

新潟県土木部 緒 又 正 一
山梨大学工学部 (正) 河 野 哲 郎

1. はじめに

活性汚泥法は、都市下水処理に最も多く採用されている方法である。活性汚泥法のトラブルとしては、糸状微生物の異常な増殖によつて起こる糸状性膨化が大きな問題となっている。従来、その原因細菌は *Sphaerotilus natans* とされてきたが、実際の処理場では他の多くの種類の糸状細菌が膨化に関与していることがわかり、原因細菌に着目した研究が必要となった。糸状細菌には分類されていないものが多いので、その形態によつてタイプに分ける試みがおこなわれてきた。本報では、日本の都市下水の主要膨化原因細菌である II-3 タイプ (河野) の単離に成功し、形態的、生理的性質を調べたので、その結果を報告し、膨化制御への指針を示した。

2. 膨化の原因細菌

膨化汚泥と各地の処理場から送られてきた顕微鏡観察 (主に位相差顕微鏡) を行い、糸状細菌の形態によつてタイプに分け、それらの優占度を判定した。河野のタイプ分けは、グラム反応、鞘の有無、滑り運動によつて5つの群に分かれており、各群が分枝、付着性、糸状体の曲がり方、細胞の形、隔壁の見え方、糸状体の幅と長さ、顆粒などの違いによつて分けられたタイプにより構成されている。観察の結果、日本の都市下水の主要膨化原因細菌は、グラム陰性、有鞘、イオウ顆粒生成能を持つ II-3 タイプであることがわかった。(このことは、既に発表済みである。)

3. II-3 タイプの形態的特徴

汚泥中 糸状体が不規則に曲っているのが大きな特徴で、その程度は汚泥により異なつた。細胞の形は円柱、たる型などの特徴があった。糸状体の幅は、1~2.5 μm 、長さは、数百 μm ~ 1mm 以上にものなつた。鞘は、通常見られないが、長時間曝気のみ行うとうすい鞘が明らかとなる。十オ硫酸、硫化物の添加によつてイオウ顆粒を生成した。滑り運動、分枝、付着性 (holdfast)、ロゼットは、確認されなかった。II-3 タイプに近いと思われる細菌としては、Eikelboom (1975) の Type O21N があるが、この細菌は、糸状体が基から先端にいくにしたがい細くなる、ロゼットを形成する、鞘がないなどの点で II-3 タイプと異なる。

単離株 コロニーの色は白、平板培地ではコロニーは不定形で、顕微鏡で見ると、糸状体が切れることなく伸びているのがわかった (Fig. 1 A)。糸状体の曲がり方 (B)、イオウ顆粒の生成能 (C) 等汚泥中

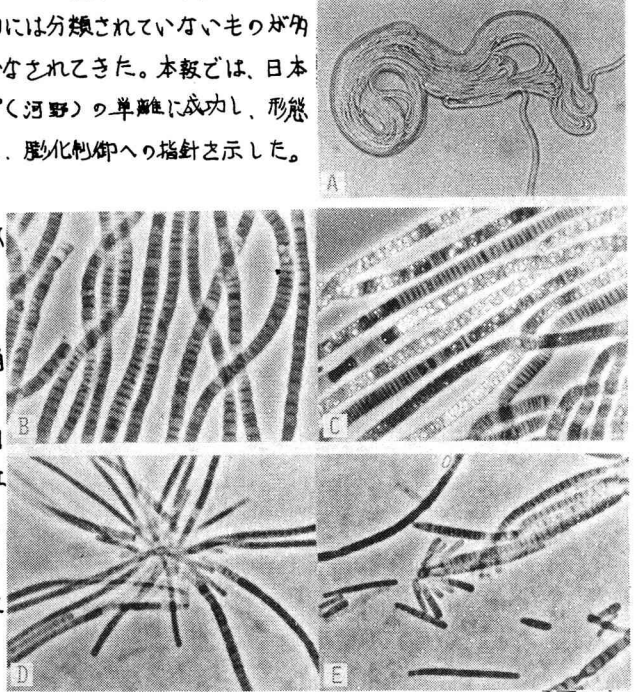


Fig. 1 II-3 Type の形態的特徴

Table 1. Characteristics of 8 isolates of II-3 types

	KR-1	OS-1	T1-1	T1-4	T2-1	T2-2	TK-1	SHR-3
Gram reaction	-	-	+	+	+	-	-	-
PHB droplets	+	+	+	+	+	+	+	+
Volutin granules	+	+	+	+	+	+	+	+
Sulphur granules	+	+	+	+	+	+	+	+
Rosettes	?	+	+	?	?	?	?	?
Gonidia	?	+	+	+	?	+	+	+
Adherent nature	+	+	+	+	?	+	+	+
Catalase	+	+	-	-	-	-	+	-
Oxidase	+	+	+	+	+	+	+	+
Starch hydrolysis	-	-	-	-	-	-	-	-
Anaerobic growth on nitrate	-	-	-	-	-	-	-	-
Denitrification	-	-	-	-	-	-	-	-
Nitrate reduction to nitrite	-	-	-	+	+	+	-	+
Vitamin requirement(*)								
< with Wako agar powder >								
No addition	N	N	P	P	P	N	P	P
B1 + B12	P	E	G	G	E	E	E	E
Full addition	G	E	G	G	E	E	E	E
< with Difco purified agar >								
Full addition	N	N	N	N	N	N	N	N

*: N, no growth; P, poor growth; G, good growth; E, excellent growth

と共通の性質もあるが、液体培養するとロゼット(D), ゴニジア, holdfast(E) を形成するという新たな性質が現れた。これらの形成のしやすさは、株により異なる (Table 1)。

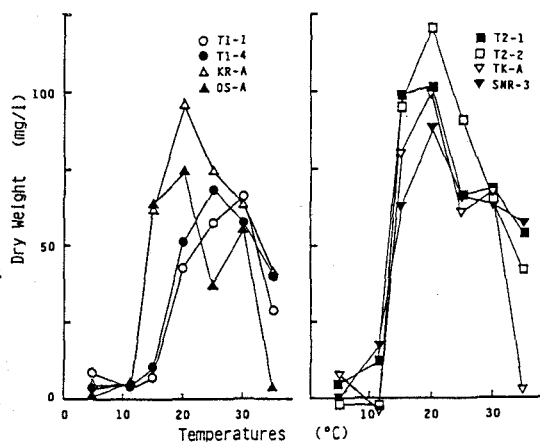


Fig.2 Growth at various temperatures

4. II-3タイプの生理的性質

II-3タイプの単離株8株について、各種の生理的試験を行った結果を Table 1~4, Fig.2 に示した。顆粒としては、イオウの他に PHB やポルリンも貯蔵した。オキシダーゼは、すべて陽性であるが、カタラーゼは、陽性と陰性の両株があった。嫌気条件下での増殖、脱窒はなかった。初夏の寒天を用いた培地では、ビタミン B₁ と B₁₂ を添加すると良く増殖した。C 源としては、株による差はあるものの糖、有機酸の利用性が高く、アルコール類は低かった。カゼイン、ゼラチン、デンプンは利用しなかった。N 源としては、NH₄ 態、NO₃ 態、有機態のいずれも利用した。生育 pH は、7~8 前後で耐酸性はなかった。温度と増殖の関係を見ると、20°C 前後で最も増殖したものが多かった。

5. II-3タイプによる脱窒の問題点と制御の方法

①硫化物を酸化してエネルギーを得る能力があると考えられるので、系内り硫化物のコントロールに注意を払う必要がある。

②炭素源として利用できる物質が多く、窒素源として、NH₄ 態、NO₃ 態、有機態のいずれも利用できることから、都市下水以外の脱窒原因細菌として一般に存在していると考えられる。実際、豆腐工場などの食品工場の廃水処理場で優占となつた例がある。

③ pH が低いと生育できないので、酸添加などによって pH を下げて増殖を抑えてはどうか。

④溶解性の低分子の基質を利用し、かつ脱窒もしないことから、脱窒プロセスを系内に組み込んで、溶解性の基質をフロック形成菌に利用させてはどうか。

⑤嫌気好気法による II-3 タイプのコントロールの可能性は、十分あるが、溶解性の基質と硫化物の管理が重要である。

引用文献

Eikelboom, D.H., "Filamentous organisms in activated sludge." *Water Res.*, 9, 365 (1975)

Table 2. Growth on carbon sources

	KR-A	OS-A	T1-1	T1-4	T2-1	T2-2	TK-A	SNR-3
Glucose	G	E	E	E	E	E	E	G
Galactose	N	G	E	N	N	E	E	N
Fructose	G	E	E	E	E	E	E	G
Mannose	G	G	P	N	N	E	E	G
Sucrose	G	G	E	E	E	E	E	G
Maltose	P	G	E	E	E	E	E	G
Lactose	P	N	N	N	N	N	N	N
Trehalose	G	E	E	G	G	E	E	G
Melibiose	N	P	N	N	N	N	N	N
Raffinose	P	P	P	P	P	P	P	N
Arabinose	P	P	P	P	P	P	P	P
Xylose	P	P	P	P	P	P	P	P
Rhamnose	P	G	P	N	P	P	G	P
Glycerol	N	N	N	P	N	N	N	N
Dulcitol	N	N	N	N	N	N	N	N
Erythritol	N	N	N	N	N	N	N	N
Manitol	N	N	N	G	N	N	P	N
Sorbitol	N	P	P	P	P	N	P	P
Formate	N	P	N	N	N	N	N	N
Lactate	P	G	G	G	N	E	E	P
Citrate	P	G	N	P	G	G	N	P
Succinate	P	G	G	G	N	P	P	P
Benzoate	P	P	P	P	N	P	P	N
Oxalate	N	N	N	N	N	N	N	N
Pyruvate	G	G	G	G	G	G	G	P
Acetate	G	G	G	G	E	E	E	G
Propionate	P	P	G	G	N	P	G	N
Malate	G	G	P	G	P	G	P	P
Butyrate	P	P	G	G	N	N	G	N
beta-HB(*)	G	G	G	E	G	G	G	G
Glutamate	P	G	G	E	G	G	G	G
Asparagine	P	G	G	G	G	G	P	P
Alanin	P	G	P	G	G	G	G	P
Casein	N	N	N	N	N	N	N	N
Gelatin	N	N	N	N	N	N	N	N
Starch	N	N	N	N	N	N	N	N

*: beta-hydroxybutyrate

Table 3. Growth on nitrogen sources

	KR-A	OS-A	T1-1	T1-4	T2-1	T2-2	TK-A	SNR-3
Glucose + NH ₄ -N	G	G	E	G	E	G	G	G
Glucose + NO ₃ -N	P	G	G	G	G	P	G	G
polypeptone	G	G	G	G	G	G	G	G
Acetate + NH ₄ -N	G	G	P	G	G	G	E	G
Acetate + NO ₃ -N	P	G	G	G	P	G	G	G
polypeptone	P	P	P	G	G	G	P	G

Table 4. pH range for the growth of the isolates of II-3 type

	pH initial				
	5.1	5.8	7.1	8.0	8.8
KR-A	-	-	+	++	-
OS-A	-	-	+	++	++
T1-1	-	-	++	++	-
T1-4	-	-	++	++	-
T2-1	-	-	+	++	-
T2-2	-	-	++	++	-
TK-A	-	-	+	++	+
SNR-3	-	-	++	++	++

-, no growth; +, moderate growth; ++, good growth