

下水道ネットワークシステムの費用便益分析

仲 上 健 一

1. 循環型社会における水資源環境システム

水資源環境と社会とのかかわりは多様であり複雑である。水資源環境の危機的現象である、洪水被害、渇水被害、水質汚染被害に対して従来型の公共事業が中軸として実施されている。対策事業採択の基本的な考え方としては、今日の社会経済システムが維持されるという限定的範囲の視点から事業の適応可能性・社会的受容性が判断される。たとえば、第8次治水事業五箇年計画（1992年度～1996年度）では、総投資額を17兆5千億円とし、主要課題として、①安全な社会基盤の形成、②水と緑豊かな生活環境の創造、③超過洪水、異常渇水に備える危機管理施策が設定された。安全な社会基盤の形成では治水施設の整備が中心的事業であり、水環境創造では、水資源開発施設の整備・水辺空間の整備・水質の改善、危機管理施策では、堤防の整備・渇水容量の確保である。ここに見られる事業は、問題発見・対応型問題解決の政策フレームであり、その実現のための整備手法的な方法である。公共事業の根本的あり方が問われる今日の状況のなかで、これまでの20世紀的整備手法は、21世紀の建設技術の視点として『「つくる側の技術」から「つかう側の技術」へ』と思考の転換が志向されつつある。すなわち、「つかう側の技術」のコンセプトとして、「自然との共生」、「安全への備え」、「参加型の社会」、「豊かな生活」、「福祉社会の実現」、「情報化社会」、「低コストの社会」、「世界への貢献」が視点として示されている²⁾。この「つかう側の技術」が豊かな社会経済システム構築の論理であるならば、「つくる側の技術」がプロジェクト推進の論理であろう。環境基本法（1993年11月19日法律第92号）で規定された環境基本計画（1994年12月16日）における環境政策の基本方針である「循環を基調とする経済社会の実現」のための方策としても、この「つかう側の技術」の構築が必要となる。水資源計画を事例にとれば、次のような指摘ができる。中長期的な総合的渇水対策として、1、水利用の合理化、2、水意識の高揚、3、安定した水資源の確保がある。これらの渇水対策の実施施策が担当官庁や担当部局により毎年実施されてきた³⁾。しかしながら、1994年度に全国的規模で発生した渇水（平成6年列島渇水）においては、このような施策にもかかわらず社会経済システムに大きな影響を与えた。渇水影響（取水制限、自主節水、減圧給水、時間給水等）を受けた国民は1,583万人に達し都市生活の脆弱性が露呈した⁴⁾。21世紀において循環型社会を標榜し、かつ「つかう側の技術」をめざすにもかかわらず、都市において、渇水被害、洪水被害が構造的に発生している現実は何を意味しているのだろうか。さらには多くの自然災害に対してなんら有効な施策が見られないのが現状

である。すなわち、循環型社会の具体的プランの創出ができないかぎり、実質的な解決はできないことを示している。今日の都市域を中心とした渇水被害の発生要因は、降雨を代表とする気象条件のみならず、流域の自然条件（水源域の地質・地形・植生・河川流況・湖沼水質等）や、都市条件（人口・産業・就業・消費構造等）との相互の関係に依存している。すなわち、古典的な意味合いでの「水供給能力と水需要とのアンバランス」から渇水被害が構造的に発生している。すなわち都市の発展は、経済発展や産業技術の進歩により規定され、水資源の確保が大きな制約条件ではない。現代の都市は渇水問題とは独立的に成り立っている。古来より都市の成立は、河川や湖沼等の水辺環境の豊かな土地から発達した。しかし、いまや多くの都市において、都市域固有の水資源の容量をはるかに超える人口や都市活動を抱える状況となっている。もはや、渇水被害の発生や、また渇水被害額の大小によって都市の成長パターンを制御できないのである。水資源開発事業の基本理念である、「生活水準の向上、経済社会の高度化に対応した渇水に対する水供給の安全度の向上」が現実的に実現できるような有効な対策事業が可能となるのであろうか。また、効果の少ない渇水被害解消のために膨大な対策事業費を投入して対応しなければならないのであろうか。社会経済システムの高度化・多様化によって発生した渇水問題に対する新たな疑問に対して、旧態以前の方式である「水供給の安全度の向上」だけでは、すでに世論形成の点でも限界がきているのである。すなわち、これらの疑問に答えることなしに、総合的渇水対策事業を実施することは、都市の人口増加を無担保に保証し結果として確実に現代の都市問題の矛盾を拡大するとともに、渇水対応策としても必ずしも有効とはいえない。そして、事業実施の収支として水道料金の高騰化となり、市民の生活に直接的に反映し水資源計画の孤立化（アイソレーション）の原因ともなりかねない。⁵⁾

社会問題複合体（Social Problematique：問題の本質を、多数の要素の性質と相互関係の中に存在すると考えるシステム分析の概念）として水資源環境問題をとらえることが必要である。すなわち、関連するインタレスト・グループが多数存在し、事業のライフタイムスパンが極めて長い水資源環境問題の解決においては、問題そのものが複雑であるとともに、長期的なものを短期的に決定すべきでないという判断が明確に導入されることが循環型社会の構築にとって必要である。

2. 公共事業の費用便益分析の方法と課題⁶⁾

費用便益分析とは、ある事業の実施に起因して生じる効果、すなわち経済的便益と事業の実施にかかる費用を算出し、その事業の実施の個別的経済評価のみならず社会的評価を含んだ経済的分析手法である。事業主体の採算性を中心とした経済的分析手法が財務分析であるのに対して、費用便益分析は経済社会の効率性の視点から見た経済分析である。費用便益分析の源流は、フランスの土木技師である J. Dupuit の「公共事業の効用の測定について」（1844年）に見ることができる。その後、理論化され、アメリカ合衆国の洪水調節法（1936年）において費用便益分析法が公共事業の採用基準として法文化されて、多くの公共事業に適用された。費用便益分析の手法上の問題は、①機会費用の無視、②第1次利益の過大視、③割引率の設定、④第2次利益の過大視、等多くの点が指摘された。さらに、プロジェクト評価の経済評価のみならず、1973年の WRC

(The US Water Resources Council) では公共事業の環境・社会評価の広がり背景としながら、便益として評価する項目に関して、次の4点を考慮すべき要素として設定した。すなわち、①国民経済発展、②地域経済発展、③環境質の向上、④社会福祉の向上である。WRCにより、創設されたガイドラインにしたがって、公式的なSWB (Social Well-Being) 指標をより完成するための作業が展開された。⁷⁾ WRCは、1983年には、これらの指標を集大成する方向で、評価の体系化をまとめるとともに、連邦政府による代替プランがつぎの4つの検討基準によって査定することを明確にした⁸⁾

完全性：計画された効果の実現を確実にするための必要な投資および活動の提供

有効性：特定の問題を軽減し、一方では特定の機会を実現する保障

効率性：国の環境保護と矛盾なく、特定の問題を軽減し、一方では特定の機会を実現するために最もコスト効果のあるプランの策定

受け入れ可能性：関連機関および住民からの容認および公共政策への適合性のあるプランの策定

水資源開発計画を計画どおりに推進するためには、水資源開発計画における水源地域と受益地域における様々なインタレスト・グループ間の利害対立を調整することが重要な課題である。水資源開発事業をめぐる水源地域の住民意識は、都市化・情報化の進展により、近年急激に変化してきており、上下流間の社会的緊張関係は1970年代に入って、一層厳しいものになっている。その解決の方法として、計画的技法（環境アセスメント）、制度的方法（水源地域対策基金等）が活用されている。⁹⁾ とくに、米国環境政策法（National Environmental Policy Act: NEPA）のもとでは、環境影響報告書（EIS）は、環境の質に関する評議会（CEQ）に提出され、一般に公表されている。とくに、CEQでは、「資源」という概念を広くとらえ、活動によって損失や破壊を余儀なくされた自然および文化資源をも含んでいる。¹⁰⁾ 水資源開発計画の理念は、このような背景のもとに、経済成長の目的を実現するための手段、すなわち、合目的的、効率第一主義から総合的、環境・社会配慮への重視へと転換していったのである。WRCの提起した4つの検討基準に水資源開発事業が適合するためには、水資源開発計画の計画対象圏域のみならず計画対象要素をも拡大するとともに、流域管理計画における経営理念を実現するための方策が必要となったのである。¹¹⁾ さらに公共事業においても表—1に示すような費用便益分析の標準化の検討がおこなわれている。

とくに、公共事業のなかでも道路事業における計測方法は、計測の理論化とともに豊富な経験を有するために精緻化されている。他の公共事業は今後さらに検討を必要とする課題を多く含んでいる。

表一 1 公共事業の費用便益分析の概要

事業名称 (事業主体)	概要および基本的考え方	計測方法の概要
道路事業 (建設省道路局)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 定量化の可能性、評価作業の容易性、データの制約を考慮。 ・ 事業費用と供用後30年間に生ずる便益の比による投資効果。 ・ 割引率は年率4%。 ・ $B/C \geq 1.5$ を投資効果あり 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 便益 = 時間短縮便益 + 走行便益 + 交通事故減少便益 ・ 時間短縮便益は時間を賃金率 ・ 走行便益は走行経費節減額 ・ 交通事故減少便益は人的・物的損害を保険統計をもとに推計
河川、ダム事業 (建設省河川局)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 「治水経済調査要綱」に基づく。 ・ 従来計測しない効果も評価する 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 流量規模別想定被害額より想定年被害軽減期待額を便益 ・ 流量規模別治水事業費 ・ 新たな投資効果 河川改修による土地利用高度化 河川環境整備による河川来訪者 水質浄化効果 濁水被害軽減効果
砂防事業および急傾斜地崩壊対策事業 (建設省河川局)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 人命保全効果を中心とする。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 人命想定被害額 = 保全人口数 × 人的生産価値の損失 ・ 国土保全想定額 = (過去の災害被害額 / 実績流出土砂量) × 計画対象土砂量
海岸事業 (建設省河川局)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 農林水産省、運輸省と共同でマニュアル策定。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 想定浸水・浸食区域内の地目別面積、人口と被害額原単位から被害総額を算定。被害発生確率から年平均便益額を求める。 ・ 年平均費用は総事業費に耐用年数、利子率、維持管理費率を考慮して算定する。

3. 下水道事業のライフサイクルコストとネットワーク化の推進¹²⁾

社会資本に対する世論調査等において、下水道は常に上位に挙げられている。この国民意識を背景として、下水道事業は社会資本整備の代表的事業として位置づけられてきた。下水道の意義は、生活環境の改善、浸水の防除、公共用水域の保全、水環境の創出等多岐にわたっている。下水道に対する期待は一貫して高いにもかかわらず、その普及状況は、1995年度末において、全国約3,200の市町村のうち約半数が下水道事業に未着手である。ここにおいて、大都市における下水道事業が有する課題と、人口5万人未満の小規模な市町村が直面している下水道事業の課題の違いが明確になりつつある。日本の下水道普及率(下水道処理人口/総人口)の進捗状況は1965年度の8%から、1975年度の23%、1985年度の36%、そして1994年度において51%と、着実に高まってきた。21世紀初頭における目標はおおむね90%と設定されている¹³⁾。21世紀を直前にして、未着手地域における下水道事業の推進の課題は存在し、その実現の結果としての90%の普及率達成という数量的目標達成と、大都市を中心に見られる既設下水道に対する維持・管理・更新という質的目標達成の課題の解決策をが求められる。下水道をどのような都市施設と位置づけるかという問題の前に、どのような都市をつくるかが問われなければならない。阪神・淡路大震災が残した教訓は、災害列島日本で都市を形成するためには、成長都市・効率都市を目指すのではなく、「安全」、「快適」な「持続可能な都市」を創造することであろう¹⁴⁾。20世紀の後半期においてスト

ックされた下水道施設を、21世紀において維持更新していくにあたっては、下水道を個別施設として現状維持するために管理するのでは不十分である。まず、面的整備状況にある下水道施設をネットワーク化し、機能効率を高めるとともに、災害に対応することは、世代間の公平を構築するためにも必要である。地球環境新時代においては、従来の機能的欲求の水準を満足させるだけでなく、事業に対する社会的・環境的配慮が強く求められる。事業の目的そのものが環境創造を通じての健全な経済社会の構築というより高度な次元となりつつある。すなわち、事業の計画・実行において多目標の実現が求められる。さらには、文化・情報・国際化の要素をどのように事業に導入するかは、社会資本整備における新たな課題となる。社会資本ストックの増加にともない維持管理・更新投資の増大に対して維持補修費の低減、施設の延命化等によるライフサイクルコストによるプロジェクト管理の重要性がますます高くなる。21世紀の社会資本の整備における過程で配慮せざるを得ない要素は、例えば、下水道に限定すれば、下水道の本来の基本的機能に付加して新たな機能が発生することであろう。とくに、21世紀初頭においては大都市地域では、完備の水準に達成する場合、都市の基盤的施設であった下水道が、機能の遂行とともに新たに都市環境を創造する原動力の可能性を有する。今日のライフサイクルコストの役割は、効率的事業運営の手段、省コスト・オリエンティドな技術開発のインセンティブであろう。しかしながら、下水道事業における維持・管理・更新において主要な人件費や情報管理コスト、さらには個別下水道に対応した管理技術の開発コストを低減することは容易ではない。21世紀においては、社会資本としての下水道を都市装置として新たな価値を生み出すためのライフサイクルコスト方式を検討することが必要となろう。すでに、大規模な投資が行われた下水道事業がトータルな意味でのライフサイクルコストを考慮することなしには、21世紀の事業経営は厳しいものとなろう。

下水道計画の策定においては、技術（計画）、財務（工事費と維持管理費の財源）、経済（費用便益分析）、管理・運営機構および法制、環境改善（効果）に関する分析と評価の作業が実施される。とくに、維持管理費（将来の維持更新費も含む）の算出においては、①管渠（管渠清掃）、②ポンプ場、処理施設（水・電気使用料、薬品費、機器類の更新費）、③水質試験（水・電気使用料、薬品費、機器類の更新費）、④修理工場（機器類の更新費）、⑤管理・運営である¹⁵⁾。維持管理費は、狭義の下水道管理・運営に限定したものである。しかし、下水道事業は、計画期間、工事期間、さらに運営期間、そして維持更新までを入れると50年～100年の期間を要する。そのときには、計画当初の財務計算、経済計算、およびライフサイクルコスト計算が信頼性を有する可能性は少ない。また、最小費用原理に基づいた最適配置計画の見直しや設計基準、技術基準等も大きく進歩することによる変更要因が多く存在する。突発的な事例としては、例えば、1995年1月に発生した、阪神・淡路大震災においては、下水道は1,050箇所の被害を受けた。この震災被害を通じて、神戸市民の下水道に対する認識が高まった。この認識を背景として、下水道に対する新たな要望として「災害時でも下水道を利用でき安定生活が営める。」「災害時放流による環境損失が防止できる。」等である。これは従来の独立型下水道から、下水道幹線のネットワーク化に対する要望が高まったと判断できよう。この下水道ネットワーク化に対する要望は、これまでの下水道整備の線的整備の段階から、下水道整備が進んだ都市域における面的整備の相乗効果を狙ったものである。このような、計画当初において想定しなかった新たな課題から発生する費用と便益をライフサイクルコストの観点からどのように考慮するかは重要な課題である。この下水道のネット

表—2 下水道ネットワークの整備効果

ネットワーク効果	利用者効果	事業者効果
災害時への対応	災害時に下水道利用可能 災害時に環境損失防止	処理場被災時の応急対策可能 下水道機能低下の防止
管渠の改築更新	恒常的な下水道使用可能	主要幹線の2条化費用の軽減 流下汚水処理のポンプ運転の軽減
高度処理への移行	公共水域の水質向上 良好な親水空間の提供 生活の利便性向上	新規処理場用地の買収不要 将来汚水増への柔軟な対応が可能
既設汚水幹線の能力不足解消	改良工事に伴う生活環境の保全	既設汚水幹線の改良費軽減
廃止ポンプ場の跡地有効利用	公共空間の増大	跡地の多目的活用 中継ポンプ場の維持管理費の軽減
ネットワーク幹線の空間有効利用	再生水供給による防火用水の確保	再生水配管、光ファイバー管の布設が容易

ワークを整備するためには、既往施設と新規施設との接合システム、接合技術等の開発の課題の解決が重要となる。下水道整備に対する要望は、社会資本整備の課題として常に大きいですが、それは下水道の個別機能的に類型化し、長期間を要する下水道計画のために、個別機能に応じてそれぞれ提供することにより社会的公平性を保障することが可能となる。表—2に下水道ネットワークによる利用者効果と事業者効果を示した。このようなネットワーク効果がどの時期に発生するかは、個別事業の状況に規定されるが計画担当者の意思決定による。すなわち、計画担当者は、ライフサイクルコスト計算においては、下水道ネットワーク化による効果および便益について正確に推定するとともに、その発生時期も推定することにより全体のコスト削減、さらには新たな便益の創出を制御することが可能となる。

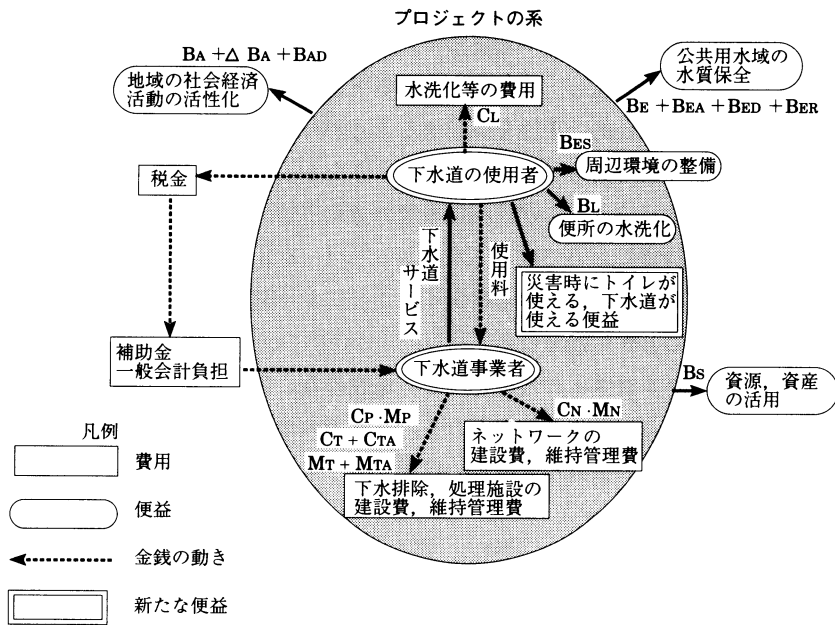
とくに、ライフサイクルコストの地域範囲を、施設のみ限定せず、国民経済の視点から地域公平性の視点から計算することも課題となろう。下水道の普及は、河川の固有水量の低下を招いたり、雨天時の未処理排水の公共用水域への排水、地下水系の生態系の破壊等の課題が存在する。

4. 下水道計画のネットワークシステムの費用便益分析¹⁶⁾

都市活動を支える基盤施設は、「交通」、「情報」、「電力」、「ガス」、「上水道」は利便性、安全性等の理由でネットワークが形成されている。下水道は普及率が低いことを背景としてネットワークが形成されていない。「下水道」は自然流下を原則としているため他の都市基盤設備に比較してネットワーク化が遅れている。しかし、都市における下水道普及率の向上さらには下水道システムの技術の進歩によりネットワーク化の意義が高まってきた。下水道ネットワーク化の効果は、下水道システムの集中型システムの利点（管理の効率化、管理費用の削減、局部的変化への対応、災害時への対応、余裕の管理等）、さらには分散型システムの利点（危険分散、復旧拠点の分散化、計画的、大規模な改築更新等）の両者を活用することができることにある。下水道のネットワーク化による利点が強調されても、ネットワーク化の効果そのものが費用と便益の要素として構造的に整理することが必要である。表—3は下水道ネットワーク化に伴う費用と便益の評価の内容である。これらの要素を基本として、下水道ネットワーク化に伴う費用と便益の構造を図—1に示す。こ

表—3 下水道ネットワークの費用と便益の評価

ネットワークの効果	評価内容	評価項目
① 災害時にも使用停止しない	・災害時に下水道が稼働する ・災害時にトイレが使用できる ・災害時に水質汚濁防止ができる	・便益で評価 ・便益で評価 ・便益で評価
② 高度処理への移行が円滑にできる	・良好な街並み景観形成 ・観光の活性化	・便益で評価 ・便益で評価
③ 発生汚水の偏りに柔軟に対応	・都市の発展に寄与できる ・水量増加に対応できる	・便益で評価 ・便益で評価
④ 処理場流入汚水の変動緩和	・調整池建設費低減	・費用で評価
⑤ 既設汚水幹線の能力不足解消	・幹線増強費低減	・費用で評価
⑥ 改築更新が容易	・幹線の改築更新が容易 ・改築更新時の処理水質の安定性が確保	・費用で評価 ・便益で評価



図—1 下水道ネットワーク化に伴う費用と便益

ここでは、下水道事業にかかるインタレスト・グループとして下水道事業者、下水道の使用者とした。これらの費用便益構造を定式化すると次のようになる。^{F1)}

[下水道整備の費用便益]

$$\left[\frac{B}{C} \right]_T = \frac{B_L + B_{ES} + B_E + B_S + B_A}{C_L + C_P + M_P + C_T + M_T} \quad (1)$$

[下水道ネットワークの導入に伴う下水道全体の費用便益]

$$\left[\frac{B}{C} \right]_{AD} = \frac{B_L + B_{ES} + \sum B_E + \sum B_A + B_S}{C_L + C_P + M_P + \sum C_T + \sum M_T + C_N + M_N} \quad (2)$$

$$\sum B_E = B_E + B_{EA} + B_{ED} + B_{ER}$$

$$\sum B_A = B_A + \Delta B_A + B_{AD}$$

$$\Sigma C_T = C_T + C_{TA}$$

$$\Sigma M_T = M_T + M_{TA}$$

[下水道ネットワークの費用便益]

$$\left[\frac{B}{C} \right]_N = \frac{\Delta B_E + B_{EA} + B_{ED} + B_{ER} + \Delta B_A + B_{AD} + \Delta B_S + B_O}{\Delta C_T + \Delta M_T + C_{TA} + M_{TA} + C_N + M_N} \quad (3)$$

[下水道ネットワークのみの費用便益]

$$\left[\frac{B}{C} \right]_{N'} = \frac{B_{ED} + B_{ER} + \Delta B_A + \Delta B_S + \Delta B_{EA} + B_O}{\Delta M_{TA} + C_N + M_N} \quad (4)$$

以上の、式を基本として、神戸市における下水道システムの費用便益を算定し表一4に示す結果を得た。^{F2)}すなわち、下水道事業の費用便益比はネットワークシステムでは2.01、独立システムでは1.59と算定された。また、この算出方法は機会費用による算出によるものであり、この測定値の信頼性を検証するために、便益をWTP法（支払い容認価格法）を用いた費用便益比は2.29となり下水道ネットワークシステムによる事業効果が著しいことが推測される。^{F3)}

表一4 下水道事業の費用と便益の評価（神戸市を事例として）

（割引率4%，単位10億円）

		ネットワーク	独立	
便益	二次処理便益	163	163	
	高度処理便益	144	129	
	災害時便益	58		
	発生汚水偏りに柔軟対応便益	2		
	改築更新便益	13		
計		380	292	
費用	新設・増設費用	N幹線及びNポンプ場	27	
		処理場他	67	81
	機械電気設備更新費	N幹線及びNポンプ場	2	
		処理場他	10	9
	用地費		24	37
	維持管理費	N幹線及びNポンプ場	1	
処理場他		59	56	
計		189	184	
B _r /C _r		2.01	1.59	

今後の課題

公共事業においては、道路事業やダム事業において費用便益の事例分析は見られるが下水道事業さらには下水道ネットワークシステムの費用便益の分析例は少ない。下水道における費用便益分析のマニュアルとして確立されるには、さらに精密な検討を要する。しかしながら、費用便益計算の計算過程が明示化されているという特徴を有するため、方法の改良は可能であると考えられる。また、神戸市の下水道ネットワーク化という具体的事例を基本として検討を進めたため、より普遍的なマニュアルを策定するためには都市下水道事業一般の事例を検討し、課題を抽出することが必要となる。

謝 辞

本論文のネットワークに関する内容は、神戸市建設局、財団法人下水道新技術推進機構ならびに「下水道ネットワーク検討部会（部会長：神田徹神戸大学教授）」の研究成果である「下水道ネットワークに関する共同研究」報告書、1998年3月を基本としている。とくに、費用便益構造の策定ならびに計算にあたっては神戸市建設局下水道河川部、昭和設計の方々との議論に基づいている。本成果が、阪神・淡路大震災で潰滅的な被害にあった神戸市下水道の改善と21世紀の神戸市の都市環境創造の一助になることを祈念して謝意を述べたい。

注

F1) 記号の意味は次のとおりである。

- B_A : 地域の社会経済活動活性化の便益
- ΔB_A : ネットワーク化で発生する地域の社会経済活動活性化の便益の増分
- B_{AD} : ネットワーク化で発生する災害時の地域の社会経済活動継続の便益
- B_E : 公共用水域の水質保全（二次処理程度）の便益
- ΔB_E : 公共用水域の水質保全（二次処理程度）の便益の増分（水量増分のみを評価）
- B_{EA} : 公共用水域の水質保全（高度処理程度）の便益
- ΔB_{EA} : ネットワーク化による高度処理への円滑な移行での水質保全便益の増分
- B_{ED} : ネットワーク化で発生する災害時の公共用水域の水質保全の便益
- B_{ER} : ネットワーク化で発生する改築更新時の公共用水域の水質保全の便益
- B_{ES} : 周辺環境整備の便益
- B_L : 便所の水洗化の便益
- B_O : その他ネットワーク化で生じる便益
- B_S : 資源、資産活用の便益
- ΔB_S : 資源、資産活用の便益の増分（ネットワーク化により生じる便益）
- C_L : 水洗化等の費用
- C_N : ネットワーク化に要する建設費
- C_P : 下水排除施設の建設費
- C_T : 下水処理施設（二次処理）の建設費
- ΔC_T : 下水処理施設（二次処理）の建設費の増分（水量増分のみを評価）
- C_{TA} : 高度処理導入による下水処理施設建設費
- M_N : ネットワーク化で発生する維持管理費
- M_P : 下水排除施設の維持管理費
- M_T : 下水処理施設（二次処理）の維持管理費
- ΔM_T : 下水処理施設（二次処理）の維持管理費の増分（水量増分のみを評価）
- M_{TA} : 高度処理導入による下水処理施設維持管理費
- ΔM_{TA} : ネットワーク化による高度処理への円滑な移行での下水処理施設維持管理費の増分

F2) 表一4の算出における前提条件および算出方法は次のとおりである。

費用の計測条件は次の通りである。

対象区域：神戸市、東灘処理区、中央処理区、垂水処理区、鈴蘭台処理区

対象期間：1998年～2047年

発生汚水量：566,994m³/日（1995年）～911,000m³/日（2025年）

911,000m³/日（2026年～2047年）

建設スケジュール：2025年に全処理場高度処理化

建設費：新設および増設建設費、用地費、機械電気設備更新費

維持管理費：二次処理、高度処理、場内ポンプ場、ネットワーク用ポンプ場、汚水中継ポンプ場、

ネットワーク幹線

割引率：4%

便益の計測条件は次の通りである。

二次処理便益：神戸港の水質悪化による観光客の減少から算出

高度処理便益：神戸港の水質改善による観光客の増加から算出

災害時便益：合併浄化槽による代替費用、仮設トイレ設置費等、事業活動停止による損害仮処理施設費、仮処理による水質保全上の損失

発生汚水の偏り対応便益：合併浄化槽による代替費用

改築更新時便益：更新時に処理レベルダウンによる損失

割引率：4%

F3) WTP法による便益の算定は次のとおりである。

神戸市市政アドバイザー1,000人に次の3項目についてアンケート調査を行った。

Q7：災害に強い下水道をつくるため、下水道の耐震性を強化すれば、水道がでるのに、または水があるのに下水道が使えないようなことがなくなります。あなたは、この価値を、もしお金に換算するとするならば、1世帯につき1月当たりどのくらいの額だと評価されますか。（金額選択）

Q8：大都市の下水道管や下水処理場はずいぶん古くなっており、壊れる前に計画的にやりかえていかねばなりません。うまくやりかえていけば、ある日突然下水道が使えなくなることはありません。あなたは、この価値を、もしお金に換算するとするならば、1世帯につき1月当たりどのくらいの額だと評価されますか。（金額選択）

Q9：自然を破壊するのは簡単ですが、もとに戻すのは大変です。将来の世代に大きなお荷物を残さないためには、早めに対策を行わなければなりません。下水処理場で処理した水をもっときれいにし、失われた自然を取り戻す必要があります。あなたは、この価値を、もしお金に換算するとするならば、1世帯につき1月当たりどのくらいの額だと評価されますか。（金額選択）

上記アンケート結果を次のように計算した。

- ① 災害時にも下水道が使える便益：50円/m³
- ② 老朽施設を改築して引き続き下水道が使える便益：50円/m³
- ③ 下水道の高度処理など水質を改善する便益：50円/m³

これを原単位として、機会費用による便益算定の方式にしたがって計算する。

割引率4%で便益は4,3313億円となり、費用便益比は2.29となる。

参 考 文 献

- 1) 建設省、『建設白書（平成8年版）』，大蔵省印刷局，1996年8月9日
- 2) 建設省，前掲書。
- 3) 国土庁長官官房水資源部編、『日本の水資源（平成7年版）』，大蔵省印刷局，1995年8月1日。
- 4) 建設省，前掲書。
- 5) 仲上健一，「1994年度濁水被害と節水型社会再考」，水資源・環境 Vol.8，1995年12月。
- 6) 仲上健一，「流域開発のサステナビリティと環境経済システム」，計画行政，第16巻第2号，1993年6月。
- 7) Fitzsimmons Stephen J, etal, "Social Assessment Manual: A Guide to the Preparation of the Social Well-Being Account for Planning Water Resource Project", Boulder, Colorado, Westview Press, 1977年。
- 8) ICWE・UNCED資料委員会，『21世紀の水と環境—水と環境をめぐる国際的な動き—』，大成出版社，1992年。

- 9) 仲上健一,「水資源・環境の統合的管理と流域経営」,『現代水問題の諸相』(西原春夫,末石富太郎編)に所収,成文堂,1991年。
- 10) ICWE・UNCED資料委員会,前掲書。
- 11) 神戸市建設局,財団法人下水道新技術推進機構,「下水道ネットワークに関する共同研究」報告書,1998年3月。
- 12) 仲上健一,「社会資本整備とライフサイクルコスト—下水道維持更新時代にどう対応するか—」月刊下水道,第21巻第3号,1998年3月。
- 13) 建設省編,「平成8年版 建設白書」,大蔵省印刷局,1996年8月。
- 14) 仲上健一他編,『新防災都市と環境創造—阪神・淡路大震災と21世紀の都市づくり—』,法律文化社,1996年6月。
- 15) 土木学会海外活動委員会編,「建設プロジェクトの分析と評価」,土木学会,1980年5月。
- 16) 神戸市建設局,財団法人下水道新技術推進機構,前掲書を基本としている。