

6. 循環型社会に向けた地盤工学の展望

み き ひろ し
三 木 博 史

㈱三木地盤環境工学研究所 所長

1. はじめに

「循環型社会」とは、文字どおりの recycling based society（リサイクルを基調とした社会）という表現を超えた sustainable society（持続可能な社会）の意味、内容を含んでいる。「循環」は、持続可能な社会への転換を図るための方法論の一つではあるが、循環（リサイクル）そのものが自己目的ではなく、「環境負荷の少ない持続可能な経済社会システムの構築」にその大目的がある。

また、このような全体・複雑系の問題解決には、従来の専門分野の枠組みを超えた他分野との技術融合が不可欠であり、本稿では、「ゴミゼロ型・資源循環型技術研究の動向」とあわせて、「自然と共生する技術」や「森林の保全・再生と新規事業創造」にも力点を置いた。

2. ゴミゼロ型・資源循環型技術研究の動向

2001年に我が国の科学技術政策推進の司令塔の役割を担う目的で内閣府に設置された「総合科学技術会議」では、国の研究開発を府省連携で効率的・効果的に進めるために、有識者と関係研究機関の研究者から成るイニシャティブによる研究開発を推進してきた。

そのなかの「ゴミゼロ型・資源循環型技術研究イニシャティブ」では、下記の四つの視点から各省の個別プログラムの統合を目指すとともに、その成果を「ゴミゼロ社会への挑戦—環境の世紀の知と技術 2004—」（日経BP社、2004）に体系的にとりまとめている¹⁾。

A) 循環型社会創造支援システム開発

物質フロー分析による環境負荷の評価とライフサイクルアセスメント、法制度、スローなライフスタイルや環境志向のものづくり・サービス提供のあり方等

B) リサイクル技術・システム

リサイクル設計、回収効率化システム、オンサイト減容化・処理技術、最終処分場の再生、エコプロダクションシステム、リユースの優先、サーマルリサイクル、地域の産業間連携等

C) 循環型設計・生産

ライフサイクル思考によるエコデザイン、循環を前提としたサービス提供、循環生産、材料選択・開発等

D) 適正処理処分技術・システム

廃棄物の適正処理、最終処分場の建設・運営・修復・再生のための技術、廃棄物のモニタリング、分解処理・資源化技術等

加えて、「動き出した産業界の戦略」として、鉄鋼産業における循環システム構築、IT 機器・家電産業の循環技術、貴金属のリサイクルシステムを紹介している。

さらに、「建設分野における取り組み」として、建設産業は、自ら排出する建設副産物の量が圧倒的に多く、他産業からの廃棄物再生材の受け入れ可能容量も大きいことから、産業間の連携を基盤とする循環型社会の形成において極めて大きい役割を担っているとし、以下のような主な技術開発テーマを挙げている。

1) 建設副産物の発生抑制

社会資本ストックの管理運営技術、ロングライフ建築物の設計技術、分解解体の容易化技術等

2) 建設副産物のリサイクル

建設発生土、建設汚泥、改質アスファルト、コンクリート再生骨材、建設混合廃棄物、建設発生木材、木質系廃棄物のリサイクル技術

3) 静脈物流システムとリサイクル拠点の形成

下水道による有機系廃棄物の収集・処理技術、臨海部リサイクル拠点を核とするネットワークシステム等

4) 他産業からの廃棄物再生材の建設資材としての利用

再生骨材・未利用骨材の有効利用技術、他産業リサイクル材の利用技術、間伐材利用技術等

3. 自然と共生する技術を目指して

世界はいま、「地球の限界」に直面している。20世紀の人口爆発と大量生産・大量消費・大量廃棄型社会は、「自然の環境許容限度」（自浄力）を超え、生態系を破壊して開発や経済的発展を優先させた結果、大気・水・土壌汚染などの公害発生、地球温暖化などによる地球規模の環境破壊、さらに天然資源の枯渇、水不足、森林の荒廃などを深刻化させている。

このため、地球の限界と折り合える「資源循環型で環境負荷の少ない持続可能な経済社会システムの構築」が求められており、これまで慣れ親しんできた価値観、経済システム、ライフスタイルの大転換が問われている。

自然界では、植物が太陽光エネルギーを用いて二酸化炭素（CO₂）や水などから光合成によって有機物を合成し、人間をはじめ動物がその有機物を食糧にして生命を維持している。さらに、動物や植物も寿命がくれば土に還り、土壌微生物によって解体・分解されて植物の栄養源になる。このように、自然界では、植物、動物、微生物がそれぞれの役割を果たすことで、循環と再生を繰り返しながら、廃棄物ゼロ（ゼロエミッション）の持続可能な社会をつくりあげている²⁾。

現在世界が直面している地球環境の危機は、我々人間がこの自然のルールを無視し、物的豊かさを求めて開発や経済的発展を急ぎ過ぎた結果でもある。動物の一部に過ぎない人間だけが突出すれば、自然のバランスを崩し、やがて自らの生存環境を壊してしまう²⁾。

今後は、自然から学び、自然と共生するための新しい科学技術を育て、発展させていかななくてはならない。こうした研究分野としては、生態系のメカニズム解明、生

物多様性の研究、自然エネルギーの開発などの分野があげられる。また、経済活動も、ゼロエミッションを実現している自然の生態系に倣い、廃棄物の資源化という「産業連鎖」(産業生態系)をつくることが求められている。そして、なによりも化石燃料をはじめとする資源の過剰消費を抑制しなければならない²⁾。

最近の経済社会情勢をみても、時代は確実に経済(エコノミー)優先から環境(エコロジー)優先に向かって進みつつある。経済と環境のバランスを図りつつ、自然との共生を楽しみながら、少ない経済成長や年取でも十分に安心して暮らせるスローな環境(エコロジー)優先社会を目指そうという気運が生まれつつある。

そのキーワードは、地域に特化した、お互いの顔の見える、地域自給型の、低エネルギーでスモールな「共生型経済社会システム」であり、地域を一つの企業体としてみれば、環境保全と経済を両立する「持続可能な環境経営」である。

地盤工学の関連では、廃棄物関連、土壌汚染対策、下水処理・水質浄化、バイオ燃料・リサイクル燃料、自然エネルギー、CO₂排出量の削減技術、エコ製品・エコ素材、環境コンサルティングなどの「地域密着型の環境ビジネス」に多くのマーケットが眠っており、これらに関連する技術開発や新しいシステムづくりに期待が寄せられている。さらに、次章に述べる森林の保全・再生を支える技術やシステムも極めて有望である。

4. 森林の保全・再生と新規事業創造

森林の公益的価値には、①「環境林」としての価値(水源涵養、土砂流出・土砂崩壊防備、森林土壌による保水・炭素貯留、生態系保全等)、②「生産林」としての価値(木材生産等)、③「生活林」としての価値(共生・ふれあい等)がある。

日本の森林は、多くの人工林で手入れが遅れ、「環境林」としての価値(機能)が低下している。日本学術会議の試算によると、日本の森林の公益的価値の総計は約70兆円で、このうち水源涵養機能が約30兆円、土砂流出・崩壊防備機能が約28兆円と大半を占める。しかし、林床に日があたらない多くの放置人工林で樹木の生命力や生物多様性が失われつつある。

そこで、地域の防災や環境経営の観点から、「森林の公益的価値の評価と再生プランの提案」を行い、従来の河川・砂防・道路防災事業を拡大発展した新たな形(「林建協働」)で森林の保全・再生に取組み、地域の雇

用を生み出す新規事業が構想できないか。

国土の約7割を占め、「生命環境の根源」である森林の保全・再生は、我が国が21世紀の持続可能な社会システムを構築できるかどうかの象徴である。地産地消の最適システムを目指し、従来の枠組みにとらわれない多面的な取組みが求められている。

そして、森林の手入れという動脈産業と同時に、下記のような間伐材等のリサイクル技術を静脈産業として育成し、「循環」を促進していく必要がある。

① 小径間伐材の有効利用

河川、砂防、道路等の公共事業への間伐材の利用を促進する。丸太のまま、あるいは加工して土留め、修景用土木資材、木工沈床、自然木フェンスなどに利用する(伝統工法の価値なども見直す)。

② 里炭(リターン)構想

木を炭にして里山に還し、炭のまま河川や湖沼の水質浄化、畑や山林の土壌改良などに使う(炭を燃料に使えばCO₂の排出量はゼロとカウントされる)。

③ 木質バイオマスの活用

バイオマスは生物が光合成によって生成した有機物を起源としているため、その燃焼あるいは資材化によってCO₂を排出しても我々のライフサイクルの中では大気中のCO₂を増大させない(カーボンニュートラル)。このため、化石資源由来のエネルギーや工業製品の代替として“バイオエネルギー”や“木材の新しい加工技術を用いた軽量で高性能な構造材料”等の応用展開が期待されている。

5. おわりに

世界はいま、地球の限界に直面しており、「資源循環型で環境負荷が少なく、しかも環境と経済を両立する持続可能な共生型経済社会システムの構築」が喫緊の課題となっている。このような時代の大転換期にあたり、地盤工学にも、従来の枠組みを超えて他分野との技術融合を図りながら、地域に密着した新しい環境事業の創造を技術的に支援することが強く求められている。

参考文献

- 1) 総合科学技術会議 ゴミゼロ型・資源循環型技術研究イニシャティブ：ゴミゼロ社会への挑戦—環境の世紀の知と技術2004—, 日経BP社, 2004.
- 2) 三橋規宏：環境再生と日本経済—市民・企業・自治体の挑戦—, 岩波新書, p. 924, 2004.

(原稿受理 2009.10.8)