

テーマ：アジア諸国の地震災害と防災

第2回 9月16日（金） 山崎晴雄 首都大学東京

テーマ：アジアの地形・地質環境から見た自然災害の地域特性

第3回 9月23日（金） 小川雄二郎 元アジア防災センター長

テーマ：アジア諸国の自然災害の特徴—地球規模で考える

第4回 9月30日（金） 植田宏昭 筑波大学

テーマ：グローバル気候システムとアジアモンスーン変動

—日本で発生する異常気象を読み解く—

第5回 10月14日（金） 荒木田勝 アジア防災センター

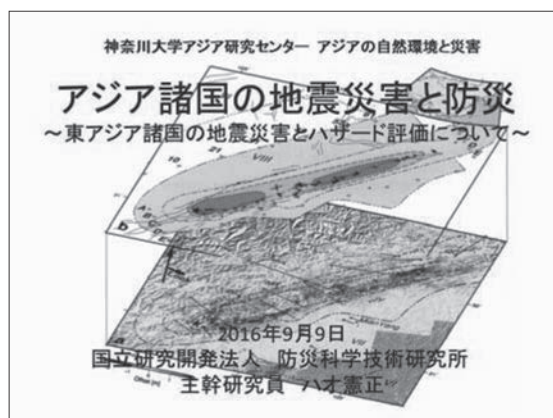
テーマ：アジア諸国の災害対策—災害の軽減化に向けて—

第6回 10月21日（金） 大楽浩司 国立研究開発法人・防災科学技術研究所

テーマ：アジアにおける気象災害と気候変動適応

■第1回講座

第1回目は「アジア諸国の地震災害と防災」というテーマで、副題には「東アジア諸国の地震災害とハザード評価について」と題して国立研究開発法人・防災科学技術研究所のハオ憲正氏にお話をお聞きした。



アジア諸国は地震災害が多発する。これは、現在の地球の海洋と陸域が形成され大陸分布が確定するに至る地質年代の経過過程における地殻変動に起因するものである。過去において大陸は離散と集合を繰り返しており、その原動力は地球内部の核、マントル、地殻の熱的相互作用で成り立ち、プレートテクトニクスあるいはプレートテクトニクスと呼ばれる地球規模のグローバルな変動に支配されている。アジア諸国の南側の海域には日本付近のフィリピン海プレートとユーラシアプレートのプレート境界と同様なインド・オーストラリアプレートとユーラシアプレートのプレート境界が存在し、インドネシアのスマトラ島、ジャワ島の沿岸には活発なプレート境界が形成されている。近年では、2004年12月にスマトラ島地震津波災害が発生し、インド洋沿岸の諸国に巨大な津波が到達して約22万人に上る犠牲者を発生させた。この地震を契機にプレート境界上でM8クラスの高圧型巨大地震が連続して発生し多大な被害を発生させている。また、この巨大地震の発生とともに周辺の活火山活動が活発化して大噴火をお越したことも記憶に新しい。この地域は過去にも同様な大地震を発生させ多大な被害を及ぼしてきた。この領域の東側に位置するフィリピン共和国もプレート境界上に位置しており多数の地震が発生する地震多発国である。近年では、1990年にフィリピンルソン島地震が発生し、多大な被害を及ぼした。

その後、震源断層の近くに位置するピナツボ火山やタール火山が大規模な噴火を起こした。特に前者の噴火では周辺地域に数 10 m に及ぶ火山灰や火山噴出物を堆積するとともに、降雨による大規模な泥流を発生させ災害を拡大させた。この火山噴火の影響で、火山周辺に位置していた米軍のクラーク空軍基地が機能麻痺の状況に陥り撤退を余儀なくされたことも、地震・火山災害が多大な影響を及ぼした顕著な社会事象としてクロズアップされた。このように大規模な自然災害は、地域の農業・林業・漁業施設や官公庁・工場・事務所・学校・ライフライン施設・道路・鉄道など広範囲なインフラストラクチャーに多大な影響を与え社会・経済的な混乱を引き起こすことになる。これらの地域の更に東側には台湾、沖縄から日本列島へとプレート境界は広がっていて、世界における地震多発地帯を形成している。

一方、上述の地球形成史における地殻変動では約 3 億年前頃にインド亜大陸が急速に北進してユーラシア大陸に衝突し始めて、北側のデカン高原からモンゴル高原に至る広大な地域の下に潜り込むと同時に地表にヒマラヤ山脈の約 8,000 m 級に至る高山地帯を形成しつつ現在の地形に至っている。この衝突に伴う地殻変動は現在も継続しており、ヒマラヤ山脈は現在もなお年間数 cm の速さで隆起し続けているこの衝突に伴う地殻変動はヒマラヤ以北の広い範囲に影響を及ぼし、特に北東から東側の中華人民共和国の国土にも広がって、東端部は中国・四川省付近に内陸地域の明瞭なプレート境界を形成している。この地域には顕著な断層が分布しており、近年では 2008 年の四川大地震 (M7.9) を発生させ約 9 万人 (うち不明者約 2 万人を含む) に及ぶ犠牲者を記録した。この四川大地震は震源地である龍門山地域は平均標高 4,500 m 以上のチベット高原の東縁部、チベット高原と四川盆地の境界部に位置する龍門山逆断層帯が活動した。龍門山逆断層帯は 4 本の主要な逆断層、すなわち汶川—茂文断層、映秀—北川断層、灌県—安県断層および青川断層で構成されるが、この地震で活動した断層は前の 3 本で、断層の総延長は約 300 km に及んだ。北側の汶川—茂文断層と南側の映秀—北川断層が顕著な断層運動を起こし、鉛直方向の最大ズレ量は約 7 m に及び水平方向の最大ズレ量も約 5 m を記録した。巨大な内陸活断層型地震の痕跡を地表面の断層延長線に残している。震源が比較的人口密度の低い山地と四川盆地の平低地との境界付近にあり、幸いにも成都市などの大都市の直下ではなかったことにより破局的な被害発生とまでには至らなかったが、山間地の中小都市や多くの集落では壊滅的な被害を受けた。中華人民共和国では更に東部の渤海湾に面した遼寧省付近には北東から南西方向に走向を持つ内陸活断層帯が存在しており地震多発地帯が存在している。1970 年代には多くの地震が発生し、1975 年には海城地震 (M7.5) が発生したが、地震発生の直前予知が成功し被害を最小限に防いだことが報告されている。一方、翌年の 1976 年に発生した唐山地震 (M7.5) は、当時の唐山市の中心部に存在し市街地を北北東から南南西に走る断層が活動し、100 万人超の人口を擁した工業都市であった唐山市を壊滅状態に陥れ、約 25 万人 (USGS の推定では約 65.5 万人) に及ぶ犠牲者を発生させた。

このようアジア諸国においては、地球形成史における地殻変動の歴史的経過により残されているプレート境界の存在や現在のブルームテクトニクスとプレートテクトニクスによるプレート運動に伴う顕著な地殻変動に支配されて活発な地震活動を起こしており、今後も引き続き同様な地震災害を始め多くの自然災害を引き起こす可能性がある。地震大国の日本においては地震災害と共存して、防災対策を進めてきた国であり、アジア諸国を始め世界の国々における防災対策の取組に寄与することが期待されている。また、防災科学技術研究所の中長期の目標として、国際的な協力、特に日中韓、日本・台湾・ニュージーランドの次世代地震ハザード評価の共同研究を進めてきた。現在、進行中の台湾、アジア、グローバル地震ハザード評価と GEM の取り組みについても注目されている。

■第 2 回講座

第 2 回目は「アジアの地形・地質環境から見た自然災害の地域特性」をテーマに首都大学東京名誉教授の山崎晴雄氏の話をお聞きした。講義の内容は、①アジアのプレート配置と地震・火山、②火山の成

因と爆発様式、③インドネシア・フィリピンの火山噴火史、④人類・環境へのインパクト、⑤人類の発展と火山噴火、という内容でお話頂いた。

神奈川大学エクステンション講座
アジアの自然環境と災害

アジアの地形・地質環境から 見た自然災害の地域特性

首都大学東京名誉教授
山崎 晴雄

まずアジアの自然災害の概観について、地震について最近の事例として2004年スマトラ沖大地震（Mw 9.1）では、大きな津波が発生して死者22万人、負傷者13万人の被害が生じていること、火山では1990年ピナツボ噴火により世界的な気温の低下を発生させた。これは周辺のプレート運動に関係していること、台風では2013年フィリピンを襲った台風ヨランダにより死者6,200人を記録したこと、洪水については、毎年のように発生し特にバングラディシュで顕著であること、干ばつでは2016年にアジア各国に発生し、1億人に及ぶ食糧不足が生じた。これはエルニーニョ現象が原因で、地球の熱移送に関係する現象であること、などアジアの自然環境の特徴は、高温多雨で土砂流出が顕著であることにより土壌が肥沃で土地の生産性が大きく多数の人口が集中し人口密度が高いことである。

世界の地震分布はプレート境界に集中し、環太平洋地域に多く発生する。また同時に火山も多く集中し、特にアジアの地震と火山の活動域は日本列島から南西方向に延伸して東南アジアに延びる、日本海溝、南海トラフ、琉球海溝、ジャワ海溝などのプレート境界に多発している。近年、2004年スマトラ沖地震（Mw 9.1）では、断層の長さ400 km、幅150 km、ズレ量20.0 mに及ぶ大規模な地震が発生し、インド洋沿岸に津波が来襲し、最大で30 m、平均10 mの津波高が記録され、インド、スリランカ、アフリカ諸国に拡大して死者約22万人に及ぶ甚大な被害を発生させた。その後も同地域の海溝沿いにおいてM7～M8クラスの大地震が頻発した。

一方で地球大気の大気熱収支によるグローバルな大気の流れが生じており、特に赤道地域においては顕著な大気の流れが発生して生じるモンスーン現象が知られている。これによりアジア諸国の季節的な気象現象が定常的に変化し、社会・経済、文化・産業の形成に寄与しているが、近年ではエルニーニョ現象の影響が目立つようになってきた。エルニーニョ現象は、南米ペルー沖の赤道太平洋海域での海水温が上昇する現象で、暖かい海域が太平洋の東部に移動し、これによって各地に異常気象が現れるもので、特にインドネシア沖の海水温が相対的に低下し、低気圧の発生が減り、気候が乾燥化して干ばつが発生し農作物の不作や山火事が多発して森林資源に多大な損失を与えている。エルニーニョは2015年に終わったが2016年インドネシア・フィリピン・タイなどで干ばつが発生し、食糧不足が危惧されている。このように、近年の自然災害だけを見ても自然災害の影響は広域に及んでいる。例えば、アジア・太平洋地域の津波は発生域のみならず、周辺、遠方にまで甚大な災害を引き起こす。また、台風・干ばつなどの気象災害も、直接の被害だけでなく、食糧不足など広域～地球規模で社会・経済に影響を与えている。しかし、一番大きな影響がある自然災害は火山噴火である。

火山はどこに発生するかと言うと、プレートテクトニクス理論によれば、①プレートの沈み込み帯、②中央海嶺、③ホットスポットと言われる大洋下のマントルから融けたマグマが湧昇する地域に発生する。火山の噴火形態は種々の様式があり、噴火に伴って噴出する物質の性質により噴火形態は異なり、その爆発力も異なっている。最も恐ろしい火山噴火は、流紋岩質火砕流を伴う噴火で、高温の火砕流が高速で広い地域に流下し被害を拡大させる。1991年フィリピンのピナツポ噴火は6月9日～15日に大噴火を起こし、始めに山頂付近に溶岩ドームが形成され、それが崩壊して火砕流を発生させて死者約300名、家屋損壊約8万戸以上に及ぶ被害を発生させた。噴出物により農地約800km²が放棄され、山麓に住む約3万人の先住民の生活が破壊された。このピナツポ噴火により世界的な気温の低下を発生させ、その影響は数年間に掛けて続いた。

このような歴史に残る火山の大噴火は過去にも繰り返し発生しており、1883年インドネシアのクラカタウ噴火が挙げられる。クラカタウはスマトラ島とジャワ島の間のスダ海峽に位置する火山で、1883年8月27日に大噴火し水面下200mより上方が吹き飛び、島の南側だけが残った。火砕流が噴出し海底にカルデラが形成され、波高15m～40mの津波が発生した。津波による被害では死者36,000人以上、噴出物は21km³に及び噴煙は27kmまで上がり大量のエアロゾルが成層圏に流入して太陽放射を遮り、火山の冬を出現させた。我が国でも影響は大きく平均気温で1.2度低下し、農作物の不作により農民が窮乏したという記録が残されている。

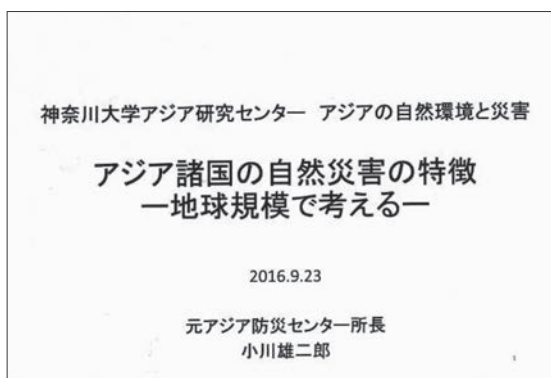
さらに1815年のタンボラ噴火も巨大な災害をもたらした。インドネシアのスンバワ島サルカン半島に位置したタンボラ火山が1815年4月5日～10日に破局的な大噴火を発生した。火砕流が発生し、噴煙柱を形成しその後倒壊した。噴出物の体積は175km³に及び、山頂部が陥没して標高4,300mであった山体が標高2,900mと1,400m低下、径6kmのカルデラが形成された。火砕流が海に流下して津波を発生させて、半島の住民12,000人のうち生き残った住民は26人と壊滅的な被害を受けた。この噴火により津波、火砕流やその後の疫病、飢饉により死者は約12万人と記録されている。そのうちコレラなどの疫病による死者は約8万人と言われている。このように火山噴火災害は恐ろしい自然災害であるが、アジア諸国において多く発生した歴史が残されている。

約250万年から現在に至る最も新しい地質年代である第四紀という期間に発生した最大の火山災害はスマトラ島のトバ火山の大噴火であると言われている。この火山噴火は最終氷期の終わり頃の73,500年前に発生したと考えられていて、極めて大規模な噴火で地球規模の寒冷化を及ぼして、次の氷期に進み人類のボトルネックを引き起こしたと考えられている。現生人類（新人）の祖先は約20万年前にアフリカに誕生し、7～8万年前にアフリカを出て世界各地に生存域を拡大して行ったが、約7.3万年前のトバ火山噴火で大規模な“火山の冬”が起これ人類のボトルネックに陥り絶滅寸前に至った。その後徐々に寒冷化する中で人口は増加しつつ世界に拡散した。そして、約2万年前の最終氷期極盛期以降、急速に温暖化してきているが、その間の小規模な氷河期や亜氷河期を経て人類は農耕・牧畜を中心とする農業革命を経て急激な人口増加が進み、更に18世紀からの産業革命などを経て、現在人口約80億人の世界に至っている。

以上、アジア（特に東南アジア）は日本と同じプレートの収束および衝突地域であり、地震・火山活動や大気循環運動が活発で、これまで多くの自然災害を引き起こしてきた。特に破局的な火山活動が大規模な災害を起こしてきた。火山噴火は、この地域のみならず世界的に影響を与え、寒冷化や食料不足を導く可能性がある。しかし一方で、火山活動は肥沃な土壌をつくり、高温・多雨と相まって高い植物生産性を生み、多くの人口を維持できる。自然現象は恩恵と厄災の2面性をもつため、ただ恐れ逃げるのではなく、相手を知り共生の道を探ることが重要である。

■第3回講座

第3回目は「テーマ：アジア諸国の自然災害の特徴―地球規模で考える―」をテーマに元アジア防災センター長の小川雄二郎氏のお話をお聞きした。お話の内容構成は、①世界の災害とアジアの災害、②私の見た災害から、③アジアの災害の特徴、④災害から防災へ、⑤建物の安全化と住民の防災意識の向上、⑥これからの課題―都市の防災性強化の必要性―であった。



まず、“世界の災害とアジアの災害”については、ルーベンカソリック大学疫学研究所（CRED）の災害データベース（EM-DAT）の分析結果から見た傾向について説明があった。EM-DATは1900年以降に世界中で発生した自然災害について、死者が10人以上、被災者が100人以上、国際救援アピールの発出、緊急事態の宣言、などの条件を満たす災害を対象にデータベースを構築している世界的なデータベースである。このデータベースから1984年～2013年に世界中で発生した自然災害の発生数は、当初年々増加傾向にあったが、2000年以降においては発生件数は頭打ちになり、やや減少傾向を示して平均的には年間約400件程度になっている。また、同期間の自然災害による死者数は平均すると年間約5万人程度であるが、2004年スマトラ地震や2008年四川大地震、2010年インド・バングラディシュサイクロンなどアジアで発生した大規模な自然災害の影響で、年によって顕著な数が記録され、自然災害の規模が大きくなっている傾向がある。また、自然災害による被災者数は、毎年ほぼ同規模の数で推移しており、平均で約1.5万人になっている。さらに、被害額で見ると年々増加傾向にあり、2013年東日本大震災が発生した年には総額約3,300億ドルに達し、年間の平均では約500億ドル程度の被害額が発生していることが分かる。これを、アジア、オセアニア、ヨーロッパ、アフリカおよびアメリカの5つの地域ごとに区分して見ると、2013年の統計では発生数、死者、被災者、被害額ともにアジア地区が突出して多く、特に死者と被災者の数は全体の約85%以上をアジア地区が占めている。そのアジア地区における災害種別の統計では、水害と台風による災害が多くを占めており、それに次いで地震災害となっている。

災害の分類では、自然災害と人為災害に大きく分類されるが、自然災害は自然現象の種別による分類が一般的で、“地震・津波・地震火災”、“台風・豪雨・洪水・地盤災害”、“火山噴火・山林火災”、“雪害・冷害・干ばつ・氷河湖決壊氾濫・その他”、などに分類される。そして、自然災害の特徴は、大災害＝低頻度、小災害＝高頻度で発生する。アジアでは台風、洪水、地震などの自然災害が多発する傾向が極めて顕著である。

小川氏自身が実際に見てきた地震災害としては、1988年インド・ビラトナガル地震（M6.6）や1989年アルメニア・スピタク地震（M6.8）などの地震であるが、台風災害では2007年サイクロン・シ

ルドなどがある。これらの災害現場からは、建物の構造・材料の脆弱性と構造形態の脆弱性が際立っており、被害を拡大させる大きな要因となっている。また、サイクロンの災害では、情報伝達による避難が不十分で、この情報伝達に掛かわる設備投資の不足や災害の恐ろしさ、予警報へのアクセス方法の不徹底など防災教育の必要性を強く感じたことを述べている。そして、アジアの自然災害の様相を見ると“災害の視点から防災の視点”へ重点を置く必要性を強く感じるとともに、自然現象の多様性も大きな課題であるが人間社会の問題にも目を向ける必要があることを述べられていた。

自然災害による被害は“外力の大きさ”と“社会の脆弱性”との掛け算であり、私達自身の“住み方”と“暮らし方”を考えることが、先に述べた“災害の視点”から“防災の視点”へ転換する重要な視点であり、そのために防災教育や住民意識を高めることが重要であり、日本では既にこの取組みが、これまで以上に大きく取り上げられ展開しつつある。

この状況を日本での事例として見てみると、日本ではいろいろな災害が繰り返して発生しており、津波災害は良く知られた現象で、地域の災害に対する備えは進んでいる。津波警報は発令され、TV等で住民には周知され、緊急地震情報も出るようになってきている。津波防潮堤、津波ゲートなどのハード対策や避難場所、避難ルートなどのソフト対策も進み、学校における防災教育も行われている。その日本で、だからこそ失われてきたものもある。それは住民が自ら状況を認識し、行動をとる能力、すなわち自分で判断する能力であり、人が生きるために必要な能力である。具体的には、①地域における災害の発生危険性の理解とその地域の災害に対する脆弱性の理解と、②災害発生時の緊急性の理解と取るべき行動の選択と決断力などである。このような能力はアジア諸国でも必須の事柄であり、持続的に維持すべき能力である。しかしアジア諸国では更に重大な課題が拡大し進展している。

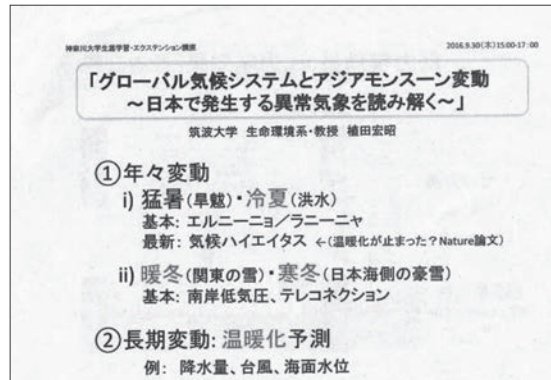
例えば、モンゴルの首都ウランバートル市などで進展している都市の拡大に見る大都市への人口の集中と都市域の急速な膨張である。このため、軟弱地盤で液状化災害の危険性が高いデルタや河口地帯、洪水災害の危険性が高い平野、デルタ、河口地帯、地盤災害の危険性が高い扇状地や津波・高潮災害が発生しやすい海岸地域などへ都市域が拡大しつつある。都市の立地の地理的要因自体に災害に対する脆弱性があることに理解が欠けている。上述のように近年のアジア諸国では、都市の過密化と拡大が進んでいる。人口の増加と過密化は、一定の面積に住む人が多いため災害発生時には沢山の被災者が発生する危険性がある。また、都市は巨大な消費地であるために災害発生時は物流障害が発生する危険性が高い。そして都市には行政・経済・文化を担う重要な機能が集積しているため災害発生時には、国や地域への影響が甚大となる危険性がある。そして都市には電気・水道・下水・ガスなどの高度な機能が存在しており、これらのライフラインへの依存性が大きく、災害発生時は生活支障や機能麻痺が発生する危険性も高くなる。

このような近代化の進展に対して都市を災害に対して強くする計画とその実施の緊急性は極めて高く、大変重要である。日本では大変進んでいる都市の防災計画の立案のノウハウを技術移転する必要がある。また、被害想定やハザードマップの作り方、都市防災計画の立案手法、都市の防災対策の整備についての事業手法、まちづくりの手法、土地区画整理事業や都市再開発事業手法などの技術移転も必要である。現在、国際協力事業として種々のノウハウの技術移転が進められているが、それでも安心な国、安全な都市づくりの道は遠いと思われる。

■第4回講座

第4回目は「グローバル気候システムとアジアモンスーン変動—日本で発生する異常気象を読み解く—」というテーマで、筑波大学生命環境系教授の植田宏昭氏のお話をお聞きした。お話の内容構成は、

①年々変動、i) 猛暑（旱魃）・冷夏（洪水）、基本：エルニーニョ／ラニーニャ、最新：気候ハイエイトス、ii) 暖冬（関東の雪）・寒冬（日本海側の豪雪）、基本：南岸低気圧、テレコネクション、②長期変動：温暖化予測、例：降水量、台風、海面水位、と言う構成であった。



気候の変化は、わずかな海水温の変動が大きな影響を与える。海水温の変動は、海洋表層（0～250 m）における 1℃ 程度の変動と対流圏（0～10 km）における 100℃ 程度の変動に該当し、海洋表層の海水温のわずかな変動が大きな影響を及ぼすことが理解される。年々変動は、地球表面に現れるテレコネクションと呼ばれる高気圧（H）と低気圧（L）の相互の配列をなす波列を形成する。これは、力学効果と言われている。例えば、日本の暑夏はラニーニャ時のテレコネクションのパターンで発生し、北米の干ばつ・洪水はエルニーニョ時のパターンで発生する。一方、極端降水（通称、ゲリラ豪雨）は熱力学効果によるもので、日本における 1975 年以降 2013 年の期間で、1 時間降水量 50 mm 以上の年間観測回数は徐々に増加傾向にある。一般には、熱力学効果により気温が上昇すると水蒸気量が多くなるが、気温が温暖化した場合、陸面での顕著な昇温により力学効果による海面から活発な蒸発から陸面での降水に至る循環が対流活動の抑制を起こし、熱力学効果により降水量が増加する現象を示すようになる。このように海面と陸面で気温のバランスに影響される力学効果による対流循環と熱力学効果による地表付近の対流は、両方の効果の大小関係で決まることになる。

エルニーニョとラニーニャは 1～2 年の間隔で推移する波動現象を持っている。通常太平洋赤道上に発生する高気圧によって水蒸気が立ち上り上昇気流が発生し、大気の循環により東へ移動し、南米太平洋沖で下降するウオーカー循環により安定した気象現象を示すが、エルニーニョ現象が発生すると南米太平洋のペルー沖の海水温が上昇して大気循環が変化し、西太平洋上に下降気流が生じ低気圧が発生する。一方、ラニーニャ現象に移行すると西太平洋の海水温が上昇し、相対的に東太平洋ペルー沖の海水温が低下して大気循環が元に戻る傾向を示すようになる。そして近年、エルニーニョ発生時は西太平洋の西側に位置するインド洋上に高温域が形成されてインド洋ダイポールモードを示すような相互作用が励起される現象が確認されるようになってきている。エルニーニョとラニーニャ現象は、海洋表面付近の海洋波動のケルビン波とロスビー波の形成による遅延振動子により、深く暖かい海水域と浅く冷たい海水域の入れ代りて発生するものと考えられている。そして、インド洋ダイポールに至るインド洋の全域昇温による蓄熱効果はエルニーニョの後に生じている。

日本付近で発生する異常気象を読み取るにあたっては、これらの変動に加えて 21 世紀の気候ハイエイトスという気候温暖化に伴う現象についても考慮する必要がある。ハイエイトス期(温暖化の停滞期)の海面水温偏差はラニーニャ的であり、夏期の地球表面気温偏差により非一様な降水偏差を示し、降水量の地域による変化の相違が顕在化している。例えば、東アジア（EA）では降水量が減少し、西太平

洋（WP）と西インド洋（WIO）では降水量は増大傾向して、EA と WP & WIO は反対の関係を示している。これは、アジアモンスーンにおける太平洋の寒冷化とインド洋の温暖化の相互作用によるものと考えられる。これまで 21 世紀ハイエイトス期とラニーニャ現象でインド洋と西太平洋の昇温の相乗作用によって、日本の天候は“冬の多雪と夏の少雨・猛暑”を繰り返してきたが、今後日本の天候はエルニーニョとインド洋の昇温による相乗効果により“冷夏・多雨”が予想される。

もっと地球規模でグローバルに見ると、更に北側からの寒気の影響として“北極振動”の影響や“地球温暖化”による影響など気候変動と気象現象との関係性など多くの複雑な現象が加わっているものと考えられる。このように、グローバル気候システムとアジアモンスーン変動が今後の日本を含めたアジアの異常気象にどのように影響してくるのか注目していく必要がある。

■第 5 回講座

第 5 回目は「アジアにおける防災・減災の取組み～防災の主流化に向けて～」というテーマでアジア防災センターの荒木田勝氏のお話をお聞きした。内容の構成は、①自己紹介、② Nepal 地震の概要と実施したプロジェクト紹介、③災害発生時の国際防災協力、④災害予防時の国際防災協力、⑤防災の主流化に向けて、⑥参考：アジアにおける防災協力～アジア防災センターの活動～、という構成であった。



荒木田氏は海外の被災地経験として、バングラディッシュ、バルバドス、ブータン、チリ、コスタリカ、エルサルバドル、ドイツ、グアテマラ、ホンジュラス、インド、インドネシア、イタリア、ケニア、モンゴル、ネパール、ニカラグア、パナマ、スリランカ、タイ、台湾など多くのアジアを含む諸国の被災地に赴いている。そして、世界約 60 ヶ国に渡航し、中米に 3 年間の赴任の経過をもち、世界各地の体験を含めてアジアの自然環境と防災対策に極めて深く貢献してきた。自然災害の種類としても地震災害、津波災害、洪水災害など多岐に亘り、関連する防災教育についても各国の事情に合わせた取組みにも携わってきた。

最近では、2015 年 4 月 25 日午後 0 時頃（現地時間）に発生したネパール地震は、首都カトマンズから北西に約 80 km 離れた場所に震源をもつマグニチュード 7.8 の大地震である。死者 8,712 人、負傷者 22,493 人、全壊家屋約 50 万棟、半壊家屋約 28 万棟（2015 年 6 月 5 日現在）という甚大な被害が発生した。ネパール全土および周辺国で揺れを観測し、歴史的な建造物が被害を受けたり、エベレスト山における雪崩の発生により登山客も被害を受けたり、さらに余震の発生により被害が拡大した。また、周辺国においても人的被害が生じている。日本政府は、緊急援助物資としてテント、毛布等を供与、国際

機関を通じ合計 1,400 万ドル（約 16 億 8 千万円）の緊急無償資金協力を実施し、救助や医療活動を行った。災害後ニーズ調査（PDNA）によると総被害額は約 8,615 億円、総復興額は 8,195 億円と算定され、このうち住宅セクターが占める割合は約 50%、耐震性を考慮されていない無焼成煉瓦と泥を用いた伝統的工法のため被害は甚大となった。この地震災害に対して、JICA を通じた救援援助と復旧復興支援が稼動した。国際緊急援助隊救助チームの派遣（4/26～5/9）、国際緊急援助隊医療チームの派遣（一次隊 4/28～5/11、二次隊 5/7～5/20）では手術・透析といった高度な医療ニーズを満たせる初の機能拡充チームであった。また、よりよい復興セミナー（Build Back Better Reconstruction Seminar）を 5/25 に開催し、支援国会合（International Conference for Nepal's Reconstruction: ICNR）を 6/25 に開催し、緊急住宅復興事業、緊急学校復興事業に 320 億円の円借款および無償資金協力を表明、緊急復興支援事業（有償資金協力（2015/8～2016/10 予定））の表明が行われた。また、ネパール地震復旧・復興プロジェクト（緊急開発調査）として、①カトマンズ盆地強靱化計画、地方の復興計画、②耐震建築ガイドライン作成・普及・人材育成、③ 40 億円相当の優先復興事業計画（プログラム無償）の形成、④優先緊急復旧事業（QIPs）実施（生計向上、公共施設、モデル住宅／学校建設、人材育成）を取りまとめた。また、カトマンズ盆地における地震被害リスクアセスメントプロジェクト（技術協力）およびカトマンズ盆地都市交通改善プロジェクト、シンズリ道路維持管理運営プロジェクトの構築を行った。

もともとネパールは地すべりの多発国であり、地すべりと共に生活する人々と地域社会が点在しており、アジア防災センターではネパールでの災害に強いコミュニティ支援に尽力してきた。

災害発生時の国際防災協力としては、まず災害の発見と全体像の把握であり、そのために観測装置（地震計、津波観測機器、アメダス、雨量計、水位計）などの設置、衛星の目の活用による森林火災の発見、災害チャーターやセンチネル・アジアによる災害の全体像の把握などが重要であり、日本と開発途上国では災害発見速度や災害認識に差異がある。災害発生後に一早く災害を発見し、災害の全体像を把握することが重要である。そして、災害情報の伝達も重要で、国際機関の緊急レポートとしては国連人道問題調整事務所（OCHA）、IFR の Situation Report、ADRC 緊急災害情報の活用が考えられる。また、観測機関の Website として JMA、USGS、PTWC などが利用できる。災害情報共有番号である GLIDE があり、防災機関の Website として内閣府、GDACS の活用なども考えられる。

支援活動としては、国連災害評価調整チーム（UNDAC）、Virtual OSOOC や ADRC の活動があり、要請主義から共同形成主義への変更が検討されているが、国家間の問題のために緊急支援活動が阻害された 2012 年 8 月のイラン地震の例などがあり、アメリカは支援せず、日本は対応の遅れが生じ、イランでは支援要請の遅れが起こっていたなどのミスマッチが起こっている。また、国の慣習から“命の重さが国により違う”とか“命に対する考え方”の違いも存在するなど複雑な事情が横たわるケースもある。

そして、具体的な活動として緊急援助活動や緊急援助物資の調達などが進められ復旧復興援助の活動が進められる。一方、災害予防時の国際防災協力として途上国の災害予防として期待される活動は非常に多岐にわたる。例えば、防災関連法体系の整備、防災組織再編、早期警戒システム、事情・共助・公助など防災教育の普及などが挙げられ、コミュニティ防災を普及させる取り組みが極めて重要である。

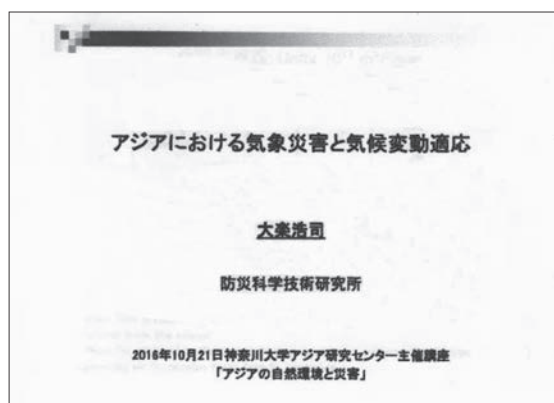
上述のような災害発生時や予防時の国際防災協力の態勢は、徐々に進展してきているが、同時に「防災の主流化」という取組みも重要であり、我が国の国際防災協力についても、防災は貧困削減および持続可能な開発に不可欠の柱で、人間の安全保障の推進に資するのみならず、気候変動への適応という観点からも非常に重要な分野であると考えられており、国際的に高い比較優位を有する知見や人材、技術を活用して、従来から積極的な防災協力を行ってきている。その具体的な例としては、国連機関を通じた協力（UNISDR 等）、その他国際機関等を通じた協力、二国間の支援、アジア地域の連携推進等である。また、国連における防災に関する国際会議も開催されてきた。第 1 回国連防災世界会議が 1994 年 5 月

に横浜市で開催され、147 国連加盟国、国際機関、NGO 等約 2,400 人が参加し、「より安全な世界に向けての横浜戦略」が採択された。第 2 回国連防災世界会議は 2005 年 1 月に兵庫県で開催され、168 国連加盟国、国際機関、NGO 等約 4,000 人が参加し。「兵庫行動枠組 2005-2015」を採択した。そして、第 3 回国連防災世界会議が 2015 年 3 月に仙台市で開催され、187 ケ国から首脳や大臣級を含む 6,500 人以上の参加者と期間中約 15 万人の来訪者を迎えて開催され。「仙台防災枠組 2015-2030」と「仙台宣言」が採択された。また、2015 年 12 月 22 日に第 70 回国連総会本会議において「世界津波の日 (World Tsunami Day)」を定める決議がコンセンサスにより採択された。この決議は、第 3 回国連防災世界会議および持続可能な開発のための 2030 アジェンダのフォローアップとして、我が国をはじめ世界 142 ケ国が提案したものである。

このように災害時および予防時の国際防災支援の方策や防災の主流化の取組みにおいて、自然災害が多発するアジアにおける防災協力も顕在化してきており、アジア防災センターの活動も重要性を増している。現在、アジア防災センターに加盟している国は 29 ケ国、アドバイザー国・オブザーバーは 5 カ国と 1 機関となっている。アジア諸国の人口増加と経済成長は目覚ましく、同時に急速に都市化が進展している近年、アジア防災センターのミッションと活動は、以下の 3 つのミッションと活動分野を掲げている。3 つのミッションとは、メンバー国の防災力向上、人間が安心・安全な生活を送れる社会づくり、持続可能な社会の達成、であり、活動分野としては、災害及び災害対策に関する情報収集・分析・提供、人材育成、コミュニティの防災力向上、である。

■第 6 回講座

第 6 回目は「アジアにおける気象災害と気候変動適応」というテーマで、国立研究開発法人・防災科学技術研究所の大楽浩司氏のお話をお聞きした。お話の内容構成は、①水循環システム、②アジアにおける風水害、③気候変動の科学的理解の現状と気候変動適応、という構成でお聞きした。



水循環システムは水文学と言う学問を基本にしている。水文学は、水の生起、循環、分配に関して地球上の水を扱う学問で、水の物理・化学特性に関して、それらの人間活動への応答も含めて物理・生物・環境との相互作用と水循環全ての変遷を考える学問として定着している。なぜ水が重要なのかと考えると、水は地球システムにとって必須の要素で植物・動物・海洋生物を支える資源であるからである。そして、水は液体、固体で地球上の 75% を占めており、また水蒸気は地球で最も豊富で重要な温室効果ガスで、水の相変化（気体・液体・固体）は地球システムの特性や時空間的發展を決定づけている。降水からの潜熱の放出は、グローバルな循環で主要な役割をもち、水循環システムにおいて熱、水蒸気、運動量の輸送を担っている。また、自然生態系システムは降水量に依存し、水は地球システムの他のサ

イクル、例えば炭素循環や窒素循環などにおいても非常に重要な役割を持っている。このように水は地球システム、生態系、物質循環など様々な重要で基本的なシステムに関与している。

現在、このような気体、液体、固体の水の分布や移動などについて、レーダーや衛星などを利用した最新技術を駆使した探査やモニタリングによって情報の収集と分析が進められている。これらの分析によって水循環とその特徴についての理解が深まってきており、水の存在は良くも悪くも循環していること、人間を含むあらゆる生物は循環している水との付き合いをして生命維持を続けていること。そして、水循環の2つの基本的な特徴は、①自然現象として時間的・空間的に偏在すること、②人間活動によって変化することが挙げられる。このような水循環系の理解と解明に水文学が寄与している。

アジアにおける風水害の現状を概観すると、種々の統計データに基づいて、自然現象（熱帯低気圧、干ばつ、地震）などの災害は地球上に偏在しているが、明らかに気象災害や水害は年々増加傾向を示しており、気象・気候関連災害による経済被害も増加傾向を示している。このような増加傾向を世界各地域毎の自然災害の発生件数で見ると“アジア／アフリカ”地域で顕著な増加傾向を示しており、自然災害による犠牲者の割合は、1970年-2008年の統計データで見ると発展途上国における割合が95%以上を占めていることが分かる。自然災害の関連する気象環境の変化も大きく、乾燥化が拡大する地域と減少する地域の分布が偏在したり、強い熱帯低気圧の発生頻度と割合が過去35年間で増加傾向を示し、日本では短時間強雨現象が増えているとの報告もある。

このような気象現象の偏在と激甚化には、気候変動の影響が大きいと考えられているが、その科学的な理解の現状について見てみたい。気候変動と地球温暖化について、現在“人間活動が二酸化炭素を含む温室効果ガスの大気中濃度の増加をもたらしたことは疑う余地がない”という言説に対して、反対、賛成、中立の立場で“仮説1”、“仮説2”、“仮説3”が取り上げられて、どの仮説に賛成するか質問が投げかけられ、意見交換が行われた。最終的な決着を見るまでもなく、これらの仮説に対して次の“IPCC AR5 WG1, 2013”の決議が紹介された。すなわち“人間活動に起因する気候変動が顕在化しており気候システムの温暖化に疑う余地はない”すなわち“人間の影響が20世紀半ば以降に観測された温暖化の支配的な要因であった可能性は極めて高い(95%以上)”と報告された。

温暖化に伴う気候変化において極端現象の出現が増大するようになると、現在の気候に基づいた確率分布における平均値と分散が、新しい気候に基づいた確率分布の平均値と分散が変化（平均値が減少し、分散が増大する）して、“寒い気候”がやや減少し“熱い気候”が極端に増加して“熱い気候”の出現記録が益々蓄積されるようになる。このような気候変化に基づいた“気候モデル”によるシミュレーションが実施されて“熱い日”の出現日数の予測や“豪雨”の出現回数の予測の結果が示されて懸念される温暖化の影響が議論されるようになってきている。そして、気候変動の水分野への影響としては次のようなシナリオが考えられる。すなわち、“温室効果ガスが大量に排出されて大気中の濃度が高まり、熱の吸収が増えた結果、気温が上昇、これに伴い海面水位が上昇する”とその影響で“氷河や南極などの氷の融解”、“海水の熱膨張”、“蒸気発散量の増加”、“積雪量の減少”が生じて“高潮および海岸浸食の発生”、“洪水の増大”、“土砂災害の激化”、“渇水危険性の増大”など自然災害の発生要因が拡大する。このように危惧される影響に対して、今後の水文学に“水循環は加速しているか?”、そして“何故加速するのか?”、“それは観測されているか?”、“フィードバックはあるのか?”など問題解決に必要な課題を解明することが重要視されている。

以上、気候変動が人間の社会活動によって拡大することを考えると、それに適応する社会の活動や仕組みを構築すること、すなわち“気候変動適応”システムを構築することの重要性が増してくる。“気候変動適応”の取組みとしては“緩和”策と“適応”策がある。緩和策とは、地球温暖化の原因となる

温室効果ガスの排出を規制する方策であり、適応策とは、既に起こりつつある、あるいは起こりうる温暖化の影響に対して、自然や社会のあり方を調整する方策である。現在の気候変動をめぐる認識あるいは対応状況は、①気候変動の影響の世界的な顕在化の認識、② IPCC AR5 の発表（2014 年 10 月総合報告書・コペンハーゲン）、③パリ協定（2015 年 12 月）、④日本政府の適応計画策定の動き（2015 年 1 月閣議決定）、各府省での取組み、⑤自治体・企業・住民間の関心の高まり、など進展してきており、このような社会的な関心の高まりに応える成果が期待されている。そのような中で「気候変動適応の取組」として、「適応シナリオ分析・検討の考え方」、「緩和と適応を考慮した土地利用シナリオの多面的評価」や「水害（津波）リスクとアメニティー評価のトレードオフに着目した不動産価格分析」などの取組みが報告されている。

■おわりに

今回の講座は「アジアの自然環境と防災」を主テーマとして 6 名講師の方々に講義を行って頂いた。講師の方々は、“地震学・地形・地質学”、“気象学・水文学”そして“防災・減災（学）”を専門分野とする方々で、各専門分野の知見に基づいて、主テーマに関連する素晴らしい講義を行って頂いた。全体を通して、アジアの自然環境や災害環境についての理解を深めることができた。アジア諸国では統計データの分析結果から、あらゆるタイプの自然災害の発生件数と被災者数などが世界的にも突出して多く、大変厳しい災害環境を有している状態にあることが指摘された。それらの自然災害は相互に関連性があることも理解できた。その根本的な要因は、大きな視点から考えると 46 億年に及ぶ地球形成史における古代からの歴史に潜んでいた。不遜な言い方をすれば、地球形成史の中に災害環境の DNA が垣間見えるということになる。そしてその DNA がアジアの自然環境と災害環境を決定し、引いては世界の環境を牽引しているように感じられる。そのようなことを考えると人類が出現し、現代に至る社会を形成した数万年の歴史は、ほんの一瞬のことで、今後どのように推移して行くかは予想がつかない。地球の歴史に比べ人類社会の歴史は、長い時間の流れの中における一瞬の変化のようで、今後もこれまでと同様に地球の変動との共生は続くものと考えられる。一方で、人間活動の影響が顕在化した地球温暖化による気候変動は益々増大して行くのか、あるいは地球形成史に見られたフィードバック現象により、また異なるシナリオが進むのか予測は難しい。この気候変動によって、アジアの自然災害環境とともに世界の自然災害環境が沈静化することを望みたいが、そのような沈静化に至る環境の変化は望めない。そうだとすると、アジアにける地域の特性に合わせた防災・減災対策をアジア諸国で共同して展開することの重要性は益々増大することになる。

「アジア研究センター」における今回の講座は、初めてのことであったが、準備不足と認識不足により受講者の数が極めて少なかった。このことは、大変大きな反省点であり、講座での講義を快くお引き受け下さった講師の方々に大変申し訳なく思っている。今後、アジア研究センターにおいて同様な企画を継続的に開催して頂き、今回の“アジアの自然環境と防災”で認識された経験と知識が共有化され、広がることを期待したい。

（えのもと たかひさ 神奈川大学工学部教授）