

令和 4 年 6 月 20 日現在

機関番号：13101

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2019～2021

課題番号：19K23675

研究課題名（和文）昆虫媒介性ウイルスに対する新規ムギ類病害応答モデル系の構築

研究課題名（英文）Establishment of a Brachypodium model system to investigate defense response against insect-borne virus

研究代表者

湊 菜未（Minato, Nami）

新潟大学・自然科学系・助教

研究者番号：60843430

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,200,000 円

研究成果の概要（和文）：植物ウイルスの中でもその伝搬に媒介昆虫が必須であるウイルスでは、実験系が媒介昆虫の宿主となる植物種に限定されることから短期間で効率的に遺伝子レベルの解析を行うことが難しい場合も多い。本研究において、アブラムシによって伝搬されムギ類に感染する黄萎ウイルス群（YDVs）のうち二種のウイルスがムギ類モデル植物であるミナトカモジグサを宿主として感染・増殖することが明らかとなった。またミナトカモジグサとコムギにおけるウイルスの単独感染および共感染時の植物応答に加え、それぞれの感染条件が媒介昆虫の宿主選好性に与える影響についても迫ることが出来た。

研究成果の学術的意義や社会的意義

植物ウイルスの多くは昆虫によって媒介され、様々な植物に病気を引き起こす。イネ科作物に黄萎病を引き起こす黄萎ウイルス群（YDVs）は、アブラムシを介してコムギやオオムギなどのムギ類に感染し、世界で最も深刻な経済被害をもたらす植物ウイルスの一つである。しかしながら、発見から60年以上が経った今でも有効な防除法が見つかっておらず、YDVに対する新規防除法の確立は農業上の喫緊の課題である。本研究では、新規ムギ類モデル植物であるミナトカモジグサを用いてYDV-植物-媒介昆虫の三者間相互作用における分子基盤を解明すべく病徴誘導メカニズムについて解析を行った。

研究成果の概要（英文）：For studying insect-borne pathogens, an experimental system needs to be established that includes host plants both of the pathogen and the vector insect. It often limits rapid and efficient analyses at molecular level. In this study, we found that a model cereal plant, *Brachypodium distachyon*, is a suitable host plant for examining tripartite interactions with aphid-borne cereal viruses, yellow dwarf viruses (YDVs). Our findings also revealed that multiple virus infections with YDVs alter the defense response of host plants and the preference of their vector aphid.

研究分野：植物保護科学

キーワード：plant virus insect vector *Brachypodium* wheat

## 1. 研究開始当初の背景

植物ウイルスの多くは昆虫によって媒介され、様々な植物に病気を引き起こす。イネ科作物に黄萎病を引き起こす黄萎ウイルス群 (YDV) は、アブラムシを介してコムギやオオムギなどのムギ類に感染し、最大 55%もの収量の低下を引き起こす (Pike, 1990)。YDV は北中米・欧州・アフリカからアジアまで非常に広範囲に分布する世界で最も深刻な経済被害をもたらす植物ウイルスの一つである (Rybicki, 2015)。しかしながら、発見から 60 年以上が経った今でも有効な防除法が見つかっておらず、YDV に対する新規防除法の確立は農業上の喫緊の課題である。

YDV の多くの系統は、ムギ類感染時において栄養成長期に顕著な病徴を示さずウイルス蓄積量が低く抑えられるにも関わらず、生殖成長期に激しい病徴を誘導するユニークな病徴発現プロセスを持つ。しかしながらその病徴誘導機構については、ムギ類作物のゲノム配列決定がボトルネックとなって分子生物学的解析がほとんど為されておらず、知見が乏しいままだった。

## 2. 研究の目的

本研究では、新規ムギ類モデル植物ミナトカモジグサにおいて、昆虫伝染性ウイルスである YDV の病徴誘導メカニズムを明らかにするとともに、媒介昆虫誘引性に対する影響を精査し、昆虫伝染性ウイルスに対する新規ムギ類病害応答モデル系の構築を試みた。

## 3. 研究の方法

昆虫伝染性ウイルスに対する新規ムギ類病害応答モデル系の構築を目的として、昆虫伝染性ウイルスである YDV のうちオオムギ黄萎 PAV ウイルス (BYDV-PAV) およびムギ類黄萎 RPS ウイルス (CYDV-RPS) の 2 種について、宿主植物としてコムギ (品種 '農林 61 号') およびミナトカモジグサ、媒介昆虫としてムギクビレアブラムシを用いてウイルス蓄積・病徴誘導・媒介昆虫の宿主選択行動操作について解析を行った。

## 4. 研究成果

### (I) ミナトカモジグサにおけるウイルス増殖

ムギ類モデル植物であるミナトカモジグサに BYDV-PAV と CYDV-RPS を媒介昆虫ムギクビレアブラムシを用いて接種したところ、両ウイルスの感染と葉の赤化症状及び草丈の低下が認められた (図 1)。ミナトカモジグサにおいて、BYDV-PAV 蓄積量は共感染により接種後 7 日に有意に減少した一方で、CYDV-RPS 蓄積量は接種後 21 日まで変化しなかった。さらに生育後期に BYDV-PAV と CYDV-RPS を感染させたところ葉に軽微な黄化症状が認められ、非感染時と比較して共感染時に草丈は有意に低下したが、単独感染時と共感染時では差は認められなかった。これらの結果からミナトカモジグサにおける共感染時の BYDV-PAV 蓄積量は宿主植物の生育段階によって変化することが示唆された。

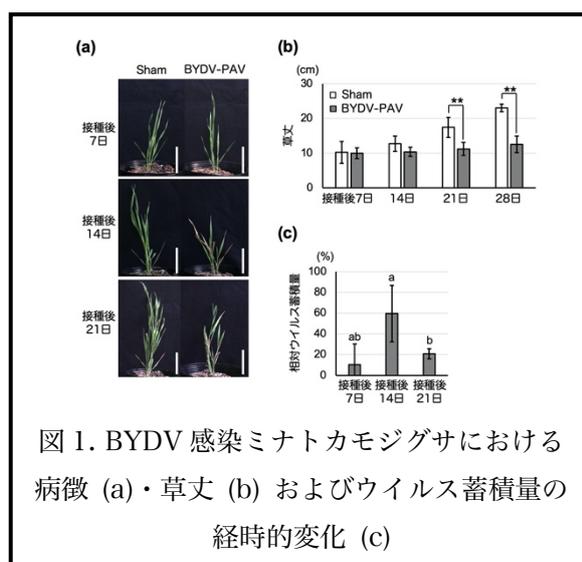


図 1. BYDV 感染ミナトカモジグサにおける病徴 (a)・草丈 (b) およびウイルス蓄積量の経時的变化 (c)

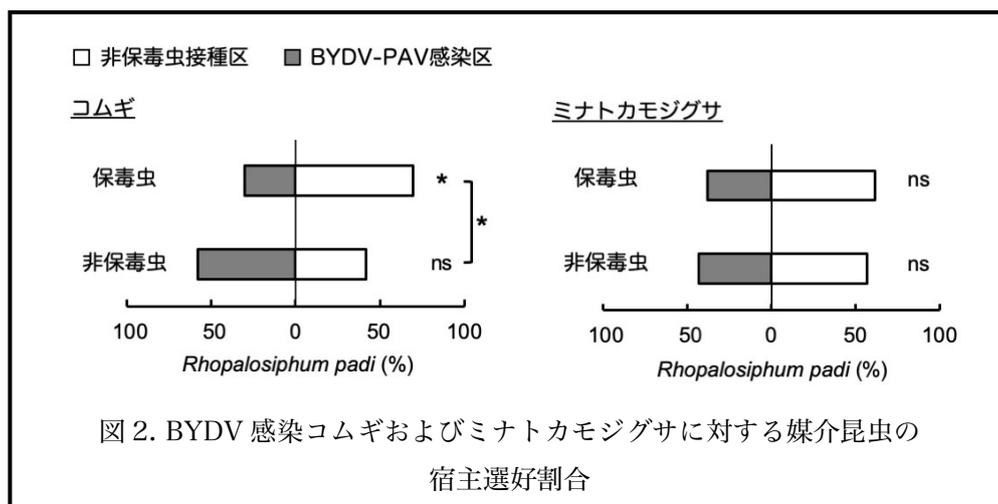
## (2) ミナトカモジグサにおける赤化病徴の誘導

実験(1)で示された通り、BYDV-PAV はミナトカモジグサに感染して葉の赤化を引き起こす。そこで、BYDV-PAV 感染ミナトカモジグサにおける赤化病徴の誘導機構の一端を明らかにするためアントシアニン蓄積量を解析した。BYDV-PAV 保毒ムギクビレアブラムシを接種したミナトカモジグサでは接種後 14 日・21 日・28 日において非保毒虫接種区と比較してアントシアニンの蓄積が有意に増加した。また感染植物ではアントシアニンの蓄積量の経時的な増加は確認されなかった。さらに定量 RT-PCR によりウイルス蓄積量を解析したところ、接種後の時間経過に伴うウイルスの蓄積量増加は認められなかった。

## (3) ウイルスによる媒介昆虫の宿主選択行動操作

昆虫伝染性ウイルスは自身の感染拡大のため媒介昆虫の宿主植物の選好性を変化させることが知られている。本研究では、BYDV-PAV による媒介昆虫の宿主選好性の変化について二種の宿主植物（コムギおよびミナトカモジグサ）において二者択一選好性試験を行った。アブラムシに 12 時間以上の選択時間を与えた場合保毒虫は有意に非感染植物を選好したのに対し、非保毒虫の選好性はウイルス感染の有無によって変化しなかった（図 2）。また放飼後 12 時間から 72 時間まで選好性に経時的な変化は見られなかった。

さらに、刺激受容機会の異なるアリーナや複数の宿主植物種を用いて二者択一の選好性実験を行った。刺激受容機会の少ないアリーナを使用した場合には、保毒虫・非保毒虫共に宿主選択行動は選択時間に関係なく植物のウイルス感染による影響を受けなかった。また刺激受容機会の多いアリーナを使用しミナトカモジグサにおいて長時間の宿主選択時間を与えたところ、コムギの場合と異なり保毒虫・非保毒虫共に宿主選好性の変化は認められなかった。これらの結果から、媒介昆虫の宿主選択行動には刺激の受容機会が大きく関与しているが、宿主植物種による病害応答の違いがより上位に影響している可能性が示唆された (Minato *et al.*, 2022)。



5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Minato Nami, Hatori Shuichi, Okawa Azusa, Nakagawa Kai, Hironaka Mantaro	4. 巻 12
2. 論文標題 Manipulation of Insect Vectors' Host Selection Behavior by Barley Yellow Dwarf Virus Is Dependent on the Host Plant Species and Viral Co-Infection	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Life	6. 最初と最後の頁 644 ~ 644
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3390/life12050644	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

〔学会発表〕 計13件（うち招待講演 0件／うち国際学会 4件）

1. 発表者名 Shuichi Hatori, Nami Minato, Norikuni Ohtake, Mantaro Hironaka.
2. 発表標題 Barley yellow dwarf virus alters the host selection behavior of its vector insect on multiple host species.
3. 学会等名 KAAB International Symposium 2021（国際学会）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Development of RT-RPA assay for rapid and easy detection of barley yellow dwarf virus in wheat and barley.
2. 発表標題 Akane Fujita, Nami Minato.
3. 学会等名 KAAB International Symposium 2021（国際学会）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 湊菜未・田口真由・大川あずさ
2. 発表標題 ムギ類植物におけるオオムギ黄萎PAVウイルス感染に伴う防御応答関連遺伝子群の発現解析
3. 学会等名 令和2年度日本植物病理学会関東部会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 田口真由・湊菜未
2. 発表標題 低温条件におけるBYDV-PAV感染の挙動
3. 学会等名 第73回北陸病害虫研究会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 大川あずさ・湊菜未
2. 発表標題 BYDV-PAVとCYDV-RPS共感染時のウイルス蓄積量と植物防御応答の変化
3. 学会等名 第73回北陸病害虫研究会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 藤田茜・湊菜未
2. 発表標題 逆転写RPA法を用いたオオムギ黄萎PAVウイルスの迅速かつ簡便な検出系の検討
3. 学会等名 第73回北陸病害虫研究会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 羽鳥秀一・湊菜未・大竹憲邦・弘中満太郎
2. 発表標題 BYDV-PAVによる媒介昆虫の宿主植物選好性の変化
3. 学会等名 第73回北陸病害虫研究会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 高橋宗一郎・湊菜未・佐野義孝
2. 発表標題 コムギにおけるオオムギ黄萎PAVウイルスとムギ類黄萎RPSウイルスの混合感染の影響
3. 学会等名 第72回北陸病害虫研究会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Shuichi Hatori, Nami Minato, Norikuni Ohtake, Mantaro Hironaka.
2. 発表標題 Key factors for manipulation of the host selection behavior of aphids by barley yellow dwarf virus.
3. 学会等名 7th International Symposium on Strategies for Sustainability in Food Production, Agriculture and the Environment 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kai Nakagawa, Shuichi Hatori, Nami Minato
2. 発表標題 A vector insect carrying a single plant virus facilitates transmission and co-infection of multiple viruses on wheat.
3. 学会等名 7th International Symposium on Strategies for Sustainability in Food Production, Agriculture and the Environment 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 飯塚 要人・湊 菜未
2. 発表標題 BYDV-PAV感染ミナトカモジグサの赤化とアントシアニン蓄積
3. 学会等名 第74回北陸病害虫研究会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 中川海・羽鳥秀一・湊菜未
2. 発表標題 ウイルス共感染による媒介昆虫アブラムシの宿主選好性の変化
3. 学会等名 第74回北陸病害虫研究会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 羽鳥秀一・湊菜未・大竹憲邦・弘中満太郎
2. 発表標題 BYDV-PAVによる媒介昆虫の宿主選好性は複数の要因により変化する
3. 学会等名 第74回北陸病害虫研究会
4. 発表年 2022年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関