

北海道農研  
研 報

Res. Bull.  
NARO  
Hokkaido Agric.  
Res. Cent.

# 北海道農業研究センター研究報告

## 第203号

RESEARCH BULLETIN  
OF THE  
NARO HOKKAIDO AGRICULTURAL RESEARCH CENTER

Number 203 October, 2014

National Agriculture and Food Research Organization

Hokkaido Agricultural Research Center

Hitsujigaoka, Sapporo, Japan



**農研機構 北海道農業研究センター**

NARO HOKKAIDO AGRICULTURAL RESEARCH CENTER (NARO/HARC)

北海道農業研究センター研究報告 第203号

所長 門脇 光一  
編集委員長 春原 嘉弘  
編集委員 眞岡 哲夫 牛木 純  
          細山 隆夫 安藤 哲  
          花島 大 林 高見  
          小松 邦彦 井上 聡  
          串田 篤彦 国立 卓生

RESEARCH BULLETIN  
OF THE  
NARO HOKKAIDO AGRICULTURAL RESEARCH CENTER  
Number 203

Koichi KADOWAKI, *Director General*

Editorial Board

Yoshihiro SUNOHARA, *Chairman*

Tetsuo MAOKA	Jun USHIKI
Takao HOSOYAMA	Satoshi ANDO
Hanajima DAI	Takami HAYASHI
Kunihiko KOMATSU	Satoshi INOUE
Atsuhiko KUSHIDA	Takuo KOKURYU

## アカクローバ品種「リョクユウ」の育成とその特性

奥村健治<sup>1)</sup>, 磯部祥子<sup>2)</sup>, 我有 満<sup>3)</sup>, 山口秀和<sup>4)</sup>, 澤井 晃<sup>3)</sup>, 高田寛之<sup>1)</sup>,  
廣井清貞<sup>1)</sup>, 内山和宏<sup>5)</sup>, 松村哲夫<sup>4)</sup>, 林 拓<sup>6)</sup>, 佐藤尚親<sup>6)</sup>, 牧野 司<sup>6)</sup>,  
出口健三郎<sup>7)</sup>, 山川政明<sup>4)</sup>, 澤田嘉昭<sup>4)</sup>, 藤井弘毅<sup>8)</sup>

### 摘 要

アカクローバ新品種「リョクユウ」は、独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構北海道農業研究センター寒地飼料作物育種研究チーム（現、北海道農業研究センター酪農研究領域マメ科牧草育種班）と北海道立根釧農業試験場作物科（現、地方独立行政法人北海道立総合研究機構根釧農業試験場飼料環境グループ作物班）の共同で育成された。「リョクユウ」は2010年2月に北海道優良品種に認定され、2011年2月にはアカクローバ農林6号「リョクユウ」として農林認定品種に認定された。

「リョクユウ」は、母材として北海道農業研究センターで選抜されてきた集団と導入品種から母系選抜により、北海道農業センター選抜4母系ならびに根釧農業場選抜4母系の計8母系の多交配により育成された。

「リョクユウ」の特性は以下の通りである。

1. 早晩性は、1番草の開花始日が6月20日と標準品種として供試した早生品種「ナツユウ」と同日であり、早生に属する。
2. 競合力は、目安となる2番草刈取り時の草丈が「ナツユウ」よりも6cm高く、開花茎の出現程度も高いことから、「ナツユウ」よりも強いと推定される。
3. オーチャードグラスとの混播では合計収量は並であるが、アカクローバ収量とマメ科率が高く、後半2年間も「ナツユウ」より高く維持され、混播適性は優れる。
4. チモシー極早生品種との混播では合計収量がやや多く、アカクローバの後半2年間のクローバ収量およびマメ科率も「ナツユウ」より高く維持され、混播適性は優れる。
5. チモシー早生品種との混播では合計収量は同程度からやや多く、アカクローバの2、3番草および後半収量が高い。根釧では2番草マメ科率は42%とやや高いが、平均マメ科率が28%で混播適性に優れる。一方、根釧農試および畜試以外では前半2年の2、3番草のマメ科率が60%を超え、混播組合せとしては不向きである。
6. 混播時の試験最終年の個体密度から評価した永続性は同等からやや優れる。
7. 耐寒性、耐病性：耐寒性は「やや強」、耐病性も「中」と同程度である。
8. 越冬性および萌芽の良否は同程度で、越冬性に差は認められない。罹病性については、主要病害の罹病程度は並である。
9. 主要成分の粗蛋白質、ミネラルの乾物中割合は同程度である。
10. 採種性はやや低いが実用上問題ない水準である。

キーワード：アカクローバ、育種、永続性、競合力、混播

平成26年8月7日 原稿受理

1) 北海道農業研究センター 酪農研究領域

2) 現、公益財団法人かずさDNA研究所

3) 現、九州沖縄農業研究センター

4) 退職

5) 現、畜産草地研究所

6) 現、北海道立総合研究機構 根釧農業試験場

7) 現、北海道立総合研究機構 畜産試験場

8) 現、北海道立総合研究機構 北見農業試験場

## I. 緒言

アカクローバは北海道および東北地方を中心に栽培される主要な採草用マメ科牧草であり、イネ科牧草と混播で栽培され、自給飼料の高品質化や窒素肥料の節減において重要な役割を果たしている。

アカクローバは短年生に分類され、播種後2～3年目の生育は旺盛であるが、その後、草勢が急速に衰退する。このためアカクローバの最も重要な育種目標は永続性の向上であり（磯部ら, 2007; Taylor, 2008）、これまで国内の品種育成でも着実に改良が進められてきた（山口ら, 2000a, 2000b; 磯部ら, 2002）。北海道におけるアカクローバの永続性に関わる地域適応性については、多雪地帯では菌核病抵抗性が強い系統、少雪地帯では越冬前の生育が旺盛な系統が高いことが報告され（山口ら, 2004）、重要な選抜対象形質となっている。一方、アカクローバはもっぱら混播利用されるため、混播相手のイネ科牧草種に対する混播適性を加味した品種育成・選定も求められる。

このような背景の中で、「リョクユウ」は既存の早生品種よりオーチャードグラスおよび極早生チモシー品種との混播利用で永続性に優れる品種として、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（以下、北農研と略す）と北海道立根釧農業試験場（現、地方独立行政法人北海道立総合研究機構農業研究本部根釧農業試験場、以下、根釧農試）において共同育成された。「リョクユウ」を利用することにより、草地における植生が安定、維持され、自給飼料の生産性の向上・高品質化が期待される。

「リョクユウ」の育種目標の設定と育種材料の養成、母系選抜は山口、澤井、内山、我有、磯部により、親母系の決定は我有、磯部、内山、廣井、山川、澤田、および藤井により、種子の増殖と系統適応性検定試験など一連の試験の実施、成績のとりまとめは磯部、奥村、我有、廣井、高田、松村、林、佐藤、牧野、出口により行われた。

## II. 育種目標、育種方法ならびに育成経過

### 1. 育種目標

北海道および北東北地域を対象として、オーチャードグラスおよびチモシーとの混播で永続性に優れた品種を育成する。

### 2. 育種方法

母系選抜法により、4年目の萌芽の良否と1番草の草勢に優れる母系および個体を母材として選抜した。「リョクユウ」（北海13号）の母材は北農研選抜4母系と根釧農試選抜の4母系、計8母系から構成した。

### 3. 育成経過

「リョクユウ」の育成経過をFig. 1に示した。1991年から2倍体の永続性と耐寒性の向上を目指し、3つの基礎集団、「早生、中生の北農研選抜集団（6120個体）」、「極早生北農研選抜集団（4416個体）」ならびに「北農研選抜と導入系統（116母系）」において、北農研で第1、2の集団からそれぞれ124個体と101個体、根釧農試で第3の集団から240個を選抜し、集団ごとに隔離採種した。2サイクル目の選抜は1997年からこれらの選抜個体を北農研で465母系、根釧農試で197母系として4年間評価した。2000年に萌芽および1番草の草勢に優れる永続性の高い8母系を選抜、隔離採種を行い、系統番号「北育8号」を付して2002年より2005年まで北農研と根釧農試で生産力予備検定試験を実施した。その結果、有望と認め、系統名「北海13号」を付し、2005年より2009年まで系統適応性等の各種試験に供試した。

## III. 特性

### 1. 試験方法

#### 1) 供試系統と品種

同時に育成した「北海13号」、「北海14号」および「北海15号」の3系統を供試した。「リョクユウ」は「北海13号」にあたる。標準品種として早生の「ナツユウ」を、参考品種として育成地および東北地域の試験では「ホクセキ」を用いた。

#### 2) 系統適応性検定試験と地域適応性検定試験

Table 1に系統適応性検定試験および地域適応性検定試験が行われた場所を、Table 2に播種年月日、播種方法、施肥量および刈取り回数などの耕種概要を示した。なお、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（道立畜試、TableではSHINTOKUと記述、および青森畜試）、上川農業試験場天北支場を天北支場と略記し、家畜改良センターの名称は省略し、牧場名の

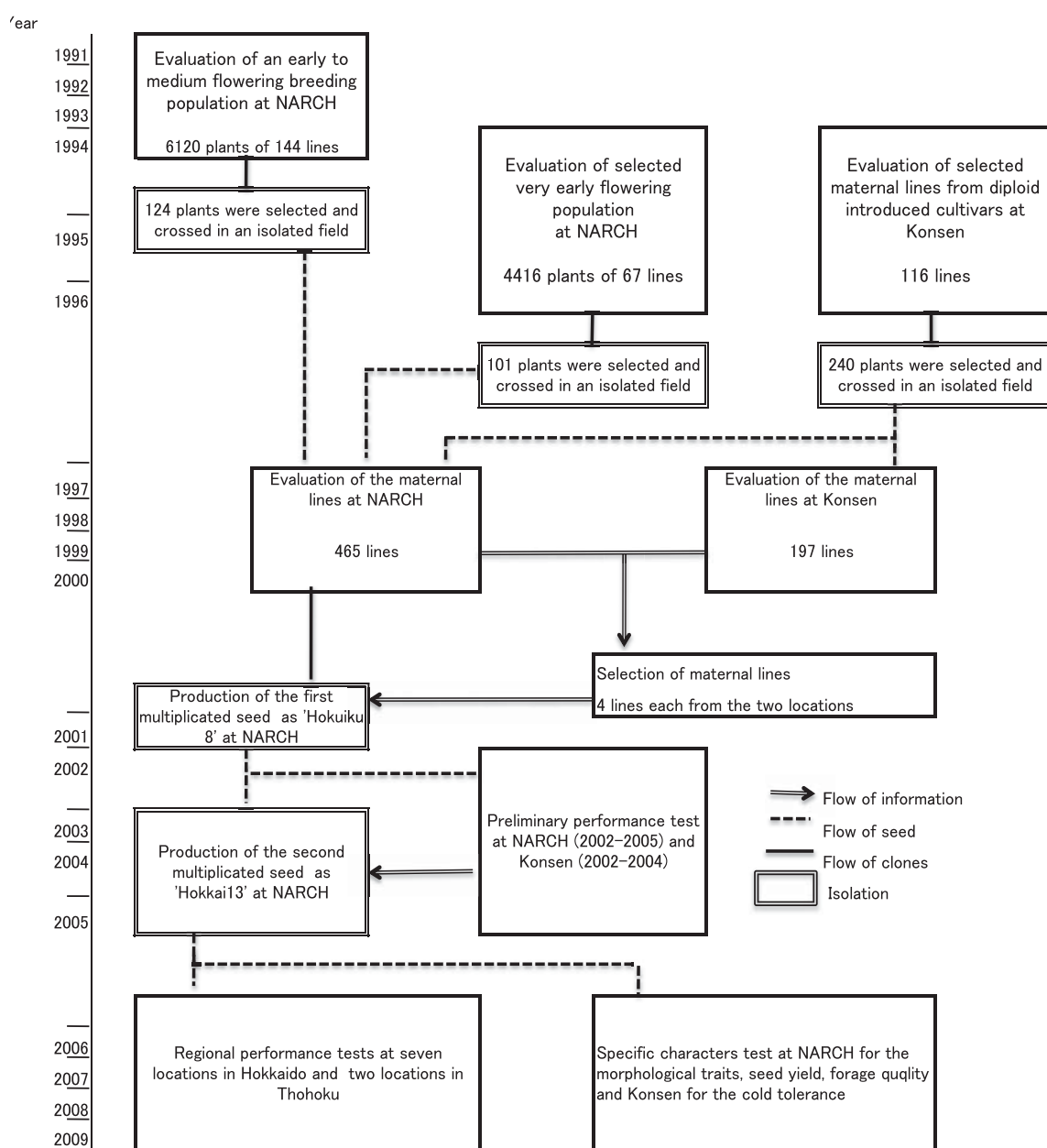


Fig. 1. Breeding scheme of 'Ryokuyu'  
 NARCH: National Agricultural Research Center for Hokkaido Region  
 Konsen: Hokkaido Prefectural Konsen Agricultural Experiment Station

みとした。系統適応性検定試験および地域適応性検定試験は2005年に、北海道内の5農試・畜試および2牧場において春播種で、北東北地域の1畜試、1牧場においては秋播種で原則5年間実施された。すべての試験地で混播試験を実施し、北海道ではチモシー早生品種「ノサップ」と北東北地域ではオーチャードグラス「ハルジマン」との混播試験を行った。北農研と根釧農試ではチモシー極早生品種「クンプウ」との混播試験を加えた。また、乾物収量およびマメ科率については、イネ科牧草の組合ごとに

アカクローバ供試品種間および試験地間について分散分析を行った。

### 3) 特性検定試験

耐寒性特性検定試験は根釧農試で行い、雪腐病の薬剤防除のみを行った無除雪防除区（対照区）、雪腐病の薬剤防除と除雪を行った除雪防除区（凍害区）、雪腐病無防除で無除雪の無除雪無防除区（雪腐病害区）の3処理区を設けた。除雪する区では越冬期間中、降雪の度に小型除雪機により除雪し、2

Table 1. Locations of the regional performance and specific character tests

Location	Experimental Station/ Livestock Breeding Center
NARCH <sup>1)</sup>	National Agricultural Research Center for Hokkaido Region
AOMORI	Aomori Prefectural Industrial Technology Research Center Animal Husbandry Experimental Station
IWATE	National Livestock Breeding Center Iwate Station
TENPOKU <sup>2)</sup>	Hokkaido Prefectural Kamikawa Agricultural Experiment Station Tenpoku Substation
NIKAPPU	National Livestock Breeding Center Niikappu Station
SHINTOKU <sup>2)</sup>	Hokkaido Prefectural Animal Research Center
TOKACHI	National Livestock Breeding Center Tokachi Station
KITAMI <sup>2)</sup>	Hokkaido Prefectural Kitami Agricultural Experiment Station
KONSEN <sup>2)</sup>	Hokkaido Prefectural Kosen Agricultural Experiment Station

1) NARCH: present NARO Hokkaido Agricultural Center

2) Hokkaido Prefectural: present Hokkaido Research Organization

Table 2. Methods for the regional performance and specific character tests

Location	Date of Seeding in 2005	Type of seeding <sup>1)</sup>	cultivar of grass <sup>2)</sup>	Plot size (m <sup>2</sup> )	No of reps	Fertilizer (kg/a, N-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -K <sub>2</sub> O)	No. of harvest / year			
							2006	2007	2008	2009
NARCH	May 20	mixed sward	'Harujiman'	6	4	0.63-1.20-1.15	3	3	3	3
NARCH	May 20	mixed sward	'Kunpu'	6	4	0.63-1.20-1.15	3	3	3	3
NARCH	May 20	mixed sward	'Nosappu'	6	4	0.63-1.20-1.15	3	3	3	3
NARCH	May 20	row	-	6	4	0.31-0.70-0.56	3	3	3	3
AOMORI	Sep 9	mixed sward	'Harujiman'	6	4	1.66-1.14-1.14	3	3	3	-
IWATE	Sep 1	mixed sward	'Harujiman'	6	4	1.78-2.20-1.58	3	3	3	3
TENPOKU	May 17	mixed sward	'Nosappu'	6	4	0.44-1.23-1.40	3	3	3	3
NIKAPPU	Jun 9	mixed sward	'Nosappu'	6	4	0.58-1.32-1.12	3	3	3	3
SHINTOKU	Jul 14	mixed sward	'Nosappu'	6	4	0.63-1.24-2.08	3	3	3	3
TOKACHI	May 30	mixed sward	'Nosappu'	6	4	1.83-2.19-1.99	3	3	3	3
KITAMI	May 27	mixed sward	'Nosappu'	6	4	0.94-2.08-1.66	3	3	3	3
KONSEN	May 23	mixed sward	'Kunpu'	6	4	0.49-1.52-2.56	3	3	3	3
KONSEN	May 23	mixed sward	'Nosappu'	6	4	0.49-1.52-2.56	2	2	2	2
KONSEN	May 23	row	-	0.75	6	0.35-1.15-0.96	3	2	1	-

1) Seeding rate of red clover, mixed sward: 0.3kg/a, row: 1.0kg/a

2) Seeding rate of grasses, 'Harujiman' (orchardgrass): 2kg/a, 'Kunpu' and 'Nosappu' (timothy): 1.5kg/a

月末まで積雪深をおおむね10cm以下に保った。また、薬剤防除を行う区ではフルアジナム水和剤（成分含有率50%）の1000倍液を2005年10月28日と11月30日、2006年11月8日と11月27日に散布した。検定は2回（2006年および2007年）行い、従来の「ナツユウ」の判定基準である耐病性を「中」、耐寒性を「やや強」として相対的に評価を行った。

飼料成分については2006年の試料について粗蛋白質（CP）酸性デタージェント繊維（ADF）、中性デタージェント繊維（NDF）含有率等を十勝農業協同組合連合会農産化学研究所に委託して行った。

また、北農研において採種性検定試験および個体植特性調査を行った。採種性検定試験は1区6m<sup>2</sup>、3反復の条播で行い、個体植特性調査は1区26個体、2反復で2007年に調査を実施した結果を、農林水産植物種類別審査基準あかクローバ種（農水省、2011）に基づいて示した。

## 2. 試験結果

### 1) 開花特性

1番草の開花始め日を北農研で調査した結果、4年平均で6月20日と「ナツユウ」と同日であった（Table 3, Photo 1）。2番草の開花始め日は「ナツユウ」よりも3日～5日早く、「ホクセキ」とは同じかやや早かった。3番草では「ホクセキ」と同日、年次間差がみられたが、2006年は「ナツユウ」より3日早かった。競合力の目安となる2番草の刈取り時の草丈は「リョクユウ」が「ナツユウ」より2、3年目の平均で6cm高く、その差は両年ともに有意となった。一方、「ホクセキ」とは同程度の草丈であった。草丈と密接に関係のある再生草の開花程度も「リョクユウ」と「ホクセキ」は高い傾向がみられ（Table 4）、「リョクユウ」の競合力は「ナツユウ」より強く、「ホクセキ」と同等であると推定された。3番草刈取り時では、草丈は「ナツユウ」と同程度で「ホクセキ」よりはやや低く、開





Photo 1. Plant posture of a new cultivar 'Ryokuyu'  
(June 21, 2009 at the NARCH)

Table 3. Flowering date in pure stand test at the NARCH

Cultivar	First harvest <sup>1)</sup>					Second harvest <sup>2)</sup>		Third harvest <sup>3)</sup>	
	2006	2007	2008	2009	mean	2006	2009	2006	2009
Ryokuyu	25	16	18	19	20	35	4	25	17
Natsuyu	27	17	18	18	20	38	9	28	16
Hokuseki	27	18	19	19	21	35	7	25	17
lsd (0.05) <sup>4)</sup>	ns	ns	ns	ns		3	ns	3	ns

1), 2), 3): dates were counted from 1 June, 1 July and 1 September, respectively.

4):Least significant difference at 5% level, ns: not significant

Table 4. Plant height and ratio of flowering stems to total stems in aftermath in pure stand test at NARCH

Cultivar	Plant height (cm)				Ratio of flowering stems <sup>1)</sup>			
	Second harvest		Third harvest		Second harvest		Third harvest	
	2006	2007	2006	2007	2006	2007	2006	2007
Ryokuyu	53	43	45	58	5.7	2.3	4.1	5.8
Natsuyu	45	39	43	60	3.6	2.0	3.0	5.5
Hokuseki	52	48	51	65	5.7	2.8	4.4	6.0
lsd (0.05) <sup>2)</sup>	4	4	4	4	1.2	0.8	0.6	ns

1) Visual score of flowering stems to total stems, none: 1 to all: 9

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

花程度は「ホクセキ」と同程度で、「ナツユウ」より高い傾向を示した。

## 2) 収量性

イネ科牧草とアカクローバおよび両草種の合計の各乾物収量を前半2年、後半2年および4年間についてそれぞれ年平均収量としてTable 5, 6および7に混播相手のイネ科牧草ごとに示した。オーチャードグラス中生品種「ハルジマン」との混播では、4年間平均のクローバ収量を除いて試験地間に有意な差がみられた。それぞれの収量では品種間に有意な差はみられなかったが、前半2年間のクローバ収量

で「リョクユウ」は34.1kg/aと「ナツユウ」および「ホクセキ」より7.6kg/aと3.3kg/a高く、この傾向は後半2年も続き、4年間平均では5.0kg/a高くなった (Table 5, Photo 2)。一方、オーチャードグラス収量は「リョクユウ」で低い傾向がみられ、オーチャードグラスとクローバの合計ではほぼ同等となった。

チモシー極早生品種「クンプウ」との混播では (Table 6)、北農研では各収量に品種間で有意な差がみられず、ほぼ同等であった。これらの結果を後半2年および4年間平均で比較すると「ナツユウ」より両草種の収量がやや高く、「ホクセキ」と

Table 5. Dry matter yields of the red clover, grass and total in the mixture with the orchardgrass middle maturing cultivar 'Harujiman'

Location	Red clover	DM yield / year (kg/a)								
		average of the first two years			average of the latter two years			average throughout the test years		
		Grass	Clover	Total	Grass	Clover	Total	Grass	Clover	Total
NARCH	'Ryokuyu'	46.1	43.3	89.4	29.3	12.6	41.9	37.7	27.9	65.6
	'Natsuyu'	54.9	38.4	93.3	26.1	11.5	37.7	40.5	25.0	65.5
	'Hokuseki'	46.7	39.8	86.5	24.7	11.7	36.4	35.7	25.7	61.5
AOMORI	'Ryokuyu'	80.8	27.7	108.5	97.9	10.6	108.6	86.5	22.0	108.5
	'Natsuyu'	79.6	23.9	103.5	99.7	7.0	106.7	86.3	18.2	104.5
	'Hokuseki'	89.1	26.3	115.5	107.2	4.7	112.0	95.1	19.1	114.3
IWATE	'Ryokuyu'	97.4	31.3	128.7	91.6	22.1	113.7	94.5	26.7	121.2
	'Natsuyu'	108.9	17.1	126.0	97.1	19.5	116.6	103.0	18.3	121.3
	'Hokuseki'	96.2	26.4	122.7	91.1	20.4	111.5	93.7	23.4	117.1
Average	'Ryokuyu'	74.8	34.1	108.9	72.9	15.1	88.1	72.9	25.5	98.5
	'Natsuyu'	81.1	26.5	107.6	74.3	12.7	87.0	76.6	20.5	97.1
	'Hokuseki'	77.4	30.8	108.2	74.3	12.3	86.6	74.8	22.8	97.6
F value <sup>1)</sup>	Cultivar (df=2)	0.28 ns	1.17 ns	0.04 ns	0.06 ns	0.69 ns	0.12 ns	0.17 ns	0.99 ns	0.08 ns
	Location (df=2)	18.98 **	6.02 **	29.90**	152.77 **	13.38 **	367.38 **	49.82 **	1.59 ns	140.34 **

1) \*\*, ns: significantly different among cultivars or locations at 1% level and not different, respectively, based on ANOVA

Table 6. Dry matter yields of the red clover, grass and total in the mixture with the timothy very early maturing cultivar 'Kunpu'

Location	Red clover	DM yield / year (kg/a)								
		average of the first two years			average of the latter two years			average throughout the test years		
		Grass	Clover	Total	Grass	Clover	Total	Grass	Clover	Total
NARCH	'Ryokuyu'	52.6	41.9	94.5	33.1	8.7	41.9	42.9	25.3	68.2
	'Natsuyu'	54.1	42.1	96.2	29.1	7.3	36.4	41.6	24.7	66.3
	'Hokuseki'	50.0	42.2	92.2	27.6	9.2	36.8	38.8	25.7	64.5
F value <sup>1), 3)</sup>	Cultivar (df=2)	0.60 ns	0.01 ns	2.51 ns	2.85 ns	0.22 ns	0.99 ns	1.81 ns	0.10 ns	1.45 ns
KONSEN	'Ryokuyu'	57.0	36.4	93.4	44.9	20.7	65.6	50.9	28.6	79.5
	'Natsuyu'	61.9	27.6	89.5	52.4	14.6	67.0	57.2	21.1	78.3
Average	'Ryokuyu'	54.8	39.2	94.0	39.0	14.7	53.7	46.9	26.9	73.9
	'Natsuyu'	58.0	34.9	92.8	40.8	10.9	51.7	49.4	22.9	72.3
F value <sup>2), 3)</sup>	Cultivar (df=1)	4.20 ns	1.78 ns	0.16 ns	0.37 ns	3.14 ns	0.50 ns	1.02 ns	2.78 ns	0.44 ns
	Location (df=1)	1.15 ns	9.67 **	1.94 ns	37.40 **	20.21 **	86.84 **	23.32 **	0.01 ns	23.58 **

1) ANOVA for three cultivars in NARCH, 2) ANOVA for 'Ryokuyu' and 'Natsuyu' in NARCH and KONSEN

3) \*\*, ns: significantly different among cultivars or locations at 1% level and not different, respectively, based on ANOVA

はクローバ収量は同等であるが、チモシー収量は後半2年で「リョクユウ」が高くなり、4年間平均で合計収量を比較すると「リョクユウ」が68kg/aとやや高い傾向を示した。根鉤農試では「リョクユウ」のクローバ収量が前半、後半を通して「ナツユウ」より高く、チモシーは逆の傾向がみられ、合計収量では大きな差がみられなかった。両場所の平均値で4年間を比較すると有意な差にはならなかったものの、合計収量で1.6kg/a (2%)、クローバ収量は4.0kg/a (17%)、「ナツユウ」よりも高くなった。

チモシー早生品種「ノサップ」との混播では (Table 7)、3品種を比較した北農研では、「リョクユウ」が合計収量およびクローバ収量で「ナツユウ」よりやや低い値を示し、「ホクセキ」とは同等であった。一方、7場所の平均で比較すると、クローバ収量は「リョクユウ」が、チモシー収量では「ナツユウ」が高い傾向がみられ、合計では

ほぼ同等となった。特に後半2年ではその傾向が顕著であった。

### 3) マメ科率

乾物合計収量のうちマメ科牧草が占める割合であるマメ科率を収量と同様に前半2年、後半2年および4年間平均で混播相手のイネ科牧草ごとと比較した (Table 8, 9および10)。「ハルジマン」との混播 (Table 8) では前半2年間の3場所の平均値を比較すると「リョクユウ」は1番草が29%、2番草で35%および3番草の37%と「ナツユウ」および「ホクセキ」より有意とはならないものの、0.4~7.0ポイント高い値を示した。後半2年では品種間の差が小さくなったが、東北地域の2場所ではやや高い傾向が続き、4年間を通した3場所の平均では「ナツユウ」よりも各番草とも3%程度高く、「ホクセキ」とは3番草では同等であるが、1、2番草



Table 7. Dry matter yields of the red clover, grass and total in the mixture with the timothy early maturing cultivar 'Nosappu'

Location	Red clover	DM yield / year (kg/a)								
		average of the first two years			average of the latter two years			average throughout the test years		
		Grass	Clover	Total	Grass	Clover	Total	Grass	Clover	Total
NARCH	'Ryokuyu'	53.4	49.1	102.4	46.1	33.3	79.4	49.7	41.2	90.9
	'Natsuyu'	53.1	54.0	107.1	48.5	36.0	84.5	50.8	45.0	95.8
	'Hokuseki'	55.4	48.8	104.2	44.3	35.3	79.7	49.9	42.1	92.0
	Cultivar (df=2)	0.23 ns	0.83 ns	0.81 ns	1.05 ns	0.14 ns	0.50 ns	0.07 ns	0.60 ns	1.35 ns
TENPOKU	'Ryokuyu'	44.8	44.7	89.5	47.7	33.0	80.7	46.2	38.9	85.1
	'Natsuyu'	48.5	40.6	89.1	52.9	27.2	80.1	50.7	33.9	84.6
NIKAPPU	'Ryokuyu'	53.2	65.3	118.5	63.2	24.7	88.0	59.9	38.3	98.1
	'Natsuyu'	41.9	76.5	118.4	67.1	22.6	89.7	58.7	40.6	99.3
SHINTOKU	'Ryokuyu'	64.3	39.7	103.9	50.9	15.9	66.8	57.6	27.8	85.4
	'Natsuyu'	65.8	33.9	99.7	55.5	14.1	69.6	60.7	24.0	84.7
TOKACHI	'Ryokuyu'	28.6	47.5	76.0	48.0	41.9	89.9	41.5	43.8	85.3
	'Natsuyu'	40.6	35.6	76.3	57.5	24.7	82.2	51.9	28.3	80.2
KITAMI	'Ryokuyu'	38.6	71.8	110.4	45.4	43.9	89.3	42.0	57.9	99.9
	'Natsuyu'	46.9	53.8	100.6	67.8	25.9	93.6	57.3	39.8	97.1
KONSEN	'Ryokuyu'	59.8	26.7	86.5	63.1	22.2	85.3	61.4	24.5	85.9
	'Natsuyu'	61.4	23.9	85.2	63.8	10.7	74.5	62.6	17.3	79.9
Average	'Ryokuyu'	48.9	49.2	98.2	52.0	30.7	82.8	51.2	38.9	90.1
	'Natsuyu'	51.2	45.5	96.6	59.0	23.0	82.0	56.1	32.7	88.8
F value <sup>1)</sup>	Cultivar (df=1)	0.72 ns	1.94 ns	0.70 ns	10.33 **	12.99 **	0.09 ns	6.35 *	9.19 **	0.51 ns
	Location (df=6)	9.03 **	18.74 **	33.72 **	5.37 **	9.11 **	6.02 **	5.88 **	12.75 **	9.28 **

1) \*, \*\*, ns: significantly different among cultivars or locations at 5, 1% levels and not different, respectively, based on ANOVA



A new cultivar 'Ryokuyu'



'Natsuyu'

Photo 2. Mixed sward of Red clover and Orchard grass in the first harvest (June 4, 2009 at the NARCH)

Table 8. Clover dry matter ratio in the mixture with the orchardgrass middle maturing cultivar 'Harujiman'

Location	Red clover	Clover percentage (DM %) at the harvests								
		average of the first two years			average of the latter two years			average throughout the test years		
		1st	2nd	3rd	1st	2nd	3rd	1st	2nd	3rd
NARCH	'Ryokuyu'	43.1	54.5	46.2	22.0	35.0	37.0	32.6	44.7	41.6
	'Natsuyu'	34.8	48.7	45.3	28.4	32.0	35.8	31.6	40.3	40.6
	'Hokuseki'	40.5	47.7	50.1	25.0	32.9	42.5	32.7	40.3	46.3
AOMORI	'Ryokuyu'	18.8	25.4	35.4	14.5	6.9	0.6	17.4	19.2	23.8
	'Natsuyu'	16.3	27.7	28.8	8.1	7.2	0.8	13.5	20.8	19.4
	'Hokuseki'	17.7	22.3	32.3	7.4	3.2	0.1	14.3	15.9	21.6
IWATE	'Ryokuyu'	25.6	24.2	29.8	28.7	20.4	5.7	27.2	22.3	17.8
	'Natsuyu'	15.5	14.4	19.3	27.4	16.9	4.6	21.5	15.7	12.0
	'Hokuseki'	20.8	23.4	27.8	27.8	18.7	4.6	24.3	21.0	16.2
Average	'Ryokuyu'	29.2	34.7	37.1	21.8	20.7	14.4	25.7	28.8	27.7
	'Natsuyu'	22.2	30.2	31.1	21.3	18.7	13.7	22.2	25.6	24.0
	'Hokuseki'	26.3	31.1	36.7	20.1	18.2	15.7	23.8	25.7	28.0
F value <sup>1)</sup>	Cultivar (df=2)	1.18 ns	0.40 ns	1.19 ns	0.24 ns	0.24 ns	0.48 ns	0.69 ns	0.34 ns	1.30 ns
	Location (df=2)	13.48 **	18.08 **	12.81 **	29.82 **	25.35 **	210.59 **	16.66 **	18.48 **	53.50 **

1) \*\*, ns: significantly different among cultivars or locations at 1% level and not different, respectively, based on ANOVA

Table 9. Clover dry matter ratio in the mixture with the timothy very early maturing cultivar 'Kunpu'

Location	Red clover	Clover percentage (DM %) at the harvests								
		average of the first two years			average of the latter two years			average throughout the test years		
		1st	2nd	3rd	1st	2nd	3rd	1st	2nd	3rd
NARCH	'Ryokuyu'	36.3	52.1	47.9	19.5	23.1	18.1	27.9	37.6	33.0
	'Natsuyu'	37.5	52.5	42.5	22.6	13.9	13.2	30.1	33.2	27.8
	'Hokuseki'	37.1	54.9	49.5	20.9	26.0	22.7	29.0	40.4	36.1
F value <sup>1), 3)</sup>	Cultivar (df=2)	0.06 ns	0.20 ns	5.04 ns	0.34 ns	0.98 ns	0.67 ns	0.34 ns	0.99 ns	1.68 ns
KONSEN	'Ryokuyu'	23.6	43.7	62.2	27.2	39.4	32.1	25.4	41.6	47.2
	'Natsuyu'	20.1	38.2	43.0	18.9	26.9	21.0	19.5	32.6	32.0
Average	'Ryokuyu'	29.9	47.9	55.1	23.4	31.3	25.1	26.7	39.6	40.1
	'Natsuyu'	28.8	45.4	42.7	20.8	20.4	17.1	24.8	32.9	29.9
F value <sup>2), 3)</sup>	Cultivar (df=1)	0.11 ns	0.54 ns	8.58 *	0.49 ns	8.25 *	2.34 ns	0.33 ns	4.70 ns	6.19 *
	Location (df=1)	19.54 **	10.42 **	3.09 ns	0.29 ns	15.02 **	4.39 ns	3.91 ns	0.30 ns	5.04 *

1) ANOVA for three cultivars in NARCH, 2) ANOVA for 'Ryokuyu' and 'Natsuyu' in NARCH and KONSEN

3) \*, \*\*, ns: significantly different among cultivars or locations at 5, 1% levels and not different, respectively, based on ANOVA

Table 10. Clover dry matter ratio in the mixture with the timothy early maturing cultivar 'Nosappu'

Location	Red clover	Clover percentage (DM %) at the harvests								
		average of the first two years			average of the latter two years			average throughout the test years		
		1st	2nd	3rd	1st	2nd	3rd	1st	2nd	3rd
NARCH	'Ryokuyu'	43.3	65.6	43.1	33.8	56.4	42.6	38.5	61.0	42.8
	'Natsuyu'	47.5	62.6	47.0	38.5	46.6	38.0	43.0	54.6	42.5
	'Hokuseki'	42.2	64.2	44.0	36.5	51.8	44.6	39.4	58.0	44.3
	Cultivar (df=2)	0.61 ns	0.17 ns	1.55 ns	0.23 ns	0.62 ns	0.69 ns	0.44 ns	1.26 ns	0.19 ns
TENPOKU	'Ryokuyu'	40.5	66.3	61.1	37.5	46.7	44.6	39.0	56.5	52.9
	'Natsuyu'	40.6	53.7	51.1	33.5	33.7	36.7	37.0	43.7	43.9
NIKAPPU	'Ryokuyu'	45.8	76.2	59.8	16.0	53.3	27.9	25.9	60.9	38.5
	'Natsuyu'	58.7	83.8	48.7	15.9	44.6	21.7	30.1	57.7	30.7
SHINTOKU	'Ryokuyu'	29.8	45.8	41.4	21.4	31.8	14.8	25.6	38.8	28.1
	'Natsuyu'	30.5	31.7	32.9	18.4	27.2	14.2	24.5	29.4	23.6
TOKACHI	'Ryokuyu'	56.3	59.2	85.7	34.9	67.7	75.4	42.0	64.8	78.8
	'Natsuyu'	40.8	54.3	67.5	21.7	50.4	57.9	28.0	51.7	61.1
KITAMI	'Ryokuyu'	50.4	80.0	85.3	43.4	62.1	53.4	46.9	71.0	69.4
	'Natsuyu'	40.9	68.4	61.9	22.8	37.0	24.6	31.8	52.7	43.3
KONSEN	'Ryokuyu'	25.0	42.5		18.7	41.9		21.8	42.2	
	'Natsuyu'	26.4	31.5		10.7	23.1		18.6	27.3	
Average	'Ryokuyu'	41.6	62.2	62.7	29.4	51.4	43.1	34.2	56.5	51.7
	'Natsuyu'	40.7	55.1	51.5	23.1	37.5	32.2	30.4	45.3	40.8
F value <sup>1)</sup>	Cultivar (df=1)	0.05 ns	5.43 *	16.96 **	6.78 *	27.73 **	14.86 **	2.61 ns	43.84 **	20.65 **
	Location (df=5 or 6)	4.21 **	16.50 **	21.72 **	8.34 **	9.44 **	25.86 **	6.46 **	27.91 **	28.53 **

1) \*, \*\*, ns: significantly different among cultivars or locations at 5, 1% levels and not different, respectively, based on ANOVA

では2～3%高い割合であった。

「クンプウ」との混播 (Table 9) では2場所平均で前半および後半の2年を通して「ナツユウ」よりも高く推移し、特に2, 3番草では高い値を示した。北農研では「ホクセキ」の前半2年の2, 3番草が50～55%と高く、試験期間を通して「リョクユウ」より高く推移した。一方、「ナツユウ」の後半2年の2, 3番草が14%以下と低くなったのに対して、「リョクユウ」では20%前後と安定して維持されていた。根釧農試では前半2年の3番草で「リョクユウ」は60%を超えて高い値を示したが、後半2年の1番草では27%、「ナツユウ」は43%が19%に低下した。

「ノサップ」との混播 (Table 10) では7場所の平均で「ナツユウ」と比較すると、前半、後半とも

高い値を示した。特に2, 3番草は7～14%高く、後半2年間では1番草でもその傾向は顕著であった。また、根釧農試と道立畜試を除き前半2年の2, 3番草では60%近く、あるいはそれ以上となり、その差は有意となった。根釧農試は2回刈りであるが、特に後半2年で1番草が19%、2番草が42%で「ナツユウ」の11%および23%を上回った。北農研における「ホクセキ」との比較では2番草ではやや高くなったが、1, 3番草ではやや低い傾向であった。

#### 4) 永続性

永続性の指標として試験最終年 (青森県の4年目を除き、5年目の秋) の晩秋の個体密度をTable 11に示した。混播相手のイネ科牧草草種および品種に

Table 11. Plant density (plant / m<sup>2</sup>) in the fall of the final year

Cultivar Grass / Red clover	'Harujiman'				'Kunpu'		
	HARC	AOMORI	IWATE	mean	HARC	KONSEN	mean
'Ryokuyu'	10.7	1.6	21.5	11.3	4.6	4.5	4.6
'Natsuyu'	10.5	2.0	15.0	9.2	3.3	6.8	5.1
'Hokuseki'	9.2	1.4	18.3	9.6	4.9	—	—
F value <sup>1)</sup>	1.58 ns	0.08 ns	0.07 ns		0.03 ns	1.94 ns	

Cultivar Grass / Red clover	'Nosappu'						
	HARC	TENPOKU	NIKAPPU	TOKACHI	KITAMI	KONSEN	mean
'Ryokuyu'	11.1	25.5	5.0	5.1	5.6	6.5	9.8
'Natsuyu'	11.4	16.0	4.1	5.6	3.8	4.5	7.6
'Hokuseki'	10.3	—	—	—	—	—	—
F value <sup>1)</sup>	0.05 ns	9.54 *	0.71 ns	1.48 ns	5.98 ns	3.05 ns	

1) \*, ns: significantly different among cultivars at 5% level and not different, respectively, based on ANOVA

より傾向は異なり、「ハルジマン」区では「リョクユウ」が「ナツユウ」および「ホクセキ」よりやや高く、「クンプウ」区ではやや低くなった。「ノサップ」区では、6場所の平均値で9.8個体/m<sup>2</sup>と「ナツユウ」の7.6より2.2個体多く、北農研においては、わずかに「ホクセキ」を上回った。

## 5) 障害抵抗性

### (1) 耐寒性

耐寒性は根釧農試で行われた特性検定試験により評価を行った。2005～2006年の試験シーズンは、根雪始め日が12月10日と平年と同日、根雪終わり日は4月22日と平年より13日遅く、12月中旬に30cm以上の降雪があり、土壌凍結深は平年よりかなり浅くなった。2006～2007年は根雪始め日が12月7日で平

年より3日早く、根雪終わり日も平年より4日早くなった。2007年2月20日の土壌凍結深は25cmと平年より4cm深かった。両試験の萌芽程度や春の草勢は有意な差がみられなかった。一方、1番草の収量では「リョクユウ」の無除雪無防除（雪腐病）区の無除雪防除（対照）区比が「ナツユウ」より2006、2007年の両年ともに高かった。しかし、除雪防除区では「ナツユウ」よりやや低い傾向であった。これらの結果を総合すると、耐病性および耐寒性ともに有意差とならなかったことから、これまでの「ナツユウ」の評価と同様に、耐病性は「中」、耐寒性は「やや強」と総合判定された（Table 12）。

### (2) 耐病性

Table 13に主要な病害の罹病程度を示した。「リョクユウ」の菌核病（*Sclerotinia trifoliorum*

Table 12. Tolerance to freezing and resistance to snow mold in the cold tolerance test at Konsen

Cultivar	2006			2006			2007		
	Degree of sprouting <sup>1)</sup>			Vigor in early spring <sup>1)</sup>			Vigor in early spring <sup>1)</sup>		
	Control <sup>2)</sup>	Snow mold <sup>3)</sup>	Freezing <sup>4)</sup>	Control	Snow mold	Freezing	Control	Snow mold	Freezing
'Ryokuyu'	7.0	6.2	4.5	6.7	5.5	3.0	4.7	4.0	1.0
'Natsuyu'	6.8	5.8	4.3	5.8	5.8	2.8	4.3	3.7	1.0
lsd(0.05) <sup>5)</sup>	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Cultivar	2006			2007			Overall judgement		
	Dry matter yield at 1st harvest <sup>6)</sup>			Dry matter yield at 1st harvest <sup>6)</sup>			Resistance to snow mold	Tolerance to freezing	
	Control	Snow mold	Freezing	Control	Snow mold	Freezing			
'Ryokuyu'	59	104	73	49	99	6	intermediate	fairly hardy	
'Natsuyu'	54	100	76	47	88	10	intermediate	fairly hardy	
lsd(0.05) <sup>5)</sup>	ns	ns	ns	ns	ns	ns			

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

2) Application of fungicide

3) No treatment

4) Snow-removed treatment

5) Least significant difference at 5% level, ns: not significant

6) 'Control' shows dry matter yield (kg/a) and 'Snow' and 'Freezing' show % of the yield in 'Control'.

Table 13. Average score of susceptibility to diseases <sup>1)</sup>

Cultivar	Sclerotinia crown and stem rot <sup>2)</sup>	Powdery mildew <sup>3)</sup>	Stemphylium leaf spot <sup>4)</sup>	Mosaic diseases <sup>5)</sup>	Rust <sup>6)</sup>	Summer black stem and leaf spot <sup>7)</sup>
'Ryokuyu'	2.4	2.2	2.1	1.4	1.3	1.7
'Natsuyu'	2.4	2.3	2.2	1.7	1.4	1.5
No. of locations	1	4	5	1	1	2
No. of observations	3	6	8	3	3	4

1) Rated on a scale of 1 (non or very slight) to 9 (siverely damaged)

2) Caused by *Sclerotinia trifoliorum* Eriksson

3) Caused by *Microsphaera trifolii* (Greville) Brown

4) Caused by *Stemphylium sarcinaeforme* (Cavara) Wiltshire

5) Caused by mainly alfalfa mosaic virus

6) Caused by *Uromyces fallens* (Desmazieres) Kern

7) Caused by *Cercospora zebrina* Passerini

Eriksson), うどんこ病 (*Microsphaera trifolii* (Greville) Brown), 輪紋病 (*Stemphylium sarcinaeforme* (Cavara) Wiltshire), モザイク病 (主にAlfalfa mosaic virus), さび病 (*Uromyces fallens* (Desmazieres) Kern) および斑点病 (*Cercospora zebrina* Passerini) の罹病程度は「ナツユウ」と同程度で、低い値であった。

#### 6) 飼料成分

「リョクユウ」の粗蛋白質含有率は「ナツユウ」と有意な差が認められなかった (Table 14)。また、2, 3番草で「ナツユウ」より可消化養分割合がやや低く、酸性および中性デタージェント繊維含有率では高い値を示した。

#### 7) 採種性

Table 15に採種性の調査結果を示した。「リョクユウ」の採種量は「ナツユウ」よりもやや少ない

Table 14. Dry matter basis (%) of chemical compositions

Harvest	Cultivar	Total digestible nutrients	Crude protein	Acid detergent fiber	Neutral detergent fiber	Calcium	Magnesium	Potassium
1st	'Ryokuyu'	61.4	15.7	30.6	42.1	1.4	0.3	2.1
	'Natsuyu'	60.3	16.0	31.0	42.5	1.4	0.3	2.4
	lsd(0.05) <sup>1)</sup>	ns	ns	ns	ns	ns	ns	0.3
2nd	'Ryokuyu'	61.6	19.1	28.4	39.7	1.3	0.3	2.2
	'Natsuyu'	63.5	19.9	23.3	34.2	1.6	0.3	2.3
	lsd(0.05)	ns	ns	3.7	4.1	ns	ns	ns
3rd	'Ryokuyu'	59.0	21.3	30.6	42.1	1.5	0.3	2.1
	'Natsuyu'	63.1	20.3	29.2	40.6	1.6	0.3	2.1
	lsd(0.05)	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

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

Table 15. Seed productivity at NARCH

Cultivar	No. of flower heads / m <sup>2</sup>			No. of florets / flower head			Seed setting percentage (%)		
	2007	2008	Mean	2007	2008	Mean	2007	2008	Mean
'Ryokuyu'	332	624	478	117	119	118	74.1	81.2	77.7
'Natsuyu'	371	838	604	114	119	117	76.6	80.1	78.4
Hokuseki'	409	745	577	110	128	119	76.8	70.6	73.7
lsd(0.05) <sup>1)</sup>	ns	160		ns	9		ns		
Cultivar	Thousand seed weight (g)			Seed yield (kg/a)					
	2007	2008	Mean	2007	2008	Mean			
'Ryokuyu'	1.7	1.5	1.6	4.8	9.0	6.9			
'Natsuyu'	1.7	1.4	1.6	5.7	11.6	8.7			
Hokuseki'	1.7	1.2	1.4	5.8	8.2	7.0			
lsd(0.05) <sup>1)</sup>	ns	ns		ns	3.0				

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



が、「ホクセキ」とほぼ同等であった。

### 8) 形態特性と系統内変異

Table 16に形態的特性を示した。主要な8形質のうち「リョクユウ」は「ナツユウ」に比べ、葉斑の鮮明度の低い個体頻度がやや高く、草丈がやや低く、節間数もやや少ない点異なるが、それ以外の形態特性に差異はみられなかった。各特性の変動係数についても、葉斑の鮮明度を除き「ナツユウ」と比べて特に大きな値はみられなかった。

## IV. 考 察

平成25年度現在、北海道のアカクローバ優良品種は9品種認定されているが（北海道農政部, 2013）、そのうち3品種は晩生で、チモシー中生品種との混播利用が推奨されている。一方、「リョクユウ」および「ナツユウ」を含め残る6品種は早生であるが、主な混播相手はオーチャードグラス、チモシー極早生および早生品種である。これら早生品種のなかで「ナツユウ」は2番草の再生が穏やかで、チモシー早生品種との混播適性に優れる。また、「ホクセキ」よりも永続性に優れた特徴を持ち、「ホクセキ」を置き換える品種として普及が期待された（磯部ら, 2004）。

アカクローバの最重要の育種目標は海外と同様に（Abberton and Marshall, 2005; Taylor, 2008）、わが国においても永続性であり（磯部ら, 2007）、北農研でもこの目標に向けてこれまで「サッポロ」、「ホクセキ」、「タイセツ」、「ナツユウ」の5品種を育成してきた。さらにこれらの品種より高い永続性を目指して、「リョクユウ」も永続性の選抜を個体植え条件で進めてきた。しかし、アカクローバの主たる利用方法はイネ科牧草との混播採草

であり、混播相手のイネ科牧草の草種や品種の早晚によってアカクローバの混播適性は異なる。ここでは、「リョクユウ」の混播適性をイネ科牧草とクローバおよび合計乾物収量とクローバ割合（マメ科率）、さらに永続性を重視する点から試験4年間で前半2年と後半2年を分けたときの特性、さらに永続性を加味して標準品種「ナツユウ」および参考品種の「ホクセキ」との比較により、総合的に考察する。

「リョクユウ」とオーチャードグラスを代表して供試した中生品種「ハルジマン」との混播では前半2年で北農研におけるマメ科率が55%とやや高かった。しかし、東北2場所を加えた平均で後半2年間のクローバ収量や合計収量および最終年の個体密度が「ナツユウ」より優れた。これらの点を総合的に考慮すると、最重要育種目標である永続性が高いことから「リョクユウ」のオーチャードグラスとの混播適性は標準品種の「ナツユウ」より優れると判断される（Table 5, 8, 11）。

チモシー極早生品種との組合せにおいては、合計収量が同等からやや多く、後半2年のクローバ収量が多い傾向がみられ、マメ科率もチモシー収量が同等からやや高いなかで維持されることから、「ナツユウ」より優れると判断される（Table 6, 9）。

一方、チモシー早生品種には競合力がやや強く、特に2, 3番草でマメ科率が80%を超える場合もあり（Table 10）、冬季の条件が厳しく、相対的にチモシーの越冬性が優れる根釧地域以外では混播には適さないと考えられる。

「ナツユウ」は育成時の比較では参考品種の「ホクセキ」より永続性がやや高いと判断されたが、今回の前半2年と後半2年の収量およびマメ科率の比較結果からはやや劣る傾向がみられた（Table 5,

Table 16. Morphological traits and their coefficient variance (cv) in space plantings in first flowering time at NARCH in 2007

Cultivar	Plant length (cm)		Stem diameter (mm)		No. of stem internodes		Density of stem hairs <sup>1)</sup>	
	mean	cv%	mean	cv%	mean	cv%	mean	cv%
'Ryokuyu'	64.1	23.7	2.1	21.2	5.6	16.5	3.7	26.6
'Natsuyu'	67.4	18.6	2.0	19.3	6.1	17.0	4.6	26.0
Hokuseki'	64.6	19.6	1.9	19.5	6.5	14.8	4.4	28.9
Cultivar	Length of leaflet (mm)		Width of leaflet (mm)		Intensity of leaf white marks <sup>2)</sup>		Flower color <sup>3)</sup>	
	mean	cv%	mean	cv%	mean	cv%	mean	cv%
'Ryokuyu'	40.1	22.7	22.3	22.0	3.5	42.0	5.2	14.7
'Natsuyu'	39.8	22.1	22.1	21.1	4.3	25.2	5.0	26.3
Hokuseki'	42.1	16.7	21.0	18.2	4.5	33.0	4.8	20.2

1) Rated on scales of 1 (glabrous or very low) to 9 (very high)

2) Rated on scales of 1 (absent or very weak) to 9 (very strong)

3) Rated on scales of 1 (white) to 9 (dark red)



6, 8, 9)。この理由としては、前回の試験が単播の結果から判断されたのに対して、今回の試験が混播時の結果であり、相対的に再生の穏やかな「ナツユウ」がイネ科牧草との競合が不利に影響したと推察される。「リョクユウ」は、主な混播相手のオーチャードグラスおよび極早生チモシーとの後半2年間のクローバ収量とマメ科率で比較すると、北農研の後半2年のマメ科率がやや低いものの、クローバ収量では同等からやや優れることから「ナツユウ」および「ホクセキ」よりも永続性に優れると考えられる (Table5, 6, 8, 9)。

北海道でも近年の夏季から秋季の温暖化から、2, 3番草でアカクローバがチモシーを抑圧することが懸念されるが、道内の草地にはマメ科牧草が絶対的に不足しており、高品質な自給飼料増産のためにはマメ科牧草の増加が不可欠である (天北農業試験場ほか, 2000)。上記の混播適性と耐寒性、主要病害に対する罹病程度や飼料成分からも「リョクユウ」はオーチャードグラスおよびチモシー極早生品種との混播において「ナツユウ」と置き換え、さらに気象条件の厳しい根釧地域ではチモシー早生品種との混播も可能である。さらにチモシー早生品種では2番草の再生力が強く、競合力に優れる「なつちから」も育成されており、北海道および北東北地域で「リョクユウ」の導入が進み、マメ科牧草の維持、自給飼料の品質向上につながることを期待する。

## V. 適地および栽培・利用上の留意点

北海道および北東北地域を普及対象とする。競合力が強いため、混播するイネ科牧草はオーチャードグラスおよびチモシー極早生品種を基本とする。チモシー早生品種との混播は夏季に冷涼湿潤な根釧地域等に限定し、播種量を抑える。それ以外の地域では再生の穏やかな品種を利用する。

## 謝 辞

圃場試験は北海道農業研究センター研究支援センターの鈴木 昇, 石井 實, 三好達也, 佐藤勝彦および澤田将の各技官の協力のもとで実施された。系統適応性検定試験, 特性検定試験, 地域適応性検定試験は以下の場所 (試験実施当時の名称), 担当者 (試験実施当時在籍) により実施された。担当して頂いた数多くの方々に厚くお礼を申し上げる。

## 系統適応性検定試験場所

北海道立上川農業試験場天北支場: 井内浩幸, 藤井弘毅, 佐藤公一, 飯田憲治, 吉田昌彦

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

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

北海道立根釧農業試験場: 林 拓, 佐藤尚親, 牧野 司, 出口健三郎

青森県産業技術センター畜産研究所: 芦田倫子, 佐藤義人, 逢坂憲政

## 特性検定試験場所

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

## 地域適応性検定試験場所

家畜改良センター十勝牧場: 伴苗行弘, 井戸睦己, 渡邊美のり, 才野 真, 山角尚規, 前垣正行

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

家畜改良センター岩手牧場: 村瀬正樹, 工藤一弘, 山口和成, 瀬川正光, 工藤勝彦

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

## 引用文献

- 1) Abberton M. T. and Marshall A. H. (2005) Progress in breeding perennial clovers for temperate agriculture. *J. Agricultural Sci.* 143, 117-135.
- 2) 北海道農政部生産振興局畜産振興課 (2013) 北海道牧草・飼料作物優良品種一覧表. 平成25年3月. <http://www.pref.hokkaido.lg.jp/ns/tss/feed/siryuu.htm/>
- 3) 磯部祥子, 我有 満, 山口秀和, 内山和宏, 眞木芳助, 松浦正宏, 植田精一, 澤井 晃, 堤 光昭, 竹田芳彦, 中島和彦 (2002) アカクローバ品種「ナツユウ」の育成とその特性. 北海道農研報. 177, 1-14.
- 4) 磯部祥子, 奥村健治, 廣井清貞, 山川政明, 佐藤尚親, 林拓, 山口秀和, 我有満 (2007) 北海道におけるアカクローバの品種育成の現状と今後の展望. 北農. 74, 148-153.
- 5) 農林水産省 (2011) 農林水産植物種類別審査基

- 準あかクローバ種. <http://www.hinsyu.maff.go.jp/>
- 6) Taylor, N. L. and Quesenberry(1996) Red clover science. Kluwer Academic Publishe. Netherlands. 119-129.
- 7) Taylor, N. L. (2008) A century of clover breeding developments in the United States. *Crop Sci.* 48, 1-13.
- 8) 天北農業試験場, 根釧農業試験場, 北見農業試験場, 新得畜産試験場, 滝川畜産試験場, 北海道農政部農業改良課 (2000) 北海道の採草地における牧草生産の現状と課題. 平成12年度普及奨励事項ならびに指導参考事項. 北海道農政部. 162-164.
- 9) 山口秀和, 澤井 晃, 我有 満, 内山和宏, 植田精一, 眞木芳助, 松浦正宏, 杉信賢一, 早川力夫 (2000a) アカクローバ品種「タイセツ」の育成とその特性. 北海道農試研報. 171, 1-15.
- 10) 山口秀和, 澤井 晃, 我有 満, 内山和宏, 植田精一, 眞木芳助, 松浦正宏, 杉信賢一, 早川力夫 (2000b) アカクローバ品種「ホクセキ」の育成とその特性. 北海道農試研報. 171, 17-32.
- 11) 山口秀和, 澤井晃, 内山和宏, 我有満 (2004) 北海道におけるアカクローバ品種の地域適応性. 日本草地学会誌. 49, 645-651.

## Breeding of Red Clover ‘Ryokuyu’ and its Characteristics

Kenji OKUMURA<sup>1)</sup>, Sachiko ISOBE<sup>2)</sup>, Mitsuru GAU<sup>3)</sup>, Hidekazu YAMAGUCHI<sup>4)</sup>, Akira SAWAI<sup>3)</sup>,  
Hiroyuki TAKADA<sup>1)</sup>, Kiyosada HIROI<sup>1)</sup>, Kazuhiro UCHIYAMA<sup>5)</sup>, Tetsuo MATSUMURA<sup>4)</sup>,  
Taku HAYASHI<sup>6)</sup>, Narichika SATO<sup>7)</sup>, Tsukasa MAKINO<sup>6)</sup>, Kenzaburo DEGUCHI<sup>7)</sup>,  
Masa-aki YAMAKAWA<sup>4)</sup>, Yoshiaki SAWADA<sup>4)</sup>, and Hiroki FUJII<sup>8)</sup>

### Summary

‘Ryokuyu’, a new cultivar of red clover (*Trifolium pratense* L.), was jointly developed by NARO Hokkaido Agricultural Research Center, Sapporo, Hokkaido and Hokkaido Research Organization Konsen Agricultural Experiment Station, Nakashibetsu, Hokkaido. ‘Ryokuyu’ was registered as a recommended cultivar by the Hokkaido Prefectural Government in 2010 and as Norin No. 6 of red clover by the Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries in 2011.

‘Ryokuyu’ was developed by random crossing of eight maternal lines, including four lines selected in Sapporo and four lines in Nakashibetsu.

‘Ryokuyu’ was considered to be an early flowering type cultivar since its flowering date was similar to that of ‘Natsuyu’, a standard cultivar in this experiment. Competitive ability of ‘Ryokuyu’ based on plant height and ratio of flowering stems was estimated to be higher than that of ‘Natsuyu’.

In a mixed sward with orchardgrass or very early flowering timothy, the clover yields of ‘Ryokuyu’ were 5 and 4 kg/a higher than those of ‘Natsuyu’, and these tendencies were maintained even in the 3rd and 4th years. Since the total yields of these grasses and ‘Ryokuyu’ were almost the same as those of ‘Natsuyu’ and clover percentages were appropriate, the combinations of ‘Ryokuyu’ with orchardgrass and very early flowering timothy were thought to be superior to those of ‘Natsuyu’. In contrast, in the combination with early flowering timothy, the clover percentages of ‘Ryokuyu’ were much higher than those of ‘Natsuyu’, indicating that ‘Ryokuyu’ suppresses the regrowth of this type of timothy.

The winter hardiness, including freezing tolerance and resistance to snow mold, of ‘Ryokuyu’ is the same as that of ‘Natsuyu’, and the forage quality of ‘Ryokuyu’ is similar to that of ‘Natsuyu’. Although the seed yield of ‘Ryokuyu’ is slightly less than that of ‘Natsuyu’, the level is satisfactory. The results indicate that ‘Ryokuyu’ is better suited for cutting use in the combination with orchardgrass or very early flowering timothy in Hokkaido and north Tohoku area.

Breeder seed:

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

---

Present address:

- 1) NARO Hokkaido Agricultural Research Center
- 2) Kazusa DNA Research Institute
- 3) NARO Kyushu Okinawa Agricultural Research Center
- 4) Retired
- 5) NARO Institute of Livestock and Grassland Science
- 6) Hokkaido Research Organization Konsen Agricultural Experiment Station
- 7) Hokkaido Research Organization Animal Research Center
- 8) Hokkaido Research Organization Kitami Agricultural Experiment Station

## 平成24年南空知豪雪による農業雪害とリスク評価

井上 聡, 廣田知良, 濱寄孝弘, 根本 学

### 摘 要

2011年から2012年にかけて豪雪が発生し、積雪調査の結果、南空知地方に集中したことが明らかになった。岩見沢での最深積雪(208cm)や長期積雪期間(163日)は、気象庁統計史上最大であった。重回帰分析の結果、冬型と低温が要因として説明できた。農業雪害として、積雪深がハウス骨組みの肩を超え、沈降力により倒壊被害が多数生じた。今回の積雪深の再現期間は73年になり、肩(145cm)を超える再現期間は4年であった。長期積雪期間の再現期間は83年になり、9月多雨の影響もあり、秋まき小麦の雪腐病被害が甚大となった。消雪日は4月25日と最も遅くなった(再現期間42年)が、生育遅れはその後回復した。

キーワード：農業用ハウス, 再現期間

### I. はじめに

2011年から2012年にかけての冬季、北海道では多くの地点で気象庁観測史上最大の最深積雪を記録した。特に、岩見沢市を中心とした南空知地方において大雪となり、様々な雪害が生じた。

豪雪状況および雪害の概要については、著者(井上)も調査および執筆に参加した報告書が発行された(公益社団法人日本雪氷学会北海道支部, 2012)。しかし、その農業被害のリスク評価については触れていない。南空知地方は、水田や転換畑を中心とした農業地帯であり、農業への雪害被害も深刻であった。本論文は、この農業雪害について、その被害背景や発生リスクを含めて解析し、リスク評価を行うことを目的とする。

なお、本論文では慣例に従い平成24年南空知豪雪と呼ぶ。積雪期間は年をまたぐため、以後前年秋から当年春までの寒候年を使用する。

### II. 方 法

#### 1. 積雪調査

気象庁の積雪観測地点のみでは地点数に限りがあり、また観測地点は市街地に位置するため、農地における積雪分布の実態が分からない。そこで、2012

年3月1日と2日に、南空知地方を中心に、積雪状況の現地調査を行い、目盛付ゾンド棒(雪崩被災者探索のため積雪を測る棒状の用具)を使用して積雪深を測定するとともに、積雪状況を記録した。

#### 2. 豪雪発生 of 気象学的検討

平成24年豪雪の発生原因については、気象庁からは偏西風の南への蛇行によって説明されている(気象庁, 2012)。通常の偏西風コースに比べて南下することにより北からの寒気の進入量が増え、北日本全域が低温になったのが、特徴の1つとされている。また、シベリア高気圧が発達し、西高東低の冬型の気圧強度が高かったことも要因として挙げられている。そこで、毎年の冬季平均気温および冬型強度指標を説明変数とし、毎年の最深積雪と長期積雪初終日(いわゆる根雪期間)を目的変数とする重回帰分析を行い、要因評価を行った。解析対象期間は、1980年代後半の気候ジャンプ以前を避け、1990年以降とした。

冬季平均気温として気象庁岩見沢観測地点での12月～2月の月平均気温の3ヶ月平均値を用いた。

冬型強度の指標として、モンスーンインデックス(MOI)を使用した。MOIは、シベリア高気圧(西高)としてロシア・イルクーツク付近の気圧、アリューシャン低気圧(東低)として根室付近の気

圧，両気圧差を指標とするものである。ただし，現在，イルクーツクの地上気圧観測値は公表されていないため，川村（2006）と同様にNCEP/NCARの大気再解析データの両地点近傍値の12月から2月の平均値を使用した。

### 3. 農業雪害記録

農業雪害調査のために，JA美唄，JA岩見沢，北海道，岩見沢市の協力により，公表資料を含む各種統計データの提供を受け，現地農家からの農業雪害の聞き取りを行った。

農業雪害は，直接的雪害としての機械的雪害と生理的雪害，間接的雪害に分類できる（羽生，1986）。機械的雪害とは，積雪荷重および積雪沈力による破壊被害であり，最深積雪や期間降雪深と関連が深く，農業施設や果樹等が対象となる。生理的雪害は，積雪下が暗黒，高湿（または融雪水による冠水），0℃以下の低温条件であることから連続した長期積雪期間（根雪期間）の長期化によって越冬作物が消耗し，雪腐病被害が生じることである。間接的被害とは，消雪遅れによる春作業遅れや生育遅れ，その他の被害である。

### 4. リスク評価

岩見沢での寒候年最深積雪について，岩井法（高瀬，2003）を用いて超過確率および超過再現期間（平均して何年に1度生じるか）を求めた。岩井法は，水文学において期間降水量の発生確率の計算に広く用いられている手法であり，最大積雪深にも適用できると考えた。また，長期積雪期間（いわゆる根雪期間），長期積雪初日，終日について，同様に求めた。この積雪期間の確率計算には，長期積雪に関する研究事例である山田ら（1998）と同様にワイブル分布を用いた。なお，岩見沢の長期積雪期間は，目視観測を行っていない2007年以降については積雪深計観測値からの推定値である。統計記録と積雪深記録による推定値とを比較した結果同一であったため，推定可能と判断した。

## Ⅲ. 結果

### 1. 積雪調査結果

3月1日，2日の積雪調査結果および3月1日24時の積雪深自動観測データを並べた結果を図1に示す。気象庁岩見沢特別地域気象観測所の積雪深は，

最大値208cm（2月8日）からは減少したが，なお171cmあった。また，公益社団法人日本雪氷学会北海道支部雪氷災害調査チーム（2012）による積雪調査，独自積雪調査結果と合わせると，周囲の破線で囲んだ地域も150cmを超え，積雪が南空知地方に集中していることが分かった。一方，積雪深が100cmを超える地域（点線）は深川から夕張を經由し，石狩に至る線の北側であることが分かった。由仁町，長沼町から札幌にかけてのこれより内陸の地点では積雪深は100cmを下回り，豪雪の状況ではなかった。これら南空知地方への豪雪は，冬型で西風が卓越する際に生じるとされているが，平成24年豪雪においても西風の風系が確認された（公益社団法人日本雪氷学会北海道支部，2012）。

### 2. 豪雪発生の気象学的検討

1961年以降の最深積雪の年々変動を図2に示す。近年では平成18年が豪雪年だったが，それより平成24年豪雪のほうが最深積雪が大きかった。

1990年以降の毎年の最深積雪を目的変数，冬季（12～2月）平均気温およびモンスーンインデックス（MOI）を説明変数とする重回帰分析の結果，次の重回帰式を得た。

$$Y = 2.7X_1 - 16.8X_2 + 7.3 \quad (1)$$

ただし，Y：最深積雪（cm），X<sub>1</sub>：MOI（hPa），X<sub>2</sub>：冬季平均気温（℃）。

重決定係数（R<sup>2</sup>）0.51であり，1%水準で有意と確

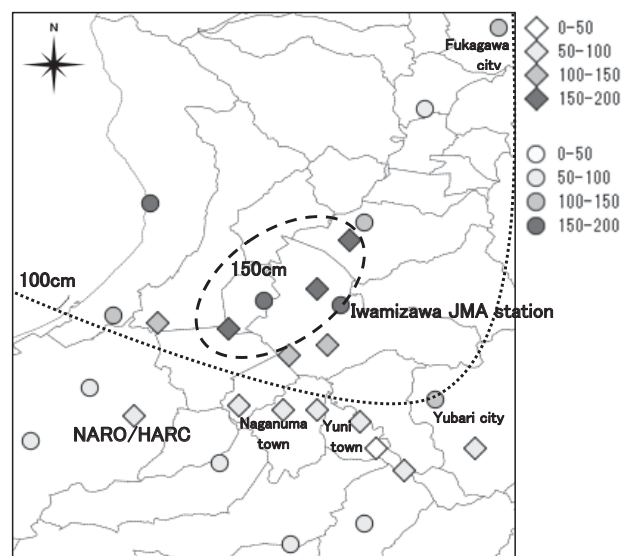


図1 2012年3月1日・2日の石狩空知地方の積雪分布  
◇は積雪調査地点、○印は気象庁（JMA）観測点



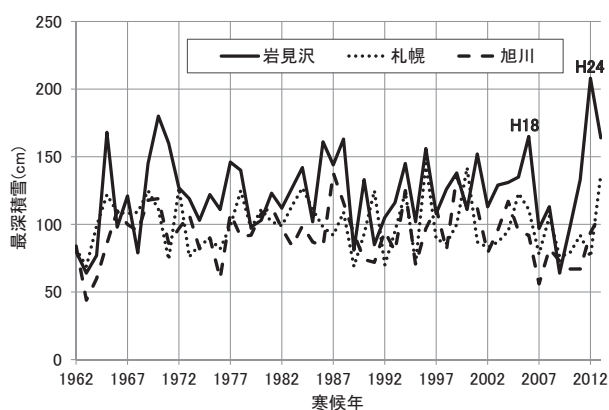


図2 岩見沢での最深積雪の年々変動

認められた。さらに誤差評価としてRMSEが20.4cmであった。

同様に1990年以降の毎年の長期積雪初終日期間を目的変数、冬季平均気温およびMOIを説明変数とする重回帰分析の結果、次の重回帰式を得た。

$$Y = 1.3X_1 - 11.5X_2 + 56.8 \quad (2)$$

ただし、Y：長期積雪日数（日）、X1：MOI（hPa）、



写真1 倒壊したハウス（岩見沢市周辺，農研機構小南靖弘氏 提供）

X2：冬季平均気温（℃）。

重決定係数が0.64であり、1%水準で有意と確認された。さらに誤差評価としてRMSEが10.0日であった。

なお、他の変数の検討は行っていない。また、長期積雪日数とMOIには多重共線性がないことを確認した。

### 3. 農業雪害調査

機械的雪害については以下のとおりである。北海道農政部資料（2012）によると、全空知管内における農業施設では、ハウス被害は5046棟、うち被覆を外したパイプのみのハウス被害（写真1）は4899棟、D型ハウス（写真2）や畜舎等その他の被害で150棟の被害があった。これらは、部分損傷から全損までを含めた合計被害棟数である。被害額では、それぞれ548百万円、518百万円、170百万円であった。また、岩見沢市毛陽地区は果実生産が盛んであるが、りんごでは栽培面積15.41haのうち65.3%に折損被害が生じた（写真3）。ただし、ここでは機械的雪害に加えて、エゾシカによる食害も含まれている（表1）。

生理的雪害では、秋まき小麦で深刻な雪腐病被害が発生した（北海道病害虫防除所資料，2012）。空知管内の作付面積14,951haのうち、雪腐病発生面積率83.7%（平年68.9%）、被害面積率28.5%（平年9.7%）であり、深刻な被害のため廃耕予定面積は946.5ha（平年190.7ha）と大きかった。写真4に美唄市周辺での秋まき小麦圃場の様子を示す。

その他の被害としては、前述した果樹のエゾシカ食害のほかに、消雪遅れによる作業遅れ、生育遅れが見られた。



写真2 倒壊したD型ハウス（美唄市周辺）



写真3 折損後手当てされたリンゴ  
(岩見沢市毛陽地区)

表1 岩見沢市毛陽地区の果樹雪害調査結果  
(岩見沢市農務課調べ)

	果樹折損面積(ha)	栽培面積(ha)	折損割合(%)
りんご	10.07	15.41	65.3
なし	0.5	1.29	38.8
プルーン	0.34	4.06	8.4
おうとう	1.06	1.3	81.5
醸造用ぶどう	0.98	17.6	5.6
小果樹	1.58	5.78	27.3

シカの食害を含む



写真4 消雪後の秋まき小麦畑の様子(美唄市周辺)

#### 4. リスク評価

2012年の岩見沢での寒候期最深積雪208cmは、1990年以降のみならず、連続観測を行っている1960年以降でも最大であった。岩見沢の最深積雪の超過再現期間を、1981年以降の統計期間で岩井法により計算すると、73年になった。一方、札幌や旭川は平年以下の最深積雪であった。

長期積雪の初終日間日数も163日で、積雪深と同様に最大であり、1961年からの統計期間では、超過再現期間は83年であった。一方、札幌では134日、旭川では142日であり、それぞれ超過再現期間は8年、74年であった。

消雪日に関して、岩見沢は、1961年以降、遅いほうから1位である4月25日であり、超過再現期間は42年であった。札幌は4月11日であり同7年、旭川は4月19日であり同7年であったため、岩見沢の消雪日が突出して遅くなった。

#### IV. 考察

道央地方平野部において、例年3月上旬は融雪期直前であり、冬季の積雪分布を評価するのに適し

ている。3月1日には、岩見沢の積雪深は最大値208cm(2月8日)からは減少したが、171cmあった。周囲地域も150cmを超え、積雪が南空知地方に集中していることが分かった。著者(井上)も参画した平成24年南空知豪雪調査チーム(2012)では、別途、積雪全層の水当量や積雪層構造まで調査を行った。観測結果からは、岩見沢周辺では $60\text{gcm}^{-2}$ すなわち600mmを超え、水当量としても多雪が確認された。また、新しい積雪層の雪質は、しまり雪を経て、比較的温暖な気温の場合は、ざらめ雪(粒径が大きく、丸い雪質)に変成するが、岩見沢周辺の積雪層の観察結果では、ざらめ雪層が非常に少なかった。この結果からも、冬季を通じて気温が非常に寒冷だったことが分かる(公益社団法人日本雪氷学会北海道支部雪氷災害調査チーム, 2012)。また、現地農家からも、積雪層が非常に硬く締まり、雪かきが容易ではなかったとの聞き取り結果を得た。

要因解析では、気象庁から豪雪の要因として説明された冬型季節風、冬季の低温について、それぞれモンスーンインデックス、冬季(12~2月)平均気温を説明変数とし、最深積雪と長期積雪期間を目的



変数とする重回帰分析を行った結果、1%水準で有意な回帰式を得ることが出来た。それらの説明変数によって、豪雪状況の要因評価を定量的に行うことが出来た。

平成24年豪雪の結果、機械的雪害として、農業施設や果樹に甚大な被害が生じた。岩見沢の最深積雪208cmの再現期間は、本解析では73年、原田ら(2012)は349年と推定した。観測記録1位であるため、あてはめた確率分布関数によって差が生じやすいが、いずれも統計期間を大きく超え、極端な豪雪だったことが確かめられた。農業施設では、特に被覆資材を取り払ったパイプのみのハウスで被害が大きかった。積雪地では一般に、何も栽培していない状態のハウスは、倒壊防止のため被覆資材を外してパイプのみの状態で越冬することが推奨されている。例年ならば、ハウスパイプの直立部分までしか積雪しないため積雪の沈降力がパイプにかからないが、平成24年豪雪ではさらに上部の肩を超える積雪のためパイプ上部の屋根部まで雪に埋もれて沈降力がかかり、倒壊が多発した(写真1, 5)(井上, 2012; 宗像, 2012; 山本, 2012)。倒壊したハウスの肩高は、宗像(2012)は145cmの事例を挙げている。これは、同様の方法で再現期間を計算すると4年であるため、4年に3年は無対応であっても倒壊被害は生じないと考えられる。このようなハウス倒壊被害を防ぐには、パイプ径が太く強度の強いパイプを使う、支え棒を入れる、撤去する、棟間隔を空けて除雪機が入れるようにする、といった対策が考えられるが、コスト増加、土地利用効率の低下等が問題となるため、リスク評価との兼ね合いが重要と



写真5 ハウス骨組みの肩を超えた積雪の様子  
(美幌市周辺)

なる。

毛陽地区での果樹被害は、雪害による枝折れに加えて、エゾシカによる食害の被害が大きかったとの調査結果であった。エゾシカ個体数の増加は、社会問題にもなっているが、その生態は不明な点も多く、十分な個体数管理も行われていない。個体数の増加および平成24年豪雪による餌場の減少と果樹園への侵入の容易化が食害をもたらしたと考えられるが、その被害発生の確率推計は難しく、今後の課題である。今後の果樹更新も含め、毛陽地区における果樹生産現場の状況を注視する必要がある。

生理的雪害としての雪腐病は、長期積雪期間が長いほど被害が急増することが知られている(松本, 2009)。平成24年豪雪では163日と最長であり、被害が甚大となった。同年の長期積雪は、岩見沢では再現期間83年であり、最深積雪同様、稀にみる長期間になった。一方、札幌や旭川でも平均より長く、それぞれ再現期間は8年、74年となった。雪腐病防除は積雪前の適切な薬剤散布が有効である。平成24年豪雪では褐色雪腐病被害が多かったが、例年は菌核系被害が多く、それぞれ対応薬剤が異なる。防除時期が早期化し、薬剤選定が難しかったことが、被害増加要因になった可能性がある。また、空知管内での秋まき小麦の生育調査(空知総合振興局空知農業改良普及センター資料, 2012)をみると2011年10月15日には茎数225.7本/m<sup>2</sup>であり、同資料平年比を計算すると65.7%であった。岩見沢の2011年9月降水量は283mmであり、平年129mmに対して2.2倍もの大雨であった。このため作業機械が圃場に入れず、播種の遅れが8日であり、生育遅れのまま越冬した結果、雪腐病被害が拡大したと考えられる。

一方、消雪遅れについて、岩見沢では、消雪日(長期積雪終日)は4月25日であり、統計開始以来最も遅かった。積雪深が最大であったことに加えて、気温も冬季から4月上旬まで平年以下だったため、消雪が遅れた。消雪日の1961年以降の平均値は、4月6日であり、再現期間は42年となった。札幌や旭川での再現期間はいずれも7年であったため、岩見沢の消雪のみ突出して遅れたことを意味する。

一般に、融雪促進のため、次の2方法が普及している。一つめは、作業機によって積雪層を乱して表面積を増やし、粗度を増すことによって気温との熱交換を促進させる雪面畝立法である。近年は、雪割

りと称して、チゼルプラウ等を使用して雪面を乱す技術が取り込まれつつある。二つめは、黒色粉末の融雪材を雪面上に散布して日射エネルギーを吸収させて融雪促進する雪面黒化法である。融雪時に本州より気温は低い、晴天が多い道内では、雪面黒化法の融雪効果が高い。融雪材散布したところは、地域差もあるが、統計上の岩見沢消雪日より早く消雪した。

空知管内では、消雪遅れの結果、小麦の起生期も12日と大きく遅れた。水稲についても、育苗ハウス内の消雪が遅れたため播種が5・6日遅れた。しかし4月後半が平年より高温となり、以後も天候不順なく経過したため、消雪遅れによる生育遅れは無事に回復した。

以上、本論文では、2012年の岩見沢を中心とした南空知地域における農業雪害の実態とその発生リスク評価を行った。井上・横山(1998)およびInoue and Yokoyama(2003)では、地球温暖化の進行にともなって全国的な積雪減少トレンドが予測された。これは、気温上昇によって降水形態が雪などの固体から雨などの液体に変わることが原因であるが、道内のように冬季に十分気温が低いところでは温暖化影響として想定される数度の気温上昇では降水形態が変化しない。そのため道内では、冬季降水量が増加すると降積雪が増加するため、引き続き豪雪への警戒が必要である。実際に、本研究での年々変動においては局地的な豪雪が発生し、雪害が発生するリスクが確認された。平成24年のみならず、複数年の積雪と雪害発生事例を組み合わせるにより、リスク評価モデルを構築することができるが、それは今後の課題である。また、岩見沢のみならず季節風型降雪が生じる日本海側農地での広域的な評価も今後の課題である。さらに、現場農家は自分の居住家屋や通路、施設の除雪を行うばかりではなく、地域共同体の一員であって地域としての除雪に対する共助の一端を担っている(公益社団法人日本雪氷学会北海道支部雪氷災害調査チーム, 2012)ことから、農業生産だけではない地域全体の雪害対策の観点から、他の雪研究とも連携して、研究を深化させていく必要がある。

## 謝 辞

本研究におきまして、JA美唄 栗崎弘利様、JA岩見沢 崎田忠邦様、河合則之様、西飯弘之様、宮越

祐二様、岩見沢市農務課 加藤様、北海道農政部農政課 大西峰隆様、北海道農業共済組合連合会 武井幸弘様、公益社団法人日本雪氷学会北海道支部雪氷災害調査チームの皆様、日本農業気象学会リスクマネジメント部会の皆様、地方独立行政法人北海道総合研究機構農業研究本部根釧農業試験場 牧野司様、同北見農業試験場 藤井弘毅様、北海道大学 松本直幸様、独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構中央農業総合研究センター 菅野洋光様、大野宏之様、北海道農業研究センター 小南靖弘様、奥村健治様、村上則之様には、ご多忙のところ、雪害調査へのご協力や解析への貴重なご意見をいただきました。また、文科省科研費基盤C22580293から研究費の提供を受けました。ご厚意に深く感謝して、ここに記します。

## 引用文献

- 1) 原田裕介, 松澤勝, 上田真代, 松下拓樹(2012) 北海道における2011年度冬期の最大積雪深の再現期間と大雪事例について. 北海道の雪氷. 31, 131-134.
- 2) 羽生寿郎(1986) 雪害, 農業気象用語解説集. 167.
- 3) 北海道農政部資料(2012) 今冬期の大雪による営農施設被害状況調査結果(確報)について.
- 4) 北海道病害虫防除所資料(2012) 病害虫発生情報第3号4月月報.
- 5) 井上聡, 横山宏太郎(1998) 地球環境変化時における降積雪の変動予測. 雪氷. 60, 367-378.
- 6) Inoue S. and Yokoyama K. (2003) Estimates of snowfall depth, maximum snow depth, and snow pack conditions in Japan by using five global warming predicted data. Journal of Agricultural Meteorology. 59, 227-236.
- 7) 井上聡(2012) 平成24年(2012年)豪雪. 北海道の気象と農業. 41-43.
- 8) 川村隆一(2006) 平成18年豪雪をもたらしたラージスケールの大気循環場の特徴. 科研費報告書.
- 9) 気象庁(2012) 平成24年冬の天候と大気の流れの特徴について ~ 異常気象分析検討会の分析結果の概要 ~. 報道発表資料.
- 10) 公益社団法人日本雪氷学会北海道支部雪氷災害

- 調査チーム（2012）2011－2012年冬期に北海道岩見沢市を中心として発生した大雪に関する調査報告書.
- 11) 松本直幸(2009)雪腐病(1). 北農. 76, 143-149.
  - 12) 宗像政美(2012)2011年度豪雪の教訓. ニューカントリー. 2012年11月号, 10-12.
  - 13) 空知総合振興局空知農業改良普及センター資料(2012)農作物生育状況.
  - 14) 高瀬信忠(2003)河川工学入門. 森北出版. 全245p, p. 84.
  - 15) 山田一茂, 廣田知良, 城岡竜一(1998): Weibull分布を用いた積雪の長期継続期間とその初日, 終日の解析. 農業気象, 54, 63-69.
  - 16) 山本正浩(2012)雪降る前と冬季間にできること. ニューカントリー. 2012年11月号, 13-15.



## Agricultural Snow Damage Risk Assessment in Southern Sorachi Subprefecture in 2012 Heavy Snow Winter.

Satoshi INOUE, Tomoyoshi HIROTA, Takahiro HAMASAKI and Manabu NEMOTO

### Summary

Heavy snow cover and agricultural snow damage occurred in the 2011–2012 winter. The heavy snow cover was localized in Southern Sorachi Subprefecture. The maximum snow depth (208 cm) and long-term snow cover (163 days) in that winter set new records for data collected by the Japan Meteorological Agency in Iwamizawa. Results of regression analysis showed that the combination of a strong monsoon condition and low air temperature lead to the record-breaking maximum snow depth and long-term snow cover. The flames of plastic greenhouses were destroyed by the settlement force of snow cover that exceeded the height of the base of curved roof.

The return period (the recurrence interval) of maximum snow depth (208 cm) is 73 years, and the return period of maximum snow depth exceeding the base of the curved roof of a flame (145 cm) is 4 years. The return period of long-term snow cover is 83 years. Hard snow mold diseases occurred because of long-term snow cover and heavy rain in September 2011. The last day of long-term snow cover (April 25) in 2012 is also a new record for data estimated by Iwamizawa JMA station snowdepth data. The return period of the day is 42 years. The delay of the agricultural calendar recovered in 2012.

**Key Words:** pipe house, return period

## 北海道農業研究センターの組織

【札幌（本所）】	〒062-8555 札幌市豊平区羊ヶ丘1番地	Hitsujiagaoka, Toyohira, Sapporo, 062-8555, Japan
【芽室（芽室研究拠点）】	〒082-0081 河西郡芽室町新生南9-4	Memuro, Kasai, 082-0081, Japan
【美唄（美唄試験地）】	〒072-0045 美唄市開発南	Kaihatsu, Bibai, 072-0045, Japan

企画管理部	(札幌・芽室)
水田作研究領域	(札幌)
酪農研究領域	(札幌)
寒地作物研究領域	(札幌)
生産環境研究領域	(札幌)
畑作基盤研究領域	(芽室)
大規模畑作研究領域	(芽室)
研究支援センター	(札幌・芽室)

## Organization of the NARO Hokkaido Agricultural Research Center

Organization	Location
Department of Planning and General Administration	(Sapporo/Memuro)
Lowland Farming Research Division	(Sapporo)
Dairy Production Research Division	(Sapporo)
Crop Breeding Research Division	(Sapporo)
Agro-environmental Research Division	(Sapporo)
Upland Farming Resource Research Division	(Memuro)
Large-scale Farming Research Division	(Memuro)
Research Support Center	(Sapporo/Memuro)

## 北海道農業研究センター研究報告 第203号

平成26年10月31日 印刷

平成26年10月31日 発行

### 農研機構 北海道農業研究センター

〒062-8555 札幌市豊平区羊ヶ丘1番地 電話(011)851-9141  
<http://cryo.naro.affrc.go.jp/>

印刷 柏楊印刷株式会社

〒007-0802 札幌市東区東苗穂2条3丁目4-48 電話(011)789-2377

本研究報告から転載・複製する場合は、北海道農業研究センターの許可を得てください。



**NARO**