

3. 2 市内給水栓水における残留塩素管理の評価

1. はじめに

当局では、平成19年3月に作成した「残留塩素管理マニュアル」（平成27年3月31日に改訂）に従い、市内給水栓水における残留塩素濃度を管理している。当局で残留塩素濃度指標として導入しているOPI-Cl₂（Osaka Performance Index for residual chlorine：式〔1〕）を用いて、平成30年度における各配水系統（柴島下系、柴島上系、庭窪系〔巽・大淀〕及び豊野系）の残留塩素濃度を評価した。

$$\text{OPI-Cl}_2(\%) = \frac{\text{水質TMIにおける残留塩素の日平均濃度が0.1~0.4mg/Lの日数}}{\text{水質TM稼働日数}} \times 100 \quad \dots\dots\dots [1]$$

2. 評価項目

平成30年度における水質TM残留塩素濃度測定値より、以下に示す項目1～4について評価した。

- 評価項目1：各水質TMにおける月別及び通年のOPI-Cl₂達成率
- 評価項目2：浄水場における残留塩素濃度管理の評価
- 評価項目3：計器室指示値における残留塩素濃度の精度の評価
- 評価項目4：残留塩素濃度シミュレーションプログラムの評価

3. 結果

3. 1 評価項目1：各水質TMにおける月別及び通年のOPI-Cl₂達成率

表-1に平成30年度における各水質TM局の月別OPI-Cl₂(%)（OPI-Cl₂が50%以下の時は灰色）を示した。全系統のOPI-Cl₂(%)は82.6%に上昇した（前年度：77.9%）。

表-1 平成30年度における各水質TM局のOPI-Cl₂(%)の推移

	柴島下系							柴島上系					豊野（城東）系			
	中島	大開	新高	野里	春日出北	舞洲	農人橋	小松	都島本通	大宮	鶴見	大道	大今里西	敷津東	放出西	
達成日数	346	359	235	177	55	337	285	346	316	293	293	342	249	355	291	
稼働日数	359	365	365	365	55	365	365	365	365	364	365	365	363	365	365	
4月	100.0	100.0	96.7	86.7	100.0	86.7	100.0	96.7	76.7	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	
5月	100.0	100.0	93.5	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	96.8	96.8	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	
6月	100.0	100.0	100.0	96.7	***	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	86.7	100.0	100.0	
7月	100.0	100.0	16.1	3.2	***	87.1	93.5	100.0	93.5	87.1	71.0	87.1	38.7	96.8	64.5	
8月	100.0	100.0	0.0	0.0	***	87.1	12.9	90.3	48.4	22.6	0.0	61.3	0.0	90.3	22.6	
9月	83.3	80.0	50.0	0.0	***	76.7	10.0	83.3	43.3	16.7	30.0	96.7	0.0	80.0	23.3	
10月	96.8	100.0	29.0	6.5	***	90.3	22.6	100.0	87.1	87.1	67.7	100.0	6.5	100.0	51.6	
11月	96.7	100.0	96.7	76.7	***	93.3	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	96.7	100.0	100.0	
12月	100.0	100.0	90.3	54.8	***	96.8	100.0	96.8	96.8	83.9	96.8	100.0	100.0	100.0	96.8	
1月	93.5	100.0	19.4	3.2	***	90.3	100.0	93.5	100.0	93.5	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	
2月	85.7	100.0	85.7	57.1	***	100.0	100.0	75.0	96.4	78.6	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	
3月	100.0	100.0	100.0	100.0	***	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	
通年	96.4	98.4	64.4	48.5	100.0	92.3	78.1	94.8	86.6	80.5	80.3	93.7	68.6	97.3	79.7	

	庭窪（巽）系						庭窪（大淀）系						
	南港中	墨江	南田辺	瓜破東	勝山南	平野西	北加賀屋	築港	南堀江	南恩加島	梅南	九条南	晴明通
達成日数	242	327	294	264	300	314	310	349	267	336	271	287	339
稼働日数	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	364
4月	83.3	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
5月	87.1	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
6月	83.3	100.0	100.0	93.3	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
7月	16.1	74.2	41.9	19.4	48.4	45.2	77.4	100.0	19.4	90.3	22.6	45.2	93.5
8月	0.0	100.0	58.1	6.5	32.3	25.8	67.7	90.3	0.0	93.5	3.2	38.7	80.6
9月	0.0	33.3	0.0	0.0	13.3	63.3	16.7	56.7	0.0	26.7	0.0	0.0	87.1
10月	38.7	67.7	71.0	51.6	93.5	100.0	58.1	100.0	67.7	93.5	67.7	61.3	87.1
11月	93.3	100.0	96.7	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	87.1
12月	96.8	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	93.5	100.0	100.0	100.0	87.1
1月	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
2月	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
3月	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
通年	66.3	89.6	80.5	72.3	82.2	86.0	84.9	95.6	73.2	92.1	74.2	78.6	93.1

※春日出北局は近隣の操作弁故障に伴う長期断水のため、6月以降休止

3. 2 評価項目2：浄水場における残留塩素濃度管理の評価

各浄水場出口の残留塩素計指示値の1日平均値（以下：計器室）と残留塩素濃度制御目標値（以下：目標値）の濃度差（以下：目標誤差）を式〔2〕にて算出し、その度数分布を図-1に、目標誤差の年間平均値と標準偏差、及び目標誤差が±0.05mg/Lの濃度範囲に占める割合を表-2に示した。

$$\text{目標誤差 (mg/L)} = \text{計器室 (mg/L)} - \text{目標値 (mg/L)} \quad \dots\dots [2]$$

平成30年度は柴島下系及び上系、庭窪系、豊野系の全てにおいて、目標誤差が±0.05mg/Lの範囲内に占める割合が95%以上であり、年間を通じて浄水場出口における残留塩素濃度は目標値付近で良好に制御されていた。

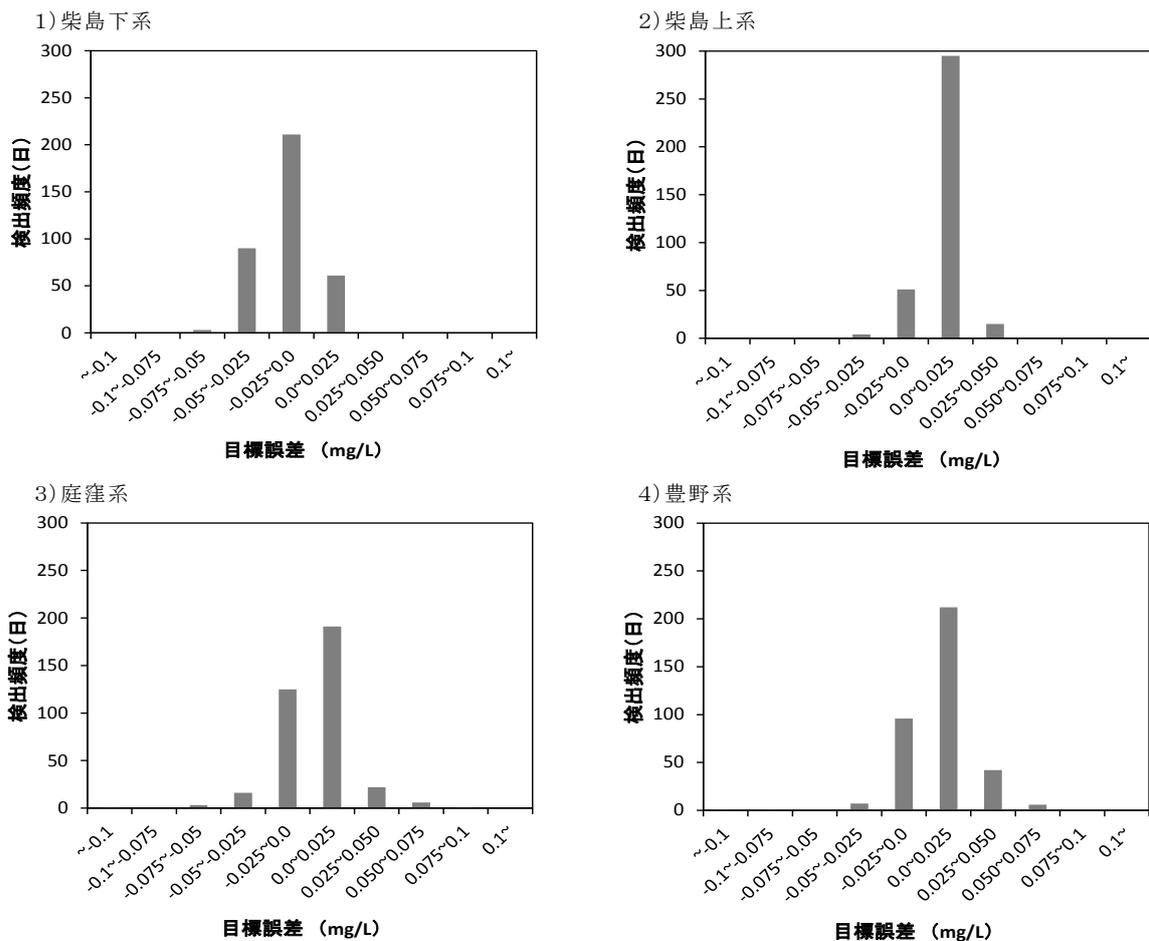


図-1 各配水系統における目標誤差の分布

表-2 各配水系統における目標誤差の年間平均値、標準偏差及び±0.05mg/Lの範囲内に含まれる割合

	平成29年度				平成30年度			
	柴島下系	柴島上系	庭窪系	豊野系	柴島下系	柴島上系	庭窪系	豊野系
平均値(mg/L)	-0.01	0.01	0.00	0.00	-0.02	0.01	0.00	0.00
標準偏差	0.02	0.03	0.01	0.02	0.01	0.01	0.02	0.02
-0.05~0.05の乖離の範囲内の日数が年間に占める割合	95.3%	96.4%	99.5%	99.5%	99.2%	100.0%	96.7%	97.8%

3. 3 評価項目3：計器室指示値における残留塩素濃度の精度の評価

各配水系統について、毎日水質試験所の分光光度計で行っている残留塩素測定結果（以下：水質）と各浄水場出口における残留塩素計の9時から10時までの指示値の平均値（以下：計器室）との差（以下：測定誤差）を式[3]にて算出し、その度数分布を図-2に、年間平均値、標準偏差、及び測定誤差が±0.05mg/Lの濃度範囲に占める割合を表-3に示した。

$$\text{測定誤差 (mg/L)} = \text{水質 (mg/L)} - \text{計器室 (mg/L)} \quad \dots\dots [3]$$

平成30年度は測定誤差が±0.05mg/Lの範囲内に含まれる割合が全系統において95%以上であり、水質試験所の測定値と大きな違いはなかった。

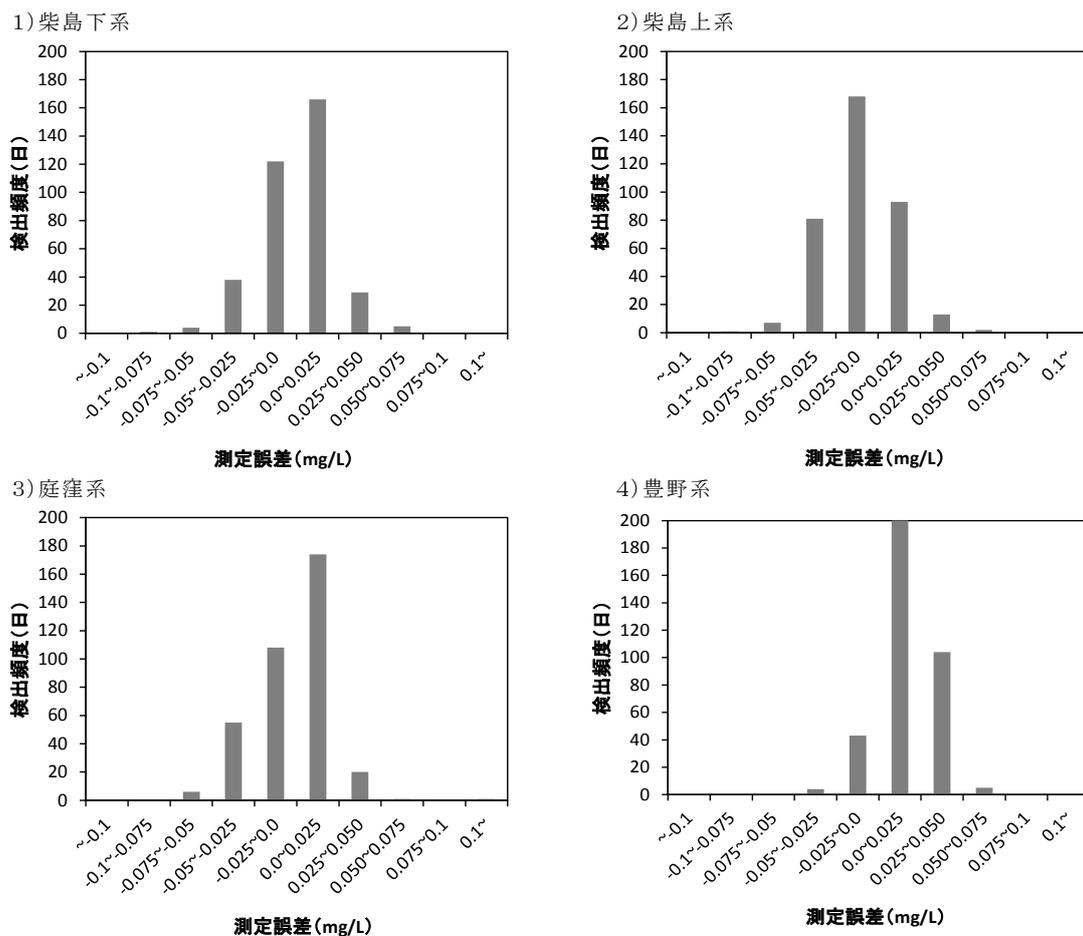


図-2 各配水系統における測定誤差の分布

表-3 各系統における測定誤差の年間平均値

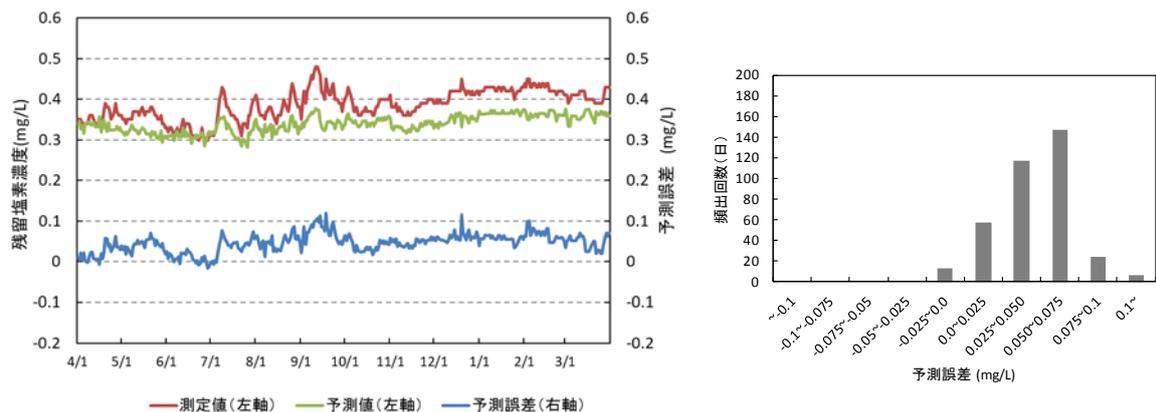
	平成29年度				平成30年度			
	柴島下系	柴島上系	庭窪系	豊野系	柴島下系	柴島上系	庭窪系	豊野系
平均値(mg/L)	-0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	-0.01	0.00	0.02
標準偏差	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
-0.05～0.05の乖離の範囲内の日数が年間に占める割合(%)	98.1%	96.2%	94.8%	96.7%	97.3%	97.3%	97.8%	98.6%

3. 4 評価項目4：残留塩素濃度シミュレーションプログラムの評価

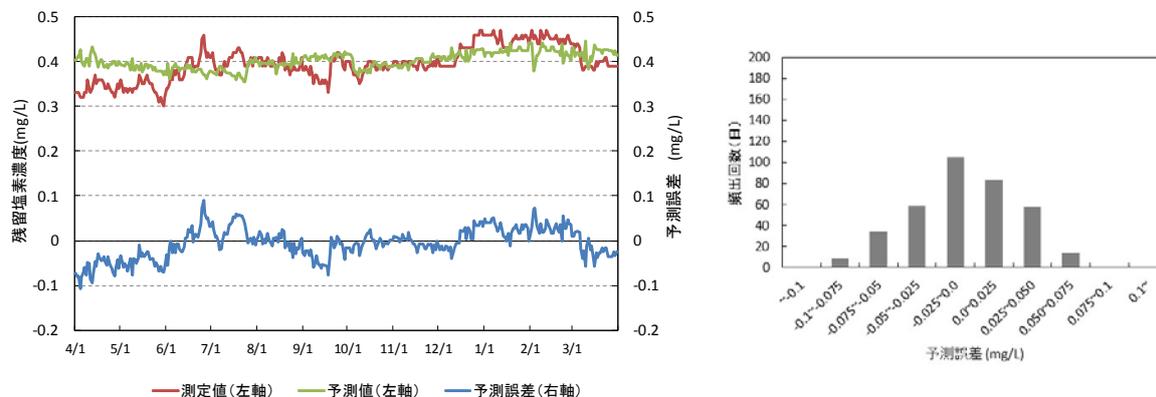
各配水系統のTMで測定された残留塩素実測値と残留塩素シミュレーションプログラムにより算出した予測値及び式[4]から求めた予測誤差の年間推移と分布図を図-3に示した。また通年における予測誤差の平均値、標準偏差、及び予測誤差が±0.1mg/Lの濃度範囲に占める割合を表-4に示した。

なお、残留塩素シミュレーションプログラムで使用する水温は各基準TMの1日平均値を使用し、初期濃度は浄水場出口の残留塩素濃度を監視している計器の1日平均値（計器室）を用い、流達時間は最新のデータを使用した。

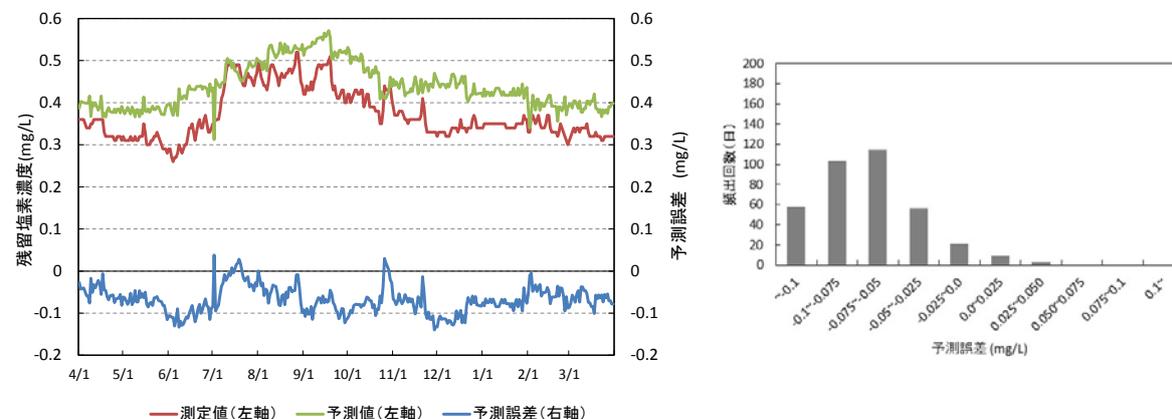
$$\text{予測誤差 (mg/L)} = \text{測定値 (mg/L)} - \text{予測値 (mg/L)} \cdots \cdots [4]$$



1) 柴島下系（基準TM：大開局、流達時間：15時間）

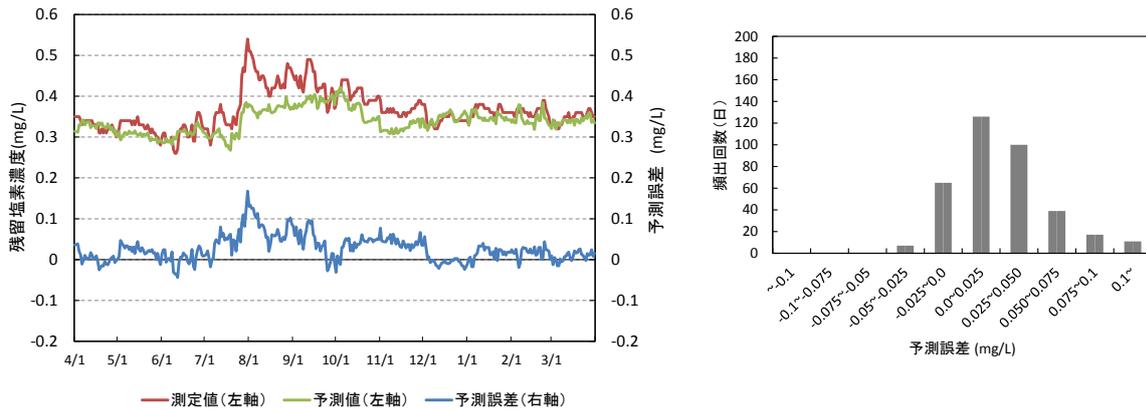


2) 柴島上系（基準TM：小松局、流達時間：8時間）



3) 庭窪系（基準TM：平野西局、流達時間：10時間）

図-3 各配水系統における水質TMの予測値と実測値との濃度差の推移と分布



4) 豊野系 (基準 TM : 大道局、流達時間 : 20 時間)

図-3 各配水系統における水質 TM の予測値と実測値との濃度差の推移と分布 (つづき)

表-4 各配水系統における水質 TM の予測誤差の年間平均値

	平成30年度			
	柴島下系	柴島上系	庭窪系	豊野系
平均値(mg/L)	0.05	-0.01	-0.07	0.03
標準偏差	0.02	0.03	0.03	0.03
-0.1~0.1の乖離の範囲内の 日数が年間に占める割合(%)	98.1%	99.7%	84.1%	97.0%

4. まとめ

4. 1 柴島系

- ・柴島下系全体のOPI-Cl₂(%)は80.5%とほぼ横ばいであった(前年度:82.1%)。
- ・野里局と新高局のOPI-Cl₂(%)は、通年で48.5%と64.4%であり、他4局については90%以上であった。野里局と新高局は柴島浄水場出口から比較的近い位置にあり、柴島浄水場下系出口の目標値を最大で0.56mg/Lまで設定したためOPI-Cl₂(%)が低下したものと考えられた。
- ・柴島上系全体のOPI-Cl₂(%)は84.0%に上昇した(前年度:70.6%)。
- ・8月から10月にかけて小松局以外の局でOPI-Cl₂(%)が低下した。
- ・柴島系の目標誤差が±0.05mg/Lの範囲内に占める割合は、両系統ともに95%以上であり浄水場出口における残留塩素濃度は目標値付近で良好に制御されていた。

4. 2 庭窪系

- ・庭窪[巽]系全体のOPI-Cl₂(%)は79.5%に上昇した(前年度:71.6%)。
- ・庭窪[大淀]系全体のOPI-Cl₂(%)は84.5%に上昇した(前年度:79.0%)。
- ・庭窪[巽]系・庭窪[大淀]系のOPI-Cl₂(%)は7月から10月にかけて悪化が顕著であり、この時期は庭窪浄水場の残留塩素制御目標値を0.58mg/Lから0.73mg/Lまで段階的に変更した時期と一致する。その後、水温の低下とともに残留塩素制御目標値を下げていくと達成率は向上した。
- ・庭窪系の目標誤差が±0.05mg/Lの範囲内に占める割合は96.7%であり、浄水場出口における残留塩素濃度は目標値付近で良好に制御されていた。

4. 3 豊野系

- ・豊野系全体のOPI-Cl₂(%)は84.8%に低下した(前年度:87.3%)。
- ・大今里西局のOPI-Cl₂(%)は城東配水場出口から比較的近い位置にあるため、7月から10月にかけて悪化した。
- ・豊野系の目標誤差が±0.05mg/Lの範囲内に占める割合は97.8%であり、浄水場出口における残留塩素濃度は目標値付近で良好に制御されていた。

4. 4 残留塩素濃度シミュレーションプログラム

今後のブロック化の進捗や配水量の減少などで、各水質 TM までの流達時間が変更される可能性があるため、予測値と実測値の差を監視して、必要に応じて配水課に管網計算による流達時間の再計算を依頼し、シミュレーションプログラムを適宜修正する必要がある。

また、危機対応力向上の観点から、配水池における貯水量の見直しも検討されていることより、必要に応じて滞留時間の変更も必要となる。

5. さいごに

当局は平成 18 年度に残留塩素管理マニュアルを策定し、平成 26 年度に改訂を加え、同マニュアルを基に市内給水栓における残留塩素管理を行ってきた。また、平成 28 年度には ISO22000 の枠組みとして残留塩素管理規程を策定し、同規程のマニュアルとして再整備を行った。この間、各評価項目において各測定値の誤差を評価してきたが、近年は±0.05mg/L の濃度範囲に概ね収まるようになった。これは、水質試験所での取り組みに加え、柴島・庭窪・豊野の各浄水場及び施設保全センター、東部・西部・南部・北部の各水道センターとの間で残留塩素濃度計のクロスチェックを確実にかつ継続的に取り組んできたことで実現されたと考えられた。今後も、この取り組みを続けることで高度な残留塩素管理を実現していく。

(担当：小川)