

学 位 論 文 要 旨

氏 名 久留 ひろみ

題 目 奄美大島の健康自然飲料「ミキ」に関する研究
(Studies on the miki – a traditional beverage in Amami Island)

「ミキ」について、以下の4章に分けて記述した。また、「ミキ」の説明及び今後の展望についても概説した。「ミキ」とは、奄美大島の伝統的な自然飲料であり、米・白糖・サツマイモから作られ、自然食品として注目されている。

第1章 「ミキ」とは

「ミキ」の歴史的・民族学的成り立ち、及びその分布について述べた。また「ミキ」が健康に良いと考えられている理由についても考察した。

第2章 「奄美大島の伝統飲料「ミキ」の分析」

「ミキ」の成分組成について測定を行った。その結果、仕込み後急速に流動性が増し、デンプンがマルトースに加水分解されることがわかった。本加水分解は生サツマイモ中に存在する、 β -アミラーゼに由来するものであると推察された。また、仕込み後急速に酸度が増しさわやかな風味が形成されたが、酸の組成としては乳酸と酢酸が主成分であった。エタノール分については、約1週間経過した後も1%未満であったので、酒類には該当しなかった。

第3章 「奄美大島の伝統飲料「ミキ」中の乳酸菌」

実験室（鹿児島大学）及び奄美大島で「ミキ」を調製し、並びに市販の「ミキ」を購入した。それらの中の乳酸菌を16S リボゾーム DNA 解析により同定した。実験室で調製した「ミキ」中の乳酸菌は全て *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* と同定された。しかし、奄美大島で調製した「ミキ」中の乳酸菌は実験室由来のものとは異なった。*Lactococcus lactis* subsp. *lactis* はナイシンの生産菌として知られているが、「ミキ」中の *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* もナイシンを生産した。

第4章 「酒類としての「ミキ」の製造」

通常の「ミキ」は乳酸発酵が主体であり、酒類には該当しない。「ミキ」のもろみに、焼酎酵母を仕込み初期から加えると、エタノールが生成し、酒類に該当した。しかし、発酵速度は遅く、発酵歩合も低かった。この理由として、糖化の主体が生イモ由来の β -アミラーゼであり、生成糖のほとんどがマルトースであるためと考えられた。そこで、マルトースをグルコースに分解するために、焼酎麴を加えた。焼酎麴は多量の α -グルコシダーゼ等を含有するため、マルトースが効率的にグルコースに分解されると思われた。その結果、発酵が順調に推移した。糖組成の変化はHPLCで追跡したが、焼酎麴の添加により、グルコースの生成が認められた。

学 位 論 文 要 旨

氏 名	Hiromi Hisadome
題 目	Studies on the miki – a traditional beverage in Amami Island (奄美大島の健康自然飲料「ミキ」に関する研究)

I described about “miki” giving following four chapters, and explained about the outlines of miki and of its future. Miki is a traditional beverage in Amami Island, which is made from rice, sugar, and raw sweet potato. Recently, it is took attention as a natural beverage.

Chapter 1 What is miki

Historical and ethnological aspect of miki was described. Besides, the distribution of miki was described. The reason for the fact that miki was healthy was speculated.

Chapter 2 Analysis of miki

Miki was prepared in laboratory and the results of analysis were described. The starch in miki was digested by β -amylase in raw sweet potato forming maltose. And the main acid was lactic acid, so the participation of lactic acid bacteria was considered.

Chapter 3 Lactic acid bacteria in miki

The probiotic effects of lactic acid bacteria were considered as reasons of healthy aspect of miki, so the microflora of bacteria (especially lactic acid bacteria) was examined. As results, all lactic acid bacteria were *Lactococcus lactis subsp. lactis* in laboratory miki. However, the species of lactic acid bacteria were varied by the environments and origin of raw sweet potato.

Chapter 4 Production of miki as an alcoholic beverage

Ordinary miki is not an alcoholic beverage in the liquor tax act of Japan, because lactic acid fermentation is its main reaction. However, it is considered that miki became an alcoholic beverage forming ethanol when yeast was added. The production of miki as an alcoholic beverage was examined because it connected with new types of liquors.

学位論文審査結果の要旨	
学位申請者 氏名	久留 ひろみ
審査委員	主査 鹿児島 大学 教授 伊藤 清
	副査 鹿児島 大学 准教授 玉置 尚徳
	副査 琉球 大学 教授 和田 浩二
	副査 鹿児島 大学 准教授 北原 兼文
	副査 琉球 大学 教授 外山 博英
審査協力者	
題目	奄美大島の健康自然飲料「ミキ」に関する研究 (Studies on the miki – a traditional beverage in Amami Island)
<p>「ミキ」の民俗学的背景について明らかにした。奄美大島の「ミキ」を中心に、「ミキ」の成り立ちについて述べ、特に、初期の「ミキ」が酒類であったことを明らかにした。奄美、沖縄では神祭りに造る「ミキ」を口嚙みで造っていたが次第に奄美は生甘藷へと、沖縄は麦芽に変わっていった。しかし、現在の「ミキ」はアルコールをほとんど含まず酒類ではない。次に、神祭りの「ミキ」造りの工程について明らかにした。奄美大島・新穂花の「ミキ」の作り方を、独自調査による写真を交えて詳細に紹介した。この方法は、現在の市販用に作る方法とは違っており、古くから伝わる伝統的な「ミキ」作りの貴重な光景である。さらに、奄美の「ミキ」と沖縄の「ミキ」について述べ、地域的な差異を明らかにした。奄美の「ミキ」は米と甘藷と砂糖で作る。沖縄では麦や粟を使う地域もあり、若干製法や品質が異なる。糖化の原料も奄美では生甘藷を用いるが、沖縄では麦芽を用いることも多い。</p> <p>「ミキ」の成分組成について測定を行った。その結果、仕込み後急速に流動性が増し、デンプンがマルトースに加水分解されることがわかった。本加水分解は、</p>	

酵素に起因するものであるが、本酵素は生サツマイモ中に存在する、 β -アミラーゼに由来するものであると推察された。また、仕込み後急速に酸度が増しさわやかな風味が形成されたが、酸の組成としては乳酸と酢酸が主成分であった。エタノール分については、約1週間経過した後も1%未満であったので、酒類には該当しなかった。

実験室（鹿児島大学）及び奄美大島で「ミキ」を調製し、並びに市販の「ミキ」を購入して、それらの「ミキ」中の乳酸菌を16S リボゾーム DNA 解析により同定した。実験室で調製した「ミキ」中の乳酸菌を30個体同定したが、全て *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* と同定された。しかし、奄美大島で調製した「ミキ」中の乳酸菌（6個体を同定）は実験室由来のものとは異なり、*Leuconostoc lactis* [6個体中3個 (3/6)]、*Leuconostoc citreum* (2/6) 及び *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* (1/6) であった。また、市販の「ミキ」中の乳酸菌（6個体を同定）は *Leuconostoc citreum* (5/6) 及び *Leuconostoc mesenteroides* (1/6) であった。これらの結果は、「ミキ」中の乳酸菌は原料サツマイモや仕込み環境の違いによって異なることを示しているが、詳細な調査は今後の課題である。「ミキ」中の *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* は抗菌性のナイシンを生産した。仕込み初期の「ミキ」中のバクテリアには乳酸菌の他に好気性菌も存在するが、「ミキ」培養の後半には好気性菌の存在はなくなり、乳酸菌だけでフローラを形成した。製造法の改良の試みとして乳酸菌のスターターを使用した結果、「ミキ」初期の好気性菌の存在を大幅に低減した。スターターの使用は、「ミキ」を安定的に製造する上で重要であると判断した。

伝統的な「ミキ」は、奄美大島の自然飲料である。通常の「ミキ」は乳酸発酵が主体であり、酒類には該当しない。「ミキ」をもろみとして、焼酎酵母を仕込み初期から加えると、エタノールが生成し、酒類に該当した。しかし、発酵速度は遅く、発酵歩合も低かった。この理由として、糖化の主体が生イモ由来の β -アミラーゼで、生成糖のほとんどがマルトースであり、焼酎酵母はマルトースの発酵性が弱いために発酵が遅れると思われた。そこで、マルトースをグルコースにまで分解するために、焼酎麴を加えた。焼酎麴は多量の α -グルコシダーゼ等を含有するため、マルトースが効率的にグルコースに分解されると考えた。その結果、焼酎麴の添加により、グルコースの生成が認められ、発酵が順調に推移することを実証した。

最終試験結果の要旨	
学位申請者 氏名	久留 ひろみ
審査委員	主査 鹿児島 大学 教授 伊藤 清
	副査 鹿児島 大学 准教授 玉置 尚徳
	副査 琉球 大学 教授 和田 浩二
	副査 鹿児島 大学 准教授 北原 兼文
	副査 琉球 大学 教授 外山 博英
審査協力者	
実施年月日	平成23年 1月25日
試験方法 (該当のものを○で囲むこと。) □答・筆答	
<p>主査及び副査は、平成23年1月25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、関連事項について諮問を行った。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出来た。</p> <p>以上の結果から、審査委員会は学位申請者が大学院博士課程修了者としての学力ならびに見識を有するものと認め、博士(学術)の学位を与えるのに十分な資格を有するものと判定した。</p> <p>なお、本学位論文には、「ミキ」の民族学的背景や伝統製造法の分析による文化人類学に関わる内容と、「ミキ」の成分分析や発酵分析の農学に関わる内容が含まれており、審査委員会は、博士(学術)を授与するのが適当と判断した。</p>	

学位申請者 氏名	久留 ひろみ
【質問1】	今回使用した酵母等はマルトースの資化性がよくないのか。
【回答1】	今回は焼酎酵母を使用したけど、Mal遺伝子を1個しか持っていないので、マルトースの資化性が悪いと思う。Mal遺伝子を多数持っているビール酵母等を利用すれば、資化性は改善されると思う。乳酸菌のマルトース資化性は未確認であるが、糖の乳酸等への変換は微々たるものだと思う。
【質問2】	麴の利用は、酵素作用の他に栄養分の影響もあると思うが、その点については調べたのか。
【回答2】	調べていない。栄養分の影響もあるかも知れないが、麴添加の影響はその酵素作用の寄与が大だと考えている。
【質問3】	ハロー非形成細菌が後半急速に減少するが、その要因は。
【回答3】	ハロー形成細菌（乳酸菌）の生産する乳酸が主要因と思っているが、その他にも要因はあると思う（酸素濃度の減少、バクテリオシンの生産）。
【質問4】	沖縄のミキは奄美のそれに比べて原料が多様に感じられるが、その要因については、どう考えているのか。
【回答4】	奄美やその周辺の島々では、米の取れ方が沖縄に比べて豊富だったのが、歴史的な要因だと思う。
【質問5】	酢酸の含量がかなり多いが、その要因についてはどう考えているのか。
【回答5】	酢酸を生産する微生物については調べないといけないと思いながら、時間切れで出来なかったというのが実情である。ただ、酢酸の量もミキの品質に悪影響だけを与えているかということ、必ずしもそうでない側面もある。
【質問6】	ミキ仕込み直後の流動性の急激な上昇の原因をβ-アミラーゼだけに帰しているが、エンド型のα-アミラーゼの影響はないのか。
【回答6】	それについては調べていないが、あるかも知れない。今後詳細に検討してみたい。

【質問7】 ミキを酒類にする話が出たが、性状としてはマッカリのようなものか。
また、イモの味はするのか。

【回答7】 濁っているから、マッカリか日本のどぶろくのようなものである。イモの味というよりは米の味が強いように思う。昔のミキは色も黄色かったが、現在のミキは色も白いので、イモの使用量を減じているように感じられる。

【質問8】 ミキ中の乳酸はD体が70%、L体が30%あったと記されているが、その原因については、どのように考えているのか。

【回答8】 D乳酸とL乳酸が出来るのは、つくる酵素 (D-lactate dehydrogenase or L-lactate dehydrogenase) が違うからである。また、出来たDあるいはL乳酸も相互に変換されるようである (racemase)。ただ、ミキ中の乳酸がなぜこうなったかについては、調べていないので、今後詳細に検討したい。

【質問9】 新製品の話がちょっと出たが、具体的にはどのようなことを考えているのか。

【回答9】 地元奄美の特産品 (例えばフルーツ、野菜、イモの品種、色等) を活かした、健康によりよいミキを製造してみたい。特に女性を対象としてみたい。

【質問10】 健康に対するエビデンスを明らかにしたいとあったが、具体的にはどのような実験が考えられると思うか。

【回答10】 一つには、人間にミキを飲ました前後の聞き取り調査 (疫学調査) が考えられると思う。もう一つは本当の実験になると思うが、マウスを使い、ミキの摂取前後の動物実験があると思う。

【質問11】 ミキも元々は口嚙み酒であったとの説明があったが、それが現在では酒類ではなくなって来ている。その辺の歴史的な事情はどうなっているのか。

【回答11】 その辺の事情は、文献を参考にしながら詳しく考察したので、詳しくは本文を参考にしてもらいたい。一言でいえば、口嚙みが禁止された歴史と連動していると思う。口嚙みが不潔であるとの理由で禁止されたので、糖化酵素の給源を他に求めた結果、現在のミキが生まれたのであろう。現在の伝統的なミキは、酒類ではない。