

ナバナの根こぶ病抵抗性新品種「はるかな」の育成

田中良幸*・片山貴雄¹⁾・柴戸靖志¹⁾・林田達也²⁾・姫野修一

ナバナ *Brassica napus* L. は、福岡県の地域特産野菜の一つとして栽培されているが、近年、根こぶ病が発生し栽培が困難となっている。そこで、根こぶ病に抵抗性を持つルタバガ「WYE」とナバナ「豊前1号」とのF₁系統に、「豊前1号」を3回戻し交配することによって、根こぶ病に抵抗性を持つナバナの新品種「はるかな」を育成した。「はるかな」の主な特性は次のとおりである。

- 1 草姿は“中”、葉形は“短楕円”、葉色は緑色、葉面の毛じは“無”で、「豊前1号」と同じであるが、葉長は短く、葉肉はやや厚い。
- 2 根こぶ病には、「豊前1号」より強い抵抗性を示す。
- 3 1月の収量は「豊前1号」より少ないが、11月から4月までの総収量は、「豊前1号」や「宮内菜」より多い。
- 4 食味は、「豊前1号」や「宮内菜」と同等で、ルテイン含量は高い。

[キーワード：ナバナ, *Brassica napus* L., はるかな, 根こぶ病, 抵抗性, 育種]

Characteristics of Clubroot Resistant Nabana 'HARUKANA'. TANAKA Yoshiyuki, Takao KATAYAMA, Yasushi SHIBATO, Tatsuya HAYASHIDA, Shuichi HIMENO (Fukuoka Agricultural Research Center, Chikushino, Fukuoka 818-8549, Japan) *Bull. Fukuoka Agric. Res. Cent.* 28:84-88 (2009)

Nabana 'BUZEN 1' *Brassica napus* L. is popular vegetable in Fukuoka. However the clubroot disease is serious problem. A clubroot-resistant variety of Nabana 'HARUKANA' *Brassica napus* L. was bred by backcrossing 'BUZEN 1' to the hybrid between clubroot-resistant Rutabaga 'WYE' *Brassica napus* sub. *rapifera* and 'BUZEN 1'. The vegetable characteristics of 'HARUKANA' are as follows:

1. The plant is an intermediate type with round elliptic leaves, and the leaves color is green, and no pubescence on the leaves.
2. The plant possess strong resistance for clubroot disease.
3. The yield of November through April is more than that of 'BUZEN 1' and 'MIYAUCHINA', but the yield of January is smaller than that of 'BUZEN 1'.
4. The taste is equivalent to 'BUZEN 1' and 'MIYAUCHINA', and 'HARUKANA' has much lutein.

[keywords : *Brassica napus* L., breeding, clubroot, HARUKANA, resistance]

緒 言

ナバナは、側枝の茎葉を主に食用とするアブラナ科の葉茎菜類で、洋種ナタネ *Brassica napus* L. と和種ナタネ *Brassica campestris* L. の2種がある。福岡県では主に洋種ナタネが栽培されており、平成19年度の栽培面積は22haである。特に、県東部の京築地域では本県の約65%に当たる14haが栽培され、レタス、ゴボウと並ぶ地域特産野菜の一つとなっている。ナバナの品種については、11～2月に収穫する作型は「豊前1号」が、3～4月に収穫する作型は「宮内菜」が栽培されている。「豊前1号」は、1996年に福岡県農業総合試験場豊前分場（以下豊前分場）が、福岡県築上郡築上町在来種ナタネから集団選抜法により育成した系統である（柴戸ら 1999）。

一方、アブラナ科野菜の難防除病害に *Plasmodiophora brassicae* による根こぶ病がある。柴戸ら（2001）によると、根こぶ病は京築地域では1970年頃からハクサイに発生し、1996年以降はナバナにも発生した。また、WILLIAMS 法（WILLIAMS, P. H. 1966）

によるレース検定によって、築上町のナバナから採取した根こぶ病菌はレース1菌株、行橋市のハクサイから採取した根こぶ病菌はレース3菌株と推定される（柴戸ら 2001）。根こぶ病が多発したナバナの圃場では、年によって収穫が皆無となり、栽培期間中に散布可能な殺菌剤がないことから、根こぶ病に抵抗性を示す新品種の導入が、生産者や関係機関から強く求められるようになった。

根こぶ病に抵抗性を有するナバナ品種としては、千葉県で育成された「房の花」（三平ら 1994）がある。しかし、これは抽苔した花蕾や花茎を食用とする品種であり、本地域のナバナとは利用する部位や求められる特性が異なることから、地域に適した品種を新たに育成する必要がある。

芦澤ら（1980）は、アブラナ科野菜の根こぶ病抵抗性を検定した結果、洋種ナタネ品種が激しく発病したが、ルタバガ *Brassica napus* sub. *rapifera* では根こぶ病抵抗性に品種間差異が認められることを報告している。また、吉川（1993）は、ハクサイやツケナ類、ブロッコリー、カラシナ類、ナタネ等は全体的に根こぶ病に極めて弱い、カブ、キャベツ、ケール、ダイコン、ルタバガ等には根こぶ病抵抗性に品種間差異があり、抵抗性を示す品種が認められることを報告している。

そこで、豊前分場ではルタバガを根こぶ病抵抗性の素材として用い、1999年（以下試験年は採種年度を示

*連絡責任者

（豊前分場：yotanaka@farc.pref.fukuoka.jp）

1) 現野菜育種部

2) 現北九州地域農業改良普及センター

す)から育種を開始し、2006年に根こぶ病に抵抗性を持ち、収量や品質に優れるナバナ新品種「はるかな」を育成した。本報告では、「はるかな」の育成経過と特性をまとめた。

材料および方法

「はるかな」の育成に当たっては、交配母本としてルタバガ「WYE」と「豊前1号」(第1図)を、育種法として戻し交雑育種法を用いた。

ルタバガは別名スウェーデンカブとも呼ばれ、肥大した地下部を食用し、北海道等で飼料作物として栽培されている。このうち、「WYE」の特性はナバナと同様に葉面に毛じがなく、根こぶ病に抵抗性を示すが、葉色は青緑色で葉は硬く低温伸長性が劣る。一方、「豊前1号」の特性は根こぶ病に対して罹病性であるが、葉は軟らかく低温伸長性があり、収量と品質に優れている。

接種試験には、築上町のナバナから採集し、 -40°C で凍結保存した根こぶ病罹病組織から、吉川ら(1981)の方法によって分離したレース1菌株の休眠胞子を用いた。接種方法は、吉川ら(1981)の病土挿入接種法に準じて実施し、接種用培地を充填した9cm径のポットに菌株(休眠胞子 1×10^7 個/乾土1g)を接種し、ナバナ種子を播種した。播種後は、明期 25°C 、暗期 20°C の16時間日長に設定した人工気象室で40日間栽培し、各個体の発病程度と抵抗性を判定した。

根こぶ病の発病程度と抵抗性の判定は、SEAMANら(1963)の評点基準により、各個体の根こぶ病発病程度を0(根にこぶを形成していない)、1(側根に少数の小さなこぶを形成)、2(側根に多数のこぶ、主根の

先端に小さなこぶを形成)、3(主根に大きなこぶを形成)の4段階に分類し発病評点とした。さらに、TANAKAら(1991)の方法に基づき、4段階に分類した発病評点に各々0, 10, 60, 100の重みを付け、次式により発病指数を算出した。

発病指数 = Σ (各発病評点毎の個体数 $\times$ 重み)/個体数

根こぶ病抵抗性の判定は、発病指数が0~25未満を抵抗性、25~100を感受性とした。

行橋市と築上町の根こぶ病常発圃場における圃場抵抗性個体の選抜はレース3菌株で行った。

生産力検定試験は、育成系統10系統、特性検定用標準品種に「豊前1号」と「宮内菜」を供試し、2004年9月6日に播種し10月1日に定植した。栽植方法は、畝間が150cm、条間が60cm、株間が40cmの2条千鳥植えて露地マルチ栽培とした。施肥量は10a当たりN, P_2O_5 , K_2O をそれぞれ18kg、および炭酸苦土石灰80kgを施用した。試験規模は、1区10株の3反復とした。諸特性は「なたねの特性審査基準」に従い調査した。また、ルテイン含量は、満田ら(2002)の方法に準じて分析した。

結果および考察

1 育成経過

「はるかな」の選抜経過を第1表に示した。1999年3月にルタバガ「WYE」(子房親)と、「豊前1号」(花粉親)を交配し、雑種第1代(F_1)の種子を得た。翌2000年3月に、 F_1 に「豊前1号」(花粉親)を交配し、得られた戻し交雑第1代雑種第1代(以下 BC_1F_1 で示す)の400個体から根こぶ病抵抗性を持つ23個体を選抜した。さらに、2001年3月に BC_1F_1 と「豊前1号」(花粉親)を交配し、得られた BC_2F_1 の



第1図 ルタバガ「WYE」(左)、「豊前1号」(中央)、「はるかな」(右)の外観

第1表 「はるかな」の選抜経過

年度 ¹⁾	1999年	2000年	2001年	2002年	2003年	2004年	2005年
	WYE(♀) 豊前1号(♂)	F_1 豊前1号	BC_1F_1 豊前1号	BC_2F_1 豊前1号	BC_3F_1	BC_4F_1	BC_5F_1 (はるかな)
供試個体数(系統数)		400個体	400個体	100個体	— ²⁾	400個体	10系統
選抜個体数(系統数)		23個体	9個体	8個体	—	10個体	1系統

1)年度は採種年度を示す。2)2003年は自殖のみで選抜なし。

460個体から根こぶ病抵抗性を持つ9個体を選抜した。2002年3月にBC₂F₁と「豊前1号」(花粉親)を交配し、得られたBC₃F₁の180個体から根こぶ病抵抗性を持つ8個体を選抜した。2003年5月に、場内のガラス施設内で、これらのBC₃F₁の8個体を自殖させBC₃F₂の種子を得た。

2004年5月に、行橋市と築上町の根こぶ病常発圃場において、BC₃F₂ 400個体を栽植し、根こぶ病抵抗性を持ち、生育が良好で、抽だい期および開花期が「豊前1号」と同等の10個体を選抜し、以降系統として展開した。2005年に、前年と同じ根こぶ病常発圃場において、BC₃F₃ 10系統の根こぶ病抵抗性を評価するとともに、場内圃場において生産力検定試験を行い、収量、品質および食味を評価した。これらの結果から、

1系統(「豊前2号」)を選抜し、2006年3月に品種名「はるかな」として品種登録を出願した。

2 生育特性

「はるかな」の主な特性と外観を第2表と第1図に示した。草姿は開張性と立性の中間、葉形は短楕円で「豊前1号」や「宮内菜」と同じである。また、分枝性は多く、葉色は緑色で葉面の毛じは無く、「豊前1号」と同じである。一方、「豊前1号」や「宮内菜」より葉長は短く、葉肉はやや厚い。抽だい性は、「宮内菜」より早く、「豊前1号」と同程度である。

3 収量性、食味、品質

収穫物1本当たりの重量を第3表に示した。「豊前

第2表 「はるかな」の主な特性¹⁾

品種名	草姿	葉形	分枝性	葉色	葉面毛じ	葉長	葉肉厚さ	抽だい性
はるかな	中	短楕円	多	緑	無	短～中	中～厚	早
豊前1号	中	短楕円	多	緑	無	中	中	早
宮内菜	中	短楕円	中～多	淡緑～緑	無～少	中	中	中

1) 種苗特性分類調査報告書(農林水産省農業園芸局種苗課, 1993)の「なたねの特性審査基準」による分級で示す。

第3表 「はるかな」の食味と品質

品種・系統名	1本当たり重量(g)	食味評価 ¹⁾			ルテイン含量 ²⁾ (μg/100gFW)	
		総合評価	甘味	苦味	1月11日	2月17日
はるかな	24.1 a	-0.11 ab	-0.13 ab	+0.44 ab	3,340	2,243
豊前1号	20.7 b	-0.33 b	-0.63 b	+0.78 b	2,894	2,060
宮内菜	26.0 a	+0.67 a	+0.38 a	-0.56 a	2,592	1,876

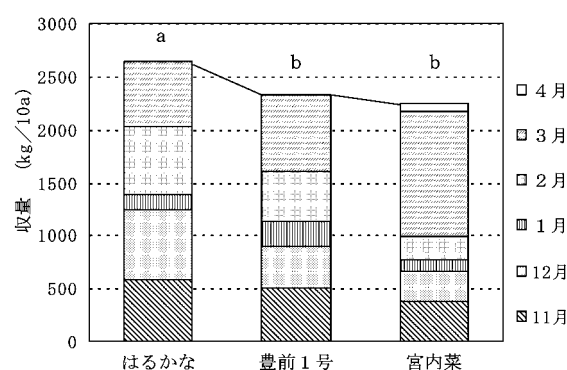
1) 食味評価は、2005年1月19日に収穫した各区10本を90℃の熱湯で1分間茹でた後、パネル員10人による食味官能試験の結果を示す。総合評価、甘味、苦味は「京葉在来種」を基準(0)とし、-2(それぞれ不良、弱、強)～+2(それぞれ良、強、弱)の5段階で評価した。

2) ルテイン含量は、2005年1月11日、2月17日に収穫した各区5本の3反復で分析した。

3) 1本当たり重量と食味評価におけるアルファベットの異文字間には5%水準で有意差があることを示す(Tukeyの検定)。



第2図 「豊前1号」(左)と「はるかな」(右)の茎葉



第3図 「はるかな」の10a 当たり時期別収量

1) 2004年9月6日播種、10月1日定植。

2) 総収量におけるアルファベットの異文字間には5%水準で有意差があることを示す(Tukeyの検定)。

1号」の20.7g,「宮内菜」の26.0gに対して,「はるかな」は24.1gで「宮内菜」と同等であった。また,「はるかな」は「豊前1号」より1本当たり重量が重くボリューム感があり,外観が優れること(第2図)から,出荷調製時の煩雑な袋詰め作業の省力化と高品質生産しやすい品種と考えられる。

10a当たり時期別収量を第3図に示した。11月から12月までの収量を見ると,「豊前1号」の902kg,「宮内菜」の662kgに対して,「はるかな」は1,238kgと,「豊前1号」や「宮内菜」より多かった。また,11月から4月までの総収量を見ると,「豊前1号」の2,327kg,「宮内菜」の2,244kgに対して,「はるかな」は2,635kgと,「豊前1号」や「宮内菜」より多かった。このように,「はるかな」は「豊前1号」や「宮内菜」より,年内収量や総収量は多いものの,ナバナの需要が多くなる1月の収量は「豊前1号」より少ない。このことから,「はるかな」の1月の収量を上げる等,収量をさらに安定して確保するために,播種期を変えた作型の検討も必要であると考えられる。

食味と品質を第3表に示した。「はるかな」の食味官能試験における総合評価,甘味および苦味は「豊前1号」や「宮内菜」と同等である。また,白内障などの眼疾病や加齢性黄斑変性症への効果が期待される機能性成分ルテイン含量における1月11日の分析値を見ると,「豊前1号」の2,894 μ g/100gFW,「宮内菜」の2,592 μ g/100gFWに対して,「はるかな」は3,340 μ g/100gFWで,「豊前1号」や「宮内菜」より高い傾向にあった。また,2月17日の分析値も同様に高い傾向であった。

以上のことから,「はるかな」は,「豊前1号」や「宮内菜」と同様に側枝の茎葉が食用に適しており,収量と品質が優れていると考えられる。

4 根こぶ病抵抗性

根こぶ病の抵抗性を第4表に示した。行橋市と築上町の根こぶ病常発圃場における「豊前1号」の発病株率は93~100%,発病評点は2.4~2.6,発病指数は75~84に対して,「はるかな」の発病株率は14~30%,発病評点は0.2~0.5,発病指数は5~11であった。したがって,「はるかな」は根こぶ病菌のレース3菌株に対して強い圃場抵抗性を示すと考えられる。

アブラナ科野菜の根こぶ病抵抗性育種に当たっては,吉川(1993)はわが国における主要なレースと判定された WILLIAMS 法のレース1, 2, 3, 4菌株は病原性が近いものであると推察されるため,使用する病原菌の

レースにこだわらず,病原性の高いレースを採用しても大きな誤りはないと報告している。このことにより,育成された「はるかな」は,接種試験で実施したレース1菌株に対しても抵抗性を示すものと考えられる。その一方で,根こぶ病菌はレースの分化が激しい(LAMMERRINK, J. 1965)こと,「はるかな」はレース1~4菌株と異なる圃場での抵抗性は明らかでないことから,発生圃場におけるレースを確認することが重要であると考えられる。

アブラナ科野菜に甚大な被害をもたらす根こぶ病の対策について,村上ら(2005)は転炉スラグの土壌散布による酸性改良と殺菌剤散布の併用は,根こぶ病の発病抑制対策として有効であるが,根こぶ病菌の休眠孢子密度の低下は認められず,根本的な解決にならないと報告している。したがって,当分場で育成した「はるかな」は,根こぶ病に対して強い圃場抵抗性を示すことから,本品種の導入によってナバナの根こぶ病防除対策が図られ,ナバナの生産量が拡大することが期待される。

謝 辞

「はるかな」の育成にあたり行橋市、築上町、行橋農林事務所、京都地域農業改良普及センター、築上地域農業改良普及センター、JA福岡みやこ、JA福岡豊築、ナバナ生産者の大川平三郎氏および湯浅勇氏から御助言と御協力を頂いた。ここに深甚なる感謝の意を表する。

引用文献

- 芦澤正和・吉川宏昭・飛騨健一(1980)アブラナ科野菜の根こぶ病抵抗性育種に関する研究. II. 抵抗性育種素材の検索(2). 野菜試報 **A7**: 35-75.
- LAMMERRINK, J. (1965) SIX PATHOGENIC RACES OF *Plasmodiophora brassicae* Wor. IN NEW ZEALAND. N. Z. J. agric. Res. **8**: 156-164
- 三平東作・酒井俊昭・川崎雄平・植松清次(1994)食用ナバナの根こぶ病抵抗性品種「房の花」の育成経過と特性. 千葉暖地園試研報 **16**: 19-26
- 満田幸恵・新本洋士・小堀真珠子・津志田藤二郎(2002)高速液体クロマトグラフィーによる野菜のカロテノイドおよびクロロフィルの同時分析. 日食科工誌 **49** (7): 500-506
- 村上圭一・篠田英史・中村文子・後藤逸男(2005)転炉スラグのアブラナ科野菜根こぶ病防除効果に及ぼす殺菌剤の影響. 土肥誌: **76** (1) 59-61
- SEAMAN, W. L., J. C. Walker and R. H. Larson (1963) A New Race of *Plasmodiophora brassicae* Affecting Badger Shipper Cabbage. Phytopathology. **53**: 1426-1429
- 柴戸靖志・林田達也・小田原孝治・浜地勇次・森藤信治・松江勇次・比良松道一(1999)ナバナ新系統「豊前1号」の特性. 福岡農総試研報 **18**: 68-71.
- 柴戸靖志・林田達也・浜地勇次・尾形武文(2001)福岡県京築地域のアブラナ科野菜から分離された根こぶ病菌の病原性. 福岡農総試研報 **20**: 53-57.

第4表 「はるかな」の根こぶ病抵抗性

試験場所	品種・系統名	発病株率 (%)	発病評点	発病指数
行橋市	はるかな	30	0.5	11
	豊前1号	100	2.6	84
築上町	はるかな	18	0.2	5
	豊前1号	93	2.4	75

1) 2004年9月6日播種, 10月1日定植. 2005年1月24日調査

- TANAKA, S., Y. Sakamoto, K. Kajiya, K. Fujieda, K. Katamoto and Y. Nishi (1991) Pathogenicity of Three Isolates of Clubroot Fungus Attacking Clubroot-Resistant Cultivars of Chinese Cabbage. Bull. Fac. Agris. Yamaguchi Univ. **39** : 113-122
- WILLIAMS, P. H. (1966) A system for the determination of races of *Plasmodiophora brassicae* that infect cabbage and rutabaga. Phytopathology. **56** : 624-626
- 吉川宏昭・芦澤正和・飛驒健一 (1981) アブラナ科野菜の根こぶ病抵抗性育種に関する研究. Ⅲ. 根こぶ病抵抗性の早期検定法. 野菜試報 **A8** : 1-21.
- 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. 野菜茶試研報 **A7** : 1-164.