

環境システムと動的経営意思決定

01002150 小田中敏男

1. はじめに

動的経営意思決定とは、たとえば地域の環境を改善するための新技術を意味する。もし太陽、水、緑のような資源をこの地域の人々が適当に用いるならば、人々の生活の質は大いに高められよう。戦略の数学的方法を源とするORが先づ私企業に應用され、更に公共企業に発展したことは周知の事実である。特に最近地球規模の環境システムにも適用されるようになってきた。本論文ではシステム容量拡張の時期、自治体における政策優先度の配分、不変埋め込みと浅井戸の水理学的定数の同定、貯水池運用政策、水草による水質浄化につき論じ、最後に将来の問題につき論ずる。¹⁾

2. 都市システム

2.1 システム容量拡張の時期決定（上下水道施設の最適拡張計画）²⁾

本研究は需要成長率に見合うように環境システム拡張の時期と大きさの最小費用決定方を示すものである。問題は次の要因によって複雑となる。

(1) プラント構成の規模の経済性

(2) 満足されぬ需要に対する信用損失費用、

(3) 需要に対する無作為要素と決定的傾向との使用

第一に非線形的に増加する決定的需要に見合うように如何に大きく、又何時容量を増加するかという容量拡張モデルを説明する。動的計画法によりその数値計画法を示す。第二に需要が確率的である場合の多段階過程の容量拡張の最適な量と時期を決定する方法を論ず。最後に水道料金に関する決定を考慮して、システム容量拡張の量と時期の決定をその都市の全利益を最大ならしめるよう全システムの経営を議論する。(第1図)

東京都の上下水道は長期水需要への対応に関して現在次のような課題を抱えている。第1図に示す通り水需要は今後需要抑制政策を講じて、下水道の普及など生活水準の向上、地盤沈下対策としての地下水からの転換、核家族化の進行などによってなお相当量の増加が見込まれるので、これに対応した給排水施設を増強する必要がある。

この場合、時間と共に増加する需要を満たすよう設計されたシステムの余剰容量が設計者にとって問題となる。設備拡張の技術者としては容量を大きく増加させることが有利ではあるが、他面容量を少しづつ増加させることは、資本投資に関する利息を節約できることとなる。設計者はこれまでこの種の問題に関して、経験的に処理しているが、より合理的方法が存在する。

3.2 自治体における政策優先度の配分³⁾

住民アンケートを通して、自治体政策の優先度を調査する試みがしばしばなされている。よく行われる方法は、N個の政策の中からs個を選択させ、各政策の選択率あるいはそれに一定のウェイトを乗じた相対値を持って、その政策の優先度とみなす方法である。しかしこのような調査に於いて、住民を属性によってグ

ループ分けをしてみると、各グループの選考パターンの間には、かなりの相違が生じる場合のあることが知られている。相違を無視した単純集計で優先度を把握するよりも、これらの相違を何らかの形で優先度配分に反映させることを考えることが、よりきめ細かな政策運営を可能にすると思われる。どのグループの選考パターンをどの程度反映させるかは、行政側の選択すべき政策理念であるとする。この政策理念を明らかにすることは、すなわち行政側の住民意思に対する姿勢を明らかにすることであり、住民が行政を評価するときの1つの材料ともなると思われる。

以上の観点から1つの政策優先度配分モデルを提案する。すなわちグループiの選考パターン a_i 、および行政側の選択する政策優先度配分 x をそれぞれ R^N でのベクトルとする。 a_j が x へ反映された度合は a_j と x の向きはずれでとらえ、その正規化した値をグループiの政策適合度とする。行政側は、 c_a :各 ϕ_i の値の範囲や大小関係、 c_p :特定の政策の優先度の値の範囲や大小関係を指定する。すなわち、政策理念Pは c_a と c_p の一方あるいは両方を通して示され、Pを満たす x を選択する。最適解 x は2次計画問題を解いて得られる。 x がPを満たす度合いを処理するのにfuzzy集合の概念が適用できる。(表1、表2、表3)

3. 資源

3.1 貯水池運用⁴⁾

貯水池運用は不確定供給と管理需要の条件下での特別な在庫問題である。多くの場合に貯水池管理者は直接的な経済利益を最大にすることでなくて、可能な限り正常に貯水池システムを管理することであるとする。たとえば水需要、リクリエーション、漁業、発電、生態系等の要求を満足し、洪水をさけることにある。本研究では第一に貯水池管理に対し動的ファジイ基準(DFCM)を示す。第二にDFCMにおいてはある満足度関係が採用された。目的は最高可能な状態に貯水池システムをあらしめるにある。このモデルのパラメータはファジイであり、経済的利益は計測するのに困難である。第三にDFCMの方程式を述べ、これによって政策の数学的考察を試みた。最後にQin地区水源システムのケーススタディを議論した。(図2)

3.2 逆問題（浅井戸の水理学的定数）⁵⁾

逆問題とは観測された出力の関数として系のパラメータと構造を決定することである。われわれはパラメータの異なる集合を仮定し、理論方程式からの相当する出力を決定し、理論的結果と実験の結果とを比較することによって与えられた逆問題を解くことができる。

Trial and errorによって、われわれは実験的データと近似的に一致する解を見出すことができる。しかしこれは効果的方法ではない。逆問題を解く他の方法は観

測値の関数として未知のパラメーターに対して解析的に解くことである。この方法は一般的には困難でありとくに特別な状況においてのみ証明せられる。

われわれがさがしているのは逆問題の広いクラスを解く効果的かつ組織的な過程である。またそれは高速計算機にとって適していなければならない。計算機は初期条件の完全な集合を与えると、高精度で常微分方程式の大きな系に対して有力である。(図3)

地層の状態が等方等質であるという仮定のもとに、真中の汲み上げ井戸とそこから半径 r 離れた観測井戸によって、真中の汲み上げ井戸から毎時同じ汲み上げ率で汲み上げ、観測井戸の水位を観測することにより、その地層の様子を知りたいとすると、次の偏微分方程式の解(ここでは観測値)を知ることにより、水の貯留係数や透水量係数の値を測定する。(浅井戸の場合)

$$\frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left(rh \frac{\partial h}{\partial r} \right) = \frac{S}{K} \frac{\partial h}{\partial t} \quad (1)$$

初期条件と境界条件:

$$\text{あらゆる } r \text{ に対して } t = 0, \quad h = h_0$$

$$\text{あらゆる } t \text{ に対して } r \rightarrow \infty, \quad h = h_0$$

$$\lim_{r \rightarrow 0} r \frac{\partial(h_2)}{\partial r} = \frac{Q}{2\pi K} \quad (2)$$

ただし r ...汲み上げ井戸から観測井戸までの距離、

h ...不浸透性の岩盤上の水頭、

h_0 ...不浸透性の岩盤上の汲み上げ開始時点の水頭、

S ...水の貯留係数、

K ...透水量係数、

t ...汲み上げ開始時点からの経過時間、

Q ...あらゆる時間に対して一定である汲み上げ率。

$$\phi = \frac{r^2}{4th_0}$$

4 生態系

4.1 生物サイクルによる水の浄化⁶⁾

熱力学第2法則が存在するので、エントロピーを減少させることは出来ない。しかし地球は太陽から負のエントロピーの補給を受けているのでそれは積極的に利用する途を求むべきであろう。第1は微生物の利用であり、第2は植物の同化作用である。

第1の例として微生物による汚水処理がある。汚水中の栄養分を微生物に食べさせて水を浄化する。それは微生物が栄養分を選択して食べるからである。ある意味で微生物はマックスウェルの魔人に似た役割を果たしている。それは生物が親からの遺伝子によって情報を持っているからである。我々はこの生物サイクルを積極的に利用する途を開発しなければならない。それは生物の遺伝情報の有効利用であり、そのための品

種改良、品種選抜は情報の負のエントロピーを創り出すことになる。

第2の植物との同化作用は緑化運動である。その一つに水性植物を利用する汚水浄化法がある。

ホテイアオイは汚水から栄養物や他の汚染物質を除去する能力を持っている。離散的確率モデルはホテイアオイ母集団を記述するために使用可能である。収穫を示す政策は周期的で母集団水準を減ずるように用いられる。割引全費用を最小にするような (s, S) 政策が採用される。

又、 CO_2 を吸収する能力も持っているので、地球温暖化にも役立つ。

その体系的システムを完成することは我が国のような資源を持たぬ国やスペースコロニーにとって非常に有益であるが、現在その研究は緒についたばかりである。

6 結言

人間がその数を増大させ、その生存の手段が強力になり過ぎたために、人間が生きる仲間達を絶滅させ、大きな河川を汚染し、大木を斬り倒し、大地や雨や風を毒性化させてしまった。人間のもたらす変化は地上の生物の共生を永遠に破壊し、地球全体の安定化作用も修復不可能にする可能性を持っている。

環境破壊が生物学上の資産を浪費するので、開発にまつわる全ての政策には生態学社会学上のコストを要することを考えねばならぬ。

他の生物とのよりよい相互作用、すなわち共生が可能となるように人間の営みを考えるその途は何か。現代の科学技術の「ハード」テクノロジーに対して「ソフト」テクノロジーを採用するように努むべきであらう。

参考文献

- 1) 小田中敏男; 序説環境システム、北海道情報大学紀要、第10巻、第1号、(1998)。
- 2) T. Odanaka; Dynamic Management Decision and Stochastic Control Processes, World Scientific, (1990).
- 3) 田中孝男、小田中敏男; 2次計画モデルによる福祉政策の優先度配分、日本経営工学会誌、Vol.9, (1986).
- 4) B. Liu & T. Odanaka, Dynamic Fuzzy Criterion Model for Reservoir Operations and a Case Study, Computers & Mathematics, Vol.37, No.11/12, (1999).
- 5) N. Sagara, T. Odanaka & T. Arimizu, Invariant Imbedding and Identification of Aquifer Parameters, Journal of Computational and Applied Mathematics, Vol.8, No.3, (1982).
- 6) T. Arimizu & T. Odanaka; Clearness for Water Quality Using of Aquatic Macrophytes, 北海道情報大学紀要、Vol.7, No.2, (1996).
- 7) T. Odanaka, Environment System and Dynamic Management Decision, Abstract of The 7th Bellman Continuum, (1999).