

可溶化および酵素処理を併用した生物処理汚泥の資源化

広島大学大学院 工学研究科 学生会員 ○野村典広
広島大学地域共同研究センター 正会員 今岡 務
広島大学 工学部 学生会員 露無 顕
国税庁醸造研究所 家藤治幸

1. はじめに

本研究は、加圧・加熱（オートクレーブ）処理によって生物処理汚泥中の懸濁態有機物（POC）の可溶化を行い、得られた可溶化液を有用酵母の基質として利用して付加価値の高い生物資源を得ることにより、有機性廃棄物の有効利用・資源化を図ろうとするものである。本報では、加圧・加熱処理による効果とともに、可溶化液中の溶存態有機物（DOC）を有用酵母が利用できるようにさらに低分子化する目的で、酵素処理を付加した場合の効果について検討を行った結果をまとめた。

2. 実験方法および条件

(1) オートクレーブによる可溶化実験

生物処理汚泥の加圧・加熱処理による可溶化実験は、高圧オートクレーブ装置（㈱東洋高圧：TAU-1000GH）を用いて行った。また、本研究では試料として下水汚泥（余剰汚泥）および浄化槽汚泥（合併・単独処理浄化槽の混合収集汚泥）を用い、溶存成分の持ち込みを減らす意味も兼ねて、1 昼夜程度静置して沈降させたものを再度蒸留水で SS 濃度 4,000 および 10,000mg/l 程度になるように調整した懸濁液を準備し、実験に供した。表 1 に可溶化実験の処理条件を示す。

(2) 酵素による低分子化実験

酵素処理は、試料（可溶化液）を三角フラスコに入れ、試料の pH を処理酵素の最適 pH に調整した後、あらかじめ蒸留水に溶解した酵素 [5 (w/w)%] を適量添加し、恒温振とう槽 (37℃) において、6 時間反応させることにより行った。表 2 に、低分子化実験に用いた酵素とその利用用途をまとめた。

3. 結果および考察

図 1、図 2 に下水汚泥および浄化槽汚泥の処理結果を示した。加圧・加熱処理による下水汚泥の SS 低減率は、61～75% の高い値を示した。また、生成 DOC は 2,630～4,161mgC/l、液相への有機性炭素の溶解率（以下、溶解率）は 66～93% となり、調整 pH12 における処理では、可溶化した有機性炭素のほとんどが液中に存在することが明らかになった。浄化槽汚泥においては、加圧・加熱処理により、44～64% の SS 低減率となり、生成 DOC は 4,112～4,476mgC/l、溶解率は 64～87% となった。また、

表 1 可溶化実験における処理条件

試料	pH調整	処理温度 (℃)	処理圧力 (kgf/cm ²)	処理時間 (min)
下水汚泥	2	180	9	10
	未調整			
	12			
浄化槽汚泥	2	180	9	30
	未調整			
	12			

表 2 供試酵素

酵素名	性状	最適pH	説明
酵素A	液状	6.0	デンプン液化用酵素
酵素B	液状	4.5	グルコース製造用酵素
酵素C	粉末	4.5	野菜・果実加工処理用酵素
酵素D	粉末	4.5	
酵素E	粉末	3.5	果汁清澄用酵素
酵素F	液状	3.5	
酵素G	液状	3.5	
酵素H	粉末	4.0	油脂加工用酵素
酵素I	粉末	7.0	
酵素J	粉末	7.0	たん白加工用酵素
酵素K	液状	5.5	グルコース製造用酵素
酵素L	粉末	4.5	吟醸類の補強用酵素
酵素M	粉末	6.5	複合酵素
酵素N	粉末	4.0	
酵素O	粉末	7.0	酵母エキス製造用酵素

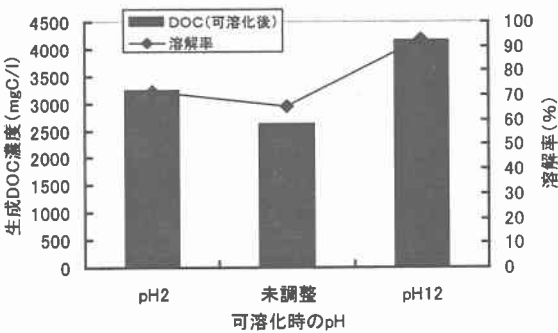


図 1 生成 DOC および溶解率（下水汚泥）

下水汚泥と同様、pH12における処理で高い値を示し、アルカリ処理の付加効果が確認された。

図3～図6は、下水汚泥可溶化液（pH 未調整）に対する酵素処理の効果を、限外ろ過による分子量分画の結果によって表したものである。すなわち、このグラフでは、処理液の各画分のDOC濃度から、添加酵素の各画分DOCを差し引き、全DOCに対するそれぞれの割合で示した。また、酵素処理を施さない可溶化液の分画結果を無添加として図に示した。図3および図5に示したデンプン液化用酵素および油脂加工用

酵素による処理では、無添加の結果との比較から明らかなように、分画分子量1,000以下のDOCの割合に、変化はあまり見られなかった。図4に示した野菜・果実加工処理用酵素等に関しては、分画分子量1,000以下のDOCの割合が無添加の結果と比較して高くなっており、とくに酵素FとGによる処理では、分子量500以下のDOCの増加も確認されたことから、可溶化液中の溶存有機物の低分子化に顕著な効果を有するものと考えられた。また、図6に示した複合酵素による処理においても同様に、低分子化の促進が認められた。

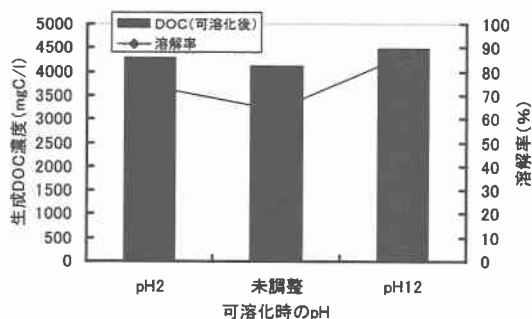


図2 生成DOCおよび溶解率（浄化槽汚泥）

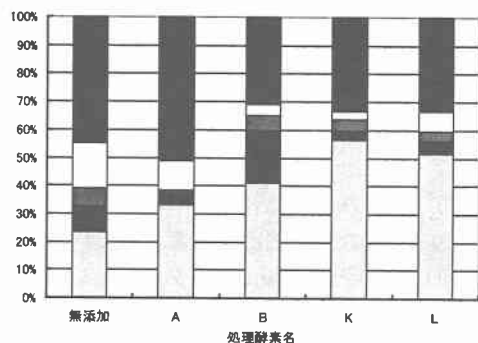


図3 デンプン液化用酵素 etc.による酵素処理結果

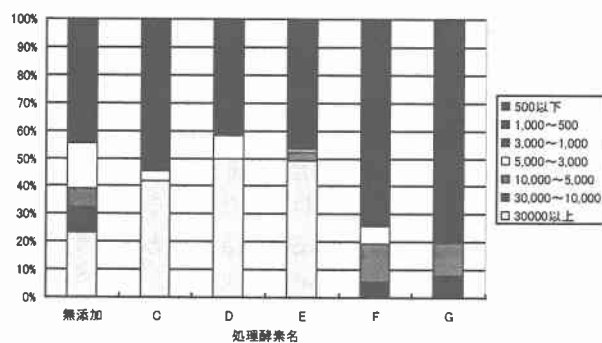


図4 野菜・果実加工処理用酵素 etc.による酵素処理結果

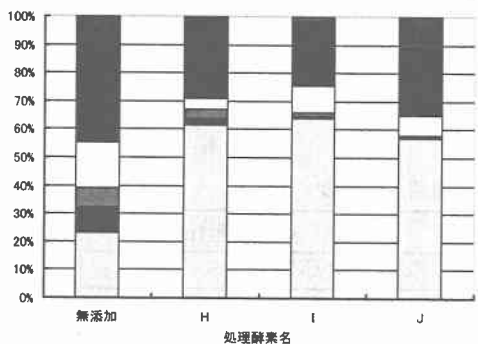


図5 油脂加工処理用酵素 etc.による酵素処理結果

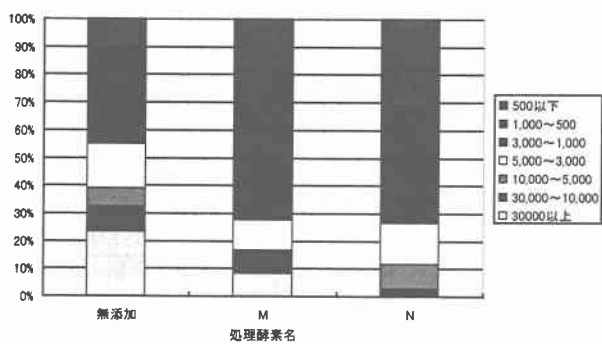


図6 複合酵素による酵素処理結果

4. 結論

加圧・加熱処理により下水汚泥および浄化槽汚泥の汚泥固形分を約4割に低減できることが明らかになり、可溶化したPOCの64～93%がDOCとして可溶化液中に存在することが確認された。また、野菜・果実加工処理用酵素および複合酵素を用いた処理により、可溶化液中のDOCの低分子化が促進されることが明らかとなった。最後に、本研究はヒューマンサイエンス財団の助成を受けて実施したものであることを付記し、謝意を表する。