

筑波大学環境科学研究所 ○田中真美子

筑波大学農林工学系 宮本邦明

## 1. はじめに

途上国では、一貫した対策・管理を必要とする社会の防災基盤が未熟であることが指摘されている。本研究では、ネパール 1993 年 7 月水害を例として取り上げ、図 1 に示す甚大な被災を被った地域を中心に、洪水・土砂災害に関する文献および降雨資料を収集し、1) 降雨観測体系と災害時降雨の規模 2) 洪水波到達所要時間 3) 災害の種類と被害の特徴についてまとめ、1993 洪水災害におけるネパール防災対策上の問題と背景について検討した。

## 2. 研究対象地

被災地の中から特に、バグマティ川下流に位置し平坦な耕作地の広がる Sarlahi (図 1 の①)・Rautahat (②) の両県及び、上流の山間部に位置する Makwanpur (③) を中心に取り上げる。Makwanpur はその急峻な地形条件から、集落や耕作地が谷間に制限される傾向にある。また Sarlahi・Rautahat 両県の、県境北端に位置する扇頂部にはバグマティ灌漑堰があり、その灌漑水路は広い範囲にわたり、おもに Sarlahi 県側に整備されている。

ネパールの雨量観測所は表 1 に示すように約 210 個所あるが、定期的に観測がなされているのはその 1 割ほどで、単位面積あたりの観測所数はアメダスの約 1/24 である。また日本の観測頻度は 10 分毎であるが、ネパールは日（月）雨量で、連続観測年数は 30 年程度である。

## 3. 資料整理の結果

### 3.1 災害時降雨の超過確立年

観測所 A・B (図 1) の 20 年分の記録から、対数正規確率紙より 1993 災害時降雨の超過確率年を求めた。観測所 A の最大日雨量 373 (mm/day) は 200 年に一度 (360 mm/day で 100 年に一度) の規模、観測所 B の 194 (mm/day) は 500 年に一度 (180 mm/day で 100 年に一度) の規模の降雨であった (表 2)。

### 3.2 洪水波の到達所要時間と洪水発生時間

バグマティ川上流にあるクレカニ発電所ダムから下流のバグマティ堰までの区間を対象とし、洪水波の到達所要時間をクライツ・セドンの法則を用いて計算した。ただし、流量は災害時に発電所で記録されたピーク流量 1,300 ( $m^3/s$ )、粗度係数  $n=0.020$  とし、図 2 の縦断図中に示す勾配の変化点より、上流と下流に分けて計算した。その結果を表 3 に示すが、これより区間内の洪水波到達所要時間は 4 時間程度であることが分かる。図 3 の、発電所付近の降雨観測所 (Rain

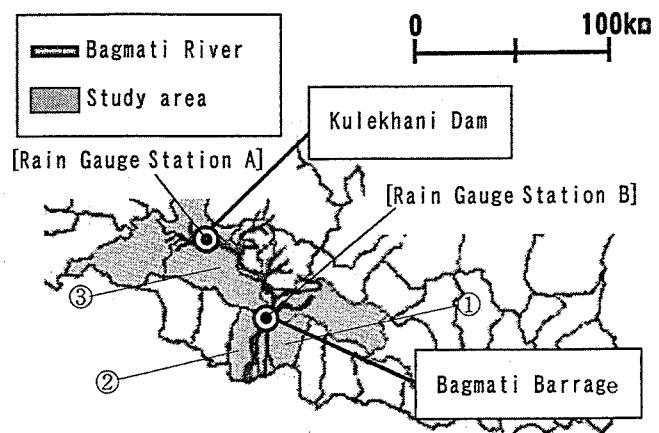


図 1. 1993 年ネパール洪水被災地

表 1. ネパールと日本の降雨観測の比較

	ネパール	日本
国土面積 A( $km^2$ )	141,000	378,000
雨量観測所数 n 個	約 340	約 1,300
$A/n(km^2/個)$	約 410	約 290
観測頻度	日(月)雨量	10 分毎

表 2. 1993 災害時最大日雨量降雨と相当する超過確率年

	観測所 A	観測所 B
1993 災害時	373	194
最大日雨量	(mm/day)	(mm/day)
超過確率年	200 年	500 年
100 年超過	360	180
確率の日雨量	(mm/day)	(mm/day)

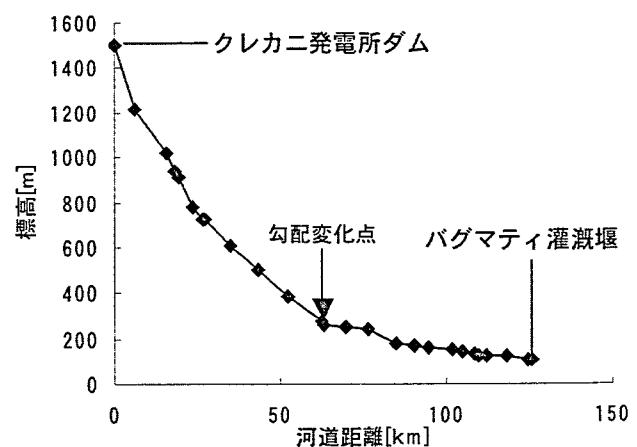


図 2. クレカニ発電所ダム-バグマティ灌漑堰 縦断図

Gauge Station A) におけるハイエトグラフを見ると、バグマティ灌漑堰の破堤時刻(7月20日21時頃)から4時間～数時間さかのぼると、2つ目のピーク発生時刻とほぼ同時刻である。堰の破堤時刻ごろ、バグマティ灌漑堰の周辺は突然の豪雨に見舞われたことが記録に残っており、この破堤は、豪雨と上流における2つ目のピークの降雨による洪水の伝播とが、重なった結果であることが推定される。図3から、発電所ダムの付近でも堰の破堤時刻ごろに降雨があったことが確認できるが、さほどの降水強度ではなかったことが分かる。

### 3.3 災害の種類と被害うちわけ

対象地①②③は、ネパール1993年7月災害の被害総額上位3県であり、これら3県の被害合計額は総被害額の約7割に及ぶ。表4に3県のおもな被害うちわけを示す。なお、人口は1991年当時のものを用いた。

Makwanpurは山間部に位置し、土石流・地すべりなどの土砂災害が顕著であった。土石流の発生しやすい谷間口の人口密度が高く、被災面積に比べて被災人口が多い。一方、平地部に位置するSarlahi・Rautahatでは洪水氾濫による被害が中心で、耕作地のほか基幹道路・灌漑設備に重大な影響を及ぼした。さらに留意すべき点として、灌漑設備の幹線水路に沿って洪水が広がり被害が拡大したことがあげられる。また、災害発生当日も聴取可能であったラジオでは、警戒・避難・災害に関する情報が一切放送されなかつた。

### 4. おわりに

防災事業とは本来、産業の安定した生産を支えて国力を養い、国民の生活の安全を守るものである。しかし途上国の国民の多くは、災害は避けられないものとして、生産性の低い農地や簡素な住居はおろか、自分の命さえも積極的に守るすべがない。

生命や生産の場を守り、生活の向上を自ら為そうとする自衛の意識をもつことが「防災」の第一歩であり、防災は最も重要な社会基盤のひとつになりうると思われる。そのためには、国土開発事業と防災事業とを不可分な問題として扱わなければならない。

すなわち、開発・防災の目的がそれぞれ単一的であってはならず、多目的であることが必要となる。例えば、発電ダムや灌漑施設を計画・建設する際、防災機能を考慮して設計を行なったり、気象・雨量・流量観測なども、防災対策のみならず農業生産計画に役立てるなどを同時に考える必要がある。また、ネパールの国民にひろく普及しているラジオなどを利用して防災情報を公開するなど、開発計画と防災機能を結びつけ、防災事業が開発事業の一部であることを理解することが重要だと思われる。

表3. 上流～下流への洪水波の到達所要時間

区間	上流側	下流側	全区間
流路長 (km)	62.4	46.1	108.5
勾配	1/50	1/350	1/80
到達所要時間(hours)	1.24	2.90	4.14

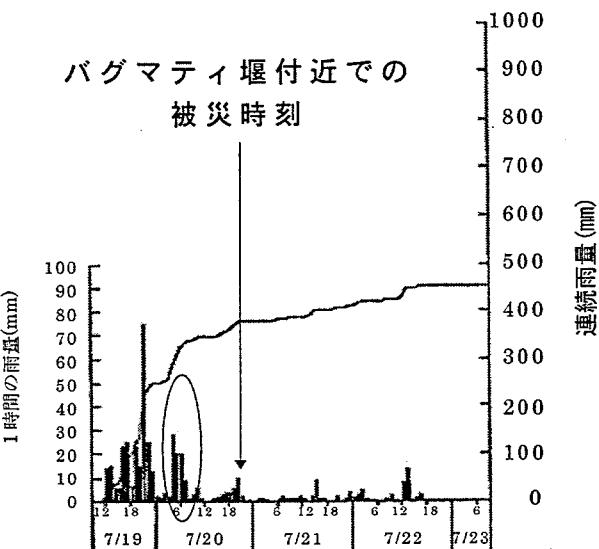


図3. 1993年7月19日から23日のスイムラン(クレカニ貯水池近辺)における降雨量

表4. 研究対象地3県の被害うちわけ

	① Sarlahi	② Rautahat	③ Makwanpur
被災面積	350km <sup>2</sup>	120 km <sup>2</sup>	80 km <sup>2</sup>
総面積	1,300 km <sup>2</sup>	1,100 km <sup>2</sup>	2,400 km <sup>2</sup>
死亡不明	700人	100人	200人
被災人口	15,600人	14,600人	101,500人
総人口	493,000人	414,000人	314,600人
被災耕作地	120 km <sup>2</sup>	40 km <sup>2</sup>	4 km <sup>2</sup>
総耕作地	550 km <sup>2</sup>	580 km <sup>2</sup>	350 km <sup>2</sup>

- 1) APIC (1997) 開発途上国国別経済協力シリーズ / アジア編 No.12 ネパール, APIC
- 2) JICA (1993) ネパール洪水国際緊急援助隊専門家チーム報告書, JICA 国際緊急援助隊事務局
- 3) JICA (1995) ネパール中南部地域激甚被災地区防災計画 事前調査報告書, JICA
- 4) Meen, B.P.C. and Damodar, B. (2001) Mitigation and Management of flood in Nepal, HMG/N Ministry of Home Affairs
- 5) 日本工営株式会社・株式会社アイ・エヌ・エー (1997) ネパール中南部地域激甚被災地区防災計画 最終報告書(要約), JICA
- 6) 大井英臣, 佐藤由美 and Govind,K. (1998) 被災地の人々, ネパール治水砂防技術交流会(NFAD)