

岡山大学津高牧場における降雨変動特性

諸泉利嗣* 四方田 穆** 三浦健志*

Long-term Trend of Rainfall at Tsudaka Farm of Okayama University

Toshitsugu MOROIZUMI*, Atsushi YOMOTA** and Takeshi MIURA*

(Received November 30, 2001)

Characteristics of long-term change in rainfall at Tsudaka Farm of Okayama University were analyzed with data during the 20 years, from 1979 to 1998. The typical results were as follows: (1) The average of annual rainfall was 1203 mm at average, 1726 mm at maximum, and 666 mm at minimum. (2) The decreasing rate of the annual rainfall was 5.37 mm/year. (3) Trend of rainfall intensity in each rainfall duration showed an increase of which rate were 0.005~0.256 mm/h/year, contrary to the annual trend. (4) Rainfall intensities in n-years probability were estimated using the maximum rainfall intensity for each rainfall duration.

Key words: Rainfall, Rainfall intensity, Rainfall duration, Talbot formula, Long-term trend, Tsudaka Farm of Okayama University

1 はじめに

近年, 大気中の二酸化炭素の増加による地球温暖化や異常気象の頻発が深刻な地球環境問題となっている. こうした背景から, 気温や降水量といった気象要素の長期変動に関する研究が多く行われるようになった.

このうち降水量に関する研究例としては, 次のようなものがある. 諸泉ら (2001) は青森市における 111 年間の気温, 降水量, 降雪深を分析し, 降水量が減少傾向にあることを示した. 三浦 (1996) は, 岡山地方気象台における 104 年間の気温と降水量の測定値を整理し, その長期変化と 1993 年の冷夏多雨年および 1994 年の酷暑寡雨年の状況について検討した. 岩切 (1993) は, 津市における降水量の長期変化と変動特性, および連続干天日数の周期性についてスペクトル解析を用いて検討した. 近森ら (1990) は, 日本における各地の降水量の周期性, トレンド, および地域性を調べ, 水資源計画上の参考資料を得ている.

こうした研究は, 月降水量あるいは年降水量を対象にしたものが多く, 降雨継続時間に対する降雨強度の長期変動特性を検討した研究例はほとんど見当たらない. ま

た, 降雨の地域性を考えた場合, いろいろな地域における降水量の長期変動に関する知見を整理しておくことは非常に重要である.

本報告では, 岡山大学農学部附属津高牧場における 20 年間 (1979~1998 年) の降雨データを整理し, 最近 20 年間の降雨変動傾向を, 年降水量および月ごとの降水量についてとりまとめるとともに, 降雨継続時間に対する降雨強度の変動傾向を検討した. さらに, これらの資料を用いて確率降雨強度の推定を行った.

2 雨量観測の概要

雨量観測は開発された牧場における流出解析を行う目的で, 岡山大学農学部附属津高牧場内において農学部農業水理学講座時代の 1977 年以来行われた. 雨量計は紙送速度 12 mm/h, 0.5 mm 単位の転倒マス型 (池田計器製作所 RT-5 型) である.

本牧場は低山地の利用と肉資源の確保をめざして岡山県北部の山間部 (岡山市日応寺) に造成された, 和牛の一貫生産牧場である. 昭和 50 年度にアカマツ優占の雑木林であった丘陵地 31.3 ha を用地取得し, 草地 12.3 ha を造成, 牛舎等の施設を建設して昭和 53 年 11 月に開設された. その後, 隣接地に岡山空港が新設されるのに伴い, 昭和 59 年に一部の用地交換と草地の整備を行い, 平

*岡山大学環境理工学部

**岡山大学名誉教授 (現 (株) カイハツ顧問)

Table 1 Summary statistics of monthly total and annual sum of daily rainfall at Tsudaka Farm of Okayama University for the period 1979 to 1998

	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ann.
Average, mm	34.2	50.4	96.2	102.2	132.8	183.5	186.4	104.5	151.1	85.9	53.1	23.1	1203.3
Minimum, mm	8.0	13.0	35.5	36.5	42.0	47.0	40.5	5.0	23.0	22.5	3.5	1.5	666.0
Maximum, mm	116.5	134.5	186.0	195.0	287.0	390.0	517.5	405.0	398.5	243.0	156.0	50.5	1726.0
S.D. [*] , mm	26.4	35.2	39.2	41.3	63.0	87.4	111.7	95.6	89.2	65.1	40.9	15.0	270.8
C.V. ^{**} , %	77.0	70.0	40.7	40.5	47.5	47.6	59.9	91.4	59.0	75.8	77.0	65.2	22.5
Skewness	1.770	1.041	0.590	0.432	0.847	0.791	1.387	1.843	1.103	1.524	0.956	0.201	0.266

*S.D. : standard deviation , **C.D. : coefficient of variation

成3年には大型サイロが完成し現在に至っている(岸田ら, 1991).

3 結果

3.1 年降水量と月降水量の変動特性

年降水量と月降水量の基本統計量を Table 1 に示す。年降水量の累年平均値は 1203 mm, 最大値は 1726 mm, 最小値は 666 mm であった。また, 変動係数は 22.5 % となった。平均月降水量の最も多かったのは7月の186.4 mm であり, 6月の183.5 mm がこれにつき, いずれも梅雨の時期を含む月であった。一方, 12~2月の冬季の雨量は, 23.1~50.4 mm と少なかった。変動係数は 40.5~91.4 % の範囲となり, 最もバラツキが大きかったのは8月であった。したがって, 8月の降水量は不安定であったと推察できる。これは, 8月の平均降水量が 104.5 mm と夏期にあつては比較的少なかったものの, その最大値は 405.0 mm と7月について大きく, 最小値は 5.0 mm と下から3番目に小さかったためである。

歪度はデータ(本研究の場合, 降雨データ)の分布の対称性あるいは非対称性の程度とその向きを表す指標で, 分布が対称であれば0になるが, その他の場合には正か負になる。平均値より大きい領域でのデータの散らばりが, 平均値より小さい領域でのデータの散らばりより大きければ正となり, 逆の場合は負となる。年降水量および各月の降水量ともに歪度は正となり, それぞれの平均値より大きい領域において降水量の散らばりは大きかったことがわかる。歪度が最も大きかったのは8月の1.843で, 逆に最も小さかったのは12月の0.201であった。年降水量の歪度は, 0.266であった。

年降水量の経時変化を Fig. 1 に示す。回帰直線の傾きは -5.37 mm/year と負の値となり, 年降水量がここ20年間では減少傾向にあることを示した。これは, 日本全体の傾向(気象庁, 1999)と同じ結果になった。

1979~1998年における各月の降水量の増加率を Fig. 2 に示す。マイナス値は減少を表す。2~4月, 6月, 8月, 11~12月は減少傾向にあり, 特に6月が -3.45mm/year, 8月が -3.29mm/year と大きな減少率を示した。それ以外

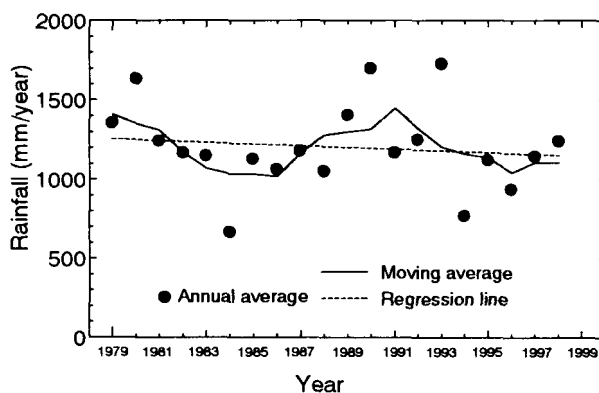


Fig.1 Change in the annual rainfall during the 20 years (1979 to 1998).

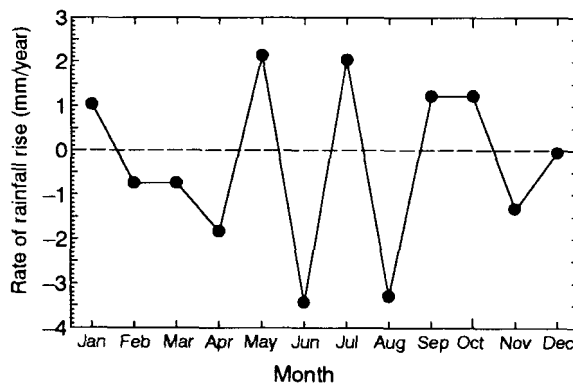


Fig.2 Increasing rate of monthly rainfalls .

外の月は, 降水量は増加傾向を示したが, 全体的には減少傾向の月が上回っており, その結果, 年降水量は全体として減少傾向を示したものと考えられる。

3.2 降雨強度の変動特性

降雨継続時間ごとの降雨強度の基本統計量を Table 2 に示す。一般に降雨強度は降雨継続時間が長くなるほど小さくなる傾向があるが, 本研究においても平均値と最小値にそうした傾向がみられる。しかし, 最大値は降雨継続時間20分の108.0 mm/h に対して30分が109.0 mm/h となり僅かに逆転している。変動係数は 25.6~35.3% の範囲にあり, 年平均降水量および月平均降水量の変動

Table 2 Summary statistics of yearly maximum rainfall intensity at Tsudaka Farm of Okayama University for the period 1979 to 1998

Rainfall duration , min	10	20	30	40	60	90	120
Average, mm/h	82.05	65.8	54.0	45.3	35.4	27.3	23.3
Minimum, mm/h	39.0	31.5	28.0	24.8	23.0	18.7	14.0
Maximum, mm/h	117.0	108.0	109.0	102.8	75.5	51.7	41.8
S.D., mm/h	21.0	19.4	17.8	16.0	11.2	7.8	7.4
C.V., %	25.6	29.5	32.9	35.3	31.5	28.6	31.7
Skewness	-0.629	0.212	1.410	2.535	2.574	1.688	1.133

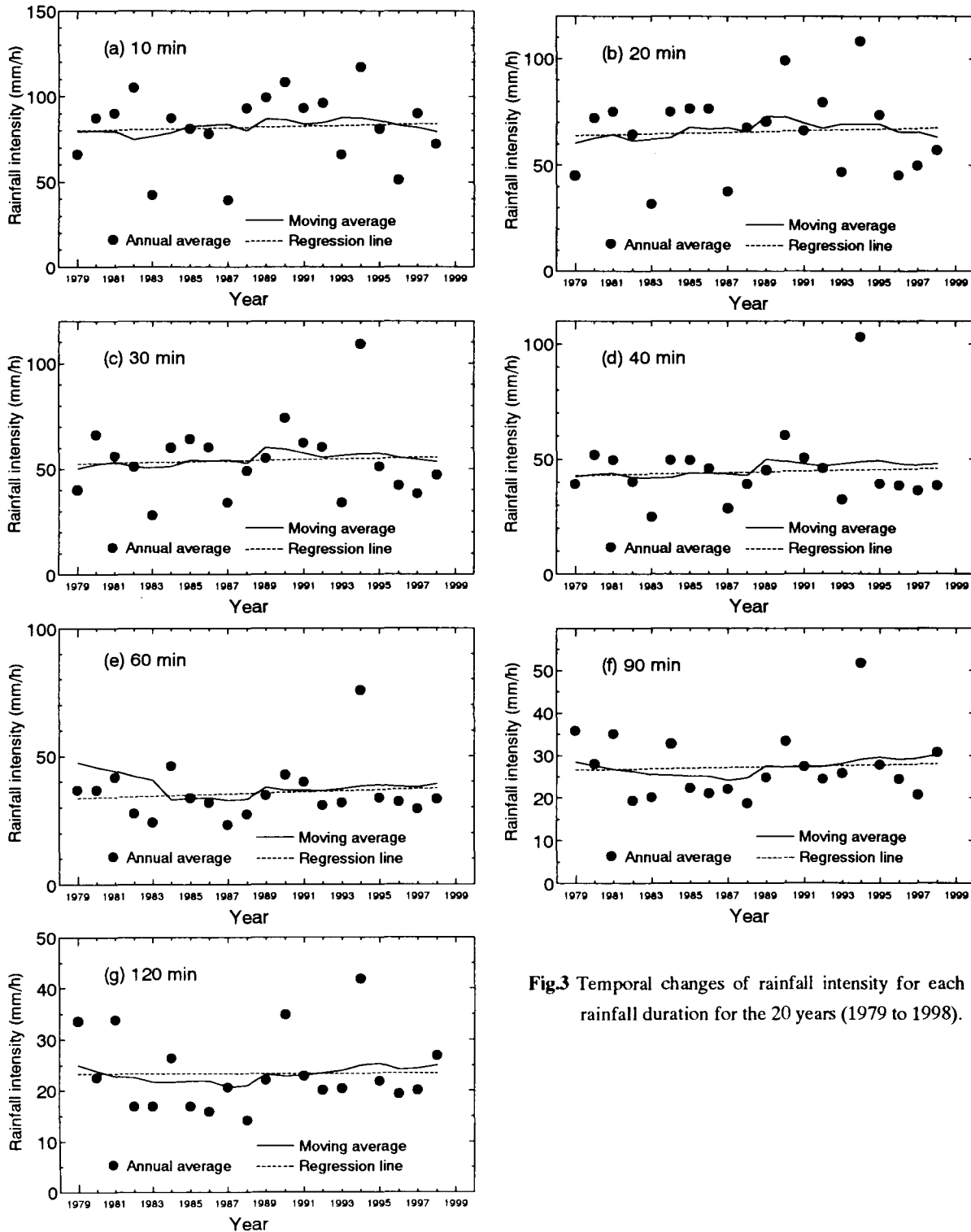


Fig.3 Temporal changes of rainfall intensity for each rainfall duration for the 20 years (1979 to 1998).

Table 3 Rank of yearly maximum rainfall intensity at Tsudaka Farm of Okayama University for the period 1979 to 1998

Rank No.	Rainfall duration (min)						
	10	20	30	40	60	90	120
No.1	117.0	108.0	109.0	102.8	75.5	51.7	41.8
No.2	108.0	99.0	74.0	60.0	46.0	35.7	34.8
No.3	105.0	79.5	66.0	51.8	42.5	35.0	33.8
No.4	99.0	76.5	64.0	50.3	41.5	33.3	33.5
No.5	96.0	76.5	62.0	49.5	39.5	32.7	26.8
No.6	93.0	75.0	60.0	49.5	36.5	30.7	26.3
No.7	93.0	75.0	60.0	49.5	36.5	28.0	22.8
No.8	90.0	73.5	60.0	45.8	34.5	27.7	22.5
No.9	90.0	72.0	56.0	45.8	33.5	27.3	22.0
No.10	87.0	70.5	55.0	45.0	33.5	25.7	21.8
No.11	87.0	67.5	51.0	39.8	33.0	24.7	20.5
No.12	81.0	66.0	51.0	39.0	32.0	24.3	20.3
No.13	81.0	64.5	49.0	39.0	31.5	24.3	20.0
No.14	78.0	57.0	47.0	39.0	31.5	22.3	20.0
No.15	72.0	49.5	42.0	38.3	30.5	22.0	19.3
No.16	66.0	46.5	40.0	38.3	29.0	21.0	16.8
No.17	66.0	45.0	38.0	36.0	27.5	20.7	16.8
No.18	51.0	45.0	34.0	32.3	27.0	20.0	16.8
No.19	42.0	37.5	34.0	28.5	24.0	19.3	15.8
No.20	39.0	31.5	28.0	24.8	23.0	18.7	14.0

Table 4 Probable rainfall intensity for each rainfall duration

Probable year	Rainfall duration (min)						
	10	20	30	40	60	90	120
30	175.1	132.6	115.0	90.0	67.6	53.8	54.9
20	161.3	123.7	106.2	84.2	63.2	49.7	49.3
10	137.3	107.9	91.0	73.8	55.6	42.8	40.4
5	114.0	90.9	75.3	62.5	47.4	35.9	32.2
2	79.0	63.9	51.8	44.0	34.4	26.1	21.8

係数よりもバラツキが小さかった。

降雨強度の経年変化を Fig.3 に示す。回帰直線の傾きは降雨継続時間 10 分~120 分に対して 0.005~0.256 mm/h/year となり、年降水量が減少傾向であったのに対して、僅かではあるが降雨強度は増加傾向にあった。このことは、降雨が短時間に集中的に生じていることを示唆している。

4 確率降雨強度の推定

治水（または排水）計画では、降り始めからの累加雨

量よりも、対象時間内の降雨強度が必要となる場合が多い。そこで、本章では、1979~1998 年の降雨継続時間ごとの年間最大降雨強度を用いて確率降雨強度の推定を行った。短時間（通例 120 分以内）の降雨強度式として次式で示す Talbot 式を用いた。

$$I(t) = \frac{a}{t+b} \quad (1)$$

ここに、 $I(t)$: 降雨強度 (mm/h), 降雨継続時間 (min), a, b : 定数である。定数 a, b は、場所によって固有の値

であり、かつ降雨の生起確率によって異なる。したがって降雨継続時間ごとの長年の降雨記録をもとに、最小2乗法を用いて生起確率年ごとの定数の値を決定することができる。具体的な手順は以下の通りである。①1979～1998年の最大降雨強度を大きい順に整理する(Table3)、②Table3に基づき降雨継続時間ごとに確率降雨強度を計算する(Table4)、③Table4における確率降雨強度と降雨継続時間との関係に最もよく適合する式(1)中の定数a, bを最小2乗法によって決定する。こうして求められた確率降雨強度式を図示した結果が、Fig.5に示す確率降雨強度曲線である。この結果は、津高牧場周辺地域における排水計画に利用できるであろう。

5 おわりに

本報告では、岡山大学農学部附属津高牧場における最近20年間(1979～1998年)の降水量データを整理し、その変動特性をまとめた。また、降雨継続時間ごとの年間最大降雨強度を用いて確率降雨強度の推定を行った。主な結果を要約すると以下ようになる。

- (1) 年降水量の累年平均値は1203 mm、最大値は1726 mm、最小値は666 mmであった。
- (2) 年降水量の回帰直線の傾きは-5.37 mm/yearと負の値となり、年降水量がここ20年間で減少傾向にあることがわかった。
- (3) 月降水量は23.1～186.4 mmの範囲にあった。
- (4) 月降水量の変動係数は40.5～91.4%の範囲にあり、最もバラツキが大きかったのは8月であった。
- (5) 降雨強度の回帰直線の傾きは0.005～0.256 mm/h/yearとなり、年降水量が減少傾向であったのに対して、僅かではあるが降雨強度は増加傾向にあった。

参考文献

- 岩切 敏(1993): 津市における降水量の永年変化と変動特性について, 農業気象 49(3), pp.177-181.
- 岸田芳朗・岡邊多恵子・井上 良(1991): 低平地開発によって造成した和牛牧場のミネラル含有量について, 岡山大学農学部学術報告 78, pp.35-39.
- 気象庁編(1999): 異常気象レポート'99—近年における世界の異常気象と気候変動〈総論〉, 大蔵省出版局, pp.61.
- 三浦健志(1996): 岡山市の気温・降水量の経年変化, 岡山大学環境理工学部研究報告 1(1), pp.163-168.
- 諸泉利嗣・佐藤裕一・佐藤幸一・三浦健志(2001): 青森市における気候変動傾向, 岡山大学環境理工学部研究報告 6(1), pp.81-84.
- 近森邦英・紙井泰典・白方秀明(1990): わが国年降水量の傾向と地域性, 農土誌 58(4), pp.417-421.

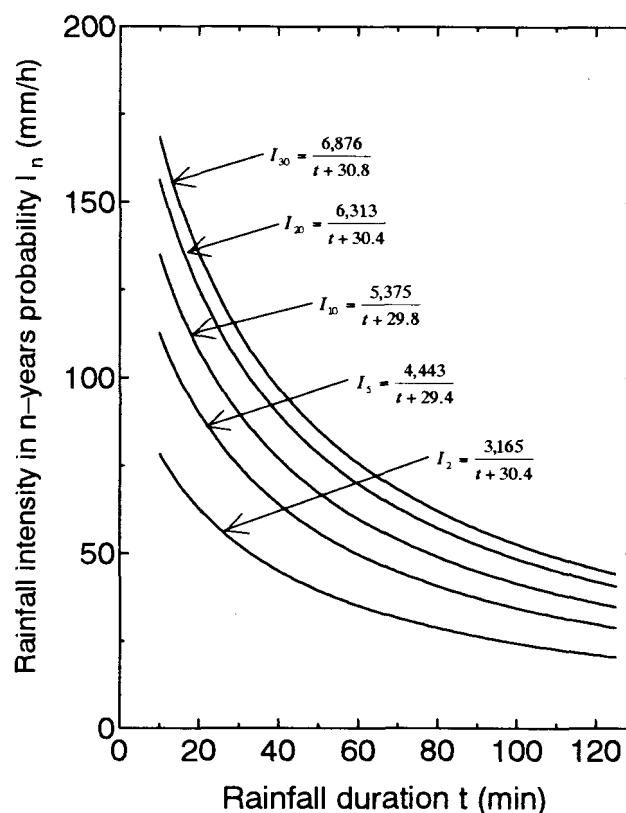


Fig.4 Duration-Intensity curves and Talbot formulae.