

地域環境問題に対して中心的に
技術科学的貢献を果たすことを期待。

副学長 松為 宏幸

2005年は遅ればせながらもロシアの調印によって、先に合意されていた地球温暖化防止のための京都議定書が正式に発効するという、歴史的に記念すべき年であるといえます。発展途上にある多くの国では依然として人口増加が続く、二十一世紀半ばで人口は九十億人を突破すると予想される一方で、先進諸国では少子化、高齢化社会への移行という2極構造化がさらに進行する中で、環境調和型の持続可能な社会を構築することは現在の全人類が抱える緊急の課題ですが、現在われわれが享受している、資源消費型構造に支えられている快適で豊かな生活に代わる、全地球的規模での省資源・省エネルギー型社会の実現に向けて、依然として未解決の大きなパラドックスが存在します。

環境問題は21世紀の最重要課題として認知され「環境の科学」は学問の世界で強大な市民権を獲得していますが、「環境」を錦の御旗として押し立てている科学技術プロジェクトの大半が、学術的にあまりに低レベルに留まっていることに多くの人々は気づいています。京都議定書の批准は「環境の科学」の社会的重要性をいっそう高めることとなりますが、その学術的水準を向上させることが最大の課題であるという批判に十分答えることが必要です。

国立大学が法人化されて一年が経過しました。大学法人化の得失については賛否両論がありますが、国税で運営されている以上、納税者に対してわが大学が存在する意義を、明確に説明する責任があることを大学人が認識できたという点は評価できるでしょう。

また、組織の改変の自由度が増したことも法人化の利点として挙げられます。技科大においても新しい境界領域型の技術科学の進展に柔軟に対応すべく、2004年末に未来ビークルリサーチセンターが設置され、さらに2005年度初めには、学内処置による新たな研究拠点としてのリサーチセンターがいくつか設置されました。これらのリサーチセンターはいくつかの部門によって構成され、環境問題にも直接・間接的に対処することを目標として掲げています。今後(世界的基準で)十分と見なせる学術的成果を挙げられることを期待します。

大学が社会に対して果たすべき責務として、(高度の)研究と教育に加えて地域との連携・協力が重要な三本目の柱として数えられるようになっていきます。本学は法人化一周年の節目にあたってこの度、豊橋市、田原市、鳳来町、ならびに愛知大学と新たな包括的協定を結び強力な連携を進めていくこととなりました。今回の新しい多様な地域との協力関係の構築により、全国区大学と地域に立脚する大学の両者の性格を兼ね備えた、他に例を見ない国立大学を目指した出発点といえるかもしれません。本学を軸として、水源地森林地帯から

三河湾までを含む豊川水域の地方自治体と文科系私立総合大学・技術系国立大学による東三河地域の総合的な発展へ向けての学術的協力体制が構築されたこととなります。

活動の一環として、鳳来町のご好意により、現在使用されていない七郷一色村の小学校舎に、新しく三河コンヴェクションアカデミーという、研究と地域連携活動の拠点を置くことになりました。本学の、未来環境エコデザインリサーチセンター、地域協働まちづくりリサーチセンターと、愛知大学三遠南信地域連携センターの分室を置き、上流水源地森林地帯の環境保全や地域経済問題などのフィールドワーク的研究を実施するとともに、ウィークエンドセミナーなどを開催して地域交流することができる拠点を構築することが、このアカデミーの主要な目的です。

春の女神と称されるギフチョウの写真を示します。このチョウはかつて全国の山里のいたるところに普通に見かけられましたが最近はその生息地帯が減少し、山里の自然環境保全状態を表す良い指標のひとつと考えられています。個人的体験として気になっていることのひとつとして、愛知県西部では豊かに生息しているギフチョウを、着任以来の6年間で東三河地方では一度も目撃できないことがあげられます。

三河コンヴェクションアカデミーを媒体として、東三河全域の多くの市民の方々が参加して、水源域の自然回復に関する諸活動を立ち上げると共に、技科大がこのような地域環境問題に対して中心的に技術科学的貢献を果たすことを期待しています。





豊橋技術科学大学大学院・
環境生命工学専攻
21世紀COE「未来社会の生態恒常性工学」
拠点リーダー 藤江 幸一

未来社会の生態恒常性工学とは

国土の平坦地面積当りに換算した人口密度、GDP、エネルギー消費量および廃棄物排出量を比較すると、我が国でのそれらの数値はいずれもドイツの約4倍にも達する。資源・エネルギーのほとんどを輸入に依存しながら工業製品を輸出している我が国では、外貨を獲得するために、国内で必要とする量をはるかに超える工業製品を生産することになるので、製品に転換されなかった原料や素材を起源とする廃棄物・未利用物質が大量に蓄積することになる。

我が国の産業活動の持続性と資源・エネルギー戦略の観点からも、少ない資源・エネルギー消費と環境負荷で稼働できる技術・社会システムを諸外国に先駆けて確立することが強く求められている。

環境負荷の発生源や資源・エネルギー消費の検証にまで踏み込まないEnd of pipe的「循環型社会」は、却って環境負荷を増大させるおそれさえある。新たなコンセプトに基づいて、持続可能な未来社会の実現に向けた技術・システムの開発と、それらを社会に受容するために総合的な観点からの研究が求められている。

21世紀COEプログラムへの採択

21世紀COEプログラムとは、我が国の大学に世界最高水準の研究教育拠点を形成し、研究水準の向上と世界をリードする創造的な人材育成を図るため、重点的な支援を行い、国際競争力のある個性輝く大学づくりを推進することであり、世界トップレベルをめざして、第三者評価を受けながら競争的環境のもとで大学間が競い合うことを求められている (URL: <http://www.jsps.go.jp/j-21coe/>)。

本学では、主にエコロジー工学系と建設工学系で構成される大学院博士後期課程環境生命工学専攻が中心となって応募した「未来社会の生態恒常性工学」が、電子・情報工学専攻から応募した「インテリジェントヒューマンセンシング」とともに、約5倍の競争率を勝ち抜いて採択され、平成14年度からその研究が実施されている。

恒常性未来社会のビジョンとロードマップ

当COEプログラムの目的は、前述したように資源・エネルギーや環境問題など、未来社会を取り巻く状況が大きく変化しても、人間活動に必要な機能を恒常的に提供できる社会システムを設計する考え方および手法を提案するとともに、それを支える技術・システムを開発することである。人間活動、もっとも簡単な表現をすれば日常生活に必要な衣食住や移動などの機能は、衣料、調理器具、空調機器、自動車などの工業製品および家、ビル、橋、道路などの建築構造物によって提供されている。地球上で、これらの機能提供を行うためには、未利用・未探掘の資源・エネルギー、既に工業製品などとして人間活動圏に蓄積している資源、そして太陽エネルギーに起源するバイオマスや自然エネルギーを多用することになる (図1参照)。

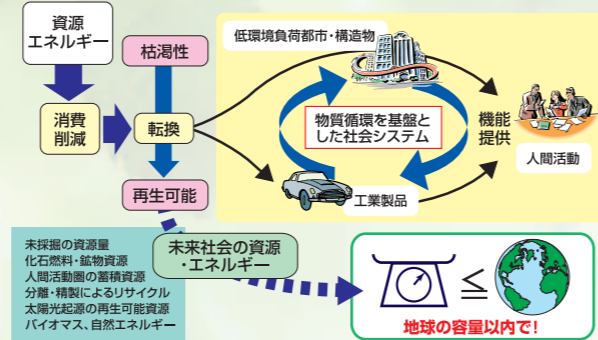


図1 人間活動の持続性を実現するための制約条件と手法

持続可能な未来社会の実現に貢献する技術・システムの研究開発

さて、上記の研究目的を達成するために当COEプログラムでは、1)人間活動を支える機能提供のための物質フロー解析と物質循環ネットワーク設計手法の開発、2)アップグレードリサイクル技術の開発と多様なリサイクル技術の評価およびデータベース化、3)劣質炭等低品位エネルギーの有効利用を伴う未来型エネルギー変換技術・システムの開発、4)生態系の機能を活用した環境汚染修復技術開発、5)軽量高強度化とリサイクル型空間構造による建築構造物の長寿命化と環境低負荷化などである。

人間活動の恒常性をめざした研究の成果

循環型社会システム設計手法に関する研究では、各種統計情報、地理情報、実地調査結果等を活用して、我が国全体、愛知県、名古屋市、豊橋市、屋久島等での物質・エネルギーフロー、廃棄物発生状況、二酸化炭素排出などの解析を行っており、各種の再資源化技術を導入した地域物質循環プロセス設計手法の開発などの成果を得ている (URL: <http://aie.eco.tut.ac.jp/>)。

アップグレードリサイクル技術の開発に関しては、超臨界・亜臨界の高圧熱水反応を利用して、各種バイオマスからの高付加価値物質の抽出・合成に成功しており、炭素繊維樹脂やアルミドロス残灰のリサイクルなどに成果を得ている。加えて、高圧熱水反応を利用すれば、ポリ-L-乳酸はケミカルリサイクルが非常に容易な素材であることも明らかにした (URL: <http://fujielab.eco.tut.ac.jp/>)。

建築構造物の長寿命化や省エネルギー化は、資源・エネルギー消費量や廃棄物発生量の削減に大きな効果をもたらすことから、これらの技術開発も同時に進行している。持続型社会を実現するためには、各技術・システムが、真に資源・エネルギー消費削減と環境負荷低減に有効であることの確認が必要である。評価指標を明示した各種再資源化技術・システムの評価とそれらのデータベース化を併せて実施している。

今後の研究の展開

未来社会像あるいはその設計手法の提示について、当COEプログラムでは図2の手順を想定して研究を進めている。前述したように、環境への負荷低減や資源・エネルギーの消費削減、資源循環を推進する技術やシステムの研究開発と並行して、全国各地を対象として機能提供当りの資源・エネルギー消費、廃棄物・未利用資源発生状況等を調査・解析を行っている。これらの調査結果から、まず2005年における機能提供を基礎として、省資源・省エネルギー、物質循環プロセスなど現状技術の導入がどこまで持続性の向上に貢献できるかを予測し、201X年の改善された社会像を提示する。人間活動の持続性を推進するには、例えば二酸化炭素排出量や化石燃料消費量を現状の1/2にするなどの条件達成は避けられない。各家庭での可処分所得が現状の10%、エネルギー消費量が1/6程度であり、農山村ではバイオマスが広く活用されていた1965年を出発点として、未来社会像を組み立てることとする。その未来社会像を実現するためのシナリオ策定と、そのシナリオによって目標を満足できるか否かを、データベース化された調査・解析の結果と、ポートフォリオ化された研究開発の成果や既往の技術・情報を活用して総合的に評価する。評価結果をシナリオ策定にフィードバックしながら、未来社会像とそれを実現するためのロードマップを確立していく。

お願い) 当COEプログラムの活動および成果はURL:<http://coe.eco.tut.ac.jp/>を参照されたい。

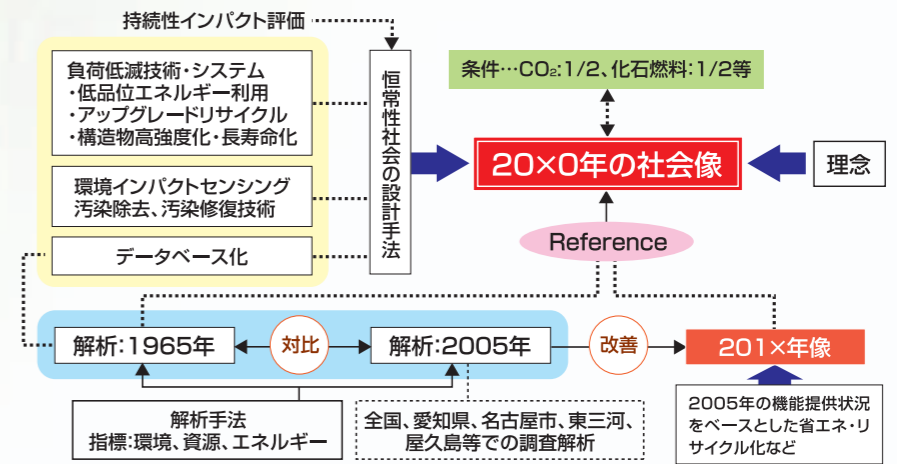


図2 未来社会像の提示に至る設計手法と研究の手順

地域の森林資源を どのように活用する？



エコロジー工学系
助教授
成瀬 一郎

はじめに

バイオマス・ニッポン総合戦略¹⁾が平成14年12月に閣議決定されたことを受けて、様々なバイオマスが新たな物質あるいはエネルギー資源として有効利用されつつあります。また、平成17年3月に京都議定書²⁾が発効され、その中で我が国は平成20年度から24年度の間、温室効果ガス(二酸化炭素、亜酸化窒素、メタン等)の排出量を平成2年度比で6%減らさなければならず、より一層、バイオマスの利用が加速しています。森林もバイオマス資源の一部であり、我が国の場合、国土の67%を森林が占めていることから、近年、再度、森林資源に注目が集まっています。

我が国の森林資源³⁾

我が国の森林面積は約2,500万haです。これを森林率に換算すると、実は、我が国はフィンランドに次いで世界第2位の森林国です。森林面積を林種別にみると、人工林は約1,025万ha(森林面積の41.7%)、天然林は約1,352万ha(55.0%)、その他(竹林等)約82万haになっています。森林の総蓄積量(木材としての体積)は約30億³であり、昭和55年～平成2年の10年間で約6億³増えています。

森林の機能³⁾

森林は様々な機能を有しています。例えば、森林が有る場所の土壌はスポンジのように多孔質であり、大量の水を蓄えることができます。これを水源涵養(かんよう)機能と言います。これは、川の水量を一定にすること等に貢献しています。このような森林土壌が水を吸収できる能力はグラウンド等の裸地に比べて約30倍もあるといわれており、森林はまさに“緑のダム”といえます。また、国土保全機能と言って、山崩れ、洪水等の災害を抑制する機能も持っています。さらに、温暖化ガスである二酸化炭素の吸収機能があります。これは、いわゆる植物による光合成の効果であり、植物体1kgを作るために約1.6kgの二酸化炭素を吸収して、約1.2kgの酸素を製造します。なお、人間1人が1年間に吸う酸素の量は、スギの木約16本が1年間に製造する酸素の量に相当するといわれています。その他、森林は、風、霧、騒音等の緩和、雪崩(なだれ)防止、生物多様性の維持、ハイキング等のレクリエーション、教育活動の場等としても重要な役割を果たしています。

地域と森林資源との関係

このような特徴を有する我が国の森林資源をどのようにに活用すべきでしょうか。我が国の森林率が世界第2位といえども、すべての森林資源を利用し尽くしてしまえば、先述した森林機能が失われてしまいます。その一方で、このような優れた機能を有している森林に人間が全く関与しなければ、森林は荒廃し、その機能を維持することは困難になるでしょう(これは、一旦、人間が森林に手を入れてしまったことが発端ではありますが)。

我が国では、昭和50年代まで、林業は比較的盛んであったことから森林資源は適正に管理されており、木材の供給に留まらず、上述した様々な森林が有する機能の恩恵を享受してきました。しかし、その後、安価な輸入材が国内市場へ大量に流入したことにより、小規模森林地域の林業に大きな打撃を与えました。これにより、これまで森林管理を担ってきた山間部の地域社会は過疎化や高齢化が進み、さらに森林関連業種の低迷を加速させました。現在は、森林資源の荒廃による水害、土石流、雪崩等に代表される自然災害リスクの増加といった地域問題のみならず、二酸化炭素の吸収源である森林資源の減少にも拍車をかけることになり、温暖化という地球規模の環境問題へ波及するという深刻な状況に陥っています。このような現状を打破するためにも、森林を産業・環境・教育・生活資源の中心に据えた地域産業・社会システムの再構築が強く求められています。

新たな産業・環境・教育・生活資源としての森林資源

筆者らは、新城市、鳳来町等の御協力を得て、荒廃が著しい地域森林資源をどのようにに活用するかについて検討するために、新城・鳳来地域における木質系廃材や間伐材・被害木を含む林地残材の量の調査を行うとともに、このような木質系バイオマスの利活用技術とその特徴を纏めて、小規模森林資源に適用可能な利活用技術の選定とそのフィージビリティスタディ(実用性評価)を行いました。最終的に纏めた小規模森林資源を有する地域に適したバイオマス利活用システムの概念図を図1⁴⁾に示します。本システムは、木質バイオマスを新たな物質やエネルギー資源に変換するための木質バイオマス資源化センター、木質バイオマス資源から電気および熱エネルギーを併産する施設である木質バイオマスコジェネプラントおよび地域の森林資源を地域住民のための環境、教育、生活資源として有効に活用するための拠点となる森林資源活用学習センターという3つの施設が核になっています。このようなシナリオを具現化する場合に重要になることは、バイオマスの利活用に関わる適切な技術の開発・選定のみならず、バイオマスによって生産した新たな物質やエネルギーの利用者が近隣地域に存在するか、施設の建設・運営費用と事業で得られる収益との関係いわゆる経済性が成立するか、その他、自治体の施策との関係、廃棄物関連の法制度との関係等を考慮しなければなりません。これまでに小規模森林を有する多くの自治体において類似した調査研究が報告されていますが、最も厳しい要因は経済性にあるようです。小規模森林であるが故に、あるいは、森林資源があっても利用者が近隣に存在していないが故に、経済性が成立しない事例が多くあります。ここで、先述したように、森林は様々な優れた機能を有していることを思い出しましょう。森林は、まさに産業資源のみならず、環境・教育・生活資源にほかならないはずで、狭い境界での経済性評価から脱却し、住民を含む生態系を包含したようなより広い境界で、かつ、長期的な視点に立脚した森林資源の多面的、定量的評価が今後必要になるでしょう。



図1 小規模森林資源を有する地域に適したバイオマス利活用システムの概念図

おわりに

地域であるが故に、技術依存や行政施策のみではうまく機能しないプロジェクトが多々あります。地域森林資源の利活用という観点に立った場合、住民の積極的な参画が必要不可欠であり、産業界、行政および住民の3者すべてが協働するという姿勢が今後さらに重要になるものと考えます。

謝辞

本記事を執筆するに当たり、調査全般に渡り、新城市、鳳来町、富山村環境事務所等に多大なる御協力を賜りました。ここに記して謝意を表します。引用文献

- 1) バイオマス・ニッポン総合戦略, <http://www.maff.go.jp/biomass/senryaku/senryaku.htm>
- 2) 京都議定書の骨子, http://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/kankyo/kiko/cop3/k_koshi.html
- 3) (独)農林水産消費技術センター http://www.cfqlcs.go.jp/administrative_information/public_relations_magazine/kouhousi/tree_and_life/w103.htm
- 4) 愛知県新城市編、「環境消費型のエネルギー利用から環境育成型のエネルギー利用へ」、新城市(2004)

燃料電池による環境改善

昨年の12月に豊橋技科大は21世紀の車社会に貢献すべく、未来ビークルリサーチセンターを開設しました。同センターは5つのコアに分かれ、その一つに環境コアがあります。環境コアは更に、燃料電池、燃焼技術の高度制御、自動車のリサイクル技術、リサイクル可能複合材料の4つのグループに分かれています。今回はその環境コア・燃料電池グループの一部の活動を紹介しますと共に、燃料電池が開発される背景についても概説したいと存じます。私達の燃料電池グループは8人から構成され、電池の特性解析、溶射による電極、電極触媒、水素吸蔵合金、固体電解質、構造・機能解析、磁気センサーによる電流分布測定、ナノカーボンの触媒電極への応用などの研究を進めています。今回は紙面の都合上、電池の特性解析と水素吸蔵合金について紹介したいと存じます。

20世紀には科学技術が大きく発達し、人々の生活は大変便利になりました。しかし、その一方で資源を大量に消費し、地球環境を大変な勢いで汚し続けてきました。最近では、大量の資源消費に伴いゴミが沢山出るので、その捨て場が無くなり、ゴミの減量作戦や再利用が進められています。一方、エネルギー資源も沢山使われ、人々の快適な生活に役立っています。しかし、化石燃料は燃やされてCO₂とH₂Oになり、そのまま大気に沢山捨てられますので、そのCO₂が地球を温暖化するとして、今世論を騒がせています。地球上に水は沢山ありますのでH₂Oは影響ないのですが、CO₂は大気中に溜まり、地球から熱が宇宙空間へ放出し難くなり、地表温度が数℃高くなるというのが地球温暖化です。それなら、化石燃料の消費を抑え、CO₂の放出を抑えれば良いのですが、自動車や家庭、工場などでエネルギーを沢山使うことに慣れた人間には、そう簡単に石油や天然ガスの消費を減らすことはできません。

そこで、化石燃料をエンジンの動力や電力に変換するときその効率を上げることができれば、燃料消費量を減らすことができます。エネルギー変換効率が高い発電装置の一つとして、燃料電池が最近注目され、車の動力源や家庭用の自家発電設備などに使おうと、世界で実用化が進められています。燃料電池は飛び抜けて効率が高いという訳ではありませんが、SO_xやNO_xも殆ど出さず、静止機器なので騒音も少なく、従来の内燃機関やタービンに比べれば、環境性にも優れています。

燃料電池と言っても幾つかの種類があり、現在、5つが開発・実用化されています。アルカリ形燃料電池は人工衛星の電源として現在活躍しています。熔融炭酸塩形や固体電解質形燃料電池は数百kWあるいは数十kW以上の分散電源として開発され、一部バイオガスなどを燃料として使われ、長久手の万博会場でも稼働しています。リン酸燃料電池は、150℃程度の排熱も利用できる50kW以上のコジェネ発電装置として、他のコジェネ装置と比べると値段が少しお高いようですが、唯一市販されている燃料電池です。

最近最も注目されているのが固体高分子形燃料電池で、他の燃料電池より低い約70℃と言う室温近くで動作し、燃料電池自動車や家庭用コジェネ電源として盛んに開発されています。去年の秋アメリカで開催された燃料電池の国際会議で、D社の燃料電池自動車に試乗することができましたので、その時の写真をお見せします。エンジンの排気音が全くしませんが、接近してきても分からず、危険な気もしましたが、加速性能はエンジン車と全く変わ



燃料電池自動車



電気・電子工学系教授
恩田 和夫



物質工学系助教授
西宮 伸幸

りませんでした。また最近、家庭で消費する電力が増え気味であることに対するCO₂削減策の一つとして、ガス会社を中心に湯沸し機器付き1kW級燃料電池が開発され、貸し出し試験が始められています。その家庭用燃料電池の一例を写真(東京ガス(株)提供)に示します。このように排ガスがきれいで、静かな燃料電池が身の回りで見られるようになりましたが、まだまだ価格の方は高く、普及させるには一段の価格低下が必要です。

続いて、水素吸蔵合金の最近のトピックスについても紹介しておきます。それは合金粉末のカプセル化に関するもので、水素以外の気体を通さない緻密なセラミックス皮膜で合金の表面を覆ってやると、空気中で発火しないし、まわりに水が存在しても性能が劣化しないようになったのです。固体高分子形燃料電池で自動車を走らせる場合、航続400km~500kmの確保が重要課題となりますが、そのためには4~5kgの水素を燃料として搭載する必要があります。現在、ニッケル水素電池で実用化されている水素吸蔵合金は、水素貯蔵容量が高々2%ですから、これをそのまま燃料電池自動車に搭載すると、それだけで200kg以上になってしまいます。水素貯蔵容量を今の3倍にする研究が世界中で繰り広げられている背景にはこのような事情があります。固体高分子形燃料電池の電解質は運転時に水分を必要とするため、その一部の水蒸気が水素供給ラインの上流に進入してきます。水素吸蔵合金から水素を取り出したり再充填したりするサイクルを500回、1000回と繰り返していくと、この水蒸気混在量が100ppm程度であっても、水素貯蔵容量が10%単位で減ってしまいます。セラミックスカプセルによる耐水性の付与はこの問題を解決する最も有効な技術です。これによって、システムを長く、信頼性高く、使うことができます。この技術には水素製造に関わる波及効果も潜んでおり、例えば、太陽光で水を分解した際にできる空気と水と水素の混合物から水素だけを分離・回収するのに使用できる可能性があります。

環境コアの燃料電池グループも性能や経済性に優れた燃料電池や水素吸蔵合金を実現する一助として、中部ガスやガステックサービス、東海旅客鉄道、新エネルギー・産業技術総合開発機構などとの共同研究や受託研究を結び、「家庭用固体高分子形燃料電池発電システムの検討」や、「耐水性水素吸蔵合金を利用した水素貯蔵・供給システムの開発」、「燃料電池排出水素処理の基礎研究」、「定常・非定常時のPEFC発電特性解析プログラムの開発と電流分布測定実験による確認」などの研究を、科研基盤研究「固体高分子膜を使った電気化学的水素分離ポンプの研究」などと共に進めています。燃料電池にご興味があれば、我々燃料電池グループに是非ご一報下さい。



松下電器産業製

荏原パワート製

東京ガス(株)提供

海岸の環境問題と技術者に求められるもの

1. 豊橋周辺の海と海岸工学

読者の皆さんは豊橋周辺の海のすばらしさに気付いていますか？技科大から南に自転車で10分も走れば、海食崖と長大な砂浜海岸からなる通称表浜(おもてはま)海岸が雄大な遠州灘の波とともに我々を迎えてくれます(写真1)。表浜はアカウミガメが産卵する海岸として有名で、夏の夜中から明け方にかけて上陸してきます(写真2)。三河湾に足を伸ばせば、干潟に舞い降りるたくさんの鳥や美しい夕日を見ることができます。東には浜名湖があり、周囲の山々と湖面のコントラストが美しい風景を作り出しています。これほど特色のある海が身近にある都市はそれほど多くないでしょう。

海に関わる研究には、海洋物理、海洋生物、水産学、海洋工学など数多くありますが、私が専門にしている「海岸工学(Coastal Engineering)」は土木工学(Civil Engineering)の範疇にあり、「海岸における人と海との関わりを研究する学問」と言えます。したがって、海岸工学という海の環境とは、純粋な自然環境ではなく、防災や利用といった人との関わりの中にある環境です。三河湾には自動車港湾として地域の経済を支えている港があります。表浜は多くのサーファーや釣り人などにぎわっていますが、東海・東南海地震による津波が心配されています。海岸の環境を考えると、防災や利用とのバランスを意識しながら、我々はどのような海や沿岸域の姿を求めていくのかといった、土木工学的に大きなテーマに向かって思いをめぐらせています。



建設工学系 海岸工学研究室 教授 青木 伸一

2. 海岸の環境問題

海岸の環境問題にはどのようなものがあり、どのような理由で生じているのでしょうか？その例として、砂浜の侵食問題について考えてみましょう。日本の砂浜は年間およそ160haずつ消失していると言われています。この原因は、ダムへの堆砂や河道での砂利採取により河川からの土砂流出が減少したこと、および海岸構造物の建設によって海岸の土砂移動の連続性が遮断されたことです。遠州灘海岸の砂浜は、天竜川からもたらされる豊富な土砂で形成されてきましたが、1956年の佐久間ダムの建設以来、年間200万³mという大量の土砂がダムに貯められ、海岸に出てこなくなりました。その影響が50年の年月を経ていま海岸の様子を大きく変えようとしています。浜松の中田島砂丘では50年前と比べて数百メートルも侵食されているところもあり、貴重な環境が危機に瀕しています。海岸構造物の影響の例としては、浜名湖の湖口(今切口)の導流堤(湖口を固定する堤防)が挙げられます。



写真1 日本有数の砂浜海岸・表浜(田原)



写真2 表浜で産卵するアカウミガメと産み落とされた卵

写真3は導流堤建設前後の今切口付近の地形を比較したものです。導流堤により東から西に輸送される砂が遮断され、徐々に東側の砂浜は広くなり、反対に西側の砂浜は侵食されてきました。そして2002年には西側の新居海岸の侵食が一気に進み、浜名バイパスが危険な状況になりました(写真4)。この侵食は年々西の方に拡大しています。同じような現象が豊橋の高豊海岸の離岸堤の西側(写真5)や赤羽根漁港の西側で見られます。このような砂浜の消失はアカウミガメにとっては種の保存にかかわる重大な問題ですが、我々人間にとっても貴重な海浜環境の喪失

になります。また、砂浜は波のエネルギーの吸収装置でもあり、防災上も保護しなければならない大切な資源なのです。

ところで、佐久間ダムはともかく、浜名湖の導流堤はなぜ造られたのでしょうか？これは、1953年の台風による水害への対策が大きな目的です。写真3上のように自然の砂州が湖口に形成されている状況では、長い間出水がないと波の力で砂州が延びて湖口を塞いでしまい、そこに豪雨があると内水が氾濫してしまうのです。導流堤はこれを防ぐために水の通り道を確認しようというものです。さらにこれは漁船の航行にも都合がよく、漁業者にもメリットがあったので、防災や利用面からは価値のある土木工事であったと言えるでしょう。しかし、上に述べたように導流堤建設がもたらす負の影響が砂浜の侵食として徐々に現れてきています。また、導流堤は浜名湖の中の環境も大きく変化させています。建設前後で湖内の潮汐は2倍以上に増大しています。それとともに湖内の塩分も冬期は外海と変わらなくなり、汽水湖というよりは内湾と呼ぶべき環境になっています。このような物理環境の変化は湖内の水質や生態系に少なからず影響を与えています。沿岸域の開発や防災対策が海岸や浅場の環境を大きく変化させている例はこれ以外にも数多く挙げることができます。三河湾では港湾や高潮堤防の建設が干潟や自然海岸の喪失につながっています(写真6)。



写真3 浜名湖今切口周辺の地形変化

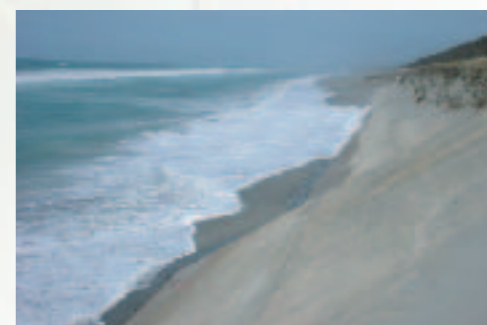


写真4 新居海岸での高さ数メートルに及ぶ侵食(2002年7月)

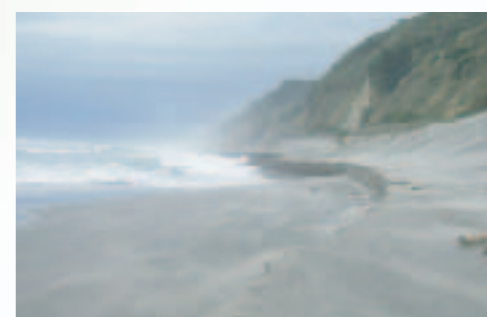


写真5 砂浜海岸の侵食(豊橋、伊古部)



写真6 三河湾の防潮堤と残された干潟(渥美町)

3. 海岸の環境と技術

海岸で生じている環境問題の多くは、「人為的なインパクトによって引き起こされた水と土砂に関する広域的で長期的な問題」ととらえることができます。では、このような問題に対して技術者はどのように関わればよいのでしょうか？技科大のほとんどの人は、技術とは「明確な目標のもとに効率的に目的を達成するための手段」ととらえているのではないかと思います。ところが海岸の環境問題に関わっていると、この認識では必ずしもうまくいかないことに気付かされます。むしろ、「自然のしくみを理解し自然の摂理に逆らわずに人に便益をもたらすための手段」と考えるべきです。この意味で、自然を相手にする技術者に求められるものは、広い知識と視野およびバランス感覚です。海岸侵食の問題を例にとれば、土砂の問題は山から海にわたる広域で長期的な問題であることを認識し、将来的に防災・利用・環境保全をいかにバランスよく実現していくかを、地域住民とともに考えて行くことができる力が必要です。そのためには狭義の技術(土砂移動の予測技術や構造物の建設技術)を身につけることや新しい技術を開発する力を養うことはもちろん大切です。ただ、これからの技術者には、自然の中から正しい方向性を学び取り、より良い対策に結びつけて行く力が求められています。これらは目に見えないあいまいな技術かもしれませんが、海岸の環境問題に限らず、自然に働きかける技術を学ぶ土木技術者には特に求められている素養ではないかと思います。

最後に、恵まれた自然環境の中で海岸の研究をやってみたい学生諸君は、ぜひ我々の研究室に来て下さい。また私が関わっている市民団体NPO法人表浜ネットワークでは、アカウミガメの調査を手伝ってくれる人も募集しています。海の問題やウミガメなどに興味がある方は青木(aoki@jughead.tutrp.tut.ac.jp)までご連絡下さい。

廃塩化ビニルの再資源化



物質工学系 教授 角田 範義

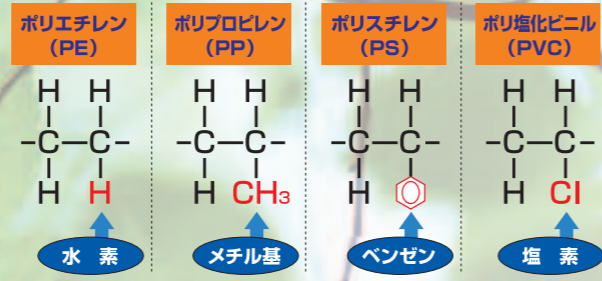


図1 汎用プラスチックの基本単位構造

ポリエチレン(PE)・ポリプロピレン(PP)・ポリスチレン(PS)とならぶ汎用プラスチックの一つであるポリ塩化ビニル(塩ビ:PVC)は、身近なところで見つけることができる(構造式は図1参照)。塩ビは他のプラスチックと比べ①化学的に安定である、②難燃性である、③自然環境下の耐久性に優れているなどのユニークな特徴を持つため、軽量で腐食しない点を生かした上・下水道管への利用や絶縁性・難燃性が必要である電線被覆材への利用など、生活を支える部分に使われている。さらに、塩ビは農業分野でも利用されている。農業がさかんな豊橋地域では、ハウス栽培に使われている農業用フィルムの大部分が“農ビ”と呼ばれる塩ビフィルムである。このフィルムには生産の向上をめざした耐候性・透明性はもとより多くのノウハウが積み込まれ、例えば、特定の波長領域を透過する機能や保温性の向上をはかる機能などが付加されたものもある。

しかし、いつかは使用済みになるのは世の常であり、リサイクルの点から見ると、塩ビの高機能性はマテリアルリサイクルには有効であるがそれ以外の再資源化を難しくしている。それは、塩ビは塩素を含むプラスチックであることが挙げられる。塩素は、①塩素ガス(Cl₂)・塩化水素ガス(HCl)は有毒で強い酸化剤である、②有機塩素化合物は毒性が高い(DDT、ダイオキシンなど)、③しかし、イオンとして中和すると害は弱くなる(食塩など)、などの化学的性質を持っている。そのため、塩

ビの再資源化においては“脱塩素”が重要な課題であり、その過程で発生する有害物質の抑制・無害化技術が開発されてきた。多くの場合、発生した塩素化合物を1000℃という高温で焼却後、大量の水で中和するか塩酸として再利用する方法が取られている。しかし、塩ビの原料が海水の分解(ソーダ工業)による塩素であることを考えると、海水に戻すのではなく塩素としての回収・再利用が望ましいと思われる。ここで、塩ビの脱塩素化率を約99%とし、脱塩素化後の炭素残渣をケミカル・サーマルリサイクルすると想定すると、トン当たり10kgの塩素(Cl₂)が発生することになる。この量による影響があるかどうかは使用対象にもよるが、大量処理を行うと99%の脱塩素化率でも発生する塩素の量が無視できず、その対策も必要となる。

農ビはマテリアルリサイクル率が50%以上という塩ビリサイクルにおける優等生である。しかし、見方を変えると残り50%弱はリサイクルからまだ取り残されていることを意味する。我々は、“脱塩素化処理後の炭素残渣をどの様に処理するとユーザーに受け入れられるか”という点を特に念頭においてこの使用済み農ビの新しい再資源化法の可能性を試みている。今まで、廃塩ビを炭あるいは活性炭への転換が提案されているが、残留塩素の問題と塩ビ由来という負のイメージが積みまとうため残念ながら受け入れられていない。残留塩素については、上でも述べたように“100%”脱塩素化することは今の技術では困難であるが、“ほとんど影響がない程度の残留塩素”までは活性炭製造過程での脱塩素化が可能である。しかし、それがまだ塩素が残っていると言う不安を作り上げ、さらに、“塩ビ由来”が拍車をかけるという悪循環を招いているようにみえる。そこで、我々はこの塩素を中和するとともに、残留しても逆にプラスになるアルカリ賦活による活性炭作製法を提案している。アルカリ賦活法はナトリウム、カリウム、カルシウムなどのアルカリ塩をつかう方法である。作製した活性炭*1が再び自然界に戻ることを前提

にすると、使用する塩はカリウムが最適である。それは、土に混ぜたとしても残留カリウム塩は肥料の一部として使用できる(実際のカリウム肥料は硫酸カリウム(K₂SO₄)または塩化カリウム(KCl)の形で使われる)ため残留塩素の影響はカリウムの存在で考慮する必要がなくなる。ちなみに、同じアルカリでもナトリウムにより生成する塩化ナトリウム(NaCl)は“塩害”となり、自然に負荷を与えるので不適である。このように、ハウスで使用後、使用済みになり回収された農ビの一部は脱塩素化処理をおこなって炭化・カリウム賦活による活性炭化を行い、再び排出された農業現場で再利用されそのまま自然に戻るという農ビの再資源循環が完成する。この流れをまとめると図2になる。

例として廃農ビ70%と廃農ポリ*230%の混合比試料を99.5%脱塩素化した炭素残渣について紹介する。炭化過程では、炭素残渣の液化を避けるために前処理として低温で空気酸化を施して活性炭の作製を行っている。アルカリ賦活法の有利な点は、比較的低温で賦活処理ができることである。今回行った750℃賦活の場合、水酸化カリウムを使ったアルカリ賦活では比表面積(1gあたりの露出表面積)が1000m²/g以上になるのに対し、通常の水蒸気や炭酸ガス賦活では500m²/gと大きな違いとなる。比表面積の大きさは活性炭の特徴である気体を“吸着”させる能力に反映し、一般には大きい方が高性能である。また、メチレンブルーの吸着量もその能力の指針の一つである。そこで、農ビから作製した活性炭と市販の活性炭の性能をまとめると、表に示すように市販のやし殻活性炭等と同等の活性炭ができることがわかる。ちなみに本実験は、プロジェクトで作製したバッチ式装置(夏目製缶工業(株):処理能力最大5kg)で行い、スケールアップ時の問題点の洗い出しによる将来の実用化を目指している(図3)。

このように、カリウム賦活を施すことで市販の活性炭と同程度の性能を持つ活性炭を比較的低温で作製でき、さらに中和で残留塩素に対するイメージを払拭することで農業用に再利用する道が開けることを期待するものである。そして、製品コストを念頭におく大量の使用済み物質による新しい商品としての用途開発をするのも一つであるが、小さな地域単位で必要に応じて使用済み物質を再利用していくクラスターの再資源化方法が農業分野では有効ではないかと感じている。

*1:炭と活性炭には、炭は再生できない(使い捨て)が活性炭は再生が可能なので何度も再利用できると言う大きな違いがある。有効利用という点では、活性炭の方が優れている。再生を可能にするため、活性炭は“賦活”という特殊な処理が行われ、その方法が様々あることは前にも述べたとおりである。

*2:塩ビを使わない農業用フィルムのことでポリオレフィン製である。

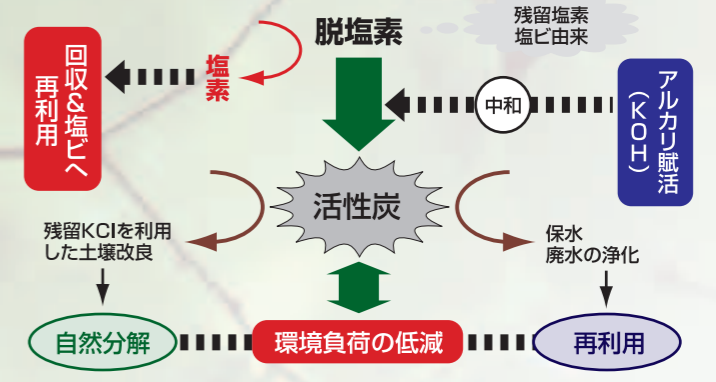


図2 使用済み農ビの再資源化スキーム

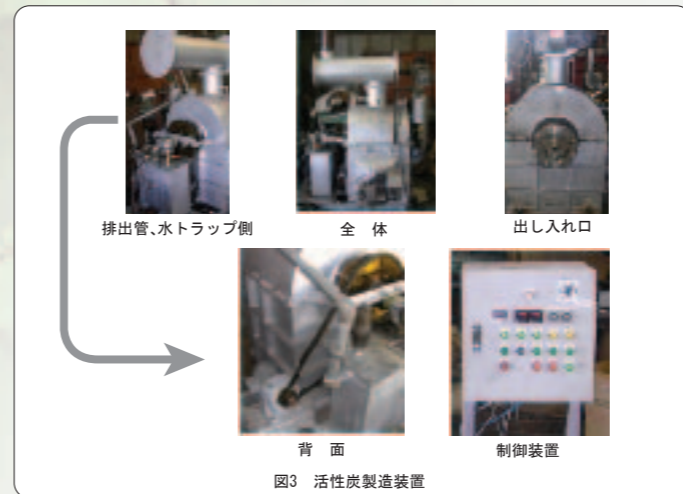


図3 活性炭製造装置

農ビからの活性炭の性能

原料	比表面積 [m ² /g]	MB吸着性能 [ml/g]
農ビ	1500	280
やし殻*	1000	180
ナラの木*	1232	240
タヌギの木*	1225	220

*市販品(インターネットより)