

B-45 横浜市における長期環境計画の作成と評価

東京大学工学部都市工学科 ○武田智子 渡部春奈 北島正章
高橋仁 藤田誠 村上敬介 割田麻依香
片山浩之 佐藤弘泰 福土謙介

1. はじめに

上下水道、廃棄物管理の長期環境計画を作成するに当たっては、災害への対応性を再検討し、循環型・持続可能な社会形成を考慮する必要がある。そこでこの二点を重視して、横浜市の策定した現状計画に独自の変更を加えた、2035年までの上下水道、廃棄物管理の環境計画(比較シナリオ)を作成し、市の現状計画がそのまま実行される現状シナリオと、コスト、エネルギー、二酸化炭素排出の点で比較・評価した。比較シナリオとしては膜ろ過施設導入、水源林整備、中水・雨水利用施設導入、ごみ埋立跡地の公園化、生ごみ堆肥化の5つの案を作成した。

2. 環境計画の現状

2.1. 上水道・・・横浜市では日本初の近代水道として明治20年から給水を開始、現在は4箇所の浄水場が稼働中であるがいずれも老朽化が進んでおり、耐震化整備が急がれている。水源は主に相模湖水系、道志川水系で、相模湖水系において富栄養化が深刻化している。そのため、通常の急速ろ過処理に加え、活性炭処理や凝集剤の増加等に対応している。

2.2. 下水道・・・現在11の下水処理場があり、全ての施設で標準活性汚泥法が用いられている。うち6つでは高度処理が一部導入されている。排水方式は市域面積の約1/4が合流式で、残りは分流式である。歴史の古い海沿いの地域は合流式、ニュータウン的性格のあるその他は分流式が主流となっている。問題点としては、処理場の容量に余裕がないことが上げられ、現在も流入汚水の約4%が簡易処理のみで放流されている。

2.3. 廃棄物管理・・・「ヨコハマG30プラン」(2004年～)により、2010年までに2001年比で30%ごみを減量することを目標に、プラスチック包装の資源回収開始など、リサイクルに重視した減量対策が進められている。焼却場は6箇所あり、全箇所でごみ発電が行われ工場内部や公共施設に提供するほか、売電収入がある。最終処分場は2箇所あるが、内陸にある神明台処分場は1973年から異例の長期にわたる埋め立てが続いており、埋立終了予定は2010年である。

3. 比較シナリオ

3.1. 施策A—膜処理施設の導入—

(1) 目的

災害時において飲料水の確保は、応急給水拠点の整備によって十分だと考えられる。しかし、阪神大震災においてトイレ用水が不足して衛生状態が悪化する例もあるので、その他の生活排水(風呂、洗濯、洗面等)の確保も不可欠である。そこで主要な災害避難拠点に小規模処理施設を設置することとする。膜処理を採用したのは、自動運転が容易で良好な水質を得られ、施設面積が小さくてすむためである。また、建設費が従来の30～40%減、ランニングコストは50%減になる経済的メリットがある。

(2) 内容

膜処理施設を設置する主要な災害避難拠点とは、中学校区に一箇所の割合で定められている市内145箇所の地域医療救護拠点(小中学校)とする。膜処理施設は300m³/日規模のものをそれぞれ設置する。水源は近くの中小河川とし、河川から施設までの導水間の長さは平均1kmとする。従来の処理方法に比べ、ランニングコストが安いので、災害時以外も運転させ、トイレ用水やプール用水として利用することを想定する。

(3) 評価方法

膜処理施設導入による増加分と、既存の浄水場における負担軽減分を合計して、現状との差を求める。項目はコスト(イニシャルコスト：建設費を耐久年数で割る)、メンテナンスコスト)、エネルギー(電力)、CO₂排出

量の3つ。原単位にはそれぞれ表1を用いる。なお、膜処理施設の耐久年数は30年とする。

表1 施策Aの評価における原単位

A	膜処理施設での増加分	既存施設での減少分	合計
イニシャルコスト	1.01億円/基	—	△1.01億円/基
ランニングコスト	33円/m ³	86円/m ³	▼53円/m ³
エネルギー	1kWh/m ³	0.27kWh/m ³	△0.73kWh/m ³
CO ₂ 排出量	0.31kg-CO ₂ /m ³	0.28kg-CO ₂ /m ³	△0.03kg-CO ₂ /m ³

3.2. 施策B—相模湖水源林の保全—

(1) 目的

相模ダムにおける土砂流出を防ぎ、ひいては水質の悪化や、雨天時の下流域における水害を食い止めるために、ダム周辺の水源保全地域内の私有林を買い上げ・管理補助等して、適切な管理を行う。これにより、新たに植林を行うことから、CO₂を固定し温暖化を防止する効果が得られる。

(2) 内容

現状でも水源林の管理は行われているが、ここでは管理面積を現状の5564haから対象地域の70%にあたる28900haに増やし、管理を民間委託するケースを考える。

(3) 評価方法

維持管理費は26億円/年。また、水源林の適切管理により土砂流出が防がれ、現状シナリオにおける浚渫工事費や、新しいダムの建設費用などが節約されるとすると、現状シナリオと比較して+6億円/年となる。エネルギー面は原単位がないため省略。CO₂排出量面では約9万t-CO₂固定される。

3.3. 施策C—中水および雨水の利用—

(1) 目的

下水処理場の容量不足を解消し、また災害時でも各家庭や事業所でトイレ用水等を確保できるように、一戸建住宅で中水利用施設を、集合住宅・事業所で雨水利用施設を整備する。これによって、浄水量、汚水量ともに削減することができ、浄水場、下水処理場での運営費も節約できる。

(2) 内容

2035年までの導入率を40%とする。中水利用では一戸建住宅において洗面や洗濯、風呂の排水を、雨水利用では各集合住宅・事業所に雨水貯留タンクを設けて雨水を、トイレ用水として利用する。これらの設備によって一戸建住宅と集合住宅においては水使用量が20%、事業所では40%節水できるとする。貯水槽は、集合住宅は100戸ごとに、事業所には一箇所ごとに161m³(100人14日分の20%相当)の貯水槽を設ける。

(3) 評価方法

新施設導入による増加分(C-1)と、水使用量の減少による上下水道での負担減少分(C-2)を合計し、現状との差を算出する。この施策による節水量は2035年の計画給水人口370万(人)、一日一人当たりの生活用水量を0.28(m³/日)、業務用使用水量92987×10³(m³/年(2003年実績))とすると、全体の節水率は約10%となる。C-1の原単位は表2・表3に、C-2の原単位は表4に示す。施設の耐久年数は中水利用施設10年、雨水利用施設20年とした。なお、エネルギーは消費電力量を、CO₂排出量は電気生産に伴う排出量を考慮する。

表2 新施設導入による増加分(C-1)に関する原単位

C-1	中水利用施設	雨水利用施設
イニシャルコスト	55000円/基	14,022V+3706.9千円/基 *1
ランニングコスト	0.5円/(基・日)	80×365×Q円/(基・年) *2
エネルギー	0.05kWh/(基・日)	—
CO ₂ 排出量	3.124kg-CO ₂ /m ³	0.378kg-CO ₂ /m ³

*1:貯水槽容量(161m³) *2:供給水量(11.5m³/(日・基))

表3 各施設数と供給水量

	施設数	供給水量(m ³ /日)
一戸建住宅	595600	76713
集合住宅	532	6115
事業所	3546	40761

表4 上下水道での負担減少分(C-2)に関する原単位

C-2	上水道	下水道
イニシャルコスト	—	—
ランニングコスト	86円/m ³	6200万円/年
エネルギー	0.27kWh/m ³	6.2×10 ⁵ kWh/年
CO ₂ 排出量	0.28kg-CO ₂ /m ³	—

3.4. 施策D—埋立跡地の公園利用—

(1) 目的

長期間の使用による環境影響が懸念されている神明台処分場を総合公園として再生する。これによって災害時の避難拠点の確保や植林によるCO₂固定効果などが得られる。

(2) 内容

神明台処分場(面積約53ha)に約15haの公園を作る。公園内にはトイレ3箇所、スポーツ施設(体育館、サッカー場、テニスコート)を整備する。残りの土地は緊急時の廃棄物一時保管所や仮設住宅建設地として、敷地造成工など簡単な整備のみ行っておく。

(3) 評価方法

コストは実際の施工例から公園整備に約 10 億円/ha (柏市実績)、トイレ 3 億円/箇所、体育館 30 億円/0.4ha、サッカー場 4000 万円/2 つ、テニスコート 7000 万円/8 面とする。公園以外の土地の整備に約 3.6 億円/ha かかるので、合計すると 290 億円となる。なお、減価償却 50 年とする。エネルギーは、実際は維持管理における消費があると思われるが、ほぼ 0 とみなす。植林による CO₂ 固定量の原単位は 8t-CO₂/ha とする。

3.5. 施策 E-1 生ごみ資源化事業

(1) 目的

生ごみの最終処分量を減らして堆肥化により農地還元するとともに、災害時に焼却場が稼働しなくても生ごみを至急処理できる設備を、防災拠点となる小学校に整備することを目的とする。

(2) 内容

表 5 施策 E-1 の評価における原単位

1) 給食残渣飼料化事業を行っている 197 校とすでに業務用生ごみ処理機を設置している 66 校を除く、残り 91 校に業務用生ごみ処理機 (50kg/日、200 日運

E-1	生ごみ処理機での増加分	既存施設での減少分	合計
イニシャルコスト	300 万円/基	—	△300 万円/基
ランニングコスト	28800 円/ごみ-t	28729 円/ごみ-t	△71 円/ごみ-t
エネルギー	221.3kWh/ごみ-t	116.9kWh/ごみ-t	△104.4kWh/ごみ-t
CO ₂ 排出量	777.3kg-CO ₂ /ごみ-t	854.3kg-CO ₂ /ごみ-t	▼77kg-CO ₂ /ごみ-t

転)を導入、普段は給食の残飯などを処分する。(施策 E-1)

表 6 施策 E-2 の評価における原単位

2) 耕地面積から堆肥の需要量を計算し、それに見合った量になるよう、一部の地域 (都筑区、緑区、青葉区の 3 区) で生ごみの分別回収し専用施設 (20t/日規模のものを 8 箇所建設) で堆肥化し、地域の農地に還元する。(施策 E-2)

E-2	堆肥化施設での増加分	既存施設での減少分	合計
イニシャルコスト	13 億円/基	—	△13 億円/基
ランニングコスト	10950 万円/(基・年)	15121 円/t × 7300t/(基・年)	▼883300 円/(基・年)
堆肥売り上げ	▼2190 万円/(基・年)		
エネルギー	196.9kWh/ごみ-t	116.9kWh/ごみ-t	△80kWh/ごみ-t
CO ₂ 排出量	311.7kg-CO ₂ /ごみ-t	854.3kg-CO ₂ /ごみ-t	▼542.6kg-CO ₂ /ごみ-t

(3) 評価方法

生ごみ処理機、コンポスト化施設における増加分から、通常処理量が減ったことによる減少分を引く。原単位は表 5・表 6 の通り。

4. 総合評価

全ての施策の評価をまとめると表 7 になる。ランニングコストは現状に比べて削減されたが、イニシャルコストとまとめると約 33 億円となった。エネルギー面で見ると、膜処理や堆肥化施設で電力を使うため、金額にして 8855 万円の負担増になっている。しかし、CO₂ 排出面では、施策 A・C を除くすべての施策でマイナスとなっており、温暖化対策面で優れたシナリオとなる結果になった。また全体的に、水源林の整備、水の循環利用、最終処分量の削減などから、自然環境保全の面でも効果を挙げるとも思われる。

表 7 現状シナリオに対する比較シナリオの総合評価

*エネルギーは 10 円/kWh、CO₂は排出権取引単位より 4560 円/t で金額換算した。(単位)

番号	シナリオ内容	区分	コスト		コスト合計	エネルギー		CO ₂	
			initial cost	running cost		使用	金額換算	排出	金額換算
A	膜処理プラント導入	上水	48817	▲ 84151	▲ 35334	11590575	11591	476	217
B	水源水質改善	上水	0	60000	60000	0	0	▲ 90357	▲ 41190
C-1	中水・雨水利用	設備	449198	147812	597010	10869700	10870	93941	42824
C-2	中水・雨水利用	上下水	0	▲ 393246	▲ 393246	▲ 18379785	▲ 18380	▲ 12631	▲ 5758
D	神明台処分場を公園に	廃棄物	58000	4455	62455	0	0	▲ 360	▲ 164
E-1	生ごみ資源化事業(小学校)	廃棄物	4200	7	4207	102312	102	▲ 75	▲ 34
E-2	生ごみ資源化事業(3区)	廃棄物	52000	▲ 18227	33773	4672000	4672	▲ 31688	▲ 14445
	合計		612214	▲ 283350	328865	8854802	8855	▲ 40694	▲ 18551

5. 終わりに

中水・雨水利用施設のイニシャルコストが大幅な赤字原因となったが、この施策の負担は本来なら各利用者が追うべきものであり、純粋に行政の負担だけを考えると、これらを 0 円とする、または補助金という形で一部負担にすることも考えられる。今回の評価により、防災対策や循環型社会を重視する場合(特に水の循環利用を進める場合)、初期投資に金銭的には大きな負担がかかることが分かった。

6. 参考文献

横浜市役所 HP、横浜市環境計画各種、神奈川県 HP、八都県市リサイクルスクエア HP など