

2011年タイ国チャオプラヤ川流域で発生した

洪水災害の水文学的特徴

Hydrological Characteristics of The 2011 Chao Phraya River Flood Disaster in Thailand

小森 大輔¹・山田 朋人²

1, 東京大学生産技術研究所

2, 北海道大学大学院工学研究院

Daisuke Komori¹・Tomohito J. Yamada²

1, Institute of Industrial Science, The University of Tokyo

2, Faculty of Engineering, Hokkaido University

Abstract

A severe flood was recorded in the Chao Phraya river basin, Thailand in 2011. Total rainfall amount during the rainy season (May to October) was 1,439mm. This was 143% of the average rainfall amount during the season between 1982 and 2002. In 2011, totally five typhoons including tropical depletions affected the upper Chao Phraya river basin. This number was approximately 3.3 times larger than the climatological average (1 to 2 typhoons affected the upper river basin).

Key Words: A4 size, use Italic, for key words

キーワード：タイ国、チャオプラヤ川流域、洪水、台風

1. 概要

タイ国中部に位置するチャオプラヤ川流域では2011年の8月から12月にかけて観測史上最大の洪水に襲われた。タイ国内務省による2011年12月25日時点の情報では、死者752人、行方不明者3人の人的被害となった^{1,2)}。同じくタイ国内務省の情報をまとめたところによると、総氾濫水量は150億m³であり、これは四国の面積に約1mを掛け合わせた量の水がチャオプラヤ川流域に存在したことになる。また、全国の農地被害面積は11月14日をピーク日に18,291km²であり、これは関東平野とほぼ同じ面積が浸水被害を受けたと言える。工業部門では同流域内に存在する7工業団地804企業が浸水被害を受け、そのうち449社は日系企業であった(日本貿易振興機構より)。世界銀行は2011年12月時点で、6,600億バーツの不動産等資産損害、7000億バーツの機会損失で損失額は総額1兆3,600億バーツ(約3.5兆円)と推定した。また、2011年の同国の実質経済成長率は0.07%とほぼゼロ成長であった³⁾(沖2012)。また、こ

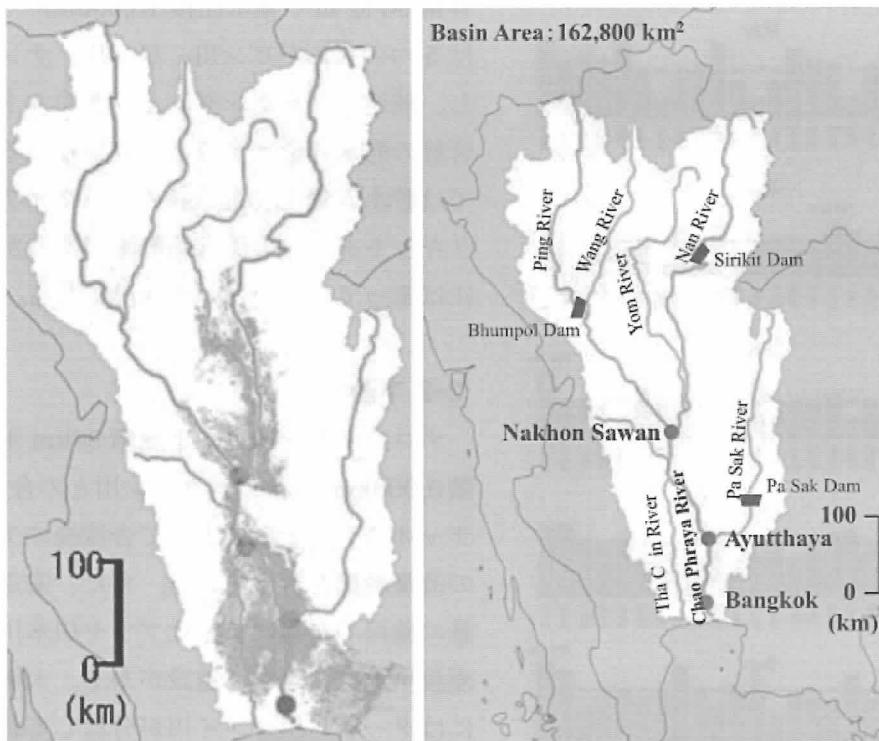


図-1 2011年タイ国チャオプラヤ川流域の浸水地域(左図)と主要支川とダムの名称(右図)

Komori et al. (2012)⁴⁾より引用。

れによる日本の損害保険会社が日本企業に支払う保険金の額は総額9000億円と、東日本大震災の企業向け地震保険支払額6000億円を大きく上回る見通しとなった³⁾。

本報告書は上記の小森ら(2012)¹⁾やKomori et al. (2012)⁴⁾を元に2011年タイ国チャオプラヤ川大洪水の実態の概要を記すものである。これらの調査および報告は国際協力機構(JICA)と科学技術振興機構(JST)の地球規模課題対応国際科学技術協力プロジェクト(SATREPS)である「気候変動に対する水分野の適応策立案・実施支援システム構築プロジェクト(IMPAC-T; 代表 沖大幹 東京大学生産技術研究所教授」の活動の一環により成されたものであり、著者的小森大輔は同プロジェクトの実質的な推進の取りまとめ、山田朋人はタイ国気象局等との今後の水文気象予測の改善に向けた研究活動を行っている。

2. チャオプラヤ川流域の概要

2-1 上流域

図-1は2011年10月18日におけるチャオプラヤ川流域の浸水状況を示す。同流域は約160,000km²であり、これはタイ国の約30%の面積を有する。また、同流域はナコンサワン地点における狭窄部を境に上下流域に分けることができる。上流域には西方から順にピン川(流域面積33,900km²)、ワン川(同じく10,800km²)、ヨム川(23,600km²)、ナン川(34,300km²)が存在しており、ナコンサワン地点において合流する。ナン川上流部には、タイ国国王の名前に由来するブミポンダム(貯水容量は135億m³、集水面積は26,000km²)があり、これは1964年に建設された。一方、1974年にピン川流域に建設されたシリキットダム(王妃の名前に由来)は貯水

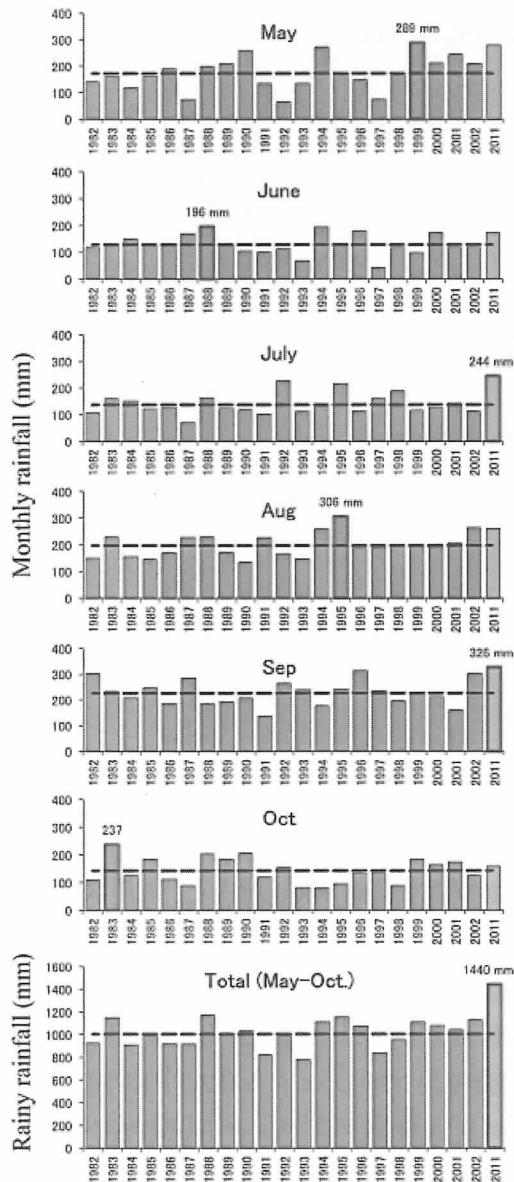


図-2 チャオプラヤ川流域における 1982 年から 2002 年および 2011 年の 5 月から 10 月の月ごとの流域平均降雨量。

Komori et al. (2012)⁴⁾より引用。

し、流下能力を低下させる。下流部での水位上昇は氾濫原に洪水をもたらし、流入する支川の堰上げ背水によって支流の流域内においても洪水を許容することになる。これらの自然由来の洪水被害を分散させる効果によってバンコク都など最下流部への洪水被害を結果として軽減させることになる。1999 年に出された JICA の洪水調査報告によると、バンコク都でのチャオプラヤ川の流下能力は 3 年確率流量程度であるが、バンコク都において洪水に対する安全が担保されている背景には前述のチャオプラヤ川下流域が洪水氾濫を許容しているからである⁵⁾。

容量 95 億 m³、集水面積 13,000 km² を有する。他には 5 つのダムがピン川、ワン川、ナン川流域に存在し、前述のブミポンダムとシリキットダムと合せた合計の貯水容量は 247 億 m³ に達する。ヨム川流域では貯水容量 11.5 億 m³ のゲンスイアテンダムやシリキットダムへの導水路計画があるが、いまだ建設には至っていないという状況である。

2-2 下流域

ナコンサワン地点の下流側 96km 地点には流域面積 5,000 km² のサカエクラン川との合流部が存在し、チャオプラヤ大堰によって合流後のチャオプラヤ川の流量調節を行っている。また、安定的な農業用水量の確保のためにチャオプラヤ川本川の左右岸には灌漑用水を分水する施設がある。大堰の右岸上流側にはターチン川とノイ川が分流しており、ターチン川は河口まで直接流下するが、ノイ川はアユタヤの下流域においてチャオプラヤ川本川と合流する。アユタヤから再下流域では、チャオプラヤ川は流域面積 14,300 km² のパサック川と合流する。パサック川上流部には 1999 年に建設されたパサック川ダム(貯水容量 9.6 億 m³)があり、他には合計貯水容量 4.09 億 m³ の 2 つのダムがターチン川の右岸に建設されている。

河口部に位置するバンコクの標高は約 5m、そこから約 90km 上流のアユタヤは 7m、ナコンサワンの近傍下流部に位置するチャオプラヤ大堰は約 15m の標高である。同下流域の河川勾配は 1/10,000 ~1/15,000 と緩やかであり、多くの蛇行部分を有する。そのため、洪水時には上流側からの土砂が堆積

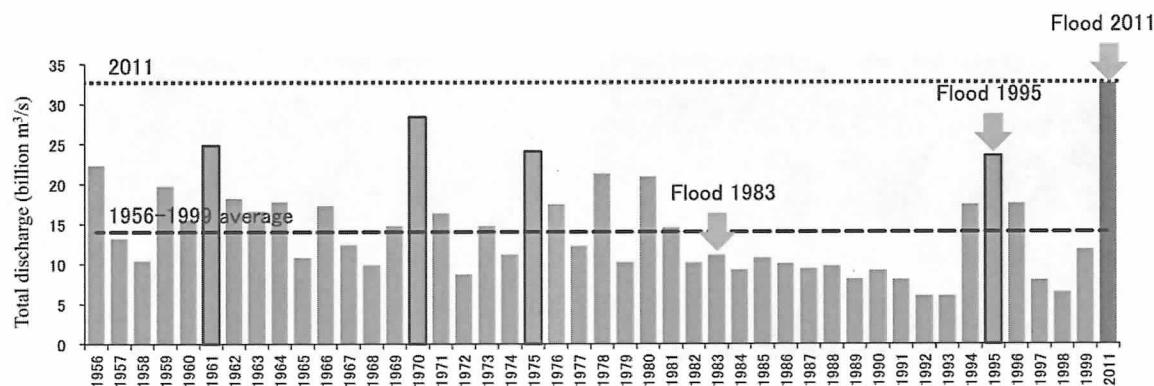


図-3 1956年から1999年および2011年におけるナコンサワン地点におけるチャオプラヤ川の総流量(10億m³/s)。破線は1956年から1999年の平均総流量を示す。Komori et al. (2012)⁴⁾より引用。

3. チャオプラヤ川流域の水文諸量の特徴

3-1 流域平均降雨量

気候学的にはタイ国は熱帯サバナ気候に属し、季節は雨季(5月から10月)と乾季(11月から4月)に大別される。図-2は1982年から2011年のチャオプラヤ川流域の月雨量と雨季の合計雨量を示す。図より2011年は雨季全体を通して平年よりも多くの雨が同流域にもたらされたことがわかる。1982から2002年の21年間では雨季のすべての月において平年値よりも大きな雨であった年は存在しない。このことは2011年の降雨形態がいかに特徴的であったかを示す水文学的に重要な点であろう。2011年以外の洪水年である1983年と1995年両年に着目する。1983年は7月、8月、10月の月降雨量が平年値を超えており、10月に至っては対象期間中最大値であった。一方、1995年は7月と8月の月雨量が対象期間を上回るものであった。1983年と1995年両年の雨季の総降雨量はそれぞれ1,147mmと1,153mmであり、対象期間である1982年から2002年および2011年における雨季の流域平均総降雨量の平年値よりも一割程度大きい。これに対して2011年の雨季の流域平均総降雨量は1440mmであり、平年値の約1.4倍もの記録的な雨量がもたらされた。この降雨の発生確率は約2%であり、平均的には50年に1回はそれ以上の降雨量となることを示す¹⁾。

3-2 台風による影響

2011年の豪雨の特徴として台風の存在が挙げられよう。タイ国では1年間に約1~2個の台風に伴う降雨の影響を受けるが、2011年は5個の熱帯低気圧を含む台風が観測され、それらがチャオプラヤ川上流域を中心に大雨をもたらした。これは豪雨をもたらす積乱雲の発生頻度が同上流域において平年の約1~3割増であったことからも示唆される^{6,7)}(図-4; Suseno and Yamada 2012; 渡部ら 2013より)。1951年~2011年の62年間でタイ国に影響を与えた台風が年5回以上記録された年は1964年、1971年、1972年の3回のみであることから、2011年の台風による同流域への影響は同年の豪雨特性を特徴づけるものである。

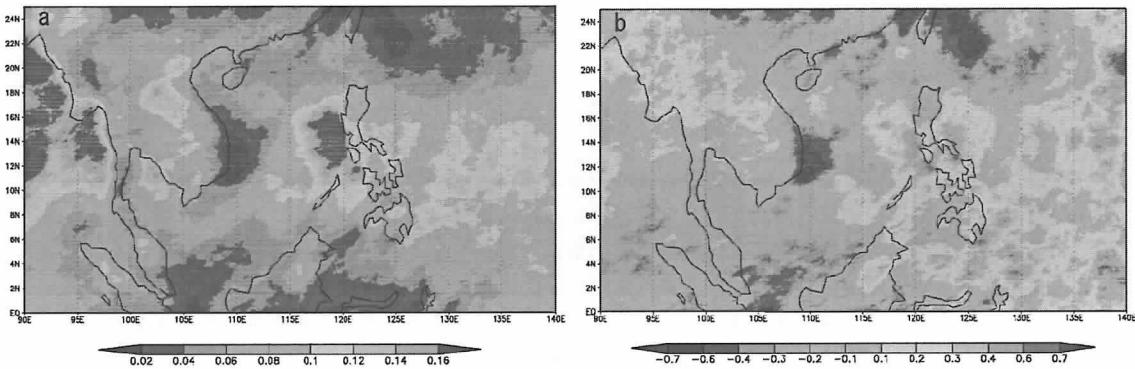


図-4 2011年6月から8月における積乱雲の発生頻度(左図)と、1996年から2010年(6月から8月)における積乱雲の発生頻度に対する2011年同期間の発生頻度の割合。渡部ら(2013)⁷⁾より引用。

3-3 河川流量

図-3は1956年から1999年および2011年の6月から10月におけるチャオプラヤ川(ナコンサワン地点)の総流量を示す。2011年の同期間の総流量は326億m³であり、対象期間の平均総流量の約232%大きい。2章で紹介した同流域上流部に位置する全7ダムの総貯水容量は247億m³であり、これは琵琶湖の貯水量に相当する量である。したがって、2011年の総流量326億m³は上流域の総貯水容量247m³を大きく上回ることから、同流域に存在する主要なすべてのダムの洪水調節能力を遥かに超える降雨量が同流域にもたらされたことが明らかである。

4. まとめ

本報告は小森ら(2012)¹⁾やKomori et al. (2012)⁴⁾等を元に2011年にタイ国チャオプラヤ川流域で発生した洪水災害に関して、特に水文学的見地から同洪水の特徴をまとめたものである。同年に発生した未曾有の大洪水は5月から10月の雨季全体を通して平年よりも大きな降雨量(流域平均で平年の143%)によって引き起こされたものである。とりわけ、平年では約1から2個の台風がチャオプラヤ川流域に降雨として影響していたことに対して2011年は5個の台風が同流域に豪雨をもたらしたことが挙げられる。また、2011年のナコンサワン地点におけるチャオプラヤ川の総流量は上流に位置する全7ダムの総貯水容量の約1.3倍に達していたことから、ダムによる洪水制御の限界を超える大雨であった。タイ国は熱帯性サバナ気候に属し、乾季である11月から4月は殆ど降雨量が期待できない。そのため、乾季の水資源は雨季の間にダム湖に貯えられる雨量のみで賄われる。一方、ブミポンダムやシリキットダムといったいわゆる大ダムの貯水容量は約3年スケールで循環するものであるため、各年の総雨量で貯水容量が決定される訳でなく、複数年スケールの水資源計画を必要とする。そのため、現在取り得る対策として河川の拡幅、遊水池、輪中堤、放水路等の多角的かつ抜本的な治水政策の併用がタイ国の安定的発展に寄与するだけではなく、経済的に密接に繋がっている我が国にとっても重要な課題である。

また、長期スケールの水文水資源予測精度の向上は同流域では不可欠である。時定数の長い海面水温の初期情報を用いた季節スケールの降雨の予測可能性(predictability)はShukla(1991)を代

表例として議論されてきた⁸⁾。最近の研究成果としては、今田ら(2013)は全球気候モデルが計算する熱帶太平洋上の海面水温が高い予測精度を有するという特徴を活用し、その上で海面水温の平年偏差とタイ国を含むインドシナ半島における雨季の降雨量平年偏差との統計的関係を導き出し、同地域における季節スケールの高い予測可能性を示した⁹⁾。

翻って北海道において近年極端な豪雨をもたらす現象に着目すると線状降水帯が挙げられる。Yamada et al. (2012)によると、北海道において線状降水帯の発生回数が多い年の気象場の特徴として、本州以南では地表面気圧が正の平年偏差、北海道から北側は負の平年偏差を有し、とりわけ北海道周辺海域における海面水温の高い年において顕著であった¹⁰⁾。以上から、タイ国を含むインドシナ半島だけではなく北海道においても海面水温の継続的なモニタリングは防災上極めて重要な要素であろう。

謝辞

本研究は、日本国際協力機構(JICA)及び科学技術振興機構(JST)の地球規模課題対応国際科学技術協力事業(SATREPS)「気候変動に対する水分野の適応策立案・実施支援システムの構築(IMPAC-T)」の下で行われたものである。

参考文献

- (1) 小森大輔, 木口雅司, 中村進一郎. (2012) 2011 年タイ国チャオプラヤ川大洪水の実態および課題と対策. 河川, 2012 年 1 月号, 18-25.
- (2) 木口雅司, 中村晋一郎, 小森大輔, 沖大幹. (2012) 2011 年タイ・チャオプラヤ川における洪水被害. ARDEC46 号.
- (3) 沖大幹. (2012) チャオプラヤ川における 2011 年の大洪水とタイの水害. そんぽ予防時報, 250, 18-22.
- (4) Komori, D., S. Nakamura, M. Kiguchi, A. Nishijima, D. Yamazaki, S. Suzuki, A. Kawasaki, K. Oki, and T. Oki. (2012) Characteristics of the 2011 Chao Phraya River flood in Central Thailand. Hydrological Research Letters, 6, 41-46.
- (5) Japan International Cooperation Agency. (1999) The Study on Integrated Plan For Flood Mitigation in Chao Phraya River Basin. Japan International Cooperation Agency.
- (6) Suseno, D. P. Y. and T. J. Yamada. (2012) Two-dimensional threshold-based cloud-type classification using MTSAT data. Remote Sensing Letters, Vol. 3, No. 8, 737 – 746.
- (7) 渡部大和, 山田朋人, Dwi Prabowo Yuga Suseno. (2013) MTSATによる輝度情報から作成した東南アジアにおける雲の気候特性. 土木学会論文集 B1(水工学), Vol. 69, No. 4, I_301-I_306.
- (8) Shukla, J., J. Anderson, D. Baumhefner, C. Brankovic, Y. Chang, E. Kalnay, L. Marx, T. Palmer, D. A. Paolino, J. Poshay, S. Schubert, D. M. Straus, M. Suarez, J. Tribbia. (2000) Dynamical Seasonal Prediction, Bull. Amer. Meteor. Soc., 81, 2593-2606.
- (9) 今田由紀子, 鼎信次郎, 渡部雅浩, 石井正好, 木本昌秀. (2013) 2011 年タイの大暴雨の季節予測可能性. 土木学会論文集 B1(水工学), 69, 4, I_391-I_396.
- (10) Yamada, T. J., J. Sasaki, and N. Matsuoka. Climatology of line-shaped rainbands over northern Japan in boreal summer between 1990 and 2010. (2012) Atmospheric Science Letters, 13, 2, 133-138.