

インドネシアのチアンジュール流域の水質特性

Water Quality Characteristics for Cianjur watershed in Indonesia

藤家 里江* 加藤 亮** 黒田 久雄** 中曽根 英雄**

FUJIE Rie*, KATO Tasuku**, KURODA Hisao** and NAKASONE Hideo**

1. はじめに

インドネシアの経済的な発展や人口の増加を支えるためには、食料特に米の増産が重要であるが、環境への影響を最小にしつつこのような農業開発を行う必要がある。インドネシアのチアンジュール流域では農業開発が進み、インドネシア国内でも有数の米の生産拠点である。そのため農業人口も多く、水環境の側面からは、生活排水、農業排水による水質汚濁が懸念される。そこで本研究は、チアンジュール流域で現地調査を行い流域の土地利用状況と水質濃度について把握することとした。

また、これまでに同様の調査がチダナウ流域でも行われてきており、これらの流域を比較することでインドネシア農業地帯の土地利用と水質の関係について考察を試みる。

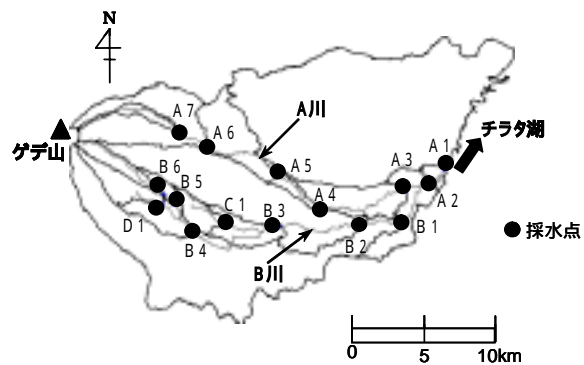


Fig.1 チアンジュール流域
Cianjur watershed

2. 現地調査・結果

ジャワ島中央部に位置するチアンジュール流域は、人口約 51 万人、流域面積 425 km²、茶のプランテーションのあるゲデ山から河川が水田地帯を通り、チラタ貯水湖へと流入する地形となっている(Fig. 1)。現地調査は 2 回(2003 年 8 月、2004 年 1 月)行った。8 月が乾期、1 月が雨期のデータである。採水はこの流域での主な河川 A 川とその支流である B 川、B 川の支流 C 川、D 川にそれぞれ A 川 7ヶ所、B 川 6ヶ所、C、D 川各 1ヶ所の計 16ヶ所で行った。分析は全窒素(T-N)、全リン(T-P)、有機物量(OM)濃度を行った。結果を Table 1 に示す。ここで、水質項目の OM 濃度は COD_{Mn} の分析方法とほぼ同じであり、COD 濃度に近い値である。また、表中の「」表示は欠測である。

Table 1 調査結果
Water quality

採水 ポイント	乾期			雨期		
	T-N (mg·L ⁻¹)	T-P (mg·L ⁻¹)	OM (mg·L ⁻¹)	T-N (mg·L ⁻¹)	T-P (mg·L ⁻¹)	OM (mg·L ⁻¹)
A1	4.82	0.44	17.63	1.87	0.05	9.00
A2	2.41	0.24	5.62			
A3	0.90	0.74	7.13			
A4	1.81	0.17	14.03	1.85	0.10	5.00
A5	1.51	0.29	3.52	1.50	0.06	3.00
A6	0.60	0.18	1.72	2.72	0.05	2.00
A7			0.82	0.97	0.04	1.00
B1	4.21	0.00	8.93	2.22	0.38	10.00
B2	1.20	0.13	5.02	0.41	0.09	5.00
B3	2.41	0.50	19.13	4.01	0.28	7.00
B4	2.41	0.14	4.42	2.56	0.12	7.00
B5	2.41	0.26	1.42	0.77	0.03	1.00
B6					0.02	4.00
C1	0.00	0.54	5.32	0.98	0.05	8.00
D1	1.51	0.09	3.82	2.42	0.12	4.00
平均	2.02	0.29	7.04	1.86	0.11	5.08

土地利用についてはチアンジュール統計局で得られた市町村ごとの統計データと GIS ソフトを用いて採水ポイントごとの集水域での人口密度、水田率を求めた。各集水域での土地利用状況を Table2 に示す。

比較対照地となるチダナウ流域は、ジャワ島西部に位置し、人口約 1 万人、流域面積約 221km²の流域である。流域の大部分がカルデラ地形で占められており、流域内にラウダナウと呼ばれる湿地

*茨城大学大学院農学研究科(Graduate School of Agriculture, IBARAKI University)

**茨城大学農学部 (College of Agriculture, Ibaraki University)

キーワード： インドネシア、水質、土地利用

帯が存在する。チダナウ河口のポンプ場を通じてチレゴン工業地帯へ配水されている(Fig.2)。また、チダナウ流域でも水質データが得られており、乾期、雨期における平均値と土地利用状況を Table3 に示す。両流域の採水ポイントごとの人口、水田面積、流域面積について相関関係を調べたところ Table4 のように非常に高い相関関係がみられた。これは、現在両流域が農業主体の流域で、流域全体にほぼ均等に人口と水田があることを示している。

3. 考察

チアンジュール流域は、全ての水質項目で日本の一般的な河川より高濃度で流出していることがわかる。特に乾期の T-P 濃度は、平均値約 $0.3\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ と高い値で流出している。インドネシアでは有リン洗剤が日常的に使用されており、ある洗剤には $60\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ ものリンが含まれていることが報告されている。このことが原因の1つとなっていると考え、人口密度とT-Pの関係をみたが、サンプル数が少なく明確な関係は得られなかった。チダナウ流域と比較するとチアンジュール流域は人口密度が高いため、濃度ではチダナウ流域よりも高くなる傾向がみられた。

次に OM 濃度が高い値を示している傾向がみられた。この流域では生活排水が処理されずに河川へと流出しており、このことが原因となっていると考える。チダナウ流域と比較すると、同様の傾向がみられたが、チダナウには湿地帯があり、そこからの OM 濃度流出は非常に高い値を示している。これは湿地帯を通過する際、湿地内で内部生産が行われたことが原因だと考える。チアンジュール流域

では多くの水田への灌漑用水に生活排水が流入した河川の水を使用し、かけ流しで稲作を行っている。そのため、湿地帯ほどではないが、水田内で内部生産が行われた可能性も考えられる。

T-N 濃度は、人口密度、水田率との傾向がみられなかった。本来水田では施肥が行われるため、水田率が高いほど T-N 濃度が高くなると考えられた。しかし、窒素が水田で除去されるためか、特に関係はみられなかった。チダナウについても同様である。

4. まとめ

今回の調査でチアンジュール流域の土地利用状況、水質特性について把握することができた。また、チダナウ流域と比較することでインドネシアにおける農業主体地帯の土地利用状況と水質の関係についても傾向をみる事が出来た。しかし、サンプル数が少なく土地利用と水質について明確な関係を得ることは出来なかった。今後の課題としては土地利用と水質項目の関係をより明らかにするために詳細な土地利用データの収集、水質調査を行う必要がある。またそれらを用いて GIS を中心とした解析を行い、土地利用、流出経路と水質の関係の検討を行う予定である。

Table 2 土地利用状況
Land use

採水ポイント	人口密度 (人・km ²)	水田率
A1	1,195	0.34
A2	1,227	0.33
A3	1,725	0.28
A4	1,529	0.19
A5	1,032	0.19
A6	1,082	0.14
A7	853	0.13
B1	1,041	0.34
B2	1,138	0.35
B3	674	0.23
B4	651	0.17
B5	864	0.20
B6	844	0.22
C1	1,122	0.48
D1	536	0.16

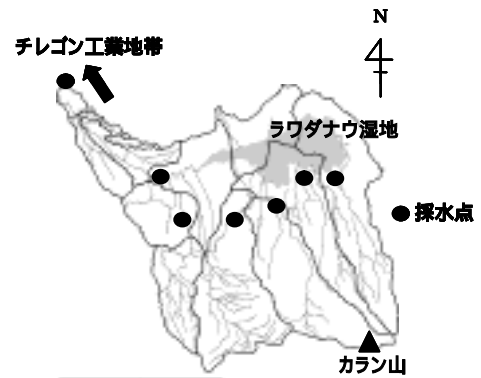


Fig.2 チダナウ流域
Cidanau watershed

Table 3 水質結果と土地利用状況(チダナウ)
Water quality and land use in Cidanau watershed

採水ポイント	乾期			雨期			人口密度 (人・km ²)	水田率
	T-N (mg・L ⁻¹)	T-P (mg・L ⁻¹)	OM (mg・L ⁻¹)	T-N (mg・L ⁻¹)	T-P (mg・L ⁻¹)	OM (mg・L ⁻¹)		
1	1.41	0.01	17.65	2.40	0.62	69.00	478	0.26
2	1.78	0.04	6.84	2.37	0.03	14.50	507	0.19
3	2.15	0.10	2.57	6.08	0.04	5.50	455	0.32
4	2.16	0.13	4.61	4.25	0.40	14.00	413	0.28
5	3.15	0.01	1.00	1.89	0.02	5.50	459	0.28
6	2.16	0.18	9.20	2.69	0.14	11.50	608	0.25
7	2.14	0.00	13.38	9.32	0.16	61.00	478	0.28
平均値	2.13	0.07	7.89	4.14	0.20	25.86		

Table 4 土地利用の相関関係
Correlation of land use

	チアンジュール		チダナウ	
	流域面積	水田面積	流域面積	水田面積
人口	0.988	0.979	0.995	0.987
流域面積		0.996		0.996