

# 産業廃棄物等の高度利活用による省エネ型水質処理技術の開発

小島 均\* 鈴木 一良\*\* 荒川 治重\*\*他

## 1. はじめに

茨城水浄化技術研究会と茨城県工業技術センターは、平成10年度から霞ヶ浦に流入する小河川水の浄化、特に窒素、リンの除去を目的とし、微生物や植物を活用した「多自然型」、「省エネ型」、「ロ・コスト」の水浄化システムにより、 $BOD = 10(\text{mg/l})$ 以下  $SS = 10(\text{mg/l})$ 以下 窒素除去率 = 50%以上 リン除去率 = 50%以上を目標として実験を実施した。

今回は、H10年度に行った実験の結果を基に、実用化に向けて維持管理及びランニングコスト算出のための実証施設による実験を行なった結果について報告する。

多自然型水質浄化システム〔植生筏付き酸化地 - 固定床接触酸化水路 - 植生水路〕で処理目標が達成でき、また、H10年度設定の約6倍の高負荷条件で処理目標が達成できたので、昨年度の結果から見積った値の6倍程度の処理水量が見込め、処理施設を小さくできる見込みができた。

## 2. 実験の方法

### 2.1 実験施設

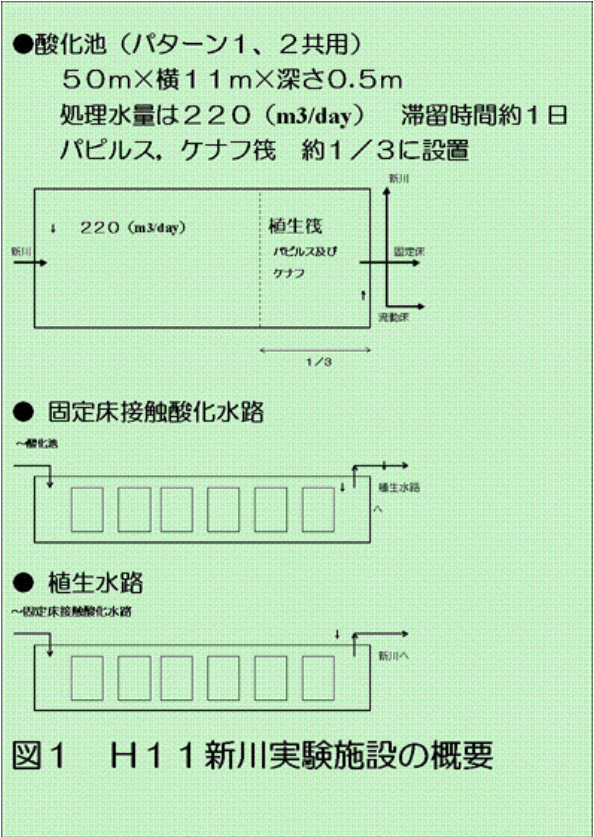
下記の実験施設概要及び図1に示す実験装置により河川水の処理を行い、植生筏付き酸化池、系1及び系2における $BOD$ 、 $COD$ 、 $SS$ 、窒素及びリンの除去能力を検討した。実験には昨年と同様に新川河川水を使用し、昨年の研究結果を基に、〔植生筏付き酸化地 - 固定床接触酸化水路 - 植生水路〕で施設を構成し、固定床接触酸化水路以後の処理水量を〔パターン1：26( $\text{m}^3/\text{day}$ )〕及び〔パターン2：8.6( $\text{m}^3/\text{day}$ )〕に設定した2つの系で実験を行なった。

#### 実験施設の概要

- 酸化池：縦50m横11m深さ0.5m  
処理水量 = 220 ( $\text{m}^3/\text{day}$ ) 滞留時間約1日  
パピルス、ケナフ筏 約1/3に設置
- 固定床接触：長さ20m幅0.6m有効水深0.4mの酸化水路 コンクリート製のU字溝を使用  
担体：アクセラ（JIK製）充填割合20%  
充填層長約50cm 8個  
空気の供給：充填層間で曝気、倍率約3倍
- 植生水路：コンクリート製U字溝を使用  
長さ20m幅0.6m有効水深0.4m  
ゼオライト充填プラスチック製籠  
植生：パピルス、ケナフ、マコモ。ハ・ブ類をゼオライト充填プラスチック製籠に植えたノビニールハウスで覆い保温

〔パターン1〕は高負荷設定で、固定床接触酸化水路でのNP除去を考えケナフを植え、植生水路にはマコモ、パピルスを植えた。

〔パターン2〕は昨年の結果から設定した標準的負荷設



定の処理水量8.6 ( $\text{m}^3/\text{day}$ ) で、植生水路にはケナフ、ハ・ブ類を植えた。

### 2.2 実験の方法及び水質測定

平成11年6～7月を予備運転期間とし施設の調整等を行った後、同年7月末から平成12年3月までの間実験を行なった。水質測定は2週間に1回の頻度で、河川水質試験方法(案)1997年版 54-2 標準法1により行なった。測定データは、〔夏期～秋季〕と〔冬季〕に分けて集計してデータの解析を行なった。

## 3. 実験結果

### 3.1 新川河川水の水質

表1に実験期間中の新川河川水(以後原水)の平均水質を、図2-1に水質の変化を図2-2に処理水温を示した。

表1 実験期間中の平均水質

| 項目  | H10原水<br>平均濃度 | 相対標準<br>偏差 | H11原水<br>平均濃度 | 相対標準<br>偏差 |
|-----|---------------|------------|---------------|------------|
| BOD | 6.93          | 54.6%      | 8.67          | 31.5%      |
| COD | 12.53         | 37.6%      | 12.40         | 26.2%      |
| SS  | 12.64         | 84.6%      | 32.18         | 51.4%      |
| T-N | 4.82          | 34.6%      | 4.72          | 20.5%      |
| T-P | 0.49          | 31.7%      | 0.92          | 39.9%      |

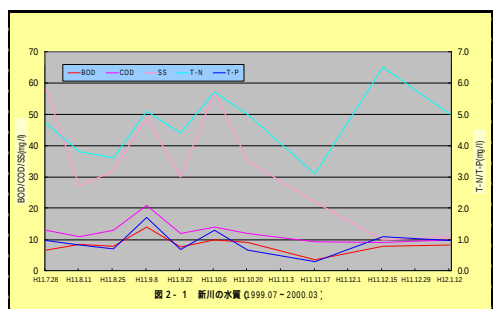


図 2-1 新川の水質 (1999.07～2000.03)

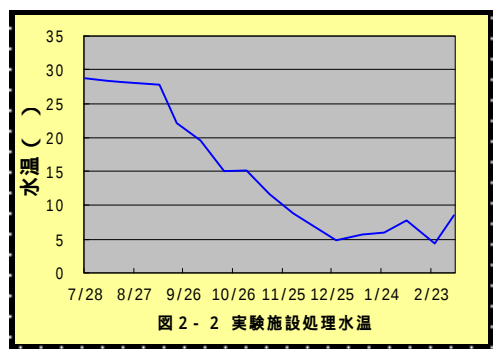


図 2-2 実験施設処理水温

原水水質は、SS 及び T - P が約 2 倍であったほかは H10 年度とほぼ同様の水質であった。水温は、H10 年と同様に 11 月初旬から微生物の活性が低下する 15℃ を下回った。

### 3.2 処理実験結果

#### 3.2.1 処理水水質及び除去率

〔パターン 1〕及び〔パターン 2〕の処理結果を表 2 に示す。また、実験施設内の各部での水質及び除去率の変化を図 3-1-1～図 3-2-5 に示す。

各系の結果は、〔パターン 1〕及び〔パターン 2〕ともに目標値を達成した。また、〔パターン 1〕は、処理水量が〔パターン 2〕の約 3 倍（負荷が 3 倍）であるにもかかわらず、〔パターン 2〕とほぼ同等の処理水水質及び除去率を示した。

表 2 処理実験結果：平均処理水水質及び平均除去率

| 項 目   | パタ - ン 1         |                   |                     | パタ - ン 2         |                   |                     |
|-------|------------------|-------------------|---------------------|------------------|-------------------|---------------------|
|       | 処理水<br>平均<br>濃 度 | 相 対<br>標 準<br>偏 差 | 平 均<br>除 去 率<br>(%) | 処理水<br>平均<br>濃 度 | 相 対<br>標 準<br>偏 差 | 平 均<br>除 去 率<br>(%) |
| BOD   | 0.89             | 29.0%             | 89.7                | 0.56             | 1113.7%           | 93.5                |
| COD   | 5.69             | 10.3%             | 54.1                | 4.85             | 8.7%              | 60.9                |
| SS    | 1.36             | 75.3%             | 95.8                | 1.00             | 0.0%              | 96.9                |
| T - N | 1.92             | 73.5%             | 59.2                | 1.80             | 72.3%             | 62.9                |
| T - P | 0.35             | 28.8%             | 62.0                | 0.32             | 24.6%             | 65.1                |

#### 3.2.2 項目別処理特性

・ BOD 酸化池で約 30% 除去、固定床接触酸化水路で約 50～60% 除去、パターン 1 では植生水路でやや増加したパターン 2 では約 10% 除去できた。また、季節間の差異はほとんど見られなかった。

・ COD 酸化池で約 20% 除去、パターン 1、2 とともに固定床接触酸化水路で約 30% 除去、植生水路で約 10% 除去できた。また、季節間の差異は、酸化池でやや冬期に除去率が低下した。

・ SS 酸化池で約 60% 除去、固定床接触酸化水路で約

30% 除去できた。季節間の差異は、酸化池でやや冬期に除去率が低下した。

・ T - N 酸化池で約 20% 除去、パターン 1、2 とともに固定床接触酸化水路で約 20% 除去できたが、植生水路ではパターン 1 で約 10%、パターン 2 で約 20% 除去でき、水量あるいは植生の違いによる差が見られた。また、植生が良く生育する夏期と比べ、冬期には除去率が大幅に減少したが、パターン 2 はパターン 1 と比較し、除去率の減少幅はやや小さかった。

・ T - P 酸化池で約 35% 除去、固定床接触酸化水路で約 20% 除去、植生水路ではパターン 1 が約 5%、パターン 2 が約 15% 除去でき、T - N と同様に水量又は植生差が見られた。また、季節間の差異は、ほとんどなかった。

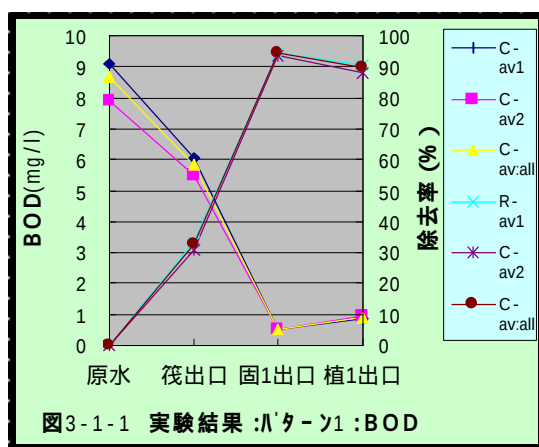


図 3-1-1 実験結果 : パターン 1 : BOD

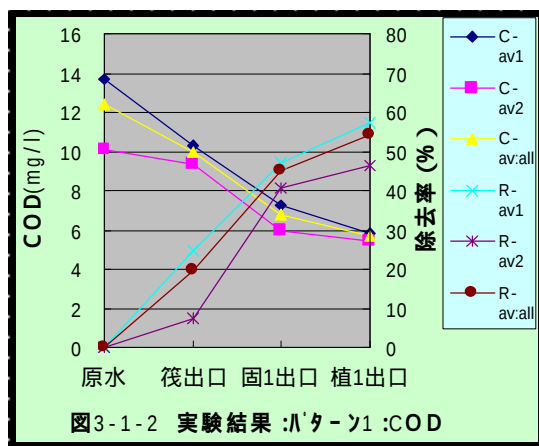


図 3-1-2 実験結果 : パターン 1 : COD

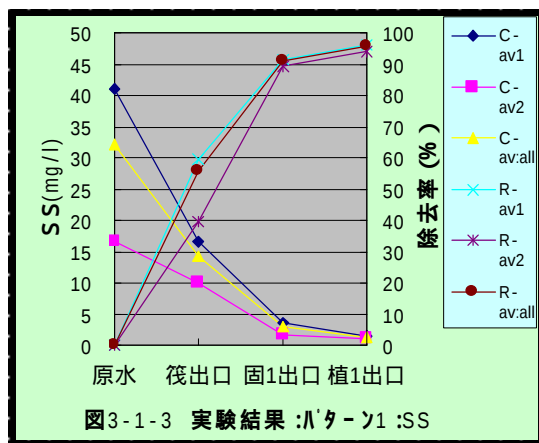
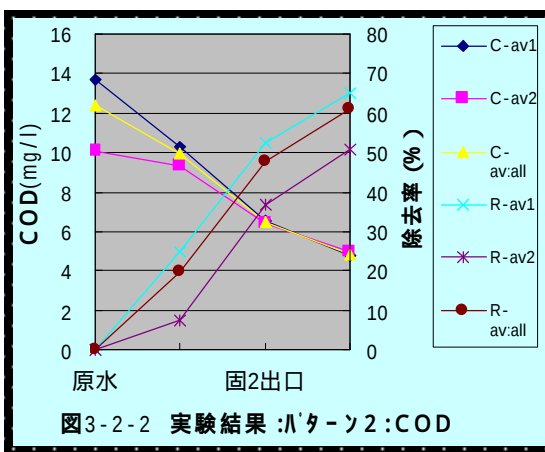
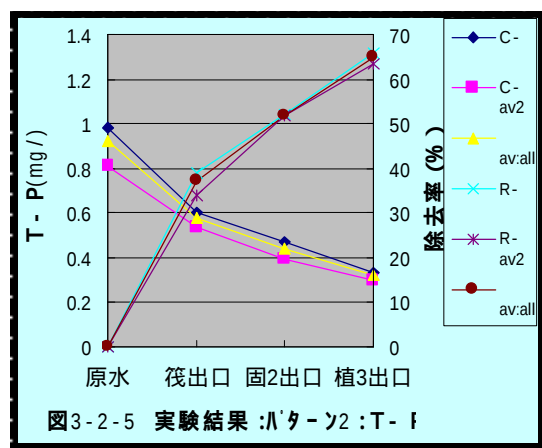
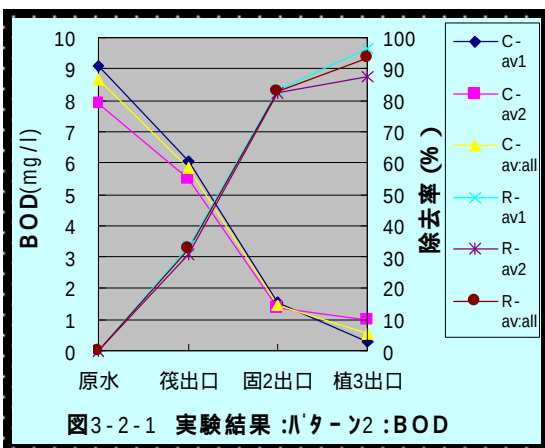
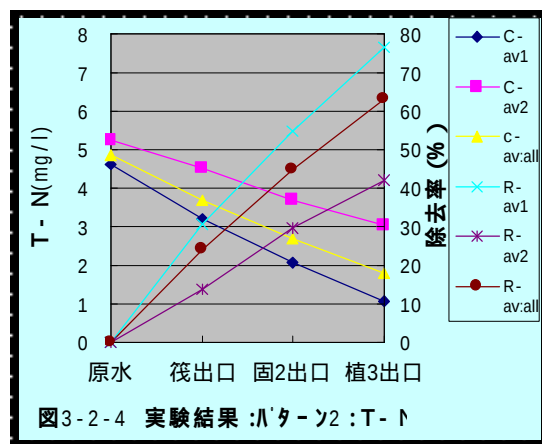
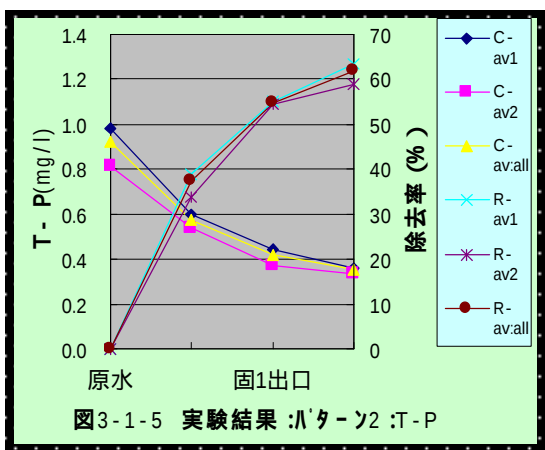
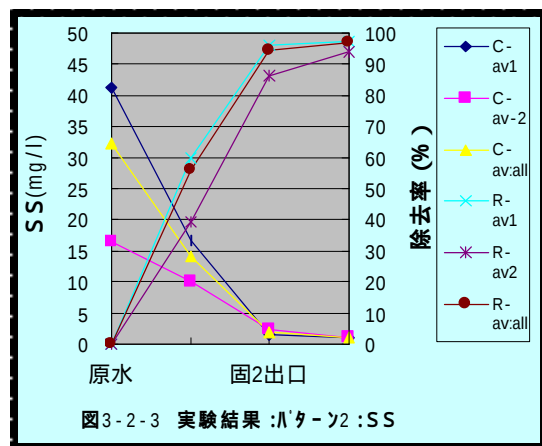
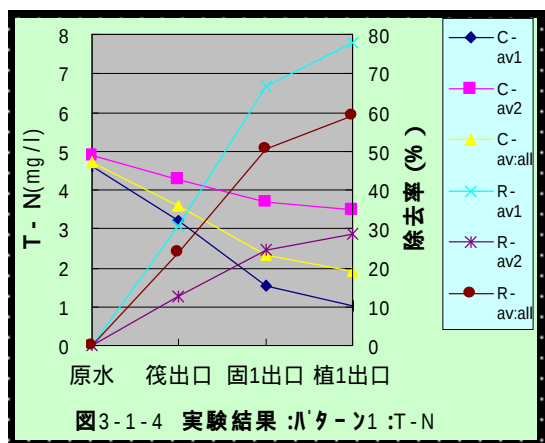


図 3-1-3 実験結果 : パターン 1 : SS



### 3.2.3 除去速度

表3～表5に酸化池、固定床接触酸化水路及び植生水路の流入負荷及び除去速度の平均値を示す。

表3 酸化池での平均流入負荷と除去速度  
(H11.7～H12.3)

| 項 目 | 処理水量：220(m <sup>3</sup> /day) |                              |
|-----|-------------------------------|------------------------------|
|     | 流入負荷 (g/day)                  | 除去速度 (g/m <sup>2</sup> ・day) |
| BOD | 1908                          | 2.26                         |
| COD | 2728                          | 1.95                         |
| SS  | 7080                          | 14.40                        |
| T-N | 1038                          | 0.90                         |
| T-P | 203                           | 0.27                         |

酸化池の平均除去速度は、 $BOD: 2.26 (g/m^2 \cdot day)$ 、 $COD: 1.94 (g/m^2 \cdot day)$ 、 $SS: 14.4 (g/m^2 \cdot day)$ 、 $T-N: 0.9 (g/m^2 \cdot day)$ 、 $T-P: 0.27 (g/m^2 \cdot day)$ であった。

固定床接触酸化水路は、各項目とも処理水量の多い[パターン1]が[パターン2]の約2～3倍の除去速度であった。

表4 パターン1の平均流入負荷及び除去速度  
(H11.7～H12.3)

| 項 目   | パターン1 処理水量: $8.6(m^3/day)$ |                           |                     |                           |
|-------|----------------------------|---------------------------|---------------------|---------------------------|
|       | 固定床接触酸化水路                  |                           | 植 生 水 路             |                           |
|       | 流入負荷<br>( $g/day$ )        | 除去速度<br>( $g/m^2 \cdot$ ) | 流入負荷<br>( $g/day$ ) | 除去速度<br>( $g/m^2 \cdot$ ) |
| BOD   | 152.0                      | 31.59                     | 13.0                | -1.41                     |
| COD   | 259.1                      | 18.69                     | 176.8               | 4.01                      |
| SS    | 368.7                      | 66.61                     | 75.6                | 5.58                      |
| T - N | 93.4                       | 7.49                      | 60.4                | 1.44                      |
| T - P | 15.0                       | 0.95                      | 10.8                | 0.24                      |

植生水路は、[パターン1]のBODが[ - ]値であった他は、固定床接触酸化水路と同様に[パターン1]が[パターン2]の約2～3倍の除去速度であった。

表5 パターン2の平均流入負荷及び除去速度  
(H11.7～H12.3)

| 項 目   | パターン2 処理水量: $26(m^3/day)$ |                           |                     |                           |
|-------|---------------------------|---------------------------|---------------------|---------------------------|
|       | 固定床接触酸化水路                 |                           | 植 生 水 路             |                           |
|       | 流入負荷<br>( $g/day$ )       | 除去速度<br>( $g/m^2 \cdot$ ) | 流入負荷<br>( $g/day$ ) | 除去速度<br>( $g/m^2 \cdot$ ) |
| BOD   | 50.3                      | 5.22                      | 12.7                | 1.09                      |
| COD   | 85.7                      | 4.16                      | 55.7                | 1.94                      |
| TOC   | 36.5                      | 0.94                      | 29.7                | 1.50                      |
| SS    | 122.0                     | 14.77                     | 15.6                | 0.98                      |
| T - N | 31.7                      | 14.77                     | 23.0                | 1.05                      |
| T - P | 5.0                       | 0.16                      | 3.8                 | 0.14                      |

#### 4. ま と め

・[植生筏付酸化池 - 固定床接触酸化水路 - 植生水路] で処理目標の $BOD = 10(mg/l)$ 以下  $SS = 10(mg/l)$ 以下 窒素除去率 = 50%以上 リン除去率 = 50%以上]を達成した。

・霞ヶ浦の水質で近年問題視されているCODを除去できる(除去率50～60%)。

・これらの事項から[植生筏付酸化池 - 固定床接触酸化水路 - 植生水路]による処理方法は汚濁した河川水の浄化に有効な浄化手法であることは確認できた。

・[植生筏付酸化池 - 固定床接触酸化水路 - 植生水路]の処理方法では、T - Nは水温の影響を強く受け、水温15 付近を境にの除去性能が大きく低下した。しかし、T - N以外のT - Pなどの除去性能は比較的水温の影響を受けず、季節変動が少なかった。

・高負荷設定の[パターン1]でも[パターン2]とほぼ同等の除去率が得られ、H10年度の結果から見積った値

の6倍程度の水量が処理可能であり、処理施設面積の低減が可能と考えられる。

・今回は、H11年度の結果についてのみ報告した。今後は、2年間の実験結果と維持管理に関する事項を取りまとめ、処理性能だけではなく経済性等について検討を行う計画であり、検討終了後これらについても報告する計画である。

#### 謝 辞

この研究の実施に当たり懇切な御指導を頂いた筑波大学応用生物学系 松村正利教授、同農林工学系 前川孝昭教授、茨城大学広域水圏環境科学教育研究センター 三村信男教授、同工学部都市システム工学科 神子助教授、農林水産省 農業研究センター 水質保全研究室 尾崎保夫室長、並びに新川実験場の使用をご許可くださいました建設省霞ヶ浦工事事務所様 ほか地域の皆様にこの場をお借りして感謝申し上げます。

#### 参考文献

- 1) Journal of JSES Vol.23, No.1, 18～23(1997)
- 2) 担体利用処理法技術マニュアル1994年度版  
( (財) 下水道新技術推進機構 )
- 3) 最新高度水処理技術, (1999) (エヌ・ティ・エス)
- 4) 茨城県工業技術センター研究報告, 27, 77～81(1999)