

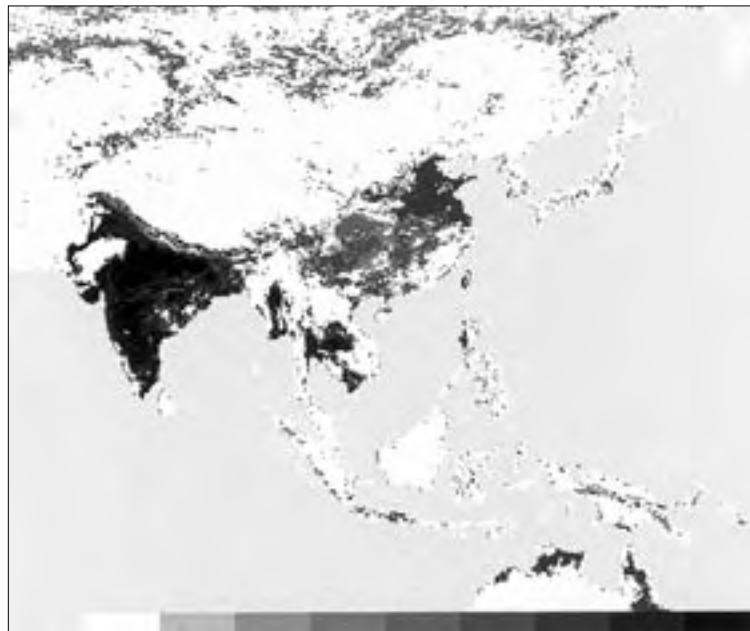
# 山西省の環境改善技術（EKT）について

梶根 勇

## 1. 森林の復元

文明は森を消費する。今回のフィールドワークによって、山西省でも昔は森林が繁茂していた事実を確認できたが、このことについては、すでに高見（2003）が指摘している。図1は、Kondoh（1995）が作成したモンスーンアジアにおける森林伐採の程度を示す分布図である。この図の作成方法の詳細は原論文に譲るが、図の下に mm/year の単位で示してある数字は、本来の自然植生と、人間活動によって変化した現在の植生との、年蒸発散量の差を表している。森林は、森林を伐採した場合と比べて、より多くの水を蒸発散で消費するので、この数字が大きいほど、その場所は森林

伐採の程度が強かったことになる。モンスーンアジアで森林伐採の最も著しかった地域はインド亜大陸で、華北平原、タイ、ミャンマーなどがインドに続いている。古代の先進地域であったヒンドゥー文明や黄河文明の地域で、森林伐採が顕著であった。図1から読み取れるように、中国では太行山脈より東の華北平原はもとより、太行山脈と呂梁山脈にはさまれた地域、すなわち今回調査した大同や太原を含む汾河流域も、昔は華北平原とほぼ同じ種類の樹木で覆われた森林地帯だった。もちろん五台山を含む太行山脈内部では、標高や斜面の向きに応じて気温と降水条件が異なるので、平地とは異なる、多様な生態系が形成されていたと推測される。



Ocean 0 2 4 6 8 16 32 64 128 mm/year

【図1】 地表被覆の変化による年蒸発散量の変化（Kondoh, 1995）

「退耕還林」のスローガンの下で、山西省では急速に植林活動が行われた。2005年2月4日開催の人口生態環境問題研究会における高見邦雄の発言によると、山西省では、退耕還林は「ワットと一斉にやって、もう終わってしまった」との感があるという。植林した苗木が根付いているとすれば、20～30年後には山西省に、かなり広大な森林が出現することになる。しかし次のような問題が今後に残されていると思う。

- ・苗木はそれぞれの気候や土地条件に適した樹種が選定されたのであろうか。例えば筑波研究学園都市では、街路樹を植えてから30年以上が経過しているが、在来種のケヤキは安定した姿に成長しているのに、外来種であるユリノキは、風圧に弱いのに背丈だけが伸びすぎて、市当局は剪定に苦慮しているように、部外者には感じられる。日本の山地のヒノキやスギの単相林についても、倒木しやすい、大規模の地すべりが起こりやすい、花粉症の原因になるなどの、様々な問題点が指摘されている。
- ・植林活動は林業なのか、それとも沙漠化防止のためだけの手段なのか。つまり再生された森林を自然のままに放置するつもりなのか、人手を入れて間伐などを行うのか。手入れをするのならば、間伐材などのリサイクル産業を育てるなど、将来計画が必要になるであろう。EKTが進歩すれば、将来は太陽光発電に加えて、「バイオマス→水素→燃料電池」という分散型エネルギー源としての利用可能性もある(リフキン, 2003)。
- ・森林が生長すれば土砂(黄土)の流出は減少するであろうが、図1が示唆するように、河川水の総流出量も減少する。中緯度の湿潤地域では、森林を伐採した場合には、年流出高にして約200mmの減少が起きる。半乾燥地域でも無視できない水量になる。つまり下流部における利用可能な水資源量は確実に減少する。水利用の長期計画に当たってはこのことを考慮する必要

がある。

## 2. 水問題

利用可能な水資源量は、基本的には気候条件によって決まる。地球温暖化は、一般論としては内陸部の降水量の年総量を減少させ、集中的に降る雨の強度を強める。すでに世界各地でその兆候が現れている。温暖化による蒸発散量の増加分も考慮しなければならない(内嶋, 本報告書)。植林した森林が生長すると、蒸発散量も増加するので、さらに総流出量が減少する。つまり将来、山西省では、河川の総流出量は減少し、洪水流量の変動性は強まると考えられるので、地表水は現在よりも利用しにくくなる。一方、経済成長とともに水需要量は確実に増加する。

地下水については、現在、地下水面が一方的な低下傾向にあるのが心配である。地下水面の変化は地下水貯留量の変化を示す。地下水面の低下は、地下水の涵養量を流出量(自然流出+揚水)が上回っていることを意味する。日本では、60年代の高度経済成長期に地下水利用が増加し、その結果として地盤沈下が発生したため、揚水規制が行われた。そして最近では、多くの地域で地下水面の上昇が観測されるようになった。つまり揚水規制によって、涵養量が流出量を上回るように変化したのである。そのため最近では「地下水の持続可能な利用」が議論されている。しかしこれは日本のような超湿潤地域だから起きた現象であって、乾燥・半乾燥地域では、もともと地下水への涵養量が少ないので、地下水面が回復することはほとんど期待できない。中国でも乾燥地域の地下水の持続可能な開発のための調査が行われているが、地下水水文学の常識に従えば、涵養量の少ない乾燥・半乾燥地域では、まれな例外を除くと「地下水の持続可能な利用」は困難である。すなわち地下水は石油と同様に「採掘 mining」されているのが普通であって、再生可能な資源と考えるべ

きではない。このことは華北平原の地下水についても同様である。

山西省の経済活動を持続可能な状態に保つためには、持続的な水供給が必要である。しかし以上の考察から明らかなように、今後、水供給量が増加する可能性は低い (高見, 2004a)。経済と環境を両立させるために、EKT の活用、例えば本報告書で取り上げた、下水処理水や炭鉱排水の再利用や、雨水利用などが必要になるだろう。水に関するインフラストラクチャーについては、農村地帯では、分散型の施設の重要性が高まると考えられる。

土壌中の天然バクテリアの活動を利用して下水を処理する「土壌浄化法」は、日本で開発された技術である (新見, 1980)。しかし初期の方法は、少量の下水しか処理できないという欠点があった。菅原 (本報告書) は多段土壌層を開発してこの問題を解決し、大同の環境林センターで炭鉱住宅の汚水処理に利用して成功した。ただしこの技術については「土壌浸透浄化技術研究会」が特許を取得している (土壌浸透浄化技術研究会, 2001, 2002)、中国での普及にあたっては、この点に注意する必要がある。大同は風成の黄土地帯に位置するため、多段土壌層の材料にする土壌浄化に適した粒径の土が見つからないというこの地域特有の問題も発生した。飲料水については「フィールドワーク記録」の3枚の写真に見られるように、すでに分散型技術が普及している。中国では、これらのホテルに飲用可能な水道水を供給するよりも、このようにボトルで供給するほうが合理的・経済的なのであろう。北京の高層集合住宅でも、この種の給水装置が使われている。

### 3. アルカリ土壌の改良

アルカリ土壌の形成には、明らかに地下水の流動が関係している。わずか数時間の現地滞在に過ぎなかったため、大まかな印象しか述べることが

できないが、大同平野 (仮称) の地表地形は、比高数十メートルの微起伏があるので、地下水の局地流動系が発達しやすい。年降水量は約400mmで、地表面は黄土に覆われているから、夏雨による一定量の地下水涵養は期待できる。現在、地下水揚水の結果、深層の地下水位 (地下水ポテンシャル) は低下している。地表面を覆っている黄土は、粒径が小さいため毛管上昇高が高く、地下水面が浅い場所では、乾季に (地下水と毛管で連続した) 土壌水からの蒸発が容易に起こり、地表面または土壌中に塩類が集積する。塩類集積が著しいのは、このような局地流動系の地下水流出域に当たる場所であり、そこでは粘土分の集積もあって、浸透能が小さく、雨が降ると水溜りができる (「フィールドワーク記録」の写真6参照)。このような場所では、現在、浅層の地下水と深層の地下水は (流動系としては) 連続していないと思われるが、現地でも組織的な地下水調査は全く行われていないので、これ以上のことは不明である。

山西省の地下には、石炭層が広く分布している。その石炭は、火力発電や家庭用燃料などに使われているので、大同や太原をはじめとする都市域では、深刻な大気汚染が発生している。定方 (2004) が提案している、「石炭+自然エネルギーの利用→脱硫装置による大気汚染防止+廃棄物再利用による良性の物質循環の創出+アルカリ土壌の改良⇒エコトピア社会の実現」という具体的な EKT は、まさに山西省にとっては一石数鳥の方法である。菅沼 (本報告書) もその可能性について報告している。国際協力事業団 JICA (現、国際協力機構, 2003) の3年間にわたる土壌改良実証調査は、脱硫石膏と DS-1997を利用して見たところ、「両土壌改良資材とも農作物の生理障害軽減に有効な資材であることをある程度立証することができた」と報告している。

このように山西省では、EKT を活用する余地が多分に残されているので、やり方次第では農民所得の増加と環境保全を同時に実現できる可能性

がある。また山西省には古い歴史があり、自然景観と観光資源にも恵まれているから、例えば、日本と大同を直行便で結ぶことができるならば、多くの日本人観光客（特に年配者）が仏教伝来の地である五台山を訪れる可能性は高い。長期的展望に立って（馬，2004）、観光資源を有効に活用し、適切な方法を用いて自然エネルギー利用と循環型社会の実現に努力するならば、この地域に適した「次なる社会システム」の構築も可能かもしれない。しかし実行には資金が必要であり、環境と経済を組み合わせた適切な制度設計が必要であろう。

#### 4. 農村の貧困問題

中国農民の貧困問題については、すでに日本語でも、王（2003）、李昌平（2004）、程（2003）を始めとして多くの出版物が出ている。魯（本報告書）も農村の貧困問題について報告している。中国でも「中国“三農”問題系列」の一冊として李嘉岩（2004）の著書が出ているので、基礎的研究は進んでいると考えられる。三農問題の重要性は、中央政府も十分に認識しており、この問題を政策課題として取り上げている。私も今回の調査によって、中国には、開放経済が進み経済が発展した沿海地域と、内陸の遅れた農村地域という、二つの「異なる国」があるような印象を受けた。それほど両地域の経済格差は大きい。また山西省内部にも、都市域と農村地域には画然たる経済格差がある。都市の四つ星ホテルで一泊500元の部屋に泊まり、贅沢な食事をする豊かな人々がいる一方で、年収500元の貧しい農民たちがいる。農業、とくに零細農業は儲からない仕事である。日本では敗戦後、中央政府からの補助金や公共事業でその経済格差を埋める政策がとられ、そのことが長期にわたった保守政権の支持基盤となった。これ

から中国は、どのような所得移転政策を実施するつもりなのであろうか。

環境問題の視点から高見（2004b）は、貧困と環境破壊の間にある「悪循環」の因果関係をフローチャートで図示している。その上で高見（本報告書）は、この「悪循環」の向きを逆転させて「良性循環」に変えることが必要だと訴えている。高見の考えでは、アンズを植えることがその第一歩である。そのためには、まず農村を富ませるための資金が必要である。緑の地球ネットワークの活動は日本からの援助によって支えられている。2005年2月16日に京都議定書が発効したので、中国での植林活動が、日本のCDMの対象になる可能性もある（緑の地球ネットワーク，2001）。しかし遠くない将来、先に豊かになった中国人によるNGO・NPOが、中国の環境保全に取り組む必要性が生じるであろう。2004年12月23日の朝日新聞は、「都市が支え、貧村に基金」という記事の中で、山西省中西部の湍水頭村などでは、「村民たちが自らつくった小さな金融機関が貧しい農村を変えつつある。北京の老経済学者が発案し、地元の村民と二人三脚で始まった」と伝えている。この小額融資は、環境問題と直接結びついたものではないが、将来この例に見られるように、中国の環境NPO・NGO活動についても、自主的な立ち上がりを期待したい。

「方法論」で文理融合型の「新しい知」の必要性について希望を述べたが、私自身がフィールド科学と取り組んだ経験から推し量ると、そのような「新しい知」は大学の研究室での思考からではなく、フィールドでの実践を通してしか生まれたいと思う。山西省は、環境と経済を融合させるための、水の乏しい農村地域の代表的な実践場になり得る。山西省を舞台にしてこの問題と取り組む大学院生の出現を期待する。

## 参考文献

- 王文亮（2003）：中国農民はなぜ貧しいか——驚異的な経済発展の裏側で取り残される農民の悲劇，光文社，380p.
- 国際協力事業団農林水産調査部（2003）：中華人民共和国 山西省アルカリ土壌改良現地実証調査 総合報告書。
- 定方正毅（2004）：アジアの発展途上国のための持続可能なエネルギーと環境技術，愛知大学21世紀 COE プログラム 2003年度国際シンポジウム報告書『激動する世界と中国』，pp. 209-214.
- 高見邦雄（2003）：ぼくらの村にアンズが実った——中国・植林プロジェクトの10年，日本経済新聞社，280p.
- 高見邦雄（2004a）：中国北部の水危機，中国環境問題研究会編『中国環境ハンドブック 2005-2006年版』，pp. 78-88.
- 高見邦雄（2004b）：環境破壊と貧困の悪循環，科学，Vol. 74, No. 3, pp. 356-357.
- 程曉農編著・坂井臣之助＋中川友訳（2003）：中国経済 超えられない八つの難題——『当代中国研究』論文選，草思社，238p.（特に、第6章 中華民族の傷口＝人口圧力——中国の農村、農民、農業についての対話）。
- 土壌浸透浄化技術研究会（2001）：多段土壌層法 解説書，土壌浄化法解説シリーズ2，28p.
- 土壌浸透浄化技術研究会（2002）：土壌浄化法 解説書（改訂），土壌浄化法解説シリーズ1，9p.
- 新見正彰編（1980）：土壌浄化法——講演録——本巻＋別巻，土壌浄化センター，合計947p.
- 馬子清主編（2004）：山西省可持続発展戦略研究報告，科学出版社，364p.
- 緑の地球ネットワーク（2001）：地球温暖化対策クリーン開発メカニズム事業調査 中国黄土高原における緑化の可能性 報告書。（2000年度環境省請負業務）
- 李昌平・吉田富夫監訳（2004）：中国農村崩壊——農民が田を捨てる時，NHK 出版，308p.
- 李嘉岩（2004）：人口可持続発展与農村反貧困研究，湖南人民出版社，222p.
- リフキン，J.・柴田裕之訳（2003）：水素エコノミー——エネルギー・ウェブの時代，NHK 出版，342p.
- Kondoh, A. (1995): Changes in evapotranspiration due to anthropogenic changes in land cover in Monsoon Asia. 写真測量とリモートセンシング，34(4), pp. 13-21.