

ロジットモデルによる堤防安定性評価

岐阜大学工学部 正 会 員 宇野尚雄

岐阜大学大学院 学生会員 ○ 杉井俊夫

岐阜大学工学部 大橋健二

1. まえがき : 筆者らは、過去にロジットモデルを使って被災事例に基づく安定性評価モデルを構築することを試みてきたが¹⁾、本報告は、構築された評価モデルの解釈と検証を加えるため、採択された個々の要因についての分析を行った結果を主として述べる。

2. ロジットモデルの適用と構築 : 多変量解析方法として定性的(質的)データの判別、外的基準の予測モデルを構築できる数量化II類があるが、その特徴として、信頼度を求めることが困難であり、適用上の大きな問題となっている。これに対し、ロジットモデルは係数の安定性を測ることが可能である上に、予測結果を確率で表すことができ、解釈と利用のし易い点がある。こうした観点により、本研究では個人の意志決定を予測する非集計行動モデル(ロジットモデル)²⁾を堤防の選択(被災を受けるか、受けないかの選択)行動モデルとして適用を試みている。ロジットモデルによれば、堤防(個人) n が選択肢1:(被災か、破堤), 選択肢2:(非被災か、非破堤)を選択する確率 P_{1n} 、 P_{2n} はそれぞれ次式で表される。

$$P_{1n} = \frac{e^{V_{1n}}}{e^{V_{1n}} + e^{V_{2n}}} = \frac{1}{1 + e^{XP[-(V_{1n}-V_{2n})]}} \quad (1) \quad P_{2n} = 1 - P_{1n} \quad (2)$$

ここに V_{1n} 、 V_{2n} はそれぞれ選択肢1, 2から受ける効用関数(選好順序を表現する関数)である。効用関数を線形と仮定し次式で表す。

$$V_{in} = \sum \theta_i X_{in,i} = \theta_0 + \theta_1 X_{in,1} + \theta_2 X_{in,2} + \dots + \theta_k X_{in,k} \quad (3)$$

$X_{in,1}$, $X_{in,2}$ は効用を表現する堤防 n の特性変数(天端幅, 法高, 法勾配, ーetc)であり、 θ_1 , θ_2 , ーは未知のパラメータであるが、 θ_0 は最尤推定法により推定される。こうして算出された被災確率 P_{1n} は堤防の安定性を示す指標とみなせば、この被災(破堤)確率の大小により堤防の不安定、安定を表現することができる。

3. ケーススタディ : 対象河川は、川幅200m以下(100m以下、65%を占める統計資料)という河道特性を持つ中小河川で、越流水があった堤防を対象としており³⁾、このモデルは越流水災害時の、破堤か非破堤かのモデルとして構築される。特性要因として1)天端幅, 2)裏法高, 3)堤体断面積, 4)堤体土質(C/γH), 5)流下能力/被災時流量, 6)法構造(透水性, 不透水性), 7)天端舗装(透水性, 不透水性), 8)漏水(有無)を選び、最尤推定法によりパラメータを推定した。表-1は、t検定を行い棄却要因を削除し繰り返し得た結果である。また構築されたモデルの分析を行うために用いたデータを再現させ、データの上からモデルを分析した。図-1, 2, 3, 4は表-1の要因を取って個々に取り出して被災確率と被災状況の関係を表したものである。今回、越流災

表-1 中小河川堤防(越流水アリ)パラメータ

特性要因	係数(θi)	t 値
選択肢ダミー	2.16	4.20
天端幅	-0.44	3.71
堤体土質	-1.92	3.01
河道状況凸岸部	0.98	1.97
漏水アリ	1.59	2.79
通中率 : 69.9		尤度比 : 0.19

害時の破堤するか、破堤しないかのモデルの構築を試みたが、図-1、図-2より、破堤、非破堤（表法決壊、裏法崩壊、軽無被害）の状況が被災（破堤）確率50％程度で判別されている傾向が分かり、判別モデルとして良い結果を得ている。天

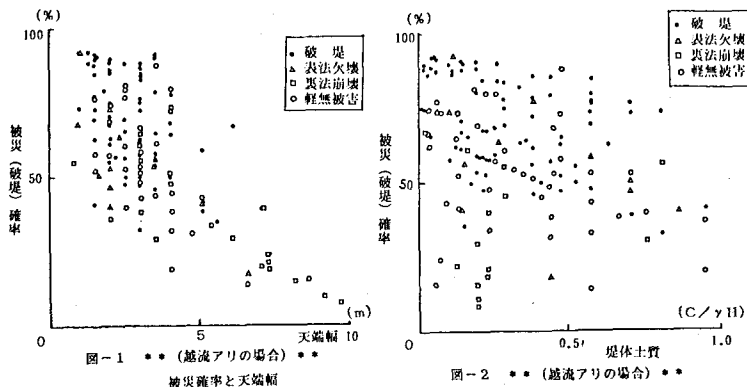


図-1 ** (越流アリの場合) **
被災確率と天端幅

図-2 ** (越流アリの場合) **
被災確率と堤体土質

端幅と堤体土質の要因パラメータは負の符号であり、これらは被災（破堤）を選択することを妨げる要因、すなわち抵抗力要因と統計上から解釈でき、図-1、図-2の関係からも明らかである。天端幅に注目すると、約4m以上になると破堤数が減少しており、被災確率もかなり低下している。これは、堤体断面積の大小や道路の利用が増えることによる天端舗装に関係し越流災害を受けにくく

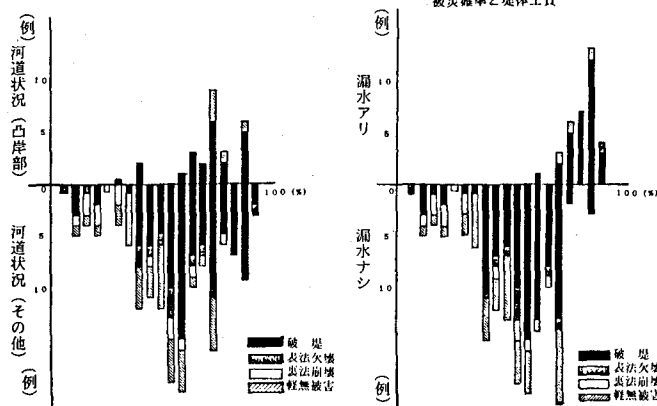


図-3 ** (越流水アリの場合) **
被災確率と河道状況 (凸岸部)

図-4 ** (越流水アリの場合) **
被災確率と漏水アリ

なことが推定される。堤体土質は安定数 $C/\gamma H$ を用いており、図-2より0.5以上になると破堤数が減少し、裏法崩壊が0.2～0.3に集中している傾向がある。ダミー変数【河道状況（凸岸部）：漏水アリ-1，河道状況（その他）：漏水ナシ-0】を用いた河道状況を図-3、図-4に示す。データを詳細に見直してみると凸岸部では上流の水が回り込んで破堤を引き起こす傾向がみられていて、モデルの上でも影響していると考えられる。河道状況凸岸部の堤防は、その他に比べ破堤した堤防が多くを占めており、凸岸部では越流災害時に、破堤の危険性が高いことが考えられ、漏水アリの場合も同様な傾向にある。さらに、漏水アリの場合、それにとまって被災（破堤）確率も高くなっており越流災害時の重要な破堤要因であることが推測される。

4. あとがき : 以上のようにロジットモデルを使った堤防の安定性評価と、モデルに含まれる特性要因（外力要因、抵抗力要因）の発見が可能であることが分かった。また、今回のような個々の要因とモデルの関係、データへ戻っての分析、安全率との結びつきを考慮することにより、モデルの検証、被災原因の追求が可能であると考えられる。

【参考文献】1)宇野尚雄,杉井俊夫:被災事例に基づく堤防評価モデル,自然災害科学中部地区シンポジウム講演集,pp 15～16, 1986 2)森杉壽芳:非集計行動モデルの推定と検定,土木計画学講習会テキスト,pp 25～66, 1984 3)吉野文雄:洪水による河川堤防災害の実態と要因に関する研究,自然災害特別研究(1)No.58020025(代表 村本嘉雄)中間報告,pp 4～9, 1984