

図 4.2 水源水量の不安原因

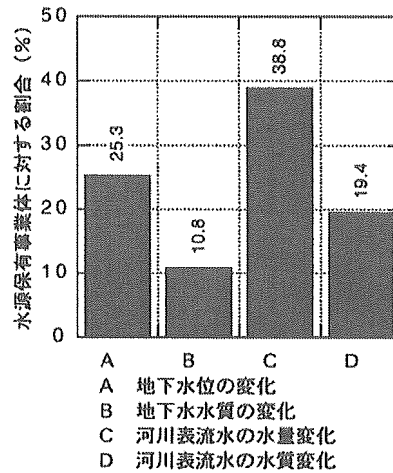


図 4.3 各水源における水量不安理由の割合

5. 水質に関する問題

水源における水質問題の発生の有無、発生があるとすればどのような水源にどのような問題が発生しているのかを質問した。

水源において水質の問題が発生していると回答したのは 119 事業体で、全体の 30.7%であった。表 5.1 にその内訳を示す。

地下水と河川表流水において水質に問題があるとする事業体がともに 56 あり、これは水源に問題ありと答えた事業体の約半数に近い 47.1%にもなる。さらにこれをその水源を有する事業体の中の割合としてみると、河川表流水を水源とする事業体のうちの 33.9%が水質に問題があると答えている。表 5.1 の 4 水源の中で最も割合の低い湧水においても 14.3%が水源水質に問題があると答えている。他に湖沼水で 1 件（湖沼水を水源とする中の 6%）、貯水池水で 6 件（同 14%）の水源水質に問題があるとの回答があった。

それぞれの水質の問題の内訳を示したものが図 5.1 である。地下水の問題の中では鉄・マンガンが地下水水質に問題があると答えたうちの 46.4%をしめ最も多くつづいて濁りであった。伏流水、湧水、河川表流水ではいずれも濁りが問題原因として最も多かった。クリプトスポリジウム汚染については、伏流水において水質問題の原因とする割合が最も多いという結果になった。他には地下水においては、砒素、遊離炭酸、ウラン、トリクロロエチレン（2 件）、色度、河川表流水においては臭気（3 件）、アンモニア濃度、酸性水、色度などがあげられていた。

表 5.1 水源における水質問題の発生状況

水質問題の発生している水源	水源水質問題ありと回答した事業体数	水源水質に問題ありと回答した事業体数に対する割合 (%)	各水源を有している事業体数に対する割合 (%)
地下水	56	47.1	19.4
伏流水	17	14.3	18.3
湧水	15	12.6	14.3
河川表流水	56	47.1	33.9

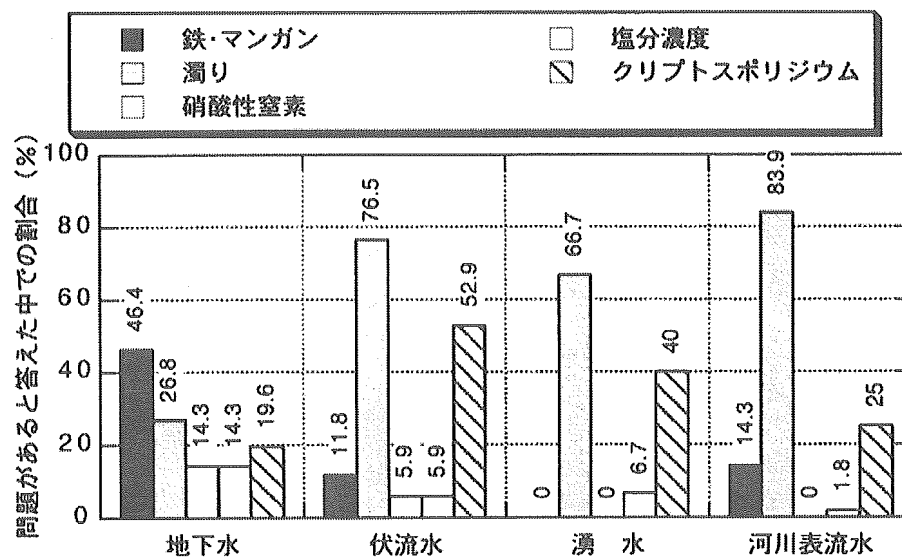


図 5.1 各水源の水質問題の原因

6. 浄水設備における問題

浄水設備において感じている問題として記入されたもので多かったものを整理したものが図 6.1 である。

水源が濁った場合にろ過の能力が不足するという回答が最も多かった。浄水能力不足についてはこの他に慢性的な水質悪化や渇水時にろ過能力が不足するという回答も7つあり、ろ過能力の不足が相当な問題になっている。薬品注入を経験や勘に頼っているという回答も30と多かったが、この他にも薬品注用量が固定された一定量であるために原水濁度の変化に対応できないという回答もあった。薬品注入に関しては自動化や、老朽化に対する対策などを進めたいが資金が不足という答えが9件あった。

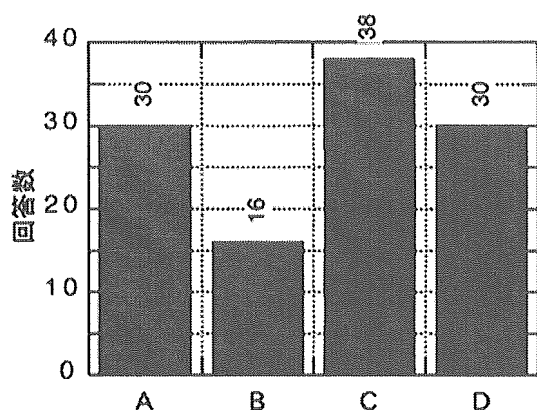
需要のピーク時に能力が対応できないという回答数は16である。ほとんどが盆や正月に人数が急増するという、大都市とは異なったアンケート実施地域独特の事情が理由になっていた。

他にも、クリプトスポリジウムに対する対応不足、山間地域のために落雷による電気系統の被害や、県営水道からの受水に全てを頼っているため渇水期に給水制限をされたときの水量不足、代かき時期の濁水に対する一時的なるろ過装置の搬入など、地域特有の問題を

かかえていることが明らかになった。

汚泥の処理処分法に対する設問に対する回答があったのは 186 事業体であった。各答の回答のあった事業体数に対する割合を示したものが図 6.2 である。そのまま河川に放流したり、処理を依頼しているところが多く、自前の施設を持っていたり有効利用をはかっているところは少なく、規模の大きい事業体とは異なった傾向にあった。

図 6.3 は給水人口別に状況を整理したものである。「処理を依頼」と「自前の施設」が給水人口 2 万人台をピークに減少するのに対し、「そのまま河川放流」は逆に 2 万人台を谷にして増加する傾向にある。また 2 万人以上のグループでは「処理を依頼」が顕著に多いのに対し、5 千人未満では「そのまま河川放流」が圧倒的に多い。



- A 薬品注入を経験や勘に頼っている
- B 需要のピーク時の水量に対応できない
- C 水源が濁った場合のろ過能力不足
- D 施設の老朽化

図 6.1 浄水設備で感じる問題

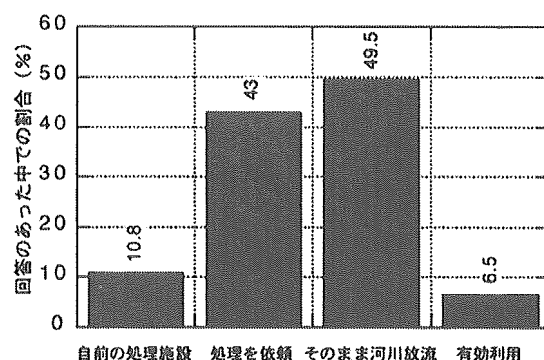


図 6.2 汚泥の処理処分に関する回答

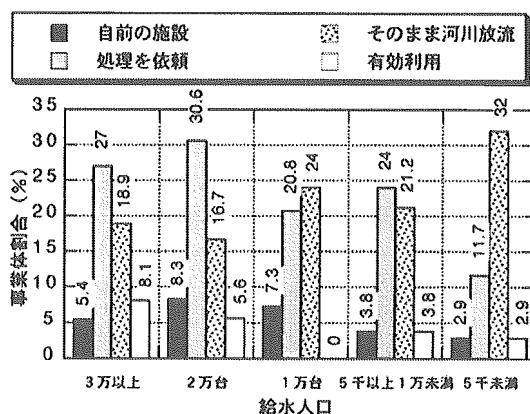


図 6.3 人口別の汚泥処理処分の状況

7. 送配水施設における問題

送配水施設における問題に関する全回答に対する各選択肢の回答の割合を図 7.1 に示す。

最も多い回答は漏水であった。これは 2 で述べた有収率の平均が 82.9% と 5 万人以上の上水道事業における平均値に比べてかなり低いこととも一致している結果であると考えられる。「問題なし」を別にしてつぎに多いのがさび等による着色で 25.9% で、異物の 6.9% をかなり上回っていた。

配水池の容量不足という、規模の大きいところではあまり問題にされないようなことが13.2%あった。その原因として「水洗化や浄化槽の増加」を挙げている例もあった。

漏水発生や配水池容量不足という施設の構造的な問題が合わせて60.0%と、着色や異物といった水質に関わるものの合計32.8%を大きく上回っている。

その他として、つぎのようなものがあった。

- ・水源からの沈殿物が管内や配水池にたまる（地下水を水源とし消毒のみで給水）
- ・管内の夾雑物（砂、管の切り屑など）による給水管、給水装置の目づまり
- ・管内沈殿物による排泥の必要性
- ・エアによる白濁
- ・送水ポンプ容量不足
- ・夏に新管等のビニル系や塩素系臭が発生
- ・送配水流量に誤差があり正確な数値がつかみがたい
- ・鉛管の給水管の布設替えが思うように進まない
- ・火災時等における配水ポンプの能力不足
- ・管の老朽化により弁栓類の操作が容易でない
- ・鉄錆発生により水圧と水量が不足
- ・住居が点在し、使用水量の少ない地域での管末の水質が問題
- ・管路台帳が未整備のために工事等により管が破損
- ・ポンプ圧送する送水管（VPで設置しているため）における破損事故の多発
- ・ダクタイル鋳鉄管のモルタルライニングによるpH値の上昇
- ・配水池が無くポンプ圧送のため電気関係の故障があると断水となる

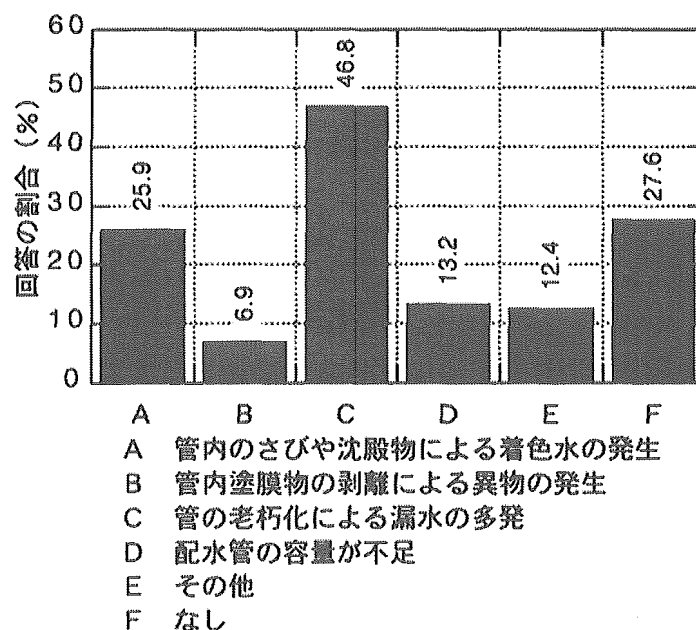


図 7.1 送配水施設で発生している問題

8. 施設の維持管理体制

(1) 施設数及び有人・無人施設について

取水施設の数 は平均 6.9 カ所であった。53%の事業体では 5カ所以下であるが 25%の事

業体では6～10カ所であり、20カ所を超える事業体も全体の約4%あり、取水施設が多く分散していることを示している。

その中で昼間あるいは夜間何らかの形で人員を配置している施設があると回答した事業体数は回答のあった中の16.4%で、そのような事業体における人員を配置している施設数の平均は1.3施設であった。最も多いのは勤務時間内は職員で夜間は委託業務員で24時間常駐しているというもので、このような施設があると答えた事業体は14あり、これは人員を配置している施設があると答えた事業体の25%に相当する。

浄水施設の1事業体当たりの平均施設数は5.1であり取水施設よりやや少なかった。施設数5カ所以下の事業体が全体の70%であり、取水施設の場合の53%を大きく上回っている。

人員が配置されている施設があると回答した事業体は回答のあった事業体の中の37.2%であった。これは取水施設の場合の2倍以上である。配置形態を表8.1に示す。

配水施設数の1事業体当たりの平均は9.7であり、取水、浄水施設と比べて最も多かった。施設数の分布を図8.1に示す。何らかの形で有人の施設があると回答した事業体は39で、配水施設数の設問に回答があった中の11.2%で、取水施設や浄水施設に比べて少なかった。

表 8.1 浄水施設の人員配置態勢

人員配置体制	事業体数 (有人施設があると答えた事業体数に対する割合)	平均箇所数
24時間職員常駐	18 (15.7%)	1.1
勤務時間のみ職員常駐	16 (13.9%)	1.3
夜間のみ職員常駐	3 (2.6%)	1.0
勤務時間内は職員、夜間は委託業務員の体制で24時間常駐	30 (26.1%)	1.1
24時間委託業務員常駐	21 (18.3%)	1.4
昼間のみ委託業務員常駐	9 (7.8%)	1.1
夜間のみ委託業務員常駐	4 (3.5%)	1.0
全 体	115 (100%)	1.2

無人の取水施設数を問う設問に対する回答に数字をあげた事業体は326であった。そのうち施設の一つにでも自動計測設備を設置していると回答したのは241事業体(73.9%)であった。

無人の浄水施設数を問う設問に対する回答に数字をあげた事業体は269であった。そのうち施設の一つにでも自動計測設備を設置していると回答したのは221事業体(82.2%)であった。設置割合の分布を図8.2に計測項目を図8.3に示す。無人の配水施設数を問う設問に対する回答に数字をあげた事業体は354であった。そのうち施設の一つにでも自動計測設備を設置していると回答したのは310事業体(87.6%)であった。無人の施設数の平均は9.5であった。

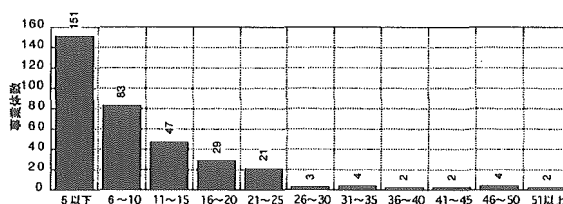


図 8.1 事業体当たりの配水施設数の分布

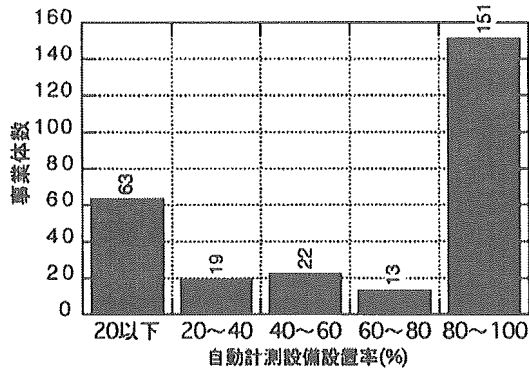


図 8.2 無人浄水施設における自動計測設置

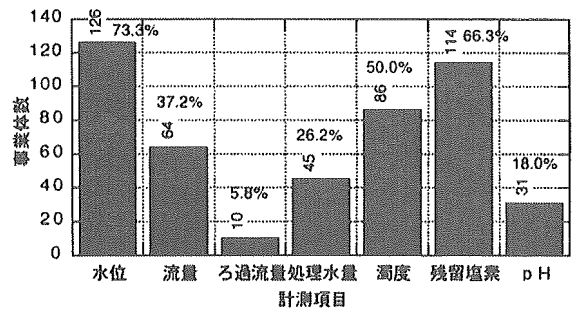


図 8.3 無人浄水施設の自動計測項目

(2) 遠隔監視及び巡回監視について

遠隔監視装置の設置状況を表 8.2 に示す。

設置率の分布では、いずれの施設においても、20%以下と80%を超えるグループが他の設置率よりもはるかに多くなっていた。設置率0%の事業体数は取水施設で122(34.7%)、浄水施設で86(26.3%)、配水施設で71(19.3%)、設置率が100%の事業体は取水施設97(27.6%)、浄水施設121(37.1%)、配水施設149(40.5%)である。取水施設では設置率が20%以下の事業体の方が80%を超える事業体より多く、逆に浄水施設、配水施設では設置率が80%を超える事業体の方が20%以下の事業体より多くなっている。

「遠隔監視装置を設置している場合にどのように情報が送られてくるか」という問いに、「連続的に送られて来る」という答えを選択した事業体が284(遠隔監視装置設置事業体の88.2%)、「異常発生時のみ通報されてくる」という答えを選択した事業体が84(同26.1%)であり、他には「アクセスしたときのみ」や「毎日定時に」という回答もあった。

無人施設に異常が生じた場合に維持管理担当者に情報が伝えられる仕組みに対する回答数を図 8.4 に示す。これらの他には委託業者や警備会社に伝えられるというものもあった。

表 8.2 遠隔監視装置の設置状況

	遠隔監視装置を設置している事業体数	施設を有する全事業体に対する割合(%)	平均設置数	施設に対する平均設置率(%)
取水施設	230	65.3	2.6	44.3
浄水施設	245	75.2	2.1	54.4
配水施設	303	82.3	5.3	60.8

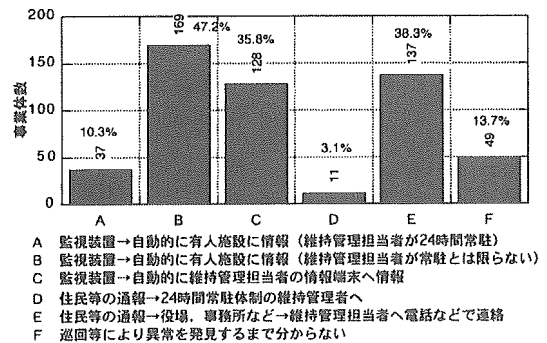


図 8.4 異常時発生時の情報伝達

日常的に施設の巡回をしているという回答は 325 事業体からあり、施設別には取水施設が 289、浄水施設が 295、配水池が 305、ポンプが 265 であった。各施設にどれくらいの頻度で巡回しているかを示したものが図 8.5 である。いずれの施設においても毎日巡回している事業体が最も多く、取水施設で 36.7%、浄水施設で 54.9%、配水池で 30.2%、ポンプで 37.0%であった。とくに浄水施設の巡回周期が短かった。

1 回当たりの巡回施設数の平均は 6.3 カ所、最小は 1 カ所、最大は 28 カ所であった。最も多かったのは 3 カ所で 46 事業体（回答のあった 313 事業体中の 14.7%）、つづいて 2 カ所と 5 カ所の 35 事業体（同 11.8%）であった。

1 日当たりの巡回時間の平均は 3.0 時間である。回答のあった 304 事業体の 46.7%にあたる 142 事業体が 2 時間以下であったが 6 時間以上も 24 事業体あった。

1 日当たりの移動距離の分布を図 8.6 に示す。平均は 29.6km、最小は 0.3km、最大は 200km であった。回答のあった 303 事業体の 53.8%にあたる 163 事業体が 20km 以下であった。

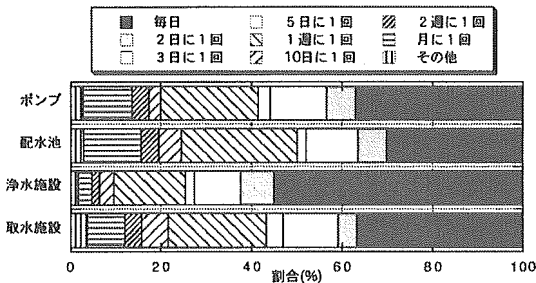


図 8.5 施設を巡回する間隔

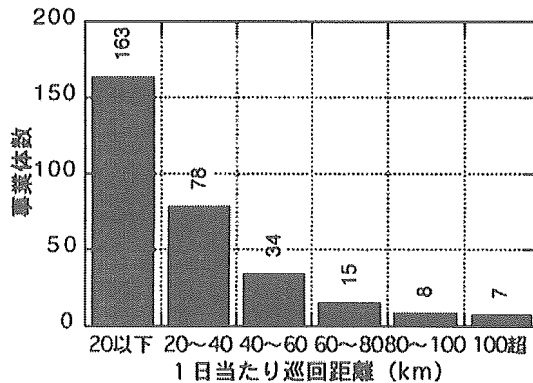


図 8.6 1日あたりの巡回距離

9. 業務委託・情報収集の実状

「業務委託をされていますか」という問に「している」という回答は 357 事業体からあった。これは検討対象とした有効回答数の 387 の 92.2%にあたる。

委託内容について検針業務、電気計装設備、機械設備、汚泥処理とその他の 5 項目の選択肢から選択回答を求めた結果が図 9.1 である。その他を選択した場合には具体的な内容の記述欄を設け、その中に記述された内容を分類したのも合わせて図中に示している。業務内容としては検針業務が他のものに比べてずっと多く 337 事業体（業務委託をしていると答えた中の 94.4%）であった。

さらに給水人口別に業務委託の実態を示したものが図 9.2 である。業務委託をしている割合が最も多いのは給水人口が 2 万人台のグループであった。ある程度の給水設備を持ちながらも自前の職員だけでは不足するのが最も顕著に現れるのが 2 万人台規模の事業と言えるのかも知れない。人口別のグループ間で最も差が少ないのは検針業務であり、最も差が顕著であるのは汚泥処理であった。汚泥処理を委託している割合は、最も高い給水人口 2 万人台のグループでは 21.6%であるのに対し、最も低い給水人口 5 千人未満のグループでは 4.9%であった。これは図 6.3 の人口別の汚泥処理の状況を見ると、給水人口が 2 万人台のグループでは 30.6%が処理を委託していると回答しているのに対し、5 千人未満のグループでは 32.0%がそのまま河川に放流していると回答していることと対応している。

水道関係情報の入手先では「日本水道協会あるいは全国簡易水道協議会」、「都道府県的水道行政部局」、「各種の研修会や講習会」の3つがそれぞれ約270事業体とほぼ同じ程度で多くなっている。「厚生労働省のホームページ」という回答は68事業体と少なかった。

図9.3には給水人口別に入手先としてあげた項目の割合を示している。「日本水道協会あるいは全国簡易水道協議会」という回答は給水人口の多いところほど割合が高くなっている。また給水人口5千人以上の事業体グループではいずれも情報源としては最も割合が高くなっている。「都道府県的水道行政部局」はいずれの給水人口の事業体グループにおいてもそれほど割合に差異はないが、給水人口5千人未満の事業体では情報源としては最も高い割合となっている。「各種の研修会や講習会」も給水人口による差異はあまり大きくなく、いずれの給水人口グループにおいても高い割合で情報源となっている。「水道専門新聞」は給水人口3万人以上の事業体グループでは70%で利用されているのに対し、給水人口が減少するにつれて少なくなり、5千人未満の事業体グループでは12.6%しか利用されていない。「厚生労働省のホームページ」も給水人口が3万人以上の事業体グループでは40%以上で利用されているのに対し、2万人未満になると10%を超える程度しか利用されていない。

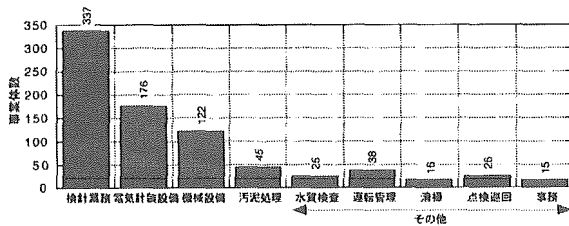


図 9.1 業務委託の内容

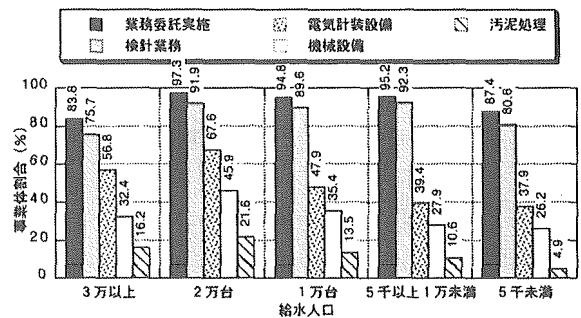


図 9.2 給水人口別の業務委託内容

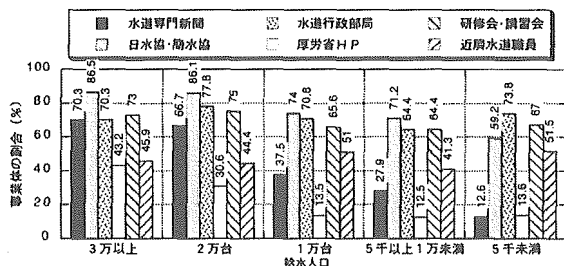


図 9.3 給水人口別の水道関係情報入手源

10. 困っている問題および住民の苦情

「現在お困りの問題がありましたら自由に記述して下さい」という問に対して記入された内容を、分類して件数を整理したものが図10.1である。施設の老朽化に関するものが26件と最も多かった。つづいて財源不足やコスト縮減に関するもので22件であった。両者は関連もあり老朽化した施設を更新したいが財源が不足しているという意見が多い。同様に経営関連では水質検査費に関する答えも11件あり、その中には水質基準の変更によって検査費が増加することに関する悩みもかなりあった。「規模が小さいため水質検査費用等の負担が大きく採算がとれていない」、「水質基準の改正に伴う経費の増大（省略できる項目もあるが安全のために簡単には省略できず責任もある）」、「水質検査手数料が倍以上に

はね上がり苦慮している」等の記述があった。

図 10.1 で「職員不足」が 17 件、「専門職員不足」が 15 件となっている。小規模の事業者では少ない職員が水道だけではなく他の業務も兼ねている場合が多く、職員不足であることや、技術的なことが分かる職員がいないことなどを問題としてあげているところが多い。「水道技術者は経験が必要であるが小さな町では後任者がいない」、「水道技術管理者が退職したら不在状態となる」、「電気機器は専門知識が必要であるが、小さな事業者では業者に任すしかなく、しかも専門業者が町内にいない」、「職員 1 名で全ての業務をしており休暇がとりにくい」、「財政難で人数確保できず、水道、下水道、建築の仕事を担当している」などの記述があった。

住民から多く寄せられる苦情等や意見とその頻度を自由に記述する設問に対する回答内容を分類、整理して示したものが図 10.2 である。最も多かったのは水の着色に関するものであった。そのなかでも赤水、さびに関するものが多く、つづいて空気が混入することによる白水に関するものであった。「濁り」という答えが「着色」につづいて多かった。いずれにしても工事の後に肉眼で分かる水質の変化に関する苦情が多い。

宅内漏水に関する相談や苦情も多く、宅内漏水による水量増で料金が高くなって苦情が出るという例もある。「検針後、『使用水量が異常に多いのはなぜか』との苦情があるが、ほとんどの場合宅内側の事故である」、「給水管漏水、器具不良による使用料金増加への問い合わせがある」という記述があった。また宅内漏水に関しては職員不足とも関係して、「昔は直営で軽微な宅内漏水に対応していたが、近年はそこまでできず業者に依頼しています。少なからず有料になってしまうため一人暮らしの老人には不評」という問題もあげられていた。

水圧や水量不足については「正月、盆など水を多く使用するとき高い所が出なくなる」というような、急激な需要の変化による設備能力不足という地域独特の問題もあった。

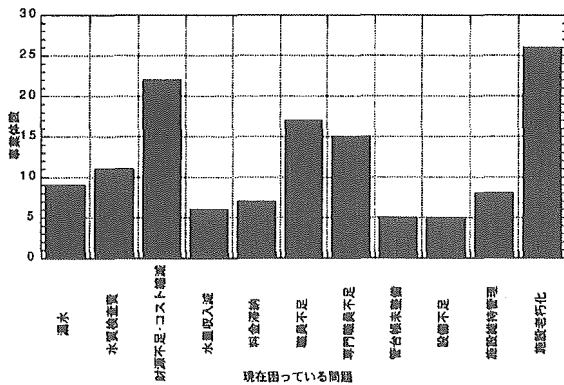


図 10.1 「現在困っている問題」に関する自由記述意見

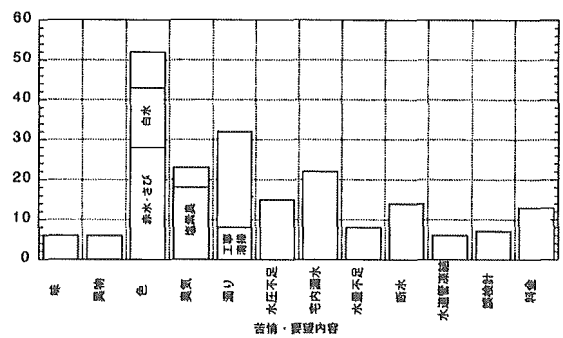


図 10.2 「住民から寄せられる苦情相談」に関する自由記述意見

11. まとめ

(1) アンケート結果のまとめ

本報告では省略した内容もあるが、本アンケート調査より得られた結果の主たるものをまとめるとつぎのようなことがあげられる。

1) 有収率の平均は 82.8%であり、給水人口が 1 万人以下のところでは有収率の値が広く分布している。

- 2) 事業者当たりの水道事業箇所数は簡易水道事業、飲料水供給事業とも給水人口が2万人台の事業者で最も多かったが、給水人口当たりで考えると給水人口が少ないほど多くなっている。
- 3) 水道を担当している「課」の名前は、給水人口が3万人以上のところではほとんどが「水道課」であるが、給水人口が少なくなると「建設課」など他業務を兼ねているものが多くなる。
- 4) 水源として井戸水を使用しているところが74%あり、河川表流水の43%を大きく上回っていた。
- 5) 浄水方法では、消毒のみを行っているところが最も多く67%、つづいて急速ろ過54%、緩速ろ過38%であった。膜処理も11%あった。
- 6) 水道担当の職員の体制では事務技術兼務の職員が最も多く、技術専任が最も少なかった。給水人口が少なくなるほど事務、技術それぞれ専任職員を配置する事業者の割合が減り、事務技術兼務の職員配置が増加していた。
- 7) 担当職員数はおおまかに給水人口5千人当たり2人と考えられる。
- 8) 水道技術管理者の水道担当経験年数は平均12.7年、水道担当が最も経験豊富な職員の水道経験年数は平均15.0年であった。給水人口が多い事業者ほど経験年数も長くなる傾向にあった。
- 9) 水源の水量に不安があると回答した事業者は44.4%であった。とくに給水人口が5千人未満の事業者が多く、53.4%が不安があると回答した。不安理由として最も多いものは河川表流水の水量変化であった。
- 10) 水源の水質に問題が発生していると回答した事業者は30.7%であった。問題のある割合が最も高いのは河川表流水を水源としている事業者で、当該事業者の33.9%が問題ありと回答していた。
- 11) 水源水質の問題発生原因として、河川表流水、伏流水、湧水においては濁りが最も多く、つづいてクリプトスポリジウム、地下水においては鉄・マンガンが最も多く、つづいて濁りであった。
- 12) 浄水設備で感じる問題としては、水源が濁った場合のろ過能力不足が最も多く、つづいて、薬品注入を経験や勘に頼っている、施設の老朽化であった。
- 13) 汚泥の処理処分についてはそのまま河川に放流しているという回答が最も多かった。
- 14) 送配水施設で発生している問題では、管の老朽化による漏水の多発という回答が最も多く、つづいて管内のさびや沈殿物による着色水の発生であった。
- 15) 1事業者当たりの取水施設数の平均は6.9箇所であった。その中で昼間あるいは夜間何らかの形で人員を配置している施設があると回答した事業者数は回答のあった中の16.4%であった。そのような事業者における人員を配置している施設数は平均1.3施設であった。
- 16) 1事業者当たりの浄水施設数の平均は5.1箇所であった。その中で昼間あるいは夜間何らかの形で人員を配置している施設があると回答した事業者数は回答のあった中の37.2%であった。そのような事業者における人員を配置している施設数は平均1.2施設であった。
- 17) 1事業者当たりの配水施設数の平均は9.7箇所であった。その中で昼間あるいは夜間何らかの形で人員を配置している施設があると回答した事業者数は回答のあった中の11.2%であった。そのような事業者における人員を配置している施設数は平均1.5施設であった。

- 18) 無人の取水施設のうち一つにでも自動計測設備を設置している事業体は回答のあった事業体中の 73.9%であった。無人施設に対する設備の設置割合は 80%以上の事業体と 20%以下の事業体が多く、2極化していた。計測項目は水位と流量が多かった。
- 19) 無人の浄水施設のうち一つにでも自動計測設備を設置している事業体は回答のあった事業体中の 82.2%であった。無人施設に対する設備の設置割合は 80%以上の事業体と 20%以下の事業体が多いが、取水施設の場合に比べて 80%以上の事業体割合が高かった。計測項目は水位、残留塩素、濁度などが多い。
- 20) 無人の取水施設のうち一つにでも自動計測設備を設置している事業体は回答のあった事業体中の 87.6%であった。無人施設に対する設備の設置割合は 80%以上の事業体が多かった。計測項目は水位と流量が多い。
- 21) 遠隔監視装置を付けている施設の割合は配水施設が最も多かった。
- 22) 遠隔監視の内容で最も多いのは、原水では流量、浄水では残留塩素、ろ過池ではろ過流量、浄水池（配水池）では水位であった。
- 23) 監視装置からの異常時の情報伝達体制で最も多かったのは、監視装置から自動的に役場等の有人であるが維持管理担当者が常駐とは限らない施設に送られるかたちであった。
- 24) 施設巡回の間隔は浄水施設では毎日が半数以上で、配水池では毎日は 3割程度であった。
- 25) 1日当たりの巡回時間は平均 3.0時間、距離は平均 30kmであった。8時間や 100km以上という回答もあった。
- 26) 業務委託をしているという回答は 92.2%の事業体であった。委託内容としては検針業務が最も多かった。
- 27) 現在困っている問題で多かったのは、施設の老朽化と財源不足・コスト縮減、職員不足、専門職員不足などであった。
- 28) 住民から寄せられる苦情や相談で多かったのは着色水や濁りに関するものであった。

(2) ヒアリングについて

アンケートの自由記述項目に記された水質関係と維持管理関係の内容に対してより詳しく知るために改めて追加の調査を実施した。その結果をおおまかに水質関係と維持管理関係に分けて整理した。詳細はここでは省くがこれをもとに小規模な水道事業で発生している問題を整理したものが図 11.1 である。図に示されるように大きく維持管理、給水能力、水質、財政に関連する問題にまとめることができる。

小規模な自治体では給水区域が多く集落に分散して存在するケースが多く、結果として施設も小さいものが多数分散して存在することになる。また水道担当の職員も少ない。そのため日常点検の障害や故障時の対応の遅れ、職員の労働時間が長くなるなどの問題が発生する。施設が多数存在するために、水質基準の改正による水質検査の委託料の増加が財政上の問題となっている場合もある。

日頃人口が少ないところに、正月や盆などに人口が増え使用水量の急激な増加がおこると、施設の能力不足により断水や水圧不足に陥る。また流況が変化して赤水が発生する。過疎化等による世帯数の減少が使用水量の減少となり、管路内の水の停滞により赤水の発生原因となる。積雪のある地方では、維持管理作業や検診の障害も発生している。水道水を消雪に利用している場合、冬期の水量の逼迫や、逆に暖冬化により使用水量の減少という事態も発生している。地場産業の低迷や、水道以外の豊富な地下水等の水源の利用も使用水量の減少につながっている。

小規模自治体では現在下水道の工事が進められているところも多く、工事にともなう断

水、その結果としての復旧時の赤水発生も生じている。また下水道が普及したことにより上下水道使用料金の増加が水道使用の減少につながるという場合もある。ここにはあげていないが、施設の老朽化が進んでいるが、財政規模が小さく脆弱なところが多く、更新が必要にも関わらず実施できないという悩みを多くの事業者がかかえている。

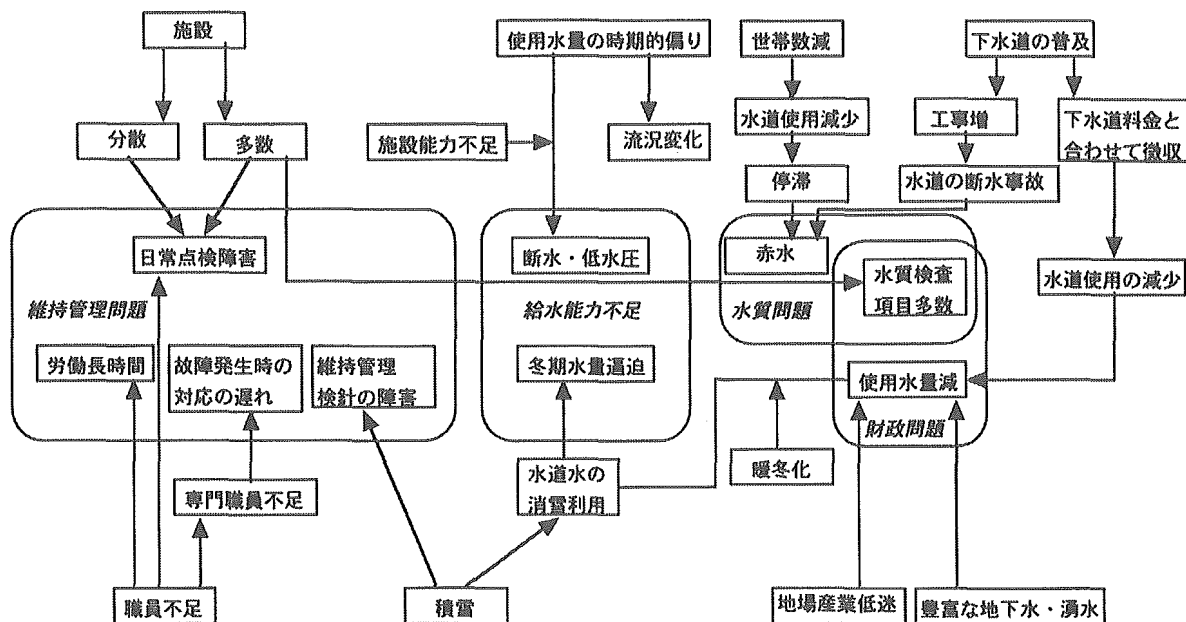


図 11.1 小規模水道事業において発生している問題

(3) 小規模自治体の状況

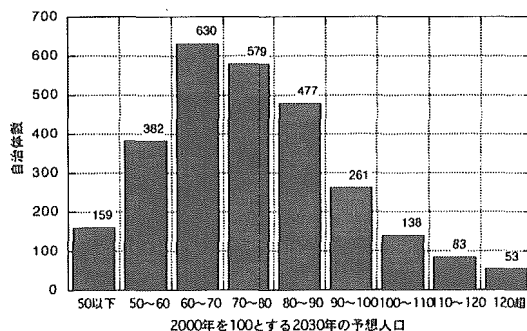


図 11.2 人口5万人未満の自治体の2030年人口指数

小規模水道事業のかかえる各種の問題の原因として、人口が少なく密度が低いこと、さらにその減少が進んでいること、財政の状況が悪いことなどが考えられる。

国立人口問題研究所による2050年までの我が国の人口の推計結果(中位推計)によれば、2006年に人口はピークの1億2774万人に達し、その後減少を始める。2018年には2000年のレベルになり、2030年には2000年の約96%である1億2126万人に、2050年には2000年の約85%である1億825万人になると推定されている。

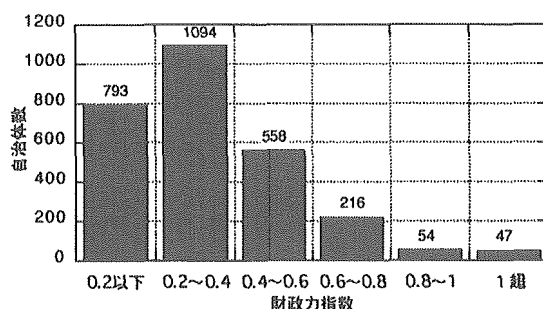


図 11.3 人口 5 万人未満の自治体の財政力指数

図 11.2 は人口が 5 万人未満の自治体における 2030 年の 2000 年に対する人口指数を示している。もっとも多いのは指数が 60~70 の自治体である。2000 年人口 5 万人未満の自治体で 2030 年に 2 割以上人口が減る自治体は 63% であり、全自治体における比率よりも高くなっている。

財政に関する指標により人口 5 万人未満の自治体の実状を検討する。図 11.3 は財政力指数を示す。これは基準財政収入額と基準財政需要額の比率であり、この値が 1 以上であれば地方交付税が交付されない不交付団体、1 未満になると交付団体となる。1 を超えている自治体はわずかに 1.7% であり、68.3% の自治体が 0.4 以下となっている。

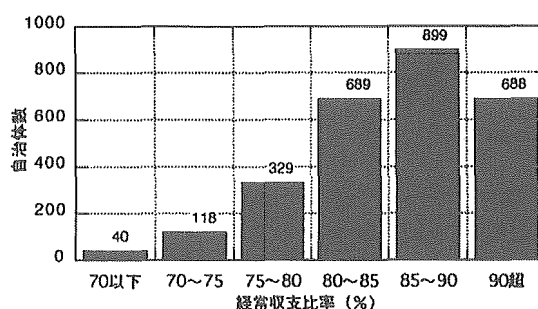


図 11.4 人口 5 万人未満の自治体の経常収支比率

図 11.4 は経常収支比率である。これは経常的な一般財源に占める経常的経費の割合を示している。この割合が低いほど経常経費が多く自由に使える財源が多いわけで、財政に余裕があることになる。市町村においてはこの値が 75% 以内であることが望ましいとされている。75% 以内である自治体は 5.7% しかなく、逆に 90% を超えるところが 24.9% もある。多くの小規模自治体で財政に余裕がなく硬直化が進んでいる。水道施設の更新が必要であっても財政的な余裕がほとんどない厳しい状況が見られる。

人口減少社会と厳しい財政状況が社会基盤の整備や維持管理に大きな問題となってくるのが指摘されている。小規模な自治体においてはこの傾向は大都市以上に深刻な問題であり、大都市に向けて考えられている対策の外挿ではなく、新たな発想による検討が必要になると考えられる。

水資源の有効利用に資するシステムの構築に関する研究 (*Epoch* プロジェクト)

配水過程における懸濁物の 消長メカニズムの解明

平成 17 年 3 月

岐阜大学 工学部
教授 松井 佳彦

配水過程における懸濁物の消長メカニズムの解明

岐阜大学 松井佳彦

1 はじめに

1.1 背景

現在では、高度な浄水技術により水道原水中に含まれる懸濁物のうちほとんどが浄水場にて除去され、清浄な水とされているが、腐食され、錆こぶが付着している配水管を通過することにより、錆の影響を受け、配水管内部で懸濁物が堆積し滞留するなど、水質が劣化し、赤水の発生などが見られる。また、管内の腐食防止のために施されている管ライニング(シルコート)が剥離し、その断片が発生するなど、必ずしも浄水が清浄な状態で各家庭にまで配水されているとは言えない。

これらの原因の一つとして、配水管の耐用年数である40年を超過された配水管を未だに使用されているということが考えられる。配水管内部の調査の簡便な方法はなく、配水管の劣化が水道水質に及ぼす影響については検討されている例は少ない。配水過程における水質劣化の主要因であると考えられる懸濁物量、組成を調査することにより、懸濁物の増加・減少の原因の解明が必要であると考えられる。

1.2 目的

本研究では、水道水に含まれる懸濁物の分析を行い、懸濁物濃度の地域的な比較、時間変化また、管内流速との関係を調査するとともに、浄水場から配水管末端に達するまでに生じる懸濁物の増加・減少の原因の解明を目的とした。

2 調査方法

2.1 懸濁物捕集方法

本研究では、研究の進捗に伴い、図1に示す3つの取水方法で懸濁物捕集を行った。

(i) 懸濁物捕集方法1

消火栓に蛇口を取り付け、蛇口に写真1に示すような八股器具を直接つなぎ、水圧を利用

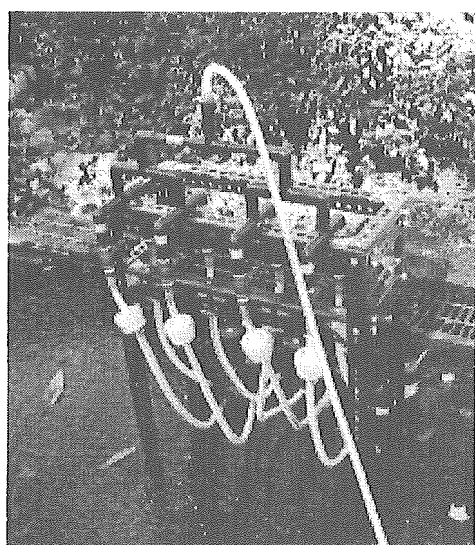


写真1 八股器具

して濾過をし、石英濾紙(QM-A, Whatman, 直径47mm, 公称孔径0.7 μ m)6枚、メンブレンフィルター(PVDF, Millipore, 直径47mm, 公称孔径5.0 μ m)2枚の計8枚で濾過を行い、8枚の濾紙サンプルを同時に得た。石英濾紙一枚あたり400~500L、メンブレンフィルター一枚あたり200~250Lの濾過を行った。濾過に要した時間は約3時間である。

濾過量は水道メーター(SD13, 愛知時計電機株式会社)を用いて測定した。ただし、正確下限流量である20L/hを下回ると、水道メーターでは正確に計測することができないため、そのときはポリタンクに濾過水をため、メスシリンダーで測定した。

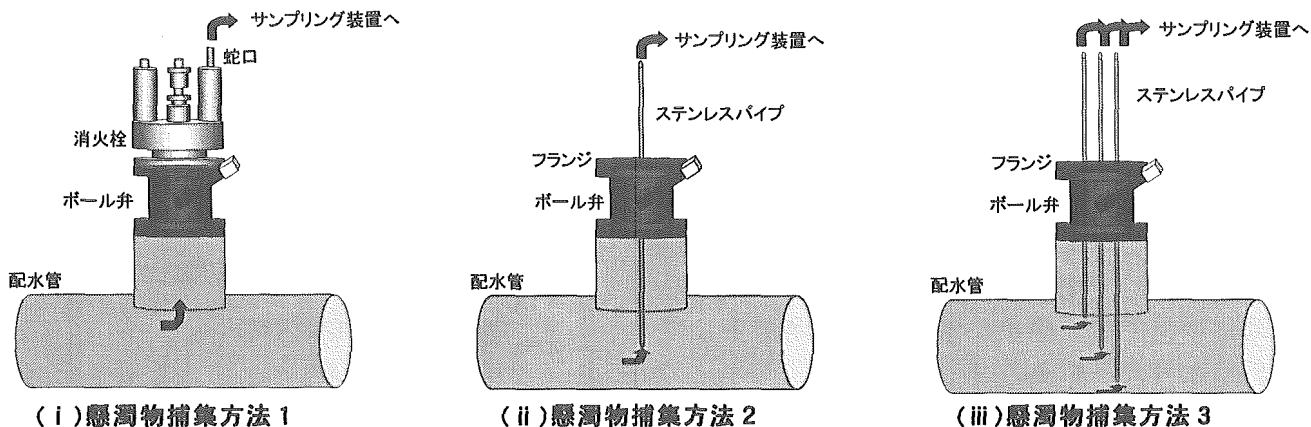


図1 取水方法

(ii) 懸濁物捕集方法2

配水管の中心部より採水を行うために、ステンレスパイプを配水管内部に挿入し、配水管内中心部まで降ろし、管の中心部より直接懸濁物捕集を行った。懸濁物捕集方法1と同様に八股器具を使用した。後は、懸濁物捕集方法1と同様である。

(iii) 懸濁物捕集方法3

配水管内の上下方向によって、変化がみられるかを調査するために、同じ消火栓にステンレスパイプを3本挿入し、管内の上部、中間部、下部の3ヶ所で一斉に懸濁物捕集を行った。六股器具で、分析に最低限必要である石英濾紙4枚、メンブレンフィルター2枚の計6枚のフィルターでサンプリングを行った。後は、懸濁物捕集方法1と同様である。

3 調査地点

3.1 X市の調査地点

(i) 流下に伴う変化

昨年度の調査結果より、中間地点で懸濁物濃度が急激に増加した要因を解明するために、流下に伴い懸濁物濃度がどのような変化が見られるか、または中間地点で懸濁物濃度の増加が起こる場合、どのような要因があるかを調査するために、同時に数地点でサンプリングを8月4日と9月27日に行った。懸濁物捕集方法1で行った。

(ii) 時間変化

懸濁物捕集方法3で行った。フィルターに十分な懸濁物が捕集できるように3時間毎にフィルターを交換した。12月16~17日の12時30分にサンプリングを開始し、翌日の13時25分に終えた。

3.2 Y市の調査地点

水の腐食性とは、水道施設やコンクリートを腐食するものだが、その水の腐食性を防止するために、アルカリ剤として消石灰を注入しているY市で調査を行った。懸濁物捕集方法2で行い、11月1~2日の12時50分にサンプリングを開始し、翌日の11時50分に終えた。

4 結果

4.1 流下に伴う変化

図2に懸濁物濃度の変化を図3に無機系懸濁物と有機系懸濁物の割合を9月27日のもののみ示した。

配水塔からの最短流下距離が2.92km地点、もしくはその前後で懸濁物濃度が最も高かった。懸濁物捕集方法1は配水管上部から採水していると考えられ、沈殿物の巻き上げによ

る懸濁物の増加とは考えにくい。4.2で示すが、この地点では、配水管上部は中間部、下部に比べ懸濁物濃度が高い。このことから、配水管と消火栓の接合部などから懸濁物が発生している可能性が考えられ、懸濁物濃度が高くなっていると想像できる。その懸濁物が徐々に混合希釈されることによって2.92km地点以降では、徐々に懸濁物濃度が減少していると考えられる。

図4に無機系懸濁物濃度とその割合を示した。懸濁物の増加に伴い、鉄が増加し、配水管内の懸濁物増加の主要因は鉄であると考えられる。また、アルミニウム濃度に変化は見られず、浄水場で用いられる凝集剤由来のものであると考えられる。マンガンは、浄水場にて処理しきれなかった溶存性のものが配水過程において塩素との反応で懸濁化し、微量であるが濃度が増加したと考えられる。

4.2 時間変化

図5に管内流速と懸濁物濃度の関係を示した。管の中間部、下部では、平均流速の変化に伴い懸濁物濃度に変動が見られた。これは、配水管内の流速が速くなるにつれ、配水管内の沈殿物が巻き上がり、懸濁物濃度が増加したと考えられる。また、流速の急激な上昇により懸濁物濃度が上昇することも考えられた。

配水管上部では、配水管内の流速とは関係のない変動があると考えられ、他に比べ懸濁物濃度が高いことより、沈殿物の巻上げとは別に懸濁物発生の要因が考えられた。

図6に配水管上部、中間部の無機系懸濁物の濃度を示した。

配水管の上下方向における無機系懸濁物の変化を比較すると、配水管上部の鉄濃度は配水管中間部に比べ高い。他についてはそれほど違いは見られなかった。配水管上部に懸濁物発生の原因があることが考えられ、が考えられたが、この物質は、鉄であると推測できる。配水管と消火栓の接合部から錆が発生し、その錆が配水管内へと流入し、配水管上部では鉄濃度が高くなっている可能性が考えられる。

4.3 Y市の調査

図7に懸濁物濃度、図8に無機系懸濁物の濃度を示した。懸濁物濃度の変動はX市と同

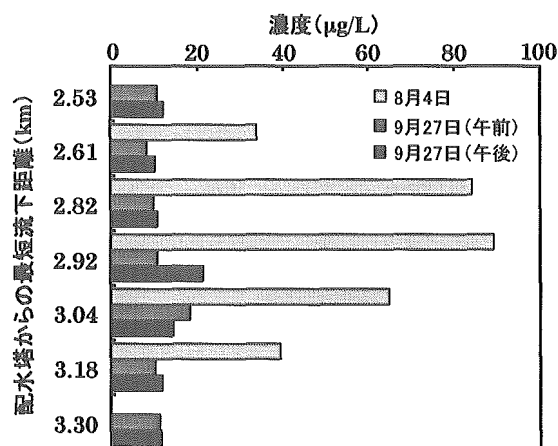


図2 懸濁物濃度(流下に伴う変化)

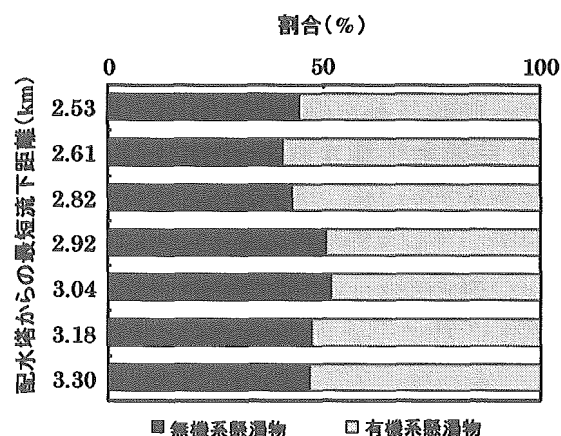


図3 無機系懸濁物と有機系懸濁物の割合(9月27日)

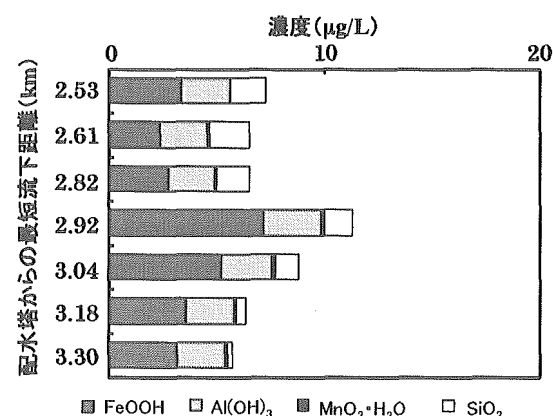


図4 無機系懸濁物濃度(9月27日)

様であり、水道使用量が多いと考えられるとき濃度が高くなり、水道使用量が少ないと考えられるときに濃度が低くなった。

アルカリ剤として消石灰($\text{Ca}(\text{OH})_2$)を注入しているために、X市では、カルシウムは検出されなかったが、最高で $2.5\mu\text{g/L}$ 、最低で $0.5\mu\text{g/L}$ 検出され、カルシウム硬度が上昇していることは確認された。また、懸濁物濃度の面からは、アルカリ剤による効果は確認できなかった。しかし、無機系懸濁物濃度を見ると、X市に比べ鉄の割合が少なく、時間変化も少ない。消石灰注入により、錆の発生が抑制されていると考えられる。

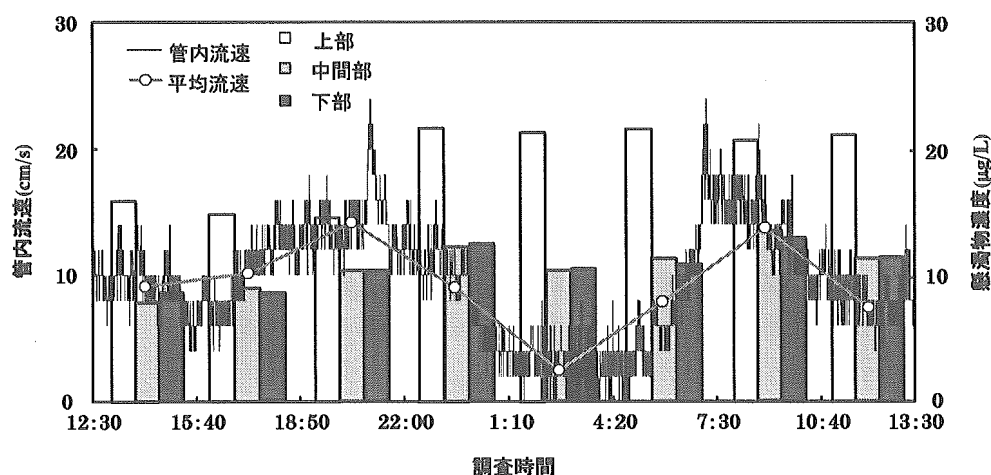


図5 管内流速と懸濁物濃度の関係

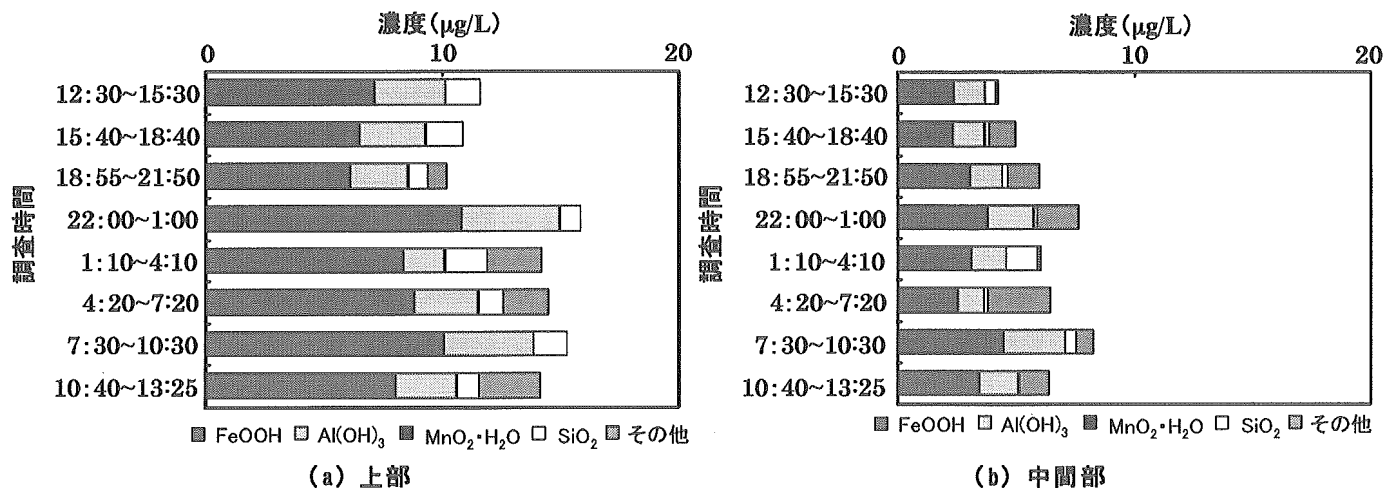


図6 無機系懸濁物濃度(時間変化)

5 まとめ

懸濁物増加の主要因は無機系懸濁物であり、中でも鉄であると推測できた。

配水管内の中間部と下部では、管内流速の変化に伴い、懸濁物濃度が増減する。管内流速の急上昇によっても、懸濁物濃度が増加している可能性も考えられた。配水管内の中間部と下部では、沈殿物の巻き上げが懸濁物増加の原因であると推測された。

配水管上部では、流速には依存性がなく、配水管内の沈殿物の巻上げが原因ではないと推測できた。配水管と消火栓の接合部より、錆が発生し、その錆が配水管内へと流入し、鉄濃度が高くなっている可能性が考えられる。

アルカリ剤による効果は、懸濁物濃度の面からでは確認できなかったが、錆の発生が抑制されていると考えられた。アルカリ剤として消石灰を注入しているために、カルシウムが検出され、カルシウム硬度が上昇していることは確認された。アルカリ剤注入地区に関してはさらに調査を重ねる必要がある。

6 今後の課題

本研究では、配水管の上下方向に3ヶ所同時に懸濁物捕集を行い、配水管の上下方向で懸濁物の動態が異なっていることが分かり、配水管の上下方向でサンプリングをすることの重要性が分かった。しかし、今回の方法では器具の設置に手間がかかり、効率的ではなかった。今後、効率よく設置できる器具を開発する必要がある。

また、本研究では、配水管上部での懸濁物発生の要因を究明するまでには至らなかった。さらに調査を重ねることにより、懸濁物発生の要因を究明する必要があると考えられる。

アルカリ剤として、消石灰を注入しているY市で調査を行ったが、鉄の割合が減少し、時間変化が少ないことが確認された。今回は1回のみ調査しかできなかったために、さらに調査を重ね、有効性を検討していく必要があると考えられる。

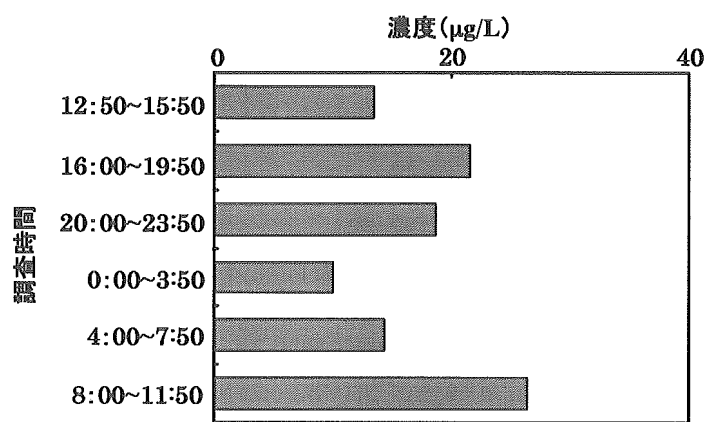


図7 Y市の懸濁物濃度

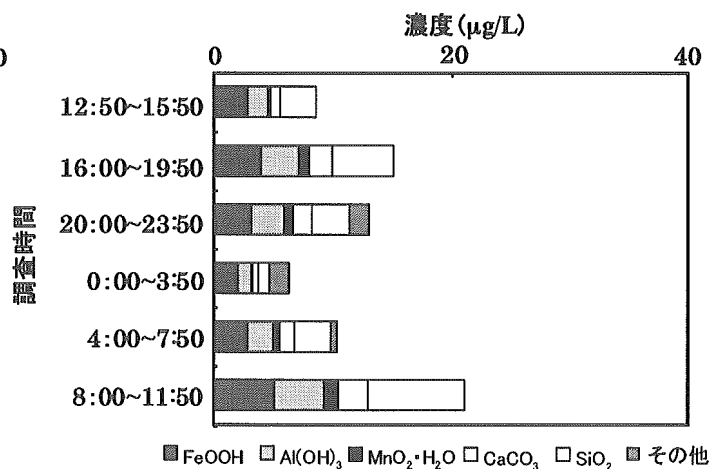


図8 Y市の無機系懸濁物濃度

水資源の有効利用に資するシステムの構築に関する研究 (*Epoch* プロジェクト)

最適配水管網システムに関する基礎的研究
— 最適配水管網構築モデルの提案 —

平成 17 年 3 月

東京都立大学大学院

教授 小泉 明