

下水処理水の再利用に関わる 水質基準等に関する調査研究

1. はじめに

平成13年度現在、全国1,718カ所の下水処理場から年間約130億 m^3 の下水処理水が放流されている。このうち、216カ所の下水処理場において下水処理水が場外に送水され、水洗用水や修景用水、植樹帯散水、工業用水等として再利用されており、その水量は年間約2億 m^3 となっている。都市内における貴重な水資源確保の観点から、下水処理水再利用の重要性は今後ますます高まっていくことが予想され、下水処理水の適切な再利用がより一層重要なものとなる。

一方、下水処理水再利用に関する技術指針としては、昭和56年3月に「下水処理水循環利用技術指針（案）」、平成2年3月に「下水処理水の修景・親水利用水質検討マニュアル（案）」がこれまでに策定されているが、以降、現在に至るまで技術指針の改訂等はなされていない状況にある。

本調査研究は、下水処理水の再利用に関する技術指針を策定するにあたり、下水処理水を再利用している施設の利用者を対象に意識調査を行い、利用者の満足度と相関の高い水質基準項目について検討したものである。

2. 調査概要

再生水に関する利用者の意識を調査するために、

下水処理水を再利用している施設（水洗用水、親水用水および修景用水）の利用者を対象としたアンケート調査を実施した。

調査実施箇所は、表-1、2に示すように水洗用水用途として7施設、親水・修景用水用途として5施設を対象とした。アンケート調査は、利用者アンケート調査票を直接配布・回収する方法のほか、施設管理者等を通じて施設利用者（勤務者等）にアンケート調査票を配布・回収する方法やWEBを利用した方法により実施した。アンケートは、下水処理水の再利用に関する考え方や再生水利用の認知度に加え、再生水の快適感・不快感に関する内容について調査した。

また、アンケート結果とアンケート箇所における再生水水質の関係を検討するために、再生水の水質調査（色度、濁度、臭気強度等）も合わせて実施した。

表-1 水洗用水用途回答者数

施設	主な対象者	実施期間	回答者数
企業ビル	勤務者	H15.12.25～	72
〃	勤務者	H15.12.25～	48
〃	勤務者	H16.2.23～	175
総合施設	一般利用者	H16.1.20	96
	勤務者	H16.1.20～	41
公的施設	一般利用者	H16.1.26, 27	351
〃	一般利用者	H16.2.7～	341
〃	勤務者	H16.2.23～	547
合計			1,671

表－2 親水・修景用水用途回答者数

施設	主な対象者	実施期間	回答者数
公園内 せせらぎ	一般利用者	H15.12.18 (木)	131
〃	一般利用者	H15.12.13 (土) H15.12.14 (日)	143
〃	一般利用者	H15.12.13 (土) H15.12.14 (日)	224
通り沿い せせらぎ	一般利用者	H16.1.11 (日) H16.1.12 (祝)	233
〃	地域住民	H15.12	239
合計			970

質問2, 3では、再生水を水洗用水用途へ利用することと、散水用水や修景用水用途として利用することに対する考え方を調査した。この結果、下水処理水を水洗用水用途へ利用することに対しては約93%、散水用水や修景用水用途へ利用することに対しては約86%から肯定的な回答が得られた。一方、抵抗があるという回答は、水洗用水用途が3.2%、散水用水用途が4.4%、修景用水用途が12.4%となっている。修景用水用途は、子供等が誤って口にする場合も考えられ、衛生的な安全性についてよくわからないとの理由から抵抗があるという意見が多くなっているものと考えられる。

3. アンケート調査結果

3.1 回答者の属性について

回答者の男女比率は、表－3に示すように、男性が約60%、女性が約40%とやや男性が多かった。

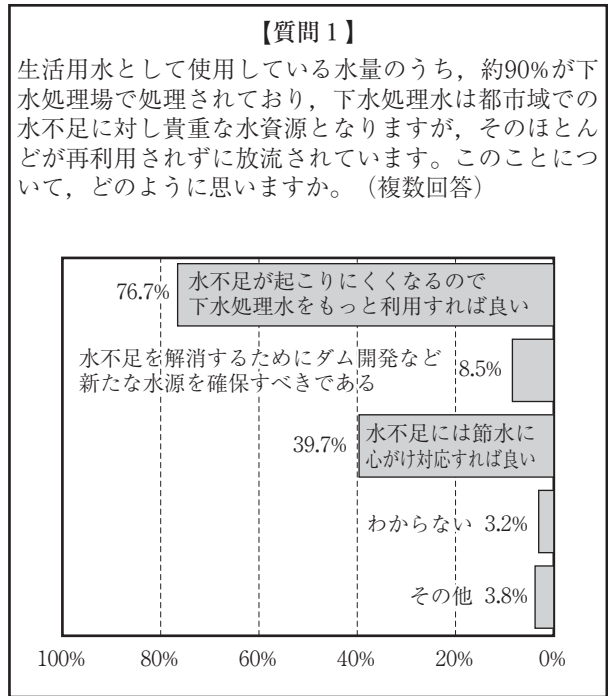
年齢層は、10歳代が約5%、20～30歳代が約32%、40～50歳代が約42%、60～70歳代が約20%、80歳代以上が約1%と幅広い層からの回答が得られた。

表－3 回答者の年齢性別分布

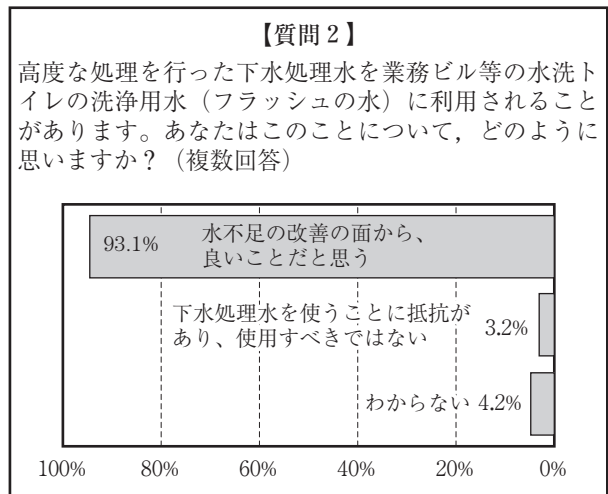
年代	男性	女性	合計	性別不明
10歳代	49人	67人	116人 (4.5%)	1人
20～30歳代	476人	357人	833人 (32.2%)	1人
40～50歳代	697人	385人	1,082人 (41.8%)	3人
60～70歳代	313人	211人	524人 (20.3%)	6人
80歳代以上	14人	18人	32人 (1.2%)	3人
合計	1,549人 (59.9%)	1,038人 (40.1%)	2,587人 (100%)	14人
年代不明	1人	1人	2人	38人

3.2 再生水利用に関する考え方について

下水処理水の再利用に関する考え方を把握するために、図－1～3に示す質問をした。質問1では、下水処理水が水不足に対し貴重な水資源となるが、ほとんど再利用されていない実情についてどのように思うかを選択式で回答を得た。この結果、下水処理水をもっと利用すれば良いと答えたのは有効回答者数の約77%、水不足には節水に心がけて対応すれば良いと答えたのは約40%であった。一方、ダム開発など新たな水源を確保すべきであると答えたのは、約9%であった。



図－1 再生水利用に関する考え方1



図－2 再生水利用に関する考え方2

【質問3】

高度な処理を行った下水処理水を、植樹帯への水やりや公園等のせせらぎ水路などに使用することについて、あなたはどのように思いますか？（複数回答）

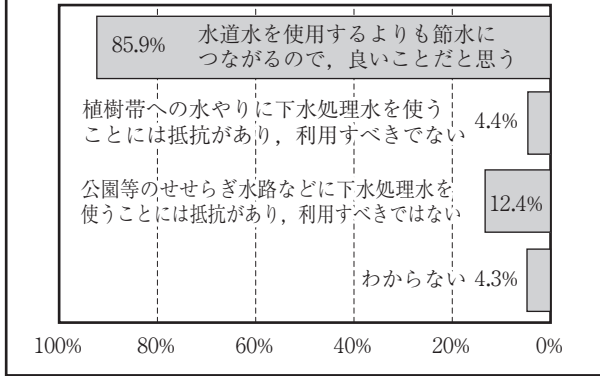


図-3 再生水利用に関する考え方3

3.3 水洗用水用途アンケート結果

(1) 再生水利用の認知度について

利用頻度は、図-4に示すように、ほとんど毎日利用する人から初めて利用する人まで、幅広い層からの回答が得られた。再生水を利用していることを認知していたのは、回答者の約60%であった（施設別では、21~90%）。また、対象施設の利用頻度が高いほど、再生水を利用していることに対する認知度は高かった（ほとんど毎日利用している人で80%、週数回の利用者で59%、週1回くらいの利用者で56%、月1回くらいの利用者で38%、初めての利用者で31%）。

施設の利用頻度と下水処理水をトイレの洗浄水（フラッシュの水）として利用していることの認知との関連

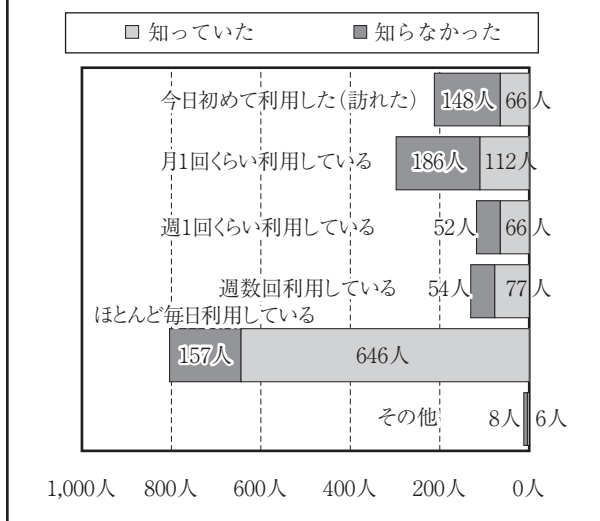


図-4 施設の利用頻度と再生水認知度

(2) 水洗用水の重要性について

給水制限を受けた場合に最も困ることについて質問した結果、図-5に示すように、水洗トイレが使えないことと答えた人が約63%で最も多かった。次いで、食事の片付けができないが約21%、風呂に入れないが約10%であった。

【質問4】

給水制限を受けた場合、最も困ると思うことは、次のうちどれでしょう？

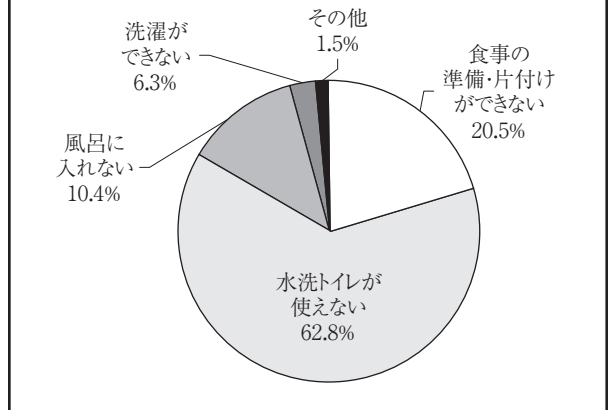


図-5 水洗水の重要性

(3) 再生水水質について

再生水を使用しているトイレを実際に使ってみて、水自体の外観についてどのように感じたかを色、濁り、臭いの項目について質問した。この結果、図-6に示すように、概ね9割が「全く気にならない」または「ほとんど気にならない」という結果であった。

【質問5】

トイレを実際に使ってみて、水自体の外観等についてどのように感じましたか？

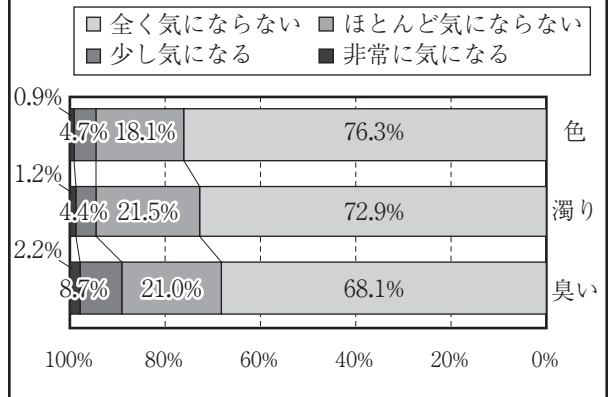


図-6 再生水水質に関する結果

3.4 親水・修景用水用途アンケート結果

(1) 再生水利用の認知度について

利用頻度は、**図-7**に示すように、ほとんど毎日利用する人から初めて利用する人まで、幅広い層からの回答が得られた。再生水を利用していることを認知していたのは、回答者の約59%であった（施設別では20~75%）。また、対象施設の利用頻度が高いほど、再生水を利用していることに対する認知度は高かった（ほとんど毎日利用している人で88%、週数回の利用者で73%、週1回くらいの利用者で68%、月1回くらいの利用者で51%、初めての利用者で25%）。

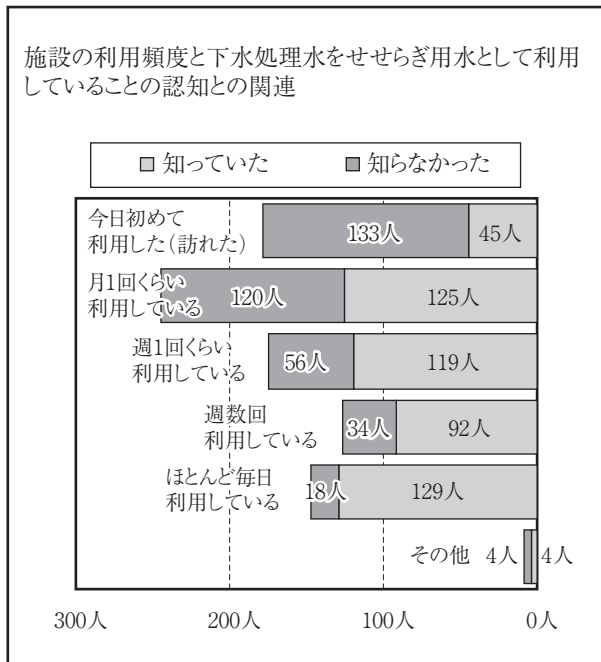


図-7 施設の利用頻度と再生水認知度

(2) 快適感・不快感について

修景用水および親水用水としての利用に対する容認度を把握するために、水辺をながめること（修景用水用途利用）と水辺に触れること（親水用水用途利用）に関して質問した。なお、修景用水は、人間が直接触れることを前提としていない再生水のアメニティ利用と定義し、親水用水は、人間が直接触れることを前提としている再生水のアメニティ利用と定義している。

その結果、**図-8**に示すように、再生水に関して「快適である」または「やや快適である」と答えたのは、ながめることに関しては約86%（箇所

別では79~95%）、触れることに関しては約60%であった（箇所別では47~74%）。

一方、再生水に関して「やや不快を感じる」または「不快である」と答えたのは、ながめることに関しては約2%（箇所別では0~4%）、触れることに関しては約10%であった（箇所別では4~16%）。

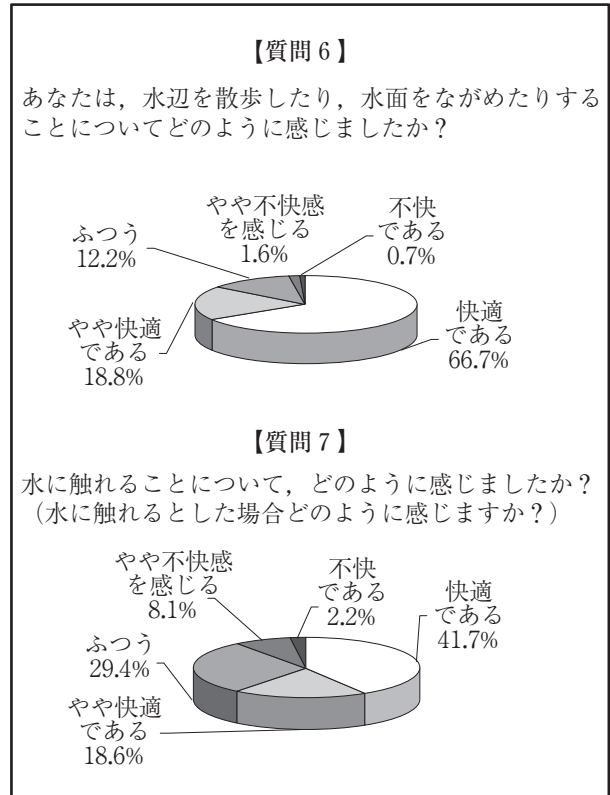


図-8 施設の利用頻度と再生水認知度

(3) 再生水水質について

次に、水自体の外観等についてどのように感じたかを色、濁り、臭いの項目について質問した。この結果、ながめでの感想としては、**図-9**に示すように7割程度が「全く気にならない」または「ほとんど気にならない」という結果が得られた。触れるとした場合の感想としては、**図-10**に示すように6割程度が「全く気にならない」または「ほとんど気にならない」という結果であった。

一方、「非常に気になる」または「少し気になる」という意見は、「ながめる場合」は多い方から臭い、濁り、色の順で、「触れる場合」は多い方から、濁り、臭い、色の順であった。

再生水の水質で十分な結果であることが考えられる。

【質問 8】

水をながめた場合、水自体の外観等についてどのように感じましたか？

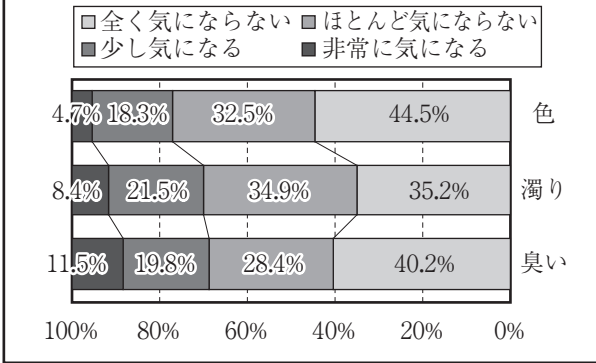


図-9 水をながめた場合の感想

表-4 水質分析結果と施設利用者の容認度

施設	水の色		水の濁り		水の臭い	
	色度	容認度	濁度	容認度	臭気強度	容認度
企業ビル	3.5	95.7	0.8	94.1	17	86.8
〃	2.8	95.7	0.9	95.7	23	95.7
〃	3.0	97.6	0.1	97.0	17	89.2
総合施設	8.9	89.2	0.5	92.3	17	89.8
公的施設	1.8	91.2	0.4	89.3	42	84.7
〃	3.5	96.2	0.2	96.1	23	91.2
〃	3.0	96.3	0.3	95.6	17	90.4

【質問 9】

水に触れる場合、水自体の外観等についてどのように感じましたか？

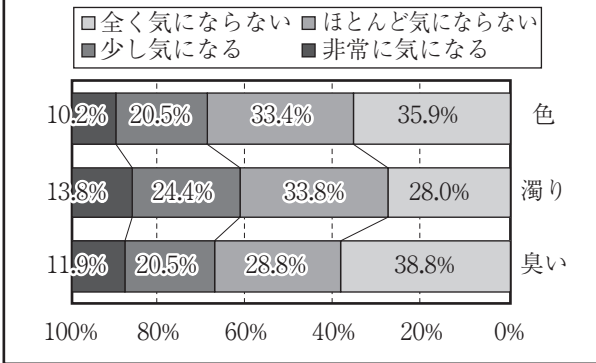


図-10 水に触れる場合の感想

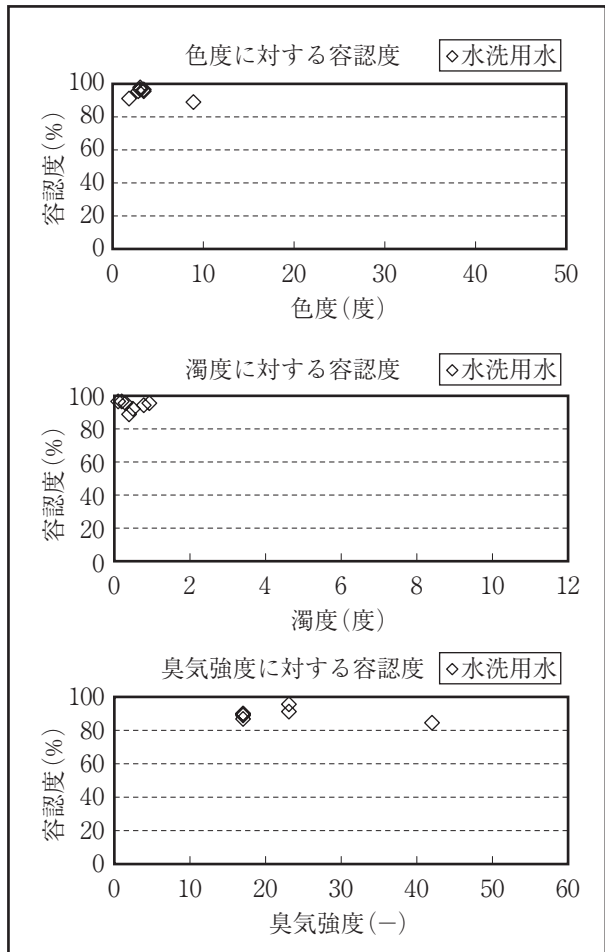


図-11 水洗用水用途の再生水水質と施設利用者の容認度の関係

4. アンケート結果と水質分析結果の相関

4.1 水洗用水用途

アンケート調査を実施した7施設において色度、濁度、臭気強度の項目について再生水の水質を分析した。また、アンケート調査で再生水自体の外観の感想として得られた「全く気にならない」、「気にならない」と回答した人の割合を施設利用者の容認度として整理すると、表-4に示すとおりとなる。

また、図-11に容認度と再生水水質（色度、濁度、臭気強度）の関係を示す。両者の相関は見出しにくいことが分かる。トイレの洗浄水としての再生水の利用は、いずれの施設や項目においても8割以上の施設利用者の容認度が得られており、現状における

4.2 親水・修景用水用途

親水・修景用水用途について、4.1と同様に整理すると表-5、図-12に示すとおりとなる。

度との相関関係が見出され、水質基準として設定することが必要ではないと考えられた。また濁度については、いずれも1度以下と良好な水質であり、容認度との相関関係は見出されなかった。臭気強度については、容認度との相関関係は高いとは言えないが、色や濁りに関する容認度に比べて低いことから再生水水質の重要な項目となることが考えられる。

表-5 水質分析結果と施設利用者の容認度

施設	水の色		水の濁り		水の臭い	
	色度	容認度※	濁度	容認度※	臭気強度	容認度※
	度	%	度	%	-	%
公園内 せせらぎ	3.8	84.1	0.5	82.4	<10	86.4
		80.8		78.0		78.9
〃	3.9	82.1	0.5	75.7	55	77.8
		81.3		73.5		72.1
〃	2.4	78.1	0.5	69.9	42	72.7
		68.0		61.2		59.8
通り沿い せせらぎ	7.2	67.1	0.8	65.5	17	72.7
		54.8		53.1		56.8
〃	2.2	79.1	0.3	64.5	23	44.5
		71.5		55.1		37.6

※上段は修景用水（ながめた場合）としての容認度
下段は親水用水（触れる場合）としての容認度

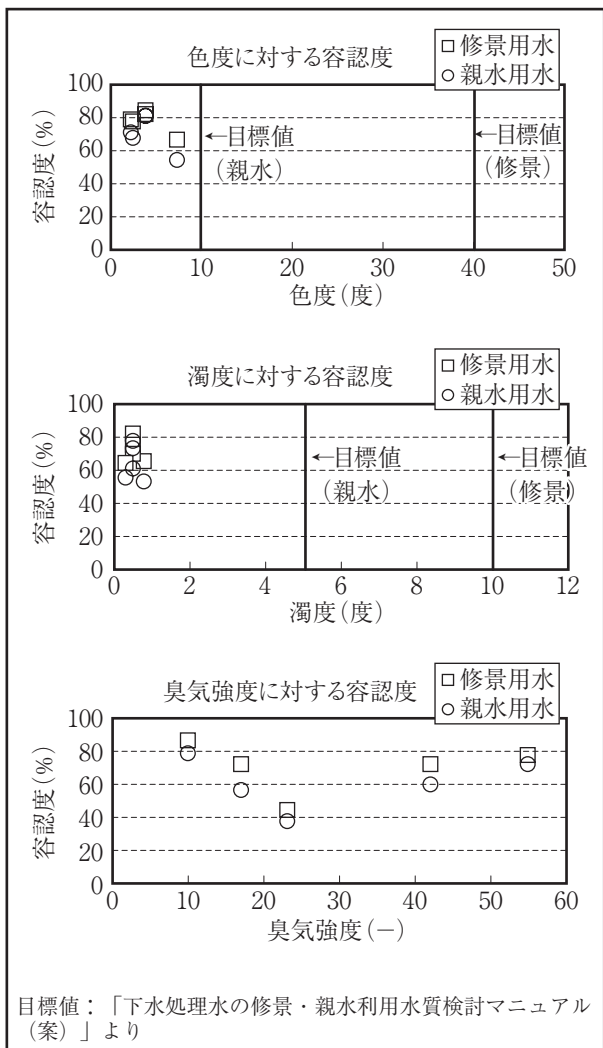


図-12 修景・親水用水用途の再生水水質と施設利用者の容認度の関係

修景用水用途（ながめた場合）の容認度は、水の色が67～84%、濁りが65～82%、臭いが45～86%と施設によりばらつきがあった。また、親水用水用途（触れる場合）の容認度は、水の色が55～81%、濁りが53～78%、臭いが38～79%といずれも修景用水用途よりも低い結果となった。

色度については、ばらつきが小さいながらも容認

5. まとめ

再生水利用施設の利用者を対象にアンケート調査を行い、特に水洗用水用途での再生水利用としての容認度は約93%と高い結果が得られた。また、修景用水用途でも約86%と高い容認度であり、親水用水用途としては、約60%の容認度となった。今回の調査では、調査箇所の水質が比較的良好であり、再生水水質と利用者の意識においてあまり相関が得られなかったが、いくつかの水質項目について、利用者の意識を反映した指針の設定が考えられた。

●この研究を行ったのは

研究第一部長
研究第一部主任研究員
研究第一部研究員

田中 修司
白崎 亮
飯田 和輝

●この研究に関するお問い合わせは

研究第一部長
研究第一部主任研究員
研究第一部研究員

堀江 信之
吉澤 正宏
飯田 和輝