

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)。

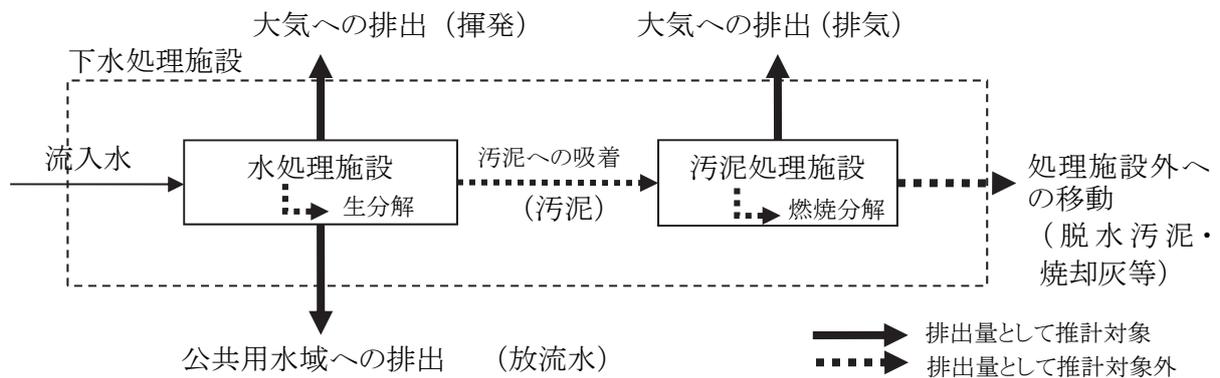


図1 下水処理施設からの排出と推計対象範囲

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(排気ガス)	△	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
放流水	—	○	

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、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、実測等により測定さ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、排水の流入量がある。

これらにより流入量の把握ができた 230 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 12 物質を除き、218 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)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(平成 28 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 届出事業者	220	11	209	・2-アミノエタノール(物質番号:20) ・パラ-アミノフェノール(同:23)
② すそ切り以下事業者	80	5	75	・アクリル酸及びその水溶性塩(同:4) ・アクリル酸ノルマルブチル(同: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)(同: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。)(同:407)
④ 家庭排水(その他の物質)	9	—	9	・ニッケル化合物(同:309) ・フタル酸ビス(2-エチルヘキシル)(同:355)
⑤ 路面等からの雨水	20	—	20	・亜鉛の水溶性化合物(同:1) ・マンガン及びその化合物(同:412)
合計 ^{注2}	231	12	219	

注1: 下水道への移動量のうち、ダイオキシン類とオゾン層破壊物質については、別の排出源として届出外排出量が推計されているため、「下水処理施設」としての排出量の推計対象からは除外した。

注2: 複数の排出源に対応する対象化学物質があるため、流入源ごとの物質数の合計と合計欄の数は一致しない。

注3: 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4: 推計対象年度は平成27年度だが、入手可能な統計が平成26年度であるため、平成27年度の流入量は平成26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)(平成 23 年6月国土交通省都市・地域整備局下水道部)」(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、これらに乗じることにより、媒体ごとの排出量を推計した。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「下水道業からの届出排出量」として大気及び公共用水域への排出があることから、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)。このとき、下水道統計の最新版との整合をとるため平成26年度のデータを採用した。

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	届出事業者	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(平成28年度)

物質番号	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	16,036	7,231			356,960	380,227
2	アクリルアミド	14	27				41
3	アクリル酸エチル	121					121
4	アクリル酸及びその水溶性塩	3,720	1,176				4,896
20	2-アミノエタノール	59,708	161,927	5,645,076			5,866,712
31	アンチモン及びその化合物	358	8,696		4,771		13,825
37	ビスフェノールA	318	1,356		3,858	736	6,267
60	エチレンジアミン四酢酸	193	3,958	4,345			8,496
87	クロム及び三価クロム化合物	2,418	1,044			9,072	12,533

注:推計対象年度は平成28年度だが、入手可能なデータ等が平成27年度のものであるため、平成28年度の流入量は平成27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	57
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	106
		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	51
	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	2
		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	2

注1:何れの方法でも媒体別移行率が設定できない対象化学物質は、本表では省略した。

注2: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3: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4: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5:対象となる物質数において、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の物質数は、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場合にカウントした。

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

物質番号	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%	28.5%	①
2	アクリルアミド	0.00005%	50.0%	③
3	アクリル酸エチル	4.2%	43.8%	③
4	アクリル酸及びその水溶性塩	0.007%	33.0%	③
5	アクリル酸2-(ジメチルアミノ)エチル	0.05%	99.9%	②
6	アクリル酸2-ヒドロキシエチル	0.0004%	100%	②
7	アクリル酸ノルマルーブチル	14.6%	84.5%	②
8	アクリル酸メチル	3.6%	96.3%	②
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	15.9%	24.4%	④
297	1,3,5-トリメチルベンゼン	69.9%	20.1%	⑤

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。

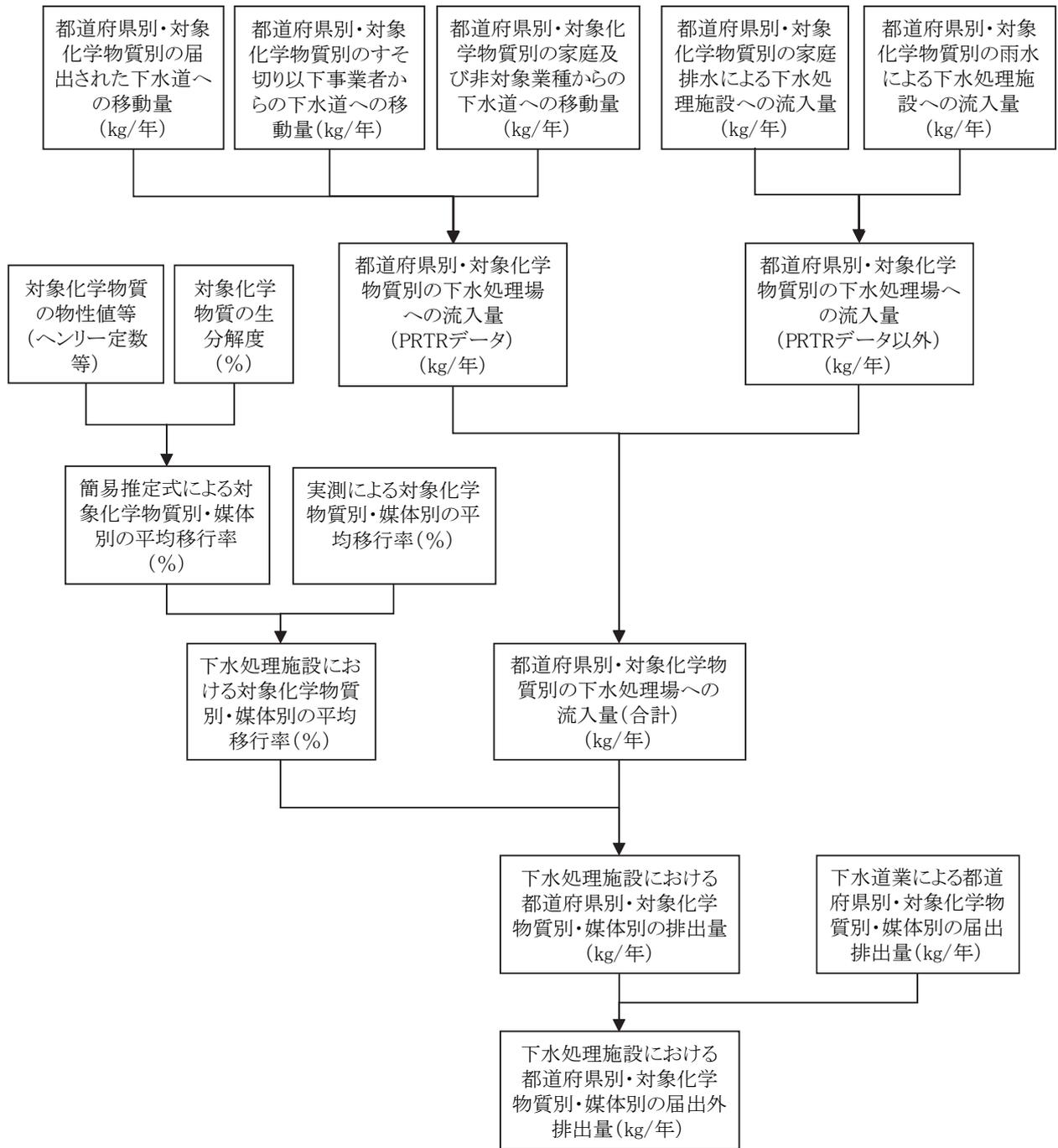


図 2 下水処理施設に係る排出量の推計フロー

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(平成28年度:全国)(その1)

対象化学物質		全国の届出外排出量(kg/年)				
物質番号	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	7,646				7,646
2	アクリルアミド	21				21
3	アクリル酸エチル	58				58
4	アクリル酸及びその水溶性塩	1,626				1,626
6	アクリル酸 2-ヒドロキシエチル	1				1
7	アクリル酸 n-ブチル	448				448
8	アクリル酸メチル	2				2
9	アクリロニトリル	2				2
13	アセトニトリル	138,946				138,946
16	2,2'-アゾビスイソブチロニトリル	1				1
17	o-アニシジン	1				1
18	アニリン	1,106				1,106
20	2-アミノエタノール	1,819,198				1,819,198
23	p-アミノフェノール	77				77
24	m-アミノフェノール	45				45
27	メタミロン	25				25
28	アリルアルコール	36				36
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)	2,519,768				2,519,768
31	アンチモン及びその化合物	8,571				8,571
36	イソプレン	15,924				15,924
37	ビスフェノール A	189				189
51	2-エチルヘキサン酸	17,920				17,920
56	エチレンオキシド	46,238				46,238
57	エチレングリコールモノエチルエーテル	1,152				1,152
58	エチレングリコールモノメチルエーテル	97				97
59	エチレンジアミン	203				203
60	エチレンジアミン四酢酸	7,724				7,724
64	エトフェンプロックス	0.008				0.008
69	2,3-エポキシプロピル=フェニルエーテル	7				7
73	1-オクタノール	935				935
75	カドミウム及びその化合物	7				7
76	ε-カプロラクタム	12				12
79	2,6-キシレノール	99				99
80	キシレン	3,199				3,199
81	キノリン	55				55
82	銀及びその水溶性化合物	1,257				1,257

表7 下水処理施設に係る排出量推計結果(平成28年度:全国)(その2)

対象化学物質		全国の届出外排出量(kg/年)				
物質番号	物質名	対象業種	非対象業種	家庭	移動体	合計
83	クメン	74				74
84	グリオキサール	2				2
85	グルタルアルデヒド	1,098				1,098
86	クレゾール	201				201
87	クロム及び3価クロム化合物(※)	752				752
89	クロロアニリン	65				65
91	シアナジン	4				4
93	メラクロール	0.9				0.9
94	塩化ビニル	1,590				1,590
95	フルアジナム	42				42
99	クロロ酢酸エチル	752				752
100	プレチラクロール	0.7				0.7
108	メコプロップ	17				17
114	インダノファン	0.7				0.7
117	テブコナゾール	10				10
121	p-クロロフェノール	198				198
123	塩化アリル	31				31
125	クロロベンゼン	614				614
127	クロロホルム	21,947				21,947
132	コバルト及びその化合物	15,059				15,059
133	エチレングリコールモノエチルエーテルアセテート	11				11
134	酢酸ビニル	18				18
145	2-(ジエチルアミノ)エタノール	20				20
151	1,3-ジオキソラン	20,000				20,000
154	シクロヘキシルアミン	1,928				1,928
157	1,2-ジクロロエタン(※)	69				69
169	ジウロン	29				29
174	リニューロン	21				21
178	1,2-ジクロロプロパン	45				45
181	ジクロロベンゼン	1,979				1,979
183	ピラゾレート	11				11
184	ジクロベニル	21				21
186	塩化メチレン(※)	2,511				2,511
188	N,N-ジシクロヘキシルアミン	890				890
190	ジシクロペンタジエン	2				2
195	プロチオホス	0.1				0.1
200	ジニトロトルエン	13,911				13,911
203	ジフェニルアミン	0.9				0.9
204	ジフェニルエーテル	0.6				0.6

表7 下水処理施設に係る排出量推計結果(平成28年度:全国)(その3)

対象化学物質		全国の届出外排出量(kg/年)				
物質番号	物質名	対象業種	非対象業種	家庭	移動体	合計
207	2,6-ジ-tert-ブチル-4-クレゾール	25				25
209	ジブromokロロメタン	22,727				22,727
210	2,2-ジブromo-2-シアノアセトアミド	1,900				1,900
213	N,N-ジメチルアセトアミド	26,606				26,606
218	ジメチルアミン	2,542				2,542
221	ベンフラカルブ	2				2
223	N,N-ジメチルドデシルアミン	7				7
224	N,N-ジメチルドデシルアミン=N-オキシド	9,224				9,224
231	o-トリジン	6				6
234	臭素	0.05				0.05
242	セレン及びその化合物(※)	0.3				0.3
244	ダゾメット	3				3
245	チオ尿素	3,253				3,253
248	ダイアジノン	2				2
251	フェニトロチオン	2				2
255	デカブromोजフェニルエーテル	13				13
256	デカン酸	9				9
257	デカノール	383				383
258	ヘキサメチレンテトラミン	15				15
262	テトラクロロエチレン(※)	432				432
270	テレフタル酸	0.7				0.7
272	銅水溶性塩(錯塩を除く)(※)	4,288				4,288
273	n-ドデシルアルコール	5,088				5,088
275	ドデシル硫酸ナトリウム	613,551				613,551
276	テトラエチレンペンタミン	1,003				1,003
277	トリエチルアミン	80,690				80,690
278	トリエチレンテトラミン	1,390				1,390
281	トリクロロエチレン(※)	514				514
282	トリクロロ酢酸	678				678
283	2,4,6-トリクロロ-1,3,5-トリアジン	579				579
292	トリブチルアミン	86				86
294	2,4,6-トリブromofフェノール	3				3
296	1,2,4-トリメチルベンゼン	4,339				4,339
297	1,3,5-トリメチルベンゼン	1,039				1,039
299	トルイジン	1,416				1,416
300	トルエン	35,161				35,161
301	トルエンジアミン	5,895				5,895
302	ナフタレン	1,356				1,356

表7 下水処理施設に係る排出量推計結果(平成28年度:全国)(その4)

対象化学物質		全国の届出外排出量(kg/年)				
物質番号	物質名	対象業種	非対象業種	家庭	移動体	合計
305	鉛化合物(※)	6,221				6,221
306	二アクリル酸ヘキサメチレン	151				151
308	ニッケル	228				228
309	ニッケル化合物	72,909				72,909
318	二硫化炭素	137				137
321	バナジウム化合物	5,953				5,953
322	5'-[N,N-ビス(2-アセチルオキシエチル)アミノ]-2'-(2-ブromo-4,6-ジニトロフェニルアゾ)-4'-メトキシアセトアニリド	478				478
323	シメリン	2				2
325	オキシ銅	2				2
332	砒素及びその無機化合物(※)	0.2				0.2
333	ヒドラジン	20,726				20,726
334	4-ヒドロキシ安息香酸メチル	165				165
335	N-(4-ヒドロキシフェニル)アセトアミド	24				24
336	ヒドロキノン	1,209				1,209
341	ピペラジン	2,451				2,451
342	ピリジン	346				346
343	カテコール	0.7				0.7
346	2-フェニルフェノール	1,806				1,806
348	フェニレンジアミン	611				611
349	フェノール	149				149
351	1,3-ブタジエン	54				54
355	フタル酸ビス(2-エチルヘキシル)	1,182				1,182
366	tert-ブチル=ヒドロペルオキシド	3				3
368	4-tert-ブチルフェノール	21				21
376	ブタクロール	0.4				0.4
377	フラン	18				18
379	2-プロピン-1-オール	4				4
381	ブロモジクロロメタン	17,167				17,167
383	ブロマシル	2				2
384	1-ブロモプロパン	238				238
385	2-ブロモプロパン	0.5				0.5
389	ヘキサデシルトリメチルアンモニウム=クロリド	12,209				12,209
390	ヘキサメチレンジアミン	2				2

表7 下水処理施設に係る排出量推計結果(平成28年度:全国)(その5)

対象化学物質		全国の届出外排出量(kg/年)				
物質番号	物質名	対象業種	非対象業種	家庭	移動体	合計
392	ノルマルヘキサン	4,513				4,513
393	ベタナフトール	260				260
398	塩化ベンジル	4				4
399	ベンズアルデヒド	1,695				1,695
400	ベンゼン(※)	135				135
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)	809,623				809,623
408	ポリ(オキシエチレン)=オクチルフェニルエーテル	1,171				1,171
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	847,758				847,758
410	ポリ(オキシエチレン)=ノニルフェニルエーテル	5,801				5,801
411	ホルムアルデヒド	142,349				142,349
412	マンガン及びその化合物(※)	1,092				1,092
413	無水フタル酸	0.3				0.3
414	無水マレイン酸	59				59
415	メタクリル酸	23,524				23,524
416	メタクリル酸 2-エチルヘキシル	0.6				0.6
418	メタクリル酸 2-(ジメチルアミノ)エチル	6				6
419	メタクリル酸 n-ブチル	67				67
420	メタクリル酸メチル	8				8
436	α -メチルスチレン	47				47
438	メチルナフタレン	11				11
439	3-メチルピリジン	2				2
448	メチレンビス(4,1-フェニレン)=ジイソシアネート	46				46
449	フェンメディファム	2				2
452	2-メルカプトベンゾチアゾール	716				716
453	モリブデン及びその化合物	20,346				20,346
455	モルホリン	2,604				2,604
457	ジクロロボス	67				67
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	20				20
461	りん酸トリフェニル	2				2
合 計		7,507,274				7,507,274

注1:平成20年の化管法施行令の改正により対象化学物質に追加された物質を網掛けで示す。

注2:四捨五入の関係で、各列の合計と合計欄の数値が一致しない。