

研究室紹介**広島大学大学院生物圏科学研究科
微生物機能学研究室**

教授 太田 欽 幸

〒739-8565 東広島市鏡山 1-4-4

Tel/Fax 0824-24-7923

1. はじめに

われわれの研究室では、かび、酵母、細菌などの有用微生物の利用についての研究を行っている。これら微生物の種類やその機能は多種多様である。現在、見出されている細菌の数は、全体の十分の一に過ぎないとも言われている。微生物の分離の条件や培養条件を変えるだけでも、新しい性質を持った微生物が数多く、分離されてくる。自然界における廻輪の中心になっている生命体は、その姿形が、肉眼で見えないので、分からないが、微生物である。

これらの微生物を用いて有用物質の生産、資源のサイクル、環境浄化・修復などの研究を行っている。今回はわれわれの研究室で行っているそれらの研究を簡単に紹介する。

2. 省エネ型糖化法（生サゴでん粉の分解の場合）

通常でん粉を糖化する場合は、でん粉の水懸濁液を加熱して、糊化する必要がある。この際、多量の熱エネルギーが必要となる。そこで、生でん粉を分解する酵素の開発が必要とされる。トウモロコシやサツマイモの生でん粉を分解する酵素はすでに開発されている。しかし、東南アジア地方で生息するサゴヤシからとれる、サゴでん粉は未利用のでん粉の一つである。この生でん粉を分解する酵素の開発を試みた。サゴヤシの木に生えている微生物やその他の多くの微生物から、本酵素を産生する微生物の分離を行った。しかし、どの微生物からの酵素も最大で20%程度しかサゴでん粉を糖化することが出来なかった。いろいろと考えた末、サゴヤシが生息している東南アジアには、豊富な太陽エネルギーが存在することの気づき、これが利用できないかと考えた。生サゴでん粉を水に懸濁し、pH2に調整し、夏期に2~3時間室外に出しておくことと水温が60~70℃になった。約2時間、この温度に保った。

その後、この処理でん粉を酵素で分解すると、他の生でん粉と同様に、ほぼ完全に糖化された。処理でん粉を電子顕微鏡で観察すると、未処理のものに比べ、その形が少し膨潤していたが、その外観はほとんど変わらなかった。また、処理でん粉のその他の物理化学的性質もほとんど変わっていなかった。おそらく、処理でん粉では、その粒子の表面のでん粉を構成する分子の一部が切れて、酵素と反応しやすくなった結果であると考えられる。このように、その地方に豊富なエネルギーゲンとなるものを利用すべきである。この場合は、サゴでん粉が生産される地域に豊富にある太陽の熱エネルギーを利用することでこの問題が解決された。

3. 細菌によるカンタキサンチンの生産

メタン生産菌、高度好塩菌、高度好熱菌などは、古細菌あるいは始源菌といわれ、従来の大腸菌等の真正細菌と、区別している。これらの微生物の性質などについては別の稿に譲る。この古細菌の中で、高度好塩菌は、砂漠地帯などにある塩湖に繁殖し、湖一面を真っ赤な色に染める。この細菌の中からカロチノイド系の色素で、カンタキサンチンを多量に生産する細菌を見出した。この細菌1gから、約3mgのカンタキサンチンが得られた。この菌を培養する際には、培地の滅菌の必要が無かった。それは、この細菌の生育に最適な塩濃度が、20~25%であり、いわゆる雑菌である真正細菌は生育できないからである。また、この細菌の生育菌体を集め真水に懸濁すると、浸透圧の差から、菌体が自然にバーストし、菌体の内容物が溶出した。こうして、容易にカンタキサンチン回収をすることができた。この色素は食品の色素等として利用することができる。この様に、まだ、利用されていない微生物が数多く存在すると考えられる。

4. 微生物による環境の修復

(1) シアン化合物分解菌の分離：シアン化合物は、生命体にとって猛毒である。金鉱山などの周辺では、シアン化合物が排出され鉱山の周辺の土壌や河川を汚染し、大きな環境問題となっている。そこで KCN を唯一の炭素源及び窒素源として生産する微生物の分離し、KCN 汚染土壌の修復を試みた。その微生物を KCN で汚染されていると思われる土壌からこの菌の分離を試みたが、なかなか見出すことができなかつた。たまたま、放置していた培地に雑菌が混入して生育していた。つまり空中から KCN 分解細菌が見つかった。この細菌は 5mM というかなり濃い濃度の KCN 中でも成育し、CN⁻の C をギ酸に、N をアンモニアに分解して菌体成分の合成に使用していた。本菌株のチトクローム系の一部が変化しており、KCN 耐性になっていることが分つた。この菌株を用いて、KCN で汚染されている土壌の修復を試みた。一般には、汚染土壌は単一の化合物汚染されていることは少なく、いくつかの物質で汚染されている。われわれが供試した汚染土壌は KCN の他に機械油で汚染されていたので、これを有機溶媒で取り除くと、本菌株は KCN を分解除去することができた。

(2) フタル酸エステルの分解菌：フタル酸エステル類はプラスチックの可塑剤として広く用いられている。その中でもジ-2-エチルヘキシルフタル酸 (DEHP) は多量に使用されている。これらの化合物は一般に難分解性、つまり微生物によって分解され難く、環境中長く残り蓄積され、いわゆる環境ホルモンなどとして害作用を起こすと考えられている。これらの難分解性物質を分解する微生物を自然界からの分離することは非常に難しい。しかし、多くの土壌などの試料を採取し、分離を行っていくと、目的とする分解菌が見つかる。遺伝子操作で、目的とする遺伝子を挿入したりして、新しい形質を持った微生物を創出できる様になりつつある。しかし、この様にして創出した菌は一般に自然から分離した菌に比較すると、生育や分解能が弱い。われわれは、自然界を汚染している物質を分解し、修復する微生物群を自然界から見出ししている。現在、工場跡地などを再利用する際に、この様な物質で汚染さ

れている土地は使用できない。微生物を用いて、汚染物質を分解し自然の元の状態に修復 (バイオレメディエーション) することが注目されている。

5. 無臭化微生物の発見

環境庁の調べで、7 大公害の中で、2 番目に苦情件数が多いのが悪臭である。その中でも畜産業によるものが全体の 4 分の 1 を占めている。ふとしたことから、豚ふんにかびが生えたと、豚ふん臭が無くなるという情報を得た。どの様なかびだろうかと、その無臭化された豚ふんからかびの分離を試みた。生育の良い多くのかびが分離できたが、無臭化力は全くなかつた。細菌分離用の寒天培地や放線菌分離用のワックスマン培地を用いても、ほとんど微生物は分離できなかつた。しかし、無臭化された豚ふん自体は臭いが無いことから、なんらかの微生物が必ず存在していると考えた。そこで、豚ふんに生えているので、豚ふんの抽出液培地を作ってみては思い、豚舎から、新鮮なふんを採取した。これを、脱イオン水に懸濁し、脱脂綿で濾過して抽出液を作った。これに寒天を入れ固化し、豚ふん抽出液寒天培地を作製した。これを用いると、その無臭化された豚ふんから多くの細菌と放線菌が分離された。その数は、試料 1g 当たり 10 億個以上であった。いろいろな pH と温度の組み合わせで、分離を試みた。pH 8 ~ 9 で 30 ~ 40℃ 間で分離される上記の微生物が最も多かつた。一つの微生物のコンソシアムを形成していた。この無臭化された豚ふんを種菌として用いると、約 8 時間で豚ふん臭は無くなり、品温は 20℃ 位から約 80℃ に上昇し、水分が揮散した。

無臭化と、乾燥、それにコンポスト化が一挙にできることが分つた。しかも、10 時間足らずであり、人々の強い関心を呼んだ。その他の畜産廃棄物も同様に無臭化処理することができた。また、生ゴミの処理にも応用できた。なぜこの様な悪臭性の廃棄物に好んで生育するかについては、その説明は割愛する。また、これらの微生物は無臭化微生物と言う名で、認知されようとしている。悪臭公害の対策には、上記の様に悪臭を発生する発生源を根本的に処理する方法と、揮散してしまった悪臭成分を捕集し、悪臭がそれ以上揮散しない様にする 2 つの方法がある。そこで、硫化水素などの各種の悪臭成分を分解

する菌株をこの無臭化微生物の中から分離し、これを適当な固定化剤に固定した。これを用いて、脱臭用のバイオリアクターを作製した。そして、その悪臭成分を含んだ空気を、そのリアクターに通過させると、その間に悪臭成分が、固定化され菌体に捕集・分解され除去されることが分った。この様にこの無臭化微生物を用いると、年間約1億トン排出される畜産廃棄物を短時間に無臭化するとともに、コンポスト化も行え、悪臭の発生源であった廃棄物が資源として再利用されることになる。

6. 高濃度の炭酸ガス中で生育するシアノバクテリア

われわれは、瀬戸内海の汽水域で、糸状のシアノバクテリアを分離した。本菌株は、その生化学的及び形態学的特徴から *Lyngbya* sp. No. 108と命名した。本菌株の菌体を、嫌気条件下におくと水素を発生した。その発生の機構を調べると、大気中のCO₂を固定し、多糖類として菌体内に蓄積する。これを水素発生の条件下におくと、この多糖類を消費して水素が発生されることが分った。大気中の炭酸ガス濃度は約0.03%である。これを通常的高等植物は太陽エネルギーを利用して炭酸固定を行っている。しかし、大気中のCO₂の濃度が0.6%と約20倍になると、これら高等植物はこれを利用

できなくなると言われる。

そこで、上記のシアノバクテリアが、どの程度のCO₂濃度まで生育できるかと試した。大気中(培地中)のCO₂濃度を順次上げて、約30%になっても本菌株は生育し、菌体内に多糖類を蓄積することが分った。このことは、CO₂を多くは排出する場所で、この菌体を培養し、多くの菌体を用いて、水素の発生に利用することが可能である。CO₂の濃度が5%位が最も菌体の生育速度は速かった。

7. おわりに

微生物は肉眼では見えないが、その種類と働きは多種多様である。肥沃な土壌では1g当たり約10億程度の微生物が存在する。またその増殖速度も20~30分で1個が2個の細胞となる。たとえば分裂時間が20分間の細菌では、1細胞から24時間で2⁷²個の細胞数となる。また、その機能も多種多様である。分離条件や培養温度を変えると今までと異なった性質の微生物が見出せる。しかしながら、微生物は生き物であるということを忘れがちで、全て万能の様にとらえられていることがある。生き物であることを念頭におき、栄養、成育環境をよく知り、それに基づいて利用することが大切である。