

1)はじめに 降雨時に流出する土粒子の濃度および粒径が、水深とどのような相互関係にあるか、および水深方向にはどのような変化を示すかを、長良川での実測データをもとにして報告する。

2)測定地点および結果 測定地点は、図1に示してある、羽島流域(1966 km²)と上田流域(710 km²)の2地点であり、上田での測定は台風20号の時のみである。図2は、羽島での、水表面近くでの土粒子濃度と水深との関係を時間で示している。同図より、台風11号では、水深の増加ほどには、濃度が増加しておらず、台風20号では、最大水深と同時刻に最大濃度が現れている。

図2から、土粒子濃度の濃淡および最大水深と最大濃度との時間的出現の遅速は、同じ流域でも、その時の降雨状況および降雨発生時期までの流域内特性(たとえば、山崩れが起きやすくなっていたり、山崩れによる土砂の流域内残留量の多寡等)の変化によるものと思われる。図3は、台風11号での、水深、水表面近くの土粒子濃度、二点法による平均流速および水深方向の濃度を時間で示している。土粒子濃度は、10 PPM以下であり、粒径分布を求めることはできなかったが、濃度は水深方向にほぼ均一である。図4は、台風12号の場合であり、水表面近くの土粒子濃度は、台風11号の場合と同じように、流速-水深-濃度の順に最大値が現れているが、水表面近くでの50%粒径の最大値は、水深が最大になる時間と一致しているようである。このことは、浮遊粒子径が流速や水深の影響を強く受けていることを示唆しているものと思われる。図5は、台風12号の、それぞれの測定時刻での50%粒径および標準偏差 $b = \sqrt{d_n/d_{n+1}}$ を相対水深 z/d で示したものである。流れが急であったために、同図中での、河床近傍の正確な位置には、少々疑問があるが、土粒子径の粒径分布は、ほぼ、水深方向に均一であると推測される。図6は、上田と羽島地点での、台風20号での測定値である。同図より、水深と土粒子濃度のそれぞれ最大値の出現時刻は、両流域とも一致している。

羽島では、台風12号の場合と同じく、土粒子の最大50



図-1

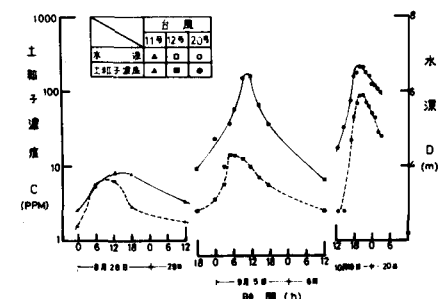


図-2

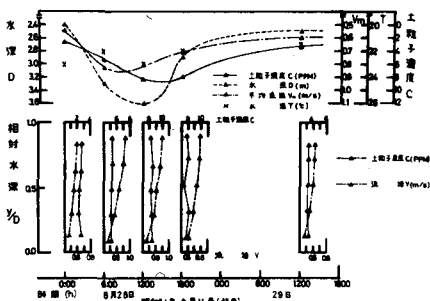


図-3

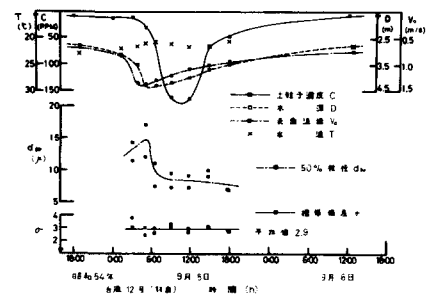


図-4

%粒径は、最大濃度出現時刻よりも早い時刻に現れているようである。上流の上田では、最大水深および最大濃度と同時に最大50%粒径が現れており、やはり、浮遊土粒子径は、水深等の影響を受けて変化していると思われる。また、この台風の時には、採水ビンに入っている砂粒子のふるい分けをも行った。羽島での、砂粒子の最大50%粒径は、土粒子よりも顕著に、最大砂粒子濃度出現時刻よりも早い時刻に現れることを示している。なお、すべての台風について、浮遊土粒子および砂粒子の粒径分布は、対数正規分布をしており、洪水期間中、土粒子の標準偏差は、ほぼ3.0の一定値であった。

3)流れ方向の土粒子のすべり速度 Tchen が多数の仮定のもとに誘導した、粒子と流体との運動方程式に、流れ方向の流体速度 u_f と浮遊土粒子速度 u_p との速度差 u_r を代入し、流体のラグランジェ相関係数を指数型で表し、 u_r/u_f と浮遊土粒子径との関係を求めると、図7の結果を得る。 $u_r/u_f = 10^{-2}$ を土粒子が流水と同じ速さで移動している状態であるとみなすと、この条件を満足する土粒子径 d と渦のタイムスケール T_L との関係は、図8で与えられる。Murray は、振動流中での浮遊粒子の沈降速度に関する実験を行い、高周波の振動ほど、沈降速度の減少に影響するとのべている。

土粒子濃度によるエネルギー消散率 ε の増加を小さいと考えると、 $T_L \propto u_f^3/\varepsilon$ であるから、乱れ変動 u_f が大きくなると、 T_L および垂直速度変動 u_v が大きくなり、浮遊土粒子径の大きさに影響するものと思われる。図4および図5で見られたように、最大浮遊土粒子径が水深や流速が最大になる時刻に出現しているのは、上述のような効果によると思われる。

4)結論 水深が最大になる時刻と濃度が最大になる時刻との間に、良い相関があるのではなく、むしろ洪水時以前の流域内特性と関連があると考えられる。

浮遊土粒子径の最大径は、最大濃度の時に現れるのではなく、流水の乱れ構造と強く関係していると考えられる。

5)おわりに 今後は、重力の作用による土粒子の垂直方向の運動をも考慮して、流水条件と土粒子径との関係を調べる予定である。

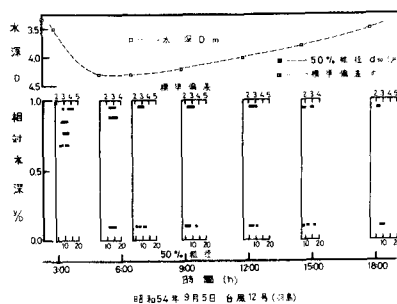


図-5

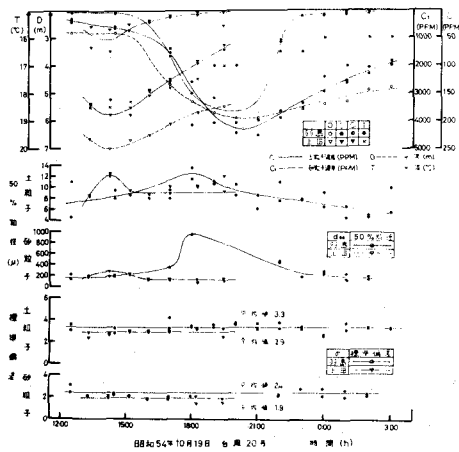


図-6

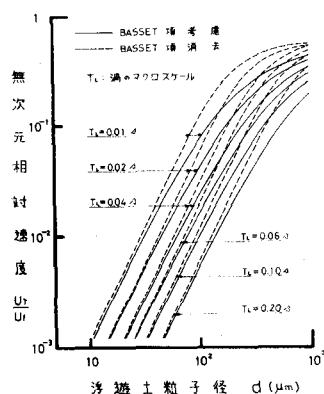


図-7

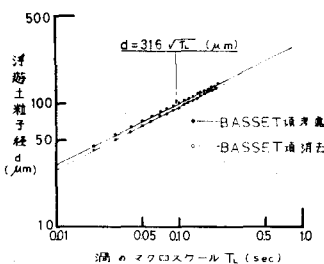


図-8