

連載

トリ医者の誤診記録



その17

— 微生物と発酵 —

株式会社ピーピーキューシー 加藤宏光

微生物には食料・エネルギーあるいは環境などの諸問題を解決するために欠かせないテーマとして科学の熱い目が集中されています。現代科学でバイオテクノロジー（バイオテク）と称せられると取り付くのに難しい高等なテクニクのように聞こえますが、発酵技術としてわが国では味噌・しょうゆの製造に、西欧ではチーズやヨーグルトを造るのに伝統的な技術として今も生活に密着しています。食品微生物学とそれにかかわる応用微生物学は一般生活に直接関係するためか、一般的な興味を持ちやすく、また食品学・栄養学などの家政学分野などで取り上げられることが多い。

一方、微生物を利用して鶏糞を発酵させる技術もこれらの食品製造技術に相当するものが応用されていますが、肥料や土地改良資材として応用するテクニクはもっぱら「経験に頼られる傾向が強く、基礎研究が十分になされた」とは、言えないのが現状ではないでしょうか。食品加工上の発酵技術ある

いは鶏糞発酵技術にかかわらず微生物が主役であることから、まず微生物の概念をおさらいしてみよう。

日常生活における微生物の存在

微生物は目に見えないほど微細な生物という意味で、生活環境のいたるところに常在しているのですが、目に見えないために気付かれませんが、一般的に人達（主婦など）が微生物の存在を実感するのは買い置いたパンにいつの間にかカビが生えた時などに限られる一方、一部のマスキミの影響で卵にはサルモネラが常在するような誤解を持っていることも、知識が偏っているという点では同様に実態を理解していないといえます。

微生物が良好に生育するためには、次の条件が必要となります。

- ① 十分な栄養分
- ② 温度（二五〜三七℃）
- ③ 十分な水分
- ④ 浸透圧

⑤ 酸素（但し、嫌気性微生物は酸素がない環境を好むため、酸素条件は微生物繁殖の必須条件には挙げられません。特に鶏糞発酵には嫌気性発酵が欠かせないため、一般的な微生物繁殖条件より無酸素条件が果たす役割が大きいことに注意を要します）

これらの条件がそろった時に微生物が良好に繁殖します。これらの条件が一部でも欠如すると微生物が繁殖しにくくなります。つまり、これらの諸条件を整えることで良好な微生物の繁殖を促進できることとなります。日常生活に直接関与する食品、あるいは生活資材の生産で微生物が不可欠なものとして、パン、チーズ、味噌、納豆や酒類をはじめ、抗生物質の製造も微生物の代謝の力によります。

微生物の発見と利用

一六八〇年にLeeuwenhoekによって初めて微生物が発

見され Pasteur がそれらの重要な役割を解き明かしました。

さらに十九世紀末には有機物質を一切必要としない自家栄養（無機栄養）菌（autotroph）

が発見されました（これらの菌は亜硝酸や硫化水素などを酸化する際に得られるエネルギーを利用して炭酸ガスから有機物質を生産する）。無機物質を利用するもの（化学合成無機栄養菌・chemoautotroph）と、光エネルギーを利用する光合成無機栄養菌（Photoautotroph）に区分されます。

こうした微生物の利用は生活に密着しているにもかかわらず、それそのものが目で確認できないために、ただ経験的に技術が伝承されていき、近年になってようやく科学的な根拠に基づいたシステムが確立されるようになってきました。しかしながらその確立された分野の多くは食品や抗生物質などの生活に密着する分野に偏っていることは否めません。その原因の一つに、「畜産に従事する人口な

いしは農業人口が少ないこと」や、「畜産排泄物の与える汚物としてのイメージが興味を損ねる」といったマイナス条件に左右されているといえるのではないのでしょうか。

微生物に対する化学が発展の速度を飛躍的に進め、現在では遺伝子操作と蛋白質工学といった、かつては神の領域と考えられた分野にまで技術の手が伸びて、夢のような製品が日々産み出されています。

その一例として、本年市場に出まわる、ロイコチトゾーン病に対する不活性化ワクチンが挙げられます。これは、ロイコチトゾーンのシゾント過程における蛋白を生産する遺伝子を組み込んだ大腸菌のような細菌を培養し、試験管内で製造してロイコチトゾーンの蛋白を利用してワクチン化したもので、最新のバイテク化の名に恥じない業績といえるでしょう。

こうした異種の遺伝子の組み込み技術をキメラ技術といえます（キメラ・Chimera とはギリシャ神話に出てくる怪物で体が

羊、尾は蛇、頭がライオンという異種生物の合体したもの）。

これまでの医薬品を中心とする応用微生物学でもつばらスクリーニングという、手当たり次第に微生物を手に入れて目的にかなうものを探す方法が用いられていましたが、今日では目的に合う遺伝子をごく普通の、大腸菌のような細菌に組み込むことで効率よく目的の生産物を手に入れる、という手技へと発達してきました。

また、一方では年明けの日経新聞のコラムに、「生物（当然微生物を含む）の遺伝子が前世紀の石油資源にあたる新しい資源となるであろう」と特集されていたように、新しい生物の遺伝子の機能を人間の役に立つように利用する、という発想が重要視されつつあります。

現在養鶏の分野においても、ジーンプールという遺伝子財産の質で鶏種の勝敗が決まります。その割には、わが国では貴重なジーンプールの意義が十分に理解されていないような気がしてなりません。

話が本筋を離れすぎましたので、遺伝子の話題は別の機会にゆずることにしましょう……。

微生物の概念

表1に微生物をそのサイズの順に列挙しました。また、表2には微生物の分類学的な位置付けを示しました。

微生物は図1に示すような増殖のカーブを示します。誘導期に当たる時期は次の爆発的な繁殖への準備段階といえます。この期間は微生物のおかれた環境によつて異なります。

ちなみに補助的な加熱がないようなコンポストのケースではもっぱら外気温条件によつて菌が徐々に増殖し、その繁殖熱がさらに菌の増殖に適した環境を準備する、といったメカニズムで機能していきますから、システムによつて異なりますが、夏場で二〜四日間、冬場では二〜三週を要する場合もあります。

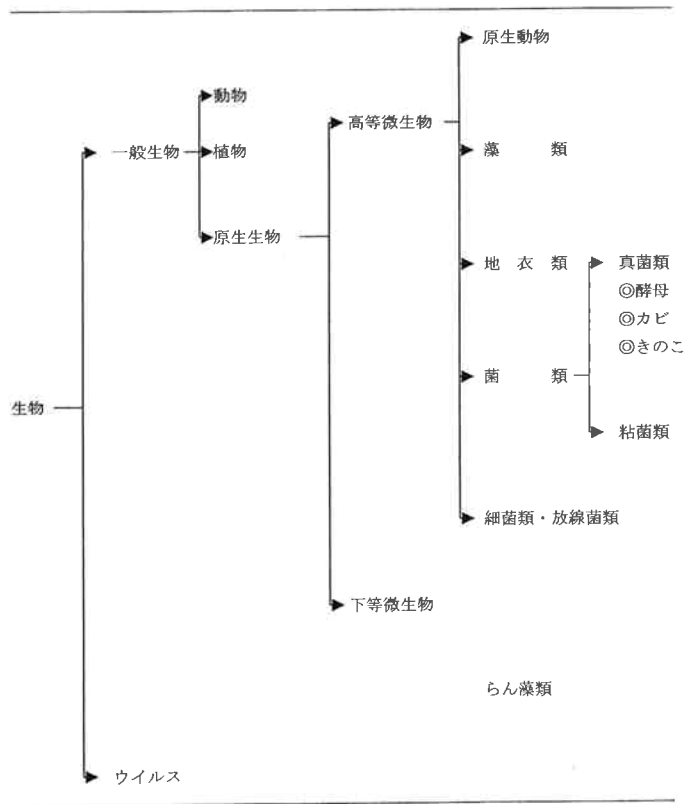
表1 一般的な微生物 (小さいものから列挙)

種類	サイズ	ミクロン
ウイルス	0.01~	
細菌	0.5	
酵母	5~10	
カビ	5~6	
緑藻	7~8	
原生動物	40~	

食品の発酵に重要な菌としては、①放線菌、②イースト菌、③その他のカビですが、コンポスト技術で注目されるものは、①放線菌、②一般菌、③糸状菌です。ここでは後者が課題ですのでそれに焦点をあてて述べます(正確には酵母も糸状菌も真菌に含まれます。すなわち発酵技術に必須の菌は放線菌とカビであり、食品や医薬品製造に関わるものは、純粹もしくはそれらの経験的にブレンドされたものであり、コンポスト技術では各農場の施設に自然発生する菌を意識せずに利用しているといえます。

表2 微生物の分類学的な位置付け

Haechel (1866) をアレンジ



す。このことを含んだ上で、菌についての概要を頭に入れてください。(1)放線菌(アクチノミセス目)：放線菌は抗生物質を作る菌としてよく知られています。それらの多くは土中で有機物を分解して繁殖します。その分類を表3に示しました。放線菌は形態的には

糸状に枝分れして分生胞子を形成するところはカビとよく似ていますが、菌糸の幅が一ミクロン以下で細菌に近いことや細胞の壁に細菌特有の成分をもつことなど、細菌とカビの中間的な性格をもっています。放線菌にはストレプトマイシン産生でよく知られるストレプトミセス科と好気性でよく繁殖

するもの(ノカルディア科)や嫌気性の環境をより好むもの(アクチノミセス科)があります。コンポストで扱うものもつばらストレプトミセス科に限ってよいでしょう。(2)一般細菌(いわゆる雑菌として扱われる種々雑多な菌で、分類して詳述することは不可能です。しかし、こうした菌のバランズがコンポスト工場の性格を左右することは十分に意識する必要があります。)

(3)糸状菌(Filamentous fungi)：五万種以上の真菌(カビ)の大部分は糸状の構造物と菌種特有の頭(子実体)繁殖にかかわる)をもつ糸状菌に属します。糸状菌のほかにコンポストに關与する重要な真菌として酵母があります。糸状菌はもつばら好気性の環境でよく増殖しま

すが、酵母ほど
 ちらかといえは
 酵素の少ない環
 境を好む点で異
 なります。一般
 的に糸状菌や酵
 母がよく増殖す
 る温度環境は二
 五〜二七℃です
 が、菌種によつ
 ては冷蔵庫の中
 でも繁殖します。
 こうした性状は
 鶏糞が発酵するまでの予備環境を
 整えるのに適しています。

コンポスト化速度に影 響を及ぼす因子

これまで、コンポストにかかわ
 る主役として各種の菌を取りあげ
 てきました。コンポスト化にはい
 ろいろな因子が関与しています。
 ①原料に由来する因子（どのよう
 な経過で採取された鶏糞で、混合
 する媒体はあるのかないのかな
 ど）、②操作に由来する因子（攪
 拌の頻度や積みあげる材料
 の量と季節など）、③シス
 テムに由来する因子（根本
 的な設計思想が効率的かど
 うか、その設計思想にマッ
 チした使用方法をしている
 かなど）さらには、④環境に由来
 する因子（鶏種、飲水量あるいは
 鶏の腸内や施設に常在する菌の種
 類など）が考えられます。こうし
 た諸条件を自分の施設の性格とし
 て分析し、適正な方法をマニユア
 ル化することが、個性のあるコン
 ポスト技術を成長させるために重

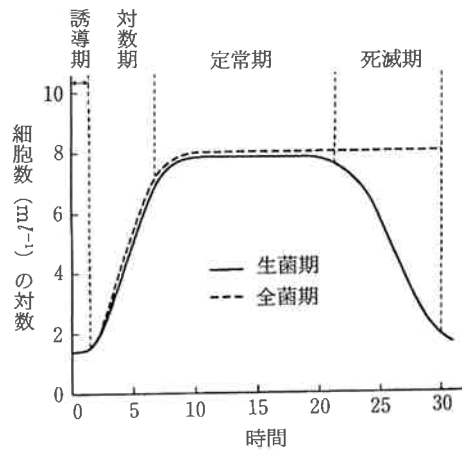


図1 微生物の生育曲線

表3 アクチノミセス目分類における放線菌の位置付け (Actinomycetales 目)

目	科	属	種	凡例
Actinomycetales	Mycobacteriaceae	Mycobacterium	tuberculosis	人結核
			phelei	鳥結核
			Avium	
Actinomycetales	Actinomycetaceae	Actinomyces	Nocardia	
			Streptomyces	
Actinomycetales	Streptomyces	Streptomyces	erythraeus	エリスマイシン
			griseus	ストレプトマイシン
			aureofaciens	CTC
			venezuelae	クママイ

注1: 放線菌は Streptomyces と呼ばれ、大分類では Actinomycetales に分類され、抗生物質を産生することで知られている

注2: 広義で、actinomycetes や nocardia を含めて放線菌と呼称することもあるが、通常は streptomyces のみを放線菌と考えてよい

重要な課題となります。
 そこで、次号からこうした条件
 を考察するに有益と思われる事項
 をいろいろ取りあげてみます。



- つづく
- 【参考文献】
- (1) 藤田賢二: 『コンポスト化技術』(技術堂出版)
 - (2) 財団法人日本公衆衛生協会: 『細菌・真菌検査』第三版
 - (3) 伊達昇: 『有機肥料と微生物資材』(農文社)