

再生水の利用に関わる CO₂ 排出量について(再生・供給施設の運転に係る CO₂ 排出量実態調査結果)国土交通省国土技術政策総合研究所
下水道研究部下水処理研究室

調査の概要および推定結果

再生水の利用に伴う CO₂ 排出量の実態を把握するため、本年 5 月～6 月に下水道を介して広域的に再生水を供給している施設（以下、広域循環利用施設という）4 カ所と、個別建物内で発生した廃水を再生利用している施設（以下、個別循環利用施設という）3 カ所について、最近 1 年間の再生利用水量と再生水利用のために要した光熱水、薬品、等の消費量を調べた。これらに、各々についての CO₂ 発生量原単位を乗じた後、合算し、その結果を年間再生水供給量で除して、各施設で、再生水を 1m³ 供給することに伴って発生した CO₂ 量（以下、再利用 CO₂ 発生率という）とした。調査対象施設の概要と各施設の再利用 CO₂ 発生率を表-1 に示す。

表-1 調査対象施設の概要と再利用 CO₂ 発生率

方式	施設	規模 (m ³ /日)	生物処理	膜処理	ろ過	バクテリア	活性炭	凝集沈殿	その他	平均稼働率 (%)	再利用 CO ₂ 発生率 (kg/m ³)
広域	A	1600	有			有		有		9	2.86
広域	B	7200			有	有		有		73	0.77
広域	C	7900	一部有	一部有	有	有				44	0.96
広域	D	5000			有	有				45	0.40
個別	E	780	有		有					36	2.43
個別	F	397	有		有				有	58	0.40
個別	G	120	有		有		有			65	0.84

注) 広域の算定対象は再生処理施設（通常の下水处理分を除く）と利用先までの配水施設。個別の算定対象は再生処理施設（除害施設の再利用相当分含む）で建物内配水のための施設及び污泥処分を含まない。詳細は参考資料を参照。

考察

施設 A、施設 E を除くと、再生水 1m³ の利用に伴う CO₂ 排出量は 1kg 未満である。この値は上水道の CO₂ 原単位 (2.011kg/m³) の二分の一より小さい。したがって、水の再利用

は多くの場合 CO₂ 削減に有効であると考えられる。

施設 A の CO₂ 発生率について

施設 A は再生水利用量が少なく、その結果、CO₂ 発生率が高くなったものと考えられる。過去最大利用量は施設規模の 41%であり、その時の CO₂ 発生率が 1.09kgCO₂/m³ と推定されたことによる。

施設 E の CO₂ 発生率について

施設 E は建物建設の後に設置されたため、処理施設の各設備が広い範囲に分散して配置されており、連絡管路も屈曲が多く、移送に伴うエネルギー損失が大きいことによる結果と考えられる。

広域循環と個別循環の特徴

広域循環利用施設は下水処理水を再生水源としている。下水処理水はし尿を含む下水を処理したものであるため特有の着色が残留している。この着色が不快感を与える場合があるため、脱色と微生物の不活化を兼ねたオゾン処理を採用する事例が多い。

個別循環利用施設ではし尿を含まない雑排水を再生水源としている場合が多い。雑排水の除害処理（主として油脂分除去）のために生物処理が導入されており、再生利用に先立つ有機物除去のための生物処理を兼ねている。生物処理後はろ過処理で微細 SS を除去して再利用（水洗用水が主）される。施設 G のように活性炭処理が行われる事例は少ない。

雑用水だけでは必要水量を賄えない場合があり、E 施設では上水を補給し、F 施設では雨水を利用している。

CO₂ 発生率の点から利用形態による優劣は判断が難しいが、広域循環では下水処理場から遠く、かつ、処理場より相当高い位置にある利用先への送水は不利であると考えられ、地域特性に応じた適切な再利用形態を検討することが重要である。

個別ビルでは水量不足の恐れがある雑用水を水源とする再利用でも、街区単位等で水利用特性の異なる建物を集合する場合（以下、地区循環方式という）は収支がバランスする可能性がある。

個別・地区循環では再利用に伴って上水の使用量が減少し、水道料金と水道使用量に連動する下水道料金は共に削減される。再生施設での処理に伴って発生する汚泥は、廃棄物として業者処分が行われているが、雑排水を水源とする再利用では、主要な汚濁源であるし尿の負荷は従来通り下水道に排出されることになる。したがって、下水道に流入する汚濁負荷量は、雑排水の再利用に伴う水量の減少ほどは減らないことになる。下水処理に係る費用は水量に比例する部分と汚濁量に比例する部分とがあるが、下水道使用料金は水量に基づいて賦課されているため、現状では雑排水を水源とする個別循環利用者からは汚濁量に比例して発生する費用の一部を徴収できない可能性が高い。

再生水利用施設のCO₂発生率

施設	年間再利用水量* m ³	年間使用総量(上段)及びCO ₂ 発生量(下段:単位はkg)						年間CO ₂ 発生量 kg	CO ₂ 発生 率 kgCO ₂ /m ³
		電力 kWh	上水 m ³	次亜塩素酸ソーダ kg	高分子凝集剤 kg	PAC kg	活性炭 kg		
A	52484	276930	-	6414	-	1625	-	1503201	2.86
		147604	-	2059	-	658	-		
B	1917964	2509400	-	130584	-	238997	-	1476221	0.77
		1337510	-	41917	-	96794	-		
C	1267332	2215000	-	114806	-	-	-	1217384	0.96
		1180595	-	36789	-	-	-		
D	823116	553662	-	112091	-	-	-	331083	0.4
		295102	-	35981	-	-	-		
E	92407	59260	-	3744	576	-	-	36551	0.4
		31586	-	1202	3764	-	-		
F	110572	468066	6929	16320	-	-	-	268652	2.43
		249479	13934	5239	-	-	-		
G	28244	43281	-	600	-	-	334	23829	0.84
		23069	-	193	-	-	568		

*1 広域循環は外部供給分のみ。個別循環は雨水及び補給水を含む。

CO₂原単位

全日電力	0.533	kgCO ₂ /kWh	「建物のLCA指針」による
上水道	2.011	kgCO ₂ /m ³	同上
次亜塩素酸ソーダ	0.321	kgCO ₂ /kg	「水道における地球温暖化防止実行計画策定の手引き」による
高分子凝集剤	6.534	kgCO ₂ /kg	同上
PAC	0.405	kgCO ₂ /kg	同上
活性炭	1.7	kgCO ₂ /kg	(株)ツルミコールによる