

メタン発酵消化液から抽出・固形化したアンモニアの回収方法の検討

Collection method of ammonia extracted from digested liquid

○山岡賢 中村真人 折立文子 柚山義人

YAMAOKA Masaru NAKAMURA Masato ORITATE Fumiko YUYAMA Yoshito

1. **メタン発酵消化液からのアンモニアの抽出・固形化** 著者らは、メタン発酵プロセスから生成される消化液の濃縮・減量技術の開発に取り組んでいる。消化液の脱水ろ液（以下、「脱水ろ液」）に全還流蒸留処理と二酸化炭素ガス注入を行うことで、消化液中のアンモニア性窒素($\text{NH}_4\text{-N}$)を抽出・固形化する技術（「DAF*法」と命名。※：Direct Ammonia Fixation）を開発した（山岡ら，2009；山岡ら，2010）。DAF法は、次の手順でアンモニアの抽出・固形化を行う（**図-1**参照）。(1) 蒸発器内の脱水ろ液を加熱し沸騰させる。(2) 脱水ろ液から水，アンモニア等が蒸発する。(3) 蒸発器上部の凝縮器で水蒸気が凝縮し，蒸発器に戻る（全還流）。(4) アンモニアの一部は凝縮水に溶解するが，溶解できなかったアンモニアは気体の状態で抽出される。(5) 抽出されたアンモニアガスに二酸化炭素(CO_2)ガスを混合することで，両者が反応して炭酸アンモニウム等の固形物が生成する。なお，DAF法で必要な CO_2 ガスは，メタン発酵で生成されるバイオガスの約40%を占める CO_2 ガスの利用が期待される。また，**図-1**では，蒸留装置内は真空ポンプで減圧している。

DAF法で生成される固形物の窒素含有量は約12%であり，消化液の窒素濃度約0.3%に対して大幅な濃縮を果たした。一方で，DAF法で生成される固形物は，密閉容器の内側に付着した状態で生成されるので，その効率的な回収は課題であった。本報では，DAF法で生成する炭酸アンモニウム等の固形物の回収方法を検討したので報告する。

2. 固形化したアンモニアの回収方法の考案及び確認実験

(1) **球形担体による回収** 固形物生成器内に生成したアンモニア固形物の回収は，専用のかき取り装置による対応等が考えられる。しかし，固形物の生成量を多くするためには，生成器内に凹凸を設けて表面積を大きくすることが有利と考えられる。このため，生成器内物の凹凸に対応したかき取り装置は複雑な物となることが懸念された。

そのため，**図-2**に示す球形担体を

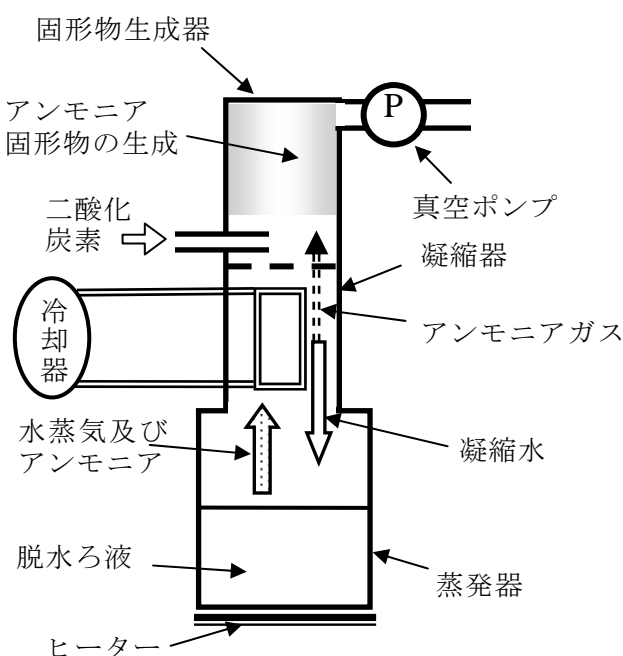


図-1 DAF法の原理

Fig.1 Principle of DAF (Direct Ammonia Fixation)

用いる方法を考案して、その実現性を確認した。同方法は、**a.**生成器に球形担体を詰め込み、生成器内部の表面積を増加させるとともに、担体表面に固形物を生成させる。**b.**固形物を生成させた球形担体を生成器から取り出す。**c.**球形担体から固形物を剥がして、固形物を回収する。

(2) ガラスビーズによる実験

生成器の底部に5mm目の網を設け、その上にガラスビーズ（径約10mm）41個を配置して、DAF法を適用した。

(3) ポリプロピレン (PP) 球による実験

ガラスビーズの場合と同様に、生成器の底部に5mm目の網を設け、その上にPP球（約9.5mm）50個を配置して、DAF法を適用した。

なお、(2)及び(3)の実験時の諸条件は、表-1に示す。

3. 確認実験の結果

DAF法を適用したガラスビーズ41個には、約0.45gの生成物の添着があった。ビーズの単位面積あたりに換算すると $34.9\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$ であった。DAF法を適用したPP球50個には、約0.39gの生成物の添着があった。PP球の単位面積あたりに換算すると $27.5\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$ であった。PP球に比べてガラスビーズは、単位面積あたり約1.3倍の添着量があった。

固形物の生成過程を目視観察すると、ガラスビーズの場合、親水性で蒸気が表面に結露して濡れ、その水分中から固形物が析出しはじめ、その後水分が見えなくなり固形物が形成されていた。PP球は、はっ水性で目視観察でも蒸気の付着は少なかった。一方、PP球は軽量で充填、取り出しのエネルギーが少なく有利と考えられる。

(引用文献) 1)山岡賢, 柚山義人, 中村真人(2009):メタン発酵消化液からのアンモニアの新たな抽出方法の検討, H21農業農村工学会大会講演要旨集, 824-825. 2)山岡賢, 柚山義人, 中村真人(2010):地域バイオマスによる土壌炭素貯留に向けた技術開発の展望, 農業農村工学会誌, 78(1), 39-42.

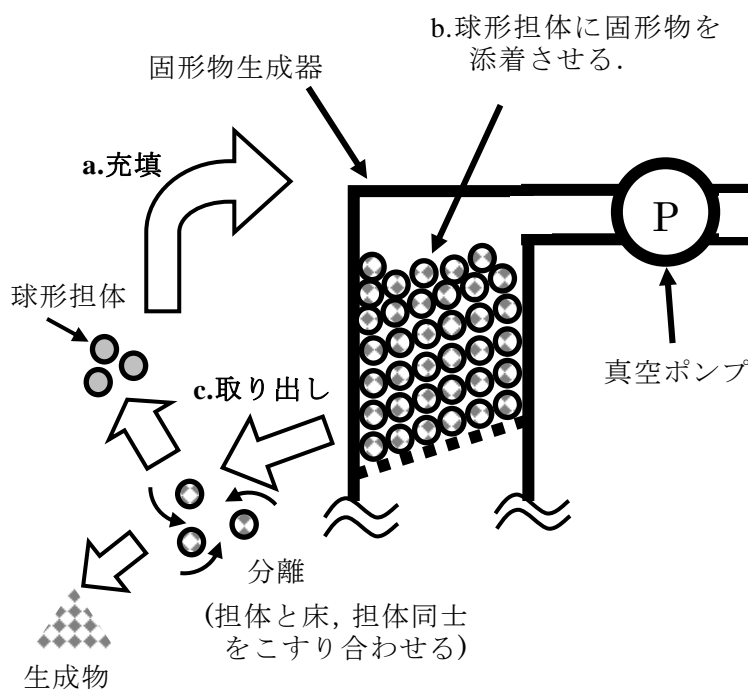


図-2 球形担体による生成物の回収
Fig.2 Collection of products by spherical carriers

表-1 蒸留器の運転条件
Table 1 Operating condition of the distiller

項目	ガラスビーズ	PP球
脱水ろ液量	12,247 g	12,095 g
アンモニア性窒素濃度	1,530 mg/L	
装置内圧力設定値	27.5 kPa	
液温上限設定値	70 °C	
運転時間	1.5 h	2.1 h