

I-491 ため池の地震被害に関する悉皆調査データの分析

（財）日本農業土木総合研究所 正会員 鈴木健一 福田一美
フジタ工業（株）技術研究所 正会員 中村正博 ○池見 拓

1. はじめに

筆者らは、ため池の地震被害に関する悉皆調査データを基に多変量解析の一手法である数量化理論Ⅱ類による要因分析を実施し、地震による被害の可能性を簡便に予測することを目的としたいくつかの危険度判定表を提案している^{1, 2)}。しかしながら、これらの判定表については判定に必要な項目内のカテゴリーの重みに従来の工学的な知見と反するものがあるとの指摘もあり、未だ是認されていないのが現状である。そこで、従来の工学的知見との整合性という観点から危険度判定表の再検討を実施した。

2. 数量化理論Ⅲ類による分析

分析したデータは1983年日本海中部地震の係わる秋田・青森両県のため池の悉皆調査から得られたもので、サンプル数1185個、アイテム数25個（被害程度も含む）、カテゴリー数は合計で68個となっている。被害程度によるサンプルの内訳は、大被害Aが151個、小被害を含む無被害(B+C)が1034個となっている。このデータを多変量解析法の一つである数量化理論Ⅲ類で分析した。数量化理論Ⅲ類は測定対象や変量の間の距離関係、類似関係などを扱う「記述モデル」であり、質的なデータを分析するための手法である。

数量化理論Ⅲ類によるサンプルの空間布置ではアイテム・カテゴリーの該当パターンの類似度によって相互の位置関係が決まる。すなわち、該当パターンが似ている場合には比較的近い位置に布置され、似ていない場合には比較的遠い位置に布置されることになる。この特性を利用してサンプルの属性による分類、すなわち大被害の集団と無被害の集団の判別を試みた。なお、今回の分析では1～3次までの比較的相関係数の大きい3つの次元を空間布置の対象として3つの平面での検討を実施したが、ここでは1次と3次の軸で構成される平面（Ⅰ－Ⅲ軸平面とよぶ）での検討結果を中心に述べることにする。

図-1にサンプルの布置図を示す。大被害Aの集団は第1象限寄りに、無被害(B+C)の高密度集団は両軸の中心から第3象限寄りに布置されていることから、Ⅰ－Ⅲ軸平面内のサンプルの空間布置によって大被害Aと無被害(B+C)という2つの属性の分離がある程度可能であることがわかる。図中の一点鎖線は判別のための最適な空間軸、すなわち属性による2つの集団がⅠ・Ⅲ座標軸を使うよりも明瞭に分離される軸を示している。ここではこの軸のことを最適空間軸と呼ぶことにする。同軸はⅠ軸の回転による座標変換から得られたもので、判別に最適な軸であるか否かの判断指標としては相関比を用いている。Ⅰ－Ⅲ軸平面の場合にはⅠ軸を60°回転した軸が最適空間軸となっている。この最適空間軸によれば、大被害Aの集団は無被害(B+C)の集団よりも軸上の右寄り、つまり正の方向に位置している。したがって、この最適空間軸では正の方向が被害、負の

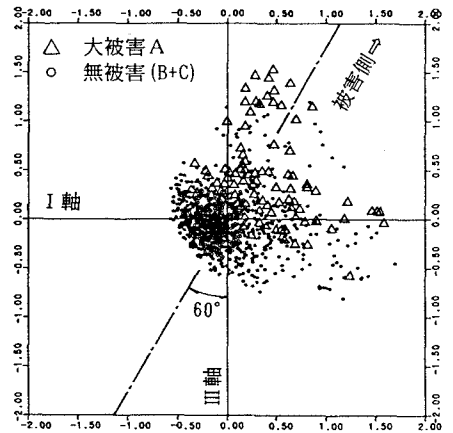


図-1 サンプルの空間布置

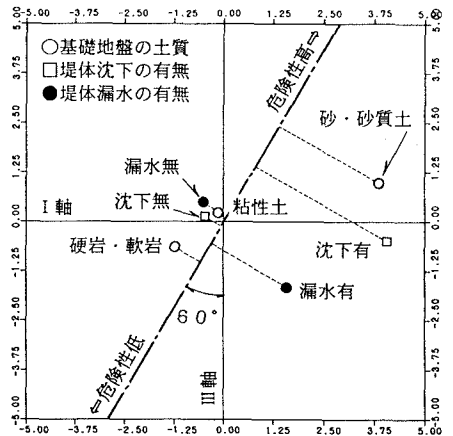


図-2 カテゴリーの空間布置

方向が無被害という傾向を示すことになる。

数量化理論Ⅲ類ではサンプルを布置したのと同じ座標空間にアイテム・カテゴリーも布置される。各カテゴリーの投影から最適空間軸上でのカテゴリーの序列や距離関係を調べ、それらが従来の工学的な知見に合致しているか否かをここでは評価することになる。アイテム内のカテゴリーの序列関係は、最適空間軸上で相対的に正の側にある（値が大きい）ものの危険性がより高いという評価基準から判断することになる。また、最適空間軸上でカテゴリー相互が比較的近接している場合（この場合レンジは小さい）には、それらはカテゴリー分類上意味を持たず、そのようなアイテムは判別に寄与しないと判断する。なお、従来の工学的な知見としてはデルファイ法により集約された専門家の意見や「アース・ロックフィルダムの耐震性判定指針」、「老朽ため池整備便覧」、また学会等での有識者の意見を参考にした。図-2はⅠ-Ⅲ軸平面上にいくつかのアイテム・カテゴリーを布置したものである。図-2によれば、○印の基礎地盤の土質と□印の堤体沈下の有無は従来の工学的知見に適合するが、●印の堤体漏水の有無は従来の工学的知見と矛盾するため、被害を判別するための項目としては不適格と考えられる。

表-1に示す新しい危険度判定表は、上述の基準に適合するアイテムの中から判定表の項目としての適性を考慮して選択された7アイテムで構成されており、カテゴリースコアとしては最適空間軸上の投影値を採用している。あるため池の地震による大被害の可能性は、7つのアイテムについて当該ため池が該当するカテゴリースコアを足し合わせてサンプルスコアを計算し、判別区分点0.10との大小関係から判断される。すなわち、スコアが0.10より大きい場合には大被害を受ける可能性が高いと判定される。判別精度を検討するため、表-1のカテゴリースコアを用いて元データのサンプルスコアを計算した。図-3はサンプルスコアの度数百分率分布を示している。林の方法による判別の中率は約60%となっている。

3. おわりに

震害データに基づく一連の検討から、従来の工学的な知見との整合性を持った新しい危険度判定表が提案された。最後に、本調査の実施に際しては財団法人日本農業土木総合研究所内に設置されている「ため池等施設整備対策調査検討委員会」に指導・検討をお願いした。また、農林水産省構造改善局、関東農政局の関係各位に多大なるご協力を賜った。ここに謝意を表する次第である。

〔参考文献〕

- 1) 山崎、三宅、中村、池見：農業用溜池の地震時における被害予測、農業土木学会誌、第55巻第6号、1987年6月。
- 2) 山崎、三宅、中村、池見：ため池の地震被害の分析、土木学会論文集、第404号/I-11、1989年4月。

表-1 新しい危険度判定表

【アイテム】 カテゴリー	カテゴリー スコア	レンジ
【堤頂長】 0-50未満 50-100未満 100以上	-0.9613 0.1760 1.0800	2.0413
【基礎地盤の土質】 硬岩・軟岩 砂・砂質土 粘土・砂礫質粘土	-1.1857 2.8076 0.1241	3.9933
【堤体主体材料】 砂質土 粘性土・砂礫質粘土	2.9726 -0.2920	3.2646
【堤体の沈下の有無】 有 無	1.6255 -0.1848	1.8103
【はらみ出しの有無】 有 無	2.0841 -0.0976	2.1817
【地山崩壊の有無】 有 無	0.3001 -0.0026	0.3027
【取水施設の使用状況】 使用している 廃止している	-0.3179 3.5655	3.8834
判 定	サンプルスコア $\geq$ 判別区分点 (=0.1) ↓ 大被害の可能性有	

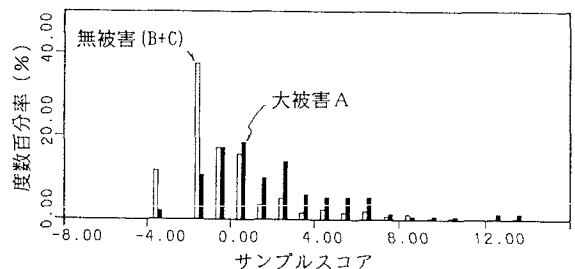


図-3 サンプルスコアの分布と判別の精度