

# 活性炭共存下における微生物の有機物分解の クローメトリーによる測定

Coulometric measurement of biochemical decomposition of organics  
in the presence of activated carbon

鈴木基之\*

Motoyuki SUZUKI

## はじめに

活性炭と微生物は、水中の有機物の処理に当たっては  
おのおの単独の処理プロセスとして、全体の処理システ  
ムの中で相補的に、あるいは競合的に働くと言われている<sup>1)</sup>。一方現在迄、水処理の分野では、現象論的に、二  
つの方面からこの両者の相互作用が着目されている<sup>2)</sup>。  
その一つは粒状活性炭吸着塔において、予期される処理  
量をはるかに越えて通水を続けても、出口において破過  
を生じないことがしばしば観測され、この原因が活性炭  
層中に繁殖した好気性微生物の働きによるものであるこ  
と。もう一つは活性汚泥処理において、粉末活性炭添加  
により、安定した高効率の操業が期待できるなどのこと  
であり、実際に処理プロセスとして用いられ始めている。

活性炭の存在が、微生物の有機物の分解に対して、ど  
のような効果を有するかは種々複雑な問題を含むため、  
これ迄あまり明確になっているとは言い難い。たとえば  
有機物の種類によって、微生物の基質としての効果及び  
生分解性が異なるのは勿論、生物に対する毒性の有無も  
異なるし、有機物の活性炭に対する親和性も異なる。さ  
らには、生物と活性炭の相互効果として、活性炭の存在  
が、生物の代謝機能に与える影響、または生物の存在に  
よる活性炭の吸着阻害なども、それらの相対的な重要性  
すら評価し難い段階にある。

微生物と活性炭の予測される相互効果を概略示したの  
が、図1である。本研究は、活性炭の存在が微生物によ

微生物の与える効果	正効果	<ul style="list-style-type: none"> <li>○活性炭の生物再生</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○活性炭による微生物の生存環境の調整</li> <li>○稀薄有機物濃縮による効果的生物処理馴養、生物相の改質</li> </ul>
	負効果	<ul style="list-style-type: none"> <li>○両者の競合による不経済</li> <li>○活性炭細孔の目づまり</li> <li>○吸着塔の閉塞</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○毒性の緩和</li> <li>○有機物中の毒物</li> <li>○代謝生成物中の生物阻害物質</li> </ul>
		負効果	正効果
活性炭の与える効果			

Fig. 1 有機物処理における微生物と活性炭の相互効果

\* 東京大学生産技術研究所 第4部

る有機物分解に、どのような効果を与えるかを現象論的に探索する第一段階として、グルコース、酪酸、フェノールの3種の有機物水溶液の、微生物による分解過程を、クローメトリー式 BOD 自動測定装置を用いて、酸素消費量を追跡することにより、微生物の活性を測り、前後における濾液中の TOC (全有機炭素量) の変化により水中からの除去率を求め、特に測定に際しての活性炭添加の効果をまず定性的に、明らかにするように計画した。

## 実 験

北開試式クローメトリー BOD 自動測定装置 (東亜電波 BODR-6) を用いて実験を行った。グルコース、酪酸、フェノールの特級試薬を蒸留水に溶解し、それぞれ1,000 mg / l の溶液を作り、100 cc を培養ビンにとり、栄養塩として、JISK 0102 に基づいて、A (K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>, KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> · 12H<sub>2</sub>O, NH<sub>4</sub>Cl, それぞれ 21.75, 8.5 44.6, 1.79 g / l の混合水溶液), B (MgSO<sub>4</sub> · 7H<sub>2</sub>O, 22.5 g / l 水溶液), C (CaCl<sub>2</sub>, 27.5 g / l 水溶液), D (FeCl<sub>3</sub> · 6H<sub>2</sub>O, 0.25 g / l 水溶液) をそれぞれ 1 cc 添加しこれに対し、

(実験 I) 微生物のみを加えた測定

(実験 II) 微生物と活性炭 1 g を同時に添加した測定

(実験 III) 活性炭 1 g を初めに加え、吸着平衡到達後 (24 hr 後) に微生物を加えて測定

の3種類を行った。各有機物に対する実験 (I, II, III) は同一の植種液を用い、同時に植種を行った。

BOD 測定において植種に使用した微生物は、1.5 l の曝気槽において、毎日汚泥を 500 cc 抜き取り、栄養としてグルコース、KH<sub>2</sub>PO<sub>3</sub>, (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> を、それぞれ 4 g, 0.4 g, 0.4 g を 500 cc の純水に溶解したものを加える、fill and draw 法により飼育したものの上澄液を 1 cc 用いた。

活性炭は Calgon 社の CAL を粉碎、篩分、洗浄した #48 / 65 のものをおのおの 1 g 用いた。実験に先立って行なったブランクテストとして、有機物を含まず、活性炭単独、微生物のみ、微生物 + 活性炭の場合の酸素消費曲

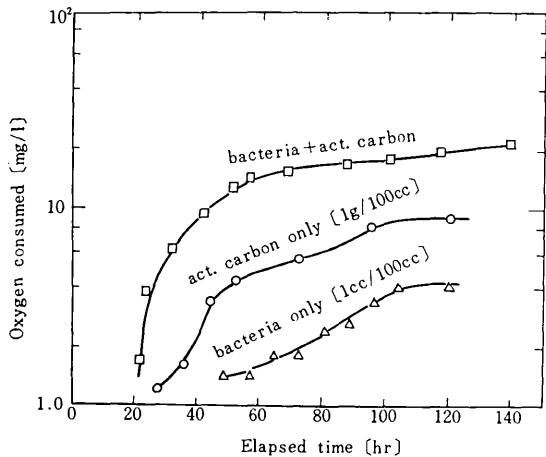
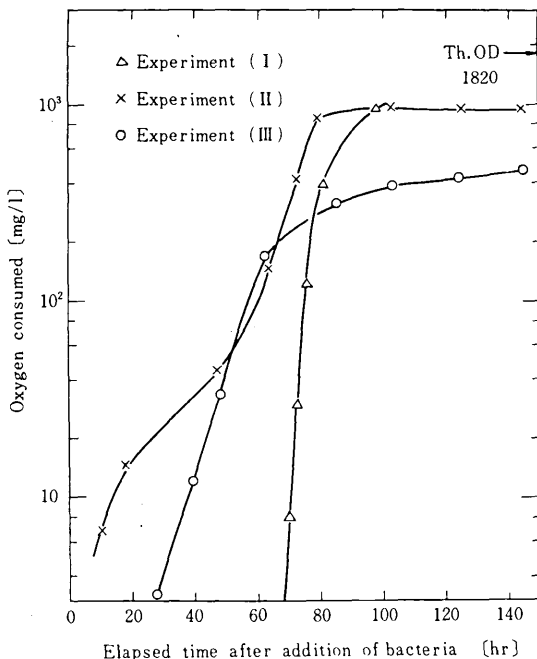
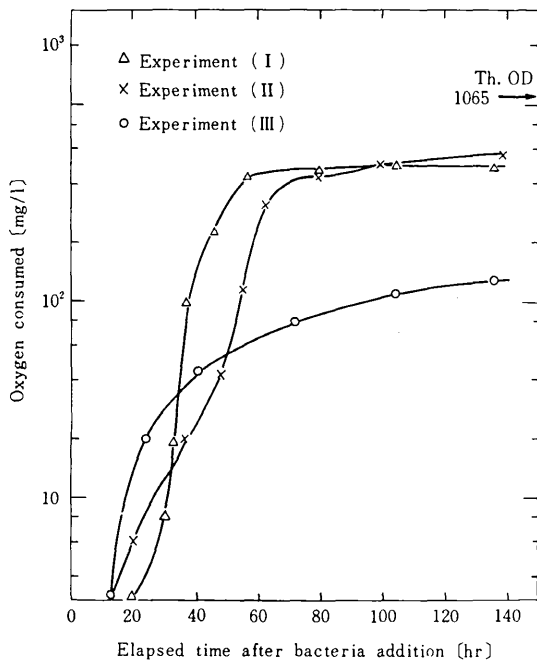


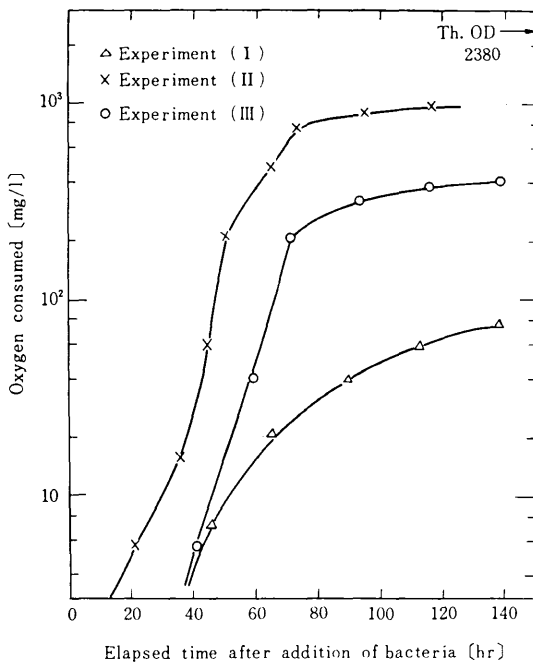
Fig. 2 Blank runs



b) butyric acid, 1,000 mg/l



a) glucose, 1,000 mg/l



c) phenol 1,000 mg/l

線の結果を図2に示す。またおのおのの有機物について  
 実測した酸素消費量の時間変化を、図3 a, b, cに示  
 す。また図3 a, b, cに対応する測定前後の TOC の変化  
 から求めた TOC 除去率を表1に示す。

初期の有機物濃度から、その有機物が完全酸化された  
 ときの理論酸素消費量を算出し、ThODとして表中に示  
 し、5日間の酸素消費量BOD<sub>5</sub>よりBOD<sub>5</sub>/ThODを、  
 生分解達成の目安とし、表中に示す。

Fig. 3 Biological oxygen consumption for organic  
 solutions. (I) bacteria only (II) activated  
 carbon(10 g/l) and bacteria added simulta-  
 neously (III) bacteria added 24hr after in-  
 troduction of activated carbon

研究速報

表1 実験結果, グルコース, 酪酸, フェノールの単成分水溶液の微生物分解に対する活性炭の影響

有機物(基質)		(I) 微生物		(II) 微生物と活性炭同時		(III) 吸着平衡後微生物	
グルコース	TOC除去率(%)*	93		98		28 ± 4 ***	18
	BOD/ThOD(%)**		48		64		19
酪酸	TOC除去率(%)	95		99		76 ± 3 ***	71
	BOD/ThOD(%)		53		52		33
フェノール	TOC除去率(%)	0		99		97 ***	99
	BOD/ThOD(%)		3~10		40		15

\* 測定前の液及び測定後の濾液のTOCから算出

\*\* 5日後のBODと理論酸素要求量(ThOD)より算出

\*\*\* 吸着平衡後のTOC除去率

## 考 察

クローメトリー法では, 生物の代謝に伴ない発生するCO<sub>2</sub>をソーダライムにより吸収し, その吸収分の体積に見合うO<sub>2</sub>を水の電気分解により発生する仕組みとなっている. 一方基質の有機物は, 微生物により一部分解を受けると同時に, 一部は微生物の増殖に用いられる. クローメトリーによる検出分は, 前者に対応し, 溶液(濾液)中のTOCの減少は, 両者を含んだものに対応する. また活性炭共存化では, TOCの減少分は活性炭に吸着されたことによる濃度減少をも含むこととなる.

## 1) 微生物のみによる分解

グルコース, 酪酸の場合の微生物のみの分解では, 実験時間(120hr)内で, TOCの93, 95%減少に対して酸素消費量比は48, 53%を示し, ほぼTOC減少分の52~56%が呼吸消費に使われ, 残りの48~44%が生物体にとり込まれたものと考えることができよう. この値は通常の活性汚泥処理等で, 処理BOD量の50~60%に相当する酸素が消費されること, 及び汚泥の増殖が処理BOD量の50~70%に相当するとされていることに, ほぼ対応している. フェノールは, 図3-cにも明らかなように, 微生物のみではこの実験時間内では, 顕著な分解は認められなかった.

## 2) 活性炭同時添加の効果

生分解の極めて良いグルコース, 酪酸については, 最終結果はあまり変化ない. 酪酸については, 幾分, 分解開始の対数増殖期に入る時期が早められた感がある. 顕著な影響が見られたのはフェノールであり, 活性炭の同時添加により著しい分解が見られた.

## 3) 活性炭吸着平衡後の微生物添加の効果

グルコース, 酪酸, フェノール1,000ppm水溶液に対して, 活性炭を有機物の10倍量添加しており, このため吸着平衡時に, 有機物の濃度減少からそれぞれ, 28, 76, 97%の吸着が生じた. すなわち水溶液中に残留する有機物は, それぞれ72, 24, 3%である. この状態で微生物を添加し, 酸素消費を測定した結果, いずれの有機物に関しても, 前項の場合に比して, 著しい分解量の低下を生じた. 特に奇異なのは, グルコースの場合, 吸着せず残留した72%の水溶液中のグルコースの分解も期待したほど生じていない点である. 酪酸, フェノールについては吸着残留量以上に生分解が及んでおり, 脱着→生分解, または吸着状態での分解が進行したことを想定させる.

4) 以上, グルコース, 酪酸, フェノール, 1,000mg/lの溶液については, 活性炭を同時に添加することによって, 生物分解の著しい向上が見られた. 各物質とも高濃度での測定であり, さらにこのメカニズム及び一般性を明らかにするためには, 濃度範囲を変え, 種々の条件での観測が必要であり, 目下検討中である.

なお, 本実験には, 神奈川大学川井研究室 前田広己氏にご協力頂いたことを付記し謝意を表します.

(1976年11月29日受理)

## 参 考 文 献

- (1) 鈴木基之: PPM, 1976, No. 10, 16
- (2) 鈴木基之: 活性炭, 第5章, 炭素材料学会編, 講談社(1975)