農研機構
NARO 国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構

メドウフェスク新品種「まきばさかえ」の育成とその特性

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 公開日: 2019-03-22 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 田瀬, 和浩, 田村, 健一, 眞田, 康治, 髙井, 智之, 山田, 敏彦, 中山, 貞夫, 大同, 久明, 水野, 和彦, 藤井, 弘毅, 澤田, 嘉昭, 山川, 政明, 佐藤, 尚親, 林, 拓, 牧野, 司 メールアドレス: 所属:
URL	https://doi.org/10.24514/00001378

北海道農研研報
198, 1－21（2013）

メドウフェスク新品種「まきばさかえ」の育成とその特性

田瀬和浩[1)], 田村健一[1)], 眞田康治[1)], 高井智之[2)], 山田敏彦[3)], 中山貞夫[4)], 大同久明[5)], 水野和彦[5)], 藤井弘毅[6)], 澤田嘉昭[4)], 山川政明[7)], 佐藤尚親[7)], 林　拓[8)], 牧野　司[8)]

Ⅰ．緒　　言

メドウフェスク（*Festuca pratensis* Huds.）は，冷涼，湿潤，肥沃なところでよく生育し，わが国の寒地・寒冷地によく適応する多年生寒地型イネ科牧草である。本草種は，越冬性ではチモシーより劣るがオーチャードグラスより優れ，家畜の嗜好性，混播適性も良好である。これまで北海道における重要なイネ科牧草として，チモシーおよびオーチャードグラス主体混播草地の夏季から秋季の生産性を補完する補助草種として，採草あるいは兼用利用に用いられることが多かった。種子需要量は1980年代までイネ科牧草の総需要量の約８％（年間約80t）を占めていたが，現在は約２％（年間約７t）まで減少している。その原因として，北海道の混播草地ではオーチャードグラス主体の栽培が減少し，チモシーに集中化したことが挙げられる。オーチャードグラスはチモシーより，越冬性や生育ステージの進行に伴い飼料品質が劣ることからその栽培が敬遠され，また酪農家１戸当たりの飼養頭数の増加に伴う労働力不足などから，刈取り回数の少ないチモシーの栽培が指向された。このようなことからチモシーの栽培面積は増加したものの，チモシーはオーチャードグラスよりも競合力が弱く，メドウフェスクがチモシーの生育を抑圧すること，あるいは主体草種であるチモシー自体の早晩性などの特性に合わせた栽培管理が行われるようになったことなどからメドウフェスクとの組合せは避けられ，その結果，種子需要量が減少したと考えられる。

しかし，近年，飼料自給率向上の一方策として，低コスト，ゆとり経営を指向して放牧が見直され，短草状態の高栄養の放牧草を採食させることで草地を効率的に利用し，家畜の生産性を高める集約放牧が推進されている。放牧用草種としてはペレニアルライグラスが最も優れているものの，越冬性が劣ることから，主要な草地酪農地帯である北海道東部（以下，道東と略す）の土壌凍結地帯での利用は困難である。また越冬性に優れるチモシーは耐暑性，再生力が劣り，とくに夏季以降の生産性が低下することから集約放牧用草種としては適していない。そこで，夏季以降著しく生産性が低下しないメドウフェスクが集約放牧用草種として期待され（須藤，2004），「ハルサカエ（1999年命名登録）」を用いた土壌凍結地帯での集約放牧試験から，その利用が可能であることが明らかにされ普及が図られている（松村ら，2008）。しかし，「ハルサカエ」は元来多雪地において，混播草地での補助草種として採草利用を想定して育成されたものであり，土壌凍結地帯における放牧利用としての選抜は行われていない。土壌凍結地帯においては越冬性が何よりも第一義として重要であり，より越冬性が安定して優れる集約放牧用品種を育成するには，育種の初期段階から高度な越冬性と集約放牧を想定した選抜が必要となる。

そこで北海道農業試験場（現，北海道農業研究センター。以下，北農研と略す）と北海道立根釧農業試験場（現，北海道立総合研究機構根釧農業試験場。以下，根釧農試と略す）では共同で，土壌凍結地帯向き集約放牧用品種の育成を目標に，越冬性，多回刈り条件下での季節生産性の改良を中心に選抜を行い，「まきばさかえ」を育成した。2005年から系統適応性検定試験および特性検定試験などを実施した結果，「まきばさかえ」は越冬性および放牧を想定した短草管理での収量性が標準品種の「ハルサカエ」より優れていることが認められ，2009年２月に北海道優良品種に認定されるとともに，2010年３月にメドウフェスク農林合３号「まきばさかえ」として農

平成24年９月13日　原稿受理
１）北海道農業研究センター　酪農研究領域
２）現，九州沖縄農業研究センター
３）現，北海道大学北方生物圏フィールド科学センター
４）退職
５）現，畜産草地研究所
６）現，北海道立総合研究機構　北見農業試験場
７）現，北海道立総合研究機構　畜産試験場
８）現，北海道立総合研究機構　根釧農業試験場

林認定された。

「まきばさかえ」は，北農研寒地飼料作物育種研究チーム(現，北農研酪農研究領域イネ科牧草育種班)と根釧農試作物科(現，根釧農試飼料環境グループ作物班)において育成されたもので，育成に携わった研究者は14名である。基礎集団の評価と選抜は，高井，中山，大同，水野，藤井，山川，澤田によって行われ，構成栄養系の決定と合成は高井，山田，眞田，中山，水野，藤井，山川，林，牧野によって，北育系統の評価と生産力予備検定試験の調査は山田，眞田，田村，佐藤，林，牧野によって，生産力検定試験と育成地における各種特性検定試験の調査は田村，田瀬，眞田によって行われた。系統適応性検定試験のデータを含む試験成績のとりまとめは，田瀬，田村，眞田が行った。

Ⅱ．育種目標，育種方法ならびに育成経過

1．育種目標

北海道の土壌凍結地帯に適する越冬性を備え，収量性，季節生産性に優れる放牧用品種を育成する。

2．育種方法

「まきばさかえ」は５栄養系の組合せによる合成品種である。構成栄養系の来歴は，オランダの品種「Bundy」から１栄養系，ノルウェーの品種「Salten」から２栄養系およびスウェーデンの品種「Boris」から耐凍性で選抜した２栄養系である(Table 1)。

3．育成経過

「まきばさかえ」の育成経過を Figure 1に示した。

1）構成栄養系の決定

メドウフェスク育成系統の北海１～13号の構成栄養系および耐凍性選抜栄養系などを含む優良144栄養系を選抜基礎集団とし，各栄養系を株分け後，1994年８月に積雪地の北農研，土壌凍結地帯の根釧農試に供試した。両試験地では個体植(約0.8m×0.8m)，２反復で，1996年まで少回刈り(年３回)により越冬性，草勢，病害程度の評価を行った。1997年に越冬性を調査後，優良栄養系を北農研で14点，根釧農試で24点選抜した。両場所でそれぞれ選抜栄養系を用いて多交配を行い，栄養系別に採種した。採種種子量の少ない栄養系を除き，北農研13点，根釧農試20点の計33多交配後代について，北農研では全ての後代を，根釧農試では根釧選抜栄養系の後代を用いて，1998年より後代検定を実施した。試験はシロクローバ混播条件下で個体植(約0.2m ×0.2m)，３～４反復，多回刈り(年６～８回)として，越冬性，草勢，病害程度の評価を2000年まで行った。2001年に越冬性を調査し，これまでの調査データを基に５栄養系を選定し，北農研の隔離温室内で水耕法により合成１代を採種し「北育４号」の名称を付した。構成栄養系となった５栄養系の特性は Table 2のとおりである。

Table 1. The origin of five parental clones of 'Makibasakae' .

Clone no.	Origin
387	Bundy (Dutch cultivar)
452	Salten (Norwegian cultivar)
455	Salten (Norwegian cultivar)
468	selected from freezing test of Boris (Swedish cultivar)
473	selected from freezing test of Boris (Swedish cultivar)

Table 2. Characteristics of parental clones of 'Makibasakae' under infrequent cutting in Sapporo.

Clone no.	1995					1996				
	Date of head emergence	Winter hardiness[1)]	Plant type[2)]	Plant vigor[1)]		Winter hardiness[1)]	Susceptibility to net blotch[3)]	Plant vigor[1)]		
				Summer	Autumn			Spring	Summer	Autumn
387	4 June	6.5	3.5	6.5	7.0	6.0	1.5	7.5	6.5	6.5
452	6 June	6.0	2.5	7.5	6.0	5.5	2.5	6.0	6.5	5.5
455	5 June	6.0	5.5	6.0	7.0	6.0	2.5	5.5	6.5	4.0
468	7 June	6.0	5.5	5.5	6.0	6.5	2.0	6.5	6.0	5.0
473	5 June	6.0	5.0	5.5	6.5	7.0	1.0	7.0	6.0	6.5
Date		28 Apr.	23 June	17 Aug.	10 Oct.		12 Aug.	21 May	20 Aug.	12 Oct.

1) Rating scale of 1 (poor) to 9 (good).
2) Rating scale of 1 (erect) to 9 (prostrate).
3) Rating scale of 1 (slight) to 9 (severe).

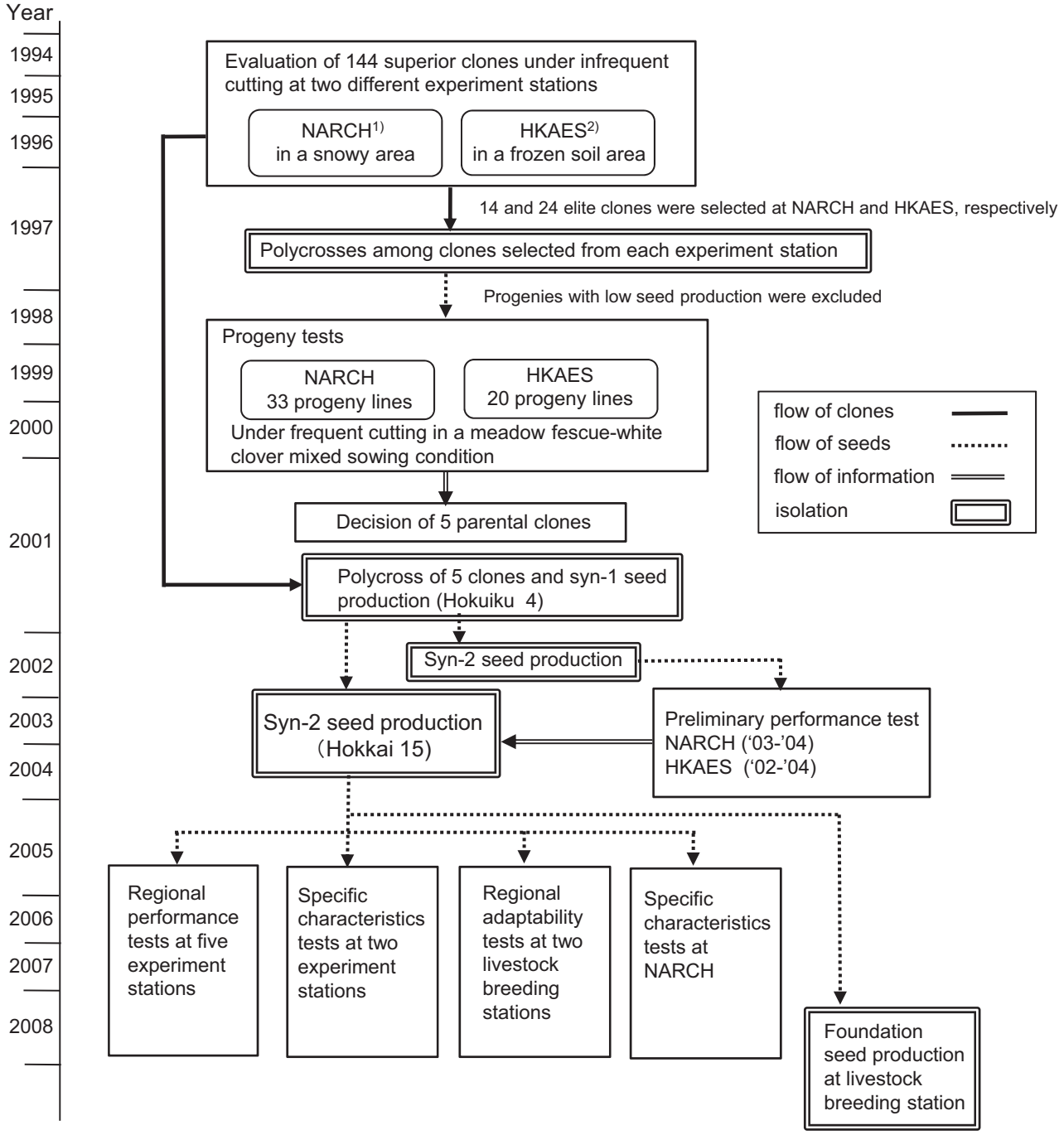


Figure 1. Breeding scheme of 'Makibasakae'

1) NARCH：National Agricultural Research Center for Hokkaido Region
(now NARO Hokkaido Agricultural Research Center)
2) HKAES：Hokkaido Prefectural Konsen Agricultural Experiment Station
(now Hokkaido Research Organization Konsen Agricultural Experiment Station)

2）育成系統の評価

2002年に採種した「北育４号」の合成２代種子を用い，北農研では2003年から2004年まで，根釧農試では2002年から2004年まで「ハルサカエ」を標準品種として，他の育成４系統(北育１～３号，５号)とともに生産力検定予備試験を実施した(Table 3, 4)。耕種概要は試験区を１区が条長４m ×条間0.3m×４条(4.8㎡)の４反復として，北農研が2003年５月14日，根釧農試が2002年８月26日に播種した。播種翌年からは年間６～８回の刈取り調査を実施した。

Table 3. Preliminary performance test under frequent cutting in Sapporo[1].

Cultivar/Strain	Winter hardiness[3]	Plant vigor in early spring[3]	Susceptibility to net blotch[4]	Dry matter yield (kg/a)[5]				Percentage against Harusakae[5]			
				Spring	Summer	Autumn	Total	Spring	Summer	Autumn	Total
Hokuiku 4[2]	7.3	6.5	1.9	22.5	21.6	7.3	51.4	103	98	97	100
Harusakae	6.0	6.0	1.3	21.9	22.0	7.5	51.4	100	100	100	100
Hokuiku 1	7.0	7.0	1.9	21.8	18.5	6.2	46.5	100	84	83	90
Hokuiku 2	6.3	6.5	1.8	21.8	17.1	6.3	45.2	100	78	84	88
Hokuiku 3	6.8	6.8	1.8	20.6	14.6	5.4	40.6	94	66	72	79
Hokuiku 5	6.8	7.0	1.8	21.8	16.6	4.9	43.3	100	75	65	84

1) The data were evaluated in 2004.
2) Hokuiku 4 was renamed Hokkai 15 and later registered as 'Makibasakae'.
3) Rating scale of 1 (poor) to 9 (good).
4) Rating scale of 1 (slight) to 9 (severe).
5) The data were classified according to season into the three seasons : Spring(May - June), Summer(July - Aug.) and Autumn (Sep. - Oct.).
The same grouping classification is used in the following tables.

Table 4. Preliminary performance test under frequent cutting in Konsen.

Cultivar/Strain	Winter hardiness[2]	Degree of sprouting[3]	Plant vigor in early spring[3]	Leaf disease[4]	Dry matter yield (kg/a)[5]				Percentage against Harusakae			
					Spring	Summer	Autumn	Total	Spring	Summer	Autumn	Total
Hokuiku 4[1]	5.7	4.7	5.3	1.8	42.3	41.7	37.2	121.3	108	104	115	109
Harusakae	4.3	4.3	3.8	1.8	39.3	40.0	32.4	111.6	100	100	100	100
Hokuiku 1	5.3	3.7	4.0	2.0	38.7	37.3	27.9	103.9	98	93	86	93
Hokuiku 2	5.7	5.3	5.0	1.5	44.1	42.5	34.3	120.9	112	106	106	108
Hokuiku 3	3.7	2.7	3.0	1.3	38.0	38.0	27.9	103.9	97	95	86	93
Hokuiku 5	6.0	5.3	5.0	1.5	43.0	40.2	31.4	114.7	109	101	97	103

1) Hokuiku 4 was renamed Hokkai 15 and later registered as 'Makibasakae'.
2) Rating scale of 1 (poor) to 9 (good), data of 2003.
3) Rating scale of 1 (poor) to 9 (good), average for two years (2003 and 2004).
4) Rating scale of 1 (resistant) to 9 (susceptible), data of 2003.
5) Total yield for two years (2003 and 2004).

主に根釧農試における試験結果から「北育４号」と「北育２号」の特性が「ハルサカエ」よりも優れていたので(Table 4)，それぞれ「北海15号」,「北海14号」の系統番号を付し，系統適応性検定試験および特性検定試験の供試系統として選定した。

３）系統適応性検定試験，特性検定試験，地域適応性検定試験および育成地における特性検定試験

「北海15号」の合成２代の採種圃場は，2001年と2002年に造成し，それぞれ2002年および2003年から2004年にかけて採種を行った。このうち2003年採種種子を用いて「北海14号」とともに系統適応性検定試験，特性検定試験および地域適応性検定試験を実施した。また北農研では，生産力検定試験の他に，兼用利用，混播適性，採種性，個体植特性などの各種試験を実施した。

Ⅲ．特　性

１．試験方法

１）供試系統

「まきばさかえ」にあたる「北海15号」,「北海14号」,「ハルサカエ」および「プラデール」の４品種・系統を供試した。標準品種は「ハルサカエ」とし，比較品種として「プラデール」を用いた。「プラデール」は「ハルサカエ」より越冬性がやや劣るものの，収量性にやや優れ，道東を普及対象地域とした北海道の優良品種である。データは「まきばさかえ」、「ハルサカエ」および「プラデール」についてのみ示した。統計処理は４品種・系統について実施し、「まきばさかえ」と標準品種，比較品種の間に有意差が認められた場合に表中に最小有意差(LSD; ５％)を示した。

２）系統適応性検定試験と地域適応性検定試験

Table 5に系統適応性検定試験と地域適応性検定試験が行われた場所を，Table 6に播種年月日や施

Table 5. Locations of the regional performance test in Hokkaido.

Location	Experiment Station/ Livestock Breeding Center
Sapporo	National Agricultural Research Center for Hokkaido Region (now NARO Hokkaido Agricultural Research Center)
Tenpoku	Hokkaido Prefectural Kamikawa Agricultural Experiment Station, Tenpoku Branch (now Hokkaido Research Organization Kamikawa Agricultural Experiment Station Tenpoku Sub Station)
Shintoku	Hokkaido Animal Research Center (now Hokkaido Research Organization Animal Research Center)
Kitami	Hokkaido Prefectural Kitami Agricultural Experiment Station (now Hokkaido Research Organization Kitami Agricultural Experiment Station)
Konsen	Hokkaido Prefectural Konsen Agricultural Experiment Station (now Hokkaido Research Organization Konsen Agricultural Experiment Station)
Tokachi	National Livestock Breeding Center Tokachi Station
Niikappu	National Livestock Breeding Center Niikappu Station

Table 6. Experimental design in the regional performance test.

Location	Date of seeding in 2005	Type of seeding	Row space (cm)	Seeding rate (g/a)	Plot size (m^2)	Fertilizer[1)] (N-P_2O_5-K_2O; kg/a/year)
Sapporo	17 May	row	30	200	4.8	2.50-2.16-2.50
Tenpoku	24 May	row	30	200	6.0	1.67-0.67-1.67
Shintoku	1 June	row	30	200	6.0	1.83-0.96-1.47
Kitami	27 May	row	30	200	5.0	1.54-1.77-1.54
Konsen	23 May	row	30	200	6.0	1.71-0.81-1.71
Tokachi	30 May	row	30	200	6.0	4.65-4.65-4.96
Niikappu	9 June	row	30	200	6.0	1.58-1.19-1.58

1) Average for three years (2006 to 2008).

肥量などの耕種概要を示した。地域適応性検定試験は家畜改良センターでの系統評価の事業として実施された。試験実施当時の場所名称を使用し，農業試験場を農試，畜産試験場を道立畜試，上川農業試験場天北支場を天北支場と略記し，家畜改良センターの名称は省略した。系統適応性検定試験および地域適応性検定試験は，北海道内の５場所と２場所において，2005年春播種で各々４年間実施された。なお地域適応性検定試験では比較品種の「プラデール」は供試していない。調査方法とその基準は，「飼料作物系統適応性検定試験・特性検定試験・地域適応性等検定試験実施要領(改訂５版)」(平成13年４月)に準拠した。刈取りは放牧利用を想定し，草丈が30cm 前後に達した段階で実施し，各場所，年次の季節別の刈取り回数を Table 7に示した。

３）特性検定試験

（１）耐寒性検定試験

耐寒性検定試験は，根釧農試で実施された。2005年５月17日に播種量200g ／ a，条長1.5m，条間0.5mで条播した。試験配置は１区１条で６反復乱塊法とした。雪腐病を防除し無除雪の試験区(対照区)，雪腐病を防除し除雪した試験区(凍害区)，雪腐病を防除せず無除雪の試験区(雪腐病害区)を設けて，耐寒性と雪腐病抵抗性を調査した。除雪は除雪機により実施し，２月末まで積雪深を概ね10cm 以下に保っ

Table 7. Number of cuttings in each season in the regional performance test.

Location	2006				2007				2008			
	Spring	Summer	Autumn	Total	Spring	Summer	Autumn	Total	Spring	Summer	Autumn	Total
Sapporo	3	2	3	8	3	3	2	8	3	1	2	6
Tenpoku	3	3	2	8	2	3	1	6	3	1	2	6
Shintoku	3	4	2	9	2	3	2	7	2	2	2	6
Kitami	5	4	2	11	3	2	2	7	2	2	1	5
Konsen	3	4	2	9	2	3	0	5	2	2	2	6
Tokachi	4	4	3	11	4	4	1	9	3	4	2	9
Niikappu	3	2	2	7	3	3	1	7	3	4	2	9

た。雪腐病防除にはフルアジナム剤1000倍液を根雪前に散布した。

（2）放牧適性検定試験

放牧適性検定試験は，道立畜試で実施された。2005年８月８日に，播種量300g／aで播種し，試験区は１区５m×６m(30㎡)の散播で，試験配置は５反復乱塊法とした。2005年(造成年)は放牧せず掃除刈りを実施した。２年目以降は肉用繁殖牛６～10頭(体重600～800kg)を供試した。放牧方法は，草丈30cm程度の時期に大凡２～３日間の昼夜放牧を，2006年は８回，2007年は７回，2008年は６回実施した。放牧前後に草量を測定し，前後差法により利用草量(乾物)を求めた。また放牧後は各試験区間の残草量を均一にするために毎回自走式フレールモアで掃除刈りを実施した。

４）北農研における試験

（1）耐凍性検定試験

前述の４品種・系統に加えて，全道を普及対象地域としている「リグロ」も比較品種として供試した。１回目は2005年９月７日にペーパーポットに播種し温室内で育苗後，10月３日に野外に搬出し，11月30日に耐凍性検定を実施した。冠部３cmを採取し，各温度水準につき20個体の２反復とした。－３℃で６時間植氷後，プログラムフリーザーで１時間当たり１℃降下させて６温度水準で凍結処理を行った。４℃で一晩解氷後，バーミキュライトに移植し，４週間後に生死を判定し，プロビット法により半数個体致死温度(LT_{50})を算出した。２回目の2006年も同様の試験として，９月７日にペーパーポットに播種し，10月３日に野外に搬出し，12月６日に耐凍性検定を実施した。

（2）雪腐黒色小粒菌核病および紅色雪腐病抵抗性検定試験

耐凍性検定試験と同様に比較品種として「リグロ」を加えた５品種・系統を供試した。2005年９月９日にペーパーポットに１材料14個体４反復で播種し，温室内で育苗後，10月３日に野外に搬出した。12月26日にエンバク種子で培養した雪腐黒色小粒菌核病菌生物型B(*Typhula ishikariensis* Imai var. *ishikariensis*, biotype B)および紅色雪腐病菌(*Monographella nivalis*(Schaffnit)Müller)を各２反復に接種し，深さ約50cmで埋雪し，雪腐黒色小粒菌核病菌接種苗は65日後，紅色雪腐病菌接種苗は110日後に掘り出し，温室内で再生させて４週間後に生死を調査した。

（3）兼用利用検定試験

2005年５月17日に播種量200g／aで条播し，試験区は１区が４m×条間0.3m×４条(4.8㎡)の４反復乱塊法とし，３年間調査を実施した。調査は１番草は出穂期に刈取る採草利用条件とし，１番草刈取り後は放牧利用を想定し，草丈30cm程度での多回刈りを行った。追肥量は早春追肥が$N-P_2O_5-K_2O$で0.7－0.96－0.7kg／aとし，１番草刈取り後は各刈取り後$N-P_2O_5-K_2O$で0.3－0.23－0.3kg／aを施用した。

（4）シロクローバとの混播適性検定試験

シロクローバの「ソーニャ」を供試し，2005年５月17日にメドウフェスクの播種量200g／a，シロクローバを30g／aの割合で散播した。試験区は１区４m×1.2m(4.8㎡)の４反復乱塊法とした。調査は系統適応性検定試験と同じ刈取り処理を実施し，刈取り後の追肥量も同量とした。

（5）飼料成分の調査

飼料成分分析には，北農研の2006年(２年目)の生産力検定試験および兼用利用検定試験のサンプルを供試した。両試験ともに刈取り時に約500gの生草を採取し，72℃ 48時間通風乾燥後，ウイレー型ミルで粉砕し，さらにサイクロンミルで１mmメッシュを通して微粉砕した。サンプルは各反復を番草ごとに混合した。

飼料成分分析は十勝農業協同組合連合会農産化学研究所に委託して実施し，粗蛋白質(CP)，酸性デタージェント繊維(ADF)，中性デタージェント繊維(NDF)，細胞内容物(OCC)，高消化性繊維(Oa)，低消化性繊維(Ob)について近赤外分光分析計により測定した。可消化養分総量(TDN)はNRC2001年版飼養標準における推定式により算出された。水溶性炭水化物は，北農研の高速液体クロマトグラフで分析した。

（6）エンドファイト感染率の調査とアルカロイド分析

エンドファイト感染率の検定には「まきばさかえ」の構成親栄養系，「まきばさかえ」と「ハルサカエ」の合成２代種子（各々2003年産，2001年産）およびそれら種子から発芽させた１ヶ月目の幼苗を供試した。調査方法は，栄養系と幼苗については葉鞘裏面の表層組織を0.1％酸性フクシンを含む乳酸溶液で染色し，光学顕微鏡下で観察した。種子は2.5％水酸化ナトリウム水溶液に16時間浸漬後，同様の染色を行い観察した。

アルカロイド分析には「まきばさかえ」，「ハルサカエ」のエンドファイト感染率の調査に用いたものと同じ合成２代種子および北農研の2006年（２年目）の生産力検定試験における季節別のサンプルを供試した。分析は宮城大学で実施し，種子および植物体を粉砕し，有機溶媒で抽出後，ロリトレムＢ，エルゴバリン（異性体のエルゴバニリンを含む），ペラミンを高速液体クロマトグラフで，ロリン（*N*-ホルミルロリン）をガスクロマトグラフで測定した。

（7）個体植による特性調査

2005年５月９日にペーパーポットに播種し温室内で育苗後，同年７月８日に圃場に定植した。試験区は１区0.8m×0.4m，15個体で４反復乱塊法とした。調査は種苗特性分類調査（昭和53年）に従って実施した。

（8）採種性検定試験

2005年５月20日に播種量50g／ａで条播し，試験区は１区４ｍ×条間0.6ｍ×４条（9.6㎡）で，４反復乱塊法とした。調査は中２条について実施した。施肥は早春にＮ－P_2O_5－K_2Oで0.56－0.77－0.56kg／ａを施用し，採種後刈払いを行い0.4－0.29－0.4kg／ａを施用した。

２．試験結果

１）越冬関連形質

（1）越冬性

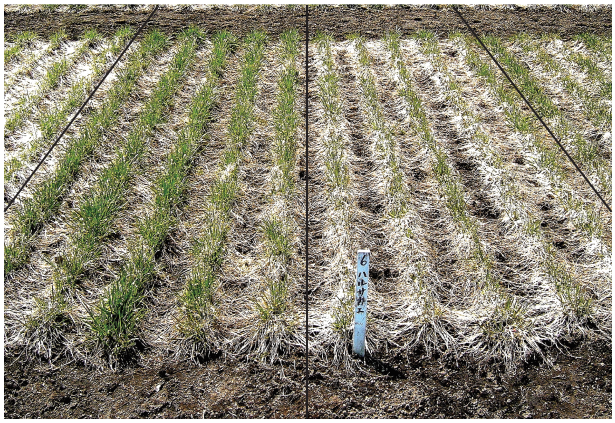
系統適応性検定試験および地域適応性検定試験における各場所の越冬性をTable 8に示した。「まきばさかえ」の越冬性は，土壌凍結地帯の道東４場所（道立畜試，北見農試，根釧農試，十勝牧場）で，全ての年次で「ハルサカエ」より優れるか同程度で，とくに2006年の根釧農試（Photo 1），十勝牧場，2008年の北見農試では顕著に優れた。また道東平均および全場所平均ともに，全ての年次で「ハルサカエ」，「プラデール」よりも優れた。

早春の草勢を，Table 9に示した。「まきばさかえ」の早春の草勢は2008年の新冠牧場で「ハルサカエ」

Table 8. Winter hardiness[1)] of 'Makibasakae' in the regional performance test.

Year	Cultivar	Location							Mean-1[3)]	Mean-2[4)]
		Sapporo	Tenpoku	Shintoku	Kitami	Konsen	Tokachi	Niikappu		
2006	Makibasakae	4.0	6.4	4.1	5.5	7.5	7.5	6.0	6.2	5.9
	Harusakae	4.3	4.8	4.1	4.3	2.3	4.5	5.3	3.8	4.2
	Pradel	3.1	3.5	3.3	5.5	2.0			3.6	3.5
	l.s.d.(0.05)[2)]	ns	0.7	ns	0.9	1.0	0.8	ns		
2007	Makibasakae	4.5	7.0	5.5	5.5	5.5	6.3	-	5.7	5.7
	Harusakae	3.3	6.0	5.3	5.0	4.8	5.8	-	5.2	5.0
	Pradel	2.0	4.8	4.5	3.8	5.0			4.4	4.0
	l.s.d.(0.05)[2)]	0.5	0.9	ns	0.5	ns	ns	-		
2008	Makibasakae	5.0	5.5	5.0	7.0	6.0	6.3	5.0	6.1	5.7
	Harusakae	5.5	4.0	4.5	4.3	5.8	5.5	5.0	5.0	4.9
	Pradel	3.9	4.0	4.0	3.0	6.3			4.4	4.2
	l.s.d.(0.05)[2)]	0.7	0.9	0.5	0.5	ns	ns	ns		
Mean	Makibasakae	4.5	6.3	4.9	6.0	6.3	6.7	5.5	6.0	5.7
	Harusakae	4.3	4.9	4.6	4.5	4.3	5.3	5.1	4.7	4.7
	Pradel	3.0	4.1	3.9	4.1	4.4			4.1	3.9
	l.s.d.(0.05)[2)]	0.5	0.7	0.5	0.4	0.5	0.4	ns		

1) Rating scale of 1 (poor) to 9 (good).
2) Least significant difference at the 5% level; ns, not significant.
3) Average of four locations (Shintoku, Kitami, Konsen and Tokachi) located in the frozen soil area.
4) Average of all locations.



A new cultivar 'Makibasakae' 'Harusakae'

Photo 1. Regrowth of 'Makibasakae' and 'Harusakae' after overwintering (May 19, 2006, Hokkaido Prefectural Konsen Agricultural Experiment Station)

よりも劣ったものの，それ以外の全場所，年次において「ハルサカエ」より優れるか同程度で，越冬性が顕著に優れた2006年の根釧農試，十勝牧場，2008年の北見農試では大きな差異が認められた。また道東平均および全場所平均ともに，全ての年次で「ハルサカエ」,「プラデール」よりも優れた。以上の結果から,「まきばさかえ」の越冬性は「ハルサカエ」,「プラデール」より安定して優れると判断された。

（2）耐寒性

「まきばさかえ」の凍害区における萌芽程度，早春の草勢は，2006年，2007年ともに「ハルサカエ」,「プラデール」と同程度であった(Table 10)。１番草乾物収量の対照区に対する減収程度は，2006年は「ハルサカエ」と同程度であったが，2007年は「プラデール」より小さかった。このことから,「まきばさかえ」の耐寒性は「ハルサカエ」と同程度の“やや強”と判定され,「プラデール」の“中”よりやや優れると判断された。

（3）雪腐病抵抗性

2006年は雪腐大粒菌核病(*Myriosclerotinia borealis* (Bubák & Vleagel) Kohn)が著しく発生した。雪腐病害区における「まきばさかえ」の萌芽程度，早春の草勢は「ハルサカエ」,「プラデール」より優れ，１番草乾物収量の対照区に対する減収程度は両品種より小さかった(Table 10)。「ハルサカエ」の雪腐病に対する耐病性を“中”,「プラデール」の耐病性を“中～やや弱”として比較すると,「まきばさかえ」の耐病性(雪腐大粒菌核病)は“強”と判断された。2007年は雪腐大粒菌核病の発生は少なく，雪腐黒色小粒菌核病が発生した。2007年の雪腐病害区における萌芽程度は,「ハルサカエ」と同程度であったが，早春の草勢は優れた(Table 10)。１番草乾物収量の

Table 9. Plant vigor [1] in early spring of 'Makibasakae' in the regional performance test.

Year	Cultivar	Location							Mean-1[3]	Mean-2[4]
		Sapporo	Tenpoku	Shintoku	Kitami	Konsen	Tokachi	Niikappu		
2006	Makibasakae	5.5	7.3	6.0	6.8	7.8	7.5	-	7.0	6.8
	Harusakae	4.8	6.0	5.3	5.8	2.8	4.5	-	4.6	4.9
	Pradel	5.3	4.5	3.5	6.3	2.0			3.9	4.3
	l.s.d.(0.05)[2]	0.5	0.5	0.8	ns	1.8	0.8	-		
2007	Makibasakae	6.0	-	7.0	6.5	5.5	6.3	5.3	6.3	6.1
	Harusakae	4.3	-	6.3	5.5	5.5	5.8	4.8	5.8	5.4
	Pradel	2.3	-	4.5	4.0	5.8			4.8	4.2
	l.s.d.(0.05)[2]	0.8	-	0.7	0.7	ns	ns	0.6		
2008	Makibasakae	5.3	6.0	5.3	7.3	6.0	5.0	5.0	5.9	5.7
	Harusakae	5.0	4.8	4.5	5.5	6.0	5.3	6.0	5.3	5.3
	Pradel	3.5	4.0	3.0	3.3	6.8			4.4	4.1
	l.s.d.(0.05)[2]	0.8	1.0	0.8	0.8	1.9	ns	0.6		
Mean	Makibasakae	5.6	6.6	6.1	6.8	6.4	6.3	5.1	6.4	6.1
	Harusakae	4.7	5.4	5.3	5.6	4.8	5.2	5.4	5.2	5.2
	Pradel	3.7	4.3	3.7	4.5	4.8			4.3	4.2
	l.s.d.(0.05)[2]	0.4	0.6	0.5	0.5	0.8	0.5	ns		

1) Rating scale of 1 (poor) to 9 (good).
2) Least significant difference at the 5% level; ns, not significant.
3) Average of four locations (Shintoku, Kitami, Konsen and Tokachi) located in the frozen soil area.
4) Average of all locations.

Table10. Freezing tolerance and snow mold resistance of 'Makibasakae' in the cold tolerance test (Konsen, 2006-2007).

Cultivar	2006								
	Degree of sprouting[1]			Plant vigor in early spring[1]			Dry matter yield (kg/a) at 1st cutting[2]		
	Control[3]	Freezing[4]	Snow mold[5]	Control[3]	Freezing[4]	Snow mold[5]	Control[3]	Freezing[4]	Snow mold[5]
Makibasakae	7.7	6.2	6.2	7.8	4.2	5.5	19.8	15.4 (78)	15.9 (80)
Harusakae	7.8	6.3	2.5	7.0	3.8	3.3	17.0	13.9 (82)	9.7 (57)
Pradel	6.8	6.2	2.2	6.5	4.0	2.2	18.6	15.9 (85)	9.6 (52)
l.s.d.(0.05)[6]	ns	ns	1.1	ns	ns	1.0	ns	ns	1.7
Date	8 May			12 May			24 May		
Cultivar	2007								
	Degree of sprouting[1]			Plant vigor in early spring[1]			Dry matter yield (kg/a) at 1st cutting[2]		
	Control[3]	Freezing[4]	Snow mold[5]	Control[3]	Freezing[4]	Snow mold[5]	Control[3]	Freezing[4]	Snow mold[5]
Makibasakae	4.8	1.2	4.7	5.8	1.0	5.8	10.4	2.0 (19)	11.3 (108)
Harusakae	4.8	1.2	4.2	5.0	1.0	4.7	8.1	1.2 (15)	9.3 (115)
Pradel	4.0	1.0	3.8	5.0	1.0	4.7	9.7	0.7 (7)	9.3 (96)
l.s.d.(0.05)[6]	0.4	ns	ns	0.6	ns	0.7	1.1	0.5	1.3
Date	9 May			15 May			1 June		

1) Rating scale of 1 (poor) to 9 (good).
2) Values in parentheses represent the percentage against the control.
3) Fungicide treated and snow covered.
4) Fungicide treated and snow removed.
5) No fungicide treatment and snow covered.
6) Least significant difference at the 5% level; ns, not significant.

Table 11. Snow mold resistance of 'Makibasakae' in the artificial inoculation test in Sapporo.

Cultivar	Percentage of surviving plants after inoculation[1]	
	Typhula ishikariensis Imai	*Monographella nivalis* (Schaffnit) Müller
Makibasakae	78.9 (68.1)	92.1 (73.8)
Harusakae	58.5 (50.3)	60.6 (51.2)
Pradel	39.8 (38.8)	82.4 (71.8)
Regro	52.5 (41.7)	83.1 (66.7)
l.s.d.(0.05)[2]	(15.5)	ns

1) The data were evaluated in 2005. Numbers in parentheses represent arcsine transformed values.
2) Least significant difference at the 5% level; ns, not significant.

対照区比は「ハルサカエ」よりも低かったが,「プラデール」よりも高かった。これらの結果から,「まきばさかえ」の耐病性(雪腐黒色小粒菌核病)は,“やや強”で,「ハルサカエ」,「プラデール」より優れると判断された。以上, 2か年の結果を総合的に判断すると,「まきばさかえ」の耐病性は,“強”で「ハルサカエ」の“中”,「プラデール」の“やや弱”より優れると判断された。

北農研における雪腐黒色小粒菌核病および紅色雪腐病抵抗性検定試験の結果を Table 11に示した。「まきばさかえ」の病原菌接種後の生存個体率は,どちらの雪腐病に対しても「ハルサカエ」,「プラデール」および「リグロ」よりも高かった。耐寒性検定試験の結果を併せて総合的に評価すると,「まきばさかえ」の雪腐病抵抗性は「ハルサカエ」,「プラデール」より優れると判断された。

(4) 耐凍性

Table 12に各品種・系統の半数個体致死温度(LT_{50})を示した。「まきばさかえ」のLT_{50}値は「ハルサカエ」,「プラデール」と同程度で,「リグロ」より低かった。

Table 12. Freezing tolerance[1] of 'Makibasakae' in the artificial freezing test in Sapporo.

Cultivar	LT_{50} (℃)		
	2005	2006	Mean
Makibasakae	-21.9	-22.3	-22.1
Harusakae	-22.4	-23.1	-22.7
Pradel	-21.6	-21.8	-21.7
Regro	-18.8	-20.0	-19.4
l.s.d.(0.05)[2]	1.3	1.1	

1) Freezing tolerance was expressed as LT_{50} (the median lethal dose temperature that kills of 50% of plants).
2) Least significant difference at the 5% level.

２）収量性

（１）系統適応性検定試験および地域適応性検定試験

年次場所別乾物収量および「ハルサカエ」を100とした乾物収量の比率を Table 13に示した。「まきばさかえ」の収量は播種年を除き，いずれの場所，年次においても「ハルサカエ」を上回った。播種年を除く３か年合計収量は，北見農試，根釧農試において「まきばさかえ」の「ハルサカエ」比が各々108，110と有意に高く，その他の系適および地適場所では105～115，全場所平均で108，道東平均は107と多収であった。年次別の道東平均は2006年が107，2007年が104，2008年が110と安定して多収で，これは全場所平均でみた場合も同様であった。特に最終年の2008年は系適場所のいずれにおいても「ハルサカエ」に比べ10％以上の多収であった。また「プラデール」と比べても３か年合計収量は明らかに優れた。

季節別乾物収量の場所別平均を Table 14に示した。季節毎のデータの解析としては，５月，６月の合計を春季，７月，８月の合計を夏季，９月，10月の合計を秋季収量として示した。「まきばさかえ」

Table 13. Annual dry matter yield (kg/a) of 'Makibasakae' in the regional performance test under frequent cutting.

Year	Cultivar	Dry matter yield (kg/a)[1]							Mean-1[4]	Mean-2[5]
		Sapporo	Tenpoku	Shintoku	Kitami	Konsen	Tokachi	Niikappu		
2005	Makibasakae	33.8 (99)	39.7 (107)	50.1 (99)	7.9 (104)	44.4 (104)	47.7 (96)	48.6 (98)	37.5 (99)	38.9 (100)
	Harusakae	34.0	37.0	50.8	7.6	42.7	49.9	49.4	37.8	38.8
	Pradel	32.7 (96)	39.4 (106)	51.0 (100)	11.0 (145)	44.8 (105)			35.6 (94)	35.8 (92)
	l.s.d.(0.05)[2]	ns	ns	ns	1.5	ns	ns	ns		
2006	Makibasakae	42.5 (102)	66.3 (106)	66.8 (101)	89.5 (104)	76.3 (112)	69.5 (113)	95.1 (104)	75.5 (107)	72.3 (106)
	Harusakae	41.7	62.5	65.9	86.2	68.0	61.6	91.2	70.4	68.2
	Pradel	45.8 (110)	60.0 (96)	61.2 (93)	87.1 (101)	68.2 (100)			72.2 (102)	64.5 (95)
	l.s.d.(0.05)[2]	3.3	4.1	3.7	ns	5.1	5.5	ns		
2007	Makibasakae	35.9 (126)	55.2 (110)	72.7 (106)	56.6 (107)	41.9 (105)	71.5 (101)	60.9 (109)	60.7 (104)	56.4 (108)
	Harusakae	28.5	50.0	68.6	53.0	40.0	70.8	56.1	58.1	52.4
	Pradel	27.3 (96)	53.6 (107)	65.5 (95)	49.3 (93)	44.1 (110)			53.0 (91)	48.0 (91)
	l.s.d.(0.05)[2]	5.4	3.2	ns	3.7	2.2	ns	2.6		
2008	Makibasakae	22.4 (130)	50.4 (110)	63.0 (111)	42.3 (119)	62.3 (111)	80.8 (103)	63.9 (104)	62.1 (110)	55.0 (110)
	Harusakae	17.3	46.0	56.5	35.5	56.1	78.4	61.7	56.6	50.2
	Pradel	15.1 (88)	47.0 (102)	55.8 (99)	32.4 (91)	60.6 (108)			49.6 (88)	42.2 (84)
	l.s.d.(0.05)[2]	5.1	ns	4.2	5.0	ns	ns	ns		
Total[3]	Makibasakae	100.8 (115)	172.0 (108)	202.5 (106)	188.4 (108)	180.5 (110)	221.9 (105)	219.9 (105)	198.3 (107)	183.7 (108)
	Harusakae	87.4	158.5	190.9	174.6	164.1	210.9	209.0	185.1	170.8
	Pradel	88.2 (101)	160.6 (101)	182.5 (96)	168.7 (97)	173.0 (105)			174.7 (94)	154.6 (91)
	l.s.d.(0.05)[2]	ns	ns	12.9	9.9	11.7	ns	ns		

1) Values in parentheses represent the percentage against 'Harusakae'.
2) Least significant difference at the 5% level; ns, not significant.
3) Except for seeding year.
4) Average of four locations (Shintoku, Kitami, Konsen and Tokachi) located in the frozen soil area.
5) Average of all locations.

Table 14. Seasonal productivity of 'Makibasakae' in the regional performance test under frequent cutting.

Season	Cultivar	Dry matter yield (kg/a)[1]							Mean-1[3]	Mean-2[4]
		Sapporo	Tenpoku	Shintoku	Kitami	Konsen	Tokachi	Niikappu		
Spring (May - June)	Makibasakae	64.3 (109)	74.1 (108)	82.4 (108)	89.0 (111)	67.4 (123)	107.8 (115)	106.8 (109)	86.7 (114)	84.5 (111)
	Harusakae	59.1	68.8	76.6	80.2	54.6	93.5	98.3	76.2	75.9
	Pradel	55.3 (94)	63.0 (92)	66.8 (87)	69.6 (87)	59.2 (108)			65.2 (86)	62.8 (83)
	l.s.d.(0.05)[2]	ns	3.9	6.3	7.1	5.7	9.7	ns		
Summer (July - Aug.)	Makibasakae	21.7 (114)	62.8 (104)	79.4 (103)	64.3 (104)	83.2 (102)	78.7 (94)	69.2 (101)	76.4 (100)	65.6 (101)
	Harusakae	19.0	60.5	77.3	62.0	81.9	84.0	68.2	76.3	64.7
	Pradel	20.5 (108)	62.3 (103)	76.3 (99)	62.1 (100)	83.1 (101)			73.8 (97)	60.9 (94)
	l.s.d.(0.05)[2]	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns		
Autumn (Sep. - Oct.)	Makibasakae	14.8 (157)	35.0 (119)	40.8 (110)	35.2 (109)	30.0 (109)	35.3 (106)	35.7 (103)	35.3 (108)	32.4 (111)
	Harusakae	9.4	29.3	37.1	32.4	27.6	33.4	34.7	32.6	29.1
	Pradel	12.4 (132)	35.4 (121)	39.4 (106)	37.0 (114)	30.7 (111)			35.7 (109)	31.0 (106)
	l.s.d.(0.05)[2]	2.8	2.8	ns	2.1	2.0	ns	ns		

1) Total yield for three years (2006 to 2008) except for seeding year. Values in parentheses represent the percentage against 'Harusakae'.
2) Least significant difference at the 5% level; ns, not significant.
3) Average of four locations (Shintoku, Kitami, Konsen and Tokachi) located in the frozen soil area.
4) Average of all locations.

Table 15. The ratio of 4th year dry matter yield against 2nd year dry matter yield in the regional performance test under frequent cutting.

Cultivar	4th year yield / 2nd year yield (%)								
	Sapporo	Tenpoku	Shintoku	Kitami	Konsen	Tokachi	Niikappu	Mean-1[1]	Mean-2[2]
Makibasakae	53	76	94	47	82	116	67	82	76
Harusakae	41	74	86	41	83	127	68	80	74
Pradel	33	78	91	37	89			69	65

1) Average of four locations (Shintoku, Kitami, Konsen and Tokachi) located in the frozen soil area.
2) Average of all locations.

は十勝牧場の夏季収量が「ハルサカエ」よりも低かったが，それ以外の場所，季節では「ハルサカエ」と同程度か高かった。道東平均では春季が「ハルサカエ」比114，夏季が100，秋季が108と，春季，秋季に多収で，夏季は同程度であった。この傾向は全場所平均でみた場合も同様であった。また「プラデール」と比べると秋季は同程度であるが，春季，夏季は優れた。

２年目収量に対する４年目の比率を Table 15に示した。「まきばさかえ」の２年目収量に対する４年目の比は，十勝牧場を除いて「ハルサカエ」と同程度か高く，「プラデール」と比べると根釧農試，天北支場でやや低かった。道東平均，全場所平均では「ハルサカエ」よりも２ポイント高く，また十勝牧場は「プラデール」を供試してないため単純に比較は出来ないものの「プラデール」より10ポイント以上高く，経年による収量の落ち込みは「ハルサカエ」と同程度で，「プラデール」より少なかった。

以上のことから，「まきばさかえ」の収量性は年次と場所を通して，「ハルサカエ」，「プラデール」よりも優れ，土壌凍結地帯の道東だけでみた場合も多収で，特に春季と秋季の収量性が高い品種であると判断された。また冬季，夏季の各種ストレスに起因する収量の低下が少なく，年次を通して安定した収量性を示す品種と判断された。

（２）兼用利用適性

Table 16に北農研における兼用利用検定試験での乾物収量を示した。「まきばさかえ」の１番草および２番草以降の合計収量はいずれの年次においても「ハルサカエ」よりも多収で，３か年平均では「ハルサカエ」比が116，114であった。また「プラデール」と比較した場合，「まきばさかえ」の2006年合計収量は劣ったが，2007年，2008年は優れた。

３）放牧適性

Table 17に放牧適性試験結果を示した。放牧適性に関与する要因としては植生，永続性，生産力，採食性があり，植生は主に秋の基底被度から，永続性は生産力と植生から，採食性は利用草量，採食程度から判断される。「まきばさかえ」は試験最終年の４年目（2008年）の秋のメドウフェスク被度および放牧前乾物草量が「ハルサカエ」より高く，利用草量は同程度であった。以上の結果から，「まきばさかえ」は「ハルサカエ」に比べ，植生，永続性および生産力がやや優れ，採食性が同程度であることから，放牧適性は「ハルサカエ」よりやや優れると判断された。

４）混播適性

Table 18，19にシロクローバとの混播適性検定試験における年間および季節別合計乾物収量（メドウ

Table16. Annual dry matter yield of 'Makibasakae' in dual-purpose management with a combination of cutting for 1st harvesting and aftermath grazing in Sapporo.

Year	Cultivar	Dry matter yield (kg/a)[1]		
		1st cutting at heading stage	After 1st cutting[2]	Total
2006	Makibasakae	39.1 (118)	21.7 (110)	60.8 (115)
	Harusakae	33.1	19.8	52.8
	Pradel	51.0 (154)	24.0 (122)	75.1 (142)
	l.s.d.(0.05)[3]	5.1	2.2	6.2
2007	Makibasakae	54.0 (124)	16.3 (108)	70.4 (120)
	Harusakae	43.6	15.1	58.7
	Pradel	36.2 (83)	14.6 (97)	50.8 (86)
	l.s.d.(0.05)[3]	5.3	1.7	6.2
2008	Makibasakae	26.5 (102)	12.5 (132)	39.0 (110)
	Harusakae	26.0	9.5	35.5
	Pradel	26.1 (100)	9.2 (97)	35.3 (99)
	l.s.d.(0.05)[3]	ns	2.1	ns
Mean	Makibasakae	39.9 (116)	16.8 (114)	56.7 (116)
	Harusakae	34.2	14.8	49.0
	Pradel	37.8 (110)	16.0 (108)	53.7 (110)
	l.s.d.(0.05)[3]	2.4	1.3	3.0

1) Values in parentheses represent the percentage against 'Harusakae'.
2) Total yield of frequent cutting after 1st cutting.
3) Least significant difference at the 5% level; ns, not significant.

Table17. Grazing adaptability of 'Makibasakae' in Shintoku.

Cultivar	Degree of basal coverage in late autumn (%)				Herbage dry matter mass (kg/a) before grazing[1]				Herbage intake (kg/a)[2]			
	2006	2007	2008	Mean	2006	2007	2008	Total	2006	2007	2008	Total
Makibasakae	88.0	86.0	81.0	85.0	65.3 (110)[3]	45.4 (100)	45.2 (103)	155.9 (105)	34.5 (114)	25.8 (96)	24.1 (95)	84.4 (102)
Harusakae	89.0	83.0	74.0	82.0	59.1	45.6	44.0	148.7	30.2	26.8	25.5	82.5
l.s.d.(0.05)[4]	ns	ns	ns	ns	4.2	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

1) Annual dry matter yield.
2) The data were measured by clipping samples prior to and after grazing.
3) Values in parentheses represent the percentage against 'Harusakae'.
4) Least significant difference at the 5% level; ns, not significant.

Table 18. Dry matter yield and proportion of white clover under frequent cutting in meadow fescue-white clover mixed sown sward in Sapporo.

Cultivar	Total dry matter yield (kg/a)[1]				Proportion of white clover (%)			
	2006	2007	2008	Total	2006	2007	2008	Mean
Makibasakae	72.2 (107)	63.7 (104)	63.1 (111)	199.0 (107)	13.4	6.5	3.8	7.9
Harusakae	67.6	61.5	56.9	186.0	16.0	9.2	5.0	10.1
Pradel	79.9 (118)	60.4 (98)	62.0 (109)	202.2 (109)	13.7	8.0	5.2	9.0
l.s.d.(0.05)[2]	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

1) Values in parentheses represent the percentage against 'Harusakae'.
2) Least significant difference at the 5% level; ns, not significant.

Table19. Seasonal productivity and proportion of white clover under frequent cutting in meadow fescue-white clover mixed sown sward in Sapporo.

Cultivar	Total dry matter yield (kg/a)[1]			Proportion of white clover (%)		
	Spring	Summer	Autumn	Spring	Summer	Autumn
Makibasakae	108.6 (104)	47.0 (101)	43.5 (123)	5.8	9.8	8.5
Harusakae	104.3	46.3	35.4	7.1	12.3	11.0
Pradel	104.0 (99)	51.2 (111)	47.0 (133)	6.6	11.9	9.2
l.s.d.(0.05)[2]	ns	ns	2.8	ns	ns	ns

1) Total yield for three years (2006 to 2008) except for seeding year. Values in parentheses represent the percentage against 'Harusakae'.
2) Least significant difference at the 5% level; ns, not significant.

フェスクとシロクローバの合計)と乾物収量比率によるシロクローバ率を示した。「まきばさかえ」区の乾物収量は，2006年から2008年のいずれの年次においても「ハルサカエ」区を上回り，３年間合計で多収であった。「プラデール」区と比べた場合は，2006年は低かったものの，その後はやや高く経過し３年間合計では同程度であった。また季節別の乾物収量は，「まきばさかえ」区が「ハルサカエ」区よりも秋季の収量が高く，「プラデール」区より夏季，秋季の収量が低かった。シロクローバ率はいずれの年次および季節においても「まきばさかえ」区が，「ハルサカエ」区，「プラデール」区よりもやや低かった。以上，シロクローバを混播した場合，「まきばさかえ」区の収量性は，「ハルサカエ」区より優れ，「プラデール」区と同程度であり，またシロクローバに対する競合力は「ハルサカエ」，「プラデール」よりもやや高いと判断された。

5）耐病性

夏から秋にかけて発生する網斑病(*Drechslera dictyoides*(Drechsler)Shoemaker)は４場所で発生がみられ，罹病程度は年次平均で「ハルサカエ」，「プラデール」と同程度であり，「まきばさかえ」の網斑病に対する耐病性は「ハルサカエ」並と判断された(Table 20)。かさ枯病(*Pseudomonas syringae* pv.*atropurpurea*(Reddy and Godkin)Young, Dye and Wilkie)は北農研と北見農試でのみ認められ，罹病程度は「ハルサカエ」よりもやや高かったが，「プラデール」と同程度であった。したがって「まきばさかえ」のかさ枯病に対する耐病性は「ハルサカエ」

Table20. Susceptibility[1] to net blotch caused by *Drechslera dictyoides* (Drechsler) Shoemaker and halo blight caused by *Pseudomonas syringae* pv.*atropurpurea* (Reddy and Godkin) Young, Dye and Wilkie under natural infection in the fields.

Disease	Location	No. of observations	Makibasakae	Harusakae	Pradel
Net blotch	Sapporo	4	2.4	2.5	2.5
	Tenpoku	1	1.3	1.0	1.3
	Shintoku	2	2.3	2.4	1.9
	Konsen	1	1.5	1.8	2.0
	Mean		2.2	2.3	2.2
Halo blight	Sapporo	8	2.4	2.0	2.2
	Kitami	12	1.9	1.7	2.1
	Mean		2.1	1.9	2.1

1) Rating scale of 1 (slight) to 9 (severe). Average of each observation.

よりやや弱いと判断された(Table 20)。

6) 飼料品質

Table 21に北農研における系統適応性検定試験の季節別の飼料品質を示した。季節平均の「まきばさかえ」の各種飼料成分は「ハルサカエ」,「プラデール」と同程度であった。また兼用利用試験における各成分の年間平均も同程度であった(データ省略)。以上の結果から,「まきばさかえ」の飼料品質は「ハルサカエ」,「プラデール」と同程度と判断された。

Table 21. Forage quality[1] of 'Makibasakae'.

Composition	Cultivar	Spring[2]	Summer[3]	Autumn[4]	Mean
Crude protein (CP, %DM)	Makibasakae	19.8	18.5	23.5	20.9
	Harusakae	18.4	18.8	23.6	20.4
	Pradel	19.1	17.9	21.9	19.9
Acid detergent fiber (ADF, %DM)	Makibasakae	25.0	28.5	24.2	25.6
	Harusakae	26.2	29.1	25.3	26.6
	Pradel	26.6	29.9	25.7	27.1
Neutral detergent fiber (NDF, %DM)	Makibasakae	44.8	50.0	43.6	45.7
	Harusakae	46.6	50.8	45.3	47.2
	Pradel	47.2	52.0	45.8	47.9
Organic cellular content (OCC, %DM)	Makibasakae	44.7	37.9	45.7	43.4
	Harusakae	41.6	36.5	43.5	41.0
	Pradel	42.1	35.6	43.5	41.0
Organic cell wall (OCW, %DM)	Makibasakae	44.4	49.9	43.2	45.3
	Harusakae	46.4	50.8	45.0	47.0
	Pradel	47.0	52.2	45.5	47.7
Organic a fraction (Oa, %DM)	Makibasakae	17.3	13.4	13.1	14.8
(high digestible fiber)	Harusakae	16.9	17.4	13.8	15.9
	Pradel	18.4	15.8	12.6	15.6
Organic b fraction (Ob, %DM)	Makibasakae	27.1	36.6	30.1	30.6
(low digestible fiber)	Harusakae	29.4	33.5	31.2	31.1
	Pradel	28.6	36.3	32.9	32.2
Water soluble carbohydrate	Makibasakae	13.2	7.2	12.6	11.5
(WSC, %DM)	Harusakae	13.5	8.1	14.0	12.3
	Pradel	12.7	7.5	13.2	11.6
Estimated total digestible nutrients	Makibasakae	70.8	67.7	73.4	71.0
(TDN, %DM)	Harusakae	68.6	68.6	72.2	69.9
	Pradel	70.2	67.8	71.1	70.0

1) Forage was sampled at Sapporo in 2006.
2) Average of 1st to 3rd cutting in May to June.
3) Average of 4th and 5th cutting in July to Aug.
4) Average of 6th to 8th cutting in Sep. to Oct.

7）エンドファイト

エンドファイト（*Neotyphodium uncinatum*）感染率およびアルカロイド分析結果を各々 Table 22，23に示した。「まきばさかえ」の５つの構成親栄養系の全てにエンドファイトの菌糸が確認された。また種子および幼苗における感染率はそれぞれ92，83％であった。種子および茎葉のいずれのサンプルにおいても「まきばさかえ」は「ハルサカエ」と同様に家畜に有害なエルゴバリン，ロリトレムＢは検出限界以下であった。また家畜に有害な毒性はなく，昆虫に対する忌避作用などを示すペラミン，*N*-ホルミルロリンのうち，ペラミンは検出限界以下であったが，*N*-ホルミルロリンは全てのサンプルで検出され，種子に多く含まれ，「ハルサカエ」と同程度であった。

8）早晩性

北農研における個体植特性試験，採種性検定試験および兼用利用試験の出穂始を Table 24に示した。「まきばさかえ」の出穂始は，各試験で約１日「ハルサカエ」よりも早かった。「北海15号」は「ハルサカエ」と同じ早生に属すると判断された。

9）形態的特性

Table 25に北農研における個体植特性試験の結果を示した。「まきばさかえ」の形態的特性で，「ハルサカエ」との間に有意差がみられた形質はなかった。草型は中間型であるが，「ハルサカエ」よりもやや直立型で，草丈，稈長はやや長かった（Photo 2）。形態的特性の系統内個体間変異については，「まきばさかえ」と「ハルサカエ」との間で標準偏差に有意差が認められた形質はなく（データ省略），「まき

Table 22. Percentage of endophyte（*Neotyphodium uncinatum*）infection in 'Makibasakae'.

Cultivar	Percentage of endophyte infection		
	Parental clone[1)]	Seed[2)]	Seedling[2)]
Makibasakae	100 (5)	92 (95)	83 (83)
Harusakae	87.5 (8)	81 (128)	79 (72)

1）Numbers in parentheses represent the number of parental clones examined.
2）Numbers in parentheses represent the number of samples examined.

Table 23. Concentration of four major alkaloids produced by endophyte（*Neotyphodium uncinatum*）in 'Makibasakae'.

Sample	Cultivar	Alkaloid[1)]			
		Lolitrem B	Ergovaline	Peramine	*N*-formyl loline[2)]
Seed	Makibasakae	ND	ND	ND	514
(Syn2 generation)	Harusakae	ND	ND	ND	431
1st cutting	Makibasakae	ND	ND	ND	93
	Harusakae	ND	ND	ND	67
5th cutting	Makibasakae	ND	ND	ND	194
	Harusakae	ND	ND	ND	138
8th cutting	Makibasakae	ND	ND	ND	91
	Harusakae	ND	ND	ND	89

1）ND, not detected. The detection limits of lolitrem B, ergovaline and peramine were 0.87, 0.27 and 67 ppb, respectively.
2）*N*-formyl loline concentration is expressed as ppm.

Table 24. Date of ear emergence of 'Makibasakae' in three experiment tests in Sapporo.

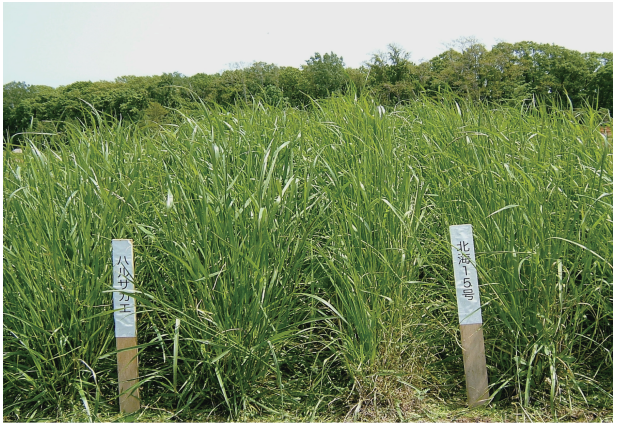
Cultivar	Morphological characteristics test[1)]	Seed yield test[2)]	Dual-purpose test by combined cutting with grazing[2)]	Mean
Makibasakae	5 June	8 June	4 June	5 June
Harusakae	6 June	9 June	5 June	6 June

1）Average for two years（2006 and 2007）.
2）Average for three years（2006 to 2008）.

Table 25. Morphological characteristics[1] of 'Makibasakae' in a spaced planting in Sapporo.

Cultivar	Plant type[2]	Plant height (cm)	Culm length (cm)	No. of panicles[3]	Panicle length (cm)	Culm thickness (mm)	Leaf length (cm)	Leaf width (mm)
Makibasakae	4.8 ± 1.0	112.1 ± 7.7	95.1 ± 7.2	5.0 ± 1.4	17.1 ± 4.6	1.6 ± 0.3	18.0 ± 3.2	8.2 ± 1.4
Harusakae	5.1 ± 1.3	110.4 ± 7.6	92.3 ± 8.4	5.1 ± 1.4	17.9 ± 4.2	1.5 ± 0.2	18.2 ± 3.8	8.3 ± 1.1
l.s.d.(0.05)[4]	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

1) The data were evaluated in 2006. Values are means ± standard deviation of 60 plants.
2) Rating scale of 1 (erect) to 9 (prostrate).
3) Rating scale of 1 (few) to 9 (many).
4) Least significant difference at the 5% level; ns, not significant.



'Harusakae'　　A new cultivar 'Makibasakae'

Photo 2.　Plants at heading stage
(June 13, 2006, National Agricultural Research Center for Hokkaido Region)

ばさかえ」の系統内変異は正常の範囲内であると判断された。

10）採種性

採種量および採種性に関連する形質を Table 26 に示した。「まきばさかえ」の種子収量は，2006年は「ハルサカエ」よりもやや多く，2007年は多く，2008年は同程度で，平均では「ハルサカエ」より多かった。また2007年は2006年，2008年に比べて「まきばさかえ」，「ハルサカエ」ともに２倍以上の種子収量があったが，これは2007年の穂数が多かったことに起因した。３か年平均の穂数，千粒重は同程度であるが，１穂当たり種子重は「ハルサカエ」よりもやや多かった。以上の結果から，「まきばさかえ」の採種性は「ハルサカエ」よりもやや優れると判断された。

Ⅳ．考　　察

メドウフェスクは北海道の基幹イネ科牧草であるチモシー，オーチャードグラスに比べ年間収量は少ないものの季節生産性が平準化していることから，これまで主に夏季から秋季の主幹草種の生産性を補完する補助草種として混播利用されてきた。公的育成機関は北農研のみで，これまでに「トモサカエ」，「ハルサカエ」の２品種を育成してきた。また海外導入品種の「プラデール」や民間育成品種も流通しており，2012年現在北海道における優良品種は「まきばさかえ」，「ハルサカエ」を含め４品種である。近年，酪農経営のゆとりと持続的安定生産の実現のため，栄養価の高い牧草を短期輪換放牧する集約放牧が注目されている。集約放牧が最も適する草種であるペレニアルライグラスは北海道西部の積雪地帯では利用可能であるが，土壌凍結を伴う道東では栽培が困難である。そこで北農研では2003年度から2007年度にかけて「寒地中規模酪農における集約放牧技術の確立」プロジェクトを実施し，その中で土壌凍結地帯の集約放牧にメドウフェスク「ハルサカエ」が利用可能であり，同頭数の舎飼いに比べて経営面積は増加するものの，飼料自給率の上昇により

Table 26. Seed yield and its related characteristics of 'Makibasakae' in Sapporo.

Cultivar	Seed yield (kg/a)				No. of panicles(/ m^2)				Seed weight per panicle[1] (g)	Thousand seed weight (g)
	2006	2007	2008	Mean	2006	2007	2008	Mean		
Makibasakae	3.7	11.3	3.8	6.3	162	496	186	281	0.24	2.14
Harusakae	3.3	8.0	3.7	5.0	126	497	234	285	0.22	2.11
l.s.d.(0.05)[2]	ns	1.6	ns	1.0	ns	ns	ns	ns	ns	ns

1) Average of 10 panicles for three years (2006 to 2008).
2) Least significant difference at the 5% level; ns, not significant.

所得が向上するとともに労働時間も短縮されることを明らかにしている(藤田・相原，2008)。「ハルサカエ」は，北海道および本州中部以北の高冷地に適する越冬性の改良を主な育種目標に，1982年から育種を開始し，1999年に北農研で育成された品種である(高井ら，2001)。選抜基礎集団の育成段階から幼苗での耐凍性選抜を行い，栄養系の評価後，優良栄養系間の多交配後代検定から選抜した８栄養系により構成されている。８栄養系のうち半分の４栄養系は耐凍性の幼苗選抜で生き残ったスウェーデン育成品種の「Boris」に由来する材料であり，またそれらは北農研の試験圃場で長年保存されていた材料でもあることから雪腐病抵抗性にも優れたものとなっている。当初，利用場面としては採草利用が想定され，年間３回の刈取りで栄養系評価が行われたが，メドウフェスクへの放牧利用への期待が高まってきたことから多回刈りでの後代検定も一部行われた。しかし，その評価は個体レベルの評価にとどまり，収量性，季節生産性を十分加味したものではなかった。そこで，本格的に土壌凍結地帯向きの集約放牧用品種の育成を行うため，土壌凍結地帯に位置する根釧農試と共同研究を開始し，越冬性の圃場選抜と集約放牧を想定した短草・多回刈りでの生産力検定を取り入れて育成した品種が「まきばさかえ」である。

「まきばさかえ」の大きな特徴は越冬性に優れることであり，特に「まきばさかえ」は雪腐病抵抗性が「ハルサカエ」よりも大きく改良されている。イネ科牧草の冬枯れの原因はほとんどが雪腐病と凍結による害であり(能代・平島，1978；阿部，1986)，道東は北海道西部に比べ，冬季の気温が低く，根雪開始が遅く積雪量が少ないために植物組織に凍害が発生し，雪腐病菌の中でも最も低温に適応した雪腐大粒菌核病の発生が多い。しかし，最近は土壌凍結が弱まり，積雪量が多くなるなど，冬季気象条件の変化により雪腐病の発生様相も変化している(松本，2010)。「まきばさかえ」の雪腐大粒菌核病に対する耐病性は「ハルサカエ」より優れ，また根釧農試，北見農試，十勝牧場における越冬性の観察結果や北農研での雪腐病菌の接種検定により雪腐黒色小粒菌核病，紅色雪腐病に対しても優れることから，気候変動に伴う雪腐病の発生相の変化にも対応可能なものと考えられる。一般に種々の雪腐病菌に対する抵抗性間には相互に類似した関係が存在することが多く（Jamalainen，1974)，「まきばさかえ」の場合もこのことを裏付けるものである。越冬性に関与するもう一つの要因である耐凍性については，根釧農試の耐寒性検定や北農研の耐凍性検定結果では,「ハルサカエ」と同程度であり，耐凍性の改良は不十分であった。雪腐病抵抗性が「ハルサカエ」よりも優れるものの，耐凍性は同程度であった理由として，栄養系の選抜が行われた1994年から1996年および後代検定の行われた1998年から2000年の冬季気象条件は，1994年を除き土壌凍結が平年よりも浅く，根雪期間はやや長かったことから，雪腐病に対する選抜効果はあったものの耐凍性に関しては厳しい選抜が行われなかったことによるものと推察される。しかしながら,「まきばさかえ」の系統適応性検定試験における越冬性は,土壌凍結地帯に位置する道立畜試，北見農試，根釧農試，十勝牧場において，試験期間の全ての年次で「ハルサカエ」より優れるか同程度であったことから，総合的にみて越冬性は「ハルサカエ」より向上していると判断される。現地選抜の有効性は，既にアカクローバ「ナツユウ」の育成でも示されており(磯部ら，2002)，土壌凍結が厳しい根釧地域での選抜により「ナツユウ」は北海道優良品種の中で最高水準の耐寒性をもつ品種となっている。また,オーチャードグラスでも北農研育成品種・系統を育成地より越冬条件の厳しいロシア(ハバロフスク)で選抜した材料は耐凍性の改良が認められている(眞田ら，2006)。

「まきばさかえ」のもう一つの特徴は，集約放牧利用を想定した短草・多回刈りでの収量性に優れることである。系統適応性検定試験の播種年を除く３か年合計収量の全場所平均は「ハルサカエ」比で108，また道東平均でも107と高く，放牧利用として重要な季節別の収量も夏季は「ハルサカエ」と同程度であったが，春季，秋季は多収であり改良の程度は大きかった。合成品種である「まきばさかえ」の構成栄養系は，北農研だけでなく根釧農試での栄養系選抜とその後の短草・多回刈り条件下での後代検定により決定されている。合成品種法は組合せ能力検定により，能力の高い遺伝子型を選び，他殖性に特徴的なヘテロシスをより積極的に利用するものである。これまでチモシーやオーチャードグラスなどの合成品種は，組合せ能力の検定に多くの時間と労力が必要となることや試験精度の問題等で後代検定を省略される場合が多かった。しかし，合成品種法

は，ヘテロシスをできる限り利用しようとするものであり，組合せ能力の検定は本来不可欠である。とくに収量や環境ストレス耐性など遺伝率の低い形質の選抜には後代検定は重要であり，「まきばさかえ」はその結果として「ハルサカエ」よりも収量性，越冬性に優れる結果が得られたものと考える。他殖性イネ科牧草においては後代検定を組み入れた選抜を繰り返し，優良遺伝子の集積と固定を図る育種が重要で，多くのイネ科牧草でその改良効果が認められていることから(Burton，1992；Vogel and Pedersen，1993)，今後，収量性の向上が認められなかった夏季収量の改良も含め後代検定を組み入れた循環選抜法を取り入れていくことが必要である。またメドウフェスク品種の遺伝的変異はペレニアルライグラスやオーチャードグラスに比べると小さいものの(Kölliker *et al.*，1999)，ヨーロッパの遺伝資源の中には異なる環境下での適応性において大きな変異があることや(Casler and Van Santen，2000)，またノルウェーの在来集団内に大きな表現型の多様性も見出されており(Fjellheim *et al.*，2007)，既存遺伝資源を再度見直すことも重要なものと考える。

「まきばさかえ」の育成により，冬季越冬条件の厳しい土壌凍結地帯でも安定した集約放牧が可能であるが，さらなる放牧用品種の改良方向としてはペレニアルライグラス並に再生力に優れ，季節生産性が平準化し，兼用利用も可能な品種育成を目指す必要がある。放牧用草種にとって永続性，再生力に優れることや季節生産性が平準化していることは最も基本的な形質であるが，それとともに集約放牧は短期輪換放牧により短草状態の牧草を安定的に放牧牛に供給するものであり，兼用利用は春季草量調整のための一手段として実際の利用場面では重要な草地管理方法である。メドウフェスクの集約利用条件下での兼用利用適性は，ペレニアルライグラスよりも再生力，茎数密度，葉部割合などが低下することから草種としてその適性がやや劣る。また土壌凍結地帯で「ハルサカエ」を用いた兼用利用試験では，2年目に個体密度が低下し，それに伴い収量が低下することが明らかになり，利用方法としては放牧利用が主体とされている(松村ら，2008)。このようなことから現在土壌凍結地帯ではメドウフェスクは放牧専用とし，兼用利用にはチモシーの利用が進められている。「まきばさかえ」は北農研での兼用利用試験で「ハルサカエ」より収量性が高いことから,「ハルサカエ」よりその適性は高いと考えるが，土壌凍結地帯での試験は実施しておらず今後検討する必要があると考える。

道東でも放牧用草種として「ペレニアルライグラスを利用したい」という潜在的需要は大きい。より積極的にペレニアルライグラスの特性を具備した品種を育成するためには，メドウフェスクとペレニアルライグラスとの属間雑種であるフェストロリウムの開発を進める必要があり，現在その研究を推進している。フェストロリウムはフェスク類のもつ優れた耐寒性や耐旱性などの環境ストレス耐性および永続性と，ライグラス類のもつ優れた消化性，再生力，収量性などを併せ持つように育成された属間雑種である(Zwierzykowski，2004)。フェスク類としてはメドウフェスクやトールフェスク，ライグラス類としてはイタリアンライグラスやペレニアルライグラスが主に利用される。品種はフェスクとライグラスの雑種に由来する複倍数性品種と，フェスクまたはライグラスの目的とする遺伝子のみを導入するため,戻し交雑により育成された移入交雑品種がある。品種育成はチェコ，ポーランドなどヨーロッパを中心に，主にイタリアンライグラスとメドウフェスクの組合せにより行われており，2012年現在 OECD には33品種が登録されている(OECD，2012)。国内でも寒冷地の中標高以下の転作田や飼料畑での採草利用に適する「東北１号」(米丸ら，2011)，「イカロス」が育成されているが，いずれも寒地での放牧利用に適した品種ではない。近年育成されたフェストロリウム品種を用い，寒地での適応性を多雪・非土壌凍結地帯の北農研と寡雪・土壌凍結地帯の根釧農試で２か年評価したところ，既存フェストロリウム品種の中にメドウフェスクと同程度に越冬性あるいは耐凍性に優れる品種が認められたことから(田瀬ら，2008)，冬季気象条件の厳しい道東でも利用可能なフェストロリウム品種の育成は可能と考えられる。

Ⅴ．適地および栽培・利用上の留意点

適応地域は北海道全域で，とくに寒さの厳しい道東などの土壌凍結地帯である。普及見込み面積は6,000ha である。今後，種子の供給に伴い「ハルサカエ」に置き換える。現在，家畜改良センター十勝牧場で増殖された原種を用い海外増殖が行われてい

る。放牧地での放牧専用利用を主体とし，集約放牧に利用できる。

Ⅵ. 謝　　辞

圃場試験は北海道農業研究センター研究支援センターの森下春雄氏，武市利幸氏をはじめとする歴代の業務科職員の協力のもとで実施された。系統適応性検定試験，特性検定試験，地域適応性検定試験は以下の場所(試験実施当時の名称)，担当者(試験実施当時在籍)により実施された。またアルカロイド分析は宮城大学食産業学部教授井上達志博士にご協力を賜った。担当して頂いた数多くの方々に厚くお礼を申し上げる。

系統適応性検定試験場所

北海道立上川農業試験場天北支場：飯田憲司，藤井弘毅，佐藤公一，吉澤　晃

北海道立畜産試験場：飯田憲司，伊藤憲治，中村克己，出口健三郎，玉置宏之，吉田昌幸，澤田嘉昭

北海道立北見農業試験場(協力場所)：足利和紀，玉置宏之，佐藤公一，田中常喜，藤井弘毅

北海道立根釧農業試験場：林　拓，佐藤尚親，牧野　司，出口健三郎

特性検定試験場所

北海道立根釧農業試験場(耐寒性検定試験)：林　拓，佐藤尚親，牧野　司，出口健三郎

北海道立畜産試験場(放牧適性検定試験)：飯田憲司，伊藤憲治，中村克己，出口健三郎，玉置宏之，吉田昌幸，澤田嘉昭

地域適応性検定試験場所

家畜改良センター十勝牧場:井戸睦己，伴苗行弘，才野　真，山角尚規，前垣正行

家畜改良センター新冠牧場：佐々木政紀，野崎治彦，西田理恵，内山強志，太田浩之

本報告の作成に当たっては，北海道農業研究センター酪農研究領域長古川力博士にご校閲を賜った。ここに記して謝意を表する。

Ⅶ. 摘　　要

メドウフェスク新品種「まきばさかえ」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寒地飼料作物育種研究チーム(現，北海道農業研究センター酪農研究領域イネ科牧草育種班)と北海道立根釧農業試験場作物科(現，地方独立行政法人北海道立総合研究機構根釧農業試験場飼料環境グループ作物班)で育成された。「まきばさかえ」は2009年２月に北海道優良品種に認定され，2010年３月にはメドウフェスク農林合３号「まきばさかえ」として農林認定された。「まきばさかえ」は５栄養系より成る合成品種で，構成栄養系の由来は，オランダの品種「Bundy」から１栄養系，ノルウェーの品種「Salten」から２栄養系およびスウェーデンの品種「Boris」から耐凍性で選抜した２栄養系である。

「まきばさかえ」の特性は以下の通りである。

1．越冬性および早春の草勢は,「ハルサカエ」,「プラデール」より安定して優れ，とくに土壌凍結地帯の道東においては両品種との差が大きい。

2．雪腐大粒菌核病に対する耐病性は,“強”で「ハルサカエ」,「プラデール」より優れる。また雪腐黒色小粒菌核病抵抗性も「ハルサカエ」,「プラデール」より優れる。耐寒性は，“やや強”で「ハルサカエ」と同程度で,「プラデール」より優れる。

3．集約放牧利用を想定した短草・多回刈りでの３か年合計乾物収量は「ハルサカエ」比108，道東平均でも107と多収である。いずれの年次においても「ハルサカエ」を上回り安定した収量性を示す。また「プラデール」と比較しても明らかに優れる。季節生産性は「ハルサカエ」より春季と秋季に優れ，夏季は同程度である。

4．放牧試験によるメドウフェスク被度は「ハルサカエ」より高く，放牧前草量はやや優れ，利用草量,採食程度は同程度であり,放牧適性は「ハルサカエ」よりやや優れる。

5．兼用利用での乾物収量は，１番草および２番草以降の多回刈り合計ともに「ハルサカエ」,「プラデール」より優れる。

6．シロクローバ混播条件でのマメ科率は,「ハルサカエ」,「プラデール」よりやや低いことから競合力はやや高い。

7．網斑病罹病程度は「ハルサカエ」,「プラデール」と同程度で,かさ枯病罹病程度は「ハルサカエ」よりやや高い。

8．出穂始は「ハルサカエ」より約１日早い“早生”に属する。

9．草型は「ハルサカエ」と同様の中間型である。

10．飼料品質は「ハルサカエ」,「プラデール」と同

程度である。

11. エンドファイト感染率は92％であるが，家畜毒性に係わるエルゴバリン，ロリトレムＢは「ハルサカエ」同様検出限界以下である。
12. 採種性は「ハルサカエ」よりやや優れる。

引用文献

1）阿部二朗(1986)：寒地型イネ科牧草の耐凍性と雪腐病抵抗性に関する品種間差異．北海道農試研報，146，89-143.

2）BURTON, G.W.(1992)：Restricted recurrent phenotypic selection. Plant Breeding Reviews, 9，101-113.

3）CASLER, M.D. and E. VAN SANTEN(2000)：Patterns of variation in a collection of meadow fescue accessions. Crop Sci., 40，248-255.

4）藤田直聡，相原克磨(2008)：畑地型集約放牧技術の経営評価と地域への波及効果の解明　寒地中規模酪農における集約放牧技術の確立，北海道農研プロジェクト研究成果シリーズ，4，158-166.

5）FJELLHEIM, S., Å.B. BLOMLIEI, P. MARUM and O.A. ROGNLI(2007)：Phenotypic variation in local populations and cultivars of meadow fescue – potential for improving cultivars by utilizing wild germplasm. Plant Breeding，126, 279-286.

6）磯部祥子，我有　満，山口秀和，内山和宏，眞木芳助，松浦正宏，植田精一，澤井　晃，堤　光昭，竹田芳彦，中島和彦(2002)：アカクローバ品種「ナツユウ」の育成とその特性．北海道農試研報，177，1-14.

7）JAMALAINEN, E.A.(1974): Resistance in winter cereals and grasses to low temperature parasitic fungi. Ann. Rev. Phytopathol., 12, 281-302.

8）KÖLLIKER, R., F.J. SRADELMANN, B. REIDY and J. NÖSBERGER(1999): Genetic variability of forage grass cultivars: A comparison of *Festuca pratensis* Huds., *Lolium perenne* L., and *Dactylis glomerata* L. Euphytica, 106，261-270.

9）松本直幸(2010)：雪腐病(５)．北農，77，135-141.

10）松村哲夫，須藤賢司，篠田　満(2008)：土壌凍結地帯におけるメドウフェスク新品種「ハルサカエ」主体草地の維持管理・利用技術の開発　寒地中規模酪農における集約放牧技術の確立，北海道農研プロジェクト研究成果シリーズ，4，55-60.

11）能代昌雄，平島利昭(1978)：牧草の耐凍性に関する研究．I．北海道根釧地方におけるイネ科牧草の凍害と雪腐大粒菌核病害．日草誌，23，289-294.

12）OECD (2012)：Grasses and Legumes. In : List of varieties eligible for seed certification 2012, OECD, Paris, 25-100.

13）眞田康治，高井智之，山田敏彦(2006)：北方圏における作物の低温ストレス耐性向上技術に関する国際共同研究，北海道農研プロジェクト研究成果シリーズ，3，51-55.

14）須藤賢司(2004)：搾乳牛の集約放牧技術の確立に関する研究．－メドウフェスク草地を焦点として－．北農研研報，181，43-87.

15）高井智之，中山貞夫，寺田康道，宝示戸貞雄，大同久明，荒木　博，水野和彦，杉田紳一，伊藤公一(2001)：メドウフェスクの新品種「ハルサカエ」の育成とその特性．北海道農試研報，173，47-62.

16）田瀬和浩，佐藤尚親，田村健一，眞田康治，小松敏憲(2008)：寒地におけるフェストロリウム品種の越冬性の評価．日草誌，54，249-256.

17）VOGEL, K.P. and J.F. PEDERSEN(1993): Breeding systems for cross-pollinated perennial grasses. Plant Breeding Reviews，11，251-274.

18）米丸淳一，上山泰史，久保田明人(2011)：フェストロリウム新品種「東北1号」の育成．東北農研研報，113，17-28.

19）ZWIERZYKOWSKI, Z(2004)：Amphiploid and introgression breeding within the *Lolium-Festuca* complex - achievements and perspectives. In: Development of a Novel Grass with Environmental Stress and High Forage Quality through Intergeneric Hybridization between *Lolium* and *Festuca*(Eds Yamada T, Takamizo T), National Agricultural and Bio-oriented Research Organization, Tsukuba，17-29.

Res. Bull. NARO Hokkaido Agric.
Res. Cent. 198, 1-21 (2013)

Breeding of Meadow Fescue 'Makibasakae' and its Characteristics

Kazuhiro TASE [1], Ken-ichi TAMURA [1], Yasuharu SANADA [1], Tomoyuki TAKAI [2], Toshihiko YAMADA [3], Sadao NAKAYAMA [4], Hisaaki DAIDO [5], Kazuhiko MIZUNO [5], Hiroki FUJII [6], Yoshiaki SAWADA [4], Masaaki YAMAKAWA [7], Narichika SATO [7], Taku HAYASHI [8] and Tsukasa MAKINO [8]

Summary

'Makibasakae', a new cultivar of meadow fescue (*Festuca pratensis* Huds.), was jointly developed by NARO Hokkaido Agricultural Research Center and Hokkaido Prefectural Konsen Agricultural Experiment Station (present, Hokkaido Research Organization Konsen Agricultural Experiment Station). This cultivar was registered as a recommended cultivar by the Hokkaido Prefectural Government in 2009 and as Norin Synthetic No. 3 of meadow fescue by the Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries in 2010.

Source and method of breeding:

'Makibasakae' was developed as a synthetic cultivar using five clones, which were selected from 144 superior clones through evaluation of winter hardiness and a polycross progeny test under frequent cutting. The origins of parental clones were as follows: cl. 387 was derived from 'Bundy', cl. 452 and cl. 455 were derived from 'Salten' and cl. 468 and cl. 473 were derived from 'Boris'.

Characteristics:

'Makibasakae' shows remarkably higher winter hardiness with good plant vigor in early spring than 'Harusakae' and 'Pradel' on average in seven locations in the regional performance test, especially in four locations located in eastern Hokkaido with severe winter weather where the soil freezes. 'Makibasakae' is more resistant to snow molds caused by *Myriosclerotinia borealis* and *Typhula ishikariensis* than 'Harusakae' and 'Pradel'. The freezing tolerance of 'Makibasakae' is the same level as that of 'Harusakae', though it is higher than that of 'Pradel'. 'Makibasakae' has a 7% higher dry matter yield than that of 'Harusakae' under frequent cutting (about 7-10 cuttings per year) simulating intensive grazing. 'Makibasakae' shows an especially high stable yield in spring and autumn compared to 'Harusakae' and has shown good persistency in the years evaluated. The tolerance to net blotch caused by *Drechslera dictyoides* of 'Makibasakae' is the same as that of 'Harusakae' and 'Pradel', while the tolerance to halo blight caused by *Pseudomonas syringae* is slightly weaker than that of 'Harusakae'. The grazing adaptability of 'Makibasakae' is nearly as good as that of 'Harusakae' and the competitive ability of 'Makibasakae' against white clover was slightly higher than that of 'Harusakae' in meadow fescue- white clover mixed sown sward. 'Makibasakae' is an early maturing cultivar as well as 'Harusakae'. The date of ear emergence is one day earlier than that of 'Harusakae' in

Present address:
1) NARO Hokkaido Agricultural Research Center
2) NARO Kyushu Okinawa Agricultural Research Center
3) Field Science Center for Northern Biosphere, Hokkaido University
4) Retired
5) NARO Institute of Livestock and Grassland Science
6) Hokkaido Research Organization Kitami Agricultural Experiment Station
7) Hokkaido Research Organization Animal Research Center
8) Hokkaido Research Organization Konsen Agricultural Experiment Station

Sapporo. The forage quality and morphological characteristics of 'Makibasakae' are similar to those of 'Harusakae'. Endophyte was detected in all parental clones of 'Makibasakae'. 'Makibasakae' does not contain two major endophyte alkaloids, ergovaline and lolitrem B, which can be toxic to livestock, but it contains loline alkaloid, which can deter insects. These results indicate that 'Makibasakae' is best suited for use in the management-intensive grazing system in eastern Hokkaido, which has severe winter weather. Seed yield is slightly higher than that of 'Harusakae', and the average seed yield of 'Makibasakae' is 6.3 kg/a over a period of three years in Sapporo.

Breeder seed:

Dairy Production Research Division, NARO Hokkaido Agricultural Research Center, Sapporo 062-8555, Japan.