

研究概要報告書【サウンド技術振興部門】

(1/1)

研究題目	超音波霧化による生理活性物質の濃縮	報告書作成者	安田 啓司
研究従事者	濱田 幸治、安田 啓司		
研究目的	<p>生理活性物質とは、生物の生理や行動に何らかの特定の作用を示したり、生物の様々な働きを調整する性質のある化学物質のことである。例えば、果汁、発酵液のような食物から摂取するビタミン、アミノ酸などがある。現在、蒸留法、膜分離法、凍結乾燥法などによって濃縮されているが、熱によるビタミンの分解、膜の目詰まり、ランニングコストなどが問題となっている。</p> <p>超音波霧化とは、液体内から液面に向かって、強力な超音波を照射したときに液柱が生じ、液柱の表面に生じるキャピラリー波とキャビテーションによって、気体中に微細な液滴が発生する現象のことである。超音波霧化の特徴は装置がコンパクトで室温・大気圧のもとで操作ができることであり、加湿器、芳香剤・薬剤の噴霧器などで日常的に使われている。</p> <p>2001年にエタノール水溶液を超音波霧化すると霧中にエタノールが濃縮されることが報告され、日本酒の濃縮に応用されている。その後の研究により、水溶液中のアルコール、界面活性剤、ケトンなどが濃縮できることが明らかとなっている。超音波霧化による濃縮は、液表面に吸着した目的物質が液滴に取り込まれることを応用した方法である。濃縮の際に圧力変化や温度変化が無く、操作が簡単・安全でメンテナンスが不要であるといった利点を持つ。</p> <p>本研究では、超音波霧化によって、水溶液中のアミノ酸やビタミンといった生理活性物質を分解させずに、高い回収量でかつ、高い濃縮率で分離することを目的とし、以下の項目について研究した。</p> <ul style="list-style-type: none"> ①霧化量を増大させた濃縮装置の開発 ②フェニルアラニンの濃縮性能に及ぼす装置操作条件の影響 ③フェニルアラニンの濃縮性能に及ぼす試料条件の影響 ④様々な生理活性物質への応用 		

研究内容	<p>本研究では水中におけるアミノ酸やビタミンなど様々な生理活性物質を濃縮するために、まず、霧化量を増大させた装置を開発した。続いて、必須アミノ酸であるフェニルアラニン水溶液を試料として、霧を回収して、回収量と回収液中の濃度を測定し、濃縮性能に及ぼす装置の操作条件の影響を検討した。さらに、フェニルアラニン水溶液の試料条件の影響を明らかにした。最後に、本濃縮方法は様々な生理活性物質へ応用した。各検討項目の具体的な内容は以下のとおりである。</p> <p><u>①霧化量を増大させた濃縮装置の開発</u></p> <p>説明書の図1に本研究で開発した装置を示す。超音波霧化による霧化量を増大させるために、振動子の直上に円錐型のホーンを設置し、液滴の滞留時間を長くするために回収管を従来より太くした。また、内部が見えるように試料容器をアクリル樹脂で作成した。また、霧の同伴ガスの入口高さを調節できるように改良した。霧は冷却媒体で冷却して回収した。超音波周波数を 2.4 MHz、振動子への印加電力を 20 W、初期溶液高さを 4 cm、実験時間を 1 時間とした。</p> <p><u>②フェニルアラニンの濃縮性能に及ぼす装置操作条件の影響</u></p> <p>水溶液中のフェニルアラニンの濃度と霧の同伴ガス流量を一定として、ガス入口高さを 7～19 cm(装置高さ 25 cm)に変えて、霧の回収量と回収液中の濃度から濃縮率を算出し、両者が高くなるガス入口高さを求めた。さらに、ガス流量を 0.2～4 L/min に変化させて、霧回収量と濃縮率を求めた</p> <p><u>③フェニルアラニンの濃縮性能に及ぼす試料条件の影響</u></p> <p>フェニルアラニンは塩基性のアミノ基と酸性のカルボキシル基をもち、pH によって構造が変わる両性化合物である。そこで、水酸化ナトリウムを用いて、水溶液の pH を 7～10 に変えて、霧化濃縮性能を測定した。さらに、pH を最適化したうえで、初期濃度を変えて、濃縮性能を検討した。</p> <p><u>④様々な生理活性物質への応用</u></p> <p>フェニルアラニンの他に、アミノ酸であるチロシン、ビタミン B1 であるジベンゾイルチアミンを溶質とした水溶液について、初期濃度を変えて、超音波霧化による濃縮性能を評価した。</p>
------	---

<p>研究のポイント</p>	<p>研究のポイントは以下のとおりである。</p> <ul style="list-style-type: none"> ○霧発生量と回収量を増大させる装置を開発する。 ○生理活性物質の濃度が高い小さな液滴を積極的に回収する。 ○濃縮率が高くなる pH や初期濃度の条件を明らかにする。 ○水溶液中の様々なアミノ酸やビタミンの濃縮性能を評価する。
<p>研究結果</p>	<p><u>①霧化量を増大させた濃縮装置の開発</u></p> <p>振動子の直上にホーンを取付けるなど装置を改良した結果、霧回収量を約 2 倍に増加させることに成功した。</p> <p><u>②フェニルアラニンの濃縮性能に及ぼす装置操作条件の影響</u></p> <p>同伴ガス入口高さが、13 cm のときに、霧の回収量と濃縮率がともに大きくなった。同伴ガス濃度が高くなるほど、霧回収量は増加した(説明書の図 2)。これは、霧には様々な大きさの液滴が含まれるため、同伴ガス流量の低いときは小さな液滴のみ、高いときはすべての液滴がガスに同伴されるためである。濃縮率は、ガス速度が 2 L/min までは大きく減少し、その後、わずかに減少した。このことから、小さな液滴中の溶質濃度は高く、中程度と大きな液滴中の溶質濃度は小さな液滴よりも低いと考えた(図 3)。</p> <p><u>③フェニルアラニンの濃縮性能に及ぼす試料条件の影響</u></p> <p>pH が高くなるほど、濃縮率は高くなった(図 4)。これは、塩基性ではフェニルアラニンのアミノ基が NH_3^+ から NH_2 に変化して疎水性が強くなり、液面での濃度が高くなったためである。初期濃度が低くなるほど、濃縮率が高くなった(図 5)。これは、初期濃度が低いほど、溶液中の全溶質分子に対する液表面に吸着する溶質分子の割合が増加し、液滴に入る溶質分子の割合も増加するためである。</p> <p><u>④様々な生理活性物質への応用</u></p> <p>フェニルアラニンの他に、アミノ酸であるチロシン、ビタミン B1 であるジベンゾイルチアミンを溶質とした水溶液について、初期濃度を変えて、超音波霧化濃縮性能を検討した。フェニルアラニンと同様に、初期濃度が低いほど、濃縮率が高くなった(図 5)。同じ濃度では、フェニルアラニン>チロシン>ジベンゾイルチアミンの順で濃縮率が高くなった。これは、溶質の気液界面の吸着性能と関係があると考えられる。</p> <p>(以上の研究結果の一部は、2019、2020 ソノケミストリー討論会にて発表)</p>
<p>今後の課題</p>	<p>今後は、溶液中の様々なアミノ酸、ビタミンの濃縮性能を評価しつつ、表面張力、粘度を測定し、濃縮しやすい物質を予測することが必要である。また、液滴の大きさを実際に測定し、液滴の大きさと液滴中の濃度の関係も明らかにすることが重要である。溶液中の生理活性物質の濃縮方法として、本技術を実用化するためには、霧化量をさらに増大させる必要がある。また、今回、液滴の回収率は約 80% 程度であったが、もっと高くすることが望まれる。</p>

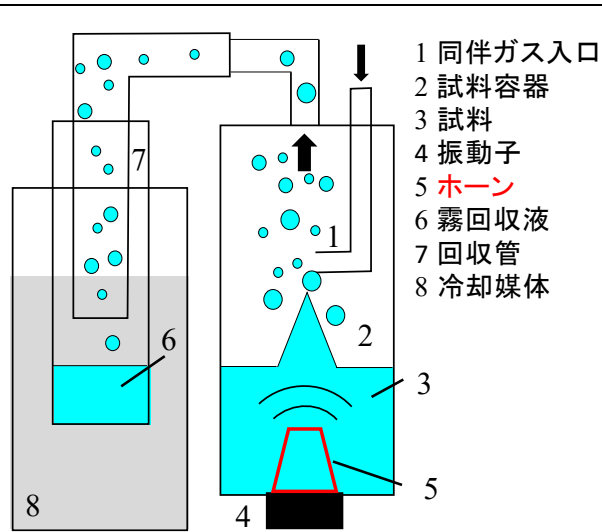


図1 装置図

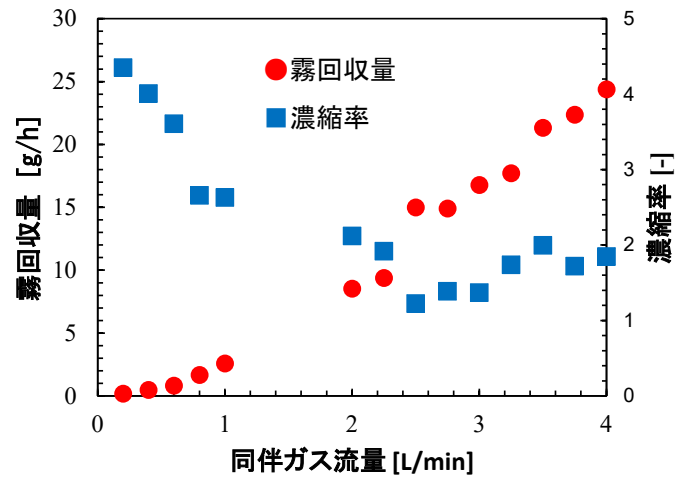


図2 霧回収量と濃縮率に及ぼすガス流量の影響

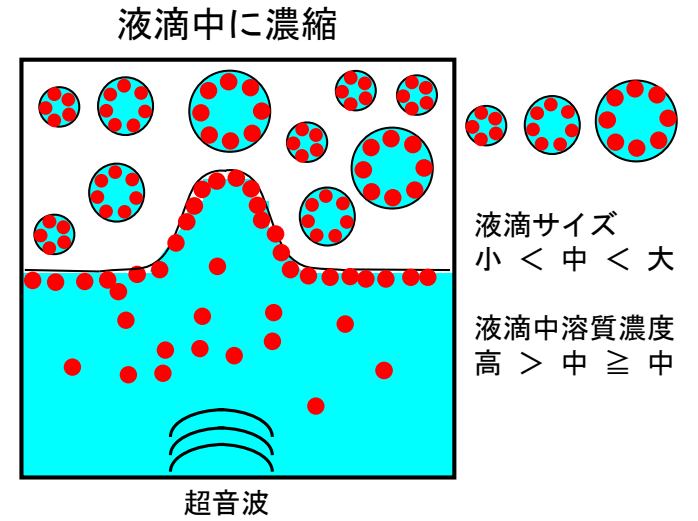


図3 液滴サイズと液滴内濃度との関係

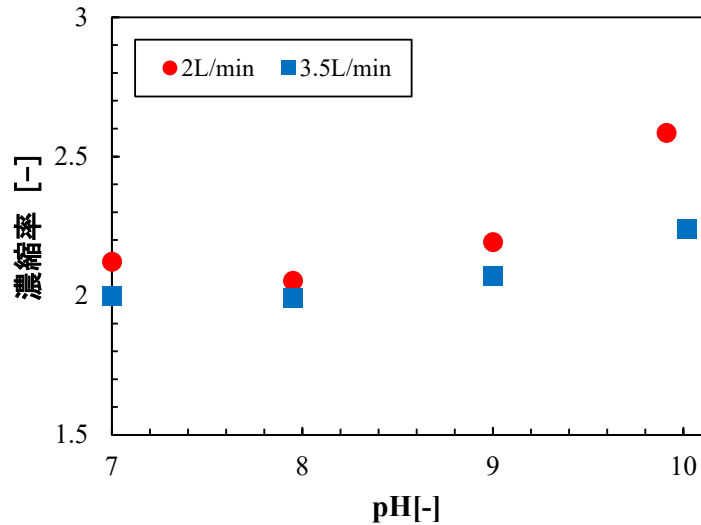


図4 フェニルアラニンの濃縮率に及ぼす pH の影響

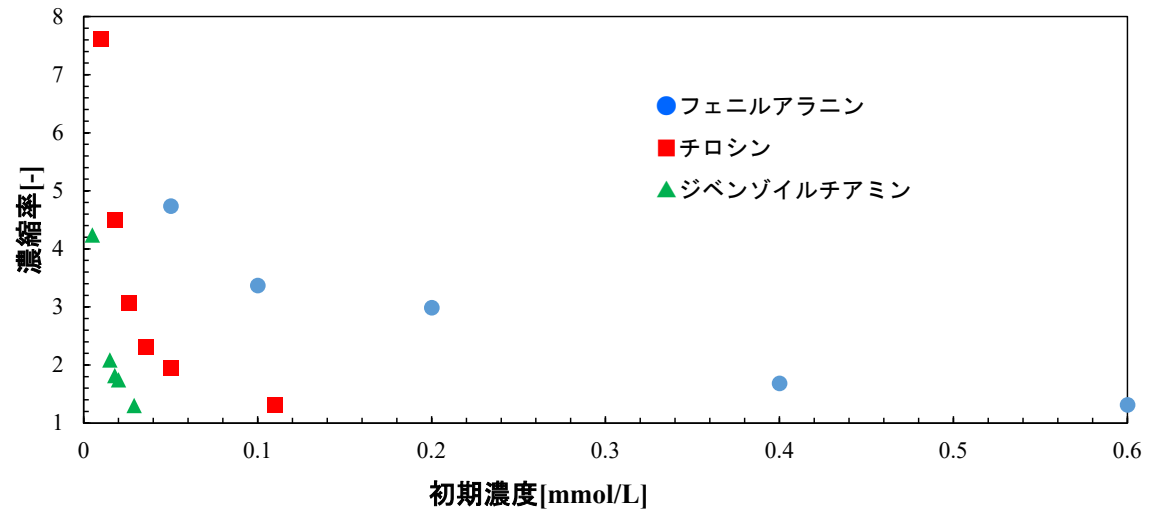


図5 様々な生理活性物質の濃縮性能

(注:フローチャート図, ブロック図, 構成図, 写真, データ表, グラフ等 研究内容の補足説明にご使用下さい。)