

関東地方の周年粗飼料生産体系における稲発酵粗飼料向け早生品種 たちはやての生育特性

山口弘道¹⁾・石崎摩美¹⁾・石川哲也²⁾・加藤浩³⁾・平林秀介⁴⁾

(¹⁾ 農研機構中央農業総合研究センター, ²⁾ 農研機構東北農業研究センター, ³⁾ 農業生物資源研究所, ⁴⁾ 農研機構作物研究所)

要旨: 稲発酵粗飼料向けに育成された茎葉型早生品種のたちはやてを、茨城県つくばみらい市において、栽植密度 15.2 株 m² に設定した疎植条件で 2011 年から 2013 年まで飼料用大麦収穫後の 6 月中旬に移植栽培し、生育特性を夢あおば・ホシアオバと比較した。化成肥料と被覆尿素肥料を併用して、9.8 g m² の窒素を全量基肥として施用した。たちはやての出穂期は夢あおばより遅く、ホシアオバ並みであったが、登熟は速やかに進行し、出穂後 18~23 日で 50% 程度の籽が黄化する黄熟期に達した。黄熟期は夢あおばより約 1 週間、ホシアオバより約 2 週間早かった。たちはやての稈長は他の品種より長かったが、倒伏は生じなかった。たちはやての茎数は他の品種よりやや少なく経過したが、黄熟期の穂数には有意な品種・系統間差は認められなかった。生育途中におけるたちはやての乾物重と対照品種との差は小さく、黄熟期の地際刈り乾物重にも有意差は認められなかった。また、たちはやての地際刈り乾物に占める穂の比率は 40% 未満で、対照品種より低かった。黄熟期の全刈り乾物収量はたちはやてとホシアオバではほぼ同程度であり、地際刈り乾物の可消化養分総量の推定値も、ほぼ同程度となった。以上の結果から、たちはやては、ホシアオバより生育期間の短い品種を求める周年粗飼料生産体系に適していると判断された。

キーワード: 黄熟期, 可消化養分総量, 乾物重, 飼料イネ, 長稈, 早生.

稲発酵粗飼料の給与において、収穫時期が遅くなると子実の排せつ率が高まる (新出ら 2008) との報告を受けて、籽あるいは穂の乾物重の比率が低く、茎葉乾物重の増大により多収を実現するリーフスター (加藤ら 2010), たちすずか (松下ら 2012) が育成された。これらの茎葉型品種は、耐倒伏性が優れているほか、茎葉に炭水化物を蓄積する特性 (松下ら 2012) が発酵粗飼料としての調製に適していることから、今後の作付拡大が期待される。両品種とも関東地方においては晩生~極晩生となるので、飼料用イネ単作という作型での導入が想定される。一方、飼料用イネと冬作麦類を二毛作で栽培し、いずれも発酵粗飼料として収穫・調製する周年粗飼料生産体系 (石川ら 2013, 農研機構 2013) においては、作業競合を回避できる夢あおば (石川・草 2013) のような早生品種が必要であり、茎葉型早生品種の育成が求められている。

このような背景から、(独) 農研機構作物研究所において、おどろきもち / つ系 1110 (リーフスターの兄弟系統) // 中国 146 号 (ホシアオバ) という交配組み合わせにより、茎葉型の早生品種である、たちはやて (旧系統名関東飼糧 254 号) が育成された (加藤ら 2012)。本研究では、出穂期が比較的近い穂重型品種の夢あおばとホシアオバを対照に、飼料用麦類との二毛作による周年粗飼料生産体系におけるたちはやての生育特性、乾物生産や飼料としての栄養価を調査した。

材料と方法

本研究は、2011 年から 2013 年まで茨城県つくばみらい

市の (独) 農研機構中央農業総合研究センター谷和原水田圃場で実施した。たちはやてを供試し、対象品種として 2011 年は夢あおばとホシアオバを、2012 年と 2013 年はホシアオバを用いた (第 1 表)。

供試圃場の前作は各年次とも飼料用六条大麦で、全量をロールベールに調製して持ち出した。2011 年と 2013 年は 4 反復、2012 年は 3 反復で実施し、各反復の面積は 2011 年が 113.4 m², 2012 年が 75.6 m², 2013 年は 302.4 m² であった。

育苗箱当たりの乾籽播種量は、千籽重の差を考慮して、たちはやては 100 g, 夢あおばとホシアオバは 150 g とした。21~22 日間育苗した稚苗を、設定栽植密度 15.2 株 m² で機械移植した。窒素施肥は、高度化成で 5.6 g m², LP70 で 4.2 g m² をいずれも基肥として施用した。リン酸・カリはいずれも高度化成として 5.6 g m² を基肥として施用した。稲わら堆肥は前年秋の大麦播種前に、2 kg m² を施用した。

幼穂形成期前後に 8~10 日間の中干しを実施した。各試験とも、たちはやては出穂後 2 週、その他の品種は出穂後 3 週を目安に落水した。

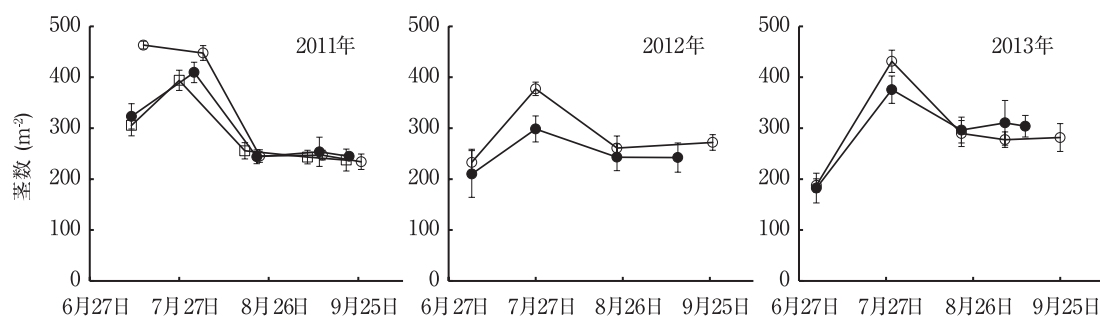
各反復から 12 株を採取して、生育調査を実施した。分けつ期、幼穂形成期は抜き取りにより採取し、根を切除してから茎数または穂数を調査して乾物重 (抜き取り乾物重) を求めた。出穂期は、2011 年は抜き取り、2012 年以降は地際刈りにより採取した (地際刈り乾物重)。黄熟期調査は、黄化籽比率約 50% を目安に実施し、地際刈りで採取し、一部の個体を穂と茎葉部に切り分けて、地際刈り乾物重当た

第1表 生育ステージと黄熟期の生育.

試験年次	移植日	品種名	出穂期	黄熟期	黄熟期到達日数 (日)	稈長 (cm)	倒伏程度 (0-4)	穂数 (m^{-2})	地際刈り乾物重 (g m^{-2})	穂の比率 (%)
2011	6/15	たちはやて	8/22	9/14	23	105.3 a	0.0	254	1339	37.5 b
		夢あおば	8/18	9/21	34.5	84.2 c	0.0	237	1320	41.5 ab
		ホシアオバ	8/23	9/26	34.3	96.0 b	1.0	234	1374	45.0 a
2012	6/13	たちはやて	8/24	9/11	18	114.4	0.0	240	1549	37.5
		ホシアオバ	8/24	9/26	33	107.4	0.0	258	1774	40.1
2013	6/12	たちはやて	8/21	9/13	23	119.9 a	0.0	304	1741	34.1 b
		ホシアオバ	8/22	9/26	35	100.9 b	0.0	282	1713	37.8 a

出穂期、黄熟期は各反復の移植日からの日数の平均に基づいた日付を示した。黄熟期到達日数は、出穂期から黄熟期までに要した日数について、反復別に算出した平均を示した。穂の比率は地際刈り乾物重に対する穂乾物重の比率を示した。

稈長、穂数、地際刈り乾物重、穂の比率の各項目において異なる文字を付した各試験の数値は、5%水準の有意な品種間差あり。



第1図 茎数の推移.

●: たちはやて, □: 夢あおば, ○: ホシアオバ.

2011年と2013年は4反復, 2012年は3反復の平均値に, それぞれ標準偏差を付して示した.

りの穂の比率を算出した。稈長は、立毛状態で地際から測定し、倒伏程度は0~4の範囲で判定した。また、2013年には各反復の地際刈り乾物全体を粉碎して、雪印種苗(株)に飼料分析を依頼した。さらに各品種の黄熟期調査後に、試験区全体を異なる収穫方式の飼料イネ専用収穫機(細断型コンバイン型及びフレール型)を用いて収穫機別、品種別のロールペールサイレージを調製した。各品種の収穫方式別の実収穫面積は6a程度で、実収穫面積と総ロール重量から生草収量を求め、さらにその乾物率から全刈り乾物収量を推定した。

統計処理には、Tukey-Kramer法による分散分析を行った。なお、比率の検定については逆正弦変換後、分散分析を行った。

結 果

6月中旬移植でのたちはやての出穂期は、8月21~24日となり、夢あおばより遅く、ホシアオバと同程度であったが、初は速やかに黄化して、出穂後18~23日の9月11~14日に黄熟期に達した。黄熟期は夢あおばより約1週間、ホシアオバより約2週間早かった(第1表)。

たちはやての稈長は105.3~119.9cmとなり、2012年を除いて他の品種より有意に長かったが、倒伏は生じなかった(第1表)。たちはやての茎数は夢あおばやホシア

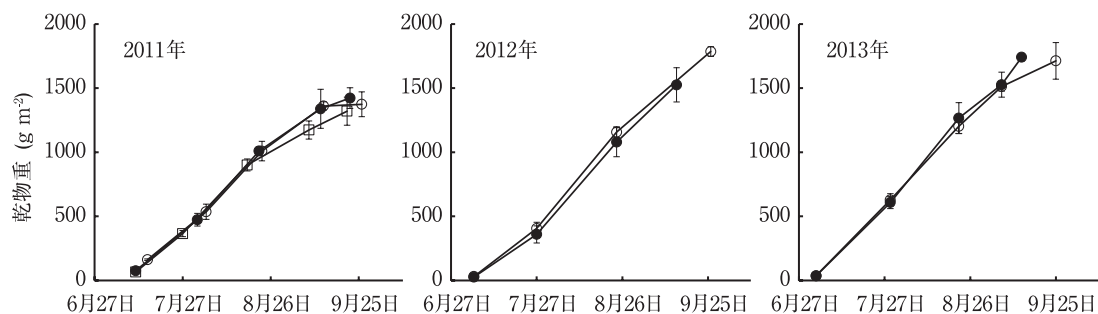
オバよりやや少なく経過したが、黄熟期の穂数には有意な品種間差は認められなかった(第1図)。また、生育途中における乾物重の品種間差は小さく、黄熟期の地際刈り乾物重にも同様に有意な品種間差は認められなかった(第2図)。地際刈り乾物に穂が占める比率は、たちはやてでは34.1~37.5%と、年次を通じて40%未満となり、2011年、2013年はホシアオバと比べて有意に低くなった(第1表)。

2013年の収穫試験における、たちはやての全刈り乾物収量は、コンバイン型細断収穫機では1196 g m^{-2} 、フレール型収穫機では961 g m^{-2} であり、ホシアオバはそれぞれ1373 g m^{-2} 、977 g m^{-2} であった(第2表)。

また、2013年の黄熟期乾物中の非繊維性炭水化物(NFC)は、たちはやてでは25.6%であり、ホシアオバの37.2%と比べて低くなった。高消化性繊維(Oa)はホシアオバで5.66%であったのに対して、たちはやてで6.03%と、やや高くなったものの有意な差は認められなかった。服部ら(2005)の推定式を用いた可消化養分総量(TDN)の推定値はホシアオバで50.9であったのに対して、たちはやてでは50.2となり、有意な差は認められなかった(第3表)。

考 察

本研究により明らかとなったたちはやての生育特性のう



第2図 乾物重の推移。

●：たちはやて、□：夢あおば、○：ホシアオバ。

2011年は出穂期まで、2012年以降は幼穂形成期まで抜き取りで、その後は地際刈りにより採取した。

2011年と2013年は4反復、2012年は3反復の平均値に、それぞれ標準偏差を付して示した。

ち、最初に早熟性について考察する。松下ら (2012) は、茎葉型品種のたちすずかの出穂期から黄熟期までの日数は32日で、穂重型品種のクサノホシの37日よりやや短いと報告している。黄熟期におけるたちはやての地際刈り乾物重当たりの穂の比率は40%未満で、松下ら (2012) の報告におけるクサノホシ (40.5%) とリーフスター (27.6%) の中間に相当する。茎葉型品種として穂の比率がたちすずかほど低くないにもかかわらず、ほぼ同時期に出穂した対象品種と比べて黄熟期までの到達日数が18~23日と顕著に短かったのは、たちはやての特性として、玄米千粒重が顕著に小さい小粒品種である (加藤ら 2012) ことによる影響が考えられた。品種の育成地における籾 (玄米) 重、玄米千粒重等の成績 (加藤ら 2012, 松下ら 2012) からは、たちすずかでは、その茎葉型の特性について、着粒数が少ないことに由来し、たちはやてでは小粒性に由来すると推察された。育成地での特性一覧によれば、たちはやての成熟期における玄米千粒重は17.9 gと、対照品種の夢あおばの玄米千粒重23.9 gに対して顕著に小さい (加藤ら

2012)。さらに玄米千粒重が30 g程度の極大粒品種であるホシアオバ (前田ら 2003) と比べてもたちはやての小粒性は一層顕著である。品種の粒大と籾の黄化速度との間の一般的な関係についてはさらに詳細な検討が必要であるが、たちはやてで出穂期から黄熟期までの到達日数が顕著に短いのは、品種特性として、茎葉型であることに加えて小粒性の影響が示唆された。たちはやては年次を通じて6月中旬の晩植条件においても9月中旬には黄熟期に達し、後述する作付体系への適合性において、利点があると判断された。

たちはやてが長稈であるにもかかわらず、倒伏しなかった要因としては、松下ら (2012) が言及した2つの要因が推察された。すなわち、たちすずかやリーフスターが茎葉中に糖分を蓄積するため稈の老化が抑制され、挫折強度が向上した可能性と、穂の重量が少ないため、重心高が低くなる点である。また、たちはやてと遺伝的に近縁であるリーフスターについて、Ookawa ら (2010) は、稈の厚さと堅さが、挫折型・なびき型いずれの倒伏に対しても抵抗性を示す要因であると述べている。これらの複数の要因が並行して、たちはやての耐倒伏性に寄与している可能性があり、今後の検討が必要である。

飼料成分においては、松下ら (2012) は、たちすずかやリーフスターが茎葉中により多くの非繊維性炭水化物 (NFC) を蓄積しているため、穂の比率の違いが稲体全体の NFC (たちすずか33.2%, クサノホシ32.1%, リーフスター34.5%) に影響を及ぼさなかったと考察している。同様に

第2表 黄熟期の収穫方式別全刈り乾物収量 (g m⁻²)。

試験年次	品種名	コンバイン型細断収穫機	フレール型収穫機
2013	たちはやて	1196 (69)	961 (55)
	ホシアオバ	1373 (80)	977 (57)

品種・収穫方式毎に生産されたロールベール生草収量、乾物率により推定、反復なし。

() 内は各品種の地際刈り乾物重の平均値に対する比率 (%)。

第3表 黄熟期地際刈り乾物の飼料成分 (乾物当たり%)。

試験年次	品種名	CP	NFC	NDF	ADF	OCC	Oa	Ob	TDN
2013	たちはやて	6.20	25.6 b	55.4 a	36.9 a	31.4 b	6.03	49.8 a	50.2
	ホシアオバ	5.28	37.2 a	45.4 b	27.8 b	40.4 a	5.66	41.6 b	50.9

CP: 粗タンパク質, NFC: 非繊維性炭水化物, NDF: 中性デタージェント繊維, ADF: 酸性デタージェント繊維, OCC: 細胞内容物, Oa: 高消化性繊維, Ob: 低消化性繊維, TDN: 可消化養分総量。

推定 TDN = 54.297 + 1.205 × 高消化性繊維 - 0.109 × 低消化性繊維 - 0.462 × 粗灰分 (服部ら 2005)。

異なる文字を付した各試験の数値は、5%水準の有意な品種間差あり。

穂の比率が低いたちはやてを大麦収穫後の晩植条件で栽培した場合では NFC は 25.6% 程度であった (第 3 表)。これは、たちはやてが茎葉型品種の中では早生であることに加えて、6 月中旬植えの晩植であることによる生育期間の制約から、標準作期でのたちすずかやリーフスターほどは茎葉に NFC が蓄積されず、穂の比率の違いが稲体全体の NFC に影響したためと考えられる。しかしながら、可消化養分総量 (TDN) については、高消化性繊維 (Oa) が十分に確保されたことから、ホシアオバとほぼ同等の水準を確保することができた。

最後に、たちはやての乾物生産と、作付体系への導入可能性について考察する。関東地方での飼料用大麦との二毛作による周年粗飼料生産体系においては飼料用イネ収穫後、11 月上中旬の麦類播種にむけて堆肥散布、施肥、耕起作業等を行うための十分な期間を確保する必要がある。とりわけ関東地方では 9~10 月の降水量が多いため、計画的な作業を行う上で気象条件や圃場条件の制約を受けやすい。生育期間が約 2 週間短いたちはやての導入により、麦類播種までの準備期間の拡大が図られると推察される。とりわけ大規模作業受託生産においては収穫等の作業分散も期待できる。黄熟期が約 1 週間遅い夢あおばや、約 2 週間遅いホシアオバと、たちはやての地際刈り乾物重の間には有意な違いはなく、十分な全乾物収量の確保が期待できる。全刈り乾物収量のうち、長稈品種に対応していない旧式のコンバイン型細断収穫機を用いた場合は、長稈のたちはやての収穫損失はホシアオバより多くなった (第 2 表) が、現在ではリーフスターやたちすずかのような長稈品種の収穫にも対応できるように改良された機種が普及しており、この点については改善されると考えられる (日本草地畜産種子協会 2012)。稈長の影響を受けにくいとされるフレール型収穫機での全刈り乾物収量は、両品種で大きな違いはなかった。飼料としての栄養価についても、ホシアオバとほぼ同等の TDN が確保できる。さらに、茎葉型品種であることから、子実の未消化排泄率の軽減も期待できる。加えて茎葉型品種のうちリーフスターとたちすずかは二毛作地帯で特に問題となる縞葉枯病に対して罹病性であるのに対して、たちはやては抵抗性である (加藤ら 2012)。以上

のことから、関東地方での飼料用大麦との二毛作による周年粗飼料生産体系には、たちはやての導入が適していると判断された。

引用文献

- 服部育男・佐藤健次・小林良次・石田元彦・吉田宣夫・安藤貞 2005. 飼料イネサイレージの可消化養分総量の推定. 日草誌 51: 269-273.
- 石川哲也・草佳那子 2013. 関東地方における稲発酵粗飼料用品種夢あおばの生育特性. 日作紀 82: 76-80.
- 石川哲也・箭田佐衣子・阿部薫 2013. 関東地方の二毛作体系における発酵粗飼料用大麦生産の予備的検討. 日作紀 82: 270-274.
- 加藤浩・根本博・坂井真・安東郁男・大川泰一郎・平林秀介・出田収・竹内善信・平山正賢・太田久稔・佐藤宏之・井邊時雄・中川宣興・堀末登・高館正男・田村和彦・青木法明・石原邦・石井卓朗・飯田修一・前田英郎 2010. 稲発酵粗飼料向け茎葉多収型水稻品種「リーフスター」の育成. 作物研報 11: 1-15.
- 加藤浩・春原嘉弘・平林秀介・佐藤宏之・竹内善信・常松浩史・小林伸哉・黒木慎・後藤明俊・安東郁男・根本博・井邊時雄・太田久稔・前田英郎・出田収・石井卓朗・坂井真・田中淳一・池谷智仁・津田直人・青木法明・平山正賢・田村和彦・田村泰章 2012. 早生茎葉多収で倒伏しにくい稲発酵粗飼料用水稻新品種候補「関東飼籾 254 号」. 作物研究所 2012 年度研究成果情報.
- 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. 飼料用水稻新品種「ホシアオバ」の育成. 近中四農研報 2: 83-98.
- 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稻品種「たちすずか」の育成. 近中四農研報 11: 1-13.
- 日本草地畜産種子協会 2012. 稲発酵粗飼料生産・給与技術マニュアル. 52-57.
- 農研機構 2013. ダイレクト収穫体系による飼料用稲麦二毛作技術マニュアル. 1-10.
- Ookawa, T., Yasuda, K., Kato, H., Sakai, M., Seto, M., Sunaga, K., Motobayashi, T., Tojo, S. and Hirasawa, T. 2010. Biomass production and lodging resistance in 'Leaf Star', a new long-culm rice forage cultivar. Plant Prod. Sci. 13: 58-66.
- 新出昭吾・城田圭子・長尾かおり 2008. 飼料イネホールクロップサイレージの刈取時期の違いが子実排せつ量に及ぼす影響. 広島畜技研報 15: 1-8.

Growth Characteristics of Early Maturing Rice (*Oryza sativa* L.) Cultivar "Tachihayate" for Whole Crop Silage in Double Cropping Feed Production System in Kanto Region : Hiromichi YAMAGUCHI¹⁾, Mami ISHIZAKI¹⁾, Tetsuya ISHIKAWA²⁾, Hiroshi KATO³⁾ and Hideyuki HIRABAYASHI⁴⁾ (¹⁾NARO Agric. Res. Cent., Ibaraki 305-8666, Japan; ²⁾NARO Tohoku Agr. Res. Cent., ³⁾Nat. Inst. Agrobiol. Sci., ⁴⁾NARO Inst. Crop Sci.)

Key words : Dry weight, Early maturing, Forage rice, Long culm, Total Digestive Nutrient, Yellow ripe stage.