

# 学位論文要旨

氏名 深川 聡

題目 西南暖地における牧草・飼料作物の年間生産体系に関する実証的研究  
(Practical studies on annual production of forages in south-western warm region of Japan)

西南暖地では、冬季に比べて夏季の牧草・飼料作物の栽培・利用体系の確立が遅れている。そこで、畑作地帯および水田地帯における夏季の牧草・飼料作物の栽培・利用をより一層促進し、年間を通じて安定的に自給粗飼料を確保することが重要である。本研究では暖地型イネ科牧草数草種の栽培、永続性および家畜への給与を検討し、飼料イネの適品種選定およびサイレージ TDN 含量の査定を行い、さらに冬季における主要草種イタリアンライグラスの安定多収栽培体系の開発を行った。そして、これらを長崎県内の現地試験を通じて実証することにより、畑作地帯、水田地帯および条件不利地域の3地域に対して、飼料作物の年間生産体系の普及に関する理論的基礎を探究したものである。

畑作地帯では、暖地型イネ科牧草（ローズグラス、ギニアグラス、カラードギニアグラス、スーダングラス）を5月上旬に播種し、冬作のイタリアンライグラスを10月に播種する生産体系を実施すれば、年間合計乾物収量は2.6~3.1 t/10aと算定され、暖地型イネ科牧草の適期刈取りで、従来の体系よりも高い年間乾物収量と栄養収量が得られると考えられた。また、カラードギニアグラスは、本研究で検討した他の暖地型イネ科草種と比べて乾物収量では劣るが、栄養価が高く、黒毛和種繁殖牛における1番草乾草の嗜好性が最も高いことが実証されたため、良質な乾草を確保したいと考えている畜産農家に対して、新たな作付け体系の有力な基幹草種の1つとして提案した。イタリアンライグラス品種さちあおばは、いもち病抵抗性を付与されているため9月上旬の晩夏播種が可能で、エンバクとの混播栽培により、既往の品種に比べて年内草および3回刈合計の乾物収量と栄養収量が向上したことから、本品種の導入による冬作における安定多収の新たな作付け体系を提案した。

水田地帯では、西南暖地の栽培環境に最適な飼料イネ品種ホシアオバまたはクサノホシを夏作とし、イタリアンライグラスあるいはエンバクを冬作とする体系をとれば、年間乾物収量は2.4~2.8 t/10aと算定された。また、黒毛和種繁殖牛による消化試験の結果、黄熟期に収穫した飼料イネサイレージのTDN含量は55%であり、十分に高い栄養収量が確保できた。

一方、地理的、経済的な条件不利地域では、中山間地帯では永続性に優れたネピアグラスを栽培し、暖流に位置する離島地域では越冬性が高いことを実証したローズグラス品種を越年利用すれば、従来の体系と比べて、2年目以降の労働時間や生産コストを10%以上削減できる年間生産体系が実現できることを提案した。

また、本研究では高水準の年間生産体系確立のために、生産現場を意識して植物体の諸性質を指標とした簡易推定法を開発した。刈取り適期判定法は、暖地型イネ科牧草では草丈を、ネピアグラスでは下葉の枯死量をそれぞれ指標とした。飼料イネサイレージのTDN含量推定法は、穂重割合を指標とした手法である。

以上、本研究では、西南暖地における牧草・飼料作物の年間生産体系を、より高位な体系として普及するための理論的基礎を実証的に確立した。

## 学 位 論 文 要 旨

氏 名	Satoru Fukagawa
題 目	Practical studies on annual production of forages in south-western warm region of Japan (西南暖地における牧草・飼料作物の年間生産体系に関する実証的研究)

In order to obtain the self-supplying roughage stably through a whole year in south-western warm region of Japan, it is considered as essential factors to cultivate and utilize tropical grasses in the upland field and forage rice in paddy field more widely. This study was aimed to examine the cultivation, persistency and animal feeding of tropical grasses, forage rice cultivars and Italian ryegrass, so as to establish the theoretical basis on the annual production of forages, based on the verifying field practices in 3 areas (upland, lowland and unfavorable land) of Nagasaki Prefecture.

1. In upland field area, the production system, where 4 major tropical grasses, rhodesgrass (cv. Asatsuyu), guineagrass (cv. Natsukomaki), colored guineagrass (cv. Tamidori) and sudangrass (cv. Sugarlim) were sown in early May and Italian ryegrass in October, lead to annual dry matter yield at 2.6 – 3.1 t/10a. Cutting tropical grasses at the optimum stage resulted in higher yield and forage quality than the ordinary production system. Although colored guineagrass had a lower yield than other tropical grasses, it was superior in forage quality and palatability of the first-cut hay by Japanese Black cows to other grasses, proposing a new choice for the quality hay production system to beef-calf producing farmers. As a winter crop, Italian ryegrass (recently released cultivar, Sachiaoba) has a blast disease resistance and can be sown in late summer. Mixed sowing of oat with Sachiaoba in early September improved dry matter yield and forage quality over the winter period, proposing the stable and high-yielding winter production system by introducing Sachiaoba.

2. In lowland field area, production system of forage rice cultivar (Hoshiaoba and Kusanohoshi) as a summer crop, and Italian ryegrass or oat as a winter crop lead to annual dry matter yield at 2.4 – 2.8 t/10a. The TDN concentration of forage rice silage harvested at the yellow-ripped stage was estimated at 55% by Japanese Black cows to verify the quality herbage.

3. In unfavorable area, since napiergrass had a high overwintering and perennial abilities with superior productivity among tropical grasses, it was fitted to the secluded area among the mountains. In the island surrounded with warm current, rhodesgrass (Asatsuyu) was realized as a perennial. These tropical grasses are utilized for the cut and carry herbage system for several years without establishment, which decreases the laboring hours and the establishment costs by more than 10%, compared with the ordinary system.

4. In this study, simplified estimation methods were developed to predict the optimum cutting stage and forage quality by plant characters. The optimum cutting stage can be predicted by plant length in tropical grasses, and by amount of lower dead leaf in napiergrass. The TDN concentration of forage rice silage, predicted from the dry weight percentage of panicle. Developments of these simplified estimation methods were aimed to contribute to the livestock farmers, who are trying to produce the high-quality herbage. In conclusion, the theoretical basis for the extension to farmers was established on the promising forage production system in south-western warm region of Japan.

学位論文審査結果の要旨	
学位申請者 氏名	深川 聡
審査委員	主査 宮崎 大学 教授 川村 修
	副査 琉球 大学 教授 川本 康博
	副査 鹿児島大学 教授 中西 良孝
	副査 佐賀 大学 教授 尾野 喜孝
	副査 宮崎 大学 助教授 石井 康之
審査協力者	
題 目	西南暖地における牧草・飼料作物の年間生産体系に関する実証的研究 (Practical studies on annual production of forages in south-western warm region of Japan)
<p>西南暖地では、冬季に比べて夏季の牧草・飼料作物の栽培・利用体系の確立が遅れている。そこで、年間を通じて安定的に自給粗飼料を確保するためには、畑作地帯および水田地帯における夏季の牧草・飼料作物の栽培・利用を、より一層促進することが重要である。本研究はこのような観点から、畑作地帯における暖地型イネ科牧草数草種の栽培、永続性および家畜への給与を検討し、水田地帯における飼料イネの適品種選定およびサイレージ TDN 含量の評価を行い、さらに冬季における主要草種イタリアンライグラスの安定多収栽培体系の開発を行った。そして、これらの研究成果を長崎県内の現地試験を通じて実証することにより、畑作地帯、水田地帯および条件不利地域の3地域に対して、飼料作物の年間生産体系の確立と普及に資する理論的基礎を探求したものである。</p> <p>畑作地帯では、暖地型イネ科牧草（ローズグラス、ギニアグラス、カラードギニアグラス、スーダングラス）を5月上旬に播種し、冬作のイタリアンライグラスを10月に播種する生産体系を実施すると、年間合計乾物収量は2.6～3.1 t / 10 a と算定され、暖地型イネ科牧草の適期刈取りで、従来の体系よりも高い年間乾物収量と栄養収量が得られると考えられた。また、カラードギニアグラスは、本研究で検討した他の暖地型イネ科草種と比べて乾物収量では劣るが、栄養価が高く、黒毛和種</p>	

繁殖牛における1番草乾草の嗜好性が最も高いことが実証されたため、良質な乾草を確保したいと考えている畜産農家に対して、新たな作付け体系の有力な基幹草種の1つであることを提案した。イタリアンライグラス品種‘さちあおば’は、いもち病抵抗性を付与されているため9月上旬の晩夏播種が可能で、エンバクとの混播栽培により、既存の品種に比べて年内草および3回刈合計の乾物収量と栄養収量が向上した。したがって、本品種の導入により、冬作における新たな安定多収の作付け体系を提起した。

水田地帯では、西南暖地の栽培環境に最適な飼料イネ品種‘ホシアオバ’または‘クサノホシ’を夏作とし、イタリアンライグラスあるいはエンバクを冬作とする体系をとれば、年間乾物収量は2.4~2.8 t/10aに達すると算定された。また、黒毛和種繁殖牛による消化試験の結果、黄熟期に収穫した飼料イネサイレージのTDN含量は55%であり、十分に高い栄養収量が確保できることを明らかにした。

一方、地理的、経済的な条件不利地域については、中山間地帯では持続性に優れたネピアグラスを栽培し、暖流に位置する離島地域では、越冬性が高いことを実証したローズグラス品種を越年利用すれば、従来の体系と比べて、2年目以降の労働時間や生産コストを10%以上削減でき、省力的・安定多収の年間生産体系が実現できることを提起した。

また、本研究では高水準の年間生産体系確立のために、生産現場を意識して植物体の諸形質を指標とした刈取り適期および栄養価の簡易推定法を開発した。刈取り適期判定法については、暖地型イネ科牧草では草丈が、ネピアグラスでは下葉の枯死量がそれぞれ指標となり得ることを明らかにした。飼料イネサイレージのTDN含量の推定法については、穂重割合を指標とする手法を確立した。

以上のように、本研究は、西南暖地における牧草・飼料作物の年間生産体系を、より高位の生産体系として普及するための理論的基礎を実証的に確立したものと評価され、本論文は学位論文として十分な価値を有するものと判断した。

学力確認結果の要旨	
氏名	深川 聡
審査委員	主査 宮崎 大学 教授 川村 修
	副査 琉球 大学 教授 川本 康博
	副査 鹿児島大学 教授 中西 良孝
	副査 佐賀 大学 教授 尾野 喜孝
	副査 宮崎 大学 助教授 石井 康之
審査協力者	
実施年月日	平成 19 年 1 月 29 日
試験方法（該当のものを○で囲むこと） <input checked="" type="radio"/> 口頭・ <input checked="" type="radio"/> 筆答	
<p>主査および副査の5名は、平成19年1月29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応答がなされ、いずれも満足できる回答を得ることができた。</p> <p>また、筆記により、外国語（英語）の学力を確認した。</p> <p>以上の結果から、審査委員会は、申請者が大学院博士課程修了者と同等以上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格を有するものと認めた。</p>	

学位申請者 氏 名	深川 聡
<p>主な質疑応答：</p> <p>〔質問1〕 ギニアグラスにおいて、ヘミセルロース含量が少ないのに、可溶性の糖分が減少しているのは、葉重割合が高いことによっているのか。</p> <p>〔回答1〕 その通りと考えている。</p> <p>〔質問2〕 飼料イネの供試した4品種の早晚性と耐倒伏性との関連性はあるのか。</p> <p>〔回答2〕 飼料イネサイレージの調製時期は乳熟期～黄熟期に統一しているため、耐倒伏性の程度は、早晚性との関連性よりむしろスプライスの長稈性など、他の要因によると考察される。</p> <p>〔質問3〕 ローズグラス‘アサツユ’の永続性の高さから、沖縄県でも試作してみたいと考えているが、種子の流通量は確保されているのか。</p> <p>〔回答3〕 すでに品種登録や種子の市販も実施されているが、別の観点で育成され登録された新品種によって、‘アサツユ’が淘汰されないか懸念している。</p> <p>〔質問4〕 イタリアンライグラスとエンバクとの混播栽培では、両者ともに早生品種を供試しているが、イタリアンライグラスは晩生品種、エンバクは早生品種の組み合わせを検討できないか。</p> <p>〔回答4〕 イタリアンライグラスとエンバクとの混播栽培は、両草種ともに極早生品種を用いる体系が長崎県内では一般的であるため、本試験でも両者とも早生品種を供試した。イタリアンライグラスは、晩生品種ほどイモチ病への罹病性が低下するが、本試験では極早生品種を組み合わせることに意義があると考えている。</p> <p>〔質問5〕 ローズグラス‘アサツユ’とイタリアンライグラスとの通年栽培は可能か。</p> <p>〔回答5〕 冬期の生産性を考えると、イタリアンライグラスの追播による通年栽培を、離島地域で検討する必要があると思われる。</p> <p>〔質問6〕 カラードギニアグラスの乾草調製は容易に行えるのか。</p> <p>〔回答6〕 暖地型牧草の中で、スーダングラスのように茎が太い草種は、乾草調製に難があるが、カラードギニアグラスは生育時期が夏なので、乾草調製は容易に実施できる。</p> <p>〔質問7〕 飼料イネ‘スプライス’の倒伏の原因をどのように考えるか。倒伏しやすいという特性は、栄養価上の利点を有するとも考えられるが。</p> <p>〔回答7〕 ‘スプライス’の倒伏しやすいの主要な要因は、長稈で、いわゆる「頭(穂)が垂れやすい」ことによると考えられる。このことは、試験レベルでも、実際栽培レベルでも確認されている。その原因として、‘スプライス’は選抜により品種育成されたため、耐倒伏性などの付与が行われていないことによると考えられる。</p> <p>〔質問8〕 飼料イネにおけるTDN含量の推定式作成において、IVDMDと粗灰分含量を説明変数に用いておられるが、ケイ酸含量の算出は必要ないか。</p> <p>〔回答8〕 この重回帰式によるTDN含量の推定は、実証栽培において適用可能な推定式を念頭において作成にあたったため、ケイ酸含量まで求める必要はないと判断した。ただし、飼料イネサイレージのケイ酸含量が消化率に負の影響を与えるという知見は報告されている。</p>	

〔質問 9〕 穂重割合から TDN 含量を簡易に推定できるのは、乳熟期以降という限定があったとしても、実際的な応用範囲が広いと考えてよいか。

〔回答 9〕 飼料イネサイレージの TDN 含量のデータは全国的にも少なく、今後、検証する必要があると考えている。

〔質問 10〕 飼料イネの試験における栄養収量は、具体的に、可消化乾物収量に統一されたらどうか。

〔回答 10〕 本論文での修正を検討したい。

〔質問 11〕 多くの課題に、実証的な観点から取り組まれていることを評価したい。ローズグラスの越冬性が確保されれば、省力栽培という点で有利性があることはよく理解できるが、冬期にイタリアンライグラス、夏期にローズグラスを栽培する体系と比較しても、ローズグラスの越年栽培の有利性が保障されるのか。

〔回答 11〕 冬期：イタリアンライグラス－夏期：ローズグラス体系との比較は行っていないが、飼料品質を含めて、ローズグラスの越年栽培の利点を明らかにしたい。しかし、ローズグラス自体の収量性は、越年栽培により確実に増加するし、条件不利地域の労働条件の不利も考慮に入れた体系とご理解いただきたい。

〔質問 12〕 実物写真で拝見すると、ローズグラスの越年栽培を継続することによって、圃場の裸地化が進むおそれはないかと懸念される。

〔回答 12〕 確かに栽培を継続することによって株化し、越冬後の春先には畦間に裸地が認められるが、ローズグラスは匍匐型であるため、生産期間では畦間は匍匐茎が伸長して、株間を埋めることができると考えている。

〔質問 13〕 食用米栽培との作期の競合から考えると、飼料イネの‘ホシアオバ’と‘クサノホシ’は、どの作期にも適した品種と考えてよいか。

〔回答 14〕 早期水稻作農家は、一般的に食用米栽培に重点を置いているため、早期での飼料イネ栽培はないが、普通期米の栽培農家であれば、作期の競合も起こらず、飼料イネ栽培を十分導入可能と考えられ、普通期作での普及を考えている。タバコ後作での栽培試験は行っていないが、他県でのデータによれば、‘ホシアオバ’は、タバコ後作に適すると報告されている。

〔質問 15〕 飼料イネサイレージの穂重割合で、TDN 含量を推定しておられるが、サイレージ調製の良否や長期貯蔵に伴う飼料品質の変化についてはどうか。

〔回答 15〕 TDN 含量の推定に用いた飼料イネサイレージは、サイレージに埋蔵して2ヶ月後～約1年後の材料までをこみにして供試しており、かなり一般性が高いと判断している。また、穂重割合からの推定法は乳熟期以降に収穫されたものが対象であるため、サイレージの品質も安定しており、長期貯蔵に伴う飼料品質の劣化も起こりにくいことが確認されている。