

エコアイランド構想としての風力発電開発*

— バングラディッシュと中国の取り組み紹介 —

佐藤 建吉**

Kenichi SATO

1 はじめに

著者は、この夏 2009 年 8 月に南西アジアのバングラディッシュ人民共和国に出かけた。同国は、近年 6% 超の経済成長を維持しており[1]、ゴールドマン・サックス経済調査部が 50 年後の世界経済に大きな影響を与える潜在力のある国としてグルーピングした「ネクスト 11(Next11)」の一国である[2]。しかし、その経済成長に対して社会インフラの整備が遅れ、現在、交通渋滞や電力不足が深刻である。訪問した理由は、その現状を体得し、その改善策を提案する糸口を見出すためであった。訪問では、科学 & ICT 担当大臣、エネルギー担当大臣、ダッカ大学学長、バングラディッシュ工科大学学部長、同再生可能エネルギー研究センター長、在日本国大使館公使、JETRO ダッカ所長と面会し、電力、エネルギー、日本企業の進出可能性などについて意見交換した。

同国のこの課題に関する施策は、上述の省庁と所轄機関、基幹大学などにより、従来から地道かつ先験的に行われてきた。しかし、現実にはなお多くの課題を抱えていることが理解できた。現在、バングラディッシュは、OECD / DAC の世界経済ランクは、2007 年の個人所得では 184 位の最貧国であるが、GNP は第 56 位となっている[3]。1 億 6 千万人の人口は、食料、エネルギー、生産などにおいて、需要と供給に必然的、そして潜在的な可能性と課題を持っている。

また、著者はその後 9 月に中国・上海の揚子江河口に位置する崇明島に出かけた。ここは中国政府が英国の指導を得てエコアイランド構想として 2010 年の上海万博を一つのマイルストーンとして進めている先進改革地である。ここには、大型風車がウインドファームとして設置されており、エコアイランドの実験基地として見ることもできる。本報では、そうした現地の状況の一端を紹介し、わが国への刺激としたい。

2 バングラディッシュのエネルギー事情

2.1 エネルギー政策

バングラディッシュ政府は、2014 年までに新規に 7,000MW の発電設備の導入する施策を始めた。現在の発電容量は 3,800MW で、一方需要は 5,500MW である。需要は年々 8%、すなわち 4,00MW の増加があり、2014 年には 7,500MW の需要となる。公衆電力網としては、8,000MW としなければならない。2011 年の需要は 6,300MW で、3,000MW の追加が必要である。現在、電力は天然ガスによる発電が第 1 で、85%を占める。第 2 は石炭である。中国や英国が設備を提供しているが、インドも輸出を進めようとしている。石炭需要は年間 370 百万トンであるという。石油火力は 2010 年までに 1,000 ~ 1,500MW を供給する計画である。現、ハシナ政権により電力確保の積極的施策が進められている。

2.2 風況調査

バングラディッシュにおける風況調査は 1995 年ごろから国内の大学や政府研究機関などのほかイギリスやドイツの法人が 30 箇所以上で次々と行われた。当時は、測定高度が 10m から 30m 程度であり、年間平均風速は、3 ~ 4m/s であった。しかし、4 月から 9 月においては 7 ~ 8m/s の平均値を示す地点もあった。

バングラディッシュ工科大学では、賦存量の高い地点を探すため、5 年間にわたり自動測定を取り入れ、マップ表示を進め、風況シミュレーション、解析を行い、ワイブル解析、粗度補正、高度推定などを取り入れ、風力エネルギー評価解析、機種選定と発電量予測を行うことを進めた。2000 年には、地方大学や機関と協力して “Wind Energy Resource Mapping(WERM)” としてまとめている。2001 年から 2003 年には “Solar and Wind Energy Resource Assessment (SWERA)” が実施された。

2.3 風力開発

こうして、基礎データを整え、いくつかの実際の風力開発プロジェクトが実施された。バングラディッシュ電力開発局 (BPDB) は、ダッカの東南約 100km 地点 Feni を流れる Meghna 川のダムの岸辺で、50m、25m の 2 高度で

*平成 21 年 11 月 27 日 第 31 回記念風力エネルギー利用シンポジウムにて講演。

**会員、千葉大学大学院 (〒263-8522 千葉市稲毛区弥生町 1 - 33)

の風況測定を行い、バングラディッシュで最初の公衆網と連系した風力発電を行っている。風況測定は 2003 年 5 月から行われ、6.5m/s (50m 高さ) の平均値を得ている。また、2003 年 12 月からは、南部の Cox's Bazar で、同様に測定され、ここでも平均風速 6.5 m/s を得た。BPDB は Muhuri Dam に 225kW × 4 機 = 900kW の風車を 2004 年に設置した (図 1,2)。これはバングラディッシュで最初の系統連系風力発電となった。440V から 11kV に昇圧して送電されている。



図 1 バングラディッシュで最初の連系風車

2.4 再生エネルギー政策

バングラディッシュ政府は、2008 年 11 月に “Renewable Energy Policy of Bangladesh” を策定した。その骨子は 2015 年までに再生エネルギー (再生可能エネルギー) により全電力の 5% を、2020 年までには 10% を賄うとしている。現在では幹線電力網の利用は全国民の 44% にとどまっているが、2020 年までには全世帯に電力を供給するとしている [4]。

前提としている再生エネルギーは次の 8 種である。太陽光、風力、バイオマス、バイオガス、水力、バイオ燃料、地熱、河川流、潮汐
ただし、エネルギー貯蔵量が未定のものもある。

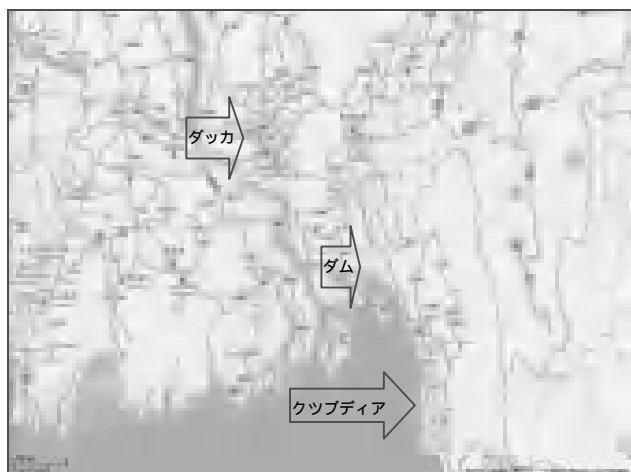


図 2 バングラディッシュの地理

2.5 離島での風力開発 — エコアイランド

バングラディッシュの離島での風力開発の先例を訪ねた。コックスバザール Cox's Bazar から 40km 北にあるクツブディア島 Kutubdia island である (図 2)。同島は、人口 12 万人、面積 55km² (東西 4km、南北 29km) の涙粒形の島 [5] で、大陸から数 km 沖合 (クツブディア海峡) にある。ベンガル湾からの風を利用したものであるが、何度かサイクロンの攻撃を受けた。

このウインドファームは、BPDB により 2007 年 4 月 3 日に起工され、2008 年 3 月 30 日に完成した (図 3~6)。総費用 Tk9,300 万 (1 億 2,000 万円) であった。その仕様は以下の通りである [6]。

- 3 枚翼、水平軸、中国製風車
- 20kW × 50 機 (1,000kW)
- DC12V, 200AH × 1,000 個バッテリー
- 150kW × 8 機 インバータ
- 600kVA, 0.4kV/11kV 変圧器 × 2 機
- 11kV Grid Sub-Station
- 高圧 11 kV 送電線長 (約 10km)
- 0.60 ~ 0.80MWh / 日の発電・送電実績



図 3 Kutubdia の風車 (右がベンガル湾海岸)



図 4 Kutubdia の風車群と被害を受けた岸壁



図5 サイクロンの襲撃で破損した風車翼



図6 バッテリー倉庫（200VAh × 1000 個）

■課題 このウインドファームでは、2007年4月の工事開始後、工事中の11月15日に巨大なサイクロンSIDRによる10～15ftの高潮が襲来した。重量3トンのタワーが一部で流出した。復旧工事は2007年12月31日に終了し、その後3月まで試験運転された。2008年5月2日の33日間で27MWhの発電をしたが、同年5月5日にサイクロンNargisで再び大きなダメージを受けた。同年8月18日に修復された。その後、NARGIS, Bijli, Ailaのサイクロンが襲ったが無事であった。

この風車やバッテリーなどの発電送電システムのメンテナンスは、Pan Asia Power Services Ltdが行っている。今回の視察では、同社のチーフエンジニアのMd. Fazlur Rahman氏と面会し、現状を聞いた。同氏によれば、島の電気需要ピークは夜7時から12時であるが、僻地で通常行われる地域停電（load-shedding）は、この風力バッテリーハイブリッドシステムにより、この1年半に同島ではないという。この発電施設には、年間2万人の見学者があり、観光地化している。それだけでなく、同島では、いつ

でも、どこでもマイクロ風車を設置できる人材が育っており、島部では、こうしたマイクロ風車の必要性を多く人が認識するに至っているという。

■特徴 Kutubdia の風力バッテリーハイブリッド発電所は、離島での安定化発電施設としては、規模は小さいが先例といえる。前述のように、コスト削減、CO₂ 排出削減に貢献し、エコアイランド構想の見本とされる。現在、バングラディッシュでの1 MW級の風力発電コストは風力単体では約 Tk 10.00（15 円）、ハイブリッドでは Tk 15（23 円）である。一方、同規模の太陽光発電では、Tk 100（150 円）である。Kutubdia に1機あるディーゼル発電機の発電コストは Tk 40/kWh（約 60 円/kWh）であるという。同島の風況は、朝10時まで風は弱く、その後回復し正午に最良となる。季節的には、夏風が最良で、冬風（11月から2月まで）は弱く400kW以下である。モンスーンの季節（3月から10月まで）は、800kWに達する。Kutubdia の住民は、風力発電の実態を知るにいたっている。

3 中国・上海/崇明島の風力開発

沸騰する都市・上海は、2010年の万博を目前に都市全体が急速に変容している。上海向けの野菜の供給地に過ぎなかった揚子江河口にある崇明島は、その波動を受けて開発され、様相を変えようとしている。その開発には、エコアイランドを構築するという新機軸のコンセプトが織り込まれている。2009年9月はじめに当地を調査した。崇明島には上海の北側、宝山区の宝楊路埠頭からの高速フェリーを利用した（図7）。下船は、南門埠頭で、40分の航程であった。同島は、面積は約1225km²であり、東西約80km、南北約15kmある。島の東端・東灘には、広大な東灘鳥類自然保護区がある。



図7 上海と揚子江の河口の崇明島



図8 導入された Nordex 製 S70 型



図9 東灘鳥類保護区の近くにある風車群

その保護区の近くに、風力発電機が設置されている。

このエコアイランド構想は、上海実業（集団）有限公司（SIIC）が英国・アラップ（Arup）社と組んで行っているもので、胡錦涛主席とブレア首相が臨席して2005年11月に調印された[7]。それは、東灘にエコシティを形成するコンセプトで、活動的で、住みよい、環境負荷のない未来都市を中国に創成することを目指している。風力発電によるCO₂削減を対象として、英国は京都議定書の小規模CDMを申請している[8]。

導入された風車は、ドイツのNordex製S70型（1,500kW）×10機で、15MWの設備容量である。ロータ径70m、カットイン3m/s、定格風速13m/s、耐風速59.5m/sの仕様である（図8,9）。出力電圧690Vを10.5kVに変圧し、全体では35kVとして、公衆網に連系されている。年間27,572トンのCO₂削減としている。揚子江では、平均風速7m/sであるといい、風力賦存量も十分である。

4 まとめ

以上、バングラディッシュ人民共和国のCox's Bazar県Kutubdia島の1,000kW（20kW×50機）、中国・上海

市崇明島15MW（1,500kW×10機）が創る離島内での風力利用について、現地訪問して調査し、エネルギー政策や先導的動向についてまとめた。風力エネルギー機関誌に示したように、わが国の風力利用は国民一人当たり15Wであり、第1位のデンマーク581W、ドイツの291Wに比べ1/40、1/20である[9]。また現時点でGDPが世界2位のわが国の風力利用の世界に対する割合は2008年において0.97%である。これはわが国の風力による国際貢献の低いレベルを示している。

バングラディッシュでは、電力不足が喫緊の課題で、その対策に努力している。その状況にロシア、中国、英国などが熱心にロビー外交を進めている。中国の状況はさらに激しく、熱心である。こちらには欧州各国、アメリカなどが、好機を逃さないと浸透している。2005年ごろの日中外交のトラウマを乗り越えて、鳩山新政権の90年比25%CO₂削減の目標を実現するため、国の産業構造と環境技術関連産業の育成を進めなければならないだろう。

風力関連産業は、発電・エネルギー創出と安全・安心を売る輸出産業になり得る。エコヴィレッジ、エコシティ、エコアイランドは、わが国も実現に向けて声高に言わなければならないキーワードである。ブレア前首相と胡錦涛主席は、英国と中国はエコシティで世界を牽引すると、崇明島東灘のプロジェクトを誇っている。

参考文献

- [1]在バングラディッシュ日本大使館資料 <http://www.bd.emb-japan.go.jp/jp/content/economy.html>
- [2]<http://www2.goldmansachs.com/japan/gsitm/column/emerging/next11/index.html>
- [3]OECD/DAC資料, “2009 World Development Indicators”
- [4]ITN-BUET, “Renewable Energy in Bangladesh”, presentation on Aug 5, 2009
- [5]Haroun Er Rashid, Geography of Bangladesh, The University Press Limited, 1991
- [6]<http://www.energybangla.com/index.php?mod=article&cat=SomethingtoSay&article=1930>
- [7]<http://www.telegraph.co.uk/news/worldnews/asia/china/3223969/Chinas-pioneering-eco-city-of-Dongtan-stalls.html#>
- [8]PROJECT DESIGN DOCUMENT FORM (CDM-SSC-PDD) - Version 03
- [9]佐藤建吉, 「風力はオルタナティブ」, 風力エネルギー, Vol.33, No.1, pp.125-128, 2009