

中央工学 土木工学科 正員 松尾吉成

1 はじめに

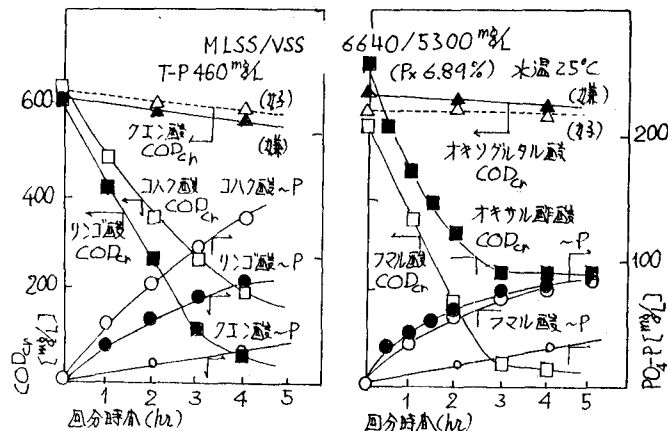
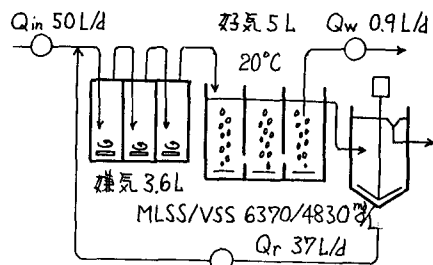
リン除去技術として注目を集めている嫌気好気法の全理機構には不明な点が多い。 O_2 や NO_3^- が存在しない呼吸不能下での基質除去とその一つである。酢酸を基質とした場合には、このような条件下で活性汚泥はその一部をPHB生成に使い、残りを CO_2 に酸化する⁽¹⁾。酢酸の CO_2 への酸化経路としてはTCA回路が知られている⁽²⁾、その中程にあるコハク酸脱水素酵素の酸化再生のためには、フマル酸/コハク酸の酸化還元反応より電位的に高い酸化還元反応が必要となる。そのことから多くの微生物学教科書では、呼吸不能下のTCA回路作動はないとしている。この問題を検討するために、嫌気好気法で培養された活性汚泥について嫌気回分実験を行ったので、その結果を報告する。

2 実験方法

供試活性汚泥を得た連続実験装置の概略を図-1に示す。嫌気回分実験方法の詳細は既報⁽³⁾で省略する。ここで報告する実験では残基基質の定量を COD_{Cr} 測定とカルボン酸計分析の双で行った。

3 実験結果と考察

(1) TCA回路酸の嫌気摂取；クエン酸、オキソグルタル酸、コハク酸、フマル酸、リンゴ酸、オキサリ酢酸の嫌気摂取性を調べた。クエン酸とオキソグルタル酸は嫌氣的にも好氣的にも摂取される⁽⁴⁾（図-2）。好気状態でのTCA回路不作用は考えにくく、これら2物質が摂取されるのは、この活性汚泥がそれらに対する輸送酵素を欠落していたことによると推定される。他の4物質は活性汚泥がそれらに代謝されているいたとかわからずよく摂取された。とりわけ、フマル酸とリンゴ酸は量的にも速度的にもよく摂取された。放出された PO_4^{3-} -Pと摂取された COD_{Cr} の比率は、コハク酸で17%特別高く、他の4物質はほぼ10%であった（図-3）。

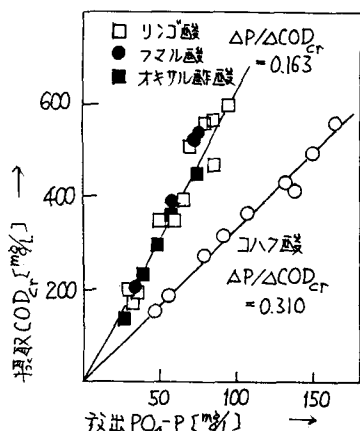
図-2 各種TCA回路酸の嫌氣的摂取とそれに伴う PO_4^{3-} 放出

合成下米組成 [mg/L]

Glucose	200	NaHCO ₃	150
Peptone	200	CaCl ₂ 2H ₂ O	50
Y-Extract	20	MgSO ₄ 7H ₂ O	150
KH ₂ PO ₄	12/18 as P	NaCl	100

COD_{Cr}値 作成時 450 mg/L 全測初値 360 mg/L

図-1 供試活性汚泥の培養方法

図-3 放出 PO_4^{3-} と摂取 COD_{Cr} 相関

(2) コハク酸とリンゴ酸の相対阻害；3系列の四分実験装置を用い、固-汚泥についてコハク酸、リンゴ酸を各々単独で投与した場合と両者を同時に混合投与した場合の嫌気挙動を調べた。この実験では、残留基質をカルボン酸計で測定し、その量と理論酸素要求量(ThOD)に換算した。図-4に示されるように、コハク酸とリンゴ酸を混合投与した場合のそれぞれの摂取速度は単独投与の場合より小さくなった。このことから、コハク酸とリンゴ酸は相対にその代謝を阻害していると考えられ、嫌気状態下でのTCA回路作動が強く示唆される。

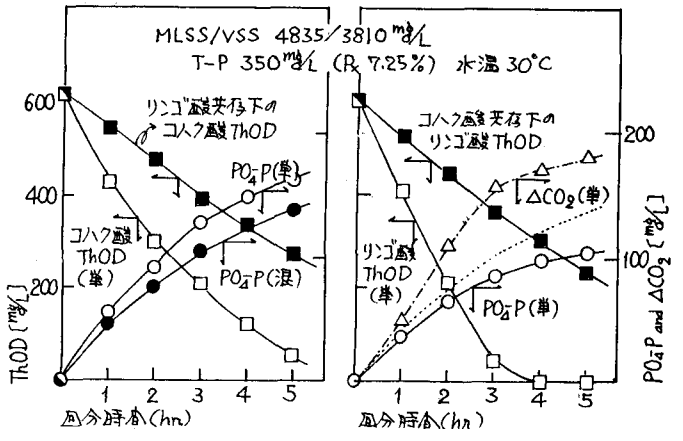


図-4 コハク酸とリンゴ酸；単独添加と混合添加の比較実験

なお、この実験でリンゴ酸単独添加系のCO₂発生量とTOC計の無機炭素値より測定したところ、リンゴ酸摂取と並行するCO₂発生が観察された。

(3) 呼吸鎖阻害剤による酢酸摂取の阻害；以上の実験結果から呼吸不能下においてもTCA回路が作動することは、ほぼ確定的と思われる。しかし、コハク酸脱水素酵素はいかに再生されるのか？ 作業仮説として逆行電子伝達や電子貯蔵体(キノン類)などの還元含有による呼吸電子伝達系の部分的作動が考えられる。そこで、呼吸系第2複合体阻害剤TTFAとオキシダーゼ阻害剤のCN⁻、N₃⁻の嫌気の基質摂取に及ぼす影響を調べた。基質としては酢酸を用い、①酢酸+阻害剤、②酢酸だけ、③阻害剤だけ、④無添加の4系の四分実験を並列的に行った。図-5に示されるように、3阻害剤とも嫌気の酢酸摂取を阻害したが、同時に基質摂取に無関係なPO₄-P放出が認められた。

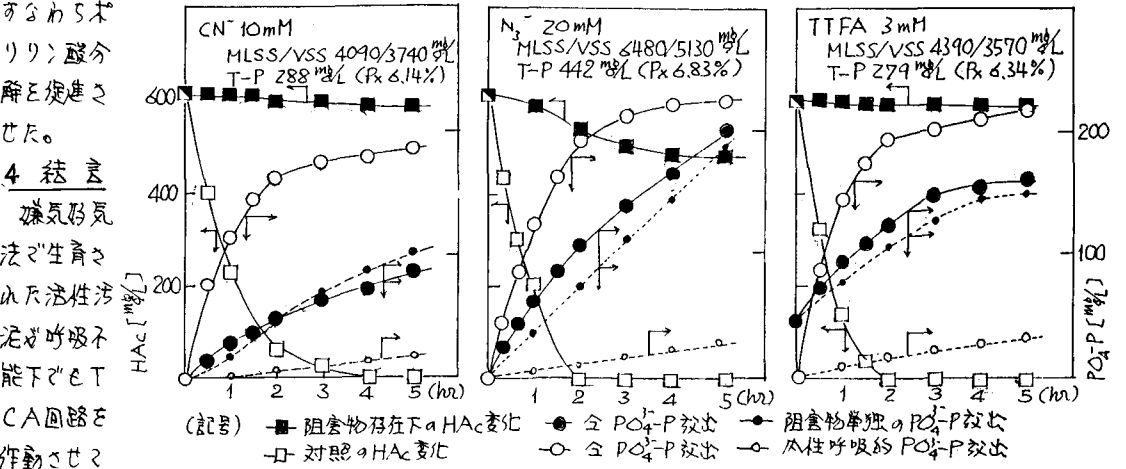


図-5. CN⁻(10mM)、N₃⁻(20mM)、TTFA(3mM)の嫌気の酢酸摂取に及ぼす影響

4 結 言
嫌気好気法で生育させた活性汚泥が呼吸不能下でもTCA回路を作動させていることは確実と思われ

れる。呼吸阻害剤添加実験の結果は嫌気下においても呼吸系が代謝に参与していることを示唆しているように思われるが、しかし、これらの呼吸阻害剤が呼吸系以外の酵素反応を阻害することと考えられ、この実験結果だけでは作業仮説の妥当性を確定できない。この点は今後の課題である。最後に、本研究は著者が荏原インテリコ(株)在社中(1983年)に行なったことを記す。

文献 1) 松尾、富、渡辺：嫌気好気法の実験的研究、下水道協会誌 Vol. 21, No. 241 p. 11 (1984)