

## 「北海道イネ」の成立

誌名	北農
ISSN	00183490
著者名	藤野, 賢治
発行元	北海道農事試験場北農會
巻/号	86巻4号
掲載ページ	p. 351-354
発行年月	2019年10月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター  
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council  
Secretariat



## &lt;研究技術情報&gt;

## 「北海道イネ」の成立

藤野賢治<sup>1)</sup>

## 要 旨

昨今、北海道米は良食味品質であることから日本における重要な稲作地域としての地位を確立した。我々が食するコメ（米）は、イネ（稲）の収穫産物である。一度コメとなると生産した地域のコメと他産地のコメとの識別は困難となる。しかしながら、圃場で生育している植物体イネは、圃場の地位（緯度、経度）およびイネの品種により明瞭な識別が可能である。現在、日本の各地で良食味米の品種開発が行われている。その結果、栽培しようとする生産地の気候条件に最適化され、「特A」評価となる多くの品種が日本各地で開発され、栽培されることになった。筆者らは、北海道で栽培される品種の特徴について「遺伝子」レベルでの研究に取り組んでいる。今回、遺伝学的研究によって北海道イネの特徴を明らかにすることに成功した。北海道への愛着から「北海道米」と呼称されるが、科学的にも遺伝子の特徴から「北海道イネ」が定義づけられた。

## 1. はじめに

いまから10,000年前、中国南部において野生イネ（学名 *Oryza rufipogon*）から栽培イネ（学名 *Oryza sativa* L.）は当時の人類によって栽培化された（図1）。このことは、狩猟民族から農耕民族への変遷として広く知られている。イネおよび稲作の日本への伝来過程は未だ明らかにされていないが、弥生時代には広く本州で栽培されていたとされる。その後、19世紀末にようやく北海道での稲作がはじまった。このことは、日本の社会コミュニティの大きさとも強く関連する。

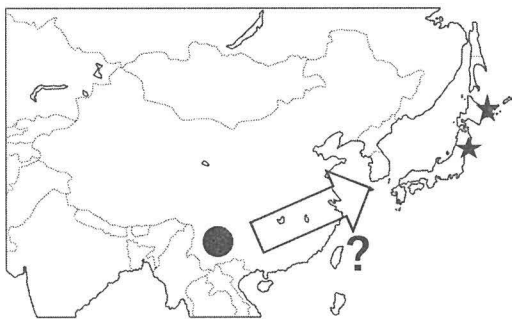


図1 「北海道イネ」の誕生

10,000年前に中国南部で栽培化したイネは、現在北海道で農作物として栽培されている。

## 2. 疑問—イネは北海道で収穫できるのか？

イネは観賞用の作物ではない。開花、そして結実を得て、コメを収穫する。コメを主食とする日本においては、コメの生産量と社会コミュニティの大きさは強く連動する。幕末に北海道が開拓される。本州からの移住者はコメを欲する。北海道でコメは作れないのか？誰もが抱く欲求である。現代に還元すると、ブランド力のあるコシヒカリは北海道では作れないのか？となる。答えは「No」である。

イネは、日の長さ（日長時間）が短くなると花成が誘導される短日植物である。花成が誘導されるまでは分けつ数を増やす等の栄養成長を、花成誘導後は穂の形成等の生殖成長となる。イネとは反対に日長時間が長くなると花成が誘導される長日植物はコムギである。各作物には、このような固有の花成特性がある。このため、日長時間が長い北海道のような高緯度地域でのイネの栽培には、短日植物としての花成特性を失わなければならない。そのためには、突然変異（ミュータント）の選抜が必要となる。

\*農研機構 北海道農業研究センター Kenji FUJINO

### 3. 突然変異の選抜

とはいっても、突然変異の確率は100万分の1と考えられている。イネゲノムには30,000個弱の遺伝子の存在が予測されている。短日植物としての花成特性に、何個の遺伝子が関与しているのか？科学的に稲作の北海道伝来の確率を計算すると、天文学的数値になる。北海道でイネが栽培されている現状では、やや不可解な数値である。

### 4. 「北海道イネ」の定義

筆者らは、北海道のイネが有する短日植物としての花成特性の解明に精力的に取り組んできた。また、世界的あるいは植物学的に花成誘導は科学研究の主テーマであり、植物ゲノム研究の隆盛とともに、多くの遺伝子が明らかとなった。このような状況から、筆者らは北海道のイネ系統群が有する短日植物としての花成特性に関わる遺伝子の同定に成功した(図2)。Ghd7とOsPRR37と呼ばれる遺伝子であった。本州のイネと北海道のイネについて、これらの遺伝子の差異を比較したところ、本州のイネは両遺伝子とも正常型であったが、北海道のイネは両遺伝子とも突然変異型であった(図3)。このことから、筆者らはこれら2遺伝子の突然変異によって、北海道のイネは独自の花成特性を獲得したと結論付けた。これらの遺伝子研

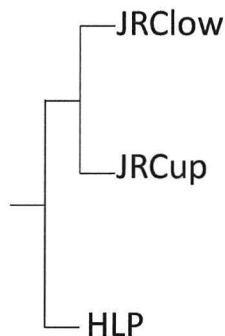


図2 遺伝的集団構造解析(イメージ)

ゲノムワイドなDNAマーカー解析を行った。日本のイネ品種群は水稲群JRClowと陸稲群JRCupに分類できた。北海道の在来品種群HLPはこれらと全く独立な品種群であった。

究は、科学的データにもとづき「北海道イネ」を定義づけることとなった。

北海道	対象 遺伝子	本州
突然変異型	<i>Ghd7</i>	正常型
突然変異型	<i>OsPRR37</i>	正常型

図3 遺伝子解析

遺伝子配列の比較を行った。北海道のイネと本州のイネについてGhd7およびOsPRR37遺伝子を比較した。北海道のイネには突然変異型が特異的に検出できた。

### 5. 「北海道イネ」の誕生

Ghd7とOsPRR37は、植物の花成特性に関わる重要な遺伝子として知られている。特にGhd7は短日植物となる主遺伝子である。そのため、これら遺伝子に突然変異が生じた場合は、通常では(本州以南)変なイネとして見向きもされない。が、日本では「稲作を北方地域で行いたい」という脈々とした思いが、このような突然変異の活用を可能にしたと考えられる。「北海道イネ」では、2個の遺伝子の突然変異が必須である。そうすると、100万×100万分の1となり、確率的に探査機「はやぶさ2」並みの偉業である。

歴史書物から「北海道イネ」の誕生が紐解けた。18世紀中ごろ、東北地方が未曾有の悪天候にみまわれる。「天明の大飢饉」である。この飢饉をしのぐため東北地方の一部では「北海道イネ」の祖先型となる突然変異を栽培していたとみられる。コメ収穫量は半分以下となったが、圃場でのイネの生育中に冷害あるいは病虫害を受けて収穫皆無になることを避けることができた。このことから、18世紀中頃には「北海道イネ」の祖先型となる突然変異が既に選抜されていたと考えられた。また、このころにはまだ「遺伝現象」への科学的理論がなかったにもかかわらず、「稲作を北方地域で行いたい」という思いだけで、突然変異を選抜していたことになる。このストーリーは、歴史書物と

イネの花成特性から推察した一考察である。

## 6. 品種育成

「北海道イネ」はこのように花成特性の突然変異として成立した。このイネは、現在の良食味品種の根幹となったのであろうか？これも「No」である。筆者らの研究では、品種育成の過程で正常型*Hd1* 遺伝子が導入されることが重要であったと結論付けている。この遺伝子により、花成時期（出穂日）が北海道の生育環境に最適化された。花成時期が最適化されたことで、分けつ数が確保され、現在の「穂数型」の草型となった。また、穂の枝梗数および粒数も制御され、良食味を発現するための穂内の均質化ももたらされた。

筆者らの研究から日本全土へのイネ品種成立過

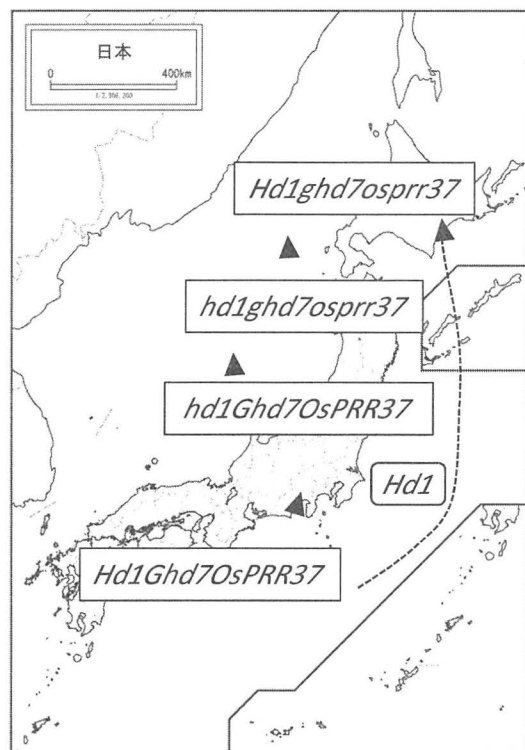


図4 「北海道イネ」の成立および品種育成による適応性の高度化

まず*Hd1*に、その後*Ghd7*、*OsPRR37*に突然変異が生じる。品種育成により正常型*Hd1*遺伝子が導入され、現在の安定・良食味生産が実現している。大文字：正常型遺伝子、小文字：突然変異型遺伝子、点線：品種育成による遺伝子の動き

程がモデル化できた（図4）。本州の中南部に生育するイネには正常型*Hd1* 遺伝子が分布していた。その後、*Hd1* 遺伝子の突然変異を選抜し、本州北部までイネの生育範囲が拡大する。その後、*Ghd7* および *OsPRR37* に突然変異が生じ、これらの突然変異が集積したことで「北海道イネ」が成立する。その後、品種育成により正常型*Hd1* 遺伝子が「北海道イネ」に導入され、現在の安定・良食味生産が達成された。

## 7. おわりに

このように「北海道イネ」の誕生は、確率論的には奇跡でしかない。ただ確率論的に奇跡であっても人々の熱い気持ちがそれを可能にした。加えて、現在の「ゆめぴりか」および「ななつぼし」は特Aランクに評価される品種である。北海道で稲作が行われて150年。世界人口の爆発的増加、気候変動等の将来にわたる世界的な食料生産への不安要素が指摘されている。北海道での稲作は、近い将来に「作物の適応性の拡大」の実例として、広く世界の作物開発に知られることを期待する。

近年のゲノム研究の進展は、作物育種の根幹を新機軸へとパラダイムシフトしている。筆者らは、①「きたくりん」のいもち病抵抗性遺伝子は野生イネ *Oryza meridionalis* に由来し、米国イネ「Cody」を経由して北海道へ導入された、②近年の北海道の良食味品種は、「コシヒカリ」群とは全く別個のゲノム構造を有する、③「キタアケ」以降に育成された品種はゲノム構造がほとんど同一であることを明らかにしている。

Marker assisted selection (MAS)の活用が品種育成を加速しつつある。一方でゲノム研究は最新の機器によって飛躍的に簡便になっている。特徴的なのが、次世代シーケンサーの汎用化である。既にゲノム情報を如何に活用した育種戦略を立案するかが、社会ニーズの実現に不可欠な状況となってる。

## 謝 辞

本研究は、小原真理（農研機構）、池ヶ谷智仁（農研機構）と共同で行った。

## 参考文献

- Fujino K, Hirayama Y, Obara M, Ikegaya T (2019) Introgression of the chromosomal region with the *Pi-cd* locus from *Oryza meridionalis* into *O. sativa* L. during rice domestication. *Theor Appl Genet.* Jul ; 132(7) : 1981-1990
- Fujino K, Obara M, Ikegaya T (2019) Establishment of adaptability to the northern-limit of rice production. *Mol Genet Genomics.* Jun : 294(3) : 729-737
- 平野哲也 (2000) 秋田県南稲作の2人の先駆者 - 積浄因師と丹民蔵氏 - 秋田育種談話会記事15 : 3-6
- Shinada H, Yamamoto T, Sato H, Yamamoto E, Hori K, Yonemaru J, Sato T, Fujino K (2015) Quantitative trait loci for rice blast resistance detected in a local rice breeding population by genome-wide association mapping. *Breed Sci.* Dec : 65(5) : 388-95