

アラル海の縮小と森林造成に対する取り組み

豊 田 貴 樹

はじめに

カザフスタン、ウズベキスタンにまたがる内陸湖のアラル海については、その縮小に伴う様々な環境問題及び社会問題について、これまで多くの機会に取り上げられてきている。筆者の属する社団法人海外林業コンサルタント協会においても、1995 年秋に筆者を含めた調査団が初めて中央アジア地域に派遣されて以来、これまで何度かカザフスタンを訪問する度に、アラル海の問題に関して現地の政府機関や大学関係者などから、この問題の深刻さについて話を伺ってきた。また、協会としても 1997 年 5 月に『第 1 回中央アジア勉強会』と称する報告会を開催し、この中でアラル海問題に関しても事の重大さと緊急性について報告を行なってきたところである。そして 2001 年秋には、実際にごく最近干上がってしまったアラル海の海底部分まで行き、アラル海とその周辺の現状をカザフスタン側から垣間見ることができた。今回はこれについての報告を行なう。

アラル海の歴史及びこれまでの経緯

最初に、アラル海に関するこれまでの経緯について簡単に述べておく。

アラル海はユーラシア大陸の中央部、カザフスタンとウズベキスタンにまたがる内陸海で、天山山脈に源を発するシルダリア川とパミール高原から流れるアムダリア川が流れ込んでいる。20 世紀中頃まではアラル海は世界第 4 位の面積を誇る内陸海であった。ところが、旧ソビエト連邦が 1950 年代から周辺の砂漠地帯を綿花や水稲栽培の農地に変えるためアムダリア、シルダリア両河川か

Takaki Toyoda : The Dried up Problem and Afforestation Activities in the Aral Sea Area

(社)海外林業コンサルタント協会

ら大規模な取水を始めた。この結果、海水面積は縮小をはじめ、1960 年前後には 6 万 8 千 km^2 と、ほぼ北海道くらいの大きさがあったが、1987 年には 4 万 1 千 km^2 と九州と同面積ほどに縮小した。また 60 年代中期には 50 m あった最深部（西北部）の水位も、今では 35 m ほどしかない。この縮小の過程でアラル海は北側の小アラルと南側の大アラルに 2 分されてしまっている（図 1）。



図 1 アラル海縮小経過図

このようなこれまでに例のない大規模な湖の消滅という現象によって、農業や漁業などの生産活動はもちろんのこと、人間を含めた生物の生育環境にも大きな影響が出てきている。

アラル海の縮小がもたらした様々な問題

2001 年の 11 月に筆者らは、アラル海のカザフスタン側、キジルオルダ州のノボカザリンスク（最近カザフ語名の「アイテケベ」という名称に改称された）からアラリスクにかけての、いわば以前のアラル海岸の北東部周辺を踏査した。アラル海はこれまで既に 2 百万 ha 以上の海面が既に陸化してしまっており、場所によっては元の海岸から 100 km 以上も海面が後退している場所もあるという。このノボカザリンスク周辺も、以前はアラル海から大いなる恵みを受けていた地域であったが、現在では反対にアラル海が後退してしまったことに起因する様々な問題に直面している。まず始めに我々は今回調査に同行し、現地を案内して下さったキジルオルダ州アラルスキー環境・野生生物保護事務所の所長であるエセンバーエフ・アマンゲルティ氏から、アラル海の現状と現在この地域で起きている問題について説明を頂いた。環境・野生生物保護事務所は、この地域におけるアラル海沿岸の植生や野生生物を管理している。また同様の責務として、漁業や狩猟産業の管理も行なっている。

エセンバーエフ氏によると、この地域においてアラル海が後退し始めてから最初に見られるようになった現象は気象の変化、特に気温の上昇と乾燥化であったという。これらの現象が少しずつ見られるようになってきたのは、1960年代後半から70年代初期にかけてで、それまでは夏季の最高気温は30℃前後だったものが、この頃から40℃にまで上昇するようになってきた。乾燥化に関して言えば、60年代の終わり頃には、この周辺でもまだ緑が多く見られ、地面を覆う草花には毎朝必ず露が降りていた。また日中の暑さで萎れてしまう草本植物も、翌朝にはその露を吸収してすぐに元気を取り戻したが、ある時期を境にしてだんだん露が降りるようなことが無くなり、そして周りの緑も次第に少なくなって、ついには緑が全く見られなくなってしまったとのことである。

次に現れた影響は野生生物に対するものであった。以前、ここには多くの種類の渡り鳥が渡りの中継地として飛来していたが、それらがある時を境に鳥達の飛来数が次第に少なくなり、今では殆ど見られなくなってしまった。またアラル海に棲むノガン類や砂鷄 (*Pteroclididae*)、姉羽鶴 (*Anthropoides virgo*) といった留鳥も以前は相当数見られたが、これらも海面の後退と共に姿を消してしまった。

そのうちに人々が生活の糧を得ていた農作物や畜産物の生産にも影響が出始めてきた。この地域の主な農作物目としては米とジャガイモが挙げられるが、このあたりのジャガイモの平均的な収穫量として以前は15~20 kg/m²の収穫量があったが、現在では10 kg/m²以下にまで減少している。米も同様に収穫量が低下してきている。ラクダや山羊、羊の放牧は、草原に生きるカザフの人々にとって一番馴染みの深い伝統的な産業であるが、乾燥化に起因する草本植生の退化によって、これらを放牧できる場所が年々狭まり、近年では非常に限られてきている。また畜舎で飼う乳牛がミルクを出す量も減っており、以前は1頭の乳牛が毎日10~15 リットルのミルクを出していたが、今では5 リットル程度しか出なくなっている。このような農業や畜産業の不振の原因として、エセンバーエフ氏は慢性的な水不足を挙げている。

しかしながら一番の直接的な被害を蒙った産業は漁業である。海面の縮小が始まる以前は全ソビエト連邦の魚獲量のうち7%をアラル海からの水揚げで占めていたこともあるほど、その水産資源は豊富であった。アラルスキーより北にある以前はアラル沿岸だった町であるアラリスクには大きな魚肉加工工場があり、多くの地域住民が缶詰の生産等の魚加工業に従事していた。しかし現在ではアラル海における魚獲量は統計上では0%である。アラリスクにあったく

だんの魚肉加工工場も現在は閉鎖されてしまっている。エセンバーエフ氏とは別の機会に話を伺った、ジルオルダ州ノボカザリンスク環境・野生生物保護事務所職員のエシュマハノフ・サクタガン氏の話によると、以前はアラル海にもチョウザメが沢山生息していたが、彼の父親が1972年に最後のチョウザメの捕獲を確認して以来、アラル海ではチョウザメの生息が確認されたという報告はないという。

そしてついにアラル海縮小の影響は人間の身体にまで及ぶようになった。エセンバーエフ氏によれば、干上がった海底にあった塩分を含んだ砂が強風によって飛ばされ、舞い上がった塩塵の影響で住民の眼の疾患が大幅に増加している。またこの周辺に住む人々の肺ガンの罹患率が以前と比べて60%も増えたという報告もある。飲料水の汚染が原因とされる高い乳幼児死亡率(11%とも云われる)もこの地域に見られる現象のひとつである。それからはっきりとした因果関係は判らないのだが、若い女性が多くかかる貧血性の病気(ロシア語で「赤い狼病」と呼ばれる)もここでは多く見られる(実際に彼の娘の一人はこの貧血性の病気に罹っており、バイコヌールにある病院に入院しているという)。

以上のような実態を、エセンバーエフ氏はかなり熱っぽく話してくれたが、彼の言葉からも、アラル海の縮小がこの地域に及ぼしている影響の大きさというものが伺われた。

アラル海の現状を訪ねて

アラル海の現状を実際に確かめるために、アラルスキーからエセンバーエフ氏の案内で、現在のアラル海の海岸が見えるところまで車で踏査を行うことにした。ロシア製の四輪駆動車に乗って出掛けることになったが、途中の道は悪く、現在の海岸までの所要時間ははっきりしないという話を聞き、いささか細かい出発となった。

町を出てすぐところでカンバシュ湖という長さ22 km、幅6 kmの大きさの湖に出会う。この湖をはじめとして元のアラル海の海岸があったところまでは大小幾つもの湖や池を見かけることができる。これらは全て本来アラル海に流れ込むはずのシルダリア川の水を引き込んでおり、魚の養殖やこの周辺における灌漑の溜池として利用されている。アラル海がこの場所からはるか遠くまで後退してしまった現在においては、このような形態でしか漁業を継続していくしかないのであろうが、このようなシルダリア川の水利用もアラル海の縮小の



写真 1 ブグール島

一因になっていることも否めない。

アラルスキーから車で2時間ほど来るとブグール（Bugur）島に着く（写真1）。この場所は以前アラル海に浮かぶ島だったが、今は完全に陸地化しており、わずかに周囲の平坦な地形から丘状に盛り上がったところ

に家屋が集中していることによって、それが以前は島だったと知れる程度である。漁業が盛んだった頃には、島には600戸の世帯が住んでいたそうだが、現在では100戸にまで減少してしまっている。現在でも島に残る住民は漁業で生計を立てている。以前はそれこそ目の前が海だったので舟に乗って漁に出掛ければよかったのだが、アラル海が無くなってしまった今では、車で先ほど通り過ぎたカンバシュ湖まで行き、そこで舟を使って漁をしているということであった。

ブグール島を過ぎ、以前の海岸線が入り組んでいたせいであろう、過去には海面下だったところと陸地であったところを何度か交互に通り過ぎると、アラル海に注ぎ込むシルダリア川にぶつかる。11月下旬という時期柄、既に上流の農地での水利用は終わっているためか、シルダリア川の水量は多いように見受けられた。前述したようにシルダリア川からは幾つもの水路が分流され、付近のため池に水が注ぎ込まれている。この水量が多い時期に来年春先の水を確保しておくためとのことであった。夏季の水利用が多い時期には、シルダリア川の水がアラル海にまで到達しないうちに枯れてしまうこともあるという。

この水量の多いシルダリア川を最近付け替えたばかりの仮橋で横断し、元の河口デルタ地帯に広がる葦原を抜けると、最近までアラル海のお底だった場所に入る。これまで通ってきたところでも元海底だったところは地形的には殆どが平坦な風貌を呈していたが、植生の進入状況は場所によってだいぶ違いが見られる。ごく最近海面が後退したと思われる場所では、荒涼とした砂丘の連なる地表に貝殻が無数に散らばっているだけで、そこにはまだ植生の入り込みは全くといってよいほど見られない。一方で海面が後退してから一定の年月が経った場所では、その年数に応じた植生の回復が見られる。ある場所では湿生塩性植物が分布し、またある場所では乾燥に強い砂地植生が分布をするといっ

た感じである。元々陸地に近い場所では、タマリクス (*Tamarix* spp.) やサクサウール (*Haloxylon* spp., 後述) の進入もみられ、かなり植生が回復している場所もある。そしてそのような場所ではアラルスキー周辺の住民が燃材採取の目的で、ここまで来て灌木の枝条を採取していた (写真 2)。



写真 2 枝条採取の様子

このような植生はアラル海が後退してしばらくの間、地下水位がある一定の高さを保っている期間は維持されているが、アラル海が更に後退してそれに伴い地下水位も低下すると徐々に変化をしていき、やがて植生の見られない元の乾燥した状態に戻ってしまう。つまりこのような植生の繁茂は、海面の後退の過程でその場所で一時的に見られる現象であり、海面の挙動と植生の遷移が関連している興味深いものである。

さて我々は、結局出発してから 6 時間以上をかけて最終的にアラル海が大アラルと小アラルの 2 つに分断されてしまった、その中間の場所までたどり着くことができた。この場所は、アラル海がその縮小の過程で、南側の大きな海面 (大アラル) と北側の小さな海面 (小アラル) に分かれてしまった時に、カザフスタン政府がシルダリア川の水がこれ以上大アラル側に流出してしまうのを防ぐために、1992 年に 2 つの海面を完全に分断する長さ 5 km にも及ぶ大ダム (堤防) を建設した場所でもある。この堤防の建設によって小アラル側の水位は徐々に回復し、一時は海面がアラリスクの町から 10 km のところまで戻ってきたという。しかし 1998 年に起きた強風によってダムは決壊、作業員 2 名が死亡する事故になり、折角貯まった小アラル側の水は再び大アラル側へ流出してしまい、その結果小アラルの水位も下がってしまった。その後カザフスタン政府としては、2003 年を目標にこのダムの再建を計画している。しかしダムの再建には米ドルで 6,000 万ドルという巨額の資金が必要と見込まれており、今のところその資金調達の見途は立っていない。

この大アラルと小アラルの中間地点には、ダムが決壊した時に流された建設重機の残骸がまだそのままに残されていた。また、ここから北側を望むとはる



写真 3 ダム崩壊現場



写真 4 サクサウル

か遠くに小さく小アラルの海面を確認することができた。アラル海は本当に小さくなってしまったのだ、ということを実感した瞬間であった。

サクサウルを用いたアラル海底の緑化に対する取り組み

カザフスタンの科学者や環境専門家は、アラル海の水位低下による負の影響を最小限に留め、露出した海底に砂漠型の生態系を形成するため、そのような場所に適した植物栽培による土地改良の実施に注目している。このアラル海の干上がってしまった海底の緑化に適しているとされ、今後植林が期待される樹種のひとつがサクサウル（Saxaul）である（写真4）。サクサウルはアカザ科の木本植物で、中央アジア

の乾燥地域において多く見られる植生である。サクサウルには、現地で白サクサウル（*Haloxylon persicum*）及び黒サクサウル（*H. aphyllum*）と呼ばれる2種類が存在する。このうち白サクサウルは、土壤中にある程度塩分が含まれる場所でも生育するが、黒サクサウルはそのような場所での生育が難しい、また白サクサウルの葉はラクダの飼料に適しているが、黒サクサウルの葉は酸味が強く、飼料にならないとされている等、特徴に幾つかの相違が見られる。また、乾燥地でしかも季節によって寒暖の差が非常に激しい場所に育つ植生であるためか、生育期間が短く、殆どのサクサウルは約30年程度で枯死してしまうといわれている。

カザフスタンの森林・林業に関する研究機関である、カザフスタン農林業土

地開発調査研究所（Kazakh Scientific-Research Institute of Forestry and Agricultural and Forestry Land Development）では、このサクサウルを始めとする幾つかの種類の植物を元海底に植林するための技術を確認するために、現地でこれらの調査研究を行ない、栽培品種及び栽培技術に関する提言をまとめている。また、カザフスタンの天然資源環境保護省の地方機関であるキジルオルダ州カザリンスク地方事務所でも、アラル海の周囲の環境改善を目的としたサクサウルの造林を実施している。ここではこれらの成果のうち、サクサウルの造林立地と造林方法について紹介をする。

これまでの調査研究で、サクサウルを成林させるためには適切な立地を選択する必要性が高いことが明らかにされている。アラル海の元海底にも広がる移動型の砂丘上では、たとえ葦やイグサを用いた沙障を併用したとしても、この地域特有の強い風の影響で苗木が飛ばされ、高い活着率はあまり期待できない。これに対して粘土質を含んだ砂質土壌の場所では、サクサウルの活着が期待できる。しかしそのような土壌類型の場所では、今度は土壌中の塩分濃度や地下水の硬化度に着目する必要がある。サクサウルの良好な生育が期待できる土壌中の塩分濃度は、通常 0.8% 以下とされ、調査結果によると、このような場所では最高 66% の活着率が得られている。しかしながら、この地域でも多く見られる、ソロンチャックと呼ばれる塩類集積土壌では、サクサウルの活着率は最高でも 42% にとどまっている。

サクサウルの造林方法は、これまでところ播種造林が一般的である。サクサウルの種子は、秋に結実するので、秋（10 月中から下旬）に種子を採取する。木は 5～6 年生から種子を付けるようになり、成木から 1 本の木でおよそ 200～300 g の種子を採取することが出来る。また、水分を含むと種子の発芽能力が低下するため、雨天での採取は好ましくない。採取した種子は放置しておいた場合、長くて 2 週間しか持たないので、通常は採取後 10 日くらいまでに造林地に播種をする。

もしサクサウルの種子を長期保存したい場合には、気温 0～5℃、湿度 15～18% に調整された定湿定温のガラス容器の中に保存しておけば、次の年の春までは保存が可能である。

サクサウルの播種時期は通常 11 月初旬、霜が降りだしたら播種時期である。播種の時は、まず地面をストリップ状に耕起する。現在この作業はカザフで一般的な農耕用トラクターを用いて行われるが、トラクターは 1 台で 1.4 m 幅耕することが出来る。このトラクターを 2 台並べて、幅 2.8 m を 1 つのスト



写真 5 元の海底に残された船

ラップとして耕起していく。その次のストラップまでの間隔は、トラクター4台分の5.6 mを空けて次の播種地を作る。トラクターの後ろには農作物用の播種機を装着してこれによって耕起と同時に種子を蒔いていく。播種の深さは0.5～2 cm程度、播種量は1,000 mにつき3

～4 kgの割合である。造林地の大きさはその場所の地形にもよるが、だいたい2～7 km 四方、あまり柔らかい砂地ではトラクターが進めなくなってしまうので、そういった場所は避けるようにする。

このような播種造林はその年の冬の天候条件に大きく左右されやすいので、研究所の試験結果をもとに、苗木を用いた造林方法を推奨し、播種造林は全体面積の10%以内に抑えることとしている。なお、苗木を用いた造林の場合は春植えが望ましいとしている。

サクサウールの用途として一番に挙げられるものは、燃材としての利用である。カザフの伝統的な羊肉のバーベキュー料理、シャシリックは、このサクサウールの炭で焼いたものが一番美味しいといわれている。また、ソビエト連邦の崩壊後、カザフスタンの熱源供給事情は大変悪化してきており、そのあおりを受けて、地元の住民が炊事や暖房用にサクサウールを過度に利用するようになり、天然のサクサウールの面積は減少の一途をたどっている。

アラル海問題救済に関する動き

アラル海縮小の問題はこれまでも、国際会議をはじめとして幾つかの場所で取り上げられてきた。例えば1994年6月にパリで開かれた世界銀行主催のアラル海援助に関する円卓会議等である。しかし残念ながらこれまでのところ有効な援助が行なわれてきたとは言いがたい。アラル海がカザフスタンとウズベキスタンに跨っていること、更にはそこに注ぎ込むアムダリア川、シルダリア川という2つの河川はカザフ、ウズベクのほかにキルギスタン、トルクメニスタン、タジキスタンを上流とする国際河川であること等が問題を難しくしているとも言われている。林業分野に関する援助に限ってみても、アラル海の干上がってしまった海底からの飛砂固定には、海底での植林が有効であると考えら

れているが、現在のところ海外からの組織だった植林に関する援助の動きは無い。

キジルオルダ州の天然資源環境委員会では1993年からアラル海沿岸のカスカランという場所において30,000 haの植林を開始したが、翌年には予算の関係で中止にしてしまっている。天然資源環境委員会では近い将来この事業を再開させたい意向を持っており、これまで事業実行のための幾つかの調査が実施されている。またこの事業を資金的に援助してくれる海外の機関、団体を探している。

林業以外の分野で現在実施されている海外からの援助としては、デンマークのNGOによるアラル海沿岸の漁民に対する援助が挙げられる。彼等によってこれまでにボート、貯蔵用の冷凍庫等が供与された。またこのNGOによる技術指導として1993年から1994年にかけてカレイの養殖が導入された。現在カレイはアラル海で漁獲されるようになり、少しずつではあるが市場に出荷され始めている。また独自の動きとして、アラリスクの地元企業がアラル海底の砂を利用してガラス製品を製造する工場を設立したりしている。一方住民は、少しでも日銭を稼ぐためにラクダの毛を使ったニット製品などを作って市場で売っているが、しかしながらアラル海を失ってしまった地元住民の暮らしは困窮の一途を辿っているのが実態といえよう（写真5）。彼等の厳しい状況を見るにつけ、様々な障害は幾つも横たわってはいるが、山積するアラル海問題が解決に向かうために、今一度国際社会の眼がアラル海に向けられることを願わずにはいられない。

【参考文献】 1) (社)海外林業コンサルタンツ協会(1997) 中央アジア勉強会報告書. 2) 福井 武(1994) 中央アジアの緑化・植林問題. 3) 岡 三徳(1995) ウズベキスタン農業の現状と開発の課題. 4) Kazakh Scientific-Research Institute of Forestry and Agricultural and Forestry Land Development(1998) Temporary recommendations on the range of species and technology of cultivation land improvement plants on the dried-up bottom of the Aral Sea. 5) 石田紀郎 水と人とのあるべき関係を求めて―水の地域特性と生態環境(京都大学大学院アジア・アフリカ地域研究研究科インターネット講座) 6) 森本幸裕・守村敦郎 アラル海危機と植生変動の景観生態学的考察