

微量香気成分「インドール」が大麦焼酎の香味に及ぼす影響及びその生成機構に関する研究とインドールを高含有する新規な大麦焼酎原酒の開発

梶原, 康博

<https://hdl.handle.net/2324/1937187>

出版情報：九州大学, 2018, 博士（農学）, 課程博士
バージョン：
権利関係：やむを得ない事由により本文ファイル非公開（3）

氏 名 : 梶原 康博

論文題名 : 微量香気成分「インドール」が大麦芽焼酎の香味に及ぼす影響及びその生成機構に関する研究とインドールを高含有する新規な大麦芽焼酎原酒の開発

区 分 : 甲

論 文 内 容 の 要 旨

日本の伝統的な蒸留酒である本格焼酎は通常 25%のエタノールの他、1%以下含まれる微量香気成分によって香味が形成される。焼酎飲用者の低アルコール志向が進む中、焼酎の香味の強化が必要とされている。これまで本格焼酎の香気成分に関する研究は多いが、その官能特性として「風味（嗅覚を加味した味覚）」に着目した研究はほとんどない。本研究では大麦芽焼酎に含まれる微量香気成分の中から呈味性を示す化合物としてインドールを見出し、その官能特性を明らかにした。さらに大麦芽焼酎製造工程におけるインドールの生成要因を明らかにし、焼酎原酒中のインドール含量制御技術の確立を試みた。

1) 微量香気成分「インドール」が焼酎の官能特性に及ぼす影響

大麦芽焼酎中には 400 種以上の微量香気成分が含まれるが、それらの成分が大麦芽焼酎の官能特性にどのように寄与しているのかについてはほとんど明らかになっていない。大麦芽焼酎中の微量香気成分の中から呈味性を有する化合物を探索したところ、インドールが呈味性を有する可能性を見出した。そこで本研究では、インドールが大麦芽焼酎やその他の原料から製造された本格焼酎の官能特性に及ぼす影響を評価した。

市販の大麦芽焼酎のうち、平均的な香気特性を持つ製品に対し、インドールの検知閾値を検討した結果、香りの検知閾値が $120 \mu\text{g/L}$ 、風味の検知閾値が $18 \mu\text{g/L}$ と見積もられ、インドールはより低濃度領域において、香りよりも味に寄与する可能性が示唆された。次にインドール添加濃度を変えて大麦芽焼酎への官能特性に及ぼす影響を検討した結果、 $0.5 \sim 50 \mu\text{g/L}$ の範囲では先味の「コク」が強化され、 $500 \mu\text{g/L}$ 以上では「苦味」を呈することが明らかとなった。以上の結果より、インドール含量を適性な範囲で制御することが、本格焼酎の香味を制御する上で重要であることが明らかとなった。

2) 大麦芽焼酎製造工程におけるインドール生成工程と要因

モルト使用量を大幅に減らしたビール風味飲料の製造工程においては、窒素源飢餓が生じた場合に、ビタミン B6 が欠乏することが原因でインドールが蓄積することが知られている。しかしながら、ビール風味飲料の製造方法と比較すると、従前に採用されてきた通常の大麦芽焼酎製造工程においてビタミン B6 が不足することは予想されにくい。そこで大麦芽製造工程のどの段階でインドールが生成されているのかについて検討した。

大麦芽焼酎製造工程におけるインドール含量の消長を検討した結果、大麦芽焼酎中のインドールは原料大麦芽や麴由来ではなく、焼酎醪(もろみ)の発酵中に蓄積していることが明らかとなった。また使用する酵母種によってインドールの蓄積量は異なり、その生産量は酵母の遺伝的背景に依存していることがわかった。さらに、インドールを蓄積する焼酎酵母 BAW6-SC2 株を用いた大麦芽焼酎仕込み試験の結果、醪中へのビタミン B6 の添加がインドール含量を低下させることから、大麦芽焼酎の発酵工

程中にビタミン B6 の欠乏が生じていることが示唆された。

3) 焼酎酵母 BAW6-SC2 がインドールを高生産する原因について

大麦焼酎製造におけるインドール蓄積は使用する酵母の遺伝的背景によって異なることが分かったが、インドール高蓄積株である BAW6-SC2 株がインドールを蓄積する原因の解明を試みた。四分子解析の結果、BAW6-SC2 株のインドール生産能の差異に寄与するのは一遺伝子変異によるものと考えられた。同株よりインドール生産能が異なる単孢子株 1C 株（高生産株）、1D 株（低生産株）を分離し、大麦焼酎醪中でのインドール生産に関わる挙動や要因を検討した結果、高生産株である 1C 株は醪中のビタミン B6 含量が低生産株である 1D 株よりも高く推移していた一方、細胞内のビタミン B6 含量は低くなっていた。1C 株の醪に過剰量のビタミン B6 を添加したところ、醪中インドール濃度が低下したことから、細胞内ビタミン B6 含量の低下が醪中のインドール蓄積に関わっていることが確認された。また BAW6-SC2 株由来の単孢子群 1A~1D 株のゲノムシーケンスを用いた SNP 解析により、インドール高生産に関わる遺伝子の抽出を試みた。その結果、9 個の遺伝子が候補として予測されたが、それらの遺伝子の単独破壊株のインドール生産は向上していなかった。一方、*SN02*, *TPN1*, *TRP5* といったビタミン B6 の生合成や輸送、あるいはトリプトファン代謝に関わる遺伝子の破壊株でインドール生産が増加していた。しかしながら BY4743 株を親株とするこれらの遺伝子破壊株は BAW6-SC2 株のインドール生産能と比較すると明らかに低かったことから、BAW6-SC2 株のインドール高生産の要因となる遺伝子はこれらとは別に存在すると考えられた。

4) 大麦焼酎製造におけるインドール生産の制御因子について

大麦焼酎製造におけるインドール濃度の制御方法を確立するために、製造工程における様々なパラメータを変えて、醪中のインドール濃度に与える影響を検討した。その結果、原料大麦の精麦歩合及び麴歩合はインドール濃度と負の関係にあり、汲み水歩合は正の関係にあることが明らかとなった。この結果は、醪中へのビタミン B6 の供給という観点からは妥当であると考えられた。また、蒸留方法について検討した結果、減圧蒸留よりも常圧蒸留の方が焼酎原酒中のインドール含量が高いことが確認された。しかしながら、これらの従来の焼酎製造方法におけるパラメータ変更によるインドール含量の調整技術は削減方法には有効であるが、増加方法としては調整範囲が限られており、高濃度のインドールを得るためには専用の酵母の使用が必須であると考えられた。

以上の知見を総合し、低アルコール度数において味わいを感じる大麦焼酎原酒の試験製造を行った結果、アルコール濃度 10%における官能試験において従来技術よりも味の評価が高まる原酒を開発することができた。