

資料

## 黒瀬川における水質とCOD負荷量の挙動

波谷 一宏\* 小田 新一郎 村上 正和

### Water Quality and COD Load in Kurose River

KAZUHIRO HADANI\*, SHIN-ICHIROU ODA and MASAKAZU MURAKAMI

(Received Sep. 30, 1996)

#### はじめに

黒瀬川水質自動測定局（以下「測定局」という。）は「広島中央テクノポリス」の地域開発が行われている黒瀬川流域に設置され、1985年4月から測定を開始した。

今回1996年3月までの11年間の測定結果を取りまとめ、水質の経年変化や日間変動、汚濁負荷量の挙動などについて解析したので報告する。

#### 調査方法

##### 1 黒瀬川及び測定局の概要

黒瀬川は、東広島市志和町に源を発し、東広島市、賀茂郡黒瀬町を経て、呉市広町から瀬戸内海の広湾に注ぐ流路延長99.6km、流域面積239km<sup>2</sup>の二級河川である。水質汚濁に係る環境基準はA類型が定められており（昭和46年環境庁告示）、東広島市及び呉市の水源として、また、農業用水として利用されている。

黒瀬川水質自動測定局の概要は表1のとおりである。

表1 黒瀬川水質自動測定局の概要

設置場所	呉市郷原町字飛垣内1619-1
採水地点	浜田橋橋脚部 公共用水域水質環境基準点「芋福橋」から約1km上流
採水方法	水中ポンプ交互運転
測定項目	水温、pH、導電率、濁度、 溶存酸素(DO)、 化学的酸素要求量(COD)

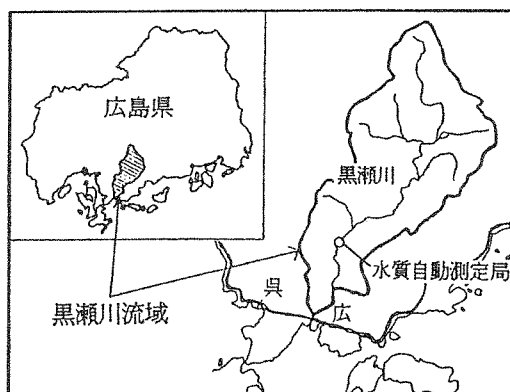


図1-1 黒瀬川水質自動測定局の位置

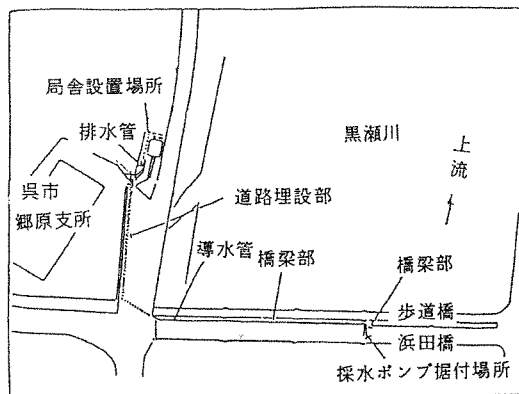


図1-2 黒瀬川水質自動測定局の付近見取図

##### 2 測定機器の概要

測定機器の概要は表2のとおりである。

測定項目のうち、水温、pH、導電率、溶存酸素(DO)及び濁度の5項目は同一の水質自動測定器（電気化学計器㈱；MW-200-592）に組み込まれ、COD計は別の単独装置（同；COD-31-N）となっている。1時間ごとの測定結果はNTT回線により中央監視局（保健環境センター）に転送されている。

\* 広島県福山保健所：Hiroshima Prefectural Fukuyama Community Health Center

表2 自動測定器の概要

測定項目	測定方法	測定範囲
水温	白金抵抗法	-10~40℃
pH	ガラス電極法	pH2~12
導電率	交流二極法	0~1000 μS/cm
DO	ガルバニセル法	0~20 mg/l
濁度	散乱光透過光演算法	0~200 mg/l
COD	硫酸酸性過マンガン酸カリウム酸化法 (銀無添加)	0~20 mg/l

### 3 COD汚濁負荷量の算出

CODの汚濁負荷量は、測定局で得られたCOD値と二級貯水池（測定局から約2km下流）の河川流量及び降水量データ（中国電力株式会社提供）から次の(1)~(3)により、降雨時と非降雨時（以下「晴天時」という。）に分けて算出した。

なお、降雨時と晴天時の分類は、前者を汚濁負荷量が降雨によって増加し始めた時点から降雨前のレベルに戻った時点までとし、後者をそれ以外とした。

#### (1) 実測値による算定

黒瀬川水質自動測定局で測定している1時間ごとのCOD濃度と二級貯水池の流量データを用いて、次式によりCOD負荷量（1時間値）を算出した。

なお、COD濃度は公定法換算済のデータを使用した。

$$L_t = C_t \times 10^{-6} \times Q_t \times 10^3$$

$$= C_t \cdot Q_t \cdot 10^{-3}$$

$L_t$ ：時刻tのCOD負荷量 [kg/時]

$C_t$ ：時刻tのCOD濃度 [mg/l]

$Q_t$ ：時刻tの河川流量 [m<sup>3</sup>/時]

#### (2) データ欠測時の処理

ア COD濃度に欠測があったとき

一降雨による流出負荷量は海老瀬 [1] の手法を黒瀬川に適用した次式により算出した。

$$(\Sigma L/A) = 4.66 (\Sigma Q/A)^{1.20}$$

$\Sigma L$ ：一降雨によるCOD流出負荷量 [kg]

$\Sigma Q$ ：一降雨による流出流量 [10<sup>3</sup> · m<sup>3</sup>]

A：流域面積（採水地点上流部 [219km<sup>2</sup>])

相関係数：0.98

このべき乗の1.20は三滝 [2] が1985、1986年度の黒瀬川のデータを用いて求めた値とほぼ同程度である。

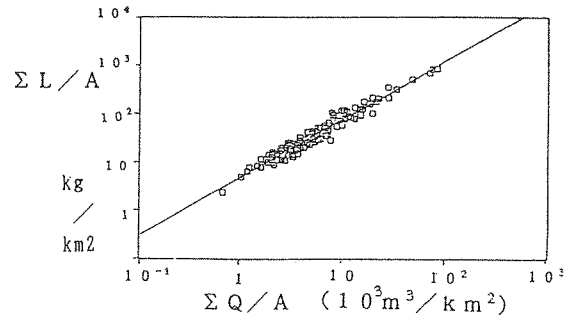


図1-3 比累加流量 ( $\Sigma Q/A$ ) とCOD比累加流出負荷量 ( $\Sigma L/A$ ) の関係

イ 流量データに欠測があったとき

降水量R [mm] とCOD比累加流出負荷量  $\Sigma L/A$  の間には次式のような関係がある。

流量データが欠測のときのCOD流出負荷量は二級貯水池の降水量を用いてこの式より算定した。

$$(\Sigma L/A) = 0.21R^{1.65}$$

R：降水量 [mm]

相関係数：0.84

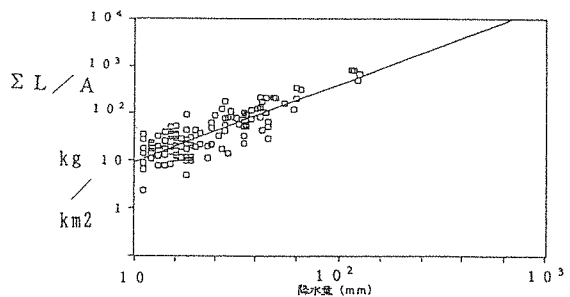


図1-4 降水量とCOD比累加流出負荷量の関係

### 4 全クロロフィルの測定

1990年7月に植物プランクトンの日間変動をみるため、測定局の採水用調整槽に自動採水器をセットし、1時間おきに24時間採水し、アセトン抽出吸光度法 [3] で測定した。

## 結果

#### 1 項目別の概要

周期的な日間変動を示すpH、DO、COD及び全クロロフィルの測定結果を以下に示す。

なお、濁度及び導電率は降水状況によって影響を受け変動が大きいが、経年的な変化は観測されなかった。

##### (1) pH

pHの年平均値は7.1~7.3で安定して推移している。

月別変化を図2-1に示す。

月平均値は6月に低下し、8月に向かって上昇している。変動幅は約0.2である。

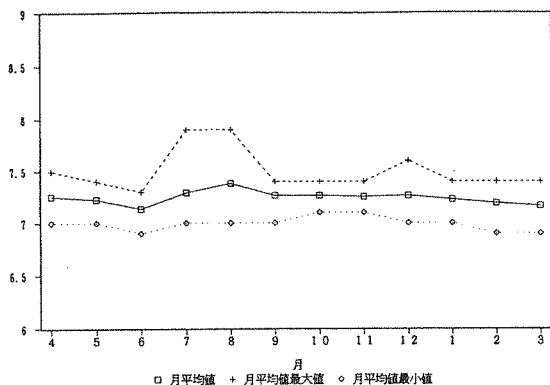


図2-1 pHの月別変化  
(1985～1995年度の11年間の平均)

1月、8月及び年間を通した日間変動を図2-2に示す。

6時ごろに最低、17時ごろに最高となる。年平均値の変動幅は約0.4である。8月の変動幅は約0.6であり、1月の約0.2と比較すると約3倍になっている。

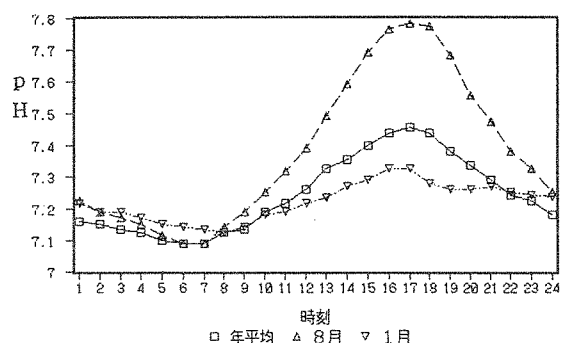


図2-2 pHの日間変動  
(1985～1995年度の11年間の平均)

(2) DO

DOの年平均値はほぼ10mg/l (9.4～10mg/l)で安定して推移している。

月別変化を図3-1に示す。

月平均値は夏期に低く、冬期に高くなっている。変動幅は約3.6mg/lである。

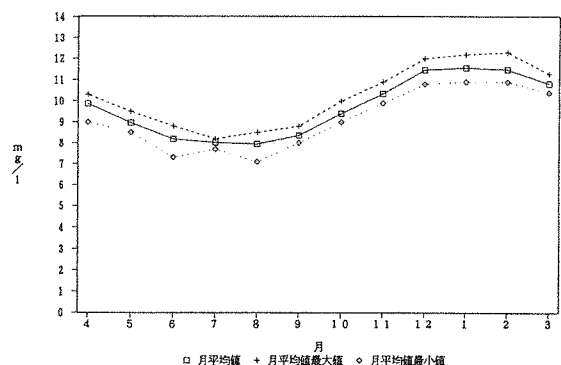


図3-1 DOの月別変化  
(1985～1995年度の11年間の平均)

1月、8月及び年間を通した日間変動を図3-2に示す。pHとほぼ同様の変動を示し、年平均値の変動幅は約1.6mg/lである。8月の変動幅は約2.4mg/lであり、1月の約1.5mg/lと比較すると約1.6倍になっている。

データのベースラインが約4mg/lほど1月の方が高いのは8月より1月の方が水温が低く、溶存酸素飽和量が大きいためと考えられる。

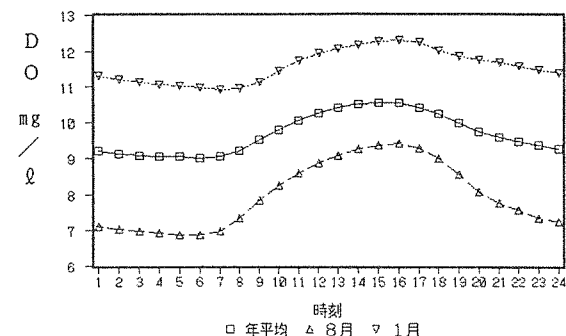


図3-2 DOの日間変動  
(1985～1995年度の11年間の平均)

(3) COD

CODの経年変化を図4-1に示す。

異常濁水であった1994年度はCOD濃度の年平均値は過去最高となったが、これを除けば年平均値のみを限り、水質はほぼ一定で推移している。

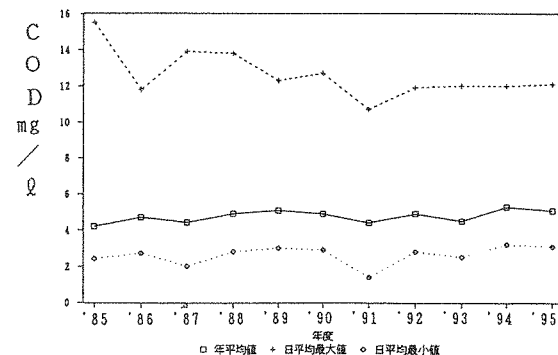


図4-1 CODの経年変化

月別変化を図4-2に示す。

月平均値は春先から初夏にかけて高く、秋期から初冬にかけて低くなっている。月平均値の変動幅は約2mg/lである。

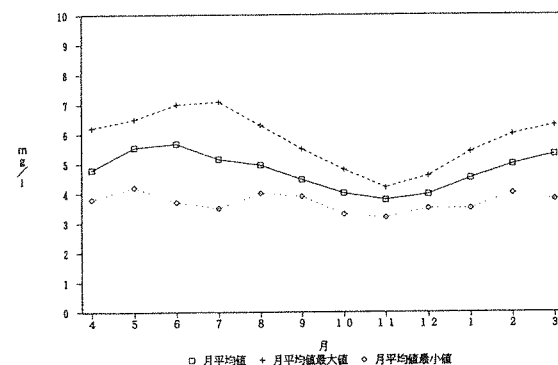


図4-2 CODの月別変化  
(1985～1995年度の11年間の平均)

1月, 8月及び年間を通した日間変動を図4-3に示す。

年平均値は夕方が高く, 明け方に低くなっており, その変動幅は約0.2mg/lである。

これを月別にみると, 8月は日中に高く, 夜間に低くなる周期的な変動を示すが, 1月については特にこのような日間変動は観測されなかった。

8月の変動幅は約0.8mg/lであり年間を通じた変動幅の約4倍と非常に大きいことが分かった。

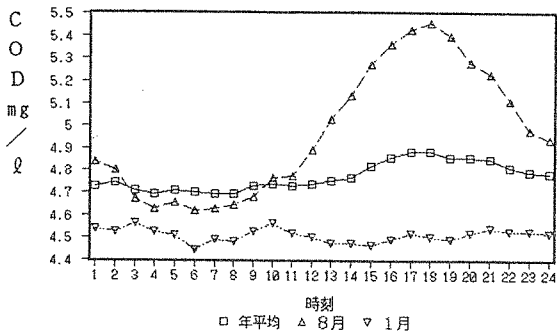


図4-3 CODの日間変動  
(1985~1995年度の11年間の平均)

(4) 全クロロフィル

1990年7月31日14時から8月1日13時までの全クロロフィル(T-Chl)及びpH, DO, CODの測定結果を図5に示す。

T-Chlは植物プランクトンの光合成により昼間に高く, 夜間に低くなる変動を示し, 他の項目もほぼこれに連動した挙動を示した。

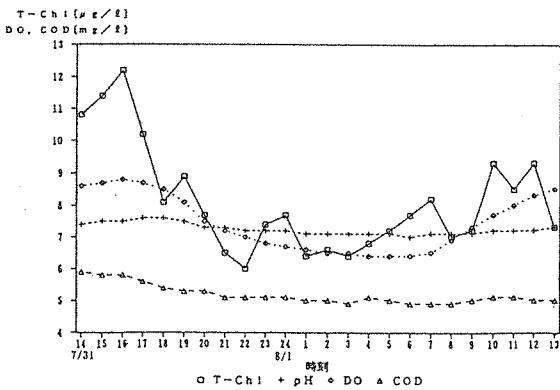


図5 全クロロフィル量, pH, DO, CODの測定結果

測定結果

2 COD流出負荷量

(1) 経年変化

晴天時と降雨時のCOD流出負荷量の1985から1994

年度までの10年間の推移を図6-1に示す(1995年度は, 必要とする流量データが得られなかったため, 負荷量を算出していない.)。

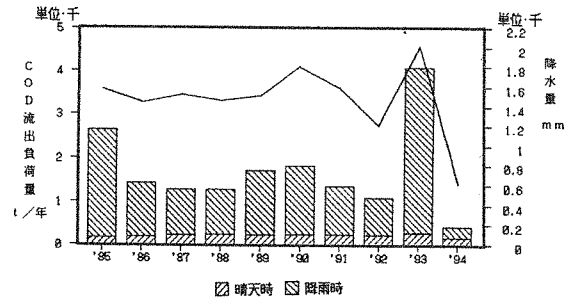


図6-1 COD年間総流出負荷量及び年間降水量の経年変化

晴天時の負荷量は10年間を通してほぼ一定しているのに対し, 降雨時の負荷量は年間降水量を反映して年ごとに大きく変動している。

このため, 年間総負荷量は年間降水量の最も多かった1993年度に4083tと最大になり, 逆に年間降水量の最も少なかった1994年度に419tと最小となった。

10年間の平均は1706tであり, このうち降雨時の割合は87%であった。

(2) 月別変化

月別の負荷量(10年間の平均)を図6-2に示す。

月別の負荷量も晴天時はほぼ一定しているのに対し, 降雨時は月別降水量を反映して大きく変動している。

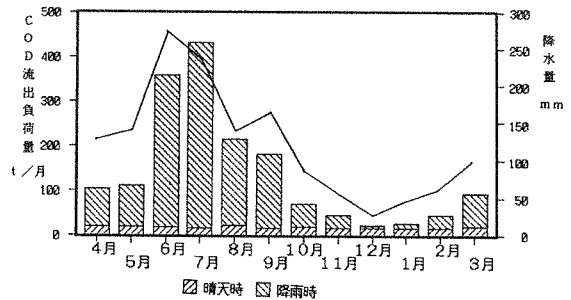


図6-2 月別COD流出負荷量及び月別降水量(1985~1994年度の10年間の平均)

考 察

1 水質の推移

黒瀬川の水質についてみると, 汚濁指標項目であるCODの年平均値は, 異常高値で高くなった1994年度を除けば, 調査を開始した1985年度以降4.7mg/l前後で推移しており, 水質は経年的には安定しているものと思われる。その他の項目についても, その年の気象状況, 河川流況などの影響で変動する項目もあるが,

おおむね横ばい状態であり、安定して推移している。

また、環境基準 (pH, DO) の適合状況についてみると、pHはほぼ100%適合、DOは1994年度にやや低くなったが、平均96%近い適合率であり、比較的良好な達成状況にある。

以上のように黒瀬川の水質については、年間にわたる特異的な要因 (気象, 河川状況) で多少変動する可能性はあるものの、これまでほぼ横ばいで推移しており、汚濁負荷を急激に変化させる要因が生じない限り、将来とも同一レベルで推移するものと推察される。

## 2 日間変動

pH, DO, CODは日中に高く、夜間に低くなる周期的な変動を示す。また、この変動の幅も水温が高く、日射も強い8月が1月に比べ大きくくなっている。

このような日間変動の挙動はT-chlの調査からも藻類の光合成や微生物の活動によるものと推測される [4]。

一般に河川は湖沼とは異なり、藻類の影響による水質の変動は少ないと言われているが、黒瀬川においては上流部に富栄養化の進行している貯水池があったり、河川流量もさほど多くはなく、堰などにより流れが比較的滞留している箇所があるため、大河川に比べると藻類の影響を受けやすくなっているものと思われる。

## 3 COD負荷量

流出負荷量の日平均値は晴天時860kg/日、降雨時13600kg/日であり、晴天時と降雨時を含めた年間の日平均値は4670kg/日であった。

降雨時には晴天時の約16倍の負荷量が流出しているが、この原因については、晴天時には河川の浄化作用や汚濁物質の河床への堆積などの効果によって負荷量が減少する一方、降雨時には晴天時に堆積した汚濁物質の巻き上げのほかにも降雨により削られた土砂が流出するといった現象が生じているためと推測される。

なお、当所では、公共用水域に排出される負荷量を工場等における実測値や種々の指標に原単位を用いた水質情報管理システムにより算出しているが、測定局より上流から排出される人為的な負荷量は約1900kg/日となっている。

この値と晴天時及び降雨時の実測値とは隔たりがあるが、水質情報管理システムでは個々の発生源から排出された時点での負荷量の総計を算定しており、河川の浄化作用や降雨による土砂の影響などは算定していないことが原因として考えられる。

## まとめ

黒瀬川水質自動測定局の1985～1995年までの11年間の結果を取りまとめた。その結果、以下のような知見を得た。

- 1 pH (7.1～7.3), DO (9.4～10mg/l), COD (4.2～5.3mg/l)とも水質に大きな経年変化は無かった。
- 2 pH, DO, CODとも水質は昼間に高く、夜間に低くなっている。また、その変動幅は冬期よりも夏期に大きくなる。
- 3 T-Chlも同様の変動を示すことから、黒瀬川の水質の日間変動は生物活動によるものと考えられる。
- 4 晴天時のCOD負荷量は経年的にも月別にもほぼ一定であり、平均すると860kg/日である。
- 5 降雨時のCOD負荷量は年度ごと月ごとの降水量を反映して大きく変動しているが、平均すると13600kg/日であり、晴天時の負荷量の約16倍に相当する。
- 6 COD年間総負荷量 (10年間の平均) は1706tであり、このうち、降雨時の負荷量の割合は87%であった。

## 文 献

- [1] 海老瀬潜一：自然浄化機能による水質改善に関する総合研究 (第7報), 国立公害研究所報告, **116**, 133-147 (1988)。
- [2] 三滝尊幸：黒瀬川におけるCOD流出負荷量について, 広島県環境センター研究報告, **10**, 1-7 (1988)。
- [3] 西条八東：陸水学実験法シリーズ1「クロロフィルの測定法」, 陸水学会誌, **36**, 103-109 (1975)。
- [4] 古谷 他：光合成 (植物生理学講座I) 朝倉書店 (1994)。

