

II-53 山腹からの流出観測

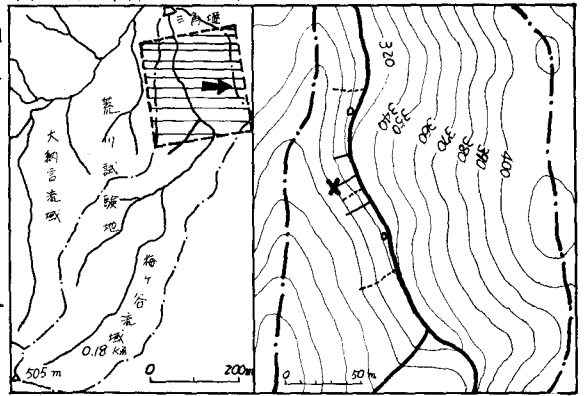
京大・防災研 正 石原 子雄

〃 〃 〃 〇 小栗 竹重 機

風化花崗岩の流域である野洲川流域の荒川試験地において雨水流出機構の観測研究を行なっているが、今回山腹から河谷へ流出する成分のうちで、一層土中へ浸透した雨水の流出量の測定を行なうため、その観測結果と若干の考察結果について述べる。

1. 観測方法

観測は図-1に示すような面積 0.18 km^2 の小流域を対象として行なった。主な観測項目は降雨量、流出流量および地下水流出量であり、これらを打点式記録計上に同時に記録できるようにした。降雨量は転倒ます型雨量計、流出流量は三角堰で測定した。地下水流出を正確に測定することは不可能に近いが、今回は山腹斜面上の岩の割目からの流量を測した。この流域の山腹斜面には、岩が露出しているその割目から常時流出水がありその下流側にガリ状の凹地が形成されているところ（図-1、実線）、常時は流出水はないが地形形態が上と同じところ（破線）、また斜面の末端から水が流出しているところ（○印）があって（図ではその一部が示されている）、それらからの流出を地下水流出と考えたのである。実際の測定場所は図中×印で示されているが、河谷より約 20 m の斜面上で、岩石がその部分だけ露出してその割目からの流出水と、そのすぐ近傍で土壌面に直接滲出する水を測定した。流量は転倒ます型流量計を用いた。

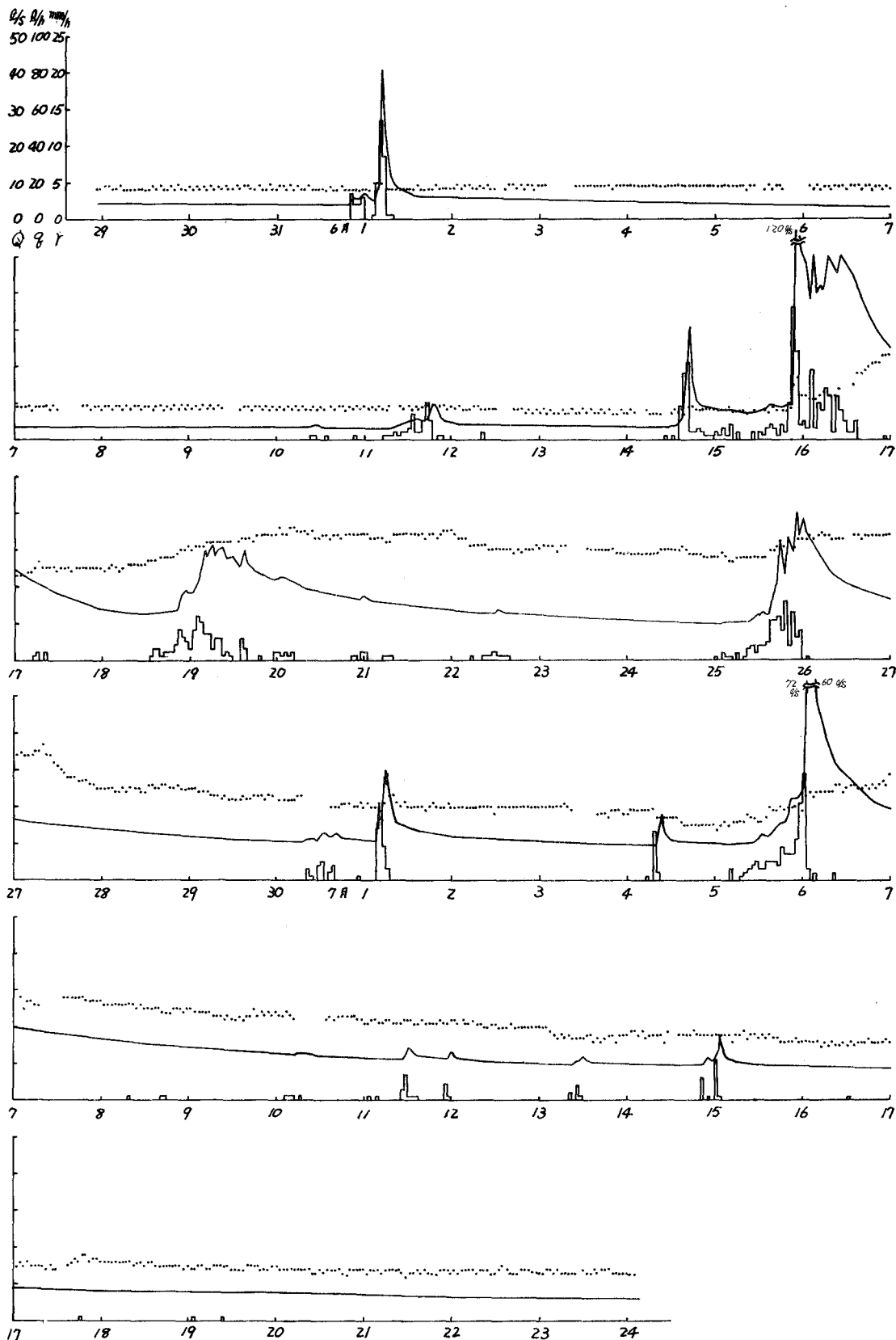


2. 観測結果と考察

昭和45年5月29日から7月24日までの観測結果を図-2に示す。図中実線は全流出流量 $Q (\text{l/sec})$ であり、点指は岩の割目からの流出流量 $q (\text{l/hr})$ である。なお図では土壌表面へ滲出した地下水流量が記されていないが、これは変化が非常に少なく、特殊な地下水流出成分と考えたためである。また以下においては岩の割目からの流出水を地下流出と呼び、流域出口で測定されたものを全流出と呼ぶことにする。

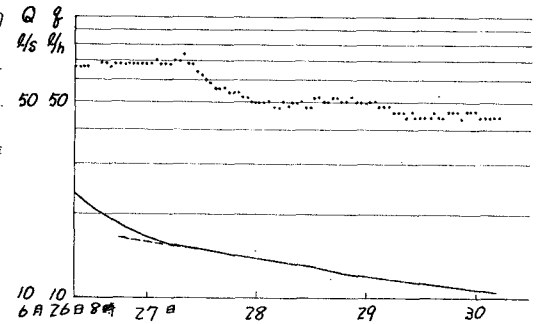
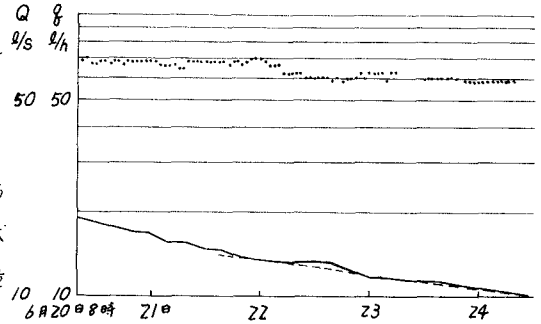
(1) 全流出と地下流出との対応

図-2をみると、5月31日から6月1日にかけて降雨があり全流出量は急激に変化しているが、地下流出量はほとんど変化していない。つぎに6月15日～16日の降雨では、当然全流出量が増加しているが、地下流出量も緩慢ではあるが上昇を始めている。その後はある程度以上の降雨に対して地下流出量が増加しているが、7月5日～6日の降雨後は全流出量の急減とともに地下流出量も急減している。以上の観測結果から、ここで測定した地下流出分は、少なくとも全流出量の急減時の流出状況も代表するものと考えてよいだろう。



(2) 地下流出の特性

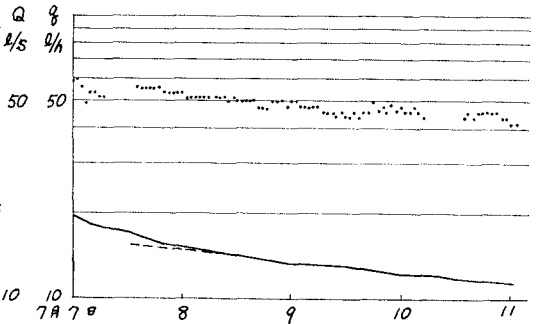
5月30日～6月1日の降雨前5.5日に10mm、それよりさらに3日前に7mmの夕立のような降雨があつたが、流域はかなり乾燥していた。そのために、この降雨では地下流出の増加は微弱であつたと考えられる。6月15日以降においては、流域は十分湿潤状態にあり、ある程度以上の降雨に対して地下流出量が増加している。とくに、ほぼ6月17日5時～18日12時、6月20日10時～22日0時、6月25日6時～27日10時、7月6日12時～7日22時の間では一定値を示し、とくに後三者では一定値を示す期間の直後で地下流出量が激減している。また、6月15日頃の降雨時には、地下流出が降雨開始後数時間のかなり早い時期から上昇するという特性も明瞭に認められる。



(3) 地下流出機構の検討

以上述べた諸特性はつぎのような観点から説明することができる。

i) 地下流出の応答が6月1日の降雨時には非常に遅くかつ微弱であるが、6月15日以降では応答が早くかつ変化も大きいこと——前者の期間では流域が乾燥状態にあり、そのために浸透水はほとんど土中水分を増加させるために費やされたためであろう。これに反して、後者の期間は梅雨期で降雨が断続的にあつて流域が湿潤状態に保たれていて、そのためにある程度以上の降雨があると表層中を流れる中間流が大量に発生するとともに土中浸透が継続する。したがつて山腹斜面がほぼ水で被覆された状態となるが、そのとき土中の間隙空気の圧力が上昇するため、はじめの土中水分が放出されて地下流出の涵養源となる。このような過程によって、応答が比較的早く、かつ変化量も大きくなるものと考えられる。



ii) 地下流出量が一定値に保たれること——地表面近くに十分に水分がある間はほぼ一定強度で土中浸透が続くはずである。この状態は上述の中間流が発生している間続くので、地下流出への供給量も一定値が継続することになる。したがつて地下流出量が一定値に保たれると考えられる。

iii) 地下流出量が降雨後1.5日～2日で急に減少すること——流域表面付近に十分に水があつて中間流出が発生している間は、ほぼ一定値の土中浸透が続くことは上述したとおりである。しかし、地表面近くの水分が少なくなり中間流出が消滅するとともに、土層と大気との間を隔離していた水が急に少なくなるために、それまで土中に閉じ込められていた比較的高圧の空気が開放されてほぼ大気圧に等し

くなる。そのために、浸透水量が減少して地下流出へ供給されていた水量が急に少なくなるので、地下流出量が急変すると考えられる。そのような期間について、全流出量の減少部と地下流出量を半対数紙上に示したものが図-3 である。図中全流出量の減少状態がほぼ指数関数に移行する時点が示されているが、それは上述の地下流出が急変している点と一致しており、従来からいわれているように、このような点は中間流出の終了点と考えてよいから、上述の考察の妥当性を示しているように思われる。

iv) 地下流出がかなり早いこと --- 従来地下水流出分はかなり遅く現れるといわれていたが、図-1 の地下流出がいわゆる地下水流出に対応すると考えると、地下水流出はかなり早く流出し、かつ中間流出が終了するまでにピークが現れていることとなる。このことは、上述した踏査結果を通じて理解することができ、今後、地下水流出を取扱う際に多大の示唆を与えるものと思う。

以上、今回の観測結果に基づいて、地下流出機構を中心として、雨水浸透や中間流出などについて考察したのであるが、定量的な検討は今後の問題として残されている。しかし、試験地における研究は、その流域の流出特性を研究するという目的のほか、一般河川の流出の定性的性質を見出すという重要な目的があるので、こうした意味において今回の観測結果は多くの示唆を与えるものであると思う。