

# 八田原ダム植生浄化施設における水質浄化実験

岡山県立高松農業高等学校

○北田 弘明

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

八田原ダムではダム湖水が富栄養化することを防ぐために建造当初より種々の水質保全対策がとられている。この水質保全対策の一つであり、流入水対策として設置されている植生浄化施設において4つの実験田(アシ原田)を選定し、流入調整を行い各実験田(アシ原田)における浄化効果を評価した。

## 2. 実験概要

### 2.1 植生浄化施設

八田原ダム植生浄化施設は、ダムから約3km上流のダム湖の上流端となる小谷地区に図-1のように上流から①～⑩の10ブロックに区切った面積約2.2haの移植アシ原田である。本川上流の導水路よりコンクリート三面張りの導水路に導水した河川水を各実験田(アシ原田)の上流端流入口2門から自然流入で各ブロックに取り込み、各ブロックの下流端流出口より本川へ還流させている。選定した4つの実験田(アシ原田)への流入量調整は、木製の堰板を所定の開口条件で流入口に設置することで行っている。

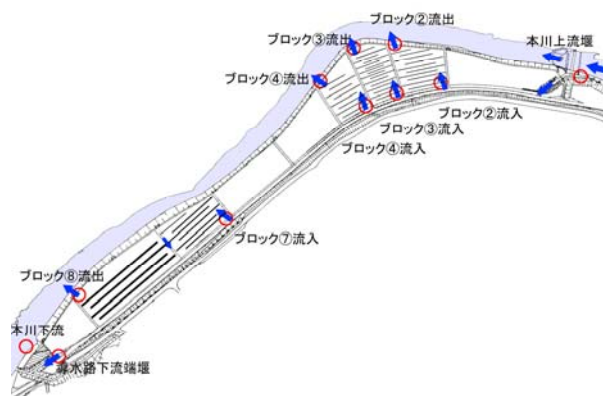


図-1 八田原ダム植生浄化施設の概要

### 2.2 調査概要

現地調査は2007年5月から12月までの7ヶ月で、原則月1回であるが、アシの生長が盛んな6月から9月までは月2回とし、計12回となった。10ブロックのうち、田面積がほぼ等しいブロック②、③、④とブロック⑦と⑧を併せた約3倍のアシ原田の流入口および流出口の8測点、本川上流堰測点、本川下流測点、導水路下流端越流堰測点の計11測点を水質調査測点とした。水質項目は、水温、DO、pH、COND(電気伝導度)、TURBの現地計測と採水試験水によるCOD<sub>Cr</sub>、T-N、T-P、SSなどの計16項目の室内分析である。

## 3. 調査・実験結果

### 3.1 河川流況および実験田流入・流出流量

調査期間(5月から12月)の八田原雨量観測所の日雨量および植生浄化施設より約3km上流の伊尾流量観測所での本川日平均流量を図-2に示した。本川流量についてみれば、5月8日(第1回)は前1週間に48mmの降雨があったため3.04 m<sup>3</sup>/sと多く、実験田導水路流入流量は約1.83 m<sup>3</sup>/sと設計流量に近い。6月5日(第2回)は6日前に16mmの降雨があったが、前9日間は無降雨であり、本川流量は2.11 m<sup>3</sup>/sとなり、堰流入流量は約1.38 m<sup>3</sup>/sに減り、6月19日(第3回)は5日前に16mm、6日前に1mmの降雨があったが、この2日を除く6日間は無降雨

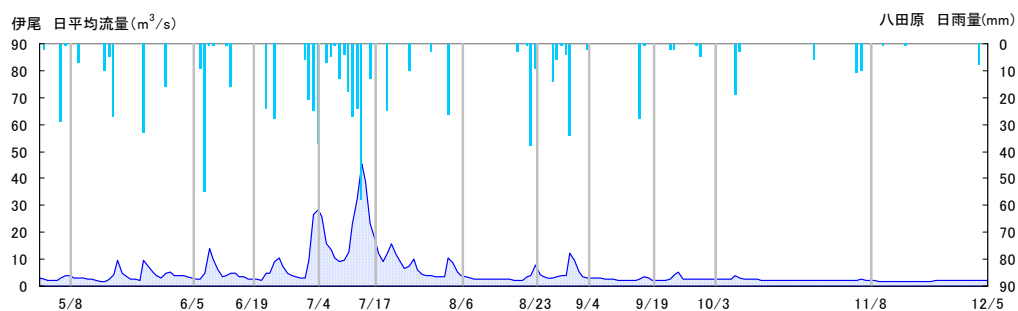


図-2 八田原観測所の日雨量と伊尾観測所の日平均流量

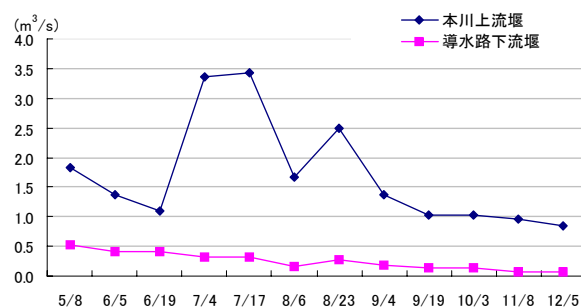


図-3 導水路流量の経時変化

であり、本川流量は  $1.62 \text{ m}^3/\text{s}$  となり、堰流入流量は約  $1.11 \text{ m}^3/\text{s}$  にまで減少している。9 月 4 日(第 8 回)は 4 日前までに 5 日間で  $59\text{mm}$  の降雨があり、本川流量は  $2.20 \text{ m}^3/\text{s}$  となり、流入流量は  $1.37 \text{ m}^3/\text{s}$  となった。その後は降雨量は極端に少なく渇水状態が続いたが、堰流入流量は  $1.0 \text{ m}^3/\text{s}$  程度で安定していた。この導水路流入流量に対して、導水路下流越流堰の流量についてみれば、図-3 に示されるとおり 5 月 8 日(第 1 回)が  $0.53 \text{ m}^3/\text{s}$  と全期間中で最大であり、12 月 5 日(第 12 回)が  $0.07 \text{ m}^3/\text{s}$  と最小となり経時的には漸減していることがわかる。また、実験当日、あるいは前日までに雨が降っていた 7 月 4 日、7 月 17 日、8 月 23 日は、導水路への流入流量は  $2.5 \sim 3.5 \text{ m}^3/\text{s}$  と多い。この 3 回の実験日では、図-4 に示したとおり各実験田の流入口では越流しており、流量計測が不可能であった。各ブロックの流入流量が計測できているときは、どのブロックでも図-5 に示したとおり、流入流量とほぼ等しい流出流量であった。

### 3.2 水質項目

#### (1) 水温・DO・pH

水温は季節の変化に伴い変動するが、測点間での大きな差異はなく、冬季  $5.1^\circ\text{C}$  ～夏季  $26.1^\circ\text{C}$  の変動であった。

DO 値は河川流量、実験田流入流量の多かった 8 月までは  $10\text{mg/l}$  以上の高い値を示したが、流量が少なくなった 9 月以降は  $6 \sim 8\text{mg/l}$  と低下した。とくにブロック②、③の流出口では図-6 に示したように 9 月 19 日には  $2.3\text{mg/l}$  の貧酸素状態にまで達した。

pH 値は図-7 に示したように、各ブロックとも流入口よりも流出口での値が小さく、とくにブロック②、③では 9 月以降は弱酸性となった。この原因としてはアシや水生植物の繁茂や水中小動物の増殖などによって、呼吸作用に伴う  $\text{CO}_2$  の発生と DO 消耗による影響であると推測できる。

#### (2) $\text{COD}_{\text{Cr}}$

8 月 23 日は 7 月の 2 回の大きな出水に比べれば降雨に伴う河川流量の増加はわずかであったにもかかわらず有機物汚染指数の COD 値は本川上流導水堰で  $21.5\text{mg/l}$ 、導水路下流越流堰で  $20.0\text{mg/l}$ 、本川下流で  $14.1\text{mg/l}$  と突出していた。この原因は上流伊尾地区の水質環境に起因していると推測するが、この日の特異値を除いて処理すれば、図-8 に示すようになる。すなわち本川では  $9.7 \sim 1.9\text{mg/l}$  で変動しており、冬季には最大値に比べて  $1/3 \sim 1/4$  の値にまで低下していることがわかる。また各実験田における平均値をみれば  $6 \sim 5\text{mg/l}$  の範囲にあり、わずかながら水質改善、浄化の傾向が認められる。

#### (3) T-N

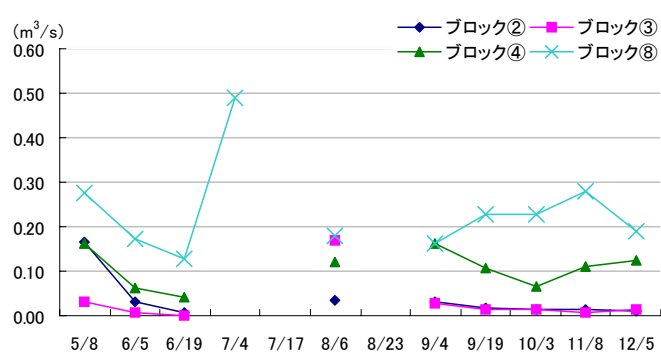


図-4 各ブロックの流入口流量の経時変化

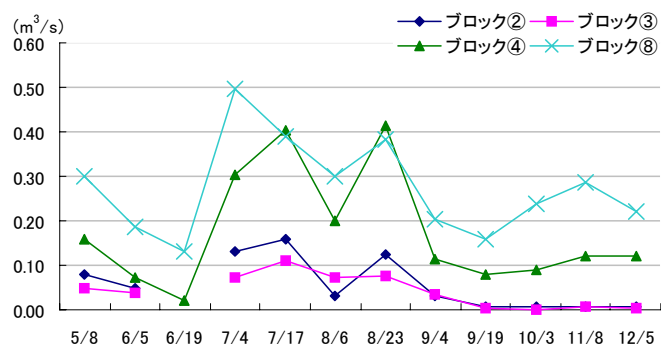


図-5 各ブロックの流出口流量の経時変化

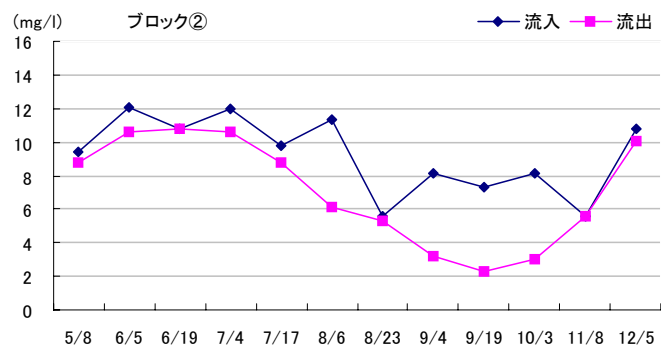


図-6 ブロック②の DO の経時変化

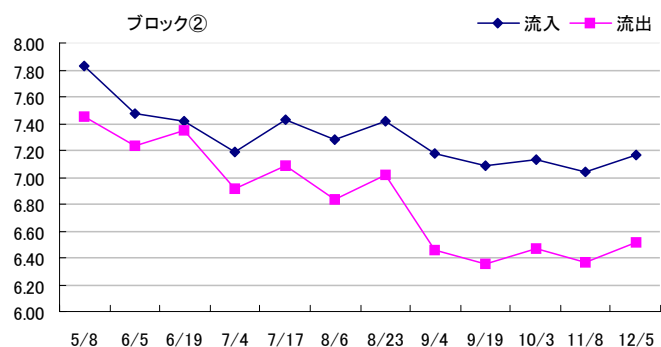


図-7 ブロック②の pH の経時変化

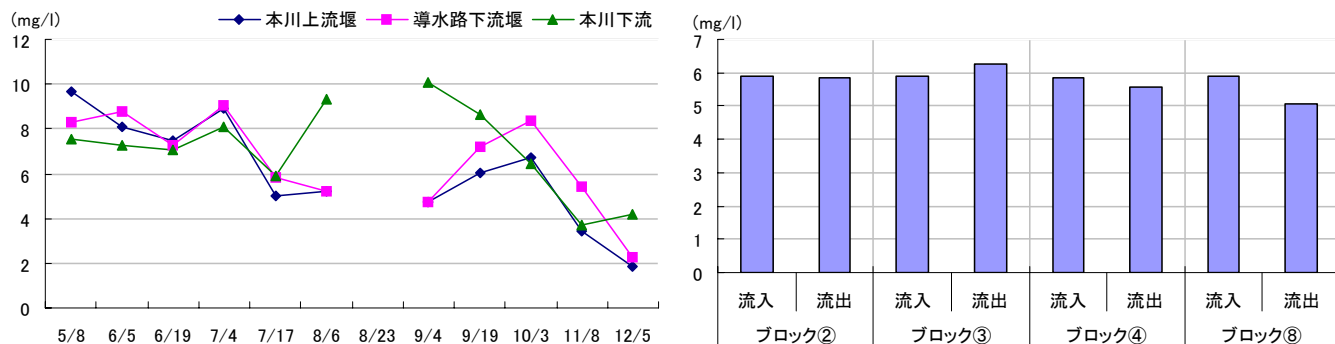


図-8 COD<sub>Cr</sub>の本川上流、導水路下流堰、本川下流の経時変化と各ブロックの流入出の平均値

本川および導水路の3測点、さらに各ブロックの流入、流出口測点の濃度値は経時的にみれば、低下傾向にあり、5月には2.3~1.4mg/lであったが、12月には1.2~0.7mg/l程度にまで水質は良くなっている。すなわち、今年は降水量が少なかったにもかかわらず、八田原ダムの流入水の水質はおおよそ50%もの良好な水質改善が図られたことになる。また各実験田での水質浄化効果についてみれば、図-9に例示したように流入口よりも流出口での値が低くなっており、かなり良好な浄化効果の発現であるといえる。しかしブロック②、③の9月19日以降は流入流量に対して流出流量が少なくなっていることとアシの生長過程が終了したため、浄化効果が発現されなかったものと考えられる。

#### (4)クロロフィル-a

クロロフィル量は水中の植物プランクトンによる炭酸同化・光合成作用の結果としての量の多少、および生産速度の大小によって変化し、ひいては水質の富栄養か貧栄養の判別指標の一つになる。20μg/lを超えれば、水質への懸念が大きくなるとされており、八田原ダムでは、目標値を10μg/lとしている。図-10に例示したがクロロフィル量の季節的变化は、日射と水温に関係して、3月頃から増加し、6月頃ピークとなり、10月頃まで減少する三角山形状の事例も見られる(諏訪湖、1964、市村)。このような視点から分析値の経時的変動についてみれば、8月23日を除けば最大値はいずれの測点においても、ほぼ5月~6月に記録しており、その後は緩やかに漸減していることがわかる。7月以降は10μg/l以下の値となっており、良好な水質を維持しているといえる。

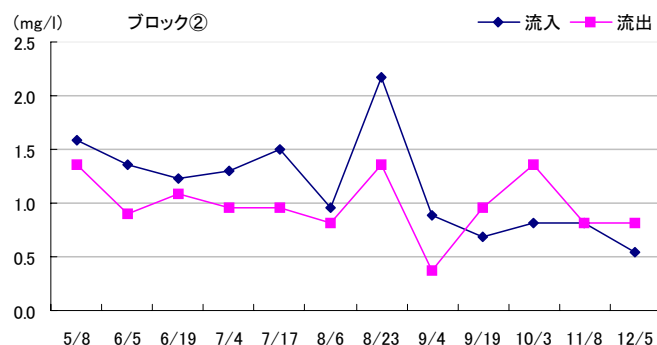


図-9 ブロック②のT-Nの経時変化

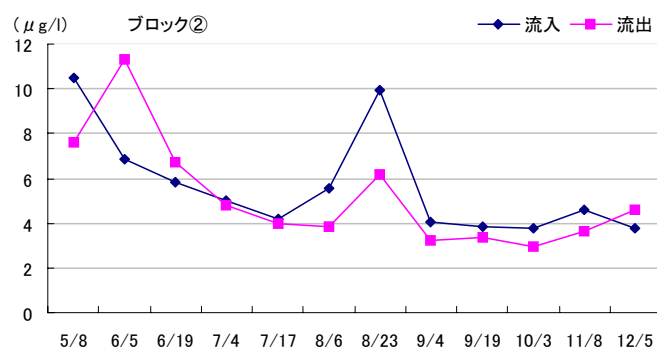


図-10 ブロック②のChl-aの経時変化

## 4. 2006年、2007年の年度比較

2006年と2007年の導水路流入流量についてみれば、2006年度は全期間を通じてほぼ1.0m<sup>3</sup>/sにコントロールできたが、2007年は8月までは出水時とも重なり、1.5~2.0 m<sup>3</sup>/sと多くなったが、9月以降はほぼ1.0m<sup>3</sup>/s程度に安定した。

ブロック②、③、④への流入流量は、2006年は全期間を通じてほぼ0.05m<sup>3</sup>/sを維持できた。しかし、2007年はブロック②、ブロック③では流入流量は0.04~0.015 m<sup>3</sup>/s程度にまで減少しており、ブロック内での滞留時間が前年に比べて、2~3倍も長くなったといえる。一方、ブロック④では流入流量は0.06~0.12 m<sup>3</sup>/sと多く、ブロック内での滞留時間は前年に比べて1/2以上に短くなったといえる。このような実験田流況のもとにT-N、T-Pに

ついて考察する。

### (1)T-N

ブロック②の経時変化はすでに図-9 に示したが、ブロック④の経時変化を図-11 に示し、さらに 2006 年のブロック②およびブロック④の経時変化を図-12、図-13 に示した。

2007 年の流入濃度値は、多少の変動が見られるが経時的には 5 月の 1.5mg/l から漸減して、12 月には 0.5mg/l 程度となり、平均値はブロック②で 1.2mg/l、ブロック④で 1.1mg/l とほぼ等しい。流入口より流出口の値が低くなり、浄化効果の発現が認められたのはブロック②で 8 回、ブロック④で 4 回である。

一方、2006 年の流入濃度値は、ブロック②では 5 月の 2.4mg/l から、7 月に 1.0mg/l の最低値となり、12 月には 1.4mg/l 程度となり、ブロック④では 5 月の 1.7mg/l から、9 月の 1.0mg/l を経て、11 月には最高値 2.3mg/l となり、12 月は 1.7mg/l である。すなわち、2006 年の濃度値は 2007 年に比べて 1.5 倍以上の高濃度であったことがわかる。しかも浄化効果の発現はブロック②で 2 回、ブロック④で 4 回と少ない。この両年の比較では、実験田での滞留時間が長くなった 2007 年の方が T-N の除去、浄化効果の発現に優れていたと評価できる。

### (2)T-P

ブロック④での経時変化を図-14 および図-15 に示した。2007 年の変動は 5 月の 0.116mg/l を最高値として経時的には明確な低下傾向を示し、12 月には 0.029mg/l となった。すなわち水質は 5 月に比べて約 1/4 にまで改善されていることがわかる。しかし図からもわかるとおり流入口と流出口での値は、ほとんど同程度であるが、実験田での浄化効果有りとする回数は 12 回中 7 回である。一方、2006 年の流入濃度値は、経時的には低下傾向を示しているが最低値は 0.055mg/l であり、2007 年に比べて 2 倍程度も高いといえる。また図からも明らかに、流出口濃度の方が流入口濃度値よりも高いことがほとんどであり、底泥からの巻上げ、溶出等による、むしろ水質悪化の発現となった。

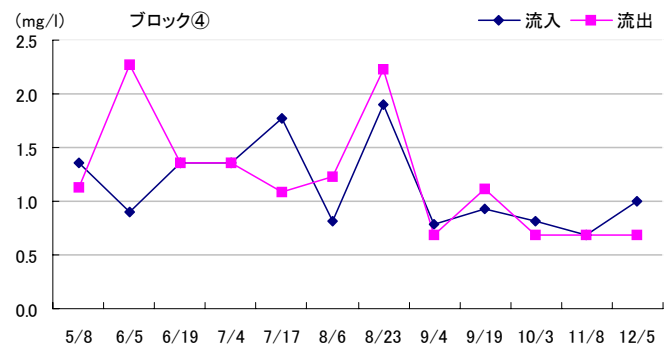


図-11 ブロック④の T-N の経時変化

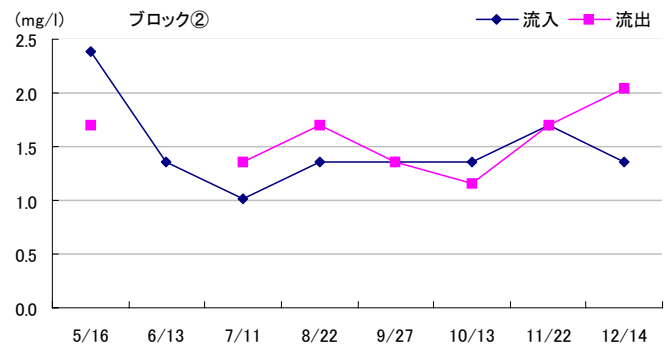


図-12 ブロック②の T-N の経時変化(2006 年)

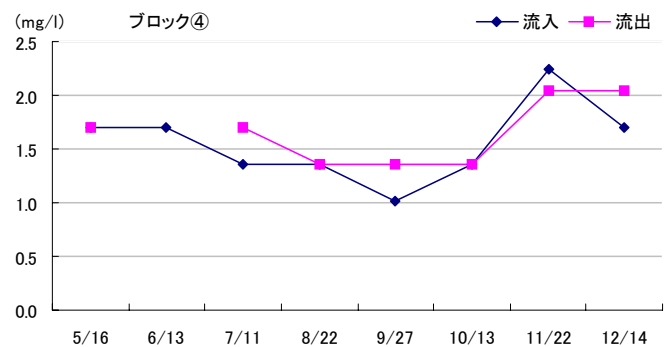


図-13 ブロック④の T-N の経時変化(2006 年)

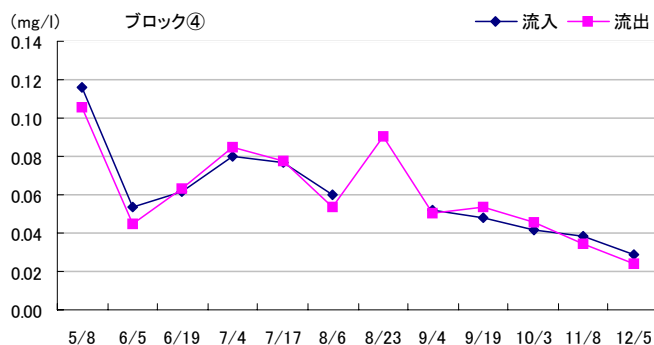


図-14 ブロック④の T-P の経時変化(2007 年)

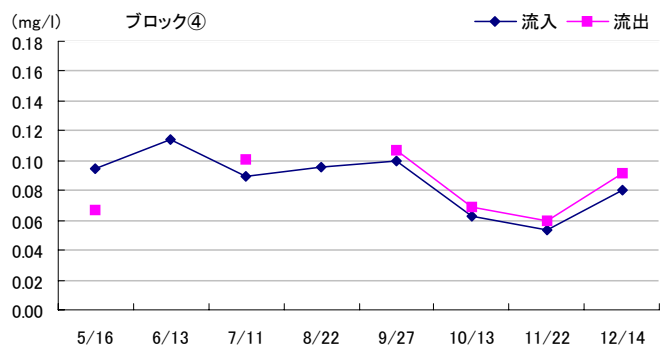


図-15 ブロック④の T-P の経時変化(2006 年)