



平成29年11月30日

## データ科学に基づく作物設計基盤技術の構築

地球規模の温暖化が農業に及ぼす悪影響と人口爆発により、近い将来食糧危機に直面する可能性が高いと指摘されています。この問題を回避する一つの方法は、劣悪環境や環境の変化に強い作物の育種です。資源植物科学研究所の平山隆志教授らの研究グループでは、圃場作物の生長に沿った生理変化に関するデータを環境データと共に収集し、最新のデータ科学を用いて解析。収量に関連する農業形質と遺伝要因および環境要因の関係を明らかにし、任意の環境に適した作物を育種する技術開発を目指しています。この技術の発展により、未来の予測された気象に最適化した作物の遺伝要因のデザインも可能となり、食糧供給の安定化を図ることができると考えています。

### <導入>

植物は、太陽エネルギーを光合成により利用できる形に変え、また地中から必要な栄養成分を吸収し生きています。私たち人類を含め地球上の多くの生物は、生きる上で必要なエネルギーや栄養分を植物に頼っています。人類は、食糧の安定的かつ大量供給できる農耕を始めてから大きく繁栄してきました。しかし、今や人口は世界の食糧生産量を超えるほどに増加、一方、地球規模の温暖化により今後は農業環境が悪化すると予測されており、食糧供給の安定化と増加が喫緊の課題となっています。作物の生産量は、生育環境に大きく影響を受けます。適さない気象条件が重なると収量は減少し、また農耕に適さない土地では収量が期待できません。農作物供給の安定化と増加には、劣悪環境や環境の変化に強く良好に生育する作物の育種が必要と考えられています。

### <背景>

植物は、環境の変化を認識しそれに対してある程度適応する、いわゆる環境応答をすることが分かっています。これまで、その仕組みを理解するための研究や劣悪環境に強い植物を創る方法について、多くの研究がなされてきました。これらにより、植物の環境応答に関わる遺伝子の働きが明らかにされ、さらにこれらの遺伝子を利用して環境の変化や劣悪環境に強い植物を創るアイデアも多く提案されてきました。しかし、実験室内の特殊な環境で得られた成果は、さまざまな環境の変化に同時に、かつ長期間さらされる屋外圃場で生育する作物には当てはまらない場合があります。その理由は不明ですが、最近の研究から、環境との相互作用の履歴がその後の遺伝子の発現様式に影響することが明らかになっており、実験室内での研究の多くがこの履歴性を除外している事に原因があるともいわれています。一方で、さまざまな圃場環境で良好に生育する作物品種の選抜から、重要な遺伝子の探索も行われています。しかし、圃場の環境変化、作物の一生の後期であらわれる農業形質、そして遺伝子機能とを結びつけることは困難な場合が多いようです。

**PRESS RELEASE****<研究内容、業績>**

圃場の環境に最適な作物を選ぶまたは創るためには、圃場に環境と作物の生育や農業形質に関わる遺伝子の機能との関係を明らかにしなくてはなりません。しかし前述のように、ある時点での遺伝子と環境との相互作用は、それまでの相互作用の履歴に影響されるという複雑な関係にあります。平山教授らはこの履歴性を重視し、圃場における作物の生理的変動を生長過程に沿って詳細に記述し、そのデータから注目する農業形質と深く関連する遺伝要因や環境要因を明らかにすることで、与えられた環境に最適化した品種の選抜、さらには遺伝要因の組み合わせをデザインできると考えました。

現在、オオムギの開花を農業形質のモデルとして、研究を進めています。実際には、倉敷市と横浜市にある実験圃場で数品種のオオムギを生育し、圃場の環境データと共に、作物の経時的生長画像の取得、定期的な網羅的遺伝子発現解析<sup>[1]</sup>、植物ホルモン<sup>[2]</sup>一斉解析、さらに履歴性に深く関連するクロマチン修飾<sup>[3]</sup>解析を行い、これらのデータを機械学習を含めたさまざまなデータ解析技術を駆使することで、農業形質、遺伝要因、環境要因の関係を明らかにしようとしています。

これまでの解析から、オオムギの開花に関わる新たな遺伝子領域や環境の影響を受けやすい生育時期が明らかになってきました。また、圃場の作物を画像上で自動的に認識し生長データを取得する方法の開発も進めています。本研究は、岡山大学資源植物科学研究所、理化学研究所環境資源科学研究センターの持田恵一チームリーダー、横浜市立大学木原生物科学研究所の辻寛之准教授、名古屋工業大学の梅崎太造教授の共同研究で、科学技術振興機構の戦略的研究推進事業 CREST のサポート受け行っています。また、資源植物科学研究所オオムギ野生植物資源研究センターにも協力いただいています。

**<展望>**

この研究の進展により、オオムギの開花に影響する遺伝子と圃場環境の相互作用を表すモデルが構築できると期待されます。このモデルが異なる環境にも適用できるかどうかを検証するとともに、近縁の作物であるコムギに適用することを試み、モデルの適用度を広げる研究を進めています。また、この研究が成功裏に進めば、同様の方法を他の作物、農業形質に応用することで、さらに多くの知見が得られます。今後農業の IT 化が進めば、本研究で使われるようなデータが大量に得られ、このような研究がさらに加速されると思われます。

このようにして圃場における環境と遺伝子の関係がより明らかになれば、これまでの実験室内の研究で得られた知見を取り込んで、作物の農業形質と環境との相互作用に関するより詳細なモデルの構築が可能となり、将来の予測される環境も含めたさまざまな環境に最適化した作物のデザインも可能になると考えられます。この技術により収量の安定化や農耕地の拡大が可能となり、現在の食糧問題を低減することができますし、さらに将来の環境変化による食糧危機に対しても先手を打つことが可能になります。

**PRESS RELEASE**

## &lt;略歴&gt;

1963年生まれ。名古屋大学、京都大学大学院。専門は植物分子遺伝学、特に植物の環境応答機構、植物ホルモン応答機構を対象とした研究。博士取得後（京都大学理学）、京都大学化学研究所教務職員、理化学研究所研究員および専任研究員（この間米国ペンシルバニア大学博士研究員、横浜市立大学客員教授等兼任）を経て、現職に至る。

## &lt;語句説明・用語解説&gt;

## [1]網羅的遺伝子発現解析

網羅的転写物解析ともいわれ、細胞内または生体内にある RNA 分子を次世代シーケンサーにより解読し、ゲノム上のどの部位（遺伝子）が発現しているか（mRNA として転写されているか）を調査する方法。

## [2]植物ホルモン

植物ホルモンは、植物の生育、形態変化、環境応答などの調節にかかわる重要な生体分子で、オーキシン、サイトカイニン、アブシシン酸など9種が知られている。

## [3]クロマチン修飾

染色体を構成するヒストンや DNA の修飾（メチル化、アセチル化など）で、これにより遺伝子の活性化、不活性化が誘導される。一般に、細胞の分化など長期的な遺伝子の調節に関わることが多い。

## &lt;お問い合わせ&gt;

岡山大学 資源植物科学研究所

教授 平山隆志

（電話番号）086-434-1213

（FAX番号）086-434-1213

（メール）hira-t@okayama-u.ac.jp