

バルハシ湖紀行*

松 山 洋**

1. はじめに

「松山を2週間中国(ウルムチ)に派遣する」確かに研究計画調書にはそう書かれていました。2005年4月のことです。

首都大学東京都市環境学部地理学教室の岩田修二教授を研究代表者とする、平成17~18年度日本学術振興会科学研究費補助金基盤研究(B)(2)「衛星画像による氷河・氷河湖の変動解明：モンスーンアジアと乾燥アジアでの比較」が採択されたのです。というわけで、研究分担者である筆者は、今年もまたウルムチに行かなければなりません。「今年も」というのは、昨年(2004年)も別の研究でウルムチに行っているからであり(松山ほか, 2005), われながら、遠いウルムチによく2年続けて行くものだと思います。東京都内であっても御無沙汰しているところはいくらかもあるのに…

それはさておき、今回も、さすがに2週間の長期にわたって日本を空けるわけにはいきません。調査の目的は追って説明するとして、とりあえず2005年8月27日~9月4日の日程で出かけることにしました。

2. 調査の目的

上述した科研費では、衛星画像を利用して、ヒマラヤ西部や中央アジアの山岳地域における「氷河縮小・氷河湖拡大・永久凍土融解の量的評価」を行います。そして、この研究における筆者の役割分担は、「天山山脈周辺の水文学的解析」となっています。そのため、本来ならば、天山山脈の氷河や氷河湖を視察に行くのが筋なのでしょう。しかしながら、氷河については昨年、ウルムチ河源頭1号氷河と10年ぶりに対面したこともあって(松山, 2004), 食指が動きません。むしろ、

* A trip to Balkhash Lake in Central Asia.

** Hiroshi MATSUYAMA, 首都大学東京都市環境学部地理学教室.

© 2006 日本気象学会

「天山山脈の氷河を源流部にもち、半乾燥地域を流れるイリ川流域を見ておくことが重要ではないか？」と考えまして、今回はバルハシ湖に行くことにしました。もちろん、現地の研究者から氷河や氷河湖に関する話を聞いたり、山岳地域における大縮尺の地図に関する情報を集めるのも、今回の調査の目的の1つです。

今回も、パートナーはカダルさん(中国科学院新疆生態与地理研究所副研究員)です。というか、中央アジアに出かけるのに、日本語・中国語・カザフ語がペラペラのカダルさんがいなくては、筆者はとても行動できません。カダルさんは、1990年代に筆者たちの研究室(東京都立大学大学院理学研究科地理学教室地理情報学研究室)に留学し、バルハシ湖流域の水循環に関する研究で博士号を取りました。筆者は、毎年、講義でこの地域の話をすることもあって、一度、バルハシ湖を見てみたいと思っていたのです。

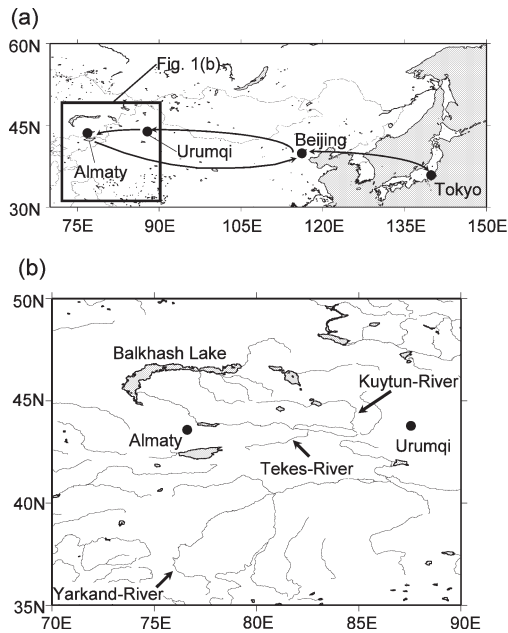
このような熱い思いを研究代表者に打ち明けたところ、あっさりO.K. が出ました。

3. ウルムチにて

北京経由でウルムチに着いたのは週末でした。そして、翌日にはアルマティ(カザフスタン)に向かわなければならなかった(第1図a), 話をすることができた研究者は、結局カダルさんだけでした。カダルさんによると、中国側の天山山脈における氷河湖や、研究に必要な大縮尺の地図に関する情報は、次のようにまとめられます。なお、中国側の天山山脈の氷河の最近の動向については、岩田(2004)に述べられています。

3.1 氷河湖について

ヤルカンド川上流部(第1図b)では、氷河湖が決壊して下流部に運ばれた土砂が谷の出合いに貯まり、新たな土砂ダムが出来ます。それがまた決壊し洪水が起こるといった現象が、周期的に起こっています。この



第1図 (a) 筆者の主な足取り。(b) 中国北西部を中心とする主な河川の分布図。

ような決壊と洪水は大規模なものではなく1時間程度で終わりますが、運搬される土砂の体積はかなりのものです。同様の現象が、クイトン川や、テクス川(第1図b, 第2図)でもみられます。

これら決壊と洪水の原因として、気温が上昇傾向にあることと積算気温が重要です。しかしながら、11月にテクス川で起こる氷河湖の決壊と洪水は気温では説明できず、この原因については不明とのことです。

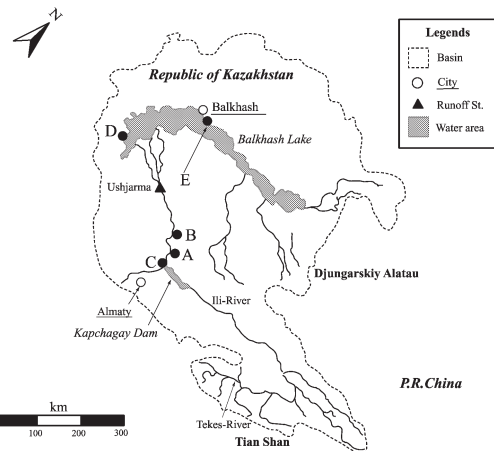
3.2 大縮尺の地図について

衛星データ解析に必要な、中国側の天山山脈の大縮尺の地図は購入することすらできません。現在、カダルさんの手元にあるこの地域の地図でもっとも高分解能のものは、1:500,000の Tactical Pilotage Chart¹¹

¹¹ United States of America Defence Mapping Agency が編集したもので、日本国内でも地図専門店で購入可能です。

¹² 中華人民共和国国家測絵局が編集したもので、日本国内でも購入可能です (<http://www.cbs-n.com>, 2005年10月31日確認)。

¹³ NASA の Shuttle Radar Topography Mission によって得られた3秒メッシュの数値標高データで、無料で公開されています (<ftp://e0mss21u.ecs.nasa.gov/srtm>, 2005年10月31日確認)。



第2図 バルハシ湖流域概念図。Djungarskiy Alatau はアラタウ山脈を示す。

です。また、中国国内の1:1,000,000の数値地図¹²も利用可能なようですが、いずれも空間分解能が十分であるとは言えません。ですから、数値標高データについては SRTM-3¹³を使うのがよいようです。

4. 滞在登録とイリ川下流部の視察

今回はウルムチが終点ではなく、旅はさらに西へと続きます(第1図a)。このことが筆者にとってはとても新鮮でした。ウルムチ空港の国際線のターミナルではいろいろな顔立ちの人たちがいろいろな言葉を話しており、筆者は軽い興奮状態に陥りました。

カザフスタンに5日以上滞在する外国人は、移民局で滞在登録をする必要があります。筆者の場合、8月29日から9月3日までの6日間カザフスタンにいますから、滞在登録が必要です。しかしながら、アルマティに着いた翌日の8月30日(火)は憲法記念日であり、当然移民局も休みです。「終わった。これで今回はバルハシ湖には行けないだろう」と思いました。

翌8月31日に移民局に出かけると、「滞在登録する必要はない」と言われました。お守りに持ってきた「地球の歩き方」(D15 シルクロードと中央アジアの国々 2005~2006年版)には、「出国時に登録がない場合は罰金が科せられる」と書かれています。心配になって、係員に2回も聞きなおしましたが、答えは一緒です(などと偉そうに書きましたが、実際に聞いてくれたのはカダルさんです)。9月3日にカザフスタンを出国できるかどうか、本当に心配になってきました。

結局、8月いっぱいアルマティにいたことになり



第3図 うち捨てられた灌漑水路(第2図のA付近にて撮影)。

ますが、その間、8月30日にはイリ川下流部を見に行きました。第3図は、第2図のA付近で撮影した灌漑水路の残骸です。確かに、このような水路では暖候期の蒸発損失が大きく、効率よく灌漑ができるとは思えません。現地の人話では、昔は暖候期にも何かを栽培していたそうですが、現在では寒候期の降水のみを利用して冬小麦を作っているそうです。

さらに下流に行くと、結構湿地が出てきます。この翌日、筆者たちはカザフスタン地理研究所で、「イリ川デルタ(面積約8,000 km²)は、イリ川とバルハシ湖をつなぐ調整的な役割を果たしており、デルタの扇頂部(第2図のUshjarma)における河川流量の約半分がデルタで貯水される」という話をうかがうことになるのですが、その話を聞いて、この日、あちらこちらで湿地がみられたことに納得しました(もっとも、この日行動したのは、扇頂部より上流側でしたが)。また、第2図のB付近のイリ川畔で地元の人から聞いた話では、昔に比べて最近の水量は少なく、豊水期も短くなっているとのことでした。1970年に、B地点より上流側にカブチャガイダム(第2図)が作られたので、これはある意味当然と言えます。さらに、このあたりのイリ川は冬に凍る年があり、実際2004年には凍ったそうなので、その光景をぜひ見てみたいものだと思います。

5. カザフスタン地理研究所

翌8月31日には、疑念に満ちた移民局を後にして、カザフスタン地理研究所へ行きました。ここには、カダルさんの知り合いがたくさんいるのです。この日もアボなし面会でしたが、所長さん以下、主だった関係

者が次から次へと出てきたのにはびっくりしました。聞くところによると、9月1日から4日間、カザフスタン科学アカデミーで水に関する会議があるそうで、筆者たちは何ともよいタイミングでやって来たものです。

カザフスタン地理研究所は、カザフスタン科学アカデミーの一部門として1939年に発足しました。そして1983年の組織再編で地理研究所として独立し、今日に至っています。この研究所は4つの研究室と2つの研究センターから成り、主として以下に挙げる3つの研究を行なっています。

- (1) 地表水(氷河、雪、降水)に関する研究
- (2) 自然災害や土砂崩れ、およびこれらの防御に関する研究
- (3) 地形学や生態学に関する研究(石油産出地の環境調査、カスピ海・アラル海の環境問題など)

後日、中央アジア地域環境センター(7章参照)を訪れた時にも思いましたが、カザフスタンで研究と言うと、二言目にはBiodiversity, Ecology, Ecosystemといった言葉が出てきます。やはり「地球環境問題のど真ん中にある国は違う」と思います。なお、8月31日に Profs. A. A. Tursunov や M. Burlibayer (この方の所属は、中央アジア地域環境センター) からうかがった話や、カザフスタン地理研究所のパンフレットに書かれていることをまとめると、以下のようになります。

5.1 氷河と氷河湖について

カザフスタン地理研究所として、アラタウ山脈(第2図)に観測基地をもっており、1956・1972・1990年の氷河台帳が作成されています。なお、近年、カザフスタン側の天山山脈の氷河の後退は止まりつつあるようで、筆者が昨年感じた「ウルムチ河源頭1号氷河は10年前と比べてあまり変化していない」という印象(松山, 2004)は、このことを反映しているのかもしれない。

氷河湖は、カザフスタン側の天山山脈にもあります。その位置を特定しようとしたところ、「詳しくは Prof. I. Severskiy に聞いて下さい」と言われました。今回、この方にはお会いできず、その点は残念でした。

5.2 大縮尺の地図について

カザフスタン国内における1:500,000の地形分類図が利用可能です。また、街中の書店では1:1,000,000程度の一般図も販売されています。しかしながら、これらはいずれも小縮尺すぎるので、ここでも

SRTM-3を用いるのがよいということになります。そのため、衛星画像から氷河を抽出する場合には、まず、Iwata *et al.* (2005) が作成したウルムチ河源頭6号氷河の末端部の分布図を地上検証データとして、衛星データによる氷河抽出能力を検討するのがよいと思いました。

5.3 カプチャガイダム、イリ川デルタとバルハシ湖の水位について

カザフスタン地理研究所は、イリ川デルタにも観測基地をもっています。また、話を聞いていると、1970年にできたカプチャガイダム(第2図)は発電がメインであり、どうも灌漑農業は二次のようです。むしろ、「カプチャガイダムの竣工にともなってイリ川デルタの面積は縮小している」という話もあり、この点は、これまでの筆者たちの認識(カダルほか, 1996; Kader and Matsuyama, 2005)とは異なっていました。しかしながら、中山ほか(1994)によれば、1970年代から1980年代にかけてイリ川デルタの面積は拡大しているように見えますから、1990年代以降の状況がまた変化してきているのかもしれません。

カプチャガイダムの問題点として、(1)第2図のC地点にある発電設備は1970年以来使い続けているために旧式であること、(2)発電のために下流の流量が不規則になりイリ川デルタの整備が進まないこと、が挙げられます。そのため、カプチャガイダムの下流35 kmに調整池を作るという計画があります。これによってイリ川デルタの整備も進み、バルハシ湖の水位も制御できるようになります。また、カプチャガイダムの近くで風力発電を行なって、揚水に用いるという計画もあります。

どこで水位を測っているのか聞くのを忘れてましたが、1987年には340.65 mまで下がったバルハシ湖の水位も近年回復傾向にあり、2001年には341.87 mになりました。バルハシ湖の水位の最適値は341~342 mだそうで、水収支的には近年のバルハシ湖は良好な環境にあると言えます¹⁴。なお、最近水位が上がりつつあるのは2000年頃からイリ川が豊水期間に入ったためであり、2004年のバルハシ湖の水位は342.6 m、2005年の水位は343 mになることが予想されています。

¹⁴ この文だけは、中央アジア地域環境センター(7章)でいただいた資料によりますが、構成上ここに持ってきました。

6. バルハシ湖へ

ようやくバルハシ湖に行けたのは、9月に入ってからのことでした。カダルさんの友達のBakhytさんの車を別の友達のDawelさんが運転し、筆者は後部座席でふんぞり返っているという、文字通りの大名旅行です。

外国に来て、頭の中に世界地図を描き、自分の現在位置をプロットしてみると、気が遠くなりそうになることがあります。初めてペルーアマゾンに漕ぎ出していった時も、このような感覚に襲われました。今回、エメラルドグリーンバルハシ湖に直面した時もそうでした。それにしても、こんなに大きな淡水体を見るのはいつ以来のことでしょうか(第4図)。シベリア鉄道から見たバイカル湖と、マナウスで見たアマゾン川ぐらいしか記憶にありません。

第2図のD地点で泳いでいると、「9月3日にカザフスタンを出国できるだろうか?」なんて小さなことに思えてきます。それにしても水の冷たいこと! せめて温度計だけは持ってくるべきでした。バルハシ(第2図)まで行った帰りに、第2図のD地点の水を急遽ペットボトルに採水し、帰国後に測定したところ、pHは7.0、電気伝導度は177 mS/mでした。一方、第2図のE地点(カザフ語で「黄色の玄関」という地名)で採取した文字通りの黄色い水は、pH 6.8、電気伝導度770 mS/mでした。バルハシ湖では、イリ川が流れこんでいる西側は塩分濃度が比較的低く、東側は比較的高いのです。第2図のD地点とE地点の電気伝導度の違いは、このことを反映していると考えられます。

外国行きのよいところは、ゆっくりものを考えられ



第4図 バルハシ湖(第2図のD付近にて撮影)。よく見ると、能天気なカザフ人と日本人の姿が…。

ることです。そして、今回改めて思ったのは、「自分は季節変化を見たいのだ！」ということです。筆者はこれまでに、アマゾンでもパンタナールでも乾季と雨季の両方を見てきました。そういう意味で、気温の年較差が大きい中央アジアについては、夏と冬の両方を見ておくべきなのでしょう。バルハシ湖は、冬には凍って一部は車でも渡れ、氷上で釣りもできるそうです。その光景をぜひ見てみたいと思います。

この日の宿泊地のバルハシは、付近で銅を産出することもあって工業が盛んです。そのため、湖畔にある4本の煙突から立ち上る煙が湖陸風によって、日中は湖畔から町に流れてきます。あまり長居したいとは思わない町でしたが、「冬に安定成層が形成されると、この煙はどうなってしまうのだろうか？」という怖いもの見たさが頭をもたげました。そういう意味もあり、冬にもう一度ここに来てみたいと思いました。

7. 中央アジア地域環境センター

カザフスタンを出国する9月3日は、ちょうど同じ時期にカザフスタンに来ていた総合地球環境学研究所の人たちと一緒に、中央アジア地域環境センターを訪問しました。Executive DirectorのB. Yessekinさんの話や、この時にいただいたパンフレット類の記述をまとめると、以下のようになります。

中央アジア地域環境センターは、ヨーロッパ共同体や国連開発計画の援助によって設立された分野横断的な組織で、非営利組織かつ非政府組織でもあります。ここは、各国の政府や国際機関と協力して、中央アジアの環境問題や水問題に関する多くのプロジェクトを実行しており、様々な提言を行なっています。そして、その中の1つに「Development of the Integrated Management Plan for Ili-Balkhash Basin」があります。これは、2005年7月に始まった24か月間のプロジェクトであり、イリ川流域における「持続可能な開発」や「環境問題の解決」を目指すものです。当面はカザフスタン国内のプロジェクトとしますが、将来的には中国との国際共同研究にしたいとのことです。このことは、カザフスタンが淡水資源の約8割を中国(イリ川)に依存していることとも関係があるでしょう。

カザフスタンにはバルハシ湖だけでなく、瀕死の状態にあるアラル海もあります。もはや手遅れかもしれませんが、バルハシ湖の研究を進めることによって、アラル海の環境問題の解決に寄与することができるかもしれません。少なくとも、上述した24か月間のプロ

ジェクトはこのことを目指しています。翻って自分の研究を省みると、「環境問題がこれから顕在化するかもしれない地域の解析」という意味で、筆者の課題である「天山山脈の水文学的解析」は有意義なものであると考えます。本稿では、カザフスタンの研究者たちによって示された水収支に関する数値を、出典を挙げることなく引用しましたが、まずは手元にある既存のデータを用いて、これらの数値の妥当性を評価するところから始めたいと思います。

8. おわりに

9月3日のアルマティ空港では、あっけなく出国を認められました。税関検査もフリーパスでした。バルハシ湖で泳いで以来ずっと日射病気味で胃が痛かったのが、出国手続きが完了した瞬間に和らいだような気がしました。税関検査も含めて「地球の歩き方」の記述は脅かしすぎで、精神衛生上よくないと思いました。

アルマティから北京に着いたらほっとしたのか、汗がドッと出てきました。カザフスタンでは酷暑の毎日でしたが、汗が噴き出ることはありませんでした。この多湿こそが、モンスーンアジアと乾燥アジアの違いを特徴づけるものだと思います。そして筆者は9月5日から、モンスーンアジアの片隅で、汗をかきかき日常業務にいそむ、いつも通りの毎日に戻ったのでした。

謝辞

今回の調査には、日本学術振興会科学研究費補助金基盤研究(B)(2)「衛星画像による氷河・氷河湖の変動解明：モンスーンアジアと乾燥アジアでの比較」(研究代表者首都大学東京都市環境学部岩田修二教授)を使用しました。バルハシ湖で採取してきた水の分析は、成宮博之さんと齊藤 仁さん(東京都立大学理学部地理学科)にお願いしました。カダルさんと友人のDawelさん、Bakhytさんがいなければ、今回の調査は実現不可能でした。お世話になった皆様に感謝いたします。

参考文献

- 岩田修二, 2004: 天山山脈, ウルムチ河源頭6号氷河の20年間の変化の研究, 地学雑誌, 113, 430-433.
Iwata, S., S. Kuroda and K. Kader, 2005: Debris-mantle formation of Wrputu Glacier, the Tianshan Mountains, China, Bull. Glacier Res., 22, 99-107.

- Kader, K. and H. Matsuyama, 2005 : Decrease of river runoff in the Lake Balkhash basin in Central Asia, *Hydrol. Process.*, **19**, 印刷中.
- カダル, 松山洋, 野上道男, 1996 : 中央アジアのバルハシ湖流域における水収支の動態, *水文・水資源学会誌*, **9**, 240-251.
- 松山 洋, 2004 : 10年ぶりの1号氷河, *地理*, **49**(11), 76-80.
- 松山 洋, 黒田真二郎, 蟹江美由紀, 岩田修二, カダル=ケズル, 2005 : 粗大礫により構成される周氷河岩屑斜面の形成環境, *地学雑誌*, **114**, 印刷中.
- 中山裕則, 田中總太郎, 遠藤邦彦, 菅 雄三, 1994 : 人工衛星データによる乾燥地域の湖水域と植生域の変化モニタリング, *沙漠研究*, **4**, 21-38.
-