

森 林 量 水 試 験

甲斐川 誠

は じ め に

森林は、木材資源の生産という狭義な観点のみから見聞されるにとどまる長い過程を経てきた。しかし、近時自然保護思想の台頭とともに、森林に対しての価値感がこゝにきてようやく見直され、国土保全、洪水等災害防止、そして水源かん養等、多岐に亘る機能の維持、増進、さらに国民保健休養の場等々が社会的要請として高まるに至った。なかでも、水資源かん養機能については、益々高密度化しつつある社会情勢のなかで、水の需要量は飛躍的に増大しており、新世紀を展望してその需給状態が下流地域における都市計画、産業経済の発展を左右する決定的な要因となりつつある。

こうした社会的要請を背景として、この試験は奥地森林地帯の上流域に試験地を設定し、水源地域の溪流における降水と流出の関係を継続的に観測するとともに、試験地の森林施業による林況変化が流出量におよぼす影響を把握し、水源地帯の森林の水源かん養機能のより一層の充実を図るための資料とするものである。

最後に本試験を実施するにあたり、終始絶大なるご協力と助言をいただいた、石原林材株式会社社長、石原猛志氏、期間中降雨記録資料の提供と、ご指導をいただいた、水資源開発公団岩尾ダム管理事務所、本試験前期の担当者、並びに当林業センターの諸氏に深甚なる謝意を表する。

1. 試験期間と試験地の概況

1.1 試験期間 昭和49年4月～昭和58年12月。 10ケ年間

1.2 試験地の概況

試験地は図-1、2に示すように、岐阜県のほぼ中央部、郡上郡八幡町より北東約40kmに位置し、馬瀬川支流、弓掛川上流の水源地域（水源かん養保安林）で、東部、北東部一帯を益田郡馬瀬村に、北部、北西部で大野郡清見村と接する一流域である。林地は石原林材株式会社所有の別称、日出雲林業と称せられる日出雲スギの生産地域でもある。

林況は、標高750m～1,290m、傾斜15～35°、谷密度43m/ha、主谷方向は東南向きである。

気象は、（試験期間記録による）年平均気温13℃、夏期最高36℃、冬期最低-14℃、降水量年平均3,430mm、降雪期は12月20日～2月末頃まで、最深積雪100cm前後（標高850m）である。

地形は、山頂一帯は全体に緩やかな傾斜で平衡、複合斜面形の鈍頂型で、中腹一帯は、谷勾配も急激に傾斜を増す上昇斜面形を呈する一帯である。また、尾根稜線との高低差は小さく、地形全体はドーム状の山塊とみることができる。

地質は、北西部の中腹に一部泥岩が見られる外は、全部が石英斑岩から成り、土壌の堆積は尾根筋、緩傾斜では比較的密な土層が深く、また、西部の上昇斜面の急斜面上部にも残積土が広く見受けられる。中腹から斜面下部にかけての広い範囲では、礫の多い土壌の深さ不均一な圃行土と、崩積土が混在している。土壌型は表-1の内容である。

B₀型土壌は、本、支谷沿いに最も広く分布し、本谷附近では黒色土壌に変わる。

B₀(d)型は、中腹尾根筋とか、緩傾斜地に広く見られる。

B₀型は、尾根稜線、やせ尾根に多い。黒色土壌は、本谷沿いの低地に帯状に出現し、団粒構造が発達したB₁₀型土壌と、カベ状構造が発達したB_{1E}型土壌が多く、乾性のものは少ない。

林況は、試験地の流域面積 580 ha、蓄積 45,400 m³、この内、スギ、ヒノキ、カラマツ等針葉樹、252 ha (43%)、蓄積 18,400 m³ (41%)、ブナ、ミズナラ、ミズメ、ヤマザクラ、カエデ類、リョウブ、ホオノキ、ミズキ等広葉樹 324 ha、蓄積 27,000 m³、以外は草地、岩石地、崩壊地等約 3 ha (0.6%) で、きわめて少ない。針、広別主要樹種の平均的生育状況は表-2 である。

生育状況は、針葉樹では、スギが主体の人工造林地で、谷、沢沿い一帯と、凹地に生育し、何れもきわめて良好な生育である。幼令林は密植であり、壮、老令林は択伐によるため密度が低く、生育状態も場所によって優劣が目立つ。また、下木として直挿しされたスギの上長成長は全体に遅れが見られるが、この遅れは上木との関係によるもので、或一定期間はこの生育状態が続くと考えられる。ヒノキ、カラマツが中腹から尾根筋にかけて点生。或は群状的に生育している。何れも中腹から尾根筋にかけては生育条件が悪いため、樹高の伸びが劣り、全体に不揃いな生育形態となっている。この内、山脚、平坦地に生育するカラマツは、生育がきわめて良好である。

広葉樹は、中腹以上の全地に広く生育するが、尾根、稜線部では風衝地のため生育が劣る。特に寒風、積雪による影響で、幹曲り、根曲りが多い。このような一帯では、ブナ、ミズナラ、ミズメが主で、ブナは全地の中腹から尾根筋にかけて最も多く、ミズナラ、ミズメが混生している。次いでヤマザクラ、カ

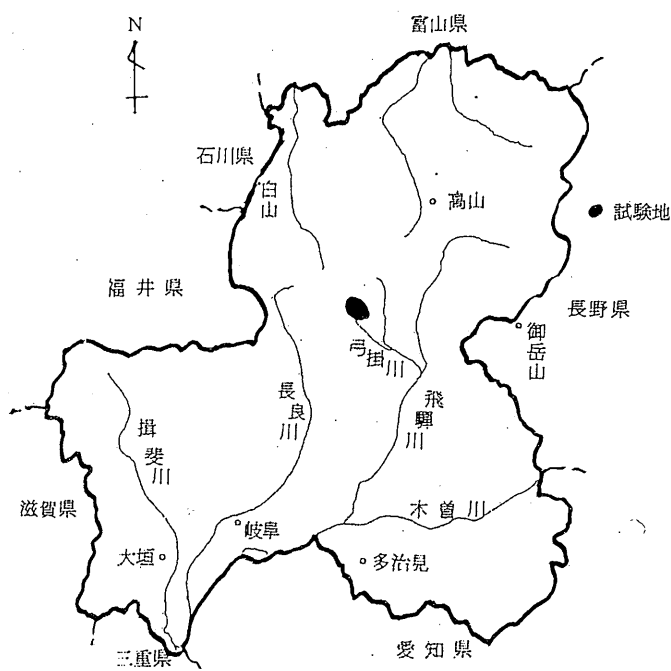


図-1 試験地の位置

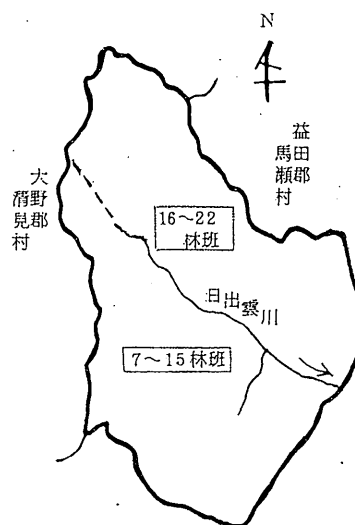


図-2 試験地概況図

表-1 土壌型の分類

土 壌 型	B _A	B _B	B _C	B _D (d)	B _D	B _E	G	B _{1E}	B _{1D}	P _D	その他	計
面積 (ha)	2.5	75.9	7.2	148.3	153.9	16.7	0.1	5.6	64.5	20.4	88.0	583.0
百分率(%)	0.4	13.0	1.2	25.4	26.4	2.9	0	1.0	11.1	3.5	15.1	10.0

表-2 針・広主要樹種別状況

樹種 樹型	針葉樹			広葉樹								摘要
	スギ	ヒノキ	カラマツ	ブナ	ミズナラ	ミズメ	ヤマザクラ	カエデ類	リョウブ	ホオノキ	ミズキ	
樹高 <i>m</i>	8 18	4 14	10	15	13	13	12	12	8	15	15	スギ、ヒノキ、老令林は小団状又は点生
胸高直径 <i>cm</i>	10 30	6 24	10	26	24	20	18	20	12	20	20	
林令	~13 30~50	~13 40~60	13	20 ~ 50								

エデ類が中腹と尾根筋にかけて点在、あるいは小団状に生育し、そして、尾根筋では特にリョウブが多い。ホオノキは、東部谷筋から中腹にかけて生育するが、生立本数は少ない。一部沢沿いにサワグルミ（人工植栽が主）、ハンノキの生育が良好である。以上主要広葉樹の何れの樹種も、谷筋から中腹にかけての生育状況は良好であるため、比較的幹形の良い優良材が多い。トチ、クリ等は単木生育が殆んどである。

低木、下草等については、低木は主に中腹から尾根の全地にかけて生育が著しく良い。ササ類は尾根筋、稜線部に幅広く生育している。下草として、中腹あたりでススキや、イネ科草本が多く見られ、谷、沢筋等の低地ではシダ類、アカソ、フキ、ヤマアジサイ、ウツギ、イタドリ等の生育が良好である。

崩壊、岩石地等は表-3の状況で、約54箇所が点在し、この内、北西部の108ha(12~16林班)に24箇所、約2haで最も多い。殆んどが中腹あたり傾斜35°~45°の下草植生が疎の場所に多い。発生の原因は冬期間の凍上による表土の剥離部が融雪期の降雨と融雪水による不安定表土が移動、滑落、洗堀によるもので、発生場所は北向き斜面、北西斜面に多く、また、日陰部では箇所当たりの崩壊面積が大きい。北向き斜面では尚、冬期間の凍上による浮土の移動、流亡が繰り返されているが、降雨期或は集中降雨による崩壊法面の拡大は見られない。箇所当たりの崩壊面積は300m²前後である。一方、こうした崩壊地では、表土の安定した部分での下草侵入による自然復旧も盛んである。たゞ自然復旧の度合は、北向き斜面、日陰部では侵入植生の種類はフキ、ヨモギ、薺類が主で、加えて冬期間のみの気象条件に著しく妨げられるため復旧形態は部分的である。しかし、こうした場所以外では下草侵入種類も数種以上で、復旧状況は順調に繰り返されている。また、会社自体として、小崩壊地とか、或いはその予察地で林地保全を兼ねて階段工法を主とした植栽が施行されており、施行跡地は植栽木、下草等何れも良好な状態となっている。

上記崩壊地関係以外では、本谷沿い山脚部の洗堀等についてはきわめて少ない。この洗堀状況は部

表-3 崩壊地・岩石地の状況

林班 区分	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	計
崩壊地 面積	0.03	0.26	0.27	—	0.02	0.71	0.12	0.33	0.55	0.11	0.14	0.11	0.22	0.02	0.14	0.14	3.17
面積率	0.01	0.04	0.05	—	0.01	0.12	0.02	0.06	0.09	0.02	0.02	0.02	0.04	0.01	0.02	0.02	0.55

$$\text{箇所数 54 箇所} \quad \text{面積率} = \frac{\text{崩壊地面積}}{\text{林班面積}} \times 100$$

分的である。発生原因は専ら溪床に不自然に堆積する運積土の部分に限られ、集中降雨の出水時に、この部分で山脚部の洗堀が生ずる。その他、急勾配（45°前後）の短い谷、沢筋では洗堀跡地が多い。この原因は山地の場所的集中降雨の一時出水によるものである。

次に作業道が原因する崩壊部分は、開設後1～2年目の盛土側で、きわめて小部分の洗堀、流亡が見られる程度で、これが原因での崩壊は見られない。この開設については、昭和38年から幅員3.6m、年平均開設延長1～2km、昭和58年現在約31km（53m/ha）である。線形は急勾配部分も2～3箇所あるが、総じて切、盛土等林地保全上からは適切で、構造物はない。たゞ切法面で法高6m前後、法勾配5分あたりの土砂、土石法面では、冬期間法面凍上による表土の滑落が連年生ずる。又、集中降雨時、急勾配部分の路面流下による、路肩の洗堀が散見される。しかし、こうした部分は施業遂行上、徹底した補修が行われるため、作業道による所の崩壊は見られない。

2. 試 験 方 法

2.1 林況の動態

本試験実施にあたって、試験地内で施業される植栽、伐採事業による林況の変化がどの程度量水状況に影響するかを検討するため、昭和49年試験開始から表-4の林況動態調査簿により、各年の植栽、伐採施業実績を記録した。

表-4 林況動態調査簿

林地番号																		
小班	森 林 の 現 況							林 況 動 態										
	森 林 の 種 類	面 積	林 種	樹 種 又 林 相	林 令	立 木 材 積	摘 要	昭和 年					昭和 年					
								伐 採 面 積	立 木 材 積	伐 採 材 積	残 存 材 積	造 林 樹 種	造 林 面 積	摘 要	伐 採 面 積	立 木 材 積	伐 採 材 積	

2.2 降水量，流出量の測定

降水量測定は昭和49年4月から、試験地流域のほぼ中央部に設置した転倒マス型隔測自記雨量計（7日巻）で測定し、また、昭和52年4月より当試験地内において、水資源開発公団岩屋ダム管理事務所が設置した、無線ロボット雨量計による降雨観測が開始され、この降雨記録を使用した。さらに補助的に流域内の主谷沿いに簡易雨量計（18ℓポリ缶、口径15cmポリジョーゴ）4基を標高750m、850m、1000m、1200mに設け、毎月1回定期的に観測し参考資料とした。気温、湿度は隔測自記温湿度（7日巻）により測定した。又、積雪深については、簡易最深積雪指針計（有効高2m）4基を簡易雨量設置箇所設け、12月、2月初旬、3月初旬の3回観測した。降水量への換算は、降雪時期、雪の乾湿状態によって、12月と3月は雪の密度0.35g/cm³で、1～2月は0.08g/cm³で行った。

流出量は図-3に示す長方せき量水堰堤の水位と流速から算定した。水位は水研62型長期巻自記水位計（3ヶ月巻）で測定した。また、水位計の水深記録のチェックは堰堤排水口で実測した水深で

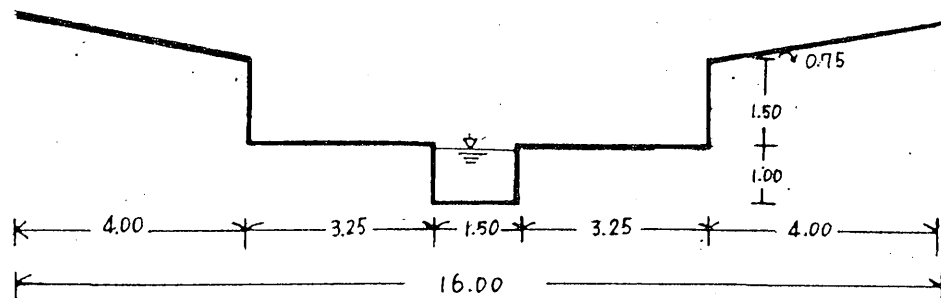


図-3 量水えん堤構造図

行った。記録時間は毎月定期的にチェックし、誤差を防いだ。さらに、この量水堰堤の背面部は静水面になっておらず、自然溪流状で、出水時には土砂等の堆積による溪流の流れが直接堰堤を通過し、流速が不規則となるため極力堆積土砂の除去を行った。流速は定期的に携帯式水利計測器により、排水口中心線部にて横断面を5等分し、各区間の重心にて水面下5、10、15、20cm深さで測定した流速の平均値とした。水位が10cm以下の場合は水面、または5cm深さによった。流出量の算定は水位1m以下については測定した流速によって $Q = 17.61 H^{1.3553}$ の Q : 流出量、 m^3/hr 、 H : 水位、 cm

実験式により行った。また、1m以上については、流速の測定が困難であるため、1m以下の流速から推定し $Q = 17.61 H^{1.3553} + 76.31 (H-100)^{1.3553}$ の実験式により算出した。

3. 結果と考察

3.1 林況変化

試験期間10年間の施業状況については、先にふれた面積580ha、蓄積45,400 m^3 、施業林班は7～22の16林班からなり、この内本試験に關係する植栽、伐採を実施した林班は7～11、18～22林班、面積405haである。

植栽は昭和35年頃から、伐採は昭和42年から施業が本格化し、主に7、8、9、10、21の5林班での施業割合が最も高い。施業は、植栽関係が昭和35年から天然林、人工林において、上木下に下木としてスギ直挿植栽による複層林施業が進められ現在に至る。この複層林施業が基本となっているため、伐採事業は天然林では非皆伐施業、人工林では択伐的(きわめて小面積の皆伐を含む)施業によっている。皆伐施業は広葉樹を対象として年1～2箇所、箇所当たり平均5ha前後の伐採である。この皆伐施業は林地保全を考慮して、優良樹種、良質材を残存させるため、伐採率は80%程度の皆伐である。

10年間の広葉樹の皆伐面積は40ha、伐採材積は4,670 m^3 で、針、広、総伐採量73%と伐採量の殆んどを占める。また、この広葉樹伐採材積4,670 m^3 のうち、皆伐によるものが3,890 m^3 で83%を占め、以外は択伐によるもので780 m^3 である。

針葉樹におけるスギ、ヒノキ社令林の部分皆伐等による伐採面積は、昭和58年末現在まで11haにすぎない。また、試験地の大部分はスギの若令林であり、主にスギ磨丸太用材生産のため、利用径級に達したものから、年10～20%の択伐率で伐採されている。

カラマツについては、胸高直径約20cmの立木が択伐率20%前後で伐採されている。その他、カラマツから、スギ、ヒノキへの林種転換が小面積皆伐によって逐時実施されている。この伐採されるカラマツの立木下には、すでに下木としてスギが植栽されており、二段林となっている。

このように試験地において、10年間の択伐回数は先に述べた施業林班について実施されているが、

表-5 伐採施業実績

S 4 9 年の森林状況			伐 採				伐採木平均樹形		
種 別	面 積	蓄 積	皆伐面積	伐 材 積	択伐材積	伐採樹種計	樹 種	樹 高	胸 直
針 葉 樹	252 ha	18,400 m ³	11 ha	940 m ³	760 m ³	1,700 m ³	ス ギ	9 m	12 cm
広 葉 樹	324	27,000	40	3,890	780	4,670	〃	18	26
崩壊地等	3	—	—	—	—	—	ヒノキ	14	22
計	579	45,400	51	4,830	1,540	6,370	広葉樹	10	18

表-6 年度別伐採施業実績

年度 種 別	49.50		51		52		53		54		55		56		57		58		計	
	面	材	面積	材積	面積	材積	面積	材積	面積	材積	面積	材積	面積	材積	面積	材積	面積	材積	面積	材積
針葉樹	—%	—	0.4	1	1	—	0.2	1	8	—	0.2	0.5	0.9	119	14	0.5	2	22.0	26.7	
広葉樹	—%	—	—	8	8	33	2.2	20	21	5	10.3	—	1	—	1	12	10	78.0	73.3	
計	—%	—	0.4	9	9	33	22.2	21	29	5	10.5	0.5	1.9	19	15	12.5	12	100	100	

注．施業実績 = $\frac{\text{年度別施業量}}{\text{総施業量}} \times 100$

表-7 植栽施業・実績状況

S 4 9 年の森林状況		植栽・樹種別状況			内 二段林面積
種 別	面 積	ス ギ	ヒ ノ キ	計	
針 葉 樹	252 ha	14 ha	2 ha	16 ha	14 ha
広 葉 樹	324	59	11	70	64
崩 壊 地 等	3	—	—	—	—
計	579	73	13	86	78

表-8 年度別植栽施業実績

年度 種 別	49		50		51		52		53		54		55		56		57		58		計	
	ス ギ	ヒ ノ キ	ス ギ	ヒ ノ キ	ス ギ	ヒ ノ キ	ス ギ	ヒ ノ キ	ス ギ	ヒ ノ キ	ス ギ	ヒ ノ キ	ス ギ	ヒ ノ キ	ス ギ	ヒ ノ キ	ス ギ	ヒ ノ キ	ス ギ	ヒ ノ キ	ス ギ	ヒ ノ キ
針葉樹	2%	0.3	0.7	1	7	1	5	—	0.1	—	—	—	3	—	—	—	1	—	0.3	1	16.1	3.3
広葉樹	9%	—	0.3	3	1	1	2	—	0.3	—	19	5	19	0.3	—	—	11	2	3.7	1	68.3	12.3
計	11%	0.3	1	4	8	2	7	—	0.4	—	19	5	22	0.3	—	—	12	2	4	2	84.4	15.6

注．施業実績 = $\frac{\text{年度別施業量}}{\text{総施業量}} \times 100$

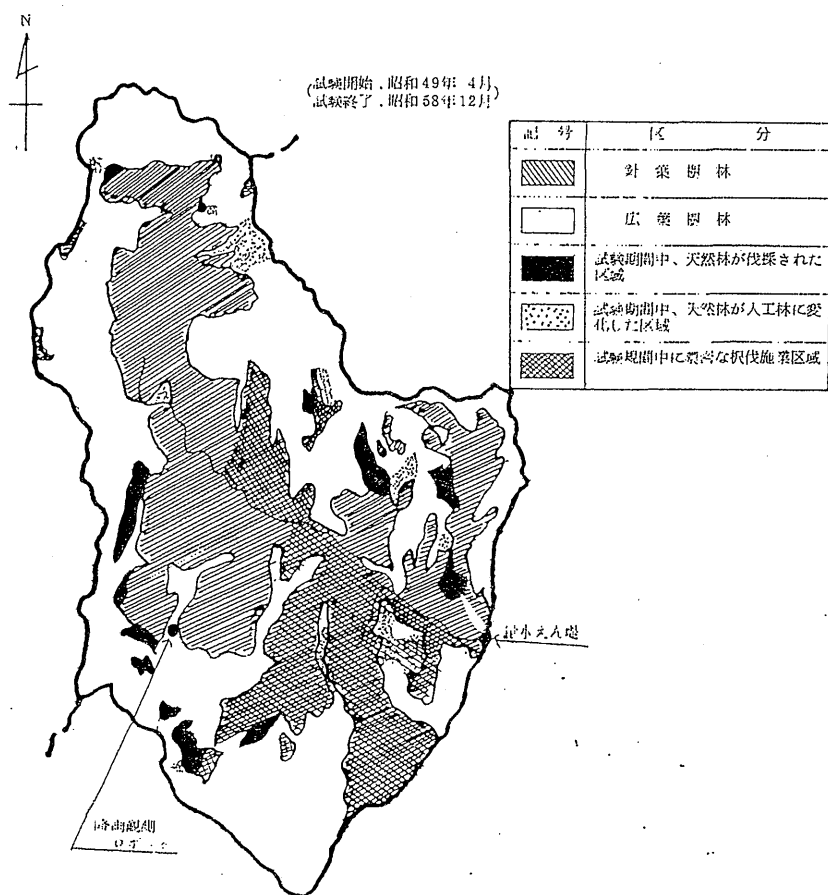
林班によって回数が異なり、多い林班で4回、平均1～2回となっている。伐採量は針葉樹材積1,700 m^3 で総伐採量の27%と少ない。またこの伐採量の44%が択伐によるものである。

伐採施業実績は表-5の如く、伐採面積は試験地面積の9%弱と少なく、伐採量もまた14%と少ない。これら年度別実績は表-6のとおりで、昭和54年が最も多く、以降減少傾向である。

植栽実績は表-7のとおりで、広葉樹伐採跡地への植栽が中心である。植栽本数はスギが6,000本/haとかなりの密植で、ヒノキは3,500本/ha植栽である。その他、広葉樹林地において、上木下にスギ直挿植栽を実施している。この植栽本数は上木の状況によって一定していない。年度別植栽実績は表-8に示すとおりで、林班10、11、14、15を除く林班、465haで実施され、昭和54、55年が最も多く、以降は他の保育事業のため減少している。試験期間終了の昭和58年までの実績は86ha、試験地全面積の15%弱、この内広葉樹林地での植栽が81%と大部分である。

このように施業内容は、伐採施業は主に広葉樹林での残存木を生立させる小面積皆伐、針葉樹林では一貫した択伐施業が行われている。植栽については、皆伐跡地、択伐跡地、枯損木等翌春の新植、補植がスギを主体とする密植と、下木植栽による複層林造成が行われている。

以上、施業実績について記したが、特に流出状況に影響すると考えられた広葉樹林での皆伐施業は残存木生立の小面積皆伐であり、針葉樹林では軽度の択伐施業であり、一方植栽は伐跡地等の密植による翌春植栽、複層林造成のための下木植栽等々、こうした施業の各年度毎の施業実績、施業内容について施業地調査、併せて記録水位からは林況変化による流出状況への影響は見られなかった。なお試験終了年までの試験地の林況変化の概略を図-4にあらわした。



降水量・流出量状況調

表-9 (年別)

年	降水量	流出量	流出比
49	3,082 mm	1,903 mm	62 %
50	3,305	1,840	56
51	4,258	3,668	86
52	2,866	2,528	88
53	3,452	2,368	69
54	2,875	2,355	82
55	4,206	2,945	70
56	3,671	2,523	69
57	2,721	1,776	65
58	3,866	2,806	73
計	34,312	24,712	72

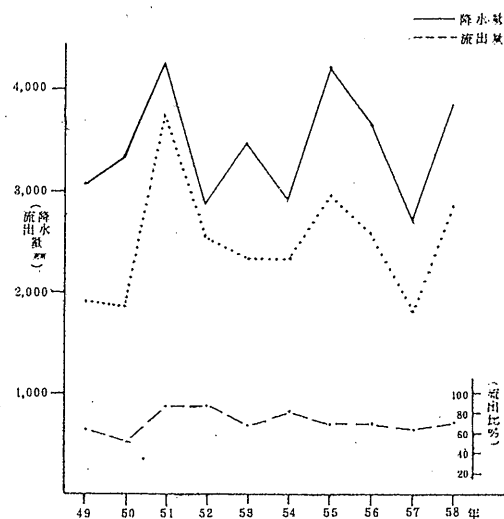


図-5 10ヶ年間、年別、
降水、流出量、流出比

表-10 (月平均)

月	降水量	流出量	流出比
1	176 mm	78 mm	44 %
2	180	104	58
3	192	177	92
4	317	274	86
5	313	260	83
6	414	240	58
7	489	325	66
8	412	281	68
9	397	291	73
10	243	206	85
11	164	130	79
12	135	106	79
計	286	206	72

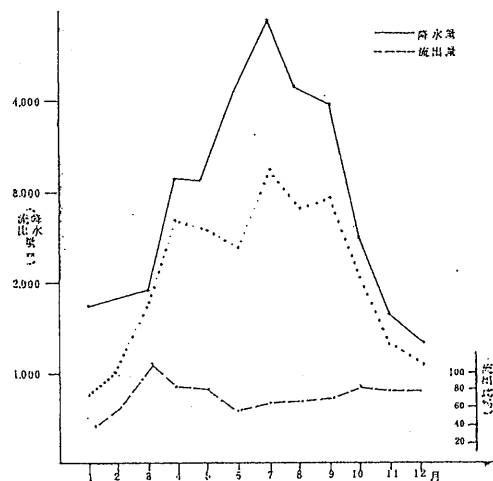


図-6 10ヶ年間、月別、
降水、流出量、流出比

3.2 降水量と流出量

林況変化が流出量に与える影響は少なく、試験開始時のまゝの流出状況が続いていると考えられる。試験地 580ha の降水量と流出量は表-9、10 と図-5、6 のとおりで、年間降水量は 3,430mm、流出量 2,470mm、流出比は 72% であった。降水量は昭和 51 年 4,260mm が最高、最低は昭和 59 年の 2,720mm、月別では月平均 286mm で、最高は 7 月の 489mm、最低は 12 月の 135mm である。また 6~9 月の 4 ヶ月間は多雨時期にあたり 400mm~490mm、平均 420mm と著しく多く、逆に 11~3 月は寡雨期にあたり 130mm~190mm と少ない。

流出比について、月別流出比は 1 月が 44% と最低で、3 月が著しく高く 93% となっている。また 1、2、6 月が 44~58% と低いのにくらべ、3、4、5、10 月は 83~93% と高い。これを四季別でみると春季 87%、夏季 64%、秋季 78%、冬季 59% と夏季が低い値となった。

10 年間の流出量を図-7 でみると、冬季間の流出量は 90~120mm 程度では一定しているが、3~5 月の春季では 200~300mm 前後で、流出量の急伸が著しく、また夏季 6~8 月は 300~400mm 前後で流出変化が激しい。この点について考察してみると、冬期間の現地は降雨量が少なく、降雪が結氷状態となっているため、直接土壌への浸透量が少なく土壌水の動きがないことにより、流出量が減少するものと考えられる。

3~5 月にかけては、降雨日数、量の漸増、気温の上昇による全地の融雪が急速に速まるため、流出量が増加するものと考えられる。

また、夏季の流出比が低いのは、雨量強度が強くなるため水位 1m 以上となり、また、量水堰堤の上流部に静水面がなくなり、自然溪流状態となるため、流速が急激に増大し、推定した流出量と、実際流出量との誤差から生じた可能性があると考えられる。

次に 6~8 月の 3 ヶ月間の流出比が 64% と低い点について考察してみると、この 3 ヶ月間の月平均降水量 440mm、流出量 280mm である。この期間の降雨は長雨、短雨何れにしても不安定であるため、流出量の変化および水位の変化が激しく、またきわめて不規則である。一方、出水時の堰の越流水は堰堤の状態から計測が甚だ困難であり、さらに堰堤背面の土砂、土石類の堆積によって流芯が一定していないこと、流速が著しく速いこと等、この降雨期間の測定条件が充分でないため、正確な流出量の把握が困難となって結果的に流出比が低くなっていると考えられる。寡雨期 12~3 月初旬にかけての流出量は、ほぼ一定の流出状況となっている。

次に 3~5 月に多く見られる、降水量に比べ流出量が多い点についてみると、冬期間の気象条件が緩み、気温、日照時間、降雨量の増等によって、全地の融雪が急速に高まり、融雪水による水位の増加が大きく影響し、その結果、流出比が高くなると考えられる。

3.3 溪流の流出状況

こゝで、試験地 580ha の溪流での流出状況を、水位毎の流出時間によって検討してみた。期間中の水位記録の範囲は、最低水位 1cm、流出量にして 0.01mm/hr から最高水位 195cm、流出量は 10.0mm/hr であった。最低水位 1cm が記録されたのは、昭和 49 年 4 月と、昭和 57 年 3 月の春季に、最高水位 195cm は昭和 51 年 9 月で、この時の降雨状況は連続 3 日間、降雨量 350mm で、この時の最大時雨量は 43mm であった。

10 年間の計測地での記録水位を水位別にその流出時間と流出量を区分してみると図-8 の状況となった。縦軸に流出時間 hr と、流出量 mm、横軸を水位 cm で示した。

この流域では、水位 13cm が 4,800 時間と最も多く、また 12~25cm までの水位時間は 43,800 時間、総流出時間の 55% にあたる。さらにこの水位帯では、各水位毎の流出時間の差が大きい。次いで、水位 26~40cm の区間は 20,400 時間、25% と急減するが、各水位毎の流出時間の差は小さい。41~70cm では 11,000 時間、13% と漸減し、71cm 以上では 2,500 時間の 4% と減少する。このことから、この溪流での流出時間が最も多い水位は 12~25cm が年間の常水位帯と考えられる。

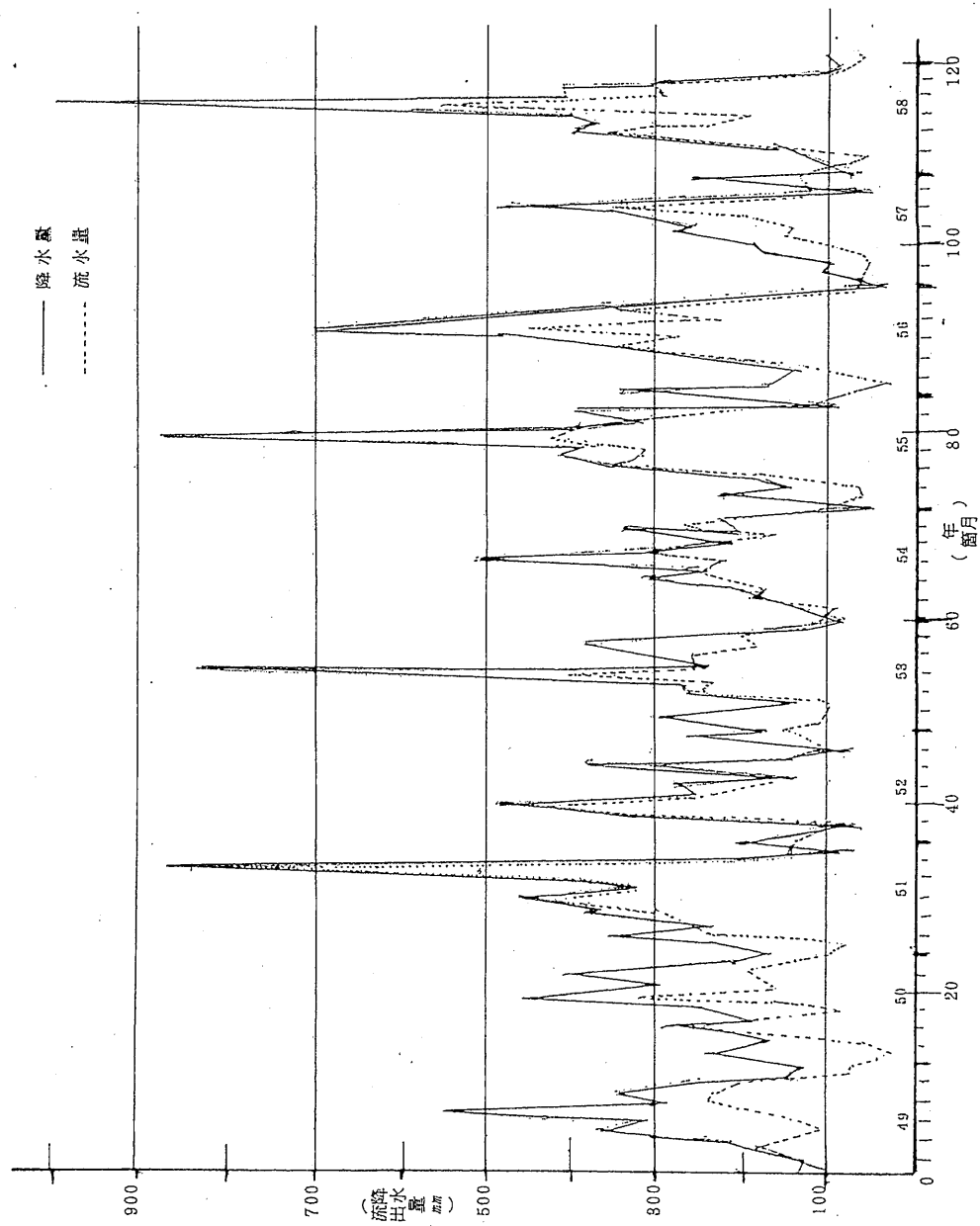


図-7 10ヶ年間の降水、流出量の経年経過

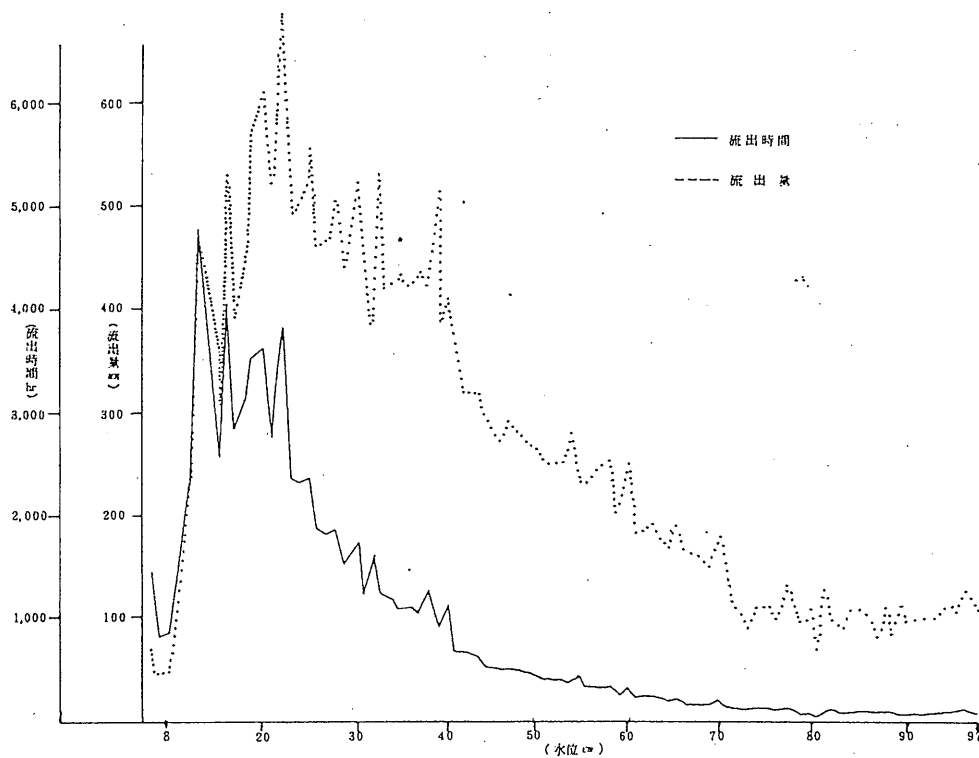


図-8 10ヶ年間の水位、流出時間別流出量 (S.49.4～S.58.12)

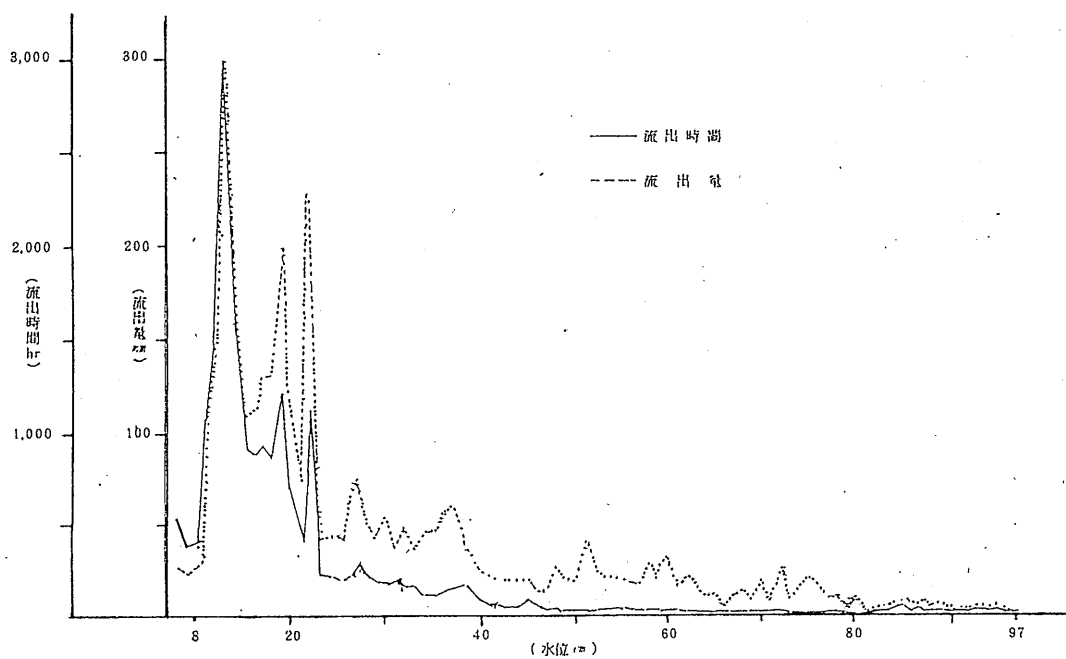


図-9 1～3月の水位、流出時間別流出量 (10年間)

また、水位 13 cm (この水位の 10 年間の流出量 480 mm) ~ 40 cm (410 mm) の流出量は 13,300 mm で、総流出量の 50%、この内水位 22 cm (761 mm) が流出量の最も多い水位である。またこの区間は融雪、梅雨期の前半期であり、水位記録から降雨量 20 mm 前後の降雨によるものと考えられる。さらに水位が 40 cm (410 mm) あたりから 65 cm (225 mm) 前後にかけての流出量は 7,100 mm で、総流出量の 30% 弱となった。この区間は、水位記録から 40 mm 前後の降雨によるもので、梅雨期後半、あるいは夏の短時間集中降雨によって生ずるものと思われる。70 mm 以上の区間は、主に台風、雷雨等の集中降雨によるものであると史料される。

さらに 1~3 月、4~6 月、7~9 月、10~12 月の 4 期別 (期間) 流出状況を夫々図-9~12 に表わした。

図-9 の 1~3 月では、水位 11~20 cm が 13,300 時間で、この期間の総流出時間の 68% で最も多く、この内 13 cm が 3,006 時間と最も多い。この期間は寒雨期における溪流の最も安定した水位と考えられる。しかし、水位 23 cm で急減し、それ以上では各水位の流出時間の差も少なく漸減する。流出量は水位 11 cm (101 mm) ~ 22 cm (229 mm) が 1,800 mm 弱、この期間総流出量の 50% と最も多く、この内水位 13 cm が 300 mm と最も多い。また水位 23 cm (44 mm) ~ 40 cm (30 mm) が 850 mm で、24%、水位 41 cm (25 mm) ~ 80 cm (11 mm) にかけては 795 mm の 20% で流出量の変動が多いが減少している。この時期は表-11 のごとく、10 mm 以下の降水量が多い。水位計の記録からも、きわめて緩やかな変化が 5~8 日の周期で見られるものの、一定水位での流出が続く。しかし、この時期の後半は融雪水による影響で、水位記録の水位差、変化周期が次第に多くなってくる。

4~6 月の時期は図-10 のとおりで、水位 17~32 cm が 10,200 時間とこの期間内総時間の 51% と多く、水位 20 cm あたりが 933 時間で最も多い。また 40 cm 以上での各水位は、変動も少なく漸減している。1~3 月に比べ、水位 30 cm あたりから 60 cm にかけての水位時間が 8,200 時間と増

表-11 10 年間の月別降水階層別日数

区分 月	月別 降水量	降水 日数	階層比	降 水 階 層 (日雨量)							摘 要
				10mm 以下	30mm 以下	50mm 以下	70mm 以下	90mm 以下	100mm 以下	100mm 以上	
1	1,764mm	222日	13%	181日	38日	2日	1日	—日	—日	—日	○総降水日数 1,744日 試験期間 総日数に 対する比 率 48%
2	1,803	167	10	125	35	5	1	—	—	1	
3	1,915	125	7	69	37	14	4	—	1	—	
4	3,168	135	8	64	46	10	6	7	—	2	
5	3,126	117	7	51	33	18	8	2	1	4	
6	4,142	146	8	65	43	12	10	8	—	8	
7	4,888	172	10	86	49	17	8	3	—	9	
8	4,120	157	9	83	40	10	10	7	—	7	
9	3,967	154	9	82	36	14	13	3	—	6	
10	2,432	96	5	50	25	6	6	8	—	1	
11	1,639	109	6	69	26	11	1	—	1	1	
12	1,343	144	8	96	33	8	2	1	4	—	
計	34,310 (286)	1,744	100	1021 58%	441	127	70	39	7	39	
					26	7	4	2	1	2	

(月平均)

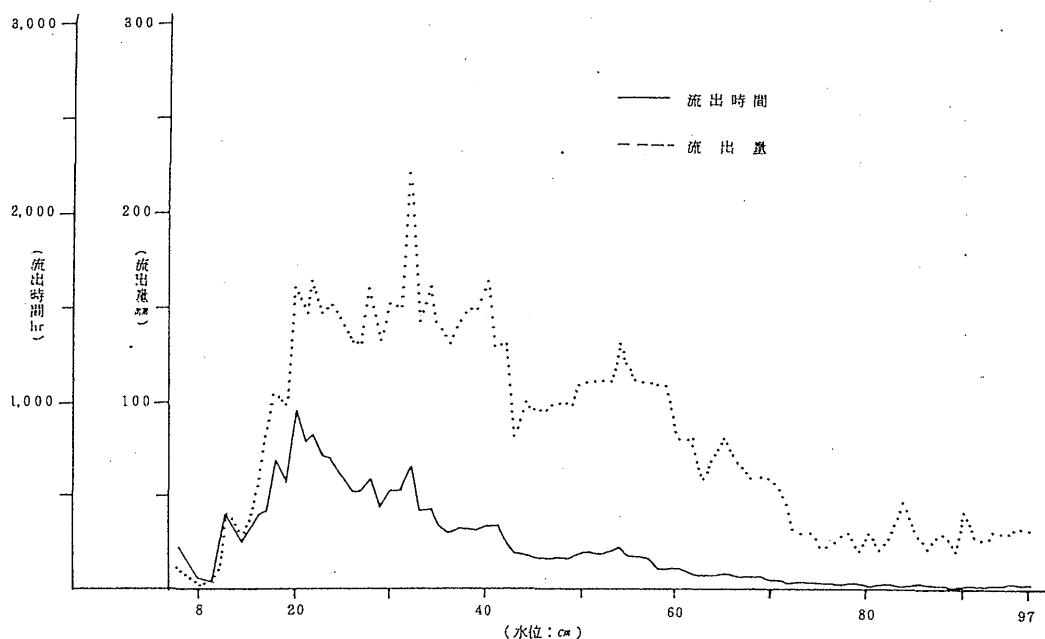


図-10 4月～6月の水位、流出時間別流出量（10年間）

加が目立つ。また、30 cm以下の低水位での各水位毎の流出時間に、差が著しく少なくなっている。このことは、時期的に流出量の増加により、溪流の流出状況がほぼ安定してきたと考えられる。

流出量については、水位20 cm（160 mm）から42 cm（127 mm）の流出量は3,400 mmで、この期間内総流出量の46%と最も多く、水位32 cmが224 mmで最高、水位45 cm（96 mm）から60 cm（107 mm）までは1,700 mm、23%、水位60 cm以上では変動が多いが減少している。

この期間は降雨状況自体に変化が生じ、特に時間雨量の差が著しく目立ち始め集中降雨の傾向が強まる。また、一方3月から引き続く融雪水による土壌水分の増加と、降雨量20 mm前後の降雨とにより流出状況も大きく変化し、この期間全体に流出量が著しく増加する。

7～9月の状況は図-11で、前期4～6月に似ている。水位20 cm～40 cmにかけて12,300 時間、この期間内の流出総時間の57%で、各水位の時間に変動が大きい。この内、水位25 cmが907 時間で最も多い。水位40 cmから70 cmで漸減する。前期4～6月と同様、50 mm以上での水位時間が著しく多くなる。（1～3月、10～12月の約7倍）。

流出量については、水位20 cm（140 mm）～40 cm（217 mm）が3,500 mmで、総流出量の42%と多く、この内水位30 cmが243 mmと最高。また、水位41 cm（174 mm）～70 cm（98 mm）では3,000 mm、35%とやや少なくなっている。しかし、この時期では水位40 cm以上での流出量は他の時期にくらべ著しく多い。

この時期は降水階級が10 mm～100 mm以上（100 mm以上は総降水日数の1%）と幅があり、前期4～6月と同じように20～30 mm前後の降雨が主である。しかし、この期間は台風、雷雨等の短時間集中降雨等々、降雨量、雨量強度とも特異な状況が多い。このため流出量の変化が激しく、水位計記録からも、水位帯によっては大きな変動が見られるが、総体的にはこの時期の流出量は他の時期にくらべ、水位毎の差が少ない。

10～12月の時期は図-12で、1～3月の時期に似る。水位は13～22 mmにかけて12,400 時間、この期間内流出総時間の59%と多く、この内16 cmが2,113 時間と最も多い。水位23 cm～30

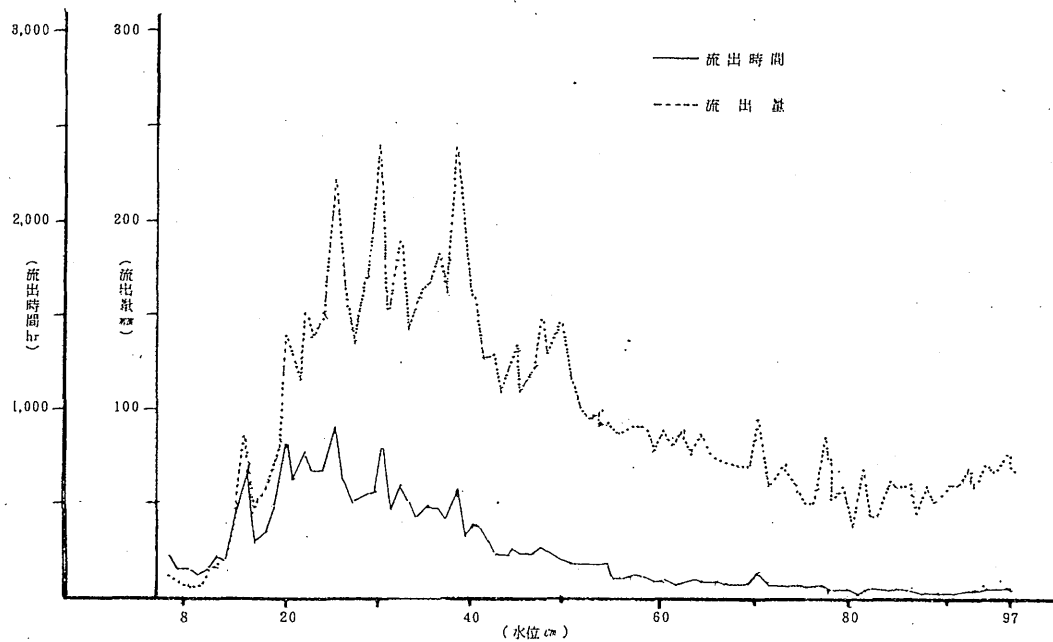


図-11 7月～9月の水位、流出時間別流出量（10年間）

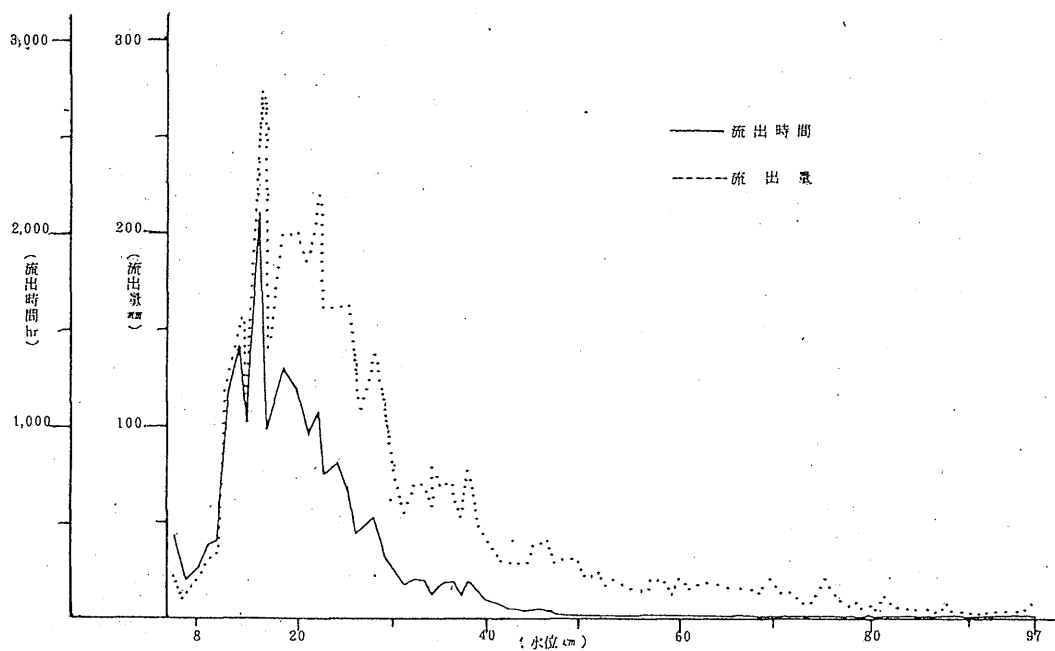


図-12 10月～12月の水位、流出時間別（10年間）

cmにかけては4,255時間、19%と急減し、また、水位40cm以上では各水位間の時間差は殆んど見られず減少する。

流出量は水位14cm(172mm)から28cm(136mm)が2,500mm、この期間内流出量の52%と最も多く、この内16cmが281mmと最高。水位29cm(71mm)から42cm(32mm)にかけては860mm、19%と急減し、45cm以上は小さきみに増減を繰り返し漸減する。この期間は降雨期から寡雨期に変わる時期であり、降雨量は10mm前後が主であり、また水位計記録も、11月中旬頃から水位の変動が少なくなり、減少傾向はほぼ5~10日の周期で3cm程度低下し、12月中旬頃から水位13cm~16cm間での変動が多い。降雨量の減少による流出量の減となって、冬期間の低水位時間の多い偏よった流出状況となる。この時期と、1~3月は低水位での増減変動が盛んとなる。この4期別の各水位、流出量の状況をまとめてみると表-12となった。以上が溪流での4期別水位、流出量の状況である。

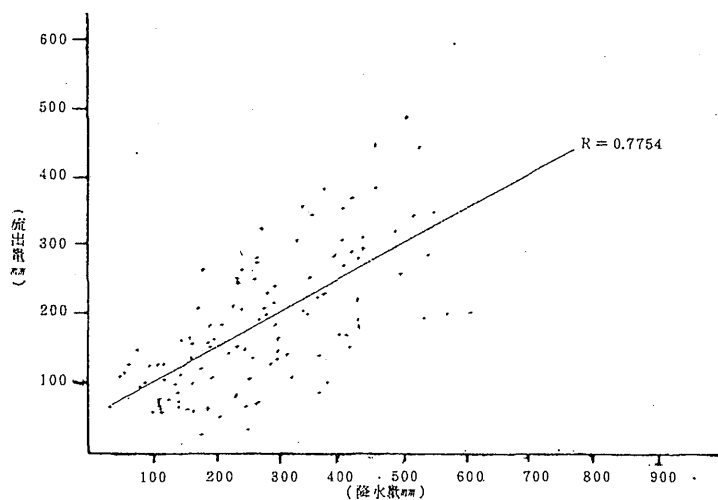


図-13 10年間の月別降水量と流出量

こゝで、10年間の月別降水量と流出量の関係は図-13に示すごとく、相関係数0.7754回帰直線 $Y = 28.72 + 0.555X$ である。

次に、溪流での降雨状況によって生ずる流出状況変化のうち、具体的に把握されやすいと思われる下記項目について、降雨量との相関関係を検討した。

- イ. 最高水位(cm) : 抽出した連続降雨による最高水位
- ロ. 水位増加時間(Hr) : 抽出した連続降雨により、水位が増加している時間である。ただし、抽出した連続降雨の次の降雨によって、連続降雨以前の水位に戻らない場合には、次の降雨による水位増加のある直前までの時間とした。
- ハ. 流出量(mm) : 抽出した各連続降雨毎の水位増加時間内に流出した流出量。
- ニ. 降雨量は、各抽出した連続降雨量。
- ホ. 総降雨量は、連続降雨量と連続降雨前7日間の降雨量の合計。

上記項目の資料は、10年間の4~11月までの8ヶ月間の内、連続降雨量20~200mmのもので、連続降雨による水位の増加が次の降雨による影響が少ないものを抽出した。また、連続降雨前7日間の降雨量を対象としたのは、降雨量との間に少なくとも土壌(水)に与えている影響が考えられ、流出状況に影響すると考えられるためである。

次に、抽出した連続降雨の内容を(一)降雨量、(二)総降雨量に区分し、また、区分した(一)、(二)の夫々について、降雨階級を50mm以上、50mm以下とし、この降雨階級別の降雨時間を夫々、24

時間以内降雨のものと、24時間以上降雨のものと区分し検討してみた。

その結果、検討項目は表-13の内容であった。降雨量と水位増加時間、流出量では相関係数が約0.4~0.8とわずかに高い傾向であるが、他は相関が低かった。

相関係数がわずかに高い降雨量と水位増加時間についてみると、降雨量20mmでは水位増加時間は1~13時間、40mmでは11~123時間、60mmで26~150時間、80mmで38~166時間、150mmで37~196時間、200mmでは107~414時間であった。

降雨量と流出量については、降雨量20mmでは流出量4~8mm、40mmで2~40mm、60mmで10~57mm、80mmで13~68mm、100mmで17~104mm、150mmで18~93mm、200mmでは30~146mmであった。降雨状況と流出状況の相関関係は何れも低い結果となったが、このことは、降雨から流出までの過程は土壌を通して生ずるものであるため、この過程における複雑な条件、因子の組合せは極めて難かしいと考えざるを得ない。

ま と め

1. 試験地580haにおける植栽、伐採施業による林況変化にともなう流出状況変化は、試験開始から終了時まで変化が認められなかった。これは、最も流出状況に影響を与える皆伐施業実績が年平均5ha(10年間伐採面積51ha)、試験地面積の9%と極めて少なかったこと。そして施業方法も残存木生立の伐採であり(残存率20%)、また、さして流出状況に影響が少ないと考えられる択伐は、択伐率年平均10~20%と低く、植栽については、複層林施業による下木植栽、皆伐跡地等への翌春におけるヒノキha当たり3,500本の植栽、スギ(主に磐丸太材生産のため)ha当たり4,500本の密植等々、きわめて集約された施業は、逆に林地保全につながった結果と考える。
2. 試験地での年降水量に対する流出比は平均72%、融雪期の3~4月の流出比88%と最も高く、そして1月は44%と最も低い。一方、多雨時期である6~7月が62%で降雨量にくらべ流出量が少なく、また、11~12月は79%と高い結果となった。

四季別流出比は春季(3~5月)が87%と最も高く、冬季(12~2月)は59%と最も低く、夏季(6~8月)64%、秋季(9~11月)は78%と夏季が低い。

また、特に寡雨期間の1、3月については、1月の降水量176mm、流出量78mmにくらべ、3月での降水量191mm、流出量は177mmで、降水量にくらべ3月の流出量は約2.3倍と多い。これは気温の変化により融雪が次第に活潑となるため、融雪水の影響によるものと考えられる。

3. 試験地での水位別で流出時間の最も多い水位は13cm(流出量0.10mm/hr)で4,800時間、13cm(0.09mm/hr)~25cm(0.24mm/hr)間は流出時間が多く、43,000時間で、総流出時間の50%となり、40cm(0.45mm/hr)以上では13,500時間、16%と急減する。また、流出量は水位13cm~40cmが13,300mmで、総流出量の54%と最も多い区間であり、水位22cmが761mmと流出量が最も多い。

また4期別期間の違いについては表-12の内容となった。

4. 降雨状況と流出状況の関係については、降雨量50mm未満と、以上の2区分について、降水量による流出状況変化のうち、最も関係が大きいと考えられた最高水位、水位増加時間、流出量について、夫々相関関係を検討したが、相関係数は何れも低い結果となった。

以上、奥地水源流域の森林が、施業による林況変化によって、降水と流出状況の関係がどのように変化するか、その実態を調査、検討したが、試験地580haでの施業状況は先に述べた通り、伐採において最も影響が大きいと考えられた皆伐施業は10年間で51ha(年平均伐採面積5ha)、試験地の9%弱と著しく少なく、また、植栽は、スギha当たり4,500本、(ヒノキha当たり3,500本)とかな

りの密植であり、さらに、複層林施業であるため、上木下に下木植栽等々、きわめて集約された施業は、より林地の保全につながり、結果的に試験開始から終了までの10年間の林況変化による降水と

表-12 水位別の流出時間と流出量

区分 期間	流 出 時 間			流 出 量			摘 要
	流出時間の多い水位 ①	①の流出時間	時間※ 比率	流出量の多い水位 ②	②の流出量	流出※ 比率	
1～3月	11～20(13) ^{cm}	13,300 hr	68 %	11～22(13) ^{cm}	1,800 mm	50 %	寡雨・融雪期
4～6月	17～32(20)	10,200	51	20～42(32)	3,400	46	降雨期(長雨前期)
7～9月	20～40(26)	12,300	57	20～40(30)	3,500	42	“(長雨後期) 台風
10～12月	13～22(16)	12,400	70	14～28(16)	2,700	52	降雨・寡雨期
全 体	12～25(18)	43,700	53	13～40(22)	13,300	55	

※ 時間比率は各時期(期間)の水位8～97 cmまでの水位時間合計に対する比率。

流出比率は各時期(期間)の水位8～97 cmまでの流出量合計に対する比率。

()は流出時間の最も多い水位。 流出量の最も多い水位。

表-13 降雨量と流出状況の相関係数

区分	降雨 階級	項目 降雨時間	最 高 水 位	水位増加時間	流 出 量	摘 要
(一) 降 雨 量	50mm 以下	24時間以内	0.1943	0.5815	0.5600	件数 50
		24時間以上	0.2712	0.5064	0.3753	26
	50mm 以上	“ “	-0.0191	0.5177	0.5585	16
		“ “	0.3921	0.4647	0.8237	40
(二) 総 降 雨 量	50mm 以下	24時間以内	0.2940	-0.1510	0.2420	50
		24時間以上	0.2687	0.0330	0.0650	26
	50mm 以上	“ “	0.0756	0.3704	0.6090	16
		“ “	0.3315	0.1730	0.0944	40

流出状況については変化が見られず、試験地では年間降水量3,430mmに対する年間流出量2,470mm流出比72%の結果となった。

引 用 文 献

- 1) 岐阜県：適地適木調査報告・第4号。
- 2) 小川元：水理学。共立出版社。1977
- 3) 水資源開発公社岩尾ダム管理事務所：降雨量観測記録。(昭和52年4月～58年12月)
- 4) 建設省木曽川上流工事事務所：降雨量観測記録。(昭和49年4月～52年3月)
- 5) 岐阜県地方気象台：岐阜県気象月報。

