食品を科学するーリスクアナリシス（分析）連続講座ー（平成26年9月4日）



冷蔵庫に入れれば大丈夫？
～食品の保存を理解する～



内閣府 食品安全委員会 Food Safety Commission of Japan

委員　石井　克枝

産地から家庭まで様々なリスク増加要因が存在

生産 → 流通 → 調理加工 → 家庭 → 食卓

（食品安全のリスク増加要因）
自然毒・化学物質・汚染物質・カビ毒・細菌

生産過程で共存、付着

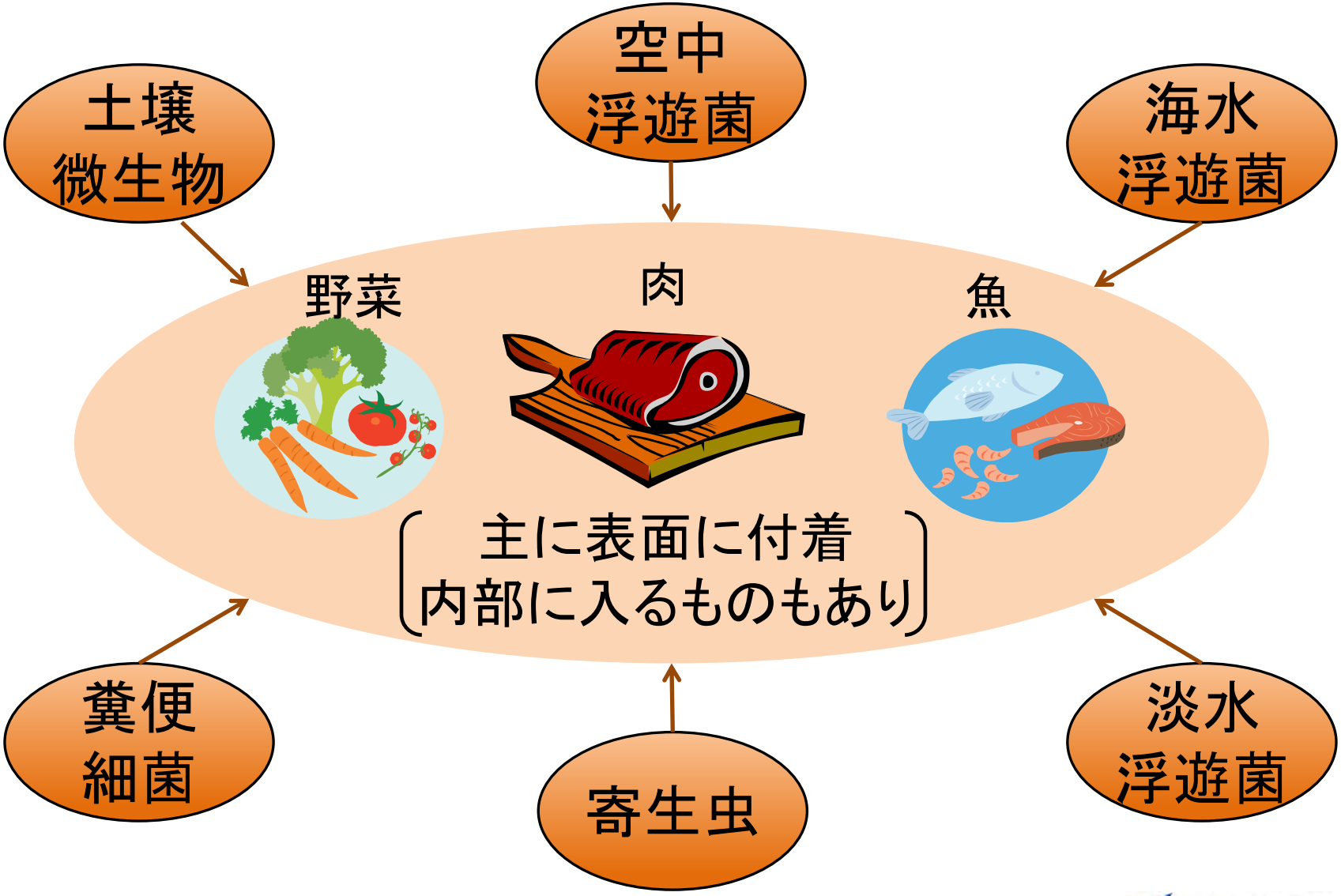
保存中に増加

調理中（加熱等）に減少

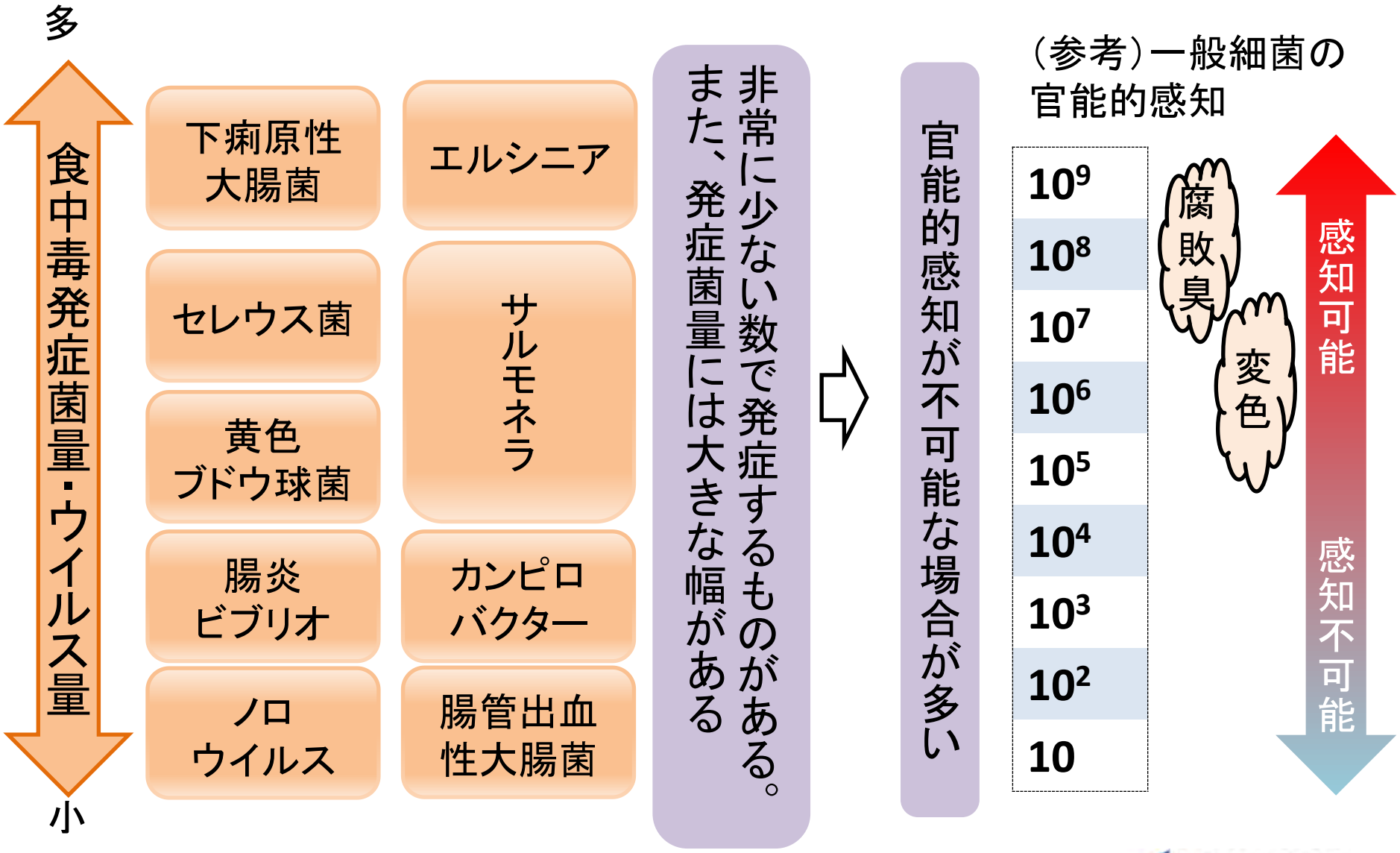
（リスクを増減させる条件）
温度、水、空気



微生物が存在する場所

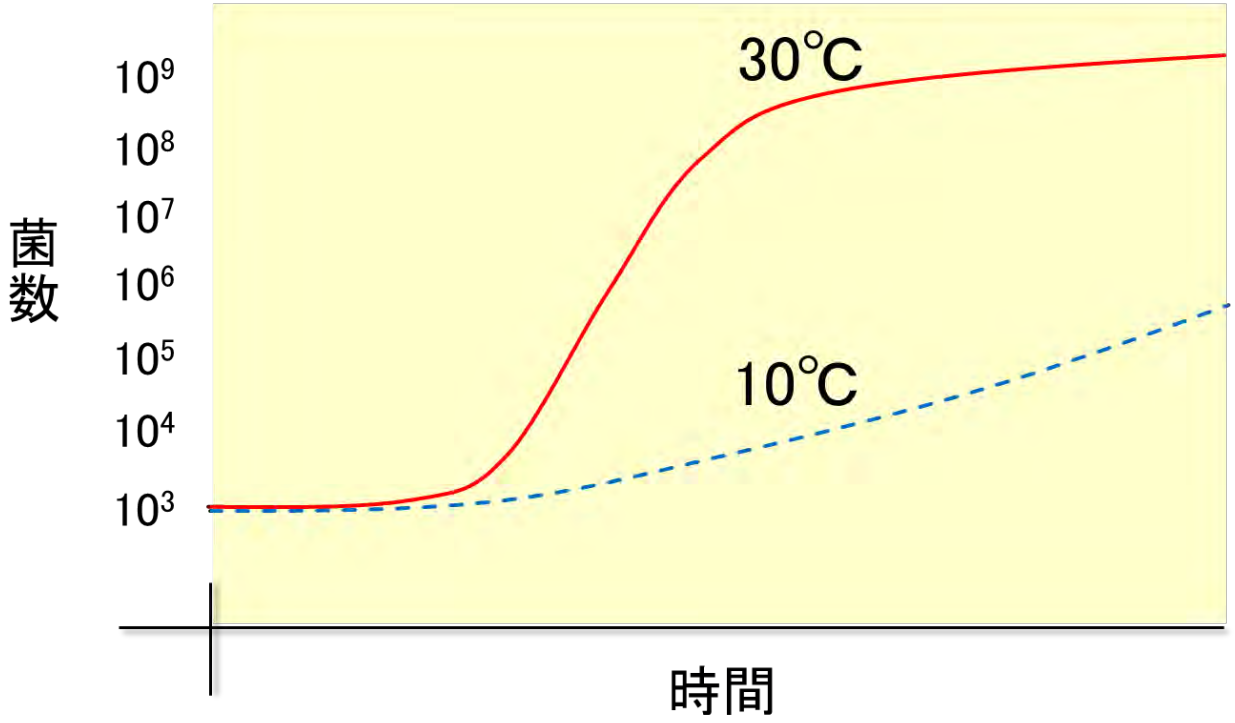


菌数と食中毒発症の関係



細菌の増殖条件

栄養素　でんぷん質、蛋白質等
水分　　水分活性（Aw）：0．92以上←例外もある
温度　　5～45℃
　　30～40℃で多くの菌が増殖



食品の水分活性と微生物

水分活性	食品	微生物
0.98以上	生肉、鮮魚、野菜、果物、牛乳、米飯	ほとんどすべての腐敗に関係する微生物及び食品を介してヒトに病原性を示す微生物が増殖する
0.98～0.93	濃縮乳、パン、ソーセージ	サルモネラを含む腸内細菌科の細菌、乳酸菌などが増殖する
0.93～0.85	乾燥牛肉、生ハム コンデンスミルク	黄色ブドウ球菌及びマイコトキシン生産性のカビが増殖する
0.85～0.60	ジャム、穀物、 ナッツ類、小麦粉	病原性細菌は増殖しない 乾生性微生物による腐敗は起こる
0.60以下	キャンディー、乾麺、 脱脂粉乳、コーンフレーク ビスケット、ポテトチップ はちみつ	微生物は増殖しない 長期間生存は可能

日本調理科学会誌　Vol.25 No.4 327-333を基に作成

塩分や糖分が食品保存に果たす役割

塩分や糖分は水分活性を低下させる作用がある

食品中の水
- 自由水　微生物が増殖に利用できる
- 結合水　砂糖、食塩など食品成分に結合している水。微生物は利用することが出来ない

品目	塩分濃度	糖分濃度
汁物	0.8%	
煮物	1.2～1.5%	3～10%
浅漬	2～3%	
古漬	～10%	
シロップ		50%

食中毒の発生要因

発生要因	病因物質
調理器具等による相互汚染及び生食	サルモネラ属菌、カンピロバクター 病原大腸菌、腸炎ビブリオ ノロウイルス
不適当な温度保存及び長時間保存	ウエルシュ菌、黄色ブドウ球菌 セレウス菌
不適切な加熱調理	ウエルシュ菌、セレウス菌 サルモネラ属菌、病原大腸菌 ノロウイルス
手指からの汚染	黄色ブドウ球菌、サルモネラ属菌 腸炎ビブリオ、病原大腸菌 ノロウイルス

日本調理科学会誌Vol.38　No.1　83-88を基に作成

洗う効果

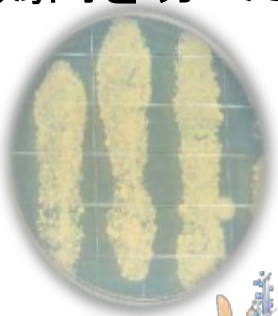
洗う効果

調理する人の手
食品
調理器具

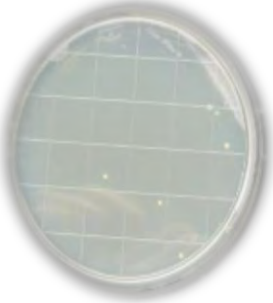
→ 表面に付着した汚染物質を低減する

手指に付着した細菌

鶏肉を切った後

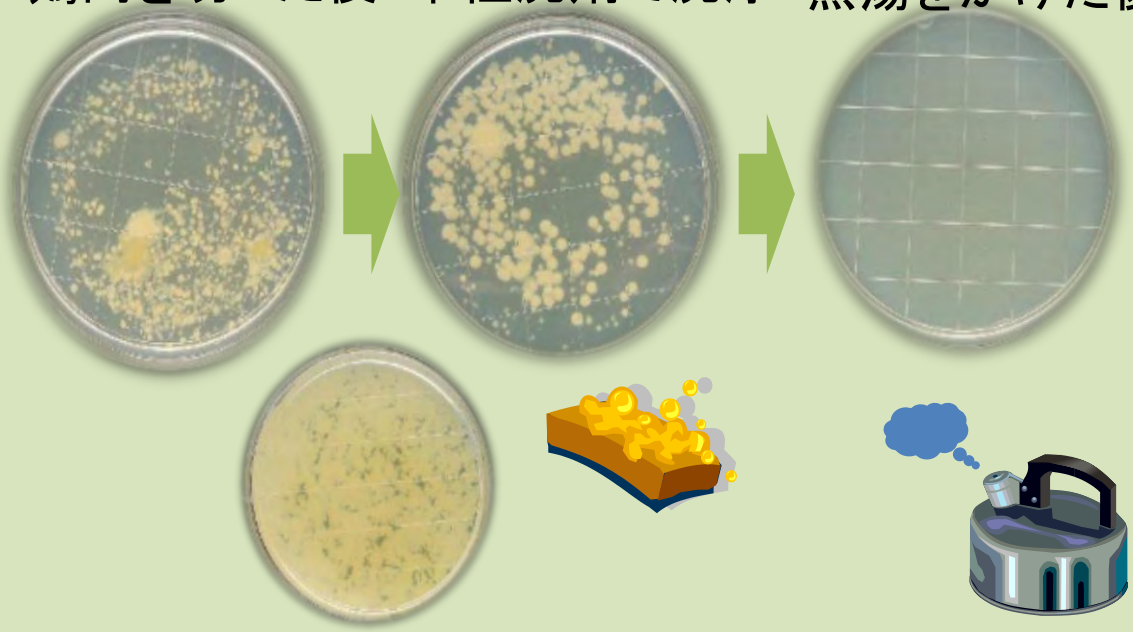


石けんで洗浄



まな板に付着した細菌

鶏肉を切った後　中性洗剤で洗浄　熱湯をかけた後



食品安全委員会　季刊誌「食品安全」23号　委員（食品安全委員会委員：畑江　敬子）の視点

まな板の洗浄実験

腸管出血性大腸菌O157（菌数3.7×10^5）まな板に貼付

処理方法	処理後の菌数
水道水	$5.0 \times 10 \sim 2.0 \times 10^2$
70℃の湯	0
70%アルコール	0（万遍なく噴霧した場合）
100ppm次亜塩素酸ナトリウム	0
0.01%塩化ベンザルコニウム（逆性石鹸）	$0 \sim 20 \times 10^2$

日本調理科学会誌Vol.38 No.1 83-88を基に作成

布巾、スポンジの洗浄効果

○布巾

	処理方法		汚染度 （平均汚染度）（/100cm^2）
未処理			10～10^5 （2.5×10^3）
処理	次亜塩素酸ナトリウム	200ppm 30分	0～10^3 （1.3×10）
		200ppm 60分	
		400ppm 30分	
	煮沸	5分	0～10 （2）

検体数：10検体　平均汚染度は各10検体ずつの平均値を示す

○スポンジ

	処理方法	汚染菌数/個	大腸菌群陽性数
未処理		10^3～10^6	5/5
処理	塩化ベンザルコニウム【逆性石鹸】（1% － 30分）	10^2～10^5	2/5
	次亜塩素酸ナトリウム（200ppm － 30分）	10～10^3	2/5
	煮沸（5分）	0～10	0/5

検体数　各5検体

日本調理科学会誌Vol.38 No.1　83-88を基に作成

生食野菜の一般生菌数と洗浄効果（流水のみ）

日本調理科学会誌Vol.32　No.2　115-119を基に作成

	試料1g当たりの一般生菌数(cells/g)		
洗浄時間（秒）	0	30	180
万能ねぎ（葉先）	2.3×10^5	1.1×10^5	
万能ねぎ（根元）	2.1×10^7	2.0×10^5	
カイワレ大根	1.6×10^7	7.8×10^6	5.1×10^6
青しそ	3.2×10^5	6.7×10^4	
パセリ	2.3×10^6	2.1×10^5	
ミニトマト	9.5×10^2	1.0×10^2	

カイワレ大根における一般生菌数と大腸菌群数と洗浄効果

洗浄時間（秒）	0	180
一般生菌数	$(8.7\pm6.50)\times10^6$	$(1.26\pm0.02)\times10^7$
大腸菌数	$(5.7\pm2.76)\times10^3$	$(1.2\pm0.05)\times10^3$

試料1g当たりの菌数　（cells/g）



洗浄しても菌は残る　生食は料理後なるべく早く食べる

洗う効果



生鮮野菜には微生物が存在している

丸ごとの場合植物の自己防衛反応により、ある程度の微生物増殖と組織破壊は防ぐことができる

切ることにより植物の自己防衛反応に支障が生じ腐敗しやすくなる

野菜に付着している微生物は洗ってもゼロにはできない

大量調理施設衛生管理マニュアル

厚生労働省

野菜及び果物を加熱せずに供する場合には、標準作業書に従い、流水で十分洗浄し、必要に応じて殺菌を行った後、十分な流水ですすぎ洗いを行うこと。

標準作業書

・流水で3回以上水洗いする。
・中性洗剤で洗う。流水で十分すすぎ洗いする。
・必要に応じて、次亜塩素酸ナトリウム等（※）で殺菌した後、流水で十分すすぎ洗いする。

※次亜塩素酸ナトリウム溶液（200mg/ℓで5分間又は100mg/ℓで10分間）又はこれと同等の効果を有する亜塩素酸水（きのこ類を除く。）、亜塩素酸ナトリウム溶液（生食用野菜に限る。）、次亜塩素酸水並びに食品添加物として使用できる有機酸溶液

生食野菜



- 低温保存により微生物の増殖は防ぐことができる
- 低温保存していたものの温度が急に上がると微生物増殖も急激に起こる
- 使用する分だけ取り出す
- カット野菜で微生物「０」は難しい→増殖を抑制することが重要



加熱による微生物の除去
加熱後の保存

細菌やウイルスが死滅する温度

細菌	調理時の食材の 中心温度と加熱時間
腸管出血性大腸菌	75℃　1分
カンピロバクター	65℃　数分
サルモネラ菌	75℃　1分 61℃　15分
リステリア	65℃　数分 4℃以下でも増殖
ノロウイルス	85～90℃　90秒間以上
セレウス菌　ウエルシュ菌	耐熱性芽胞の場合 100℃でも死滅しない

加熱調理の温度

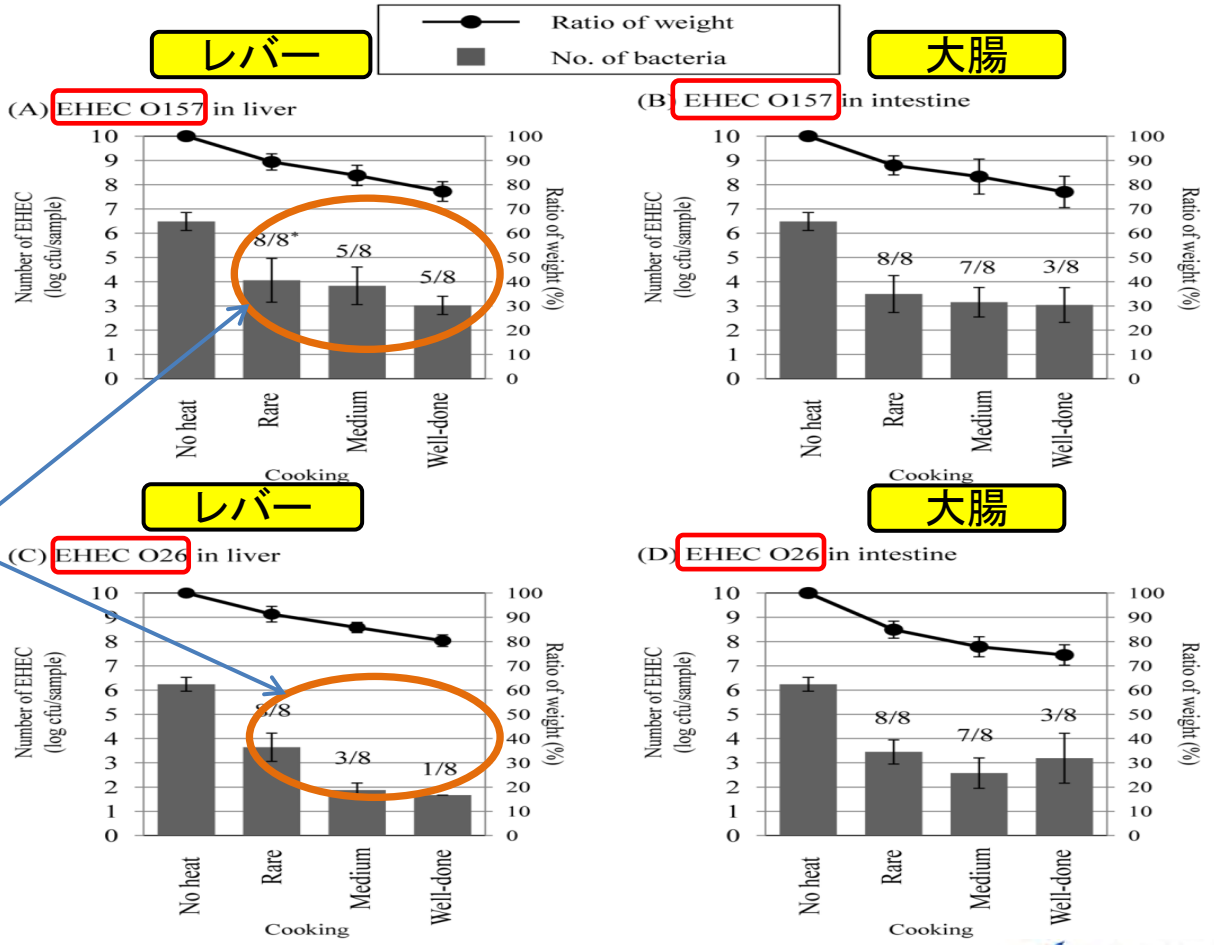
調理法	加熱温度	時間	食品
茹でる（葉物）	100℃	2～5分	野菜、いも、肉、魚
煮る	100℃	20～30分 1～2時間	野菜、肉、魚
蒸す	85～100℃	15～1時間	卵、いも、米、魚など
炒める	180℃	30秒～3分	野菜、肉
焼く	180～250℃	30秒～1時間	肉、魚
揚げる	150～180℃	1～10分	

加熱温度と食品の中心温度は一致しない。肉、魚、卵の中心温度に注意

ホットプレートによる焼肉調理による生残性試験

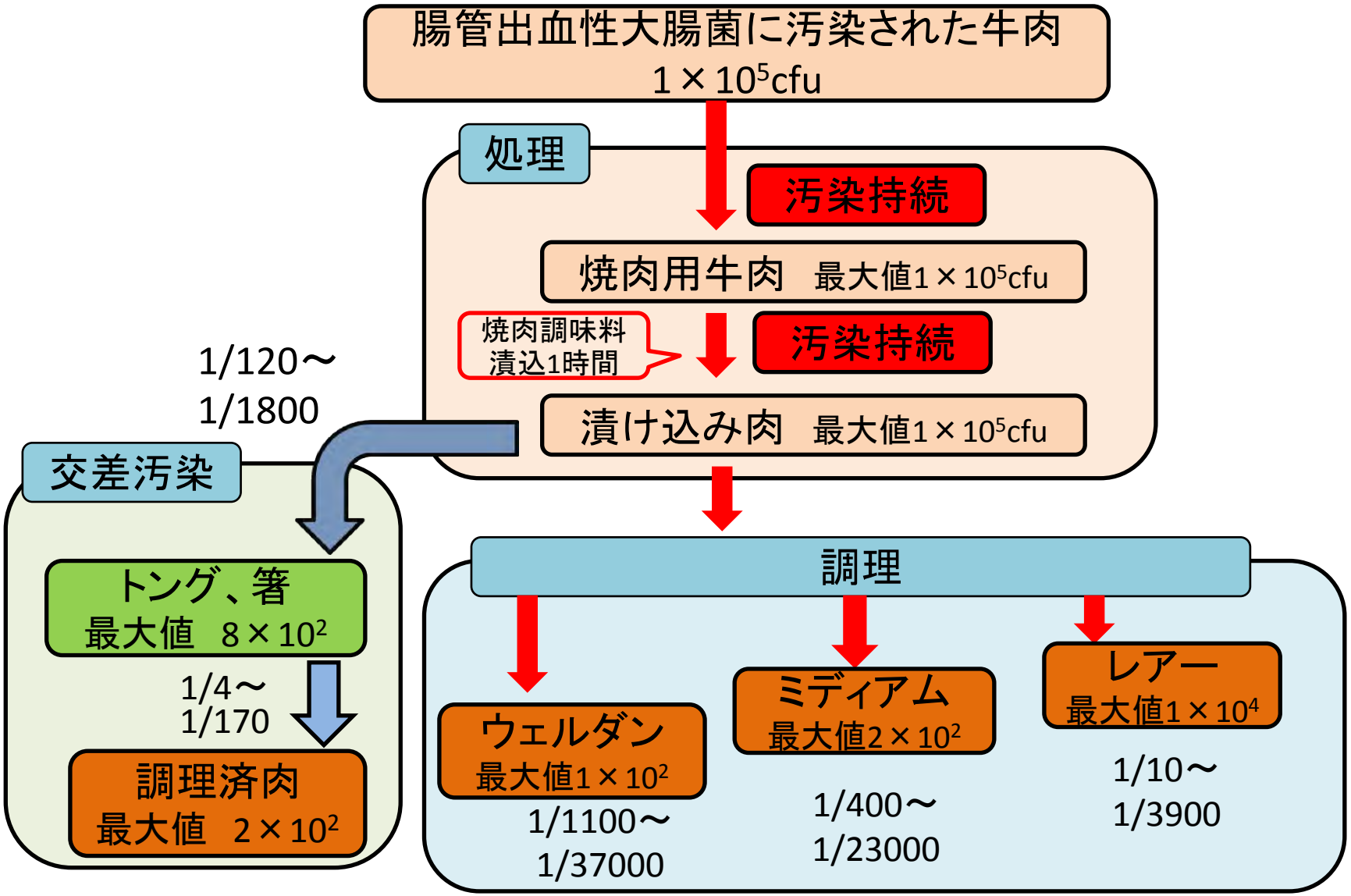
腸管出血性大腸菌O157 及びO26で汚染した牛レバー、大腸をホットプレートで焼成（レアー、ミディアム、ウェルダン）

加熱の程度が強くなるほど菌数、菌が検出される検体数が減少



食品衛生学雑誌VOL.55 No.2 79-87を基に作成

調理器具を介した二次汚染について



食品衛生学雑誌VOL.55 No.2 79-87を基に作成

加熱による食品の成分の変化

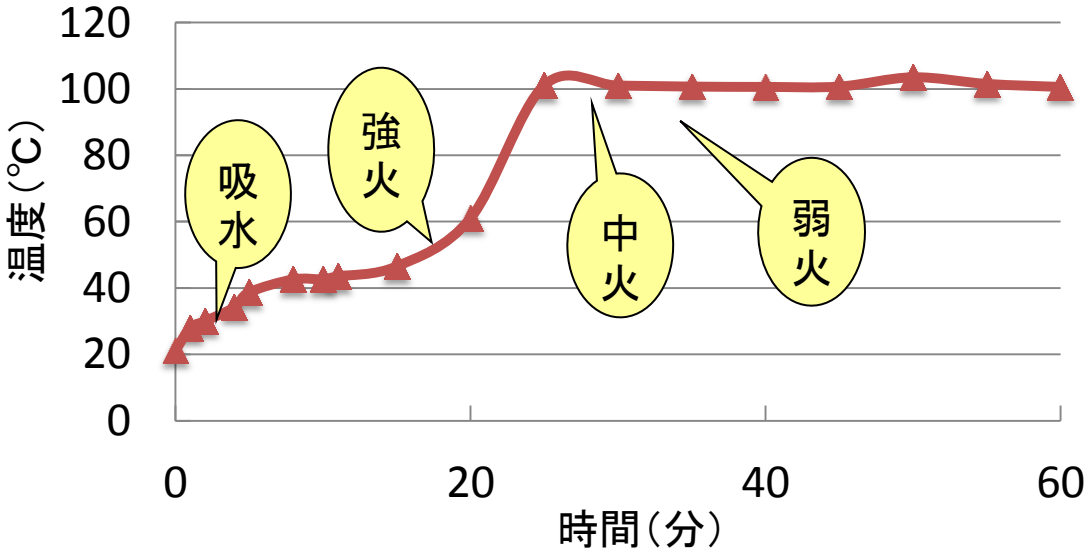
成分	変化	温度	テクスチャー等の変化
でんぷん（米等）	糊化	65～80℃	粘性
食物繊維（野菜等）	軟化	85℃～90℃	軟化
たんぱく質（肉・魚等）	凝固	50～80℃	凝固、 色

米の加熱調理過程



米（水分15%）→加熱しでんぷんを糊化する（水分約60%）

米から飯へ
米：水＝1：1.2（体積）
100℃：20分間
中心温度は80℃以上
米でんぷんの糊化温度



炊飯器の保温 70℃：でんぷんの老化を抑制、微生物の増殖を防ぐ

カレーなど粘性の高い食品について



小麦粉ででんぷんを糊化し粘性をつける

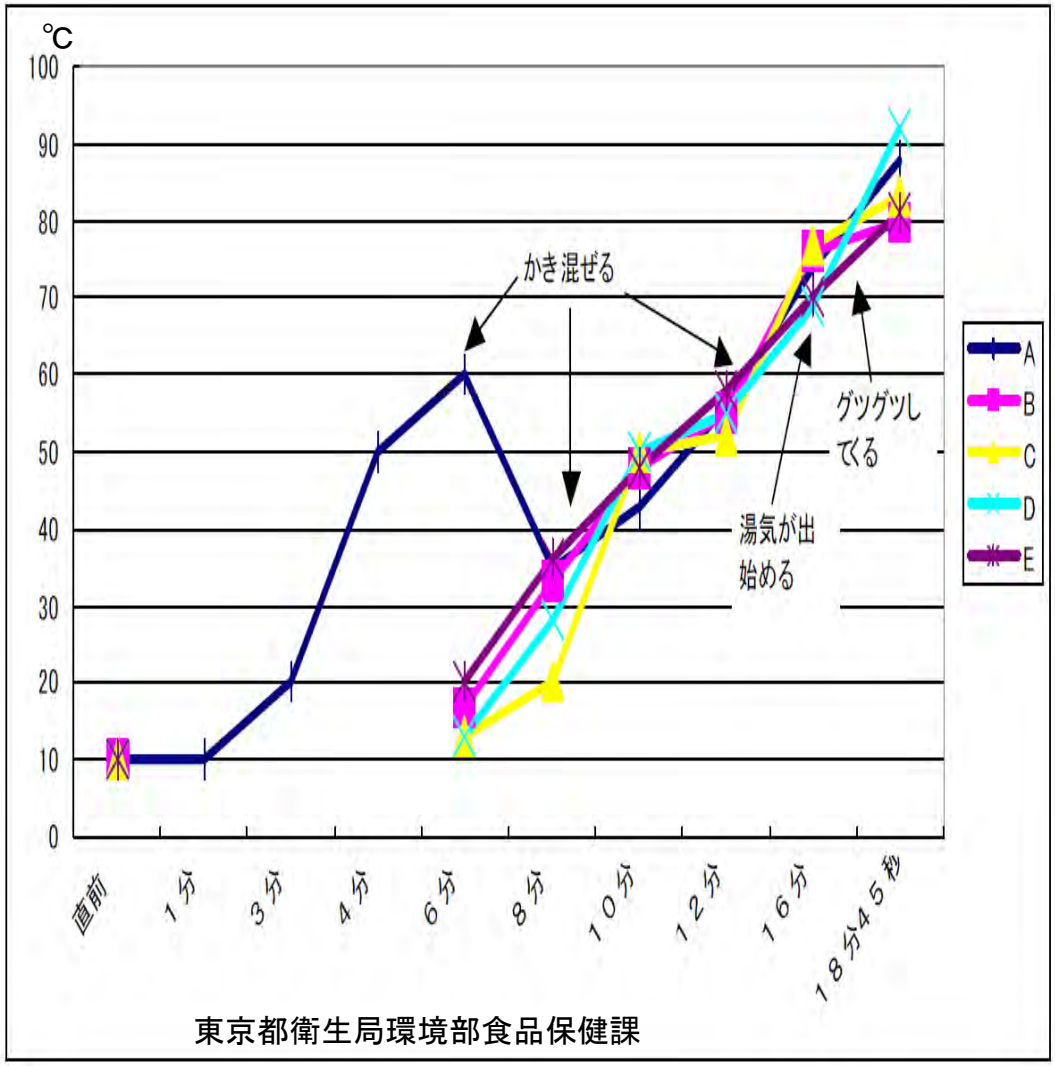
でんぷん、肉、野菜、水が含まれ微生物の栄養が十分ある

粘性の高い食品が原因のウエルシュ菌による食中毒事例が多く報告されているので適切な温度管理が必要

発生年	件数	原因食品
2012年	26件	カレー　5件　シチュー1件 コーンスープ　1件
2011年	24件	カレー4件　シチュー1件 ハヤシライス1件

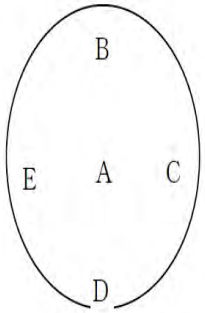
厚生労働省食中毒発生状況参照

カレーの再加熱実験



東京都衛生局環境部食品保健課

温度測定位置



A：中心部
B：上部
C：右端
D：下部
E：左端



加熱の際に温度が均一に上昇しない

かき混ぜることで均一に

ウエルシュ菌とは？

ウエルシュ菌　*Clostoridium perfringens*



- 芽胞を形成する偏性嫌気性の細菌
- 易熱性芽胞（100℃数分で死滅）を形成するものが多いが耐熱性芽胞（100℃で1～6時間でも生残）も形成する
- 食中毒を引き起こすのは耐熱性芽胞を形成するウエルシュ菌
- ウエルシュ菌の産生するエンテロトキシンは易熱性のたんぱく質で熱や酸に弱い

人や動物の腸管や土壌、下水に広く生息する。酸素のないところで増殖する菌で芽胞を作る。食物と共に腸管に達したウエルシュ菌は毒素を作り、食中毒を起こす。

食品安全委員会ファクトシート「セレウス菌食中毒」

ウエルシュ菌食中毒

原因食品

カレー、シチュー、複合調理食品によるものが多い。
特に食肉、魚介類、及び野菜類を使用した煮物や大量調理食品で多くみられる。これらの食品中では、大量加熱調理後そのまま放置することによって10^6～10^7cfu/gまで増殖する。

増殖機序

①加熱調理により共存細菌の多くは死滅。熱抵抗性の高いエンテロトキシン産生ウエルシュ菌芽胞のみが残存
②加熱により食品内に含まれる酸素が追い出される（嫌気性）
③緩慢冷却すると55℃位から急速に芽胞の発芽が促進される

食品安全委員会ファクトシート「ウエルシュ菌食中毒」

米飯中のセレウス菌(*Bacillus cereus*)の増殖性と嘔吐毒素の産生性

米飯にセレウス菌約10^3/gを接種し、20、25、30、35℃の各温度条件で
セレウス菌の増殖性及び嘔吐毒素の産生性を検討

セレウス菌数増殖

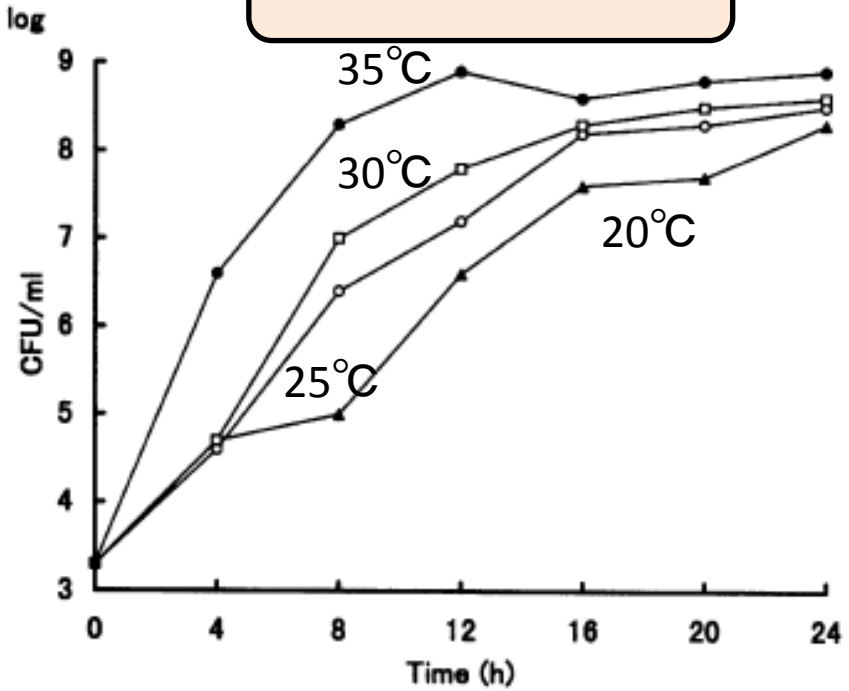


Fig. 1. Growth of *B. cereus* NC7401 in boiled rice at 20℃ (●), 25℃ (○), 30℃ (□) and 35℃ (●)

嘔吐毒素産生

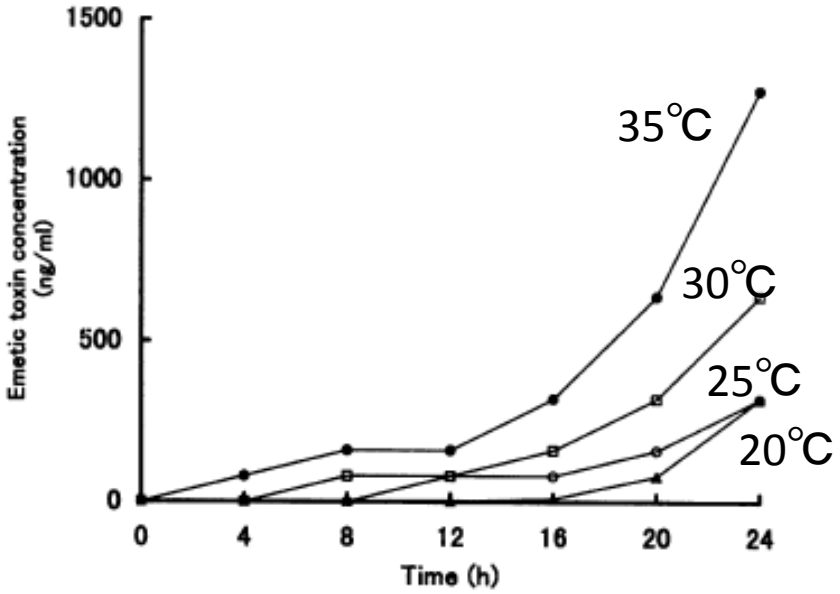


Fig. 2. Production of emetic toxin of *B. cereus* NC 7401 in boiled rice at 20℃ (▲), 25℃ (○), 30℃ (□) and 35℃ (●)

日本食品微生物学会雑誌Vol.14 No.3 145-148

食品中のセレウス菌と嘔吐毒素の増殖

食品	セレウス菌 (cfu/g)	毒素 (ng/g)
米飯	3.4×10^{8}	320
☆酢飯	3.8×10^{6}	10
スパゲッティー	6.6×10^{8}	160
☆イタリアンスパゲッティー※	1.8×10^{5}	ND（不検出）
マッシュポテト	4.9×10^{8}	160
☆ポテトサラダ	2.1×10^{6}	ND（不検出）

※ケチャップを用いて調理

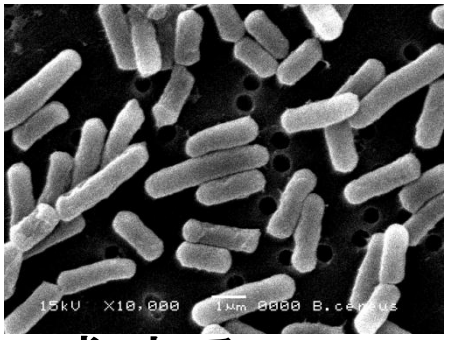
セレウス菌を
各食品に一定菌量
（約10^{3}/g）接種し
25℃　24時間放置
後の菌数と毒素

酸が加わると菌の増殖及び毒素産生が抑えられる

日本食品微生物学会雑誌Vol.14 No.3　145-148を基に作成

セレウス菌とは？

セレウス菌　*Bacillus cereus*



- 芽胞を形成する通性嫌気性の細菌
- 耐熱性芽胞（90℃で60分に抵抗性）を形成する
- 食中毒を引き起こすのは嘔吐型と下痢型の二つに大別され、日本では嘔吐型食中毒が多くみられる
- 嘔吐型毒素は126℃で90分の加熱でも失活しない

土壌、空気、及び河川水等の自然環境をはじめ、農産物、水産物などの食品、飼料に広く分布する。

食品安全委員会ファクトシート「セレウス菌食中毒」

セレウス菌食中毒

原因食品

穀類及びその加工品（焼飯類、米飯類、麺類等）が最も多く、複合調理食品（弁当類等、調理パン）なども原因となる。日本での嘔吐毒型食中毒事例ではチャーハン、ピラフなどの焼飯類や麺類が原因となることが多い。

特徴

一般食品で通常みられる程度の$10 \sim 10^{3}$/g程度では発症しない。加熱された食品でも耐熱性の芽胞は室温放置で発芽増殖が促進される。

食品安全委員会ファクトシート「セレウス菌食中毒」

調理法別の米飯中のセレウス菌と毒素の変化

セレウス菌が10^8/gに増殖し毒素が320ng/g産生された
米飯を用いて調理条件による菌数及び毒素活性の変化を検討

調理法	セレウス菌数	毒素
米飯（未調理）	3.4×10^8	320
揚げる　5分	7.2×10^6	160
焼く　オーブンで20分	5.2×10^6	160
電子レンジ　3分	1.1×10^7	320

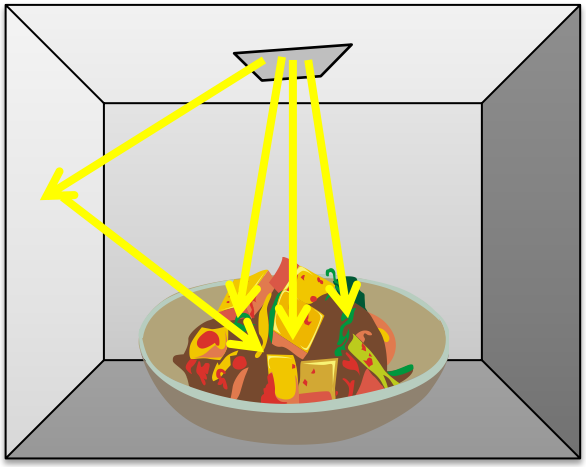
日本食品微生物学会雑誌Vol.14 No.3 145-148



電子レンジでは生菌数は減少しにくい。
また、「揚げる」、「焼く」調理法でも、
できてしまった毒素は減少しない。

電子レンジによる加熱調理

電子レンジでは、熱が周辺から中心に伝わるのではなく、不均一に伝わる



マイクロ波を照射して、
食品内部の水分を発熱



角に集中して温度が上昇

食品安全委員会「食中毒を防ぐ加熱」

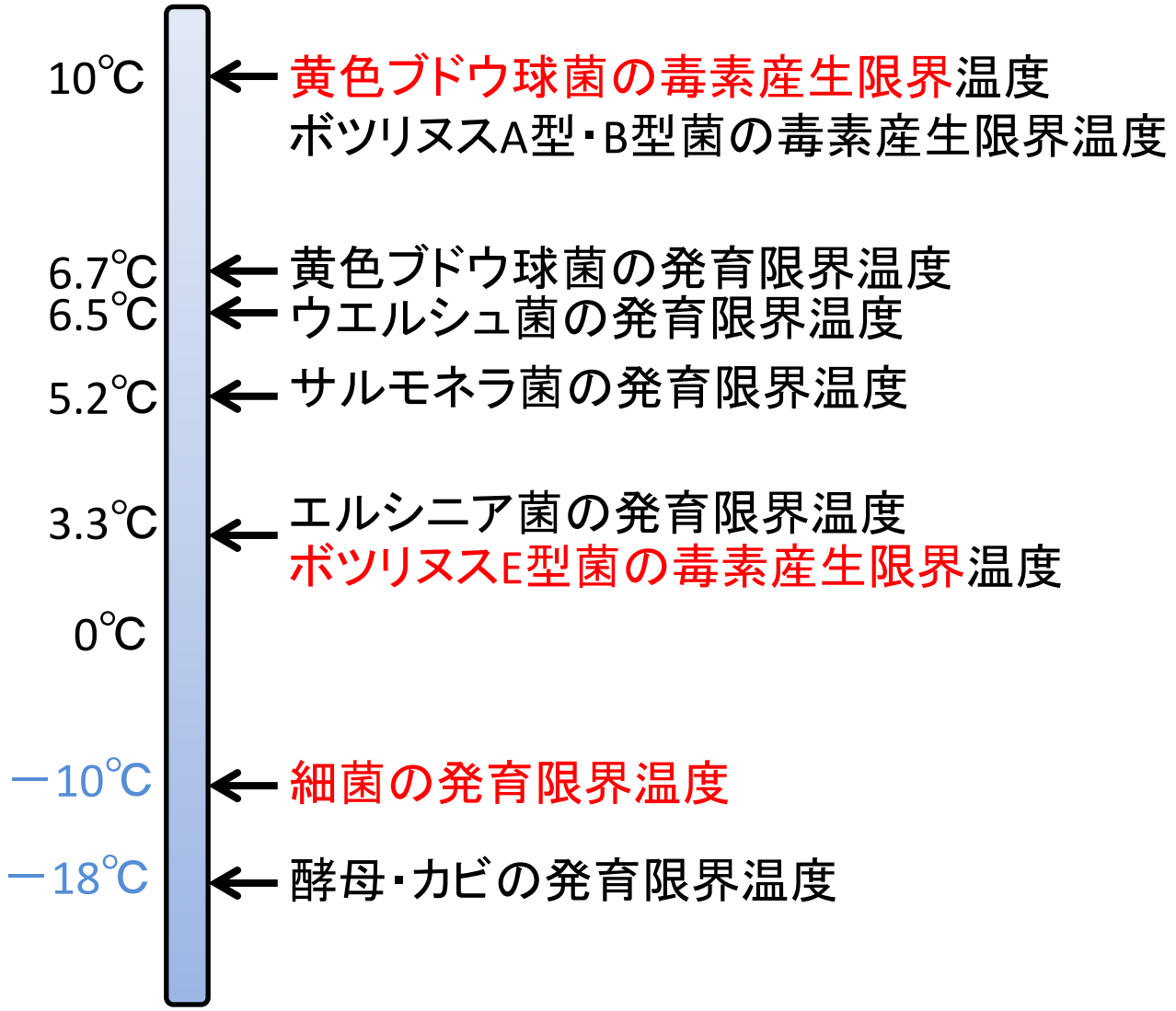
電子レンジ加熱での殺菌

- 菌を減らすことは出来る
- ボツリヌス菌、セレウス菌、ウェルシュ菌は芽胞をつくり残る
- また、加熱ムラが起こる可能性あり



低温保存について

微生物の低温耐性



「最近の冷凍食品の進歩と美味しさの秘密」冷凍Vol.79No.916を基に作成

冷蔵庫内温度



冷蔵庫内魚に及ぼす脱水シートの効果

・脱水シート包装とポリ塩化ビニリデンシート包装によるドリップ量の違い

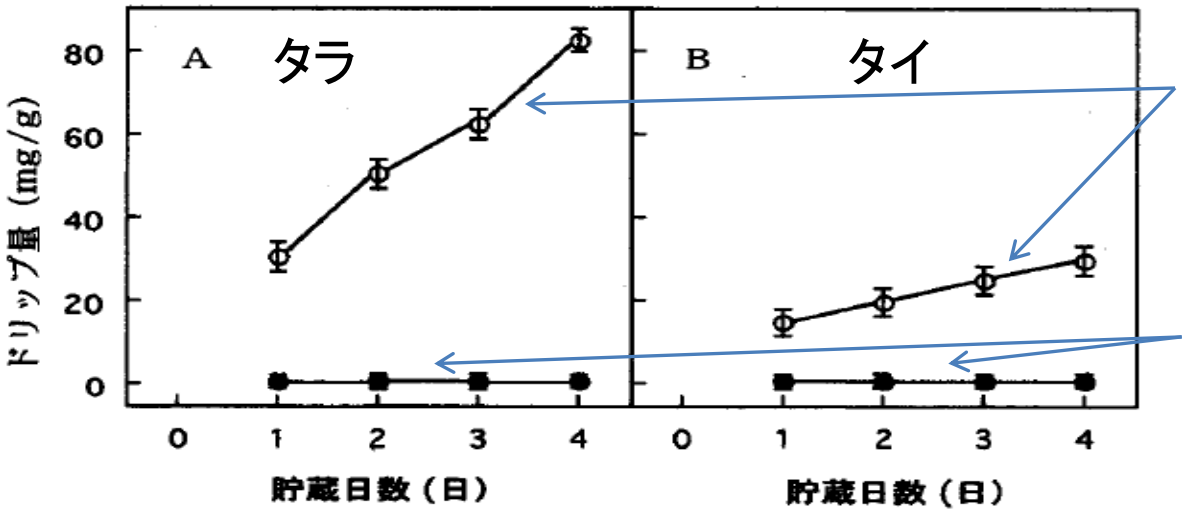


Fig 1.

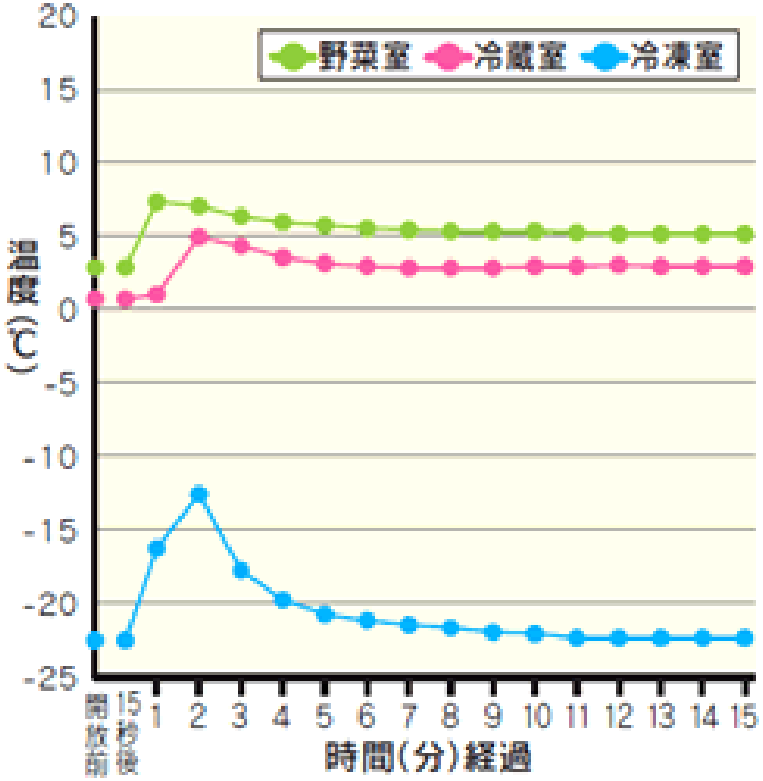
A 冷蔵（5℃）保存中のタラからのドリップ量の経時変化
B 冷蔵（5℃）保存中のタイからのドリップ量の経時変化
●，脱水シート包装，○，ポリ塩化ビニリデンシート包装

日本調理科学会誌Vol. 36 No.4 354-359

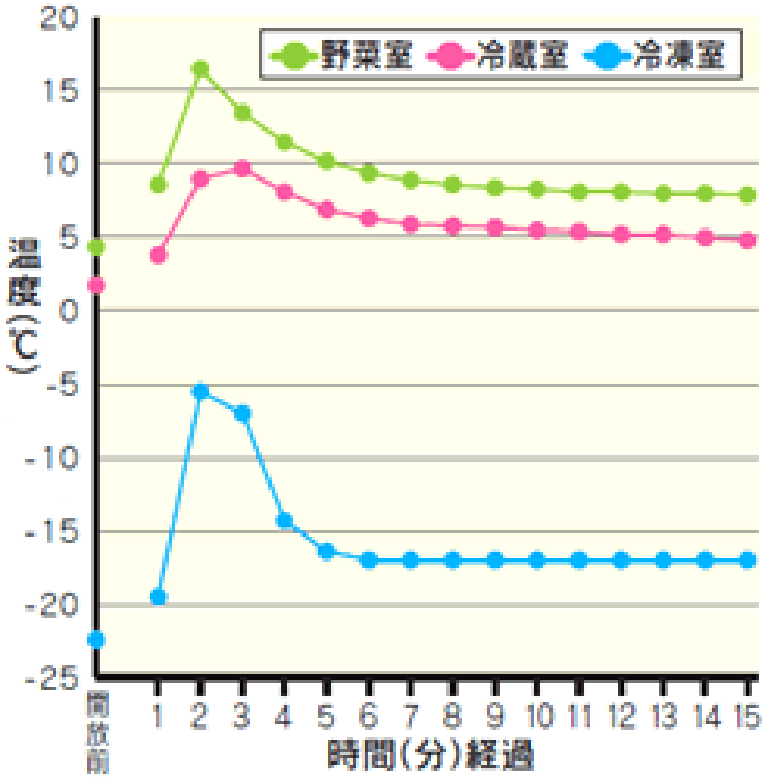
脱水シートによりドリップ量減少

冷蔵庫開閉による温度変化

冷蔵庫のドアを15秒間開放した後の温度変化(2月に計測) ※室温19.8℃(暖房中)



冷蔵庫のドアを1分間開放した後の温度変化(2月に計測) ※室温18.7℃(暖房中)



※15秒・1分間開放の実験には空(から)の冷蔵庫を使用しており、温度が若干低めになっています。

開放時間を短くし、庫内温度の上昇を防ぐ

出典:生活協同組合連合会コープ九州事業連合　エフコープ機関誌「ふれあい」2010年4月号

粉物の保存注意点

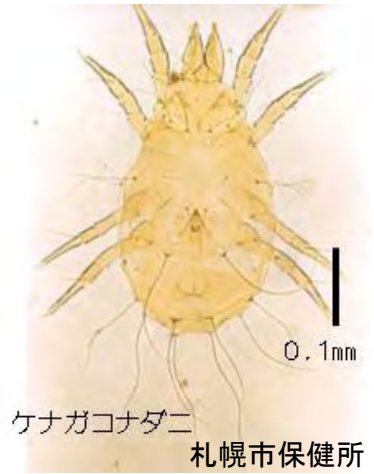
お好み焼き粉やホットケーキミックス粉等袋を開封し常温で長期間保存していると粉内にダニが侵入し大繁殖する。これを喫食することにより重篤なアレルギーを発症する事例が多く報告されている。

加熱調理をしてもダニアレルギー症状の発現を防ぐことは出来ない



ミックス粉ダニ添加実験

ダニは体長が0.3～0.5ミリメートルと非常に小さいため、開封した袋にわずかな隙間があれば侵入する。袋の中に入り込んだダニは短期間のうちに繁殖する。



札幌市保健所

未開封のミックス粉及び薄力粉にダニを添加して常温で保存

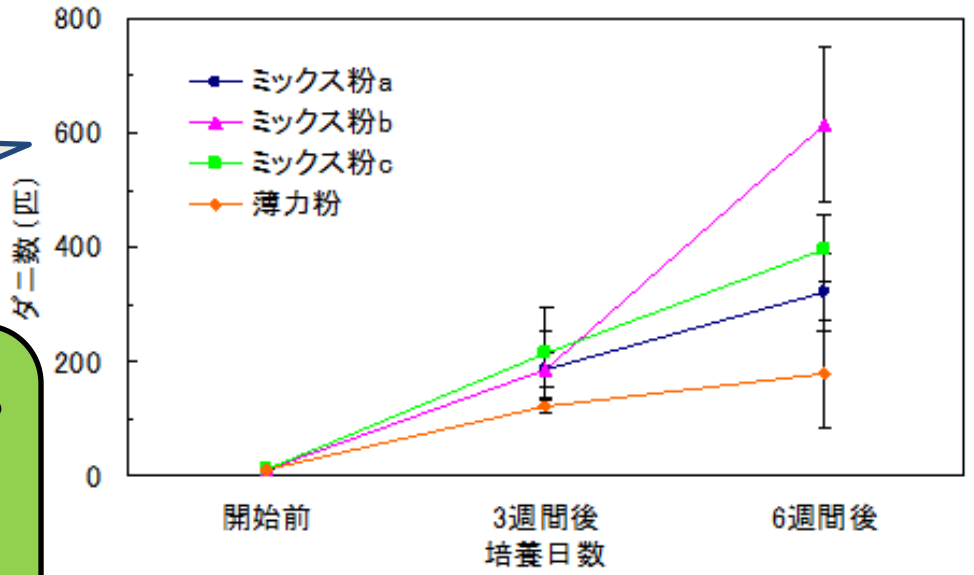


図　ミックス粉と薄力粉におけるダニ培養実験のダニ数の変化

東京都衛生局環境部食品保健課

対策

開封した製品は食べ切る。
開封後、密封容器に入れ冷蔵庫に保存する
⇒低温で繁殖不可能

まとめ

- つけない、ふやさない、やっつけるために微生物の性質を知る。
- 洗う
  ⇒生野菜の洗浄を過信しない
- 加熱
  ⇒肉や魚や卵のたんぱく質が多く含まれる食品の加熱に注意
  ⇒再加熱は念入りに
- 加熱後の保存
  ⇒適正な温度管理
- 低温保存
  ⇒保存中の相互汚染（接触、ドリップ等）に要注意
  ⇒増やさないに効果的だが、やっつけられない