

水の最高濁度は 2,000 度と設定した。

土壌の粒径は沈降速度を測定し、密度が 2.6[g/cm³]の等価球形として求めた。アルカリ度消費量は河川水 1L に土壌 1.0g を懸濁し、懸濁前後の試水のアルカリ度を測定することにより求めた。

粒径分布とアルカリ度消費量以外は乾燥土壌 1.0g を蒸留水 1L に懸濁させた試水の分析値である。

② 所要凝集剤量の把握

所要凝集剤量は、設定した濁度の試水を対象に、ジャーテスト法と集塊化開始時間測定法により検討した。

ジャーテスト法は試水を満たした複数のビーカー(通常 6 個)に凝集剤(必要に応じてアルカリ剤も併用する)を、それぞれの注入率が段階的になるように注入して同一条件で攪拌し、形成されるフロックの形成状況や沈降性、上澄水濁度などから良好なフロック形成に必要な凝集剤注入率を求め、所要凝集剤量とした。

集塊化開始時間測定法は、凝集剤注入から初期フロックの形成が認められるまでの時間(集塊化開始時間)を測定し、予め求めておいた設定濁度ごとの集塊化開始時間(目標集塊化時間)との関係から凝集剤注入率を決定した。今回の実験では目標集塊化開始時間の設定にはカオリンを用いた。

③ 所要アルカリ剤量の把握

凝集では、凝集 pH を適正に保つことが不可欠で、そのためにはアルカリ剤注入が重要となる。

河川水に乾燥土壌を設定量(0.1、0.3、0.5 及び 1.0g/L)懸濁し、それぞれに凝集剤を段階的(30、60、90 及び 120mg/L)に注入した後、それぞれの上澄水のアルカリ度を測定して凝集剤注入に伴う消費アルカリ剤量を測定し、凝集剤注入率が増加する高濁度時の所要アルカリ剤量を検討した。

④ 発生汚泥量の把握

高濁度時に問題となる汚泥処理の課題は、主に沈澱池で発生する沈積スラッジ量である。そこで、高濁度試水に①で求めた所要凝集剤量を注入してジャーテストで凝集を行い、凝集後にビーカー底面上に沈積

したスラッジを内容量 100mL のメスシリンダーに移し、1 時間静置後の容量を測定して汚泥発生量の検討を行った。

⑤ 要検討項目の抽出

高濁度時の浄水処理では、濁度上昇時に比べてピークを過ぎて濁度が減衰している状況での処理が難しく、その原因として微細化した濁度粒子が主体となることが挙げられている。そこで、24 時間静置した試水を対象に凝集試験を行い、その影響の程度を検討した。

また、原水にフミン酸などに代表される有機色度成分が共存すると、所要凝集剤量が増加することからピートモスを蒸留水で抽出した人工着色水を試水に添加し、凝集試験を行って影響の程度を検討した。

(倫理面への配慮)

本研究において扱った試料および手法には倫理面での配慮をようするものが無いため、特段の配慮を行うことはせずに実験を行った。

C. 研究結果

① 模擬高濁度試料とその特性

各地から採取した 3 種類の土壌の特性を表 1 に示す。

表 1 土壌特性

			北見	小田原	沖縄
濁度	試水	度	950	480	1130
粒径分布(累積通過率50%径)		μm	5.0	11.1	6.0
pH		-	6.5	6.0	6.7
アルカリ度消費量		mg/L	5.5	3.5	13.1
塩素要求量	試水	mg/L	0.4	0.5	0.04
	2.7 μmろ液	mg/L	0.1	0.3	0.02
色度	1.0 μmろ液	度	5.7	11	45
TOC	2.7 μmろ液	mg/L	0.8	0.9	0.8
DOC	1.0 μmろ液	mg/L	0.7	0.9	0.8
E260	0.45 μmろ液	-	0.013	0.2	0.034

懸濁量と濁度の関係や粒径分布等が土壌ごとに異なり、土壌のアルカリ度消費量や有機物成分等にも相違が認められた。

② 所要凝集剤量の把握

ジャーテスト法により求めた試水濁度と所要凝集剤量の関係を図 1 に示す。

図は、凝集剤の主成分であるアルミニウム或いは鉄のモル濃度換算した凝集剤注入

率を縦軸に、試水濁度を横軸とし、試水を適切に凝集するための凝集剤量(所要凝集剤量)をグラフ化したものである。

実験を行った濁度の範囲では4種類の土壌の違いによる所要凝集剤量の相違は認められず、凝集剤による相違もわずかであった。

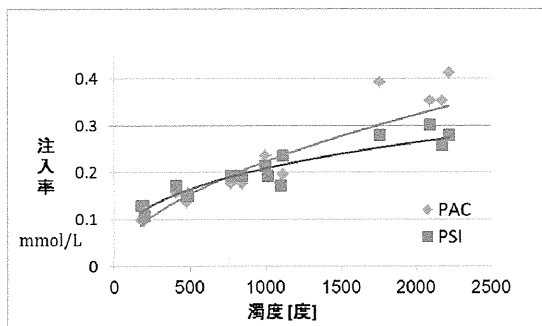


図1 濁度と所要凝集剤量の関係 (ジャーテスト法)

同様に、集塊化開始時間測定法による試水濁度と所要凝集剤注入率の関係を図2に示す。実験は荒木田土を主体に実施し、同時に実施した3種類の土壌(北見、小田原、沖縄)についての結果も、グラフに併記した。

ジャーテスト法による結果と同様に、土壌の種類や凝集剤の種類による所要凝集剤量の相違は小さい結果が得られた。

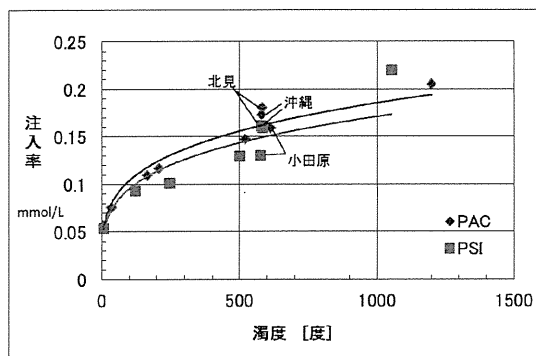


図2 濁度と所要凝集剤量の関係 (集塊化開始時間測定法)

③ 所要アルカリ剤量の把握

凝集剤注入に伴う消費アルカリ度は、土壌や凝集剤で異なる傾向が確認できた。

一例として、北見と沖縄から採取した土壌により調製した試水の、凝集剤注入に伴う消費アルカリ度の関係を図3に示す。

土壌や凝集剤により、注入率と消費アルカリ度の関係が異なることが認められ、凝集剤注入量に対して一律に所要アルカリ剤量を決定することが難しいことを示す結果となった。

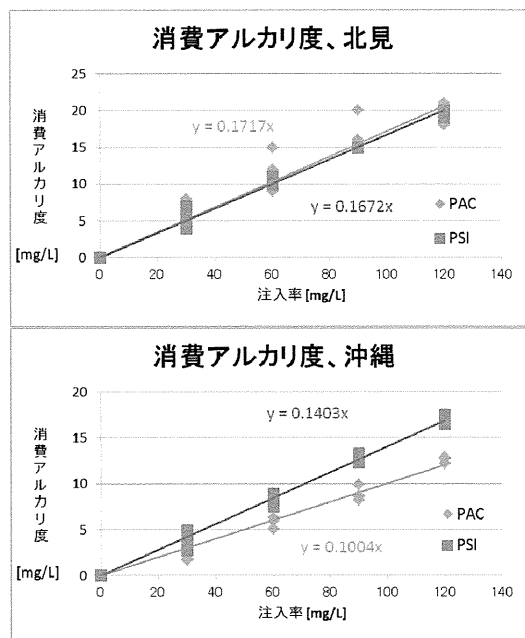


図3 凝集剤注入による消費アルカリ度の関係

④ 発生汚泥量の把握

試水を凝集した後の沈積スラッジ量を測定し、1,000m³の浄水処理を行った場合のスラッジ発生量に換算し、濁度ごとのスラッジ発生量としてグラフ化したものを図4に示す。土壌採取地や凝集剤の種類による相違はほとんど認められず、ほぼ濁度に比例して増加していた。

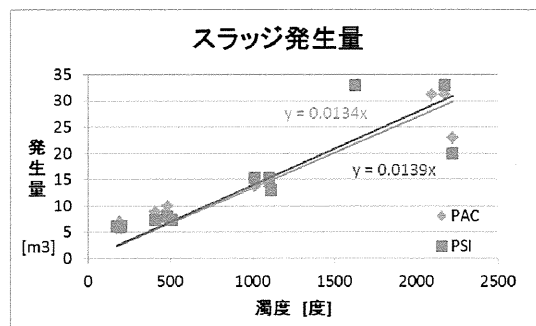


図4 原水濁度によるスラッジ発生量

⑤ 要検討項目の抽出

表2に24時間静置試水と調製直後の試水の所要凝集剤量を示す。

24時間静置試水を凝集する場合、濁度は調製直後の試水の1/2程度であるにもかかわらず、所要凝集剤量はむしろ高い数値となっており、濁度減衰期の凝集が難しいことを裏付ける結果となった。

表2 24時間静置試水の所要凝集剤量

	24時間静置 試水濁度 度	所要凝集剤量		調製直後 試水濁度 度	所要凝集剤量	
		PAC mmol/L	PSI mmol/L		PAC mmol/L	PSI mmol/L
北見	113	0.1373	0.1504	194	0.098	0.1289
小田原	69.5	0.1569	0.1074	176	0.1373	0.1289
沖縄	62	0.098	0.1289	201	0.098	0.1074

色度成分の相違による所要凝集剤量の関係を図5に示す。図中、有機系色度と記したものは、小田原の土壌とピートモス抽出液を加え、24時間静置した試水を対象とした所要凝集剤量である。凝集剤は、PACとPSIを区別せずに扱っている。

同様に無機系色度と記したものは、沖縄土壌を加え、24時間静置した試水の所要凝集剤量である。沖縄の土壌中には、赤褐色の微コロイド(酸化鉄と思われる)が多量に含まれ、1μmろ紙によるろ液中にも色度として検出される。

両者とも、試水の濁度は50~70度で、濁度による所要凝集剤量の影響は無視してよい程度のものである。

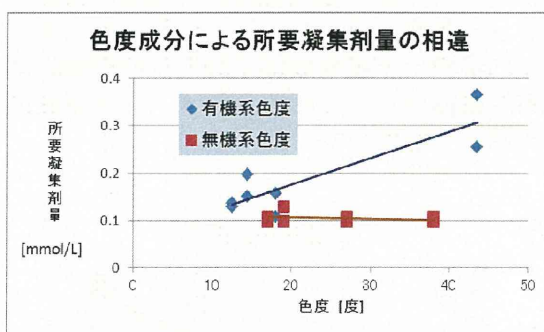


図5 色度成分の相違による所要凝集剤量

図から明らかなように、無機系の色度として検出される微コロイドは所要凝集剤量に影響を与えないが、ピートモス抽出液を添加した有機系色度を含んだ試水は、所要凝集剤量が大幅に増加した。

D. 考察

① 模擬高濁度試料とその特性

各地から採取した土壌は、組成に基づくと考えられる試水への影響が大きく表れていた。特に沖縄の土壌では、アルカリ度消費量が大きいことや無機系の色度コロイドを多く含むなど、試水を特徴づけていた。

このため、運転指針策定の際には、原水の地域特性、流域特性を反映し、処理に影響を及ぼす水質項目の抽出、対策が重要になると思われる。

② 所要凝集剤量の把握

試水濁度と所要凝集剤量の関係から、原水濁度が2,000度程度までは凝集で処理が可能であることが分かった。しかし、1,000度を処理するために必要な凝集剤量は0.2mmol/L程度となり、有姿の凝集剤量としてはPACで100mg/L、PSIで185mg/Lに相当する。実際の浄水場での凝集剤注入施設能力を考慮すると、1,000度前後の濁度が処理限界と考えられる。

また、2種類の方法(ジャーテスト法及び集塊化開始時間測定法)で求めた所要凝集剤量は図6に示すように、よい一致を示し、ここで得られた回帰式を用いて原水濁度に対する所要凝集剤量を推定することは妥当と考えられる。

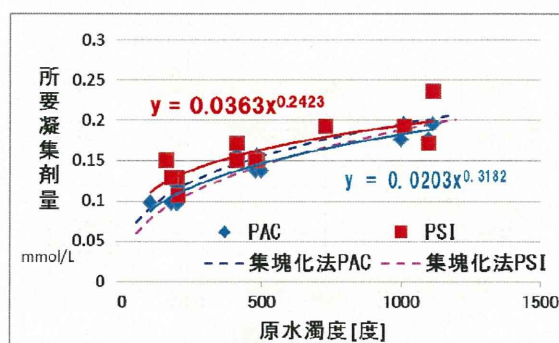


図6 原水濁度と所要凝集剤量

③ 所要アルカリ剤量の把握

試水の凝集剤注入に伴う消費アルカリ度は、サンプルとして使用した土壌や凝集剤により異なっていた。換言すれば、凝集剤による消費アルカリ度は、原水の地域特性や流域特性、或いは使用する凝集剤を反映しており、所要アルカリ剤量は、実際の

原水と使用凝集剤を用いて予め把握しておくべき水質項目である。

④ 発生汚泥量の把握

高濁度時のスラッジ発生量は、原水濁度が 1,000 度の場合、1,000m³ の処理で 15m³ 前後となる。これは沈澱池の滞留時間が 1 時間とすると、1 時間ごとに沈澱容積の約 1.5% がスラッジとして沈澱池底部に沈積することに相当し、排泥操作が連続的に行われ、排泥池に余裕があればよいが、排泥、排水処理に大きな負荷となる。

また、スラッジ発生量から原水濁度ごとのスラッジ濃度を求め、グラフ化したものを図 7 に示す。原水濁度が高くなるにしたがって、スラッジ濃度も高濃度化されていくことが分かる。スラッジが高濃度化されること自体は、その後の汚泥処理には好影響を与え、望ましいことではあるが、高濃度化に伴う排泥操作の際のトラブルには考慮する必要がある、実施設との兼合いにより自ずと処理可能な原水濁度が決定されることになる。

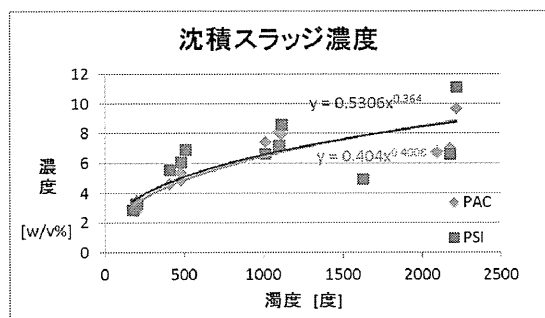


図 7 原水濁度と沈積スラッジ濃度の関係

⑤ 要検討項目の抽出

表 2 に、濁度減衰期の所要凝集剤量増加の一例を示したが、24 時間静置試水の凝集に要した凝集剤量(a)と図 6 の回帰曲線から得られる所要凝集剤量(b)の比率 a/b)を縦軸として、それぞれの土壌ごとにグラフ化したのが図 8 である。

土壌や使用凝集剤により多少の相違はあるが、総じて 24 時間静置試水の方がより多くの凝集剤を必要とし、その量は濁度上昇時の同一濁度での所要凝集剤量の約 130%程度と推定された

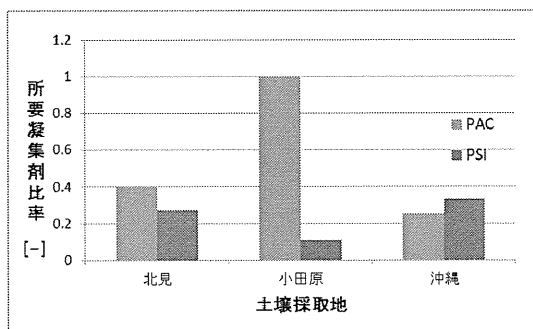


図 8 土壌による所要凝集剤量の相違

また、有機色度成分が共存する場合、所要凝集剤量は大幅に増加する。原水に色度が含まれる場合、成分組成や色度コロイドの粒子径は処理性に大きな影響を及ぼすことが予測された。

これらの実験結果に基づき 1)高濁度原水の処理限界の明確化と 2)高濁度減衰処理の運転指針作成の基礎データ蓄積の観点から整理すると以下となる。

1)高濁度原水の処理限界の明確化

試水濁度と所要凝集剤量の関係から、原水濁度が 2,000 度程度までは処理は可能であるが、実際の浄水場の施設能力を考慮すると、処理限界は 1,000 度程度に設定することが妥当と思われた。

また、沈澱池でのスラッジ発生量は、原水濁度が 1,000 度程度でも長時間の運転は大きな負荷となり、スラッジ濃度も高濃度となることが分かった。このためスラッジ発生量の観点から見た処理限界濁度は、実施設の排水処理施設能力との兼合いによるが、1,000 度が目安の濁度と考えられる。

2) 高濁度原水処理の運転指針作成の基礎データの蓄積

中小水道事業体では高濁度時の凝集条件設定に充分に対応できる時間的、人的余裕が少なく、少ない水質項目の測定で凝集剤注入率やアルカリ剤注入率の概略を知ることができれば、利便性が格段に向上すると考えられる。

濁度と所要凝集剤量の関係(図 6)及び凝集剤注入率と消費アルカリ度の関係(図 3)から、原水の pH、アルカリ度及び濁度を設

定すれば、凝集に必要な薬品量が推定でき、これを凝集マップとして活用できることとなる。

北見と沖縄の土壌を対象に試算した一例を表3に示す。

表3 原水条件による所要凝集剤量及び所要アルカリ剤量

pH	原水		PAC		PSI	
	アルカリ度 mg/L	原水濁度 度	注入率 mg/L	アルカリ剤 NaOH-mg/L	注入率 mg/L	アルカリ剤 NaOH-mg/L
pH 7.0 北見 土壌	10	100	40	5.5	100	11.2
		300	60	8.2	130	15.2
		500	70	9.6	150	17.8
		1000	90	12.4	180	21.9
	20	100	40	5.5	100	9.7
		300	60	8.2	130	13.7
		500	70	9.6	150	16.4
		1000	90	12.4	180	20.4
	30	100	40	5.5	100	7.9
		300	60	8.2	130	11.9
		500	70	9.6	150	14.6
		1000	90	12.4	180	18.6

pH	原水		PAC		PSI	
	アルカリ度 mg/L	原水濁度 度	注入率 mg/L	アルカリ剤 NaOH-mg/L	注入率 mg/L	アルカリ剤 NaOH-mg/L
pH7.0 沖縄 土壌	10	100	40	3.2	100	9.4
		300	60	4.8	130	12.8
		500	70	5.6	150	15.0
		1000	90	7.2	180	18.4
	20	100	40	3.2	100	7.6
		300	60	4.8	130	11.0
		500	70	5.6	150	13.2
		1000	90	7.2	180	16.6
	30	100	40	3.2	100	5.8
		300	60	4.8	130	9.1
		500	70	5.6	150	11.4
		1000	90	7.2	180	14.7

原水濁度に対する所要凝集剤量は北見土壌或いは沖縄土壌を用いた場合でも同一であるが、所要アルカリ剤量は両者で異なる。このため、運転指針策定の際には予め、実原水と使用凝集剤を用いて凝集剤注入に伴う消費アルカリ度を求めておく必要がある。

また、濁度減衰期の所要凝集剤量は濁度上昇時よりも30%程度増加し、有機色度成分が共存する場合も所要凝集剤量が増加することが分かった。しかし、所要凝集剤量の増加は原水により一様でないことが予測され、今後も検討を重ねる必要のある項目である。

E. 結論

高濁度時の所要凝集剤量を検討する目的で、河川水に4種類の土壌を懸濁した試水を対象にPAC及びPSIを用いた凝集試験を行った。その結果、原水濁度から所要凝集剤量や沈積スラッジ量が推定できた。

実施設の凝集剤注入設備容量や排泥・汚泥処理施設容量と推定された所要凝集剤量

や沈積スラッジ量を比較することにより、処理限界とすべき原水濁度を設定することが可能となった。

同様の試水を対象に凝集剤注入に伴う消費アルカリ度を求め、原水のpH、アルカリ度、濁度を設定すれば、所要凝集剤量及び所要アルカリ剤量の推定が可能となった。

また、高濁度原水処理時に考慮すべき項目としては、濁度減衰時の所要凝集剤量、有機色度成分共存時の所要凝集剤量等が挙げられた。

F. 健康危険情報

(総括研究報告書にまとめて記入)

G. 研究発表

1. 論文発表

なし

2. 学会発表

①住谷敬太、川端洋之進、服部和夫、増田靖、長谷川孝雄、笹沼健、庄司浩史、古橋嘉一、「霞ヶ浦を水源とする浄水場における浄水処理手法の改善に係る協同研究(VI) - ポリシリカ鉄を用いた強化凝集による溶解性有機物及び藻類の処理性評価 -」、第62回全国水道研究発表会講演集、2011、pp.222-223

②川端洋之進、住谷敬太、高橋裕司、佐々木洋、長谷川孝雄、笹沼健、庄司浩史、古橋嘉一、「霞ヶ浦を水源とする浄水場における浄水処理手法の改善に係る協同研究(VII) - ポリシリカ鉄を用いた強化凝集が粒状活性炭に及ぼす影響 -」、第62回全国水道研究発表会講演集、2011、pp.224-225

③佐々木洋、増田靖、東義洋、長谷川孝雄、中田正樹、愛原貴子、金子悌三、「ポリシリカ鉄発土リサイクル・モデル構築に向けた取り組み」、第62回全国水道研究発表会講演集、2011、pp.300-301

④増田靖、東義洋、佐々木洋、長谷川孝雄、中田正樹、愛原貴子、金子悌三、「Situation of the Model Project of Water and Resources Recycling System based on Effective(Agricultural) use of unused soil resources using Polysilicato-Iron(PSI)」、第62回全国水道研究発表会講演集、2011、pp.716-717

⑤ Y. Masuda, T. Ito, T. Komiyama, Y. Azuma, H. Sasaki, T. Hasegawa, T. Aihara, T. Kaneko, Constructing a Water and Resources Recycling System Based on the Effective Use of Unused Soil Resources Using Polysilicato-Iron, 4th IWA-ASPIRE Conference and Exhibition, 2011

H. 知的財産権の出願・登録状況（予定を含む）

1. 特許取得
なし

2. 実用新案登録
なし

3. その他

東北地方太平洋沖地震による水道施設の被害実態に関する研究

研究分担者 宮島 昌克 金沢大学理工研究域環境デザイン学系 教授

研究要旨

水道施設は全般的に耐震化の取組みが遅れており、特に浄水施設の耐震化率は平成22年度末現在で約19%と低い状況にある。また同時に、多くの施設が経年化とともに老朽化が進み、更新時期を迎えつつある。こうした現状を踏まえ、水道施設の耐震化の促進方策として、耐震性能を判定するための簡易耐震診断手法の改善を図ることとし、診断手法及びその実施手順の検討に当たっての基礎的知見を得るため、東北地方太平洋沖地震による水道施設の被害実態を調査研究した。その結果、地震動そのものによって浄水施設が大きな被害を蒙った事例は見当たらず、大きな損傷を受けた浄水施設はすべて敷地内における地盤液状化発生に伴うものであることが明らかとなった。

A. 研究目的

水道施設全体を見渡すと、管路の耐震化の取組みは進みつつあるものの、浄水施設の耐震化率は平成22年度末現在で約19%であり、対策の取組みが極めて遅れている。特に昭和50年代以前に建設された浄水施設は経年劣化が進みつつあり、施設の耐震性が十分でないものが多い。また、中小水道事業体ほど技術者の数も少なく、耐震化の取組みが遅れているのが現状である。

浄水施設の耐震化を効率よく進めるために、詳細診断を行う対象施設の優先順位付けに供するための「簡易耐震診断表（昭和56年3月、厚生省水道環境部）」があるが、作成以来30年余りを経ていることから、近年の被害事例と照らし合わせるなどして、問題点の抽出と改善を行い、中小水道事業体の耐震化促進に供することが、課題となっている。

そこでまず、平成23年3月に発生した東北地方太平洋沖地震による浄水施設の被災状況を調査し、課題を抽出することを平成23年度の目的とする。

B. 研究方法

東北地方太平洋沖地震では、想定外といわれた大津波が東北地方から関東地方に至る広範囲に押し寄せ、甚大な被害が生じたことから、被害の実態が明らかになるまで、

長時間を要した。そこで、何回かに分けて現地調査を行うことにより、水道施設の被害実態を明らかにしようと試みた。

現地調査においては、被害施設の職員へのヒアリング、関連資料の収集、現場視察などにより被害実態を明らかにするとともに、被害軽減のための方策、被害の可能性を事前に予測する方法について検討を行った。

C. 研究結果

大きな被害が発生した岩手県、宮城県、福島県の東北3県と、茨城県、千葉県の間東2県の浄水施設では、傾斜板の移動・一部滑落が見られたものが少なくなかったが、地震直後から長期に亘り機能停止に至った浄水施設はつぎの3つであった。すなわち、宮城県の石巻地方広域水道企業団の蛇田浄水場と、茨城県の県企業局用水供給事業鹿行給水区域の鱒川浄水場、千葉県神崎町の神宿浄水場である。以下に、被害状況を述べる。

- 1) 蛇田浄水場（宮城県・石巻地方広域水道企業団）（図-1）

旧北上川表流水を水源とする急速ろ過方式の浄水場であり、横流式沈殿池系統（15,000m³/日）と傾斜板沈殿池系統（45,000m³/日）から成っている。場内では各所で液状化が発生しており、それに伴う地盤沈下が認められた。横流式沈殿池では

沈殿池の壁面及び底版にクラックが生じて漏水していたため、地震直後から使用を停止して修理を行った。傾斜板沈殿池では、部分的な傾斜板落下などの軽微な被害にとどまり、通水が可能であったため、浄水を継続することができた。送水ポンプ室の壁と床が大きな損傷を受けており、地盤沈下によりポンプ室の基礎部下が中空となっている場所もあった。

2) 鱒川浄水場（茨城県・県企業局用水供給事業）（図-2）

鱒川浄水場（30,000m³/日）の敷地全体が液状化し、60～80cmの地盤沈下を生じるとともに、共同溝の浮上が見られた。主な被害は、地盤沈下に伴う構造物との取り付け部付近での埋設管の離脱で、22箇所の場合内配管が離脱した。仮配管による復旧で、機能回復を急いだ。また、雨水調整池も被害を受けた。さらに、共同溝の浮上により、共同溝の損壊した箇所から地下水や液状化した土砂が大量に流入し、その撤去にも時間を要した。

3) 神宿浄水場（千葉県・神崎町）（図-3）

神宿浄水場（1,639m³/日）は利根川水系利根川の表流水を水源としており、神崎町のほかに成田市、香取市の一部に給水している。敷地内で発生した液状化により、沈殿池が被災するとともに、埋設管が主として構造物との取り付け部で破損した。

D. 考察

地震による構造物の被害は、外力である地震動や地盤変形による力が構造物の抵抗強度を上回る場合に発生する。浄水場の抵抗強度は、設計施工された年代の水道耐震設計指針によるところが大きい。

東北、関東地方の浄水施設の設計施工年代の資料はまだ収集できていないが、震度6弱から震度6強、ところによっては震度7の地震動に見舞われたのにもかかわらず、地震動そのものによって大きな被害を蒙った事例は見当たらなかった。したがって、地下あるいは半地下構造物の多い浄水施設にとって、地震動そのものによって損傷を受ける可能性は大きくはないものと考えることができる。

一方、上述したように、大きな損傷を受

けた浄水施設は全て敷地内で液状化が発生した場合であった。蛇田浄水場は昭和44年に施工されており、鱒川浄水場は昭和57年に一部完成、また神宿浄水場は昭和56年に通水開始している。一方、「水道施設の耐震工法」が昭和41年に改訂され、昭和54年に「水道施設耐震工法指針・解説」が発行されているので、これらの浄水施設は、設計施工された年代に関わらず、すなわち、設計に用いられた耐震工法指針の違いに依らず、液状化によって被害が生じていることがわかる。

被害形態に注目すると、液状化によって引き起こされた地盤沈下に起因するものがほとんどであった。杭基礎の場合には構造物はほとんど沈下しておらず、周辺地盤の沈下によって生じた相対変位によって、場内管路が引き抜けている場合が多く見られた。蛇田浄水場では、昭和40年に築造された、生松丸太（末口12mm、長さ1.8m、打設間隔100cm）の杭基礎を有する浄水池が全く沈下せず、沈下した周辺地盤との間に40～50cmの相対変位が生じていた。クラックの生じた横流式沈殿池も生松丸太（末口15mm、長さ3m、打設間隔90cm）の杭基礎であり、周辺地盤に比べほとんど沈下していなかった。クラックが生じた原因については今後検討する必要があるが、木杭であってもしっかりと打設することによって、液状化による構造物の沈下が生じないことが示された。

E. 結論

平成23年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震による浄水施設の被害調査を行い、詳細診断を行う対象施設の優先順位付けに供するための「簡易耐震診断表（昭和56年3月、厚生省水道環境部）」の改訂のための基礎的な知見を得ようとした。数回に亘り東北、関東地方の被災地を訪問し、被害施設の職員へのヒアリング、関連資料の収集、現場視察などを行った結果、以下のことが明らかとなった。

- ・ 震度6弱から震度6強、ところによっては震度7の地震動に見舞われたのにもかかわらず、地震動そのものによって大きな被害を蒙った事例は見当たらなかつ

た。したがって、地下又は半地下構造物の多い浄水施設にとって、地震動そのものによって損傷を受ける可能性は大きくはないものと考えられる。

- 大きな損傷を受けた浄水施設は全て敷地内で液状化が発生した場合であった。杭基礎の場合には構造物はほとんど沈下しておらず、周辺地盤の沈下によって生じた相対変位によって、場内管路が引き抜けている場合が多く見られた。
- 構造物のみならず、場内配管の地震対策、特に液状化対策が重要であることが示された。

未だ、津波浸水区域の復興計画が明らかになっていないこともあり、津波浸水区域の埋設管等の被害実態は明らかになっていない。さらに、福島第一原子力発電所の事故により、避難区域一帯の被害状況はベールに包まれたままである。今後も引き続き被害資料の収集・分析を行っていく必要がある。

F. 健康危険情報

特になし。

G. 研究発表

- Miyajima, M.: Lessons from the 2011 Great East Japan Earthquake and Tsunami Disasters, Proceedings of 7th Japan-US-Taiwan Workshop on Water System Seismic Practices, 7p. 2001.10. (CD-ROM)
- 宮島昌克：2011年東日本大震災における水道施設の地震被害の特徴，第3回相互連携を考慮したライフライン減災対策に関するシンポジウム論文集，pp.43-47, 2011.12.
- Miyajima, M.: Damage to Water Supply System Induced by the 2011 Great East Japan Earthquake, Proceedings of International Symposium on Engineering Lessons Learned from the Giant Earthquake, 8p., 2012.3. (CD-ROM)

H. 知的財産権の出願・登録状況（予定を含む）

未定

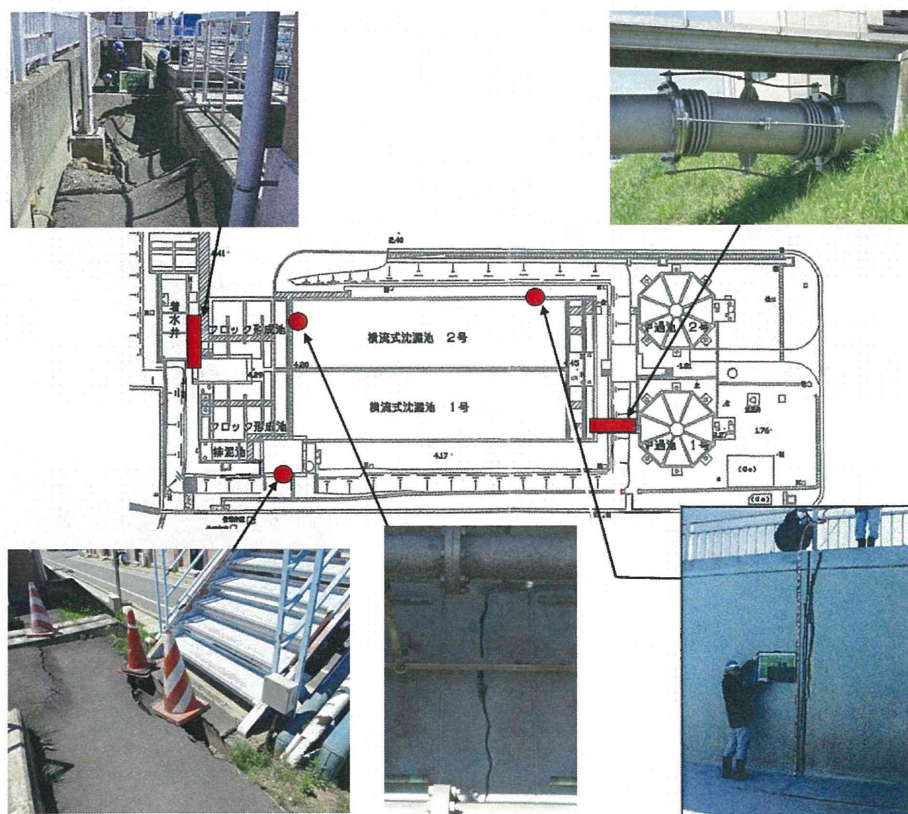


図-1 蛇田浄水場（宮城県・石巻地方広域水道企業団）の被災状況



注)手前管路K形φ400は継手離脱部分の復旧に伴う解体中

図-2 鱈川浄水場（茨城県・県企業局用水供給事業）の被災状況

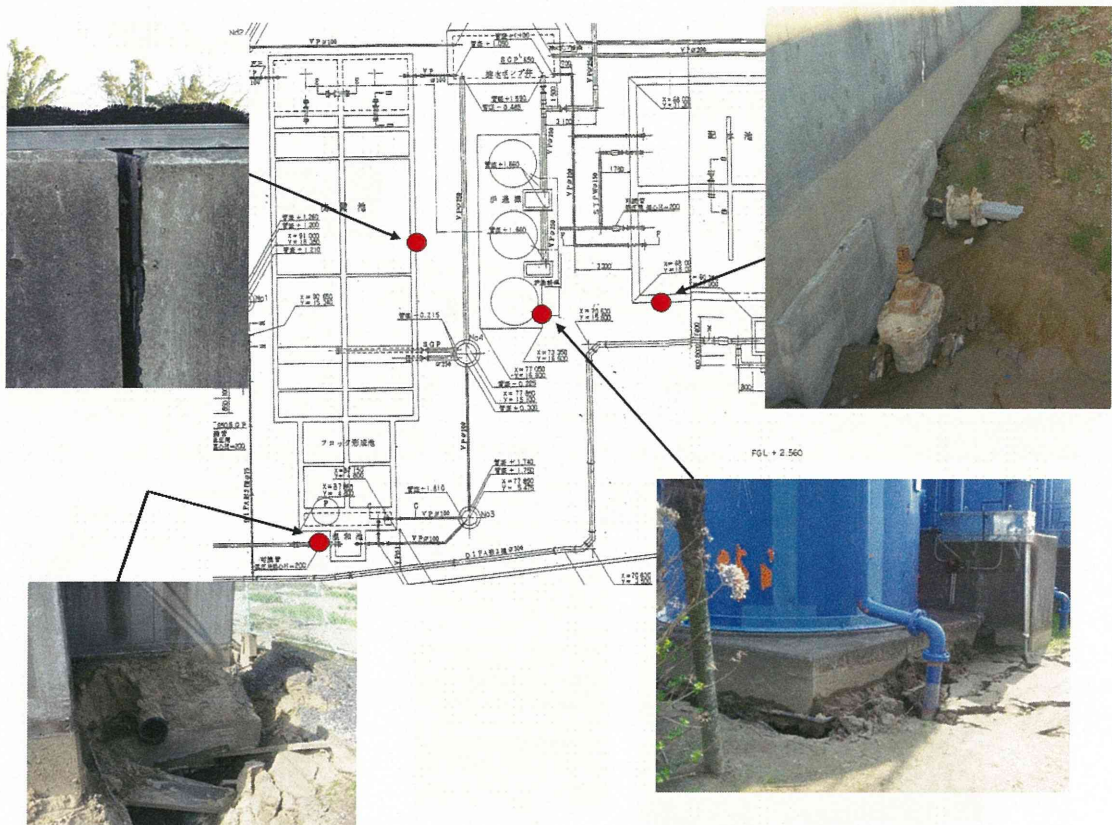


図-3 神宿浄水場（千葉県・神崎町）の被災状況

経年化浄水施設における
原水水質悪化等への対応に関する研究

平成23年度 総括研究報告書

添付資料

添付資料 目次

1. 研究体制
2. 中小規模水道を取り巻く現状
 - 2.1 現在給水人口（5万人以下、5万人超）別にみた各種比較
 - 2.2 クリプトスポリジウム等対策の現状
 - 2.3 浄水施設耐震化率の現状
 - 2.4 現在給水人口規模別にみた技術職員数等
 - 2.5 現在給水人口規模別にみた年間取水量内訳
 - 2.6 現在給水人口規模別にみた浄水方法別年間浄水量
 - 2.7 現在給水人口規模別にみた「年間取水量内訳」と「浄水方法別年間浄水量」の関係
 - 2.8 現在給水人口規模別にみた浄水施設耐震化率等
3. 原水水質悪化への対応に関する検討
 - 3.1 水質悪化等の実態調査
 - 3.2 高濁度対応処理技術の文献調査
 - 3.3 高濁度対応に関する室内基礎実験
 - 3.4 集塊化開始時間測定法による所要凝集剤量の検証
 - 3.5 検討WG等議事録
4. 耐震化促進等に関する検討
 - 4.1 水道施設の耐震診断状況に関するアンケート調査
 - 4.2 東北地方太平洋沖地震による水道施設の被害実態調査
 - 4.3 簡易耐震診断の改善手法案の検討
 - 4.4 耐震化促進に関する検討WG等議事録

1. 研究体制

厚生労働科学研究費補助金（健康安全・危機管理対策総合研究事業）による

「経年化浄水施設における原水水質悪化等への対応に関する研究」

研究体制（平成 23 年度）

研究代表者 相澤 貴子（(財) 水道技術研究センター）

原水水質悪化への対応の検討（原水水質対応班）

研究分担者	藤原 正弘	（(財) 水道技術研究センター）
同	安藤 茂	（同）
同	高嶋 渉	（同）
同	長谷川 孝雄	（特定非営利活動法人ポリシリカ鉄協会）
研究協力者	堤 行彦	（福山市立大学）
同	鎌田 素之	（関東学院大学）
同	関野 広行	（神奈川県広域水道企業団）
同	走出 真	（埼玉県企業局）
同	山本 達郎	（株式会社ウェルシィ）
同	恩田 真	（同）
同	我妻 聖孝	（株式会社明電舎）
同	山口 太秀	（株式会社メタウォーター）
同	倉田 朋幸	（ワセダ技研株式会社）
同	石川 修司	（同）
同	山本 志野歩	（(財) 水道技術研究センター）
同	中山 宏二	（同）
同	安積 良晃	（同）

耐震化促進等に関する検討（耐震化促進班）

研究分担者	武内 辰夫	（（財）水道技術研究センター）
同	鈴木 泰博	（ 同 ）
同	宮島 昌克	（金沢大学）
研究協力者	小河 広志	（神戸市水道局）
同	秋場 忠彦	（千葉県水道局）
同	細井 直樹	（東京都水道局）
同	笠原 勇治	（新潟市水道局）
同	堀江 良次	（（財）水道技術研究センター）
同	足立 渉	（ 同 ）
同	上松瀬 将弘	（ 同 ）

2. 中小規模水道を取り巻く現状

2.1 現在給水人口（5万人以下、5万人超）別にみた各種比較

（注）簡易水道事業は、含んでいない。

（1）技術職員（平成21年度）について

平成21年度において、現在給水人口5万人以下の上水道事業体における1事業体当たり技術職員数は2.7人であり、この人数で浄水施設や管路施設の維持管理等の技術的な業務を行っている。

現在給水人口5万人超：18,474人／427事業体＝43.3人／事業体

現在給水人口5万人以下：2,812人／1,038事業体＝2.7人／事業体

（2）浄水方法別にみた採用事業体数

平成21年度において急速ろ過を採用している事業体数は、現在給水人口5万人以下の上水道事業の方が多。

現在給水人口5万人超：279事業体

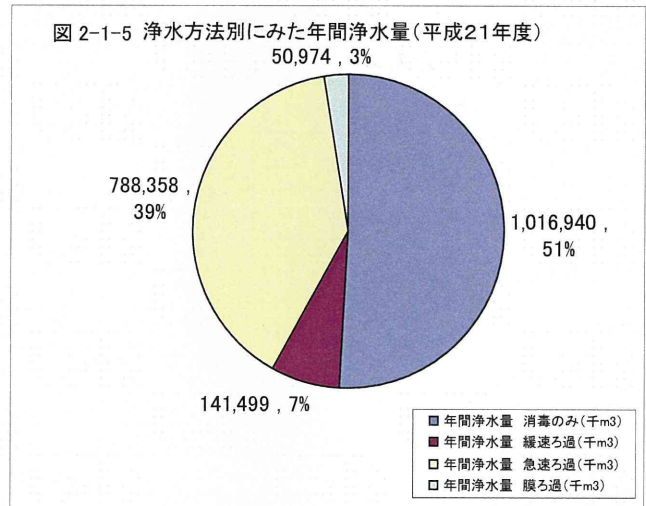
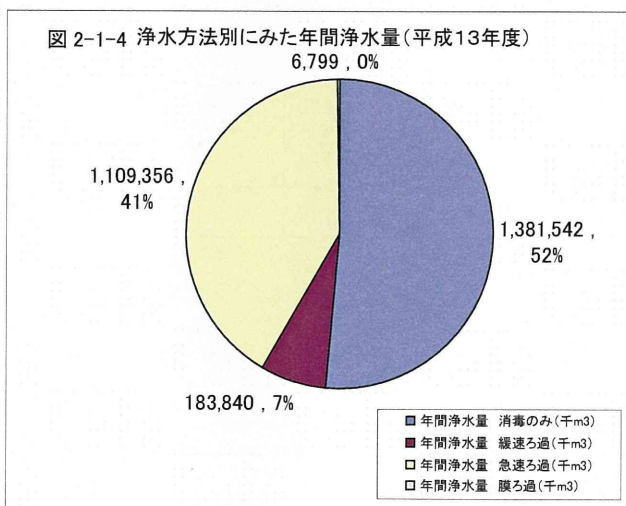
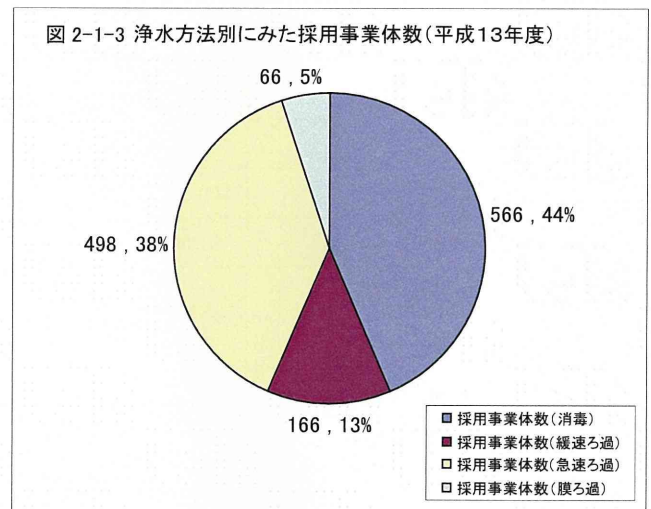
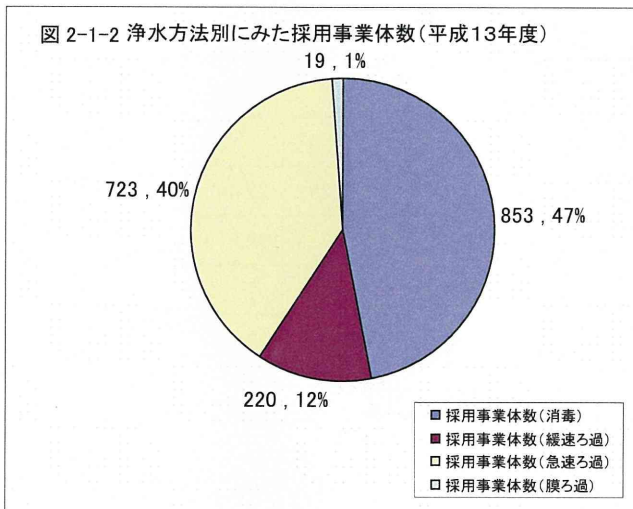
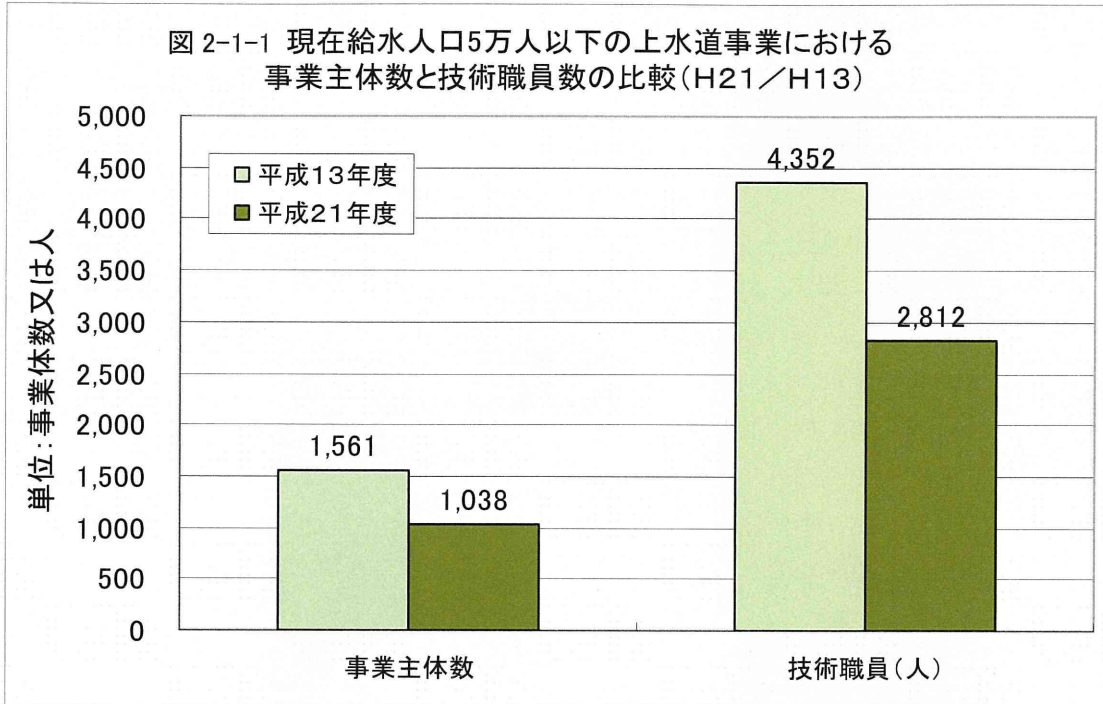
現在給水人口5万人以下：498事業体

（注）1事業体で複数の浄水方法（例えば、「消毒のみ」と「急速ろ過」）を採用している場合がある。

[表 2-1-1] 現在給水人口（5万人以下、5万人超）別にみた各種比較（H21／H13）

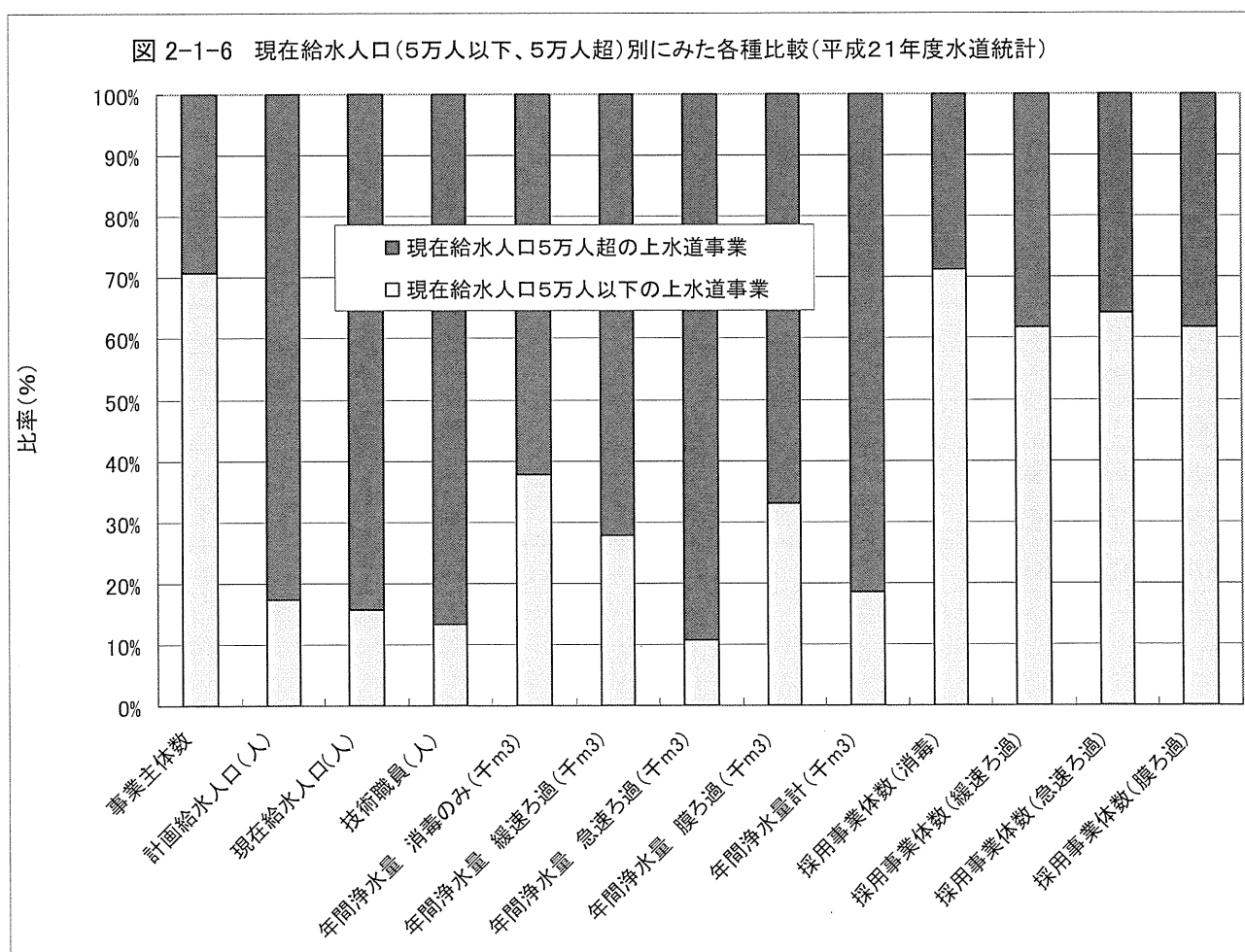
	現在給水人口5万人超の上水道事業			現在給水人口5万人以下の上水道事業		
	H13	H21	H21／H13 (%)	H13	H21	H21／H13 (%)
事業主体数	393	427	108.7	1,561	1,038	66.5
計画給水人口(人)	100,269,565	107,015,617	106.7	29,940,293	22,485,148	75.1
現在給水人口(人)	91,603,832	100,657,003	109.9	24,473,625	18,618,475	76.1
技術職員(人)	20,564	18,474	89.8	4,352	2,812	64.6
年間浄水量 消毒のみ(千 m3)	1,770,527	1,680,230	94.9	1,381,542	1,016,940	73.6
年間浄水量 緩速ろ過(千 m3)	376,319	369,657	98.2	183,840	141,499	77.0
年間浄水量 急速ろ過(千 m3)	6,914,023	6,574,846	95.1	1,109,356	788,358	71.1
年間浄水量 膜ろ過(千 m3)	2,480	103,382	4168.6	6,799	50,974	749.7
年間浄水量計(千 m3)	9,063,349	8,728,115	96.3	2,681,537	1,997,771	74.5
採用事業体数(消毒)	196	227	115.8	853	566	66.4
採用事業体数(緩速ろ過)	91	103	113.2	220	166	75.5
採用事業体数(急速ろ過)	258	279	108.1	723	498	68.9
採用事業体数(膜ろ過)	5	41	820.0	19	66	347.4

(3) 現在給水人口5万人以下の上水道事業における浄水方法別にみた採用事業体数及び年間浄水量



[表 2-1-2] 現在給水人口（5万人以下、5万人超）別にみた各種比較（H21、5万人以下／全体）

平成21年度	現在給水人口5万人以下の上水道事業	現在給水人口5万人超の上水道事業	上水道事業合計	現在給水人口5万人以下の上水道事業の割合(%)
事業主体数	1,038	427	1,465	70.9
計画給水人口(人)	22,485,148	107,015,617	129,500,765	17.4
現在給水人口(人)	18,618,475	100,657,003	119,275,478	15.6
技術職員(人)	2,812	18,474	21,286	13.2
年間浄水量 消毒のみ(千 m3)	1,016,940	1,680,230	2,697,170	37.7
年間浄水量 緩速ろ過(千 m3)	141,499	369,657	511,156	27.7
年間浄水量 急速ろ過(千 m3)	788,358	6,574,846	7,363,204	10.7
年間浄水量 膜ろ過(千 m3)	50,974	103,382	154,356	33.0
年間浄水量計(千 m3)	1,997,771	8,728,115	10,725,886	18.6
採用事業体数(消毒)	566	227	793	71.4
採用事業体数(緩速ろ過)	166	103	269	61.7
採用事業体数(急速ろ過)	498	279	777	64.1
採用事業体数(膜ろ過)	66	41	107	61.7



2.2 クリプトスポリジウム等対策の現状

厚生労働省調べによると、平成19～21年度末におけるクリプトスポリジウム等対策の現状は、以下のとおりであり、検討中及びレベル未判定施設が依然として多く存在している。

	上水道		
	平成19年度末	平成20年度末	平成21年度末
調査対象浄水施設数	5,211	5,281	5,245
レベル4対応施設数	842	949	1,108
・対応済み	725	884	1,033
・検討中	117	65	75
レベル3対応施設数	776	875	931
・対応済み(ろ過)	253	306	374
・対応済み(UV)	4	10	28
・検討中	519	569	557
レベル2対応施設数	1,016	1,084	1,202
レベル1対応施設数	1,182	1,371	1,457
レベル未判定施設数	1,395	1,002	541

	簡易水道		
	平成19年度末	平成20年度末	平成21年度末
調査対象浄水施設数	8,883	8,497	8,495
レベル4対応施設数	2,019	2,113	2,336
・対応済み	1,266	1,447	1,659
・検討中	753	666	677
レベル3対応施設数	1,341	1,420	1,651
・対応済み(ろ過)	421	486	604
・対応済み(UV)	1	8	13
・検討中	919	934	1,047
レベル2対応施設数	1,378	1,487	1,538
レベル1対応施設数	1,082	1,240	1,373
レベル未判定施設数	3,063	2,237	1,479