

復建調査設計(株) ○中瀬 有祐
 復建調査設計(株) 藤本 睦
 立命館大学理工学部 江頭 進治
 筑波大学農林工学系 伊藤 隆郭

1. はじめに

江頭ら¹⁾²⁾は土石流の発生過程から流動・氾濫を経て堆積が終了するまでの過程を追跡することのできる支配方程式を提案し、1次元数値シミュレーションプログラムを基に様々な現象解析を試みてきた。しかし、このプログラムには土石流の流下途中に側方から流入する雨水が考えられておらず、雨水は源頭部から流入する設定になっている。実際の土石流が豪雨時に発生していることを考えると、谷出口までは雨水が至る所から流入しているはずであり、この影響も考慮する必要がある。

本研究では、1次元シミュレーションに関して、側方流入のあるケースと無いケースを比較して考察を行うことを目的とする。

なお、シミュレーションの対象は昭和63年広島県加計町の江河内谷で発生した土石流である。

2. 側方流入

土石流の支配方程式は、質量保存則、運動量保存則および河床位方程式から構成される。側方流入は、そのうちの質量保存則に項を加えることにより表現することができる。(式-1)

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial M}{\partial x} = \frac{E}{c} + \frac{1}{BL}q \quad (\text{式-1})$$

$$\text{ただし、} q = \frac{1}{3.6} \times r_e \times A'$$

ここに、 h は水深、 x は流れ方向に沿った座標、 M は流量フラックスの x 成分で、 c_s は静止堆積層の砂礫の堆積濃度、 E は河床材料の浸食速度、 B は川幅、 L は谷出口までの流路延長、 q は清水ピーク流量、 r_e は有効降雨強度で A' は流域面積である。(式-1)で枠囲いされている項が側方流入を表すものであり、清水ピーク流量を流路延長で等分割した雨水が側方から流入することを示している。図-1にイメージ図を示す。

3. 溪流緒元

昭和63年7月20日から21日にかけて広島県西部は梅雨前線による局地的な集中豪雨に見舞われ、加計町を中心に土石流災害が発生した。その中でも江河内谷では死者10人、全半壊家屋19戸と最も被害が大きかった。

江河内谷は大田川の支溪にあたり流路延長2600m、流域面積0.697km²、平均溪床勾配約14°の溪流である。土石流発生当時の雨量は最大日雨量264mm、最大時間雨量57mmを記録している。

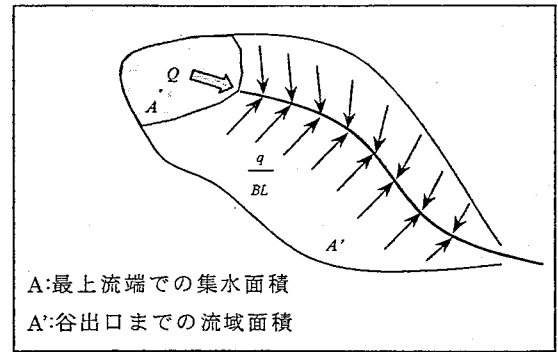


図-1 側方流入イメージ図

数値計算では、土石流発生後に調査された資料を基に初期縦断形状(図-2)、流動幅および浸食可能堆積深を設定している。また、調査資料により土石流が発生したと想定される源頭部を $x=0\text{m}$ とし、これより上流の集水面積から $Q=0.0793\text{m}^3/\text{s}$ を定常的に与えた。

その他、数値計算に必要な物理定数は $\rho=1.33\text{g}/\text{cm}^3$ 、 $\sigma=2.65\text{g}/\text{cm}^3$ 、 $\phi=33.0^\circ$ 、 $\Delta x=10.0\text{m}$ 、 $\Delta t=0.02\text{s}$ とした。

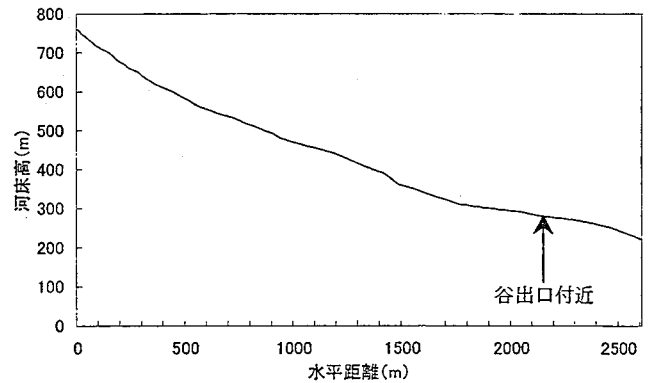


図-2 江河内谷初期縦断形状

4. 計算結果及び考察

計算結果を図-3、4に示す。全流量に関しては側方流入がある場合の方が流下していくに従って流量が大きくなり、最大で約10000m³の差が発生した。また、流出土砂量に関しても一部わずかに逆転する地点もあるが、ほぼ側方流入がある場合の土砂量が多い。図-4は500m地点と1700m地点の計算結果例を示したものである。流量、流出土砂量に顕著な差は見られないものの、側方流入がある場合、非常に早い時点で土石流が発生していることがわかる。このことは1次元シミュレーションにおいて土石流の発

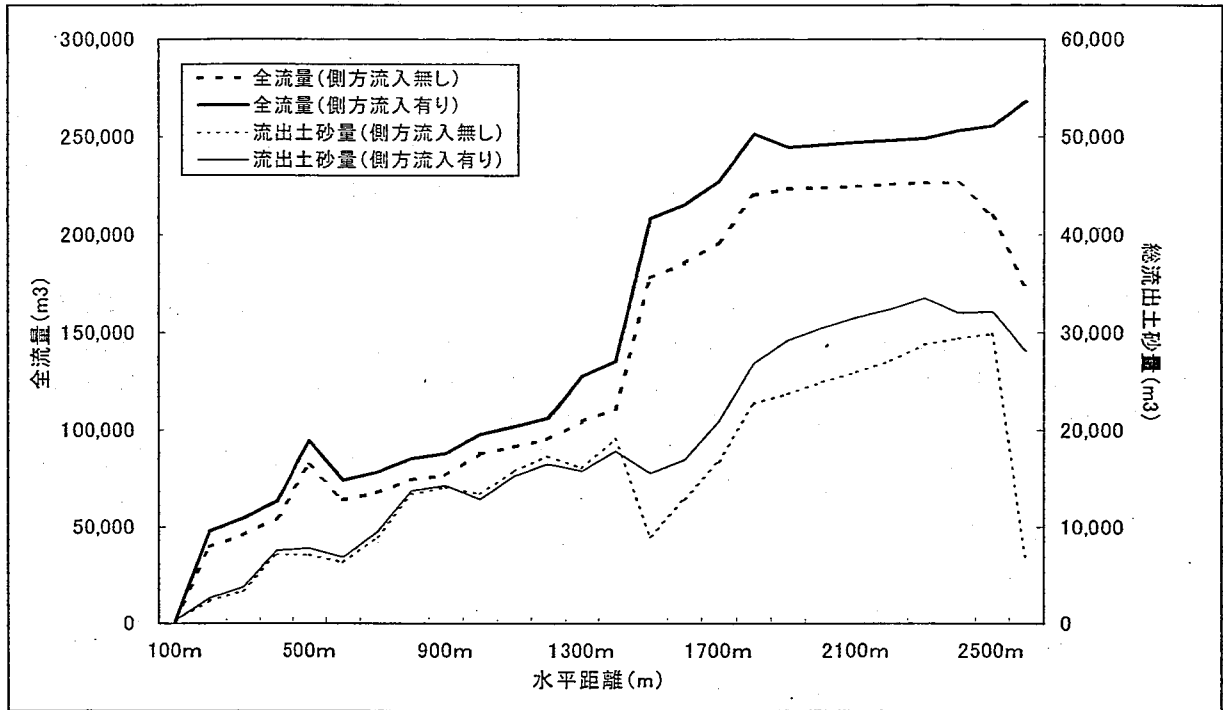


図-3 側方流入が全流量および流出土砂量に及ぼす影響評価図

生と雨水が密接な関係にあることを示している。

もともと1次元シミュレーションプログラムには土砂量は初期条件である浸食可能堆積深に強く依存することが指摘されている。側方流入が無い場合に上流域において土砂量の増加が見られないのは、すでに溪床堆積物が浸食されてしまっていることを意味する。また、側方流入により全流量が増加したことはプログラムの妥当性を示していると思われる。

側方流入が無い場合は土砂が最下流端まで到達していないのに対して、有る場合は土砂が谷出口を通過し氾濫区域まで到達している。実際の災害において、土砂は谷出口を通過し多くの家屋を破壊し人命までも奪っている。従って、側方流入が無い場合においては谷出口より下流域において土砂量を少なく見積もってしまい実際の災害と相違があることを示唆している。実際の江河内谷で発生した土石流の想定流出土砂量は33600m³と見積もられている。今回の側方流入を考慮した場合は、谷出口付近(2300m地点)において総流出土砂量は約33000m³であり、この点については実際の現象を再現している。

結論としては、側方流入がある場合の方がより実際の現象を説明していることが示された。

5. 今後の課題

本研究では1次元シミュレーションをより実際の現象に近づけるために雨水の側方流入を考

慮し、妥当な結果を得た。しかし、土砂濃度が非常に小さい計算領域で不安定になることがあった。流量が増加したために、全体的に断面平均土砂濃度が小さくなるのであるが、これがプログラムに及ぼす影響を考えなければならない。

(参考文献)

- 1) 江頭進治: 土石流の流動機構と氾濫・堆積域の解析-基礎理論からハザードマップまで-, 1999年度(第35回)水工学に関する夏期研修会講義集(Aコース), pp.A-6-1-A-6-18, 1999.7
- 2) 江頭進治、本田尚正、高濱淳一郎、伊藤隆郭: 土石流の再現および構造物による土石流調節について、1999年6月西日本の梅雨前線豪雨による災害に関する調査研究, pp83-102, 2000.3

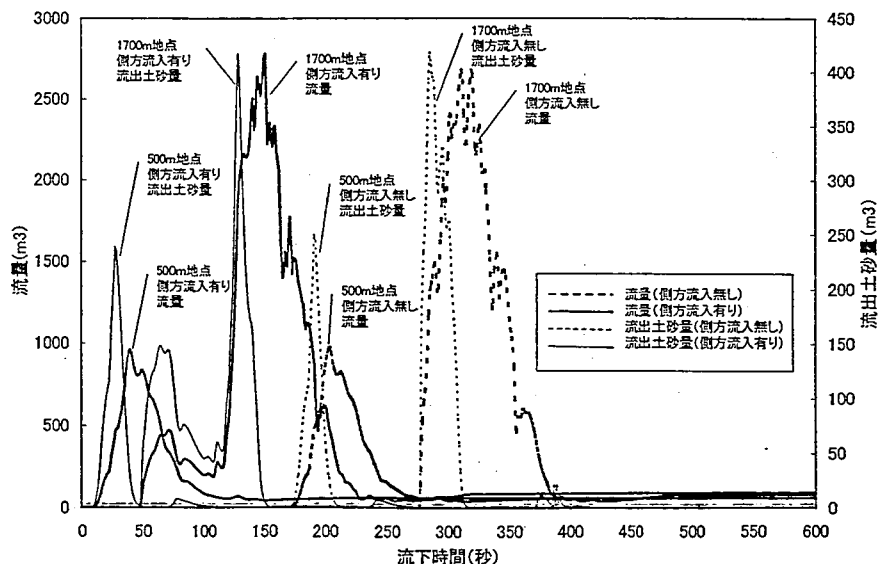


図-4 計算結果例(流下時間)