

山腹斜面の流出機構について (1)

——ライシメーターと表層流出量について——

加藤 博之・福嶋 義宏・鈴木 雅一

The Mechanism of Runoff on a Hillside Slope (1) Lysimeters and the Amount of their Surface Flow

Hiroyuki KATO, Yoshihiro FUKUSHIMA and Masakazu SUZUKI

目 次

要 旨.....74	ii) 土壌層の状況
はじめに.....75	第2章 流出の特性.....79
第1章 実験方法.....75	1. 一連続総雨量と総流出量について
1. ライシメーターの構造	2. タンクモデルの適用とその結果
2. ライシメーターの設置状況	3. 総 括
i) 上層を構成する植生の状況	

要 旨

1. 山地小流域の水収支を考えてゆく過程での山腹斜面の役割を明らかにするため、流域内の山腹にライシメーターを設置し、その流出量を測定した。ライシメーターは、前報に用いたもので、山腹斜面の三方を板で土壤層を分離し、下方に開放した土壤断面から流出水を採取した。実験測定は1970年秋より開始し、今回の報告については、1972年5月から、1974年8月までをデータとした。

2. ライシメーター付近の環境条件を調べるために、植生調査をおこなった。流域全般はアカマツ・ヒノキ主体の造林地であるが、林分として完成しているのは No. 2 ライシメーター付近で、現存量も多かった。No. 4 は幼令林分で、樹高も低く、広葉樹の成立本数も多かった。No. 3 は No. 4 同様の幼令林であったが断面積合計では少なかった。No. 1 は、アカマツの成育不良地で、枯死木が多く、ほとんど広葉樹主体の雑木林であった。

3. ライシメーターを構成する土壤は、花崗岩の風化した真砂であるが、それぞれのライシメーターで成層構造に差があった。おおむねは、1ないし2m内外で基岩に達するが No. 4 のみは真砂の層が厚く、基岩は2m以上の深さであった。採取した表層流は、No. 1, No. 4 で地表面下、10cm, No. 2 で30cm, No. 3 で20cmである。

4. 各々のライシメーターにおいて、一連続降雨の降雨量と総流出量との関係は、No. 1と No. 4 が比較的類似した傾向をもち、流出率は1~2%で、最大でも2.5%を越えなかった。No. 2 も No. 1, No. 4 と同様の傾向をもっていたが、その変動巾は大きかった。他の3個のライシメータ

ーに比較して No. 3 では流出量は多く、流出率は雨量の増加にともなって漸増し、流出率は10%にも達した。また流出量の変動巾も小さかった。

5. 各ライシメーターの流出量について、時間単位を10分にとって菅原²⁾のタンクモデルを用いた結果、各ライシメーターとも総流出量と流量時間変化の両側面について観測値と計算値は良好な一致をみた。しかし、No. 2 については、斜面傾斜(35°)の影響のためか、流出の突発性・不安定性があらわれており、同一モデルでの適合例は少ない。

山腹斜面の表層流出成分については、一段のタンクモデルで、また浸透水が流入する場合はさらに2段のタンクを加えたモデルを使うことによって、その時間変化の推定が可能である。このことはすなわち、表層および、その下部の土壌層からの流出現象が、土壌内の各層において、ほぼ勾配の定まる指数関数で表現され得る可能性を意味している。

は じ め に

山地流域における流出機構を考えていく場合に無視し得ない要素は被覆植物によるしゃ断効果と林内土壌層による雨水の保持およびその浸透効果であろう。降雨がある強度以上で、土壌が飽水状態近くになった場合、雨水は表層流となって林内の山腹斜面を流下するようになる。こうした表層流が生起する要因には、土壌固有の浸透能によるところが大きく、古くからの平田式や、Rocky-mountain 型³⁾といった各種の浸透計を用いて観測がおこなわれてきた。しかしながら、これらの流出過程における各要素が、流域の水収支のなかでどのような性格をもち、流出機構のなかでどのような位置を占めているかという問題に結びつかなければ、従来、繰り返されてきた観測からの一層の発展は期待できないであろう。

著者らは、山地小流域での水収支の観測を数年にわたり継続しており、さらに上記の見地から、流域の山腹斜面において、ライシメーターを設置した観測も同時に続けてきている。

本報告は、その第1報として、ライシメーターの概要と、植生および各ライシメーターの表層流出量の調査、観測結果について述べたものである。

なお、本報告をまとめるにあたり、常に良き御指導を教授して下さった、前森林生態学研究室教授、四手井綱英先生と、武居有桓砂防工学研究室教授、堤利夫森林生態学研究室教授に厚く謝意を表する次第である。また、京都大学農学部森林生態学研究室ならびに砂防工学研究室内の大学院生の諸君には惜しめない協力を賜った。

第1章 実 験 方 法

表層流の観測は、滋賀県大津市桐生町国有林内の実験流域に4個のライシメーターを設置しておこなった。各ライシメーターの流域内での位置は、図1に示すとおりである。各ライシメーターのうち、No. 1 と No. 4 は、1970年秋に設置し、残り2個を、1972年春に追加した。

これらの記録のうち今回使用したのは、1972年5月から1974年8月のものである。

1. ライシメーターの構造

本実験に使用したライシメーターはすべて山腹斜面の上方および両側方をビニールシートで被覆した板を垂直に地中に埋めこみ、下方に、鉛直方向に対して約30°の角度、斜距離で1m~50cm程度の土壌断面を設けたものである。斜面長はほぼ10m、巾は5mで、その他の形状は、表1に示す。これらのライシメーターの土壌断面に塩化ビニル製のシートを挿入し、このビニルシ

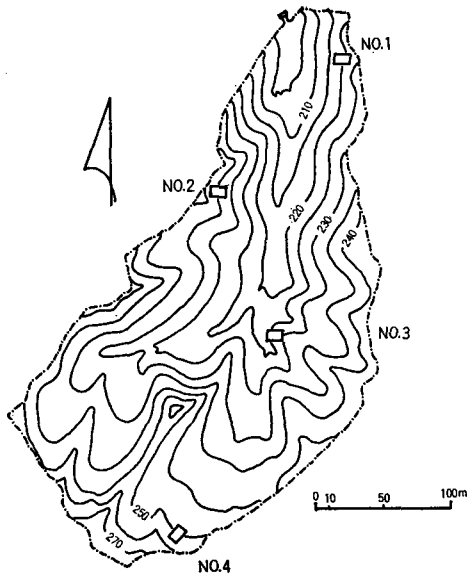


Fig.1 Map showing the Location of the four Lysimeters in Kiryu Experimental Catchment.

Table. 1 Each Factor of the four Lysimeters.

	Inclination angle	Bearing	Horizontal Area (m ²)
No. 1	25°	N90°W	48.4
No. 2	35°	N80°E	44.3
No. 3	27°	N90°W	51.8
No. 4	16°	N40°E	48.1

ートを伝ってくる流下水を角樋に集合させて表層流出水とした。

このビニルシートをつけた断面上の位置は、No.1では、地表から10cm、50cm、110cmの三層、No.2で30cm、No.3で20cm、No.4で10cm、50cm、100cmの三層で今回の報告に使用したものは、すべてNo.1、No.4の10cmとNo.2、No.3の主として表層流を中心としたものである。なお、これらの水量は樋から集められたのち、パイプを通過して下方に設けた転とうマス型流量計を用い、この

自記記録をもとに10分単位で読みとりをおこなった。

2. ライシメーターの設置状況

(i) 上層を構成する植生の状況

流域内がほぼ5つの林相で区分できることは、前報¹⁾、前々報⁴⁾で報告しているがこの流域中におかれた4個のライシメーターは、おおむね、林相すなわち植生状況を異にしているため、このことについて記してみよう。

前々報での調査で各林相の概要はほぼ明らかになっているため、今回は設置されたライシメーターを中心とした状況を調査した。調査は1974年12月におこなった。

表2に示すように上層の植生状況は、4個のライシメーターでは、かなりのひらきがある。結果から各ライシメーターごとに述べてみるとNo.1はアカマツ林内であるが、アカマツの枯死木がかなり存在し、成長も悪いため、ライシメーター付近では広葉樹に中下層を完全に優占されていて上層のアカマツは点在するにすぎない。しかし、これら広葉樹によって低いレベルでほぼ閉鎖に近い状態にはなっているがライシメーター内では、ライシメーター外にある広葉樹、アカマツによって林冠を覆われている状態である。(図2)このライシメーターNo.1付近は、上記のように広葉樹、特に落葉のものが主体であるため、冬期には、うっ閉度はかなり落ちる。これらことから、このライシメーターの植生はアカマツ林としてよりも雑木林的な考え方をした方が良くと思われる。

一方、No.2のライシメーターは、アカマツヒノキ混交林の古い林分中に位置し、樹高は上層木15m付近でほぼ完全に閉鎖している。

しかし、このライシメーター上方は尾根となって反対側の流域は近年皆伐されたために、林縁への諸条件から、風倒木が出ており、樹冠層に穴のあいた状態がみられる。しかし、上層の閉鎖がほぼ完全に近いので、中層の広葉樹は非常に少なく、数種の常緑性のものを主とした個体が散在

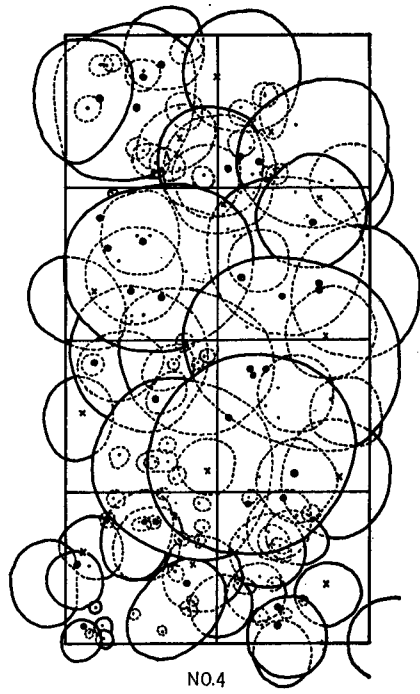
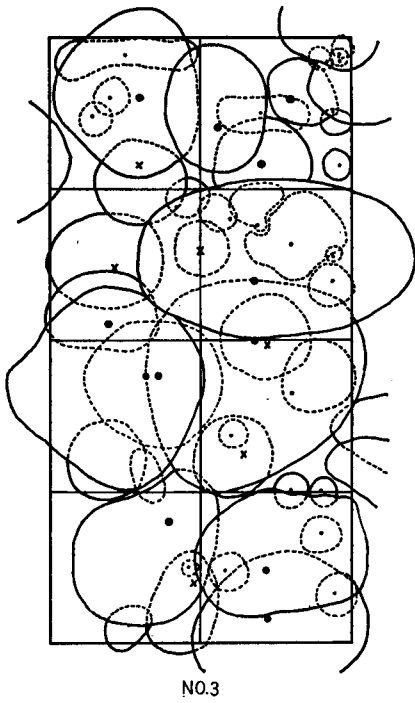
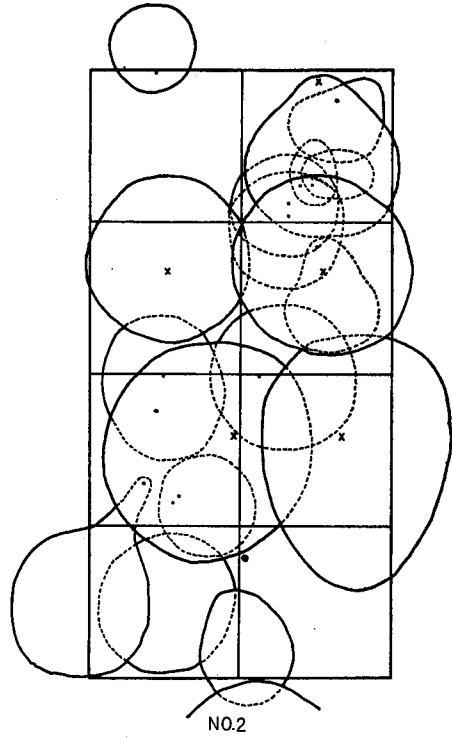
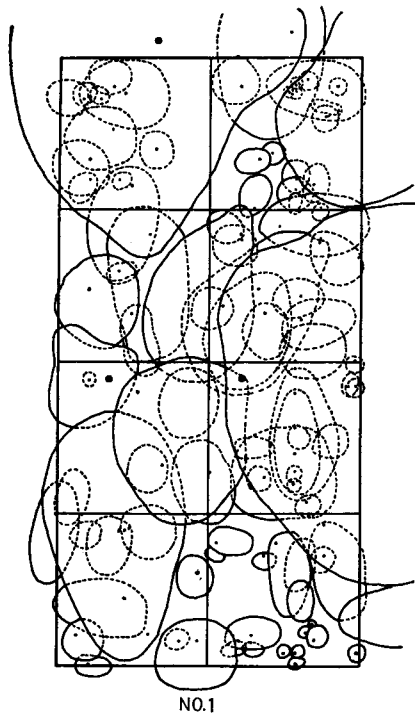


Fig. 2 Crown Projection Diagram of Each Lysimeters

Table 2 Outline of the Vegetation near the each Lysimeters

		Tree Density (No/ha)	Mean Height (m)	Mean D. B. H. (cm)	Basal Area (m ² /ha). %	
No. 1	(1)	1,000	9.5	9.8	7.8	23.4
	(2)	0	—	—	—	—
	(3)	43,000	3.3	2.2	25.5	76.6
	Total	44,000			33.3	
No. 2	(1)	200	16.0	20.7	8.2	13.3
	(2)	1,200	15.8	22.2	48.5	78.7
	(3)	3,700	3.5	3.5	4.9	8.0
	Total	5,100			61.6	
No. 3	(1)	2,700	7.6	8.0	16.2	85.7
	(2)	1,600	4.1	4.1	2.3	12.2
	(3)	3,800	2.6	1.2	0.4	2.1
	Total	8,100			18.9	
No. 4	(1)	5,700	7.4	6.1	21.3	69.4
	(2)	3,000	8.9	4.7	5.8	18.9
	(3)	10,900	2.2	1.7	3.6	11.7
	Total	19,600			30.7	

- (1) *Pinus densiflora*. and *Pinus Thunbergii*.
 (2) *Chamaecyparis obtusa*.
 (3) Others.

するのみである。

つきに、No. 3 ライシメーターは、No. 1, No. 2 とはまたタイプがちがっており、マツ類、ヒノキの混交した幼令林で、樹高は 7m 前後で閉鎖を完成させつつある。成長は、No. 1 とくらべて非常によく、数年でかなりうっ閉した林分になるであろうと予測される。しかし、中下層の低いレベルにはまだ落葉広葉樹がかなり多く、これらで地表は完全に覆われている。

No. 4 ライシメーターは、No. 3 と同様に林相区分ではマツ類幼令林内にあるが、No. 3 よりも少し成長が早く、面積あたりの成立本数も多いためにうっ閉も完全で、中下層の広葉樹にも、No. 3 で多かったツツジ科の低木類よりも、タカノツメ・コシアブラ・クリといった樹木がマツ類の樹冠層の中にほぼ同じ高さで葉を広げている。しかし、ライシメーターの法面方向が開放された状態で陽光がかなり入ってくるため、下層にも数種の広葉樹やイタドリのような草本類が入りこみ平均樹高ではむしろ低めになっている。

(ii) 土壌層の状況

全流域にわたって基岩は風化花崗岩である。ライシメーターの下層の土壌の状況はその流出量に大きく影響するために、ライシメーター設置時と水分測定用にハンドオーガーによるボーリングをした時の調査結果からそのことを記しておく。

No. 1 ライシメーターはゆるやかな凹状の谷の中に位置しており、ライシメーター内に山腹工事施行時の階段が数段残っている。凹状の両端の尾根状のところでは、30cm 程度で非常に硬い基岩に行きあたるが、ライシメーター内では 1m 前後まで風化した砂状の花崗岩が存在している。No. 2 もほぼ No. 1 同様の成層状況である。No. 3 は、No. 1, No. 2 にくらべて非常に土壌層が薄

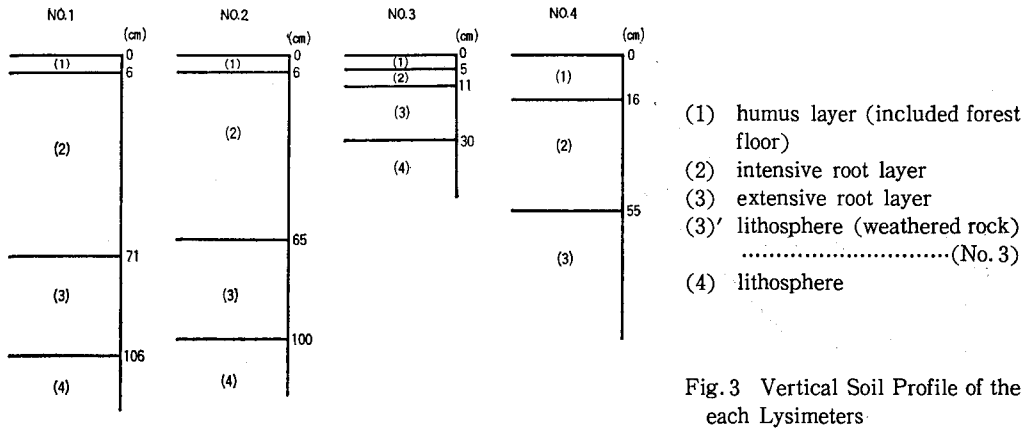


Fig. 3 Vertical Soil Profile of the each Lysimeters

く、ライシメーター下端の土壤断面には基岩が露出している。また、No. 1 同様の階段が数段存在している。No. 4 では、前記3カ所にくらべて層が非常に深く、設置時の調査でも2mのボーリングにおこなった際にも基岩に到達せず、非常に深部まで風化した花崗岩の真砂が続いていた。No. 4 には階段は存在せずゆるやかな斜面に位置し落葉層も比較的厚い。これらの状況を図示すると図3のようである。

第2章 流出の特性

1. 一連続の総雨量と総流出量について

4個のライシメーターにおける、一連続降雨の総雨量と総流出量の関係(図4-1~4-4)から、つぎのことが言えるであろう。

1) No. 1 と No. 4 における表層流出量(一般的には表面流出量と表現されているが、あえて表層流出量という。この理由は最後に述べる)は、植生・傾斜の相違があるにもかかわらず、比較的類似した傾向をもつ。流出率は1~2%程度であり、観測期間中の最多雨量(131.5mm)の

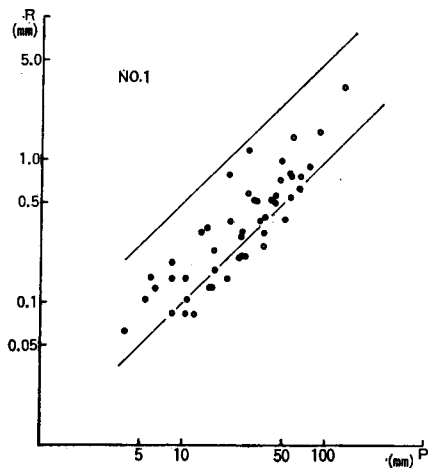


Fig. 4-1

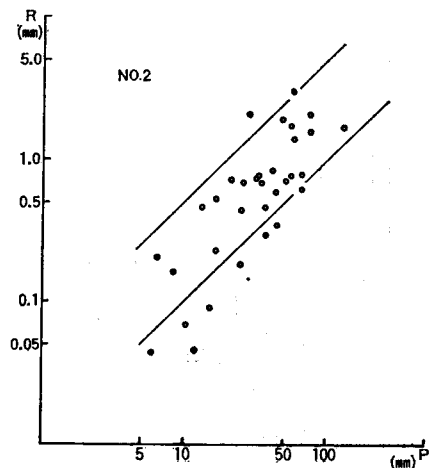


Fig. 4-2

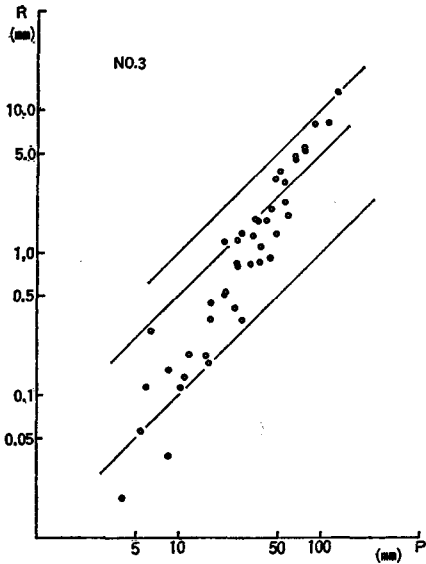


Fig. 4-3

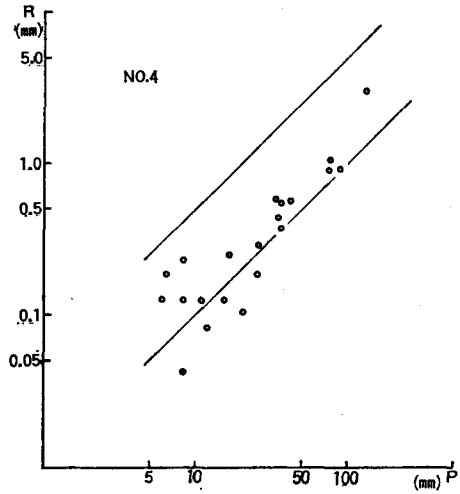


Fig. 4-4

Fig. 4 (1~4) Relationship between a Duration of Rainfall (P) and total Runoff (R)

場合でも No. 1 と No. 4 のそれぞれについて、2.5%、2.3%にすぎない。

2) No. 2 における流出量についても、No. 1 と No. 4 に似た傾向が認められるが、その変動幅は大きい。

3) No. 3 における流出量は、他のライシメーターと違って、土壌下の風化岩に沿って流下する成分を含むため、その量は多い。また、流出率は雨量の増加にともなって漸増している。たとえば、総雨量 133.0mm の場合には、流出率は10.0%にも達する。総雨量に対応する流出量のバラツキが小さいのも No. 3 の特徴である。

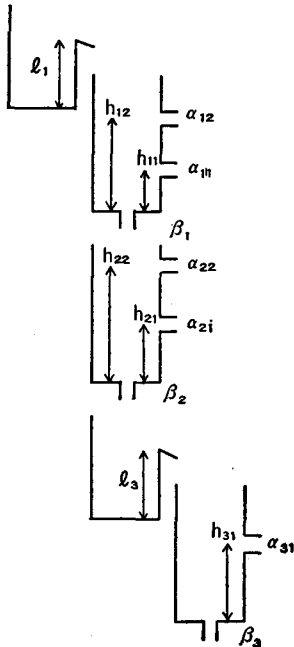


Fig. 5 Type of Model

2. タンクモデルの適用とその結果

つぎに、各ライシメーターの流出量の時間変化をみてみよう。本報告では、流出パターンを一般化するために、菅原のタンクモデル²⁾を、各降雨ごとに適用してみた。すなわち、総流出量とハイドログラフの形の両側面からみて、できるだけ実測流量と一致させるように、パラメーターを定めていった。

ここで、本報告に適用したタンクモデルの概要について述べておこう。タンクは図5に示す構造となる。実測流量では初期損失があらわれている。このために、1段目の上部にいつ水高を設けた。l₁の値は、仮りに無降雨日数が2日以上の場合に3mm、1日で2mm、そして半日の場合に1mmとした。この値で良いという根拠はない。ただ、各ライシメーターについて、無降雨日数別に、l₁の値を定める方が、l₃=0とするよりも、実測流量に良く合った。l₃を設ける理由も、実測流量に一致させるためである。あえて、斜面内部との対応を考えるならば、

l_1 は樹冠による初期しゃ断量と、表層土壌の初期保湿増加量を、 l_2 は表層より下層の土壌における初期保湿増加量をあらわす。これらはより下方へは移動しないで、蒸発散によってのみ消失するものとして在存すると考えても、それほど無理はない。

以上の方法で算出した計算流量と実測流量、および計算最大流量と実測最大流量の値を、それぞれ7降雨について表3に示す。また、それぞれの計算に使ったタンクモデルの各パラメーターの値を表4に示す。これらの表における空欄は、測定装置にトラブルがあり、データがとれなかった場合か、降雨量に対する流出量の応答が不安定な場合である。

実測流量と計算流量のハイドログラフの例を図6-1, 2に示す。表3および図6をみてもわかる通り、計算流量はどの降雨に対しても、実測流量に1割程度の誤差で一致している。また、ハイドログラフの形も、ほぼ一致するとみなせるであろう。

本報告では、降雨ごとに定めたパラメーターについて、各ライシメーターごとに考察を進める。

1) No. 1

浸透率をあらわす β の値は、すべての降雨に共通して0.6となる。また、タンクもすべて1段だけとなっている。流出孔の流出率をあらわす α の値も、0.010~0.015の範囲におさまる。ただ、表3の中で、最も雨量の多かったgの場合は、表4にみられるように、流出孔高さ h_{11} の上にさらに流出孔を必要とした。総じてみれば、総雨量90mm程度までは、ほぼ定まったパターンで流出が発生していると言えるであろう。

2) No. 2

この4個のライシメーターの中では、最も不安定な流出パターンをとる。この表に載せられな

Table 3 Comparison between observed and calculated Data on total Runoff (mm) and max Runoff (mm/10min.)

symbol			a	b	c	d	e	f	g
date			15 Jul. '72	21 Apr. '73	2 May '73	2 Jul. '73	28 Aug. '73	21 Jun. '74	25 Aug. '74
total precipitation (mm)			90.0	77.5	77.5	49.0	58.5	41.5	131.5
duration of preci. (hr)			14	19	12	2.5	2.5	6.5	19
No. 1	total runoff	observed	1.60	0.90	0.90	0.74	1.45	0.53	3.30
		calculated	1.60	0.83	0.99	0.71	1.24	0.53	3.75
	max runoff	ob.	0.15	0.08	0.11	0.13	0.27	0.06	0.15
		ca.	0.12	0.02	0.09	0.11	0.13	0.06	0.16
No. 2	t. r.	ob.			1.56			0.83	
		ca.			1.51			0.77	
	m. r.	ob.			0.37			0.14	
		ca.			0.25			0.17	
No. 3	t. r.	ob.	8.11	5.28		3.36			
		ca.	9.04	5.45		3.68			
	m. r.	ob.	0.51	0.19		0.46			
		ca.	0.45	0.13		0.42			
No. 4	t. r.	ob.		0.92	1.05			0.57	3.05
		ca.		0.84	1.09			0.55	2.85
	m. r.	ob.		0.11	0.17			0.06	0.17
		ca.		0.05	0.12			0.07	0.16

Table 4 Parameters of Tank Model for each Lysimeter

Lysimeter	Symbol	a	b	c	d	e	f	g
	parame.							
No. 1	α_{11}	0.015	0.01	0.01	0.01	0.015	0.01	0.015
	h_{11}	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
	α_{12}							0.03
	h_{12}							4.0
	β	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
No. 2	α_{11}			0.015			0.015	
	h_{11}			2.0			1.5	
	α_{12}			0.03			0.1	
	h_{12}			6.0			6.0	
	β			0.5			0.5	
No. 3	α_{11}	0.015	0.015		0.015			
	h_{11}	0.5	0.5		0.5			
	β_1	0.6	0.6		0.6			
	α_{21}	0.005	0.005		0.005			
	h_{21}	2.0	2.0		2.0			
	α_{22}	0.01	0.01					
	h_{22}	10	10					
	α_{23}	0.015			0.015			
	h_{23}	15			20			
	β_2	0.1	0.1		0.1			
	l_3	20	0					
	α_{31}	0.001	0.001					
	h_{31}	20	20					
	β_3	0.01	0.01					
No. 4	α_{11}		0.015	0.015			0.015	0.04
	h_{11}		0.7	0.8			0.8	2.5
	β_1		0.7	0.7			0.7	0.6

かったデータでは、一降雨中においても、同程度の単位雨量に対して、急激に流出が発生したり、または全然流出しなかったりする。表3に載せた c と f の場合は、比較的適合性が良いと判断される。両者とも、 β の値は0.5と同じであるが、 α の値は大きく変化している。この原因は、No.2が他のライシメーターにくらべて傾斜が急(35°)であるため、斜面表層の水が、浸透するか、または表層に沿って流下するかの選択が非常に微妙な要因に支配されているためと考えられる。特に、このライシメーターの地表面には、他のライシメーターには見られない水みち(リルと呼ぶほどでもなく、リターの推積が非常に少ない)とみなせる凹部が存在するという事実は、単に、たまたまそのような場所を試験プロットに選んだということではなく、この程度の傾斜がある自然斜面では、水みちが存在する可能性が大きいことを意味するかも知れない。また、 f のモデルにおいて $\alpha_{12} = 0.1$ という大きな流出率の流出孔を必要とすることをみても、他の傾斜の緩やかなライシメーターの流出パターンとは異なっている。これは、水みちの影響によって、表層流がかなり増加するのであろう。

3) No.3

このライシメーターのモデルを決定するに際して、まず、斜面の方位、傾斜が似ており、旧山腹工事による階段も同じように斜面に残っている No. 1 の一般モデルを、仮に 1 段目の構造とした。そして、更に、2 段、3 段目を付け加えることによって実流量と一致させた。

その結果、2 段目は $\beta_2=0.1$ 、3 段目は $\beta=0.01$ という値になった。特に、表 3 の a の場合は b のモデルを基本型として、2 段目にもう 1 個流出孔を増し、3 段目に入力する前に、20 mm のいっ水高を加えることによって実流量と合致させた。この a の場合のハイドログラフが図 6-2 である。この図において、No. 1 の計算流出量は、同時に No. 3 の 1 段目のタンクからの流出量をあらわしている。 d の場合も、3 段目に a 、 b と同じパラメーターをつけておき、 $l_3=20\text{mm}$ とするならば、その計算結果は表 3 に載せた値とほぼ同じ値となる。

l_3 の 20mm という値の意味については、今後の観測結果によって、説明してみたい。ただ、No. 3 の流出パターン決定に際して、 l_3 は非常に有効であった。

いま、この表に載せなかったデータを含めて、降雨終了後の流量減少の時間変化を図 7 に示す。この図から、降雨量が 70mm 程度以上の場合には、減衰勾配が一定値（ほぼ半減期で 3 時間）となることがわかる。本モデルで、この減衰勾配を規定しているのは、ほぼ β_3 の値であるが、上記の結果から考えても、No. 3 の流出量は 3 段目までの構造で十分であり、場合によっては 2 段目までのモデルを使うだけで実測値に適合させられる。

4) No. 4

このライシメーターについても、No. 1 と同様に、総雨量 90mm 程度までは、ほぼ同一モデルで近似できる。しかし、さらに総雨量が増える場合には、流出量が集中流下するためか、その量も増大している。

3. 総括

以上の結果を総合的に考察しておこう。

1) 斜面上の A_0 層および A 層を流下する流量は 1 段のタンクモデルであらわされる。また、その減衰率を実質的に規定する β_1 は斜面傾斜が急勾配になれば小さくなる傾向にある。この理由として、次のように考えられる。傾斜が緩やかな斜面では、雨水の滞在時間が長くなるため、下部の土壤に浸透する量は増大する。そのために、モデルの浸透率が大きくなるのであろう。

2) 90mm を越える降雨の際には、No. 1 や No. 4 においても地表流が発生しているかも知れない。しかしながら、その場合も、1 段のモデルで表現されていることから、浸潤線の上昇によって、浸透流が表層流に混入した可能性は小さい。何故ならば、もし浸透流が混入しているのであれば、No. 3 の例からみても、1 段よりも、より緩慢な流出成分をもつ 2 段以下のモデルが入らなければならない。ところが、表 3、4 の（総雨量 131.5mm）の場合では、むしろ、急激な流出成分が入っているのである。

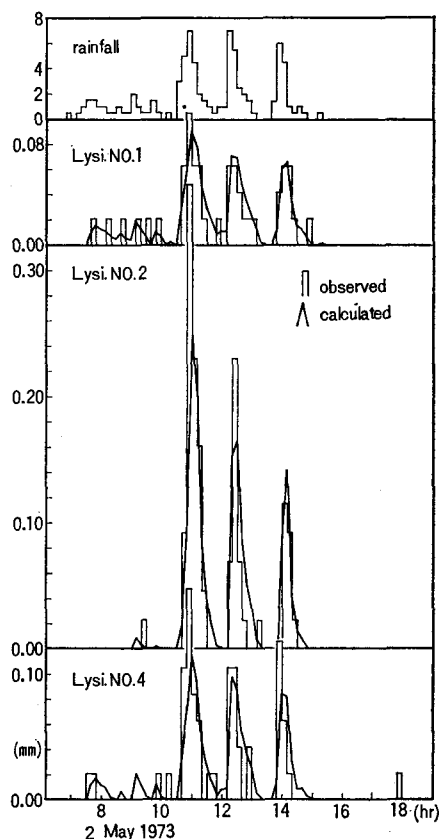


Fig. 6-1 Hydrograph of Runoff

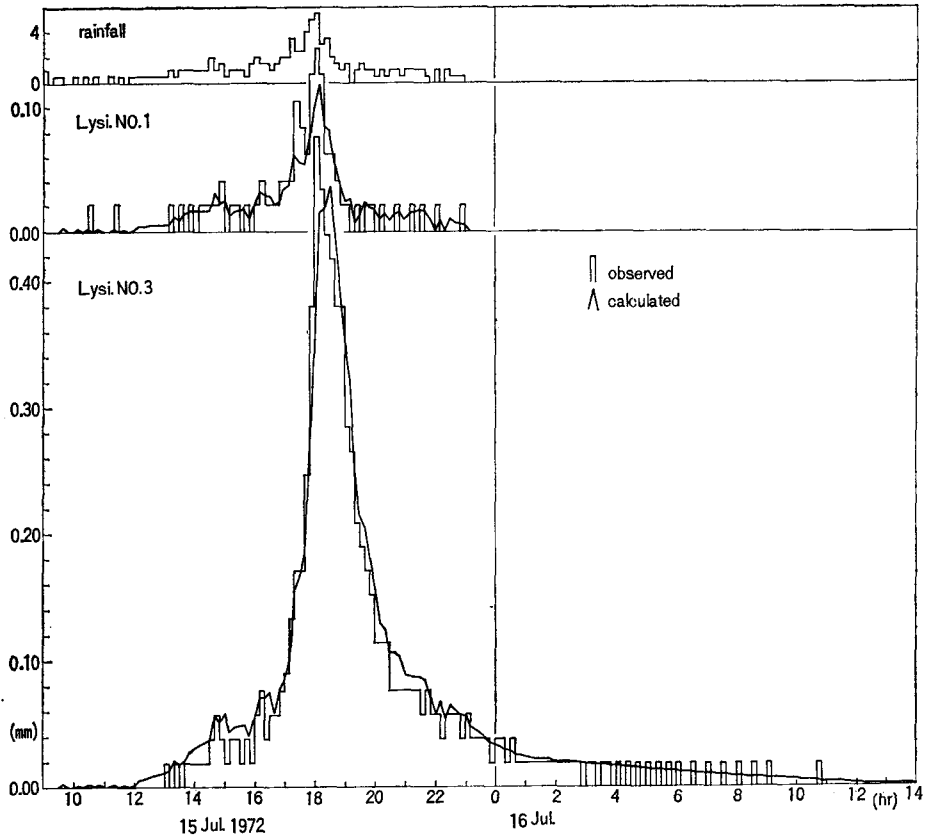


Fig. 6-2 Hydrograph of Runoff

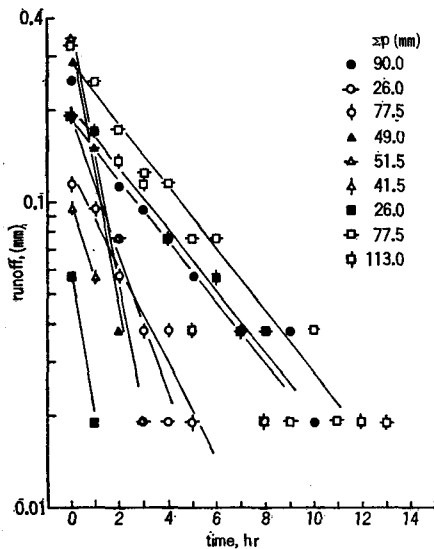


Fig. 7 Recession Curves at No. 3

また、これまで「表層流」という表現をとったが、これについて説明する。90mm 程度の降雨に際しても、No. 1 と No. 4 の流出量は、それより少ない降雨の場合とほぼ同じモデルで表現できる。これは、流れの形態を、いわゆる地表流と考えるよりも、 A_0 および A 層内を流下する表層流と考える方が妥当であることを意味するのではないであろうか。

3) 特に、No. 3 についてみれば、山腹斜面の流出は、かなりタンクモデル的である。言い換えれば、タンクモデルが土壌の各層に対応している可能性は十分に高い。

ただ、今後、斜面流出機構解明に、タンクモデルのパラメーターを、その物理的な意味を考えて使うには、土壌への保湿増加量としての l を明確化する必要がある。さらに、流出成分とならなかった、降雨の残量について、それがどのような動きをしているのかも知る必要がある。

引用文献

- 1) 加藤博之・福嶋義宏：二つの花崗岩山地小流域におけるミネラルの収支についての報告：京大演報，**46**，115—123，(1974)
- 2) 菅原正己：水文学講座，**7**，流出解析法，：共立出版(1972)
- 3) 村井 宏：森林と地表流下・浸透・土砂流出・侵蝕との関係(1)：水利科学，**79**，1—34 (1971)
- 4) 福嶋義宏・加藤博之・松本 潔・西村武二：花崗岩山地の2つの小流域について(地形・植生・水収支・流出減水曲線からみた特性)：京大演報，**43**，193—226，(1972)

Résumé

1. This study was done to see the role of a hillside slope in the mechanism of a runoff in a catchment. As already recorted, we have set up the four lysimeters in Kiryu Experimental Catchment located in Otsu city, Shiga Prefecture (Kato. et al. 1973). In this papers the results of the measurement are analized according to the surface flow.
2. The vegetation of the catchment consists of a mixed stand of *Pinus densiflora* Sieb. et Zucc. and *Chamaecyparis obtusa* Endl. which were planted for erosion control. However, at each experimental site which contained a lysimeters, the vegetation was distinctive. The mean height of the dominant trees reached 16 m in an old stand near lysimeter No. 2, but in No. 3 and No. 4 the mean height was less than 10 m. In lysimeter No. 1 there were so many broadleaved trees that they were dominant in the lower layer.
3. The edaphic substratum of bedrock in the catchment generally consists of weathered granite, but the appearance of soil profile for each lysimeter is also different.
4. The relationship between the rainfall and the runoff in No. 1 was comparatively similar to the one in No. 4, in which the runoff ratio was 1~2% and did not exceed 2.5% maximum. In No. 2, there was the same tendency as appeared in No. 1 and No. 2, but the fluctuational range of the runoff ratio was much larger than in the others. In contrast with the other lysimeters, the runoff in No. 3 was very large and its runoff ratio increased as the rainfall rose to 10%.
5. Using Sugawara's Tank Model for the runoff in the lysimeters, a close agreement was found between the observed and the calculated value for both the total runoff and the max runoff in each lysimeter, but in No. 2 where the slope angle is 35°, it was determined that the obsereved data not necessarily agree with value of Tank Model because of its instability of the runoff. Therefore, by using this Sugawara's Tank Model in the remaining three lysimeters it is possible to estimate the runoff variation.