

I-381 震害調査に基づく被害率に関する一考察

水資源開発公団	正会員	山崎 晃
(財)日本農業土木総合研究所		三宅克之
フジタ工業(株)技術研究所	正会員	○中村正博
同 上	正会員	池見 拓

1. はじめに

ある種の土木構造物では、地震被害が発生した範囲に限っても、被害を受けたものと無被害のものを含めたすべてについて調査することは困難な場合がある。したがって、地震被害に関する調査報告では特に、次の点を明確にしなければならない。すなわち、ある種の土木構造物の地震被害に影響する要因(以後、アイテムと呼ぶ)のうち、どの範ちゅう(以後、カテゴリーと呼ぶ)のものが被害を受けやすいかの一つの目安となる「被害率」と、被害を受けたものの中での割合とを明確に区別しておく必要がある。本報告では、1983年日本海中部地震に係わる農業用ため池の悉皆調査データを取りまとめた結果¹⁾をもとに、地震被害のみの調査結果と無被害のものをも含めた悉皆調査結果との比較から、「被害率」について考察する。

2. 1983年日本海中部地震に係わる農業用ため池の悉皆調査

本悉皆調査は、日本海中部地震に係わる青森県と秋田県にあるため池について、被害ため池を対象とした「農業用ダム・溜池被災実態調査表」と被害・無被害を問わず全ため池を対象とした「農業用ダム・溜池実態調査表」の2種類の調査表により実施された。悉皆調査では、現地をよく把握した当該市町村の担当者または地元コンサルタントの職員が現地で行い、必要に応じてため池の管理者から聞き取るという方法で行った。表1に堤体が被害を受けたため池と無被害のものとの調査件数を示す。日本海中部地震で堤体に何らかの被害を受けたため池の数は188カ所であるが、決壊したため池は9カ所であった。これらの決壊ため池以外の被害ため池の中には、決壊と同等の被害を受けたものも含まれている。そこで、堤体が決壊したものおよび決壊と同等の被害を受けたものをランクA、被害は受けたがその程度はランクAに至っていないものをランクB、無被害のものをランクCとし、ため池の地震被害の程度を大被害・小被害・無被害の3分類とした。なお、決壊ため池と同等の被害を受けたため池とは、(1)法面すべりが起こったもの、(2)幅5cm以上の縦断クラックの入ったもの、(3)横断クラックの入ったもの、(4)30cm以上の天端沈下の起こったもの、(5)漏水の発生したものを意味する。ため池の被害程度を分類する尺度には上記のもの以外にも考えられるが、以後は上記の被害分類を一つの尺度として悉皆調査データを整理していることに留意されたい。

3. ため池の悉皆調査結果

著者らが実施した悉皆調査における調査項目は36項目であった。その調査項目のうち、一つは「被害程度」の項目であり、以下に示す12項目についてはアイテムから削除し、残る23項目と悉皆調査に不可欠と考えた「震央距離」の項目について取りまとめた。削除した理由とそれに該当する調査項目は次のとおりである。(1)不明のデータ数が多い項目:「改修年代」(調査ため池数の84%が不明)。(2)地震がいつどこで発生するかを想定することは難しいことから、地震による被害予測という観点から不適当な項目:「地震時水位」、「震央との堤軸交角」(ため池の地震被害の要因分析では考慮することが望ましい項目ではあるが、ここでは数量化理論Ⅱ類によるため池の地震被害の予測を前提としたため、悉皆調査データから取り除いた)。(3)他の調査項目で代表できる項目:「上下流法面形状」(「上流法面勾配」および「下流法面勾配」で代表できると考えた)。(4)調査者の主観が入る項目:「対策の緊急度」、「余水吐の管理状況の良否」、「取水施設の管理状況の良否」、「底樋の管理状況の良否」、「危険を及ぼす恐れのある施設の有無」。(5)地震前の状況において調査が困難な項目:「堤体におけるクラックの有無」。(6)被害に直接無関係な項目:「管理主体」。調査表における各調査項目は細かく区分(カテゴリー化)されており、その各カテゴリーに属するサンプルの個数に大きなばらつきがあった。統計的に眺める場合、各カテゴリーに属するサンプル数は偏在しない方がよいとの判断から、各カテゴリーに属するサンプル数ができるだけ均一になるように、再度カテゴリー化した。また、「堤頂幅」、「堤頂幅/堤高」、「堤体主体材料」、「ダム型

式」，「上流法面勾配」，「下流法面勾配」，「基礎地盤の土質」のカテゴリーが「不明」に属するデータを除くとともに，データ数が極端に少ない「堤体主体材料」の「その他」と「底樋の型式」の「石張」に属するデータを除外している。このようにして取りまとめた被害程度A, B, Cのデータ数はそれぞれ151, 32, 1002である。表2には，その一例として「築造年代」と「堤頂幅」の二つのアイテムについて，各カテゴリーに属するデータ数と被害程度A・B・Cの内訳ならびにそれらの割合を示している。

4. 悉皆調査データに基づく「被害率」と「無被害率」

表2に示した「 $A/(A+B+C)$ 」は，当該カテゴリーのため池のうち，被害を受けたものの比率を意味しており，いわゆる「被害率」と呼ばれるものである。一方，小被害Bと無被害Cを大被害ではないとの観点から，ひとまとめにし無被害として取り扱うことにすれば，「 $(B+C)/(A+B+C)$ 」は「無被害率」とでも呼ぶべきものであろう。「築造年代」を例にとり表2を説明すると，「明治以前(不明を含む)」の「 $A/(A+B+C)$ 」は「A」の「103」を「 $A+B+C$ 」の「886」で除して「11.6%」となる。同様の手順で求められる「 $(B+C)/(A+B+C)$ 」は「 $A/(A+B+C)$ 」と補完的な関係にあり，前述の「11.6%」との和は100%となる。被害を受けたため池の総数に対する当該カテゴリーの被害データ数「 $A/\Sigma A$ 」は「A」の「103」を「A」の三つのカテゴリーの和「151」で除して「68.2%」となる。同様にして，「 $(B+C)/\Sigma(B+C)$ 」も「75.7%」と求められる。「 $A/\Sigma A$ 」と「 $(B+C)/\Sigma(B+C)$ 」の三つのカテゴリーの和はともに100%である。「 $A/\Sigma A$ 」と「 $(B+C)/\Sigma(B+C)$ 」では分母の値がそれぞれ一定であり，対象としたカテゴリーのデータ数がそのまま反映され，上述の「被害率」や「無被害率」とは異なる。「 $A/\Sigma A$ 」と「 $(B+C)/\Sigma(B+C)$ 」の比率はともに「築造年代」が新しいものほど低くなり，「築造年代」のうち，どのカテゴリーのため池が被害を受けやすいか否かを判断する根拠にはならない。「 $A/\Sigma A$ 」は無被害のものを含む悉皆調査を必要とせず，従来の地震被害のみの調査から得られるものであるため，その解釈に注意する必要がある。カテゴリーごとのデータ数に大きな偏りがみられる「築造年代」における「 $A/(A+B+C)$ 」と「 $A/\Sigma A$ 」では，各カテゴリーの比率の順位が全く逆の結果となる。これに対して，データ数の偏りが小さい「堤頂幅」では，「 $A/(A+B+C)$ 」と「 $A/\Sigma A$ 」，「 $(B+C)/(A+B+C)$ 」と「 $(B+C)/\Sigma(B+C)$ 」の両者で，その順位が同様の結果となるとともに，いわゆる「被害率」と「無被害率」の関係においても矛盾はみられない。

5. おわりに

本報告では，著者らが実施した1983年日本海中部地震に係わるため池の悉皆調査データに基づき，被害ため池のみを対象とした調査から得られる「 $A/\Sigma A$ 」と，無被害ため池をも含む悉皆調査から得られる被害率「 $A/(A+B+C)$ 」とを比較し，両者の意味を明確にするとともに，被害・無被害を問わない悉皆調査の意義を確認した。

〔参考文献〕1) 山崎 晃，三宅克之，中村正博，池見 拓：
農業用ため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. 6.

表1 ため池の調査件数

	無被害	被害	合計
青森県	730	96	826
秋田県	906	92	998
合計	1636	188	1824

表2 被害程度および被害率

「アイテム」 カテゴリー	被害程度 計(カ所) A+B+C	大被害 A(カ所)	小被害 B(カ所)	無被害 C(カ所)	$\frac{A}{A+B+C}$ (%)	$\frac{B+C}{A+B+C}$ (%)	$\frac{A}{\Sigma(A+B+C)}$ (%)	$\frac{B+C}{\Sigma(A+B+C)}$ (%)	$\frac{A}{\Sigma A}$ (%)	$\frac{B+C}{\Sigma(B+C)}$ (%)
「築造年代」(年)										
明治以前(不明含む)	886	103	28	755	11.6	88.4	8.7	66.1	68.2	75.7
1913-1952	241	38	4	199	15.8	84.2	3.2	17.1	25.2	19.6
1953-1984	58	10	0	48	17.2	82.8	0.8	4.1	6.6	4.7
「堤頂幅」(m)										
0-3未満	431	28	4	399	6.5	93.5	2.4	34.0	18.5	39.0
3-4未満	383	60	14	309	15.7	84.3	5.1	27.2	39.7	31.2
4以上	371	63	14	294	17.0	83.0	5.3	26.0	41.7	29.8
計	1185	151	32	1002	12.7	87.3	12.7	87.3	100.0	100.0