

拡水井浸透量調査表

年月日	水 位									拡水 浸透量	注水量 累 計
	実験開 始水位	5分後	10分後	20分後	30分後	40分後	50分後	60分後	差		
36. 6. 6	3.59	3.40	3.21	2.88	2.57	2.31	2.07	1.83	1.68	5.27	9,315
6.12	7.64	7.47	7.29	7.03	6.72	6.45	6.18	5.96	1.68	5.27	
6.17	8.30	8.02	7.88	7.59	7.28	7.00	6.71	6.50	1.80	5.65	
6.29	8.49	8.32	8.16	7.85	7.56	7.29	7.03	6.79	1.70	5.34	
36. 7. 5	11.08	10.93	10.77	10.42	10.10	9.80	9.52	9.24	1.84	5.77	15,281
7.17	11.12	9.86	9.68	9.30	8.92	8.60	8.30	8.01	2.11	6.63	
7.22	11.00	10.82	10.63	10.26	9.91	9.60	9.27	8.97	2.07	6.50	
36. 8. 3	12.46	12.32	12.10	11.69	11.35	10.98	10.63	10.30	2.16	6.78	21,459
8. 9	12.00	11.85	11.66	11.32	11.00	10.66	10.36	10.05	1.95	6.12	
8.15	12.52	12.36	12.20	11.77	11.42	11.08	10.76	10.44	2.08	6.53	
8.21	12.30	12.13	11.92	11.56	11.19	10.85	10.50	10.17	2.13	6.69	
8.26	12.18	11.95	11.76	11.38	11.01	10.67	10.35	10.03	2.15	6.75	
36. 9. 1	10.84	10.67	10.52	10.20	9.89	9.61	9.33	9.05	1.79	5.62	26,524
9. 7	8.77	8.64	8.53	8.30	8.09	7.90	7.70	7.51	1.26	3.96	
9.13	5.18	5.15	5.12	5.04	4.96	4.88	4.79	4.70	0.48	1.51	
9.19	12.88	12.68	12.49	12.11	11.75	11.40	11.06	10.73	2.15	6.75	
9.25	12.96	12.74	12.74	12.15	11.79	11.43	11.07	10.74	2.22	6.97	
9.30	12.68	12.49	12.49	11.92	11.56	11.21	10.88	10.55	2.13	6.69	
36.10. 3	13.16	12.94	12.73	12.34	11.93	11.56	11.20	10.84	2.32	7.28	32,047
10. 6	10.62	10.48	10.32	10.01	9.71	9.42	9.14	8.87	1.75	5.50	
10.12	12.06	11.89	11.72	11.38	11.07	10.77	10.47	10.18	1.88	5.90	
10.18	9.70	9.59	9.45	9.18	8.92	8.67	8.42	8.20	1.50	4.71	
10.24	9.89	9.78	9.65	9.50	9.15	8.89	8.65	8.46	1.43	4.49	
10.30	12.83	12.60	12.43	12.05	11.64	11.35	11.00	10.68	2.15	6.75	

この表の通り、拡水浸透量は一時間当たり  $3\text{m}^3 \sim 7\text{m}^3$  であり、実験開始時の水位が高い場合の浸透量が一般に大きい。

なお、実験開始以来10月末までに  $32,047\text{m}^3$  を注水し地下に拡水しているが、地下水の涌水地点は現在は発見されない。

考 察

阿蘇カルデラ地域は、白川流域の水源地域であり、

森林地帯は山麓だけで中腹から頂上にかけては殆んど草原或は不毛地である。しかも、阿蘇山系の表土は、不透水性の火山灰特殊土壌で覆われ、山貌は無数の小溪流により形成されて居り、常時は全く流水がないが50mm程度の降水時には、たちまち地表水が集まり野溪の侵蝕作用が促進され山地荒廃の原因となつて居るので、山地の荒廃を防止すると共にその貯水機能を活用するため、降水を山地に於てコントロールする方法につき、更に調査研究を進めて行く予定である。

68. 樹冠保留雨量の解析

九大農学部 熊谷才藏

ある時点  $t$  における樹冠保留雨量  $\phi(t)$  とは、この時点において樹冠上に抑止されている雨量をいう。雨の強度  $r$  を一定とすれば、樹冠保留量は、降り始めか

ら時間の経過とともに増加し、ある値  $\phi_0$  に達すれば滴下が始まる。

しかし、保留量はその後も増加を続け、ついに最大

値  $\varphi_{max}$  に到達する。これから後は、雨が続く限りその値を維持するが、もし雨が突然やむば、その時から保留量は減少を始め、ある値  $\varphi_1$  に達して滴下はやむ。この滴下がやむ時の保留量は、外界から受ける機械的刺激の強弱によつて異なるが、それには上限および下限がある。上限は刺激皆無の時の値であり、下限は如何に強い刺激を与えても滴下しえない保留量の最大値である。

$\varphi$  の時間に伴う変化については、武田教授の研究〔1〕があるが、ここでは次のような関係式が成立するものとする。

$$d\varphi/dt = \alpha\gamma - \delta \quad 0 \leq \varphi \leq \varphi_0 \quad (1)$$

ただし、 $\alpha$  は定数、また  $\delta$  は蒸発率を表わし、一般に時間の関数である。

$$d\varphi/dt = \alpha\gamma - m(\varphi - \varphi_0) - \delta \quad \varphi_0 \leq \varphi \leq \varphi_1 \quad (2)$$

$$d\varphi/dt = \alpha\gamma - \{k + n(\varphi - \varphi_1)\} - \delta \quad \varphi_1 \leq \varphi \leq \varphi_{max} \quad (3)$$

ここに  $m, k, n$  はいずれも  $r$  の関数で、風その他の外界からの刺激がなければ、 $r=0$  の時  $m=0, k=0$  である。

次に上の諸式を実測例に適用してみよう。

表は Grah and Wilson〔2〕が *Baccha is pilularis* を用いて行つた室内実験の資料によつたものである。

樹 冠 保 留 雨 量

(1) 時 間	(2) 実 測 値	(3) 計 算 値	(4) (2) - (3)	(5) 計 算 値	(6) (2) - (5)	備 考
1	18.0	21.0	- 3.0			実測値はグラフから読みとつた値である $\varphi_0 = 35.0$ (計算値)
2	42.5	42.0	0.5			
3	59.4	59.9	- 0.5			
4	74.2	74.6	- 0.4			
5	88.0	86.7	- 1.3			
6	96.8	96.8	0.0			
7	105.8	105.0	0.8			
8	111.4	111.8	- 0.4			
9	117.7	117.7	0.0	117.7	0.0	
10	123.8	123.5	0.3	123.3	0.5	
11	127.8	128.3	0.5	128.3	- 0.5	$\varphi_1 = 113.6$ (実測値)
12	132.8	132.4	0.4	132.6	0.2	
13	135.4	135.9	- 0.5	136.4	- 1.0	
14	139.5	138.9	- 0.4	139.7	- 0.2	
16	146.5	146.5	0.0	145.2	1.3	
18	151.0	150.6	- 0.4	149.5	1.5	
20	153.4	153.7	- 0.3	152.8	0.6	
22	155.9	156.0	- 0.1	155.3	0.6	
25	157.7	158.5	- 0.8	158.0	- 0.3	
30	162.0	160.8	1.2	160.8	1.2	
34	162.0	161.8	0.2	162.0	0.0	雨やむ。 $\varphi_{max} = 162.0$ (実測値)
35	143.8	144.0	- 0.2			
36	137.0	136.5	0.5			
37	131.4	130.8	0.6			
38	126.4	126.4	0.0			
39	123.3	123.1	0.2			
40	120.6	120.5	0.1			
41	116.6	118.5	- 1.9			
43	114.0	115.8	- 1.8			

この例では、 $\gamma$  は一定で 29.4 g/min であつた。測定値の最初の部分を参照して  $\alpha\gamma = 21.5$  g/min とした。すなわち  $\alpha = 0.73$  である。また類似の材料に

ついでの実測値から、(1), (2) および雨がやんだ後の(3)では  $\delta = 0.5$  g/min と取つた。したがつて(1)は

$$d\varphi/dt = (21.5 - 0.5) = 21.0$$

$\varphi(0)=0$  とすれば,  $\varphi(t)=21.0t$ .

次に  $\alpha\gamma=21.5$ ,  $\delta=0.5$  を用いて, 降雨中の測定値から  $m$ ,  $\varphi_0$  を求めた結果  $m=0.193$ ,  $\varphi_0=35.0$  を得た. そこで (2) は

$$d\varphi/dt=21.5-0.193(\varphi-35.0)-0.5=27.8-0.193\varphi$$
 これから  $\varphi(2)=42.0$  として

$$\varphi(t)=143.8-101.8e^{-0.193(t-2)}$$

以上の式で計算した  $\varphi$  の値は, 表の(3)欄に記入した. 次に同じく降雨中の測定値から,  $n=0.130$ ,  $k+\delta=15.0$  を得た. そこで (3) は

$$d\varphi/dt=21.5-0.130(\varphi-113.6)-15.0 \\ =-0.130\varphi+21.3$$

これを  $\varphi(9)=117.7$  として積分すれば

$$\varphi(t)=163.8-46.1e^{-0.130(t-9)}$$

この式で計算した  $\varphi$  の値は (5) 欄に記入してあるが,  $t=16$  附近から残差の絶対値がやや増すので,

$9 \leq t \leq 14$ ,  $16 \leq t \leq 30$  の両区間について, 別々に定数を決定すると, 前者では  $n=0.167$ ,  $k+\delta=14.6$ , したがって  $\varphi(9)=117.7$  とすれば

$$\varphi(t)=155.1-37.4e^{-0.167(t-9)}$$

後者では  $n=0.142$ ,  $k+\delta=14.4$  となり,  $\varphi(16)=146.5$  として

$$\varphi(t)=163.1-16.6e^{-0.142(t-16)}$$

が得られた. これらの式で計算した  $\varphi$  の値は (3) 欄に記入したが, 残差の自乗和は前より著しく小さくなる.

降雨が止んだ後の (3) は

$$d\varphi/dt=-n(\varphi-\varphi_1)-\delta \quad \varphi_1 \leq \varphi \leq \varphi_{max}$$

ここに  $\varphi_1=113.6$ ,  $\delta=0.5$  とすれば  $34 \leq t \leq 35$  の区間で  $n=0.450$  が得られる. したがって

$$d\varphi/dt=-0.450(\varphi-113.6)-0.5 \quad 34 \leq t \leq 35$$

$\varphi(34)=162$  として積分すれば

$$\varphi(t)=49.6e^{-0.450(t-34)}+112.4$$

また  $t=35$  以後については,  $n=0.262$ ,  $\delta=0.5$  が得られ

$$d\varphi/dt=-0.262(\varphi-113.6)-0.5$$

$\varphi(35)=143.8$  とすれば

$$\varphi(t)=31.6e^{-0.262(t-35)}+112.2$$

上の2式で計算した  $\varphi$  の値は (3) 欄に記入した.

降雨がやんだ後,  $n$  の変化が見られるのは,  $\varphi=140$  附近であるが, 降雨中の  $n$  の変化もやはり同じ値の近くで起っている. なお, 降雨中の  $k+\delta$  を  $k$  と  $\delta$  とに分離することはできないが, 滴下率+蒸発率すなわち  $n(\varphi-\varphi_1)+k+\delta$  を計算してみると, 同じ  $\varphi$  の値に対し, 降雨中の雨後より大きい. 降雨中は雨後に比し, 蒸発率は恐らく小さかつたであろうから, 上の事実は, 同じ  $\varphi$  の時滴下率は降雨中が雨後より大きかつ事を示している.

#### 参 考 文 献

- [1] 武田京一: 林地雨量について. 気象集誌, 29, 199—212 (1951).
- [2] Grah, Rudolf F., and Carl C. Wilson: Some Components of Rainfall Interception. Journ. Forestry, 42, 890—898 (1944).