



日本中央競馬会特別
振興資金助成事業

ISSN 1346-2423

2009. 9
第24号

飼料増産広報誌

グラス & シード

特集：飼料作物の品種育成の最近の動向



社団法人 日本草地畜産種子協会

目 次

特集：飼料作物の品種育成の最近の動向

1. 優良品種普及による飼料増産への貢献と今後の対応…………… 1
 (社) 草地畜産種子協会
 飼料作物研究所研究部長 杉田紳一
2. イタリアンライグラス育種の動向と新品種の戦略…………… 6
 (独) 農業・食品産業技術総合研究機構 東北農業研究センター
 飼料作物育種研究チーム東北サブチーム長 上山泰史
3. チモシーの有望品種と今後の育種について…………… 13
 北海道立北見農業試験場
 作物研究部牧草科長 藤井弘毅
4. オーチャードグラスの有望品種と今後の育種展望…………… 17
 (独) 農業・食品産業技術総合研究機構 北海道農業研究センター
 寒地飼料作物育種研究チーム主任研究員 眞田康治
 (独) 農業・食品産業技術総合研究機構 畜産草地研究所
 畜産温暖化研究チーム主任研究員 内山和宏
5. ペレニアルライグラスの有望品種について…………… 24
 山梨県酪農試験場(農林水産省牧草育種指定試験地)
 研究管理幹 藤森雅博
6. トウモロコシの有望品種と最近の育種の動向…………… 29
 (独) 農業・食品産業技術総合研究機構 畜産草地研究所
 飼料作物育種研究チーム長 佐藤 尚
7. ソルガムの有望品種について…………… 35
 (独) 農業・食品産業技術総合研究機構 九州沖縄農業研究センター
 バイオマス・資源作物開発研究チーム主任研究員 高井智之
8. 飼料用エンバクの有望品種について…………… 39
 農林水産省農林水産技術会議事務局研究専門官
 研究開発官(食料戦略)室 桂 真昭
9. マメ科牧草の有望品種について…………… 44
 (独) 農業・食品産業技術総合研究機構 北海道農業研究センター
 寒地飼料作物育種研究チーム上席研究員 奥村健治
10. 暖地型牧草の有望草種・品種について…………… 49
 (独) 農業・食品産業技術総合研究機構 畜産草地研究所
 飼料作物育種工学研究チーム主任研究員 蝦名真澄
 沖縄県畜産研究センター 育種改良班研究員 幸喜香織
 主任研究員 稲福政史
 宮崎大学農学部生物環境科学科助教 霍田真一

1. 優良品種普及による飼料増産への貢献と今後の対応

(社) 草地畜産種子協会

飼料作物研究所研究部長 杉田紳一

1. はじめに

食料・農業・農村基本計画において、食糧自給率の目標と主要品目毎の国内生産の平成27年を目標年度とする努力目標が定められた。この中で、飼料作物については、生産量524万TDNトン、作付け面積で110万ha、飼料自給率で35%が目標値とされた。平成15年をベース（100%）にとると、生産量で149%、作付け面積で118%、反収で119%との大幅な向上が求められているのである。ここでは後2者の構成要素に対する育種分野の貢献について検証すると共にそれを達成するための方策について述べることにする。

2. 反収向上による貢献

まず、現在の作付け面積割合をベースにして品種育成が粗飼料増産にどの程度貢献できるかを以下に試算する。

作付け比率の現状を長大型1：牧草5とし、統計数値から推算されるha当りTDN収量を長大型で10トン、牧草で4.1トンとすると93万haからの総収量は93万ha×(10×1/6+4.1×5/6)=473万トンで、年率1%の増収で年あたり約5万トンTDNの増産となる。年率でどの程度の増収が達成されたかをその育成経過から実証的に明らかにできる例は多くない。新品種育成が従来品種の置き換えのみを目指したものばかりでなく、主として熟期の多様化によるメニュー拡大も図ってきたからである。ここで、温暖地向きオーチャードグラスにおける増収達成程度について解析する。図1に示すように、育種が開始された1958年を基準年として収量比100とし、順

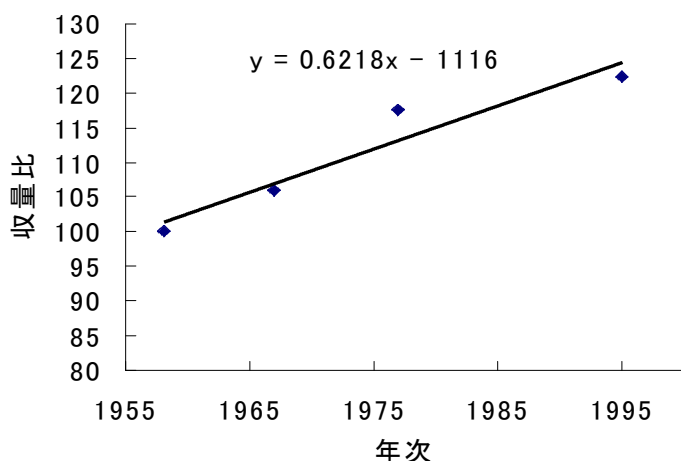


図1 収量比と年次の関係

準年として収量比100とし、順に育成年と累積増収率をたどると、「アオナミ」（1967年, 106%）、「アキミドリ」（1977年, 118%）、「アキミドリⅡ」（1995年, 122%）となる。

年次に対する増収率（%）の回帰式から回帰係数は0.6（%）と計算され、年率0.6%の増収であることが推測される。品種育成には通常10年を要するが、「アキミドリ」の育

成から「アキミドリⅡ」の育成までに20年近くを要していることに着目してほしい。

この間は中生品種や、晩生品種の育成に勢力が注がれ、早生品種の育成がおろそかになったのである。これがなければ年率1%の増収は達成できたと推察される。近年の育成例でも、トウモロコシを含めた草種全体をとおしてみると、5年毎のペースで5%の多収性を有する品種が育成されてきていること、アメリカのトウモロコシの増収は年率1%を達成していることから、今後もポテンシャルとして年率1%の反収増は通常の育成ペースで達成可能でぜひ達成すべきものとする。

以上のように現在の作付け比率を前提にすると、年1%ペースの増収は表1に示す自給率50%に必要な160万トン強の増収量の3%程度の貢献にすぎず、達成には30年以上を要することになり、今後はさらに品種開発のスピードアップが求められる。どの草種に重点を置いて新品種開発を行うかについては、統計数値から推算されるha当りTDN収量が長大型で10トン、牧草では4.1トンであるところから、同じ1%でも長大型（特にトウモロコシ）作物で育種効果が大きいことが明らかである。また、牧草中では、作付け面積の大きいもの程育種による増収効果が大きいことも自明である。この点で、北海道で50万ヘクタールの作付け面積を有するチモシーにおいて、平成4年以降、公的機関では利用の主体である早生と中生の新品種が育成されていないことは問題であり、早急な対応が必要である。

表1 飼料自給率の現状と目標値：単位万t・TDN

	全家畜 現状	大家畜の自給率目標50% (全家畜で31.8%)			全家畜 自給率35%	
		現状	目標	増減	目標	増減
総需要量	2,563	1,207	1,207		2,563	
国内粗飼料	441	441	603	+162	684	+243*
国内濃厚飼料	213				213	
輸入濃厚原料	396				396	
輸入粗飼料	126	126	0	△126	0	△126
輸入濃厚飼料	1,387	639	603	△36	1,271	△116

現状：全家畜の飼料自給率 = $(441+213)/2,563=25.5\%$ 、大家畜の自給率 = $441/1,207=36.6\%$

目標：大家畜の自給率を輸入粗飼料をなくし、粗飼料増産により50%にただけでは、全家畜での自給率は31.8%で、目標の35%を達成できない。最右欄(*)に示したように中小家畜における国内粗飼料として、食品残さ等未利用資源80万tの利用を含むと目標を達成できる。

3. 作付け面積拡大による貢献

前項は草種別作付面積割合、総作付け面積を現状維持とした場合の増収試算と品種育成の対応方向の提示であった。これに加えて、TDN増産は遊休水田、中山間地の低未利用地や耕作放棄地への作付拡大でも可能である。これに対応してトウモロコシでは、近縁種か

らの遺伝子導入による耐湿性強化素材の開発および北海道の作付け限界地における安定多収を可能とする耐冷性極早生品種の育成、牧草では府県における最重要多年生草種であるオーチャードグラスの弱点を克服した耐湿性、品質ともに優れる新草種フェストロリウムの品種開発等による従来の作付け困難な場面への栽培拡大が期待できる。

耕地利用率の向上も作付け面積拡大と同様の増産効果を有する。昨年の穀物、配合飼料高騰の経験から従来以上に暖地におけるトウモロコシの二期作栽培への期待が高まっている。適品種が少なく、育種も始まったばかりで大きな育種効果が期待できるし、温暖地南部までの拡大も視野に入れた品種育成の取り組みにも期待できる。府県では二毛作（東北では2年3作）の強化が必要で、作業競合をさけた多様な作付け体系の確立に向け栽培分野と連携した多様な夏、冬作の品種メニューの開発が必要である。

4. 国産品種の種子価格で収支がとれる条件

1. で述べたとおり、できるかぎり最新の品種を利用することが粗飼料増産に有効である。しかし、国内育成品種（特に牧草類）は増殖規模が小さいこともあって、種子価格が導入品種や普通種（コモン種）にくらべて高価格であり、これが普及の足かせとなっている側面を有することも事実である。ここでは種子価格の差は、収量差によって十分解消されることを明らかにする。

10%増収による10a当たりの儲け

●経費増（種子代のみ）

種子価格（オーチャードグラス）普通種（コモン） 970円/Kg

国産品種 1,720円/Kg

10a 当たり 3 Kg播種として種子価格の差は 2,250円/10a-----（1）

●経済的メリット増

	普通種	国産品種	差
TDN収量	0.5	0.55	0.05（トン）

TDN 1 Kgの価値を73円とすると

0.05トン×1,000×73円=3,650円/10a/年-----（2）（利用2年目以降）

* 利用初年度は種子価格差を差引いて（2）－（1）=1,400円/10aとなる。

以上の数値からみて、多年生牧草の場合は6%の多収であれば利用初年目で種子価格を回収でき、2年目以降は増収を享受できることになる。新品種は多収性以外に、維持年限向上、耐倒伏性の付与による収穫ロス削減、葉枯性病害抵抗性向上による消化率向上等のプラス効果も見込まれるので、積極的な品種更新が得策である。なお、イタリアンライグラスでは、種子価格差が永年生牧草の1/2程度なのでさらに品種の切り替え効果は大きくなる。上記の方法で計算して確かめていただきたい。

5. ゲノム解析情報を活用したこれからの新育種技術

新品種開発のスピードアップや高性能化を図るには、新しい技術の開発が不可欠となる。まず、現在精力的に開発が進められているDNAマーカーによる選抜技術を紹介する。

現在、利用可能又は開発中の飼料作物のDNAマーカーは表2のとおりである。DNAマーカーの開発にはある程度の人的・資金的投資が必要である。しかし、一旦開発されてしまえば数々のメリットがある。DNAマーカーによる選抜は、その形質を支配している遺伝子そのものの有無を判定して選抜するので、従来の表現型（みかけ）による選抜に較べてより確実な目的遺伝子の選抜・集積が可能である。また、目的遺伝子の有無をどの生育ステージでも判定できるため、従来型育種では成植物にならないと選抜不能であった形質についても幼苗段階での選抜が可能である。このため、目的遺伝子を保有する個体のみにしぼって圃場に定植し、その他の特性調査への供試個体・系統数を大幅に縮減することができ、圃場面積や調査労力が著しく軽減される。

表2 開発済および開発中のDNAマーカー

草 種	形 質
トウモロコシ	:近縁度、南方さび病抵抗性、黒穂病抵抗性、 ワラビー萎縮症抵抗性、子実収量、耐湿性
ソルガム	:消化性、早晚性、再生性
ペレニアルライグラス	:冠さび病抵抗性、耐旱性
メドウフェスク	:出穂期、耐寒性
イタリアンライグラス	:冠さび抵抗性、いもち病抵抗性
アカクローバ	:菌核病抵抗性、早晚性
アルファルファ	:耐凍性、低温感受性
ギニアグラス	:アポミクシス

一般に、品種育成までに5～8世代にわたる選抜が必要とされる。通常は、ふつうの栽培法と同様の条件で調査選抜が行われ、1年に1世代の選抜しかできない。年2世代以上の選抜を可能とし、育種年限の短縮を図る技術として、世代促進法がある。しかし、これまでは幼苗検定が可能な病害抵抗性などの一部の形質での利用がほとんどであった。DNAマーカー選抜が可能となれば、他の様々な形質でも世代促進技術の活用が可能となり、品種開発のスピードアップをはかることができる。自殖性（自殖も可能）か他殖性かの生殖様式や1年生か多年生かの違いによって、様々な育種システムが構築されているが、これにDNAマーカー利用を取り込んだ育種システムを構築することにより育種の効率化を図ることができる。このシステムをより洗練されたものに仕上げていくことが今後の課題である。

DNAマーカーの開発の前段としてQTL（連鎖）解析が行われるが、これにより目的形質を支配する遺伝子の数や染色体上の位置が明らかとなる。これらの情報を活用すれば、従来不可能であった目的遺伝子の意図的な集積が可能となる。異なる集団でQTL解析を行うことにより、従来は目的形質に関与するのが1つの遺伝子とされていたものが、実は3つの遺伝子が関与していることなども明らかにされている。これは表現型（みかけ）は同じでも母材（集団）によってその形質が異なる遺伝子により支配されていることを意味しており、従来は棄てられていた育種材料の再活用につながるであろう。このように育種母材がもつ重要形質関与遺伝子を網羅的に解析・特定することで、画期的な新素材を開発することができると期待される。

2. イタリアンライグラス育種の動向と新品種の戦略

(独) 農業・食品産業技術総合研究機構 東北農業研究センター
飼料作物育種研究チーム東北サブチーム長 上山泰史

1. はじめに

一般的に、イタリアンライグラスは1年生のライグラス(annual ryegrass)のことをいい、我が国では冬作の飼料作物として暖地・温暖地を中心に約6万 ha 栽培されている。2008年版 OECD リストに458品種が登録されているが、我が国でも1970年以降多くの優良品種が育成されており、コモン(普通種)を除くと国内育成品種の割合が非常に高い。

農林水産省生産局によると、種子販売量では、約40%が種子価格が安価なコモンが占め、早生品種が30%、残りがその他の品種となっている。コモンは品種ではなく、通常は特性が示されていない集団で、各地の在来集団や種子証明の対象にならなかった規格外のものなど様々なものが含まれる。しかし、我が国の種苗会社の多くは、2倍体の中生系統を「コモン」として販売しているようで、農家ではこの「コモン」の特性を理解して栽培している場合もある。

早生品種群は、温暖地で出穂が、この中生の「コモン」よりも1週間程度早い2倍体品種で、「ワセアオバ」、「ワセユタカ」から「優春」、「びしゃもん」までに至る主要な普及品種が含まれる。これらの品種は、その出穂期が温暖地で概ね3日以内の変異に収まる。農家では、梅雨期を避け、夏作との組合せを考慮し、「コモン」と早生品種群が安定多収のために選択されていることが種子量から推定される。

本稿では、我が国で育成・普及しているイタリアンライグラスの品種特性と、近年の育種の方向について述べる。

2. 早生品種にみられる特性の変遷について

1970年に北陸農業試験場で温暖地向き品種「ワセアオバ」が、1972年に山口県農業試験場で暖地向き品種「ワセユタカ」が育成された。これらの品種は、多収を特長とし、「Gulf」(1958年米国テキサス農業試験場育成)などのそれまでの主要な2倍体品種よりも1週間程度早く収穫できて同等の収量が得られたこと、当時の普通水稻移植栽培やトウモロコシの裏作で容易に栽培できたことから、急速に広まった。その後40年近く経過した現在においても、それらの収量は早生品種群の中でトップクラスである。

1987年に雪印種苗(株)で耐倒伏性を改良した「タチワセ」が育成された。タチワセは、茎及び葉身を直立させ、葉部割合を低下させることによって、従来品種の倒伏しやすかった弱点を改良し、さらに雑多な集団の印象が強かった従来品種に比べて、形態的に斉一に育種されており、”品種”の印象を農家に強く与えた。「タチワセ」の育成は、

ロールベラー、ベールラッパーが開発されイタリアンライグラスが再評価された時期と一致し、機械化適性に優れた品種として注目された。その後、耐倒伏性をさらに強化した「タチマサリ」(雪印種苗育成、1991年登録)、「ニオウダチ」(草地試験場育成、1999年登録)が育成された。「ニオウダチ」の耐倒伏性は既存品種で最高水準であるが、収量性においてはワセアオバなどに及ばなかった。その後育成された「はたあおば」(茨城県畜産センター育成、2006年登録)は、ニオウダチ並の耐倒伏性とワセアオバと同等の収量性が付与されている。2006年、カネコ種苗(株)で育成された耐倒伏性多収の「いなずま」が、近年需要を増やしている。



タチワセ

いなずま

写真1 早生多収品種「タチワセ」と「いなずま」の草姿



既存の系統

はたあおば

ニオウダチ

写真2 耐倒伏性品種「はたあおば」と「ニオウダチ」

イタリアンライグラスは越年生（Winter annual）であり、早生品種に関しては春の生長量は2月下旬以降から出穂期までの期間の温度や日射など限られた環境条件に依存しているため、従来の育種法で品種育成を行う限り、乾物収量を飛躍的に増加させることは困難であろう。しかし、冬期でも継続して生長する南九州などでは、秋冬期の生長を収量に結びつけることができれば、さらなる増収を図ることは可能と考えられる。

表 1 主な早生品種の春一番草収量及び関連形質（東北農研センター）

品種	品種登録年	出穂始日 ¹⁾	草丈 (cm)	乾物収量 (kg/a)	乾物率 (%)	倒伏程度 (無微1-甚9)
ワセアオバ	1970	0	109.4	60.8	17.3	6.5
タチワセ	1987	-0.5	102.8	64.4	19.1	5.5
ニオウダチ	1995	0.5	99.4	52.8	16.2	2.8
はたあおば ²⁾	2006	0.8	100.8	59.5	17.4	3.0
いなずま	2006	-0.3	110.5	66.8	16.8	5.5
ワセ王 ³⁾	-	0.8	100.5	52.8	13.6	7.0
ナガハヒカリ	1995	6.0	109.2	67.4	13.2	6.0

1) ワセアオバの出穂日を0としたときの差、単位は日。

2) はたあおばの播種日は9月29日、その他の品種は9月22日。

3) ワセ王は、品種登録されていない。

3. 新しい特性を付加した早生「新品種」育成の流れ

耐倒伏性と収量性以外の「有用形質」を付加した育種が近年の流れになりつつある。その一例が、新品種「優春」（茨城畜セ・畜草研・雪印種苗育成、2008年登録）である。トウモロコシは硝酸態窒素が蓄積しにくい作物であるため、しばしば堆厩肥が多投される。その後にイタリアンライグラスを栽培した場合、たとえ無施肥であっても硝酸態窒素濃度が家畜に有害な水準まで上昇して、飼料として利用できないものになることがある。「優春」は、この硝酸態窒素含量を低くするように改良したもので、主要品種中でその含量が最も少ない「ワセアオバ」と同等かそれ以下にした耐倒伏性品種である（深沢ら、2007）。畜産草地研究所などでは、さらに硝酸態窒素やカリウムの含量を低減させる育種を実施しており（川地ら、2007）、近い将来「優春」以上に、これらが蓄積しない品種の開発が見込まれる。

イタリアンライグラスが、斑点米の原因となるカメムシ類の繁殖に適しているために、水田地帯では、その発生を助長させるとして、イタリアンライグラスの栽培に制限が加えられていることがある。フェスク類やライグラス類のエンドファイト（内部共生菌）には、このカメムシ類に対して毒性を示す物質を生産するものがあることが確認されている。エンドファイトが生産する物質に家畜毒性のあることが問題となっているが、家畜有害物質を産生せず、害虫毒性のみを発現させるエンドファイトが見つけれられており（笠井ら、2005）、これを感染させて耐虫性を付与した品種「びしゃもん」が2008年に（社）

日本草地畜産種子協会にて育成された。岩手県を例にすると、早生品種の一番草収穫期は5月中下旬で、カメムシの発生時期である6月中旬とずれているが、夏作物を栽培しない場合には一番草収穫後もイタリアンライグラスが圃場に残ることがあり、このような場合でもこの耐虫性品種はカメムシの発生源にならない。斑点米カメムシに効果があるエンドファイトは他にも見いだされており（Sugawara ら, 2006）、今後、耐虫性を付与した多様な品種の育成が期待される。

近年の温暖化傾向で暖地を中心に「いもち病」の発生が問題となることが増えてきた。いもち病の発生は壊滅的な被害をもたらす（角田, 1999）。既存早生品種でいもち病抵抗性を付与したものに山口県農林総合センターで育成した「山系33号」がある。この系統は、今後品種登録を経て普及を待つことになり、早生品種の中では出穂が遅く4倍体であるため、既存の早生品種に代えて利用されるかは定かでない。しかし、今後も冬期の気温上昇傾向が続くことになれば、南九州などいもち病が多発する可能性が高い地域では、この抵抗性が品種選定の必須条件になるかもしれない。

イタリアンライグラスは、寒地型イネ科牧草の中では家畜の消化性が高く、嗜好性も優れることから、その育種において「高品質」はあまり顧みられていなかった。しかし、高消化性に関する選抜は効果的である（西見ら, 2008）ことが確認されており、これを重要目標とする育種も開始されている。

4. 耐倒伏性中生品種について

コモンの多くが2倍体中生系統で、早生品種群とともに大きなシェアを占めていることから、これに代わる2倍体品種の育成が進められている。「コモン」が耐倒伏性に劣ることから、耐倒伏性を付与した「タチムシャ」（雪印種苗育成、1997年登録）、「さつきばれ」（カネコ種苗育成、2008年登録）が育成されている。種子価格が「コモン」に比べて割高であるが、近年これら中生品種の需要が伸びており、既に早生で浸透している耐倒伏性品種の有利性が中生でも確実に評価されているといえる。

5. 極早生品種と中晩生品種について

イタリアンライグラスは、寒地型イネ科牧草の中でも大きな変異を含む草種であり、多様な特性を付与した品種が育成されているが、「コモン」を含む2倍体の中生品種と早生品種群がイタリアンライグラス需要の75%程度を占めていることは、これらの品種・系統の特性が、農家の「イタリアンライグラス」に求める特性であることを示している。この背景には、イタリアンライグラスは二毛作の冬作（裏作）を担っており、農家は収量が高い夏作（表作）に対しては作物及び品種の選定に積極的であるが、裏作物に対してはそれほど関心が持たれないこと、極早生品種については、春一番草の収穫期が早いためにカタログデータに示される収量が早生品種よりも低いので、敢えて低収品種を栽培するという選択が働かないこと、9月上中旬に播種して年内収穫するという場

合には、夏播きエンバクなどとも競合することなどがある。しかし、イタリアンライグラスは高品質の収穫物が得られること、再生力があって春一番草まで収穫できること、など麦類よりも有利な特性があり、この特性を発揮させるためには、それぞれの栽培期間に適した品種を用いることが重要である。「さちあおば」(山口農試育成、2005年登録)は、早播きで多発するいもち病に対する抵抗性が付与されており、9月中旬播種にも対応する極早生品種である。「ハナミワセ」(雪印種苗育成、1999年登録)や「シワスアオバ」(山口農試育成、2002年登録)は、極早生としての単播での採草利用の他に多年生牧草のウインターオーバーシーディングにも用いられている。

極早生から中生までの2倍体品種は、二毛作栽培を前提に、通常は梅雨前までに1、2回収穫して終了する。しかし、寒冷地など二毛作栽培ができない場合や高度利用しない圃場では、冬作物を夏期まで継続して栽培することも選択肢の一つになる。この場合は、二番草以降も一定の収量が見込める中晩生品種が選択される。寒冷地では、中晩生品種は、梅雨前に一番草、梅雨明け後に二番草、初秋に三番草を収穫して栽培を終了する。早生及び「コモン」を含む中生の2倍体品種は、春一番草の収穫期が春期の比較的天候が安定した時期に収穫調製できるが、中晩生品種では梅雨期に近づきやや天候が不安定になることと、多くが4倍体であるために、乾物率が低く、植物体が大きく多収であるため、収穫及び調製に要する時間を多く必要とすることも生産物の品質を不安定にする要因となる。イタリアンライグラスの二番草収量は、一番草収量の70～50%で、3番草以降はさらに低下する。そのため、栽培期間が長い中晩生であっても、一番草の収穫を確実に行うことが重要で、その危険性が早生品種より高まることを前提に中晩生品種の栽培を行う必要がある。「ヒタチヒカリ」(茨城畜試育成、1999年登録)は中晩生品種の中で唯一の耐倒伏性品種で、収量性ととも機械収穫効率が高い。イタリアンライグラスは耐雪性が劣るため、北東北や日本海側の多雪地帯での栽培には向かないが、「ナガハヒカリ」(北陸農試育成、1995年登録)は、現在流通している品種の中で唯一の耐雪性品種で、年間100日程度の積雪期間の地域でも栽培可能である。

イタリアンライグラスは、通常は秋播きで越冬させて春または夏まで利用するが、寒地では越冬が難しいために、春播き栽培されることがある。イタリアンライグラスにも麦類などでみられる”播性”の変異があり、春播きでは、春播き性程度が高い(秋播き性程度が低い)品種を選択することにより、出穂させて収穫することができる。春播き性の高い1年生ライグラスとしてウェスターウォルズライグラスという品種群があり、イタリアンライグラスと区別する場合もある。「マンモスB」(雪印種苗育成、1993"Billken"でOECD登録)は、我が国で流通している唯一のウェスターウォルズライグラス品種で、温暖地・暖地で秋播き栽培する場合は他の中晩生4倍体品種と変わらないので、関東以西でイタリアンライグラス品種として普及している。しかし、北海道などでイタリアンライグラスの春播き栽培の試みが行われており(林ら、2006)、「マンモスB」はこれに対応できる品種である。

6. 越夏性品種からフェストロリウムへ

我が国では、イタリアンライグラスは一年生(Winter annual)として利用されているのがほとんどで、本稿でもこれまで一年生利用の品種について述べてきた。しかし、春一番草を出穂させて収穫した後も再生することから、麦類のような完全な一年生植物ではなく、多年生の要素を持っている。そこで、再生力や越夏性を高め、越夏後は栄養生長に戻り、2年以上利用できるように改良した越夏性品種が育成されている。「アキアオバ3」(茨城畜産育成、2009年登録)は、越夏性を飛躍的に高めた新品種で、寒冷地の寡雪地を栽培適地とする。耐湿性が優れ水田での栽培に向くので、転作田や耕作放棄地を活用するための作物になると考えられる。

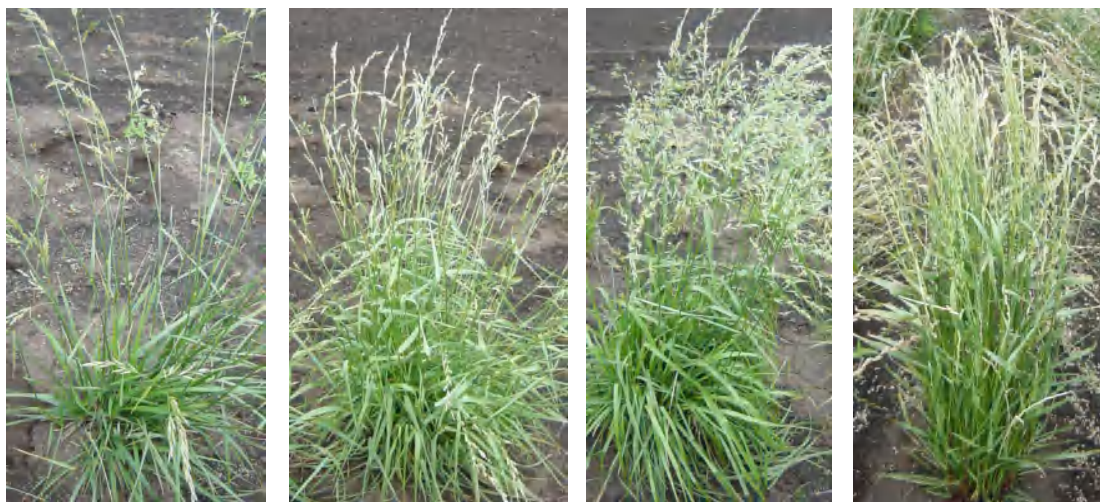
多年生ライグラスであるペレニアルライグラスを採草のみで利用すると再生が劣り、早期にスタンドの荒廃が進行するので、採草にはあまり向かない。そのため、採草にはペレニアルライグラスとイタリアンライグラスの雑種によって多年生採草用ライグラス(ハイブリッドライグラス)が育種されている。「アキアオバ3」も根の蛍光反応性などにこの雑種の特性が認められるが、形態的にはイタリアンライグラスで、採草向き多年生ライグラス中でも新しいタイプとして期待される。



エース

アキアオバ3

写真3 温暖地における越夏性イタリアンライグラス品種「エース」と「アキアオバ3」の秋季における再生程度の違い(茨城県畜産センター,2008)



トールフェスク

フェストロリウム

イタリアンライグラス

写真4 トールフェスク、イタリアンライグラス及びその雑種「フェストロリウム」の草型

このように採草用多年生ライグラスには、越夏性イタリアンライグラスとハイブリッドライグラスがあるが、今までに我が国で育種された品種はいずれも耐雪性に劣り、耐寒性もそれほど強くない。そこで、フェスク類から耐雪性や耐寒性を導入して、越冬性の優れた新牧草「フェストロリウム」の育種が行われている。フェストロリウムの育種は、欧米では半世紀以上前から行われており、我が国で導入品種が販売されてから20年以上経過するが、環境適応性が高くないために適地が限定され、農家のニーズに必ずしもマッチしていなかったために、普及は限定的なものにとどまっていた。しかし、東北農業研究センターや畜産草地研究所で精力的に品種育成が実施されており、優良系統が選抜されている。越夏性や永続性においてもフェスク類はライグラス類よりも優れるので、今後は、越夏性イタリアンライグラスは、フェストロリウム育種に吸収される方向で新品種開発が進むものとみられる。

参考文献

川地ら. 2007. 平成 18 年度畜産研究成果情報. No.6.
 (<http://nilgs.naro.affrc.go.jp/SEIKA/2006/nilgs/ch06022.html>)
 笠井ら. 2005. 日本草地畜産種子協会飼料作物研究. 8:2-4.
 Sugawara ら. 2006. Grassland Science. 52:147-154.
 角田. 1999. 牧草と園芸. 47(9):5-8.
 西見ら. 2008. 日本草地学会誌. 54(別):226-227.
 林ら. 2006. 北海道草地研究会報. 40:47.
 深沢ら. 2007. 平成 18 年度畜産草地研究. No.6.
 (<http://nilgs.naro.affrc.go.jp/SEIKA/2006/ibaraki/iba06002.html>)

3. チモシーの有望品種と今後の育種について

北海道立北見農業試験場

作物研究部牧草科長 藤井弘毅

1. はじめに

チモシーは越冬性に優れ、安定多収が得られやすいこと、また家畜の採食性が良好であることなどから、北海道では農家が好んで作付けする傾向にある。チモシーの育種は当初から、数十ヘクタールにも及ぶ農家圃場において、刈取適期の異なる品種を配置することで刈り遅れを防ぎ、適期収穫による良質粗飼料の生産を可能とするため、熟期別品種の育成を目標として取り組まれてきた。その結果、昭和50年代には極早生～晩生の各熟期の品種が出そろい、販売、利用されるようになったが、実際にはつい最近まで、作付けの大半を早生品種がしめ、そのことが刈遅れによる粗飼料品質の低下を招く原因として指摘されてきた。近年ようやく中生品種の割合が増え、種子の流通量は早生品種と同じ程度にまで伸びてきている。この中生品種の流通の伸びは、農家の粗飼料の品質改善に対する意識の向上だけでなく、平成4年、当時流通していた中生の「ホクセン」と比べ、収量性や冷涼多湿条件下で多発するチモシー斑点病の抵抗性、マメ科牧草との混播適性（競合力）が向上した中生の早の「アッケシ」（北見農試育成、1994年登録）ならびに中生の晩の「キリタツプ」（北見農試育成、1994年登録）が育成されたこと、つまり優良な品種の育成に負うところが大きいと思われる（図1）。「アッケシ」は斑点病抵抗性がきわめて優れる。「キリタツプ」は、平成19年現在、チモシーの国内市販品種のなかで最も種子の流通量が多い品種となっている。

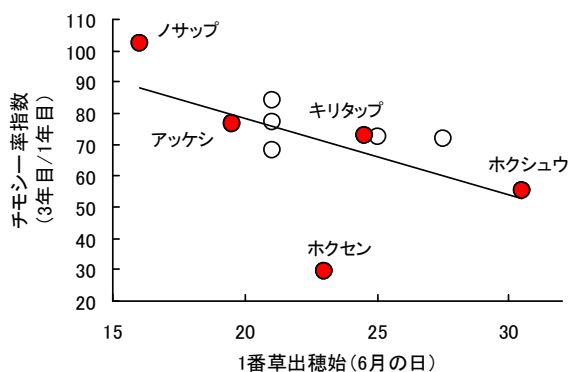


図1 出穂始とチモシー率指数との関係(北見農試牧草科)
チモシー率指数:チモシー率の1年目に対する3年目の指数。
図中の線は回帰直線。

チモシーの初期の育種目標は、熟期のほか、多収性、越冬性、耐病性など、乾物多収や永続性に関連した基本的特性の改良が主体であったが、極早生「クンプウ」（北見農試育成、1983年登録）、早生「ノサップ」（北見農試育成、1977年登録）、晩生「ホクシュウ」（北見農試育成1977年登録）のほか、「アッケシ」と「キリタツプ」が育成されたことにより、各熟期の品種について、それら初期の目標は一定程度まで達成された。

その後、現在にかけて、これら基本的特性に加え、耐倒伏性、混播適性（競合力）など、栽培利用のしやすさに関わる特性の改良がより強く求められるようになった。チモシーは稈が柔らかく、風雨により倒伏しやすい。倒伏が著しいと、機械収穫のさい、作業機のタイプ、刈取りの仕方によっては刈り残しによる収穫ロスが大きくなるため、刈取り作業に

において注意を要する。また、倒伏が長期に及ぶと、地際が腐敗して株密度が減少したり、裸地の発生による植生の荒廃、さらには生産される粗飼料の品質低下を招くことがある。一方、チモシーはオーチャードグラスやペレニアルライグラス、メドウフェスクなど他の草種と比べると再生力が劣り、競合力が必ずしも十分ではない。とくに6～7月のスプリングフラッシュ時の利用後は、大部分の分げつが茎頂を刈り取られるため、再生草の生産は刈株の地際から発生する新分げつの生長に大きく依存することになる。そのため、採草利用1番草の刈取後などはとくに再生が緩慢となり、しばしば混播したマメ科牧草や雑草に冠部を覆われ、密度を低下させることがある。チモシーでは、優良植生の維持や持続性の観点から、導入に際してこのことへの対処が重要な課題となっている。

2. 近年の有望品種について

平成6年に北海道優良品種に認定された早生の「オーロラ」（三井東圧肥料（現在はホクレン）育成、1997年登録）は、「ノサップ」と比べ耐倒伏性に優れ、多少刈り取りが遅れても倒伏しにくい。「オーロラ」は、その倒伏に強い特長から人気があり、長く早生の主力品種として利用されてきたが、現在もまだ広く流通している。

平成14年に北海道優良品種に認定された早生の「ホライズン」（雪印種苗育成、2005年登録）は、出穂始が全道平均で6月13日と「ノサップ」より2日程度早く、1番草の収量性は「ノサップ」と同程度であるが、とくに2番草が多収であるため、2か年（播種後2、3年目）の合計乾物収量は「ノサップ」と比べ全道平均で5%程度多収を示す（表1）。また、地下茎型の雑草に対する競合力が優れる傾向にあり（図2）、耐倒伏性も良好であることから現在早生の主力品種として広く流通している。

表1 「ホライズン」の主要特性

品 種	出穂始 (月/日)	倒伏程度	斑点病 罹病程度	年次別乾物収量(kg/a)			番草別乾物収量(kg/a)			混播での乾物収量(kg/a)		
				2年目	3年目	合計	1番草	2番草	3番草	チモシー	アカローバ	合計
ホライズン	6/13	3.5	2.9	105	105	105	101	116	103	106	96	102
ノサップ	6/15	4.2	3.1	106.0	84.2	190.0	57.5	24.3	15.9	124.5	69.4	193.9

注) 倒伏程度: 無or微1～甚9. 斑点病罹病程度: 無or極微1～甚9. 「ホライズン」の収量は「ノサップ」比指数. アカローバは「ホクセキ」.

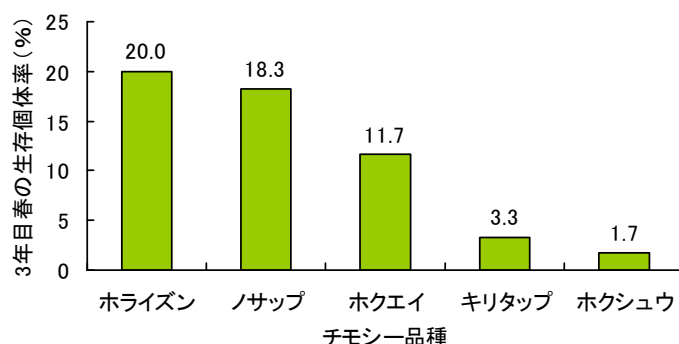


図2 KBG、RT草地に移植したチモシー個体の生存率
ケンタッキーブルーグラス(KBG)、レッドトップ(RT)を播種した圃場にチモシーを移植し、移植後3年目5月に調査した。雪印種苗における調査データ、許可を得て掲載。なお刈り取りは一斉刈りとしたため、早生が有利となり熟期の遅い品種には不利な条件にあったと思われる。

表2 「ホクエイ」の1番草の倒伏程度

品 種	1番草の倒伏程度	
	7月4日	
ホクエイ	1.8	
アッケシ	3.4	
キリタツプ	2.3	

注) 雪印種苗別海試験地における2年目の調査データ。許可を得て掲載。

平成6年に北海道優良品種に認定された中生の「ホクエイ」（雪印種苗育成、1997年登録）は、2か年（2、3年目）合計乾物収量が全道平均で「ホクセン」（雪印種苗育成、1987年登録）より9%多収であり、また中生としては耐倒伏性が比較的優れる品種である（表2）。

一般に、熟期が遅い品種ほど、1番草刈りまでの生育期間が長く、同じ生育ステージに刈り取れば1番草収量は多収となるが、一方で茎葉ボリュームが大きくなるため倒伏の危険性が増す。このため選抜にさいしては、茎葉収量を落とさずに耐倒伏性を強めることに留意する必要がある。

平成16年に北海道優良品種に認定された「なつさかり」は、採草利用を主な用途として、北見農業試験場（農水省牧草育種指定試験地）において育成され、平成19年春から種子の一般販売が開始された品種である。熟期は晩生で出穂始は全道平均が6月28日と、同じく晩生の「ホクシュウ」より2日遅い（表3）。したがって採草地において、出穂が最も遅い品種として、他の熟期の品種と組み合わせる配置すれば、刈取適期幅の拡大に貢献できると期待される。代表的な晩生品種「ホクシュウ」は、現在も広く利用されているが、採草・放牧兼用向けとして育成され、茎数型であることから、主として放牧用として利用されることが多い反面、採草利用1番草では倒伏しやすいことが認識されていた。これに対し、「なつさかり」は同様に晩生ではあるものの、「ホクシュウ」よりもやや多収であり、しかも耐倒伏性が強く、斑点病抵抗性が改良されていることから（表3）、今後の普及拡大が期待される。

一般に、極早生や早生と比べ、出穂期がより遅い中生や晩生の品種は、1番草収穫期までの生育期間が長いため、より高い1番草乾物収量を得ることができる。チモシーは、北海道では通常、夏至の前後にあたる6月中旬～7月上旬頃に出穂期に達するが、この時期は年間で日長が最も長いことに加え、植物体は茎の節間伸長に伴って受光体勢が良好となり、光合成効率がきわめて高くなる。このことによって生育期間の数日の延長が年間収量の多くの割合を占める1番草乾物収量の顕著な増加をもたらす。このことから、晩生の「なつさかり」は、採草利用1番草で乾物多収を得やすい品種であるといえる。また、「なつさかり」は、年間刈取回数を1回とした場合（年1回刈り）でも多収が得られることから（表3）、飛び地のように省力管理せざるを得ず、刈り取りが遅れたり、年1回刈りとなる採草地においても、導入に適した品種と考えられる。

表3 「なつさかり」の主要特性

品 種	出穂始 (月/日)	倒伏程度	斑点病 罹病程度	年次別乾物収量(kg/a)			番草別乾物収量(kg/a)		1番草乾物収量(kg/a)	
				2年目	3年目	合計	1番草	2番草	年間2回刈	年間1回刈
なつさかり	6/28	2.9	2.3	101	104	102	102	103	104	101
ホクシュウ	6/26	4.7	3.1	112.8	91.4	204.2	154.9	49.3	195.4	199.8

注) 倒伏程度、斑点病罹病程度は表1参照。「なつさかり」の収量は「ホクシュウ」比指数。

そのほか、平成14年に北海道優良品種に認定された晩生の「シリウス」（雪印種苗育成、2005年登録）も、直立型で斑点病に強く、採草に適するので、刈り取りが遅れる草地や年間1回刈りとなる草地での利用に適していると考えられる。

3. 今後の育種について

近年、草地の更新率は年々低下し、5%を割り込むような状況にあるが、これは単純に計算すれば20～25年に1回程度しか更新されていないことになる。よって今後は草地の永続性がより重要になると思われる。永続性には植生維持が重要であるが、その点において、チモシーではとくに競合力の弱さが問題となる。一般にマメ科牧草との混播で栽培されるが、マメ科品種の選定や刈り取り、施肥などの栽培管理が不適切であると、チモシーは衰退することが多い。一方、造成段階では雑草害による造成の失敗、維持・管理段階ではシバムギなど牧草地特有の強害雑草や経年化に伴うケンタッキーブルーグラスやレッドトップなどの侵入がチモシーの密度を低下させ、生産される粗飼料の栄養価、嗜好性を低下させる。したがって、牧草地の雑草やマメ科牧草に対する競合力がより強いチモシーの品種開発が今後とも望まれる。

表4に「なつさかり」のマメ科牧草混播条件下における乾物収量を示した。北見農試では競合力改良のため、シロクロバ混播条件下での選抜を行っているが、「なつさかり」

表4 「なつさかり」のシロクロバ混播条件下における2か年(2, 3年目)平均乾物収量(kg/a)

品 種	利用方法					
	採草利用			採草・放牧兼用利用		
	チモシー	シロクロバ	合計	チモシー	シロクロバ	合計
なつさかり	80.4(114)	26.4(101)	106.8(110)	88.2(117)	42.1(79)	130.3(102)
ホクシュウ	70.8(100)	26.1(100)	96.9(100)	75.3(100)	53.0(100)	128.2(100)

注) 採草利用は年間2回刈り. 兼用利用は1番草採草(出穂始刈)+再生草多回刈り(放牧想定). ()内は「ホクシュウ」比指数. シロクロバは中葉型品種「ソーニャ」.

も親栄養系の選抜は同条件下での選抜を経ており、混播下で多収傾向が認められたことから、選抜の効果が認められたものと思われる。現在北見農試では、早生で競合力に優れる品種を育成中である。

チモシーは、もともと採食性が良好で、サイレージ調製にも適した草種である。しかしながら、より高いTDN収量を得るためには、多収性のほか、飼料成分の選抜が有効である。また、コントラクターやTMRセンターが増加し、収穫時の悪天候が生産される粗飼料の品質に影響を及ぼす場面が増えることも考えられる。そこで、北見農試では現在、高消化性、サイレージ適性に関連した成分について、中生を中心に選抜の取り組みを進めている。

そのほか、チモシーは多回利用(放牧)すると、夏と秋の草量不足が顕著であること、機械の大型化による踏圧、乾燥に弱く、夏季に高温・早ばつが起りやすい土地には適さないなどの問題もあるので、これらストレスに対する耐性の検討も余地が残されているものと思われる。

4. オーチャードグラスの有望品種と今後の育種展望

(独) 農業・食品産業技術総合研究機構 北海道農業研究センター
寒地飼料作物育種研究チーム主任研究員 眞田康治

(独) 農業・食品産業技術総合研究機構 畜産草地研究所
畜産温暖化研究チーム主任研究員 内山和宏

1. はじめに

オーチャードグラスは、収量性、施肥に対する反応性に優れる上に、耐暑性や耐寒性など環境適応性に比較的優れていることから、北海道から九州の高標高地までの広い地域で基幹草種として栽培されている。また、競合力にも優れているために、アカクローバやシロクローバなどマメ科牧草と混播した場合には、マメ科牧草に抑圧されることなく良好なマメ科率を維持できる。利用方法は、採草利用が主体であるが放牧または採草と放牧との兼用で利用することもできる。2006年の種子需要は、北海道では36トンとチモシーの693トンに次いで第2位であるが、そのシェアは1980年代の約10%から年々低下し近年は5%程度で推移している。また府県の需要量は117トンでチモシー、トールフェスク及びペレニアルライグラスの各30トン程度を大きく上回り、府県においては主要な永年生牧草である。北海道ではチモシー栽培への集約化が進んでいるが、収穫時期の分散と自給飼料の増産のために、出穂が早く多刈刈が可能なオーチャードグラスを草地へ導入することが重要である。

オーチャードグラスの育種は、(独) 農業・食品産業技術総合研究機構(農研機構)と民間の種苗会社で実施されている。農研機構では、北海道農業研究センター(北農研)において北海道および東北北部の寒地・寒冷地向き品種の育成を実施し、畜産草地研究所(畜草研)において東北から九州までの温暖地向き品種の育成を実施している。また、民間の種苗会社による品種育成と海外からの品種の導入は、北海道を中心に実施されている。以下に最近育成された有望品種の特性と今後の育種の展望について、寒地・寒冷地向き品種と温暖地向き品種に分けて紹介する。

2. 寒地および寒冷地向きの有望品種について

1) はるねみどり (北海道農業研究センター育成、2007年品種登録)

2005年に農林登録され、2009年度から市販が開始される早生品種である(写真1)。「はるねみどり」の特徴は、越冬性および春と秋の収量性に優れることである。出穂始めは、早生品種「ワセミドリ」より1日遅く“早生”に属する。越冬性は、「ワセミドリ」より優れ“やや良”である。すじ葉枯病抵抗性は、「ワセミドリ」と同程度の“やや強”である。収量性は、「ワセミドリ」と同程度かやや優れ、1番草(春)は「ワセミドリ」よりやや多収で、4番草(秋)は「ワセミドリ」より優れる(図1)。飼料成分と放牧適性は、「ワセミドリ」と同程度である。マメ科牧草(アカクローバ、アルファルファ、シロクロ

ーバ) との混播適性は、「ワセミドリ」と同程度である。栽培適地は、北海道全域および東北北部である。採草利用(年3～4回刈)を主体に放牧にも利用できる。北海道の優良品種に採用されている。



写真1. 寒地・寒冷地向き早生品種「はるねみどり」

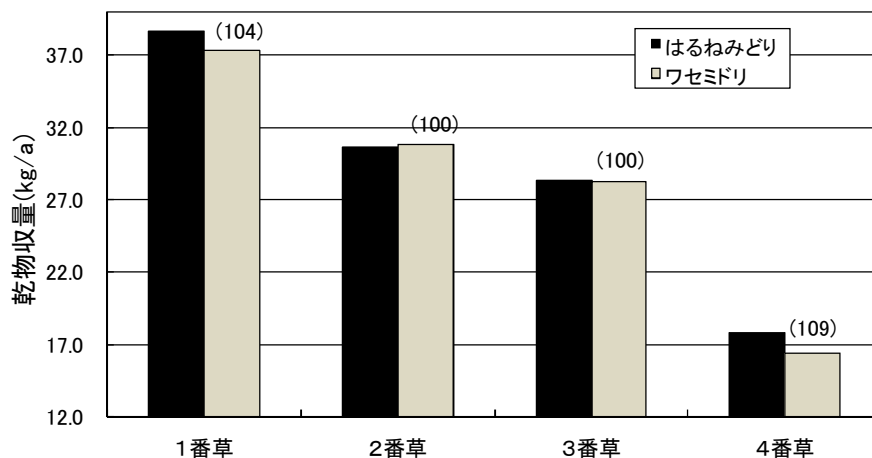


図1. 「はるねみどり」の番草別乾物収量(道内5場所2か年の平均)
注) ()はワセミドリに対する比率(%)。

2) ハルジマン (北海道農業研究センター育成、2004年品種登録)

2001年に農林登録され、各種苗会社から販売されている中生品種である(写真2)。「ハルジマン」の特徴は、1番草収量と耐病性に優れることである。出穂始めは、中生品種「オカミドリ」より1日遅く“中生の晩”に属する。越冬性は、「オカミドリ」と同程度の“中”である。すじ葉枯病抵抗性は、「オカミドリ」より優れ“やや強”である。収量性は、「オカミドリ」と同程度であるが、1番草は「オカミドリ」より多収である(図2)。飼料成分と放牧適性は、「オカミドリ」と同程度である。マメ科牧草(アカクローバ、アルファ)

ルファ、シロクローバ) との混播適性は、「オカミドリ」と同程度である。草型は、“ややほふく型”で、葉身幅が「オカミドリ」より広く、草丈は「オカミドリ」より低い。栽培適地は、北海道全域および東北北部である。採草利用(年3回刈)を主体に放牧にも利用できる。北海道、青森、山形で奨励(優良)、準奨励品種に採用されている。



写真2. 寒地・寒冷地向き中生品種「ハルジマン」

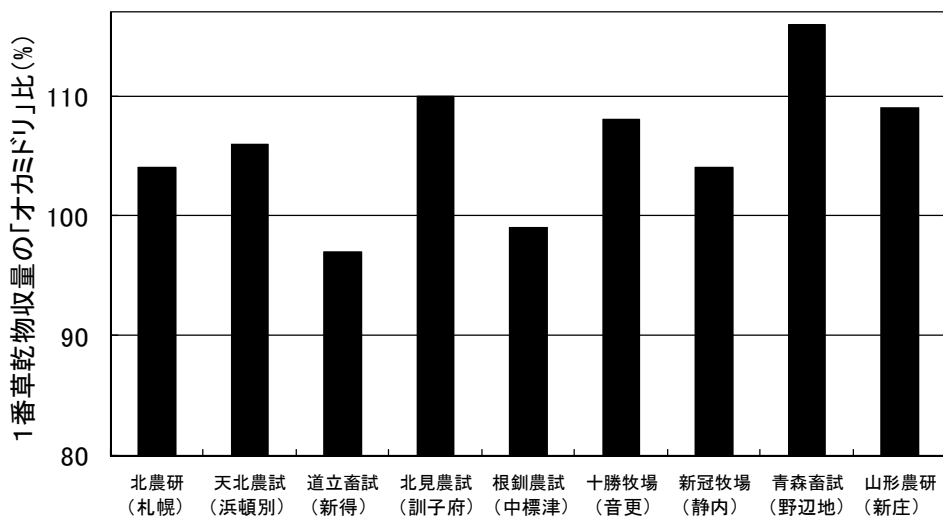


図2. 「ハルジマン」の1番草乾物収量の「オカミドリ」比(%) (3か年の平均)
注)天北農試: 現上川農試天北支場

3) バックス (雪印種苗株式会社育成、2005年品種登録)

雪印種苗株式会社が育成し2005年に品種登録された晩生品種である。「バックス」の特徴は、耐病性に優れることである。出穂始めは、「オカミドリ」より2日遅く“晩生”に属する。越冬性は、「オカミドリ」並みの“中”である。すじ葉枯病抵抗性は、「オカミドリ」

より優れ、“やや強”である。北海道全域で安定した収量性を示す。年次による収量の低下は「オカミドリ」より少ない。栽培適地は北海道全域である。採草利用（年3回刈）が主体である。北海道の優良品種に採用されている。

4) パイカル（ホクレン農業協同組合連合会育成、2008年品種登録出願公表）

ホクレン農業協同組合連合会が育成し品種登録出願中の晩生品種である。2010年から市販が開始される予定である。「パイカル」の特徴は、越冬性に優れることである。出穂始めは晩生品種「ヘイキング」と同じで、「ハルジマン」より2日遅く“晩生”に属する。越冬性は「ヘイキング」より優れる。すじ葉枯病抵抗性は「ヘイキング」よりやや優れ、「ハルジマン」と同程度かやや劣る。さび病抵抗性は、「ハルジマン」より劣る。乾物収量は「ヘイキング」より優れ、1、2番草は優れ、3番草は劣る。栽培適地は北海道全域である。採草利用（年3回刈）が主体である。北海道の優良品種に採用されている。

3. 寒地および寒冷地向き品種育成の展望について

北農研では、北海道地域における安定多収栽培に資するために、これまで越冬性と収量性の改良を目的にオーチャードグラスの育種を進めてきた。飼料自給率向上のためには、収量性を改良すると同時に飼料品質を改良して高品質化を図る必要があることから、現在はこれらに加えて飼料品質の改良を目標に育種を進めている。飼料品質の中では、サイレージの発酵品質などに関連し、他のイネ科牧草に比べて低いとされる糖含量の向上を目標にしている。早生から晩生までの各熟期について、飼料品質が特に劣る2番草を中心に糖含量の分析および耐病性を評価し、選抜を実施している。現在、中生系統の開発が先行しており、ここまで4系統を育成し、北農研および道東において生産力、糖含量等品質評価試験を開始した。既存品種に比べて数%高い糖含量を目標に、2015年頃の新品種申請を目指して育種を進めている。

4. 温暖地向きの有望品種について

1) まきばたろう（畜産草地研究所育成、2009年品種登録）

2009年に品種登録され、2010年度から市販開始が予定されている中生品種である（写真3）。「まきばたろう」の特徴は、耐病性が抜群で広い地域で「マキバミドリ」より多収を示すことである。出穂始めは、極早生の「アキミドリⅡ」より8日遅く、中生の「マキバミドリ」より3日早い、“中生の早”に属する。さび病抵抗性は“強～極強”、雲形病抵抗性は“強～極強”、うどんこ病抵抗性は“強”、炭そ病抵抗性は“やや強”である（図3-1）。収量性は「マキバミドリ」より明らかに優れ、東北北部（青森県）から九州高標高地（大分県）の8場所で「マキバミドリ」比104～117（平均108）であり、適応地域が広い（図3-2）。飼料成分と放牧適性は、「マキバミドリ」と大差ない。栽培適地は東北北部（高標高地を除く）から九州の高標高地（標高700m程度以上）である。採草利用（年3～5回刈）を主体に放牧にも利用できる。



写真3. 温暖地向き中生品種「まきばたらう」

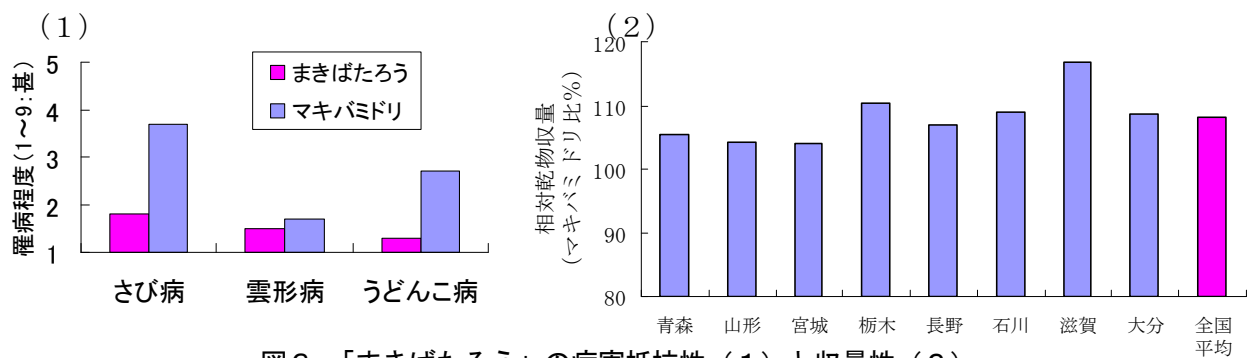


図3. 「まきばたらう」の病害抵抗性 (1) と収量性 (2)

2) アキミドリⅡ (畜産草地研究所育成、1998年品種登録)

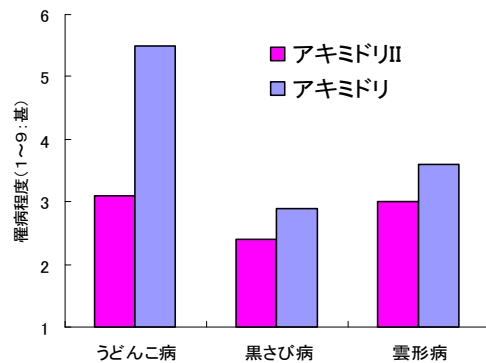
1995年に農林登録され、各種苗会社から販売されている極早生品種である(写真4)。「アキミドリⅡ」の特徴は、1番草を中心に発生し、収量や栄養価を低下させるうどんこ病に強く、しかも黒さび病抵抗性と秋の収量性でもこれらに優れた「アキミドリ」並を示すことである。出穂始めは、「アキミドリ」より東北～九州高冷地の平均で2日早く、“極早生”に属する。うどんこ病では「アキミドリ」の弱に対し“強”にランクされ、黒さび病では抵抗性品種の「アキミドリ」よりやや強く、雲形病では「アキミドリ」よりやや強い(図4-1)。収量性は東北では「アキミドリ」と同程度、関東以西では「アキミドリ」

比 102～113（平均 106）とやや多収を示す（図 4－2）。採草利用（年 3～5 回刈）を主体に放牧にも利用できるが、放牧利用では極早生で早春の草丈伸長が旺盛なので、早期の放牧開始に心がける必要がある。



写真 4. 温暖地向き極早生品種
「アキミドリⅡ」

(1)



(2)

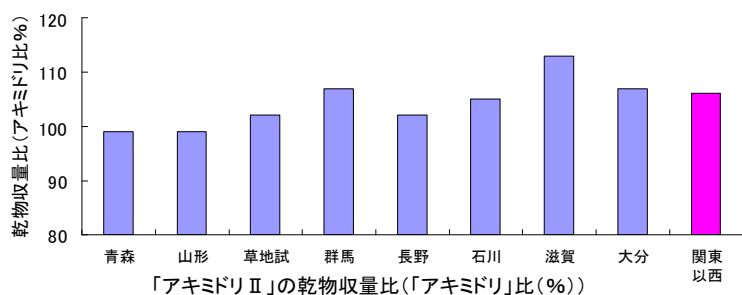


図 4. 「アキミドリⅡ」の病害抵抗性(1)と収量性(2)

3) その他の品種

「ナツミドリ」(雪印種苗育成、早生、1984 年品種登録)、「ポトマック」(USA 育成、早生、1954 年 USA 品種登録)、「ホールマーク」(USA 育成、カネコ種苗販売、早生、1969 年 USA 品種登録)、「マキバミドリ」(畜産草地研究所育成、中生、1982 年品種登録)などが温暖地向き品種として販売されている。

5. 温暖地および暖地向き品種育成の展望について

畜草研では、温暖地・暖地での一層の安定した飼料生産を目ざし、また、最近の気候温暖化による酷暑にも対応できるよう、より高度の越夏性を有する温暖地・暖地向きの品種育成に取り組んでいる。これを可能にする手段として、夏期の条件が非常に厳しい家畜改良センター熊本牧場・宮崎牧場と共同研究を行い、現地選抜・評価を行っている。熊本牧場(年平均気温約 16℃)では、熊本県有明海沿岸部から収集したオーチャードグラス在来集団を材料に 4 世代の選抜を行い、暖地における越夏性が非常に優れる育種素材を開発してきた。この材料は、温暖地(畜草研、年平均気温約 12℃)で評価した場合、病害抵抗性や収量性、低温伸長性(雑草との競合に対して重要)が劣っていた。そこで、これらの特性に優れる畜草研育成早生系統「那系 26 号」と交配し、その後代から選抜を行い、高度の越夏性と収量性、病害抵抗性を兼ね備えた系統の育成を図り、2014 年頃の新品種申請を

目指して育種を進めている。現在のオーチャードグラスの適応地は九州の高標高地帯（およそ 700m 以上）であるが、中標高地帯（300m 程度）まで栽培可能なトールフェスク並の越夏性を有する品種の育成が最終的な目標である。

また、温暖地向けの高品質粗飼料生産を目指して、セルラーゼによる乾物分解率を指標に高消化性の中生品種育種試験も進行中であり、現在 2 サイクル目の選抜を実施中である。標準品種と比較して 3 % 以上乾物分解率が高く、かつ収量性を確保した系統を育成し、早ければ 2018 年頃の新品種申請を目指している。

5. ペレニアルライグラスの有望品種について

山梨県酪農試験場（農林水産省牧草育種指定試験地）

研究管理幹 藤森雅博

1. はじめに

近年の輸入飼料の高騰により国内の畜産農家は大きな影響を受け、自給飼料増産の必要性が強く認識された。平成17年に決定された「食料・農業・農村基本計画」においては、自給飼料の増産のために取り組むべき方策の一つとして、放牧の拡大が位置づけられている。

放牧は、資源循環型の畜産であり、家畜にとって健康保持などの観点から優れた飼養管理方法であるばかりでなく、低コストで良質な畜産物を産出できる生産方式である。現在、耕作放棄地等での肉用牛放牧や乾乳牛・育成牛の放牧、そして搾乳牛の放牧など様々な場面で放牧が利用されており、平成21年度より放牧畜産基準認証制度も開始した。さらに、放牧牛の生産物における機能性成分が注目を集めていることから、放牧による商品の差別化も可能となってきた。

放牧用として世界的に広く利用されている草種に、ペレニアルライグラスがあるが、日本ではその利用は、まだ限定的である。そこで、ペレニアルライグラスの有用性とその有望品種について紹介する。

2. ペレニアルライグラスとは

ペレニアルライグラスは、ヨーロッパ原産で世界中の温帯地域に分布する最も重要なイネ科放牧用牧草の1つである。ペレニアルライグラスは、水分豊富で肥沃な土壌を好み、乾燥、酸性、排水不良な土壌には適さない。また、20℃～25℃が生育最適温度で、冷涼温帯な気候に適し、極端な高温や低温に適さない。わが国では、明治初年に導入されたが、本格的に栽培利用されるようになったのは、第2次世界大戦以降である。

ペレニアルライグラスは、栄養価、家畜の嗜好性、再生力、初期生育および耐蹄傷性などに優れる。栄養価と家畜の嗜好性が良いため、家畜の生産性（牛乳と牛肉）が高く、搾乳牛の放牧にも適している。また、初期生育が優れるため、機械を用いた簡易草地更新や家畜を用いた蹄耕法にも適しており、経年草地での安価な草地更新や、耕作放棄地や未利用地での蹄耕法による草地造成などに利用



写真1 ペレニアルライグラスを用いた放牧の様子

できる。以上の優れた特徴から、その普及拡大が期待される草種の1つである(写真1)。

日本でペレニアルライグラスの利用が少ない理由は、環境適応性が低いため、その適応地域が限られると共に場所によっては草地管理に技術が必要なためである。ペレニアルライグラスに対する環境ストレスは、本州以南では主に夏の暑さであり、北海道では主に冬の寒さである。環境ストレスにより草地での永続性が他のイネ科牧草よりも短くなり、雑草が侵入するなどして短期間で草地の生産量が大きく低下する。そこで、本草種を利用するためには、環境ストレスへの適応性を向上させた品種の育成が不可欠である。現在の所、環境ストレスに優れた品種を選び、雑草が侵入した所に部分的に追播することにより、草地を維持することが必要である。

3. ペレニアルライグラスの品種育成について

ペレニアルライグラスの育種は、ヨーロッパ諸国を中心に行われており、2009年におけるペレニアルライグラスのOECD登録品種は1,200品種以上ある。用途別にみると、飼料用品種、飼料・芝生兼用品種、芝生用品種の割合は、それぞれ50%、10%、40%である。この様に多くの品種が育成されているが、これらの大部分は日本の気象には適応できない。そのため、日本の気候に合った品種の育成をわが国でも行ってきている。

日本でのペレニアルライグラス育種は、公的試験場と民間会社で行われてきている。公的試験場としては、山梨県酪農試験場(以下、山梨酪試)と北海道立天北農業試験場(現北海道立上川農業試験場天北支場:以下、天北農試)があげられる。山梨酪試では、国の指定試験事業として東北北部から九州にかけての年平均9~14℃の地域を対象に、越夏性の改良に重点化して品種育成を行っている。一方、天北農試では、北海道における年平均気温6~9℃の道央、道北、道南の土壤凍結の少ない地帯を対象に、越冬性を中心に改良を行っていた。今までに2品種を育成したが、現在は育種を終了した。民間会社では、雪印種苗株式会社が昭和56年に「フレンド」を育成した。しかし、種子の販売量が限られることから、現在、民間会社ではペレニアルライグラス育種に大きな労力は払われていない。

4. ペレニアルライグラスの有望品種について

【寒冷地および温暖地向き品種(本州以南)】

ヤツカゼ(山梨県酪農試験場育成、平成14年登録)

適地 本州以南の高冷地、準高冷地で多雪地帯にも適する。放牧・採草兼用利用。

特性 四倍体品種で出穂期は「中生の早」である。収量性に優れ、東北地方から九州まで広い範囲において多収で、越夏性も優れる。



写真2 ヤツカゼの草勢

ヤツユタカ（山梨県酪農試験場育成、平成14年登録）

適地 本州以南の高冷地、準高冷地で多雪地帯にも適する。放牧利用。

特性 四倍体品種で出穂期は「晩生」である。収量性に優れ、特に夏季及び秋季の収量性も優れる。季節生産性が平準化しているため、放牧利用に向けた品種である。



写真3 ヤツユタカの草勢

ヤツカゼ2（山梨県酪農試験場育成、平成19年登録）

適地 本州以南の高冷地、準高冷地で採草・放牧兼用利用。

特性 四倍体品種で出穂期はヤツカゼと同じ「中生の早」である。東北地方から九州まで広い範囲でヤツカゼより多収性（平均で5%）である。越夏性、冠さび病抵抗性はヤツカゼより優れ、越冬性、耐雪性はヤツカゼと同程度である。

その他 （社）日本草地畜産種子協会で海外委託採種後市販される予定である（ヤツカゼと置き換え）。



写真4 ヤツカゼ2の草勢

ヤツユメ（八ヶ岳 T-24 号）（山梨県酪農試験場育成、平成21年出願）

適地 適応地域は本州以南の高冷地・準高冷地で、放牧草地に適する。但し、北東北の高標高寡雪地帯には適さない。

特性 四倍体品種で出穂期はヤツユタカより4日早い「晩生」である。収量性に優れ、東北地方から九州まで広い範囲でヤツユタカより多収（平均で5%）である。季節別収量では、夏はヤツユタカと同程度で、春と秋の収量性はヤツユタカより優れる。越夏性、永続性、越冬性はヤツユタカと同程度である。



写真5 ヤツユメの草勢

その他 （独）家畜改良センター長野牧場で原々種、原種を生産し、これを（社）日本草地畜産種子協会で海外委託採種後市販される予定である（ヤツユタカと置き換え）。

【寒地向き品種（北海道）】

ポコロ（北海道立上川農業試験場天北支場育成、平成14年登録）

適地 北海道の道央、道北、道南の土壤凍結の少ない地帯。利用方法は放牧用であるが、

1 番草は採草できる。

特性 四倍体品種で出穂期は「晩生」であるが、「晩生」の中では比較的早い。フレンドに比べ、北海道における収量性・永続性に優れる。耐寒性、耐雪性、各種雪腐病抵抗性はフレンドと同程度であるが、萌芽及び早春草勢、総合的な越冬性はやや優る。春の生育が良好で、シロクローバとの混播適性が優れる。

チニタ（北海道立上川農業試験場天北支場育成、平成 20 年出願）

適地 北海道の道央、道北、道南の土壤凍結の少ない地帯。放牧・採草兼用利用。

特性 四倍体品種で出穂始はポコロより 5～8 日早く、「中生の早」である。北海道における収量性はポコロと同程度で、季節生産性はポコロと比べ春はやや少なく、夏は同程度で、秋はやや多い。越冬性は実用上問題ないレベルを有する。

その他 北海道立上川農業試験場天北支場で育種家種子、(独) 家畜改良センター長野牧場で原々種、原種を生産し、これを(社) 日本草地畜産種子協会海外委託採種後市販される。

フレンド（雪印種苗株式会社育成、昭和 56 年登録）

適地 北海道の道央、道北、道南の土壤凍結の少ない地帯。

特性 四倍体品種で出穂期は「晩生」である。冠さび病抵抗性は中で、耐寒・耐雪性は強である。年次による収量の変動が比較的少なく、安定した収量が期待できる。

トーブ（Danish Plant Breeding Ltd. 育成）

適地 北海道の道央、道北、道南の土壤凍結の少ない地帯。

特性 四倍体の「中生」品種でリベールより出穂期はやや遅い。多収性であり、永続性も良好である。秋の生産性に優れ、網斑病に抵抗性である。

5. 今後のペレニアルライグラス育種の展望について

今までに育成された品種の環境適応性は、向上しているがまだ十分ではない。山梨酪試では越夏性に重点化して品種育成を行っているが、越冬性についても、民間会社などとの共同研究の中で行っている。環境適応性を高めることにより、広い地域で利用できれば、その意義は大きいと考える。

越夏性の向上は、年間収量の増大、季節生産性の標準化そして永続性の改善などを可能とし、非常に重要である。山梨酪試では選抜手法を改善し、今までの育成品種よりもさらに越夏性を向上させた系統（八ヶ岳 T-26 号など）を育成した。予備試験では、今までの品種より夏季収量が 50%程度増加している。この系統については、平成 21 年度から平成 24 年まで日本各地の試験場で生産力試験（系統適応性試験）を行い、その適応地域と優秀性を確認した後に、品種登録を行う予定となっている（写真 6）。

温暖地で利用するためには上記の系統でも越夏性が十分ではないと考えられる。品種の能力を画期的に高めるためには、選抜基礎集団の高度化が必要である。牧草では選抜基礎集団に多くの有用遺伝子を集積させ、その遺伝子頻度を高めることにより品種を育成する。今までも、外国の導入品種やエコタイプなどから優れた個体を基礎集団に取り入れることにより、基礎集団へ有用遺伝子を導入してきた。しかし、この部分は、改善の余地がある。

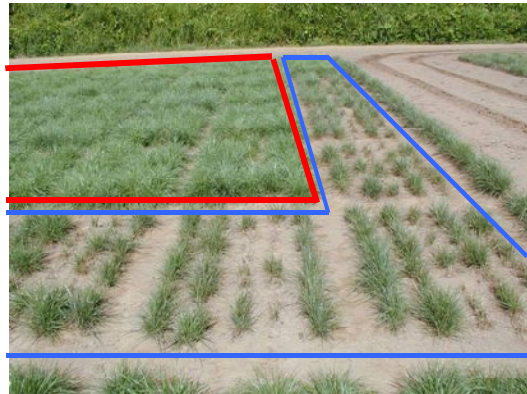


写真6 育成系統の夏季の草勢

赤の枠内：八ヶ岳 T-26 構成系統、
青の枠内：既存育成品種

選抜基礎集団への有用遺伝子の導入の方法として、DNAマーカーの利用がある。(独)農研

機構 畜産草地研究所や(独)家畜改良センター長野牧場と協力してDNAマーカーにより、ライグラス類(イタリアンライグラスとペレニアルライグラス)から有用な遺伝子(冠さび病抵抗性遺伝子等)を同定すると共にそれらをペレニアルライグラス育種母材に導入している。DNAマーカーを用いることにより、飼料用のペレニアルライグラスだけでなく、今まで育種母材として十分に利用されていない芝型ペレニアルライグラスや近縁のイタリアンライグラスからの新規の遺伝子を効率的に導入することが可能となる。

また、属間雑種の利用も有効である。寒地型牧草で最も越夏性にすぐれた近縁種であるトールフェスクの越夏性関与遺伝子をペレニアルライグラスに導入することも試みている。トールフェスクとの種属間雑種にペレニアルライグラスを戻し交雑することにより、トールフェスクの越夏性関与遺伝子を導入したペレニアルライグラスの育成が期待される。育成した属間雑種の中には、ペレニアルライグラスの形態に近いが、越夏性はペレニアルライグラスよりも優れる個体があり、将来的に希望がもてる。

基礎集団への様々な有用遺伝子の導入と選抜方法の改良により、画期的なペレニアルライグラスの品種育成が期待される。これらの品種が利用されることにより、日本でも放牧が普及し、飼料自給率向上の一助になれば幸いである。

6. トウモロコシの有望品種と最近の育種の動向

(独) 農業・食品産業技術総合研究機構 畜産草地研究所
飼料作物育種研究チーム長 佐藤 尚

1. はじめに

サイレージ用トウモロコシは高栄養粗飼料として高く評価され、我が国の自給飼料生産の基幹作物となっており、その作付面積は昭和61年から平成3年の間は約12万5千haであったものの、収穫作業時の過重労働等の理由により作付が敬遠され、平成18年には約8万5千haまで減少しました。しかし、平成20年の穀物高騰によって減少傾向に歯止めがかかり、同年は約9万1千haとなっています。

我が国では、北海道の栽培限界地帯向けの極早生品種から、九州の夏播き用の晩生品種まで幅広い熟期の品種が栽培されています。作付される品種の大部分は外国種苗会社から輸入される導入品種が主体であり、北海道の道央・道南で作付される概ね相対熟度(RM)95日より遅い熟期の品種は主にアメリカから、また北海道の道東で作付される概ね相対熟度(RM)90日より早い熟期の品種はフランス、ドイツ等から、それぞれ輸入されています。しかし、近年のアメリカでは遺伝子組換え品種の作付が主流であり、有望なnon-GMの新品種が開発されるとすぐに、その品種をGM化するようになっているため、優良なnon-GM品種の確保は難しい状況になりつつあります。

このような状況の中、我が国の気候・風土により適し、外国品種にない特性を有する品種を育成するため、公的機関（農研機構の畜産草地研究所、北海道農業研究センター、九州沖縄農業研究センター、指定試験の長野県野菜花き試験場の4場所）において育種に取り組んでいます。

2. 品種育成および品種選定のため考慮すべき重要形質とは

1) 熟期

サイレージ用トウモロコシは、収穫時にホールクロップの乾物率が25～35%で、雌穂が黄熟期に達する品種がその地帯での最適熟期品種とされています。北海道では秋の降霜、府県では前後作、あるいは台風の襲来などから刈取時期が決定されることが多く、これらの時期までに総体の乾物率や子実の熟度が、適正範囲に達するような品種を選ぶ必要があります。

2) 収量性

飼料作物の場合、乾物収量だけでなく乳肉生産に直接結びつく栄養収量(TDN収量)を重視する必要があります。かつてはTDN収量は全国的に新得方式と呼ばれる回帰式($TDN収量 = 0.85 \times 乾雌穂重 + 0.582 \times 乾茎葉重$)で推定されていました。これは、どの品種

も雌穂のTDN含量が85%、茎葉のTDN含量が58.2%という前提でTDN収量を算出していますが、茎葉および雌穂のTDN含量には品種間差異があることが明らかとなっています。そのため、現在では、それに基づいたTDN収量を算出する方法も利用されています。

3) 耐倒伏性

倒伏すると雌穂の充実が不十分となり、栄養収量並びにサイレージ品質は低下します。また、大型ハーベスタによる作業効率が著しく低下するため収穫ロスも発生し、収量減に結びつきます。さらには土砂の混入により品質の悪化を招きます。

4) 耐病性

我が国のトウモロコシ栽培上の主要病害にはいくつかあります。すす紋病は北海道や東北地方で発生が多く、ごま葉枯病は府県の温暖地に発生が多い葉枯れ性の病害です。紋枯病は、葉鞘、稈、葉、苞葉などの部位が枯れる病害であり、黒穂病は雌穂、稈、葉などに瘤をつくり、最後は瘤が破れて黒い厚膜胞子を飛散する病害です。また、根腐病は稈の地際および根が侵され、地上部が萎凋する病害であり、南方さび病は、暖地の晩播および夏播き(二期作)で発生する葉枯れ性の病害です。

5) 耐冷性

耐冷性には低温発芽性、低温生長性、低温登熟性などがあり、特に低温生長性は秋の早い北海道の道東や道北では非常に重要な形質です。低温生長性が弱いと低温年には生育の進みが遅くなって黄熟期以前に初霜を迎え、栄養収量は低下します。このほか、雄穂の枝梗形成時の低温が雄穂の発達に影響を与え、花粉の飛散量が減少し、稔実障害につながる事例があり、これについても品種間差異があることが報告されています。



写真1 雄穂の形成不全(左)とそれによる花粉不足が原因の雌穂の不稔(右)

(2003年北海道浜中町、写真提供:根釧農試)

6) その他

九州の夏播きの一部では、フタテンチビヨコバイの加害によって著しい萎縮症状となるワラビー萎縮症が発生しています。これが激発すると著しい減収となります。



写真2 ワラビー萎縮症 (2005年熊本県菊池市)

写真提供：九沖農研松村氏

3. 近年育成された有望品種について

外国からの導入品種は数多く、また品種の改廃速度も速いことから、ここでは我が国の公的機関が近年育成した有望品種について紹介します。

1) なつむすめ (九州沖縄農業研究センター育成、2008年出願)

九州の晩播(5月後半～6月播種)や夏播き(7月～8月前半播種)に適する品種です。南方さび病に極めて強く、罹病による葉枯れが少ないため茎葉TDN含量が高く、また、雌穂割合も高いため、ホールクropp中のTDN含量が高くなります。また、乾物収量も標準品種より高いため、TDN収量がとても高い品種です。ただし、ワラビー萎縮症には弱いため、夏播き栽培はワラビー萎縮症が発生しない地域限定となります。

表1. 「なつむすめ」の主要特性

品 種	TDN収量(kg/a)		罹病程度(1:無～9:甚)	
	晩播栽培	夏播き栽培	南方さび病	ごま葉枯病
なつむすめ	100.9	90.9	1.9	1.7
3470	82.2	72.5	3.7	1.9
SH9904	81.8	83.8	2.7	1.5
KD850	86.5	77.3	3.8	1.3

注)収量は育成地における播種期試験の結果(晩播4ヶ年、夏播き3ヶ年)

発病または倒伏(含む折損)が認められた試験の平均

2) タカネスター (長野県中信農業試験場育成、2007年登録)

相対熟度(RM)が113日クラスで、東北から九州(春播き)まで、幅広い地域を適地とする品種です。茎葉部の消化性が高いことから、ホールクroppのTDN含量も標準品種よりやや高く、また乾物収量は東北では標準品種と同等、関東以西ではやや高いため、TDN収量は東北では標準品種をやや高く、関東以西では標準品種より高くなります。耐

倒伏性にも優れ、すす紋病抵抗性、ごま葉枯病抵抗性とも十分に備えています。

表2.「タカネスター」の主要特性

品 種	倒 伏	ごま	すす	茎葉	ホールクロープ	乾 物	TDN
	個体率	葉枯病	紋病	TDN	TDN		
	(%)	発病度	発病度	(%)	(%)	(kg/a)	(kg/a)
タカネスター	11.3	14.4	19.5	48.9	66.8	192.1	128.4
セシリア	13.6	24.3	31.5	45.8	65.8	185.8	122.4

注)倒伏は発生がみられた試験の平均。病害は接種試験による結果。

TDN含量は育成地の4ヶ年の平均による。

乾物収量は東北から九州までの19試験地のべ47試験の平均。

TDN収量は育成地の結果をもとに算出。

3) 北交65号 (北海道農業研究センター育成、2008年出願)

相対熟度 (RM) が 105日クラスで、北海道の道央中部 (上川を除く) 以南および青森県、岩手県および宮城県を適地とする品種です。ホールクロープ中の雌穂の割合と茎葉部の高消化性繊維の割合がともに高く、また、デンプンおよび粗脂肪含量も高く、そのためホールクロープのTDN含量は標準品種より2~2.5ポイント高い品種です。TDN収量は北海道では標準品種並みで、東北地域では標準品種よりやや高く、耐倒伏性にも優れ、すす紋病抵抗性、ごま葉枯病抵抗性とも十分に備えています。

表3.「北交65号」の主要特性

品 種	Oa/OCW	デンプン	粗脂肪	TDN収量	
				北海道	東北
	(%)	(%)	(%)	(kg/a)	(kg/a)
北交65号	15.6	27.9	3.5	125.8	123.8
3 5 G 8 6	12.9	24.9	2.3	127.6	—
3 6 B 0 8	13.1	26.5	2.8	125.3	118.5

注) 育成地のサンプルの値。Oa/OCWデンプン、粗脂肪とも総体乾物中の値

TDN収量は育成地のTDN含量の数値をもとに推定。

北海道は5場所17試験の平均、東北は5場所18試験の平均

4) ぱぴりか (北海道農業研究センター、根釧農業試験場育成、2007年登録)

相対熟度 (RM) が75日クラスで北海道の根釧地域を適地とする栽培限界地帯向けの極早生品種です。発芽および初期生育に優れ、乾物収量は標準品種より高く、ホールクロープ中の雌穂の割合は高い。耐倒伏性は標準品種並であるが、適地外での耐倒伏性はやや劣ります。雄穂形成期の低温処理 (9葉期に10℃で7日間) の実験では、他品種では雄穂の形成に異常がみられたのに対し、「ぱぴりか」には影響がみられず、雄穂形成期の耐冷性

に優れていることが示唆されました。



写真3 人工気象室での処理後、出穂した雄穂（左がぱぴりか、残りは他品種）

写真提供：根釧農試

5) **北交66号**（北海道農業研究センター、道立根釧農業試験場育成、2009年出願）

北海道の根釧地域および「ぱぴりか」の栽培適地となっていない道北でも栽培可能な相対熟度（RM）が75日クラスの極早生品種です。発芽および初期生育に優れ、耐倒伏性は「ぱぴりか」より強く、すす紋病抵抗性はこの熟期としては極強です。

表4. 「北交66号」の主要特性

品種・系統	初期生育	倒伏 個体率	すす紋病	乾雌穂重	乾物総重
	1～9:良	(%)	罹病程度	(kg/a)	(kg/a)
北交66号	7.2	8.1	11.0	68.8	115.9
エマ	5.1	16.7	49.3	62.7	118.3
ぱぴりか	7.9	25.1	40.1	67.6	114.3

注)倒伏個体率(含む折損)、乾雌穂重、乾物総重は、根釧・天北での平均
すす紋病は特性検定試験(長野)の結果(0:無～100:全葉枯死)

4. 今後の育種について

今後も、公的育種機関では、これまで述べた重要形質を向上させたトウモロコシの開発に取り組んでいくこととしていますが、ここでは耐湿性トウモロコシの開発について述べさせていただきます。

我が国の水田転換畑でトウモロコシを栽培すると、湿害が発生することが多く、耐湿性の向上が求められていました。耐湿性を向上させるため、いくつかの形質が関与していると考えられますが、根の酸素不足への対応の1つとして、地表部に形成される不定根を多くすることがあげられます。不定根テオシントの1種*Z. mays ssp. huehuetenangensis*

は旺盛な不定根形成能を持っており、この形質を戻し交配にてトウモロコシの有望親自殖系統に導入中です。また、トウモロコシは灌水状態になって十日程度以上しないと根に通気組織が形成されませんが、テオシントの1種、*Z. nicaraguensis* は根の発生当初から通気組織を形成するため、この形質についてもトウモロコシの有望親自殖系統に戻し交配で導入中です。これらの形質を持つ優良親自殖系統を開発し、それを用いて耐湿性トウモロコシを開発する計画でいます。

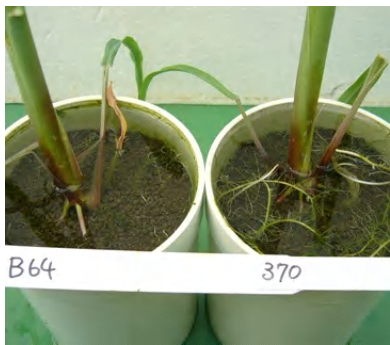


写真4 不定根導入系統（右）

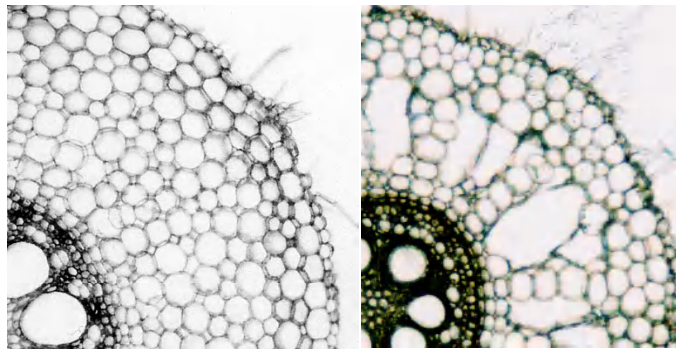


写真5 根の断面（トウモロコシ（左）とテオシント（右））

7. ソルガムの有望品種について

(独) 農業・食品産業技術研究機構 九州沖縄農業研究センター
バイオマス・資源作物開発研究チーム主任研究員 高井智之

1. はじめに

ソルガムは、1950年代後半になって畜産振興とともに飼料作物として注目され、1982年には栽培面積が37,500haに達したが、その後、畜産農家戸数の減少や労働不足のために減少し、2006年には栽培面積が20,000haを下回っている。しかし、近畿、中国および四国ではソルガムはトウモロコシと同程度の栽培面積を有し、また、九州ではソルガム全体の66%を占めており、現在においても西南暖地では重要な夏作物である。ソルガムは、青刈り給与が主体であったが、その後、家畜の飼養形態の変化にともない、サイレージ給与、最近はロールバールサイレージ利用も増加している。現在、ソルガム育種は、長野県畜産試験場（農林水産省ソルガム育種指定試験地：1984年に移管）と（独）農研機構九州沖縄農業研究センター（1999年開始）で実施しており、このような畜産農家からのニーズに応じて、ロールバール体系に適した高消化性スーダン型ソルガムと鳥獣害を回避できる極晩生ソルゴー型ソルガムで品種育成に努めている。

ソルガムは、形態的特性等の多様性が大きく、例えば、草丈で1m未満から4mを超えるもの、出穂期で播種後1ヶ月から5ヶ月を超えても出穂しないタイプもある。また、ソルガムはトウモロコシより栄養価が劣るために肉用牛の飼料とされてきたが、高消化性遺伝子(bmr)の利用でTDN含量率が65%を超える品種も育成され、乳牛に給与している農家もいる。このように、ソルガムには栄養価も含めて多様性があり、その中から、時代に適したタイプを選定して品種を育成することが大切である。また、ソルガムは、飼料用以外にも緑肥作物、クリーニングクロップ、障壁作物として利用されており、統計上には飼料用以外に15,000haの栽培面積がある。とくに緑肥利用では、緑肥として鋤込まれていたものを畜産農家が注目して飼料として収穫して、代わりに堆肥と提供する事例もあり、ソルガムに付加価値（例えば、線虫抑制効果）を付けることで耕畜連携が深まり、自給飼料増産に結びつく作物として期待される。

以下に、長野県畜産試験場で育成され市販されている品種と今後、普及が期待される有望品種を紹介する。

2. 市販されている品種について

風立（長野県畜産試験場育成のF1品種。1996年品種登録）

特性：市販品種の中で最も出穂が遅い極晩生のソルゴー型である（写真1）。稈長が低いために倒伏性は既存品種中で最も強い（図1、表1）。乾物収量は、生育期間を長くすることで200kg/aが可能である（図2）。

利用方法：栄養価がやや低いので栄養過剰による繁殖障害を回避できる。出穂が遅いため

に獣害を回避できる。耐倒伏性に優れ、結実しないために障壁や緑肥作物としても普及できる。



天高 風立 風高

写真1 風立、風高の草姿

(撮影：2006年9月21日、長野県畜産試験場)

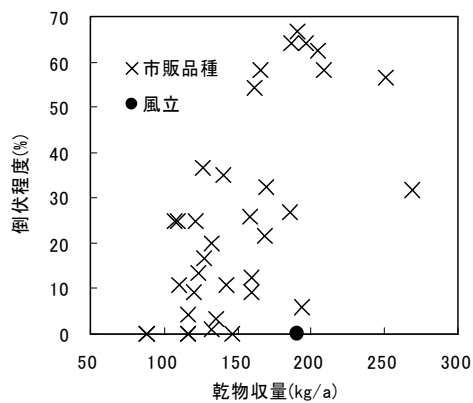


図1 導入品種比較試験における
乾物収量と倒伏程度との関係
(長野畜試 2004年～2006年)

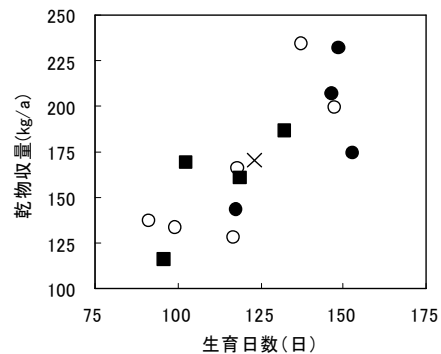


図2 生育日数と乾物収量との関係
(2004年～2006年平均)

●：東北地方、
○：関東～中部～四国地方
■：九州地方、x：総平均

葉月 (長野県畜産試験場育成のF1品種、2002年品種登録)

特性：わが国初の高消化性遺伝子"bmr-18"を保有する F1 品種である。熟期は早生で、播種後約 70 日（7月下旬頃）に出穂する（表 1）。稈長は 2 m 前後の中稈である。乾物収量は同じ生育日数の市販品種に比べてやや多収で、耐倒伏性は「スズホ」より優れ、特に 4000 本以上の密度で優れた耐倒伏性を示す。散播密植栽培で雑草の発生が少ない（図 3）。茎葉の消化性に優れ、そのホールクロップサイレージは消化性、嗜好性とも「スズホ」より優れ、発酵品質も良好である（図 4）。

利用方法：、長野県では散播密植栽培による出穂～開花期刈りの2回刈りのロールペールサイレージ利用で普及している。紫斑点病に弱いので多発地帯での栽培は避ける。

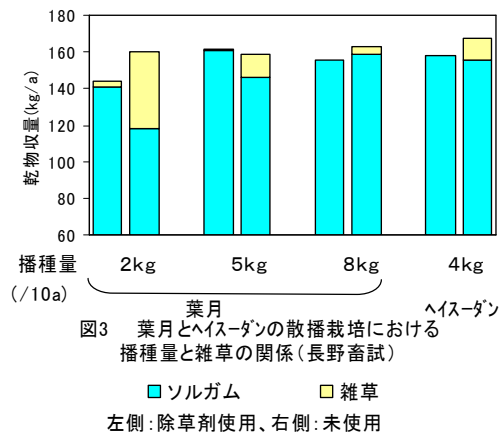


図3 葉月とヘイス-ダンの散播栽培における播種量と雑草の関係(長野畜試)

■ ソルガム ■ 雑草
左側: 除草剤使用、右側: 未使用

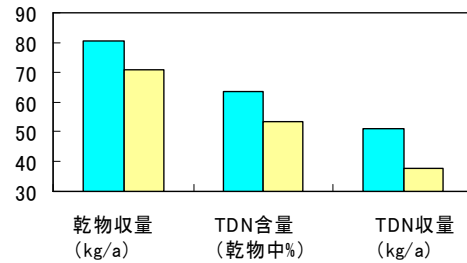


図4 葉月サイレージとヘイス-ダンサイレージとの1番草の乾物収量と栄養価(畜草研)
(左側: 葉月、右側: ヘイス-ダン)

3. 普及が期待される品種・系統について

風 高 (長野県畜産試験場育成のF1品種、2009年品種登録)

特性：高消化性遺伝子"bmr-18"を有して「風立」と同様に最も出穂が遅い極晩生のソルゴー型である(写真1)。乾物収量は、「風立」よりやや劣るが茎葉の推定TDN含量が高いためにTDN収量は「風立」より優れる(表1)。

利用方法：「風立」と同様な利用ができる。TDN含量が高く、獣害回避できる作物としてトウモロコシの代替えとして期待できる。

緑 竜 (長野県畜産試験場育成のF1品種、2009年品種登録)

特性：紫斑点病および糸黒穂病に対する抵抗性を持ち、乾物率が高く、播種後80日に出穂するソルゴー型ソルガムである(写真2、表1)。

利用方法：栄養価は従来の市販品種と同程度である。紫斑点病および糸黒穂病に対して抵抗性を有するので多発地帯でも栽培が可能である。



写真2 紫斑点病発生の有無

左:[KCS-105] 右:[緑竜]

涼 風（長野県畜産試験場育成のF 1 品種、2009 年出願公表）

特性：高消化性遺伝子を有し、消化性・嗜好性に優れ、硝酸態窒素およびカリウム濃度が低いスーダン型ソルガム品種である（写真 3、表 1）。

利用方法：スーダン型ソルガムのために茎が細く、再生性に優れるためにロールベール収穫体系に利用できる。



写真 3. 2 番草収穫時の「涼風」の草姿
（撮影：2008 年 10 月 2 日、長野県畜産試験場）

表 1 「風立」、「風高」、「緑竜」および「涼風」の主要特性（風立、風高：晩秋刈、緑竜、葉月：糊熟期刈、涼風：出穂期刈）

項 目	風立			風高		緑竜		葉月		涼風 ¹⁾	
	調査 場所数	極晩生	極晩生	調査 場所数	晩生(8.02)	調査 場所数	早生(7.25)	調査 場所数	中生(7.30)		
早晚性(○内は出穂期)	14			5		9		7			
乾物収量(kg/a)	14	171	158	7	166	9	130	12	151		
収穫時の乾物率(%)	14	20	19	7	25	7	31	7	21		
茎葉の推定 TDN 含量(乾物中%)	1	47 ²⁾	63 ²⁾	1	43 ³⁾	1	65 ²⁾	1	59 ²⁾		
草 丈(cm)	14	279	303	7	294	9	217	10	235		
稈 径(mm)	14	21	21	6	16	9	15	10	12		
調査年(地域)	2004-2006(東北～九州)			2004-2005(九州)		1994-1997 (東北～九州)		2005-2008 (東北～九州)			

注) 1)「涼風」の乾物収量は1 番草および2 番草の合計、乾物率、推定 TDN 含量、草丈および稈径は1 番草および2 番草の平均

2): $TDN = OCC + Oa + 5.34 \cdot e^{0.0334 \cdot Ob} - 8.83$

3): $TDN = 1.09 \cdot (OCC + Oa) + 0.34 \cdot Ob - 9.0$

8. 飼料用エンバクの有望品種について

農林水産省農林水産技術会議事務局研究専門官
研究開発官（食料戦略）室 桂 真昭

1. はじめに

我が国でのエンバク育種は、明治時代に北海道で子実生産を目的に開始されたが、第2次大戦以降の畜産振興を契機として、また、エンバクの栽培が青刈り利用へと変化するのと呼応して、北海道農業試験場（現：北海道農業研究センター）で青刈り用品種の育成が進められた。そのような栽培目的の変化に伴い、エンバクの作付け面積は北海道の割合が減少する一方で九州地域の割合が高まった。さらには1980年以降、えん麦を8月末から9月上旬に播種して年内に出穂させて収穫する夏播き栽培（秋作栽培）が暖地を中心に広まった。このような背景により、九州農業試験場（現：九州沖縄農業研究センター、以下「九州沖縄農研」。）でも育種が開始され、北海道農業試験場での育種が中止された。また、民間種苗会社でも、青刈り用の品種開発が進められてきた。

エンバク品種の流通量は、平成18年播種用で約710トン、流通している品種数は40を越えている。そのうち、夏播き・年内収穫用の極早生品種は、流通量、品種数ともに半分程度を占めているものと思われる。我が国の品種開発も夏播き・年内収穫用の極早生品種を中心に行われており、本稿では極早生品種に絞ることとした。

2. 年内出穂からみた極早生品種のラインアップ

平成18年度の種子流通量では、種子が流通している極早生品種中に育成品種が占める割合は4分の1程度であり、1970年代に導入された品種やそれらに類似した特性をもつ品種が現在も大部分を占めている。平成20年度においても品種のラインアップの変化は少なく、我が国で育成された品種は、「隼（流通名：スーパーハヤテ隼）」（(株)雪印種苗育成、1995年登録）、「はえいぶき」（九州沖縄農研育成、2000年登録）、「たちいぶき」（九州沖縄農研育成、2003年登録）のみである。

表1に市販されている主要な極早生品種とこれから市販が予定されている極早生品種の試験成績を示した。試験は9月上旬に播種されたものであるが、出穂までの日数に最大22日の差が観察された。1970年代に導入された極早生品種群を第1世代とすると、1990年代に育成された「スーパーハヤテ隼」や「はえいぶき」は第2世代の品種群と考えられる。その特徴は、年内の出穂が早くなり、より安定して年内に出穂することである。また、後で詳しく述べるが、両品種より出穂が早い「九州14号（九州沖縄農研育成）」、「九州15号（九州沖縄農研、(株)カネコ種苗育成）」が2008年に品種登

録された。このように極早生品種の中でも年内の出穂性に大きな差があるので、収量性等の他の特性とのバランスを考え、それぞれの経営における栽培体系に合った品種を選定することが必要である。

表1. エンバク極早生品種の夏播き栽培における試験成績(九州沖縄農研、2003年から2005年の平均値)

品種名	発芽良否 初期生育		出穂まで 日数 日	収穫時の			乾物率 %	乾物収量 kg/a	穂重割合 %
	1:極不良 ~9:極良	1:極不良 ~9:極良		倒伏程度	病害程度	草丈 cm			
九州14号	7.7	6.4	39	3.2	2.1	105	23.4	64.2	28.8
九州15号	6.9	5.9	39	2.2	2.5	93	24.1	61.6	31.6
はえいぶき	7.3	5.9	42	3.4	3.0	108	21.0	67.1	25.2
九州16号	6.9	5.7	44	2.3	2.0	101	20.6	64.0	21.0
スーパーハヤテ隼	6.7	5.6	47	3.4	2.9	120	20.6	75.5	21.7
サビツヨシ	7.2	5.3	49	3.1	2.9	106	17.1	64.2	12.3
スピードスワロー	7.3	5.1	49	3.6	2.9	111	17.1	69.5	11.9
たちあかね	7.5	5.8	50	3.1	2.4	105	18.9	64.4	19.3
たちいぶき	7.3	5.4	50	3.4	3.0	105	20.1	72.4	19.1
ウエスト	7.4	5.3	50	3.6	3.0	112	17.0	76.3	13.0
極早生スプリンター	6.8	4.9	55	3.3	2.8	118	15.9	70.2	10.1
エンダックス	4.7	4.7	58	3.4	2.6	121	15.3	63.5	6.0
アーリークィーン	7.1	5.2	61	3.6	2.9	116	13.7	64.1	2.1

注)2003年から2005年の播種日は順に、9/2、9/6、9/9で、刈り取り日は、12/9、12/8、12/12である。

3. 耐冠さび病・耐倒伏性極早生品種について

1990年代に出穂性等が改良された品種が育成されたが、重要病害である冠さび病抵抗性や耐倒伏性の改良が残された課題であった。表2と表3にそれぞれ冠さび病罹病程度と倒伏程度の品種間差を示した。冠さび病や倒伏の発生の程度は年によって変動するが、冠さび病は激発すると飼料価値を大きく低下させ、倒伏は収穫ロスの増大や品質低下に繋がる。特に、倒伏はエンバクの栽培を敬遠する一因となっている。

表2. 九州沖縄農研で観察された冠さび病罹病程度の品種間差(2007年夏播き試験)

品 種	冠さび病罹病程度 1:無・微-9:甚
九州14号	1.0
九州16号	1.0
サビツヨシ	1.0
九州15号	1.5
韋駄天	1.5
たちいぶき	3.0
たちあかね	3.0
極早生スプリンター	3.5
アーリークィーン	4.0
はえいぶき	4.5
スーパーハヤテ隼	4.5
エンダックス	4.5
ウエスト	5.5
早刈り一番	5.5
ニューウエスト	5.5

表3. 宮崎県畜産試験場の系統適応性検定試験で観察された倒伏程度の品種間差

品 種	1999-2001年 の平均値	2002-2004年 の平均値
はえいぶき	4.5	8.3
スーパーハヤテ隼	3.9	9.0
たちいぶき	2.8	6.7
たちあかね	1.3	-
九州14号	-	4.5
九州15号	-	4.8
九州16号	-	2.8

注)数値は評点で、1:無-9:甚。

冠さび病抵抗性に関しては、導入品種である「サビツヨシ」が冠さび病抵抗性品種として流通している。加えて、耐冠さび病・耐倒伏性極早生品種としては、「たちいぶき」が流通しており、「たちあかね（九州沖縄農研育成）」が2009年から市販される。さらに、出穂が「はえいぶき」と同程度の「九州16号（九州沖縄農研、（株）カネコ種苗育成）」と「韋駄天（（株）雪印種苗育成）」、「はえいぶき」より出穂が早い「九州14号」と「九州15号」が耐冠さび病・耐倒伏性品種として、今後市販される予定である。これら耐倒伏性品種は、エンバク栽培の安定性に大きく貢献するものと考えられる。

4. 夏播き栽培の播き遅れに対応する極早生品種について

夏播き栽培では、安定した収量の確保のため、年内に出穂させて収穫することが必要である。既存品種、特に1970年代に導入された品種を、年内に確実に出穂させて収穫するには、九州地域でも遅くとも9月前半に播種する必要がある。しかし、エンバクの播種作業は、天候や各種作業の影響で遅れることが多く、既存品種では年内の出穂が不安定で、出穂に至らない場合がある。そのようなことに対応するため、播種が遅れた場合でも既存品種より安定して年内に出穂し、収量性が確保できる品種として、「九州14号」と「九州15号」が育成された。両品種は9月上旬の播種では、既存品種の中で最も早い「はえいぶき」や「スーパーハヤテ隼」より3日以上早く、9月下旬に播種した場合でも、出穂は既存品種より明らかに早く、出穂程度も高い（表1、表4）。

収量性に関しては、9月上旬の播種では既存品種と同程度かやや低収であるが、乾物率や穂重割合は高く（表1）、9月下旬の播種では、「はえいぶき」や「スーパーハヤテ隼」より多収である（図1）。このようなタイプの品種はこれまでにはなく、播き遅れの対応だけでなく、そのようなエンバク栽培期間を新たに取り入れた作付け体系の構築や耕種農家による緑肥栽培など、エンバク栽培の新たな展開に繋がることが期待される。実際、「九州14号」の現地試験においても出穂の早さや出穂程度に明らかな品種間差が観察され、作付け体系に応じた活用が期待される。

表4. 9月下旬播種における出穂まで日数と出穂程度(九州沖縄農研)

品種・系統	2005/9/20播種		2003/9/22播種		2004/9/28播種		2005/9/30播種	
	出穂まで日数 ¹⁾	出穂程度 ²⁾	出穂まで日数 ¹⁾	出穂程度 ²⁾	出穂まで日数 ¹⁾	出穂程度 ²⁾	出穂まで日数 ¹⁾	出穂程度 ²⁾
九州14号	46 (11/5)	7.7	46 (11/7)	8.3	50 (11/17)	8.0	55 (11/24)	5.0
九州15号	48 (11/7)	7.0	46 (11/7)	7.7	55 (11/22)	8.0	57 (11/26)	4.7
はえいぶき	49 (11/8)	6.3	48 (11/9)	7.3	63 (11/30)	6.7	66 (12/5)	3.3
スーパーハヤテ隼	62 (11/21)	4.0	59 (11/20)	6.0	75 (12/12)	4.0	未到達	1.0
たちいぶき	未到達	1.3	65 (11/26)	4.3	未到達	2.0	未到達	1.0
たちあかね	68 (11/27)	3.7	57 (11/18)	4.3	72 (12/9)	4.7	未到達	1.0

注 1) 播種から出穂始(1㎡当たり3本以上の出穂が観察された日)までの日数で、括弧内は出穂始め日。

2)刈取り時に調査し、1:出穂無-9:極多。

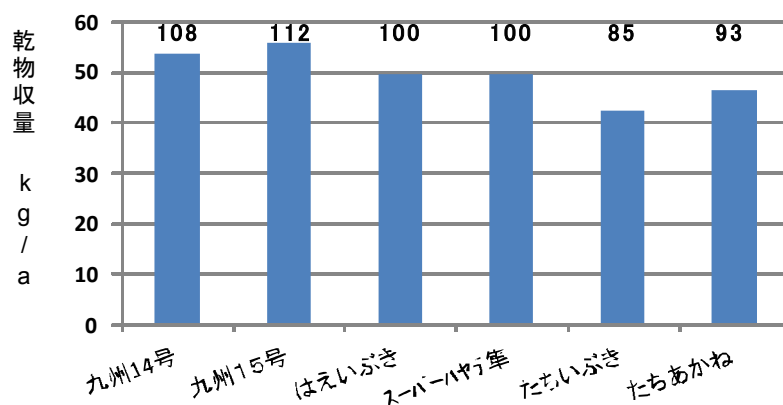


図1. 9月下旬播種における乾物収量(九州沖縄農研)

注)2003-2005年で9/20から9/30に播種した4回の平均値。
グラフ内の数値は「はえいぶき」比。

5. 耐倒伏性品種の活用とサツマイモネコブセンチュウ増殖抑制効果について

極早生品種の夏播き栽培での利用をこれまで述べてきたが、その中でも注目されるのは耐倒伏性品種である。筆者らは宮崎県を中心に「たちあかね」の現地試験に5年間に渡って取り組んできたが、実証展示圃においても耐倒伏性の品種間差がみられ、「たちあかね」に対する栽培農家の反響は大きかった(桂・我有, 2008; 宮川・桂, 2008; 小畑, 2008; 須崎, 2008; 鈴木, 2008; 田代, 2008)。2008年に品種登録された「九州14号」、「九州15号」、「九州16号」も既存品種より優れる耐倒伏性を持っており、その活用が期待される。さらに、宮崎県の小林地域では耐倒伏性品種「たちあかね」を利用して、秋播き栽培(冬作栽培)でオーツヘイを自給するという取り組みが行われている(小畑, 2008)。11月に播種し、翌年の4月下旬から5月上旬に乾草として収穫するもので、収量性が夏播き栽培より高く、硝酸性窒素が多い場合も対応可能という利点があり、普及が進められている。安定生産には収穫作業まで倒伏しない品種が必要で、耐倒伏性品種を利用することが前提となり、適正水準の施肥や播種量(6-8kg/10a)等の各地における栽培基準を守ることが必要である。また、水田での栽培では排水対策に注意する必要があるが、普通期水稻や飼料用イネの後作としての活用が大いに期待される。

最近、耐倒伏性品種の一つである「たちいぶき」がサツマイモネコブセンチュウ増殖抑制効果を持つことが明らかにされた(Tateishiら, 2008)。現在、実用化に向けた現地試験が取り組まれているが、緑肥として栽培された「たちいぶき」の地上部が飼料に利用されることも想定される。「たちいぶき」のように、飼料作物が緑肥効果を持つという特性は、今後さらに重要となる耕畜連携への新たなステップになると考えられる。

以上のように、1990年代から育成された極早生品種の特性は、1970年代に導入された品種とは異なっており、それらの特性に応じた利用法を確立することで、エンバクの安定生産、引いては自給飼料生産の向上に繋がるものと考えられる。そのためにも、品種育成と栽培研究のより一層の連携が必要である。

6. 参考文献

- 桂 真昭・我有 満. 2008. 日草九支報. 38(1): 40.
- 宮川竜二・桂 真昭. 2008. 日草九支報. 38(1): 45-46.
- 小畑 寿. 2008. 日草九支報. 38(1): 46-48.
- 須崎哲也. 2008. 日草九支報. 38(1): 44-45.
- 鈴木淑恵. 2008. 日草九支報. 38(1): 40-43.
- 田代ひろみ. 2008. 日草九支報. 38(1): 43-44.
- Tateishi T, Sano Z, Iwahori H, Uesugi K, Katsura M, Gau M. 2008. Japanese Journal of Nematology 38(1),1-7.

9. マメ科牧草の有望品種について

(独) 農業・食品産業技術総合研究機構 北海道農業研究センター
寒地飼料作物育種研究チーム上席研究員 奥村健治

1. マメ科牧草の特徴について

マメ科牧草は根粒菌との共生により空中の窒素を固定でき、微生物等の分解により土壌に還元されることで草地への窒素肥を節減できること、粗蛋白質やミネラルの含量に優れることと採食性が良いことから家畜の生産性を向上できる利点がある。表1は北海道の例であるが、マメ科率を5%未満から15~30%に高めることで窒素肥を年間10a当たり10kg節減できる。また、図1では代表的な飼料作物のTDNおよび粗蛋白質含有率を示したが、トウモロコシやイネ科牧草に比べマメ科牧草はTDNではやや劣るものの、粗蛋白質含有率は5%以上高い。一方で、主な利用形態である混播では、相手のイネ科牧草との混播適性が課題である。すなわち、夏期に再生の強いマメ科牧草によるイネ科牧草の抑圧や経年化にともなう短年性のマメ科牧草の枯死、裸地化と雑草の侵入による草地の荒廃が問題となる。また、飼料給与の面からは刈取り毎のマメ科率の違いが給与設計の煩雑さを招く。マメ科牧草導入のメリットを活かすためには適正なマメ科率を維持する肥培管理と混播適性、永続性の高い品種の開発とその利用が必要である。

表1 チモシー草地（混播）の施肥量

地帯 土壌	マメ科 率	目標収量 (kg/10a)	N (kg/10a)
道央	30%以上	4,500~5,000	4
道南	15~30		6
火山	5~15		10
性土	5%未満		16

「北海道施肥ガイド」北海道農政部より

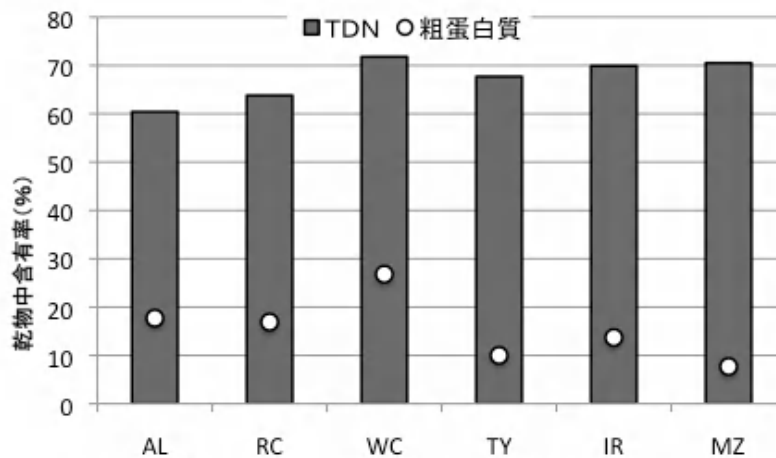


図1 代表的な飼料作物のTDNおよび粗蛋白質含有率

AL:アルファルファ、RC:アカクローバ、WC:シロクローバ
TY:チモシー、IR:イタリアンライグラス、MZ:トウモロコシ、
ステージはマメ科牧草は開花期、チモシー、イタリアンライグラスは出穂期、トウモロコシは黄熟期、日本標準飼料成分表2001年版より作図

現在、主に利用されているマメ科牧草の草種はアカクローバ、シロクローバなどのクローバ類とアルファルファ、さらに最近、新規に導入されたガレガなどがある。利用形態としては採草、放牧、さらに両者を組み合わせた兼用利用がある。混播の場合のマメ科牧草は相手イネ科牧草の草種、出穂の早晩性、利用形態とマメ科牧草の開花時期、再生の強さ等により適切に選択することが必要である（図2参照）。

2. 品種開発の背景について

現在の主なマメ科牧草の品種は、明治の初めにそれぞれの草種が欧米から導入されて以降、改良品種の導入、在来系統の利用、在来系統やエコタイプからの選抜、さらにこれらを組み合わせた育種により、収量性や耐病性、越冬性など適応性や持続性の改良を目標に育成されてきた。しかし、近年の畜産経営の規模拡大、多様化はコントラクターやTMRセンターなどの飼料の委託生産を普及させ、大規模な草地管理に対応して収穫適期を広げるためチモシー等のイネ科牧草の中晩生品種の利用を拡大させている。また、質の高い一番草だけを収穫するシングルカット需要

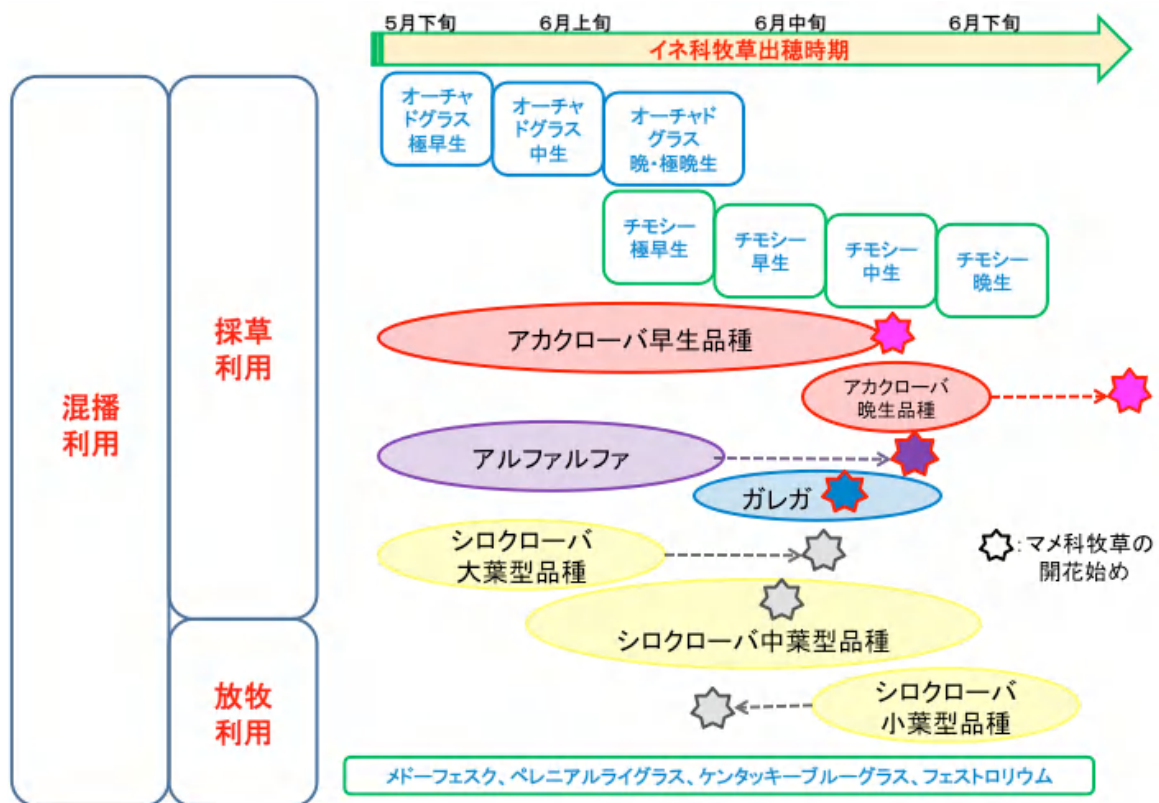


図2 イネ科牧草の出穂始め時期と混播マメ科牧草の概観（北海道の例）

や温暖化傾向のため夏期の干ばつによるチモシー再生不良に対応して、混播相手のアカクローバについてはこれまで主流であった早生品種に加えて、晩生品種の需要が高まってきた。また、飼料自給率の向上のため増産の進んでいるトウモロコシの高TDNを活かすため、高蛋白のアルファルファの単播栽培も北海道十勝地域では定着しつつある。また、温暖化等により被害が拡大し

ているエゾノギシギシを抑制する選択性の除草剤の使用が可能のため、アルファルファは混播でも徐々に栽培が増えている。さらに、高い永続性と混播適性をもつ新しいマメ科牧草ガレガの普及も始まっている。このように経営や栽培管理の多様化により、これまでの収量中心の品種から、ニーズにあった特徴をもつ品種が開発、導入されてきている。以下では最近10年間に新しく育成された品種、あるいは導入品種であるが優良品種や奨励品種に認定されたものを草種別に紹介する。

3. 近年の普及品種について

1) アルファルファ

- (1) ネオタチワカバ (アルファルファ農林7号、2001年農林登録、2004年品種登録、愛知県農業総合試験場育成)

タチワカバの耐倒伏性の強さに加え、耐湿性、菌核病抵抗性、アブラムシ抵抗性の高さを合わせ持った品種で、東北地方南部～九州地方(多雪地を除く)が適地である。タチワカバに替わる安定多収品種として利用できる。また、暖地向きのツユワカバについてもネオタチワカバに置き換える。

- (2) ハルワカバ (アルファルファ農林8号、2003年農林登録および北海道優良品種、2006年品種登録、北海道農業研究センター育成)

寒地適応型で、耐寒性が強く、永続性に優れる。特に3年目以降の収量が既存品種より優れ、長期安定利用が可能である。草型が開張型であるため倒伏程度はやや大きく、刈り遅れしないように収穫する。北海道一円が普及対象地域である。

- (3) ケレス (2005年北海道優良品種、2007年品種登録、雪印種苗株式会社育成)

早春の草勢、永続性が高く、そばかす病抵抗性にも優れる。また、耐倒伏性はやや強である。北海道一円が普及対象地域である。

2) アカクローバ

- (1) クラノ (デンマークからの導入品種、1998年北海道優良品種)

1番草の開花はホクセキより3週間以上遅い晩生品種。2番草の再生が穏やかなためチモシー中生品種との混播においてもチモシーを抑圧することが少ない。北海道一円が普及対象地域である。

- (2) ナツユウ (アカクローバ農林5号、2001年農林登録および北海道優良品種、2004年品種登録、北海道農業研究センター・北海道立根釧農業試験場育成)

開花始め日はホクセキ並の早生であるが、2番草の開花程度と草丈が低く、従来の早生品種に比べて混播適性と越冬性に優れる。北海道一円でチモシー早生から中生品種に対して競合力の穏やかな早生品種として利用できる。

- (3) アレス (スウェーデンからの導入品種、1998年北海道優良品種)

晩生に属し、既存品種より2番草の競合力が穏やかで、特にチモシー中生品種との混播適性に優れる。また、晩生品種のなかでは永続性に優れ、北海道一円で利用できる。

3) シロクローバ

(1) リースリング (オランダからの導入品種、2005年北海道優良品種)

収量及びクローバ率は既存品種と同程度であるが、クローバ菌核病の発生が少なく、年次の経過に伴うクローバ率の低下が小さく、永続性が高い。北海道一円でオーチャードグラスとの混播に向く。

4) ガレガ

(1) こまさと 184 (導入品種名はGale、エストニアからの導入品種、2002年北海道優良品種)

新規のマメ科牧草で特徴を表に示す。1番草の開花始めは6月上～中旬とマメ科牧草の中で最も早く、草丈も100cmを超える大型のマメ科牧草である(写真1)。地下茎を発生して増殖し(写真2)、地下茎で越冬するため、越冬中の低温あるいは病原菌の被害をうける機会が少なく永続性が高い。アルファルファに比べ倒伏が少なく、また、現在のところ病害の発生は少ない。品質については1番草開花以降ではアルファルファよりも生育の進行に伴う品質の低下が少なく、2、3番草では粗蛋白あるいは繊維割合等においてアルファルファより優れる。チモシーとの混播において、造成後のマメ科率が低いながらも安定して維持され、チモシーのスタンドが確保される。北海道一円で栽培可能である。



写真1 開花時期のガレガ



写真2 地下茎を伸長させるガレガ
(矢印が地下茎)

特性/草種 (品種)	ガレガ (こまさと184)	アルファルファ (マキワカバ)	
長所	混播適性	マメ科率は10～20%で安定、チモシー収量が高い	マメ科率は3年平均で70%を超え、チモシーを抑圧
	永続性 (3年目と2年目の収量比)	単播では90%程度、混播では150%と優れる	単播では90%以上、混播では120%程度
	病害・越冬性	顕著な病害はなく、越冬性にも優れる	そばかす病、菌核病等
	1番草開花始め	6月上～中旬でチモシーの出穂期に合う	6月中～下旬
	草丈	1番草はアルファルファよりも高いが、2番草以降は低い	1番草は100cmを超え、2番草も高い
短所	初期生育	やや劣る	良い
	収量性	播種年および2年目は劣る	高い
	刈取り危険時期	8月下旬～9月下旬で翌年1番草への収量の影響が大きい	9月中旬～10月中旬

4. 今後の品種開発方向について

品種開発については独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構北海道農業研究センターを中心に、民間種苗会社でも取り組んでおり、以下のような近年の畜産農家の飼料生産の多様化や気候変動等に対応した品種開発を進めている。

すべてのマメ科牧草草種に共通して基本特性である耐病性、越冬性等の環境耐性など持続性の改良は引き続き必要であるが、混播適性の向上は必須である。そこでアカクローバでは持続性の高い晩生品種や2番草の再生の穏やかな早生品種の系統を開発している。また、追播等の簡易更新の普及に対応して、初期伸長性が高く、定着の良い早生、極早生系統の開発も進めている。シロクローバにおいては放牧時にイネ科牧草を抑圧せず、過繁茂しない極小葉型の系統を開発している。アルファルファでは混播利用向けに耐倒伏性を向上させた系統を開発している。また、収穫・管理機械の大型化に伴い踏圧が問題となっており、耐踏圧性系統の開発に着手している。ガレガについては初期生育性の改善と秋期の刈取り危険時期の翌年収量への影響を緩和できる系統を開発するため育種を開始している。

10. 暖地型牧草の有望草種・品種について

(独) 農業・食品産業技術総合研究機構 畜産草地研究所
飼料作物育種工学研究チーム主任研究員 蝦名真澄
沖縄県畜産研究センター 育種改良班研究員 幸喜香織
同 主任研究員 稲福政史
宮崎大学農学部生物環境科学科助教 霍田真一

1. 有望草種について

暖地型牧草には、原産地で有史以来古くから利用され、世界的な交易船の往来によって 300 年以上も前から世界の熱帯および亜熱帯で利用され続けているギニアグラス (*Panicum maximum*) や、20 世紀初頭から利用が始まったローズグラス (*Rhodes gayana*)、さらに、中南米諸国およびアジア熱帯地域の畜産業の発展に伴って 1970 年代を中心に本格的な利用が始まった新しい利用草種のブラキアリアグラス (シグナルグラス、*Brachiaria spp.*)、比較的品質が高いとされるディジットグラス (パンゴラグラス、*digitaria eriantha*) など、多様な草種が利用されている。暖地型牧草は C4 光合成機能 (注) を持つため収量が多く、温帯地域での地球温暖化への対応草種として、また、将来的にはバイオマス利用などの多様な需要が想定され注目度が増大しつつある。1940～70 年代を中心に行われた世界各国での暖地型牧草の遺伝資源収集によって、広範で多様な遺伝資源が収集、保存されており、バイオマス利用などの新規な利用形態に対応した育種が可能な状況にあると考えられるが、今後の新品種育成のためには新たな視点に立った遺伝資源探査・導入についても検討する必要がある。

本稿では多くの暖地型牧草の中から、我が国の利用の中心である南九州から沖縄にかけての南西諸島地域で栽培利用されているローズグラス、ギニアグラスおよび、今後の利用が期待されているブラキアリアグラスについて紹介する。これらは導入草種選定等による調査が十分に検討され、利用特性が高いことが明らかにされている他、種子での増殖および草地造成が可能であり、さらに今後の育種での新たな展開が期待されている草種である。特にブラキアリアグラスについては、世界的にも 1970 年代から南米を中心に利用され始めた新しい草種で、近年交配育種が可能となり新品種が開発されてきている。我が国での利用も期待される中、品種育成と種子流通に大きな期待が寄せられている。

2. 暖地型牧草の有望品種について

1) ギニアグラス

日本の遺伝資源からは、1986 年にギニアグラスの交配品種としては世界初となった品種ナツカゼ (九州沖縄農業研究センター育成、1986 年登録) が育成された。その後、

1992年に南西諸島向き永続利用タイプの品種ナツユタカ（九州沖縄農業研究センター育成、1989年登録）や単年放牧用品種ナツコマキ（九州沖縄農業研究センター育成、2002年登録）が育成されている。さらに、1997年より沖縄県に牧草育種指定試験地が設置され、遺伝資源から見出されていた4倍体有性生殖個体N68/96-8との交配によって亜熱帯向け高品質品種パイカジ（旧系統名：琉球1号）が育成された。平成21年度より種子の販売が開始される予定である。これに引き続き超多収性永続性品種うーまく（旧系統名：琉球3号）が育成されている。沖縄での育成系統は、これまで育種されてきた品種と分子マーカーおよび形態特性にもとづき、系統間の類似度の調査が行われ、どちらの結果からも、それまで九州で行われてきた育種選抜とは異なる特徴的な品種であることが明らかにされている。これは、アジア極東地域の亜熱帯多雨気候下での選抜・育種が効果的に実施されていることを証明しているとともに、さらに、ギニアグラスの利用を拡大させる可能性があるものとして期待されている。

①パイカジ（沖縄県畜産研究センター育成、2007年登録）

ナツカゼが1年利用の品種であるため、沖縄では永年栽培用としてオーストラリアで1974年に育成されたガットンが主に利用されていた。その後ナツユタカが育成され永年利用多収品種として期待され、一部で利用が広がったが、開花結実に伴う品質低下が著しく、広く普及するには至らなかった。そのため、永続性が強く品質がガットン並か高い品種の育成が望まれていた。パイカジは、琉球1号として選抜され、高品質で多収かつ永続性の強い採草用、サイレージ用品種である。沖縄県畜産研究センターとJIRCASによる共同育成品種で、平成21年度より流通種子の利用が開始される予定。



写真1. パイカジ（旧系統名：琉球1号）



写真2. うーまく（旧系統名：琉球3号）

②うーまく（沖縄県畜産研究センター育成、2008年出願）

沖縄県畜産研究センターが2008年に登録出願した、極晩生の超多収品種。利用2年目より乾物収量でナツユタカ比135%、ガットン比160%以上の収量が見込める。永年利用の採草用品種として自給飼料増産に大きく貢献するとして期待されている。極晩生であるため、利用期間を通じてほぼ出穂による品質低下が生じず、品質が安定している。

さらに、石垣島での系統適応性検定試験では、激甚な台風にあってもほとんど倒伏がなく、耐倒伏性極強で、永続性の強い品種である。流通種子増殖計画中であるため、平成21年度の種子流通は未だない。

③マサイ (EMBRAPA 育成、1993 年登録)

1993 年にブラジル農牧業調査公社 (EMBRAPA) により育成された極晩生の品種で、草丈が低く葉部割合が高く、葉身が細く長い特徴的な品種である。穂の形態から *P. maximum* と *P. infestum* の自然交雑系統であると考えられている。草丈が低く密な草地を作り、永続性が強いため、牛だけでなく、羊やヤギなどの放牧への応用が期待される品種である。単年利用には不向きで、ブラジルでは流通種子が一般に販売されているが、日本での流通はない。



写真3. マサイ (Massai)

2) ローズグラス

ローズグラス (*Chloris gayana* Kunth) は中央アフリカから東アフリカおよび南アフリカにかけての熱帯・亜熱帯地域を原産とする暖地型イネ科牧草である。本草種は、標高 2000m までの草原や湖岸などに自生しており、また、休閑地や荒廃地などに最初に定着する先駆植物として知られている。栽培化の歴史は 100 年以上前にさかのぼり、



写真4. 沖縄県のローズグラス草地
残されている。

1895 年頃に Cecil Jhon Rhodes 氏によって、ジンバブエ由来の二倍体系統がアフリカ南部で栽培されたのが最初とされ、一般名ローズグラスの由来となっている。多くのエコタイプが初期生育や開花時期、種子形質、形態・生理学的特性、病虫害への感受性、乾物収量、飼料品質などの特性において異なることが報告されており、今後の育種改良の余地が

本来、ローズグラスは匍匐性の多年性草種であるが、生育適温が高く耐霜性に劣る。暖地型牧草の中では比較的珍しく初期生育が旺盛なため、関東以西から九州にかけての暖地では一年生栽培が行われている。奄美大島以南の降霜のない南西諸島では永年草としての利用が可能である。しかしながら、永続性に乏しく利用3年目以降の収量の大幅

な減少が指摘されている。

わが国では 1950 年代後半からアフリカやアメリカ、オーストラリアおよび台湾から導入され、各地の研究機関で試験的な栽培が始められた。また、1970 年代には寶示戸・堀端氏によってアフリカから多数の遺伝資源の探索・収集が行われた。その結果、わが国には原産地であるアフリカ南部を始めケニアを中心にエチオピアやタンザニア、ナイジェリア、ジンバブエ、モロッコ、アメリカ、オーストラリアなどに由来する豊富なローズグラス遺伝資源が導入されている。また、導入された品種・系統は育種母材として利用され、単年利用向けの品種や広域適応性品種などわが国の栽培環境に適応した優れた品種が開発されている。

さらに、沖縄県では 1976 年以降、草地造成基盤整備に伴い二倍体品種 Katambora および四倍体品種 Callide が導入され、現在、造成当時の導入品種が自然交雑により世代を重ねて小規模な群落を形成しており、エコタイプ利用による永年利用により適した新品種育成が待たれている。沖縄県畜産研究センターは、このような経緯から地方系統名「沖縄 1 号」を育種選抜しており、今後の新品種育成に期待が寄せられている。

①アサツユ（鹿児島県農業試験場育成、1995 年登録）

南アフリカから導入した Ford's Katambora および Gunsons の増殖系統から初期伸長性・収量性の改良を目標に選抜された 7 栄養系の合成品種。ハツナツに比べ、草型はやや直立型で匍匐茎は少ないが、生育初期および再生時における草勢はともにハツナツよりも優れている。低温伸長性に優れる西南暖地向きの多収品種である。

②リョクフウ（鹿児島県農業試験場育成、2003 年登録）

ハツナツおよび Katambora を育種素材とする基礎集団から更なる初期新調整の改良を目標に 3 サイクルの表現型循環選抜法により選抜された 8 栄養系の合成品種。草型は中間型で葉幅はアサツユよりも狭いが、低温伸長性および収量性はアサツユよりも優れている。

3) ブラキアリアグラス

Brachiaria 属 (*Brachiaria grass*, *Bracharia spp.*) はアメリカ大陸を除く熱帯地域を中心に約 100 の種が認められている属で、半砂漠地帯から低湿地帯にまで分布し、さらに西アフリカで雑穀として栽培されている *B. deflexa* なども含まれている。*B. arrecta* (African signal grass、アフリカシグナルグラスまたは、Tanner grass、タナーグラス) や *B. brizantha* (Palisade grass、パリセードグラス)、*B. decumbens* (Signal grass、シグナルグラス、または Surinam grass、スリナムグラス)、*B. ruziziensis* (ruzi grass、ルジグラス)、*B. humidicola* (koroniviagrass、コロニビアグラス) および *B. mutica* (Para grass、パラグラス) が牧草として利用されている。利用される産業種が植物学的には数種に及び、呼び名が混乱しているため、牧草としての利用のある草種をブラキアリアグ

ラスと呼ぶことが提唱されている。*Panicum* 属、*Urochloa* 属、*Eriochloa* 属ならびに *Acroceras* 属に含まれる種との中間タイプが存在しており、*Brachiaria* 属の定義自体はいまだ確定していない。また、牧草としての本格的な利用は 1960 年代から始まり、1970 年代にはオーストラリアの沿岸の多湿地域での利用の広がりを経て、ブラジルを始めとした南米諸国での利用が本格化した。この際に利用可能となった南米の作物栽培限界地域は想像を絶するほど広大で、この地に *Brachiaria* 属による緑の革命ともいえる牧草増産を可能にした。近年、有性生殖系統の利用による交雑品種 Murato および MuratoII などの新品種も開発され注目されており、南米を中心に種子が流通している。脱粒性のため種子が土壌を含むため海外から我が国への導入は植物防疫上の問題が残されており、現在利用されていない。

①バシリスク (オーストラリア政府科学産業研究機構 CSIRO 育成、1973 年登録)

1930 年オーストラリアへ導入された遺伝資源系統 CPI1694(CIAT606)で、ウガンダ原産のアポミクシス品種で、*B. decumbens* とされている。1960 年代からオーストラリアでの商業的な種子生産が開始されたため、バシリスクはオーストラリア、クイーンズランド州の熱帯湿潤海域で最も広く栽培される品種となった。1970 年代初期には、オーストラリアの種子がブラジルへ輸出され利用が拡大した。低肥沃な酸性土壌のサバンナ気候へ抜群の適応力と生産性および過放牧下での高い永続性を示したことから普及を伸ばし、ついには、バシリスクはブラジルのセラードを中心に栽培面積が 1 千万 ha となり、周辺諸国への利用も広まったが、アワフキムシへの感受性が高く、その後アワフキムシ抵抗性を持つ品種マランドウへ置き換わった。ほふく茎によって密な草地を形成し、乾季が半年以上続き、年間降水量が 600mm 以下でも生育する。酸性土壌でのアルミニウム (Al) 抵抗性が強いブラキアリアグラスのなかでも、さらに強いことが報告されている。

②マランドウ (EMBRAPA 育成、1984 年登録)

バシリスクへのアワフキムシの被害がブラジル全土で発生したとき、代替可能な品種として、1970 年初期から非公式に種子が利用され (CPI81408、CIAT6294)、その後 1984 年にブラジル EMBRAPA によって正式に登録されている。ブラジルでは主に放牧用に用いられているが、多収であるためサイレージとしての利用もみられる。採草用として用いる場合は、再生期間が 45 日を過ぎると急激に品質が低下するのと、糖含量が低くサイレージ発酵品質が安定しないため注意を要する。ブラキアリアグラスの中では比較的肥沃な土壌にも適しているが、リン吸収効率が高く、地下部バイオマスが大きいため永続性に優れ、利用上の様々な利点が報告されている。アポミクシス品種で、ジンバブエ原産の遺伝資源で、*B. brizantha* に分類される。

③MG5 (Xaraes、シャラエス) (EMBRAPA 育成、2000 年登録)

2000 年に CIAT (International Center for Tropical Agriculture、国際熱帯農業研究センター) が保存するブルンジ由来の *B. brizantha* 遺伝資源から選抜され、コスタリカ

で初めて登録された系統（CIAT26110）である。ブラジルでは Xraes（シャラエス）として登録されているが、販売は MG5 という名称が一般的となっている。2n=5x=45 の 5 倍体アポミクシス品種である。



ブラジルの農畜連携による輪作体系に則した品種として育成されており、牧草品質に優れているが永続性は強くない。フザリウムに対して抵抗性が高い反面、アワフキムシに対する抵抗性は低いが、現場での問題は生じていない。

写真5. MG5（Xaraes、シャラエス）

(注) C4 光合成：一般の二酸化炭素固定を行う光合成経路にたいして、二酸化炭素を補足し、光合成の機能を高める働きがある。二酸化炭素の同定能力が高いため、一般的に収量が高い。