

なぜワクチンを打ってもコロナにかかるの？あなたの免疫を操る「刷り込み（インプリンティング）」とは

10/22 忽那賢志 感染症専門医



最新のワクチン、待つべき？待たざるべき？

2022年の夏、オミクロン株が猛威を振るう中、多くの人々が同じ疑問を抱いていました。「今すぐ追加接種を受けるべきか、それともオミクロン株に対応した新しいワクチンが出るまで待つべきか？」

この問いに対して、米国立アレルギー・感染症研究所の免疫学者ボブ・セダー氏は「待たずに接種すべきだ」と助言しました。なぜなら、たとえ最新のワクチンを接種したとしても、その効果が私たちの免疫システムの「刷り込み（インプリンティング）」という現象によって、ある程度制限されてしまう可能性を予見していたからです。

この記事では、なぜ私たちは何度も新型コロナウイルスに感染してしまうのか、そして最新のワクチンが期待されたほどの感染予防効果を発揮しにくいのはなぜか、その鍵となる免疫の「刷り込み」について解説します。

免疫の「刷り込み」って、いったい何？

免疫の「刷り込み（インプリンティング）」とは、**私たちの免疫システムが最初に出会ったウイルスを「初恋」のように記憶し、その後の反応がその最初の記憶に強く影響される現象のことです。**一度覚えた「初恋の相手」の面影を、次に出会う少し違う相手にも重ねて見てしまうようなイメージです。

この現象は、実は何十年も前にインフルエンザの研究で初めて発見されました。科学者のトーマス・フランシスは、この現象を「抗原原罪（original antigenic sin）」と少し皮肉を込めて名付けましたが、現在では一般的に「刷り込み」と呼ばれています。

この現象が、過去のパンデミックにどう影響したかを示す有名な例があります。1918年のインフルエンザ大流行（スペインかぜ）では、驚くことに若年層の死亡率が非常に高く

なりました。その理由の一つは、刷り込みにあります。高齢世代は若い頃に 1918 年の流行株とよく似たウイルスに遭遇していたため、より強力な免疫反応を示し守られました。それに対し、若年層は最初に流行株とは似ていないウイルスに遭遇していたため、効果的な免疫反応が起こらず、より脆弱になってしまったと考えられているのです。

私たちの体の中では何が起きているの？—記憶 B 細胞の働き

免疫の刷り込みにおいて主役となるのが、「記憶 B 細胞」です。これは、一度戦った敵（ウイルス）の特徴を記憶している「ベテラン兵士」のような存在です。

通常、私たちの体は新しい敵に遭遇すると、その敵に合わせた「新兵（ナイーブ B 細胞）」を訓練し、最適な武器（抗体）を作らせます。しかし、以前戦った敵と少しだけ違う新しいウイルス（変異株）が侵入してきた場合、免疫システムは新兵を一から訓練するのではなく、即戦力となる「ベテラン兵士（記憶 B 細胞）」をすぐに出動させるという近道を選びます。

このベテラン兵士が作り出す抗体は、古いウイルスと新しいウイルスの両方に共通する部分を攻撃する「交差反応性抗体」が中心となります。これは、古い敵にも新しい敵にも共通する特徴に効く「万能ツール」のようなものですが、新しい敵に合わせて完璧に設計された「専用武器」ではありません。そのため、新しい変異株に対しては攻撃力が限定的になってしまうのです。

新型コロナと「刷り込み」：なぜオミクロン株に再感染しやすいのか

この免疫の刷り込みは、新型コロナウイルス（SARS-CoV-2）との戦いにおいても、私たちの体に複雑な影響を及ぼしています。特に、オミクロン株が登場してからの再感染のしやすさは、この現象と深く関わっています。

・ **ワクチン接種後のオミクロン株感染** 初期株のワクチンを接種した人がオミクロン株に感染すると、体はワクチンによって記憶した「初期株」に対する抗体を優先的に作ってしまう傾向があります。その結果、オミクロン株そのものに特化した抗体が作られにくくなり、オミクロン株への再感染が起こりやすくなる一因となっています。

・ **追加ワクチンの効果** オミクロン株などに対応した新しいワクチン（例：二価ワクチン）を追加接種しても、私たちの免疫は最初に記憶した初期株の情報を強く参照してしまいます。この刷り込みの影響で、抗体反応がどうしても初期株の方に引き寄せられてしまうのです。そのため、変異株対応ワクチンが感染やウイルス伝播を劇的に減らすほどの効果を発揮するのは難しい、ということが分かってきました。

「刷り込み」は悪者なの？

ここまで聞くと、免疫の刷り込みは厄介なだけの現象に思えるかもしれません。しかし、必ずしも悪いことばかりではありません。

・ **マイナス面** 確かに、新しい変異株に対する防御力を少し弱めたり、変異株対応ワクチンの感染予防効果を鈍らせたりする可能性があります。しかし、免疫学者のローズマリー・ボイントン氏が指摘するように、刷り込みが害を及ぼしたり、免疫のない状態の人と比べて病状を悪化させたりするという証拠はありません。

・ **プラス面** 最大の利点は、ウイルスが侵入してきた際に、非常に迅速な免疫反応を引き起こせることです。ゼロから新兵を訓練するよりも、経験豊富なベテラン兵士が即座に対応することで、ウイルスが増殖する前に対処できます。シカゴ大学の進化生物学者ケイテ

イ・ゴスティック氏が言うように、「どんなものであれ、免疫がないよりはあった方がよい」のかもしれませんが。この迅速な反応のおかげで、現在のワクチンは重症化を防ぐ上で素晴らしい効果を発揮しており、私たちの命を守る上で極めて重要な役割を果たしています。

未来のワクチン戦略：「刷り込み」を乗り越えるために

科学者たちは、この免疫の刷り込みの影響を克服したり、うまく回避したりするための新しいワクチン戦略を研究しています。現在、特に期待されているアプローチは以下の2つです。

鼻スプレーワクチン（経鼻ワクチン）

ウイルスが最初に侵入する鼻や喉の粘膜で直接免疫を働かせる方法です。注射によるワクチンが全身の免疫を活性化させるのに対し、経鼻ワクチンはウイルスの侵入口に「門番」を配置するようなものです。これにより、ウイルスが体内に広がる前にブロックし、より強力な感染防御効果が期待されています。

汎コロナウイルスワクチン

様々な種類のコロナウイルスに共通して存在する、変異しにくい部分を標的とする「万能ワクチン」の開発も進められています。特定の変異株を追いかけるのではなく、コロナウイルス全体の弱点を狙うことで、ウイルスが変異して免疫から逃れることを防ぎ、将来新たに出現する変異株や未知のコロナウイルスにも対抗できる、より持続的な防御の実現を目指しています。

まとめ

最後に、この記事の要点を3つのポイントにまとめます。

- ・ 免疫の「刷り込み」とは、私たちの体が最初に出会ったウイルスを記憶し、その後の免疫反応がその最初の記憶に強く影響される現象です。
- ・ この現象は、新型コロナウイルスへの再感染のしやすさや、変異株対応ワクチンの効果に複雑な影響を与えています。
- ・ 「刷り込み」は免疫記憶の基本的な仕組みであり、弱点もありますが、迅速な反応で重症化を防ぐという重要な利点もあります。現在のワクチンが重症化予防に極めて有効であることに変わりはありません。

免疫学者のガブリエル・ヴィクトラ氏が言うように、刷り込みはしばしば問題として語られますが、それは免疫記憶の根幹をなす仕組みです。この現象は欠陥などではなく、むしろ私たちの免疫システムが過去の経験を活かしてあらゆる事態に備えようとする「非常に賢い」戦略の表れなのです。そして科学者たちは、この賢いシステムを土台に、私たちの未来のため、さらに優れたワクチン開発を今この瞬間も続けています。

YouTube チャンネル：くつ王アカデミア「コロナワクチンを打ってもなぜ感染？免疫刷り込み現象とは？」



<https://news.yahoo.co.jp/expert/articles/936391288c38a73156ba42ab55c8ea5e5cb0180>

c