

巻頭言

地盤災害と環境

京都大学大学院 工学研究科 環境地球工学専攻

嘉 門 雅 史

21世紀は環境の時代と言われるが、その由縁は20世紀の科学技術万能世紀の負の遺産が付けとして具現化した結果、自然・生物・社会の諸々のシステムを地球規模で調和させる必要が生じてきたからに他ならない。そもそも「環境」という用語は、相当広範囲の分野でそれぞれ独自のニュアンスを持って使われている。広辞苑によれば、「環境とは①めぐり囲む区域。②四圍の外界。周囲の事物。特に、人間または生物をとりまき、それと相互作用を及ぼすものとして見た外界。自然的環境と社会的環境とがある。」とされており、環境倫理・環境文明・環境政策・環境経済等の人文系から、農学・生態学・理学・工学の理系まで極めて幅広い学問分野で環境が取り扱われている。

一方、自然界の地球科学的事象や気候変動現象が地球表層部に及ぼす営力は絶大であるが、人間との相互作用に基づいて初めて災害となるものである。すなわち、天変地異が如何なるものであっても人間との係わり合いの無いところには災害そのものが発生し得ないことから、災害とは基本的に環境問題そのものである。しかるに、これまでの災害研究は、災害の学理を究明して、災害の発生を防止することであるとして、そのための研究に力点を置いてきた。その結果としての数多くの成果の集積に基づいて、災害による死傷者数や財産の喪失の減少が見られているが、必ずしも環境の視点を取り入れてはこなかった。むしろ多くの研究機関では「環境研究」を避けてきたきらいがある。しかしながら、災害そのものは依然としてなくなるしないし、阪神淡路大震災に特徴付けられるように、災害後の復旧・復興シナリオの必要性、さらには危機対応による人との係わり合いの重要性など、新しい災害研究分野の創生が見られている。これらの状況は、災害研究において、従来の自然科学的研究のみでは限界があることを如実に示しており、社会科学的研究を積極的に取り入れて、学際的に社会的環境のあり方に考究した災害研究の必要性を物語っている。

今、人類生存の基盤としての地球環境は大きな変化を遂げつつある。地球システムともいべき精妙な自然・人間系が、著しい人口増加とこれを支える産業活動とによってバランスを保持しえなくなっている。この結果として、以下のようないわゆる地球環境問題を生み出している。

- (1) オゾン層の破壊
- (2) 地球の温暖化
- (3) 酸性雨
- (4) 熱帯林の減少
- (5) 砂漠化
- (6) 開発途上国の公害問題
- (7) 野生生物種の減少
- (8) 海洋汚染
- (9) 有害廃棄物の越境移動

これらの問題は相互に密接に関連しており、科学的な解明が難しいテーマであって、結果として人間生活に広く深く影響を及ぼしている。さらに、近年では地球規模での気候変動が災害の外力としての自然営力の増大をもたらしており、例えば降雨強度の著しい増大など個々の災害の様相にも変化をきたしていることに留意しなければならない。したがって、人間の生活・生存の場である社会基盤への外力が増大しているということであるから、社会基盤構造がより頑健なものであることが求められる。また、都市生活者へ豊かで潤いある生活をもたらすために、多自然型の生活空間を提供する努力がなされているが、このことが必然的により厳しい自然環境に人々が直面することになって、自己責任の下での危機対応の必要性が増加していることにも気づかねばならない。

地盤災害に関しては、一般に平野部における動的現象や人間活動に基づいた各種の地盤災害の防止とともに、山地や都市周辺の傾斜地における降雨・地震・開発に伴う各種の地表変動現象による災害を防止・軽減するために努力が傾注されてきた。近年では豪雨・地震・融雪などの自然的誘因に基づく災害が、開発・産業活動などの人間活動によって生じる各種の地表変動現象に大きく関与しているという認識がより重要となっている。さらに、人間活動の結果として発生する廃棄物や有害物質から地盤環境を保全する試みを、地盤環境災害の防止として位置付けその防止対策にも積極的に取り組まれている。

さらに、世界の文化・自然遺産は地表面上に存在していることから、降雨と地下水とに常にその安定上の制約を受けており、また概ね地形の変化に富んだ貴重な景観場にあることから、地盤災害リスクの高い空間上に位置している。このような現状認識に基づいて環境保護と持続できる開発の鍵としての地すべり危険度軽減と地盤環境保護のための研究協力が、京都大学防災研究所とユネスコとの間で覚え書きが交わされ、中国やペルーを対象地域として積極的な活動がなされており、今後の大いなる成果を期待するものである。

わが国では1960年代から各種の公害問題、へどろ汚染問題等が大きく取り上げられ、大気汚染、地盤沈下、河川・湖沼・内海・港湾などの汚染、土壌汚染問題等、早くから研究開発や対策がなされてきた。しかし、この時はあくまで地域環境問題に過ぎないものであった。しかしながら、今日では地球の温暖化に伴う降水パターンの変化による大規模洪水災害の発生や、砂漠化による世界低緯度帯の森林の伐採・焼畑農業と植林事業との対立・過度の人口増加等が複雑に絡み、我々の生活の身近な場面で数々の地盤環境問題に直面している。

砂漠化は世界規模で生じており、肥沃な大地が喪失しつつある。例えば、南米のアマゾンやアフリカ・東南アジアの熱帯雨林では、森林の伐採が大規模にかつ急速に進んでいる。現地で焼畑によって農業を営む人々は、森林の伐採の後に耕作を行い、作物の育ちが悪くなると別の場所に移って同様の焼畑農業を繰り返している。また、エネルギー源としての薪炭燃料の確保

のために樹木が伐採されることも多い。あるいは、日本を含めた先進工業国の木材やパルプ需要のためにも大規模に伐採されている。これらの伐採の跡地は一般に植林などせず、そのままの状態に放置されることが多い。そのために降雨などによって表層土が流出し、植物の生育には不適な基盤土が現出し砂漠化に至っており、砂漠化の実体のほとんどが、環境への人間の過剰な圧力によって引き起こされていると言える。その結果として、表層土の侵食速度は世界平均値で平地部で 0.05 mm/年、山間部で 0.5 mm/年となり、地域差・高低差と気候差とに大きく左右され、アフリカの半乾燥地域における侵食速度は平地部で 7.5 mm/年に達している。

また、砂漠化した地盤では塩類の集積が生じている。世界の乾燥地域の国では降雨量が極端に少なく、地表面からの蒸発散量が降雨量を上回ることがある。このような状況になると、地盤深部の地下水が数 m も上方へ移動し、それとともに地下水中に溶け込んでいる塩分も地表面まで運ばれるため、水の蒸発によって地表面に塩分が残される。さらに、農業のために灌漑を実施すると、植物に摂取されなかった肥料分は水の蒸発とともに塩分として地中に残される。これらが塩類土の成因であり、単に植物生育阻害だけでなく、塩類の析出による岩石の風化促進をもたらしており、岩石岩盤からなる貴重な古代文化財の崩壊の主原因ともなっている。

地盤環境は大都市部の工場跡地などにおいて、有害物質で著しく汚染されていることが判明しており、検出される汚染物質の種類も極めて多様となっている。このような地盤環境の汚染事例は今後益々増加するものと考えられる。さらに、近年の社会構造の変遷に伴って、循環型社会形成が重要課題となっており廃棄物発生抑制と再利用が進行しているが、廃棄物最終処分量はなお年間 7000 万 t に及んでいる。従来は廃棄物の一部を海洋投棄していたが、海洋の汚染を防止するためにロンドン条約で禁止となり、最終処分される廃棄物の全てを地盤中に受け入れざるを得なくなっている。廃棄物中には有害物質を含むことが多いから、管理され得ない領域へ有害物質が流出することが地盤環境災害として重要であり、このようなことが無いように十分な配慮をするとともに、有害物質で汚染してしまった地盤の浄化には迅速に着手しなければならない。地盤汚染の浄化コストは極めて高価であることから、地盤環境リスクを正しく評価して、費用便益の考え方を取り入れた冷静な対応策の採択が求められるものである。

このような地下水の質にかかわる問題だけでなく、従来から周知である地下水の量にかかわる問題にも変化が生じている。例えば地下水の過剰揚水による広域地盤沈下問題と、その対策としてとられた地下水規制による、大都市部地下水位の回復に起因する液状化危険度の増大という相反問題や、大規模地下建設工事に伴う地下水流況阻害対策等についても環境地盤工学の重要な課題であり、建設工事に伴う地盤環境影響についても十二分の配慮が求められる。また、傾斜地や溪流における斜面災害に関する事例は依然として毎年のように多発しており、生活圏の確保と災害防止をリスクアセスメントの観点からも取り組まねばならなくなっている。

次世代の人々へ優良な地盤環境を引き渡せるように適正な処方を示し、長期間にわたる安全性を確保するために、今後も引き続き "Think globally, act locally." をモットーに、多くの研究者・技術者が地盤環境災害防止に取り組まれることを期待するところである。