

3.2.3 カザフスタンにおける事例

(1) はじめに

旧ソ連邦中央アジアの乾燥地では、河川水を利用して、水稻あるいは綿花を主要作物とする大規模な灌漑農業が展開されてきた。しかしながら 1980 年代も後半に入ると、アラル海など河川下流の湖沼の縮小や灌漑耕地周辺土壌の塩性化など、様々な農業・環境問題が顕在化してきた。Rozanov (1984)によれば、中央アジアでは既に百万 ha の土地が不適切な灌漑によって失われたとされている。また Khakimov (1989)は、カザフスタン灌漑耕地のうち 60 ~ 70%が土壌塩性化の影響を受け、作物収量の低下が見られると述べている。

一方この砂漠地帯から北緯 50 度あたりにかけて年間降水量はおよそ 350 mm まで増加する。南北 300 km ほどのこのステップ・ベルト地帯は、今日では広大な穀作地帯となっている。これまでステップ地帯のチェルノーゼム(黒土)は、一般的には農耕に適した肥沃な土壌と考えられてきた。しかしながら、この肥沃な黒土・ステップ生態系においても、近年風食や穀類連作に伴う表土の消耗により土地生産性の低下が問題となっている。

旧ソ連邦末期になって顕在化してきたこれらの問題は、中央アジアにおいてこれまで展開されてきた大規模近代農業が、一方では中～長期的な生産持続性を犠牲として成り立ってきたことを物語っている。ここでは、カザフスタン共和国における農業の現状及び問題点について、特に土地劣化という観点から見ていきたい。

(2) カザフスタン南部乾燥地域における大規模灌漑農業の現状と課題

調査農場の概要

本項では、イリ川下流域のベレケ農場(以下 BK 農場)とシル・ダリア下流のカラウルトゥーベ農場(以下 KR 農場)を比較しながら、土壌塩性化の実態について述べる(図 1)。



図 1 調査地

これらの農場では水稲作を含む4年ないしは7年輪作体系がとられており(図2参照)

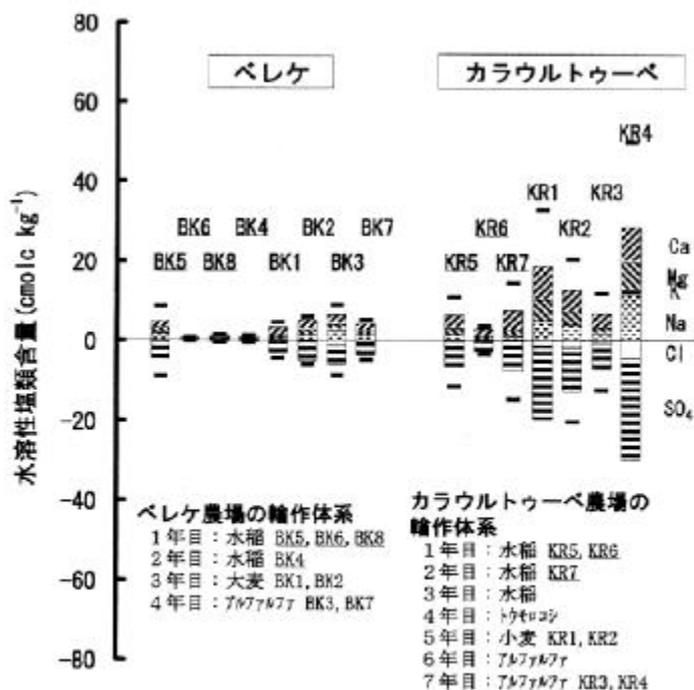


図2. 灌漑農地表面層土壌の水溶性塩類含量

水稲耕作期間の灌漑水量は 3,000 ~ 4,000mm である。一方、畑作圃場は直接湛水されることはないが、常時高いレベルにある地下水によって涵養されており、通常この期間に土壌塩性化が進行する。

水稲耕作を含む輪作体系における塩類の動態

調査農場の輪作各ステージにおける土壌中の水溶性塩類含量を図2に示す。BK 農場では、排水条件の悪いBK5を除いては、水稲耕作期間中の集積塩量の減少が明らかであり、湛水による土壌からの塩の洗脱が有効に機能している。一方 KR 農場では、水田においても多量の塩が土壌中に残存しており、排水不良が示唆される。また畑作期における土壌の塩含量も、BK 農場と比べて KR 農場では大きい。図2のデータに基づいて BK 農場の畑作期における表層土壌への塩集積速度を試算すれば、畑地転換後一年目には Ca 塩を中心として約 40 kmolc ha⁻¹ y⁻¹、地下水位の下がる二年目にはより可動性に富む Na 塩を中心として約 25 kmolc ha⁻¹ y⁻¹となる。しかしながら KR 農場では、土壌中における塩含量と輪作システムとの関係がはっきりせず、排水の良否など他の要因の影響が大きいと思われる。

灌漑水及び排水の性質

灌漑水の水質については、イリ川水系の方がシル・ダリア水系よりも良好である(表1)。

表1. 灌漑水の水質

	EC (Ms cm ⁻¹)	Na	Mg	Ca	Cl	SO ₄	HCO	Na吸着比 (mmol L ⁻¹) ^{1/2}
	----- (mmole L ⁻¹) -----							
ベレケ農場								
灌漑水	0.602	1.6	1.6	2.5	1.0	2.2	2.8	1.1
灌漑排水	0.847	3.2	2.4	3.4	1.4	3.5	4.2	1.9
カラウルトウーベ農場								
灌漑水	1.64	5.9	5.2	4.5	2.5	11.5	2.3	2.7
灌漑排水	4.44	24.3	19.2	14.0	10.9	37.8	4.6	6.0

電気伝導度 (EC) と Na 吸着比 (SAR) を用いた米国農務省 (1953) の灌漑水の水質評価基準によれば, イリ川より導入された灌漑水は C2-S1 (塩性害中・アルカリ害弱), シル・ダリア本流からの灌漑水は C3-S1 (塩性害強・アルカリ害弱) である。そして, BK, KR 農場いずれにおいても, 灌漑水に対して排水は EC, SAR の増加が顕著であり, 排水による土壌中の塩類の除去の重要性がここからも示唆される。

大規模灌漑農業の課題と展望

このように灌漑水の多量使用と良好な排水を前提とする水稻作灌漑農業では, まさに多量の灌漑水を使用してきたために地域の地下水位が上昇し, 畑作期の土壌塩性化が加速される一方, 排水性の低下から湛水期の除塩が機能しなくなるという KR 農場のような危機的状況が現れつつある。今後環境保全の面から灌漑水使用の節減を求める声が強まる中で, いかに水資源を有効に利用しながら灌漑耕地の塩性化を防ぐかが重要課題となるであろう。対策として, 灌漑効率の改善, 排水設備の修復・完備に加えて, 耕地の整理・農業生産の集約化が求められる局面がくるかもしれない。

(3) カザフスタン北部ステップ地帯の土壌資源と農業

農業の概要

本地域は旧ソ連邦全体の中でも, 主要な穀作地帯の一つである。しかしながらその栽培環境は, 特に降水量の点からは厳しい。年間降水量がおよそ 300mm (内 1/3 は冬季の降雪) であることから, 春先の融雪水をいかにうまく利用するかが農業技術上のポイントである。具体的には, 秋の収穫後に土壌を耕し土壌構造を破壊することによって春先の融雪水を土壌次表層に貯留し, 夏期の穀物栽培に利用するという方法がとられている。さらに数年に一度, 雑草生育に伴う蒸散を抑えつつ土壌水分を蓄える目的で, 土を掘り返した状態で夏季休閑を行う。このような農法が侵食や土壌有機物の消耗に対して十分持続的であり得るのか否かが, 本地域農業における中心的な課題となるであろう。ここでは, アクモラ, コクチェタウ, クスタナイ各地域に分布するサザン・チェルノーゼム, チェルノーゼムに加えて, 南部アラタウ地域のチェルノーゼム類縁土壌についても調査した (図1)。

土壌の理化学性

土壌の粒度組成（表2）より，1)アラタウ地域のレス由来の土壌は，シルト・細砂成分に富んでいる，2)北部ステップ第三紀・第四紀堆積物上の土壌の多くは細粒質である，3)北部ステップでしばしば現れる花崗岩上の土壌はごく粗粒質であることが明らかとなった。現地研究者の間で，一般に砂質な土壌の方が風食の危険性が高いと認識されていることを考えれば，北部ステップの土壌は，風食の危険性が比較的小さいと判断される。

表2. ステップ土壌の理化学性

地点 及び 層位	深さ (cm)	粒度組成						pH (H ₂ O)	EC (mS cm ⁻¹)	様イオン 交換容 (cmolc kg ⁻¹)	有機 炭素 (%)	炭酸塩 炭素 (%)	石膏 (%)	水溶性 Na (cmolc kg ⁻¹)	交換性 Na (cmolc kg ⁻¹)	Na 吸着比 (mmol L ⁻¹) ^{1/2}
		粗砂 (2mm- 200µm) (%)	細砂 (200- 20µm) (%)	シルト (20- 2µm) (%)	粘土 (<2µm) (%)	粗粘土 (2-0.2µm) (%)	細粘土 (<0.2µm) (%)									
WCZs (チェルノーゼム, アラタウ)																
A1	0-9	0.2	32.4	35.5	32.0	15.6	16.4	6.88	0.754	30.0	4.97	0.31	0.08	0.04	0.01	0.53
B1	32-42	0.2	43.1	31.6	25.1	14.8	10.3	6.82	0.304	22.0	2.55	0.29	0.03	0.01	0.06	0.17
C	61-90	0.0	49.4	31.3	19.3	12.2	7.1	7.43	0.294	10.4	0.57	3.00	0.02	0.01	0.04	0.16
	200	0.0	46.2	38.7	15.2	12.8	2.3	7.82	0.254	8.52	0.21	2.51	0.01	0.02	0.06	0.27
	300	0.0	45.2	35.4	19.3	13.9	5.4	8.02	0.302	8.52	0.28	1.50	0.01	0.03	0.10	0.43
SCZ1n (サザン・チェルノーゼム, アクモラ)																
A1	0-20	0.0	24.9	25.9	49.2	27.9	21.3	7.97	0.552	27.8	2.96	0.70	0.04	0.01	0.06	0.14
B	50-75	0.0	26.1	25.8	48.1	26.1	22.0	7.88	0.946	22.8	1.13	1.71	0.03	0.46	3.95	12.5
BC2	92-100	0.0	29.0	22.9	48.0	27.7	20.4	7.33	3.26	15.4	0.15	1.27	0.91	1.91	1.98	10.0
	200	0.0	32.4	22.6	45.0	24.4	20.6	7.36	17.3	17.1	0.15	1.35	1.26	6.28	3.51	21.3
	300	0.0	30.4	25.2	44.4	24.2	20.2	7.50	17.2	23.6	0.13	1.10	1.15	6.58	2.35	26.3
CZ14n (チェルノーゼム, コクチュタウ)																
Apl	0-10	7.0	12.5	39.3	41.1	32.1	9.1	7.50	0.946	29.1	3.01	0.64	0.01	0.01	0.03	0.08
	B	60-80	7.5	15.1	57.9	19.4	16.9	2.5	7.78	0.847	23.9	0.93	1.43	0.14	0.32	1.12
	150	6.2	14.6	40.3	38.9	33.9	5.0	7.39	3.45	25.1	0.28	1.29	0.98	2.13	2.50	9.27
	200	5.2	6.3	44.7	43.9	36.7	7.2	7.70	4.10	25.3	0.26	1.23	0.98	2.45	2.90	10.2
	SCZ15n (サザン・チェルノーゼム, クスタナイ)															
Apl	0-10	27.6	28.9	14.1	29.5	14.0	15.5	6.53	0.119	18.2	1.79	0.14	0.03	0.01	0.06	0.34
	B	40-60	27.3	33.6	23.8	15.3	14.7	0.6	6.98	1.72	13.7	0.62	1.54	0.67	0.67	0.63
	150	42.0	28.0	9.1	21.0	15.8	5.1	7.60	3.92	10.7	0.09	0.53	0.33	2.38	1.83	20.2
	200	16.6	22.4	21.4	39.6	30.8	8.8	7.48	6.07	19.6	0.16	1.11	0.56	3.70	4.00	23.9

土壌の可溶性塩類

半乾燥地では土壌母材中の易溶性塩類が残存しやすいため，塩性土壌の出現など，営農上問題の生ずることが多い。表2によれば，土壌飽和抽出液のEC，可溶性Na含量，SARのいずれについても，北部ステップのアクモラ周辺の土壌は高い。この下層のNa塩は，地下水位の変動などにより土壌塩性化をもたらす得るため，潜在的な脅威と考えられる。

土壌の有機物蓄積量

土壌有機物は，土壌の良好な保水性や透水性を確保するといった物理性の観点から，あるいは養分元素を保持するという化学性の面から，土壌肥沃度に関与する重要な因子である。この地域ではチェルノーゼムよりサザン・チェルノーゼムで，またサザン・チェルノーゼム域内では，ソロネッツや弱発達性サザン・チェルノーゼムにおいて有機物蓄積量がより小さくなっている（図3）。注目すべきは，各種土壌の耕地表層中の有機物蓄積量が

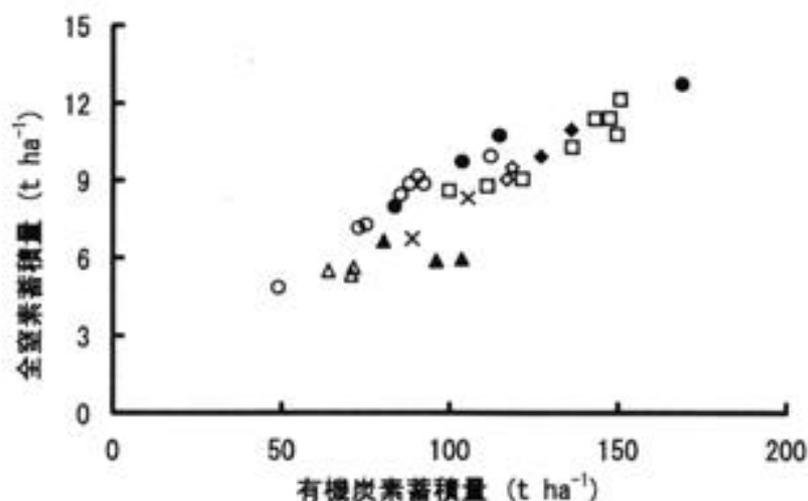


図3. ステップ土壌表層30cmにおける有機炭素および全窒素蓄積量

- | | |
|-----------------------|-----------------------|
| ● サザン・チェルノーゼム自然土壌 | ○ サザン・チェルノーゼム耕地土壌 |
| ▲ ソロネッツ自然土壌 | △ ソロネッツ耕地土壌 |
| ◆ メドウ・サザン・チェルノーゼム自然土壌 | ◇ メドウ・サザン・チェルノーゼム耕地土壌 |
| × 弱発達性サザン・チェルノーゼム自然土壌 | □ チェルノーゼム耕地土壌 |

自 然
 草地に比べ減少傾向にある事実である。これにはもちろん風食の影響もあるが、ここではむしろ、穀類連作農業システムにおける有機物分解によるのではないかとされる。

穀作農業の課題と展望

一般に細粒質であるカザフスタン北部のステップ土壌は、風食に対しては耐性があると見られる一方、耕地土壌における有機物減少が顕著である。したがって、この肥沃な土壌資源を持続的に利用するためには、少なくとも実質的な休閑あるいは耕地への有機物の還元を通して、土壌肥沃度を維持・改良してゆく努力が必要である。またアクモラ周辺では土壌の二次塩性化や物理性の悪化に十分注意を払う必要がある。

(4) おわりに - 中央アジア諸国の第一次産業が抱える問題点ならびに今後の展望

本地域において農業を発展させる上で障害となってきたのは、いうまでもなく砂漠地帯で 100mm 以下、北部ステップでも 350mm 以下という少ない降水量である。この条件の中で農業生産をあげるために、前者では河川水を利用した大規模灌漑農業が導入され、また後者では専門分化した大型機械を用いた独特の耕起法などを発達させてきた。

しかしながら、北部ステップの農業におけるような、耕起法の工夫により十分な水分を確保した上で、土壌有機物の分解を促進し窒素の放出を促すというような農法は、必然的に自然生態系の物質循環にはあり得ない収奪的な側面をもっており、長期的には土地生産性の低下を免れないものと思われる。本地域農業の問題点は、短期的な収量増を得るための技術としての夏季休閑があっても、長期的な地力保全を目的とした本来の休閑地管理法

が開発されなかった点であろう。

一方南部の砂漠地帯で展開されてきた大規模灌漑農業は、地域の水循環・塩類分布を劇的に変化させ、今日ではアラル海消滅の危機や灌漑耕地土壌の塩性化の進行という代償を求められている。本来は砂漠で灌漑農業を行うということの妥当性や許容規模に関する詳細な議論が先に立つべきであるが、不幸なことに旧ソ連邦の政策にリードされ、この点が明確にされないまま今日に至ったものである。先にもふれたが、現場での対症療法的対策としては、灌漑水路や排水網の整備などが挙げられるが、本質的にはどの程度まで地域環境の改変を許すか、といった点に関する関係諸国のコンセンサスの問題であろう。

経済的な観点から眺めれば、本地域の農業・畜産業など第一次産業は、旧ソ連邦体制のもとで、肥料・農薬や農業機械、それに燃料などを旧ソ連邦内の他地域より輸入し、生産された穀物などをまた旧ソ連邦諸国に売るという、域内における潤滑な役割分担・流通機構を前提として成立していたものである。ソ連邦が解体された今日、これらの社会的・経済的結びつきも同様に失われつつある。それに伴い、農業投資財価格の高騰や流通マーケットの喪失が、本地域農業の存立基盤を脅かしている。

このような状況の中で求められているものは、まず新たな市場経済体制の中で本地域農業の位置を確立することであり、次いで、特に生産持続性の観点から、大規模灌漑農業における土地・水利用を再考すること、ステップ穀作農業における有機物等の物質収支をバランスのとれたものに置き換えることであるといつてよいのではないだろうか。

小崎 隆