

II-476 付着生物膜上の流れの構造が 基質の輸送機構に与える影響

武蔵工業大学大学院 学生会員 杉尾 勝之
武蔵工業大学工学部 正会員 長岡 裕

1. はじめに

生物膜法を用いた水処理システムにおける付着生物膜の増殖促進、及び制御のためには、生物膜近傍の流体運動と基質除去特性との関係を知ることが重要である。本研究では小型循環水路を用いて底板に生物膜を増殖させ、流れの条件の変化が基質除去特性や生物膜の形態などに与える影響について検討した。

2. 実験装置

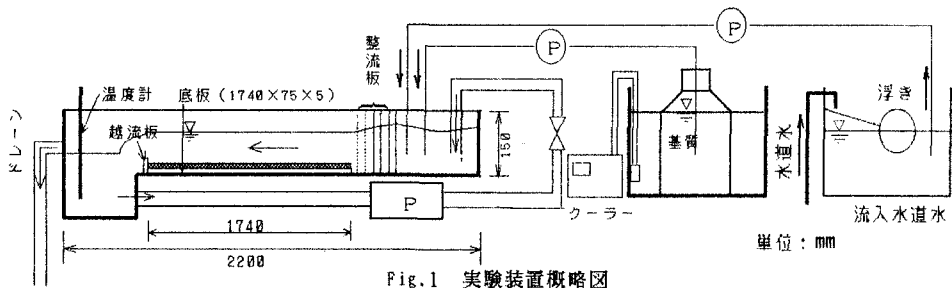


Fig. 1 実験装置概略図

実験装置にはFig.1に示す様な、アクリル製の循環水路（長さ2200、幅150mm）を用いた。循環水路は中央に高さ100mm、幅10mmの仕切り板を設け、同条件（幅75mm）の水路A（低流速）、水路B（高流速）からなっている。また水路は、下流側に堰とドレーンを設けることにより、水深を5cmに保った。水路底板はサンドペーパー（40番）で粗くし生物膜が付着し易いようにした。水理学的滞留時間は、両水路とも2hに設定した。基質はグルコースと酵母エキスに栄養塩類を加えたものを使用した。水温は水路Aは20～22℃水路Bは23～24.5℃であった。また壁面、整流板、パイプに付着した生物膜は、TOCを測定する6時間前（滞留時間の3倍）に清掃を行った。

3. 実験方法

水路運転開始後 TOC, pH, 水温を測定し、水路内の経日変化を観察した。生物膜による基質の消費が安定した後にLDV（レーザードップラー流速計）により生物膜上の流速分布を測定した。サンプリングの周波数は100Hzで、データ数は2048であった。その後、循環流量を段階的に減少させ、それぞれの条件における生物膜上の流速分布と基質消費フラックスを測定した。

基質消費フラックスは、流入及び流出の基質濃度の差より計算した。なお浮遊バクテリアによる影響は無視できることを確認した。

本実験条件では、一次反応が成立すると考えられるので比フラックス（ f ）を以下のように定義した。

$$f \text{ (cm/s)} = F / C$$

C : 水路内基質濃度 (mg/L)

F : 基質消費フラックス (mg/cm²・h)

流速、フラックス測定時の生物膜の状態を見るため、カ

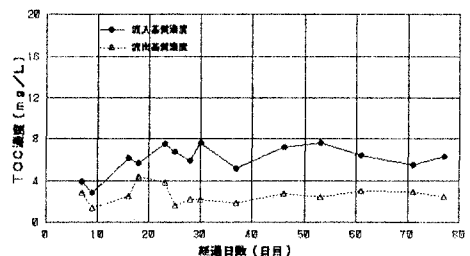


Fig. 2 TOC濃度の経日変化（水路A・低流速）

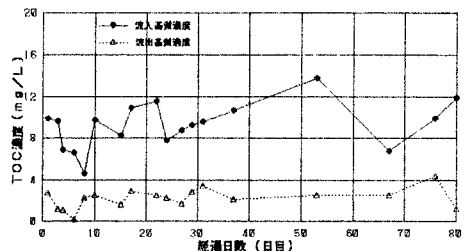


Fig. 3 TOC濃度の経日変化（水路B・高流速）

メラによる接写及び生物膜密度、膜厚の測定を実行した。

4. 実験結果及び考察

Fig.2及びFig.3に、流入流出TOCの経日変化を示す。各流速でのフラックス測定時（水路A経過日数52日目、水路B80日目）の膜の厚さは、水路A（低流速）で5mm、水路B（高流速）では2.5mm、また生物膜密度は水路Aでは $1.81\text{mg}/\text{cm}^2$ 、水路Bでは $1.50\text{mg}/\text{cm}^2$ であった。水路A、Bそれぞれにおける生物膜の繁殖前と繁殖後の流速分布と乱れ強度分布をFig.4～Fig.7に示す。これらにより、生物膜上の流れにおいても通常の粗面上の流れと同様の流速分布及び乱れ強度分布がみられることが示されている。

比フラックスと断面平均流速との関係を Fig.8に、比フラックスと生物膜表面における乱れ強度との関係を、Fig.9に示す。なお生物膜表面における乱れ強度の値は、膜上の乱れ強度分布より計算した。Fig.8, Fig.9からも解るように、断面平均流速及び生物膜表面の乱れ強度分布の値が下がるに従い比フラックスの値も減少している。今回の実験では、データー及びプロットの数が少ないため、その関係については明かではないが、流速が高くなると生物膜表面で水流が乱れ、水路底面付近だけではなく広範囲の水すなわち基質と接触し消費されているためと思われる。

5. 結論

本研究の結論をまとめると以下ようになる。

(1) 生物膜繁殖前後の流速分布及び乱れ強度分布を測定した結果、生物膜上の流れにおいても通常の粗面上の流れと同様の流速分布及び乱れ強度分布が見られることが確認された。

(2) 断面平均流速、膜表面の乱れ強度分布の値が下がるに従い、比フラックスの値も減少することが確認された。

謝辞

本研究を行うにあたり、加藤 努君、栗林 潤君（1991年度武蔵工業大学卒）に多大なる協力をしていただいたことに深く感謝します。

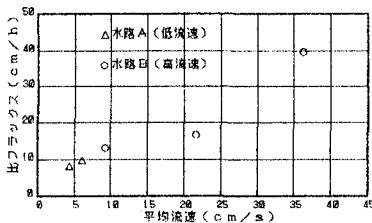


Fig.8 比フラックスと断面平均流速との関係

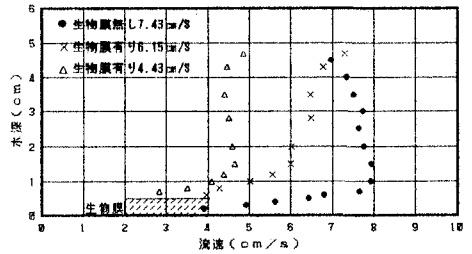


Fig.4 各水理条件における流速分布（水路A）

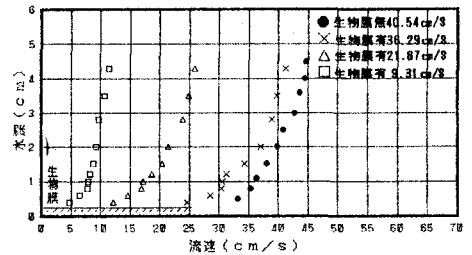


Fig.5 各水理条件における流速分布（水路B）

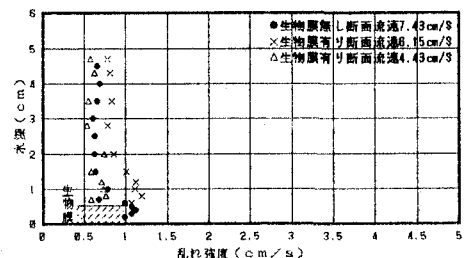


Fig.6 各水理条件における乱れ強度分布（水路A）

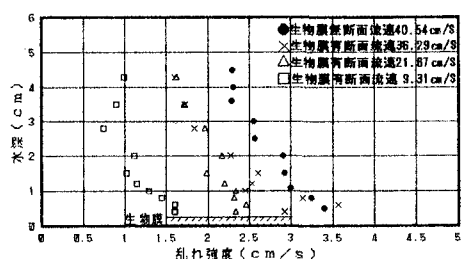


Fig.7 各水理条件における乱れ強度分布（水路B）

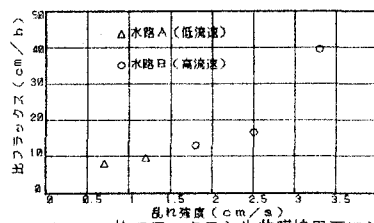


Fig.9 比フラックスと生物膜境界面における乱れ強度との関係