

インド・パキスタン

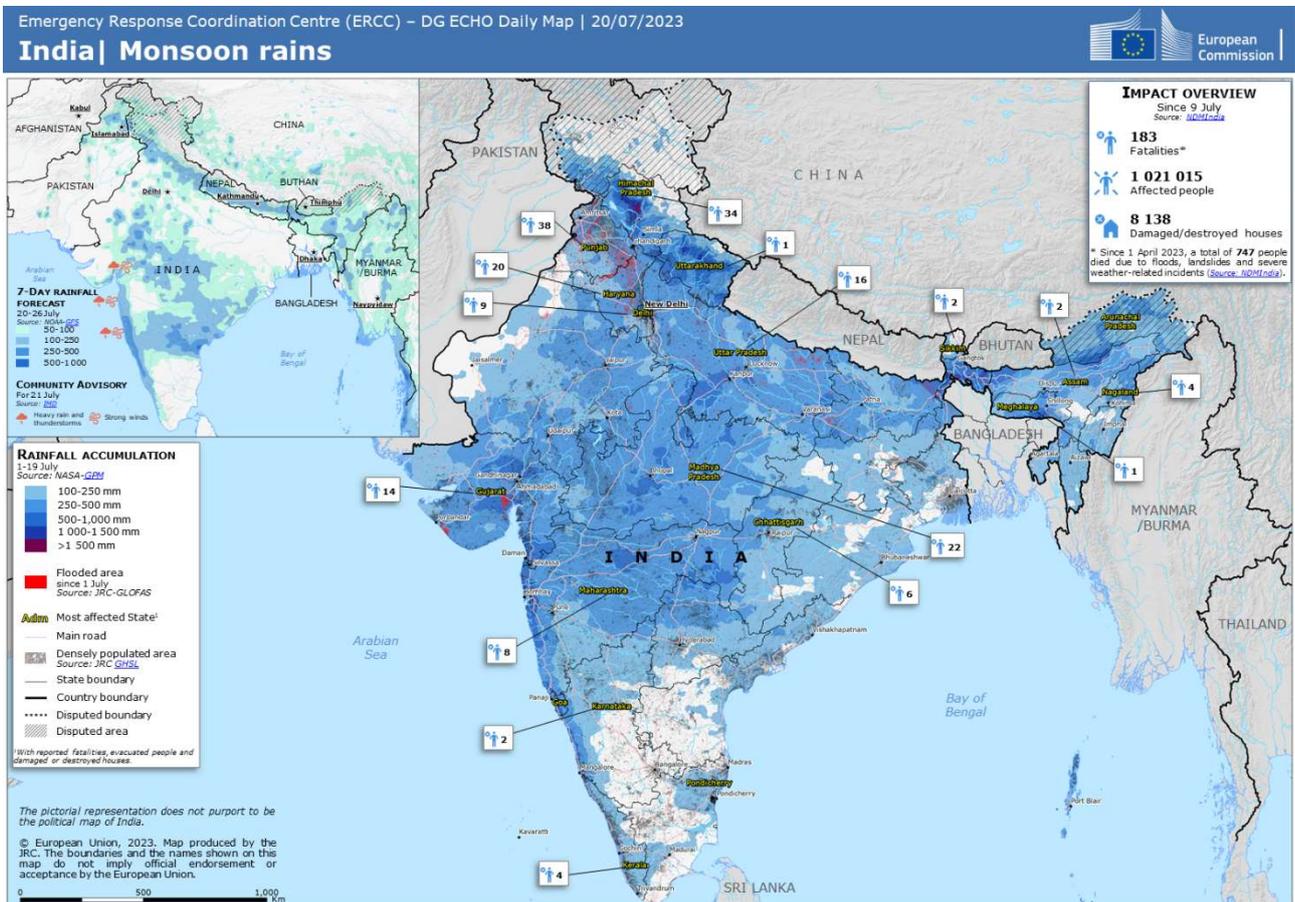
インド北部 洪水による被害

| | | | |
|----|--|--------|------------------------|
| 場所 | インド北西部、パキスタン北東部 ヒマチャル・プラデシュ州、ウッタラカンド州、パンジャーブ州(インド)、ハリヤナ州、ウッタル・プラデシュ州、パキスタン・パンジャーブ州 | 死者* | 284 人 (印 256, パ 19) |
| 期間 | 2023 年 7 月 5 日-8 月下旬 | 行方不明者* | - 人 |
| 概要 | モンスーン風による気圧の谷が南下せずヒマラヤ山麓に停滞、インド北部で大雨が続いた。ガンジス川上流河川、ヤムナ川、ビーズ川、サトレジ川の流域で洪水被害。首都デリー市でもヤムナ川沿いで浸水が発生。サトレジ川下流のパキスタン北東部も洪水に見舞われた。 | | |

※死者・行方不明者数は 2023 年 8 月 20 日時点の内務省発表資料⁵⁹による

1. 基本情報

地図



© European Union, 1995-2024

<https://erccportal.jrc.ec.europa.eu/ECHO-Products/Maps#/maps/4576>



一般社団法人 国際建設技術協会
Infrastructure Development Institute - Japan

<地形>

- 今回のインド被災 5 自治体（ヒマチャル・プラデシュ州、ウッタラカンド州、パンジャブ州、ハリヤナ州、デリー市、ウッタル・プラデシュ州）はインド北部州(North Indian States)に属する。¹
- 地形としてはヒマラヤ山脈から山麓((シヴァリク丘陵 Shivalik Range))にかけてと、ヒンドゥスタン平野(Indo-Gangetic Plain)のエリア。ヒンドゥスタン平野は、西はインダス川流域のパキスタン・パンジャブ州およびシンド州から東はブラマプトラ川流域のインド・アッサム州にまで広がるが、主要地域はガンジス川流域。²

《河川》

【ガンジス(Ganga)川】

- ウッタラカンド州の標高 7,010m の氷河を水源とし、ベンガル湾に至る。全長 2,525km。³
- 支流を含むガンジス流域には、ウッタラカンド州のほか、ヒマチャル・プラデシュ州、ハリヤナ州、デリー市、ウッタル・プラデシュ州などが含まれる。ヤムナ川は右岸支流。³

【ヤムナ(Yamuna)川】

- ガンジス川一次支流。ウッタラカンド州の標高 6,387m の氷河を水源とし、流域にはウッタラカンド州のほか、ヒマチャル・プラデシュ州、ハリヤナ州、デリー市、ウッタル・プラデシュ州などが含まれる。ウッタル・プラデシュ州アラーハーバード(Allahabad)でガンジス川に合流。全長 950km。⁴
- デリー市の上水供給源でもある。⁴

【サトレジ(Sutlej)川】

- サトレジ川はインダス川二次支流。ビーズ川はサトレジ川の支流。⁵
- 中国チベット自治区の標高 4,572m に位置するマーナサロヴァル(Mansrober / Mansarover)湖を水源とし、チベット自治区内を 322km 流下した後、シプキラ(Shipkilla)で国境を越えてインドのヒマチャル・プラデシュ州に入る。同州の溪谷地帯とインド・パンジャブ州*の平野を、南西方向に流下、ビーズ川が合流。ふたたび国境を越えてパキスタン・パンジャブ州*に入り、さらに 350km 流下してバハーワルプル(Bahawalpur)でシェナブ(Chenab)川に合流、シェナブ川はインダス川に合流し、アラビア海に至る。⁶

*注) 外務省表記ではインドは「パンジャブ州」、パキスタンは「パンジャブ州」

- サトレジ川の流域面積は 56,860km²。うち約 20,000km² がインド領内だが、降水量が雪のみのエリアが 9,000km²、雪と雨のエリアが 5,500km²、降雨のみのエリアは 5,500km² となる。⁶

【ビーズ(Beas)川】

- サトレジ川の支流。ヒマチャル・プラデシュ州の標高 13,050ft(3,978m)を水源とし、470km 流下して、インド・パンジャブ州のアムリツァール(Amritsar)でサトレジ川に合流する。⁷

《インド各州の地形》

【ヒマチャル・プラデシュ州】

- インド北西部に位置し、東を中国チベット自治区に接する。州南部の標高は 500m、州中北部は標高 900-1,500m の山地、さらに北部は標高 4,500m 以上のヒマラヤ山脈。⁸
- 州東部にはチベットから国境を越えて流入するサトレジ川、州西部にはヒマラヤ山脈を水源とするビーズ川などが流れる。⁸

【ウッタラカンド州】

- インド北西部に位置し、中国チベット自治区とネパールに接する。州北部にはヒマラヤの 7,000m 峰がそびえるが、州南部は標高 300m の沖積平野。⁹
- 州東部にガンジス川源流となるバーギラティー(Bhagirathi)川とアラカナンダ(Alaknanda)川、州西部にはヤムナ川が流れる。⁹

【パンジャブ州(インド)】

- 西をパキスタン・パンジャブ州に接する。¹⁰
- 州北東部は、標高約 900m のヒマラヤ山麓丘陵地帯、南西部は平野(標高約 170m)。¹⁰
- サトレジ川、ビーズ川、ラヴィ川が流れ、灌漑網の発達により、農業が主要産業となっている。

^{10, 11}



【ハリヤナ州】

- ハリヤナ州は、標高 300-400m の山麓丘陵地域と、標高 300m 以下のヤムナ川沖積平野などからなる。¹²

【デリー市(デリー首都直轄領)】

- デリー市は、ヒンデゥスタン平野のヤムナ川右岸に位置する。平坦な地形。¹³
- 19 世紀はパンジャブ州の州都であったが、20 世紀はじめに首都がカルカッタからデリーに移転すると、パンジャブ州から分離された。インド独立後も中央政府の直轄領である。¹³

<気候>

- インドは最も典型的なモンスーン気候。南西モンスーン風により 6 月中旬から 10 月まで雨期がもたらされる。²
- 首都デリー市ニューデリーの年平均降水量 782.2mm、7 月平均降水量 197.2mm、8 月平均降水量 226.1mm。¹⁴
- パンジャブ州アマリツァール(Amritsar)市の年平均降水量 728.48mm、7 月平均降水量 114.9mm、8 月平均降水量 169.58mm。¹⁵
- ヒマチャル・プラデシュ州シムラ(Shimla)市の年平均降水量 637.98mm、7 月平均降水量 164.13mm、8 月平均降水量 158.27mm。¹⁶

2. 今回の水害の特徴・過去の水害

<今回の水害の特徴>

- 7 月豪雨は、ヒマチャル・プラデシュ州の上空に発生した気圧の谷に、中東由来の低気圧とモンスーン風によるまれな相互作用がはたらき、大雨となった。
- 8 月豪雨は、平年であれば南下しているはずのモンスーン風による気圧の谷が北部を動かず、この気圧の谷に、中東由来の低気圧とバングラデシュ上空の低気圧が影響し、ヒマチャル・プラデシュ州とウッタラカンド州に大雨をもたらした。
- 7 月洪水では、ヤムナ川の氾濫によりデリー市およびハリヤナ州、ウッタル・プラデシュ州への被害のほか、サトレジ川と支流ビーズ川の氾濫によるパンジャブ州への被害など。
- 8 月洪水では、ガンジス川、サトレジ川の上流域にあたるヒマチャル・プラデシュ州とウッタラカンド州で甚大な洪水・土砂災害被害。またサトレジ川とビーズ川の下流にあたるパンジャブ州でもふたたび洪水被害が発生した。
- 7 月洪水ではヤムナ川でデリー市内の ITO 堰のゲート 5 基がシルト閉塞で開かず、これが市街地浸水の原因の一部であると批判された。
- 7 月洪水ではビーズ川上流の Pandoh ダム(ヒマチャル・プラデシュ州)も、放流後に下流の橋が流失し、放流のタイミングについて批判が出ている。
- 8 月洪水ではビーズ川とポング・ダムと、サトレジ川のパークラ・ダムが満水後に放流を行い下流で洪水が発生したが、これらについても事前放流ができなかったのか批判が出ている。

<過去の水害 (インド北部) >¹⁷

| 月日 | 死者数 | 災害種別 | 場所 |
|----------------|-----|---------|-------------------------|
| 2022 年 8 月 | 63 | 洪水・土砂災害 | ヒマチャル・プラデシュ州、ウッタラカンド州など |
| 2021 年 10 月 | 57 | 洪水・土砂災害 | ウッタラカンド州 |
| 2021 年 2 月 | 234 | 氷河湖決壊 | ウッタラカンド州 |
| 2016 年 6 月-7 月 | 61 | 突発洪水 | ウッタラカンド州アラクナンダ川など |



3. 災害の要因

<気象>

《気象概況》

【7月洪水】

- 7月10日の報道記事によると、ヒマチャル・プラデシュ州の上空に発生した気圧の谷と、Western Disturbance と呼ばれる中東由来の低気圧、モンスーン風の、まれな相互作用が、ヒマチャル・プラデシュ州とウッタラカンド州に豪雨を、デリー市には1982年以来となる記録的な日降雨量をもたらした。¹⁸

【8月洪水】

- 8月16日の報道記事によると、
 - ・例年であればすでに南下しているはずのモンスーン風による気圧の谷が、ヒマラヤ山麓に居座り、ヒマチャル・プラデシュ州とウッタラカンド州に大雨をもたらした。
 - ・モンスーン雨季入り以降のインド全域降水量は、平年比マイナス4%で、南部では10%、東部および東北部では18%のマイナスとなっているが、インド北西部のみ平年比13%増。
 - ・バングラデシュ上空の低気圧およびヒマラヤ西部のWestern Disturbanceの低気圧と、例年より北にとどまる気圧の谷の相互作用も、ヒマラヤ山麓の大雨に影響を与えている。¹⁹

《降水量》

【7月洪水】

- 7月8日-9日：²⁰
ハリヤナ州：チャンディーガル(Chandigarh)市 300mm、Radaul(Yamuna Nagar 県) 250mm など。
200mm 以上 9 観測点。
パンジャブ州：ナンガ(Nanga)(Rupnagar 県) 280mm などヒマチャル州境で 200mm 以上 6 観測点。
ヒマチャル・プラデシュ州：Una Rampur Aws(Una 県) 230mm、RL Bbmb(Bilaspur 県)220mm、
- 7月8日-9日早朝の24時間降雨量は、デリー市で153mmに達し、1982年7月以来の記録的24時間降雨量となった。²¹
- 7月9日-10日：²²
パンジャブ州：Ropar(Rupnagar 県) 350mm、Rajpura(Patiala 県)260mm
ハリヤナ州：Ismailabad(Kurukshetra 県)240mm、Tajewala(Ymuna Nagar 県) 220mm、Paftapnagar Rev (Ymuna Nagar 県)200mm、Mandkhola Aus(Nuh 県)220mm
ヒマチャル・プラデシュ州：Pchhad(シアーマウアー(Sirmaur)県)220mm、Naina Davi(ビラスプル(Bilaspur)県)200mm。
- 7月10日-11日：²³
ウッタラカンド州：リシケシュ(Rishikesh)市(デーラドゥーン(Dehradun)県) 310mm、Asharori(デーラドゥーン県) 210mm
ヒマチャル・プラデシュ州：Nahan(シアーマウアー県)250mm、Jatton Barge(シアーマウアー県) 240mm、Kasauli (ソラン(Solan)県)200mm。
ハリヤナ州：チャンディーガル(Chandigarh)市(チャンディーガル県) 210mm
ウッタラ・プラデシュ州西部：Behat(サハーランプル(Saharanpur)県) 210mm
- 7月11日-12日：²⁴
ウッタラ・プラデシュ州東部「Elgin Bridge(Barabanki 県)260mm、Kaiserganj (バーライチ(Bahraich) 県) 210mm。
- 7月12日-13日：²⁵
ウッタラカンド州：Laksar 220mm
ウッタラ・プラデシュ州西部：サンバル(Sambhal)(サンバル県)210mm
- 年間降水量 500mm のパンジャブ州で、7月9日からの州は日降雨量 300mm を記録。²⁶



【8月洪水】

- 8月9日-10日：²⁷
ウッタラカンド州：リシケシュ市(デーラドゥーン県)430mm。
- 8月10日-11日：²⁸
ヒマチャル・プラデシュ州で100mm超の観測点10箇所。
ウッタラカンド州：ナレンドラナガル(Narendranagar)(テイリ・ガーウォール(Tehri Garhwal)県)、
リシケシュ市110mm。
- 8月11日-12日：²⁹
ヒマチャル・プラデシュ州：マンディイ(Mandi)(マンディイ県)90mm、ダラムシャーラー
(Dharmsala)(カングラ(Kangra)県)90mm。
- 8月12日-13日：³⁰
ヒマチャル・プラデシュ州：サンダーナガル(Sundarnagar)(マンディイ県)170mm、マンディイ120mm
など100mm超の観測点5箇所。
- 8月13日-14日：³¹
ウッタラカンド州：リシケシュ市420mm、サハスラダーラ(Sahastradhara)(デーラドゥーン県)
250mm。
ヒマチャル・プラデシュ州：カングラ(Kangra)(カングラ県)270mm、ダラムシャーラー250mmな
ど200mm超の観測点4箇所。サンダーナガル170mm、マンディイ140mmなど100mm超の観
測点16箇所。
- 8月14日の報道記事によると、ヒマチャル・プラデシュ州マンディイとサンダーナガルでは3日間
降雨量が350-400mmに達した。³²
- 8月14日-15日：³³
ヒマチャル・プラデシュ州：ダラムシャーラー110mmなど100mm超の観測点3箇所。

<河川>

《7月洪水・河川》

【ビーズ川・サトレジ川】

- 7月7日からヒマチャル・プラデシュ州で水位上昇傾向。³⁴
- 7月8日から下流隣州であるパンジャーブ州で水位上昇傾向。³⁵
- 7月9日、ビーズ川の増水にともない、Pandohダム(ヒマチャル・プラデシュ州マンディイ県)で、
管理当局((Bhakra Beas Management Board : BBMB)が放流を行った。これにより Pandoh町のバサ
ールが浸水し、橋梁が流失した。³⁶

Pandohダム諸元³⁷

| 名称 | 河川 | 所在地 | 管理者 | | | |
|------------|--------------|----------------------|------------------------------|------|------|--|
| Pandoh Dam | ビーズ川 | ヒマチャル・プラデシュ州 | Bhakra Beas Management Board | | | |
| 目的 | 型式 | 総貯水量 | 堤高 | 堤長 | 完成年 | |
| 発電 | ロックフィル/アースダム | 4,200万m ³ | 76m | 225m | 1977 | |

【ガンジス川】

- 7月8日にウッタラカンド州 Kachhlabridge で危険水位超過。³⁵
- 7月16日に同州 Kachhlabridge で既往最大水位超過。³⁸
- 7月20日の中央水資源委員会レポートによれば、Kachhlabridge で水位上昇とまる。³⁹

【ヤムナ川】

- 7月7日からヒマチャル・プラデシュ州で水位上昇傾向。³⁴
- 7月10日デリーで危険水位超過、市内で道路冠水、低地域で浸水はじまる。⁴⁰
- 中央水資源委員会(CWC)は「ヤムナ川は、上流域の大雨により、7月12日までにデリー市内で
危険水位を超える」と予測。²¹
- しかし7月10日、予測より早く、ヤムナ川はデリー市内で危険水位205.33mを超過。⁴¹
- 7月12日デリー市は、市内のITO堰のゲート5基が閉塞しているとして、中央政府に支援を求
めた。⁴²



- 7月13日にヤムナ川は、デリー市内デリー鉄道橋水位観測所で、1978年9月の既往最高水位207.49mを超過し、208.48mに達した。²¹
- 7月13日内務省レポートによれば、デリー市内では5地区で洪水が発生、約35,000人が避難した。²¹
- 7月13日にウッタル・プラデシュ州でもマトゥラー(Mathura)県 Shergarh で既往最大水位超過。⁴³
- 7月16日中央水資源委員会レポートによれば、デリー市内の水位は下がり始めたが、下流にあたるウッタル・プラデシュ州マトゥラー、アグラ(Agra)などで水位上昇つづく。アグラ県 Bateshwar で既往最大水位超過。³⁸
- 7月18日にマトゥラーで水位上昇が止まった。⁴⁴
- デリー市内ではヤムナ川 ITO 堰のゲート5基が閉塞し、堰付近でヤムナ川水位が上昇、周辺複数個所で洪水が発生した。⁴⁵
- デリー市内のヤムナ川堤防高は最も低いところで208m、水位がこれを上回ると(今回の最高水位208.66m)必然的に氾濫が発生するが、河川付近の低地地域では、河川水位が上昇したことで排水管の逆流が発生し、これが原因となる氾濫、浸水も発生している。⁴²

ITO 堰 諸元⁴⁶

| 名称 | 河川 | 所在地 | 管理者 | | |
|--------------------|------|-----------------------|-----------------------|---------|------|
| ITO 堰(ITO Barrage) | ヤムナ川 | デリー直轄市 | ハリヤナ州 | | |
| 目的 | 総延長 | 洪水吐ゲート(Spillway bays) | スルースゲート(Sluices bays) | | |
| 発電所冷却水導水 | 552m | 幅 18.3m | 22 門 | 幅 8.38m | 10 門 |

【7月洪水 各州の状況】

- 7月20日の内務省レポートによれば、ヒマチャル・プラデシュ州では6県(Chamba, シムラ, ソラン, Kinnaur, Lahaul & Spiti, マンディ)で洪水状態が発生している。⁴⁷
- 7月20日の内務省レポートによれば、パンジャブ州では8県(Bhatinda, Firozpur, Fazilka, Sangrur, Gurdaspur, Mansa, Hoshiapur, Faridkot, Rupnagar)で洪水状態が発生している。⁴⁷
- 7月20日の内務省レポートによれば、ハリヤナ州では12県(Ambala, Panchkula, Yamunanagar, Kurukshetra, Sirsa, Fatehabad, Kaithal, Karnal, Panipat, Sonapat, Palwal, Faridabad)で洪水被害が出ている。^{47, 48}
- 7月24日の内務省レポートによれば、ウッタル・プラデシュ州では、ガンジス川、ヤムナ川とその支流ヒンドン(Hindon)川、ガーガラ(Ghagra)川とその支流シャーダ(Sharda)川の水位上昇により、12県(Aligarh, Bijnor, Badaun, Farrukhabad, Firozabad, Ghaziabad, Mathura, Meerut, Muzaffarnagar, Sharanpur, Shahjahanpur, Shamli)の339村、84,805人が被災、24日時点で2,429人が避難している。⁴⁹

《8月》

【8月洪水・各州の状況】

- 8月13日の内務省レポートによれば、13日午前4時過ぎにヒマチャル・プラデシュ州マンディ県 Jawali 村 Panchayat Patrighat で集中豪雨(cloud burst)による突発洪水が発生。⁵⁰
- 8月14日の中央水資源委員会レポートによると、13日のウッタラカンド州デーラドゥーン付近の豪雨により、アラクナンダ川などガンジス川上流域で水位が上昇している。⁵¹
- 8月14日の中央水資源委員会レポートによれば、ウッタラカンド州のガンジス川上流アラクナンダ川と支流マンダキーニ(Mandakini)川合流点の Rudraparayag で危険水位を超過。リシケシュ市でガンジス川が危険水位を超過。⁵¹
- 8月14日の中央水資源委員会レポートによると、13日のヒマチャル・プラデシュ州の豪雨により、ヤムナ川の水位が上昇している。ビーズ川、サトレジ川なども流量増加が見込まれる。⁵¹
- 8月18日の内務省レポートによれば、過去数日間の大雨により、ヒマチャル・プラデシュ州では8県(ビラスプル, Chamba, カングラ, Hamirpur, マンディ, シムラ, シアーマウアー, ソラン)で洪水状態が発生している。⁵²
- 8月18日の内務省レポートによれば、過去5日間の大雨により、ウッタラカンド州では、7県(デーラドゥーン, Pauri Garhwal, Champawat, Udham Sing Nagar, テイリ・ガーウォール, Pithorogarh, Bageshwar)で洪水状態が発生している。⁵²



【ビーズ川】

- 8月14日に、ビーズ川のポング・ダム（ヒマチャル・プラデシュ州カングラ(Kangra)県）の流入量が、1977年運用開始以来最大となり、水位が、満水位 1,390ft を 10ft(3.05m)うわまわる 1,400ft に達した。このため 90,000cusec(2,549m³/秒)の緊急放流が行われている。⁵³
- 8月15日の内務省レポートによれば、ポング・ダム当局(Bhakra Beas Management Board : BBMB)は、14日夜から緊急放流を行い、同県の Indora、Fatehpur、Tehsil Dehra で甚大な洪水が発生、500人が孤立し、これまでに 624人が空軍のヘリで救助された。陸軍、国家災害対応部隊(National Disaster Response Force : NDRF)、州災害対応部隊(State Disaster Response Force : SDRF)、地元当局が救助・避難誘導中。⁵⁴
- 8月14日以降の4日間、ポング・ダムの放流量は 150,000cusec(4,247.5m³/秒)に達した。⁵⁵
ポング(Pong)・ダム諸元³⁷

| 名称 | 河川 | 所在地 | | 管理者 | |
|------------|-------|------------------------|---------|------------------------------|------|
| ポング・ダム | ビーズ川 | ヒマチャル・プラデシュ州 | | Bhakra Beas Management Board | |
| 目的 | 型式 | 総貯水量 | 堤高 | 堤長 | 完成年 |
| 灌漑、発電、洪水管理 | アースダム | 96.21 億 m ³ | 132.59m | 1,950.72m | 1977 |

【サトレジ川】

- 8月13日に、サトレジ川のバークラ・ダム（ヒマチャル・プラデシュ州ビラスプル(Bilaspur)県）が満水位に達し、20,000cusec(566m³/秒)の緊急放流を開始した。⁵³
- 8月16日のバークラ・ダム放流量は 80,000cusec(2,265m³/秒)に達した。⁵⁵
- 8月19日の報道記事によれば、国境を越えたパキスタン・パンジャブ州ガンダ・シン・ワラ(Ganda Singh Wala)では、流量が 278,000cusec(7,872.08m³)に達し、1988年大洪水時以来の記録的流量となった。⁵⁶
バークラ(Bhakra)・ダム諸元³⁷

| 名称 | 河川 | 所在地 | | 管理者 | |
|------------|--------------|------------------------|--------|------------------------------|------|
| バークラ・ダム | サトレジ川 | ヒマチャル・プラデシュ州 | | Bhakra Beas Management Board | |
| 目的 | 型式 | 総貯水量 | 堤高 | 堤長 | 完成年 |
| 灌漑、発電、洪水管理 | 重力式コンクリート・ダム | 75.51 億 m ³ | 225.5m | 518.2m | 1963 |

<土砂災害>

《7月》

- 7月20日の内務省レポートによれば、ヒマチャル・プラデシュ州では、Kinnaur 県、シムラ県、Kullu 県、Lahaul & Spiti 県、ソラン県、マンディ県の多数箇所で土砂災害が発生し、国と州の災害対応部隊、陸軍が捜索・救助にあたっている。⁴⁷

《8月》

- 8月18日の内務省レポートによれば、8月13日-18日の6日間にヒマチャル・プラデシュ州で38件の土砂災害が発生し、突発洪水と合わせ76人が死亡、13人が不明。⁵²
- 8月18日の内務省レポートによれば、8月13日-18日の6日間にウッタラカンド州で26件の土砂災害が発生し15人が死亡、17人が不明。⁵²



4. 被害

<人的被害>

《インド》

【7月】

| 州名 | 7/4 累積死者数 ⁵⁷ | 7/20 累積死者数 ⁴⁷ | 7/5-7/20 の死者数 |
|--------------|-------------------------|--------------------------|---------------|
| ヒマチャル・プラデシュ州 | 67 | 112 | 45 |
| パンジャブ州 | 0 | 38 | 38 |
| ウッタラカンド州 | 3 | 27 | 24 |
| ハリヤナ州 | - | 35 | 35 |
| ウッタル・プラデシュ州 | 0 | 1 | 1 |
| | | 計 | 143 |

【8月】

| 州名 | 8/10 累積死者数 ⁵⁸ | 8/20 累積死者数 ⁵⁹ | 8/11-8/20 の死者数 |
|--------------|--------------------------|--------------------------|----------------|
| ヒマチャル・プラデシュ州 | 252 | 337 | 85 |
| パンジャブ州 | 54 | 59 | 5 |
| ウッタラカンド州 | 46 | 78 | 32 |
| ハリヤナ州 | 47 | 47 | 0 |
| ウッタル・プラデシュ州 | 15 | 15 | 0 |
| | | 計 | 122 |

《パキスタン》

- パンジャブ州の 450 村落が被災。⁶⁰
- 7月 11 日～8月 20 日のパンジャブ州の死者 19 人。^{61, 62}
 （上流インドでのサトレジ川増水の報を受け、パキスタン政府当局は 7月 10 日に警報を発し、地域当局が各村をまわり、住民に高台への避難を呼びかけていた）⁶⁰

<住宅被害>

《インド》

【7月】

| 州名 | 7/4 の住宅被害 ⁵⁷ | | 7/20 の住宅被害 ⁴⁷ | | 7/5-7/20 の住宅被害 | |
|--------------|-------------------------|----|--------------------------|-------|----------------|-------|
| | 全壊 | 半壊 | 全壊 | 半壊 | 全壊 | 半壊 |
| ヒマチャル・プラデシュ州 | 6 | 42 | 571 | 4,686 | 565 | 4,644 |
| パンジャブ州 | 2 | 1 | 301 | 687 | 299 | 686 |
| ウッタラカンド州 | 2 | 15 | 73 | 588 | 71 | 573 |
| ハリヤナ州 | - | - | 202 | 1,350 | 202 | 1,350 |
| ウッタル・プラデシュ州 | - | - | 3 | 63 | 3 | 63 |
| | | | 計 | | 1,140 | 7,316 |

【8月】

| 州名 | 8/10 の住宅被害 ⁵⁸ | | 8/20 の住宅被害 ⁵⁹ | | 8/11-8/20 の住宅被害 | |
|--------------|--------------------------|-------|--------------------------|-------|-----------------|-------|
| | 全壊 | 半壊 | 全壊 | 半壊 | 全壊 | 半壊 |
| ヒマチャル・プラデシュ州 | 958 | 7,848 | 2,249 | 9,971 | 1,291 | 2,123 |
| パンジャブ州 | 571 | 2,694 | 608 | 2,808 | 37 | 114 |
| ウッタラカンド州 | 148 | 1,157 | 198 | 1,286 | 50 | 129 |
| ハリヤナ州 | 242 | 4,354 | 242 | 4,354 | 0 | 0 |
| ウッタル・プラデシュ州 | 129 | 381 | 158 | 391 | 29 | 10 |
| | | | 計 | | 1,407 | 2,376 |



《パキスタン》

- 7月11日～8月20日のパンジャブ州の住宅被害は半壊34棟、全壊2棟。^{61,62}

<インフラ被害>

《インド》

- 英国 JBA Risk Management 社の調査によると、2023年7月洪水では、首都デリー市周辺では線路冠水などにより、7月7日-15日にかけて700本超の列車が運休した。また市中心部のヤムナ川の渡河橋やトンネルの閉鎖により、幹線道路が通行止めとなった。⁶³
- 8月17日の内務省レポートによると、ヒマチャル・プラデシュ州では幹線国道(National highway)7箇所、地方道591箇所が大雨と土砂災害で閉鎖されており、国境道路公団(Border Roads Organization : BRO)、NDRF、国境警察(Indo-Tibetan Border Police : ITBP)、陸軍、(中央政府)公共事業省(PWD)、地元当局が復旧作業にあっている。⁶⁴
- 8月17日の内務省レポートによると、ウッタラカンド州ではチャモリ(Chamoli)県で道路橋と人道橋が流失、幹線国道2箇所、州幹線道(State highway)13箇所、地方道513箇所が閉塞されており、BRO、NDRF、ITBP、地元当局が復旧作業にあっている。⁶⁴
- 8月18日の内務省レポートによると、ヒマチャル・プラデシュ州の Kalka Shimla 鉄道が大雨と土砂崩れで被災。⁵²

《パキスタン》

- 7月11日～8月20日のパンジャブ州の道路、橋梁被害はなし。^{61,62}

<農業被害>

《インド》

- 8月20日の内務省レポートによると、7月、8月(～8/20時点)の北部3州の農作物被害は下記の通り。ウッタラカンド州については8/20時点では不明。⁵⁹
 - ・ハリヤナ州：216,390ヘクタール
 - ・ヒマチャル・プラデシュ州：75,760ヘクタール
 - ・パンジャブ州：48,536ヘクタール

5. 被災国政府(インド)の対応

<発災後>

《7月洪水》

【捜索・救助・被災者支援】

- 7月13日の内務省レポートによれば、ヒマチャル・プラデシュ州、ハリヤナ州、パンジャブ州で陸軍が住民救助。⁶⁵
- 7月13日の内務省レポートによれば、ヒマチャル・プラデシュ州政府の要請により、空軍のヘリコプター2機が同州の住民134人を救助した。⁶⁵
- 7月13日の内務省レポートによれば、ハリヤナ州に空軍のヘリコプター1機が、飲料水などの救援物資を輸送すると同時に、住民7人も救助した。⁶⁵
- 7月13日現在、国家災害対応部隊(NDRF)はヒマチャル・プラデシュ州で13チーム、ハリヤナ州で12チーム、パンジャブ州で11チーム、ウッタラカンド州で11チーム、ウッタル・プラデシュ州で9チームが救援活動中。⁶⁵
- 7月14日の内務省レポートによると、首都デリーでNDRFは16チームが市内の1,423人をボートなどで救助した。⁶⁶
- 7月15日の内務省レポートによると、デリー市の災害対応にヘリコプター2機が動員された。⁶⁷
- 7月15日の内務省レポートによると、ウッタル・プラデシュ州の洪水対応に当たるNDRFが増援された。現在13チームが救助活動中。⁶⁷



【デリー市内 堰ゲート閉塞】

- 7月14日から、デリー市内ヤムナ川 ITO 堰の閉塞した5基スルースゲート(No.28ゲート～No.32ゲート)を開放すべく、海軍の潜水チームが作業に当たっている。⁶⁸
- ITO 堰の管理者はハリヤナ州だが、デリー市(National Capital Territory of Delhi : NCT)が対応に乗り出し、陸海軍の支援を要請、市(NCT)灌漑洪水管理局、海軍、陸軍、デリー市水委員会(Delhi Jal Board)の合同対応チームが結成された。^{42,45}
- 7月18日には作業のため、堰の上を通過する堤頂道路の一部車線閉鎖が行われた。⁴⁵
- No.32ゲートは7月14日、No.30ゲートは7月18日に開放に成功した。No.29ゲートの閉塞原因はシルト堆積であることが判明、No.31ゲートは19日時点でシルト除去作業中。⁶⁸
- No.28、No.29ゲート周辺は流れが速く、作業のためには上流側で何らかの流速制御が必要となった。⁴⁷
- クレーンでゲートを持ち上げようとしたが、シルト堆積が厚く引き抜きに失敗。重機を入れてシルトを除去したものの、引上機部分のシルトは固化しており、作業員が手作業で取り除かなければならなかった。⁴⁵
- 全ての作業が完了し全ゲートが開放されたのは、8月14日であった。⁴⁵

【浄水場】

- 7月14日の内務省レポートによると、陸軍の工兵部隊(Engineer Regiment)が首都デリー市の浄水場浸水対策に出動。⁶⁶

<8月洪水>

【捜索・救助・被災者支援】

- 8月15日の内務省レポートによると、ヒマチャル・プラデシュ州カングラ県ポング・ダム放流にともなう洪水現場で、陸軍が捜索・救助活動、空軍のヘリコプター3機が救助活動。⁵⁴
- 8月15日の内務省レポートによると、NDRFはヒマチャル・プラデシュ州で20チーム、ウッタラカンド州で9チームが活動中。⁵⁴
- 8月17日の内務省レポートによると、パンジャブ州の5県(Fatehpur, Gurdaspur, Anantpur Sahib, Nangal, Kapurthala)で陸軍が捜索・救助活動に当たっている。⁶⁴
- 8月17日の内務省レポートによると、NDRFはヒマチャル・プラデシュ州で17チーム、ウッタラカンド州で9チーム、パンジャブ州で11チームが活動中。⁶⁴

【道路】

- 8月17日の内務省レポートによると、ヒマチャル・プラデシュ州では、国境道路公団(BRO)、NDRF、国境警察(ITBP)、陸軍、(中央政府)公共事業省(PWD)、地元当局が復旧作業にあたっている。⁶⁴
- 8月17日の内務省レポートによると、ウッタラカンド州では、BRO、NDRF、ITBP、地元当局が復旧作業にあたっている。⁶⁴

<デリー市堰閉塞その後>

- デリー市内 ITO 堰でのシルト堆積によるゲート閉塞について、デリー市当局は、管理責任を有する周辺州が適切な維持管理を行っていなかったと、その責任を追及している。⁴⁵
- 管理責任を有するハリヤナ州は、同州灌漑局主席エンジニア他3名について、原因究明委員会の報告書が上程されるまで、停職処分とした。⁴⁵



6. 被災国(インド)における課題

<首都デリー市内のヤムナ川起因洪水をめぐる問題>

【デリー市内 ITO 堰の閉塞】

- 7月洪水においては、ヤムナ川上流のヒマチャル・プラデシュ州とウッタラカンド州で大雨による増水が発生し、ハリヤナ州 Hathnikund 堰(デリーの上流約 200km、ウッタラカンド州境近く)では 7月 12日ほぼ 1日中、最大 35.9 万 cusec(10,165m³/秒)の放流を行った。⁴²
- これを受けて、デリー市内のヤムナ川に位置する 3堰では、もっとも上流に位置するワジラバード(Wazirabad)堰と下流に位置するオクラ(Okhla)堰はすべてのゲートを開いたものの、中間に位置する ITO 堰(ワジラバード堰の下流約 10km)では、32基あるゲートのうち 5基が閉塞して開放できず、還流(back flow)現象が発生し、ITO 堰周辺と川沿いを走る内環状道路が浸水。⁴²
- デリー市は、ITO 堰の全ゲートが開放できていれば、放流分を下流に流すことができたであろうとしている。⁴²
- ゲート閉塞の原因は、底部に堆積したシルトであった。⁴²
- デリー市の要請を受けた陸軍工兵隊と海軍の潜水チームが作業にあたり、7月 14日に 1ゲート、7月 18日に 1ゲートの開放に成功したが、すべてのゲートが開放されたのは、8月 14日であった。^{45,68}
- シルト堆積による閉塞の原因は、管理者による維持管理不備とされている。閉塞していたゲートは過去 10年間、開放されたことがなかった。^{42,45}
- デリー市内に位置するヤムナ川の 3堰は、それぞれに維持管理者が異なる。ワジラバード堰はデリー市、ITO 堰はハリヤナ州、オクラ堰はウッタラ・プラデシュ州が管理者とされている。⁴²
- ITO 堰は、デリー市内の Indraprastha 発電所への冷却水導水を目的として、1960年代にパンジャブ州が建設した。その後、1966年にパンジャブ州東部がハリヤナ州として分離され、その後デリーが行政区域(National Capital Territory of Delhi : NCT)として独立、という複雑な経緯の中、ITO 堰の維持管理は、当初はパンジャブ州が担っていたが、分離後はハリヤナ州に移管。⁴²
- だが実際のところ、ITO 堰の維持管理コストは Indraprastha 発電所が負担していた。⁴²
- しかし Indraprastha 発電所が、2009年に ITO 堰から導水していた発電プラントの稼働を停止すると、発電所は ITO 堰の維持管理とコスト負担を停止。ハリヤナ州政府にその旨を通知した。⁴²
- 2019年以降は予算も無く、堰の維持管理は行われなくなった。⁴²
- 今回の閉塞による洪水を受け、デリー市はハリヤナ州政府を非難しているが、ハリヤナ州政府は、同州はデリー市から、維持管理の停止、ゲート閉塞の状況について、洪水が発生するまで知らされておらず、デリー市との洪水防御対策会議も開かれていなかったと反論。⁴²
- これに対しデリー市洪水制御部門トップは記者発表で「ハリヤナ州は堰の維持管理をデリー市に移管すべきであった」と述べている。⁴²

【ヤムナ運河の運用問題】

- Hathnikund 堰のすぐ下流には、ヤムナ川をハリヤナ州内に分流する西ヤムナ運河(Western Yamuna Canal)と、ウッタラ・プラデシュ州に分流する東ヤムナ運河(Eastern Yamuna Canal)があるが、今回、この 2つの運河への分流は行われていない。⁴²
- デリー市はこの点についても、非難している。⁴²
- しかし、中央水資源委員会の(CWC)のガイドラインでは、Huthniknd 堰への流入量が 10 万 cusec(2,832m³/秒)を上回った場合には、東西運河への分流ができないと規定されている。⁴²
- その理由は、流入量が 2,832m³/秒を超える場合、ヤムナ川から運河へ巨礫(boulder)が流入し、取水施設が破壊される恐れがあるため。このため運河への取水ゲートは閉鎖される。⁴²

<チャンディーガル市の洪水と地下帯水層>

- チャンディーガル市はパンジャブ州、ハリヤナ州の州境に位置する両州の州都で、計画都市・スマートシティとしても知られているが、今回、都市洪水に見舞われた。⁴¹
- 洪水の原因はもとの地勢によるものもあるが、人為的要因も影響している。⁴¹



- チャンディーガル市の地形は、市の北部が高く、南西部に向かって低くなる。⁴¹
- チャンディーガルは地下に、二層の帯水層を有する。地下 1.22m-45m に位置する浅い帯水層と地下 15m-70m に位置する深い帯水層である。⁴¹
- 高低差のため、市内では水は北から南へと流れる。南西部の地下水位は高く、地下水涵養は南西部で行われている。⁴¹
- 市の排水システムは、自然勾配を利用しているため、北東方向から南西方向への排水の流れになっている。しかし排水容量は時間降雨量 0.5in(12.7mm)にしか対応していない。南西部では少しの雨でも洪水が発生する。⁴¹
- また、南西部では地下水位の上昇という問題も発生しているが、水源として利用されているのは深い帯水層。浅い帯水層はバクテリア等の汚染が懸念されることから、水源として利用することはできない。浅い帯水層の抱える問題への具体的な対応計画を、市は有していない。⁴¹
- 排水容量不足による浸水、浅い帯水層の水位上昇、深い帯水層の水位低下という問題を抱えているチャンディーガル市には、これらの問題を解決する新たな水利用計画が必要である。⁴¹

<インド・パンジャブ州の洪水問題>

- パンジャブ州の大洪水は 1988 年以來の約 50 年ぶり、その前の洪水は 1955 年で、年配者にしか記憶がない。⁶⁹
- パンジャブ州の 7 月 1 日-29 日洪水量は平年を 52%うわまわったが、北隣のヒマチャル・プラデシュ州は 80%増であった。隣州に比べれば増加量は少ないものの、パンジャブ州では経験したことのない洪水被害となった。⁶⁹
- 8 月洪水ではパンジャブ州は大雨に見舞われなかったが、隣州から流入するガッガル川、サトレジ川と支流ビーズ川、ラヴィ川により洪水被害を受けた。⁶⁹
- パンジャブ州は古来より水に恵まれ、ときに洪水被害も受けてきたが、昨今の洪水は、より甚大な洪水被害をもたらしている。⁶⁹
- 昨今の経済発展により洪水被害がより甚大化したとの見方もある。⁶⁹
- パンジャブ州の経済発展を促進したのは農業である。化学肥料により生産性が増加。ダム建設により洪水が減少、灌漑用水が整備されたことで、耕作地が拡大した。ダム貯水池により水供給が安定し、各村にあった農業用ため池も農地に変わった。⁶⁹
- 灌漑用水の堤防に勝手に穴をあけ、パイプを通して引水する農民もあらわれたが、このような行為は堤防の強度を低下させ、今回の洪水では決壊原因となった。⁶⁹
- 今回、大雨で増水した川は、むかしの河道をたどろうとし、堤防を破り氾濫した。⁶⁹
- 都市化もまた、水辺の減少を促進した。州北西部のアムリツァール市は、かつては湖で有名な町であったが、都市化がすすみ、湖や水路が埋め立てられた。⁶⁹
- 一方でインフラ強化は遅れをとっている。⁶⁹
- パンジャブ州の年平均降水量は 500mm 足らずだが、7 月 9 日-10 日にかけては、日降雨量が 300mm をうわまわった観測点がある。^{26, 69}
- 州の前灌漑大臣は、「この雨量は完全に想定外であり、これほどの流入量に対応できる排水施設は州内にはない」と述べている。²⁶
- 新たな都市は、低地域に拡大しており、もとより十分な排水システムを有していない。²⁶

<ヒマチャル・プラデシュ州の洪水・土砂災害原因>⁷⁰

- 今モンスーン雨期の洪水・土砂災害で、ヒマチャル・プラデシュ州では 400 人以上が死亡し、多くの住民が住む家を失った。
- 地盤が不安定な場所に建設された建物が、土砂崩れ、大規模地盤陥没・沈降により被害を受けた事例が多い。
- 各村個別レベルで、村内の土砂災害危険エリア、安全に家を建てられるエリアはどこかを特定する必要がある。
- 多数の州道、国道で損壊が発生。幹線国道においても NH3 号線マンディ(Mandi)以北(上流域)の複数区間、NH5 号線 Parwanoo-Solan 間の四車線道路拡幅工事現場で、大規模地滑りが発生した。



- 国道庁(NHAI)が推進する道路拡幅計画には、長期的な地盤安定性への配慮が欠けており、また施工が技術力不足の請負業者に任されている点にも問題がある。
- NH5 号線 Parwanoo-Solan 間の四車線拡幅区間では、垂直切土(vertical cutting)拡幅箇所で大規模地滑りが拡大し、常時地滑り発生地帯と化している。ヒマチャル地域の道路拡幅では、このような事例が多いことから、道路拡幅においては計画段階で、地盤への長期的影響調査が必要である。
- 垂直切土を伴う車線拡幅が行われる幹線道路沿い集落では、地盤安定性が懸念され、早急にその危険性を考慮すべき。NH3 号線と NH5 号線の四車線拡幅工事は、いったん立ち止まるべきであると、環境団体は指摘。
- インド道路協会は、2019 年に山岳地帯道路ガイドラインを公表したが、このガイドラインも、2023 年ヒマチャル・プラデシュ、ウッタラカンド両州の災害を受け、地盤工学の限界を考慮し、見直しを行うべきである、とも指摘されている。
- 山岳地域において、道路閉鎖を防止し安全な通行を確保するには、適切なのり面勾配の切土工事による二車線道路を基準とすることがのぞましい。道路脇の排水路整備も必須である。
- 道路、トンネル工事で発生した残土を、周辺斜面や近在の溪流に投棄してはならない。
- 専門家は、NH3 号線上流ビーズ渓谷の洪水が、豪雨のみが原因ではない可能性を指摘。道路・トンネル工事の建設残土、流木などが一時的な天然ダムを形成、これが一気に決壊したことで、下流の堤防が決壊し、渓谷道路(NH3 号線)沿いの町に流れ込んだ可能性がある。
- サトレジ川とビーズ川では、川床が勝手に掘削され、川砂・砂利が採取されており、これらが川筋の変更原因となっている。
- 南の州境付近のシアーマウアー県やナラガー(Nalagarh)県では、石灰石の無秩序な採石も行われており、これが土砂崩れの原因となっている。

<ヒマチャル・プラデシュ州内のダム管理問題>

【ダム安全規定不履行】

- ヒマチャル・プラデシュ州ダム放流安全検討会議で議長をつとめる Saxena 主席次官は 8 月 20 日、同州内の 23 ダムのうち 21 ダムで「安全規定」が遵守されていなかった、と述べた。⁷¹
- 安全規定を遵守していたのは、民間企業が運用するコル(Kol)ダムと Karcham Wangtoo 水力発電ダムの 2 箇所のみ。州電力委員会(HP State Electricity Board)が運用する Larji 水力発電ダム(マンディ県ビーズ川)および Jeteon ダム(シアーマウアー県)、州電力公社(HP Power Corporation)が運用する Sawra Kuddu 水力発電ダム(シムラ県)およびセインジ(Seinj)・ダム(クル(Kullu)県ビーズ川)も、規定を遵守していなかった。⁷¹
- 「安全規定」とは、「ダム安全法(Dam Safety Act : DSA)」および「中央水資源委員会(CWC)2015 年ガイドライン」をさし、貯水池維持管理、放流ガイドラインのほか、早期警戒システム・緊急対応計画などの導入などを規定している。⁷¹
- 7 月 8 月洪水でのパンジャブ州低地域、ヒマチャル・プラデシュ州の洪水は、ビーズ川ポング・ダム(Bhakra Beas Management Board : BBMB 管理)および Pandoh ダム(BBMB 管理)、ビーズ川支流マラナ川のマラナ・ダム(Everest Power Private Ltd. : EPPL 管理)の放流に起因するとされている。⁷¹
- 州安全検討会議の Saxena 議長は、「先日のダム下流地域危機的状況は、ダム安全ガイドラインに従わず安全チェックを怠ったことによる。このような不履行(default)行為に対しては、今後厳しく対処すべき」と述べた。⁷¹

【Pandoh ダムの緊急放流】

- 中央政府バークラ・ビーズ管理委員会(BBMB)が運用するビーズ川 Pandoh ダムは、7 月 9 日、流入量の増大を理由に、警告を発することなく、洪水ゲートを開いた。³⁶
- これにより、Pandoh の町中のバザールが突然の洪水で浸水し、ビーズ川の橋が流失した。³⁶
- ヒマチャル・プラデシュ州副首相は「警報システムおよび雨量計等気象観測機器は、政府の規定により、すべてのダムへの設置が義務付けられている」と非難している。³⁶



- 州は BBMB に対し、ダム安全法(DSA)にもとづき、7月7日から12日の流入、放流量、ゲート操作に関するデータを請求したが、8月21日時点で、データの提供はまだなされていない。⁵⁵

【マラナⅡ発電ダムのゲート閉塞による溢水】

- 民間企業エベレスト電力(EPPL)が運用するビーズ川支流マラナ川のマラナ(Malana)水力発電所のマラナⅡダム(クル県)で、7月24日に放流ゲートを開こうとしたところ、巨礫とシルト堆積、ゲート開閉装置の故障により閉塞、7月25日には越流が始まった。⁷²
- 国家災害対応部隊(NDRF)の専門技術者が派遣され、開閉装置を修理しようとしたが、成功せず、さらなる重機が必要と判断した時点で、8月洪水が襲い、ダム・サイトに至る道路が流失して重機の搬入が不可能となった。⁷²
- 幸いにしてまだ土石流は発生していないが、ダム下流の何千人もの住民が危険にさらされたままである。⁷²
- 9月上旬時点でもゲート閉塞は解決しておらず、洪水期の終了と水位の低下を待って作業が再開されるが、シルト除去にはまず、道路の復旧と重機の搬入が必要となる。⁷²

【ポング・ダム、バークラ・ダムの緊急放流】

- ビーズ川のポング・ダム、サトレジ川のバークラ・ダムの8月洪水時の緊急放流が、下流に位置するパンジャブ州の8月14日からの洪水被害に影響していることは、疑いの余地がない。⁵⁵
- 両ダムが突然、放流量を増大したため、下流マンド(Mand)の数十村で事前避難が間に合わず、住民は洪水の中に取り残され、救助を待つしかなかった。⁵⁵
- 両ダムを運用するバークラ・ビーズ管理委員会(BBMB)は透明性に欠け、毎日毎時のダム水位、流入量、放流量をウェブサイト等で公開しておらず、被災住民がダムの状況を知ることはできなかった。⁵⁵
- インド国内主要河川の水位や洪水予測を公表している中央水資源員会(CWC)サイトでも、ビーズ川とサトレジ川、バークラ・ダム、ポング・ダムは対象外だが、両ダムは規模が大きく、また竣工から年月が経っていることから、CWCの観測、洪水予測、データ公開対象に含めるべきである。⁵⁵
- 発災後にパンジャブ州住民グループが入手・分析した8月1日以降のデータによると、両ダムとも8月12日から急激に流入量が増加しているが、放流量はこれに対応していない。これは明らかに、人為的なミスと考えられる。⁵⁵
- ポング・ダムの場合、8月11日から14日朝までの放流量は18,000cusec(510m³/秒)と変化していない。一方でダム水位は11日の1,374.20ftから15日に1,399.65ftと4日間で25ft(7.62m)上昇した(ポング・ダムの安全水位(Safety level)は1,390ft、満水位は1,400ft)。⁵⁵
- 8月14日朝の流入量は513,000cusec(14,527m³/秒)、その後パニックを起こしたように突然、放流量が増加。4日間にわたり150,000cusec(4,248m³/秒)の放流が続いた。⁵⁵
- BBMBは「インド気象庁の予報は不確かで、15日にこれほどの流入量となる豪雨は予測していなかった」と述べているが、豪雨が貯水池に流入するまで待たず、大雨が降りだした時点で放流を開始するという対応もあったはずである。⁵⁵
- 気象庁は、上流ハミルプル(Hamirpur)県の8月10日雨量が平年比127%増、11日のヒマチャル・プラデシュ州全域平均降雨量が平年比166%増と発表しており、これらは事前放流開始に十分なデータである。⁵⁵
- 放流にあたっては、下流域の河川の流下能力(carrying capacity of river)を考慮したうえで行うべきである。⁵⁵
- また下流域にあたるパンジャブ州が、上流のダム管理当局 BBMB と事前によく協議したうえで、緊急対応計画や危険区域(danger zone)マップを作成していたら、放流前に効果的な事前避難対応もできたはずである。⁵⁵



【ヒマチャル・プラデシュ州ダム管理の今後：河川容量の変化、気候変動と水力発電開発】

- ダム運用管理者の問題を指摘してきたが、一方で、ダム下流域の河岸侵食や氾濫原減少などの河川容量の変化を、ダム運用管理者が把握できておらず、容量変化の影響について警告を受けていない、という問題も指摘されている。⁷³
- またダム上流集水域管理の問題もある。集水域の健全が保たれていなければ、堆積物量も増加する。堆積物の増加で河川の流下能力も変化しており、貯水池への堆積物流入も増加している。⁷³
- 建設残土投棄で河川の流下能力が減少しているヒマチャル・プラデシュ州では、集水域保護対策 (Catchment Area Treatment : CAT) がとりわけ重要である。⁷³
- 国道庁によるビーズ渓谷沿い国道工事も、ビーズ川の河岸侵食に影響を与えており、同庁は責任をもって、建設残土の投棄を管理すべきとの高等裁判所判決も出ている。⁷³
- 森林保護も重要である。森林保護法により営利目的の伐採は禁止されているが、国道拡幅、水力発電所建設などが森林減少をまねいている。⁷⁰
- 中央政府は 2003 年にヒマラヤ山地を水源とする河川における水力発電事業を民営化し、電源開発を促進してきた。だが現在、主要河川の水力発電開発はほぼ達成され、残るは水利・地質条件が不明な自然環境の厳しい標高の高い地域のみである。この地域は気候変動にともなう氷河融解で、災害リスクが高まる可能性がある。ヒマラヤ地域の電源開発は、いったん立ち止まるべき時にきている。⁷⁰
- 気候変動や社会経済環境の変化により、この地域の水文地質も変化する。この変化に対応した災害対応計画や早期警報システムの整備が必要である。⁷⁰



¹ Map of India

North Indian States

<https://www.mapsofindia.com/maps/north/>

² Britannica

India

<https://www.britannica.com/place/India>

³ India WRIS

Ganga

<https://indiawris.gov.in/wiki/doku.php?id=ganga>

⁴ India WRIS

Yamuna River

https://indiawris.gov.in/wiki/doku.php?id=yamuna_river_system

⁵ Britannica

Sutlej River

<https://www.britannica.com/place/Sutlej-River>

⁶ India WRIS

Sutlej River

[https://indiawris.gov.in/wiki/doku.php?id=satluj&sl\[\]=sutlej](https://indiawris.gov.in/wiki/doku.php?id=satluj&sl[]=sutlej)

⁷ India Netzone

Beas River

https://www.indianetzone.com/6/beas_river.htm

⁸ Britannica

Himachal Pradesh

<https://www.britannica.com/place/Himachal-Pradesh>

⁹ Britannica

Uttarakhand

<https://www.britannica.com/place/Uttarakhand>

¹⁰ Britannica

Punjab

<https://www.britannica.com/place/Punjab-state-India>

¹¹ Government of Punjab

Know Punjab

<https://punjab.gov.in/know-punjab/>

¹² Government of Haryana

About Haryana

<https://haryana.gov.in/geography/>

¹³ Yamuna River Project

National Capital Territory – Delhi

https://yamunariverproject.wp.tulane.edu/wp-content/uploads/sites/507/2021/01/37-150112_delhi-general-characteristics-soil.pdf

¹⁴ 気象庁 世界の天候データツール (ClimatView 月統計値)

ニューデリー (インド)

https://www.data.jma.go.jp/cpd/monitor/climatview/graph_mkhtml_nrm.php?n=42182&m=1



-
- ¹⁵ Weather and Climate
Amritsar, Punjab, India
<https://weatherandclimate.com/india/punjab-india/amritsar>
- ¹⁶ Weather and Climate
Shimla, Himachal Pradesh, India
<https://weatherandclimate.com/india/himachal-pradesh/shimla>
- ¹⁷ Centre for Research on the Epidemiology of Disasters
EM-DAT
<https://www.emdat.be/>
- ¹⁸ 2023.7.10 India Today
Rare phenomenon pummeling heavy rains over north India. It's not climate change
<https://www.indiatoday.in/science/story/monsoon-mayhem-rains-climate-change-western-disturbance-imd-flash-flood-2404535-2023-07-10>
- ¹⁹ 2024.8.16 Hindustan Times
Weather phenomena behind heavy rains in Himachal Pradesh, Uttarakhand moves south: IMD
<https://www.hindustantimes.com/india-news/monsoon-trough-to-shift-south-bringing-heavy-rainfall-to-himachal-pradesh-and-uttarakhand-101692122814167.html>
- ²⁰ 2023.7.9 IMD(Indian Meteorological Department インド気象庁)
Press Release, Date: 09th July, 2023
https://internal.imd.gov.in/press_release/20230709_pr_2421.pdf
- ²¹ 2023.7.14 Floodlist
India – Thousands Evacuate Floods in Delhi After Yamuna River Reaches Record High
<https://floodlist.com/asia/india-floods-delhi-july-2023>
- ²² 2023.7.10 IMD
Press Release, Date: 10th July, 2023
https://internal.imd.gov.in/press_release/20230710_pr_2423.pdf
- ²³ 2023.7.11 IMD
Press Release, Date: 11th July, 2023
https://internal.imd.gov.in/press_release/20230711_pr_2424.pdf
- ²⁴ 2023.7.12 IMD
Press Release, Date: 12th July, 2023
https://internal.imd.gov.in/press_release/20230712_pr_2425.pdf
- ²⁵ 2023.7.13 IMD
Press Release, Date: 13th July, 2023
https://internal.imd.gov.in/press_release/20230713_pr_2426.pdf
- ²⁶ 2023.7.14 The Times of India
Punjab needs long-term action plan for flood control
<https://timesofindia.indiatimes.com/city/chandigarh/punjab-needs-long-term-action-plan-for-flood-control/artheshow/101743085.cms>
- ²⁷ 2023.8.10 IMD
Press Release, Date: 10th August, 2023
https://internal.imd.gov.in/press_release/20230810_pr_2477.pdf
- ²⁸ 2023.8.11 IMD
Press Release, Date: 11th August, 2023
https://internal.imd.gov.in/press_release/20230811_pr_2480.pdf



-
- ²⁹ 2023.8.12 IMD
Press Release, Date: 12th August, 2023
https://internal.imd.gov.in/press_release/20230812_pr_2481.pdf
- ³⁰ 2023.8.13 IMD
Press Release, Date: 13th August, 2023
https://internal.imd.gov.in/press_release/20230813_pr_2482.pdf
- ³¹ 2023.8.14 IMD
Press Release, Date: 14th August, 2023
https://internal.imd.gov.in/press_release/20230814_pr_2483.pdf
- ³² 2023.8.14 Skymet Weather
Extremely Heavy Rains Hit Himachal Pradesh, More Showers Likely
<https://www.skymetweather.com/content/weather-news-and-analysis/extremely-heavy-rains-hit-himachal-pradesh-more-showers-likely/>
- ³³ 2023.8.15 IMD
Press Release, Date: 15th August, 2023
https://internal.imd.gov.in/press_release/20230815_pr_2484.pdf
- ³⁴ 2023.7.7 CWC(Central Water Commission 中央水資源委員会)
Daily Flood Situation Report cum Advisories 07-07-202
<https://cwc.gov.in/sites/default/files/dfsitrepc070723.pdf>
- ³⁵ 2023.7.8 CWC
Daily Flood Situation Report cum Advisories 08-07-2023
<https://cwc.gov.in/sites/default/files/dfsra-08.07.pdf>
- ³⁶ 2023.7.28 Hindustan Times
Himachal dams lack flood warning system
<https://www.hindustantimes.com/cities/chandigarh-news/himachal-pradesh-dams-lack-flood-warning-system-puts-residents-at-risk-101690567369041.html>
- ³⁷ 2019.6 PRS India
National Register of Large Dams
https://prsindia.org/files/bills_acts/bills_parliament/2019/National%20Register%20of%20Large%20Dams,%202019.pdf
- ³⁸ 2023.7.16 CWC(Central Water Commission)
Daily Flood Situation Report cum Advisories 16-07-2023
<https://cwc.gov.in/sites/default/files/dfsra-16.07.2023.pdf>
- ³⁹ 2023.7.20 CWC
Daily Flood Situation Report cum Advisories 20-07-202
<https://cwc.gov.in/sites/default/files/dfsitrepc020072023.pdf>
- ⁴⁰ 2023.7.10 CWC
Daily Flood Situation Report cum Advisories 10-07-2023
<https://cwc.gov.in/sites/default/files/dfsitrepc0100723-1.pdf>
- ⁴¹ 2023.7.11 Down to Earth
North India Deluge 2023: Yamuna breaches evacuation mark in Delhi; expert calls flood policy ‘absolute failure’
<https://www.downtoearth.org.in/news/climate-change/north-india-deluge-2023-yamuna-breaches-evacuation-mark-in-delhi-expert-calls-flood-policy-absolute-failure--90552>



-
- 42 2023.7.17 The Print
Why Delhi drowned: Jammed gates of crucial ITO barrage & a Delhi-Haryana blamegame
<https://theprint.in/india/governance/why-delhi-drowned-jammed-gates-of-crucial-ito-barrage-a-delhi-haryana-blamegame/1672855/>
- 43 2023.7.13 Central Water Commission
Daily Flood Situation Report cum Advisories 13-07-2023
<https://cwc.gov.in/sites/default/files/dfsitrePCA130723.pdf>
- 44 2023.7.18 CWC
Daily Flood Situation Report cum Advisories 18-07-2023
<https://cwc.gov.in/sites/default/files/dfsitrePCA-18.07.2023.pdf>
- 45 2023.8.15 Times of India
Delhi: With silt mounds removed and work at ITO barrage complete, all gates opened
<https://timesofindia.indiatimes.com/city/delhi/delhi-with-silt-mounds-removed-and-work-at-ito-barrage-complete-all-gates-opened/articleshow/102740309.cms>
- 46 Inland Waterway Authority of India
Consultancy Services for Preparation of Detailed Project Report including Technical and Financial Study in Delhi to Allahabad Stretch of Yamuna River
<https://iwai.nic.in/sites/default/files/NW-110%20Final%20DPR%20Yamuna%20river.pdf>
- 47 2023.7.20 インド内務省
Situation report regarding Flood/ Heavy rainfall in the country as on 20.07.2023 at 1800 hrs.
<https://ndmindia.mha.gov.in/NDMINDIA-CMS/viewsituationDisasterReportPdfDocument-1054>
- 48 2023.7.19 Times of India
Haryana floods: 12 districts affected; Ambala, Panchkula, Yamunanagar among the worst-hit
<https://timesofindia.indiatimes.com/city/gurgaon/haryana-floods-12-districts-affected-ambala-panchkula-yamunanagar-among-the-worst-hit/articleshow/101966284.cms>
- 49 2023.7.24 インド内務省
Situation report regarding Flood/ Heavy rainfall in the country as on 24.07.2023 at 1800 hrs
<https://ndmindia.mha.gov.in/NDMINDIA-CMS/viewsituationDisasterReportPdfDocument-1058>
- 50 2023.8.13 インド内務省
Situation report regarding Flood/ Heavy rainfall in the country as on 13.08.2023 at 1800 hrs
<https://ndmindia.mha.gov.in/NDMINDIA-CMS/viewsituationDisasterReportPdfDocument-1095>
- 51 2023.8.14 CWC
Daily Flood Situation Report cum Advisories 14-08-2023
<https://cwc.gov.in/sites/default/files/dfsitrePCA-14.08.2023.pdf>
- 52 2023.8.18 インド内務省
Situation report regarding Flood/ Heavy rainfall in the country as on 18.08.2023 at 1800 hrs
<https://ndmindia.mha.gov.in/NDMINDIA-CMS/viewsituationDisasterReportPdfDocument-1100>
- 53 2023.8.15 Hindustan Times
Bhakra, Pong Dams brimming, Punjab put on high alert
<https://www.hindustantimes.com/cities/chandigarh-news/bhakra-and-pong-dams-in-himachal-pradesh-brimming-after-heavy-rain-posing-threat-downstream-in-punjab-101692041800067.html>
- 54 2023.8.15 インド内務省
Situation report regarding Flood/ Heavy rainfall in the country as on 15.08.2023 at 1800 hrs
<https://ndmindia.mha.gov.in/NDMINDIA-CMS/viewsituationDisasterReportPdfDocument-1097>
- 55 2023.8.21 Sandrp



No dispute about role of Pong and Bhakra dams in Punjab Aug 2023 floods

<https://sandrp.in/2023/08/21/no-dispute-about-role-of-pong-and-bhakra-dams-in-punjab-aug-2023-floods/>

⁵⁶ 2023.8.19 Tribune Express

Sutlej breaks record for water flows in 35 years

<https://tribune.com.pk/story/2431481/sutlej-breaks-record-for-water-flows-in-35-years>

⁵⁷ 2023.7.4 インド内務省

Situation report regarding Flood/ Heavy rainfall in the country as on 04/07/2023 at 1800 Hrs.

<https://ndmindia.mha.gov.in/NDMINDIA-CMS/viewsituationDisasterReportPdfDocument-1073>

⁵⁸ 2023.8.10 インド内務省

Situation report regarding Flood/ Heavy rainfall in the country as on 10.08.2023 at 1800 hrs

<https://ndmindia.mha.gov.in/NDMINDIA-CMS/viewsituationDisasterReportPdfDocument-1092>

⁵⁹ 2023.8.20 インド内務省

Situation report regarding Flood/ Heavy rainfall in the country as on 20.08.2023 at 1800 hr

<https://ndmindia.mha.gov.in/NDMINDIA-CMS/viewsituationDisasterReportPdfDocument-1102>

⁶⁰ 2023.11.1 UNDRR

Sutlej River floods in Pakistan worsened by catalogue of issues

<https://www.preventionweb.net/news/sutlej-river-floods-pakistan-worsened-catalogue-issues-0>

⁶¹ 2023.7.11 NDMA(National disaster Management Authority, Pakistan)

NDMA Monsoon 2023 Daily Situation Report No. 16 (11 July 2023)

<https://reliefweb.int/report/pakistan/ndma-monsoon-2023-daily-situation-report-no-16-11-july-2023>

⁶² 2023.8.20 NDMA

NDMA Monsoon 2023 Daily Situation Report No. 56 (20 Aug 2023)

<https://reliefweb.int/report/pakistan/ndma-monsoon-2023-daily-situation-report-no-56-20-aug-2023>

⁶³ JBA Risk Management

Delhi Floods, July 2023

<https://www.jbarisk.com/products-services/event-response/delhi-floods-july-2023/>

⁶⁴ 2023.8.17 インド内務省

Situation report regarding Flood/ Heavy rainfall in the country as on 17.08.2023 at1800 hrs

<https://ndmindia.mha.gov.in/NDMINDIA-CMS/viewsituationDisasterReportPdfDocument-1099>

⁶⁵ 2023.7.13 インド内務省

Situation report regarding Flood/ Heavy rainfall in the country as on 13/07/2023 at 1800 Hrs

<https://ndmindia.mha.gov.in/NDMINDIA-CMS/viewsituationDisasterReportPdfDocument-1046>

⁶⁶ 2023.7.14 インド内務省

Situation report regarding Flood/ Heavy rainfall in the country as on 14/07/2023 at 1800 Hrs.

<https://ndmindia.mha.gov.in/NDMINDIA-CMS/viewsituationDisasterReportPdfDocument-1047>

⁶⁷ 2023.7.15 インド内務省

Situation report regarding Flood/ Heavy rainfall in the country as on 15/07/2023 at 1800 Hrs.

<https://ndmindia.mha.gov.in/NDMINDIA-CMS/viewsituationDisasterReportPdfDocument-1048>

⁶⁸ 2023.7.19 インド内務省

Situation report regarding Flood/ Heavy rainfall in the country as on 19.07.2023 at 1800Hrs.

<https://ndmindia.mha.gov.in/NDMINDIA-CMS/viewsituationDisasterReportPdfDocument-1052>

⁶⁹ 2023.8.22 Newslick

Punjab Flood Crisis Linked to Decades of Hollow Promises to People

<https://www.newslick.in/punjab-flood-crisis-linked-decades-hollow-promises-people>



⁷⁰ 2023.9 Himalaya Niti Abhiyan

PRELIMINARY ANALYSIS OF 2023 DISASTER ACROSS HIMACHAL PRADESH

https://environicsindia.in/wp-content/uploads/2023/09/Preliminary_Analysis_of_2023_Disaster_Across_HP.pdf

⁷¹ 2023.8.20 Economic Times

HP govt to take action against 21 dam managements for violation of safety norms

<https://economictimes.indiatimes.com/news/india/hp-govt-to-take-action-against-21-dam-managements-for-violation-of-safety-norms/articleshow/102877076.cms>

⁷² 2023.9.11 Times of India

Month later, jammed gates of Malana dam yet to be fixed

<https://timesofindia.indiatimes.com/city/shimla/month-later-jammed-gates-of-malana-dam-yet-to-be-fixed/articleshow/103564953.cms>

⁷³ 2023.10.10 Down to Earth

Dam safety can no longer be ignored if we are to avoid a repeat of Himachal and South Lhonak Lake

<https://www.downtoearth.org.in/blog/natural-disasters/dam-safety-can-no-longer-be-ignored-if-we-are-to-avoid-a-repeat-of-himachal-and-south-lhonak-lake-92208>

