

宮崎大学工学部 正会員 石黒政儀

○ 宮崎大学工学部 学生員 平木次男

宮崎大学工学部 学生員 桃坂 繁

1 はしがき

わが国におけるでん粉廃液による水質汚濁は北海道の馬鈴薯でん粉によるものが早くから問題視され、北海道大学衛生工学教室において各種の処理法が研究検討されているが、いまだに決定的な処理法が確立されていない現状であり、この種の廃液処理の困難性を物語っている¹⁾。一方甘藷でん粉廃液による水質汚濁事件は、その生産地域である関東以西の各地方で発生し、特に南九州地方における甘藷生産量とでん粉生産量は全国の60%を占めており、この種の廃液処理の必要性が叫ばれている。その中でも宮崎県中南部を流れる九州オ2の河川である大淀川流域には約90工場が点在し、その廃液によって昭和39年度秋には全川にわたって魚類が死滅し、大淀川の表流水を水源とする宮崎市上水道の浄水能力低下となって断水という事件をひき起した²⁾。宮大石黒研究室では昭和40年度より本廃液処理に関する研究を進めて来たが³⁾、この廃液処理法の問題点としては①工場資本が小さい、②工場が広い農村地帯に点在している、③工場が年間操業でない、④廃液の量が極めて多い、⑤廃液のBOD濃度が非常に高く最高COD 10,000ppm以上であるなどが主にあげられるが、この廃液処理法に最も要望されることは①処理施設の低廉、②維持管理の安易、である。この目的に適合するものとして回転円板接触法をとりあげ、昭和40年度に予備実験を行い⁴⁾41年度にはさらに大型のプラント実験を行ない、返泥なし、初沈あり、回転数15~25r.p.m.差異なしの結果が得られたので⁵⁾、42年度秋にはこれら諸結果の確認と追加実験を行ない、今後の実際工場での設計データを得ることができたのでここにオ4報として報告する。なお現在宮崎県において各工場に設置させている単沈沈澱池の浄化機能実態調査を行なったので、これについても簡単に報告する。

2 回転円板接触法の実験装置と実験目的

実験装置は41年度に用いたものと同じで、^{5b)}円板直径は2mの発泡スチロール製、厚さ3mm、間隔3cm、枚数はオ1系列(3段)51枚、オ2系列(2段)50枚、円板全面積(生物膜附着面積)はオ1系列301m²、オ2系列295m²、円板回転数は25r.p.m.で一定、両系列に1m³/hr~6m³/hr、COD負荷4000g/m²d~500g/m²dの原液を無希釈で実験計画に従って

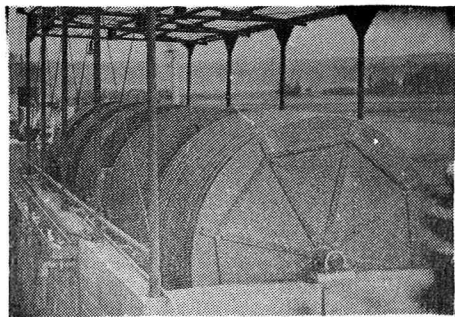
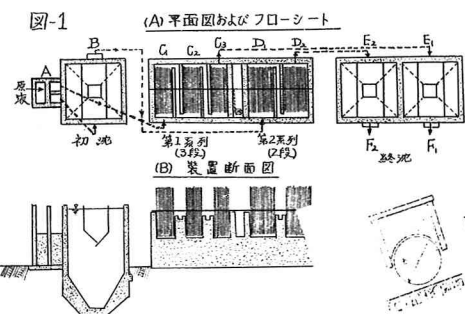


写真-1 回転円板法実験装置



流入させ、オ1系列は初沈なし、オ2系列は初沈(インホフ)あり、終沈(インホフ)は両系列に配置して、それぞれのCOD, DO, PHを図-1の各点で連日測定した。実験期間は11月1日より12月10日までで、原液CODは初期が5,000ppm後期は10,000ppm、気温は15℃~20℃、水温は14℃~20℃、PHは4.3~6.0で、曝気槽内のDOは0.5ppm、PHは4.5であった。なお円板上の付着微生物は常に15℃前後を保っていた。

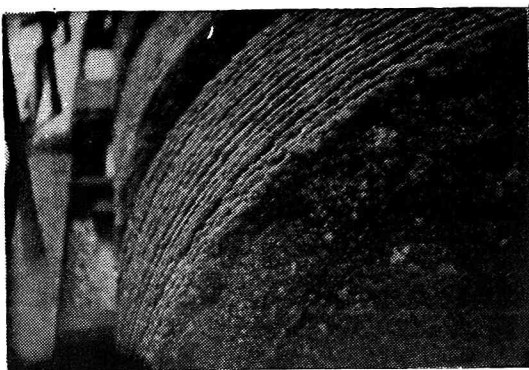
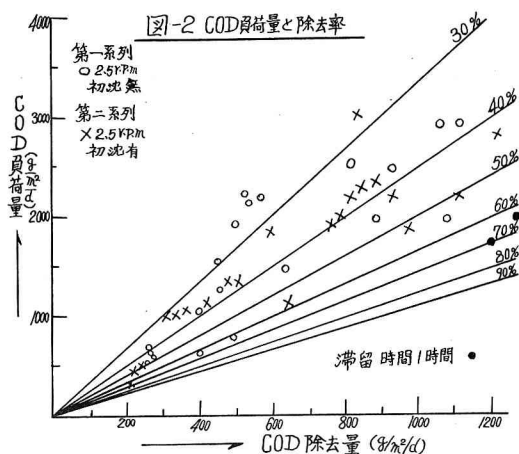
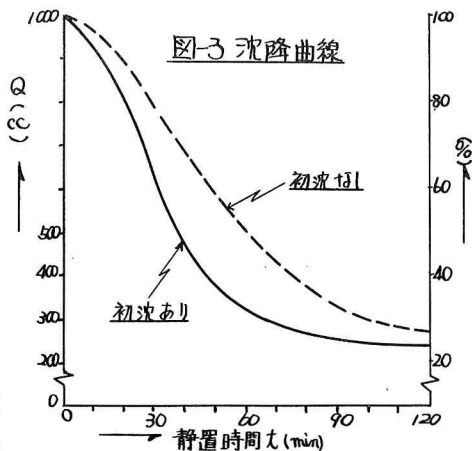


写真-2 円板上微生物付着状況

約30日間の連続運転の結果を整理した各系列の最終浄化率は図-2に示すように、2^{kg}/m³dで50~60%、1^{kg}/m³dで60~70%の除去が可能であることが確認された。除去効率の余り良くないものは負荷のかけ過ぎ、すなわち流量が多く曝気槽内の滞留時間(接触時間)が短か過ぎたためであり、この関係は次節で述べるバッチテストの浄化速度係数によって充分確認された。なお図-2にバッチテストによって得られた滞留時間/時間の値もプロットしておく。この結果から全系列での滞留時間が約1/2~1/3であるので、滞留時間を1時間とすれば本装置はさらに高浄化率を得ることができる。処理液の沈降性を調べるために各試験ごと沈降テストを行ない、その



結果を図-3に示す。これより沈降性は極めて良好で約60分後には1/2量の沈殿物が得られる。ここでオ1系列の初沈なしと、オ2系列の初沈ありとは極めて対照的な結果を示し、初沈のあるものは1時間後に1/2量に沈んでくるが、初沈のないものは1/2量沈んでから約2時間を要することである。これは実際の最終沈んで池の設計に有用な数値となる。円板上の付着微生物はスフェロクルスを主体とし、その他に酵素菌類でありその付着状態を写真-2に示す。終沈の沈んで汚泥は蛋白を主体とするもので、宮崎県工試にて遠心分離機による脱水テストに成功し、乾燥飼料化の可能性が確かめられた。乾燥物として粗蛋白43%の有効飼料となる。



3 本方式による浄化速度とその考察

てん粉廃液処理効果の実験において、バッチテストを行い、回転円板のオ1系列(初沉なし)と、オ2系列(初沉あり)での平均滞留時間とそれに対応するCOD変化を測定し、浄化速度を求むる。

一般にBOD除去速度は一次反応式に従って、BOD濃度に比例すると考えられているのでこの考え方をCOD除去速度に適用する。いま γ :反応速度(除去COD ppm/hr) t :滞留時間(hr) L_0 :原水のCOD(ppm) L_t : t 時間後のCOD(ppm) k :速度係数(1/hr)とすると反応式は次式となる。

$$\gamma = -dL_t/dt = k \cdot L_t \text{ ----- (1)}$$

これを積分して変形すると

$$t = \frac{1}{k} \cdot 2.3 \cdot \log(L_0/L_t) \text{ ----- (2)}$$

本実験データを $\log L_t$ と t との関係としてプロットすると、図-4、図-5のようになり、これより浄化速度式は次のように示される。

$$\text{オ1系列のオ1段階 } t = 3.83 \log L_0/L_t \text{ ----- (3)}$$

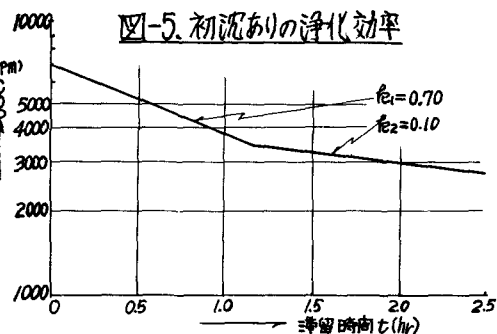
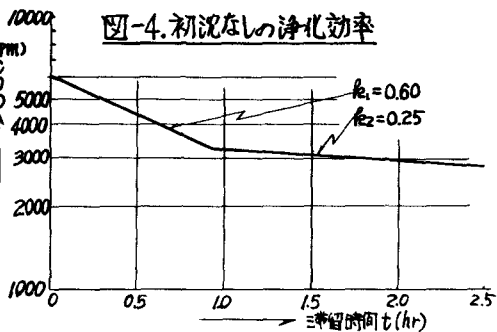
$$\text{オ2段階 } t = 9.20 \log L_0/L_t$$

$$\text{オ2系列のオ1段階 } t = 3.29 \log L_0/L_t \text{ ----- (4)}$$

$$\text{オ2段階 } t = 23.00 \log L_0/L_t$$

これらの図から、処理水CODは3000~4000 ppmを境にして、前後の勾配(速度係数)は異なるが直線的に低下する。本実験におけるオ1段階のCOD低下の速度係数(k)は、オ1系列で0.60、オ2系列で0.70であり、オ2段階の k (k_2)は、オ1系列で0.25、オ2系列で0.10となった。従ってオ1、オ2系列において1時間の滞留時間(曝気反応時間)が最も効果的であるといえる。参考までにドイツのPöpelと伊藤、本多氏が回転円板で行なった下水のBOD低下の速度係数はそれぞれオ1段階で1.49と1.41、オ2段階で両者とも0.246となっている。²⁾¹⁾ なお原水COD 10000 ppm

6000 ppm 3500 ppmにおけるCOD除去反応速度の屈曲点と回転円板方式での反応所要時間(滞留時間)を計算すればオ1表のようになる。これによると例えば原水COD 6000 ppmを屈曲点3000 ppmとして処理水COD 3000 ppmを得るには、オ1系列で、



オ1表 COD除去反応速度の屈曲点と回転円板方式での反応所要時間

① 原水COD 10,000 ppm

処理水COD (ppm)	屈曲点のCOD (ppm)					
	5,000		5,500		6,000	
	オ1系列	オ2系列	オ1系列	オ2系列	オ1系列	オ2系列
2,000	オ1段階反応時間 (hr) 1.15	0.99	1.00	0.85	0.85	0.73
	オ2段階反応時間 (hr) 2.66	9.15	4.04	10.10	4.37	10.37
	全体の反応時間 (hr) 4.81	10.14	5.04	10.95	5.22	11.10
3,000	オ1段階反応時間 (hr) 1.15	0.99	1.00	0.85	0.85	0.73
	オ2段階反応時間 (hr) 2.04	5.11	2.42	6.85	2.97	6.72
	全体の反応時間 (hr) 3.19	6.10	3.42	6.70	3.62	7.65

② 原水COD 6,000 ppm

処理水COD (ppm)	屈曲点のCOD (ppm)					
	3,500		3,000		2,500	
	オ1系列	オ2系列	オ1系列	オ2系列	オ1系列	オ2系列
2,000	オ1段階反応時間 (hr) 0.90	0.77	1.15	0.99	1.47	1.28
	オ2段階反応時間 (hr) 2.24	5.59	1.62	4.05	0.89	2.23
	全体の反応時間 (hr) 3.14	6.36	2.77	5.04	2.33	3.51
3,000	オ1段階反応時間 (hr) 0.90	0.77	1.15	0.99	1.15	0.99
	オ2段階反応時間 (hr) 0.62	1.54	—	—	—	—
	全体の反応時間 (hr) 1.52	2.31	1.15	0.99	1.15	0.99

③ 原水COD 3,500 ppm

処理水COD (ppm)	屈曲点のCOD (ppm)					
	2,500		2,000		1,500	
	オ1系列	オ2系列	オ1系列	オ2系列	オ1系列	オ2系列
2,000	オ1段階反応時間 (hr) 0.56	0.48	0.93	0.80	0.93	0.80
	オ2段階反応時間 (hr) 0.99	2.23	—	—	—	—
	全体の反応時間 (hr) 1.45	2.71	0.93	0.80	0.93	0.80
3,000	オ1段階反応時間 (hr) 0.26	0.22	0.26	0.22	0.26	0.22
	オ2段階反応時間 (hr) —	—	—	—	—	—
	全体の反応時間 (hr) 0.26	0.22	0.26	0.22	0.26	0.22

1.15時間、才2系列で0.99時間の滞留時間で済むことになる。この意味から図-2の負荷量と除去率はさらに向上させることができる。

4 素堀り沈でん池の除去効果の実態

某でん粉工場における素堀り沈でん池のCOD、PH、DOの値を連日測定して、除去効果の実態調査を行った。この沈でん池は連続して8池あり、容量は順に S_1 :186, S_2 :233, S_3 :123, S_4 :160, S_5 :167, S_6 :115, S_7 :88, S_8 :57(単位 m^3)である。 S_1, S_2 は28.3%のセパレート廃液(COD 5000~10000 ppm)のみで S_3 において同量のフリューム廃液(COD 200~300 ppm)が加わり希釈化されており、 S_4, S_5 と S_6 以下は別々に検討すべきである。図-6にCOD、図-3にPH、DOの値を示す。24時間後に20~30%のCOD低下の効率がある。 S_3 以下の沈でん池は大きな効果は上げられず、後期には嫌気性分解による沈でん物の浮上などによって逆効果がみられる。図-2中に三重県と鹿児島県での静置COD低下曲線を参考に示す。^{10) 11)} これらのことから単純沈でん浄化の限界が認められ、維持管理と沈でん汚泥の除去、処分の重要さがうかがわれる。

ろ む す び

昭和40年度より開始した本実験は本年度で3年を迎へ、回転円板法による甘藷でん粉廃液処理の諸特性を順次明らかにすることができた。その結果本処理法は既往の活性汚泥法や散水ろ床法と全く違ったメカニズムを持ち、極めて高負荷の廃液処理に適合し(10~100倍)、設備費の低廉、維持管理の容易さ、という特徴を有することを確認できた。特に本年度の実験では負荷の限界と反応速度係数の算出、処理液の沈降率の値から最終沈でん池での滞留時間の決定を得ることができ、今後この処理法の実験工場への普及時における各種設計データを得ることができた。なお処理液の沈でん汚泥は高率の飼料となることが確認され、有機性廃液処理の最終目標である有効成分の全面回収に近づきつつあることは喜びにたえない。最後に本研究が宮崎県工試との共同研究によるものの一部であり、同工試服部正夫場長、同友房分析部長に謝意を表するものである。

参考文献

- 1) 神山柱一、井上一郎、高安三、馬鈴薯でん粉工場における廃液処理の問題と生物化学的処理実験、用水と排水 3巻 12号、1961/12
- 2) 小林幸治、石黒政儀、甘藷でん粉廃液による大規模水質汚濁について土木学会2回腐蝕工学研究討論会論文集、1965/11
- 3) 石黒政儀、甘藷でん粉廃液の水質汚濁とその処理対策について、産業公害(土木学会特集号) 5巻 1号、1981/1
- 4) 石黒政儀、高田正三、中村郁夫、回転円板接触体による甘藷でん粉廃液処理について土木学会21回年次学術講演会
- 5) 石黒政儀、大野重直、新留敏郎、甘藷でん粉廃液処理の実験的研究、土木学会西部支部昭和44年度研究発表会概要、1966/5
- 6) 石黒政儀、大野重直、新留敏郎、回転円板接触体による甘藷でん粉廃液処理の実験的研究、土木学会22回年次学術講演会概要、1967/5
- 7) B.J. Mazze and W.W. Eckenfeden Ed; Biological Treatment of Sewage and Industrial Wastes Vol.1(1955)
- 8) F. Popel; Stuttgart Bericht zur Siedlungs- und Wasserwirtschaft, 11 "Leistung, Berechnung und Gestaltung von Tauchrotorkörperanlagen" 1964/11
- 9) 伊藤、本多、野原、角谷、回転円板方式による下水処理実験装置の構造と機能、水処理技術 Vol. 8, No. 12 1967/12
- 10) 三重県、三重県でん粉廃液処理調査報告書 三重県公害資料 No. 24 1964
- 11) 鹿児島県工試、甘藷でん粉工場廃液処理の研究 1967

