

大成建設(株) (正) 谷口 幸
同上 (正) 並木 裕

第1章 序論 第1節 都市環境問題に於ける水環境政策 我国では豊富・清浄かつ低廉な水供給の業務を謳った水道法が制定されて以来、上水道は市民の健康な生活を支えるライフラインとして位置付けられ、日本経済の発展と相まってその整備は着実になされ、今や普及率100%を目標とするに至っているが、下水道は我国の地理特性や、農業形態、生活慣習に影響を受け、その整備は近年に至るまで一部の都市域を除きなされていなかった。しかしながら戦後の経済優先、かつ重化学工業一辺倒に傾斜した政策による代償として昭和30年代に至り、太平洋ベルト地帯の大都市と近畿・瀬戸内地帯を中心に環境破壊が激化し、その対策の一つとして、おくれればながら下水道が環境保全面からの有効性を認識され、近年に於ては流域下水道整備策を目玉として傾斜的な資本投下がなされるに至ったが、その画一的整備運用より環境破壊を生じせしめ地域住民からその実施に対する強固な反対があがっているケースを数多く見うける。高度経済成長期を境に過度の資本と人口の集中した大都市及びそのベッドタウンとしての周辺都市部に供給・処理の二面からの水環境問題が顕在化し始め、供給面からなめると全国十地域の水資源開発に限界が見えはじめ、昭和65年に於ては、大規模な水不足が懸念されており、今や水環境問題は都市問題に於て非常に大きなウェイトを占めるに至り、水環境問題の解決が都市の蘇生のキポイントとなっている。

これらの水環境問題の生じている都市の特徴は、まず大都市では人口・資本の集積力があり、巨大な中心業務地域を核として行政・商業・情報分野が発展し、インフラストラクチャの容量に昼夜人口比の増大により歪を生じている。又周辺都市部では大都市のベッドタウンとして年々農地や山林・海岸線を圧迫しつつ拡大され住宅団地を中心に人口が急激に集積して来た事から、インフラストラクチャの充実がなされないままに発展をつづけたものが多いことがあげられる。それゆえ、これら大都市部を中心にその他の都市問題も同時に発生し、水環境問題の解決を一層複雑かつ困難にしている。

水環境問題発生の原因は、環境政策が都市・産業の発展に追従し切れず水環境容量以上の汚濁負荷の流入や、水源地域では大都市への導水のため自己水系流量が大幅に減少する事による水源の消滅や、地域環境特性を無視した画一的かつ大規模化した用排水システムの拡張整備の推進により地域固有に存在していた溜池や三日月湖・地下水盆などを利用した水利用形態が消滅した事による。又、水量のみに限定して水需給計画を立案していることの影響も見のがせない。

以上の事実は経済優先の拡大開放型思想に片寄った水政策による結果であり、ここに発想の転換がなされ新しい水環境政策が展開されなければならない。

すなわち、拡大開放型思想から資源制約・閉鎖循環型思想への切換えであり、地域固有の環境特性を活かした用排水システムの導入が必要であり、その実現には我々市民の生活態度にも「がまん・

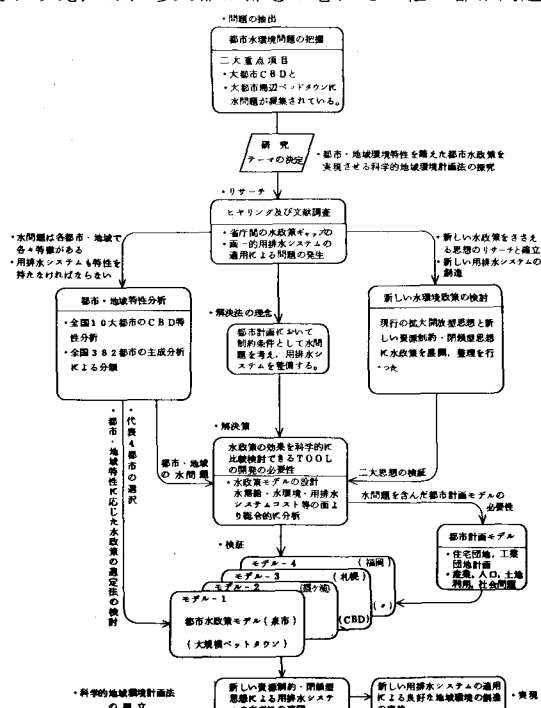


図-1 本研究の概念とプロセスフロー

許容・行政への積極的参加」⁴⁾が取り入れられ、節水型社会への移行がなされることが基本的な条件となろう。一方現行水行政を省みると水行政関連の各省庁相互間の政策面ギャップが顕在化している。また、他の行政と同様に中央集権化され、画一的理念すなわち経済優先の拡大開放型用排水システム整備策が蔓延している。以上から今日ほど新しい理念に基づき整合性を有しかつ総合的な水政策が必要とされている時はないと言える。

第2節 本研究の目的と構成 本研究の目的は上述の現況を踏え大都市及びその周辺都市部で顕在化している水環境問題の根本的解決をはかる為に地域が保有する固有の環境特性を踏えた都市水政策の効果を検討し、その適用法を探ることにある。そのためには、都市政策モデル¹⁾と結合した都市水政策モデルの構築と都市水消費構造並びに地域住民の新しい水政策受け入れに関する意識構造の把握²⁾³⁾がなされなければならないと考える。以上の考えの下に、まず第1節では水環境問題発生要因を指摘した。第2章では水行政に關与する中央官庁、地方自治体、公社、公団に水環境問題に関するヒアリング調査を行い、省庁間の分担機能とその政策ギャップを探りトレードオフ関係として捉え、次に政策ギャップと従来型水環境計画の有する基本的問題点を各種の現行用排水システムを検討することにより探った。第3章では、都市類型に適応する最適な用排水システムを抽出すべく、都市・地域を地理特性、都市産業構造、用水使用形態の面から分析し、次に多種の用排水システムをそのプロセス特性から多面的に分析し、都市類型毎にフィットしたものを求める方法論を示した。第4章では都市水政策モデルの構造と評価体系を提案し、実際の都市データを分析し、我国の代表的都市・地域水系パターンを選定した。

更に代表都市域を対象として、地域環境特性を考慮した都市水政策モデルの概念設計を行った。第5章では上述の概念モデルのうち、成長途上にある河川中流域の地方都市を採り上げ、拡大開放型水政策と資源制約・閉鎖循環型水政策の各々の影響をシミュレーションにより比較検討し、都市・地域環境特性に適合した水政策を見出した。(図-1)

第2章 都市水政策の検討 第1節 現行水政策の問題点 1)従来からの都市水政策は将来の水不足に対して欠陥を露呈しつつあり、その問題点及び原因は i. 水源に拡大余力がなく、 ii.水供給の拡大が新たな需要を生み、悪循環を発生させている iii.時系列外挿型水需要予測による問題の発生 iv.広域・大規模な水源開発により地域の渇水危険度は増大する。 v.地域環境特性不在の画一的水政策が環境を破壊している他、 2)水行政関係省庁間の政策ギャップによる矛盾の発生(図-2)、3)都市計画の下位に位置付けられていた水政策がある。

第2節 都市水政策の分類と都市・地域環境特性を踏えた水環境システム計画 都市水政策を拡大開放型と資源制約・閉鎖循環型に大別し都市計画モデルと当モデルにて扱うものに分類した。後者に属するものを更に水量・水質に区分しかつ各々を需要・供給政策に類別し、従来行なわれていた水量のみに限定した考えを改めた。(表-1)なお、用水は水質レベル(上級・中級・低级)に着目して細分され生理生能用水とトレードオフ用水に区分されている。これらの水政策のうち再検討が要すると考えられるものに i. 流域下水道 ii.広域水道の導入があり一方、地域環境特性を考慮したものとし

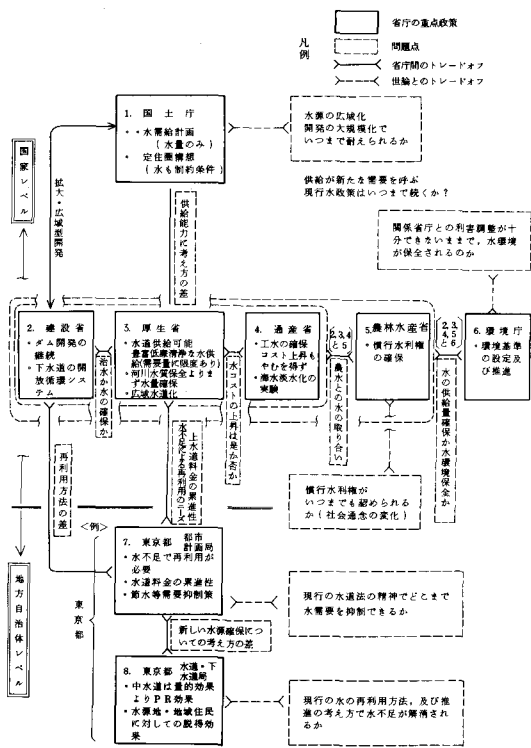


図-2 現行水行政ギャップの関連図

てiii.溜池・三日月湖の環境潮としての活用iv.地下水の涵養・揚水v.住宅団地・戸建住宅の雨水利用,同じくvi.生活排水の再利用vii.排水高度処理水の河川上流への放流viii.排水土壌処理法があり,新しい水政策としてxi.上級飲用水道の導入があり,節水効果をねらったものとしてx,節水機器の普及xi,水利用工程の合理化xii.上下水道料金のアップが分類されよう。市民の生活態度の改革によるものとして有リン性合成洗剤使用禁止策があり,その他,新規水源開発策としては農業水利用権の調整,海水の淡水化システムの導入がある。それらの導入・整備は次に示す地域用排水システムの選定手法を用いて決定される。

第3章 都市・地域環境特性を踏えた用排水システムの選定 水不足の解消をねらって例えば大都市中央郡で排水循環利用システムを無思慮に採用すれば,ビルラッシュを際限のないものとし水需要の拡大を招く恐れが確実に生じよう。この様に新たな用排水システムを選定するに当っては,対象地域の水使用形態並びに諸々の関連要因のからみ合いを十分把握した上で決定されなければならない。すなわち地域の水代謝構造の分析が必要である。ここでは最適用排水システムの一手法としてオーバーレイマップ法を用いた例を示す。(図-3)まずステップ1では,地理特性及び産業構造による都市分類を行い,ステップ2に於て都市・産業要因による分析を行うが2-1の生活・生産活動分析と2-2の用水使用形態分類の2断面から分析される。ステップ3は,ステップ1とステップ2の社会的・地理的条件に対応する水環境構造による分析である。ステップ4に於ては,水資源不足や水環境汚染などを抱えた社会背景の分析を側面から行い,ステップ5の地理特性及び産業構造による都市パターンの分類に至る。ステップ6では環境問題発生要因分析を行い,その解決策を抽出し,ステップ7の地域環境特性を生かした水域保全と都市水環境の適正な発展を期した用排水システムの選定に至るものである。

第4章 都市水政策モデルの基本構造と評価体系
第1節 モデルの基本構造 当モデルは都市政策モデル¹⁾と全国レベルの水需要給計画モデルの予測結果を与件として受け,需要・供給に分類された都市水政策変数として,水量ブロック(水需要セクタ・水供給セクタ),水質ブロック,水政策評価セクタⅠ並びにⅡ(用排水システム建設・運用費・概算)から構成さ

都市水政策		従来型		新方式		備考
		開放・拡大型政策	節水政策	資源制約・循環型政策	環境型政策	
マシ ンモ デル に お け る 政 策	都市・地域計画	1 人口増加抑制策	—	—	—	・上位モデル
		2 工場立地規制策	—	—	—	・ "
		3 事業所・大規模ビル規制	—	—	—	・ "
		4 行政・情報・文化・産業の分散	—	—	—	・モデルなし
		5 土地利用の規制	—	—	—	・上位モデル
		6 新しい水質関係	—	—	—	・上位計画
		7 水利権の調整	—	—	—	・上位計画
		8 節水のPR	△	△	○	○
		9 水産化の促進	○	△	○	○
		10 水洗便所での再利用水の活用	○	○	○	○
当 モ デ ル に お け る 水 政 策	水量政策	1 節水機器の普及	△	△	○	○
		2 給水制限(大口需要家)	△	△	○	○
		3 水道料金のアップ	—	—	○	○
		4 水利用工程の合理化	○	○	○	○
		5 水利権の調整	△	△	○	○
		6 自治体のダム開発	○	○	○	○
		7 給排水管の増設	○	○	○	○
		8 下水道利用による取水の中止	○	○	○	○
		9 循環水利用(家庭・ビル・工場)	—	△	△	△
		10 地下水の涵養と揚水システム	—	△	○	○
需 要 水 質 ブ ロ ッ ク	供給政策	11 海水の淡水化システム	—	△	○	○
		12 高純度飲料水システム	—	—	○	○
		13 高純度工業用水システム	—	—	○	○
		14 高純度工業用水システム	—	—	○	○
		15 高純度工業用水システム	—	—	○	○
		16 高純度工業用水システム	—	—	○	○
		17 大規模・工場排水規制	△	△	○	○
		18 下水処理料金のアップ	—	—	○	○
		19 工場排水の容量規制	—	○	○	○
		20 上流都市の排水基準の強化要請	—	—	○	○
需 要 水 質 ブ ロ ッ ク	供給政策	1 流域下水道/公共下水道	○	○	○	○
		2 環境水の活用	—	—	○	○
		3 排水高度処理の実施	—	—	○	○

凡 例 ○ シナリオ中で採用する水政策
△ シナリオ中で一部採用する水政策
— シナリオ中で採用しない水政策

表-1 都市水政策の分類

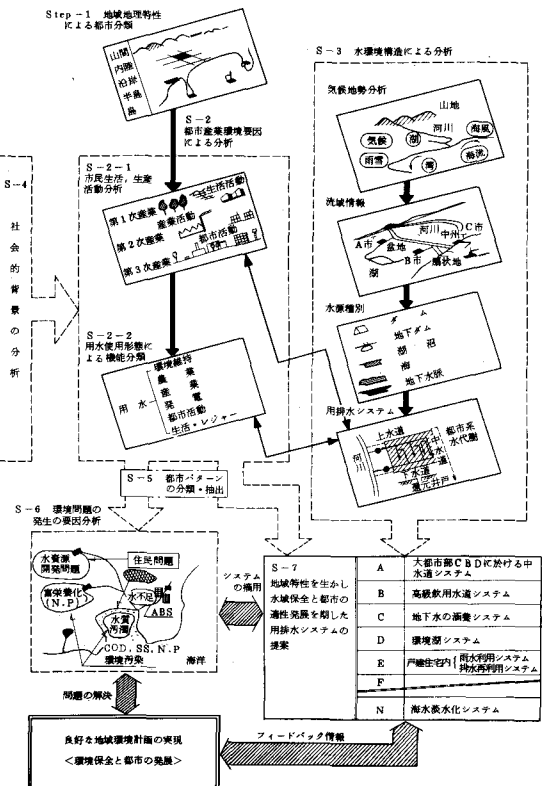


図-3 オーバーレイ手法による最適地域用排水システムの選定フロー

れる。(図-4)なお、モデル作成に当たってはシステム・ダイナミックス手法を用いた。

第2節 評価体系 評価指標は直接評価のものと
としてi.用水の魅力 ii.用水供給計画の魅力 iii.排水
計画の魅力 iv.地域水系の魅力 v.同一地域・流域
内都市間の制約から成り、それらの総合化した相対
指標として都市水環境魅力度を設定した。基準年度
の状況を1として経年的に計算するものである。

第3節 都市・地域水系パターンの分類 全国
都市の分析の結果 i.独立水系 ii.ニュータウン圧
迫型 iii.流域下水道圧迫型 iv.水源地圧迫・巨大汚
染型 v.水飢饉型 vi.観光圧迫型 vii.閉鎖自己水系
汚染型 viii.孤立観光圧迫型が際だった特徴を持った
パターンとして分類された。

第5章 人口急増地方都市に於ける都市水政策の
検討 第1節 ケーススタディ対象都市の概要

ニュータウン圧迫型の泉市は仙台市の郊外・七北
田川の中流域に位置し、昭和40年には人口1万8
千人の内陸型純農村であったが泉市を含む中核都市
圏の発展に伴ってベットタウン化し、七北田川の河
岸段丘を中心に大型住宅団地の造成が活発となり、
昭和53年には8万2千人に達している。シミュレ
ーション期間は昭和40～65年までの26年間と
し、昭和40年から昭和53年までをモデルの検証
期間にあてた。

図-5には泉市の現況と将来を含めた七北田川水
利用概念図を示す。

第2節 泉市の水問題発生に関連図 図-6に泉
市と仙台市そして主要水源たる七北田川の水質・水
量、流域下水道建設との関連性を水環境問題の発生
を中心にして示した。

第3節 シミュレーションケースの設定 ケース
A：泉市基本計画にて定められている拡大解放型水
政策が完全実施されるとした。主なものは昭和60
年完成予定の流域下水道への参加、45年よりの地
下水の揚水、同他都市よりの上水の購入、58年の
ダム開発、61年の広域水道への参加。ケースB：
ケースAから資源制約・閉鎖型水政策へ移行の中間
型であり、水道料金の2倍アップと節水機器の普及
を促進、新規建設の8.6万人相当住宅団地排水の循
環利用(水洗便所洗浄水に利用)。ケースC・1：
ケースBに流域下水道参加を中止し、高度処理を行

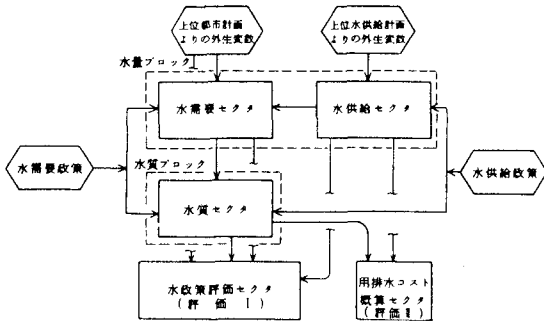


図-4 都市水政策モデルの基本構造

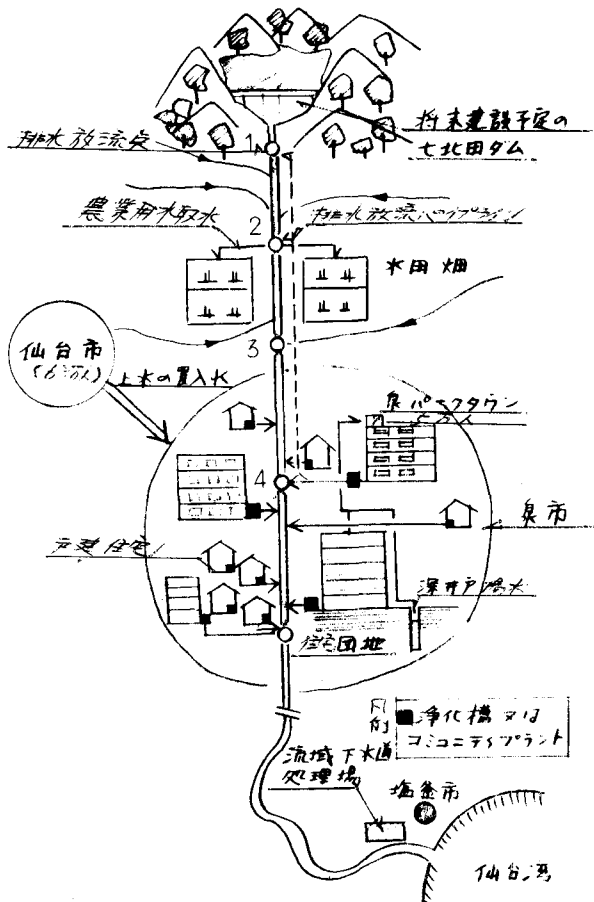


図-5 泉市と七北田川の水利用概念図

市公共下水道を建設，更に処理水を七北田川上流へポンプアップし河川流量の増大をはかる。地下水を涵養し揚水する等の政策を加え節水型社会の実現をねらった資源制約・閉鎖循環型水政策をいう。ケースC・2：ケースAに住宅団地内排水循環利用を加えたものをいう。表-2に以上をまとめて示す。

第4節 シミュレーション結果 ケースA：広域水道の加入により水源の広域化がダム開発直後の14%から65年の36%と上昇し，不安定となる。（図-7）水質的には流域下水道完成の60年度まではコンプラ排水の中流への放流により，BOD，T-N成分共に悪化し，BOD値でMAX10ppmとどぶ川に近い環境が一時的に出現する。ケースB：節水化策により55年で1,900m³/日，全体の9%，65年には6,800m³/日，16%の節水となる。洗濯用水，洗面用水の寄与率が高い。（図-8）又住宅団地排水の循環利用水は55年52m³/日，65年3,500m³/日となり全体での比率は2.8%，9.6%である。七北田川中流の水質は59年にBOD0.1ppm，T-N0.03ppm，ケースAより悪化している。ケースC・1：高度処理の実施によりケースAに比べBODが1/2，T-Nは1/4となる。又，七北田川上流の水質は高度処理水のポンプアップによりケースAよりやや悪化する。（図-9）水政策別給水量では放流水と地下水の涵養分の寄与が大きい。（図-10）水源の広域化率は低下し60年では9.3%にまで下った事と給水安定率がケースAに比べ57年で12%も向上した事が特記される他，上中流の水量増加に伴う景観の向上がある。

第5節 都市水政策の評価 i.都市水環境魅力度による評価 ケースAは基調として上昇傾向である。しかし60年以降は水源が広域化することから用排水計画魅力度が低下する。

ケースB：節水化策と排水の循環利用の実現により市民の水使用態度が向上し，雑用水道の導入により用排水計画魅力度が向上した。ケースC-1：ケースA，Bに加え地下水の涵養，市公共下水道の整備，高度処理の導入及び排水処理水の上流への放流等により用排水計画魅力度の向上が大きく寄与している。（図-11）

セクタ	水政策項目	細目	拡大開放型 A現状維持	資源制約・閉鎖型		備考
				B 現行より の移行率	C 理想型	
水需	1.用途別節水率	洗面・手洗用	0%	*1 50%	同左	*1 S65年時の節水率を示す理由 1水道料金を2倍に値上げする 2浄水機器の普及
		洗濯用	0%	33%	同左	
		水洗便所用	0%	5%	同左	
		洗車用	0%	20%	同左	
要セクタ	2.排水の循環再利用	開始年	—	S55年	S55年	水洗便所を対象とする
		再利用率	0%	20%	20%	
水供給セクタ	3.排水の処理方法 (高度処理の有無)	BOD除去率	(無) 90%	(無) 90%	(有) 95%	*2 有は 泉市公共下水道ができたときの処理である
		SS	(無) 90%	(無) 90%	(有) 95%	
		T-N	(無) 60%	(無) 60%	(有) 90%	
		地下水の揚水	S45より12800m ³ /日 S45より9200m ³ /日 S58より55,000m ³ /日 S61より28,400m ³ /日	同左	同左	
水質セクタ	4.水道供給政策	仙台南部の購入	S45より9200m ³ /日	同左	同左	
		七北田川開発	S58より55,000m ³ /日	同左	同左	
水政策評価セクタ	5.農業用水の水利権調整	上水への転用率	0%	0%	100%	*3 S58年より転用可能の全量
		地下水の揚水	S45より12800m ³ /日 S45より9200m ³ /日 S58より55,000m ³ /日 S61より28,400m ³ /日	同左	同左	
水政策評価セクタ	6.下水道の放流先 (泉市公共下水道 建設を含む)	流域下水道として下流へ	—	—	—	(七北田川ダム開発に1る取水場あり)
		公共下水道を建設し中流へ	—	—	—	
		公共下水道を建設し，上流川崎地区へ放流する	—	—	—	
		上流川崎地区へ放流する	—	—	—	
水政策評価セクタ	7.泉パークタウン (4.5万人)排水 の放流	上流川崎地区へ放流する	—	—	—	*4 但し下水道は流域下水道と組合せる
		上流川崎地区へ放流する	—	—	—	
水政策評価セクタ	8.地下水を涵養する	—	—	—	—	
		—	—	—	—	
水政策評価セクタ	9.現行水道料金の値上げをする	—	—	2倍	2倍	上下水道料金泉市の現余力は20% (21900m ³ /d)
		—	—	2倍	2倍	
水政策評価セクタ	10.洪水時の給水比率 (対平常時)	—	70%	70%	70%	
		—	70%	70%	70%	
水政策評価セクタ	11.流域環境特性の活用	地下水の涵養	—	—	0.25m ³ /S	
		排水の上流への放流	—	—	—	

表-2 シミュレーション対象都市水政策

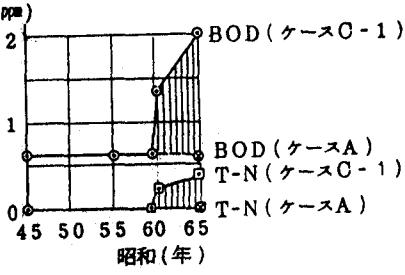


図-8 上流水質の比較

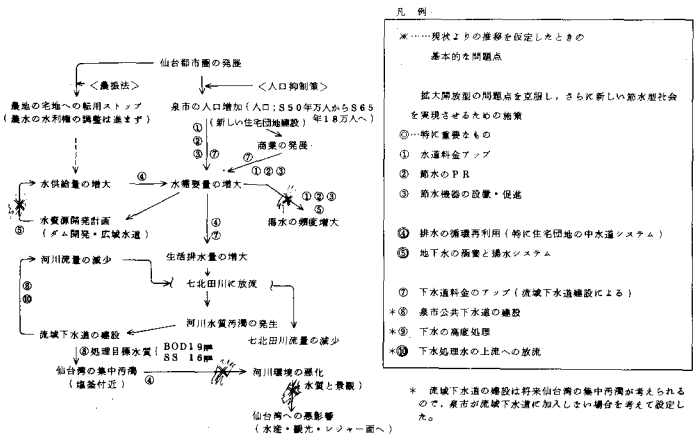


図-6 泉市の基本的な水問題の概念図

ii.水政策別の用排水システム建設・運用コスト分析

ケースA：用排水建設費は144億円、内訳は流域下水道が120億円、ダム建設が24億円である。又運用費は93%の83万円/日が流域下水道、6万円/日が地下水の揚水費用である。

ケースB：住宅団地の排水の循環再利用システム建設費17.7億円をケースAに加えて162億円、運用費は100万円/日である。

ケースC-1：用排水システム建設費227億円、内訳は市公共下水道60億円、排水の循環利用システム18億円、高度処理施設109億円、地下水の揚水システム追加分0.3億円、ダム建設24.2億円、市公共下水道処理水の上流への放流用パイプライン10億円、地下水の涵養システムが0.4億円であり、運用費は195万円/日である。

そのうち市公共下水道が50%を占め住宅団地の排水循環利用システムの18%がこれにつぐ。

ケースC-2：建設費はケースAに泉パークタウンの排水処理水の上流への放流施設5億円を加え、149億円であり、運用費は約100万円/日である。次に市歳出との理想型C-1との関係はポンプ・機器類の減価償却期間を15年、構築物を60年にとると1年当りの減価償却費は定額法で約7.6億円であり、市歳出の6.3%に相当する。

謝辞 本研究は北海道大学工学部衛生工学教室丹保憲仁教授並びに落藤澄教授の長期間にわたる御指導によるものの一部であることをここに記し、もって謝辞にかえます。

参考文献

- 1) 谷口・並木：経済・社会影響予測モデル（第1報・第2報）第32回土木学会学術講演概要集第4部P199~202, 1977
- 2) 谷口：オフィスビル用途別毎時給水負荷算定法に関する研究（第1報・第2報）空気調和・衛生工学49-1・1975・4・同49-4・1975・4
- 3) 丹羽・谷口他：説得情報が意見変容におよぼす影響の測定 — 中水道システムを対象として — 日本都市計画学会学術発表会論文集・1979・11
- 4) 末石：水資源危機・日経新書・日本経済新聞社1978・4

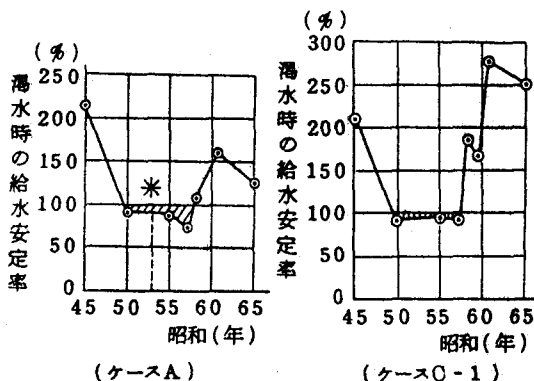


図-7 渇水時の給水安定率の比較

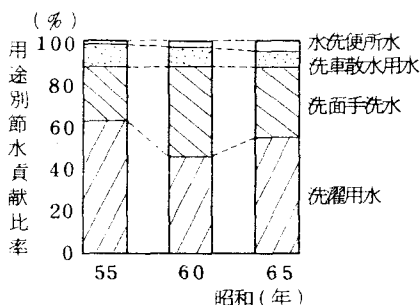


図-9 用途別節水貢献比率(ケースB)

図-10 水政策別供給水量(ケースC-1)

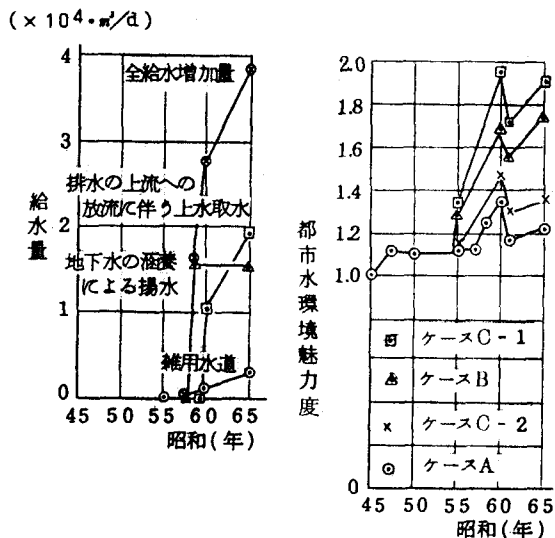


図-11 都市水環境魅力度の比較