

阪神大水害における土砂移動実態の把握

(財) 砂防・地すべり技術センター ○川上 誠博 安田 勇次 宮瀬将之 竹本大昭
国土交通省 六甲砂防事務所 星野久史 矢野治

1. はじめに

六甲山系における直轄砂防事業は、昭和 13 年に発生した阪神大水害を契機に着手され、その災害を踏まえた砂防基本計画に基づき、堅実に整備が進められてきた。この結果、住吉川の土砂整備率は、平成 20 年現在で 6 割程度まで向上し、他の 22 流域（平均 5 割）と比べ、高い整備水準となっている。土砂整備率は、土砂収支に基づく土砂量と施設効果量の比で表現していることから、実際の土砂移動現象に対する施設効果や下流域の被害軽減効果を評価しているわけではない。

そこで、流域内の土砂移動実態を把握した上で、数値シミュレーションを用い、現在の施設効果や氾濫被害軽減効果を定量的に評価することを試みる。本報告は、昭和 13 年阪神水害を対象として再現計算を実施し、数値シミュレーションを用いた場合の再現性について報告する。

2. 再現計算の検討方針

昭和 13 年阪神水害の再現計算は、矢澤ら（1986, 1987）^{1) 2)} が土石流氾濫シミュレーションおよび、水理模型実験により検証している。矢澤らは、土砂の氾濫範囲および流出土砂量を把握するために、降雨ピークにおいて、氾濫開始点（砂防基準点付近）より生産土砂量、土砂濃度や流量を変化させて、再現性を検証している。

その結果、砂防基準点より流出した土砂の総量は 100 万 m^3 で、その内、氾濫堆積した土砂が 40 万 m^3 、残りの 60 万 m^3 はウォッシュロード成分であったと結論づけている。

この成果を参考とし本検討では、既往文献を調査し、災害時の土砂移動の時間的変化に着目した再現計算を実施した。

3. 既往文献の調査とモデル化

3.1 降雨状況

昭和 13 年に発生した阪神大水害は、7 月 3～5 日の集中豪雨により発生した。当時の雨量は図-1 に示す神戸測候所で、最大時間雨量 47.6mm、3 日連続雨量 461.8mm であった。また流域上流部の六甲植物園では、3 日雨量 615.8mm を記録した。大規模な土石流が発生した時刻は、7 月 5 日の午前 9 時 20 分である。

3.2 土砂移動流出状況

当時の土砂移動、流出状況が推察される記述や、計算結果、条件に関連する記述は以下のとおりで、位置関係を図-3 に示す。

- ①大谷橋から落合橋付近の区間の河床で 8m 程度上昇⁴⁾
- ②白鶴美術館付近では河床が 9～11m 程度上昇⁴⁾
- ③阪急電鉄付近では氾濫は東西に土砂が 3m 程度堆積⁴⁾
- ④住吉学園では 3m 程度の土砂流出痕跡有（現地調査）
- ⑤住吉神社境内では土砂が 0.7～1m 堆積（聞取調査）⁵⁾
- ⑥7 月 3 日、4 日の降雨により住吉川底に土砂が堆積すること約 1m に及んだ模様であるが、さほど危険は感ぜず四日夜半に至っては水流と水速が加わり岩石の流れる音が付近の安眠を妨げるほどであった。⁶⁾

3.3 土砂供給のタイミング

既往文献の記述⑥では、土砂流出が 4 日の日中にはすでに確認されており、夜半には流量と土砂流出が激しかったことがうかがわれる。そこで、土石流発生時付近だけでなく累積雨量が 200mm に達した 7 月 4 日の 14 時より土砂を供給した。なお、土砂供給量については高橋の土砂濃度式により得られた土石流濃度で算出した。



図-1 住吉川流域と観測所位置図

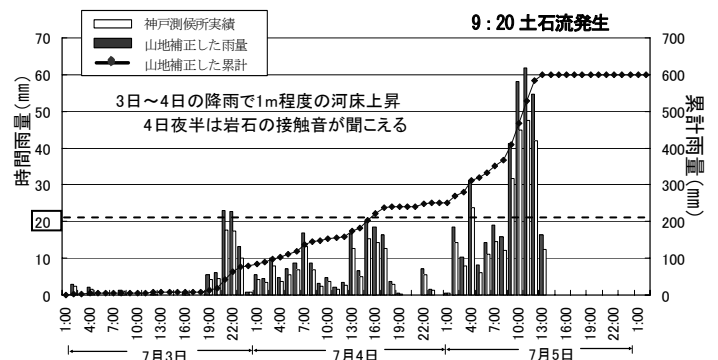
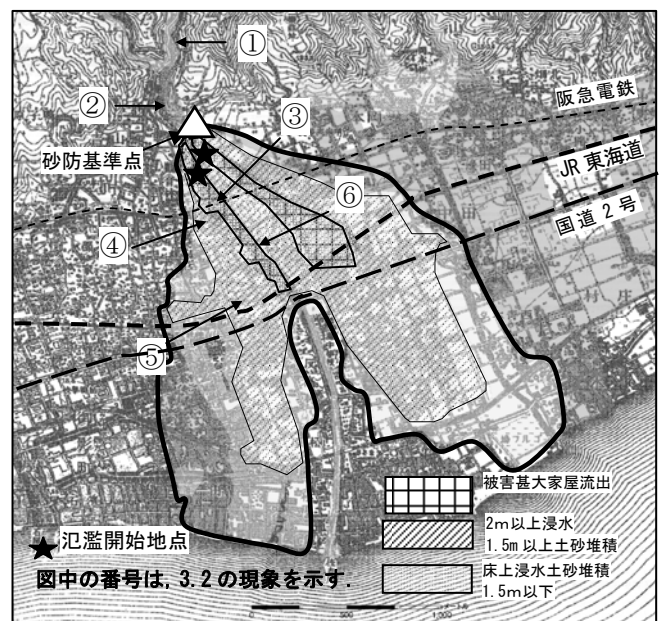


図-2 時間雨量と累計雨量



(氾濫範囲は阪神地方水害記念帳より)

図-3 昭和 13 年水害氾濫範囲

地形モデルは、当時の地形を反映するため、昭和 10 年の地形図 (S=1/10, 000) から 10m メッシュを作成した。ただし、上流部区間 (西谷川との合流点上流域) は、旧版地形図の等高線が不明瞭であり地形を十分に表現できないため現況 LP データから作成した。

氾濫開始点は若干、再現計算の方が下流側となり、
氾濫範囲も右岸側は実績よりも狭い（図-4）。

図-5に示すとおり土石流発生前の7月4日の17時より阪急電鉄付近で河床が1m上昇している。このことは、既往文献⑥の記述を再現できていると考える。また、大谷橋から落合橋付近の河床上昇量は8mで、文献記述①と概ね整合が図られていると考える。文献記述②および③についても同様である。

再現計算により、得られた流出土砂量は、砂防基準点で約 20 万 m^3 であり、ウォッシュロード成分を考慮した場合は、約 70 万 m^3 となる。当時約 100 万 m^3 の土砂が堆積していたという記述から判断すると少ない結果となった。

再現計算による氾濫範囲，土砂堆積状況と砂防基準点下流域へ約 100 万 m^3 の土砂量が堆積したという文献記述を踏まえると

に課題があると考えられる。そこで、流量規模を単純に 2 倍とした計算を実施した。図-4 に点線で示した範囲が、本条件による氾濫範囲である。また、砂防基準点下流からの流出土砂量は、ウォッシュロード含みで約 150 万 m^3 となり、文献記述とほぼ同程度となるが、土砂の堆積傾向は平均して 2m 程度上昇した。

今回の再現計算での流量は、図-2 に示す時間雨量を基に中安の総合単位図法により算出したが、上記の結果を踏まえると、災害当時の流量はさらに大きかったものと考えられる。

一方で、既往文献⁴⁾によると住吉川東側は降雨が止んでも流水は続き7月11日に至ってもやまないという記述もあり、これらのことから、阪神大水害を再現するには、ハイドログラフの設定が再現性を大きく左右するということが確認された。

以上の検討結果を総括すると、既往文献では、土石流発生以前から相当量の土砂移動が発生していたことから、この土砂移動実態については、本モデルによる河床変動量の推移から概ね再現できており、土砂供給のタイミングについては、妥当と判断した。しかし、砂防基準点下流の流出土砂量や氾濫範囲は、現段階で量および範囲が災害実績に比べ小さい結果となった。この理由としては、以下の2点が考えられる。

- ①本モデルで用いた地形モデルが 1/10,000 地形図を基に作成されていることから、河道や平地部の微地形、家屋等、土砂移動を阻害する要素について、当時の状況を表現できていないこと。
- ②本モデルに用いたハイドログラフが災害当時のものと差があること。

①に関しては、当時の地形状況を把握できる資料が乏しく、大幅な精度向上は期待できないが、②に関しては、観測データに基づいて、降雨・流量特性を把握し、地下水の影響等を表現できるようなハイドログラフに見直す等、検討の余地が残されている。今後は、これらの観点からモデルの改良を行い、再現性を向上させる予定である。

参考文献: 1) 矢澤昭夫, 阿部宗平, 水山高久, 下東久巳; 住吉川土石流氾濫シミュレーションおよび水理模型実験報告書, 土木研究所資料, 2315 号, 1986

-

9:20 土石流発生

河床高(ｍ)

14:00 17:00 20:00 23:00 2:00 5:00 8:00 11:00 14:00 17:00

7月4日 7月5日

合流点上流

砂防基準点

国道

4日中に河床が上昇

4日夜半には河道内では岩石が流下

9:20 土石流発生

図-5 河床変動量の推移