

東北大学工学部 正 松本 順一郎
東北大学工学部 正 大久保 俊治
東北大学大学院 学 徐 鏡基

1. はじめに

n-ヘキサン抽出物質を多量に含む廃水、例えば水産加工廃水、石油化学工業廃水などでは、生物学的処理法として長時間曝気法が用いられている。しかし、n-ヘキサン抽出物質の生物学的分解過程に関する知見は欠けている。本研究はn-ヘキサン抽出物質としてオリーブ油をとりあげ、n-ヘキサン抽出物質の分解過程における汚泥への吸着量の挙動及びn-ヘキサン抽出物質の除去速度に関して検討したものである。

2. ソックスレー抽出法の検討

n-ヘキサン抽出物質としてオリーブ油、乳化剤として Tween 80⁽¹⁾ (非イオン系)を用いて抽出法(JIS K 0102)の検討をした。図1の乳化させないオリーブ油を用いた分析結果から、抽出、乾燥等の分析操作による損失はほとんどなかった。更に、乳化剤の影響を調べる為、乳化剤のみを添加し測定した結果、抽出量は添加量の1%以内であった。また、乳化剤をオリーブ油(510~620 mg)の5~80%添加した場合、オリーブ油の回収率は91~95%であった。基質として用いる乳化オリーブ油の添加量(Tween 80 5%添加)と回収率を図1、表1に示す。添加量が800 mg以下では93%以上の回収率が得られた。以下の実験では抽出量が800 mg以下になるようにサンプリングを行った。

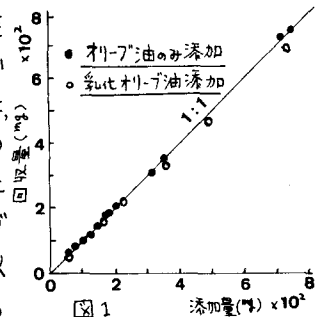


表1 抽出法の検討

オリーブ油添加量(mg)	回収率(%)
64.6	102
172.8	99
251.2	98
357.5	94
475.8	95
562.7	92
564.6	96
740.5	94
1077.1	75

3. 実験方法

用いた活性汚泥は表2に示す基質組成のものを2日1回のfill & draw方式で投与し培養した。培養した汚泥を用いて初期油分濃度を変化させて回分実験を行った。上澄液のn-Hex.抽出物質は30分沈澱させた上澄液について分析したものであり、汚泥のn-Hex.抽出物質は30分沈澱汚泥を1000 rpmで遠心分離したもののについて Standard Methodsに従い分析した。曝気槽は15ℓで20±1℃に温度制御した。他に溶解性COD_{cr}、MLSS、MLVSS、SV₃₀は下水試験法に従い分析した。

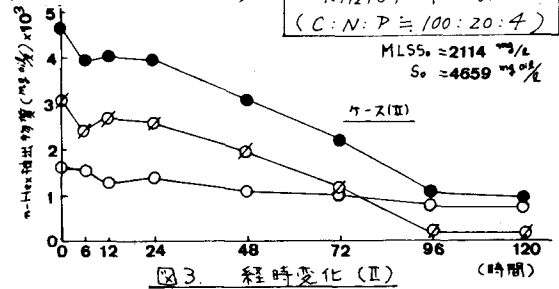
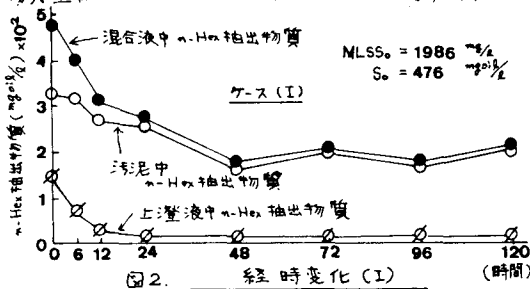
表2 基質組成

Component	Amount(g)
オリーブ油	1
Tween 80	0.05
NH ₄ Cl	0.29
NH ₄ HCO ₃	0.429
Na ₂ HPO ₄	0.0696
KH ₂ PO ₄	0.0666

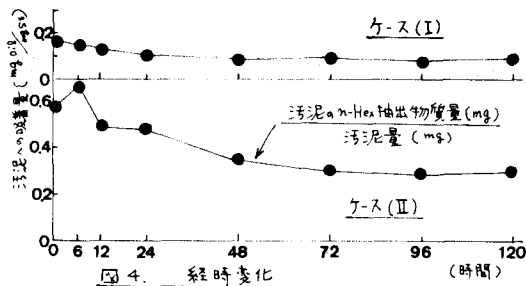
(C : N : P ≡ 100 : 20 : 4)

4. 実験結果と考察

図2,3に経時変化の例を示す。ケース(I)では基質投入初期(24hr)を除き、混合液中のn-Hex.抽出物質の挙動は汚泥吸着量のそれにほぼ一致している。ここでは、検鏡の結果及びスキムミルクで培養した汚泥の単位汚泥当りのn-Hex.抽出物質量は0.03~0.04であったことより、汚泥分析から得られたn-Hex.抽出物質



の大部分は汚泥に吸着された状態で存在すると考える。ケース(II)では、混合液中の *n*-Hex 抽出物質の挙動は上澄液中のそれに対応している。これは、汚泥吸着量がある飽和値をもつことを示唆していると考えられる。図4に単位汚泥当りの抽出量の経時変化の例を示す。



基質投入後の初速度と初期基質濃度の結果を用いて、上澄液中の *n*-Hex 抽出物濃度 S_1 と上澄液から消失する見かけの比消費速度 $\hat{v}_1$ の関係を整理する。単一基質の酵素反応に関する Michaelis-Menten の式を用いる。

$$\hat{v}_1 = \frac{1}{X} \frac{-dS_1}{dt} = -\frac{dS_1}{X \cdot dt} = \frac{\hat{v}_{max} \cdot S_1}{K_m + S_1} \quad \hat{v}_{max}: \text{最大速度} \quad K_m: \text{Michaelis 定数} \quad (1)$$

Lineweaver-Burk プロットから $\hat{v}_{max}$ 、 K_m が求められ次式を得る。図5に示す。

$$\hat{v}_1 = \frac{0.875 S_1}{390.8 + S_1}, \quad \hat{v}_{max} = 0.875 \frac{\text{mg oil}}{\text{mg SS} \cdot \text{h}} \quad (2)$$

同様にして混合液中 *n*-Hex 抽出物濃度 S_2 と混合液から除去される真の比消費速度 $\hat{v}_2$ について、 $S_2' = S_2 - 400$ として整理すると(3)式を得る。

$$\hat{v}_2 = \frac{1.406 (S_2 - 400)}{319.6 + (S_2 - 400)}, \quad S_2 - 400 > 0 \quad (3)$$

図6に Lineweaver-Burk プロットを示し、図7に S_2 と $\hat{v}_2$ の関係を示す。

図5, 7より、低油分濃度 ($0 \sim 600 \text{ mg/l}$) では上澄液から見かけ上割合速く除去されるが、除去されたものは汚泥に吸着されており真の比消費速度は見かけの速度より小さい。高油分濃度では汚泥吸着量が飽和状態に近づく為、真の比消費速度は大きくなる。これは高油分濃度では油と汚泥の接触が多く、かつ吸着量も増加する為であると考えられる。合葉⁽²⁾らはイースト菌について、細胞と油滴の適当な接触が正常な細胞増殖を確実にする重要な因子であると述べている。低油分濃度では汚泥吸着量が少く、かつエアレーションにより吸着、脱離をくり返す為、油を分解するに十分な接触が維持されず、真の比消費速度は見かけの速度よりも小さくなると考えられる。

図8に汚泥への油分吸着量と真の比消費速度 $\hat{v}_2$ との関係を示す。汚泥吸着量が増加するに従い、比消費速度も増加する傾向が認められる。また、汚泥吸着量が $0.4 \sim 0.5$ 以上になると比消費速度はほぼ一定になるようである。しかし、油分の汚泥への吸着特性は、汚泥の活性、乳化油の性質等の為、大変複雑であり詳細な実験研究が必要であると思われる。

5. まとめ

(1). リックスレー抽出法によるオリブ油の回収率は、抽出、乾燥等の分析操作、乳化状態にかかわらず 90% 以上であった。

(2). *n*-ヘキサン抽出物質の真の比消費速度は低油分濃度 ($0 \sim 600 \text{ mg/l}$) では、見かけの比消費速度より小さく、高油分濃度では、見かけの速度より大きい。

(3). *n*-ヘキサン抽出物質の真の比消費速度は単位汚泥当りの吸着油分量の増加とともに増加する。しかし、汚泥吸着量が $0.4 \sim 0.5 (\text{mg oil} / \text{mg SS})$ 以上になると、比消費速度はほぼ一定となる。

<文献> (1) 発酵研究所報告 32号 (1967年) 三上、福岡他, (2) J. Ferment. Technol., vol. 47 No. 3 S. Aiba et al.

