

石油精製工場の廃水中に形成される
スライムに関する研究—Ⅳ*
スライムの生成および抑制の条件について

藤 沢 浩 明・村 上 正 忠

Studies on Slime-like Substance Formed in Drainage System of Refinery Plant - IV.
Promotive and Inhibitory Conditions of its Growth

By

Hiroaki FUJISAWA and Masatada MURAKAMI

In the previous papers of this series^{1,2,3)}, the slime-like substance (hereafter called just slime) formed in the drainage system of a refinery plant was investigated chemically and biologically, and the situation of the slime was made fairly clear.

The purpose of this paper is to investigate the fundamental conditions of promotion and inhibition for its growth.

The results can be summarized as follows:

1. As a technique of determining the amount of the slime during incubation, the centrifugal method (the determination of packed volume of the slime per 10 ml of broth) was most useful.

2. The amount of the slime increased generally with sea water in the medium, and it reached to the utmost in the concentration of 90% of sea water.

3. Among the nitrogen sources examined as the nutrient, only peptone helped the growth of the slime, and other organic and inorganic ones were ineffective.

The culture medium for the slime is recommended, which contains 5 g of peptone, 1 g of yeast extract, 900 ml of filtered sea water and 100 ml of distilled water, and its pH is adjusted to 7.5.

4. The amount of the slime increased fairly in the region of pH 5.5-8.5, and decreased

*水産大学校研究業績 第721号, 1974年7月24日 受理.

Contribution from the Shimonoseki University of Fisheries, No. 721.

Received July 24, 1974.

remarkably in the regions of pH 4.5–5.0 and pH 9.5–11.5. Its growth was completely inhibited in the areas below pH 4.0 and above pH 12.5.

Therefore, in order to prevent the formation of the slime, it is useful to keep pH value of the waste water in the drainage system below pH 4.5 or above pH 11.5.

5. The growth of the slime was fairly inhibited by sodium hypochlorite in the concentration of 40ppm as residual chlorine, and it was completely prevented above 42 ppm.

緒 言

前報^{1, 2, 3)}では、石油精製工場の廃水中に形成されるスライムについて化学的および生物学的に調査し、またスライドガラス浸漬法によってスライムの生成状態を検討し、その実態を明らかにした。

本報では、スライムの生成および抑制の基礎的条件を調べるために、スライムの生成に及ぼす海水濃度、窒素源、pH値などの影響を種々検討したので、これらの結果について報告する。

実 験 方 法

1. スライムの培養法

ZOBELL 2216E 培地⁴⁾を基本にした培養液（ペプトン5g、酵母エキス1g、汙過海水 900ml、蒸留水100 ml / pH7.5)10mlを綿栓した試験管に入れ、滅菌した後、1白金耳量のスライム（石油工場の集水池¹⁾で採取した）を接種し、25°Cのインキュベーター内で、周囲を蛍光灯で照射しながら振とう培養した。この場合の照度は約 1,000 ルクスであって、スライムを構成する生物のうち、珪藻、藍藻などの微小藻類の培養には照度が不足したため、培養後のスライムには主として細菌が検出された。したがって、本実験では主として細菌から構成されるスライムを対象としたことになる。

2. スライム量の測定法

一定日数培養した培養液10mlを、炭化水素資化細菌の菌体収量の測定に用いられている第1図に示す目盛付沈殿管⁵⁾に入れ、一定の遠心力（2,000 G、60分）をかけて沈殿させ、沈殿量を目盛で読み取り、スライム量を培養液10mlあたりのml数で表した。このスライム量の測定法を遠沈法と仮称する。

また、遠沈法と同一条件で沈殿させたスライムについて、全窒素量をケルダール法によって定量し、スライム量をmg窒素で表した。後述の結果から、遠沈法によるスライム量は、全窒素量で表した測定値と密接な正の相関関係を示したので、スライム量の測定法として操作の簡便な遠沈法を採用した。

3. 培地中の残留塩素の定量法

次亜塩素酸ナトリウムを種々の濃度に添加した培地について、スライムを接種する前にあらかじめヨウ素滴定法⁶⁾により残留塩素量を測定した。

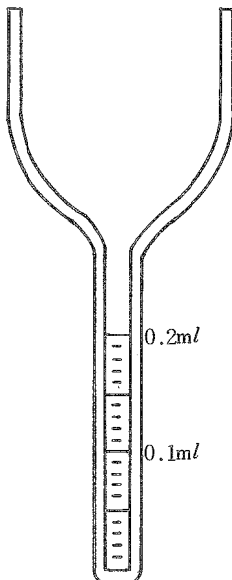


Fig. 1. Graduated tube for the determination of packed volume of the slime incubated.

結果および考察

1. スライム量の測定法の検討

培養中の遠沈法によるスライム量の経時的变化を第2図に示す。また、遠沈法によるスライム量と、同時に測定した全窒素量との関係を図示すると、第3図が得られた。

第2図から、遠沈法によるスライム量の経時的变化は微生物の標準的増殖曲線を示し、また第3図から、

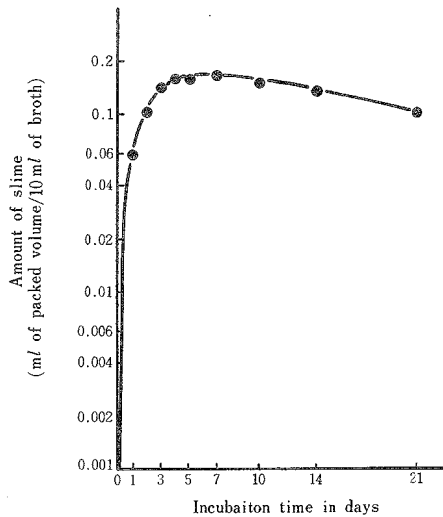


Fig. 2. Typical growth curve of the slime incubated in the modified ZOBELL'S 2216 E medium.

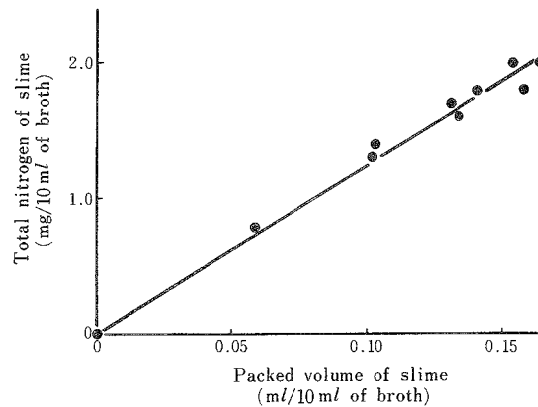


Fig. 3. Relation between packed volume of the slime incubated and its total nitrogen.

遠沈法によるスライム量と全窒素量で表した測定値との間には、密接な正の相関関係が認められた。したがって、スライム量の測定法として簡便な遠沈法が有効適切と考えられるので、以下の実験にはこの方法を用いた。

2. スライムの生成に及ぼす海水濃度の影響

種々の濃度の海水（自然海水を濃度 100%とし、蒸留水を 0%とした）を用いて調整した培地で、3日間培養した場合のスライムの生成量と海水濃度との関係を図示すると、第4図が得られた。

第4図から明らかなように、海水濃度が増加すると共にスライム量が増加し、90%海水でスライムの生成量が最高となり、100%海水では70-90%海水よりもやや低い値を示した。したがって、以下の実験では培地の海水濃度を90%とした。

90%海水の培地でスライムの生成量が最も多かったが、このことは接種に用いたスライム試料が石油工場の集水池¹⁾で採取されたもので、90%海水の廃水中に形成されたことを考えると、当然であろう。

3. スライムの生成に及ぼす窒素源の影響

種々の有機態および無機態窒素源をそれぞれ濃度を変えて90%海水に添加し、pHを 7.5に調整した培地で、

1～3日間培養した場合のスライムの生成量を第1表に示す。

第1表から明らかなように、窒素源のうちペプトンのみにスライムの生成効果が認められ、その他の有機態および無機態窒素はいずれも効果がみられなかった。

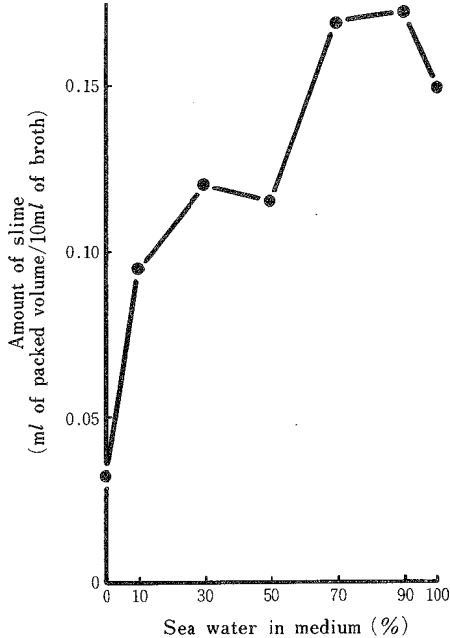


Fig. 4. Influence of the amount of sea water in medium on the growth of the slime incubated.

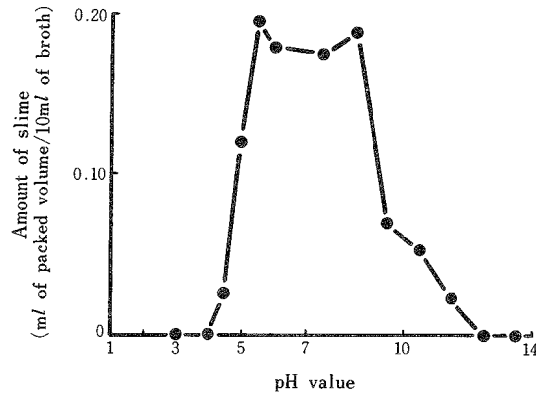


Fig. 5. Influence of pH value on the growth of the slime incubated.

スライムの生成量は、ペプトンの添加量が5g/l, 1g/lおよび0.5g/lのうち5g/lの場合に最も多く、この範囲内ではペプトンの添加量に支配されることが明らかである。

また、ペプトンに酵母エキスを加えたZoBELL 2216E 改変培地では、ペプトンのみの培地と比べて、スライムの生成量に大差がなく、ペプトン量5g/l, および1g/lの場合にやや多い傾向がみられたにすぎない。したがって、スライムの生成に及ぼすペプトンの効果は大きい、酵母エキスの効果は小さいようである。しかし、一応スライムの生成効果が最も高いZOBELL 2216E 改変培地を、以下の実験で用いた。

4. スライムの生成に及ぼすpH値の影響

種々のpH値の培地で、3日間培養した場合におけるスライムの生成量とpH値との関係を図示すると、第5図が得られた。

第5図から明らかなように、スライムの生成量はpH 5.5～8.5で多く、pH 5.0～4.5およびpH 9.5～11.5ではかなり減少し、pH 4.0以下および12.5以上ではスライムの生成が全くみられなかった。

したがって、工場内廃水のpH値を4.5以下、または11.5以上に保つことができるならば、このことはスライムの生成を抑制する手段としてきわめて有効であると考えられる。

5. スライム生成の抑制に及ぼす次亜塩素酸ナトリウムの影響

1/10 ZoBELL 2216E 改変培地(ペプトン 0.5g, 酵母エキス 0.1g, 汙過海水 900ml, 蒸留水 100ml, pH 7.5) に次亜塩素酸ナトリウムを種々の濃度に加え、1～7日間培養した場合のスライムの生成状態につい

Table 1. Promotive effects of various nitrogen sources on the growth of the slime incubated.

Nitrogen source (g/l)	Incubation time in days			
	1	2	3	
Amount of slime (ml of packed volume/10 ml of broth)				
Modified ZOBELL's 2216 E medium	1/1 *	0.052	0.231	0.155
	1/5 **	0.026	0.026	0.018
	1/10***	0.011	0.007	0.010
Peptone	5	0.045	0.202	0.159
	1	0.027	0.021	0.013
	0.5	0.010	0.008	0.005
Urea	5	—	—	+
	1	—	—	+
Asparagine	5	—	—	+
	1	—	—	+
NaNO ₃	5	—	—	—
	1	—	—	—
NaNO ₂	5	—	—	—
	1	—	—	—
(NH ₄) ₂ SO ₄	5	—	—	—
	1	—	—	—
NH ₄ NO ₃	5	—	—	—
	1	—	—	—

* The medium used contains 5 g of peptone, 1 g of yeast extract, 900 ml of filtered sea water and 100 ml of distilled water, and its pH was adjusted to 7.5.

** The medium used contains 1 g of peptone, 0.2 g of yeast extract and 1,000ml of 90% sea water.

*** The medium used contains 0.5 g of peptone, 0.1 g of yeast extract and 1,000 ml of 90 % sea water.

Sign (+) represents slight growth of the slime.

Sign (—) represents no growth of the slime.

て肉眼的に観察した結果を第2表に示す。

第2表から明らかなように、培地中の残留塩素量40ppmでスライムの生成がかなり抑制され、42ppm以上では全く生成しなかった。しかし、スライムの抑制には高濃度の残留塩素量を必要とするため、一般に次亜塩素酸ナトリウムの添加や塩素注入によってスライムを抑制する方法は実効がないと思われる。

Table 2. Inhibitory effect of sodium hypochlorite on the growth of the slime incubated.

Incubation time in days	Concentration of NaOCl (ppm as residual chlorine)							
	0	11	26	29	40	42	63	80
1	++	++	+	±	—	—	—	—
3	+++	+++	+++	++	+	—	—	—
5	+++	+++	+++	++	+	—	—	—
7	+++	+++	+++	++	++	—	—	—

Signs represent degree of the growth of the slime as follows;

+++ , abundant growth.

++ , moderate growth.

+ , slight growth.

± , very slight growth.

— , no growth.

要 約

石油精製工場の廃水中に形成されるスライムの生成および抑制の基礎的条件を明らかにするために、スライムの生成に及ぼす海水濃度、pH値、窒素源などの影響について種々検討し、次の結果を得た。

1. スライム量の測定法として遠沈法が有効適切である。
2. 海水の濃度が増加すると共にスライムの生成量が増加し、90%海水で最も高く、100%海水では70~90%海水よりもやや低い値を示した。
3. 調べた窒素源のうち、ペプトンのみがスライムの生成に効果があり、その他の有機態および無機態窒素はいずれも効果がなかった。
スライム用培地として、ペプトン5g、酵母エキス1g、汙過海水 900ml、蒸留水 100mlの組成をもつ、pH 7.5の ZOBELL 2216E 改変培地が適していると考えられる。
4. pH 5.5~8.5ではスライムの生成量が多く、pH 4.5~5.0およびpH 9.5~11.5ではかなり減少し、pH 4.0以下およびpH 12.5以上では全く生成しなかった。

したがって、工場内廃水のpH値を 4.5以下または11.5以上に保つことができるならば、このことはスライムを抑制する手段としてきわめて有効であると考えられる。

5. 培地中の次亜塩素酸ナトリウムの残留塩素量40 ppmでスライムの生成がかなり抑制され、42 ppm以上では全く生成しなかった。

終わりに、本実験に協力された本校水産微生物学研究室卒論学生清水克実氏に深く感謝する。

文 献

- 1) 藤沢浩明・村上正忠, 1973: 本報告, 22, 29~38.
- 2) 藤沢浩明・村上正忠, 1973: 本報告, 22, 39~48.
- 3) 藤沢浩明・村上正忠, 1973: 本報告, 22, 55~66.
- 4) MORITA, R. and C.E.ZOBELL, 1955: *Deep-Sea Res.*, 3, 66~73.
- 5) TAKAHASHI, J., K., KOBAYASHI, Y., KAWABATA, and K.YAMADA, 1963: *Agr.Biol.Chem.*, 27, 836~842.
- 6) 厚生省編纂, 1950: 衛生検査指針, IV, 66~72.