

令和 6 年 6 月 6 日現在

機関番号：17601

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2019～2023

課題番号：19K06000

研究課題名(和文) 西南暖地における飼料用ダイズの多回刈り技術の基礎的研究—刈取り高さと踏圧回数—

研究課題名(英文) Fundamental research on multiple-cutting technique for soybean in the southwestern warm region. -Cutting height and number of cutting-

研究代表者

石垣 元気 (Ishigaki, Genki)

宮崎大学・農学部・准教授

研究者番号：80584573

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円

研究成果の概要(和文)：大型機械での飼料用ダイズ生産体系の確立を上位目標とし、数種のダイズ品種を用いて、飼料用ダイズの再生性について調査するとともに、ローズグラス混播条件下における播種方法・播種密度について検討した。再生性については、フクユタカおよび小浜ダイズでは、いずれの刈取り高さ(12cmおよび7.5cm)でも再生が確認された。播種方法および播種密度については、散播条件、条播条件ともに同程度のダイズ割合であったことから、飼料生産で一般的に用いる作業機(ブロードキャストなど)による散播が可能であり、またダイズ播種量を加減することで全体収量に対するダイズ割合を調整することが可能となることを明らかにした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究では、ダイズ植物体における再生性について、粗飼料利用の観点から評価し、持続的なタンパク質源の生産の可能性について検証し、再生性を有するダイズ品種を選定するとともに、再生時の外的環境について問題提起することができた。また、一般的な農業機械での播種作業を可能とする播種方法・播種密度について検証し、その最適条件を明らかにした。以上のことから、本研究成果は、国内の粗飼料自給生産の向上、ひいては、海外からの濃厚飼料の依存を軽減させる上で、有効な方法の1つであることを明らかにした。

研究成果の概要(英文)：The goal of this study is to establish a soybean as forage production system using large machinery. As first approach, the regeneration ability of several soybean varieties was investigated under intercropping conditions with Rhodes grass which is one of tropical grasses. As second approach, the soybean sowing methods and sowing densities was examined. As a result, no difference was observed among soybean varieties in terms of regeneration ability after cutting, and the development of axillary buds was observed in about half of the soybean plants. However, the axillary buds did not grow and died due to dry conditions and severe insect damage during the growing period. Regarding the sowing method and sowing density, it is possible to sow using a working machine (such as a broadcaster) commonly used in feed production. Also, it is possible to adjust the proportion of soybean to the total yield by adjusting the amount of soybean sowing.

研究分野：飼料作物生産

キーワード：飼料用ダイズ 暖地型イネ科牧草 混播体系 再生性 播種方法 播種密度 ローズグラス

様式 C-19、F-19-1 (共通)

1. 研究開始当初の背景

我が国では、輸入濃厚飼料、燃料および化成肥料の急激な価格高騰による生産農家の経営圧迫を背景として、高品質で持続可能な粗飼料生産の確立が喫緊の課題となっている。現在、国内の西南暖地で粗飼料として栽培利用されているローズグラスやギニアグラスなどの主要な暖地型イネ科牧草は、生育段階が進むにつれて、タンパク質や消化性が著しく低下し、家畜への生産に影響を及ぼしている。また、冬季・春季に栽培されている寒地型イネ科牧草（イタリアンライグラスなど）においても、化成肥料の価格高騰による施肥量の不足や、刈り遅れによるタンパク質含量の低下が報告されている。このことから、今後、これらのイネ科牧草の欠点を補う高タンパク粗飼料となるような作物を新たに探索、導入することが望まれる。最近、海外では、ダイズを飼料用として栽培利用する例が報告されており、国内でも、簡易更新機や不耕起播種機を用いたイネ科牧草（イタリアンライグラス）のリビングマルチ方法で飼料用ダイズを栽培する事例が報告されている。

2. 研究の目的

本研究は、西南暖地の春季から秋季における、農業機械での多回刈り飼料用ダイズ生産体系の確立を目的とし、以下、3つの研究を実施した。

試験1. 生育型の異なるダイズ系統における異なる刈取り高さにおける再生性および収量性
多回刈り飼料用ダイズ生産体系の確立を上位目標とし、フクユタカ、小浜大豆および秣食豆公503を用いて、異なる刈取り高さにおける再生性と収量性を中心に調査した。

試験2. ダイズ種子の草地上への直播・発芽を可能とする種子水分調整法の検証

ダイズ品種フクユタカを用いて、ダイズ種子の吸水や吸湿などの水分調節がその後の無灌水条件下における種子含水量および発根に及ぼす影響について調査し、ダイズ種子を1番草刈取り後のローズグラス採草地に耕起せずに直接散播する播種方法について検証した。

試験3. ダイズと暖地型イネ科牧草ローズグラスの混播体系における播種方法・播種密度

一般的な播種作業機（ブロードキャスター）による飼料用ダイズ生産を可能とするようなダイズと暖地型イネ科牧草ローズグラスの混播体系を確立するために、ダイズの最適な播種方法および播種密度について検討した。

3. 研究の方法

試験1. 試験は、宮崎大学農学部附属フィールド科学教育研究センター住吉フィールドで行い、1区面積あたり0.025m²(0.5m×0.5m)の試験区を各ダイズ品種・系統あたり6反復設けた。播種は1試験区に2粒行い(5月22日)、発芽後1週目に生育程度から1個体に間引きした。播種後64日目(7月25日)に生育段階、主茎長、花蕾数、着莢数、最下位節高さを調査し、1回目刈取り処理を行なった。刈取り高さは、地上から7.5cm(低刈り処理)および12.5cm(高刈り処理)とした。刈取り後50日目(9月13日)に再生が確認できた個体については、主茎長、分枝節数、花蕾数、着莢数を調査し、2回目刈取りを行なった(低刈り処理区は低刈り、高刈り処理区は高刈り)。いずれの刈取り後も、葉部・茎部・莢部に選別し、各部位の乾物重を測定した。

試験2. ダイズ種子の種子重を1粒ずつ測定後、無処理、浸漬処理(1,2時間)または吸湿処理(3,12,24時間)を行なった。浸漬処理はプラスチック容器(8cm×11.5cm×6.5cm)に供試種子を底部分に静置し、種子全体が浸漬するように水道水を入れて行なった。吸湿処理は、同規格のプラスチック容器の底部分に水道水を入れ、供試種子が水に触れない高さ位置(5.5cm)に60穴仕切り板を設置し、その仕切り版板上に種子を並べ、フタをして行なった。浸漬または吸湿処理後、1粒ずつ種子重を測定し、室温(28-30℃)・湿度58%-60%条件下で4時間、1日、2日および3日間静置し、各静置処理後に種子重を1粒ずつ測定した。水分前処理を行わない水準を対照区とした。反復として各水準につき10粒を供試し測定し、種子含水率を算出した。

試験3. 品種フクユタカ(中晩生)を供試した。異なる播種密度(15粒/m²および30粒/m²)および異なる播種方法(散播・条播)を組み合わせた水準を設けて、ローズグラス(2.8g/m²)と播種・栽培した。条播では畝長3m、畝間33cm、畝数9本、株間8cm、深度3cmの条件で手動にて播種した。散播では前述した2水準の播種量で手播きした後、深度3cm程度になるように覆土鎮圧した。播種から1週間後の2021年9月29日に発根個体数を、播種から2週間後の2021年10月6日に初生葉発生個体数を調査した。播種から50日後に、栽培特性および収量性を調査した。

4. 研究成果

試験1: 1回目刈取り直前の生育段階は、フクユタカはV6、コハマはV4であった。一方、秣食はR1であった。最下位節高さ(平均)は、フクユタカは8.6cm、コハマは6.0cm、秣食は3.9cm

であった。1回目刈取り後、再生葉が確認できた個体の分枝節数(平均)は、フクユタカは、低刈り区で1.8、高刈り区で3.6、コハマは低刈り区で2.0、高刈り区で3.4であった。一方、秣食はいずれの刈取り区も再生しなかった。再生程度はフクユタカおよびコハマのいずれも、高刈り区が有意に高かった($P < .05$)。フクユタカ(両処理区)およびコハマ(高刈り区のみ)は成長し、1回目刈りとりから50日目にはR5(フクユタカ)またはR6(コハマ)まで生育した。2回目刈取り時の合計乾物収量は、フクユタカ(低刈り区で12.6g/個体、高刈り区で26.2g/個体)およびコハマ(低刈り区で4.3g/個体、高刈り区で21.2g/個体)の両品種・系統とも高刈り区が有意に高かった($P < .05$)。以上の結果から、フクユタカおよびコハマでは、南九州では2回刈取りを行うことができた。これらの品種・系統が再生したのは、中晩生～晩生で、1回目刈取り時には、栄養生長であり、最下位節高さ(平均)が刈取り高さよりも上に位置していたことが要因であると考えられた。しかしながら、1番草刈取り時期の乾燥条件(小雨・高温)や虫害が顕著な場合は、腋芽は伸長することなく枯死する個体が多く観察された。

参考文献: Australian Journal of Crop Science 15 (12): 1452-1458.

試験2: ダイズ種子への浸漬または吸湿処理後の水分前処理および静置後の種子含水率の推移を図1に示した。浸漬処理(2時間および4時間)を行なった場合、ダイズ種子の種子含水率は約50%となった。静置処理後の種子含水率は静置4時間後においては静置前との間に有意な差は認められなかったが、静置1日後には急激に低下し、静置3日後には試験開始前の種子水分状態である約10%となった。吸湿処理(3時間、12時間、および24時間)を行なった場合、ダイズ種子の種子含水率は約20%となった。その後、静置処理により種子含水率は時間とともに低下し、静置3日後には約10%となった。このように、浸漬または吸湿処理直後にはダイズ種子の種子含水率は高くなったが、静置3日後には両処理とも無処理のダイズ種子の種子含水率と同程度の値まで低下した。以上のことから、本研究では、ダイズ種子の吸水処理による水分調節を施し、草地の表層への種子散播を想定した場合、長期間の連続降雨が無い限り、発芽に必要な種子含水率は維持できず減少し、発根・発芽に至らないことが推察された。このことから、今後、異なる種子粒径(小粒系統)の種子水分含量とその発芽特性の調査に加え、草地の表層上で散播後の発根および定着を可能とする水分保持技術開発を行う必要がある。

参考文献: Australian Journal of Crop Science 17 (2): 240-243

試験3: 1番草刈取り時における全体収量に対するダイズ割合は、条播条件では、高密度播種・50%、低密度播種・19%となり、散播条件では、高密度播種・39%、低密度播種・32%であった。サイレージ品質や家畜の嗜好性を考慮すると、ダイズ割合が約30%程度である散播条件・低密度播種が本地域での栽培体系に適しているものと考えられた。再生性については、異なる播種区間において初期の再生性に差は認められず、刈り取られたダイズの約7-8割の個体から腋芽が発生した。しかしながら、試験地では、長期間降雨がなく、さらに虫害にあったため、生育することなく枯死した。そのため、2番草収穫はローズグラスのみとなり、1番草の乾物収量および2番草の乾物収量を足した年間乾物収量では、散播条件・高密度播種が最も高い値となり、ローズグラス単播区(100)と比べて相対値は122となった。その結果、播種方法および播種密度については、従来法である条播方法で用いるダイズ播種機を用いる必要がなく、飼料生産で一般的に用いる作業機(ブロードキャストなど)による散播が可能であり、またダイズ播種量を加減することで全体収量に対するダイズ割合を調整することが可能であることを明らかにした。

参考文献: Australian Journal of Crop Science 17 (10): 770-775.

以上の基礎知見から、農業機械を用いた混播栽培(ダイズ・ローズグラス)を最終年度(2023年度)に実施した。供試品種フクユタカの収量性(乾物収量)は、ローズグラスが100kg/10a、ダイズが344kg/10a、合計収量が444kg/10aとなった。収穫物の粗タンパク含有率は13.7%であり、ローズグラス単播での粗タンパク含有率8.6%と比べて約5%向上した。

以上のことから、本研究における飼料用ダイズ栽培の基礎的知見に基づいた本栽培体系が飼料用ダイズ生産性の向上に寄与することが期待される。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計5件（うち査読付論文 5件/うち国際共著 1件/うちオープンアクセス 5件）

1. 著者名 Naoki Honda and Genki Ishigaki	4. 巻 17
2. 論文標題 Effect of water priming on the seed moisture content and the rooting of soybean [Glycine max (L.) Merr.] 'Fukuyutaka' seeds under non-irrigated conditions	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Australian Journal of Crop Science	6. 最初と最後の頁 240-243
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.21475/ajcs.23.17.02.p3814	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 Prasojo Yogi Sidik, Ishigaki Genki, Hashiguchi Masatsugu, Mugerza Melody, Akashi Ryo	4. 巻 15
2. 論文標題 Evaluation of regrowth ability of soybeans for forage utilization under two-cutting systems	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 December 2021	6. 最初と最後の頁 1452 ~ 1458
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.21475/ajcs.21.15.12.p3315	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 Y. S. Prasojo, M. Niimi, M. M. Rahman, G. Ishigaki and R. Akashi	4. 巻 32
2. 論文標題 EFFECT OF SOYBEAN (GLYCINE MAX L. MERR) INTERCROPPING INTO RHODESGRASS (CHLORIS GAYANA KUNTH.) ON DRY MATTER YIELD, CRUDE PROTEIN, AND SILAGE CHARACTERISTICS GROWN IN SOUTHWEST JAPAN	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 The Journal of Animal and Plant Science	6. 最初と最後の頁 460 ~ 465
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.36899/JAPS.2022.2.0443	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 Sidik Pras Yogi, Ishigaki Genki, Hashiguchi Masatsugu, Akashi Ryo	4. 巻 20
2. 論文標題 Effect of Different Growth Stages on Biomass Weight and Forage Quality of Different Growth Type Soybean (Glycine max)	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Asian Journal of Plant Sciences	6. 最初と最後の頁 256 ~ 262
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3923/ajps.2021.256.262	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 Prasojo Yogi Sidik、Niimi Mitsuhiro、Hashiguchi Masatsugu、Muguerza Melody、Ishigaki Genki	4. 巻 17
2. 論文標題 The effects of the different sowing methods and planting density on the yield components of soybean (Glycine max) under intercropping condition with rhodes grass (Chloris gayana Kunth.)	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 October 2023	6. 最初と最後の頁 770 - 775
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.21475/ajcs.23.17.10.p3880	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 該当する

〔学会発表〕 計2件(うち招待講演 0件/うち国際学会 0件)

1. 発表者名 石垣 元気・高橋 京史・Yogi Sidik Prasojo・明石 良
2. 発表標題 LEDライトトラップを用いた飼料用ダイズの主要害虫管理技術に 関する基礎的研究
3. 学会等名 日本草地学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 石垣元気、Yogi Sidik Prasojo、橋口正嗣、明石 良
2. 発表標題 飼料用ダイズの多回刈り技術に関する基礎的研究
3. 学会等名 日本草地学会
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------	---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------