

# 有機性汚泥の削減に向けた取り組み方法について

(パルプ、紙又は紙加工品の製造業（古紙）)

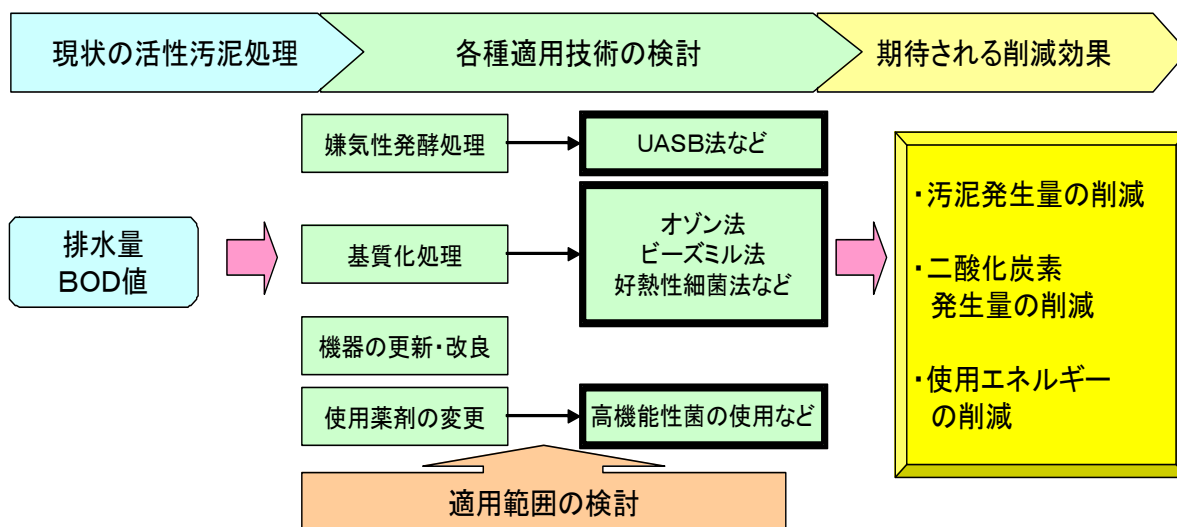
四国経済産業局では、「低炭素社会に向けた排水処理システムの最適化に関する調査」を実施し、有機性排水処理における余剰汚泥の削減を通じて、より環境にやさしい省エネ・低コストな排水処理システムについて検討を行いました。

本資料は、同調査結果から「パルプ・紙又は紙加工品製造業」のうち「古紙製造業」における排水処理システムのモデルケースについて、汚泥削減方法とその効果についてとりまとめたものです。

今後、皆様が排水処理工程の見直しなどについて検討される際、工程の合理化と地球温暖化防止対策の推進の観点から参考としていただければ幸いです。

## <本資料の構成>

- 四国のパルプ・紙又は紙加工品製造業における活性汚泥処理の現状(代表的事例)をモデルケースで紹介。
- 当該モデルケースについて調査・検討を行った結果得られたCO<sub>2</sub>削減に効果的な技術を、その導入効果（試算結果）を交えながら最適モデルとして紹介。



[本資料に関する問い合わせ先]

経済産業省四国経済産業局 資源エネルギー環境部 環境・リサイクル課

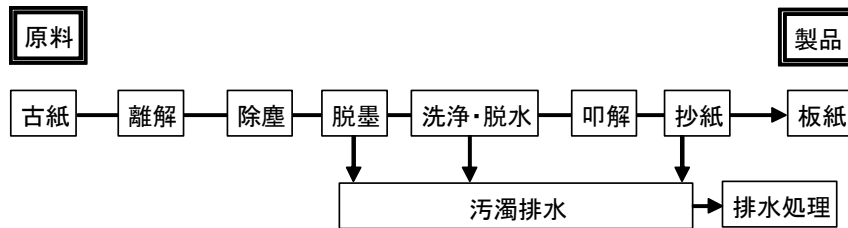
〒760-8512 高松市サンポート3番33号 TEL:087-811-8534 FAX:087-811-8559

## パルプ、紙又は紙加工品の製造業（古紙）

古紙再生パルプの最大の用途は、板紙（段ボール用原紙（中芯、および、外装ライナー）、ボール紙原紙（菓子箱等に使用））などで、古紙の使用率が90%以上、メーカーによっては100%のところもある。それが不足する場合のみ木材パルプを使用する。他に、古紙パルプを主原料に製造されるものに家庭用薄葉紙用原紙（ティッシュペーパー原紙、トイレットロール原紙、ペーパータオル原紙など）がある。四国管内の古紙再生製紙業者をモデルケースとして選んだ。

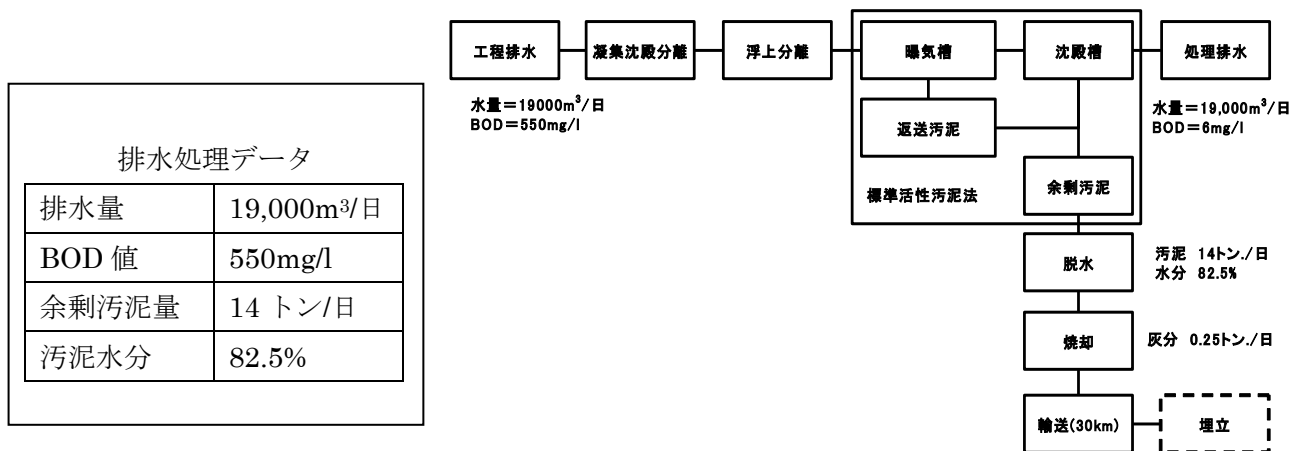
### 【生産工程】

下図に古紙再生板紙製造工程のフローを示した。段ボール用原紙のみの場合は、脱墨が省略されることもある。逆に、白板紙や家庭用薄葉紙用原紙の場合は、脱墨、漂白工程が厳密に行われる。古紙再生ラインの代表的な例を示した。生産品は、段ボール用原紙、ボール紙原紙、家庭用薄葉紙用原紙である。



### 【排水処理データ及び排水処理フロー図】

パルプ紙製造業（古紙）の排水処理の代表的なフローとして、プロセスは、凝集沈殿分離、浮上分離、標準活性汚泥法、脱水、焼却などである。焼却により減容化された汚泥は、輸送後に埋立される。



### 【LCA 計算結果】

スクリーニングから脱水までの事業場内での操作と焼却、外部への輸送に分けて解析を実施した。

プロセス	消費電力 kWh/年	CO <sub>2</sub> 排出量 kg/年
凝集沈殿分離	1,971,288	4,451,876
浮上分離	1,721,491	914,594
標準活性汚泥法	8,624,310	4,706,922
脱水	4,088,542	2,192,235
小計	16,405,631	12,265,627
焼却	910,478	619,321
輸送	366	282
合計	17,316,475	12,885,230

### 【運転コスト】

スクリーニングから脱水までのランニングコスト

246,084 千円/年

スクリーニングから輸送までのランニングコスト

259,747 千円/年

（電気料金 15 円/kWh と仮定）

## 基質化法（好熱性細菌法）の採用による工程の改良

【原理】 好熱性細菌法とは、処理汚泥を高温好気性消化槽で可溶化し、その可溶化汚泥を曝気槽へ循環返送する方法であり、余剰汚泥が発生しない方法として用いられている。高温好気性消化槽では、好熱性微生物が分泌するプロテアーゼ、アミラーゼなどの細胞外酵素の作用で汚泥が可溶化され、一部は無機化される。

【適用排水分野】 基本的に分野は問わず、活性汚泥処理の生物性汚泥であれば減量化可能である。

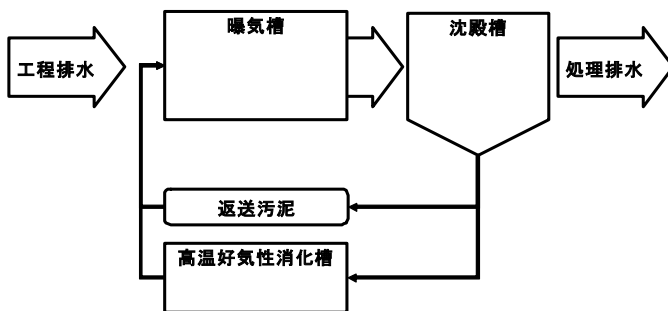
【汚泥削減率】 通常 80%程度（無機物、難分解物質は残る）（80%削減と仮定する）

【メリット・デメリット】

- ・汚泥の大幅減量が可能で、条件によってはゼロディスチャージも可能である。
- ・温度を 60～65℃に維持するのみであり、装置も汎用機器のみであり維持管理性に優れる。
- ・余剰熱源があれば、攪拌曝気動力のみで運転が可能でランニングコストが安価である。
- ・薬品を使用しない環境調和型の装置である。
- ・TN、TP の水質が悪化する可能性がある。

### 【導入後の排水処理フロー図】

標準活性汚泥法のプロセスに対して、バイパスを作り、汚泥の減容化をはかる。



### 【LCA 計算結果】

プロセス	消費電力 kWh/年	CO <sub>2</sub> 排出量 kg/年
凝集沈殿分離	1,971,288	4,451,876
浮上分離	1,721,491	914,594
標準活性汚泥法	8,624,310	4,706,922
脱水	817,708	438,447
小計	13,134,797	10,511,839
焼却	182,096	123,864
輸送	73	56
合計	13,316,966	10,635,760

\* 別途ポンプの運転に電力と熱源の蒸気の供給が必要。

### 【期待削減効果】

○汚泥削減効果

▽3,696 トン/年 (▽80%)  
(4,620 トン/年 → 924 トン/年)

○エネルギー削減効果 (脱水+輸送)

▽3,999,509 kWh/年 (▽23.1%)  
(17,316,475kWh/年 → 13,316,966kWh/年)

○CO<sub>2</sub> 排出量削減効果 (脱水+輸送)

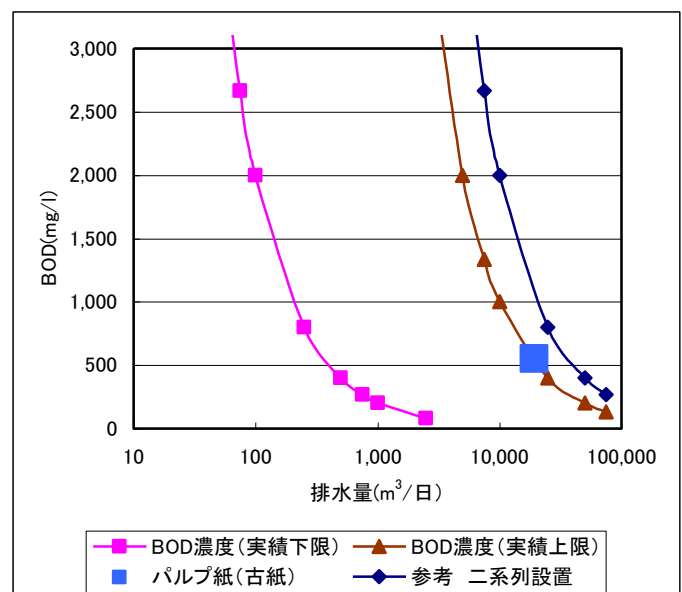
▽2,249,470kg/年 (▽18.6%)  
(12,885,230kg/年 → 10,635,760kg/年)

### 【運転コスト】

汚泥の脱水、輸送にかかる経費（燃料代、人件費）の削減効果がある。ただし、別途ポンプの運転に電力と熱源の蒸気の供給が必要である。

### 【本技術の適用範囲】

排水量と BOD のプロットからモデルケースのパルプ紙製造業（古紙）は、適用可能な範囲である。



## 基質化法（オゾン法）の採用による工程の改良

【原理】 オゾン法とは、余剰汚泥をオゾンにより分解し、汚泥を生分解性物質に改質し、汚泥そのものの発生量を低減させる方法である。本方法では、オゾンを用いて汚泥を分解、可溶化することにより、可溶化汚泥を再度生物処理することにより微生物由来の汚泥を減容化する。

【適用排水分野】 食品、飲料、化学、電子、下水、自動車、製薬、製鉄など

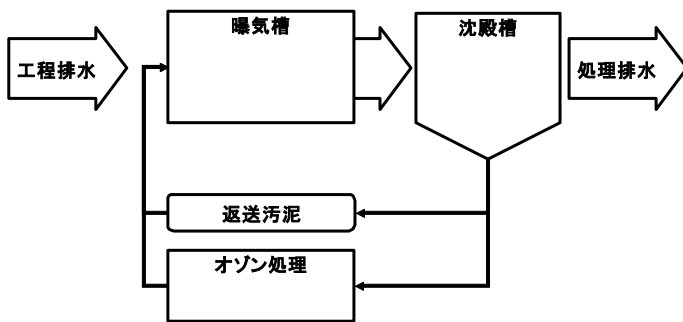
【汚泥削減率】 削減率として、70～90%程度の実績例がある。（80%削減と仮定する）

【メリット・デメリット】

- ・酸化力が強力で細胞膜を破壊するため、原理的には100%の汚泥減容化が可能である。
- ・スイッチで動く機械装置なので運転での知識・技術をさほど必要としない。
- ・オゾン反応槽を密閉式にしているため臭気や汚れが少なくメンテナンスが容易である。
- ・BODが低負荷の場合はオゾン処理のみで処理可能であるが、高負荷の場合には、高温消化槽を増設して、汚泥の処理能力を上げるための付加装置を用いる。・TN、TPの水質が悪化する場合がある。

### 【導入後の排水処理フロー図】

標準活性汚泥法のプロセスに対して、バイパスを作り、汚泥の減容化をはかる。



### 【LCA 計算結果】

プロセス	消費電力 kWh/年	CO <sub>2</sub> 排出量 kg/年
凝集沈殿分離	1,971,288	4,451,876
浮上分離	1,721,491	914,594
標準活性汚泥法	8,624,310	4,706,922
脱水	817,708	438,447
小計	13,134,797	10,511,839
焼却	182,096	123,864
輸送	73	56
合計	13,316,966	10,635,760

\* 別途薬品代とオゾン発生装置及びポンプの運転に電力が必要。

### 【期待削減効果】

○汚泥削減効果

▽3,696 トン/年 (▽80%)

(4,620 トン/年 → 924 トン/年)

○エネルギー削減効果 (脱水+輸送)

▽3,999,509 kWh/年 (▽23.1%)

(17,316,475kWh/年 → 13,316,966kWh/年)

○CO<sub>2</sub> 排出量削減効果 (脱水+輸送)

▽2,249,470kg/年 (▽18.6%)

(12,885,230kg/年 → 10,635,760kg/年)

### 【運転コスト】

汚泥の脱水、輸送にかかる経費（燃料代、人件費）の削減効果がある。ただし、別途薬品代とオゾン発生装置及びポンプの運転に電力が必要。

### 【本技術の適用範囲】

排水量と BOD のプロットからモデルケースのパルプ紙製造業（古紙）は、複数台設置が必要である。

