

ている。

### ■水害の実例■

以下では、1996年11月2日に熱帯性低気圧に伴う集中豪雨により、中部地域で発生した洪水について述べる。この洪水は被害総額100万米ドルといわれ、中部ベトナムで11人の死者をもたらした。11月2日から3日にかけて、ベトナムを南北に結ぶ国道1号線、および鉄道は各所で交通が遮断された。国道1号線の盛土路盤が堤防の役割を果たし、山側（西側）に水がたまっていた。国道面を溢水した場合に、路面が侵食され、短時間のうちに道路が破壊される様子が観察された。氾濫した水田地帯は水田の面影はなく、あたり一面が湖と化していた。写真-2は、冠水した国道1号線を超えて、水が山側から海岸側に溢水していく様子を示したものである。ベトナムが今後適正な発展を遂げるためには水のコントロールが最重要な課題の一つである。

筆者らの海岸調査（1996年11月）に同行した佐賀大学農学部 取出伸夫助教授によれば、農業生産の立場からは、比較的小規模な溜池やダムによる貯水や排水が有効であろうとのことである。洪水時のかなり深い湛水のために、生育の極めて悪い水田が多く見られた。比較的状态の良い水田や畑においても排水改良はほとんど行われていない。もっとも単純な排水改良をすること、収量の増加、作業効率の上昇等の効果が、短期的に期待できる状況にある。降水量が多く、また雨期の氾濫自体が肥沃な土を運び、農地の維持に意味を持つベトナムにおいては、洪水そのものがある程度許容し、標高の低い地域を水の貯留地にし、標高の比



写真-2 国道1号線上を溢水して流れる洪水（1996年11月4日）

較的高い地域は雨期でも耕作可能な農地として整備するなど、地域計画が重要である。

### ■結論■

以上に述べたようにベトナムをめぐる自然災害の様相は産業化の進展に伴って、大きく変化しつつある。図-1に示したような、日本の高度成長期に生じた同様の变化を解析し、ベトナムの場合に適用して考えてみることは、ベトナムにとって、より望ましい発展の過程を模索する上で大いに役に立つものと思われる。

### 参考文献

1 - Nguyen The Duy : Some general characteristics of the Vietnam sea and coastal areas, Symposium on coastal environment problems in Asia, Yokohama National University, 1996.

## はたして神の思し召しか？

### バングラデシュでの高潮災害

中川 一 Hajime NAKAGAWA  
正会員 京大防災研究所 助教授

驚くべき事に1度の災害で1万人以上の犠牲者を出す例がある。しかも、このような災害が10年に1度の割合で発生しているのである。これが、バングラデシュの高潮災害である。なぜ、このような巨大災害が繰り返し起きているのであろうか？ 地理・気象条件、社会構造などを説明しながら、その実態を紹介する。

### ■地理的環境■

バングラデシュ人民共和国は約14.4万km<sup>2</sup>の国土に約1億2000万人の人口を持つ世界有数の人口稠密国である。その国土の約3分の1が標高3、4mの低平地デルタからなり、特に南部のベンガル湾に面する海岸地域（メグナエスチャリー沿岸部）と周辺の島の大部分は標高が3m以下である。これらの島はバングラデシュを貫流するブラマプトラ川やガンジス川が流送し

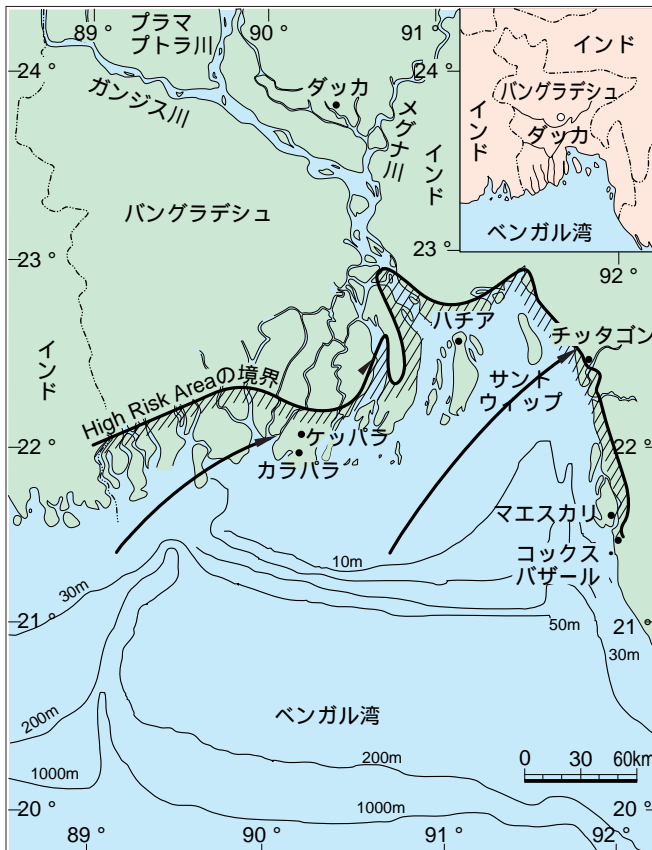


図-1 バングラデシュの沿岸地形

た土砂の堆積によって形成されたもので、南部の海岸線から沖合約 100 km 付近までが水深約 10 m という極めて遠浅な海底地形を形成している。その地形は、ここから約 1/150 という急な海底勾配で一気に水深約 1 000 m ~ 3 000 m のベンガル湾の中心部へと続いている(図-1)。海岸部ではこのような地形を反映して大潮時には 4 ~ 5 m の潮差となる。

一般に高潮の原因は、台風やサイクロン(インド洋で発生する風速 17.2 m/s 以上の熱帯性低気圧の中心気圧が通常の大気圧より下がることによってその海面が盛り上がる(吹き上げ効果)と、強風によって海面に強いシアアが作用するために水面が風下側に寄せられて高くなること(吹き寄せ効果)にある。例えば、900 hPa のサイクロンを考えると、吸い上げ効果では 1 m 弱しか海面は上昇しないので、これだけでは大規模な高潮にはならない。実際には強風による吹き寄せの効果ははるかに大きい。ベンガル湾で吹き寄せによって高められた海面は、さらに湾の平面形状や海底地形の影響を受けて(底面の摩擦の影響を受けて)変形し、ますます高くなる。1991年のサイクロンはちょうど大潮時に来襲したので、高潮の規模が大きくなった。

表-1 1万人以上の死者が出た1960年以降のサイクロン

サイクロン発生年月日	最大風速(m/s)	高潮の高さ(m)	死者数(人)
1961年5月9日	40.6	2.4~3.0	11 466
1963年5月28日	56.4	4.3~5.2	11 520
1965年5月11日	45	3.7	19 279
1970年11月12日	61.9	6.1~9.1	500 000
1985年5月25日	42.8	3.0~4.6	11 069
1991年4月29日	62.5	6.1~7.6	138 000

■気象環境■

バングラデシュに来襲するサイクロンには主として2つのタイプがある。雨季直前の5月頃に来襲するプレモンスーン型のサイクロンと、雨季直後の10月頃に来襲するポストモンスーン型のサイクロンである。通常、プレモンスーン型のサイクロンの方が大きな災害を引き起こしており(表-1)、約14万人の死者を出した1991年のサイクロンはこのタイプに属する。ただし、ポストモンスーン型でも1970年に約50万人の死者を出したような例外的なサイクロンもある。

■社会的環境■

高潮で被害に遭うのは貧しい土地無し農民がほとんどである。新しくできた砂洲などの土地は有力者が占有し、そこを借りて住みつく。このような土地に住んではいけないと規制すれば彼らは住むところなくなる。洪水や高潮で砂洲がなくなれば住みかど働き場所を失う。また、彼らは貧しいが故に子供を労働力として利用せざるを得ない。当然、子供は学校へは行けず、文字も読むことができなくなる。そして、貧農の子供は大人になっても文字も読めない貧農になっていく。したがって貧農の者は災害情報の理解力も低い。農村の識字率は1981年の国勢調査では2.5%であるが<sup>1)</sup>、貧農が多い沿岸部ではさらに低いであろう。

一般に、このような貧しい農民は高潮の警報を聞いても家を離れたがらない。避難すれば無人になった土地や竹とヤシで葺いた粗末な家、それに家畜の所有権を放棄したと見なされることを恐れるからである。

このように高潮に対して極めて脆弱な土地に住まざるを得ない人々が被災するという社会的構造がこの国にはある。

■高潮災害対策の現状■

気象衛星がなかった戦後の日本にあっては、台風の規模、進路、上陸時刻等の情報が不正確であったことによる住民の対応の遅れ、治水対策の脆弱性による破堤氾濫の発生、一般家屋構造の脆弱性等により、倒壊





写真-1 サイクロンシェルター



写真-2 1991年の高潮で壊滅したチッタゴンの海岸堤防

家屋の下敷きになったり逃げ遅れて溺れるなどして多くの人命と財産が失われた。バングラデシュのサイクロンによる高潮災害の現状は、戦後の日本の状態よりさらに悲惨であると言っても過言ではない。

ダッカ、コックス・バザール、ケッパラなどに設置されているレーダーやNOAAなどの気象衛星を用いた観測も行われているが、サイクロンの正確な進路、上陸地点、上陸時刻の予測精度は高いとは言えない。事実、1991年のサイクロンの来襲時には上陸地点・時刻が不正確であったために住民に混乱が起き、被害が増大したとも言われている。

サイクロンの情報は新聞やラジオ等のマスメディアを通じて伝達されるだけでなく、赤新月社のボランティアが拡声器を使ったり個別訪問することで伝達される<sup>1)</sup>。ただ、情報を得た側の人がある情報を正確に理解できなかったり、避難しようにも前述したような理由から避難できないため、被害が軽減されない構造になっている。

ベンガル湾域の高潮に対して脆弱な地域 (High Risk Zone) (図-1)にはサイクロンシェルター(写真-1)と呼ばれている避難施設が設置されている。極めて低平な土地にあって高潮から逃れられる唯一の施設である。もちろん海岸部には堤防が設けられているが、巨大な高潮の前には無力である(写真-2)。1991年の高潮災害以降、多くのサイクロンシェルターが新規に建設されており<sup>2)</sup>、今後有効に利用されることが望まれる。

### ■高潮災害の軽減に向けて■

バングラデシュでは今後も巨大な高潮が来襲することは想像に難くない。サイクロンシェルターの建設が進み、かつ、正確なサイクロン情報が正確に住民に伝わり、容易にサイクロンシェルターへ避難できる仕組みが整えられれば、人命の被害は格段に軽減できるだろう。ただし、住民にとって家財や家畜も命と同等に

大事である。サイクロン来襲時にこれらを放置しても安心して家を離れ、避難できる法的な整備が必要である。最近では家畜も避難させられるようなシェルターが建設されている。また、正確なサイクロン情報が速やかに住民に伝えられてもその情報を理解できる能力が住民に無ければならない。その根本として識字率を高めるなど、貧しい家庭の子供が教育を受けられる仕組みがある。ひいてはこれが近い将来には個人レベルでの豊かさをもたらし、危険地域からの脱出や強い家屋が建てられることに結びつこう。また、これは国家全体の豊かさにもつながり、種々の面での災害脆弱性が改善されていくことになる。

現在、世界中で危惧されている地球の温暖化による海面上昇は、バングラデシュでは極めて深刻な問題である。例えば、海水面が1.5 m上昇すると国土の1/6が冠水し、3~4 m上昇すると1/3が冠水すると予測されている<sup>3)</sup>。また、地球の温暖化はサイクロンの発生頻度や強さも増すとされており、潮流、波浪、高潮、河川流などによる海岸侵食も増大し、国土保全の問題も惹起する可能性が高い。地球温暖化による海面上昇に関する研究や対策は緒についたばかりであるが、種々の面から日本をはじめ世界各国の協力が望まれている。

高潮で被災したり命を失うことは決して神の思し召しではない。まず、みんながそう思うことから出発することが大事だ。

### 参考文献

- 1 - 小田利勝：バングラデシュにおける災害情報伝達と住民の避難行動，日本都市計画学会学術研究論文集，第28回，pp.193-198，1993
- 2 - 中川 一：巨大高潮から生命を守る - バングラデシュのサイクロンシェルター - ，土木学会誌，8月号，pp.6-9，1996
- 3 - Pramanik, M. A. H. and Anwar Ali：Impact of the Greenhouse Effect on Bangladesh, UNDRO NEWS, MAY/JUNE, pp.21-24, 1990