

1 はじめに

近年、地域分析の手法には、自然災害、公害などの負の要因を考慮し総合的評価を行なう場合が多くなっている。洪水による地域に及ぼす影響を把握することもその1つの考えである。治水事業は、かなり以前から行なわれているが、氾濫地域の土地利用の高度化、都市への人口、資産の集中化による不侵襲地域の増大、洪水域の減少など最近の河川への接近度も観察すると、治水対策の再検討が必要となっている。その問題点をあげる、次の3点が考えられる。

- (i) 災害を引き起こす原因の完全把握とその発生予知が難しい。
- (ii) 治水事業が、規模の大きさにより長期的かつ多大な費用を要する計画となる。
- (iii) 最終計画が達成されるまでの中間的対策、代替的方法の開発の必要性

これらの問題点を解決するためには、災害のメカニズムをシステムとして考え、それらを分析することによってシステムの連結と断ち切る方法を見出すこと、また治水事業計画をその地域の都市計画、地域計画に併せ、その発展度に応じた治水投資を考えるべきである。本報文は、洪水による被害の位置づけを行ない、さらに人間活動と治水投資、洪水被害を結び付け、その連関を、システムダイナミックスモデル(SDモデル)を用いて検討を行なったものである。

2 洪水被害の位置づけ

洪水が発生すると、各担当官方は、その被害状況と被害額という単位をもって刻々発表する。こうして算定された被害額の全国集計は、国民総生産の約1.5%となっている。しかしここで考える被害とは何か、またその範囲を将来どこまで算定するかなどを明確にするために、時間軸、空間軸、主体軸を図-1に示すように設定し、被害の位置づけを試みた。各軸を区分すると次のようになる。

(i) 時間軸 -----イ) 洪水予知可能時間(HFP)、ロ) 第1次洪水継続時間(HFC)、ハ) 第2次洪水継続時間(HSC)、ニ) 洪水復旧時間(HR)、ホ) 機能回復時間(HMR)

(ii) 空間軸 -----イ) 冠水地域(AF)、ロ) 準冠水地域(APF)、ハ) 非冠水影響地域(ANFI)、ニ) 非冠水無影響地域(ANFNI)

(iii) 主体軸 -----イ) 産業資産被害(DIP)、ロ) 一般住宅被害(DH)、ハ) 交通輸送被害(DTP)、ニ) その他の公天被害(DOP)、ホ) 社会的被害(DS)

以上のような区分によると、従来の被害算定基準は、斜線に示す部分について行なわれており、今後その間接的被害をも含めた矢印の範囲まで検討していく必要がある。

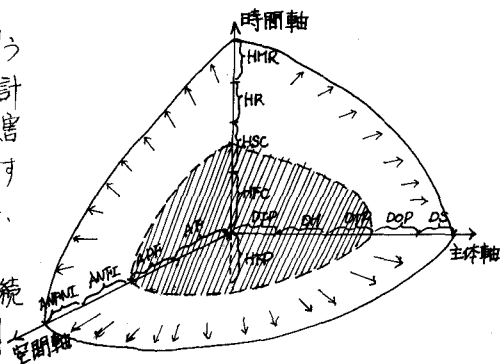


図-1 洪水被害の位置づけ

3 治水-地域連関シミュレーションモデル

治水投資は、築堤、護岸などの整備となって現われ、氾濫地域の確保流量を増大させる。したがって毎年の投資により、氾濫想定区域は、減少の傾向をとる。氾濫想定区域内での土地利用および産業活動は、年々変化があり、都市においては、近年急速に発展し社会的問題をも投げかけている。過去の洪水被害調査によると被害額がその規模を大きくしているのは、そのような点が原因である。今、氾濫想定区域の減少に伴う被害軽減を、投資に対する便益と仮定し、その便益に見合う投資基準を設定することも、当モデル作成の目的とする。そのために図-2のようなフィードバックシステムを考えた。

またモデル設定には次のような仮定も考えた。

- (i) 治水対策の方法として築堤工事のみを考える。
- (ii) 洪水発生地域として昭和50年8月石狩川氾濫で被害が生じた美幌、岩見沢、月形、北村の4市町村を考える。
- (iii) 洪水被害の大きさは、期待氾濫面積に依存し、計画期間においては、変化のないものとする。被害の算定は、農業被害、住宅、卸売業、製造業の各々の在庫、備蓄資産の範囲にとどめ、今後新たに他の被害についても把握できるように汎用性を持たせる。

今、期待氾濫面積を考えるために、図-3に示すような生起確率(P)と、被害面積(A)によって氾濫地域の土地利用別流量-一期待氾濫面積曲線を作成した。流量(Q)、洪水被害面積(A_f)とすると、年期待洪水被害面積は $A_{fj} = A_f(Q_{jt}) \cdot P(Q_{jt})$ となり、流量 Q_t まで洪水防止の事業が完成すると、年期待軽減被害面積は、 $A_{Lj} = \int_0^{Q_t} P(Q) \cdot A_f(Q) dQ = \int_0^{Q_t} A_{fj}(Q) dQ$ となる。(c)土地利用別)算出された A_{Lj} に、土地の評価額(生産額および資産額)を乗じ年期待軽減被害額とし、さらに定数(RB)を乗じてフィードバックシステムを完成させる。このようにして作成されたSDモデルによるシミュレーション結果は、紙面の都合で発表にゆずりたい。そのシミュレーション結果についてまとめてみる

(a)モデルの適合性を考えるため上述の洪水被害と、モデルより計算された被害の比較を表-1に示した。農業被害に比べ、住宅、事業所被害は過大な評価額となった。これは、業務、住宅地域の冠水が少なかつたためである。

(b)対象地域の各土地利用別あるいは、産業別に軽減被害額の割合と率で表わすと、農業(田)78%、農業(畑)2.5%、住宅16%、卸売業2%、製造業1.5%であり、典型的な稲作中心の農村地域と考えることができる。

(c)図-4は、投資比(RB)が投資/軽減被害額に対応する築堤完成年度を表わしたものである。当然のことであるが、土工量単価が大きいほど、また投資比が大きいほど完成年度は、早くなること分かる。

(d)図-5のTYPE Iは、後期待軽減被害額の大きさを現状のまま延長したものでTYPE IIは、各産業の成長率および土地利用の生産性の伸びを導入したモデルである。軽減被害額は、TYPE IIを上限、TYPE Iを下限としてその間の値として表わすことができる。

(e)このモデルは、農村型であり、費用-便益の関数よりみると、短期(各年ごとの)投資効果は、良いとはいえない。しかし目標年次の設定と長期的観点で考えると次のような式で費用-便益が均衡する点が見出される。

$$\int_0^T (C_t - D_t) e^{-\delta t} dt = 0$$
 〇〇完成年度、C:基準年度、I:投資、D:軽減被害額
 4.あとがき。今回は、北海道における洪水多発地域での被害評価という観点よりモデル作成を進めたが今後は、都市型、また被害の範囲拡大などの点で改良を加えたい。

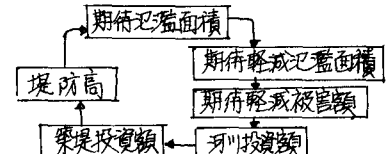


図-2 治水連関 フィードバックシステム

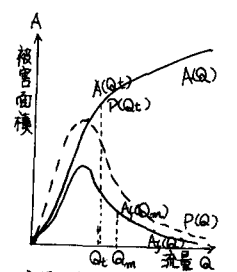


図-3 流量-一期待被害面積曲線

地域	産業別	予測値	実現値	A/A ₀
田	面積	6,200	6,602	1.06
	被害額	28,800	28,120	1.02
畑	面積	800	1,012	0.79
	被害額	5,310	4,700	0.89
住宅	被害数	2,640	2,052	1.28
	被害額	5,120	4,300	1.27
事業所	被害数	180	115	1.56
	被害額	1,800	1,150	1.56

表-1. 各被害の予測値と実現値(549)

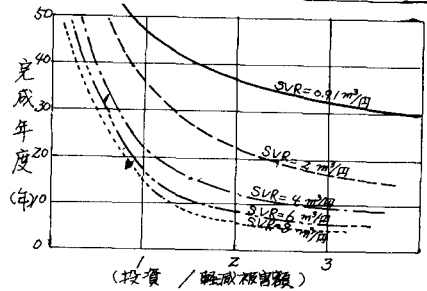


図-4 投資比による完成年度の決定

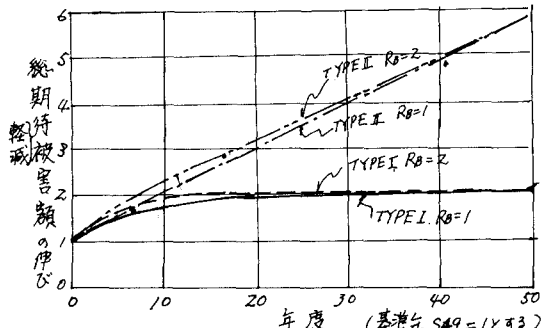


図-5 総期待軽減被害額の大きさ