

将来の人口増加がチタルム川流域の窒素負荷量に及ぼす影響の評価 Impact Analysis of Future Population Growth on River Nitrogen Load in the Citarum River Basin, Indonesia

○吉田貢士*, 針谷龍之介*, 田中健二*, 前田滋哉*, 黒田久雄*

Koshi Yoshida, Ryunosuke Hariya, Kenji Tanaka, Shigeeya Maeda and Hisao Kuroda

1. はじめに

本研究では将来の人口増加が流域レベルの窒素負荷量の空間分布に及ぼす影響を定量的に把握するため、現地の水利用・水質・営農状況を把握するための現地調査を行い、それら水利用・物質動態を反映させたモデル構築を行った。また、構築したモデルを用いて、将来の人口増加に関するシナリオ分析を行い、より環境負荷の小さい流域圏のあり方、具体的には環境負荷の小さい人口分布について検討を行った。

2. 対象地域

インドネシア国チタルム川流域は西ジャワ最大の河川であり、河川長約 350km、流域面積約 6000km²、有効貯水量 5 億 m³ 以上のダムを 3 つ有している (Fig.1)。上流に位置するサグリングダム、チラタダムは主に発電用ダムであり、最下流のジャティルフルダムは発電と上水・農水・工水を取水する多目的ダムである。ジャティルフルダムからの上水供給は首都ジャカルタの上水供給のうち 80% を占めており、流域内だけでなく首都ジャカルタの生命線ともなる最重要河川である。ジャティルフルダム (集水面積約 4800km²) より上流域における総人口は約 982 万人 (2010 年)、平均人口密度は 2045 人/km² となっている。バンドン市の西部 85000 世帯からの汚水は未処理のまま河川へと流出し、東部 31000 世帯の汚水のみが Bojongsoang 処理場を経て排水される。この処理場は広さ 85ha を有する自然浄化型の施設であり、日本のような高度汚水処理機能は有していない。また、農業先進地域であるチアンジュール市における聞き取りでは、施肥量も極めて多く、水田では 140 kgN /ha /season (年 3 作で 420kgN/ha)、

お茶のプランテーションでは年間 1,000kgN /ha もの施肥がされている。流域の主な土地利用は 35% が水田、19% が畑地、宅地が 12%、森林は僅かに 23% が残されているのみでインドネシア国内でも開発が進んだ流域となっている。

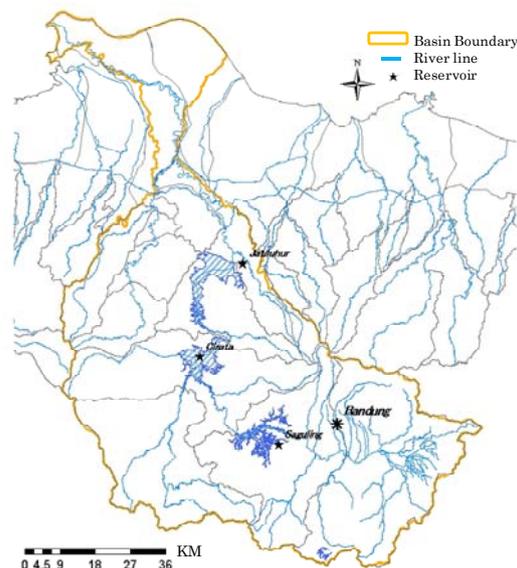


Fig.1 Citarum river basin

3. モデルの概要

本研究における水循環モデルには、世界の様々な流域で適用の実績を有する TOPMODEL を採用した。流域内の水資源量評価を行うにあたり、流域内の大規模ダムの影響は大きいと考えられる。そこで、有効貯水量 5 億トン以上の既存ダムを対象としてダムにおける水貯留のモデル化を行った。次に、土地利用変化や人口増加、施肥量の変動などを評価できるよう水循環モデルに窒素動態モデルを組み込んだ。窒素動態モデルは面源における有機態—アンモニウム態—硝酸態の形態

【所属】*茨城大学農学部, Ibaraki University

【キーワード】インドネシア, 人口分布, 水環境, 分布型モデル

変化を解析可能であり、人や家畜からの点源
 負荷は有機態窒素として面源に供給した
 (Fig.2)。農地における施肥量は、肥培管理に
 基づいた分散化を行いインプットした。

4. 結果および考察

Fig.3、Fig.4 に Nanjung 観測所における流
 量および窒素負荷量の実測値と計算値を示す。
 解析期間は 1996-2005 の 10 年間である。流
 量、窒素負荷量ともに実測値と計算値はよく
 一致した。構築したモデルを用いて 2050 年
 を想定した人口増加に伴う流域の窒素負荷量
 の変化を評価した。解析対象はジャティル
 フルダムより上流のチタルム川上流域とした。
 その際に、人口密度 5,000 人/km² を指標とし
 て流域を都市部と農村部に区別した。それら
 都市部と農村部を区分した後、都市部におい
 て人口が増加するシナリオ（都市増加型）と
 農村部において人口が増加するシナリオ（農
 村増加型）を作成し、両者における窒素負荷
 量への影響について検討を行った。なお、気
 象データは 1996-2005 のものを用いた。国連
 の予測によれば、インドネシアでは 2050 年
 までに人口が 2010 年比で 1.3 倍になると予
 測されている。2010 年におけるチタルム川上
 流域の人口は 982 万人であり、2050 年には
 約 300 万人の人口増加が見込まれるが、この
 増分を都市部で受容する場合と農村部で受容
 する場合で河川の水質環境は大きく異なるこ
 とが考えられる。先述の都市増加型および農
 村増加型シナリオにおける河川全窒素濃度の
 空間分布を Fig.5 に示す。農村増加型では都
 市増加型と比較して水質の劣化が小さい結果
 となった。これは農村部では地域が有する環
 境収容能力に未だゆとりがあり、人口増加に
 より排出される窒素負荷増加分は面源におけ
 る自然浄化機能により分解・吸収されるため
 と考えられる。一方で、都市増加型では、人
 口密度が極めて高い状態にあることから排出
 される窒素成分はほとんど浄化を経ずに河川
 へ流出する。環境影響の面から考えれば農村
 増加型が好ましいが、そのためには農村部
 における雇用の創出が必要であり、農村の地域
 資源を活用したバイオエタノール産業等の普
 及が有効な手段として考えられる。

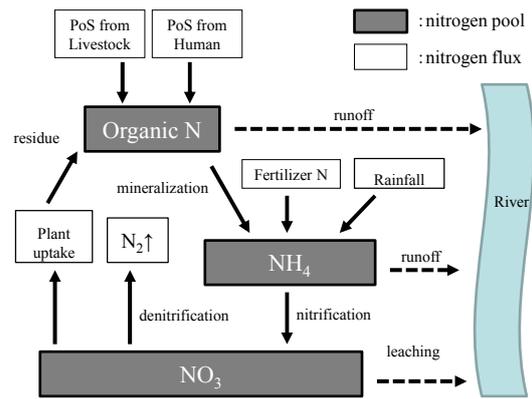


Fig.2 Nitrogen balance model in soil

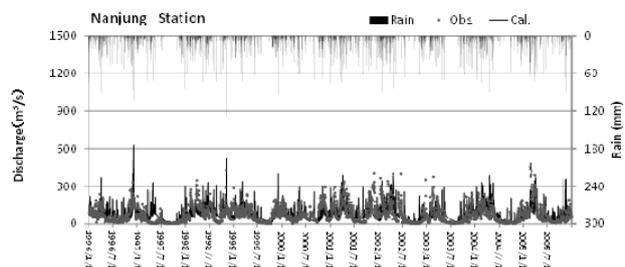


Fig.3 Observed and calculated discharge (Nanjung)

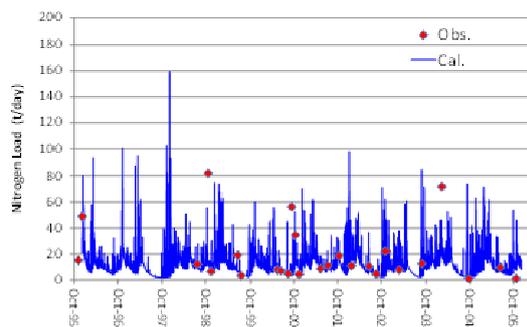


Fig.4 Observed and calculated nitrogen load (Nanjung)

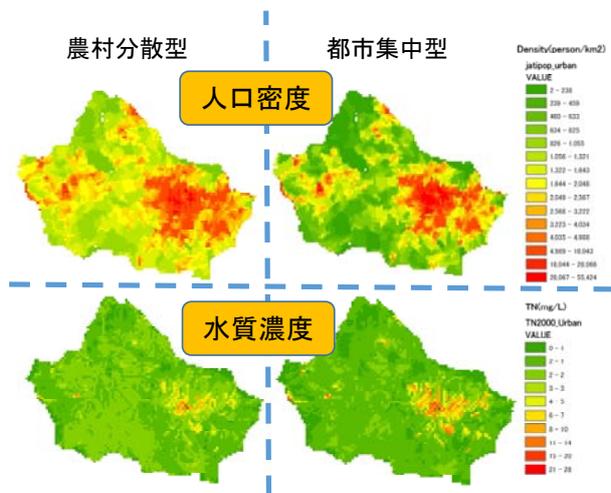


Fig.5 Population density and TN concentration map in population growth scenarios