

パイナップル缶詰工場廃水の散水ろ床法による処理試験（第1報）

化学室 宮城 周子

1. はじめに

有機性廃水の処理において活性汚泥法の運転では、汚泥と処理水の分離を困難にする汚泥バルキングがしばしば問題となるが、散水ろ床法は原水の水質濃度および流量変動に対してかなりの対応性があり、余剰汚泥も活性汚泥法の場合よりも汚泥管理が容易であるといわれている。

最近プラスチック充填材を利用した散水ろ床法の研究が行われ、有機性廃水処理にも優れた好気性処理技術の一つとして見直されつつある。本研究では散水ろ床法によるパイナップル缶詰工場廃水の継続回分処理における有機物負荷と栄養源添加の影響について検討したのでその結果を報告する。

2. 実験方法

2・1 供試廃水

実験に供した試水は、パイナップル果実を適當の大きさに切り、ガーゼ2枚を用いて搾ったパイナップル果汁を2℃の冷蔵庫に保存し原液とした。処理試験にはこの原液を所定の濃度になるように水道水で希釈して用いた。なお、原液の分析結果を表1に示す。

2・2 実験装置

ろ床は、内径44mm、高さ75cmのポリカーボネート製の透明の円筒でこれにハニカム形プラスチックろ材を充填し垂直に立てたものを用いた。ろ床容積は1ℓ、ろ材の比表面積は $230\text{m}^2/\text{m}^3$ である。

処理試験装置のフローシートを図1に示す。

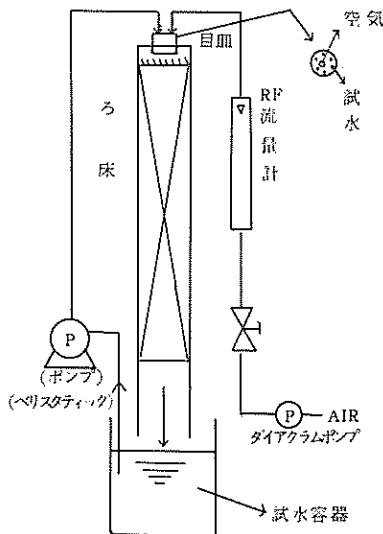


図1 実験装置のフローシート

表1 バイン原液の性状

外観	淡黄褐色
臭気	バイン臭
pH	3.7
TOC mg/ℓ	47,000
※BOD mg/ℓ	80,000~100,000
NH ₃ -N mg/ℓ	115
PO ₄ -P mg/ℓ	12

(備考) ※ 推定値

処理装置は、ろ床の直下にビーカーを置き試水容器とした。これよりペリスタティック式定量ポンプで試水をろ床頂部に汲み上げ充填材の上部に置いた目皿を通してほぼ均一にろ床内に散水した。

試水は充填材の表面を伝わり、ろ床底部から試水容器に流下する。ろ水は容器内の試水と混合しながらふたたび汲み上げられて循環散水される。試水は1日1回全量を新しい試水と交換し、処理を継続する。また、ろ床内を好気的狀態に保つため、ダイアフラム式ボ

ンブによりろ床の上部から下方へ向けて $100\text{ml}/\text{min}$ の風量で空気を送った。

2・3 分析方法

測定項目と測定方法は、下記のとおりである。

- (1) pH：ガラス電極 pHメータ（ベックマンエキスパンドマチックSS-2 およびガラス電極東亜電波、HM-7B）。
- (2) 濁度：光電比色計（島津製作所、スペクトロニック20）により波長 660nm でOD（吸光度）を測定した。
- (3) 懸濁物質(SS)： $\#6$ のろ紙で処理水を吸引ろ過し、沈澱を 100°C で乾燥したのち2時間冷却後秤量した。
- (4) 溶存酸素：DOメーター（東亜電波DO-1B）。
- (5) アンモニア性窒素、硝酸および亜硝酸性窒素：（オートアナライザー日本テクニコン社）。
- (6) TOC：東芝ベックマン102型および915型。

2・4 継続回分処理試験

ろ床は4基を用い散水量 $50\text{ml}/\text{ml}$ 日に設定した。また、栄養条件は通常 $\text{BOD}:\text{N}:\text{P}=100:5:1$ とされているが、窒素添加の効果を顕著ならしめるため、 $\text{BOD}:\text{N}:\text{P}=150:15:1$ （パイん廃水の場合、原水のBODがTOCの約2倍にあたるから $\text{TOC}:\text{N}:\text{P}=75:15:1$ ）に設定した。パイん搾汁液の分析結果は表1に示すとおりであるが、このままでは前述のろ床処理における必要バランスからみて、窒素、リンが不足しているため、実験上必要な場合は前記の栄養源として尿素およびリン酸一カリウムまたは、リン酸二ナトリウム 10% 溶液で補添した。

実験は、窒素およびリン源を添加した場合とリン源添加だけの場合の2通りについてそれぞれ2塔を用いて設定し（計4塔）、1ℓのビーカーにTOC濃度を調整した試水 500ml を入れ、初発TOC濃度を変えることによってTOC負荷を順次変えて実験した。

TOC負荷 $0.25\text{kg}/\text{m}^3\cdot\text{日}$ （初発TOC濃度 $500\text{mg}/\ell$ ）の場合11日間、 $0.5\text{kg}/\text{m}^3\cdot\text{日}$ （初発TOC濃度 $1,000\text{mg}/\ell$ ）の場合15日間、およびTOC負荷 $1.0\text{kg}/\text{m}^3\cdot\text{日}$ （初発TOC濃度 $2,000\text{mg}/\ell$ ）の場合7日間の処理試験を行った。また、実験開始後20日目以降はリン源をリン酸一カリウムからリン酸二ナトリウムに変え、窒素リン源添加、リン源添加の各々の実験区について、1塔の試水のpHを 10% 水酸化ナトリウム溶液で中性付近に調整し、残る他の1塔は未調整のままにして原水pHの影響を比較検討した。

水質測定は、毎日一定時刻の試水交換直前に試水容器から採取した処理水についてpH、TOC（ $3,000\text{rpm}$ で10分間遠心分離した上澄水）、溶存酸素、濁度（ $\text{OD}660\text{nm}$ ）およびSSに関して実施した。また、随時処理水中にみられる微生物についての顕微鏡観察を行った。

3. 実験結果および考察

図2にTOCと除去率の経日変化、図3にSSと濁度の経日変化および図4にpHとDO（ $\%$ ）の経日変化を示し、また、図5にTOC除去率に対する負荷、栄養源および原水pHの影響、図6にpHと $\text{NH}_3\text{-N}$ およびTOCの経時変化を示し、表2に各負荷段階での平均水質をそれぞれ示した。

3・1 TOC除去に及ぼす負荷および窒素源添加の影響

原水（初発）のpHは $3.5\sim 5$ と低かったが、まず、pH調整しないままで窒素源として尿素を添加

表2 各負荷段階における処理成績及び水質

TOC負荷 (kg/m ³ ・日)	栄養源 (P ⁺ :リン添加 N ⁺ :窒素添加 N ⁻ :窒素無添加)	pH調整 (+:調整 -:無調整)	TOC (mg/L)		TOC 除去率 (%)	pH		* 溶存 酸素 DO (%)	* SS (mg/L)	* 濁度 (OD 660nm)
			原水	処理水		原水	処理水			
0.25	N ⁺ . P ⁺	-	407	81	81	4.60	6.79	78	183	0.269
			577	79	83	4.69	6.70	81	237	0.203
	N ⁻ . P ⁺	-	583	112	79	4.48	6.93	87	76	0.098
			462	116	74	4.99	6.61	79	141	0.148
0.5	N ⁺ . P ⁺	-	1003	74	93	3.77	8.33	84	68	0.100
			1037	71	93	4.26	8.28	84	112	0.049
	N ⁻ . P ⁺	-	923	102	89	4.39	7.40	89	36	0.066
			924	93	88	4.23	7.21	86	80	0.062
1.0	N ⁺ . P ⁺	-	2109	109	95	3.48	6.63	54	95	0.149
			2109	126	94	7.20	8.69	70	126	0.156
	N ⁻ . P ⁺	-	2257	170	91	4.41	7.55	63	97	0.139
			2051	496	76	7.26	7.17	41	104	0.211

(備考) * 処理水

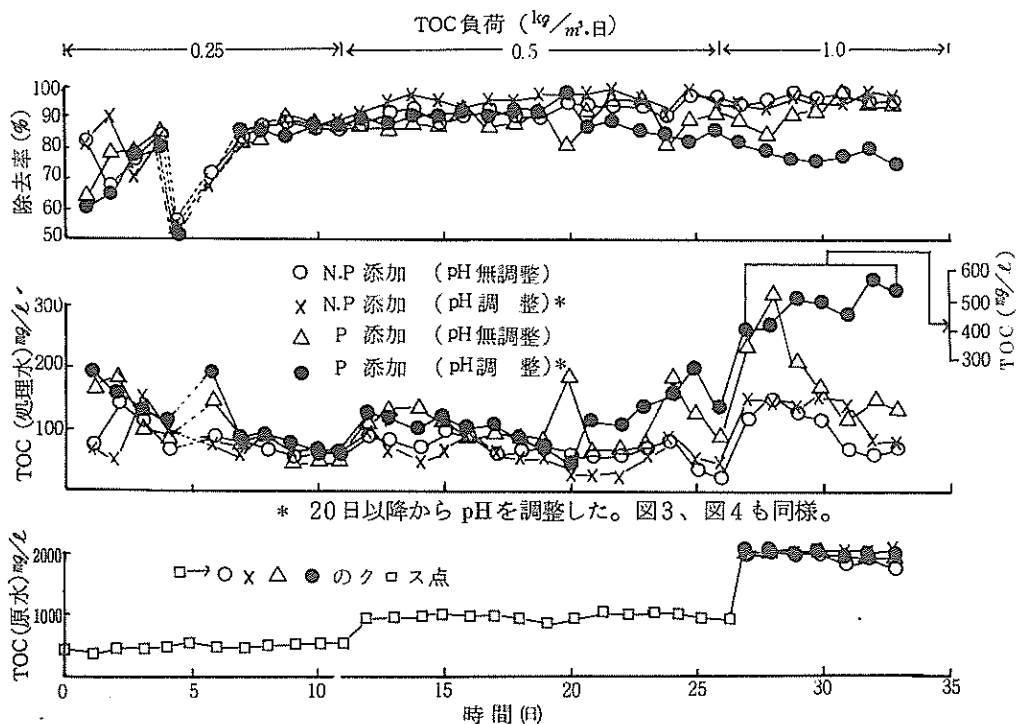


図2 TOC と除去率の経日変化

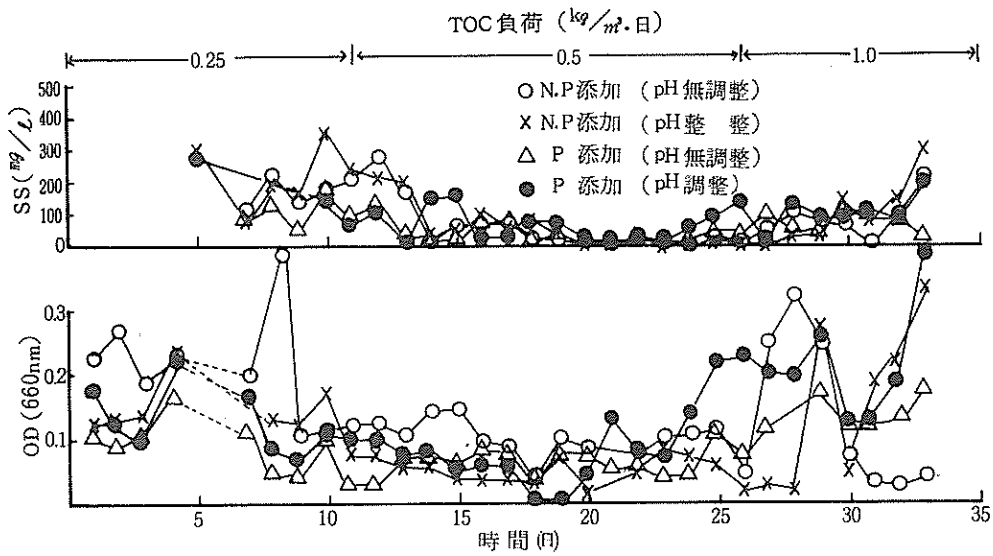


図3 SSと濁度の経日変化

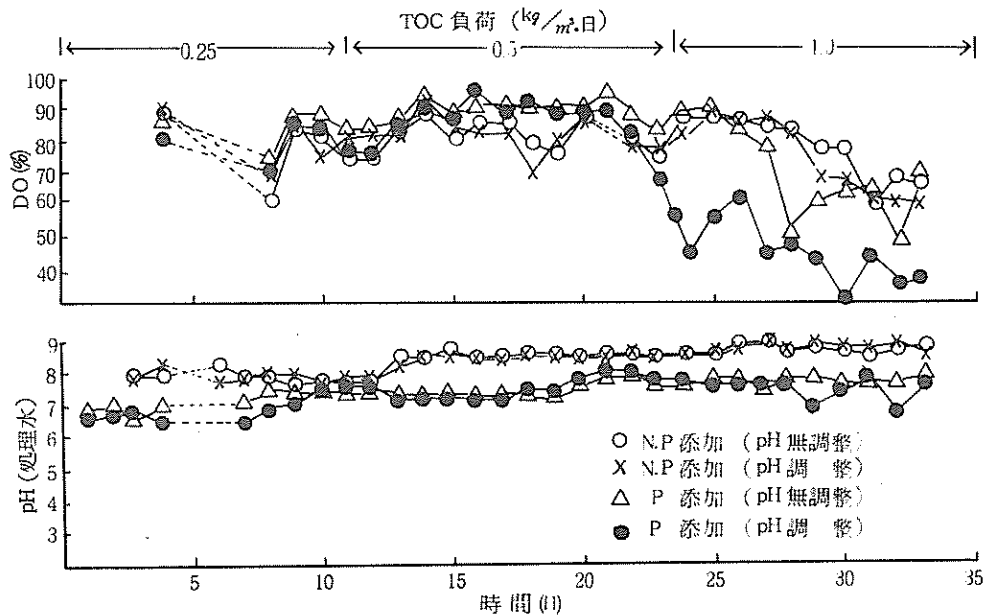


図4 pHとDO(%)の経日変化

した時のTOC除去率に与える効果と、また、pH調整して同様の効果をTOC負荷を変えて試験した。

PH未調整のままではTOC負荷 $0.25 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{日}$ では、窒素添加区、無添加区相互の差は認められず、TOC除去率は85~87%であった。しかし、負荷 $0.5 \sim 1.0 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{日}$ では、窒素添加区、無添加区ともに除去率はやや高い値が得られ、前者では93~95%を示すのに対し、後者では88~91%を示しており、窒素添加の場合が若干高い除去率を示した。

3・2 pH調整の効果

両実験区の2塔のうち1塔について、pHを回分処理開始時に中性付近(pH 7~8)に調整すると(TOC負荷 $0.5\sim 1.0\text{ kg/m}^2\cdot\text{日}$)窒素添加区ではpH未調整の場合と同等以上の除去率95%を示すのに対し、無添加区では、TOC負荷が $1.0\text{ kg/m}^2\cdot\text{日}$ となると除去率は著しく低下して76%となった。

3・3 処理水のpHの挙動

最終処理水のpHは、窒素添加区で7.1~8.85であるのに対し、無添加区では6.6~7.75であった。

ろ床生物膜の色および生物相(後述)、またTOC除去率に差異が認められたので両実験区(TOC負荷 $0.5\text{ kg/m}^2\cdot\text{日}$)について経時的に処理水のpH、TOCおよびアンモニア性窒素の濃度を追跡した。(図6)それによると窒素添加の場合、尿素の分解によると思われるアンモニアの生成に伴って、pHは回分処理開始後30分間で急速に上昇し、以後TOCの減少とともにアンモニアの減少がみられるが、pHは中性から弱アルカリ側で安定した(6.23~8.33)。

これに対し、リン添加の場合は回分処理開始6時間までそのまま初発レベル(pH 4~4.5)で推移しながらゆっくり上昇する傾向が見られ、最終pHは、前者に比べて低い値を示した(pH 7.1~7.4)。

3・4 その他の処理水水質

懸濁物質(SS)については、おおむね窒素添加区の方がやや高い値である。ことにpHを中心に調整後の窒素添加区では、TOC負荷を $1.0\text{ kg/m}^2\cdot\text{日}$ としたときに処理水中に生物膜の脱落がみられた。同時に濁度(OD 660 nm)を表2で比較してみるとTOC負荷 $0.25\text{ kg/m}^2\cdot\text{日}$ の場合、窒素添加区では $0.203\sim 0.269$ であったのに対し、無添加区では $0.098\sim 0.148$ と低く、また、負荷を $0.5\text{ kg/m}^2\cdot\text{日}$ にすると、窒素添加区ではpH未調整時の 0.049 に対し、pH調整時

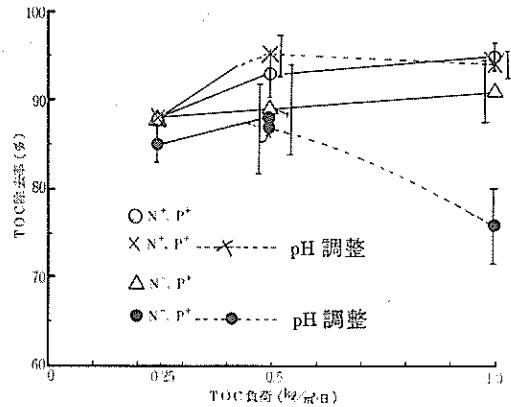


図5 TOC除去率に対する負荷、栄養源、原水pHの影響

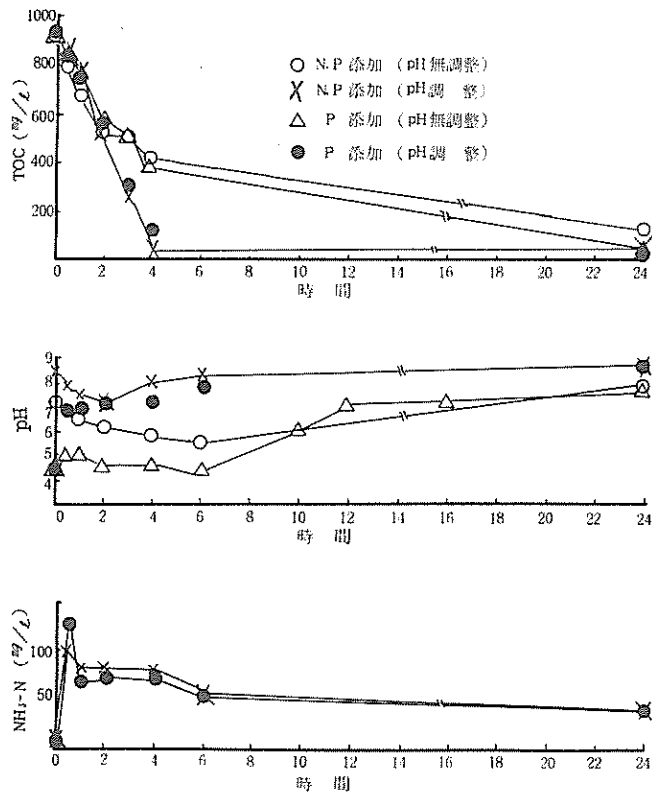


図6 pH、 $\text{NH}_3\text{-N}$ およびTOCの経時変化

には0.083とやや高くなる。同様に無添加区でもpH未調整時に0.066と低いがpHを調整した場合0.114とやや高めとなる。また、さらにTOC負荷 $1.0\text{kg}/\text{m}^3\cdot\text{日}$ にすると無添加区では、pH調整すると濁度は0.211を越えて上昇する。これは生物膜の脱落によるものと思われる。

処理水の溶存酸素(飽和度%)の変化を図4からみるようにTOC負荷 $0.25\sim 0.5\text{kg}/\text{m}^3\cdot\text{日}$ では窒素添加区、無添加区とともに73~89%とあまり差がない。さらに負荷を $1.0\text{kg}/\text{m}^3\cdot\text{日}$ とあげた時、窒素添加区で54~70%に対して無添加の場合63%(平均値)である。また無添加にpH調整を行った場合平均値41%と低くなっている。これは処理水の濁度(OD660nm)とも考えあわせると負荷及びpHの変動による浮遊菌体の増加によるものと考えられるが、この場合でも充分好氣的条件は保っていたといえる。

3・5 処理水の外観および生物相

窒素添加区の処理水の外観は、TOC負荷 $0.25\sim 1.0\text{kg}/\text{m}^3\cdot\text{日}$ の範囲で淡黄色(ほとんど無臭)である。また、付着しているろ床の生物膜は淡黄褐色で、その時の微生物はコルビデューム、テトラヒメナがやや多い。一方、無添加区の処理水は無色無臭で、生物膜は灰黒色を呈し、カビ様の微生物が優占している。また、生物相は負荷をあげるに従い、時々アメーバ、テトラヒメナが観察された。

4. ま と め

パイナップル人工廃水による回分式散水ろ床試験を行い、次の知見を得た。

1. TOC負荷の影響

TOC負荷 $0.25\sim 1.0\text{kg}/\text{m}^3\cdot\text{日}$ の範囲では除去率74~95%を維持できた。

2. 栄養源の影響

a. 窒素リン添加の処理水の水質と窒素無添加(リンのみ添加)との差がはっきり表われ、窒素源添加の効果が顕著であった。

b. TOC除去率は窒素リン添加の方が81~95%と良好な除去率であるが、無添加の場合71~91%と低い除去率である。

c. ろ膜の外観は、窒素リン添加の方が正常な活性汚泥同様の汚泥色調であるのに対して、無添加のろ膜は灰黒色を呈していた。

3. pHの影響

TOC負荷 $0.5\sim 1.0\text{kg}/\text{m}^3\cdot\text{日}$ 、窒素、リン添加の場合、pH調整の効果が認められるが、リン源添加の場合、TOC負荷 $1.0\text{kg}/\text{m}^3\cdot\text{日}$ のときpH調整は除去率の低下をまねいた。この点については一時的な現象であるか否か明らかにすることはできなかった。

【附 記】

本実験は昭和54年度職員派遣研修の実習として、工業技術院、公害資源研究所で公害第3部第1課の田中課長、松井技官をはじめ諸先生方の御指導の下に10月1日~11月30日の期間行ったものである。

《 参 考 文 献 》

1. 散水ろ床による廃水の回分処理に関する研究：田代他、公害資源研究所彙報 Vo15、No.2、49~55(1976)
2. 散水ろ床による廃水の回分処理の研究(第2報)：田代他、公害資源研究所彙報 Vo17、No.3、23~27(1978)

編 集 沖縄県工業技術センター

発 行 沖縄県工業技術センター

〒904-2234 沖縄県うるま市字州崎 12 番 2

T E L (098)929-0111

F A X (098)929-0115

U R L <https://www.pref.okinawa.lg.jp/site/shoko/kogyo/>

著作物の一部および全部を転載・翻訳される場合は、当センターにご連絡ください。