

[分類] 普及技術

[成果名] スーダン型ソルガム「涼風」とイタリアンライグラス「優春」の二毛作体系による高品質粗飼料生産マニュアル

[要約] スーダン型ソルガム「涼風」とイタリアンライグラス「優春」の二毛作体系は TDN60%DM 以上の高品質粗飼料を年 3 回収穫でき、年間の TDN 収量、作業能率、収益性も高い。既知の研究成果を加えて、この二毛作体系による高品質粗飼料生産マニュアルを作成した。

[担当] 畜産試験場飼料環境部・酪農肉用牛部

[部会] 畜産部会

1 背景・ねらい

米国では、干ばつ地帯の酪農家向けに、水分要求量の高いトウモロコシサイレージに替わる粗飼料として bmr 遺伝子を保有する高消化性ソルガム品種が育成されてきた。一方、我が国では近年、里山に近い農耕地でクマやイノシシの被害を受けるため、飼料用トウモロコシの栽培が困難な地域が増加しており、この問題を解決する手段として、獣害を受けにくく、栄養価が従来のソルガム品種よりも高い高消化性の品種が注目されている。また、近年の地球温暖化に伴い、イタリアンライグラスの播種晩限が遅くなっている。

そこで、高消化性スーダン型ソルガム「涼風」（長野県育成オリジナル品種）とイタリアンライグラス「優春」を組み合わせることにより、高品質粗飼料（TDN60%以上）を省力的に連続栽培して良質なロールベールサイレージを生産するための技術を開発し、マニュアルとしてとりまとめたので、普及技術として公表する。

2 成果の内容・特徴

- (1) スーダン型ソルガム「涼風」とイタリアンライグラス「優春」の二毛作体系（以下、二毛作体系）は TDN60%DM 以上の高品質粗飼料を年 3 回収穫でき、年間の TDN 収量も高い。
- (2) 二毛作体系の年間作業時間は、場内試験で獣害回避の慣行作付体系であるソルゴー型ソルガム年 1 作体系と同等であり、伊那市の現地実証試験ではさらに作業時間が短く、省力的である。
- (3) 獣害によりトウモロコシの作付が困難となった場合の二毛作体系を導入した試算では、TDN 1 kg 当たりの生産費や生乳 1 kg 当たりの生産費が低減し、所得の向上に結びつく。
- (4) 二毛作体系の適応地帯は「5 月 21 日から 9 月 30 日までの 15℃基準有効積算温度が 670℃以上」の地域である。
- (5) 二毛作体系を構成する基本技術は、平成 27 年度普及技術「スーダン型ソルガムの散播密植栽培における出芽安定法」、平成 25 年度普及技術「春播きエンバクの後作としての高消化性スーダン型ソルガム『涼風』の栽培および収穫・調製法」、平成 27 年度普及技術「イタリアンライグラスの省力的な栽培法と高品質ロールベールサイレージ調製法」である。
- (6) 以上の技術をまとめた「スーダン型ソルガム『涼風』とイタリアンライグラス『優春』の二毛作体系による高品質粗飼料生産マニュアル」を作成したので参照できる（添付）。

3 利用上の留意点

- (1) 本技術は牧草用の機械を用いて栽培・収穫が可能であるので、トウモロコシの獣害対策だけでなく、経年劣化した採草地の生産性低下を補う技術としても有効である。
- (2) 二毛作体系を円滑に行うためには、モータコンディショナあるいは作業幅の広いディスクモータ等の活用による収穫作業時間の短縮、ディスクハローやロータリハロー等の簡易耕起法による播種作業時間の短縮が望ましい（マニュアル参照）。
- (2) このマニュアルは、作付体系を構成する高消化性スーダン型ソルガム「涼風」およびイタリアンライグラス「優春」単独の栽培マニュアルとしても利用できる。

4 対象範囲

県内の 5 月 21 日から 9 月 30 日までの 15℃基準有効積算温度が 670℃以上の地域 約 200ha

5 具体的データ

(1) スーダン型ソルガム「涼風」とイタリアンライグラスを組み合わせた二毛作体系の生産力

平成25年～27年の3カ年にわたりスーダン型ソルガム「涼風」とイタリアンライグラス「優春」を組み合わせた二毛作体系（以下、二毛作体系）の生産力を獣害回避の慣行作付体系であるソルゴー型ソルガム「スーパーシュガーソルゴー」年1作体系（以下、ソルゴー型ソルガム年1作体系）の生産力と比較する試験を実施した結果を図1に示した。

いずれの年次においても二毛作体系はソルゴー型ソルガム年1作体系よりも乾物収量とTDN収量が増収し、3カ年の平均で二毛作体系のTDN収量はソルゴー型ソルガム年1作体系よりも44%増収した。

また、図1から、「涼風」2回刈りの合計収量はソルゴー型ソルガム年1作体系の収量と同等であり、イタリアンライグラスの作付による収量増加が二毛作体系の増収分に相当することが理解できる。

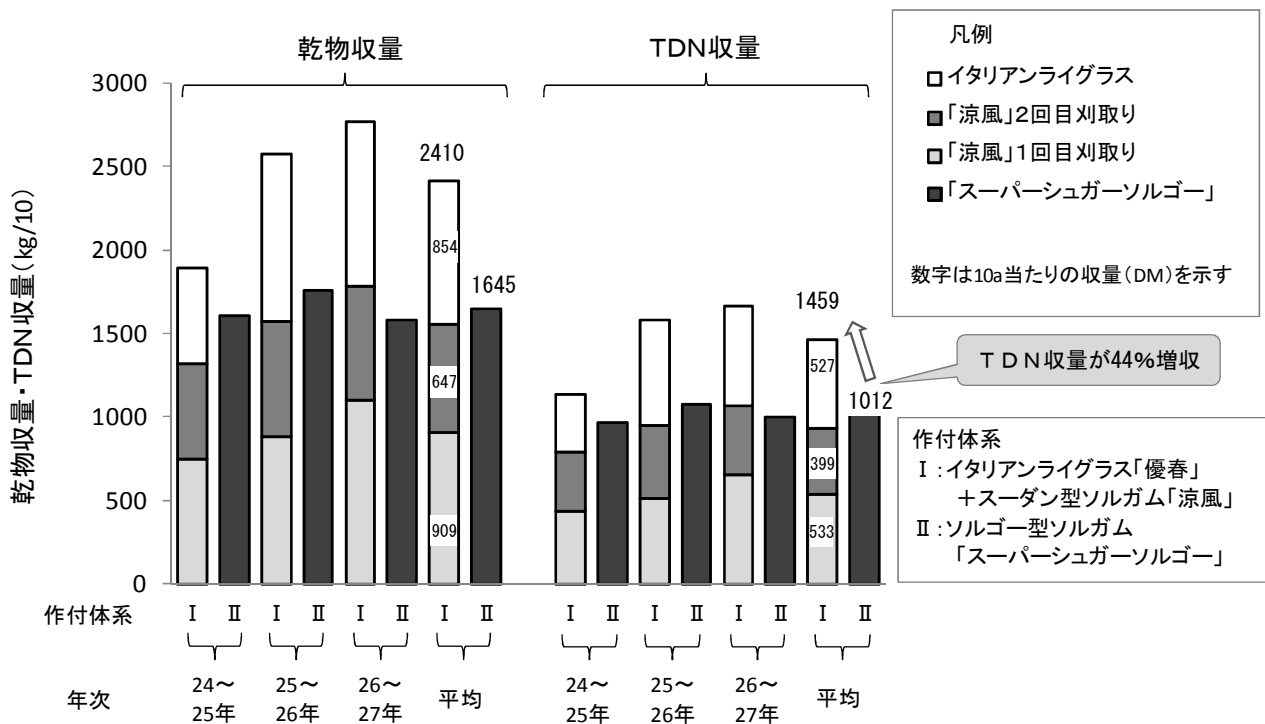


図1 獣害回避の新しい作付体系であるスーダン型ソルガム「涼風」とイタリアンライグラスを組み合わせた二毛作体系の生産力と獣害回避の慣行作付体系であるソルゴー型ソルガム「スーパーシュガーソルゴー」年1作体系の生産力の比較

生育および調査の概要

平成24年秋～25年

イタリアンライグラス「優春」：9月25日播種、5月13日収量調査（乾物収量はディスクハロ区の平均収量）
 播種：全区5月23日→干ばつによる出芽不揃い→6月7日全区播き直し 各区4反復実施
 涼風：1番草 8月22日調査（出穂率20%程度）、2番草 10月30日調査
 スーパーシュガーソルゴー：出穂期9月4日、収量調査 10月2日

平成25年秋～26年

イタリアンライグラス「優春」：9月24日播種、5月17日収量調査（ディスクハロによる均一栽培の収量）
 播種：全区5月23日播種 出芽始め：5月29日 各区4反復実施
 涼風：1番草 8月4日調査（出穂率8%程度）、2番草 10月1日調査
 スーパーシュガーソルゴー：出穂期8月14日、収量調査 9月16日

平成26年秋～27年

イタリアンライグラス「優春」：9月22日播種、5月7日収量調査（ディスクハロによる均一栽培の収量）
 播種：全区5月20日播種 出芽始め：5月27日（出芽不揃いのため、5月29日・6月1日に灌水） 各区4反復実施
 涼風：1番草 8月3日調査（出穂率27%程度）、2番草 9月29日調査
 スーパーシュガーソルゴー：出穂期8月19日、収量調査 9月18日

(2) 二毛作体系を構成する草種の飼料成分と栄養価

二毛作体系を構成する草種の飼料成分と栄養価を表1に示した。TDN含量の年次変動は少なく、出穂始期で収穫した「涼風」1番草のTDN含量が59~61%DM、9月下旬に収穫した「涼風」2番草のTDN含量が62~64%DM、イタリアンライグラス「優春」のTDN含量が62~65%DMであり、この作付体系により栄養価の高い粗飼料が連続して収穫できることが明らかとなった。

表1 二毛作体系を構成する草種の飼料成分と栄養価 (平成25年~27年、畜産試験場)

草種	年次	飼料成分 (%DM)						NDF ² 消化率 (%)	TDN ² (%DM)
		NFC ¹	NDF	ADL	CP	EE	Ash		
涼風1番草	平成25年	22.3	62.1	3.5	8.7	1.9	7.6	57.5	59.0
	平成26年	22.4	64.6	3.1	6.5	2.0	7.8	58.4	59.6
	平成27年	21.7	65.4	2.7	7.1	1.5	7.1	60.3	60.7
	平均	22.1	64.0	3.1	7.4	1.8	7.5	58.7	59.8
涼風2番草	平成25年	27.6	52.4	1.8	11.3	2.5	9.5	60.3	63.5
	平成26年	24.8	58.1	2.0	9.7	2.1	8.0	61.4	63.5
	平成27年	19.3	60.3	1.9	12.2	2.3	9.4	61.1	61.8
	平均	23.9	56.9	1.9	11.1	2.3	9.0	60.9	62.9
イタリアン ライグラス	平成25年	31.8	43.3	2.0	14.9	3.6	10.4	55.9	62.2
	平成26年	33.6	48.2	3.0	9.4	2.3	7.8	57.7	64.5
	平成27年	29.4	54.4	3.0	7.7	2.1	8.1	58.2	62.0
	平均	31.6	48.6	2.7	10.7	2.7	8.8	57.3	62.9

図1の試験で各処理区の反復のうち平均収量に最も近い収量が得られた区の試料について分析した数値

¹NFC = 100 - [(NDF - NDICP) + CP + EE + Ash]

²NR C飼養標準の方法 (乳牛2001年版) により推定

TDN : 可消化養分総量

TDN = 真の可消化 NFC + 真の可消化 CP + (真の可消化 FA × 2.25) + 真の可消化 NDF - 7

真の可消化 NFC = 0.98 × {100 - [(NDF - NDICP) + CP + EE + Ash]}

真の可消化 CP = CP × exp (-1.2 × ADICP/CP)

真の可消化 FA = (EE - 1) ただし EE < 1 のとき, FA = 0

真の可消化 NDF = 0.75 × [(NDF - NDICP) - ADL] × {1 - [ADL / (NDF - NDICP)]^{0.667}}

NFC : 非構造性炭水化物, CP : 粗蛋白質, NDF : 中性デタージェント繊維, FA : 脂肪酸,

NDICP : 中性デタージェント不溶粗蛋白質, ADICP : 酸性デタージェント不溶粗蛋白質, EE : 粗脂肪

この方法の原著 : Weiss, W.P., et al. 1992, A theoretically-based model for predicting total digestible nutrient values of forages and concentrates. Animal Feed Science and Technology. 39:95-110.

(3) 二毛作体系の作業能率

畜産試験場所有のトラクタおよび作業機を用いて二毛作体系とソルゴー型ソルガム年1作体系を実用規模で実施し、両体系の作業能率を比較した(図2)。二毛作体系の年間作業時間はソルゴー型ソルガム年1作体系と同等であった。また、TDN収量は二毛作体系がソルゴー型ソルガム年1作体系よりも増収した(図1)ことから、二毛作体系における労働時間1時間当たりの生産性はソルゴー型ソルガム年1作体系より高いことが推察された。また、伊那市の現地実証ほ場において、酪農家が所有するトラクタおよび作業機を用いて二毛作体系の作業能率を調査した結果、場内試験の二毛作体系の年間作業時間より40%短かった(図2)。

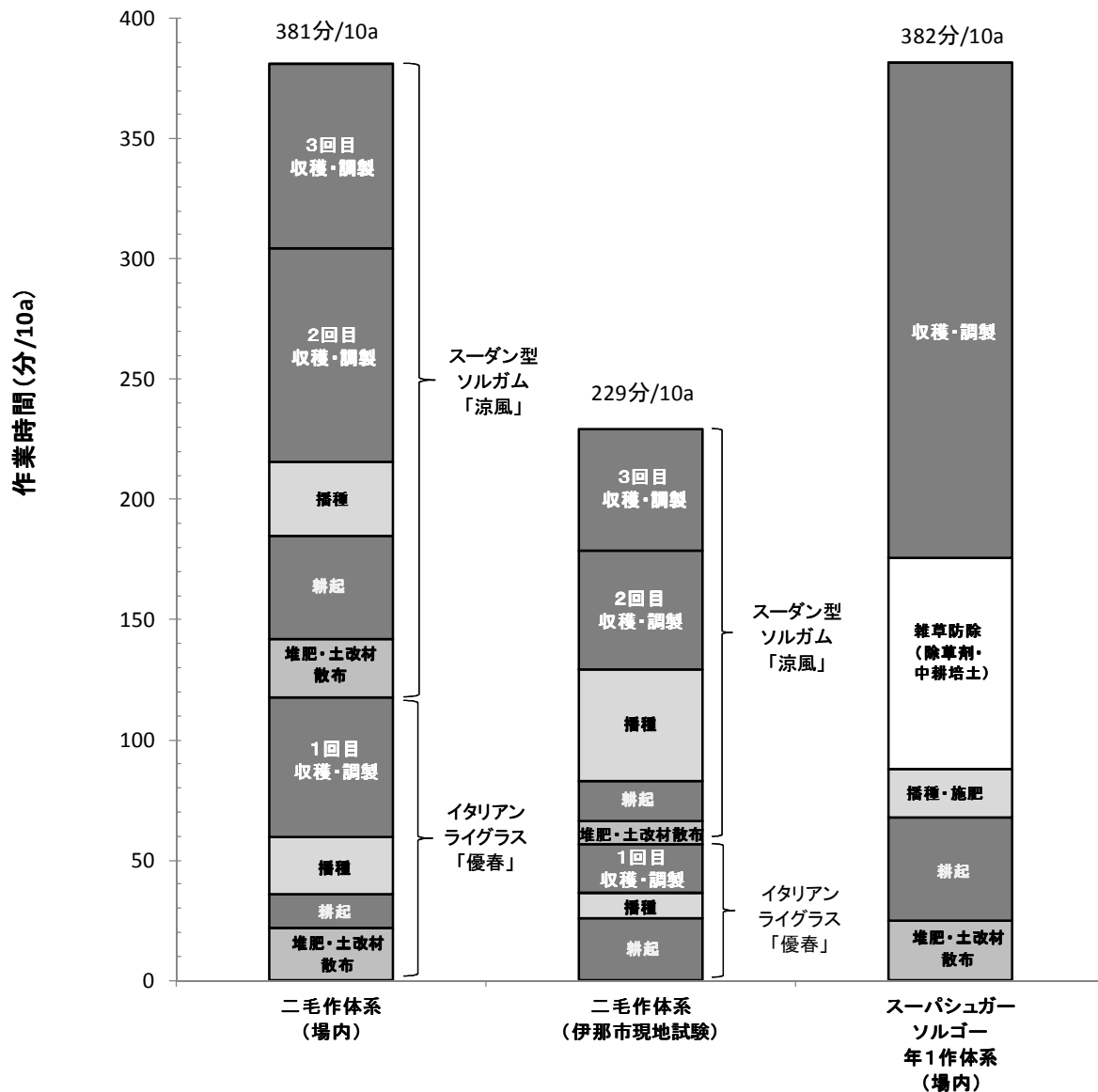


図2 二毛作体系とソルゴ型ソルガム年1作体系の作業能率の比較 (平成27年、畜産試験場)

畜産試験場の主要な機械

モータコンディショナ (刈取り幅 220cm)

ロールベアラ (カッティングモード、ロール径 100cm)

伊那市現地試験酪農家の主要な機械

ディスクモータ (刈取り幅 315cm)

ロールベアラ (バールラッパー体型、カッティングモード、ロール径 125cm)

(4) 収益性分析

現地実証試験を実施した酪農家 (表2) の飼料生産実績と二毛作体系の現地実証試験をもとに、共同研究機関である(国研)農研機構、近畿中国四国農業研究センターの協力を得て、各飼料作物の生産費 (表3) を分析した。これに基づき、同牧場の飼養管理、給餌実績を踏まえて、数理計画法による自給飼料型の酪農経営計画モデルを構築し、農研機構経営管理システム開発の線形計画モデルXLPを用いて、獣害によりトウモロコシの作付が困難となり、二毛作体系を導入した場合の効果を試算した。

表2 酪農経営計画モデルの前提条件（平成27年、畜産試験場）

経営形態	家族経営（主労働1人、補助2人、研修2人）
飼養頭数	経産牛73頭、育成牛27頭（うち10頭預託@25～30万円）
生乳生産	630k1/年（8,300kg/頭）、平均乳価110円/kg
個体販売	乳オス15頭@35千円、経産牛10頭@100千円
作業労働	6時～9時：給餌・搾乳・排泄物処理（経営主3時間、研修生2名*2時間） 15時～19時：同上（経営主3時間、研修生2名*3時間） 食品製造くず加工（父延べ3時間）、哺乳（母1.5時間）
飼料生産可能な労働時間	供給可能労働5時間/日/人 農繁期最大7時間/日/人
飼料基盤	飼料畑8ha（トウモロコシ単作6ha、トウモロコシーイタリアン2毛作2ha、永年草地7.5ha、WCS用稲3ha）
新たな飼料生産技術	獣害のあるトウモロコシを【「涼風」2回刈り－イタリアン収穫】体系に転換。
収穫調製方法	トウモロコシ：タワーサイロ+バンカー+細断ロールベール その他：ロールベール体系
合理的な飼料生産の考え方	必要なDM, TDN, CPを満たしつつ、経済的な飼料生産または飼料購入を行う
排せつ物処理	牧草地1.5t/10a、トウモロコシ畑7t、WCS用稲圃場1t、ソルガム3.5t還元。還元できない堆肥は1000円/tで処分

表3 各飼料作物の生産費（平成27年、畜産試験場、協力：近畿中国四国農業研究センター）

	トウモロコシ 単作	イタリアン+トウモロコシ 二毛作		混播 牧草	飼料 イネ	イタリアン+スーダン型ソルガム二毛作 (獣害回避のための新しい体系)		
		イタリアン ライグラス	トウモロ コシ			イタリアン ライグラス	「涼風」刈取 1回目	「涼風」刈取 2回目
乾物収量(kg)	1300	870	1300	830	700	870	750	690
TDN含量(%DM)	66	58	66	58	50	58	61	61
TDN収量(kg)	858	505	858	481	350	505	458	421
TDN収量計(kg)	858	1,363		481	350	1,383		
種子代(円)	3,500	2,600	3,500			2,600	6,800	
肥料代(円)	3,813		3,813	2,913				
農薬代(円)	3,682		3,682					
ネット(円)	156	438	156	413	375	438	563	563
ラップ(円)	833	2,333	833	2,200	2,000	2,333	3,000	3,000
燃料費(円)	2,860	855	2,860	1,130	953	855	2,082	706
資材費計(円)	14,844	21,070		6,656	3,328	28,196		
機械償却費(円)	76,989	91,036		52,305	52,305	52,305		
作業労働時間(時)	3.903	0.858	3.903	2.610	2.083	0.885	2.383	1.133
	3.903	4.761		2.610	2.083	4.402		
労働費(2500円/時)	9,758	11,903		6,525	5,208	11,004		
地代(円)	3,500	3,500		3,500	3,500	3,500		
費用合計(円)	105,091	127,509		68,986	64,341	95,005		
TDN1kg当たり 費用(円)	122.5	93.6		143.3	183.8	68.7		
内資材費(円)	17.3	15.5		13.8	9.5	20.4		
内機械償却費(円)	89.7	66.8		108.7	149.4	37.8		
内労働費(円)	11.4	8.7		13.6	14.9	8.0		
1時間当たり TDN生産量(kg)	220	286		184	168	314		

混播牧草は更新を行わないものとして計算。

飼料イネは耕種農家が栽培し、収穫作業以降を酪農家が行うため、種子代、肥料代、農薬代は生産コストに含まれない。

地代はすべて3,500円/10aとして計算。

その結果、トウモロコシ主体の自給飼料生産（表4シナリオ2、シナリオ3）から、二毛作体系主体の自給飼料生産（表4シナリオ4、シナリオ5）に切り替えることによりTDN1kg当たりの生産費や生乳1kg当たり生産費が低減し、所得の向上に結びつくことが明らかとなった（表4）。

表4 トウモロコシ主体から二毛作体系主体の自給飼料生産に変えた場合の収益性試算
(平成27年、畜産試験場、協力：近畿中国四国農業研究センター)

		シナリオ1	シナリオ2	シナリオ3	シナリオ4	シナリオ5
		自給飼料なし	トウモロコシ イタリアン 永年生牧草	トウモロコシ イタリアン 永年生牧草 イネWCS	「涼風」 イタリアン 永年生牧草 イネWCS	「涼風」 イタリアン イネWCS
選択可能な 自給飼料	永年牧草	なし	あり (7.5ha)	あり (7.5ha)	あり (7.5ha)	あり (制約なし)
	トウモロコシ単作	なし	あり	あり	あり	あり
	トウモロコシ+イタリアン二毛作	なし	あり	あり	あり	あり
	イネWCS	なし	なし	あり (3ha)	あり (3ha)	あり (制約なし)
	「涼風」+イタリアン二毛作	なし	なし	なし	あり	あり
飼養頭数	経産牛	73	73	73	73	73
	育成牛	17	17	17	17	17
	生乳出荷量 (kg)	630	630	630	630	630
販売額	生乳 (千円)	69,300	69,300	69,300	69,300	69,300
	個体 (千円)	1,525	1,525	1,525	1,525	1,525
[最適解]						
飼料作付・ 利用面積 (a)	永年牧草	-	750	750	750	0
	トウモロコシ単作	-	360	252	0	0
	トウモロコシ+イタリアン二毛作	-	649	706	0	0
	イネWCS	-	-	300	300	1,050
	「涼風」+イタリアン二毛作	-	-	-	667	903
飼料生産量 (TDN-t)			155.4	164.4	138.8	161.7
飼料購入量 (TDN-t)		350.2	194.8	185.8	211.4	188.5
うち乾草 (t)		241	0	0	6	0
うち配合飼料 (t)		281	263	251	281	255
飼料自給率 (%)		0	44.4	46.9	39.6	46.2
自給飼料 生産費	合計 (千円)	-	14,880	14,939	10,756	10,402
	TDN1kgあたり (円)	-	96	91	77	64
物財費	合計 (千円)	48,446	48,431	47,786	45,674	43,461
	生乳1kgあたり (円)	77	77	76	72	69
労働時間	計 (時間)	7,483	8,043	8,094	8,015	8,073
	うち飼料生産 (時間)	-	561	612	533	591
費用合計	農場計 (千円)	59,670	60,496	59,928	57,697	55,571
	経産牛1頭当たり (千円)	817	829	821	790	761
	生乳1kgあたり (円)	94.7	96.0	95.1	91.6	88.2
所得 (千円)		20,887	21,720	22,360	23,916	25,730
労働報酬額 (円/日)		22,331	21,603	22,099	23,870	25,496
排せつ物外部処理 (t)		1,491	672	678	1,115	1,069

注) 表2と表3のデータに基づき、現地実証試験農家の飼養管理、給餌実績を踏まえて、数理計画法による自給飼料型の酪農経営計画モデルを構築し、農研機構経営管理システム開発の線形計画モデルXLPを用いて、獣害によりトウモロコシの作付が困難となり二毛作体系(「涼風」+イタリアンライグラス)を導入した場合の効果を試算した結果である。

(5) 二毛作体系の適地地帯

平成25年～27年の3カ年にわたり、(国研)農研機構、畜産草地研究所、新潟県農業総合研究所畜産研究センター、群馬県畜産試験場、長野県畜産試験場の4試験地で、二毛作体系の生産力試験を実施し、畜産草地研究所では作期移動試験も実施した。各試験地の気象条件と生育経過・収量の関係を解析し、15℃基準有効積算温度が670℃以上の場合にスーダン型ソルガム「涼風」の2回刈り栽培の合計乾物収量が1000kg/10a以上となることが明かとなった(図3)。この結果とイタリアンライグラスの作期から、二毛作体系の適地判定指標「5月21日から9月30日までの15℃基準有効積算温度が670℃以上」を策定した。さらに、5月21日から9月30日までの期間の3次メッシュ(約1km×1km)データを作成し、適地判定を行った(図4)。長野県において二毛作体系が可能な地域は低暖地から準高冷地(標高700～800m地帯)までと考えられる。

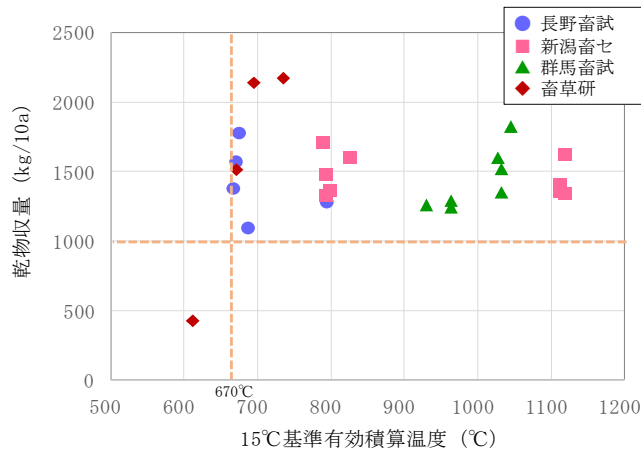


図3 ソルガム「涼風」2回刈り栽培における15℃基準有効積算温度と年間乾物収量の関係(平成25～27年、畜産草地研究所、新潟県農業総合研究所畜産総合研究センター、群馬県畜産試験場、長野県畜産試験場)

「涼風」2回刈り・イタリアンライグラス連続栽培の適地

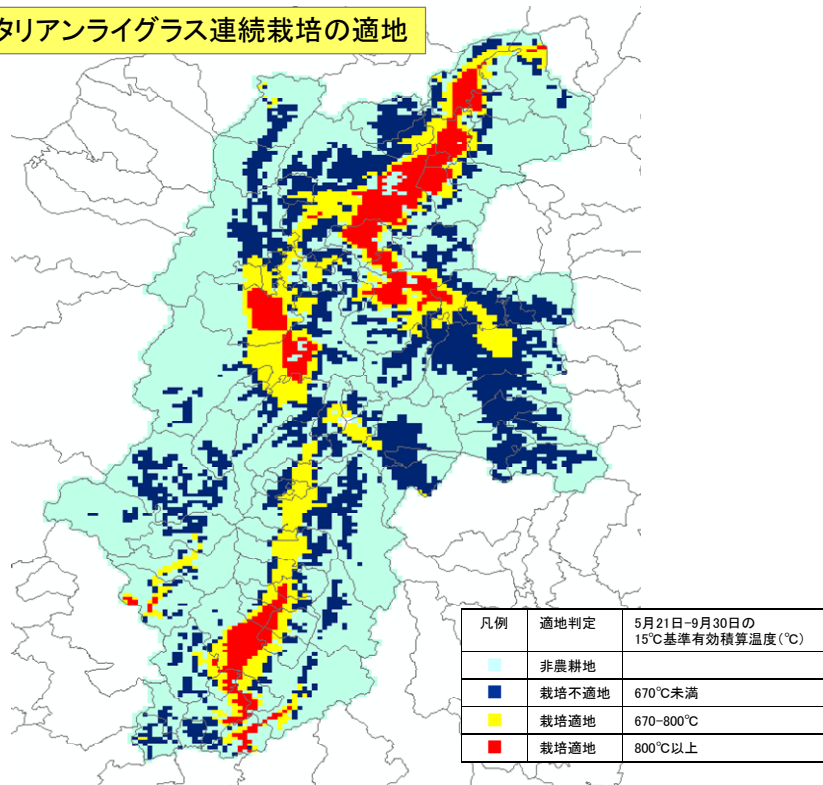


図4 二毛作体系の適地地図(平成27年、畜産草地研究所・長野県畜産試験場)

(6) 二毛作体系を構成する基本技術

スーダン型ソルガム「涼風」の栽培と収穫・調製に関する基本技術は平成27年度普及技術「スーダン型ソルガムの散播密植栽培における出芽安定法」と平成25年度普及技術「春播きエンバクの後作としての高消化性スーダン型ソルガム『涼風』の栽培および収穫・調製法」で示した。

イタリアンライグラスの栽培と収穫・調製に関する基本技術は平成27年度普及技術「イタリアンライグラスの省力的な栽培法と高品質ロールベールサイレージ調製法」で示した。

(7) マニュアルの作成

以上の結果に基づき、スーダン型ソルガム「涼風」とイタリアンライグラス「優春」の二毛作体系による高品質粗飼料生産マニュアルを作成した（別冊）。

6 特記事項

[公開] 制限なし。

[課題名、研究期間、予算区分]

関東甲信越地域の気象資源とソルガム新品種を活用した省力多収飼料作物栽培技術の開発、平成25～27年度（2013～2015年度）、高度化等（農食研究推進）