

アサマ NEWS レポート

1996-5 No. 52

食 品 衛 生 講 座

52. これからの食品工場の自主衛生管理と微生物検査

〔その3〕 地方自治体の指導基準における
微生物規格の問題点と食品の国際規格

前号までに、食品工場で行う微生物検査の目的や意義について解説し、さらに食品衛生法に基づく「食品、食品添加物等の規格基準」の中から一般食品の微生物規格について解説した。このような国の規格基準の他に都道府県等指導基準というものがある。指導基準は食品衛生法において規格基準の設けられていない食品については、都道府県知事が衛生指導の強化、食中毒の予防など食品衛生の向上を目的に設定するもので、昭和36年に一部の地方自治体が策定して以来、現在までにその数は23自治体におよび、食品数も55品目に達している。指導基準には国の規格基準のように強制力はない。しかし、実際問題として、しばしば自治体によって食品の分類、名称や用語等が不統一であったり、対象微生物ごとに食品衛生法では規定されていない食中毒細菌の基準を設けるなど、かなり違いが目立つ。近頃のように既成惣菜類やいろいろな加工食品の量産が行われ、全国規模で広域流通する機会が多くなってくると、地方自治体間の指導基準の食い違いのため食品業界がかなり混乱する事例が多く聞かれるようになってきた。今回はこの地方自治体の指導基準に見られる微生物規格について取り上げることにした。

1. 指導基準の対象食品

指導基準で対象食品として取り上げられているものをまとめて表1に示した。各自治体で最も多く取り上げられている食品は、魚介類およびその加工品、複合調理食品、肉類およびその加工品などで、いずれも食中毒原因食品として頻度が高く、国の規格基準ではほとんど取り上げられていないものである。

地方自治体によっては、加熱あるいは包装された食品とそれ以外の食品の2つに分けて運用しているところもある。食品数としては55品目で、中でも魚介類とその加工品は15品目、肉類とその加工品が10品目、複合調理食品の7品目の順となっている。魚介類について見ると、12の自治体では、それぞれ違った名称で分類をしているが、比較的多くの自治体では刺し身、すし種、生食用貝類などと細分するなど、魚介類といっても、種類仕分けおよびそれに関連する用語などが不統一なことが目立つ。

表1 指導基準に定められている食品
(16地方自治体)

食 品	自 治 体 数	食 品 数
魚介類およびその加工品	12	15
複 合 調 理 食 品	12	7
肉類およびその加工品	11	10
野菜類およびその加工品	10	5
穀類およびその加工品	9	3
生 菓 子	9	1
乳類およびその加工品	6	6
そ の 他	4	8
計		55

2. 指導基準の対象微生物

細菌数（生菌数）、大腸菌群、*E.coli*に加えて、地方自治体によっては食中毒細菌である腸炎ビブリオ、黄色ブドウ球菌、サルモネラ等を対象微生物として取り上げているところがある。

ところで、細菌数について見ると、自治体により、また食品の種類によりかなり大きな差が見られ、最低は加熱包装食品の1,000/g未満から、冷凍魚介類、冷凍食肉などの500万/g未満までの範囲にあるが、大半は10万/g前後に設定されている。検査法について見ると、各自治体とも標準寒天培地を使用しているが、培養温度と時間に差が見られる。

大腸菌群の基準はすべて「陰性」となっているが、問題は検出限界（陰性希釈倍数）で1,000/gから0.03/gまでの大きな差が見られ、大半が5～100/gの範囲である（食品衛生法による規格基準の検出限界では、最高50/gから0.09/gまでの範囲である）。また、2、3の自治体では基準値をA、B、Cの3段階（例えば、良い、悪い、非常に悪い）に分けているところもある。

試験法は、各自治体ともデソキシコレート培地を用いて、培養温度と時間は同じであるが、採取すべき試料量に違いが見られ、10倍希釈液と100倍希釈液を使っているところがある。判定法にも若干差が見られるが、ここでは省略する。周知のようにデソ培地に増殖するのは必ずしも大腸菌群とは限らない。従って、必ず確認試験をする必要があるが、地方によってはしばしばデソ培地の結果だけで食品業者を指導する例や、生鮮野菜から大腸菌群が出たといって指導する例もあると聞いている。畑の土壌中にはエロゲネス菌（*Enterobacter aerogenes*）が常在しているので、これがキャベツや白菜などの葉菜類から検出されるのは当然なことであ

る。近頃カット野菜などが市販され、サラダに使われたり、かなり家庭でも消費されているが、汚染指標細菌としての大腸菌群の意義も理解せず、大腸菌群が検出されるからといって高濃度の塩素剤（次亜塩素酸ナトリウム）で消毒するよう誤った指導をしている保健所もあるようである。国の冷凍食品の規格基準では、無加熱の野菜を使った製品では大腸菌群ではなく、畑の土壌には常在しない *E.coli* (大腸菌) を指標菌にしている。

3. 指導基準に見られる食中毒細菌

今まで食品衛生法に基づく規格基準では、食中毒細菌に対する成分規格は全くなかった。しかし、前号で解説したように（アサマニュースNo.51、表2参照）、平成5年に食肉食品の成分規格（微生物規格）が改正になり、ここで初めて黄色ブドウ球菌およびサルモネラに対する規格が取り入れられた。これに対しかなり前から多くの地方自治体では食中毒細菌に対する基準を設けてきた。地方自治体の立場では、現実には食中毒の多発する刺身・すし種をはじめ、惣菜類を中心に安全対策を強化する立場から指導基準を設けたものと思われる。しかし、地方自治体がそれぞれ独自に決めたせい、基準の対象となる食品の種類や仕分け、用語の使い方、対象微生物、そして検出限界や試験法など全般的に不統一が目立つ。特定の自治体内だけで生産され消費される食品であるなら、上記の不統一性もあまり大きな問題にはならない。しかし、最近のように全国にまたがる大規模スーパーやコンビニエンス・ストアが出現し、広域流通する加工食品や惣菜類が量産・流通するようになると指導基準の不統一性は流通上大きな障害になる。例えば、同一企業が製造した同一食品に対し、A県は合格、B県では指導対象にされるなど不合理なことが出てくる。別な例であるが、某自治体では約20年前に冷凍ハンバーグ等に「サルモネラ陰性」という基準を設定した。食肉製品のサルモネラ汚染が冷凍食品工場内で発生するのなら上記規制は当然の措置といえよう。しかし、現実には、その自治体の食肉衛生検査所で「合格」の検印の押された枝肉の表面からかなり高率にサルモネラやカンピロバクターなどの病原菌が検出されていることがその自治体の衛生研究所から公表された。つまり、汚染源は公設のと場自体にあるのであって、しかも同じ自治体内の肉屋の店頭で売られている生鮮肉類や生のハンバーグは規格の対象外で野放しである。ギョウザ、コロッケ、ハンバーグ類は現在最も大量生産されている冷凍食品で、しかも広域流通の商品である。これらの品目は、本来食品衛生法で規定された加熱後摂取冷凍食品の「未加熱」に該当する。しかし上記のような矛盾した指導基準に対応するため、業界ではこれら製品を加熱してから凍結するのが常識化してしまった。食肉製品などは一旦加熱すれば肉質は固くなり、風味の低下は避けられない。風味や肉質を犠牲にしてまでも加熱してサルモネラ対策を立てるということは決して正当な衛生対策ではなく、むしろ鮮度が悪く、菌数の多い原料を使用するといういわば誤魔化しの手段にもつながりかねない。

地方自治体の指導基準の設定の背景はそれぞれ必要性があつてのことに違いない。しかし、当時とかなり食糧事情や食品の生産流通状況は大幅に変わってきた。ことにスーパーマーケットやコンビニエンス・ストアなどの全国規模での展開に対応し、加工食品の広域流通が一般化してくると、都道府県間での指導基準の食い違いが食品産業にとって大きな障害となってきている。国際的にも食品等貿易の規制緩和や規制の整合化が大きな問題になっている現状から見て、国としても食品衛生法の規格

基準と指導基準、ならびに指導基準間の整合化を積極的に推進してもらいたいものである。

4. 食品の国際規格と微生物規格

食品に対する衛生上、品質上の規格基準の設定の実情は、国により、また食習慣、社会・経済基盤、あるいは法体系によってかなりの相違が見られる。近年、わが国の貿易黒字から端を発した貿易不均衡の問題は大きな国際問題に発展し、1995年1月にはガット・ウルグアイラウンドの合意に基づきWTO（世界貿易機関）が設立された。食品関係でもわが国の規格基準や認証制度等が非関税障壁ということで、国際的な規制との調和化・ハーモナイゼーションが迫られ、昨年5月24日には食品衛生法及び栄養改善法の一部改正が行われた。そして、今後は国際貿易に関しては一層の規制緩和と国際規制との整合化が求められ、貿易に関連した分野では国内の規格基準よりは国際食品規格が優先されることになろう。

国連のFAO（食糧農業機関）とWHO（世界保健機関）では1962年に国際食品規格委員会（CAC）—通称コーデックス委員会—を設置し、国際的に統一された食品規格を作り、消費者の健康を守るとともに、国際貿易における公正な取引を保証する目的で、FAO/WHO合同食品規格計画を発足させた。わが国は数年遅れてCACに加盟したが現在百数十カ国が加盟しているといわれる。

CACの組織は、食品の品目別の規格を検討する個別食品規格部会と、これら規格に共通した問題を取り扱う一般原則、食品表示、食品衛生、食品添加物、残留農薬及び分析・サンプリング法の6部会がある。食品規格の作成の手順や受諾の方法等についてはここでは省略するが、すでに200を超す規格や試験法が各国に勧告されている。残念ながらわが国では国際的に規格の受け入れに最も消極的な国といわれ、今まで全く規格を受け入れてこなかった。これは衛生は厚生省、品質は農水省という縦割り行政が大きな原因だといわれている。しかし、数年前から従来のわが国の「製造年月日制度」が国際的に非関税障壁として問題になり、厚生省と農水省では平成7年4月1日付で「国際的な「期限表示制度」に切り換えることとし、2年後には完全実施となる。昨年5月24日付で食品衛生法と栄養改善法の一部改正が行われたが、今後は食品添加物や残留農薬などの規制は国際食品規格—通称コーデックス規格—との整合化が一層促進されることになろう。

ところで、米国やEU等欧米先進諸国は従来個々の食品の微生物規格設定より食品の「衛生的取り扱い規定」（Code of Hygienic Practice）やGMP（Good Manufacturing practice、筆者は適正製造基準と訳している）を策定して、これによる食品の安全性や品質確保を図ろうという方策が採られてきた。現在国際的に話題となっている衛生・品質管理方式にHACCP方式がある。コーデックス委員会ではこの方式を普及するため1993年には「HACCP（食品の危害分析・重要管理点監視）方式適用のためのガイドライン」を公表した。現在わが国でも厚生省、農水省ではこのHACCP方式を自主衛生・品質管理方式として普及・推進するための事業が開始された。農水省食品流通局ではすでに平成6年度には6品目の調理冷凍食品のHACCPマニュアルを策定した。平成7年度からは厚生省および水産庁でもHACCPマニュアルの策定作業を開始した。このシリーズで、次回にはHACCP方式と微生物制御および微生物検査の関わりについて解説する。

（以下次号）

（河端俊治：日本食品保全研究会会長・農学博士）

微生物に関する12章

第11章 微生物は高等生物と基本的に等しい 代謝経路をもち巧妙に制御している

微生物が生存、増殖するためにはエネルギー獲得のための分解(異化)代謝(力源代謝、Catabolism, clissimulation)と増殖のための細胞成分を合成するための生合成(同化)代謝(構成代謝、anabolism, assimilation)が行われていて、その基本代謝系は生物全体と共通のものであって、一連の酵素反応によって進行し、しかもこれらの反応が巧妙に調節されている。

微生物がエネルギーを獲得するためには、第7章で述べたように、光合成細菌は高等植物と同様に光を、独立栄養型細菌では無機化合物の酸化による化学エネルギーを、従属栄養型微生物は有機化合物を基質として発酵あるいは呼吸によって得られるエネルギーをATPの形で貯えている。光合成細菌や独立栄養型細菌は二酸化炭素を炭素源とするが、異化、同化のための代謝経路は従属栄養型微生物と類似している。

異化代謝の基本的経路は、解糖、トリカルボン酸サイクル、ペントースリン酸回路が主体となっているが、これら回路の中間代謝産物は細胞構成成分の合成のための素材となっている。

1. 解糖 (エンブデンマイヤホフワルナス経路、EMPサイクル)

EMPサイクルは図1に示したように、グルコースがATPによってリン酸化されてグルコース-6-リン酸、フラクトース-6-リン酸、フラクトース-1, 6-2リン酸を経て2分子のC₃化合物に分解され、最終的にピルビン酸となる。この経路でグルコースの活性化のため2分子のATPが消費されるが、2分子のC₃化合物からピルビン酸に到達するまでに4分子のATPが得られ、その結果解糖においてはグルコース1分子より2分子のATPが生成されることとなる。ピルビン酸は嫌気条件下では、例えば酵母はエタノールを生成し乳酸菌では乳酸を生成し解糖で得られたATPによって増殖することになる。

好気的条件下では次に示すトリカルボン酸サイクルによって呼吸が行われる。

(図1)

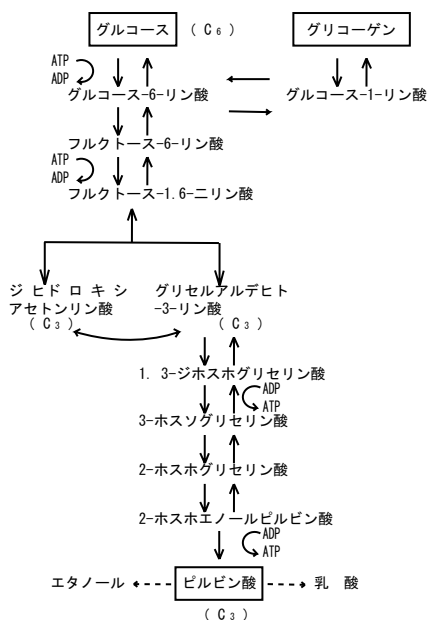


図 1 解 糖

2. トリカルボン酸サイクル (TCAサイクル、クエン酸サイクル、クレブスサイクル)

解糖によって生成したピルビン酸はピルビン酸脱水素酵素によってアセチルCoAとなり、これがオキサロ酢酸と縮合してクエン酸となり、図2に示してあるように4回の脱水素反応を受けて2分子のCO₂を放出してもとのオキサロ酢酸となり、このサイクルは完結することになる。

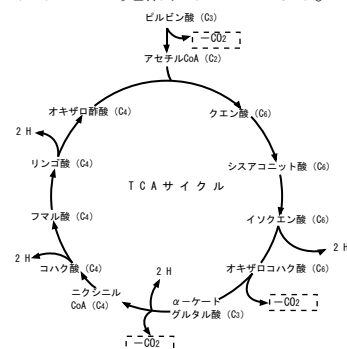


図 2 TCA サイクル

以上のサイクルによってグルコース1分子が完全に酸化され理論上38分子のATPを生成することになる。真核菌のミトコンドリアや原核細胞の偏性好気性菌では呼吸により38分子ATPが生成されるが、大腸菌ではこの値は16~20ATPとなっている。

3. ペントースリン酸回路など

グルコース-6-リン酸を中間体とする酸化的な糖代謝経路がペントースリン酸回路であって、好氣的糖代謝経路としてのほか、核酸や補酵素の構成成分である。ペントースの供給源としても重要な回路である。

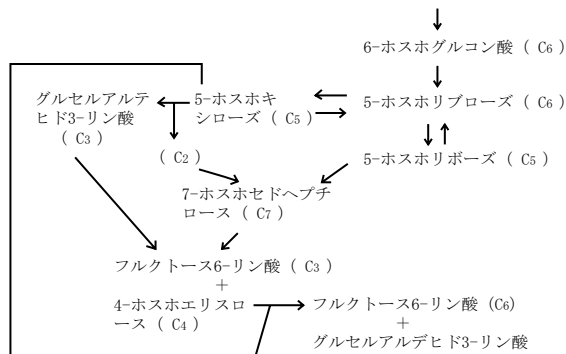
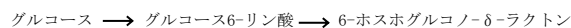


図 3 ペントースリン酸回路

このほかグルコース-6-リン酸より6-ホスホグルコン酸、2-ケト-3-デオキシ-6-ホスホグルコン酸を経て、ピルビン酸とグリセルアルデヒド-3-リン酸を生成し、これらがさらにエタノールとCO₂に変化する経路はエントナードウドロフ経路として知られている。以上2つの経路をまとめてヘキソースリン酸経路 (hexose monophosphate pathway, HMP経路) と呼ばれている。

多くの微生物はEMPとHMPの経路を利用してグルコース代謝を行っているが、微生物の種類によって利用の比率が相違している。例えば *Asp.niger* EMP77%, PP23%; *Rhizopus oryzae* EMP100%; *Pen.chrysogenum* EMP55~77; PP44~23; *Sacch.cerevisiae* EMP83~100, PP0~27, *Can.utilis* EMP50~90, PP50~4; *Ps.Fluorescens* PP9~15; ED91~85; *Zymomonas mobilis* ED100;

Acetobacter aceti P P100; *E.coli* EMP85~75, P P12~25; *Lact, casei* EMP100; *B, subtilis* EMP65, P P35; *C. perfringens* EMP100%; *Streptomyces griseus* EMP97, P P390. (P P; ペントースリン酸回路、ED; Entner-Doudoroff経路)

4. 電子伝達系と酸化的リン酸化

発酵や呼吸においては基質より脱水素された水素原子（実際は2つの電子と2つのプロトン）は酸化還元反応における補酵素NAD（ニコチンアミドアデニンジヌクレオチド）またはNADP（NADリン酸）を介して代謝産物を還元する。好気性微生物では水素原子は最終的に分子状酸素還元する。この過程では多くの電子伝達体と多数の酵素の働きによって電子が移動する。真核細胞ではミトコンドリアの単位膜に、原核細胞では細胞膜に電子伝達系が含まれている。この電子伝達系の3つの過程で自由エネルギーが放出され、この過程で共役するATP生成反応（酸化的リン酸化）によりATPが生成される。

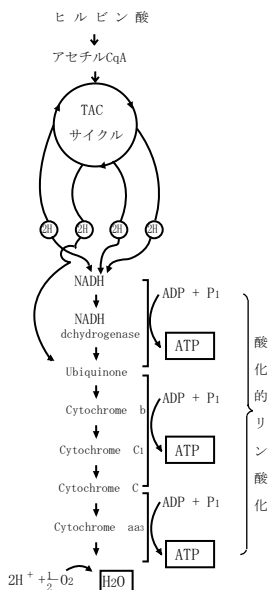


図4 電子伝達系と酸化的リン酸化

ATP生成様式は基質レベルのリン酸化、電子伝達と電子伝達と一部基質レベルのリン酸化の3つの機構によって生成されていることになる。

5. 異化と同化経路の連動

異化によってATPが得られるが、EMP、HMP経路、TCAサイクルでの中間代謝産物から図5に示したように細胞構成成分（高分子化合物）の単量体が合成される。

図に示したように20種のアミノ酸、プリンヌクレオシド、ピリミジンヌクレオシドが合成される。そしてこれらの単量体はATPにより活性化されて、アミノ酸はアミノアシルtRNA、ヌクレオシドリン酸はヌクレオシド3リン酸、糖は糖-ヌクレオシド2リン酸に活性化されて、それぞれたん白質、核酸、多糖に合成されて高分子化される。

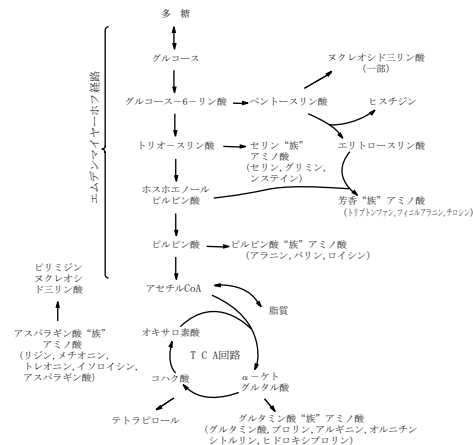


図5 異化経路と生成経路の関係

6. 微生物細胞内での代謝は経済的に調節されている

増殖中の微生物細胞においては、異化と同化のため多数の酵素が同時に働いているが、このような酵素反応は巧みに調節されていて、細胞構成成分が経済的に過不足なく合成されている。

このような代謝を制御するためには2つの機構が働いているとされている。その1つは酵素たん白質の合成の調節である。この機構では図6に示しているように一連の生成経路での最終生産物によって酵素生成が抑制される（feed back repression, end product repression）。それから代謝されやすい基質が存在すると代謝の遅いものの代謝に必要な酵素の生成が抑制されることがある（異化物質抑制, catabolite repression）。これらとは反対にある物質の存在によって必要とする酵素が合成されるという誘導物質による誘導酵素の生成がある。例えば大腸菌では構成的にグルコースを代謝できる酵素系を持っているが乳糖が加えられると透過に必要な乳糖パーミアーゼと乳糖の加水分解のためβ-ガラクトシダーゼが誘導され、さらに生成したガラクトースによってガラクトキナーゼなどが逐次誘導されることになる。

第2の制御機構は最終代謝産物の過剰なときに代謝経路の最初の酵素作用が阻害されるfeed back inhibitionがある。この酵素作用の阻害は酵素合成抑制より効果が速やかであって、これによって経路の中間生成物も細胞内に蓄積されることがなくなる経済的といえることができる。

微生物細胞内では2種類の調節機構が働いて必要成分を過不足なく且つ効率よく生成して増殖することができる。

（芝崎 勲：大阪大学名誉教授）

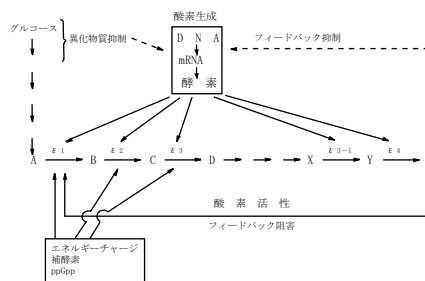


図6 代謝調節機構

アサマ化成株式会社

E-mail : asm@asama-chemical.co.jp
http://www.asama-chemical.co.jp

・本社	〒103-0001 東京都中央区日本橋小伝馬町20-3	TEL (03) 3661-6282 FAX (03) 3661-6285
・大阪営業所	〒532-0011 大阪市淀川区西中島5-6-13 御幸ビル	TEL (06) 6305-2854 FAX (06) 6305-2889
・東京アサマ化成	〒103-0001 東京都中央区日本橋小伝馬町16-5	TEL (03) 3666-5841 FAX (03) 3667-6854
・中部アサマ化成	〒453-0063 名古屋市中村区東宿町2-28-1	TEL (052) 413-4020 FAX (052) 419-2830
・九州アサマ化成	〒811-1311 福岡市南区横手2-32-11	TEL (092) 582-5295 FAX (092) 582-5304
・桜陽化成	〒006-1815 札幌市手稲区前田五条9-8-18	TEL (011) 683-5052 FAX (011) 694-3061