

News Letter No. 61

22年8月30日(月) 発信

Sato Project

Sato Project

農業が環境を破壊するとき —ユーラシア農耕史と環境—
「里」プロジェクト

お問い合わせ

総合地球環境学研究所佐藤プロジェクト (加藤早稲子) e-mail: sato@chikyu.ac.jp

〒603-8047 京都市北区上賀茂本山 457-4 Tel:075-707-2384 Fax:075-707-2508



多様な形態変異を持つオオムギ穀粒の例

(撮影: 最相大輔)

オオムギ遺伝資源からみたムギ農耕圏の成立
—進化ゲノム学から「東亜型」栽培オオムギの成立過程を考える—

最相大輔 (岡山大学資源植物科学研究所)

オオムギ遺伝資源からみたムギ農耕圏の成立

ー進化ゲノム学から「東亜型」栽培オオムギの成立過程を考えるー

最相大輔（岡山大学資源植物科学研究所）

ユーラシア大陸に広がるムギ農耕圏。中でも、コムギ、オオムギといった作物は、ユーラシアの農業生態系の成立において中心的な役割を果たしたと考えられている。私は現在、岡山大学資源植物科学研究所（平成22年4月より改称）の大麦・野生植物資源研究センターに所属しており、ここで保有する野生及び栽培オオムギ系統を利用して研究に取り組んでいる。岡山大学では半世紀以上に渡って、オオムギ遺伝資源をムギ農耕圏全域から収集・保存してきた歴史を持つ。これらは、オオムギの栽培化とムギ農耕圏の成立に至るユーラシア大陸一体への伝播の歴史を、遺伝学的に理解する上で好適な研究材料である。

栽培オオムギ (*Hordeum vulgare* ssp. *vulgare*) は、約1万年前に西アジアの'肥沃な三角地帯'において、野生オオムギ亜種 (*H. vulgare* ssp. *spontaneum*) から栽培化された最も古い作物の一つとして知られる。現在までに北アフリカやユーラシア大陸及び新大陸にその分布域を拡大させており、世界中に最も広い栽培域を持つ穀物である。農業的には、醸造用、食用（粉食および粒食）、飼料用と幅広い用途を持つ。広域で且つ多目的に栽培されてきた結果、栽培オオムギは多様な系統群を分化させてきた。中でも野生オオムギが自生していないヒマラヤ山脈以東の東アジアには、古くはN. I. Vavilov (1926) が既に見出していた特徴的な形態を持つ系統群が認められており、Takahashi (1955) は、脱粒性遺伝子の遺伝子型に基づいて、これらを「東亜型」オオムギとしてそれ以外の「西域型」と区別した。「東亜型」オオムギは栽培オオムギの中でも、野生オオムギが自生していない東アジア地域において、人の手による農耕文化の形成という選択圧によって成立した系統群と捉えることが出来るため、この「東亜型」オオムギの成立を理解することは、中東で起源した農業が、如何にユーラシア大陸全域に広がったかということの理解に繋がると期待される。

近年のゲノム科学の発展は、解析技術の革新的な高速化と基盤的材料や情報の充実をもたらした。その成果を利用して、作物の栽培化に関わる分子遺伝学的な解析は著しく進展してきた。中でもトウモロコシの栽培化研究は遺物DNAの分析も含めて、栽培化の過程で選抜の対象となった遺伝子の同定やアレル頻度の変遷が明らかにされてきている。このトウモロコシの例は、遺伝学と考古学との協力が可能にした良い例であり、オオムギをはじめとしたユーラシア大陸に広がった作物の起源と伝播を理解する上でも必須の立場である。

私は岡山大学で保有する多数のオオムギ遺伝資源を研究材料に、ムギ農耕圏の成立の原動力ともいえる、栽培オオムギの伝播、特に「東亜型」オオムギの成立の過程をゲノムレベルで理解することを目的としている。2006年からは、佐藤プロジェクトでも馴染みの深いNew York大学(NYU)のM. D. Purugganan教授の元に滞在し、このテーマで共同研究を開始した。Purugganan教授は、分子集団遺伝学、進化ゲノム学の分野では世界的にも先駆的且つ先導的成果を数々上げており、この分野の第一人者である。

私達は岡山大学で保有するオオムギ遺伝資源から、北アフリカ及びユーラシア大陸全域を広く網羅するように選抜した在来オオムギ263系統及び野生オオムギ19系統を材料に、異なる染色体に座乗する5つの核遺伝子のDNA多型(Single Nucleotide Polymorphisms: 一塩基多型)を検出し、栽培オオムギの遺伝的分化の様相(集団構造)をゲノムレベルで解析することにした。シーケンス解析から115のSNPを見出し、大規模な集団構造解析を実施した結果、栽培オオムギはザグロス山脈を境に大きく2つの系統群に分化していることが明らかとなった(図1; Saisho and Purugganan 2007)。この分化は、Takahashi (1955)が提唱した「西域型」および「東亜型」オオムギの分化と良く合致しており、これらの知見は、栽培オオムギは複数回の独立した栽培化イベントに起源するという説を強く支持する結果であった。

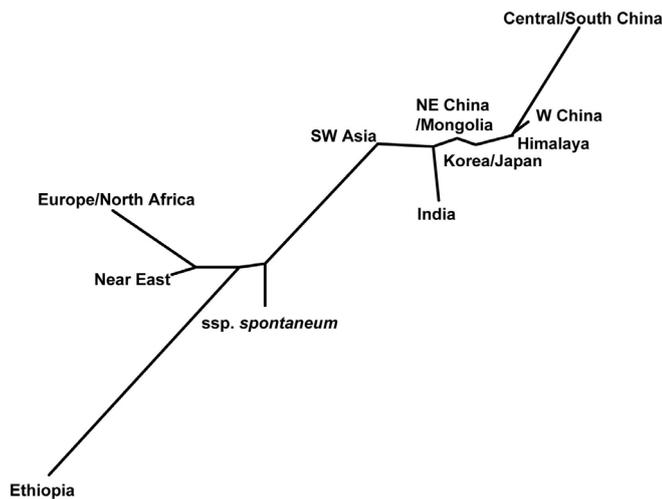


図1. 集団の分化の程度を表す固定指数(F_{st})から推定された10の地域集団および野生オオムギ集団の系統関係。(Saisho and Purugganan 2007より転載)

0.05

同時期に、Morrell and Clegg は、25 系統の野生オオムギを用いた一連の多型解析から、ザグロス山脈以東に分布する野生オオムギ集団は、‘肥沃な三日月地帯’に自生する集団とは遺伝的に分化しており、ユーラシア大陸の東西で独立に生じたオオムギの栽培化は、各々異なる野生オオムギ集団に由来すると報告した (Morrell and Clegg 2007). 一方、先述の大規模な集団構造解析では 19 系統の野生オオムギを含んでいるが、私達の解析結果では「東亜型」オオムギ系統と近縁な野生オオムギ集団は見出されておらず、Morrell and Clegg (2007) の結果とは必ずしも一致していなかった。



図 2. 野生オオムギのコアコレクションの栽培風景. 他家受粉を妨げるため、開花前に袋掛して自殖種子を取得する.
(撮影：最相大輔)

そこで、国際乾燥地農業研究センター (ICARDA) で選抜された野生オオムギのコアコレクションの分譲を受け (図 2), これらを材料に先の 5 つの核遺伝子の SNPs を検出し、野生オオムギ集団の分化と栽培オオムギの成立について、より大規模且つ詳細な解析に着手した。2010 年 1 月から約 1 ヶ月 NYU に滞在し、Purugganan 教授や研究室のポスドクと解析方針や解析方法、結果についての解釈について活発な議論を交わしながら、現在も引き続き解析しているところである。これまでの予備的な解析データからは、「東亜型」オオムギの成立は Morrell and Clegg (2007) が報告するような単純なイベントではなく、度重なる伝播と厳しい選抜を考慮して理解されるべき複雑な進化イベントであることを示唆している。今後さらに解析を進めて、「東亜型」オオムギの成立についての理解を深めたいと考えている。

近年のゲノム科学における解析技術の発展は、およそ 3 万年前に絶滅したと考えられるネアンデルタール人の mtDNA の配列を完全に再現し (Green et al. 2008), 核ゲノムの約 6 割のドラフト配列 (Green et al. 2010) を人類に提供し、ヒトの‘生物として’の進化研究を大きく様変わりさせた。当然、関連する研究分野に与える影響は計り知れず、作物の栽培化研究の有り様も大きく変わつつある。作物や家畜の遺伝学と考古学とを両輪に‘人間社会の進化’の理解に挑む「ムギ農耕圏の成立」の研究。その一翼を担うべきオオムギの栽培化研究は、ゲノム進化学の手法を取り入れることで、今後益々興味深い段階へと進んでいくと確信している。私達の研究がその一端を担うものでありたいものである。