

房総半島清澄山系の降雨特性 (II)

—清澄観測点における季節別降水量と大雨の経年変化—

蔵治光一郎*¹・山中千恵子*²・永島利夫*²
唐鎌勇*²・鈴木誠*²

Precipitation Characteristics in the Kiyosumi Range of Boso Peninsula (II)

—Inter-annual fluctuation of heavy precipitation in Kiyosumi—

Koichiro KURAJI*¹, Chieko YAMANAKA*², Toshio NAGASHIMA*²,
Isamu KARAKAMA*² and Makoto SUZUKI*²

I. はじめに

前報(蔵治ら, 1998)では, 1904(明治37)年以来現在に至るまで続けられている観測データの再整理を行ない, 房総半島清澄山系に位置する東京大学千葉演習林清澄観測点における正確な日降水量データセットを作成し, それに基づいた平均年降水量の算出を行なった。その結果, 過去79年間の平均年降水量は, 増加も減少もしていないことがわかった。

気候学分野では, 近年, 主に気象庁により観測されている長期降水量データを用いて, 降水特性の長期変動に関する解析がなされている(例えば, 気象庁編, 1999, 国土交通省, 2001)。その多くは, デジタル化されたデータがCD-ROM等の媒体で容易に手に入るアメダスデータの期間のみを解析対象としているが(例えば, 佐藤・高橋, 2000), それ以前の期間の, 紙資料でしか入手できないデータを整理して解析した例も存在する(例えば, 沖ら, 2000; 山元ら, 2001; 寒川ら, 2001)。その結果, 年降水量には有意な経年変化がなくても, 大雨の頻度, 年最大日降水量, 全降水量に占める強い降水の割合が有意に増加していること, 季節別に積算した降水量が季節によって増加または減少の傾向を示すこと, さらに, 強い雨が平日に多く休日には少ないこと, などが指摘されはじめている。このような降水の経年変化と, 都市化の影響や地球温暖化の影響との関係がいろいろと推測されている。山奥に位置する大学演習林は, 山岳地域の降水量を, アメダス以前から組織的に観測しつづけているが, 主に平地や盆地に存在する気象庁観測点と異なり, 近年の都市化の影響をほとんど受けていないと考えられる。そのため, 大学演習林における長期降水量データの経年変化を解析し, 都市における変化と比較することで, 長期変化の原因をより絞り込んで考察することは重要であると思われる。

そこで, 本論文では, 前報にて作成した千葉演習林清澄観測点のデータセットをアップデートし, 1997(平成9)以降のデータを加えた, 新たなデータセットを作成し, それに基づいた大雨

*¹ 東京大学大学院農学生命科学研究科附属演習林研究部

*¹ Research Division, The Tokyo University Forest, Graduate School of Agricultural and Life Sciences, The University of Tokyo

*² 東京大学大学院農学生命科学研究科附属千葉演習林

*² University Forest in Chiba, Graduate School of Agricultural and Life Sciences, The University of Tokyo

の経年変動解析を行なうこととした。

なお、本論文では大雨の経年変動のみを対象とし、少雨については検討の対象とはしなかった。その理由は、前報に述べたように、1988（昭和63）年4月から休日の指示雨量計観測を廃止し、休翌日の観測結果を転倒マス雨量計の値によって比例配分していることにある。転倒マス雨量計の最小観測単位である0.5 mm以下の降水が休日に降り、マスが転倒しなかった場合、データ上では無降水日にカウントされるため、平日休日に関わらず、毎日、人間が0.1 mm単位で計測していた期間と比べて、降水日数が過小評価され、解析結果に大きく影響することがわかったためである。年間の降水日数や、少雨に関する解析は、測定方法が統一された期間を選定して慎重に行なわなければならないと考えられるので、本論文の対象外とした。

II. 清澄観測所における1997（平成9）年以降の降水量観測の経緯

清澄作業所における1996（平成8）年までの降水量観測の経緯については、前報（蔵治ら、1998）に詳しく述べられているので、省略する。

清澄観測点の露場に隣接して建っていた、木造、平屋建ての清澄教官宿舎が、1998（平成10）年3月に解体された。解体作業は3月4日から5日にかけて行われている。その後、宿舎跡地は1年あまり更地であったが、1999（平成11）年3～6月にログハウスの建築工事が行われた。組み立て作業は4月7日に開始され、12日に1階部分の壁建立、14日には2階部分の床張り終了、20日に屋根の骨組まで組み立て完了、22日に屋根の防水シート張りを終了している。この間、気象観測露場の隣接環境は、平屋建て→更地→2階建という変遷を辿ったことになり、これが露場で観測された降水量に何らかの影響を及ぼしている可能性が考えられた。しかし、現段階ではその影響を定量的に把握することが不可能であるので、本論文では、隣接環境の変化が降水量観測に及ぼした影響は無視できると仮定した。

2000（平成12）年4月より、演習林の気象観測システムが、Campbell社マイクロロガーCR10Xをベースとしたシステムに変更された。それに伴い、清澄観測点に新たな転倒マス雨量計が1台設置された。雑誌「演習林」誌上にて印刷公表されるデータは、2001（平成13）年度以降、この新設雨量計の観測値に切り替えられる予定となっている。その後しばらくの間、従来の観測システム（指示雨量計によるマニュアル観測、転倒マス雨量計+電接計記録紙による観測、転倒マス雨量計+サーモダックEによる観測）と新設雨量計システムを並行して稼働させていたが、サーモダックEによる観測は2001年1月10日を以って中止され、①指示雨量計によるマニュアル観測、②転倒マス雨量計+電接計記録紙による観測、③新システムによる観測、という体制になり、現在に至っている。

III. 年降水量の再々計算結果

年降水量の再々計算結果を表-1に示す。ここで「再々計算値」とは、前報（蔵治ら、1998）において、気象年報として公表された値を計算し直し（この作業を“再計算”と称する）、前報の表-1に示された値（この値を“再計算値”と称する）に、その後発見された資料等を用いて、いま一度、修正を加えた（この作業を“再々計算”と称する）結果、得られた値という意味である。再々計算の内容は以下の通りである。

1. 1997（平成9）～2000（平成12）年の再々計算値、1995（平成7）～1999（平成11）年の

表-1 清澄観測点における年降水量再々計算値と公表値

Table 1. Annual precipitation observed at the Kiyosumi Weather Station: re-calculated and published data.

年	再々計算値	公表値	差	年	再々計算値	公表値	差
1904 (明治 37)				1953 (昭和 28)	2235.7	2280.0	▲ 44.3
1905 (明治 38)	1958.1			1954 (昭和 29)	2974.3	2974.3	0
1906 (明治 39)				1955 (昭和 30)	2251.4	2251.4	0
1907 (明治 40)				1956 (昭和 31)	2453.4	2453.4	0
1908 (明治 41)	2050.7			1957 (昭和 32)	2384.2	2384.2	0
1909 (明治 42)	1915.0			1958 (昭和 33)	2350.5	2350.5	0
1910 (明治 43)				1959 (昭和 34)	2633.5	2633.5	0
1911 (明治 44)				1960 (昭和 35)	2794.2	2794.2	0
1912 (明治 45)	1785.2			1961 (昭和 36)	1906.8	1906.8	0
1913 (大正 2)	1286.1			1962 (昭和 37)	2089.3	2089.3	0
1914 (大正 3)	1261.2			1963 (昭和 38)	2306.5	2306.5	0
1915 (大正 4)	2085.8			1964 (昭和 39)	1844.8	1844.8	0
1916 (大正 5)	2767.2			1965 (昭和 40)	1964.3	1964.3	0
1917 (大正 6)				1966 (昭和 41)	2176.4	2172.9	△ 3.5
1918 (大正 7)	1899.8			1967 (昭和 42)	2006.0	2002.6	△ 3.4
1919 (大正 8)	2471.6			1968 (昭和 43)	2578.9	2549.9	△ 29.0
1920 (大正 9)	2833.5			1969 (昭和 44)	2216.7	2206.6	△ 10.1
1921 (大正 10)	2586.0			1970 (昭和 45)	2181.0	2182.6	▲ 1.6
1922 (大正 11)	2366.0			1971 (昭和 46)	2204.4	2204.8	▲ 0.4
1923 (大正 12)	2221.8	2221.8	0	1972 (昭和 47)	2670.8	2670.5	△ 0.3
1924 (大正 13)	2144.5	2144.5	0	1973 (昭和 48)	1947.9	1831.5	△ 116.4
1925 (大正 14)	2315.6	2315.6	0	1974 (昭和 49)	2011.4	1941.0	△ 70.4
1926 (大正 15)	1655.0	1655.0	0	1975 (昭和 50)	1406.1	2289.0	△ 117.1
1927 (昭和 2)	1959.7	1959.7	0	1976 (昭和 51)	2514.8	2482.0	△ 32.8
1928 (昭和 3)	3226.7	3226.7	0	1977 (昭和 52)	2409.9	2381.5	△ 28.4
1929 (昭和 4)	2474.1	2474.1	0	1978 (昭和 53)	1570.8	1516.0	△ 54.8
1930 (昭和 5)	2006.4	2006.4	0	1979 (昭和 54)	2462.3	2426.5	△ 35.8
1931 (昭和 6)	2474.3	2474.3	0	1980 (昭和 55)	2812.9	2781.5	△ 31.4
1932 (昭和 7)	1982.4	1982.4	0	1981 (昭和 56)	1792.4	1760.0	△ 32.4
1933 (昭和 8)	1923.5	1923.5	0	1982 (昭和 57)	2690.0	2655.0	△ 35.0
1934 (昭和 9)	2018.8	2018.8	0	1983 (昭和 58)	2607.4	2586.5	△ 20.9
1935 (昭和 10)	2488.2	2488.2	0	1984 (昭和 59)	1487.9	1441.0	△ 46.9
1936 (昭和 11)	2380.4	2380.4	0	1985 (昭和 60)	2135.8	2085.0	△ 50.8
1937 (昭和 12)	1942.4	1947.4	▲ 5.0	1986 (昭和 61)	2266.9	2239.5	△ 27.4
1938 (昭和 13)	2846.8	2446.8	△ 400.0	1987 (昭和 62)	2159.6	2132.0	△ 27.6
1939 (昭和 14)	2486.6	2486.6	0	1988 (昭和 63)	2405.2	2250.0	△ 155.2
1940 (昭和 15)	1793.4	1793.4	0	1989 (昭和 64)	3024.3	2861.0	△ 163.3
1941 (昭和 16)	2871.7	2871.5	△ 0.2	1990 (平成 2)	2747.6	2622.5	△ 125.1
1942 (昭和 17)	1792.0	1792.0	0	1991 (平成 3)	2531.2	2513.0	△ 18.2
1943 (昭和 18)	1850.0	1850.0	0	1992 (平成 4)	2351.9	2321.0	△ 30.9
1944 (昭和 19)	1981.7	1981.7	0	1993 (平成 5)	2457.7	2441.0	△ 16.7
1945 (昭和 20)	2443.6	2443.6	0	1994 (平成 6)	1853.5	1836.0	△ 17.5
1946 (昭和 21)	1853.8	1853.8	0	1995 (平成 7)	1937.0	1886.0	△ 101.0
1947 (昭和 22)	1514.3	1524.1	▲ 9.8	1996 (平成 8)	2175.3	1926.0	△ 249.3
1948 (昭和 23)	2558.4	2558.4	0	1997 (平成 9)	1529.7	1518.5	△ 11.2
1949 (昭和 24)	2514.5	2514.5	0	1998 (平成 10)	2118.0	2083.0	△ 35.0
1950 (昭和 25)	2378.3	2378.3	0	1999 (平成 11)	1722.8	1527.0	△ 245.8
1951 (昭和 26)	2652.9	2652.9	0	2000 (平成 12)	2015.4		
1952 (昭和 27)	2544.1	2544.1	0	2001 (平成 13)			

△…増加 ▲…減少

■…欠測あり

公表値を追加した。公表値では、次の期間、降水量が欠測となっていることが記載されている。

1995（平成7）年6月13～15日

1996（平成8）年1月19日，2月16，17日，7月8，9日，12月17日

1999（平成11）年3月19，20日，30，31日，4月10，11日，10月15日

このため、この3年間は公表値と再々計算値の間に100 mm以上の差が生じた。

なお、1997年11月20～22日，1998年8月20日，1999年7月2，3日は、指示雨量計の観測値が欠測であった。表-1に示した、この3年間の値は、これら欠測期間の降水量をゼロとして計算した暫定値である。今後、これらの期間のデータを、何らかの方法で補完する必要がある。

2. 清澄倉庫内から、1975（昭和50）年以前の野帳が発見されたことに伴い、これまで台帳記録に基づいていた該当期間の値が、野帳に基づいた値に修正された。1973（昭和48）～1975（昭和50）年において、再々計算値と公表値の差が70～117mmと比較的大きい。1973（昭和48）年の差が大きい理由の一つは指示雨量計の欠測によるものである（蔵治ら，1998）が、それ以外に1973（昭和48）年6月26日の28.5 mm，1974（昭和49）年3月31日の40.5 mm，1975（昭和50）年5月3日の64.2 mm，12月9日の25.8 mmなどの降水が、台帳の記録および公表値から漏れていることが、新たにわかった。

3. 1907（明治40）年12月の記録は、紛失していることが新たに判明したため、年降水量を欠測とした。

IV. 解析方法

解析にあたり、欠測期間を含む1997年以降のデータは原則として用いないこととし、主に1918（大正7）～96（平成8）年の79年間の日降水量データを用いた。

1. 各日の平均日降水量と降水日割合

年間の降水傾向を知るため、各日の79年間平均日降水量と降水日数割合を求めた。I章で述べた理由により、1988年以降については解析に含めず、1918～1987年までの70年間のデータにより計算した。

2. 季節別降水量

春（3～5月）、夏（6～8月）、秋（9～11月）、冬（12～2月）について、毎年の季節積算降水量を算出し、経年変化を調べた。季節の区切りの関係で、1918年3月～1997年2月までの79年間のデータを用いた。

3. 順位別日降水量

大雨の経年変化について検討するため、年間の日降水量を大きい順に並べ替えたときの、1位（最大日降水量）から24位までの日降水量を抽出し、経年変化を調べた。1918年～1996年までの79年間のデータを用いた。

4. 大雨の傾向

大雨日数および大雨によってもたらされる降水量の変化を知るため、日降水量がある閾値より

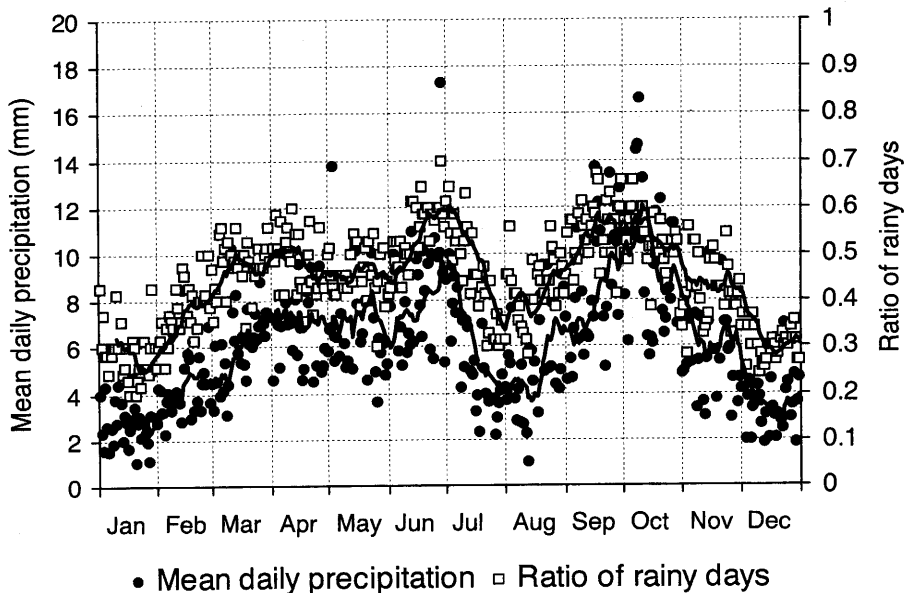


図-1 79年間の各日平均日降水量と各日平均降水日数割合。2本の曲線はそれぞれの10日間移動平均。
 Fig. 1. Mean daily precipitation and ratio of rainy days for 79 years on each day with their 10 days running averages (soild curved lines).

も多い日の日数、総降水量、年降水量に占める割合を計算し、経年変化を調べた。3.と同様に、1918年～1996年までの79年間のデータを用いた。

5. 統計的有意性の検定

上記2～4について、得られた経年変化の増加・減少傾向が統計的に有意であるかどうかを検証するため、1918（大正7）年から1927（昭和2）年までの10年間（以下、大正年代と称する）と、1985（昭和60）年から1996（平成8）年までの10年間（以下、平成年代と称する）の値について、ノンパラメトリック検定手法の一つである順位和検定（参考：東京大学教養学部統計学教室、1992）を用いて解析した。

V. 解析結果と考察

1. 各日の平均日降水量と降水日割合

各日の平均日降水量と降水日割合を図-1に示す。全体的な傾向として、日降水量、降水日数とも、梅雨期である6月中旬～7月上旬と、秋雨期である9月中旬～10月中旬の、2つのピークをもつ季節変動をしていることがわかる。両ピークを比べると、降水日数割合はともに0.6程度であるが、日降水量は秋雨期の方が多いことがわかり、梅雨期よりも秋雨期の方が、降水量、降水強度が相対的に大きいことがわかる。これは南関東地域の一般的傾向と一致する。一方、乾燥期は夏と冬の2回あり、冬の乾燥は夏の乾燥よりも日降水量、降水日数ともに少なく、期間も長い。70年間の平均日降水量が最大の日は6月28日(17.3 mm)、次いで10月9日、8日、7日（それぞれ16.6 mm, 14.7 mm, 14.4 mm）、5月3日(13.8 mm)であった。10月7～9日は、最も雨量

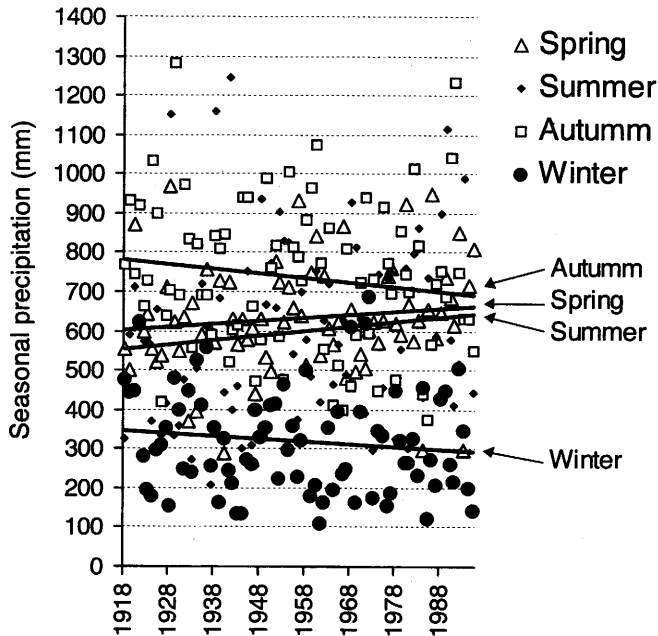


図-2 季節別降水量の79年間経年変化。直線は線形回帰直線。

Fig. 2. Fluctuation of seasonal precipitation for 79 years with linear regression lines.

の多い3日間であることがわかる。5月3日はこの時期としては突出して大きい値であり、降水特異日といえる。最小値は冬でなく夏の8月12日(1.0 mm)、次いで冬の1月20日、1月27日であった。降水日数割合が最大の日は降水量と同じ6月28日(70%)、最小の日は1月17日及び20日(20%)であった。

2. 季節別降水量

春、夏、秋、冬の降水量の変化を図-2に示す。いずれの季節も、降水量の年毎のばらつきは大きい。春と夏の降水量は増加傾向にある一方で、秋と冬の降水量は減少傾向にあることがわかる。春と夏の増加率の合計は177 mm/100年、秋と冬の減少率の合計は181 mm/100年であった。しかし、順位和検定の結果、春夏秋冬いずれの季節降水量も、大正年代と平成年代の間で差があるという帰無仮説は、危険率10%で棄却されなかった。ここで得られた増加・減少傾向は、統計的に有意でないといえる。

蔵治(2000)は、愛知県瀬戸市に位置する東京大学愛知演習林白坂、東山両試験流域において観測された、夏、冬の年最小流出量が、それぞれ増加、減少の傾向にあり、それが夏、冬の降水量の増減とよく対応していることを示した。南房総清澄山系の春、夏の降水量が増加し、秋、冬の降水量が減少しているという本研究の結果と、愛知演習林での結果はよく対応している。愛知演習林白坂試験流域の1930(昭和5)年3月~1990(平成2)年2月までの60年間の降水量データに対して、清澄観測点と同様の解析を行った結果、春と夏の降水量は増加しており、増加率は計288 mm/100年、秋と冬の降水量は減少しており、減少率は計160 mm/100年であった。このような傾向が全国的にみられることなのか、都市域と山地森林域で違いがあるか、何がそれら

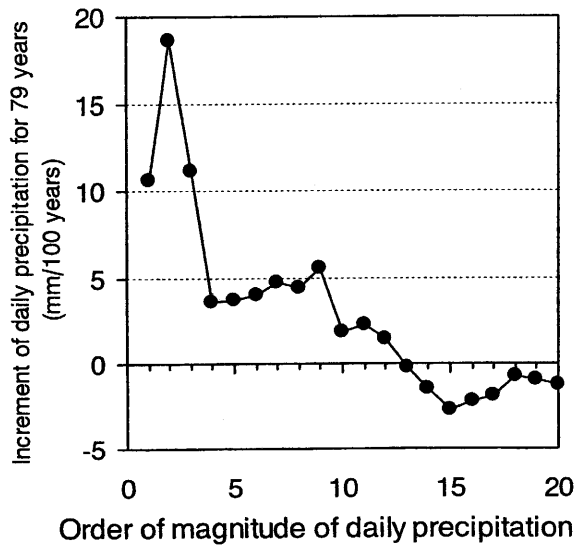


図-3 降順1位から20位までの日降水量の79年間増加率
Fig. 3. Increment of top 20 daily precipitation for 79 years.

の原因であるのか等について、今後検討していく必要がある。

3. 順位別日降水量

図-3は、順位別日降水量（各年で最も大きい日降水量を1位、2番目を2位、以下、 N 番目を N 位として定義した日降水量）の79年間の増加率を1位から20位までについて示したものである。12位までは増加傾向、13位以降はわずかながら減少傾向にあることがわかる。増加率は特に1～3位で大きく、最大の2位日降水量の増加率は19 mm/100年であった。順位和検定の結果、2位日降水量が大正年代と平成年代の間で差があるという帰無仮説は、危険率2%で棄却され、1位、3位については危険率10%で棄却された。ここで得られた増加傾向は、統計的に有意であるといえる。1位から3位までの日降水量の経年変化を図-4に示す。1位の日降水量は年によって大きくばらついており、台風や集中豪雨などの有無に大きく影響されることを示している。それに比べて2位、3位の日降水量のばらつきは小さい。

沖ら(2000)は、東京の120年間の日降水量データを順位別に解析し、1位から5位までが増加傾向を示す一方で、6位から10位については減少傾向を示すことを示している。近年大雨が増加している可能性があることが報告されつつあるが、東京と清澄において、上位の日降水量が増加傾向にあることは共通している。近年の大雨の増加傾向は、都市化の影響だけで説明できるものではないことを、この結果は示唆している。

4. 大雨の傾向

日降水量 N mm 以上の大雨日数と N との関係、 $N=50\sim 200$ (10 mm 刻み) について図-5に示す。日降水量 N mm 以上の大雨日数は、 $N=50\sim 190$ の範囲ではわずかに増加傾向にあり、 $N=50$ の時の増加率は1.5日/100年であった。順位和検定の結果、日降水量 50 mm 以上の大雨

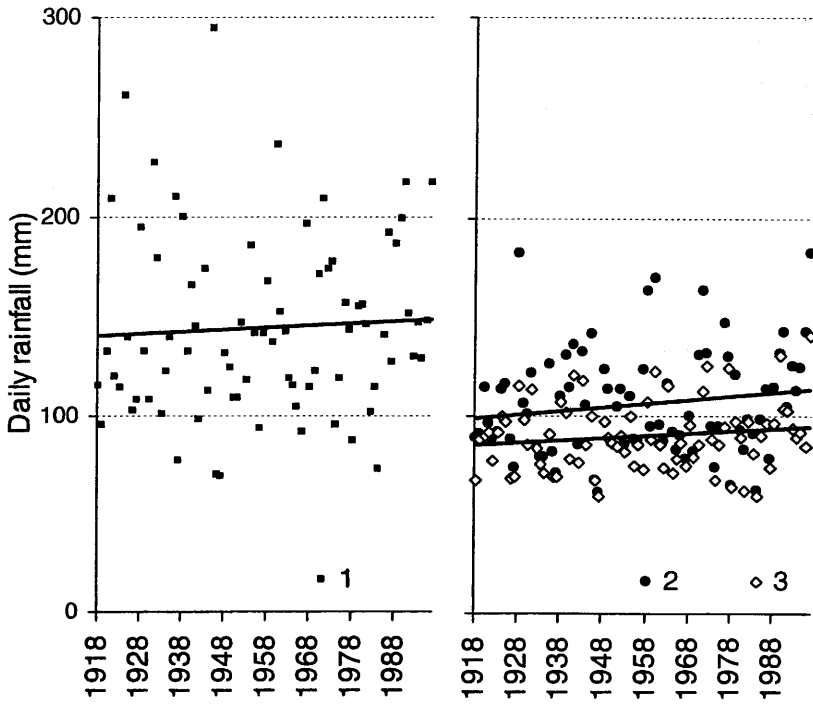


図-4 降順1位から3位までの日降水量の経年変動
 Fig. 4. Fluctuation of top 3 daily rainfall.

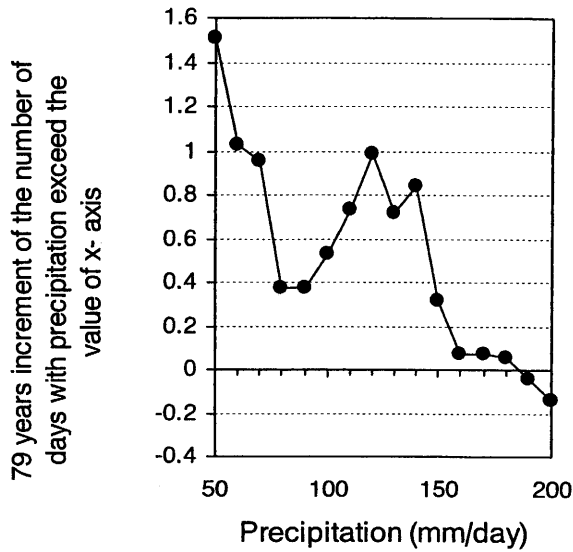


図-5 日降水量 N mm 以上の降水日数の79年間増加率と N の関係
 Fig. 5. Relationship between 79 years increment of the number of days with precipitation exceed to N (mm/day) and N .

日数が、大正年代と平成年代の間で差があるという帰無仮説は、危険率 10% で棄却されなかった。ここで得られた日数の増加傾向は、統計的に有意でないといえる。

日降水量 N mm 以上の大雨日数は、 $N=190, 200$ では減少傾向に転じた。190 mm 以上の日降水量は 79 年間で 14 回 (平均 5.6 年に 1 回) 観測されている。表-2 にそれらのリストを示す。190 mm 以上の降水量を観測した日は、1918~38 年の 21 年間に 6 回、及び 1986~96 年の 11 年間に 4 回と多いのに対して、1939~85 年の 47 年間にはわずか 4 回であった。なお、これはあくまで日界を 9 時または 10 時とした観測値の最大値であり、最大 24 時間降水量はさらに大きくなる。例えば 1996 年 9 月 22 日には連続 20 時間降水量 358.1 mm を記録している。

日降水量 N mm 以上の日の総降水量と N との関係性を $N=50\sim 100$ (10 mm 刻み) について図-6 に示す。日降水量 N mm 以上の日の総降水量はいずれも増加傾向にあり、 $N=50$ の時の増加率は 134 mm/100 年であった。図には示していないが、日降水量 50 mm 未満の日の総降水量は逆に減少傾向にあり、減少率は 126 mm/100 年であった。順位和検定の結果、日降水量 50 mm 以上の日の総降水量、50 mm 未満の日の総降水量が、大正年代と平成年代の間で差があるという帰無仮説は、ともに危険率 10% で棄却されなかった。ここで得られた増加・減少傾向は、統計的に有意でないといえる。

日降水量 N mm 以上の日の総降水量が全降水量に占める割合も同様に図-6 に示す。割合も総降水量同様に、 $N=50\sim 100$ の範囲でいずれも増加傾向にあり、 $N=50$ の時の増加率は 6.2%/100 年であった。順位和検定の結果、日降水量 50 mm 以上の日の総降水量が全降水量に占める割合が、大正年代と平成年代の間で差があるという帰無仮説は、危険率 2% で棄却された。ここで得られた割合の増加傾向は、統計的に有意であるといえる。図-7 に、日降水量 50 mm 以上の日の総降水量が全降水量に占める割合の経年変化を示す。ばらつきは大きいものの、平成年代に入って割合が大きくなっていることが読み取れる。

佐藤・高橋 (2000) は、首都圏における夏季の降水特性の経年変化を解析し、8 月の首都圏においては、降水の総量には有意な変化はないものの、降水の総量に占める強い降水の割合が有意に

表-2 日降水量 190 mm 以上の大雨リスト (1918~1996)
Table 2. List of days with precipitation above 190 mm. (from 1918 until 1996).

年	月日	日降水量	関連する気象現象	備考
1921 (大正 10)	10 月 9 日	209.0		
1924 (大正 13)	9 月 16 日	261.0		
1928 (昭和 3)	6 月 2 日	195.0		中ノ沢・西ノ沢量水堰堤破損, 中止へ
1931 (昭和 6)	9 月 27 日	227.4	台風	
1936 (昭和 11)	7 月 9 日	210.0		
1938 (昭和 13)	10 月 20 日	200.4	台風	
1945 (昭和 20)	8 月 22 日	295.0		
1960 (昭和 35)	8 月 20 日	237.0	台風 14 号	
1967 (昭和 42)	6 月 28 日	197.0	集中豪雨	
1971 (昭和 46)	9 月 7 日	209.3	台風 25 号	
1986 (昭和 61)	8 月 4 日	192.0	台風 10 号	
1989 (平成 1)	7 月 31 日	199.7	台風 11, 12 号	
1990 (平成 2)	9 月 30 日	217.1	台風 20 号	
1996 (平成 8)	9 月 22 日	217.2	台風 17 号	袋山沢量水堰堤損傷, その後修復へ

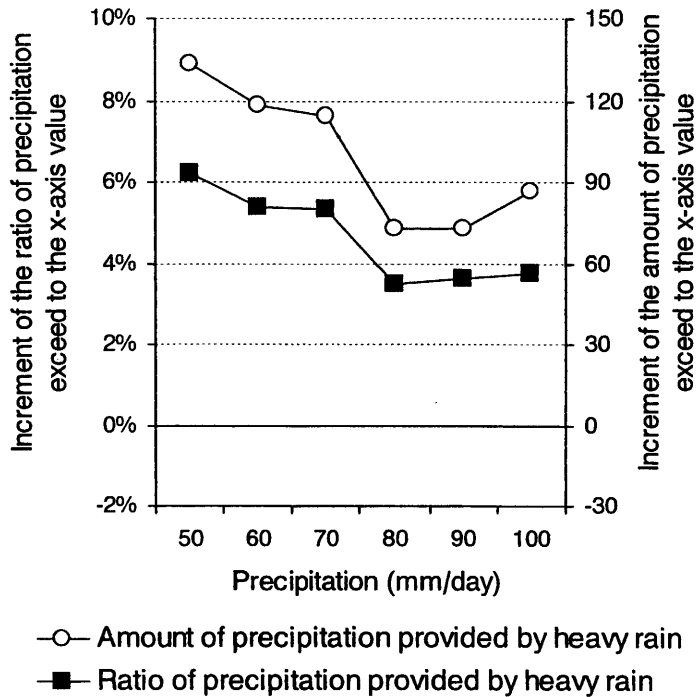


図-6 日降水量 N mm 以上の降水日の年総降水量と、それが年降水量に占める割合の 79 年間増加率と N の関係

Fig. 6. Relationship between 79 years increment of total amount of precipitation exceed to N (mm/day) and N , and between 79 years increment of the ratio of the total amount of precipitation exceed to N (mm/day) to the annual precipitation and N .

増加していることを示している。本研究で得られた結果は、降水の総量に占める強い降水の割合が増加しているという傾向が、首都圏から遠く離れていて、ヒートアイランドなどの局地的都市化の影響を受けていないと考えられる地点でも見出されたという点で興味深い。降水の総量に占める強い降水の割合が増加するという現象の直接的メカニズムは明らかでないが、大気大循環モデルによる地球温暖化を組み込んだシミュレーションの結果、温暖化に伴い、強い降水の割合が増加する傾向があることを、多くの研究者が指摘している。温暖化がすでに進行していることを考えれば、本研究で得られた結果は、モデルシミュレーション結果と整合しているといえる。

VI. 結 論

千葉演習林清澄観測点における 79 年間のデータを解析し、降水特性特に大雨の特性の経年変化について解析した。その結果、次のことがわかった。

1. 日降水量、降水日数とも、梅雨期と秋雨期の 2 つのピークをもち、梅雨期よりも秋雨期の方が、降水量、降水強度が大きい。
2. 春と夏の降水量は増加傾向（合計 177 mm/100 年）、秋と冬の降水量は減少傾向（合計 181 mm/100 年）を示すが、これらの傾向は統計的に有意ではない。
3. 日降水量の 1 位から 12 位までの経年変化は増加傾向を示す。1～3 位の増加傾向は統計的

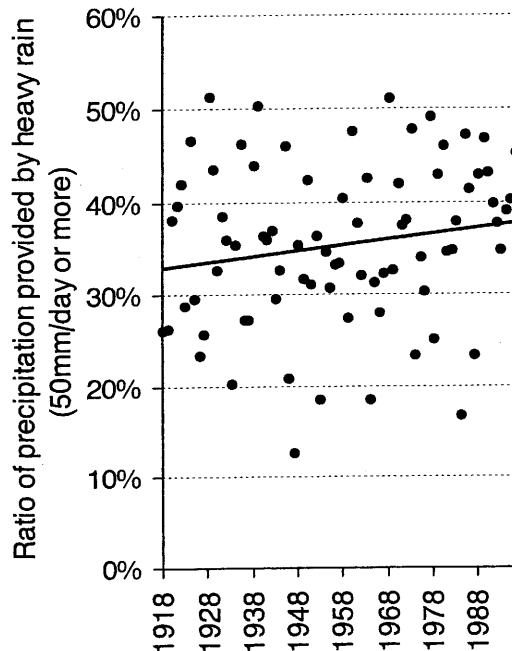


図-7 日降水量 50 mm 以上の降水日の総降水量が年降水量にしめる割合の経年変化
 Fig. 7. Fluctuation of the ratio the ratio of the total amount of precipitation exceed to 50 mm/day to the annual precipitation.

に有意であり、増加率は 1 位 10.7 mm/100 年, 2 位 18.7 mm/100 年である。

4. 50 mm 以上の降水日数, および, 50 mm 以上の降水日の総降水量とそれが年降水量に占める割合は, すべて増加傾向にある。このうち, 50 mm 以上の降水日の総降水量が年降水量に占める割合の増加傾向のみが, 統計的に有意であり, 増加率は 6.2%/100 年である。

要 旨

房総半島清澄山系の降水特性を明らかにする研究の一環として, 千葉演習林清澄観測所における季節別降水量と, 大雨に関するファクターの経年変化特性を解析した。1923 (大正 12) 年から 1996 (平成 8) 年までの 79 年間のデータを主に用いた。春と夏の降水量には増加傾向, 秋と冬の降水量には減少傾向がみられたものの, 統計的に有意ではなかった。日降水量順位 1~12 位の日降水量, 最大日降水量, 50 mm/day 以上の降水日数, 降水量, 年降水量に占める割合はすべて増加傾向にあり, このうち日降水量順位 1~3 位の日降水量および 50 mm/day 以上の降水量が年降水量に占める割合の増加傾向は, 統計的に有意であった。

キーワード: 降水特性, 清澄山系, 経年変化, 大雨

引用・参考文献

- 観測野帳 1966 年~1975 年 (10 年分, 40 冊), 未発表
 気象庁編 (1999) 異常気象レポート '99 各論, 大蔵省印刷局, 344 pp.

- 国土交通省土地・水資源局水資源部水資源調査室(2001)平成13年度日本の水資源について～豊かな暮らしを育む水資源と水源地域の展望～(水資源白書), 大蔵省印刷局, 328 pp.
- 蔵治光一郎・山中千恵子・永島利夫・軽込 勉・則定真利子(1998)房総半島清澄山系の降雨特性(I)―清澄観測点における平均年降雨量の算定―, 東大演報 99: 235-243.
- 蔵治光一郎(2001)森がもどり水がもどる時間, 科学 71: 57-66.
- 沖 大幹・西元正明・鼎信次郎(2000)長期間の日降水量記録に基づく東京の大雨の経年変化に関する研究, 日本気象学会秋季大会講演予稿集 78: 159.
- 寒川典昭・小池一臣・大山 悟(2001)日降水量の強度別降水日数の経年変化, 水文・水資源学会 2001年研究発表会要旨集, 164-165.
- 佐藤尚毅・高橋正明(2000)首都圏における夏期の降水特性の経年変化, 天気 47: 643-648.
- 東京大学教養学部統計学教室編(1992)基礎統計学 III 自然科学の統計学, 東京大学出版会, 366 pp.
- 東京大学農学部附属演習林(1997)東京大学演習林気象報告(自1995年1月至1995年12月), 演習林(東大) 35: 125-252.
- 東京大学農学部附属演習林(1997)東京大学演習林気象報告(自1996年1月至1996年12月), 演習林(東大) 37: 83-210.
- 東京大学農学部附属演習林(1999)東京大学演習林気象報告(自1997年1月至1997年12月), 演習林(東大) 38: 147-274.
- 東京大学農学部附属演習林(2000)東京大学演習林気象報告(自1998年1月至1998年12月), 演習林(東大) 39: 59-186.
- 東京大学大学院農学生命科学研究科附属演習林(2001)東京大学演習林気象報告(自1999年1月至1999年12月), 演習林(東大) 40: 29-156.
- 山元龍三郎・奥田昌弘・金近 治・森田 訓(2001)年降水量変動の長期傾向に関する解析, 水文・水資源学会 2001年研究発表会要旨集, 162-164.

(2001年8月29日受付)

(2002年9月10日受理)

Summary

As a part of research concerning precipitation characteristics in the Kiyosumi Range in the Boso Peninsula, the long-term trend of the seasonal precipitation and some factors related to heavy precipitation at the Kiyosumi Weather Station were analyzed. Seventy nine years daily precipitation records from 1923 until 1996 were used. It was found that the spring and summer precipitation increased whereas the autumn and winter precipitation decreased. The maximum daily precipitation for each year increased. The number of rainy days with precipitation larger than 50 mm/day, the precipitation amount and proportion of precipitation to the annual precipitation by precipitation larger than 50 mm/day also increased.

Key words: Precipitation characteristics, Kiyosumi Range, Inter-annual variation, Heavy precipitation

Abstract

Precipitation Characteristics in the Kiyosumi Range of Boso Peninsula (II) —Inter-annual fluctuation of heavy precipitation in Kiyosumi—

**Koichiro KURAJI, Chieko YAMANAKA, Toshio NAGASHIMA,
Isamu KARAKAMA and Makoto SUZUKI**

As a part of research concerning precipitation characteristics in the Kiyosumi Range in the Boso Peninsula, the long-term trend of the seasonal precipitation and some factors related to heavy rain at the Kiyosumi Weather Station were analyzed. It was found that the spring and summer precipitation increased whereas the autumn and winter precipitation decreased. The maximum daily precipitation for each year, the number of rainy days with precipitation larger than 50 mm/day, and the precipitation amount and proportion of precipitation to the annual precipitation by precipitation larger than 50 mm/day increased.

The Examination of Location Information Communication System to Develop a Forestry Vehicle Management System

**Kazuhiro ARUGA, Koji NAKAMURA, Akio FUJIWARA, Toshihiro SAITO,
Toshio NITAMI, Hideo SAKAI and Hiroshi KOBAYASHI**

The paper describes first the forestry vehicle management system and then discusses the precision of location information and the availability of the communication system in the forest. The precision of GPS is not accurate enough to develop the forestry vehicle management system. Therefore, the precision of location information must be improved using both GPS and other sensors. The real-time and long-distance transmission test of GPS data using cellular phones succeeded, but cellular phones cannot always be used in the forest. Therefore, utilization of the satellite communication system must also be discussed to develop the forestry vehicle management system.