

筑波大学環境科学研究科 ○田中真美子
筑波大学農林工学系 宮本 邦明

1 はじめに

1993 年 7 月、ネパール災害史上最大とされる洪水災害が発生した。このとき、農業生産の中心地テライの大規模灌漑地域では、被災直前に竣工・稼働をはじめた灌漑水路沿いに洪水が拡大し、被害が深刻化したとの指摘¹⁾がなされている。前報ではこうした問題の背景として、開発の計画段階で洪水災害に対する考慮がなされていないことを指摘し、被災者の証言¹⁾と地形図をもとに 1993 年 7 月水害の被災区域を推定した^{2,3)}。本研究では、開発にともなう土地利用の変遷と被災履歴との関係について検討することを目的とし、多時期の航空写真の収集が難しい開発途上国にとって有効な衛星データを利用して、灌漑施設の竣工 8 年前の 1975 年から 1993 年 7 月水害発生 10 年後の 2003 年までの 14 時期の衛星画像をもとに、土地被覆分類を行ない、被災区域の抽出を試みた。衛星画像データと解析ソフトは発展途上国での利用を念頭に置き、衛星データとしては無料あるいは最も廉価なものを、解析用の GIS ソフトはオープンソースの GRASS (Geographic Resources Analysis Support System) を使用した。研究対象地サルラヒ (Sarlahi) 県を図 1 に示す。バグマティ川によって形成された扇状地で、農業生産の中心地である。河岸には、蛇籠を利用した堤防などのほかに目立った防災施設はない。扇頂部にはバグマティ灌漑堰があり、ここより東西に分岐している幹線水路を通して堰下流の 68, 000ha の農地に用水を供給している。

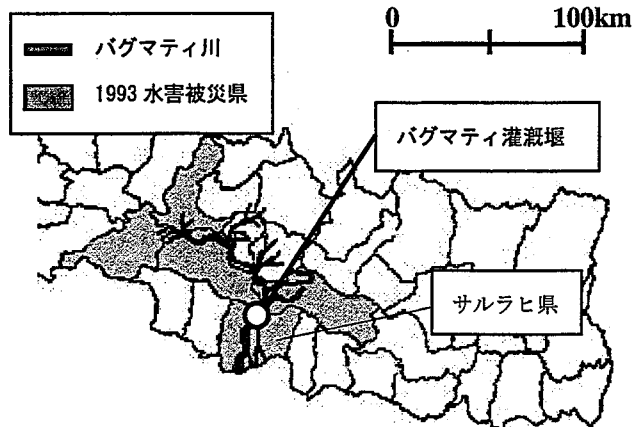


図 1. 1993 年 7 月水害甚大被災県

2 土地被覆分類と被災区域の抽出方法

土地被覆分類は以下の手順で行った。1993 年 7 月水害発生直前の航空写真とそれをもとに作られた 1/25, 000 地形図から、集落・森林・河川・裸地・耕作地・溜池を分類要素に選択し、要素毎に典型的と思われる地域を選択して教師とした。災害発生後の 1994 年 3 月撮影の衛星データから各分類要素それぞれについて教師ピクセルの可視光域の緑、赤と、近赤外域のバンドそれぞれの値を求めバンド毎に平均値 μ と標準偏差 σ を求めた。得られた各バンドの μ と σ をもちいてバンド毎に閾値を設定し 3 バンドの論理積をとり土地被覆要素の抽出の閾値とした。1994 年 3 月以外の時期の衛星データについては、1994 年 3 月の衛星データによる各土地被覆要素の抽出閾値と比較し、それらの相対的な違いを参考に各時期の衛星データからそれぞれの分類にふさわしいと思われるピクセルを教師として採用し上と同様の手順で抽出のための閾値を求めた。

このようにして得られた 14 時期の土地被覆の比較から、1994 年 3 月の画像において、それ以外の時期の被覆にはない「裸地」と「河川」が卓越して現れた。またその範囲は 1993 年 7 月水害の被災地と報告される¹⁾範囲にほぼ一致していたのでこの 2 つの要素を洪水被災区域の抽出指標とした。なお、「裸地」は 2 通りの閾値をもちいている。ひとつは 3 バンドすべて $\mu \pm 2\sigma$ の範囲にあるものを抽出し、もう一つは 3 バンドとも $\mu \pm 3\sigma$ の範囲にあるものを抽出した。「河川」については 3 バンドとも $\mu \pm 2\sigma$ の範囲のものを抽出した。

3 被災区域の抽出結果

3.1 1993 年 7 月水害の被災区域の抽出結果

1993 年 7 月水害の被災区域の抽出結果を図 2 に示す。報告書⁴⁾によれば、対象地域の 20% 余りが被災した

とされている。今回、「裸地」 $\pm 2\sigma$ と「河川」で抽出された面積が対象地域の約18%に、「裸地」 $\pm 3\sigma$ と「河川」で抽出された面積が約28%に相当していた。このことから、「裸地」 $\pm 2\sigma$ で抽出された範囲が妥当な被災区域であると推定される。こうした被災区域は幹線水路と河川沿いに集中して抽出された。また、上流域では「裸地」、下流域では「河川」として抽出される範囲がひろく、とくに上流域において洪水によって運搬された大量の土砂が堆積したことが示唆され、報告書にある記述（参考文献）と一致する。

3.2 被災区域抽出手法の他時期への適応結果

対象地域では、1993年7月水害後、1995年8月にも比較的規模の大きな水害が発生した。報告によると³⁾その被災区域は1993年7月水害時のおよそ1/3に相当する。しかし、1996年4月の衛星画像から抽出された被災区域は、1993年7月水害時のおよそ1/8程度であった。なお、1993年7月水害と1995年8月水害の被災区域推定にもちいた衛星画像は、どちらも同一衛星の同一センサーによって取得されたもので、撮影時期も被災8ヵ月後とほぼ等しい。

4 おわりに

1993年7月水害時を中心に1975年から2003年までの14時期の衛星画像をもちい土地被覆分類を行ない、被災区域を抽出することを試みた。その結果、災害後の1994年3月の衛星データからは、他時期の衛星データには見られない、広範囲にわたる「裸地」と「河川」が抽出された。また、その範囲は航空写真判読ならびに被災者の証言から得られた被災範囲とほぼ一致し、「河川」、「裸地」が被災域抽出の要素となることが示された。抽出された被災域は幹線水路と河川沿いに広く分布しており、1993年7月水害時に灌漑水路・河川沿いの地域が被災したことを裏付けている。灌漑用水の開発に伴い水利用や交通の便などの有利性から水路沿いに集落が発達したであろうことは想像に難しくなく、このような災害に結びついたであろうことが想像される。本研究を通じ、低コストの衛星画像をもちいた、3バンドの論理積による簡易な抽出方法によっても、土地利用や被災履歴に関する情報がある程度得られることが分かった。しかしながら、同時に衛星センサーや画像の取得時期が異なるものへの適応には課題が残されており、より精度の高い抽出法やその評価法についても検討が必要である。

参考文献:

- 1) 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)
- 2) 田中, 宮本 (2002) ネパール1993年7月災害に関する研究, 砂防学会研究発表会概要集, No.37, pp.274-275
- 3) 田中, 宮本 (2003) ネパール1993年7月災害に関する研究(2), 砂防学会研究発表会概要集, No.38, pp.228-229
- 4) CDRC, DPTC, MOHA and MOWR (1993) Photo Album Disaster of July 1993 in Nepal, CDRC/DPTC/MOHA/MOWR
- 5) DWIDP (1996) Disaster Review 1995, Annual Report, DWIDP

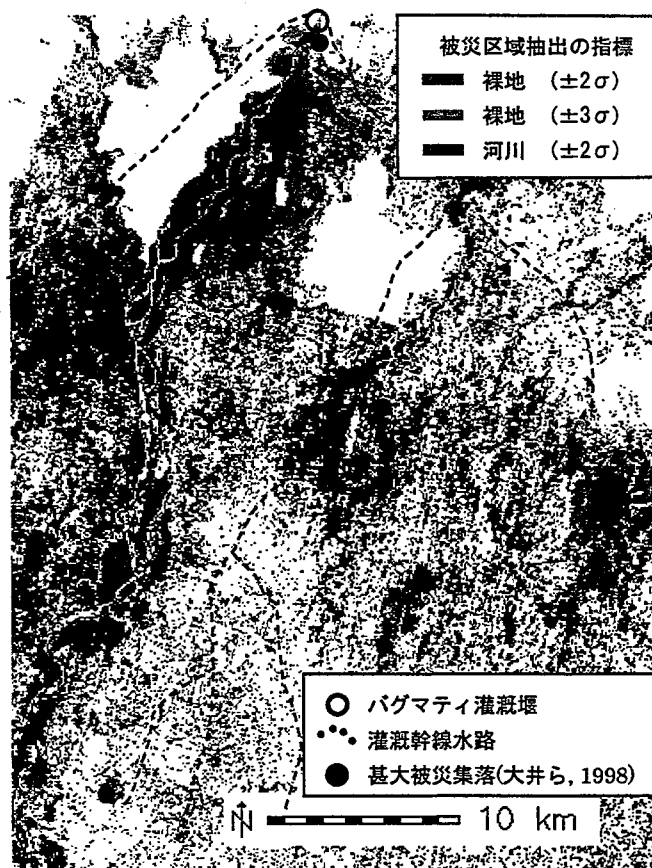


図2. 1993年洪水による被災区域の抽出