(2) 納豆菌

納豆菌は分類学的には、*Bacillus*（バチルス）属に属する細菌である。バチルス属菌は、枯草（こそう）菌ともいわれ、枯れ草の腐敗に関与しており、自然界に広く分布している。稲わらを積んでおくと、わらが糸をひくことがあるが、納豆菌の仕業である。明治 38 年に納豆菌が発みされ、かつ大正 8 年（1919 年）に納豆菌の純粋培養ができるようになった。

納豆菌は、好気性の菌で胞子をつくる。発育の適温は、37～40℃であるが、胞子については耐熱性が極めて高く、滅菌するには 140℃で約１時間を必要とする。製品となった納豆では保存状態が悪くなり、15℃前後になると、納豆菌が再活動して品質に悪影響をおよぼすので、低温流通を図る必要がある。

粘性物質については、医薬品、繊維への利用が研究されている。また、納豆菌をはじめとするバチルス属菌は、高分子代謝産物を分泌する能力が高く、バイオテクノロジー分野において分泌能力を利用する研究が行われている。

(3) 酢酸菌

酢の醸造に用いられる。分類学的には *Acetobacter*（アセトバクター）属に属し、*A. aceti*（アセチ）は、アルコール水溶液やワイン、酒粕などに含まれるアルコールに作用してこれを酸化し、食酢を発酵生産する。

(4) ザイモモナス菌

通常、アルコール発酵といえば、酵母が主役であるが、アルコール発酵性細菌である *Zymomonas*（ザイモモナス）属細菌によってもアルコール飲料が造られている。テキーラと呼ばれている蒸留酒は、竜舌蘭という植物を原料に、ザイモモナス属細菌によりアルコール発酵させ、それを蒸留したものである。酵母の場合、20%程度のアルコールが得られるが、ザイモモナス属細菌では５%程度のアルコール濃度にしかならない。日本では、ほとんど利用されていない発酵微生物である。

4.2.2 酵母

酵母の大きさは、同じ種類でも培養条件によって変わるが、おおむね 1000 分の 4㎜ から 8㎜ の卵形、球形、ソーセージ型の形態をとる。増殖は出芽法といって、細胞が栄養源を摂取して大きくなると小さな突起を表面に出してそこから娘細胞が発生し、同じ大きさになると分離していくが、そのままつながっていく場合もある。酵母細胞の外側の細胞壁にはグルカン、マンナン、キチンなどの高分子物質および蛋白質が含まれている。

酵母は、酸素が存在している好気性条件下では、アルコール発酵よりも酵母の細胞増殖が活発になるが、酸素がない嫌気性条件下では、アルコール発酵が活発になる。

発酵食品・醸造食品の利用としては、清酒、ビール、ワインなどのアルコール飲料のほかに、パン、みそなどの製造に利用されている。

Saccaromyces cerevisiae（サッカロミセス　セレビッシェ）が代表的な酵母であり、アルコール発酵力が強い。清酒に使われている *S. sake*（サケ）は、20%以上の高濃度のアルコールにも耐えられ、かつ低温下での発酵力も強い。*S. uvarum*（ウバルム）は、ビールの発酵に使われる酵母の１種で、低温でも発酵力を維持できる性質をもっている。また、

S. rouxii（ルーキシイ）と呼ばれる酵母は、15%以上の高濃度食塩でも発酵力があるので、しょう油やみその製造に利用されている。

4.2.3 カビ

我が国をはじめ東南アジアで利用されているカビは、その形態から糸状菌とも呼ばれ、長さ 1mm にも達する菌糸を延ばして広がるとともに、胞子を形成して繁殖していく。胞子が栄養源に辿り着くとすぐに発芽して菌糸を作って広がっていく。

清酒やしょう油などの製造に利用されている麹カビは、分類学的にみるとアスペルギルス（*Aspergillus*）属に属する。*A. oryze*（オリゼ）や *A. sojae*（ソーエ）、*A. awamori*（アワモリ）などの種がある。代表的な麹カビの特徴を表 4.2.3-1 にまとめた。

表 4.2.3-1　代表的なカビ

種類	特徴
A. oryzae（オリゼ）	日本酒、米酢、みそ、甘酒などの醸造に古くから利用されている。胞子が形成されると黄色っぽくみえることから黄麹カビとも呼ばれる。デンプンを糖化してブドウ糖（グルコース）に分解するアミラーゼ発酵力が強い。
A. sojae（ソーエ）	しょう油、みその製造に利用されている。学名の *sojae* はしょう油からきている。大豆のような蛋白質の分解酵素プロテアーゼの力が強い。
A. awamori	黒麹菌。焼酎や沖縄県の泡盛の製造に用いられている。クエン酸生成力が強い。そのために雑菌の繁殖が抑えられる。
A. repens（レペンス）	かつお節の上に繁殖し、旨みを出したり、水分を除いて固くする。
A. niger（ニガー）	ミカンによく生える黒麹菌でクエン酸の発酵力が強い

青カビは、通常、ペニシリウム（*Penicillium*）属を指す。胞子を形成すると青くみえる。カマンベールチーズに使われている *P.camemberti*（カマンベルティ）やロックフォールチーズに使われている *P.roqueforti*（ロックフォルティ）などがある。乳中のカゼインを分解して、独特の風味を出す。抗生物質であるペニシリンの生産菌もこの仲間である。

毛カビは *Mucor*（ムコール）属に属し、チーズ製造時のレンネットの製造に利用されている。クモノスカビは *Rhizopus*（リゾップス）属に属し、*R.japanicus*（ジャパニカス）はアルコールの製造に利用されている。また、紅麹カビと呼ばれている *Monascus*（モナスカス）属は、菌糸内に赤色色素を生成することから、東南アジアで製造されている紅酒の麹に用いられており、日本でも赤い清酒の開発や色素生産に利用されている。