

北海道大学大学院環境科学研究科 正員 加賀屋誠一
北海道大学大学院環境科学研究科 正員 山村 悦夫
日本工営(株) 正員 元木 佳弘

1.はじめに

最近、定住圏構想等に見られる様に、地域計画策定のための基本的圏域として流域圏が位置づけられ、その圏域内での自然、社会環境の諸指標の変動を評価し、地域の発展性を分析する試みが行なわれている。流域圏は、その性質から自然環境的条件によって設定される圏域である。しかしながら、人間が土地利用管理と計画を行なう最小限度の単位として、また自然の特質と、文化的特質を結合する実際の生態系の単位であるという考え方にもあるように、自然、および社会環境両領域にまたがる諸問題解決のための重要な圏域の一つである。一般に、流を規定するものは、集水域(あるいは分水域)であり、それらの水を集めて流れる河川である。したがって流域特性の多くは、河川の諸機能、すなわち治水、利水、保水機能と、それらを取りまくシステム環境によって把握されると考えられる。本研究においては、その中で特に利水および保水機能を結合するシステムモデルを構築し、地域の水需給水準の達成過程評価方法の確立を目的とし、事例による検討を行なったものである。

2.水需給水準達成過程の評価手順

河川流域を対象として、社会・経済システムと、水需給システム、水質管理システムを取りこんだシステムモデルを構築し、図-1に示される手順で、後述する諸水準の動的評価を行なう。

a)地域水需給管理モデル

第1段階として、1河川流域多地域を設定し、各地域に割り当てられた諸条件の制約の下で、各地域個別に、水需給水準の評価を行なう。水需給管理モデルの基本構造は、図-2に示される。本モデルは、3個のサブモデル(水需給サブシステム、水質管理サブシステム、社会・経済サブシステム)と、10個のセクターに細分化された構造を持ち、各セクターは、互いに結合し、フィードバックやトレードオフ的特性を所有する。また基本的ループに、技術的施策代替案で取込むループ、あるいは、社会的施策代替案で取込むループが加わり、3種類のシステムモデル(TYPE-I, II, III)が作成される。

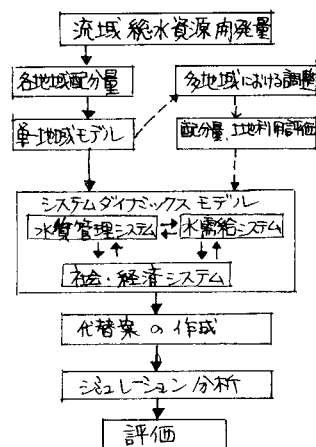


図-1 水需給水準評価のための手順

b)多地域の水需給管理調整 (図-3)

ここでは、a)で示した単一地域水需給管理モデルの多地域への適用を行なう。ここでの評価関数としては、諸水準達成度を最大化すること、各水準は、地域的に均衡させること、つまり $\sum (L_{ij} - \bar{L}_{ij})$ を最小化することと考える。 (L_{ij}) は地域のi水準、 $(\bar{L}_{ij})$ は水準の各地域平均) またここでの制約関数としては、供給調整量、土地利用増加量等と考える。

c)水需給水準

本モデルのシミュレーション評価の際の代替案は、次の4つの評価指標で検討される。

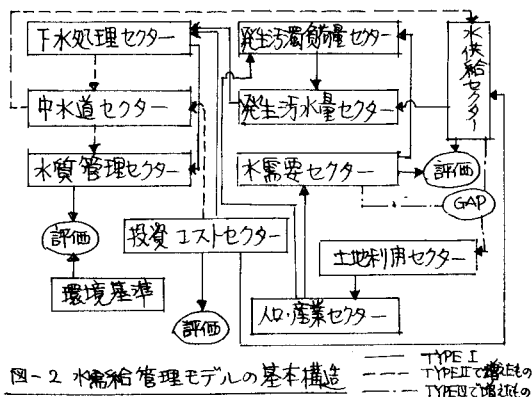


図-2 水需給管理モデルの基本構造

i) 生活用水達成度--- 供給量を需要量で除したもので、一般的生活の必需的満足水準を表わす。ii) 工業用水達成度--- 供給量を需要量で除したもので産業面での必需的満足水準を表わす。iii) 環境基準達成度--- 環境基準を河川水質(BOD負荷量単位に換算)で除したもので、快適性の満足水準を説明する。iv) 総費用用水準--- 総費用は、浄水場建設費、維持費(取水施設、貯水池建設費も含む)、処理場建設費、維持管理費を加えたものである。また同水準は、対象地域における将来の予算計画値を、総費用で除したものである。

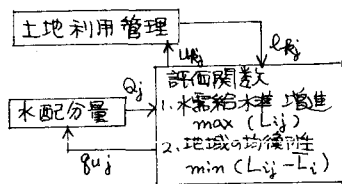


図-3 多地域モデルによる調整システム

d) 水需給管理における代替案の選別とシナリオ設定
将来の水需給管理の取りうるべき施策について、7種類抽出した。それらは、現況の水需給管理に自従する場合(現況自従型TYPE-I)、新たな技術的な水供給方法、水需要方法の改善を進める場合(技術的施策推進型TYPE-II)、さらに土地利用管理、工業立地の制御等の社会的施策を進める場合(社会的施策推進型TYPE-III)に大別される。これらの施策について単一あるいは、複数の組合せを考え、インタビュー調査等を通じて考えられる代替案について図-4に示される18のシナリオにまとめ、各ケースごとに、シミュレーション分析を行なった。

Case	水需給管理	工業用水の削減	生活用水の削減	工業用水の再生利用	生活用水の再生利用	工業用水の再生利用の削減	生活用水の再生利用の削減	工業用水の再生利用の削減	生活用水の再生利用の削減
I	1	S	S						
	2	F	S						
	3	S	F						
II	4	S	S	●					
	5	F	F	●					
	6	F	F		●				
	7	S	F	●	●				
	8	F	F	●	●				
	9	S	S			●			
	10	S	S				●		
	11	S	S					●	
	12	F	S			●			
III	13	F	S				●		●
	14	F	S					●	●
	15	S	S					●	●
	16	F	S					●	●
	17	S	F	●				●	●
	18	F	F	●	●	●		●	●

図-4 代替案評価のための施策の組合せ

e) 制御問題を考慮したシステムダイナミクスモデル
最近のSDモデルによるシミュレーション分析では、部分的に制御変数の内生化によって、最適制御過程モデルへの応用が行なわれている。本研究では、ある時点での評価関数(目的関数)を満足するような制御変数も、システムフロー外部で算出し、情報として受渡しを行なうプログラムを作成した。

3. 考察とまとめ

考えられたモデルは、北近江河川の中で、大都市札幌に近接し、かつ将来大規模工業基地が予定される若小牧地域に隣接し、水賦存状態が逼迫するおそれのある千歳川流域に適用された。流域に存在する分割された地域は、3市3町の6地域であり、この中で千歳市で行なった結果を要約すると以下のようになる。

- この地域では、現況自従型で考えると、昭和64年で需給が均衡することが明らかになった。技術的施策によって3〜4年程度回復性需給が期待でき、社会的施策では、水利権の転用が需給ギャップの是正に大きな効果となる。
- 環境基準による河川水質は、達成度で初期年(昭和60年)1.5程度であり、これは現状データとよく適合する。しかしながら将来は、徐々に落ち込み、昭和66年には、1以下になることが予想される。技術的施策によれば、8%〜24%向上し、社会的施策の推進で、最大50%まで改善ができることが明らかになった。
- 工業用水については、初期年(昭和60年)で、需給がほぼ均衡している。将来は、昭和66年で、0.4程度に達成度が下降する。回収率を速く行なった場合、10%程度向上する。しかしながら、将来の新規工業立地の水需要も満足するためには、他の用水からの転用が必要となる。
- 総費用用水準を評価すると、対策が多様化していくにつれ、低下していく。例えば、技術的施策推進型では、概して1.0〜1.25倍程度の費用増になり、社会的施策推進型では、1.6倍程度の費用増となる。

4. 参考文献

- 1) Eugene P. Odum; Fundamentals of Ecology, third edition, 1973
- 2) 加賀屋誠一; 地域システム分析による治水水準評価に関する一考察, 第33回土木学会年次学術講演会講演要旨集, 昭53