

# 降雨極値統計解析

田中茂信<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 正会員 京都大学教授 防災研究所 (〒611-0011 宇治市五ヶ庄)

E-mail: tanaka.shigenobu.4m@kyoto-u.ac.jp

本稿は 2018 年西日本豪雨と呼ばれている豪雨の降雨極値について、時系列変化と頻度について解析した結果を報告するものである。記録的な豪雨となった日吉ダム流域の降雨極値について調べるとともに、淀川水系の主要 6 地点上流の流域面積雨量について頻度解析を行う。また、西日本一帯の本豪雨での記録更新状況を調べるとともに、Aphrodite によるグリッド降水量を用いて広域的な極値の発生状況についても調べる。その結果、今回の豪雨で日吉ダム流域の 36~48 時間あるいは 2 日および 3 日降水量がこれまでの記録を大きく更新したこと、この 2 日降水量は再現期間が 160~170 年であること、48 時間および 72 時間降水量について 106 地点で記録を更新したこと、それぞれの地域で経験したことのない豪雨となり洪水災害・土砂災害を多くの場所で引き起こした。一部には災害前の豪雨履歴が周囲に比べて小さい地域が被災している例も見られ、外力設定にあたり広域的な観点からの頻度解析が必要であることが示された。

**Key Words:** statistical analysis, extreme rainfall, record breaking, Aphrodite grid rainfall

## 1. 背景と目的

平成 30 年 7 月の西日本豪雨災害では、西日本の広い範囲で洪水災害、土砂災害が発生した。平成 31 年 1 月 9 日発表の内閣府の被害状況に関する資料<sup>1)</sup>によると、死者 237 名、行方不明 8 名である。1 災害での犠牲者数が 1984 年以降しばらく 100 人未満であったが、本災害では 200 人を上回る犠牲者となった。この間、2000 年の東海豪雨、2011 年の紀伊半島豪雨、2014 年の広島県での土砂災害、2015 年の関東・東北豪雨、2017 年九州北部豪雨など記録的な豪雨が発生し、多くの人命が犠牲となった。2014 年には広島市安佐南区の八木地区で 52 名と狭い範囲で多くの犠牲者を出したものもある<sup>2)</sup>。

本稿は今回の洪水・土砂災害をもたらした豪雨の極値について時系列変化と頻度について解析を行う。具体的

には、日吉ダム流域平均降水量、淀川水系主要地点上流流域面積降水量および西日本域における今般豪雨の特徴について考察する。

## 2. 淀川水系の降雨極値の解析

はじめに近畿地方整備局から提供された水資源機構が管理する日吉ダム流域平均年最大降水量の時系列変化を見た上で確率評価を行う。

図-1 (左) は 1952 年以降の日降水量をもとに 2 日および 3 日降水量の年最大値の推移を示したものである。至近 10 年間の増加傾向は著しくみえるが、全期間を対象にした Mann-Kendall テストでは有意水準 5% で有意な増加傾向とは判断されない。次に、時刻雨量が整理されている 1997 年以降の資料を用いて、6, 12, 18, 24, 36,

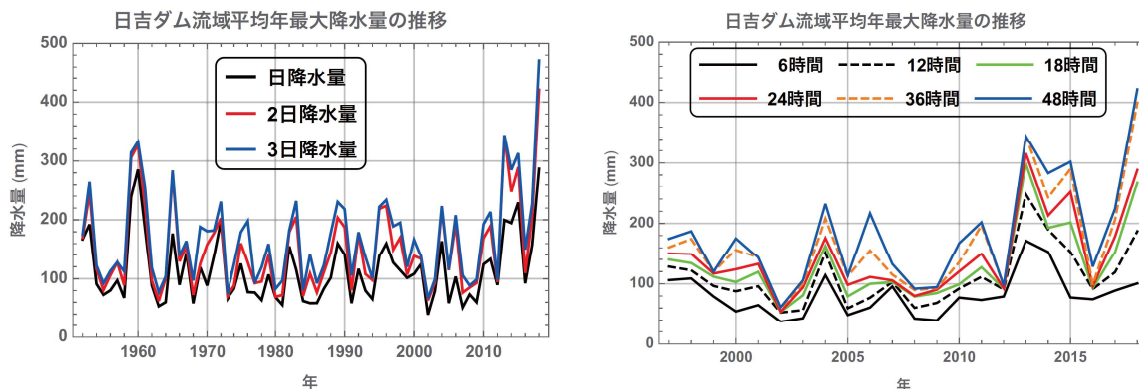


図-1 日吉ダム流域平均年最大降水量の推移 (左：日降水量ベース、右：時刻降水量ベース)

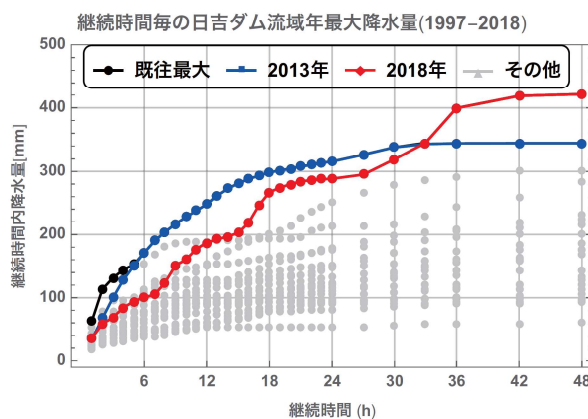
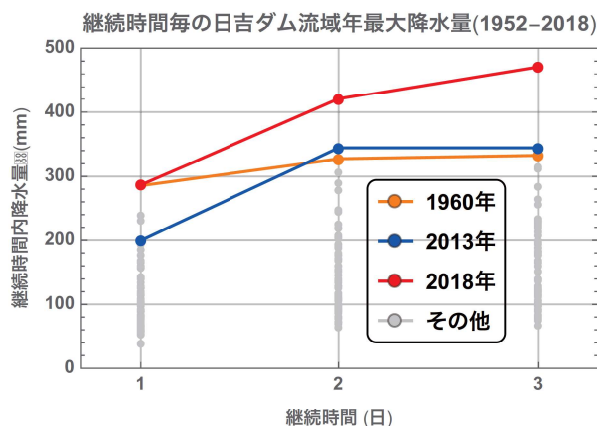


図-2 日吉ダム流域降雨継続時間別年最大降水量（左：日降水量ベース（1952～2018），（右：時刻降水量ベース（1997～2018））

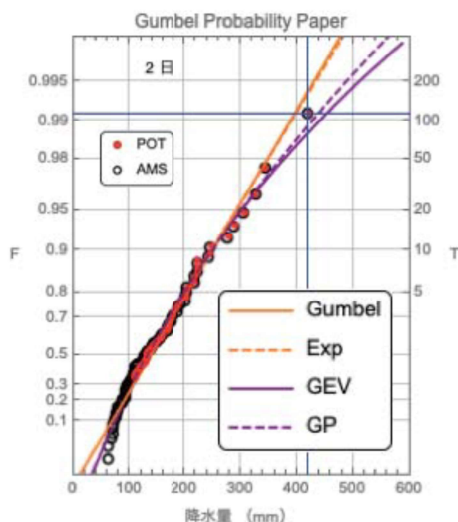


図-3 年最大2日降水量の確率プロットと極値分布 Fitting  
2018年イベントをクロスヘアで示している。POTの閾値は108mmを採用している。

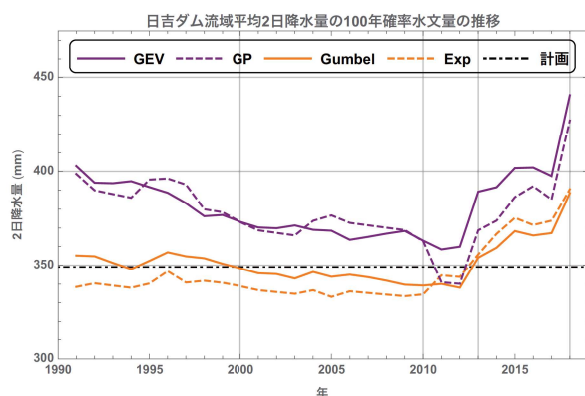


図-4 観測期間が延びたことによる2日降水量のAMSとPOTによる100年確率水文量の推移  
1952年から横軸の年までの資料により推定される100年確率2日降水量を示している。

48時間の流域平均年最大降水量の時系列変化を見たものが図-1（右）である。こちらも同様に近年増加傾向にあるように見えるが、増加傾向は有意ではない。

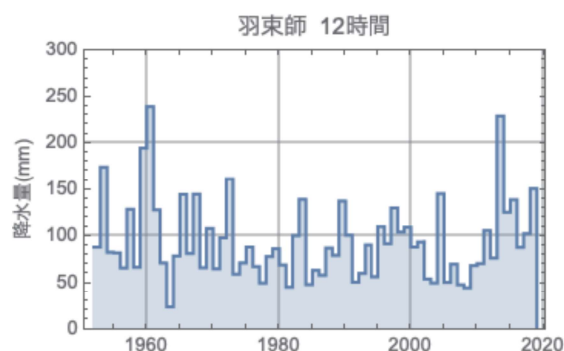


図-5 淀川水系桂川羽束師地点上流の流域平均年最大12時間降水量の推移

図-2 左は1952年以降の1～3日降水量の年最大値を示したもので、特記される1960年、2013年および2018年をそれぞれ橙色、青色および赤色で示している。日降水量は1960年と2018年が同程度であり、2日と3日は2018年が既往最大であり、それぞれ、2013年の記録を76mmおよび126mm上回っている。図-2 右は1997年以降の1～48時間降水量の年最大値である。36、42、48時間で2018年豪雨がそれまでの記録である2013年の値をそれぞれ55、74、77mm上回っている。

図-3は日吉ダムの計画で用いられている2日降水量の年最大値(AMS)と閾値超過資料(POT)およびそれぞれに極値分布を当てはめたものを合わせて示したものである。閾値は2013年台風18号時の検討と同様に標本平均超過関数を描いて、108mmとしている。クロスヘアで示した2018年西日本豪雨での事象はGumbel分布で170年、指数分布で160年に1度の事象と判断される。

図-4は観測期間の変化に伴う100年確率水文量の変化を示したものである。2013年までは指数分布が最も安定的である。2013年以降はどの分布によっても100年確率2日降水量は計画を超えており、中でも2018年イベントを含む場合、2017年までの確率水文量に比べ、15～40mm大きくなっている。

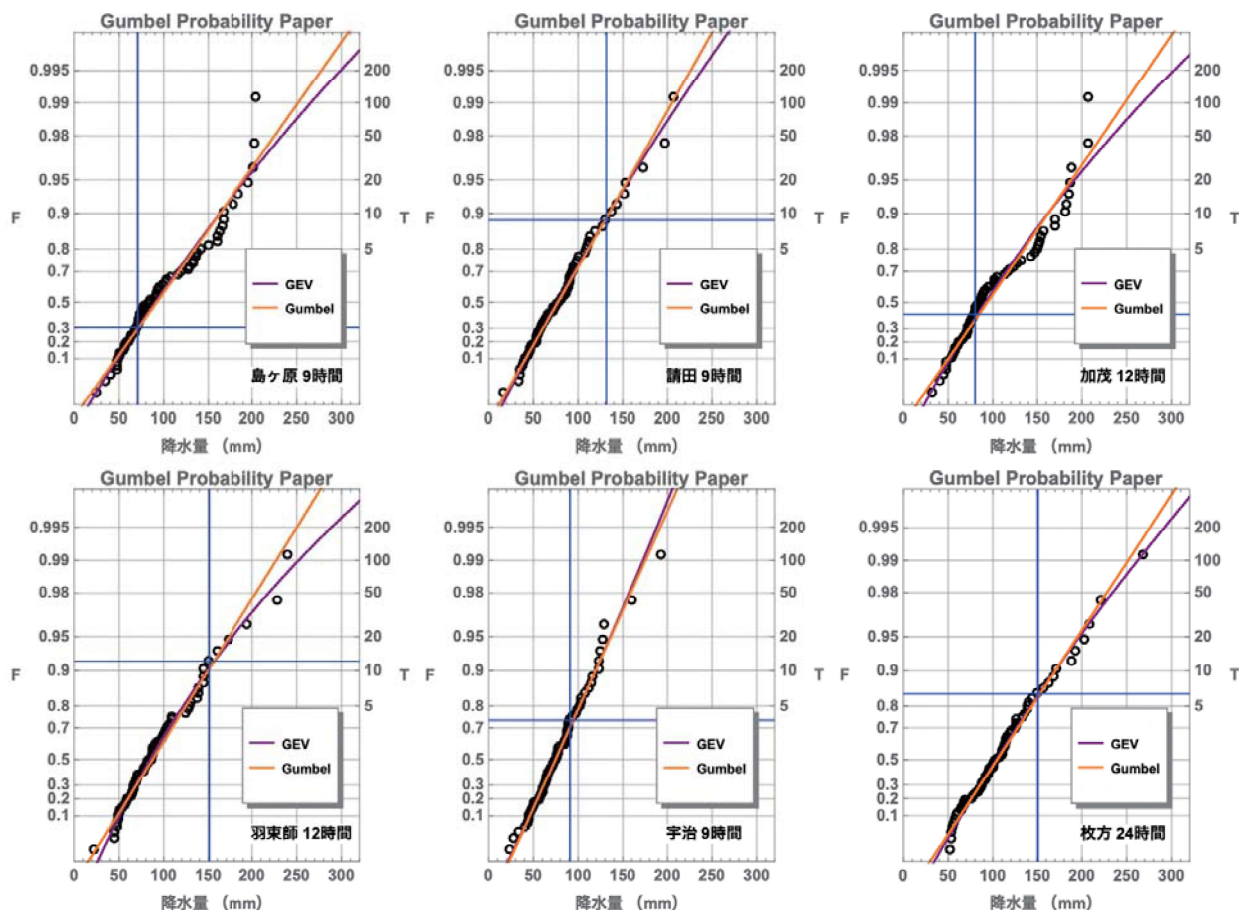


図-6 淀川水系主要 6 地点上流域平均年最大降水量の確率プロット

次に、近畿地方整備局から頂いた淀川水系の主要地点に関する降水量についてみる。図-5 は日吉ダムの下流に位置する羽束師地点上流の流域平均 12 時間降水量の時系列をみる。2018 年の豪雨は歴代 6 位であり、それほど大きなものでないことがわかる。また、明確な増減傾向はみられない。図-6 は淀川水系主要 6 地点の年最大値の確率プロットである。図中のクロスヘアは 2018

年の値を示している。支川桂川の主要地点である請田と羽束師のみ再現期間がほぼ 10 年となっているが、他の地点では数年に 1 度の事象であることがわかる。

地点上流流域面積は、日吉ダム地点で 290km<sup>2</sup>、その下流に位置する羽束師では 1,078km<sup>2</sup>であり、前者が 2 日雨量、後者が 12 時間雨量で整理されている。日吉ダムが計画を超える降雨に見舞われたにもかかわらず、下流河道では幸いにもそれほど大きな洪水とならなかった。

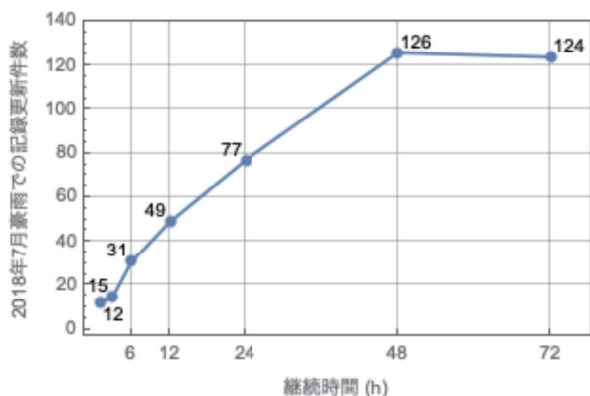


図-7 全国の AMeDAS 降水量観測地点のうち 1, 3, 6, 12, 24, 48, および 72 時間降水量について、西日本豪雨で既往最大を更新した地点数

### 3. 西日本の降雨極値

図-7 は全国の AMeDAS 降水量観測地点のうち 1, 3, 6, 12, 24, 48, および 72 時間降水量について、西日本豪雨で既往最大を更新<sup>3)</sup>した地点数を整理して示したものである。なお、この図では観測期間が 10 年未満のものは除いている。48 時間と 72 時間の箇所数はそれぞれ 126 箇所および 124 箇所である。また、図-8 は 48 時間と 72 時間降水量とともに既往最大を更新した 106 地点のうち、本州中央部から九州までの範囲について示したものである。なお、広範な地点で既往の記録を更新しているが、我が国のトップ 20 の日降水量記録<sup>4)</sup>には今回の豪雨のもの



図-8 48 時間降水量と 72 時間降水量ともに既往最大を更新した 106 地点の分布

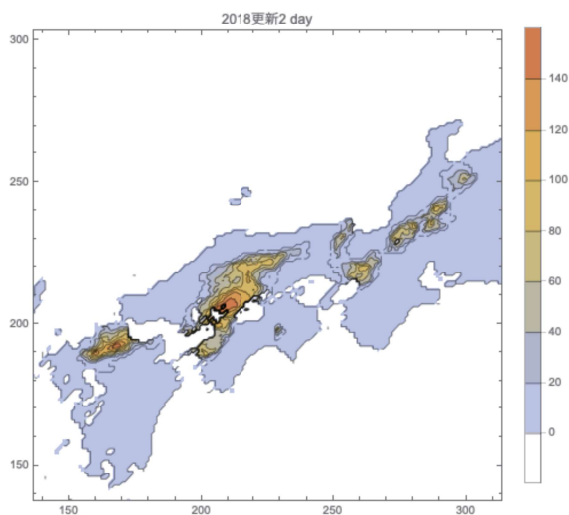


図-9 2018 年西日本豪雨による 2 日降水量の記録更新状況

は見られない。図-9 は 1977 年以降の AMeDAS 降水量を用いて作成された Aphrodite の 0.05 度グリッド降水量<sup>5)</sup> で見た、2018 年西日本豪雨により 2 日降水量の記録が更新されたグリッドのコンター図である。広島県東部から岡山県西部にかけての範囲と九州北部で 2017 年までの記録を大きく更新していることがわかる。これ以外に桂川流域を中心とする範囲、滋賀県北東部から福井岐阜県境を中心とする範囲、由良川下流左岸から丹後半島にかけておよび四国の肱川流域を中心とする範囲などで記録が更新されている。図-10 は 2017 年までの 2 日降水量の最大値のコンターマップであり、広島県東部を中心に 200mm 未満の地域が広がっていることがわかる。図-11 は 2018 年 7 月末までの資料で作成した同様のコンターマップであり、広島県東部を中心とする既往最大値の小さい地域はなくなっている。日雨量のコンター図と比べ

てみたが、2 日降水量ほどは災害発生箇所との対応は良くなかった。図-11 の範囲では、能登半島の付け根付近と長野県北部が既往最大値の小さい地域として残っている。

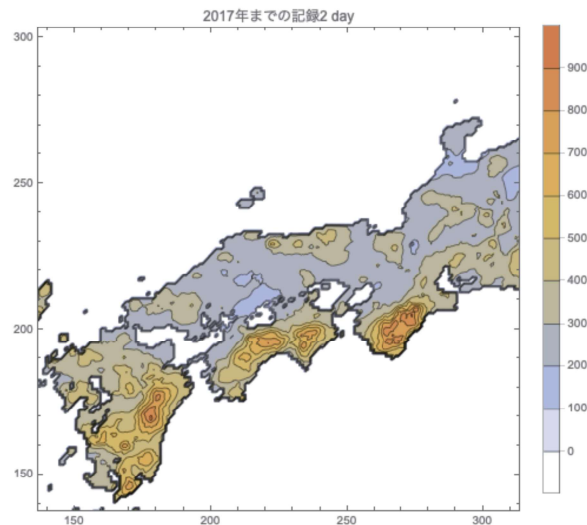


図-10 2017 年までの 2 日降水量の最大値の分布

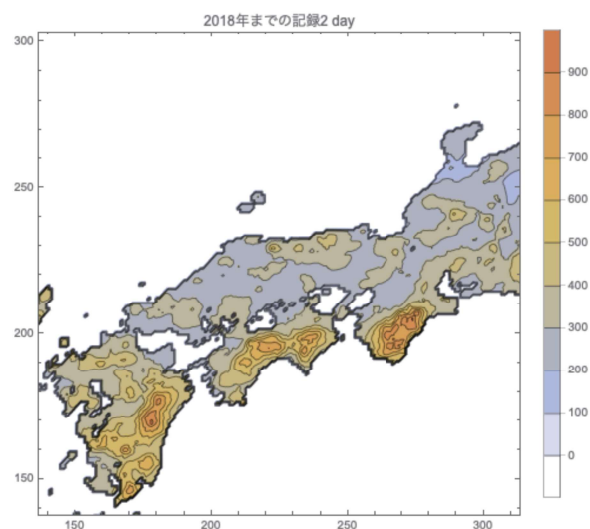


図-11 2018 年までの 2 日降水量の最大値の分布

る。これらの地域では周辺と同程度の大雨への構えが必要であろう。

## 6. まとめ

淀川水系の日吉ダム、主要地点および西日本の広域での降水量の極値について時系列変化および頻度、空間分布を調べた結果、以下のことがわかった。

- (1) 日吉ダム地点上流流域平均降水量は 36~48 時間あるいは 2 日および 3 日降水量がこれまでの記録を大きく更新した。この 2 日降水量は再現期間が 160~170 年と推定された。

(2) 広域的な検討から、それぞれの地域で経験したことがない豪雨となり洪水災害・土砂災害を引き起こしたが、わかった。一部地域には災害前の既往最大豪雨が周囲に比べて小さい地域があり、その部分が被災している例も見られた。外力設定にあたり広域的な観点からの頻度解析が必要であることが示唆された。

今回の豪雨は、広い範囲で既往の豪雨記録を更新する未曾有の災害外力であったが、全国の記録と比較するとそれほど大きいものではない。九州北部豪雨災害の報告書<sup>6)</sup>でも触れたが、気象庁のWebにある日降水量のランキングの20位は626 mmであり、トップ20は2011年よりこれまで更新されていない。しかしながら、2011年以降も毎年のように洪水災害や土砂災害があちこちで発生している。今回の災害は日降水量の分布より2日降水量の分布の方が災害発生場所の分布によく対応している。色々な継続時間での災害が発生していることから、継続時間毎の記録の分布がわかる地図の整備が望まれる。災害対策のためのハード整備が追いついていない現状では人命優先のソフト対策は重要ではあるが、外力の変動と社会構造を踏まえると、ハード整備の重要性はますます高まっている。

## 参考文献

- 1) 内閣府：平成30年7月豪雨による被害状況等について，[http://www.bousai.go.jp/updates/h30typhoon7/pdf/310109\\_1700\\_h30typhoon7\\_01.pdf](http://www.bousai.go.jp/updates/h30typhoon7/pdf/310109_1700_h30typhoon7_01.pdf), 2019.2.10 閲覧。
- 2) 内閣府：8月19日からの大雨による広島県の被害状況等について，<http://www.bousai.go.jp/updates/h260819ooame/pdf/h260819ooame38.pdf>, 2019.2.10 閲覧。
- 3) 気象庁：毎日の観測史上1位の値更新状況，[http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/data/mdrr/rank\\_update/index.html](http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/data/mdrr/rank_update/index.html), 2018.7.16 閲覧。
- 4) 気象庁：歴代全国ランキング，[http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/view/rank-all.php?prec\\_no=&block\\_no=&year=&month=&day=&view=](http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/view/rank-all.php?prec_no=&block_no=&year=&month=&day=&view=), 2019.2.14 閲覧。
- 5) APHRO\_JP\_V1207(ただし2016-2018については未公開)，<http://aphrodite.st.hirosaki-u.ac.jp/japanese/index.html>
- 6) 京都大学防災研究所：2017年九州北部豪雨災害調査報告書，[http://www.dpri.kyoto-u.ac.jp/web\\_j/publication/other/20180330\\_kyusyu.pdf](http://www.dpri.kyoto-u.ac.jp/web_j/publication/other/20180330_kyusyu.pdf), 2018.

## 謝辞

本調査を実施するにあたり、近畿地方整備局より淀川水系の降雨資料および水資源機構が管理する日吉ダムの降雨資料を提供いただいた。ここにご協力いただいた関係者各位に謝意を表する。

## STATISTICAL ANALYSIS OF EXTREME RAINFALL

Shigenobu TANAKA

This article reports trend and frequency analysis of extreme rainfall for the 2018 Western Japan torrential rainfall disaster. First, the catchment averaged rainfall at Hiyoshi dam is investigated and that of 36-48 hours rainfall and 2-3day rainfall at this event exceeded greatly the past records. Treturn period of two-day rainfall of that is estimated 160-170 years. Next, the catchment averaged rainfalls at six principal point in the Yodo river basin are examined but the return period of each point is small. Finally, situation of record breaking over the western Japan area is examined with the AMeDAS rainfall record and Aphrodite grid rainfall product and it shows that unprecedented rainfall which caused flood and debris disasters took place in many places. Some of them have not experienced such large rainfall before. This suggests it is important to conduct frequency analysis over wide area not with small area when setting design hazard.