

## 材料地盤研究夢物語

脇坂安彦\*

### 1. はじめに

新春を迎え、また、土木技術資料の再出発に当たって、材料地盤研究に関する初夢について述べてみたい。

### 2. 循環型社会の形成の夢

鉱物資源や化石燃料に乏しい我が国においては、循環型社会を形成し、持続可能な社会を構築していくことが緊急の問題であり、土木技術もこの方面において貢献しなければならない。

土木構造物は寿命が長いとはいえ、いつか不要となったり、新しいものと交換される時がくる。その時には多量の廃材が発生することとなるが、廃材のリサイクルを考慮すべきである。これは単にリサイクルすれば良いというものではない。リサイクルするために必要以上の多大なエネルギーを用いたり、将来の再リサイクルが困難であったりでは適切なリサイクルとはいえない。物質を適切に循環させるのがリサイクルの目的であり、どんなリサイクルが望ましいのか判断基準を明らかにする必要がある。また、同じ事業・産業内でのリサイクルだけでなく、他産業から、あるいは他産業へのリサイクルも考慮すべきである。さらに、良いリサイクル材料は積極的に土木分野で使うことが、循環型社会構築に役に立つはずである。そのための技術開発を強く進めたい。このためには、まず、土木分野におけるライフサイクルアセスメントの手法を確立したい。

エネルギーのリサイクルに関しては、既に、草木廃材など公共事業由来のバイオマスを活用するエネルギーリサイクルに取り組んでいる。下水処理場には、汚泥を嫌気性発酵させることでメタンガスを主成分とするバイオガスを生産する施設があり、汚泥と草木廃材を混合発酵させてバイオガスを増産することができる。したがって、処理場をエネルギー基地として、バイオマス利用の可能

性が拡大される。

従来のバイオガス利用は、処理場において発酵槽の加温や焼却の際の補助燃料として用いられてきた。また、バイオガス発電の燃料として用いられることも多い。一方、新たに設備を設けることなくバイオガスを用いることができる方法として、自動車燃料化に共同研究として取り組んできた。バイオガスを精製し、メタンガスの濃度を高めることで、都市ガスと同等のガスができ、天然ガス自動車の燃料としてばかりでなく、広くバイオガスを民間利用することができるようになる。

天然ガス自動車はガソリン自動車と比較して、NO<sub>x</sub>の排出が極めて少なく、黒煙は全く排出されないなどクリーンな排ガスが特徴である。温暖化や酸性雨など環境に配慮した低公害車として、現場事務所でも作業車両の圧縮天然ガス(CNG)車化が進んでいる。しかし、スタンド数が少ないことが天然ガス自動車普及の足かせとなってきた。

燃料としてバイオガスを精製したものが使用できれば、廃棄物由来のためカーボンフリーとなり、炭酸ガス排出量に上乗せされないことから、温暖化対策に大いに貢献することができる。汚泥や剪定枝など公共事業由来のバイオマスから生産したバイオガスを用いて(図-1)、維持管理を行う自動車の燃料とすることで、身近なところから循環型社会の構築に貢献できる可能性がある。



図-1 バイオガス・ガスステーションのイメージ  
(神戸市の提供)

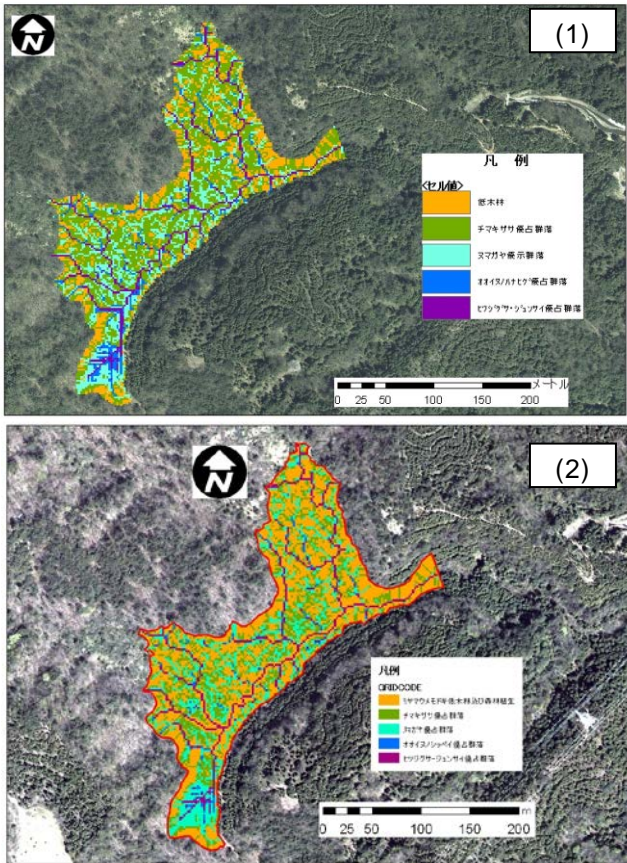


図-2 現在の湿原の植生 (1) と長期経過後の植生の予測結果 (2)

国土は地盤からなるのであるから、生態系や環境の保全に限らず、国土利用全般にあたっては必ず地盤の視点を考慮すべきである。しかし地盤の専門家が国土利用に貢献するためには、次のような準備が必要である。

- (1) 基本的な地盤情報の整備 (地形、ボーリング、地盤物性、地下水等のデータ)
- (2) 地盤と国土環境 (生態系、水環境、土壌環境、災害等) の因果関係の解明
- (3) 地盤の視点からの賢い国土利用のための具体的な技術手法の確立

生態系保全に関しては、(1)は微地形・土壌・表層地質等の空間情報、(2)は地生態学等にあたるとは。しかし(3)に相当する学問はない。そこで、「応用地生態学」という新しい分野の構築が進められている。

例えば図-2は滋賀県の山門湿原において、長期経過後の湿原の植生変化を応用地生態学的手法によって予測したものである。この予測根拠となるのは地形・土壌・地質・水環境と生態系の関係の詳細な調査 (地生態断面調査) と地形地質過程 (土壌の浸食堆積過程等) の把握である。このような調査から地盤と生態系の因果関係 (地生態構造) をモデル化することで、将来の環境予測や、対策工による環境保全効果の比較を行うことができる。この手法は長い時間軸での予測を可能とするので、生態系保全や自然環境再生はじめとする持続可能な国土利用に大いに寄与すると考えられ、今後更なる発展をめざしている。

### 3. 環境保全・生態系保全の夢

地球温暖化やオゾン層破壊などの地球環境や身近な自然環境の破壊が問題となっている。これらの環境の保全・回復が土木技術に関しても強く求められている。なお、地球環境、自然環境の保全・回復は、上述の循環型社会の形成と密接に関連している。

建設材料に関しては、より環境影響の少ない材料への転換が求められている。そこで、建設材料中の有害重金属類や環境ホルモン等の削減や、塗料からのトルエン、ベンゼンなどの揮発性有機溶剤の削減などに取り組んでいるが、さらにこれらの研究を進展させたい。

ビオトープ (生物群集の生息空間) の基盤をなす地盤環境空間は「ゲオトープ (Geotop)」とよばれている。ゲオトープとビオトープに強い関係性があることは多くの事例で認められ、その関係性を研究する地生態学という学問分野もある。しかし日本においては、この分野はあまり知られていない。

### 4. 土木構造物を若返らせる夢

今後の社会資本整備では、既存の膨大な社会資本ストックを壊さず、延命させていくことが、厳しい財政状況、廃棄物の発生抑制などの環境面からも避けられなくなっている。現在使っている材料は、維持管理の点からは必ずしも最適とはいえないのかもしれない。用途にあった材料の選択が重要で、適材適所が大切である。土木構造物の構築に我々が使っている材料の種類は、実はあまり多くない。世の中には様々な土木構造物にまだ使ったことのない新しい材料が存在する。リサイクル材料にも良いものがありそうである。積極的に新しい材料を探索すると共に、良いものを使いこなす努力をしていきたい。

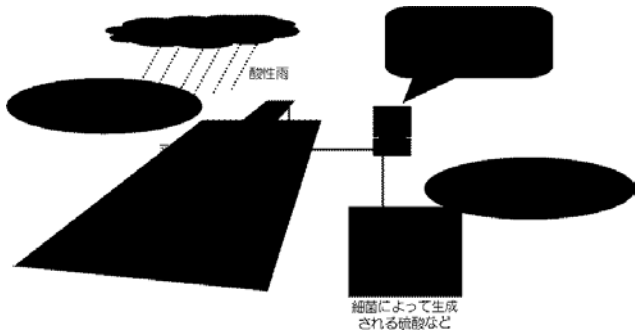


図-3 新しいセンシング技術のイメージ

鉄は酸化している方が安定であり、一般的な環境においておくと、通常、次第に錆びてくる。このような腐食は鋼構造物にとって、そしてRC・PC構造物にとっても重大な問題なので、その防止を効率的に行うことは、今後も大変重要である。

維持管理の比率は今後ますます高くなると思われる。適切な材料の適用により、維持管理の省力化は可能となるであろうが、それだけではなく、既存構造物についても、容易・安価にモニタリングを可能とするようなセンシング技術の開発が必要となる（図-3）。そのためのセンサー材料の研究に着手しているところであるが、更に重点化をしていく。

土構造物のなかでも、土以外の構造物との複合構造物、例えば地中部に埋設された排水施設のように、経年的に機能の低下が著しい部分が土構造物本体と結合した構造であると、本体を取り壊さなければ、その部分の更新が図れなくなる。そこで、本体に比べて短命な部分を、取り壊さずに本体から装脱着できる構造にするSI住宅（躯体に手を付けず内装や配管だけを入れ替えられる住宅）のような発想を、土木分野の土構造物に導入したい（図-4）。

土は地質学的にみると、岩石の風化物であり、岩石が老朽化したものであるといえる。しかし、その土も侵食運搬されて堆積するとまた、岩石となり、若返る。このように土そのものの老朽化は大変わかりづらいものであるが、土構造物には老朽化の概念が成立する。老朽化とはすなわち、古くなって役に立たなくなることであるので、土構造物の場合には自然環境下で経時変化によって、初期の機能・性能が低下する現象ととらえられる。

昭和40年代に大量施工された土構造物の本体部の老朽化によって、倒壊や崩落などの危険性が

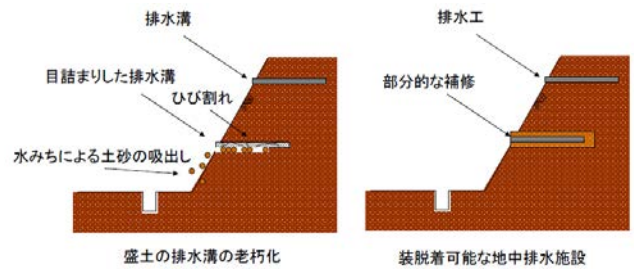


図-4 土構造物関係の部分的な更新のイメージ

高まる懸念がある。この抜本的な対策としては大規模改修しかない。しかしながら、短期間に全ての改修を行えないため、既設土構造物の倒壊や崩落を簡易な補強対策で抑え、大改修の時期まで延命させなければならない。今後はそのような技術の設計理論について研究を進めていきたい。

## 5. 関係機関との連携の夢

土木技術も環境面からの研究やリサイクルへの貢献、老朽化対策や維持管理に関する更なる開発など、従来にはない新しい分野が始まっている。このような学際領域に関しては、土木技術に軸足をおきつつも、関連分野との連携が不可欠である。また、私たちが直面している問題は、諸外国でも直面していることが多い。諸外国での経験や知識は十分に活用すべきである。連携に当たっては機関による文化や言語の違いなどの様々な障害がつきまとう。今後はこのような障害を相互にできる限り排除し、本来の研究連携に邁進したいものである。

## 6. おわりに

新年に当たり、材料地盤研究の若干の夢を述べてみた。夢が決して夢物語に終わらないように努力していく所存である。

脇坂安彦\*



独立行政法人土木研究所つくば中央研究所  
材料地盤研究グループ長  
Yasuhiko WAKIZAKA