



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	ジャガイモYウイルス抵抗性遺伝子Rychcの同定および機能発現メカニズムの解析とRychc遺伝子座が農業形質に与える影響 [論文内容及び審査の要旨]
Author(s)	赤井, 浩太郎
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(農学)
Dissertation Number	甲第15291号
Issue Date	2023-03-23
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/89424
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Type	doctoral thesis
File Information	Akai_Kotaro_review.pdf, 審査の要旨



学位論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称 博士(農学)

氏名 赤井 浩太郎

審査担当者	主査	客員准教授	大木 健広
	副査	教授	増田 税
	副査	教授	近藤 則夫

学位論文題名

ジャガイモ Y ウイルス抵抗性遺伝子 R_{ychc} の同定および機能発現メカニズムの解析と

R_{ychc} 遺伝子座が農業形質に与える影響

本論文は和文 133 頁、5 章からなり、図 31、表 20 を含む。参考論文は 1 報が付されている。

ジャガイモ Y ウイルス (potato virus Y, PVY) は、ジャガイモでモザイク病を引き起こし、減収をもたらす。また、ジャガイモは植物防疫法で唯一の指定種苗に指定されており、種いも生産において PVY 感染株の抜き取りが求められることから、労働コストの増大をもたらしている。

本論文では、国内の PVY 抵抗性育種に用いられている *Solanum chacoense* 由来の PVY 強度抵抗性遺伝子 R_{ychc} について、第 3 世代シーケンサーを用いて遺伝子本体の同定を行うとともに、RNA-seq による網羅的な遺伝子発現変動解析により高温環境時の抵抗性低下メカニズムの解明を試みた。さらに、圃場試験により R_{ychc} 遺伝子座が主要な農業形質に与える影響について評価した。本論文の内容は以下の 3 点に要約される。

1. 第 3 世代シーケンサーを利用した *de novo* assembly による R_{ychc} の同定

R_{ychc} を二重式で有する四倍体系統を元に、半数体誘導によって R_{ychc} 遺伝子座がホモ接合となった二倍体系統を作出し、さらに第 3 世代シーケンサーによる全ゲノムシーケンスと *de novo* assembly を行うことで、 R_{ychc} 座乗領域のゲノム配列を取得した。先行研究によるファインマッピング解析および成熟葉における発現遺伝子の RNA-seq 解析により、 R_{ychc} 候補遺伝子として Toll/Interleukin-1 receptor-nucleotide binding site-leucine-rich repeat (TIR-NBS-LRR) 型抵抗性遺伝子を見出した。本遺伝子は 9 番染色体長腕末端に存在する約 200 kb にわたる反復領域の中に存在し、遺伝子重複により生じたことが示唆さ

れた。また、本遺伝子は Li ら(2022)によって報告された別系統由来の R_{ychc} 遺伝子配列と 98%の塩基配列相同性を示したことから、 R_{ychc} として同定した。本研究で用いた手法は、ヘテロ性の高いジャガイモゲノムからの遺伝子単離手法として独自性が高く、多数の反復配列が座乗する領域の遺伝子も高精度で検出できることを示した。

2. 高温環境で R_{ychc} の強度抵抗性 (Extreme resistance, ER) が失われるメカニズムについての解析

R_{ychc} による抵抗性が高温環境(28°C)で低下し、ERを失うメカニズムをRNA-seqによる遺伝子発現変動解析により解析した。PVYもしくはMock接種から24時間後のサンプルを解析したところ、高温環境ではPVY接種による遺伝子発現変動が少なく、PVY感染に対する抵抗性反応が全般的に低下していることが示された。また、PVY接種により β -1,3-グルカナーゼ活性を有する $PR-2$ の発現が上昇しており、カロースの分解が促進されている可能性が示唆された。よって、高温環境では、PVYに対する病害抵抗性反応が低下することに加え、PVYを認識した R_{ychc} によって感染サイト周辺でSA経路が活性化され、SA経路と拮抗作用のあるABA経路の抑制により $PR-2$ の発現上昇し、原形質連絡に蓄積したカロースが分解されて、PVYの細胞間移行を抑制できなくなった可能性が考えられた。

3. R_{ychc} が主要農業形質に与える影響

R_{ychc} が座乗する野生種由来のゲノム領域が、ジャガイモの主要な農業形質にどのような影響を与えるかについて評価を行った。 R_{ychc} を有するでん粉原料用品種‘パールスターチ’とPVY感受性の‘Eden’の交雑集団を用いて2019年から2021年の3カ年にわたり栽培試験を実施した。2020年および2021年の栽培試験では、 R_{ychc} 遺伝子座の有無は、株あたり上いも数、10aあたり上いも収量、上いも一個重、塊茎の比重、生育期間の農業形質に有意な影響を与えなかった。2019年においては、 R_{ychc} 遺伝子座のテロメア側領域が上いも収量と上いも数に有意な影響を与えたが、その平均値の差はわずかであった。よって、 R_{ychc} 遺伝子座は主要な農業形質に影響を与えないと考えられる。

以上の通り、本論文では R_{ychc} の同定、高温環境における機能発現メカニズムの解析、 R_{ychc} 遺伝子座の農業形質への影響評価を行い、 R_{ychc} の育種利用に資する新たな知見を幅広く見出した。特に、 R_{ychc} の同定は、遺伝子本体を検出する高精度DNAマーカーによる抵抗性育種の迅速化と R_{ychc} を研究材料としたPVY抵抗性メカニズムの更なる解明に繋がることが期待できる。

よって、審査員一同は、赤井浩太郎が博士(農学)の学位を受けるのに十分な資格を有するものと認めた。