

# 微生物活性助剤を用いた下廃水中の油分除去の効率化

石 川 宗 孝\* 北 村 友 一\*

## Enhancement of fatty oil removal in bio-process by adding the micro-organism activated aid

Munetaka ISHIKAWA Tomokazu KITAMURA

It is commonly known that the fatty oils are recalcitrant substances. When these fatty oils flow in biological plants, water treatment efficiency deteriorates and occurs scum formation.

So our study examined the influence of fatty oils to the microorganism and observed the effect of saponin that is used in the biological plants. Saponin is a general name for plant glycosides with characteristics of surfactants (Biosurfactant).

As the result of examination, we can get useful data as follows,

- ① Fats removed from liquid phase are usually adsorbed by sludge but tend to be released back to liquid in dewatering process because absorption and degradation of the attached fats by microorganism are slow and incomplete.
- ② When the liquid containing high concentration of fats, the phenomena of bulking and issue of sludge are observed.
- ③ By adding the saponin, those phenomena of mentioned above are reduced or improved.
- ④ It is considered to enhance the absorption and biodegradation of fatty oils by adding the saponin.

### 1. はじめに

動物や植物の油脂を多量に含む排水については油脂を分離除去した後に、活性汚泥法等で処理を行うのが通常である。現在、高い濃度の油分を排水する店舗等には、油分を除去するための沈殿槽や油分分離槽等が設置されている。沈殿槽や油分分離槽を効果的に機能させるためには、分離した油を定期的に除去しなければならないが、そのまま放置されている現状が多い。また、油分のなかでも乳化された油排水は分離除去が困難であり、変動の大きい含油排水等は、放流基準（ヘキサン抽出物質濃度＜30mg/l：動植物油）以下の処理がなされていないものが多い。これ

---

\* 建設工学科 土木工学専攻

らの含油排水は、活性汚泥微生物の能力低下、スカムの形成、バルキング現象の発生あるいは悪臭の発生などの弊害があり、生物処理にとって非常にやっかいな問題となっており、その対策に苦慮されている。

ここでは、油分除去の一つの対策として微生物活性助剤であるサポニン反応槽へ添加して、油分の除去能力促進効果をみるとともに、併せて、油分の流入にともなう活性汚泥の影響について述べる。

## 2. サポニンの性状

サポニンは、天然の洗浄剤、乳化剤、発砲剤として古くから南米諸国やヨーロッパで使用されている界面活性剤である。現在アメリカ合衆国ではキラヤサポニンが食肉加工や飲料水添加のため、あるいは、製薬、化粧品等にも使用されている。サポニンは非糖部のサポゲニンと糖部とから構成される配糖体であり、ステロイド系とトリテルペノイド系とに大別され、医学的にはコレステロール代謝作用、鎮静、鎮痛、強心、血栓防止などの生理作用が確認され、朝鮮人参、アマチャズルなどにも含まれ、精神的ストレスに対する抗ストレス作用などもあり、微生物から高等生物までの広い範囲で有効な生理作用を与えると言われている。

本実験に使用した微生物活性助剤は、南米諸国原産のバラ科植物キラヤ・サポナリア・モリーナ (*Quillaja Saponaria mollina*) 通称「シャボンの木」の樹皮に含まれるトリテルペノイド系サポニンを主体成分としたものである。

### サポニン

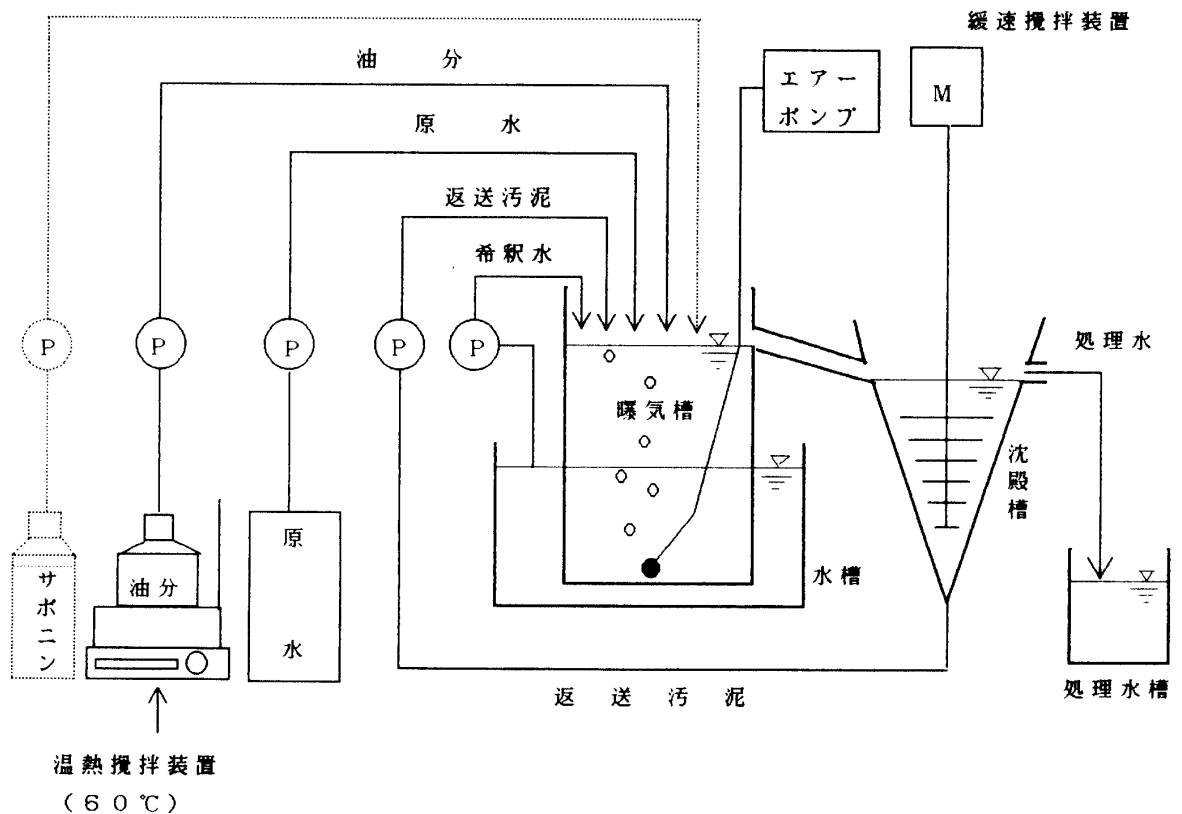


図-1 活性汚泥装置の模式図

## 3. 実験装置と実験方法

図-1に示すような、曝気槽(3ℓ)と沈殿池(1.65ℓ)からなる一連の活性汚泥装置を2つ制作し、サポニン添加、サポニン無添加による比較実験を行い活性汚泥法による油分の除去能をみた。サポニン添加をA槽無添加をB槽とする。希釈原水は冷蔵庫のタンクに貯蔵し、定量ポンプにより2ml/minになるように曝気槽へ流入させた。沈殿池上澄水は処理水ビーカーに貯蔵し、沈殿汚泥は定量ポンプにより6ml/minで曝気槽へ返送した。希釈水は水道水を使用し、定量ポンプにより4ml/minで曝気槽へ流入した。油分は、1万倍に希釈した植物性てんぷら油を使用し、添加時には、60℃で温熱攪拌したものを定量ポンプにより両曝気槽に投入した。添加量は処理水質が安定していることを確認し徐々に増量した。サポニンは、市販のキラヤサポニンを1000mg/lとしたものをA曝気槽に油分と同量を油分投入と同時刻に添加した。油分、サポニンの増量方法は、投入量を1ml/minに設定し、投入時間を延ばす方法とした。曝気装置は散気式とし、空気量は0.75l/minに設定した。曝気槽は水中に設置し、水槽内を25℃に設定した。2週間以上の馴致を行った後、油分を添加した。サンプリングは1週間に1回行い、pH、DOは毎日測定した。

なお、原水、油分性状は表-1、2に示すまた、分析項目、分析法は表-3に示す。

表-1 原水組成、性状

成分	濃度 (g/l)	性状	mg/l
D(+)-グルコース	101.0	TOC	696
グルタミン酸ソーダ	33.0	CODcr	1255
酢酸アモニウム	43.0	NH <sub>4</sub> -N	87
		P04-P	4
		n-Hex	7

表-2 希釈油分性状

油分性状	mg/l
TOC	26.9
CODcr	46.0
n-Hex	224.8

表-3 分析項目、分析法

項目	流入水	曝気槽	処理水	分析方法
TOC	○		○	全有機炭素計
COD	○		○	オートアナライザー
NH <sub>4</sub> -N	○			オートアナライザー
P04-P	○			オートアナライザー
pH		○		pHメーター
DO		○		DOメーター
MLSS		○		下水試験法
温度		○		電極法
n-Hex	○	○	○	下水試験法

表 - 4 実験条件一覧表

項目	RUN番号	1-0 ※	1-1	1-2	1-3	1-4	1-5	1-6	1-7	2-0 ※	2-1	2-2
実験日数	(日)	19	17	21	7	7	14	7	13	19	17	21
原水流量	(l/日)	2.88	2.88	2.88	2.88	2.88	2.88	2.88	2.88	2.88	2.88	2.88
希釈流量	(l/日)	5.76	5.76	5.76	5.76	5.76	5.76	5.76	5.76	5.76	5.76	5.76
返送汚泥流量	(l/日)	8.64	8.64	8.64	8.64	8.64	8.64	8.64	8.64	8.64	8.64	8.64
空気量	(l/min)	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
油分流量	(ml/日)	0	15	30	60	120	240	600	1200	0	15	30
サポニン流量	(ml/日)	0	15	30	60	120	240	240	240	---	---	---
COD容積負荷	(kg/m <sup>3</sup> ・日)	1.205	1.205	1.205	1.206	1.207	1.208	1.214	1.223	1.205	1.205	1.205
TOC容積負荷	(kg/m <sup>3</sup> ・日)	0.668	0.668	0.668	0.669	0.669	0.670	0.674	0.679	0.668	0.668	0.668

※ RUN 1-0、RUN 2-0は、馴致期間内の実験であり、油分、サポニンとも添加せず、基礎資料とした。

#### 4. 実験結果と考察

##### 4. 1 実験経過

図 - 2 ~ 9 にそれぞれの実験結果を示す。これらの図は馴致期間も含めて経時変化を示しており、実験開始後 20 日間を経て、油分投入を開始し、その後徐々に油分を増量した。油分投入後の活性汚泥の変化は、油分投入量 1 日 30 ml のとき、無添加槽の沈殿池の汚泥の沈降性が悪化し始め、処理水と汚泥の沈殿分離が困難（バルキング）となった。曝気槽では白濁した油状ボールが見られるようになった。曝気槽の汚泥を顕微鏡で見たところ大量の糸状性細菌が観察された。これは、糸状性バルキングであることを示している。さ

らに、汚泥の処理水への流出が顕著になったため、実験を停止した。この段階が無添加の限界と考えられる。一方、サポニン添加槽では、安定した処理水が得られた。そのため、サポニンを添

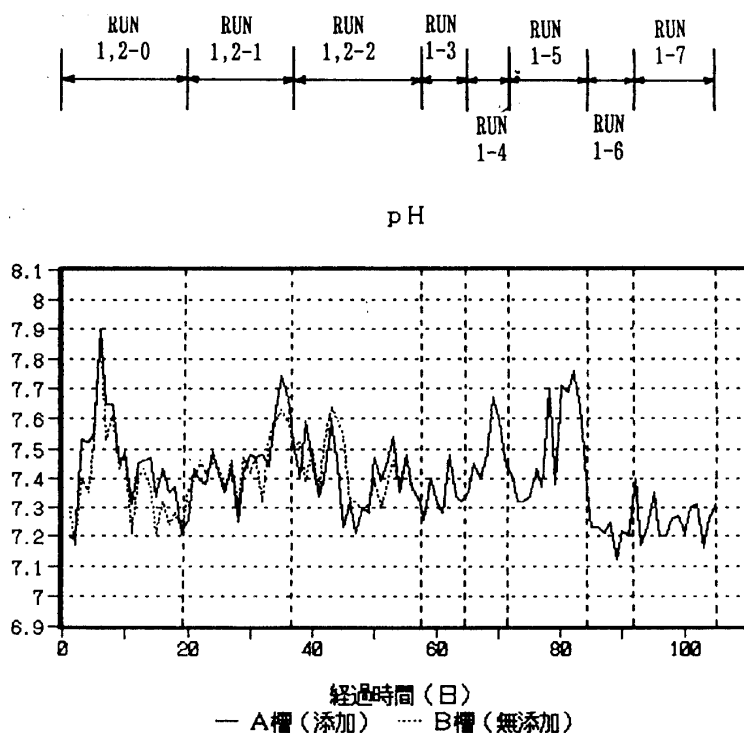


図 - 2 pH の経日変化図

加した汚泥での油分除去はどのようになるか、引き続き油分濃度を高めてその限界を採った。油分投入量 60 ml/day では依然良好な結果が得られた。油分投入量 120 ml/day では白濁した油の塊が曝気槽内を浮遊している様子が観察され、活性汚泥内に油分が貯蔵されることが分かった。一方、処理水質は依然低濃度域にあり、直ちに影響が現れないことが分かる。次に、投入量を 240, 600, 1200 ml/day と増量するにしたがい、次第に汚泥の沈降性が悪化し、曝気槽内での糸状性細菌も多く観察されるようになった。油分投入量 1200 ml/day において、バルキング現象が顕著に現れたため実験を停止した。

#### 4. 2 pH に関する考察

生物処理を行う場合の pH 値は 7.2 ~ 7.4 程度が最適といわれており、実験中の pH 値は両槽共、常に 7.5 付近にあることから、活性汚泥処理を阻害していないことが分かる。

#### 4. 3 DO (溶存酸素) に関する考察

活性汚泥処理は酸化反応であるから、酸素の供給を必要とする。活性汚泥の能力を十分発揮させるために必要な溶存酸素濃度は 0.2 ~ 0.5 mg/l 以上であるといわ

れている。本実験中の DO は、無添加槽が添加槽より低い値を示している。添加槽ではサポニンの持つ界面活性作用によって、酸素供給能力が増大したためと考えられる。無添加槽では、曝気

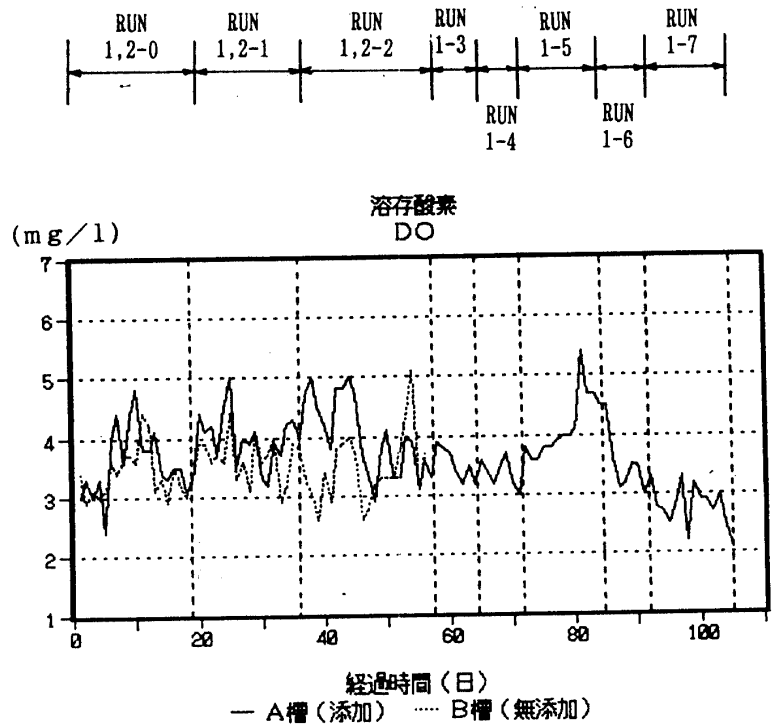


図 - 3 DO の経日変化図

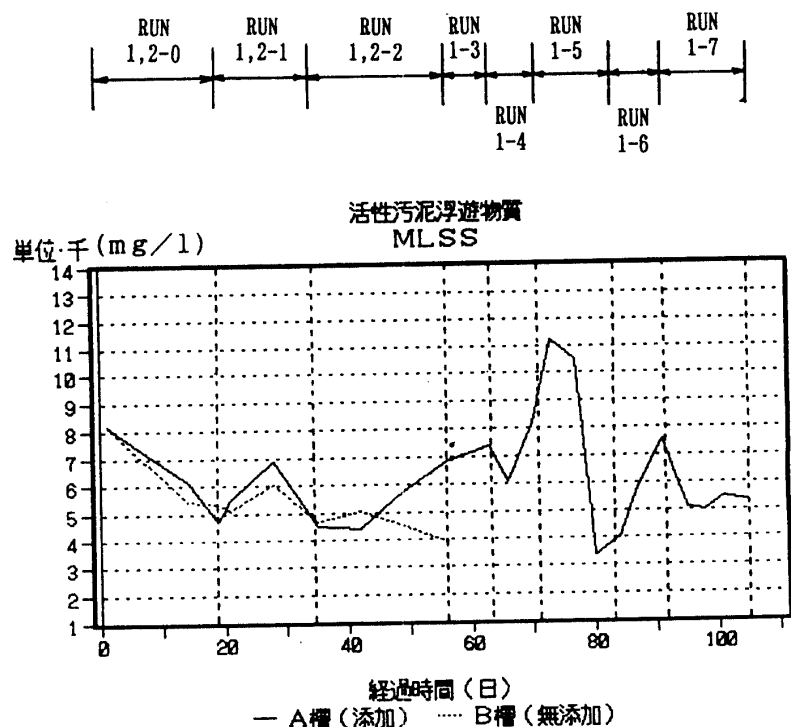


図 - 4 MLSS の経日変化図

気泡の周囲に付着した油分が、酸素供給を妨害したために、溶存酸素濃度が減少したと考えられる。溶存酸素の低下は、糸状性細菌の発生の起因となり、糸状性細菌の大量発生はバルキングを引き起こし、処理水質の悪化を招くと考えられる。

#### 4. 4 MLSS（活性汚泥浮遊物質）に関する考察

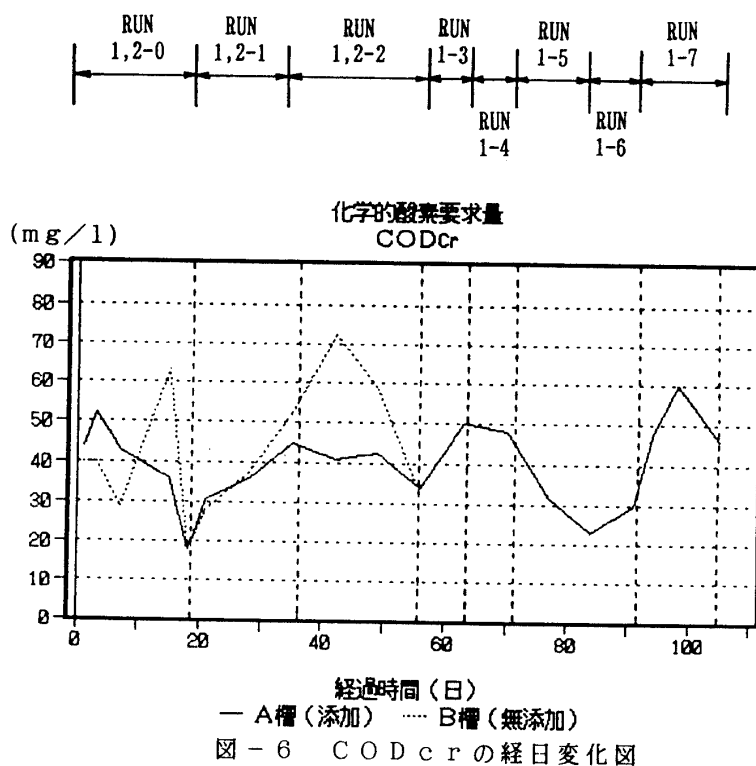
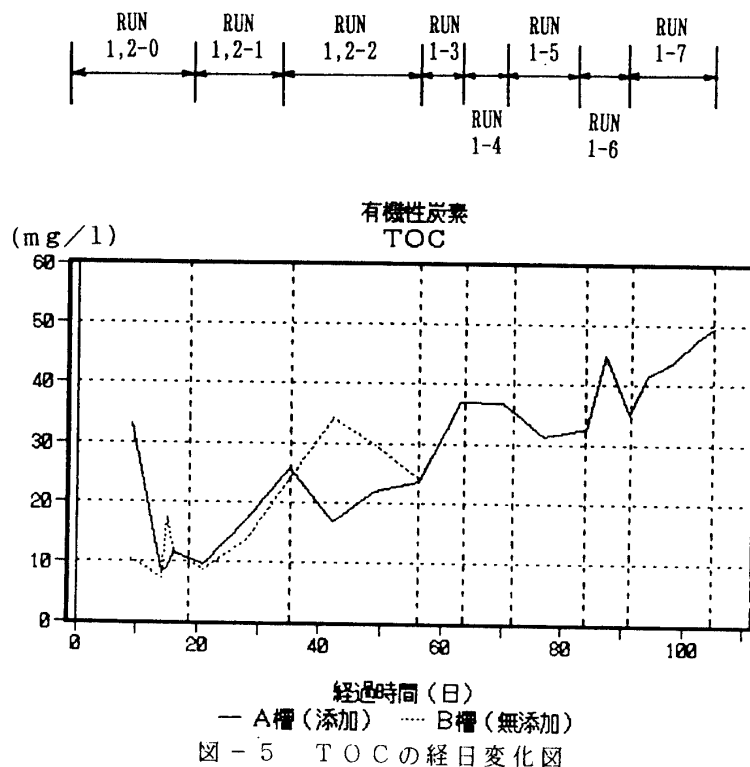
MLSSとは曝気槽内の混合浮遊物濃度のことであり、標準活性汚泥法では、1500～2000mg/lが適当とされている。一般に、MLSS濃度が高いほど、曝気槽の泡立ちが減少し、一時的な過負荷、有害物質の流入による処理下水の水質低下が少ない。

本実験のMLSSの経日変化から分かるように、処理限界に近づくとMLSS濃度が減少している。これはバルキング現象のため汚泥が処理水槽まで流れ出たためである。MLSSの経日変化図におけるRUN1-5でのMLSS濃度の大きな減少は、余剰汚泥引き抜きによるものである。

#### 4. 5 TOC（全有機性炭素）、COD（化学的酸素要求量）に関する考察

TOCとは、有機物質が主として炭素化合物であることに注目し、汚水あるいは処理水中の有機物質量を測定するものである。

CODとは、水中の酸化可能性物質、主として有機物質が酸化剤によって酸化される際に消費される酸素量をppmで表したものである。なお、本実験で使用した酸化剤は重クロム酸カリウムで



ある。このように、汚水中の有機物質の分解の程度はTOC, CODで評価することが可能である。

本実験のTOC, CODの経日変化図から分かるように、油分濃度が高まるにしたがって、増加している。

これは、油分が処理能力を低下したためと考えられる。また、サポニン添加槽が無添加槽に比べTOC, CODとも低くなっていることから、サポニンが油分除去に効果があることが分かる。

#### 4. 6 n-ヘキサン抽出物質に関する考察。

n-ヘキサン抽出物質とは、主として下水中に含まれる比較的揮発しにくい炭化水素、炭化水素誘導体、グリース油状物質等のn-ヘキサンによって抽出され、 $80 \pm 5^\circ\text{C}$ 、30分間の乾燥後の、揮発残留物のことである。

本実験の処理水のn-Hexの経日変化から分かるように、サポニン無添加槽の処理水が急増しているのに対し、サポニン添加槽は低能度を保っている。このことから、油分は活性汚泥処理を阻害することが分かる。そして、サポニンがその阻害を阻止することができ、油分の除去能力を高めることが可能であることが分かる。また、汚泥中のn-Hexの経日変化を見ると、汚泥にかなりの油分が蓄積されることが分かる。こ

これは、油分の除去速度が遅いことを意味している。また、油分が汚泥中に生息する微生物の周りを多い呼吸を阻害し、処理能力が低下すると考えられる。

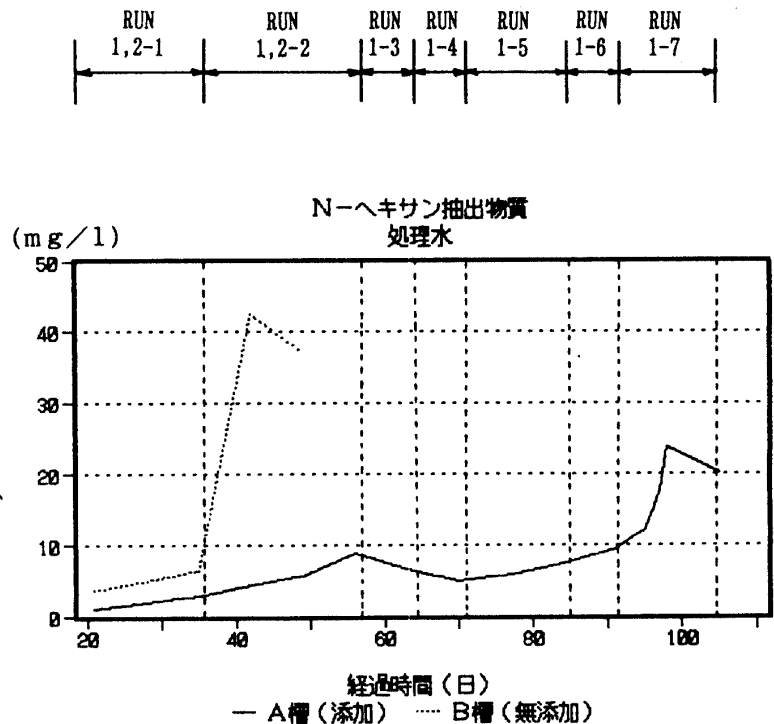


図-7 n-ヘキサン抽出物質の経日変化図（処理水中）

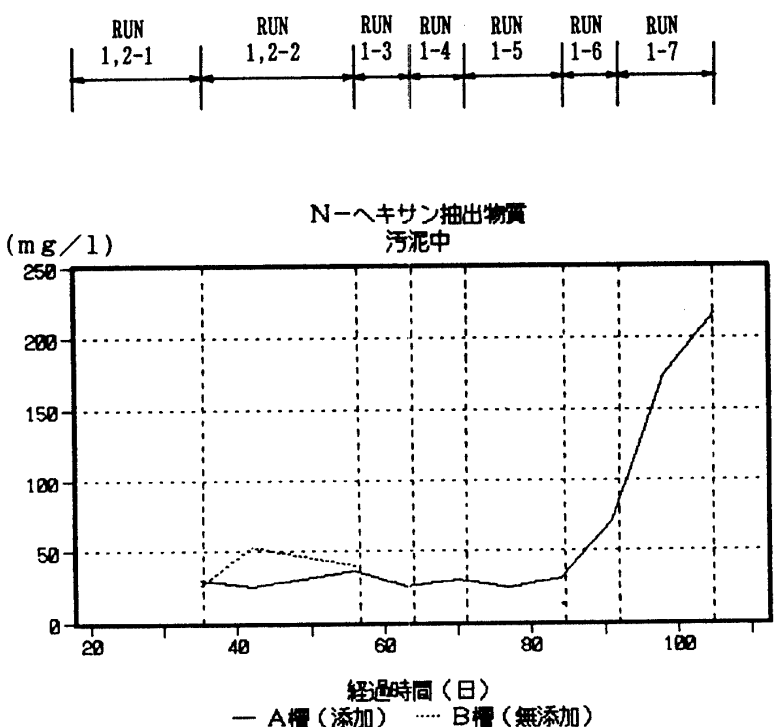


図-8 n-ヘキサン抽出物質の経日変化図（汚泥中）

# 4. 7 物質収支に関する考

## 察

図-9に示すような各実験の物質収支が得られた。汚泥の流出がみられる実験では物質収支がとれていないことが分かる。物質収支からみてサポニンを添加した活性汚泥では無添加の活性汚泥と比べて油分投入負荷が約7倍増加できることが分かった。

## 5. おわりに

以上のようにサポニン無添加の実験から、油分が活性汚泥処理を阻害することがあらためて示された。特に、バルキング現象や酸素供給能力の低下が顕著にあらわれた。それに反し、活性汚泥に微生物活性助剤であるサポニンを添加することは活性汚泥の油分除去能を大幅に高めることが確認できた。その原因としては、サポニンによる油分の乳化作用、気泡表面の油膜生成防除あるいは活性汚泥そのものの吸着、貯蔵、酸化作用の促進などが考えられる。今後、油分の除去速度や様々な油の種類についての検討、また、これらの除去機構について微視的検討も必要となる。

## 引用文献

石川宗孝；微生物活性助剤を用いた油分の除去，環境衛生工学研究，Vol.6, No.3, pp3-7 (1992)

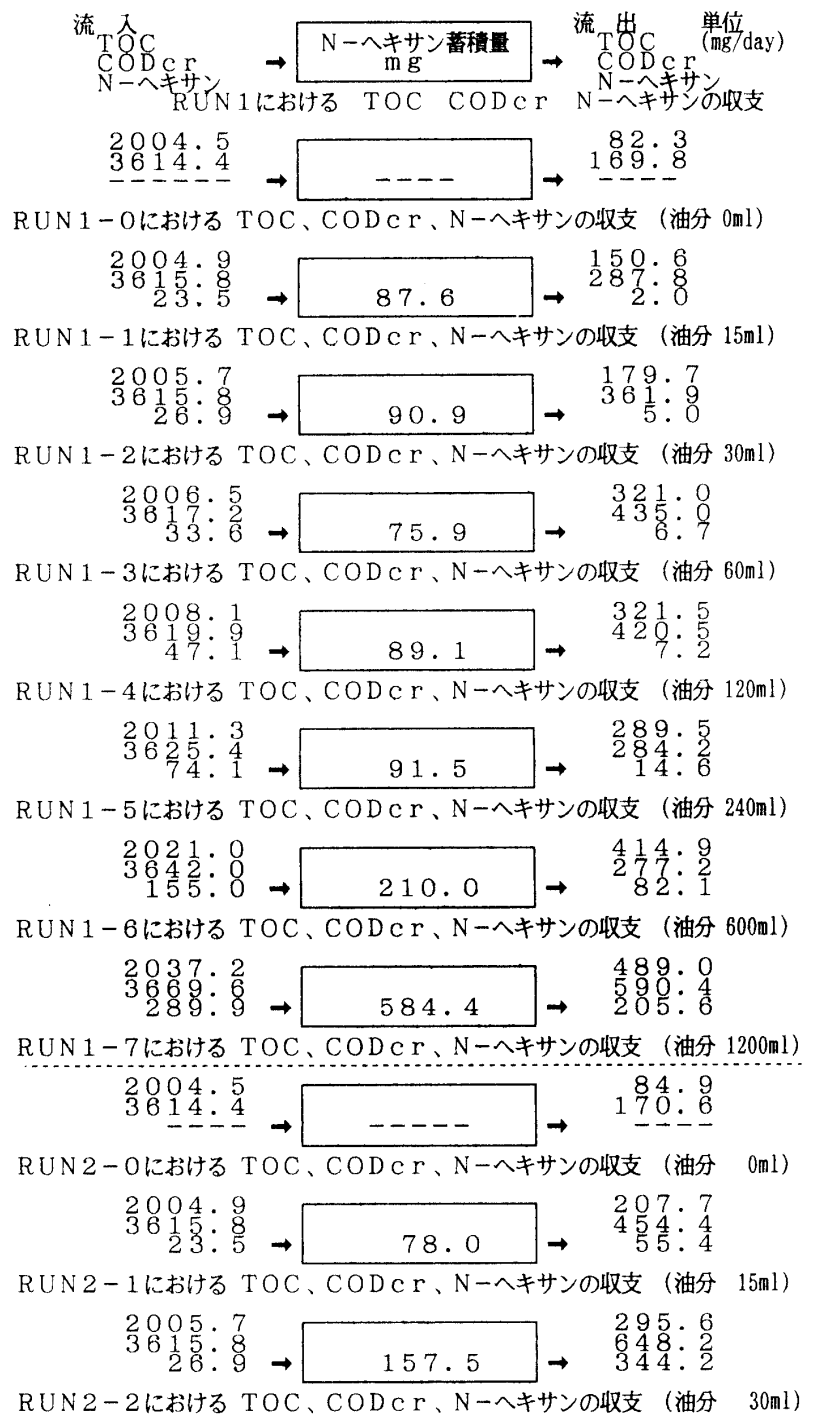


図-9 各実験条件による水質の物質収支図

(平成4年12月9日受理)