

自然災害と地球環境問題の 統合的な取組みに向けて

—東日本大震災とモンスーンアジアにおける環境問題からの教訓—

安成哲三

はじめに

この度の東日本大震災は、日本が地震列島の上に成り立っており、地震や津波への不断の対策を前提として、はじめて持続的に成立しうる国であることを再認識させた。また、狭い国土に人口が密集し、エネルギーの大量使用を前提に成立している「先進国」日本が、ひとたび地震・津波により原発事故を起こすと、エネルギー不足と放射能による環境汚染の二重苦に見舞われる事態に陥ることも明らかになった。しかし、考えてみれば、このような自然的社会的条件は日本だけでなく、中国・韓国などの急速な経済発展国を含む東アジア、あるいは、より広くモンスーンアジアとよばれる、季節的に大きく変化し、豊かな雨を雨季にはもたらす地域の多くの国々に、共通していることである。この地域は、また、後述するように、温室効果ガス増加の影響やエアロゾル放出による気候影響など、地球環境問題でも世界のホットスポット的な存在になっている。原発事故ひとつを取ってみても、例えばチェルノブイリやスリーマイルとは大きく異なる自然・社会条件で起こっていることを、私

たちは理解しておく必要がある。今回のような突発的な自然災害と、より長期的な影響としての大気・水・土地の環境変化が、急速に変化しつつあるこの地域の社会経済状況にどう影響を与えるのか。そして、アジアのこの地域のより持続的な発展を支えるためには、今後どのような方策を私たちは考えねばならないのか。今回のフォーラムを機会に改めて考えてみたい。

豊かなモンスーンアジア

まずもって理解しておくべきことは、日本・朝鮮半島・中国を含む東アジア、東南アジアと南アジアにまたがるモンスーンアジアには、世界の人口の60%以上が集中していることである（図1、ちなみに面積は、全陸地の15%弱程度である）。この高い人口の集中を可

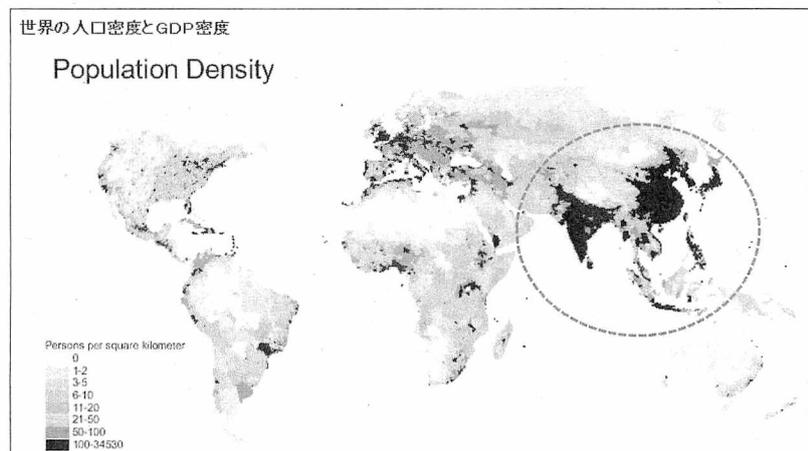


図1 世界の人口密度の分布。http://www2.ttcn.ne.jp/honkawa/9050.html

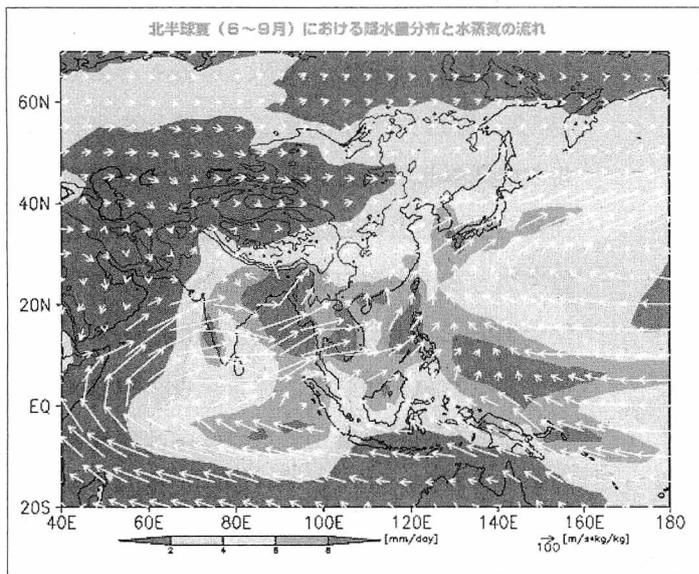


図2 アジアモンスーン域の降水量と水蒸気輸送 (6～9月)

能にしている生業基盤は、狭い土地でも高い収量が可能な集約的な水田稲作農業であり、この農業を可能にしているのが、高い降水量（雨季には1000 mm以上）が集中するモンスーン気候である（図2）。穀物自給率でも、この地域は、ほとんどの国で100%前後の高い自給率を示しており、例えば、大部分の国々が50%を切っているアフリカ大陸の諸国とは対照的である。近代化以前から封建国家体制と伝統文化の長い歴史は、まさにこの豊かな自然を背景にした持続性の高い水田稲作農業を基盤として成り立っていたといえる。

地殻変動帯としての モンスーンアジア

一方でこの地域は、固体地球科学的にみる

と、太平洋プレートやインドプレート、フィリピン海プレートがユーラシアプレートと接した世界の変動帯の一大地域であり、モンスーンアジアの海縁部とヒマラヤ・チベット高原周辺は頻発する地震帯である（図3）。そのため、この地域は、隆起する高原とその周辺の山脈と断層に刻まれた谷が入り混じった複雑で険しい地形が広がっている。現在も地殻の活動が活発なこの地域には、当然、内陸も含め、地震多発地帯である。

この活発な地殻活動は、雨の多いモンスーン気候とも相まって、地形の隆起、侵食、そして土砂の堆積が活発である。この地域の山々は常に削られ、そして川沿いの谷間には常に新しい土砂に覆われる沖積地が作られ、河川の下流には沖積平野やデルタが形成される。稲の起源と進化は、モンスーンアジアでの多様な気候・生態系の中に形成された沖積地で展開され、現在の水田稲作農業も、豊富な雨に加えて、このような地形的条件が重要であることが指摘されている（虫明、2006）。日本においても、水田は、約70%の面積を占める山岳地域にまるで神経網のように入りこんだ谷間の低地や沖積平野に、まさに「日本の原風景」を作るように広がっている。地震・火山や断層、それに伴う土砂崩れなどを包含した変動地形は、実は、モンスーン気候と並ぶ水田稲作農業のもうひとつの自然基盤である。従って、日本列島

の東西南北で微妙にその現れ方が異なるモンスーン気候の変動に関連した風水害や干ばつと、変動地形に関係した地滑り・土砂災害との戦いは、日本の水田稲作農業の歴史的発展と多様な伝統的社会的形成の重要な契機となっていたはずである。地震に伴う津波も、沿岸域の伝統的な農漁村社会では、対処すべき自然災害のひとつとして、古くから組み込まれていた。

しかし、特に過去数十年の急激な「近代化」は、数百年から千年に一回程度という時間スケールで起こる大災害への対処を「想定外」として葬り去る精神構造を人々に植え付けてしまったようである。寺田寅彦は「天災は忘れた頃にやってくる」と指摘したが、現在の「近代化」は、

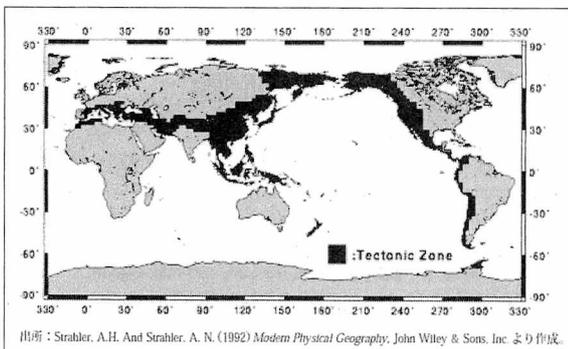
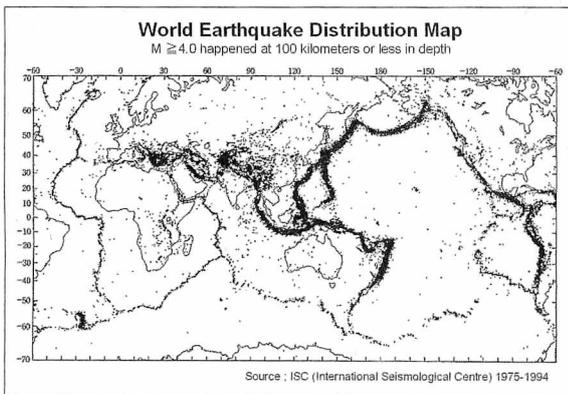


図3 世界の地震分布 (上) と変動帯 (下)。



PROFILE

安成 哲三
(やすなり てつぞう)
日本学術会議第三部会員、名古屋大
学地球水循環研究センター教授
専門: 気候学・気象学・地球環境学

数百年から千年を視野に入れた国土計画など、初めから視野に入っていなかった。このことは、次に述べる環境汚染にも共通した問題である。

環境汚染が進むモンスーンアジア

いわゆる「グローバル化」に伴い、近年の中国、韓国、インド、東南アジアの経済発展はめざましいものがあるが、それを可能にした基盤には、水田稲作農業を基盤とした伝統的社会的成熟があったと考えられる。一方で、急激すぎる経済発展と都市化に伴い、この地域での大気・水・土壌などの環境汚染の進行も世界の中で最も酷い状況にあり、CO₂などの温室効果ガスだけでなく、人為起源の(硫酸塩、硝酸塩、ブラックカーボンなどの)エアロゾルなどは、地球大気への大量放出源として、ホットスポットになっている。これらの物質は、局地的な大気汚染に留まらず、地球表面への大気の放射収支を変化させることにより、アジアモンスーン気候そのものも変化させつつあることが最近の研究により指摘されている。例えば、図4では、ブラックカーボンによる放射強制力

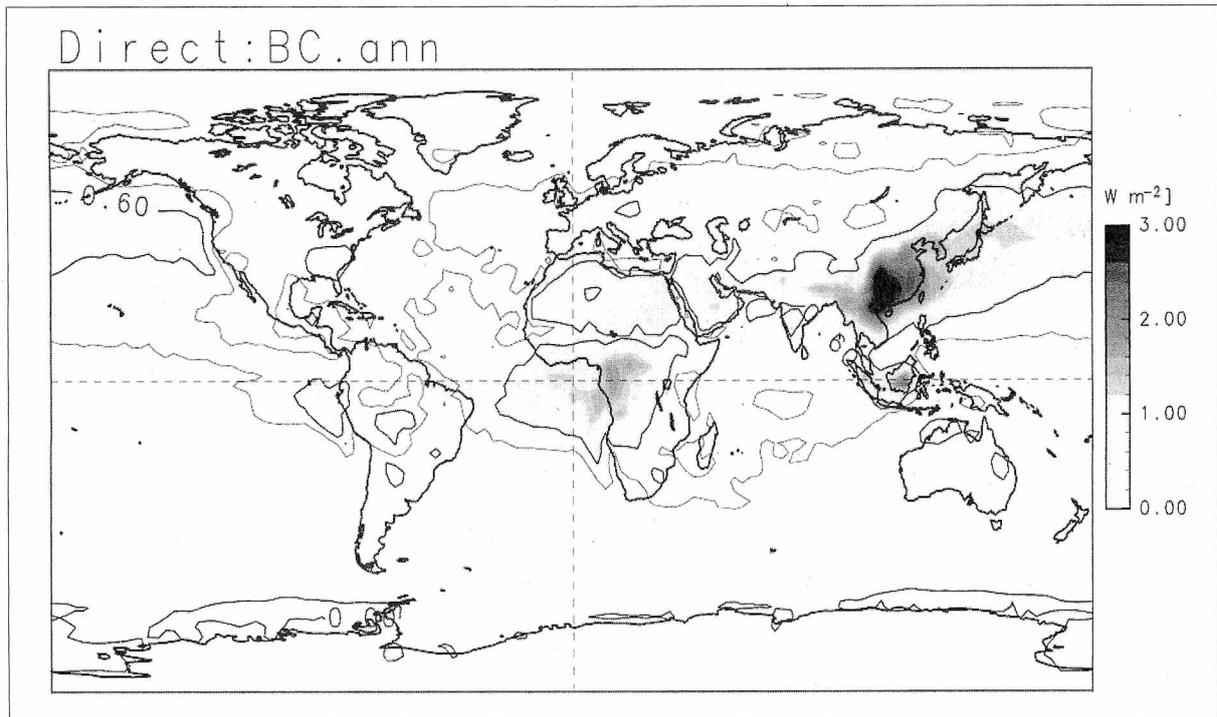


図4 大気中のブラックカーボン (black carbon) による赤外放射量の吸収量分布 (須藤健吾氏提供)

の変化(大気汚染による大気放射収支量の変化)を示している。大量の化学肥料を用いた大規模農業化や工業活動、モータリゼーションの急速な進展は、大量の窒素化合物を河川・湖沼や土壤に蓄積させ、地域、国レベルにとどまらず、全球的な窒素循環に大きく変えつつあり (Liu et al., 2008; Galloway etc., 2008)、全球レベルでみた地球環境の限界をすでに超えていると指摘されている (Rockström et al., 2009)。モンスーンアジア地域では、夏と冬で大きく異なる地上と上空の風系と梅雨前線なども含む広域の連続した降水システムおよび地表を覆う広い河川網のため、ある地域からの汚染物質の放出が、容易に広域に移流・拡散し、長期的にはこの地

域の大気・海洋・陸面全体に影響が拡がりやすい。このような大気・水(海洋)汚染問題の軽減と解決には、日本一国ではなく、少なくともモンスーンアジアの各国が協力して進める枠組が必要である。このことは、原発からの放射能汚染でも同様である。

広域放射能汚染の問題

3.11直後から起こった福島第一原発の事故に伴う放射能拡散は、現在も深刻な環境問題になっている。原発事故時に、本来起動すべきであったSPEEDI(緊急時迅速放射能影響予測ネットワークシステム)が事故直後からまっ

たく生かされなかったことは、今後に大きな禍根を残してしまった。住民の避難指示に際して、政府が代わりに示したのは、同心円状の10 km、20 km、30 km圏内外という、時々刻々変わる日本の天候・大気の流れを考えると、ほとんど意味をなさない指針であった。特にモンスーン気候下では、四季を通じて日々の地上付近と上層の卓越風系が大きく異なり、放射能の移流・拡散の状況がめまぐるしく変化すること、低気圧などに伴う降水過程が放射能の地上への（湿性）沈着に重要な役割を果たすことなどで、SPEEDIのような予測システムによる情報提供は、避難誘導などには不可欠である。約半年後に、私たちがノルウェー気象研究所の全

球大気拡散モデルで3.11以降のセシウム137の拡散過程の再現を行った結果からは、3月の移動性高低気圧により、放出された放射能の一部が、上空の偏西風では、はるか風上側にあたる四国・中国地域の山間部に降雨と共に沈着した可能性も示された（Yasunari TJ et al, 2011）。図5に、その輸送・拡散過程の一部を示す。公表出来なかった理由として、原発からの放出量情報がなかったからSPEEDIの正しい運用が行えなかった、という公式的な説明が政府関係機関からなされているが、外国の一部の気象研究機関により事故直後からインターネットで流された放射能拡散情報よりは、日本付近に関しては、はるかに精度の高い情報が流せたはずで

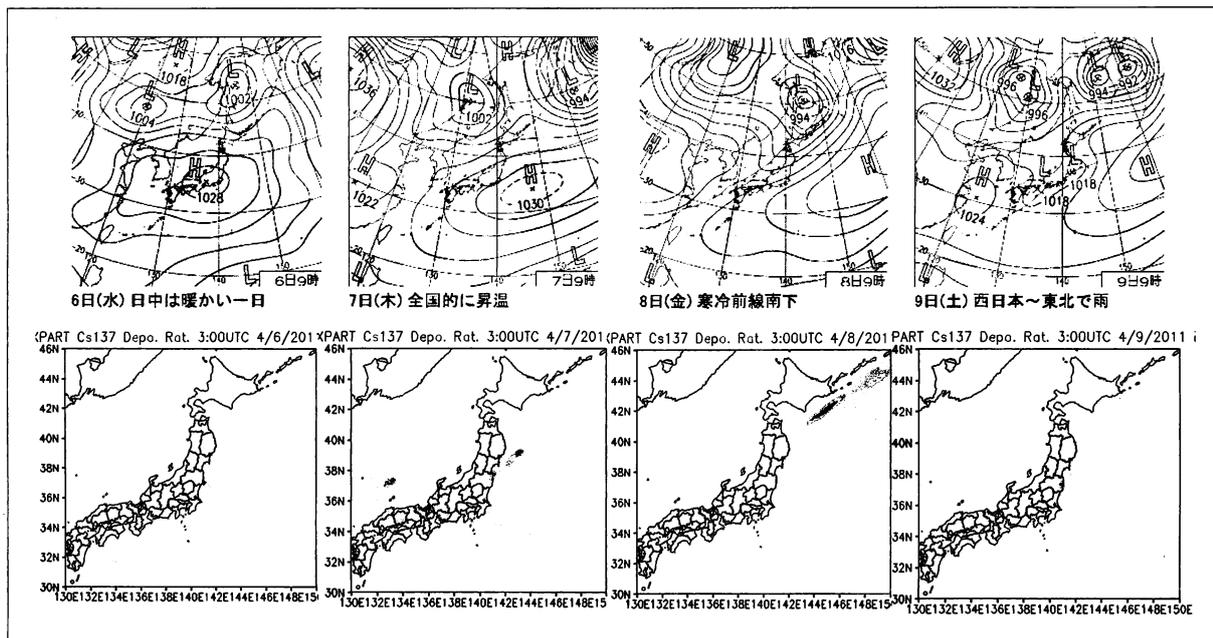


図5 天気パターンによって変化する福島第一原発地から日本列島付近で輸送・拡散し、降下するセシウム137。(2011年4月6～9日の間に西から東に移動する移動性高気圧とその西側の低気圧・前線の組み合わせにより、輸送・拡散の過程が大きく変化していることが分かる。) Yasunari et al. (2011) のデータにより作成。

ある。SPEEDI情報の迅速な公開を積極的に促すべき立場にあった気象学会員として、今も内心忸怩たる思いである（当時、気象学会は、SPEEDIというシステムがあるので、会員はそれ以外のモデルなどによるあまり怪しげな情報を流さないように、という趣旨のメッセージを理事長名で学会員宛てに流したが、それならなぜ、政府・文科省に対し、SPEEDIデータの開示をもっと積極的に促さなかったのか。当時の状況判断の甘さと、「エリートパニック」（木下、2012）的な体質が、学会にあったのか。学会としての検証と反省が必要である）。

現在、原発は日本列島各地のみならず、韓国、中国、インドなどのモンスーンアジア各地に設置され、さらに増やす計画も進行中である。しかし、ひとたび福島と同様の事故が起これば、その季節と場所によりその現れ方は異なるが、広域に放射能汚染が起こる可能性はまちがいない。モンスーンに伴う気流系は、大気下層に中心があること、雲・降水過程を通した湿性沈着として、汚染物質の降下が起こることで、原発から遠く離れた地域でも、あまり拡散されないまま、局地的に高い濃度で沈着する可能性は非常に高い。そして、一旦汚染が起これば、数百年、数千年かけて築かれ、持続してきたこの地域の多様な伝統的な社会を一瞬にして崩してしまう危険性を、この地域の原発は孕んでいる。

まとめと提言

モンスーンアジア地域は、地殻の大変動帯に位置し、湿潤なモンスーン気候と活発な浸食による肥沃な沖積平地が形成され、水田稲作農業を発達させ、世界の60%の人口を養うことを可能とした。この地域は大変動帯の故に自然災害の巣でもあり、この地域の人々は、災害との長い戦いを通して、地域ごとに多様なモザイク的な持続的社会システムを構築してきたともいえる。しかし、この地域における大気・海洋環境の汚染は、近年の急速な「グローバリゼーション」を契機としたアジア各国の「近代化」により、急激に悪化している。モンスーンの大気海洋系循環により、この汚染は国境を越えて、広範な地域に拡がっている。このことは、突発的に起こる放射能汚染も例外ではない。万が一の原発事故は数百年以上かけて築いてきたモンスーンアジアのモザイク的な持続的社会を一瞬にして壊してしまう。

いずれにせよ、繰り返されてきた地震・津波などの自然災害と近年の大気・水圏・地圏における環境汚染に共通する基本的問題は、人類の「文明化」が、最終氷期以降の約1万年間の、比較的安定な気候と豊かな生態系で進められたこと、その「文明化」を進めた科学・技術が自然のある部分だけを理解し、利用するというかたちで進められてきたことが深く関係している。今、私たちに問われていることは、このような「文明化」の限界を問い直し、人類存

続のための新たな制度設計を考えていくことではないだろうか。そして、そのためにはまず、地球自然と人類のあいだの、より持続的な相互依存の関係の模索に向けた、研究者、生産者、政策担当者、市民などを含む国際的な認識共同体(epistemic community)の構築が必要である。長い歴史と多様な自然を共有し、世界人口の大部分が集中し、今や経済活動の中心でもあるモンスーンアジアは、当然、そのような共同体構築の中心的役割を持つべき地域であろう。

.....
参考文献

- 虫明功臣, 2002: モンスーンアジアの水文と水資源. 第6回水資源シンポジウム論文集.
- Liu, C. et al., 2008: Changes in Nitrogen Budgets and Nitrogen Use Efficiency in the Agroecosystems of the Changjiang River Basin between 1980 and 2000, *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 80, 1937.
- Galloway et al., 2008: Transformation of the Nitrogen Cycle: Recent Trends, Questions, and Potential Solution. *Science*, 889-892.
- Rockström. J. et al., 2009: Planetary Boundaries: Exploring the Safe Operating Space for Humanity. *Ecology and Society*, 14(2)
- Yasunari, J. T., et al., 2011: Cesium-137 deposition and contamination of Japanese soils due to the Fukushima nuclear accident, *PNAS*, doi: 10.1073/pnas.1112058108.
- 木下富雄, 2012: リスク学からみた想定問題. *学術月報*, 2012.3.