

チモシー新品種「センリョク」の育成^{*1}

足利 和紀^{*2} 佐藤 公一^{*2} 飯田 憲司^{*2} 藤井 弘毅^{*3}
 田中 常喜^{*3} 岩瀬 慶^{*4} 竹田 芳彦^{*5} 安達美江子^{*4}
 竹村 紘^{*4}

チモシー「センリョク」は、2009年から2013年にかけて北海道立総合研究機構北見農業試験場（以下、北見農業試験場）において、また2014年から2019年にかけて北見農業試験場とホクレン農業協同組合連合会との共同研究を経て育成された。2017年から2019年にかけて「北見35号」の系統名で各種の検定試験に供試し、2020年に北海道優良品種に認定された。現在、「センリョク」の品種名で種苗法に基づく品種登録を申請中である。本品種は、8母系14栄養系を構成栄養系とする母系選抜法で育成された。本品種の最も重要な特性は、同じ早晩性（中生の晩）の品種「キリタツプ」と比べ、多収で耐倒伏性と栄養価に優れることである。また、混播適性、越冬性、斑点病抵抗性、多刈り適性、採種性にも優点を持つ。適応地域は北海道全域である。従来品種より自給粗飼料の安定生産と高品質化、ひいては飼料自給率の向上に大きく貢献できる。

緒 言

チモシーは、越冬性や家畜の嗜好性が優れる等の特長から、道内草地全体の約80%で利用されており、北海道で最も重要な基幹イネ科牧草である。

しかし、他のイネ科牧草と比較して、耐倒伏性や他植物との競合力に劣る傾向がある。倒伏が発生すると、収穫の損失や飼料品質の低下だけでなく、程度が激しい場合には地際で蒸れて個体が枯死する危険性がある。また、競合力が劣ると、雑草や混播利用するマメ科牧草に抑圧され、草地の植生悪化につながる。このため、生産現場からはこれら特性の改良が強く求められてきた。

また近年は、基幹牧草であるチモシーの栄養価の向上が喫緊の課題となっている。その背景として第一に、輸入濃厚飼料の価格高騰が経営に極めて大きな負担をもたらしている実態があり、自給粗飼料の繊維消化性を始めとした良質化が強く求められている。次に、収穫時期の

天候不順や、大規模化にともなう作業効率重視のため、不良発酵となりやすい高水分でのサイレージ調製が増加し、その結果サイレージ発酵品質の悪化が顕在化しており、その対策としても発酵基質となるチモシーの可溶性炭水化物（WSC）の向上が強く求められている。

1992年に北見農業試験場で育成した中生の晩の「キリタツプ」は、多収で再生力に優れ¹⁶⁾、中生品種の作付け面積と刈取り適期幅の拡大に大きく貢献してきたものの、上述の現在求められている特性については必ずしも十分ではなかった。

この欠点を改善すべく、熟期が中生の晩で、収量性、耐倒伏性、混播適性、栄養価に優れる品種の育成に取り組み、2020年に新品種「センリョク」を育成した。以下に、その育成経過および主要特性について報告する。

育種目標と育成経過

「センリョク」の育種目標は、熟期が中生の晩で、収量性、耐倒伏性、混播適性、栄養価の改善である。

「センリョク」は、8母系14栄養系を構成親とする母系選抜法で育成された（Table 1）。

過去の選抜試験で収量性、耐倒伏性、競合力、栄養価等について重点的に選抜された2群49母系（それぞれ35母系と14母系）と、収量性で選抜された4母系の計53母系を材料として、2009年に8,100個体からなる基礎集団（シロクロローバ（*Trifolium repens* L.）の中葉型品種「ソーニャ」混播条件）を造成し、個体選抜試験を開始

2020年12月4日受理

^{*1} 本報の一部は、2020年度日本草地学会で発表した。

^{*2} 北海道立総合研究機構北見農業試験場, 099-1496 常呂郡訓子府町

E-mail: ashikaga-kazunori@hro.or.jp

^{*3} 同上（現：北海道立総合研究機構畜産試験場, 081-0038 上川郡新得町）

^{*4} ホクレン農業協同組合連合会, 060-8651 札幌市

^{*5} 同上（現：068-0827 岩見沢市）

Table 1 Maternal lines and number of the clones composing “Senryoku”

Line No.	Maternal line	Pedigree	No. of clones
1	Polycross group A with medium-maturing-901	Tai 2-77R-13 ¹⁾	1
2	Polycross group A with medium-maturing-1863	Kitakei 74305 3rd cycle ²⁾	2
3	Polycross group A with medium-maturing-2548	Akkeshi	2
4	Polycross group A with medium-maturing-4461	Kitami No.4 ³⁾	1
5	Polycross group N with medium-maturing-35	Climax	1
6	Polycross group N with medium-maturing-42	Wisconsin-T	2
7	Polycross group N with medium-maturing-49	Tai 1-0303 ⁴⁾ progeny	2
8	Polycross group N with medium-maturing-114	Wisconsin-T	3

1) Synthetic line using 7 clones.

2) Mass selected line via selection of three cycle from “Kitakei 74305” of synthetic line using 4 clones.

3) Synthetic line using 9 clones.

4) Synthetic line using 4 clones.

した。同時に後代検定試験も開始した。2011年まで生育調査を実施し、同基礎集団より80栄養系を選抜した。2011年から選抜栄養系による栄養系評価試験を実施し、2012年までの生育調査の結果、収量性、耐倒伏性、競合力、栄養価等に優れる8母系14栄養系を選抜した。選抜個体の平均特性は、標準品種の中生の晩の「キリタップ」と比べ、越冬性に優れ、1番草の倒伏程度および斑点病罹病程度が低く、1、2番草の草勢が優れ、低消化性繊維 (Ob) 含量が低く、WSC含量が高かった (Table 2)。

2012年に14栄養系3反復による多交配を隔離条件下において実施し、雑種第1代種子を採種した。この種子に系統名「北系12303」を付し、2013年から3年間、同種子を供試して単播条件での生産力検定試験ならびに飼料成分による選抜試験を実施した。また、2014年から3年間、同種子を供試してシロクロバ混播条件での生産力検定試験を実施した。さらに、2015年から雑種第2代種子の採種 (14母系の個体植、反復数46) を隔離条件下で行い、生産力検定試験の結果、有望性が認められ (データ略)、系統名「北見35号」を付した。

2017年から3年間、この雑種第2代種子を供試して、育

成場である北見農業試験場 (訓子府町) とホクレン十勝試験地 (帯広市) の他に、北海道立総合研究機構酪農試験場 (中標津町)、同機構畜産試験場 (新得町)、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 (札幌市) における地域適応性検定試験ならびに育成場における各種の特性検定試験 (北見農業試験場では採種性検定試験と個体変異調査、ホクレン訓子府実証農場では耐倒伏性検定試験、混播適性検定試験および多回刈り適性検定試験) を実施した (Table 3)。地域適応性検定試験および各種特性検定試験では、標準品種として中生の晩の「キリタップ」を供試した。また、斑点病幼苗検定試験では、標準品種として中生の早の「アッケシ」 (“強”~“極強”) と晩生の「ホクシュウ」 (“中”) を供試した。

以上の各試験の結果、「北見35号」は中生の晩で収量性、耐倒伏性、混播適性、栄養価を始めとする多くの特性で「キリタップ」より優れていることが明らかとなり、2020年2月にチモシー北海道第18号として北海道の優良品種に認定された。以上の育成経過の概要はFig. 1に示す通りである。

「北見35号」は現在、「センリョク」の品種名を付して

Table 2 Agronomic and Nutritive characteristics of parental clones of “Senryoku” and “Kiritappu¹⁾” at base population (Kunneppu)

Cultivar	No. of evaluation plants	Winter survival ²⁾	Early heading date ³⁾	Lodging of the 1st crop ⁴⁾	Purple spot disease of the 1st crop ⁵⁾	Purple spot disease of the 2nd crop ⁵⁾	Vigor of the 1st crop ²⁾	Vigor of the 2nd crop ²⁾	Ob ⁶⁾ of the 1st crop (%DM)	WSC ⁷⁾ of the 1st crop (%DM)
Senryoku	14	5.0	27-Jun	2.0	1.8	3.4	6.2	5.8	57.8	6.8
Kiritappu	150	4.4	27-Jun	3.6	2.8	3.4	4.4	4.4	60.9 ⁸⁾	5.3 ⁸⁾

1) Check Cultivar. The same cultivar is used in other tables.

2) 1, poor; 9, good. Average of the two years from 2010.

3) The date when three ears m⁻² appeared. Average of the two years from 2010.

4) 1, non or slight; 9, severe. Average of the two years from 2010.

5) 1, healthy; 9, severe. 1st and 2nd crops were data in 2011 and 2010, respectively.

6) Low-digestible fiber.

7) Water-soluble carbohydrates.

8) Data of 16 plants selected randomly.

種苗法に基づく品種登録を申請中である。なお、品種名「センリョク」は、チモシーでは初めての栄養価が改良された品種であり、豊かな牧草生産が期待できる特性か

ら、北海道畜産の将来において大きな役割を担う“戦力”となることを願って命名された。

Table 3 Notation¹⁾ on locations of regional and characteristic tests

Regional test	
Kunneppu	: Hokkaido Research Organization Kitami Agricultural Experiment Station
Obihiro	: Hokuren Tokachi Experiment Station
Nakashibetsu	: Hokkaido Research Organization Dairy Research Center
Shintoku	: Hokkaido Research Organization Animal Research Center
Sapporo	: NARO Hokkaido Agricultural Research Center
Characteristic test	
Kunneppu	: Hokkaido Research Organization Kitami Agricultural Experiment Station
Hokuren Kunneppu	: Hokuren KUNNEPPU Demonstration Farm

1) The same notation is used in other tables.

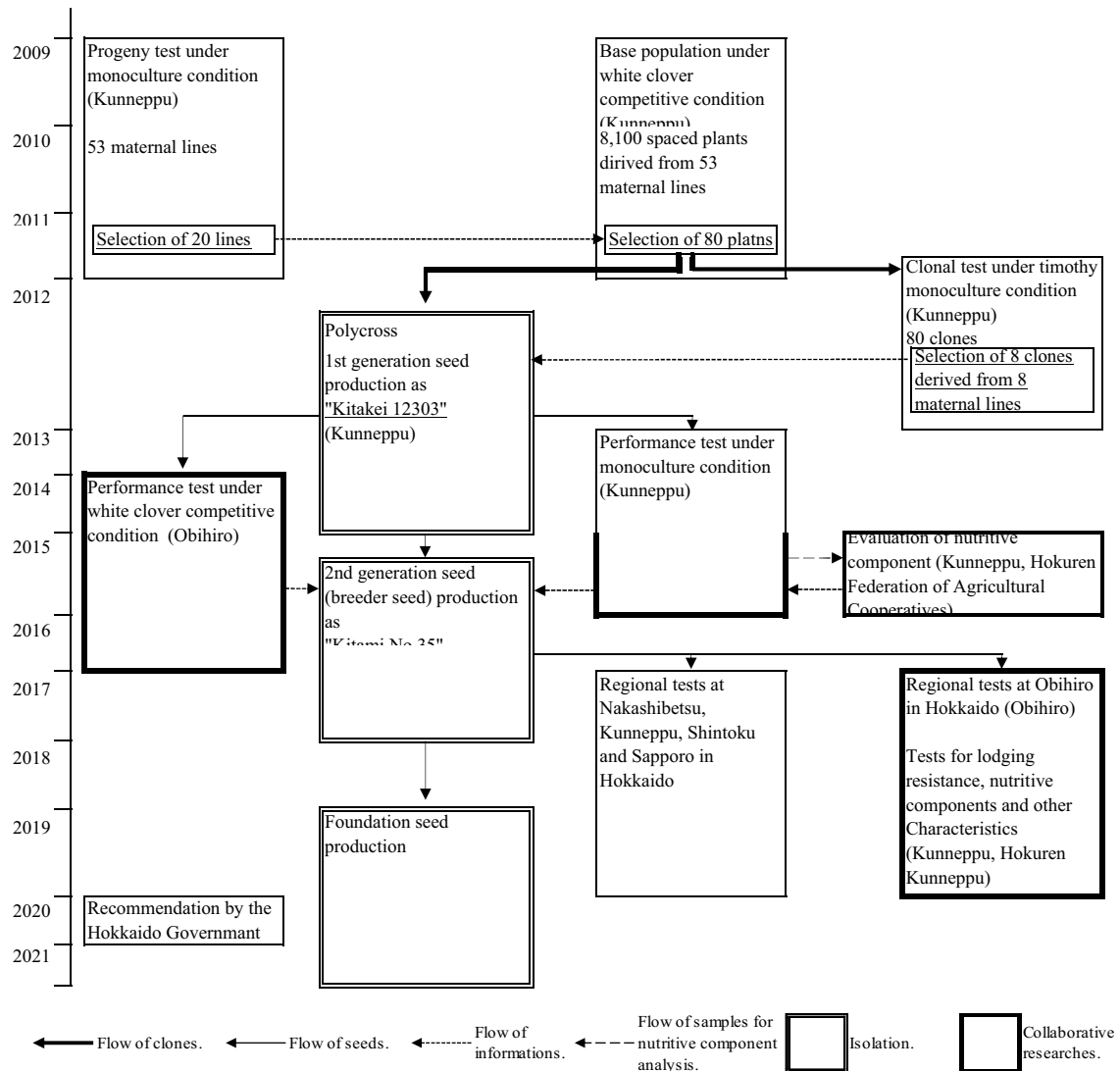


Fig. 1 Process of breeding “Senryoku”

Table 4 Morphological characteristics of the first crop in spaced planting (Kunneppu, average of the two years from 2017)

Cultivar	Plant height (cm)		Culm density ¹⁾		Panicle length (cm)		No. of panicles ²⁾		Culm length (cm)	
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
Senryoku	128.0	12.3	5.6	0.6	13.8	2.6	5.9	0.9	114.2	11.8
Kiritappu	123.5	10.3	5.9	0.5	15.5	2.8	5.6	0.9	108.0	9.6

Cultivar	Culm thickness ³⁾		Panicle thickness ⁴⁾		Plant type ⁵⁾		Culm color ⁶⁾		Leaf color ⁶⁾	
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
Senryoku	5.7	0.5	5.9	0.4	4.5	0.5	5.4	0.4	5.3	0.5
Kiritappu	5.2	0.4	5.4	0.5	4.6	0.7	5.2	0.3	5.2	0.4

Cultivar	The 1st leaf length (cm)		The 1st leaf width (mm)		Angle of growth ⁷⁾	
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
Senryoku	14.4	2.3	13.5	1.6	4.4	0.4
Kiritappu	15.4	2.5	12.5	1.8	4.6	0.5

1) 1, sparse; 9, dense.

2) 1, few; 9, many.

3) Thickness of heading stems. 1, thin; 9, thick.

4) 1, thin; 9, thick.

5) 1, erect; 9, prostrate.

6) 1, light; 9, dark.

7) 1, sharp; 9, blunt. SD, Standard deviation.

特 性

1. 形態的特性

「センリョク」の形態的特性について、個体植試験における1番草の調査結果をTable 4に示した。

個体植条件下において「センリョク」は、「キリタツプ」と比べ、穂の太さがやや太く、稈長がやや高かった。その他の形質についてはいずれも「キリタツプ」と同程度であった。

2. 生態的特性

(1) 早晚性：「センリョク」の出穂始は、2018年の札幌、2019年の中標津および新得の3事例を除き、いずれの事例も中生の晩の「キリタツプ」と比べ同日か1日早かった (Table 5)。全場平均の2か年平均では「キリタツプ」と比べ1日早かった。なお、2019年の中標津

および新得については、特に「キリタツプ」が出穂前から倒伏しており (データ略)、その影響が「キリタツプ」の出穂始を遅らせたものと推察された。以上のことから、「センリョク」の出穂始は、「キリタツプ」と比べ1日早く、早晚性は中生の晩に属すると判断された。

(2) 耐倒伏性：「センリョク」の1番草における倒伏程度は、発生の認められた全調査において「キリタツプ」より低い値を示した (Table 6)。特に、2018年の訓子府、2018および2019年の新得、2019年の札幌では「キリタツプ」と比べ有意に低かった。全平均においても「センリョク」の倒伏程度は、有意差はないものの「キリタツプ」より低い値であった。また、異なる早春の窒素施肥量水準 (標準区：1.02kg/a, 多肥区：1.44kg/a, 極多肥区：1.86kg/a) を設けた耐倒伏性検定試験における「センリョク」の1番草の倒伏程度は、発生が認

Table 5 Early heading date¹⁾

Cultivar	Nakashibetsu			Kunneppu			Shintoku		
	2018	2019	Average	2018	2019	Average	2018	2019	Average
Senryoku	27-Jun	18-Jun*	23-Jun*	21-Jun	15-Jun	19-Jun	25-Jun*	19-Jun*	22-Jun*
Kiritappu	28-Jun	24-Jun	26-Jun	21-Jun	16-Jun	19-Jun	26-Jun	22-Jun	24-Jun

Cultivar	Sapporo			Obihiro			Average		
	2018	2019	Average	2018	2019	Average	2018	2019	Average
Senryoku	16-Jun*	11-Jun	13-Jun*	19-Jun	13-Jun	16-Jun	22-Jun	15-Jun	19-Jun*
Kiritappu	18-Jun	12-Jun	15-Jun	20-Jun	14-Jun	17-Jun	23-Jun	18-Jun	20-Jun

1) The date when three ears m⁻² appeared. * indicates significance at the 0.05 level by ANOVA.

Table 6 Lodging¹⁾ of the first crop

Cultivar	Nakashibetsu		Kunneppu		Shintoku			Sapporo	Obihiro	Average ²⁾
	2019	2018	2019	Average	2018	2019	Average	2019	2018	
Senryoku	3.3	1.0*	1.0	1.0*	1.0*	1.3*	1.1*	1.8*	1.5	1.7
Kiritappu	3.9	2.3	1.5	1.9	1.8	3.5	2.6	3.8	2.3	2.9

1) 1, non or slight; 9, severe.

2) Average based on average in each location. * indicates significance at the 0.05 level by ANOVA.

Table 7 Effects of the nitrogen fertilization levels in early spring on the lodging¹⁾ of the first crop (Hokuren Kunneppu, 2018-2019)

Cultivar	2018				2019				Average of two years ³⁾
	N1.02 ²⁾	N1.44 ²⁾	N1.86 ²⁾	Average	N1.02 ²⁾	N1.44 ²⁾	N1.86 ²⁾	Average	
Senryoku	1.0	1.3	2.6	1.6	1.0	1.3*	4.0*	2.1*	1.9*
Kiritappu	1.0	2.0	3.3	2.1	1.0	3.5	6.5	3.7	2.9

1) 1, non or slight; 9, severe.

2) The nitrogen fertilizer amounts (kg a⁻¹) applied in early spring.

3) Average based on average of the three levels in each year. * indicates significance at the 0.05 level by ANOVA.

められなかった標準区を除き、いずれにおいても「キリタツプ」より低い値を示した (Table 7)。特に、3年目においては、多肥区、極多肥区ともに「キリタツプ」より有意に低かった。以上のことから、「センリョク」の耐倒伏性は、「キリタツプ」より優れると考えられた。

(3) 耐病性：「センリョク」のチモシー斑点病 (*Cladosporium phlei* (Gregory) de Vries) の罹病程度は、場所別の平均でみると、「キリタツプ」と比べ、札幌で同程度であった他は、いずれの場所においても有意に低かった (Table 8)。全平均でみても、「キリタツプ」より有意に低かった。また、斑点病菌の幼苗への人工接種による平均罹病程度をみると、「センリョク」は、

抵抗性“強～極強”の「アッケシ」よりやや低く、“強”の「キリタツプ」、 “中”の「ホクシュウ」より低い値を示し、いずれとも有意な差異を示した (Table 9)。また、抵抗性個体数割合において、「センリョク」は「アッケシ」よりやや高く、「キリタツプ」、「ホクシュウ」より高く、感受性個体数割合は「アッケシ」と同程度で、「キリタツプ」、「ホクシュウ」より低かった。したがって、「センリョク」の幼苗における斑点病抵抗性は、「アッケシ」よりやや強く、「キリタツプ」より強いと考えられた。

「センリョク」のすじ葉枯病 (*Cercosporidium graminis* (Fuckel) Deighton) の罹病程度は、いずれの調査も「キリタツプ」と同程度で、全平均においても、「キリタツ

Table 8 Disease index¹⁾ to purple spot caused by *Cladosporium phlei* in natural infecting condition on the field

Cultivar	Nakashibetsu					Kunneppu					Average
	2017	2018	2019	Average		2017	2018	2019	Average		
Senryoku	2.0	1.3	1.8	1.3	1.6*	4.0	2.3	2.8*	2.3*	4.0*	3.1*
Kiritappu	3.0	2.0	2.0	1.8	2.2	4.4	3.0	4.0	3.0	5.0	3.9
Cultivar	Shintoku					Sapporo			Average		
	2017	2018	2019	Average		2018	2019	Average			
Senryoku	2.8*	1.3	1.5	2.0	1.9*	3.5	2.8	3.1			
Kiritappu	3.8	1.5	2.0	2.5	2.5	4.0	2.3	3.1			
Cultivar	Obihiro					Average					
	2017	2018	2019	Average		Average ²⁾					
Senryoku	1.0	1.8	3.0*	2.3*	2.3	2.1*	2.4*				
Kiritappu	1.3	1.3	4.8	3.0	3.0	2.7	2.9				

1) 1, healthy; 9, severe.

2) Average based on average in each location. * indicates significance at the 0.05 level by ANOVA.

Table 9 Disease index¹⁾ to inoculation test with conidiospores spray of *Cladosporium phlei* (Kunneppu, 2017)

Cultivar	No. of plants tested	Percentage of plants ²⁾			Average of disease index
		Resistant	Moderately resistant	Susceptible	
Senryoku	110	10.0	87.3	2.7	2.09 ^a
Kiritappu	111	0.9	88.3	10.8	2.63 ^c
Akkeshi	111	5.4	91.0	3.6	2.29 ^b
Hokusyu	64	1.6	85.9	12.5	2.86 ^d

1) 0, healthy; 5, severe.

2) 0 or 1, resistant; 2 or 3, moderately resistant; 4 or 5, susceptible. Different alphabets indicate significance at the 0.05 level by Mann-Whitney's U-test.

Table 10 Disease index¹⁾ to brown stripe caused by *Cercosporidium graminis* in natural infecting condition on the field

Cultivar	Kunneppu		Shintoku	Average
	2017	2019	2018	
	2nd	2nd	2nd	
Senryoku	3.0	3.0	1.8	2.6
Kiritappu	3.0	3.3	1.5	2.6

1) 1, healthy; 9, severe.

Table 11 Winter survival¹⁾ (Average of the two years from 2018)

Cultivar	Nakashibetsu	Kunneppu	Shintoku	Sapporo	Obihiro	Average
Senryoku	5.3*	5.0*	6.5	6.1	6.4	5.9
Kiritappu	4.6	4.1	6.3	5.9	6.1	5.4

1) 1, poor; 9, good. * indicates significance at the 0.05 level by ANOVA.

Table 12 Some agronomic characteristics (Average of five locations in regional test in the two years from 2018)

Cultivar	Plant height (cm)		Degree of heading ¹⁾		Vigor ²⁾		Coverage in fall (%)
	1st	2nd	1st	2nd	Early spring	Late fall	
	Senryoku	110	78	5.1*	4.6*	6.6	
Kiritappu	109	72	3.6	3.0	6.4	5.7	100

1) 1, non; 9, many.

2) 1, poor; 9, good. * indicates significance at the 0.05 level by ANOVA.

プ」と同程度であった (Table 10)。

(4) 越冬性: 「センリョク」の越冬性は、各場所の2か年平均値でみると、「キリタツプ」と比べ中標津と訓子府で有意に優れ、その他の3場所では「キリタツプ」と同程度であった (Table 11)。また、全場平均でみると、有意差はないもののやや優れた。したがって、「センリョク」の越冬性は、「キリタツプ」よりやや優れると考えられた。

(5) その他の特性: 「センリョク」の草丈は、「キリタツプ」と比べ、1番草は同程度で、2番草が有意差はないものの高かった (Table 12)。出穂程度は、1, 2番草

ともに「キリタツプ」より有意に高かった。早春および秋の草勢は、「キリタツプ」と同程度であった。秋の被度は、「キリタツプ」と同程度で、高い被度を示した。

3. 収量性

「センリョク」の試験期間中における合計乾物収量は、2か年 (2, 3年目) の合計でみると、「キリタツプ」と比べ、帯広と札幌では同程度で、中標津、訓子府、新得では多く、全場平均では「キリタツプ」比107%と多収であった (Table 13)。また、3か年 (1-3年目) の合計で、

Table 13 Total dry matter yield¹⁾ for two²⁾ and three³⁾ years

Cultivar	Nakashibetsu	Kunneppu	Shintoku	Sapporo	Obihiro	Average
Sum of two years						
Senryoku	247.7 (108)	183.4* (119)	192.3 (106)	224.7 (102)	236.9 (101)	217.0 (107)
Kiritappu	228.4 (100)	153.9 (100)	180.9 (100)	220.6 (100)	234.7 (100)	203.7 (100)
Sum of three years						
Senryoku	270.5 (108)	232.8* (116)	213.9 (106)	242.5 (103)	283.6 (101)	248.7* (107)
Kiritappu	249.8 (100)	200.3 (100)	200.9 (100)	236.2 (100)	280.5 (100)	233.5 (100)

1) Unit is kg a⁻¹. (): Percentage against “Kiritappu”.

2) Sum of yields from 2018 to 2019.

3) Sum of yields from 2017 to 2019. * indicates significance at the 0.05 level by ANOVA.

全場平均で「キリタツプ」比107%と有意に上回った。以上のことから、「センリョク」の2か年および3か年の合計乾物収量は、「キリタツプ」と比べ多収であると考えられた。

「センリョク」の播種年（2017年）の年間合計乾物収量は、「キリタツプ」と比べ、帯広で同程度であった他は、いずれの場所においても多く、全場平均でみると、「キリタツプ」比106%と多かった（Table 14）。「センリョク」の2年目の年間合計乾物収量は、「キリタツプ」と比べ、札幌と帯広では同程度で、新得でやや多く、中標津と訓子府では多かった。全場平均でみると、「キリタツプ」比105%とやや多かった。「センリョク」の3年目の年間合計乾物収量は、「キリタツプ」と比べ、札幌と帯広でやや多く、中標津、訓子府および新得で多かった。全場

平均でみても、「キリタツプ」比108%と多かった。以上のことから、「センリョク」の年次別合計乾物収量は、いずれの年次においても「キリタツプ」より多いと考えられた。

「センリョク」の乾物収量を番草別にみると、「キリタツプ」と比べ、1番草では全場所の平均で「キリタツプ」比が103%と同程度で、2番草では全場所の平均で「キリタツプ」比が116%と多収であった（Table 15）。

「センリョク」の1番草の乾物率は、場所別ならびに全場平均のいずれにおいても、「キリタツプ」と同程度であった（Table 16）。2番草の乾物率は、いずれの場所も高い傾向にあり、全場平均でみると、「キリタツプ」より有意に高かった。

マメ科牧草との混播条件下における「センリョク」の

Table 14 Annual dry matter yield¹⁾ from 2017 to 2019

Cultivar	Nakashibetsu	Kunneppu	Shintoku	Sapporo	Obihiro	Average
2017						
Senryoku	22.8 (107)	49.5 (107)	21.6 (108)	17.8 (114)	46.7 (102)	31.7 (106)
Kiritappu	21.4 (100)	46.4 (100)	20.0 (100)	15.6 (100)	45.8 (100)	29.8 (100)
2018						
Senryoku	131.1 (106)	94.7* (122)	96.5 (104)	107.9 (100)	125.6 (98)	111.2 (105)
Kiritappu	123.1 (100)	77.5 (100)	92.7 (100)	108.4 (100)	127.9 (100)	105.9 (100)
2019						
Senryoku	116.6 (111)	88.7* (116)	95.8 (108)	116.8 (104)	111.4 (104)	105.9* (108)
Kiritappu	105.3 (100)	76.5 (100)	88.3 (100)	112.3 (100)	106.8 (100)	97.8 (100)

1) Unit is kg a⁻¹. (): Percentage against “Kiritappu”. * indicates significance at the 0.05 level by ANOVA.

Table 15 Dry matter yield¹⁾ of each crop (Average of the two years from 2018)

Cultivar	Nakashibetsu	Kunneppu	Shintoku	Sapporo	Obihiro	Average
1st crop						
Senryoku	83.0 (104)	60.5* (114)	71.0 (103)	90.6 (100)	78.2 (98)	76.7 (103)
Kiritappu	79.5 (100)	52.9 (100)	68.7 (100)	90.9 (100)	80.2 (100)	74.4 (100)
2nd crop						
Senryoku	40.9 (118)	31.3* (130)	25.1 (115)	21.8* (112)	40.3 (108)	31.9* (116)
Kiritappu	34.8 (100)	24.1 (100)	21.9 (100)	19.5 (100)	37.3 (100)	27.5 (100)

1) Unit is kg a⁻¹. (): Percentage against “Kiritappu”. * indicates significance at the 0.05 level by ANOVA.

Table 16 Dry matter percentage of each crop (Average of the two years from 2018)

Cultivar	Nakashibetsu	Kunneppu	Shintoku	Sapporo	Obihiro	Average
1st crop						
Senryoku	21.6	24.2	21.5	23.3	21.6	22.4
Kiritappu	21.3	24.0	21.3	23.3	22.0	22.4
2nd crop						
Senryoku	22.5*	29.1*	19.9	33.3	25.9*	26.1*
Kiritappu	20.6	27.3	19.0	32.3	24.1	24.7

* indicates significance at the 0.05 level by ANOVA.

Table 17 Dry matter yield¹⁾ in timothy-red clover mixed sown sward²⁾ (Hokuren Kunneppu, 2017-2019)

Cultivar	2017			2018			2019			Total for three years		
	TY ³⁾	RC ⁴⁾	Whole ⁵⁾	TY	RC	Whole	TY	RC	Whole	TY	RC	Whole
Senryoku	40.6 (107)	18.4 (126)	59.0 (112)	58.3 (98)	53.7 (101)	111.9 (100)	58.9 (102)	45.6 (111)	104.5 (106)	157.8 (102)	117.6 (108)	275.4 (105)
Kiritappu	37.9	14.6	52.5	59.5	53.0	112.4	57.5	41.1	98.6	154.9	108.6	263.5

1) Unit is kg a⁻¹. (): Percentage against "Kiritappu".

2) Amount of seeding: timothy 18 kg ha⁻¹, red clover (cultivar: "Anjo") 2 kg ha⁻¹.

3) Timothy.

4) Red clover.

5) Timothy and red clover.

Table 18 Dry matter yield¹⁾ in timothy-white clover mixed sown sward²⁾ (Hokuren Kunneppu, 2017-2019)

Cultivar	2017			2018			2019			Total for three years		
	TY ³⁾	WC ⁴⁾	Whole ⁵⁾	TY ³⁾	WC ⁴⁾	Whole ⁵⁾	TY ³⁾	WC ⁴⁾	Whole ⁵⁾	TY ³⁾	WC ⁴⁾	Whole ⁵⁾
Senryoku	32.6 (107)	16.4 (95)	49.0 (102)	81.8 (96)	4.5 (161)	86.3 (98)	67.7 (108)	14.2 (118)	81.9 (110)	182.1 (102)	35.0 (109)	217.2 (103)
Kiritappu	30.6	17.3	47.9	85.6	2.8	88.4	62.6	12.0	74.6	178.8	32.1	210.9

1) Unit is kg a⁻¹. (): Percentage against "Kiritappu".

2) Amount of seeding: timothy 18 kg ha⁻¹, white clover (cultivar: "Tahora II") 2 kg ha⁻¹.

3) Timothy.

4) White clover.

5) Timothy and white clover.

Table 19 Coverage in fall (%) in timothy-red clover mixed sown sward¹⁾ (Hokuren Kunneppu, 2017-2019)

Cultivar	2017				2018				2019				Average ⁵⁾			
	TY ²⁾	RC ³⁾	Weed	Bare ⁴⁾	TY ²⁾	RC ³⁾	Weed	Bare ⁴⁾	TY ²⁾	RC ³⁾	Weed	Bare ⁴⁾	TY ²⁾	RC ³⁾	Weed	Bare ⁴⁾
Senryoku	44	47	0	10	25	75	0	1	63	18	2	18	44	46	1	10
Kiritappu	44	46	0	11	28	70	0	2	59	16	6	20	44	43	3	11

1) Amount of seeding: timothy 18 kg ha⁻¹, red clover (cultivar: "Anjo") 2 kg ha⁻¹.

2) Timothy.

3) Red clover.

4) Bare ground.

5) Average of the two years from 2018.

Table 20 Coverage in fall (%) in timothy-white clover mixed sown sward¹⁾ (Hokuren Kunneppu, 2017-2019)

Cultivar	2017				2018				2019				Average ⁵⁾			
	TY ²⁾	WC ³⁾	Weed	Bare ⁴⁾	TY ²⁾	WC ³⁾	Weed	Bare ⁴⁾	TY ²⁾	WC ³⁾	Weed	Bare ⁴⁾	TY ²⁾	WC ³⁾	Weed	Bare ⁴⁾
Senryoku	42	54	0	4	55	43	0	2	73	15	2	10	64	30	1	6*
Kiritappu	37	59	0	4	51	47	0	4	64	25	0	11	58	36	0	8

1) Amount of seeding: timothy 18 kg ha⁻¹, white clover (cultivar: "Tahora II") 2 kg ha⁻¹.

2) Timothy.

3) Red clover.

4) Bare ground.

5) Average of the two years from 2018. * indicates significance at the 0.05 level by ANOVA.

生育と収量を検討するため、アカクローバ (*Trifolium pratense* L.) 「アンジュ」またはシロクローバ「タホラII」との混播試験を行ったところ、いずれのマメ科牧草との混播条件下においても、「センリョク」は、「キリタツ」と比べてチモシーとマメ科牧草との合計収量が同程度からやや多く (Table 17, 18)、チモシーが衰退しやすい2番草の収量が多かった (データ略)。また、チモシーの被度も3年目秋の時点でより高く維持され、雑草と裸地による不良植生の割合が低い傾向にあった (Table 19, 20)。したがって、「センリョク」の混播適性は、「キリタツ」よりやや優れると考えられた。

4. 飼料成分

飼料成分の分析用サンプルは、北見農業試験場およびホクレン十勝試験地で実施した地域適応性検定試験圃場において採取し、北見農業試験場ならびにホクレン農業協同組合連合会において化学分析を行った。各番草における「センリョク」と「キリタツ」との飼料成分の分析結果を Table 21 に示す。

1番草では、細胞壁物質 (OCW) およびOb含量が低く、高消化性繊維 (Oa)、細胞内容物質 (OCC)、可消化養分総量 (TDN) およびWSC含量が高かった。

次に2番草では、OCWおよびOb含量が低く、Oa、OCC、TDNおよびWSC含量が高かった。

また、TDN収量は、2か年 (2, 3年目) および3か年の合計、さらにいずれの年次においても多かった (データ略)。以上のことから、「センリョク」の飼料成分は、「キリタツ」よりOb含量が低く、WSC含量が高く、栄養価に優れると考えられた。

5. 多刈り適性

多刈り (模擬放牧) 条件下 (2017年に4回、2018年に8回、2019年に6回の刈取り) における「センリョク」の乾物収量は、3か年合計で105%と「キリタツ」を上回った (Table 22)。年次別にみると、「キリタツ」と比べ、1年目が同程度で、2年目が多く、3年目がやや多かった。季節別においては、春季がやや多く、夏季が多く、秋季が同程度で、チモシーの生産力が劣りやすい夏季に

Table 21 Nutritive and chemical component¹⁾ (%DM²⁾, Kunneppu and Hokuren Federation of Agricultural Cooperatives)

Cultivar	CP ³⁾	EE ⁴⁾	OCW ⁵⁾	Oa ⁶⁾	Ob ⁷⁾	OCC ⁸⁾	TDN ⁹⁾	WSC ¹⁰⁾	CA ¹¹⁾
1st crop									
Senryoku	7.8	2.9	66.6*	12.9*	53.8	26.0*	59.0*	12.1	7.7
Kiritappu	7.9	3.0	68.6	12.0	56.6	23.8	57.2	8.6	7.9
2nd crop									
Senryoku	8.1	3.3	64.2*	9.3	54.8*	27.0*	55.7	13.0*	9.1
Kiritappu	8.7	3.6	65.7	8.5	57.2	25.0	53.9	8.8	9.5

1) Average of the two years from 2018 based on average in two locations (Kunneppu and Obihiro).

2) Dry matter.

3) Crude protein.

4) Ether extracts.

5) Organic cell wall.

6) High-digestible fiber.

7) Low-digestible fiber.

8) Organic cellular contents.

9) Total digestible nutrients. Estimate by the following formula: $TDN = -5.45 + 0.89 \times (OCC + Oa) + 0.45 \times OCW$.

10) Water-soluble carbohydrates.

11) Crude ash. * indicates significance at the 0.05 level by ANOVA.

Table 22 Dry matter yield¹⁾ of timothy under frequent defoliation²⁾ (Hokuren Kunneppu, 2017-2019)

Cultivar	2017	2018	2019	Total for three years	Average of the two years from 2018		
					Spring ³⁾	Summer ⁴⁾	Fall ⁵⁾
Senryoku	20.4 (103)	39.9 (107)	38.2 (105)	98.5 (105)	16.5 (105)	13.9 (112)	8.8 (100)
Kiritappu	19.9	37.2	36.3	93.4	15.7	12.4	8.8

1) Unit is kg a^{-1} . (): Percentage against "Kiritappu".

2) 4, 8, 6 times in 2017, 2018, 2019, respectively.

3) Average in May and June.

4) Average in July and August.

5) Average in September and October.

Table 23 Seed yield and the related characteristics (Kunneppu, 2017-2019)

Cultivar	Seed yield (kg a ⁻¹)			No. of panicles (m ⁻²)			Seed weight per panicle (mg)			Thousand kernel weight (mg)		
	2018	2019	Average	2018	2019	Average	2018	2019	Average	2018	2019	Average
Senryoku	3.47	4.03	3.75	246	235	241	143*	173	158*	435*	448*	441*
Kiritappu	2.77	3.50	3.13	259	263	261	108	133	120	383	399	391

* indicates significance at the 0.05 level by ANOVA.

多収となる特長があった。季節別の茎数密度は、いずれも「キリタツプ」と同程度であった(データ略)。早春と秋の被度は、試験期間を通じて「キリタツプ」と同程度であった(データ略)。以上のことから、「センリョク」の多刈り適性は、「キリタツプ」より優れると考えられた。

6. 採種性

種子収量とその関連形質の調査結果をTable 23に示した。「センリョク」の種子収量は、「キリタツプ」と比べ、いずれの年次も多く、2か年平均では「キリタツプ」比120%と多かった。一方、「センリョク」の穂数は、2か年平均でみると「キリタツプ」と比べやや少なく、一穂種子重は、2か年平均において「キリタツプ」より有意に多かった。また、「センリョク」は1,000粒重が「キリタツプ」比113%であり、有意に多かった。以上のことから、「センリョク」の採種性は、「キリタツプ」より優れると考えられた。

適地及び栽培上の注意

「センリョク」の適応地域は、北海道全域である。用途は、年間2回の採草利用を主体とし、放牧にも利用できる。本品種は「キリタツプ」との置き換えが期待される。また、普及見込み面積は65,000haである。

論 議

「センリョク」は、収量性、耐倒伏性、混播適性および栄養価に優れる中生産種の育成を目標に、2009年から選抜試験を開始し、2019年に全ての試験を終了し育成した。以下、「センリョク」について、これら育種目標とした形質を中心に述べる。

1. 収量性

「センリョク」の試験期間中の合計乾物収量は、場所により傾向の違いが認められたものの、全て「キリタツプ」比で100%を上回っており、全試験場所の平均では「キリタツプ」より有意に多かった(Table 13)。番草別にみると1番草は場所により傾向が異なるものの、全場所の平均では「キリタツプ」と同程度であった。一方で、従来品種では生産量が停滞しやすい2番草では明らかに

多収であった(Table 15)。「センリョク」の2番草は、形態的にも草丈が高く、出穂程度も高い(Table 12)。この特性は、後述するマメ科牧草に対する競合力の改良を目的とした選抜により得られたものと考えられ、結果的に2番草の多収化にも大きく寄与しているものと推察される。

「センリョク」は、従来品種に多い合成品種法や集団選抜法ではなく、母系選抜法により育成された。母系選抜法は、環境の影響を受けやすい形質や狭義の遺伝率の低い形質であっても、母系で評価することで不十分ながら改良効果が得られる。一方で、狭義の遺伝率の高い形質については、優良母系内の個体選抜で改良効果が見込まれることから、収量性のみならず多様な育種目標を達成するための総合的な改良には本育種法が有効であったものと考えられる。

「センリョク」の育成に際しては、構成親栄養系に遺伝的背景の異なる2集団に属するものが選抜されている(Table 1)。栄養系間と同様に集団間においてもヘテロシスは発現する¹⁵⁾ため、このことが収量性とトレードオフの関係性にある様々な育種目標を達成しながらも、収量性の改良に貢献した可能性が高い。すなわち、Ashikagaら¹²⁾が示唆しているように遺伝的に異なる栄養系群により構成されていることが寄与しているものと推察される。また、牧草育種においては、選抜の繰り返しの伴う過度な近交が生じないように留意する必要がある。遺伝的背景の異なる栄養系群で構成されていることは、近交の回避の観点からも収量性の改良に大きく寄与したものと推察される。以上のことから、収量性のさらなる改良のためには、単一の集団だけではなく、遺伝的背景の異なる複数の集団を並行して維持することによる、集団間改良を図っていく必要があるだろう。

2. 耐倒伏性

チモシーは、他のイネ科牧草に比べ、倒伏しやすい特徴がある。倒伏すると、収穫物の損失のみならず受光態勢の悪化から生産物の品質低下につながる。さらに、激しい倒伏が長期間に及ぶ場合には地際の腐敗により個体密度が低下し、草地の植生悪化をももたらすこととなる。

1番草で倒伏の発生が認められた試験では、「センリョク」の倒伏程度は「キリタツプ」よりも低い値を示し、耐倒

伏性に関して明らかな優位性を示している (Table 6, 7)。倒伏は長期間続いた場合、サイレージ発酵品質の劣質化へとつながる恐れがある⁶⁾。このため、耐倒伏性の向上は、植生悪化のリスクを低減するだけでなく、良質粗飼料の安定生産を図る上で極めて大きな意味を持つと考えられる。

「センリョク」は、耐倒伏性で選抜された系統も材料として含む選抜基礎集団において、さらに重点的な選抜を経たものを構成栄養系としており、循環選抜が有効であったものと推察される。しかしながら、「センリョク」においても倒伏が発生する危険性は少なからずあることから、今後の新品種育成に際しても、自給粗飼料の安定生産のために最重要な形質の一つとして改良を図っていく必要があるだろう。

3. 混播適性

アカクロバやシロクロバ等のマメ科牧草は、イネ科牧草と比べ粗タンパク質含量を主とした飼料成分に優れる。また、マメ科牧草の固定窒素をイネ科牧草に移譲することにより、窒素肥料の節減につながる。そのため、チモシーは一般にマメ科牧草と混播して栽培される。しかしながら、チモシーはマメ科牧草に対する競合力が劣るため、混播するとマメ科牧草の抑圧によるチモシーの衰退が問題となる場合がある¹⁹⁾。したがって、マメ科牧草との混播草地の植生を適正に維持することが、安定生産にとって重要となる。

アカクロバ、シロクロバとの混播適性検定試験においては、試験期間中の「センリョク」の乾物収量は、チモシー、マメ科牧草およびそれらの合計のいずれも「キリタツ」比100%を超えていた (Table 17, 18)。また、混播条件でも、他のイネ科牧草と比べチモシーが衰退しやすい2番草の収量が「キリタツ」より多い結果が得られており (データ略)、これまでの育成品種^{7), 8), 20)}でも行われてきた、1番草刈取り後の生育が良好な栄養系選抜の効果が発揮されたものと推察された。さらに、混播で衰退しやすいチモシーの被度についても3年目の秋の時点においても「キリタツ」より高く維持され、不良植生の割合が低かった (Table 19, 20)。

以上のことから、「センリョク」は、「キリタツ」と比較し混播適性における優位性が示され、育種による改良効果が認められた。草地の植生悪化を軽減する対策として、混播適性は引き続き重点的な改良が必要な形質であると考えられる。

一方、北海道のチモシー主体採草地では、強害雑草である地下茎型イネ科雑草であるシバムギ (*Agropyron repens* (L.) Beauv.) やリードカナリーグラス (*Phalaris arundinacea* L.) の増加による植生悪化も大きな問題

となっている¹⁸⁾。シバムギやリードカナリーグラスは、地下茎での旺盛な繁殖に加え、埋土種子の存在もあり、除草剤等によっても根絶は難しいのが現状である。この問題に対して、近年ではチモシー自体の競合力向上に焦点を当てた育種対応が進みつつある。すなわち、シバムギおよびリードカナリーグラスに対する競合力の圃場条件における選抜方法とアレロパシーに関する選抜方法が報告されている。前者は雑草競合および無競合条件での直接選抜と間接選抜の手法であり^{2), 3), 4)}、後者は圃場条件とも傾向が一致したagar-based methodによる手法である^{1), 5)}。今後は、良質粗飼料生産に貢献する新品種育成のために、これら雑草に対する競合力の改良についても最重要課題の一つとして取り組んでいく必要があるだろう。

4. 飼料成分

高栄養価の牧草給与は家畜生産性を高め、輸入濃厚飼料の削減にもつながる¹⁷⁾。したがって、基幹草種であるチモシーの栄養価の向上が北海道農業に及ぼす貢献度は高い。さらに、上述したように近年の情勢から、基幹牧草であるチモシーの栄養価の向上は喫緊の課題となっている。

「センリョク」の栄養価は、いずれの地域でも多くの調査項目において「キリタツ」より優れることが認められた (Table 21)。特に育種目標としたOb含量が低減し、WSC含量が増加した。これらの特性が生産現場に寄与するものは、前者は家畜生産性の向上、後者はサイレージ発酵品質の向上であり、さらにこれらの効果が購入濃厚飼料の削減にもつながることが期待される。特に、WSC含量は生育期間の気象条件で変動する¹¹⁾が、その品種系統間差異の傾向は、収穫前に日照時間が少なく、1番草で値の低かった帯広市においても、また日照時間が多く、1, 2番草ともに値の高かった訓子府町においても同様であった (データ略)。このことは気象条件を問わずに、「センリョク」が「キリタツ」よりも高WSC含量を保有する可能性が高いことを示唆している。高WSC含量の材料は、高水分調製下でも良好な発酵品質が得られやすく⁹⁾、乳牛に対しては乾物摂取量と乳量の増加をもたらす¹⁴⁾ため、「センリョク」の普及は生産現場において大きな経済的効果をもたらすものと考えられる。

栄養価改良のための育種方法について、これまでにObおよびWSC含量、Ob/OCWが望ましい選抜指標であり、1番草で個体選抜、2番草で系統選抜を行い、主要農業形質との同時選抜を継続的に行うことの有効性が明らかとなっている^{10), 11), 12), 13)}。「センリョク」の育成に際しては、構成栄養系が属する2集団それぞれにおいて本手法を活用した2世代の選抜が行われており、有効な選

抜方法を基盤とした循環選抜による改良効果が得られたものと推察される。また、一般に収量性と栄養価はトレードオフの関係性にあるが、「センリョク」はそのいずれにおいても「キリタップ」を上回った。この要因としては、栄養価での選抜を重点的に進めながら収量性でも同時に選抜を進め、かつ遺伝的背景の異なる2集団の活用によるヘテロシスの一部活用と近交弱勢の回避の効果が大きかったと推察される。北見農業試験場では、後続系統の育成にあたり積極的な選抜を続けており、高栄養価の粗飼料生産に向けた今後の品種育成が期待される。

以上、「センリョク」は、これまで長く利用されてきた「キリタップ」と比べ、以下の長所を有する。まず、採草利用時と放牧利用時の収量性に優れる。次に、耐倒伏性と斑点病抵抗性に優れ、混播適性と越冬性にやや優れる。さらに、Ob含量が低く、WSC含量が高く、栄養価に優れる。また、採種性にも優れる。したがって、「センリョク」は北海道の自給粗飼料の安定生産と高品質化を可能とすることから、飼料自給率の向上に大きく貢献でき、緒言で述べたような問題点の解決に寄与するものと期待する。

今後は、これら形質での改良もしくは維持を図りつつ、地下茎型イネ科雑草に対する競合力の改良についても育種目標として積極的に取り組んでいく必要があるだろう。

謝辞 本品種の育成にあたり地域適応性検定試験を担当された諸氏および関係諸機関に厚く感謝の意を表す。また、

本稿の御校閲を頂いた北海道立総合研究機構北見農業試験場清水基滋場長、同江部成彦研究部長および同平井 剛馬鈴しょ牧草グループ研究主幹に深く謝意を表す。

引用文献

- 1) 足利和紀・出口健三郎. チモシー (*Phleum pratense* L.) における地下茎型イネ科雑草とのアレロパシーに関する品種間差異. 日草誌. 64, 244-253 (2019)
- 2) 足利和紀・出口健三郎. チモシー (*Phleum pratense* L.) における地下茎型イネ科雑草に対する競合力の圃場条件での選抜方法. 1. 雑草混植下での競合力の評価方法. 日草誌. 65, 167-172 (2019)
- 3) 足利和紀・出口健三郎. チモシー (*Phleum pratense* L.) における地下茎型イネ科雑草に対する競合力の圃場条件での選抜方法. 2. 競合力の間接選抜. 日草誌. 65, 173-183 (2019)
- 4) 足利和紀・出口健三郎. チモシー (*Phleum pratense* L.) における地下茎型イネ科雑草に対する競合力の圃場条件での選抜方法. 3. 競合力改良のための選抜方法の有効性. 日草誌. 65, 184-194 (2019)
- 5) 足利和紀・出口健三郎・田中常喜. チモシーのリードカナリーグラスとのアレロパシーに関する遺伝率. 北畜草報. 6, 112 (2018)
- 6) 足利和紀・藤井弘毅・田中常喜. チモシーの倒伏が飼料品質に及ぼす影響. 北畜草会報. 3, 144 (2015)
- 7) 足利和紀, 藤井弘毅, 田中常喜, 玉置宏之, 佐藤公一, 吉澤 晃, 鳥越昌隆, 下小路英男, 岩淵 慶, 澤田嘉昭, 大塚博志, 島田 徹. チモシー新品種「なつちから」の育成. 北海道立総合研究機構農試集報. 96, 1-14 (2012)
- 8) 足利和紀, 藤井弘毅, 田中常喜, 吉澤 晃, 佐藤公一, 玉置宏之. チモシー新品種「なつぶりか」の育成. 北海道立総合研究機構農試集報. 100, 1-14 (2016)
- 9) 足利和紀・岡元英樹・田中常喜. チモシー (*Phleum pratense* L.) における無予乾サイレージ調製に適する選抜指標. 北畜草会報. 8, 13-19 (2020)
- 10) 足利和紀・玉置宏之・出口健三郎・佐藤公一. チモシー (*Phleum pratense* L.) 1番草における栄養価の遺伝率. 日草誌. 54, 19-23 (2008)

付表1 育成担当者

担当者名	担当年次
【北海道立総合研究機構北見農業試験場】	
足利 和紀	2009～2019
佐藤 公一	2018～2019
飯田 憲司	2017～2019
藤井 弘毅	2009～2017
田中 常喜	2009～2016
【ホクレン農業協同組合連合会】	
岩淵 慶	2014～2019
竹田 芳彦	2014～2019
安達美江子	2014～2019
竹村 紘	2017～2019

付表2 地域適応性検定試験担当者

北海道立総合研究機構酪農試験場
秋山 雄希, 牧野 司
北海道立総合研究機構畜産試験場
佐藤 公一, 藤井 弘毅
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
真田 康治

- 11) Ashikaga K., Tamaki H., Sato N., Tanaka T., Deguchi K., Iida K., Sato K. Effects of year and location on the nutritive value in the first crop of timothy (*Phleum pratense* L.). Grassl. Sci. 55, 149-154 (2009)
- 12) Ashikaga K., Tanaka T., Fujii H., Tamaki H., Sato K. Simultaneous selection for nutritive value and agronomic traits in timothy (*Phleum pratense* L.). Euphytica. 208, 237-250 (2016)
- 13) Ashikaga K., Tanaka T., Fujii H., Tamaki H., Sato K., Deguchi K., Iida K. Relationship between the first and second crops and estimation of genetic parameters of the second crop on the nutritive value of timothy (*Phleum pratense* L.). Euphytica. 182, 325-334 (2011)
- 14) Brito A. F., Trembley G. F., Bertrand A., Castonguay Y., Belanger G., Michaud R., Lafreniere C., Martineau R., Berthiaume R. Performance and nitrogen use efficiency in mid-lactation dairy cows fed timothy cut in the afternoon or morning. J. Dairy. Sci. 99, 5445-5460 (2016)
- 15) Brummer, E. C. Capturing heterosis in forage crop cultivar development. Crop. Sci. 39, 943-954 (1999)
- 16) 古谷政道, 筒井佐喜雄, 植田精一, 増谷哲雄, 樋口誠一郎, 下小路英男, 川村公一, 中住晴彦, 藤井弘毅, 中山貞夫. チモシー新品種「キリタップ」の育成について. 北海道立農試集報. 64, 91-105 (1992)
- 17) 増子孝義. サイレージ発酵品質をチェック (Vスコア). サイレージ. デーリィ・ジャパン社, 東京, 2004. P.113-116
- 18) 佐藤尚親. 粗飼料の高栄養価に向けた草地の植生改善技術並びに飼料用とうもろこしの狭畦栽培法に関する研究. 北海道草地研究会報. 45, 1-4 (2011)
- 19) 下小路英男. チモシーにおける耐性育種の成果と展望. 北海道立農試資料. 27, 75-80 (1997)
- 20) 吉澤 晃, 下小路英男, 古谷政道, 藤井弘毅, 佐藤公一, 玉置宏之, 鳥越昌隆, 中住晴彦, 川村公一. チモシー新品種「なつさかり」の育成. 北海道立農試集報. 88, 37-47 (2005)



Kiritappu

Senryoku

Fig. 2 Plant figure of the first crop (photographed on 25 June 2019)



Kiritappu

Senryoku

Fig. 3 Lodging situation of the first crop in high nitrogen fertilizer application treatment (1.86 kg a^{-1} in early spring, photographed on 24 June 2019)

A New Timothy (*Phleum pratense* L.) Cultivar “Senryoku”

Kazunori ASHIKAGA^{*1}, Koichi SATO^{*1}, Kenji IIDA^{*1},
Hiroki FUJII^{*2}, Tsuneki TANAKA^{*2}, Kei IWABUCHI^{*3},
Yoshihiko TAKEDA^{*4}, Mieko ADACHI^{*3} and Ko TAKEMURA^{*3}

Summary

A new timothy (*Phleum pratense* L.) cultivar “Senryoku” was bred at Hokkaido Research Organization Kitami Agricultural Experiment Station from 2009 to 2013, and Hokkaido Research Organization Kitami Agricultural Experiment Station and Hokuren Federation Agricultural Cooperatives from 2014 to 2019 by maternal line selection from 14 clones belonging to eight maternal lines. It was registered as a recommended cultivar of Hokkaido, Japan in 2020.

The main characteristics of “Senryoku” are as follows: compared with “Kiritappu” which belongs to the medium-late maturity, (1) it belongs to the same maturity; (2) its yield level is higher under two and frequent defoliation; (3) it surpasses in lodging resistance, the resistance of purple spot disease by *Cladosporium phlei* (Gregory) de Vries resistance, winter survival and adaptability under the mixed cultivation with red clover (*Trifolium pratense* L.) and white clover (*Trifolium repens* L.); (4) it shows higher nutritive value; (5) it has higher seed productivity.

“Senryoku” suits to all areas in Hokkaido.

Breeder seed: Hokkaido Research Organization Kitami Agricultural Experiment Station, Kunneppu, Hokkaido, 099-1496 Japan.

*1 Hokkaido Research Organization Kitami Agricultural Experiment Station, Kunneppu, Hokkaido, 099-1496 Japan

E-mail: ashikaga-kazunori@hro.or.jp

*2 ditto. (Present; Hokkaido Research Organization Animal Research Center, Shintoku, Hokkaido, 081-0038 Japan)

*3 Hokuren Federation of Agricultural Cooperatives, Sapporo, Hokkaido, 060-8651 Japan

*4 ditto. (Present; Iwamizawa, Hokkaido, 068-0827 Japan)