

学位論文要旨	
氏名	水町 進
題目	暖地型イネ科牧草種の高位生産システムに関する研究 (Studies on high production system of tropical forage grass species)
<p>本研究は我が国唯一の亜熱帯性気候に属する沖縄県において、生産性の高い暖地型イネ科牧草種について、生育段階、窒素施肥および刈取強度が乾物生産性に及ぼす影響、並びに気象条件との関係を明らかにすることによって、高位生産システムを解析したものである。また、草地の持続性と家畜の生産性を考慮に入れた草地生産方式について検討した。得られた結果は以下の通りである。</p> <ol style="list-style-type: none">1. 新規導入した草種・品種 10 種、現在利用されている主要 3 草種、計 13 草種・品種について、同一な肥培管理条件下で 3 年間に渡って季節生産性を気象条件との関係で検討した結果、クリーピングシグナルグラス、シグナルグラス、セタリア（品種カズングラ）は年間を通じての乾物生産が高いだけでなく、既存草種と比べて耐旱性に優れていることが示され、粗飼料生産の季節平準化の観点から有望草種であることを示した。2. ギニアグラスおよびセタリアの乾物生産性と栄養価に及ぼす 6 水準の刈取間隔の影響について調査した。ギニアグラスの平均 CGR は刈取間隔 50 日で最大となった。セタリアは刈取間隔の延長に伴い平均 CGR、合計乾物収量共に直線的に増加した。葉茎比は両草種共に刈取間隔を延長に伴い低下し、夏季に低下する傾向を示した。刈取間隔の延長により両草種の乾物生産性は高まるが、葉茎比を高く維持し、葉部収量を確保する観点からは、40-50 日の刈取間隔が推奨された。また、夏季の生育を比較した結果、セタリアはギニアグラスより早魃の影響を受け易い草種である評価された。3. 両草種の窒素含量および乾物消化率は刈取間隔の延長に伴い低下した。特に、夏季の窒素含量を著しく低下させた。気象要因をも含む重回帰分析の結果、栄養価変動の主要因は刈取間隔であることが示された。窒素収量は刈取間隔に延長に伴い低下したが、可消化乾物収量はギニアグラスで 30-40 日刈、セタリアでは 50 日刈でそれぞれ最大となり、刈取間隔の延長に伴い減少した。3. ギニアグラス、セタリアおよびシグナルグラスの 3 草種について、窒素施肥水準と刈取間隔が乾物収量に及ぼす影響を調査した。ギニアグラスは年間 150kgN/10a 施肥量まで収量増加が認められたが、セタリアとシグナルグラスの乾物収量は 100kgN/10a までの窒素施肥量で増加し、それ以上での有意な増加は認められなかった。4. ギニアグラス、セタリアおよびシグナルグラスの 3 草種について、造成後の基底被度に及ぼす窒素施肥量と刈取間隔の影響について解析した。基底被度は窒素施肥量の増加と刈取間隔の延長に伴い低下した。高い乾物収量を維持するために、セタリアは m² 当たり 20-25 株であるのに対し、他の 2 草種は 15-20 株で最も高く、株数の増加に伴い低下した。 <p>以上のように、生産性の高い数種暖地型イネ科草種の刈取間隔と窒素施肥の栽培条件の違いから、高位生産をもたらす要因を明らかにし、本地域での家畜生産を考慮した草地管理並びに利用方法について提示した。</p>	

学 位 論 文 要 旨

氏 名 Susumu Mizumachi

題 目 Studies on high production system of tropical forage grass species
(暖地型イネ科牧草種の高位生産システムに関する研究)

The study was conducted to evaluate the high yielding system of some high productive tropical grass species by clarifying about dry matter production affected by growing stage, nitrogen application, harvesting intensity and climate factors. Pasture production system was also evaluated in consideration for pasture persistence and animal production. The results obtained were as follows.

1. Newly introduced 10 species and famalized 3 species were compared in the respect of seasonal productivity and climate factors for three years under the same fertilization. Creeping signalgrass, signalgrass and setaria (cv. Kazungula) maintained the high seasonal production through experimental periods, and showed high drought tolerant among 13 species.
2. In the experiment of six levels of harvesting interval on the dry matter productivity of guineagrass (cv. Gatton) and setaria (cv. Kazungula), the annual dry matter yield of guineagrass increased with the longer harvesting interval up to 60 days and decreased at the 70-day interval. The significant quadratic regression was obtained with average CGR as criterion variables and with harvesting interval as explanatory variables, which presented maximum CGR value at the 50-day interval for guineagrass and at the 70-day interval for setaria. It is also recommended for harvesting interval of 40-50 days, considering with leaf/stem ratio and leaf yield. Comparing with dry matter production of both species under an assumed drought condition, guineagrass is more tolerant than setaria.
3. Annual mean nitrogen concentration and dry matter digestibility of two species decreased linearly with increasing cutting interval. The significant multiple regressions were obtained with nutritive values as criterion variables and with cutting interval and climatic conditions as explanatory variables. Standard partial regression coefficients indicated that cutting interval was the major factor to affect the nutritive value. Total nitrogen yield decreased with increasing cutting with extending cutting interval. Total digestible dry matter yield was maximized at 30 to 40 days of interval in guineagrass and at 50 days of interval in setaria.
4. Total annual dry matter yields of guineagrass increased with increasing N fertilization to 150 kgN/10a/year. As for other two grasses that increased to 100 kgN/10a/year. The appropriate cutting interval should be 40 days.
5. Relationship between cutting interval on basal coverage, stubble number and dry matter yield of 3 species mentioned above were investigated. The basal coverage of grasses increased with increasing N fertilization and extending cutting interval. In the case of setaria optimum stubble number for maximum dry matter yield was 20-25/m², and these of other grasses was 15-20/m².

From the results, the high yielding system of some high productive tropical grass species was revealed under the cultivation conditions of harvesting interval and nitrogen fertilization, and suggested an appropriate pasture management and utilization.

学位論文審査結果の要旨

学位申請者 氏 名	水町 進
審査委員	主査 琉球 大学 教授 仲田 正
	副査 琉球 大学 教授 川本 康博
	副査 宮崎 大学 教授 杉本 安寛
	副査 佐賀 大学 教授 尾野 喜孝
	副査 鹿児島大学 教授 中西 良孝
審査協力者	
題 目	暖地型イネ科牧草種の高位生産システムに関する研究 (Studies on high production system of tropical forage grass species)
<p>本研究は我が国唯一の亜熱帯性気候に属する沖縄県において、生産性の高い暖地型イネ科牧草種の生育段階、窒素施肥および刈取強度の栽培管理条件、並びに気象条件が乾物生産に及ぼす影響を検討することによって、高位生産をもたらす要因を明らかにしたものである。また、草地の持続性と家畜の生産性を考慮に入れた草地生産方式についても検討した。得られた結果は以下の通りである。</p> <p>1. 沖縄県南部地域である八重山地域の基幹草種であるギニアグラスおよびセタリア（品種カズングラ）の乾物生産性と栄養価に及ぼす6水準の刈取間隔の影響について調査した。ギニアグラスの平均CGR(個体群生長速度)は刈取間隔50日で最大となった。セタリアは20日から70日と刈取間隔が長くするに伴い、平均CGR、合計乾物収量共に直線的に増加した。葉茎比は両草種共に刈取間隔が長くするに伴い低下し、その傾向は夏季で顕著であった。刈取間隔が長くすることにより両草種の乾物生産性は高まるが、葉茎比を高く維持し、葉部収量を確保する観点からは、40-50日の刈取間隔が推奨された。また、夏季の生育を比較した結果、ギニアグラスはセタリアより旱魃の影響を受け難い草種であると評価された。</p>	

次に、両草種の窒素含有率および乾物消化率は刈取間隔を 20 日から 70 日まで長くするに伴い低下した。特に夏季の窒素含有率を著しく低下させた。気象要因も含む重回帰分析の結果、栄養価変動には、自然環境要因よりもむしろ栽培管理要因が大きく関与することが示された。窒素収量は刈取間隔の延長に伴い低下したが、可消化乾物収量はギニアグラスで 30 - 40 日刈、セタリアでは 50 日刈でそれぞれ最大となった。

2. 新規導入した草種・品種 10 種、現在利用されている主要 3 草種、計 13 草種・品種について、同一の肥培管理条件下で 3 年間に亘って気象条件との関係で季節生産性を検討した結果、クリーピングシグナルグラス、シグナルグラス等のブラキラリア属、セタリア属は年間を通じての乾物生産が高く、さらに耐旱性にも優れ、生産性および年間平衡生産の観点から有望草種であることを示した。

3. ギニアグラス、セタリアおよびシグナルグラスの 3 草種について、窒素施肥水準と刈取間隔が乾物収量に及ぼす影響を調査した。ギニアグラスは年間 150 kg N / 10a 施肥量まで収量増加が認められたが、セタリアとシグナルグラスの乾物収量は 100 kg N / 10a までの窒素施肥量で増加し、それ以上の施肥量の増加による増収効果は認められなかった。

4. ギニアグラス、セタリアおよびシグナルグラスの 3 草種について、草地造成後の基底被度に及ぼす窒素施肥量と刈取間隔の影響について解析した。基底被度は窒素施肥量の増加と刈取間隔の延長に伴い低下する傾向を示した。その結果、高い乾物収量を維持するための最適株数については、セタリアは 20-25 株 / m² であるのに対し、他の 2 草種は 15-20 株 / m² と推定された。

以上のように、本論文は数種の暖地型牧草における高位生産システムに関与する要因を草地生産管理の面から解析し、多くの新知見を提示したものであり、審査員一同は本論文が学位論文として十分価値があるものと判定した。

最終試験結果の要旨	
学位申請者 氏名	水町 進
審査委員	主査 琉球 大学 教授 仲田 正
	副査 琉球 大学 教授 川本 康博
	副査 宮崎 大学 教授 杉本 安寛
	副査 佐賀 大学 教授 尾野 喜孝
	副査 鹿児島大学 教授 中西 良孝
審査協力者	
実施年月日	平成 21 年 8 月 3 日
試験方法 (該当のものを○で囲むこと。) <input type="checkbox"/> 口答・筆答	
<p>主査、副査の5名は、平成21年8月3日の公開審査会において学位申請者に対して、学位申請論文の内容について説明を求め、関連事項について試問を行った。具体的には別紙のような質疑がなされ、いずれも満足できる回答を得ることができた。</p> <p>以上の結果から、審査委員会は、学位申請者が鹿児島大学大学院連合農学研究科博士課程修了者としての学力ならびに識見を有するものと認め、博士（農学）の学位を与えるに十分な資質を有するものと判定した。</p>	

学位申請者 氏名	水町 進
<p>〔質問 1〕 試験設定において、生育段階をみるために、「草丈」や「出穂」などを基準にすることも考えられるが、「刈取り間隔」を選んだのは何故か？</p>	
<p>〔回答 1〕 草丈や出穂時期は各個体によって異なります。それらを基準にすると結果にバラツキが出ますので、群として同一条件下で解析するためには、刈取り間隔が適当と判断しました。実際の管理利用では、冬季では生育速度が遅いため、短い間隔での刈取は難しいと思います。</p>	
<p>〔質問 2〕 草種を選定する場合において、採草利用か放牧利用かで調査の方法が異なり、評価方法も変わってくると考えます。それぞれの利用目的に応じた評価をする必要はありませんか？</p>	
<p>〔回答 2〕 本研究では、高位生産を行う採草利用の草種を対象に考えての評価方法です。</p>	
<p>〔質問 3〕 では調査・研究を行った八重山地域では採草利用が主なのか？</p>	
<p>〔回答 3〕 八重山地域は我が国で最も暖地型牧草種の栽培に適する地域です。しかし、最寒月の平均気温は 18℃であり、暖地型牧草種の冬季の CGR は夏季の半分以下に低下します。そのことから、冬季の補完的粗飼料の確保が重要になります。冬季の貯蔵飼料の準備量が飼養規模の決定要因になっています。その意味も含め、本試験においては採草利用を想定した評価を行いました。</p>	
<p>〔質問 4〕 施肥効果を評価するに際し、窒素収量だけでなく窒素利用率も算出しては如何か？</p>	
<p>〔回答 4〕 わかりました。そうすると新たな評価もできます。</p>	
<p>〔質問 5〕 基底被度についてみると、株数は減少するが、肥大するので山型のグラフになる。では、冬季だけについてみるとどうか？また、株の永続性についても解析すべきではないのか？</p>	
<p>〔回答 5〕 他の論文を参考に検討しましたが、永続性については 5 年ほどの試験期間で行っているものが多いので、今後は冬季を含め長期的な推移を調査する必要があります。株の永続性については、最終刈取日の株数を調べ、最適株数よりも低下している場合は、収量が低下する可能性があるとして言及しています。</p>	
<p>〔質問 6〕 八重山地域の飼料給与体系について尋ねます。例えば、最適刈取り間隔の 40 日から 50 日間隔で刈取りを行った場合、その都度貯蔵飼料に変えていくのか、青刈りでも給与するのか？</p>	
<p>〔回答 6〕 試験地である竹富町西表島を含む八重山地域においては草地面積の 50% 以上が放牧草地として利用されているが、沖縄本島では草地面積の 90% は採草地です。採草利用の場合は、そのほとんどをラッピングロールバールとして調製しています。刈取り間隔 40 日から 50 日の場合も、現在の機械体系を考えると、その都度、貯蔵飼料に調製することを想定しています。</p>	
<p>〔質問 7〕 乾草を作ることへの問題点はあるか？</p>	
<p>〔回答 7〕 本地域での問題点は天候が変わり易いということです。特に生育の早い夏季においてはわか雨の頻度も高いです。また、セタリアについては水分含量も高く、乾き難いので、乾草利用に対しての懸念材料になると考えられる。本試験では 40 日刈取りを最適間隔と設定をしましたが、実際に現場で行うとなると労力が増える等、利用する上からもう少し長い刈取り間隔になると考えられます。</p>	
<p>〔質問 8〕 八重山地域の土地は表土が浅く養分含量が少ないことが知られている。また、本土の場合と比較して、試験で設定した施肥量が多い。草地土壌そのものの疲弊は懸念されないのか。また生産現場では有機質を投入しているのか。分る範囲で情報があれば教えて頂きたい。</p>	
<p>〔回答 8〕 本土の場合は寒地型草種であるが、暖地型草種では乾物生産の潜在能力が高いため、施肥水準は高くなります。土壌 pH も測定しており、窒素施肥量の増加に伴い pH が低下します。生産現場における有機質の投入については極めて少ないため、造成後の草地生産が低下する傾向</p>	

にあります。

【質問 9】 硝酸態窒素について、冬季で平均すると1 Nでは低下しているが部分的には高い。2 Nの場合は一般的な危険レベルを超えている。例えば、ホウレンソウをビニールハウスなどで何度も栽培すると苦味が残る。高窒素条件で生産された牧草の嗜好性についてどう評価したか？

【回答 9】 嗜好性については評価していませんが、冬季で硝酸塩濃度の基準値を越えている場合が多くみられます。しかし、ロールベールサイレージでは、硝酸塩含量も低下するため、利用上は大丈夫ではないかと考えています。

【質問 10】 八重山地域の作付け・利用草種がローズグラスからギニアグラスに移行した経緯について教えてほしい。

【回答 10】 八重山地域において、これまで旱魃があった際に、ローズグラスの再生が極めて悪く、欠株が出る事例が多くあり、より耐旱性が強いギニアグラスが普及しています。また、ギニアグラスの嗜好性が比較的高いこともその要因の1つです。

【質問 11】 それぞれの供試草種において、各処理における刈取りの時の生育段階（穂ばらみ期、出穂期、成熟期など）はどうだったのか？

【回答 11】 野帳に記録はありますが、今回の論文には記載していません。

【質問 12】 牧草の硝酸態窒素が冬季に高くなる理由（生理的メカニズム）は？

【回答 12】 文献においては気象条件と窒素施肥量の関係について示されています。これを参考にすると、日射量と気温の低下による硝酸塩吸収速度と蛋白同化速度との不均衡が原因と思われる。