

広葉樹林における水源かん養機能に 関する研究 (Ⅲ)

田中一夫*・奥村武信*・後藤郁男*
長谷川剛司*

A Research on the Functional Property of the Broad-leaved Forest for Water Resource Conservation (Ⅲ)

KAZUO TANAKA,* TAKENOBU OKUMURA,* IKUO GOTO*
and TAKASHI HASEGAWA*

Summary

Since 1979, some observations and investigations have been carried to clarify the functional property for the water resource conservation of Konara (*Quercus serrata*) forest within the Hirusen university forest. In this paper, the results obtained after the previous ones^{1),2)} are discussed.

1) A comparison of data on rainfall within a Konara forest and a Sugi (*Cryptomeria japonica*) forest planted clarified the follows: Sugi forest yields more rainfall under canopy (Fig. 3) especially as drips in crown overlapping parts, while the amount of stemflow is greater in Konara forest (Fig. 4). This variety should due to the difference in tree forms. However, as a whole, the difference in crown interceptions is insignificant (Fig. 5).

2) Some terminal runoff ratios are calculated by separating the hyetohydrographs at the day of low runoff. The correspondence of runoff ratios in one term at three watersheds to the forest coverages (Fig. 7) and the approximation of regression coefficient among runoff ratios at two watersheds to the inverse ratio of the coverages (Fig. 8) are suggestive of a linear relation between the terminal runoff ratio and the converse of forest coverage.

To distinguish the influence of difference in forest coverage, further runoff characteristics are discussed as follows: specific direct runoff during floods, base flow depletion coefficient after floods, and recession constant after over 4 days drought.

3) Infiltration capacity of soils, the most useful index for evaluating the capability of forest land in water conservation, is estimated by the flood-type infiltrometer (Photo) at 15 sites among the watershed, and their correlativity is examined with other soil layer characteristics.

*鳥取大学農学部砂防工学研究室; Laboratory of Erosion Control Engineering, Faculty of Agriculture, Tottori University

I 緒 言

1979年以来、鳥取大学農学部附属蒜山演習林において、広葉樹林における降雨遮断、広葉樹林地からの流出量及び地下水位の変動などの観測研究を行ってきた。これまでの研究成果は既に報告した。^{1,2)}

本文では、スギ人工林内試験地でのデータを併せ、広葉樹林とスギ林における降雨遮断の差違を検討した。

また、集水面積がそれぞれ 3.5 ha, 6.3 ha, 15.2 ha の 3 流域からの、3 年間に得られた流出量観測データをできるだけ多く取り入れて、これらの流域での流出特性を検討してみた。

林地浸透能は、水源かん養機能の評価のために重要な因子である。そこで流域内 15ヶ所での浸透能試験を行なうとともに林況の差違による浸透能の違いや、土壌・地形要因と浸透能との関係などについて検討した。

なお、本研究は1980年度より3ヶ年継続の文部省科学研究費によるものであり、付記して謝意を表する次第である。

II 降雨遮断(主としてスギ林との対比)

1982年には、広葉樹林とスギ林における差違を検討することに主眼を置いて、降雨遮断の観測を行なった。

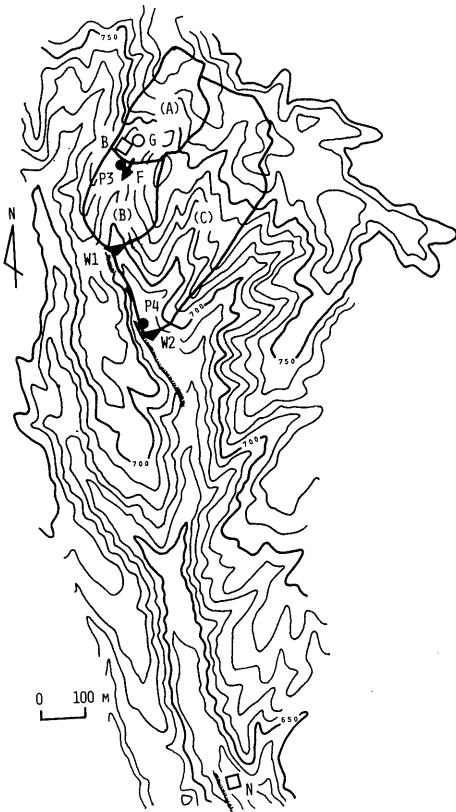
1. 観測方法

広葉樹の観測プロットは、前年最も多数の測器を投入していたBプロット(第1図中B)とした。前年このBプロットでは、他の3プロットに比し多い樹幹流量を観測したが、林冠遮断量と林外雨量との関係を示す回帰直線の傾きは中位であり、立木のすべてがコナラである。

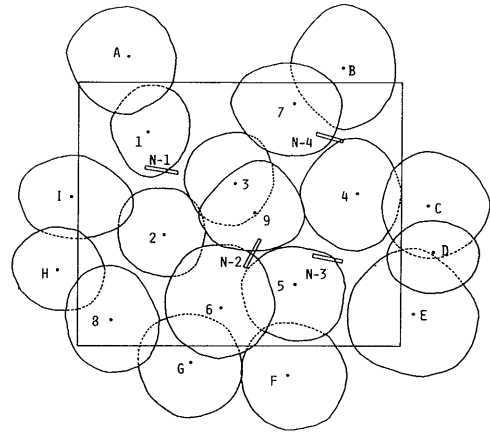
スギ林のプロットは、広葉樹林のプロットから約1400 m離れた樹齢27年の人工林分(第1図中N)にとった。その面積は9×11 mで、立木数は9であり、図-2に樹冠投影図を示す。プロット面積に占める樹冠投影面積は82%である。樹高は表-1に示すように、11.5~14.2 m、平均で13 mであり、枝下高は約5.5~7.5 mである。下層木はほとんどない。

林内雨量および樹幹流量の捕捉・計測方法は従来のおりであり、林内雨量の観測は各プロット4ヶ所で行ない、広葉樹林プロットでは全立木で樹幹流量を測定したが、スギ林では第1表に示す1~6の樹幹で観測するに止めた。それは、スギは広葉樹林プロットにおけるような樹幹の傾きがほとんどないこと、および植栽されたスギでは樹形の相似性が比較的強いと考えたことによる。

なお、スギ林分近傍で空開地の雨量を観測する適当な場所がなかったため、ここでは第1図のP₃、P₄で測定した値の算術平均値を林外雨量としてデータの整理を行なった。



第1図 流域地形図および観測点配置図



第2図 スギ林樹冠投影図

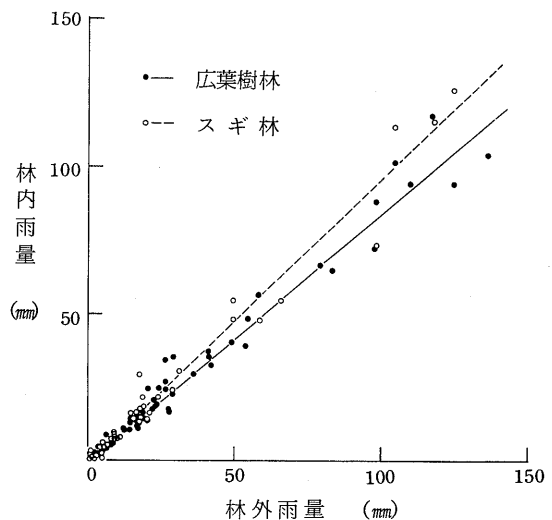
第1表 スギ林プロットの立木諸元

No.	樹高 (m)	胸高直径 (cm)	樹冠投影面積 (m ²)
1	14.2	25	6.6
2	11.5	18	7.4
3	12.5	20	9.4
4	14.3	34	9.8
5	12.4	20	9.1
6	12.0	24	8.3
7	13.3	28	11.3
8	12.3	22	9.0
9	12.3	24	7.3

2. 林内雨量

スギ林では、トイの設置場所による林内雨量のバラツキが広葉樹林より幾分大きい。とくに、スギではコナラと異なり小枝が下方にたれているために、樹冠縁辺での滴下雨量が多い。たとえば、3つの樹冠縁辺が重なり合う個所におかれたN-2では、一雨雨量(P)が10mm以下の降雨では他のトイよりも少ない林内雨量(Pi)であるが、40mm以上になるとPi > Pとなることが多く、全体として

$$P_i = 1.134P - 1.73$$



第3図 林外雨量と林内雨量との関係

の回帰式を与えることになることは、このためであると考える。

一雨雨量と自記記録した林内雨量の各プロット平均値の関係を、広葉樹林における昨年のデータと併せ示すと、第3図のようであり、広葉樹林およびスギ林でそれぞれつぎの回帰式を得た。

広葉樹林 $P_i = 0.848 P - 0.4$

スギ林 $P_i = 0.962 P - 0.2$

川口が³⁾スギ林の林内雨量は53～77%としているのに比しても、かなり大きい林内雨量がスギ林で観測された。

3. 樹幹流下量

一週間毎に観測した個々の樹幹流下量からプロット総流下量を求め、プロット面積で割り水高に直すことができる。

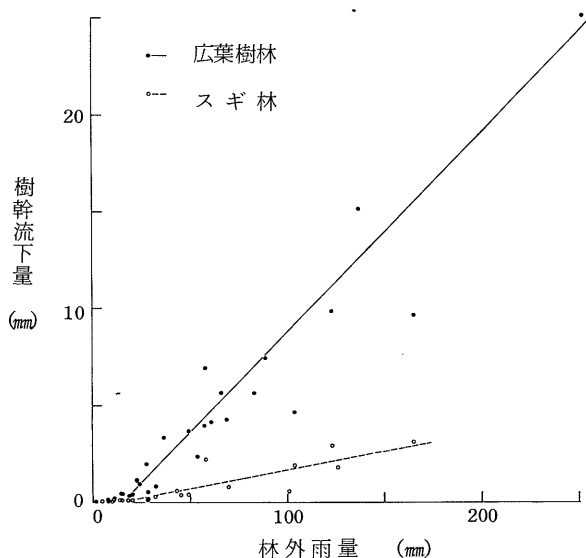
広葉樹林のはあい全樹幹で実測しているのものでそのまま計算できるが、スギ林のはあいプロット内樹幹のうち4または6本しか測定しなかったため、実測量からプロット内総樹幹流下量を何らかの方法で推定する必要がある。

そこで樹冠面積と樹幹流下量の関係を、林外雨量15 mm程度および45 mm程度の降雨について調べてみたが、いずれのはあいも明確な関係は見出せなかった。また、各樹幹が支える枝葉量が(樹高) - (枝下高) × (樹冠面積) で比較できるものとして、これと樹幹流下量の関係についても調べたが、明確な相関は得られなかった。そこで、樹幹1本当たりの樹幹流下量を単純平均し、これに9を乗じてプロット内総樹幹流下量とした。

スギのはあい樹形が相似しているのもので全樹幹での測定をする必要がないと考えたが、枝のつき方のわずかの違いにより樹幹流下量は大きく異なっており、スギ林でも全樹幹で測定する必要があったようだ。

林外雨量Pと樹幹流下量Psとの関係をプロットしたものが、第4図である。広葉樹林については、昨年のデータも併せ示した。広葉樹林で林外雨量が10 mm前後、スギ林で15 mm前後までは樹幹流下量はほとんど観測されず、両者を1次回帰させると、相関係数0.9以上でそれぞれ次の式を得た。

広葉樹林: $P_s = 0.102 P - 1.5$



第4図 林外雨量と樹幹流下量との関係

スギ林： $P_s = 0.019 P - 0.2$

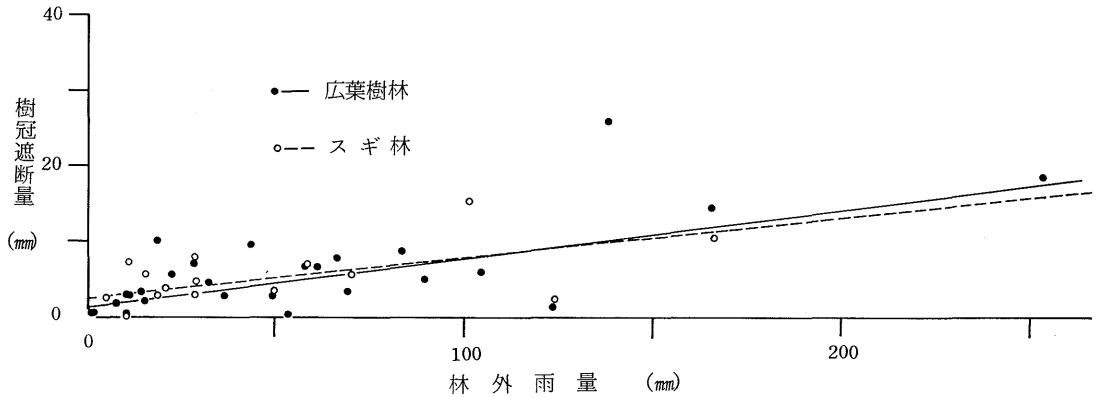
4. 樹冠遮断量

降雨のうち、林内雨量と樹幹流量が林地到達雨量となる。降雨量とこれとの差が樹冠遮断量であり、森林流域における水文現象に対し、森林状態の差が最初に影響する部分である。

樹冠遮断量 (I_c) と林外雨量 (P) とを対応させたものが第5図であり、広葉樹林およびスギ林に対し一応それぞれつぎの回帰式を得るが、その危険率は5%以上であり、二直線間に有意な差はみとめられない。

広葉樹林： $I_c = 0.075 P + 1.5$

スギ林： $I_c = 0.042 P + 3.6$



第5図 林外雨量と樹冠遮断量との関係

コナラは附着水分を枝、大枝、幹に導き易い樹形であるのに対し、本流域のような積雪地のスギは枝、大枝の多くが附着水分を末梢に導き易い樹形をもつことから、林内雨量、樹幹流量においてはかなりの差があるけれども、それが累加されると結局広葉樹林もスギ林も降雨遮断(上中層木による)にはあまり差がない結果となった。

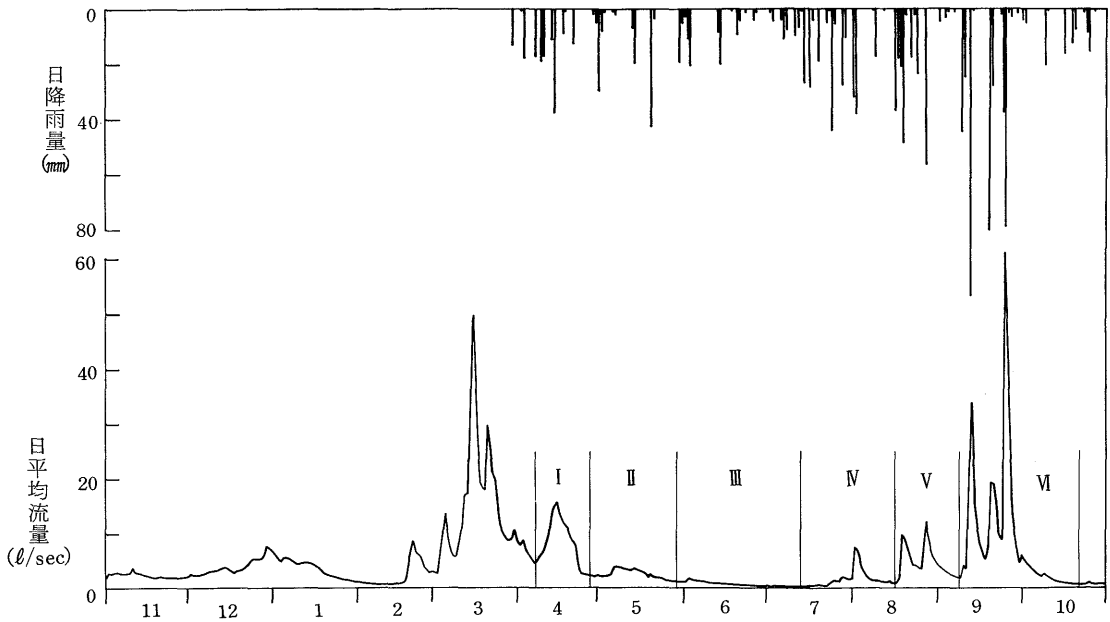
ところで、下に示すように観測期間中にほぼ同程度の降雨があったのに対しスギ林における遮断量に大きな差が現われたが、詳細にみるとこの遮断量の違いは林内雨量の差であることがわかる。遮断雨量は気象条件と森林条件によって支配される。森林条件はプロットで一定しているが、総雨量・雨量強度・降雨頻度・風速・気温などの支配要素は、降雨ごとに異なる。同雨量の場合でも、雨量強度・風速によって林内雨量とくに滴下量に差がでて、それがそのまま遮断量の差となってくると考えられる。広葉樹林でも同じことが言えるのであろうが、欠測していて数字で示すことはできない。

期 間	林外雨量 (mm)	林内雨量 (mm)	樹幹流量 (mm)	遮断量 (mm)
6/11~18	28.5	20.4	0.1	8.0
7/2~9	28.8	23.8	0.1	4.9
7/27~29	28.5	25.0	0.2	3.3

Ⅲ 流出特性

1. 流況および流出率

1981年11月1日より1982年10月末日までを水年とした、C流域(15.2 ha)からの流出ハイドログラフと、1982年3月25日より観測した日雨量ハイドログラフが第6図である。



第6図 ハイドロ・ハイドログラフ

第2表 期間流出率

期間	期 日	降 雨 量 mm	流 域	流 出 高 mm	流 出 率 %
I	4/ 7~ 4/28	118.5	C	101.7	85.8
II	4/29~ 5/29	118.5	C	43.4	36.6
III	5/30~ 7/13	152.0	A	4.2	2.8
			C	16.3	10.7
IV	7/14~ 8/15	261.0	A	17.6	6.7
			C	30.8	11.8
V	8/16~ 9/ 8	236.0	A	45.1	19.1
			C	63.6	27.0
VI	9/ 9~10/22	471.0	A	149.6	31.8
			B	185.5	39.4
			C	212.6	45.1
	5/30~10/22	1120.0	A	216.5	19.3
			C	323.3	28.9
	4/ 7~10/22	1357.0	C	468.4	34.5

2月下旬からの流量増加は融雪によるもので、3月15日に69.1 l/secの最大の流出があり、融雪出水は3月下旬まで継続している。6月~7月上旬の梅雨期に降雨があまりなく、流量も減少を続けている。7月中旬よりまとまった降雨があり、流量が増加した。8月から9月にかけて台風の来襲などで50 mm以上の降雨が6回あり、土壌水分が補給されていると思われる。総流出高は983.0 mm、最大流量は172.9 l/sec、最小流量は0.1 l/secである。

豊水、平水、低水、渇水各流出量を年

間配分で示す豊水、平水、低水、渇水各率は、それぞれ78.9%、13.3%、6.5%、1.3%となった。

4月7日から10月22日までを、第6図に示すように、流量が低い日をもって6期に区切り、流出率を計算した結果が第2表である。

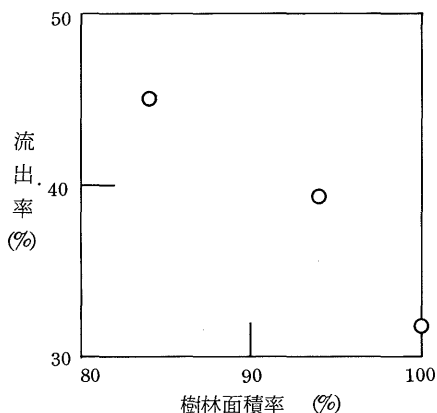
I・II期の降雨量はまったく同一であったけれども、融雪後で土壤中に水分がまだ十分保持されていると思われるI期は85.8%と、II期の倍以上の高い流出率となった。日降雨量がせいぜい10mmの日がわずか3日しかなく空梅雨となったIII期の場合、A流域(3.5ha)で2.8%、C流域で10.7%と非常に低い流出率となった。A流域では、6月下旬より18日ほど流量0の日が観測された。

降雨量がほぼ同じ程度であったIV期とV期を比較すると、A、C両流域ともV期の方が3倍ほど高い流出率となっている。これはIII期の低い流出率が示すように流域が乾燥していることによる土湿不足・補給のための損失や、夏期で快晴の日が多いことによる蒸発散損失がIV期で多いためであると考えられる。

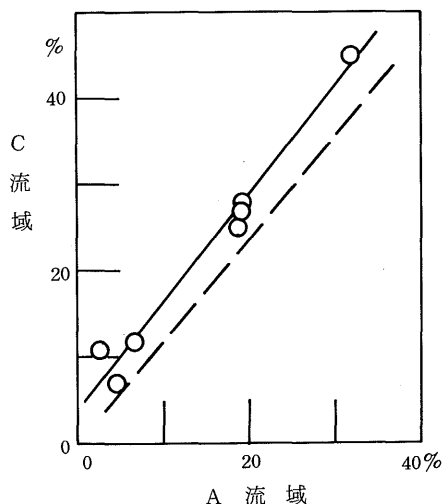
5月30日から10月22日までのA、C両流域の流出率は、それぞれ19.3%、28.9%で、1980年のほぼ同期間にA流域で求められた40.0%や1981年にC流域で求められた35.2%と比べるといずれも低いが、1982年のはあい長期に亘る乾燥があったためだと考えられる。

さて、3流域での流出率が計算されたVI期でその値を比較すると、 $C > B > A$ である。流域Aはすべて広葉樹林に覆われているが、B流域には5年前にヒノキが植栽された部分を、C流域にはさらに4年前にクヌギが植栽された部分、前年伐採された部分ならびに林道およびその周辺の裸地・草生地が含まれる。これを除外した樹林面積率は、 $A > B > C$ である。そこでこの樹林面積率と流出率の関係を検討すると、第7図のようにほぼ直線に近い関係が認められる。また、他の期間および昨年のデータについてA、C両流域からの流出率の関係をみると、第8図のようであり、流出率が樹林面積率に反比例すると考えた線(破線)にほぼ平行な直線(実線)に回帰する傾向が認められた。

ところで、流域規模も $C > B > A$ であり、小流域では地表流とならないものもある程度の流域に



第7図 樹林面積率と流出率



第8図 A、C流域での流出率の比較

なると表流水となってくることを考えると、第7図にみられる傾向がひとり樹林面積率によると断じてしまうことには無理があるかもしれない。

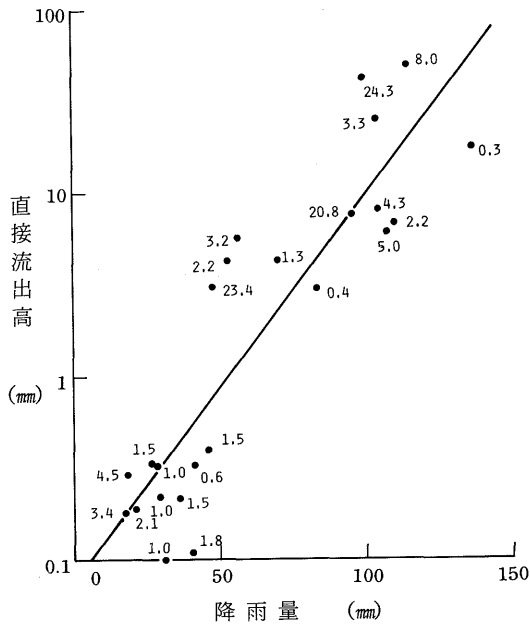
さて、土壌水分量が同じ時期で区切れれば、その期間内の降雨量と流出量の差が蒸発散量となる。日平均流量が土壌水分状態の指標となると考えれば、ある期間の初めと終りの日平均流量が同じであれば期間蒸発散量を推定できるであろう。日平均流量の同じ5月30日から10月15日の期間蒸発散量はC流域で764.3 mmと計算され、降雨の70.5%に相当する。

2. 出水時の直接流出

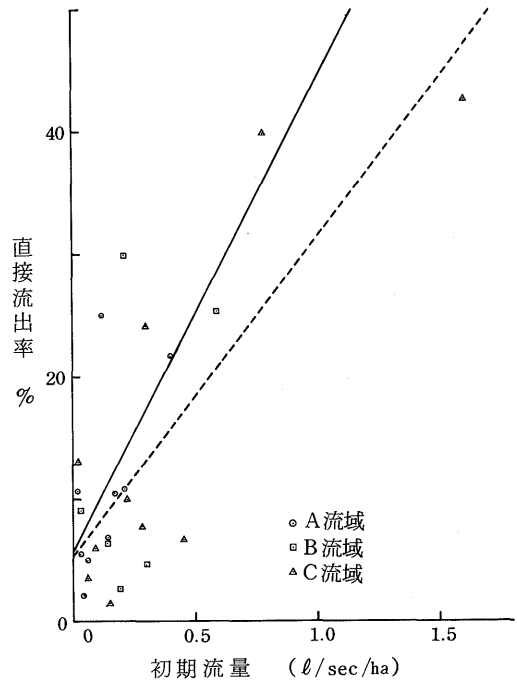
水源かん養の観点からすれば、降雨中あるいは降雨後の表面流出や早い中間流出成分が少なく、中間流出成分でもできるだけ遅延したものあるいは地下水流出に変換され、無降雨日の減水を緩和することが望まれる。そこで第6図にみられるいくつかのピークを形成した出水について、ハイドログラフから流出成分を分離してみた。ハイドログラフの分離は、片対数プロットしたハイドログラフが減水部でいくつか折れることを利用し、各成分のピーク値はハイドログラフピーク時にあるとするBarnesの方法によった。また、このピーク時までの各成分は、ハイドログラフの立ち上り時より片対数紙上で直線的に増大するものと考えた。8～9月の主な出水ハイドログラフを解析した結果を、第3表に示す。ここにいう早い中間流出には表面流出成分を含みうる。

第3表 出水ハイドログラフ解析結果

出 水	降 雨 量 mm	流域	中 間 流 出 量						出水初期 流 量 ℓ / s / ha	基底流出 減水係数 l / hr
			速い中間流出		遅い中間流出		総中間流出			
			mm	%	mm	%	mm	%		
8/ 1～8/ 6	7 0.0	A	0.8	1.1	3.1	4.4	3.9	5.6	0.03	0.018
		B	0.8	1.1	5.6	8.0	6.4	9.1	0.03	0.013
		C	—	—	4.3	6.1	4.3	6.1	0.09	0.010
8/19～8/22	1 6 9.5	A	1.5	0.9	7.1	4.2	8.6	5.1	0.06	0.008
		B	1.9	1.1	2.7	1.6	4.6	2.7	0.19	0.010
		C	—	—	4.3	2.5	4.3	2.5	0.15	0.009
8/27～8/30	5 6.5	A	0.4	0.7	3.5	6.2	3.9	6.9	0.14	0.016
		B	0.8	1.4	2.8	5.0	3.6	6.4	0.14	0.019
		C	0.4	0.7	5.3	9.4	5.7	10.1	0.22	0.006
9/12～9/17	1 0 4.0	A	1 5.3	1 4.7	1 0.7	1 0.3	2 6.0	2 5.0	0.12	0.010
		B	1 9.3	1 8.6	1 1.8	1 1.3	3 1.1	2 9.9	0.21	0.008
		C	1 1.0	1 0.6	1 4.2	1 3.7	2 5.2	2 4.2	0.30	0.007
9/19～9/22	1 0 7.5	A	1.4	1.3	9.9	9.2	11.3	10.5	0.17	0.010
		B	—	—	5.0	4.7	5.0	4.7	0.30	0.015
		C	1.1	1.0	6.1	5.7	7.2	6.7	0.45	0.010
9/25～9/28	1 2 4.5	A	1 1.2	1 1.2	1 3.0	1 0.4	2 7.0	2 1.7	0.40	0.010
		B	1 4.1	1 4.1	1 3.9	1 1.2	3 1.5	2 5.3	0.59	0.015
		C	1 2.0	1 2.0	3 4.7	2 7.9	4 9.7	3 9.9	0.78	0.010



第9図 降雨量と直接流出量 (C流域)



第10図 初期流量と直接流出率

さて、この早い中間流出および遅い中間流出の合計量をここでは直接流出と考え、2・3検討してみる。

直接流出をうえのように定義すると、その量は降雨量と強い関係をもつと考えられる。そこで、1981、82年の一降雨20mm以上または1時間10mm以上の降雨による流域Cからの直接流量について調べてみた。第9図に示すように、直接流出量(Qd)と降雨量(P)との間にはかなり高い相関があり、ここでは99%の信頼度でもって

$$\log Qd = 0.021 P - 1.12$$

と回帰できる。図中の添字は、出水前の流域土壌の湿潤状態の指標となるであろうと考えられる出水初期の流量である。

出水時の直接流出率(直接流出量/降雨量)は、流域の土壌の湿潤状態により当然変わってくるものと考えられる。そこで、この出水初期流量(Qi)と直接流出率(Rs)との関係を検討してみたのが第10図である。なお、複数の流域でのそれを比較するため、初期流量を流域面積で除して表示した。流域Cについては、0.5%の危険率で

$$Rs = 26.1 Qi + 5.3$$

の回帰性が認められる。A流域についての回帰直線も示したが、あまり信頼性はない。いずれにしても、出水初期流量が大きいほど直接流出率は高くなっており、流域土壌が湿潤で流量が大きければそ

れだけ降雨は早い時期に流出してしまうことを示す。出水初期比流量が同一のばあいC流域よりもA流域で高い直接流出率を示し、初期比流量が大きいほどその差は開く傾向がある。

3. 基底流出の減衰

無降雨時の流量ができるだけ高く維持されていることが、水資源のかん養の観点からは好ましい。

そこでまず、第3表および前2報でとりあげた出水について、ハイドログラフをBarnesの方法で分離する場合の第1の分離線の傾きすなわち出水後の基底流出の減水係数について検討し、つぎの知見を得た。

(1) Barnesの方法のばあい基底流出のピークは流量のピーク時に一致すると考えるが、この流量や初期流量が少ないほど減水係数が若干小さくなることがある。

(2) C流域からの基底流出減水係数よりも、A流域で求まる係数の方が大きい傾向がある。

また、無降雨が4日以上連続するばあいの日最小流量の減衰状態も、4日目の流量を基準として、 $Q = Q_0 \cdot e^{-kt}$ で表わせると仮定し、その減水係数を検討しつぎの知見を得た。

(1) 無降雨4日目の日最小流量が大きいほど、減水係数は大きい。

(2) 無降雨4日目の日最小比流量と減水係数の関係をみると、上記の傾向線はC流域よりもA流域で大きい傾きを持つ。

なお、上述のようにA、C流域を比流量で対比しているが、同じ時期の比流量はすべてA流域で小さい。流域規模がせいぜい15haであるから、流域内での森林状態の差すなわち蒸発散量の差が比流量に直接影響していると考えられる一方、A流域のような小流域では表流水として表われないものもC流域ほどの規模になると表流水となると考えられる。したがって、前節および本節で述べたA、C流域を対比したばあいに見られる差は、流域内の森林状態の差違によるものか、あるいは流域規模の差によるものか詳らかにすることはできない。

IV 林地浸透能

1. 試験方法および結果

1981年秋に地中40cmの深さまで埋設しておいた内径15cm、長さ50cmの塩化ビニール管を使用し、1982年5月、7月、10月の3回冠水型浸透試験を行なった。装置は巻末の写真のようである。

最終浸透強度を知ることだけが目的であるので、測定はつぎの手順によった。

- ① 透水円筒を水で満たした状態で10分間放置する。
- ② その後、円筒内の水位を水深約3cmに保持しながら、計量シリンダーからの給水を1時間以上継続する。
- ③ 5分毎に、計量シリンダーの水位変化およびシリンダーへの補給水量を記録する。
- ④ 5分間の浸透量がほぼ一定値に安定した段階で、その浸透量を1時間あたりの水高になおし、浸

透能とした。

調査の結果は第4表に示すようである。表中の-で示される欄は浸透強度曲線を詳細に検討した結果、不十分なデータしか得られなかったので記載しなかったものである。

試験地域内の土壌浸透能は、最高は532 mm/hr、最低は0 mm/hrであり、単純に平均すると165 mm/hrであった。

昨年までに得られた第5表に示す土壌調査の結果と対比しながら、2・3考察を行なうことにする。

第4表 土壌浸透能試験結果

調査地点	浸 透 能 (mm/hr)			
	5 月	7 月	1 0 月	平 均
8	76(51.0)	-	96(57.0)	86
10	-	398(50.4)	497(49.0)	448
11	275(55.6)	206(53.5)	172(55.0)	218
17	54(52.9)	-	67(58.0)	61
31	216(43.2)	157(61.4)	146(57.8)	152
38	-	-	160(53.5)	160
41	0(40.4)	0(43.6)	-	0
42	4(60.3)	8(60.4)	8(63.0)	8
44	-	314(58.4)	294(56.5)	304
46	36(38.8)	59(60.4)	40(61.5)	38
49	31(60.6)	52(60.2)	60(58.2)	50
52	187(43.4)	-	181(59.2)	184
60	4(29.1)	10(30.4)	7(30.5)	7
61	151(51.2)	100(52.3)	-	126
63	436(57.1)	532(61.2)	402(59.7)	421

()内は、浸透初期における土壌含水比

第5表 土壌調査結果

調査地点	位 置	傾斜角	層位の厚さ (cm)		土壌の色	孔 隙 量 (%)				透 水 係 数 (cm/hr)	備 考
						粗 大	粗	細	全		
8	中 腹	32	A	20	黒 色	3	27	49	79	40	ヒノキ造林地
			B	↓							
10	中 腹	30	A ₁	10	黒褐色	5	28	45	78	58	
			A ₂	24	"						
			B ₁	26	"						
			B ₂	16	褐色						
			C	↓	"						
11	尾 根	5	A ₀	15	暗黒色	9	29	43	81	42	
			A ₁		"						
			A ₂	11	黒 色						
			B ₁	15	黒褐色						
			B ₂	18	茶褐色						
			C	↓	黄褐色						

調査地点	位置	傾斜角	層位の厚さ (cm)		土壌の色	孔隙量 (%)				透水係数 (cm/hr)	備考
						粗大	粗	細	全		
17	脚部	15	A ₀	5	暗黒色						
			A ₁	15	〃	7	28	47	82	36	
			A ₂	22	〃						
			B ₁	32	〃						
			B ₂	↓	〃	2	23	54	79	7	
31	中腹	32	A ₁	15	暗黒色	5	34	42	81	38	
			A ₂	35	〃	6	25	49	80	46	
			B ₁	15	黒褐色						
			B ₂	34	黄褐色						
38	小尾根腹	37	A ₁	27	黒色						
			A ₂	37	〃	9	26	45	80	130	
			B ₁	20	黒褐色	3	24	52	79	14	
			B ₂	↓	黄褐色						
41	尾根	8	A ₁	15	黒褐色						
			A ₂	20	茶褐色	8	29	39	76	61	
			B ₁	42	黄褐色	7	17	43	67	15	
			B ₂	↓	〃						
42	山腹上部	32	A ₁	20	暗黒色	3	24	45	72	58	
			A ₂	30	黒褐色	9	19	38	66	32	
			B	↓	黄褐色						
44	ゆるい根	11	A ₁	13	黒褐色	17	28	37	82	94	
			A ₂	37	〃	7	24	44	75	7	
			B ₁	15	〃						
			B ₂	↓	黄褐色	4	22	49	75	16	
46	〃	12	A ₁	12	暗黒色	8	33	43	84	39	
			A ₂	64	〃	7	31	41	79	28	
			B	↓	黄褐色						
49	山腹下部	22	A ₁	8	暗黒色						
			A ₂	68	〃	4	24	53	81	51	
			B ₁	15	暗褐色						
			B ₂	↓	黄褐色	3	18	58	79	16	
52	ゆるい根	13	A ₁	8	暗黒色	3	25	51	81	111	
			A ₂	42	〃	11	16	54	81	9	
			B ₁	20	暗褐色	3	14	57	74	10	
			B ₂	↓	黄褐色						
60	捨て土地										
61	脚部	30	A	30	暗黒色	14	29	28	71	55	
			B ₁	45	茶褐色	8	29	42	79	56	
			B ₂	86	褐色	6	23	50	79	22	
63	凹部	15	A ₁	33	黒色	0	20	58	78	14	
			A ₂	55	〃	5	19	58	82	21	
			A ₃	25	黒褐色						
			B	↓	黄褐色						

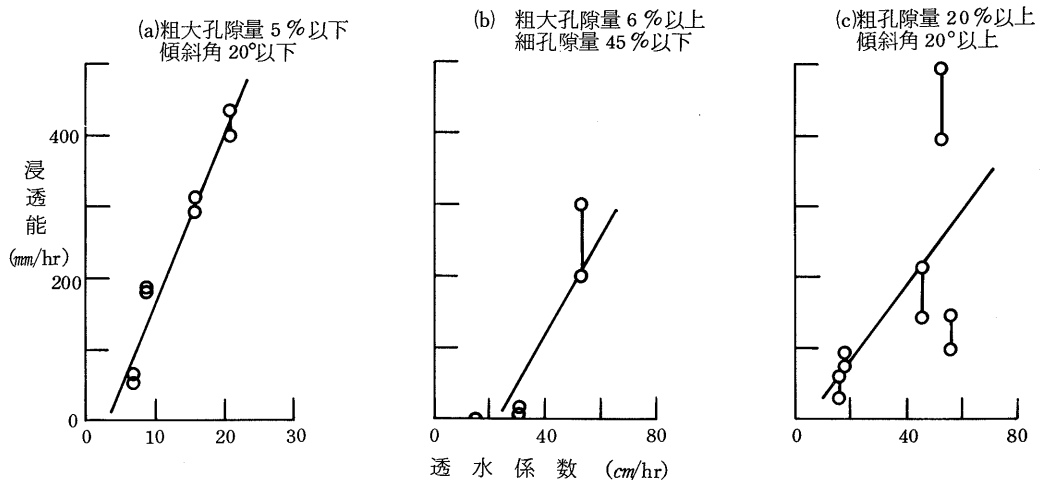
2. 広葉樹林地と伐採地・新植地での浸透能の差違

優良な森林は、林地の土壌孔隙を増大してこれを保続するため、降水の浸透を増強する。このため強い降雨に際しても、ピーク流量を緩和し洪水を軽減すると同時に、土壌中に貯留される土壌水分が水資源かん養の財源になるものである。そこで、伐採地や新植地の浸透能と樹林地のそれとの差違を検討してみるとつぎのとおりである。

地形・土壌条件が類似しているNo.49とNo.63とでは、前者で浸透能が30～63 mm/hrであるのに対して、後者は402～532 mm/hrと1桁も異なっている。No.49は伐採跡地であり、No.63は広葉樹林地であることから林況の差が浸透能の著しい差に現われているものと考えられる。また、ともに斜面中腹部に位置するNo.8とNo.10とでは、前者の浸透能が76～96 mm/hrであるのに対し、後者は398～497 mm/hrとなっている。No.8は5年前に伐採しヒノキを造林したところであり、No.10は広葉樹林地であることから、ここでもやはり林況の差が浸透能に影響を与えているものと考えられる。しかし、No.49のはあい伐採後3年、No.8のはあいは伐採後5年しかたっておらず、森林の伐採がこれほど急激に浸透能に影響を与えるものであるのか疑問が残るところである。たとえば、前年伐採されたNo.46での浸透能が36～59 mm/hrに対し、地形・土壌条件が類似するNo.17の広葉樹林地では54～67 mm/hrとほとんど差がない。伐採・植栽による浸透能の時間的変化については、今後さらに研究を重ねる必要がある。

3. 浸透能と土壌・地形要因との相関性

No.8とNo.10では、5年前に伐採後、ヒノキが植栽された個所と広葉樹林地といった林況の差があるが、両者の土壌要因を対比してみると、円筒下端部土層について断面積100 cm²、厚さ4 cmの採土円筒をつかった真下式透水試験装置で得られる透水後5分、15分の透水量から計算される透水係数が、前者では18 cm/hrであるのに対し、後者では53 cm/hrと大きくなっている。このことから、円筒内土層(土層に変動のある場合は最小の透水係数を示す土層)の透水係数が浸透能を支配するものと考えられる。そこで浸透能と透水係数との関係について検討を加えてみた結果、いくぶんかの条件をつけるとうぎのように正のよい相関が認められた。



第11図 浸透能と透水係数

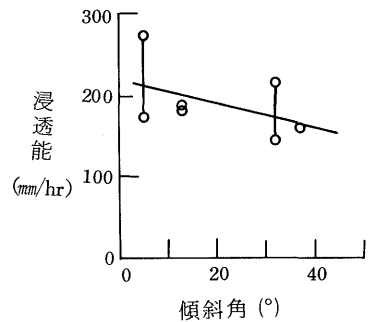
- ① 傾斜角が 20° 以下で、透水係数が最小となる円筒内の土層の粗大孔隙量が 5% 以下のはあい、危険率 0.5% で $y = -68.6 + 23.4x$ で回帰できる。(相関係数 $R = 0.96$) (ここに、 x :透水係数、 y :

浸透能)

② 粗大孔隙量が6%以上で細孔隙量が45%以下のばあい、危険率5%で $y = -81.8 + 3.52x$ に回帰できる。(R=0.90)

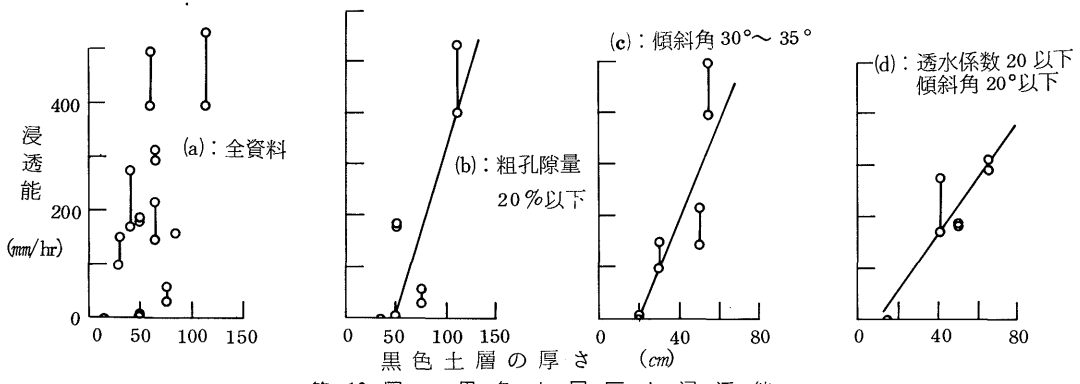
③ 傾斜角が20°以上で粗孔隙量が20%以上のばあい、危険率10%で、 $y = -21.8 + 5.26x$ で表わせる。(R=0.63)

佐藤らの流水浸透法による調査では、傾斜角が10~50°の範囲で傾斜が急になるにつれて最終浸透能は低下するとのことであるが⁴⁾、本調査のばあい、粗大孔隙量が6%以上でかつ細孔隙量が45%以上の場合に限り、第12図に示すように、傾斜角が大きくなると浸透能が低下するという関係が認められるにすぎない。そのばあいも、相関係数は-0.46で直線回帰するには30%の危険率がある。本調査で採用した測定方法では、この関係を見出すことは困難である。



第12図 浸透能と傾斜角

全調査地点における浸透能(y)と黒色土層の厚さ(x)との関係を示したものが第13図(a)であり、非常にバラツクけれども、地形・土壌の条件をきびしくするとつぎのように信頼性の高い直線への回帰性が得られた。



第13図 黒色土層厚と浸透能

① 粗孔隙量が20%以下のばあい、危険率0.5%で $y = -215 + 5.45x$ に回帰できる。(R=0.81)

② 傾斜角が30°~35°のばあい、0.5%の危険率で $y = -185 + 9.39x$ と表わせる。(R=0.90)

③ 傾斜角が20°以下で透水係数が20 cm/hr以下のばあい、危険率1%で $y = -55.9 + 5.55x$ に回帰できる。(R=0.53)

なお、浸透能と粗大孔隙量および粗孔隙量との関係についても検討したが、有意な関係は見出せなかった。

以上のような検討結果から、地形・土壌要因を調査することによって、その林地の浸透能をある程度予測することも可能であり、今回筆者等が行った簡易な試験方法でも十分土壌の浸透能をあらわすことは可能であり、林地における水保全に対する検討に十分役立つものと考えられる。

V 結 言

1980年は3.5 haの流域で、1981、1982年はさらに6.3 haおよび15.2 haの流域を対象とした調査観測を行ってきたが、Ⅲで述べたように、たとえば流域の森林状況の差が出水時の直接流出率にどう関連しているかを検討するはあいでも、流域規模による影響が残る可能性があることがわかった。1984年にはほぼ同一流域面積(50 ha)で相隣る2つの流域を対象とした通年観測が可能となるはずであるから、本報告で述べたような観測・調査をさらに拡大、継続していきたい。

文 献

- (1) 田中一夫, 奥村武信, 井上 昌, 下野 清: 広葉樹林における水源かん養機能に関する研究(I), 鳥大農演報, 第13号(1981)
- (2) 田中一夫, 奥村武信, 大下裕美, 南 康弘: 広葉樹林における水源かん養機能に関する研究(Ⅱ), 広葉樹研究, 第2号(1983)
- (3) 川口武雄: 森林物理学(気象編), 地球出版(1970)
- (4) 佐藤 正, 他: 新しい型の山地浸透計による測定成績(第2報), 林業試験場研究報告, 第99号(1957)



浸透能測定装置