

下水処理施設に係る排出量

1. 届出外排出量と考えられる排出

下水処理施設へ流入した化学物質のうち、水処理施設で生分解や汚泥へ吸着されないものは、大気や公共用水域へ排出される。また、水処理施設で汚泥へ吸着されたもののうち、汚泥処理施設における脱水処理後の焼却処理により燃焼分解されないものについては、大気へ排出されるか、又は脱水汚泥や焼却灰として処理施設外へ移動される。したがって、水処理施設における大気及び公共用水域への排出と汚泥処理施設における大気への排出について推計の対象とした(図1及び表1)。

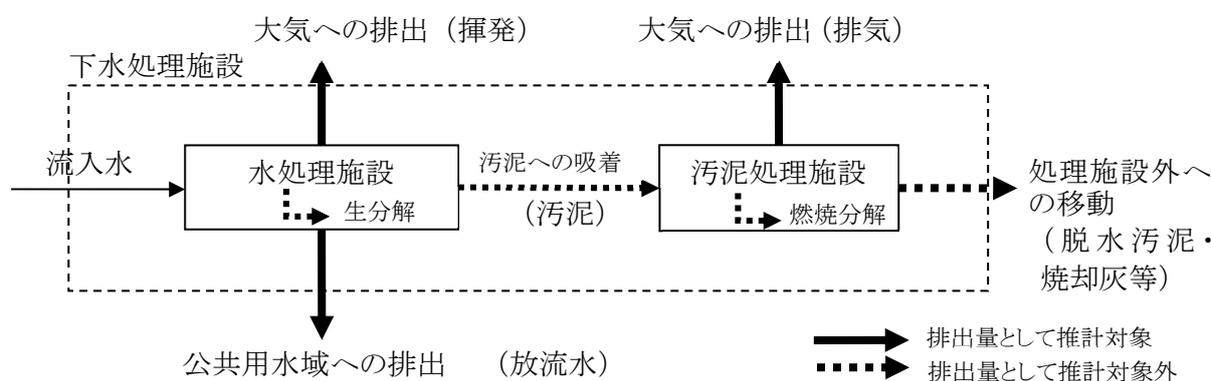


図1 下水処理施設からの排出と推計対象範囲

表1 下水処理施設における対象化学物質の移行先等と推計の対象

水処理施設からの移行先等	汚泥処理施設からの移行先等	推計の対象	備考
大気(揮発ガス)	—	○	
汚泥	大気(排出ガス)	△	実測データの得られる対象化学物質のみ
	燃焼分解	×	反応により化学物質として消失
	脱水汚泥・焼却灰等	×	PRTR では「移動」に該当
生分解	—	×	反応により化学物質として消失
公共用水域(放流水)	—	○	PRTR 届出排出量を除く

注:「推計の対象」の記号の意味は以下のとおり。

○:推計対象とする △:一部の物質を推計対象とする ×:推計対象とはしない

2. 推計を行う対象化学物質

下水処理施設からの排出量の推計対象物質は、下水処理施設への流入量が把握可能な化学物質を優先した。下水処理施設への流入量推計に活用可能なものとして、PRTR データ関連では、①PRTR 届出データにおける下水道への移動量、②すそ切り以下事業者からの公共用水域への排出量(下水道普及率を用いて下水道への流入量を推計して使用)、③非点源からの下水道への移動量がある。また、PRTR データ以外で活用が可能なものとして、実測により得られた対象化学物質の家庭排水中濃度や

雨水排水中濃度と、家庭排水及び雨水の流入量がある。

これらにより流入量の把握ができた 155 物質から、下水処理施設からの排出量推計に必要な下水処理に伴う媒体別の移行率を得ることができなかった 4 物質を除いた 151 物質を排出量推計の対象とした(表 2)。なお、下水処理の工程で非意図的に生成されるトリハロメタン(クロロホルム等)の排出は、生成量に関する定量的なデータが得られなかったことから、排出量の推計対象外とした。

表 2 下水処理施設への流入量を把握する対象化学物質(2023 年度排出量)

流入源	対象化学物質数			排出量の推計対象とした対象化学物質の例
	流入量の把握が可能なもの(a)	排出量の推計が困難なもの(b)	排出量の推計対象としたもの=(a)-(b)	
① 届出事業所	143	3	140	・2-アミノエタノール(管理番号:20) ・パラ-アミノフェノール(23)
② すそ切り以下事業者	102	3	99	・アクリル酸及びその水溶性塩(4) ・アクリル酸ブチル(7)
③ 非点源推計(家庭・非対象業種)	13	—	13	・直鎖アルキルベンゼンスルホン酸及びその塩(アルキル基の炭素数が10から14までのもの及びその混合物に限る。)(30) ・ポリ(オキシエチレン)＝アルキルエーテル(アルキル基の炭素数が12から15までのもの及びその混合物に限る。)(407)
④ 家庭排水(その他の物質)	9	—	9	・ニッケル化合物(309) ・フタル酸ビス(2-エチルヘキシル)(355)
⑤ 路面等からの雨水	20	—	20	・亜鉛の水溶性化合物(1) ・マンガン及びその化合物(412)
合計(物質の重複を除く)	155	4	151	

注1: 下水道への流入量のうち、ダイオキシン類とオゾン層破壊物質については、別途、届出外排出量を推計するため、本項目での排出量推計対象から除いている。

注2: 媒体への移行率がゼロで、結果的に排出量がゼロとなった対象化学物質も「推計対象としたもの」としてカウントした。

注3: 推計対象年度は2023年度だが、入手可能な下水道統計は2021年度、PRTRデータは2022年度のものであるため2023年度の下水道普及状況は2021年度と、流入量は2022年度の流入量と同じと仮定した。

3. 推計方法

「下水道における化学物質排出量の把握と化学物質管理計画の策定等に関するガイドライン(案)(令和5年4月国土交通省水管理・国土保全局下水道部)」(以下「国交省ガイドライン」という。)を参考にして、下水処理施設へ流入する化学物質の流入量を推計したのち、流入量に対する大気及び公共用水域への移行率を別途設定し、これらを乗じることにより、媒体ごとの排出量を推計した(図 2)。なお、下水道法の規定に基づく水質検査の対象となっている 30 物質(表 7 において物質名に(※)を付して示した。)については「下水道業からの届出排出量」として排出量の届出が行われていることから、公共用水域への届出外排出量の推計対象から除外した。また、30 物質以外の一部の物質についても下水道業からの大気及び公共用水域への排出量の届出があることから、これらの物質の届出外排出量を推計する際には、都道府県単位で届出排出量を差し引いた。

下水処理施設への化学物質の流入量は、PRTRデータや実測等により測定された排水中の化学物質の濃度等を用いて、表2に示した流入源ごとに推計した(表3及び表4)。なお、推計対象年度は2023年度だが、当該年度の統計データが得られないため、2021年度のデータに基づき推計をすることとした。また、下水道統計については2024年12月上旬時点での利用可能な最新データが2021年度実績であるため、下水道普及率については2023年度も同じ状況であるものと仮定した。

表3 下水処理施設への流入量の推計方法の概要

流入源		流入量の推計方法の概要
①	届出事業所	PRTR データとして届出された「下水道への移動量」を都道府県ごとに集計した。
②	すそ切り以下事業者	PRTR 届出外排出量として推計されている都道府県別のすそ切り以下事業者からの公共用水域への排出量と、都道府県別の面積ベースの下水道普及率を用いて都道府県ごとに推計した。
③	非点源推計 (家庭・非対象業種)	PRTR 届出外排出量の参考値として、2つの排出源(「洗浄剤・化粧品等(界面活性剤、中和剤等)」及び「水道」)からの下水道への移動量が、13の対象化学物質について推計されているため、この全量を下水処理施設への流入量とみなした。
④	家庭排水 (その他の物質)	実測により測定された対象化学物質の家庭排水中濃度に、都道府県別の家庭排水の流入量の推計値を乗じた。
⑤	路面等からの雨水	実測により測定された雨水排水中濃度に、都道府県別の合流式下水処理施設への雨水の流入量の推計値を乗じた。

表4 下水処理施設への流入量の推計結果の例(2023年度)

管理番号	対象化学物質名	下水処理施設への流入量(kg/年)					合計
		届出	すそ切り以下	非点源 (家庭・非対象業種)	家庭排水 (その他の物質)	路面等からの雨水	
1	亜鉛の水溶性化合物	14,886	3,553			350,888	369,328
2	アクリルアミド	18	7.3				25
3	アクリル酸エチル	135	167				302
4	アクリル酸及びその水溶性塩	3,491	452				3,943
20	2-アミノエタノール	23,262	66,598	6,425,965			6,515,825
31	アンチモン及びその化合物	146	23,530		4,964		28,640
37	ビスフェノールA	14	1.8		4,014	723	4,753
87	クロム及び三価クロム化合物	4,424	3,425			8,917	16,766
595	エチレンジアミン四酢酸並びにそのカリウム塩及びナトリウム塩	125	332	3,851			4,308

注:推計対象年度は2023年度だが、入手可能なデータが2022年度のものであるため、2023年度の流入量は2022年度の流入量と同じと仮定した。

また、媒体(公共用水域、大気)への移行率は、国交省ガイドラインを参考に、媒体ごとの移行率が実測データとして得られる対象化学物質については、それらの実測データを優先的に採用し、それが得ら

れない対象化学物質の場合は、物性データ(ヘンリー定数等)を入力パラメータとする簡易推計式により推定される移行率を用いた。さらに、簡易推計式による結果と標準活性汚泥処理における挙動シミュレーションによる移行率との比較や生分解度データによる補正を行い、大気及び公共用水域への最終的な移行率を設定した(表5及び表6)。

表5 下水処理施設に係る媒体別移行率の設定方法

実測データ	簡易推計式と挙動シミュレーションとの乖離	生分解度データ	媒体別移行率の設定方法	対象となる物質数
あり	-	-	①実測による媒体別移行率をそのまま採用	53
なし	小 (シミュレーション未実施を含む)	なし	②ヘンリー定数及びオクタノール/水分配係数を用いる移行率簡易推計式による媒体別移行率をそのまま採用	28
		あり	③簡易推計式による媒体別移行率を生分解度で補正	66
	大	なし	④標準活性汚泥処理における挙動シミュレーションによる媒体別移行率をそのまま採用	0
		あり	⑤挙動シミュレーションによる媒体別移行率を生分解度で補正	1
-	-	-	⑥いずれの方法でも媒体別移行率が設定不可	4

注1:簡易推計式による媒体別移行率は、生分解が起こらない場合の割合を物性値だけで予測したものであるため、生分解に係るデータが得られる場合は、それを考慮した補正を要する。

注2:挙動シミュレーションは金属化合物等を除く322物質について実施したものであり、未実施の物質は「乖離が小さい」場合と同等に扱うこととした。

注3:実測データが得られた対象化学物質についても、下水処理施設における生分解が発生するのが一般的だが、それが発生した条件で実測されたデータであるため、上記「注2」と同様の補正は要しない。

注4:簡易推計式と挙動シミュレーションとの乖離が大のものは、大気及び汚泥のいずれかの移行率に挙動シミュレーションによる媒体別移行率を用いた。

表6 下水処理施設に係る媒体別の移行率の推計結果の例

管理 番号	対象化学物質名	媒体別の移行率(%)		移行率の 設定方法
		大気	公共用水域 (放流水)	
1	亜鉛の水溶性化合物	2.0	28	①
2	アクリルアミド	0.00006	58	③
3	アクリル酸エチル	0.087	0.91	③
4	アクリル酸及びその水溶性塩	0.0002	1.0	③
5	アクリル酸2-(ジメチルアミノ)エチル	0.045	>99.9	②
7	アクリル酸ブチル	0.15	0.84	③
8	アクリル酸メチル	1.5	40	③
34	3-イソシアナトメチル-3, 5, 5-トリメチルシクロヘキシル=イソシアネート	0.16	0.24	⑤
698	ニトリロ三酢酸及びそのナトリウム塩	0.00002	>99.9	③

注1: 移行率の設定方法の番号は、表5の媒体別移行率の設定方法に示した番号に対応する。

- ①: 実測による媒体別移行率をそのまま採用(網掛けで示す)
- ②: 簡易推計式による媒体別移行率をそのまま採用
- ③: 簡易推計式による媒体別移行率を生分解度で補正
- ④: 挙動シミュレーションによる媒体別移行率をそのまま採用
- ⑤: 挙動シミュレーションによる媒体別移行率を生分解度で補正

注2: 上記「注1①」に示す対象化学物質のうち、実測データが得られない媒体は排出量の推計の対象外とした。

注3: 下水処理施設への流入量がなく、本年度は推計を行わない物質についても移行率を示している。

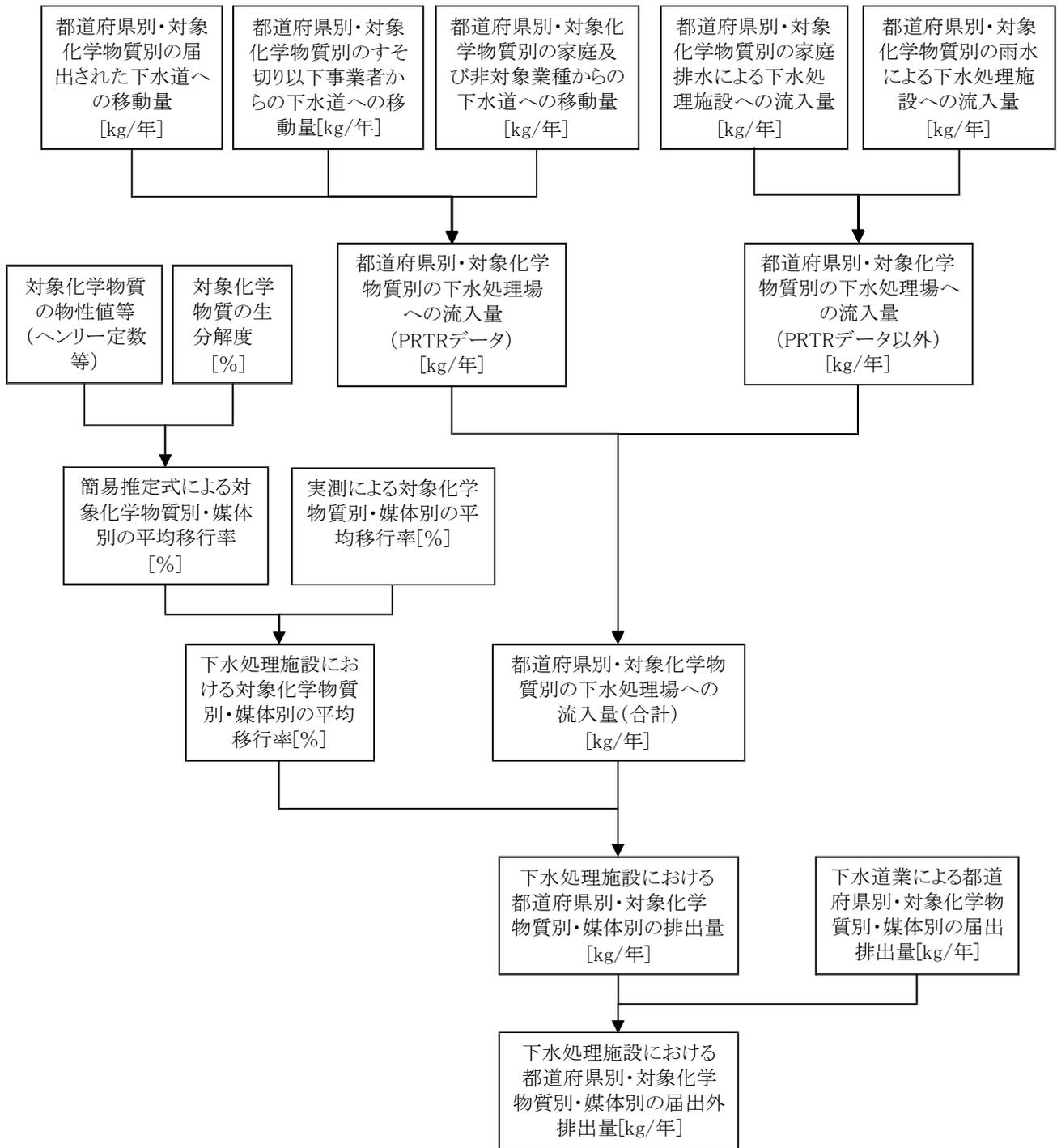


図 2 下水処理施設に係る排出量の推計フロー

4. 推計結果

下水処理施設に係る排出量の届出外排出量の推計結果を表 7 に示す。下水道処理施設に係る排出量の合計は約 7.5 千 t と推計された。

表7 下水処理施設に係る排出量推計結果(2023年度:全国)(1/5)

対象化学物質		全国の届出外排出量(kg/年)				
管理番号	物質名	対象業種	非対象業種	家庭	移動体	合計
1	亜鉛の水溶性化合物(※)	7,436				7,436
2	アクリルアミド	15				15
3	アクリル酸エチル	3.0				3.0
4	アクリル酸及びその水溶性塩	39				39
7	アクリル酸ブチル	6.2				6.2
8	アクリル酸メチル	0.5				0.5
9	アクリロニトリル	142				142
12	アセトアルデヒド	9.3				9.3
18	アニリン	223				223
20	2-アミノエタノール	2,019,906				2,019,906
23	パラ-アミノフェノール	94				94
27	メタミトン	3.0				3.0
30	直鎖アルキルベンゼンスルホン酸及びその塩 (アルキル基の炭素数が10から14までのもの 及びその混合物に限る。)	1,736,766				1,736,766
31	アンチモン及びその化合物	17,566				17,566
34	3-イソシアナトメチル-3, 5, 5-トリメチルシ クロヘキシル=イソシアネート	0.0				0.0
36	イソプレン	16,964				16,964
37	ビスフェノールA	143				143
53	エチルベンゼン	5,914				5,914
56	エチレンオキシド	29,197				29,197
57	エチレングリコールモノエチルエーテル	29				29
58	エチレングリコールモノメチルエーテル	16				16
59	エチレンジアミン	27				27
62	マンコゼブ	1.0				1.0
65	エピクロロヒドリン					
68	酸化プロピレン					
73	1-オクタノール	0.2				0.2
75	カドミウム及びその化合物(※)	1.2				1.2
79	2, 6-キシレノール	108				108
80	キシレン	2,607				2,607
82	銀及びその水溶性化合物	1,795				1,795
83	クメン	163				163
84	グリオキサール	0.5				0.5
85	グルタルアルデヒド	67				67
86	クレゾール	393				393
87	クロム及び三価クロム化合物(※)	1,006				1,006
88	六価クロム化合物(※)					

表7 下水処理施設に係る排出量推計結果(2023年度:全国)(2/5)

対象化学物質		全国の届出外排出量(kg/年)				
管理番号	物質名	対象業種	非対象業種	家庭	移動体	合計
89	クロロアニリン	1,140				1,140
91	シアナジン	2.0				2.0
94	塩化ビニル	983				983
95	フルアジナム	17				17
117	テブコナゾール	17				17
123	塩化アリル	11				11
125	クロロベンゼン	3,080				3,080
127	クロロホルム	12,874				12,874
132	コバルト及びその化合物	17,076				17,076
133	エチレングリコールモノエチルエーテルアセテート	0.8				0.8
134	酢酸ビニル	868				868
144	無機シアン化合物(錯塩及びシアン酸塩を除く。)(※)					
147	チオベンカルブ(※)					
150	1,4-ジオキサン(※)					
154	シクロヘキシルアミン	12				12
157	1,2-ジクロロエタン(※)	114				114
169	ジウロン	34				34
174	リニュロン	0.9				0.9
178	1,2-ジクロロプロパン	175				175
181	ジクロロベンゼン	1,488				1,488
183	ピラゾレート	6.0				6.0
184	ジクロベニル	2.0				2.0
186	塩化メチレン(※)	3,286				3,286
188	N,N-ジシクロヘキシルアミン	0.7				0.7
195	プロチオホス	0.1				0.1
199	CIフルオレスセント260	41				41
203	ジフェニルアミン	1.7				1.7
207	2,6-ジターシャリーブチル-4-クレゾール	38				38
209	ジブロモクロロメタン	19,368				19,368
210	2,2-ジブロモ-2-シアノアセトアミド	1,400				1,400
213	N,N-ジメチルアセトアミド	593				593
218	ジメチルアミン	3.1				3.1
221	ベンフラカルブ	0.5				0.5
223	N,N-ジメチルドデシルアミン	0.0				0.0
224	N,N-ジメチルドデシルアミン=N-オキシド	10,334				10,334
232	N,N-ジメチルホルムアミド					

表7 下水処理施設に係る排出量推計結果(2023年度:全国)(3/5)

対象化学物質		全国の届出外排出量(kg/年)				
管理番号	物質名	対象業種	非対象業種	家庭	移動体	合計
237	水銀及びその化合物(※)					
240	スチレン					
242	セレン及びその化合物(※)	0.1				0.1
245	チオ尿素	423				423
251	フェニトロチオン	0.9				0.9
257	デカノール	6.2				6.2
258	ヘキサメチレンテトラミン	339				339
261	フサライド	0.9				0.9
262	テトラクロロエチレン(※)	608				608
268	チウラム(※)					
270	テレフタル酸	0.7				0.7
272	銅水溶性塩(錯塩を除く。)(※)	4,162				4,162
273	ノルマルードデシルアルコール	44				44
275	ドデシル硫酸ナトリウム	435,036				435,036
277	トリエチルアミン	41,816				41,816
281	トリクロロエチレン(※)	531				531
290	トリクロロベンゼン	397				397
292	トリブチルアミン	442				442
299	トルイジン	6,593				6,593
300	トルエン	24,051				24,051
302	ナフタレン	1,679				1,679
308	ニッケル	255				255
309	ニッケル化合物	88,816				88,816
316	ニトロベンゼン					
318	二硫化炭素	238				238
320	アルキルフェノール(アルキル基の炭素数が9のものに限る。)					
321	バナジウム化合物	5,958				5,958
323	シメトリン	2.9				2.9
328	ジラム	81				81
332	砒素及びその無機化合物(※)	0.2				0.2
333	ヒドラジン					
336	ヒドロキノン	770				770
341	ピペラジン	7,193				7,193
342	ピリジン	407				407
343	カテコール	0.1				0.1
346	2-フェニルフェノール	9.5				9.5

表7 下水処理施設に係る排出量推計結果(2023年度:全国)(4/5)

対象化学物質		全国の届出外排出量(kg/年)				
管理番号	物質名	対象業種	非対象業種	家庭	移動体	合計
348	フェニレンジアミン	608				608
349	フェノール	141				141
351	1,3-ブタジエン	263				263
354	フタル酸ジブチル					
355	フタル酸ビス(2-エチルヘキシル)	1,228				1,228
374	ふっ化水素及びその水溶性塩(※)					
376	ブタクロール	0.4				0.4
381	ブロモジクロロメタン	11,488				11,488
383	ブロマシル	5.0				5.0
389	ヘキサデシルトリメチルアンモニウム=クロリド	25,380				25,380
390	ヘキサメチレンジアミン	0.0				0.0
392	ヘキサン	24				24
393	ベタナフトール	1.3				1.3
398	塩化ベンジル	0.1				0.1
399	ベンズアルデヒド	44				44
400	ベンゼン(※)	194				194
401	1,2,4-ベンゼントリカルボン酸1,2-無水物					
405	ほう素化合物(※)					
407	ポリ(オキシエチレン)=アルキルエーテル(アルキル基の炭素数が12から15までのもの及びその混合物に限る。)	709,472				709,472
408	ポリ(オキシエチレン)=アルキルフェニルエーテル(アルキル基の炭素数が8のものに限る。)	1,619				1,619
409	ポリ(オキシエチレン)=ドデシルエーテル硫酸エステルナトリウム	986,314				986,314
410	ポリ(オキシエチレン)=アルキルフェニルエーテル(アルキル基の炭素数が9のものに限る。)	5,908				5,908
411	ホルムアルデヒド	1,182,113				1,182,113
412	マンガン及びその化合物(※)	1,052				1,052
413	無水フタル酸	0.4				0.4
415	メタクリル酸	177				177
420	メタクリル酸メチル	771				771
422	フェリムゾン	1.0				1.0
438	メチルナフタレン	59				59
439	3-メチルピリジン	2.9				2.9

表7 下水処理施設に係る排出量推計結果(2023年度:全国)(5/5)

対象化学物質		全国の届出外排出量(kg/年)				
管理番号	物質名	対象業種	非対象業種	家庭	移動体	合計
442	メプロニル	1.7				1.7
444	トリフロキシストロビン	0.4				0.4
448	メチレンビス(4,1-フェニレン) = ジイソシアネート	0.7				0.7
449	フェンメディファム	1.7				1.7
453	モリブデン及びその化合物	18,144				18,144
457	ジクロロボス	34				34
459	りん酸トリス(2-クロロエチル)	129				129
460	りん酸トリトリル	8.9				8.9
461	りん酸トリフェニル	720				720
462	りん酸トリブチル	0.0				0.0
595	エチレンジアミン四酢酸並びにそのカリウム塩及びナトリウム塩	3,899				3,899
691	トリメチルベンゼン	3,842				3,842
697	鉛及びその化合物(※)	5,830				5,830
合計		7,492,943				7,492,943

注1: 下水道業における特別要件施設としての公共用水域への排出量の届出対象物質である30物質については、排出量が全て届出されていると考えられるため、当該物質に係る下水処理施設からの公共用水域への届出外排出量はゼロとする(表中には、物質名に(※)を付して示した)。

注2: 下水処理施設への流入量がある物質のうち、移行率が0%または設定不可の場合については届出外排出量をゼロとする。