

山梨大学 工 正員 佐々木 大 策

工 修 荻 原 能 男

工 〇 相 河 則 正

1. まえがき 昭和41年9月24日より25日にかけて山梨県の富士山西部を通過した台風26号は史上にまれな大災害を県下各所に残した。この災害の特長は河中数米の小河川の大洪水、大土石流によるものが大部分であった。またその原因は21日より降り続いてきた雨に台風の通過にともない25日午前1時より約20分間にわたり多量の降雨(船津で10分間最大降雨が22.7mm)と最大瞬間風速40%sec(船津)の風とにより木が倒れ、山が崩れて水とともに人家や耕地に押しよせたことによる。最っとも被害の大きくその割合に流域面積の小さい本沢川を選定して集中的に水工学的方面からの調査を行った。

調査方針は(1)水文資料よりのHydrographの作成、(2)西湖水位上昇高よりの流出水量の推定、(3)流路の洪水痕跡より流出量の推定、の3点に主点を置くことにした。この3面より調べて本沢川の末端にある根場部落で全人口235名のうち死傷者187名を出し、全戸数41戸のうち全壊家屋32戸、半壊家屋5戸という大災害が何故発生したのか考えなければならぬ。

2. 本沢川末端におけるHydrograph 本沢川下流の根場部落は図-1に示すとおり北側に大きな崖を背負っている扇状地に存在する。台風26号はこの壁のような北側の山に南より突き当たったことになる。さらに台風の進路はこの部落より西へ約2kmの地点であって、その速度は北北東へ約70km/時であったために最悪の条件になったものと考えられる。本沢川の流域面積は約0.806km²、本流の平均こう配は約1/2.7(20°)、流路延長が1800m、Hortonの方法によって計算した流域の平均こう配は約1/1.3(37°)である。

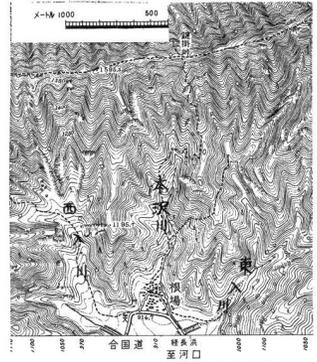


図-1 本沢川附近の地形図

本沢川にもっとも近い船津の降雨記録を使って洪水到達時間をRzikaの公式より計算すると洪水速度は $w = 20(H/l)^{0.6} = 20 \times 0.367^{0.6} = 11.0 \text{ m/sec}$ であり、洪水到達時間は $T = l/w = 1800/11.0 \approx 2 \text{分} 40 \text{秒}$ となるので、

到達時間は2分~10分位の間に存在するものと考えた。また計算式は一般に用いられている $q = a t e^{-\alpha t} = f r A (d\tau/xp) (t/xp) e^{-\beta xp}$ ----- (1) を使った。

ここに q : 流量, a, α : 係数, t : 時間, f : 流出係数, r : $d\tau$ 時間降雨強度, xp : 洪水到達時間, A : 流域面積, $d\tau$: 微小降雨時間。

式(1)は $d\tau$ 時間降雨の流出関数であるので、船津測候所の自記降雨記録を用いて xp を変化させながら電子計算機に積分させて、本沢川末端のHydrographを作った。その結果は図-2に示されている。

また流出係数 f は1として計算したのであるが25日1時20分から30分にかけて表われるピーク流量は30m³/secしか達しない。これに土石や流木が加わっていたものと考えられる。現地の住民の話によると1時20分頃にこう音とともに土石流が押しよせ、1時40分頃にはほとんど水は流れていなかったという人が多い。この話が本当であれば洪水到達時間は2~3分であったものとHydrographより読みとることが出来る。

3. 西湖水位による推定流量 本沢川は根場部落を流れて数百米で西湖に入るため、西湖の水位の

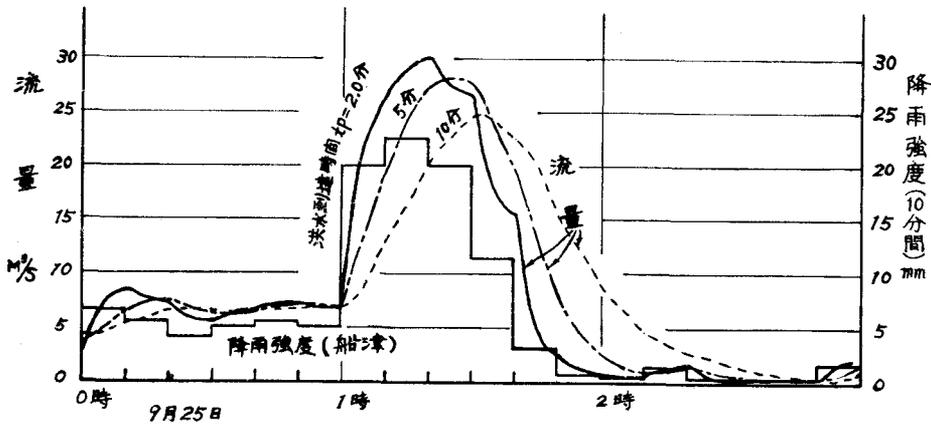


図-2 本沢川末端のHydrograph

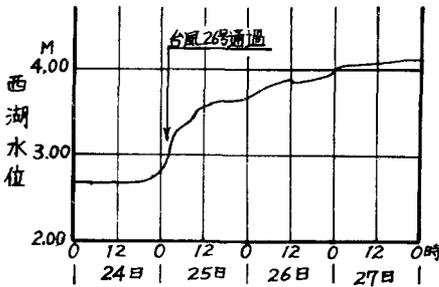
上昇量より集水流域全体よりの総流入量が推定できるので流域面積比により本沢川よりの流入量も求めることができる。またこの湖より他へ流出する口がないため多量に外へもれることはない。しかし富士五湖の水位はたがいに関連があって、この西湖も隣りの精進湖と水位変化をともしている。

今回のように非常に短時間におこった水位変化に対してはこれ等の関係は無視出来るものと考えて流入量を計算する。計算式は $Q = aAH \times 10^3 / 3.6S$ (m³/sec) ----- (2)

- ここに、 Q : 本沢川の流量, a : 本沢川の流域面積 (0.806 km²),
- A : 西湖の水面積 (2.30 km²), H : 1時間水位上昇量 (m),
- S : 西湖の集水全流域面積 (19.12 km²).

を用いた。計算の結果は表-1に、水位変化は図-3に示してある。

表-1の結果をみると西湖への流入量は時間的にかなり平均化され、また山崩れの発生しない場所においては貯水現象をしているものと推定される。そのため西湖の水位変化より計算した本沢川の



測定箇所 東京電力西湖発電所西湖取水口
図-3 西湖水位の時間的变化

時刻 日時	水位 M	本沢川よりの流入量 M³/sec
24 22	2.720	0.807
23	2.760	1.077
24	2.800	1.077
25 1	2.950	4.039
2	3.000	1.346
3	3.150	4.039
4	3.280	3.501
5	3.320	1.077
6	3.340	0.538
7	3.370	0.807
8	3.340	1.615
9	3.500	1.885
10	3.520	0.538
11	3.540	0.538

表-1 西湖水位と推定流入量

時間平均流量は5 m³/secにも達しないことになる。このような方法で洪水流量を推定することは出来ないことがわかる。

4. 流路痕跡よりの推定流量 災害直後に本沢川に残された洪水痕跡を調べるため、踏査、写真撮影、縦横断面平面測量を行った。これ等の測量に当り、根場部落上端よりはじまる狭さく部にNo.1よりNo.20のトラバース点を選定して河心にそって10mないし20m間隔に洪水後の流路を測量した。このう

ち特にNo.4よりNo.17の区間は比較的水路が一様であるとみられ、また洪水時に到達した水位の痕跡が明確に残っていたため流量計算をするには最適であると判断した。この14断面より相隣る2断面よりなる13区間をとり出し各区間ごとに次式により流量を計算した。

$$Q = \sqrt{(H_2 - H_1) + (z_2 - z_1) / \alpha / 2g \left(\frac{1}{A_1^2} - \frac{1}{A_2^2} \right) + \frac{1}{2} \left(\frac{1}{R_1^2} A_1^2 + \frac{1}{R_2^2} A_2^2 \right) \rho_0 / \rho} n^2 \Delta x \quad \text{-----(3)}$$

ここに、 H_1, H_2 : 各々断面1, 2における水深。 z_1, z_2 : 各々断面1, 2における水路床の高さ。

g : 重力の加速度。 A_1, A_2 : 断面1, 2における流積。 R_1, R_2 : 断面1, 2における径深。 ρ_0 : 土石流の平均密度。 ρ : 水の密度。 Δx : 断面1, 2間の区間距離。

Q : 流量。 n : Manningの粗度係数。 α : 流速分布によるエネルギー補正係数。

計算された13口の流量の平均値を最確値とし、また50%確率誤差を計算して50%推定の流量中を求めた。その結果が図-4に示されている。ここに示されている粗度係数 n は $n\sqrt{\rho_0/\rho}$ の値であって、

この値があまり小さいと測量した水位では流れない断面区間が出る。

これらの図より誤差率のもっとも小さい精度が高い

n と α の組合せを

選び出して、50%

推定の流量中と

のときのNo.4にお

ける流水のもつ

ている馬力とを示し

たものが図-5で

ある。流水のもつ

馬力の計算式は

$W = \rho g Q^3 / (2A^2)$ を

用いた。

一方本沢川の流

出土砂量は山梨県

土木部の測量によ

り約20万立米とさ

れている。今この

土砂が20分間で流

出したものとする

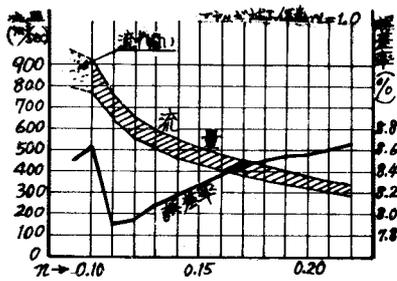


図-4の1

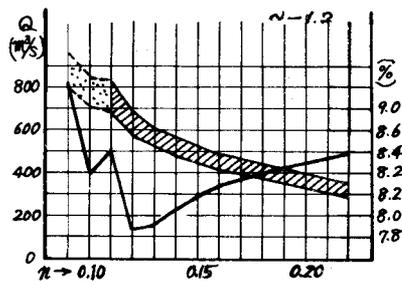


図-4の2

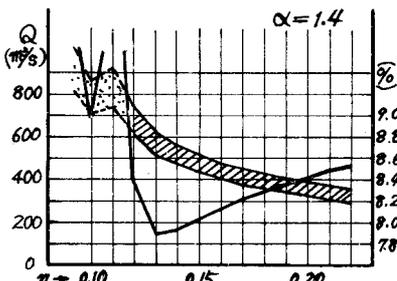


図-4の3

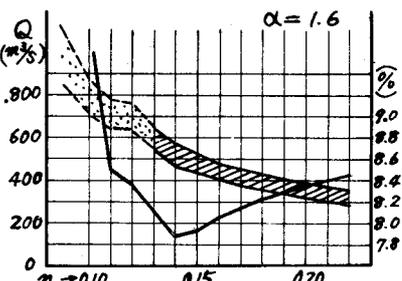


図-4の4

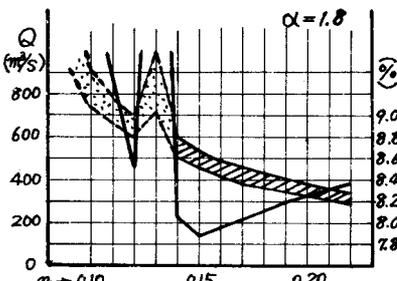


図-4の5

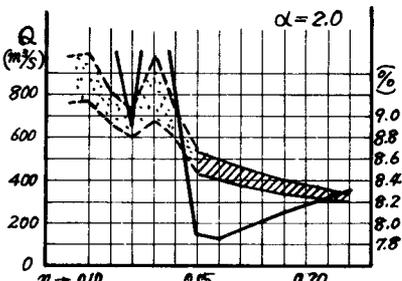


図-4の6

と毎秒約200tの土砂が10^m/secの速度で流下したものと推定される。これに必要な動力を計算すると約27000馬力となる。この値は図-5の値と比較して良好な結果を与えているので、推定最確流量も実際の値に近いものと考えてよい。

5: むすび 台風26号が残した土石流のうちの代表的な本沢川について災害のあとを水工学的な面より研究したのであるが、これは土石流災害の

一面よりの考え方であって現象を総合的につかむものではない。台風と風雨の関係、降雨と山崩れや土石生産との関係、土石流の流動性の問題、風雨と流木との関係、土質や岩質や地形と土石流との関係など自然科学的な面と、さらに植生と土石流の関係、部落と地形との関係、災害政策の問題など人文社会科学的な面などを総合して災害科学としての学問的研究が樹立される。それは各専門分野よりの研究成果を総合して検討されてはじめて完成されるものである。ここに発表した水工学的な調査より判断されることは、(1) Hydrograph よりの流出水量は高々30~100 m³/sec であること。

(2) 流路調査よりの最確流出土石流は500~700 m³/sec であること。

(3) 西湖水位より流出水量を求めると5 m³/secにも達しないこと。

の三点になる。西湖へ流入した水量は1時間の平均であるので、ある瞬間ではもっと高い値であったと考えられるが、それにしても流域のかなりの区域で貯水作用をして湖には少れずつしか流出していないことがわかる。したがって台風などによって強い降雨があると部分的に100%の流出をする流域があって、これが土石や流木と一緒に河床を洗掘して多量のエネルギーを生み出すものと考えられる。そして(1)と(2)を比較すると水量の10倍ほどの土石、流木を含んだ流れであるのか、流路の途中で数十秒間流木や土石により貯水されて一度に切れて流下して来たのか、または両者の混合型式ではないかと考えられる。

本沢川のように流路の途中に狭さく部分があると貯水された土石流が一度に切れて押しよせたものと考えられ、単に土石流を流れとして取扱うことはできない。降雨量よりの計算流量を計画流量に使うことは、このような小河川では何の意味もないので大河川の計画方法とは別に考えなければならぬ。今後この種の災害例を同様な方法で調査比較して土石流の機構を明確にするように研究をすすめたい。

本研究は文部省科学研究費特定研究(1)「昭和41年26号台風による災害の実態調査」(研究代表者吉川秀夫)より行った。現地や本校までお出かけ下さって御指導下さった東工大の吉川教授、山口教授、埼玉大の嶋教授、関助教授、東大の高橋助教授、東工大の権貝助教授、名工大の細井教授、その他の方々には厚く謝意を表します。また調査に協力して頂いた山梨県河川課、砂防課の各位に對しては深謝いたします。

6. 参考文献 吉川秀夫著「河川工学」朝倉書店 昭和41年

松沢 勲 昭和40年9月の豪雨および24号台風による風水害の調査とその防災研究。

東京管区気象台 関東気象調査報告 - 1966年9月才24, 才26号台風 - その他

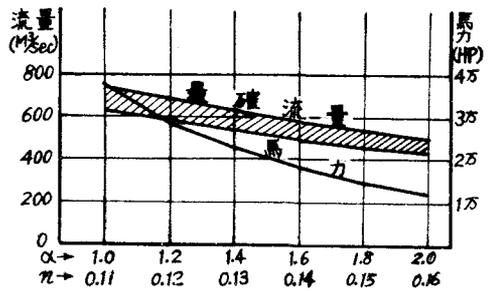


図-5 本沢川推定流量