

| リンク番号 | 上流側ノード | 下流側ノード | 管径(mm) | 管路長(m) |
|-------|--------|--------|--------|--------|
| 151   | 104    | 108    | 600    | 400    |
| 152   | 107    | 108    | 600    | 1050   |
| 153   | 106    | 107    | 600    | 500    |
| 154   | 101    | 106    | 600    | 500    |
| 155   | 108    | 109    | 600    | 300    |
| 156   | 105    | 109    | 600    | 700    |
| 157   | 105    | 110    | 300    | 500    |
| 158   | 108    | 123    | 600    | 3350   |
| 159   | 123    | 124    | 300    | 700    |
| 160   | 124    | 126    | 300    | 800    |
| 161   | 109    | 125    | 400    | 2575   |
| 162   | 125    | 126    | 400    | 1025   |
| 163   | 126    | 128    | 400    | 675    |
| 164   | 128    | 129    | 400    | 125    |
| 165   | 129    | 130    | 400    | 525    |
| 166   | 127    | 128    | 300    | 1000   |
| 167   | 127    | 165    | 300    | 850    |
| 168   | 143    | 145    | 250    | 1150   |
| 169   | 59     | 76     | 600    | 950    |
| 170   | 76     | 77     | 600    | 575    |
| 171   | 59     | 73     | 450    | 675    |
| 172   | 73     | 74     | 450    | 650    |
| 173   | 74     | 75     | 300    | 175    |
| 174   | 77     | 75     | 300    | 1050   |
| 175   | 77     | 78     | 300    | 300    |
| 176   | 74     | 131    | 450    | 500    |
| 177   | 131    | 132    | 300    | 675    |
| 178   | 132    | 105    | 300    | 400    |
| 179   | 132    | 133    | 300    | 1425   |
| 180   | 131    | 135    | 350    | 1400   |
| 181   | 77     | 136    | 600    | 1525   |
| 182   | 136    | 135    | 300    | 1125   |
| 183   | 136    | 148    | 400    | 1175   |
| 184   | 136    | 137    | 300    | 750    |
| 185   | 137    | 138    | 300    | 700    |
| 186   | 138    | 139    | 300    | 525    |
| 187   | 135    | 134    | 500    | 100    |
| 188   | 134    | 133    | 500    | 100    |
| 189   | 133    | 140    | 350    | 2650   |
| 190   | 140    | 143    | 300    | 2650   |
| 191   | 143    | 144    | 200    | 475    |
| 192   | 134    | 146    | 350    | 600    |
| 193   | 146    | 147    | 350    | 1250   |
| 194   | 148    | 147    | 350    | 250    |
| 195   | 147    | 149    | 350    | 1275   |
| 196   | 149    | 150    | 350    | 1000   |
| 197   | 150    | 154    | 300    | 825    |
| 198   | 150    | 155    | 250    | 1075   |
| 199   | 155    | 156    | 250    | 675    |
| 200   | 148    | 151    | 300    | 2400   |

| リンク番号 | 上流側ノード | 下流側ノード | 管径(mm) | 管路長(m) |
|-------|--------|--------|--------|--------|
| 201   | 151    | 152    | 300    | 125    |
| 202   | 152    | 153    | 300    | 1175   |
| 203   | 151    | 154    | 250    | 975    |
| 204   | 154    | 157    | 250    | 900    |
| 205   | 157    | 159    | 250    | 1450   |
| 206   | 159    | 161    | 250    | 825    |
| 207   | 161    | 162    | 250    | 825    |
| 208   | 157    | 158    | 250    | 575    |
| 209   | 159    | 160    | 300    | 1175   |
| 210   | 152    | 158    | 250    | 1450   |
| 211   | 158    | 159    | 250    | 2800   |
| 212   | 126    | 127    | 300    | 725    |
| 213   | 30     | 29     | 350    | 50     |
| 214   | 16     | 171    | 1000   | 525    |
| 215   | 16     | 15     | 600    | 500    |
| 216   | 145    | 165    | 300    | 550    |
| 217   | 140    | 141    | 350    | 325    |
| 218   | 141    | 142    | 250    | 450    |
| 219   | 31     | 172    | 300    | 1000   |
| 220   | 38     | 172    | 350    | 500    |

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)

I. 配水管内における濁質沈降  
シミュレーションに関する研究

II. 家庭用浄水器を用いた濁質組成の調査

平成 17 年 3 月

武蔵工業大学 工学部都市基盤工学科

助教授 長岡 裕

# I 配水管内における濁質沈降シミュレーションに関する研究

## 1. はじめに

配水管内では、さび、塗膜片、砂などのきょう雑物が管内に沈殿し、管内流速が変動するとともに、これらが浮上し、水道水内に混入する。これらの管内における濁質の挙動には、管内における流れ場、粒子の沈降挙動、粒子沈降に伴う密度流、沈殿粒子に働く揚力などが関与するため、その正確な把握のためには、実験および数値シミュレーションの手法による定量的な解析が必要となる。

粒子の沈降に関する研究は、浄水場や下水処理場における沈殿池の解析や湖沼における濁質沈降などの分野において行われてきたが、配水管内を対象にした例はあまり多くない。

本研究では、有限体積法を利用したパソコン用汎用ソフトウェアを用い、管内における濁質の挙動のシミュレーションを試みたものである。

## 2. 解析方法

### 2.1 基礎方程式

本研究では基礎方程式として、以下の様な質量保存則、運動量保存則、濁質の輸送方程式を使用し、支配方程式の離散化には、有限体積法を用いた。

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial(\rho u_i)}{\partial x_i} = 0 \quad (2.2.1)$$

$$\rho \frac{\partial u}{\partial t} + \rho \left( u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} \right) = - \frac{\partial p}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial x} \mu \left( \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial u}{\partial y} \right) \quad (2.2.2)$$

$$\rho \frac{\partial v}{\partial t} + \rho \left( u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} \right) = - \frac{\partial p}{\partial y} + \frac{\partial}{\partial y} \mu \left( \frac{\partial v}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} \right) - (\rho + aC)g \quad (2.2.3)$$

$$\frac{\partial C}{\partial t} + u \frac{\partial C}{\partial x} + (v + v_s) \frac{\partial C}{\partial y} = 0 \quad (2.2.4)$$

ここで、 $x$ :水平方向の位置座標、 $y$ :鉛直方向の位置座標、 $u$ :水平方向の流速(m/s)、 $v$ :鉛直方向の流速(m/s)、 $t$ :時間(s)、 $p$ :圧力(Pa)、 $\rho$ :流体密度(kg/m<sup>3</sup>)、 $g$ :重力加速度(m/s<sup>2</sup>)、 $C$ :懸濁物質の濃度(kg/m<sup>3</sup>)、 $v_s$ :懸濁物質の沈降速度(m/s)、 $a$ :密度係数、 $\mu$ :粘性率(Pa・s)、 $\nu_t$ :渦動粘性率(Pa・s)、である。

## 2.2 乱流方程式

本研究で用いた乱流解析は以下に示す 2 方程式 k-ε モデルを基にして行なった。

$$\frac{\partial k}{\partial t} + \frac{\partial(u_i k)}{\partial x_i} = \frac{\partial}{\partial x_i} \left\{ \left( \nu + \frac{\nu_t}{P_{rk}} \right) \frac{\partial k}{\partial x_i} \right\} + \nu_t G - \varepsilon.. \quad (2.2.5)$$

$$\frac{\partial \varepsilon}{\partial t} + \frac{\partial(u_i \varepsilon)}{\partial x_i} = \frac{\partial}{\partial x_i} \left\{ \left( \nu + \frac{\nu_t}{P_{re}} \right) \frac{\partial \varepsilon}{\partial x_i} \right\} + \frac{\varepsilon}{k} (C_1 \nu_t G - C_2 \varepsilon) \quad (2.2.6)$$

$$\nu_t = C_\mu \frac{k^2}{\varepsilon} \quad (2.2.7)$$

$$G = \left( \frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \frac{\partial u_j}{\partial x_i} \right) \frac{\partial u_i}{\partial x_i} - \frac{2}{3} \left( \frac{\varepsilon}{C_\mu k} + \frac{\partial u_i}{\partial x_i} \right) \frac{\partial u_j}{x_j} \quad (2.2.8)$$

ここに、 $\nu_t$ :渦動粘性率(Pa・s)、k:乱流運動エネルギー(m<sup>2</sup>/s<sup>2</sup>)、 $\varepsilon$ :乱流運動エネルギー散逸率(m<sup>2</sup>/s<sup>3</sup>)、G:乱流生成率(1/s<sup>2</sup>)とする。

各パラメータの値は、 $C_\mu=0.09$ 、 $C_1=1.44$ 、 $C_2=1.92$ 、 $P_r=1.3$ 、 $P_{rk}=1.0$ と設定した。

## 2.3 離散化法

本研究における離散化法としては、有限体積法を用いた。これは、計算領域を六面体(二次元では四辺形)セル要素に分割し、各セルに対し積分形で書かれた基礎方程式を差分法で解くものである。境界に合わせ比較的自由にセル分割できることと、保存性が得られることがこの方法の特徴である。

## 2.4 使用ソフトウェア

本研究では、3次元流体解析ソフトウェア「STORM/CFD2000」を使用して解析を行った。「STORM/CFD2000」は以下の3つのプロセスで構成されている。

- (1) プリプロセッサ (CFD2000)
- (2) ソルバー (CFD2000)
- (3) ポストプロセッサ (Field View)

(1)はモデルの作成や境界条件、解析条件等の設定を行う。(2)では(1)の条件を基に解析を行う。(3)は数値出力された解析結果を画像として出力する。

図 2.4.1 に CFD2000 の解析フローチャートを示す。

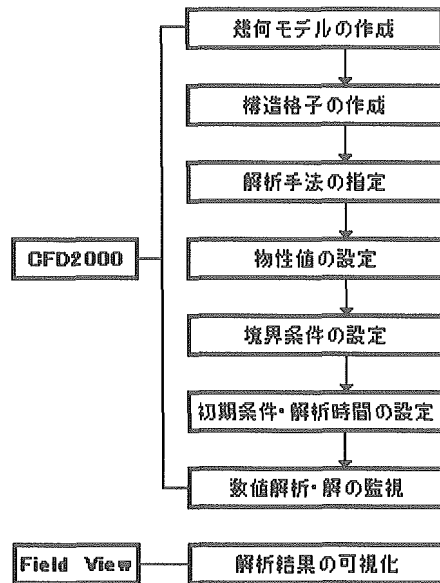


図 2.4.1 解析フローチャート

## 2.5 解析方法

### 2.5.1 解析モデル (1)

本研究の対象が、配水管ということから円管をモデルとして用いるべきだが、現象を単純化して考え、直方体モデルを管に見たてた。

解析モデルは、流入断面  $0.5\text{ (m)} \times 0.5\text{ (m)}$ 、管長  $3\text{ m}$  の直方体とした。またセル分布は、鉛直方向 200 分割、水平方向 100 分割で解析を行った、水だけが流れていた管に、水とともに濁質が流れ込んできた事を想定した。

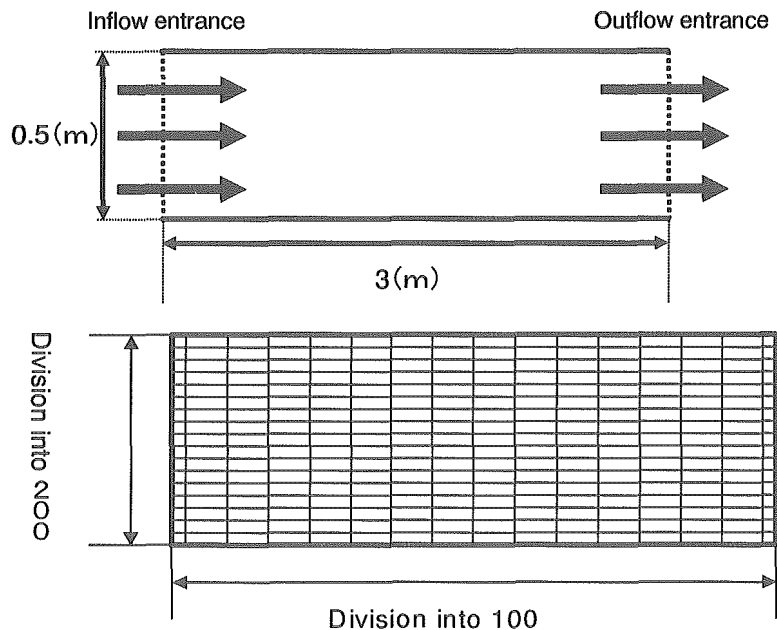


図 2.5.1 配水管モデル

数値条件は表 2.5.1 のように設定した。

表 2.5.1 数値実験条件

|                                 |        |                                  |         |
|---------------------------------|--------|----------------------------------|---------|
| 流体密度 ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ) | 996.56 | 粘性率 ( $\text{Pa}\cdot\text{s}$ ) | 0.00087 |
| 沈降速度 ( $\text{m}/\text{s}$ )    | -0.05  | 計算時間 (s)                         | 3       |
| 管内流速 ( $\text{m}/\text{s}$ )    | 0.05   | 流入濃度 ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )  | 0.01    |

### 2.5.2 解析モデル (2)

管入り口付近における流れをより詳細に解析する目的で、入り口付近のメッシュを細かくした解析を実施した。

解析モデルは、流入断面  $0.5(\text{m}) \times 0.5(\text{m})$ 、管長  $0.5\text{m}$  の立方体とし、鉛直方向のメッシュを、400 分割、200 分割、50 分割の 3 条件 (それぞれモデル 2.1、2.2、2.3 とする) に設定し、解析を行った。

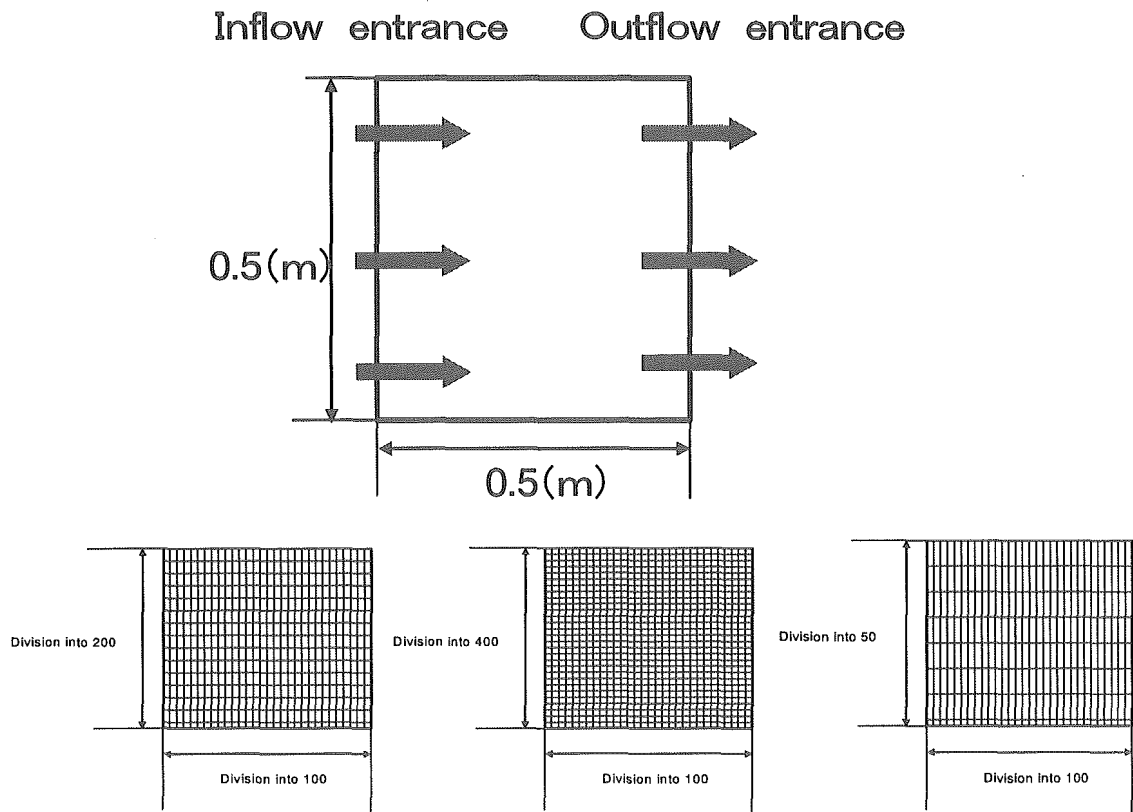


図 2.5.2 解析条件 (2) におけるメッシュ

管の入り口付近における流れをより詳細に解析する目的で、数値条件は表 2.5.2 のように設定した。

表 2.5.2 数値実験条件 (2)

|                          |        |                          |         |
|--------------------------|--------|--------------------------|---------|
| 流体密度(kg/m <sup>3</sup> ) | 996.56 | 粘性率(Pa·s)                | 0.00087 |
| 沈降速度(m/s)                | -0.05  | 計算時間(s)                  | 3       |
| 管内流速(m/s)                | 0.05   | 流入濃度(kg/m <sup>3</sup> ) | 0.01    |

| 条件 | 時間刻み(s)  |
|----|----------|
| 1  | 0.000667 |
| 2  | 0.00300  |
| 3  | 0.00526  |

### 3. 計算結果

#### 3.1 解析モデル (1)

濁質の濃度分布の計算結果を図 3.1.1 に示す。流れは左から右へと流れており、色が濃いところほど濃度が高いことを示している。

流線の計算結果を図 3.1.2 に示す。粒子の沈降と共に、密度流が生じていることが示されている。なお、解析時間は、20 時間 56 分であった。

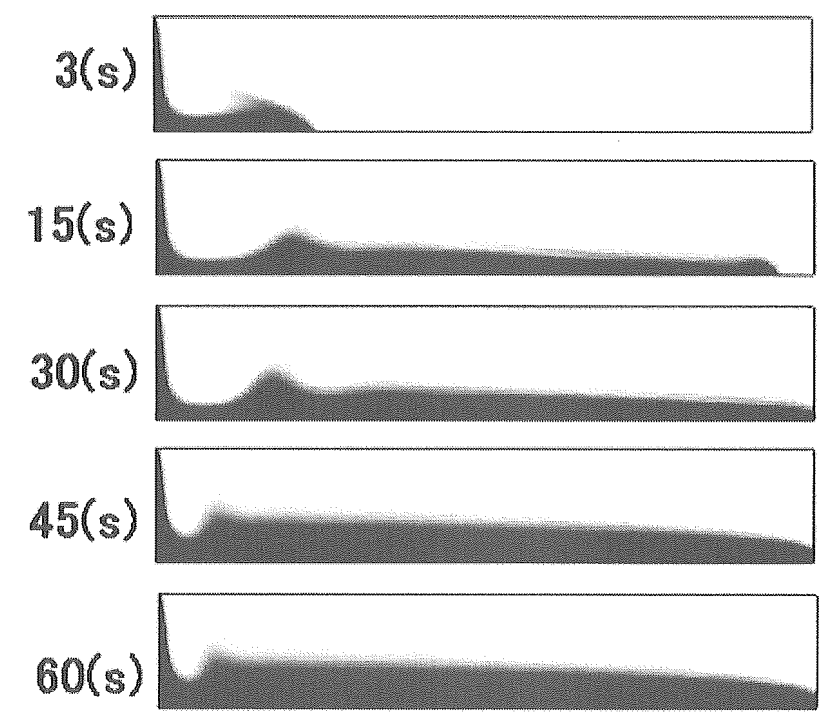


図 3.1.1 濃度分布



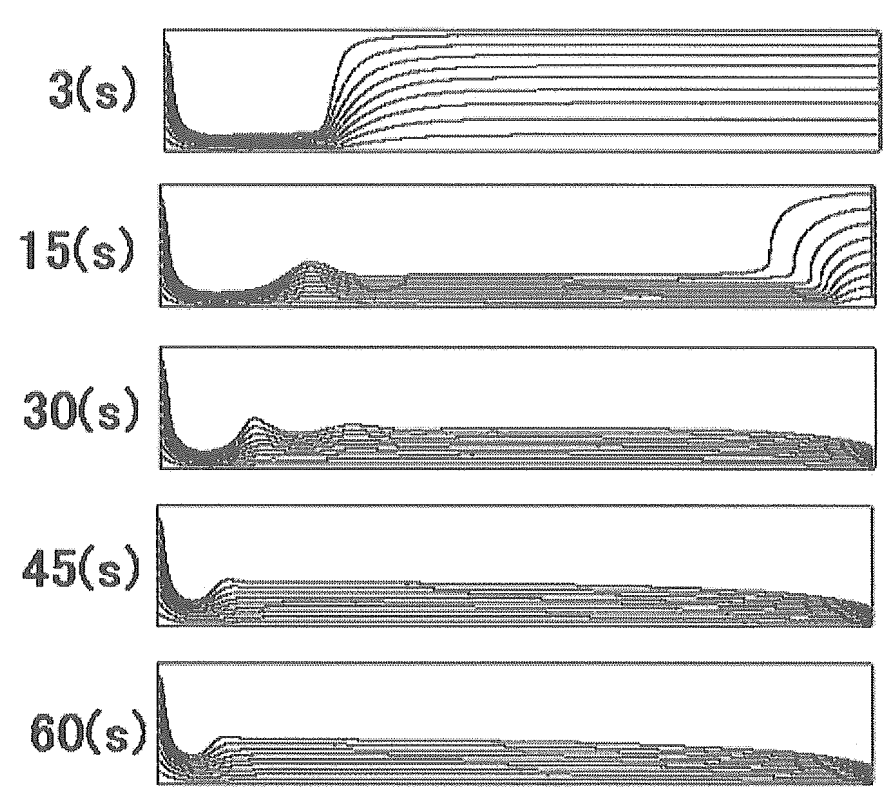


図 3.1.2 流線の計算結果

### 3.2 解析モデル (2)

解析時間は、条件 2.1 で 20 時間 42 分、条件 2.2 で 12 時間 28 分。条件 2.3 で 5 時間 17 分であった。

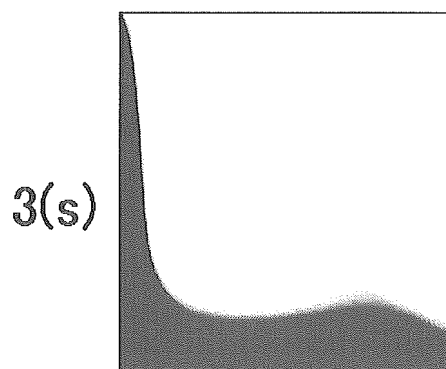


図 3.2.1 3 秒後の濃度分布 (条件 2.1)

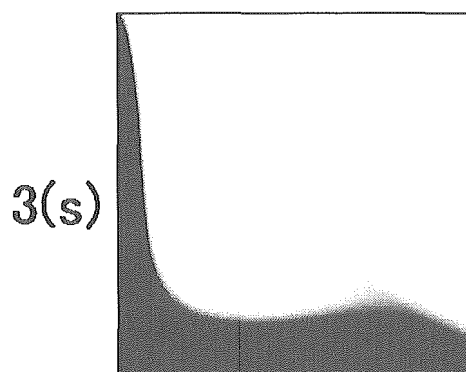


図 3.2.2 3 秒後の濃度分布 (条件 2.2)

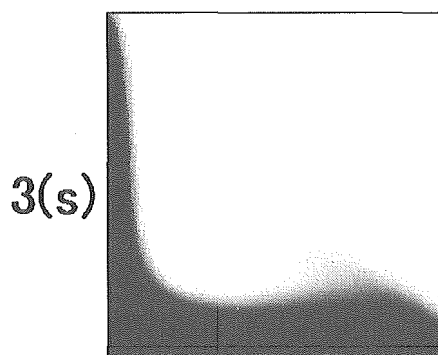


図 3.2.3 3 秒後の濃度分布 (条件 2.3)

### 3.3 考察

メッシュ分布を細かく設定しても、粗く設定しても、一度隆起してから、堆積する分布を示した。これは、隆起の原因が、メッシュ分割が不十分で、解析結果に誤差が出た為ではなく、流入部付近に働く、密度流の影響を常に受けているために起こっていると考えられた。

### 4. まとめ

円管内における濁質の沈降挙動を、長方形断面と仮定した 2 次元モデルにより計算した。計算には、 $k-\varepsilon$  乱流モデルを用い、濁質の沈降に伴う移流項と密度差による重力項を考慮した。なお、解析にはパソコンを用いた。

解析の結果、濁質の流入に伴う、密度流の現象が再現でき、本手法により管内の濁質シミュレーションが可能であることが示唆された。今後は管の形状や濁質の条件を多様化し、さまざまな条件における濁質の挙動を解析することが必要である。

## II 家庭用浄水器を用いた濁質組成の調査

### 1. はじめに

近年、配水管内で生じた錆による赤水の発生や、管ライニングの断片などの混入による水道水質異常の問題が発生しているが、その実態には不明な点が多い。本研究は浄水場からの配水本管に沿って家庭等の蛇口に浄水器を数器設置し、その膜表面に付着した濁質の組成を調査した。なお、本研究は、三菱レイヨンエンジニアリング（株）との共同研究として実施したものである。

### 2. 実験装置と実験方法

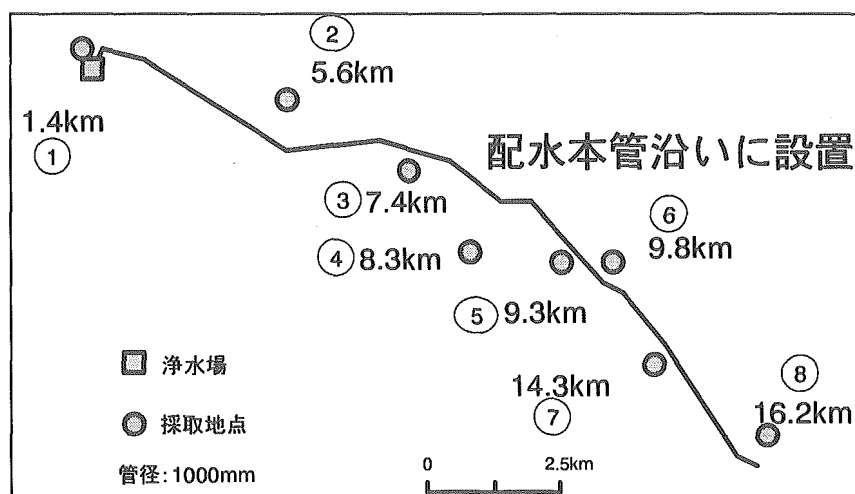


図.2.1 配水本管と浄水器設置位置の関係

対象地区はA市を選出し、対象家庭は、浄水場からの距離等の関係を考察するため、配水本管に沿った地点より選出した（図 2.1）。中空糸膜（内径が  $270\mu\text{m}$ 、孔径が  $0.1\mu\text{m}$ ）を用いた家庭用浄水器を1～8の8世帯の蛇口に設置し、連続的に所定量（1,000リットル）を通水した。浄水器を回収し、ろ過抵抗を測定した後分解し、SEMによる膜表面の観察とEPMAによる膜面上の付着物の定性分析を行った。また、浄水器にはプレフィルターが設置されており、フィルター上の堆積物を蛍光X線により定性分析した。

### 3. 実験結果

#### 3.1 蛍光 X 線によるプレフィルター上の堆積物の定性分析

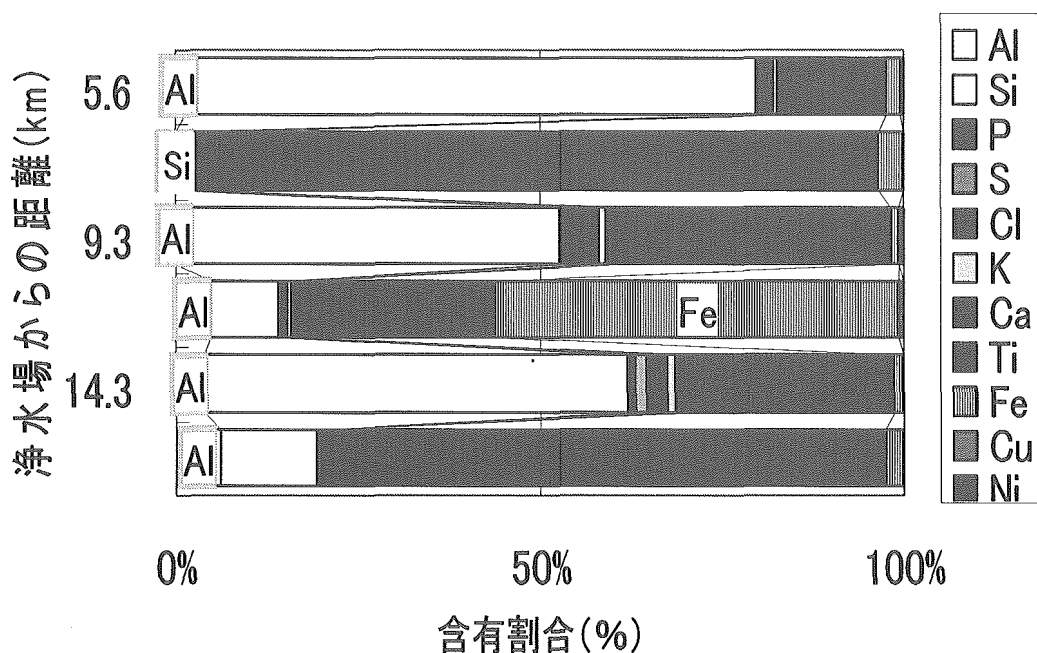


図 3.1 蛍光 X 線による分析結果

分析結果を図 3.1 に示した。プレフィルターの原料である炭素及び酸素を除き、濁質に含まれている物質の割合で示した。アルミニウムが検出されているが浄水場における凝集材に由来するものであると考えられる。Si は水道水中に含まれる微細な砂によるものと考えられるが採取量と浄水場からの距離との相関があるとは考えにくい結果となった。Ti が多く検出されたがこの理由は不明である。浄水場からの距離が 9.84 km の浄水器では鉄が他の浄水器より多く検出された。実際に、プレフィルターに酸化鉄が付着したと考えられる、茶色に変色していた。

図 3.2 に、浄水場からの距離と中空糸膜表面濁質の元素の組成の関係を示す。なお、中空糸膜の原料である C と O を除いた存在割合としている。14.3 km の地点から鉄の割合が急激に減少し Si が増加している。このことから、浄水場からの距離が伸びるほど、鉄が少なくなり砂が増えていることが伺える。しかし、鉄の検出量が著しく減少したために相対的に Si 等が増加したように見えた可能性もある。

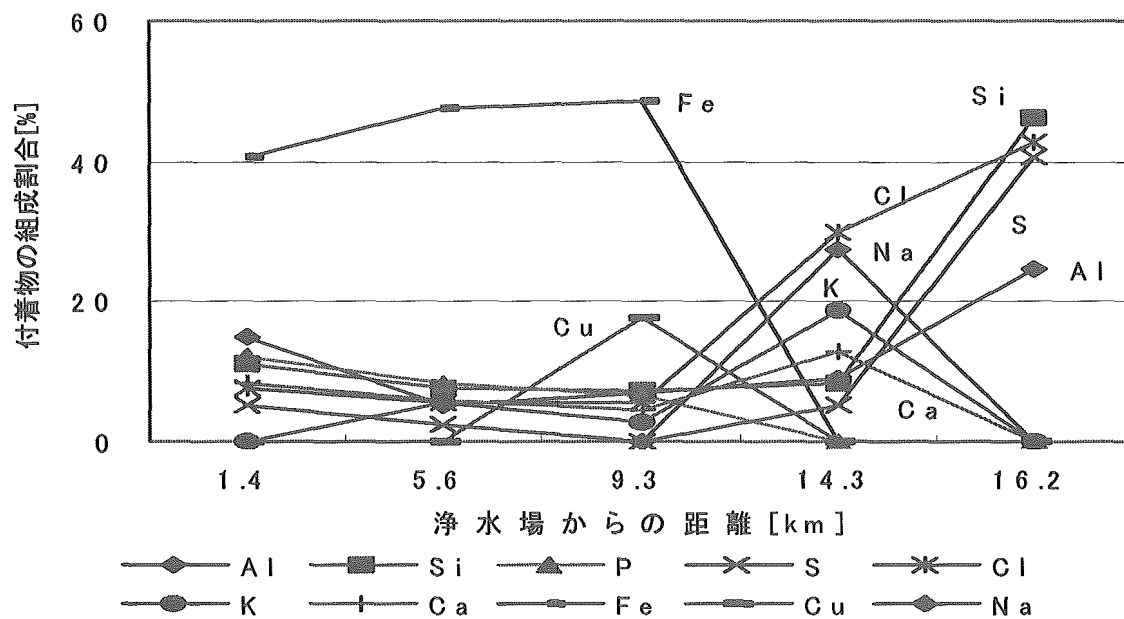


図 3.2 EPMA の結果

### 3.2 SEMによる表面の様子

図 3.3 および図 3.4 に中空糸膜表面を SEM で撮影したものを示した。14.3km 地点では膜表面に均等な孔が確認できる。それに対して、9.3km 地点では孔が詰まっている様子を観察した。

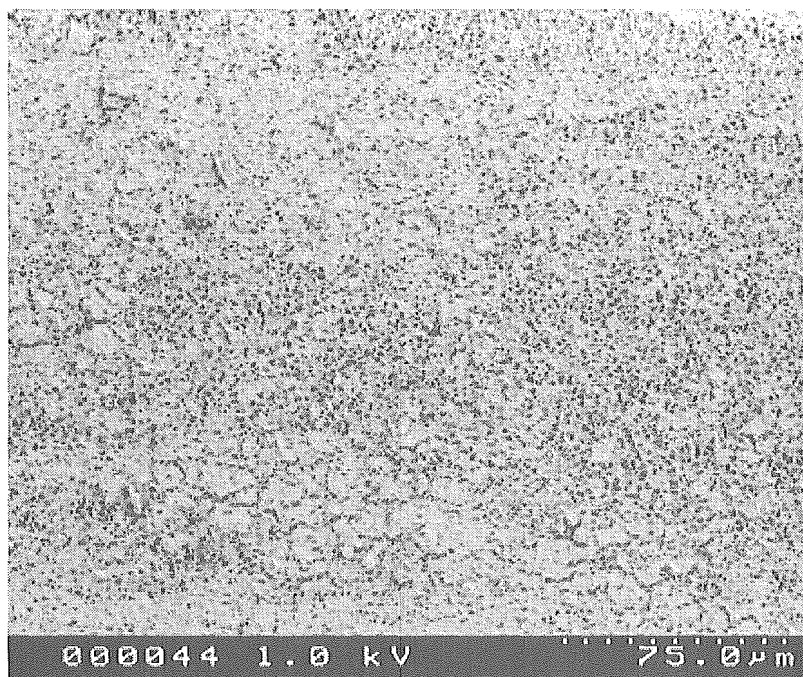


図 3.3 14.3km 地点の中空糸膜表面 (SEM)

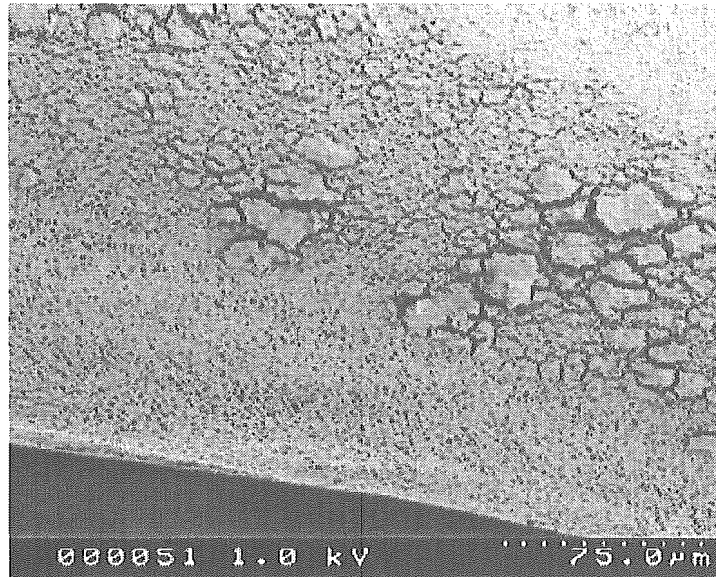


図 3.4 9.3km 地点の中空糸膜表面 (SEM)

### 3.3 膜ろ過抵抗

通水した浄水器のろ過抵抗と浄水場からの距離の関係を図 3.5 に示す。水平線は未使用の浄水器のろ過抵抗を示しており、SEM で観察した 9.3km 地点はこの値より低い値となった。このことから見た目とろ過抵抗が必ずしも一致していない状況となった。浄水場からの距離との関係は明確ではなく、さらにデータを蓄積する必要がある。

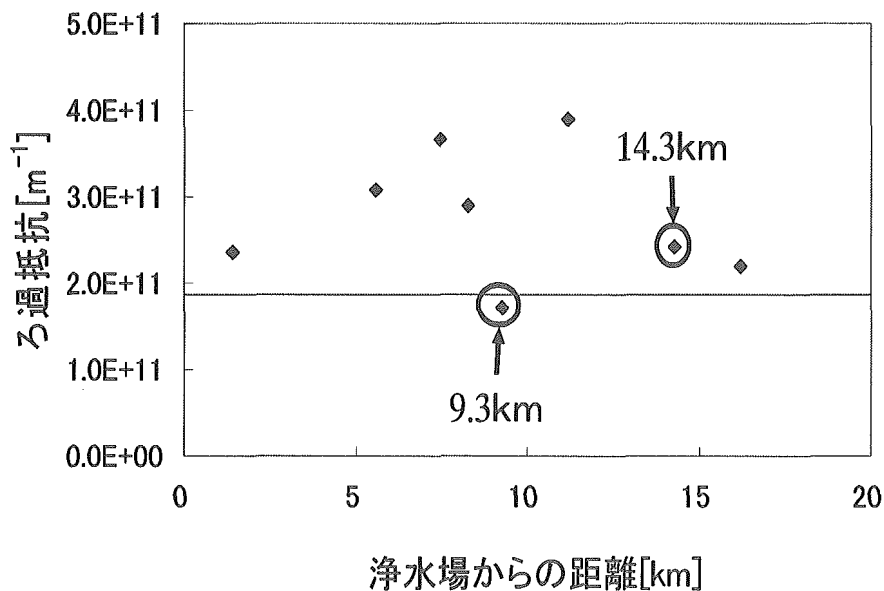


図 3.5 ろ過抵抗と浄水場からの距離

### 3.4 堆積濁質量

中空糸膜表面に堆積した濁質量を図 3.6 に示した。なお、濁質量は、ろ過抵抗当量として表現した。

9.3 km 地点ではろ過抵抗差がマイナスの値を示したために各値 0 になっている。しかし 9.3 km 地点以後は Fe が検出されず、Cl と Si が増えていることから管内の水質に何らかの変化があったと考えられる。

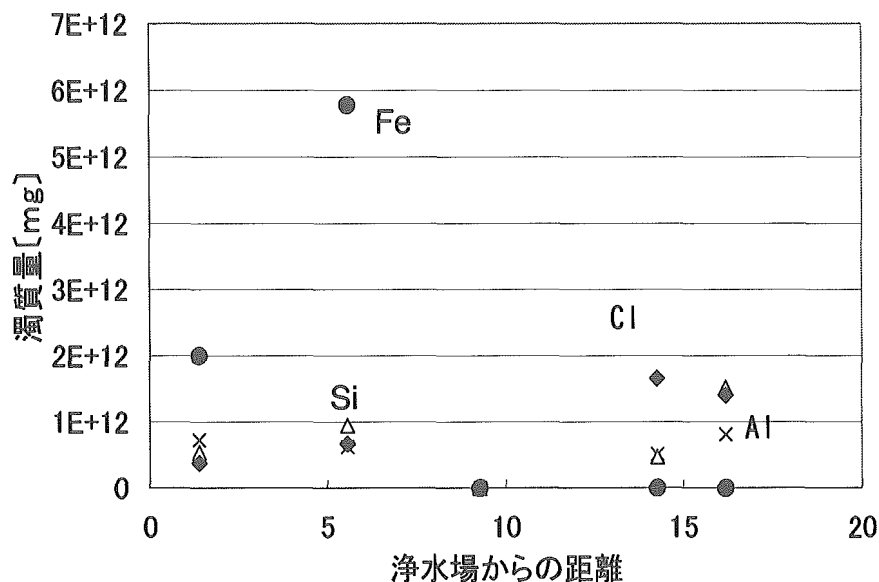


図 3.7 浄水場からの距離と濁質量の関係（濁質量は、ろ過抵抗当量として表現した）

#### 4. まとめ

家庭用浄水器のプレフィルターに堆積する物質は、Ti、Si、Fe、Al の順に多かった。膜面に堆積する物質は、浄水場からの距離が伸びるほど、Fe の割合が少なくなり、Si の割合が大きくなった。膜表面の様子は全体を見た後に平均的な箇所を撮影したが、見た目の詰まり具合はろ過抵抗の差に表れなかった。分析の結果と浄水場からの距離との関係は明確ではなく、今後は管の材質や経年を考慮し、データを蓄積していく必要がある。

## 參考資料



Epoch\_1G 文献調査リスト

| No.   | 文献名   | 著者                                       | 出典   |
|-------|---|--|--|
| 1G-1  | 行き止まり管での赤水の発生   | John R. Rossum                           | 1987.7<br>Page 113 ~ 115<br>Jour. AWWA Vol.79, No.7                                      |
|       | Dead Ends, Red Water, and Scrap Piles   |  |  |
| 1G-2  | 水道管の内面腐食能の測定  | Committee Report                         | 1984.8<br>Page 83 ~ 88<br>Jour. AWWA Vol.76, No.8  |
|       | Determining Internal Corrosion Potential in Water Supply Systems                              |  |  |
| 1G-3  | 配水管網における赤水濁水防止に関する調査  | 福島 恒雄(東京都水道局)<br>ほか 1人                   | 1985.5<br>Page 214 ~ 216<br>第36回全国水道研究発表会  |
|       | 経年鑄鉄管の劣化調査  |  |  |
| 1G-4  | 腐食性指標を用いた管路更新整備計画立案の一手法(II) -鋼管管路における経年劣化の評価-   | 金布 宏定(松山市公益企業)<br>鈴木 泰博(千葉県水道局)<br>ほか 3人 | 1988.5<br>Page 295 ~ 297<br>2001.5<br>Page 356 ~ 357<br>第40回全国水道研究発表会<br>第52回全国水道研究発表会   |
|       | 水道管における管内面腐食  |  |  |
| 1G-6  | Internal Corrosion of Pipes Water Distribution Network  | Steve Price                              | 1997.9<br>Page 285 ~ 288<br>Journal. of New England Water Works Association Vol.111 No.3 |
|       | 水源変更に伴う赤水発生を抑える腐食防止戦略(米国)   |  |  |
| 1G-7  | Corrosion Control Strategies for Changing Water Supplies in Tucson Arizona                    | R. S. Martin                             | 1982.1<br>Page 34 ~ 37<br>Jour. AWWA Vol.74 No.1   |
|       | 配水システムにおける大腸菌群の増殖に影響を及ぼす要因 Factors Affecting Coliform Bacteria Growth in Distribution Systems |  |  |
| 1G-9  | 配水管中の細菌増殖制御のための塩素処理とクロロミン処理の比較  | Douglas G. Neden                         | 1992.7<br>Page 80 ~ 88<br>Jour. AWWA Vol.84, No.7  |
|       | Comparing Chlorination and Chloramination for Controlling Bacterial Regrowth                  |  |  |
| 1G-10 | 配水システム中の生物活性  | J.C.Block                                | 1993<br>Page<br>19th IWSA( in Budapest?)   |
|       | 配水システム中の生物活性 - 第19回国際水道会議提出議題(ブダペスト/1993)特別議題 Biological Activity in Distribution Systems     |  |  |

Epoch\_1G 文献調査リスト

| No.   | 文献名  | 著者                            | 出典   |
|-------|--|-------------------------------|--|
| 1G-11 | 配水システムにおける一般細菌数(SPC)と他の水質指標との相関<br>Relationships Between Standard Plate Counts and Other Parameters  | Marc A. Goshko, et al.        | Jour. AWWA<br>AWWA<br>1983.11<br>Page 568 ~ 571<br>Vol.75                          |
| 1G-12 | 配水システムにおける微生物の挙動と水質指標との関係<br>Microbial Alterations in Water Distribution Systems and their Relationship to Physical-Chemical Characteristics | Charles N. Haas, et al.       | Jour. AWWA<br>AWWA<br>1983.9<br>Page 475 ~ 481<br>Vol.75, No.9                     |
| 1G-13 | ステンレス鋼配水管内壁の生物膜の成長<br>Biofilm Development on Stainless Steel in Mains water  | S.L.Percival<br>ほか 1人         | Water Research<br>1998.1<br>Page 243 ~ 253<br>Vol.32, No.1                         |
| 1G-14 | 配水管内飲料水中の微生物増殖<br>Association of Microorganisms With Surfaces in Distribution Systems  | Diane S. Herson<br>ほか 1人      | Jour. AWWA<br>AWWA<br>1991.7<br>Page 103 ~ 106<br>Vol.83, No.7                     |
| 1G-15 | KIWAにおける配水システムの微生物学的研究   | 海賀 信好                         | 水道協会雑誌<br>日本水道協会<br>H.11.7<br>Page 44 ~ 51<br>Vol.68, No.7                         |
| 1G-16 | 塩素処理を行った水道における細菌生残の支配因子<br>Factors Promoting Survival of Bacteria in Chlorinated Water Supplies  | M.W.LeChevallier              | Applied and Environmental Microbiology<br>May-88<br>Page 649 ~ 654<br>Vol.54, No.3 |
| 1G-17 | 配水管内の真菌<br>Fungi in Potable Water Distribution Systems   | William D.Rosenzweig<br>ほか 1人 | Jour. AWWA<br>1986<br>Page 53 ~ 55<br>Vol.78, No.1                                 |
| 1G-18 | 配水システム中の粒子付着性細菌発生と季節変化<br>Seasonal Effects on Generation of Particle Associated Bacteria during Distribution                                 | Blaise J. Brazoe<br>ほか 1人     | Jour. of Environmental Engineering<br>Dec-96<br>Page 1050 ~ 1057<br>Vol.122, No.12 |
| 1G-19 | 配水管内における濁度及び遊離残留塩素と細菌数の関係<br>Relationship of Bacterial Counts with Turbidity and Free Chlorine in Two Distribution Systems                   | J. Kevin Reilly               | Jour. AWWA<br>Jun-83<br>Page 309 ~ 312<br>Vol.75, No.6                             |
| 1G-20 | 配水管内の析出現象<br>Postprecipitation in Distribution Systems   | James J. Costello             | Jour. AWWA<br>Nov-84<br>Page 46 ~ 49<br>Vol.76, No.11                              |

Epoch\_1G 文献調査リスト

| No.   | 文献名  | 著者                        | 出典  |
|-------|--|---------------------------|---|
| 1G-21 | 2つの異なる配水システムにおける飲料水中の懸濁粒子(カナダ、フランス)<br>Suspended Particles in the Drinking Water of Two Distribution Systems | V.Gauthier<br>ほか 2人       | IWA Conference Preprint Book2:<br>Particle Separation 2000/<br>Page 196 ~ 204 |
| 1G-22 | 飲料水の水質悪化の原因と対策   | 紀谷 文樹                     | 建築設備と配管工事<br>Page 55 ~ 58   |
| 1G-23 | 気液分離膜利用赤水防止  | 八十島 幸雄                    | 建築設備と配管工事<br>Page 100 ~ 105   |
| 1G-24 | 金属管の余寿命予測とその診断方法   | 榑ユキメー                     | ウォーターサイド'21 No. 2<br>Page 53 ~ 56   |
| 1G-25 | 経年金属管の内面調査手法   | フジ地中情報(株)<br>管路診断技術       | ウォーターサイド'21 No. 6<br>Page 42 ~ 44   |
| 1G-26 | 配水管内水質管理のための基礎データ収集  | 名古屋市水道局配水部<br>赤水防止課 三輪 敬明 | 第3回水道管路国際シンポジウム<br>Page ~   |
| 1G-27 | 配管材の内面腐食と対策  | 石田 繁夫                     | 空気調和・衛生工学 第56巻 第4号<br>Page 7 ~ 12   |
| 1G-28 | 水道水中異物の分析  | 山口 敏彦<br>ほか 5人            | 第51回全国水道研究発表会<br>Page 570 ~ 571   |
| 1G-29 | 濁水を効果的に排出する機器の開発   | 石井 美樹<br>ほか 2人            | 第44回全国水道研究発表会<br>Page 523 ~ 525   |
| 1G-30 | 配水管内濁質物質の効果的な排出方法  | 霜出 松雄<br>ほか 1人            | 第44回全国水道研究発表会<br>Page 526 ~ 528   |

Epoch\_2G 文献調査リスト

| No.   | 文献名  | 著者                     | 出典  |
|-------|--|------------------------|---|
| 2G-1  | 管網における合理的管径決定に関する考察                            | 沢野英昭<br>ほか 2人          | 水道協会雑誌<br>社団法人日本水道協会<br>平成9.3<br>Page 36 ~ 46<br>第750号    |
| 2G-2  | 2点流入型管網の水理解析に関する基礎的研究                          | 高桑哲男<br>ほか 3人          | 水道協会雑誌<br>社団法人日本水道協会<br>平成10.4<br>Page 13 ~ 24<br>第763号   |
| 2G-3  | AOCを指標とした高度浄水処理システムの性能評価                       | 笠原伸介<br>ほか 4人          | 水道協会雑誌<br>社団法人日本水道協会<br>平成10.11<br>Page 12 ~ 21<br>第770号  |
| 2G-4  | 連結度の耐震基準を用いた配水管網の最適設計                          | Hyun-Gon SHIN<br>ほか 1人 | 水道協会雑誌<br>社団法人日本水道協会<br>平成11.5<br>Page 229 ~ 235<br>第776号 |
| 2G-5  | KIWAにおける配水システムの微生物学的研究                         | 海賀信好                   | 水道協会雑誌<br>社団法人日本水道協会<br>平成11.7<br>Page 44 ~ 51<br>第778号   |
| 2G-6  | 2点流入型配水管網の配水流量と節点水圧の推定に関する研究                   | 高桑哲男<br>ほか 2人          | 水道協会雑誌<br>社団法人日本水道協会<br>平成12.6<br>Page 2 ~ 11<br>第789号    |
| 2G-7  | 未来の管網管理(管網管理のあり方)                              | 高橋照章                   | 水道協会雑誌<br>社団法人日本水道協会<br>平成13.4<br>Page 66 ~ 70<br>第799号   |
| 2G-8  | 管網における水質モニタリングの手法                              | 西野二郎                   | 水道協会雑誌<br>社団法人日本水道協会<br>平成13.4<br>Page 47 ~ 56<br>第799号   |
| 2G-9  | 配水管のブロック化による管網管理とその手法<br>—小ブロック化による配水システムについて— | 安宅光之                   | 水道協会雑誌<br>社団法人日本水道協会<br>平成13.4<br>Page 21 ~ 29<br>第799号   |
| 2G-10 | 配水管網における残留塩素濃度推定に関するニューラルネットワークの応用             | 稲貝とよの<br>ほか 1人         | 水道協会雑誌<br>社団法人日本水道協会<br>平成14.8<br>Page 2 ~ 10<br>第815号    |