

ウイルスについて ~ウイルスと細菌の違い~

はじめに

インフルエンザや口蹄疫のことが話題となるように、ウイルスが私達の健康や日々の生活に大きな影響を及ぼすことがあります。ウイルスは、乳酸菌や納豆菌のように私達の生活になじみのある細菌と何が違うのでしょうか。実はウイルスは通常の生物とは全く異なった構造や増殖の仕組みを持っています。今回は、ウイルスの特徴や検出方法についてご紹介します。

ウイルスの構造

ウイルスは、細菌が光学顕微鏡(普通の顕微鏡)で見ることができる大きさなのに対して、さらに拡大率の高い電子顕微鏡でないと見ることができない約 20~300 nm の大きさと言われていいます。例えば、口蹄疫ウイルスの大きさは約 21~24 nm(ナノメートル)、インフルエンザウイルスの大きさは 80~120 nm です。一方、細菌は約 1~5 μm (ミクロン、マイクロメートル、1 μm =1000 nm)、カビや酵母は約 5 μm 以上の大きさなので、ウイルスは微生物のなかでも更に小さな存在です(図-1 参照)。

細菌は、細胞構造(図-2 参照)を有し、適度な栄養・水分などがあれば自分の力で増殖することができます。

しかし、ウイルスは DNA や RNA のような遺伝子とそれを囲むタンパク質の殻しか持っておらず(図-3 参照)、自分の力では増殖できません。例えば、口蹄疫ウイルスは遺伝子として RNA を持ち、カプシドというタンパク質に包まれています。また、インフルエンザウイルスは、更にエンベロープと呼ばれる脂質に包まれています。

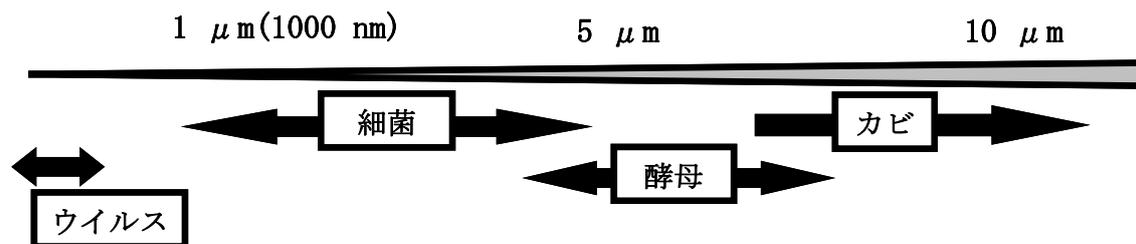


図-1 微生物の大きさ

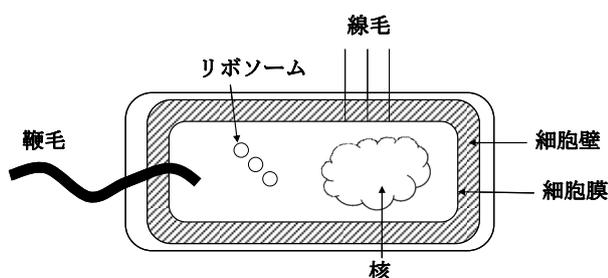


図-2 細菌の基本的な構造

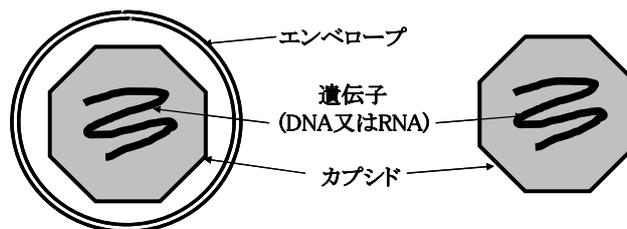


図-3 ウイルスの構造

ウイルスの増殖の仕組み

それでは、ウイルスはどのようにして増殖するのでしょうか。ウイルスは、自分を複製するための設計図(遺伝子)は持っています。しかし、それを基に組み立てるための設備を持ち合わせていません。そこで、設備を持っているもの(細胞)の中にもぐり込んで(感染して)、こっそり自分の設計図を混ぜて複製させるのです。もぐり込む細胞は様々で、動物細胞はもちろん、植物細胞や細菌細胞にももぐり込んで増殖します。つまり、ウイルスの場合、自分の力では増殖することが出来ないのです。生きた細胞に寄生し、細胞が増殖のために使用する遺伝子材料やタンパク質を利用して、増殖します(図-4)。ただし、どの細胞にももぐり込める訳ではなく、感染できる細胞はウイルスの種類によって限定されています。なお、ウイルスは自力で増殖できないので、生物ではないとする考え方もあります。

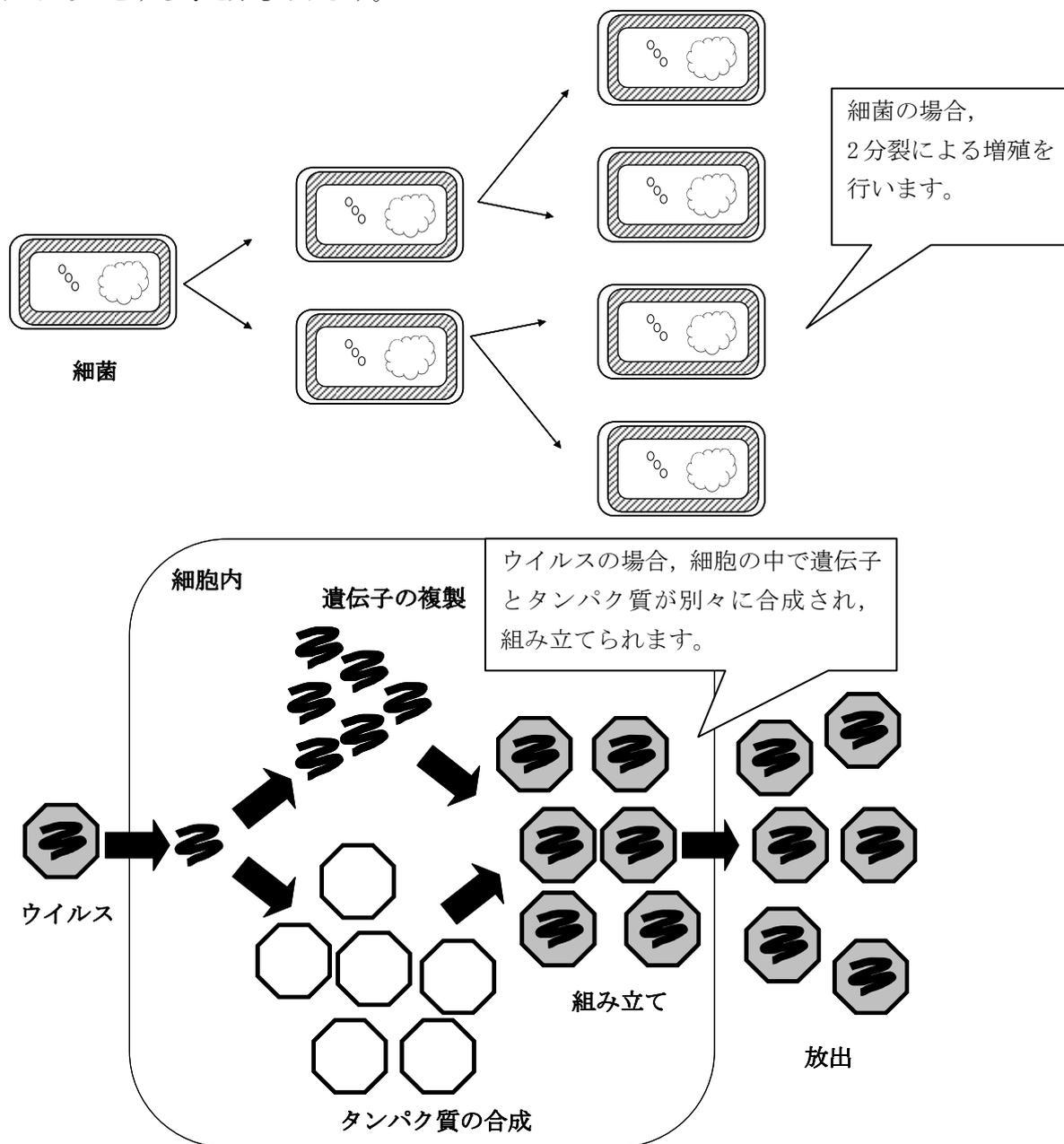


図-4 細菌及びウイルスの増殖イメージ

ウイルスと細菌の違い

ここまで、ウイルスと細菌は大きさや増殖の仕組みが違うことをご紹介しました。果たしてこの違いは、どのように私達に影響するのでしょうか。例えば、細菌除去フィルターについては、フィルターの孔径よりウイルスのほうがずっと小さいので、そのまま通過してしまいます。また、抗生物質については、細胞の構造や機能に作用するため、それらを持つ細菌には効果的ですが、それらを持たないウイルスには有効ではありません。それでは、ワクチンについてはどうでしょうか。ワクチンは、弱毒化や無毒化したウイルスを事前に人間や家畜などに投与し、自己免疫を高めることで感染リスクを下げるためのものです。つまり、ワクチンは予防に効果を発揮するもので、治療の手段ではありません。ウイルスは構造が単純で、ウイルスに特有の特徴が少なく、また、細胞の中にもぐり込んでしまうため、細胞に影響を与えずに細胞中のウイルスだけに特異的に効果を示すような抗ウイルス薬の開発は非常に難しいのです。

ウイルスの検出方法

細菌は、自分の力で増殖することができるので、寒天培地でコロニー(集落)を形成させるなどにより、肉眼で観察することが可能です。しかし、ウイルスの場合はそうはいきません。ウイルスの検出方法には、①電子顕微鏡により直接観察する方法、②抗原抗体反応を利用する検出方法、③遺伝子増幅による検出方法、④ウイルス感染細胞を観察する方法 があります。

①電子顕微鏡により直接観察する方法

電子顕微鏡を用いて直接ウイルスを観察する方法です。

<特徴>

- ・遺伝子配列が不明なウイルスや抗体が存在しないウイルスでも、直接観察することで検出できます。
- ・大量のウイルス粒子の存在を必要とします。また、粒子が小さいウイルスでは観察が困難となり、熟練した技術が必要です。

②抗原抗体反応を利用する検出方法

イムノクロマト法や ELISA 法 (Enzyme-linked immunosorbent assay) があります。どちらもウイルスタンパク質を抗原として、抗原に特異的に反応する抗体を利用する検出方法です。

<特徴>

- ・検出キットがあれば、手軽に短時間で検出できます。
- ・検出感度はあまり高くない(大量のウイルス粒子が存在しないと検出できない)。
- ・抗原から抗体を作成する必要があります。

③遺伝子増幅による検出方法

代表的な方法として、RT-PCR (Reverse transcription-polymerase chain reaction) 法とリアルタイム PCR 法があります。いずれも基本的には同じような方法で、ウイルスの遺伝子を増幅して、その増幅した遺伝子を検出する方法です。

<特徴>

- ・ 事前に遺伝子配列の判明していることが必要です。
- ・ 遺伝子を増幅するため、感度が高い(ウイルス粒子数が少なくても検出できる)。
- ・ 不活化したウイルスでも遺伝子が残っていれば検出できる可能性があります。
- ・ 試験に使用する機器や試薬が高価で、遺伝子を取り扱うための慎重な操作が必要です。

④ウイルス感染細胞を観察する方法

ウイルスに感染した細胞は、形が崩れたり、肥大化したり、融合しあったりと形状の変化を引き起こす場合があります。この形状の変化はウイルスとその宿主となる細胞の組み合わせによって様々で、形状の変化に10日間以上かかるものもあります。また、ウイルスによってはこの変化を全く示さない種類もあります。例えば、CRFK細胞(ネコ腎細胞由来)の場合、顕微鏡で拡大して観察すると、正常な細胞は、図-5のようですが、ネコカリシウイルスに感染すると図-6のように丸く変形するため、感染を確認することができます。

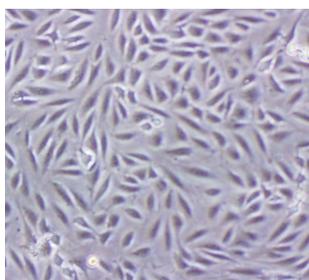


図-5

正常なCRFK細胞

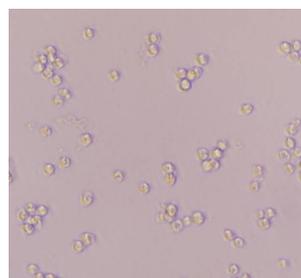


図-6

感染したCRFK細胞

<特徴>

- ・ 細胞やウイルスの管理に専用の機器や施設が必要です。
- ・ 細胞の入手が困難、あるいは入手できない場合があります。
- ・ 細胞の培養やウイルスの感染の確認に時間がかかります。

おわりに

ウイルスは細菌やカビと同じように小さな存在ですが、その特徴は大きく異なります。そのため、他の微生物とは検出方法や制御方法が全く異なる点があります。ウイルスは目に見えませんが、様々な方法でその存在を確認できます。検出方法にはそれぞれ特徴がありますので、その特徴を理解した上で試験を実施する必要があります。私どもは、リアルタイムPCRを用いたノロウイルスの検出試験や、ウイルス不活化試験(JFRL ニュース No. 53, 2006年6月)等を実施しております。

参考資料

- ・ 調理場における洗浄・消毒マニュアル Part1 文部科学省(2009)
- ・ 調理場における洗浄・消毒マニュアル Part2 文部科学省(2010)
- ・ 村上洋介: 口蹄疫ウイルスと口蹄疫の病性について
(<http://ss.niah.affrc.go.jp/disease/FMD/japan/murakami.html>) (2010年8月現在)