

## 稲縞葉枯病抵抗性同質遺伝子系統「ハツシモ岐阜 SL」の育成と栽培法について

荒井 輝博・山田 隆史・吉田 一昭\*

Breeding of rice stripe disease resistance isogenic line “Hatsushimo gifu SL” and cultivation method for the variety.

Teruhiro Arai, Takashi Yamada and Kazuaki Yoshida

要約 水稲品種「ハツシモ」に戻し交雑により縞葉枯病抵抗性遺伝子を導入し縞葉枯病抵抗性同質遺伝子系統「ハツシモ岐阜 SL」を育成した。縞葉枯病抵抗性を有する「岐系 164号」を一回親、「ハツシモ」を反復親とし、5回の戻し交雑を行った。「ハツシモ岐阜 SL」の品種特性は「ハツシモ」と比較して、出穂、成熟期はほぼ同等、稈長は2～3cm短く、穂長は同等、穂数および収量は多くなった。千粒重は約1g小さくなった。また、「Modan」由来の縞葉枯病抵抗性遺伝子 *Stvb-i* を有するため、縞葉枯病の発病は認められなかった。

栽培特性を把握するために、緩効性肥料を用いた栽培試験を行ったところ、基肥:被覆尿素肥料 30日タイプ (N4kg/10a)+穂肥:緩効性肥料(N4kg/10a)区で最も多収であり、千粒重も確保できることが分かった。

キーワード：稲、ハツシモ岐阜 SL、ハツシモ、縞葉枯病抵抗性、戻し交雑、同質遺伝子系統

### 緒言

岐阜県の水稲奨励品種「ハツシモ」は、県南西部の岐阜、西南濃地域を中心に作付され、その作付面積は8,541ha(作付比率34.6% 平成21年度)<sup>1)</sup>と全国銘柄のコシヒカリを上回る(作付比率 31.6%) 本県の水稲の主要品種となっている。

「ハツシモ」は農林省農事試験場鴻巣試験地において、母本が「東山 24号」、父本が「近畿 15号」として昭和10年に人工交配が行われ、昭和13年にその雑種第3代種子を、農林省指定水稲新品種育成試験を行っていた岐阜県農事試験場および指定試験を引き継いだ安城農事改良実験所において選抜・固定が行われ、昭和18年に「東山 50号」として配布開始、昭和25年に品種登録され、同年に本県の奨励品種に採用された<sup>2)</sup>。

「ハツシモ」は晩生、長稈で倒伏しやすい大

粒、良食味等の特性を有するが、特に問題となるのは縞葉枯病抵抗性を有しないことである。

本県ではヒメトビウンカが媒介するウイルスによる縞葉枯病が多発しており、平成17～21年まで続けて縞葉枯病に関する発生予察注意報が発令されている。縞葉枯病に対しては、育苗箱や本田における防除が行われているが、防除を行っても被害が十分に防げない場合もあり、政策的にも進められている減農薬栽培や安定的な食料生産の面からも憂慮すべき問題となっている。「ハツシモ」の栽培において、縞葉枯病を防ぐには殺虫剤による防除の他、インド型品種「Modan」に由来する縞葉枯病抵抗性遺伝子「*Stvb-i*」の導入が有効である<sup>3)4)</sup>。この遺伝子を持つ抵抗性品種は多く作出されており、本県の奨励品種である「あさひの夢」、「モチミノリ」の縞葉枯病抵抗性もこの遺伝子に由来するものである。

しかしながら、長年「ハツシモ」に慣れ親し

\*農業技術課

んできた消費者や生産流通現場にとって「ハツシモ」を縞葉枯病抵抗性の他品種に置き換えることは、大きな抵抗があると予想された。

そこで当センター(当時は岐阜県農業総合研究センター)では平成8年から戻し交雑によるハツシモ縞葉枯病抵抗性同質遺伝子系統の育成を開始した。この交配方法により、縞葉枯病抵抗性遺伝子以外はほぼ原品種「ハツシモ」に類似する系統が作出できた。

本報告では、ハツシモ縞葉枯病抵抗性同質遺伝子系統として育成された「ハツシモ岐阜 SL」の育成経過と2007～2009年に行われた栽培試験について報告する。

### 1. ハツシモ縞葉枯病抵抗性同質遺伝子系統「ハツシモ岐阜 SL」の育成

ハツシモに縞葉枯病抵抗性を導入し、縞葉枯病抵抗性同質遺伝子系統を作出するために戻し交雑を行った(図1)。縞葉枯病抵抗性を有する1回親として岐系164号(月の光/ミネアサヒ//関東144号)を母本に、ハツシモを父本として1996年～2003年にかけて計6回交配した(交配組み合わせ 岐系164号/6\*ハツシモ)。得られたBC5F1世代を2004年に圃場展開して、縞葉枯病抵抗性を有し、草型がハツシモに似ている31個体を選抜した。2005年～2006年にかけて系統選抜を行い有望な1系統をGP283と命名した。2007年から所内水田で生産力検定を行い、2007年にGP283に岐系200号を付与し、2008年より現地試験を開始した。現地試験においても縞葉枯病抵抗性の有効性が確認され、「ハツシモ」と類似すると認められたため(図2,3)、2008年3月28日に農林水産省に品種登録出願を行い、2011年2月15日に品種登録された(品種登録番号 第20348号)。

なお、品種名はこれまで育成されている同質遺伝子系統の命名法に準拠して「ハツシモ(原品種名)」「岐阜(育成地)」+「SL(導入された形質)」の形で命名した。導入された形質である「SL」は縞葉枯病抵抗性 Stripe resistance Line の略である。

### 2. 「ハツシモ岐阜 SL」の品種特性

[材料および方法]

奨励品種決定調査試験は2007～2009年にか

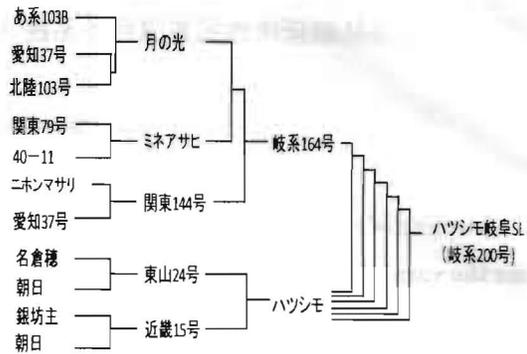


図1 ハツシモ岐阜SLの系譜図



図2 草姿の比較



図3 玄米の比較

けて行った。ここでは「ハツシモ」の主たる作付け時期である6月上旬移植(普通期移植)について記載する。耕種概要を表1に示した。播種量は乾籾で150g/箱とし、移植は機械移植で行った。縞葉枯病に関する防除は8月上旬の本田における1回のみとし、箱施肥は行わなかった。

調査項目は出穂期、成熟期、稈長、穂長、穂数、玄米収量、千粒重、整粒率、玄米タンパク質含量とした。また参考としてN社製近赤外分析機による食味の評価数値であるHONを計測した。また、縞葉枯病および葉いもち病特性検定を行った。縞葉枯病特性検定については箱施薬を省略して本田に移植し、罹病株率を調査した。葉いもち病特性検定は、岐阜県中山間農業研究所に依頼した。検定はビニールハウス内の育苗箱に籾を播種し、適宜散水しながら自然感染によるいもち病の発生を評価した。

表1 奨励品種決定調査の耕種概要

年次	播種日	移植日	肥料区(N kg/10a)		株間× 条間 (cm)	箱施薬	
			基肥 穂肥				
			水 準	IB050 IB4			
2007	5/19	6/11	標準	4	4	18.3×	無し
2008	5/20	6/10	標準	4	4	30	
2009	5/22	6/11	多肥	6	4	30	

## [結果]

6月上旬の普通期栽培における「ハツシモ岐阜SL」と「ハツシモ」の特性について3カ年の平均値を表2に示した。

「ハツシモ岐阜SL」は「ハツシモ」と比較して、出穂期は-1～±0日、成熟期は±0～+1日で同程度であった。稈長は、2～3cm程度短く、穂長はほぼ同等、穂数は9～15%多くなった。収量は13～24%多くなった。千粒重は1g程度小さくなった。整粒率はやや高くなった。玄米タンパク質含量はやや高いため、近赤外分

析機による食味に関する評価値HONの値はやや低くなったが、食味官能検査では有意な差は認められなかった(表3)。

「ハツシモ岐阜SL」について施肥量の多少で比較すると、多肥区は稈長が4cm長く、穂数は11%増加した。これにより収量が4%増加した。千粒重、玄米タンパク質含量はほぼ同じであった。このような傾向は「ハツシモ」も同様であったが、多肥栽培における収量の増加量は「ハツシモ」の方が大きかった。

特性検定においては、自然感染による縞葉枯病抵抗性検定(表4)の結果、「ハツシモ」の罹病株率が50%を超えるのに対して、「ハツシモ岐阜SL」は0%であり、縞葉枯病抵抗性遺伝子の導入が有効であることが分かった。また、DNAマーカー<sup>5)</sup>を用いた検定でも縞葉枯病抵抗性を有することが確認された。一方、穂いもち病圃場抵抗性遺伝子Pb1は、DNAマーカー<sup>6)</sup>による検定では検出できなかった。さらに葉いもち病圃場抵抗性(表5)は「弱」と判定されたため、いもち病に対しては従来の「ハツシモ」と同程度に弱いと考えられる。

なお、縞葉枯病抵抗性および穂いもち病抵抗性を判定するDNAマーカー検定は(独)農研機構北海道農業研究センターおよび愛知県によって開発されたマーカーの使用許諾を受けて行った(特許番号 第3069662号、第3153889号)。

表2 奨励品種決定調査<sup>1)</sup>におけるハツシモ岐阜SLとハツシモの比較(2007～2009年)

品種名	施肥 水準	出穂期 (月/日)	成熟期 (月/日)	稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 (本/m <sup>2</sup> )	玄米 収量 (kg/10a) 2)	収量 比較	千粒 重 (g)	整粒 率(%) 3)	玄米タ ンパク 質含量 (%) 4)	HON 4)
ハツシモ岐阜SL	標準	8/31	10/5	82	20.8	302	495.3	124	25.1	84.8	7.5	81.0
ハツシモ		9/1	10/5	84	20.9	277	400.0	100	26.4	81.4	6.9	85.4
ハツシモ岐阜SL	多肥	8/31	10/7	86	20.8	336	519.3	113	25.2	82.8	7.5	80.0
ハツシモ		8/31	10/6	89	21.0	292	458.7	100	26.3	79.1	7.0	84.8

1)移植日 6月11日(3カ年平均) 2)篩目1.85mm 3)K社製米粒判定機RN500 4)N社製近赤外分析機NIR6500

表3 食味官能試験<sup>1)</sup>

年次	味	粘り	硬さ	総合	水分(参考)
2007	0.1 <sup>2)</sup> n.s. <sup>3)</sup>	-0.05 n.s.	0 n.s.	0.1 n.s.	11.7
2008	-0.2 n.s.	-0.16 n.s.	-0.25 n.s.	-0.1 n.s.	13.4

1)6月上旬移植、パネラー数:2007年19名、2008年20名

2)ハツシモを基準値0とし、+3～-3の7段階で評価

3)t-検定 5%水準

表4 箱施肥防除の省略による縞葉枯病罹病株率

品種名	罹病株率 (%) <sup>1)</sup>	
	2008年	2007年
ハツシモ岐阜SL	0.0	0.0
ハツシモ	80.0	52.0

1)50株、4反復の平均値

表5 葉いもち検定<sup>1)</sup>

品種名	7月15日	7月24日	8月1日	判定
ハツシモ岐阜SL	2.2 <sup>2)</sup>	4.0	3.8	弱
コシヒカリ	1.6	3.4	4.0	弱

1)岐阜県中山間農業研究所 2008年実施

2)発病程度 0~10の11段階

### 3. 「ハツシモ岐阜 SL」の栽培特性

#### [材料および方法]

「ハツシモ岐阜 SL」の栽培特性を検討するために、肥料の種類および栽植密度との関係を検討した。肥料は IB 態窒素を 10%有する緩効性肥料および被覆尿素肥料(30 日タイプ、90 日タイプ)の 3 種類を用いた。栽植密度は 3 水準とした。

表 6 に施肥区および栽植密度の概要を示した。試験は水稻連作条件で行った。調査項目は奨励品種決定調査と同じとした。

#### [結果]

表 7 に 3 カ年の平均値を示した。但し肥料水準 4(緩効性肥料+被覆尿素肥料 90 日タイプ)は 2 カ年の平均値である。

出穂期は、肥料水準 4 以外では、株間の狭い栽植密度 18.2 株/m<sup>2</sup> 区が 1 日早くなった。成熟期は株間の広い 11.2 株/m<sup>2</sup> 区が遅くなる傾向にあった。稈長は明確な傾向が認められなかった。m<sup>2</sup> 当たり穂数は同一肥料水準内では、栽植密度が大きいほど多くなった。また穂数が多くなると、肥料水準 4 区以外の収量は高くなる傾向になった。

千粒重は、被覆尿素肥料 90 日タイプを含む区は 25g 未満となり、小さくなる傾向にあった。

表6 施肥と栽植密度の概要<sup>1)</sup>

肥料水準	試験年次	基 肥 (N kg/10a)	穂 肥 (N kg/10a)	栽植密度 (株/m <sup>2</sup> )
1	2007~2009	緩効性肥料 (IB)	4	各区共通
2	2007~2009	被覆尿素肥料 <sup>2)</sup> 30日タイプ	4	18.2
3	2007~2009	被覆尿素肥料90日タイプ	無し	12.7
4	2008~2009	緩効性肥料(IB)+被覆尿素肥料90日タイプ	無し	11.2

1)移植期 2007年 6/8, 2008年 6/12, 2009年 6/5 2)被覆尿素は初期抑制型

また、千粒重と収量との相関は高くなかった。

一方、千粒重と玄米タンパク質含量は有意な正の相関( $r=0.90^*$  \*は 5%水準で有意)が認められた(図 4)。

### 4. 総合考察

水稻品種「ハツシモ」は 60 年の長きにわたり、岐阜県の奨励品種として作付けされてきた。岐阜県における縞葉枯病の被害は 1960 年には「甚」と報告されおり<sup>7)</sup>、「ハツシモ」もその被害に遭い続けてきたと思われる。

今回「ハツシモ」に導入された縞葉枯病抵抗性遺伝子 Stvb-i が報告されたのは、1960 年代のことである<sup>3)4)</sup>。その後この遺伝子を用いた縞葉枯病抵抗性品種は数多く育成されているが、これまでのところ抵抗性の崩壊についての報告はなく、安定した特性を発揮している。

今回育成した「ハツシモ岐阜 SL」についても、縞葉枯病の発生が見られず(表 4)、縞葉枯病抵抗性を有することが確認された。

「ハツシモ岐阜 SL」は「ハツシモ」に比べ、m<sup>2</sup> 当たり穂数がやや多くなっているが(表 2)、これは縞葉枯病抵抗性を有するため、縞葉枯病による茎数の減少が抑えられ有効茎歩合が高まったことによると思われる。また、多肥栽培によっても茎数の増加が見られた。これにより、「ハツシモ」に比べて玄米収量が増加する結果になったと考えられる。

また、「ハツシモ岐阜 SL」は玄米タンパク質含量がやや高くなる傾向であった(表 2)。タンパク質含量は含量が高いと食味は劣るとされるが、米の食味計は主としてタンパク質含量を基に食味を点数化する方式である。従って「ハツシモ岐阜 SL」の食味が食味計により判定される場合、不利な形質になると思われる。一方、実際に試食して評価を行う官能検査では年次によって若干のばらつきがあったが、「ハツシモ」と変わらないという評価が得られた(表 3)。

表7 施肥水準と栽植密度がハツシモ岐阜SLの特性に及ぼす影響

肥料 水準 1)	栽植 密度 株/m <sup>2</sup>	出穂期 月/日	成熟期 月/日	稈長 cm	穂長 cm	穂数 本/m <sup>2</sup>	玄米 収量 kg/10a 2)	千粒重 g	整粒率 % 3)	玄米タン パク質 含量 % 4)	HON % 4)
1	11.2	9/1	10/8	86	21.1	246	461	25.1	84.8	7.3	84.3
	12.7	9/1	10/7	85	21.4	248	475	25.7	85.8	7.5	81.5
	18.2	8/31	10/7	81	20.8	250	432	25.0	83.4	7.1	85.6
2	11.2	9/1	10/9	84	21.4	244	470	25.3	85.5	7.0	86.8
	12.7	9/1	10/7	87	21.4	273	468	25.7	86.3	7.5	80.7
	18.2	8/31	10/8	86	20.9	302	498	25.2	84.7	7.1	86.3
3	11.2	9/2	10/10	84	20.2	270	474	24.2	83.6	6.8	89.1
	12.7	9/2	10/9	86	19.9	297	484	24.3	83.6	6.9	88.8
	18.2	9/1	10/9	83	20.0	329	493	24.1	84.2	6.9	88.4
4	11.2	9/3	10/13	82	19.3	278	453	23.7	85.1	6.9	87.9
	12.7	9/3	10/13	82	19.4	279	455	24.0	85.1	6.6	90.4
	18.2	9/3	10/12	81	19.3	297	449	23.9	83.7	6.8	89.0

1)1～3区は3か年、4区は2か年の平均値 2)篩目1.85mm 3)K社製米粒判別器RN500  
4)N社製近赤外分析計NIR6500

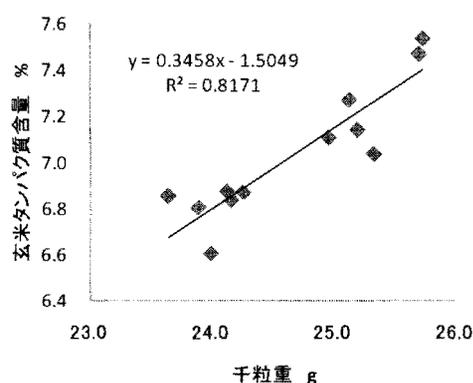


図4 千粒重と玄米タンパク質含量の関係

このことから、食味計の点数で「ハツシモ岐阜 SL」の評価を行う場合には、過小評価される恐れがあるため、注意を要すると考えられる。

基肥として被覆尿素肥料を用いた場合、緩効性肥料に比べ玄米タンパク質含量は低い傾向を示した(表7)。特に90日タイプを用いて穂肥を省略した場合には7%未満となり、その結果、HONの値も高くなった(表7)。しかしながら、90日タイプの場合、千粒重が25g未満になり、「ハツシモ」に比べやや小さい値と思われる。

千粒重の目標値を25gとすると、図4の回帰式から、玄米タンパク質含量は約7.1%となる。

岐阜県水稻栽培指針<sup>8)</sup>によると、ハツシモの玄米タンパク質含量の目標値は7%であり、千粒重の目標を25gとすれば、概ね達成できる。

これらのことを踏まえて、千粒重が25g以上、多収、玄米タンパク質含量が7%程度を目安と

すると、「ハツシモ岐阜 SL」の栽培法として今回の設定した試験区では、肥料水準2、すなわち基肥に被覆尿素肥料(N4kg/10a)と穂肥に緩効性肥料(N4kg/10a)を用い、栽植密度18.2株/m<sup>2</sup>とする場合が最適と考えられる。

#### 引用文献

- 1)岐阜県(2010)平成22年度主要農作物奨励品種特性表
- 2)岐阜県米麦改良協会(1983)水稻品種「ハツシモ」の育成経過と実績
- 3)桜井義郎, 鳥山国土, 鷲尾養, 江塚昭典(1964)イネ縞葉枯病抵抗性品種 St. No. 1 について, 日本植物病理学会報 29(2):75
- 4) Washio O., A. Ezuka, Y. Sakurai and K. Toriyama(1967) Studies on the breeding of rice varieties resistant to stripe disease I. Varietal difference in resistance to stripe disease 育種学雑誌 17(2):91-98
- 5)Sato, K. Saito, N. Sugiura, N. Hayashi, T. Tsuji, T. Izawa and M. Iwasaki (2000) Identification of a RFLP Marker Tightly linked to the Panicle Blast Resistance Gene, *Pb1*, in Rice. Breed. Sci. 50:183-188
- 6)早野由里子・斎藤浩二・藤井潔・遠山孝通・辻孝子・杉浦直樹・井澤敏彦・岩崎真人(2000)イネ縞葉枯病抵抗性遺伝子 *Stvb-i* を検出する SCAR マーカー 育種学研究 2:67-72
- 7)鳥山重光(2010)水稻を襲ったウイルス病-縞葉枯病の媒介昆虫と病原ウイルスの実像を探る- 創風社

8) 岐阜県農林水産局農業指導課 (2001) 岐阜県水稻栽培指針

#### Abstract

We developed a rice variety 'Hatsushimo gifu SL' (as follows SL) that has the character of rice stripe disease resistance. We crossed 'Gikei 164 gou' as the donor parent and 'Hatsushimo' as the recurrent parent. The 'Gikei 164 gou' has a rice stripe disease resistance gene '*stvb-1*'. The SL was obtained from five times backcrosses by 'Hatsushimo'.

The SL has the 2.3cm shorter culm length and its thousand kernel weight was about 1g less, compared with 'Hatsushimo'. The heading date, maturing date and panicle length were same. And the SL shows resistance to rice stripe disease, obviously.

Furthermore, we examined the effect of some kinds of slow-release fertilizer in cultivation system of the SL. The highest yield was gained at the experimental field putting the fertilizer combination of 30-day controlled-release coated urea fertilizer as a basal and slow-release fertilizer as top dressing at panicle formation. Moreover, thousand kernel weight of the SL was heavy enough using the fertilization system.

#### Keyword

Rice, Hatsushimo gifu SL, Hatsushimo, Rice stripe disease resistant, Back cross, Isogenic line