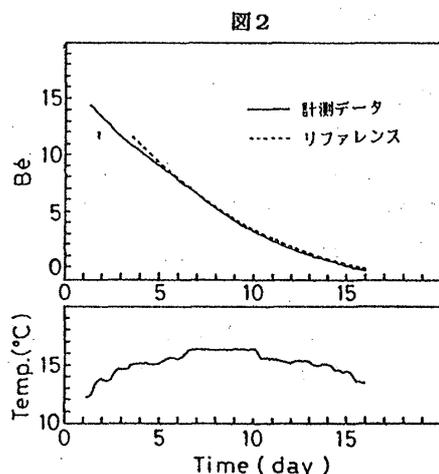
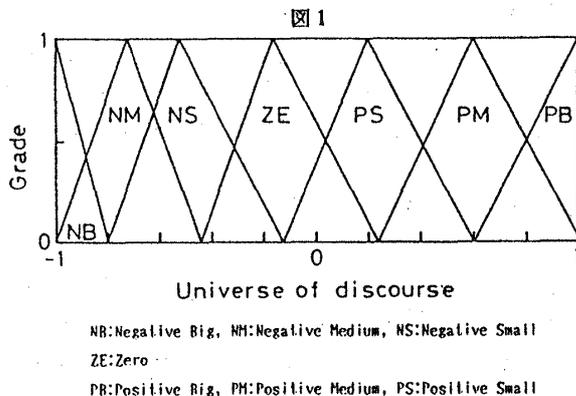


1. 緒言 演者¹⁾等は製成酒の品質を損なうことなく原料利用率を極限まで向上させることを目的とした原料処理プロセスの検討を行ない、従来の白米蒸煮プロセスに代わる方法として、 α -アミラーゼにより液化した精白米を掛米とする清酒醸造法を確立したことを報告した。本方法により、醪は仕込初期より流動化され、従来困難であった醪品温の精密制御や重要な状態変数であるポーメ(比重)やアルコール分のオンライン計測が可能となった。又、南波ら²⁾の「積算アルコール濃度による失活」という概念を用いた醱酵速度式が清酒醸造プロセスの構造モデルとして極めて有用であることを認め、本モデル式を清酒醪に適用した適応的制御システムの開発を行った(本大会にて発表)。本制御システムを用い、操作変数を醪品温とする制御テストを行ったところ、プロセスパラメーター同定後、ポーメのリファレンス軌跡に対して良好に追従させることが可能であった。

しかし、清酒醸造プロセスの自動化及び制御を展望した場合、製品が嗜好品であることから、制御目的としては生産性やコストの他に製成酒の官能評価や成分規格が加わり、むしろこちらの方が重要である。従って、官能評価が高く、目的の成分規格を満足し、更に生産性やコストとのトレードオフをも考慮にいれた目標リファレンス軌跡の設定、変更等の制御戦略の立案が必要である。しかし、これには仕込配合、原料米、製麹条件及び醱酵経過等と品質間の解析による定量的手法のみでは困難であり、熟練者の勘や経験に基づく制御知識を積極的に活用する必要があるものと考えられる。このような熟練者の制御戦略は過去の経験や勘を基にした大局的かつ定性的なものであり、B曲線管理においても目標ポーメリファレンス軌跡に対して、定量的に精度良く追従させることのみではない。ポーメ以外にも複数の判断基準が存在するが、とりわけポーメは重要な指標となっており、リファレンスとの偏差だけでなく、少なくとも現在までの経過、即ち変化率偏差をも考慮し、品温操作量の決定や臨機応変なリファレンス軌跡の変更等が行われている。最近、このような熟練者の定性的な知識を制御に適用させるための手段として、ファジィ制御³⁾が注目されている。今回、演者等は、従来より知られている醱酵管理法であるB曲線管理において、モデル式を用いた定量的手法に大局的な人間の定性的判断を加味し、両者の利点を取り入れた制御システムを開発したので報告する。



2. 方法と結果 ファジィ制御の制御パラメーター

としては、現在(t)のポーメ値と未来(t+n)時点での目標値との偏差(E)及び過去(t-1)から現在(t)までのポーメの変化率偏差(CE)を用い、出力(CO)は品温操作量とした。制御則は "If E is E_i and CE is CE_i then CO is CO_i" といったプロダクションルールで表現した。尚、E_i, CE_i, CO_iは台集合 E, CE, COの言語ラベルを示す。ここで、台集合及びメンバーシップ関数を決定する際、従来の報告では試行錯誤や学習によって行われている例が多い。しかし、今回演者等は先に報告した数学モデルが醱酵プロセスの構造モデルとして極めて有用であることに着目し、未知パラメータの内、v₁₅は計測値から又、k₁₅は過去のデータからの平均的な値であると仮定して、感度解析を行い台集合及び各メンバーシップ関数を定義することにした(図1)。推論方法はMamdaniら⁴⁾のmin演算により行い、非ファジィ化には重心法を採用した。

実際に行った制御テストの結果、醪初期よりリファレンス軌跡を良好に追従させることができ、先の適応的制御方式に比べ、より熟練者の感性に近づいた品温設定値変更操作を行うことができた。又、上槽酒の目標ポーメ+3に対して+2.96と満足のいく結果が得られ、本制御システムがB曲線管理に関して充分有効であることが示された(図2)。

1)今安ら: 農化, 63, 971 (1989)

2)Nanba, A. et al.: J.F.T., 65, 277 (1987)

3)菅野: 計測と制御, 18, 150 (1979)

4)Mamdani, E.H. and Assilian, S.: Int. J. Man-Machine Studies, 7, 1 (1975)