

耐雪性に優れたイタリアンライグラス (*Lolium multiflorum* Lam.) 新品種「クワトロ-TK5」の育成

久保田明人*¹⁾・上山 泰史*²⁾・藤森 雅博*¹⁾・米丸 淳一*³⁾
秋山 征夫*⁴⁾

抄 録：早生の四倍体イタリアンライグラス (*Lolium multiflorum* Lam.) 新品種「クワトロ-TK5」を育成し、東北3県の4場所において3か年にわたる地域適応性検定試験を行った。「クワトロ-TK5」は耐雪性が高く、雪腐病が問題となる積雪地では「ワセアオバ」よりも10%以上多収であり、少雪地では同等の収量性を示した。優秀性が認められ普及が見込まれることから、2016年3月28日に品種登録の出願を行い、2016年8月29日に出願公表された。

「クワトロ-TK5」は根雪期間80日程度までの積雪地で栽培できる。岩手県南、宮城県および福島県の平野部、日本海側を含めた東北の沿岸部で、これまでの品種では飼料用トウモロコシとの二毛作体系で飼料生産を行うことができなかつた地域でも二毛作が可能となる。現在でも二毛作が行われている北陸、山陰および関東・東山地域においても、異常気象による突発的な多雪年に備えるためには「クワトロ-TK5」は有効である。また、耐雪性を担保する観点から止むを得ず中晩生品種を使っている生産者にとっても、「クワトロ-TK5」は新たな選択肢となる。

キーワード：イタリアンライグラス、耐雪性、四倍体、早生

A New Italian Ryegrass Cultivar, "Quattro-TK5," with Snow Endurance : Akito KUBOTA*¹⁾, Yasufumi UYAMA*²⁾, Masahiro FUJIMORI*¹⁾, Jun-ichi YONEMARU*³⁾ and Yukio AKIYAMA*⁴⁾

Abstract : "Quattro-TK5" is a new tetraploid Italian ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.) cultivar with early maturity and good snow endurance. We conducted three years of cultural tests at four agronomic experimental stations in the Tohoku region. Our results showed that "Quattro-TK5" had better snow endurance and a better first-cut yield than "Waseaoba," which is a standard cultivar in snowy areas. Additionally, the dry matter ratio of "Quattro-TK5" was nearly equal to that of "Waseaoba."

"Quattro-TK5" is a good choice in areas that have up to 80 days of continuous snow cover, and it makes it possible for farm producers to double crop this ryegrass with corn on the plains of south Iwate Prefecture, Miyagi Prefecture, Fukushima Prefecture, and in the maritime areas of the Tohoku region. "Quattro-TK5" is also good in the Hokuriku, Kanto-Tosan, and San-in regions in areas commonly double-cropped in preparation for accidental heavy snow. "Quattro-TK5" is a new option for farm producers who have no choice but to use middle-to-late cultivars to avoid severe snow mold damage.

Key Words : Early variety, Italian ryegrass, Snow endurance, Tetraploid.

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

* 2) 農研機構畜産研究部門 (Institute of Livestock and Grassland Science, NARO, Nasushiobara, Tochigi 329-2793, Japan)

* 3) 農研機構次世代作物開発研究センター (Institute of Crop Science, NARO, Tsukuba, Ibaraki 305-8602, Japan)

* 4) 農研機構北海道農業研究センター (Hokkaido Agricultural Research Center, NARO, Sapporo, Hokkaido 062-8555, Japan)

I 緒 言

東北地域は全国の乳牛の飼養頭数の1割弱を担い、酪農が盛んである。牧草の作付面積は91,600haと北海道に次いで多く、都市近郊の酪農地域に比べると粗飼料自給率は高い。飼料用トウモロコシの作付面積も11,200haと多く、岩手県は北海道に次ぐ面積の5,250haを栽培している（農林水産省 2015）。しかし、国内の主要な牧草であるイタリアンライグラスの作付面積は3,330haであり、同程度の乳牛を飼養する九州地域の40,400haに比べると一桁少ない（農林水産省大臣官房統計部 2007）。関東以西で行われているようなイタリアンライグラストウモロコシの二毛作体系で飼料生産を行っている生産者は宮城県や福島県の一部に限られる。これは、根雪期間（10cm以上の積雪深が維持される期間とする）が長く、雪腐病の被害が大きいために、イタリアンライグラスの早生品種の栽培が難しいことによる。「ナガハヒカリ」など、耐雪性（雪腐病に対する耐性）で選抜された中生品種であれば栽培は可能であるが、寒冷地ではトウモロコシの生育適温期間が短いため、農作業が過密になってしまう。よって、耐雪性に優れる早生品種の開発が必要である。以下、耐雪性とは自然条件下での雪腐病に対する耐性とし、気象条件や植物の生育状況などさまざまな要因を内包する総合評価であり、接種検定による雪腐病抵抗性とは区別する。

イタリアンライグラスの雪腐病に対する選抜は、旧北陸農業試験場を中心に行われ、二倍体早生品種「ワセアオバ」や四倍体中生品種「ナガハヒカリ」などが育成され、現在も流通している。しかし、「ワセアオバ」は根雪期間が60日を超える東北地域の大部分では耐雪性が充分ではなく、大きく減収する可能性がある（上山ら 2006）。また、「ナガハヒカリ」はイタリアンライグラスの中では極めて高い耐雪性を有するが（小林ら 1992）、中生であるため、夏季の短い東北地域で二毛作を行うのは難しい。さらに、イタリアンライグラスの四倍体は二倍体よりも耐雪性に優れるが（岡部 1975）、乾物率が低いことが知られている。そのため、東北農業研究センター（以下、東北農研）では四倍体で早生の系統を育成し、耐雪性の選抜に加えて、乾物率の改良に着手した。

筆者らは2005年から四倍体イタリアンライグラス

の乾物率を高める育種に取り組み、早生で出穂期の乾物率が標準品種「ワセアオバ」と同程度であり、収量性が根雪期間80日程度の地域において「ワセアオバ」よりも優れ、雪腐病が問題にならない地域においても「ワセアオバ」と同程度の収量性を示す「クワトロ-TK5」（系統名：東北5号）を育成した。「クワトロ-TK5」の育成は、2006年度から2009年度まで農林水産省委託プロジェクト「粗飼料多給による日本型家畜飼養技術の開発」により実施した。「クワトロ-TK5」は、東北地域においてイタリアンライグラストウモロコシの二毛作体系が可能な地域を拡大し、飼料自給率の向上に貢献できると期待される。

本品種の育成にあたり、圃場および温室管理において、東北農業研究センター研究支援センター業務第1科の加藤大輔、菅正、田村恒、角掛慶哉、吉澤信行の諸氏の、実験補助において高橋節子、山岸さゆりの諸氏のご助力を頂き、ここに記して深謝する。

II 育種目標、育種方法および育成経過

1. 育種目標

積雪地における収量性が、既存の早生耐雪性品種「ワセアオバ」よりも優れ、少雪地においても「ワセアオバ」と同程度の収量性を有し、出穂期の乾物率が高い四倍体早生品種を育成する。

2. 育成方法

集団選抜法および母系選抜法による。

3. 育成経過

「クワトロ-TK5」の育成経過を図1に示した。2005年に四倍体早生耐雪性系統である「東北2号」100個体を育苗し、圃場に植え付け、耐雪性と1番草出穂期の乾物率やBrix値により5個体を選抜し、2番草で隔離交配を行った。2006年に5個体のバルク種子を育苗し、240個体を圃場に植え付け、1番草出穂期の乾物率やBrix値により10個体を選抜し、2番草で隔離交配を行った。2007年に10母系各30個体を育苗し、合計300個体を圃場に植え付け、耐雪性と1番草出穂期の乾物率やBrix値により10個体を選抜し、2番草で隔離交配を行った。2008年に10母系各30個体と、草姿が開帳気味となり倒伏が懸念されたため、再度「東北2号」60個体を育苗し、合計360個体を圃場に植え付けた。1番草出穂期に、出穂期と草勢で7母系15個体と、乾物率と草姿で6母系10個体と「東北2号」5個体の計15個体の2集団

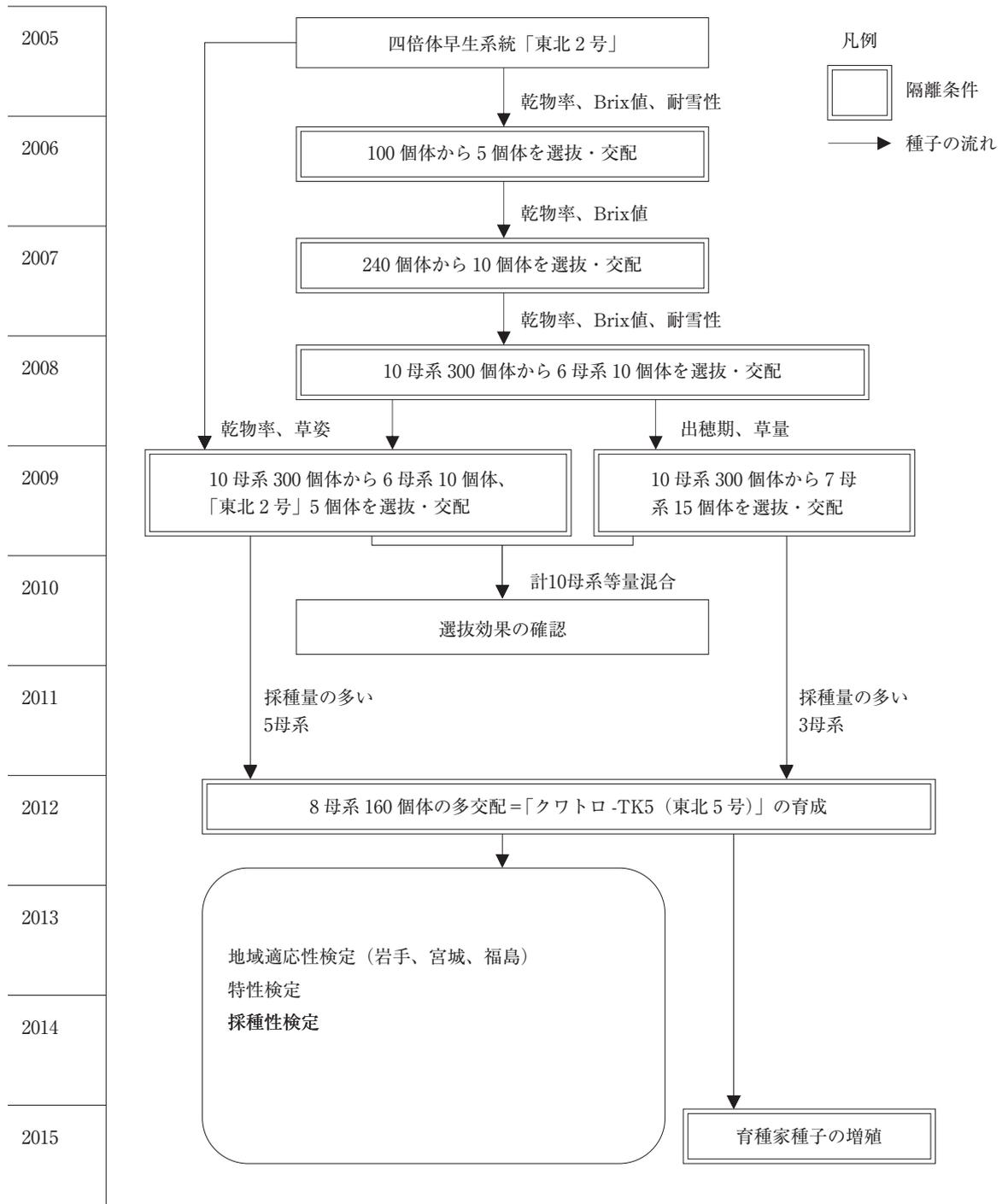


図1 育成経過

を選抜し、それぞれ隔離交配を行った。2009年に2集団から採種量の多かった計10母系を等量混合して条播試験を行い、乾物率に関して選抜効果を確認した(久保田ら 2013)。2011年に2集団から採種量の多かった計8母系各20個体を隔離圃場で多交配し、「東北5号」とした。

2012年から2015年にかけて、東北3県において地域適応性検定試験を実施した。

4. 品種登録および命名の由来

東北地域においては「ワセアオバ」では耐雪性が不十分であり、早生で耐雪性の優れた品種が必要である。育成地を含めた4場所、3か年の地域適応性

検定試験の結果、「東北5号」の優秀性が認められ普及が見込まれることから、2016年に「クワトロ-TK5」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30973号、出願年月日：2016年3月28日）。「クワトロ」は四倍体系統の「四」をイタリア語であらわしたものである。国内育成品種で四倍体の早生品種は少なく、耐雪性に優れる四倍体であることを強調するために「クワトロ-TK5」と命名した。

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。

久保田明人 2005年9月～2015年8月
 上山泰史 2005年9月～2011年6月
 藤森雅博 2011年4月～2015年6月
 米丸淳一 2005年9月～2008年3月
 秋山征夫 2009年4月～2015年6月

Ⅳ 特 性

1. 試験方法

1) 供試材料および耕種概要

(1) 供試品種・系統

供試品種・系統は、検定系統を四倍体イタリアンライグラス「クワトロ-TK5」、標準品種を「ワセアオバ」（早生）とした。

(2) 試験場所

地域適応性検定試験の試験場所は、東北4場所である。各試験の試験場所を表1に示した。

(3) 刈取り方法と刈取り月日

地域適応性検定試験は、採草利用による年1回刈りとした。各試験の刈取り月日を表2に示した。

(4) 施肥量

各試験の施肥量を表3に示した。

2) 試験方法および調査基準

(1) 地域適応性検定試験

表1 地域適応性検定試験および特性検定試験の試験場所

| 試験名 | 試験場所名 | 略称 |
|------------|-------------------------------------|----------|
| 地域適応性検定試験 | 国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構 東北農業研究センター | 東北農研 |
| | 岩手県農業総合研究センター畜産研究所 | 岩手畜研 |
| | 宮城県畜産試験場 | 宮城畜試 |
| | 独立行政法人 家畜改良センター 本所 | 家畜改セ（本所） |
| 採種性検定試験 | 国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構 東北農業研究センター | 東北農研 |
| 個体植えに関する試験 | 国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構 東北農業研究センター | 東北農研 |

表2 地域適応性検定試験および採種性検定試験の耕種概要

| 試験名 | 試験場所 | 播種年 | 播種日 | 播種法 | 播種量 (g/a) | | 1区面積 (m ²) | 条間 (cm) | 反復 | 試験配置 | 刈取り日 |
|--------------|------|-------|------|-----|-----------|-----|------------------------|---------|-----|------|------|
| | | | | | 四倍体 | 二倍体 | | | | | |
| 地域適応性検定試験 | 東北農研 | 2012 | 9/24 | 条播 | 250 | 200 | 6 | 30 | 4反復 | 乱塊法 | 5/29 |
| | | 2013 | 9/18 | 条播 | 250 | 200 | 6 | 30 | 4反復 | 乱塊法 | 5/23 |
| | | 2014 | 9/19 | 条播 | 250 | 200 | 6 | 30 | 4反復 | 乱塊法 | 5/20 |
| | 岩手畜研 | 2012 | 9/20 | 散播 | 300 | 250 | 6 | - | 4反復 | 乱塊法 | 5/24 |
| | | 2013 | 9/20 | 散播 | 300 | 250 | 6 | - | 4反復 | 乱塊法 | 5/21 |
| | | 2014 | 9/19 | 散播 | 350 | 300 | 6 | - | 4反復 | 乱塊法 | 5/14 |
| | 宮城畜試 | 2012 | 9/27 | 条播 | 150 | 150 | 6 | 30 | 4反復 | 乱塊法 | 5/16 |
| | | 2013 | 9/28 | 条播 | 150 | 150 | 6 | 30 | 4反復 | 乱塊法 | 5/7 |
| | | 2014 | 9/29 | 条播 | 150 | 150 | 6 | 30 | 4反復 | 乱塊法 | 4/30 |
| 家畜改セ (本所) | 2012 | 10/10 | 条播 | 250 | 200 | 6 | 30 | 4反復 | 乱塊法 | 5/13 | |
| | 2013 | 10/3 | 条播 | 300 | 250 | 6 | 30 | 4反復 | 乱塊法 | 5/2 | |
| | 2014 | 9/17 | 条播 | 250 | 200 | 6 | 30 | 4反復 | 乱塊法 | 5/8 | |
| 採種性検定試験 | 東北農研 | 2012 | 9/24 | 条播 | 300 | 260 | 4.5 | 75 | 4反復 | 乱塊法 | - |
| | | 2013 | 9/18 | 条播 | 300 | 260 | 4.5 | 75 | 4反復 | 乱塊法 | - |
| | | 2014 | 9/19 | 条播 | 300 | 260 | 4.5 | 75 | 4反復 | 乱塊法 | - |

「飼料作物系統適応性検定試験実施要領（改訂5版）」に準拠した。耐雪性は融雪後の葉枯れ程度から評価した。

(2) 採種性検定試験

各品種・系統1区条長3m×条間0.75m×2条(4.5m²)、4反復乱塊法で播種し、各区から1.5m²分を採種した。

(3) 飼料成分検定試験

分析用試料は東北農研の地域適応性検定試験圃場の1番草サンプルを反復ごとに採取した生草を、70℃48時間通風乾燥した後、ウィレー型粉碎機で2.0mmのふるいを用いて粉碎した。分析は、十勝農業協同組合連合会農産化学研究所において行った。

(4) 個体植えに関する試験

各品種・系統30個体×3反復乱塊法、条間

0.75m×株間0.75mで2013年9月26日および2014年9月29日に圃場に植え付けた。調査基準は農林水産省植物種類別審査基準「イタリアンライグラス亜種」に準拠した。

3) 分散分析

草丈、収量、飼料成分などの定量データについては、統計ソフトSAS (ver. 9.4) を用いて分散分析を行い、検定系統と標準品種・比較品種を含めて行った（比較品種のデータは非掲載）。有意である場合にはTukey法（5%）による多重比較を行った。

2. 試験結果

1) 早晩性

「クワトロ-TK5」の出穂始日は「ワセアオバ」よりもやや早い（表4）、早晩性は早生に分類される。「クワトロ-TK5」の刈取り時の出穂程度は

表3 各試験の施肥量 (kg/a)

| 試験名 | 試験場所 | 播種年 | 基肥 | | | 早春追肥 | | |
|--------------|------|------|------|-------------------------------|------------------|------|-------------------------------|------------------|
| | | | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| 地域適応性検定試験 | 東北農研 | 2012 | 0.80 | 0.80 | 0.80 | 0.30 | 0.30 | 0.30 |
| | | 2013 | 0.80 | 0.80 | 0.80 | 0.50 | 0.50 | 0.50 |
| | | 2014 | 0.80 | 0.80 | 0.80 | 0.50 | 0.50 | 0.50 |
| | 岩手畜研 | 2012 | 0.70 | 1.40 | 0.70 | 1.00 | 0.50 | 1.00 |
| | | 2013 | 0.70 | 1.40 | 0.70 | 1.00 | 0.50 | 1.00 |
| | | 2014 | 0.70 | 1.40 | 0.70 | 1.00 | 0.50 | 1.00 |
| | 宮城畜試 | 2012 | 1.00 | 2.00 | 1.00 | 0.50 | 0.25 | 0.50 |
| | | 2013 | 1.00 | 2.00 | 1.00 | 0.50 | 0.25 | 0.50 |
| | | 2014 | 1.00 | 2.00 | 1.00 | 0.50 | 0.25 | 0.50 |
| 家畜改セ (本所) | 2012 | 0.30 | 0.60 | - | - | - | - | |
| | 2013 | 0.50 | 0.50 | - | 0.50 | - | - | |
| | 2014 | 1.00 | 1.50 | - | 0.50 | - | - | |
| 採種性検定試験 | 東北農研 | 2012 | 0.80 | 0.80 | 0.80 | 0.14 | 0.14 | 0.14 |
| | | 2013 | 0.80 | 0.80 | 0.80 | 0.14 | 0.14 | 0.14 |
| | | 2014 | 0.80 | 0.80 | 0.80 | 0.28 | 0.28 | 0.28 |
| 個体植え試験 | 東北農研 | 2013 | 0.80 | 0.80 | 0.80 | 0.30 | 0.30 | 0.30 |
| | | 2014 | 0.80 | 0.80 | 0.80 | 0.30 | 0.30 | 0.30 |

表4 地域適応性検定試験における出穂始日

| 播種年 | 品種・系統名 | 岩手畜研 | 東北農研 | 宮城畜試 | 家畜改セ(本所) |
|-------|----------|-------|-------|-------|----------|
| 2012 | クワトロ-TK5 | 5月19日 | 5月15日 | 5月7日 | 5月2日 |
| | ワセアオバ | 5月20日 | 5月18日 | 5月10日 | 5月5日 |
| 2013 | クワトロ-TK5 | 5月15日 | 5月4日 | 5月2日 | 4月28日 |
| | ワセアオバ | 5月15日 | 5月8日 | 5月3日 | 4月29日 |
| 2014 | クワトロ-TK5 | 5月7日 | 5月2日 | 4月21日 | 4月27日 |
| | ワセアオバ | 5月7日 | 5月5日 | 4月27日 | 4月30日 |
| 3か年平均 | クワトロ-TK5 | 5月13日 | 5月7日 | 4月30日 | 4月29日 |
| | ワセアオバ | 5月14日 | 5月10日 | 5月3日 | 5月1日 |

表5 地域適応性検定試験における出穂程度 (1少-9多)

| 播種年 | 品種・系統名 | 岩手畜研 | 東北農研 | 宮城畜試 | 家畜改セ (本所) |
|-------|----------|------|------|------|-----------|
| 2012 | クワトロ-TK5 | 9.0 | - | 9.0 | 9.0 |
| | ワセアオバ | 8.5 | | 8.3 | 9.0 |
| 2013 | クワトロ-TK5 | 9.0 | - | 6.8 | 7.5 |
| | ワセアオバ | 8.5 | | 4.3 | 3.0 |
| 2014 | クワトロ-TK5 | 8.3 | - | 9.0 | 9.0 |
| | ワセアオバ | 5.8 | | 4.5 | 9.0 |
| 3か年平均 | クワトロ-TK5 | 8.8 | - | 8.3 | 8.5 |
| | ワセアオバ | 7.6 | | 5.7 | 7.0 |

東北農研は差がないため評価せず

表6 地域適応性検定試験における1番草乾物収量 (kg/10a)

| 播種年 | 品種・系統名 | 岩手畜研 | 東北農研 | 宮城畜試 | 家畜改セ (本所) |
|-------|----------|---------------------|-------|------|-----------|
| 2012 | クワトロ-TK5 | 257 a ¹⁾ | 540 | 1076 | 402 |
| | ワセアオバ | 75 b | 448 | 1031 | 433 |
| 2013 | クワトロ-TK5 | 280 a | 911 | 686 | 868 |
| | ワセアオバ | 113 b | 806 | 703 | 860 |
| 2014 | クワトロ-TK5 | 185 a | 653 a | 827 | 941 |
| | ワセアオバ | 20 b | 377 b | 836 | 945 |
| 3か年平均 | クワトロ-TK5 | 241 | 701 | 863 | 737 |
| | ワセアオバ | 70 | 544 | 857 | 746 |

1) 異文字間に有意差あり。Tukey 5%

表7 地域適応性検定試験における1番草乾物収量 (ワセアオバ比)

| 播種年 | 品種・系統名 | 岩手畜研 | 東北農研 | 宮城畜試 | 家畜改セ (本所) |
|-------|----------|------|------|------|-----------|
| 2012 | クワトロ-TK5 | 341 | 121 | 104 | 93 |
| | ワセアオバ | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 2013 | クワトロ-TK5 | 248 | 113 | 98 | 101 |
| | ワセアオバ | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 2014 | クワトロ-TK5 | 904 | 173 | 99 | 100 |
| | ワセアオバ | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 3か年平均 | クワトロ-TK5 | 346 | 129 | 101 | 99 |
| | ワセアオバ | 100 | 100 | 100 | 100 |

「ワセアオバ」と同程度かやや多かった (表5)。

2) 収量性

(1) 全場所まとめ

「クワトロ-TK5」の1番草乾物収量は、根雪期間が長く雪腐褐色小粒菌核病菌による雪腐病の被害が問題となる岩手畜研および東北農研において「ワセアオバ」よりも高かった。雪腐病が問題とならない宮城畜試および家畜改セ (本所) においては、「クワトロ-TK5」の収量は「ワセアオバ」と同程度であった (表6、表7)。

(2) 場所別

岩手畜研においては根雪期間が100日以上であり、

雪腐病の被害が甚大で収量水準は極めて低かったが、3か年とも「クワトロ-TK5」の1番草乾物収量は「ワセアオバ」よりも有意に高かった。東北農研においては3か年とも「クワトロ-TK5」の1番草乾物収量は「ワセアオバ」よりも高く、特に雪腐病の被害が甚大であった2014年播種試験においては有意差がみられた。2012年播種試験においては収量水準がやや低かった。宮城畜試においては3か年とも収量水準が高く、「クワトロ-TK5」は「ワセアオバ」と同程度の乾物収量であった。

家畜改セ (本所) においては、2012年播種試験では収量水準が低かった。3か年とも「クワトロ-TK5」

は「ワセアオバ」と同程度の乾物収量であった。

3) 耐雪性

地域適応性検定試験を行った4場所のうち、雪腐褐色小粒菌核病菌による雪腐病が問題となる岩手畜研および東北農研において、「クワトロ-TK5」の耐雪性は「ワセアオバ」よりも平均して1ポイント程度高かった(表8)。また1番草乾物収量についても、岩手畜研および東北農研においては「クワトロ-TK5」の乾物収量は「ワセアオバ」よりも高く、「クワトロ-TK5」の耐雪性が優れると判断された。

4) 乾物率

3か年とも出穂期刈りを行っている東北農研においては、「クワトロ-TK5」の乾物率は「ワセアオバ」と同程度であった。雪腐病の被害が甚大であり、出穂始め頃に刈取りを行っている岩手畜研においては、「クワトロ-TK5」の乾物率は「ワセアオバ」よりも有意に低かった。宮城畜試および家畜改セ(本所)においては、「クワトロ-TK5」の乾物率は「ワセアオバ」よりも低い傾向であった(表9)。4場所の

結果をまとめると、「クワトロ-TK5」の乾物率は「ワセアオバ」と同程度かやや低かった。

5) 採種性

採種性検定試験における「クワトロ-TK5」の種子収量は、鳥害を受けた2012年播種の試験では「ワセアオバ」よりもやや低かったものの、それ以降の防鳥網を張った試験では「ワセアオバ」と同程度であった(表10)。2014年播種の試験では根雪期間が長く、雪腐病が激発したため、穂数は2012年や2013年播種の試験よりも少ない傾向であったが、早春の追肥量を多くしたこともあり、種子収量の水準は2013年と差がなかった。「クワトロ-TK5」の千粒重は「ワセアオバ」よりも大きかった。

6) 飼料成分

出穂期の推定TDN含量および各飼料成分については、「クワトロ-TK5」は「ワセアオバ」と同程度であった。2013年播種試験においては「クワトロ-TK5」のNon fiber carbohydrate：非繊維性炭水化物(NFC)が「ワセアオバ」よりも有意に高かつ

表8 地域適応性検定試験における耐雪性(1劣-9優)

| 播種年 | 品種・系統名 | 岩手畜研 | 東北農研 |
|-------|----------|------|------|
| 2012 | クワトロ-TK5 | 2.0 | 4.0 |
| | ワセアオバ | 1.0 | 3.3 |
| | 根雪期間 | 100日 | 70日 |
| 2013 | クワトロ-TK5 | 4.3 | 5.8 |
| | ワセアオバ | 2.8 | 4.3 |
| | 根雪期間 | 102日 | 85日 |
| 2014 | クワトロ-TK5 | 1.0 | 3.5 |
| | ワセアオバ | 1.0 | 2.3 |
| | 根雪期間 | 115日 | 100日 |
| 3か年平均 | クワトロ-TK5 | 2.4 | 4.4 |
| | ワセアオバ | 1.6 | 3.3 |

表10 種子収量および関連形質

| 播種年 | 品種・系統 | 種子収量 (kg/a) | 穂数 (本/m ²) | 千粒重 (g) |
|------|----------|---------------------|---------------------------|------------|
| 2012 | クワトロ-TK5 | 7.2 b ¹⁾ | 728 | |
| | ワセアオバ | 9.9 a | 674 | |
| 2013 | クワトロ-TK5 | 14.5 | 711 | 5.02 a |
| | ワセアオバ | 15.7 | 758 | 2.92 b |
| 2014 | クワトロ-TK5 | 16.2 | 473 | |
| | ワセアオバ | 14.2 | 484 | |

2012年播種試験は鳥害を受けた。
1) 異文字間に有意差あり。Tukey 5%

表9 地域適応性検定試験における1番草乾物率(%)

| 播種年 | 品種・系統名 | 岩手畜研 | 東北農研 | 宮城畜試 | 家畜改セ(本所) |
|-------|----------|----------------------|------|------|----------|
| 2012 | クワトロ-TK5 | 14.0 b ¹⁾ | 18.1 | 19.7 | 19.0 |
| | ワセアオバ | 16.7 a | 18.6 | 22.1 | 20.9 |
| 2013 | クワトロ-TK5 | 14.6 b | 21.9 | 19.7 | 16.0 |
| | ワセアオバ | 15.8 a | 21.4 | 20.6 | 16.8 |
| 2014 | クワトロ-TK5 | 17.1 b | 22.7 | 18.1 | 18.3 |
| | ワセアオバ | 18.8 a | 21.8 | 19.8 | 20.2 |
| 3か年平均 | クワトロ-TK5 | 15.2 | 20.9 | 19.1 | 17.8 |
| | ワセアオバ | 17.1 | 20.6 | 20.8 | 19.3 |

1) 異文字間に有意差あり。Tukey 5%

表11 1 番草飼料成分 (%)

| 播種年 | 品種・系統名 | 推定TDN | OCC | OCW | Oa | Ob | CP | NDF | ADF | ADL | NFC | 粗脂肪 | 灰分 |
|------|----------|-------|------|------|------|------|------|------|------|-----|--------|-----|------|
| 2012 | クワトロ-TK5 | 55.1 | 33.2 | 54.9 | 13.5 | 41.4 | 10.1 | 60.7 | 37.9 | 4.1 | 18.6 | 1.7 | 12.0 |
| | ワセアオバ | 56.7 | 37.4 | 51.4 | 11.6 | 39.9 | 12.2 | 59.6 | 36.8 | 4.5 | 18.4 | 2.4 | 11.2 |
| 2013 | クワトロ-TK5 | 60.3 | 35.9 | 55.9 | 10.1 | 45.8 | 9.0 | 57.6 | 36.0 | 4.1 | 25.0 a | 2.4 | 8.2 |
| | ワセアオバ | 60.5 | 36.0 | 55.6 | 8.6 | 46.9 | 10.1 | 58.7 | 35.1 | 3.9 | 22.5 b | 2.6 | 8.5 |

1) 異文字間に有意差あり。Tukey (5%)

表12 形態的特性および個体変異

| 形質番号／調査項目 播種年 | 春化後の株 (cm) | | | | 春化後の出穂期 | | | |
|------------------|------------|------|------|------|---------------------|-----|------|-----|
| | 2013 | | 2014 | | 2013 | | 2014 | |
| | 平均 | SD | 平均 | SD | 平均 | SD | 平均 | SD |
| クワトロ-TK5 | 46.0 | 15.1 | 37.6 | 17.0 | 5月9日b ¹⁾ | 3.1 | 5月7日 | 3.5 |
| ワセアオバ | 39.3 | 13.6 | 34.1 | 18.1 | 5月12日a | 2.9 | 5月8日 | 3.8 |

| 形質番号／調査項目 播種年 | 出穂期の草高 (cm) | | | | 出穂期の株幅 (cm) | | | |
|------------------|-------------|------|------|------|-------------|------|------|------|
| | 2013 | | 2014 | | 2013 | | 2014 | |
| | 平均 | SD | 平均 | SD | 平均 | SD | 平均 | SD |
| クワトロ-TK5 | 70.0 | 14.3 | 61.2 | 14.3 | 55.5 | 18.1 | 44.9 | 18.3 |
| ワセアオバ | 62.1 | 12.2 | 57.9 | 12.1 | 57.2 | 17.7 | 49.1 | 19.9 |

| 形質番号／調査項目 播種年 | 止葉の長さ (cm) | | | | 止葉の幅 (mm) | | | |
|------------------|------------|-----|------|-----|-----------|-----|------|-----|
| | 2013 | | 2014 | | 2013 | | 2014 | |
| | 平均 | SD | 平均 | SD | 平均 | SD | 平均 | SD |
| クワトロ-TK5 | 19.0 | 4.5 | 20.8 | 4.2 | 11.1 a | 2.2 | 12.6 | 2.6 |
| ワセアオバ | 20.7 | 4.0 | 20.7 | 5.3 | 9.7 b | 1.7 | 10.2 | 2.4 |

| 形質番号／調査項目 播種年 | 止葉の長さ／幅 | | | | 最長稈の長さ (cm) | | | |
|------------------|---------|------|------|------|-------------|------|------|------|
| | 2013 | | 2014 | | 2013 | | 2014 | |
| | 平均 | SD | 平均 | SD | 平均 | SD | 平均 | SD |
| クワトロ-TK5 | 1.7 b | 0.31 | 1.7 | 0.26 | 98.2 | 12.6 | 91.5 | 15.3 |
| ワセアオバ | 2.2 a | 0.40 | 2.1 | 0.52 | 96.3 | 13.2 | 93.0 | 13.0 |

| 形質番号／調査項目 播種年 | 上部の節間長 (cm) | | | | 穂の長さ (cm) | | | |
|------------------|-------------|-----|------|-----|-----------|-----|------|-----|
| | 2013 | | 2014 | | 2013 | | 2014 | |
| | 平均 | SD | 平均 | SD | 平均 | SD | 平均 | SD |
| クワトロ-TK5 | 33.4 b | 6.9 | 28.2 | 6.6 | 28.9 a | 6.0 | 28.9 | 4.4 |
| ワセアオバ | 38.6 a | 8.3 | 31.1 | 5.5 | 25.3 b | 4.2 | 25.4 | 3.9 |

| 形質番号／調査項目 播種年 | 穂の小穂の数 | | | | 穂の粗密 | | | |
|------------------|--------|-----|------|-----|------|------|------|------|
| | 2013 | | 2014 | | 2013 | | 2014 | |
| | 平均 | SD | 平均 | SD | 平均 | SD | 平均 | SD |
| クワトロ-TK5 | 21.0 | 3.3 | 22.6 | 3.2 | 1.39 | 0.28 | 1.29 | 0.24 |
| ワセアオバ | 20.4 | 3.0 | 22.6 | 2.6 | 1.25 | 0.20 | 1.14 | 0.19 |

| 形質番号／調査項目 播種年 | 小穂の外穎長 (mm) | | | | 穂の基部の小穂の長さ (mm) | | | |
|------------------|-------------|-----|------|-----|-----------------|-----|------|-----|
| | 2013 | | 2014 | | 2013 | | 2014 | |
| | 平均 | SD | 平均 | SD | 平均 | SD | 平均 | SD |
| クワトロ-TK5 | 14.9 a | 2.6 | 14.3 | 2.3 | 29.2 a | 3.8 | 27.4 | 3.9 |
| ワセアオバ | 12.3 b | 2.2 | 11.9 | 2.2 | 26.0 b | 3.7 | 25.9 | 3.3 |

1) 異文字間に有意差あり。Tukey (5%)

た(表11)。

7) 系統内個体変異

「クワトロ-TK5」の各形質の標本標準偏差は「ワセアオバ」と同程度であった(表12)。止め葉の長さ／幅、上部の節間長、穂の長さ、小穂の基部の外穎長、穂の基部の小穂の長さに有意差が有り、倍数性が異なる(表12)、種子の千粒重が大きい(表10)など、「ワセアオバ」との間に差異がみられる形質が複数あるため、「ワセアオバ」との区別性を有すると判断された。

8) 1 番草草丈

雪腐病が問題となる岩手畜研および東北農研においては、「クワトロ-TK5」の1番草草丈は「ワセアオバ」よりも高く、雪腐病が問題とならない宮城畜試および家畜改せ(本所)においては、「クワトロ-TK5」の1番草草丈は「ワセアオバ」と同程度であった(表13)。

9) 倒伏程度

倒伏の見られた場所・年次を平均すると、「クワトロ-TK5」の倒伏程度は「ワセアオバ」と同程度であった(表14)。

V 考 察

世界的な畜産物需要の増加に伴い、飼料の約75%を輸入に頼っている日本では、自給飼料生産の重要性が日々増してきている。イタリアンライグラスは国内でもっとも種子流通量の多いポピュラーな牧草であるが、雪腐病に弱いために東北地域以北ではあまり栽培されてこなかった。現在でも宮城県、福島県の温暖な地域では、飼料用トウモロコシとの二毛作体系の生産が行われているが、関東以西の栽培面積と比較すると極めて限定的である。寒冷地では夏作のトウモロコシの生育適温期間が短く、単純に裏作でイタリアンライグラスを作った分だけ反収が上乘せされるわけではない。トウモロコシは単作するときよりも熟期の早い品種(RM80~90)を使う必要があり、その分トウモロコシの反収は減少する。しかし、年間合計収量で見れば反収増であり、二毛作にすることで異常気象等による不作のリスクを低減できることから、東北地域においても潜在的な二毛作の需要はあると考え、耐雪性早生品種の育成に着手した。

表13 地域適応性検定試験における1番草草丈(cm)

| 播種年 | 品種・系統名 | 岩手畜研 | 東北農研 | 宮城畜試 | 家畜改せ(本所) |
|-------|----------|----------------------|---------|---------|----------|
| 2012 | クワトロ-TK5 | 79.1 a ¹⁾ | 116.2 | 111.6 a | 68.1 |
| | ワセアオバ | 62.1 b | 109.7 | 106.9 b | 73.8 |
| 2013 | クワトロ-TK5 | 79.5 a | 119.0 | 89.3 b | 96.2 ab |
| | ワセアオバ | 68.7 b | 117.3 | 93.5 a | 100.3 a |
| 2014 | クワトロ-TK5 | 71.2 a | 118.6 a | 113.3 | 119.7 |
| | ワセアオバ | 59.1 b | 103.4 b | 112.6 | 120.1 |
| 3か年平均 | クワトロ-TK5 | 76.6 | 117.9 | 104.7 | 94.7 |
| | ワセアオバ | 63.3 | 110.1 | 104.3 | 98.1 |

1) 異文字間に有意差あり。Tukey (5%)

表14 地域適応性検定試験における倒伏程度(1微-9甚)

| 播種年 | 品種・系統名 | 岩手畜研 | 東北農研 | 宮城畜試 | 家畜改せ(本所) |
|------------------|----------|------------------|------|------|----------|
| 2012 | クワトロ-TK5 | なし ¹⁾ | なし | 3.8 | なし |
| | ワセアオバ | | | 3.8 | |
| 2013 | クワトロ-TK5 | なし | 7.0 | なし | 3.3 |
| | ワセアオバ | | 8.5 | | 7.0 |
| 2014 | クワトロ-TK5 | なし | なし | 1.0 | 7.3 |
| | ワセアオバ | | | 2.3 | 6.8 |
| 倒伏のみられた全場所、年次の平均 | | | | | |
| | クワトロ-TK5 | | 4.5 | | |
| | ワセアオバ | | 5.7 | | |

1) 倒伏がみられなかった。

イタリアンライグラスでは二倍体よりも四倍体の耐雪性が優れる(岡部 1975)ことから、四倍体早生系統である「東北5号」を育成した。耐雪性については「東北5号」は「ワセアオバ」よりも優れた(写真1)。「東北5号」は雪腐病が問題となる積雪地において「ワセアオバ」よりも10%以上多収であり(写真2)、少雪地においても「ワセアオバ」と同程度の収量性を示すことから、「クワトロ-TK5」として品種登録出願を行った。

鳥害を受けた2012年播種試験を除くと、「クワトロ-TK5」の採種量は「ワセアオバ」と同程度であった。1番草乾物収量と異なり、種子収量はある程度、雪腐病による茎数密度の低下が穂重により補償されるため、「ワセアオバ」の種子収量はいずれの試験年も雪腐病の影響は小さいと考えられる。よって積雪地における試験ではあるが、「ワセアオバ」と同程度であった「クワトロ-TK5」の採種量に問題はないと考えられる。

イタリアンライグラスは他の寒地型牧草に比べて乾物率が低く、四倍体は二倍体に比べてさらに低い。そのため予乾に時間を要し、低温や降雨などの影響を受けやすい。このデメリットを少しでも低減するために乾物率について選抜を行った。既報(久保田ら 2013)の通り、「クワトロ-TK5」の乾物率については育成途中の系統段階(TK2H-3rd, TK2H-4th)で母材である「東北2号」よりも高いことが確認されており、高乾物率特性にはNFCの蓄積が関与していると推察されている。本試験の東北農研2013年播種試験でも、「クワトロ-TK5」のNFC含量は「ワセアオバ」よりも有意に高く、これを支持する。「クワトロ-TK5」の乾物率については、岩手畜研において「ワセアオバ」よりも有意に低かったが、岩手畜研においては3か年とも雪腐病の被害が甚大であり、特に「ワセアオバ」の個体密度は低かったと推察される。個体密度の低下は群落内での被陰を抑えるため、生存個体の生育は促進されと考えられ、このことが乾物率の差異に影響したと考えられる。岩手畜研を除いた3場所においても、有意差はないものの「クワトロ-TK5」の乾物率は「ワセアオバ」よりも低い場所・年次が多く、完全に二倍体品種と同等であるとは言えないが、出穂期刈りを行っている育成地においては3か年とも「ワセアオバ」と同程度であった。安定的に二倍体品種と同程度の乾物率を付与するためには、今後更なる選抜が必要



写真1 左から「東北6号」、「クワトロ-TK5(東北5号)」、「ワセアオバ」
融雪直後、2015年3月19日、東北農研



写真2 左から「東北6号」、「クワトロ-TK5(東北5号)」、「ワセアオバ」
出穂前、2015年4月28日、東北農研



写真3 出穂期、2015年5月19日、東北農研

である。

東北農研および家畜改セ(本所)の2012年播種試験においては収量水準が低かったが、これは早春の追肥量が少なかった、または追肥しなかったことが原因と考えられた。3か年も根雪期間が100日を超えた岩手畜研において、「クワトロ-TK5」は「ワセアオバ」より多収であったが収量水準が低く、岩手県北は栽培不適地と考えられた。東北農研の2013年播種試験では根雪期間が85日であったが、900kg/10aの1番草乾物収量が得られた。2014年播種試験では東北農研でも根雪期間が100日となり、650kg/10a程度の低収となった。よって、「クワトロ-TK5」の栽培適地は根雪期間が80日程度までの積雪地で、岩手県南、宮城県および福島県の平野部、また日本海側を含めた東北の沿岸部を想定している。これまでの品種では二毛作体系で飼料生産を行うことができなかった地域を開拓して普及を進める。

現在でも一般的に二毛作が行われている北陸、山陰および関東・東山地域において、異常気象による突発的な多雪年に備えるためには耐雪性の高い早生品種である「クワトロ-TK5」は有効である。また、一般的に早生品種よりも中晩生品種の耐雪性が優れるため、トウモロコシとの作業間隔が過密になるリスクを負っても、これらの地域では耐雪性を担保する観点から止むを得ず「ナガハヒカリ」などの中晩生品種を使っている生産者もいる。そのような生産者にとって、「クワトロ-TK5」は新たな選択肢となるであろう。

Ⅵ 栽培上の留意点

「クワトロ-TK5」の倒伏程度は「ワセアオバ」と同程度であるため、刈り遅れに注意する。四倍体品種の特性として千粒重が大きいいため、二倍体品種よりも播種量は多めにする(3~4kg/10a)。

引用文献

- 1) 小林 真, 田瀬和浩, 江柄勝雄, 大山一夫, 石黒 潔, 永田 保. 1992. イタリアンライグラス新品種「ナガハヒカリ」の育成. 北陸農試報 34: 141-154.
- 2) 久保田明人, 上山泰史, 秋山征夫, 藤森雅博. 2013. 四倍体イタリアンライグラス (*Lolium multiflorum* Lam.) における高乾物率選抜の効果. 東北農研報 115: 71-76.
- 3) 農林水産省. 2015. 第89次農林水産省統計表. 200-215.
- 4) 農林水産省大臣官房統計部. 2007. 平成18年耕地及び作付面積統計. 東京. 農林水産省大臣官房統計部. p.134.
- 5) 岡部 俊. 1975. イタリアンライグラスの育種に関する基礎的研究 - とくに耐雪多収性選抜に対する作物学的考察 -. 北陸農試報 17: 129-284.
- 6) 土屋 茂, 岡部 俊. 1962. 牧草類の耐雪性に関する研究. 日草誌 8: 153.
- 7) 上山泰史, 久保田明人, 米丸淳一. 2006. 寒冷地裏作用イタリアンライグラス系統の選抜. 東北農業研究 59: 97-98.

