

尺の赤石山脈の地形図と比べると(図-1), 山稜や谷筋が大きく屈曲しているなど地形的特徴が酷似していることに気づかれるであろう。ともにプレート境界に形成された山岳地帯で, 千枚岩や粘板岩に富んでいること, 断層沿いに無数の斜面崩壊地が並んでいる状況もそっくりである。かくして海外の自然災害は決して対岸の火事ではない。9万人を超えると推定される死者を出したパキスタンの地震から, 類似の地形・地質条件をもつわが国が得る教訓も大きいはずである。さらに問題は今も継続している。この地震でカシミール山中のタンダ断層, ムザファラバード断層が動き, 断層の東背面の山岳地帯が6m程度押し上げられ, ドロマイトを含む白灰色の脆い斜面が剥き出しになった。地震翌年のモンスーン期の大雨でこれらの斜面から大量の土石が流され, ガリハビブラ(Ghari Habibullah)村では6mほどの土砂が堆積(図-2), この地方の中心であるムザファラバード市内でも, 上

昇し続ける河床に家屋が埋没し, 人々は住みなれた地域を追い出されようとしている(図-3)。悲惨な自然災害の報道は時とともに急速に冷めていくが, いったん傷ついた地形が数十年, 場合によっては世紀を越えて変化し続け, 様々な課題をもたらしていることは新聞の表紙を飾ることも, またテレビのヘッドラインに現れることもない。

地震直後, この問題が顕在化する以前に, 被災地復興のドナー会議がイスラマバードで開催された。この決定を受け, 国際協力機構(JICA)は橋梁復旧や病院の建設, ムザファラバード市の復興計画を示し, 一連の日本の貢献は現地でも高く評価されている。JICAが提出したムザファラバードの復興計画のオプションの一つは, 川沿いの段丘地に衛星都市を建設し, これらを道路網で結ぶというものである。このアイデアは最も実現性が高く, ムザファラバード市内の土石流被害が顕在化しつつある今, 現地で最も真剣に検討され



(a) Ghari Habibullah 村付近 (Google earth)



(b) Ghari Habibullah 村に堆積した土砂

図-2 Ghari Habibullah 村付近で発生した土石流の堆積物: 図中の白破線は2005年10月8日カシミール地震(パキスタン)で活動した断層沿いの崩壊地である。白い斜面は苦灰岩(ドロマイト)を含み大量の土石流の源になっている。Kunhar川沿いではこのあたりからさらに北、今回の地震で最大の被災地の一つBalakotに至るまで、地震後のモンスーンで河床レベルが著しく変動している。



(a) Muzaffarabad 市内で1階部分が埋まった家屋 (2007年10月撮影)



(b) 左と同じ箇所。土砂は2階部分まで達している (2008年6月撮影)

図-3 ムザファラバード市内の土石流



図一四 ムザファラバード市東背面の土石流源での EWBJ メンバーによる標高調査：前列左端は AJK 州政府ムザファラバード復興局長 Zahid Ameen 氏（前ムザファラバード市長），GPS レシーバーを持って地形変動を確認している 2 名はパキスタン地震災害復興庁 ERRA（Earthquake Reconstruction & Rehabilitation Agency）から著者の研究室に留学した学生である。

ている。しかし顕在化する土石流被害の事例は、衛星都市候補地でも、段丘を下刻する河川を横切って整備される道路の維持管理が、きわめて困難になる可能性を示唆している。

国境なき技師団では 2005 年の地震直後からムザファラバードを中心とする被災地に 10 回程の調査・復興支援活動を展開している。この中で土石流が今後長期に継続する可能性を早期から指摘し、ムザファラバード復興局の要請と全面的な支援を得て、衛星都市候補地の視察と工学的課題の評価を行い、さらに市内の土石流の状況調査（図一四）とモンスーンの大雨に備えてとるべき対応についてのアドバイスを行っている。私たちが提供できたことは Differential GPS 等を用いた精密な観測に基づく地形変化の客観的な事実と可能な対応についての考えのみであり、実際には現地技術者数十名が、私たちが提示した問題の深刻さと正面から向き合ってタスクフォースを編成し土石流対応に奔走している。こうした自主的な取り組みがスタートしたことそのものが嬉しく、努力が報われる思いがする。

地震でいったん傷ついた国土がその後長年にわたり変化し続け、様々な課題をもたらしていること、そしてその保全に多くの優れた技術者が地道な努力を積み上げていることはもっと世の中に知られるべきだと考える。災害国であるわが国のこの分野の技術者の活躍は目立たないけれども、世界に誇るべきものだと信じている。この高い技術を世界に発信するとともに、世界の災害の復興や防災にも、培われたノウハウや教訓がぜひ活かされてほしいと考えるのである。

3. 技術普及の課題

インドネシアは 2004 年のスマトラ沖地震、2005 年 3 月ニアス（Nias）島近海地震、同年 5 月のジャワ島中部地震、同年 7 月のジャワ島南西沖地震、そして 2007 年 9 月のベンクール（Bengkulu）地震と巨大地震が相次ぎ、またスマトラ島パダン（Padang）沖合やジャワ島西端沖合い付近に地震の空白域の存在が指摘され、人々の津波と地震への恐怖は潜在的に大きなものがある。土木学会、日本建築学会、そして国境なき技師団はこれら一連の地震被害調査を行う中で、合理的な復興と防災対策への戦略を模索する試みを行っている。2005 年のジャワ島中部地震、ジャワ島南西沖地震の後の議論を経て、公共事業省研究総局、インドネシア工学会は国境なき技師団、土木学会、日本建



図一五 インドネシア公共事業省で行われたセミナー（Indonesia-Japan Joint Seminar on Mapping out Strategies for Better Seismic Disaster Mitigation）冒頭での覚書調印。左よりインドネシア工学会 Dardak 教授、著者、公共事業省研究総局長 Baski 氏。インドネシア防災協会の立ち上げと日本側の支援が約束された。

築学会と共催で2007年2月12日、13日にワークショップ、シンポジウムを開催。この中でインドネシア側が防災協会を設立し、防災技術の展開に取り組むこととなり、日本が協力することが約束された(図—5)。この協会は、その後インドネシアの防災体制に関する政府組織(National Disaster Management Coordinating Board of Indonesia, 現地語で略称BAKORNAS)の法律改正があったため、関係者が新たな活動の展開を躊躇し、具体的な成果を挙げるに至っていないのが残念である。しかしながらこれまでのインドネシア側との議論の中で強調された課題は(1)技術普及(dissemination)であり、また(2)わかりやすい目標設定である。

外務省の「政府開発援助(ODA)白書2005年度版」に引用される技術普及の成功例にインドネシアに普及した母子健康手帳が挙げられている。もともとこの手帳は新生児、乳幼児のためにドイツで発展・普及したものであるが、日本では“妊産婦”をも対象に独自の発達を遂げたもので、特定の著者はいないが、しかし多くの人々の知恵を集約した日本独特の優れたシステムである。インドネシアでは妊産婦死亡、乳児死亡がそれぞれ425/10万出生(1993年)、47/1,000出生(1995年)という高い割合であったことから、このわかりやすいシステムが受け入れられ普及し効果を挙げたものである。

土木・建築・防災の分野でも母子手帳に相当するような“特定の著者はいないが、多くの人に関わって育て上げたシステム”が潜在的に国際貢献の切り札になる魅力を秘めている可能性があると考え。国土交通省は「地盤情報の集積および利活用に関する委員会」(委員長:著者)の報告を受けて、国土地盤情報検索システム(Kunijiban, <http://www.kunijiban.pwri.go.jp/index.html>)を立ち上げている。現段階では関東地方と九州地方のデータに限定されているものの、この

システムは国(旧建設省+旧運輸省)が管理するボーリングデータ13万本ほどのデジタルデータをコアにして地盤情報を段階的に公開していくものである。欧米諸国にも地盤情報を集約したデータベースはあるが、その多くが資源探査に関わるものであり、防災への活用も見据えた公開データベースとしては質・量とも世界の先鞭を切るシステムに発展すると期待できる。こうした情報の開示は防災面での活用のみならず、新たな産業をも刺激、創成するきっかけになるであろう。

翻ってこれらをインドネシアなど自然災害に悩む国々に普及させようとしたとき、地盤データの集約、保存の現状がそれを可能にする状況にあるかどうかは、残念ながら疑わしい。原油価格の高騰など不安な要因はあるものの近年のインドネシアはGDP成長率5~6%(外務省各国情報・インドネシア)で様々な大規模開発の進む今は、ジャカルタの地盤データ集約の好機かもしれない。しかしそれらの管理の状態も事業主体ごとばらばらであろうし、また地方ではボーリングデータすらない場所も圧倒的に多い。2005年のニマス島沖地震で被害を受けたニマス島も例外ではなく、その被害復興に必要な地盤情報がほとんどない状態であった(図—6)。スマトラ島の北スマトラ州、西スマトラ州政府でも、今後発生する可能性のある地震に備えるために、既存施設や新設構造物の耐震性向上や危険度マップの作成などで地盤データの蓄積が重要であると認識するに至り、簡易な地盤調査技術の導入について国境なき技師団と土木学会に支援要請が行われた。これを受け国境なき技師団では、インドネシアニマス島などを中心にスウェーデン式貫入試験などによる簡易な表層地盤強度調査の技術普及支援のため、これまで数回にわたり研究者・技術者の派遣を行ってきた(図—7)。地震や降雨災害を考えると浅層の地盤の影響が極めて大きく、こうした簡易技術が正



図—6 ニマス島沖地震で沈下したトラス橋梁:この橋梁の脇に建設中の橋の基礎がまた滑っている(右)。この問題への技術指導に対しニマス県知事から礼状(写真提供:飛鳥建設技術研究所 三輪滋氏)

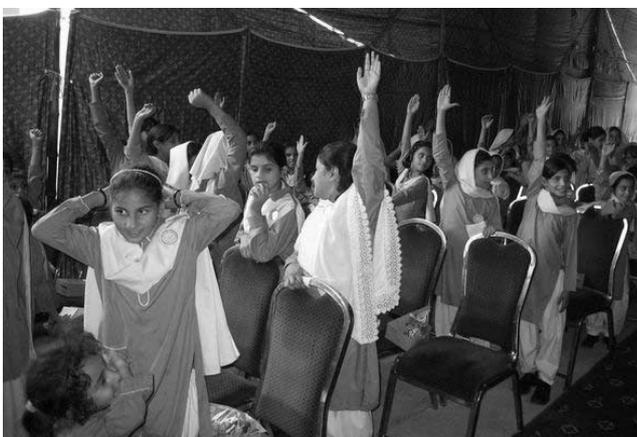


図一七 バタンでの地盤調査講習会の様子

しくそれなりの品質を保って普及するのであれば、国土保全に対する効果はきわめて大きいであろう。またその情報開示のわかりやすいシステムが普及し、その利用が加速的に進むことを期待したい。

4. 防災教育

防災教育の実践、支援もまた大きな使命である。国境なき技師団ではこれまで早稲田大学や京都大学の学生の自発的な団体である WASEND や KIDS の国内外での活動や、JICA が作成した教材を用いてのパキスタンでの防災教育活動を支援してきた（図一八）。これらの活動に参加したメンバーはインドネシア・スマトラやパキスタン・カシミールなどの被災地に赴き、自分たちで工夫した教材をもとに寸劇も交え、覚えてたの現地語で子供たちに津波や地震から生き延びるための工夫を話す活動を進めている。その若い人たちの熱意と努力に心から敬意を表したい。一方で地震や津波の経験者や調査・復興に携わった経験豊富な方々のサポートがないと、今後このような善意の活動



図一八 ムザファラバードで行われた防災教育の様子

を体系化し、継続可能な形に進化させていくことは難しい。また海外の諸機関が莫大な予算を投じて用意してきた教材があることも忘れてはならない。PAHO (Pan American Health Organization) ではラテンアメリカ及びカリブ諸国の要請を受けて、災害対策教育のための学習教材、出版物を集約、公開している。またアメリカ地質調査所のサイトにもわかりやすい地震や火山、斜面災害などの教材がある。しかし世界の被害地震の1割強が発生し、年間降雨量1,800 mmと世界平均の730 mmを超えるわが国が独自に世界に発信し得る教材は、本来もっと充実していて良いと考える。活動を開始したばかりの「国境なき技師団」がこのような WASEND や KIDS などの善意の活動のプラットフォームを提供できるよう可能な限りの努力を進めていきたいと考えている。

5. 団員の安全の課題

海外のNPO活動において最も気を遣う問題の一つが団員（ボランティアメンバー）の安全である。自然災害の被災地に大学や研究機関のメンバーが調査に入る場合は、それが業務であれば労災の対象になり、また学生なども正規の授業の一環とみなしえる状況があれば、学生教育研究災害傷害保険（通称、学研災）が適用される。しかし教官の同伴がない状況でのボランティア活動は正規の授業とみなし難いし、また退職した技術者が善意で行うボランティア活動は当然労災の対象になりえない。国内でのボランティア活動であれば様々なボランティア保険があるが、これらは国内に限定され国外の活動に適用できるものではない。リスクの状況はボランティアの活動内容や状況によって異なるので、それらに応じた保険に加入するなどの個別の対応にならざるを得ないが、危険地域での保障のない旅行保険をかける程度が関の山である。NPOにとってリスクマネジメントの手法が確立されているとは到底言い難く、NPOを取り巻くリスクの認識・対処策といった面では取り組むべき課題が多いのである。

日本損害保険協会は海外でのNPO活動のリスクと対応について様々な形でNPO間の対応措置の情報を交換するための講習会や資料の提供を行っている。上記の個人のリスクのみならず、情報リスク、損害賠償リスク、財産リスクへの対応の様々な自助努力事例が参考になる。活動の性格が状況によって大きく異なる以上、それらを見極めたうえで可能な入念な対応を怠らないことが、質の高い国際貢献を行ううえで必須であろうと考える。

6. まとめ

立ち上がって2年、国境なき技師団はまだ様々な局面で戸惑いを感じつつ、できる限りの貢献をしようと努力を重ねてきた。まだ規模の小さな組織でありながら、パキスタンやインドネシアでの地震防災と復興に関わる活動にとどまらず、バングラデシュのハリケーン・シドルの復旧支援としてのシェルター構築や道路復旧のマニュアル作成など、ここに紹介しきれなかった活動もあって、これらを精力的に進めてきた関係者の熱意と努力には深い敬意を表したい。一方で、これらの活動を持続的に推進し、ある程度の成果に結実させるためには単に人的、経費面での支援を得て事業規模を広げればよいというのではなく、先方の事情を見据え、基本的には先方の自主的な活動を加速させるような“触媒”としての役割が果たせればと考えている。そのためには、まず本文でも述べたように(1)“特定の著者はいないが、多くの人に関わって育て上げたシステム”が潜在的に大きな魅力になりえることを認識し、そのようなシーズが海外でも根付いて、その地域に応じ柔軟に発展していくことを可能にするための(2)人的なつながりの輪を広げていくこと、が必要であろう。多くの技術者の方々からのアイデアとアドバイスを期待するものである。

JCM/A

《参考文献》

- 1) NPO「国境なき技師団」(Engineers without Borders, Japan, EWBJ) : <http://www.ewb-japan.org/>
- 2) パキスタン地震被害調査報告「Quick Report of the JSCE Mission for Geotechnical Survey along Jehlum and Kunhar Valleys (Ver. 1.1)」, 土木学会, <http://shake.iis.u-tokyo.ac.jp/home-new/index.html>, (2006.3)
- 3) National Disaster Management Coordinating Board of Indonesia, BAKORNAS, <http://en.wikipedia.org/wiki/Bakornas>
- 4) 外務省: ODA 白書, 年次報告 <http://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/oda/shiryo/hakusyo.html>
- 5) 国土交通省: 地盤情報の高度な利活用に向けて 提言 ~集積と提供のあり方~ http://www.mlit.go.jp/kisha/kisha07/13/130302_.html
- 6) 国土交通省: 国土地盤情報検索サイト “KuniJiban” <http://www.kunijiban.pwri.go.jp/index.html>
- 7) 早稲田大学防災支援教育会 (WASEND) : <http://www.waseda.jp/1g-wasend/>
- 8) 京都大学防災教育の会 KIDS : <http://kuoedp.run.butobi.net/index.html>
- 9) Pan American Health Organization (2007) : Disasters-Preparedness and Mitigation in the Americas, <http://www.disaster-info.net/newsletter/108/>
- 10) 例えば, NPOのためのリスクマネジメント, 社団法人日本損害保険協会安全防災部 NPO グループ, http://www.sonpo.or.jp/archive/publish/npo/pdf/0003/book_nporisk.pdf

[筆者紹介]

小長井 一男 (こなが い かずお)
 東京大学
 生産技術研究所
 教授



建設の機械化／建設の施工企画 2004年バックナンバー

平成 16 年 1 月号 (第 647 号) ~平成 16 年 12 月号 (第 658 号)

1 月号 (第 647 号) ロボット技術特集	5 月号 (第 651 号) リサイクル特集	9 月号 (第 655 号) 維持管理特集	■体裁 A4 判 ■定価 各 1 部 840 円 (本体 800 円)
2 月号 (第 648 号) 地震防災特集	6 月号 (第 652 号) 海外の建設施工特集	10 月号 (第 656 号) 環境対策特集	■送料 100 円
3 月号 (第 649 号) 地下空間特集	7 月号 (第 653 号) 安全対策特集	11 月号 (第 657 号) 除雪技術特集	
4 月号 (第 650 号) 行政特集	8 月号 (第 654 号) 情報化施工特集	12 月号 (第 658 号) 新技術・新工法特集	

社団法人 日本建設機械化協会

〒 105-0011 東京都港区芝公園 3-5-8 (機械振興会館)

Tel. 03 (3433) 1501 Fax. 03 (3432) 0289 <http://www.jcmanet.or.jp>