

根こぶ病抵抗性 *CRb* を有するナバナ系統の育成

田中義弘・尾松直志・樋口康一^{*1}・竹之下佳久^{*2}・湯田達也・畠山勝徳^{*3}・松元哲^{*4}

要 約

指宿地域で維持されてきたナバナ（指宿在来種‘開聞1号’）は、アブラナ科の *Brassica rapa* L. の在来種であり、指宿菜の花マラソン景観用として重要な観光資源である。指宿地域では、2013年にキャベツ等のアブラナ科野菜で根こぶ病の発生が確認され、ナバナでも、根こぶ病による生育不良が散見された。指宿地域の根こぶ病はグループ4菌に分類され、対策としては抵抗性遺伝子 *CRb* を有する品種の利用が効果的である。そこで、DNA マーカーによって根こぶ病抵抗性遺伝子 *CRb* を導入し、‘開聞1号’と類似する系統‘鹿児島2号’を育成した。‘鹿児島2号’は、根こぶ病抵抗性遺伝子 *CRb* をホモ型に持ち、‘開聞1号’に比べて開花が早く、花色、草姿は‘開聞1号’と類似している。

キーワード： *CRb*, 抵抗性品種, 根こぶ病

緒 言

「いぶすき菜の花マラソン」は、1月に菜の花の咲く沿道を走るマラソンとして1981年から開催され、第11回の1992年以降は、1万人を超えるビッグマラソンとして人気を誇っている。マラソンコースの景観用であるナバナ‘開聞1号’は、12月から開花し2月まで長期に開花を楽しめ、花穂が長く風に揺らめく様が軽やかであることが特徴である。また、アブラナ科の *Brassica rapa* L. に属する在来種であり自然交配によって指宿地域で長く維持されてきた。ところが、2013年に指宿市の景観用ナバナに根こぶ病の発生が確認され、本病による生育不良（図1,2）が散見されるようになった³⁾。

根こぶ病は *Plasmodiophora brassicae* Woronin を病原とする重要土壌病害で、ハクサイやキャベツなどに大きな被害をもたらしている¹⁾。鹿児島県においてもアブラナ科野菜の主要産地で問題となっているが、その対策として、ハクサイ^{7), 9)}やキャベツ¹⁰⁾では抵抗性品種の開発が進み実用化されている。指宿市で発生した根こぶ病は、Hatakeyamaら²⁾の方法によってグループ4菌と分類された³⁾。これまで、同属のハクサイにおいて根こぶ病抵抗性遺伝子は *CRa*, *CRb*, *CRk*, *Crr3*, *CRc*, *Crr1* および *Crr2* の7種⁹⁾報告がある。その中でグループ4に属する菌に対しては、*CRb* 遺伝子によって抵抗性が付与できることが示されている⁶⁾。

同属の食用ナバナの根こぶ病抵抗性 (*CR*) 品種が種苗会社によって育成されており、2013年に、それら *CR* 品種を菜の花マラソン用として試作したが、開花時期が遅く菜の花マラソンに間に合わなかったこと、*F₁* 品種であるため開花期間が短いこと、地域で自然交配による採種ができないこと、花色、花姿が異なることなどから、在来種‘開聞1号’の特徴を持った根こぶ病抵抗性品種の育成が強く望まれていた。そこで、マーカー選抜 (*MAS* : *Marker-assited selecton*) によって根こぶ病抵抗性遺伝子 *CRb* を導入し、指宿市在来種‘開聞1号’と開花期および外観形質が類似する自然交配系統を育成した。ここでは、本系統の育種経過と現地導入の効果について報告する。



図1 健全株と発病株が混在する運動公園近くの畑
(撮影：2015年1月15日)

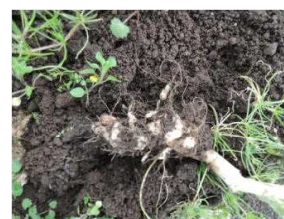


図2 生育不良株の根こぶの着生状況
(撮影：2015年1月15日)

(連絡先) 大隅支場園芸作物研究室

*1 徳之島事務所

*2 農産園芸課

*3 岩手大学農学部

*4 農研機構・野菜花き研究部門

試験材料および方法

1 抵抗性品種の育成

(1) 育種素材の選定および抵抗性遺伝子の効果確認

まず、交配親を選定するために丸種株式会社が販売している根こぶ病抵抗性を有する‘CR 華の舞’、‘CR 花まつり’、‘CR 花かんざし’、‘CR 京の春’の4品種を供試した。対照を在来種‘開聞1号’とし、類似性の高い品種を選定した。

次に、選定した品種の根こぶ病抵抗性遺伝子が *CRb* 抵抗性遺伝子であるか、指宿市の根こぶ病に対する抵抗性を示すかを確認する目的で、選定した品種と‘開聞1号’との F_1 を養成し、遺伝子型であるマーカー型と接種による生物検定（以下生物検定）の表現型が一致するか調査した。

生物検定は、吉川¹²⁾の病土挿入法に準じて以下の方法によって行った。無病の培養土を充填した直径8cmのピートモス製ポットの中央に休眠孢子密度を 5×10^6 個/g 乾土に調整した病土10gを挿入し、1ポットにつき12粒の種子を病土上に播種後、無病土で覆土した。その後は無加温のガラスハウス内で底面給水によって6週間育苗し、得られた全苗の根こぶの着生程度について以下の発病指数に従って調査した。根こぶ着生程度は、0：無病徴、1：小こぶが1～2個着生、2：小こぶが3個以上もしくは直径1～2mm程度のこぶが着生、3：主根に大きいこぶが着生、または主根自体が肥大として評価した。

DNA マーカーは、*CRb* 近傍に連鎖するとされるB0902⁹⁾を用いた。PCRの鑄型に用いるDNA抽出は、バレイショ1分間抽出法⁵⁾を一部改変した手法によって約50mgの本葉を用いて行った。PCR溶液は、濃度調整を行っていない鑄型DNA 1 mL、ExTaq ポリメラーゼ (Takara) 0.25 U、dNTPs 0.8 mL、10× PCR バッファー 1ml および各プライマー溶解液 (2pmol) を混合し、それを滅菌水で10 mL に容量調整したものをを用いた。PCR サイクルの条件は次の通りである。まず、94℃・3分間の予備変性の後、変性反応 (94℃・30秒間)、アニール反応 (55℃・30秒間)、伸長反応 (72℃・30秒間) を1サイクルとして35サイクルを繰り返し、最後に75℃・7分間の伸長終了反応を行った。得られたPCR産物を2%アガロースゲル電気泳動によってDNA断片として分離した。

(2) 育種方法

根こぶ病抵抗性品種と在来種を交配し、 F_1 を養成した。外観および開花特性を類似させるため、その F_1 に在来種を戻し交配した。根こぶ病抵抗性 *CRb* はヘテロ

型でも抵抗性を示すが、抵抗性の安定性を高めるためホモ型への固定を目指した。ホモ型を出現させるために BC_1F_1 を自殖し、ホモ個体を選抜後、集団採種を2回実施し抵抗性の固定を図った。自家不和合性の打破は、人工受粉後に CO_2 濃度3%処理⁴⁾によって行った。具体的には、自殖後ポリフィルムで密閉し、液化 CO_2 を注入しトンネル内を CO_2 濃度3%まで高めた (図3)。



図3 高濃度 CO_2 処理

注)左図：高濃度 CO_2 処理状況、右図：処理した植物体

(3) 現地栽培評価

現地における「鹿児島2号」の根こぶ病抵抗性および開花特性を明らかにする目的で、2017年に指宿市の二月田駅および指宿港付近の根こぶ病発生ほ場で現地試験を実施した。供試品種は、‘鹿児島2号’、対照品種として‘開聞1号’、参考品種として‘CR 京の春’を用いた。2017年は10月15日に播種した。

(4) 自然受粉における栽植距離が異系統の花粉混入に及ぼす影響

自然受粉採種における異系統の花粉混入と栽植距離との関係を明らかにする目的で、2017年10月に鹿児島県農業開発総合センター露地ほ場において、畝長30mに株間30cmで植え付けた。感受性である‘開聞1号’の畝から畝幅1m、10m、50m、80mの距離にそれぞれ1畝ずつ‘鹿児島2号’を栽植した (図4)。2017年12月から開花が始まり、自然受粉によって各畝から得られた種子を2018年5月に採種した。その後、各栽植距離において24株ずつ播種し、DNAマーカー型の違いから、感受性系統の花粉混入を調査した。

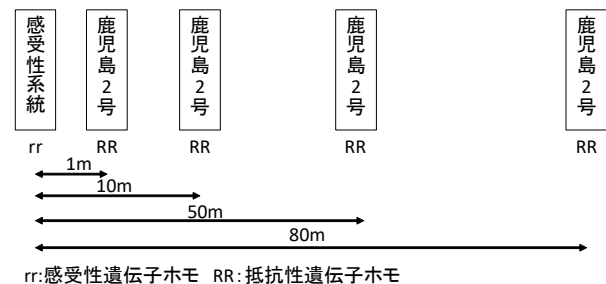


図4 感受性系統と‘鹿児島2号’の栽植図

2 育成品種導入前後の根こぶ病発生状況

育成品種の根こぶ病抑制効果を明らかにする目的で、育成品種導入前の調査を、2015年1月15日に、コース沿線のナバナ栽培圃場を無作為に抽出し、計67圃場について根こぶ病発生の有無を調査した。目視で生育状況を確認し、生育の悪い株を抜き取り、根こぶ着生の有無によって判断した。それぞれの調査株は、発生の多い圃場では2~3株、発生の少ない圃場では10株程度を調査した。また、発病を確認できなかった圃場ではさらに10株程度の地際の土を取り除きこぶの有無を確認した。

育成品種導入後の調査は、2019年1月15日に導入前（調査）と同様の方法で行った。なお、導入前後の調査は同一圃場で行った。

結 果

1 抵抗性品種の育成

(1) 育種素材の選定および抵抗性遺伝子の効果確認

供試した根こぶ病抵抗性品種は‘開聞1号’に比べて葉色が濃く、草丈が低く、開花期が遅く、花色の濃い品種が多かった（表1）。その中でも、特に‘CR京の春’は草丈および開花期の類似性が高かった。

表1 品種の違いと外観形質

品種	葉色	草丈	開花期	花色
CR京の春	4	3	3	4
CR華の舞	5	2	2	3
CR花かんざし	5	2	2	4
CR花まつり	5	2	1	4
開聞1号（対照）	3	3	3	3

注1) 葉・花色：濃5、やや濃4、同3、やや淡2、淡1

注2) 草丈：高5、やや高4、同3、やや低2、低1

注3) 開花期：早5、やや早4、同3、やや遅2、遅1



図5 根こぶ病抵抗性品種の開花状況
(2015年5月11日)

注) 左から‘CR華の舞’、‘CR花まつり’、‘開聞1号’、‘CR花かんざし’、‘CR京の春’

‘開聞1号’のB0902のマーカertypeは、PCR増幅断片長が241bpの感受性遺伝子rおよび約120bpの感受性遺伝子cを有し、rr型、rc型が混在した（図6）。また、‘CR京の春’は、抵抗性遺伝子161bpおよび感受性遺伝子241bpのヘテロRr型であった。

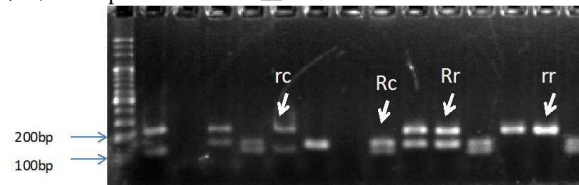


図6 ‘開聞1号’と‘CR京の春’のF₁におけるB0902マーカertypeの電気泳動写真

根こぶ病抵抗性品種と在来種を交配したF₁のDNAマーカertypeと生物検定による発病程度調査の結果を表2に示す。*CRb*に連鎖するDNAマーカertypeの抵抗性遺伝子Rを有するすべての個体が生物検定において抵抗性を示し、感受性rr、rc型の個体すべてが感受性を示した。これらのことから‘CR京の春’は*CRb*あるいはその近傍の抵抗性遺伝子を有していると推定された。この結果に基づき、‘CR京の春’を育種素材とし、DNAマーカertype B0902を利用して選抜を開始した。

表2 F₁個体の遺伝子型および表現型

No	DNAマーカertype (遺伝子型)		生物検定 (表現型)	
	B0902マーカertype	抵抗性遺伝子有無	根こぶ着生程度	判定
1	Rc	+	0	抵抗性
2	rr	-	2	感受性
3	Rr	+	0	抵抗性
4	rr	-	1	感受性
5	Rc	+	0	抵抗性
6	rc	-	1	感受性
7	Rc	+	0	抵抗性
8	rr	-	3	感受性
9	rr	-	1	感受性
10	Rc	+	0	抵抗性
11	rc	-	3	感受性
12	Rr	+	0	抵抗性
13	Rr	+	0	抵抗性
14	Rr	+	0	抵抗性
15	Rc	+	0	抵抗性
16	rc	-	2	感受性
17	rr	-	3	感受性
18	Rr	+	0	抵抗性
19	Rr	+	0	抵抗性
20	rr	-	3	感受性
21	Rc	+	0	抵抗性
22	rr	-	3	感受性
23	rc	-	3	感受性

注1) B0902マーカertype, R: 161bp, r: 241bp, c: 120bp

注2) 抵抗性遺伝子 +: Rを有する, -: Rがない個体



図7 病土挿入法による生物検定

注)左：健全株，右：根こぶ病発生株

(2) 育種経過

育種経過を図8に示す。

ア 交配

在来種‘開聞1号’から開花時期の異なる11個体を選抜し(図9)，それぞれ‘CR京の春’と交配し雑種個体を得るとともに，選抜した‘開聞1号’11個体については自殖によって次代の戻し親系統とした。

イ 戻し交配

F₁に自殖1代11系統を戻し交配し，DNAマーカー検定によって抵抗性ヘテロ型を選抜した。分離比は，Rr型：75個体，Rc型：62個体，rr型67個体，rc型69個体で，抵抗性137個体，感受性136個体とほぼ期待値(1:1)どおりであった。得られた抵抗性個体は根こぶ病抵抗性遺伝子がヘテロ(Rr，Rc)であるため自殖によってホモ個体(RR)を分離させた。自殖のための自家不和合成打破は高濃度CO₂処理によって行った。

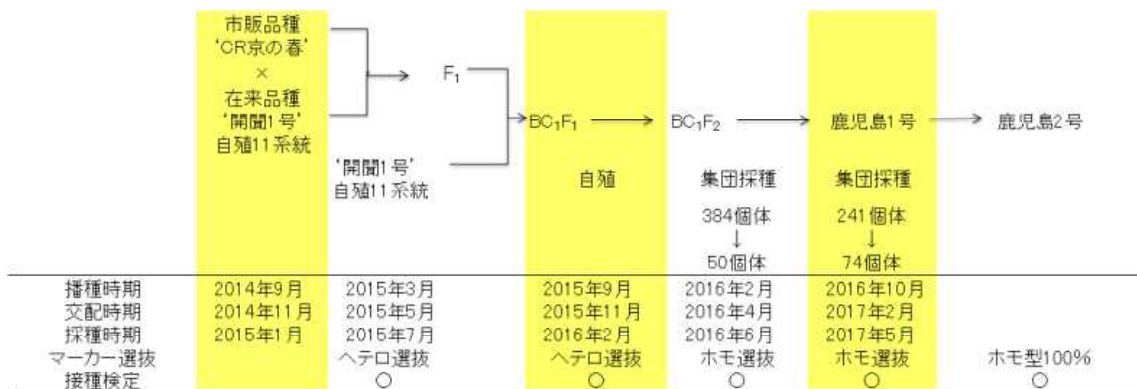


図8 育種経過

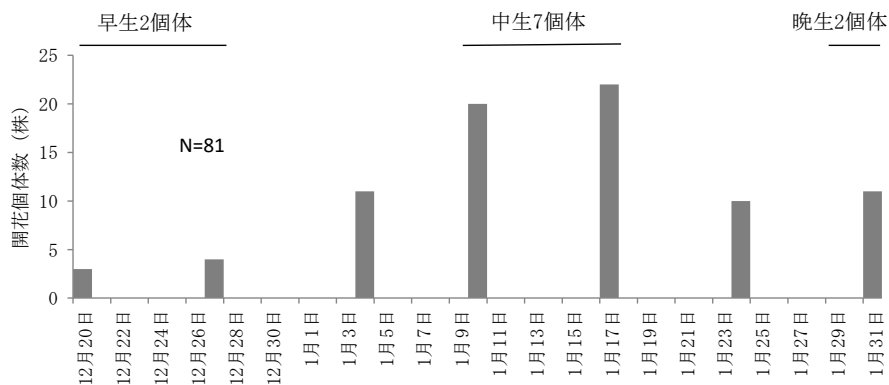


図9 ‘開聞1号’の月日別開花個体数および選抜個体数

ウ 集団採種

草丈，花色から‘開聞1号’に類似する個体を選定し，その後，DNAマーカーによって抵抗性ホモ型50個体を選抜し，ミツバチ受粉によって得られた系統を‘鹿児島1号’とした。

エ 固定

‘鹿児島1号’を241株養成し，開花期，草姿，葉色について‘開聞1号’と類似していた96個体を選抜し，さらに，DNAマーカーによって抵抗性ホモ(RR)型74個体を選抜した。ミツバチ交配し採種した系統を‘鹿児島2号’とした。

オ ‘鹿児島 2 号’ について、DNA マーカーの遺伝子型がすべて抵抗性ホモ型であること (図 10)、生物検定によって抵抗性を示すことを確認し育成を完了した。

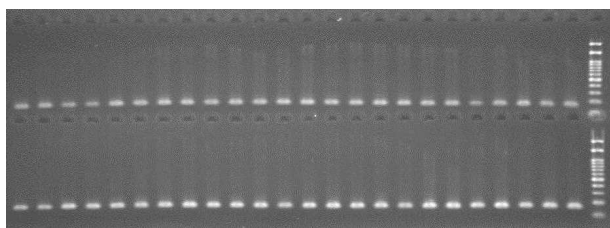


図 10 ‘鹿児島 2 号’ の B0902 による電気泳動写真

(3) 現地栽培評価

‘鹿児島 2 号’ は根こぶ病の発生が認められず、‘開聞 1 号’ に比べて開花始めはやや早いものの、草丈は同等で (図 11)、花色など外観形質は類似しており (図 12)、指宿市の景観用として十分に実用化可能と判断した。

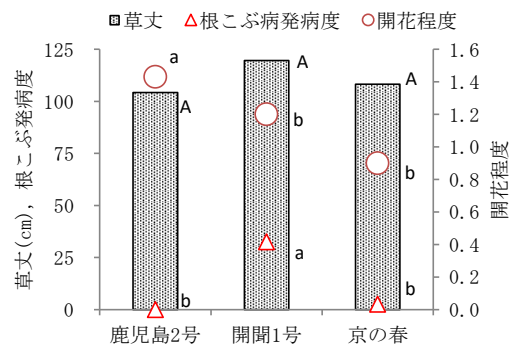


図 11 品種・系統別の草丈、開花程度、根こぶ病発病度

注1) 播種日：2017年10月11日 調査日：12月19日

注2) 開花程度0：未開花，1：出蕾，2：始，3：盛期，4：終期

注3) 草丈，開花程度：異英字間はtukey検定5%で有意差あり

注4) 根こぶ病発病度：発病度=Σ(発病指数 × 指数別株数) × 100/3 × 調査株数により算出，異英文字間はSteel-Dwass検定によって5%で有意差あり



‘鹿児島 2 号’

‘開聞 1 号’

‘CR 京の春’

図 12 現地適応性試験での品種・系統別の開花状況

注 1) 撮影場所：指宿市二月田，撮影日：上段 2017 年 12 月 19 日，下段 2018 年 1 月 31 日

(4) 自然受粉における栽植距離が異系統の花粉混入に及ぼす影響

根こぶ病抵抗性遺伝子の DNA マーカー型の違いから異系統の混入を調査した結果、感受性遺伝子をホモで持つ系統と自然交雑したと推測される個体は、栽植間隔が 1 m 区で 1 個体確認され、その出現率は 4.2 % であった。また、10 m, 50m, 80m の栽植距離において‘鹿児島 2 号’への自然交雑は確認されなかった。

2 育成品種導入前後の根こぶ病発生状況

菜の花マラソンコース沿線の 67 地点について、抵抗性品種導入前の 2015 年に根こぶ病発生の有無を調査したところ、52.2 % にあたる 35 地点で発病を確認した(表 3)。発病は、いぶすき運動公園の菜の花マラソン出発地点の周辺、池田湖周辺、開聞岳周辺に集中していた。通常では、1 m 以上に生育し多数の花を付ける時期だが、発病地点では草丈が 30cm 程度と低く、花付きも非常に少ない状況で、さらに激しい圃場では枯死株が目立った。また、場所によっては、健全株と発病株が混在する圃場があり、発病株は著しく生育が劣っていた(図 1)。また、いずれの生育不良株においても根こぶ病特有の大きなこぶを形成していた(図 2)。

2019 年には広域に‘鹿児島 2 号’が植え付けられた。導入前調査地点と同一地点を同時期に調査したところ、発病が集中した運動公園付近や池田湖周辺、開聞岳周辺においても発病株は確認されず、草丈の高い満開の状態であった。なお、指宿市への聞き取りによると本市管理の地点はすべて‘鹿児島 2 号’を植え付けており、‘鹿児島 2 号’導入前に発病の多かった運動公園周辺や池田湖周辺および開聞岳周辺ではすべて‘鹿児島 2 号’に

入れ替わっていた。

その結果、導入前に発病の多かった地点でも全く発病が確認されず(表 3)、最も根こぶ病が多発していた開聞岳周辺(図 13)においても、‘鹿児島 2 号’の導入によって見事に花が咲き誇り、菜の花マラソンの沿道を黄色の絨毯に染めた(図 14)。根こぶ病抵抗性品種の導入は、見事に成功を納めた。



図 13 ‘鹿児島 2 号’導入前のナバナ栽培圃場
(撮影：2015 年 1 月 15 日)



図 14 ‘鹿児島 2 号’導入後のナバナ栽培圃場
(撮影：2019 年 1 月 15 日)

表 3 指宿地区における抵抗性品種導入前後の根こぶ病の発生状況

調査地	調査地点数	根こぶ病発生地点数		備考(2019年利用品種, 他)
		2015年	2019年	
いぶすき運動公園～田口田交差点	10	4	0	鹿児島2号
田口田交差点～西方幸屋交差点	3	0	0	鹿児島2号
西方幸屋交差点～スカイライン入り口	3	0	0	開聞1号
池田湖パラダイス前	4	2	0	鹿児島2号, ネビジン粉剤散布
池田湖～唐船峡入り口	11	7	0	鹿児島2号
唐船峡入り口～開聞神社(開聞岳周辺)	23	22	0	鹿児島2号
開聞神社～フラワーセンター	2	0	0	鹿児島2号
岡児ヶ水～浜児ヶ水	2	0	0	開聞1号
浜児ヶ水～山川港	6	0	0	開聞1号
成川トンネル～いぶすき運動公園	3	0	0	鹿児島2号
計	67	35 (52.2%)	0	

注 1) 2015 年はすべての地点で‘開聞 1 号’、2019 年は指宿市が管理する地点はすべてが‘鹿児島 2 号’

注 2) 調査日：2015 年 1 月 15 日、2019 年 1 月 15 日 いずれも菜の花マラソン終了後

注 3) 2015 年と 2019 年は同一圃場

考 察

2015年の発生状況調査では、第1回いぶすき菜の花マラソン以来、集中的にナバナを栽培するいぶすき運動公園周辺や最大の見所である池田湖周辺や開聞岳周辺に集中して発病している。根こぶ病菌の侵入時期や経路などは明らかにできないが、これらの地域ではナバナの連作による菌密度の上昇によって多発するようになったと推察される。また、運動公園周辺では小さく区切られた花壇で発病していることから、樋口ら¹¹⁾が報告しているように管理作業等による汚染土壌の移動によって発病範囲を広げた可能性が高い。

本研究で育成した‘鹿児島2号’は根こぶ病抵抗性を有し、外観は‘開聞1号’と類似した系統であったが、‘開聞1号’に比べて開花期がやや早かった(図11, 12)。このことは、同属のハクサイにおいて晩抽性の遺伝様式が不完全優性でF₂において中間より早生個体の分離が多いことがわかっており¹¹⁾、‘鹿児島2号’についても、晩生系統の戻し親系統の割合を高めることで‘開聞1号’と類似した開花期となった可能性も推察された。ただし、本系統は菜の花マラソン前に開花する必要があることから、実用的には問題ないと考えられる。

今後、‘鹿児島2号’は、本地域で自然交配によって採種が行われる。‘鹿児島2号’の採種は、周囲に感受性、抵抗性にかかわらず他系統の混入がないか注意する必要がある。‘鹿児島2号’に導入した根こぶ病抵抗性遺伝子 *CRb* は、1遺伝子座の優性形質でヘテロでも効果がある。本系統は *CRb* 抵抗性遺伝子をホモにしたことから、他系統の花粉混入によって単年で感受性株が発生することはないと考えられるが、複数年では発生する可能性がある。本試験から栽植距離1mで混入が認められたことから、特に、落ち種子の注意が必要で、採種に当たっては前歴にナバナ栽培のないほ場が望ましい。

一方、アブラナ科根こぶ病菌は変異に富む性質があることが知られている。事実、広島県で育成された特産野菜の根こぶ病抵抗性品種‘CR広島2号’は、根こぶ病菌の変異によって抵抗性が打破されている⁸⁾。当初の根こぶ病菌のレースはグループ4菌であったが、2010年にグループ2菌に変異したことで根こぶ病が再発した。指宿地域においても、今回作出した‘鹿児島2号’を侵す抵抗性打破系統の発生も懸念される。2018年10月に本地域の多発土壌をHatakeyamaら⁹⁾の方法によって調査した際は、当初と変わらずグループ4菌であった。今後も、常に発生状況を注視し、発生を認めたらレースの変化を調査することで、さらなる育種の必要性が出てくる可能性もある。

菜の花マラソンの沿道沿いにはキャベツ栽培圃場が広がり、同地区のキャベツ圃場でも根こぶ病の発生が問題となっている。樋口ら³⁾は2013年から県内のアブラナ科野菜圃場の根こぶ病の発生状況を調査し、指宿地区ではマラソンコースの沿道沿いのキャベツ圃場で発生が多いことを明らかにし、同地区の根こぶ病の発生には、ナバナでの発生とキャベツ圃場での発生が関係していると予測している。キャベツでは、湯田ら¹⁰⁾によって抵抗性品種や薬剤防除等を組み合わせた総合防除技術を確立している。これらによって、当地域のキャベツでは、根こぶ病の発生は問題視されなくなっている。キャベツにおける根こぶ病対策に加え、ナバナの根こぶ病抵抗性品種である‘鹿児島2号’の利用で、地域全体に根こぶ病防除が進むことを期待している。

謝 辞

本研究を実施するにあたり、大久保賢一氏をはじめとする園芸作物部野菜研究室職員の方々に深く感謝いたします。分析を担ったバイオテクノロジー研究室、病理昆虫研究室の方々に深く感謝いたします。また、現地試験を実施するにあたりご協力いただいた指宿市観光課および土木課の担当の方々に深く感謝いたします。なお、本研究は指宿市委託事業「指宿菜の花マラソン用菜の花根こぶ病抵抗性品種育成」によって実施された。

引用文献

- 1) Dixon, G.R. 2009. The occurrence and economic impact of *Plasmodiophora brassicae* and clubroot disease. *J. Plant Growth Regul.* 28:194-202
- 2) Hatakeyama, K., M. Fujimura, M. Ishida and T. Suzuki 2004. New classification methods for *Plasmodiophora brassicae* field isolates in Japan based on resistance of F₁ cultivars of Chinese cabbage (*Brassica rapa* L.) to clubroot. *Breed. Sci.* 54:197-201
- 3) 樋口康一・尾松直志・東幸男・白尾吏・長友誠・田中義弘・松元哲・井上栄明 2016. 鹿児島県のキャベツおよび景観用菜の花に発生した根こぶ病, 九病虫研会報 62 : 56-63
- 4) 日向康吉 1974. 高等植物の自家不和合性の生理, *J. Japan. Soc. Reg. Pla.* Vol9, No2 :65-73
- 5) Hosaka, K. 2004. An easy, rapid, and inexpensive DNA extraction method, "one-minute DNA extraction," for PCR in potato. *Amer. J. Potato Res.* 81: 17-19
- 6) Kato, T. K. Hatakeyama, N. Fukino, S. Matsumoto 2013. Fine mapping of the clubroot resistance gene *CRb* and

development of a useful selectable marker in *Brassica rapa*.
Breed. Sci., 63 :116-124

7) Matsumoto, E. H. Ueno, D. Aruga, K. Sakamoto, N. Hayashida 2012. Accumulation of three clubroot resistance genes through marker-assisted selection in Chinese cabbage (*Brassica rapa* ssp. *pekinensis*). J. Japan. Soc. Hort. Sci. 81 :184-190

8) 奥尚・超智資秦・前田光裕・長久逸 2013. 根こぶ病抵抗性ヒロシマナ 'CR 広島 2 号' の罹病化, 生命環境学術誌, 5:1-7

9) 野菜茶業研究所 2013. 根こぶ病に強い抵抗性を示すハクサイF₁品種「あきめき」https://www.naro.go.jp/project/results/laboratory/vegetea/2013/13_009.html

10) 湯田達也・相本涼子・樋口康一・西 八束・尾松直志・白尾 吏・倉本和幸・別府誠二・徳永太蔵 2021. 鹿児島県におけるキャベツ根こぶ病の発生生態に対応した総合防除技術, 鹿児島農総セ研報 15 : 29-46

11) 由比進・釘貫靖久・飛驒健一 2003. 晩抽性の 'は

くさい中間母本農 6 号' の育成とその特性, 園学研. 2(1) :5-8

12) 吉川宏昭 1993. アブラナ科野菜の根こぶ病抵抗性育種に関する研究, 野菜・茶業試験場研究報告 A. 7:1-165

Development of a Turnip Rape (*Brassica rapa* L.) Variety Harboring the Clubroot Resistance Gene *CRb*

Y.Tanaka, N. Omatu, K.Higuchi, Y.Takenoshita, T.Yuda, K.Hatakeyama and S.Matsumoto

Summary

The turnip rape that have been maintained in Ibusuki City is native cultivar of *Brassica rapa* L.. They are an important tourism resource for the Ibusuki Nanohana marathon landscape. In 2013, an outbreak of clubroot was confirmed in Brassicaceae vegetables such as cabbage in the Ibusuki area. Poor growth due to this disease was also observed in turnip rape in some areas. Its pathotype was classified as group 4 in this area. The use of resistant varieties harboring the clubroot resistance gene *CRb* is effective against group 4 pathotype. Therefore, we introduced the clubroot resistance gene *CRb* through marker-assisted selection and bred 'Kagoshima 2', which has similar flowering time and appearance traits to 'Kaimon 1', a traditional variety in Ibusuki City. 'Kagoshima 2' has the clubroot resistance gene *CRb* in a homozygous form, blooms earlier than 'Kaimon 1', and resembles 'Kaimon 1' in flower color and plant appearance.

Keywords : *CRb*, clubroot, resistant variety