

嘔吐毒であるセレウリドは小さい環状ペプチドで、熱に非常に安定で、熱処理により菌が死んでも食品に残留する。嘔吐にかかわるすべてのセレウス菌はセレウリドを産生し、それは表現型的に区別できる性質をもつ菌同士も持っているため、これらはクローナルな系列とみなすことができ、セレウス菌嘔吐菌株などと呼べるかもしれない。

下痢

セレウス菌が産生するタンパク質（Hbl, Nhe, CytotoxinK）が下痢の病原因子として同定されている。これらはCaco2と呼ばれるヒト上皮細胞株に細胞障害性を示す。*B. cereus*を含む前出の3つの菌のほとんどがこのうち少なくとも一つを持っている。なお、すべての菌株菌株のセレウス菌が同じような毒性を示すわけではない。下痢食中毒は発症機構が複雑であるため、単純にセレウス菌下痢菌株などと呼ぶことはできない。

<他のバシラス>

他のバシラス菌による食中毒はほとんど調査されていない。症状は似ているが、病原因子までは

特定されていない。

(II) 危害の用量反応相関

<セレウス毒素の病理>

食品中のセレウス菌の性質

摂取したセレウス菌の数や、栄養型か芽胞か、耐冷性かなどの生物的性質は、もともとどのようなセレウス菌に汚染されていたかや、摂取前のハンドリングによって決まる。嘔吐毒に関しては、嘔吐毒を産生する遺伝子を持つ菌株かどうか重要である。

体内に侵入したセレウス菌の行方

体内に侵入したセレウス菌は、まず胃内で低 pH とペプシンの作用にさらされるが、適切にハンドリングされた食品中には芽胞しか存在しないため、それらの作用には無関係に小腸に至る。セレウリドがあった場合、それらは 5-HT₃ レセプターに結合して嘔吐を引き起こす。十分に胃内が低 pH であればセレウス菌の栄養型は死滅するが、何らかの原因で高めの pH であれば小腸に到達する。下痢毒は、ペプシンの作用で破壊される。胃内の pH 状況や、栄養型か芽胞かによって下痢を引き起こすためのセレウス菌量が異なるため、セレウス菌の数と下痢の関係を断定するのは難しい。腸管毒の生成はセレウス菌の対数増殖期後である。

<セレウス菌サブグループの下痢への影響>

3 つの腸管毒やセレウリドのうちどれを持っているかなどを調べると、病原性を持つセレウス菌の菌株は多様性に富むことが分かる。また、5℃の低温でも生育する耐冷性のセレウス菌のすべての菌株は毒性が弱く下痢を起こしにくい、それは体内の温度では比較的増殖しにくいためである。

<用量反応関係>

嘔吐毒

2000年にオランダで発生した約100人の患者が出たセレウス菌によるアウトブレイクでは、食品サンプルから1gあたり0.03~13.3µgのバリノマイシン（抗生物質の1つ）に相当するセレウリドが検出された。これは10⁵⁻⁸個/gのセレウス菌に相当するが、嘔吐毒は熱処理によって菌体が死んでも残留するため、検出されるセレウス菌の量はセレウリドの量を反映しているわけではない。しかし、その食品中でセレウス菌がかなり増殖していたことがあったという証明になる。

下痢毒

過去のアウトブレイクでは、下痢を引き起こしたセレウス菌の量は5×10⁴~10¹¹個/g、感染した総量は主に10⁵⁻⁸個/gであった。かなりの幅があるが、それは菌株が異なると生じる毒素の量が大きく異なるからである。

(III) セレウス菌毒素の暴露評価

<セレウス菌と他のバシラス属の生態>