

## 生活排水の原単位と各種浄化槽による排出負荷

### 1 はじめに

河川、湖沼、海域の水質保全対策においては、まずその基礎データを得るため、各種汚濁負荷原単位を利用した流入汚濁負荷量の算定が行われる。千葉県においても印旛沼・手賀沼湖沼水質保全計画や東京湾富栄養化対策指導指針の策定等において原単位を用いた流入汚濁負荷量の算定を実施している。

生活排水に係る発生負荷原単位および各処理法による排出率は年代、地域によって違いが出るものであり、それらを使用する地域においてその値を検証することが望ましい。

また、環境省提案による合併処理浄化槽の区分は一戸建て住宅用 10 人槽以下合併処理浄化槽と集合住宅用の 200 人槽規模のものとが区別されていないため、より実態に則した負荷解析や政策による効果の推定等のためにはこれを区別した排出率（排出負荷量）の提示が必要と考えられる。

当センターでは種々の文献を整理し汚濁負荷解析のための生活排水原単位調査を実施し<sup>1)</sup>、使用する年代におけるほぼ妥当な生活排水発生負荷原単位を算定してきた。また、種々の浄化槽について排水水質の調査を実施し、排出率を算定することにより環境省等より提案されている排出率の検証、補完を行っているので、これらの結果について報告する。なお、この報告は「用水と廃水」Vol. 48, No. 5, p. 64~70(2006)に掲載されたものの概要を筆者がとりまとめたものである。

### 2 生活排水量原単位

表 1 に藤本<sup>1)</sup>、浮田ら<sup>2)</sup>、河村<sup>3)</sup>による生活排水量原単位の算定値を示す。また、過去約 20 年以内に実施された生活排水量に関する調査結果<sup>4)~8)</sup>を表 2 に示す。

表 1 よりも時代の新しい表 2 の調査結果による生活排水量の値が 250L 以上と高くなっている。しか

しさらに最近では千葉県水政課調べによると 1995 年度に 249L であった 1 人 1 日当たり水使用量が、2003 年度は 242L となるなど<sup>9)</sup> 頭打ちの傾向がみられる。

また、1996 年の浄化槽構造基準<sup>10)</sup>では浄化槽の設計における 1 人 1 日汚水量を 200L/人・日とし、うち、水洗便所排水量を 50L/人・日としている。

これらのことから 原単位としての使いやすさを考慮し、2005 年現在の生活排水量原単位として総排水量 250L/人・日、雑排水量 200L/人・日、し尿排水量 50L/人・日を使用することが適当であると考えられた。

### 3 生活排水発生負荷原単位

生活排水発生負荷原単位の文献値<sup>1)~3)</sup>を表 3 に示す。表 3 の値は互いに近い値となっているが、文献 2)の浮田らの T-P の算定値は有リン洗剤を使用したケースのデータであるため高くなっている。

発生負荷原単位については雑排水の調査例<sup>4),6),11)</sup>はあるが(表 4)、し尿等のデータが不足していた。そこで、合併処理浄化槽、単独処理浄化槽の原水濃度調査例<sup>12)~14)</sup>から発生負荷原単位の試算を試みた(表 5)。表 3~5 の原単位の文献値と調査例による算定値との間に大きな差異はみられなかった。

これらの値から、上記調査結果の平均的な数値となり、取り扱いが容易な生活排水発生負荷原単位を提案し、2 章で提案した生活排水量原単位、およびこれらより算出した各排水の原水濃度と共に表 6 に示した。

表 6 より、現状の生活排水（全生活排水）の発生負荷原単位は BOD45g/人・日、COD23g/人・日、T-N9.0 g/人・日、T-P1.0g/人・日と推定され、時代による大きな違いはみられなかったが、最近の原単位調査データが不足していたため、今後補完していくことが望ましい。

表1 生活排水量原単位文献値

(L/人・日)				
No.	総排水量	雑排水量	し尿排水量	調査年・出典
1	223	179	44	1977～1978 <sup>1)</sup>
2	240	176	64	1970～1984 <sup>2)</sup>
3	225	185	40	1970～1985 <sup>3)</sup>

\*文献1),2),3):種々の文献をとりまとめ、提案された推定値

表4 生活雑排水発生負荷量文献値

(実態調査から算定)(単位:g/人・日)					
No.	生活雑排水				調査年・出典
	BOD	COD	T-N	T-P	
1	28	12	1.4	0.23	1983～1984 <sup>4)</sup>
2	16.7	7.3	1.3	0.21	1986～1987 <sup>6)</sup>
3	40	12	4.4	0.62	2002 <sup>11)*</sup>

\*単独処理浄化槽使用家庭排水および単独処理浄化槽処理水水質(N=4)からの推定値

表2 生活排水量原単位文献値(実態調査から算定)

(L/人・日)			
No.	総排水量	雑排水量	調査年・出典
1	-	186	1983～1984 <sup>4)</sup>
2	267*	-	1985(?) <sup>5)</sup>
3	-	216	1986～1987 <sup>6)</sup>
4	280*	-	1990 <sup>7)</sup>
5	256	-	1994(?) <sup>8)</sup>

\*用水量であるため散水、洗車分(約140)を含む

表3 生活排水発生負荷原単位文献値(種々の文献値から算定)

(単位:g/人・日)													
No.	生活排水				生活雑排水				し尿排水				調査年・出典
	BOD	COD	T-N	T-P	BOD	COD	T-N	T-P	BOD	COD	T-N	T-P	
1	45	23	8.1	0.91	29	13	1.6	0.22	16	10	6.5	0.69	1977～1978 <sup>1)</sup>
2	43	24	8.6	1.22	27	15	1.45	0.54	16	9	7.15	0.68	1970～1984 <sup>2)</sup>
3	47	22	8.5	1.0	30	13	1.5	0.35	17	9	7.0	0.65	1966～1984 <sup>3)</sup>
参考	-	29.3	12	1.17	-	19.2	3.0	0.40	-	10.1	9.0	0.77	環境省案(2002現在)

\*文献1),2),3):種々の文献をとりまとめ、提案された推定値

表5 浄化槽の原水水質と算定負荷量(調査例)

No.	区分	BOD		COD		T-N		T-P		調査年・出典
		水質 (mg/L)	負荷量 (g/人・日)	水質 (mg/L)	負荷量 (g/人・日)	水質 (mg/L)	負荷量 (g/人・日)	水質 (mg/L)	負荷量 (g/人・日)	
1	合併処理浄化槽 (生活排水)	183	45.8	53	13.3	39	9.75	4.0	1.0	1987 <sup>12)</sup>
2	合併処理浄化槽 (生活排水)	190	47.5	100	25	37	9.25	3.5	0.88	1988～1990 <sup>13)</sup>
3	合併処理浄化槽 (生活排水)	275	68.8	117	29.3	52	13	5.0	1.25	1999～2000*
4	単独処理浄化槽 (し尿)	351	17.8	138	6.9	116	5.8	16	0.8	1984～1985 <sup>11)</sup>

\*千葉県内合併処理浄化槽流量調整槽平均値(N=2)

\*\*負荷量は水質に表6の排水量負荷原単位を乗じて算定

表6 生活排水発生負荷原単位と原水水質(本調査提案値)

	排水量原単位 (L/人・日)	BOD		COD		T-N		T-P	
		原単位 (g/人・日)	原水水質 (mg/L)	原単位 (g/人・日)	水質 (mg/L)	原単位 (g/人・日)	水質 (mg/L)	原単位 (g/人・日)	水質 (mg/L)
生活排水	250	45	180	23	92	9.0	36	1.0	4.0
雑排水	200	29	145	13	65	2.0	10	0.3	1.5
し尿	50	16	320	10	200	7.0	140	0.7	14

\*生活排水=雑排水+し尿

#### 4 浄化槽の排水水質と排出負荷原単位

ここでは生活排水の排出負荷量算定に使用するための、規模別の合併処理浄化槽および単独処理浄化槽の排出負荷原単位・排出率について検討した。

##### 4.1 10人槽以下(小型)合併処理浄化槽

1988年以降の小型合併処理浄化槽の排水水質調査結果<sup>13),15)~18)</sup>を整理し、表7に示した。

排出率は、表6の本調査推定の原水水質を合併処理浄化槽原水水質とし、これで排水水質を除して算定した。また、平均値の算出はこれ以後各調査における調査数による重み付けを行わず、1調査の代表値を1データとして算術平均値を算出した。

表7より小型合併処理浄化槽の排水水質の平均値はBOD16mg/L, COD18mg/L, T-N26mg/L, T-P3.2mg/Lとなり、排出率はそれぞれ8.8%,19%,72%,84%となった。BOD,CODの排水水質はいずれも20mg/Lを下まわり、合併処理浄化槽が目的とする処理性能をおおむね満たした排出率となったが、T-N, T-Pの排出率はBOD,CODに比較して高かった。

表7の調査例では高度処理型合併処理浄化槽はほとんど含まれておらず、T-N, T-Pの排出率が高かったと考えられるが、窒素除去型小型合併処理浄化槽処理水濃度平均値はBOD10mg/L, COD14 mg/L, T-N12mg/L, T-P2.9mg/L程度であり従来型よりもBOD,T-Nが低く、りん除去型であればさらにT-Pも1mg/L以下に低下すると考えられる。高度処理型小型合併処理浄化槽の普及が生活排水の負荷削減に寄与するものと考えられる。

##### 4.2 11人槽以上合併処理浄化槽

1985年以後の各種合併処理浄化槽の排水水質調査結果<sup>19)~22)</sup>を整理し、表7と同じく排出率を算定し、表8に示した。

それぞれの規模ごとの調査数は1~3と少ないが、その規模ごとの水質の分布幅は比較的小さかった。200人槽以下の合併処理浄化槽処理水の平均値はBOD11mg/L, COD15mg/L, T-N18mg/L, T-P2.3mg/Lと小型合併処理浄化槽排水水質平均値よりもいずれの項目も低く、201~500人槽でBOD3.6mg/

L, COD12mg/L, T-N16mg/L, T-P2.3mg/L, とさらに下がり、規模が大きくなるごとに排水水質平均値が低くなる傾向がみられた(図1)。湖沼水質保全計画などでは小型合併処理浄化槽と200人槽規模の浄化槽の水質の区別をつけていないが、浄化槽の規模を分けて排出負荷を算出することでより精度の高い負荷解析が可能となると考えられる。

##### 4.3 単独処理浄化槽

1984年以後の各種単独処理浄化槽の排水水質調査結果<sup>14),23)~25)</sup>を整理し、表9に示した。排出率は表6の本調査推定のし尿の原水水質を単独処理浄化槽原水水質とし、これで排水水質を除して算定した。

単独処理浄化槽の20人槽以下規模の排水水質の平均値はBOD66mg/L, COD58mg/L, T-N102mg/L, T-P14mg/Lと合併処理浄化槽と比較してかなり高い値となっている。また、合併処理浄化槽と異なり、規模による処理水水質の違いが見られず、21~200人槽から501人槽以上と大きくなっても処理水水質は20人槽以下規模とほぼ同様であった。

##### 4.4 各種浄化槽の排水水質と排出率

以上のことから現状においてはほぼ妥当な各種浄化槽排水水質と排出率をとりまとめ、負荷解析に利用可能な提案値として表10に示した。

合併処理浄化槽は規模ごとに排水水質、排出率が異なるが、単独処理浄化槽は調査例数も少なく、規模による値の違いが小さいため、同一の排水水質と排出率とした。

これらの値は現状における生活排水排出負荷量算定に使用することが可能であると考えられるが、各地域において、さらに新しいデータを集積していくことが重要である。

#### 5 まとめ

種々の文献値から、水質汚濁負荷解析に利用するための、より精度の高い生活排水負荷原単位および浄化槽排出率等を算出し、検討を行った。

表7 合併処理浄化槽(10人以下)の排水水質と排出率(調査例)

No.	BOD		COD		T-N		T-P		N 調査数	調査年・出典
	水質 (mg/L)	排出率 (%)	水質 (mg/L)	排出率 (%)	水質 (mg/L)	排出率 (%)	水質 (mg/L)	排出率 (%)		
1	17	9.4	21	23	37	103	4.4	110	15	1988~1990 <sup>15)</sup>
2	12	6.4	22	22	19	53	3.2	91	2	1988~1990 <sup>13)</sup>
3	11	6.1	11	12	28	78	3	75	12	- <sup>8)</sup>
4	21	12	17	18	20	56	2.3	58	40	1994~1995 <sup>16)</sup>
5	13.7	7.6	-	-	-	-	-	-	2553	1989~1994 <sup>17)</sup>
6	20.5	11	-	-	-	-	-	-	7362	1999~2000 <sup>18)</sup>
平均	16	8.8	18	19	26	72	3.2	84		

\*NO.3のみ原著者算定の排出率、その他の排出率は排水水質を表6の生活排水原水水質で除した算定値

表8 合併処理浄化槽(10人以上)の排水水質と排出率(調査例)

No.	区分	BOD		COD		T-N		T-P		N 調査数	調査年・出典
		水質 (mg/L)	排出率 (%)	水質 (mg/L)	排出率 (%)	水質 (mg/L)	排出率 (%)	水質 (mg/L)	排出率 (%)		
1	200人以下	13	7.2	17	18	18	50	2.6	65	11	1983 <sup>19)</sup>
2	200人以下	9.4	5.2	12	13	17	47	2.0	50	10	2000 <sup>20)</sup>
	1,2平均値	11	6.1	15	16	18	50	2.3	58		
3	201~500人	2.8	1.6	9.7	11	15	42	2.5	63	12	1983 <sup>19)</sup>
4	201~500人	5.2	2.8	12	13	14	39	1.9	48	5	1999 <sup>21)</sup>
5	201~500人	2.8	1.6	15	16	19	53	2.6	65	14	1998 <sup>22)**</sup>
	3~5平均値	3.6	1.9	12	13	16	44	2.3	58		
6	501人以上	3.5	1.9	11	12	12	33	2.0	50	24	1998 <sup>22)**</sup>

\*排出率は表6の生活排水発生負荷原単位による算定値

\*\*平成10年度事業場立入検査結果(千葉県)より算定

表9 単独処理浄化槽の排水水質と排出率(調査例)

No.	区分	BOD		COD		T-N		T-P		N 調査数	調査年・出典
		水質 (mg/L)	排出率 (%)	水質 (mg/L)	排出率 (%)	水質 (mg/L)	排出率 (%)	水質 (mg/L)	排出率 (%)		
1	5~7人	60	19	63	32	98	70	16	114	70	1984~1985 <sup>14)</sup>
2	20人以下	59	18	66	33	131	94	15	107	9	1995 <sup>23)</sup>
3	5~15人	79	25	45	23	78	56	11	79	19	2000~2001 <sup>24)</sup>
	1~3平均値	66	21	58	29	102	73	14	100		
4	21~200人	52	16	65	33	99	71	10.9	78	22	1995 <sup>23)</sup>
5	201~500人	56	18	57	29	102	73	10.4	74	6	1984 <sup>25)</sup>
6	501人以上	77	24	75	38	107	76	11.9	85	24	1984 <sup>25)</sup>

\*排出率は表6の生活排水発生負荷原単位による算定値

表10 各種浄化槽の排水水質と排出率(本調査提案値)

	区分	BOD		COD		T-N		T-P	
		水質 (mg/L)	排出率 (%)	水質 (mg/L)	排出率 (%)	水質 (mg/L)	排出率 (%)	水質 (mg/L)	排出率 (%)
合併処理 浄化槽	10人以下	16	8.8	18	19	26	72	3.2	84
	11~200人	11	6.1	15	16	18	50	2.3	58
	201~500人	3.6	2.0	12	13	16	44	2.3	58
	501人以上	3.5	1.9	11	12	12	33	2.0	50
単独処理 浄化槽	20人以下 ~501人以上	63	20	64	32	100	71	12	86

1) 生活排水量は時代によって変化があり、最近では若干低下する傾向があるが、現状の生活排水量原単位は、総排水量 250L/人・日、雑排水量 200L/人・日、し尿排水量 50L/人・日と推定された。

2) 生活排水発生負荷原単位は、全生活排水で BOD 45g/人・日、COD23g/人・日、T-N9.0g/人・日、T-P 1.0g/人・日と推定されたが、最近の調査例が不足していると考えられる。

3) 小型合併処理浄化槽はその地区の使用状況(人員比)によって排水水質が異なる傾向がみられた。

4) 現状の合併処理浄化槽は、BOD、COD については良好な処理性能を示しているが、T-N、T-P は BOD、COD に比べ低い除去率にとどまっている。

5) 窒素除去型小型合併処理浄化槽の処理水水質は BOD、T-N が従来型よりも低く、りん除去型であれば T-P も低下すると考えられ、高度処理型小型合併処理浄化槽の普及が生活排水の負荷削減に寄与するものと考えられる。

6) 合併処理浄化槽は規模が大きくなるほど排水水質が低下する傾向がみられたが、単独処理浄化槽は浄化槽の規模と排水水質の間に関係がみられなかった。

7) 今後、より精度の高い、生活排水の汚濁負荷解析を行うためには、各地域でのさらなるデータの集積、補完が必要とされる。

## 6 おわりに

本調査は平成7年度に当センターで行った原単位の文献調査<sup>26)</sup>の後に、不足していたデータを実態調査等により補完し、検討し直したものである。今後さらにデータを蓄積し、時代に合った精度の高い原単位を求めていく必要があると考えられる。

## 7 参考文献

1) 藤本千鶴：印旛沼・手賀沼流入河川の汚濁負荷量に関する調査研究(Ⅱ)－生活排水発生負荷原単位について－，昭和62年度千葉県水質保全研究所年報，89～98(1988)

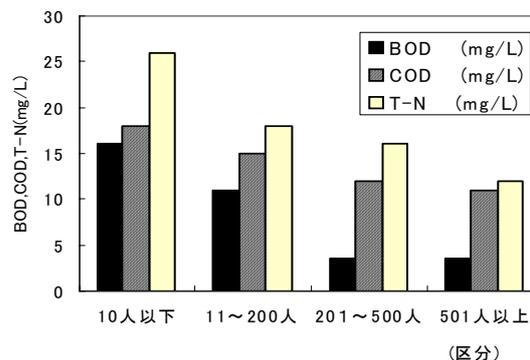


図1 合併処理浄化槽処理対象人員別排水水質

2) 浮田正夫・中西弘：河川汚濁のモデル解析(國松孝男・村岡浩爾編著)，第1章2．特定汚染源からの汚濁負荷，13-14，技報堂出版(1989)

3) 河村清史：浄化槽技術者の生活排水処理工学，16-22，(財)日本環境整備教育センター(1995)

4) 松井優實・松沢克典・矢野伸一・樋口澄男・中沢雄平：家庭雑排水の汚濁負荷原単位，用水と廃水，29(2)22～27(1987)

5) 井上充，井口潔，浦野紘平：生活雑排水簡易処理装置の開発(1)－性能試験及び改善点の調査－，神奈川県公害センター研報告第8号，1～6(1986)

6) 細見正明・原沢英夫・須藤隆一：生活雑排水の汚濁負荷原単位と発生源対策，用水と廃水，30(6)23～29(1988)

7) 比沢忠男：小型合併処理浄化槽実態調査について，月刊浄化槽，196，36～40(1992)

8) 小川雄比古・田所正春・大野茂：小型合併処理浄化槽の処理機能の実態，用水と廃水，37(9)28～35(1995)

9) 千葉県総合企画部水政課：水のはなし 2004,p.26(2004)

10) 建設省，厚生省，環境庁監修：尿尿浄化槽の構造基準・同解説，日本建築センター，東京(1996)

11) 藤村葉子，木内浩一，宇野健一，廣瀬一人，本橋敬之助：単独処理浄化槽使用家庭の生活排水水質，第6回日本水環境学会シンポジウム講演集 168(2003)

- 12) 岡田誠之:住宅の水回り設備(12), 月刊浄化槽, 209, 45~49(1993)
- 13) 嶋津暉之・木村賢史・三好康彦:家庭用合併処理浄化槽の処理水質向上に関する研究(その3), 東京都環境科学研究所年報 1991, 151~159(1991)
- 14) 田所正春・桜井敏郎・小川雄比古・竹田茂:分離接触曝気方式単独浄化槽の処理機能に関する調査研究, 用水と廃水, 30(12)10~19 (1988)
- 15) 松井優實・鈴木富雄・小沢秀明・上島和喜夫・伊東秀一・野村幸弘・降旗敦海:小型合併処理浄化槽による生活排水の処理(Ⅲ)―家庭用合併処理浄化槽における放流水の実態―, 長野県衛生公害研究所報告, 15,6(1992)
- 16) 藤村葉子, 中島淳:小規模合併処理浄化槽の処理水性状と循環運転による窒素除去, 水環境学会誌, 21(3)33~38(1998)
- 17) 堀尾明宏, 田中義勝, 小林敦司, 鈴木巖, 青木堯, 南部敏博:放流水質からみた小型合併処理浄化槽の実態, 月刊浄化槽, 238, 39~44 (1996)
- 18) 齋藤茂, 江成敬次郎:平成 11 年度法定検査結果から考察した小容量型小型合併処理浄化槽の現状について, 月刊浄化槽, 304, 9~16 (2001)
- 19) 千葉県環境部生活環境課:昭和 58 年度し尿浄化槽実態調査結果報告書, (1985)
- 20) 藤村葉子, 本橋敬之助, 廣瀬一人:200 人槽以下合併処理浄化槽の処理機能について, 第 5 回日本水環境学会シンポジウム講演集 88(2002)
- 21) 藤村葉子, 宇野健一, 廣瀬一人, 本橋敬之助:合併処理浄化槽を用いた小規模事業場排水処理・店舗, 飲食店, レクリエーション施設, 住宅-, 用水と廃水, 45(8)92~100 (2003)
- 22) 千葉県環境生活部:平成 10 年度事業場立入検査結果(1999)
- 23) 千葉県:水質汚濁小規模事業場等排水実態調査報告書, (1995)
- 24) 藤村葉子, 廣瀬一人, 本橋敬之助:家庭用単独処理浄化槽処理水水質の実態について, 第 4 回日本水環境学会シンポジウム講演集 73(2001)
- 25) 千葉県環境部生活環境課:昭和 59 年度し尿浄化槽実態調査結果(1985)
- 26) 藤村葉子:生活排水の汚濁負荷発生原単位と浄化槽による排出率, 平成 7 年度千葉県水質保全研究所年報, 33~38(1996)

## 8 出典

本報告の原典は「用水と廃水」Vol. 48, No. 5, p. 64~70(2006)に掲載されたものであり、著作権は「用水と廃水」にあることをここに記す。