

水流出の計量化の基礎となる流域及び土壌特性の 類型区分調査

昭和62年度～平成元年度（システム化）

大内山道男*
山下昇**
熊川忠芳

要 旨

森林の取扱いの良し悪しが森林土壌の貯水能にどのように影響するかを2つの流域に分け、土壌型の分布、土壌の深さ、土壌の理化学性等について検討した。森林の取扱い良好の流域が適潤性土壌の分布が広く、土壌深度も深い傾向が認められたが、土壌の孔隙量(PF0.5~2.7)にはあまり関係がない結果となった。そして、森林土壌の貯水能は取扱い不良の流域が良好な流域に比べて7~8割となった。

I. 目 的

森林施業の取扱いの良し悪しが森林土壌の貯水能にどのように影響しているかを調べるために県内に広く分布している花崗岩のうち、黒雲母花崗岩地帯にあたる豊田市猿投山の南面に2つの小流域を設けた。その中に神社林として長期間保護されてきた小流域を森林の取扱い良好な小流域として、また、過去に過度に伐採された経過をもつ小流域を森林の取扱い不良の小流域としてとらえ、その流域内の森林土壌の分布状況、土壌の深さ、土壌の理化学性及び貯水能の比較検討を行った。

II. 調査地の概要及び調査方法

調査地は愛知県北中部に位置する豊田市猿投町鷲取の猿投山(629m)の南側にある2つの小流域である。地質は両者とも粒径の大きい黒雲母花崗岩である。猿投山南面の東部に猿投神社がまつられ、山中には東の宮、西の宮の2つの社があり、この付近は周囲とは林況を異にしている。稜線部には密度は低いものの、ツガ林が成立しており、中にはコナラ、カエデ類やミズキ、シデ類の大木が混在している。また、沢沿いを中心にスギ

造林地も広くみられるが猿投山山城の他の地域に比べて、よく手入れされており、成長の良いものが多い。しかし、そこから西へおおよそ、500m~1,000m離れた森林の取扱い不良の小流域周辺は瀬戸地方で古くから盛んに行われた窯業に用いる多量の薪炭を長年にわたり採取し続けた結果、広い面積にわたり荒廃し、多くの部分で裸地化するに到ったが、その後の復旧作業によって、現在は大部分マツ林となっている。

森林計画簿から、両小流域を比較すると、森林の取扱い良好の小流域はスギ林が48%の面積を占め、齢級もⅧ以上が半数以上となっている。しかし、取扱い不良の小流域はヒノキ林が主体で、齢級もかなり低い。

調査方法は土壌型が異なると思われる地点について試孔を掘り、林野土壌調査方法に基づく土壌調査と検土杖による土壌深度調査(土壌のC層に到達するまでの深さ)を実施した。また、土壌調査では各層位区分ごとに400cc円筒を用い、土壌試料を採取した。

そして、土壌断面、土壌深度及び地形等から両

小流域の土壤型分布図と土壤深度図を作成した。

また、持ち帰った各層位別400cc円筒試料は採取時、24時間飽水後、土柱法で60cm高に一昼夜、さらに素焼板に一昼夜のせ、それぞれの過程で重量を測定し、24時間飽水後をp F0.5、60cm高土柱法での脱水量をp F1.7、素焼吸収板における脱水量をp F2.7における脱水量とみなし孔隙組成を区分した。孔隙組成はp F0.5以下を大孔隙、p F0.5~1.7を粗大孔隙、p F1.7~2.7を粗孔隙、p F2.7以上を細孔隙とした。そして、この粗大孔隙と粗孔隙を合計した孔隙と土壤図及び土壤深度図から、貯水能を推定し、両小流域の比較を実施した。

III. 結果と考察

猿投神社に関連する森林の取扱い良好な小流域をA流域、一時荒廃したとみられる森林の取扱い不良の小流域をB流域と呼ぶ。面積はA流域22.8ha、B流域33.9haである。

両流域の位置図と土壤調査位置図は図-1のとおりである。

1. 土壤型の分布状況

土壤断面調査はA流域で14点、B流域で18点、計32点を3カ年間で調査した。1.6~1.9ha当り1点の調査であり、土壤断面調査結果は表-1~表-6のとおりであった。この32点を土壤型ごとに集計すると表-7のとおりであった。

現地土壤断面調査時の観察から述べると、両小流域とも基岩である花崗岩の影響から土壤粒子の結合力はかなり弱く、従って顕著な土壤構造の発達とはほとんど見られない。B_{D(d)}やB_D型土壤においても団粒構造は表層の薄い範囲に限られるし、B_C型の堅果状構造も注意深く採取しないとわからないことも多い。以上のことから現地では風化した花崗岩粒子が見立つ礫土のような印象さえうける。しかし、この粒子は細かくまたつぶれやすいために石礫の量は決して多くはならない。

そして、土壤型の出現状況から、森林の取扱い良好のA流域でB_B、B_C、B_D、B_{D(d)}(取まとめ簡便上B_D型とB_{D(d)}はまとめた)が出現し、取扱い不良のB流域がB_B、B_C、B_D、B_{D(d)}、G、P_DⅢが出現し、取扱い不良のB流域でG、P_DⅢの出現が特徴的である。

また、各点における土壤型と地形の因子を組合せて、土壤型の分布を作成したのが図-2である。

これから、土壤型の分布状況を計算すると表-8のとおりとなった。

表-7~表-8、図-2より、森林の取扱い良好のA流域は適潤性土壤B_D、B_{D(d)}が63%となり、乾性ないし弱乾性土壤B_B、B_Cが37%となった。一方、取扱い不良のB流域は乾性ないし弱乾性土壤B_B、B_Cが69%となり、適潤性土壤B_D、B_{D(d)}が28%となった。これから言えることは取扱い良好のA流域は土壤化がなされ、肥よくな土壤が多く、不良なB流域は土壤化が未熟で、不良な土壤が多いということが言える。そして、この土壤の分布状況は前述した調査地の概要における植生と対応して考えると、取扱い良好のA流域はスギ林が主体で林令も高い。しかし、取扱い不良のB流域はマツ、ヒノキ林で林令も低い。土壤分布の違いは主林木と林令の違いが大きく影響しているものと思われる。

2. 土壤の深度

当地域の花崗岩土壤においては、貯水能の概数をとらえると、土壤深度が重要な因子ということがわかってきた。特徴的なことはC層においてもかなりの孔隙量があり、その貯水能に影響することがわかった。しかし、このC層の深さを現地的にどれ程にするのがよいかを決めることはほとんど不可能であった。そこで試験期間最終の3年目にC層までの深さを重点に検土杖の調査(土壤のB層からC層への推移は砂壤土から石礫土へとそ

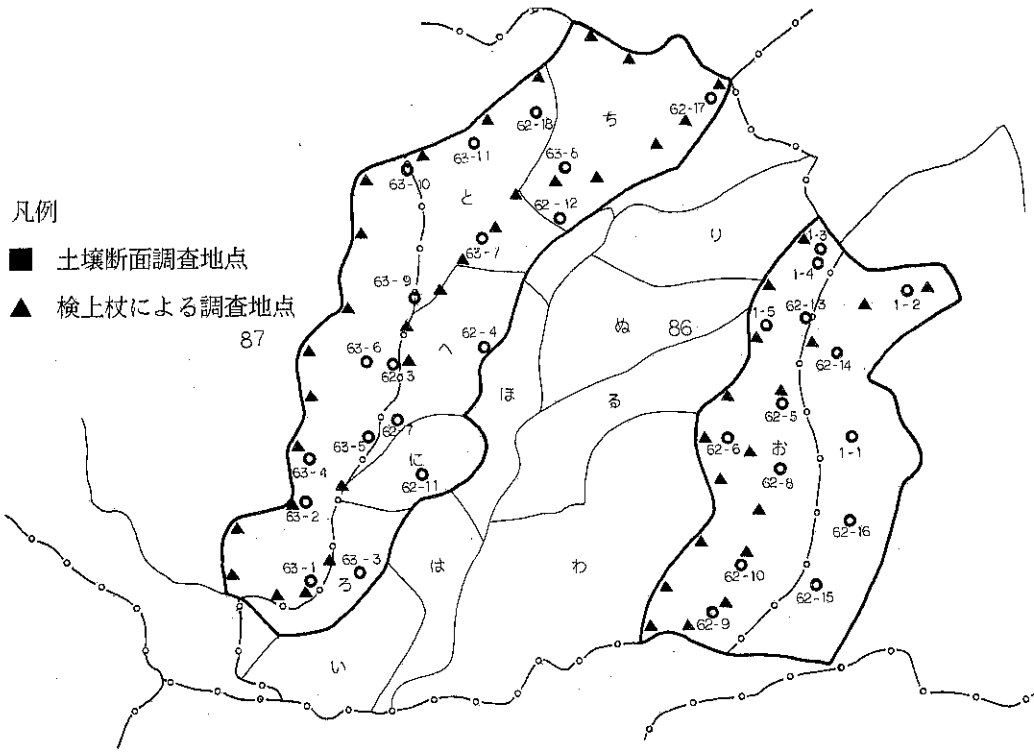


図-1 位置図及び土壤調査地点

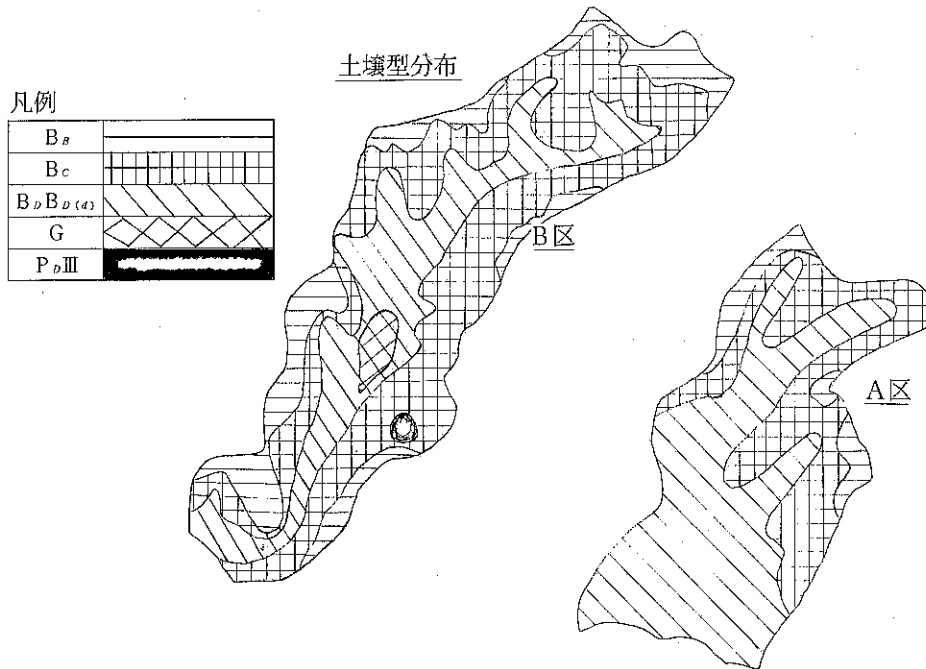


図-2 水流出の計量化の基礎となる流域及び土壤特性の類型区分調査

表-1 土壌断面調査

小流域	土壌型	NO	A以下断面形態	厚	推移	色	腐植	石礫	土性	構造	緊密度	
森林の取り扱い良好	B _B	64-5	A B C	12cm 46cm +	判明	10YR3/4 10YR5/8 10YR6/3	含む 乏し 乏し	角礫 細砂 粗砂	砂壤土 砂壤土 砂土	粒状 堅果状 一	軟 軟 軟	
	B _C	62-8	A ₁	10cm	判明	7.5YR4/4	含む	—	植壤	粒状	しゅう	
			A ₂	10~30cm	判明	10YR5/6	含む	—	植壤	粒一堅	しゅう	
			B ₁ B ₂	40cm 30cm	判明	7.5YR5/6 7.5YR5/8	乏し	—	砂壤 砂壤 巨礫有	かべ状	軟 軟	
	yB _C	62-13	A ₁	5~10cm	漸明	7.5YR2/3	富含	富含	砂壤	粒状	しゅう	
			A ₂ AB B	10~15cm 10~30cm 40~60cm	漸明	7.5YR4/4 7.5YR6/8 7.5YR8/8	有	富含	砂 砂 難土	堅果状 かべ状	しゅう 軟 堅	
	B _C	62-16	A ₁	10~20cm	判明	7.5YR2/2	た富	—	砂壤	堅果	しゅう	
			A ₂ B B-C	5~20cm 10cm 10cm	判明	10YR2/3 7.5YR4/4 10YR5/8	富乏有	た富	砂壤 砂礫土 礫土	堅果 粒状 かべ状	しゅう 軟 堅 た堅	
	B _D B _D (d)	yB _D	62-5	A ₁	5cm	漸明	2.5Y3/2	富富	角礫	砂壤	団粒	しゅう
				A ₂ A ₃ AB B BC	5~15cm 10cm 10cm 20cm 20~30cm	明 明 明 明	2.5Y3/3 2.5Y3/3 2.5Y4/4 2.5Y4/4 2.5Y6/4	富 富 乏 乏 有	— — — — —	砂壤 砂壤 砂壤 砂壤土 砂壤	塊状 塊状 塊状 かべ状 かべ状	しゅう や しゅう や しゅう や 堅 堅
B _D B _D (d)	yB _D (d)	62-6	A ₁	3~10cm	判明	10YR2/3	富富	—	砂壤	団粒	しゅう	
			A ₂ AB	10~24cm 35cm	判明	10YR2.5/2.5 10YR3/4	富富	一 含	砂壤 砂壤	堅果 塊状	しゅう や 堅 堅	

表-2 土壌断面調査

小流域	土壌型	NO	A以下断面形態	厚	推移	色	腐植	石礫	土性	構造	緊密度
森林の取り扱い良好	B _D (d)	62-9	A ₁	8cm	判明	10YR3/3	富含	—	砂壤	粒一団粒	しゅう
			A ₂	15cm	漸明	10YR4/4	含乏	—	砂植	堅果	しゅう
			B ₁	50~90cm	漸明	10YR5/6	乏	—	植壤	かべ状	軟 堅
			B ₂	50~90cm	漸明	10YR5/8	乏	—	植壤	かべ状	軟 堅
	B _D (d)	62-10	A ₁	5~10cm	判明	10YR3/2	富富	—	植壤	団粒	しゅう
			A ₂	5~10cm	判明	10YR3/2	有	—	砂壤	粒一団粒	しゅう
			B ₁ B ₂	50cm 30cm	判明	10YR5/6 10YR5/6	有	—	砂 砂	かべ状 かべ状	軟 堅
B _D (d)	62-14	A ₁	10~20cm	明漸	7.5YR3/2	富含	含含	砂壤	団粒	しゅう	
		AB B ₁ B ₂	25cm 20~40cm +	明漸	5YR3/3 7.5YR3/6 5YR4/6	含含 含含	細 富	砂植 植壤 植壤	粒 かべ状 かべ状	堅 軟 堅	
B _D (d)	62-15	A	10~15cm	判明	7.5YR3/4	た富	含	砂壤	砂一堅	軟	
		AB B ₁ B ₂	50cm 20cm +	判明	7.5YR5/8 7.5YR6/8 7.5YR5/8	富 乏 乏	富 富 乏	砂 砂 礫土 礫土	塊状 かべ状 かべ状	軟 軟 堅	
B _D (d)	1-1	A ₁	10cm	漸判明	10YR3/2	富富	細富	砂壤	粒状	軟	
		A ₂ B C	10cm 20~45cm +	判明	10YR3/3 10YR4/6 10YR6/6	乏 乏	中 細 富	砂 砂 砂	堅果状	軟 軟	
B _D (d)	1-2	A B	14cm 60~70cm	判明	10YR3/2 10YR4/4	富含	角礫 角礫	砂壤 砂壤	塊一 塊状	しゅう 軟	

表-3 土壤断面調査

小流域	土壌型	NO	A以下断面形状	厚	推移	色	腐植	石礫	土性	構造	緊密度
森林の取り扱い良好	B _D B _D (d)	1-3	A B C	15cm 15~20cm +	判明	10YR3/2 10YR4/3	富む 含	角礫 角礫	壤土 砂壤土 礫土	団粒状 団粒状	しゅう しゅう
	B _D (d)	1-4	A B C	13~24cm 12~30cm +	漸判	10YR3/2 10YR5/4	富む 乏	角礫 角礫	壤土 砂壤土	団粒状	しゅう 軟
森林の取り扱い不良	B _B	62-17	A ₁ A ₂ A B B C	2~4cm 10cm 20cm 15cm 20cm	明判 判明 判明	7.5YR2/3 10YR2/3 10YR8/10 10YE4/6 10YE5/8	すこ 富 富 乏 有	含 有 一 有 すこ 富	植壤 砂壤 砂土 砂土 砂土	粒状 堅果 堅果 かべ かべ	むしゅう しゅう 軟 堅
	B _B	63-3	A ₁ B C	6~8cm 20cm +	明明	10YR3/2 10YR6/6 10YR7/4	含 む 乏 乏	含 む 乏 乏 礫 土	壤土 植壤 礫土	粒状 堅果 -	軟 しゅう 堅
	yB _B	63-4	A B ₁ B ₂ C	8~12cm 10~12cm 15~30cm +	明 漸 明	10YR3/3 10YR5/6 10YR6/6	富 む 乏 乏	有 有 含	砂壤 砂壤 砂	粒状 粒状 細粒	軟 軟 しゅう
	yB _B	63-6	A ₁ B ₁ B ₂ C	3~7cm 17~37cm 26~35cm +	明明 明	10YR4/3 10YR5/8 7.5YR6/8 10YR7/6	含 む 乏 乏	有 有 有 礫 土	壤土 砂壤 礫土	粒状 堅果 塊状	軟 しゅう しゅう

表-4 土壤断面調査

小流域	土壌型	NO	A以下断面形状	厚	推移	色	腐植	石礫	土性	構造	緊密度	
森林の取り扱い不良	B _B	63-10	A B ₁ B ₂ C	5~12cm 5~8cm 60~60cm +35cm	漸 漸 判	10YR3/2 10YR4/6 10YR5/6 10YR6/4	富 む 乏 乏	乏 し 有 有 礫 土	壤土 植壤 砂壤 砂	粒状 塊状 塊なし	軟 軟 軟 堅	
			B _B	63-11	A B C	8cm 8~30cm +30cm	漸 明	10YR4/4 10YR5/6 10YR7/4	含 乏 乏	有 有 礫 土	砂壤 植壤	粒状 塊状
	B _C	62-4	A ₁ A B B ₁ B ₂	15cm 30cm 30cm 15cm	判 漸 漸	10YR3/4 7.5YR4/4 5YR5/8 5YR5/6	富 乏 乏 乏	- - - -	砂壤 砂壤 壤土	粒- 塊状 かべ かべ	しゅう しゅう 軟 堅	
			B _C	62-12	A ₁ A ₂ A-B B C	5cm 5~10cm 5~15cm 20cm	判 明 明 判	10YR2/3 10YR3/4 10YR5/8 10YR6/8 10YR6/8	富 富 含 有	一 含 中 中 礫 含 含	砂壤 砂壤 砂壤 砂壤	粒 堅 堅 堅 果 果 果
		B _C	63-1	A ₁ A ₂ B	10~20cm 15~20cm +60cm	漸 明	7.5YR4/3 10YR5/4 7.5YR4/6	富 む 乏 乏	含 む 含 含	砂壤 砂壤 土	粒状 堅果 堅果	軟 しゅう しゅう
		B _C	63-2	A ₁ A ₂ B C	5~7cm 20~45cm 10~15cm	明 判 漸	7.5YR4/2 7.5YR4/3 10YR5/4 10YR7/3	富 含 乏 乏	含 む 含 含	壤土 砂壤 砂	粒状 堅果 堅果	軟 軟 軟

水湿	溶脱	菌糸	根	
潤 潤	— —	有 —	中 細	600m 尾根近く凹状急斜面 S34° E ?行 Ao L:2cm F,H:なし
潤 潤	— —	有 —	中 細	600m 尾根近く凹状急斜面 S34° E 35° ?行 Ao L:2cm F:なし H:なし
潤 乾 潤 潤 潤	— — — — —	有 — — — —	すこ 富 有 有 有	600m 尾根近く山腹 S15° E 15° 残積 ヒノキ・マツ Ao L:2~4cm F-H:2cm
潤 潤 潤	— — —	有 — —	含 む 含 む 含 む	440m 尾根近く平衡緩斜面 W 30° ?行 Ao L:コナラ・マツ葉 F:4cm H:なし
潤 潤 湿	— — —	— — —	含 む 含 む 有	450m 沢沿い凹状斜面 S40° E 32° 崩積 Ao L:ヒノキ、マツ葉2cm F:なし H:なし
潤 潤 潤	— — —	— — —	有 有 有 —	490m 尾根近く凸状斜面 S75° E 25° 崩積 Ao L:コナラ、アラカツ落葉1cm F:2cm H:なし

水湿	溶脱	菌糸	根	
潤 潤 潤	— — —	有 — —	富 富 含	580m 尾根上緩斜面 S 15° 崩積 Ao L:コナラ、ツキ:1cm F:2cm H:なし
潤 潤	— —	有 —	富 有	530m 小尾根上緩斜面 S6° E 18° 残積 Ao L:3cm F:1cm H:なし
潤 潤 潤	— — —	有 — —	た 富 富 有 含	510m 尾根直下 S20° E 31° 残積 アカマツ・ヒサカキ Ao L:菌糸 FH:細根多数 4cm
湿 湿 湿 湿	— — — —	含 含 — —	細 根 多 含 含 含	540m 尾根近く山腹凸斜面 S35° E 18° 残積 アカマツ Ao L:ヒサカキとアカマツの落葉 F:細根多数 H:細根侵入
潤 潤 湿	— — —	— — —	有 有 有	420m 沢沿いの急斜面 S80° E 70° ?行 Ao L:2cm F:4cm H:2cm
潤 潤 潤	— — —	— — —	含 有 有 有	470m 尾根上 E5° 残積土 Ao L:コナラ、マツ1cm F:3cm H:1cm

表-5 土壤断面調査

小流域	土壌型	NO	A以下断面	厚	推移	色	腐植	石礫	土性	構造	緊密度		
森林の取り扱い不良	B _c	B _c	62-7	A	5~10cm +150cm	判	7.5YR3/3 7.5YR4/6	腐 乏し	石 礫 含 む	植 壤 植 壤	堅 果 堅 果	軟 軟	
		B _c	63-8	A AB B C	5~10cm 10~15cm 50~60cm +	明 明 漸	10YR3/2 7.5YR4/4 10YR4/6 10YR6/4	富 含 む 含 一	有 有 含	植 壤 植 壤 植 壤	粒 状 粒 状 堅 果	し 軟 軟 軟	
	B _D (d)	B _D (d)	62-18	A ₁ A ₂ B BC	5cm 10~20cm 20cm 10cm	明 判 判 明	5YR2/2 5YR2/4 7.5YR4/6 10YR5/8	た 富 富 有 有	角 礫 含 た 富	有 有 有 有	植 壤 砂 砂 土	団 粒 状 か べ 状 か べ 状	た し 軟 軟 堅
		B _D	63-5	A ₁ B ₁ B ₂	8~10cm 15~25cm +70cm	漸 漸	7.5YR3/4 7.5YR5/6 7.5YR4/6	含 含 含	有 有 な し	植 壤 植 土	団 粒 堅 果 堅 果	軟 軟 軟	
	B _D	B _D	63-5	A ₁ B ₁ B ₂	8~10cm 15~25cm +70cm	漸 漸	7.5YR3/4 7.5YR5/6 7.5YR4/6	含 含 含	有 有 な し	植 壤 植 土	団 粒 堅 果 堅 果	軟 軟 軟	
		B _D (d)	63-9	A ₁ A ₂ AB B	5~10cm 10~35cm 10~25cm +30cm	明 明 漸	10YR4/3 10YR3/4 10YR4/6 7.5YR4/6	含 含 含 含	有 有 有 有	壤 土 植 壤 植 土	粒 状 粒 状 堅 果 堅 果 状	軟 軟 軟 軟 軟	

表-6 土壤断面調査

小流域	土壌型	NO	A以下断面	厚	推移	色	腐植	石礫	土性	構造	緊密度
森林の取り扱い不良	G	G	62-3	A	15cm	明 判	5YR2/1 10YR3/2 10YR4/4	少 含 含	砂 土 壤 砂	粒 状 か べ 状 か べ 状	た し 軟 軟 堅
				AB B	10cm 100cm						
	G	62-7	A AB B ₁ B ₂	5cm 5cm 50cm 20cm	明 判 判 判	2.5YR2/1 10YR3/4 10YR5/4 10YR4/6	富 一 一 一	一 一 一 一	砂 土 土 砂		し 軟 た 堅
P _D III	P _D III	62-11	A AB B ₁ B ₂	10cm	明 判 漸 判	7.5YR2/2 10YR2/3 10YR4/6 10YR5/6	富 含 有 有	一 一 一 一	砂 壤 砂 土	粒 状 粒 状 か べ 状 か べ 状	し 軟 軟 堅
				15cm 20cm 25cm							

表-7 土壌型の出現状況 (点)

土壌型	B _B	B _C	B _D ・B _D (d)	G	P _D III	計
流域 A	1	3	10	-	-	14
B	6	6	3	2	1	18
計	7	9	13	2	1	32

表-8 土壌型の分布状況 (面積 ha, 占有率%)

土壌型	B _B	B _C	B _D ・B _D (d)	G	P _D III	計	
流域 A	面積	1.8	6.7	13.4	-	-	22.8
	占有率	8	29	63	-	-	100
B	面積	6.6	16.7	9.6	0.7	0.2	33.8
	占有率	20	49	28	2	1	100

水湿	溶脱	菌糸	根	
潤 潤	— —	有 —	含む 有	470m 沢沼急斜面 S40E 26° 崩積 A ₀ L:1cm F:1cm H:なし
潤 潤 潤	— — —	— — —	有 有 有	530m 沢近くの小尾根上 S30E 14° ?行 A ₀ L:3cm
潤 潤 乾 乾	— — — —	有 — — —	細根に富 根根富 細根含 有	590m 小尾根上凸斜面 S5E 25° 残積 ヤブハキークロモツ A ₀ L:マツ針葉、広葉樹 3cm F:3cm H:3cm
潤 潤 潤	— — —	— — —	有 有 有	460m 沢近くの緩斜面 S48E 15° 崩積 A ₀ L:ヒノキ、アラカシ 2cm F:なし H:なし
潤 潤 湿 湿	— — — —	— — — —	含 含 有 有	470m 沢近くの急斜面 W75° S 25° ?行 A ₀ L:2cm F:なし H:なし

水湿	溶脱	菌糸	根	
潤 潤 潤	— — 富	— — —	草 本 富 草 本 含	460m 沢沼急斜面 S15E 40° 崩積 7カマツ-ヒノキ A ₀ L:5cm 広葉樹落葉 FH:-
潤 潤 潤	— — に富	— — —	含 有 —	450m 沢に近い山腹末端 S60E 28° 崩積 ヒノキ A ₀ L:ヒノキ落葉落枝1cm FH:-
潤 湿 湿 湿	— — — に富	— — — —	草 本 富 草 本 富 含 有	470m 尾根に近いやや凹状 N66W 36° ?行 ヒノキ A ₀ L:マツ、スギ落葉 F:乏 H:-

表-9 土壌深度の分布状況

流域	土壌深度	土壌深度			計
		0.5m以下	0.5~1.0m	1.0m以上	
A	面積ha	5.6	10.1	7.1	22.8
	占有率%	25	44	31	100
B	面積ha	6.4	22.3	5.2	33.9
	占有率%	19	66	15	100

注、B層までの深さ

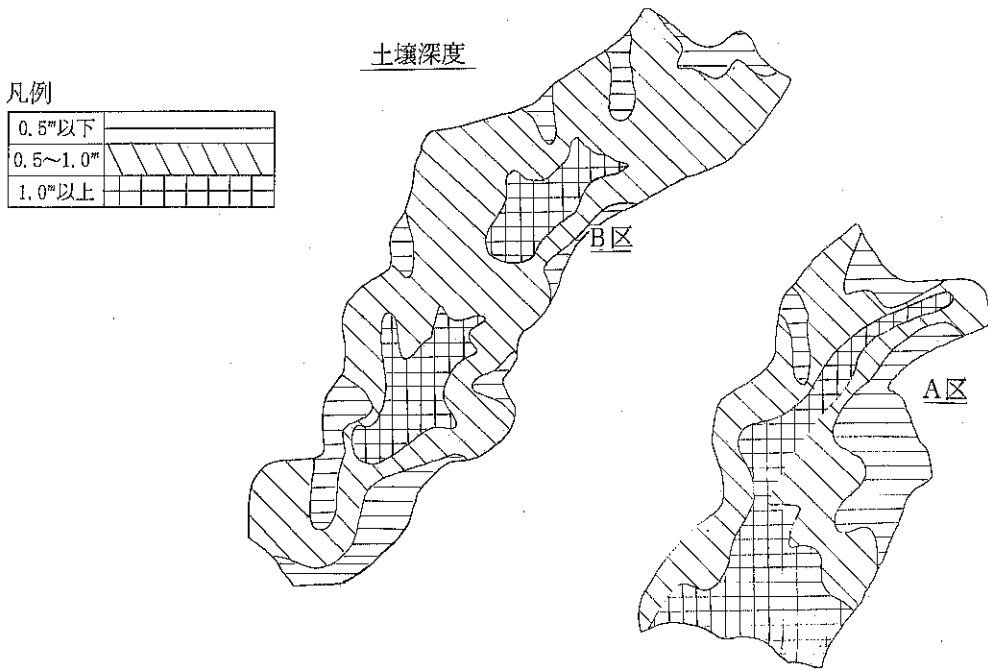


図-3 水流出の計量化の基礎となる流域及び土壤特性の類型区分調査

の変化がかなりはっきりしている)を追加し、先に調べた土壤断面調査と併せA流域32点、B流域49点を使い地形との因子とも組合せ土壤深度図を作成した。図-3

この土壤深度図より、土壤深度の分布状況をまとめると表-9のとおりとなった。これより、森林の取扱い良好のA流域はB流域に比べ0.5m以下も多いが1.0m以上が倍以上となり、結果的にA流域はB流域に比べ、土壤深度が深いということがいえよう。

3. 土壤の理化学性

理化学の結果は表-10~表-13のとおりでそれを流域別、土壤型別に取りまとめたのが表-14である。取まとめ表は資料の数が不ぞろいで問題点もあるがこれについて検討を加えてみる。

透水性は全般的にかなり高い値となっている。乾性ないし弱乾性土壤B_a、B_c型では表層が低

く、下層に行くにつれ比較的高くなっている。これは土壤表面の疎水性によるものと考えられ、土壤表面の雨水の浸透を考える時重要な問題となる。適潤性土壤B_d、B_{d(d)}では表層が高く、下層に行くにつれ低くなっている。これは良質な森林土壤の一般的な傾向である。透水性で特徴的なことは最下層のC層においてもかなりの透水性が期待できることである。

孔隙組成についてみると、全般に全孔隙量はいずれの土壤とも表層から下層に行くにつれ、その値が小さくなる傾向がある。全孔隙量の表層から下層へ動く値を左右するのは細孔隙と大孔隙であり、粗孔隙、粗大孔隙ともあまりその関係ははっきりしない。水源かん養機能上、大孔隙は土壤中の水が早急に流下して直接流となるものとし、また細孔隙は土壤中の結合水と考えられている。この課題では粗孔隙、粗大孔隙を主要因子と考えた

表-10 土壌の理化学性

流域	土壌型	層位	深さ (cm)	PLOT	採取時 (g)	飽水時 (g)	pF1.7 (g)	pF1.7 (g)	透水 (g/mm)	全容積に対する 孔隙組成 (容積)				三相組成					
										最大容水 (%)	最小容水 (%)	全孔隙 (%)	細 (%)	粗 (%)	粗大 (%)	大 (%)	固相 (%)	液相 (%)	気相 (%)
森林の 取扱い 良好 (A)	B _b	A	5 64-5	477	519	496	494	16	29.1	32.4	61.5	22.9	0.4	5.8	32.4	38.5	19.7	41.8	
		B	30	543	621	565	564	78	33.3	20.7	54.0	19.0	0.3	14.0	20.7	46.0	14.1	39.8	
		C	60	590	712	621	620	135	38.3	10.5	48.8	15.7	0.5	22.1	10.5	51.2	8.6	40.2	
		平均	A	6	477	519	496	494	16	29.1	32.4	61.5	22.9	0.4	5.8	32.4	38.5	19.7	41.8
		B	30	543	621	565	564	78	33.3	20.7	54.0	19.0	0.3	14.0	20.7	46.0	14.1	39.8	
		C	60	590	712	621	620	135	38.3	10.5	48.8	15.7	0.5	22.1	10.5	51.2	8.6	40.2	
	B _c	A	5 62-8	406	516	412	389	67	58.0	10.0	68.0	25.3	5.9	26.9	10.0	32.0	30.5	37.5	
		B	30	536	638	544	506	54	52.4	8.1	60.5	19.8	9.3	23.3	8.1	39.5	27.3	33.2	
		B	80	606	634	613	591	72	30.9	20.9	51.8	19.7	5.6	5.6	20.9	48.2	23.9	27.9	
		yB _c	A	0.62-13	462	560	463	452	183	47.4	11.7	59.1	20.6	2.7	24.1	11.7	40.9	22.9	36.2
			A	20	542	649	547	529	43	52.8	2.7	55.5	22.6	4.5	25.7	2.7	44.5	26.1	29.4
			A B	35	617	708	622	598	42	45.6	1.4	47.0	18.3	5.9	21.4	1.4	53.0	22.8	24.2
			B	55	621	705	623	605	67	43.4	6.5	49.9	18.3	4.5	20.6	6.5	50.1	22.4	27.5
		B _c	B	15 62-16	534	622	537	520	153	46.3	12.4	58.7	20.9	4.2	21.2	12.4	41.3	24.4	34.3
			平均	A	8	470	575	474	457	98	52.7	8.1	60.9	22.8	4.4	25.6	8.1	39.1	26.5
B	43			583	661	588	564	78	43.7	9.9	53.6	19.4	5.9	18.4	9.9	46.4	24.2	29.4	
C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		

が、しかし、この粗孔隙、粗大孔隙とも土壌型別、層位別との関係はあまりはっきりした傾向はつかめなかった。

4. 森林の取扱い別の貯水能の試算

貯水能を森林土壌のA、B層だけとした場合とC層をある程度仮定した場合との森林の取扱い別の比較をすると表-15のとおりとなった。A B層だけとした場合の貯水能の算出方法は各土壌型別の平均的な粗孔隙、粗大孔隙(p F 0.5~2.7)を使い土壌深度を組合せ、かなりラフな0~100mm、100~200mm、200~300mm、300~400mmの線を引き、貯水能図を作成し(図-4)それから、ha当たりの貯水能を計算した。C層をある程度仮定した場合の貯水能はC層の厚さをB_b型20cm、B_c型30cm、B_d、B_{d(a)}型40cmを加えて、土壌型の占有状況に粗孔隙、粗大孔隙(p F 0.5~2.7)を掛けて算出した。

この2つの算出方法は組合せ因子が少し異なるので同じように比較はできないが、森林の取扱い

別の比較は十分できる。即ち、森林の取扱い不良の流域Bは森林の取扱い良好のA流域の7~8割程度の貯水能しか期待できないということが言えよう。

IV. おわりに

一応、森林の取扱い別による貯水能の比較をすることができたが、貯水能自体は土壌深度に大きく左右されると考えられるので、この点について調査方法の検討が必要である。1つの解決策として、流域別の土壌貯水能と実際の流域別の流出量をおさえることがこれらに大きなヒントを与えてくれるものと思われる。

なお、この調査を実施するに際し、3か年間の調査期間中、豊田事務所林務課職員には現地案内調査手伝い等、多大の援助をいただいた、ここに記して感謝いたします。また、当林業センター平山技師にはこれらの計算について援助していただいた、ここに厚く御礼申し上げたい。

表-11 土壌の理化学性

流域	土壌型	層位	深さ (cm)	PLOT	採取時 (g)	飽水時 (g)	pF1.7 (g)	pF1.7 (g)	透水 (g/mm)	全容積に対する				孔隙組成 (容積)				三相組成		
										最大容水 (%)	最小容水 (%)	全孔隙 (%)	細 (%)	粗 (%)	粗大 (%)	大 (%)	固相 (%)	液相 (%)	気相 (%)	
森林 の 取 扱 い 良 好 (A)	yB _d	A	0 62-5	486	596	488	473	396	46.8	14.7	61.5	16.9	3.6	26.3	14.7	38.5	19.8	41.7		
		A	5	541	631	547	529	172	46.2	8.7	54.9	20.8	4.4	21.0	8.7	45.1	23.8	31.1		
		A	15	546	636	549	529	80	45.9	8.3	54.2	18.1	5.2	22.7	8.3	45.8	23.4	30.8		
		B	50	586	676	587	568	82	44.6	8.4	53.0	17.1	4.8	22.7	8.4	47.0	22.1	30.9		
		B C	75	653	694	654	622	4	44.3	6.9	51.2	25.7	8.2	10.5	6.9	48.8	34.0	17.2		
	yB _d (d)	A	0 62-6	413	495	428	403	45	42.8	20.9	63.7	19.9	6.1	16.7	20.9	36.3	22.4	41.3		
		A	10	484	578	502	469	28	49.3	10.8	59.9	22.2	8.1	19.0	10.6	40.1	25.8	34.1		
		A B	35	516	610	530	488	405	44.9	11.8	56.7	14.7	10.3	19.9	11.8	43.3	21.8	34.9		
		B	70	555	653	563	531	77	43.4	11.2	54.6	13.2	7.9	22.4	11.2	45.4	19.0	35.6		
	B _d (d)	A	5 62-9	425	493	433	418	150	46.7	13.7	60.4	28.2	3.6	14.8	13.7	39.6	29.6	30.8		
		A	15	493	561	493	470	60	58.2	4.8	63.0	35.8	5.6	16.8	4.8	37.0	41.3	21.7		
		B	30	594	663	604	575	28	50.3	6.4	56.7	28.5	7.1	14.7	6.4	43.3	33.2	23.5		
		B	60	699	781	703	683	52	44.6	4.5	49.1	20.7	4.8	19.0	4.5	50.9	24.4	24.7		
	B _d (d)	A	10 62-10	396	509	405	382	48	54.3	12.1	66.4	22.1	5.8	26.4	12.1	33.6	26.1	40.3		
		B	40	575	667	576	548	170	41.4	11.5	52.9	10.9	7.1	23.4	11.5	47.1	18.4	34.5		
		B	50	589	693	591	574	120	40.9	9.1	50.0	10.3	4.3	26.3	9.1	50.0	14.9	35.1		
	B _d (d)	A-A	5 62-14	424	503	430	417	592	43.9	19.8	63.7	22.6	3.2	18.1	19.8	36.3	24.1	39.6		
		A	10	471	555	480	464	167	45.7	16.8	62.5	23.3	3.9	18.5	16.8	37.5	24.9	37.6		
		A B	25	556	629	565	546	307	43.1	10.2	53.3	22.4	4.7	16.0	10.2	46.7	24.8	28.5		
		B	55	549	622	562	537	27	41.8	15.1	56.9	20.0	6.3	15.4	15.1	43.1	23.5	33.4		
		B	70	612	682	619	597	73	43.1	8.7	51.8	21.9	5.4	15.8	8.7	48.2	25.6	26.2		
	B _d (d)	A-A	0 62-15	389	411	396	391	25	17.1	41.7	58.8	11.9	1.2	3.9	41.7	41.2	11.6	47.2		
		A	5	516	594	543	527	2	39.8	14.7	54.5	23.0	4.0	12.8	14.7	45.5	20.4	34.2		
		B	65	587	667	597	575	12	38.4	13.3	51.7	15.8	5.4	17.3	13.3	48.3	18.5	33.2		
		B	80	633	720	668	623	26	44.3	4.4	48.7	20.2	11.1	13.1	4.4	51.3	22.5	26.2		
	B _d (d)	A	5 64-1	530	532	528	505	73	26.4	34.2	60.6	19.9	5.6	0.9	34.2	39.4	26.0	34.6		
		A	15	544	550	548	522	111	22.7	34.4	57.1	15.8	6.3	0.6	34.4	42.9	21.4	35.7		
		B	30	612	631	615	585	77	25.0	24.7	49.7	13.5	7.4	4.1	24.7	50.3	20.6	29.1		
	B _d (d)	A	5 64-2	516	530	514	488	63	38.1	26.6	64.7	27.7	6.5	4.0	26.6	35.3	34.8	29.9		
		B	30	550	574	561	521	42	35.8	24.2	60.0	22.8	9.9	3.2	24.2	40.0	30.0	30.0		
		A	90	555	581	579	535	85	33.4	25.1	58.5	22.1	11.0	0.4	25.1	41.5	27.1	31.4		
	B _d (d)	A	5 64-3	576	590	574	546	45	37.2	21.9	59.2	26.4	6.8	4.0	21.9	40.8	34.0	25.1		
		B	20	595	610	597	568	34	31.5	23.5	55.0	21.1	7.2	3.2	23.5	45.0	27.8	27.2		
		C	40	720	789	723	705	67	33.2	5.8	39.0	12.4	4.5	16.3	5.8	61.0	16.1	22.9		
	B _d (d)	A	5 64-4	568	634	576	575	72	46.9	10.9	57.8	32.1	0.3	14.5	10.9	42.2	30.5	27.3		
		B	30	615	695	623	621	49	41.1	9.7	50.8	22.9	0.4	17.8	9.7	49.2	21.4	29.3		
		C	55	710	781	715	713	71	37.4	4.3	41.7	20.6	0.6	16.2	4.3	58.3	19.8	21.9		
	平均	A	11	493	554	501	480	123	41.2	18.9	60.1	22.7	5.1	13.4	18.9	39.9	26.0	34.1		
		B	46	589	661	598	571	99	40.9	12.3	53.2	18.5	6.5	15.9	12.3	46.8	23.0	30.1		
		C	57	694	755	697	680	47	38.3	5.7	44.0	19.6	4.4	14.3	5.7	56.0	23.3	20.7		

表-12 土壤の理化学性

流域	土壌型	層位	深さ (cm)	PLOT	採取時 (g)	飽水時 (g)	pFl.7 (g)	pFl.7 (g)	透水 (ml/min)	全容積に対する 孔隙組成 (容積)				三相組成					
										最大容水 (%)	最小容水 (%)	全孔隙 (%)	細 (%)	粗 (%)	粗大 (%)	大 (%)	固相 (%)	液相 (%)	気相 (%)
森林の 取扱い 不良 (B)	B _n	A-A	0 62-17	345	398	352	342	95	21.9	42.1	64.0	9.1	2.5	10.3	42.1	36.0	10.0	54.0	
		AB	20	467	552	496	462	82	41.3	18.6	59.9	18.0	8.7	14.6	18.6	40.1	20.0	39.9	
		B	30	487	569	507	481	165	41.2	20.5	61.7	18.6	6.6	16.0	20.5	38.3	20.7	41.0	
	B _n	A	5 63-8	589	609	593	558	110	23.6	27.8	51.5	11.2	8.6	3.9	27.8	48.5	19.5	32.0	
		B	10	546	577	543	522	250	25.1	28.3	53.4	11.1	5.2	8.8	28.3	46.6	17.7	35.8	
		C	40	570	610	570	552	365	23.1	28.7	51.9	8.8	4.5	9.8	28.7	48.1	13.4	38.4	
	yB _n	A	5 63-4	536	583	537	528	120	38.6	20.2	58.8	24.9	2.2	11.5	20.2	41.2	28.3	30.5	
		B	15	562	621	575	543	194	35.2	20.0	55.3	16.1	7.7	11.4	20.0	44.7	21.0	34.2	
		B	30	603	662	607	581	202	38.9	13.7	52.6	18.8	6.4	13.7	13.7	47.4	24.8	27.8	
	B yB _n	B	20 63-6	526	588	544	530	55	35.4	23.2	58.6	21.1	3.5	10.8	23.2	41.4	20.5	38.2	
		B	50	580	637	596	560	50	35.5	16.5	52.0	15.8	9.3	10.4	16.5	48.0	21.3	30.8	
		C	80	622	702	638	591	91	40.4	9.1	49.6	12.9	11.6	15.9	9.1	50.4	20.8	28.8	
	B _n	A	5 63-10	452	529	487	456	180	40.6	23.4	64.0	22.4	7.8	10.4	23.4	38.0	23.7	40.3	
		B	10	495	579	527	493	114	41.5	20.4	62.0	20.6	8.2	12.7	20.4	38.0	22.0	39.9	
		B	20	597	665	619	587	110	39.4	13.8	53.3	20.2	7.9	11.3	13.8	46.7	22.8	30.4	
		C	75	645	744	663	638	275	40.9	5.9	46.8	15.1	6.1	19.7	5.9	53.2	17.0	29.8	
	B _n	A	5 63-11	478	532	509	497	2	38.7	26.0	64.7	30.2	3.0	5.5	26.0	35.3	26.2	38.4	
		B	10	537	602	565	544	6	40.7	18.3	59.0	26.4	5.2	9.0	18.3	41.0	25.3	33.7	
		C	50	628	705	617	617	32	46.1	4.9	51.0	24.3	0.0	21.7	4.9	49.0	27.0	24.0	
	※ 平均	A								32.7	27.9	60.6	19.6	4.8	8.3	27.9	39.4	21.5	39.0
		B								37.4	19.4	56.8	18.7	6.9	11.9	19.4	43.2	21.6	35.2
		C								37.6	12.2	49.8	15.3	5.6	16.8	12.2	50.2	19.6	30.3
	G	G	B	40 62-3	592	711	588	571	256	43.1	7.3	50.4	8.4	4.2	30.5	7.3	49.6	13.9	36.5
			B	100	607	711	609	577	59	47.1	1.4	48.5	14.3	7.8	25.1	1.4	51.5	20.9	27.6
G	G	A-A	0 62-7	441	547	434	420	149	44.1	14.1	58.2	11.4	3.6	29.2	14.1	41.8	17.6	40.6	
		A-B	10	576	684	577	553	84	47.7	6.1	53.8	15.6	5.8	26.3	6.1	45.9	21.0	33.1	
		B	35	569	609	568	550	101	26.5	27.5	54.0	11.5	4.5	10.5	27.5	46.0	16.8	37.2	
		B-B	80	581	628	575	559	62	52.1	9.1	61.2	34.9	3.9	13.2	9.1	38.8	40.5	20.7	
		※ 平均	A								44.1	14.1	58.2	11.4	3.6	29.2	14.1	41.8	17.6
	B								43.3	10.3	53.6	16.9	5.2	21.1	10.3	46.4	22.6	31.0	
P _n (Ⅲ)	※ 平均	B	35 62-11	590	668	589	539	81	47.4	7.4	54.8	15.3	12.3	19.8	7.4	45.2	27.9	26.9	
		B	55	613	708	621	575	29	46.0	4.6	50.6	13.0	11.3	21.7	4.6	49.4	22.3	28.3	
									46.7	6.0	52.7	14.1	11.8	20.7	6.0	47.3	25.1	27.6	

表-13 土壌の理化学性

流域	土壌型	層位	深さ (cm)	PLOT	採取時 (g)	飽水時 (g)	pFl.7 (g)	pFl.7 (g)	透水 (g/100)	全容積に対する 孔隙組成 (容積)				三相組成					
										最大水 (%)	小容積 (%)	全孔隙 (%)	細 (%)	粗 (%)	粗大 (%)	大 (%)	固相 (%)	液相 (%)	気相 (%)
森林 の 取 扱 い 不 良 (B)	rBc	A	5 62-4	328	387	338	323	82	27.6	41.0	68.6	11.1	3.8	12.7	41.0	31.4	12.8	55.8	
		B ₁	25	519	601	519	491	24	50.6	10.2	60.8	23.3	6.9	20.4	10.2	39.2	30.1	30.7	
		B ₂	80	585	647	590	563	28	41.7	13.3	55.0	20.9	6.6	14.2	13.3	45.0	26.4	28.6	
	Bc	A ₁	5 62-12	378	435	398	389	53	27.0	34.9	61.9	15.4	2.2	9.4	34.9	38.1	13.0	48.9	
		A ₂	15	530	615	559	539	22	40.5	11.7	52.2	21.6	4.9	14.0	11.7	47.8	19.5	32.7	
		B	30	678	766	695	676	64	41.5	11.2	52.7	18.6	4.8	18.1	11.2	47.3	19.5	33.2	
	Bc	A ₁	5 63-1	500	556	516	437	25	26.7	31.3	58.0	-2.5	19.3	9.9	31.3	42.0	14.0	44.0	
		B	45	508	575	561	471	100	41.1	20.5	61.5	15.6	22.1	3.3	20.5	38.5	25.4	36.2	
	Bc	A ₁	5 63-2	571	612	574	554	25	37.2	18.1	55.3	22.8	5.1	9.2	18.1	44.7	28.8	26.4	
		A ₂	25	563	614	566	530	85	35.4	20.1	55.5	14.6	8.9	11.9	20.1	44.5	23.3	32.2	
		B	30	609	674	612	588	150	33.8	15.4	49.2	12.3	5.8	15.6	15.4	50.8	17.6	31.6	
		C ₁	50	607	673	612	585	65	33.6	16.9	50.5	12.2	6.7	14.7	16.9	49.5	17.8	32.7	
		C ₂	80	690	749	691	660	55	33.6	9.7	43.3	11.9	7.6	14.1	9.7	56.7	19.3	24.0	
	Bc	A	5 63-7	508	566	529	504	32	43.3	17.9	61.2	27.6	6.5	9.1	17.9	38.8	30.4	30.8	
		B	45	520	606	557	499	76	50.8	12.1	62.9	24.4	14.3	12.1	12.1	37.1	29.7	33.2	
		B	100	639	682	645	619	42	38.5	10.3	48.9	22.6	6.6	9.3	10.3	51.1	27.7	21.2	
	Bc	A	5 63-8	419	484	435	402	20	56.8	17.6	74.4	35.8	8.3	12.6	17.6	25.6	40.9	33.5	
		A-B	15	401	468	419	381	58	57.5	19.0	76.5	35.5	9.6	12.3	19.0	23.5	41.5	34.9	
		B	40	609	672	618	591	36	48.6	6.8	55.3	28.3	6.8	13.5	6.8	44.7	32.8	22.5	
	※ 平均	A																	
		B																	
		C																	
	B _d (d)	A	10 62-18	391	483	419	384	71	45.8	21.8	67.6	21.2	8.6	16.0	21.8	32.4	23.0	44.6	
		B	30	485	560	507	475	32	41.0	21.0	62.0	19.8	7.9	13.3	21.0	38.0	22.4	39.6	
	B _d	A	5 63-5	523	573	542	527	196	38.5	22.1	60.7	27.3	3.9	7.4	22.1	39.3	27.4	33.3	
		B	25	586	648	602	569	56	42.7	12.9	55.6	23.3	8.0	11.4	12.9	44.4	27.7	27.8	
		B	40	547	598	554	516	25	54.4	8.1	62.4	33.3	9.8	11.2	8.1	37.6	41.6	20.8	
	B _d (d)	A	5 63-9	516	585	554	510	62	42.8	17.3	60.1	24.2	10.8	7.8	17.3	39.9	26.7	33.3	
		A	12	550	611	568	547	50	47.2	14.0	61.2	31.5	5.1	10.6	14.0	38.8	32.7	28.5	
		A-B	40	508	584	515	490	106	45.2	15.6	60.8	21.2	6.6	17.5	15.6	39.2	25.9	34.8	
※ 平均	A																		
	B																		

表-14 土壌の理学的性 (平均値)

区分 流域	土壌型	調査点 数	層位別 層位の 厚さ	透水性 ml/min	全容積に対する		孔隙組成 (容積)					三相組成				
					最大含水量 %	最小含水量 %	全孔隙 %	細孔隙 %	粗孔隙 %	粗大孔隙 %	大孔隙 %	固相 %	液相 %	気相 %		
A 森林の 取扱い 良好	B _B	1	A	10	16	29.1	32.4	61.5	22.9	0.4	5.8	32.4	38.5	19.7	41.8	
			B	45	78	33.3	20.7	54.0	19.0	0.3	14.0	20.7	46.0	14.1	39.7	
			C	20	135	38.3	10.5	48.8	15.7	0.5	22.1	10.5	51.2	8.6	40.2	
	B _C	3	A	28	98	52.7	8.1	60.9	22.8	4.4	25.5	8.1	39.1	26.5	34.4	
			B	63	59	43.7	9.9	53.6	19.4	5.9	18.4	9.9	46.4	24.2	29.4	
	B _{D(d)} B _D	10	A	17	123	41.2	18.9	60.1	22.7	5.1	13.4	18.9	39.9	26.0	34.1	
			B	67	99	40.9	12.3	53.2	18.5	6.5	15.9	12.3	46.8	23.0	30.1	
		C	24	47	38.3	5.7	44.0	19.6	4.4	14.3	5.7	56.0	23.3	20.7		
	B 森林の 取扱い 不良	B _B	6	A	8	82	32.7	27.9	60.6	19.6	4.8	8.3	27.9	39.4	21.5	39.0
				B	35	123	37.4	19.4	56.8	18.7	6.9	11.9	19.4	43.2	21.6	35.2
C				33	191	37.6	12.2	49.8	15.3	5.6	16.8	12.2	50.2	19.6	30.3	
B _C		6	A	22	49	36.8	24.1	60.9	18.3	7.4	11.1	24.1	39.1	22.8	38.0	
			B	58	64	44.9	13.2	58.1	22.4	9.3	13.2	13.2	41.9	27.9	30.2	
			C	30	73	37.0	11.6	48.7	15.8	8.4	12.9	11.6	51.3	20.5	28.2	
B _{D(d)} B _D		3	A	24	95	43.6	18.8	62.4	26.0	7.1	10.4	18.8	37.6	27.4	34.9	
			B	60	63	46.1	13.5	59.6	24.4	8.0	13.7	13.5	40.4	29.3	30.3	
G		2	A	10	149	44.1	14.1	58.2	11.4	3.6	29.2	14.1	41.8	17.6	40.6	
			B	91	112	43.3	10.3	53.6	16.9	5.2	21.1	10.3	46.4	22.6	31.0	
P _D III	1	A	25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
		B	45	55	46.7	6.0	52.7	14.1	11.8	20.7	6.0	47.3	25.1	27.6		

表-15 貯水能試算

区分貯水能	森林の取扱い		備 考
	良好A	不良B	
貯水能力図より得た資料 (A層+B層)	ton/ha 2,534	ton/ha 1,956	作図した貯水能図より算出
C層を仮定した場合の貯水能	2,810	2,450	B _B 型20cm, B _C 型30cm, B _D ・B _{D(d)} 40cmを仮定

V. 参考文献

- 河田弘、小島俊郎：環境測定法IV：共立出版：1976
- 有水一登、牧勉：森林土壌の保水のしくみ：創文：1987
- 山下昇：水流出の計量化の基礎となる流域及び土壌特性の類型区分調査：林業センター報告No.25：愛知県林業センター：1988
- 大内山道男：水流出の計量化の基礎となる流域及び土壌特性の類型区分調査：林業センター報告No.26：愛知県林業センター：1989

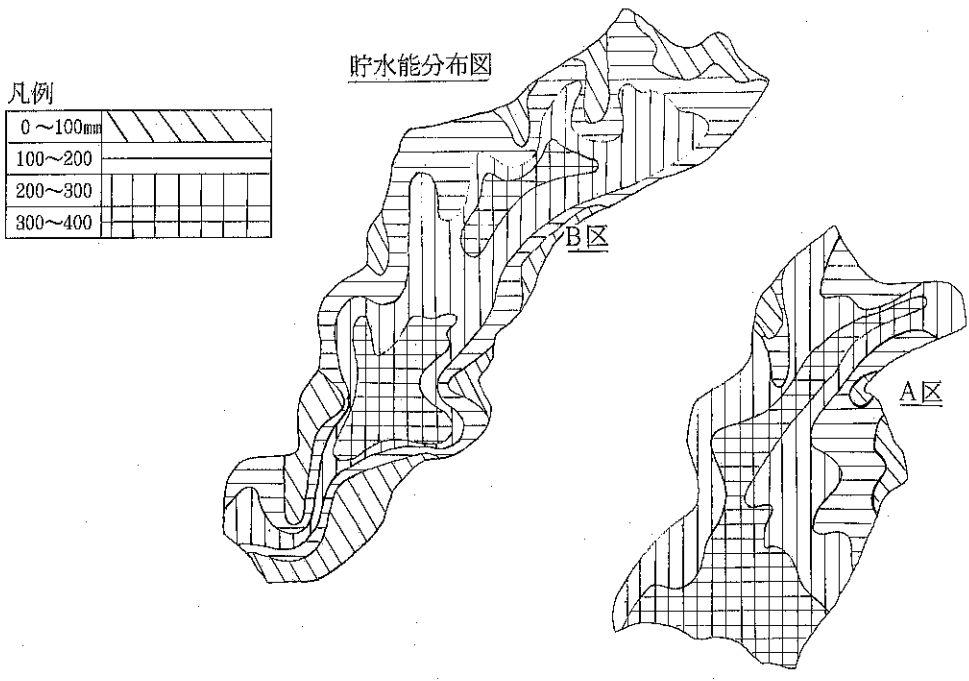


図-4 水流出の計量化の基礎となる流域及び土壌特性の類型区分調査