

タジキスタン国における温暖化防止のための 森林保全調査研究 — JSPS-JICA 科学技術研究員派遣事業による調査 —

角 張 嘉 孝

はじめに

日本国政府は「国際社会が協力して環境やエネルギーなどの地球規模課題の解決に向けた取り組みを進め、開発途上国の自立的、持続的な発展を支援する必要があると考え、研究者間の交流を通して開発途上国における固有の問題と地球規模の諸問題に対処するため、研究協力する必要がある」としている。こうした趣旨を受けて、日本学術振興会（JSPS）は国際協力機構（JICA）と協力し、日本の研究者派遣を通じて科学技術外交の推進（プログラム：科学技術研究員派遣事業：JSPS /HP）をめざしている。タジキスタン政府は日本政府に対し、現地日本大使館を通じて「温室ガス削減と地球温暖化防止に資する森林再生」の協力を要請してきた。

本報告は平成 23 年 3 月から平成 24 年 4 月までのべ 8 回の派遣による知見をとりまとめたものである。

タジキスタンはどんな国

タジキスタン国は中央アジアにあって、中国、アフガニスタン、ウズベキスタンおよびキルギスタンと国境を接し、国土面積は 14.3 万 km²（日本の 40%）である。森林面積は 4100 km² で森林率は 2.9% である（FAO 2006）。中央アジアの 5 カ国のなかではもっとも低い。国土の半分以上を標高 3500 m の高地が占める。ペルシャ系の民族 700 万人がイスラムを信奉している。年収およそ 700 ドルで、中央

アジアの最貧国である（データブック 2012）。基幹産業は豊富な水資源を利用した電力やアルミニウム産業。牧畜、綿花、小麦を中心とする農業国である。ソビエト連邦から独立後に内戦状態が続いたため経済状態は危機的な状況になっている。経済活動の停滞や内戦が続いたため、違法伐採によって森林面積が急速に減少している。集中的な豪雨によって土砂崩れ、耕土流出、洪水等がしばしば発生し、道路破損等の災害が常在化している。

本案件の目標

日本人派遣研究者とタジキスタン国研究者が森林減少の現状とその結果生ずる問題を共同で調査するとともに、その調査結果に基づきパイロット地域を選定し、具体的な問題解決のためにどのような手段が必要か整理し、森林再生とその維持管理する仕組みを実現するための計画を立てること。

タジキスタンの自然環境を変えたものは何か？ そしてその対策は？

タジキスタン国における荒廃した森林と草原は、住民による土地利用によって生じたと考えることができる。すなわち、土地の荒廃はある一定面積における家畜の被食圧が自然の再生力を超えて、長期間集中的に繰り返し行われた結果生じたと言えよう。すなわち「過度な土地利用を一時的に制限することにより被食圧を軽減し、土地への負荷を下げるこ

Yoshitaka Kakubari : Reforestation and Forestation Research in Aim of Reduction of Generation of Greenhouse Gases and Lessening of Global Warming—JSPS-JICA Dispatch Program for Scientific and Technology Researchers—
元静岡大学農学部教授

ができる。その間に、自然がもつ自然治癒力によって草原が再生し、あわせて森林再生に必要な稚樹の家畜による食害の程度を軽減し、いわゆる天然更新による森林保続を期待することが可能になる」との作業仮説を考え、これを当面の行動指針とした。

タジキスタン国の自然環境の現状把握

カウンターパート (C/P) は環境と保全国家委員会の森林公社 (State Agency of Forestry and Hunting) と森林研究所 (Forestry Research Institute) である。森林公社には調査資料が散失しており情報収集は困難を極めた。国連等国際機関の援助で行われた現状調査報告のなかに英語で書かれたものがあり、参考になるものがある (Partov k. *et al* 2011, Safarov N. 2011)。日本語で読めるタジキスタン国の森林事情に関する文献は海外林業コンサルタント (JOFCA) が実施した「パキスタンを含む中央アジア諸国の森林調査」があり、その報告書が参考になる (JOFCA, 2008)。しかし、調べられた地域は首都デュシャンベ (Dushanbe) 近郊に限定される。本調査研究ではタジキスタン国の自然環境の現状、修復・保全に必要な要素技術や村民の生活実態を把握するためベースライン調査を実施した。

ベースライン調査

調査は現地で雇用した通訳 (英語) と C/P ととも

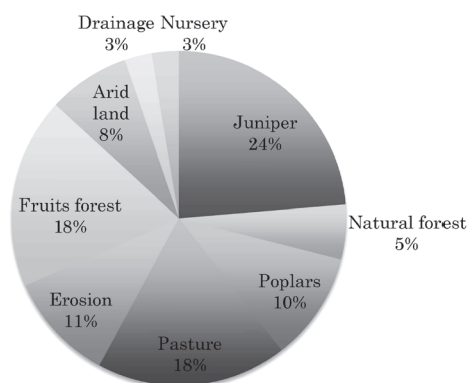


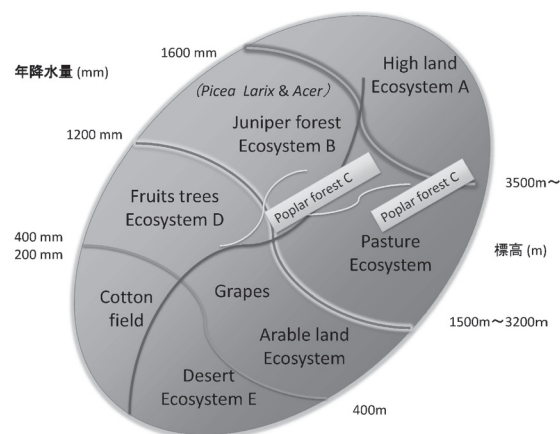
図1 ベースライン調査 (76箇所) が実施された生態系ごとの割合

に行った。車両、ドライバー、燃料、宿泊等については JICA 規定に従って JSPS の現地調査費から経理した。

野帳には GPS 情報、植生タイプ (構成種)、土地利用形態、利用代表者、住民の具体的な要望 (灌漑用水路の作成、苗畑整備、植林計画等) を記録した。調査数は 76 箇所である内訳を図 1 に示した。

タジキスタンの主要な生態系

主要な生態系については, Partoev. K *et al* (2011) や Rakhmonov E. (2003) に詳しい。ここでは標高と年間降水量の二つを軸として生態系の分類を試みる。すなわち、高山生態系、森林生態系 (針葉樹林、ポプラ林、河畔林としての機能をもつツガイ林 (Tugai)), 果樹林 (一部ピスタチオ天然林も含む)、草地生態系、砂漠生態系の 5 つである (図 2)。



各種生態系の特徴と努力目標

- Ecosystem A: 高山生態系、主たる河川の上流域、蘚苔類、ブッシュ放牧地の確保
- Ecosystem B: 針葉樹生態系、Juniper林自然保護区
生物多様性の確保、森林減防止
建築資材育成 (カラマツ、ヨーロッパアカマツの導入)
- Ecosystem C: ツガイ林 + ポプラ林 (天然林 + 人工林)
河畔林の保護、低価格の建築資材の育成と供給
- Ecosystem D: アーモンド、ピスタチオ、クルミ、アプリコット
栽培システムの改善、品質の向上
- Ecosystem E: 砂漠生態系 灰楊、アルハギ、タマリックス
塩類集積地の改善、ドレイン整備、防風・防砂、多様性維持・増強

図2 タジキスタン生態系略図

主要な森林生態系は Juniper 林である (図 3)。タジキスタンの北西に位置するシャハリスタン (Shakharistan) が分布の中心である。これらの地域の年平均降水量は 1800 mm に達する (図 4)。広葉樹はカンパ林が多い。南東部のタビルダラ (Tavildara) や東部のロミ (Romit) 付近に多い。降水量は 1000 mm から 1500 mm である。ポプラ林は主として灌漑農業用水、主要な河川の流域に植栽

されており、野生種も見られる。ポプラは蓄積が豊かで、多くは伐期に達している。家屋の建築材、農耕用の機材、スコップの柄等、彼らの生活のさまざまなシーンで見ることができる。

タジキスタンの南部はアフガニスタンと国境を接するが、そこには砂漠があり、*Populus euphratica*, *P. pruinosa*, *Tamalix*, *Haloxylon*, *Calligonum* 等の樹木が点在している。また砂丘が発達しており、耕作 (主として綿花栽培) を不能にする場合がある。

提案された手法とその背景

荒廃した大地に植林しても、その多くは家畜によって食べられるので、ここでは通常の植林作業はできるだけ行わない。むしろ「流域単位の住民の経済生活が向上すれば、森林に依存した生活から脱却でき、結果として森林 (自然) は守られる」と考えてみる。それらの実践を可能とする新しい土地利用の戦略を検討してみた。

—電気柵システムの導入—

住民や遊牧民による一時的な土地利用を制限する手段として、電気柵システム (写真 1) の導入を試行する。電気柵の概要は次の通りである。

電気柵は太陽電池を主要電源とし、バッテリーに蓄電し、家畜がワイヤーに接触すると電気ショック (最大 9KV のパルス) を与える。発生したパルス

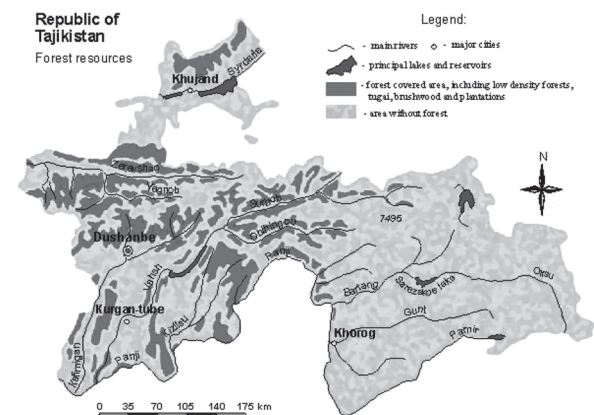


図 3 タジキスタンの植生図 (Safarov 提供)
濃色部: 疎林およびブッシュを含む森林帯, 河川付近のツガイ林を含む。中央左の集中した部分にはシャハリスタンで, Juniper 林が集中して分布する。
薄色部: 草原 (低地では農耕地), パミール高地の無立木地を除く。

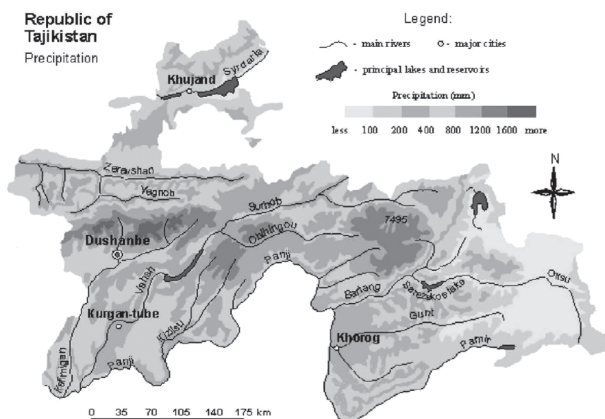


図 4 年降水量分布図



写真 1 果樹や Juniper 稚樹を家畜の食害から守る電気柵と村人たち

はワイヤー（3 芯）に間欠的に通電する。フェンスはグラスファイバー製ポール（1.5m）を7m 程度の間隔で立て、クリップによりワイヤーをポールに固定する。地形にも依るが現地調達による支柱（150～200 φ、長さ 3000）をおよそ 20m 毎に立て、フェンスの主要部分を完成させる。ワイヤーは通常 3～4 ラインである。ワイヤーの高さは家畜の構成を考慮し適宜クリップによって調節する。その他に接地（アース）用の部品がある。

電気柵システムでは陰極を台地にリークさせる必要がある。ワイヤー付近の枝葉がワイヤーに接触した場合、パルス電圧が地面にリークするため家畜への感電電圧が弱まり、効果が減ずる。したがって枝葉の除去は重要な作業となる。

使用したモデルはいずれもファームエイジ社製（電気柵システム）で、1ha と 4ha 用の二つのタイプである。設置には 6 人で 4-5 時間を要する。購入費用は 8～13 万円程度である。

電気柵の内側には、成長の早い *Rosa canina* というバラ科の植物を植える。この蔓性のバラはパイロットサイト付近で容易に得られる。成長が非常に早く、数年で家畜の侵入を防げるまでによく繁茂する。これをフェンスの内側に植栽しておけば、数年後にバラを利用した天然の柵として期待できる。従って、数年後にはこのシステムを別の修復が必要な場所に移動させることが可能になる。このように、現在 20 セットを特徴ある生態系の保全・修復のため利用できる。

これらの実践が森林管理当局と地域住民の協力により、維持管理される仕組みを共に考え、この国に継続可能な方法の一つとして定着するよう努力することが大切である。

生態系修復作業の継続と活性化の路

現状の森林率（3% 弱）を将来目標（6%）まで引き上げるため、成長の悪い *Juniper* の植林を実行するよりは、むしろ現状の高い生物多様性を維持し、その生態系サービスを包括的に取り込んだ自然保護区として位置づけることの方が望ましい。その一方

で、村落を中心に実施されているポプラ造林を今後も積極的に継続し、再生可能な森林資源として期待する方がより現実的である。

また、草地と森林生態系との境界領域に注目して、草地への一時的な家畜の侵入を制限し、そこに土地休養区を設け、草地および森林生態系を修復することが当面の課題である。天然更新によって生じた稚樹が家畜によってほとんど消滅するのである。これまで用いたことのなかった電気柵や手間暇かけて作る自家製の柵によって、自然な修復力に依存した環境改善を図りたいと考えている。

ポプラ林は山岳地の豊富な水資源を利用できる。河川から灌漑水を導入することで、植栽可能な面積を拡大することができる。国産による建築資材の増産を視野におき、現在ロシアから 100% 輸入されているマツ材を、ポプラ材を利用した国産材に切り替えることが急がれる。簡単な製材工場とソーミルの導入はわずかな投資（10,000 \$）で実現できる。製材の請負サービスと植林を結び付ければ、それで小さな流域単位で木材市場や地域経済が活性化することが期待できる。旧ソビエトの引き上げによって、タジキスタンのインフラは壊滅的な打撃を受けた。輸送手段が劣悪なため、施設規模の拡大化や資本集中による運用は効果を発揮しえない。すなわち当分の間流域単位の小規模な分散システムで地域経済をまず立ち上がることが大切だと思われる。

いくつかの実践

限られた時間と費用、そしてスタッフ。この中で実践したものを以下に示す。

- ① 自然の荒廃は過度な土地利用の集中によってなされ、それはしばしば自然の再生能力を引き出せない程度まで消耗していることが多いように感じた。うしなわれた生態系の内、より重要な森林および草原を対象に、16 箇所のパイロットサイトを設置し、その修復・保全管理体制を提案し、実践した。
- ② パイロットサイトのリーダー、森林公社、FAO 等の森林従事者に呼びかけセミナー（写真 2）



写真 2 パイロットサイトのリーダーたちを中心としたセミナーの開催風景



写真 3 中山臨時大使（スコップを持っている）、サファロフ森林局長官（大使からひとりおいた右側の人物）をお迎えして、関係者による植樹祭（パイロットサイト、デュオバ）

を開催した。パイロットサイトのリーダーはそれぞれのサイトで集積した技術情報について公表し、意見交換を行った。また現地見学会を実施し、セミナーで指摘があった具体的な問題について現場で解説を行い、情報の共有を図った。

- ③ セミナーの討論結果は森林公社によってまとめられたが、森林再生への意識は依然低い。キャパシティービルディングの育成が必要。「指導、監視、継続」の原則を心がけた。支援し継続しないと自然環境修復・保全管理の向上は望めない。
- ④ 植樹祭の実施（写真 3）：日本大使、JICA 所長の参加を得て、植樹祭が実施された。大使と各パイロットサイトのリーダーは親しく意見交換し、相互理解がはかられた。
- ⑤ ワークショップの開催：10 数カ所でワークショップが開催された。電気柵を利用した新しい森林再生、草原の保護・維持活動について地域住民に十分理解されるよう講義等も実施し普及活動を行った。
- ⑥ 電気柵の直接的効果：一時的な家畜の土地利用を制限すると草原が再生し、稚樹は家畜の食害を免れるなど効果が現れた。また、柵内でできた牧草を干し草にし、収益が得られた。継続し

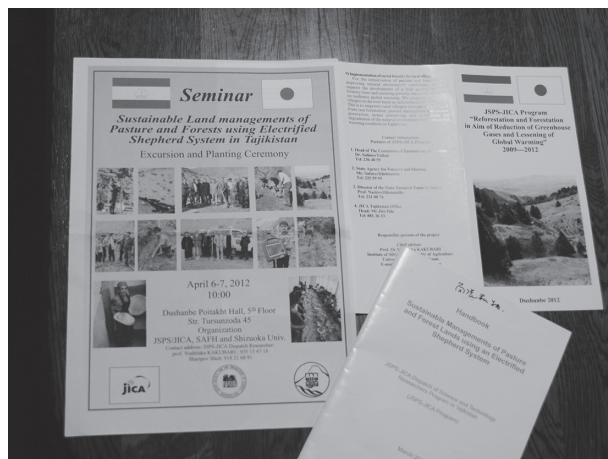


写真 4 セミナー開催ポスター、プログラム説明リーフレット、電気柵を利用した森林保全ハンドブックなど関係資料

てこそ、この価値が評価される。

- ⑦ 本事業の概説（パンフレット）と「電気柵を利用した森林再生および草原の持続可能な方法をめざして」（ハンドブック）を作成し（写真 4）、日本大使館、JICA 事務所、森林公社に配布した。世界銀行関連のデータベース（WOCAT）に登録・情報開示された。

あとがき

この国の破壊された森林や草原を修復し、自然環境を保全するうえで、必要な最低限の情報や解決しなければならない技術的・管理運営上の重要なヒントが入手できた。しかし、この国の多様な生態系に対応した管理体制を持続可能とするには、森林官のキャパシティービルディングや多様な感覚を持った地域住民の理解について、もっと経験を積み上げる必要がある。

本研究の実施時間内で修復・保全可能な面積は、たかだか数十 ha から百 ha で極めて小規模である。しかし、「この国に新しく導入された手法によって自然が修復された」という住民の実感は非常に大きな教育的なインパクトになったと思われる。

なお、著者はその確認と継続のため、本年6月から4ヶ月間、タジキスタンの森林保全活動を行う予定である。

謝 辞

本プログラムを進める上で、文部省・日本学術振興会国際事業部、外務省・日本大使館、JICA 地球環境部のスタッフの皆様にはひとかたならぬお世話

になった。お礼申し上げる。また、国際林業コンサルタント、朝日航洋株式会社、ファームエイジ株式会社、国際耕種株式会社には関連資料等の提供を受け大変お世話になった。お礼申し上げたい。佐野拓氏、牛木久夫氏、深井善雄氏には折に触れて相談に乗っていただいた。いつも感謝である。

〔引用文献〕 1) 国民あたり平均年収 (2012) データブック Vol. 24 (203), 479P 二見書店. 2) 日本学術振興会科学技術研究員派遣事業 (<http://www.jsps.go.jp/j-oda/index.html>). 3) 電気柵システム：ファームエイジ株式会社 (http://www.farmage.co.jp/profile_new/top.html). 4) 森林面積 (2006) Global forest resources assessment 2006, FAO. 5) JOFCA 報告書 (2009) 財団法人 海外林業コンサルティング企業協会 平成 21 年度アジア・フロンティア森林協力地域戦略プラン策定基礎調査事業報告書 92p. 5) Partoev K., Sulangov M., Melikov K., and Jumakhmadov A. (2011) Local agro biodiversity and traditional knowledge in agriculture need to be preserved. 123p, Dushanbe. 6) Rakhmonov E. (2003) Natural strategy and action plan conservation and sustainable use of biodiversity. 194p, Dushanbe. 7) Safarov N. Sadykova A., Valdschmit L. *et al.* (2011) Biodiversity in Central Asia. 83p, Dushanbe.