

大学研究の「問い」が生まれる 3つのステップ

第4回 植物は親世代の環境を覚えているのか

研究というと、新しい発見をすることが目的のように見えるかもしれませんが。しかし実際には、身近な現象の中にある「なぜだろう」という疑問から始まり、少しずつ仕組みを明らかにしていく営みです。このコラムでは、大学の研究がどのように進められるのかを、「理解フェーズ」「予測フェーズ」「方略フェーズ」の3つに整理して紹介しています。

今回は、横井先生らが取り組む「植物の環境記憶」の研究を取り上げます。同じ品種のイネであるにもかかわらず、親植物が育った環境によって、次世代の開花時期や生育に違いが現れることがあります。植物は過去に経験した環境を覚えているのでしょうか。そして、その情報はどのように子孫へ受け継がれるのでしょうか。

0. 研究の入口「植物は親が経験した環境を覚えているのか」

同じ品種のイネを異なる地域で育て、その種子を集めて同じ場所で栽培すると、生育や開花時期に違いが現れることがあります。

例えば、寒冷な地域で育った親植物から得られた種子は、温暖な地域で育った親植物の種子よりも早く花を咲かせる傾向が見られました。同じ品種であり、一世代育っただけでDNA配列そのものが大きく変化したとは考えにくいのに、なぜこのような違いが生じるのでしょうか。

横井先生らは、「**植物は育った環境の情報を何らかの形で記憶し、その情報を次世代へ伝えているのではないか**」という問いに取り組んでいます。

Tips 1：環境記憶とは？

生物が過去に経験した環境の影響を、その後の生育や行動に反映する現象です

Tips 2：エピジェネティクスとは？

DNAの配列を変えずに、遺伝子の働き方を変化させる仕組みです。DNAメチル化などの修飾が知られています

1. 理解フェーズ — 観察や先行研究からどんな傾向が見えるか —

探究シミュレーションの理解フェーズでは、観察結果や先行研究を整理し、現状でどのような傾向が見られるのかを捉えます。横井先生らは、同じ品種のイネを異なる地域で育て、そこから採れた種子を調べました。特に興味深かったのは、**異なる地域で育てられた親植物から採れた種子を、再び同じ環境で育てても違いが現れたこと**です。

例えば、北海道で育った親植物の種子と京都で育った親植物の種子を岩手県で同じように栽培すると、北海道由来のものは比較的早く、京都由来のものはゆっくりと開花しました。

同じ環境で育てているにもかかわらず、親世代が経験した環境によって、次世代の生育や開花時期に違いが残っていたのです。

こうした観察から、

- 寒冷地で育った親植物の種子は、比較的早く開花する傾向がある
- 温暖地で育った親植物の種子は、比較的ゆっくり開花する傾向がある
- 同じ品種であっても、親植物が育った環境によって次世代の生育や開花時期に違いが現れる

ことが分かりました。

しかし、この違いがなぜ生じるのかは分かっていませんでした。

こうして理解フェーズでは、

「親世代が育った環境が異なると、次世代を同じ環境で育てても、生育や開花時期に違いが残る」という傾向が見えてきました。

2. 予測フェーズ — 観察された傾向から、何が予測できるか —

理解フェーズでは、親世代が育った環境によって、次世代の生育や開花時期に違いが残る傾向が見えてきました。そこで、この傾向をもとに、親世代の環境条件を変えた場合、次世代にどのような違いが現れるのかを考えます。

前提：

親世代を異なる環境条件で育てる。

規則：

親世代が育った環境は、次世代の生育や開花時期に影響する傾向がある。

予測：

親世代の環境条件を変えれば、次世代を同じ環境で育てても、生育や開花特性に再現性のある違いが現れるはずである。

この予測が確かめられれば、親世代が経験した環境の情報が、何らかの形で次世代に残っている可能性がさらに高まります。

では、その情報は**どのような仕組みで次世代へ伝わるのでしょうか**。この問いを、次の方略フェーズで考えていきます。

3. 方略フェーズ — どのような仕組みなら予測を説明できるか —

方略フェーズでは、予測された結果が生じるためには、どのような仕組みが必要なのかを逆算して考えます。予測フェーズでは、親世代の環境条件を変えると、次世代を同じ環境で育てても、生育や開花特性に再現性のある違いが現れると考えました。では、なぜ親世代が経験した環境の影響が、次世代にまで残るのでしょうか。一世代の間に DNA 配列そのものが大きく変化したとは考えにくい一方で、DNA メチル化などの DNA 修飾には、DNA 配列を変えずに遺伝子の働きを変える仕組みがあります。

そこで研究者たちは、

「親植物が経験した環境によって DNA 修飾が変化し、その情報が種子に残ることで、次世代の生育や開花特性が変化するのではないか」

という仮説を立てました。

ここから、研究の問いは次のように整理できます。

RQ（リサーチクエスション）：

親世代の環境条件による次世代の生育・開花特性の変化に、DNA 修飾はどのように関わっているのか？

この仮説を確かめるためには、次のことを確かめる必要があります。

① 親世代の環境による次世代の違いが再現されるか

異なる地域で育てた親植物から得られた種子について、開花時期や生育速度の違いが繰り返し確認される必要があります。

② DNA 修飾に違いがあるか

親植物の栽培環境によって、種子の DNA メチル化などに変化が生じているかを調べます。

③ DNA 修飾が生育・開花の違いに関係しているか

修飾が見つかったとしても、それが開花時期や生育の違いと結びついているかを確認しなければなりません。

④ 因果関係を確かめられるか

DNA 修飾を変化させたときに、生育や開花時期も変化することが示されれば、環境記憶との関係をより強く支持できます。

さらに難しいのは、「地域の違い」の正体を突き止めることです。北海道と京都では、気温だけでなく、水温、日長、土壌など多くの条件が異なります。そこで、これらの条件を同じ実験環境の中で一つずつ再現し、「植物は何を手がかりとして育った環境を記憶しているのか」を調べていきます。横井先生らは、その候補の一つとして水温の違いにも注目しています。

こうした検証を通して、「**親植物が経験した環境によって DNA 修飾が変化し、その情報が次世代の生育や開花特性に影響する**」という仮説の検証が進められています。

4. 植物は過去の経験をどう利用するのか

もし植物が環境を記憶できるなら、それは変化する環境への適応に役立つ可能性があります。例えば、寒冷な環境を経験した親植物の子孫が早く花を咲かせることができれば、短い生育期間の中で子孫を残しやすくなるかもしれません。一方で、植物は環境の変化すべてに敏感に反応しているわけではありません。ある程度の変化には動じず、必要なときには環境に応じて性質を変える。こうした**適応と安定性のバランス**も、植物が生き残るための重要な仕組みだと考えられます。

5. 探究を始める人へのメッセージ

研究は、教科書に載っている知識を覚えるだけでは始まりません。横井先生らの研究も、「**同じ品種なのになぜ違うのか**」という素朴な疑問から出発しました。

大切なのは、結果を見て終わるのではなく、

- なぜそうなるのだろう
- 他の説明はできないだろうか
- 本当に原因はその仕組みなのだろうか

と問い続けることです。身近な現象の中にある小さな違和感から、新しい研究の問いは生まれます。植物の環境記憶も、まだ完全には解き明かされていない問いの一つです。

研究者情報

横井 修司 先生

所属：大阪公立大学大学院 農学研究科 応用生物科学専攻

専門分野：遺伝育種学

研究テーマ：植物の環境応答メカニズムの解析と育種への応用

研究歴：約 30 年