

フェストロリウム新品種「イカロス」の育成とその特性

上山 泰史^{*1)}・米丸 淳一^{*2)}・久保田明人^{*3)}・秋山 征夫^{*3)}
 藤森 雅博^{*3)}・立花 正^{*4)}・近藤 聡^{*4)}・谷津 秀樹^{*4)}
 小槇 陽介^{*4)}

抄 録：「イカロス」は、寒冷地の中標高草地で利用することを目的に、既存品種から選抜したフェストロリウム (*x Festulolium* Aschers. et Graebn) の新品種である。東北農業研究センターを主体に雪印種苗(株)と共同研究によって育成し、2010年10月27日に品種登録申請を行った。

先に品種登録した「東北1号」と比較して、育成地における年間乾物収量は年間4回刈り取りで同等かやや低く、年間5～8回の多回刈りでは同等かやや高く、既存の市販品種「パーフェスト」よりも4～9%多収である。「イカロス」の出穂始期は「パーフェスト」と同時期である。出穂期草丈、無芒個体率、および根の蛍光反応率などは、「東北1号」と「パーフェスト」の中間の特性を示す。

通常の採草条件では、冬期の連続積雪期間が120日程度までの地域で越冬に支障ない。夏期が高温となる温暖地等では越夏後の衰退が著しく、多年利用は難しい。北東北における越冬性は「東北1号」よりも優れる。本品種は、東北地域など寒冷地の中標高の採草または放牧用として普及が見込まれる。

キーワード：フェストロリウム、乾物収量、越冬性、東北地域

Breeding of a New Festulolium Cultivar, “Icarus” : Yasufumi UHEYAMA^{*1)}, Jun-ichi YONEMARU^{*2)}, Akito KUBOTA^{*3)}, Yukio AKIYAMA^{*3)}, Masahiro FUJIMORI^{*3)}, Tadashi TACHIBANA^{*4)}, Satoshi KONDO^{*4)}, Hideki YATSU^{*4)} and Yosuke KOMAKI^{*4)}

Abstract : A new festulolium cultivar “Icarus” was developed based on the results of a joint project conducted by the NARO Tohoku Agricultural Research Center (TARC) and the Snow Brand Seed Co. In 2010, we applied to register this cultivar under the Plant Variety Protection and Seed Act. This cultivar was selected from the basic population which consists of festulolium cultivars bred abroad.

“Icarus” is suitable for the cool regions. The dry matter yield over three years of this cultivar was almost the same as that of “cv. Tohoku 1” and was 4-9% higher than that of “cv. Barfest” based on the results of four trials in the fields of TARC; nevertheless, no statistically significant differences were found. This cultivar survives without severe damage in the regions where the winter period continuous snow-cover is typically under 120 days. “Icarus” should be restricted to use in the summer and fall, which will help it recover, its vigor where it has recently suffered quite hot and drought summer conditions, or to use for pasturage in places with heavy snow coverage. The decline of “Icarus” after the summer is remarkable and its perennial use is difficult in the warm regions with a long hot summer. The heading date of this cultivar is almost the same as that of “Barfest”. The plant height at inflorescence emergence and the percentage of awnless individuals and individuals with fluorescence at the root show intermediate values between those of “Tohoku 1” and those of “Barfest”. The wintering habit and snow mold resistance of this cultivar in the northern Tohoku

* 1) 農研機構近畿中国四国農業研究センター (NARO Western Region Agricultural Research Center, 60 Yoshinaga, Kawai-cho, Ohda, Shimane 694-0013, Japan)

* 2) 独立行政法人農業生物資源研究所 (National Institute of Agrobiological Sciences, 2-1-2 Kannondai, Tsukuba, Ibaraki 305-8602, Japan)

* 3) 農研機構東北農業研究センター (NARO Tohoku Agricultural Research Center, 4 Akahira Shimo-kuriyagawa, Morioka, Iwate 020-0198, Japan)

* 4) 雪印種苗株式会社 (Snow Brand Seed Co., Ltd., 5-1-8 Kaminopporo 1-jo, Atsubetsu-ku, Sapporo, Hokkaido 004-8531, Japan)

2013年11月22日受付、2014年2月13日受理

region are superior to those of "Tohoku 1". "Icarus" is adapted to grasslands in the cool temperate zones, such as the middle altitude regions of Tohoku, which are used for hay-cutting or grazing.

Key Words : festulolium, forage production, dry matter yield, winter hardiness, Tohoku region

I 緒 言

現在、わが国の寒冷地から温暖地において利用されている主要な牧草の多くは、明治年間以降に欧米から導入されたものである。これらの地域の主要な草種であるオーチャードグラス、ライグラス類、フェスク類などは寒地型イネ科牧草に分類されるもので、わが国の土地利用型畜産を支える重要な部分を担っている。これら寒地型イネ科牧草の多くは地中海およびヨーロッパ地域を原産地としており、アジアモンスーン地帯に属するわが国の気象条件、特に本州以南における梅雨期から夏季の高温・多雨が、地中海気候に代表される原産地の夏期の高温乾燥条件と著しく異なるため、欧米からの導入品種は越夏性や永続性が十分でないことが多い。そのため、多年生草種についてはこの時期の適応性を向上させることが重要で、現在の主要な普及品種には国内で育種されたものが多い。

東北地域は、内陸部や日本海側などを除くと、わが国の中では夏季の気象条件が穏やかで、冬季も寒地型牧草が広く栽培されている北海道地方ほど寒冷でない。そのため、わが国で寒地型多年生牧草が適応しやすい地域と考えられる。具体的には、ペレニアルライグラスのように、高品質でありながらも越冬・越夏性が劣るためにわが国では栽培が容易でないとされる草種においても、東北地域での適応可能とされる面積は大きい(佐々木ら 2003)。このことから、多年生ライグラス類のように高品質多収で季節生産性等にも優れるものの、現在までわが国ではあまり普及していない牧草についても育種改良を加えることによって実用草種として普及させることは他の地域よりも容易である。

ライグラス類は、環境耐性や永続性に優れるフェスク類と交雑させることができるので、これらの属間交雑によって環境適応性を高めたフェストロリウム品種が欧米で育種されている。寒地・寒冷地向けについてはフェスク類から耐寒性・耐雪性を品質に優れるライグラス類に付与した育種が行われてきた

(Casler 2002)。このようなフェストロリウムの海外導入品種を評価すると越夏性が十分でない個体が高率で含まれており(米丸 2009)、わが国寒冷地でも越夏性は十分でない。そのため、東北農業研究センターでは、越冬・越夏性と耐湿性に優れ、良質粗飼料生産を可能とする新品種開発に取り組み、寒冷地の転作田や畑地で3～5年程度の採草利用に向く「東北1号」を2009年に育成した。しかしながら「東北1号」は、積雪条件ではその越冬性が既存品種「パーフェスト」よりも劣るため、積雪期間が90日を超える中標高地以上の草地・飼料畑での利用は推奨していない(米丸 2011)。そのため、越冬性に優れ、より広範な条件で栽培できる広域適応性品種を育成することを当面の課題としてきた。

「イカロス」(系統名:盛系1号)は、「エバグリーン」などフェストロリウムの既存品種から選抜したもので、寒冷地の積雪のある中山間地の草地や畑まで広く栽培利用されることが期待される。本報告では、「イカロス」を寒冷地での有効利用と普及に資するため、その育成経過や特性について述べる。

本品種の育成に当たり、東北農業研究センター研究支援センター業務第1科の角掛慶哉、田村恒、木村秀、佐藤敏幸、井上義男、谷藤彰、加藤大輔、吉澤信行の諸氏および契約職員の高橋節子氏には栽培管理や生育・収量調査補助など育種の遂行にご尽力いただいた。ここに記して各位に厚くお礼申し上げる。

II 育種目標、育種方法および育成経過

1. 育種目標および育種方法

「イカロス」は、寒冷地の中標高の草地に適する越冬性、越夏性を備えた採草あるいは放牧用品種の育成を目標に、フェストロリウムの既存品種で構成される選抜基礎集団をもとに、集団選抜法および母系選抜法によって育成した。

2. 育成経過

「イカロス」の育成経過を図1に示した。2000年にフェストロリウム既存品種の「エバグリーン」、「タンデム」、「パウリタ」、「デュオ」由来の1651個

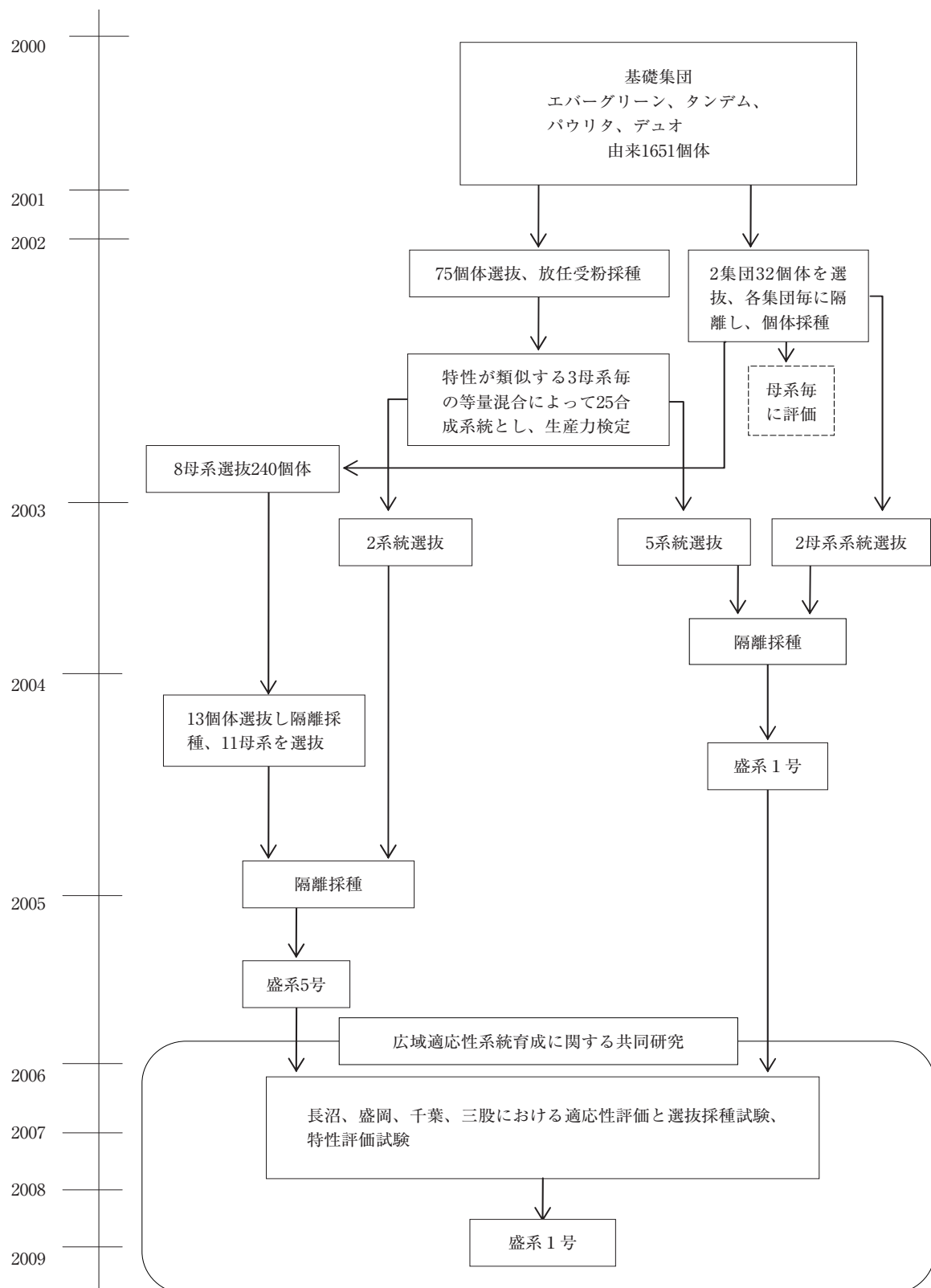


図1 「イカロス」(系統名：盛系1号)の育成経過

体の選抜基礎集団を養成した。2002年春に諸特性に優れる32栄養系を選抜し、それらを主に形態的特性によって2群に分類して、群毎に隔離交配し母系毎に採種した。併せて、優良な75栄養系について放任受粉種子を採種した。2002年秋に隔離採種母系系統について評価試験を行い、2003年に2母系系統を選抜した。放任受粉種子については、親栄養系の特性が類似した3母系毎に種子を等量混合して25系統とした。2002年秋にこれら25系統を条播で播種し、生産力を検定し、それらの結果から5系統を選抜し、前述の2母系系統とともに多交配採種し、「盛系1号」とした。

また、2002年に隔離交配した個体から8母系を選抜して個体植で評価し、2004年に13個体を選抜して隔離採種して一定量以上の種子が得られた11母系と、2002年の生産力検定試験から選抜した2系統とともに隔離採種し、「盛系5号」とした。

2006年から「盛系1号」と「盛系5号」を素材に、広域適応性系統を育成する目的に評価と選抜に関する共同研究を雪印種苗(株)と開始した。その過程で「盛系1号」の適応性等が評価され、2009年に寒冷地向き越冬性系統として選定された。

3. 品種登録および命名の由来

本品種は、「東北1号」に比べ優れた越冬性を示し普及が見込めることから、2010年に「イカロス」の品種名で種苗法に基づく品種登録の出願を行った(出願番号:第25300号、出願年月日:2010年10月27日)。品種名「イカロス」は、太陽に向かって進むギリシャ神話の「Icarus」と、2010年に打ち上げられた日本の小型太陽帆実証機IKAROSの名称にも共通する革新的な技術の成果を表現している。

Ⅲ 育成従事者

育成に従事した者およびその期間を下記に示す。

米丸 淳一	2000年10月～2009年3月
上山 泰史	2001年4月～2010年3月
久保田明人	2002年7月～2010年3月
秋山 征夫	2009年4月～2010年3月
立花 正	2006年4月～2010年3月
谷津 英樹	2006年4月～2010年3月
小楨 陽介	2006年4月～2010年3月
近藤 聡	2006年4月～2010年3月

Ⅳ 特 性

1. 試験方法

1) 生産力検定試験

東北農業研究センター(盛岡市)で、採草を想定した少回刈区(年間4回刈)と放牧を想定した多回刈区(年間5回から8回刈)による試験を2005年と2008年の秋季に播種し、播種年を含めて4年間実施した。フェストロリウムの供試品種は、「イカロス」(検定系統)、「バーフェスト」(標準品種)、「東北1号」、「エバーグリーン」とし、2005年播きではハイブリッドライグラス「ハイフローラ」、オーチャードグラス「キタミドリ」、2008年播きでは「ハイフローラ」とイタリアンライグラス「アキアオバ3」を加えた。

雪印種苗北海道研究農場(長沼町)では、2005年および2006年に播種し、それぞれ2年間調査した。供試品種は、「イカロス」、「バーフェスト」のほか、ペレニアルライグラス「フレンド」および「ポコロ」、メドウフェスク「リグロ」、オーチャードグラス「オカミドリ」とした。同社千葉および宮崎研究農場では、2006年から2008年まで3回播種し、冬作の一年生として試験を実施した。供試品種は「イカロス」と「バーフェスト」、「フレンド」などライグラス類4品種とした(表1および表2)。

2) 採種性試験

東北農業研究センターで、単年度試験として2006年から2008年まで2回行った。「イカロス」、「バーフェスト」、「東北1号」を供試し、各年次における播種日および採種調査日は以下の通りとした。播種は2006年9月7日および2007年9月12日に行い、採種は2007年7月13日および2008年7月10日に行った。播種量は200g/aとし、1プロット6.0m²(条間0.5m×条長3.0m)、4反復乱塊法で配置した。施肥量は、N、P₂O₅、K₂O各0.5kg/a(2007年)、0.8kg/a(2008年)とした。

3) 個体植特性調査

東北農業研究センターで2006年から2008年まで実施した。「イカロス」、「バーフェスト」および「東北1号」を供試した。各品種とも温室で育苗した後、2006年9月20日圃場へ移植した。栽植間隔は0.75m×0.75m、1区30個体とし、3反復乱塊法で配置した。

表1 生産力検定試験の耕種概要

試験場所	播種日	播種法	1区面積 (㎡)	調査面積 (㎡)	反復数	基肥 (kg/a)		
						N	P ₂ O ₅	K ₂ O
東北農研								
少回刈区	2005/9/12	条播	6.0	3.0	4	0.5	0.5	0.5
多回刈区	2005/9/12	条播	6.0	3.0	4	0.5	0.5	0.5
少回刈区	2008/9/10	条播	6.0	3.0	4	0.5	0.5	0.5
多回刈区	2008/9/10	条播	6.0	3.0	4	0.5	0.5	0.5
雪印種苗								
長沼	2006/9/22	条播	2.25	2.25	3	0.25	1.8	0.75
	2007/8/2	条播	2.25	2.25	3	0.25	1.8	0.75
千葉	2006/10/12	条播	3.6	3.0	3	0.4	0.4	0.4
	2007/10/12	条播	3.0	3.0	3	0.4	0.4	0.4
	2008/10/16	条播	3.0	3.0	3	0.4	0.4	0.4
宮崎	2006/11/11	条播	3.6	3.0	3	0.3	0.3	2.5
	2007/11/2	条播	3.6	3.0	3	0.3	0.3	2.5
	2008/11/5	条播	3.6	3.0	3	0.3	0.3	2.5

表2 年間刈り取り回数および年間合計追肥量

試験場所	播種年	刈り取り回数			年間合計追肥量 (N-P ₂ O ₅ -K ₂ O)		
		1年目	2年目	3年目	1年目	2年目	3年目
東北農研							
少回刈区	2005年	4	4	4	2.7-2.7-2.7	2.3-2.3-2.3	1.8-1.8-1.8
多回刈区	2005年	8	8	7	2.7-2.7-2.7	2.7-2.7-2.7	2.3-2.3-2.3
少回刈区	2008年	4	4	4	2.7-2.7-2.7	2.3-2.3-2.3	1.8-1.8-1.8
多回刈区	2008年	7	5	6	2.8-2.8-2.8	1.8-1.8-1.8	1.8-1.8-1.8
雪印種苗							
長沼	2006年	3	6	—	3.0-1.2-3.0	3.8-1.5-3.8	—
	2007年	1	3	—	0-0-0	3.0-1.2-3.0	—
千葉	2006年	2	—	—	3.5-0-3.5	—	—
	2007年	3	—	—	3.5-0-3.5	—	—
	2008年	2	—	—	3.5-0-3.5	—	—
宮崎	2006年	2	—	—	3.5-0-3.5	—	—
	2007年	2	—	—	3.5-0-3.5	—	—
	2008年	3	—	—	3.5-0-3.5	—	—

2. 試験結果

1) 収量性

播種年を除く試験期間中（6年間）の夏期の気象の特徴は、2010年が著しく高温に推移し、7月から9月までの平均気温が23.1℃で平年よりも2.1℃高かった。冬期は、播種年である2005年と2006年にまたがる期間が低温・多雪で、冬季の連続積雪期間が89日と平年の58日を大きく上回った。他の年は多少の変動は認められたものの供試品種の生存に著しい影響を及ぼすほどの気象変動ではなかった。

東北農業研究センターにおけるフェストロリウム各品種の年間乾物収量を表3に示した。少回刈およ

び多回刈区ともに、播種から年次を経過するにしたがって概ね年間乾物収量が低下した。少回刈区において、2005年播ではいずれの年もフェストロリウム4品種間の年間乾物収量に有意差は認められなかったが、2008年播では2009年、2010年および3カ年合計乾物収量において有意な品種間差が認められた。6年間の試験期間中、少回刈りでの年間乾物収量において「イカロス」は、標準品種「バーフェスト」と比べて、多くは有意差が認められなかったものの、全ての年次で上回り、その3カ年合計乾物収量においては「バーフェスト」を100とする指数で105および107であった。「東北1号」に対しては、3カ年合

表3 2005年及び2008年秋播きでのフェストロリウム品種・系統の年間乾物収量 (kg/a) とバーフェストの収量を100とする比率 (岩手県盛岡市)

(2005年播き)		年次			
	品種	2006年	2007年	2008年	3カ年合計
少回刈区	イカロス	202.3 (103)	167.2 (110)	125.7 (111)	495.1 (105)
	バーフェスト	196.6 (100)	152.2 (100)	113.6 (100)	469.5 (100)
	東北1号	193.6 (98)	170.1 (112)	126.4 (111)	491.0 (105)
	エバーグリーン	196.1 (100)	159.6 (105)	116.3 (102)	472.1 (101)
	LSD (5%)	NS	NS	NS	NS
多回刈区	イカロス	146.4 (102)	97.6 (106)	90.6 (105)	334.4 (104)
	バーフェスト	143.4 (100)	92.0 (100)	86.0 (100)	321.5 (100)
	東北1号	136.7 (95)	103.1 (112)	91.0 (106)	330.8 (103)
	エバーグリーン	143.5 (100)	94.5 (103)	82.6 (96)	320.6 (100)
	LSD (5%)	NS	9.1	7.5	NS
(2008年播き)		年次			
	品種	2009年	2010年	2011年	3カ年合計
少回刈区	イカロス	210.2 (113)	146.8 (104)	127.6 (102)	484.6 (107)
	バーフェスト	186.8 (100)	141.6 (100)	125.2 (100)	453.6 (100)
	東北1号	224.0 (120)	161.7 (114)	138.4 (111)	524.1 (116)
	エバーグリーン	202.5 (108)	148.0 (105)	127.6 (102)	478.1 (105)
	LSD (5%)	21.9	16.1	NS	13.4
多回刈区	イカロス	169.2 (105)	85.5 (119)	88.1 (108)	342.8 (109)
	バーフェスト	161.3 (100)	71.8 (100)	81.8 (100)	314.9 (100)
	東北1号	160.3 (99)	85.4 (119)	87.5 (107)	333.2 (106)
	エバーグリーン	162.7 (101)	82.8 (115)	84.3 (103)	329.9 (105)
	LSD (5%)	NS	8.7	NS	NS

表4 播種後における雪腐病罹病程度、翌春1番草収量 (kg/a)

品種	少回刈区				多回刈区			
	雪腐病罹病程度 ¹⁾		1番草収量		雪腐病罹病程度 ¹⁾		1番草収量	
	2006年	2009年	2006年	2009年	2006年	2009年	2006年	2009年
イカロス	5.3	2.9	117.8	100.5	5.3	3.8	27.9	44.1
バーフェスト	5.0	2.8	121.3	86.3	4.3	3.0	27.5	39.6
東北1号	5.5	3.1	103.5	104.6	6.5	3.3	21.5	38.2
エバーグリーン	5.3	2.8	114.8	93.0	4.0	2.3	28.1	38.6
LSD (5%)	NS	NS	NS	NS	1.8	NS	5.9	NS

1) 雪腐病罹病程度：無微=1～甚=9

計乾物収量で同等かやや劣った。多回刈区では、2007年、2008年および2010年に有意な品種間差が認められたが、3カ年合計乾物収量では有意差がなかった。ここでも「イカロス」が「バーフェスト」よりも多収の傾向が認められ、「東北1号」に対してはほぼ同等であった。利用1年目の収量を比較すると、その前の積雪期間が長かった2006年は「イカロス」は「東北1号」よりも高く、平年並みの積雪期間であった2009年は低かった。

2010年夏季において多回刈区で全てのフェストロリウム品種で著しい生育不良が認められた。少回刈

りでも夏枯れが認められたが、多回刈区ほど顕著でなかった。

2) 越冬・越夏性と試験終了時の被度

播種後の越冬直後の雪腐病罹病程度は、2006年多回刈区で品種間に有意差が認められ、「バーフェスト」が低く「東北1号」がやや高かった。「イカロス」の罹病程度は、その中間であった(表4)。それ以外の刈取区および年次においては、品種間差は明かでなかった。播種翌年1番草収量について、「イカロス」は「バーフェスト」と比べて、両刈取区とも2006年はほぼ同等、2009年は有意ではないが

「イカロス」が「パーフェスト」よりもやや高い傾向、「東北1号」に対しては2006年の両刈取区と2009年の多刈取区でやや高い傾向であった。

越夏性の良否が反映すると考えられる8月20日以降に刈取調査した合計収量を表5に示した。夏秋期の乾物収量において少刈取区の2007年と2009年、多刈取区の2007年と2010年には、有意な品種間差が認められた。これらの年では、「イカロス」と「東北1号」の収量が高く、「パーフェスト」はやや低かった。夏期が高温となった2010年には、春期から盛夏期に頻繁に刈り取りを行った多刈取区で再生が著

しく不良になり夏秋期については10月13日にのみ刈取った。また、少刈取区においても2010年の夏秋期収量および年間収量割合が他の年次に比べて低かった。しかし、2011年には両刈取区とも一定の回復が認められ、両形質とも2010年を上回った。

永続性に関連する最終刈り後の基底被度において「エバーグリーン」でやや低い年次があったものの、明らかな品種間差はなかった（表6）。

3) 出穂特性

フェストロリウム各品種・系統の出穂始日はほぼ同時期であった（表7）。2番草以降でも全ての品

表5 夏秋期（8/20以降刈取における）の合計乾物収量（kg/a）とその年間収量割合（%）

少刈取区	年次及び夏秋期刈取回数					
	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年	2011年
品種	2	2	2	2	2	2
イカロス	56.3 (28)	64.2 (25)	41.2 (33)	69.5 (33)	27.5 (19)	33.1 (26)
パーフェスト	51.1 (26)	56.3 (21)	38.3 (34)	63.0 (34)	27.0 (19)	34.1 (27)
東北1号	59.8 (31)	63.5 (25)	43.8 (35)	82.1 (37)	29.5 (18)	39.1 (28)
エバーグリーン	53.9 (28)	58.0 (22)	40.8 (35)	69.3 (34)	28.4 (19)	34.8 (27)
LSD (5%)	NS	3.2	NS	6.7	NS	NS
多刈取区	年次及び夏秋期刈取回数					
	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年	2011年
品種	4	4	3	3	1	2
イカロス	41.1 (28)	24.3 (25)	27.1 (30)	28.3 (17)	16.9 (20)	31.0 (35)
パーフェスト	42.0 (29)	21.7 (24)	26.6 (31)	26.9 (17)	12.0 (17)	29.7 (36)
東北1号	43.2 (32)	25.9 (25)	27.0 (30)	26.6 (17)	17.5 (21)	29.2 (33)
エバーグリーン	40.0 (28)	20.3 (22)	24.9 (30)	27.0 (17)	14.7 (18)	28.4 (34)
LSD (5%)	NS	2.8	NS	NS	2.6	NS

注) 2010年夏季においては全ての品種で生育不良が進んだため、多刈取りで8月以降の刈取を中断してスタンドの回復を図るために、晩秋の最終刈りのみを行った

表6 晩秋最終刈後の基底被度（%）

品種	少刈取区					多刈取区
	2006年	2007年	2008年	2010年	平均	2008年
イカロス	84	79	84	95	86	98
パーフェスト	90	76	83	96	86	98
東北1号	85	79	83	93	86	94
エバーグリーン	83	75	75	94	82	95
LSD (5%)	4	NS	7	NS	—	NS

表7 少刈取区1番草の出穂日（月/日）と各刈取期における出穂程度（無1～多9）

品種	出穂日			2006年			2007年			2008年	
	2006年	2007年	2008年	6/12	7/12	8/24	6/11	7/17	8/23	7/15	9/2
イカロス	5/26	5/27	5/19	7.8	6.0	2.5	8.0	2.0	3.3	3.3	2.8
パーフェスト	5/26	5/27	5/21	7.3	4.5	3.5	7.5	2.0	4.8	3.0	3.0
東北1号	5/27	5/26	5/20	6.0	6.0	2.5	7.8	1.8	2.8	3.0	2.5
エバーグリーン	5/26	5/26	5/21	8.0	8.0	3.5	7.5	2.8	4.0	3.5	3.5
LSD (5%)	NS	NS	NS	0.9	1.7	NS	NS	0.7	1.1	NS	NS

種で出穂が認められたが、その程度には顕著な品種間差は認められなかった。

4) 耐倒伏性および耐病性

2006年、2007年および2009年に一定水準以上の倒伏が認められたが、明らかな品種間差はなかった(表8)。

「イカロス」の冠さび病罹病程度は、2006年、2007年および2009年に「パーフェスト」よりも明らかに軽微であったが、「東北1号」と比べると甚の傾向がみられた(表9)。葉腐病罹病程度は、2007年に品種間差が認められ、他の年次の傾向も含めて「イカロス」は「パーフェスト」よりもやや軽微、「東北1号」と同程度であった。

5) 地域適応性

北海道長沼町での越冬性において、北海道優良品種に選定されているペレニアルライグラス「フレンド」と同等以上の越冬性が認められた(表10)。越冬後の収量、すなわち播種翌年以降については「イカロス」は「パーフェスト」よりも若干劣ったが、ペレニアルライグラス「フレンド」、「ポコロ」よりも多収の傾向があった。

千葉市および宮崎県三股町では、越夏後において牧草の衰退が著しく、それ以降の利用は困難であったので、冬作の一年生作物としてのみ評価した。「イカロス」の収量は2006年三股町での事例を除き「パーフェスト」を上回った(表11)が、イタリア

表8 少回刈区における1番草倒伏程度

品種	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年	2011年	平均
イカロス	7.3	6.3	1.0	5.8	2.0	2.5	4.1
パーフェスト	6.5	5.0	1.0	5.0	2.5	2.0	3.7
東北1号	6.0	6.3	1.0	3.3	1.5	1.0	3.2
エバーグリーン	7.8	7.0	1.0	5.3	2.5	2.0	4.2
LSD (5%)	NS	1.5	NS	2.3	NS	NS	

1) 倒伏程度：無微=1～甚=9

表9 少回刈区における病害罹病程度

品種	冠さび病 ¹⁾							葉腐病 ²⁾			
	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年	2011年	平均	2006年	2007年	2008年	平均
イカロス	3.0	4.5	3.3	3.5	3.5	8.0	4.3	5.0	3.3	4.3	4.2
パーフェスト	6.0	7.0	6.5	7.0	4.0	9.0	6.6	5.5	7.0	5.3	5.9
東北1号	2.3	3.0	2.8	2.8	2.0	5.0	3.0	4.0	3.5	4.3	3.9
エバーグリーン	5.3	5.8	6.0	6.3	4.0	8.5	5.0	6.0	5.5	5.5	5.7
LSD (5%)	0.7	1.4	0.9	0.7	NS	2.7		NS	1.7	NS	

1) 冠さび病は8月下旬から10月における発生時に調査、無微=1～甚=9

2) 葉腐病は8月下旬から9月上旬における発生時に調査、無微=1～甚=9

表10 寒地における越冬性、雪腐病罹病程度及び年間乾物収量(kg/a)(北海道長沼町)

品種	草種 ¹⁾	越冬性 ²⁾	雪腐病 ²⁾	2006年播乾物収量		2007年播乾物収量	
		2007年	2008年	2007年	2008年	2007年	2008年
イカロス	FL	7.0	4.9	130.4	70.0	39.4	196.8
パーフェスト	FL	6.3	5.0	143.3	71.9	33.0	203.7
ポコロ	PR	—	—	—	—	23.2	161.5
フレンド	PR	6.2	4.2	118.4	67.9	33.7	184.1
リグロ	MF	8.0	—	—	—	28.9	159.0
オカミドリ	OG	—	—	95.9	95.7	—	—
LSD (5%)				27.3	6.5	7.2	14.3
刈取回数			—	3	6	1	3

1) FL：フェストロリウム、HR：ハイブリッドライグラス、MF：メドウフェスク、OG：オーチャードグラス

2) 越冬性：4月25日調査、極不良=1～極良=9、雪腐病：4月9日調査、無微=1～甚=9

ンライグラス「エース」などと比べると低かった。

6) 形態的特性と個体変異

「イカロス」は、「パーフェスト」と比べて稈長がやや長く、葉長がやや短く、「東北1号」と比べて稈長、穂長、葉長、葉幅、稈の太さが小で、無芒個体率と蛍光反応率が両品種の間であった(表12)。すなわち、形態的には大型の「東北1号」と小型の「パーフェスト」の間である。諸特性の変動係数、標準偏差は「パーフェスト」、「東北1号」

と同程度である。

7) 飼料成分

乾物消失率については、フェストロリウム4品種においては有意差が認められなかった(表13)。オーチャードグラス「キタミドリ」の1番草出穂期が他の草種・品種よりも早かったため、出穂の影響が少ない2～4番草の平均値と比較すると、「イカロス」はいずれの草種・品種に対しても有意差はなかったが、「キタミドリ」よりも若干高い傾向があった。

表11 温暖地・暖地における年間乾物収量 (kg/a)

品種	草種 ¹⁾	千葉市				宮崎県三股町			
		2006年	2007年	2008年	平均	2006年	2007年	2008年	平均
イカロス	FL	230.2	245.8	106.2	194.1	111.5	176.7	148.0	146.6
パーフェスト	FL	197.1	183.8	101.8	160.9	137.8	135.7	133.2	135.6
フレンド	PR	185.8	173.0	73.1	144.0	110.9	115.5	114.1	113.5
マンモスB	IR	209.6	279.0	197.4	228.6	130.7	238.1	221.2	196.7
エース	IR	243.0	290.5	170.6	234.7	162.2	219.7	229.0	203.7
テトリライトII	HR	251.5	339.1	140.0	243.6	203.8	193.5	213.8	203.7
刈取回数		2	3	2		2	2	3	

1) FL：フェストロリウム、PR：ペレニアルライグラス、IR：イタリアンライグラス、HR：ハイブリッドライグラス

表12 個体植調査における諸特性の平均値、変動係数(CV)、標準偏差(SD)

形質	年次	イカロス		パーフェスト		東北1号	
		平均	CV (SD)	平均	CV (SD)	平均	CV (SD)
出穂始日 (5/1=1)	2007	25.2	(3.98)	25.9	(4.75)	27.3	(3.97)
	2008	22.2	(3.66)	22.4	(3.42)	24.0	(3.93)
草 型 (立1-ほふく9)	2007	5.8	(1.14)	5.4	(0.84)	5.4	(0.97)
	2008	6.0	(1.09)	6.3	(0.88)	5.7	(1.13)
稈 長 (cm)	2007	69.9	15.4	66.8	14.0	70.7	15.7
	2008	70.5	13.4	67.0	9.8	82.5	11.0
穂 長 (cm)	2007	33.4	16.7	32.1	16.0	35.0	15.5
	2008	31.2	16.2	31.2	23.6	34.0	15.4
穂 数 (少1-多9)	2007	5.6	(1.00)	6.1	(0.85)	5.6	(1.00)
	2008	5.3	(1.05)	5.6	(0.79)	4.2	(0.90)
葉 長 (cm)	2007	26.7	13.5	28.6	15.2	26.1	17.7
	2008	22.5	16.4	25.8	15.0	24.1	18.5
葉 幅 (mm)	2007	10.7	15.5	10.4	15.5	10.9	17.0
	2008	8.5	15.7	8.7	15.3	9.5	18.0
稈の太さ (mm)	2007	2.41	10.6	2.32	11.7	2.55	16.7
	2008	1.95	12.3	1.94	12.1	2.01	14.4
葉 色 (淡1-濃9)	2007	5.5	(0.87)	6.1	(0.96)	5.1	(0.80)
	2007/9/6	3.7	(1.16)	4.5	(1.44)	3.7	(1.11)
冠さび病罹病程度 (無微1-甚9)	2008/3/17	4.9	(1.48)	4.7	(1.45)	5.5	(1.44)
	2008	62.3		95.8		8.9	
無芒個体率 (%)	2008	46.5		41.5		63.4	
蛍光反応率 (%)							

粗蛋白含量においては「イカロス」は4番草で「バーフェスト」よりも低かった(表14)。

8) 採種性

「イカロス」は、穂数、1穂あたりの小穂数、千

粒重および精選種子収量において「バーフェスト」とほぼ同水準、「東北1号」と比べて穂数が多く種子収量も高かった。種子稔実率は74%であった(表15)。

表13 乾物消失率 (Occ+Oa、%、サンプルは2007年東北農研少回刈区)

品種	草種 ¹⁾	1番草	2番草	3番草	4番草	2～4番草平均
イカロス	FL	32.3ab	46.3a	38.9	43.8ab	42.8abc
バーフェスト	FL	31.6ab	46.3a	35.3	43.0b	41.5abc
東北1号	FL	32.2ab	48.8a	39.7	46.8ab	45.1a
エバーグリーン	FL	33.5a	45.4a	36.3	41.9b	41.2abc
ハイフローラ	HR	30.9ab	44.9a	39.7	50.0a	44.9ab
キタミドリ	OG	25.5b	38.1b	34.7	44.1ab	39.0c

1) FL: フェストロリウム、HR: ハイブリッドライグラス、OG: オーチャードグラス

2) 異符号間で5%水準有意差があることを示す

表14 粗蛋白質含量 (乾物%、サンプルは2007年東北農研少回刈区)

品種	草種 ¹⁾	1番草	2番草	3番草	4番草	2～4番草平均
イカロス	FL	6.6	12.8	13.6ab	12.4bc	11.3
バーフェスト	FL	6.4	13.0	15.1a	14.7a	12.3
東北1号	FL	6.6	11.8	13.3ab	11.4bc	10.7
エバーグリーン	FL	6.2	12.0	15.1a	13.9ab	11.8
ハイフローラ	HR	5.5	10.5	13.4ab	10.8c	10.0
キタミドリ	OG	6.0	11.3	12.3b	12.2bc	10.4

1) FL: フェストロリウム、HR: ハイブリッドライグラス、OG: オーチャードグラス

2) 異符号間で5%水準有意差があることを示す

表15 種子収量及び関連形質 (東北農研、盛岡市)

形質	年次	イカロス	バーフェスト	東北1号	L.S.D.
出穂始日 (月/日)	2007	5/24	5/24	5/25	<1
	2008	5/18	5/19	5/19	<1
	平均	5/21	5/22	5/22	
穂長 (cm)	2007	36.0	33.0	38.2	2.7
	2008	33.7	31.9	33.6	N.S.
	平均	34.9	32.5	35.9	
穂数 (本/m ²)	2007	903	977	747	N.S.
	2008	606	616	407	139.7
	平均	755	797	577	
穂重 (g)	2008	0.87	1.09	1.14	N.S.
小穂数/穂	2008	21.5	21.6	22.4	0.9
種子重/穂 (g)	2007	0.350	0.245	0.228	N.S.
	2008	0.223	0.313	0.317	N.S.
	平均	0.287	0.279	0.272	
千粒種 (g)	2007	4.16	3.37	3.67	N.S.
	2008	3.69	3.54	3.96	0.22
	平均	3.93	3.46	3.82	
種子稔実率	2008	74	74	64	N.S.
精選種子収量 (kg/a)	2007	14.7	12.9	9.2	N.S.
	2008	13.0	14.3	8.2	1.5
	平均	13.9	13.6	8.7	

V 考 察

ライグラス類は、寒地型牧草の中では高栄養、高消化性で多収、さらに低温生長性や耐湿性にも優れるが、越冬・越夏性に劣るので、わが国で実際に多年利用されている地域は、夏季が高温にならない寒冷地でかつ冬季の積雪が少ない東北地方太平洋側などに限られる。そのため、関東以西の温暖地・暖地では、越夏させずに冬作の一年生作物として利用するイタリアンライグラスが広く栽培されている。イタリアンライグラスの耐寒・耐雪性はペレニアルライグラスよりもかなり劣るが、耐雪性品種として「ナガハヒカリ」が旧北陸農試で育成されている。しかし、この品種は出穂の早晩性が中生であるため寒冷地の作付体系に組み入れにくいために普及していない。そのため、東北農業研究センターでは多年生利用ができる、ライグラス類に準じた特性が期待できるフェストロリウム品種の開発を行ってきた。フェストロリウムは*Festuca*属と*Lolium*属との雑種であるが、両属とも多様な種を含む。そのため、育種目標に応じた種がその交雑に使われ、フェストロリウム育種が欧米で開始された1950年代から既に半世紀以上を経過しており、2013年1月現在で37品種がOECD登録されている。属間交雑およびF₁採種から育種を始めると、種子稔性の回復や特性の安定性評価に年月を要するので、その育種期間は主要牧草よりも長期にならざるをえない。既存のフェストロリウム品種を素材に選抜する手法では、特性を飛躍的に改良することは難しいものの、この稔性回復の過程を省くことができ、品種育成の初期段階では他の牧草と同様の育種法で新品種を育成することができ、効果的である。2012年に品種登録された、わが国初の「東北1号」もこの手法によっている。

「イカロス」は「東北1号」と類似の基礎集団から選抜を開始しているが、「東北1号」は寒冷地の水田等での採草利用に限定した選抜を行ったのに対し、「イカロス」は収量性とともに関東性や短草利用などにも配慮した選抜を実施した。その結果、「東北1号」は、稈長・穂長および茎の太さが長大で茎数密度が低く、有芒で蛍光反応のある個体の割合が高いというイタリアンライグラス由来と考えられる形質を強く発現させている。それに対して、「イカロス」は茎数型で一定水準の越冬性が付与されており、「東北1号」よりもペレニアルライグラ

スの特性に近くなっている。越冬に関しては寒地型多年生牧草においても播種直後の初期ステージにおける越冬の良否が牧草の定着やその後の収量に影響する。本試験では、雪腐病に関しては「イカロス」と「東北1号」の違いは明かでなかったが、越冬直後の生長量を示す多刈区での1番草収量においても、かなり明瞭な差が認められ、育種目標の違いが両品種の特性に反映されている。

「イカロス」は寒冷地の中標高草地で利用できるフェストロリウム品種として、低標高での採草主体の「東北1号」とともに寒冷地の牧草生産に貢献することを期待している。

「イカロス」の育種素材としている既存品種は、メドウフェスクとペレニアルライグラスまたはイタリアンライグラスとの複二倍体や自然交雑によって育成されたものとされている。寒冷地・寒地に向けたこのタイプのフェストロリウムの育種では、ライグラス類と同等の品質と季節生産性とライグラス類を上回る越冬性・耐凍性の付与が目標とされてきた(Casler *et al.* 2002)。しかし、寒地における越冬性は十分であるとは評価されていない「パーフェスト」と概ね同じ水準の「イカロス」は、その主要な適地は東北地域など寒冷地と考えるべきであろう。

越夏性については「イカロス」の素材となった既存品種において、寒冷地で選抜した効果は認められている(米丸ら 2004)。そこでは寒冷地における越夏性は永続性に近い形質で、温暖地・暖地における高温乾燥耐性や病害抵抗性と要因が異なるとしている。このことが、温暖地の千葉や宮崎での越夏において十分な選抜効果が認められなかった要因と考えられる。これらの地域では、主要な寒地型牧草の中では越夏性に優れるトールフェスク以外は事実上越夏利用が難しいと考えられ、トールフェスクを素材にしたフェストロリウムの開発が必要と思われる。また、冬作一年生利用では「イカロス」は「パーフェスト」よりも多収ではあるものの、イタリアンライグラス品種に及ばないので、利用価値は高くない。東北地方でも記録的な高温となった2010年夏期以降、多刈区では再生が不良となっており、晩秋の最終刈期まで収穫を控えざるをえなかった。「イカロス」や「東北1号」は越夏性を高めているものの、このことは既存フェストロリウム品種を素材に寒冷地で育種した品種の限界を示唆している。

東北農業研究センターでは利用3年目には1年目

の概ね60%まで収量が低下し、少回刈りでは被度も80%程度に低下した。4年目以降利用を続けると衰退がさらに進行すると予想され、永続性に優れるオーチャードグラスなどのように播種後10年以上にわたって継続的に利用することは難しく、播種後3年程度の間に集約的に利用し、その後は追播等で一定水準の茎数密度を確保することによって、収量を維持することが永年の利用に必要な技術になろう。ペレニアルライグラスやフェストロリウムでは、良好な追播適性が認められており（名田ら 1988、池田ら 2007）、種子の特性や初期生長性などが類似する「イカロス」は、これら既存の追播技術で対応できると考えられる。

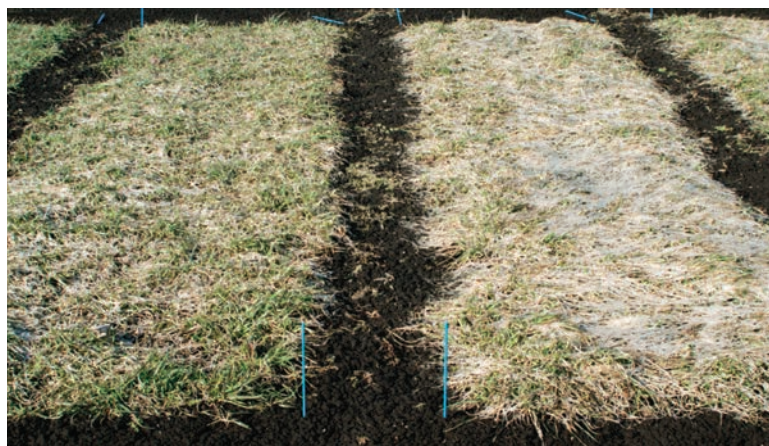
乾物消失率に関しては、本試験では明らかな草種・品種間差は認められなかった。しかし、消化性に関しては、ライグラス類に近いフェストロリウムの品種はペレニアルライグラスと同等とされており（Caslar 1990）、フェスク類に近い品種やオーチャードグラスに比べて消化性が高いことが知られている（嶋野ら 2004、2006）。また、冠さび病などの罹病が乾物消失率を低下させる（井沢ら 1975）ことなど、他の特性に攪乱される形質であるので、これについてはさらにデータを蓄積してから特性を見極める必要がある。

採種性はフェストロリウムでは特に配慮すべき形質である。属間雑種に由来するフェストロリウムで



写真1 「イカロス」と「東北1号」の出穂期における草姿

(東北農業研究センター、2010.6.8)



イカロス

東北1号

写真2 融雪直後の雪腐病罹病程度

(東北農業研究センター、2010.3.18)

は、ゲノム構成を再編成する過程で生じる種子稔性低下とその回復過程において特性が変化することがある。「イカロス」は種子稔性が回復済みの既存品種を素材としており、「イカロス」の種子稔実率は74%で、寒地型牧草類の一般的な水準といえる。また、明らかに不稔とみられる個体の分離も確認されないの、他の他殖性寒地型牧草と同様に考えてよい。「イカロス」の採種量は、「パーフェスト」とほぼ同等で「東北1号」よりも高かった。イタリアンライグラスでも採種量は穂数と関係があり、茎数型にすることで採種性が向上する（矢萩ら 2004）ことが知られており、「イカロス」の穂数が多いことが寄与していると考えられる。採種性が高いことは、種子を農家に低価格で提供できる。また、牧草種子は育成地と著しく栽培条件が異なる海外で増殖されるので、例えば出穂期や穂揃性が大きく変動して採種適期の見極めが国内採種よりも難しくなる場合においても一定水準以上の採種量を確保することが容易である。このことは短期間に一定量の増殖を完了させ、わが国での栽培の実績が少ないフェストロリウムをいち早く定着させるためには極めて重要な特性である。

VI 適地および栽培・利用上の問題点

「イカロス」は、その環境適応性や収量性から「パーフェスト」よりも越夏性がやや高く、「東北1号」と同等か若干劣る。北海道長沼町の連続積雪期間が約120日であるので、冬季の積雪期間が120日までの、夏季が高温となる日本海側および南東北内陸部の低標高地等を除く東北地方、北海道南部、北関東・東山地域の高冷地で栽培できると考えられるが、北海道農業研究センター（札幌市）で「パーフェスト」の越冬性が十分でない事例が報告されており（田瀬ら 2008）、年次変動などを考慮すると北海道での利用は推奨できない。

少回刈りおよび多回刈りとも多収であるが、「東北1号」に対して相対的に多回刈りでの結果が良好であることから、採草だけでなく放牧利用にも適すると考えられるが、年次変動などで夏期が高温となった場合は、夏秋期の利用を控えるなど越冬に配慮した管理を行う必要がある。

引用文献

- 1) Caslar, M.D. 1990. Cultivar and cultivar x environment effects for relative feed value of temperate perennial grasses. *Crop Sci.* 30 : 711-728.
- 2) Caslar, M.D.; Peterson, P.R.; Hoffman, L.D.; Ehlke, N.J.; Brummer, E.C.; Hansen, J.L.; Mlynarek, M. J.; Sulc, M.R.; Henning, J.C.; Undersander, D.J.; Pitts, P.G.; Bilkey, P.C.; Rose-Fricke, C.A. 2002. Natural Selection for Survival Improves Freezing Tolerance, Forage Yield, and Persistence of *Festulolium*. *Crop Sci.* 42 : 1421-1426.
- 3) 池田堅太郎, 成田大展, 東山雅一, 東山由美, 梨木 守, 近藤恒夫. 2007. 水田跡地の放牧利用に適した永年生牧草の検討. *東北農業研究* 60 : 87-88.
- 4) 井沢弘一, 西原夏樹. 1975. 飼料価値に及ぼす病害の影響. II. 冠さび病によるイタリアンライグラスの質的・量的被害. *草地試研報* 6 : 87-94.
- 5) 名田陽一, 高橋 俊. 1988. 不耕起追播による寒地型草地の改良. I. 追播のための適草種の選定及びそれらの草種の放牧条件下での定着. *日草誌* 33 (4) : 356-362.
- 6) 佐々木寛幸, 神山和則, 須山哲男, 福山正隆. 2003. 牧草に地帯区分に及ぼす地球温暖化の影響. I. 寒地型牧草の栽培適地と生産量の変動予測. *日草誌* 49 (1) : 23-27.
- 7) 田瀬和浩, 佐藤尚親, 田村健一, 眞田康治, 小松敏憲. 2008. 寒地におけるフェストロリウム品種の越冬性の評価. *日草誌* 54 (3) : 249-256.
- 8) 嶋野英子, 近藤恒夫, 村井 勝. 2004. 北東北地域におけるフェストロリウム品種エバグリーンの飼料栄養特性. *日草誌* 50 (4) : 355-359.
- 9) 嶋野英子, 新宮博行, 櫛引史郎, 篠田 満, 押部明德, 雑賀 優. 2006. フェストロリウム (*xFestulolium braunii*) 品種の1番草生育過程に伴う栄養特性の変化. *日草誌* 52 (3) : 176-182.
- 10) 矢萩久嗣, 深沢芳隆, 上山泰史, 津田公男, 大浦俊彦, 寺沼 昇, 眞部幸子, 井上雅美, 羽成勤, 御幡 寿. 2004. イタリアンライグラス新品種「はたあおば」の育成. *茨城畜産研報* 37 : 49-69.
- 11) 米丸淳一, 久保田明人, 上山泰史. 2004. 寒冷

地におけるフェストロリウム品種の越夏性に関する品種内変異と選抜効果. 日草誌 50 (5): 415-420

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