第1編 土木工学は地球温暖化問題に如何にして挑むのか？

1 気候変動は社会インフラに大きな危機をもたらす

地球温暖化は、既に広い分野に影響を与えつつあり、このまま進めば社会にとって大きな脅威になる可能性が高い。将来の気候変動の影響について、以下のことが言える。

- 1) 人間社会を支える陸上・海洋生態系といった自然システムには、1°C程度の小さな気温（海水温）上昇でも大きな影響が現れる。また、1.5〜2.5°C程度の比較的低い気温上昇でも、わが国の水資源や防災、農業、健康、観光産業などの分野に大きな影響が現れる。
- 2) インフラ施設の整った都市などでは、経済活動など別の要因による環境変化も大きく、気候変動の影響が単独では顕在化しにくい。しかし、防災レベルを超えて異常気象現象が激化すれば甚大な被害が発生する。
- 3) 土木の視点から気候変動の影響をみた場合、①土木構造物の安全性や機能、②土木事業の遂行、③インフラ施設群としての機能、④安全・安心や環境保全など地域や国土の姿や国民生活、に対して現れる。
- 4) 温暖化・気候変動には平均気温や海水準といった平均状態の変化と異常気象や台風といった極端現象の変化の2つがある。極端現象の変化は想定外力など施設の設計基準に直接関係するが、その予測にはまだ多くの不確実性がある。
- 5) 気候変動の影響は広い範囲に及ぶため、複数の影響が重なった複合影響であり、また、地震などの他の自然災害、少子高齢化、資源・エネルギー問題、水・食料問題など現代社会が直面している問題と重なって現れる。
- 6) 途上国ではインフラ整備が遅れており、気候変動に対してより脆弱である。

2 土木界は何をすべきか？

気候変動対策としての緩和策と適応策には土木分野が関わるものが広範に含まれるため、気候変動問題は、土木分野に新しい課題と使命を投げかけている。土木における対策の考え方や総括的方針として以下のことが言える。

- 1) 二面作戦：温暖化対策の目標は、気候変動の進行を危険な水準以下に抑えることに据えるべき。そのためには、適応策と緩和策の2つの柱の適切な組み合わせが必要。
- 2) 対策の主流化：温暖化対策を社会経済政策の主要な政策分野の中に組み込むことが必要。
- 3) 土木の対象の特徴：土木の対象は寿命が長く、一旦建設したら長く存続するため、土木分野は、緩和策の目的である「低炭素社会・地域」作りと適応策の目的である「長期的に安全・安心な国土」作りの両方に貢献すべき。
- 4) 複合・多重効果：緩和策と適応策に対してともに有効な一石二鳥の対策を生み出すべき。また、個別の対策においても、副次的な効果や多重効果を持つものが望ましい。

- 5) 国のリーダーシップと専門部署の設立：国家プロジェクトとして温暖化対策を推進し、将来の低炭素社会としての国土の姿、安全で安心な国土の姿を早期に示すことが必要。このために必要な法制度や技術体系などの仕組み、費用、組織や人材の確保など具体的戦略を併せて立案。政府に担当する専門部署を設立するなど強力な推進体制の構築が必要。
- 6) 地球温暖化賢人会議の設置：不確実な予測の下、将来の破滅的なリスクを避けるために、予防的立場で政策を検討することが必要。このため様々な専門家が協力して地球温暖化への対応を検討する組織「地球温暖化賢人会議」を設置し、ここから政治と行政のリーダーに様々な提言や情報提供を行い、賢い選択を実現。
- 7) 土木技術の結集と地域貢献：よりよい策を選択するためには全国の土木技術を結集させることが必要。また、温暖化対策の具体的な検討・実施では、地方においても積極的に取り組む姿勢が必要であり、土木技術者は、それに対して積極的な貢献を果たすことが重要。
- 8) 市民とのコラボレーション：市民・NGO 組織などとのコラボレーションが重要。このため誰もが自由に分かりやすく地球温暖化に関する情報を得られるデータベース作りなどの体制整備が必要。
- 9) 国際貢献：途上国からの CO₂ 排出は今後大きく増加するため、途上国における排出対策が極めて重要であり、ポスト京都議定書の国際枠組みでは、途上国の参加が不可欠。一方、大きな災害被害や食料危機、環境難民の発生は国際的不安定をもたらすため、途上国では、経済開発政策の中に気候変動への適応策を組み込んで、気候変動への備えをはかる適応策の主流化を行うことが必要。これら取り組みに対して、土木界は積極的に貢献すべき。
- 10) 土木学会行動計画の推進：「土木学会地球環境行動計画ーアジェンダ 21／土木学会ー」に則った具体的な行動計画策定が必要。
- 11) 強力な推進体制の整備：土木学会において地球温暖化対策を担当する学会横断的な組織が必要。これは従来の地球環境委員会のような調査研究委員会としてではなく、温暖化対策担当理事を設け、理事会直属の組織として学会全体に強力な指導力を発揮できる組織であることが必要。

3 気候変動の緩和に向けて

気候変動に対する緩和策の中で最も重要なのは、エネルギー消費に由来する温室効果ガス排出削減である。その基本的戦略は、エネルギー消費量削減と、エネルギー供給にあたって炭素強度が低く、可能な限り再生できるエネルギーを開発、利用するという二点である。これらの基本戦略に対して、土木分野は個々の土木事業において二酸化炭素を排出すると同時に、社会の基盤を形成することを通じて中・長期的に二酸化炭素の排出に深い関わりを持つため、その削減に貢献することが期待される。

また、土木は研究開発の面においても、気候変動問題のほぼすべての領域を対象としている。緩和策に関するものでは、さまざまな対策の連携、シナリオ研究、政策、産業構造変化、社会的な要因、経済的な側面などの課題に対して、土木分野の持つ広がりを活かした研究開発を推進していくことが求められる。

これらの特徴を持つ土木分野は低炭素社会形成にむけ戦略を立て、実行していくことが有効で

あり、また求められている。その戦略は以下の8項目に大別できる。

- 1) 土木工事における排出削減：建設機械の高効率化、省エネ型施工技術の開発など、土木工事における省エネにより温室効果ガスの排出削減を実施。
- 2) 土木材料由来の排出削減：セメントや鉄などの材料についてのリサイクル材料の利用、木材などの低炭素素材への転換など、土木材料のライフサイクルにおける温室効果ガスの排出を明らかにし、その削減を実現。
- 3) ライフサイクルを通じた土木施設からの温室効果ガスの排出削減：土木施設の長寿命化、および上下水道施設などの運用時の省エネ技術やエネルギー回収技術の開発と普及。
- 4) 政府調達における環境負荷削減メカニズムの組込：政府の公共調達を価格だけでなく、温室効果ガス排出量、リサイクル材の利用など、ライフサイクルでの環境負荷によっても評価する制度を設けるべき。
- 5) 土木構造物の利用により誘発される温室効果ガスの排出削減：ボトルネック踏切対策、ITSによる道路交通の円滑化など、交通施設利用時の省エネに資する技術の開発・普及。
- 6) 低炭素エネルギー技術の開発・支援：水力や風力などの再生可能エネルギーに関わる技術開発や普及などの支援、原子力発電の着実な推進や高効率火力発電や炭素回収貯留などの技術開発支援。
- 7) 都市・交通計画による低炭素都市システムの構築：都市計画、交通計画により低炭素型都市インフラと都市構造を形成。
- 8) 途上国支援：クリーン開発メカニズムなどを活用した技術や計画の支援により、途上国での温室効果ガス排出削減に貢献。

4 気候変動への適応に向けて

持続可能な社会は、水、食料、エネルギーの3つの安全保障の確保のもとに達成される。このとき、地球温暖化と気候変動、社会変化の不確実性の中で政策上、技術上の選択肢と、その賢い選択が必要となる。適応策の役割が極めて重要な水の安全保障では、土木技術は水問題・水災害に関して歴史上多くの成果を挙げてきた経験から、社会変化や地球温暖化の進展に応じて多くの選択肢を提示でき、また、様々な分析・評価方法を開発しており、目標に対する政策・技術を賢く選択できる。

さらに、選ばれるべき選択肢は、壊れにくくかつ壊れても迅速な復元が可能な粘り強い機能を有することが必要であり、土木技術はこうした面からノウハウを蓄積してきた。2に示した総括的方針に加え、以下の諸点が重要となる。

- 1) 適応策の主流化と顕在化：適応策は、社会的に混乱や誤解もなく円滑に、効果的、効率的に行われることが重要。このため社会・経済政策や国の安全保障政策に組む「適応の主流化」と、適応策の費用を明確に見込み、通常の対応に埋もれないようにする「顕在化」を行うべき。
- 2) 実現のための技術進展と制度・体制作り：構造物の更新時や災害復旧時に適応策を組み込むのが現実的。このため、外力予測や影響評価の精度向上、設計基準への反映など技術的な進展と、費用の確保など制度面の確立、影響と適応策の対応に関するデータベースなど

の体制作りが必要。

- 3) 賢い選択と粘り強い適応の実現：「賢い選択と粘り強い適応」を実現するために土木技術を結集させ、「地球温暖化賢人会議」を強力に支援することが必要。
- 4) 水工学・海岸工学・環境工学における適応策：水工学では、既存ストックの活用、画期的な水災害リスク評価手法の開発と公開、水資源政策の転換、諸外国の適応策への支援、水問題に関する教育の革新など、海岸工学では、防護、順応、撤退と、これらの組み合わせによる被害最小化と多面的効果の獲得、影響のタイムスケジュールを考慮した対策の実施など、環境工学では、水代謝システムの改善、都市の発汗機能の改善、栄養塩循環の改善による食料生産への寄与、病原微生物・熱帯伝染病対策の導入などを進めることが必要。