

建設技術研究所 正会員 金 均
 東京大学工学部 正会員 中村英夫
 建設技術研究所 正会員 石井弓夫

1. 研究の目的 洪水被害額は年々増加の一途をたどっており、それに従って地域社会に与える影響も大きい。これは洪水規模の増大という事よりも、産業経済の発展に伴う洪水危険区域内での人口集中、都市域の拡大、資産の増加によるものである事は明らかである。更に、社会経済の発達により地域内外の結びつきを緊密化している為、局所的なダメージも波紋の如く全体に波及して行かざるを得ない状況にある。すなわち、水害を始めとする災害も単に被災地域又は被災物のみではなく、その影響は広い範囲に及ぶと考えられる。本研究は、水害を対象として従来の単なる物的な直接被害の他に、これらの波及・間接的被害の構造を明らかにするとともに、その計測手法を開発・発展させる事を目的としている。今回の報告は、前回の報告⁽¹⁾を踏まえ具体的な計測手法に若干の修正を加えるとともに、水害全体の波及構造を明らかにした。

2. 水害の波及構造 洪水の被害連鎖(連鎖)を作成した。図-1に概略を示す。直接被害を「物的被害」又は「ストックの被害」、間接被害を「機能阻害による被害」又は「フローの被害」として考えれば図-2となる。また、水害の一般的・時間的フローは図-3に示す。空間的な波及被害は、被害物→被害主体(事業所・住民)→被災地域(市町村)→被害地域外(他市町村)→都道府県→全国の様に拡大していくものと考えられる。また、被害主体としては社会資本(公共機関)、産業資本(事業所)、多計資産(住民)と3つに大別できる。以上が「水害」についての被害連鎖、項目、時間的・空間的波及構造、及び被害主体についての分類である。

3. 計測手法 次に、間接被害として計測する為の条件を列挙するものとする。

① まず、間接被害項目を選択する上でその基本的概念は、with & without principleである。すなわち、水害があった場合となかった場合を比べ、どのような被害(もしくは便益)項目が考えられるかどうか。

② 直接被害による機能阻害によって当然代替手段が考えられるが、代替活動による純便益は考えない。

③ 代替活動とも関連してくるが、間接被害を計測する為の時間的範囲は、洪水発生→被害発生→波及までとし、復旧や復興の段階までは考えない。

④ 同様に空間的範囲についても被害を受けた当該流域のみとし、他流域・他地域への地域波及は考えない。

⑤ 以上の条件を含め、間接被害項目として生産の停止・停滞、生活レベルの低下、及び精神的影響が考えられるが、本研究では定量化が容易で、計測可能と考えられる「生産の停止・停滞」のみを間接被害の計測手法開発の対象とした。

図-1 洪水の被害連鎖図

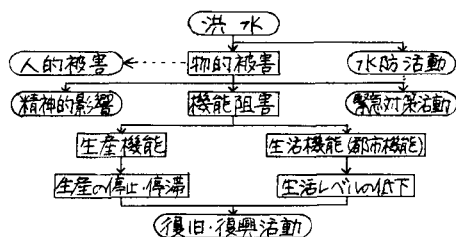


図-2 被害分類図

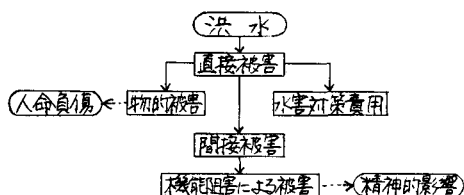
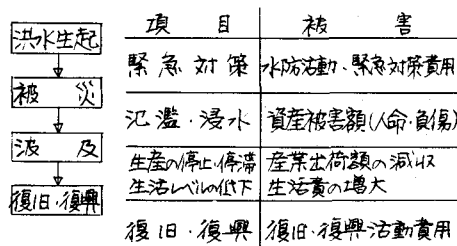


図-3 水害の一般的・時間的フロー



モデル化については、「生産の停止・停滞」を次の2つのカテゴリーに分割して考えた。

(I) 1次波及被害——資産の欠損による各産業に生じる生産額の減少 ΔX_i^1 (i産業)

(II) 2次波及被害——上記各産業の生産額の減少(1次波及被害)による他産業の生産の停止・停滞による生産額の減少 ΔX_i^2 (i産業)

計測モデルとして、1次波及被害については、労働力又は資産の移動率より停滞時間 ΔT

$$\Delta T = (1 - C_i) T \quad C_i: i \text{産業移動率} \quad T: 1 \text{年間}$$

より、生産減少額 ΔX_i^1 は、 $\Delta X_i^1 = (1 - C_i) \Delta T \cdot X_i^0$ X_i^0 : i産業の平常時生産額

2次波及被害については、産業連関関係を用いそのバランス式

$$|A|X - N + F = X \quad \left(\begin{array}{ll} |A|: \text{投入係数行列} & X: \text{生産額ベクトル} \\ N: \text{移入ベクトル} & F: \text{最終需要ベクトル} \end{array} \right)$$

より、次の制約条件の下

$$X_i^1 \leq X_i^0 \quad (X_i^0: 1次波及被害を考慮したi産業生産額)$$

$$N_i^1 \geq N_i^0 \quad (>: \text{移入量}, <: \text{移出量}, N_i^0: \text{平常時移入量})$$

目的関数として、 $X_1^1 + X_2^1 + \dots + X_n^1 + N_1^1 + N_2^1 + \dots + N_n^1 \longrightarrow \max$

とする線形計画法を用いて求めるものとする。ここで、各産業別の増加恒率を f_i とすれば「生産の停止・停滞」による間接被害総額 X_E は、

$$X_E = \sum_i f_i (X_i^0 - X_i^1) \cdot \Delta T \quad \text{となる。}$$

ところで、目的関数の持つ意味は、最終需要は水害により変化しないという条件のもと(同時に産業構造すなわち投入行列も変化しないとして)、その最終需要を満足する為、地域外からの移入・移出も含め当該地域での生産構造を最も効率よく移動せよという事になる。すなわち、この計算結果より算びられる各産業の生産額と平常時の生産額を比較するという事は、水害があった場合の間接被害の最小値を表わす事となる。

4. 適用例 上述の計算法を昭和49年7月豊川洪水の豊橋市の水害を対象として適用した。計測結果を表-1に示す。従って、直接被害額444百万円に近し約87%の間接被害率となる。

5. 考察 「水害」というドラステックな変化を静的・線形的なモデルで表現する事が妥当かどうか。間接被害を捉える上で前に設定した条件が現実の状況と比較して大きな過誤がないかどうか。第-1には水害の波及構造を設定する上での問題点を整理し、第-2には計算法及びその基本的条件について現実の水害状況との対比での妥当性を議論したい。また、これら間接被害の概念を治水計画に適用する際の方法を提示する。なお、本研究は建設省河川局河川計画課の御協力を頂き、「間接被害検討委員会」(河野博忠筑波大学教授、竹内邦良山梨大学助教授、渡辺貢介東京大学助教授、木山武彦一橋大学講師、山口高志土木研究所室長)での審議結果も参考にしてまとめたものである。また、東京大学工学部五十嵐俊一代より資料の提供を頂きました。ここに関係各位に謝意を表します。

表-1 豊橋市間接被害額(5,49.7豊川水害)

業 種	平常時生産額	水害後生産額	生産減少額	間接被害額
農林水産業	5,546	4,696	* (850)	* (540)
鉱 業	220	188	32	21
製 造 業	45,189	44,496	693	223
建 設 業	12,374	12,337	37	14
電気・ガス・水道業	746	723	23	15
商業・金融・娯楽・不動産業	20,537	20,414	123	94
運輸・通信業	4,605	4,464	141	98
サービス業	13,104	12,501	603	359
計	102,322	99,819	2,503	824

* 但し、農林水産業については、間接被害の824中に含まない。