

<IWA/ICA2005 報告>

Session 6-2

Detection & early warning; Part1

乾 貴誌 *

富士電機アドバンステクノロジー(株)

INUI Takashi *

Fuji Electric Advanced Technology Co.,Ltd

はじめに

「Detection & early warning(意識:異常検出技術および早期警戒システム)」のタイトルで口頭発表 2 セッション(8 編)、ポスター発表 1 セッション(2 編)が設けられており、発表数は前回会議と同等であった。

発表内容を比較すると、前回は水処理プロセスのシステム異常検出・対応技術に関する報告がほとんどであったのに対し、今回は有害物質検出に関する発表が他のセッション含めて 7 編あり、システム異常を引き起こす前に、その原因となりうる有害物質を検出し、早期対応しようという動向が見られた。

また、有害物質検出に関する発表は、全て日本あるいは韓国の研究グループによるものであったことが特長であった。

なお、本セッションはバイオアッセイを用いた有害物質検出装置や早期警戒システムに関する発表 4 編であった。

1. Application of a multi-channel system for continuous monitoring and early warning system (Korea)

J. H. Lee, B. C. Kim and M. B. Gu

特定の環境ストレスを受けると蛍光発光する遺伝子を組み込んだ 4 種の大腸菌を用いて、ラボスケール(バイオリクター型)のマルチチャンネル有害物質連続監視装置を開発した、との報告であった。各バイオリクターは 2 段直列で構成されており、前段部は細菌培養、後段部が毒性試験に使用される。

毒性試験によって後段部で死滅した細菌は排出され、前段部から新たに供給されるシステムとなっている。マルチチャンネル化することで、毒性識別(DNA 損傷、蛋白質破壊、細胞膜破壊、細胞毒性)が可能であることが特長であった。

フィールド試験において、従来のミジンコや藻類を用いたバイオアッセイよりも高感度であることを報告しているが、連続運転試験期間が 1~3 週間と短く、実用化には保守性、コスト、感度安定性といった点において課題が多い印象を受けた。

また、毒性識別が可能となった場合に、水処理プロセスの有

害物質混入早期警戒システムに対して、その利点をどのように反映できるのかが不明瞭であった。

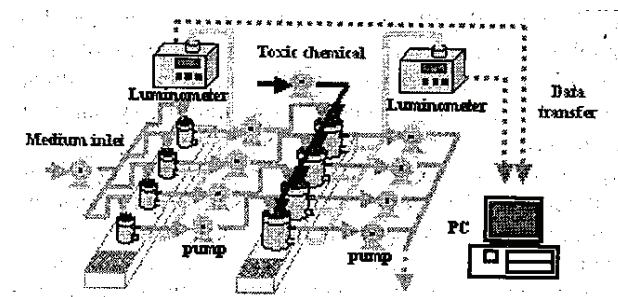


図 1. 装置概要

2. Quantification of immobilized microbial membrane activity and improvement of sensitivity for toxicants in biosensors using nitrifying bacteria (Japan)

T. Inui, Y. Tanaka, Y. Okayasu and H. Tanaka

硝化細菌バイオセンサを用いた有害物質連続監視装置の性能向上に関する報告であった。

硝化細菌バイオセンサの検出素子である、硝化細菌固定化膜の活性と毒物感度との関係を「酸素消費率」と、基質濃度依存性に基づく「活性値」を指標として定量化する方法を提案し、測定条件が異なる場合(細菌種、供試物質、温度、測定日時等)でも上記指標を用いることにより正確な感度比較が可能となる、とのことであった。

また、2 種の硝化細菌バイオセンサ(アンモニア酸化細菌および亜硝酸酸化細菌)を複合化することで毒物の分別と検出可能物質数の拡大が可能との提案があった。

さらに、種々の硝化細菌固定化膜の活性制御手法を検討し、センサ運転温度を培養至適温度(30℃)よりも低温領域とすることにより、酸素消費率をリアルタイム制御可能としたことが特長であった。

その結果、活性制御試作機の 3 ヶ月連続運転試験において、

酸素消費率を目標範囲内で制御でき、その間の検出感度を 5 倍程度向上させることができた、との報告であった。

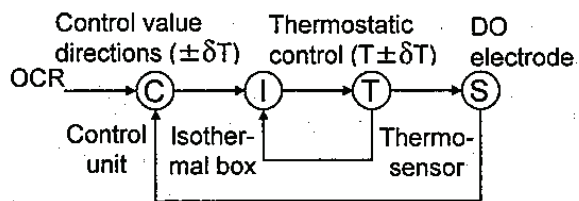


図 2. 酸素消費率のフィードバック制御モデル

3. Temperature-based rapid toxicity test using *Ceriodaphnia dubia* (Korea)

B. H. Jun, S. I. Lee, H. D. Ryu and Y. J. Kim

ミジンコを用いたバイオアッセイの簡便化・迅速化手法に関する報告であった。ミジンコの生育至適温度 (25°C) よりも高温 (35.5°C) とすることにより、試験時間を従来法の 48 時間から約 1.5 時間に短縮することができた。

また、測定時間が同程度である他のバイオアッセイ (① CerioFast™, ② CAUST, ③ I. Q. test, ④ Microtox) と簡便性 (①, ②) および検出感度 (③, ④) を比較し、本法が最も優位であると主張している。①, ② はミジンコの摂食挙動により毒物判定を行なう手法であり、前者は消化管内の蛍光標識酵母、後者は藻類を (蛍光) 顕微鏡で観察する。③ はミジンコの酵素阻害、④ は海洋性発光細菌の発光阻害を基に毒物検出を行なう手法である。

本法の半自動化装置についても簡単に言及されていたが、前 2 件の報告と比較すると検出時間や連続監視に難点があり、有害物質流入早期警戒への有効性が疑問視される。

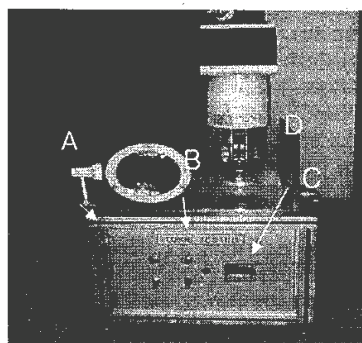


図 3. 半自動化装置外観

4. Biosensor-based control of nitrification inhibitor in municipal wastewater treatment plants (Japan)

Y. Okayasu, H. Tanaka, T. Inui and Y. Tanaka

(2) と同一の研究チームによる、硝化細菌バイオセンサを用いた下水処理施設への悪質排水流入回避制御法に関する報告

であった。下水処理施設に流入し、活性汚泥処理に影響を及ぼす代表的な毒性物質としてシアンを選定し実験を行なった結果、シアンは下水排除基準値 (1mg/L) 以下の濃度で硝化阻害を引き起こすこと、バイオセンサを用いて流入水を連続監視することにより、シアンを含む悪質排水を回避池へ貯留して処理系への流入を防止し、生物処理 (硝化反応) を保護できることを実証した。また、貯留した悪質排水の希釈処理法の有効性についても報告されていた。

課題として、高濃度毒物検出後のセンサの活性復帰が困難であるため、異常終了判定に時間を要することと、回避池の設計および運用法がある。

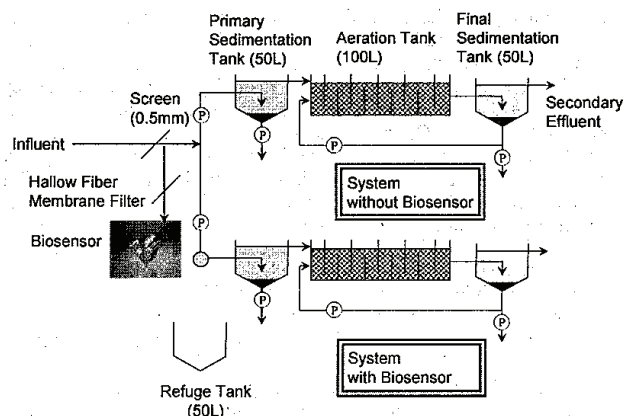


図 4. バイオセンサによる悪質排水流入回避制御実験系

以上