

## 取水・送水・給水における管路の維持管理方法に関する検討

研究分担者 伊藤禎彦 京都大学大学院工学研究科教授  
研究協力者 福岡早紀 京都大学大学院工学研究科修士課程

### 研究要旨：

小規模化が進む水道システムでは、配水管内での滞留時間が増大する傾向にあり、水道水質が劣化することが懸念される。このため配水管内環境の管理を高度化させ、これを制御する必要がある。配水管内における懸濁物質等の管理・制御のための考え方としては、①浄水処理における懸濁物質等の除去、②配水管網における水理条件の管理・制御、③洗管があり実務上はこれら 3 つの段階を組み合わせる必要がある。本研究では、中部地方 H 市内、中部地方 Y 市内、東北地方 A 市内を対象とし、飲料水供給施設などの小規模な水道施設をとりあげた。それぞれの配水区域において、まずは配水管内に蓄積する重量( $\text{g}/\text{m}^2$ )とその分布を推定した。ついで、上記の 3 段階の対策、すなわち、浄水シナリオ、縮径シナリオ、洗管シナリオによって、配水管内環境がいかに改善できるかを定量的に示した。同様に、対象地域特有の管路維持管理作業が配水管内環境の制御に寄与できることも示した。ここで得られた知見をもとに、今後当該水道事業体と議論しつつ、対象地域に適した浄水処理方法、及び配水システムの管理・制御方法を提示・策定することができる。

### A. 研究目的

小規模化が進む水道システムでは、配水管内での滞留時間が増大する傾向にあり、水道水質が劣化することが懸念される。このため配水管内環境の管理を高度化させ、これを制御する必要がある。配水管内における懸濁物質等の管理・制御のための考え方としては、①浄水処理における懸濁物質等の除去、②配水管網における水理条件の管理・制御、③洗管があり実務上はこれら 3 つの段階を組み合わせる必要がある<sup>1)</sup>。

本研究では、中部地方 H 市内、中部地方 Y 市内、東北地方 A 市内を対象とし、飲料水供給施設などの小規模な水道施設をとりあげた。それぞれの配水区域において、まずは配水管内に蓄積する重量( $\text{g}/\text{m}^2$ )とその分布を推定する。ついで、上記の 3 段階の対策によって、配水管内環境をいかに制御できるかを比較検討した。これによって、配水管内の環境管理からみて重点的に管理・制御すべき事項・段階を指摘する。それぞれの地域では、浄水処理方法や管路の維持管理方法などに特徴があり、それをふまえた解析や考察を行った。

## B. 研究方法

### 1. 中部地方 H 市内飲料水供給施設

#### (1) 配水区域内における蓄積量分布の推定

H 市の飲料水供給施設 2 箇所 (k、a の各飲料水供給施設。以下、飲供と略記) を調査対象とし水質測定等を行った。両飲供とも原水は浅井戸である。2 つの飲供において、配水量に関する情報はない。そこで、k 飲供における全戸 (26 戸) と各戸の居住人数 (合計 50 人) を聞き取った。これに計画原単位である 240 L/人・日 を乗じ、各節点からの取り出し水量とした。a 飲供 (8 戸、25 人) においても同様に設定した。

配水量の日内変動としては、地域特性が類似していること、他に使用できる適切な情報がないことから、後述する S 市のデータをそのまま適用することとした。管網解析には EPANET2 及びその拡張モジュールである EPANET-MSX を用いた。別途構築した懸濁物質等の蓄積モデル<sup>2)</sup>を用いて、2 箇所の配水区域の配管内における 20 年間の蓄積量の分布を推定した。

表 1 設定シナリオ

	k 飲供					a 飲供					
<b>第一段階: 浄水シナリオ</b>	現有施設の濁度除去率が高い (97.7%) ので新たに設定せず					浄水1: 除去率90%導入 浄水2: 除去率60%導入					
<b>第二段階: 縮径シナリオ</b>	縮径前 mm	20	25	30	40	50	縮径前 mm	25	30	40	50
	縮径後 mm	13	20	25	30	40	縮径後 mm	20	25	30	40
<b>第三段階: 洗管シナリオ</b>	洗管1: 配水区域を2分割し蓄積量(g/m <sup>2</sup> )が多い区域を優先. 10年後と15年後に洗管実施. 設定除去率100%. 洗管2: 配水区域を2分割し蓄積量(g/m <sup>2</sup> )が多い区域を優先. 10年後から1年に1回洗管実施. 設定除去率100%.										

#### (2) 設定シナリオ

上述した 3 段階の考え方にに基づきシナリオを表 1 のように設定した。浄水シナリオは、水質測定の結果から浄水処理能が不十分である a 飲供のみに設定した。各シナリオにおける配水期間 20 年後の蓄積量を比較した。

### 2. 中部地方 Y 市 k 浄水場配水区域

本配水区域は、以前は簡易水道であったが、現在は上水道として統合されている。この配水区域における管路の維持管理作業についてヒアリングを行った。ここでは、「排泥作業」と称する放水作業が行われている。この「排泥作業」は毎年実施されているものの、その洗管効果は明らかではない。そこで、ここではこの「排泥作業」を強化し、管内流速を 0.4 m/s 程度以上に確保して、管内に蓄積した懸濁物質等を積極的に排出するというシナリオを設定することとした。

### 3. 東北地方 A 市 n 浄水場・t 浄水場配水区域

#### (1) 配水区域の概要

両浄水場の概要を表 2 に示す。ともに、クリプトスポリジウム等対策を理由の一つとして膜ろ過 (UF) 設備が導入されている。

表2 n浄水場、t浄水場の概要

事業主体名		基本計画			
市町村名	浄水場名	施設能力(m <sup>3</sup> /day)	原水種別	浄水施設種別	配水方式種別
A市	n浄水場	190	湧き水	膜ろ過	自然流下
	t浄水場	160	湧き水	膜ろ過	自然流下

・n浄水場 湧き水源—自然流下—UF膜（4ユニット×2モジュール）—塩素消毒—50軒（給水人口150人以内）に配水

・t浄水場 湧き水源—ポンプ圧送—UF膜（3ユニット×2モジュール）—塩素消毒—100軒に配水

この配水地域における管路の維持管理作業についてヒアリングを行った。n浄水場配水区域の末端には「排流装置」が設置され、稼働している。この「排流装置」によって水道水を常時放水している目的は、配水区域内の残留塩素とpHの管理を容易にすることにある。

本配水区域における以上の特徴をふまえて、制御性の検討における設定予定条件を表3に示す。すなわち、この区域では、膜ろ過の導入と排流装置が特徴的であることから、それぞれの導入効果を定量的に評価するためのケース設定とした。

表3 設定シナリオ

	CASE1	CASE2	CASE3
膜	×	○	○
排流装置	×	×	○

### C. 研究結果

#### 1. 中部地方H市内飲料水供給施設

濁度測定結果を表4に示す（同時に調査したn飲供のデータも併記）。なお、配水区域内での平均残留塩素濃度は、k飲供、a飲供それぞれ0.15 mg/L、0.13 mg/Lであった。k飲供の浄水処理能は高いが、a飲供のそれは低く、濁度除去率はほぼゼロ%であるといつてよい。k飲供、a飲供配水区域における蓄積量の分布をそれぞれ図1、図2に示す（単位：g/m<sup>3</sup>）。k飲供における総蓄積量は106 g、a飲供では1030 gと推定され、a飲供は配水量が少ないにもかかわらず、k飲供と比較して非常に多かった。これは配水区域内給水栓水の濁度値が高いためである。ただし、管内流速はk飲供より大きく、流速の観点からは蓄積は進みにくいとみえた。

表4 濁度測定結果

市町村名	配水区域	濁度 (NTU)		濁度除去率 (%)
		原水	給水栓水	
H市	k飲供	0.77	0.01	98
	a飲供	1.29	1.44	0
	n飲供	1.04	0.16	87
Y市	k簡水	0.29	0.02	92
A市	n旧簡水	0.005	0.0006	88
	t旧簡水	0.12	0.0008	99

図3は、単位面積当りの蓄積量をシナリオ間で比較したものである。図より、現行

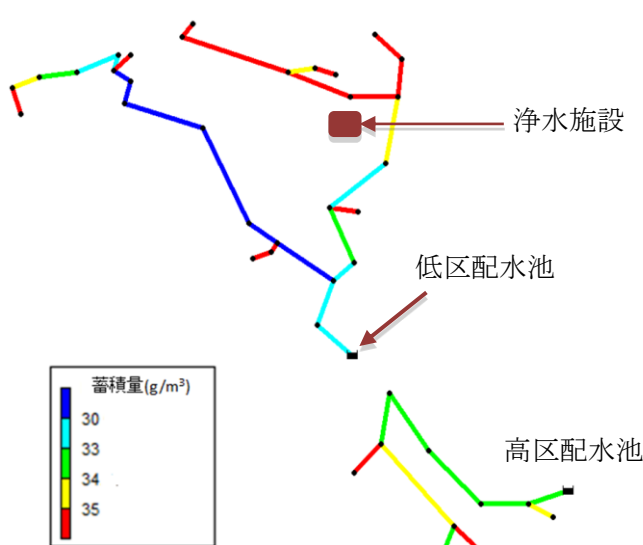


図1 k 飲料水供給施設配水区域における懸濁物質等の蓄積量分布

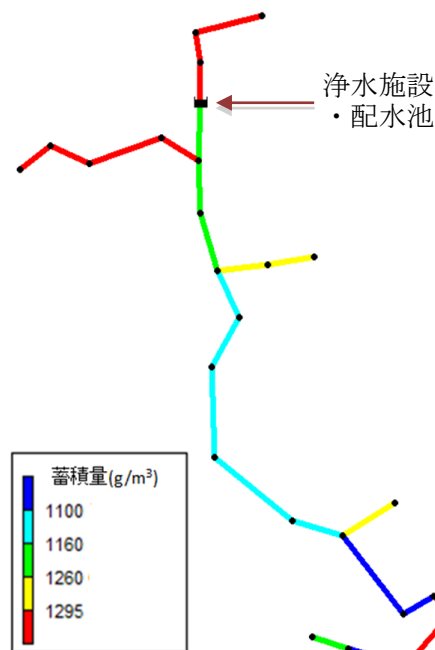


図2 a 飲料水供給施設配水区域における懸濁物質等の蓄積量分布

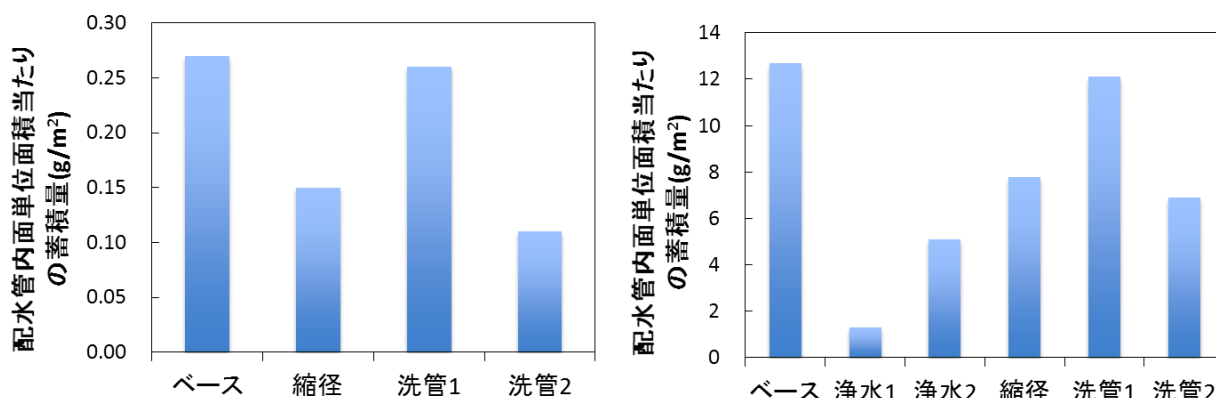


図3 平均蓄積量のシナリオ間比較 (左：k 飲供、右：a 飲供)

条件(ベースケース)に対して、縮径シナリオでは、それぞれ 56%(k 飲供)、61%(a 飲供)まで蓄積量を削減することができる。a 飲供では、現有浄水処理装置の除去能が低いため、浄水処理を改善した場合の効果が突出する結果となった。また、洗管を計画的に実施する(洗管シナリオ2)ことにより、それぞれ 41%(k 飲供)、54%(a 飲供)まで蓄積量を削減することができる。

以上を総合すると、まず浄水処理機能が不十分である場合にはその改善を優先するのが望ましい。そして、飲供においても計画的な洗管を検討する意義を見出すことができる。さらには、可能な限り縮径を進めることが効果的であると指摘できる。

以上、H市内の2箇所の飲料水供給施設を対象とし、配水管内に蓄積する重量とその分布を推定した。その上で、3段階の考え方に基づくシナリオを設定し、その効果

を比較した。得られた結果から、配水管内の環境管理からみて重点的に管理・制御すべき事項・段階について考察を行った。ここでの知見をもとに、今後、当該水道事業体と議論しつつ、対象地域に適した浄水処理方法、及び配水システムの管理・制御方法を提示・策定することができる。

## 2. 中部地方 Y 市 k 浄水場配水区域

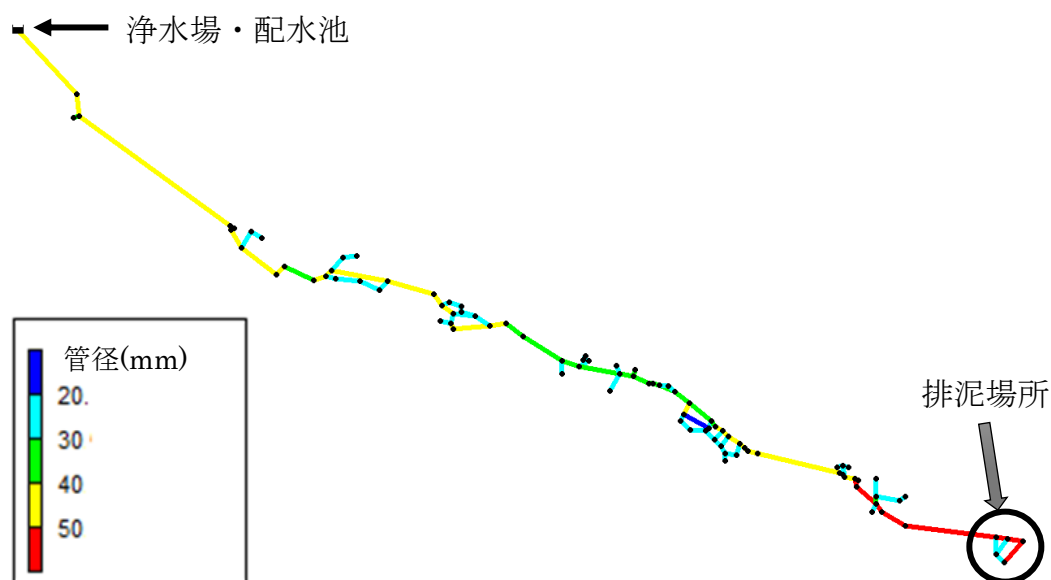


図4 k 浄水場配水区域の管路図と「排泥作業」実施場所

### (1) 管路の維持管理作業

k 浄水場では上向流緩速ろ過施設が導入されており、現在の給水戸数は250戸となっている。

この配水区域における管路の維持管理作業についてヒアリングを行った。ここでは、図4に示す場所において、「排泥作業」と称する放水作業が行われている。すなわち、1年に1回、主としてお盆の時期に人口が急激に増加し、配水区域の下流域で水量が不足するという。この時期の必要水量は平時の1.5倍程度に達するようである。この不足水量を補うため、この時期に限り、隣接するe 浄水場配水区域（図4の東北方面に広がる地域）から配水を受ける。e 浄水場配水区域からの水は図4の右下箇所から流入し、上流方向4分の1程度まで到達すると推定されている。ただし、このとき、水は平時とは逆方向に流れることになる。この流向の変化に伴って濁水が発生するのを未然に防止するために行われているのが、「排泥作業」と称する放水作業である。写真1に実際の様子を示す。ただ、これまでに濁水発生によって苦情が発生するなどの例はないようである。この「排泥作業」の目的は、配水管内で滞留傾向にある水を排出するのが目的である。作業は経験的に行われており、数時間内に終了する。放水時の流量や管内で確保される流速などは把握されておらず、その洗管効果は明らかではない。

この事例を参考にして、次節では洗管シナリオを設定し定量的な評価を試みた。



写真1 「排泥作業」の様子（お盆前に行う実際の作業を再現したもの）

## （2）懸濁物質等の蓄積とその制御

H市内飲料水供給施設と同様に管網解析を行い、配水区域内における懸濁物質等の蓄積量とその分布を推定した。表4に示す濁度から、配水される浄水のSSは $12 \mu\text{g/L}$ と推定した。浄水場から20年間配水を継続した場合の平均蓄積量は $0.68 \text{ g/m}^2$ と推定された。

ついで制御性に関する評価を行った。本検討の目的は、「排泥作業」のような特徴ある管路維持作業の効果を定量的に評価することにあること、および、浄水処理については、導入されている上向流緩速ろ過施設によって除去能は十分確保されていることから、新たなシナリオは設定しないこととした。また、縮径についても、とりあえず取り上げないこととした。

上記「排泥作業」は毎年実施されているものの、その洗管効果は明らかではない。そこで、ここではこの「排泥作業」を強化し、管内流速を $0.4 \text{ m/s}$ 程度以上に確保して、管内に蓄積した懸濁物質等を積極的に排出するというシナリオを設定することとする。

放水による洗管作業はそれぞれの水道事業体で少しずつ異なる方法で行われるが、例えば神戸市における洗管作業は、 $25\sim 50 \text{ m}^3/\text{h}$ を下流側節点から引き出し、管内流速を $0.4 \text{ m/s}$ 程度以上に確保することによって行われている。また、1回の作業で洗管される区画の管路総延長は約 $2\sim 4 \text{ km}$ である。この事例を参考にして対象区域のシナリオを設定することにする。

表5は、対象区域において洗管を想定したとき、 $0.4 \text{ m/s}$ 以上の流速が出現する管路数と管路総延長を示したものである。放水水量 $25 \text{ m}^3/\text{h}$ から $50 \text{ m}^3/\text{h}$ に増大するにしたがって管路数と管路総延長が増大するが、ここでは実際に行われている洗管時管路延長を考慮して $30 \text{ m}^3/\text{h}$ で排泥作業を行う場合を設定する。

配水を 10 年間継続した後、排泥作業強化シナリオを適用した。すなわち、10 年後から、毎年 30 m<sup>3</sup>/h で排泥作業を実施することとし、管内流速 0.4 m/s 以上が出現する管路に対し、除去率 100%を与えた。蓄積期間（評価期間）は 20 年とし、排泥作業を行わない場合（ベースケース）とを比較した。

結果をまとめて表 6、図 5 に示す。ベースケースとは、洗管を実施せず、配水開始から 20 年後の蓄積量(g/m<sup>2</sup>)などを求めた結果を意味する。

表 5 洗管想定時の 0.4 m/s 以上が出現する管路数と管路総延長

末端における 0.4m/s以上と引き出し水量 (m <sup>3</sup> /h)	0.4m/s以上となる管路数 (本)	0.4m/s以上となる管路総延長 (m)
25	15	1347
30	17	3141
40	41	5431
50	50	5875

表 6 シナリオ比較結果

シナリオ名	浄水SS (μg/L)	20年間流入総重量 (g)	総蓄積量 (g)	ベースケースに対する割合 (%)	配水管内面単位面積当たりの蓄積量 (g/m <sup>2</sup> )	ベースケースに対する割合 (%)	付着割合 (%)
ベースケース	12	25620	3290	100	0.68	100	12.9
排泥作業強化	12	25620	929	28	0.26	38	3.6

排泥作業強化シナリオでは、ベースケースと比較して総蓄積量およびともに大きな低減効果が得られ、後者は 62%減少し 0.26 g/m<sup>2</sup>となった。

この結果から、現在経験的に行われている排泥作業について、手法とその効果を定量的に示しつつこれを強化することによって、配水管内環境の大きな改善が期待できると指摘できる。もちろん上述のように、表 6、図 5 はひとつの設定条件で得られた結果であり、さまざまなシナリオを設定

してその効果を推定・比較することもできる。また、実際の運用にあたっては、有収率低下への影響等にも配慮する必要がある。

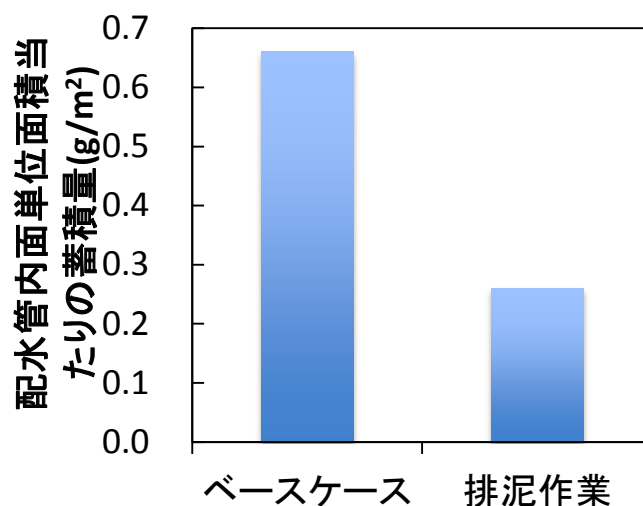


図 5 配水管内面単位面積当たり蓄積量の比較

### 3. 東北地方 A 市 n 浄水場・t 浄水場配水区域

#### (1) 施設概要

・計器での表示値 (2018/8/27)

項目	t 浄水場	n 浄水場
原水濁度	0.005	0.028
膜ろ過水濁度	0.000	0.009
配水残塩 (mg/L)	0.76	0.74

・水質測定結果

粒径 ( $\mu\text{m}$ )	t 原水	t 浄水	n 原水	n 浄水	排流装置
0.5-1.0	13096	199	8419	184	683
1.0-3.0	990	15	607	5	2
3.0-7.0	102	1	95	3	1
7 $\leq$	422	6	230	0	4
濁度	0.1086	0.0008	0.0048	0.0006	0.0014
TOC (mg/L)	0.140	0.135	0.102	0.088	0.094

2つの配水区域の管路図を図6、図7に示す。実際には、n浄水場配水区域の右上節点とt浄水場配水区域の左端節点とは管路で連結されている。

#### (2) 管路の維持管理作業

ついで、この配水地域における管路の維持管理作業についてヒアリングを行った。

図6に示すn浄水場配水区域の末端には「排流装置」(写真2参照)が設置され、稼働している。この「排流装置」によって水道水を常時放水している目的は、配水区域内の残留塩素・pH管理を容易にすることにある。

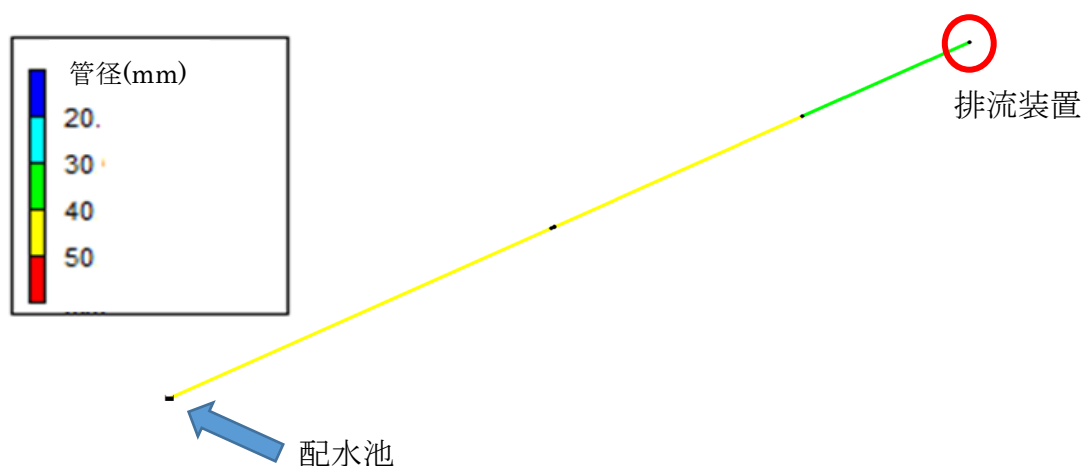


図6 n 浄水場配水区域管路図と排流装置設置場所





写真2 n 浄水場配水区域末端に設置されている排流装置

n 浄水場・t 浄水場の運転管理は、M 浄水場での遠隔監視によって行っている。また、業者への外部委託により、週3回（月水金）の浄水場への定期巡回が行われている。さらに、給水末端の毎日検査は私人への委託により実施されており、水質がもっとも劣化する可能性がある給水末端において残留塩素濃度等が測定されている。

水道事業体としては、浄水場での塩素注入率は低くしたいが、配水区域内での残留塩素は確保する必要がある。これを常にモニタリングしなくても確実に（自動的に）達成できているようにするために行われるのが「排流装置」を用いた放水である。

放水流量は、約  $20 \text{ L/min} = 28.8 \text{ m}^3/\text{日}$  であり、これは n 浄水場における配水量  $50 \text{ m}^3/\text{日}$  の実に 58%に達している。調査時（2018/8/27）の残留塩素濃度は  $0.32 \text{ mg/L}$  であった。

その他、A市における洗管の考え方についてヒアリングを行った。まず、計画的に順次行っていくという洗管作業は実施されていない。配水区域の切り替え作業時などにおいて、濁水発生が予想される管を特定する。当該管路に対して普段とは異なる流向や、流速が発生する場合に、あらかじめ想定しうる流速で洗管しておくという目的で放水が実施されている。

流速確保の考え方としては、出現しうる流量・流速を予測した上で放水を実施している。例えば、 $2 \text{ m}^3/\text{min}$  が予想されるなら、事前に  $2.5 \text{ m}^3/\text{min}$  の流量を与えておく、などである。

なお、n 浄水場・t 浄水場配水区域のような旧簡易水道エリアでは、配水区域の変更や流速が大きく変化することがあまりないためこのような放水洗管を実施していない。

本配水区域における以上の特徴をふまえて、制御性の検討における設定予定条件を表3に示す。すなわち、この区域では、膜ろ過の導入と排流装置が特徴的であることから、それぞれの導入効果を定量的に評価するためのケース設定となっている。

排流装置による放水が行われているのはn浄水場配水区域であるが、t浄水場配水区域においても排流装置は図7の末端に設置されている。そこで、t浄水場配水区域においても、この2箇所から配水量のそれぞれ29%が放水される場合を想定した。その合計量58%は、n浄水場配水区域における放水量と一致させたものである。

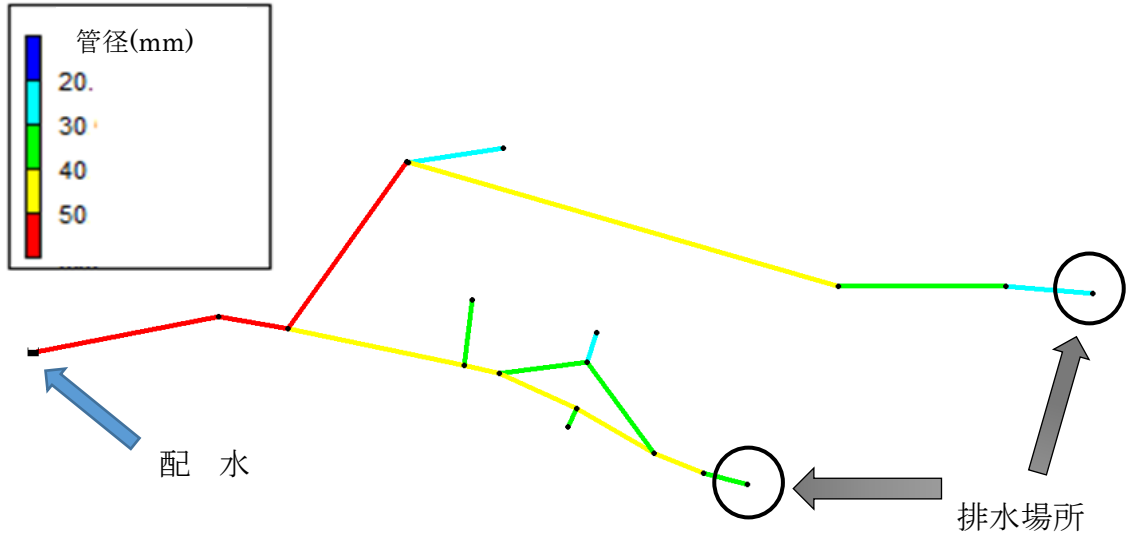


図7 t浄水場配水区域管路図

### (3) 管内環境に対する効果の定量化

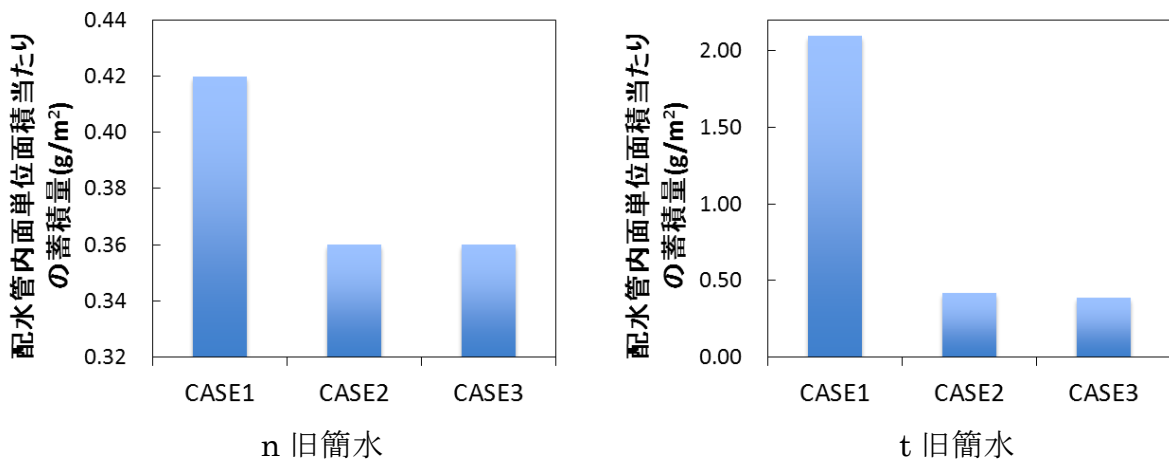


図8 シナリオ比較結果

結果を図8に示す。膜ろ過を導入することによって(CASE2)配水管内蓄積量が低く抑制されていることがわかる。一方、CASE2とCASE3を比較すると、排流装置を設置することによる効果は小さく、その削減率は0(n旧簡水)~7%(t旧簡水)であった。一方、総蓄積量は減少しており、たとえばn旧簡水では110gが93gとなった。総蓄積量の変化と単位面積あたり蓄積量の変化が必ずしも一致しないのは、蓄積量が定常に達するまでに要する期間が管内流速に依存し、それが管網内で分布しているためである<sup>3)</sup>。総蓄積量で見ると排流装置がその低減にも効果があるといえるが、その効果は大きいとはいえない。すなわち、排流装置による放水は、配水管内を清浄

に保つのに寄与するというよりは、配水管網内の滞留時間が短縮されることによって管路末端での残留塩素・pH濃度を安定して保つ役割を果たしていると推察できる。

#### D. 考察

本研究では、3つの地域における飲供施設と旧簡水施設を対象として、配水管内環境を評価するとともに、これを制御するための方法について論じてきた。その方法と効果についてまとめたものを図9に示す。%表示は、ベースケースと比較して減少した平均蓄積量(g/m<sup>2</sup>)を示している。各小規模水道施設は、大都市と比較すると規模が小さい分地域特有の問題が浮き彫りになりやすい。それらは、浄水処理性能上の問題、残留塩素確保の問題、管路維持管理作業の問題などである。

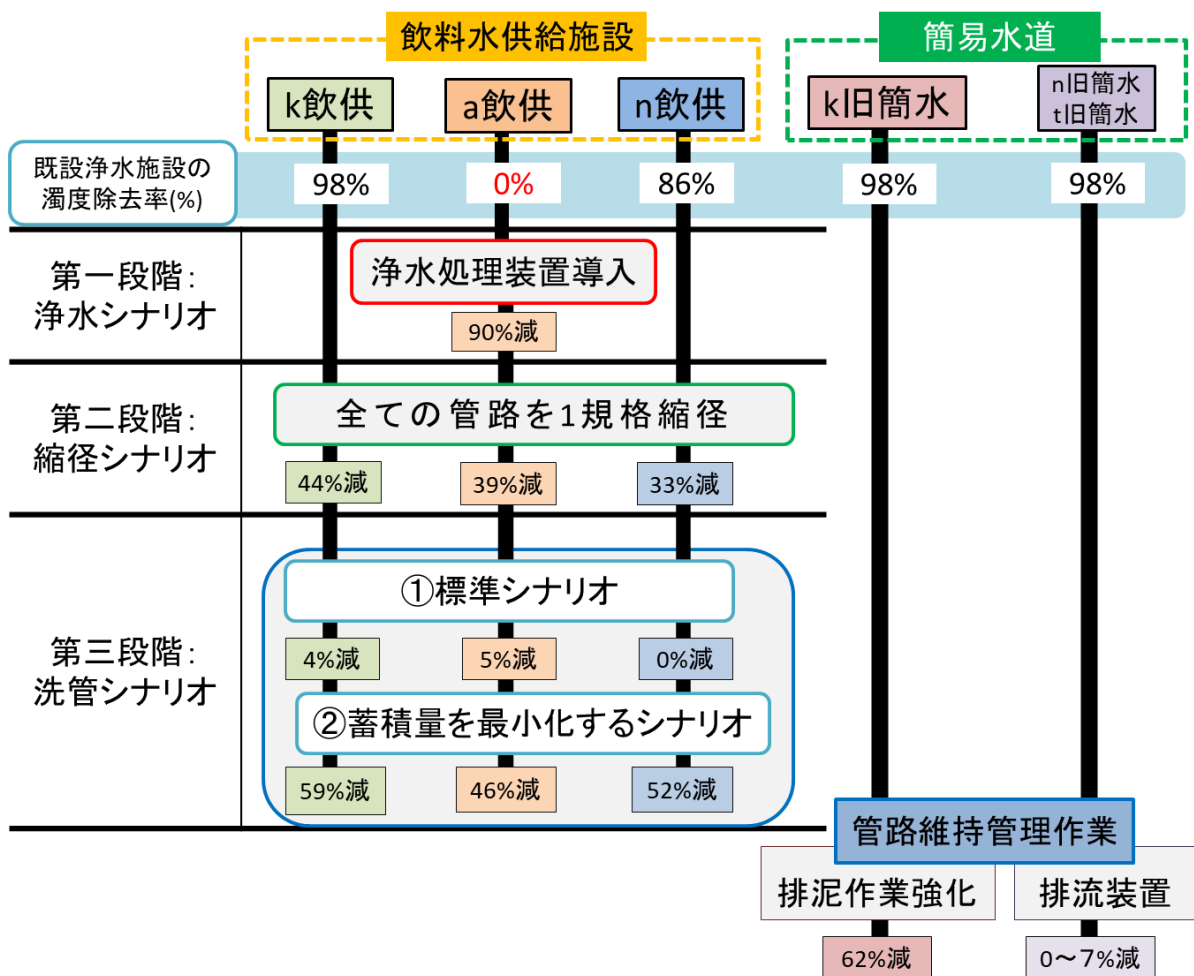


図9 配水管内環境の制御方法とその効果まとめ

※図中、Y市およびA市旧簡水は簡易水道として示している。

第一段階の浄水シナリオについてみると、浄水処理能が良好でない場合、これを改善することによって、大きく蓄積物の低減に効果を発揮することを示した。これは当然の結果ともいえるが、対象地域において浄水処理能が低い場合には優先して改善することが望ましいことを定量的に指摘することができた。

第二段階の縮径シナリオでは、すべての小規模水道施設において配水管内における蓄積量を大幅に減少させることができることがわかった。今後、人口減少が見込まれる地域において、管路のダウンサイジングを着実に推進することは、配水管内環境の維持からみても有効な方法であるといえる。

第三段階の洗管シナリオでは、その管網の特徴や管網内の蓄積物の挙動などを把握し、対象地域に適したシナリオを設定することで、縮径シナリオに匹敵するほどの効果が認められるといえた。浄水処理施設の導入や縮径の実施が容易でない場合、計画的な洗管を行うことにより、配水管内環境を制御できるということが出来る。ただし、先述したように小規模水道では、有収率の低下やマンパワーの問題など多岐にわたり多くの課題に直面している。各事業体に対するヒアリングでも、現実的に小規模水道において洗管作業を実施するのは難しいという声が多く聞かれた。本研究で得られた知見を参照しつつ、実行可能な配水管内環境の制御法を描く必要があるといえる。

一方、地域特有の管路維持管理作業が、配水管内環境の大きな改善に寄与できることを定量的に示すことができた。

## E. 結論

配水管内環境を制御するための三段階の考え方に基づくシナリオを設定した上で、その効果を比較し評価した。得られた結果から、配水管内の環境管理からみて重点的に管理・制御すべき事項・段階について考察を行った。

浄水シナリオ、縮径シナリオ、洗管シナリオによって、配水管内環境がいかに改善できるかを定量的に示した。同様に、対象地域特有の管路維持管理作業が配水管内環境の制御に寄与できることも示した。それぞれの配水管網の特徴や課題を踏まえつつ複数のシナリオを設定することによって、小規模水道における配水管内環境を制御する手法とその効果を提示できたといえる。

ここで得られた知見をもとに、今後当該水道事業体と議論しつつ、対象地域に適した浄水処理方法、及び配水システムの管理・制御方法を提示・策定することができる。

## 参考文献

- 1) van der Kooij, D., van der Wielen, P. eds. : Microbial Growth in Drinking-Water Supplies, p. 453, IWA Publishing, London, UK, 2014.
- 2) 岸本如水, 樽井滉生, 北田純悟, 中西智宏, 浅田安廣, 小坂浩司, 伊藤禎彦 : 配水管網における管内環境の形成過程とその制御性, 平成 30 年度全国会議(水道研究発表会)講演集, pp. 410-411, 2018.
- 3) 福岡早紀 : 小規模水道システムにおける配水管内環境の評価と制御, 京都大学大学院工学研究科修士論文, p. 51, 2019.

## F. 研究発表

### 1. 論文発表

Itoh, S., Nakanishi, T., Zhou, X., Tarui, K., Hashimoto, Y., Kitada, J., Kishimoto, J., Asada, Y., Echigo S. : Reestablishment of water supply system in a depopulation society and research needs, IWA World Water Congress & Exhibition, 3890712, 16-21 September 2018, 東京ビッグサイト, Tokyo, Japan.

Nakanishi, T., Nishioka, H., Tarui, K., Kishimoto, J., Asada, Y., Echigo, S., Itoh, S. : Characteristics of suspended particles and their loads into drinking water distribution system under different treatment processes, IWA World Water Congress & Exhibition, 3904824, 16-21 September 2018, 東京ビッグサイト, Tokyo, Japan.

### 2. 学会発表

中西智宏, 周心怡, 西岡寛哲, 樽井滉生, 浅田安廣, 越後信哉, 伊藤禎彦, 藤井宏明, 鈴木剛史 : 浄水中懸濁物質の蓄積による配水管内環境の形成とその実態、環境衛生工学研究, Vol. 32, No. 3, pp.103-105, 2018. 7.

亀子雄大, 橋本雄二, 中西智宏, 浅田安廣, 小坂浩司, 藤井宏明, 伊藤禎彦 : 配水管網における着色ポテンシャルからみた浄水中微粒子及びマンガンの制御目標に関する考察、環境衛生工学研究, Vol. 32, No. 3, pp. 106-108, 2018. 7.

岸本如水, 樽井滉生, 北田純悟, 中西智宏, 浅田安廣, 小坂浩司, 伊藤禎彦 : 配水管網における管内環境の形成過程とその制御性, 平成 30 年度全国会議 (水道研究発表会) 講演集, pp. 410-411, 2018. 10.

福岡早紀, 伊藤禎彦, 岸本如水 : 飲料水供給施設における配水管内環境の制御方法, 平成 30 年度全国会議 (水道研究発表会) 講演集, pp. 412-413, 2018. 10.

周心怡, 小坂浩司, 中西智宏, 浅田安廣, 伊藤禎彦 : Study on characteristics of Mn accumulation on epoxy-lining pipelines in distribution system, 平成 30 年度全国会議 (水道研究発表会) 講演集, pp. 948-949, 2018. 10.

浅見真理, 阿部功介, 越後信哉, 伊藤禎彦, 島崎大, 小熊久美子, 増田貴則, 中西智宏 : 小規模水供給システムの維持管理の実態に関する調査, 平成 30 年度全国会議 (水道研究発表会) 講演集, pp. 174-175, 2018. 10.

中西智宏, 亀子雄大, 森智志, 藤井宏明, 小坂浩司, 伊藤禎彦 : 配水管網における水道水の着色ポテンシャル分布の表示と浄水中微粒子・マンガン濃度の制御目標, 第 53 回日本水環境学会年会講演集, 2019. 3.

福岡早紀, 伊藤禎彦 : 小規模水道システムにおける配水管内環境の評価と制御, 第 53 回日本水環境学会年会講演集, 2019. 3.

### 3. 総説・解説

伊藤禎彦 : 第 27 回会員集会公演②「人口減少時代における浄水処理-配水システムのトータルソリューション創出に向けて」, 水を語る会講演集 (第 5 号), pp. 88-99,

2018. 7.

Sadahiko Itoh : Importance of the Concept of Self Cleaning Networks in a Depopulation Society, Watershare Newsletter, KWR Watercycle Research Institute, the Netherlands, 2018.12.

#### 4. 講演

中西智宏, 周心怡, 岸本如水, 福岡早紀, 亀子雄大, 浅田安廣, 小坂浩司, 伊藤禎彦 : 人口減少社会へむけた上水道システムの再構築に関する総合研究「人口減少社会へ向けた上水道システムの再構築と高機能化に関する総合研究」報告会, 大阪広域水道企業団村野浄水場, 2018. 7. 23.

伊藤禎彦 : 小規模化が進む上水道システムと研究ニーズ、土木学会環境工学委員会臨床環境技術小委員会・環境技術思想小委員会合同セミナー, 京都大学地球環境学学舎・大会議室, 2018. 8. 10.

伊藤禎彦 : 小規模化が進む上水道システムの再構築に関する考え方と課題, 平成 30 年度日本ダクタイル鉄管協会九州支部セミナー, 天神クリスタルビル, 福岡市, 2018. 9. 27.

伊藤禎彦 : 浄水処理装置・施設に関する課題とニーズ, 「多様な社会・技術に適応した浄水システムに関する研究 (A-Dreams)」, 第 1 研究委員会「将来を見据えたスマートな浄水システムに関する研究」, (公財) 水道技術研究センター, 2018. 12. 14.

伊藤禎彦 : 水道システムの再構築について, 平成 30 年度第 1 回阪神水道企業団経営懇談会, 阪神水道企業団本庁, 2018. 6. 4.