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

オーチャードグラスの新品種「ハルジマン」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: 山田, 敏彦, 中山, 貞夫, 寺田, 康道, 寶示戸, 貞雄, 大同, 久明, 髙井, 智之, 荒木, 博, 水野, 和彦, 伊藤, 公一, 眞田, 康治, 杉田, 紳一 メールアドレス: 所属:
URL	https://doi.org/10.24514/00001309

[北海道農研研報
177,15−36（2002）]

オーチャードグラス新品種「ハルジマン」の育成とその特性

山田　敏彦[1)]・中山　貞夫[2)]・寺田　康道[3)]・寶示戸貞雄[4)]
大同　久明[5)]・高井　智之[1)]・荒木　　博[6)]・水野　和彦[7)]
伊藤　公一[8)]・眞田　康治[1)]・杉田　紳一[9)]

Ⅰ．緒　　言

オーチャードグラスは，施肥に対する反応性や再生力に優れ，集約的な高位生産に適するイネ科牧草であるため，わが国の牧草地では基幹イネ科草種として位置づけられ，北海道から九州の高標高地に至る広い地域で栽培されている。草地試験場（現　畜産草地研究所）では東北南部から九州向けの，北海道農業試験場（現　北海道農業研究センター）では北海道と東北北部向け品種の育種が行われ，これまでに，農林登録品種として８品種が育成されている。そのうち「キタミドリ」，「オカミドリ」，「ワセミドリ」は北海道を中心に普及している。中でも，1976年に育成された中生の「オカミドリ」は基幹品種としてその役割を果たしてきている。

近年，北海道ではオーチャードグラスの種子需要割合が低下しチモシーの割合が増加し，現在ではイネ科牧草種子総需要量800tの約１割までに落ち込んでいる。その最も大きな原因に，飼養頭数の多頭化に伴う飼料生産への労力不足があげられ，年３～４回の刈取りをしないと飼料品質が低下しやすいオーチャードグラスが嫌われたことがあげられる。また，オーチャードグラスはチモシーと比較して越冬性にやや劣り，北海道東部において年により冬枯れが発生することがあることや夏～秋にかけて葉枯れ性病害に罹病しやすいなどの理由とともに近年放牧地の減少などもその原因としてあげられる。しかしながら，自給飼料生産の増産を図るには，やはり，チモシー一辺倒の草地とするのではなく，出穂期の早いオーチャードグラス草地とチモシー草地を組み合わせることが刈取り適期幅を拡大する意味でも必要である。年３～４回刈りのオーチャードグラス草地は年２回の刈取りのチモシー草地より年間の収量は多収となる。今後，コントラクター体系が広く導入されれば，効率的な飼料生産が可能になることから，多収で高品質な自給飼料の生産にはオーチャードグラス草地は不可欠であると考えられる。

北海道農業試験場では，耐病性，越冬性などに優れる多収な寒地・寒冷地向けオーチャードグラス品種を育成することを目標に育種を進め，今回「ハルジマン」を育成した。1997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，その結果，「ハルジマン」は既存品種「オカミドリ」より耐病性や春の生育が優れていることが認められたので，2001年３月に北海道奨励品種に採用されるとともに同年10月に「オーチャードグラス農林合９号」として命名登録された。

「ハルジマン」は北海道農業試験場草地部イネ科牧草育種研究室（現　北海道農業研究センター作物開発部イネ科牧草育種研究室）において育成されたもので，育種に携わった研究者は11名である。基礎集団の評価と選抜は寺田，寶示戸，荒木，杉田，伊藤，大同によって行われ，構成栄養系の決定と合成は寺田，荒木，伊藤，大同によって，北育系統の評価と生産力予備検定試験の調査は中山，大同，高井，水野によってそれぞれ行われた。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中山，山田，高井，水野，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取りまとめは山田，眞田，高井が行っ

平成13年10月10日　原稿受理

1)　作物開発部イネ科牧草育種研究室
2)　草地部イネ科牧草育種研究室(現(社)日本草地畜産種子協会飼料作物研究所)
3)　飼料資源部イネ科牧草育種研究室（退職）
4)　草地開発第二部牧草第２研究室（退職）
5)　草地部イネ科牧草育種研究室（現　畜産草地研究所）
6)　飼料資源部イネ科牧草育種研究室（退職）
7)　草地部イネ科牧草育種研究室（現　山口県農業試験場）
8)　飼料資源部イネ科牧草育種研究室（現　東北農業研究センター）
9)　草地開発第二部牧草第２研究室（現　畜産草地研究所）

た。

Ⅱ．育種目標，育種方法ならびに育成経過

１．育種目標

北海道および東北北部の寒地・寒冷地に適する耐病性，越冬性などに優れる多収な中生品種を育成する。

２．育種方法

「ハルジマン」は７栄養系の組み合わせによる合成品種である。構成栄養系の来歴はTable１に示したように，カナダの品種「Kay」から２つ，UJNR導入系統（インド，旧ソ連）から１つずつ，消化率選抜及び多交配後代から１つずつ，オランダの品種「HD－4」から１つである。

３．育成経過

「ハルジマン」育成経過をFigure１に示した。

(1)　構成栄養系の選抜

以下に示す11の選抜試験で選抜して保存中の優良な648の栄養系を1983年５月に株分けして圃場へ移植し，その特性を評価した(栄養系評価試験）：①第１次育成系統を母材とする選抜試験（1973～1978年）から選抜された7栄養系，②栄養系の２地域における栽植密度と形質発現の試験（1975～1979年）に供試された20栄養系，③消化率選抜栄養系の多交配後代試験（1975～1982年）から選抜された77栄養系，④耐寒性選抜栄養系の多交配後代試験（1976～1979年）から選抜された18栄養系，⑤第２次育成系統の個体選抜試験(1977～1979年）から選抜された18栄養系，⑥新導入品種の個体植形質調査試験（1977～1980年）から選抜された13栄養系，⑦UJNR導入（第１次）評価試験（1977～1981年）から選抜された31栄養系，⑧越冬性幼苗試験生存株の評価試験（1980～1981年）から選抜した94栄養系，⑨第８次導入品種の評価試験(1980～1982年）から選抜した139栄養系，⑩耐冬性品種群からの個体選抜試験（1980～1983年）から選抜された206栄養系，⑪消化率選抜栄養系後代の個体選抜試験（1980～1983年）から選抜された25栄養系。

栄養系評価試験の1984～1985年における耐病性，耐寒性および草勢などの調査結果から175栄養系を１次選抜した。１次選抜された175栄養系を引き続き圃場で評価するとともにそのうちから134栄養系を選定して越冬性現地評価試験を1986年から1989年まで道立北見農業試験場で実施した。道立北見農業試験場で1987年に調査された越冬性の結果も参考にして，175栄養系から７栄養系を選抜した。同年に隔離交配温室で切穂水耕法により交配して「北育39号」の合成第1代種子を得た。構成栄養系の特性はTable２とTable３に示した。

(2)　育成系統の評価

「北育39号」について1990年から1993年まで他の育成系統（「北育37号」～「北育62号」）とともに特性評価試験を実施した。「北育39号」は中～晩生群系統の中で越冬性や耐病性に関して良好な成績を得た（データ略)。

「北育39号」を含む7系統の中～晩生群系統について，1993年から1995年まで生産力検定予備試験を実施した。その結果，「北育39号」と「北育49号」が優れていたので（Table４)，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，それぞれ「北海26号」，「北海27号」の系統番号をつけた。

Table１．The origin of ７ parental clones of "Harujiman"

Clone No.	Origin
cl. 1708	polycrossed progeny of cl.372
cl. 1725	Kay (Canadian cultivar)
cl. 1845	P.I.308793, the Indian strain introduced under a program of UJNR
cl. 1859	P.I.315417, the former USSR strain introduced under a program of UJNR
cl. 2407	selected from polycrossed progeny of high digestible plants
cl. 2664	Kay (Canadian cultivar)
cl. 2919	HD-4 (Dutch cultivar, breeder:Van der Have)

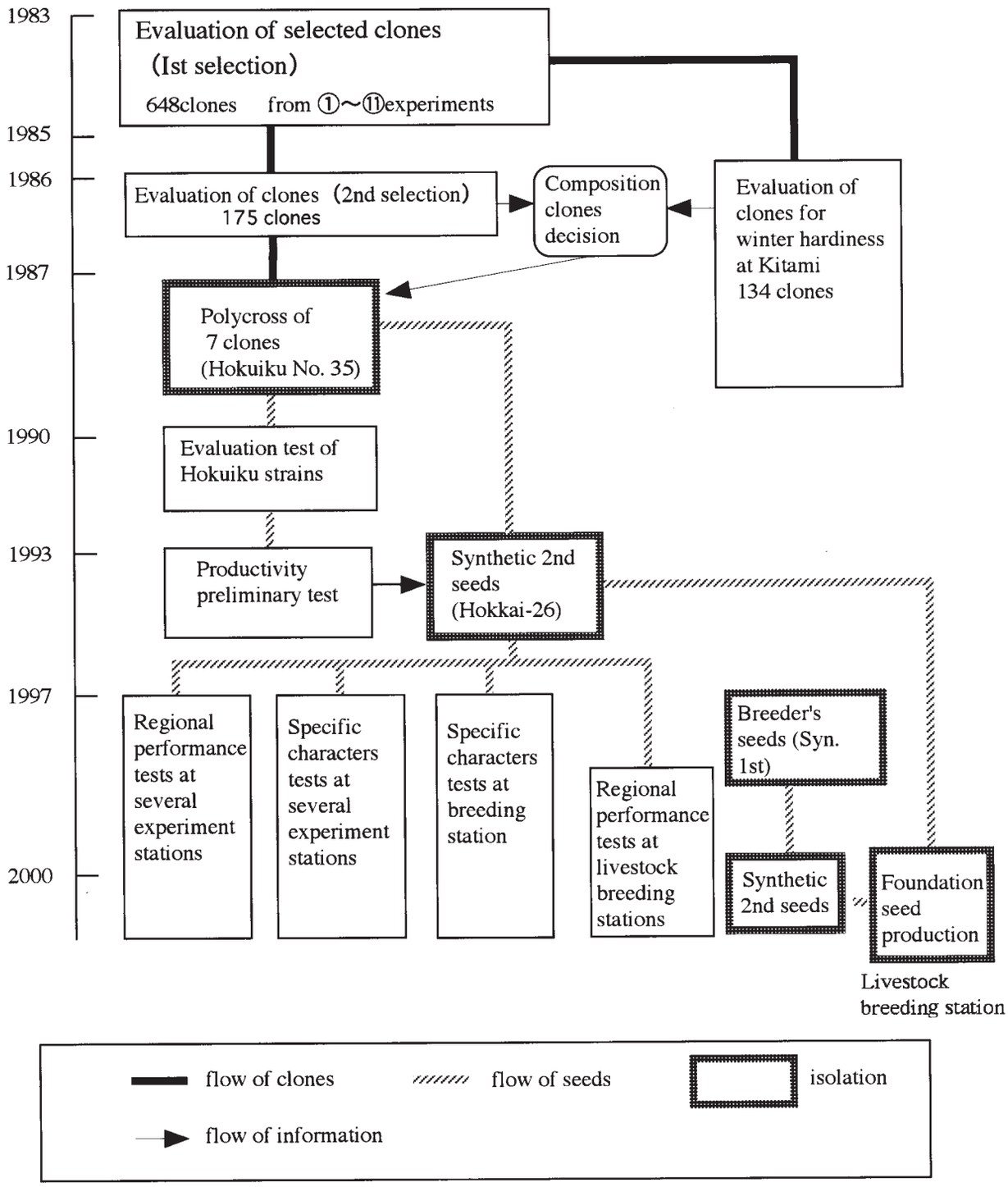


Figure 1. Breeding scheme of "Harujiman"

(3)　合成２代の採種と系統適応性検定試験，特性検定試験，地域適応性試験および育成地における特性試験

「北海26号」の合成第2代種子の採種は1994年と1995年に行われた。1996～2000年にかけて，この合成第2代の種子を用いて，系統適応性検定試験，特性検定試験および育成地における生産力検定試験の他に多回刈適性試験，混播適性検定試験，採種性検定試験，個体植による特性検定試験が実施された。さらに，1998年からは地域適応性試験が家畜改良センター十勝牧場および新冠牧場で開始され

Table 2. Several characters of parental clones of "Harujiman" in Sapporo

Clone No.	Date of ear	Winter hardiness[1]	Regrowrh vigor[1]	Stem rust[2]	Leaf streak[2]
cl.1708	31-May	7	4	3	2
cl.1725	31-May	6	6	1	5
cl.1845	27-May	7	5	—	4
cl.1859	26-May	9	4	—	3
cl.2407	31-May	4	2	1	3
cl.2664	31-May	7	4	2	4
cl.2919	1-Jun	7	8	—	5

Evaluated in 1990.
[1] Rated on a scale of 1 (poor) to 9 (good).
[2] Rated on a scale of 1 (resistant) to 9 (susceptible).

Table 3. Several characters of parental clones of "Harujiman" in Kitami

	Winter hardiness			Summer vigor
Clone No.	1987	1988	1989	1988
cl.1708	8	3	5	8
cl.1725	8	6	7	6
cl.1845	9	3	3	7
cl.1859	9	7	6	7
cl.2407	6	4	3	6
cl.2664	9	7	5	8
cl.2919	8	5	5	8

Evaluated at the Hokkaido Prefectural Kitami Agricultural Experiment Station.
Rated on a scale of 1 (poor) to 9 (good).

Table 4. Performance test of Hokuiku strains in Sapporo

Cultivar／	Date of emergence		Winter hardiness[1]		Disease[2]		Fresh matter yield (kg／a)			
Strain	1994	1995	1994	1995	1994	1995	1993	1994	1995	Total
Hokuiku-39	3-Jun	30-May	7.8	6.3	4.5	5.5	117.0	439.8	383.6	940.4
Hokuiku-40	3-Jun	30-May	7.8	6.8	4.5	5.8	111.3	431.2	387.6	930.1
Hokuiku-42	5-Jun	31-May	7.8	7.0	4.8	6.5	113.2	422.3	380.0	915.5
Hokuiku-49	3-Jun	30-May	7.8	6.0	4.5	5.0	123.2	437.7	372.5	933.4
Hokuiku-51	31-May	26-May	7.5	6.5	4.5	5.5	121.7	408.1	372.3	902.1
Hokuiku-53	1-Jun	29-May	8.0	7.5	5.0	5.8	102.9	416.1	383.3	902.3
Hokuiku-57	7-Jun	2-Jun	7.8	6.3	4.8	6.3	97.0	420.5	365.1	882.6
Okamidori	2-Jun	29-May	7.3	6.3	5.5	6.0	112.9	409.0	365.1	887.0
Hokuto	4-Jun	30-May	7.5	6.3	5.3	6.0	117.6	409.0	351.2	877.8

Hokuiku-39 was laboratory strain No. of Hokkai 26 registered as 'Harujiman'.
[1] Rated on a scale of 1 (poor) to 9 (good).
[2] Rated on a scale of 1 (resistant) to 9 (susceptible).

た。

III．特　　性

1．試験方法

1）供試系統

「ハルジマン」にあたる「北海26号」を試験に供試した。標準品種として「オカミドリ」を，参考品種として「ホクト」を用いた。しかし，「ホクト」はほとんどの場所で出穂期が「オカミドリ」より早かった。これまでの調査から，札幌において「ホクト」は「オカミドリ」より２日遅く，“晩生”に属する分類であり，今回使用した種子は増殖の過程で早生化したものと考えられた。このため本来の「ホクト」の特性が示されていない可能性があるために，試験結果から除外した。

2）系統適応性検定試験と地域適応性試験

Table５に系統適応性検定試験と地域適応性試験が行われた場所を，Table６に播種年月日や施肥量など耕種概要を示した。地域適応性試験は家畜改良センターの牧場で実施される事業である。試験実施当時の場所名称を使用し，農業試験場を農試，畜産試験場を畜試，山形農業研究研修センターを山形農研セと略記し，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は，北海道内５場所では1997年春播きで，本州の場所では1996年秋播きで４年間実施された。また，地域適応性試

Table５．Location of the regional performance test

Location	Experiment Station／Livestock Breeding Station
Hokkaido region	
Sapporo	Hokkaido National Agricultural Experiment Station (present, National Agricultural Research Center for Hokkaido Region)
Tenpoku	Hokkaido Prefectural Tenpuku Agricultural Experiment Station
Shintoku	Hokkaido Prefectural Shintoku Animal Husbandry Experiment Station (present, Hokkaido Animal Research Center)
Kitami	Hokkaido Prefectural Kitami Agricultural Experiment Station
Konsen	Hokkaido Prefectural Konsen Agrivultural Experiment Station
Tokachi	National Livestock Breeding Center, Tokachi Station
Niikappu	National Livestock Breeding Center, Niikappu Station
Tohoku region	
Aomori	Aomori Prefectural Animal Husbandry Experiment Station
Yamagata	Yamagata Prefectural Agricultural Research and Training Center

Table６．Method in the regional performance test

Location	Date of seeding	Type of seeding	Stripe space (cm)	Seeding rate (g／a)	Plot size (m²)	Fertilizer (N-P_2O_5-K_2O,kg/a/year)
Sapporo	07-May-97	stripe	30	200	4.8	1.80-1.79-1.80
Tenpoku	15-May-97	stripe	30	200	6.0	1.80-0.72-1.80
Shintoku	10-Jul-97	stripe	30	200	6.0	1.70-1.00-2.20
Kitami	28-May-97	stripe	30	200	3.0	1.50-1.50-1.50
Konsen	19-Jun-97	stripe	40	200	6.0	1.80-0.81-2.19
Tokachi	27-May-98	stripe	30	200	6.0	1.50-1.07-1.07
Niikappu	05-Aug-98	stripe	30	200	6.0	1.95-3.90-3.90
Aomori	26-Aug-96	broadcast	—	200	6.0	2.00-1.50-1.50
Yamagata	10-Sep-96	broadcast	—	200	6.0	1.80-0.90-1.80

Table 7. Experiment stations for testing specific characters

Specific character	Experiment Station
Cold tolerance	Hokkaido Prefectural Konsen Agricultural Experiment Station
Snow endurance	Niigata Prefectural Agricultural Research Institute
Grazing adaptability	Hokkaido Prefectural Shintoku Animal Husbandry Experiment Station (present, Hokkaido Animal Research Center)

験は1998年春播種で３年間実施された。調査法とその基準は，1997年および1998年は「牧草・飼料作物系統適応性検定試験実施要領(改訂３版)」(平成９年2月）に，1999年以降は「牧草・飼料作物系統適応性検定試験実施要領（改訂４版)」(平成11年4月）に準拠した。

３）特性検定試験

Table７に特性検定試験場所を示した。場所名は２）と同様に略記で示し，新潟県農業総合研究所作物研究センターは新潟農研とした。

(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。1997年８月７日に播種量150 g／aで条播(0.5m×1.5m，２畦)，1区面積1.5㎡，４反復で試験区を造成した。雪腐病を防除して無除雪の試験区（対照区)，雪腐病を防除して除雪を行った試験区（凍害試験区）および雪腐病無防除で無除雪の試験区（雪腐病害区）の3つの処理を設けて，耐凍性と雪腐大粒菌核病(Sclerotinia borealis Bubak et Vleugel)抵抗性を調査した。除雪は越冬期間中に小型除雪機を用いて行い，積雪深を概ね10cmに保った。雪腐病防除にはチオファネートメチル水和剤1,000倍液とメプロニル水和剤1,000倍液の混合液を用い，降雪前に10リットル／aの割合で散布した。

(2)　耐雪性検定試験

耐雪性検定試験は新潟農研で行われた。９月中旬（標準播区）と９月下旬～10月上旬（晩播区）の２つの試験処理区を設け，１区面積1.2㎡，分割試験区法，３反復で検定を行った。消雪直後の葉腐面積率，消雪後１～２週の枯死面積率から耐雪性を判定した。

(3)　放牧適性試験

放牧適性試験は道立畜試（旧道立新得畜試）で行われた。1997年７月８日に播種量200g／aで播種した。１区面積は30㎡（５×６m)，５反復とし，１牧内の中に無作為に配置した。1牧区面積は12.6a（３・４年目は出入口付近を放牧から除外したため，１牧区面積は9.1a）で試験区は牧区の中央部に配置し，周囲には「オカミドリ」を播種した。造成年は放牧および掃除刈りともに実施しなかった。２年目以降，アバディーンアンガス種去勢牛10頭（1998年の６回目は７頭）を一群として，約３～５週間間隔で昼夜放牧した。1998年は午前11時から翌日の11時までの1日放牧を行った。1999年は午前11時から翌日の11時までの1日放牧と1日目の入牧区の一部を予備区に組み入れて翌々日の11時までの２日放牧として調査を実施した。2000年は１回～４回目の放牧は午前11時から翌々日の11時までの２日放牧，５，６回目の放牧は翌日までの１日放牧とした。放牧後は自走式フレールモアーで掃除刈りを行った。

４）北海道農試における試験

(1)　耐凍性検定試験

1999年８月30日にペーパーポットに播種して温室内で生育させた後，９月20日に屋外へ移動させた。12月１日に苗を取り出して供試し，LT_{50}（半数個体致死温度）を求めた。品種・系統ごとに５温度水準を設定し，各温度水準に20個体を供試した。材料は－２℃で10時間予冷後，プログラムフリーザーを用いて1℃／1時間の割合で温度を下げ規定の温度で取り出した。温室で２週間再生させてその生存率を調査した。

(2)　雪腐黒色小粒菌核病抵抗性検定試験

1996年９月13日に温室内で育苗箱に播種，間引き後，10月１日に屋外へ移動させた。

12月26日に雪腐黒色小粒菌核病菌(Typhulai shikariensis IMAI)を接種後埋雪し，接種後1.5～2.5か月の間に３回取り出し，温室で２週間生育させてその再生性程度を調査した。

(3)　多回刈適性検定試験

1997年５月７日に播種量200g／aで30cm畦幅で播種した。追肥量は各刈取り後，N-P_2O_5-K_2Oで0.3-0.23-0.3kg／aを施用した。１年目は４回，２年目７回，３，４年目は６回の刈取りを行って調査を実施した。

(4)　マメ科牧草との混播適性試験

マメ科牧草の混播草種としてアルファルファ，アカクローバ，シロクローバを用いてその混播適性を調査した。アルファルファとの混播試験区では「マキワカバ」，アカクローバとの混播試験区では「ホクセキ」，シロクローバとの混播試験区では「ソーニャ」をそれぞれ供試した。1997年５月12日に，アルファルファとアカクローバは65g／a，シロクローバは50g／aとオーチャードグラス200g／aの割合で散播した。アルファルファとアカクローバの混播試験区では系統適応性検定試験と，シロクローバの混播試験区では多回刈適性検定試験と同じ刈取り処理を行いその特性を調査した。なお，施肥はアルファルファとアカクローバでは系統適応性検定試験とシロクローバでは多回刈適性検定試験と同量とした。

(5)　個体植による特性調査

1997年５月21日にペーパーポットに播種し，温室で育苗後，７月４日に80×80cmで圃場に移植した。１区10個体，４反復とした。２年目以降刈払いは年3回行った。

(6)　飼料成分

飼料成分分析に供試した材料は北海道農試における検定試験２年目(1998年)の試料である。系統適応性検定試験および多回刈適性検定試験の試験区からそれぞれプロットハーベスターで刈取ったものを，各反復から500g程度取って，乾燥，粉砕した。試料は粉砕後各反復から等量ずつ取って混合した。粉砕は試料を70℃で48時間乾燥後，ウイレー型粉砕器で粉砕し，さらに，サイクロンミルを用いて１㎜メッシュのスクリーンを通して粉砕した。

飼料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た。粗蛋白質(CP) はケルダール法，酸性デタージェント繊維（ADF）と中性デタージェント繊維(NDF) はデタージェント法，細胞内容物(OCC)，細胞壁物質（OCW)，高消化性繊維（Oa)，低消化性繊維（Ob）は酵素法により測定を行った。

(7)　採種性検定試験

1997年5月7日に，播種量50g／aで条播（４畦，畦長４m，畦幅0.6m）し，試験区は乱塊法，３反復とした。調査は中２畦のみ行った。２年目からの施肥量はNで早春0.6，採種後0.3，10月に0.2kg／aである。

２．試験結果

１）早晩性

系統適応性検定試験の北海道における場所で観察された出穂始の調査結果をTable８に示した。「ハルジマン」の出穂始日は道立畜試の５月31日から根釧農試の６月８日までの

Table８．Date of ear emergence in the regional performance test in Hokkaido region

Location	Harujiman	Okamidori
Sapporo	1-Jun	1-Jun
Tenpoku	5-Jun	4-Jun
Shintoku	31-May	30-May
Kitami	7-Jun	7-Jun
Konsen	8-Jun	7-Jun
Mean	4-Jun	3-Jun

Average for three years (1998 to 2000).

Table９．Winter hardiness in the regional performance test in Hokkaido region

Location	Harujiman	Okamidori
Sapporo	6.0	5.7
Tenpoku	6.9	6.4
Kitami	5.7	5.5
Konsen	7.7	7.8
Mean	6.6	6.4

Average for three years (1998 to 2000).
Rated on a scale of 1 (poor) to 9 (good).

Table10．Plant vigor in early spring

Location	Harujiman	Okamidori
Sapporo	6.8	6.0
Tenpoku	7.0	6.4
Shintoku	8.3	8.1
Kitami	6.4	5.8
Konsen	6.0	6.1
Mean	6.9	6.5

Tenpoku, Kitami and Konsen：average for three years (1998 to 2000).
Sintoku：average for two years (1999 and 2000).
Sapporo：data of 2000.
Rated on a scale of 1 (poor) to 9 (good).

差がみられたが，「オカミドリ」と比較して各場所で同じか１日遅かった。場所平均では１日遅く，６月４日であった。本州の場所，地域適応性試験および育成地における個体植え試験区における出穂始日の調査からも同様の結果が得られた（データ略）。このことから，「ハルジマン」は「オカミドリ」と同じ“中生の晩”に属すると判断された。

２）冬季障害抵抗性

(1)　越冬性

系統適応性検定試験の北海道における場所で観察された越冬性をTable９に示した。越冬性について道央・道北の積雪地帯（北海道農試，天北農試）では「ハルジマン」は「オカミドリ」よりやや優れる傾向がみられた。天北農試では年次により「ハルジマン」が「オカミドリ」より優れたが，これは雪腐黒色小粒菌核病の耐病性に起因していた（佐藤，私信）。道東（北見農試，根釧農試）では同程度の越冬性が示された。場所平均では，「ハルジマン」の越冬性は「オカミドリ」と同程度であると判断された。

早春の草勢をTable10に示した。北海道農試，天北農試では「ハルジマン」は「オカミドリ」よりやや優れた。道東の場所でも同程度かやや優れた。道内の場所平均では「ハルジマン」は「オカミドリ」より早春の草勢がやや優れると判断された。同様に青森畜試，山形農研セでも「ハルジマン」の早春の草勢はやや優れた（データ略）。

(2)　耐寒性

耐寒性検定は根釧農試において２度の越冬による調査が実施された。1998～1999年の２回目の調査では根雪始が早く，対照区で除雪して薬剤処理したが，その後の寡雪で寒害が生じたため判定が不能となり，1997～1998年の調査結果のみをTable11に示し

Table11．Results of cold tolerance test (Konsen, 1997－1998)

	Degree of sprout[1]			Vigor of early spring[2]		
Cultivar	Control[3]	Freezing[4]	Snow mold[5]	Control	Freezing	Snow mold
Harujiman	7.3	7.0b	6.3a	8.3	6.0	7.3
Okamidori	7.3	6.8b	5.0b	8.5	6.8	7.5
Kay	7.5	7.0b	5.3b	8.5	7.8	7.5
Glorus	7.3	8.0a	6.5a	8.3	6.8	6.8

Values within a column followed by the different letter are significantly different (P＝0.05) by l.s.d..
[1] Rated on a scale of 1 (few) to 9 (many).
[2] Rated on a scale of 1 (poor) to 9 (good).
[3] Control：Chemical control of snow mold and covered snow.
[4] Freezing：Chemical control of snow mold and removed snow.
[5] Snow mold：Not chemical control of snow mold and covered snow.

Table12. Freezing tolerance (Sapporo, 1999)

Cultivar	LT_{50}(℃)
Harujiman	−20.4
Okamidori	−21.5

Freezing tolerance was expresses as LT_{50} (the nedian lethal dose temperature that kills 50% of plants).

Table13. Resistance to snow mold of Typhula ishikariensis Imai (Sapporo 1996-1997)

Cultivar	Recovery regrowth[1)]
Harujiman	1.8
Okamidori	1.4
Toyomidori	1.0
Kay	1.4

Snow filled period：26 Dec. to 13 Mar.
[1)] Rated on a scale of 1 (poor) to (good).

Table14. Susceptibility to leaf streak caused by Scolecotrichum graminis Fuckel under the natural infection in the field

Loccation	No. of observations	Harujiman	Okamidori
Sapporo	8	3.2	3.9
Tenpoku	4	3.1	3.5
Kitami	12	3.6	4.1
Konsen	10	2.7	3.4
Mean	—	3.2	3.7

Rated on a scale of 1 (slight) to 9 (severe).

Table15. Susceptibility to scald caused by Rhynchosporium orthosporum Caldwell,. under the natural infection in the field

Loccation	No. of observations	Harujiman	Okamidori
Tenpoku	1	1.0	2.0
Konsen	1	2.0	3.3
Aomori	1	2.5	2.8
Mean	—	1.8	2.7

Rated on a scale of 1 (slight) to 9 (severe).

た。

凍害区における萌芽茎数，春の草勢の結果から，「ハルジマン」の耐凍性は，“中”の「オカミドリ」と同程度かやや劣り，“中～やや弱”と判断された。雪腐病害区における萌芽茎数の結果から，「ハルジマン」の雪腐大粒菌核病抵抗性は，“強”の「Glorus」と同程度で“強”と判断され，“やや強”の「オカミドリ」より優れた。

(3) 耐雪性

新潟農研における耐雪検定試験では，1998年と1999年は根雪日数が平年並みで，葉腐，枯死面積率に品種・系統間差が認められた。「ハルジマン」は「オカミドリ」と同様に“強”と判定された（データ略）。(4) 耐凍性

幼植物のLT_{50}の結果をTable12に示した。「ハルジマン」は「オカミドリ」よりLT_{50}の値が約１℃高く，耐凍性はやや劣った。

(5) 雪腐黒色小粒菌核病抵抗性

雪腐黒色小粒菌核病接種検定における接種後の再生程度は「オカミドリ」よりやや優れていた（Table13）。

３）耐病性

夏～秋に多発し，葉に大きな被害をもたらす病害であるすじ葉枯病は北海道の４場所で計34回観察された（Table14）。「ハルジマン」の罹病程度は各場所とも「オカミドリ」より少なく，すじ葉枯病に対する耐病性は“やや強”と判断された。

他の葉枯れ性病害である雲形病（Table15），黒さび病（Table16）に関する罹病程度も「オカミドリ」より少なく，ともに耐病性は“やや強”と判断された。

４）収量性

(1) 系統適応性検定試験および地域適応性試験

年次別場所別の乾物収量（オカミドリ比）をTable17に示した。北海道内５場所はとも

Table16. Susceptibility to stem rust caused by Puccinia graminis Persoon f. sp. dactylidis Gaumann, under the natural infection in the field.

Loccation	No. of observations	Harujiman	Okamidori
Sapporo[1)]	1	2.0	3.5
Sapporo[2)]	2	4.9	5.8

Rated on a scale of 1 (slight) to 9 (severe).
[1)] stripe seeding.
[2)] spaced planting.

Table17. Annual dry matter yield in the regional performance test

Location	Year	Dry matter yield (kg／a) Harujiman	Okamidori
Sapporo	1997	54.2 (98)	55.3
	1998	108.1 (106)	102.0
	1999	95.0 (103)	92.2
	2000	78.3 (105)	74.8
	Mean	84.0 (104)	81.1
Tenpuku	1997	29.8 (97)	30.6
	1998	116.1 (105)	110.4
	1999	97.8 (102)	95.7
	2000	79.7 (100)	80.0
	Mean	80.9 (102)	79.2
Shintoku	1997	—	—
	1998	136.1 (94)	145.0
	1999	104.8 (100)	104.8
	2000	106.3 (104)	102.5
	Mean	115.7 (99)	117.4
Kitami	1997	48.0 (98)	49.1
	1998	97.2 (107)	90.5
	1999	95.5 (104)	91.8
	2000	96.2 (103)	67.5
	Mean	77.5 (104)	74.7
Konsen	1997	27.2 (92)*	29.5
	1998	151.3 (104)	144.8
	1999	93.3 (101)	92.5
	2000	86.1 (103)	84.0
	Mean	89.5 (102)	87.7
Mean		89.8 (102)	88.0
Mean except for seeding year		101.6 (103)	98.6
Tokachi	1998	44.6 (104)	43.0
	1999	80.2 (110)	73.0
	2000	72.5 (100)	72.5
	Mean	65.8 (105)	62.8
Niikappu	1998	—	—
	1999	150.1 (95)	158.4
	2000	124.0 (99)	125.0
	Mean	137.1 (97)	141.7
Aomori	1997	107.3 (109)	98.2
	1998	111.7 (104)	107.2
	1999	90.9 (102)	89.4
	Mean	103.3 (105)	98.3
Yamagata	1997	97.2 (106)	92.0
	1998	106.4 (105)	101.7
	1999	92.4 (103)	90.0
	Mean	98.7 (104)	94.6

Percentage of " Okamidori " is shown in the parenthesis.
*:Significant difference (P=0.05) by l.s.d. in comparison with " Okamidori " .

Table18．Seasonal productivity in the regional test

Dry matter yield (kg／a)		
Crop	Harujiman	Okamidori
1st	44.4 (106)	41.9
2nd	30.9 (100)	30.9
3rd	27.7 (102)	27.2

Percentage of " Okamidori " is shown in the parenthesis.Average of 9 locations.

に播種当年は「オカミドリ」に比較して低収であった。なお，道立畜試は播種時期が遅れ，その後干ばつの影響で定着が不良であったため，播種当年における収量調査は実施しなかった。２年目は道立畜試を除いて「ハルジマン」は「オカミドリ」よりやや多収性を示し，北海道農試と北見農試では「オカミドリ」比がそれぞれ106と107であった。３年目には道立畜試における「ハルジマン」の収量性が「オカミドリ」と同程度となり，道内５場所ともに同程度かやや多収性を示した。４年目は３年目とほぼ同様な傾向であった。４年間の平均では，「ハルジマン」は「オカミドリ」比102で，播種当年を除くと「オカミドリ」比103となり，収量性は「オカミドリ」と同程度かやや優れた。また，地域適応性試験では，「ハルジマン」は新冠牧場でやや低収であったが，十勝牧場ではやや多収性を示した。青森畜試と山形農研セでは，３か年合計で，「オカミドリ」比がそれぞれ105と104であり，「オカミドリ」よりやや多収性であった。

番草別乾物収量の「オカミドリ」比をTable18に示した。「ハルジマン」の１番草の収量は９場所平均で「オカミドリ」比が106と多収性であり，春の生育が「オカミドリ」より優れると判断された。２番草および３番草の収量は「オカミドリ」と同程度であった。

２年目に対する３年目，４年目の収量の低下割合は，天北農試，北見農試，根釧農試で「ハルジマン」は「オカミドリ」よりやや大きく，道立畜試では逆に４年目の収量の低下割合が「オカミドリ」より少なく，道内５場所の平均では収量の低下割合は「オカミドリ」と同程度であった（Table19)。収量の年次推移の値は同程度かやや劣る傾向にあるが，２年目における「ハルジマン」の収量が多いことなどから，収量性からみた永続性は「オカミドリ」と同程度であると考えられた。

以上のことから，「ハルジマン」の収量性はほとんどの場所において，「オカミドリ」と比較して同程度かやや多収性を示し，年次変動も少なく，収量性からみた永続性は「オカミドリ」と同程度であった。また，「ハルジマン」は春の生育が良好なため，１番草の収量性に優れる品種であると判断された。

(2) 多回刈適性

北海道農試で実施された多回刈適性検定試験における年次別の乾物収量をTable20に示した。播種当年は「ハルジマン」の乾物収量は「オカミドリ」と同じであったが，利用２年目から多収となり，４か年合計で乾物収量の「オカミドリ比」で108の多収を示した。

５）混播適性

Table21にマメ科牧草との混播適性試

Table19．The ratio of 3rd and 4th year dry matter yields against 2nd year yield in the regional performance test in Hokkaido region

Ratio	Cultivar	Sapporo	Tenpoku	Shintoku	Kitami	Konsen	Mean
3rd／2nd	Harujiman	88	84	77	98	62	82
	Okamidori	90	87	72	101	64	83
4th／2nd	Harujiman	73	69	78	71	57	70
	Okamidori	73	72	71	75	58	70
Yield in 2nd year (kg／a)	Harujiman	108.1	116.1	136.1	97.2	151.3	121.8
	Okamidori	102.0	110.4	145.0	90.5	144.8	118.5

Table20．Annual dry matter yield by frequent cutting regime in Sapporo

Year	Dry matter yield (kg／a)	
	Harujiman	Okamidori
1997	50.0 (100)	50.2
1998	56.8 (107)	81.4
1999	62.2 (114)*	54.7
2000	50.2 (112)	45.0
Mean	62.3 (108)	57.8

Percentage of " Okamidori " is shown in the parenthesis.*:Significant difference (P = 0.05) by l.s.d. in comparison with " Okamidori ".

験における年合計乾物収量（オーチャードグラスとマメ科牧草合計）と冠部被度からみたマメ科率を示した。

アルファルファとの混播適性試験では，播種当年は「オカミドリ」区と乾物収量が同程度であったが，利用２年目から多収となり，４か年平均でオカミドリ比で110の多収を示した。造成初年目はマメ科の被度は低かったが，年次が経過するに伴い，被度が増加した。アルファルファと混播した場合の「ハルジマン」区のマメ科被度は「オカミドリ」と大差がなかった。

アカクローバとの混播適性試験では，播種当年は乾物収量が高くオカミドリ比で113を示し，利用２年目以降も多収であり，４か年合計で「オカミドリ」比で107であった。造成初年目，２年目はマメ科の被度が高かったが，その後年次が経過するに従い減少した。アカクローバと混播した場合の「ハルジマン」区のマメ科被度は「オカミドリ」区と大差がなかった。

シロクローバとの混播適性試験では，放牧を想定した多回刈りで試験が行われた。利用１～２年目の「ハルジマン」区の乾物収量は，「オカミドリ」区よりやや多収であったが，利用３～４年目は同程度の収量性で，４か年合計でやや多収性であった。造成初年目はシロクローバ被度が高かったが，利用３年目以降，被度が低下した。シロクローバと混播した場合の「ハルジマン」区のマメ科被度は「オカミドリ」区と大差がなかった。

以上，マメ科牧草と混播した場合，「ハルジマン」区の収量性は「オカミドリ」区よりやや多収であった。マメ科被度はほぼ同じであることから，マメ科牧草に対する競合力は「オカミドリ」と同程度であると判断された。

Table21．Dry matter yield of forage legume and orchardgrass and proportion of forage legume in mixsowed swards in Sapporo

Legume	Year	Dry matter yield (kg／a)		Proportion of forage legume (%)	
		Harujiman	Okamidori	Harujiman	Okamidori
Alfalfa	1997	18.0 (101)	17.8	6	5
	1998	109.6 (107)	102.1	10	7
	1999	97.2 (114)	84.9	28	24
	2000	97.0 (111)*	87.7	48	42
	Mean	80.5 (110)*	73.1	23	20
Red clover	1997	22.7 (113)	20.1	59	55
	1998	126.8 (105)	120.9	40	36
	1999	89.6 (107)*	84.0	22	22
	2000	82.5 (109)	75.7	18	19
	Mean	80.4 (107)*	75.2	35	33
White clover	1997	21.2 (103)	20.6	53	54
	1998	104.2 (107)*	97.8	23	22
	1999	64.1 (99)	64.7	9	9
	2000	57.3 (98)	58.6	11	10
	Mean	61.7 (102)	60.4	24	24

Percentage of " Okamidori " is shown in the parenthesis.
*:Significant difference (P=0.05) by l.s.d. in comparison with " Okamidori ".

Table22. Results of grazing adaptability test (Shintoku)

	Harujiman	Okamidori
Coverage of orchardgrass (%)[1]	54	58
Degree of intake (%)[2]	63	65
Basal coverage after final grazing (%)[3]	22	16

[1] Measured before grazing, average for 3 years.
[2] Measured after grazing, average for 3 years.
[3] Measured in the final year.

6）放牧適性

放牧前のオーチャードグラス冠部被度について，「ハルジマン」は「オカミドリ」と比較してやや少ない傾向がみられた（Table22）。それは放牧３年目の春～夏にかけて「ハルジマン」区における雑草の被度が高いことによるが，秋には逆にオーチャードグラスの冠部被度の増加がみられた。試験全期間における「ハルジマン」の採食程度はやや少なかった。この理由として３年目の雑草冠部被度が「ハルジマン」区で多かったなどによると考えられた。放牧後の基底被度が1998年と2000年に観察され，1998年はほぼ同程度であったが，2000年の最終放牧終了後における「ハルジマン」の基底被度は「オカミドリ」より高かった(Table22)。

以上のことから，「ハルジマン」の冠部被度および採食程度は試験全期間の平均値で「オカミドリ」よりやや劣ったが，「ハルジマン」の放牧適性は最終年の最終放牧後の基底被度などからみて「オカミドリ」に劣ることはないと判断された。

7）飼料成分

北海道農試での系統適応性検定試験の試験区における1999年各番草からのサンプルに関する飼料成分（CP，ADF，NDF，OCC，OCW，OaおよびOb）のデータをTable23に示した（多回刈適性試験の試験区からのサンプルデータ略)。番草平均では「ハルジマン」の各種飼料成分は「オカミドリ」と大差がないと判断された。しかしながら，

Table23. Chemical composition (%)

Composition	Crop	Harujiman	Okamidori
Crude protein (CP)	1st	8.7	8.0
	2nd	7.5	7.6
	3rd	7.8	8.7
	Mean	8.0	8.1
Acid detergent fiber (ADF)	1st	35.6	33.6
	2nd	36.6	36.9
	3rd	32.1	34.4
	Mean	34.8	35.0
Neutral detergent fiber (NDF)	1st	62.6	59.2
	2nd	61.7	60.8
	3rd	55.0	57.9
	Mean	59.8	59.3
Organic cellular content (OCC)	1st	29.8	33.5
	2nd	27.4	27.8
	3rd	35.0	32.8
	Mean	30.7	31.3
Organic cell wall (OCW)	1st	61.4	57.8
	2nd	60.7	60.9
	3rd	55.5	57.9
	Mean	59.2	58.8
Organic a fraction(Oa) (high digestible fiber)	1st	14.8	12.1
	2nd	6.8	9.6
	3rd	7.2	5.7
	Mean	9.6	9.1
Organic b fraction(Ob) (low digestible fiber)	1st	46.6	45.7
	2nd	53.9	51.3
	3rd	48.3	52.2
	Mean	49.6	49.7

Sampled at Sapporo in 1999.

Table24. Some morphological characters in spaced planting (Sapporo, 1998)

Cultivar	Plant type[1)]	Leaf length(cm)	Leaf width(mm)	Plant height(cm)	Culm length(cm)	Panicle length(cm)	Culm thickness(mm)	No.of panicles per plant
Harujiman	3.1*	30.6	12.9a	140.7	116.1	20.0	4.2	100.9
Okamidori	1.9	31.8	11.2b	146.1	120.0	20.5	4.2	98.9

[1)] Rated on a scale of 1 (erect) to 9 (prostrate).
*:Significant difference (P=0.05) by l.s.d. in comparison with " Okamidori".

Table25. Seed yield and its related characters in Sapporo

Cultivar	Seed yield (kg／a)	No. of panicles (／m²)	Seed weight per panicle (g)	1,000 kernel weight (g)
Harujiman	7.5	372	0.42	0.995
Okamidori	7.5	326	0.45	1.008

「ハルジマン」は「オカミドリ」と比較して，３番草ではADFの値が低く， OCCやOaの値が高く，飼料成分に優れていた。

８）形態的特性

北海道農試における個体植試験で観察された形態的特性をTable24に示した。「オカミドリ」と有意差があったのは，草型，葉身幅であった。「ハルジマン」は「オカミドリ」と比較して，草型は“ややほふく型”で葉身幅が広く草丈が低い。その他，稈長はやや短く，穂長，茎の太さは同じである。１個体あたり穂数はやや多い。

形態的特性の系統内個体変異について，「ハルジマン」と「オカミドリ」の２品種間で標準偏差に有意な差がみられたのは草型のみであった。このことから，「ハルジマン」の形態的形質の個体変異は正常な範囲にあった（データ略)。

９）採種性

採種量および採種に関連する形質をTable25に示した。「ハルジマン」の単位面積当たり穂数は「オカミドリ」より多いが，1穂の種子重はやや少なかった。このことから「ハルジマン」は穂数型であった。1,000粒重には大差がみられなかった。精選種子生産量については，「ハルジマン」は「オカミドリ」と同程度であった。 以上のことから，「ハルジマン」の採種性は，「オカミドリ」と同程度であり，“良”と判断された。

Ⅳ．考　　察

オーチャードグラスはわが国では広く栽培されている基幹イネ科牧草であり，公的機関で積極的な育種の取り組みが行われ，これまでに８品種が育成されている。このうち４品種，「キタミドリ」，「オカミドリ」，「ワセミドリ」および「トヨミドリ」は北海道や東北北部の寒地，寒冷地向けとして育成されたものである。また，海外導入品種や民間育成品種も流通しており，４つの公的育成品種とともに北海道優良品種として認定されている。「ハルジマン」は耐病性や春の草勢に優れ，「オカミドリ」よりやや多収性を示す品種であり，2001年に命名登録され，同年に北海道優良品種として認定された。

北海道農試（現北海道農研）では耐寒性と多収性を主たる育種目標として，これまで育種を進めてきた。「オカミドリ」は耐寒性に優れる品種として1976年に育成されたものである（宝示戸ら1985）が，「ハルジマン」は「オカミドリ」とほぼ同じ出穂期に属する。北海道東部地方を中心によく発生するオーチャードグラスの冬枯れは，雪腐菌大粒核病(Sclerotinia borealis)による害と凍結害が主な原因であり，これらが相互に関係しあっている（能代・平島1978, Koseki and Noshiro1985, Shimada et al. 1993)。「ハルジマン」は雪腐大粒菌核病への耐病性について「オカミドリ」より優れていた。また，天北農試における越冬性の観察結果や北海道農試での接種試験から雪腐黒色小粒菌核病(Typhula ishikariensis)にも抵抗性であるこ

とが明らかになった。一般に種々の雪腐病菌に対する抵抗性間には平行的な関係が存在することが多いという報告（Jamalainen 1974, Tromsmo, 1993）があり，「ハルジマン」の場合もこのことを裏付けている。しかし，越冬性ストレスのもう一つの因子である耐凍性について，根釧農試の耐寒性検定や北海道農試の幼苗における耐凍性検定では，「オカミドリ」と比較すると同程度かやや劣り，耐凍性への選抜効果は不十分であった。構成栄養系の一つに高消化性個体から選抜された栄養系が含まれているが，北見農試におけるデータから越冬性に劣っていた。高消化系統の選抜に伴いリグニン含量が低下し，その結果，耐寒性が低下することがよくみられる(Casler2001)。この栄養系が含まれていることが，今回の結果になったものと推察される。しかしながら，「ハルジマン」の越冬性は根釧農試や北見農試の系統適応性検定試験の越冬性データなどから総合的にみて「オカミドリ」と同程度であると判断された。耐凍性についてはロシアで育成された品種やエコタイプに優れているものが多い(Nakayama and Abe 1996, Nakayama et al. 1998, Takai and Nakayama submitted)ことが明らかになり，現在これらの遺伝資源を育種の材料として積極的に取り入れている（Yamada et al. submitted)。

「Kay」や「Glorus」は耐寒性に優れた品種であるが，これらの品種は秋の生長が早く停止し，秋の収量が極端に低い。「ハルジマン」も「オカミドリ」よりは３番草の収量性にやや優れるが，その絶対収量は低い。越冬ストレスへの抵抗性(耐凍性と雪腐病抵抗性）と晩秋の伸長性との間に強い負の相関が認められている（Nakayama et al. 1997)。また，嶋田(1982)は雪腐大粒菌核病の被害によりほとんど裸地化した草地から選抜した系統は雪腐病や耐寒性には優れるが秋の生育は低いことを報告している。越冬性について強く選抜するとチモシーのように秋の収量が低下し，オーチャードグラスのメリットが生かされない。ヨーロッパにおけるエコタイプの研究からも，北方圏のノルウエーの系統は春～夏に生育し，秋から休眠にはいる。一方，地中海沿岸のエコタイプは夏に休眠し，秋～冬でも生育する（Eagles 1967)。越冬性はエコタイプが生育する緯度と関係し，高緯度地帯で収集されたエコタイプほど越冬性に優れる(Cooper 1964)。緯度的には北海道はヨーロッパと比較すると中緯度に位置しながら冬季の寒さが厳しい。そのため，これまで耐寒性の遺伝資源として導入した多くの品種・系統は高緯度で育成されたものが多いため，秋の早い段階の比較的長日条件ですでに越冬態勢に転換し秋の牧草収量が低い水準にとどまる。阿部(1986)が指摘しているように，休眠開始時期が遅く，一度休眠状態に入れば急速に越冬態勢を強めるような品種が理想であろう。このようなことを考えれば，比較的低緯度である東欧などで育成された品種・系統の利用を積極的に検討する必要がある。また，既存品種の耐寒性水準を維持しつつ秋にも生育できる系統の育成のためには，越冬性には非常に劣る地中海型エコタイプなどの遺伝資源から特定な形質を導入する試みについても検討する価値があると考えられる。

「ハルジマン」は葉枯れ性病害に「オカミドリ」より耐病性であった。すじ葉枯病や黒さび病に対する罹病程度を選抜基準として構成栄養系を決定しており，その選抜効果があらわれたと推察される。黒さび病抵抗性遺伝子は優性な単一遺伝子であること（Tajimi 1974）から選抜は容易であると考えられるが，すじ葉枯病抵抗性についてはその遺伝様式がまだ明らかではない。晩生や極晩生品種に雲形病やすじ葉枯病などの葉枯性病害に耐病性のものが多く，また，亜種のssp. himalayensisでは極強の抵抗性を示す（杉田ら1987, 池谷と江柄1983)。「ハルジマン」の耐病性レベルは“やや強”でまだ改良する余地があり，極晩生品種や亜種のssp. himalayensisからの抵抗遺伝子の取り組みついては引き続き検討する必要がある。

「ハルジマン」の収量性は北海道の系統適応性検定試験地の全場所平均で「オカミドリ」比で103であり,その改良程度は小さかった。「ハルジマン」の育成では後代検定を省略した育種法が採用され，優良栄養系を表現型で選抜して数多くの交配組み合わせを作り，その中から能力に優れた系統を選抜して新品種にするというものである。一般に後代検定を実施するとその評価に２～３年は必要とし，さらに試験の精度も要求される。このため，栄養系の表現型の成績から合成品種の親を選定する手法は時間や労力を軽減できる意味ではその意

義は高く，これまでオーチャードグラス「トヨミドリ」(中山ら 2002)，メドウフェスク「トモサカエ」(大同ら1989)，トールフェスク「ホクリョウ」(川端ら1972) などで成果があげられている。これらの育成品種の場合，収量についても改良されていることから，収量に関与する比較的遺伝率の高い形質を表現型で選抜したことにより間接的に収量性に対する組み合わせ能力の高い親栄養系を選抜したものと推測される（古谷1990)。しかしながら，収量など一般的に遺伝率の低い形質の選抜には表現型のみによる１回だけの選抜では限界があり，多収性をめざすには，選抜を繰り返す表現型循環選抜が効果的であろう(Breese and Hayward 1972, Barton 1992)。

これまでイネ科牧草では，半兄弟後代検定法がよく利用され，構成栄養系が選定され，合成品種として育成されることが多かった。「オカミドリ」もこの育種法で育成されているが，最初の品種として育成するには効果的であるが，第２，第３の後続品種としてより優れた（たとえば多収）品種の育成には効率的な手法ではないとされている(Breese and Hayward 1972, Vogel and Pedersen 1993)。１回の後代検定の選抜ではその改良効果が少なく，後代検定を組み入れた循環選抜法が効率的であると考えられ，多くの他殖性イネ科牧草でその改良の効果が認められている(Vogel and Pedersen 1993, 山田ら1999, 山田ら2001)。選抜を繰り返すことにより近交係数が高まることが予想されるが，特定の品種，系統，家系由来の個体にならないように配慮すれば，近交による問題が回避でき，選抜を数回繰り返すことによる優良遺伝子が集積，固定され集団の改良が期待できる。また，オーチャードグラスは四倍体であるところから二倍体草種よりはその問題は少ないと考えられる。いずれにせよ，今後労力や時間の節約を図りながら，効率的な選抜ができる育種法についてはさらに検討する必要がある。

これまでの牧草育種は収量性に重点を置いた取り組みが行われてきているが，飼料品質の改良は今後いっそう重要な育種目標になると思われる。Casler(2001)はその総説で，１％乾物消化率を増加させると3.2%の日増体量が期待できるとしている。わが国でもオーチャードグラスで雑賀(1981)が，チモシーで古谷(1987)がそれぞれ，乾物消化率に関する育種法を確立し，高消化性品種育成の可能性を示している。乾物消化率についての選抜効果は選抜サイクルあたり１～４％であり，その選抜効果は収量に関する選抜効果より高いといわれている（Casler 2001)。「ハルジマン」の飼料成分は番草平均では「オカミドリ」と同程度であったが，三番草ではやや優れている傾向がみられた。このことは夏から秋に発生するすじ葉枯病などに本品種が耐病性であることが関与していると考えられる。また，雑賀(1981)が乾物消化率で選抜した栄養系が構成栄養系の一つとして含まれている。高品質化と収量性や耐寒性などには負の相関があるとされてきた。しかしながら，バミューダグラスでは品質とともに収量も飛躍的に増加している成果が報告されている(Hill et. al. 1993)ように，繰り返して選抜することにより高品質でかつ多収な品種の育成も可能であると考えられる(Casler 2001)。

「ハルジマン」の出穂は，「オカミドリ」と同じ“中の晩”に属する。オーチャードグラスは一般にはチモシーより早く出穂し，５月下旬～６月上旬が出穂始であり，早生から極晩生まで約２週間の幅がある。一方，チモシーはオーチャードグラスより10～20日遅れて出穂し，極早生から晩生まで約25日間の幅がある。“中の晩”の「ハルジマン」の出穂始はチモシーの極早生品種より出穂始が２～３日早く，早生品種と比較すると10日程度早い。中生～晩生のオーチャードグラスは収量性に優れていることから，最も利用されているチモシー早生品種と組み合わせることにより，草地における刈取り適期が広がり，収穫のピークを分散させることが可能になる。最近では，北海道における草地ではチモシーの割合が高い。そのため，今後自給飼料の増産を図るにはチモシー草地にオーチャードグラス草地，特に収量の高い中生～晩生品種の草地が必要であると考えられる。今後，「ハルジマン」とチモシー早生品種を組み合わせた草地で高品質な自給飼料生産ができることを期待したい。

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および東北北部である。普及見込み面積は20,000haである。今後種子の供給に伴い「オカミドリ」に置き換える。現在，家畜改良センター十勝牧場で増殖中であり，その後，海外増殖を経て市販される。

採草・放牧に利用できる。北海道東部のオーチャードグラス冬枯れが発生しやすい地帯では冬枯れ対策（晩夏の施肥，危険帯前後の刈取り）を励行する。

Ⅵ．謝　　辞

圃場試験は松谷義春氏（退職），皆川充氏，菊池勝氏，花久一則氏，森下春雄氏の協力のもとで実施された。系統適応性検定試験，特定検定試験，地域適応性検定試験は以下の場所（試験実施終了年の名称），担当者（試験実施当時在籍）により実施された。担当していただ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

北海道立天北農業試験場：佐藤尚親、竹田芳彦，大原益博，井内浩幸，中村克己

北海道立畜産試験場：伊藤憲治，堤光昭，澤田嘉昭

北海道立北見農業試験場：鳥越昌隆、吉澤　晃，佐藤公一，玉置宏之，下小路英男（協力場所）

北海道立根釧農業試験場：澤田嘉昭，牧野　司，山川政明

青森県畜産試験場：佐藤義人，小野博之，橋本俊明

山形県農業研究研修センター：石黒明裕，高橋徹弥，瀬川薫

特性検定試験場所

耐寒性検定試験：北海道立根釧農業試験場：藤井弘毅，澤田嘉昭，山川政明

耐雪性検定試験：新潟県農業総合研究所作物研究センター：服部誠，吉川力，田村良浩

放牧適性検定試験：北海道立畜産試験場：堤　光昭

地域適応性試験場所

家畜改良センター十勝牧場：中井征夫，岡村幸雄，早坂　純，渡部勝美，茶畑篤史，澤石秀，柴田一夫

家畜改良センター新冠牧場：星光雄，佐々木美樹子

本報告の作成に当たっては農業技術研究機構北海道農業研究センター作物開発部長山口秀和博士に校閲していただいた。ここに記して感謝する。

Ⅶ．摘　　要

オーチャードグラス新品種「ハルジマン」(旧系統名：「北海26号」) は，農林水産省北海道農業試験場草地部イネ科牧草育種研究室（現　独立行政法人農業技術研究機構北海道農業研究センター作物開発部イネ科牧草育種研究室）で育成された。「ハルジマン」は2001年10月にオーチャードグラス農林合９号として命名登録された。また，同年，北海道奨励品種として採用された。「ハルジマン」は７栄養系の合成品種で，構成栄養系の由来は，カナダの品種「Kay」から２つ，UJNR導入系統(インド，旧ソ連）から１つずつ，消化率選抜及び多交配後代から１つずつ，オランダの品種「HD-4」から１つである。

「ハルジマン」の特性は以下の通りである。

１．出穂始は系統適応性検定試験における北海道の場所平均で６月４日で「オカミドリ」より１日遅く，“中生の晩”に属する。

２．越冬性は「オカミドリ」と同程度，春の草勢はやや優れ，“強”である。雪腐大粒菌核病抵抗性は「オカミドリ」より優れ“強”，耐寒性は「オカミドリ」と同程度かやや劣り“中～やや弱”である。以上，越冬性を総合的に判断すると，「オカミドリ」と同程度である。

３．収量性は「オカミドリ」と同程度かやや多収で，１番草の収量性は「オカミドリ」より優れる。

４．多回刈での収量性は「オカミドリ」よりやや優れる。

５．葉枯れ性病害に抵抗性を示し，すじ葉枯病，雲形病，黒さび病に「オカミドリ」より耐病性で“やや強”である。

６．収量性からみた永続性は「オカミドリ」と同程度である。

７．マメ科牧草（アルファルファ，アカクローバ，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。

８．採食程度は「オカミドリ」よりやや低いが，最終放牧後の基底被度などから放牧適性は「オ

カミドリ」と同程度である。

９．飼料成分は番草平均では「オカミドリ」と同程度であるが，３番草ではやや優れた。

10．草型は「オカミドリ」より“ややほふく型”を示し，葉身幅が広く草丈が低い。

11．採種性は「オカミドリ」と同程度で，“良”である。

適応地域は北海道全域および東北北部。種子の供給に伴い，「オカミドリ」に置き換える。採草および放牧に利用できる。

Ⅷ．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）Breese, E.L. and M.D. Hayward (1972) The genetic basis of present breeding methods in forage crops. Euphytica, 21, 324-336.

３）Burton, G.W. (1992) Recurrent restricted phenotypic selection. Plant Breeding Reviews, 9, 101-113.

４）Casler, M.D. (2001): Breeding forage crops for increased nutritional value. Advances in Agronomy, 71, 51-107.

５）Cooper, J.P. (1964): Climatic variation in forage grasses. I. Leaf development in climatic races of Lolium and Dactylis. J. Appl. Eco. 1, 45-61.

６）大同久明，寺田康道，宝示戸貞雄，荒木博，杉田紳一，伊藤公一，雑賀優，阿部二朗(1989)：メドウフェスクの新品種「トモサカエ」の育成とその特性.北海道農試研報, 152, 19-31.

７）Eagles, C.F. (1967): The effect of temperature on vegetative growth in climaticraces of Dactylis glomerata in controlled environments. Ann. Bot., 31, 31-39.

８）古谷正道(1987)：チモシー育種におけるin vitro乾物消化率の選抜に関する研究．北海道立農試報告, 63, 1-68.

９）古谷政道(1990)：牧草におけるヘテローシス育種の現状と問題点－合成品種におけるヘテローシス利用－．育種学最近の進歩, 31, 14-25.

10）宝示戸貞雄，後藤寛治，森行雄，川端習太郎，雑賀優，阿部二朗，鈴木茂，窪田文武，荒木博(1985)：オーチャードグラスの新品種「オカミドリ」の育成とその特性，北海道農試研報，143,23-48.

11）Hill, G.M., Gates, R.N., and Burton, G. W. (1993) Forage quality and grazing sterr performance from Tifton 85 and Tifton 78 Bermudagrass pastures. J. Anim. Sci., 71, 3219-3225.

12）池谷文夫，江柄勝雄(1983)：Dactylis属導入品種・系統にみられた雲形病および条葉枯病罹病程度の変異．日草誌，29（別），107-108.

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

14）川端習太郎，後藤寛治，森行雄，雑賀優，鈴木茂，阿部二朗，高瀬昇(1972)：トールフェスクの新品種「ホクリョウ」および「ヤマナミ」について．北海道農試研報，103，1-22.

15）Koseki, J. and Noshiro, M., (1985): Winter hardiness of grassess and its enhancement. JARQ, 18, 215-221.

16）Nakayama, S. and Abe, J. (1996): Winter hardiness in orchardgrass (Dactylis glomelata L.) populations introduced from the former USSR. J. Japan. Grassl. Sci., 42, 235-241.

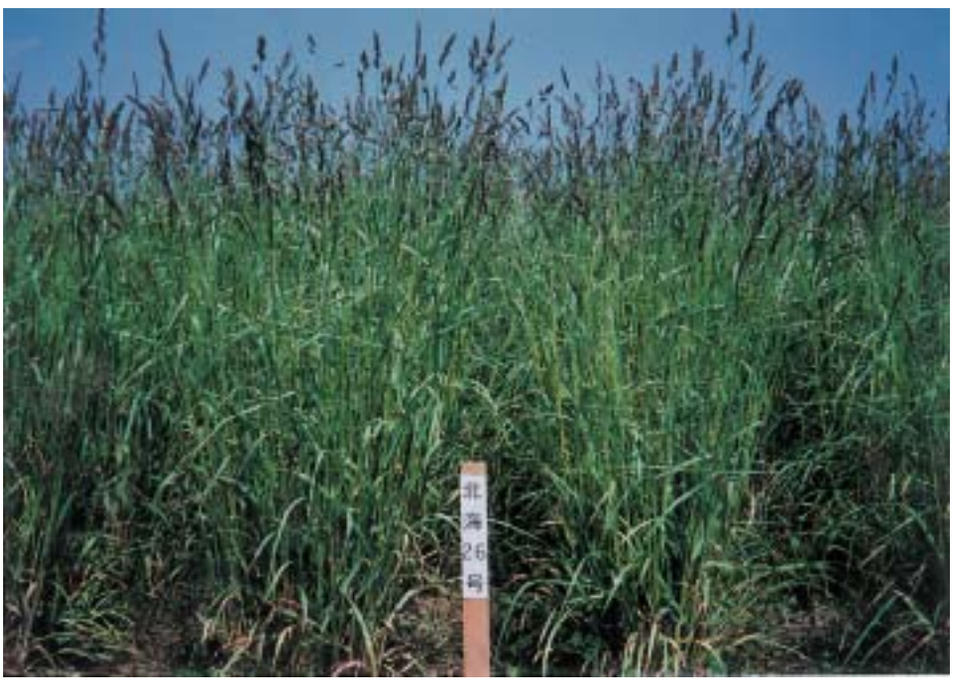
17）Nakayama, S. Daido, H. and Abe, J.(1997): Winter hardiness and growth at low temperature in European varieties of orchardgrass (Dactylis glomelata L.). J. Japan. Grassl. Sci. , 43, 224-230.

18）Nakayama, S., Uchiyama, K. and Takai, T. (1998): Winter hardiness in orchardgrass populations collected in the St. Petersburg region. Misc. Pub. Hokkaido Natl. Agric. Exp. Stn., 56, 93-101.

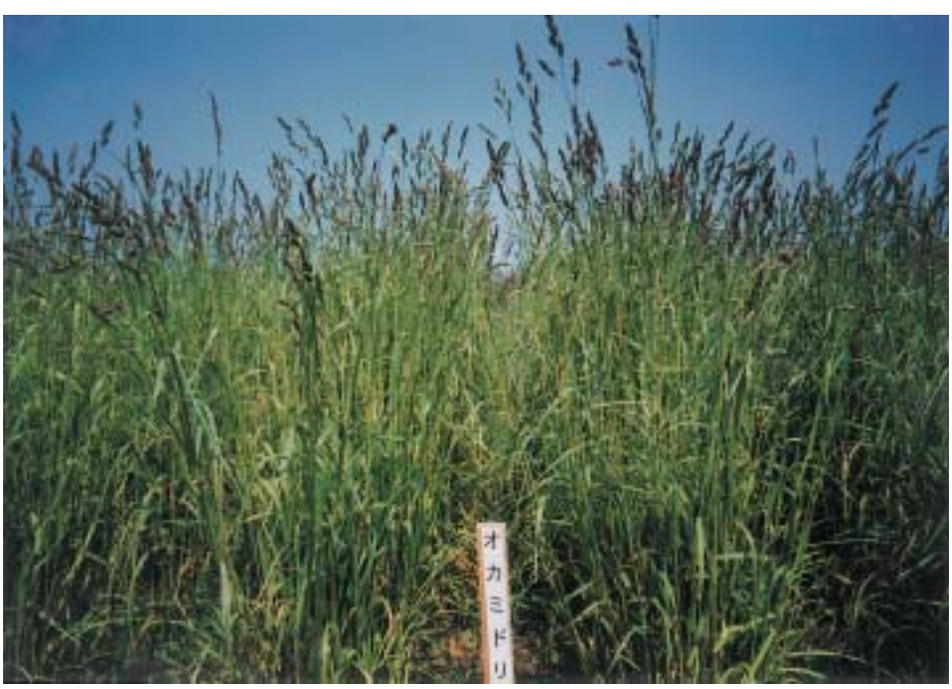
19）中山貞夫，寺田康道，大同久明，寶示戸貞雄，杉田紳一，荒木博，伊藤公一，阿部二朗，雑賀優，坂本努，池谷文夫(2002)：オーチャードグラスの新品種「トヨミドリ」の育種とその特性，北海道農研研報, 176,57-74.

20）能代昌雄，平島利昭(1978)：牧草の耐凍性に関する研究．１．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．日草誌，23, 289-294.
21）雑賀優(1981)：牧草オーチャードグラスの品質改良に関する育種学的研究.北海道農試研報, 129, 25-92.
22）嶋田徹(1982)：冬枯れ被害草地に残存した個体群から育成されたオーチャードグラス系統の耐冬性程度．日草誌， 28, 253-257.
23）Shimada, T., Shibata, S. and Masuyama, I. (1993): Meteorological factors responsible for winter injury of orchardgrass. J. Japan. Grassl. Sci., 39, 77-85.
24）杉田紳一，宝示戸貞雄，荒木博，大同久明(1987)：オーチャードグラスの雲形病抵抗性検定法の改善と選抜効果.北海道農試研報，147, 135-146.
25）Tajimi, A. (1973): Tetrasomic inheritance of stem rust resistance in orchardgrass. J. Japan. Grassl. Sci., 20, 26-30.
26）Takai, T. and Nakayama, S. (submitted) Tolerance to freezing and snow mold in germplasms of meadow fescue and orchardgrass introduced from former USSR. Misc. Pub. Natl. Agric. Cent. Hokkaido.
27）Tromsmo, A.M. (1993): Resistance to winter stress factors in half-sib families of Dactylis glomerata, tested in a controlled environment. Acta Agric. Scand. Sect. B, Soil and Plant Sci., 43, 89-96.
28）山田敏彦，杉田紳一，福沢昭文，横山紅子，保倉勝己，岸田諭俊，駒井文彦，菊島孝，小泉伊津夫(1999)：ペレニアルライグラス新品種「ヤツカゼ」の育成，山梨酪試研報 , 12, 1-24.
29）山田敏彦，杉田紳一，福沢昭文，横山紅子，保倉勝己，岸田諭俊，菊島孝，小泉伊津夫(2001)：ペレニアルライグラス新品種「ヤツユタカ」の育成，山梨酪試研報, 13, 1-23.
30）Yamada, T., Takai, T., Sanada, Y., Chapurin, V.F. and Nakayama, S. (submitted): Comparison of the filed performance of cultivars and strains in orchardgrass (Dactylis glomerata L.) at the two locations, St. Petersburg and Sapporo. Misc. Pub. Natl. Agric. Cent. Hokkaido.
31）Vogel, K.P. and J.F. Pedersen (1993): Breeding systems for cross-pollinated perennial grasses. Plant Breeding Reviews, 11, 251-274.



'Harujiman'



'Okamidori'

Photo 1. Plants heading stage (June 15th 2000, Hokkaido Natl. Agric. Exp. Sta)

[Res. Bull. Natl. Agric. Res. Cent. for Hokkaido Reg. 177, 15−36 (2002)]

Breeding of Orchardgrass 'Harujiman' and its Characteristics

Toshihiko YAMADA, Sadao NAKAYAMA[1], Yasumichi TERADA[1], Sadao HOJITO[2], Hisaaki DAIDO[3], Tomoyuki TAKAI, Hiroshi ARAKI[2], Koichi ITO[4], Yasuharu SANADA and Shin-ichi SUGITA[3]

Summary

'Harujiman', a new cultivar of orchardgrass (Dactylis glomerata L.), was developed by the Hokkaido National Agricultural Experiment Station, Sapporo, Japan (present, National Agricultural Research Center for Hokkaido Region) and was registered as Norin Synthetic No. 9 of orchardgrass by the Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries in 2001.
It was also recommended by the Hokkaido Prefectural Government in 2001.

Source and method of breeding:

'Harujiman' was bred as a synthetic using seven clones, which were selected from a basic breeding population, consisted of 648 superior clones based on winter hardiness, disease resistance and plant vigor. The origin of parental clones was as follows: cl. 1725 and cl. 2664 were derived from Canadian cultivar, 'Kay', cl. 1845 and cl. 1859 from P.I. 308793, the Indian strain and P.I. 315417, the former USSR strain which were introduced under a program of UJNR (U.S. - Japan Co-operative Program in Natural Resources), cl. 1708 from polycrossed progeny of cl. 372, cl. 2407 from polycrossed progeny of high digestible plants and cl. 2919 from Dutch cultivar 'DH-4'.

Characteristics:

'Harujiman' is a medium late flowering cultivar as same as 'Okamidori'. The date of ear emergence was one day later than 'Okamidori' in Hokkaido region (4th June, in average). 'Harujiman' shows same level of winter hardiness as winter hardy cultivar, 'Okamidori'. It has better snow endurance with good plant vigor in early spring than 'Okamidori' in the northern and eastern Hokkaido areas. 'Harujiman' is more resistant to the main leaf diseases such as leaf streak caused by Scolecotrichum graminis, scald caused by Rhynchosporium orthosporum and stem rust caused by Puccinia graminis than 'Okamidori'.

'Harujiman' showed 3% higher dry matter yield than 'Okamidori' at the average for 3 years in Hokkaido region. Its yield at the first crop was 6% higher than 'Okamidori' at the average of all experiments. 'Harujiman' shows higher spring performance than 'Okamidori' due to good recovery from winter injury.

Its grazing adaptability is nearly as good as that of 'Okamidori' and it also keeps good mixture ratio with forage legumes; alfalfa,

Present address:
1) Japan Grassland Farming & Forage Seed Association, Forage Crop Research Institute
2) The retired
3) National Institute of Livestock and Grassland Science
4) National Agricultural Research Center for Tohoku Region

red clover and white clover as 'Okamidori'. Forage quality of 'Harujiman' is almost same as 'Okamidori, however, for 3rd crop 'Harujiman' is slightly superior to 'Okamidori'. Leaf disease resistance of 'Harujiman' seems to contribute to such better forage quality. 'Harujiman' is more prostrate type, wider leaf width and lower plant height than 'Okamidori'. Seed production of 'Harujiman' is similar to 'Okamidori', 750 kg／ ha at Sapporo in three years average.

Adaptation areas of 'Harujiman' are Hokkaido whole area and the northern Tohoku district. It can use for hay-making, silage and grazing.

Breeder seed:

Laboratory of Grass Breeding
National Agricultural Research Center for Hokkaido Region, Sapporo, 062-8555 Japan.