

## 本明川における水環境整備の総合評価に関する検討

長崎大学工学部 学生会員  
長崎大学工学部 フェロー  
長崎大学工学部 正会員

○田 英幸  
野口 正人  
鈴木 誠二

長崎大学大学院 学生会員 太田 貴史  
長崎大学工学部 正会員 西田 渉

### 1. はじめに

近年、健全な水環境を目指し、自然再生を目的とした河川環境整備が各地で行われている。諫早湾調整池に流れ込む本明川の半造川合流箇所において、かつての湿地を復元させ動植物の多様な棲息・生育空間を確保するとともに、自然観察の場としても利用できるヨシ原ウェットランド再生事業が行われている。

健全な水環境を達成し、自然営力を利用した浄化能力を促進させるために、その効果を定量的に評価する必要がある。しかし、理化学的水質指標だけで評価することは難しい。そこで本研究では、理化学的水質指標に加え、自然環境や周辺住民の活動などを取り上げて総合的に水域の健全度を評価する方法について検討する。

### 2. 対象領域の概要

本明川と半造川の合流箇所を図-1<sup>1)</sup>に示す。本川に隣接する箇所に滞水部を設置し、ヨシ原植栽帯を整備した。流入口は半造川より引き込まれ、流出口は合流後の本明川となっている。滞水部の平均水深は約0.3m、植栽帯で約0.1mと本明川本川と比べ非常に浅くなっている。

### 3. 滞水部における汚濁除去効果の検討

滞水部における汚濁除去効果を評価するために、濃度差、除去率、汚濁除去量、分解速度定数・ $k$ を算出する。以下に分解速度定数・ $k$ の計算式を示す<sup>2)</sup>。

$$k = HLR \times \ln \left( \frac{C_{in}}{C_{out}} \right) \quad (1)$$

ここで、 $C_{in}$ 、 $C_{out}$ は流入水、流出水の汚濁物質濃度(mg/l)、 $HLR$ は面積負荷速度(m/day)である。

滞水部建設後の2007年6月6日、9月28日、10月23日の現地観測結果より、T-Nを汚濁対象物質として、濃度差、除去率、汚濁除去量、分解速度定数の算出結果を表-1に示す。計算に用いた流量は数値シミュレーション解析により算出した結果<sup>3)</sup>を用い、流入・流出濃度はそれぞれSt.2とSt.7の観測結果を用いた。

表-1において、6月に対し9月の値は除去効果が上がっていることを示している。この理由の一つとして、6月の観測

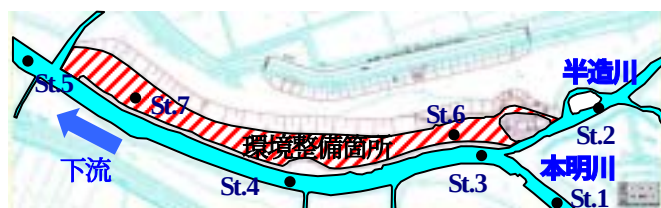


図-1 本明川と半造川の合流図

時には滞水部にヨシ原が植栽されておらず、9月の時点では植栽帯が整備されていたことが挙げられる。また、10月の結果を見ると、9月に比べ除去効果は下がっている。これは滞水部の水深が浅く、観測時に風が強かったため巻き上げによる影響を受けたと考えられる。

### 4. 各浄化施設における汚濁除去効果の検討

各浄化施設の汚濁除去効果との比較を行う。各浄化施設の汚濁除去効果として濃度差、除去率、汚濁除去量、分解速度定数の算出結果を表-2に示す。この結果を用いて、各浄化施設での汚濁除去効果の採点を行う。配分は暫定的に濃度差を20点、除去率を25点、除去量を35点、分解速度定数を20点満点とする。採点方法は表-2の結果から、中央値を用いて算出した。

表-3に示された採点結果を見ると、半造川合流箇所滞水部が全体の中で上位にあることがわかる。しかし、これは理化学的水質指標のみで評価した結果であり、この結果のみを用いて健全な状態を評価することはできない。そこで、汚濁除去効果に加え環境整備評価を行い、総合的な水域での健全度を検討する。

### 5. 各浄化施設における環境整備評価の検討

各浄化施設での環境整備評価の採点を行う。配分は暫定

表-1 滞水部の汚濁除去効果

| 日付     | 流入T-N濃度<br>(mg/l) | 流出T-N濃度<br>(mg/l) | 濃度差<br>(%) | 除去率<br>(%) | 汚濁除去量<br>(kg/day) | 分解速度定数<br>(m/day) |
|--------|-------------------|-------------------|------------|------------|-------------------|-------------------|
| 6月6日   | 4.34              | 2.52              | 1.82       | 41.935     | 12.643            | 0.184             |
| 9月28日  | 4.39              | 1.57              | 2.82       | 64.237     | 20.272            | 0.36              |
| 10月23日 | 3.8               | 3.03              | 0.77       | 20.263     | 5.402             | 0.078             |

表-2 各浄化施設の汚濁除去効果

| 浄化施設名                       | 流入T-N濃度<br>(mg/l) | 流出T-N濃度<br>(mg/l) | 濃度差<br>(%) | 除去率<br>(%) | 汚濁除去量<br>(kg/d) | 分解速度定数<br>(m/d) |
|-----------------------------|-------------------|-------------------|------------|------------|-----------------|-----------------|
| The Shima Reed Wetland Park | 15.5              | 11.5              | 4.0        | 25.8       | 138.240         | 0.030           |
| アシ原浄化池(チャランケ川1)             | 6.6               | 6.3               | 0.3        | 4.5        | 0.026           | 0.018           |
| アシ原浄化池(チャランケ川2)             | 7.1               | 6.7               | 0.4        | 5.6        | 0.035           | 0.025           |
| アシ原浄化池(柏木川)                 | 3.4               | 2.9               | 0.5        | 14.7       | 0.130           | 0.072           |
| 清見川浄化施設                     | 1.8               | 1.6               | 0.2        | 11.1       | 0.147           | 0.062           |
| 相野谷川生活排水浄化施設                | 8.3               | 7.2               | 1.1        | 13.3       | 1.140           | 0.042           |
| 清見川衛生浄化施設                   | 2.8               | 2.4               | 0.4        | 14.3       | 0.104           | 0.109           |
| 土浦ヒオバ                       | 2.4               | 2.2               | 0.2        | 8.3        | 1.434           | 0.184           |
| 山王川衛生浄化施設                   | 3.4               | 2.3               | 1.1        | 32.4       | 2.756           | 0.175           |
| ヨシ原浄化施設                     | 1.2               | 0.9               | 0.3        | 25.0       | 64.800          | 0.311           |
| 水元公園                        | 5.6               | 4.3               | 1.3        | 23.2       | 0.056           | 0.014           |
| 河北衛生系系汚水処理浄化施設              | 1.8               | 1.0               | 0.8        | 44.4       | 0.083           | 0.038           |
| 相野谷川生活排水浄化施設                | 10.0              | 7.2               | 2.8        | 28.0       | 3.629           | 0.158           |
| 生態系汚水処理浄化施設                 | 2.3               | 1.6               | 0.7        | 30.4       | 0.036           | 0.047           |
| 諫早湾調整池(夏季)                  | 2.3               | 1.6               | 0.7        | 30.4       | 0.010           | 0.175           |
| 諫早湾調整池(冬季)                  | 0.7               | 1.4               | -0.7       | -100.0     | -0.002          | -0.069          |
| 長田地区(夏季)                    | 1.0               | 0.6               | 0.4        | 40.0       | 0.035           | 0.431           |
| 長田地区(冬季)                    | 1.2               | 0.6               | 0.6        | 50.0       | 0.033           | 0.385           |
| ヨシ原植栽水路(夏季)                 | 17.0              | 4.2               | 12.8       | 75.3       | 0.010           | 0.183           |
| ヨシ原植栽水路(冬季)                 | 2.4               | 0.4               | 2.0        | 83.3       | 0.001           | 0.185           |
| 半造川合流箇所滞水部(6月6日)            | 4.3               | 2.5               | 1.8        | 41.9       | 12.635          | 0.184           |
| 半造川合流箇所滞水部(9月28日)           | 4.4               | 1.6               | 2.8        | 64.2       | 20.278          | 0.361           |
| 半造川合流箇所滞水部(10月23日)          | 3.8               | 3.0               | 0.8        | 13.7       | 5.401           | 0.078           |

表-3 各浄化施設の汚濁除去効果評価点

| 浄化施設名                       | 濃度差 | 除去率 | 汚濁除去量 | 分解速度定数 | 汚濁除去効果(合計) |
|-----------------------------|-----|-----|-------|--------|------------|
| 地点                          | 20  | 25  | 35    | 20     | 100        |
| The Shima Reed Wetland Park | 17  | 12  | 35    | 5      | 69         |
| アシ原浄化池(チャランケ川1)             | 6   | 6   | 8     | 5      | 25         |
| アシ原浄化池(チャランケ川2)             | 7   | 6   | 9     | 5      | 27         |
| アシ原浄化池(柏木川)                 | 8   | 9   | 20    | 8      | 45         |
| 清見川浄化施設                     | 5   | 8   | 22    | 7      | 42         |
| 相野谷川生活排水浄化施設                | 14  | 8   | 30    | 6      | 58         |
| 清見川衛生浄化施設                   | 7   | 9   | 32    | 10     | 58         |
| 土浦ヒオバ                       | 5   | 14  | 30    | 15     | 57         |
| 山王川衛生浄化施設                   | 14  | 14  | 30    | 15     | 73         |
| ヨシ原浄化施設                     | 6   | 12  | 35    | 18     | 71         |
| 水元公園                        | 16  | 11  | 11    | 4      | 42         |
| 河北衛生系系汚水処理浄化施設              | 11  | 18  | 14    | 6      | 49         |
| 相野谷川生活排水浄化施設                | 10  | 13  | 30    | 14     | 74         |
| 生態系汚水処理浄化施設                 | 10  | 14  | 9     | 7      | 40         |
| 諫早湾調整池(夏季)                  | 10  | 14  | 6     | 15     | 45         |
| 諫早湾調整池(冬季)                  | 0   | 0   | 0     | 0      | 0          |
| 長田地区(夏季)                    | 7   | 16  | 9     | 19     | 51         |
| 長田地区(冬季)                    | 9   | 19  | 11    | 20     | 59         |
| ヨシ原植栽水路(夏季)                 | 20  | 24  | 6     | 15     | 65         |
| ヨシ原植栽水路(冬季)                 | 17  | 25  | 5     | 15     | 62         |
| 半造川合流箇所滞水部(6月6日)            | 14  | 14  | 32    | 10     | 70         |
| 半造川合流箇所滞水部(9月28日)           | 17  | 22  | 34    | 18     | 91         |
| 半造川合流箇所滞水部(10月23日)          | 8   | 9   | 31    | 8      | 56         |

的に自然環境を 60 点, 住民参加を 15 点, 維持管理を 15 点, 工夫を 10 点満点とする<sup>4)</sup>. これらの項目は, 河川環境財団調査による各浄化施設のアンケート調査<sup>5)</sup>にある項目を引用した.

表-4に示された採点結果を見ると, 9月, 10月の半造川合流箇所滞水部の環境整備評価点が上位にあることがわかる. これは浄化施設と実際の河川を比較した結果, 自然環境項目が高かったことが要因であると考えられる. 一方, 6月の半造川合流箇所滞水部は, 植栽帯が整備されていなかったため, 自然環境項目の減点が評価を下げる結果となった.

## 6. 総合的水域の健全度評価

各浄化施設の汚濁除去効果と環境整備評価について検討, 評価を行った. これらの関係を散布図に示し, 互いの関係性について評価・検討を行う.

比較的, 比例的な関係が見られた汚濁除去量と環境整備, 汚濁除去効果と自然環境, 汚濁除去効果と環境整備の関係を図-2~4に示す. 図-2, 図-4から環境整備全般による水質浄化における効果が, 汚濁除去量, 汚濁除去効果に与える影響が大きいことがわかる. また, 一定の相関関係が見られることから, 汚濁の浄化を評価する際, 汚濁除去量に関する評価が重要になると言える. 汚濁除去効果については, 図-2, 図-3より, 自然環境との関係が環境整備評価よりも分布にばらつきが生じた. この結果は単に自然環境項目だけで評価するよりも, 住民参加や維持管理, 工夫などの項目を含めた要素の方が適切に評価できることを示している.

次に, 9月の半造川合流箇所滞水部の結果は, 相対的に見て良好な値を示している. 6月の結果と比較すると, 自然環境の充実による浄化能力の向上が確認できる. 対象とする水域を考えた場合, 受水域である閉鎖性水域の水質悪化を防ぐ観点からは, 汚濁除去量の絶対値を大きくしていかなければならない. また, 自然環境に加え, 地域住民の十分な理解と積極的参加も必要不可欠である.

## 7. おわりに

本研究では, 半造川合流箇所滞水部において, 各浄化施設と比較し, 汚濁除去効果, 環境整備評価によって健全度の評価を行った. この研究を継続することで, 環境整備後の良好な状態に推移していく経過を確認するとともに, 季節的変化の傾向もつかんでいく必要がある. さらに環境整備評価における評価項目の内容とその点数の配分を検討していかなければならない.

## 参考文献

- 九州地方整備局 長崎河川国道事務所: 環境整備工事(図面)
- 野口正人, 吉田光, 白川純子, 牟田耕平: 水生植物を用いた水域浄化効率に関する一考察, 長崎大学工学部研究報告, 第32巻, 第59号, p. 169, 2002
- 百田広樹, 太田貴史, 鈴木誠二, 野口正人, 西田渉: ヨシ原植栽事業が汚濁負荷物質の輸送に与える影響, 土木学会西

部支部研究発表会, 2007

4) 若吉政輔: ヨシ植栽水路を用いた汚濁除去効率の向上に関する検討, 長崎大学工学部卒論文, 2007

5) 河川環境管理財団 河川環境総合研究所: 植生浄化施設の現状と事例, 2000

表-4 各浄化施設の環境整備評価点

| 浄化施設名                       | 自然環境 | 住民参加 | 維持管理 | 工夫 | 環境整備(合計) |
|-----------------------------|------|------|------|----|----------|
| 配点                          | 60   | 15   | 15   | 10 | 100      |
| The Sihwa Reed Wetland Park | 55   | 7    | 5    | 8  | 75       |
| アシ原浄化池(チャランケ川1)             | 40   |      | 10   | 6  | 56       |
| アシ原浄化池(チャランケ川2)             | 35   |      | 10   | 6  | 51       |
| アシ原浄化池(柏木川)                 | 40   |      | 10   | 6  | 56       |
| 清明川浄化施設                     | 35   | 10   | 5    | 6  | 56       |
| 相野谷川生活排水浄化施設                | 35   | 15   | 10   | 6  | 66       |
| 清明川植生浄化施設                   | 55   |      | 6    | 4  | 65       |
| 土浦とオオパーク                    | 40   | 13   | 15   | 4  | 72       |
| 山王川植生浄化施設                   | 50   | 5    | 7    | 6  | 68       |
| ヨシ原浄化施設                     | 50   | 13   | 7    | 6  | 76       |
| 水元公園                        | 40   | 7    | 5    | 3  | 55       |
| 河北潟生態系活用大規模水質浄化施設           | 25   | 10   | 7    | 4  | 46       |
| 井上川浄化施設(きりり)                | 55   | 10   | 7    | 4  | 76       |
| 生態系活用大規模水質浄化施設              | 30   | 10   | 8    | 3  | 51       |
| 諫早調整池(夏季)                   | 50   |      | 5    | 3  | 58       |
| 諫早調整池(冬季)                   | 50   |      | 5    | 3  | 58       |
| 長田地区(夏季)                    | 50   | 7    | 5    | 3  | 65       |
| 長田地区(冬季)                    | 50   | 7    | 5    | 3  | 65       |
| ヨシ原植栽水路(夏季)                 | 50   |      | 7    | 5  | 62       |
| ヨシ原植栽水路(冬季)                 | 50   |      | 7    | 5  | 62       |
| 半造川合流箇所滞水部(6月6日)            | 35   | 7    | 5    | 3  | 50       |
| 半造川合流箇所滞水部(9月28日)           | 55   | 7    | 5    | 3  | 70       |
| 半造川合流箇所滞水部(10月23日)          | 55   | 7    | 5    | 3  | 70       |

採点方法

- ・自然環境(写真などを考慮し, 加減点することもある)
- ・植栽の充実⇒20点, 対象水域が河川・湖の一部である⇒30点, その他(自然環境に対する工夫など)⇒10点
- ・住民参加
- ・公園施設(散策路)がある⇒7点, その他⇒8点(公園でなくても, 住民参加が充実で加減点する)
- ・維持管理
- ・維持管理の回数や内容により採点する.
- ・工夫
- ・工夫の内容などで採点する.

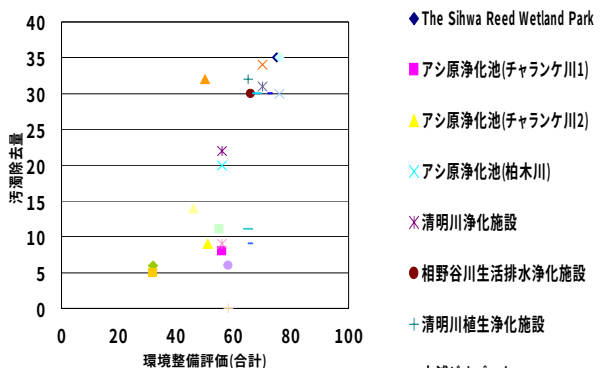


図-2 汚濁除去量と環境整備の関係

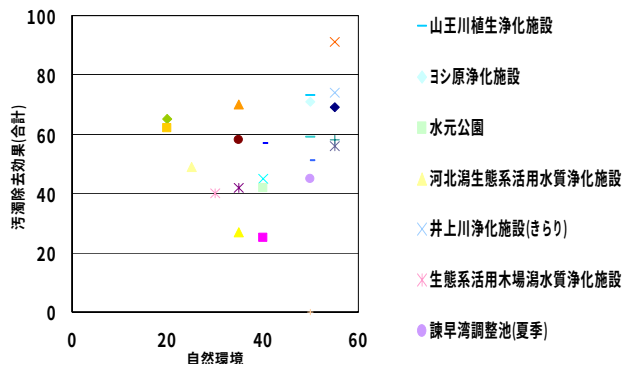


図-3 汚濁除去効果と自然環境の関係

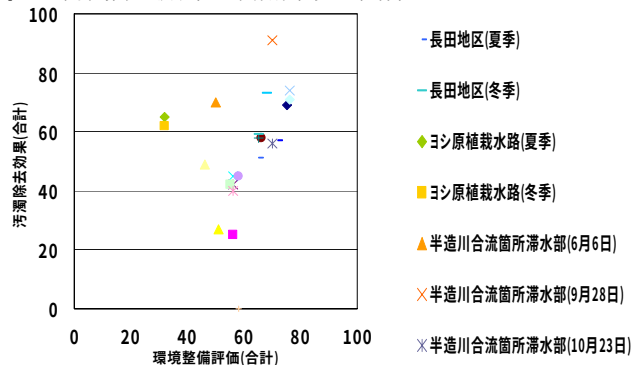


図-4 汚濁除去効果と環境整備の関係