

(Ⅱ - 36) 生物学的脱窒への生分解性固形材料適用の可能性について

足利工業大学 正員 本田 善則

1. はじめに

本報告は、固形材料を用いて生物学的脱窒が進行するかについての試行的な実験で得られた結果をまとめたものである。脱窒を進行させるためには、水素供与体が必要であり、一般にメタノールやグルコースなどが溶液の形で添加される。一方、このような溶液ではなく固形物が、生分解性のものとなるが、水素供与体として適用できるかどうかその可能性を調べるのが本研究の目的である。

2. 実験方法

実験は、反応装置として1リットル無色透明試薬瓶5本を使用し、各々に表1に示した固形材料を充填して、排水を半連続的に投入することにより行った。使用した固形材料に対する生物学的作用について、ナイロン布は非(難)分解性、ベニヤ板は分解の可能性有り、牛乳パック・バイオポールは分解性、米粒は分解性が大である。

表1 使用した固形材料の性状と充填量

材 料	性 状			充填形状 (mm)	充 填 量	
	比重 (g/cm ³)	乾燥/生体 比	N量 (mg/g)		重量 (g)	表面積 (cm ²)
ナイロン布	0.68	0.98	106.8	10*10*0.25	9.95	1034
ベニヤ板	0.65	0.91	32.4	10*10*2.45	23.60	436
牛乳パック	0.63	0.95	0.52	10*10*0.4	20.42	1750
バイオポール	1.25	0.99	5.57	10*10*0.8	23.57	547
米 粒	1.49	0.87	43.4	粒長6.5*径1.7	28.00	547

〔備考〕 ※：片面の被膜(LDポリエチレン)をはぎ取って使用
 ※※：ゼネカ(株)製の生分解性プラスチック(PHB'V高ポリマー)

装置内溶液の容量は1リットルとした。排水の投入は、1日1回500mlを上澄液500mlと交換し行った。排水は、N源としてNaNO₃、その他にNaCl、CaCl₂・2H₂O、MgSO₄・7H₂O、KH₂PO₄、EDTA-Feを用い、これらの適量を水道水に溶かし作成した。

排水のT-N(=NO₃-N)濃度は27.5mg/lとした。装置内溶液の攪拌は、排水投入の直前と直後に、装置を手で上下に3回程度振盪することにより行った。

また、実験は、恒温室内で20±1℃の温度条件下で、43日間にわたって行った。実験開始時点には、脱窒菌培養液を100ml添加した。処理水としての水質測定用試料は、排水投入直前で装置内溶液を攪拌し30分間静置した後の上澄液を対象とした。

3. 実験結果

実験結果を図1、表2および表3に示す。ここで、図1と表2におけるT-Nは、NH₄-N、NO₂-NおよびNO₃-Nの測定結果を合計した値である。

図1は、処理水T-Nの経日変化を示したものである。実験開始20日目頃から各々の材料での傾向が明確となった。開始直後のT-Nの減少は、添加培養液中にTOC分が存在し脱窒が生じたためと考えられる。

表2は、実験終了前3回測定での処理水水質の算術平均値をまとめたものである。N化合物について、投入排水と比べると、ナイロン布ではほとんど変化がなかった。ベニヤ板では、NO₃-Nが幾分減少した。牛乳パックとバイオポールでは、NO₃-Nがかなり減少した。米粒では、NO₃-Nが減少したもののNH₄-NとNO₂-Nが多量に出現し、T-Nが逆に増加した。なお、米粒では、実験終了時点で測定したケルダールNの値は23.3mg/lであった。DOについては、ナイロン布とベニヤ板を除いた各々の材料で、排水投入から次の投入までの間で大きく減少し、投入直前の値は1mg/l以下となった。TOCとICについては、ナイロン布とベニヤ板を除いた各々の材料で、投入排水と比べ増加した。特に、米粒でのTOC増加量は大きかった。また、pHについては、米粒の場合だけが著しく低下した。

表3は、充填材料の43日間にわたる変化をまとめたものである。材料の減少量は、ナイロン布で極小、ベニヤ板では幾分あった。牛乳パックとバイオボールでは13%程度で、米粒では60%以上と大きかった。

4. 脱窒用材料としての可能性

ここでの実験では発生ガスの量と成分の測定は行ななかった。しかし、ナイロン布を除き各々の材料で、装置内の充填材料の間から微細気泡の発生が認められた。特に米粒では多かった。

発生したガスについて、処理水のICが増加したという点から、主成分はCO₂と考えられる。実験で得られた結果、処理水のNO₃-Nが減少し充填材料の量も減少したこと、さらにこのCO₂の発生を加えると、生分解性固形材料により脱窒の進行する可能性は大であると考えられる。

しかし、米粒の場合のNH₄-NとTOCの増加やpHの低下などは、脱窒とは別の反応が同時に進行し、含有する物質(蛋白質等)が分解・溶出したと考えられる。このような材料では、周囲の溶液の性状に影響を及ぼし、脱窒材料としての適用性は低くなることになる。

また、牛乳パックとバイオボールでのNO₃-N減少量の差は、材質というよりも充填表面積(表1)の違いによるものと考えられる。固形材料を脱窒用材料として適用しようとする場合、その充填表面積をいくりにするかが重要な検討課題となる。

5. おわりに

本実験では、生分解性固形材料を用いて生物学的脱窒の進行する可能性は大であるという結果が得られた。固形物については、これ自身の内部あるいはこれらが集合すると、周囲とは異なる環境を造り出せるという特性を持っている。このため、単一の装置内で、脱窒だけを対象とするのではなく、硝化と脱窒の同時進行を対象とした工夫の可能性もあると考えられる。

謝辞：生分解性プラスチックについて御助言ならびに材料提供を頂いたゼネカ(株)・山下信氏と(株)フォーム化成・柏好一氏に感謝の意を表します。

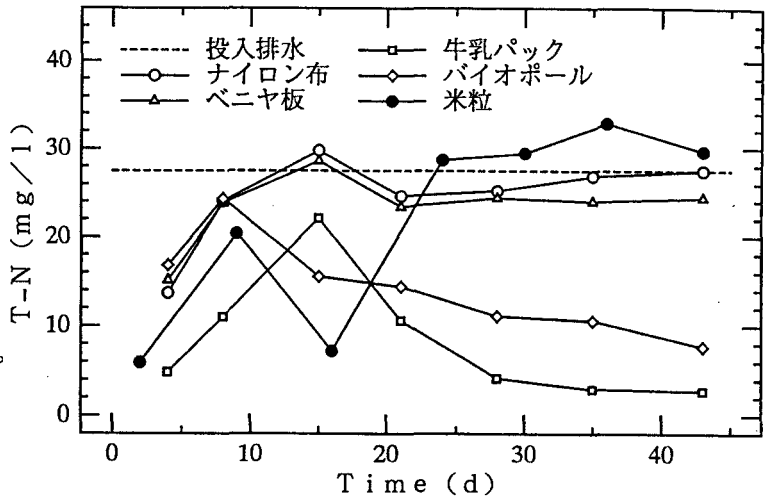


図1 処理水T-Nの経日変化

表2 処理水の水質(実験終了前3回測定 of 算術平均値)

材 料	p H	N (mg/l)				D O (mg/l)		T O C (mg/l)	
		NH ₄ -	NO ₂ -	NO ₃ -	T-N	直後	直前	TOC	IC
投入排水	7.0	0.0	0.0	27.5	27.5	...	...	0.0	8.0
ナイロン布	7.1	0.0	0.0	26.4	26.4	8.1	7.3	2.9	10.5
ベニヤ板	7.0	0.0	0.0	24.2	24.2	7.4	5.3	3.2	11.6
牛乳パック	7.0	0.1	0.0	3.0	3.1	5.5	0.7	9.9	36.6
バイオボール	7.0	0.1	0.1	9.7	9.9	5.2	0.5	11.4	25.5
米 粒	4.9	18.4	9.2	3.1	30.7	5.8	0.8	293.6	37.3

〔備考〕米粒処理水：ケルダールNは実験終了時点で23.3mg/l存在

表3 充填材料の変化(43日間を通じての結果)

材 料	充填量 (乾量g)	終了時点重量(乾量g)			減少量 (乾量g)	減少率 (43日間)
		固形物	浮遊物	合計		
ナイロン布	9.75	9.52	0.02	9.54	0.21	0.022
ベニヤ板	21.36	19.63	0.05	19.68	1.68	0.079
牛乳パック	19.38	16.63	0.09	16.72	2.66	0.137
バイオボール	23.41	20.18	0.10	20.28	3.13	0.134
米 粒	24.36	9.05	0.13	9.18	15.18	0.623