

ジャワ島チダナウ川水系における水質汚濁要因の分析

Analysis on water pollution factors in the Cidanau watershed, Java Island

小西 智子* 後藤 章** 三澤 健一** アリン ヘルヤンサ*** 水谷 正一**

Tomoko KONISHI, Akira GOTO, Kenichi MISAWA, Arien Heryansyah, Masakazu MIZUTANI

1 .はじめに インドネシアの中枢で人口の 80%を抱えるジャワ島では、近年工業化や経済発展に伴う生活様式の変化により水需要が増大するとともに、水環境の悪化が進行している。研究対象とするチダナウ流域はジャワ島最西部に位置し(図 1)、チレゴン工業地帯への水源となっている。流域内の人口密度は $600 \text{ 人}\cdot\text{km}^{-2}$ と高く、生活系・農業生産系の汚濁負荷排出による流域内水系の水質悪化が進行し、下流の水供給公社は現在水処理費用の高騰に悩んでいる。そこで本研究では、水質汚濁機構解析の基礎的アプローチとして、流域内

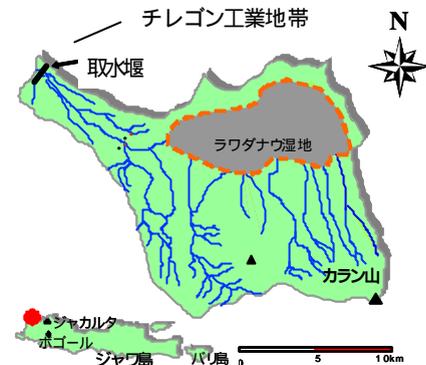


図1 調査対象地域
Study area

の窒素負荷に注目し、汚濁の実態解明と汚濁要因の分析を行うこととした。

2 . 研究の方法 現地調査 流域内の水質状況把握のため、1999 年以來 5 回にわたる現地調査で、流域内支流 30 ~ 40 箇所て採水を行い、分析を水供給公社に依頼した。また、人々の生活・農業生産活動の実態を把握し、窒素負荷発生量算出の原単位を決定するため、農家への聞き取り調査を実施した。集水域ごとの窒素負荷流入量の算出 採水地点の集水域ごとに人口と水田面積から単窒素負荷流入量を算出した。水質汚濁の要因を明らかにするために、各採水地点の集水域について河川流入負荷量と水質(T-N 濃度)との関係を分析した。

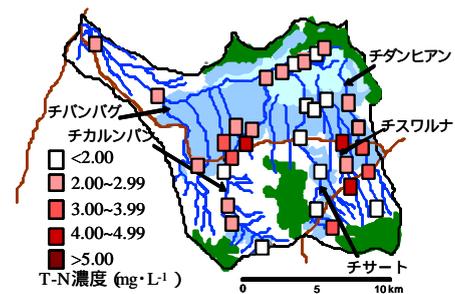


図2 T-N濃度の分布
Distribution of water quality (T-N)

3 . 結果と考察 流域内の T-N 濃度 T-N 濃度平均値の分布を図 2 に示す。バラツキはあるが 2 ~ 5mg/L 程度で、農村部における表流水の値としては高い。濃度分布を見ると、流域中央の道路沿いの人口密集地域にかけて高濃度の箇所が見られる。支流群の流末となる湿地帯でも高濃度の値が見られた。

生活系・農業生産系原単位の決定 聞き取り調査から、流域の生活・農業実態についての特徴がわかった(表 1)。これら聞き取り調査の結果と文献値の引用により、窒素負荷発生量の原単位を決定した(表 2)。

三澤 (2003) は、流域の窒素収支モデルを構築し(図 3)、流域全体における生活活動からと農業生産活動からの窒素負荷水

表 1 生活活動と農業活動の一般的特徴
Reality of rural life activities and agricultural activities

生活活動の特徴	
飲用水源として湧水を使用	
洗濯・水浴びは河川、及び湧水	
トイレは河川への直接排泄が多い	
家庭のトイレは簡単な浸透槽	
農業活動の特徴	
平野部の水田では稲の2~3期作	
主な品種は多収量のIR-64	
裏作としてサツマイモ 豆類など作付け	
山腹部は、樹園地が広がる	

表 2 発生負荷原単位
Basic unit effluent load

農業生産系(kg·ha ⁻¹ ·year ⁻¹)		
窒素系肥料	232.30	聞き取り調査より
生活活動系(kg·person ⁻¹ ·day ⁻¹)		
生活雑排水	0.001	日本下水道協会
尿尿	0.007	

*宇都宮大学大学院 Grad. School of Agri. Sciences, Utsunomiya Univ. **宇都宮大学農学部 Utsunomiya Univ. ***東京農工大学大学院 United Grad. School, TUAT

キーワード: 水質汚濁, インドネシア, ジャワ島, 窒素負荷流入

系流入量をそれぞれ算定した(表3)。このとき、畑の面積は小さく、樹園地には施肥が無いため、農業生産活動は水田のみを考慮した。その結果から、流入負荷量の約8割を農業生産系の流入が占めていることがわかる。さらに発生量と流入量を比較すると、生活系負荷の場合はほぼ同量なのに対し、農業生産系の場合、流入量は発生量の半分近くに減っている。これらの結果から、各窒素負荷量を人口・水田面積で除して、窒素負荷水系流入原単位を求めた(表3)。

集水域ごとの窒素負荷流入の特徴 単位面積当たり流入負荷量と T-N 濃度平均値との関係をグラフにした(図4)。グラフ中の直線は、単位面積当た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との平均的な関係を示している。また、地点別に生活系と農業生産系の負荷量の内訳をまとめた(表4)。これらより、以下のことがわかった。

上流山腹部...少ない負荷量で T-N 濃度が高い。河川水の伏流のため表流水が少ないところに、集落からの負荷が流入していることが原因と考えられる。

人口集中地区... T-N 濃度が負荷量に比例している。上流地域の伏流水が表流水に合流したため、生活活動系・農業生産系負荷の増大が T-N 濃度に反映している。灌漑用水を引いた後の地点()では流量が減少し、生活系負荷が流入しているので濃度が高くなっている。

支流下流水田地帯...負荷量の多さに反して T-N 濃度が低い。表流量が多く濃度が低下したため、もしくは地下水中に負荷が溶存しているためと考えられる。また、河川から引かれた灌漑用水は掛け流し灌漑の末、河川に戻らず湿地に流出しているので、水田への施肥による窒素負荷が河川へ影響していないことも原因と思われる。

4.まとめ 流域内の窒素負荷発生量・流入量原単位、支流別の負荷発生・流入量、水質濃度への影響度の地域別相違が明らかになった。今後、支流単位の窒素収支モデルを構築し、さらに詳しく流域内の汚濁循環を説明するためには、畑地・果樹園を含めた窒素収支を明らかにしていく必要がある。

【引用・参考文献】1) Tajuddin Bantacut, Akira GOTO (1999) : Nitrogen Cycling in Indonesia wet land agriculture

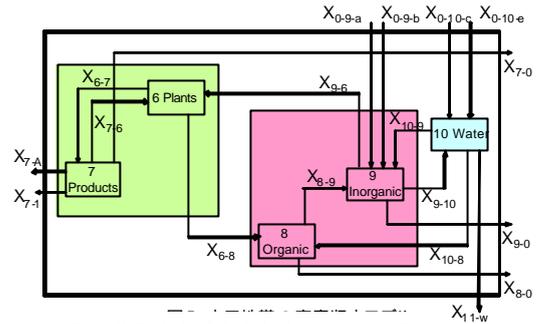


図3 農業生産系窒素収支モデル(三澤 2003)
Nitrogen balance model of agricultural activities

表3 窒素負荷水系流入
Inflow of Nitrogen load

	総流域発生量	総水系流入量	負荷水系流入原単位
農業生産系	1642 (ton·year ⁻¹)	887 (ton·year ⁻¹)	125.5 (kg·ha ⁻¹ ·year ⁻¹)
生活活動系	312 (ton·year ⁻¹)	286 (ton·year ⁻¹)	0.0073 (kg·person ⁻¹ ·day ⁻¹)

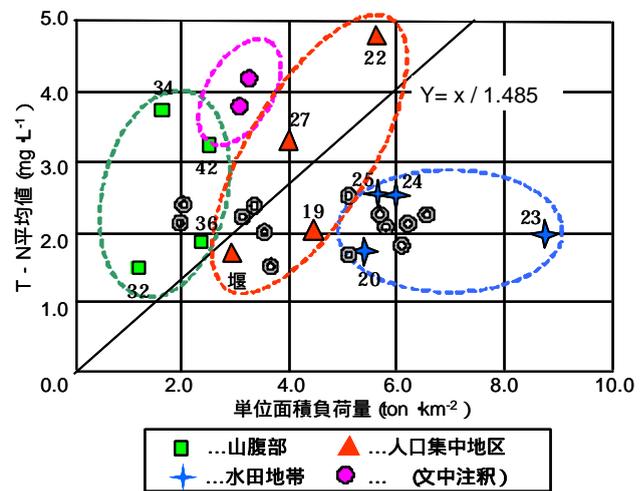


図4 採水地点の負荷排出量と水質
Emission load quantity and water quality

表4 負荷排出量の内訳
Distribution of load quantities

採水地点	水系流入量	
	生活系 (ton)	農業生産系 (ton)
42	2	9
36	3	4
32	1	0
34	3	0
堰	21	39
19	27	62
22	12	21
27	17	13
20	36	85
23	20	60
25	27	46
24	29	55