

# インドネシアバンテン州チダナウ流域における窒素の循環と収支

## Nitrogen Circulation and Balance in Cidanau Watershed in Banten Province, Indonesia

椎野裕樹\* 吉川夏樹\* 塩沢昌\*

Yuki Shiino\* Natsuki Yoshikawa\* Sho Shiozawa\*

1.はじめに 水田や湿地から大気への窒素放出は大きく、硝酸濃度や温度に依存して多様と考えられるが、その量は他の窒素収支項目を求めた上での収支の結果として得られる。本研究は、水田地帯に大きな湿地があるインドネシア共和国バンテン州のチダナウ流域を対象として熱帯地域の窒素収支を明らかにした。

2.対象地と調査方法 チダナウ流域は、インドネシア共和国のジャワ島西端に位置する。流域面積は約220km<sup>2</sup>で、その約28%が水田として利用されている。流域の東側には約21 km<sup>2</sup>のラワダナウ湿地がある。湿地には水田地帯を通った二つの河川が流入し(図1)、湿地から流出するチダナウ川(図1)が湿地下流の支流も集めて北西部の滝(図1)から流出する。2003年10月から2005年3月までに計5回の現地調査を行い、雨水、河川水の全窒素(TN)濃度及び河川流量を測定した。また、聞き取り調査

表1 流域データ

	全流域	ラワダナウ 湿地	湿地 上流域
人口(人)	99246	0	31414
面積(ha)	22072	1510	7435
水田面積(ha)	6073	0	2697
湿地面積(ha)	2072	1510	0
肥料投入量 (kg/ha/crop)	144	0	143
収量(kg/ha/crop)	1845	0	1867

によって、水田の単位面積当たりの肥料投入量、収穫量を把握した。地理データ、統計データは官庁より入手した。ここでは、図2に示す湿地、湿地上流域、及び全流域の3領域について窒素収支を求めた。各流域のデータを表1に示す。湿地上流域は下流域に比べて用水が安定しており、水田作付面積の割合が高い。

3.流域の窒素収支モデル 図3は本研究の対象流域における窒素収支の概念図である。流域外から流域へのインプットは、降雨と肥料投入で、流域から流域外へのアウトプットは、収穫物の持ち出しと河川流出である。インプットとアウトプットの残差が大気への放出である。本流域では、食料が流域外から持ち込まれず流域内で生産され、流域内で生産されている。また、家畜

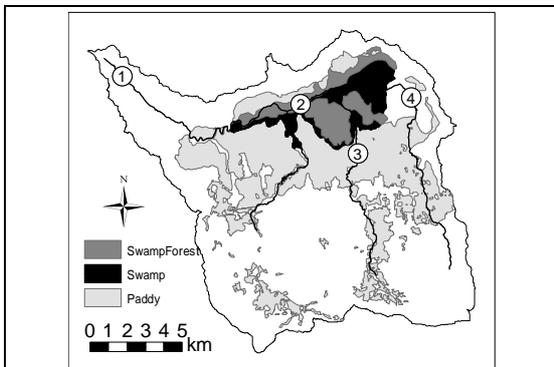


図1 チダナウ土地利用図



図2 副流域区分

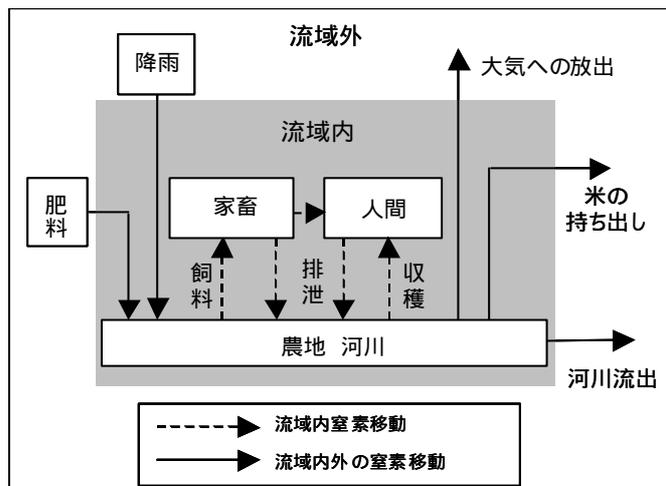


図3 流域窒素概念図

表2 窒素付加量算出法

インプット	算出法
降雨	年間流域降水量 × TN 濃度
窒素肥料	水田作付面積 × 単位尿素投入量 × 窒素含有率 (0.46)
アウトプット	
米の持ち出し	(年間収穫量 - 年間米消費量) × 窒素含有率 (0.018)
年間収穫量	水田作付面積 × 流域土地生産性
年間消費量	インドネシア平均米消費量 × 流域人口
河川流出	河川流量 × 平均 TN 濃度
河川流量	実測値
河川流量	年間流域降水量 - 蒸発散量
蒸発散量	(年間流域降水量 - 河川流量 <sup>1</sup> ) × 各流域面積
大気放出	インプット - (収穫物持ち出し + 河川流出)

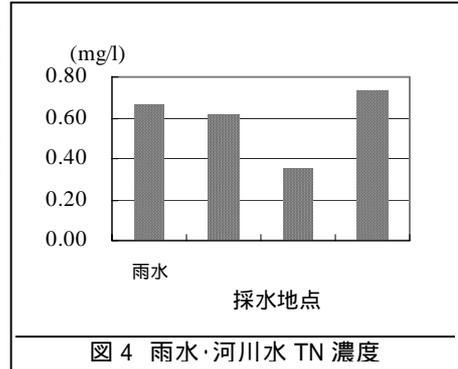


図4 雨水・河川水 TN 濃度

る窒素量を下回るとは明らかである。大気への窒素放出の内訳には、脱窒及びアンモニア揮

散から窒素固定を差し引いた自然の損失と、米収穫後の稲藁の焼却分が含まれているが、脱窒が最大の要因であろう。熱帯に属する本流域では平均気温が日本より 11 高く、それだけ微生物活動が活発であるために、流域の全体において脱窒による窒素損失の割合が我が国のような温帯よりも大きいと考えられる。

表3 使用データ

データ	
降雨量	現地気象データ
TN 濃度	サンプルデータ測定値
水田作付面積	衛星画像からの推定値
単位尿素投入量	現地聞き取り調査の面積加重平均
流域土地生産性	現地聞き取り調査の面積加重平均
平均米消費量	Faostat
流域人口	現地統計データ

や養殖魚に関しても、飼料は流域内で供給され、肉魚は食料として流域内で消費されている。従って、流域窒素収支に人間や家畜の排出を考える必要がない。化学肥料の流入と米の持ち出し以外の人間活動による窒素循環が流域内で起こっていることは、我が国の流域窒素循環との大きな違いである。

4. 結果と考察 各流域の窒素源の算出法を表2に、使用したデータを表3に示す。年降雨量は 2776mm/y で年蒸発散量は 1499mm/y である。各流域の窒素収支結果を図5に示した。全流域、湿地上流域で窒素の大気放出が窒素インプットに対して大きい(76%, 75%)という結果が得られた。図4は、雨水とそれぞれの採水地点(図1の ~ )における河川水の流量加重平均したTN濃度を示す。雨水のTN濃度(0.67mg/l)と比べて、の地点のTN濃度(0.74 mg/l)は僅かに高いが、湿地上流域出口(図1のと の流量による加重平均)(0.61mg/l)は低くなっている。この河川水濃度は我が国の水田地帯の河川水濃度の 1/5 ~ 1/2 程度である。蒸発散による濃縮を考えれば、肥料投入があるにもかかわらず、河川から流出する窒素量が降雨で与えられ

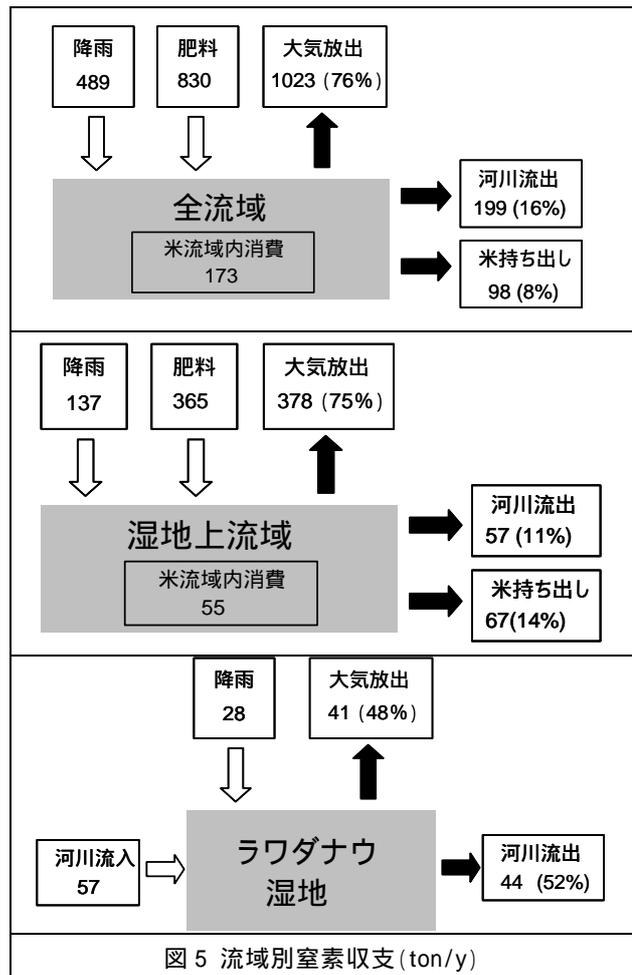


図5 流域別窒素収支 (ton/y)

