

ジャワ島・チダナウ流域における河川水質の将来動向

Trend of river quality in Cidanau watershed, Java Island

三浦晃毅* 後藤章** 水谷正一** アリン・ヘリヤンサ*** 金沢亮****

MIURA Koki, GOTO Akira, MIZUTANI Masakazu, Arien Heryansayah, KANAZAWA Ryo

1. はじめに 研究対象流域であるインドネシア・ジャワ島のチダナウ流域(図1)は流域内外に対する重要な水源である。近年、流域内の人口の増加・生活環境の変化に伴い水質汚濁が問題になっている。河川水の汚濁は、流域内外での河川水の利用者に対する健康被害や栄養塩類による生態系に及ぼす悪影響などが懸念される。また流域の最下流にある水供給公社(KTI)では水質浄化の処理費用の増加が問題になっている。そこで流域の水環境管理計画の基礎的研究として本研究はCODを水質指標とする有機物汚濁に着目して将来の水質動向を予測する。

2. 研究の方法 金沢(2005)・石積(2006)はサブ流域ごとのCOD流達率を求め、水田は汚濁物質の浄化に働いていること解明した。また、榊原(2006)は集落からの汚濁負荷物質の排出状況違いによる集落内流達率を求めた。そこで有機汚濁物質が集落より排出され河川を流下する際の流達量を算出するモデルを構築する。このモデルでは水田での負荷物質の浄化に加えて、河川での自浄作用も考慮に入れる。流達式はStreeter-Phelpsの式を参考に流下距離・水田面積を変数にする。単位距離当たり・単位水田面積当たりの浄化率が一定であると仮定し、指数関数の形で表わした。この指数関数の式を基本式としてこの流域に対応するようにモデルを構築していく。図2にモデルの概念図及び式を示す。モデル構築のためには現地調査より得た人口・聞き取り・水質のデータと地図ソフトを使って算出した採水地点ごとの流下距離・水田面積のデータを使用する。このモデルのパラメータは γ ・ k_r ・ k_p の3つである。 γ の値は聞き取り調査の結果より得られた採水地点ごとの汚濁負荷物質の排出状況によって、榊原(2006)のモデルを参考に下水処理普及地域は γ_1 、未普及地域は γ_2 を決定した。 k_r ・ k_p については現地で測定した水質データとArien(2005)のモデルから得た流量を利用して流出負荷量を算出した実測値と比較して決定する。パラメータの決定には効率係数(Model Efficiency)を使用し、その値を評価する。構築したモデルを利用して、設定した予測シナリオで水質の将来動向を予測する。

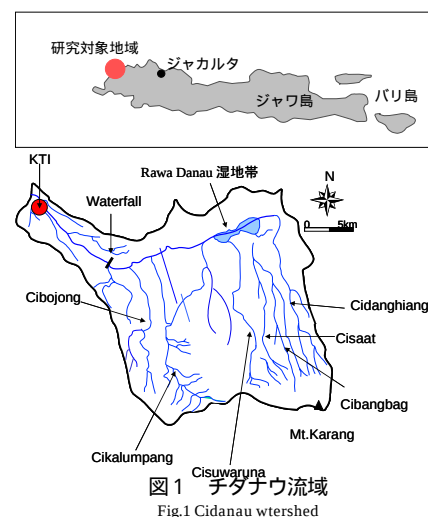


図1 チダナウ流域
Fig.1 Cidanau watershed

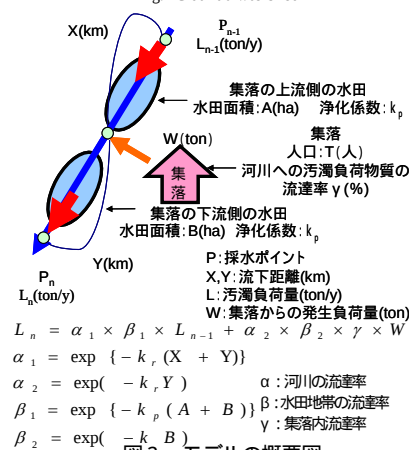


図2 モデルの概要図

Fig.2 Outline of the model

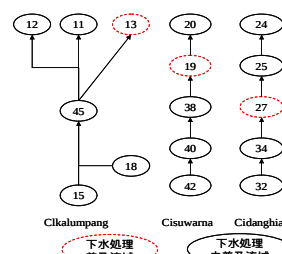


図3 採水地点の関係
Fig.3 Relationship among water sampling point

3. COD 流達モデル まずはモデルを支流単位に適用させた。図3に各河川の採水地点の関係と聞き取りより得られた負荷物質の排出状況を示す。図4にモデル計算の結果を示す。 $y_1=0.767 \cdot y_2=0.383 \cdot k_r=0.014 \cdot k_p=0.398$ のとき $ME=0.915$ となり、高い精度で負荷物質の流達を再現できた。

次に、このモデルの対象を流域全体に拡大させてモデル計算を行い流域下流部の流出量を算出した。なお下流部のラワダナウ湿地帯からは有機物が大量に流出していて、発生源として働いている。これは湿地の劣化・乾燥化によって湿地が本来の浄化機能を失い、逆に堆積した有機物が流出しているためである。実測値から湿地での単位面積当たりの発生量を求め、湿地からの流出量を含むモデル計算を行った。表1に最下流部の実測データとモデル計算より算出した流出量を示す。湿地帯から発生量の実測データを利用することで流域全体の流出量も再現できた。

4. 将来動向予測 人口増加率を5年後までは現在の2.5%、その後の5年間は2.0%の水準で推移するとして、支流単位と流域全体を対象に、設定したそれぞれのシナリオ(表2)で10年後の水質の将来動向の予測を行った。湿地帯からは有機物が流出しているため、対策が必要である。湿地からの流出を一度制限し、そこで浄化して下流に流すという対策を行うとして、そのときの有機物の減少量を現在の20%と仮定した。支流単位で将来予測を行い、Cikalumpangの水質動向の結果を図5に示す。流域全体を対象にした将来予測を行い、流域最下流部の KTI での水質動向の結果を図6に示す。

モデルを利用して将来予測を行った結果、支流単位で見ると、し尿・生活雑排水の処理の普及により、現在以上の水質悪化の防止には大きな効果があることがわかった。また人口密集地域だけの普及でも効果はある。流域全体での流出量を見ると、大量の汚濁負荷の発生源であるラワダナウ湿地帯で対策を講じることによる効果大きい。全体の流出量で見ると集落の影響は小さいが、何の対策も行わなかった場合の支流単位での水質濃度の動向をみると、水質悪化が進行していく地点がある。日本の河川のBODに関する水準ではあるが、最低の環境基準は10mg/Lである。汚濁進行地点ではこの値に相当する。流域内ではまだ、主な生活用水に河川水を利用している地点もある。全体量から見れば小さいが集落での対策の検討も必要である。

5. 結論と今後の課題 本研究では水質汚濁物質の流達を再現できるモデルを作り、そのモデルを使用し水質の将来動向を予測することが出来た。現状のままでは水質汚濁はさらに進行していくものと考えられる。今回は簡便な予測シナリオを設定し将来動向を予測したが、総合的な水環境管理計画を考えていく上でも、今後はどのような予測シナリオで、どのような改善策を講じることにより、より多くの人

参考文献 石積航(2006):『インドネシア・チダナウ流域における水質汚濁機構の解明』宇都宮大学修士論文 金沢亮(2005):『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』宇都宮大学卒業論文 榎原千恵(2006):『インドネシア・チダナウ流域における生活系汚濁負荷と河川水質の関係』宇都宮大学卒業論文 Arien Heryansayah: Modeling Approach for Analyzing Water Pollution Problems in Banten, Province Indonesia, 農薬土木学会論文集, 投稿中

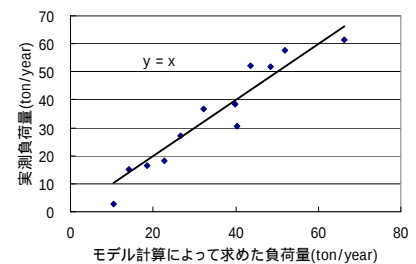


図4 モデル計算の結果

Fig.3 Result of Model Calculation

表1 流域下流部での流出量

	watershed	
	実測加算流出量 (ton/year)	モデル計算量 (ton/year)
Waterfall	2817	3277
KTI	2871	3057

表2 設定したシナリオ

Table2 Scenario set up	
支流単位	
シナリオ1	現状の水準
シナリオ2	人口密集地域(人口密度<500 (人/km ²))だけ下水処理普及
シナリオ3	全地域に下水処理普及
流域全体	
シナリオ4	現状の水準
シナリオ5	集落だけ改善
シナリオ6	湿地だけ改善(現在の20%減)
シナリオ7	集落と湿地の両方が改善

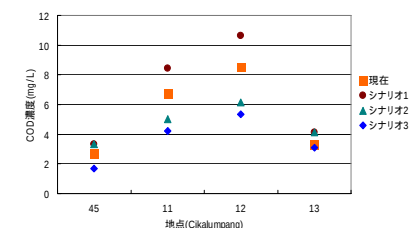


図5 支流単位の水質動向

Fig.5 Trend of Water Quality of tributaries

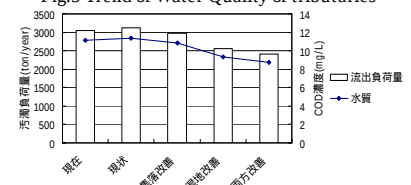


図6 最下流部の水質動向

Fig.6 Trend of Water quality at down stream