

北部アラル海調査（2011年8月29日－9月16日）報告書

フィリップ・ミクリン：西ミシガン大学名誉教授（地学）

ニコライ・ビジリャビッチ・アラディン：ロシア科学アカデミー動物学研究所所長、博士（生物学）

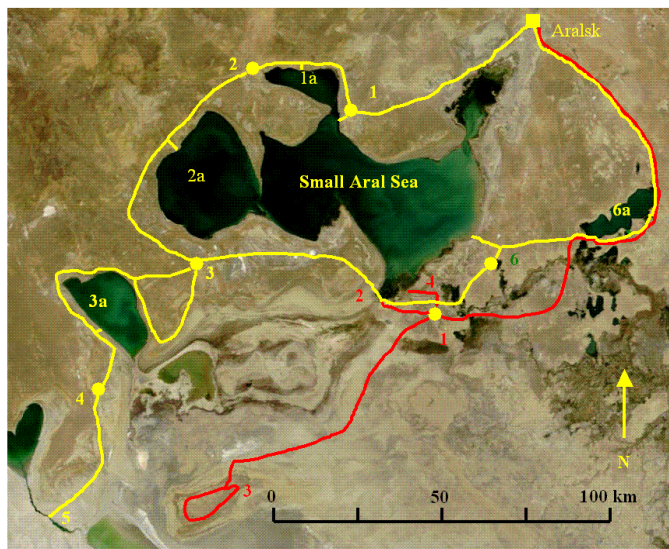
序文

この報告は中央アジアの国カザフスタンに位置する北部アラル海の調査結果につき詳述するものである。図1は今回の調査ルートと訪問先を示す。調査には、ロシア、サンクト・ペテルブルグにあるロシア科学アカデミー動物学研究所のニコライ・アラディン博士とプラトニコフ博士の両氏に拠って実施された。アラディン博士は水生動物学者であるとともに国際的に著名なアラル海の専門家である。プラトニコフ博士はアラル海のプランクトンや底生生物の専門家である。私（フィリップ・ミクリン）は二人とは数十年にわたって共同研究を行っており、2005年と2007年の2回彼らと一緒にアラル海の調査に参加した。以下に述べるように、現地調査は2つの通りのルートで行われた。今回の調査の全行程には、2人のジャーナリスト（アメリカ人、スイス人）、スロベニア Ljubljana 大学の陸水学者、2人の地理学者（アメリカ人、スウェーデン人）、アラル海に興味を持つコンサート・ピアニスト（フランス人）、および今回の調査のビデオ撮影を行ったイヴァン・アラディン氏（BANの技術者）という多彩な顔ぶれの人たちが加わった。一部の調査には、アラル海とその周辺地域のいわゆる“生態系のカタストロフィー”状態の改善に向けた海外の取り組みを統括している中央アジアの公的地域機関であるアラル海国際ファンド（IFAS）の代表者と今回の現地調査を手配してくれた2つの地方組織の人たちも同行した。

今回の調査の主な目的は、小アラル海の水位向上、安定化、生態系の改善を目指したプロジェクトの成果を検証することにあつた。北アラル海としても知られている小アラル海は、大（南）アラル海から1989年に切り離された。二つの大河川のうちのひとつシル川は小アラル海に流れ込んでいる。1990年代の早い時期から、シル川の水が大アラル海に流入しないように土の堤防を建設することにより、小アラル海の水位を上昇させ、塩分濃度を下げて、生態系の改善を図る試みがなされてきた。一時しのぎの堤防は何度も失敗し、1999年の決壊で2人の犠牲者が出るまで再建が繰り返された。2003年の初めに世界銀行とカザフスタン政府が資金を出して、シル川下流の小アラル海流入地点の手前から約15km地点のアクラクに信頼性が高く適切に設計された堤防とダムからなる水力複合ダムを建設するとともに、シル川の疎通能力を向上させるための河床工事などを行う8500万ドルのプロジェクトが実施された。この新しいダムの排水ゲートは2005年8月に閉じられ、小アラル海的设计水位（2005年8月の水位より2m上げる）に予想よりも早い2006年3月に到達した。2005年以降、小アラル海の生態系と漁業は劇的な改善をみた。

フィリップ・ミクリン博士は8月27日に米国を立って、カザフスタンのアルマティに飛び、8月29日早朝に到着した。そこで私は、今回の調査団の一人である米国の地理学者クリストファー・ホワイト博士に会った。彼はアルマティの英語大学で数年間教鞭をとっている。翌朝、ミクリン博士とホワイト博士は人口約15万人のキジロードに飛び、そこでかつてはアラル海北端の主要な港町であったアラルスク行きの列車に乗った。

図1. 2011年アラル海北部周辺調査ルートマップ
(衛星 Terra の MODIS 映像、解像度 250m、可視光、2011年9月23日)



第1回現地調査 2011年9月1日～2011年9月3日（赤線）；番号は訪問順に同じ

1. カラテレン村
2. カク・アラルダムと堤防
3. バルセケルムス自然保護区
4. シルダリアの新しい三角州

第2回現地調査 2011年9月5日～2011年9月10日（黄線）；番号は訪問順に同じ

1. タツベク村
 - 1a. ブタコフ湾
2. アケスペ村
 - 2a. シェヴチェンコ湾
3. アクバスティ村
 - 3a. ツチェバス湾
4. クランディ村
5. 大アラル海西部湖盆と大アラル海東部湖盆をつなぐ水路
6. ブガン村
 - 6a. カミスリバス湖

クルキト-アタのキジロルダ州立大学教授トレクハン・カリハノフ博士（彼はかつて IFAS で働いていた）がミクリン博士とホワイト博士を空港で出迎えた。彼らは先に着いていた他の調査参加者と一緒に、約 7 時間かけて列車でアラスクに向かった。一行は 8 月 30 日の遅くにアラスクに到着し、サント・ペテルブルグやアルマティから列車で来た他の調査隊参加者と合流した。我々一行は町でたった一軒の、驚くことではないかもしれないが“アラル”という名前のホテルに宿泊した。

次の日（8月31日？）、我々は町の職員（Akim 代理、市長、区長など）と出会い、この調査の意図と目的を説明した。これらの説明は、メンバーの中で最も事情通でこの地域で最も知られている N・アラディン博士が行った。地方政府の人々は友好的で我々の取り組みを支援してくれた。ミクリン博士は新たに再建された水産加工工場の見学を希望し、これを認められた。この工場見学は調査旅行のハイライトの一つであった。この工場はソビエト時代から放置されていた古い魚の缶詰工場で、アラル海の崩壊によって漁獲高が減少し、衰退していた（おそらく閉鎖されたであろう）工場を解体し、最新設備に置き換えたものであった。2005 年のコク・アラル堤防の完工によって小アラル海の漁業が（漁獲量と捕獲魚種の多様性の両面で）急速に復活し、工場の再開が可能になった。今では充分な量の魚—特に高価な魚—が小アラル海で捕獲され、工場加工するすべての魚を供給している。魚はアラルスクの南西 71 km の小アラル海沿いの海岸にあるタツベク村（図 1 参照）から二本の轍の多い道路を通して冷蔵トラックで運ばれる。あまり価値の少ない魚（例：ナマズ）は現地や近くの地域に売られるために加工される。より高価な魚種は臓物を除き、冷凍されて少し離れた地域に売られる。最も高価な魚（パイク・パーチ、ロシア語ではスダックという）は最新設備で切り身にし、瞬間冷凍される。工場にはロシアやウクライナなど旧ソ連地域に売られる冷凍スダックの切り身が一杯詰まった大きな部屋があった。工場長は冷凍スダックが高く売れる EU 諸国で販売するための証明書を求めていると話していた。

第1回現地調査

第1回の現地調査は短期間のもので、9月1日の朝早く始まり、9月3日の遅く終わった。アラルスクに本部のあるバルセケルムス自然保護局が調査の手配をしてくれ、ザウレス・アリムベトワ局長が訪問に同行してくれた。第1回の調査には、フィリップ・ミクリン博士（西ミシガン大学退官教授、地学、米国人）、ニコライ・アラディン博士、イゴア・プロトニコフ博士（ロシア科学アカデミー動物学研究所、水生生物学者）、イワン・アラディン氏（ビデオ撮影技師、BAN）、クリストファー・ホワイト博士（アルマティのカザフスタン国立経営経済戦略研究所（KIMEP）講師、米国人）、グニラー・ビヨランド博士（地理学者、GeWa コンサルティング社、スウェーデン）、クリス・パーラー（ジャーナリスト、米国人）、ピーター・ダーチ（ジャーナリスト、スイス人）、ウィルフレッド・フエンベルト（アラル海に関心を持つピアニスト、フランス人）、トレクハン・カリクハノフ博士、エルザハン・アリムバエフ（コルキート・アタ、キジロルダ州立大学）、ミハイル・トーマン博士（陸水学者、リュブラニャ大学、スロベニア）が参加し、さらに IFAS のアルマティ支所からは技術部長のアルバート・ディエボルド氏、IFAS 執行委員会のカザフスタン代表ムラト・ベクニヤゾフ氏が加わった。ミルザガジエフ・ザスラン、ヌアラン、サティキエフ・テメルベク、アブスルタンおよびベクブラトの各氏は旅行の車両を運転してくれた。

我々はコク・アラルの堤防とダム、ダム近くのシルダリアデルタ（ダリアはペルシャ語で川の意味）、カラテレン近郊の村、その村の北部のシル川に最近完成したアク-ラク水複合施設、およびかつてはアラル海の島

で今は乾いた湖底となっているバルセケルムス島を訪問した。アク-ラク水複合施設は下シル川の水を制御し、水を近くの湖に迂回させて湖の水位を保つために造られたものであり、バルセケルムス島は自然保護区に指定されている。我々は Uazik という名前（その車を生産しているロシアの工場の頭文字）で知られる 4 輪駆動ジープで移動した。2 本の轍のついた道路を走る荒い運転だったが、車はとても耐久性があり現地の条件に合っていた。

ミクリン博士は、YSI-85（これは 2005 年の調査時にナショナル・ジオグラフィック社から提供された）を用いてコク・アラルダムやシル川下流の塩分、導電率、温度および溶存酸素など重要な生態学的なパラメーターを測定した（表—1 参照）。ダム上流の水の塩分濃度は我々が予想したよりも高かった。その理由として、今年はシル川の年間流量が低いためにこれまで小アラル海への流入水量が過去 10 年の平均を下回っており（これはダム近くへの淡水流入も少なくなることを意味する）、そのために塩分濃度がより高くなっていると聞かされた。ちなみに 2005 年の調査時にはこの場所の塩分濃度は 3.5g/l であった。塩分濃度が高いにもかかわらず、ダム付近は透明度が高く、溶存酸素濃度（DO）も非常に高いことから生態学的な条件は大変良好であるように思われた。スロベニアの陸水学者であるトーマン博士は、水底に根を持つ大型植物の存在やヨシが広がった地域があることは水底堆積物の高濃度の栄養塩類によって将来富栄養化問題が起きることのシグナルではないかとの懸念を示した。これはこの湖の進化の過程で慎重なモニタリングが必要となる項目の一つであろう。

ダム付近では多くの小規模の釣り船を見かけた。同行のアメリカ人ジャーナリストのクリス・パーラー氏（彼はサイエンス誌やウォールストリートジャーナル紙やその他のメディアにアラル海の記事を書いている）は“釣りが最高”という現地の漁師に話を聞いた。イヴァン・アラディン氏は本調査の一要素となる映像部分の担当者として多方面にわたるビデオ撮影や（現地住民を含む）インタビューを収録した（全 7 時間のビデオ映像がこの調査で録画された。それらの映像の要約は属資料 1 に示した）。またイゴア・プロトニコフ博士は自身の研究のためにプランクトン試料を採集した。その夜我々は新しい家電製品や薄型のデジタル衛星テレビのある最近増改築したというカラテレンの民家で快適に一泊させてもらった。カラテレンは 2005 年と 2007 年に訪問したときと比較して経済的に改善されているように思われた。これは第一に漁業が活気付いたことによるものであると我々は聞かされた。漁獲は現地収入を大きく拡大させた。

かつてのバルセケルムス島に向けて乾燥した海底を横断する旅は長くて暑かった。島は今では不毛な荒地の中にあって、まばらに塩杉や Saksaul の茂みがあるだけの台地になっている。かつて島だった台地はまわりの乾燥した海底に比較して植生はかなり良好であるものの、周囲の海が消えた影響で動植物は深刻な劣化と種の減少に見舞われている。以前は野生のロバのクランが島を歩き回っていたが、急速な生息環境の劣化、とくに飲める水がなくなったために、1980 年代の中ごろにはカザフスタンの他の場所に移動を余儀なくされた。我々は旧複合研究施設に滞在した。建物は一部改装され、一部解体されていた。数人の調査隊メンバーは測候所跡、ブタコフ記念碑などを訪れてバルセケルムスのグランド・ツアーを楽しんだ。

アラディン博士は島の南端部の崖下に降りてもとの海岸線を訪れた。そこで彼は 2010 年の夏にアム川の水が流入したときの遺物（無脊椎動物の貝類を含む）を採集した。これらの貝類の分析から、彼は 2010 年の夏には大アラル海の東盆の塩分濃度は約 20 g/l まで低下していたと推定したが、これは恐らく 200g/l 近くあった 2009 年のレベルよりはるかに低い値である。

数人の調査団メンバーその夜戸外で就寝した。夜空の息を呑む景色、これ以上なくきれいな大気、雲も無く、光がないため星や星座、天の川などが珍しく良く見えたことなどは彼らにとって一番の思い出になった。

次の日、IFAS の代表は車でキジローダに向かい、残った調査隊メンバーはアムダリアデルタとその下流地帯を訪れた。

第 2 回現地調査

アラルスクで 1 日休養した後、9 月 5 日に我々は現地調査の第 2 段階に入った。カザフスタン水産研究所アラルスク支所は我々のためにさまざまな手配をしてくれた。IFAS の人々がキジローダやアルマティに帰ったので、調査団の人数はこの段階から少なくなった。水産研究所のザルクハン・エルマクハナホフ所長が今回の調査に同行してくれた。彼の他には、フィリップ・ミクリン博士（西ミシガン大学退官教授、地学、米国人）、ニコライ・アラディン博士、イゴア・プロトニコフ博士（ロシア科学アカデミー動物学研究所、水生生物学者）、イワン・アラディン氏（ビデオ撮影技師、BAN）、クリストファー・ホワイト博士（アルマティのカザフスタン国立経営経済戦略研究所（KIMEP）講師、米国人）、グニラー・ピヨランド博士（地理学者、GeWa コンサルティング社、スウェーデン）、クリス・パーラー（ジャーナリスト、米国人）、ピーター・ダーチ（ジ

ジャーナリスト、スイス人)、ウィルフレッド・フンベルト(アラル海に関心を持つピアニスト、フランス人)、トレクハン・カリクハノフ博士、エルザハン・アリムバエフ(コルキート・アタ、キジローダ州立大学)、ミハイル・トーマン博士(陸水学者、リュブラニャ大学、スロベニア)が第2回の調査に参加した。

第2回の調査ルートは図一1に示した。我々は最初に小アラル海北岸部に位置するタスツベク村を訪問した。この地区は小アラル海漁業の最も重要な中心地になっている。先に述べたように魚はここからアラルスクの新しい加工工場に運ばれる。漁業は約14フィートから20フィート(4.3–6m)の舟による小規模なものである。殆どが船内機か船外機を持っている。漁法は刺し網である。漁師は午後に網を仕掛けて、翌日の早朝に引き上げる。我々は次の朝に舟が漁獲物を持ち帰るのを見ることができた。網には次のような魚がかかっていた。スザン(Sazan)を含む、*Cyprinus carpio* L.(コイに似た種で地元の人々にはよく捕られる魚)、ソムsom, *Silurus glanis* L.(ナマズ)、シュチュカ shchuka, *Esox lucius* L.(パイク)、zherekh, *Aspius aspius* L.(アスペ aspe)、lyesch, *Abramis brama* L.(ブリーム bream)、ウオブラ vobla, *Rutilus rutilus aralensis* L.(ローチ roach) および大変価値のあるスタク、*Lucioperca lucioperca* L.(パイクパーチ)など。

水産研究所では乱獲を防ぎ、海に生息する魚の生物学的なデータを集めるなど、この産業を注意深くモニターしている。最近、研究所は小アラル海の魚のバイオマス量は18,000トン/年間と推定している。合法的な漁獲量は4,500トンであるが、非合法(密漁)の漁獲量が1,500トンほどであると推定されているので総漁獲量は6,000トンであり、推定バイオマス量の3分の1になる。世界の漁業について執筆しているアメリカ人ジャーナリストのクリス・パーラー氏は、これは彼が知っているなかでも最も制限された(かつ保全的な)漁獲制限であると語った。2011年10月3日発行のクリスチャン・サイエンス・モニター誌の小アラル海についてのある小論文(第113巻、第45号、24–25頁)には2012年には漁獲量が10,000トンに達する見込みであると書かれている。

翌朝(9月6日)我々はブタコフ湾に行き、そこでフィリップ・ミクリン博士はYSI-85を用いて環境項目の測定を行い、イゴール・プロトニコフ博士はプランクトンのサンプリングをした(表一1)。ついで我々はアケスペ村に行き、民家で現地の人々と話しながら昼食をとった。アケスペ村では、前回2007年に訪問したときには掘り抜き井戸のパイプから硫黄を含む熱いお湯が噴出していたが、今回はそれが素敵で新しい“温泉”噴水と水泳場に改装されており、状態は改善しているように思われた。ドライバーの一人は45°C以上の熱水にも拘わらず池で泳いだ。アケスペ村では現地で敬われている漁師に会い、ビデオインタビューをした。

次に我々は南下してチェブチェンコ湾として知られる西小アラル海の中心部に向かった。その途中で何度か立ち止まり、フィリップ・ミクリン博士はYSI-85でさらに多くのデータを集めることができた。その夜は、この湾の南岸にあるもとは主要な漁師村であったアクバスティで過ごした。翌朝(9月7日)我々は5km離れた海岸線に行き、そこでフィリップ・ミクリン博士はさらにYSI-85データを集め、イゴール・プロトニコフ博士もさらにプランクトンのサンプルを採取した。ニコライ・アラディン博士は底生生物のサンプルを集め、それらを特殊な濾し器で洗浄した。他の調査団メンバーは、フィリップ・ミクリン博士がYSI-85で追加データを集めた砂浜でリラックして一日の大半を快適に過ごした。メンバーの一部は朝まで海岸にいて、珍しく晴れた空や新鮮な湖からの風を楽しんだ。湖近くの原始的な砂丘の後背には広大な湿地が広がっていた。これらの湿地にはイソシギ、白鳥、フラミンゴやペリカンなど大小さまざまな種類の水鳥が溢れていた。

9月8日我々はアクバスティから南西方向の克蘭ディ(図一1)に旅した。途中、以前は南(大)アラル海の一部であったシュケバス湾の海岸線で足を止めた。そこでは我々は、アラル海が浅くなったためにボズロズデニヤ(復活)島にある極秘の生物兵器実験施設への資材輸送船が到着できなくなるまで旧軍港として使われていたアラルスクの港を訪問した。ボズロズデニヤ島は今では大アラル海の東部と西部の湖盆を分断する半島になっている。港にはリサイクル業者が放置したコンクリートの廃墟と船の残骸の一部の他は何も残っていなかった。我々は、湾の西岸沿いで座礁し、放棄されたまま残っている数隻の船も訪れた。水産研究所のザルクハン・エルマクハナホフ所長が一人やっ和海まで歩ける場所(ほとんどの場所がべとついた深い泥が広がっており、横断することはほとんど不可能)を教えてくれたので、フィリップ・ミクリン博士は泥の広がりや少し抜けて入り江にたどり着くことができ、ボトル1本の水を採取した。彼はこの調査のために購入した塩水屈折計を用いて水の塩分濃度を測定した。塩分濃度がYSI-85で測定するにはあまりにも高いために、この機器が必要であった。二つの計測値から塩分濃度は84・85g/lとなり、我々が予想したよりもかなり低いものであった。この説明としては、周囲の台地状の高原から淡水に近いかなりの量の淡水が湾内に流入すること(斜面の掘り抜き井戸の水は塩分濃度が低いことが明らかになっている)、また春にコク・アラル(ダム)経由で小アラル海から大アラル海に放流するとき、ダムの南側に一連の浅い湖沼が出来、淡水に近い水が流れ込むためということが考えられる。ニック・アラディン博士とイゴール・プロトニコフ博士はボトルに水を採集した。サント・ペテルブルグの実験室に持ち帰り、より詳細な分析を行うと共に培養して面白い植物、動物プランクトンがいるかどうかを調べるのが目的である。我々は放棄された水文気象

学船”オットー・シュミット”も見学した。この船の近くには見捨てられた軍事船（ナンバー99）もあった。

9月8日の夜、我々は克蘭ディで過ごした。小アラル海からいくらか離れているが、この村は2005年、2007年に訪れたときよりも暮らし向きが良くなっているように思われた。克蘭ディは送電網に接続されており、このことが暮らし向きの改善に大きな役割を果たしたのであろう。翌日（9月9日）我々は大アラル海の西と東の湖盆をつないでいる長い水路に向けて南に進路を取った。この河川状の動脈は大アラル海で続いている乾燥によって2つの湖盆がどんどん離れていっているにもかかわらず存続し続けている。塩水屈折計で測定した塩分はほぼ我々の予測通り110g/lであった。我々が訪れた日には水路には目に見えるような水の流れはなかった。これは東と西の湖盆の高さは同じで事を意味するものと解釈できる。海岸沿いにはたくさん塩水エビとその卵が堆積していた。大アラル海の塩湖化が進み、塩水エビを収穫するのに適するようになってきたので、営利産業として成り立つかどうかを見るためにパイロットプロジェクトが実施されている。今のところその答えはノーである。我々は多数のフラミンゴやその他の小さな水鳥が塩水エビを餌にしているのを見かけた。

我々はその日アクバスティや以前のコク・アラル半島を経由してコク・アラルダムまで帰る旅路についた。そこから北方面のブガン村に行き（図-1）、大変すてきな民家で一夜を過ごした。我々の何人かは家主が主に調理場に使っている円形テントで眠ったものもいた。翌朝（9月10日）ブガンの北に位置する小アラル海の海岸を訪れた。そこで、フィリップ・ミクリン博士はさらにYSI-85でデータを採集し、イゴール・プロトニコフ博士はプランクトンのサンプルを採取した。ニコライ・アラディン博士は底生生物のサンプルを採集した。アラルスクへの帰路の途中カミンスリバス湖（図-1）の岸にある魚類孵卵場と養魚場を訪問した。魚は大きくなるまで一連の池で段階的に育てられ、その後湖に放流される。これは重要な水産業となっている。この孵卵場はイスラエルと米国の両国から資金援助を受けている（後者はUSAIDを通じて）。

我々は10日の夜にアラルスクに帰着し、欧米の調査団メンバーがキジローダ行きの列車で帰る12日までそこに滞在した。3人のロシア人調査団メンバーは列車でサンクト・ペテルブルグに行き、以下に述べる会議に参加できなかった。

調査旅行後のキジローダでの会議

国際アラル海救済財団（IFAS）実行委員会、同キジローダ支部、ロシア科学アカデミーのサンクト・ペテルブルグ科学センター、キジローダ・オブラスト統括事務所、およびコルキート・アタのキジローダ州立大学の主催で“北部アラル海回復に向けた20年”と題した小会議が9月15日に大学で開催された（図—2のプログラム参照）。我々調査団はこの会議に招待され、小アラル海の現状と将来を考察するにあたって我々の調査結果を報告するよう依頼された。フィリップ・ミクリン博士は“アラル海：過去・現在・将来”と題したレポートを、完璧と言うわけにはいかないが、ロシア語で発表した（他のロシア人でない発表者は英語でコメントし、それらを3人の優秀な翻訳者がロシア語に翻訳した）。短い時間であったが、会議はしっかりした構成のもとに進められ、アラル海の主要課題に関して有益なものであった。会議の決議は後述の通りである（ロシア語でなされた決議をフィリップ・ミクリン博士が英訳したもの）。

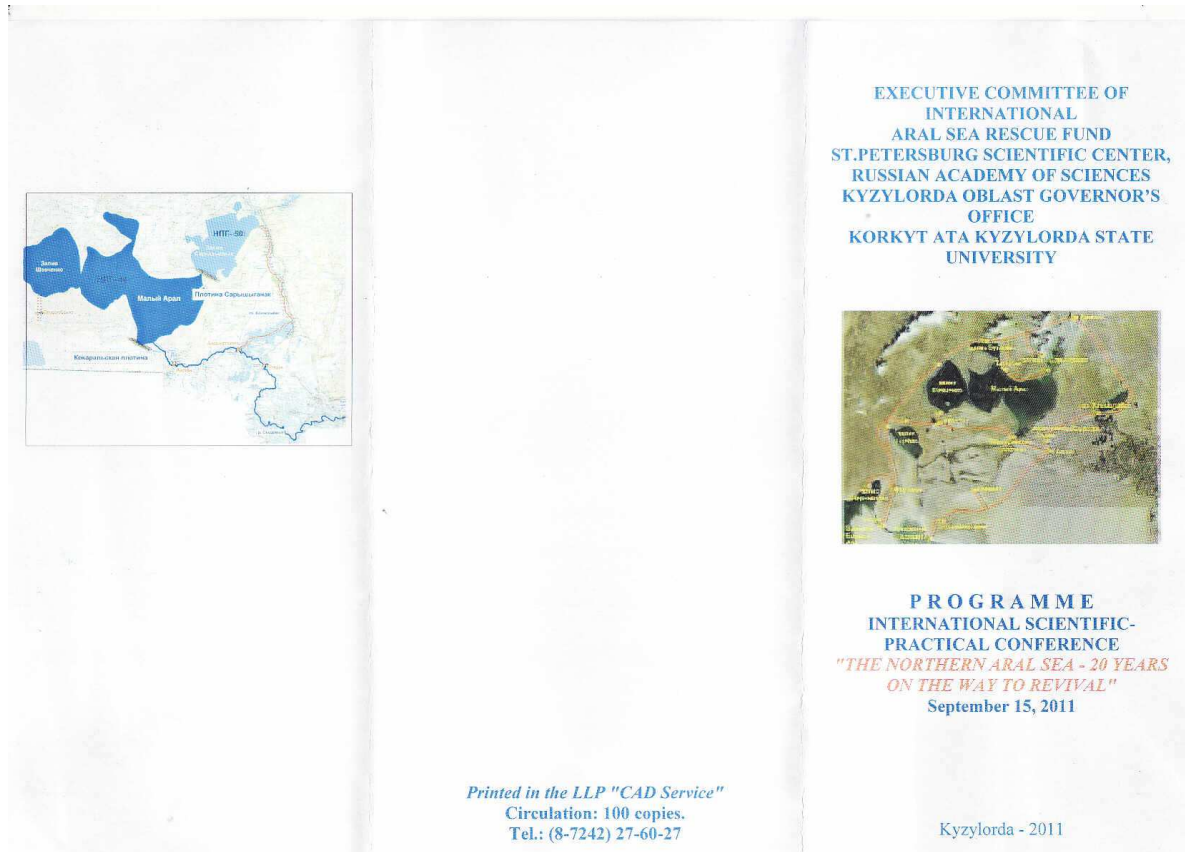
我々はキジローダ州立大学の学長（キリシュベイ・ベセノフ博士）と科学研究と国際関係担当の副学長（ウルパシュ・シャバオローバ博士）と面談した。彼らは欧米の大学との協力や交流プログラムを進めたいとの意思や希望を表明した。大学は新築されたものでコンピューターなどの設備も整ったすばらしいものであり、また資金も潤沢なようであった。カザフスタンは石油に恵まれており、キジローダ・オブラストにも新たな産地が立地しており、それが大学の資金を支えているのであろう。

我々は12日にキジローダに到着してからはかなり自由な時間が持てた。我々は、流水を規制しこの地域の広大な灌漑施設に水を送っているシル川の水複合施設をはじめ、市内の多くの興味深い歴史的な場所を訪問した。水複合施設には附属の博物館があり、水複合施設、灌漑、その他水管理問題に関する様々な写真や情報が展示されており、大変興味深かった。我々は広い米作農場も訪問した（米はキジローダ・オブラストで最も重要な作物である）。農場の管理者は私たちに“ここは国営農場である”と説明したので、カザフスタンの大部分の農業はすでに民営化されていると考えていた我々は驚いた。彼は、農地が平坦ではなく、排水溝も水草や堆積物で詰まっているなど農場の状況はひどいものであり、そのために過剰な水の使用が必要となり、収穫も少ないと正直に話してくれた。

我々は、IFASキジローダ支部のスラムザハン・エスコゼヴィッチ支部長やコルキート・アタのキジローダ州立大学のトレカン・カリクハノフ博士にキジローダにおける彼らの親切に対して感謝を伝えた。

クリス・ホワイト博士とフィリップ・ミクリン博士はアルマティに向けて16日飛び立ち、私(フィリップ・ミクリン)はその翌朝に空路家路についた。

図2. キジルローダ会議のプログラム (1 ページ)



Printed in the LLP "CAD Service"
Circulation: 100 copies.
Tel.: (8-7242) 27-60-27

Kyzylorda - 2011

図2 a... キジルローダ会議のプログラム (2 ページ)

Dear (Mr./Ms.)
Philip Micklin !

We cordially invite you to participate at the international scientific-practical conference "The Northern Aral Sea - 20 years on the Way to Revival."

The Conference will be held on September 15, 2011 at 10:00 a.m. at the Korkyt Ata Kyzylorda State University Academic Council session hall (29^a, Aiteke bi Street).

The conference work schedule:

9:30 – 10:00 - Registration of participants
10:00 – 13:00 - conference work

Speaking Time Limit:
Speeches - 3-5 minutes.
Reports - 7-10 min.

Organizing Committee

PROGRAMME
INTERNATIONAL SCIENTIFIC-PRACTICAL CONFERENCE
"THE NORTHERN ARAL SEA - 20 YEARS ON THE WAY TO REVIVAL"
Korkyt Ata Kyzylorda State University
Academic Council Session Hall
September 15, 2011, 10:00 a.m.

1. Opening ceremony of the conference.
Moderator: **Karlikhanov Torekhan Karlikhanovich** – Professor.

2. Welcome words and greetings.

1) **Nurtayev Rzakul Sadenovich** - Deputy Governor of Kyzylorda region.
2) **Shalbolova Urpash Zhaniyazovna** – Vice-rector for science and international ties, Korkyt Ata Kyzylorda State University, doctor of economical sciences, professor.

3. Reports:

1) **Philip Micklin** – professor (USA).
"Aral Sea: past, present and future"
2) **Nurmagambetov Demesin Sheraliyevich** – Deputy chairman of the Executive Committee of International Aral Sea Rescue Fund, Ph.D., associate professor.
"On the Aral Sea Basin Program (ASBP-3)"
3) **Karlikhanov Torekhan Karlikhanovich** - Director of Applied Research Centre, Korkyt Ata KSU, doctor of technical sciences, professor.
"The integrated assessment of options for the second phase of the project" Control of the Syrdarya river bed and the Northern Aral Sea (RRSSAM-2)"

4. Speeches of "Aral-2011" scientific expedition participants

1) **Mihael Toman** professor, limnologist (Slovenia). ✓
2) **Gunilla Bjorklund** – professor, geographer (Sweden).
3) **Kristopher White** – professor, specialist on Economic Geography (USA). ✓
4) **Peter Durtschi** – journalist (Switzerland). ✓
5) **Ospanov Medet** – director of Kazakhstan branch for International Aral Sea Rescue Fund.
6) **Alimbetova Zauresh**– director of Barsakelmes state reserve. ✓
7) **Ermakhanov Zaualkhan** – director of Aral fishery laboratory. ✓

5. Adoption of conference resolution.
6. Closing of the conference.

→ Same 2 days solution
→ 5D M Saryshevich
→ 4 M Murov apara

科学者と実務者による国際会議“北アラルの再生に向けた20年”の決議

2011年9月15日、キジローダ

会議参加者は、会議における講演、発表、報告、討議に基づいて以下を決議する：

1. 様々な問題は、アラル周辺地域、アラル海流域、さらには地球全体の自然環境に対する人為的な活動の拡大に伴ってもたらされたという現実を認識する。
2. 世界の学術研究者は、アラル海とその周辺で起きている類のない事態について科学的な見地から関心を持ち続けることを誓言する。
3. 調査と会議の結果は、国際アラル海救済財団、ロシア科学アカデミー、コルキート・アタ、キジローダ州立大学、バルセケルメス自然保護区と世界の学術研究者のより強固な協力基盤を確立する。
4. アラル海の再生と地域の持続的な社会経済発展のために科学を基礎にした意思決定ができるように、定期的に調査と会議を実施する必要性を国の管理機関に喚起する。
5. 2010-2014年に実施予定の環境保護省の地域計画“Zashyl damu”の枠組みの中で、干上がったアラル海底の生物モニタリングを実施するための国際的科学センターを創設する必要性を真剣に検討すべきである。

考察、コメントおよび結論

1. 小（北）アラル海の生態学的な条件は良好であると思われる。塩分は（フィリップ・ミクリン博士の測定によれば、おそらく平均で8-9g/l程度である）湖で確認された魚種類については理想的である。溶存酸素レベルは、少なくとも彼が測定した昼間は高い状態である。底泥に堆積した栄養塩類による将来の富栄養化の可能性はあるが、そうなるかどうかは今の時点では何とも言えない。湖は今や渡り鳥を含む水鳥の主要な避難場所になっている。小アラル海の周辺の数カ所で白鳥、フラミンゴやペリカンなどの大群を見た。注意深く、定期的に湖の生態学的なモニタリング調査を実施することは、再生したこの水域の進化を記録する上で最も重要なことであり、その記録は世界中の各地の大きな打撃を受けた水生生態系（例：カルフォルニアのソルトン湖やアフリカのチャド湖など）の回復にはどのようなことが可能であるかを考えるためのより一般的なモデルを提供できるであろう。
2. フィリップ・ミクリン博士の測定結果によれば、塩分濃度は、隔離したブタコフ湾では高くなっているが、それ以外の海域ではほぼ均一である。このことは、疑いもなく（建設された）コク・アラル堤防とダムによって、それまでは小アラル海の南とその外側だけに流れていたシル川の水が湖全体に十分循環するようになったことを示している。また2011年はこれまでシル川から小アラル海への流入が減少し、乾燥した年であったにもかかわらず、水位はそれほど低下せず（海岸沿いの高水位の証拠からみて約0.5m程度の低下）、また塩分濃度も驚くほど低く保たれている。このことは、小アラル海は周期的な低水年のサイクルに対しても、おそらく大きな水位低下、大幅な塩分増加、重大な生態系の劣化を起こすことなく耐えられることを示唆している。
3. 水産業の復活はめざましいサクセスストーリーである。主な固有種のほとんどが劇的に戻って豊富な漁獲をもたらしており、それによって新たな雇用、高収入、現地と地域における食糧供給の増大につながるのと同時に、最も価値の高い魚を外国に輸出することによって外貨も獲得できるようになった。アラルスクの新しい魚加工・冷凍工場はこのことの最もドラマティックな兆候である。アラルスクの水産研究所は、湖の生物生産能力の長期的な持続可能性を脅かさないレベルに漁獲高を保つように、漁場を調査し、モニターする素晴らしい仕事をしている。魚の需要が増加し漁獲能力が上がるにつれて漁獲制限を科学的に許容される以上に上げるようにという圧力が不可避となるであろう。それにどう抵抗していくかが今後この組織にとって重要になるであろう。
4. カザフスタン政府は第2期北アラル海復旧プロジェクトを立ち上げようとしている。2つの選択肢が出されている。一つはサリー・シャガナク湾（図-1）の水位だけを現在の公称水位である標高42mから50mに上げるというものである。これは小アラル海の本体につながる湾口に新たにダムを設置し、シル川北部の一部の流れをサリー・シャガナク湾に流して水位を上げようとするものである。このプロジェクトによってアラル海はかつての港町アラルスク側に回復することになる。もう一つのプロジェクトはコク・アラル堤防・ダムを再構築し湖全体の水位を48mに上げるものである。第2のプロジェクトの方がより広範な便益をもたらすことになるが、問題はこの水位まで維持するには、年間平均の基底水量からみてシル川から利用できる水量が十分ではないことである。しかしシル川から小アラル海への1992年から2010までの推定流入量に基づくフィリップ・ミクリン博士の計算では十分な水があることになる。それぞれの選択肢に強い支持者がいる。最近の報告ではカザフスタンのナゼルバエフ大統領はサリー・シャガナク案を選択したとのことである。このプロジェクトの費用は2億米ドルにもなる見込みである。世界銀行はこのプロジェクトを支持しており、費用の一部の借入れを求められるであろう。

表 1. YSI-85、GPS を用いた 2011 年小アラルおよび大アラル北部調査データ

場所(近傍を含む)	日付 (月/日/年)	GPS 座標(度-分-秒)		塩分濃度 (mg/l)	気温 (°C)	溶存酸素濃度		コメント
		緯度	経度			mg/l	% sat.	
1. Kamyslybas 湖の橋	9/1/2011	N 46-08-21.4	E 61-25-10.9	3.5	20.4	6.9	82	湖沼の間の橋
2. Kok-Aral ダム (水路下流)	9/1/2011	N 46-06-45.8	E 60-46-18.9					
a. reading 1 (浅水)				5.6	20.2	5.4	63	水門からのわずかな流れ
b. reading 2 (浅水)				6.5	21.8	5.36	64.3	
3. Kok-Aral ダム (ダム上流)	9/1/2011	N 46-06-45.8	E 60-46-18.9					
a. reading 1				6.2	20.5	8.97	106.8	午後 1:21
b. reading 2				6.4	22.3	9.48	107.8	午後 4:29
4. Syr Dar'ya デルタ (南側)	9/1/2011	N 46-06-7.3	E 60-51-51.7	0.9	20.1	5.26	60	2005 年のキャンプ地近く
5. Syr Dar'ya デルタ (北側)	9/3/2011	N 46-05-23.2	E 60-58-40.7					大変暑く、乾燥している (37 C and 湿度 16.2%)
6. Tastubek	9/5/2011	N 46-36-33.6	E 60-46-53					30 C; 湿度 14%
a. reading 1 (浅水)				8.3	24.7	7.65	100	
b. reading 2 (約 0.5m)					24.6	9.06	121	湖底に根を持つ植物多し
c. reading 3 (ボートで採水水深 2 m)				7.7	24.6	10.91	137	
7. Butakov Bay by barge	9/6/2005	N 46-46-32.4	E 60-37-08.7					
a. reading 1 (浅水)				11	23.1	8.61	101.5	塩分 < 2005 年調査(24-25 g/l)の半分
b. reading 2 (浅水)				11.1	23.3	8.56	107	
7. 掘抜き井戸 B.湾の東 Aksepe 近くの湾	9/6/2005			20	45-50 C			新しい泉、プール,水泳場
8. Shevchenko 湾西岸沿い	9/6/2005	N 46-36-42.5	E 60-05-14.6					午後の早い時間
a. reading 1 (浅水)				7.9	26.2	9.98	129.1	塩分 2005 年(11.7 および 12.9 g/l)より少
b. reading 2 (浅水)				7.9	25.3	9.12	126	
9. Ak Basty		N 46-22-24.6	E 60-11-33.6					
a. reading 1 (浅水)	9/7/2011			7.9	19	8.8		
b. reading 2 (浅水)	9/8/2011			8	22.1	6.53	78.3	気温 = 23.2 C; 湿度 = 45%
c. reading 3(浅水)	9/8/2011			8	22.1	6.41	76.9	GPS 位置座標より数 km 南
10. Tshche-Bas 湾	9/8/2011	N 46-17-47.8	E 59-31-14.8	84/85				光学反射計
11. 大アラルの西湖盆から東湖盆への水路 (Uzunaral)	9/9/2011	N 45-41-46.4	E 59-14-59.5	110	21.1	5.79	98.8	光学反射計
12. Bugun 北の砂浜	9/10/2011	N 46-12-18	E 61-06-11.5					
a. reading 1 (浅水)				7.7	17.5	7.32	80.1	
a. reading 1 (浅水)				6.8	17.4	7.8	74.7	

Annex 1
ビデオ資料の注釈

Tape 1		
始	終	説明
00:00:08	00:05:32	Aralsk, 旧港
00:05:32	00:06:52	Aralsk, 旧港; 建設中の漁業博物館
00:06:52	00:07:45	Aralsk, 旧港; Z. Ermakhanov が漁業博物館のことを話している
00:07:46	00:10:24	Aralsk, 古い水産加工工場
00:10:25	00:12:00	Aralsk, 新しい水産加工工場
00:12:00	00:15:10	Aralsk, 軍艦の残骸
00:15:11	00:16:15	Aralsk, アラルの漁師のモニュメント
00:16:16	00:17:35	Aralsk, 鉄道駅
00:17:36	00:20:46	Aralsk, 空港の残骸
00:20:47	00:22:00	Aralsk, レーダー
00:22:00	00:25:57	Aralsk, 独立のモニュメント
00:25:57	00:28:00	Aralsk, 公園とスタジアムのモニュメント
00:28:01	00:30:06	Aralsk, スタジアム
00:30:07	00:30:21	Aralsk, レーニンからアラルの漁師あての手紙文を刻んだモニュメント
00:30:21	00:40:01	Aralsk, 鉄道駅- 調査団の他のメンバーの到着
00:40:01	00:43:20	Aralsk, ホテルのレセプション
00:43:20	01:02:29	Aralsk, 調査団の現地行政機関への訪問

Tape 2		
始	終	説明
00:00:20	00:04:10	Aralsk, 調査団の現地行政機関への訪問
00:04:10	00:05:33	Aralsk, 現地行政機関訪問後の調査団
00:05:34	00:20:19	Aralsk, 水産加工工場の視察
00:20:19	00:34:48	Aralsk, Barsakelmes 野生生物保護局のオフィスで
00:34:49	00:45:34	Aralsk, カザフ水産研究所アラル支所訪問
00:45:35	00:47:39	Aralsk, 旧港
00:47:40	00:50:34	Kamyslybas 湖の橋上で
00:50:35	01:02:30	Aklak シル川管理施設

Tape 3		
始	終	説明
00:00:20	00:10:25	Kok-Aral ダム
00:10:25	00:14:19	ダムから見た小アラル海
00:14:20	00:16:26	水の塩分濃度を測定している Philip Micklin 博士
00:16:27	00:19:03	シル川で
00:19:04	00:25:06	旧 Barsakelmes 島に向かう道沿いの塔
00:25:06	00:30:00	旧 Barsakelmes 島に向かう道のバリアー
00:30:01	00:33:50	旧 Barsakelmes 島への入り口
00:33:51	00:34:16	かつての島にある Barsakelmes 野生生物保護局で
00:34:17	00:39:35	Barsakelmes 野生生物保護地の建物廃墟および軍用トラックやトラクターなどの残留物
00:39:36	00:41:05	旧 Barsakelmes 島の西部で
00:41:06	00:42:41	Butakov 岬への出発
00:42:42	00:44:04	Butakov 岬; Butakov 調査団のモニュメント
00:44:05	00:44:22	旧 Barsakelmes 島の南海岸の崖の上で
00:44:22	00:48:13	Alfred Diebold 氏へのインタビュー
00:48:13	00:50:10	旧 Barsakelmes 島の南海岸の崖の上からの景色
00:50:10	00:50:59	Michael Toman 博士

Tape 3		
始	終	説明
00:51:00	00:58:32	旧 Barsakelmes 島の閉鎖された水文気象学測候所内で
00:58:33	01:00:09	調査団の一部が Barsakelmes を去る
01:00:10	01:02:30	かつての島にある Barsakelmes 野生生物保護局で

Tape 4		
From	To	Description
00:00:20	00:00:30	Barsakelmes, 蟻
00:00:31	00:00:57	かつての島にある Barsakelmes 野生生物保護局で
00:00:57	00:01:22	Barsakelmes, 死んだカブトムシと蟻
00:01:22	00:01:36	かつての島にある Barsakelmes 野生生物保護局の標識
00:01:36	00:04:15	かつての島の上の Barsakelmes 野生生物保護局で
00:04:16	00:15:13	シル川で
00:15:13	00:19:00	シル川と Aklak 管理施設
00:19:01	00:25:39	小アラル海 Birlestik 湾の干上がった海底に残された船の残骸
00:25:40	00:29:20	Takyr
00:29:21	00:30:31	Tastubek 村への出発
00:30:31	00:31:21	Tastubek 村からさほど遠くない小アラル海の海岸で
00:31:22	00:32:28	干上がったヒラメと Michael Toman 博士
00:32:29	00:37:03	海岸のラクダ
00:37:04	00:37:24	漁師の舟
00:37:25	00:38:46	海の上の鳥たち
00:38:47	00:43:28	夕食
00:43:28	00:43:51	Michael Toman 博士
00:43:52	00:45:01	網を準備する漁師
00:45:02	00:47:43	漁に出かける漁師
00:47:44	00:48:01	舟と漁師
00:48:02	00:48:34	網を準備する漁師
00:48:35	00:50:02	漁の準備
00:50:03	00:52:20	網を下ろす
00:52:21	00:53:18	網の引き上げ (漁獲)
00:53:19	00:58:36	網を下ろす
00:58:37	00:59:42	舟と漁師
00:59:43	01:02:28	プランクトン採取する Igor Plotnikov 博士

Tape 5		
始	終	説明
00:00:03	00:02:09	海岸に帰る
00:02:09	00:03:43	舟からの海岸の眺め
00:03:44	00:06:04	夕焼け
00:06:05	00:06:24	月
00:06:25	00:07:38	やかん, ガスシリンダーとバーナー
00:07:40	00:10:53	魚を捕まえて帰る
00:10:54	00:11:06	網
00:11:06	00:11:36	鳥
00:11:36	00:17:43	Michael Toman 氏のインタビュー
00:17:44	00:18:47	舟から海岸に網を移動
00:18:47	00:19:39	捕まえた魚
00:19:40	00:24:18	魚類学者が魚を分析
00:24:19	00:26:27	Butakov 湾の崖

Tape 5		
始	終	説明
00:26:27	00:26:37	石膏
00:26:37	00:27:11	調査団の車両
00:27:12	00:28:48	Butakov 湾の崖
00:28:49	00:29:33	石膏
00:29:34	00:32:46	Butakov 湾の崖とその眺め
00:32:47	00:33:56	貝の化石
00:33:57	00:35:36	Butakov 湾の崖
00:35:37	00:37:06	Butakov 湾の海岸の舟
00:37:07	00:38:52	Butakov 湾の防波堤と舟
00:38:53	00:42:43	Akespe 村近くの熱水井戸
00:42:44	00:43:30	Akespe 村近くの砂丘
00:43:31	00:46:34	Akespe 村のラクダ
00:46:35	00:52:14	Akespe 村, 老人の漁師へのインタビュー
00:52:14	00:55:27	Wilfrid Humbert 氏へのインタビュー
00:55:28	00:55:39	Akespe 村, 砂漠を横断する調査団の車両
00:56:12	00:56:21	砂漠を横断する調査団の車両
00:56:44	00:57:47	Shevchenko 湾の崖
00:56:44	00:57:47	Shevchenko 湾の海岸の馬
00:57:52	00:59:41	Shevchenko 湾の夕焼け

Tape 6		
始	終	説明
00:00:16	00:06:06	Shevchenko 湾の漁師; 漁獲
00:06:06	00:17:17	Philip Micklin 博士へのインタビュー
00:17:17	00:20:32	Akbasty 村近くの砂丘と大きな墓
00:20:33	00:23:39	崖から大アラル海の Tshebas 湾を臨む眺め
00:23:40	00:24:00	道路, 車からの景色
00:24:00	00:25:17	崖から Tshebas 湾の眺め
00:25:18	00:27:26	牧夫の家
00:27:27	00:32:48	崖の道を Tshebas 湾に下る
00:32:48	00:36:21	Tshebas 湾, 防波堤、浚渫船、船の遺物
00:36:21	00:37:41	O.Schmidt - 干上がった Tshebas 湾の海底に残された海上気象調査船
00:37:48	00:42:38	Gunilla Bjerklund 氏へのインタビュー
00:42:39	00:42:58	干上がった海底の貝
00:42:59	00:45:14	干上がった Tshebas 湾の海底に残された軍艦
00:45:15	00:47:05	船上からの眺め
00:47:06	00:48:55	Kulandy 村に向かう道沿いの井戸
00:48:56	00:49:17	西大アラル海と東大アラル海をつなぐ水路を飛ぶフラミンゴ
00:49:17	00:57:52	Kristopher White 氏へのインタビュー
00:57:53	00:58:38	塩水小エビのサンプルを持つ Igor Plotnikov 博士
00:58:39	01:01:18	Kulandy 村の男性へのインタビュー
00:01:19		水路、鳥、泡立ち

Tape 7		
始	終	説明
00:00:19	00:02:11	西大アラル海と東大アラル海をつなぐ水路でサンプリング中の Igor Plotnikov 博士
00:02:12	00:05:43	の水路で水浴する Philip Micklin 博士
00:05:44	00:05:53	Philip Micklin 博士 と鳥
00:05:54	00:05:00	水路に浮かぶフラミンゴ
00:06:00	00:07:03	この地を去る直前の調査団一行

Tape 7

始	終	説明
00:07:04	00:10:26	Kulandy 半島, さまざまな景色
00:10:27	00:10:35	Tschebas 湾を望む風景
00:10:35	00:12:37	Kok-Aral 南端の崖
00:12:37	00:18:40	Zaualkhan Ermakhanov 氏へのインタビュー
00:18:41	00:23:21	Zaualkhan Ermakhanov 氏へのインタビュー
00:23:21	00:24:09	小アラル海に浮かぶ舟
00:24:10	00:24:35	やかん
00:24:36	00:24:42	一羽の鳥
00:24:42	00:25:45	アシ
00:25:46	00:28:25	漁師
00:28:25	00:30:25	漁師の集合地
00:31:38	00:32:08	Koszhar 村の子供たち
00:32:09	00:34:53	Christopher Pala 氏へのインタビュー
00:34:53	00:37:25	Kamyslybas 湖の Koszhar 村にある Kamyslybas 魚孵卵場長へのインタビュー
00:38:04	00:40:31	魚孵卵場の池で水の塩分濃度を測定する Philip Micklin 博士
00:40:32	00:42:17	Kamyslybas 魚孵卵場の池
00:42:17	00:51:30	釣りのテスト
00:51:31	00:52:02	Kamyslybas 魚孵卵場の孵卵施設
00:52:03	00:54:53	Kamyslybas 魚孵卵場の孵卵施設の内部
00:54:54	01:00:52	孵卵について説明する Kamyslybas 魚孵卵場長 (施設内)
01:00:53	01:01:27	孵卵について説明する Kamyslybas 魚孵卵場長 (施設外)

ANNEX 2.

表 1. アラル海在来魚相の種構成.

種	年				状況
	1950	1960-1979	1980-1990	1991-2004	
	Acipenseridae				
Ship sturgeon <i>Acipenser nudiventris</i> Lovetsky	+	+	-	-	C-, E
	Salmonidae				
Aral trout <i>Salmo trutta aralensis</i> Berg	+	+	-	-	C-, E
	Esocidae				
Pike <i>Esox lucius</i> Linnaeus	+	+	-	+	C-
	Cyprinidae				
Aral roach <i>Rutilus rutilus aralensis</i> Berg	+	+	-	+	C
Orfe <i>Leuciscus idus oxianus</i> (Kessler)	+	+	-	+	C-
Asp, zherekh <i>Aspius aspius iblioides</i> (Kessler)	+	+	-	+	C
Rudd <i>Scardinius erythrophthalmus</i> (Linnaeus)	+	+	-	+	C-
Turkestan barbel <i>Barbus capito conocephalus</i> Kessler	+	+	-	-	C-, RB
Aral barbel <i>Barbus brachycephalus brachycephalus</i> Kessler	+	+	-	+	C-, RB
Bream <i>Abramis brama orientalis</i> Berg	+	+	-	+	C
White-eye bream <i>Abramis sapa aralensis</i> Tjapkin	+	+	-	+	C-
Aral shemaya <i>Chalcalburnus chalcooides aralensis</i> (Berg)	+	+	-	+	C-
Sabrefish <i>Pelecus cultratus</i> (Linnaeus)	+	+	-	+	C-
Crucian carp <i>Carassius carassius gibelio</i> Bloch	+	+	-	+	C-
Carp <i>Cyprinus carpio aralensis</i> Spitshakow	+	+	-	+	C
	Siluridae				
Wels <i>Silurus glanis</i> Linnaeus	+	+	-	+	C-
	Gasterostidae				
Nine-spined stickleback <i>Pungitius platygaster aralensis</i> (Kessler)	+	+	+	+	NC
	Percidae				
Pike perch, zander <i>Stizostedion lucioperca</i> (Linnaeus)	+	+	-	+	C
Perch <i>Perca fluviatilis</i> Linnaeus	+	+	-	+	C-
Ruff <i>Gymnocephalus cernuus</i> (Linnaeus)	+	+	-	-	NC

Note: + 存在; - 無; C - 市場魚; C- - 市場魚、資源少; NC - 市場魚ではない; RB - レッドデータブックに記載;
E - 絶滅.

Table 2. アラル海への導入種

種	導入年	導入源	方法	状況	影響	2000年代 の状況
Acipenseridae						
ホシチョウザメ <i>Acipenser stellatus</i> Pallas	1927-1934	カスピ海	A	-	-	-
	1948-1963	カスピ海	A	C-	0	-
Clupeidae						
カスピ海ニシン (Caspian shad) <i>Alosa caspia</i> (Eichwald)	1929-1932	カスピ海	A	-	0	-
バルト海ニシン (Baltic herring) <i>Clupea harengus membras</i> (Linnaeus)	1954-1959	バルト海	A	N, C-	-	R
Mugilidae						
Golden grey ボラ (mullet) <i>Liza aurata</i> (Risso)	1954-1956	カスピ海	A	-	0	-
Leaping ボラ (mullet) <i>Liza saliens</i> (Risso)	1954-1956	カスピ海	A	-	0	-
Cyprinidae						
ソウギョ <i>Ctenopharyngodon idella</i> (Valenciennes)	1960-1961	中国 a	A	C	+	C-
ハクレン <i>Hypophthalmichthys molitrix</i> (Valenciennes)	1960-1961	中国	A	C	+	C-
Spotted ハクレン <i>Aristichthys nobilis</i> (Richardson)	1960-1961	中国	A	R	+	C-
コイ <i>Mylopharyngodon piceus</i> (Richardson)	1960-1961	中国	A+	C	0	C-
Syngnathidae						
Black-striped ヨウジウオ <i>Syngnathus abaster caspius</i> Eichwald	1954-1956	カスピ海	A+	N, NC	-	?
Atherinidae						
カスピ海トウゴロウイワシ <i>Atherina boyeri caspia</i> Eichwald	1954-1956	カスピ海	A+	N, NC	-	R, NC
Gobiidae						
Bubyr goby, transcaucasian goby <i>Pomatoschistus caucasicus</i> Berg [= <i>Knipowitschia caucasica</i> (Berg)]	1954-1956	カスピ海	A+	N, NC	-	NC
砂ハゼ (Sand goby) <i>Neogobius fluviatilis pallasi</i> (Berg)	1954-1956	カスピ海	A+	N, NC	-	NC
丸ハゼ (Round goby) <i>Neogobius melanostomus affinis</i> (Eichwald)	1954-1956	カスピ海	A+	N, NC	-	NC
Syrman goby <i>Neogobius syrman eurystomus</i> (Kessler)	1954-1956	カスピ海	A+	R, NC	-	NC
Tubenose goby <i>Proterorichinus marmoratus</i> (Pallas)	1954-1966	カスピ海	A+	R, NC	-	NC
Bighead goby <i>Neogobius kessleri gorlap</i> Iljin	1954-1956	カスピ海	A+	R, NC	-	NC
Channidae						
タイワンドジョウ <i>Channa argus warpachowskii</i> Berg	1960s	カラクム水路	A+	C	0	C
Pleuronectidae						
黒海カレイ <i>Platichthys flesus</i> (Linnaeus)	1979-1987	アゾフ海	A	N, C	+	N, C

導入方法: A – 順化, A+ – 偶発的導入 (?) .

状況: R – 稀少, N – きわめて多い, C – 市場魚, C- – 市場化されているが資源は少, NC – 市場化されていない

影響: – 悪影響, + 良い影響, 0 . 影響なし

Annex 3
自由生活者としての無脊椎動物

小アラル

動物プランクトン

Rotatoria (ワムシ綱)

Synchaeta vorax

S. cecilia

Brachionus angularis

B. calyciflorus

Notholca squamula

N. acuminata

Keratella tropica

Cladocera (ミジンコ類)

Podonevadne camptonyx

Evadne anonyx

Copepoda (ぎょう脚亜綱)

Calanipeda aquaedulcis

Halicyclops rotundipes aralensis

личинки Bivalvia (二枚貝綱)

Abra ovata

Cerastoderma isthmicum

動物ベントス

Bivalvia (二枚貝綱)

Abra ovata

Cerastoderma isthmicum

Gastropoda (腹足綱)

Caspihydrobia spp.

Polychaeta (多毛綱)

Hediste diversicolor

Ostracoda (貝虫亜綱)

Cyprideis torosa

Eucypris inflata

Decapoda (十脚目)

Palaemon elegans

Insecta (昆虫綱)

Chironomidae gen. sp. larvae

大アラル

動物プランクトン

Infusoria (滴虫綱)

Fabrea salina

Branchiopoda (鰓脚亜綱)

Artemia parthenogenetica

Copepoda (ぎょう脚亜綱)
Apocyclops dengizicus

動物ベントス

Infusoria (滴虫綱)
Frontonia marina

Ostracoda (貝虫亜綱)
Cyprideis torosa

Insecta (昆虫綱)
Chironomidae gen. sp. larvae