

エタノール水溶液の超音波霧化分離において生起する液柱の
X線回折による液体構造研究

(学習院大・理¹, 超音波醸造所², 本多電子³)

矢野 陽子¹, 道口 洵也¹, 熊谷 篤¹, 飯島 孝夫¹,
松浦 一雄², 富田 幸伸³, 宮本 年昭³

超音波霧化分離において、エタノール濃縮効率の最適化を図るためには、どの部分でエタノールの濃縮が起こっているかを解明することが重要である。本研究では、超音波によって生起する液柱に注目し、X線回折法により液柱の濃度が元の溶液と比べて変化しているのかどうかを“その場観察”した。純粋な水およびエタノールについて測定したところ、超音波未照射のものと同じ回折パターンを示した。このことから、超音波照射によって液体の局所構造（分子配置など）が乱されていないことがわかった。当日はさらにエタノール水溶液についても検討を行う予定である。

INTRODUCTION

近年佐藤らは、エタノール水溶液に高周波数の超音波を照射したときに得られるミストを選択的に回収すると、母液より高濃度のエタノール水溶液が得られることを見つけた¹。図1は、超音波照射前後での母液の濃度から算出したミストのエタノール濃度である。母液温度が50以下では、蒸気圧曲線（実線）を上回っていることがわかる。

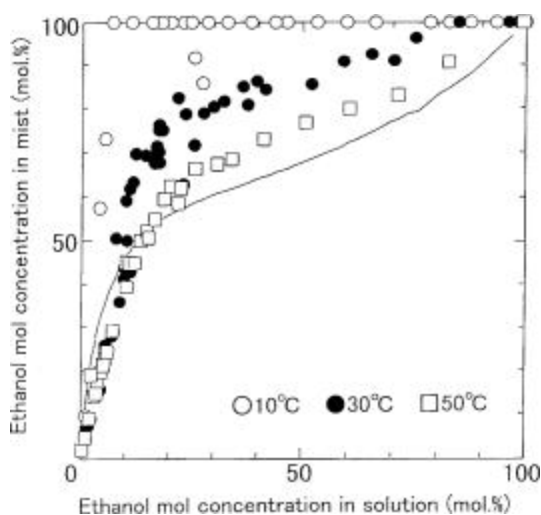


図2 超音波で発生したミスト中のエタノール濃度

この現象は「超音波霧化分離」と呼ばれ、蒸留法の10分の1のエネルギーで済むことから、現在、新しいエタノール濃縮のプロセスとして実用化段階にある²。この現象では、図2のように高周波数超音波の照射によって噴水のような液柱が立ち、その側面から加湿器のようにミストが発生する。



図1 fountain jet

我々は、この液柱のX線回折パターンをその場観測することに成功した。超音波未照射の溶液の回折パターンと比較することで、超音波照射によって液体構造が変化するかどうか、またエタノール濃度が変化するかどうかについて議論する。

EXPERIMENTAL METHOD

実験は、学習院大学のエネルギー分散型X線回折系を用いて行った。図3はX線透過率の高いカプトンフィルムをX線窓に用いた超音波霧化装置である。紙面に垂直にX線が透過するしくみになっている。

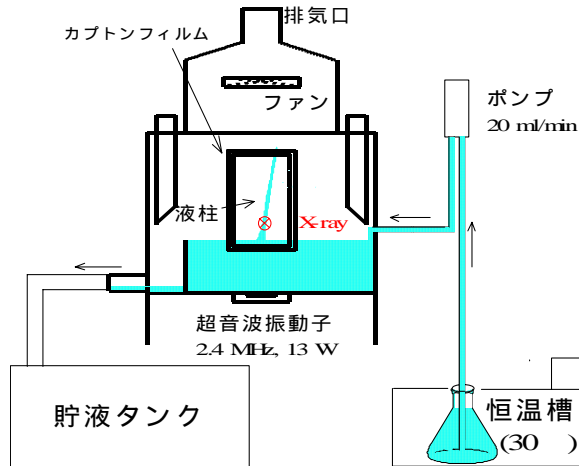


図3 その場X線回折用超音波霧化装置

また、対照とした超音波未照射のエタノール水溶液は、直径1mmのキャピラリーに封入して測定した。

RESULTS & DISCUSSION

図4および5は、純粋な水とエタノールについて、超音波照射中のX線回折パターンを示している。どちらも、超音波未照射(実線)のパターンと良く一致している。

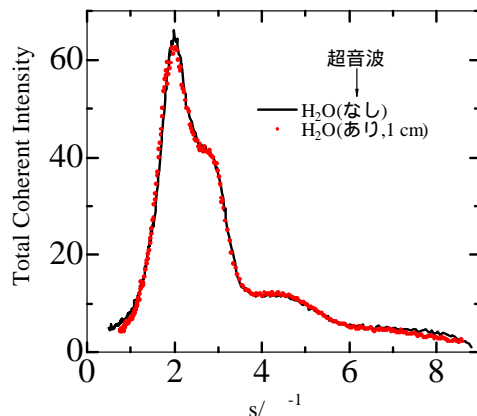


図4 水のX線回折パターン

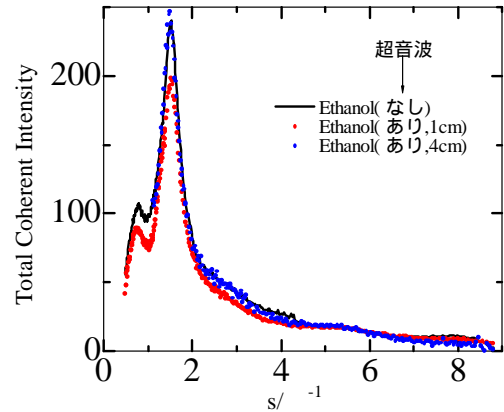


図5 エタノールのX線回折パターン

よって、超音波を照射しても液体の局所構造(分子配置など)が乱されていないことがわかった。

一方、エタノール水溶液のX線回折パターンは、first peakの位置が濃度に伴って連続

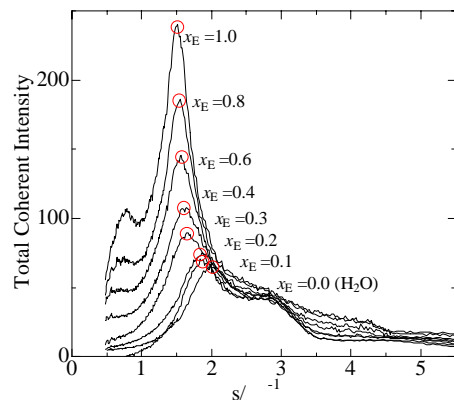


図6 エタノール水溶液のX線回折パターン (x_E はモル分率)

的に変化することが知られている(図6)。このことを利用すれば、エタノール水溶液に超音波を照射したとき、液柱の中で濃度変化が起こっているかどうかを確認することができる。結果は当日発表する。

¹ M. Sato, et al., JCP, **114**, 2382, (2000)

² 平成16-17年度 NEDO 実用化助成事業「揮発性有機化合物高度分離のための省エネルギープロセスの開発」代表者 超音波醸造所有限公司 松浦一雄