

カザフスタン南東部の水

Water for Living in Southern Kazakhstan

富田寿代*、水谷令子**

Hisayo TOMITA, Reiko MIZUTANI

Abstract

The usage and quality of water for living were investigated in southern Kazakhstan. Waterworks were created in urban areas of the region. In rural areas (Aralsk and Tastubek), piped water was used only for drinking and cooking, and well water was used for washing and showers. Also piped water and well water in the region had a high concentration of SO_4^{2-} and contained NH_4^+ . The value of EC was low in piped water in Almaty. The water in Shymkent and Turkistan showed comparatively low EC and a higher concentration of Ca^{+2} than Na^+ , although the water in Qyzylorda contained a higher content of Na^+ rather than Ca^{+2} . The salt accumulation has caused contamination of groundwater and river water in the region.

Keyword: water quality, water for living, southern Kazakhstan, Aral-sea

1. はじめに

カザフスタン（図1）はユーラシア大陸の中央部に位置する広大な内陸国で、北はロシア、南はキルギス、ウズベキスタン、トルクメニスタン、東は中国と接し、西はカスピ海に面している。天山支脈など南東部の山地を除き、国土の大部分は沙



図1 カザフスタン全国（選択部分を図2に拡大）

*本学教授、生活環境 (Living Environment)

**本学名誉教授、生活文化 (Living Culture)

漠と台地と荒れ地の平原であるが、カスピ海のほかアラル海、バルハシ湖などの内陸湖を有する。大陸性気候で、雨は3～6月に集中していて年間降水量は250mm程度である。一般的に夏は高温で冬は寒さが厳しく乾燥しているため、冬期の暖房需要が大きい。地形や自然環境から水力・風力・太陽光発電などの適地が多いことに加えて、石炭、石油、天然ガスをはじめとして鉄鋼、非鉄金属などの天然資源にも恵まれている¹⁾。

ロシア革命以前のこの国は遊牧の国であったが、スターリンの定住化政策によって牧畜と農耕の国へと変わった。村を拠点とする定住生活を送りつつ、北部は羊を、中部から西部はラクダを主体とする牧畜である。旧ソ連政府は、年間降水量が100～200mmで荒野沙漠が広がるカザフ中央部を大規模に改造した。自然大改造計画と称する灌漑事業により、シルダリヤ流域では水稻を中心に牧草や穀物が大々的に栽培されるようになった²⁾。さらに、石油と非鉄金属を中心とした資源開発による工業化が進められ、ロシア、ウクライナに次ぐ経済大国となった。鉱工業と農業が均等に発展する模範的な共和国であったが、ソ連崩壊後は他の中央アジア諸国と同様に政治と経済が混乱した。そのような状況下でも資源関連産業は発展を続け、世界的な石油価格の高騰を追い風に2000年以降は好調な経済成長を維持してきたが、現在は世界金融危機の影響が残り不安定な状況にある。

環境面では、都市部における自動車の排気ガス、石油精製や化学工業、給熱発電プラントなどからの大気汚染、工場廃水、生活排水、廃棄物、残留農薬や油田開発などによる河川や地下水の汚染および土壌汚染が報告されている。有鉛および粗悪なガソリンが多いこと、大気汚染防止設備はあっても効率が悪いこと、下水処理施設の処理能力が低いこと、都市廃棄物の不法投棄場が存在することなどが主な原因とされる^{3)、4)}。また、水資源量が少ないところに、水需要が増えていることが水不足に拍車をかけている。

国土面積のおよそ3/4が耕地または放牧地として利用されているが、耕地の大半は天水畑であり粗放生産のため収量は低い。稲作がおこなわれている南部の灌漑農地でも施設の老朽化による灌漑水量の不足、排水施設の不備による塩害と冠水害、不適切な水管理、農機具の老朽化、資金不足による肥料投入量の低下などのため生産量は落ちている⁵⁾。

先に述べた自然大改造計画は中央アジアを流れるアムダリヤとシルダリヤから水を引くことによって、河川流域に留まらず、周辺地域を一時的に大穀倉地帯に変えたが、やがて2つの大河はやせ細り、現在ではその下流は幾重にも枝分かかれし、小河川のようになっている。アラル海はアムダリヤとシルダリヤが流れ込むだけの出口のない閉鎖湖であり、かつては世界で4番目の大きさを誇っていた。アラル海周辺には漁業を生業とする村が無数にあり、カザフ側だけでも100隻以上の漁船が行き交っていたという。ところが、上記の灌漑事業の進行とともにアラル海は縮小し続け、水位の低下によって水の塩分濃度が上がり魚は死滅し、水辺が後退して以前の水底は沙漠となり、漁業は壊滅し人々は漁村を捨てた。また、大河の下流域に広がっていた湿地の消滅によって多様な生物も姿を消した。さ

らに、地下水の消失と塩分濃度の上昇、河川水の農薬汚染、飲料水の水質悪化と飲料水不足、公衆衛生の低下、塩分を含む砂嵐の影響から貧血症の増加など様々な障害を引き起こしている^{2)、5)-7)}。

本研究は、乾燥地域における水環境の現状を把握するとともに持続可能な水資源保護を検討することを目的として、各地の生活用水調査をおこなっている⁸⁻¹³⁾。本稿では、前述のような問題をかかえるカザフスタン南部地域の水を調査したので、その結果を報告する。

2. 試料採取および実験方法

シルダリヤ流域のシムケント、トルキスタン、アラルスク、タストベックおよびアルマティで生活に利用している地下水や水道水を採取し、以下の項目について調べた。

＜アルカリ度、硬度＞ いずれも上水道試験方法¹⁴⁾に従って比色滴定で求めた。総アルカリ度とは水中に含まれる炭酸水素塩、炭酸塩、水酸化物などのアルカリ分をこれに対応する炭酸カルシウム量 (mg/L) で示したもので、MR 混合指示薬 (メチルレッド/ブロムクレゾールグリーン) を用いて測定した。総硬度は、水中のカルシウムおよびマグネシウムイオンの量をこれに対応する炭酸カルシウムの量 (mg/L) に換算したものであり、EDTA (エチレンジアミン四酢酸二ナトリウム) 法により求めた。

＜その他の測定＞ pH、電気伝導度 (EC)、全溶存固形物量 (TDS)、酸化還元電位 (ORP)、塩化物イオン (Cl⁻)、硝酸イオン (NO₃⁻)、カルシウムイオン (Ca⁺²) は、マルチ水質モニタリングシステム U-23 (堀場製作所) で、ナトリウムイオン (Na⁺) とカリウムイオン (K⁺) はイオンメータ (堀場製作所) で測定した。検水中の硫酸イオン (SO₄⁻²) は可視紫外分光光度計 (UV1200 島津製作所) を用いて硫酸バリウム比濁法 [5.0~300mg/L] で、また、デジタル水質分析計 (DPM-MT 共和理化学研究所) により、亜硝酸イオン (NO₂⁻) はナフチルエチレンジアミン法 [0.020~1.000mg/L]、アンモニウムイオン (NH₄⁺) はインドフェノール青法 [0.20~5.00mg/L]、リン酸イオン (PO₄⁻³) はモリブデン青法 [0.10~5.00mg/L]、有機物濃度に相当する化学的酸素要求量 (COD) はアルカリ性過マンガン酸カリウム法 [2.0~10.0mg/L] で、それぞれ吸光度法により定量化した。[] 内は測定範囲であり、これを超える場合は試料を希釈して測定した。全ての測定は 26 ± 1 °C でおこなった。

3. 結果及び考察

アルマティやアスタナ(首都)などの都市部では、上下水道網は市内のほぼ全域



図2 調査値概図
(数字は表1の試料番号を示す)

をカバーしているが、上水道からではなく配達された水や貯水池の低質な水を利用している地域もある⁴⁾。図2に調査地の概図を、採取試料の詳細を表1に示す。今回調査した各都市ではパイプで給水された水（水道水）を使っており、郊外では井戸水を併用していた。また、アラル海沿岸の村では近くの町の水道水が配達され、これと井戸水を併用していた。

表 2-1 にアルマティ周辺の生活用水の測定結果を示す。2つの試料の COD と PO_4^{-3} 濃度は測定範囲以下であった。アルマティはカザフスタン南東部に位置する大都市で、

表1 採取試料の詳細 (2009)

Samp. No.	採水日	採取地	資料の種類	特記事項
1	8.18	Qapshahay	カフェの井戸水	灌漑、飲用
2	8.18	Almaty	ホテル洗面水	HOTEL KAZ ZHOL
3	8.19	Shymkent	空港水道水	
4	8.19	Turkistan	レストラン水道水	
5	8.19	Turkistan	ホジャ廟地下水	灌漑、飲用
6	8.19	Turkistan	ホテル	YASSY HOTEL
7	8.19	Turkistan	民家井戸水	調理用
8	8.21	Aralsk	民家水道水	排水溝なし
9	8.21	Tastubek	アラル海	岸辺
10	8.21	Tastubek	家畜用井戸水	砂混じり
11	8.21	Tastubek	民家水道水	アラルスクの水道水を供給
12	8.21	Tastubek	共同井戸水	洗い物、シャワー用、茶色
13	8.22	Aralsk	民家井戸水	洗い物、シャワー用
14	8.23	Qyzylorda	ホテル洗面水	セレンスター/硫黄臭あり

表2-1 アルマティ、カプチャガイにおける生活用水の測定結果

Samp. No.	pH	EC ms/m	Sal %	TDS g/l	ORP mV	COD mg/l	Cl ⁻ mg/L	Na ⁺ mg/L	NO ₃ ⁻ mg/L	NO ₂ ⁻ mg/L	NH ₄ ⁺ mg/L	PO ₄ ⁻³ mg/L	SO ₄ ⁻² mg/L	K ⁺ mg/L	Ca ⁺² mg/l	Total Hardness mg/L	Total Alkali mg/L
1	7.77	90.3	0	0.58	119	-*	14.7	69	75.1	0.023	0.50	-*	174.6	2	83.1	325	240
2	7.45	17.0	0	0.11	238	-	1.25	2	42.9	-*	0.50	-	14.3	1	41.1	60	105

*測定範囲以下 (COD : 2.0~10.0mg/L、NO₂⁻ : 0.020~1.000mg/L、PO₄⁻³ : 0.10~5.00mg/L)

アスタナに首都が移転（1997年）される以前の首都であった。現在も、ビジネス、文化、学問の中心として栄えている。この都市の北60kmにあるカプチャガイ湖はイリ川のダム湖で、透明度が高く水温は低い。湖の周辺には別荘（dacha）が立ち並び、アルマティ市民の避暑地となっている。湖と同名の町カプチャガイにはスポーツ施設やカジノを併設したホテルがいくつも建設中で、国内だけでなく外国からの集客を狙っているようである。このリゾートタウンの入り口付近にあるカフェの地下水（No.1）は、ECが90.3ms/m、総硬度325mg/Lで、SO₄⁻²濃度は174.6mg/Lである。Ca⁺²濃度は83.1mg/L、Na⁺濃度は69mg/Lで、NH₄⁺を0.50mg/L含有している。この水は植木や畑の灌漑だけでなく調理・飲用にも使われていた。市内のいたるところに木々が茂るアルマティであるが、昼間はスモッグ（自動車排気ガスによる）で霞んでいることが多い。市内全域をほぼカバーしている上水道の水源地は天山山脈の融雪水である。No.2は市内のホテル洗面水で、ECは17.0mg/L、総硬度60mg/Lで、各イオン濃度とも低いが、NH₄⁺が0.50mg/L認められた。

表2-2にシムケント、トルキスタン、クズルオルダにおける生活用水の測定結果を示す。すべての試料のCODとPO₄⁻³濃度は測定範囲以下であった。シムケントはウズベキスタンへの玄関口であり、カザフスタン南部の各都市への中継点となっている。No.3は空港の水道水で、ECが54.1ms/m、総硬度は285mg/Lで、Ca⁺²濃度が67.0mg/L、Na⁺濃度は34mg/Lであ

った。NO₂⁻濃度が 0.058mg/L、NH₄⁺濃度が 0.67mg/L と共にやや高い値である。

表2-2 シルダリヤ流域（シムケント、トルキスタン、クズルオルダ）における生活用水の測定結果

Samp. No.	pH	EC ms/m	Sal %	TDS g/l	ORP mV	COD mg/l	Cl ⁻ mg/L	Na ⁺ mg/L	NO ₃ ⁻ mg/L	NO ₂ ⁻ mg/L	NH ₄ ⁺ mg/L	PO ₄ ⁻³ mg/L	SO ₄ ⁻² mg/L	K ⁺ mg/L	Ca ⁺² mg/l	総硬度 mg/L	総アルカリ度 mg/L
3	6.77	54.1	0	0.35	304	-*	2.76	34	62.8	0.058	0.67	-*	107.6	2	67.0	285	270
4	6.89	111	0.1	0.70	309	-	13.3	53	67.0	-*	0.42	-	279.7	2	122.0	500	260
5	6.84	113	0.1	0.70	397	-	17.8	55	97.9	0.077	0.59	-	491.0	4	130.0	550	280
6	7.12	102	0	0.60	299	-	11.1	39	64.3	0.088	0.44	-	599.0	2	162.0	685	320
7	6.99	101	0	0.60	275	-	4.47	37	9.3	0.022	1.04	-	373.2	2	88.2	550	150
14	7.21	192	0.1	1.20	237	-	61.9	210	27.6	0.047	1.05	-	750.0	5	123.0	960	415

*測定範囲以下 (COD : 2.0~10.0mg/L、NO₂⁻ : 0.020~1.000mg/L、PO₄⁻³ : 0.10~5.00mg/L)

シムケントの北西 165km にあるトルキスタンの周囲は塩水溜まりが点在する綿花畑となっており、この南西にはキジルクム沙漠がひろがっている。No. 4、6 は市内のレストランとホテルの水道水、No. 5、7 は観光地と民家の井戸水である。EC が 101~113ms/m、総硬度は 500~685mg/L、SO₄⁻²濃度は 279.7~599.0mg/L で、Ca⁺²濃度が 88.2~162.0mg/L、Na⁺濃度は 37~55mg/L であった。これら水道水と井戸水の測定値に大きな差は認められないが、NH₄⁺の値は水道水が 0.42~0.44mg/L に対して、井戸水は 0.59mg/L 以上であった。民家の井戸水からは高い濃度の NH₄⁺ (1.04mg/L) が検出されているが、これは敷地内にある家畜小屋や水洗式でないトイレによる地下水汚染が疑われる。シムケント、トルキスタンの水道水は、市の北東にあるカラトウ山脈の湧水を水源としているが、アルマティの水道水に比べるとイオン含有量が多い。

クズルオルダ州は他の州と比べて経済基盤となる産業に乏しく、インフラの整備も遅れている。シルダリヤの中流域に位置する州都クズルオルダには、アルマティとロシアを繋ぐ鉄道の駅がある。No. 14 は市内中央駅前のホテル洗面水で、EC が 192ms/m、総硬度 960mg/L、SO₄⁻²濃度は 750.0mg/L と高い。Ca⁺² (123.0mg/L)、Na⁺ (210mg/L) 等のイオン含有量も多く、NO₂⁻が 0.047mg/L、NH₄⁺が 1.05mg/L 認められた。シルダリヤから導水された農業用運河は綿花栽培地帯であるトルキスタン、水稻栽培地のクズルオルダを経て水稻・綿花栽培地帯のカザリンスク（シルダリヤ河口）を通過してアラル海に流入する。このあたりはシルダリヤの河川水を浄水場で処理した水が供給される地区と河川水や運河の水をそのまま利用する地区がある。測定値よりクズルオルダは後者であろう。石田ら¹⁵⁾は、飲料水の EC の地域特性はアルマティが 48、シムケントが 60、トルキスタンが 71~95、クズルオルダが 190（いずれも単位は ms/m）で、アラル海に近づくほど塩分濃度が上昇し、水質が劣悪になる傾向があると報告している。これは土壤の塩類化によるものであり、今回の調査でも同様の傾向が認められた。

表 2-3 にアラルスクおよびタストベック村における生活用水の測定結果を示す。かつてのアラルスクは港町であり、アラル海の漁業と流通の拠点であった。現在、海は遠く後退し当時の面影はない。アラルスクの水道は町の北西 100km に位置するサクサウルスクの地下水を送水しており、これはこの地方でも良質な水とされる。訪れた民家では蛇口が調理台の下に設置され排水口はなかった。シャワーや洗い物は井戸水を利用し、水道水は調理・飲用のみに使われていた。ここは下水道がなく、使った水は敷地内の地面に流し、トイレは水洗式ではない。水道水 (No. 8) は EC が 85.0ms/m、総硬度は 65mg/L と比較的 low、 SO_4^{-2} 濃度は 138.0mg/L であった。 Ca^{+2} 濃度は 9.42mg/L であるが、 Na^+ 濃度が 150mg/L と高い。 NO_2^- が 0.060mg/L、 NH_4^+ が 0.65mg/L、 PO_4^{-3} が 0.24mg/L 認められた。井戸水 (No. 13) は EC が 86.2ms/m、総硬度 65mg/L、 Ca^{+2} 濃度は 12.2mg/L と低く、 SO_4^{-2} (154.8mg/L)、 Na^+ (150mg/L) 含有量が多い。 NH_4^+ は 0.43mg/L、 PO_4^{-3} は 0.56mg/L であった。今回の測定項目において、アラルスクの水道水と井戸水に大きな差異は認められなかった。

表2-3 アラル海近隣 (アラルスク、タストベック村) における生活用水の測定結果

Samp. No.	pH	EC ms/m	Sal %	TDS g/l	ORP mV	COD mg/l	Cl^- mg/L	Na^+ mg/L	NO_2^- mg/L	NO_3^- mg/L	NH_4^+ mg/L	PO_4^{-3} mg/L	SO_4^{-2} mg/L	K^+ mg/L	Ca^{+2} mg/l	総硬度 mg/L	総アルカリ度 mg/L
8	7.55	85.0	0	0.55	257	-*	23.5	150	13.6	0.060	0.65	0.24	138.0	3	9.42	65	140
9	8.17	1290	0.7	7.00	181	-	756	1820	51.6	-*	1.86	-*	2708	89	197.0	2400	160
10	8.03	306	0.2	2.00	212	4.9	96.0	290	34.5	0.259	1.19	3.14	899.0	14	90.3	650	60
11	7.84	80.5	0	0.52	271	-	18.9	120	12.5	-	0.40	0.44	117.7	4	8.18	70	150
12	6.95	154	0.1	1.00	301	5.6	42.2	220	12.5	0.269	0.58	9.52	408.8	41	11.4	90	85
13	7.55	86.2	0	0.55	201	-	19.9	150	25.6	-	0.43	0.56	154.8	4	12.2	65	150

*測定範囲以下 (COD : 2.0~10.0mg/L、 NO_2^- : 0.020~1.000mg/L、 PO_4^{-3} : 0.10~5.00mg/L)

アラルスクの南方に広がる沙漠はアラル海が後退してできた干陸地で、ここでは点在する塩水溜まりを避けてラクダや馬が放牧されていた。現アラル海沿岸のタストベック村は、わずかに 14 世帯の家族がラクダや山羊の牧畜で暮らしている。村では給水車で運ばれたアラルスクの水道水を地下タンク (レゼルワール) に貯め、さらに台所に置いたカメに小分けして調理や飲用に使っている。この水 (No. 11) の EC は 80.5mg/L、総硬度は 70mg/L で、その他の値からも No. 8 と同質であることが確認できる。洗濯やシャワーなどには村の共同井戸の水を一旦タンクに貯めてから、小型のタンクに分けて利用する。いずれにしても、使える水は少なく、水を使わない生活である。共同井戸の水 (No. 12) は EC が 154ms/m、総硬度は 90mg/L で、 Ca^{+2} 濃度は 11.4mg/L と低いが、 SO_4^{-2} (408.8mg/L)、 Na^+ (220mg/L) 濃度は高い。 NO_2^- が 0.269mg/L、 NH_4^+ が 0.58mg/L、 PO_4^{-3} が 9.52mg/L 認められた。また、 K^+ 濃度は 41mg/L、COD の値は 5.6mg/L であった。アラル海が干上がった砂地に掘られた幾つかの家畜用井戸の傍ではラクダや山羊が放牧されていた。大雑把に作られた柵は偶に行き

交う車（住民が使用）から家畜を護るため、家畜は井戸から遠くに離れてしまうことはない。この井戸水（No. 10）は砂が混じり、EC が 306ms/m、総硬度は 650mg/L、 SO_4^{2-} 濃度 899.0mg/L、 Na^+ 濃度 290mg/L と高い。 Ca^{+2} 濃度は 90.3mg/L とやや低めであるが、 NO_2^- が 0.259mg/L、 NH_4^+ が 1.19mg/L、 PO_4^{-3} が 3.14mg/L、 K^+ が 14mg/L、COD が 4.9mg/L 認められた。この井戸はアラル海の近くにあるため、各種イオン濃度が高くなっているであろう。アラル海の岸辺の水（No. 9）は EC が 1290ms/m、総硬度は 2400mg/L で、 SO_4^{2-} (2708mg/L)、 Ca^{+2} (197.0mg/L)、 Na^+ (1820mg/L) 等のイオン濃度が著しく高い。 NH_4^+ 濃度は 1.86mg/L、 K^+ 濃度は 89mg/L で、 NO_2^- と PO_4^{-3} は認められなかった。塩分濃度は 0.7%である。タストベック村では、洗浄効率が高いことに加えて安価なため有リン洗剤が使われている。洗剤の使用量は決して多くはないが、下水道施設等がないのでリン酸塩が残留する排水をそのまま地面に捨てている。また、水洗式でないトイレの脇に穴を掘って、あらゆる廃棄物を埋めていた。さらに、干陸地の放牧場だけでなく住居近くにも家畜小屋があり、ラクダ、山羊、鶏や犬、猫が村中を歩き回っている。この井戸水は PO_4^{-3} だけでなく NH_4^+ 、 K^+ の値も高く COD も認められている。土壌の塩類集積が主な原因であるが、生活污水や廃棄物からの浸出水の影響も皆無ではないだろう。

得られた測定値より、総硬度と総アルカリ度の相関を図 3 に示す。アラル海（No. 9）とタストベックの家畜用井戸水（No. 10）は相関から大きく外れ、これらを除いた相関係数は 0.87 となる。グラフの傾きは 0.28 で、アルカリ度に比べて硬度が極めて高いことから、 Ca^{+2} や Mg^{+2} は炭酸塩以外の塩を形成していると考えられる。同様に、図 4 に No. 9 を除いた試料の Na^+ と Cl^- の相関を示す。No. 10 が相関から外れ、それ以外の試料の相関係数は 0.92 である。グラフの傾きは 0.28 で、カチオンが多いことを示している。以上より、試料中では硫酸塩等が形成されていると推測できる。

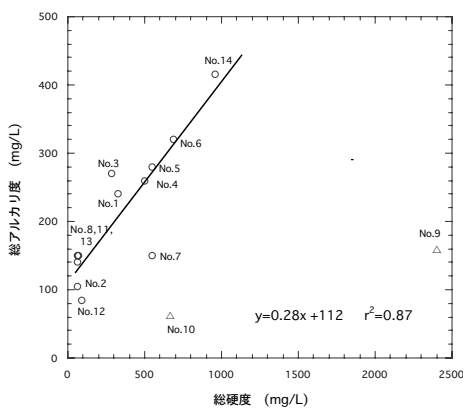


図 3 総硬度と総アルカリ度の相関

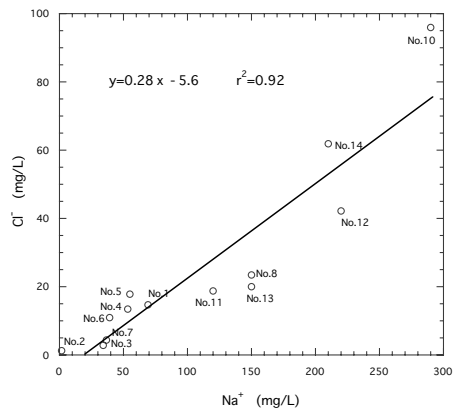


図 4 Na^+ と Cl^- の相関

4. まとめ

カザフスタン南部のアルマティ、シムケント、トルキスタン、アラルスク、タストベックで生活に利用している地下水や水道水を調べた。都市部ではパイプで給水された水を使っており、郊外の民家では井戸水を併用していた。同じ地区の水道水と井戸水の成分は似ており、浄水処理はほとんどおこなわれていないようである。アラルスクの民家やタストベック村には下水道がなく、使った水はそのまま地面に流していた。

調査した地域の生活用水は、 SO_4^{2-} 濃度が高く、 NH_4^+ を含有している。 NO_2^- や NO_3^- 濃度が高い試料もあり、アラルスクやタストベック村の水には PO_4^{3-} が認められた。アルマティの水道水はECが低く、イオン含有量も少ない。カラトウ山脈の湧水を水源としている水道水のECは比較的低く、 Na^+ より Ca^{2+} 濃度が高いが、シルダリヤ中流の河川水を原水とする水道水はECが高く、 Na^+ 含有量は Ca^{2+} より多い。

我々はアラル海の水を追いかけてアラルスクから半日以上かけて南下した。そこで出会った小アラル（北部アラル海）は満々と水をたたえ、うねりを伴った風浪が寄せ、まさに海であった。岸には数隻の小型漁船が係留されていたが、漁業の将来は決して明るいものではない。しかし、村の若者たちの船を操る腕は確かで、その顔は“彼らのアラル海”に出航できる喜びと誇りに輝いていた。熱く乾いた沙漠に突如出現する海は旅人にとっては嬉しい驚きであるが、そこに住む人々にとっては生命そのものである。アラル海の問題はこの地域だけのものではない。そこには、食糧、衛生、政治、経済が複雑に絡み合い、はては気候変動にも影響するのではないかと予想されている。破壊された自然を元通りに再現することは不可能だが、住民が健康で安全な生活を取り戻すための方策が科学技術と国際協力により早急に見いだされることを期待したい。

文献

- 1) 「カザフスタン国環境・省エネ分野にかかる基礎情報収集調査ファイナルレポート」, 国債協力事業団, p42-45 (2011)
- 2) 石田紀郎; 「アラル海の悲劇」(地球水環境と国際紛争の光と影), 信山社, p63-65 (1995)
- 3) 「中央アジアの電力・水資源に関する地域連携に関する委託調査報告書」, 国際協力機構, p61-70 (2009)
- 4) 「中央アジア援助研究会報告書」, 国債協力事業団, p266-270 (2001)
- 5) 「カザフスタン共和国クジル・オルダ地区灌漑施設水管理計画改善計画調査報告書」, 国際協力事業団農林水産開発調査部, p10-14, p110-115 (1998)
- 6) 広沢祐二・森季雄; 「アラル海の水位変化と灌漑農業」(地球水環境と国際紛争の光と影), 信山社, p93-103 (1995)
- 7) 「カザフスタン国クジルオルダ市地域病院医療機材整備計画調査報告書」, 国際協力事業団, p1-10

(2002)

8) 富田寿代・水谷令子:「中国北西部の飲料水の現状」, 食生活研究 22 (3), p28-34 (2002)

9) 富田寿代・水谷令子:「中国内モンゴルの生活用水」, 鈴鹿国際大学紀要 No.13, p113-122 (2006)

10) 富田寿代・水谷令子:「アムダリヤ周辺地域の生活用水」, 鈴鹿国際大学紀要 No.14, p119-129

(2007)

11) 富田寿代・水谷令子:「トルコ南部の生活用水」, 鈴鹿国際大学紀要 No.15, p163-172 (2008)

12) 富田寿代・水谷令子:「キルギスの生活用水」, 鈴鹿国際大学紀要 No.16, p59-69 (2009)

13) 富田寿代・水谷令子:「ウズベキスタン南東部の生活用水」, 鈴鹿国際大学紀要 No.17, p117-126

(2010)

14) 日本水道協会:「上水道試験方法・理化学編」, 日本水道協会, p21-32 (2011)

15) 石田紀郎・岡田尚;「アラル海流域の飲料水水質」, JRAK 調査報告書 No.8 ,p19-39 (2000)