

飼料用水稲新品種「兵庫牛若丸」の育成

松本 純一*・澤田 富雄**・田中萬紀穂*

要 約

兵庫県としては初めての、飼料用水稲新品種「兵庫牛若丸」を育成した。

- 1 「兵庫牛若丸」は、「金南風」と比べて、ほぼ同熟の中生の晩、短稈で穂長は長く穂数は少ない、短稈穂重型うるち種である。見かけの品質は不良であるが、ごく多収である。
- 2 倒伏にごく強い。いもち病の発生は少なく、縞葉枯病にも抵抗性である。
- 3 地上部収量が多く、粗繊維含量、可消化養分総量含量は、近中四農研育成のホールクロップサイレージ用品種「ホシアオバ」と比べて遜色はなく、飼料用としての適性が高い。
- 4 湛水直播栽培での出芽性に優れる。また、バイオマスエネルギー源としての利活用も期待できる。

Breeding of New Rice Variety for Whole Crop Silage Fodder "Hyogo-ushiwakamaru"

Jun-ichi MATSUMOTO, Tomio SAWADA and Makiho TANAKA

Summary

We bred a new late-medium maturing non-glutinous rice variety 'Hyogo-ushiwakamaru'.

- (1) Heading and maturing date of 'Hyogo-ushiwakamaru' is similar to 'Kinmaze', its maturity is classified as late-medium maturity in Hyogo prefecture. The culm length of this variety is similar to that of 'Kinmaze', but panicle length is longer than 'Kinmaze'. The panicle number per unit area is less than 'Kinmaze', and the plant type is the panicle weight type. Its yielding ability is superior to that of 'Kinmaze', but its appearance grade of brown rice is remarkably inferior to that of 'Kinmaze'.
- (2) The lodging resistance of 'Hyogo-ushiwakamaru' is superior to that of 'Kinmaze'. 'Hyogo-ushiwakamaru' shows to be little appearance of blast disease, and is resistant to rice stripe disease.
- (3) Whole-crop yields, fibers and total digestible nutrients content in 'Hyogo-ushiwakamaru' are almost same as those in 'Hoshiaoba'.
- (4) Budding of 'Hyogo-ushiwakamaru' is good under direct seeding cultivation on flooded paddy field. Further more, 'Hyogo-ushiwakamaru' is expected for using as source of biomass energy.

キーワード：水稲，育成，飼料用，耐病性，多収

緒 言

飼料稲の栽培は、飼料自給率の向上と水田の有効利用とともに、稲作農家が稲の栽培技術や機械をそのまま利用できる観点からみて重要である。

これまで飼料稲の育成は、主として子実を対象とした多収性品種の育成を目的として行われてきた。しかし、最近では、栄養価の面から稲醗酵粗飼料（ホールクロップ

サイレージ・以下 WCS）が注目されており、その用途において要求される特性としては、家畜の嗜好性や栄養価が高いことはもちろんであるが、地上部収量が多く、強稈で直播栽培に向くこと、また、農薬の使用を抑制するため高度の耐病虫性を有することなどがあげられる。

兵庫県では1993年から中国広東省と水稲育種に関する共同研究を実施している⁹⁾が、広東省から分譲された多収性の品種（インディカ稲）と日本稲を交配した雑種後代から、上記の特性に適合した系統を育成したので報告する。

2007年8月30日受理

* 兵庫県立農林水産技術総合センター農業技術センター

** 現兵庫県立農林水産技術総合センター北部農業技術センター

材料及び方法

1 育種素材と育成の経過

本品種の系譜は図1に示すとおりで、1994年兵庫県立中央農業技術センター農業試験場において「水稻中間母本農4号」(以下「中母農4号」と略称)を母本として、「特青」を交配したものである。

母本の「中母農4号」は、農林水産省農業研究センターにおいて「あそみのり」にトピロウンカ抵抗性遺伝子 *bph2* をもつ半矮性インド型品種「IR1154-243」を交配し、さらに「あそみのり」を反復親として2回戻し交配して得られた中間母本である²⁾。また、父本の「特青」は、1984年に中国広東省農業科学院水稻研究所で「叶青伦」と「特矮」を交配して育成された、強稈で、強度のいもち病抵抗性をもつ、多収性のインディカ品種である。

育成の経過は図2に示したとおりである。

交配：1994年に「中母農4号」を母本とし「特青」を交配して、10粒の種子を得た。

F₁：1995年、10個体を栽植して、8個体を収穫した。

F₂：1996年、8系統計2,544個体を栽植して、圃場選抜を行った。72個体を収穫し、これについて室内調査を行い、30個体を選抜した。

F₃：1997年、30系統を栽植して、極早生の3系統を除く27系統から25系統を圃場選抜し、室内調査により19系統から74個体を選抜した。

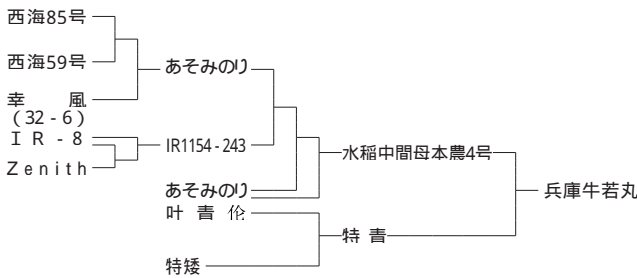


図1 「兵庫牛若丸」の系譜

F₄：1998年、19系統群74系統を栽植して、34系統を圃場選抜し、室内調査により28系統計69個体を選抜した。

F₅以降：系統選抜法により選抜・固定を図り、2001年、F₇世代から「944-6」の系統番号を、2004年に「兵系飼78号」の系統名をそれぞれ付した。2006年で雑種第12代(F₁₂)である。

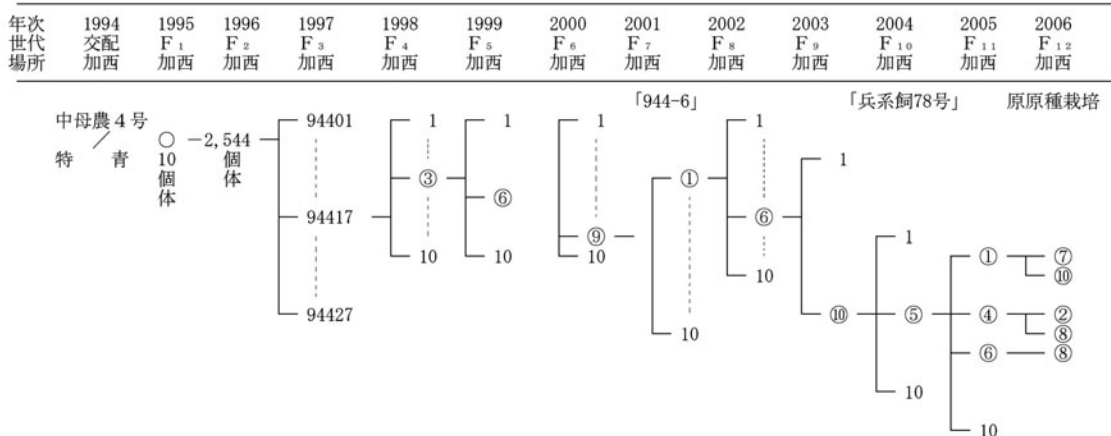
各世代において、圃場では出穂期(晩限9月5日)、穂揃いの良否を主体に、また、室内調査では収量性と外觀品質を重点に調査して、選抜を行った。なお、F₂世代における室内調査で見かけの外觀品質が不良であったため、これらの後代は食用としてではなく、飼料用稲として育成することとした。

各世代いずれの年も5月18~25日に播種し、6月20~24日に1株1本植えの手植栽培(栽植密度25×20cm)として本田に移植した。F₃世代以降の1系統あたりの株数は50株とし、肥料は基肥(代かき前)のみで、N, PO₅, K₂O各成分0.6kg/aを施用した。

なお、品種登録については、出願品種の名称を「兵庫牛若丸」として出願し、2005年12月12日付けで受理、2006年7月13日付けで出願公表されている。

2 品種特性

系統番号を付した後、2001年、2003年、2004年に「金南風」を比較品種として、一般うるち米としての生産力検定調査に供試した。一方、飼料稲としての適性を検討するために、2002年に湛水直播で、2003年、2004年に機械移植で、それぞれ栽培して、近畿中国四国農業研究センター育成の飼料稲品種「ホシアオバ」³⁾を比較品種として、生育、収量、飼料成分を比較した。なお、飼料成分については飼料分析基準(平成7年11月15日付け畜B第1660号畜産局長通達)により、乾物中の粗タンパク質、粗脂肪、粗繊維、可溶無窒素物、粗灰分をそれぞれ調査



注) 丸数字は選抜した個体番号を示す。

図2 「兵庫牛若丸」の育成経過

表1 「兵庫牛若丸」の生育調査成績

品種系統名	試験年次	出穂期 月・日	成熟期 月・日	結実日数 日	稈長 cm	穂長 cm	穂数		障害の多少				
							m ² 本	倒伏程度	葉いもち	穂いもち	紋枯病	縞葉枯病	
兵庫牛若丸	2001	8.26	10.11	46	74	19.2	302	0.0	0.0	0.0	1.5	0.0	
	2003	8.30	10.15	46	79	19.3	314	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
	2004	9.3	10.26	53	70	18.5	345	0.5	0.0	0.0	1.5	0.0	
	平均	8.30	10.17	48	74	19.0	320	0.2	0.0	0.0	1.0	0.0	
(比)金南風	2001	8.28	10.10	43	78	18.1	397	0.0	0.0	0.0	2.5	0.0	
	2003	8.29	10.13	45	71	18.2	439	1.8	0.3	0.0	1.8	0.0	
	2004	9.1	10.24	53	70	17.9	410	4.5	0.0	0.0	3.0	0.0	
	平均	8.30	10.16	47	73	18.1	415	2.4	0.1	0.0	2.3	0.0	

注) 障害の多少は立毛観察による0:無~5:甚の6段階評価

表2 縞葉枯病耐病性検定(近畿中国四国農研、2003年)

品種系統名	病徴型						病徴無	調査苗数	発病指数	杜稲比率	判定
	A	B	Bt	Cr	C	D					
兵庫牛若丸	0	0	0	0	2	2	26	30	1.7	4.5	R
St No. 1	0	0	0	1	0	0	29	30	1.3	3.6	R
農林8号	12	7	3	0	0	0	7	30	66.9	180.1	S
陸稲農林11号	0	0	0	0	0	0	30	30	0.0	0.0	R
杜稲	3	6	4	0	0	0	14	30	37.1	100.0	S

注) 病徴型は山本ら¹⁰⁾の各段階の基準によって分類した。

杜稲を100とした時の発病指数比によって判定を行った。0~29をR, 30~59, 60以上をSとした。

$$\text{発病指数} = \frac{100A + 80B + 60Bt + 40Cr + 20C + 5D}{\text{調査苗数}} \times 100$$

(A, B, Bt, Cr, C, D は各病徴型の個体数)

表3 「兵庫牛若丸」の特性調査成績(2001年, 2003年, 2004年)

品種系統名	稈		芒		芒および		粒着 粗密	脱粒の		玄米		
	細太	剛柔	多少	長短	ふ色	ふ先色		難	易	形状	大小	色
兵庫牛若丸	やや太	剛	ごく稀	短	黄白	黄白	中	易	長	中~小	中	不良
(比)金南風	中	やや剛	少	中	白	白	中	中	中	中~小	中	やや不良

表4 「兵系牛若丸」の収穫物調査成績

品種系統名	試験年次	収量					玄米			
		籾重 kg/a	籾摺歩合 %	精玄米重 kg/a	同左比率 %	屑米重 kg/a	容積重 g/L	千粒重 g	玄米品質	
兵庫牛若丸	2001	89.0	74	65.5	112	3.1	764	21.5	9.0	
	2003	86.7	76	66.1	120	2.2	764	21.6	9.0	
	2004	71.7	75	53.0	127	2.3	761	20.5	9.0	
	平均	82.5	75	61.5	121	2.5	763	21.2	9.0	
(比)金南風	2001	74.7	78	58.6	100	2.5	837	22.9	3.5	
	2003	72.4	76	55.1	100	3.4	796	22.2	6.0	
	2004	56.5	74	41.6	100	4.8	808	21.1	7.0	
	平均	67.9	76	51.8	100	3.6	814	22.1	5.5	

注) 品質は1(上上)~5(中中)~9(下下)

した。可消化養分総量(TDN)は下記の式により算出した。

$$\text{TDN} = (\text{CP}(\%) \times \text{消化率}(\%) + \text{EE}(\%) \times \text{消化率}(\%) \times 2.25 + \text{NFE}(\%) \times \text{消化率}(\%) + \text{CF}(\%) \times \text{消化率}(\%)) \times 0.01$$

CP:粗タンパク質含量, EE:粗脂肪含量, NFE:可溶無窒素物, CF:粗繊維, 消化率はイネサイレーヅ黄熟期の値で,それぞれ :51, :61, :70, :48.

また,品種特性の一つとして,倒伏との関係が深いと

される,根の生育状態⁴⁾について調査した。試験は,田村らの方法³⁾によって行った。播種ケースとして,市販の音楽用CDケース(縦12.5×横13.5×厚さ0.8cm)を各品種・系統について3ケースずつ用いた。このケースに育苗用培土(宇部粒状培土特2号)を各90gずつ充填した。2003年7月17日に,1ケースあたり鳩胸状態の浸種籾を1粒,深さ1cmに,播種後,CDケースを土中に埋め込み,以降降雨の影響を受けない側面を開放したガラスハウス内で栽培した。なお,水管理は生育期間中,地

表面に滞水する程度に推移させた。

結 果

1 品種特性

当センターにおける稚苗機械移植・標準肥栽培の調査成績は表1～3に示すとおりであった。

表5 根圏調査での発育様相(2003年)

品種系統名	乾物重(g)		根の発育様相
	地上部	地下部	
兵庫牛若丸	4.15	1.02	角度やや大き、伸び良好
(比)ホシアオバ	5.37	1.59	伸び悪く、まばらで角度小さい。
(参)キヌヒカリ	6.15	1.37	角度大き、伸び・根量中庸。

注)乾物重は3ケース(個体)の平均値

表6 飼料イネ適性試験(湛水直播・標準肥栽培、2002年)

品種系統名	生育						収量			飼料成分分析(乾物中%)					
	出芽数 本/m ²	出穂期 月・日	草丈 cm	稈長 cm	穂長 cm	穂数 本/m ²	生重 kg/a	乾物重 kg/a	同左比率 %	粗タン パク質	粗脂肪	粗繊維	可溶無 窒素物	粗灰分	TDN
兵庫牛若丸	156	8.30	120	93	18.1	504	402.3	163.4	116	4.98	1.53	26.57	56.35	10.57	55.3
(比)ホシアオバ	112	8.29	118	85	18.6	284	337.3	141.1	100	4.93	1.58	22.12	61.29	10.08	56.5
(参)クサホナミ	132	9.06	110	80	19.0	280	337.0	138.9	98	5.05	1.72	23.23	58.04	11.97	54.8
(参)クサノホシ	140	9.07	122	89	20.6	271	367.3	148.9	105	4.87	1.60	26.86	54.88	11.79	54.4

TDN:可消化養分総量

表7 飼料イネ適性試験(機械移植・標準肥栽培)

品種系統名	試験 年次	生育						収量			飼料成分分析(乾物中%)					
		出穂期 月・日	収穫期 月・日	草丈 cm	稈長 cm	穂長 cm	穂数 本/m ²	生重 kg/a	乾物重 kg/a	同左比率 %	粗タン パク質	粗脂肪	粗繊維	可溶無 窒素物	粗灰分	TDN
兵庫牛若丸	03	8.30	9.30	99	79	19.3	314	327.8	147.2	98	5.61	1.86	25.15	55.71	11.67	54.8
	04	9.03	10.04	95	70	18.5	345	358.1	132.4	111	7.90	2.04	26.91	50.97	12.18	53.4
(比)ホシアオバ	03	8.22	9.26	115	92	20.9	235	366.9	145.6	100	5.55	1.86	21.19	61.90	9.50	57.1
	04	8.28	9.28	119	87	19.6	293	375.3	118.8	100	6.91	1.46	26.01	53.69	11.93	53.8

TDN:可消化養分総量



図3 「兵庫牛若丸」(右)と「金南風」(左)



図4 兵庫牛若丸の籾(上)および玄米(下)

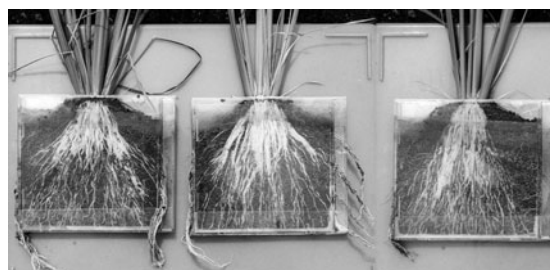


図5 根の伸長特性。「兵庫牛若丸」(左)、「キヌヒカリ」(中)、「ホシアオバ」(右)

出穂・成熟期ともに「金南風」とほぼ同程度で、本県では中生の晩に属する。稈長は「金南風」と同程度で、穂長は長く、穂数は少ない偏穂重型のうるち種である。倒伏にはごく強く、圃場におけるいもち病の発生はほとんど認められないが、抵抗性遺伝子については不明である(表1)。

また、近畿中国四国農業研究センターに、縞葉枯病耐病性検定を依頼した結果、縞葉枯病にも抵抗性であった(表2)。

稈の太さはやや太く、粗剛である。稀に芒が発生し、ふ色は黄白、芒およびふ先色も黄白であった。粒着の粗密は中程度、脱粒性は易であった(表3)。

子実収量は、3か年平均で「金南風」対比121%と、ごく多収であった(表4)。

玄米は長形の中～小粒で、千粒重は「金南風」より小さい。光沢は不良で、大きな腹白が発生し、見かけの品質はごく不良であった(表3,4,図4)。

根の伸長特性について、参考品種の「キヌヒカリ」は、開張角度は大きいですが、根の伸長程度および根量は中程度と観察された。比較品種の「ホシアオバ」は、根は太く地下部重は重いですが、開張角度は小さく、根の伸長も不良で、しかもまばらであった。これに対して「兵庫牛若丸」は開張角度がやや大きく、根の伸長も良好で、特に「ホシアオバ」で根の量が減る地表6cmより深い部分における根の量が多かった(表5,図5)。

2 飼料稲としての適性

WCS用品種である「ホシアオバ」と、生育・収量および飼料成分について比較し、飼料稲としての適性を調査した。結果は表6,7に示すとおりである。「兵庫牛若丸」は、湛水直播における出芽性は「ホシアオバ」より優れ、乾物重も同程度または多い。「兵庫牛若丸」の可消化養分総量(TDN)含量は55%程度であり「ホシアオバ」より少ない。粗繊維含量は「ホシアオバ」と同程度から多く、可溶無窒素物含量は少なかった。

考 察

米の生産調整強化により水田の3分の1を超える転作が実施されており、麦類・豆類・飼料作物等転作物の生産振興が図られているが、排水不足に起因する収量低下が著しく、極端な場合は耕作が放棄され、その結果、水田機能の低下、環境悪化につながっている。

一方、畜産農家では輸入粗飼料への依存度が高く、飼料価格の高騰等への懸念から自給率の向上が求められている。こうした状況のなかで、省力・低コスト栽培を前提に、飼料用水稲の多収栽培技術に好適な飼料稲品種の開発が急がれてきた。

このたび、中国広東省と兵庫県との水稲育種に関する共同研究から「兵庫牛若丸」を育成した。比較品種として供試した、近畿中国四国農業研究センター育成の「ホシアオバ」³⁾は、極穂重型で、強稈、多収で、飼料適性、直播適性を持つなど、WCS利用品種として飼料用水稲に適するとされている。「兵庫牛若丸」は、根の開張角度(張り方)、根の量といった根の生育状態から倒伏にごく強い⁴⁾。いもち病の発生も少なく、縞葉枯病にも抵抗性である。玄米は見かけの品質はごく不良であったが、このことは一般食用米との識別性を高めるうえで好都合といえる。また、地上部収量も多く、乾物重、粗繊維含量、可消化養分総量といった点からもWCSとしての適性

を備えている。佐藤^{5,7)}は1999年時点で、流通している粗飼料と競争可能な価格での生産をするために、飼料作物の水準に近い収量性と飼料品質が必要であり、飼料用水稲の育種目標として、乾物収量で1.5t～2.0t/10a、乾物あたりTDN含量55～65%を達成することを求めている。適性試験(湛水直播栽培)で参考品種として供試した「クサホナミ」⁵⁾はこの目標を達成しうる品種として育成され、「ホシアオバ」も同様である。「兵庫牛若丸」もこれらの品種と同等の特性を備えていることから、飼料用水稲としての適性が高いと考えられる。

このようなことから「兵庫牛若丸」は兵庫県で進めている飼料作物の増産、耕畜連携による家畜糞尿の有効利用、遊休農地の有効利用、さらにその多収性からバイオマスエネルギーへの利用等幅広い活用が期待できる。

「兵庫牛若丸」の熟期は、本県では中生の晩に属し、成熟期が10月中旬と遅いため、南部平坦地が主要な適応地帯と考えられる。ただ黄熟期前後に収穫するWCS栽培では、出穂期が9月初めであっても10月初旬には収穫期となる。そのため天候が不安定で、秋冷の到来が早い兵庫県北部平坦部でも十分栽培が可能である。

栽培に際しては、強稈で多収、いもち病の発生が少なく、縞葉枯病にも強いので、堆肥を有効利用した多肥栽培による、地上部収量の増加を図ることが可能である。また、出芽性も実用的には問題ない範囲と考えられるところから、湛水直播栽培による、低コスト・省力栽培の浸透が期待できる。一方、稈がやや太いので、ニカメイガの食入には注意が必要である。さらに、脱粒しやすいので、圃場への籾の脱粒、翌年における落ち生えの発生が懸念される。飼料稲を栽培した圃場では、次年度には食用米品種を作付けしないよう指導されているが、仮に作付けする場合には、冬期土壌処理除草剤の散布や、非選択性除草剤の播種後処理によって、脱粒籾や落ち生えの枯死を図る必要が考えられる¹⁾。また、本品種は出穂後20日頃から脱粒性が発現しはじめるので、この乳熟期に収穫する方法も考えられる。ただし、この場合は収量の減少が考えられるので、肥効による地上部収量の確保が重要である。

謝 辞

イネ縞葉枯病耐病性検定を実施していただいた、独立行政法人 農業・食品産業技術総合研究機構 近畿中国四国農業研究センター・前田英郎主任研究官(現農研機構 作物研究所)、飼料成分分析を実施していただいた元兵庫県立農林水産技術総合センター畜産技術センター 家畜部・秋田 勉主任研究員に深く感謝いたします。

引用文献

- (1) 石井俊雄 (1999): 水稻不耕起乾田直播栽培における " 落ち生え " 防除 - 稲わらの処理・非選択性除草剤の散布時期・土壌処理剤の検討: 雑草研究 44 (別号), 118-119
- (2) 金田忠吉・根本 博・池田良一・横尾政雄・小林陽・池橋 宏・滝田 正 (1986): トピイロウンカ抵抗性遺伝子 *bph2* をもつ水稻中間母本農 4 号の育成: 農研センター研報 6, 19-32
- (3) 前田英郎・春原嘉弘・飯田修一・松下 景・根本博・石井卓朗・吉田泰二・中川宣興・坂井 真・星野孝文・岡本正弘・篠田治躬 (2003): 飼料用水稲新品種「ホシアオバ」の育成: 近中四農研報 2, 83-92
- (4) 宮坂 昭 (1976): 作物 その形態と機能 (農業技術協会) 下巻 184-195
- (5) 坂井 真・井辺時雄・根本 博・堀末 登・中川宣興・佐藤宏之・平澤秀雄・高館正男・田村和彦・安東郁男・石井卓朗・飯田修一・前田英郎・青木法明・出田 収・平林秀介・太田久稔 (2003): 飼料用水稲新品種「クサホナミ」の育成: 作物研報 4, 1-15
- (6) 佐藤純一 (1999): 飼料イネ技術確立の必要性和今後の方向 (1): 畜産の研究 53, 3-8
- (7) 佐藤純一 (1999): 飼料イネ技術確立の必要性和今後の方向 (2): 畜産の研究 53, 238-242
- (8) 田村 晶・大江真道・山口俊彦・三本弘乘 (1995): 簡易調査法による水稻根系の品種比較: 日本作物学会記事 (別2), 281-282
- (9) 田中萬紀穂・澤田富雄・吉川年彦・西田清数・張旭・陳 友訂・黄衣 榮・刘 彦卓 (1996): 中国広東省における日本水稻品種の出穂と生育: 兵庫農技研報 (農業) 44, 25-26
- (10) 山本隆一・堀末 登・池田良一 (1995): イネ縞葉枯病抵抗性: イネ育種マニュアル: 農業研究センター研究資料 30, 22-28