

### 1. はじめに

あの stay home 期間から早くも 1 年がたとうとしているのに、依然として僕たちの日常に影響を与えている新型コロナウイルス。感染対策や外出自粛、ワクチンの問題など面倒ごとは山積みで、ウイルスなんてこりごりだ、とお思いの方も大勢いらっしゃると思います。現に、2021 年度の灘校文化祭も抽選形式による入場制限で従来のように外部の方に訪れていただけなかったり、3 密を避けることを意識して運営を行わなくては行けなかったりと僕自身もウイルスに対しては悪い印象しか持っていない。ただせっかくここまでウイルスというものが日常に関与してくる時期なのだから、一度現実から目を背けてウイルスというものを生物学の観点から見てみようと考えました。

### 2. ウイルスは生物なのか

生物学の観点からと述べましたが、ウイルスはそもそも生物の基本単位である細胞を持っておらず、また自己のみで増殖することができません。そうした観点から見るとウイルスは到底生物には思えません。しかし、ウイルスが宿主の細胞に侵入すると細胞を乗っ取り、細胞に備わっていた機能を利用して増殖します。つまり、遺伝情報をつかさどる遺伝子の総体であるゲノムを持つという生物的な側面もあるわけです。このように生物的要素も非生物的要素も併せ持っているウイルスですが、現在では生命体と化学物質の間の存在と考えられているようです。

### 3. ウイルスの構造

ウイルスの構造は上で述べたように、他の生物の構造とは大きく異なっています。例えばウイルスは細胞壁、細胞膜、細胞質や核といった構造体を持っておらず、ただキャプシドと呼ばれるタンパク質の殻に遺伝子として働く核酸が包まれているだけという単純なものです。核酸には DNA と RNA の 2 種類があり、前者が含まれているウイルスを DNA ウイルス、後者が含まれているほうを RNA ウイルスと呼びます。また、キャプシドはキャプソメアと呼ばれる多数のタンパク質から構成されています。

ウイルスの中にはエンベロープと呼ばれる、脂質や糖タンパク質からなる膜状の構造をもつものがあります。これを持つウイルスは宿主の細胞膜とウイルスのエンベロープが融合することによって宿主細胞へ侵入するものと、宿主細胞のエンドサイトーシス(細胞が外部の物質を取り込

む作用)によって取り込まれるものに分かれています。

#### 4. ウイルスの分類

先ほども述べたように、ウイルスはその中に含まれる核酸が DNA であるか RNA であるかによって大別されます。そこからさらに、その核酸が 2 本鎖であるか、1 本鎖であるか。そしてプラス鎖、マイナス鎖や逆転写の有無によって分けられています。

- ・ 2 本鎖 DNA を持つタイプ

これには・アデノウイルス科・ヘルペスウイルス科・ポックスウイルス科等が相当します。

- ・ 1 本鎖 DNA を持つタイプ

これにはパルボウイルス科等が相当します。

- ・ 2 本鎖 RNA

これにはレオウイルス科が相当します。

- ・ 1 本鎖 RNA(プラス鎖)を持つタイプ

これには・ピコルナウイルス科・コロナウイルス科・フラビウイルス科・トガウイルス科等が相当します。

- ・ 1 本鎖 RNA(マイナス鎖)を持つタイプ

これには・フィロウイルス科・オルソミクソウイルス科・パラミクソウイルス科・ラブドウイルス科等が相当します。

- ・ 1 本鎖 RNA(逆転写)

これにはレトロウイルス科が相当します。

- ・ 2 本鎖 DNA(逆転写)

これにはヘパドナウイルス科が相当します。

プラス鎖、マイナス鎖や逆転写については 6 で説明いたします。

#### 5. ウイルスの複製

ウイルスが複製されていく大まかな流れはこうです。

##### (1) 吸着

ウイルスが宿主となる細胞に付着します。

##### (2) 侵入

エンベロープが細胞膜と融合する、もしくはエンドサイトーシスによってウイルスが宿主細胞中に侵入します。

##### (3) 脱殻

キャプシドとウイルスの核酸が分離します。

##### (4) 素材の合成

ウイルスの核酸が mRNA に転写され、そこからキャプシドのタンパク

質やエンベロープの部品である糖タンパク質などが作られます。このとき糖タンパク質は宿主の細胞膜に埋め込まれます。また、ウイルスのゲノムが複製されます

#### (5) 組み立て

合成されたウイルスの核酸を包むようにキャプシドが組み立てられます。

#### (6) 細胞外への放出

細胞が破壊されたことで放出される場合や、エンベロープを伴うウイルスの際は宿主の細胞膜に包まれながら細胞の外に放出される場合があります。

### 6. mRNA への転写

以下では 5(4)中の mRNA への転写という部分を詳しく掘り下げます。

mRNA とは、DNA からタンパク質を合成する過程で登場するものです。RNA ポリメラーゼというものを用い、DNA のうち鋳型鎖とよばれる鎖の塩基配列の情報に対応する、相補的な塩基が並べられたものが mRNA です。以上のように mRNA が合成されることを転写といいます。この mRNA に記載されている情報を頼りにアミノ酸が運ばれてきてタンパク質が合成されます。

ここで、4 で保留していたプラス鎖マイナス鎖、逆転写について説明させていただきます。プラス鎖とは mRNA のような鋳型によって作られた鎖を表し、マイナス鎖はそれに対応する鋳型となっている鎖を表しています。次に逆転写です。先ほど述べたように DNA から RNA が合成されるのが転写です。これとは逆に、RNA から DNA を合成することを逆転写といいます。

### 7. mRNA の合成経路

そんな mRNA ですがウイルスの種類によってそれが合成されるまでの経路が異なります。この違いによって最終的にウイルスは 7 つにまで分類が細かくなっているのです。

#### (1) 2 本鎖 DNA を持つタイプ

宿主の RNA ポリメラーゼを用いて mRNA を合成します。

#### (2) 1 本鎖 DNA を持つタイプ

本体のプラス鎖 DNA から 2 本鎖 DNA を一度合成し、そこから RNA ポリメラーゼによって mRNA を合成します。

#### (3) 2 本鎖 RNA

2 本鎖のうちプラス鎖の RNA が mRNA となります。

(4) 1本鎖 RNA(プラス鎖)を持つタイプ

本体のプラス鎖 RNA がそのまま mRNA になります。

(5) 1本鎖 RNA(マイナス鎖)を持つタイプ

本体のマイナス鎖の RNA を鋳型として mRNA がつくられます。

(6) 1本鎖 RNA(逆転写)

本体のプラス鎖 RNA から逆転写によってマイナス鎖 DNA を合成し、それをもとに 2本鎖 DNA を合成したのち mRNA が合成されます。

(7) 2本鎖 DNA(逆転写)

本体の 2本鎖 DNA から mRNA が合成されます。このプラス鎖 RNA を逆転写していくことでゲノムが複製されるという点で、(1)のタイプとは異なります。

以下は上記の mRNA 合成経路を簡略化し表記したものです。

(1)  $\pm$ DNA  $\rightarrow$  +,mRNA

(2) +DNA  $\rightarrow$   $\pm$ DNA  $\rightarrow$  +,mRNA

(3)  $\pm$ RNA  $\rightarrow$  +,mRNA

(4) +RNA = mRNA

(5) -RNA  $\rightarrow$  +,mRNA

(6) +RNA  $\rightarrow$  -DNA  $\rightarrow$   $\pm$ DNA  $\rightarrow$  +,mRNA

(7)  $\pm$ DNA  $\rightarrow$  +,mRNA

## 8. ゲノムの複製

逆転写を行うウイルスを除き、ほとんどの DNA ウイルスは、宿主の DNA ポリメラーゼを使って自らの DNA を複製します。また、RNA ウイルスはゲノム複製のために特殊なポリメラーゼを使って RNA を鋳型とした RNA の合成を行っています。

一方上記の(6)のタイプの場合、そのゲノムの複製経路は異なります。途中で生産されている $\pm$ DNA はプロウイルスと呼ばれるもので、宿主細胞内の核内に侵入します。ここで宿主の RNA ポリメラーゼによって $\pm$ DNA から+RNA が合成され、それが mRNA として働いたり子孫のウイルスのゲノムになったりするので。

(7)のタイプの場合は $\pm$ DNA は宿主の核中にて+RNA に転写されそれが mRNA として働きます。次に+RNA が逆転写され -DNA が作られ、それをもとに 2本鎖 DNA が作られます。こうしてゲノムが複製されていきます。

## 9. 分類表

4 において紹介したウイルスの分類に加えエンベロープの有無、疾患

の例を図表化したものです。

科	エンベロープ	疾患の例
(1) 2本鎖DNA ・アデノウイルス科 ・ヘルペスウイルス科 ・ポックスウイルス科	無 有 有	呼吸器疾患ウイルス 単純ヘルペスウイルス 天然痘ウイルス
(2) 1本鎖DNA ・パルボウイルス科	無	B19 パルボウイルス
(3) 2本鎖RNA ・レオウイルス科	無	ロタウイルス
(4) 1本鎖RNA(プラス鎖) ・ピコルナウイルス科 ・コロナウイルス科 ・フラビウイルス科 ・トガウイルス科	無 有 有 有	ポリオウイルス SARS MERS デングウイルス 風疹ウイルス
(5) 1本鎖RNA(マイナス鎖) ・フィロウイルス科 ・オルソミクソウイルス科  ・パラミクソウイルス科 ・ラブドウイルス科	有 有  有 有	エボラウイルス インフルエンザウイルス 麻疹ウイルス 狂犬病ウイルス
(6) 1本鎖RNA(逆転写) ・レトロウイルス科	有	ヒト免疫不全ウイルス
(7) 2本鎖DNA(逆転写) ・ヘパドナウイルス科	有	B型肝炎ウイルス

(キャンベル生物学より引用後、一部改変)

## 10. 終わりに

拙い文章でしたが、ここまでお読みいただき本当にありがとうございました。今回僕はウイルスの構造とその分類に関してのまとめを書きましたが、ウイルスが宿主内で増殖する方法の複雑さや種類の多さにはとても驚きました。あんなに単純な構造しかしていないのに。やはりウイルスって恐ろしいですね。

## 11. 参考文献

- Lisa A. Urry Michael L. Cain Steven A. Wasserman Peter V. Minoesky Jane B. Reece 著 池内昌彦 伊藤元己 箸本春樹 道上達夫監訳 平成 30 年「キャンベル生物学」丸善出版
- 東匡伸 小熊恵二編集 1998 年「シンプル微生物学」南江堂
- 日経メディカルインタビュー記事 「ウイルスの構造とその意味」  
<https://medical.nikkeibp.co.jp/leaf/all/report/t344/202003/564951.html>  
(最終閲覧日:2021 年 3 月 21 日)
- 吉倉廣著 「微生物学講義録 15 章 ウイルスと病気」  
[http://jsv.umin.jp/microbiology/main\\_015.htm](http://jsv.umin.jp/microbiology/main_015.htm)  
(最終閲覧日:2021 年 3 月 21 日)