

## 林分の水分収支に関する研究(3) : 雨量-生長量関係 の解析・粕屋演習林の資料から

中村, 義司  
九州大学農学部

佐藤, 敬二  
九州大学農学部

<https://doi.org/10.15017/15858>

---

出版情報 : 演習林集報. 17, pp.51-58, 1962-12-05. Kyushu University Forests  
バージョン :  
権利関係 :

# 林分の水分収支に関する研究 (3)

雨量—生長量関係の解析・粕屋演習林の資料から

中村 義司・佐藤 敬二

Yoshiji NAKAMURA and Keiji SATO:  
Studies on the Water Economy of Forest (3)  
The Relationship between Tree Growth and Precipitation

## 目 次

- |          |           |
|----------|-----------|
| I. 緒 言   | IV. 結果及考察 |
| II. 解析方法 | V. 摘 要    |
| III. 資 料 |           |

参 考 文 献

Résumé

## I. 緒 言

植物の生長に關与する環境因子を時間を考慮して分類した場合、ある種の変動を伴うものと、不変なものに大別できる。前者、すなわち可変な環境因子とは、温度、雨量等といった気象因子であり、後者、すなわち不変な環境因子とは、土壤や地理的条件である。換言すれば、不変因子は植物の一生涯を通じて、まったく同じ割合で生長に關与するが、雨量や気温はその時々の変動の大きさにしたがって植物の生長に影響している。このことは生育期間中の気温や水分条件が、植物の生長組織や形成層の活動と密接に關係しているためであるが、このむすびつきの強さは生育期間のある時期によって異なっていると考えられる。例えば、一年生作物の要水量は発芽期、出穂期、結実期等によりかなり変化することが認められている。永年作物、特に我々が対象とする材木は水分に対してどのように反応するのだろうか。材木は幹が一種の貯蔵組織になっていて、毎年生産された物質が貯えられていて、過去の生長量をしるにはきわめて好都合である。すなわち環境条件が良好な年は生長量が大で、それが年輪となって記録されているために生長と環境をさかのぼって知ることが出来る。

それでは林木が生長のある時期に特に水分を多量に必要とする事実はあるのだろうか。

BOGUE<sup>1)</sup> は、Michigan 地方での調査から異常な小雨又は多雨は、次年の年輪中に示されるという。

STEWART<sup>2)</sup> は、Oak の直径生長と 6~7月の雨量と密接な關係があるという。

DOUGLASS<sup>3)</sup> は yellow pine の年輪中に過去の雨量をしるのに非常に信頼しうる指標になり、更に湿度の高い地方の林木はリズムカルに生長するという。

LODEWICK<sup>4)</sup> は、Florida で DBH が 2~19 インチの longleaf pine の直径生長と雨量の關係をしらべたところ、3~10月の雨量と明瞭な相関があった。

PEARSON<sup>5)</sup> が Arizona で 5~8 ft の western yellow pine の上長生長をしらべたところ 4~5月の雨量が支配的因子であり、年雨量との相関は不明瞭であったという。この地方における western yellow pine は 5月中旬に主軸の伸長が始まり7月には生長がほとんど終つ

てしまう。KRAUS<sup>6)</sup>も7月初に春材の形成が完了することを、michigan でみとめている。

KORSTIAN<sup>7)</sup>も yellow pine の上長生長とは4~5月雨量と関係のあることを明らかにしている。

HILEY<sup>8)</sup>も4~5月雨量との相関係数が0.63であったと報告している。

DOUGLASS<sup>9)</sup>によれば、Arizona での支配的因子は明らかに雨量であり、Flagstaff では11~6月の雨量が林木の生長と一致したが7~10月は無関係であった。そして Prescott では年雨量と密接な関係があった。この両者の差は疑いなく地形の差異に依存しているという。

SHREVE<sup>10)</sup>によれば monterey pine では年雨量との間に、red wood では12~9月の雨量とそれぞれ関係がみられた。

中島<sup>11)</sup>は、札幌で26~28年生カラマツを材料にしらべたところ、7月雨量との間の相関係数は、0.568であった。

白沢<sup>12)</sup>は、群馬アカマツ、クロマツの生長と7~8月雨量の間に正の高い相関があったという。

しかし CONALD<sup>13)</sup>は Oak の生長と雨量とは無関係だといひ、BREWSTER<sup>14)</sup>も western larch では4~7月の雨量は無関係だとし、BURNS<sup>15)</sup>も生長と雨量は直接関係はないとしている。

## II. 解析方法

サンプリングに関して LODEWICK<sup>4)</sup>は優勢木の方が劣勢木より気候因子に対して反応が強いことを指摘している。そこで調査林内から胸高直径、樹高とも平均以上の樹木を選定、伐採し、常法により樹幹析解を行う。データの解析には一年間の生長量と、その年のある時期の雨量が問題になるために、年輪巾の測定は、5年ごとでなく、毎年しなければならぬ。そして各年令における連年生長量を総生長量で割って連年生長率を求める。

次に年令を函数として回帰式

$$Y = a + bx + cx^2$$

を導き、各年令における平均生長率を推定する。そして平均値と測定式の偏差から、生長偏差率を各年求めておく。この偏差率が解析の基礎になる。

$$\text{GDR} = \frac{O - E}{E} \times 100$$

但し、GDR；生長偏差率 (growth deviation ratio),  $O$ ；測定値,  $E$ ；平均値である。

次に生長偏差率と、年雨量、月雨量との間で相関を調べ、相関係数が高く、しかも  $F$  検定で有意の月を危険期 (critical period) とするのである。危険期とは、ある因子に関係して異った反応や要求をあらわす場合、最も大きく活動する時期で、休眠期と全く逆の時期に相当する。換言すれば、この時期はスギが水分に対して最も敏感に反応するということになる。

## III. 資料

福岡県粕屋郡九大粕屋演習林生ケ谷、穴口団地から、29~35年生の実生スギとアヤスギを伐採した。供試木の選定は Lodewick にならってその林分での優勢木とした。大きさは次のようなものである。

MISHO (Seedling plant)	Age	D.B.H. cm	Height m	Volume m <sup>3</sup>
No. 1	35	16.8	14.5	0.16895

No. 2	35	18.2	13.7	0.20698
No. 3	29	24.0	19.0	0.38672
AYASUGI (Clone of Cryptomeria)				
No. 1	35	23.7	13.0	0.23092
No. 2	35	18.0	13.0	0.17667
No. 3	35	17.0	13.6	0.15168

解析のための気象資料は福岡気象台の観測によった。

Table 1. Mean temperature and precipitation.

month	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total
Temp. °C	5.0	5.0	8.0	12.5	16.7	21.0	25.5	26.0	22.1	16.0	11.4	7.1	14.7
precip. mm	64	80	94	116	116	245	227	152	241	97	86	79	1596

#### IV. 結果および考察

##### a; 危険期について

平均生長率を推定するための回帰式  $Y$  は次のようなものである。

実生

$$\begin{aligned} \text{No. 1} & Y = 21.46 - 1.21x + 0.025x^2 \\ \text{No. 2} & Y = 24.74 - 1.77x + 0.036x^2 \\ \text{No. 3} & Y = 12.07 - 0.62x + 0.016x^2 \end{aligned}$$

アヤスギ

$$\begin{aligned} \text{No. 1} & Y = 35.25 - 2.15x + 0.05x^2 \\ \text{No. 2} & Y = 24.95 - 1.57x + 0.028x^2 \\ \text{No. 3} & Y = 22.38 - 0.97x \end{aligned}$$

但し  $Y$ ; 連年平均生長率, %,  $x$ ; 林令, ここでは 11 年目を 1 として計算, 10 年以下は除外した。

次に生長偏差率と月雨量とをまとめたのが第 2 表である。

生長偏差率と月別雨量との間の相関係数は第 3 表のようである。

以上のように生長偏差率と月別雨量との間では 5, 6 月に相関し,  $F$  検定の結果高いレベルで有意であることがわかった。したがって 5~6 月が粕屋地方におけるスギの降雨に関する危険期ということが出来る。このことは前報<sup>17)</sup>の鞍手地方の危険期と一致している。

##### b; 上長生長周期との関係

外山氏<sup>18)</sup>は, スギの上長生長の周期を極大値の時期によって分類しているが, 危険期は生長周期と無関係とは思われないので 1961 年に九大農学部構内で, 2 年生アヤスギの生長周期を調べた。1960 年 2 月粕屋演習林から採穂し, 早良演習林に挿付け, 1961 年 2 月農学部構内に 8 本/m<sup>2</sup> の密度で植栽し連続的に生長を測定した。

結果は第 4 表のようであった。

当地方は 4 月下旬に新芽が開き, 上長生長が始まり, 5 月初は徐々であるが, 下旬から 6 月にかけて急速に伸長し, 6 月下旬から 7 月上旬にかけて極大値に達する。この頃の生長速度は 1 日約 0.45 mm で, その後生長は衰え 8 月には 0.13 mm/日まで低下するが, 9 月初に 0.24

Table 2. Growth deviation ratio (GDR) and Precipitation.

Year	GDR		Precipitation						Total
	MISHO	AYASUGI	4	5	6	7	8	9	
1937	12.0	16.1	73	100	218	257	88	222	1674
38	4.8	7.1	32	205	344	87	157	115	1513
39	-14.7	-15.7	148	41	80	99	69	76	1000
1940	-3.4	-13.2	93	25	302	130	395	177	1539
41	9.2	1.3	105	213	688	199	160	315	2251
42	-0.3	12.2	124	121	263	66	315	261	1601
43	-6.7	0	127	103	219	210	86	345	1388
44	-22.1	-17.0	63	73	90	127	96	317	1226
45	-17.1	-9.0	84	91	141	316	173	655	2192
46	3.2	3.0	202	120	364	180	115	180	1633
47	-1.3	1.9	55	175	308	316	142	157	1599
48	2.5	-4.6	113	143	188	461	180	330	1934
49	13.5	2.5	49	125	303	209	323	203	1822
1950	5.7	6.5	88	129	173	84	84	317	1649
51	7.7	-3.4	134	75	175	443	154	87	1601
52	8.9	7.4	171	119	354	177	96	231	1883
53	15.9	21.9	82	206	1060	274	128	267	1633
54	1.5	4.6	109	274	357	466	116	382	2441
55	-6.5	-15.8	364	54	279	289	73	199	2182
56	-2.3	-5.1	83	132	264	215	439	323	1645
57	7.4	4.2	175	98	259	638	241	182	1956
58	-4.3	-6.3	265	118	144	35	417	77	1923
59	3.6	-8.6	165	130	91	493	52	140	1700
1960	-1.0	0.9	136	203	258	31	77	515	1585
61	-18.8	-9.1	98	153	92	161	139	212	1602

Table 3. Correlation coefficient between GDR and monthly precipitation,

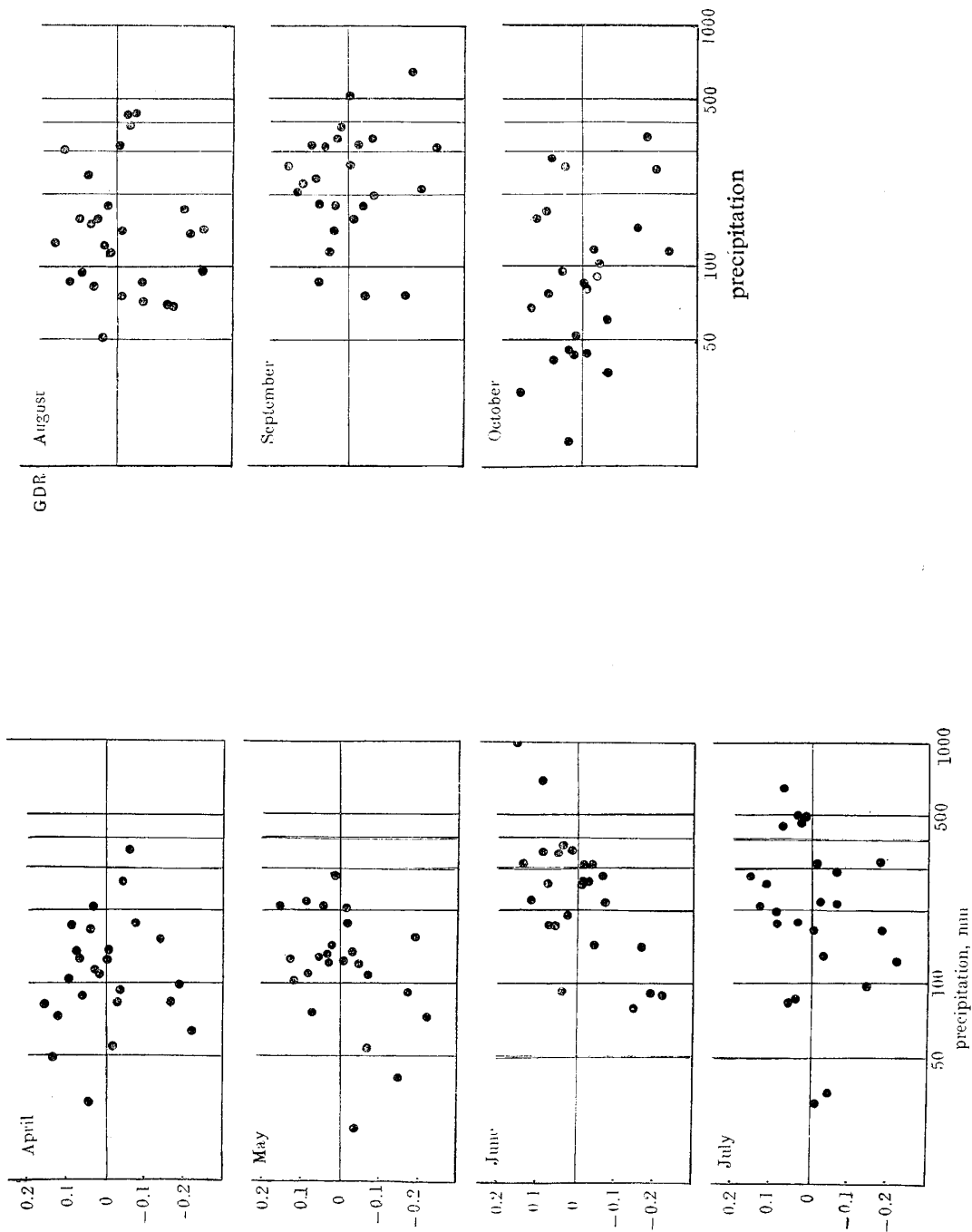
		4	5	6	7	8	9	Total
MISHO	r.	-0.17	0.42	0.60	0.20	0.12	0.18	0.26
	F <sub>0</sub>		4.9*	12.9***				
AYASUGI	r.	-0.20	0.54	0.61	0.03	-0.01	0.10	0.14
	F <sub>0</sub>		9.4**	13.6***				

\* 5%, \*\* 1%, \*\*\* 0.5% で有意

Table 4. Height growth periodicity of Ayasugi.

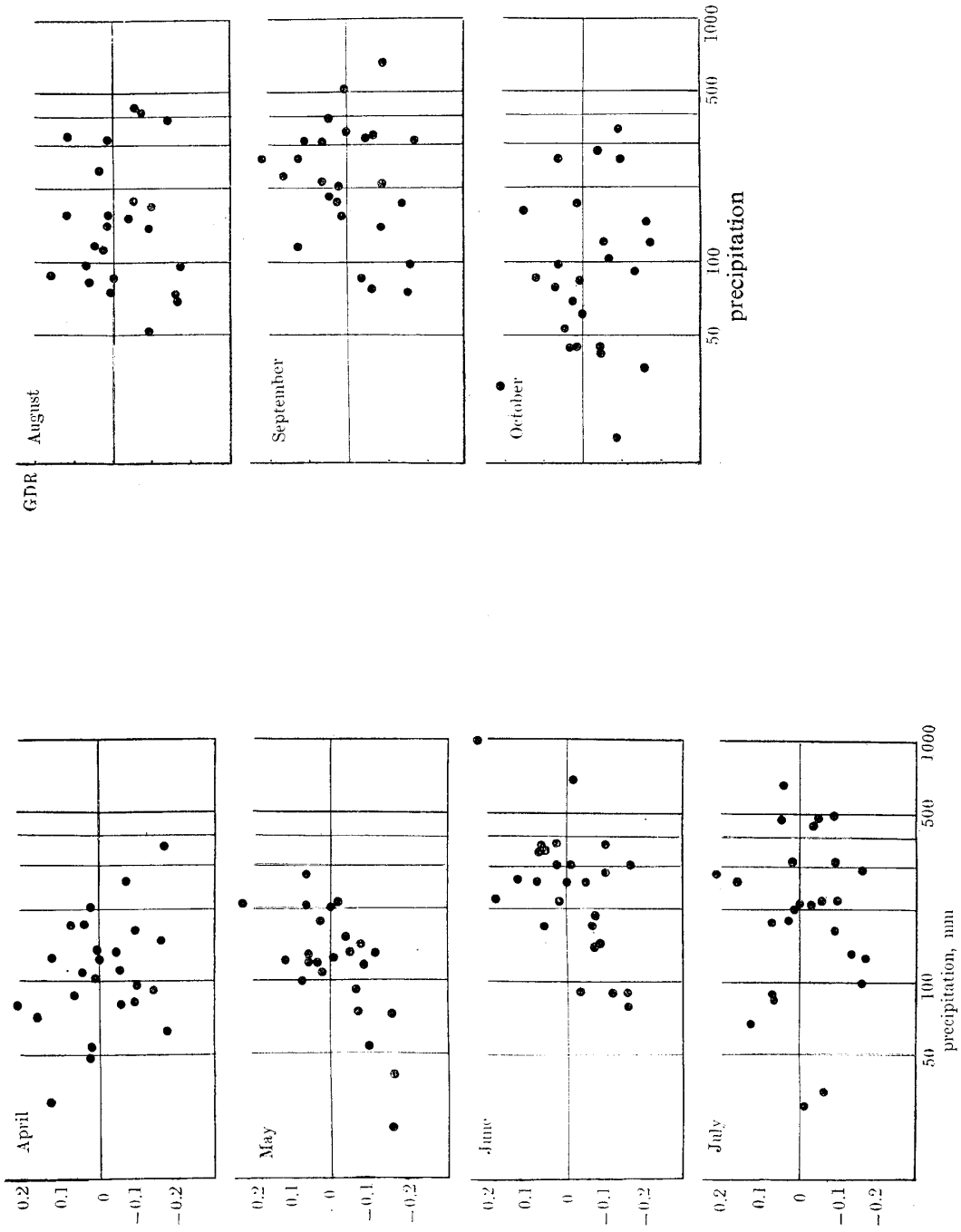
Month	Height cm	Periodical growth cm	days	growth per day mm
4.20	42.5	—	—	—
5.20	43.1	0.6	30	0.02
6.10	46.6	3.5	21	0.16
6.24	53.0	6.4	14	0.45
7. 4	56.8	3.8	11	0.35
7.15	59.4	2.6	10	0.26
7.25	61.2	1.8	10	0.18
8.29	65.7	4.5	35	0.13
9.10	68.6	2.9	12	0.24
10.16	72.6	4.0	36	0.11

Fig. 1. Relation between GDR and monthly precipitation.



(a) MISHO

Fig. 1. Relation between GDR and monthly precipitation.

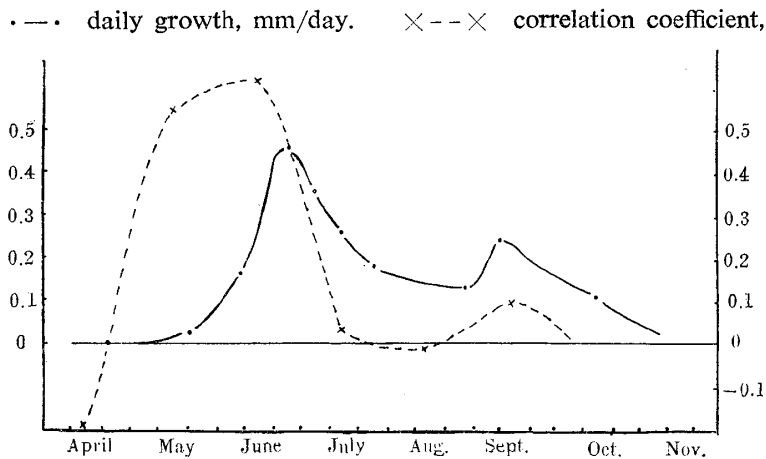


(b) AYASUGI

mm/日まで恢復し、徐々に休眠期にむかう。この生長周期は、外山氏<sup>18)</sup>による 6B-6C 型に相当するものと思われる。

生長周期と相関係数を同一図上にプロットしてみると第 2 図のようになる。

Fig. 2. Seasonal periodicity of height growth and correlation coefficient between GDR and monthly precipitation.



この結果 6月の極大値（危険期）、7～8月の停滞期、および 9月の恢復期の傾向がきわめて類似していることがわかる。ただ 5月の危険期 ( $r=0.54$ ) に生長が低いのは、この時期の降雨によって土壌が湿潤になり、材木の生理的条件が調整され、6月の降雨によって極大値がさらに増大するのではなからうか。又 4月が負の相間を示す理由は降雨による低温が生長開始を遅らすためかもしれない。

このように材木の生長は雨量という単一因子によって支配されるわけではなく、他の多くの環境因子によって影響されるわけで、雨量のみについて考えても、月雨量の絶大値そのものが生長の大きさを決定するものではなく、1カ月間の配布状態も無関係とは思われないうが、月別雨量の標準偏差や変異係数では、この間の事情は説明できなかった。

## V. 摘 要

この論文は、スギの、生長と雨量との関係を定量的に解析しようとしたものであり、前報の鞍手地方にひきつづき、粕屋地方の資料にもとずいた。

1. 29～35年生実生スギ、アヤスギを用いた。
2. 連年生長と 5, 6月の雨量との間には相関がみとめられたが、他の月との相関は不明瞭であった。(第 3 表)
3. この結果は上長生長の周期と類似している。(第 2 図)

## 参 考 文 献

- 1) BOGUE, E. E. Annul rings of tree growth. U. S. Mo. Weather Rer. 33, 1905.
- 2) STEWART, M. N. Relation of precipitation to tree growth. U. S. Mo. Weather Rev. 41, 1913.
- 3) DOUGLASS, A. E. Bulletin of the American Geographical Society, Vol. XLVI, No. 5. 1914.
- 4) LODEWICK, E. Effect of certain climatic factors on the diameter growth of longleaf pine. Jour. of Agr. research, Vol. 41.



- 5) PEARSON, G. A. The relation between spring precipitation and height growth of yellow pine saplings in Arizona, Jour. of Forestry 16 1918.
- 6) KRAUS, L. E. Relationship of soil moisture to the spring-wood summer-wood transition in Southern Michigan Red pine Jour. of Forestry 1954.
- 7) KORSTIAN, Jour. of Forestry. Vol. 21 1923.
- 8) HILEY, M. A. The Annual of Applied Biology 1923.
- 9) DOUGLASS, A. E. Climatic cycles and tree-growth. Vol. 2 1928.
- 10) SHREVE, F. Growth in trees and massive organs of plants. the growth record in trees. Wash. D. C. 1924.
- 11) 中島広吉 カラマツの直径生長と気温降水量との相関, 林学会雑誌, No. 36 1925.
- 12) 白沢保美母 樹の老幼及産地が所産林木の生長に及ぼす影響, 1929.
- 13) CONALD, H. S. Tree growth in the vicinity of grinnell, Iowa, Jour. of Forestry. 16 1918.
- 14) BURNS, G. B. Rainfall and width of annual rings in vermont forest. Vt. Agr. Expt. Sta. Bul. 298 1928.
- 16) 西日本気象協会, 福岡県の気象 1960.
- 17) 中村義司 林分の水分収支に関する研究 (2), 日林九州支部講 No. 15, 1961.
- 18) 外山三郎 林木育種に関する知見, 林試研報 No. 66 1954.

---

### Résumé

This paper deals with the results of experiments on the relation between tree growth and precipitation. In the previous report, one of the authors calculated the correlation coefficient between the annual growth ratio of Sugi (*Cryptomeria japonica* D. Don), and the monthly precipitation in Kurate District, Fukuoka Prefecture. The correlation coefficient was 0.63 in May and 0.54 in June, and was highly significant. So, it was presumed that May and June was the critical period of Sugi growth relating to the precipitation in that district.

In this paper, these results were compared with the data from the Kyushu University Forest in Kasuya District, Fukuoka Prefecture.

1. Sugi trees of 29–35 years of age were used as materials.
  2. It was recognized that there was correlation between the annual growth ratio and the precipitation in May and June. But the precipitation in the other months showed no relation to the growth. Therefore, it can be deduced that the precipitation in May and June makes a controlling factor. (Table 3)
  3. This results coincided closely with the seasonal periodicity of height growth. (Fig. 2)
-