

「微生物学」練習問題解答 7 章

1 発酵は、有機物を酸化するとき生成する電子を他の有機物が受け入れるエネルギー獲得過程である。したがって、電子供与体と受容体はともに有機物である。発酵では基質レベルのリン酸化によってのみ ATP が合成される。一方、呼吸は、有機物または無機物を電子供与体、無機物を電子受容体とするエネルギーの獲得過程であり、この過程において膜をへだてた電気化学ポテンシャル差が生成されるプロセス全体を指す。電子供与体としてグルコース、アンモニアなど、電子受容体として酸素、硝酸塩などがある。

- 2
- ・解糖系：ATP 2 分子，NADH 2 分子（反応式は図 7.5 を参照）
 - ・エントナー-ドッドロフ経路：ATP 1 分子，NADH 2 分子（反応式は図 7.6 を参照）
 - ・ペントースリン酸経路：ATP マイナス 1 分子，NADPH 1 2 分子（反応式は図 7.7 を参照）
 - ・TCA サイクル：NADH 6 分子，（GTP 2 分子，FADH₂ 2 分子）（反応式は図 7.8 を参照）

- 3
- ・解糖系：ピルビン酸（前駆体）→L-アラニン，L-バリン（生成される物質）
3-ホスホグリセリン酸（前駆体）→L-セリン，グリシン（生成される物質）
 - ・ペントースリン酸経路：リボース 5-リン酸（前駆体）→L-ヒスチジン，ヌクレオチド（生成される物質）
 - ・TCA サイクル：2-オキシグルタル酸（前駆体）→L-グルタミン酸（生成される物質）
オキサロ酢酸（前駆体）→L-アスパラギン酸（生成される物質）

4 (酵素の誘導生成のしくみ)

図 7.16 に基づいて、大腸菌の β -ガラクトシダーゼを例として説明する。本酵素の遺伝子はラクトースオペロンと呼ばれる構造遺伝子上に存在する。大腸菌がラクトースを含まない培地で増殖するとき、調節遺伝子から生合成されたリプレッサーが、オペレーター部位に結合するため、mRNA ポリメラーゼがプロモーター部位に結合できない。その結果、ラクトースオペロンの mRNA への転写は起こらない。しかし、誘導物質であるラクトースを培養液に加えると、ラクトースに由来するアロラクトースがリプレッサーに結合することにより、不活性化された複合体がオペレーターから離脱する。このため、mRNA ポリメラーゼがオペレーター部位に結合できるようになり、ラクトースオペロンの転写が起こる。その結果、 β ガラクトシダーゼが生合成される。

(カタボライトリプレッションのしくみ)

図 7.16 に基づいて、大腸菌の β -ガラクトシダーゼを例として説明する。グルコースが、培地（ラクトースを含む）中に存在すると、サイクリック AMP の生合成が抑制される。このため、カタボライト遺伝子活性化タンパク質（CAP）は活性化されず、ラクトースオペロンの CAP 結合部位に結合できない。その結果、mRNA ポリメラーゼはプロモーターに結合しないため、転写も

生じない。このため β -ガラクトシダーゼは生合成されず、ラクトースを利用することができない。しかし、培地中のグルコースが消費されると、サイクリック AMP の生合成が始まり、生じたサイクリック AMP は CAP と結合して、これを活性化するようになる。

5 (酵素活性の調節)

- ・酵素活性のフィードバック阻害：アミノ酸や核酸の生合成経路における最終生産物が、生合成系の分岐点直後の酵素活性を阻害する調節機構をいう。この酵素は通常の酵素と異なり、活性部位のほかに、最終生産物の結合する調節部位をもつ。このような酵素をアロステリック酵素という。
- ・アイソザイムによる調節：化学的な構造は異なるが、同じ化学反応を触媒する酵素群をアイソザイムという。アイソザイムによる調節はとくに、L-チロシン、L-フェニルアラニン、L-トリプトファン^{*}の生合成系において重要である。大腸菌のホスホ-2-ケト-3-デオキシヘプトネートアルドラーゼは3つのアイソザイム (I, II, III) をもち、これらの酵素活性は、それぞれ独立して上記3種のアミノ酸によってフィードバック阻害を受ける (図 7・21 参照)。このため、これら3種のアミノ酸の生産を正確に調節できる。
- ・酵素の修飾による調節：共有結合によって酵素を修飾し、酵素活性の調節を行うもの。共有結合による修飾は、リン酸化が代表例である。ATP を基質として酵素に含まれる L-セリン、L-スレオニン、L-チロシン残基の水酸基をリン酸化する反応で、リン酸化により酵素が活性化される。また、共有結合したリン酸基は加水分解されてリン酸として離脱し、酵素は再び不活性化される。

(アロステリック酵素の機能)

図 7.20 に基づいて説明する。アロステリック酵素は活性部位のほかに、調節部位 (アロステリック部位) をもつ。調節部位に結合する物質をアロステリックエフェクターといい、酵素反応を促進するものを正、抑制するものを負のエフェクターという。エフェクターが調節部位に結合すると酵素タンパク質の構造に変化が生じる結果、活性部位における基質の結合や触媒活性が調節される。エフェクターの調節部位への結合は可逆的あり、エフェクターが調節部位から離れることにより、酵素の構造は元に戻って調節は終了する。