



干上がったアラル海の リハビリテーション—植林

日本カザフ研究会 代表 Norio Ishida
NPO法人 市民環境研究所 代表理事 石田 紀 郎

1) アラル海環境問題とは

中央アジアのカザフスタン共和国とウズベキスタン共和国に領有されて存在するアラル海は、かつては世界第4番目の湖面積を有した湖であった。アラル海が位置する地域は広大な沙漠地帯であり、アラクム、カラクム沙漠が広がっている。この沙漠地域で1950年代より、旧ソ連邦が「沙漠を緑の大地に」をめざして広大な灌漑農地の開拓を開始した。アラル海に流入するシルダリアとアムダリアの豊富な水を農業用水として取水し、農業用水用運河網を沙漠の中に張りめぐらし、綿花と水稻栽培の大農業を展開し始めた。その結果、2大河川からの流入水量と湖面からの蒸発量で水収支のバランスを維持していたアラル海の水循環系は崩壊し、アラル海は縮小を始めた。そして、2009年には、アラル海の湖面積は1960年代の20%にまで縮小し、干上がった旧湖底は広大な沙漠となった。今日現在もアラル海の干上がり縮小は止まることなく続いている。

アラル海全体の湖面積は、日本の琵琶湖の100倍に相当する。琵琶湖10個分の面積があった小アラル海（北アラル海）と琵琶湖90個分の大アラル海（南アラル海）はかつては一つの湖だったが、アラル海の縮小によって両湖は分離してしまった。小アラル海にはシルダリアが現在も流入し、流入水を小アラル海に貯留するためのダムが2006年建設された結果、縮小は停止し、環境が修復し始めている。一方、大アラル海に流れ込んでいたアムダリアは、もはやアラル海に達することはない。かくして、大アラル海は天水以外の流入水はなく、干上がりが続いている。20世紀最大の環境破壊とさえ呼ばれるアラル海環境改変は、湖の縮小に伴って漁業の崩壊など多くの困難を地域住民にももたらしてきた。さらに、新たに出現した沙漠には多量の塩分が析出しており、砂・塩嵐となって地域を襲い、住民の健康を害し、農業の継続を困難にしている。筆者は1989年以来、主としてカザフスタン領内のアラル海流域の環境問題を調査してきた。広大な流域とそこに展開する灌漑農

業の実態を記録することがまず必要と考え、日本カザフ研究会を結成して、多くの研究者と現地調査を継続してきた。その間に、1991年のソ連邦の崩壊と中央アジア5ヶ国の独立という歴史の節目と混乱に遭遇しながら、カザフスタンの研究者との協同作業を継続している。研究成果は「日本カザフ研究会調査報告書第1号〜14号（1993〜2007）」として刊行している。

「アラル海の危機」と言われたアラル海縮小は止まることなく続き、シルダリアとアムダリアの豊富な水を利用した綿花や水稻の灌漑農業が砂漠の風景を一変させ、多くの農民を生み出した。両河川の水を再びアラル海に戻すことはこれらの農民の生業を奪うことになる故に不可能なことであり、もはやアラル海全体の再生はない。農業面で問題なのは農地での塩類集積による塩害の発生であり、農業継続がきびしい農地面積が年々増加していることである。その面積がどれほどになるのかの実態は不明であるが、諸処に塩害による放棄田が存在する。農業継続可能な地域と困難な地域を仕分けすることが現実にも求められているが、まだまだそのような対策が実施されているとは言い難い。もう一つの重要な問題は、干上がった旧湖底沙漠の地表には塩分が集積し、砂とともに周辺地域に飛散し、住民の健康を損ない、農作物の生育を阻害していることである。初期に干上がった旧湖底では地表面の塩分濃度は低いが、アラル海縮小が進行し、湖水の塩分濃度が上昇したのちに干上がった旧湖底の塩分濃度は極めて高く、地表一面が塩の結晶で覆われている広大な地帯が出現している。いずれの旧湖底でも砂や塩の移動を抑える植生の進出が望まれるが、1980年代以降に干上がった旧湖底への植生侵出は遅々として進んでいない。ドイツの研究者らによる植林が実施され、旧湖底沙漠への植生進出を早める実験が開始されたのは1990年代後半である。筆者らも旧湖底沙漠での植林を2006年から開始した。本稿ではその植林活動を記録する。（図1）

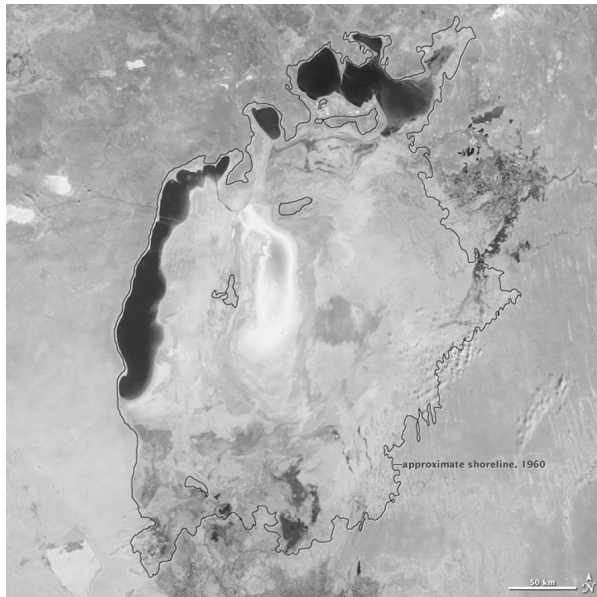


図 1：2009 年 8 月 16 日のアラル海（NASA）

2)なぜ植林活動を始めたか

広大な面積で出現した旧湖底沙漠は、干上がり年度によって、またその地域の土質、地下水の水位や地形によって植物による被覆度が異なる。一面の草原となり、野生動物の保護区になっている所もあれば、植生がまったく進出していない地域もある。植生被覆のない地表からは、砂嵐とともに大量の塩が周辺地域へと飛散し、砂と塩は住民の健康障害（気管支系障害など）を引き起こしている。そこで、人工的に植物を導入し、砂・塩の飛散を防ぎたいと考え、「アラルの海をアラルの森に」をスローガンにして「アラルの森プロジェクト」を立ち上げた。実施主体は筆者が所属する NPO 法人・市民環境研究所である。

干上がった旧湖底沙漠全域での植林などとはいえない不可能なことである。例えて言うならば、草木が 1 本も生えてない我が国の九州全域に木を植えようとするようなものである。しかし、本プロジェクトが植生進出のきっかけとなるだろうと考えている。その意義は、①この地域での植林を実現するための技術を確認すること、②植林事業への住民意識の開発と参加を開くこと、③植林によって、狭い範囲ながら風による砂移動を抑え、多くの草本植生の進出を早めること、④植林苗木が成長し、種子源となって広域種子散布ができることなどなどであろう。

植林サイトとしてまずは 2 ヶ所を選定した。1 ヶ所はシルダリアの河口にもっとも近い集落で、我々が環境調査の拠点としているカラテレン村（以下、カラテレン・サイト）で、もう 1 ヶ所はカラテレン村から数十キロ離れた旧湖底沙漠の

1 画（旧湖底サイト）である。植林樹種は中央アジアの沙漠に自生するサクサウルである。サクサウルという木は、植物分類学的には、アカザ科 (Chenopodiaceae) に属し、*Haloxylon aphyllum* (Minkw.) Iljin という学名である。Hals は塩を意味し、xylon は木材を意味しており、耐塩性の強い灌木である。種名の aphyllum とは、a が無いことを表し、phyllum が葉を表すから、葉が無い植物（無葉植物）である。中央アジアなどの降水量の少ない沙漠に自生しており、耐乾性が強く、塩類を多く含む土壌でも生育できる高い耐塩性を有する植物である。中央アジアの沙漠地は夏は高温で 50 度になることも珍しくないが、冬は極寒の地で氷点下 40 度にもなる。こんな環境に自生しているのだから、耐乾性、耐塩性、耐寒性を有している。この木は燃料として利用され、とりわけ、羊や牛の焼肉（シャシリク）用として大量に利用され、不法伐採されることも多い。地上部は最大 10m にもなることもあるが、総じて 2〜3m ほどのものが多く、林を形成していることもある。地中に向けて深く伸びる根は平均的に 5〜8m で、時には 15m にも達するという。このような木本類であるサクサウルは、飛砂防止、防風林形成、移動砂丘の固定などの機能を有していると注目されてきた植物である。（図 2）

植林をどこで始めるかは重要事項であるので、アラル海の干上がり縮小という環境問題に取り組んでいる数少ないカザフの研究者であるリリア博士に相談した。彼女は植生関係の基礎的研究と植林活動に従事し、ドイツの GTZ プロジェクトにも参加している。現在までの多くの失敗例を分析検討し、土壌表面に塩類が析出している地域はもちろんのこと、塩分を多く含む土壌はなるべく避けて 2 ヶ所の植林サイトを決定した。



図 2：サクサウル成木

カラテレン村サイト

カラテレン村はかつてはアラル海に面した良好な漁港であったが、アラル海が干上がると港としての機能は完全になくなり、小アラル海に流れ込むシルダリア河口域で細々と漁業を続けている人口が 500 人ほどの漁民の村である。アラル海の干上がりはこの村の生業を奪っただけではなく、旧湖底から砂が押し寄せ、数軒の民家と学校が 1965 年に砂に埋もれ、倒壊した。そのため、住民はそれまでの集落地から離れた場所に学校を建設し、その付近に民家も引っ越して新カラテレン村を創った。この村の北西部に植林サイトを設定した。ここならば、住民の目に付きやすく、植林後の管理や監視が容易であろうと考えたからである。

旧湖底サイト

カラテレン村から南西に約 32 キロの地点（北緯 45° 51′ 14″、東経 60° 40′ 39″）の旧湖底沙漠を植林サイトとした。サイト周辺にはほとんど植物が見あたらず、1990 年頃に干上がったアラル海の平坦な旧湖底沙漠で、地表には塩類が白色結晶として見られるが、地表一面を覆うほどではない。

（図 3）

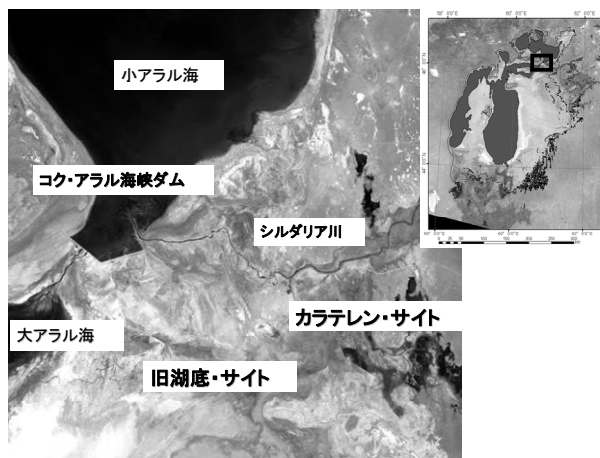


図 3：植林サイト地図

3) 植林を始める

植林サイトも決定し、植林活動に必要な経費を地球環境基金財団からの助成として得られることとなり、2006 年の秋から植林を開始した。苗木の確保や植栽後の管理などの問題を試行錯誤で解決しながらの実施であった。

・苗木

植栽用苗木の調達は植林事業の内でも重要な部分である。カラテレン村があるクジルオルダ州のカザリンスク地区に、ドイツ技術協力公社（略称 GTZ）が州に提供したサクサウールの育苗畑があ

り、2006 年と 2007 年はここから苗木を購入したが、その後、育苗畑が閉鎖されたので、2008 年度からは沙漠に自生するサクサウール林内の自然実生苗を採集して苗木とした。

・植栽方法と水遣り

年間降水量が 100mm 程度の植林サイトであるから、植栽時の灌水はもとより、苗木が活着するまでは水を与え、活着率を高めたいと考え、住民の協力を得た。そのような諸々の準備ができた段階で苗木を植栽した。まず、トラクターで畝を立て、その畝に約 1.5m 間隔で深さ 30cm の穴を掘り、近傍の砂丘から運んできた砂を入れて、その砂に苗木を植えた。この手法を開発したのはドイツの援助で植林を実施した植物学研究者のグループである。アラル海沿岸部も旧湖底も土壤中に高い濃度で塩分を含んでおり、苗木をそのような土壤に直接植えると活着率が悪い。そこで、塩分を含まない砂丘の砂の中でまず生きながらえさせて、活着した後に塩分の高い土壤に接触させる方法で、実にすばらしいアイディアである。我々もこの方法を採用し、植栽後にはシルダリアから給水タンク車で運搬した水を各苗木の株下に灌水し、さらに 1 ヶ月後に再度、水を遣ることにした。

沙漠の大地に植林はしてみたものの、苗木は生き残ってくれるだろうか、はるか日本から心配はするものの、現地のきびしい気象と土壤条件下で苗木ががんばってくれるのを祈るしかない。毎年、秋に植林し、5 月に現地に出かけて活着率と草丈を計ってきた。カラテレン村サイトでは、2006 年の 11 月に植えた苗木は、翌年の 2007 年 5 月の調査でなんと 55.5% が根を張り生き残っていた。塩類土壤の沙漠地での植林としては極めて高い生存率（活着率）であり、この植栽方式で今後も続けられる自信ができた。ところが、2007 年秋の植林では、カラテレン村サイトで 7.5%、旧湖底サイトは 0% と散々な結果であった。その原因として、2007 年の冬季は例年になく寒く（1 月の平均気温は -19.9 度）、その上に降水量が少なかったことが考えられた。また、苗木の品質が悪かったことも原因と考えられたので、2008 年の植林では人工苗ではなく自然実生苗に切り替えた。（図 4）

4) 地域住民の理解と協力

カザフスタン共和国は遊牧の国であった。ソ連邦政府による定住化政策、北部カザフスタンでの処女地開拓政策によるコムギ栽培穀倉地帯の形成、沙漠地帯における大規模灌漑農業の建設などにより、遊牧は消滅し、牧畜と農耕の国へと 20 世



図 4：カラテレンサイトの植林（3 年後）

紀初頭に大変貌を遂げた。アラル海周辺では漁業と牧畜とが生業となり、農耕は極めて付随的存在でしかなく、カラテレン村では畑で農作物を作ることもないし、そのための自然条件も備わっていない。それゆえ、住民にとっては、燃料の木材は沙漠で拾ってくるものであり、自らが木や植物を植えるという経験は皆無に近い。植林活動に参加した村の学校の生徒は、校庭にも植えてみたいとサクサウールの苗木を持って行ったが、植物を植え、育てるという初めての経験をしているようであった。そんな村の中には多くの家畜が放牧され、植林地に侵入してサクサウールの新芽を食害する。この食害を防ぐためにも、住民の協力が必要である。そこで、村の学校（11 年制）で生徒を対象に、アラル海の干上がりはなぜ始まったか、なぜ砂が村に押し寄せてくるのか、塩を含む砂嵐は健康にどのような影響を及ぼすのかなどを中心にした環境教育を実施し、植林の意義などを考える時間を、学校長や村長の協力もとで続けた。このような交流から、植林への関心が高まり、植物の生育を観察する面白さを知った多くの児童が植林やその後の水やり作業に積極的に参加するようになった。また植林に際してはこの家畜による食害を防止するために、カラテレン村サイトでは、家畜侵入防止柵を構築した。木の杭と有刺鉄線で作った防護柵は十分にその機能を発揮したが、わずかな鉄線の間隙から山羊などはじつに器用に侵入してしまうので住民による日常的監視と破損箇所の修復が必要である。こんな問題を抱えるカラテレンサイトに対して旧湖底サイトでは、村から 30 キロも離れているのでこのような防護柵などは不要である。

5)サクサウールの林にはほど遠いが

寒害、旱害、塩害、食害に抗してサクサウールは生育してくれるはずであるが、すくすくと育つことはない。初年度に植えた苗木が 3 年後にやっと草丈 60cm になった。活着できずに枯死した苗木の補植を繰り返しながら、カラテレン村サイトの成長を見守りながら、新たな資金を求めつつのアラルの森プロジェクトを継続している。遠く離れた沙漠での植林活動は多くの困難を乗り越えて行かなければならず、日本の小さな市民団体の活動が干上がったアラル海旧湖底沙漠の砂塩嵐の害を防ぐかと疑問を呈されることは度々である。まさにその通りであり、九牛の一毛にもならないであろうが、1) 塩分含量の高い旧湖底沙漠土壌での植栽方法の確立、2) 植林適期の探索、3) 植林と植生侵入促進の調査研究を続ける中で、植林技術の開発が可能であると考えている。ウズベキスタン側でも植林が進められているが、資金面で行き詰まっているという。しかし、細々ながらの試行は、より大きな組織の参画・参入へと繋がっていくであろう。まだ着手前ではあるが、世界銀行がアラル海のリハビリテーションとしての植林プログラムを公にしており、早期開始を期待している。一毛は九牛を引き出すための活動である。

カラテレン村の近傍には天然のサクサウール林があり、林の外側には波打つ砂丘は迫っているが、村への侵入は阻止されている。10 年、20 年の歳月をかけて発達した天然林のお陰である。20 世紀最大の環境破壊と言われるアラル海環境問題に対処し、その再生復活が絶望視される現在では、その被害を軽減することこそ 21 世紀社会の責務であり、当該国の力だけでは到底進展しない現状を考えれば長期の国際協力が必要である。（図 5）



図 5：旧湖底サイト