

山地小流域の流出機構 (X)

一流出の一様性の比較

森林総研九州支所 竹下 幸・清水 晃
宮縁 育夫

1. まえがき

去川理水試験地²⁾の植栽後と有林期及び部分伐採後の日流出量から、流出の一様性について検討を加えた。

試験方法

降雨時に増水が少なく、無降雨時にも安定した流出を見ることが水利上極めて重要である。このような性質を一様性と呼べば、流出の一様性は、年平均日流量のまわりの各日流量の散布の程度で示される³⁾。期間を1水年とし、この間の平均日流量に対する各日の日流出量の差dを求め、その二乗の和を総日数nで除して平方に開いた値 $Sr = \sqrt{\sum d^2 / n}$ (n = 365~366)

すなわち、標準偏差を日流量の一様性の比較指標として用いた。降雨も同様に無降雨日は0とし日雨量の標準偏差Spを求めた。なお、日流出量のSrは流出量散布度、日降雨量のSpは降雨量散布度と呼ぶことにする。

蒸発散量は、蒸発散の為に利用されるエネルギー量によってその上限が決まり、土壌水分の過不足によって蒸発散位に対する実蒸発散量の比率がほぼ決まる。日本のような湿潤気候地域では、蒸発散量は正味の放射量の関数と考えて差支えない。正味放射量の年変動は、降水量の年変動よりもはるかに安定しているから、各点が45°の線にほぼ平行な帯状域に分布するものほど降雨量(P)と流出量(R)の精度が高いとみることができる⁴⁾。なお、I、III号沢の皆伐は昭和40~41年に実施し、植栽は42年に行った。II号沢の部分伐採は沢沿いを中心に57年に実施し、植栽は行っていない。

3. 結果および考察

25カ年間の水収支計算の結果、平均年降水量は2939mm、各沢の平均年流出量はI号沢で1884、II号沢では1823、最も多いIII号沢でも1956mmで、3流域間の差は133mmと少ないものであった。また、平均年流出率も61~66%となりその差は小さい。これに対し雨量は最も少ない年の2026、最も多い年では4037mmとなっており、その差は2倍にも達し年変動はかなり大きい。前述の試験方法に従い一様性を検討するために標準偏

差を求め、降雨の変動を消去するために降雨量の散布度(Sp)で流出量の散布度(Sr)を除すと、表-1の(Sr/Sp)値のようになる。これを使って、対照流域であるII号流域の散布度に対する、I、III号流域の変化を図化したものが図-1である。植栽後1年目は平均年雨量2939mmに比べ800mm強も少ない寡雨の年であったが、流出量の散布度比はI、III号沢とも1.2付近から1.2強にも達した。その後2カ年は観測期間内でも少ないほうから2番目と3番目のそれぞれ2227mm、2378mmの雨量であったが、散布度比は1.1以上にも達した。それ以降の年でもII号沢の変動は、I、III号沢の変動に比較すると各年で小さい。すなわち、流出の標準化機能は皆伐処理直後に最も大きく低下し、その後4~5年は標準化機能は低下したまま推移する。

年流出率の妥当性を吟味するために降水量・流出量・蒸発散量を水収支的にクロスチェックして図に示すと、図2~4の様になる。図は、流出量(R)を縦軸に、降水量(P)を横軸にとり、両者の差で表される蒸発散量(損失量)を45°の傾斜を持つ実線で表した。この図の点線は年流出率を表し、図中の各点はPとRの各年の値である。本試験地では皆伐後直ちに植栽(I、III号沢)を行ったので、植生の成長を考慮して5カ年を1単位に区分けし、前述の基準から吟味する。I号沢皆伐後5カ年(黒●印)は、他の年のプロットよりも流出率の高い位置にあり45°線のほぼ平行帯状域に分布している。その後6~15年(白○と白□印)では黒●の蒸発散量700mmよりも約300mm多い1000mm域に移動して45°傾斜帯状域に分布する。更に、その後の16~25年(黒■黒▲印)では蒸発散量1200mmに移動して45°傾斜帯状域に分布する。このことは植生の成長とともに蒸発散量が大きく増加したことを示したものと考えられる。III号沢でもI号沢と同じ傾向を示しているが、皆伐後5カ年の蒸発散量は600mmでI号沢よりも約100mm少ない帯状分布域にある。その後6~15年(白○と白□印)では蒸発散量が900mm台に増加し、更に、16~25年(黒■黒▲印)では1100~1200mm台に増加している。この様に、流域を皆伐し直ちに植林した場合でも、皆伐直後から約5カ年は流域

の蒸発散量変動への影響は大きいものと考えられる。Ⅱ号沢部分伐採後の57～61年(黒■)は、1カ年がやや離れるが4点はほぼ45°の帯状域に分布している。また、部分伐採前52～56年(□印)も1カ年を除くとほぼ45°傾斜の帯状域に分布している。この両者の差はほとんどないので、部分伐採が流出に与える影響は

少ないと思われる。

4. 引用文献

- (1) 市川正巳：水文学の基礎 pp.1～310
- (2) 九州支場防災研：林試研報第317号 pp.147～190
- (3) 中野秀章：林試研報第44号 pp.1～70

表-1 日平均雨量, 日平均流出量と標準偏差 (Sp・Sr) 及びSr/Sp

年別	降雨量の散布度		流出量 (mm) の散布度				Sr/Spの値				
	日平均雨量 mm	Sp	Ⅱ号沢 日平均 流出量	Sr	I号沢 日平均 流出量	Sr	Ⅲ号沢 日平均 流出量	Sr	Ⅱ号沢	I号沢	Ⅲ号沢
42	5.81	14.514	3.13	5.840	3.87	7.416	3.72	6.952	0.402	0.511	0.479
43	6.91	20.049	4.12	12.580	4.54	14.437	4.63	14.120	0.627	0.720	0.704
44	6.51	19.245	3.78	11.011	4.33	12.427	4.62	12.721	0.572	0.646	0.661
45	7.84	18.669	5.46	10.383	5.91	12.001	6.54	12.411	0.556	0.643	0.665
46	8.86	30.688	6.44	20.719	6.89	22.729	7.22	22.584	0.675	0.741	0.736
47	11.03	26.745	7.47	16.402	7.46	17.046	8.32	17.592	0.613	0.637	0.658
48	6.90	15.041	3.46	4.467	3.99	5.306	4.11	5.549	0.297	0.353	0.369
49	6.35	16.383	2.60	5.458	3.19	5.932	3.23	5.755	0.333	0.362	0.351
50	8.32	17.115	4.82	6.910	5.49	8.776	5.53	8.301	0.404	0.513	0.485
51	8.75	22.810	5.89	16.146	5.76	17.137	6.52	18.013	0.708	0.751	0.790
52	7.96	19.039	4.64	8.491	4.11	8.979	5.11	9.723	0.446	0.471	0.511
53	6.45	17.688	3.38	7.900	3.51	9.685	3.94	9.851	0.447	0.548	0.557
54	9.70	30.072	6.29	15.863	6.53	18.496	6.98	19.343	0.527	0.615	0.643
55	9.30	25.267	6.91	15.015	6.89	17.461	6.58	14.509	0.594	0.691	0.570
56	5.55	13.572	2.62	3.879	2.84	4.834	2.56	4.191	0.285	0.356	0.309
57	8.10	24.690	5.15	14.123	4.55	14.186	5.22	16.316	0.572	0.575	0.661
58	9.34	22.125	6.15	10.720	6.03	11.932	6.35	12.315	0.485	0.539	0.557
59	7.73	22.844	4.87	21.889	4.24	12.915	4.33	12.915	0.958	0.565	0.578
60	9.12	23.171	5.41	11.469	5.35	11.994	5.84	13.547	0.495	0.518	0.585
61	6.73	16.797	3.83	5.920	3.85	6.777	3.54	6.299	0.352	0.403	0.375
62	9.72	23.953	6.51	12.885	6.14	14.168	6.16	14.174	0.538	0.591	0.592
63	7.19	18.373	4.26	7.306	3.99	7.753	4.07	7.851	0.398	0.422	0.427
1	9.82	26.582	6.29	14.338	6.25	15.941	6.73	16.381	0.539	0.600	0.616
2	10.06	31.165	6.14	19.621	6.93	25.437	6.50	21.044	0.639	0.816	0.675
3	8.73	22.601	5.09	9.061	5.85	11.174	5.60	11.101	0.401	0.494	0.491
平均	8.08	21.568	4.99	11.548	5.14	12.597	5.36	12.550	0.515	0.563	0.562
				*(4.734)	10.738)				*(0.499)		
				*(5.370)	12.703)				*(0.538)		

*) 上の値は部分伐採前, 下は部分伐採後

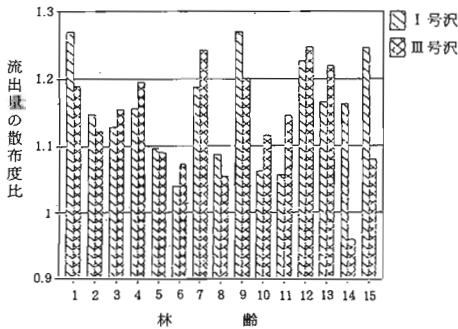


図-1 Ⅱ号沢に対するⅠおよびⅢ号沢の流出量の散布度比

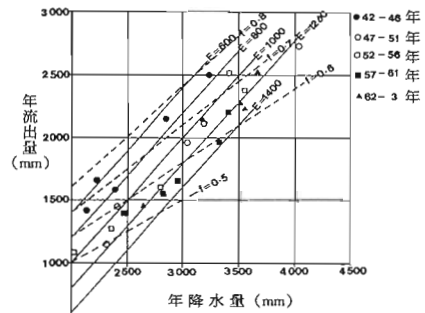


図-2 Ⅰ号沢の年平均水収支

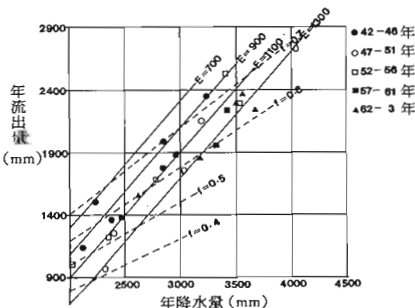


図-3 Ⅱ号沢の年平均水収支

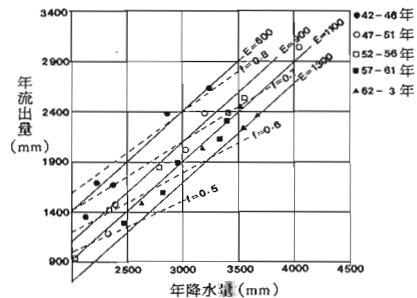


図-4 Ⅲ号沢の年平均水収支