

# 八田原ダム植生浄化施設における水質浄化に関する実験的研究

株式会社ヒロコン 正会員 ○竹澤 克裕  
福山大学工学部 フェロー会員 尾島 勝  
福山大学工学部 正会員 津田 将行

## 1. はじめに

八田原ダムは芦田川の中流部河口から約 44km地点に平成 10 年(1998)3 月に治水、利水を目的とした多目的ダムとして完成した。水利用の目的からは長期に貯水するダムは必要不可欠であり、有効貯水量は 5700 万 $m^3$ である。

本研究では、植生浄化施設に実験期間中、芦田川の原水を導水し、降雨量・河川流量の相違や通水条件の相違による水質浄化効果をアシの生長過程と併せて考察する。

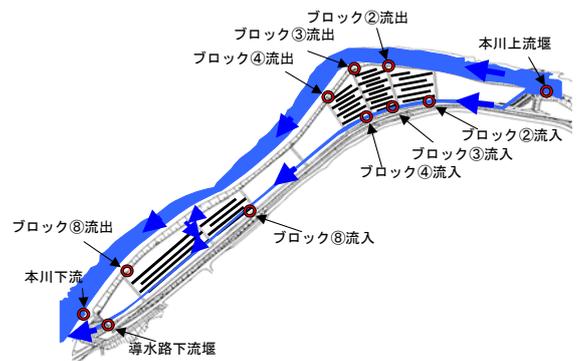


図-1 八田原植生浄化施設の概要図

## 2. 植生浄化施設(アシ原田)の概要

図-1 に植生浄化施設の概要図を示す。植生浄化施設はダム湖の最上流地点(小谷)の本川左岸沿いにあり、面積約 2.2ha(当初 10 ブロック)である。本川上流の導水路より取水された河川水(原水)はアシ原田沿いの導水路を流下し、それぞれの開口条件が設定された各ブロックの流入口から取り込まれ、各実験田内流路を自然流下して、下流端流出口より本川へ還流される。

## 3. 実験概要

本実験では、図-1 に示すようにブロック②、ブロック③、ブロック④およびブロック⑧を実験対象のアシ原田に選定した。それぞれの田面積は、ブロック②が 2400 $m^2$ 、ブロック③が 2277 $m^2$ 、ブロック④が 2271 $m^2$  およびブロック⑧が 7241 $m^2$ であり、ブロック②、ブロック③、ブロック④はほぼ同面積であり、それに対してブロック⑧はこれらの約 3 倍の広さとなっている。

また選定した 4 ブロックへの流入量は、所定の開口条件となるように木製の堰板高さで調整する。各ブロックの開口条件は 2007 年、2008 年ともブロック②が 3000 $cm^2$ (幅 60 $cm$ ×深さ 50 $cm$ )、ブロック③が 3600  $cm^2$ 、ブロック④が 1200  $cm^2$ である。ブロック⑧については 2007 年が 2400  $cm^2$ 、2008 年が 4800  $cm^2$ とした。ただ、流水幅は、計測日当日の流入状況により変化するため、その都度計測した。

現地調査は、2007 年、2008 年、ともに 4 月下旬に通水を開始し、5 月から 12 月までの 8 ヶ月間である。

水質調査測点は本川上流堰測点、本川下流測点、導水路下流越流堰測点、およびブロック②、ブロック③、ブロック④、ブロック⑧の各流入口、流出口測点の合計 11 測点である。

調査項目は水質項目として、現地においては水温、DO(溶存酸素量)、pH、COND(電気伝導度)、TURB(濁度)の 5 項目である。採水試料分析は実験室において浮遊物質(SS)、濁度、T-N(全窒素)、溶解性窒素、アンモニア態窒素、亜硝酸態窒素、硝酸態窒素、T-P(全リン)、溶解性リン、COD<sub>Cr</sub>、クロロフィル-a の 11 項目である。また全窒素と溶解性窒素の差、全リンと溶解性リンの差をそれぞれ懸濁性窒素及び懸濁性リンとした。

調査回数は、2007 年は原則月 1 回、6 月から 9 月までは月 2 回とし、流量・水質(計 12 回)である。2008 年は原則月 1 回、5 月から 9 月までは月 2~4 回とした。したがって流量(計 27 回)、水質(計 14 回)となった。

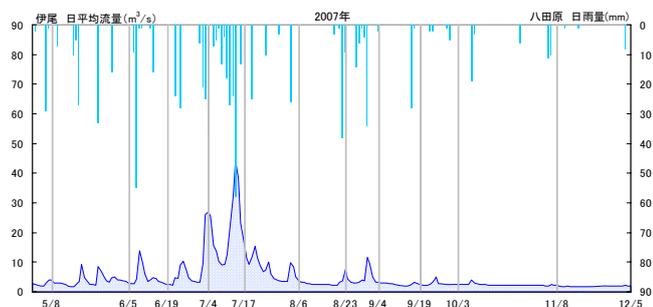


図-2 日平均流量と日雨量(2007年)

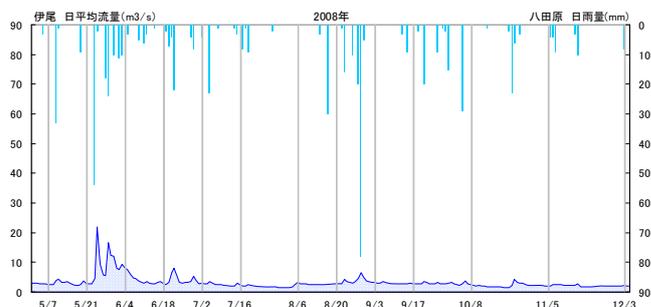


図-3 日平均流量と日雨量(2008年)

#### 4. 雨量および河川流量

図-2 と図-3 に 2007 年と 2008 年の植生浄化施設の上流に位置する伊尾水位観測所の日平均流量と八田原雨量観測所の日雨量を示す。各実験期間中の雨量は 2007 年が 851mm、2008 年が 742mm であり、日平均流量は 2007 年が 4.34m<sup>3</sup>/s、2008 年が 3.55 m<sup>3</sup>/s となった。2008 年は 2007 年よりも流量、雨量ともにさらに少なく厳しい渇水年であったことがわかる。

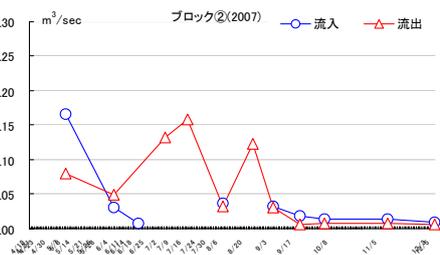


図-4 ブロック②流量(2007年)

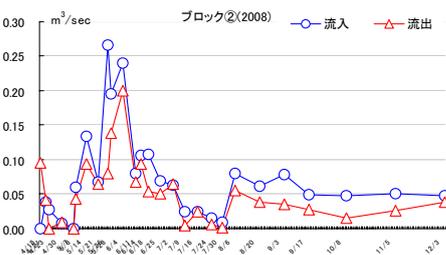


図-5 ブロック②流量(2008年)

#### 5. 各実験田への流入流出流量

図-4 と図-5 に 2007 年と 2008 年のブロック②流入流出流量を示す。2008 年は渇水年であったため導水路内での流量不足が心配されたが、本川からの導水量を増やして実験田への流入流量を維持するように改善した。

各ブロックの平均流入流量はブロック②、ブロック③、ブロック④およびブロック⑧の順に、2007 年は 0.037m<sup>3</sup>/s、0.031 m<sup>3</sup>/s、0.107 m<sup>3</sup>/s および 0.233 m<sup>3</sup>/s であり、2008 年では 0.078m<sup>3</sup>/s、0.069 m<sup>3</sup>/s、0.130 m<sup>3</sup>/s および 0.268 m<sup>3</sup>/s であった。したがって 4 ブロックとも 2008 年は 2007 年よりも流量は多くなった。

#### 6. T-Nの水質浄化効果

図-6 と図-7 に 2007 年と 2008 年のブロック②の流入口と流出口の T-N 濃度値の時系列変化を示し、また図-8 と図-9 には 2007 年と 2008 年の各ブロックの流入口と流出口における T-N の平均濃度値を示す。

2007 年のブロック②の流入濃度値は 0.5mg/l～2.2mg/l、流出濃度値は 0.4mg/l～1.4mg/l であり、それぞれ 0.1mg/l～0.8mg/l の濃度低下があり、その生起回数は 12 回中 8 回と効果的に浄化効果が認められる。特に浄化効果がみられるのはアシの最生育期から低生育期に対応しており、植生浄化効果が発現しているものと考えられる。また流出口での濃度値は、農業用水や環境保全水に適する湖沼の環境基準値の V 類型の 1.0mg/l 以下を満足していることが多く、良好な水質浄化効果が発現していることが認められる。他のブロックについて平均値と比較するとブロック②とブロック③は浄化効果が発現しているが、ブロック④とブロック⑧では浄化効果が発現していないといえる。

2008 年のブロック②の流入濃度値は 0.7mg/l～1.9mg/l、流出濃度値は 0.5mg/l～1.2mg/l であり、2007 年と同様にそれぞれ 0.1mg/l～0.8mg/l の濃度低下があり、その生起回数は 13 回中 11 回と効果的に浄化効果が

認められる。また流出口での濃度値は、2007年と同様に1.0mg/l以下を満足していることが多く、良好な水質浄化効果が発現していることが認められる。他のブロックについて平均値で比較すると4ブロックとも流入濃度値に比べ流出濃度値の方が低濃度であり、浄化効果が発現していることがわかる。この要因としては2007年と2008年を比較すると、濃度値について各ブロックの流入平均濃度値は、

ブロック④は若干低くなっているが、他の3ブロックはあまり変わらない。したがって、流入濃度値の差異による影響はあまりなく、各ブロックへの流入流量が多い2008年の方が、流入負荷量がそれだけ多くなり、植生浄化、微生物浄化、小魚、貝類の食餌などによる総合的な浄化効果が高く発現したものと考える。

## 7. T-Pの水質浄化効果

図-10と図-11に2007年と2008年のブロック②の流入入口と流出口のT-P濃度値の時系列を示し、また図-12と図-13には2007年と2008年の各ブロックの流入入口と流出口におけるT-Pの平均濃度値を示す。

2007年のブロック②の流入濃度値は0.033mg/l～0.101mg/l、流出濃度値は0.040mg/l～0.096mg/lであり、それぞれ0.003mg/l～0.044mg/lの濃度低下となり、その生起回数は12回中7回

見られた。また流入口、流出口ともに湖沼V類型における環境基準値の0.10mg/lを下回ることが多く、河川流入水質も良好であった。また0.10mg/l以下にもかかわらず除去効果も発現していた。他のブロックについて平均値で比較するとブロック②における浄化効果が大きい。他のブロックにおいても若干ではあるが除去効果の発現がみられた。

2008年のブロック②の流入濃度値は0.021mg/l～0.113mg/l、流出濃度値は0.025mg/l～0.081mg/lであり、それぞれ0.01mg/l～0.03mg/lの濃度低下となり、その生起回数は13回中10回見られた。また2007年と同じく、流入口、流出口ともに0.10mg/lを下回ることが多く、流入水質においても良好であった。他のブロックについて平均値で比較するとブロック②、ブロック③の除去効果が大きい。若干ではあるが2007年

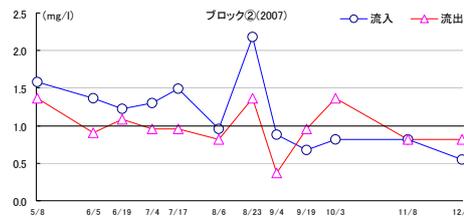


図-6 T-Nの時系列(2007年)

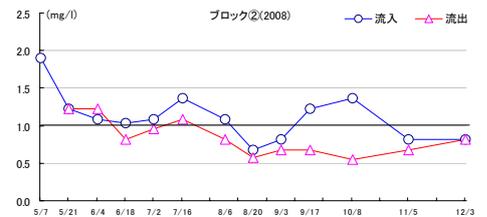


図-7 T-Nの時系列(2008年)

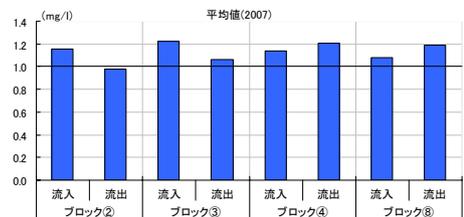


図-8 T-Nの平均値(2007年)

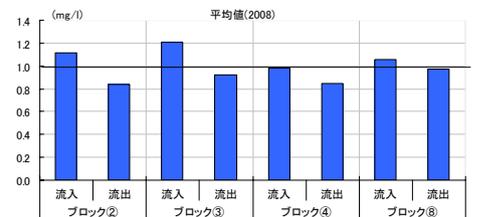


図-9 T-Nの平均値(2008年)

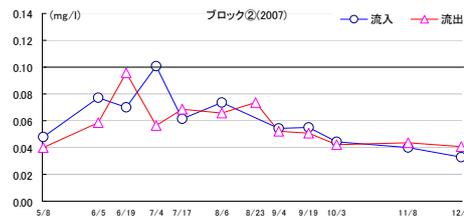


図-10 T-Pの時系列(2007年)

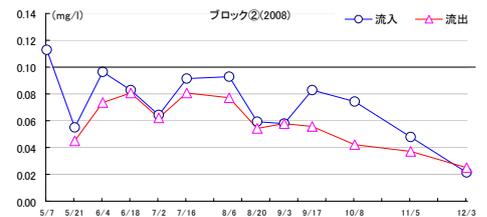


図-11 T-Pの時系列(2008年)

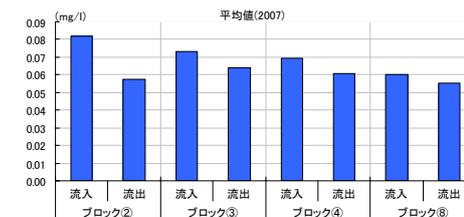


図-12 T-Pの平均値(2007年)

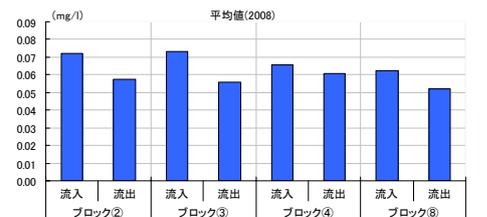


図-13 T-Pの平均値(2008年)

での流入濃度値が高い。しかし流出口で見た場合には 2008 年と同程度かそれ以下の値となっており、2007 年の除去能力が高いことがわかった。

### 8. 水質浄化の負荷速度・浄化速度

図-14 と図-15 に 2008 年の各ブロックの T-N、T-P の負荷速度と除去速度の関係を示す。

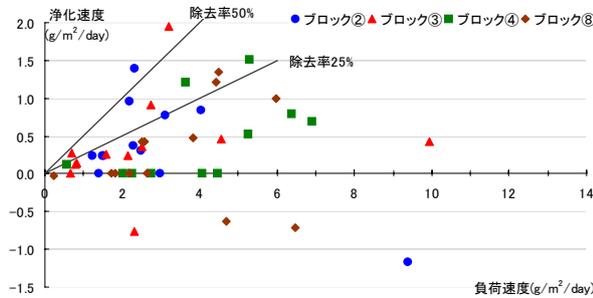


図-14 T-N 負荷速度と除去速度(2008 年)

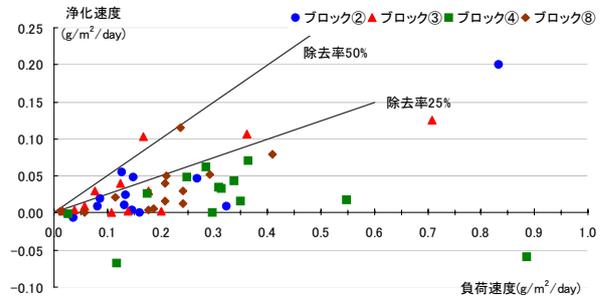


図-15 T-P 負荷速度と除去速度(2008 年)

$$\text{負荷速度(g/m}^2\text{/day)} = \frac{\text{流入水質(g/m}^3\text{)} \times \text{流入流量(m}^3\text{/day)}}{\text{水面積(m}^2\text{)}} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} \text{浄化速度(g/m}^2\text{/day)} &= \frac{(\text{流入水質(g/m}^3\text{)} - \text{流出水質(g/m}^3\text{)}) \times \text{流入流量(m}^3\text{/day)}}{\text{水面積(m}^2\text{)}} \quad (2) \end{aligned}$$

ここに示す負荷速度とは式(1)に示すように、単位面積当たりの流入水質負荷量(流入流量と水質項目の積)を表したものである。また浄化速度とは式(2)に示すように単位面積当たりの水質除去速度(流入水量と浄化水質の積)を示したものである。浄化速度と負荷速度の比が浄化効率、すなわち除去率となり、浄化速度が負荷速度と同一になる場合は除去率 100%を示すものである。そこで負荷速度と浄化効率を評価するために図中には除去率 50%と除去率 25%のガイドラインを書き加える。浄化速度と負荷速度の関係より各水質項目の除去率の設定、あるいは所定の除去率を満足する負荷速度を決定することが可能である。すなわち植生浄化施設において高い除去効果を得るための、最適な負荷速度となるようにするための基本的設計値の算出が可能となりうるものである。最適な負荷速度の設計値を算出できれば、負荷速度の式より各植生浄化施設の面積に対する流入濃度に対して、流入流量を変化させることによって、良好な水質浄化効果が望めることが期待できる。

T-Nについて負荷速度が 2.0g/m<sup>2</sup>/day~4.0g/m<sup>2</sup>/dayの間において除去率が 50%を超えており、効果的な浄化速度が得られていることがわかる。またT-Pについては負荷速度が 0.15g/m<sup>2</sup>/dayから 0.25g/m<sup>2</sup>/dayの間において除去率が 50%を超えており、効果的な浄化速度が得られていることがわかる。

### 9. 結論

本研究では八田原ダム植生浄化施設において水質浄化実験を行い、以下のことがわかった。

1. 水質項目について T-N、T-P の各項目は各実験田において流入口と流出口を比べれば濃度値は低下しており、浄化効果が認められる。特に、T-N、T-P については農業用水や環境保全水を満足できる水質(T-N : 1.0mg/l 以下、T-P : 0.10mg/l 以下)に改善することができた。
2. 自然条件の相違や通水条件の相違により負荷速度と除去速度の関係より、水質浄化効果の基本的設計を算出することができた。すなわちT-Nが 2.0~4.0 g/m<sup>2</sup>/day、T-Pが 0.15~0.25 g/m<sup>2</sup>/dayのときに良好な水質浄化効果が望められることがわかった。