

芦生演習林内の2つの小流域に おける水文観測報告

福 嶋 義 宏 ・ 鈴 木 雅 一 ・ 谷 誠
加 藤 博 之 ・ 太 田 岳 史

The Hydrological Observations in the Two Small Catchments
in Palaeozoic Hilly Mountains in Ashiu Experimental Forest

Yoshihiro FUKUSHIMA, Masakazu SUZUKI, Makoto TANI
Hiroyuki KATO and Takeshi OHTA

要 旨

古生層山地における雨水流出特性を解明するために、京都大学芦生演習林内に2つの小試験流域を設けた。ヤヨイ谷 (10.5 ha) とトヒノ谷 (2.5 ha) である。両流域は距離的には約 1.3 km 離れている。また両流域ともスギを主とする森林に被覆されている。観測は1977年7月に始まった。雨量は転倒マス型雨量計で測られ、また流量は直角 V ノッチの量水堰で測られた水位から算出される。それぞれの記録は自記々録されている。

花崗岩山地の小流域で作成したタンクモデルを使って、本流域で得られた数個の流出例について、それぞれ同一降雨に対する流出曲線を比較した。観測された中小規模の出水では、古生層地域の2流域の流出曲線は花崗岩地域の2流域のそれとほぼ同様であった。また、雨水の到達時間は、花崗岩山地において、有効降雨強度と流域面積から求める推定式にはば適合し、これによって求めた到達時間内の平均降雨強度とピーク流出量あるいは有効降雨強度の関係は、ピーク流出量が花崗岩山地の結果と大きく異なるものではないことを示す。

は じ め に

水源山地における雨水流出機構の解明と流出量の予測は、水資源問題を取り扱う上で、また、洪水や土砂災害を対象とする上で重要な課題である。当研究者らは、これまで花崗岩山地の小流域において、上記の課題で研究を進めてきており、一定程度の成果を得ている¹⁾²⁾。

今回、流域地質の相違が、流出量にいかなる変化を与えるかを確かめる目的で、古生層地域の代表として芦生演習林内に小流域を設けた。流域面積の差異と流出量との関係をも調べられるように2流域としている。

観測は1977年7月に始まった。まだ観測年数も短かく、十分な記録が得られているわけではない。本報告では流域の概況、特に地形と植生についてと、数例の短期流出例について、2流域間の比較、および花崗岩地域との比較を試みたので、以下に報告する。

1. 試験流域の地形と植生

1) 概況

2つの小試験流域を設けた芦生演習林は、図-1に示すように由良川の源流である。芦生は秩父古生層より成り、基盤は粘板岩、砂岩およびチャートである³⁾。演習林内は地形的に、標高650 m 附近を境として下位の急傾斜帯と上位の緩傾斜帯に分けられる。2試験流域が合流する下谷流域は後者に属する。

芦生の標高 360 m の事務所における年平均降水量は 2,514 mm で、年平均気温は 13.1℃³⁾である。冬期の積雪量は事務所附近で 1~2 m であり、上位の下谷流域ではさらに多い。比較的多降水地域である。森林施業上の区分によれば、2試験流域とも16林班に属する。

2) 地形

2試験流域、すなわち、ヤヨイ谷流域とトヒノ谷流域の流域面積は、それぞれ 10.5 ha, 2.5 ha である。両試験流域は東西方向に約 1.3 km 離れており、相方とも下谷の左支川である。両試験流域の流域図を図-2に、地形特性値を表-1に示す。

ヤヨイ谷流域は 740—832 m の標高にある。次節の植生図でみられる一部の裸地は碎石地と林道である。河床の勾配は山地流域としては非常に緩く 5.3°である。しかし、方眼法で求めた流域

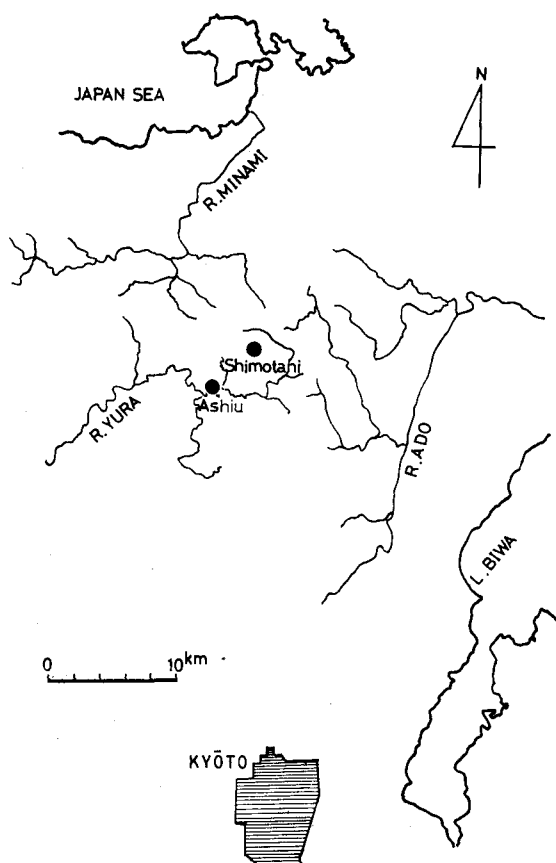


Fig. 1. Location map

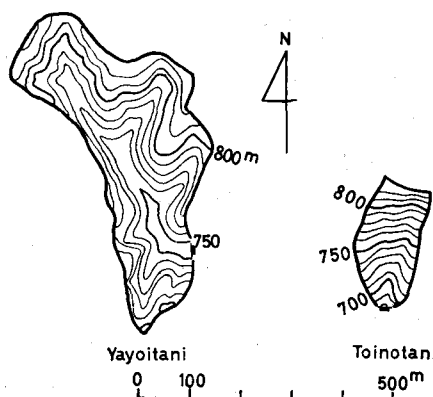


Fig. 2. Maps of the two experimental catchments

Table 1. Geographical factors

	basin area (ha)	altitude (m)	gradient of stream (°)	mean slope angle (°)
Yayoitani	10.5	740-832	5.3	27.8
Toinotani	2.5	675-832	23.6	33.1

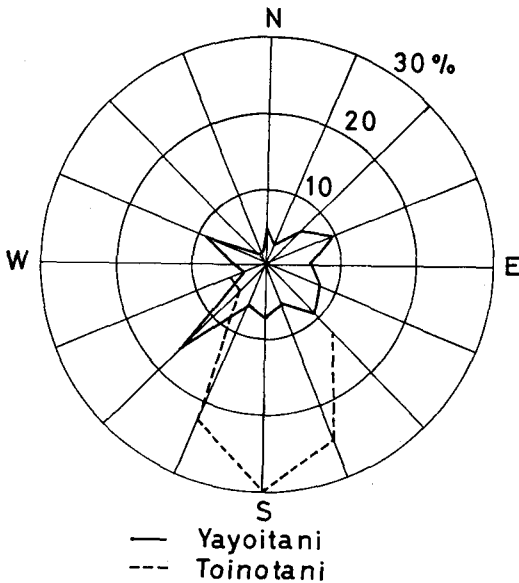


Fig. 3. The distribution diagram of slope directions

両谷とも16林班に属することは前に記した。この林班において過去におこなわれた施業で記録に残っているものを記してみると、ヤヨイ谷では昭和36年にスギの択伐がおこなわれ、37年に天然林手入れとして除伐、巻枯らしがおこなわれたとある。これはスギを主林木としてその生長を助成するために、それを被圧するような広葉樹などを除外する目的でおこなわれたものであろう。このヤヨイ谷では翌年、学生実習などでスギの試験植栽がおこなわれている。以後はこのスギ植栽木を中心にして39年から46年まで毎年、下刈がされている。また49年には除伐がおこなわれた。それより以後は記録としては残っていないが、この調査時の昭和53年11月現在ではスギ造林地の下刈・除伐がおこなわれていた。一方、トイノ谷で記録が残っているものは大正14年に、同じく天然林手入れとして巻枯らしおよび木の枝落としがおこなわれたこと、昭和34年にスギの択伐がおこなわれたこと、翌35年に天然林手入れとして除伐・巻枯らしがおこなわれたことなどであるがいずれも、これは16林班内のほぼ全域近くにはわたっておこなわれたもので特にトイノ谷にかぎっておこなわれたものではない。それゆえ、スギや広葉樹類がどの程度、トイノ谷、あるいはまたヤヨイ谷において伐採等の手入れがおこなわれたものか詳しいことは不明である。いずれにせよ、ヤヨイ谷におけるスギの植栽を除いては、この2流域で皆伐などのような大はばな現状変革はなされていない。しかし、かなりの手が入った林相であることは記録からも確かなことである。京都大学附属演習林作成の航空写真判定による林相図によれば、この2流域の現在の林相は図-4および表-2のようにあらわされている。そこでこの林相図を参考にして各流域に2箇所ずつプロットを設定して植生調査をおこなった。プロットは幅5m、斜面長20ないし30mのベルトトランセクトである。植生調査の結果による各プロットの林分概況は表-3に示してある。この各プロットの植生調査の結果をもとにしてもう少し細かく各流域植生のようすをみてゆく。

ヤヨイ谷はヤヨイ谷本流とそれに右岸から合流する支流沿いに、昭和38年に植栽されたスギの造林地があり、これが全流域面積に対して30%近くにおよんでいる。植栽されたスギは樹高は10mに満たず、また、やや間伐もおこなわれていた模様で林冠は比較的すいている。図-4に

平均傾斜は 27.8° と花崗岩山地の川向、若女とほとんど変わらない。図-3にみられるように、流域の斜面方位分布では、SW斜面が多く、NW斜面が少ない。

一方、トヒノ谷流域の量水堰地点はヤヨイ谷よりも65m低い、流域最高点はほぼ等しく、675—832mの範囲に入る。本流域は量水地点より80mのみ河道がみられるが、それより上部はすべて斜面となっている。概観的には、ほぼ全域が斜面より成る流域とみられる。この短い河道の勾配は 23.6° と急であるが、流域平均傾斜は 33.1° と急峻である。先程述べた地形区分における上位地域の中では、特に急傾斜の谷といえる。斜面方位分布では、S方向が卓越している。

3) 植生

ヤヨイ谷およびトイノ谷の2流域ともは芦生演習林下谷の左岸より合流する渓流域で、

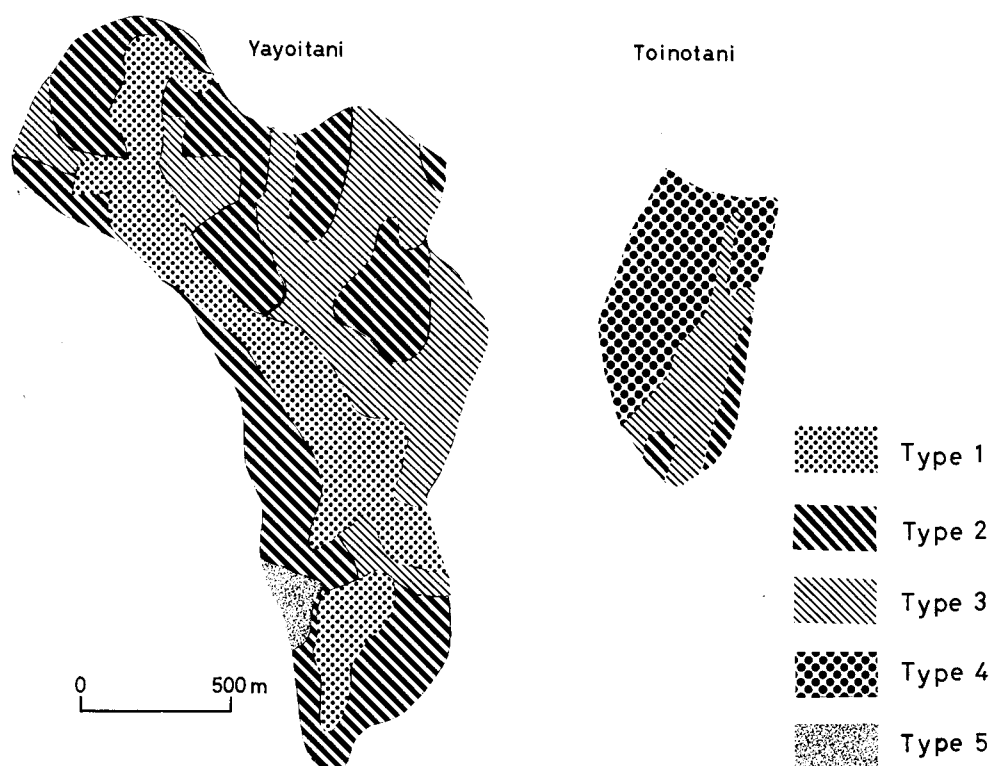


Fig. 4 Forst type maps

Table 2. Forest types and each area

	Forest type	Yayoitani (ha.%)	Toinotani (ha.%)
Type 1	Planted forest of <i>Cryptomeria japonica</i>	2.9 (27.3)	
Type 2	Broad-leaved forest 1.*	3.0 (28.9)	0.8 (32.0)
Type 3	Broad-leaved forest 2.**	4.3 (41.0)	0.2 (9.0)
Type 4	Coniferous forest		1.5 (59.0)
Type 5	Bare land	0.3 (2.8)	

*; Coverage of coniferous trees is under 20%.

**; Coverage of coniferous trees is between 20% and 50%.

Table 3. Condition of vegetation in each plot

	Yayoitani		Toinotani	
	Plot 1	Plot 2	Plot 3	Plot 4
Tree Density (No./ha)	1100	2800	2100	1700
Mean Height (m)	4.0	4.7	5.5	6.7
Mean D.B.H. (cm)	8.1	5.6	10.1	12.6
Total Basal Area (π^2 /ha)	6.7	7.0	39.7	30.0

示された林相ではヤヨイ谷は、このスギ植栽林のほかはほとんどスギを主とした針葉樹の混交する広葉樹林として示されている。そしてこの図によればこれらの広葉樹林中に占める針葉樹の樹冠面積の多少によって針葉樹が少ない広葉樹林と針葉樹がやや多い広葉樹林にわけられているが、この区分に地形的因果関係は図からは判別できない。なお、このヤヨイ谷の西側の尾根には林道が通っており、これによって流域の一部に裸地化する部分がみられるが面積比では3%ほどであった。このヤヨイ谷では前記したスギ植林地を除外して植生調査プロットを設け、調査をおこなった。設定プロットのうち、プロット1は谷ぞいの斜面下部にとられたもので溪流河床に近い部分の植生をあらわしている。胸高直径が4.5 cm以上のものの平均樹高は4 mとなるが樹高が2 m以上になる個体数の分布は図-5に示すように3 mに満たないものが全個体数の75%近くにもなる。この地上2~3 mの部分構成する種としてはリョウブが多く、その他ではクロモジ・ノリウツギなどである。また2 m以下でもクロモジ・タンナサワフタギ、リョウブ、ノリウツギが多く、これらの種によって地表1~3 mの高さで林床は完全に被覆されている。一方、樹高3~4 mの高さで個体の多いものはウリハダカエデ、ミズメなどであるが、これらには4 mを越す個体はみられない。更にそれより上層を構成しているのは、個体数ではわずかであるがスギとブナであった。これらの種組成を胸高直径4.5 cm以上の個体で断面積合計の割合をみると最も大きい断面積合計を示したのはスギで75%を占め、その他の上層種であるホオノキ・ブナ・エゴノキ・ミズメなどはいずれも10%に満たなかった。図-6にこれらの上層木の樹冠投影図とプロットの縦断面を示しておく。上層木としては樹冠は不連続であるが、この不連続な部分は上記のように下層植生によって完全に被覆されている。つぎにプロット2はヤヨイ谷上流の左岸中腹部にとられたプロットで、プロット1が溪流沿いのやや湿性な部分の植生としての調査プロットであるのに対して、やや乾性なタイプのプロットとして設定された。これは「天然林の生態」研究グループによる方法で求めた乾湿度指数⁹⁾がプロット1では78で、プロット2では148となったことでも裏付けされる。林冠の階層はプロット1が2~3 m付近でうっぺいしたブッシュ状のものであったのに対して平均樹高ではプロット1よりもやや高く、また胸高直径が4.5 cm以上の個体数も前者よりも少し多かった。また樹高2 m以上の個体数は3 m付近から5 m付近までに多く、ほぼこのあたりで林冠はうっぺいしていた。3 m付近で多いのは株状になったクロ

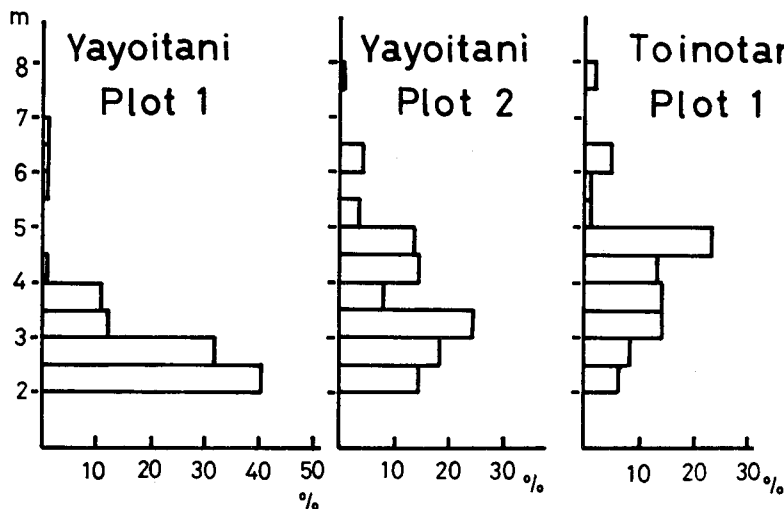


Fig. 5 Height distribution diagrams of trees (Except Toinotani of Plot 2)

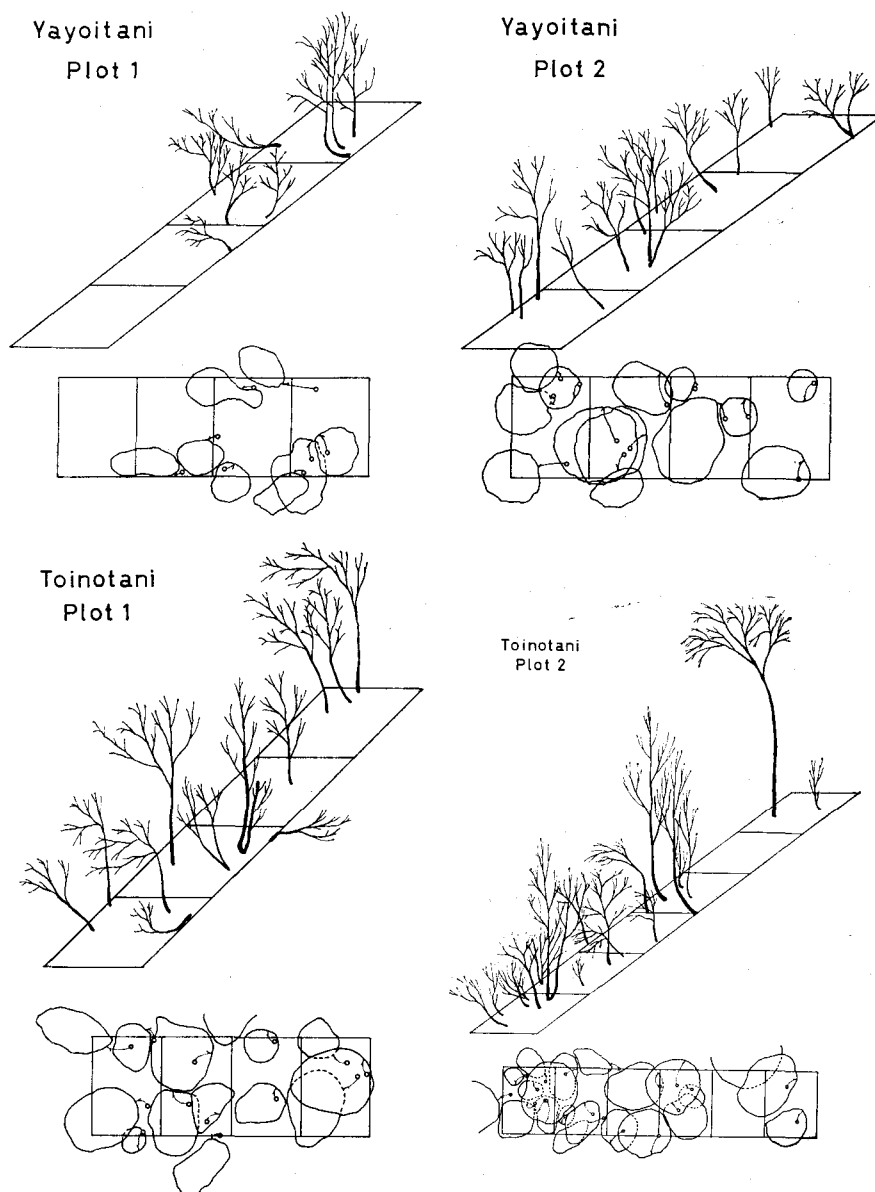


Fig. 6 (1-4). Crown Projection maps and vertical profiles of plots

モジ・ヤマボウシの小径木で、4~5 m にかけてはクマシデ・イヌシデ・アカシデなどのシデ類およびマルバマンサクなどであった。一方、胸高直径 4.5 cm 以上のものについて胸高断面積合計の割合をみると、やはり多いのはクマシデで35%，ついでイヌシデが23%，マルバマンサクが11%などであり、プロット1とは共通した種がミズメぐらいで種組成の変化が大きい。また両プロットとも相変らず小径木が多く、ha あたりの胸高断面積合計が非常に小さいのはこのヤヨイ谷がやはりかなり手入れを受けた結果であろう。プロット2はこのように 3~5 m くらいの高さでうっぺいながなされているが、2 m 以下の下層においてもササが多くコアジサイなどの低木類もよく繁茂している。しかしプロット1のようにブッシュで歩きにくいという程のものではなかった。

つぎにトイノ谷流域全般はヤヨイ谷にくらべてやや樹高の大きいスギなどが目につく流域である。林相図に示されるようにこの流域の左上半部はスギが優占する針葉樹林として表わされており、これが面積比で60%近くにもなっている。その他はこのスギを混じえた広葉樹林である。設定されたプロットのうちプロット1は流域の中央付近の溪流沿いに、プロット2は流域上部にとられた。プロット1では、胸高直径 4.5 cm 以上の上層木を対象とすると平均樹高、平均胸高直径ともヤヨイ谷より大きい。平均樹高がやや高くなることは樹高 2 m 以上のものの個体数の頻度が 5 m 付近で最も高くなることから裏付けられる。5 m 以上の上層で個体数の多いものはアカシデであるが小径木が多く、胸高断面積の合計からみれば上層木の12%にすぎない。この胸高断面積から最も多くなるものはスギで上層木全体の82%を占めるが、これは大きな株状のものが1個体プロット内に入ったためである。上層木では他にイヌシデ、クマシデ、ミズメ、タムシバなどがみられたが、個体数も少く、胸高断面積にしても大きくない。また樹冠による被覆も上層木のみでは不完全でプロット内にも倒木がみられ、ところどころに樹冠に穴のあいた様な状態がみられた。このプロットの平均樹高である 4~5 m 付近の中層で個体数の多いものはアカシデ、マルバマンサク、コハウチワカエデなどでこの付近で樹冠はほぼうっぺいを完成する。また中層から下層にかけて多いのはノリウツギ、コアジサイ、ヒサカキなどであるが、スギは上層から中層あるいはそれ以下の下層部分にまで均等に分布し、所によって優占する部分がみられる。一方、プロット2は流域上部の針葉樹林として林相図にあらわされた範囲内にとられたプロットである。平均樹高、平均胸高直径とも他の調査プロットすべてより大きく、また前のプロット1とともに胸高断面積合計も大きい。胸高直径 4.5 cm 以上の個体について断面積合計で最も大きくなる種はやはりスギで70%程度を占め、ついでミズメが20%でこの2種でほとんどの上層が優占されているとみられる。また、これらの上層木による樹冠のうっぺい度も他の調査プロットにくらべて良好で、やや穴がみられるところには樹高 5 m までの中層木が密生してうっぺいをカバーしている。この中層部分にみられる種はミズキ、クロモジ、クマシデ、ミズナラ、トチノキ、ノリウツギなどでスギも個体数ではかなり多い。またこのプロットは樹高 3~4 m 付近の小径木が多く、樹冠はこれらで完全に閉鎖している。これらの構成種はアカシデ、クロモジ、ミズナラ、スギが多く、この高さから下層 1 m 付近まで低木が密生して、ブッシュ状を呈していた。

2. 観 測 方 法

1) 雨量測定

ヤヨイ谷、トヒノ谷の流出量に対比する雨量として、ヤヨイ谷量水堰近くの林道わきに雨量計を設置し、この測定値を用いることとした。雨量計は口径 20 cm の転倒マス型のもので、一ヶ月巻の自記電接計に記録した。

2) 流量測定

ヤヨイ谷、トヒノ谷の流出量測定は、直角 V ノッチをつけた量水堰を設けて行なった。両流域の堰地点とも河床に基岩が裸出しているところである。堰上流側に設けられる整水池は河道形状の制約から矩形断面とはなっていないが、量水堰で堰止められた水は自然河道を利用して滞留し、流速が十分減少されている。

水位記録は、フロートを用いた水位計の出力を電池式 0-10 mV 小型記録計で自記々録した。なお、水位記録は月 1 回測定するポイントゲージによる水位測定によって更正した。

水位から流量を算出する式は、直角 V ノッチ堰の流量公式である沼知式を用いた。この式は、

$$Q = 3,600 \times K \times (h/100)^{5/2}$$

$$K = 1.354 + 0.4/h + 0.34 \times (h/250 - 0.09)^2$$

h : 水位 (cm), Q : 流量 (m^3/hr)

である。

ヤヨイ谷, トヒノ谷両堰の実測流量とこの流量式の対応を図-7に示した。両堰とも未だ各2点の測定値しかないが, 実測値が流量式による値よりいずれも少し大きい。これは整水槽の形状が規格どおりではないことが反映したものと考えられる。より正確な水位-流量関係式は流量の実測例を増加することにより作成することになるが, 今回の報告では暫定的に上記の式で流量を求めることとした。

3. 観 測 結 果

1) 短期流出ハイドログラフについて

短期流出について, 古生層地質の流域である芦生のヤヨイ谷, トヒノ谷の相互間およびこれらとこれまでに報告した琵琶湖東南部の風化花崗岩山地流域の流出を比較する。

ヤヨイ谷, トヒノ谷は近接した流域であるので, 降雨状況の差異は小さいと考えられ, 同一期間の流出ハイドログラフを対比することによって両流域の短期流出を比較することができる。

また, これらの流域と, 風化花崗岩山地の小流域である桐生 (5.99 ha), 川向 (2.66 ha) の流出比較は, タンクモデルによるハイドログラフの推定を媒介にして比較する。既報のように桐生, 川向の両流域では, それぞれの短期流出を良く近似するタンクモデルが得られている²⁾。(図-8にこれらのパラメータを示した。)ヤヨイ谷, トヒノ谷で短期流出が生じたときの降雨記録を用いて, これら

タンクモデル計算をおこなうと, 芦生と同様の降雨が桐生, 川向で生じた場合の推定ハイドログラフが得られる。これらをヤヨイ谷, トヒノ谷の観測ハイドログラフと対比した。

これまでに観測された主な短期流出例は, 表-4に示したように7例である。1977, 78年の両年とも比較的寡雨年で, 著しい降雨は生じておらず, これらのものはこの地域では中小規模の出水例といえる。

図-9に表-4に示した短期流出例のハイドログラフを, タンクモデルを用いた桐生, 川向流

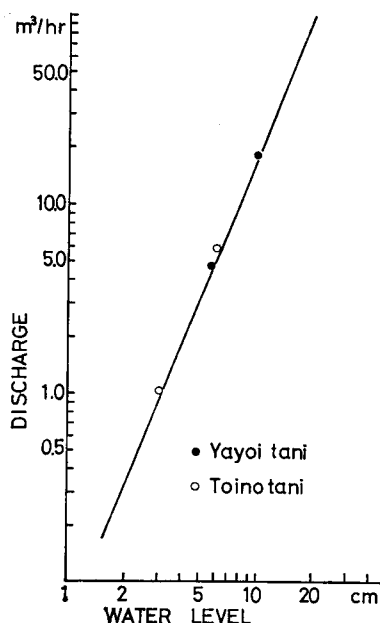


Fig. 7. Relation of discharge and water level at each weir. (Line in figure shows Eq. 1)

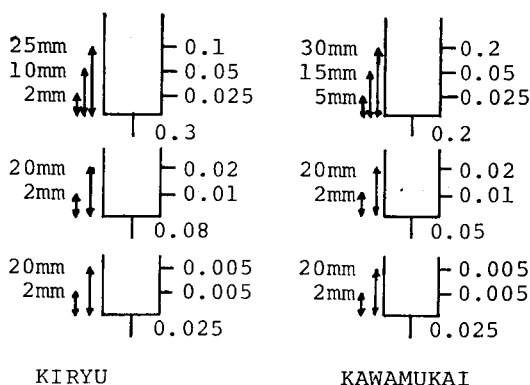


Fig. 8. Set of Tank-model parameters for each catchment, Kiryu and Kawamukai.

Table 4 List of observed discharge records.

No.	Date	Total rainfall (mm)	Max. rainfall intensity (mm/hr)	Peak discharge rate	
				Yayotani (mm/hr)	Toinotani (mm/hr)
1	1977. 9. 28	87.0	4.5	1.529	2.104
2	1977. 6. 12	39.0	24.0	0.655	2.527
3	1978. 6. 16	57.5	25.5	2.598	—
4	1978. 6. 22	82.0	16.0	3.342	—
5	1978. 9. 4	84.0	25.0	1.744	2.896
6	1978. 9. 5	23.5	10.0	0.683	1.125
7	1978. 9. 16	107.5	33.5	6.515	—

域の推定ハイドログラフと共に示した。これらの流出例のうち、No. 3, 4 はトヒノ谷で水位計の故障による欠測が生じたためハイドログラフが得られていない。また No. 7 はトヒノ谷で堰に枝葉が詰ったため、ピーク以降の精度が十分ではなくハイドログラフを示さなかった。

ピーク流量は次項で検討するので、ここではトヒノ谷がヤヨイ谷より大きい傾向があること、トヒノ谷の流出がヤヨイ谷よりも降雨強度に対応して鋭敏な変化を示していることの2点を指摘しておく。

また、ヤヨイ谷のピーク流量は、総降雨量の少ない No. 2, 6 の場合をのぞいて、桐生、川向で推定されるピーク流量とはほぼ同程度の値となっている。特に総降雨量が 50 mm 以上の No. 1, 3, 4, 5, 7 の5例のうち、No. 5 をのぞく4例はヤヨイ谷の流出と桐生、川向の推定ハイドログラフはピーク後の低減部分まで類似している。

推定ハイドログラフを比較して明らかなように、風化花崗岩流域の桐生、川向のハイドログラフは互いに類似したものである。古生層流域であるヤヨイ谷もこれらと似たハイドログラフとなったことから、短期流出については、古生層流域と風化花崗岩流域に著しい差異はないであろうという仮説が立てられる。この点については今後観測を継続し、検討を加えたい。

2) ピーク流出量

異なる流域間の最大流量を厳密に比較する場合、流域間の雨水到達時間の差異をまず処理しておかなければならない。この点は、現在でも計画によく使われているラショナル式を適用する際も同様である。一般にはルチーハ式が提示されているが、これは河道内での雨水伝播速度の式であり、斜面における伝播速度をいかに見積るかという点で、特に小流域を対象とする場合に問題が多い。さらに、現実の出水例では、流量の多少による到達時間の差異があらわれる点を無視し得ない。

いま、ラショナル式は

$$Q_p = \frac{1}{3.6} f r A = \frac{1}{3.6} r_e A \quad \dots\dots\dots (2)$$

(Q_p : ピーク流出量 m^3/sec , f : ピーク流出係数, r : 到達時間内の平均降雨強度 mm/hr , A : 流域面積 km^2 , r_e : 有効降雨強度 mm/hr)

であらわされる。福島は図-11中で定義される雨水到達時間 t_p は、花崗岩山地の2流域の解析⁵⁾から $t_p \propto Q_p^{-0.40} \propto r_e^{-0.40}$ (3)

の関係が成立することを推測し、さらに t_p を“分”単位にとれば、 t_p と流域面積 A の間に

$$t_p(r_e=10) = 132 A^{0.46} \quad \dots\dots\dots (4)$$

の関係を認めた⁵⁾。

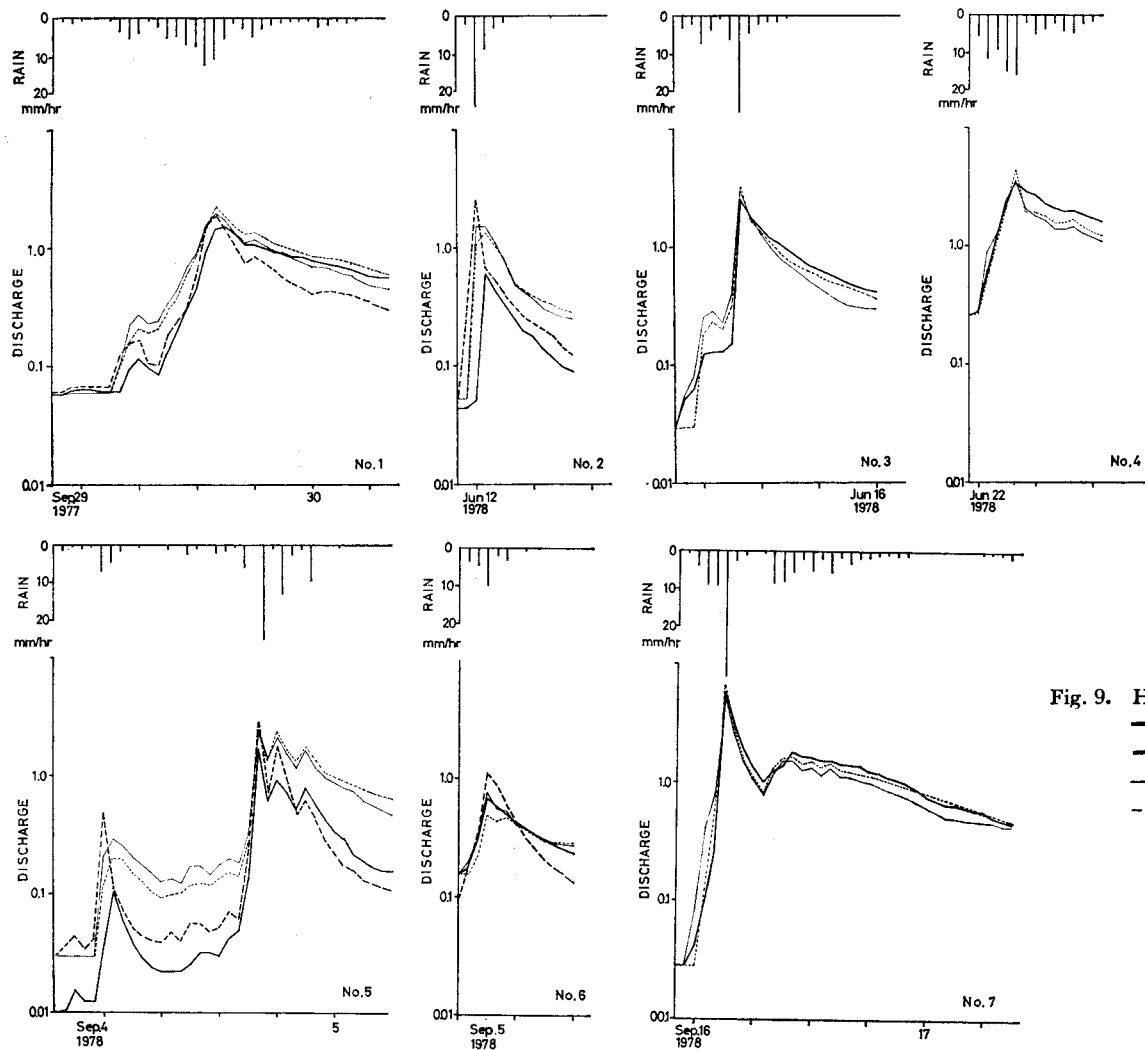


Fig. 9. Hydrographs

この(3), (4)式を満足する到達時間 t_p の一般式は

$$t_p = 330 A^{0.46} r_e^{-0.40} \quad \dots\dots\dots (5)$$

となる。

本式は角屋らによって提案されている⁶⁾丘陵山地の到達時間式

$$t_p = 290 A^{0.22} r_e^{-0.35} \quad \dots\dots\dots (6)$$

と較べると、特に小流域で到達時間が短かく算出されることになる。

この(5)式が芦生の2流域に適合するかどうかを調べた。結果は図-10に示される。実線は(5)式による計算値である。かなりのばらつきがありつつも、ほぼ妥当な関係であると言えよう。

よって、芦生の2流域について、(5)式から到達時間 t_e を求め、到達時間内の平均降雨強度 r と有効降雨強度 r_e との関係をみた。結果を図-11に示す。本図において、原点を通る直線の勾配はピーク流出係数 f を意味することになる。

ヤヨイ谷流域とトヒノ谷流域のピーク流出係数の差はあまり明確でない。流出係数の最大はほぼ0.25程度となる。この値は、花崗岩山地の2流域でピーク流出係数が0.20の周辺に多く、その

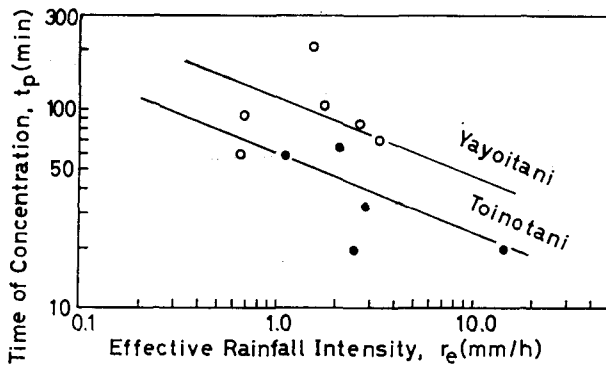


Fig. 10. Relation between the effective rainfall intensity, r_e , and the time of concentration, t_p

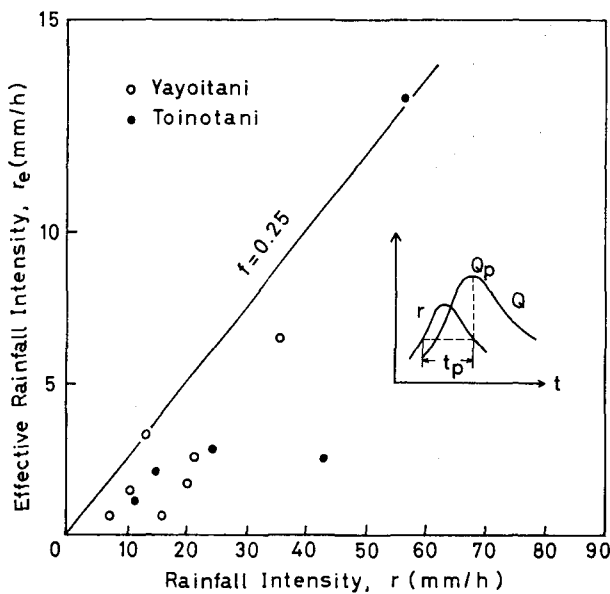


Fig. 11. Relation between the mean rainfall intensity within the time of concentration, r , and the effective rainfall intensity, r_e

最大でも0.40までであったこと、および芦生における観測例が少ないことを考慮すれば、花崗岩山地のピーク流出係数と著しく異なる値ではないと判断される。

謝 辞

本研究に際しては、砂防工学研究室の武居有恒教授および小橋澄治助教授の協力と助言を得ている。また、芦生演習林の川那辺三郎教授をはじめ、滝本義彦助手、安藤 信助手をはじめ多くの方々の協力を得ている。記して謝意を表する次第である。

引 用 文 献

- 1) 福嶋義宏・鈴木雅一・谷 誠・加藤博之：滋賀県東南部の花崗岩山地における3つの小流域の水文観測報告：京大演報，**50**，115-127，(1978)
- 2) 武居有恒・福嶋義宏・鈴木雅一・谷誠・太田岳史：田上山地土砂生産流出解析 [I]：建設省琵琶湖工事事務所，(1979)
- 3) 京大農学部附属演習林：演習林概要：(1979)
- 4) 「天然林の生態」研究グループ：京都大学芦生演習林における天然生林の植生について：京大演報，**43**，33-52，(1972)
- 5) 福嶋義宏：山地小流域へのラショナル式適用についての2，3の問題点：日林大会発表論文集，**87**，339-341，(1976)
- 6) 角屋睦・福島 晟：中小河川の洪水到達時間：京大防災研年報，**19B**，143-152，(1976)

Résumé

The hydrological conditions have been observed in the two small catchments, namely Yayoitani (10.5ha) and Toinotani (2.5ha), in hilly mountains consisted of palaeozoic.

These catchments are located in the Ashiu Experimental Forest of Kyoto University to the north of Kyoto city. Almost part of both catchments are situated in the stand predominated of Sugi (*Cryptomeria japonica*). The water-gauge stations are composed of a concrete weirs with a 90° triangular notch. For measuring precipitation, an automatic recording gauge of tipping-bucket type is installed.

When the amount of precipitation in one continual rainfall is larger than 50 mm, the observed hydrographs of these catchments resemble to the estimated hydrographs of two catchments, namely Kiryu and Kawamukai, consisted of weathered granite, using Tank-model method whose sets of parameters were determined and reported in the previous paper.

The time of concentration in these catchments suits with the calculated value by estimating equation derived from the observations of the catchments consisted of weathered granite.

It is also resembles to the result observed in weathered granitic catchments that relation between the mean rainfall intensity within the time of concentration and the peak discharge rate or the effective rainfall intensity in Yayoitani and in Toinotani.