

○ 地域振興整備公団 正会員 出口 泰寛  
 北海道大学大学院環境科学研究科 正会員 加賀屋 誠一  
 北海道大学大学院環境科学研究科 正会員 山本 信夫

1. はじめに

最近の洪水被害についてみると、同流域で同程度の降雨量であった条件では過去の洪水被害より著しく大きい事例が多い。この原因の一つは、人間の活動の場の広がり起因していると思われる。その中で、土地利用形態が変化し、その管理の面が、水害被害に大きな影響を及ぼすと考えられる。本研究では、分析対象地域として流域の一部をとり、その地域内の土地利用変化に適応する治水計画のあり方を検討する。

2. 治水連関モデルの概要と投資方法

本研究では、図1に示す各セクターより構成されるシステムダイナミクス手法を用いた治水連関モデルをシミュレーションしている。ここで、河川の氾濫は、河道からの感流および破堤の状態を評価するものとする。従って、し年次までの築堤投資によって確保された流量を $Q_i$ とすると、無害流量 $Q_0$ から $Q_i$ までのすべての流量による被害は軽減されたことになる。すなわち、し年次の期待軽減被害額は、

$$\bar{A}_m = \int_{Q_0}^{Q_i} P(Q) \times A(Q) dQ$$

となる。ここで  $P(Q)$ は流量 $Q$ の生起確率、 $A(Q)$ は流量 $Q$ の被害面積を表わす。

また、 $Q_i$ 以上のすべての流量によって被害が生じるので、し年次の期待被害面積は、

$$\bar{A}_d = \int_{Q_i}^{\infty} P(Q) \times A(Q) dQ$$

となる。

期待軽減被害額及び期待被害額は、それぞれ期待軽減被害面積、期待被害面積に、単位面積当りの評価額と被害率を乗じたものである。

治水投資方法としては次の二つを検討した。1つ

は、築堤投資額を決定するために一定率を前年次の築堤投資額を乗じて当該年次の築堤投資額を決定する方法(以下、外生投資法と称する)である。他方は、前年次以前までの築堤投資額によって生じた期待軽減被害額に一定比を乗じて当該年次の築堤投資額を決定する方法(以下、内生投資法と称する)。図1において→で結びつける)である。第2の方法は、し年次以前までの築堤投資額によるし年次の期待軽減被害額を便益と考え、し+1年次の築堤投資額をそれに見合う費用として費用便益分析の考え方を導入したものである。

3. 解析結果

解析の対象地域は、石狩川下流域で、近年特に民間による宅地開発の盛んなところである。それとともに、かなりの資産の蓄積もみられる。また上流の治水進捗度も大きくなり、確保流量の大きさも増加している。ここでは、土地利用変化の要因として宅地増加率を取りあげ、これをパラメータとしてシミュレーションを行なった。

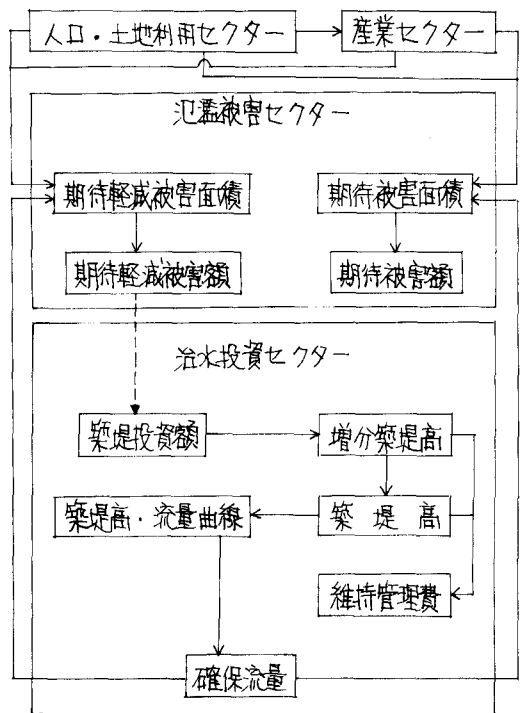


図1 治水連関モデルの概要

表1, 表2はそれぞれ宅地増加率の変化による果積期待被害額と外生投資法, 内生投資法別に示したものである。ただし, 宅地面積に土壌を与えている。

表1 外生投資法による果積期待被害額比較

宅地増加率 投資上昇率	2.5%	5.0%	7.5%	10.0%	12.5%
1.0	30.95	33.46	36.29	39.50	42.81
1.1	21.92	23.03	24.20	25.44	26.76
1.2	17.30	17.97	18.65	19.36	20.09
1.3	14.63	15.09	15.56	16.05	16.54

(果積30年。単位億円。投資上昇率とは、前年次の築堤投資額に乗じて当該年次の築堤投資額を決める一定率のことである)

表2 内生投資法による果積期待被害額比較

宅地増加率 投資比	2.5%	5.0%	7.5%	10.0%	12.5%
0.5	49.57	51.10	49.97	51.72	51.71
1.0	23.10	25.11	25.28	25.53	25.81
1.5	17.07	17.27	17.42	17.51	17.55
2.0	12.60	12.69	12.75	12.78	12.79

(果積30年。単位億円。投資比とは、前年次の期待軽減被害額に乗じて当該年次の築堤投資額を決める一定率のことである)

表1では、投資上昇率が同じ場合には、宅地増加率が大きくなるに従い、果積期待被害額が大きくなる。表2においては、投資比が同じ場合を比較すると、宅地増加率の大小にかかわらず、果積期待被害額はほとんど変化しない。以上のことから、内生投資法は、土地利用の変化に適応して洪水を制御する方法であることが示された。

次に、外生投資法と内生投資法とを比較検討する。対象地域は、宅地増加率約5%、築堤投資額の対前年度伸び率は約10%程度なので、外生投資法の宅地増加率5.0%、投資上昇率1.1を現状のパターンとして考えられる。ここで比較検討のために4つの指標を用いた。

1. 目標達成年次: 200年確率流量を確保流量とするまでに要した年次を示す。
2. 果積期待被害額: 社会・経済活動が受ける期待被害額の総額を示す。
3. 果積総投資: 築堤投資額と維持管理費とを加えたものを総投資といい、その果積した総額である。治水投資の経済性を示す。
4. 果積総費用: 総投資と果積期待被害額とを加えたものを総費用といい、その果積した総額である。社会所費用を示すもので、社会全体からみた治水計画の経済性を示す。

これらを用いて比較したのが表3である。果積総投資がほぼ等しい場合、他の3指標では、内生投資法の方が、外生投資法より、明らかに有利となる。これは、内生投資法が、土地利用の変化に適応した方法のためと考えられる。他の3指標をそれぞれ等しいかほぼ等しいもので比較してみると、それぞれ経済性の面が有利性があらわれている。

表3 外生投資法と内生投資法との比較

	外生1.1	内生0.8	内生1.1	内生2.0	内生1.0
目標達成年次	10	10*	9	6	9
果積期待被害額	23.0	29.5	23.1*	12.7	25.1
果積総投資	149.2	146.1	147.6	149.1*	147.2
果積総費用	172.3	175.6	170.7	160.4	172.2*

(果積30年。目標達成年次は単位年、他は億円。)

\*は、外生投資法と内生投資法との指標の値が等しいかほぼ等しいことを示す。また表中、外生1.1とは、外生投資法投資上昇率1.1を示し、内生0.8とは、内生投資法投資比0.8を示す。)

期待軽減被害額と築堤投資額を一定比で結びつける投資方法は、土地利用の変化に適応し洪水を制御するものである。従ってこの投資法は、治水計画と土地利用計画とを調整するものであり、投資方法としても有用なものであることがわかった。

参考文献

- 1) 加賀屋誠一, 洪水被害評価に基づく地域のシステム分析, 第31回年次学術講演会講演概要集, 51年10月
- 2) 増田浩泰, 加賀屋誠一, 山村悦夫, 外水洪水被害事前評価法に関する研究, 第32回年次学術講演会講演概要集, 52年10月