

常圧下でのバイオガス精製のためのCO₂吸収塔の開発と分離能評価

環境資源学専攻 生物生産講座 農業循環工学研究室 西川太雄

1. はじめに

バイオガスを都市ガス燃料として有効利用するには、CO₂分離を行う必要がある。CO₂分離能に優れている吸収分離法の課題は、装置のイニシャルコスト面にあり、0.9 MPaの高圧操作により二種耐圧容器を要することに起因する。

本研究の目標は、二種耐圧容器を要さない常圧下において、高いCO₂分離能（精製ガスCH₄濃度90%以上）を有する吸収分離装置を開発し、分離能の評価系の構築とともに、その条件を見出すことにある。試作した吸収分離装置において、4つの操作条件（ガス気泡径、ガス流量、液面高さ、攪拌速度）と分離能の関係性を明らかにした。

2. 吸収分離装置の開発

吸収分離装置はラボスケールで作成した。供試バイオガスにはCH₄60%、CO₂40%の混合ガスを用いた。高圧ガス容器と可燃性のガス（CH₄）を扱うため、安全面にも充分留意した。吸収液（イオン交換水）の供給方式は循環式を採用し、中空糸膜を用いてCO₂脱気を行った。このCO₂脱気能に対し、装置のCO₂分離能が大きく上回ったため、吸収液中のCO₂濃度は時間とともに上昇し、分離能の低下が起きた。そのため、精製ガスCH₄濃度は精製開始直後がピークとなり、徐々に低下した後30~40分程度で定常状態に達した。

分離能の評価には、定常状態の精製ガスCH₄濃度（中空糸膜を用いてCO₂脱気した際に安定的に供給できる分離能の目安）と、精製開始直後のピークのCH₄濃度（CO₂脱気能が理想状態における分離能の目安）の2つを指標とした。また最適条件においては、一過式（常に新しい吸収液を供給し続ける方式で、分離能がCO₂脱気能に影響されない）でも実験を行い、循環式の分離能と比較した。

3. 結果と考察

最適条件における精製ガスCH₄濃度は、ピークで98%、定常状態で89%となった。また、一過式では、精製ガスCH₄濃度は定常状態で約95%となり高い分離能を維持した。この最適条件は、気泡微細化フィルタにGBF4を使用、ガス流量を30 ml/min、吸収液面高さを90 cm、攪拌速度を0 rpm、吸収液の水温5℃に操作した条件であった。気泡径とガス流量は小さいほど分離能が上昇し、液面高さと攪拌速度は大きいほど分離能が上昇した。中でも気泡微細化に伴う分離能の上昇は、比表面積の増加と気液接触時間の増加に起因する。本実験最小の気泡径0.6 mmを10 μmに微細化すると仮定すると、比表面積60倍、気液接触時間1600倍となり、分離能は更に飛躍的に向上すると考える。

4. まとめ

本研究で開発した吸収分離装置は、常圧下において高い分離能を有した。精製ガスCH₄濃度は、循環式のピークで98%、一過式の定常状態で95%であった。今後は、気泡径や吸収塔高さ等を踏まえプラントスケールでの装置設計を目指す。