

付録2. 平長谷の流出機構について

菅原正巳
 国立防災科学技術センター

Appendix 2. On the Runoff Structure of Hirabase Experimental Basin

By
 M. Sugawara
 National Research Center for Disaster Prevention, Tokyo

目

- 1. 概要..... 169
- 2. 流出機構について..... 169

次

- 3. 流出解析の経過..... 171

1. 概要

1.1 本報告の目的は宮崎県都城市の郊外（都城市五十市町養原）にある農林省の平長谷試験地区（48.3ha）の流出機構を求めることである。

1.2 今回用いたのは昭和44年度の14個の出水

資料である。資料は雨量、流出量ともに10分ごとに測られている。

1.3 流出解析に用いられたのは2段の直列貯留型モデルで、得られた構造は図-1のものである。この構造で浸透は貯留高に比例し側面よりの

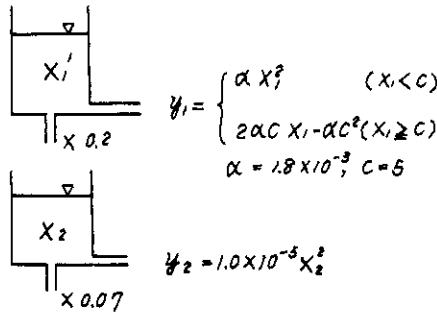


図-1

流出は、1段目ではある所までは貯留高の2乗に比例し、以後は直線的に変化するものを用いている。（図-2）。2段目では単に2乗に比例させてある。

1.4 付図は得られた結果を示す。いくつかの出水について（No.2, No.8の終わり方, No.10の後半等）不満足の間があるが、全般的にみて一応満足してよからう。たとえば出水の裾の引き方が、実

測値、計算値でよく合わない原因の一つには、雨量計と水位計との時計の不一致ということもあり得る。また水位計がちょっと引っかければ裾の引き方は大きく変るであろう。今後、さらに多くの資料を用いて検討をしたい。

2. 流出機構について

2.1 図-1の流出機構の定数はすべて時間単

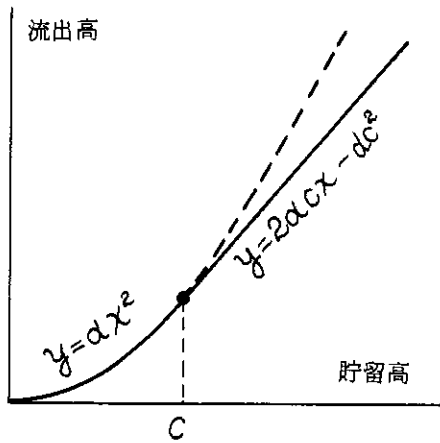


図-2

位は10分である。上の容器の底面の孔に $\times 0.2$ とあるのは、貯留高が X_1 (mm)のとき、10分間の浸透高が $0.2 X_1$ (mm)であることを示す。後に示すように、各段の容器からの流出は浸透に比べてはるかに小さいから、各段の容器内の貯留高の減少は浸透のみによって定まるとみてよい。上段の容器については、10分ごとに20%ずつの浸透であるから、10単位の減衰率は0.8で

$$0.8^3 = 0.512 \approx 1/2$$

であるから、半減期はほぼ30分である。

2.2 図-3は上の段の容器からの流出、浸透が貯留高といかなる関係にあるかを示す。流出高

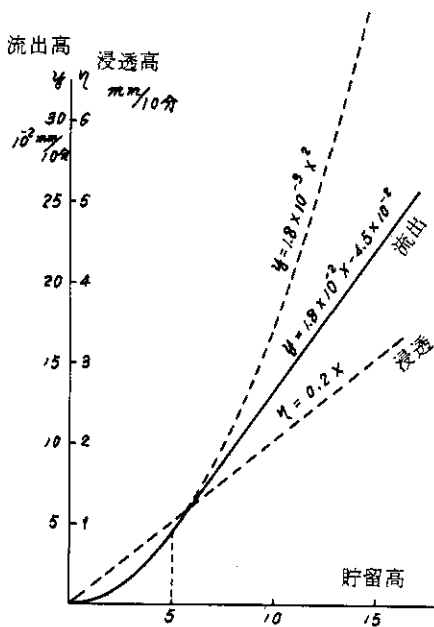


図-3

は貯留高 $X_1 = 5$ (mm)までは放物線 $y_1 = 1.8 \times 10^{-5} X_1^2$ で与えられ、その先は $X_1 = 5$ における放物線の接線 $y_1 = 1.8 \times 10^{-2} X_1 - 4.5 \times 10^{-2}$ にしてある。

図-3では浸透高に比べ流出高は20倍のスケールで描いてある。そのようにしてはじめて、浸透高と流出高のグラフは似た大きさになっている。つまり流出高は浸透高に比べきわめて小さく降水量のほとんど全部が浸透する。

なお今回計算した14の出水のうち、半分の7回の出水では貯留高 X_1 の最大値が5mm, 8mm程度である。半分の7回では貯留高の最大値が10mmをこえ、No.8ではおよそ30mmとなる。この時の流出高が約0.6mm/10分(=3.6mm/時)で、一般河川の大雨時の流出高にくらべればきわめて小さい。この時の10分雨量が10mmあまり、時間雨量が50mmあまりであるが、時間雨量100mm程度になった時、どのようなことになるかは予断できない。

2.3 図-4は2段目の容器からの流出、浸透

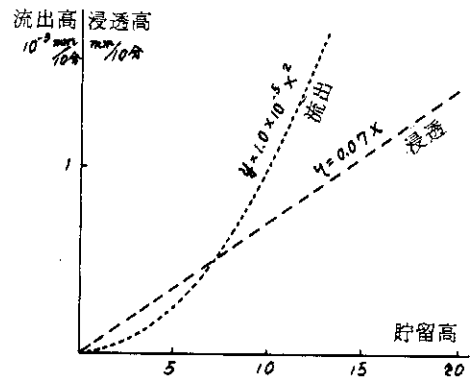


図-4

が貯留高といかなる関係にあるかを示す。ここでは流出は貯留高の2乗に比例し図-3のような直線部分はない。図-4では流出は浸透にくらべてスケールが1000倍になっている。そのようなスケールのもとで、流出、浸透が同程度の大きさに現われるのであるから、2段目からの流出は問題にならないほど小さい。2段目の容器の貯留高はほとんど $\eta_2 = 0.07 X_2$ なる浸透で減少するわけで、その半減期は約100分(=1時間40分)である。

なお今回計算した14の出水において、2段目の容器の貯留高の最大値は、No.8で約50mmである。 $X_2 = 50$ (mm)のとき、2段目の容器からの流出高は 2.5×10^{-2} mm/10分(0.15mm/時)で、きわめて小さいものに過ぎない。

2.4 付図では流出高 ($10^{-3}\text{mm}/10\text{分}$) に $2 \times 10^{-3}\text{mm}/10\text{分}$ を加えたものを対数目盛にして描いてある。ただし縦軸上には、流出高で数値が刻んであって、そのまま読みとれるようになっている。

3. 流出解析の経過

3.1 実測流出高を対数目盛でプロットしてみると、半減期は30分~50分程度のものおよその見

当はついた。そこで1段目の容器の浸透の係数を0.15と置いた。これは半減期50分である。流出が浸透に比べてはるかに小さいことも見当がついている。そこで仮りにNo.1の構造を作って試算した。推定値は大きく出すぎたが、ハイドログラフの形はよく似ていて試算第一としては成功であった。

3.2 No.1より流出を減らし、No.2にする。大部分の出水ではこれでも大きく出すぎる。図-6は我々が最終的に用いた図-1の流出機構 (No.21)

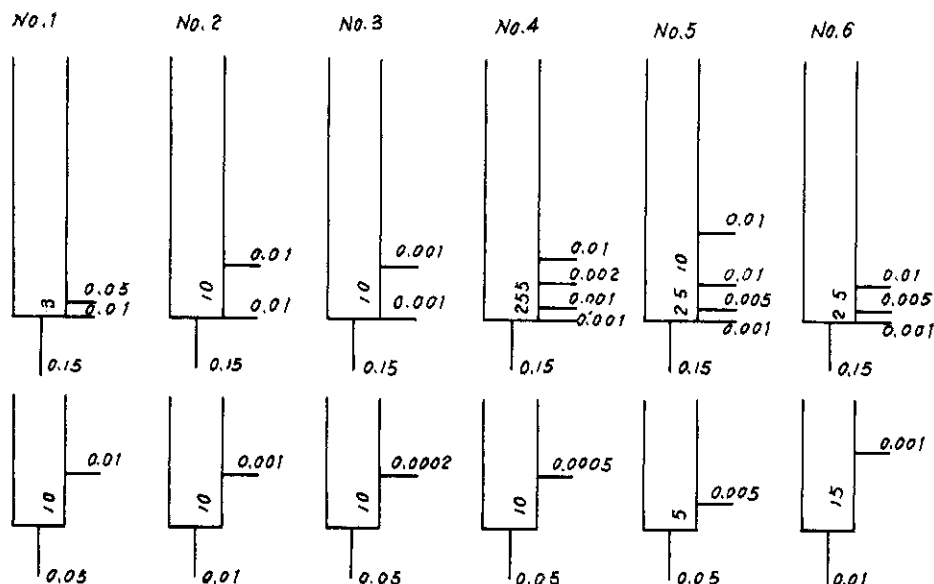


図-5

の流出高とNo.1~No.6の流出高とが示してある。大部分の流出は貯留高5mm以下の所で起こるからNo.1, No.2では流出が大きく出すぎるのである。

3.3 No.2でも流出が大きく出すぎるとみて、No.3, No.4を試みたが、これでは小さすぎる。このようにしてNo.5, No.6に修正された。図-6にみるようにNo.6はNo.21にかなり近くなっている。

3.4 No.7から、1段目の容器の流出は貯留高の2乗に比例させる方式をとることにした。結果は目立って改善された。実はNo.7は最終方式No.21とよく似ている。No.7がよい結果を与えたのは当然である。(図-7参照)

3.5 No.7からNo.12まで係数をいろいろ変えて試算が行われた。このあたりの試算は、No.7でよい結果が出たのに安心して、いささか無定見である。

3.6 No.13以降は、2段目の容器からの流出も

貯留高の2乗に比例させることにした。No.13~No.16においては図-8に示すように2段目の容器の浸透の係数だけを変化させて、No.15が最もよい結果を与えた。このNo.15の2段目の構造は以後この形に固定された。

3.7 1段目の流出を貯留高の2乗に比例させると、No.8の出水(6月29日)で推定が実測より大きく出すぎる。それが大きくなるようにする目的で $Y = \alpha X^2$ の係数 α を小さくすると、小さな出水が小さくなり過ぎて実測と合わない。そこで貯留高が小さいときは2乗に比例させ、ある所から先は直線的にする方式をとることにした。図-2に示すように、 $X = c$ の点で放物線に接線を引き、 $X < c$ で放物線 $Y = \alpha X^2$ を、 $X \geq c$ でその接線 $Y = 2\alpha cX - \alpha c^2$ を用いる方法である。

3.8 No.17~No.22がこの方針のもとで試算された。図-9に示すように、変化させた係数は、 α 、

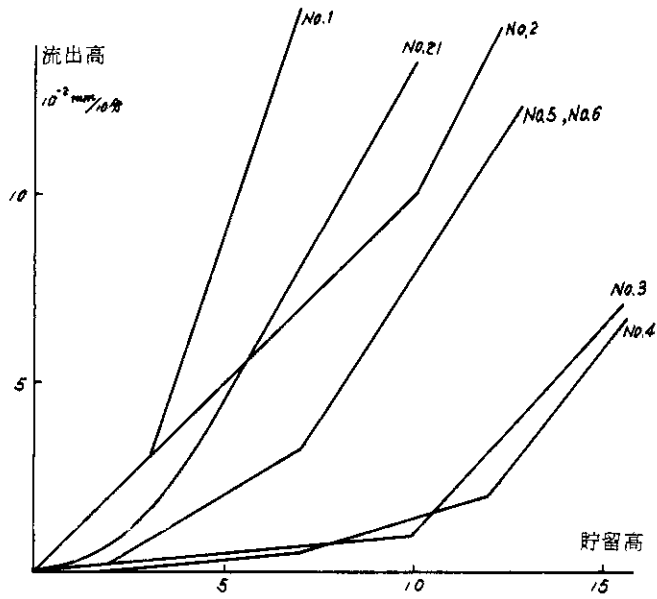


図-6

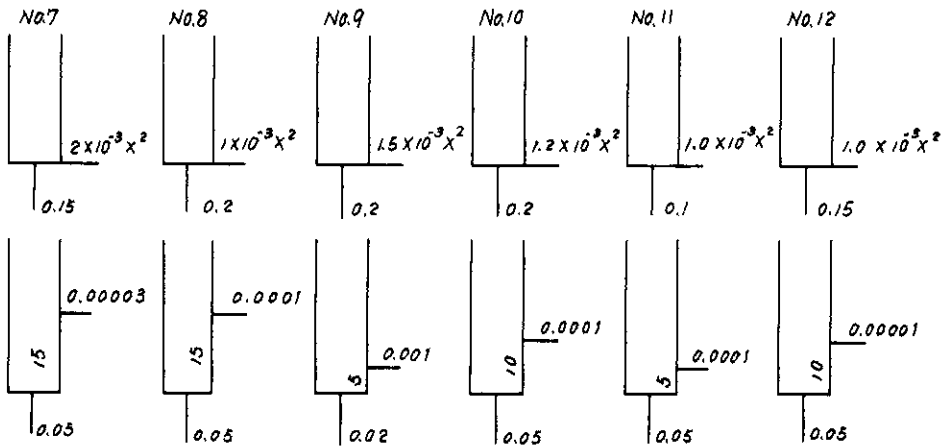


図-7

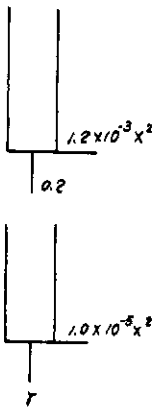


図-8

| No. | γ |
|-----|----------|
| 13 | 0.05 |
| 14 | 0.03 |
| 15 | 0.07 |
| 16 | 0.10 |

表-1

| No. | α | c | β |
|-----|----------------------|----|---------|
| 17 | 1.2×10^{-3} | 15 | 0.2 |
| 18 | 2.0×10^{-3} | 12 | 0.2 |
| 19 | 1.8×10^{-3} | 10 | 0.2 |
| 20 | 1.8×10^{-3} | 10 | 0.15 |
| 21 | 1.8×10^{-3} | 5 | 0.2 |
| 22 | 1.0×10^{-3} | 8 | 0.18 |

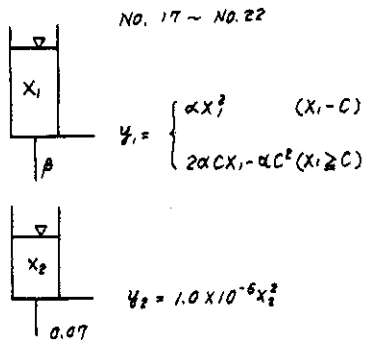


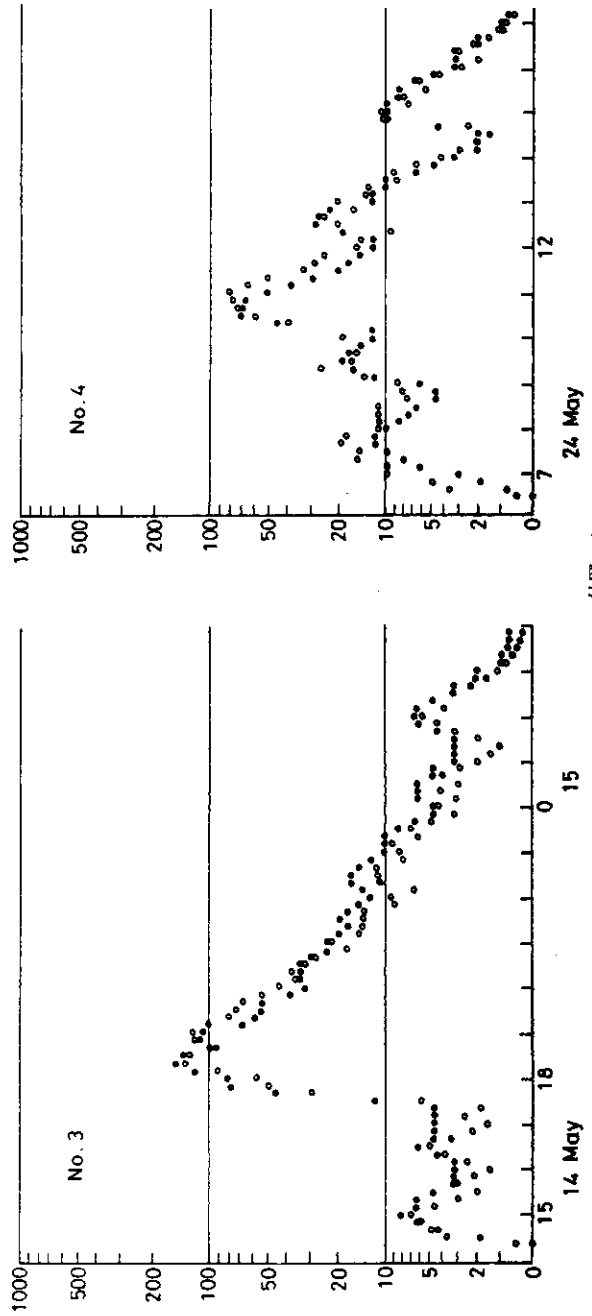
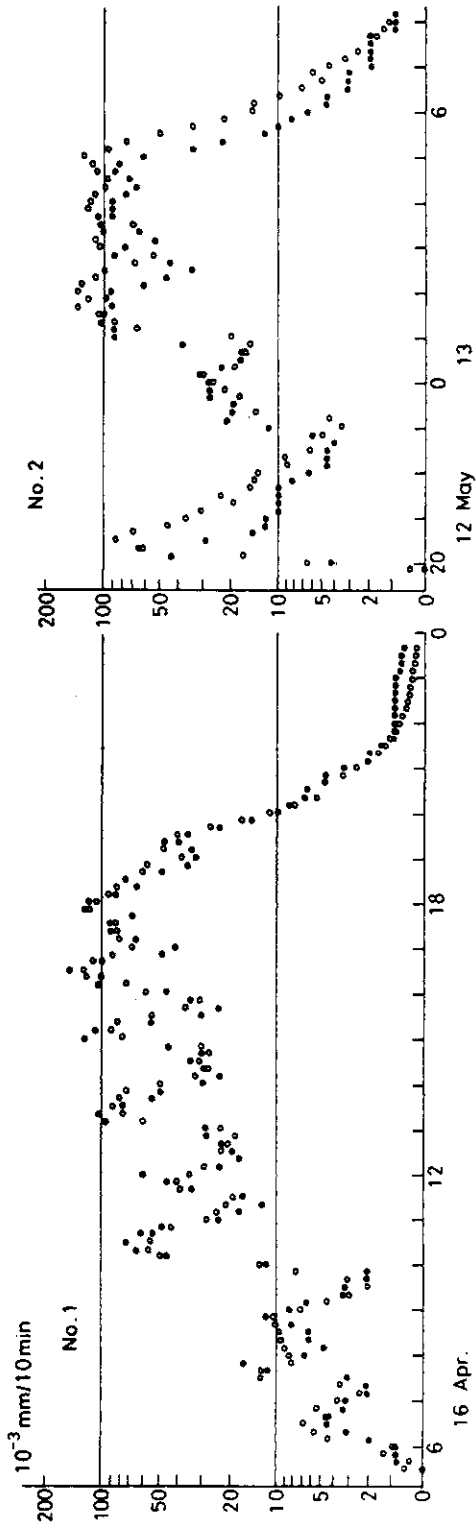
図-9

Cおよび1段目からの浸透の係数 β で、2段目の構造はNo15のものに固定された。

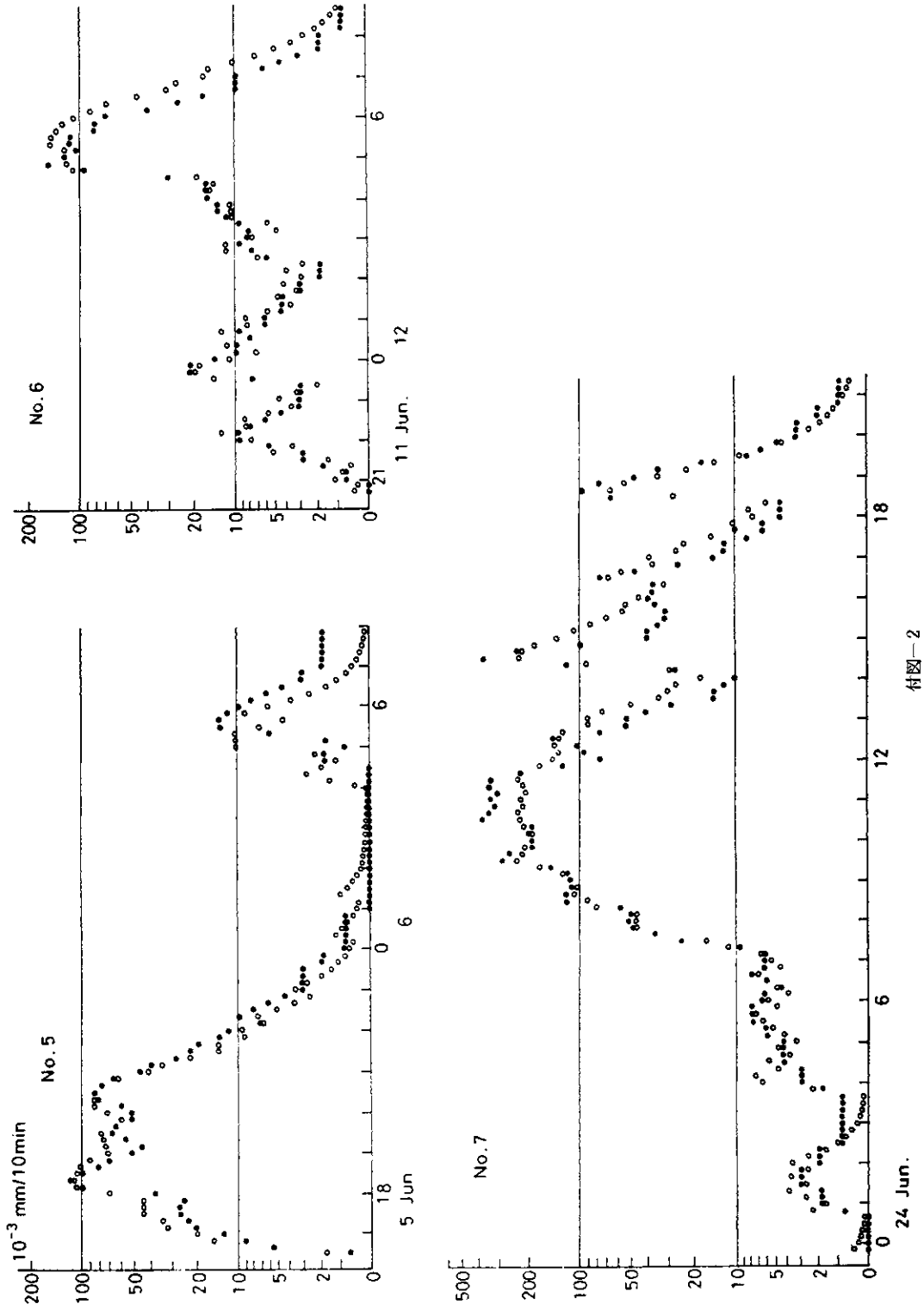
このうちNo21が最良の結果を与えた。これが図-1に示した流出機構である。

3.9 今回の試算では、蒸発散の影響を計算に入れなかった。これはあまり影響がないように思われる。また計算は1段目、2段目ともに初期貯留なしの条件で出発した。すなわち履歴も考慮しない。これもあまり影響がないように思われる。

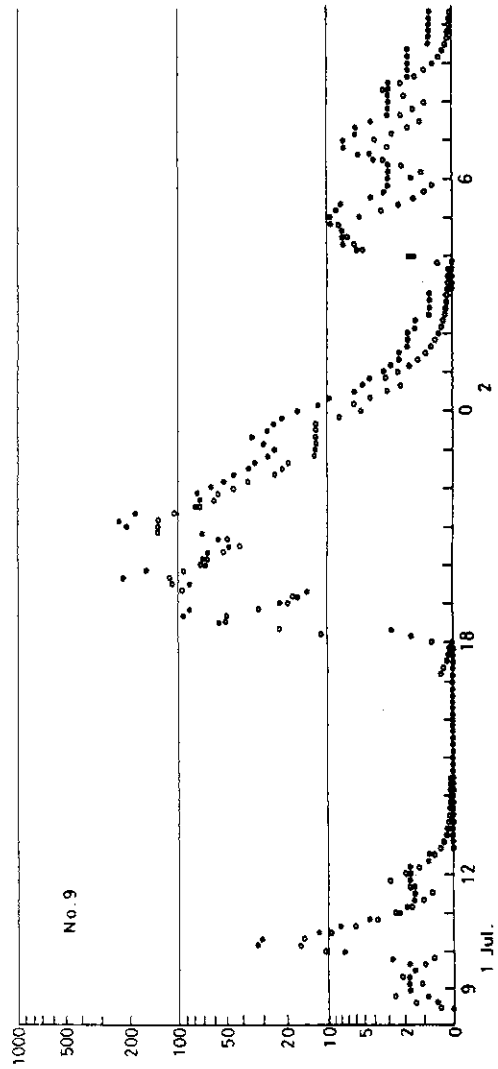
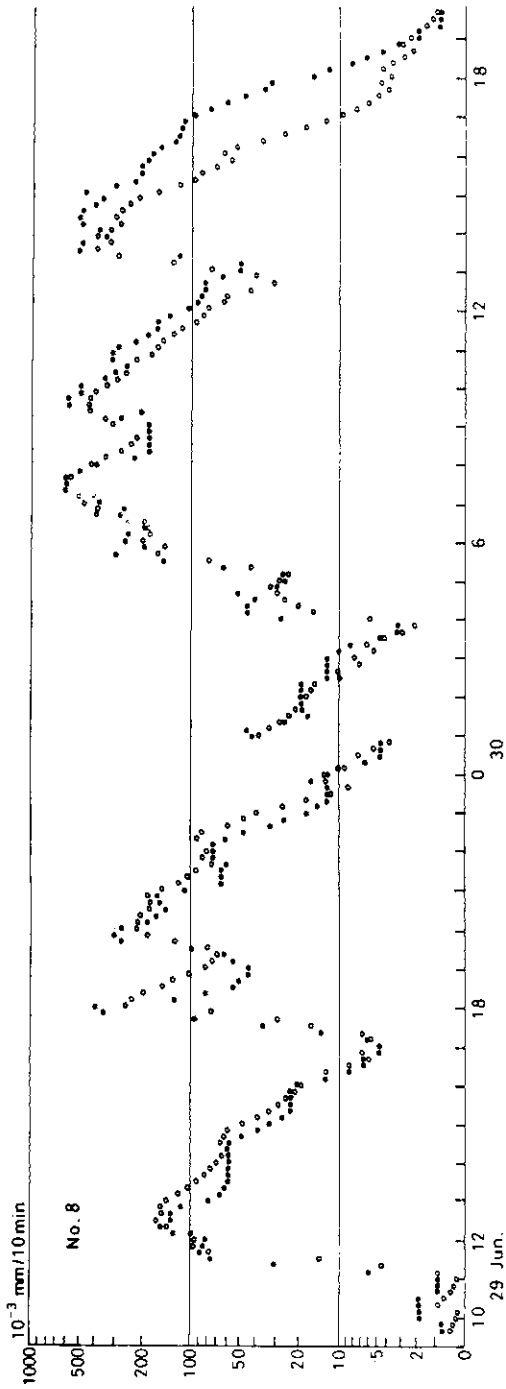
最後に、資料その他のことでお世話になった宮崎大学農学部吉岡先生、細山田先生に深く感謝する。



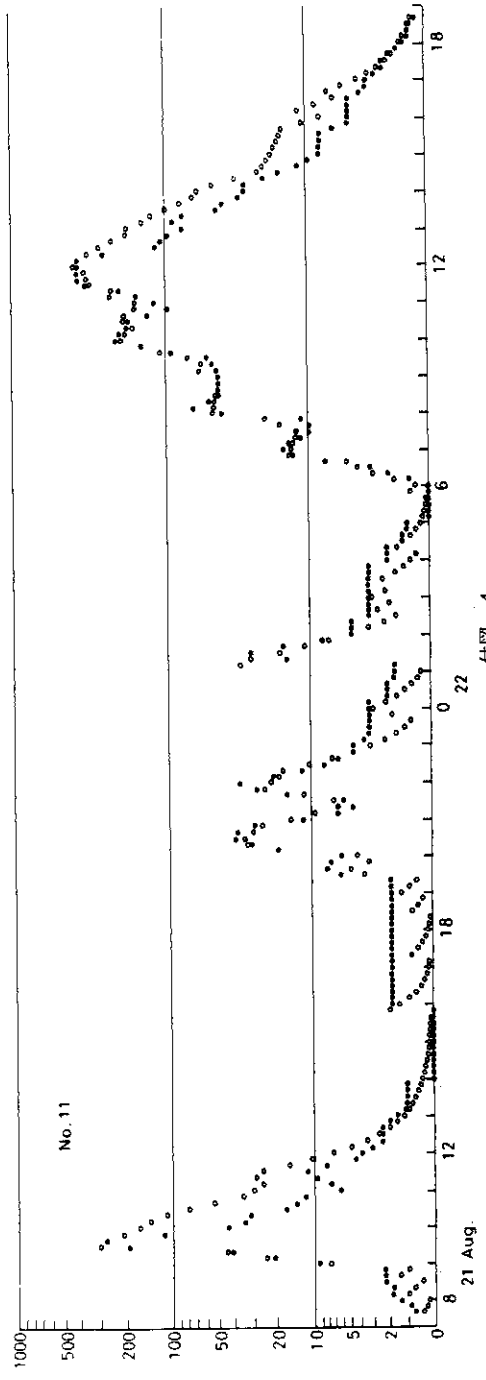
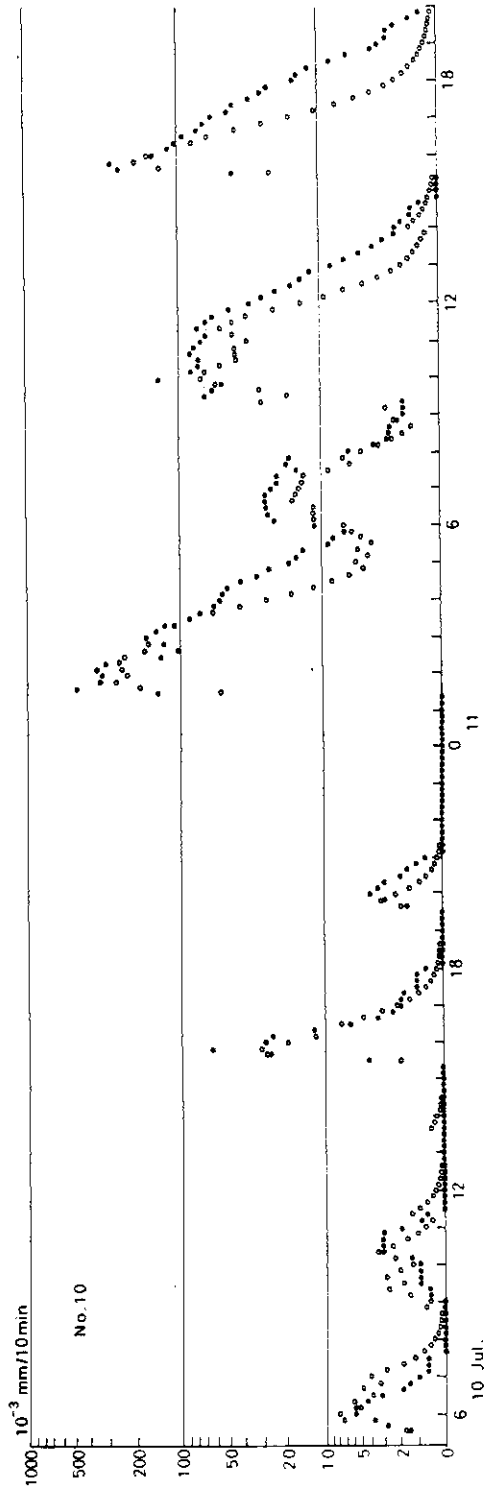
付図一



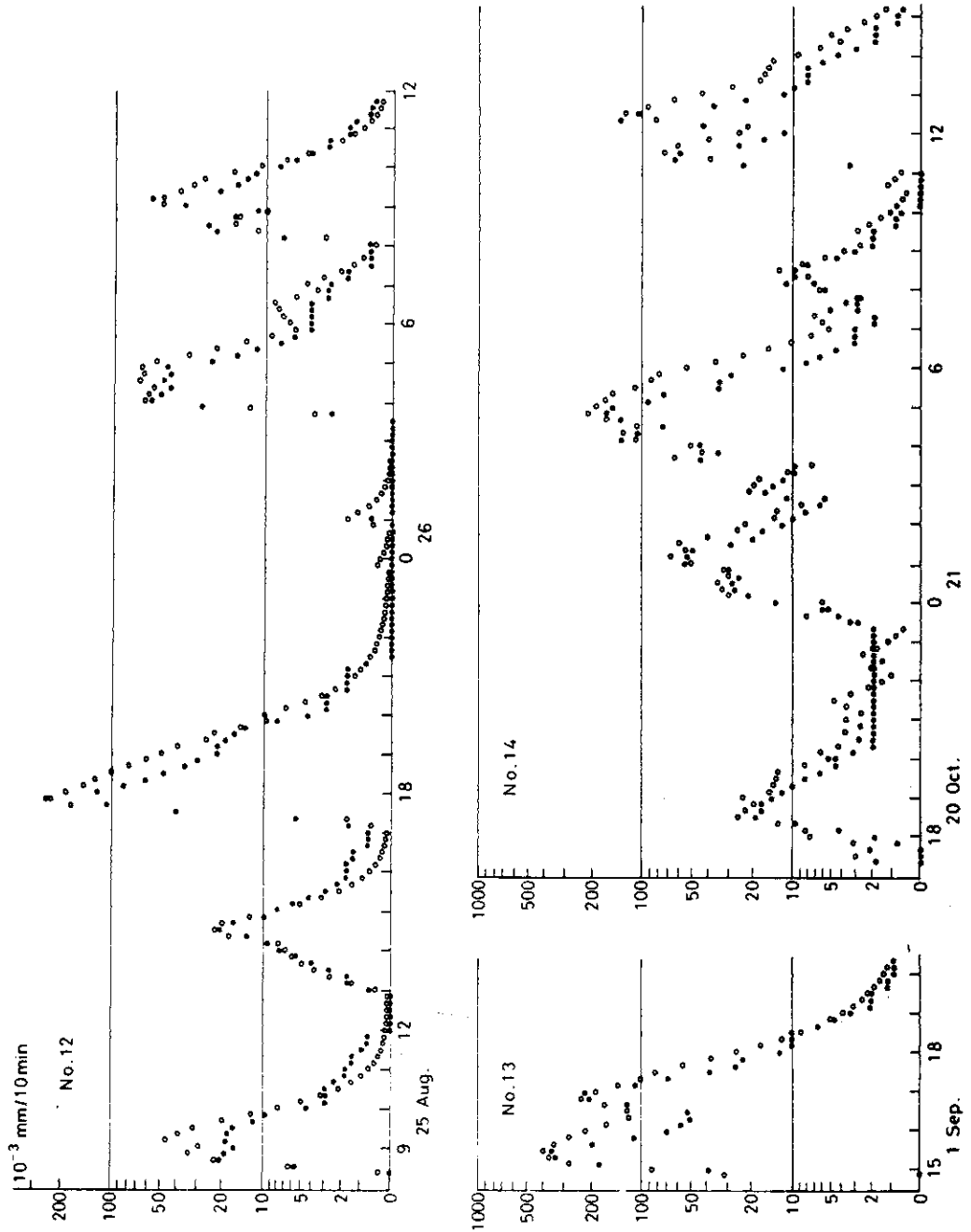
付図-2



付図-3



付図-4



付図-5