

## 第1節

# 耐熱性芽胞形成病原菌

食品を媒介として食中毒に関与する耐熱性芽胞形成病原菌は、主にセレウス菌(*Bacillus cereus*)、ウエルシュ菌(*Clostridium perfringens*)、ボツリヌス菌(*Clostridium botulinum*)であるが、その他、国内では問題視されていないがバイオテロに利用された炭疽菌(*Bacillus anthracis*)がある。これらはいずれもグラム陽性の桿菌で、動物、土壌、食品あるいはヒトに分布する細菌である。両菌属は発育に必要な酸素要求性が大きく異なり、*Bacillus*属は好気性細菌、*Clostridium*属は偏性嫌気性細菌である。*Bacillus*属菌や*Clostridium*属菌には前記の食品媒介病原菌以外に各種の菌種があり、熱抵抗性の高い芽胞を形成することから、加熱食品中でも生残り、菌の増殖に伴い産生されるタンパク分解酵素などの作用により食品の品質劣化を起こすことから、問題となることもある。

### 1. 芽胞形成と生き残り作戦

自然界に分布する微生物は、外界の環境が悪化すると各種の生き残り作戦を展開する。*Bacillus*属や*Clostridium*属の細菌は外部環境の変化に応じて変身をし芽胞を形成して、生きていくための戦略をとる。これらの細菌は環境の栄養や温度、酸素などの条件が整うと増殖過程にある桿状の栄養細胞(栄養型)となるが、栄養素の欠乏や環境の悪化により芽胞細胞(芽胞型)に変化する。土壌中や糞便内のセレウス菌、ウエルシュ菌、ボツリヌス菌は通常は芽胞細胞であるので、食品へのこれらの細菌汚染の初期段階では芽胞細胞として存在すると推察される。その後は食品内の環境条件や温度条件が整えば、食品内で栄養細菌となる。

菌体内の芽胞の形成は、菌種により菌体の先端、やや端、中心部と様々であり、菌種同定の補助となる。芽胞の中心にはコアがある。この

部位は、染色体DNA、リボソームなど細菌構成成分と、芽胞に特異的な酸可溶性低分子タンパク質とジピコリン酸などが含まれ、芽胞が発芽して栄養細胞になる。コアの外側に皮質(コレテックス)の層と2層から成るスポアコートがある。皮質やスポアコートは強固であり、化学薬品や熱に対して抵抗性を持っている。コアに含まれる酸可溶性低分子タンパク質は染色体DNAを保護し、ジピコリン酸は芽胞の熱抵抗性に関与する。

芽胞は栄養細胞と異なり、熱、紫外線、消毒剤などに高い抵抗性を獲得し、延々と生き延びる。栄養細胞から芽胞細胞に変身する段階は7つに分けられ、それぞれの過程に関与する遺伝子が解明されてきた。

第I期：栄養細胞のDNAの合成が停止し、細長い軸状となり、芽胞形成を開始する。

第II期：DNAを包み込んで隔壁ができ、プレスポアを形成する。

第III期：プレスポアの周りに膜が形成され、フォアスポアとなる。

第IV期：フォアスポアの内外の膜の間にコレテックスが形成される。

第V期：コレテックスの外側にスポアコートの形成が始まる。

第VI期：芽胞が成熟過程となり、ジピコリン酸やCa<sup>2+</sup>の蓄積が顕著となり、熱抵抗性を獲得する。

第VII期：芽胞の遊離

栄養型では、芽胞(孢子)形成遺伝子は何の働きもせずに休眠している。細胞が環境条件の変化(シグナル)を感知し、芽胞形成遺伝子が活動し、各ステップごとに特異遺伝子が発現して成熟芽胞へと変身していく。