

# 汚泥活性度測定装置

福岡 正芳\*、大島 信夫\*、長崎 進\*

\* 榊明電舎 総合研究所  
東京都品川区大崎2-1-17

## 概 要

活性汚泥中の微生物の活性度を表現する指標として、微生物体内に存在するアデノシン三リン酸 (ATP) が有効であると考えられている。このことから当社では、自動化が容易で、高収率の抽出法を開発し、この技術を基にATPを自動的に測定する装置 (汚泥活性度測定装置) を開発した。

本装置は、試料と発光試薬が検出部に到達した時に、一旦流れを停止して発光計測を行うストップドフロー方式によるフローインジェクション分析法を採用している。

本装置によるATP標準液の同時再現性試験において、変動係数は高濃度、低濃度共に5%以内で、良好な結果が得られた。フィールド実験の結果、本装置により測定したATPの値と手分析によるMLVSSの値との相関係数は0.77であった。また、生物量としてATPを用いた時、[酸素消費速度]と[基質濃度] \* [生物量]との間にはかなり高い相関関係があることがわかった。

## キーワード

活性汚泥      ATP      生物発光      抽出法      FIA      ストップドフロー

### 1. まえがき

下水処理場のエアレーションタンクの運転管理をする上で、汚泥中の微生物の活性度を知ることは重要である。現在、そのために用いられている指標はMLSSやMLVSSであるが、これらの指標は単に汚泥量を測定するだけのもので、微生物の活性度を正確に表現することができない。

アデノシン三リン酸 (ATP) は生物の代謝活性物質で、生きている微生物には必ず存在し、しかも活性の高い微生物ほどATPを多く含んでいることが知られている。

従って、ATPを精度良く測定することができれば、微生物の活性度を正確に知ることができることになる。

そこで、当社では微生物の活性度を迅速に、しかも正確に評価することを目的として、ATPを自動的に測定する装置の開発を行ったので、測定原理、測定方法、及び実処理場におけるフィールド実験結果について報告する。

## 2. 測定原理及び測定方法

ATPはホタルの発光現象と同様の生物発光反応を利用して測定することができる。すなわち、ATPはルシフェラーゼ（酵素）、酸素、マグネシウムイオンの存在下でルシフェリンと反応して光（生物発光）を発生する。この反応において、ATP 1分子に対して光が1個放出されるので、発光量を計測することによりATPを定量することができる。

測定プロセスを図-1に示す。

ATPは微生物体内に存在しているため、生物発光反応を行わせるためには、ATPを微生物体内から外へ放出する操作（抽出操作）が必要となる。この抽出方法は抽出効率が高く、生物発光反応への影響が少なく、操作が簡便な方法でなければならない。当社では、トリクロル酢酸を主成分とする抽出方法を採用している。<sup>(1)</sup>

最初に、試料（活性汚泥）に抽出試薬を加えATPを抽出する。次に、抽出試薬の発光反応への影響を少なくするために希釈液を添加する。この抽出液に発光試薬（キッコーマン社製）を反応させ、このとき発生した光をセンサー（光電子増倍管）で計測する。この計測結果と既知濃度のATP標準液を測定して作成した標準曲線（検量線）から、活性汚泥中に含まれる微生物体内のATP量を求めることができる。

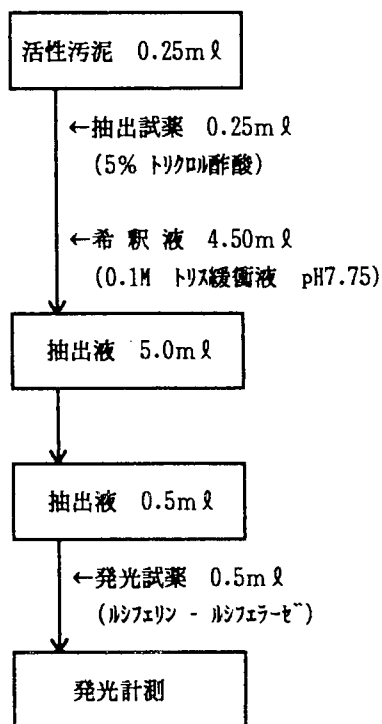


図-1 測定プロセス

## 3. 構成と動作

本装置は試料と発光試薬が検出部に到達したときに、一旦流れを停止して発光計測を行うストップフロー方式によるフローインジェクション分析法を採用している。

汚泥活性度測定装置のブロック図を図-2に示す。

### (1) 測定準備

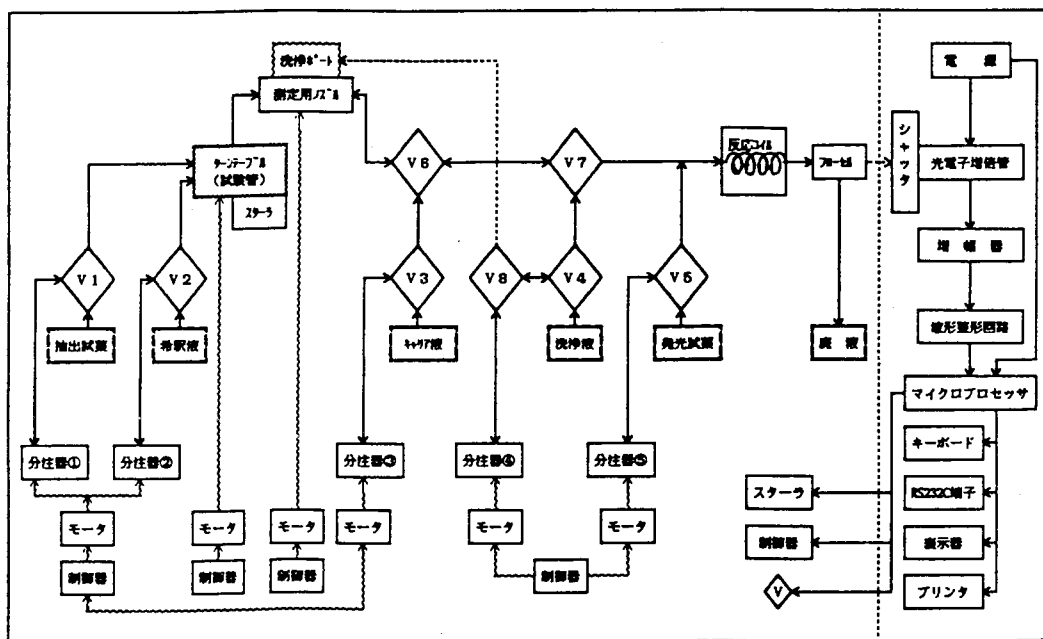
装置正面パネルには、READYモードとMEASUREモード及びスタートスイッチとストップスイッチが設置されている。本装置はこのモードにより動作が異なる。

READYモードは測定前の準備の時に使用するモードで、MEASUREモードは測定の時に使用するモードである。従って、この測定準備ではREADYモードを選択する。このREADYモードでは洗浄水により分注器及びテフロンチューブなどの配管内の洗浄を行う。

### (2) 測定

モードスイッチをMEASUREモードに切り換える。活性汚泥などの試料を試験管に分取し、ターンテーブルにセットする。さらに、測定に必要な試薬を調製し試薬ボックスにセットする。スタートスイッチをONにすると、試薬が分注器及びテフロンチューブなどの配管内に充填され、測定が開始される。

計数終了後、発光反応した混合液は廃液容器に収容され、測定用ノズルが廃液ポート位置に移動して、ノズルの内部と周囲の洗浄が行われ測定が終了する。



V1~V8 : 3方向切り換えバルブ

図-2 ブロック図

#### 4. 信頼性試験

低濃度 ( $10^{-9}$  mol/l) と高濃度 ( $10^{-6}$  mol/l) の標準ATP溶液を、それぞれ12回づつ連続して測定した同時再現性試験の結果を表-1に示す。

変動係数は低濃度、高濃度共に5%以内で、良好な結果が得られた。

また、MLVSSが1782mg/lの活性汚泥を順次希釈してATP濃度を測定した希釈試験においても相関係数が $r=0.99$ の直線関係が得られ、本装置の信頼性の高いことが示された。

表-1 同時再現性試験

ATP濃度 (mol/l)	発光量(平均値) (n=12)	変動係数(%) (n=12)
$10^{-9}$	$6.01 \times 10^2$	4.47
$10^{-6}$	$1.03 \times 10^5$	2.61

## 5. フィールド実験

都内下水処理場におけるMLVSSとATPとの関係を図-3に示す。

相関係数は $r=0.77$ で、同時に測定したMLSSとATPとの相関係数( $r=0.74$ )より高いことがわかった。

温度補正したATU-R<sub>r</sub>とBOD\*ATPの関係及びBOD\*MLSSの関係をそれぞれ図-4及び図-5に示す。

生物量として、ATPを用いた時、[酸素消費速度]と[基質濃度]\*[生物量]の間にはかなり高い相関関係があることがわかった。

このことは、ATPがMLSSより正確に生物量を表現しているためであると思われる。

## 6. むすび

フィールド実験の結果、本装置はエアレーションタンク内微生物の活性度を測定する装置として有効であることがわかった。

また、先に行った室内実験においても、微生物の状態変化を誘起するような環境変化(毒物の混入など)に対してATPは迅速に応答することがわかっており、今回実施したフィールド実験においてもATPは生物量を表現する指標として有効であることが示された。

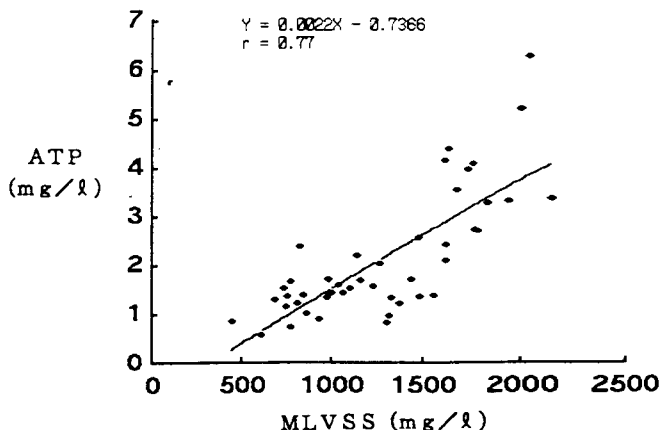


図-3 ATPとMLVSSとの関係

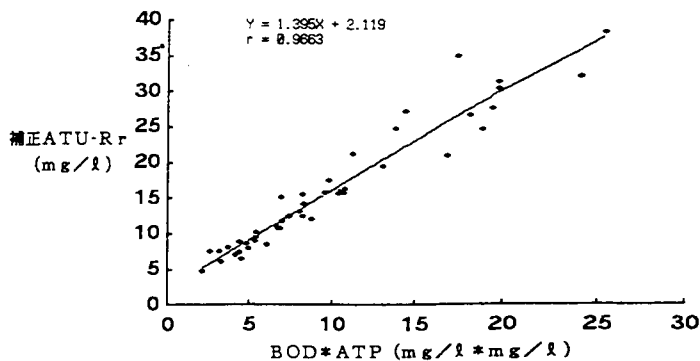


図-4 補正ATU-R<sub>r</sub>とBOD\*ATPとの関係

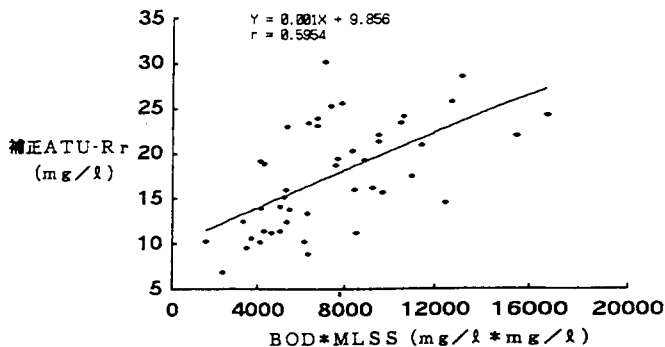


図-5 補正ATU-R<sub>r</sub>とBOD\*MLSSとの関係

## [参考文献]

- (1)第26回下水道研究発表会講演集; p 748(1989)
- (2)第27回下水道研究発表会講演集; p 632(1990)
- (3)第28回下水道研究発表会講演集; p 385(1991)