

縞葉枯病抵抗性で糖含有率が高い稲発酵粗飼料専用品種 「つきすずか」の育成

中込弘二・出田収・重宗明子・松下景¹・春原嘉弘²・石井卓朗³・飯田修一⁴

キーワード：品種，イネ，稲発酵粗飼料，高糖分，縞葉枯病，短穂，つきすずか，WCS

目 次

I 緒 言	41	IV 栽培適地および栽培上の留意点	48
II 育成経過	42	1 栽培適地	48
III 特 性	43	2 栽培上の留意点	48
1 一般特性	43	V 考 察	48
2 収量性	44	VI 摘 要	49
3 直播適性	45	引用文献	49
4 飼料特性	45	Summary	51
5 病虫害その他抵抗性	46		

I 緒 言

わが国の2015年度の純国内飼料自給率は28%と低く、粗飼料自給率は79%、濃厚飼料自給率は14%である⁹⁾。輸入飼料は、主産地の天候不順や新興国での需要量の増加、為替相場に影響され、不安定な状況である。2015年に閣議決定された食料農業農村基本計画⁸⁾では、飼料自給率を2025年までに40%まで引き上げることが目標として掲げられており、品目別には粗飼料自給率を100%、濃厚飼料自給率を20%にすることが目標として掲げられている⁹⁾。その中で、稲発酵粗飼料や飼料用米は、水田を有効活用できる飼料作物として注目されている。特に、稲発酵粗飼料作付への行政支援は2000年度から継続的に行われ、作付面積は年々増加しており、2016年には41,366haの作付けが行われた⁹⁾。

稲発酵粗飼料は、黄熟期以降に茎葉を含めた地上

部全体を収穫しサイレージに調整したものである。そのため稲発酵粗飼料用品種に求められる特性として、地上部全重が高いことや、多収化のための多肥栽培に耐えうる高い耐倒伏性があげられる。その他に、牛における消化性が優れず高い排泄率による栄養損失が問題となる子実の割合が低いこと¹⁶⁾、サイレージの良好な乳酸発酵のために発酵基質となる可溶性の糖が新鮮物中に2%以上含まれること¹⁰⁾もあげられる。さらに、農薬の使用量を減らし生産コストを削減するために、いもち病や縞葉枯病などの病虫害抵抗性の付与も重要である。特に縞葉枯病の発生は、近年増加しており¹⁵⁾、媒介虫であるヒメトビウンカの越冬場所となる麦類の栽培が多い地域では、発生が多い傾向にあるため、抵抗性付与の重要性は高まっている。

2010年に育成された「たちすずか」⁶⁾は、短穂遺伝子 *sp1*¹⁴⁾ を持つため、穂が小さく子実割合が極めて小さい。また、稈強度や重心の低さから高い耐倒

(平成29年6月30日受付,平成29年12月27日受理)
農研機構西日本農業研究センター
水田作研究領域

1 現 農研機構中央農業研究センター
2 現 農研機構北海道農業研究センター
3 現 農研機構次世代作物開発研究センター
4 元 農研機構近畿中国四国農業研究センター

伏性を持つことが報告されている。さらに、飼料特性として、茎葉部の糖含量が極めて高く発酵品質に優れること¹⁸⁾や繊維の消化性が優れTDN含量が高いこと⁵⁾が報告されており、多数の府県で飼料作物の奨励品種などに設定されている。しかし、「たちすずか」は縞葉枯病に罹病性であるため、多発地帯での栽培では、罹病による収穫量の減少や保毒虫の増加による地域の稲作への影響を抑えるために農薬の使用は欠かせず、普及が困難な状況であった。

今回、西日本農業研究センター（以下当研究センター）では、縞葉枯病抵抗性を有した極短穂性の「つきすずか」を育成した。本報告では、「つきすずか」の普及と今後の稲発酵粗飼料用品種の改良に資するため、本品種の育成経過および特性を紹介する。

本品種の育成においては、農林水産省委託プロジェクト研究「粗飼料多給による日本型家畜飼養技術の開発」（実施年度：2006～2009年度）、「国産農産物の革新的低コスト実現プロジェクト（国産飼料分科会）」（実施年度：2010～2014年度）および同じく「収益向上のための研究開発（自給飼料分科会）」（実施年度：2015年度）において行われた。特性検

定試験および奨励品種決定調査を実施していただいた農研機構の関係機関、県の関係者のご協力に感謝する。また、本品種の育成にあたり、圃場管理にご尽力いただいた当研究センター技術支援センター業務第1科の各位に深く感謝する。

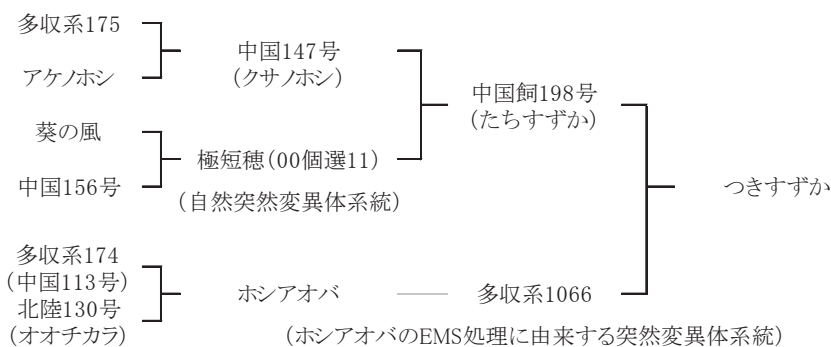
Ⅱ 育成経過

「つきすずか」は、「中国飼198号」を母、「多収系1066」を父とする交配後代より育成した品種である（第1図）。母本の「中国飼198号」は、稲発酵粗飼料としての優良性が認められ「たちすずか」と命名された。父本の「多収系1066」は、飼料用米・稲発酵粗飼料兼用品種で縞葉枯病抵抗性を持つ「ホシアオバ」のEMS（メタンスルホン酸エチル）処理により選抜された突然変異体系統であり、稲体色が淡くβカロテン含量が「ホシアオバ」より低い系統である⁷⁾。肉用牛への給与では、脂肪交雑に影響するビタミンAを制御した肥育を行う場合がある。稲発酵粗飼料中に含まれるβ-カロテンはビタミンAの前駆体であるため、β-カロテン含量が低い稲

第1表 「つきすずか」の選抜経過および育成系統図

試験年次	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	
世代	交配	F ₁	F ₂	F ₃ , F ₄	F ₅	F ₆	F ₇	F ₈	F ₉	F ₁₀
試験番号						多系選621 : : 多系選641 : : 多系選710	多育389 多育390 多育391	育426 育427 育428 育429 育430	育2006 育2007 育2008 育2009 育2010	育2086 育2087 育2088 育2089 育2090
栽植系統群数							1	1	1	1
栽植系統(個体)数	62粒	5個体	5集団		4000	83	3	5	5	5
選抜系統数					83	9	1	1	1	1
系統名							多収系1217	多収系1217	中国飼219号	つきすずか

注) □は選抜系統を示す。



第1図 「つきすずか」の系譜

発酵粗飼料用品種を育成することを目的として交配を行った。しかし、β-カロテン含量は、出穂期では「多収系1066」と「ホシアオバ」で有意に差があるものの、黄熟期では差が小さいことが明らかとなり⁷⁾、また、葉色変異を有した優良系統は得られなかった。一方で、縞葉枯病抵抗性品種への要望は依然として高く、「たちすずか」へ縞葉枯病抵抗性を付与することを目的として選抜を行った。

育成経過を第1表に示した。2008年に当研究センターにおいて、上述の組合せの人工交配を行い、62粒の交配種子を得た。同年冬期に温室内でF₁を5個体養成し、2009年に圃場でF₂の養成を行った。2010年には国際農林水産業研究センター熱帯・島嶼研究拠点において2世代促進を行った。2011年(F₅)には当研究センター内の圃場において移植栽培で個体選抜を行い、2012年(F₆)には系統選抜を行った。2013年(F₇)以降は系統育種法により選抜・固定を図ってきた。2013年(F₇)は「多収系1217」、2015年(F₉)には系統番号「中国飼219号」を付して、生産力検定試験、系統適応性検定試験に供試した。2016年3月(F₁₀)には、試験の結果から稲発酵粗飼料用として有望と考えられたため種苗法に基づく品種登録出願(第30993号)を行った。

Ⅲ 特 性

1 一般特性

移植時の苗丈は、「たちすずか」よりやや長い“長”である。葉色は「たちすずか」並であり、葉身の立性も「たちすずか」並の“やや立”である(第2表)。

育成地での普通期移植栽培における「つきすずか」の出穂期は9月2日で、「たちすずか」と同程度であり(第3表)、瀬戸内沿岸部では“かなり晩”に属する。移植時期を5月下旬から7月まで変動させた際の出穂期の変動は4~10日であり、「たちすずか」の9~13日より小さく(第4表)、出穂特性の感光性程度は「たちすずか」より強いと考えられる。

第2表 「つきすずか」の移植時における形態的特性(育成地)

品種名	苗丈	葉色	葉身の立性
つきすずか	長	中	やや立
たちすずか	やや長	中	やや立
タチアオバ	長	中	中
ヒビカリ	中	中	中

注) 調査年次：2014~2016年。みのる産業株式会社ポット448育苗箱に各穴3粒播種し、5月上旬に置床、移植直前の6月上旬に調査。苗丈は短~長、葉色は淡~濃、葉身の立性は垂~立の各5段階評価。

第3表 「つきすずか」の普通期移植栽培における生育特性および収量(育成地)

品種名	出穂期 (月日)	黄熟期 (月日)	倒伏 (0-5)	稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 (/㎡)	黄熟期 乾物重 (kg/a)	比較比率(%)		籾重 割合 (%)	玄米 千粒重 (g)
								たち すずか	タチ アオバ		
つきすずか	9.02	10.03	0	124	12.9	286	180	99	91	2.8	24.2
たちすずか	9.02	10.04	0	122	14.8	286	182	100	93	7.1	22.7
タチアオバ	9.05	10.21	0.2	110	24.9	248	197	108	100	34.5	22.8

注) 数値は2014~2016年の平均。平均の移植日は6月4日、栽植密度は18.5株/㎡(条間30cm、株間18cm)、植付は3個体/株で行った。窒素施肥は基肥0.63kg/a、追肥として移植25~28日後に0.35kg/a、39~49日後に0.26kg/a、49~57日後に0.26kg/a施与した。他の条件は慣行に準ずる。穂数には全穎花が退化し出穂しない稈を含む。倒伏は0(無倒伏)~5(全面倒伏)の6段階評価。

第4表 「つきすずか」の移植日による出穂期の変動(育成地)

試験 年次	品種名	早植区		普通植区		晩植区		極晩植区		出穂差 (日)
		移植 (月日)	出穂 (月日)	移植 (月日)	出穂 (月日)	移植 (月日)	出穂 (月日)	移植 (月日)	出穂 (月日)	
2014	つきすずか		8.28		9.04		9.07	-	-	10
	たちすずか	5.23	8.27	6.04	9.04	6.18	9.09	-	-	13
2015	つきすずか	-	-	6.05	9.06	6.18	9.09	7.01	9.10	4
	たちすずか	-	-	6.05	9.05	6.18	9.10	7.01	9.15	10
2016	つきすずか	-	-	6.02	8.30	6.27	9.04	6.30	9.06	7
	たちすずか	-	-	6.02	8.30	6.27	9.07	6.30	9.08	9

注) 出穂差は、最も遅く出穂した試験区の出穂日から最も早く出穂した試験区の出穂日を引いた値。

稈長は124cmで、「たちすずか」並の極長稈である(第3表)。穂長は、12.9cmで「たちすずか」より2cm程度短く、穂数は同程度である。倒伏程度は、「タチアオバ」はややなびく年があったが、「つきすずか」はいずれの試験年も「たちすずか」と同様に無倒伏であった。

成熟期における稈の太さ、稈質は「たちすずか」並で、それぞれ“太”、“剛”である。芒は先端のみに分布し、最長芒の長さは、“短”である(第5表)。ふ先色およびふ色は、それぞれ“白”、“黄白”であり、脱粒性は“難”である。

2 収量性

育成地における普通期移植栽培での黄熟期乾物重は180kg/aで、「たちすずか」並であり、「タチアオバ」より1割程度少ない(第3表)。黄熟期乾物重に占める籾重の割合は2.8%で、「たちすずか」の7.1%

より少なく、「タチアオバ」の34.5%より明らかに小さい。玄米千粒重は24.2gで、「たちすずか」よりやや重い。

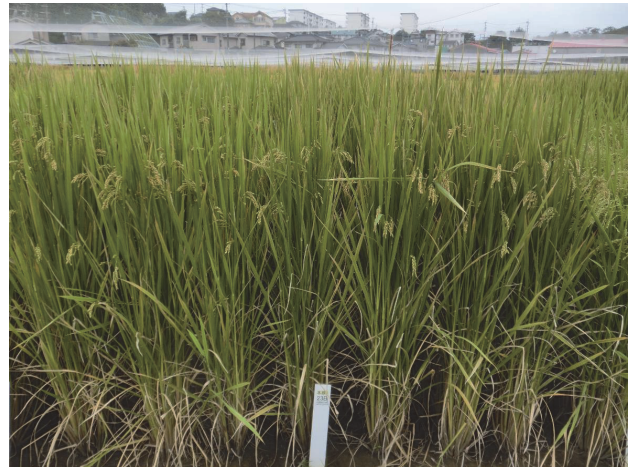


写真1 「つきすずか」の移植栽培における草姿
(撮影日：2015年10月5日、育成地)

第5表 「つきすずか」の成熟期における形態的特性(育成地)

品種名	稈		芒			ふ先色	ふ色	着粒密度	脱粒難易	糯稈の別
	細太	剛柔	多少	長短	分布					
つきすずか	太	剛	少	短	先端のみ	白	黄白	やや疎	難	粳
たちすずか	太	剛	少	短	先端のみ	白	黄白	やや疎	難	粳
タチアオバ	太	剛	極少	中	先端のみ	白	褐	やや密	難	粳

注) 調査は2014~2016年の3カ年実施。

第6表 晩植と疎植を組み合わせた栽培方法での籾収量(育成地)

年次	品種名	移植日(月日)	栽植密度(株/㎡)	窒素施肥量(g/㎡)	出穂期(月日)	稈長(cm)	穂長(cm)	穂数(本/㎡)	籾収量(g/㎡)	千粒重(g)	籾数(粒/㎡)	比率(%)
2014	つきすずか	6.18	9.3	基肥5.6	9.06	-	-	-	310	23.4	-	-
	たちすずか		(条間30×株間36cm)	LP複合140E-80	9.10	-	-	-	297	22.9	-	-
2015	つきすずか	7.01	8.3	基肥0+	9.10	98	19.2	200	366	29.5	12396	92
	たちすずか		(条間40×株間30cm)	穂肥6.4	9.15	93	16.9	234	353	26.1	13514	100

注) 2014年は反復なし、2015年は3反復の平均値。籾収量は風選処理後の籾で計測。2014年の千粒重は玄米千粒重、2015年は籾千粒重。水分15%換算値。籾数は籾収量/千粒重×1000で算出。

第7表 「つきすずか」の湛水直播栽培における生育特性および収量(育成地)

品種名	苗立程度(1-5)	出穂期(月日)	黄熟期(月日)	倒伏(0-5)	稈長(cm)	穂長(cm)	穂数(/㎡)	黄熟期乾物重(kg/a)	比較比率(%)	茎葉重(kg/a)	籾重(kg/a)	籾割合(%)
つきすずか	4.8	9.03	10.02	1.5	120	14.8	406	197	101	193	3.7	1.8
たちすずか	5.0	9.02	10.03	0	117	14.0	367	194	100	185	9.3	4.8

注) 数値は2014~2016年の平均。平均播種日は5月13日。酸化鉄コーティングした催芽種子を、代かき、落水後の土壌表面に120粒/㎡で散播した。窒素施肥は基肥0.63kg/a、追肥として移植46~49日後に0.35kg/a、60~72日後に0.26kg/a、70~77日後に0.26kg/a施与した。その他の条件は、慣行に準ずる。穂数には全穎花が退化し出穂しない稈を含む。苗立程度は1(劣)~5(良)の5段階評価、倒伏は0(無倒伏)~5(全面倒伏)の6段階評価。

晩植と疎植を組み合わせた栽培方法での籾収量は、2014年は310g/m²であり、2015年は、さらに基肥を施与せず、穂肥のみを追肥する施肥体系を組合せ366g/m²の籾収量を得た。いずれの年も「たちすずか」並の籾収量であった(第6表)。

3 直播適性

育成地における直播栽培において、苗立程度は「たちすずか」と同程度に優れる(第7表)。出穂期は9月3日で「たちすずか」並である。倒伏程度は1.5であり、「たちすずか」よりやや劣る。直播栽培における押倒抵抗値は、「タチアオバ」よりやや低いものの、「たちすずか」並に高く“強”と判定された(第8表)。しかし、「たちすずか」と比較し、稈長がやや長いことや穂数が多いことが直播栽培での倒伏に影響していると考えられるため、「つきすずか」の耐倒伏性は、「たちすずか」の“極強”より

やや劣り、「タチアオバ」並の“かなり強”と判定された。黄熟期乾物収量は197kg/aで「たちすずか」並であった。

4 飼料特性

出穂から40~55日後に収穫した稲体の可溶性糖の含有率は17.5%で「たちすずか」と同程度であり、ブドウ糖、果糖、シヨ糖のいずれも「タチアオバ」より有意に高かった(第9表)。

近赤外分光分析法による飼料成分の推定値は、粗蛋白、細胞内容物、細胞壁物質、高消化性繊維、低消化性繊維、TDNのいずれも「たちすずか」「タチアオバ」と有意差は認められなかった(第10表)。化学分析においては、「タチアオバ」と比較し、粗脂肪や非繊維性炭水化物の含有率が少なく、「たちすずか」と同等であったが(第11表)、これは脂肪分やデンプン質が多い籾の割合が「タチアオバ」が多いためと考えられる。また、中性デタージェント繊維は「たちすずか」並で、「タチアオバ」よりやや多く、酸性デタージェント繊維は「たちすずか」並であった(第11表)。

第8表 「つきすずか」の湛水直播栽培における押倒抵抗性(育成地)

品種名	出穂期(月日)	抵抗値(g/茎)	評価
つきすずか	9.02	203	強
たちすずか	9.02	207	強
タチアオバ	9.05	238	極強
クサノホシ	8.27	144	やや強

注) 数値は2014~2016年の平均。5月中旬播種。酸化鉄コーティング催芽種子を、代かき後落水した田面に条間40cm、播種密度150~200粒/m²となるよう直播した。窒素施肥量は、0.56kg/a(LP複合140E-80)。抵抗値は、地際から高さ約30cmで刈り取った後に、高さ15cm部分を10cm幅で角度45度まで押し倒した際の値を穂数で除した値。測定には日本電産シンボ社製デジタルフォースゲージFGN-5を用いた。

第9表 「つきすずか」の可溶性糖含有率(乾物中%)

品種名	ブドウ糖(%)	果糖(%)	シヨ糖(%)	糖含有率(%)
つきすずか	3.5 a	3.7 a	10.3 a	17.5 a
たちすずか	3.4 a	3.7 a	9.2 a	16.2 a
タチアオバ	1.3 b	1.4 b	2.8 b	5.4 b

注) 数値は2014~2016年産試料の平均値。普通期移植栽培の試験区より出穂40~55日後に収穫し乾燥、粉碎した試料を食品分析センターサナテックで高速液体クロマトグラフ法により分析。数値の同一英字間にはTukey検定による有意差がないことを示す(P>0.05)。

第10表 近赤外分光分析による「つきすずか」の飼料成分(乾物中%)

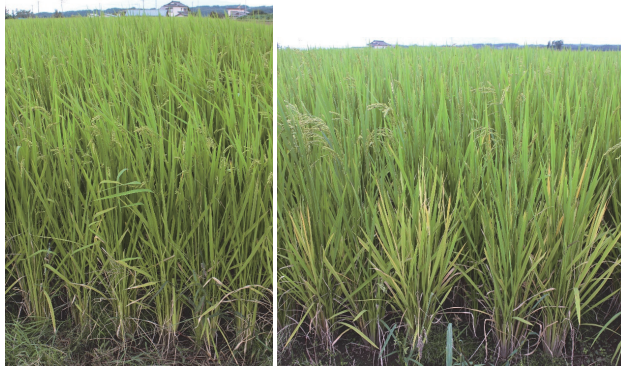
品種名	CP 粗蛋白 (%)	Ash 灰分 (%)	OCC 細胞 内容物 (%)	OCW 細胞壁 物質 (%)	Oa 高消化 性繊維 (%)	Ob 低消化 性繊維 (%)	TDN-C (%)	TDN-N (%)
つきすずか	4.4 a	14.4 a	29.6 a	56.3 a	3.9 a	52.4 a	53.0 a	45.6 a
たちすずか	3.9 a	14.0 a	31.0 a	55.7 a	4.1 a	51.5 a	54.2 a	46.6 ab
タチアオバ	4.5 a	13.2 b	29.1 a	57.8 a	3.6 a	54.2 a	52.6 a	46.8 b

注) 数値は、2014~2016年産試料の平均値。普通期移植栽培の試験区より出穂40~55日後に収穫し乾燥、粉碎した試料を農研機構畜産研究部門において近赤外分光分析により分析。TDN-Cは、NIRS分析値からのTDN回帰式 $TDN=16.651+1.495*(OCC+Oa)-0.012*(OCC+Oa)^2$ による計算値。TDN-Nは、TDN回帰式 $TDN=5.45+0.89*(OCC+Oa)+0.45*OCW$ による計算値を用いた検量線による推定値。Oaは、OCW-Obから算出。数値の同一英字間にはTukey検定による有意差がないことを示す(P>0.05)。

第11表 「つきすずか」の飼料成分含量(乾物中%)

品種名	CP		Ash		NFE	NFC	NDF	ADF
	粗蛋白	粗脂肪	粗繊維	粗灰分	可溶性 無窒素物	非繊維性 炭水化物	中性デター ジェント繊維	酸性デター ジェント繊維
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
つきすずか	5.4	0.8	23.4	15.7	54.7	27.0	52.7	30.1
たちすずか	4.9	0.8	22.7	16.2	55.3	27.1	52.5	29.8
タチアオバ	5.1	1.4	24.0	15.1	54.4	29.5	50.5	31.0

注) 数値は2016年産試料によるもの。普通期移植栽培の試験区より出穂50~55日後に収穫し乾燥、粉碎した試料を雪印種苗で分析。粗脂肪はジエチルエーテル法、粗蛋白質は燃焼法、粗繊維はろ過法、粗灰分は蛍光X線分析、ADFは酸性デタージェント法、NDFは中性デタージェント法による分析。



つきすずか

たちすずか

写真2 縞葉枯病多発地帯における「つきすずか」の草姿1

注) 撮影日: 2016年10月4日, 撮影場所: 群馬県前橋市。隣接圃場の「つきすずか」(左)と「たちすずか」(右)の写真。いずれも苗箱施与による防除を実施。「たちすずか」の黄変株は縞葉枯病感染株、穂が長い株は異品種の混入によるもの。



つきすずか

たちすずか

写真3 縞葉枯病多発地帯における「つきすずか」の草姿2

注) 撮影日: 2016年10月5日, 撮影場所: 栃木県足利市。隣接圃場の「つきすずか」と「たちすずか」の写真を合成。「つきすずか」は無防除、「たちすずか」は苗箱施与による防除を行った。黄化が見られる葉は縞葉枯病によるもの。

5 病虫害その他抵抗性

「つきすずか」の縞葉枯病抵抗性は、当研究センターでの保毒虫接種による幼苗検定および岐阜県農業技術センターでの自然発病検定の結果、発病はほぼ認められず“抵抗性”と判定された(第12表)。また、2016年に行われた群馬県前橋市での現地試験では「たちすずか」で罹病株が認められたものの、「つきすずか」では発病は認められなかった(写真2)。さらに、2016年に行った栃木県足利市での現地試験においては、無防除の「つきすずか」で葉の黄化など病徴はわずかに確認できるものの、苗箱施与による防除を行った「たちすずか」より明らかに発病は少なかった(写真3)。

いもち病抵抗性については、ガラス室内でのいもち病菌の接種検定の結果、真性抵抗性遺伝子 *Pib*,

Pik-m, *Pi20* を持つと推定される(第13表)。圃場抵抗性について、葉いもち、穂いもちともに検定圃場での発病は見られず不明である。白葉枯病抵抗性は、「あそみのり」並の“強”と判定された(第14表)。

セジロウンカに対する抵抗性は、室内検定試験の結果、総産卵数は、インド型の「もちだわら」より低く、「ヒノヒカリ」並であった。また、卵死亡率は殺卵作用が弱い「もちだわら」より高く、殺卵作用が強い「ヒノヒカリ」並であったことから、セジロウンカに対して「ヒノヒカリ」並に高い殺卵作用を持つと判定された(第15表)。

穂発芽性は「たちすずか」「日本晴」より発芽しやすい“やや易”と判定された(第16表)。4-HPPD阻害型除草剤成分に対しては、感受性は示さない(第17表)。

第 12 表 「つきすずか」の縞葉枯病抵抗性検定結果

品種名	育成地 (福山市)			岐阜県農業技術センター (岐阜市)	
	発病 指数	杜稲比 (%)	判定	罹病株率 (%)	判定
つきすずか	4.2	8.7	抵抗性	0	抵抗性
たちすずか	40.6	83.6	罹病性	-	-
陸稲農林11号	0.2	0.4	抵抗性	-	-
農林8号	46.3	93.3	罹病性	-	-
StNo. 1	1.6	2.9	抵抗性	-	-
杜稲	50.1	100.0	罹病性	-	-
日本晴	41.9	86.1	罹病性	4.3	罹病性
あさひの夢	-	-	-	0	抵抗性
ハツシモ	-	-	-	7.0	罹病性

注) 育成地による検定：数値は 2014~2016 年の平均。保毒虫接種による
 幼苗検定法により、発病程度を A, B, Bt, Cr, C, D の 6 段階に判
 定し、下記の式で発病指数を判定した。育成地での抵抗性判定は杜
 稲比 0~29% を抵抗性、30~59% を中程度抵抗性、60% 以上を罹病
 性とした。

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

岐阜県農業技術センターによる検定：数値は 2015 年の値。圃場へ移
 植後、出穂期の罹病株率を調査。ヒメトビウンカ保毒虫率：2.1%。

第 13 表 「つきすずか」のいもち病真性抵抗性遺伝子型の推定

品種名 系統名	抵抗性 遺伝子	いもち病菌					真性抵抗性 推定遺伝子型
		U63-i7-k177-z04 -ta733Bn93	U03-i7-k177-z02 -ta333H07-112-1	U33-i7-k100-z00 -ta733H14-56-1	U73-i7-k107 -z00-ta403A12	U33-i7-k177 -z04-ta401C08	
つきすずか		S (4)	R (2)	R (1)	R (2)	R (1)	<i>Pib Pik-m Pi20</i>
IRBLa-A	<i>Pia</i>	S (5)	S (5)	S (5)	S (3)	S (5S)	(<i>Pia</i> の有無推定不能)
IRBLb-B	<i>Pib</i>	S (5)	R (2)	S (5)	S (5)	S (5S)	
IRBLi-F5	<i>Pii</i>	S (4)	S (5)	S (5)	S (4)	S (5)	
IRBLk-Ka	<i>Pik</i>	S (5S)	S (5S)	R (0)	S (4)	S (5S)	
IRBLkm-Ts	<i>Pik-m</i>	S (5)	S (5)	R (0)	R (0)	S (5S)	
IRBL20-IR2	<i>Pi20</i>	S (5S)	S (5)	S (5)	S (3)	R (1)	
LTH	+	S (5)	S (5S)	S (5)	S (5)	S (5S)	

注) 農研機構中央農業研究センターにおいて、2015 年に検定した。いもち病菌は JIRCAS プロジェクト「環境共生型稲作技術の創生」
 (2011-2015) により選定された標準菌系を用いた。S：罹病性、R：抵抗性、括弧内は病斑型、0-2 は抵抗性反応、3-5 は罹病性反応、
 5S はより拡大した病斑型を示す。*Pii* の有無については、DNA マーカーによる検定を行った結果、保有しないと推定される。

第 14 表 「つきすずか」の白葉枯
 病抵抗性 (育成地)

品種名	発病程度 (0-10)	判定
つきすずか	2.9	強
たちすずか	1.8	極強
あそみのり	2.3	強
日本晴	3.7	やや強
コシヒカリ	5.6	中
金南風	5.4	中

注) 数値は、2014、2016、2017 年の
 平均。II 群菌 (T7147) の剪葉接
 種法による。発病程度は 0 (無発
 病) ~10 (全葉枯死) の 11 段階
 評価。

第 15 表 「つきすずか」のセジロウンカ抵抗性

品種名	総産卵数 (5雌2日あたり)	生存卵数 (5雌2日あたり)	卵死亡率 (%)
つきすずか	79.4	48.2	41.6
もちだわら	110.2	87.7	18.3
ヒノヒカリ	69.1	31.9	55.0

注) 2015 年に九州沖縄農業研究センター (福岡県合志市) にお
 いて、室内にて羽化 24 時間以内の短翅雌成虫を、播種後約
 一ヶ月の苗に放飼し、産卵数および生存卵数を調査。

第16表 「つきすずか」の穂発芽性

品種名	発芽程度	判定
つきすずか	6.2	やや易
たちすずか	4.5	やや難
タチアオバ	3.3	難
日本晴	5.7	中
ヒノヒカリ	2.8	難

注) 数値は、2014~2016年の平均。成熟期に生産力検定試験区より収穫した切り穂を30℃、相対湿度100%で5~7日間処理した後、発芽程度を調査。穂発芽程度:2(極難)~8(極易)の7段階で評価。

第17表 「つきすずか」の4-HPPD阻害型除草剤に対する感受性

品種名	判定
つきすずか	抵抗性
ハバタキ	感受性
モミロマン	感受性
やまだわら	感受性
コシヒカリ	抵抗性
ヒノヒカリ	抵抗性

注) 2015年12月7日、共立苗箱に20粒播種。12月25日にテラガード1キロ粒剤(ベンゾピシクロン)を施与し、翌月に観察により調査。

IV 栽培適地および栽培上の留意点

1 栽培適地

「つきすずか」はその出穂特性から、「たちすずか」の普及が進んでいる関東以西の温暖地、暖地に適するものと考えられる。

2 栽培上の留意点

1) 穂発芽性が“やや易”であるため、採種栽培においては、刈り遅れに注意する。

2) 耐倒伏性は“かなり強”であり、直播栽培では「たちすずか」よりやや倒伏しやすいことから、施肥や水管理に注意する必要がある。

3) いもち病については、外国品種由来とみられる抵抗性遺伝子を持つため、通常の栽培条件では発病の恐れは少ないと推察されるが、圃場抵抗性が不明であることから、発病をみたら適宜防除を行う。

V 考察

「つきすずか」の「たちすずか」に対する大きな優位点として縞葉枯病に抵抗性であることがあげられる。近年、イネ縞葉枯病の発生は全国的に増加傾向にある¹⁵⁾。特に群馬県や栃木県、茨城県、埼玉県の本関東地域では、2000年中頃からヒメトビウカのイネ縞葉枯病ウイルス保毒虫率が徐々に上がってきており、2015年には20%を超える保毒虫率を示す地域もあり問題となっている^{11,12,13,17)}。また、東海地域や近畿、九州地域の一部でも発生面積が増加している。縞葉枯病の防除には、ヒメトビウカを防除する殺虫剤の使用や抵抗性品種の利用が効果的である。しかし、殺虫剤の使用はコストがかかる上に、多発地帯においては、生育期間の長い「たちすずか」では、苗箱施与を行っても残効が切れると考えられ、群馬県(写真2)や栃木県(写真3)でも葉が黄化し萎縮するといった縞葉枯病の病徴が多く確認された。そのため、これらの地域では抵抗性品種の導入は喫緊の課題であった。一方で、抵抗性の「つきすずか」は、苗箱施与防除した群馬県での試験圃場では発病は認められず(写真2)、無防除での試験でも縞葉枯病の発生はわずかであった(写真3)。そのため、「つきすずか」は、今まで「たちすずか」の導入が困難であった縞葉枯病多発地帯への普及が可能と考えられた。

続いて、「たちすずか」より感光性が強く出穂時期の変動が「たちすずか」より小さい(第4表)ことも優位点としてあげられる。大面積を扱うコントラクターにとっては、効率的な収穫作業のため、作付品種の出穂時期を予測する必要があり、感光性の点で「つきすずか」は、作業計画をより立てやすい品種といえる。

課題としては、普通期移植栽培での籾重割合が「たちすずか」より少ないため、採種方法の開発があげられる。「たちすずか」の採種栽培では、晩植栽培や疎植栽培が効果的であるとの報告がある¹⁾。また、施肥体系では、幼穂形成始期の追肥の効果が高いこと²⁾や、幼穂形成期までは窒素施与せず、幼穂形成期に追肥を行う体系で種子収量が多収となる報告があり¹⁾、採種のための栽培マニュアル⁴⁾が作成され

ている。「つきすずか」においても晩植栽培と疎植栽培を組み合わせた栽培方法やさらに基肥無施与で穂肥を追肥する体系で、通常の稲発酵粗飼料としての収量試験より明らかに多くの籾を付けており、「たちすずか」並の籾収量を得ている(第6表)。したがって、「つきすずか」の採種においても、「たちすずか」で検討されている採種栽培法は有効と考えられる。

その他、「つきすずか」の発酵試験や給与試験は十分に行われていないため、飼料特性の評価も重要な課題としてあげられる。しかし、発酵品質については、稲体の乾物あたりの糖含有率は17.5%と「たちすずか」と同様に高く(第9表)、水分率が65~75%としても新鮮物中には、良好な乳酸発酵に必要とされる2%を上回る4.4%以上含まれる。また、糖含有率と発酵品質には相関が認められるとの報告があること¹⁸⁾から「つきすずか」の発酵品質も優れるものと考えられる。繊維の消化性についても、「たちすずか」と飼料成分がほぼ同じであることや(第10表、第11表)、穂重割合が小さい「奥羽飼403号」や「M645」を用いた試験で繊維の消化率が向上するとの報告があることから³⁾、「たちすずか」と同様に穂重割合が小さい「つきすずか」についても繊維の消化性が優れるものと考えられる。さらに、籾重割合が「たちすずか」より小さいため未消化籾の排泄量もより低減できると考えられる。

以上のように、「つきすずか」は縞葉枯病多発地域への導入が可能であり、栽培特性だけでなく、採種性や飼料特性でも「たちすずか」に近いと考えられるため、既に「たちすずか」が普及している地域においても、「たちすずか」とともに、良質な稲発酵粗飼料の生産と粗飼料自給率の向上に貢献できるものと期待できる。

VI 摘 要

「つきすずか」は、当研究センターにおいて、飼料特性が優れる「中国飼198号(たちすずか)」を母、縞葉枯病抵抗性を持つ「ホシアオバ」の突然変異体系統「多収系1066」を父とする交配後代より選抜・育成された稲発酵粗飼料用品種である。

出穂期は、「たちすずか」と同じ“かなり晩”に属し、出穂性における感光性程度は「たちすずか」

より強い。

稈長は「たちすずか」並の“極長稈”である。穂長は「たちすずか」より短く、穂数は「たちすずか」並である。

縞葉枯病に抵抗性である。いもち病については、真性抵抗性遺伝子“*Pib*, *Pik-m*, *Pi20*”を持つと推定される。葉いもち、穂いもちともに圃場抵抗性程度は不明である。

黄熟期乾物収量は「たちすずか」並であり、籾重割合は「たちすずか」より少ない2.8%程度である。稲体の糖含有率は17%程度で、「たちすずか」並に高い。

晩植と疎植を組み合わせた栽培条件での採種試験における「つきすずか」の採種量は「たちすずか」並で、300kg/10a程度の種子を生産することができる。

以上のことから、「つきすずか」は、既に「たちすずか」が普及している地域での導入が容易であり、また、「たちすずか」の栽培が困難であった縞葉枯病多発地でも良質な稲発酵粗飼料の生産が可能である。

引用文献

- 1) 藤本寛・松下景・中込弘二・森伸介 2016. 短穂飼料用イネ品種の効率的種子生産方法の検討. 近中四農研報. 16:13-27.
- 2) 保科亨・上藤満宏 2011. 稲発酵粗飼料用品種「たちすずか」の収量および収量構成要素に及ぼす施肥の影響. 第231回日本作物学会講演会要旨集. 260-261.
- 3) 河本英憲・山口弘道・関矢博幸・押部明徳・中込弘二 2010. 穂重割合の低い飼料イネ系統のサイレージ化学成分と可消化養分総量. 日草誌. 56:144-148.
- 4) 勝場善之助 2013. 「たちすずか」の効率的種子生産技術. 高糖分飼料イネ「たちすずか」栽培技術マニュアル. 20-23.
- 5) 河野幸雄・新出昭吾・神田則昭・城田圭子・福馬敬紘・塚崎由子 2014. 極短穂型飼料イネ品種「たちすずか」によるホールクロップサイレージの栄養価と第一胃分解性. 日草誌. 60:91-96.

- 6) 松下景・飯田修一・出田収・春原嘉弘・前田英郎・田村泰章 2012. 茎葉多収で消化性に優れ高糖分含量の飼料用水稲品種「たちすずか」の育成. 近中四農研報. 11: 1-13.
- 7) 松下景・飯田修一・春原嘉弘・出田収・前田英郎・笹原英樹・長岡一郎 2015. 葉色が淡くβ-カロテン含量が低いイネの突然変異系統の作出. 日作紀. 84: 279-284.
- 8) 農林水産省 2015. 食料・農業・農村基本計画.
- 9) 農林水産省生産局畜産部飼料課 2017. 飼料をめぐる情勢.
- 10) 野中和久 2006. サイレージ. 新編畜産ハンドブック. 164-171.
- 11) 小倉諭利子・酒井宏・小池隼 2014. 群馬県におけるイネ縞葉枯病の発生動向. 関東病虫研報. 61: 13-17.
- 12) 岡部克・杉山恵乃 2016. 茨城県におけるイネ縞葉枯病の発生状況と防除対策. 植物防疫. 70: 89-95.
- 13) 酒井和彦 2016. 埼玉県におけるイネ縞葉枯病の発生状況と防除対策. 植物防疫. 70: 100-104.
- 14) Shengben Li, Qian Qian, Zhiming Fu, Dali Zeng, Xiangbin Meng, Junko Kyoizuka, Masahiko Maekawa, Xudong Zhu, Jian Zhang, Jiayang Li, Yonghong Wang 2009. Short panicle1 encodes a putative PTR family transporter and determines rice panicle size. The Plant Journal. 58: 592-605.
- 15) 柴卓也 2016. イネ縞葉枯病の現状～序にかえて～. 植物防疫. 70: 77-78.
- 16) 新出昭吾 2010. 乳牛における飼料イネ WCS 給与と課題. 日草誌. 55: 365-372.
- 17) 塚原俊明 2016. 栃木県におけるイネ縞葉枯病の発生状況と防除対策. 植物防疫. 70: 96-99.
- 18) 山田真吾・村田文彦 2010. 稲発酵粗飼料の品質向上・増収技術の開発. 福井県畜産試験場研究報告. 23: 51-56.

付表 「つきすずか」の育成従事者

試験年次 世代	2008 交配	2009 F ₁	2010 F ₂	2011 F ₃ , F ₄	2012 F ₅	2013 F ₆	2014 F ₇	2015 F ₈	備考
出田収									現在員
重宗明子						○ 4月			現在員
中込弘二					○ 4月				現在員
松下景					○ 3月				現 中央農研
石井卓朗			○ 4月			○ 3月			現 作物開発センター
春原嘉弘		○ 3月							現 北農研
飯田修一				○ 12月					故人(元 近中四農研)

Breeding of the Rice Cultivar ‘Tsukisuzuka’ for whole crop silage use

Koji NAKAGOMI, Osamu IDETA, Akiko SHIGEMUNE, Kei MATSUSHITA¹, Yoshihiro SUNOHARA²,
Takuro ISHII³ and Shuichi IDA⁴

Key words: high sugar content, rice, rice stripe disease, short panicle, Tsukisuzuka, variety, whole crop silage

Summary

Rice whole-crop silage (WCS) has attracted attention in Japan as a domestic feed. However, a portion of the grains in rice WCS are undigested and excreted in the feces of the cattle eating the feed, and this loss of nutrients should not be disregarded. The low sugar content of conventional rice plants, which is considered to be a cause of silage deterioration, is also a problem.

‘Tachisuzuka’, a rice cultivar that has a short panicle and was bred in 2010 for WCS production, has gained popularity in regions to the west of Kanto for its high proportion of stems and leaves digestible by cattle, high plant sugar content, and high resistance to lodging. However, ‘Tachisuzuka’ is susceptible to rice stripe disease and is therefore difficult to cultivate in areas in which rice stripe disease tends to occur.

‘Tsukisuzuka’ is a new rice cultivar for use in WCS. It has resistance to rice stripe disease and was selected from the progeny of a cross between Chugoku-shi198 (later named ‘Tachisuzuka’) and Tashuukei1066.

The heading date of ‘Tsukisuzuka’ is classified as “very late” in western Japan and the photoperiodic sensitivity is slightly greater than that of ‘Tachisuzuka’. The culm length of ‘Tsukisuzuka’ is “very long”, almost equal to that of ‘Tachisuzuka’. The panicle length is shorter than that of ‘Tachisuzuka’ and the panicle number is equal to that of ‘Tachisuzuka’.

The whole-crop dry matter yield during the yellow ripe stage is almost equal to that of ‘Tachisuzuka’, and the percentage of unhulled rice by weight is lower than that of ‘Tachisuzuka’ at around 2.8%. The sugar content of the ‘Tsukisuzuka’ plant is as high as that of ‘Tachisuzuka’ at about 17%. The content of feed components such as fiber in ‘Tsukisuzuka’ is equal to that of ‘Tachisuzuka’.

It is therefore easy to use ‘Tsukisuzuka’ in the area where ‘Tachisuzuka’ is already used, and ‘Tsukisuzuka’ is expected to contribute to the stable production of high-quality rice WCS in areas where rice stripe disease tends to occur.

Division of Lowland Crop Research, Western Region Agricultural Research Center, NARO

1 Central Region Agricultural Research Center, NARO

2 Hokkaido Agricultural Research Center, NARO

3 Institute of Crop Science, NARO

4 Ex-Western Region Agricultural Research Center, NARO

