

自動細菌培養装置の作製

～培地の枯渇を防ぐリアルタイム把握手法の開発～

小山工業高等専門学校 物質工学科 反応工学研究室 5 年
岡野 恵拓 (おかの けいた)

【概要】 Anammox 細菌などの難培養性細菌は、実験室レベルであっても増殖させることが非常に困難である。そのため、増殖用の反応器を同時に安定的かつリアルタイムに制御・把握するためには、それらのリアクターの挙動を電子制御化し、一元管理することが望まれる。本研究では、培地の枯渇を防ぐために、残量をGmailやLineなどに通知するシステムを安価に開発したので報告する。

【栃木を元気にするには】 現在も新たに発見が続く産業に有用な新しい細菌は、特殊環境下でその性能を発揮することが知られており、その管理は非常に難しい。本研究で開発を急いでいる自動培養装置用の部品は、スマートフォンやPCなどへリアルタイムに通知可能な機能があると同時に、安価であるため、今後有用な新規細菌の培養技術に大いに貢献可能であることが期待される。

1. 緒言

難培養細菌として知られる海洋性 Anammox 細菌(以下 Anammox 細菌と略す)は、従来の硝化-脱窒法に替わる手法として提唱されているアナモックスプロセス (anaerobic ammonium oxidation, Anammox, 嫌気性アンモニウム酸化法) を構成する細菌である。Anammox 細菌は、構成細菌群が独立栄養細菌であるため有機物を必要としないこと、廃水全量の硝化が不要であること、嫌気性細菌であるため酸素を必要としないこと(曝気エネルギーが不要である)、増殖率が低いこと余剰汚泥の発生量が少ない、温室効果ガスである N_2O ガスを放出しないといった利点を持っている¹⁾。この細菌は、従来の硝化-脱窒法が3段階の化学反応で進行することに対し、理論上1段階で化学反応をするため、非常に効率が良く高濃度の窒素含有廃水にも対応可能であることが知られている。

その一方で、Anammox 細菌は増殖が遅く(通常の大腸菌は20-30分で2倍になるが、Anammox 細菌は2倍になる期間として7-10日間要する)、反応器の立ち上げ時に必要とされる大量の Anammox 細菌供給には向いていない。そのため本研究は、Anammox 細菌の増殖速度を増し、高密度培養を達成させる装置の作製を行うことを最終目的とし、その装置に対して必要な電子部品の作製を目的としている。

2. 実験内容

まず、Anammox 細菌は海洋性模擬廃水(3.0%の塩分濃度はシーライフ, マリンテック社製を使用した)を連続で供給する必要がある²⁾。そのため、反応器に必要な不可欠なポンプの作製を実施し、細菌の増殖に適した条件である $HRT\ 1.0\sim 0.7\ [h^{-1}]$ (水理的滞留時間、培地がリアクター内に滞留した時間を示す)に調製し、内部上下にフィルターが装着されたガラスカラム管(細菌を入れた反応器)に接続した。ポンプに接続した供給チューブはガス透過性の低いファームドチューブを使用した。Anammox 細菌は大量の模擬廃水を消費するため、その残量を適宜把握する必要がある。そのため、昨年度は枯渇するとブザーが鳴る装置を作製したが、残量が装置近辺に不在だと迅速に把握できないことが問題であった。そのため今年度は、残量を Gmail や Line などに通知するシステムを組み込むことを目的にした。

3. 現在までの結果と今後の予定

本実験で作製する装置の全体模式図を図 1 に示した。尚、リアクターは通常時、布カーテンにより遮光している。図 1 は本来想定しているものより簡略化されているが、オートサンプラーと比色分析装置は、硝酸性窒素、亜硝酸性窒素、アンモニア性窒素の 3 種類の分析をそれぞれ行うため、最終的に 3 台設置する予定である。

図 2 は作製したポンプの回路図である。ポンプは換装済みであり、デジタル表記の数値(出力電圧、出力電流、入力電圧)の変更により流量変化が可能である。作製したポンプの値段は約 1,100 円/台と非常に安価であり、これまで使用していた圧送ポンプに比べて大幅なコストの削減ができた。

図 3 は作製中の培地の枯渇を防ぐために重量変化を感知・通知する装置の回路図である。現在までに Gmail 送信プログラムと質量感知システムをそれぞれ構築済みである。しかし、質量を感知するロードセルの数値が安定していない現象が見られた。その要因として、複数使用しているロードセルに均等に重量がかかっていないことが考えられたので、設置方法などについて検討中である。尚、当面は総重量約 100 [kg] の培地が 15 [kg] 以下になった際に Gmail が送信されるシステムを構築し、最終的にはアクセスすることで重量が把握できるシステムを構築する。今回作製した重量変化感知・通知システムの値段は約 17,000 円である。

その他、オートサンプラーや比色分析装置の作製も検討中である。現在までに、オートサンプラーの設計図の作成、比色分析装置の作製および検量線データの採取ができています。今後、オートサンプラーを作製し、比色分析装置と組み合わせて全自動培養装置に組み込むことを目標としている。

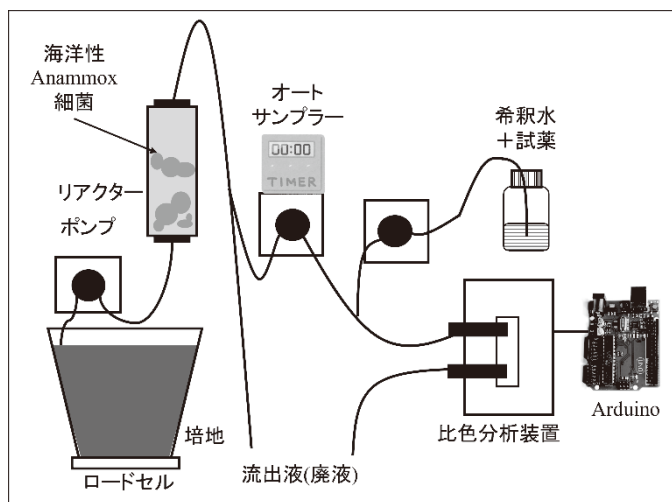


図 1 全自動培養装置の全体模式図

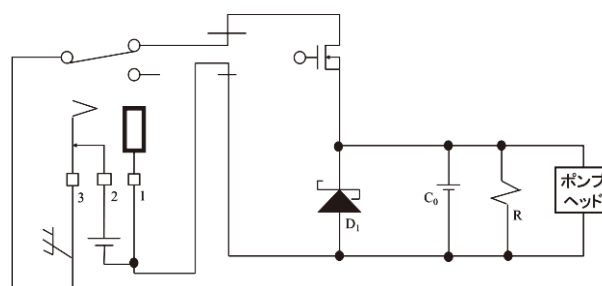


図 2 ポンプの回路図

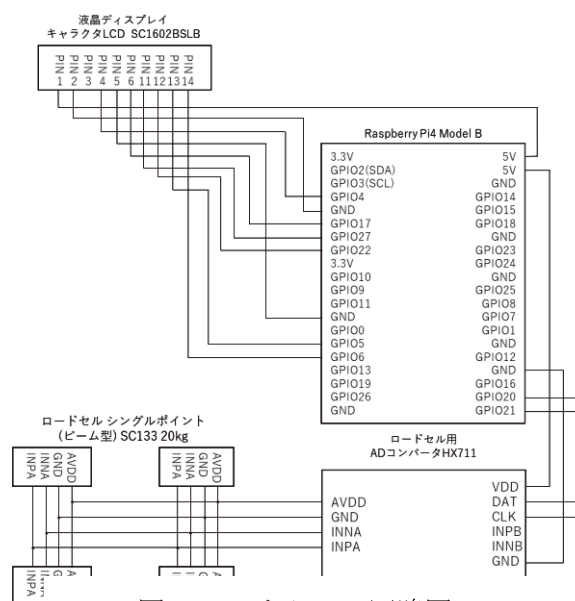


図 3 ロードセルの回路図

【謝辞】 本研究は、北海道大学 押木守先生、小山高専 電気電子創造工学科の小林康浩先生、同学科 5 年の佐藤佑海君の多大なご協力を受けて実施されているものです。感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 押木守 他, 環境バイオテクノロジー学会誌, 14, pp.21-29(2014)
- 2) T.Kindaichi et al., Microbes Environ., 26, pp.67-73 (2011)