

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和元年6月20日現在

機関番号：82111

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K07565

研究課題名(和文) ダイズべと病抵抗性遺伝子の同定と利用

研究課題名(英文) Identification and use of soybean gene for downy mildew resistance

研究代表者

田口 文緒 (TAGUCHI-SHIOBARA, Fumio)

国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構・次世代作物開発研究センター・上級研究員

研究者番号：10355753

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：糸状菌であるダイズべと病菌は、全国でダイズ子実の小粒化を引き起こす一方、若い莢の内果皮を褐変させて枝豆の商品価値を低下させる。枝豆の主産地は関東～東北地方であるが、地域によってべと病菌のレースが異なることが示唆されており、より広い地域で抵抗性を付与できる抵抗性遺伝子の同定が求められている。本研究では、5つの組換え自殖系統群(RILs)を材料に、東北1か所、関東2か所で2ヶ年にわたって共通に見られるべと病抵抗性QTLを検出し、各QTLについて作成した組換え固定系統対あるいは戻し交配系統を関東および東北地方で評価することにより、両地域で抵抗性を付与できる3個のQTLを特定することができた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

枝豆育種は都道府県の公設試では無く種苗会社が担っているが、今回明らかになった関東～東北地方でダイズべと病抵抗性を付与できるQTL近傍のDNAマーカーは、育種での個体あるいは系統を選抜する際に活用できると考えられる。またQTLの座乗領域が数Mbと広いが、本研究で作成された組換え固定系統対を用いてQTLの座乗領域を狭めていけば、実用的なDNAマーカーを得ることができる。

研究成果の概要(英文)：Downy mildew reduces soybean seed quality and size. It is a problem in Japan, where 90% of soybean grown is used as food. In the USA, 33 downy mildew races have been reported, but race differentiation in Japan is unclear. To identify quantitative trait loci (QTL) for downy mildew resistance effective in the Kanto and Tohoku regions, we performed QTL analysis using five populations of recombinant inbred lines (RILs). We evaluated spontaneously developed symptoms of the RIL. QTLs which were detected in both Kanto and Tohoku regions were verified by evaluating recombinant fixed pairs or introgression line in both regions. In summary, two QTL on chromosomes 7 and 18, which were detected in the population originated from 'Natto-shoryu' × 'Tachinagaha', and one QTL on chromosome 8, which was detected in the population originated from 'Satonohohoemi' × 'Fukuibuki', were confirmed to be effective in both Tohoku and Kanto regions.

研究分野：育種、植物遺伝

キーワード：ダイズ 耐病性 QTL ダイズべと病 マーカー

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

糸状菌であるダイズベと病菌(*Peronospora manshurica*)は、全国でダイズ子実の小粒化を引き起こす()一方、若い莢の内果皮を褐変させて()枝豆の商品価値を低下させる。枝豆の主産地は関東～東北地方で、育種は民間企業が担っている。育種に利用されている抵抗性遺伝子座は無い。

地域によってダイズベと病菌のレースが異なることが示唆されている。アメリカでは、抵抗性に差がある2品種の交配後代の分離比に基づき、2つの優性抵抗性遺伝子座 Rpm1 (3)、Rpm2 ()が命名されているが、いずれも座乗染色体は不明である。Rpm1 はアメリカで報告されている33レースのうちレース33以外のすべてのレースに対して抵抗性、Rpm2 はレース33と少なくともレース2に対して抵抗性である。しかし Rpm1 の供与親 Kanrich は青森県で罹病性()、Kanrich の親系統 Kanro は秋田県で罹病性()だった。北海道で抵抗性強だった品種群を秋田県で圃場検定したところ、北海道、アメリカ、中国産の計52品種中39品種は抵抗性強だったものの、本州以南の国内産49品種のほとんどは罹病性となり()、地域によって優勢に分布するレースが異なることが推定される。

従って、育種で使いやすい有効な抵抗性遺伝子、すなわち広域で抵抗性を付与できる遺伝子の同定が求められている。

2. 研究の目的

ダイズベと病抵抗性遺伝子を連鎖地図上に位置づけ、複数の雑種集団で共通に見られる効果の大きな QTL で、且つ関東～東北地方で共通に抵抗性を付与できる QTL を特定することを目的とする。べと病抵抗性 QTL のうち育種的に汎用性のあるものの詳細マッピングを行い、抵抗性の選抜マーカーを得る。

3. 研究の方法

組換え固定系統群 (Recombinant Inbred Lines, RILs) 5 集団を 2 ヶ年にわたって自然発病により関東地方 2 ヶ所、東北地方 1 ヶ所の圃場で評価し、QTL 解析を行った。検出された QTL のうち、関東地方と東北地方の両方で効果が見られたものについて組換え固定系統対ないしは戻し交配系統を作成し、上記の 3 試験地で評価し、QTL の存在検証と座乗領域絞り込みを行った。効果の大きい有望な QTL については、さらに組換え固定系統対を作成し、詳細マッピングを試みた。

4. 研究成果

2017 年までに、5 つの交配組合せに由来する組換え自殖系統群 (RILs) 5 集団 (表 1) を関東地方 2 ヶ所、東北地方 1 ヶ所で栽培し、自然発病による病徴を評価して QTL 解析を行った。その結果、計 31 個の QTL が検出され、複数の集団または複数の年次にまたがって検出された QTL は 6 個だった (表 2)。それらのうち、2 ヶ年にわたって共通に見られ、且つ関東と東北の両方で検出されたべと病抵抗性 QTL は、品種「納豆小粒」×「タチナガハ」の交配に由来する集団 (NT) で検出された第 7 染色体上の QTL、同じく NT 集団で検出された第 18 染色体上の QTL、「里のほほえみ」×「ふくいぶき」の交配に由来する集団 (SF) で検出された第 8 染色体上の QTL の 3 つだった。については組換え固定系統対、については「里のほほえみ」背景に戻し交配で導入した系統を作成した。これらを関東地方 2 ヶ所、東北地方 1 ヶ所で評価したところ、いずれの試験地でもこれらの抵抗性遺伝子は確かに効果があり、これらの地域で抵抗性を付与できるであろう事がわかった (図)。これらの結果は論文として公表した。

表 1) サイズベと病抵抗性についての QTL 解析に用いた 5 つの組換え自殖系統群 (RILs)

交配組合せ 母本/花粉親	世代	系統 数	マーカ 数	試験地と試験年	
				秋田県 大仙市	茨城県 水戸市
里のほほえみ/ふくいぶき	F5	155	181	2015, 2016	2016
きぬさやか/ "COL/Akita/2009/TARC/1"	F5	190	218	2015, 2016	-
YR-82 / Harosoy	F6	112	215	2015, 2016	-
納豆小粒/タチナガハ	F5	189	253	-	2014 と 2015
納豆小粒/スズマル	F5	231	112	-	2014 と 2015

表 2) サイズベと病抵抗性についての QTL 解析で複数の集団または複数の年次にまたがって検出された QTL

交配組合せ 母本/花粉親	試験 地	サイズベと病抵抗性 QTL が座乗する染色体					
		第 2	第 3	第 7	第 8	第 12	第 18
里のほほえみ/ふくいぶき	茨城*	-	-	-	-	-	-
	秋田	-	-	-	-	-	-
きぬさやか/ "COL/Akita/2009/TARC/1"	秋田	-	-	-	-	-	-
YR-82 / Harosoy	秋田	-	-	-	-	-	-
納豆小粒/タチナガハ	秋田	-	-	-	-	-	-
納豆小粒/スズマル	茨城	-	-	-	-	-	-

*) 茨城県水戸市

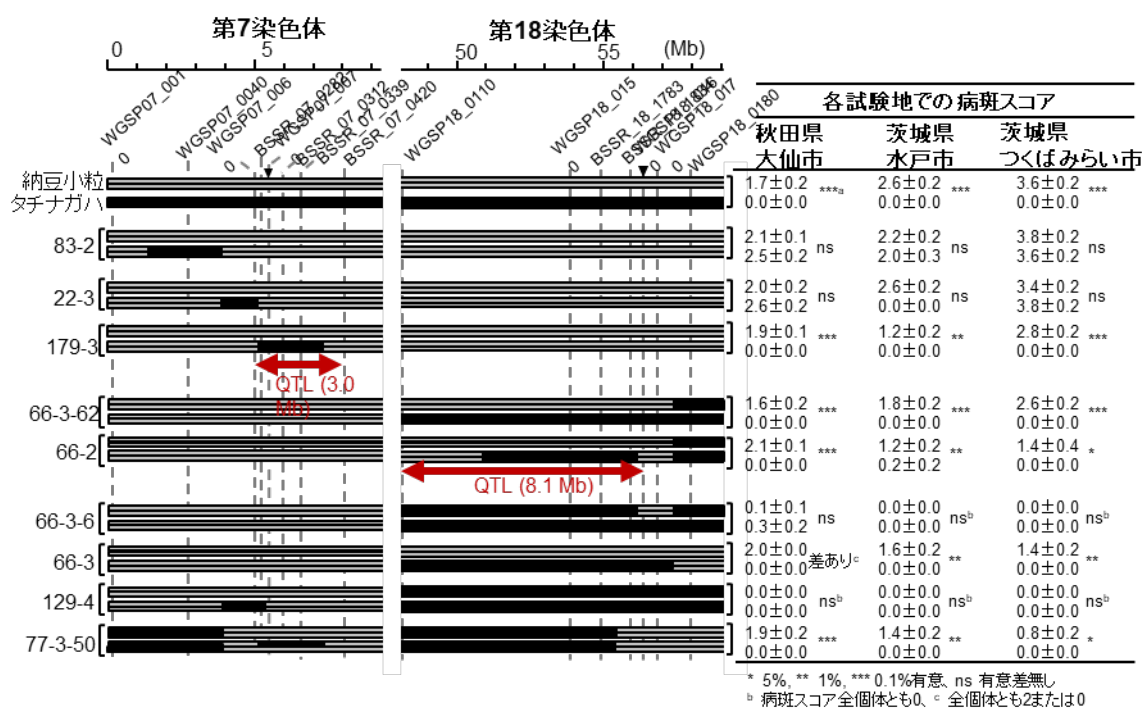


図) 関東、東北地方で抵抗性を付与できる第 7、第 18 染色体のサイズベと病抵抗性 QTL の座乗位置

更に、効果の大きな抵抗性 QTL については、座乗領域の絞り込みを試み、抵抗性遺伝子により密に連鎖した DNA マーカーを得ることを目指した。関東～東北地方で効果がある NT 集団で検出された第 7 染色体上の QTL および 第 18 染色体上の QTL、そして効果が最も大きな QTL だが東北地方のみで効果がある SF 集団で検出された第 3 染色体の QTL の座乗領域を狭めるため、それぞれについて組換え固定系統対を作成した。これを 2018 年に 3 試験地で評価したが、複数の台風による影響で葉焼病の病斑が多く発生してべと病の病徴が不明瞭になり、QTL の座乗領域を絞り込むには至らなかった。本課題終了後の領域絞り込みに備えて、すべての組換え固定系統対の自殖種子を確保した。

< 引用文献 >

- Palmer RG, Pfeiffer TW, Buss GR, Kilen TC, Qualitative Genetics. In: Boerma HR, Specht JE (eds) Agronomy monograph 16, soybeans: improvement, production, and uses, 3rd edn. APS Press, St. Paul, 2004, pp 137-233
- Phillips DV, Downy mildew. In: Hartman GL, Sinclair JB, Rupe JC (eds) Compendium of soybean diseases, 4th edn. APS Press, St. Paul, 1999, pp 230-257
- Bernard RL, Creemeens CR, A gene for general resistance to downy mildew of soybean. J Hered 16, 1971, pp.359-362
- Lim SM, Inheritance of resistance to Peronospora manshurica races 2 and 33 in soybean. Phytopathology 79, 1989, pp.877-879
- 杉山悟、福島千男、鷲尾貞夫、ダイズべと病に対する品種の反応について、北日本病虫研報 31 巻、1980、pp.67-68
- 村上昭一、橋本鋼二、柚木利文、ダイズべと病に対する抵抗性の品種間差異、東北農試研報 55 巻、1977、pp.229-234

5 . 主な発表論文等

[雑誌論文] (計 1 件)

Taguchi-Shiobara Fumio、Fujii Kenichiro、Sayama Takashi、Hirata Kaori、Kato Shin、Kikuchi Akio、Takahashi Koji、Iwahashi Masao、Ikeda Chiaki、Kosuge Kazuma、Okano Katsunori、Hayasaka Masahiro、Tsubokura Yasutaka、Ishimoto Masao
Mapping versatile QTL for soybean downy mildew resistance.
Theoretical and Applied Genetics, 査読あり、132(4), 959-968
DOI 10.1007/s00122-018-3251-y

[学会発表] (計 2 件)

田口文緒、藤井健一朗、佐山貴司、加藤信、菊池地彰夫、池田千亜紀、岩橋雅夫、池田千亜紀、早坂政寛、坪倉康隆、石本政男 ダイズべと病抵抗性 QTL の検出 (2017) 育種学研究 19(別 1), 57

田口文緒 ベと病抵抗性 QTL の検出と葉焼病抵抗性遺伝子の単離 (2017) 第 10 回ダイズ研究会 (帯広)

[図書] (計 0 件)

[産業財産権]

出願状況 (計 0 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年：
国内外の別：

取得状況 (計 0 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：

取得年：
国内外の別：

〔その他〕
ホームページ等 なし

6. 研究組織

(1)研究分担者 なし

研究分担者氏名：

ローマ字氏名：

所属研究機関名：

部局名：

職名：

研究者番号(8桁)：

(2)研究協力者 なし

研究協力者氏名：

ローマ字氏名：

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。