

オーチャードグラス新品種「はるねみどり」の育成とその特性

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 独立行政法人 農業・生物系特定産業技術研究機構 北海道農業研究センター 公開日: 2019-03-22 キーワード: 作成者: 眞田, 康治, 高井, 智之, 中山, 貞夫, 山田, 敏彦, 水野, 和彦, 大同, 久明, 田村, 健一 メールアドレス: 所属:
URL	https://doi.org/10.24514/00001335

オーチャードグラス新品種「はるねみどり」の育成とその特性
眞田 康治¹⁾, 高井 智之²⁾, 中山 貞夫³⁾, 山田 敏彦⁴⁾
水野 和彦⁵⁾, 大同 久明⁶⁾, 田村 健一¹⁾

目次

- [I. 緒言](#)
- [II. 育種目標, 育種方法ならびに育成経過](#)
- [1. 育種目標](#)
- [2. 育種方法](#)
- [3. 育成経過](#)
- [III. 特性](#)
- [1. 試験方法](#)
- [2. 試験結果](#)
- [IV. 考察](#)
- [V. 適地および栽培・利用上の留意点](#)
- [VI. 謝辞](#)
- [VII. 摘要](#)
- [VIII. 引用文献](#)
- [Summary](#)

平成18年2月22日原稿受理

- 1) 作物開発部イネ科牧草育種研究室 (現: 寒地飼料作物育種研究チーム)
- 2) 現: 長野県畜産試験場
- 3) 退職
- 4) 現: 北海道大学北方生物圏フィールド科学センター
- 5) 現: 畜産草地研究所
- 6) 現: 企画調整部 (現: 企画管理部)

[次へ進む](#)

オーチャードグラス新品種「はるねみどり」の育成とその特性

眞田 康治, 高井 智之, 中山 貞夫, 山田 敏彦,
水野 和彦, 大同 久明, 田村 健一

1. 緒言

オーチャードグラスは、収量性、施肥に対する反応性および環境適応性に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、マメ科牧草と混播した場合には良好なマメ科率を維持できる。さらに、刈取り後の再生に優れることから、寒地・寒冷地においては早春から晩秋まで長期間利用できる利点があり、採草と放牧との兼用で利用されることが多い。北海道農業研究センターでは、北海道から東北北部までの寒地・寒冷地向けの育種を行っており、これまでに農林登録品種として5品種を育成している。そのうち、「キタミドリ」と「オカミドリ」は、寒地・寒冷地の主力品種として現在でも広く栽培されている。

北海道におけるオーチャードグラスの全牧草種子流通量に占める割合は、1989年の14%から2003年は6%まで低下し、その栽培は年々減少傾向にある。その原因として、オーチャードグラスがチモシーより飼料品質が劣り、越冬性がやや劣ることが指摘されている。また、北海道における酪農家1戸当たりの飼養頭数は、2003年は94頭であり年々飼養頭数が増加する傾向にある。そのため、自給飼料生産のための労力不足から、刈取り回数の少ないチモシー栽培が増加する傾向にある。

一方、チモシーの採草利用への集約化は、収穫時期の集中とそれによる刈遅れを原因とする飼料品質の低下を引き起こしている。また、近年家畜の健康や畜産経営の低コスト化の観点から、放牧の導入が重要視され始めている(荒木2004)。そこで、収穫時期の分散のためには、出穂の早いオーチャードグラスを草地に導入して、チモシーなどと組み合わせる利用が有効である。また、放牧の導入を図るには、採草と放牧の兼用利用ができるオーチャードグラスの活用が効果的である。

オーチャードグラスの早生品種は、採草利用においては牧草の中で最も早く1番草を収穫できるので、チモシーあるいはオーチャードグラスの中・晩生品種との利用体系が組み易い利点がある。既存の早生品種「ワセミドリ」は越冬性がやや劣るため、安定した生産のためには越冬性を改良する必要がある。一般に、越冬性に優れる品種は、秋季はより早く休眠に入り、夏以降の収量性が低くなることが知られている(阿部1986)。そのため、越冬性の改良を進めると1番草収量は増加するが、夏以降の生育が低下し、オーチャードグラスの利点が失われることになる。特に放牧利用においては季節生産性が平準であることが重要であるので、越冬性が優れる上に夏以降の収量性を維持した品種の育成が課題であった。

このような背景の中で、独立行政法人農業・生物系特定産業技術研究機構北海道農業研究センターでは、越冬性と再生に優れ、採草および放牧に利用できる寒地・寒冷地向けの早生品種の育成を目標に育種を進め、「はるねみどり」を育成した。2002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、「はるねみどり」は越冬性および春と秋の収量性が標準品種「ワセミドリ」より優れていることが認められ、2005年1月に北海道優良品種に認定されるとともに、同年9月にオーチャードグラス農林合10号「はるねみどり」として命名登録された。

「はるねみどり」は、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、育成に携わった研究者は7名である。基礎集団の評価と選抜は、中山、高井、大同

によって行われ、構成栄養系の決定と合成は中山、高井、水野によって、北育系統の評価と生産力検定予備試験は、山田、眞田、高井によって、生産力検定試験と育成地における各種特性評価試験は山田、眞田、高井によって行われた。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、田村が行った。

[次へ進む](#) [目次に戻る](#)

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・寒冷地に適する越冬性に優れる多収な早生品種を育成する。

[次へ進む](#) [前に戻る](#) [目次に戻る](#)

II. 育種目標, 育種方法ならびに育成経過

2. 育種方法

「はるねみどり」は、5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、「北育50号」から3栄養系、「北育45号」および「フロンティア」から各1栄養系である ([Table 1](#))。

[次へ進む](#) [前に戻る](#) [目次に戻る](#)

II. 育種目標、育種方法ならびに育成経過

3. 育成経過

「はるねみどり」の育成経過を[Figure 1](#)に示した。

(1) 構成栄養系の決定

1992年に49品種・系統3920個体で構成された基礎集団をシロクローバ混播で養成した。1993と1994年に年10回刈の超多回刈処理を実施して、1995年に再生に優れた225個体を選抜した。これらを3つに株分けして、225栄養系2反復の多回刈処理区および1反復の少回刈処理区を設けた。多回刈区は、1995年は5回、1996年は9回刈取った。少回刈区は、1995年と1996年ともに3回刈取った。1997年に刈取り後の再生と各時期の草勢に優れた5栄養系を選抜して、隔離交配温室において切穂水耕法で多交配し、「北育74号」の合成1代を採種した。1998年に合成1代を定植し、1999年と2000年に合成2代を採種した。構成栄養系の特性は、[Table 2](#)に示した。

(2) 育成系統の評価

「北育74号」の合成2代種子を用いて、1999年から2001年まで少回刈生産力検定予備試験を他の系統（日口栄養系多交配後代系統）とともに実施した。2000年から2002年まで、多回刈生産力検定予備試験を他の系統（北育75～77号）とともに実施した。2000年から2002年まで、品質評価試験を他の29品種・系統とともに実施した。その結果、「北育74号」の収量性が優れていたため[\(Table 3\)](#)、「北海29号」の系統番号を付して、耐寒性に優れる「北育63号」（「北海28号」）とともに系統適応性検定試験と特性検定試験の供試系統として選定した。

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

合成2代の種子を用いて、「北海28号」とともに2002年から2004年まで系統適応性検定試験、特性検定試験および地域適応性試験を実施した。また、北海道農業研究センターでは、生産力検定試験の他に、多回刈生産力、混播適性、採種性検定、個体植特性、飼料分析試験の各種試験を実施した。

[次へ進む](#) [前に戻る](#) [目次に戻る](#)

III. 特性

1. 試験方法

1) 供試系統

「はるねみどり」にあたる「北海29号」, 「北海28号」および「ワセミドリ」の3品種・系統を供試した。標準品種は「ワセミドリ」とした。データは, 「はるねみどり」と「ワセミドリ」についてのみ示した。統計処理は3品種・系統について実施して, 「はるねみどり」と「ワセミドリ」の間に有意差が認められた場合について表中に最小有意差 (LSD; 5%水準) 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 4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 5に播種年月日や施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実施された。農業試験場を農試, 畜産試験場を畜試, 山形県農業研究研修センターを山形農研と略記し, 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, 北海道内の5場所では2002年春播きで, 東北の2場所では2001年の秋播きで3年間実施された。地域適応性検定試験は, 2002年春播きで3年間実施された。調査法とその基準は, 「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。

3) 特性検定試験

(1) 耐寒性検定試験

耐寒性検定試験は, 根釧農業試験場で実施された。前述の3品種・系統に加えて, 耐寒性“強”で晩生の「グローラス」と耐寒性“やや強”で中生の「ケイ」を比較品種として供試した。2002年5月29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, 小型除雪機により実施して2月末まで積雪深を概ね10cm以下に保った。雪腐病防除には, フルアジナム剤を根雪前に10リットル/aの割合で散布した。

(2) 放牧適性検定試験

放牧適性検定試験は, 道立畜産試験場で実施された。2002年8月5日に, 播種量200g/aで播種し, 試験区は1区5m×6m (30m²) の散播で, 試験配置は5反復乱塊法とした。供試家畜は肉用種の育成牛で, 2003年は体重約350kgの牛を10頭, 2004年は体重約500kgの牛を9頭供試した。草丈30cm程度の時期に半日から1日の放牧を, 2003年と2004年ともに7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率 (乾物, %) を求めた。また, 放牧後に自走式フレールモアで掃除刈りを実施した。

4) 北海道農研における試験

(1) 耐凍性検定試験

1. 耐凍性の品種間差異の検定試験

1回目は2001年8月31日にペーパーポットに播種し温室内で育苗後、同年9月22日屋外に搬出し、同年12月5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。−2℃4時間植氷後、プログラムフリーザーで1時間当たり1℃降下させて温度5段階で凍結処理した。4℃で1晩解氷後、バーミキュライトに移植し、3週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(LT₅₀)を算出した。2回目は2003年8月26日にペーパーポットに播種し温室内で育苗後、同年9月19日屋外に搬出し、11月25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10個体の2反復とした。−3℃6時間植氷後、プログラムフリーザーで1時間当たり1℃降下させて温度5段階で凍結処理した。以後は、1回目と同様に実施した。

2. 時期別の耐凍性に関する試験

「はるねみどり」と「ワセミドリ」を2003年8月1日にペーパーポットに播種し9月2日に屋外に移動し、10月下旬から2週間隔で耐凍性検定を実施した。耐凍性検定の方法は試験1の2003年と同様である。

(2) 雪腐黒色小粒菌核病抵抗性検定試験

1. 雪腐黒色小粒菌核病接種試験

2001年9月4日にペーパーポットに1列14個体2反復で播種した。10月1日に屋外へ搬出し、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)を12月26日に接種し、深さ約50cmで埋雪した。接種後45日、60日および75日目に掘り出して温室に搬入し、3週後に再生草勢を調査した。

2. 圃場における雪腐黒色小粒菌核病抵抗性検定試験

2001年8月22日にペーパーポットに播種し温室内で育苗後、9月22日屋外に搬出した。10月10日に1区0.2m×0.2m、25個体2反復で圃場に定植した。イミノクタジン酢酸塩とトルクロホスメチルを処理し雪腐病を防除した試験区(防除区)と、イミノクタジン酢酸塩のみを処理して紅色雪腐病(*Monographella nivalis* (Schaffnit) Muller)のみを防除し、雪腐黒色小粒菌核病を発生させた区(発生区)を設けた。殺菌剤の散布は、11月27日に実施した。融雪後の2002年4月10日に再生草勢を調査した。

(3) 多回刈適性検定試験

2002年5月15日に200g/aで条播し、試験区は1区が条長4m×条間0.3m×4条(4.8m²)の4反復乱塊法とした。追肥量は、各刈取り後N-P₂O₅-K₂Oで0.3-0.23-0.3kg/aを施用した。刈取りは、1年目は4回、2および3年目は7回実施した。

(4) マメ科牧草との混播適性検定試験

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」を、アカクローバとの混播試験区では「ホクセキ」を、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。2002年5月25日にオーチャードグラスを200g/a、アルファルファとアカクローバをそれぞれ65g/a、シロクローバを50g/aの割合で散播した。試験区は、1区4m×1.2m(4.8m²)の4反復乱塊法とした。アルファルファ混播試験区とアカクローバ混播試験区は系統適応性検定試験と、シロクローバ混播試験区は多回刈生産力検定試験と同じ刈取り処理を行った。刈取り後の追肥量は、アルファルファ混播試験区とアカクローバ混播試験区は系統適応性検定試験

と、シロクローバ混播試験区は多回刈生産力検定試験と同量とした。

(5) 個体植による特性調査

2002年5月10日にペーパーポットに播種し温室内で育苗後、同年7月3日に圃場に定植した。試験区は、1区0.6m×0.8m、15個体で、4反復乱塊法とした。1年目は2回、2および3年目は3回刈払った。調査は、種苗特性分類調査（昭和53年）に従って実施した。

(6) 飼料成分の調査

飼料成分分析には、北農研の2003年（2年目）の生産力検定試験のサンプルを供試した。少回刈区と多回刈区から刈取り時に約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碎しさらにサイクロンミルで1mmメッシュを通して微粉碎した。多回刈区のサンプルは、各反復を番草ごとに混合した。

飼料分析は、一般成分について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、近赤外分光分析計により測定した。可溶性炭水化物は、北農研の高速液体クロマトグラフで分析した。家畜を用いた消化試験は、雪印種苗（株）北海道研究農場に委託して実施した。消化試験には、フィステルを装着したホルスタインを2頭供試した。

(7) 採種性検定試験

2002年6月5日に播種量50g/aで条播し、試験区は1区条長4m×条間0.6m×4条（9.6m²）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-P₂O₅-K₂Oで0.56-0.77-0.56kg/a、刈払い後に0.4-0.3-0.4kg/aを施用した。

[次へ進む](#) [前に戻る](#) [目次に戻る](#)

III. 特性

2. 試験結果

1) 早晩性

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出穂始めをTable 6に示した。「はるねみどり」の出穂始めは、場所・年次を通して「ワセミドリ」と同じか1日遅く、平均で5月27日であった。出穂期は、系適試験および個体植試験ともに「ワセミドリ」と同じか約1日遅かった（データ省略）。これらのことから、「はるねみどり」は「ワセミドリ」と同じ早生に属すると判断された。

2) 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 7に示した。「はるねみどり」の越冬性は、北海道内では2年目は北農研と根釧で、3年目は北農研と十勝牧場以外の場所で「ワセミドリ」より優れた。道立畜試では、2年目は「ワセミドリ」より劣ったが、3年目は優れており、2か年平均では同程度であった。東北の2場所では、1年目に2場所とも優れた以外は「ワセミドリ」と同程度であった。以上の結果から、「はるねみどり」の越冬性は「ワセミドリ」よりやや優れると判断された。

早春の草勢をTable 8に示した。「はるねみどり」の早春の草勢は、北海道内では多くの場所で2か年とも「ワセミドリ」より有意に優れた。東北では、各年次および3か年平均はいずれも「ワセミドリ」より優れた。以上の結果から、「はるねみどり」の早春の草勢は「ワセミドリ」より優れると判断された。

(2) 耐寒性

凍害区における萌芽程度は、2か年とも耐寒性“やや強”の「ケイ」と同程度で「ワセミドリ」より優れた（Table 9）。1番草乾物収量の対照区比は、2か年とも「ケイ」と同程度で「ワセミドリ」より優れた。このことから、「はるねみどり」の耐寒性は“やや強”と判定され、“やや強～中”の「ワセミドリ」より優れると判断された。

(3) 雪腐病抵抗性

2003年は雪腐大粒菌核病(*Myriosclerotinia borealis* (Bubak & Vleagel) Kohn)が発生した。雪腐病害区における「はるねみどり」の萌芽程度は、「ワセミドリ」より優れた（Table 9）。1番草乾物収量の減少程度は「ワセミドリ」より低かったが、「ケイ」より高かった。「ワセミドリ」の耐病性を“やや弱～中”，「ケイ」の耐病性を“やや強～強”として比較すると、「はるねみどり」の耐病性（雪腐大粒菌核病）は“やや強”と判断された。

2004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。2004年については、雪腐病害区における萌芽程度は「グローラス」より優れた（Table 9）。1番草収量の対照区比は「グローラス」と同程度であった。これらの結果から、「はるねみどり」の耐病性（雪腐黒色小粒菌核病）は“強”で、“やや弱～中”の「ワセミドリ」より優れると判断された。

2か年の結果を総合的に評価すると、「はるねみどり」の耐病性（雪腐病総合）は“強”で“や

や弱～中”の「ワセミドリ」より優れると判断された。

北海道農業研究センターにおける雪腐黒色小粒菌核病抵抗性検定試験の結果をTable 11に示した。「はるねみどり」は、接種および自然発生ともに「ワセミドリ」と同程度の抵抗性を示した。耐寒性検定試験の結果を併せて総合的に評価すると、「はるねみどり」の雪腐黒色小粒菌核病抵抗性は「ワセミドリ」と同程度かやや優れると判断された。

(4) 耐凍性

Table 10に各品種・系統の半数個体致死温度(LT₅₀)を示した。「はるねみどり」の半数個体致死温度は、「ワセミドリ」と同程度かやや低かったため、耐凍性は並みかやや優れると判断された。

Figure 2に秋季の耐凍性の変化を示した。「はるねみどり」の耐凍性は、10月下旬では「ワセミドリ」より有意に低かったが、11月下旬では「ワセミドリ」よりもやや高くなり、気温の低下とともに急速に耐凍性が高まった。

3) 耐病性

夏から秋にかけて北海道全域で発生するすじ葉枯病(*Cercosporidium graminis* (Fuckel) Deighton)罹病程度については、「はるねみどり」は発生に差異が認められた場所・番草の平均で「ワセミドリ」と大差はなかった(Table 12)。したがって、「はるねみどり」のすじ葉枯病抵抗性は、「ワセミドリ」並みの“やや強”と判断された。

黒さび病(*Puccinia graminis* Pers.:Pers subsp.*graminicola* Urban)は、北農研の10月にのみ発生が観察された。「はるねみどり」の黒さび病罹病程度は「ワセミドリ」より高く、黒さび病抵抗性は「ワセミドリ」よりやや劣り“やや弱”と判断された(Table 12)。

4) 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「はるねみどり」の「ワセミドリ」に対する乾物収量の比率をTable 13に示した。播種年を除く2, 3年目の合計収量は、北見農試において「ワセミドリ」比107で有意に高かった。その他の北海道内の系適および地適場所では、「ワセミドリ」比98～105で「ワセミドリ」と同程度からやや多収であった。年次別では、2年目は道立畜試を除いて「ワセミドリ」並みで道内系適平均は100であった。3年目は北見農試において有意に高く、北農研と新冠牧場ではやや高く、それ以外は「ワセミドリ」並みで道内系適平均は105であった。東北地域においては、青森畜試では3か年合計収量が「ワセミドリ」より有意に高く、山形農研では「ワセミドリ」比107でやや高く、特に1年目はそれぞれ111と114で多収であった。

番草別乾物収量の場所別平均をTable 14に示した。「はるねみどり」の1番草収量は、天北農試と地適場所以外は「ワセミドリ」より多収で、全場所平均は「ワセミドリ」比103であった。4番草は、北海道および東北の系適場所、地適場所のいずれも「ワセミドリ」より多収で、全場所平均は107であった。

2年目収量に対する3年目収量の比率(3年目収量の前年比)をTable 15に示した。「はるねみどり」の3年目収量の前年比は、北海道内では根釧農試を除いて「ワセミドリ」並みか高く、経年による収量の落ち込みは「ワセミドリ」より少なかった。

以上のことから、「はるねみどり」は年次と場所を通して「ワセミドリ」に比べて同程度かやや多収性を示し、特に春と秋の収量性が高い品種であると判断された。また、越冬中の損傷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) 多回刈適性

Table 16に北農研における多回刈試験の季節生産性について、1, 2番草の合計を春、3-5番草の合計を夏、6, 7番草の合計を秋の収量として示した。「はるねみどり」は、春と夏の収量は「ワセミドリ」と同程度であったが、秋の収量は3か年とも「ワセミドリ」より有意に高かった。3か年合計収量は「ワセミドリ」比103で同程度の収量であった。以上のことから、「はるねみどり」の多回刈適性は「ワセミドリ」と同程度であるが、特に秋の収量性が優れると判断された。

5) 混播適性

Table 17にマメ科牧草との混播適性試験におけるオーチャードグラスとマメ科牧草との合計乾物収量および乾物収量の比率によるマメ科率を示した。アルファルファとの混播適性試験においては、「はるねみどり」のアルファルファとの合計収量は、2か年とも「ワセミドリ」よりやや低かった。2年目の3番草以降、「はるねみどり」の1ブロックでアルファルファが消失し、マメ科率は3年目には「ワセミドリ」より低く推移した。3か年合計乾物収量と平均マメ科率は「ワセミドリ」に大差はなかったため、「はるねみどり」のアルファルファとの混播適性は「ワセミドリ」と同程度と判断された。

アカクローバとの混播適性試験においては、「はるねみどり」のアカクローバとの合計収量は、「ワセミドリ」と同程度で推移した。マメ科率は、3年目の4番草以外は「ワセミドリ」と同程度で推移し、20%前後の良好な割合を維持した。以上の結果から、「はるねみどり」のアカクローバとの混播適性は、「ワセミドリ」と同程度であると判断された。

シロクローバとの混播適性試験においては、「はるねみどり」のシロクローバとの合計収量は、年次を通して「ワセミドリ」よりやや高く推移した。マメ科率は、「ワセミドリ」と大差はなかった。以上の結果から、「はるねみどり」のシロクローバとの混播適性は、「ワセミドリ」よりやや優れると判断された。

6) 放牧適性

Table 18に年間を通して調査された2004年の利用率を示した。利用率の年平均は、「ワセミドリ」と同程度であった。植生は、シロクローバ被度と最終放牧後の基底被度のいずれも「ワセミドリ」と大差はなかった。以上の結果から、「はるねみどり」の放牧適性は「ワセミドリ」と同程度であると判断された。

7) 飼料品質

Table 19に北海道農業研究センターにおける系統適応性検定試験の各番草の飼料品質を示した。「はるねみどり」の飼料品質は、各成分とも各番草において「ワセミドリ」と同程度で、有意差はなかった。また、多回刈区でも同様に各成分とも「ワセミドリ」と同程度で推移した（データ省略）。以上の結果から、「はるねみどり」の飼料品質は「ワセミドリ」と同程度と判断された。

8) 形態的特性

Table 20に北海道農業研究センターにおける個体植特性試験の結果を示した。「はるねみどり」の形態的特性で、「ワセミドリ」との間に有意差がみられた形質はなかった。草型は“直立型”で、草丈、稈長、穂長、葉長は「ワセミドリ」よりやや短かった。

形態的特性の系統内変異について、標準偏差に有意差が認められたのは2003年の越冬性で、「はるねみどり」の標準偏差は「ワセミドリ」より小さく系統内変異は小さかった（データ省略）。

その他の形質については、有意差はなく「はるねみどり」の系統内変異は正常の範囲内であると判断された。

9) 採種性

採種性検定試験および採種関連形質について、[Table 21](#)に示した。「はるねみどり」の種子収量は、2003年は「ワセミドリ」より少なく2004年は「ワセミドリ」より多く、平均では「ワセミドリ」と同程度であった。1 m²当たりの穂数は、「ワセミドリ」が2004年に大きく減少したのに対して、「はるねみどり」はやや多くなった。10穂種子の調査では、1穂当たりの種子重と千粒重ともに「ワセミドリ」並みであった。以上の結果から、「はるねみどり」の採種性は「ワセミドリ」と同程度であり、「ワセミドリ」より年次間変動が小さいと判断された。

[次へ進む](#) [前に戻る](#) [目次に戻る](#)

IV. 考察

オーチャードグラスは、北海道において栽培面積は漸減傾向にあるが、今後もチモシーに次ぐ基幹草種として位置づけられると予測される。特に、コントラクターによる粗飼料の生産は、酪農経営の多頭化を背景に増大してゆくものと考えられる。コントラクターにおいては、安定経営のために年間を通して効率的に作業機械を稼働させる必要がある。オーチャードグラスは、チモシーに比べて再生に優れるので年数回の収穫が可能であることから、コントラクター向けに今後利用が増加すると予測される。また、オーチャードグラスの早生品種は、オーチャードグラスの中生および晩生品種より約1週、チモシーの早生品種より約2週早く出穂する。そのため、オーチャードグラスの早生品種は、中生および晩生品種あるいはチモシーとの利用体系が組み易い利点がある。したがって、オーチャードグラスの早生品種は一般酪農家およびコントラクターのいずれにおいても利用が拡大していくものと期待される。

早生である「はるねみどり」は、北海道と東北の各場所において越冬性と収量性が「ワセミドリ」並みか優れたので、北海道全域および東北北部に適応すると考えられる。「はるねみどり」の混播適性、放牧適性および多回刈における収量性は「ワセミドリ」と同程度であったので、「はるねみどり」は「ワセミドリ」と同様に採草と放牧の両方に利用できると考えられる。また、「はるねみどり」の3年目の収量は「ワセミドリ」より高く、経年による収量低下が少なかった。北海道におけるオーチャードグラスの収量低下は主として冬枯れに起因しており、越冬中の凍結害や雪腐病などの冬季傷害が関連している(能代・平島1978)。「はるねみどり」は耐寒性および耐病性(雪腐病)に優れるので、冬季傷害による収量の低下が少なく、この点からも安定経営に貢献できるものと考えられる。一方、「はるねみどり」は早春と秋の生育が優れるので、放牧利用した場合は「ワセミドリ」より春の放牧開始が早く、かつ秋遅くまで利用可能なので「ワセミドリ」より長期間利用できる利点がある。そのため、「はるねみどり」の利用は、放牧の導入による畜産経営の低コスト化に貢献できるものと考えられる。

これらの点から、「はるねみどり」を採草および放牧用品種として「ワセミドリ」に置き換えて普及することにより、北海道および東北北部の畜産経営の安定化に貢献できるものと考えられる。オーチャードグラスの早生品種としては、1968年に北海道農業試験場(当時)で育成された「キタミドリ」が現在も広く栽培されており、2002年には約30 tの種子が海外採種されている。系統適応性検定試験では、青森畜試で比較品種として「キタミドリ」が供試されており、「はるねみどり」は3か年合計収量で「キタミドリ」比104とやや多収であった(データ省略)。「ワセミドリ」の越冬性とすじ葉枯病抵抗性は、過去の試験成績から「キタミドリ」より優れるので、越冬性が「ワセミドリ」よりやや優れる「はるねみどり」を「キタミドリ」に置き換えることは可能である。今後、速やかに「はるねみどり」の普及を進め、「キタミドリ」との置き換えを図る必要がある。

「はるねみどり」は、越冬性が優れる上に秋の伸長性にも優れており、これまでの越冬性に優れた品種とは異なる生育特性を示した。「はるねみどり」のような生育特性は、これまで提唱されてきた北海道におけるオーチャードグラスの理想的な生育型と一致する(阿部1986)。これまでに知られている越冬性に優れた品種は、北欧やロシアなど高緯度で育成された品種が多い

(NAKAYAMA and ABE 1996, NAKAYAMA et al. 1997)。高緯度で育成された品種は、北海道のような中緯度で栽培した場合は夏以降短日条件に反応して、生育適温であるにもかかわらず生育

量が低下し、早期に休眠に入ることが知られている (EAGLES 1967, 阿部1986)。「はるねみどり」は、高緯度の育種素材を利用していないので日長感応性は低いと考えられ、気温の高い10月中旬まで生育を続けたことから、日長よりも温度に対する感応性が高いものと推察される。このことは、秋季の耐凍性の調査の結果、気温の高い10月下旬までは耐凍性は「ワセミドリ」より低い、その後気温の低下にともなって急速に耐凍性が高まったことから示唆される。秋から冬にかけての気温低下にともない植物が耐凍性を増大させる現象をハードニングと呼ぶが (酒井 1982)、「はるねみどり」と「ワセミドリ」はハードニングの経過が異なった。「はるねみどり」は、特に低温に対しての感受性が高く、ある温度以下になるとハードニングが急速に誘導されるものと考えられる。イタリアンライグラス (田瀬・小林1996) やペレニアルライグラス (FULLER and EAGLES 1980) では、耐凍性の高い品種ほどハードニングが誘導される閾値温度が高いことが明らかになっている。「はるねみどり」の耐凍性は「ワセミドリ」よりやや高かったが、ハードニング誘導の閾値温度は「ワセミドリ」より低いと考えられるので、従来の知見とは異なる結果が得られた。このことから、今後の品種育成に当たっては、ハードニング誘導の閾値温度が低い上に、耐凍性が高くその上昇も速いことが目標になる。なお、ハードニングには温度や日長など様々な要因が関係しているので (FULLER and WILLIAMS 1992)、オーチャードグラスのハードニング機構の解明にはさらに生理学的な調査が必要である。イネ科牧草ではハードニングから越冬の期間中には、糖代謝が変化しこれが耐凍性などの変化に関連していることが知られている (MORIYAMA et al. 1995, MORIYAMA et al. 2003)。また、コムギではフルクタンや単少糖類の含量や組成と耐凍性および雪腐病抵抗性が密接に関連している (YOSHIDA et al. 1988)。「はるねみどり」は越冬性や雪腐病抵抗性が優れていたが、これについて糖代謝などが関連していると考えられる。今後は、高度越冬性品種育成のために越冬前後の糖代謝などの生理的特性を解明する必要がある。

「はるねみどり」は、当初放牧専用品種の育成を目標に育種が開始され、選抜に当たって春から秋までの各時期の草勢が優れ、季節生産性が平準であることが指標とされた。その結果として、春の萌芽が良好で夏から秋の生育にも優れた栄養系が構成親として選抜され、これらから合成された「はるねみどり」は系統適応性検定試験が実施された各地で夏から秋にかけて良好な生育を示している。このように、春と秋の草勢による選抜は、季節生産性についてある程度の選抜効果が認められた。しかし、4番草収量は年間収量の約15%であり、年間合計収量への寄与は小さかった。今後年間を通して多収性を目指す場合、「はるねみどり」以上の越冬性を持ち、2番草以降も多収性を維持できる品種を育成する必要がある。北海道と緯度がほぼ同じである南および東ヨーロッパ原産の品種は、越冬性は北農研育成品種よりも劣るが夏および秋の伸長性が優れることが知られている (NAKAYAMA et al. 1997)。また、フランスなどヨーロッパ原産のエコタイプの中に、北農研育成品種と同程度の越冬性を示し夏および秋の草勢にも優れる系統が見出されている (眞田ら2005)。これらの遺伝資源は、秋季伸長性の改良の育種素材として有望であり、越冬性に優れた素材と組み合わせることで育種を進めることが効果的であると考えられる。アルファルファでは、アメリカ合衆国アイオワ州において非休眠型品種を越冬性で3回循環選抜することにより、秋の収量性を低下させることなく越冬性を向上させている (WEISHAAR et al. 2005)。したがって、オーチャードグラスについても、夏以降の伸長性と越冬性について循環選抜により「はるねみどり」以上の性能を持った品種の育成が可能であると考えられる。

「はるねみどり」の育成に当たっては、表現型による選抜が1回行われたのみで、収量性についての一般組み合わせ能力による選抜は行われていない。そのため、収量性は「ワセミドリ」に対して全場所平均で3%の増加に留まり、収量性の改良については不十分であった。表現型のみによる選抜法は育種年限の短縮や労力の軽減には有効であり、北農研ではこれまでにこの育種方法

で「トヨミドリ」(中山ら2002)、「ハルジマン」(山田ら2002)を育成している。また、後代検定を省略した表現型のみによる選抜では、収量性など遺伝率の低い遺伝子を集積するために、選抜を繰り返す循環選抜を行うのが一般的である(BURTON 1992)。「はるねみどり」は、基礎集団からの選抜は1回のみであったが、基礎集団に北農研でこれまでに育成された北育系統が多く含まれており、「北育45号」と「北育50号」由来の栄養系が構成親として選抜された。北育系統は、過去に1, 2回越冬性や耐病性で選抜された栄養系で構成されているので、結果として循環選抜を行ったことになる。北育系統や優良栄養系の利用は育種年限の短縮には有効であったが、収量性の改良には後代検定と循環選抜および家系選抜を組み合わせた表現型および半きょうだい家系循環選抜法(Combined phenotypic and half-sib family selection)が有効であり(WILKINS and HUMPHREYS 2003)、今後オーチャードグラスの育種に取り入れて行く必要がある。

「はるねみどり」の病害抵抗性は、すじ葉枯病については「ワセミドリ」と同程度の“やや強”で、黒さび病については“やや弱”で「ワセミドリ」より劣った。すじ葉枯病は、全道的に発生が認められるオーチャードグラスの主要病害であり、罹病により飼料品質の低下を引き起こす(井澤1983, SANADA et al. 2004)。また、すじ葉枯病抵抗性は、早生品種で低く晩生品種が高い傾向があり(SANADA et al. 2004)、早生品種についても晩生品種並の抵抗性が求められる。しかし、早生の遺伝資源にはすじ葉枯病抵抗性の遺伝資源は少ないので、今後は晩生の遺伝資源との交雑により早生系統に抵抗性を付与する必要がある。一方、黒さび病については、発生は北農研の10月に限られており、当面は全道的な発生はないと考えられる。また、現在もっとも普及している「キタミドリ」で致命的な発生は報告されていないので(但見, 私信)、抵抗性が「キタミドリ」と同程度の「はるねみどり」についても実用上は問題がないと考えられる。北農研でのみ黒さび病が多発した原因は明らかではないが、今後の環境条件の変化によって黒さび病が各地に拡大する可能性も考えられるので、今後の品種育成に当たっては黒さび病抵抗性の強化が重要になってくる。

北海道におけるオーチャードグラスの栽培面積減少の要因の一つとして、チモシーなど他の寒地型イネ科牧草に比べて家畜の嗜好性がやや劣ることが指摘されている。「はるねみどり」の飼料品質は「ワセミドリ」と同程度であったので、飼料品質については改良されていなかった。「はるねみどり」の飼料品質は、早生品種・系統群の中では上位に位置づけられ、早生品種としては十分な飼料品質であった(SANADA et al. 2004)。しかし、早生品種は晩生品種に比べて飼料品質は低い傾向にあるので(雑賀1982, SANADA et al. 2004)、早生品種についても晩生品種並みかそれ以上の品質が求められる。近年の牧草育種では、飼料品質の改良が重視されており、中でも可溶性炭水化物(Water soluble carbohydrate: WSC)含量について着目されている(SMITH et al. 1997)。WSCは、家畜の嗜好性や消化性と関連していることが知られており、ペレニアルライグラスではWSC含量の高い放牧草を採食することにより泌乳量が増加することが報告されている(MILLER et al. 2001)。また、WSCはサイレージ発酵の基質となるので、WSC含量を高めることによりサイレージ品質を向上できる。オーチャードグラスでも消化性や嗜好性を高めるために、WSC含量を向上させる必要がある。当研究室では、オーチャードグラスのWSC含量を高める育種に着手しており、数年後の系統育成を目指して現在選抜を進めている。早生品種についても、今後「はるねみどり」を上回るWSC含量を示す系統の育成が期待される。

V. 適地および栽培・利用上の留意点

適応地帯は北海道全域と東北北部である。普及見込み面積は12,000haである。今後、種子の供給に伴い「ワセミドリ」および「キタミドリ」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。

採草および放牧に利用できる。黒さび病にやや罹病性を示すので、発生した場合は早めに収穫する。この場合、刈取り危険帯を避けて収穫する。

[次へ進む](#) [前に戻る](#) [目次に戻る](#)

VI. 謝辞

圃場試験は、菊池勝氏、花久和則氏、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、特性検定試験、地域適応性検定試験は、以下の場所、担当者（試験実施当時在籍）により実施された。家畜を用いた消化試験は、雪印種苗（株）北海道研究農場にご協力を賜った。担当していただいた数多くの方々に厚く御礼申し上げる。

系統適応性検定試験場所

北海道立天北農業試験場 研究部 牧草飼料科

飯田憲司，森井泰子，井内浩幸

北海道立畜産試験場 環境草地部 草地飼料科

伊藤憲治，中村克己，澤田嘉昭，出口健三郎

北海道立北見農業試験場 作物研究部 牧草科（協力場所）

吉澤 晃，藤井弘毅，佐藤公一，玉置宏之，足利和紀

北海道立根釧農業試験場 研究部 作物科

佐藤尚親，林 拓，牧野 司

青森県農林総合研究センター 畜産試験場 草地飼料部

貝森一夫，上原子俊之，佐藤義人

山形県農業研究研修センター 畜産研究部 草地環境科

石黒明裕，高橋徹弥，佐藤文博

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

佐藤尚親，林 拓，牧野 司

放牧適性検定試験：北海道立畜産試験場

伊藤憲治，中村克己，澤田嘉昭，出口健三郎

地域適応性検定試験

家畜改良センター十勝牧場 種苗課

伴苗行弘，野崎治彦，才野 真，前垣正行

家畜改良センター新冠牧場 飼料課

山口和成，朝倉 香，佐々木美樹子

[次へ進む](#) [前に戻る](#) [目次に戻る](#)

VII. 摘要

オーチャードグラス新品種「はるねみどり」は、独立行政法人農業・生物系特定産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。「はるねみどり」は、2005年9月にオーチャードグラス農林合10号として命名登録され、同年に北海道優良品種として採用された。「はるねみどり」は5栄養系より成る合成品種で、3栄養系は「北育50号」に、各1栄養系は「北育45号」および「フロンティア」に由来している。

「はるねみどり」の特性は、以下のとおりである。

1. 出穂始めは、「ワセミドリ」より全場所平均で1日遅く、“早生”に属する。
2. 収量性は「ワセミドリ」と同程度かやや優れる。1番草収量は「ワセミドリ」よりやや優れ、4番草収量は「ワセミドリ」より優れる。3年目収量は「ワセミドリ」より優れ、3年目の収量の低下は小さい。
3. 越冬性は「ワセミドリ」よりやや優れ、早春の草勢は優れる。耐寒性は“やや強”，耐病性（雪腐大粒菌核病および雪腐黒色小粒菌核病）は“強”で「ワセミドリ」より優れる。秋季は急速に耐凍性が高まる。
4. 多刈での収量は「ワセミドリ」と同程度である。
5. すじ葉枯病罹病程度は「ワセミドリ」と同程度である。黒さび病罹病程度は「ワセミドリ」より高い。
6. マメ科率（アカクローバ）は年平均約20%を維持し、混播適性は「ワセミドリ」と同程度である。
7. 放牧特性検定における利用率は同程度で、放牧適性は「ワセミドリ」と同程度である。
8. 飼料品質、採種性は「ワセミドリ」と同程度である。
9. 草型は直立型で、出穂期の草丈は「ワセミドリ」よりやや低い。

[次へ進む](#) [前に戻る](#) [目次に戻る](#)

VIII. 引用文献

- 1) 阿部二郎 (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変異. 北海道農試研報, 146, 89-143.
- 2) 荒木和秋 (2004) : 地域に根ざした家畜生産システム 北海道における新しい放牧酪農. 日草誌, 50, 436-444.
- 3) BURTON, G.W. (1992) : Recurrent restricted selection phenotypic selection. Plant Breeding Reviews, 9, 101-113.
- 4) EAGLES, C.F. (1967) : The effect of temperature on vegetative growth in climatic races of *Dactylis glomerata* in controlled environments. Ann. Bot., 31, 31-39.
- 5) FULLER, M.P. and C.F. EAGLES (1980) : The effect of temperature on cold hardening of *Lolium perenne* seedlings. J. Agric. Sci., Camb., 95, 77-81.
- 6) FULLER, M.P. and J. WILLIAMS (1992) : Hardening and dehardening of *Lolium perenne* in response to fluctuating temperatures. Ann. Bot., 70, 333-338.
- 7) 井澤弘一 (1983) : 病害による牧草・飼料作物の質的被害に関する研究 (5) 雲形病菌及びすじ葉枯病菌に感染したオーチャードグラスの飼料成分の変化. 草試研報, 26, 60-70.
- 8) MILLER L.A., J.M. MOORBY, D.R. DAVIS, M.O. HUMPHREYS, N.D. SCOLLAN, J.C. MACRAE, M.K. THEODOROU (2001) : Increased concentration of water-soluble carbohydrate in perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.): milk production from late-lactation dairy cows. Grass Forage Sci. 56, 383-394.
- 9) MORIYAMA, M., J. ABE, M. YOSHIDA, Y. TSURUMI and S. NAKAYAMA (1995) : Seasonal changes in freezing tolerance, moisture content and dry weight of three temperate grasses (*Dactylis glomerata*, *Lolium perenne*, *Phleum pratense*). J. Japan. Grassl. Sci., 41, 21-25.
- 10) MORIYAMA, M., J. ABE and M. YOSHIDA (2003) : Etiolated growth in relation to energy reserves and winter survival in three temperate grasses. Euphytica 129, 351-360.
- 11) NAKAYAMA, S. and J. ABE (1996) : Winter hardiness in orchardgrass (*Dactylis glomerata* L.) populations introduced from former USSR. J. Japan. Grassl. Sci., 42, 235-241.

- 12) NAKAYAMA, S., H. DAIDO and J. ABE (1997) : Winter hardiness and growth at low temperature in European varieties of orchardgrass (*Dactylis glomerata* L.). J. Japan. Grassl. Sci., 43, 224-230.
- 13) 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, 阿部二郎, 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」の育成とその特性. 北海道農研研報, 176, 57-74.
- 14) 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.
- 15) 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.
- 16) 酒井昭 (1982) : 植物の耐凍性と寒冷適応. 学会出版センター. 東京. P81-125.
- 17) SANADA, Y., T. TAKAI and T. YAMADA (2004) : Genetic variation in water-soluble carbohydrate concentration in diverse cultivars of *Dactylis glomerata* L. during vegetative growth. Aust.J.Agric.Res, 55, 1183-1187.
- 18) 眞田康治・高井智之・山田敏彦 (2005) : オーチャードグラスエコタイプの越冬性と関連形質の変異. 日草誌, 51 (別), 204-205.
- 19) SMITH K.F, K.F.M. REED and J.Z. FOOT (1997) : An assessment of the relative importance of specific traits for the genetic improvement of nutritive value in dairy pasture. Grass Forage Sci. 52, 167-175.
- 20) 田瀬和浩・小林 真 (1996) : イタリアンライグラス (*Lolium multiflorum* Lam.) の自然及び人為環境下におけるハードニング反応の解明. 日草誌, 42, 163-167.
- 21) WEISHAAR, .M.A., C. BRUMMER, J.J.VOLENEC, K.J.MOORE and S.CUNNINGHAM (2005) : Improving winter hardiness in nondormant alfalfa germplasm. Crop Sci., 45, 60-65.
- 22) WILKINS, P. W. and M.O.HUMPHREYS (2003) : Progress in breeding perennial forage grasses for temperate agriculture. J. Agric. Sci., 140, 129-145.
- 23) 山田敏彦, 中山貞夫, 寺田康道, 寶示戸貞雄, 大同久明, 高井智之, 荒木博, 水野和彦, 伊藤公一, 眞田康治, 杉田伸一 (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. 北海道農研研報, 177, 15-36.
- 24) YOSHIDA, M., J. ABE, M. MORIYAMA and T. KUWABARA (1998) : Carbohydrate levels

among winter wheat cultivars varying in freezing tolerance and snow mold resistance during autumn and winter. *Physiol. Plant.*, 103, 8-16.



“Harunemidori”



“Wasemidori”

Photo 1. Plants at heading stage (June 11th 2004, National Agricultural Research Center for Hokkaido Region)



“Harunemidori”

“Wasemidori”

Photo 2. Stand of “Harunemidori” and “Wasemidori” after overwintering. (May 7th 2003, Hokkaido Prefectural Kosen Agricultural Experiment Station)

[次へ進む](#) [前に戻る](#) [目次に戻る](#)

Breeding of Orchardgrass "Harunemidori" and its Characteristics

Yasuharu SANADA, Tomoyuki TAKAI¹⁾, Sadao NAKAYAMA²⁾,
Toshihiko YAMADA³⁾, Kazuhiko MIZUNO⁴⁾, Hisaaki DAIDO and Ken-ichi TAMURA

Summary

"Harunemidori," a new cultivar of orchardgrass (*Dactylis glomerata* L.), was developed by the National Agricultural Research Center for Hokkaido Region and was registered as Norin Synthetic No. 10 of orchardgrass by the Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries in 2005. It was also recommended by the Hokkaido Prefectural Government in 2005. Source and method of breeding: "Harunemidori" was developed as a synthetic cultivar using five clones, which were selected from 225 superior clones through evaluation with frequent and infrequent cuttings. The origins of parental clones were as follows: cl 3746, 3747 and cl 3748 were derived from "Hokuiku 50," cl. 3731 was derived from "Hokuiku 45" and cl. 3749 was derived from "Frontier" developed by Snow Brand Seed CO.LTD.

Characteristics: "Harunemidori" is an early maturing cultivar as well as "Wasemidori." The average heading date of "Harunemidori" was one day later than that of "Wasemidori" in the regional performance test. "Harunemidori" shows better winter hardiness than "Wasemidori" on average in nine locations in the regional performance test.

"Harunemidori" has better snow endurance with good plant vigor in early spring than "Wasemidori" in Hokkaido and northern Tohoku region. "Harunemidori" is more resistant to snow mold caused by *Myriosclerotinia borealis* than "Wasemidori." "Harunemidori" is resistant to the main leaf diseases such as leaf streak caused by *Cercosporidium graminis* as well as "Wasemidori." "Harunemidori" is more susceptible to stem rust caused by *Puccinia graminis* than "Wasemidori." In seven locations in Hokkaido, the average dry matter yield of "Harunemidori" was 3% higher than that of "Wasemidori." In nine locations in the regional performance test, the average dry matter yield of "Harunemidori" at the fourth cut was 7% higher than that of "Wasemidori." "Harunemidori" shows higher performance in autumn as well as in spring than "Wasemidori." Freezing tolerance of "Harunemidori" was the same as that of "Wasemidori," while its fall dormancy was lower than that of "Wasemidori." Its aptitude for grazing is nearly as good as that of "Wasemidori," and it also keeps a good mixture ratio with forage legumes: alfalfa, red clover and white clover as well as "Wasemidori." Forage quality of "Harunemidori" is almost the same as that of "Wasemidori." "Harunemidori" is more erect than "Wasemidori" and has lower plant height at the heading stage. Seed yield of "Harunemidori" is similar to that of "Wasemidori," and the average seed productivity of "Harunemidori" is 7.8 kg/a over a period of two years in Sapporo. "Harunemidori" is recommended for use in Hokkaido and the northern Tohoku region. It can be used for hay-making, silage and grazing.

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

Present address:

- 1) Nagano Prefectural Livestock Experiment Station
- 2) Retired
- 3) Field Science Center for Northern Biosphere, Hokkaido University
- 4) National Institute of Livestock and Grassland Science

[前に戻る](#) [目次に戻る](#)

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

Table 1. The origin of 5 parental clones of "Harunemidori".

Clone No.	Origin	Characteristics of origin
3731	Hokuiku 45	bred at HNAES ¹⁾ in 1987, very early maturity
3746	Hokuiku 50	bred at HNAES ¹⁾ in 1988, early maturity
3747	Ilokuiku 50	bred at IINAES ¹⁾ in 1988, early maturity
3748	Hokuiku 50	bred at HNAES ¹⁾ in 1988, early maturity
3749	Frontier	bred by Snow Brand Seed Co.,Ltd., medium maturity

1) Hokkaido National Agricultural Experiment Station.

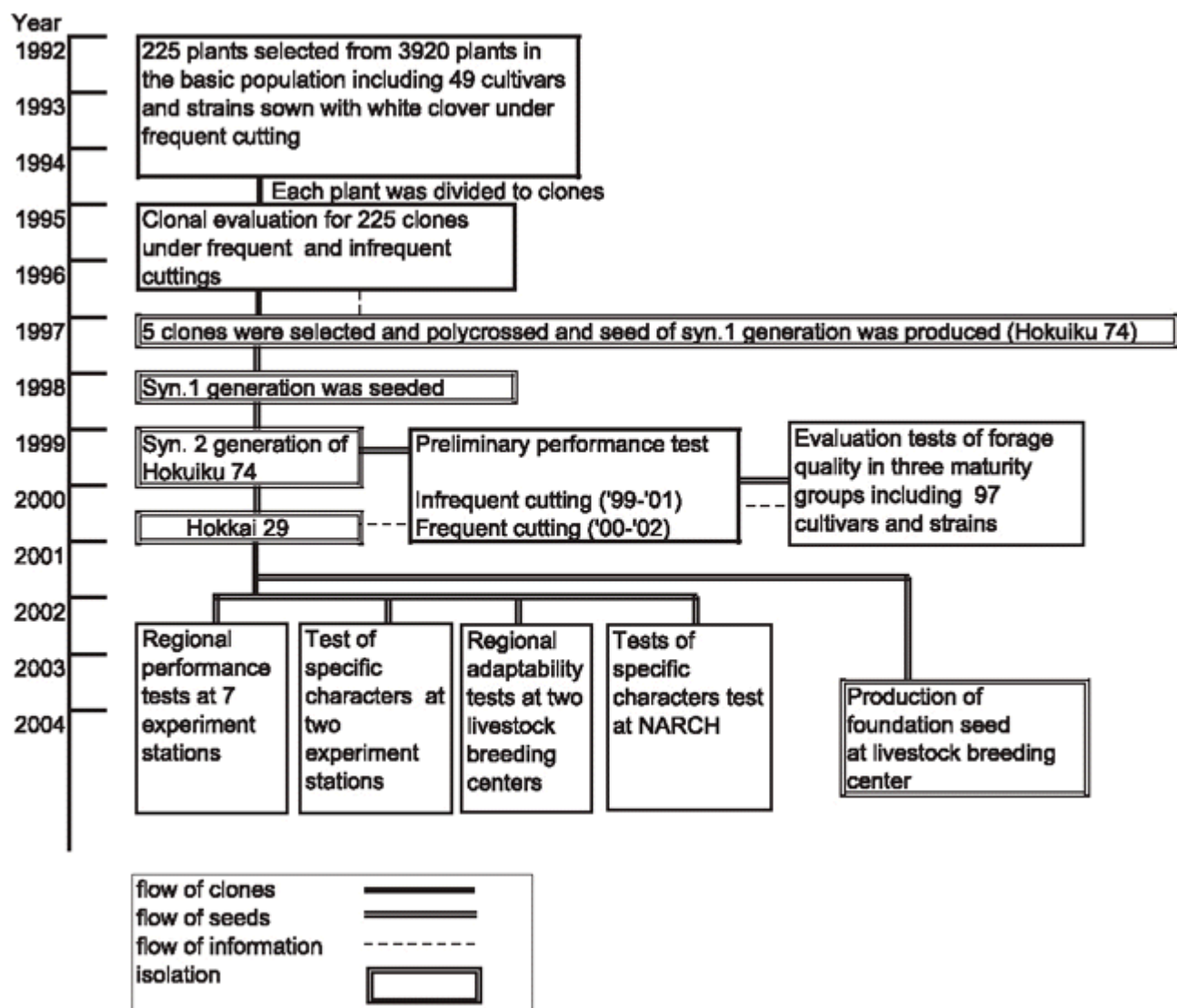


Figure 1. Breeding scheme of "Harunemidori".

Table 2. Characteristics of parental clones of "Harunemidori" under infrequent cutting in Sapporo.

Clone No.	1995				1996							
	Date of head emergence	Disease ¹⁾	Plant height (cm)	Plant vigor ²⁾	Date of sprout	Winter hardiness ²⁾	Date of heading	Plant height (cm)	Disease ¹⁾	Disease ¹⁾	Plant vigor ²⁾	Plant vigor ²⁾
3731	27 May	1.0	41.0	3.7		8.0	6 Jun	31.0	6.0	3.0	8.0	7.0
3746	1 Jun	2.0	39.0	3.7	30 Apr	6.0	4 Jun	30.0	6.0	3.0	6.0	6.0
3747	30 May	2.0	43.0	4.3	1 May	9.0	6 Jun	37.0	6.0	3.0	9.0	7.0
3748	2 Jun	4.0	29.0	4.3	29 Apr	8.0	8 Jun	39.0	6.0	4.0	7.0	6.0
3749	2 Jun	4.0	43.0	3.7	1 May	7.0	8 Jun	24.0	6.0	5.0	7.0	7.0
Mean of 225 clones	5 Jun	3.5	43.9	3.9	1 May	5.9	11 Jun	29.2	5.6	4.3	6.5	6.4
Date	7 Sep	9 Oct	30 Oct		4 May		20 May	29 Aug	20 Oct	28 May	20 Oct	

1) Rated on a scale of 1 (resistant) to 9 (susceptible).

2) Rated on a scale of 1 (poor) to 9 (good).

Table 3. Productivity under infrequent cutting in preliminary performance test in Sapporo.

Cultivar/ Strain	Winter hardiness ¹⁾ Mean	Dry matter yield (kg/a)			Percentage of Wasemidori (%)		
		2000	2001	Total	2000	2001	Total
Hokuiku 74	8.0	104.2	72.0	176.2	114	109	112
Wasemidori	5.2	91.4	65.9	157.3	100	100	100
Kievskaya	4.3	76.0	42.9	118.9	83	65	76
Hokuiku 63	6.0	92.4	60.3	152.7	101	92	97
Hokuiku 64	4.5	93.6	55.1	148.8	102	84	95
Hokuiku 65	5.0	93.3	67.1	160.4	102	102	102
l.s.d. (0.05) ²⁾		12.2	12.5	22.7			

1) Rated on a scale of 1 (poor) to 9 (good), average for two years (2000 and 2001).

2) Least significant difference at the 5% level.

Table 4. Name of experiment stations in the regional performance test.

Region	Experiment Station / Livestock Breeding Center	Abbreviation
Hokkaido	National Agricultural Research Center for Hokkaido Region	Sapporo
Hokkaido	Hokkaido Prefectural Tenpoku Agricultural Experiment Station	Tenpoku
Hokkaido	Hokkaido Animal Research Center	Chikushi
Hokkaido	Hokkaido Prefectural Kitami Agricultural Experiment Station	Kitami
Hokkaido	Hokkaido Prefectural Konsen Agricultural Experiment Station	Konsen
Hokkaido	National Livestock Breeding Center, Tokachi Station	Tokachi
Hokkaido	National Livestock Breeding Center, Niikappu Station	Niikappu
Tohoku	Aomori Prefectural Animal Husbandry Experiment Station	Aomori
Tohoku	Yamagata Prefectural Agricultural Research and Training Center	Yamagata

Table 5. Experimental design in the regional performance test.

Experiment Station	Date of seeding	Type of seeding	Row space (cm)	Seeding rate (g/a)	Plot size (m ²)	Fertilizer (N-P ₂ O ₅ -K ₂ O;kg/a/year)
Sapporo	15 May 02	row	30	200	4.8	2.20-2.09-2.20
Tenpoku	15 May 02	row	30	200	6.0	2.40-0.80-2.00
Chikushi	27 May 02	row	30	200	6.3	1.80-0.80-2.20
Kitami	20 May 02	row	30	150	3.0	1.80-1.04-2.32
Konsen	23 May 02	row	30	200	6.0	1.80-0.84-1.80
Tokachi	13 May 02	row	30	200	6.0	2.40-2.40-2.56
Niikappu	15 May 02	row	30	200	6.0	1.98-3.96-3.96
Aomori	21 Sep 01	broadcast	-	200	6.0	2.00-1.50-1.50
Yamagata	14 Sep 01	broadcast	-	200	6.0	1.80-0.90-1.80

Table 6. Date of head emergence of “Harunemidori”
in the regional performance test.

Experiment Station	Harunemidori	Wasemidori
Sapporo	26 May	26 May
Tenpoku	1 Jun	31 May
Chikushi	28 May	28 May
Kitami	29 May	29 May
Konsen	2 Jun	1 Jun
Tokachi	26 May	26 May
Niikappu	25 May	24 May
Aomori	23 May	23 May
Yamagata	17 May	19 May
Mean	27 May	26 May

Mean for 2 years (2003 and 2004) in Hokkaido region,

Mean for 3 years (2002 to 2004) in Tohoku region

Table 7. Winter hardiness¹⁾ of "Harunemidori" in the regional performance test.

Year	Cultivar	Hokkaido region							Tohoku region		Mean
		Sapporo	Tenpoku	Chikushi	Kitami	Konsen	Tokachi	Niikappu	Aomori	Yamagata	
2002	Harunemidori								5.0	7.8	6.4
	Wasemidori								4.3	6.3	5.3
	l.s.d. (0.05) ²⁾								0.6	1.0	
2003	Harunemidori	6.8	6.0	8.0	7.0	4.8	5.0	5.8	6.0	6.5	6.2
	Wasemidori	5.8	6.0	8.8	7.0	2.8	5.0	6.0	5.0	6.5	5.9
	l.s.d. (0.05) ²⁾	0.8	ns	0.6	ns	1.4	ns	ns	ns	ns	
2004	Harunemidori	5.3	8.0	9.0	6.5	5.0	5.0		7.0	6.3	6.5
	Wasemidori	5.0	7.0	8.0	6.0	3.0	5.0		7.3	6.0	5.9
	l.s.d. (0.05) ²⁾	ns	-	-	0.5	1.0	-		0.1	ns	
Mean	Harunemidori	6.0	7.0	8.5	6.8	4.9	5.0	5.8	6.0	6.8	6.4
	Wasemidori	5.4	6.5	8.4	6.5	2.9	5.0	6.0	5.5	6.3	5.7

1) Rated on a scale of 1 (poor) to 9 (good).

2) Least significant difference at the 5% level. ns; not significant. -: no difference between replications.

Table 8. Plant vigor in early spring¹⁾ of "Harunemidori" in the regional performance test.

Year	Cultivar	Hokkaido region							Tohoku region		Mean
		Sapporo	Teapoku	Chikushi	Kitami	Konsen	Tokachi	Niikappu	Aomori	Yamagata	
2002	Harunemidori								5.0	7.8	6.4
	Wasemidori								4.3	6.3	5.3
	l.s.d. (0.05) ²⁾								0.6	1.0	
2003	Harunemidori	7.3	6.3	8.5	7.0	5.0	6.3	5.8	5.0	7.3	6.5
	Wasemidori	6.3	5.3	7.5	6.3	2.8	4.3	6.0	3.0	6.3	5.3
	l.s.d. (0.05) ²⁾	1.0	ns	1.0	0.7	1.0	0.2	ns	-	0.8	
2004	Harunemidori	6.8	8.0	8.3	6.0	5.3	6.0	6.0		6.3	6.6
	Wasemidori	5.8	7.0	7.0	5.3	4.3	5.3	6.0		6.0	5.8
	l.s.d. (0.05) ²⁾	0.8	-	0.5	0.5	ns	ns	-		ns	
Mean	Harunemidori	7.0	7.2	8.4	6.5	5.1	6.1	5.9	5.0	7.1	6.5
	Wasemidori	6.0	6.2	7.3	5.8	3.5	4.8	6.0	3.6	6.2	5.5

1) Rated on a scale of 1 (poor) to 9 (good).

2) Least significant difference at the 5% level. ns; not significant, -; no difference between replications.

Table 9. Freezing tolerance and snow mold resistance of "Harunemidori" in cold tolerance test (Konsen, 2003-2004).

Cultivar ¹⁾	2003						2004					
	Degree of sprout ²⁾			Dry matter yield (kg/a) at 1st cut ³⁾			Degree of sprout ²⁾			Dry matter yield (kg/a) at 1st cut ³⁾		
	Control plot ⁴⁾	Freezing plot ⁵⁾	Snow mold plot ⁶⁾	Control plot ⁴⁾	Freezing plot ⁵⁾	Snow mold plot ⁶⁾	Control plot ⁴⁾	Freezing plot ⁵⁾	Snow mold plot ⁶⁾	Control plot ⁴⁾	Freezing plot ⁵⁾	Snow mold plot ⁶⁾
Harunemidori	8.0	4.5	5.8	27.1	12.0(44)	16.0(59)	5.8	1.8	5.2	42.3	22.5(53)	41.4(98)
Wasemidori	8.0	2.3	4.0	27.2	3.1(19)	12.2(45)	4.2	1.7	2.5	37.5	19.6(52)	33.1(88)
Glorus	7.0	4.7	6.2	21.1	12.7(60)	18.7(86)	5.3	2.3	4.3	32.6	20.0(61)	32.0(98)
Kay	8.0	4.5	6.7	26.7	9.8(37)	17.1(64)	5.7	1.8	4.3	40.1	19.9(50)	35.9(90)
l.s.d. (0.05) ⁷⁾	ns	1.3	0.8	2.8	2.6	2.8	0.6	ns	0.7	0.6	ns	0.7
Date	19May			5Jun			7May			4Jun		

1) Glorus; heading date is late maturing and cold tolerance is high. Kay; heading date is medium maturing and cold tolerance is slightly high.

2) Rated on a scale of 1 (poor) to 9 (good).

3) Values in parenthesis represent percentage of control (%).

4) Treatment of fungicide and covered snow.

5) Treatment of fungicide and removed snow.

6) No treatment of fungicide and covered snow.

7) Least significant difference at the 5% level. ns: not significant.

Table 11. Resistance to snow mold of *Typhla ishikariensis* Imai for "Harunemidori" (2000-2001, Sapporo).

Cultivar	Artificial inoculation				Natural infection		
	Recovery regrowth ¹⁾			Percentage of surviving plants (%)	Plant height (cm)	Recovery regrowth ¹⁾	
	45days ²⁾	60days ²⁾	75day ²⁾			75day ²⁾	Control ³⁾
Harunemidori	5.8	7.9	6.5	89.3	19.4	6.1	5.4
Wasemidori	5.9	6.7	7.1	89.3	19.9	6.5	5.3
l.s.d. (0.05) ²⁾	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

1) Rated on a scale of 1 (poor) to 9 (good).

2) Days after inoculation of *Typhla ishikariensis* Imai.

3) Control : Treatment of fungicide.

4) Snow mold : No treatment of fungicide.

Table 10. Freezing tolerance¹⁾ of “Harunemidori” in Sapporo.

Cultivar	LT ₅₀ (°C)		
	2001	2003	Mean
Harunemidori	-20.6	-17.4	-19.0
Wasemidori	-20.6	-16.5	-18.5
Glorus	-	-18.3	-
Kay	-	-17.4	-
l.s.d. (0.05) ²⁾	ns	ns	-

1) Freezing tolerance was expressed as LT₅₀ (the median lethal dose temperature that kills of 50% plants).

2) Least significant difference at the 5% level. ns: not significant.

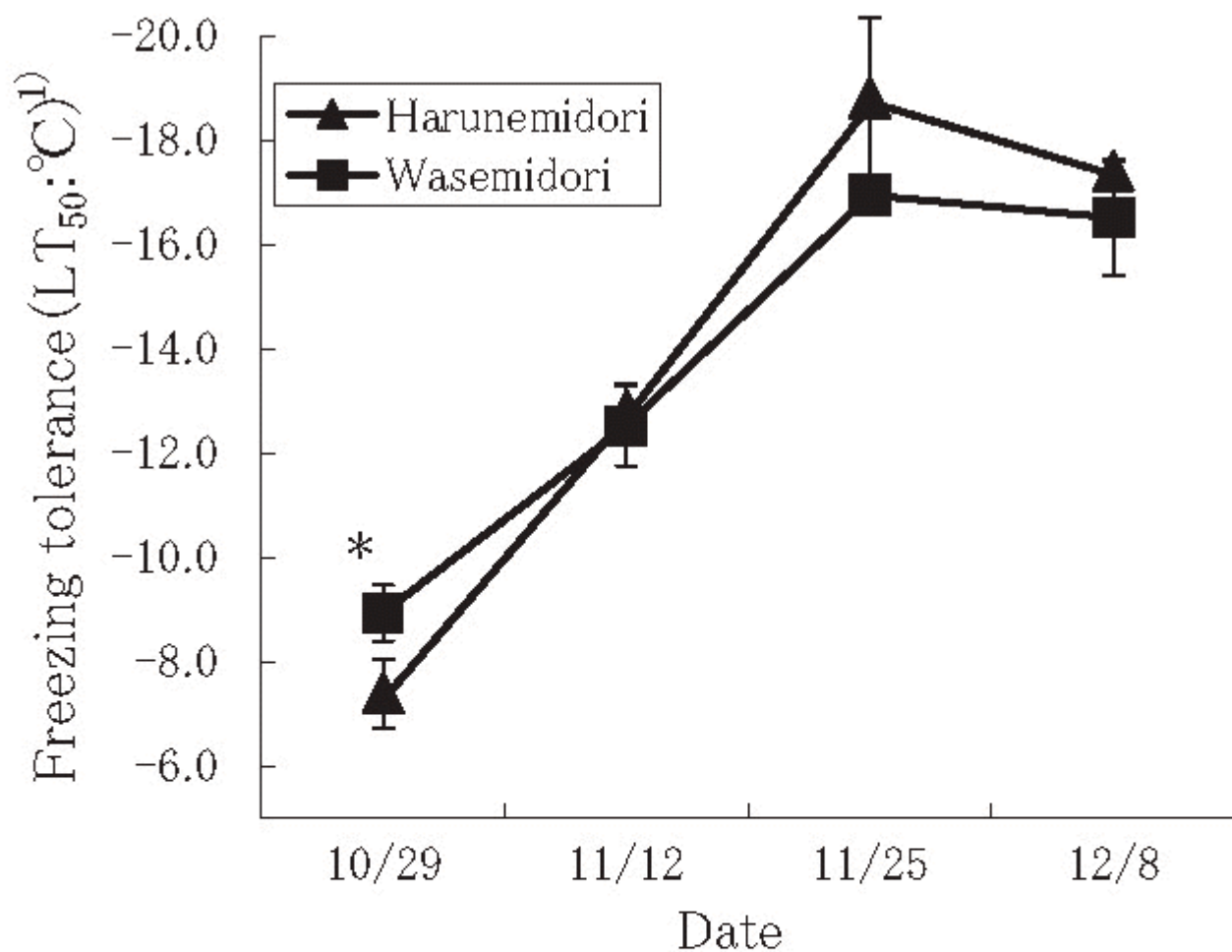


Figure 2. Changes in freezing tolerance in autumn (Sapporo, 2003).

Bars show standard error of experiment.

*:significant at 5% level.

1) Freezing tolerance was expressed as LT₅₀ (the median lethal dose temperature that kills of 50% plants).

Table 12. Susceptibility¹⁾ to leaf streak caused by *Cercosporidium graminis* (Fuckel) Deighton and stem rust caused by *Puccinia graminis* Pers.:Pers. subsp. *graminicola* Urban under natural infection in the field.

Disease	Experiment Station	No. of observation	Harunemidori	Wasemidori
Leaf streak	Sapporo ²⁾	4	2.9	2.8
	Tenpoku	4	3.1	2.8
	Kitami	5	2.8	3.2
	Konsen	4	2.7	2.7
	Niikappu	2	3.5	3.0
	Mean	19	3.1	3.2
Stem rust	Sapporo ²⁾	3	6.0	4.1
	Sapporo ³⁾	3	4.5	3.3
	Sapporo ⁴⁾	2	6.2	4.9
	Mean	8	5.6	4.1

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

2) Row seeding.

3) Row seeding (frequent cutting).

4) Space planting.

Table 13. Annual dry matter yield of “Harunemidori” in the regional performance test.

Year	Cultivar	Dry matter yield ¹⁾ (kg/a)										
		Hokkaido region							Tohoku region		Mean	
		Sapporo	Tenpoku	Chikushi	Kitami	Konsen	Tokachi	Niikappu	Aonori	Yamagata		
2002	Harunemidori	48.2(107)	22.7(98)	32.9(101)	64.2(106)	33.8(92)	52.1(107)	80.7(106)	50.7(103)	96.4(111)	82.9(114)	58.5(106)
	Wasemidori	45.0	23.2	32.6	60.8	36.9	48.9	77.1	49.2	87.2	72.8	55.4
	<i>l.s.d.</i> (0.05) ²⁾	ns	ns	ns	ns	1.4	ns	ns	ns	ns	ns	
2003	Harunemidori	100.2(102)	133.2(102)	123.7(95)	136.1(102)	90.5(99)	79.4(101)	129.9(99)	113.3(100)	108.4(100)	70.0(106)	108.5(100)
	Wasemidori	98.0	131.0	130.0	133.6	91.3	78.4	130.6	113.3	108.0	66.2	108.0
	<i>l.s.d.</i> (0.05) ²⁾	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	
2004	Harunemidori	97.9(107)	123.3(102)	117.3(104)	98.9(115)	97.0(97)	66.7(102)	133.1(106)	104.9(105)	96.4(101)	67.0(101)	100.2(104)
	Wasemidori	91.2	120.6	112.5	85.9	99.9	65.6	125.9	100.2	95.8	66.1	96.4
	<i>l.s.d.</i> (0.05) ²⁾	ns	ns	ns	10.0	ns	ns	ns	ns	ns	ns	
Total	Harunemidori	246.3(105)	279.3(102)	293.8(100)	299.3(107)	221.3(97)	198.3(103)	343.7(103)	268.9(102)	301.2(104)	219.9(107)	267.2(103)
	Wasemidori	231.1	274.8	295.0	280.2	228.0	192.9	333.5	262.7	291.0	205.1	259.8
	<i>l.s.d.</i> (0.05) ²⁾	12.0	ns	ns	16.0	ns	ns	ns	ns	6.4	ns	
Totalexcept for seeding year	Harunemidori	198.2(105)	256.5(102)	241.0(99)	235.1(107)	187.5(98)	146.1(101)	263.0(103)	218.2(102)			
	Wasemidori	189.2	251.6	242.4	219.4	191.2	144.0	256.4	213.4			
	<i>l.s.d.</i> (0.05) ²⁾	ns	ns	ns	13.0	ns	ns	ns				

1) Values in parenthesis represent percentage of “Wasemidori” (%).

2) Least significant difference at the 5% level. ns: not significant.

Table 14. Seasonal productivity of "Harunemidori" in the regional performance test.

Experiment Station	Cultivar	Dry matter yield (kg/a)			
		1st cut	2nd cut	3rd cut	4th cut
Sapporo	Harunemidori	53.9 (107)	17.4 (99)	18.5 (100)	9.3 (114)
	Wasemidori	50.4	17.5	18.6	8.1
Tenpoku	Harunemidori	36.6 (97)	33.6 (101)	34.2 (105)	23.9 (107)
	Wasemidori	37.8	33.1	32.6	22.3
Chikushi	Harunemidori	37.3 (102)	36.8 (100)	27.1 (94)	19.3 (101)
	Wasemidori	36.7	36.7	28.8	19.1
Kitami	Harunemidori	39.5 (109)	31.3 (104)	28.1 (102)	18.7 (118)
	Wasemidori	36.3	30.1	27.6	15.9
Konsen	Harunemidori	25.8 (103)	34.2 (94)	33.7 (100)	
	Wasemidori	25.2	36.5	33.9	
Tokachi	Harunemidori	21.8 (93)	18.8 (108)	19.5 (102)	12.9 (108)
	Wasemidori	23.4	17.5	19.1	12.0
Niikappu	Harunemidori	38.2 (97)	35.9 (104)	35.6 (105)	21.9 (104)
	Wasemidori	39.2	34.4	33.7	21.1
Aomori	Harunemidori	37.1 (106)	32.3 (104)	23.2 (97)	11.8 (109)
	Wasemidori	34.9	31.0	23.9	10.8
Yamagata	Harunemidori	29.2 (114)	19.0 (104)	17.1 (101)	7.9 (106)
	Wasemidori	25.7	18.3	16.8	7.5
Mean	Harunemidori	33.9 (103)	27.9 (103)	25.3 (101)	15.0 (107)
	Wasemidori	32.9	27.1	25.0	14.0

Mean for 2 years (2003 and 2004) in Hokkaido region.

Mean for 3 years (2002 to 2004) in Tohoku region.

Percentage of "Wasemidori" is shown in the parenthesis.

Table 15. Percentage for 2nd year dry matter yield of 3rd year dry matter yield in the regional performance test in Hokkaido region.

Cultivar	3rd year yield / 2nd year yield (%)							Mean
	Sapporo	Tenpoku	Chikushi	Kitami	Konsen	Tokachi	Niikappu	
Harunemidori	98	93	95	73	107	84	102	93
Wasemidori	93	92	87	64	109	84	96	88

Table 16. Seasonal productivity of "Harunemidori" under frequent cutting in Sapporo.

Year	Cultivar	Seasonal productivity (kg/a)			
		Spring ²⁾	Summer ³⁾	Autumn ⁴⁾	Total
2002	Harunemidori	-	17.3 (99)	19.4 (114)	36.7 (106)
	Wasemidori	-	17.5	17.0	34.6
	l.s.d. (0.05) ¹⁾	-	ns	2.0	ns
2003	Harunemidori	23.7 (102)	29.8 (95)	12.0 (115)	65.5 (101)
	Wasemidori	23.2	31.3	10.4	64.9
	l.s.d. (0.05) ¹⁾	ns	ns	0.4	ns
2004	Harunemidori	21.0 (97)	27.4 (102)	13.1 (117)	61.4 (103)
	Wasemidori	21.5	26.8	11.2	59.5
	l.s.d. (0.05) ¹⁾	ns	ns	1.2	ns
Total	Harunemidori	44.6 (100)	73.8 (97)	44.5 (115)	163.5 (103)
	Wasemidori	44.7	75.8	38.7	158.9
	l.s.d. (0.05) ¹⁾	ns	ns	3.4	ns

Percentage of "Wasemidori" is shown in the parenthesis.

1) Least significant difference at the 5% level. ns: not significant.

2) Spring : Total dry matter yield of 1st and 2nd cut.

3) Summer : Total dry matter yield of 3rd to 5th cut.

4) Autumn : Total dry matter yield of 6th and 7th cut.

Table 17. Dry matter yield of forage legume and orchardgrass and proportion of forage legume in mixed sown swards in Sapporo.

Legume	Cultivar	Dry matter yield (kg/a)				Proportion of forage legume (%)			
		2002	2003	2004	Total	2002	2003	2004	Mean
Alfalfa	Harunemidori	35.7(87)	97.1(96)	100.1(97)	232.9(95)	14.1	15.9	18.9	16.3
	Wasemidori	41.1	101.2	103.0	245.3	15.1	18.4	24.9	19.5
	l.s.d. (0.05) ¹⁾	4.5	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Red clover	Harunemidori	44.7(94)	118.2(98)	101.3(100)	264.2(98)	15.3	18.1	21.8	18.4
	Wasemidori	47.7	121.2	101.1	270.0	12.2	19.4	24.0	18.5
	l.s.d. (0.05) ¹⁾	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
White clover	Harunemidori	34.4(105)	88.5(105)	76.4(106)	199.3(105)	9.6	8.8	8.9	9.1
	Wasemidori	32.7	84.3	71.9	189.0	9.7	8.8	7.4	8.6
	l.s.d. (0.05) ¹⁾	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

Percentage of "Wasemidori" is shown in the parenthesis.

1) Least significant difference at the 5% level. ns: not significant.

Table 18. Grazing adaptability of “Harunemidori” (Chikushi).

Cultivar	Utilization rate ¹⁾ (%DM)	Coverage of white clover ²⁾ (%)	Basal coverage after final grazing ³⁾ (%)
Harunemidori	35.4	7.7	91.0
Wasemidori	36.9	10.8	91.0

1) DM;dry matter, measured after grazing, mean of 2004.

2) Measured before grazing, mean of 2004.

3) Measured after final grazing in 2004.

Table 19. Forage quality of "Harunemidori" (Sapporo, 2003).

	Cultivar	1st cut	2nd cut	3rd cut	4th cut	Mean
Crude protein (CP,%DM)	Harunemidori	8.3	8.7	10.3	12.5	9.9
	Wasemidori	8.7	8.7	10.4	13.3	10.3
Acid detergent fiber (ADF,%DM)	Harunemidori	31.9	31.9	34.6	33.6	33.0
	Wasemidori	31.7	32.5	34.5	33.0	32.9
Neutral detergent fiber (NDF,%DM)	Harunemidori	56.3	56.4	60.2	58.7	57.9
	Wasemidori	56.0	57.1	60.1	58.0	57.8
Organic cellular content (OCC,%DM)	Harunemidori	36.2	36.0	31.5	33.1	34.2
	Wasemidori	36.4	35.4	31.7	33.9	34.3
Organic cell wall (OCW,%DM)	Harunemidori	56.7	56.9	60.9	59.4	58.5
	Wasemidori	56.4	57.6	60.8	58.6	58.3
Organic a fraction (Oa,%DM) (high digestible fiber)	Harunemidori	9.7	8.3	9.3	7.7	8.7
	Wasemidori	9.8	8.4	8.9	8.0	8.8
Organic b fraction (Ob,%DM) (low digestible fiber)	Harunemidori	47.1	48.6	51.7	51.7	49.8
	Wasemidori	46.6	49.3	51.9	50.6	49.6
OCC+Oa (%DM)	Harunemidori	45.8	44.4	40.8	40.8	42.9
	Wasemidori	46.1	43.7	40.6	41.9	43.1
Dry matter digestibility (%DM)	Harunemidori	70.3	67.9	67.5	68.0	68.4
	Wasemidori	71.7	68.8	68.8	70.4	69.9
Water soluble carbohydrate (WSC,%DM)	Harunemidori	12.0	10.3	7.5	8.7	9.6
	Wasemidori	11.6	11.1	7.8	9.7	10.1
Estimated total digestible nutrients (TDN,%DM)	Harunemidori	60.8	59.6	58.2	57.5	59.0
	Wasemidori	61.0	59.4	58.0	58.2	59.1

Table 20. Morphological characteristics of "Harunemidori" in a space planting (Sapporo, 2003).

Cultivar	Plant type ¹⁾	Plant height (cm)	Culm length (cm)	Panicle length (cm)	Culm thickness (mm)	Leaf length (cm)	Leaf width (mm)	No. of panicle per plant
Harunemidori	3.0	136	120	16.0	1.6	30.7	12.2	115
Wasemidori	4.0	141	123	17.7	1.7	32.9	11.6	115
<i>l.s.d. (0,05)</i> ²⁾	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

1) Rated on a scale of 1 (erect) to 9 (prostrate).

2) Least significant difference at the 5% level. ns: not significant.

Table 21. Seed yield and its related characteristics of Harunemidori in Sapporo.

Cultivar	Seed yield (kg/a)			No. of panicles (/m ²)			Seed weight per panicle ¹⁾ (g)	Thousand seed weight ¹⁾ (g)
	2003	2004	Mean	2003	2004	Mean		
Harunemidori	8.6	7.1	7.8	424	441	432	0.39	1.33
Wasemidori	9.5	6.6	8.1	451	395	423	0.38	1.36
l.s.d. (0.05) ²⁾	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

1) Mean of 10 panicles for 2 years (2003 and 2004).

2) Least significant difference at the 5% level. ns: not significant.