

スーダングラス 不耕起栽培技術 標準作業手順書

HP 公開版



改訂履歴

版 数	発行日	改訂者	改訂内容
第 1 版	2024 年 3 月 12 日	原田 久富美	初版発行

最終更新日 2024 年 3 月 5 日

目次

はじめに	1
免責事項	3
I. 暖地における飼料生産の現状と課題	5
1.暖地の飼料生産の特徴と飼料生産組織について	5
2.飼料生産組織の課題と対策技術の開発	7
3.スーダングラスとは	8
II. スーダングラス不耕起栽培技術の概要と特徴	13
1.不耕起栽培とは	13
2.慣行の耕起栽培と不耕起栽培の収量の比較	20
3.どのような不耕起播種機を利用するか	21
4.不耕起栽培での雑草管理	25
5.不耕起播種の手順	27
6.不耕起栽培に適さない条件について	30
7.不耕起栽培の導入効果	34
8.不耕起栽培の導入コスト	35
III. 技術導入の事例と経営評価	38
1.不耕起播種技術を利用したスーダングラス栽培の導入効果	38
2.機械・作業体系	42

3.不耕起栽培を導入した3毛作体系の導入効果	44
参考資料	49
その他情報	51
担当窓口、連絡先	51

はじめに

肉用牛や乳牛などの大家畜の経営では、高齢化や人手不足などにより、飼養戸数が年々減少しています。その一方で、担い手を中心とした専門化や、法人化などが進展しており、年々、経営規模の拡大が進められています。飼養頭数の増加に伴い、家畜管理作業の負担も増加するため、飼料生産を外部組織へ委託する方式が広がりつつあります。

飼料生産・収穫調製等の作業を受託する組織は飼料生産組織あるいはコントラクター（以下、飼料生産組織）と呼ばれており、複数の経営体の圃場を集積し、大規模に飼料生産に取り組むものです。飼料生産組織では個別の経営体に比べ、設備投資が容易であり、効率的に作業を行うことができます。地域の農地の担い手としても活動する事例が見られ、今後の増加が期待されています。

その一方で、飼料生産組織が管理する圃場の数や面積が増加するのに伴い、前作の収穫作業と後作の播種作業との間に作業競合が生じやすくなっています。例えば、天候不順や作業上のトラブルなどで収穫作業が遅れた場合、後作の播種作業を播種適期内に終わることができなくなります。その結果、収量の低下や、作付そのものを中止するなどの問題が生じ、年間の作付計画の実行が困難になり、ひいては飼料生産組織の経営の安定性を損なうことがあります。そこで、前作の収穫後、播種までの作業を大幅に削減するため、不耕起栽培を導入した飼料作物の省力栽培技術を開発しました。本技術の適用地域は、暖地を中心とする飼料作物の2毛作が可能な関東以西の地域です。また、不耕起播種機の導入には一定のコストが必要なことから、本技術の対象は30 ha以上の作付を行う飼料生産組織などの経営体を想定しています。

本手順書では、夏季に栽培される飼料作物のスーダングラスを対象に、不耕起栽培条件下での収量や、不耕起栽培に必要な播種機、雑草対策、省力効果およびコストなどについて紹介します。

■ 免責事項

- 農研機構は、利用者が本手順書に記載された技術を利用したこと、あるいは技術を利用できないことによる結果について、一切責任を負いません。
- 本手順書に示した経営上の効果は、あくまでも鹿児島県における実証試験での実測値を基に試算した概算値です。地域、気候条件、圃場規模、品種、その他の条件より変動することにご留意ください。本手順書に記載の技術の利用より、この通りの効果が得られることを保証したものではありません。
- 導入技術の経営的な評価は、2016年～2018年の現地実証の試験結果と同時期に実施した経営実態調査結果に基づいて行っています。その後の消費税率の変更・資材価格等の変動の影響は織り込まれていないことにご留意ください。
- 本手順書に記載の図表は全て農研機構が著作権を有するか、著作権が放棄されたものです。

■ 本書の使い方

知りたい内容に応じて下記のページからご覧ください。

- 暖地の飼料生産の特徴について知りたい。→ p. 5
- スーダングラスなど飼料作物の作付体系の例を知りたい（図 I-1）。→ p. 6
- スーダングラスについて知りたい。→ p. 8
- スーダングラス不耕起栽培の栽培暦を見たい。→ p. 15

- 不耕起栽培条件下のスーダングラスの収量を知りたい。→ p. 20
- 不耕起栽培に利用する播種機を知りたい。→ p. 21
- 雑草対策について知りたい。→ p. 25
- 不耕起栽培に適さない条件を知りたい。→ p. 30
- 播種作業の省力効果を知りたい。→ p. 34
- 不耕起栽培を導入した事例や経営評価を知りたい。→ p. 38
- 経営評価で使用した機材を知りたい。→ p. 42

I. 暖地における飼料生産の現状と課題

1. 暖地の飼料生産の特徴と飼料生産組織について

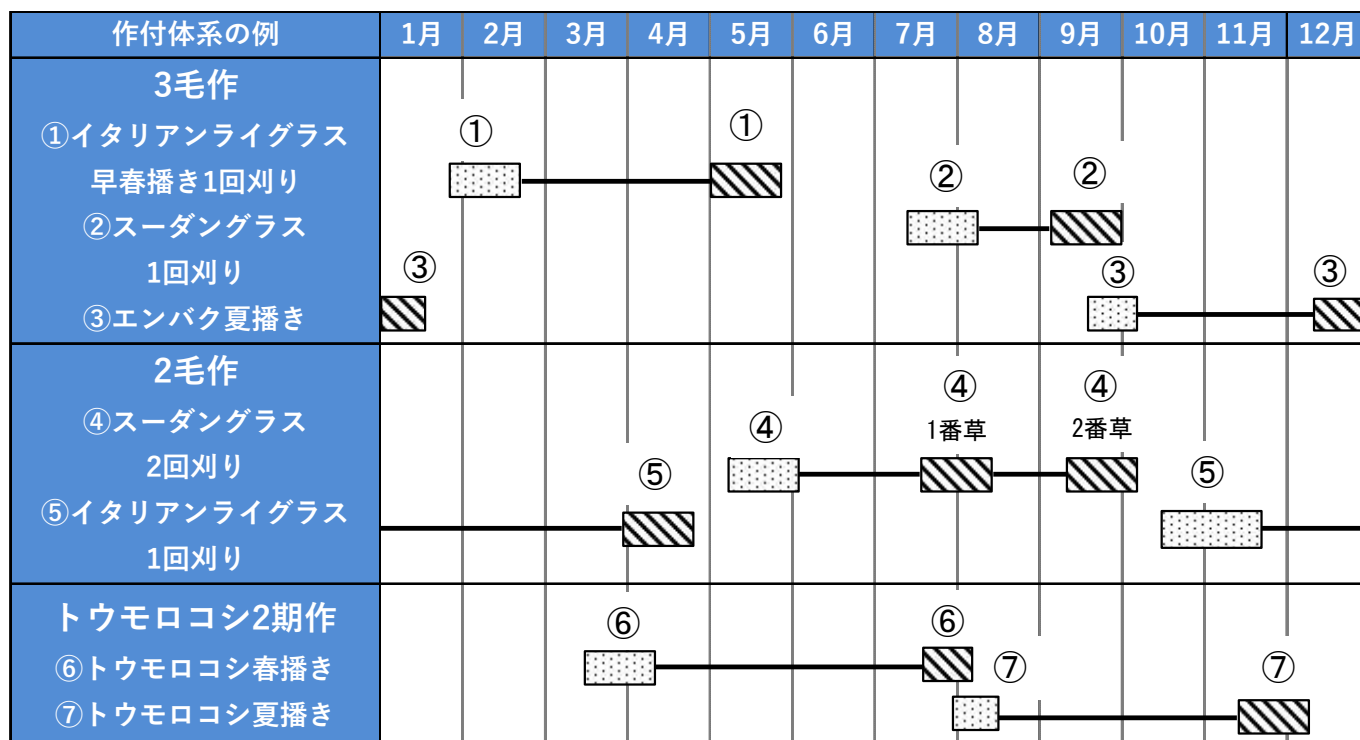
(1) 暖地の飼料生産の特徴

暖地（年平均気温 14 °C～16 °C）では、温暖な気候を利用して、季節に適合する飼料作物を組み合わせた通年栽培が可能です。主要な夏作物としては、本手順書で紹介するスーダングラスの他、ソルガム、飼料用トウモロコシなどがあります。また、主要な冬作物としては、イタリアライグラス、エンバクおよびオオムギなどがあります。

これらの飼料作物を活用し、年に複数回作付することで、圃場あたりの年間収量を向上できます。また、年間の作付回数を増やすことで、飼料生産に関わる機材の稼働率が向上し、減価償却費を引き下げられる利点があります。暖地の畑作を例とした飼料作物の作付体系には 2 毛作や 3 毛作、また、トウモロコシ 2 期作などがあります（図 I - 1）。

また、暖地の中でも気温の高い九州地方の平野部では、播種時期や収穫時期を分散させるため、2 毛作と 3 毛作を組み合わせることで複数の圃場で並行して行う 2 年 5 作なども行うことができます。作付体系の詳細は参考資料「暖地・温暖地の作付体系と多毛作への取り組み」（https://www.naro.go.jp/laboratory/nilgs/kenkyukai/files/jikyushiryoriyo2016_koen05.pdf）をご参照下さい。

本手順書で紹介するスーダングラスは夏作物として、主に飼料畑に作付されますが、転作作物として、水田に作付されることもあります。本手順書では飼料畑で実施した試験結果を基に技術を解説しており、水田での作付は対象としていません。



■ 播種 ■ 収穫

図 I- 1 暖地の代表的な飼料作物の作付体系の例

暖地（年平均気温 14℃～16℃）では一年を通じて作物を栽培できます。肉用牛の繁殖経営では 2 毛作体系、酪農経営ではトウモロコシ 2 期作などが行われています。また九州地方の平野部では 2 毛作と 3 毛作を組み合わせる複数の圃場で並行して行う 2 年 5 作なども行うことができます。

（2）飼料生産を専門に担う飼料生産組織

畜産経営の規模拡大が進む中で、飼料生産を外部組織へ委託し、飼養管理に専念する経営体が増加しています。飼料生産・収穫調製等の作業を受託する経営体は飼料生産組織（またはコントラクター）と呼ばれ、九州には 170 の組織（全国の 21%）が展開しています（農林水産省「飼料生産組織をめぐる情勢（令和 4 年 3 月）」より）。

飼料生産組織は個別の経営体に比べ、設備投資も容易であり、大型の作業機械を導入し、圃場作業を効率的に行うことができます。農林水産省の定めた「酪農及び肉用牛生産の近代化を図るための基本方針」では、飼料生産組織のように

畜産経営を外部から支援する組織の育成・強化が目標とされています。

2. 飼料生産組織の課題と対策技術の開発

(1) 飼料生産組織の課題

暖地では年間を通じて作付できることが利点ですが、地域の生産者の減少等により、飼料生産組織などに農地が集約化され、管理する圃場の数や面積が増加していきます。その結果、期間内にこなすべき作業量が過大となり、作業間競合などが発生することにより、適期内での収穫や播種作業が徐々に困難になります。また、前作の収穫作業が天候不順やトラブルなどで遅れた場合、収穫作業をあきらめたり、後作の作付を断念したりするなどの問題が生じることがあります（図 I-2）。そこで、作付計画の不安定化を防ぎ、飼料生産組織の経営を安定させる対策が必要になります。



図 I-2 イタリアンライグラスの収穫遅れの事例と播種遅れで収穫できなかった事例

左の写真は収穫適期内に収穫を終えられず、立ち枯れ状態になったイタリアンライグラス圃場。右の写真は水田裏に作付されたイタリアンライグラス。播種が遅れたため、田植え間近までに収穫期に到達せず、代かきとともに鋤き込み作業を行っているところ。

(2) 省力栽培技術の開発

飼料生産組織の規模拡大や経営安定化には、作付計画を順調に進めていく必要があり、作業の効率化が求められます。そこで、次の作付を迅速に行うために、播種作業を大幅に省力化できる不耕起播種技術に着目しました。本手順書では主に繁殖牛の飼料として広く利用されているスーダングラスを対象に、不耕起栽培条件下での収量や、不耕起栽培に必要な播種機、雑草対策、省力効果およびコストなどについて、一般的な耕起栽培との比較を行いつつ紹介します。

3. スーダングラスとは

(1) スーダングラスはソルガムの1種

スーダングラスはソルガムの1種で、夏季に栽培される飼料作物です。ソルガムの収穫・調製方法は、主に2つのタイプに分けられます。1つ目は、牧草と同様にロールベール体系で収穫・調製するものです（図 I-3 左）。本手順書で対象とするスーダングラスあるいはスーダン型ソルガムと呼ばれる種類が利用されます。収穫期は出穂前から穂ばらみ期（草丈は1.5 m～2 mくらい）です。茎が細く、ロール成型しやすい品種が利用されます。

2つ目は、出穂後、糊熟期頃を目安に（草丈は2 m～3 mに達します）、細断しながら収穫し、バンカーサイロなどでサイレージ調製するものです（図 I-3 右）。ソルゴー型ソルガムあるいは兼用型ソルガムと呼ばれる種類が利用されます。この他、小規模の経営体では、収穫した作物をサイレージ調製せず、そのまま給与する青刈り利用なども行われています。



図 I-3 形態的な特徴により収穫・調製方法が異なるソルガム

スーダングラス（写真左）はソルガムの一つで、牧草と同様にロールベール体系で収穫・調製します。この他、飼料用トウモロコシと同様に細断して収穫するソルガム（写真右はソルゴー型ソルガム）もあります。

（2）主に繁殖雌牛の飼料として利用されるスーダングラス

肉用牛の生産にあたっては、**繁殖用の雌牛を飼養して子牛を生産する繁殖経営と、子牛を肉用牛として育成・肥育する肥育経営とがあります。九州地域の繁殖牛の飼養頭数は全国の 48 %を占めており、特に九州南部に集中しています。**

繁殖牛は粗飼料（牧草類）を主体に飼養されており、本手順書で紹介するスーダングラスのほか、**イタリアンライグラスやエンバクなどがよく利用されています。**農林水産省の策定した「酪農及び肉用牛生産の近代化を図るための基本方針」

（参照：https://www.maff.go.jp/j/chikusan/kikaku/lin/rakuniku_kihon_houshin.html）では、繁殖経営における飼料生産の作付体系として、夏牧草ではスーダングラス、冬牧草ではイタリアンライグラスが例示されています。

夏季に作付される牧草の中では雑草との競合に強く、収量も高いことから、スーダングラスは繁殖経営の基幹的飼料の 1 つとして期待できます。この他、スーダングラスは乳牛の飼料としても利用されています。

(3) スーダングラスの基本的な作型

スーダングラスの播種時期の目安は、日平均気温が 15℃を越える時期です。九州地域では、早ければ 4 月中旬頃から播種が可能になります。品種の早晩性や、気温により変動しますが、**播種から収穫までの期間は概ね 50 日～60 日程度です**。また、九州地域での播種晩限は 1 番草のみの利用では 8 月上旬、2 番草まで利用する場合には 7 月下旬と報告されています（舘野ら（1995）、町田ら（1997））。なお、九州内で奨励品種として採用されている品種（2021 年現在）を表 I - 1 に示しています。本手順書の基になった試験では、表中の品種の内、「ヘイスーダン（種子価格 1210 円/kg）」および「スプリント（種子価格 1430 円/kg）」を利用しています。

4 月中旬から 8 月上旬まで播種できるため、スーダングラスの播種作業はゆとりを持って行えるように見えます。しかし、**飼料畑は冬作と組み合わせて周年利用されることが一般的であり、冬作の収穫作業期間を確保する必要があるため、実際にスーダングラスの播種作業に取り組める期間は短くなります**。例えば前作がイタリアンライグラスの場合、1 回刈りの場合の収穫作業は 4 月に、2 回刈りの場合の収穫作業は 1 番草が 4 月に、2 番草が 5 月に行われるため、収穫作業が終わるまでは播種作業は行えません。

また、気象条件も考慮する必要があります。九州地域では 6 月から 7 月中旬まで梅雨の期間になりますが（梅雨入り、梅雨明けの平年値は九州北部では 6 月 4 日から 7 月 19 日、南部では 5 月 30 日から 7 月 15 日（気象庁「梅雨入りと梅雨明け（確定値）」、2022 年 3 月参照）、この間は計画的な播種作業は困難です。また、播種できたとしても、降雨による湿害で出芽、苗立ちが不安定になるため、梅雨の間の播種は避けるべきです。

このように、**安定的にスーダングラスを播種できる時期は、冬作の収穫後から梅雨入りまでと、梅雨明け以降の 2 時期に分かれます。具体的には 5 月と 7 月後半から 8 月上旬頃までです（図 I-4）**。5 月に播種する場合には、梅雨明け後の 7 月後半から 8 月上旬にかけて 1 番草を、9 月から 10 月にかけて 2 番草を収穫する 2 回刈り栽培が行うことができます（図 I-4、2 毛作の例 1）。また、梅雨明け以降に播種する場合には、主として 1 回刈りになります（図 I-4、2 毛作の例 2）。

表 I-1 主なスーダングラスの品種※と早晩性

品種名	商品名	早晩性	販売会社
ヘイスーダン	ヘイスーダン	極早生	雪印種苗
ロールスイート BMR	ロールスイート BMR	極早生	雪印種苗
KSO-SUG5	サマーベラー細莖	早生	カネコ種苗
KSO-SUG4	シュガースリム	早生	カネコ種苗
スプリント	リッチスーダン	早生	雪印種苗
ツルー	パワースーダン	早生	日本緑農
ベールスーダン	ベールスーダン	中生	タキイ種苗
いつでもスーダン	いつでもスーダン	晩生	タキイ種苗
スーパーダン 2	ねまへらそう ロールキング	晩生	雪印種苗、 カネコ種苗

※2021 年において、九州内で奨励品種として採用されている実績のある品種を示しています。また、飼料作物では品種名と商品名が異なる場合があるため、品種名と商品名の双方を表示しています。また、種子の販売会社の情報は以下の通りです。

- カネコ種苗 <http://www.kanekoseeds.jp/>
- タキイ種苗 <https://www.takii.co.jp/>
- 日本緑農 <http://www.j-green.jp/>
- 雪印種苗 <https://www.snowseed.co.jp/>

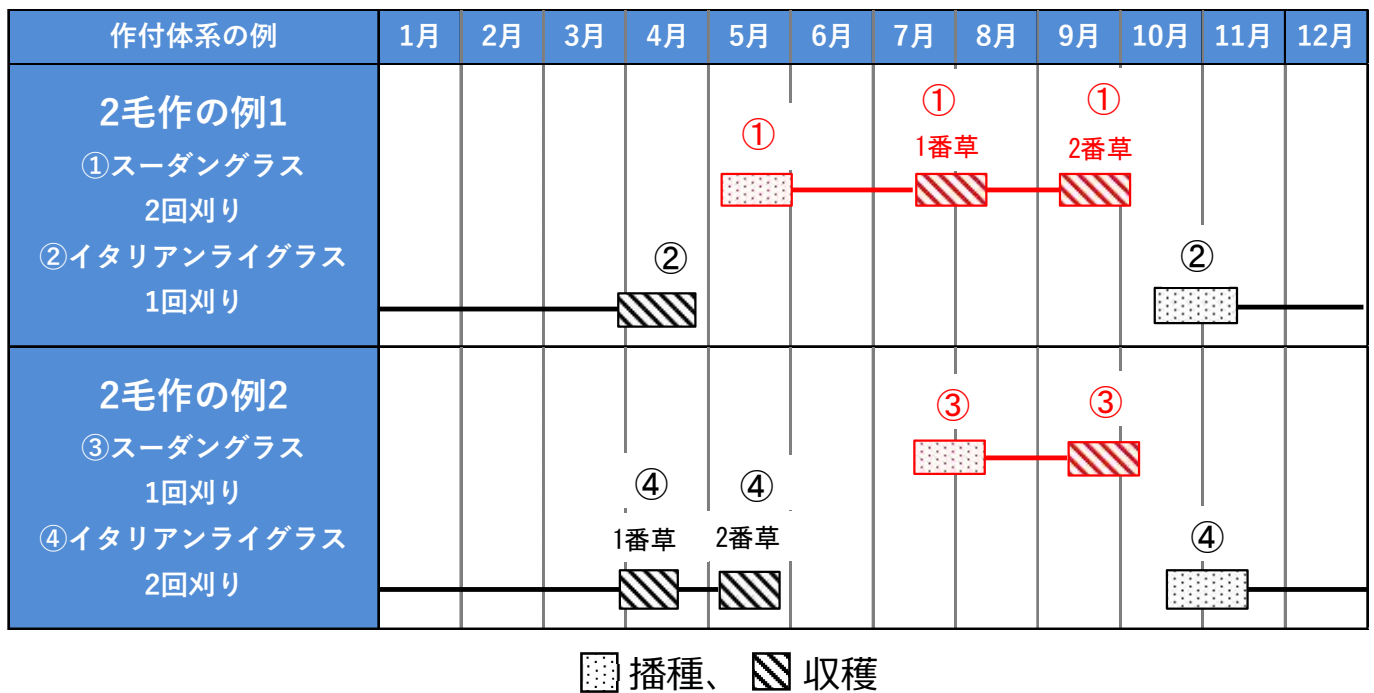


図 I-4 冬作と組み合わせたスーダングラスの作付体系

スーダングラスは2回刈りを行う体系と梅雨明け後に播種し、1回刈りを行う体系とがあります。いずれも冬作と組み合わせます。なお、6月～7月前半は梅雨の期間にあたり、計画的な作業は困難になります。また、雨の多い時期に播種を行うと、湿害により出芽率が低下するため、梅雨の時期を避けて播種して下さい。

(4) 省力的な播種技術の必要性

スーダングラスを2回刈りする場合には、播種時期の目安は5月になりますが、前述の通り、播種作業と冬作の収穫作業とを並行して実施しなければいけないことがあります(図 I-4)。また、1回刈りの場合でも、7月下旬以降は播種が遅れるとともに収量も低下することから(舘野ら 1995)、なるべく早く播種する必要があります。大規模に作付するほど、限られた播種適期の中に、確実に播種作業を終えることができる技術が求められます。そこで、より短時間で播種作業が可能な技術としてスーダングラスを対象とした不耕起栽培技術を開発しました。

Ⅱ. スーダングラス不耕起栽培技術の概要と特徴

1. 不耕起栽培とは

(1) 不耕起栽培とは

一般的な播種作業では、圃場を耕起・整地した後に種を播いて栽培します。本手順書ではこれを「耕起栽培」と記載します。また、耕起栽培において、特に播種に伴う作業を取り上げる場合には「耕起播種」と記載します。

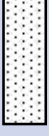




これに対し、不耕起栽培は圃場を耕さずに種を播き、栽培する方法です。**本手順書では「不耕起栽培」と記載します。**また、不耕起栽培において、特に播種に伴う作業を取り上げる場合には「不耕起播種」と記載します。**図Ⅱ-1 に不耕起栽培におけるスーダングラスの不耕起栽培の栽培暦と技術の概要を示しました。**

耕起播種では圃場の耕起・整地、播種、施肥、覆土、鎮圧と多くの工程が必要ですが（図Ⅱ-2）、不耕起播種では播種前の除草剤散布、不耕起条件での播種・施肥（同時）の2つの工程で終わることができます（図Ⅱ-3）。また、播種後の栽培管理、収穫作業は、耕起播種の場合と同じです（図Ⅱ-1）。

省力化の程度は使用する機械により異なりますが、**本手順書で紹介する不耕起播種機を用いた場合では、通常の耕起播種と比べ、播種作業時間を56%削減できます。**効率化の例として、スーダングラスの1回刈りを対象に、播種適期である7月中下旬に播種作業を行う場合を例にとり、播種可能面積を試算しました。期間中の播種作業可能日数を13.5日、播種作業を1日7hとした場合、**耕起播種と比べ、不耕起播種では2倍以上の面積に播種できる結果になりました（図Ⅱ-4）。**

なお、不耕起栽培における施肥設計上の注意点としては、不耕起栽培では土

壤と堆肥を混和する作業工程が省かれることから、飼料作物の栽培で通常実施されている堆肥施用ができないことがあげられます。堆肥の施用は不耕起栽培の前作または後作で実施して下さい。

作付体系と管理項目	5月	6月	7月	8月	9月	10月
2 回刈り体系	②不耕起播種 	④雑草が発生する場合にはバサグランを散布	⑤1 番草収穫 	⑤2 番草収穫 		
栽培管理	①播種前にラウンドアップマックスロードを散布		⑤草丈1.5～2mを目安に1番草を収穫		⑤草丈1.5～2mを目安に2番草を収穫	
施肥管理	③基肥施用		⑥収穫後追肥			
1 回刈り体系			②不耕起播種 		⑤収穫 	
栽培管理			①播種前にラウンドアップマックスロードを散布	④雑草が発生する場合にはバサグランを散布	⑤草丈1.5～2mを目安に収穫	
施肥管理			③基肥を施用			

▶ **不耕起播種の作業手順**

- ① 除草剤ラウンドアップマックスロードまたはタッチダウンiQ（どちらもグリホサートカリウム塩液剤）を播種前に散布します（農薬は2023年1月時点の情報に基づいて作成）。除草剤散布後に新たな雑草が発生する前に播種を行う必要があるため、播種と同じ週内に散布して下さい。
- ② 播種量は6 kg/10a～8 kg/10aです。播種深さは3～5 cmで、確実に土中に播種します。不耕起による播種では播種跡が見えにくいことがあるため、播種した条が重なる、あるいは、種を播いていない条ができるなどの播種ムラが出ないように注意して下さい。
- ③ 施肥量は10aあたり窒素5 kg～10 kg、リン酸10 kg～20 kg、カリ5 kg～10 kg程度です。標準的な施肥量は10aあたり窒素10 kg、リン酸10 kg、カリ10 kgです。

▶ **生育中の栽培管理**

- ④ 生育期に雑草が目立つ場合にはバサグラン液剤（ベンタゾン液剤）を散布します。ただし、収穫30日前までの使用に限られる点に注意して下さい。
- ⑤ 収穫作業は草丈1.5 m～2 m（播種後50日～60日が目安）。通常の収穫作業はモアで刈り払い → 予乾・反転 → 集草 → ロール成型 → ラッピングとなります。収穫時の作業機械体系はP. 44（表Ⅲ-3）で紹介しています。
- ⑥ 2 番草を収穫する場合には10aあたり窒素5 kg、カリ5 kgを追肥します。

▶ **注意点**

不耕起栽培が適さない条件として、以下のものがあります。1) 土壌が乾燥して固く、コールターが刺さらないときや、過湿状態にあるとき、2) 前作の残渣や雑草が多く、覆土されにくいときや、雑草害が心配されるとき、3) 圃場内に段差があるとき、4) 梅雨の時期の播種作業。耕起栽培と同様に湿害が発生しやすいため。

図Ⅱ-1 不耕起栽培におけるスーダングラスの栽培層と技術の概要



図 II - 2 耕起播種の工程

一般的な耕起播種は①堆肥散布、②耕耘、③播種、④施肥、⑤覆土、⑥鎮圧を行います。③播種と④施肥は同じ機材（ブロードキャスト）を使用します。また、耕耘前にプラウ耕を入れることもあります。

①除草剤散布

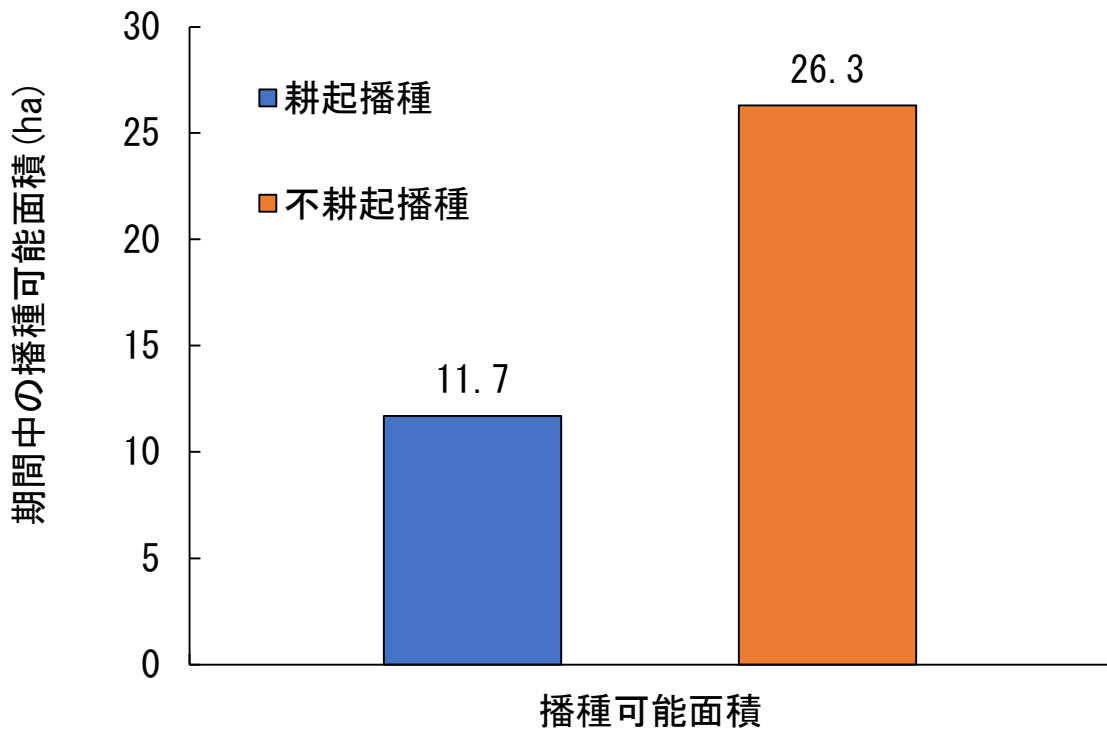


②播種（施肥含む）



図Ⅱ-3 不耕起播種の工程

写真では施肥ユニットの付いた不耕起播種機を用いており、①除草剤散布、②播種（施肥含む）の2工程で播種作業が終わります。なお、①の写真ではスプレーヤーにフードがついていますが、一般的なドリフト対策が行われていれば、フードはなくても問題ありません。



図Ⅱ-4 7月中下旬を例とした播種方法別の播種可能面積の比較

- 1) 耕起播種の作業は堆肥散布、耕耘、施肥、播種、覆土、鎮圧作業の6工程、不耕起播種の作業は除草剤散布、播種作業（施肥含む）の2工程です。
- 2) 試算にあたっては播種に直接関わる圃場内での作業を対象とし、作業機の付け替えの時間、圃場間の移動時間、種子や肥料の補給時間および除草剤の調製時間は含めていません。
- 3) Ⅲ章の経営評価では上記で対象外とした圃場外での付随する作業時間も含めた試算を実施しています。

(2) 不耕起栽培技術の概要と適用地域

適用地域は九州地方を主体とする暖地（年平均気温 14℃～16℃）です。飼料作の2毛作が可能な地域を対象にしています。不耕起栽培を導入するにあたっては不耕起条件下での播種に対応した播種機（不耕起播種機）が必要になります。

施肥ユニットの付いた播種機を選ぶと、播種と施肥を同時に行えるため、省力効果が高くなります。また、播種時の雑草対策が一般的な耕起栽培と異なります。耕起栽培では、播種前の圃場の耕耘・整地により、播種時には雑草が無くなることから、播種後に発生する雑草を防除します。しかし、不耕起栽培では、播種前から発生している雑草と、播種後に発生する雑草の双方を防除する必要があります。

(3) 本手順書で説明する技術の要点

スーダングラスの不耕起栽培技術の導入にあたり、課題となる以下の技術的なポイントを紹介します。

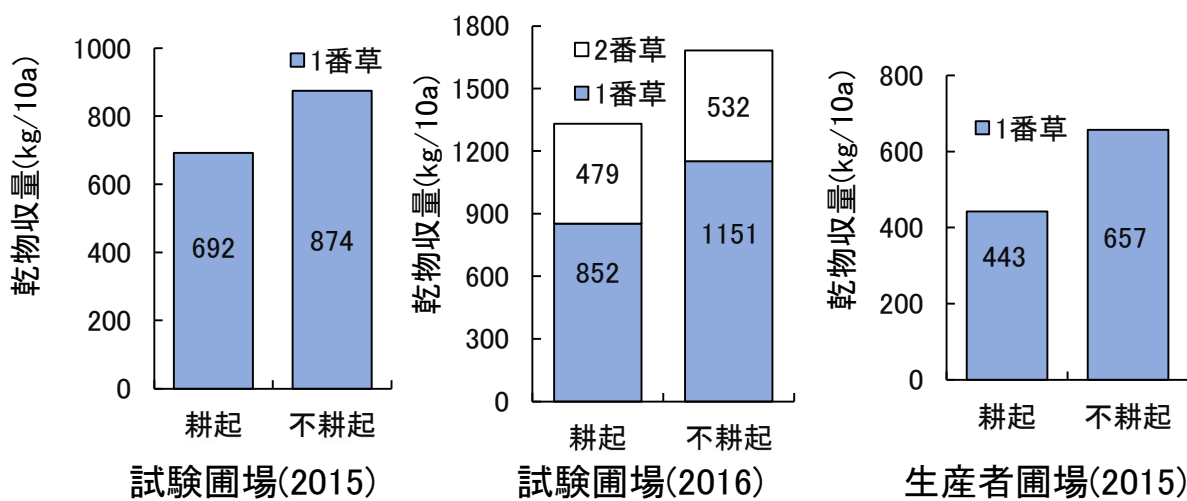
- ① 耕起栽培と比較し、不耕起栽培の収量はどの程度になるか → p.20
- ② どのような不耕起播種機を利用すればよいか → p.21
- ③ 不耕起栽培での雑草対策をどうすればよいか → p.25
- ④ 実際の播種作業はどのような手順で行うか → p.27
- ⑤ 不耕起播種に適さない条件について → p.30
- ⑥ 播種作業の省力効果について → p.34
- ⑦ 不耕起播種機導入にかかわるコストについて → p.35

(4) 不耕起栽培を行う場合の栽培暦と技術の概要

スーダングラスの不耕起栽培を導入した場合の栽培暦は図Ⅱ-1 に示す通りです。播種時期や収穫時期は一般的な栽培時期（図Ⅰ-4）と変わりません。また、不耕起栽培では、播種時に除草剤散布作業が必要になりますが、その後の栽培管理は、耕起播種の場合と変わりません。

2. 慣行の耕起栽培と不耕起栽培の収量の比較

スーダングラスでは不耕起栽培を行っても、耕起栽培以上の収量が確保できます。九州沖縄農業研究センターの試験圃場（熊本県合志市）では2015年と2016年、生産者圃場（鹿児島県肝付町）では2015年に不耕起栽培と耕起栽培の乾物収量を比較しました。その結果、不耕起栽培であっても耕起栽培より収量が下がることはなく、生産者圃場では不耕起栽培の方が多収となりました（図Ⅱ-5）。スーダングラスは不耕起栽培への適性が高い作物と言えます。また、生産者圃場で多収になった理由として、不耕起栽培では圃場を耕起する必要がなくなり、耕起栽培よりも早期に播種できたため、十分に生育期間を確保できたことが考えられます（参考文献 加藤ら（2018）日本草地学会誌 64：91-98）。



播種日：耕起・不耕起とも 6/15 播種日：耕起・不耕起とも 6/8 播種日：耕起 7/30、不耕起 7/7
 収穫日：耕起・不耕起とも 8/13 収穫日：耕起・不耕起とも 1番 8/8、2番 9/13 収穫日：耕起 9/18、不耕起 9/1

図Ⅱ-5 不耕起栽培と耕起栽培のスーダングラス乾物収量

- 九州沖縄農業研究センターの試験圃場（熊本県合志市）では播種日をそろえて耕起作業の有無が収量に与える影響を検討しました。
- 生産者圃場（鹿児島県肝付町）の試験では耕起作業の省略により、早期に播種できたため、収量が向上した。なお、生産者圃場では栽培条件による統計的な差（t検定、 $p < 0.05$ ）が認められました。

3. どのような不耕起播種機を利用するか

(1) 技術開発に使用した不耕起播種機

不耕起栽培には圃場の耕耘・整地の有無に関わらず播種作業を行える播種機が必要になります。スーダングラスの不耕起播種では、麦類や牧草等の種子を条播できる不耕起播種機を用います。また、施肥ユニットがついた不耕起播種機は、播種と同時に施肥できるため、省力効果はより高くなります。技術開発に使用した不耕起播種機（施肥ユニット付）を図Ⅱ-6に示しました。

本機は Great Plains 社製 3P606NT で条間は 19 cm × 9 条（作業幅

約 1.8 m) です。播種にあたっては円盤状のコールターが地面に溝を切り、続いて V 字ディスクが播種溝を形成しつつ、種子を落とし、鎮圧輪で鎮圧して行きます。播種速度は圃場の大きさや土壌の状況により変わりますが、時速 5 km～8 km 程度になります。試験実施時の購入価格は施肥ユニット込で 307 万円（2014 年購入、消費税 8 %）でした。なお、**本播種機は作業幅別に複数の機種が販売されています**（問い合わせ先：株式会社アイデーイーシー <https://idec-jpn.com/>、株式会社クボタ <https://www.kubota.co.jp/>）。**施肥ユニットは別売りとなっております、価格は問い合わせが必要です。**3P606NT および 606NT には純正の施肥ユニットはありませんが、株式会社ジョーニシから取り付け可能な施肥ユニットが販売されています。取り付けにあたっては販売代理店の株式会社クボタを通じて株式会社アイデーイーシーに問い合わせてください。



図 II - 6 技術開発に使用した不耕起播種機

技術開発で使用した不耕起播種機は条間 19 cm、作業幅約 1.8 m、施肥ユニット付です。麦類や牧草等の播種にも利用できます。

コールターは圃場表面に切り込みを入れる円盤で、V 字ディスクが播種溝を形成するのを助けます。

(2) 播種機の条間の幅が雑草量や収量に影響します

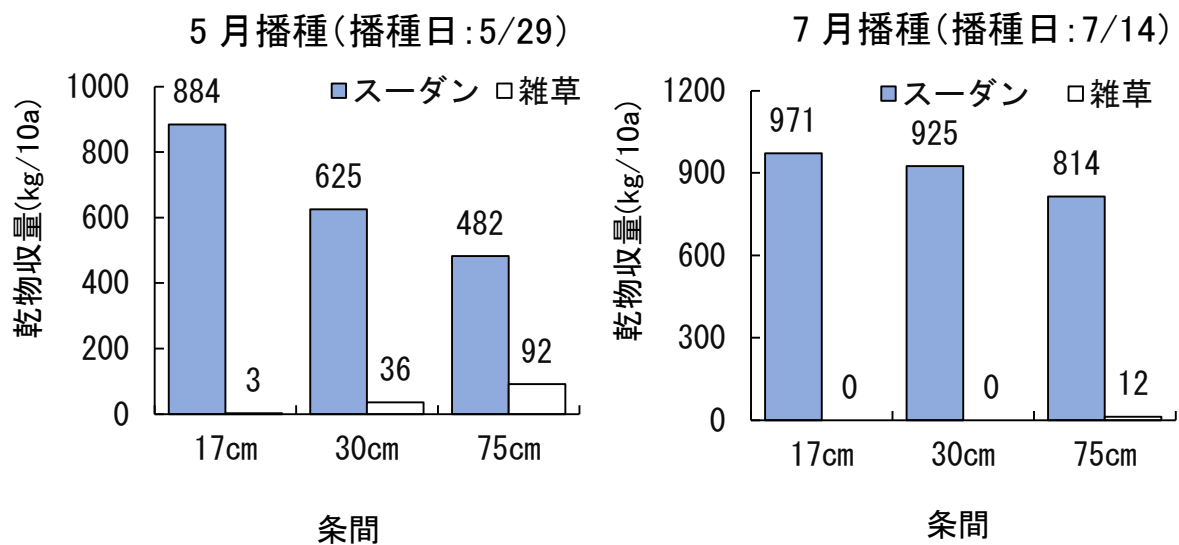
条間が広いと雑草の抑制が困難になるため、条間を 20 cm 以下にできる不耕起播種機を利用して下さい。

条間と雑草との競合関係を調べるため、耕起栽培で播種量を 6 kg/10a に固定し、条間を 75 cm、30 cm、17 cm と変えて栽培試験を実施しました。また、スーダングラスの成長は気温に影響されるため、2 回刈り体系の播種時期である 5 月と、1 回刈り体系の播種時期である 7 月に播種時期を設定して試験を行ないました。その結果、**5 月播種では条間が狭いほど収量も高く、雑草の量が少なくなりました (図 II-7)。**

気温の低い 5 月はスーダングラスの成長が遅いため、条間を狭くした方が、地表をより早く覆うことができます。その結果、生育初期から日射を有効に利用できます。また、地表に届く日射が少なくなり、雑草を抑制できます。

一方、7 月播種ではどの条間でも雑草量は少なくなっています (図 II-7)。また条間が狭い方が、スーダングラスの収量は高い傾向にありますが、5 月播種ほどの差はありません。7 月播種の場合には気温が高いため、スーダングラスの成長が早く、条間に関わらず雑草を早期に被陰するため、差が出にくいためと考えられます。本試験は耕起栽培でのデータですが、不耕起栽培でも同様と考えられます。

不耕起播種機の仕様により、条間を 20 cm 以下にできない場合には、播種適期の範囲内で気温の高い時期に播種しましょう (参考文献：加藤ら (2017) 日本暖地畜産学会報 60 : 3-8)。



図Ⅱ-7 スーダングラス耕起栽培における播種時期と条間の差が乾物収量および雑草乾物重量に及ぼす影響

本試験は九州沖縄農業研究センターの試験圃場（熊本県合志市）で2009年に実施。

4. 不耕起栽培での雑草管理

(1) 不耕起栽培での雑草防除体系（2023年1月時点の農薬登録内容に基づいて作成）

雑草はスーダングラスの収量、飼料品質ともに影響するため、防除する必要があります。耕起栽培では耕起・整地作業により雑草が無くなるため、播種後に発生する雑草（後発雑草）のみを防除します。これに対し、**不耕起栽培では播種時に既に発生している雑草（既発生の雑草）と、後発雑草の両方を防除する必要があります。**

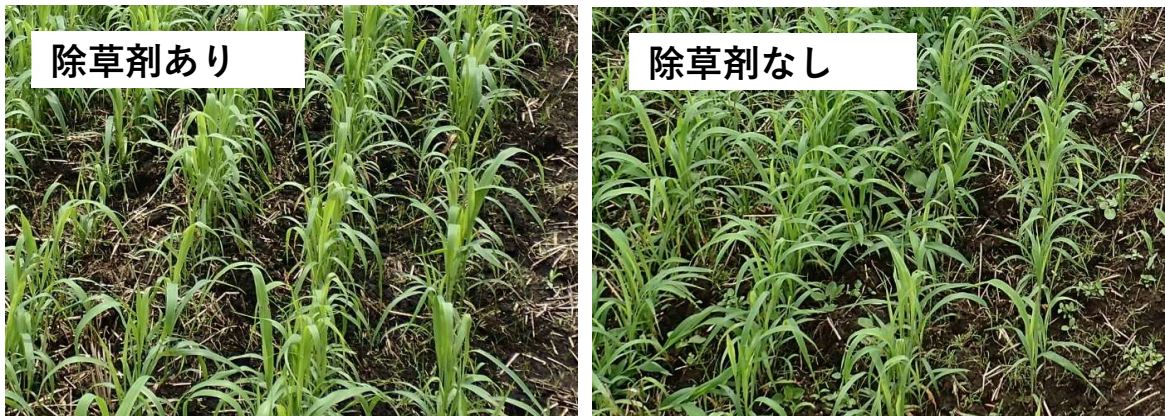
不耕起栽培の除草体系として、**既発生の雑草に対しては、ラウンドアップマックスロードまたはタッチダウン iQ（いずれもグリホサートカリウム塩液剤）を散布し、防除した後に播種します（図Ⅱ-8、図Ⅱ-9）。**除草剤散布後、時間が空くと新たな雑草が芽生えるため、播種と同じ週内に散布して下さい。

後発雑草は前ページで解説したように、条間を狭くすることで抑制しやすくなります（図Ⅱ-5）。ただし、前作で雑草が多かった圃場や、播きムラや湿害による出芽不良などにより裸地が見える場合には、グリホサートカリウム塩液剤の散布や、条間を狭めるだけでは雑草を抑制できません。**雑草が目立つ場合にはソルガムに登録があり、生育期に散布できる除草剤（バサグラン液剤（ベンタゾン液剤）、ただし収穫30日前まで）を利用して下さい。**

(2) 特に重要な不耕起播種前の除草剤散布

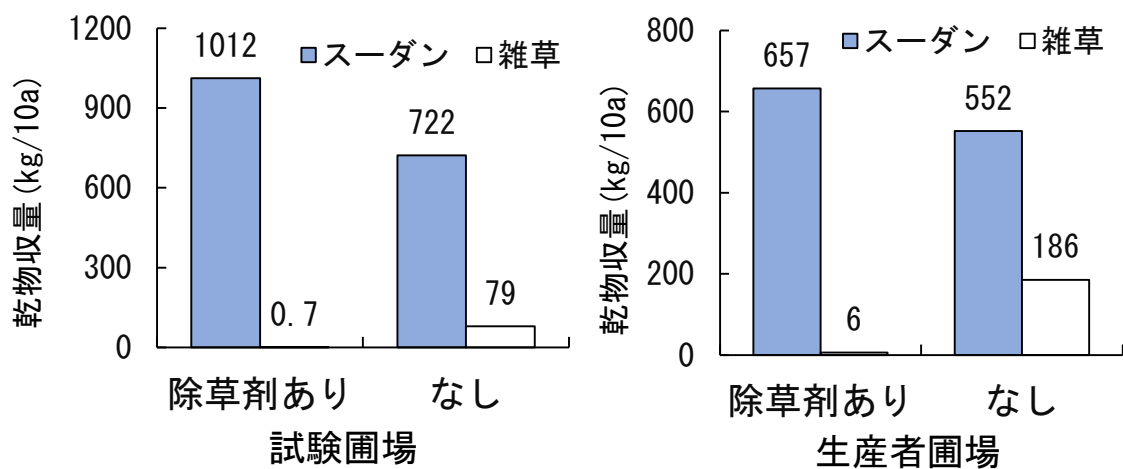
不耕起播種前にラウンドアップマックスロードを散布した場合と散布しなかった場合の乾物収量や雑草量を図Ⅱ-9に示しました。**除草剤を散布しない場合、試験**

圃場と生産者圃場の双方で収穫時に雑草が多く残り、スーダングラスの乾物収量も減少しました。（参考文献：加藤ら（2018）日本草地学会誌 64：91-98）



図Ⅱ-8 不耕起播種前の除草剤散布効果

左は播種前にラウンドアップマックスロードを使用した圃場、右は使用しなかった圃場です。除草剤を使用しなかった圃場ではスーダングラスの条間に雑草が見えますが、左の写真では雑草はほとんど見えません。



図Ⅱ-9 不耕起播種時の除草剤処理がスーダングラスと雑草の乾物収量に与える影響

試験圃場（熊本県合志市、2015年～16年の平均値）、生産者圃場（鹿児島県肝付町、2015年）

(3) 除草剤を使用するうえで注意する点

使用する薬剤については登録内容をよく確認し、飼料作物のソルガムに使用可能であるかを必ず確認して下さい。また、注意事項をよく読み、薬害等が発生しないように留意してください。

注意点として、農薬登録の作物名には、「食用ソルガム」という区分がありますが、これは登録の大作物群「穀類」に含まれます。家畜の飼料として利用する場合には、大作物群が「飼料作物」である「ソルガム」に登録のある農薬しか使用できません。また、大作物群の「飼料作物」には「イネ科牧草」という区分がありますが、スーダングラスは「イネ科牧草」に含まれません。登録のない農薬を誤って使用した場合には、飼料として利用できないので注意して下さい。

5. 不耕起播種の手順

不耕起播種の手順は（1）播種前の除草剤処理、（2）播種量、施肥量および播種深さの設定、（3）播種作業の3つです（図Ⅱ-10）。ただし、（1）と（3）は圃場ごとに行う必要がありますが、（2）は変更する必要がない限り、毎回行う必要はありません。そのため、本項以外の不耕起播種の説明では（2）の工程は省略しています。

(1) 播種前の除草剤処理

播種時に発生している雑草や、前作の再生草などはスーダングラスの生育に悪影響を与えますので、ソルガムに登録のある非選択性除草剤の**ラウンドアップマックスロード**を播種と同じ週内に散布し、防除します。

(2) 播種量、施肥量および播種深さの設定

播種量と施肥量は一般的なスーダングラスの栽培に準じます。通常、播種量は 6 kg/10a～8 kg/10a 程度です。播種深さは 3 cm～5 cm 程度に設定します。覆土が不十分の場合には出芽しにくくなりますので、**確実に土中に播種するようにして下さい**。また、試走を行い、播種量や施肥量が設定どおりとなっているか、播種深さが適切か等を確認して下さい。

一般的なスーダングラスの施肥量は 10a あたり窒素 5 kg～10 kg、リン酸 10 kg～20 kg、カリ 5 kg～10 kg 程度です。標準的な施肥量は窒素、リン酸、カリ、各 10 kg/10a です。施肥量は地域の施肥基準を参考にし、設定して下さい。また、不耕起栽培では堆肥を施用しても土壌との混和ができません。そのため、**不耕起播種時には堆肥の施用は行いません。堆肥の施用は、前作で耕起栽培を行う際に行ってください**。

(3) 播種作業の実施

不耕起播種機で種を播きます。なお、本手順書に記載の不耕起播種機にはマーカが無く、すでに播種した場所と、これから播種する場所の境目が見えにくくなります。そのため、播種ムラ（播種工程の継ぎ目の間隔が一定せず、重複したり、種が播かれていない場所ができる状態）ができないように、播種跡を確認するなど注意しましょう。

1) 播種前の除草剤散布



2) 播種量・施肥量・播種深さの設定



3) 播種作業 (施肥含む)



図Ⅱ-10 不耕起播種の手順

播種前に除草剤を散布し、播種量・施肥量等を設定した不耕起播種機で播種します。
なお、(2)は変更する必要がない限り、毎回行う必要はありません。

6. 不耕起栽培に適さない条件について

不耕起播種に支障がある場合や、種子を土中に確実に播種できない場合は無理に不耕起栽培とせず、圃場を耕起、整地する慣行の播種方法で播種して下さい。なお、圃場を耕起した場合でも、ローラ等で鎮圧すれば本手順書で紹介している不耕起播種機は播種作業に利用できます。不耕起播種が適さない具体的な事例として以下のものがあげられます。

(1) 土壌が乾燥して固く、コールターが刺さらない時や湿潤な状態にあるとき

大型機械で何度も出入りしたような場所や過度に乾燥した条件では、土壌が硬くなり、不耕起播種機のコールターが刺さらず、播種深さを確保できない場合があります。また、雨の後、圃場が乾ききらず、長靴の底に土壌が付着するような湿潤な条件では、V字ディスク等に土壌が付着し、種子の落下を妨げたり、覆土が困難になったりします（図Ⅱ-11）。適切な播種深さを確保できない場合には、出芽数が減少し、雑草の増加や収量の低下を招きます。



図Ⅱ-11 雨の後、圃場が乾燥する前に播種作業を行った事例

V字ディスクや鎮圧輪に土壌が付着し、種子の落下や覆土を妨げます。圃場が乾いた後に播種します。

(2) 前作の残渣や雑草が多いとき

草丈の長い収穫残渣が多く残っている場合、また、前作を収穫後、時間が経過し、草丈の長い雑草が圃場に多く発生している場合および草丈は低くても匍匐する雑草で地表が覆われている場合では、除草剤を散布しても残渣が残ります。

残渣は不耕起播種機に絡みつき（図Ⅱ - 1 2）、土壌を押しよけることがあり、種子が覆土されず、出芽数が減少する原因になります。また、残渣を取り外す作業が必要になるため、作業性が悪化します。株化した雑草が多い場合には、コールターによる溝切りが妨げられ、種子の土中への播種を困難にします。

これらは播種前にフレールモア等で残渣等を細断すれば、播種作業ができる場合もありますが、このような圃場には不耕起栽培は適しません。残渣等をすき込める耕起播種に切り替えて下さい。



図Ⅱ-12 草丈の長い雑草がコールターに絡みついた事例

草丈の長い雑草が多い圃場での播種事例。コールターに絡みつき、何度も雑草を外す作業が必要になったり、覆土の妨げになったりします。

(3) 圃場内に段差があるとき

圃場内にトラクタのタイヤのわだち跡のように、段差がある場合には（図Ⅱ-13）、不耕起播種機の片側が浮いてしまい、覆土ができなくなります。十分に覆土されない場合には出芽しにくくなります。



図Ⅱ-13 圃場に段差がある事例

圃場に段差がある事例。写真はトラクタのわだちの跡ですが、不耕起播種機の片側が浮いてしまうと、種子が覆土されずに播かれてしまい、出芽しにくくなります。

(4) 梅雨の時期の播種作業

不耕起栽培に限ったことではありませんが、梅雨のように雨の多い時期に播種を行うと、湿害により出芽、苗立ちが悪化します。通常の耕起栽培と同様に雨の多い時期には播種を避けて下さい（図Ⅱ-14）。

(1) から (3) の条件に該当する場合は、不耕起栽培に不適です。この場合は、不耕起栽培は実施せず、慣行の耕起栽培を行って下さい。また、(4) の条件に該当する場合には雨の多い時期を避けて播種して下さい。

梅雨の最中に播種した圃場
(2020/7/2 播種 → 9/10 撮影)



梅雨明け後に播種した圃場
(2017/7/18 播種 → 9/7 撮影)



図 II - 14 梅雨時期に播種作業を実施し、雑草が繁茂した例

上の写真は梅雨の最中に播種し、湿害が発生し、スーダングラスの出芽・苗立ちが悪化した圃場です。収穫時には雑草に覆われています。下の写真は梅雨明け後に播種した圃場です。湿害はなく、良好に生育しています。

7. 不耕起栽培の導入効果

(1) 播種作業の省力効果

播種前の除草剤散布を含む不耕起播種にかかる作業時間と、耕起播種にかかる作業時間を比較しました。播種作業時間は耕起播種よりも 56 %削減できました (図 II - 15)。

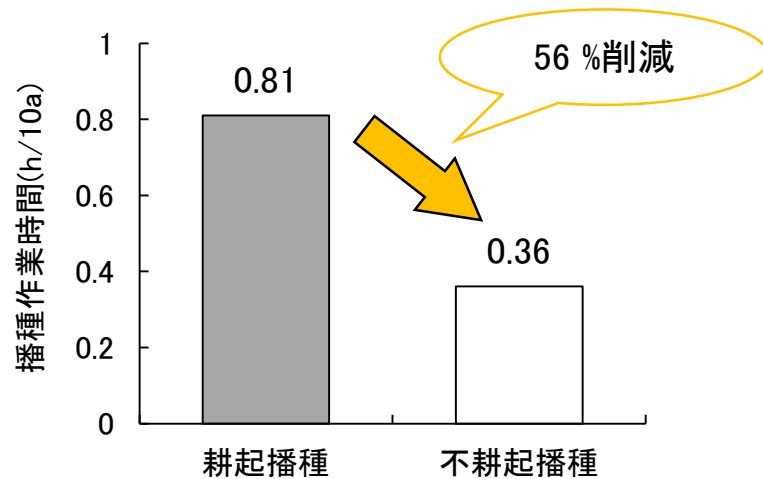


図 II - 15 10a あたりの播種作業時間

- 1) 本調査は鹿児島県の生産者圃場での作業時間調査に基づき試算しました。
- 2) 試算に用いた圃場は耕起播種圃場 3 筆、合計面積は約 2.0ha、不耕起播種圃場 2 筆、合計面積は約 1.4ha です。
- 3) 耕起播種の作業は堆肥散布、耕耘、施肥、播種、覆土、鎮圧作業の 6 工程、不耕起播種の作業は除草剤散布、播種の 2 工程です。
- 4) 試算にあたっては播種に直接関わる圃場内での作業を対象とし、作業機の付け替えの時間、圃場間の移動時間、種子や肥料の補給時間および除草剤の調製時間などは含めていません。なおⅢ章の経営評価では上記で対象外とした圃場外での付随する作業時間も含めた試算を実施しています。

(2) その他の効果

1 日あたりの播種作業時間を 7 h とすると、耕起播種では 0.86 ha/日ですが、不耕起播種では 1.94 ha/日と、2 倍以上の作業が可能です。このため不耕起播種では、播種適期を逃しにくくなり、収量が安定しやすくなります。また、不耕起播

種では作業工程を削減できるため、播種作業に関わる燃料の消費量が減少します。飼料生産組織への聞き取り調査を基にした軽油消費量の試算では、慣行播種の 9.2 L/10a に対し、不耕起播種では除草剤散布作業を含めても 2.4 L/10a と少なく、74 % 節減できると試算されました。

8. 不耕起栽培の導入コスト

不耕起栽培の導入により必要になるコストとして不耕起播種機の減価償却費、播種前の除草剤代があります。低下するコストとして労働費、燃料費があります（表Ⅱ-1）。そこで、本試験で用いた不耕起播種機（3P606NT、施肥ユニット付き）を基に、追加するコストと低下するコストを差し引き、年間の播種面積あたりの不耕起栽培の導入に関わるコストを試算しました。

例えば、年間の播種面積が 30 ha を超えるまでは顕著に負担（特に償却費）が低減し、それを超えるとその減少程度は緩やかになります（図Ⅱ-16）。したがって、30 ha を上回る規模まで播種面積を確保すれば、大幅なコスト負担の軽減効果が期待できます。

今回使用した不耕起播種機は、エンバクやライムギなどの飼料用麦類や、イタリアンライグラスなどの牧草の播種にも利用できます。また、圃場を耕起した場合でも、ローラ等で鎮圧すれば播種作業に利用できます。耕起、不耕起を問わず、**他の飼料作物の播種にも不耕起播種機を利用し、播種面積を確保することが費用負担を軽減するポイントになります。**ちなみに、本手順書で取り上げる 3 毛作（p. 46）は、スーダングラスに加え、エンバクにも利用することで稼働面積の拡大を図ることができます。また、飼料生産組織の場合は作業受託面積の拡大もその手段の一つとなります。

また、不耕起による 1 日（7 時間）あたりの播種可能面積は 1.94 ha（耕起は

0.86 ha) となります (p. 34)。例えば、年間で約 15 日稼働すれば 30 ha 程度の播種ができる計算になります。

なお、作業効率が改善された結果、栽培適期に播種が終えられるようになり、p. 20 の試験例のように収量が向上する場合もあります。

表 II-1 不耕起栽培の導入に伴い増減するコスト

コストの種類	不耕起播種機の 減価償却費※1 (円/年)	播種前の 除草剤代※2 (円/10a)
増加するコスト	438,571	877
	労働費※3 (円/10a)	燃料費※4 (円/10a)
低下するコスト	675	544

- 1) 3P606NT を使用。本体価格 307 万円。償却期間 7 年。本コストは播種面積とともに変化します。
- 2) 不耕起播種に伴い必要となるラウンドアップマックスロードの費用。
- 3) 時給 1500 円とし、10a あたりの耕起播種作業時間 (0.81 時間) から不耕起播種の作業時間 (0.36 時間) を引いた差を低下するコストとしています。
- 4) 軽油代を 80 円/L とし、10a あたりの作業に伴い消費する軽油量 (耕起播種 9.2 L/10a、不耕起播種 2.4 L/10a) の差を低下するコストとしています。

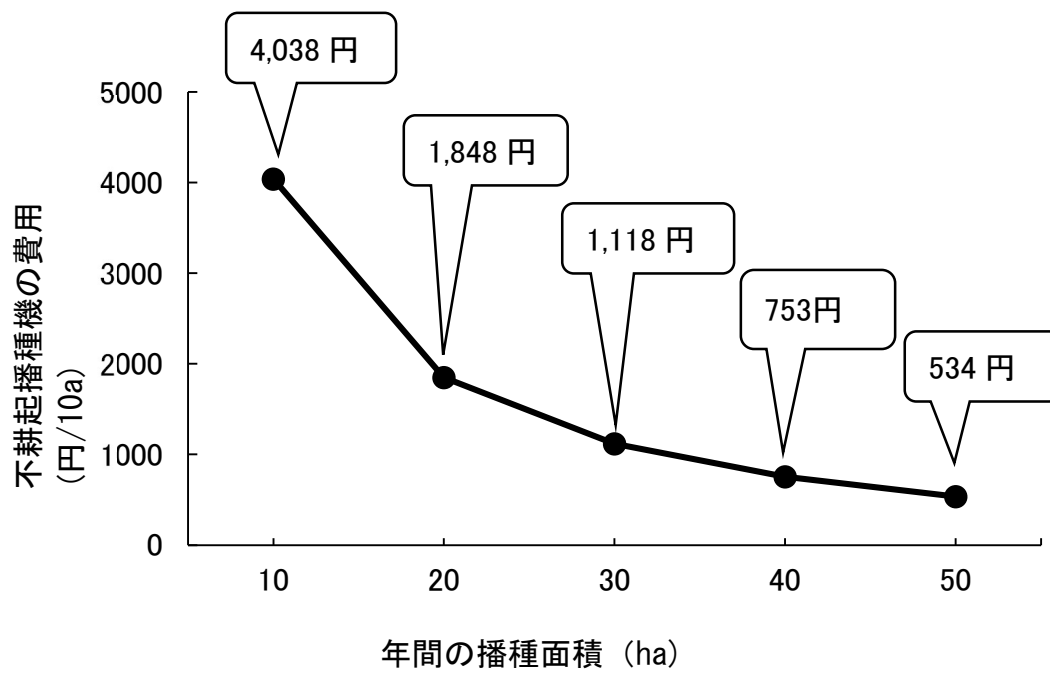


図 II - 1 6 播種面積あたりの不耕起栽培の導入にかかわるコスト

コスト低減には 30ha 以上の播種面積の確保が重要になります。

Ⅲ. 技術導入の事例と経営評価

不耕起播種技術を利用したスーダングラス栽培（Ⅱ章）および不耕起栽培を導入した3毛作体系（Ⅱ章の開発技術を導入した新体系）の現地実証の試験結果（鹿児島県肝付町の飼料生産組織の圃場で2015年～2018年に実施）と、同時期に実施した経営実態調査結果などに基づいて、導入技術の経営的な評価を行いました。

1. 不耕起播種技術を利用したスーダングラス栽培の導入効果

(1) スーダングラス栽培の作業時間と生産費用（10aあたり）

- スーダングラスに不耕起栽培を導入すると、10aあたり播種作業時間は耕起栽培と比較して0.83時間から0.33時間へ0.50時間（61%）低減します（表Ⅲ-1、図Ⅲ-1）。なお、雑草抑制のための除草剤散布作業を含めた場合は、0.83時間から0.55時間へ0.28時間（34%）の低減となります。
- 不耕起栽培における収量増加に伴って調製作業時間が増加する場合は、栽培期間中の全作業時間が耕起栽培を上回ることがあります。本例では、耕起栽培に対して86%の収量増加（377 kg→700 kg）がみられ、その結果調整作業が増えることで全体での作業時間が2%の増加（1.88hr→1.92）となっています。

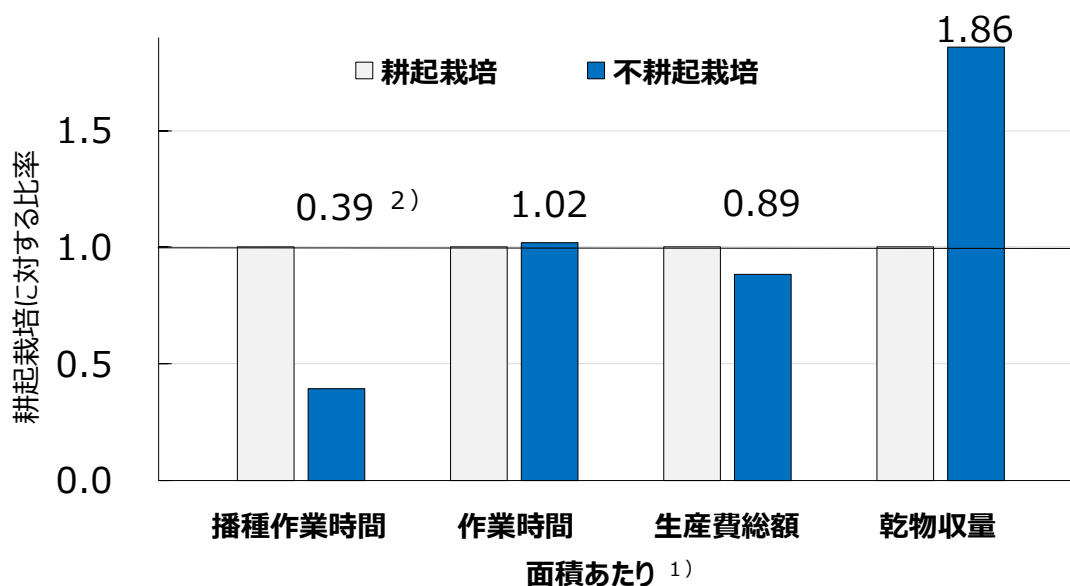
表Ⅲ-1 スーダングラス栽培の10aあたり作業時間

	栽培作物 播種方法 (播種期)	スーダングラス		耕起栽培に対する 比率
		耕起 ¹⁾ (夏)	不耕起 (夏)	
10 a あたり実乾物収量	(kg)	377	700	1.86
10 a あたり作業時間 ²⁾	(h)	1.88	1.92	1.02
堆肥	積込・運搬 散布			
播種	耕起	0.29		
	心土破碎			
	施肥	0.06		
	種子準備	0.10	0.10	
	播種(耕起)	0.04		
	覆土	0.21		
	鎮圧	0.14		
	播種(不耕起)		0.23	
	計	0.83	0.33	0.39
除草	フレールモア・不耕起 散布・不耕起	0.00	0.22	
播種・除草計		0.83	0.55	0.66
収穫	刈取	0.28	0.28	
	反転 ³⁾	0.28	0.28	
	集草	0.10	0.10	
調製	準備	0.02	0.04	
	ロール	0.10	0.19	
	ロール積込・運搬	0.15	0.29	
	ラッピング	0.10	0.19	
	計	1.04	1.37	1.31

1) スーダングラスの試験データ(Ⅱ章)および飼料生産組織の経営データ・条件に基づいて算出。

2) ロール出荷、畦畔管理の作業時間は除く。

3) 収穫時の反転は2回。収穫回数はいずれの体系も1回。



図Ⅲ-1 不耕起栽培の導入効果 (スーダングラス・10 a あたり)

1) 表Ⅲ-1 および表Ⅲ-2 の指標データを用いて図示。

2) 図中の数値は耕起栽培を1とした場合の不耕起栽培の各指標の比率。

表Ⅲ-2 スーダングラス栽培の10aあたり生産費

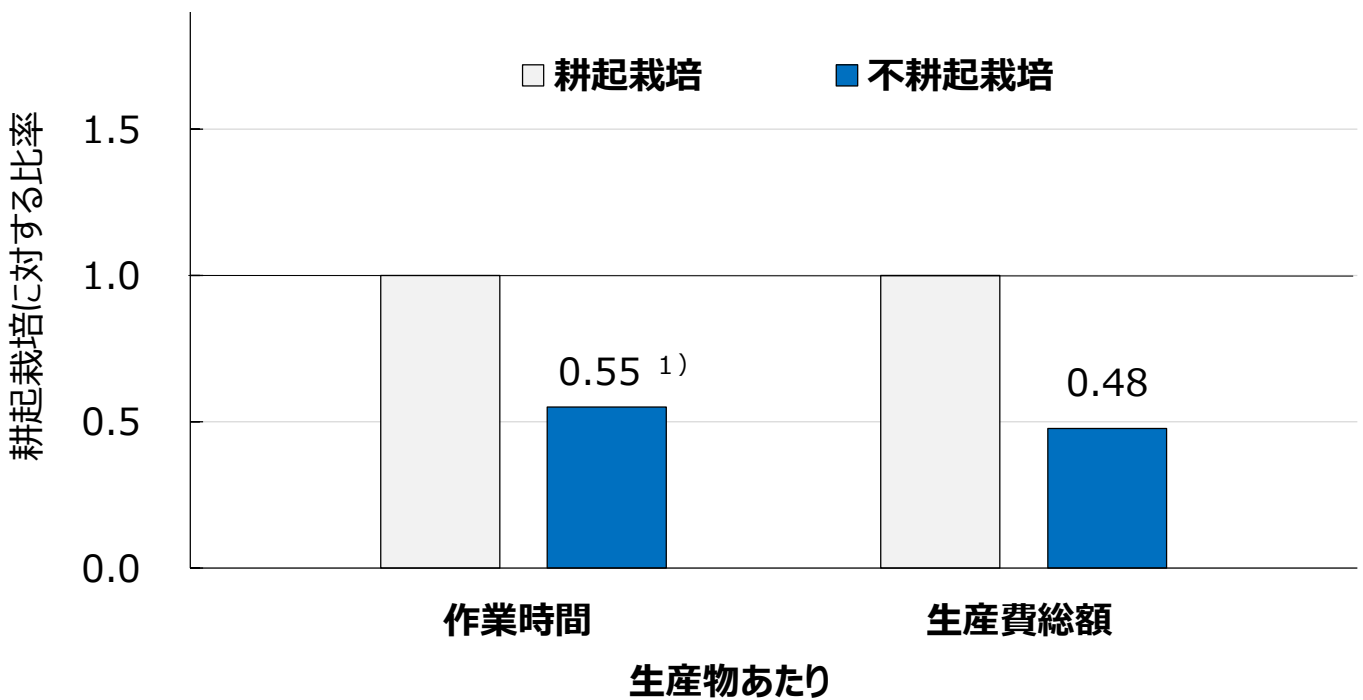
	栽培作物 播種方法	スーダングラス		耕起栽培に対する 比率
		耕起	不耕起	
10aあたり実乾物収量	(kg)	377	700	1.86
10aあたり費用				
種子費		8.7	7.6	
肥料費・薬剤費		3.5	3.0	
梱包資材費		1.4	2.6	
燃料費		1.0	0.9	
賃借料・租税公課		0.4	0.3	
修繕費		0.4	0.3	
機械償却費		2.9	2.4	
労働費		2.7	2.7	
計	千円	21.0	19.7	0.94
借地料 ¹⁾	千円	2.5	1.7	
販売管理費	千円	2.5	1.7	
生産費総額	千円	26.0	23.0	0.89

1) 不耕起栽培の借地料などはその導入により3毛作が可能となった場合を想定し、各費用を3作で按分している（耕起栽培は2作）。

- 不耕起栽培を導入すると、10aあたり費用合計は耕起栽培より6%（21.0千円→19.7千円）低減します（表Ⅲ-2、前掲図Ⅲ-1）。また、同生産費総額で見ると11%（26千円→23千円）の低減となります（不耕起栽培を導入することで3毛作が可能となった場合を想定した借地料などの軽減効果を考慮）。10aあたり収益（販売収入－生産費総額）は18.2千円増加し、収益の改善が期待できます。

(2) スーダングラス栽培の作業時間と生産費用（生産物 1 t あたり）

- 生産物 1 t あたり費用合計では 50 %（55.8 千円→28.1 千円）、同生産費総額では 52 %（69 千円→32.9 千円）のコスト低減が見込めます。例えば、耕起栽培の作業時間と生産費総額を 1 とした場合、不耕起栽培ではそれぞれ 0.55、0.48 になることから、労働生産性の向上、収益改善効果が期待できます（図Ⅲ-2）。



図Ⅲ-2 不耕起栽培の導入効果（スーダングラス・生産物 1t あたり）

1) 図中の数値は耕起栽培を 1 とした場合の不耕起栽培の各指標の比率。

2. 機械・作業体系

- 3毛作体系では、スーダングラスとエンバクの播種作業に不耕起播種機（施肥ユニット付、前掲図Ⅱ-4 参照）を使用しますが、その他の作業は慣行の2毛作とほぼ同じ機械体系で行われます（表Ⅲ-3）、図Ⅲ-3、図Ⅲ-4）。

表Ⅲ-3 機械・作業体系および使用装備

作業・工程		使用機械・装備			作業人数
堆肥運搬（牛ふん）	ダンプ		リース 10 t（運転手付）	ホイールローダー	（委託）
堆肥散布	トラクタ	73 ps	マニュアルワゴン 3 t	ショベルローダー	3
堆肥運搬（豚ふん）	ダンプ		自家用 2 t	ショベルローダー	2-3
堆肥散布	トラクタ	80 ps	マルチスプレッダ 0.5 t（豚ふん用※）	ショベルローダー	2
播種	耕起	トラクタ	117 ps	ロータリー 260 cm	1
	心土破碎	トラクタ	90 ps	「プラソイラ」	1
	播種・施肥	トラクタ	41 ps	ブロードキャスター（補助）	2-3
	覆土	トラクタ	117 ps	ロータリー（パワーハロー）	1
	鎮圧	トラクタ	90 ps	ケンブリッジローラー	1
	除草（不耕起）	トラクタ	73 ps	フレールモア	1
	除草剤散布（不耕起）	トラクタ	73 ps	ブームスプレイヤ	1-2
	播種（不耕起）	トラクタ	90 ps	不耕起播種機（施肥ユニット付）	1
収穫	刈取	トラクタ	90 ps	ディスクモア 6連・5連	1
	反転	トラクタ	90 ps	ジャイロテッダ 6連	1
	集草	トラクタ	80 ps	ジャイロレーキ	1
調製	ロール	トラクタ	117 ps	ロールペーラ 120 cm	1
	ロール移動・搬出			ショベルグラブ	1
	ロール運搬	トラック		自家用 4 t・2 t	2
	ラッピング、保管	トラクタ	73 ps	ラップマシン	ショベルグラブ
出荷	ロール運搬	トラック		自家用 4 t・3 t リース 4 t	2-3

※豚ふん堆肥は数百kg単位で施用・散布することから、牛ふん堆肥用のマニュアルスプレッダでは散布ムラができる。
そのため豚ふん堆肥を散布する場合は別途、それに適する散布機を使用する。



①堆肥運搬（ダンプ）



②牛ふん散布（マニユアワゴン）



③耕起（ロータリー）



④豚ふん散布（マルチスプレッタ）



⑤播種（ブロードキャスト）



⑥鎮圧（ケンブリッジローラ）

図Ⅲ-3 耕起栽培の播種作業・機械体系



①ディスクモア（6連・2.4 m）



②ジャイロテッド（6ローター・5.9 m）



③ジャイロレーキ（6.4 m）



④ロールベラー（120 cm）



⑤ロール運搬（4 t・2 t）



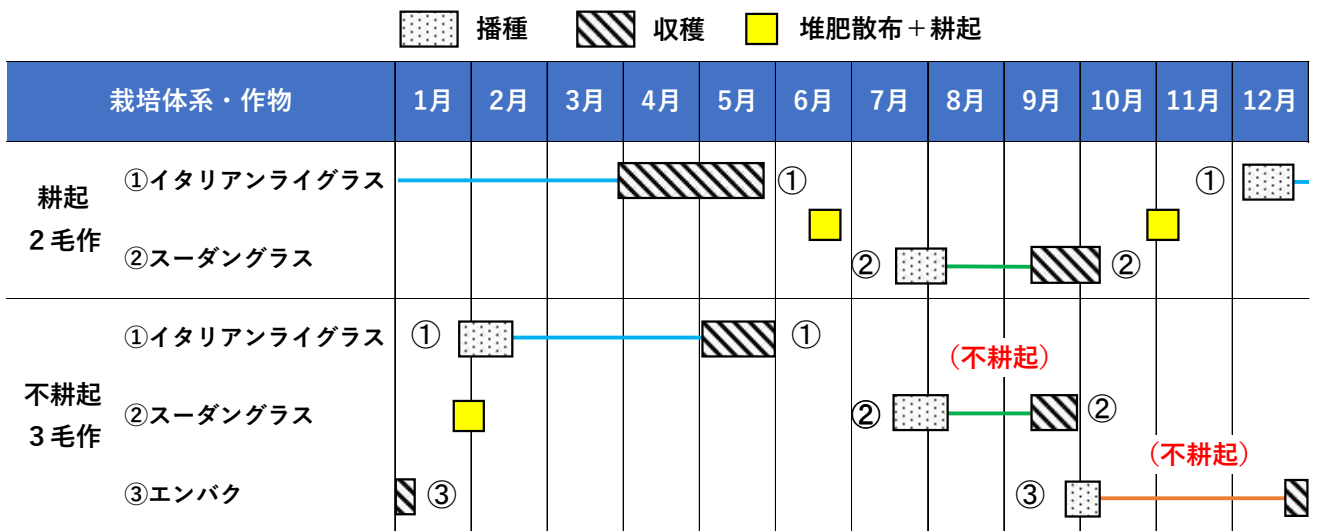
⑥ラップマシン（バール自動積載）

図Ⅲ-4 収穫作業・機械体系（予乾・ロールラップ収穫調製）

3. 不耕起栽培を導入した3毛作体系の導入効果

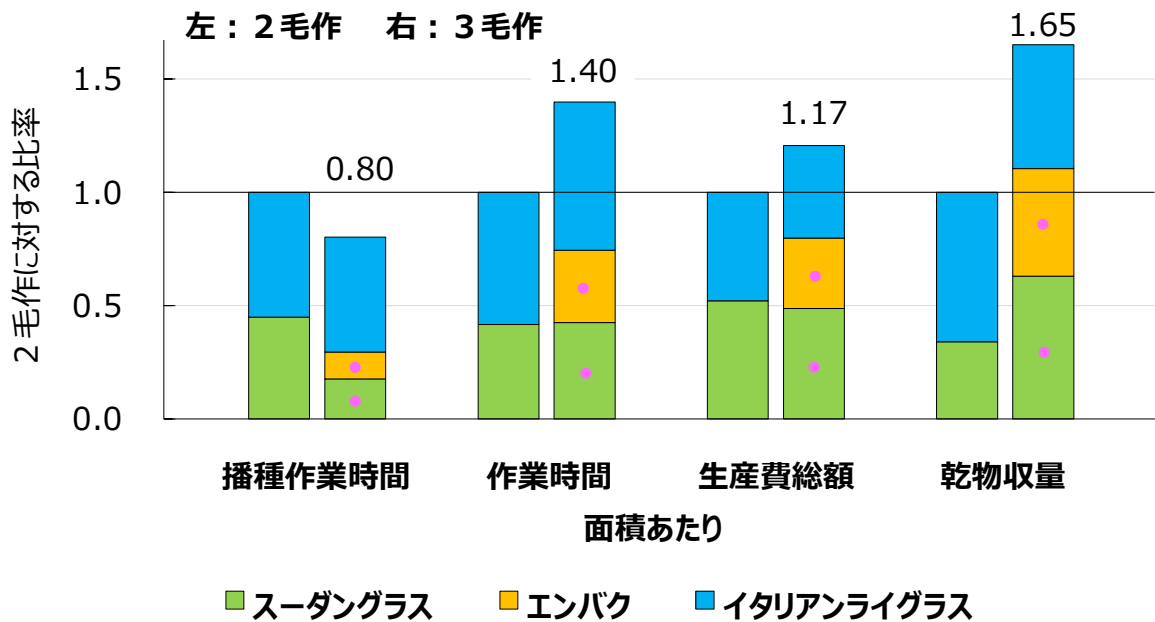
(1) 3毛作体系の作業時間と生産費用（10aあたり）

- 3毛作はスーダングラス（不耕起栽培）の後作に同じく不耕起栽培で夏播きのエンバクを取り入れ、さらにイタリアンライグラスの早春播き（耕起栽培）を組み合わせ、1年間に3回の作付を行う栽培体系です（図Ⅲ-5）。台風等の気象リスクの軽減、作付回数が増えることによる年間収量の増加などが期待できます。



図Ⅲ-5 不耕起3毛作と慣行2毛作体系

- 10aあたりの播種作業時間は、スーダングラスとイタリアンライグラスの慣行2毛作体系（いずれも耕起栽培）と比較して20%（1.85h→1.48h）低減できます（表Ⅲ-5、図Ⅲ-6）。なお、除草対策作業を含めると2%（0.04h）ほど増加することになります。3毛作は2毛作より1作増えるので10aあたりの作業時間は40%増（4.52h→6.33h）となりますが、そのうちの2作（スーダングラスとエンバク）は不耕起播種を導入するので、作業時間の増加を一定程度抑えることができます。



図Ⅲ-6 3毛作体系の導入効果 (10aあたり)

●は不耕起栽培

※図中の数値は2毛作体系を1とした場合の3毛作体系の各指標の比率。

- 3毛作は1年間に3回(夏、晩夏、早春)播種できるので、作期の分散を図ることができます。例えば、10aあたりの播種(除草)作業時間は、3毛作は1.89時間で2毛作(1.85時間)とほぼ変わりませんが、1作あたりでは0.63時間となり、2毛作(0.93h)より0.3時間(32%)ほど短くなります(表Ⅲ-4)。

また、10aあたりの作業時間全体でも、3毛作は収量増加に伴って収穫調製時間も増加しますが、1作あたりでみると作業時間(2.11h)は2毛作(2.26h)より0.15時間(7%)短くなることから、年間作業の分散・平準化を図ることができます。

表Ⅲ-4 3毛作体系の10aあたり作業時間

栽培体系	栽培作物	2毛作			3毛作				2毛作に対する比率
		スーダン グラス 耕起 (夏)	イタリアン ライグラス 耕起 (秋)	計	スーダン グラス 不耕起 (夏)	エンバク 不耕起 (晩夏)	イタリアン ライグラス 耕起 (早春)	計	
10 a あたり実乾物収量	(kg)	377	731	1,108	700	526	600	1,826	1.65
10 a あたり作業時間 ¹⁾	(h)	1.88	2.64	4.52	1.92	1.45	2.95	6.33	1.40
	1作あたり			2.26				2.11	0.93
堆肥 ²⁾	積込・運搬		0.20	0.20			0.48	0.48	
	散布		0.39	0.39			0.58	0.58	
播種	耕起	0.29	0.29	0.58			0.29	0.29	
	心土破碎		0.16	0.16			0.16	0.16	
	施肥	0.06	0.08	0.14					
	種子準備	0.10	0.10	0.20	0.10	0.10	0.10	0.30	
	播種(耕起)	0.04	0.04	0.08			0.04	0.04	
	覆土	0.21	0.21	0.41			0.21	0.21	
	鎮圧	0.14	0.14	0.28			0.14	0.14	
	播種(不耕起)				0.23	0.12		0.35	
	計	0.83	1.01	1.85	0.33	0.22	0.94	1.48	0.80
	除草	フレールモア・不耕起					0.19		0.19
散布・不耕起					0.22			0.22	
播種・除草計		0.83	1.01	1.85	0.55	0.41	0.94	1.89	1.02
	1作あたり			0.92				0.63	0.68
収穫	刈取	0.28	0.15	0.43	0.28	0.21	0.15	0.65	
	反転 ³⁾	0.28	0.28	0.56	0.28	0.28	0.28	0.84	
	集草	0.10	0.11	0.21	0.10	0.11	0.11	0.32	
調製	準備	0.02	0.04	0.06	0.04	0.03	0.03	0.10	
	ロール	0.10	0.12	0.22	0.19	0.11	0.10	0.40	
	ロール積込・運搬	0.15	0.24	0.39	0.29	0.20	0.20	0.68	
	ラッピング	0.10	0.10	0.20	0.19	0.10	0.08	0.37	
計	1.04	1.04	2.08	1.37	1.05	0.95	3.37	1.62	

1) ロール出荷、畦畔管理の作業時間は除く(圃場内における生産性に直接関与しない作業のため)。

2) 堆肥は牛ふんおよび豚ふんを散布。

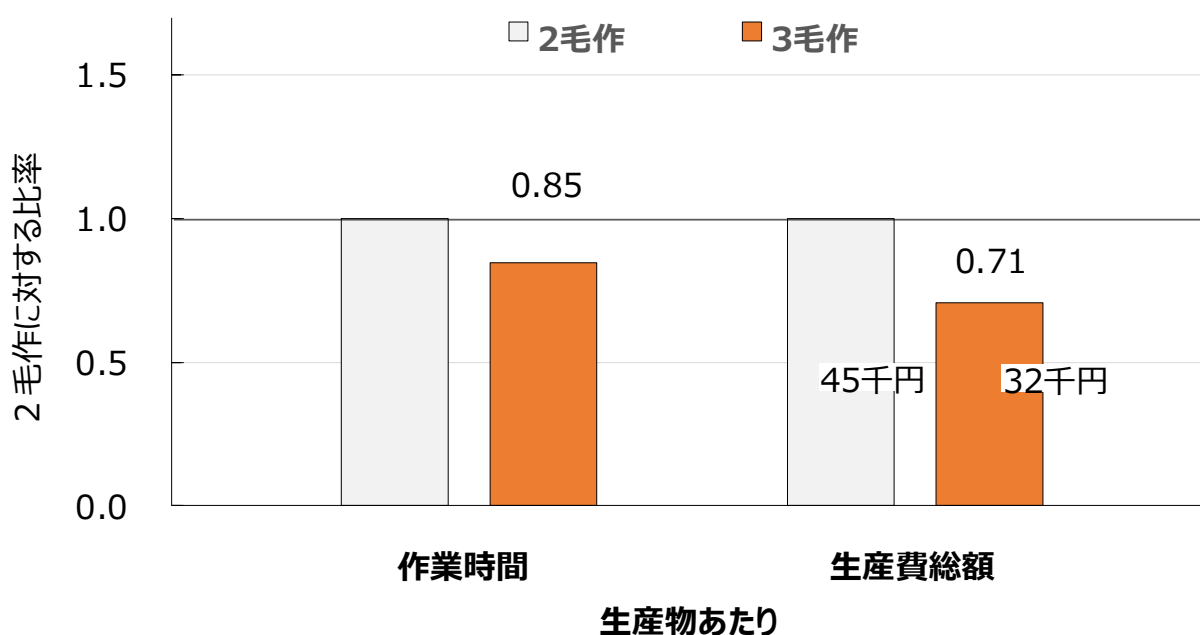
3) 収穫時の反転は2回。収穫回数はいずれも1回。

- 3毛作の10aあたりの費用合計は、2毛作より1作分増えるため、21% (40.4千円→48.7千円) 増加します。また、同生産費総額では17% (50.3千円→58.7千円) の増加となります。しかし、10 a あたりの収量が増加 (65%増) するので、収入増加による収益の向上・改善を図ることができます。
- 規模拡大を図る飼料生産組織などの経営では、圃場数・面積、作業量などの増加により、耕起栽培における播種作業の遅延などの理由から収量が減少し、収益が不安定 (赤字) になる問題がありました。そこで、このようなリスクがある2毛作と、より効率

的に播種ができる不耕起栽培を取り入れた 3 毛作とを比較することにより、3 毛作導入の経営改善効果を明らかにしました。

(2) 3 毛作体系の作業時間と生産費用（生産物 1 t あたり）

- 作業時間は 10a あたり 2 毛作の 1.4 倍（4.5 h→6.3 h）になりますが、増収効果（1.65 倍）により、生産物 1 t あたりでみた場合の作業時間は 15 %（4.1 h→3.5 h）が低減できます。
- 3 毛作の 10 a あたり費用合計は 21 %、同生産費総額は 17 %増加しますが、増収効果により生産物 1 t あたり費用合計は 27 %（36.4 千円→26.7 千円）、同生産費総額は 29 %（45.4 千円→32.1 千円）のコスト低減効果が見込めます。その結果、同収益は 14.9 千円増加することになります。例えば、2 毛作の作業時間と生産費総額を 1 とした場合、3 毛作ではそれぞれ 0.85、0.71 になることから、労働生産性の向上、収益改善効果が期待できます（図Ⅲ-7）。



図Ⅲ-7 3 毛作体系の導入効果（生産物 1 t あたり）

1) 図中の数値は 2 毛作を 1 とした場合の 3 毛作体系の各指標の比率。

(3) 不耕起栽培を導入して可能となる3毛作のメリット・波及効果

- 3毛作は、土地利用率向上、作期分散、年間収量の安定確保、減収リスク軽減などの経営改善効果が期待できます。
- 大規模な飼料生産組織（それらに作業を委託する畜産経営など）を中心に、より少ない栽培面積でより効率的に年間収穫量の安定確保や減収リスク軽減などを図ることができ、経営・収益の安定化が期待できます。
- 規模の拡大を図る場合、3毛作（不耕起栽培）の導入は、その播種作業が省力化されると同時に例えば、2毛作（主に夏作）の耕起播種（適期作業）に労働力を振り向けることができるようになります。3毛作と2毛作との組み合わせによる圃場利用・栽培計画を立てることで作業の分散・平準化を図ることができ、また、3毛作の収益増加だけでなく、2毛作の作業改善や収益安定化も期待できます。
- これらの効果は、現地のTMRセンターの原料購入コスト低減や繁殖経営の飼料費削減、そして、地域自給飼料の生産拡大、安定供給、さらには繁殖基盤の強化に結びつくことが期待されます。
- 飼料生産のための土地利用が制約を受けやすい（カンショ作や露地野菜作など他の作目との競合がみられる）地域により適するとともに、地域的な土地利用の効率化にもつながります。
- 3毛作は、九州南部などの気候の温暖な暖地での導入が要件となります。また、不耕起播種機を使用するので飼料生産組織などの大規模経営での利用に適しています。
- 3毛作には不耕起栽培の導入が不可欠ですが、雑草管理方法など耕起栽培とは異なる点に注意する必要があります（Ⅱ章参照）。例えば、エンバクは夏に播種して年内に出穂する極早生品種を選択し、使用できる除草剤がないため、前作のスーダングラスで雑草を確実に抑制したうえで、雑草との競合が弱まる9月中下旬を目安に播

種することが重要です。また、スーダングラスでは湿害の発生を回避するため、梅雨の時期を避けて播種を行うことが必要です。3毛作の導入にあたっては、これらの技術的条件に加えて、それらを実行するための作業を適期に実施できる機械・作業体制の確保が条件となります。

- なお、本事例による試算では、イタリアライグラスの耕起播種作業（早春）のための作業可能日数が栽培面積の制約要因となっています。したがって、その作業効率が向上すれば栽培可能面積の拡大も見込めます。

参考資料

1. 成果情報：暖地で耕起栽培と同等の収量が得られるスーダングラスの不耕起栽培技術（農研機構 普及成果情報 畜産・草地、2016年）
https://www.naro.go.jp/project/results/4th_laboratory/karc/2016/16_011.html からダウンロード可能
2. 成果情報：不耕起播種技術を利用した飼料生産組織向け多収栽培体系（農研機構 普及成果情報 畜産・草地 2020年）
https://www.naro.go.jp/project/results/4th_laboratory/karc/2020/20_014.html からダウンロード可能
3. 技術紹介動画：耕さずに種を播く！飼料作物の不耕起播種・栽培技術の紹介（農研機構 NAROchannel、2022年2月）
<https://www.youtube.com/watch?v=DV50eD2bIsQ>
4. 平成28年度自給飼料利用研究会資料「暖地・温暖地の作付体系と多毛作への取り組み」（農研機構 畜産研究部門刊、2016年12月）
<https://www.naro.go.jp/laboratory/nilgs/kenkyukai/jikyushiryoriyo/073680.html> からダウンロード可能
5. 技術紹介パンフレット「大規模飼料生産におけるスーダングラスの不耕起栽培技術

- マニュアル」(農研機構 九州沖縄農業研究センター刊、2020年4月)
https://www.naro.go.jp/publicity_report/publication/pamphlet/tech-pamph/138253.html からダウンロード可能
6. スーダングラス(*Sorghum bicolor* Moench)の条播栽培における播種時期と栽植様式が雑草との競合に与える影響 (日本暖地畜産学会誌 60 : 1-3)
https://www.jstage.jst.go.jp/article/jwaras/60/1/60_3/_article/-char/ja/ からダウンロード可能
7. スーダングラス(*Sorghum sudanense* (Piper) Stapf)の不耕起栽培における収量および雑草防除方法の検討と播種作業の省力効果 (日本草地学会誌 64 : 91-98)
https://www.jstage.jst.go.jp/article/grass/64/2/64_91/_article/-char/ja/ からダウンロード可能
8. 九州南部の飼料生産における多毛作体系の導入による台風リスクの軽減効果 (日本草地学会誌 66 : 242-247)
https://www.jstage.jst.go.jp/article/grass/66/4/66_242/_article/-char/ja/ からダウンロード可能
9. 技術紹介パンフレット「気象リスクに対応した安定的な飼料作物生産技術の開発 5. 九州南部における台風リスク軽減のための飼料生産体系」(農研機構 畜産研究部門刊、2021年3月)
https://www.naro.go.jp/publicity_report/publication/pamphlet/tech-pamph/139171.html からダウンロード可能
10. 技術紹介パンフレット「飼料用トウモロコシの作付け拡大に向けた新しい栽培技術<2019年度版>」(農研機構 畜産研究部門刊、2020年3月)
https://www.naro.go.jp/publicity_report/publication/pamphlet/tech-pamph/134736.html からダウンロード可能
11. 成果情報：簡単で便利な線形計画法プログラム XLP (農研機構 普及成果情報 経営 1998年)
<https://www.naro.go.jp/project/results/laboratory/narc/1998/narc98-520.html>

その他情報

本手順書の内容の一部は生研支援センター「革新的技術開発・緊急展開事業（うち経営体強化プロジェクト）（2018～2020 年度）」によって実施した研究成果を取りまとめたものです。

担当窓口、連絡先

農研機構 九州沖縄農業研究センター 研究推進部 研究推進室 広報チーム

E-mail : q_info@ml.affrc.go.jp Tel. : 096-242-7530



「農研機構」は、国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構のコミュニケーションネーム（通称）です。