

氏名	川崎恒
	かわ さき つねし
学位の種類	工学博士
学位記番号	論工博第49号
学位授与の日付	昭和40年6月22日
学位授与の要件	学位規則第5条第2項該当
学位論文題目	清酒醸造における要因分析

(主査)
論文調査委員 教授 福井三郎 教授 舟阪渡 教授 穴戸圭一

論文内容の要旨

この論文は最近の経済的ならびに社会的情勢から急務となってきた清酒醸造工業の近代化・合理化を目標として、旧製造理論の再検討と品質管理実施のための基礎データをうるために、清酒醸造の各工程および製品につき選定した98要因の推計学的検討を行なったもので、緒論のほか2編12章からなっている。

緒論では清酒醸造法の概要を歴史的に展望し、本研究の目的を明らかにしている。

本論第1編第1章では、とりあげた98要因の選定理由とこれらの要因のもつ技術的意味について解説している。

第2章では試験工場ならびに試料を抽出する際の要領について説明し、製造場の所属する地区や製造方法などの層別による有意サンプリングが最も実際に適した方法であることを述べている。

第3章では、検討要因について実測値を度数分布であらわし、試料数、平均値、標準偏差および範囲などの基礎統計量について各製造工程別に分類している。

第4章では、清酒醸造工程の第一段階である原料米の性質および「精米」「浸漬」「水切り」「蒸し」などの処理法に関係のある要因について推計学的検討を加えている。蒸米の良否の判定基準として、従来経験的に認められてきた事実を整理して、良い蒸米としての条件は「蒸し」操作中の吸水率の少ないものであることを定義し、これに影響する要因を調べた結果、「こしき」穴の小さいものほど蒸し中の水分増量率が少ないと相伝的に考えられていた事実は最近の新しい型式の「こしき」では逆の関係があることを指摘している。

第5章では製麴工程に関連のある諸要因中、製品の蛋白混濁と微生物学的領域のものを除いた要因について推計学的検討を加え、麴使用歩合、麴在室時間、麴最高温度および出麴吸水率などの麴の質と量とに関連のある要因と製成清酒の酸度、アミノ酸度、全窒素量などの分析成分や酒化率との間の相関関係を調べている。その結果従来経験的に得られていた概念にたいし数値的な裏付けを与えている。また清酒粕の褐変化(黒粕)の発生率に及ぼす製麴条件の影響を調べて、乾燥した麴室を使用して比較的乾燥した麴

が作られている酒造場に黒粕が発生しやすいということを指摘している。

第6章では酒母製造工程に関する諸要因中、微生物学領域に属するものを除いて諸要因と製品清酒の諸性質との関係を相関分析法で検討している。従来観念的に酒母の性質が主醱酵段階である「もろみ」に強く影響し、製品清酒の成分を支配するものと考えられていたが、酸度、アミノ酸度およびポーメの3要因について調べた結果「もろみ」における有機酸およびアミノ酸の生成、並行複醱酵の進行度は酒母の性質との間に相関関係が認められず、「もろみ」における生酸に関しては、酒母より入ってくる酸が多い場合には、「もろみ」の初期段階における pH が低下するために生酸菌の繁殖や生酸能力が抑制されて「もろみ」増産量が逆に低下する傾向にあることを示している。

つぎに酒母製造法の旧式法である山廃酒母と新式法である速醸酒母を用いた時の「もろみ」の経過および製品清酒の性質の差を推計学的に調べて、全窒素量においては山廃酒母による製品の方が速醸酒母による製品よりも5%危険率で大きいという結果を出している。また同一工場で作られた山廃酒母製品と速醸酒母製品とを対にして官能検査の一対比較法（識別テスト）を行なう時には前者の方が好まれるという結果がえられるが、各工場からの両法による製品を対にせずランダムに配置した場合には官能検査で有意差が認められず酎酒条件により左右されることを示している。

第7章では「もろみ」製造工程における管理上の諸問題について検討している。すなわち「もろみ」の初期段階において並行複醱酵が順調に行なわれるか否かを予知する指標となる「留後60時間目のポーメ」に及ばず蒸米、麴、酒母などの性質と使用歩合などの効果を相関分析法でしらべている。つぎに「もろみ」過程の管理上、最も重要で、酒化率や酒質に大きな影響のある物料の溶解と醱酵とのバランスの関係を把握するために、新しく溶解度示数=アルコール度数+ポーメ度数、溶解醱酵のバランス=ポーメ度数の減少/アルコール度数の増加、醱酵能=白米1000kg 当りアル添前「もろみ」純アルコール l 数/「もろみ」精算温度(アル添前)の3要因を設定し、これらに関係があると推測される要因との間の相関を求めて管理に役立たせようとしている。新しい発見や従来の定説の大幅な改訂をうながすような結果はえられなかったが、たとえば従来から経験的に考えられていた仕込水中のクロールイオンが消化酵素力に影響を与えて「もろみ」初期の溶解を助長し、溶解・醱酵のバランスでは溶解に正の影響を及ぼすことを確認している。その他製品清酒の品質に影響の大きい「もろみ」増産量とそれに関連のあると思われる要因について検討し、酒母酸度は清酒酸度にたいしほとんど影響しないだけでなく、「もろみ」酸度増加とは逆相関していることを認めて、酒母工程でえられた結果を再確認している。

第8章では製品清酒の品質や性状と関係があると考えられる要因について検討している。品質についてはとくに鉄含有量が官能検査法でえられる品質評価に強く影響することを示している。性状については蛋白混濁と関係があると考えられる要因との相関関係をしらべ、蛋白混濁と関係のある諸要因はいずれも麴菌に由来する糖化型アミラーゼを介在して関係していることを重相関分析により証明している。また清酒中のアルコール分が蛋白混濁生成に影響していることも明らかにした。これらの結果は、実験室内の研究から提唱されている麴の糖化型アミラーゼが混濁母物質であって、物理化学的原因による凝集の結果蛋白混濁を生成するという仮説を、製造現場のデータの推計学的解析から裏づけたものである。

第9章では清酒醸造に重要な役割を演じる微生物、とくに「もろみ」における酸度増加に関与する生酸

性細菌群の挙動を、推計学的な立場から調査研究したものである。3年間にわたって延 106酒造場について、空気、井水および麴その他の生酸性細菌群の分布を定性的ならびに定量的に調査した結果、最も注意する必要のあるのは麴に由来する細菌であることを認めている。

第10章では製品の品質の良否を決定する官能検査法の設定をとりあっている。すなわち採点方法、審査室の明暗、唼猪口中の酒量の多少、唼酒時の酒の温度などについて検討している。

第2編は第1編でえられた調査結果に基づいて、実地酒造工程に若干の改良を加えようと試みた成果をのべている。

第1章は清酒工場における蛋白混濁の防除対策を取りあつたものである。第1編第8章でえられた結果にもとずき製品清酒の蛋白混濁の原因となる残存糖化型アミラーゼを減少させる要因として麴の使用歩合、製麴操作における最高温度の高低と在室時間の長短をとりあげ、醗酵経過及び製成酒の成分と品質に及ぼす影響をしらべたのち、酒質や酒化率に悪影響を与えずに製品の蛋白混濁を防止する条件を求めて実験計画法による検討を行なっている。上記3要因を2水準の直交配列表に組み、各要因やその交互作用が清酒の透明度と品質、ならびに粕歩合に与える影響を分散分析法によって確かめ、その結果を実地工場に応用した成功例について述べている。

第2章は酒質を害するものとして一般に嫌われることの多い「もろみ」の異常酸度増加の防止策を取り上げている。「もろみ」における酸の生成には、酵母の健全な代謝による「くえん酸回路」系のものと、混入する不要な生酸性細菌による場合とがあり、後者は少量の時には清酒に複雑な味をつけるのに役立つが多くなると「酸敗もろみ」「腐造もろみ」あるいは「多酸もろみ」として非常に嫌われるものである。第1編第9章の結果から、「多酸もろみ」が統発した時には、まず麴の細菌酸度をしらべねばならないことを提案し、また麴を過酸化水素またはメタ重亜硫酸カリで処理することにより、防除効果のあがることを示している。

論文審査の結果の要旨

清酒醸造工業には経験と勤に基づく前近代的な面が残存し、季節労働者による深夜作業も多い。しかし近年の労働力の不足と労働形態にたいする社会通念の変化により、急速に近代化と合理化が要請されるに至っている。本論文は旧来の酒造理論を再検討して合理化に役立たせ、また推計学的品質管理を酒造工業に導入するための基礎データをうることを目的として、第1編では醸造の各工程における要因分析、第2編では応用について記述したものである。第1編第1章より第3章において、(1) 原料および原料処理 (2) 麴 (3) 酒母 (4) 「もろみ」(5) 製品清酒の5部門において、新しく設定した34要因を含む合計98要因を選定し、昭和33年度に近畿地区の52酒造場、34年度に同111酒造場から地区別、醸造法別の層別有意サンプリングを行なってえられたデータについて各種基礎統計量および度数分布を求めて現状の解析を行なっている。

第4章以後は、麴菌による消化と酵母による醗酵が並行して営なまれ、さらに外圃から混入する細菌類の影響を受ける複雑な清酒醸造の一連の工程における要因分析を種々の推計学的手法により行なって、以下に述べるような知見をえている。

原料処理および製麴工程では、従来経験的に伝えられてきた諸法則を推計学的処理により実証した以外に、清酒粕の褐変化、所謂「黒粕」の発生は麴の褐変現象と関連があって麴室の乾燥度の高い酒造場に行われることを証明している。酒母工程では酒母の性質が次の工程の「もろみ」および製品清酒に如何なる影響を及ぼすかを検討し、酒母の酸は「もろみ」「清酒」中に移行して清酒酸度に量的な影響を与えるが、「もろみ」初期において pH を低下させるため生酸菌の繁殖と生酸能を抑制して、「もろみ」増酸量は逆に減少せしめることを明らかにした。また速醸酒母は山麴酒母よりも菌学的に不潔であって前者の方が「もろみ増酸量」が大きいことを示した。「もろみ」製造部門においては、管理上最も重要な原料の溶解と醗酵のバランスを示す尺度として、新しく「溶解度指数」、「醗酵能」、「溶解醗酵のバランス」を設定し、「もろみ」過程の「踊り」「留後60時間目」「留後10日目」および「アル添前」の各時期におけるこれらの値に及ぼす各種要因の効果をしらべて、従来主観的表現で伝えられてきた「もろみ」管理の内容を数値化することに成功している。製品清酒については、品質評価に大きい影響を与えると考えられている色と混濁度におよぼす要因をしらべ、前者にたいしては仕込水、原料米あるいは製造操作中混入する鉄分が強く影響することを示している。後者にたいしては製品中に残存する麴菌糖化酵素とアルコール濃度が有意の正相関関係にあることを示し、製品の混濁が最も強度に進行した所謂「蛋白混濁」の原因として、麴の糖化アミラーゼがアルコールなどの影響をうけて凝集することにあるという実験室内の研究成績を要因分析によって裏書きしている。つぎに、上述の結果を利用して、清酒の蛋白混濁の防止方法と「もろみ」における異常な酸度増加の防除対策を研究し、前者では麴の使用量と使用方法の調整、後者では麴中の生酸性細菌の殺菌に基いた実用的な方法を考案し、一応の成功をおさめている。

ほかに国税庁鑑定官室において行なわれる清酒級別審査のための標準官能検査方式の設定のために種々の条件をしらべ、現在実施されている審査方式の確立に役立つ若干の知見をえている。

これを要するにこの論文は清酒醸造工業に推計学的手法に基づく要因分析を適用することにより、品質管理の実施と醸造工程の合理化に役立つ多くの情報をえたものであって、学術上ならびに工業上に寄与するところがすくなくない。よってこの論文は工学博士の学位論文として価値あるものと認める。