

山田川小集水域における蓄積窒素負荷量の評価

Evaluation of the nitrogen storage load in the small catchment area of Yamada river

藤家里江* 加藤亮* 黒田久雄* 志村もと子** 中曽根英雄*

FUJIE Rie, KATO Tasuku, KURODA Hisao, SHIMURA Motoko, and NAKASONE Hideo

1.はじめに これまでに志村ら¹⁾が霞ヶ浦北浦の山田川流域において畜産排水が河川に与える影響についての研究を行った。その結果、畜産が河川に与える影響が大きいことがわかっており、各糞尿処理形態別に排出率の算出がなされている。ここでは畜産排出負荷量には土壤に蓄積した窒素が関係していると指摘しているが定量的な解析までは行っていなかった。そこで山田川小集水域において畜産負荷のうち窒素の土壤蓄積量と蓄積量からの流出について評価を行う。

2.調査地・調査地概要 調査地は畜産負荷の大きい山田川要(かなめ)地区集水域(Fig.1)である。この集水域は畜産と畑作が盛んで台地上に畜舎が存在する。この集水域を飼養頭数・糞尿処理形態の違い(Table-1)によってa・b・cの小集水域に分け、各小集水域末端で週に1回採水した。各小集水域における糞尿処理形態 Table-1に示す『素掘り』とは地面に穴を掘って直接糞尿や畜舎洗浄水を貯めておく方法である。『プラント処理』とは集水域外にあるプラントへ糞尿を持ち出して処理している方法である。『畑地散布』とは畑地に糞尿を撒き、浸透・蒸発させる方法で、処理形態としては素掘り貯留池とほぼ変わらないとした。

3.調査結果 各小集水域における1991年・2002年の全窒素濃度と全窒素負荷量の比較(Table-2)を行う。集水域aにおいては他の集水域に比べ窒素負荷が小さく、1991年、2002年共に畜産は行われていないため畑地からの負荷のみと考えた。集水域bにおいては1991年から2002年にかけて排出負荷の大幅な減少がみられるが集水域aよりも負荷が大きいため畑地のみでなく、畜産からの影響を受けていると考えた。集水域cにおいては1991年、2002年共に負荷が大きくどちらにおいても畑地、また畜産からの影響を大きく受けていると考えた。そこで、畜産からの影響がどの程度あるのか集水域b・cにおいて畜産からの排出率の計算を行った。

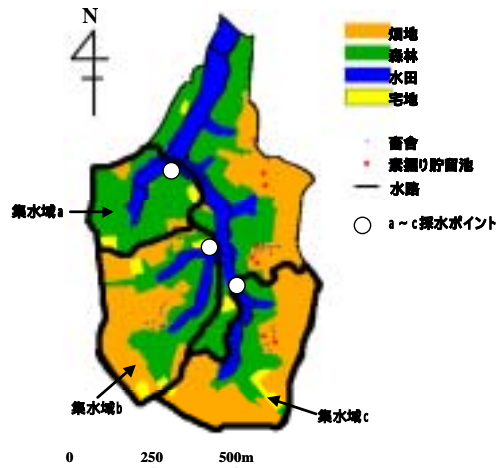


Fig.1 要地区集水域概要図
Land Use Map in the Study Area

Table-1 各小集水域の飼養頭数・糞尿処理形態の変動
The Number of Pigs and Way to Disposing of the Urine

集水域	飼養頭数(頭)		処理形態	
	1991年	2002年	1991年	2002年
a	-	-	-	-
b	174	174	素掘り	プラント処理
c	680	610	素掘り	畑地散布

Table-2 各小集水域の水質・負荷量変動
Water Quality and Nitrogen Load

集水域	全窒素濃度(mg・L ⁻¹)		全窒素比負荷量(kg・km ⁻²)	
	1991年	2002年	1991年	2002年
a	8.1	6.0	10.4	7.5
b	28.8	10.7	36.7	13.0
c	50.2	59.7	62.6	76.5

*茨城大学農学部(The School of Agriculture IBARAKI University)

**近畿中国四国農業センター(National Agricultural Research Center for Western Region)

キーワード 畜産,排出率,土壤蓄積量,窒素負荷

4.排出率の計算 排出率とは発生負荷量と排出負荷量の比で、この場合は発生負荷量に豚の原単位 $40\text{g}\cdot\text{d}^{-1}\times[\text{飼養頭数}]$ 、排出負荷量に $[\text{全窒素濃度}]\times[\text{流量}]$ から集水域 a をもとした畑地排出負荷量を引いたものを用いた。その結果、集水域 b では排出率 11%、集水域 c では排出率 36%という値が求められた。1991 年に算出された素掘り貯留池からの排出率は 35%となっているので糞尿処理形態が今も変わらない集水域 c での値は妥当だと考える。しかし、糞尿処理形態を素掘りからプラント処理へ変えた集水域 b でも 11%という畜産からの排出が見られた。この集水域 b における畜産排出負荷が窒素の土壌蓄積量に由来しているのではないかと考え、蓄積量を考慮した計算を行った。

5.蓄積量を考慮した計算 畜産排出負荷量を集水域 b・c の排出負荷量から、集水域 a を元にした畑地排出負荷量を引いたものとし、以下の 2 つの式を用いて計算を行った。

$$\text{畜産排出負荷} = \text{基底排出率} \times \text{蓄積量} + \text{直接排出率} \times \text{発生負荷量} \quad -$$

$$\text{畜産排出負荷} = \text{基底排出率} \times \text{蓄積量} \times \text{残存率} \quad -$$

まず、式では糞尿処理が素掘り貯留池だった 1991 年の集水域 b・c と 2002 年の集水域 c の排出負荷量を代入して計算を行った。発生負荷量には原単位と集水域 b の 1991 年、集水域 c の 1991 年、2002 年の実測値を、蓄積量には集水域 b における発生負荷量の 1 年分～10 年分の値を仮の値として代入し、重回帰で計算を行った。その結果基底排出率 \times 蓄積量 = $2\text{kg}\cdot\text{d}^{-1}$ 、直接排出率 = 0.21 という値が求められた。次に 式の排出負荷量に集水域 b の 2002 年の実測値、基底排出率 \times 蓄積量に先ほど求めた値を代入し、残存率 = 0.31 という値が求められた。

ここで、蓄積量が $(1 - \text{年間基底排出率})^{\text{年数}}$ ごとに指数関数として減少していくと考え蓄積された窒素の残存量を以下の式で表す。

$$\text{蓄積窒素の残存量} = \text{蓄積量} \times (1 - \text{年間基底排出率})^{\text{年数}} \quad -$$

式の蓄積量に集水域 b における発生負荷量の 1 年分～5 年分の値を代入し、発生負荷量の 1 年分から 5 年分ごとに年間基底排出率を求めた。求めた発生負荷量 1 年分から 5 年分の残存率の減少傾向を Fig.2 に示す。集水域 b では素掘り貯留池の使用を止めて 11 年という期間が経過している。Fig.2 において年数 11 年と 2002 年の集水域 b の残存率 0.31 を当てはめた蓄積量は発生負荷量の約 3.5 年分となった。

6.まとめ 今回の研究により、今まで蓄積量が明らかにされていなかった土壌中の窒素が畜産排水に大きな影響を与えていることがわかった。また、山田川要地区集水域における窒素の蓄積量の推定と流出期間を求めることができ、1991 年に算出された排出率 0.35 は今でもほぼ同じであったことがわかった。糞尿処理形態を変えることである程度は畜産からの負荷を減らすことができる。しかし、窒素の蓄積量が畜産排水に大きく関係していることから負荷の減少には長期間で取り組む必要がある。

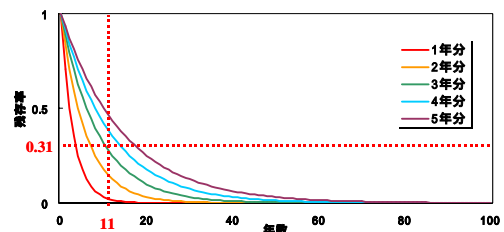


Fig.2 残存率の減少傾向
Decrease Tendency of the Remaining Rate

<引用文献> 1) 志村もと子 他 ;『素掘り貯留池を伴う養豚場が河川の窒素濃度に及ぼす影響』農土論集 No.182pp.177-183(1996)