

足利工業大学 正員 本田 善則

1. はじめに

散水汙床における生物膜は汙材表面との付着力によって支持されるが、生物膜が過剰に蓄積すると、汙材表面から分離し、ついには脱落する。この脱落は一般に春に起ると云われている。脱落は散水汙床のような固定床方式における特有の現象であり、操作管理上重要な問題である。

本報告では生物膜の増殖と汙材による支持力との関係から脱落を考え、汙材によって生物膜をどのくらいまで支持できるのか、またこれにおよぼす温度と散水量の影響について検討する。なお、ここで扱う脱落は生物膜が汙材表面から分離する場合のことで、流下水により生物膜表面の一部が連続的に剪断されるものと区別する。

2. 生物膜増殖と脱落との関係

脱落の原因として、(イ)生物膜底部での嫌氣的分解¹⁾、(ロ)汙床バエの幼虫等によるgrazing²⁾、(ハ)流下水による流摺³⁾、および(ニ)生物膜の自重などが考えられる。実際には上記の原因が複雑に連連し、まず生物膜が汙材表面から分離し、次に自重によって脱落する。そこで、この脱落時点での生物膜重量が汙材によって支持できる最大量となるから、この量を支持限界量 S_L とする(乾燥重量で表わす)。

生物膜は散水開始後のラグ期を経て、増殖し始め、最終的には一定値に漸近する傾向を示す。増殖期間内での有機物除去量と流下水 K による連続的な剪断量を一定と仮定すると、生物膜の増殖は次式で表わせる⁴⁾。

$$X = \frac{a \cdot \Delta S - \Delta C}{b} \left\{ 1 - e^{-b(T - T_0)} \right\} + X_0 \cdot e^{-b(T - T_0)} \quad \text{--- (1)}$$

ここで、 X = 生物膜乾燥重量； X_0 = ラグ期間内での蓄積した生物膜乾燥重量； T = 散水開始後からの経過日数； T_0 = ラグ期間； ΔS = 除去有機物量； ΔC = 流下水による剪断量(汙床流出水中のSS量)； a = 除去有機物の生物膜への転換率； b = 生物膜の自己酸化係数。

式(1)において T が大きくなると、 X は $(a \cdot \Delta S - \Delta C) / b$ に漸近してゆく。すなわち、与えられた条件で生物膜が増殖できる最大量は、 $M = (a \cdot \Delta S - \Delta C) / b$ --- (2)

で、これを生物膜の増殖容量とする。しかし、生物膜は S_L 以上になると脱落するから、 $M \geq S_L$ の場合、生物膜は M まで増殖できる能力を持っているが、 S_L になると脱落する。一方、 $M < S_L$ の場合、生物膜は M まで増殖できる。

3. 実験装置および方法

実験汙床はセメントモルタル球(径約2.7cm)50個を一列に連ねたものを使用し、流入水としてグルコース・グルタミン酸ソーダを主成分にした人工下 K を用いた。本実験汙床の散水量1 $\text{m}^3/\text{分}$ は散水負荷約2 $\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{日}$ に相当するものと考えられる。なお、実験では上記の

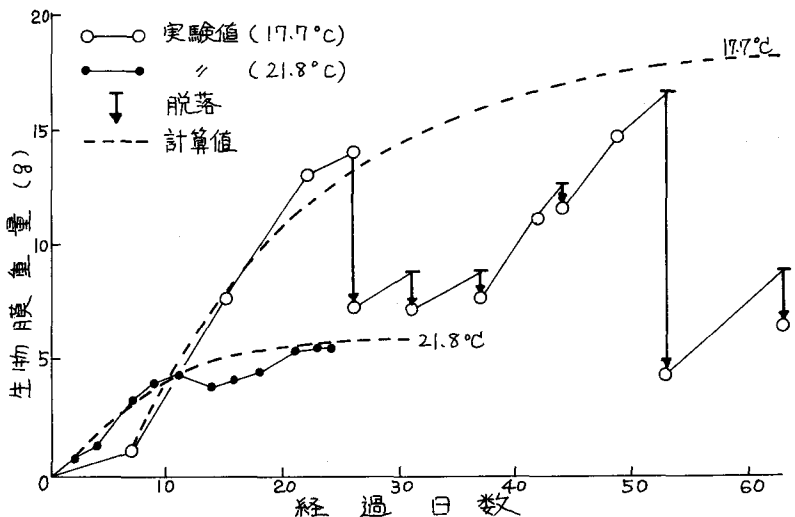


図1. 散水開始後の生物膜重量の経日変化(流入水BOD14.0 ppm, 散水量12.5%)

表. 散水開始後才1回目の脱落状況

実験条件			脱落までの期間	脱落時全生物膜重量		増殖容量 M (g)	脱落部			
流入水 BOD	温度 (°C)	散水量 (ml/分)		湿潤(g)	乾燥 S_L (g)		沖材数	生物膜厚 (cm)	脱落量 (g)	沖材1個当り 脱落量(g)
280 ppm	23.6	6	13	298.8	7.2	17.87	6	0.2-0.4	0.68	4.0
		12.5	12	402.5	9.7	9.15	23	0.3-0.6	2.96	5.3
		25	12	452.3	10.9	11.58	45	0.3-1.0	8.88	8.2
		50	6	294.6	7.1	11.59	7	0.2-0.5	1.95	11.5
	15.7	6	47	954.7	23.0	42.61	14	0.5-1.0	7.67	15.9
		100	39	414.9	10.0	43.49	7	0.3-0.7	2.46	12.7
140 ppm	17.7	3	64	282.2	6.8	7.67	21	0.2-0.8	5.06	9.5
		6	39	506.2	12.2	12.82	33	0.3-0.8	7.99	9.8
		12.5	26	589.2	14.2	18.90	36	0.3-0.7	7.13	8.0
		25	22	651.5	15.7	43.98	11	0.5-0.8	3.41	11.8
	21.8	50	17	253.1	6.1	27.54	18	0.5-0.7	3.35	7.3
		25	11	494.3	7.9	13.46	10		4.04	24.1

脱落の原因(ロ)を考慮に入れないため、できるだけ幼虫の発生を防いだ。

4. 実験結果および考察

図1は散水開始後の生物膜重量の経日変化を示したもので、17.7°Cでは26日以後脱落をくり返し、Mまで増殖できず、 $M > S_L$ の場合に相当する。21.8°CではほぼMまで増殖でき、 $M < S_L$ の場合に相当する。

表は才1回目の脱落の状況をまとめたものである。脱落時点でほとんどの場合沖材表面は黒くなっており、嫌氣的分解が起っていることを示した。温度が高いほど、脱落までの期間は短く、また脱落時点での生物膜重量は小さかった。これは高温ほど嫌氣的分解が進み、生物膜と沖材表面との付着力が弱まるためと考えられる。散水量25~50%において、脱落時点の生物膜量は小さくなっているが、脱落の原因(イ)が考えられる。但し、沖材の除去能力に限界

があるとする、散水量が増加した場合、散水量に比べて ΔS は大きくなり、 ΔC が大きくなるため、式(1)において生物膜重量は逆に小さくなることも考えられる。次に、脱落沖材数と脱落量は散水量が25%以上になると、小さくなっており、散水量が増加すると脱落は比較的小さな部分で起ることがわかる。

図2は生物膜の増殖容量と支持限界量(X印)を温度に対してプロットしたものである。同一負荷条件での増殖容量は高温ほど小さくなっており、冬期で生物膜量が大きくなり、夏期では小さくなるという従来の報告と一致する。支持限界量も高温ほど小さくなる傾向を示しており、本実験条件では20~25°Cを境に低温で $M > S_L$ 、高温で $M < S_L$ となり、低温での脱落の可能性が示される。すなわち、春に脱落が起るということは、生物膜が冬期で蓄積し、春での温度の上昇、さらには幼虫の発生と関連して、脱落を導びくことになるからである。

5. むすび

生物膜の脱落について増殖容量と支持限界量との関係から検討したが、特に温度の影響は重要であると考えられる。また、沖材表面性状や形といった沖材条件も脱落に影響を与えると予想され、現在実験中である。

参考文献: 1) Hawkes, J. Inst. Sew. Purif. (1957). 2) Reynoldson, J. Inst. Sew. Purif. (1939). 3) Tomlinson, J. Inst. Sew. Purif. (1946). 4) 本田・大平, 水32周年講義(1977).

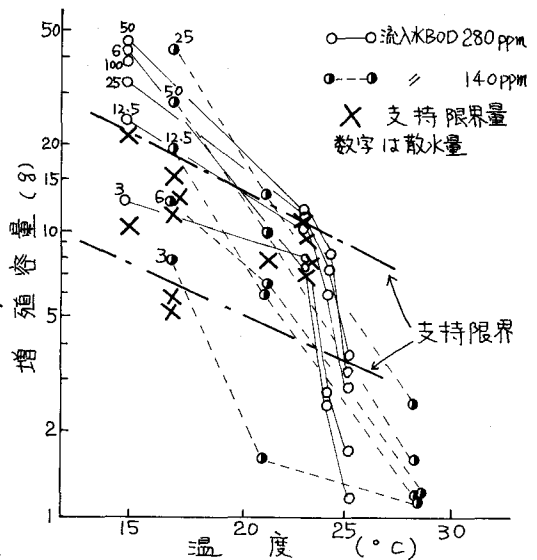


図2. 増殖容量と支持限界量との関係