

インドネシア・西ジャワ・チダナウ流域における水質劣化問題分析 Analysis on water degradation issues in Cidanau Watershed, West Java, Indonesia

金沢亮* 後藤章** 石積航* 水谷正一**

KANAZAWA Ryo, GOTO Akira, ISHIZUMI Wataru, MIZUTANI Masakazu

1. はじめに チダナウ川流域はジャワ島最西部に位置し、チレゴン工業地帯の重要な水源となっている。現在、人間活動からの排出負荷による流域の水質汚濁が流域内外における水利用に深刻な影響を与えている。そこで、本研究では、流域内の人々の生活環境に直接影響を与える有機物汚濁(CODを指標とする)に着目し、流域水質管理の基礎として汚濁負荷収支を解明するとともに、それにもとづく流域内水質動向の将来予測を試みる。

2. 研究の方法 水質調査 Fig.1 に示す地点で簡易水質測定と、採水による水質分析を行った。今回はそれらのうち5年間(2000-2004)のパックテストのCODデータを用いる。生活実態調査 主に生活用水源(飲用水、洗濯水、水浴びの水)、生活雑排水の排出先、トイレの形態、浸透槽の有無などについて流域内の3箇所で聞き取りを行った(Fig.1)。データの分析 地点ごとに集水域内の発生COD負荷量を求め、水質との関係を分析した。発生負荷量と流出負荷量の関係から負荷流達特性を分析し、それをもとに将来の水質動向の予測を試みた。

3. 結果と考察 流域生活形態 生活系負荷すなわち尿尿負荷と生活雑排水負荷は、流域のCOD負荷の最大の負荷源と考えられる。生活雑排水は、小水路から小河川や水田などへ排出される。尿尿は、浸透槽が使用される場合もある¹⁾が、水田や河川に流入させる場合が多い。特に河川付近では生活雑排水の直接排出、尿尿の直接排泄が多く、河川への直接負荷はかなり多いと考えられる。しかし、以前の調査時にはなかった公衆トイレも設置され、村によって普及率は異なるが、浸透槽は増加傾向にある。

COD測定結果と単位面積COD負荷量の関係 Fig.2 に各地点のCOD平均を示す。日本の環境基準ではCOD8mg/L以下が湖沼類型C(最低ランク)となっているが、流域の多くの地点でそれを上回っており、流域内の水質は非常に汚濁が進んだ状態といえる。特に人口集中地区と湿地帯では高い値であった。Fig.3 に単位面積当りの負荷量と調査で得られたCODの関係性をグラフにした。図中の直線は単位面積当り負荷量を流域河口の平均流量で割ったもので、流域全体での負荷と濃度の平均的な関係性を表している。次式により発生負荷量から単位面積負荷量を算出した。

$$\text{発生負荷量 (ton} \cdot \text{y}^{-1}) = \text{生活系負荷原単位} \times \text{人口}$$

$$\text{単位面積負荷量 (ton} \cdot \text{y}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}) = \text{発生負荷量} / \text{集水面積}$$

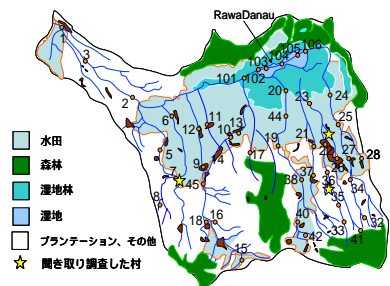


Fig.1 Land use and water sampling points
土地利用と採水地点

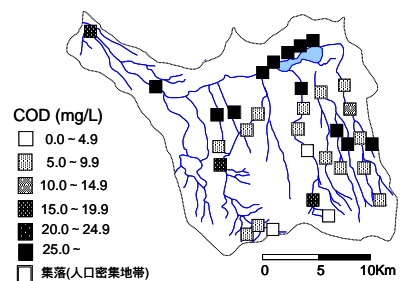


Fig.2 Distribution of COD
COD 分布図

*宇都宮大学大学院 (Utsunomiya Univ.) **宇都宮大学農学部 (Utsunomiya Univ.)

キーワード: 有機物汚濁、流域水質管理、COD、インドネシア

今回は流域の正確な原単位が得られなかったため、日本の昭和 30 年代の値を用いた²⁾。Fig.3 より水田地帯では、単位面積負荷量に対してCODが非常に低いことがわかる。また、図 2,3 より、湿地内のCODは他の地点に比べて高い。これは、湿地に期待される浄化機能を失い堆積有機物の流出が進行しているためである³⁾。以下ではラワダナウ湿地帯とその影響を受ける最下流部を除外して考える。

発生負荷量と流出負荷量の関係と流達率の算出 流出負荷量 (ton・y⁻¹) = COD×流量 により流出負荷量を求め、Fig.4 に発生負荷量と流出負荷量の関係を表した。なお、流量としてArienの水文モデルによる計算値を用いた⁴⁾。図中の直線は分解がなかった場合において期待される負荷量である。これを用いて、各地点について流達率 (= 流出負荷量 / 発生負荷量) を計算した (Table 2)。人口集中地区では流達率が非常に高く、河川に近い人口集中地区では河川への直接排出が大きいと考えられる。山腹部、水田地帯においても近くに集落がある場合には高い流達率となった。このことより、人口集中地区からの距離が流達率に深く関わっていると考えられ、人口集中地区が汚濁源となっていることが確認された。また、近くに人口集中地区のない水田地帯では流達率が低いことから、水田では有機物分解の作用が大きいと考えられる。

水質予測 前述の流域生活形態から Table 1 に示すシナリオを想定し、流達率を基に 10 年後の水質予測を試みた。人口増加率は地域によってばらつきがあるため、今回はインドネシアの平均である 2%と仮定し、日本の単独浄化槽の浄化率 60%強にならって、浸透槽の浄化率を 60%と仮定した。Table 2 より 10 年間の人口増加に対して、シナリオの浸透槽の整備・充実では水質は悪化をとめることはできないが、シナリオの何も対策を講じなかった場合と比べると、水質悪化にブレーキが掛かることがわかる。

4. まとめ 各地点ごとに流達率を算出し、その結果人口集中地区では高く、水田地帯では低い傾向が明らかになった。また、求めた流達率により、水質予測をすることによって、浸透槽の普及は幾分効果があるが水質改善には至らないことが分かった。

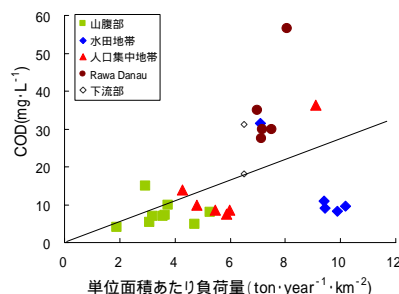


Fig.3 Effluent COD load per unit area and COD concentration
単位面積当り負荷量とCODの関係

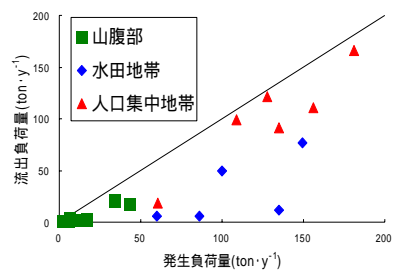


Fig.4 Effluent and discharge of COD load
発生負荷量と流出負荷量

Table 1 Scenarios of forecast
予測シナリオ

シナリオ	浸透槽(セパティクタンク)	人口
	流域全体で普及する	年間
	現況のまま	2%増加

浄化率60%と仮定する⁵⁾

Table 2 reaching rate and COD forecast
流達率と予測量

採水地点	採水地点の集水域の特徴	平均流達率 (%)	発生負荷量		流出負荷量		COD値				
			現在	シナリオ	現在	シナリオ	現在	シナリオ			
			ton/y		ton/y		mg/L				
山腹部	直上流に集落あり	32.9	18.5	20.1	22.5	6.1	6.6	7.4	10.4	11.3	12.6
	直上流に集落存在しない	16.7	4.9	5.3	6.0	0.8	0.9	1.0	7.5	8.2	9.2
水田地帯	近くに集落あり	50.6	125	136	152	63	69	77	9.4	10.3	11.5
	上流に集落あるが近くではない	8.2	94	102	114	7.7	8.4	9.3	8.3	9.0	10.1
人口集中地帯	集落内もしくは集落付近	83.2	142	154	173	106	129	144	8.6	10.5	11.8

引用文献 1)三澤健一(2003):ジャワ島チダナウ流域における窒素負荷収支の分析 宇都宮大学修士論文 2)田淵俊雄ら(1998):農業土木学会 地域環境工学シリーズ4 清らかな水のサイエンス 3)石積航(2004):ジャワ島チダナウ流域の水質汚濁における湿地の影響について 宇都宮大学卒業論文 4)Arien Heryansyah: Modeling Approach for Analyzing Water Pollution Problems in Banten,Province, Indonesia (投稿中)