

氏 名	梅木 直哉
本籍（国籍）	北海道
学 位 の 種 類	博士（農学）
学 位 記 番 号	連研第 729 号
学位授与年月日	平成 31 年 3 月 22 日
学位授与の要件	学位規則第 5 条第 1 項該当課程博士
研究科及び専攻	連合農学研究科 生物生産科学
学 位 論 文 題 目	リンゴジュース粕混合による粗飼料の嗜好性向上の機構解明と飼料調製利用への応用に関する研究(A study on palatability of roughage and its improvement by adding apple pomace)
学位審査委員	主査 弘前大学教授 松崎 正敏 副査 姜 東鎮(弘前 准教授),河本 英憲(岩手 客員教員),松山 裕城 (山形 准教授)

論 文 の 内 容 の 要 旨

飼料の嗜好性を評価する場合、同じ飼料成分含量を示す飼料であっても、切断長、他飼料との混合割合、嗜好性試験の繰り返し数等の違いにより、異なる結果が得られることが想定される。このため飼料の嗜好性の評価は、一度の試験のみで評価するのではなく、供試動物や飼料の調製方法を変え、複数回の試験で評価する必要があると考えられる。近年、国内で生産が盛んなイネホールクロップサイレージ（以下、WCS）は牛の嗜好性が良いといわれているものの、耐倒伏性が高いイネ品種や可溶性糖類および乳酸菌の付着数が少ないイネ品種では、嗜好性や発酵品質の低下が懸念されている。一方、青森県で毎年大量に産出されるリンゴジュース粕（以下、リンゴ粕）は家畜の嗜好性が良くサイレージ発酵の基質となる可溶性糖類含量が高いため、粗飼料と混合してサイレージ調製することで発酵品質と嗜好性の改善が期待される。リンゴ粕をイネ WCS に混合することで発酵品質と嗜好性の向上が期待されるが、これらの向上の度合はイネ品種・系統によって異なることが予想される。そこで本研究では、イネの地上部全体に占める穂の割合、耐倒伏性、可溶性糖類含量が異なるべこごのみ、つがるロマン、ネリカ WAB450-IBP-20-HB（以下、IBP20）およびネリカ WAB450-IBP-69-HB（以下、IBP69）にリンゴ粕を混合してイネ WCS を調製し（以下、リンゴ粕混合イネ WCS）、めん羊に給与した際の嗜好性と飼料成分の分析を行った。また、イネ WCS の嗜好性試験において、めん羊に給与するイネ WCS の数や試験の繰り返し数の違いが結果に及ぼす影響についても分析を行った。

本論文の第 2 章では、べこごのみ、つがるロマン、IBP20 および IBP69 にリンゴ粕を 0, 10, 25 および 50%混合してイネ WCS を調製した。リンゴ粕を 25 および 50%混合したイネ WCS では、pH の低下、V スコアおよびフリーク評点の向上がみられ、リンゴ粕混合によりイネ WCS の発酵品質が向上することが示唆された。めん羊 4 頭を供試し、カフェテリア法でリンゴ粕混合割合が同じでイネ品種・系統が異なる WCS 4 点の乾物採食量を比較した結果、イネ WCS 単味の乾物採食量はイネ品種・系統間に差がなかったのに対し、リンゴ粕を 25 および 50%混合したイネ WCS ではつがるロマンの乾物採食量が他のイネ品種・系統より有意に多くなった。この結果が

ら、リンゴ粕をイネ WCS に混合した場合の嗜好性向上の度合は、イネ品種・系統間で異なることが示唆された。また、リンゴ粕混合割合が同じイネ WCS 4 点の乾物採食量と飼料成分含量の重回帰分析を行った結果、イネ WCS 単味では乾物採食量と乾物および粗脂肪含量に有意な正の相関がみられ、リンゴ粕混合イネ WCS の乾物採食量は酪酸含量と有意な負の相関がみられた。このため、イネ WCS にリンゴ粕を混合すると嗜好性に影響を及ぼす飼料成分が変化することが推察された。

第 3 章では、べこごのみと IBP20 にリンゴ粕を 0 または 50% 混合したイネ WCS とチモシーおよびオーツヘイの乾草を供試し、これらの嗜好性試験において試験の繰り返し数が結果に及ぼす影響を分析した。めん羊 4 頭を用いて、一対比較法でリンゴ粕混合割合が同じべこごのみと IBP20 の嗜好性試験と乾草 2 点の嗜好性試験を実施した。イネ WCS 単味の試験を 5 回、リンゴ粕混合イネ WCS の試験を 5 回、乾草の試験を 15 回実施した結果、イネ WCS 単味の乾物採食量は、1 回目と 2 回目の試験で IBP20 がべこごのみより有意に多かったが、3 回目以降はイネ品種・系統間で差がなくなった。乾草の試験においても、10 回目までは、8 回目を除き、チモシーの乾物採食量がオーツヘイより有意に多かったが、11 回目以降は草種間に乾物採食量の差がなくなった。これらの結果から、イネ WCS 単味と乾草では、試験の繰り返し数が増えるともめん羊がこれらの嗜好性を識別しなくなることが示唆された。一方、リンゴ粕混合イネ WCS の乾物採食量は 3 回目の試験のみべこごのみが IBP20 より有意に多く、他の試験ではイネ品種・系統間で差がなかった。このため、べこごのみにリンゴ粕を混合すると嗜好性向上の度合が大きく、イネ WCS 単味でみられたべこごのみと IBP20 の嗜好性の差がなくなったことが推察された。イネ WCS の乾物採食量と発酵産物含量の重回帰分析では、イネ WCS 単味の乾物採食量と酪酸およびアンモニア態窒素含量に有意な負の相関がみられたが、リンゴ粕混合イネ WCS の乾物採食量は発酵産物含量と関連がなかった。第 2 章と第 3 章の結果から、酪酸がイネ WCS の嗜好性影響に影響を及ぼすことが示唆された。

第 4 章では、イネ WCS に含まれる酪酸とエタノールのエステルである酪酸エチルが嗜好性に影響を及ぼすと考え、ガスクロマトグラム質量分析計で第 2 章と第 3 章で供試したイネ WCS の酪酸エチルを定量した。その際、イネ WCS に一定量の酪酸ブチルも検出されたため、酪酸ブチルの定量も行った。イネ WCS の乾物採食量と酪酸エチルおよび酪酸ブチルを含めた発酵産物含量の重回帰分析を行ったところ、乾物採食量と酪酸含量に有意な負の相関がみられたが、酪酸エチルおよび酪酸ブチルとは関連がなかった。以上の結果から、イネ WCS に含まれる酪酸は嗜好性を低下させることが推察された。

本研究の結果から、リンゴ粕をイネ WCS に混合することで発酵品質および嗜好性が向上する可能性が示唆されたが、嗜好性を向上させる可能性がある飼料成分を特定できなかった。リンゴ粕混合イネ WCS の嗜好性と飼料成分の関係を明らかにするためには、本研究で分析しなかった飼料成分や本研究で供試しなかったイネ品種・系統の嗜好性について分析する必要があると考えられる。

〇〇〇〇〇 (2,000 字程度。英文の場合は 1,200 語程度とし、和訳を添付する)

論文審査の結果の要旨

平成 31 年 1 月 16 日に弘前大学において、梅木直哉氏の学位論文公開審査会を実施した。はじめに本人が学位論文の内容について説明し、その後、質疑応答を行った。

本研究では、イネ地上部全体に占める穂の割合、耐倒伏性、可溶性糖類含量が異なる4つのイネ品種・系統にリンゴジュース粕（リンゴ粕）の混合割合を変化させて混合したイネホールクロップサイレージ（WCS）を調製して、カフェテリア法による嗜好性評価を行うとともに飼料成分含量との関係を解析した。その結果、イネ WCS 単味の乾物採食量はイネ品種・系統間で差がなかったのに対し、リンゴ粕を25および50%混合したイネ WCS ではつがるロマンの乾物採食量が他の3つのイネ品種・系統より有意に多くなったことから、リンゴ粕を混合した場合のイネ WCS の嗜好性向上の程度が品種・系統間で異なることが示唆された。また、リンゴ粕混合割合が同じイネ WCS 4点の乾物採食量と飼料成分含量の重回帰分析を行った結果、イネ WCS 単味では乾物採食量と乾物および粗脂肪含量に有意な正の相関がみられ、リンゴ粕混合イネ WCS の乾物採食量は酪酸含量と有意な負の相関がみられた。すなわち、イネ WCS にリンゴ粕を混合すると嗜好性を左右する飼料成分が変化することが示唆された。

次いで、粗飼料の嗜好性試験における試験の繰り返し数の違いが結果に及ぼす影響について分析した結果、チモシー乾草とオーツヘイ乾草の比較、品種・系統の異なる2つのイネ WCS 単味の比較のいずれにおいても、繰り返し数が増えるにつれて材料間の嗜好性の差が明確でなくなっていく傾向が示された。一方で、イネ WCS にリンゴ粕を混合すると、イネ WCS 単味でみられたべこごのみと IBP20 の嗜好性の差が明確でなくなった。イネ WCS の乾物採食量と発酵産物含量の重回帰分析では、イネ WCS 単味の乾物採食量と酪酸およびアンモニア態窒素含量との間に有意な負の相関がみられたが、リンゴ粕を混合するとイネ WCS の乾物採食量と発酵産物含量との間に有意な相関がみられなくなった。酪酸がイネ WCS の嗜好性に影響を及ぼすことが示唆されたことから、リンゴ粕のサイレージ化の過程で比較的大量に生成がみられるエタノールとのエステルである酪酸エチルが嗜好性に影響を及ぼしている可能性を検証した。ガスクロマトグラフ質量分析計で定量した酪酸エチルと酪酸ブチルを含むサイレージ発酵産物含量とイネ WCS の乾物採食量との関係を解析したが、乾物採食量と酪酸含量との間に有意な負の相関は確認されたものの、酪酸エチルおよび酪酸ブチルとは関連がなかった。以上の結果から、イネ WCS に含まれる酪酸は嗜好性を低下させる方向で作用することが推察された。

本研究の結果は、その原因となる飼料中成分の特定には至らなかったものの、リンゴ粕をイネ WCS に混合することでイネの品種・系統によっては発酵品質および嗜好性が大きく向上することが示唆され、国産自給粗飼料ならびに未利用有機資源の飼料利用を進めるうえで有益な情報を提示している。

本審査委員会は、「岩手大学大学院連合農学研究科博士学位論文審査基準」に則り審査した結果、本論文を博士（農学）の学位論文として十分価値のあるものと認めた。

学位論文の基礎となる学術論文

1. 梅木直哉、姜東鎮、河本英憲、松崎正敏（2019）

リンゴジュース粕を混合したイネホールクロップサイレージの嗜好性と飼料成分との関係
日本草地学会誌 65（2）（掲載予定）