

平成 26 年 8 月豪雨による土砂流入で被災したため池の UAV 調査 UAV Survey of Small Earthfilldam Covered by Rain-triggered Debris Flow in August 2014

正田大輔*・鈴木尚登・吉迫 宏 (農研機構)・

西川泰史 (近畿農政局)・小泉繁信 (京都府)・楠本 博 ((株)アスコ)

Daisuke SHODA, Hisato SUZUKI, Hiroshi YOSHISAKO (NARO),

Yasushi NISHIKAWA, Shigenobu KOIZUMI and Hiroshi KUSUMOTO

キーワード：UAV, 土砂災害, ため池

Keywords : UAV, Sediment Related Disaster ,Small Earth Filldam

1. はじめに

2014年8月豪雨では、京都府福知山市で土砂災害が発生し、この土砂の流入によりため池が被災した。本報では、土砂災害発生基準線の基となる応答曲面を算出し、ため池周辺の土砂災害危険度について把握した上で、2015年1月に実施した UAV による被災ため池の調査について報告する。なお、調査ため池の諸元は表1に示す。

2. ため池周辺での土砂災害危険度状況

当該ため池周辺において、RBF ネットワーク (たとえば、倉本ら(2001)) を用いて土砂災害発生基準線(クリティカルライン:CL)の基となる応答曲面を求めた。解析に用いたデータは、対象ため池周辺の発生時のレーダーアメダス、過去の雨量(気象庁の5kmメッシュの1時間レーダーアメダスを2001~2014年分)である。

ため池周辺の雨量データによる応答曲面を図1に示す。数値が小さいほど土砂災害の危険性が高くなる。ため池が被災したのは8月17日未明であり、0.1の曲面より危険側に外れた結果になっており、対象ため池周辺において土砂災害の危険性が高かったことがわかる。

3. UAV 調査で使用した機材

UAV は DJI (S800EVO) を使用した。飛行範囲は半径約 200m 以内で、飛行時間は約 10 分である。カメラには Sony NEX-7 (画素数 2,400 万画素) を使用した。また、固定式レーザ FARO FOCUS 3D スキャナとトータルステーションを用いて、UAV の精度検証を実施した。

4. 三次元モデルと検証

取得した写真画像で、Acute3D Smart3D Capture を使用して、画像相関により三次元モデル(図2)を作成した。

使用写真枚数 381 枚、ペア数 2,183、総ポイント数 113,145 であった。作成した三次元モデルには縮尺をもたせるため標定点測量を実施した。画像データから作成した三次元モデルの精度を確認するため、固定式レーザとトータルステーションにより比較を行った。固定式レーザでは 5 点で検証した結果、較差が水平方向平均 0.091m、高さ方向平均-0.047m であった。また、トータルステーションでは 5 点で検証した結果、較差が水

表1 ため池の諸元

天端幅 (m)	堤高 (m)	堤頂長 (m)	総貯水量 (m ³)
2.0	5.0	45.0	4,000

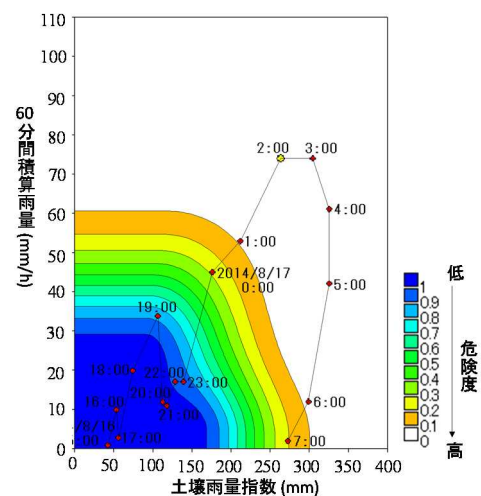


図1 ため池周辺の雨量データによる応答曲面

平方向平均 0.042m, 高さ方向平均 0.007m であった。今回の検証では、25cm 以内にいずれも収まっていることから地図情報レベル 500 程度の精度があったと考えられる。

5. 三次元モデルを活用した調査

(1) 堆積土砂量の比較

表 1 に示す小規模ため池において、土砂災害前のため池貯水池の容量算出には以下のように決定した。ため池の構造(吉迫ら(2009))については、満水面積 A と池底面積の比が 10:6 とした。また、高さについては洪水吐天端まで土砂で埋没していたことから、ため池堤高から洪水吐の高さ 0.9m を差し引いた高さを H とした。堆積土砂容量 V_{cal} は、円錐台の容量と仮定して、以下の(A)式で算出した。

$$V_{cal} = \frac{1}{3} \left\{ A \left(H + \frac{\sqrt{6}}{\sqrt{10}-\sqrt{6}} H \right) - 0.6 \times A \frac{\sqrt{6}}{\sqrt{10}-\sqrt{6}} H \right\} \quad (A)$$

満水面積については UAV による測量結果を用いており、以下のように算出した。ため池の貯水池

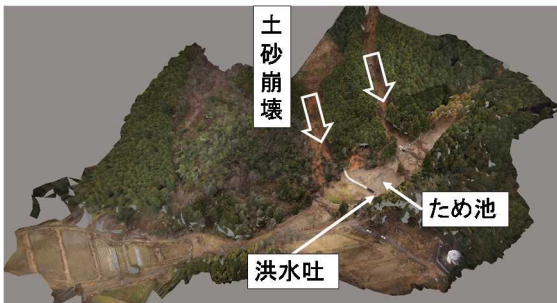


図 2 画像から作製した 3D モデル



図 3 ため池周辺写真

内である土砂堆積範囲を、現地踏査時の写真と GoogleEarth により判定し、面積を算出した。図 3 中の赤枠の箇所が該当箇所であり、1,140m²であった。この値から式(A)を用いて土砂容量 V_{cal} を算出すると、3,700 m³であった。前災害復旧図面等既存資料を参考に横断測量した結果(査定申請数値)は 3,380m³であり、本報対象のため池では目安として UAV により試算できると考えられる。

(2) 洪水吐寸法の比較

洪水吐である図 4 の箇所をソフト上で計測すると、幅 3.2m, 高さ 0.9m であった。実測では幅 2.9m, 高さ 0.8m であった。簡易に計測する際に有効なツールと考えられる。

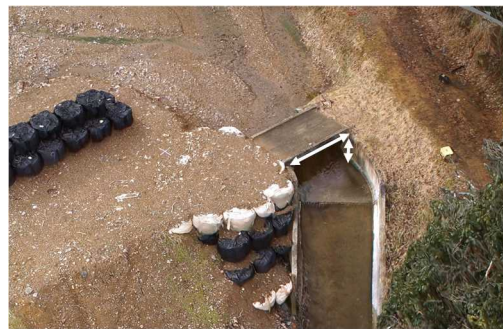


図 4 洪水吐の拡大写真

6. まとめ

本調査日においては、風速 0.5~1.0m 程度で、降雪もあったが、画像・精度とも良好な結果が得られた。

ため池上流の立ち入りの困難な箇所や、ため池周辺の広範囲の撮影を、半日ほどの短時間で調査をすることができた。

今後、農業用水利施設等の災害現場においても使用されることが期待される。

謝辞: 本研究の一部は、総合技術会議の SIP(戦略的イノベーション創造プログラム)「レジリエントな防災・減災機能の強化」(管理法人 JST)によって実施された。また、土砂災害発生基準となる応答曲面の算出には、(有)山口ティール・エル・オー(著作者 荒川雅生, 倉本和正, 古川浩平, 中山弘隆)の「RBF ネットワークを用いた CL 作成プログラム」を使用した。ここに、記して感謝申し上げます。

参考文献

倉本ら(2001): RBF ネットワークを用いた非線形崩れ発生限界雨量線の設定に関する研究, 土木学会論文集, No.672/VI-50, 117-132.
 吉迫・小川(2009): ため池における利水容量の転用による洪水調節容量の創出—東広島市六道池における検討—, システム農学会, 25(1), 63-70.