



「棚田寸景」 中国四国・愛媛 幸口 栄二
(全農林写真コンクール応募作品から)

目 次

特集 地球温暖化とわが国の対応

— 農林業への影響と役割 —

- 特集によせて小林 信一(4)
- 農林水産省における地球温暖化対策について西郷 正道(7)
- ポスト京都議定書と低炭素社会への展望松下 和夫(24)
- 自然エネルギーの現状と今後の課題飯田 哲也(33)
- 森林系バイオマスエネルギー技術開発の現状と展望志水 一允(47)

【時評】 燃料価格高騰と漁業経営対策—フランス漁民のエネルギーを見る— … (KK) (2)

☆☆表紙写真 静岡市平野の茶畑 東海・静岡分会 三浦 通也氏提供
「農村と都市をむすぶ」2008年6月号(第58巻6号)通巻680

燃油価格高騰と漁業経営対策

— フランス漁民のエネルギーを見る



この三月にフランスの北西部、ブリュタール地方の漁港都市ロリアン市などを訪れる機会があった。原油価格が高騰し、燃

油を購入できずに操業停止に追い込まれる漁船が増加したことに對して、漁業者が政府に有効な対策を要求して、一斉に港湾封鎖——港湾の入口に漁船を並べて、貨物船、フェリー等も含めて出入りできないようにする実行行使——をするというので、関係者のヒアリングに出かけたのである。

原油価格は二〇〇三年までは一バレル三〇ドル前後で安定していたが、二〇〇四年から上昇を始め、二〇〇八年に入って一〇〇ドルを突破するまで、一貫して上昇を続けている。このため、以前から経費の三割近くを原油代が占めていた漁業経営が危機的状況になったのは日本も欧州諸国も同様である。ところがEU委員会は漁業経営の保護政策を認めず、したがって各国は独自の燃油価格対策をとる権限を持っていない。

これに代わって漁業のためだけではなく他産業にも適用される対策として、デミニミスという対策をとることがEUによって了承され二〇〇四—二〇〇六の三年間

で、一経営体当たり三〇〇〇ユーロ（一六〇円として四八万円。一年間平均では一六万円）を上限として、その金額に相当する支援策を各国が自らの財政負担で実施してよいことになった。経営体の規模に関わらず同額であることからわかるように、家族的な小規模経営への支援策であったといえる。もっとも、このための財政負担はEUではなく各国政府が出す仕組みであったので、ポルトガルのように財政力の制約が強い国では、この手法は採用されなかった。燃油価格がその後も上昇を続けたので、続く二〇〇七—二〇〇九年度の三年間では上限が三万ユーロとされ、経営規模に比例して給付額が増額される方式に変更されて現在も適用されている。

これに對してフランスの漁業局は、これだけでは不十分であるとして、漁業者団体の提案を受け入れてFPA P（漁業災厄予防基金という燃油保険制度を創設した。二〇〇四年度から二〇〇六年度に実施されたその仕組みは、燃油購入時に燃油価格に加えてその一定比率の付加金を徴収し、それを掛け金としてファンドを作り、政府がそのファンドに資金を貸し付け、両者の資金を運用することによって、燃油高騰時には漁業者に一定額を補償する給付を行い、価格が低下した時に給付金を回収することによって基金のバランスをとるのである。

ところがEU委員会は二〇〇六年にこの制度をEU規

則違反であると判定し、それを禁止するための手続きを開始した。その理由は、財政資金による漁業保護Ⅱ競争条件歪曲措置とならないためには、燃油価格が基準価格を中心に上下して、保険掛け金の徴収と保険金の支払いとがバランスすることが必要であるが、燃油価格が一方的に上昇している局面では、政府の貸付金が回収されずに補助金になってしまふだろうということであった。

EU本部の強硬な対応に接したフランス漁業局は、二〇〇六年末以降、この給付を停止した。そして、二〇〇七年中にEU当局の予想したとおり、「想定とは異なって燃油価格が一方的に上昇を続けたので、政府貸付金は返済される条件がなくなった」として、貸付金の返済を請求しないこととした。この給付金は、燃油価格の二五〇程度を財政資金で肩代わりしたのであるから、日本では考えられない直接的支援策である。

この制度が廃止された後、二〇〇七年秋に再び燃油価格の騰勢が強まると、一月にブリュターニユ地方で漁民の暴動が広がり、道路封鎖、漁船の炎上、港湾の封鎖といったはでな運動が展開された。これに対してサルコジ大統領が現地を訪れて漁業者と対話の機会を持ち、漁業者の社会保険料の免除など、EUによって禁止されないように漁業政策以外の施策をまずは打ち出し、その後本格的な漁業施策を検討することを約束したのであ

る。今年三月の港湾ストライキは、本格的な対策を引き出すために実施されたものであった。

ところで、こうした外国の事例に比べると日本の農業者、漁業者のおとなしさが目立つ。農協組織、漁協組織が整備され、しかもそれが野党ではなく政府党を支持しているという点がその主な理由であると思われるが、政策に対する怒りが農協や漁協の中央団体への不満になることはあっても、現場から独自の運動を自ら作り出す方向には向かいにくい。系統的な協同組合組織が日本ほどには整備されていない欧州各国では、自ら動かなければ事態が変わらないこと、逆に独自の運動が漁業者の多数派によって担われ、マスコミがこれを報道すれば、事態が大きく動く可能性があることを、経営者はもちろん、雇員乗組員でも自覚しているのである。

同じ時期の日本では漁船が自衛隊のイージス艦に沈められたが、責任者の逮捕はおろか、民間の事故では必ずなされる関係者の氏名の公表もなく、漁業者は殺され損で終わってしまった。過激な行動を推奨しているわけではないが、補償と再発防止を求めて航路に漁船を並べる位のことをしないと、モノわりの良さにつけこまれ続けるだけの状態は改まらないのかも知れない。

(KK)

特集 地球温暖化とわが国の対応

— 農林業への影響と役割 —

失われた一〇年

「失われた一〇年」と呼ぶのだそうだ。バブル崩壊後のあの「失われた一〇年」ではなく、京都議定書締結の一九九七年からの一〇年を指す。日本の古都の名を冠した国際的な取り決めは、日本について一九九〇年基準で二〇一二年までに二酸化炭素（CO₂）排出量を六％削減するというものであるが、その約束期間が今年から始まる。しかし、昨年の実績は九〇年比六・四％増となっており、削減どころか逆に増加してしまっている。その結果、あと残された五年の間に、当初の倍以上の削減をしなければならない状況に陥っている。これでは、これまでの一〇年間で無為に過ぎ去ってきたと言われても致し方ないだろう。

諸外国、特に欧州では温暖化対策について、戦略的に取り組んできたと思わせる展開が見られる。つまり、北欧、ドイツなどを中心に環境税の導入がすでに行われており、二〇〇五年からは排出量取引が制度化されている。さらに、化石燃料依存からの脱出のための自然エネルギーの普及・定着は、京都議定書への対応よりはるか以前から本格的な取り組みが開始されている。EUでは、自然エネルギーに有利な価格での買い取り義務制度の導入など政策的支援もあり、一次エネルギーの六％以上を自然エネルギーで賄っており、さらにその割合を急速に高めつつある。「汚い」エネルギーとして電力業界が嫌い続け、その結果、名目だけで普及には役立たない自然エネルギー促進法にとどまり、「キレイな」原子力の推進に頼ろうとするわが国とは対照的と言えよう。

急速に変化する世界の温暖化対策と、もたつくわが国の対応

世界は今、温暖化対策をめぐって激しい変化を遂げつつある。京都議定書の批准を行ってこなかった世界最大のCO₂排出国米国と、一人当たり放出量では米国に次ぐ第二位に位置する豪州の両国も、ここに来て急速な政策転換を行っている。米国では、石油の中東依存脱出という安保の立場が強いとは言え、バイオエネルギー生産に大きくシフトし、この分野では世界をリードしていることは周知のことである。また、民主党大統領候補を争うオバマ、クリントン両氏とも温暖化防止対策に積極的にコミットメントする旨の表明を行っている。一方、豪州でも新たに発足した労働党ラッド政権の最初の仕事で、京都議定書の批准であったことを見てもわかるように、これまでの自由党政権の環境対策から大きく舵を切り、環境先進国を目指す方針を掲げている。

一方、わが国は来月に迫った洞爺湖サミットでのリーダーシップを念頭に、「二〇五〇年までにCO₂排出量の半減」をぶち上げているが、内実はようやく国内における排出量取引制度の導入などが本格的に語られるようになった段階に過ぎない。京都議定書対応でも、基本的には国内にあっては、森林吸収への依存と省エネ対策であり、対外的には京都メカニズムの一つであるクリーン開発メカニズム(CDM・開発途上国でのCO₂削減事業の展開)などで帳尻を合わせるといえるものである。特に森林吸収に対しては、削減目標六%のうち三・八%という過度とも言える「期待」がかかっている。

温暖化対策を農林業振興の手立てに

温暖化の影響は様々に語られてきたが、IPCC(気候変動に関する政府間パネル)の最近の報告によると、人的要因による温暖化は確実に進行しており、その結果は海面上昇、海水縮小、台風などの脅威の増大などで、人類への影響は甚大なものであると予測している。わが国も例外ではなく、台風の巨大化、真夏日の増加、海面上昇などで、特に農業への影響が大きいとされている。

本特集では、温暖化に関する政策対応に焦点を当て、松下和夫京都大学教授からは京都議定書およびポスト京都議定書をめぐる各国の取り組みの現状とわが国の目指すべき方向について述べていただいた。その中

で松下氏は、わが国政府に求められるものとして、①低炭素社会への明確なビジョンの提示、②環境保全型税財政改革、③CO₂本位社会への備えを提示されている。つまり、環境制約を新たな経済発展の機会と捉え、わが国がリーダーシップを発揮する必要があると説く。また、自然エネルギー普及に早くから取り組んでこられた飯田哲也環境エネルギー政策研究所長からは、自然エネルギー活用をめぐる世界の動向と、わが国での普及が立ち遅れている要因について、欧州とわが国の政策の相違を中心に論述していただいた。

さらに、CO₂削減効果への期待が大きい一方で、温暖化の影響も最も受ける農林業と地球温暖化対策について、農水省の担当部署である環境バイオマス政策課の西郷正道課長より、農水省としての対策を伺った。最後に志水一充日大教授より、森林系バイオマスエネルギーの技術開発の現状とその可能性について、解説いただいた。森林系バイオ技術のブレークスルーが温暖化対策と同時に、荒廃した農山村の活性化を図る手立てに繋がる可能性があるためである。

本稿の論者も指摘しているように、環境か経済かという二者択一、あるいは二律背反の時代は過去のことであり、環境保全型社会の発展が持続的経済発展の途でもある時代になった。温暖化防止対策を、経済発展と関連付けて考えることは筆者も依存のないところである。しかし、無から有を生じるようなペーパーマネーによる経済膨張が、果たして真に持続的な発展に繋がるか否かは、より活発な議論が求められるところだろう。むしろ、温暖化対策を崩壊寸前の森林を抱える農山村の活性化の手段として活用するという、実態経済とどこまで関連付けて考えられるかを追求すべきだろう。CO₂削減に失敗した企業が排出量を購入するのではなく、その分を森林整備費の拠出に当てるなどである。

また、先ごろ農水省はこれまで困難としてきた農地についても、CO₂吸収源としてカウントを行う旨の表明を行った。さらに大きな期待が農林業にかかることになる。と同時にこのことは、農業の今後の方向を大きく規定することに繋がる点も認識すべきだろう。

(文責…小林信一 日本大学教授)

農林水産省における

地球温暖化対策について

農林水産省大臣官房 環境バイオマス政策課長

西郷 正道

小林（日本大学教授） それではきょうは地球温暖化の問題、そして京都議定書、あるいはポスト京都議定書をめぐってということで、農林水産省の環境バイオマス政策課の西郷課長から農水省としての考え、あるいは政策についてお話を伺いたいと思います。

ご承知のように、京都議定書が批准されて、今はもう「ポスト京都議定書」という段階にかかってきています。日本としては、京都議定書の目標値をクリアするのなかなか難しいといわれている中で、特に農業関係、森林といったものに対する「過度の期待」ともいえるものがあります。そういう中で、農水省としてどのようにお考えになっていらっしゃるのかということ、これから四〇分ぐらいの時間の中でご説明していただければと思います。よろしくお願いいたします。

西郷課長 ご紹介いただきました環境バイオマス政策課長の西郷でございます。よろしくお願いいたします。

きょう用意いたしました資料は、農林水産省における地球温暖化対策に関する資料と、今バイオマスの法律案も出しているものですから、その概要もご用意いたしました。

それからまだ審議の途中でございますが、地球環境小委員会で議論されている「ポスト京都」へ向けての農地土壌の取り扱いの考え方についての資料も用意してございます。（注・同法案は五月二十一日に成立）

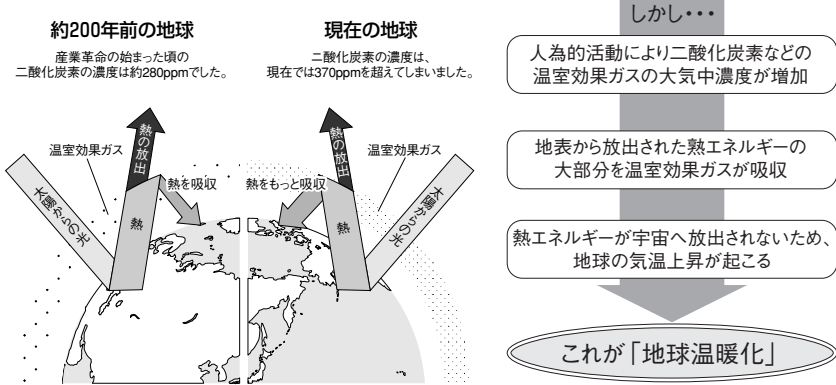
最初に、農林水産省における地球温暖化対策についてご説明申し上げたいと思います。

釈迦に説法となりますが、「地球温暖化」とは何かということでございます。今では、「いや、温暖化していない」という人もまだいるわけですが、どう考えてもやはりしているんだらうと、それも人為的なことで起こっているんだらうということが「IPCC」といういろいろな政府とか科学者の方が集まっている国際機関から報告され

図1 地球温暖化とは

地球温暖化のメカニズム

- 太陽からの地球に照射される光エネルギーは、大気を素通りして地表面で吸収され、加熱された地表面は熱エネルギー（赤外線）を宇宙に向けて放出している。
- この放出された熱エネルギーの一部が地球の周りを覆う水蒸気や二酸化炭素、メタン等の温室効果ガスを含む大気によって吸収され、地表面に向けて再び放射されることにより地球の平均気温は15℃に保たれている。
(※仮に温室効果ガスが全く存在しない場合、地球の平均気温はマイナス18℃となる。)



ています。

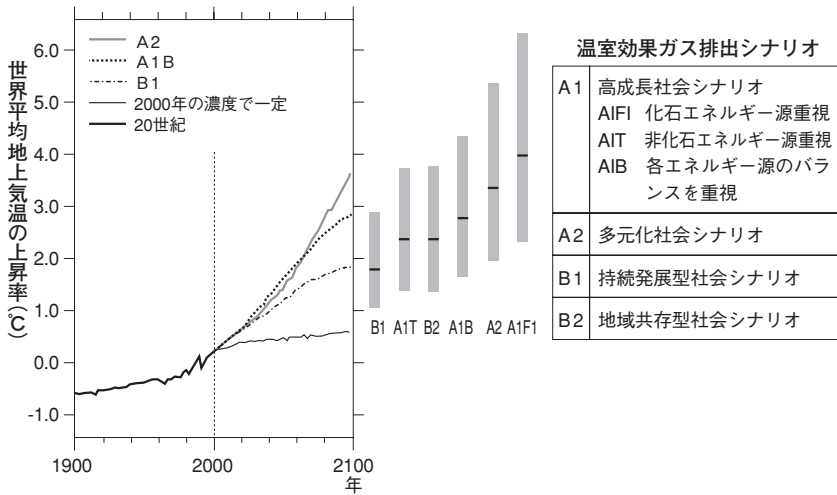
図1に書いてありますように、地球の熱というのは基本的に全部太陽からの熱なわけです。もちろん内部からもありますが、もとをいえば全部太陽の熱であります。その入ってきた熱はある程度はね返され逃げていくのですが、「温室効果ガス」といって、要するに地表ではね返ってきた熱をそこで吸収して、地球中から出て行けなくなる。そうするとたまっていく。それが温暖化のメカニズムということでございまして、これが今どうも人為的側面が結構強くなってきているのではないかと専門家の方々はおっしゃっているわけです。

図2をみていただきますと、これもIPCCからの報告ですが、今後どうなっていくのかといったいろいろなシナリオがございまして。最初、一九〇〇年からずっと二〇〇〇年までは、これはデータとしてこういう勢いで上がってきているわけですが、これが人為的なものか、そうではないかといったものについてはいろいろな議論がございまして。

温まってきたので炭酸ガスが増えたんだという人もいますし、いろいろなことおっしゃる方がいます。それから人為的なものは少ないはずで、海だとか、要するにいろいろな土壌からの行ったり来たりのメカニズムの方が数段大きいので、その「人為的なことなんて小さいは

図2 将来の気温上昇の予測

(IPCC第4次評価報告書第1作業部会報告書)



ずだ」という人もいますが、多くの専門家はやはりここ産業革命以来、特に今世紀に入ってから排出が急にふえたことが原因だろうといっております。

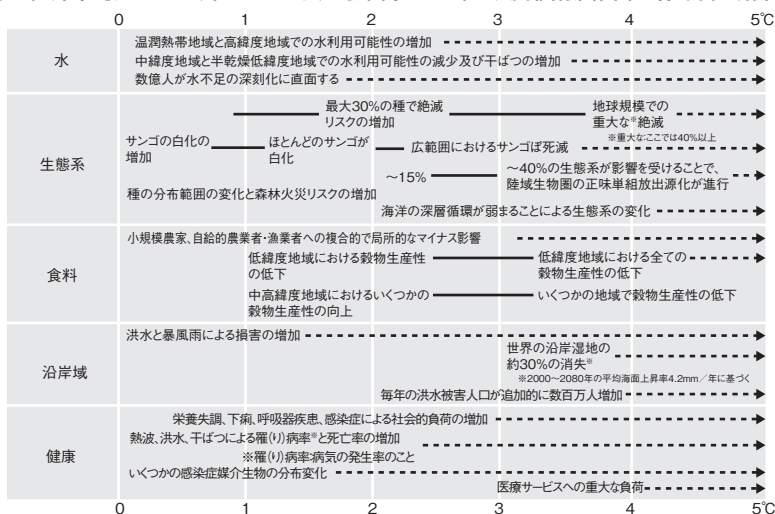
今後のシナリオはたくさんありますが、注目していただきたいのは、一番下に書いてある線ですが、今まで大分増えてきてしまっているのに、今排出を削減しても、もう温度は上がって行かざるを得ないというのがこの一番下の線です。

ですから何もしなくてもこの一〇〇年間で〇・何度はもう上がっていくんだと、しょうがないと、これは覚悟しなければいけないと。その中でいろいろな政策がとられた場合ある程度抑えられる可能性はありますが、やはり今の調子で途上国もどんどん化石燃料を使うようになった場合については、一〇〇年間に四〇C近い上昇が地球全体で起こるだろうといわれております。

図3をみていただきますと、これもIPCCからですが、この図には「水」とか「生態系」とかいろいろありますが、何度上がるとどのぐらいのことが起こるだろうかということを図にまとめたものです。

これは一概にはいえないのであるかもしれませんが、二〇C上昇、三〇C上昇の間ぐらいから食料だとか、健康面の影響だとか、生態系などありますけれども、様々な面で影響がちょっとずつ出てくるといったことなので、二・三

図3 世界平均気温の上昇による主要な影響(IPCC第4次評価報告書第2作業部会報告書)



(影響は、適応の度合いや気温変化の速度、社会経済シナリオによって異なる。) 1980-1999年に対する世界平均気温の変化(°C)

°C、このあたりのところで抑えないといけないのではないのかという危機感を専門家の方々はもっていらっしゃるし、そういうシグナルを一生懸命送っているということでございます。

一方、今度は京都議定書、先ほどご紹介がありましたのが、今年から第一約束期間に入ります。二〇一二年まででございますが、我が国政府としては二〇〇八年四月から、要するに事業年度では五年間でコミットしてということになっておまして、ご承知のとおり、九〇年比で六%の削減といったことをコミットしているわけでございます。

京都議定書だと六種類のガスがありますが、温室効果ガスという何でも温室効果ガスなわけで、いってみれば水蒸気だって温室効果ガスといえないわけではない。しかし、人為的に排出をコントロールできるといえるか、最近濃度が増えてきているというものについて、ここに二酸化炭素、メタン、一酸化二窒素、それから代替フロン^①の三ガスということになっているわけでございます。

「代替フロン」というのはフロンの代替でつくったのに、「もうこんな目に遭うのか」という人がいるわけですが、温室効果が非常に高いということなので、ただ九〇年比という九〇年に代替フロンを使っていなかったということもがあるので、九五年比にしようということにな

っているわけです。

通常の削減と吸収だとか、あと「京都メカニズム」と呼ばれる国際的な連携、共同実施、クリーン開発メカニズム、排出量取引といったようなことについても、やはり議定書上実施することになっております。

「京都議定書目標達成計画」は、批准をしたからにはきちんとやらなければいけないということで政府でつくったものでございますが、六%の削減約束達成に向けた取組をいろいろ盛り込んだわけでありまして。

これをみていただくとわかりますように、「九〇年比六%減」ということですが、去年の速報値をみますと九〇年比が「十六・四%」になっているということがございますので、そこからすると二二〜二三%の削減が二〇〇六年比で必要になっているという、かなり深刻な状況であるわけでありまして。

それでは次に、そういう中で農林水産業との関係はどうなのかといったことをご説明しておきたいと思えます。農林水産業については、これは本当に温暖化によるものなのかどうかはわかりませんが、最近農林水産業は温暖化に影響も与えるけれども、その影響を受けるのも一番大きいセクターだということもありますので、その観点からいろいろな調査をしております。

最近「高温障害」といわれるものが様々な面でみられ

ております。特に水稲については、これは新聞にもよく出ますのでご承知かと思いますが、九州ではよく白未熟粒だとか、粒が入らないだとか、要するに登熟期に高温になると乳白化したり、お米として値段がつかないものができてしまうといったことが頻繁に起きております。

それから果樹にもいろいろございまして、ミカンの皮がぶかぶかになる浮皮症だとか、ブドウは「着色不良」といいますが、これはリンゴなどでも起こるんですが、当然生産者は色が熟してくると「できてきた」と思うわけです。ところが着色不良が起こって、要するに色素が幹を通してどんどん下に流れてしまうということがありまして、色がついたと思って収穫したら、もうスカスカになっていたということがよく起こることが知られております。

それから今後の予測でございしますが、当然のことながら、いろいろなものの適地が北にずれていくということが起こるだろうと思っております。北海道では農業生産が増えるといわれていますが、北海道だっているいろいろなことが起きてきて、いわゆる湿地が乾いてしまうだとかということが起きてくるのではないかとわかっております。

それから九州は降雨パターンが変わったりだとか、そういうことによつてかなりの水不足が予想されます。

今でも大分などの北九州を中心によく水の問題が起きております。特に福岡市などはなかなか水がないといわれますが、おそらく水が、蒸発散量などを考えますと多分不足してくるだろうというようなこともいわれております。

リンゴの適作地も北に行くだろうと。ミカンもそうだろうということがいわれております。

水産分野では、最近よくいろいろなテレビでもありますが、「昔はこんなところにこんな南の魚は揚がらなかった」とか、「北の魚はこんな南の方ではいなかった」といったことが頻繁に起きておりまして、いわゆる海流などの変化といったことがありまして、大分生息域が変わってきているということがあります。

これは何をもたらすかといいますと、普通ここへ行けば獲れるだろうといったものが獲れなくなる。そうすると油をたくさん使って採し回らなければいけなくなる。といったこともございますし、当然のことながら漁にも影響してきております。そういったことから今後精細な予測が必要だろうということがいわれてきているわけでございます。

そういった中で、農林水産省において、農・林・水一緒に環境対策を始めようとしますと、それぞれ必要な対策も違うということもあり農・林・水一本での対応が正

直いって非常に難しいんですが、農林水産省一本として地球温暖化対策というものをつくらうということで、昨年の六月に取りまとめました。

基本的には三本立てになっておりまして、1つ目は図4にある「温暖化の防止策」です。これで一番重要なのは農林水産省では森林吸収源対策になります。それからバイオマス対策もございますし、施設園芸での省エネだとか、食品産業への自主行動計画といったことが入っております。

それから次にご紹介いたしましたように、温暖化の影響への適応策といったことが必要だろうということでございます。適応策の中で戦略的に適応していかうという意味では、高温でもちゃんと育つ品種のものをつくっていくということですね。「にこまる」という水稻品種は、今九州ではかなり作付が増えております。

それから予防というか、適応というか、現にある技術で対応等をやっておりますが、先ほど申しましたように色つきが悪くなるということは、要するに色素が実に行かずにどんどん下がってしまうことなので、この幹の皮を剥ぐとその分が下に行かなくなるので色がつくといった技術なんです。そういうものが何百種類かございまして、それを「適応策レポート」としてまとめ、現場に流通させるというようなことをやっております。

す。

また影響予測では、産地が北へずれるということを示しましたが、これは産地にとっては大変なことでございまして、一生懸命投資をしてつくってきた長野県のリンゴが、「じゃあ、あなたはもっと北へ引っ越しなさい」といっても、そういうわけにはなかなかまいりませんし、それでは何を作ればいいんだということになります。

これに戦略的に対応するということになると、ある程度高温に耐えられるリンゴをつくっていくのか、それとも作物を変えていくのかといったことを真剣に考えなければいけないということになります。そのためには正確な予測が必要だということになりますので、そういったコミュニケーションのためにも予測をやらなければいけないということでございます。

それから三番目は、日本だけで一生懸命対策をやってもどんどん温まってしまうということで、それはやはり国際協力が必要であろうということを考えております。

具体的には、現在行われているのは林業対策が多く、よくいわれておりますのが、違法伐採対策。今世界の温室効果ガスの排出の二〇％は途上国による森林伐採が原因だと見積もられています。

ですからそれを止められれば五分の一が止められるわけですから、これはいいなど、熱帯林は大切だからとい

うんですが、途上国からいわせれば「何をいつているんだ、先に温め出したのは先進国のくせに木を切るなどは何事だ」ということになるわけで、それではどうしようかということになりまして、木を切るなら持続的にやりましょうよといったようなシステムをつくったり、経済的な支援が必要だといった議論をしているわけです。

しかし、違法伐採といったものは起こっております。ただ途上国からいわせますと「違法伐採とは何だ」と、「私の家の庭の木を切つてなぜ悪い」ということで、途上国では「違法伐採」という概念のない国がほとんどです。

ロシアではシベリアの森林で似たようなことが起きているといわれております。これらを防止するシステムづくりとか、ルールづくりをしております。

農業でも、水がどんどんなくなっていくことについての協力だとか、先ほどの適応策の技術協力でございますとか、高温品種の稲だとか、そういった対応についていろいろやっていこうではないかということでございます。それから後でお示ししますような水田でのメタンの発生を低減するような技術を移転するといったようなことを考えてございます。

次に、二〇年度から京都議定書の第一約束期間に入るということで、政府は目標達成計画を改定中でございます。そして、先日地球温暖化の閣僚会議がありまして、今その

改定計画につきましては、パブリックコメントが実施されているところでございます。

来週一週間ぐらい期間がありまして、終わった後調整して、年度末に温暖化の閣僚会議を開いて閣議決定をするという予定で、京都議定書目標達成計画というのができることになってございます。実はこの計画に最大限盛り込んでやろうと思って、当省の戦略をつくったんですが、実際にどのようなことが盛り込まれているかといったのが図4でございます。

まずは「森林吸収源対策」です。ご承知のとおり、六%削減約束のうち三・八%は森林の吸収源で稼ぐという計画になっているわけですが、これを実現するために林業では大変な苦勞をしているわけでございます。

山には人がいなくなっていますし、その中でどうしていくかということですが、森林一〇ヵ年対策などをやっています。「間伐」といったことをやらないと吸収しないということになっています。そのため、追加的な間伐を行うための財政措置をしています。あるいは間伐をするため、今都道府県が負担ができなくなってきましたので、あるいは公有林をやるときに自分でできなくなってくるので、それに地方債が発行できる仕組みなどを構築することとしております。

日本は森林がたくさんあるといっても、国有林で何と

かできるのはそのうちの三分の一もありません。あとは公有林と私有林ですが、私有林に至っては、そのもってある人の許可がない限り入って行って間伐などはできませんから、そういったことについてもいろいろ国民運動などが必要であろうと考えているところです。

次のバイオマス資源につきましては、地域でバイオマス資源を使っていくということは、当然CO₂の発生を抑制する上で有効と考えています。

計画上、バイオマス熱利用で七六〇万炭素トンを減らせられないかと考えていますが、この実現に向けた取組みを推進しているところです。

次に真ん中に行きまして、農業対策でございます。いわゆる施設園芸とか農業機械は油をたくさん使っているんですが、農業は循環産業とはいいなながらこういった面での省エネは進んでいないセクターの一つですので、その点についての技術対策に取り組んでいくこととしております。

それから環境保全型農業でございますが、化学肥料は基本的には石油からつくっているわけでございますから、それらのまく量を気をつけようとか、農薬も同様でございますし、施肥のやり方によっては亜酸化窒素の発生も防げるということがございますので、そういったことをしています。

図4 農林水産分野の地球温暖化防止策



それから農業資材、ビニールを中心にしたリサイクルができないかといったことも考えてございます。

それから畜産分野でございしますが、稲わら飼料だとか、メタン発酵だとかいろいろありますけれども、注目されておりますのは、えさを変えることによって牛のげっぷの中のメタンを減らしていくといったようなことも研究開発しているところでございます。

一方、農業農村整備事業につきましても、自然エネルギーを有効活用した小規模水力発電といったものを組み込むとか、乾田とか湿田を切り替えてメタンの発生を少なくする土地改良といったようなことについても技術開発をしていくべきではないかといわれております。

それと水産でございしますが、よく「油を魚に変えている」というようなことがいわれておりますけれども、例えば冷凍技術の省エネだとか、集魚灯を発光ダイオードに変えようとかいろいろやっています。発光ダイオードも色が単色になるので、ある色だと魚が寄ってこないだとかがあって、いろいろと試行錯誤をしております。

それから地産地消にも取組んでいます。食品産業分野では、基本的には経団連の自主行動計画の中でやるわけですが、定量的な目標をもってやっていただくといったようなことを今度の第一約束期間なりに盛り込もうというところで今努力しているところでございます。

特にバイオ燃料につきましては、時々取りざたされることですが、バイオ燃料がなぜ温暖化対策になるかと申しますと、京都議定書の通報上、バイオ燃料につきましては化石燃料と違って、つい最近大気中の炭酸ガスやCO₂を固定したものをまた燃やすだけだからプラマイ〇だということ、「カーボンニュートラル」という言い方をしている、カウントしなくていいということになっております。そういうことで、みんな一所懸命に使っているわけです。

その前に我が国はどういう現状でいるかということですが、バイオ燃料にはいろいろあります。バイオエタノールとか、バイオディーゼルとか、ペレットとか、ガスとか、いろいろあるわけですが、エタノールでみますと、現在日本では三〇KLぐらい生産されております。三〇KLというほどのくらいかというところ、この部屋が三つか四つぐらいではないでしょうか。日本全体でそのくらいです。ブラジルとかアメリカは一、七〇〇万KLとかいっています、そのくらいいしかない。

そういった点では、我々の計画では二〇一一年に五万KLということをおいてあります。この「五万KL」については、次のページをみていただくと、オレンジ色で三つ、北海道バイオエタノール、オエノンホールディングスとか、全国農業協同組合連合会とありますが、北海

道に二つ、新潟に一つ、農水省の補助事業で大規模な、世界的にはそんなに大規模ではありませんけれども、全部合わせて三・一万KLのものを一九年度予算で措置して、これは全部着工してございます。

これは実証事業でございまして、要するにビジネスになるか、ならないかだとか、アルコールができる際に余り熱をかけすぎるとは元も子もありませんので、そういった検証だとかをやっております。

北海道のバイオエタノール株式会社というのは、ホクレンと三菱商事とキリンだとか、いろいろなところが出資してつくった会社ですが、いわゆる製糖会社の中に余剰のてんさいですとか、規格外の小麦といった食べない食料というんでしょうか。要するにフードチェーンに入っていないものを原料としてやろうということを考えております。

もう一つ苫小牧にあるのは、オエノンホールディングス株式会社というところで、ここは合同酒精といって、焼酎もつくっています、これは非食用米で、最初はMA米の古くなった使えないものを手当てできないかといったようなことを考えてございますが、将来は道産の多収米でできないかといったようなことを考えてやっているところでございます。

それから全農の新潟、これは〇・一万KLと比較的小

さいんですが、ここは北陸農業試験場がつくった「北陸一九三」という、もともとえさ米なんですが、多収穫米です。これを今既に栽培はやっているんですが、これとやると相当効率もよくなるのではないかとということをやっています。

それから五つほどバイオディーゼルの施設がございませう。これは廃食用油だとか、ひまわりだとか、そういうもので、これは非常に小規模でございませう。

これを全部足しますと三・五万KLになります。これは農水省の補助事業でやることになりましたが、施設整備の二分の一補助、あとは実証です。この事業は5年間の時限的なものですが、そうでないといつまでたっても事業にならないものですから。

その他につきましては、実はお手元に法律案の概要をお配りしてございますが、それを今出しておりまして、それでもいろいろな取組が出てくるのではないかと思っております。

ちょっと脱線しますが、この法律をちょっと説明させていただきますと、すごく長い名前の法律なので、略して「農林漁業バイオ燃料法案」と呼んでおります。二月一五日に閣議決定まで至りました。

そこに趣旨が書いてございますが、なぜ農水省が燃料のことなどをやっているんだという話ですけれども、こ

れはバイオ燃料に取組むことで農業の新しい可能性があるのではないかとということでございまして、農業の新たな発展とエネルギーの供給源の多様化といったことで、当省と経済産業省、それから農林漁業の有機物資源というの、廃棄物の目からみると産廃廃棄物に分類されるものもあるということもございまして、環境省にも入っていたございまして三省でやるという法律になっております。

これをみていただきますと、要はなぜ余り進まないかということ、使ってほしい農林漁業者は幾らでもいるわけです。それから「ちょっとやってみるか」と思っている人もいないわけではない。ただ使ってほしいと思ってる人はどこに持っているかっていいかわからないし、それからやってやろうという人は、原料が安定的に供給されない心配があるといったことがありまして、マッチングがうまくいっていないということでございます。

それからそもそもコストが高いとか、技術開発が不十分だということもあるわけですが、それならばマッチングしたところを支援すればいいのではないかと、こういう発想でございまして、それで国が基本方針を立てます。

この基本方針の中には、最近バイオ燃料をつくると食料自給率だとか、食料供給を圧迫して非常によくないのではないかといわれて、アメリカの政策をみてそういう

ことをおっしゃるわけですが、私もはそういうことを考えているわけではなくて、食料と競合しない形ということやっております。先ほどもいいましたように、今の実証事業では規格外農産物を活用してやっておりますが、今後はセルロース系にシフトしていくことにしています。

今ある技術での実証もやっていますが、食い物の部分ではなくて、稲わらですとか、間伐材などの非食用の部分に限りやりますよということにしております。

それは技術的にも大変ハードルが高いんですが、こちらの方でやっていけば、食料との競合はありませんということです。

それからもう一つは、京都議定書の通報上ブラマイゼ口だからいいんだという話がありましたが一本当にそうなの？」という議論があります。それはなぜかと申しますと、バイオ燃料をつくるときに、当然お酒と同じですから一〇〜一五%ぐらいまでは発酵で行くわけですけれども、その後蒸留する際に必ず熱を使うと。その熱に化石燃料を使っていたらどうなんだという話があります。そういったことも含めてちゃんと本当にブラマイゼになるのかという議論がございます。

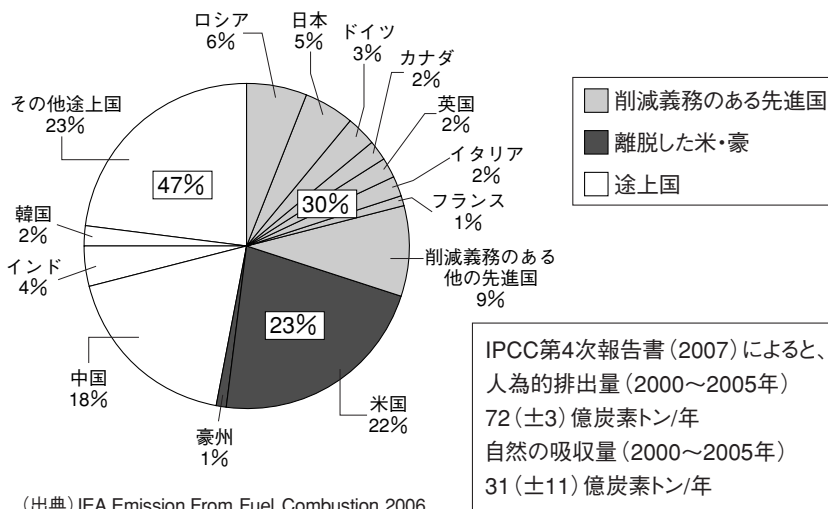
それからもっと広くみますと、例えばブラジルが今サトウキビでどんどんアルコールをつくっているわけですが、さすがにアマゾンの森林を切り開いてサトウキビをというダイレクトなものはないかもしれないけれども、セラードみたいところを開発してサトウキビをたくさんつくる。そうするとそこでつくっていた大豆がつかれなくなるからということでアマゾンの森を切るということとは衛星でみていけばわかるわけです。

だからその農地の履歴まで含めて、「ライフサイクルアセスメント」といいますが、どれくらいCO₂が出てくるか、出ていないかということの評価しなければいけないと思っております。

それからあとはコストの問題とか、研究開発ということについて書き込んでおこうと思っておりますが、その方針に添って事業計画をつくった、要するに連携計画をつくった場合についていろいろな支援をしましょうということなんです。

支援措置は上に書いてありますが、お金を借りてきたときの借金を返す期間を延長するといったことや、中小企業の新株の引き受けをしてくれる会社があるんですけども、バイオ燃料の場合はもうちょっと大きくてもいいといったこと。あるいは産廃業者が何かをやるタイミングでは、産廃に直接お金を出したりする財団があるんですが、それは産廃業者でなくても、この連携計画のどこ

図5 世界のエネルギー起源二酸化炭素排出量(2004年)



ろだったらそこに出しますといったこと。あるいは研究の方では、いいバイオ燃料作物といったらおかしいですけども、稲わらでもきちんと早くアルコールになりやすいものをつくってくれたというのがあれば、種苗法の登録料の減免をするといったことがあります。

あと一つ大きいのは、昨年の税制改革で出ていて、認定計画に添った施設を建てた場合に固定資産税を三年間減免するという税制を創設してもらいました。ただそれはこの法律の連携計画に基づくものだけということになっておりますので、税金の点は地方税法に書いてもらうんですが、この法律が通らない限りそれは実現しないということですよ。

去年「バイオ燃料税制」といって二つ大きなものがありました。この固定資産税、あとはバイオエタノールをガソリンに混ぜた場合のガソリン税の減免というものです。そちらのガソリン税の方は経済産業省の揮発油の品質の確保に関する法律というものがあるんですが、その中できちんとどういふ混ぜ方をしているかが決まればガソリン税は減免になるということ。ただ道路財源がどうなるかわかりませんのでちょっとわかりませんが、そういう二つの法律でやっていくということになっております。

脱線しましたが、以上のとおりになってございます。

図5をみていただくと、世界の二〇〇四年のエネルギー起源CO₂の状況です。これもやってみると、アメリカとか豪州が抜けてしまったものですから、削減義務のある先進国というのが集めて三〇%ぐらいしかない。そうすると残りの七割は、要するに削減努力をみずから放棄したか、もともとないというところになっています。ですからこの三〇%の国が一生懸命削減を果たしたとしても、どのくらいの効果があるのかという人もいます。ただ約束なので頑張らなければいけないということであり

ます。

今年もサミットもございますので、参考までに申し上げますと、去年のドイツのサミットで当時の安倍総理が提言された「Cool Earth五〇」というものがあります。二〇五〇年までに半分にしようという非常に野心的な計画なのでみんなびっくりしたわけです。なかなか難しいといえは難しいんですが、世界じゅう参加すればできないことはないのではないかとということになってございます。

その中には、いわゆる技術開発によるものとか、あるいは原子力発電によるものとか、そういったものがあるなり組み込まれているわけですが、そういった大胆な計画をしているわけであり

ます。

次に「ポスト京都」のお話をさせていただきますかと思

います。「ポスト京都」につきましては、「地球温暖化防止に貢献する農地土壌の役割について(案)」という資料がございますが、これを使ってご説明を申し上げたいと思います。

農林水産省に「食料・農業・農村政策審議会」というものがございますが、その中に企画部会というものがあ

りまして、その下に「地球環境小委員会」というものを去年の秋に設けました。地球環境小委員会ですが、座長は本審の林先生にお願いしております。去年の一〇月に初回会合をやってから五回、この三月三日までに五回ほど精力的な会合を開きまして、「ポスト京都」に向けて農地土壌をどうするのかということを検討していただいて、知見の集約を図るという趣旨でやっております。これにつきましても、三月一九日の企画部会です。承をいただけたらと考えているところです。

吸収源というのは、要するに温室効果ガスを吸うんだということですが、これについて今の京都議定書では森林経営、植生回復、農地管理、放牧地管理といった四つのことを規定しております。これは選択性になっております。選択した国は最後までやらなければだめよということになっておりまして、我が国は例の三・八%の森林経営、それから植生回復を選択しています。この「植生回復」というのは何かといいますと、ビルの屋上を緑

化するだとか、あるいは公園とかの緑地の緑をもうちょっと濃くするとか、余り稼げる部分ではないんですが、そういった部分です。

一方、農地と放牧地については、我が国は選択しておりません。なぜ選択していないかというと、プラスチックマイナス0だったかもしれないけれども、もしかすると排出するかもしれないし、ともかくデータがないということなわけです。

現在京都議定書に入っている国で農地管理を吸収源として選択している国というのは、デンマーク、ポルトガル、カナダ、スペインの四つしかございません。主な国はまだやっていないということですが、ただし、京都議定書をつらつらと読むと、この四つは今は選択性だけれども、次の約束期間までにはちゃんと計算の方法なり何なりを決めて必修科目にしましょうと書いてあります。

ただご承知のとおり、京都議定書の次の枠組みができるのか。あるいは京都議定書というのは先進国にしか削減がないですから、そうではなくてバリのロードマップというのは「すべての国」といっていますから、京都は京都ということで、全部でもう一回の枠組みとなったときにこんなのは吹っ飛ばかもしれないんですが、どちらにしろ議論はしなければいけないということで、やったわけです。

「地中への二酸化炭素の貯蔵」というのは一体何なのかといいますと、時々テレビで出てくるのは、炭酸ガスを圧力かけて地中深くにぶち込んで何とかしようというのが出てきますが、あれではなくて、炭酸ガスを入れるのではなくて、要するに有機物というのは我々の体もそうですが、窒素と炭素とリンとか、いろいろなものでできておりまして、それが土壌の中にあつたときに、その炭素がふえればそれだけ吸収したということになるのではないかと考えています。

要は植物体だとか、家畜の糞だとか、あるいは食品リサイクルで出てくるようなたい肥だとかいろいろありますが、これはみんな有機物です。これは農地に投入するとほとんど分解されて、また炭酸ガスとして外に出て行くわけですが、一部「腐植」として分解されにくい炭素として残るわけです。これがふえれば吸収ではないかと、そういうものだとということです。

ところが森林と違って単純ではないのは、有機物といっても、化学肥料もそうなんですが、当然窒素が入っていますからぶち込むと窒素は一部一酸化二窒素となって飛んでいくんです。それが先ほど申し上げたとおり、温室効果ガスです。

それから水田では水を張りますので、普通の呼吸できる微生物ではなくて、要するにCO₂を吐くかわりにメ

タンを吐くもののはびこってたくさん出てくると。メタンが出てくるということになりますと、メタンは炭素と水素でできているんですが、これは非常に強い温室効果ガスになると。要するに有機物をどんどんぶち込んで中に貯めればいいかというところ、こちらの方で出て行ってそちらの方が多くなってしまうたら元も子もないということになります。

そこでそれでは何かというと、実はイギリスにはずい試験場がありまして、一〇〇年以上ずっと有機物をやっていたところとやっていないところとで計測したものがあります。日本には余りなくて、これは長いもので山口県の一八年間連続しているのがありますが、「稲わらたい肥〇・二五t」と、これは要するに反当たり二五〇キロのたい肥をぶち込んだ場合は、ほぼ土中の炭素の含有量は平行して変わりません。七五〇キロになるとだんだんふえていくということがわかりただけかと思えます。

一方、やらないで化学肥料だけやっていると減っていくと、ですからこれは逆に排出としてとらえられるということになるわけです。

一般的な傾向ではそうなのですが、たくさんデータがあるわけではなく、我が国での数十点の運用試験の結果からたい肥をある程度たくさんやっていくとたまるとい

うことはいえるということでございます。

それではどのくらいたまるかということは、毎年水田に一トン、畑に一・五トンと反当たりずっとぶち込んでいくと年間二二〇万トンぐらいたまっていってしまうことはいえるけれども、その後メタンが発生するので、それを差っ引いて計算をすると、一九三〜二〇四万トンぐらいたまる、キャパシティがあると。

ただし、今水田には平均で〇・一トンしかたい肥が入っていません。それからこれに必要な家畜糞尿は全国どこにもあるわけではありません。水田の単作地帯のようなどころは動物がいまから遠くから運んでくるということになるので、こういう地域ではなかなかここまでは入ることはないだろうというわけです。

ですからそこは気をつけないとひとり歩きしてはいけません。それでは今後これをやっていくにはどうするかということを考えていかなければいけないと。それからたった数十点の資料でございますので、もっと精緻化しなければいけないということがあります。ただ我々からすると農家がたい肥を一生懸命入れていくことについて「メタンが出る」だとか、「亜酸化窒素を出してけしからん」とかいわれる一方で、こういった地球温暖化防止に貢献する作業もしているんだということは評価しなければいけないのではないかとというようなことも意

見としてあるわけで、ここはきちんと研究をしていかなければならないだろうと思っています。

最後になりますが、ポスト京都の国際交渉がもう始まっていて、実は明日もあるんですが、ずっとやってきて、バリのロードマップによりますと、再来年の一二月までには次期の枠組みに合意しようということになっております。個人的にはもっと遅れるのではないかと思っておりますが、一応そういうことであります。

今年のサミットでは地球温暖化が重要課題といわれており、きちんとやらなければいけないなど。きょうは実は新基本法農政推進本部がありまして、当方の考え方を打ち出して交渉するぞという態勢がやっときょう意思決定されたわけですが、森林吸収源と計算の仕方が違うというような課題もありまして、まだまだ検討しなければなりません。

さらに、たい肥をどんぶりぐち込んで吸収源としようなどという国は余りありません。農地面積が小さくて、どんぶりぐち入れられなくて、アメリカのように農地面積が大きいところはこれに非常に関心をもっていますけれども、彼らの流儀は、要するに不耕起にするのとまるで違う考え方ですので、専門家同士の議論が今後必要で、またなかなか認めていただけないということもあるかもしれないので、こういった交渉を試していきたいなと思っ

ているところであります。

それからこれには触れませんでしたけれども、そういったことについて予算も確保していますというのがこの「農林水産省地球温暖化対策総合戦略予算について」の概要でございますので、ご参考までにおつけしました。以上でございます。

(この説明は三月一四日に受けました)

ポスト京都議定書と低炭素社会への展望

京都大学大学院地球環境学堂教授 松下 和夫

一、加速化する地球温暖化へ懸念

IPCC第四次評価報告書と日本への影響

近年異常気象の頻発やIPCC（気候変動に関する政府間パネル）の科学者による警告によって、一般の人にとっても温暖化による脅威が現実的なものとして受け止められるようになっていく。

IPCCが二〇〇七年春に公表した第四次評価報告書では、気候システムの温暖化が現実起こっており、九〇％以上の確率で人間による温暖化だと断定している。過去一〇〇年間は〇・七四℃上昇しており、これは前回の報告書では〇・六℃の上昇だったのと比べると、上昇率が向上になったことを示している。

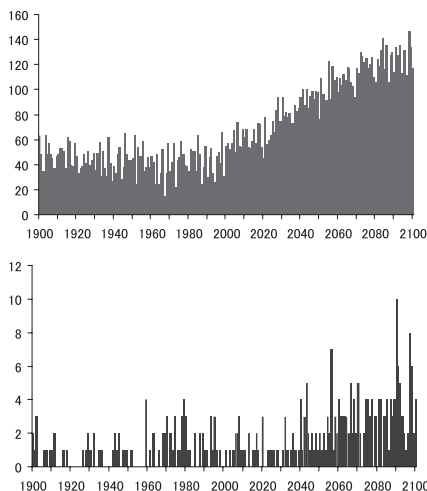
将来の動向として、二一世紀末には二〇世紀末に比べ一・一〜一・四℃の気温上昇、一八〜五九cmの海面上昇を予測している。さらに熱帯低気圧の強度が強まるこ

と、積雪面積・極域海水の縮小、さらに二一世紀後半には北極海の海水が消滅すると予測している。最近の研究結果では北極海の海水消滅はもう少し早まるともいわれている。

温暖化の影響は、直接的影響に加え、貧困や環境難民、紛争などの社会的影響もあり、それらが地域や国際社会の安定を脅かして、ひいては安全保障にも影響を及ぼすことが懸念されている。

日本は比較的高緯度地帯に位置することから、世界平均よりも気温上昇幅は大きく、今世紀末までには二〜三℃上昇する。国内のほとんどの地域で降水量が増加し特に西日本では二〇％増加する。台風と熱波も頻発し、豪雨も全国的に増加する。もし海面が一m上昇すると、東京・大阪などの沿岸域中心の約四一〇万人が浸水被害に遭い、被害総額は一二〇兆円にのぼる。今後最高気温が三〇℃を超える真夏日の日数が二〇〇〇年以降急激に増

図1 温暖化すると真夏日や大雨が増える



日本の真夏日日数の変化 (1900~2100年)

日本列島を覆う格子 (100km×100km程度)のうち一つでも最高気温が30℃を超えれば、真夏日1日と数えた(都市化は考慮されていない)

日本の夏季(6・7・8月)の大雨日数の変化 (1990~2100年)

日降水量が100mmを超えれば、豪雨1日と数えた。

出典: 国立環境研/東大気候システムセンター/海洋研究開発機構

え、六〇日程度だったものが二一世紀後半には一二〇日以上になり、併せて大雨の日も大幅に増えると予測されている(図1)。

日本の農林水産業にも様々な影響が予測されている。たとえばコシヒカリの栽培では、温暖化した場合に苗の移植日程を現在のまま続けると、東北地方南部から南の多くの地域で、五〇年後に約一〇%の減収が見込まれる(出典・農林水産省(二〇〇二)「近年の気候変動の状況が農作物の生育等に及ぼす影響に関する資料集」。また、温暖化がすすむと、りんごの生産に適した地域(年平均七一一三℃)の地域分布が変わり、大幅に北に移動する(図2)。

二、地球温暖化の経済と政治の進展

二〇〇六年一〇月にスターン・レビュー(「気候変動の経済学」)が公表された。これはイギリス政府(財務省)が元世界銀行・首席エコノミストのニコラス・スタイン卿に委託して気候変動の経済への影響を検討した報告書である。これによると、地球温暖化に対し対策を講じなかった場合のリスクと費用の総額は、現在および将来の世界の年間GDPの少なくとも五%強に達し、より広範囲のリスクや影響を考慮に入れば損失額はGDPの二〇%分に達する可能性があるとしている。その被害

図2 果物の生産にも影響が…



- 温暖化が進むと、りんごの栽培に適した気温(年平均7～13℃)の地域分布が変わる。

出典：杉浦俊彦「温暖化の影響が顕著な果樹生産」地球環境研究センターニュース Vol.16, No.11 (2006)

は、生活基盤の飲料水や食料・健康・環境を直撃し、世界恐慌や二度の世界大戦にも匹敵する。一方、地球温暖化の原因である温室効果ガスの排出量を削減するなどの対策を早期に講じた場合の費用は、世界のGDPの1%程度で済む可能性が示されている。地球温暖化問題に早期に断固たる対応策をとることによるメリットは、対応しなかった場合の経済的費用をはるかに上回るのである。具体的には今後一〇～二〇年間に、どのような投資やインフラを整備し、仕組みを作るかが非常に重要であり、政策を誘導する仕組みとしては、CO₂への価格付けなどを通じて、気候安定化目標から逆算する積極的な政策誘導が必要である。

二〇〇七年の四月には国連の安全保障理事会で初めて気候変動問題が議論され、六月ドイツのハイリゲンダム・サミットでは気候変動を主要議題とし、「二〇五〇年までに地球全体の温室効果ガス半減を真剣に検討する」との方向が示された。一〇月にはアメリカの元副大統領のアル・ゴアと国連気候変動政府間パネル(IPCC)が、気候変動に関する世界の認識を高めたことを評価されノーベル平和賞が授与された。これは地球温暖化問題が世界の平和と安全に関わる重要な人類的な課題であるとの認識を反映したものである。

同年一二月にインドネシアのバリ島で開催された気候

変動枠条約第一三回締約国会議（COP13）および京都議定書第三回締約国会議（MOP3）で、京都議定書以降（ポスト京都、二〇一三年以降）の国際枠組み交渉に向けた行程表（「バリ・ロードマップ」とよばれる）が採択された。

バリ・ロードマップは、決議の前文で温室効果ガスの大幅削減・緊急行動の必要性が書かれ、注ではIPCC第四次評価報告書の数値目標が参照されている。米国や途上国を含むすべての国が参加する交渉プロセスが合意され、途上国への技術移転や適応対策への資金援助（「適応基金」設立）、森林減少対策についても決議がされている。参照されたIPCC第四次評価報告書では、今後一〇～一五年で、地球全体の温室効果ガス排出量を頭打ちにして、その後は下げ、二一世紀半ばまでに二〇〇〇年の水準の半分以上に削減することが必要であるとし、そのためには、先進国全体として二〇二〇年までに一九九〇年と比べて二五～四〇％の削減が必要としている。京都議定書のもとの特別作業部会（アメリカ以外の京都議定書を批准している先進国がすべて対象）に関する作業部会の決議には、上記の数値が明記されている。したがってこれらの目標値は、バリ会議参加国の共通認識となり、今後の交渉の相場観を形成する。

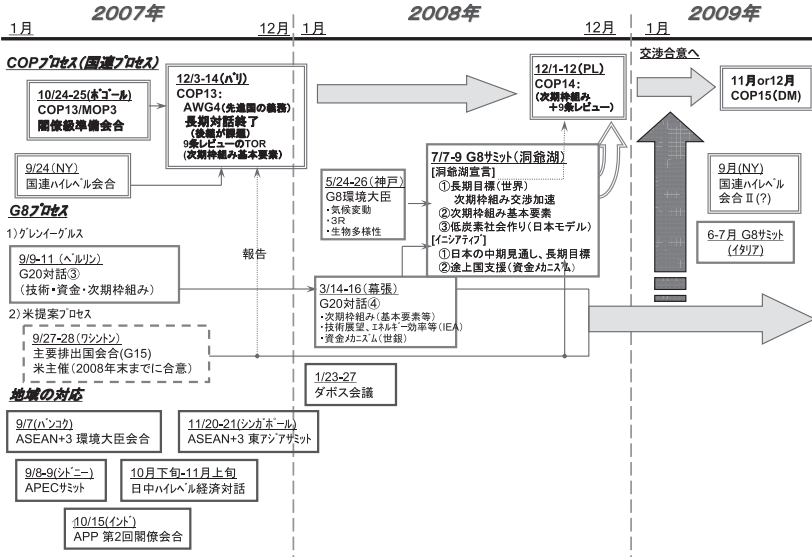
本年（二〇〇八年）からはいよいよ先進国に温室効果

ガスの抑制を求める京都議定書の約束期間が始まった。七月にはG8洞爺湖サミット、秋にはアメリカ大統領選挙が予定され、アメリカの気候変動政策の大きな変化も予感される。今後本年末にはポーランドで第一四回締約国会議（COP14）が予定され、次いで二〇〇九年末のデンマークでのCOP15でポスト京都議定書の国際枠組みについて合意を目指すこととされている。

京都議定書交渉では先進国だけが削減目標の対象であったが、すべての国が対象となるポスト京都はより複雑で困難な交渉が予想される。各国は締約国会議やその下の作業部会などの場を中心に協議する。また、主要国首脳会議（G8サミット）などさまざまな外交の場でも議論が展開される（図3…ポスト京都議定書国際交渉のスケジュール）。

二〇五〇年までに地球全体で温室効果ガスの排出量の半減が必要なこと、そしてポスト京都議定書の枠組みに二〇〇九年末までに合意しなければならないことについては、ハイリゲンダム・サミットやバリ会議を経て国際社会で大筋のコンセンサスができた。しかし先進国と途上国の責任分担、国際的な資金や技術の動員と移転、中期的（たとえば二〇二〇年）な目標の設定、温暖化の影響を受けやすい国に対する適応策、など検討すべき課題は山積している。

図3 気候変動国際交渉の流れ…



三、地球温暖化に関する国際的取組みを振り返る

地球温暖化に関する国際的な取り組みを振り返ると、

まず一九九二年に採択された気候変動枠組み条約がある。条約には拘束力を持つ約束がなかったため、一九九七年に京都議定書が採択され、先進国に対して温室効果ガスを削減する法的拘束力のある数値目標を設定した。これは国際社会が合意して先進各国の排出削減を決めた重要な一歩であり、前述のように本年その第一約束期間がスタートした。ただし第一約束期間は先進国、そして二〇一二年までの五年間だけが対象であるため、二〇一三年以降の国際的枠組み（ポスト京都議定書）に関する国際交渉が二〇〇七年一月のバリ会議を最初の本格的な場として始まったのである。

では具体的などのような政策や措置が採られてきたか。

京都議定書では二酸化炭素やメタンなど六種類の温室効果ガスを特定し、一九九〇年を基準とした数値目標を各国ごとに設定して、削減するということが決められている。また、国際的に協調する仕組みとして、京都メカニズムが導入されている。

京都議定書は初めての国際政策協調による排出規制であり、各国ごとにそれなりの対策が進められてきた。また京都メカニズム、なかでもクリーン開発メカニズム(C

DM、途上国と先進国で行うもので、例えば日本が中国に温室効果ガス削減事業に資金や技術を投資して、その結果削減された一部を日本が削減した量としてカウントができる仕組み)の事業が急速に増えてきた。CDMは二〇〇七年二月現在、八六八事業が登録され、その認証削減単位(CER)は一一・四億トン(CO₂換算)を超え(二〇一二年までの発行量見積)、二〇〇八年の年間投資額は一四〇億ドルを超えると見込まれている。

問題は、京都議定書の目標が完全に達成されたとしても、先進国で温室効果ガスが九〇年比で五%削減されるだけで、条約が想定している究極目標の大気中の温室効果ガス濃度の安定化(これには世界全体で温室効果ガスの少なくとも五〇〜六〇%の削減が必要)にはほど遠いことである。さらに、現在京都議定書からアメリカは脱退しており、途上国は排出削減義務を負っていないので主要な排出国の多くが対象となっていないという問題がある。また、温暖化の影響が出た国に対する適応策への取り組みも不十分である。

四、各国におけるこれまでの取り組み

過去一〇年間では、市場経済移行国(ロシアなどは、温暖化対策の効果というよりは、経済体制の変化により排出量が減っている。OECD加盟国では八%増加して

おり、特にアメリカとオーストラリアの二カ国増加分の三分の二を占めている。また、中国、インドなどは、エネルギー転換や省エネルギー、CDMに関心が高い。

EUでは新たに多様な対策・手法が導入された。二〇〇五年一月からEU域内で排出量取引制度が導入され、排出削減努力(CO₂)に価格が付けられた。北欧、ドイツ、イギリスなどでは環境税(温暖化対策税)が導入されている。そして、企業と政府の間では自主協定が結ばれ、その目標を達成した企業には環境税を免除するなど、ポリシーミックス(政策の組み合わせ)が行われている。

自然エネルギーについては、ドイツ、スペイン、デンマークなどでは風力や太陽光に対して有利な価格で買入れを義務付ける仕組み(固定価格買い入れ制)を導入したことにより投資が進み、自然エネルギーの利用が拡大している。

アメリカでは、ブッシュ大統領就任直後に京都議定書から離脱して、独自の目標(温室効果ガス排出強度(GDP単位あたりの排出量)を減らすというもの)を設定しているものの、総量では大幅に増えている。ただし、昨年の年頭教書では今後一〇年間でガソリン消費の二〇%削減や、バイオエタノールの拡大などを掲げている。またアメリカでは従来から技術開発と企業の自主的

な取り組みを重視しており、日本も含めたアジア太平洋諸国と「クリーン開発・気候に関するアジア太平洋パートナーシップ（ＡＰＰ）」という取り組みを進めている。

一方、民主党が多数となった議会では総量抑制と排出量取引（キャップ・アンド・トレード）によって、国全体として温室効果ガス排出総量を決め、各企業に割り当て排出枠を取引できる、という仕組みの法案が複数提案され審議されている。次期大統領候補者たちも、温暖化対策には積極的で、二〇五〇年までに八〇％削減という目標も掲げており、大統領が変わると、アメリカの政策も変わることが予測される。

ここで注目すべきは、EUが始めた排出量取引がEU以外のノルウェーやスイスの制度ともリンクし、オーストラリアやカナダとも連携が検討され、今後急速に世界規模で排出量取引の市場形成が進んでいくことが見込まれることである。二〇〇七年の排出量取引市場の規模は六兆三千億円（対前年比八〇％増）に達している。CDM市場の成長ともあいまって、炭素市場（Carbon Market）の拡大が著しい。わが国では世界の市場とリンクできる国内排出量取引制度の設計と導入が遅れており、世界の流れから立ち遅れが顕著となっている。炭素税についても同様である。

五、我が国の取り組みはどうか

我が国の取り組みを振り返ると、一九九〇年には地球温暖化防止行動計画、京都議定書が採択された後の九八年には地球温暖化対策推進法が制定され、省エネルギー法が改正されている。二〇〇二年には地球温暖化対策大綱が決定され、京都議定書が発効した二〇〇五年には京都議定書目標達成計画が閣議決定され、二〇〇八年三月に見直された。

その内訳としては、エネルギー起源の排出を〇・六％削減し、森林等の吸収源三・八％、京都メカニズムで一・六％、全体で六％の削減を達成することとしている。省エネルギー法の強化やフロロカーボンの破壊、京都メカニズムによる排出クレジット（排出権）獲得のための制度整備も進められた。しかしながら二〇〇六年時点でのGHG排出量は、一九九〇年の数値に比べ六・四％増であり、目標数値に比べ約一二％以上のギャップがある。

現在の京都議定書の目標達成計画は、依然として国民に対する呼びかけと産業界の自主行動計画が中心である。この仕組みでは追加的な削減に対する経済的なメリットがないため継続的な削減は難しい。継続的な削減や技術開発へのインセンティブ付与の観点からも、環境税

や国内排出量取引の導入が必要なのである。また、自然エネルギーに関しては、現在の制度（RPS法）では事業者にとってメリットが乏しいので導入が停滞している。

今後我が国は低炭素社会（低炭素排出で安定した気候の下での豊かで持続可能な社会）を構築するためのビジョンを作り、環境対策をすればするほど経済的にもメリットがある仕組み（環境と経済の好循環）を作っていく必要がある。

六、長期目標と低炭素社会への移行

では低炭素社会へはどのようにしたら移行していけるだろうか。

低炭素社会は、化石燃料の使用量を少なくしながら、国民が豊かで安心して生活ができる社会である。そのような社会はどうすれば実現できるのか。どのような公共投資、民間投資、技術開発が必要か。これらにつき明確なビジョンと道筋の検討が必要である。すでに欧州諸国ではこのような方向で国レベルでの長期的な計画が策定されている。

現在、政府に求められていることは、①低炭素社会への明確なビジョンを提示し、②そのために環境に配慮したルールや枠組みをつくること（環境保全型税財政改革）、そして、③地球環境が許容するCO₂排出枠の中で

より豊かな経済活動を行う仕組みの構築、すなわちCO₂本位社会への備え、である。

国立環境研究所や京都大学などの研究者が実施した「二〇五〇日本低炭素社会プロジェクト」では、「二〇五〇年までにCO₂を七〇%削減し、豊かで質の高い低炭素社会を構築することは可能」との結論が出されている。内容的には、技術のイノベーションと、住みやすい街づくり等社会そのものの変革によって可能であると、具体的には、産業構造の転換やコンパクトな街づくり、省エネルギー技術とシステムの普及を前提とし、高断熱住宅や公共交通整備、燃料電池自動車、高効率天然ガス火力発電、風力発電のシェア拡大などが想定されている。その費用は年間六兆七千億円から九兆八千億円で、想定されるGDPの一%程度としている。

ただし、これは技術的可能性を描いたもので、自然に実現できるものではない。社会全体で危機意識を共有し、実際に市民や企業が動けるよう、誘導策を作り上げることが必要である。そのため、排出量取引と炭素税を中心としたポリシーミックスが必要なのである。

八、洞爺湖サミットに向けて

バリ会議の結果を受け、今後のポスト京都の議論の進展に重要な役割を果たすと期待されているのが、G8洞

爺湖サミットである。

サミット議長国であるわが国がこの場でリーダーシップを発揮するとはどのようなことであろうか。

まずはIPCCによる科学者の警告を真摯に受け止め、京都議定書目標達成の確かな方向性を打ち出すとともに、中長期の温室効果ガス削減目標に関する議論を正面から展開することが必要であろう。具体的には国としての二〇二〇年の温室効果ガス削減目標を明らかにすること、CO₂排出に価格をつけ、国内排出量取引制度や炭素税の導入を進めるなど、社会システムと市場ルールそのものを環境配慮型に変えていくことが急務である。また、温暖化による被害を一方的に蒙ることが予想される国に対する適応策などへの支援の具体化が望まれる。

世界のトレンドは、環境政策と経済政策を統合し、市場に継続的な環境改善や技術革新を促す仕組みを組み込む方向である。地球温暖化に代表される環境制約を新たな経済発展の機会と捉え、少ないCO₂排出でなおかつ豊かで安定したうるおいのある社会をめざすことが望まれる。現実にCO₂に価格をつけたEU発の排出量取引制度が、豪州や米国での政策転換の動きもあり、世界の同様な制度とリンクしながら拡大している。また、道路特定財源制度の一般財源化はもとより、国のあり方を規定する税体系全体を社会の持続可能性の観点から根本的

に見直し、税制全体をグリーン化することも重要な課題である。産業界も従来の省エネのみでなく、時代の流れを先取りした新たなビジネスモデルや事業の展開が望まれる。金融面では、それを資金の流れの面から支援し強化するカーボン・マーケットや環境金融が急速に広がっている。

社会の変革を支えるのは、私たち一人ひとりの強い危機意識と、地球市民としての環境意識（エコロジカル・シチズンシップ）に立脚した行動である。具体的には省エネ・省資源型の製品購入、公共交通や断熱性能の高い住宅の選択など自らの消費スタイル・ライフスタイルを見直すのみでなく、社会の仕組みそのものを持続可能に変革するプロセスに積極的に関与していくことである。環境に配慮している企業への投資や、明確な環境政策を掲げる政治家に投票するなど、投資・投票行動においても環境配慮の意思を明示していくことも必要だ。

自然エネルギーの現状と今後の課題

環境エネルギー政策研究所所長

飯田 哲也

自然エネルギー活用をめぐる現状と課題について、この間の海外の動向、国内の到達と制度の検証、厳しい制度環境のなかでも奮闘している地域の実践などをふくめて、太陽光と風力を中心に自然エネルギーをめぐる全体像をあきらかにする。

■本流化する自然エネルギー

自然エネルギーは、世界的に見て本格的な普及モードに入った。エネルギー供給の本流としてはもちろん、地球温暖化対策の要として、イノベーションと急成長が期待できる新産業として、雇用や地域活性化の起爆剤として、そしてグリーン投融資対象として、もっとも期待されている分野である。

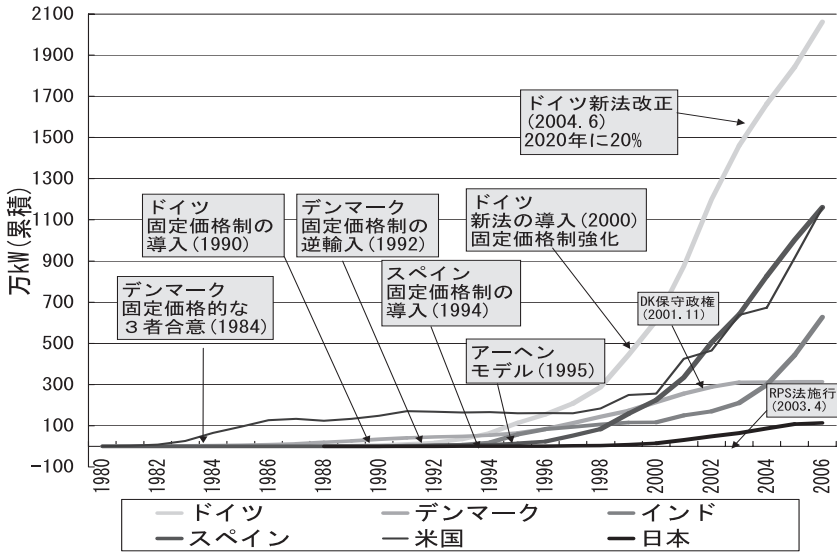
筆頭の風力発電は、世界全体で前年比二〇〇〇万KW・二七・増・累積九四〇〇万KWに達した(二〇〇七年末)。累積二二〇〇万KWでトップを維持するドイツを、米国(一

六〇〇万KW)とスペイン(一五〇〇万KW)が激しく追い上げ、インド(累積八〇〇万KW)、新政策が奏功して倍増以上の中国(累積六〇〇万KW)など、ここの一、二年で急成長を始めた国が多い。日本だけは、約一五万KW増、累積で一五一万KWと失速している⁽¹⁾。

太陽光発電市場は、唯一、日本がリードしてきた分野だったが、後述するとおり、二〇〇四年に単年度の設置量で抜かれて以来、「太陽光三冠王」はずでにドイツの手に渡った。

近年注目されるバイオ燃料市場も急拡大している。バイオエタノールの市場は一九七〇年代にブラジルが切り開き、一九九〇年代後半から、積極的な石油代替政策と可変アルコール濃度自動車(FV)の開発が相まって、市場が急拡大を始めた。米国でも、二〇〇七年一月のブッシュ大統領の新エネルギー政策で全米にバイオエタノールに火が付いた。ただし、食糧・農地との競合や温暖

図1 世界の風力発電の伸び



化防止効果など、疑問が呈されている。

自然エネルギーへの投融资も急速に伸びている。世界中の自然エネルギーへの投資額は、二〇〇四年の二七五億ドル（約三兆三千億円）から二〇〇五年に四九六億ドル（約六兆円）へ、そして二〇〇六年には七〇九億ドル（約八兆六千億円）、二〇〇七年の投融资は八四〇億ドル（約九兆円）に達し、年三割を超える急成長分野となっている⁽²⁾。

こうした状況をリードしている欧州連合では、二〇〇七年二月、二〇二〇年に一次エネルギーの二〇％を自然エネルギーに転換する目標をエネルギー閣僚理事会で決定した。現状の六・四％から三倍超、二〇一〇年の目標値一二％から二倍弱となる野心的な目標値だ⁽³⁾。これが、ほぼ同時に欧州連合が提示した二〇二〇年の気候変動目標「二〇二〇年までに二〇％削減」のベースになっている。

欧州連合加盟各国では、二〇〇六年六月にスウェーデンが二〇二〇年までにバイオ燃料への転換を軸とする脱石油ビジョンを提示した。英国は、二〇〇七年五月のエネルギー白書のなかで二〇一五年までに一五％（電力比）を掲げている。自然エネルギーで世界をリードするドイツは、二〇一〇年までに二二・五％（電力比）という目標を四年前倒ししたため、本年七月に目標値を見直し、二〇二〇年までに二七％（電力比）、二〇三〇年まで

に四五%（電力比）と大胆な目標が提案されている(4)。

米国でも、二〇二〇年までに自然エネルギー電力を三二%へと三倍増させる目標へと上積みしたカリフォルニア州を筆頭に二〇〇七年七月時点で二四州(5)が自然エネルギーの目標値を定めているほか、二〇〇七年八月には、連邦下院で二〇二〇年に一五%の自然エネルギー電力供給を義務づける全米RPS法が可決された(6)。中国でも、二〇〇六年一月に再生可能エネルギー法を導入し、二〇〇七年二月には自然エネルギーを二〇%導入する目標を決定している。

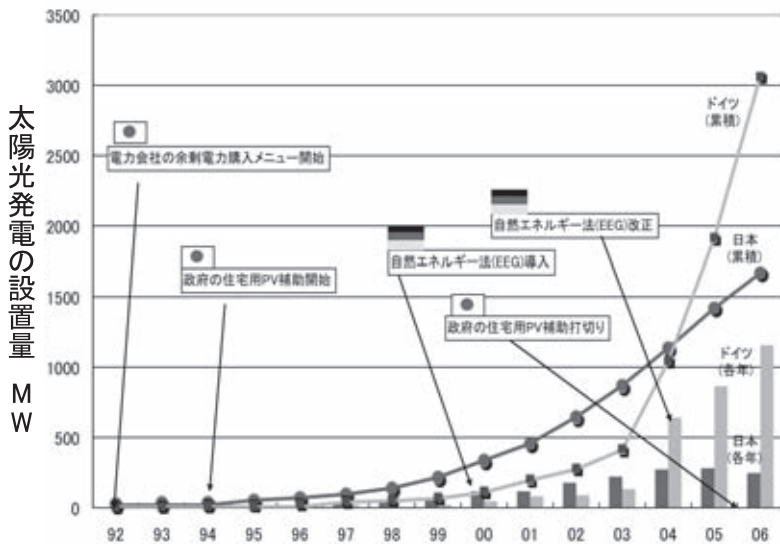
こうして自然エネルギーに向かっていく世界的な変化に、日本政府は独り背を向けている。先のダボス会議（世界経済フォーラム）での福田首相の演説には、省エネルギーと原子力の文字はあっても、自然（新）エネルギーという文字が出てこない。

エネルギーの脆弱な日本にとって、自然エネルギーは、環境でも経済・産業でも、そしてエネルギー安全保障や地域の活性化など、多方面にメリットのある重要な「国策」である。にもかかわらず、自然エネルギーをここまで軽視する政府の政策は異常である。

■ドイツの六重の配当、日本の三つの悲劇

「二〇世紀に自動車が発達・経済・社会に果たした役割

図2 日独の太陽光発電の比較



出典：NEF, EurOserverを参考に、環境エネルギー政策研究所が作成

割を、二一世紀は自然エネルギーが果たす」。

今日、ドイツや欧州で聞かれる言葉である。これは、自然エネルギーによって、「六重の配当」を手にしたこと
が大きい。

第一の配当は、電力供給の主役だ。ドイツは、二〇一〇年までに電力の一・五％を自然エネルギーにする目標を、EUから二〇〇一年に割り当てられた（当時の割合は四・五％）。ところが、これを四年前倒して達成し、二〇〇七年には二・三〇年までに自然エネルギーの割合を四五％とする野心的な目標へと上積みしている。

第二は、温暖化防止である。ドイツは温室効果ガスを一九九〇年比約一八％減と目標（二一％減）まであと一息だが、その過半は削減効果で約一億トン（二〇〇五年）をもたらし自然エネルギーによる。

第三は、二・六兆円にもぼる産業経済効果だ。ドイツは、一九九七年以降、世界最大の風力大国の座を維持し、エネルギー社を筆頭にドイツの風力発電産業は世界最大のシェアを誇る。太陽光発電も世界最大の普及量で、二〇〇七年には製造でもトップに立った。

第四は二五万人にも及ぶ雇用効果、第五は地域活性化効果、そして第六はマネーのグリーン化効果である。驚くべきことに、この「六重の配当」に税金は投入されていない。代わりに、全国民が一世帯あたり月額約二〇

〇円を電気料金で負担するだけなのだ。

こうしたドイツの「自然エネルギーの奇跡」は、二〇〇〇年に導入した自然エネルギー促進法による恩恵だ。これは固定価格制と呼ばれ、自然エネルギーの電力を一定の価格で購入することを定め、その負担をすべての需要家が平等に分担する仕組みだ。スペインなどの欧州各国や中国も、ドイツの政策に学んでいる。オランダ、イタリヤは、ドイツを真似て政策転換したが故に、その後、自然エネルギーが急成長している。

一方、日本はどうか。歴史的に見て、日本の自然エネルギー市場には少なくとも三つの悲劇があり、政策の失敗を繰り返している。日本は、自然エネルギー先進国どころか、「自然エネルギー政策後進国」なのだ。

第一の悲劇は、太陽熱温水利用だ。一九八〇年代初頭の第二次石油ショックの直後に一大ブームとなった太陽熱温水器市場は、その後、石油価格の低落とともに崩壊し、今日では、新規設置数よりも撤去数の方が多い状況となっている。第二の悲劇は、上述のとおり、風力発電だ。そして、ドイツに抜かれた太陽光発電市場が第三の悲劇を迎えつつある。

太陽光発電は、自然エネルギーの中で、唯一、日本が世界をリードしてきた分野だったが、それがどうも変動している。ドイツは、二〇〇〇年に導入した自然エネル

ギー促進法で、太陽光発電からの電力を、二〇年間にわたって約六〇円（一キロワット時あたり）という優遇した価格で購入することを定め、〇四年には、その価格を約九〇円（同）へと値上げした。その結果、太陽光発電の飛躍的な普及が始まったドイツでは、単年度設置量で〇四年に日本を抜き、〇五年には累積の設置量でも日本を追い越した。〇七年の市場は、日本の二五万KW増の累積一七〇万KW（筆者推計）に対して、ドイツは一一五万KW増と四倍の市場規模に達し、累積で三八五万KWと日本の倍以上の設置量となった。

太陽光発電製造でも、シャープを筆頭に日本の製造メーカーが長年に亘って優位を占めてきたものの、市場拡大につれて異変が起きている。ドイツでは、〇二年にわずかに年間一萬KW未満の生産量だったQ-Ceilsが〇六年には世界全体のシェア一四%とシャープ（シェア二五%）に次ぐ生産量となった。そして、ついに〇七年には、Q-Ceils（生産三九万KW）は、シャープ（生産三六万KW）を抜いて世界トップに立った。中国のサンテック（生産三三万KW）も、京セラを抜いて、世界三位のメーカーとなり、シャープに迫っている。Q-Ceilsとサンテックの二〇〇八年の生産計画は、さらに倍増の勢いだ。

いずれにせよ、これで、ドイツは「太陽光三冠王」を

すべて日本から奪い、「太陽光は日本のお家芸」というのは、もはや「強者どもの夢の跡」にすぎない。

ドイツや中国だけではない。〇七年に三四万KWも拡大したスペイン、そして韓国も、太陽光発電に非常に有利な固定価格制を導入して、世界市場の中で吸引力のある魅力的な市場となりつつある。日本から、国内向けの製品であっても、輸出の方が儲かるという理由で次々に輸出に振り向けられるため、国内市場は金を出しても製品が手に入らない状況だ。このため、昨年の国内市場は、前年よりもいっそう冷え込んだと伝えられる。

この状況を、〇五年に国が補助金を打ち切ったからだという説明を見かけるが、それは間違いだ。補助金は設置費の四%に過ぎず、仮に続いていても、現状は大差なかっただろう。問題の本質は、そもそも補助金しかなかった「お粗末な政策」にある。実質的に、太陽光発電市場を下支えしてきたのは、電力会社が一九九二年から継続している自主的な余剰電力購入メニューだけであった。これは、「政策不況」と呼ぶべきだろう。

■供給プッシュのみの無策と社会プル政策の不在

自然エネルギーの分野は、「政策市場」と呼ばれる。およそ「政策」の影響を受けない「市場」はないのだが、とりわけ環境の分野は、政策によって市場が形づくられ

る要素が強いために、あえてこう呼ばれる。

かつて環境政策とは、水俣病に代表される公害規制を意味した。「エンド・オブ・パイプ」(出口での排出規制)と命令管理型の規制が特徴だった。ところが一九八〇年から、世界的な機運として「市場」の力が強まるにつれて、環境政策のかたちが徐々に変わってきた。環境政策に市場メカニズムを活用すると同時に、「市場」の中に環境原則を作用させようとする流れである。その代表例が、九〇年代初頭に北欧諸国が相次いで導入した炭素税だ。

自然エネルギーの普及策も、かつては補助金か政府による研究開発などに限られていた。しかし、やはり八〇年代から市場の力を使って普及させようとする試みが始まった。それが、デンマークで始まった風力協同組合と電力会社との協定で初めて導入された「固定価格制」である。風力発電の電気を、十分に長い期間にわたって、あらかじめ約束した金額で電力会社が買う。それを連邦法として取り入れたドイツの成功は、上記のとおりである。

その後、EU各国は、ドイツに倣って、自然エネルギーの普及政策を相次いで導入した。スペインなどドイツの政策を導入した国は、いずれも自然エネルギーの普及が進んだ。他方、英国やスウェーデンなどのように、

固定価格ではなく、一定量を義務づける「固定枠制度」を導入した国は、ほぼ例外なく、自然エネルギーの普及に失敗している。

そして日本が二〇〇二年に導入した自然エネルギーの普及政策は、英国に学んだものであり、失敗は、最初から予見されていた。それどころか、目標値が二〇一四年までに一・六三%と著しく小さいなど、英国よりもはるかに出来が悪い制度になっている。そのため、日本の自然エネルギー市場は急速に普及が鈍っている。明らかに政策の失敗である。これは、専門的な知見を活かさず、電力会社との交渉など政治的な事情を優先したことが原因だ。

日本は、二〇〇二年に「電気事業者による新エネルギー等の利用に関する特別措置法」(RPS法)を導入した。RPS法とは、電力供給会社(一般電力会社、特定電気事業者、特定規模電気事業者)に対して、政府が定める比率の自然エネルギーの導入を義務づけられるものだ。この法律は、大変な政治論争の末に二〇〇二年に成立したが、目標値が一・三五%(二〇一〇年)と小さすぎるなど問題点が多く、自然エネルギーの普及どころか障害になっている。

■三週遅れの日本が置き忘れてきたもの 「風車の電気は汚い。」

耳を疑うかもしれないが、日本の電力会社の多くは、そう考えている。一般の人の見方とは、真反対だ。どういうことか。

基本的に電気は貯めることができないため、絶えず発電量と使用量を同じに調整しなければならない。しかし風力発電は、発電量を自由自在に変えることができない上に、風に応じて時々刻々発電量が変わるため、全体の調整が難しくなる。これを電力会社は「系統を乱す」と言って、各電力会社は、風力発電に導入の上限を設けている。九州電力も上限を七〇万KWと公表し、〇七年度の受付を一三万KWに絞ったため、一四倍の抽選となっている。

ドイツ（〇七年末で二二〇〇万KW）を筆頭に世界的には爆発的に普及する風力発電が、日本ではドイツよりも一桁小さい状況（〇七年末で一五四万KW）で伸び悩んでいる最大の障害が、ここにある。

「系統を乱す」とはどういうことか。少し専門的になるが、主に周波数への影響と電力需給の問題に分けることができる。周波数は、交流で繋がっている範囲、つまり西日本全体と北海道を除く東日本全体は、それぞれ完

全に同期している。だから、日本のように、風力発電の容量が全体から見ても小さいと、周波数は問題にならない。しかも、需要も変動しているので、風車の変動だけを問題にすることは、公正な議論ではない。

じつは、電力需給の方を電力会社は問題視している。自分の域内で、需要と供給の辻褄が合わなくなると、他の電力会社の助けを得なければならないからだ。

ここで、電力会社の地域独占という日本の特殊性が問題になってくる。欧州では、電力会社は地域独占ではない上に、需給調整の役割は電力会社から切り離されている。したがって、風力発電や太陽光発電などの変動は、系統全体で吸収できるなら問題視されないし、多少の変動は、積極的に対応する。

日本に必要なのは、欧州と同じく送電線利用に関する開かれたルール、具体的には「自然エネルギーの優先利用権」と「公正な費用負担ルール」なのである。

こうして、自然エネルギー普及を考えると、旧い構造に留まっている日本の電力市場の問題に突き当たる。「安い電気」ではなく、「持続可能なエネルギー社会」を目的とする電力市場改革が求められる所以である。

この電力市場の改革の失敗に加えて、本稿では子細に立ち入らないが、古典的な推進・反対の構図のまま、非合理的な原子力政策が「国策」としてまかり通っている日

本のエネギー政策は、日本が二〇世紀に忘れてきた大いなる失敗なのである。

■「太陽熱の悲劇」を繰り返すバイオマス

ドイツやオーストリアを歩くと、美しいソーラー住宅を目にすることができる。ドイツで普及の著しい太陽光発電だけでなく、太陽熱温水システムが目を引く。屋根に美しく組み込まれ、給湯や暖房システムにも統合されており、使い勝手もよい。

普及も著しい。欧州の太陽熱温水システムの導入は、二〇〇六年に三〇〇万平方メートル増えて一九三〇万平方メートル、日本の約三倍規模に達した。導入量ではドイツ、導入割合ではオーストリアがリードしているが、二〇〇六年に新築の建築物への太陽熱温水システムの導入を義務づけたスペインの伸びが著しい。その政策自体も、新しい仕組みとして注目され、欧州全域に拡がる気配がある。

かつて日本は、イスラエルと並ぶ「太陽熱大国」であった。しかし、今や日本の太陽熱温水システムは六七〇万平方メートルへと三〇万平方メートル純減し、市場は壊滅状態にある。また、欧州のシステムと比べて、屋根置き型が多い日本の太陽熱温水器は、貧相な外観や使い勝手など、ほとんど「途上国型」だ。

なぜか。第一に政策の失敗だ。それも、経済的な普及支援策の失敗だけでなく、そもそも「温熱政策」という構えのない、日本のエネギー政策の構造的欠陥が大きい。温熱政策とは、常温に近い温熱で賄える暖房や給湯に関する技術指針や施策を指す。欧州では電力政策と並ぶ政策の柱だが、日本では温熱政策が欠落しているがゆえに、電力会社やガス会社、石油会社の草刈り場となってきた。これでは、太陽熱温水システムやバイオマス暖房の入る余地はない。

第二に、最近のリフォーム詐欺でも見られたような、消費者の無知に付け込んだ押し売りの商慣行だ。屋根置き型の太陽熱温水器は、手頃な商売ネタにされた挙げ句に、やはり押し売スキャンダルで墓穴を掘った。

バイオマスの普及が思うように進まないのも、需要サイドでは、同じ原因がある。

人類にとって古来より欠かすことのできない役割を果たしてきたバイオマスは、産業革命で石炭が登場して、エネギーの主役の座から降りたが、今、あらためて注目を集めている。バイオマスエネギーのメリットは数多い。炭素中立（カーボン・ニュートラル）、再生可能なエネギー、貯蔵・輸送が可能、有望な自動車代替燃料、排気ガスがクリーン、温熱に適している、農山村地域の雇用促進、エネギーの安全保障問題などだ。欧州連合

(EU) が目指す二〇二〇年までに一次エネルギーの二〇%を、自然エネルギーに転換する目標値の中心は、森林や農業廃棄物を中心とするバイオマスエネルギーだ。

日本でも、バイオマスエネルギーは、温暖化対策の切札かつ農山村など地域社会の活性化に貢献するとして、近年急速に大きな期待が寄せられるようになってきているものの、二〇〇二年に立ち上がった国の「バイオマス・ニッポン」を筆頭に、ブームの一方で、未だに本格的な普及からほど遠い状況にある。

これは、これまでに述べたRPS法の「失敗」や温暖化政策がない「欠陥」など、「下流側」のエネルギー市場が電力・温暖・輸送燃料のいずれも十分に整っていないことが直接的な原因だ。さらに、もともと「上流側」の農業が衰退気味かつ非効率な市場であることに加え、また、サプライチェーンも長く、バイオマス資源が多様な形の形態であるため、関係するステークホルダーも数多いことが、困難を増している。しかも、昨今のバイオ燃料ブームの反作用で、食糧問題や途上国の開発問題などを巡って懐疑論さえ登場している。

バイオマスエネルギー普及のために、「上流側」と「下流側」の政策と市場の整備に加え、基本的な認識を共有する必要がある。資源の利用可能量は十分にあり(最新の研究では人類のエネルギー消費量の八〇倍以上)、食糧

問題との競合を避けて、バイオマスエネルギーの利用を飛躍的に増大することは可能であるという認識だ。

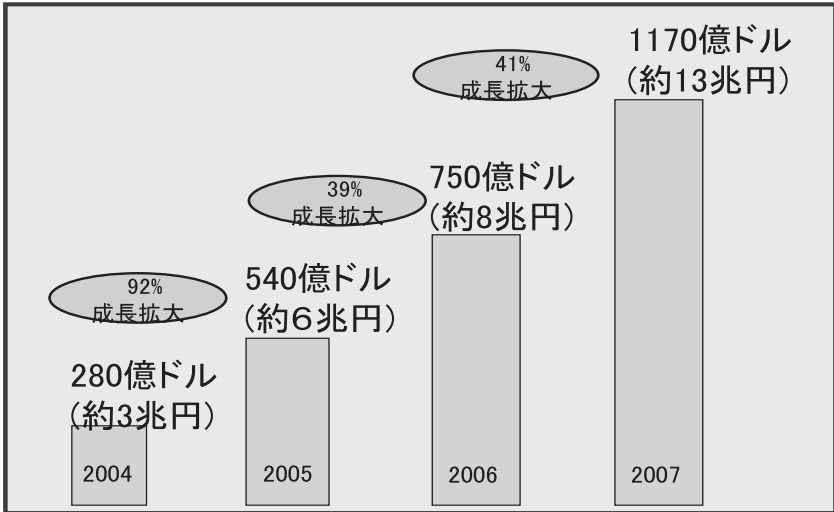
■金融面からのエネルギー改革

自然エネルギー市場の風通しを良くする、もう一つの視点は、金融面からのエネルギー改革である。今年三月、ワシントンで開催された世界自然エネルギー会議で、米国の風力発電会社の社長から、昨年の米国における驚異的な風力発電の成長の話聞いた。米国は、昨年一年間で五二四万KW増えて、合計一六八〇万KWとなり、ドイツを急追している。

もっとも拡大したのがテキサス州なのだが、その量(一六二万KW増えて四三六万KW)はすでにテキサス州の導入している導入義務量(二〇〇九年までに二〇〇万KW)をはるかに超えている。その理由を聞いたところ、政策的な効果の他に、グリーン電力証書をヘッジファンドが買うことによって、市場が成立したというのだ。しかも、彼の妻がヘッジファンドに務めており、風力発電のクレジットはいくらでも買うと言っているそうだ。

このように、マネーと自然エネルギーとの関係は、日本に居ると想像ができないほど変容している。まず、自然エネルギーへの投融資は「爆発」と表現されるほどに急速に伸びている。世界中の自然エネルギーへの投資額

図3 自然エネルギーへの投融資の変化



出典: New Energy Finance

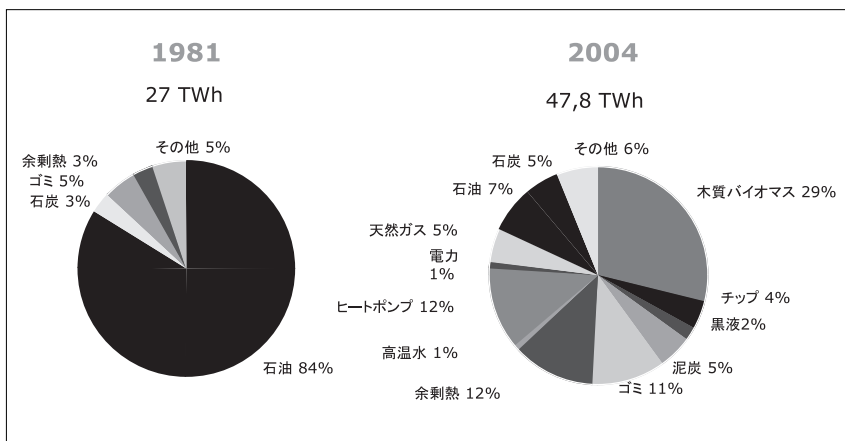
は、〇四年の約三兆円から〇五年に約五兆五千億円へ、〇六年には約八兆円、そして〇七年には約一二兆円へと、過去三年間で四倍に成長している。

自然エネルギーに向かうこのマネー潮流は、次のような特徴に整理されている。(1)世界規模の投資はあらゆる地域で増加しているが、とくに中国・インド・ブラジルなど新興市場が期待、(2)ベンチャー・キャピタルの急増、(3)債権市場はウィンドファームへの投資を開始、(4)自然エネルギー関連企業の評価額は飛躍的に増大、(5)企業買収と合併は依然として活発、そして、(6)市場の成長は引き続き堅調である。

たとえばシリコンバレーでは、ちょうど一〇年前にIT関連ベンチャーが勃興した「ドットコム」の時代の再来であるかの如く「ワットコム」と呼ばれ、グーグルによるクリーンエネルギー事業への参入表明やナノソーラーなどのソーラーベンチャー立ち上げが相次ぐ。

こうした「大きなお金の流れ」だけではない。「小さなお金の流れ」も重要である。デンマークの市民共同の風力発電にルーツを持つ、エネルギーの地域所有と地域住民によるオーナーシップの仕組みは、北欧やドイツで幅広く見ることができる。このおかげで、自然エネルギー普及の経済的恩恵を地域住民が得ることができると同時に、その投資マネーもまた一般市民に投資機会が開かれ

図4 スウェーデンの地域熱供給における燃料多様化



■ 地域からの変革

ている。こうしたマネーのグリーン化とオープン化（市民化・民主化）は、環境エネルギーそのものを地域社会や市民がオーナーシップを確保する上で、極めて重要な社会的な仕組みといえる。

持続可能なエネルギー社会とは、いったいどのようなものだろうか。日本の未来予測は、往々にして、技術イメージが肥大している一方で社会システム像が貧困である。喩えれば、鉄腕アトムのような「二〇世紀のアタマで二一世紀を想像した姿」といえる。野中郁次郎が「旧日本軍の失敗」から読み取った日本社会に共通する要素として、普遍的かつ規範的な思想が貧困である上に、現実感覚に欠けているからであろう。

手がかりとして、スウェーデンに出現しつつある地域エネルギーシステムを紹介したい。歴史的に地方自治体がエネルギー供給を担ってきたスウェーデンでは、現在、一〇〇を越える地域エネルギー事業が存在している。そのほとんどが電力供給および地域熱供給を行っており、ここ二〇年余りにわたる木質バイオマスへの燃料転換の主役を担ってきたことは知られている(7)

これは、一九九〇年代初頭に導入された炭素税・イオウ税・NOX課徴金からなる「環境税三点セット」がバ

イオマス利用を経済的に比較優位とし、とくに地域熱供給での普及の後押しをした。

そうした地域熱供給の中でも、ベクショーやエンシャピンなど主要な地点では、木質バイオマスのコージェネレーションで、電力と熱が生み出されているのだが、ここが多重の社会システムを積み重ねた巧みな市場構造となっているのである。

燃料となる木質バイオマス燃料市場に加えて、気温によって時々刻々需要が変わる地域熱供給を通じたローカルな温熱市場があり、同時に生み出される電力の売り先となる完全自由化された電力市場（一九九六年）と自然エネルギー電力に対する「Electricity certificate」制度が二〇〇三年から導入されており、そのグリーン電力証書市場もある。おまけに、自前のヒートポンプを持っており、電力市場と温熱市場はいわば交換可能となっている。この四つの市場を睨みながら、利益の最大化と環境税で織り込まれているCO₂の最小化が時々刻々と行われているのである。日本の技術ギミックな未来像からはおよそ想像もできない「持続可能なエネルギー社会」が、スウェーデンの地域社会では、徐々に姿を現しつつあるのだ。

■東京都の挑戦

大きく立ち後れている国の自然エネルギー政策に対して、一部の地方自治体で新しい挑戦が始まっている。

東京都は、これまでも省エネラベルや算定・報告・公表の導入など、地球温暖化対策で国の政策を一步リードしてきたが、いっそう加速している。二〇〇六年四月に、二〇二〇年までにエネルギー利用の二〇%を自然エネルギーに転換する「再生可能エネルギー戦略」を公表した。

さらに、二〇〇六年九月には脱温暖化都市モデルの構築を宣言し、二〇〇七年三月には、五〇〇億円の温暖化対策基金の設置と「太陽エネルギー普及会議」を立ち上げ、本年六月一日には、国に先駆けて、温室効果ガス排出規制の義務づけと太陽エネルギー普及の制度化、そして地方環境税の導入などを骨子とする「東京都気候変動対策方針」を発表した。温暖化政策や自然エネルギー制度づくりでも国をリードする姿勢を鮮明にした東京都は、「日本のカリフォルニア州」の役割を果たしている。

東京都と同様に、自然エネルギー政策を目玉とする地方自治体の環境エネルギー政策がここ数年、相次いでいる。太陽光発電の買い取り価格上乘せ補助（滋賀県、二〇〇五年）、太陽光発電トプランナー事業（佐賀県、二〇〇六年四月）、新エネルギー提言書（福島県、二〇〇六

年九月)などである。

東京都を筆頭とするこれらの新しい環境エネルギー政策は、基本的に「需要プル戦略」の視点を織り込んでいく。従来の政策は、需要側の目線が欠落したまま、補助金や実証事業が中心の典型的な「供給プッシュ戦略」であった。需要側のニーズやリスクを見据え、需要拡大と市場の欠陥を政策で補完すれば、費用対効果の高い自然エネルギー政策となる。これが需要プル戦略である。

■地域に「核」を創る〜長野県飯田市の挑戦

もう一つ、デンマークで一九七〇年代から取り組まれてきた社会モデルをヒントに、欧州で広がりがつつある「地域環境エネルギー事務所」という社会装置がある。これは、「大きな社会変革」を受け止め、地域で具現化するための「地域の実践装置」と見ることができるといえる。公共セクター、企業セクター、市民セクターと三つに分類されることの多い社会グループの中で、そのすべての要素を明示的に持った「地域の核」なのである。

これを参考に、環境エネルギー政策研究所の協力のもとで、二〇〇四年に長野県飯田市で日本初の「地域環境エネルギー事務所」づくりの試みが始まった。環境省の「平成のまほろば事業」の公募に応じたもので、実は、この補助金事業自体も、デンマークや欧州の「地域環境

エネルギー事務所」からヒントを得ていた。

NPO法人化したばかりの南信州おひさま進歩という、素晴らしいCBO(地域ベースの非営利組織)という「地域の芽」と出会い、飯田市の行政の柔軟かつ積極的な支援のもとで、日本初の「地域環境エネルギー事務所」となる「おひさま進歩エネルギー」は始まった。太陽光発電の分散設置と中小規模の省エネルギー事業を軸に、市民出資による地域エネルギー事業を進めるおひさま進歩エネルギーは、発足からすでに四年度目を迎え、ますます社会モデルとしての注目と社会的地位を確保している。

こうした地方自治体による新しい環境エネルギー政策は、単独で見るとささやかな改良や教訓に過ぎないかもしれないが、それを相互に学習し高めていけば、日本全体の政策が大きく進歩するに違いない。現実には、過去数年にわたって東京都が実践してきた環境政策は、国の政策を動かしている。これは、欧州で起きた環境政策イノベーションのプロセスにはかならない。

こうした地方自治体のイニシアチブが、日本の改革の先頭に立つことを期待したい。変革は周縁からしか始まらないのだから。

参考文献

- (1) Global Wind Energy Council (GWE C) Press Release Feb.2,2008
- (2) New Energy Finance, "Global Clean Energy Investment Overview", Prepared for the Clinton Global Initiative New York, 20—22 September 2006
- (3) 大・田 啓 博「二〇〇五年報告」E u r Observer, " State of Renewable Energies in Europe, 6th report"
- (4) BMU, "Erfahrungsbericht 2007 zum Erneuerbaren—Energien — Gesetz (EEG)", May 7 2007(http://www.bmu.de/english/current_press_releases/pm/39678.php)
- (5) マネリカエネルギー社 http://www.eere.energy.gov/states/maps/renewable_portfolio_states.cfm
- (6) 米議会ネットワーク <http://thomas.loc.gov/cgi-bin/bdquery/z?d110:h.r:00969> :
- (7) 飯田哲也「北欧のエネルギーデモクラシー」新評論(二〇〇〇)

森林系バイオマスエネルギー技術開発の現状と展望

日本大学生物資源科学部 志水 一允

二一世紀に入って、原油価格が高騰し、地球温暖化が不都合な真実として顕在化している。そのため、ガソリン代替のバイオアルコールの生産が急速に伸びている。

アメリカが二〇〇六年世界最大の生産国となって、その生産量は一、九八五万ℓ、ついでブラジルが一、七八三万ℓで、両国で世界生産量の七割を占めている。ブラジルでは二〇二五年までに世界のガソリン需要量の一〇%をバイオエタノールで代替する戦略を練っている。しかし、その反面、食品や飼料の国際的価格が高騰し、その上、アマゾン熱帯林が破壊されるのではと危惧されている。

そこで食料と競合しない草本系・木質系の未利用資源を原料とするバイオアルコールが注目されている。具体的には、サトウキビから糖蜜を絞ったかすのバガス、トウモロコシの茎や穂軸、間伐材、製材工場廃材、建築解体材、古紙などである。

バイオマスのエネルギーへの変換技術としては、図1に示すように、①直接燃焼、②木炭化、ガス化、液化などの熱化学的変換、③メタン発酵、アルコール発酵などの生化学的変換があり多様である(図1)。

そこで、ここでは、木質系資源のエネルギーへの変換技術に焦点を当て、その利用の状況や研究の動向を紹介したい。

世界における薪炭材の利用状況

わが国では、昭和三〇年代中頃まで毎年三〇〇〇〜四〇〇〇m³の炭材が伐採され、二〇〇万トンの炭が造られ、調理や暖房などの民生用エネルギーの四〇%を賄っていたが、今では焼きとり、蒲焼、バーベキューなどで使われるだけになってしまった。しかし、世界的に見れば薪炭材の需要は大きい。

国連食糧農業機関(FAO)の「世界森林資源評価二

図1 バイオマスのエネルギー化技術

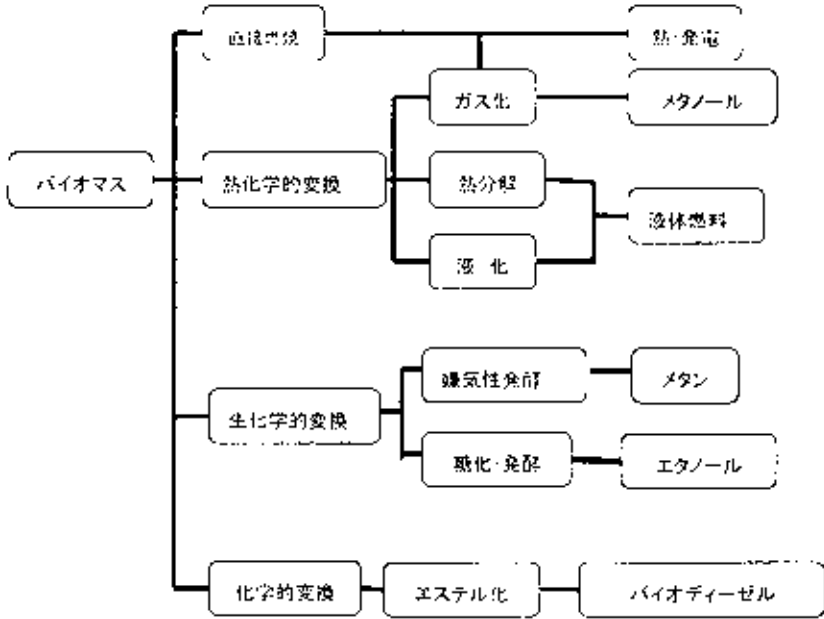


表1 2000年における世界の木材消費の内訳

経済区分	木材消費量(m ³)	薪炭用材(m ³)	産業用材(m ³)
世界計	3,354	1,706 (50.9%)	1,648 (49.1%)
先進国計	1,776 (52.9%)	207 (11.7%)	1,569 (88.3%)
途上国計	1,578 (47.1%)	1,558 (98.7%)	20 (1.3%)

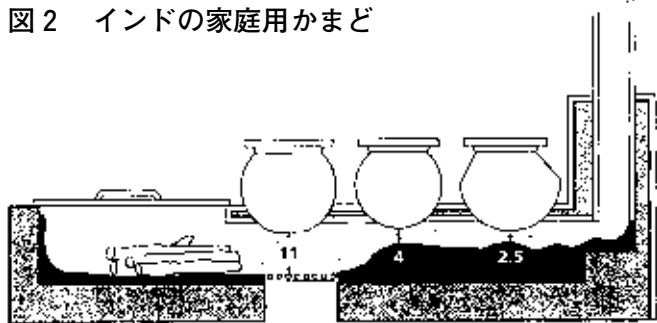
〇〇五」によれば、世界の森林面積は三九億ha、森林蓄積は三八六〇億m³、年間成長量一〇〇億m³と推定されている。わが国の国土面積のおよそ一〇〇倍に当たる森林があり、わが国の森林蓄積(四〇億四千万m³)のおよそ一〇〇倍が蓄積されている。二〇〇〇年の世界の木材消費量は三億五千万m³で、わが国の森林蓄積のほぼ全量を毎年一年間で消費していることになる。表1に示すように、消費される木材の半分以上が燃料用で、製材、合板、パルプなどに向けられる産業用材より多い。また、先進国と開発途上国を比較すると、先進国では、生産される木材のうち八七%が産業用で、残りが燃料用である。一方、開発途上国では、七九%が燃料用であ

る。薪炭材は商業的エネルギーとして取り扱われていないので統計に載らないが、世界的に見ると、世界が消費する全エネルギーの一五％を木材や農産廃棄物などのバイオマスが賄っていると推定されている。これは原子力と水力発電所を併せたものより大きい。

家庭用燃料としての利用

開発途上地域の人口の2/3以上が調理・暖房などを薪炭に依存している。年間一人当たりの薪炭材の必要量は地域(砂漠地帯、サバンナ、森林地帯、高山地帯など)、気候、人口密度などで異なり、〇・三〜一・九m³/人・年となっている。ここでの問題は、使用されているかまどやストーブの熱効率が一五％以下できわめて低いことである。薪をより効率的に利用するために、熱効率が高く、安価で、健康的な(一酸化炭素や煙を排出しない)かまどやストーブの開発・普及が重要な課題である。図2に煙突のついたかまどを示した。しかし、このようなかまどを設置するには熟練工が必要であり、また価格も高い。これに反し、ポータブルのストーブは大量・安価に製造できる利点がある。木材の燃焼機構(熱分解、ガス化、炭化)を巧みに利用した熱効率六五〜七〇%で一〇〇〇〜一二〇〇円のドリームストーブが開発されている(1)。

図2 インドの家庭用かまど



ヨーロッパでは家庭の暖房用ペレット市場が急速に拡大している。ヨーロッパにおけるペレット市場はスエーデンから始まり、デンマーク、オーストリアに広がって、今やその中心はドイツ、イタリアに移っているとのことである。ヨーロッパ全体で年産五〇〇〇ト以上のペレット工場が二六三あり、生産能力は八〇〇万トに達している(2)。わが国では、岩手県が豊かな森林資源を生かし、地場産業の振興、新規雇用の創出を目的にペレットストーブやボイラーの普及に取り組んでいる。ストーブ導入経費補助制度や普及啓発により、二〇〇六年末で一〇〇〇台のペレットストーブが普及し、ペレット利用量は二五〇〇トンとなっている。しかし、ストーブやペレットが割高であることとペレットの供給体制が未

成熟であることから普及は伸び悩んでいる。さらなる普及には、木質燃料利用の環境価値を評価し、その利用のインセンティブとなる社会システムの創設が必要とされている⁽³⁾。

木質バイオマス発電—直接燃焼発電

近年、合板、集材材などの工場や製材所では自工場から排出される廃材を利用する発電施設を造るようになった。岡山県真庭市の銘建工業では自社から発生する端材、樹皮、鉋屑を燃料にして蒸気をつくりタービンを回して発電し、残りの蒸気は工場の暖房と木材の乾燥に使っている。能代市の「能代森林資源利用協同組合」は米代川流域から排出されるスギ樹皮・製材端材等（約五万四千ト/年）を粉碎・乾燥して、毎時電力三、〇〇〇kwと蒸気二〇ト生産し、隣接する木材工場に売っている。年間二六四日稼働し、その収入は二四〇百万円を見込んでいる。現在、木材工場ではこのような発電施設が次々と建設されている。

最近では、四つの法律、建設リサイクル法、新エネ法、RPS法、電気事業法改正が整備され、わが国でも木質バイオマス発電事業が石炭、ガス等の化石燃料による火力発電と同様に単独発電所として成立する条件が整備された。二〇〇五年七月に稼働し始めた茨城県ひたちなか

市のバイオパワー勝田の場合、日量一五〇トの木屑焚きボイラーを設置し、出力四、九〇〇kwの発電を行い、場内消費電力を除いた四、一〇〇kwを売電している⁽⁴⁾。

ファーストエスコ社は山口県岩国市（写真1）、福島県白河市、大分県日田市で商業用木質バイオマス発電所ウッドパワーの操業を開始している。木質バイオマス発電所が経済的に成立する前提条件は、ファーストエスコ社によると、最低出力は一万kw（一万世帯相当分）で、それに必要な一〇万ト/年の木質チップを五〇km圏内、遠くても一〇〇km以内で収集できることとなっている。発電効率二九%。熱供給は行っていない⁽⁵⁾。

スエーデンをはじめとするヨーロッパの国々では、電力と同時に暖房用に給湯するコージェネレーションプラントが稼働している。木質バイオマス発電では、木の保有する熱量の三〇%を利用するに過ぎないが、発電時に生成する蒸気や温水には多量のエネルギーがあり、これを地域暖房等に利用すれば総熱効率を八五%にまで挙げることができるといえる。しかし、わが国では、ヨーロッパ諸国と異なり、暖房用地域熱供給のインフラが整備されていない。一年中暖房の必要な北欧と違ってわが国では夏には冷房が必要となる。これを整備するには多額の初期投資が必要となるが、バイオマスボイラーと吸収冷温水器を利用した冷暖房システムも技術的には可能であり、一年

写真 1



を通じて稼動する木質バイオマスによる地域冷暖房システムがその利用効率を上げる上で欠かせない⁶⁾。

ガス化発電

上に述べたように、木質バイオマスの直接燃焼による発電は普及しているが、そこで使われている蒸気タービン発電では発電効率を高くするには規模を大きくしなければならぬ。しかし、低密度で広く分散して存在するバイオマスを集めるには限界があり、小規模にならざるを得ない。この点を克服する方式としてガス化―ガスタービン発電がある。一般に、ガスタービン発電は水蒸気タービン発電と比べて小規模で高い発電効率を示し、初期投資が少なくすむ利点をもつ。さらに、水蒸気タービン発電およびコージェネレーションを組み合わせて行うことで高い総熱効率が可能となる。

一九九三年より稼動しているスエーデン Värnamo の発電所はガス化複合発電の実証プラントである。木材チップ四〇%と樹皮六〇%よりなる原料を、九五〇～一〇〇〇℃でガス化し、ガスタービンに導入して発電をする。発電後排出される約四五〇℃のガスで水蒸気をつくり、水蒸気タービンを回して再度発電し、廃熱は地域の暖房に利用している。発電効率三二%、総熱効率八三%である。

スエーデンではバイオマス発電所の原料としてヤナギの超短伐期林(写真2)が造成されている。これは一九九〇年代から始まり、その造林面積は一九九六年までの数年間急激に拡大したが、それ以後一五、〇〇〇haで横ばいになっている。横ばいの理由としては、政府の補助金政策がふらついたことや多くの農家特に高齢農家がそれ程の技術的裏づけなしにこの計画に参加して期待どおりの収穫が得られず意欲を失ったことが挙げられている⁽⁷⁾。

ガス化―メタノール合成―自動車用液体燃料

バイオマスを水蒸気と酸素を混合したガス化剤でガス化し、水素と二酸化炭素の合成ガスを作る。この「合成ガス」からは天然ガスからと同じ方法でメタノールを合成することができる。銅・亜鉛系触媒を使用すると約八〇気圧、三五〇℃ほどで合成が可能になる。つまり、この合成ガスをいかに造るかがキーポイントになる。

この方法では、バイオマスのあらゆる部分を利用することができ、灰分以外の残渣が残らない。草木2kgから一〇のメタノールを合成することができる。このメタノールは自動車用燃料として使用する⁽⁸⁾。しかし、メタノールには毒性や腐食性があることから普及するまでにはなっていない。

写真 2



木質系バイオマス(セルロース)からのアルコール

ブラジルはサトウキビの糖蜜から二〇円/ℓで、アメリカはトウモロコシの澱粉から三〇円/ℓでアルコールを生産している。それらの製法はブラジルで広く愛飲されているピంగాという焼酎や北米のバーボンウィスキーと同じだ。糖蜜はそのまま、澱粉は一〇〇℃で煮て酵素でブドウ糖に変え、酵母でアルコールに変えることができる。しかし、木質系資源のセルロースをブドウ糖に変えるのは簡単ではない。その方法としては、硫酸や塩酸などの鉱酸による方法とセルラーゼ系酵素による方法がある。

鉱酸糖化法には、一%以下の薄い酸を用いる希酸法と八〇%の硫酸や四〇%の塩酸を用いる濃酸法がある。希酸でセルロースを糖化するには一五〇〜一九〇℃の温度が必要で、グルコースの生成と生成したグルコースの分解が同時に進行するためその収量が低いという欠点がある。濃酸法の場合には、理論値に近い糖収率が得られるが、糖と硫酸を分離してそれぞれ回収することが難しい。

一方、酵素法では、植物体中のセルロースがリグニンで包埋されていることとセルロースが結晶で存在することが障害になる。そのため、酵素糖化に先立って、このリグニンの包埋構造を破壊するための前処理が必要であ

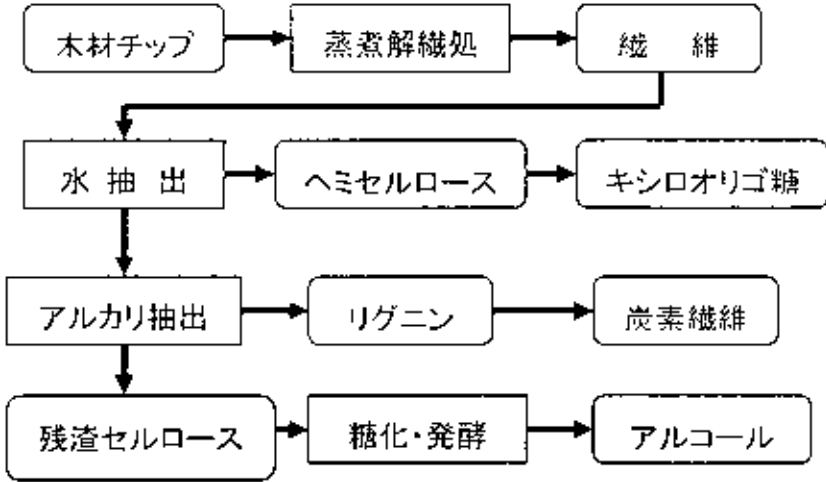
る。その実用的前処理法として、蒸煮・爆砕 処理(二二〇〜二三〇℃、一〜二分⑨)や苛性ソーダ処理(一八〇℃)⑩などがある。また、現在、結晶セルロースを効率よく糖化することのできるセルラーゼが開発されているが、一〇〇℃で煮たデンブーン1kgを糖化するのに必要な酵素量は一〜二gであるのに対し、セルロースの場合には少なくとも二五〜五〇gが必要であり、酵素生産にコストがかかる。

そこで、セルロースからのアルコール生産を経済性あるものにするには、セルロースに付随するリグニンやヘミセルロースを含めて、木質系資源の全成分を有効に利用するシステムを開発しなければならない。

リグニンは木質系資源中に二〇〜三〇%含まれ、セルロースを鉄筋に例えれば、コンクリートに当たる物質である。そのおかげで、樹木は自重に耐えて数十メートルの高さにまで生長できる。炭化すれば炭になる成分であり、石炭はこのリグニンが数億年かけて変化化したものである。そのため、リグニンはよい燃料となるばかりでなく、理論的には石炭から生産できるものほとんどすべて生産できる。現在の紙・パルプ製造工程では燃料として利用している。

ヘミセルロースも二〇〜三〇%含まれ、キシロースを主体とする多糖類である。虫歯予防甘味料のキシリトール

図3 蒸煮処理と木材成分総合利用システム



ル、ビフィズス菌を増殖する機能をもつキシロオリゴ糖などに変換して利用することができる。

われわれは以前木材チップを高温高圧（一八〇～二三〇℃）の水蒸気で処理して、分解したヘミセルロース、リグニンを水と希アルカリでそれぞれ抽出して、キシロオリゴ糖や炭素繊維、接着剤として利用し、セルロースを酵素で糖化し、アルコールに変換する木材成分の総合利用法を提案した⁹⁾。しかし、この方法が適用できるのはシラカバやアスペンなどの水蒸気処理で低分子化するリグニンを多く含有する樹種に限られていて実用化に至っていない。現在も、木質系資源のアルコール変換法を多くの研究者が凌ぎを削って研究しているが、ブレイクスルーは見つかっていない。

おわりに

木質系資源は、上で見てきたように、固形、ガス、液体燃料等に変換して、家庭用燃料用、発電プラント用、車輛用等として利用できる。木質資源の物理的・化学的特性は多種多様で、中には、その成分であるセルロース、ヘミセルロース、リグニンの分離が簡単で、それぞれの特性に合わせて有効に利用できる樹種もあれば、分離が困難で直接燃焼するか炭として利用する方が有利な樹種もある。その特性と地域で求められるエネルギーの形

態、一日の利用可能量なども考慮して最適な変換技術が
選択されなければならない。

参考文献

- (1) 坂志朗編著、バイオマス・エネルギー・環境、アイピーシー、二〇〇一、p 三二七
- (2) 熊崎実、木質エネルギー、二〇〇七、No. 一四、二一四
- (3) 岩手県林業振興課、木質エネルギー、二〇〇七、No. 一六、一三一―一五
- (4) 樫本茂樹、木質エネルギー、二〇〇六、No. 一〇、五一―八
- (5) 末吉弘明、木質エネルギー、二〇〇六、No. 一二、五一―九
- (6) 花山久志、木質エネルギー、二〇〇七、No. 一六、一〇―一二
- (7) P. Helby, H. Rosengvist, A. Roos, Biomass & Bioenergy, 30, 422―427 (二〇〇六)
- (8) 坂井正康、村上信明：バイオメタノールの事業化戦略と市場展望、バイオ燃料、N T S、二〇〇七、p p 三五一―三六一
- (9) 志水一允：紙パ技協誌、四二、一一二―四一一三〇（一九八八）
- (10) 池田努ら：紙パ技協誌、六一、一一〇二―一一〇七（二〇〇七）

編集後記

京都議定書に基づき、本年より温室効果ガスの排出削減義務期間（約束期間）に入った。だが、国内では増え続ける排出量をまえにその目標達成を危ぶむ声が生じ、「途上国に削減義務がない」、「排出量の二五％を占める米国が参加しない」など問題や批判をあげればきりがない。他の国がどうこうでなく、日本は約束した以上産業界や民生部門も含め、こぞって目標達成に取り組みねばならないと思う。悠久の古都の名を辱めないためにも。

温暖化は、とりわけ農林水産業に大きな影響を及ぼしている。本年四月に農水省が地球温暖化に伴う農業生産への影響をまとめた「二〇〇七年夏期高温障害対策レポート」には、全国からの被害事例がまた報告されている。果菜類の着花や着果の不良、日焼け果や葉焼け・奇形果など、果樹ではリンゴ、ナシ、ブドウなどの着色不良や日焼け果、果肉軟化など、また、畜産では家畜全般にわたり乳量・乳成分や増体・肉質の低下、他に水稻や花卉などにも被害はおよんでいる。

温暖化を回避する技術開発や品種育成はもちろんだが、熱波・干ばつや洪水などとあわせ地球規模の命題であり、いつまでも各国首脳は政治的パフォーマンスにう

つつをぬかしている時ではないのではないか。

七月の洞爺湖サミットでは温暖化対策が主要な議題になるというが、温暖化の脅威に立ち向かう首脳たちの真摯な議論を是非拝聴したい。

地球環境が困難性を増す一方で、北極海域では国益・私益をかけたすさまじい資源獲得競争が展開されているという。すでに二一世紀後半には北極海の海水は消滅すると予測されており、氷が溶ければ北極グマは生きてゆけない。

その北極海で、昨年八月にロシアの探検家が北極点下水深四千メートルの海底にさび止めをした金属のロシア国旗を設置した。この地域に埋蔵する石油と天然ガスはロシアのものだとの主張らしい。ちなみにこの探検家はプーチン政権から称賛されたという。

これに対抗し、海域に近いノルウェー、デンマーク、カナダやアメリカなども採掘権の獲得に奔走しているさまがマスコミで取り上げられている。

石油や天然ガスを手にした国や人達は莫大な利益を得るのだろう。しかし、この開発が、また、温暖化を加速するという負の連鎖を生むのは明白だ。人類の欲望の犠牲になって消滅する生物が多いが、やがてその影響は人類にもおよぶもので、とても笑ってはいられない。（太田）