

発酵粗飼料専用の極短穂性イネ品種の特性と利用方法

農研機構中日本農業研究センター

中込 弘二

はじめに

稻発酵粗飼料（イネ WCS, イネホールクロップサイレージ）はイネの地上部全体を専用の飼料収穫機で収穫し、保存性や家畜の嗜好性を高めるために気密性を高めた容器内で乳酸発酵させ調製した粗飼料である（図-1）。近年、為替相場の変動や、主産地や新興国などでの需要の増加などによる輸入粗飼料の価格が上昇する一方で、主食用米の需要が減少している（農林水産省 2024a, 2024b）。その中で、稻発酵粗飼料は我が国の気象条件で容易に栽培可能で水田を有効活用できる作物であることから注目されている。その作付面積は、2000 年以降の継続的な行政支援もあり増加傾向にあり、2023 年にはおよそ 5.3 万 ha の作付けが行われた（図-2）。

稻発酵粗飼料は地上部全体を利用するものであるため、稻発酵粗飼料用の品種には子実部だけではなく茎葉を含

めた地上部全重が大きいことが求められる。また、多収化のための多肥栽培および効率的な収穫作業を行うための高い耐倒伏性が求められるほか、発酵粗飼料に調製された際には飼料としての良好な品質も求められ、良好な発酵に必要な高い糖含有率や、特にイネの子実は牛体内での消化性が劣るため（新出 2010），子実の割合が少なく、消化性が優れる茎葉が多収することが求められる。

稻発酵粗飼料用品種の開発は 2000 年以降から行政支援のもとに行われ、「夢あおば」や「ホシアオバ」、「クサノホシ」など北海道から九州までの全国各地の気象条件に適応した品種が農業・食品産業技術総合研究機構（以下、農研機構）等により育成された。しかし、初期に開発された品種の多くは既存の子実多収品種をベースに育成され、茎葉だけでなく子実も増やすことにより地上部の多収を実現する品種であったことから、子実の消化性の改善など飼料の生産や給与面で多くの

課題があった（新出 2010）。その中で、2010 年に短穂遺伝子 *sp1* (Li ら 2009) により従来の品種より穂が短く小さい極短穂性を示す発酵粗飼料専用品種「たちすずか」が開発された（松下ら 2012）。「たちすずか」は、多くの子実を着ける従来品種と比較し、子実が少ないとにより未消化粉の問題が解決されただけではなく、極めて高い耐倒伏性を有すること（松下ら 2012），発酵に必要な糖含有率が高く発酵品質が優れること（松下ら 2012; 山田・村田 2010），牛に給与した際の粗纖維の消化性が優れること（河野ら 2014）など従来の品種と比較し飼料特性と栽培特性の両面で優れることが明らかとなり、同様の特性を持つ品種に対する需要が全国的に高まった。

農研機構では、栽培適地や収穫可能期間を拡大し良質な稻発酵粗飼料の生産を推進すべく、極短穂性で「たちすずか」と同じ長所を備えつつ早晩性や「たちすずか」の欠点である縞葉枯病抵抗性の改良を進め、これまでに発酵



図-1 稲発酵粗飼料の収穫風景

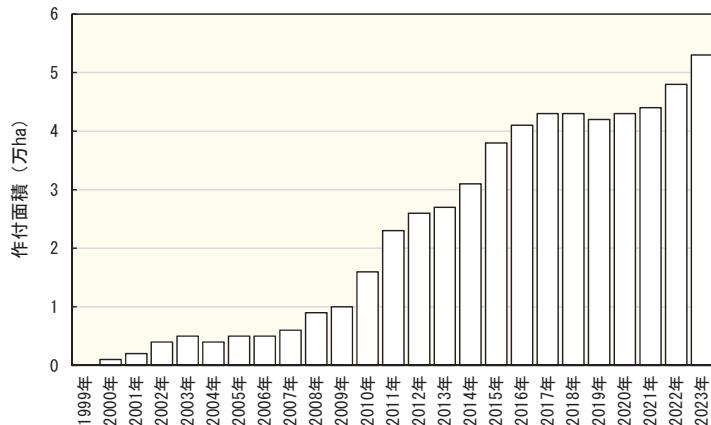


図-2 発酵粗飼料用イネの作付面積（農林水産省資料より作図）



図-3 極短穂性品種の草姿

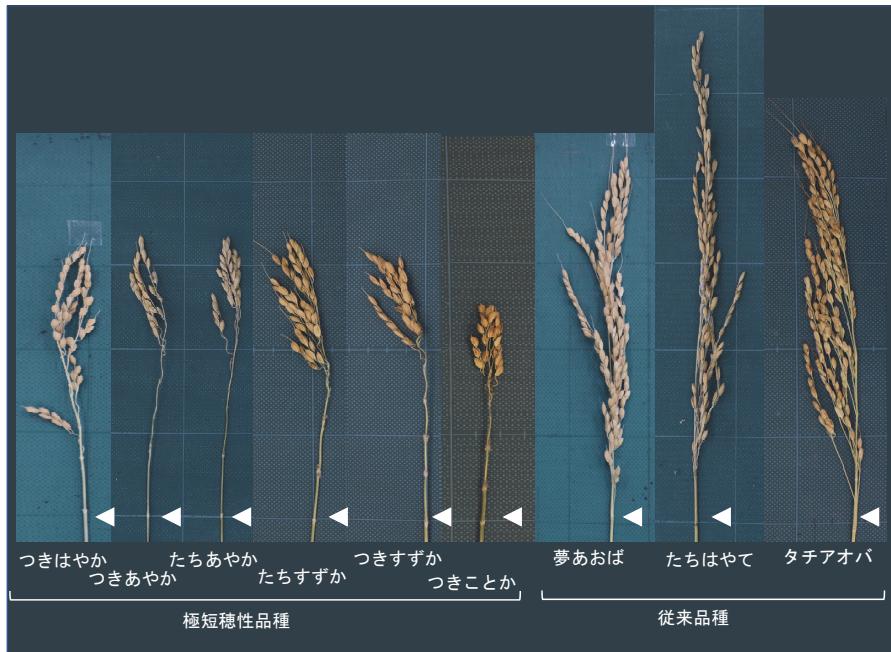


図-4 極短穂性品種と従来品種の穂相

△は穂首の位置を示す。*sp1*を持つ極短穂性品種は穂首付近の穎花が十分に発達せず、短く小さい穂になる。

粗飼料専用品種として中生の「たちあやか」(Matsushitaら 2014, 2012年育成), 糜葉枯病に抵抗性で早生の「つきはやか」(中込ら 2022a, 2020年育成), 中生の「つきあやか」(中込ら 2022a, 2020年育成), 晩生の「つきすずか」(中込ら 2018, 2016年育成)や極晩性の「つきことか」(中込ら 2019, 2018年育成)を育成した(図-3)。

本稿ではこれら極短穂性品種シリーズの普及や良質な稻発酵粗飼料の利用促進に資するよう、これらの極短穂性品種に共通する特性や各々の品種特性、品種の利用方法、今後の課題について紹介する。

1. 極短穂性品種の特徴

極短穂性の6品種に共通した特性を以下に紹介する。

1) 穂が小さく粉が少ない

従来品種は一般的に子実(粉)が凡そ40~60%を占める。イネの子実は難消化性の粉殻に覆われており、牛の第一胃内での分解速度が遅く、従来型の品種「クサノホシ」を用いて異なる時期に刈取、調製した稻発酵粗飼料を用いた試験では、牛に給与した際の糞中への子実排泄率は、登熟が進むにつれて高くなり黄熟期以降で40%以上にのぼった(新出 2010)。そのた

め従来品種では高い子実排泄率が大きな養分損失となり、消化性の改善が求められていた。

極短穂性品種は短穂遺伝子の変異により穂基部を中心に粉の発育不全が起きることで穂が短くなる(図-4)。その結果、極短穂性品種の穂重あるいは子実割合は、早生の「つきはやか」で23%程度、その他の品種ではいずれも10%以下と極めて少ない(表-1)。一方で、穂への転流が抑制された光合成産物が茎葉部に多く蓄積することにより(福島ら 2017, 中込ら 2022b), 地上部の全乾物重は従来品種と同等であり、消化性に優れる茎葉の収量が従来品種より30~50%程度高い(表-1)。そのため極短穂性品種を用いることにより収量性を損なうことなく高い子実排泄率による養分損失の問題を解決できる。

2) 茎葉に糖分を蓄積する

飼料の発酵品質と材料草中の糖含有率との間には正の相関があり(山田・村田 2010), 良好な発酵粗飼料を生産するためには乳酸菌のエネルギー源となる糖が材料草の新鮮物中に2%以上必要とされる(野中 2006)。しかし、例えば従来品種「夢あおば」の出穂後40~50日頃の糖含有率は2.8%(表-1)であり新鮮物中では0.8~1%(水分含有率65~70%で換算)と糖含有率が低い。そのため従来品種では発酵品質の低下やカビによる飼料変敗による廃棄ロスが問題となりやすかつた。極短穂性品種の糖含有率は乾物当

表-1 極短穂性品種の生育特性

品種名	品種名	草型	調査年次	出穂期(月・日)	稈長(cm)	穂長(cm)	穂数(本/m ²)	倒伏程度	地上部乾物重(kg/a)	比較比率(%)	茎葉乾物重(kg/a)	比較比率(%)	穂重割合(%)	糖含有率(%)
早生	つきはやか	極短穂	2016～2019年	8.04	101	19.7	225	0	152	96	117	149	23.0	11.9
	夢あおば	従来型		8.06	88	23.2	300	0	159	100	79	100	50.4	2.8
中生	つきあやか	極短穂	2016～2019年	8.14	113	12.8	336	0	177	101	169	142	3.4	15.7
	たちあやか	極短穂		8.16	113	14.0	326	0	167	95	163	137	2.7	15.6
	たちはやて	従来型		8.14	115	31.2	266	0	176	100	119	100	32.3	9.4
晩生	つきすずか	極短穂	2014～2016年	9.02	124	12.9	286	0	180	91	175	136	2.8	17.5
	たちすずか	極短穂		9.02	122	14.8	286	0	182	93	169	131	7.1	16.2
	タチアオバ	従来型		9.05	110	24.9	248	0.2	197	100	129	100	34.5	5.4
極晩生 (晩生)	つきことか	極短穂	2014～2017年	9.23	138	13.0	255	1.5	213	119	209	127	1.7	15.5
	たちすずか	極短穂	2017年	9.02	119	16.0	250	0.3	179	100	164	100	7.9	16.8

栽培地：西日本農業研究センター（広島県福山市）平均移植日6月4～6日、窒素施用量1.49g/m²、栽植密度18.5～20.8株/m²、植付本数3本。早生、中生品種：平均窒素施肥量：1.49g/m²（基肥0.56g/m²、移植16～27日後0.29g/m²、28～33日後0.31g/m²、41～42日後0.31g/m²）。晩生品種：平均窒素施肥量：1.49g/m²（基肥0.63g/m²、移植25～28日後0.35g/m²、39～49日後0.26g/m²、49～57日後0.26g/m²）。極晩生品種：平均窒素施肥量：1.49g/m²（基肥0.61g/m²、移植19～27日後0.33g/m²、45～57日後0.28g/m²、55～68日後0.28g/m²）。「従来型」の草型は極短穂性を示さない一般的な形態の穂を持つ草型を示す。穂数には、全穎花が生育停止し出穂しない稈を含む。地上部乾物重は、出穂後40～50日頃に収穫した際の値。糖含有率は、HPLC法による分析（食品分析センターSUNATEC）。（引用：中込ら2018；中込ら2019；中込ら2022a）

たりでは10%以上であり（表-1）、新鮮物中あたりに換算すると3%以上と、いずれの品種も新鮮物中に2%以上の可溶性糖が含まれている。以上のことから、極短穂性品種では良好な発酵が期待できる。

3) 倒伏に強い

倒伏は収穫時の作業効率を下げるばかりではなく、雨滴や露が乾きにくうことによる飼料原料の水分含有率の増加や泥の付着による品質低下につながる。極短穂性品種の耐倒伏性については極長稈の「つきことか」を除いては、いずれも“極強”である。松下ら（2012）は、「たちすずか」の第5節間中央部の挫折強度は、出穂後1か月では従来品種の「クサノホシ」と同等であるが、出穂後2か月では「クサノホシ」の挫折強度が低下するのに対して、「たちすずか」で向上したことを報告しており、「たちすずか」では茎葉中に糖分を多く蓄積するため稈の老化が抑制され耐倒伏性を長期間維持している可能性を指摘している。また、「たちすずか」や「たちあやか」では子実割合が小さく茎葉重が大きいことから、従来品種「クサノホシ」、「ホシ

アオバ」より地上部重心高が低いことも耐倒伏性に寄与している（松下ら2012; Matsushitaら2014）。これら稈挫折強度や重心高の特性は他の極短穂性品種に共通すると考えられ、極短穂性品種は従来品種より高い耐倒伏性を有していると考えらえる。

4) 収穫適期が長い

食用米のように子実を収穫の対象とする場合は、十分に子実が登熟した成熟期が収穫適期となるが、稻発酵粗飼料の収穫適期の判断については、地上部の収量性や倒伏性の他、子実の消化性や水分含有率などの飼料品質を考慮し総合的に判断する必要がある。

極短穂性品種の地上部乾物重は、従来型の品種と同様に登熟が進むにつれて増加するが、出穂後30～40日に概ねピークに達するため（中込ら2022b）、収量性の点からは出穂後30～40日以降が収穫適期と言える。特に極短穂性品種は耐倒伏性に優れるものが多いことから（表-2）、収穫作業の点からは成熟期以降も収穫適期と言える。

飼料品質の点においては、良好な品質の発酵粗飼料を調製するには、稻体

の水分含有率を70%以下に抑えることが必要とされる（野中2006）。極短穂性品種の水分含有率は出穂後日数に伴い減少する傾向にあり、出穂1週間後程度の乳熟期では水分含有率が70%を超え不良発酵の要因となるが、出穂後30日以降では概ね70%以下になる（草ら2018; 福島ら2017; 中込ら2022b）。子実の消化性については、従来品種では成熟の進行にともない未消化率が高まり養分損失が問題となるが（新出2010）、極短穂性品種では子実割合が極めて少ないため、収穫時期を考慮する必要がない。また、飼料成分含有率は出穂から出穂後30日までは非纖維性炭水化物（NFC）の蓄積により変動が大きいが、出穂後30日以降では変動が少なく（福島ら2017; 中込ら2022b）、収穫時期によらず安定した飼料成分の材料草が得られる。さらに、穂重割合が大きい従来品種では茎葉部の消化性が出穂期以降低下しやすいのに対して、穂重割合がやや小さい「たちすがた」や「リーフスター」、極短穂性品種の「たちすずか」では、出穂期から出穂期後60～70日まで落ちにくいことが報告されている（日本草地畜産種子協会2022;

表-2 極短穂性品種の障害抵抗性

品種名	耐倒伏性	除草剤耐性	いもち病 真性抵抗性 遺伝子型	葉いもち 圃場抵抗性	縞葉枯病 抵抗性
つきはやか	極強	非感受性	<i>Pia, Pi20</i>	やや弱	抵抗性
つきあやか	極強	非感受性	<i>Pib, Pia, Pi20</i>	かなり弱	抵抗性
たちあやか	極強	非感受性	<i>Pii, Pik, Pita-2, Pib, Pi20</i>	やや強	罹病性
つきすずか	極強	非感受性	<i>Pib, Pik-m, Pi20</i>	不明	抵抗性
たちすずか	極強	非感受性	<i>Pib, Pita, Pi20</i>	不明	罹病性
つきことか	やや強	非感受性	<i>Pib, Pik-m, Pi20, その他不明</i>	弱	抵抗性

注) 除草剤耐性: 4HPPD阻害型除草剤(ベンゾビシクロン, メソトリオン, テフリルトリオン)に対する反応。

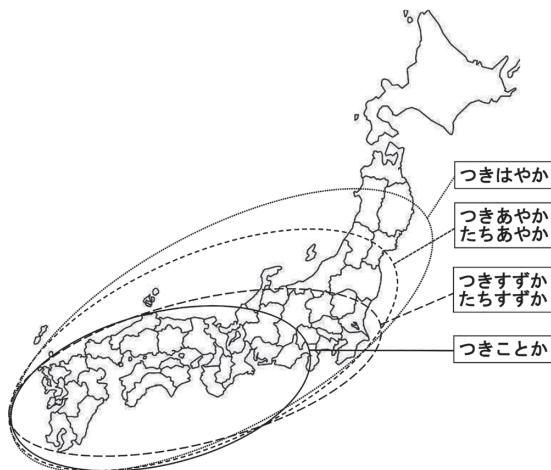


図-5 極短穂性品種の栽培適地

名取・細谷 2016)。以上のことから、従来品種では収量性や子実の消化性などから黄熟期にあたる出穂後 25 ~ 40 日頃の限られた期間が収穫適期であるのに対して、極短穂性品種では出穂後 30 日以降の長い期間に渡って良質な発酵粗飼料の生産が可能である。

2. 品種ごとの特性

1) 「つきはやか」

極短穂性品種のシリーズ中では最も出穂期が早い早生の品種。イネ縞葉枯病に抵抗性である(表-2)。稈長は「夢あおば」より 13cm長い長稈である(表-1)。粒重割合は 23%で従来品種「夢あおば」より明らかに低いが、他の極

短穂性品種と比較してやや高い。また、茎葉乾物重は「夢あおば」より 49% 多収である。おおよその栽培適地は東北中部以南である(図-5)。

2) 「つきあやか」「たちあやか」

中生の極短穂性品種。イネ縞葉枯病に対して「たちあやか」は罹病性、「つきあやか」は抵抗性である(表-2)。稈長は 110cmを超える長稈であり、粒重割合は 3%程度である(表-1)。また、茎葉乾物重は従来品種の「たちはやて」より 40%程度多収である。おおよその栽培適地は東北南部以南である(図-5)。

3) 「つきすずか」「たちすずか」

晩生の極短穂性品種。縞葉枯病に対

して「たちすずか」は罹病性、「つきすずか」は抵抗性である(表-2)。稈長は長く栽培法によっては 120cm 以上に達する(表-1)。また、粒重割合は 3 ~ 7% と低く、茎葉乾物収量は従来品種の「タチアオバ」より 30% 程度多収である。おおよそ栽培適地は関東以西である(図-5)。

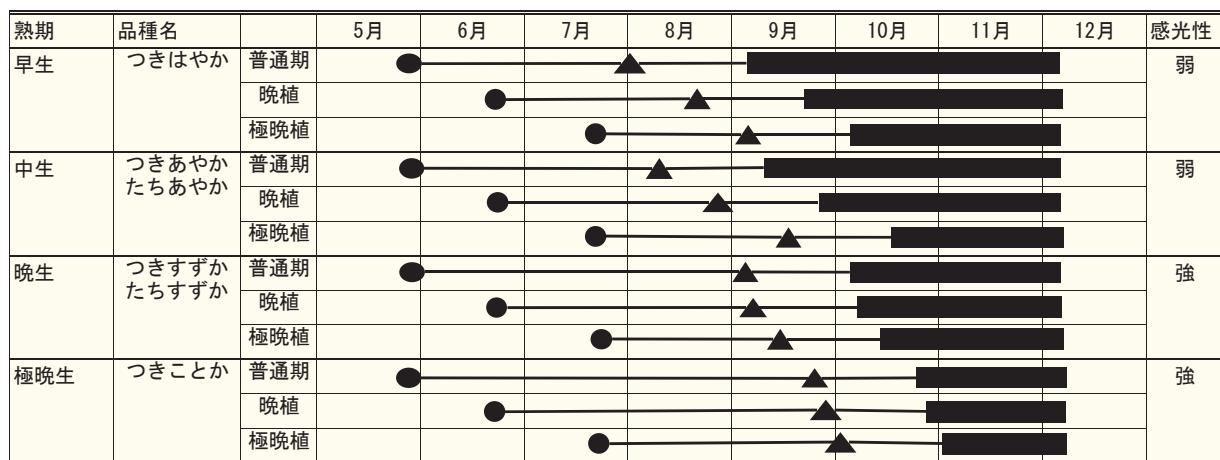
4) 「つきことか」

極晩生の極短穂性品種。縞葉枯病に対して抵抗性である(表-2)。稈長は極めて長く栽培法によっては 140cm 近くに達する(表-1)。また、粒重割合は 1.7% と低く茎葉乾物収量は「たちすずか」より 27% 多収である。おおよそ栽培適地は東海、瀬戸内沿岸、九州である(図-5)。

3. 活用方法および栽培上の注意

晩生の「つきすずか」、「たちすずか」、「つきことか」と早生の「つきはやか」、中生の「たちあやか」とでは出穂特性が大きく異なる。「つきすずか」、「たちすずか」、「つきことか」は感光性が強く、出穂期は日長の影響を強く受けたため、育成地(広島県福山市)では移植時期を 5 月中旬から 7 月中旬の間で変えて「つきすずか」、「たちすずか」では 9 月上旬に、「つきことか」では 9 月末に出穂し、変動が小さい(表-3)。そのため、移植時期を早くすれば、出穂までの生育期間が長くなり多収になりやすい。反対に移植時期が遅

表-3 極短穂性品種の移植時期による出穂期と収穫適期



●：移植時期、▲：出穂期、■：収穫適期。西日本農業研究センター（広島県福山市）での試験結果をもとに作図。

くなれば生育期間が短くなり、少収になりやすい。一方で「つきはやか」、「つきあやか」、「たちあやか」の出穂は日長の影響を受けにくく、育成地で5月下旬移植した場合は、「つきはやか」では7月末に、「つきあやか」と「たちあやか」では8月上旬頃に出穂する。また、7月中旬移植した場合は「つきはやか」では9月上旬、「つきあやか」では9月中旬に出穂し、晩植した場合は晩生の「つきすずか」と同等かより遅くなることがある（表-3）。この様な出穂特性を活用すれば様々な作付け体系を設定することが可能である。例えば、移植時期を早く設定できる地域であれば、生育期間を長く稼げる「つきすずか」や「つきことか」が多収になりやすく、麦後や食用品種の移植後など6月下旬以降の遅い時期にしか移植できなければ、生育期間が短くなりにくい「たちあやか」、「つきあやか」が収量的に有効である。また、出穂をできるだけ早め、早期収穫を行う必要がある場合には「つきはやか」の早期移植が有効である。

また、極短穂性を十分に發揮させるためには移植や施肥の時期に留意する必要がある。いずれの品種も到穂日数が短くなると穂重割合が高まる傾向にあるが、特に感光性が強い「つきすず



図-6 「たちすずか」の穂の変異（藤本ら 2016）

か」、「つきことか」等でその傾向は強い（中込ら 2020b）。そのためこれの品種では晩植や極晩植で栽培しないよう注意する必要がある。また、「たちすずか」では基肥を少なくし穂肥を施用することで穂重割合が高まり、反対に穂首次分化期までの生育前半の施肥で茎葉収量が高く子実収量が少なくなることが報告されている（保科・上藤 2011, 保科 2014, 勝場・藤本 2013）。子実を収穫する食用品種では穂肥の施用により子実収量を高める必要があるが、稻発酵粗飼料においては子実は未消化による栄養損失につながるため不要である。そのため飼料を生産する上では穂肥は施用せず、分げつや稈長を伸ばし茎葉収量を高めるため栄養生長期間を中心とする施肥体系をとる必要がある。

4. 今後の課題

1) 効率的な採種方法開発

極短穂性品種は子実が少ないと栽培面や飼料としてのメリットが多くある一方で、子実はイネの種子であることから採種効率が悪く、普及を円滑に進めるために効率的な採種方法の開発が課題となっている。これまでに、「たちすずか」や「たちあやか」は一般的な品種と異なり、地上部乾物重を増やすことにより種子収量を増やすことはできないことが報告されている（藤本ら 2016）。また、「たちすずか」、「たちあやか」では栽培方法により一穂粒数は大きく変動し（図-6）、収量構成要素のうち一穂粒数が最も種子収量に寄与することが報告されていることから（保科・上藤 2011；保科 2014；松下ら 2014；藤本ら 2016），

極短穂性品種において種子収量を改善するには一穂粒数を改善することが最も効率的であると考えられる。

先行して育成された「たちすずか」では、生殖成長期間を中心とした施肥体系、つまり基肥を少肥とし、幼穂分化期以降の穂肥を施用する施肥体系や晚植、疎植栽培で一穂粒数や種子収量が増加することが報告されている（藤本ら 2016; 保科・上藤 2011; 保科 2014; 保科・高桑 2014; Matsushita ら 2013）。これらの知見をもとに種子生産用の栽培マニュアル（勝場・藤本 2013）が作成され、飼料用の栽培であれば 10kg/10a 程度の粒重であるのに対して、300～450kg/10a 程度の種子収量を得られるようになった。また、同様の技術により「つきすずか」や「つきことか」の効率的な採種も可能であることが報告されている（中込ら 2018, 2019）。

しかし、「たちあやか」と「つきあやか」では、上記の採種技術を活用しても安定した種子量を得ることが難しい。「たちあやか」を用いた試験においては幼穂形成期の低温により一穂粒数が増加するとの報告があり、高標高地や寒冷地での採種が有効との指摘もなされているが（中込ら 2020a），十分に安定した採種方法の開発に至っていない。極短穂性品種の普及には、極短穂性品種に共通した統一的な採種方法の開発が必要であり、一穂粒数の変動に係るメカニズムを解明する必要がある。

2) いもち病抵抗性の強化

本稿で紹介した極短穂性を示す 6 品種はいずれも我が国で優占しているいもち病菌に対して強力な抵抗性を示す真性抵抗性遺伝子を有しているが、圃場抵抗性は不明あるいは弱いものが多い（表-2）。そのためこれらを侵害するいもち病菌が現れると感染が広がる恐れが高い。すでに同一の極短穂性品種の栽培を続けている地域においていもち病の発生が見られる事例がある。いもち病は多肥栽培で発生が多くなるが、稻発酵粗飼料は耕畜連携における畜産堆肥の多投や多収を得るために施用窒素量が多くなるケースが多い。また、農林水産省の「緑の食料システム戦略」においては農薬の使用量を 2050 年までに 50% 低減することが目標として掲げられている。そのため、極短穂性品種へのいもち病圃場抵抗性の付与は喫緊の課題となっている。これまでに *pi21* や *Pi39* などのいもち病圃場抵抗性遺伝子が同定されており、今後はこれらのゲノム情報を活用しいもち病抵抗性を強化した極短穂性品種の開発を行う必要がある。

5. 最後に

極短穂性の品種は 2023 年 5 月の時点で宮城県から大分県までの 23 県においていずれかの品種が飼料作物の奨励品種や優良品種などに指定され（農林水産省 2023），普及が進んでいる。しかし、既存の食用品種や飼料用米兼用の品種を稻発酵粗飼料の生産に用い

ている産地が未だ主流と思われる。種子価格や耐病性等の課題も残されるが、専用品種の存在やその飼料としての優れた点を多くの畜産農家や耕種農家に知っていただき、さらなる普及を期待したい。

引用文献

- 藤本ら 2016. 短穂飼料用イネ品種の効率的種子生産方法の検討. 近中四研報 16, 13-27.
- 福島ら 2017. 東北地域におけるイネ WCS 用水稻品種の乾物特性および飼料成分. 日作紀 86, 1-6.
- 保科・上藤 2011. イネ発酵粗飼料用品種「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. 日本作物学会第 231 回講演会要旨集, 260-261.
- 保科亨 2014. WCS 専用水稻品種「たちすずか」の子実収量に及ぼす晚植条件での栽植密度および窒素施用の影響. 日本作物学会第 237 回講演要旨集, 38-37.
- 保科・高桑 2014. 発酵粗飼料専用水稻品種「たちすずか」の子実収量に及ぼす移植条件および窒素施用の影響. 日本作物学会第 238 回講演要旨集, 8.
- 勝場・藤本 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.
- 河野ら 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内分解性. 日草誌 60, 91-96.
- 草ら 2018. 窒素施肥と収穫時期が稻発酵粗飼料用品種「たちすずか」の材料草およびサイレージの化学成分と発酵品質に及ぼす影響. 日草誌 64, 7-17.
- Li et al. 2009. Short panicle 1 encodes a putative RTR family transporter and determines rice panicle size. The Plant Journal. 58, 592-605.
- 松下ら 2012. 茎葉多収で消化性に優れた高糖分含量の飼料用水稻品種「たちすずか」の育成_近中四農研報 11, 1-13.

Matsushita *et al.* 2013. Effect of low planting density on the spikelet number in 'Tachisuzuka', a rice (*Oryza sativa* L.) cultivar with a short panicle for whole crop silage use. *Grassl. Sci.* 59, 124-127.

Matsushita *et al.* 2014. Yield and Lodging Resistance of 'Tachiyayaka', a Novel Rice Cultivar with Short Panicles for Whole-Crop Silage. *Plant Prod. Sci.* 17, 202-206.

松下ら 2014. 基肥, 穂肥と栽植密度が稻発酵粗飼料用品種「たちあやか」の粉数に及ぼす影響. 日本作物学会第237回講演会要旨集, 34.

中込ら 2018. 紹葉枯病抵抗性で糖含有率が高い稻発酵粗飼料用品種「つきすずか」の育成_農研機構報告西日本農研 18, 41-51.

中込ら 2019. 極晚熟期で茎葉乾物収量が高い発酵粗飼料専用イネ品種「つきことか」の育成および特性. 育種学研究 21, 124-129.

中込ら 2020a. 極短穂性の発酵粗飼料用水稻

品種「たちあやか」の効率的種子生産を目的とした一穂粉数に及ぼす温度条件の検証. *日作紀* 89, 211-217.

中込ら 2020b. 極短穂性を示すイネ品種系統の一穂粉乾物重に与える到穂日数の影響. *日作紀* 89(4), 317-324.

中込ら 2022a. 短穂性で紹葉枯病抵抗性の発酵粗飼料用イネ品種「つきはやか」と「つきやかやか」の育成および特性. *育種学研究* 24, 28-34.

中込ら 2022b. 西日本地域における極短穂性を有するイネ品種の出穂後の飼料成分含有率の変動とその要因. *日作紀* 91, 59-66.

名取・細谷 2016. 飼料用イネ専用品種の収穫時期別の消化性の推移. *千葉畜セ研報* 16, 47-53.

日本草地畜産種子協会 2022. 稻発酵粗飼料の飼料特性とTMR調製. *稻発酵粗飼料生産・給与技術マニュアル 第7版*, 98-118.

野中和久 2006. サイレージ. 扇元敬司・桑原正貴・寺田文典・中井裕・清家英貴・廣川治, 新編畜産ハンドブック. 講談社サイエンティフィク, 東京, 164-171.

農林水産省 2023. 飼料作物奨励品種等一覧 (<https://www.maff.go.jp/j/chikusan/sinko/shiryo/yuryouhinsyu/katsuyou.html#info>, 2024年5月閲覧)

農林水産省 2024a. 米をめぐる状況について (https://www.maff.go.jp/j/seisan/kikaku/attach/pdf/kome_siryou-154.pdf, 2024年5月閲覧)

農林水産省 2024b. 飼料をめぐる情勢 (https://www.maff.go.jp/j/chikusan/sinko/lin/l_siryo/attach/pdf/index-1070.pdf, 2024年5月閲覧)

新出昭吾 2010. 乳牛における飼料イネ WCS 給与の課題. *日草誌* 44, 365-372.

山田・村田 2010. 稻発酵粗飼料の品質向上・増収技術の開発—飼料用イネの生育特性と熟期ごとのβ-カロテン含量および糖含量—. 福井県畜試研報 23, 51-56.