

韓国大邱(テグ)市の水道と下水道～第7回世界水フォーラムテクニカルツアーに参加して～

1 大邱(テグ)市の水道

1.1 概要

大邱(テグ)市は、韓国南部に位置し、面積 885.70 km²、人口約 250 万人の韓国第4の都市である。その水道は、1918年に 2,800m³/日の旧嘉昌(カチャン)浄水場で給水を開始して以来、図-1 及び表-1 に示したような現在の状況に至っている。



図-1 大邱(テグ)市水道の給水区域と浄水場

表-1 大邱(テグ)市水道

概要(2013 年)	給水人口 252.5 万人、普及率 99.9%、使用量 304 L/人/日 日最大給水量 106.0 万 m ³ /日、日平均給水量 90.9 万 m ³ /日
水源	割合：洛東江(ナクトンガン) - 73%、雲門(ウンムン)ダム - 21%、嘉昌(カチャン)ダムと公山(コンサン)ダム - 6% 水源施設：嘉昌(カチャン)ダム - 流域面積 43km ² 、有効貯水量 890 万 m ³ 公山(コンサン)ダム - 流域面積 60.3 km ² 、有効貯水量 450 万 m ³
浄水場	梅谷(メグク)浄水場：洛東江(ナクトンガン)より取水、施設能力 80 万 m ³ /日、高度浄水処理(オゾン処理、粒状活性炭ろ過) 汶山(ムンサン)浄水場：洛東江(ナクトンガン)より取水、施設能力 20 万 m ³ /日、高度浄水処理(オゾン処理、粒状活性炭ろ過) 高山(コサン)浄水場：雲門(ウンムン)ダムが水源、施設能力 35 万 m ³ /日、急速ろ過処理 嘉昌(カチャン)浄水場：嘉昌(カチャン)ダムが水源、施設能力 5 万 m ³ /日、急速ろ過処理 公山(コンサン)浄水場：公山(コンサン)ダムが水源、施設能力 4 万 m ³ /日、膜ろ過処理浄水場に改造のため休止中 竹谷(ジュッコク)浄水場：洛東江(ナクトンガン)より取水、施設能力 20 万 m ³ /日、工業用水用
配水池	51 ヶ所、総容量 46.2 万 m ³ 、平均貯留時間 10.3 時間、加圧ポンプ施設 94
配水管延長	7660Km
水道料金	一般居住用(1 ヶ月) 1won は約 0.11 円 口径 13mm 基本料金 1310won 従量料金 460won/m ³ 口径 20mm 基本料金 1790won 従量料金 460won/m ³ 下水道料金(一般居住用、1 ヶ月) 従量料金 300won/m ³

1.2 汶山(ムンサン)浄水場

大邱(テグ)市の最新浄水場である汶山(ムンサン)浄水場を訪問した。2000 年より建設を開始し、2009 年に取水及び浄水施設が完成し、2013 年からは前オゾン処理施設が完成している。浄水場の施設能力は 20 万 m³/日であるが、一日平均給水量 11.3 m³/日を約 10 万戸、28 万人に給水している。

(1) 水源の状況

水源である洛東江(ナクトンガン)は、流域面積 23,384 km²、長さ 525 km で、朝鮮半島を南流する韓国最大の河川である。最上流部に、アントン(安東)ダム(総貯水量 12.48 億 m³)と臨河(イマ)ダム(総貯水量 5.95 億 m³)という多目的大ダムがある。また、流域からの家庭排水・農業排水による

水質汚濁があり、1999 年から「洛東江(ナクトンガン)水系水管理総合対策」による体系的な流域管理が図られている。大邱(テグ)市水道の取水口上流には韓国有数の工業都市亀尾(クミ)市があり、かつて繊維工業によるダイオキシン汚染を経験している。また 1991 年には電子工場からのフェノール流出事故、1994 年には有機溶剤による汚染、2008 年には化学工場火災によるフェノール流出事故があり、供給停止に追い込まれている。このため、1991 年から、取水口上流地点に濁度、全有機炭素、微量有機化学物質（有機溶剤を含む）が測定できる自動連続監視網が整備され、リアルタイムで Web 閲覧できるようにされている。

(2) 浄水処理

水源の状況に対応するために、通常の急速ろ過法に加えて、前オゾン処理、後オゾン処理及び粒状活性炭を加えた高度浄水処理を行っている。各処理工程（図-2）及び訪問時（2015 年 4 月 16 日）の運転状況（下線）は以下の通りである。

- ①原水水質：水温 13.7℃、濁度 3.7NTU、pH7.67、アルカリ度 52.5mg/L
- ②前オゾン注入：水源ダム湖で繁殖する藻類に起因するかび臭、消毒副生成物の原料有機物の低減化、クリプトスポリジウムの不活性化を目的としている。注入率 1.2ppm
- ③前塩素注入：主にアンモニア処理を目的としている。注入率 3.8ppm
- ④着水井：水質事故など緊急時に備えて、粉末活性炭注入施設がある。
- ⑤凝集剤注入室：凝集剤としてポリ塩化アルミニウムを使用し、注入率は、原水水質を自動計測して計算している。注入率 13.6ppm
- ⑥フロック形成池／沈澱池：機械攪拌によるフロック形成池及び横流式沈澱池。6 池。沈澱水濁度の管理目標値 1.0NTU で年平均 0.33NTU。訪問時 0.21NTU
- ⑦砂ろ過池：屋内設置のグリーンリーフフィルター。12 池。アンスラサイト (50cm) 及び砂 (25cm) の複層ろ過で、ろ過速度 159m/日。72 時間で逆流洗浄。ろ過水濁度の管理目標値 1.0NTU で年平均 0.06NTU。訪問時 0.05NTU
- ⑧後オゾン注入：接触時間 7～10 分。有機物を生物分解性に変換する。注入率 0.22ppm
- ⑨粒状活性炭ろ過：10 池。生物活性炭による有機物の吸着と生物分解。72 時間で逆流洗浄、3 年で再生炭に交換。
- ⑩後塩素注入：消毒のための塩素注入。注入率 0.90ppm
- ⑪配水：管理目標値(水質基準値)-年平均値-訪問時。濁度(度)；0.1 以下(0.5 以下)-0.06-0.05、残留塩素(mg/L)；0.5-1.0 (4 以下)-0.65-0.58、トリハロメタン(mg/L)；0.1 (0.1 以下)-0.028。

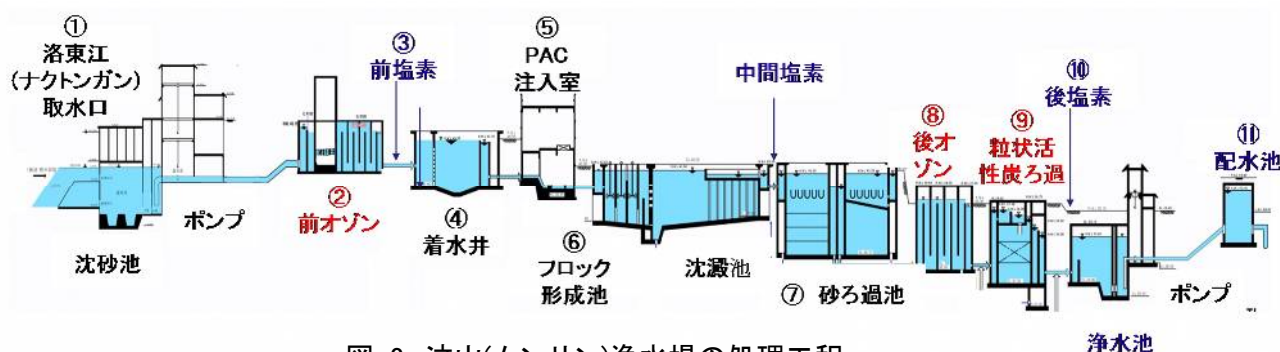


図-2 汝山(ムンサン)浄水場の処理工程

①洛東江(ナクトンガン)取水口



②前オゾン



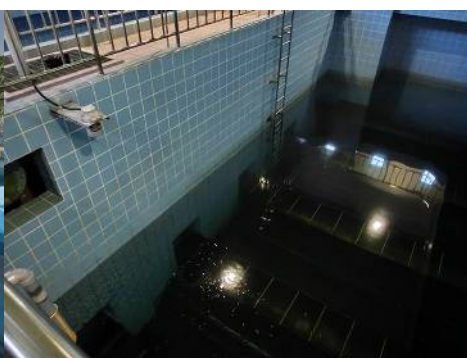
⑤PAC 注入機



⑥沈澱池



⑦砂ろ過池



中央管理室



(2) 運転管理

汶山(ムンサン)浄水場では、所長以下、総務(12名)、浄水管理(5名)、機械・電気設備管理(20名)、水質管理(8名)の各担当で管理されている。各処理工程は、中央管理室からの遠隔監視制御により運転されている。水質管理は、各処理工程に設置された、濁度計や残留塩素計などの連続自動水質計の他、水質試験室が併設されて、原水から配水に至る各工程の毎日試験、毎週試験を実施している。

1.3 水質規制

韓国では、水道法により59項目の水質基準(病原微生物4、無機物質11、農薬5、消毒副生成物11、有機物質12、基礎的性状項目16)が定められ、加えて、浄水処理基準として3項目(ウイルス、ジアルジア、クリプトスポリジウム)の除去率が定められている。残留塩素については、給水栓において遊離残留塩素0.1mg/L(結合残留塩素の場合0.4mg/L)以上の保持が規定され、水質基準として4mg/L以下も定められている。これらに加えて、規制ではないが27項目の水道水質監視項目が設定されている。水質検査の頻度として、浄水場で、毎日6項目、毎週8項目、毎月52項目、3月毎7項目の検査、給水栓水で毎月5項目の検査が求められている。また、水源の種類に応じて、原水の監視頻度も定められている。

大邱(テグ)水道では、水質試験所で、これらの規制項目を含め175項目の検査を実施し、水道水の安全性を確認している。

2 大邱(テグ)市の下水道

2.1 概要

市内を7つの処理区に分け、7つの下水処理場で処理し、このうち4つの下水処理場が汚泥処理場を併設している(図-3及び表-2)。下水処理場は、2000年に大邱(テグ)市が全額出資して設立した大邱(テグ)環境公団が管理している。公団は、下水処理場の他、し尿処理施設、ゴミ焼却場、食品廃棄物処理施設なども管理・運営している。

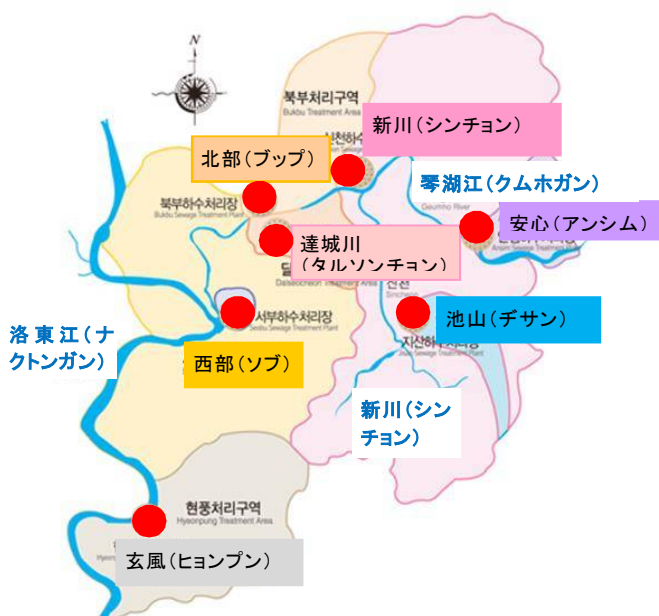


図-3 大邱(テグ)市の下水処理区と下水処理場(●)

表-2 大邱(テグ)市下水道

概要(2014年)	処理面積 138Km ² 、下水処理場処理能力 187.4 万 m ³ /日 日平均処理量 133.1 万 m ³ /日
下水処理場	北部(ブップ)処理場: 処理能力 17 万 m³/日、処理区面積 12.81 Km²、下水管 17.34 Km、放流先河川 琴湖江(クムホガン)右岸、汚泥処理場併設 達城川(タルソンチョン)処理場: 処理能力 40 万 m³/日、処理区面積 19.64 Km²、下水管 4.867 Km、放流先河川 琴湖江(クムホガン)左岸、汚泥処理場併設 西部(ソプ)処理場: 処理能力 52 万 m³/日、処理区面積 44.73 Km²、下水管 36.827 Km、放流先河川 琴湖江(クムホガン)左岸、汚泥処理場併設 玄風(ヒョンプン)処理場: 処理能力 2.3 万 m³/日、処理区面積 5.42 Km²、下水管 26.716 Km、放流先河川 洛東江(ナクトンガン)左岸 新川(シンチョン)処理場: 処理能力 68 万 m³/日、処理区面積 49.4 Km²、下水管 105.865 Km、放流先河川 琴湖江(クムホガン)右岸、汚泥処理場併設 安心(アンシム)処理場: 処理能力 4.7 万 m³/日、処理区面積 3.37 Km²、下水管 20.483 Km、放流先河川 琴湖江(クムホガン)右岸 池山(チサン)処理場: 処理能力 3.4m³/日、処理区面積 2.60 Km²、下水管 1.277 Km、放流先河川 新川(シンチョン)右岸

2.2 新川(シンチョン)下水処理場

大邱(テグ)市最大の新川(シンチョン)下水処理場を訪問した。1993年 35 万 m³/日、1998年 33 万 m³/日の施設が完成し、2002年より河川富栄養化対策として窒素・リン除去を行い、2012年からはリン除去施設を追加している。大邱(テグ)環境公団による管理は2002年より開始している。分流式ではあるが、初期雨水は処理施設に入れ処理しているとのことであった。

(1) 下水処理及び汚泥処理施設

下水処理の各工程の施設は、沈砂池→最初沈澱池→生物反応槽→最終沈澱池→リン処理施設で、処理能力は 68 万 m³/日である。2014年の処理量は約 50 万 m³/日であった。汚泥処理の施設は、濃縮槽→消化槽→脱水機で、処理能力は 165 トン/日である。2014年の処理量は 130 トン/日であった。

各処理工程は、中央管理室からの遠隔監視制御により運転されている。

また、最初沈澱池上部に 1335kW のソーラー発電施設を設置し、加えて汚泥処理の硝化ガス（メタンガス）を利用した 1350kW のガス発電施設を設置している。これらにより、新川(シンチョン)事業所のエネルギー自立率は約 30%になっている。なお、新川(シンチョン)事業所は、200 トン/日の食品廃棄物処理施設も併設している。

各施設の配置は、以下の通りである。

- ①沈砂池及びポンプ所、②最初沈澱池(滞留時間 3～4 時間)、③生物反応槽(滞留時間約 10 時間)、④最終沈澱池(滞留時間 4～5 時間)、⑤汚泥濃縮槽、⑥消化槽、⑦硝化ガスタンク、⑧リン処理施設(凝集剤添加ろ過)、⑨汚泥脱水施設、⑩管理棟、⑪食品廃棄物処理施設



⑩中央管理室



②最初沈澱池



③生物反応槽



④最終沈澱池



(2) 放流水水質

表3は2014年の各処理工程の平均水質で、良好な処理が行われ、放流水のBODも0.6mg/Lと低い。放流水は琴湖江(クムホガン)に放流されているが、このうち、10万m³/日は琴湖江(クムホガン)支流の新川(シンチョン)の維持用水として活用し、都心の親水空間を提供している。

図-4に示すように、新川(シンチョン)下水処理場の運転により、琴湖江(クムホガン)のBODが1988年の98.7mg/Lから現在の3~4 mg/Lと大きく改善されている。

表-3 新川(シンチョン)下水処理場の水質 (2014年、平均値)

区分	流量	BOD	COD	SS	T-N	T-P	大腸菌群
	m ³ /日	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	個/mL
流入水	504,313	235.1	99.6	245.3	36.7	5.055	142,180
最初沈殿池水	—	63	32.7	42.9	21.838	2.694	—
最終沈殿池水	—	2.3	7.6	5.2	10.424	1.236	—
放流水	485,417	0.6	5.8	1	9.432	0.125	280
放流水質基準		5	20	10	20	0.3	3,000

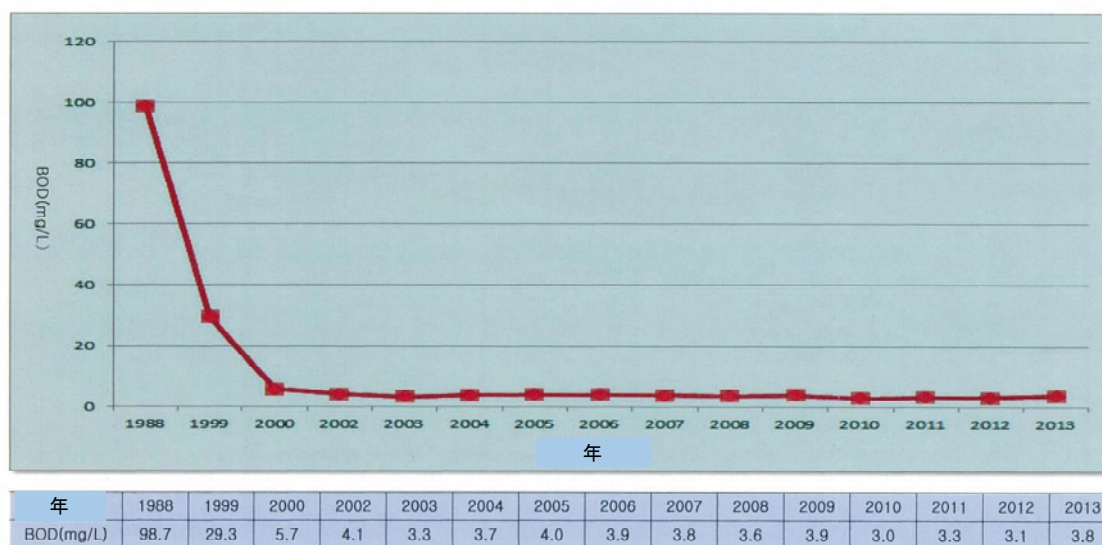


図-4 琴湖江(クムホガン)のBODの経年変化