

1. はじめに 本報告は、昨年度から2年計画で開始された自然災害特別研究(1)集中豪雨災害の予知とその対策の研究(代表:京大工・高橋教授)の分担課題「集中豪雨の特性に関する研究」の一部に関するものであり、その主目的は、計画降雨の設定あるいは豪雨の短時間予測手法の開発に役立つと考えられる雨量強度の時間変動に関する統計的諸法則の解明にある。その基礎的段階として、10分単位でみた強雨の時間変動の確率過程的特性等を、多雨域に属する四国の4地点のデータについて、雨量配分率の概念や連の概念による統計解析を介して、地点別気象原因別に比較検討したが、ここでは、連の概念による解析結果のみを示す。

2. 資料の概要 a)観測点;図-1の4地点(すべて気象庁所管)。b)対象期間;表-1の最下段に示す年の5月~10月。c) sampling法とdata format; 強雨として時間雨量10mm以上を採ることとし、毎時雨量表より日最大時間雨量が10mm以上の日をlist up, それらの日の日記録紙を写真撮映により収集。これらから、60分雨量が10mm以上となる有10分単位の雨量系列を読取り、60分ぶんを1枚のカードにその系列先頭の生起年月日時分、地点名と共にパンチ。d)気象原因別の分類;各地点毎に毎日の9時の地上天気図と台風コース図を参照し

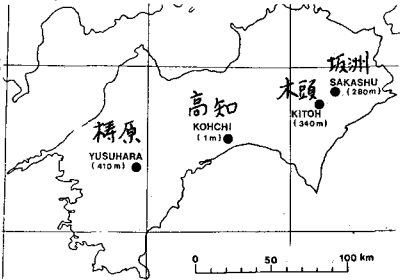


表-1 資料統計概要

図-1 観測地点位置(括弧内は標高)

て、台風(熱低を含む)性の降雨とその他の原因によるものとの2つのグループに分類。e)雨量統計値;表-1に上記の各地点・気象原因別の60分雨量 R_{60} (≥ 10.0 mm), それを構成する10分雨量 Y_{10} について、それぞれ、数、最大値、平均値、標準偏差を示す。どの地点も観して台風の方が強い雨が多く、バラツキも大きい。

Observation Points		SAKASHU		KITOH		KOHCHI		YUSUHARA	
Meteorological Causes		Typhoons	Others	Typhoons	Others	Typhoons	Others	Typhoons	Others
R_{60}	Numbers, N	291	431	415	678	153	537	334	291
	Maximum (mm)	89.0	75.0	100.0	93.0	91.0	83.0	59.0	49.0
	Average (mm)	22.94	18.07	23.55	18.77	20.42	18.96	18.97	16.57
	Standard Dev.	14.09	8.91	14.15	11.55	12.49	10.35	8.05	6.84
Y_{10}	Numbers(6×N)	1746	2586	2490	4068	918	3222	2004	1746
	Maximum (mm)	22.0	25.0	27.0	26.0	24.0	27.0	20.0	17.0
	Average (mm)	3.80	3.00	3.91	3.12	3.35	3.14	3.14	2.74
	Standard Dev. (mm)	3.42	2.53	3.44	2.92	3.17	2.96	2.34	2.36
Sampling Periods (Max. Oct. in each year)		1958 ~ 1973 (16 years)		1958 ~ 1977 (20 years)		1957 ~ 1977 (21 years)		1957 ~ 1977 (21 years)	

3. 連の概念による統計解析法 a)連長の定義;図-2のように、 Δt 時間単位の雨量系列 $Y(t)$ をcrossing level Y_0 (任意定数)で切った場合、 $Y(t) > Y_0$ となる $Y(t)$ の継続時間 t_n 又は $\lambda_n (= t_n / \Delta t)$ を正の連長、 $Y(t) \leq Y_0$ に対するもの t_n 又は $\lambda_n (= t_n / \Delta t)$ を負の連長という。b)解析の方針;地点・気象原因別に分けて生起順に並べられた $\Delta t = 10$ min.の雨量系列群を各標本集合とし、それぞれ、 Y_0 を 0.0 mmから 15.0 mmまで 1.0 mm間隔で変えて、正・負の連長について、次a)に示す各種統計量を求めた。ただし、正の連長は各一連の時系列の両端のものも含めた。また、ここでは連長の尺度として λ の方を用いる。c)連長に関する各種統計量の評価式と記号;長さ λ の連の数を $N(\lambda)$, λ の最長記録を λ_{max} とすると連の総数 $N_T = \sum_{\lambda=1}^{\lambda_{max}} N(\lambda)$ であり、連長が λ となる確率 $P(\Lambda = \lambda) = N(\lambda) / N_T \equiv f(\lambda)$, λ の期待値 $E(\Lambda) = \sum_{\lambda=1}^{\lambda_{max}} \lambda \cdot f(\lambda)$, 超過確率 $P(\Lambda \geq \lambda) = \sum_{\lambda'=\lambda}^{\lambda_{max}} f(\lambda') \equiv 1 - F(\lambda)$, として条件付遷移確率(又はfailure rate) $P(\Lambda = \lambda) / P(\Lambda \geq \lambda) = f(\lambda) / (1 - F(\lambda)) \equiv \phi(\lambda)$ として、それぞれ求めた。なお、 $\phi(\lambda)$ が λ にかかわらず一定(これは $1 - F(\lambda)$ を片対数表示したとき直線になることと同等)なら、連の継続中断過程は独立過程と判定される。

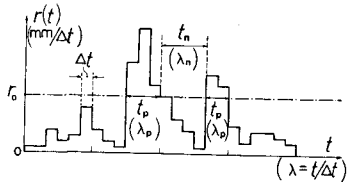


図-2 正・負の連長の定義

4. 解析結果と検討 a) N_T と Y_0 の関係(図-3);丸印を実線で結んだものが台風, 三角印を点線で結んだものが台風以外のもので、それぞれ白又は黒が正の連, 黒が負の連のものを表す(この記号の約束は以後の図に共通)。

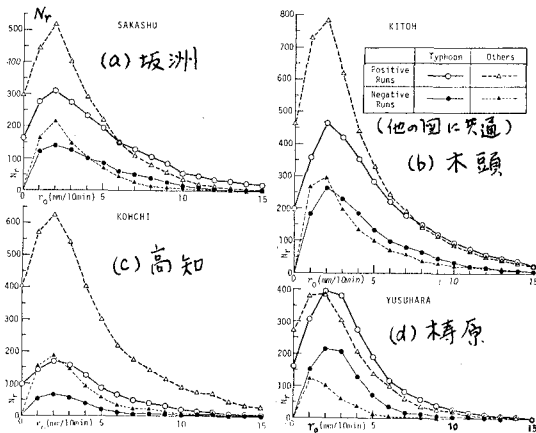


図-3 連の総数 N_r と Crossing level r_0 の関係

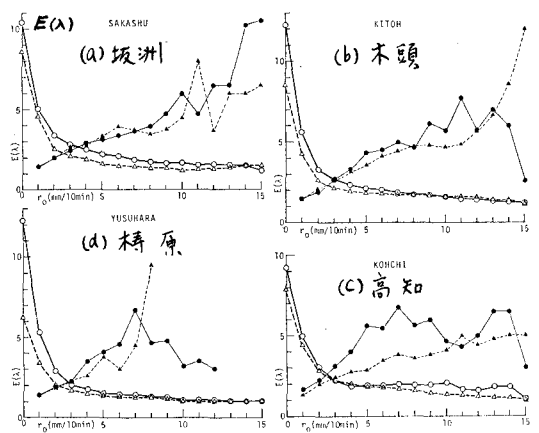


図-4 連長の期待値 $E(\lambda)$ と r_0 の関係

どの地点も、台風のものの方が N_r の変化が比較的緩やかなこと、対応する正の連と負の連の変化はほぼ相似であること、そして橋原の台風以外の負の連の他はすべて $r_0=2.0$ のとき N_r が最大となっていること等がわかる。b) $E(\lambda)$ と r_0 の関係(図-4) ; まず正の連長(白ヌメ)につ

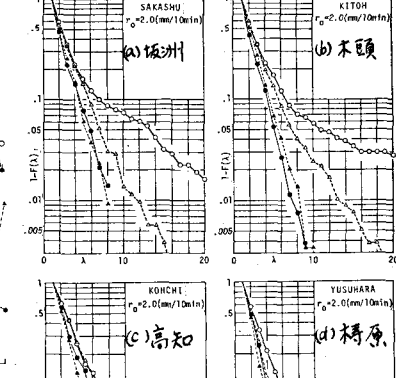
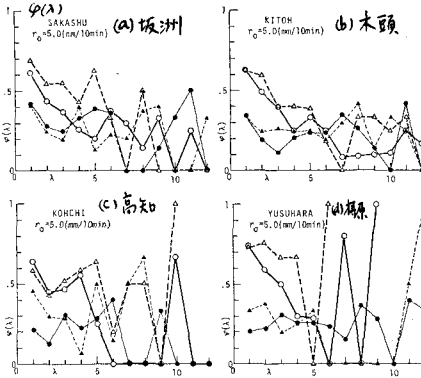


図-6 λ と r_0 の関係 ($r_0=5.0$ mm)

いては、どの地点も台風のもの(丸印)の方が大きく、両者とも r_0 が大きくなると $E(\lambda)$ が 1 に近づくことがわかる。負の連の方は、 $r_0 \approx 3.0$ mm までは、台風と台風以外の差はどの地点も少ないが、 r_0 がさらに大きくなると右地点で様々で、殊に橋原・平地部にある高知の r_0 が $5 \sim 9$ mm の部分の差が顕著で、しかも台風の方が $E(\lambda)$ が

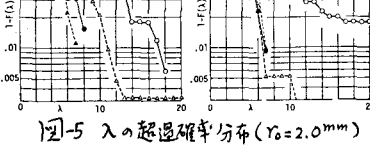


図-5 λ の超過確率分布 ($r_0=2.0$ mm)

大きい点が注目される(平地と山地の差)。c) λ の超過確率分布(図-5) ; これは N_r が最大となった $r_0=2.0$ mm の場合のもので、片対数表示してあり、直線状になれば独立過程と見做せるわけだが、正の連長、殊に台風のものには明らかにカーブしている。 r_0 によって負の連長も明らかにカーブする(図は割愛)。d) λ と r_0 の関係(図-6) ; これは条件付遷移確率 $\phi(\lambda)$ が具体的にどの程度になるかを示した例で、 $r_0=5.0$ mm の場合である。e) $\phi(\lambda)$ と r_0 の関係(図-7) ; これは一例として、 $\lambda=1$ の場合、即ち連が10分間で途切れる確率が r_0 によるどのように変わるかを示したもので、このような関係図を $\lambda=2, 3, \dots$ についても用意しておけば、

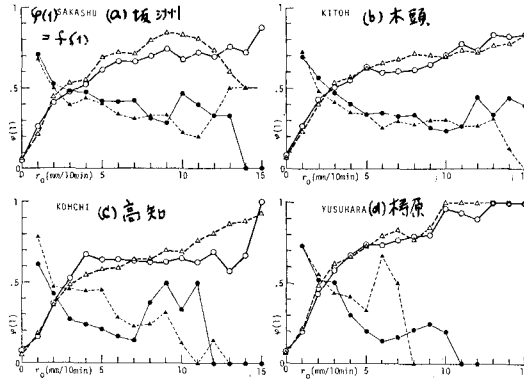


図-7 $\phi(\lambda)$ と r_0 の関係 ($\lambda=1$ の場合)

強雨期間中の雨量変動予測のための一つの判定資料となる可能性があるが、実用化には検討すべき問題が多い。

文献 D. V. Yevjevich; Stochastic Process in Hydrology, Water Resources Pub. Fort Collins, Colorado, USA, 1972.