

畜産排水原単位と排出率の検討

1 はじめに

畜産業から排出される汚濁負荷は閉鎖性水域の水質に大きな影響を与えていると考えられることから、「家畜排せつ物の管理の適正化及び利用の促進に関する法律」が定められ、平成 16 年より地下水汚染防止や富栄養化防止等のためふん尿の素堀りや野積み等による保存が規制されるようになった。また、湖沼水質保全計画における畜産業による負荷量の算定のために精度の高い原単位及び排出率の値が必要とされる。

これまで畜産排水に関する調査例は比較的少なく、汚濁負荷原単位等も確立していない状況にあるため、今回、畜産排水の汚濁負荷量について文献調査および環境研究センターによる実態調査から原単位及び排出率について検討した。

2 畜産排水原単位の検討

家畜ふん尿汚濁負荷量に関する文献値を表 1~4 に示す。これらのデータから、家畜し尿の排泄量、BOD、T-N、T-P の汚濁負荷量についてとりまとめ、表 5 に示した。牛は乳牛と肉牛の違いが大きく、負荷量算定においてはこれらを分けて算定する方がより精度が高まるといえるが、牛としての平均値を取ると、育成牛を含む、乳牛の値に近くなった。千葉県は若干ではあるが乳牛の比率が高いので乳牛と肉牛の区別がつかない場合にこの値を使用することが可能であると考えられる。また、これらの文献においては COD のデータが得られなかったため、畜産排水原水の COD/BOD 比（表 6）から COD 値を推定することとした。

以上のことから、畜産排水（発生負荷）原単位を提案し表 7 に示す。また、環境省提案値であり湖沼水質保全計画に使用されている値を表 8 に示す。今回提案値は環境省提案値よりも全体に低くなっているが、その理由として今回提案値が成畜だけでない、肥育豚や生育牛混合の原単位となったことがい

える。特に、豚の T-P については違いが大きく今回提案値は環境省提案値の 2 分の 1 となったが、本県の実態としては今回提案値の方が近いものと考えられる。

3 排水処理施設による排出率

第 5 期の湖沼水質保全計画では畜産による負荷量の算定対象は排水処理施設からの排水としているが、最近の排水処理施設の排出率のデータが少なかった。

そこで畜産排水処理施設の排出率の検討を行った。環境研究センターで平成 16 年より実施した豚舎排水処理施設における汚濁負荷の除去率、排出率を表 9 に示した。また、文献値による除去率、排出率を表 10 に示した。表 9、10 共に、畜産排水処理としては一般的な処理方法であり、膜処理やリン除去などの高度処理は含まれていない。表 9 と 10 は共に排出率が近い値となったことから、豚舎排水処理施設の排出率として妥当な値であると考えられる。これらの値から、畜舎の排出率の提案値を表 11 に示す。排水処理を行っている牛舎のデータがないため、表 9、10 は豚舎のみのデータであるが、中、小規模の豚舎と牛舎の排水処理方法には大きな違いはないと考えられるためこの値を牛舎に適用することは可能といえる。

4 排出負荷量

排出負荷量は、ここでは発生負荷原単位に排水処理施設の排出率を乗じたものとして考えた。表 7 の畜舎排水原単位と表 11 排水処理施設の排出率から、排水処理施設を使用している畜舎から排出される 1 頭当たりの排出負荷量を算定し、表 12 に示した。表 12 の今回提案値はこれまで考えられていた排出負荷原単位よりも低い値となったが、これは前述のように発生負荷原単位の今回提案値が環境省提案値よりも低いことと、最近の排水処理施設による排出率がこれまで算定に使用した排出率よりも低い値となっ

たことによると考えられる。

5 おわりに

今回、畜産排水の発生負荷原単位と排水処理施設による排出率の検討を行ったが、牛舎の排水処理施設のデータが不足しているため、その補完、および農地還元等排水処理以外による家畜ふん尿の影響についての調査が必要であると考えられる。

6 文献

1) 築城幹典, 原田靖生: 家畜の排せつ物推定プログラム, システム農学, 13(1)17~23(1997)・原田靖生: 家畜排泄物の農地施用と窒素の制御, 用水と廃水, 46(4)307~313(2004)より引用

2) 中央畜産会: 家畜尿汚水の処理利用技術と事例, p.1~232, 中央畜産会, 東京(1989)・羽賀清典: 畜産系排水処理と負荷削減, 用水と廃水, 37(1)44~49(1995)より引用

3) 亀岡俊則: 家畜排泄物の適正処理技術-畜舎汚水の適正処理技術と処理コストの低減化-, 用水と廃水, 46(4)320~326(2004)

4) 中央農業総合研究センター総合研究第5チームホームページ, http://narc.naro.affrc.go.jp/kanto/pro5/indexlab1_i.html

5) ((財))畜産環境整備機構ホームページ, 家畜ふん尿処理施設・機械選定ガイドブック(汚水処理編) <http://www.shirakawa.ne.jp/~ilet/>

表1 家畜排せつ物量、窒素、リン排せつ量原単位(築城・原田(1997)より作成)¹⁾

畜種		排泄物量(kg/頭・日)			窒素(g-N/頭・日)			リン(g-P/頭・日)		
		ふん	尿	合計	ふん	尿	合計	ふん	尿	合計
乳牛	搾乳牛	45.5	13.4	58.9	152.8	152.7	305.5	42.9	1.3	44.2
	乾・未経産	29.7	6.1	35.8	38.5	57.8	96.3	16	3.8	19.8
	育成牛	17.9	6.7	24.6	85.3	73.3	158.6	14.7	1.4	16.1
	平均値			39.8			186.8			26.7
肉牛	2歳未満	17.8	6.5	23.3	67.8	62	129.8	14.3	0.7	15
	2歳以上	20	6.7	26.7	62.7	83.3	146	15.8	0.7	16.5
	乳用種	18	7.2	25.2	64.7	76.4	141.1	13.5	0.7	14.2
	平均値			25.1			139			15.2
牛平均値				32.4			163			21
豚	肥育豚	2.1	3.8	5.9	8.3	25.9	34.2	6.5	2.2	8.7
	繁殖豚	3.3	7	10.3	11	40	51	9.9	5.7	15.6
	平均値			8.1			42.6			12.2
採卵鶏	雛	0.059	-	0.059	1.54	-	1.54	0.21	-	0.21
	成鶏	0.136	-	0.136	3.28	-	3.28	0.58	-	0.58
ブロイラー		0.13	-	0.13	2.62	-	2.62	0.29	-	0.29

表2 家畜別ふん尿汚濁負荷量(成畜1頭当たり)(中央畜産会(1989))²⁾

家畜(区分)	排泄量(kg/d)	BOD		SS		N		P		
		濃度(mg/L)	負荷量(g/d)	濃度(mg/L)	負荷量(g/d)	濃度(mg/L)	負荷量(g/d)	濃度(mg/L)	負荷量(g/d)	
豚	ふん	1.9	60,000	114	220,000	418	10,000	19	7,000	13.3
	尿	3.5	5,000	18	4,500	16	5,000	18	400	1.4
	混合	5.4	24,000	130	80,000	430	6,800	37	2,700	14.7
牛	ふん	30	24,000	720	120,000	3,600	4,300	129	1,700	51
	尿	20	4,000	80	5,000	100	8,000	160	150	3
	混合	50	16,000	800	74,000	3,700	5,800	290	1,100	54

表3 豚及び牛のふん尿の汚濁負荷量(1頭当たり)(亀岡(2004))³⁾

家畜 (区分)	排泄量 (kg/d)	BOD		SS		N		P		
		濃度 (mg/L)	負荷量 (g/d)	濃度 (mg/L)	負荷量 (g/d)	濃度 (mg/L)	負荷量 (g/d)	濃度 (mg/L)	負荷量 (g/d)	
肥育豚	ふん	2.1	65,000	137	220,000	462	3,770	7.9	3,270	6.9
	尿	3.5	5,000	18	4,500	16	7,000	24.5	537	1.9
	計	5.6	27,700	155	80,000	478	5,790	32.4	1,570	8.8
搾乳牛	ふん	45	24,000	1,080	120,000	5,400	4,300	194	1,700	76.5
	尿	15	4,000	60	5,000	75	8,000	120	150	2.3
	計	60	24,300	1,140	74,000	5,475	5,200	314	1,300	78.8

表4 家畜排泄物、排泄窒素、リン、カリウム量の原単位(中央農業総合研究センターHPより作成)⁴⁾

畜種	家畜排泄物量 (kg/day/頭羽)	排泄N量 (g/day/頭羽)	排泄P量 (g/day/頭羽)	排泄K量 (g/day/頭羽)
乳用牛	45.5	227.9	32.5	135.8
肉用牛	21.9	116.7	13.8	55
平均値	33.7	172.3	23.15	95.4
豚	8.8	47.1	12.6	15.7
採卵鶏	0.12	2.9	0.51	0.49
ブロイラー	0.13	2.6	0.29	0.54

表5 文献値による家畜ふん尿汚濁負荷量(成畜・肥育豚・育成牛含む)

	文献	排泄量 (kg/d)	BOD (g/d)	COD (g/d)	T-N (g/d)	T-P (g/d)	
豚	A ¹⁾	8.1	-	-	43	12	
	B ²⁾	5.4	130	-	37	15	
	C ³⁾	5.6	155	-	32	8.8	
	D ⁴⁾	8.8	-	-	47	13	
	豚平均値		7	143	-	40	12
牛	乳牛	A ¹⁾	40	-	-	190	27
		C ³⁾	60	1140	-	314	79
		D ⁴⁾	46	-	-	228	33
		平均値	49	1140	-	244	46
	肉牛	A ¹⁾	25	-	-	139	15
		D ⁴⁾	22	-	-	117	14
		平均値	24	-	-	128	15
	区別なし	B ²⁾	50	800	-	290	54
	全牛平均		41	970	-	213	37

表6 豚舎原水におけるCOD/BOD比率

	COD/BOD比
実測値1	0.24
文献値1 ⁵⁾	0.6
文献値2 ⁵⁾	0.36
平均値	0.4

表7 畜産排水汚濁負荷量提案値(1頭当たり)(成畜・肥育豚・育成牛含む)

	COD (g/d)	N (g/d)	P (g/d)
豚	57	40	12
牛	390	213	37

表8 環境省提案値汚濁負荷量(成畜1頭当たり)

	COD (g/d)	N (g/d)	P (g/d)
豚	130	40	25
牛	530	290	50

表9 豚舎排水処理施設における除去率実測値

	施設	除去率(%)				排出率(%)				豚頭数
		BOD	COD	T-N	T-P	BOD	COD	T-N	T-P	
1	A	99.6	88	84	81	0.4	12	16	19	5000
2	B	99.9	96.5	94.2	94.5	0.1	3.5	5.8	5.5	3800
3	C	98.8	92.5	95.3	75	1.2	7.5	4.7	25	500
4	D	96.4	85	80	56	3.6	15	20	44	2500
5	E	99.1	96.7	95.6	95.4	0.9	3.3	4.4	4.6	1300
	平均値	98.8	91.7	89.8	80.4	1.2	8.3	10	20	

表10 豚舎排水処理施設における除去率文献値((財)畜産環境整備機構, 汚水処理評価施設データより)⁵⁾

	施設	除去率(%)				排出率(%)				豚頭数
		BOD	COD	T-N	T-P	BOD	COD	T-N	T-P	
1	a	98	-	88	80	2	-	12	20	3000
2	b	96	73	85	77	4	27	15	23	700
3	c	99.8	99.8	94.3	98.3	0.2	0.2	5.7	1.7	1000
4	d	99.9	-	99.3	-	0.1	-	0.7	-	1000
5	e	98	-	86	50	2	-	14	50	600
6	f	99.4	97.7	99	90.3	0.6	2.3	1	9.7	800
7	g	94.1	88	94.3	84	5.9	12	5.7	16	4700
8	h	99.5	-	90	90.4	0.5	-	10	9.6	880
	平均値	98.1	89.6	92	81.4	1.9	10	8	19	

表11 畜産排水処理施設排出率提案値(%)

COD	T-N	T-P
10	10	20

表12 畜産排水処理施設排出負荷量推定値(1頭当たり)(成畜・肥育豚・育成牛含む)

	COD (g/d)	N (g/d)	P (g/d)
豚	5.7	4	2.4
牛	39	21.3	7.4