

GIS と高分解能衛星画像 DEM を用いたため池決壊の要因分析

Factor Analysis about Failure of Irrigation Pond Embankments by GIS and High-Resolution Satellite Image DEM

○山本 裕介*・小林 晃*・青山 咸康*

Yusuke YAMAMOTO, Akira KOBAYASHI, Shigeyasu AOYAMA

1. はじめに

平成 16 年 10 月 20 日に近畿地方を通過した台風 23 号に伴う記録的豪雨により淡路島では総計 181 個のため池が決壊したと報告された¹⁾。また決壊の主要な原因は堤体越流であると考えられており本研究ではそこに着目した。これまでの研究により堤高や法面勾配などの堤体自体の形式は決壊とは無相関であることが報告されている²⁾。そこで今回はため池への降雨流入量とため池の総貯水量および洪水吐の放流能力に着目した分析をおこなった。対象は旧五色町、洲本市、旧緑町にまたがるエリアとした(Fig.1)。

2. ため池位置の同定

GIS に Fig.1 の衛星画像を取り込み、農業工学研究所のため池防災データベースに記載されているため池の経緯度情報を入力し地図上でため池の位置を特定した。黄色い丸印が台帳に記載されているため池の位置、赤い×印が決壊したため池の位置を表している。非決壊ため池は平野部にも多少存在したが決壊ため池の殆どが山間部に存在することから山間部のため池にのみ注目した。Fig1 上には決壊ため池が 21 個、非決壊ため池が 93 個存在した。

3. 決壊要因の算出

GIS に高分解能衛星画像(本研究では SPOT5 を用いた)をステレオ視することによって作成される 2.5m メッシュ DEM(数値標高モデル)を取り込んだ。この DEM を用いてため池の流域を抽出した。Fig.2 に抽出例を示した。まず傾斜角は降雨の流下速度や洪水到達時間に影響を与えるため、流域内での傾斜角の平均値と標準偏差を算出した。次に今回の豪雨は既往最大級であったことから次式³⁾を用いて流域面積 $A(\text{km}^2)$ から既往最大比流量 $q_p(\text{m}^3/\text{s}/\text{km}^2)$ を求めた。

$$q_p = KA^{-0.06} \exp(-0.04A^{0.45}) \quad K : \text{地域係数(淡路島 : 40)}$$

ここに流域面積を乗じることで既往最大流量(m^3/s)を算出した。その他に、ため池データベースより総貯水量(m^3)、洪水吐形式、洪水吐材料を抽出した。洪水吐については洪水吐能力(m^3/s)のデータ

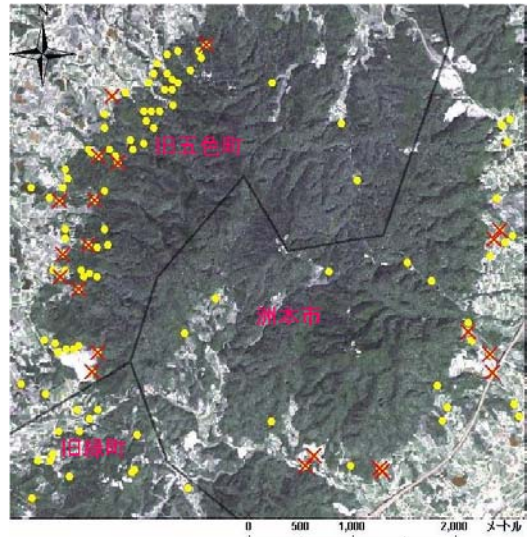


Fig.1 Area for Analysis



Fig.2 Watershed

* 京都大学農学研究科; Graduate School of Agriculture, Kyoto University キーワード; GIS, DEM, 数量化Ⅱ類

が完備されていなかったため今回は形式と材料に着目することにした。以上、ため池流域の傾斜角平均と標準偏差、洪水吐の形式と材料、そして総貯水量に対する既往最大流量の比を新たなパラメータとして、これら5つを決壊要因として分析をおこなった。

4. 数量化理論Ⅱ類

上記の5つを決壊要因を説明変数(アイテム)、決壊 or 非決壊を目的変数として数量化Ⅱ類を適用した。

Table.1 に結果を示した。決壊への影響度の大きかったカテゴリーは順に既往最大流量/総貯水量が $0.005\text{m}^3/\text{s}/\text{m}^3$ 以上、傾斜角標準偏差が 12° 以上、洪水吐形式が越流堰式である(Fig.3 参照)。またアイテムについては既往最大流量/総貯水量が最も影響度が大きかった。また判別の中率は77.19%であった。

5. 考察

流域内の傾斜角の平均値より標準偏差の影響度が大きいという結果が出た。これは平均的に急な斜面より遷急線が存在し傾斜のバラツキの大きい斜面のほうが斜面侵食を起しやすいため池に土砂流入をもたらし、その土砂によって急激な貯水面上昇が引き起こされたためであると考えられる。既往最大流量/総貯水量の影響度が大きかったのは総貯水量に対する流量が大きいほど堤体越流を引き起こしやすいためである。洪水吐形式については越流堰式の影響度が大きかった。越流堰式とは水路流入式洪水吐の中に堰が設けられた形状である。堰の存在により土砂や流木が堆積しやすい上に、水路流入式に比べ接近水路の流速が小さくなるために水路に土砂や流木が残留しやすくなる。それ故に本来期待される放流能力が発揮されなかったのではないかと考えられる。洪水吐材料は決壊に対して特筆すべき影響度を持っていないので、洪水吐については材料よりも形式が決壊に大きく影響することが分かった。

参考文献

- 1) 平成16年台風23号による関西圏地盤災害調査報告書, 社団法人地盤工学会, 2005.
- 2) 岡敬人: 豪雨によるため池破壊のリスク評価, 京都大学大学院修士論文, 2006.
- 3) 農業土木ハンドブック基礎編, p56.

Table.1 Qualification Theory II

アイテム	カテゴリー	カテゴリースコア	レンジ
傾斜角平均($^\circ$)	~23	a11	-0.041998
	23~25	a12	0.020708
	25~27	a13	0.043066
	27~	a14	-0.000046
傾斜角標準偏差($^\circ$)	~10	a21	-0.043766
	10~11	a22	-0.005309
	11~12	a23	-0.079526
	12~	a24	0.152546
既往最大流量/総貯水量($\text{m}^3/\text{s}/\text{m}^3$)	~0.001	a31	-0.061023
	0.001~0.003	a32	-0.108847
	0.003~0.005	a33	0.094081
	0.005~	a34	0.223989
洪水吐形式	越流堰式	a41	0.133311
	水路流入式	a42	-0.048879
	側水路式・その他・洪水吐無	a43	0.029597
洪水吐材料	素掘り	a51	-0.013321
	場所打ちコンクリート	a52	0.005448
	コンクリート2次製品・石張りタイプ・無	a53	0.006223

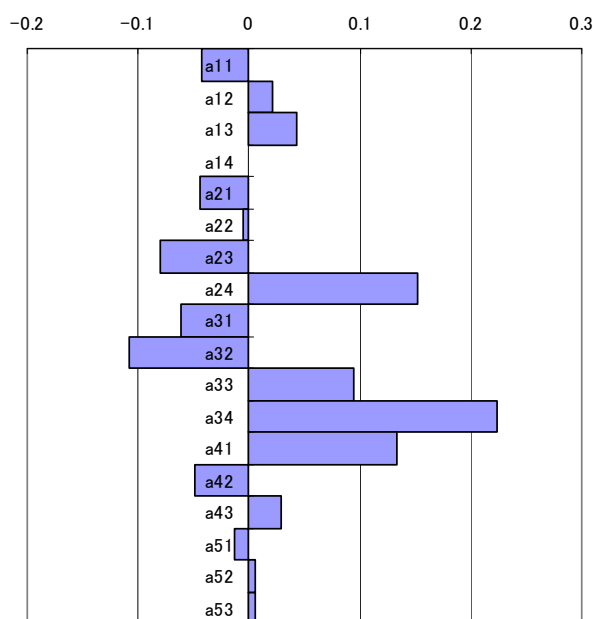


Fig.3 Category Score

越流堰式とは水路流入式洪水吐の中に堰が設けられた形状である。堰の存在により土砂や流木が堆積しやすい上に、水路流入式に比べ接近水路の流速が小さくなるために水路に土砂や流木が残留しやすくなる。それ故に本来期待される放流能力が発揮されなかったのではないかと考えられる。洪水吐材料は決壊に対して特筆すべき影響度を持っていないので、洪水吐については材料よりも形式が決壊に大きく影響することが分かった。