

天山山脈北麓コヨンド谷（キルギス共和国サリチャット・エルタシュ自然保護区）の高山草原における植生概況

荒瀬輝夫*・泉山茂之*・渡辺悌二**・Maksat ANARBAEV***

* 信州大学農学部附属アルプス圏フィールド科学教育研究センター

** 北海道大学大学院地球環境科学研究院

*** キルギス国立山岳地域開発研究センター

要 約

野生動物生態調査の一環として、天山山脈北麓コヨンド谷（キルギス共和国サリチャット・エルタシュ自然保護区）において、高山草原の植生調査を行った。併せて、植物資源の利用について住民への聞き取りを行なった。この地域では、ウマとヒツジの放牧が行なわれ、マルコポーロシープ（アルガリ）やオオカミ等の野生動物も生息しているが、野生生物、気象、生活の情報はほとんどない状況である。ベースキャンプ（標高3,400m）周辺に帯状区をとり、約100mおきに右岸・左岸5地点ずつのプロット（2m×2m）を設けた。現地踏査による植物群落調査を2010年10月に行なった。その結果、5科12種の草本植物が確認され、低温や乾燥に適応した形態的特徴を有していた。植被率は0～50%で、斜面方位によって植物群落の分布は異なり、右岸（北東斜面）では、川からの距離に伴って植被率が減少したが、左岸（南西斜面）ではその関係は認められなかった。現地では燃料として乾燥した家畜の糞が使われ、乾燥地における限られた植物資源をうまく利用した生活が観察された。

キーワード：キルギス共和国，天山山脈，高山草原，モレーン，斜面方位，植生

1. はじめに

近年、わが国の高山環境にまでニホンジカなどの野生動物が進出するようになり、採食利用による高山植生への影響が懸念されている（泉山 2008）。高山植物は、低温、乾燥、表土の凍結・融解や移動、強風、紫外線などの厳しい条件下で生育しており（増沢 1997, 菊池 2003）、種子の分布が不均一でセーフ・サイト以外での実生の生存率は低く（Erschbamer et al. 2001）、裸地化すると土壤の侵食や劣化を起こすので（田村・程 2009）、一度被害を受けた植生の回復は容易ではない。しかしながら、世界的に見ると高山帯に草食動物がいないことのほうがむしろ少なく、ヨーロッパ、アジア、南アメリカの高山では家畜の放牧が行われている（高槻 2003）。昔から草食動物による採食圧がある海外の高山において植生の分布と成立状況を知ることは、わが国の今後の高山植生の保全を考える上で非常に有意義であると考えられる。

著者らは、家畜放牧と野生動物の生息の見られる

高山帯として、キルギス共和国サリチャット・エルタシュ自然保護区のコヨンド谷（図1, 図2, 図3; 写真1, 写真2）に着目した。本地域は天山山脈北麓に位置し、標高3,000～4,000m級の氷食谷で、谷の上部はPetrova氷河に連なる氷河地帯となっている。キルギスは、かつてローマやイスタンブールと中国とを結んでいたシルクロードの中継点にあり、もともと騎馬遊牧民で（林 2009）、現在もヒツジ、ウシ、ウマなどの家畜の放牧が重要な第1次産業となっている。コヨンド谷においてもウマやヒツジの遊牧が行なわれており、遊牧と重なる地域に、マルコポーロシープ（アルガリ）、アイベックス、シカなどの草食動物だけでなく、オオカミ、ユキヒョウ、ヒグマといった肉食動物も生息している。しかし、氷河の後退に関する研究（Solomina et al. 2004）を除くと、本地域における生物、気象、生活などの基本的な情報は少なく、入手も困難である。

キルギス共和国はユーラシア大陸の中央部、中央アジアに位置する山岳国として有名であり、天山山脈とパミール・アライ山脈（いずれも7,000m級の最高峰を擁する）が国土の7割弱を占めている。同じ山岳国の日本とは植生景観が異なり、森林面積は

受付日 2011年1月7日

受理日 2011年2月10日

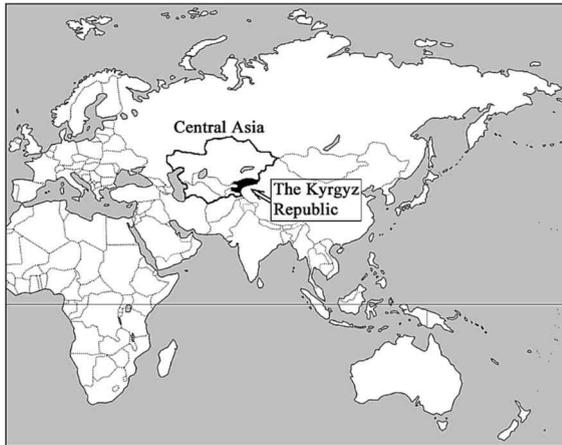


図1 中央アジアおよびキルギス共和国の位置



図2 サリチャット・エルタシュ自然保護区の位置

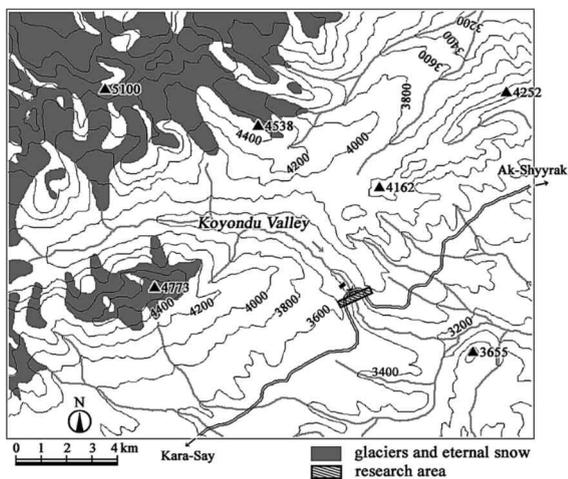


図3 コヨンド谷の地形と植生調査区の位置

国土の数%程度と極めて少なく、高山帯には天然のステップ草原が広がっている。1991年8月に旧ソビエト連邦より独立して以降、キルギス共和国は厳しい経済情勢に直面している。中央からの地方交付金（財政収入の30~35%を占めていたといわれる）と各種需要が絶たれたことによる直接的・間接的影響が甚大であり、生産低下による供給減少・価格の自由化・エネルギー価格高等など諸々の事情が重なっ

て、強烈なインフレが進んだ（田中 1996）。その結果、市民生活は大きく圧迫された。中央アジアの国々の中でキルギス共和国は民主化の最も進んだ国とされるが、その代償として、貧しい国の1つに数えられる状況にある（田中 1996, 下社 2008）。豊かな山岳環境に恵まれているため外国人観光客は中央アジア諸国の中でも多いものの（アナルバエフ・渡辺 2008）、外国人富裕層によるトロフィー・ハンティングが大きな収入源となっていることや、燃料として資源量の乏しい灌木類が収奪されていることなど（渡辺 2008, 渡辺ら 2008）、自然保護を進めるうえで矛盾を抱えている。

本研究では、サリチャット・エルタシュ自然保護区において最近始められた野生動物生態調査の一環として、コヨンド谷のベースキャンプ周辺（標高約3,400~3,450m）における高山草原の植生調査を行った。以下に、現地の氷河地形と植物群落の分布、植物の種組成や形態的特徴、住民の日常生活での植物利用などについて報告する。

2. 調査方法

調査地として、コヨンド谷を横切る带状区をとり（図3）、約100mおきに、右岸（北東斜面）と左岸（南西斜面）それぞれ5地点ずつの調査プロットを設けた。なお、現地はU字谷の氷河地形であるため、中央を流れるコヨンド川（写真3）から見て右岸・左岸3プロット目まで（St.3~8）はほぼ平原（標高およそ3,400m）であるが、4プロット目（St.2, 9）はモレーン斜面下部となり、5プロット目（St.1, 10）は谷底からの比高が約50mのモレーン斜面中部（岩塊地と岩屑物堆積地の境界付近）であった（写真4, 写真5, 写真6）。

調査プロットの面積は、全体として植被の疎らなステップ草原であることから、各2m×2mとした。ブラウン=ブランケの全推定法により、出現した維管束植物について被度階級、群度階級、および草高（cm）を調査した。現地調査は2010年10月下旬に行なった。なお、植物種の同定は、近田・清水（1996）、長田（1993）などに準拠した。

地上部現存量の目安として、V値（種ごとの被度%×草高cmを総和したもの）を求めた。この値は、地上部現存量とアロメトリー関係にあることが知られている（Kawada et al. 2005）。また、各調査プロットにおける種多様性として、被度階級に基づき、i番目の種の存在比を p_i として、ShannonのH'（Pielou 1969）、すなわち

表1 コヨンド谷の帯状区で確認された植物

科名	種名	備考
ナデシコ	<i>Cerastium caespitosum</i>	ミミナグサに類似, 川沿いに点在
アブラナ	<i>Draba</i> sp.	ミヤマハタザオに類似, 多くはロゼット状
	<i>Taphrospermum altaicum</i>	マメグンバイナズナに類似, 匍匐性
マメ	<i>Oxytropis paniciflora</i>	オヤマノエンドウに類似, 匍匐性
キク	<i>Artemisia</i> sp.	カワラヨモギに類似
	<i>Leontospodium</i> sp.	ウスユキソウに類似
イネ	<i>Elymus</i> sp.	イヌカモジグサに類似, 岩場
	<i>Leymus secalinus</i>	ハマニンニクに類似
	<i>Poa</i> sp.	タカネタチイチゴツナギに類似
	<i>Stipa alpina</i>	ヒゲナガコメススキ
	<i>Trisetum sibiricum</i>	チシマカニツリ
	<i>Trisetum spicatum</i>	リシリカニツリ

表2 調査プロットにおける群落組成 (被度・群度)

種名	右岸					左岸				
	St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	St. 6	St. 7	St. 8	St. 9	St. 10
<i>Artemisia</i> sp.		1.2	1.1		+	1.2	1.2	2.2	1.1	2.2
<i>Trisetum sibiricum</i>			2.2	2.3	2.3	2.3	2.3	1.1	2.2	1.1
<i>Leymus secalinus</i>				+	2.3	2.2	+	+	1.2	
<i>Poa</i> sp.			1.2	1.1		+			+	1.2
<i>Stipa alpina</i>	1.1	2.2				1.1				
<i>Trisetum spicatum</i>	1.1									
<i>Leontospodium</i> sp.				1.2						
<i>Oxytropis paniciflora</i>				+			+			
<i>Draba</i> sp.						+	+			
<i>Taphrospermum altaicum</i>									+	
<i>Elymus</i> sp.										1.2
植被率 (%)	0	7	25	40	50	35	25	15	25	15
種数	0	3	4	5	3	6	5	3	5	4
多様度 (H')	-	1.58	1.79	1.55	1.09	1.93	1.17	0.93	1.55	1.77
V値	0.00	2.26	8.17	3.44	3.88	10.54	4.74	3.25	6.50	6.09

$H' = -\sum p_i \cdot \log p_i$
を算出した。

また, 日常生活での植物利用 (家畜飼料, 燃料, 食生活など) については, ベースキャンプでの生活を通じて観察と聞き取りを行なうこととした。なお, 写真については, 附録として末尾に一括して掲載した。

3. 結 果

帯状区の踏査で確認された種は 5 科 11 属 12 種 (ナデシコ科 1 種, アブラナ科 2 種, マメ科 1 種, キク科 2 種, イネ科 6 種) で, 木本植物は認められなかった (表 1)。これらのうち, ナデシコ科 1 種をのぞく 11 種が調査プロットにおいて出現した。イネ科草本は *Leymus secalinus* を除くと糸状に巻いた

葉をしており, 広葉草本は矮小, 匍匐性, 密毛で覆われているといった形態的特徴を有していた (写真 7)。また, わが国に自生する植物種との共通性についてみると, アブラナ科の *Taphrospermum altaicum* を除く 11 種は少なくとも属レベルでわが国に分布しており, うちイネ科 3 種は同一種がわが国の高山や北方にも共通して分布するものであった。なお, 日本国内の口蹄疫騒動への配慮から植物標本の採集・持ち帰りが憚られたため, 正確な種の同定にいたっていないものが含まれている。

調査プロットにおける群落組成を表 2 に示す。St. 1 (左岸モレーン斜面中部) には植物の分布が認められなかったが, St. 2~10 では植被率 7~50% で, 3~6 種の植物が出現した。なお草高は, イネ科植物で高くとも 20~30cm, 広葉草本で 0 (匍

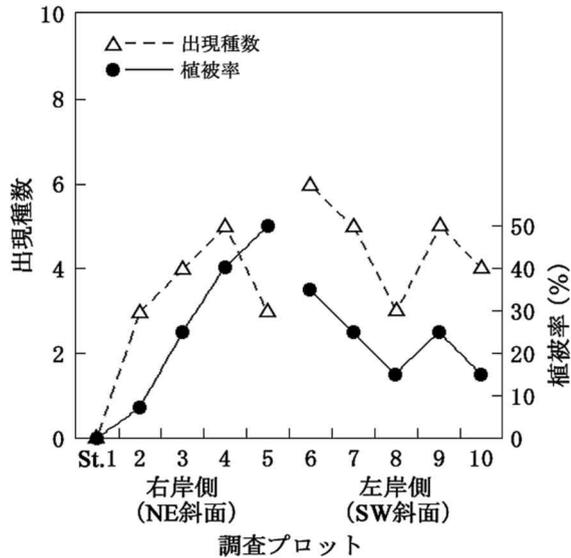


図4 調査プロットにおける出現種数と植被率

匍性) ~数cm程度であった。調査プロットの位置に沿った植被率および種数の変化は、図4の通りである。植被率については右岸側では川に近いほど増加したが左岸側ではその関係は認められず、種数については右岸、左岸とも傾向は読み取れなかった。谷底からモレーン斜面にかけて普遍的に分布していたのはイネ科草本3種 (*Trisetum sibiricum*, *Leymus secalinus*, *Poa* sp.) と *Artemisia* sp. であった。右岸側にはイネ科草本2種 (*Stipa alpina*, *Trisetum spicatum*) のほか、矮小な広葉草本 (*Leontospodium* sp., *Oxytropis paniciflora*) が見られた。一方、左岸側には岩場にイネ科草本の *Elymus* sp.が見られたほか、アブラナ科2種 (*Draba* sp., *Taphrospermum altaicum*) が見られた。なお、左岸モレーン斜面の St.10より上部では、植物群落は等高線ではなく扇状に堆積した岩屑地に沿って分布しており (写真8)、地表に粘土状になった白色の塩類集積層も確認された (写真9)。さらに斜面上の岩礫地では、地衣類のみが確認された (写真10)。

調査プロットの川からの距離と、各種の群落の指数 (植被率、種数、種多様度、V値) との相互関係を表3に示した。川からの距離と植被率との順位相関係数は、右岸側で有意 ($\rho=1.00$, $p<0.05$) であったが、左岸側では有意ではなかった。また、右岸側においてのみ、植被率と種数 ($\rho=0.97$, $p<0.05$)、種数とV値および種多様度とV値 (ともに $\rho=0.90$, $p<0.05$) との順位相関係数が有意であった。

植物の利用についての観察および聞き取りでは、以下のような情報が得ることができた。

ア) 家畜の飼料について、馬は夜間に放牧され、周辺の自然草原で自由に採食している。時に行方不明になり、翌朝探しに行くこともある。なお、交通手段や放牧管理等で、馬は現地の日常生活に欠かせない存在である (写真11)。

イ) 暖房と炊事用の燃料として、家畜 (馬と羊) の糞を乾燥したもの (写真12) を用いている。乾燥した糞 (未消化の食物繊維と思われる) には、全く臭いはない。2010年は例年に比べて湿潤で、糞が乾燥しにくくて困ったとの話であった。なお、発電機の燃料のみガソリンであった。

ウ) 食生活について、堅く焼いたパン (保存食に近い) と羊肉のスープが中心であり、野菜はジャガイモやニンジン程度で、青物野菜はまれである。晩秋期であったため、野生植物の食用・薬用利用については聞き取れなかった。

エ) 野生動物の捕獲調査用に木の杭 (直径3cm×長さ2.5m程度の細枝) が搬入されていたが、コヨンド谷のベースキャンプは森林限界を越えた高山帯のため立木はなく、由来不明であった (おそらく、より標高の低い場所で採集、もしくは市場の流通品を購入したものと思われる)。

4. 考 察

本調査地で確認された植物は、晩秋ということも

表3 川からの距離および群落の指数との関係 (Spearmanの順位相関係数, $n=5$)

	右岸側					左岸側				
	a	b	c	d	e	a	b	c	d	e
a. 川からの距離	1					1				
b. 植被率	1.00*	1				0.74	1			
c. 種数	0.64	0.64	1			0.62	0.97*	1		
d. 多様度	0.10	0.10	0.64	1		0.10	0.53	0.67	1	
e. V値	0.70	0.70	0.60	0.60	1	0.20	0.74	0.90*	0.90*	1

*は、順位相関係数が $p<0.05$ で有意であることを示す。

あり12種のみであった。糸状葉、矮小、匍匐性、密毛に覆われるといった形態の特徴は、乾燥や低温への適応（山本・山中 2009）と考えられる。わが国の高山や北方の分布種と共通するものや近縁種と思われるものも多かった（表1）。このことから調査地域は、周北極要素の高山植物を含む高山草原であることが確認された。なお、本調査では、地表の塩類集積や家畜による植物の採食は観察されたが、そのような条件下で増えるとされる塩生植物やトゲ植物（杉本ら 2003, 高槻 2003）は調査地内において確認されていないことから、過放牧や土壌劣化の状態には至っていないことが伺える。暖房や炊事用の燃料として乾燥した家畜の糞を利用していることから、乾燥地という条件を現地の人々がうまく利用し、限られた植物資源を収奪しないように暮らしている様子が伺える。

右岸側（北東斜面, St. 1~5）と左岸側（南西斜面, St. 6~10）とで、川からの距離と植被率との関係が異なっていたこと（図4, 表3）は興味深い。北東斜面では川からの距離とともに植被率が減少する関係が明らかで、南西斜面ではその関係が認められなかった。高山において、積雪よりも斜面方位が植物群落の配置に影響し（菊池 2003）、乾燥と土壌の凍結・融解の激しい南斜面より、北斜面のほうで植物が侵入・定着しやすい（Raffl et al. 2006）ことが報告されており、岩屑の生産と配分が植物群落の分布を決定する要因の1つであることが指摘されている（小泉 1980）。また、施肥は崩壊地の緑化植物の成長量を増加させるものの群落内の競争を誘発することが報告されている（荒瀬ら 2010）。本調査の結果について、川からの距離を土壌水分ではなく日射量と捉え、南西斜面のほうが植物にとって日射量、温度とも好適と考えられるが、岩屑等による微地形の分布や種間競争などの影響によって群落の分布が不均一になっていることが推測できる。一方、北東斜面の生育条件は全体的に劣るものの、比較的均一で安定した生育環境にあるため、日射量（川からの距離）という環境傾度に応じて植物群落が発達していると推測できる。左岸側でのみ種数や種多様度とV値との相関が高いことも（表3）、南西斜面では好適な場所に植物種が偏在し成長量も多いことの表れであろう。

このような植物の分布パターンは、当然ながら草食動物の分布と移動にも影響を及ぼすと考えられる。マクロに捉えれば、標高に対応して植物群落やその芽吹き時期が変化していくので、草食動物、ならび

にそれらを餌とする肉食動物が季節的に垂直移動していることが類推される。しかし、よりミクロに見ると、本調査結果で見られるように、斜面方位が異なると植物群落の分布は異なる様相を呈するので、野生動物の分布と移動を単純には予測できないことになる。植物群落の分布をより詳しく分析するためのパラメータとして、微地形や温度、日射量などの計測が有効であろう。また、コヨンド谷のより上流域も含めて、春~夏季の植物調査を行なうことにより、四季を通じての野生動物の分布と移動の把握につながるものと期待される。

引用文献

- 1) マクサト アナルバエフ・渡辺悌二 (2008) キルギス共和国南部 パミール・アライ山脈の観光. 地理, 56-59
- 2) 荒瀬輝夫・岡野哲郎・木村 誇・井上 晋 (2010) 御蔵島の台風崩壊地の植生回復における外来牧草播種の影響. 日本緑化工学会誌, 35 : 448-461
- 3) Erschbamer, B., Kneringer, E. and Schlag, N. (2001) Seed rain, soil seed bank, seedling recruitment, and survival of seedlings on a glacier foreland in the Central Alps. *Flora*, 196 : 304-312
- 4) 林 俊雄 (2009) 遊牧国家の誕生. 山川出版社, 東京. 90pp.
- 5) 泉山茂之・望月敬司 (2008) 南アルプス北部の亜高山帯に生息するニホンジカ (*Cervus nippon*) の季節的環境利用. 信州大学農学部 AFC 報告, 6 : 25-32
- 6) Kawada, K., Vovk, A. G., Filatova, O. V., Araki, M., Nakamura, T. and Hayashi, I. (2005) Floristic composition and plant biomass production of steppe communities in the vicinity of Kharkiv, Ukraine. *Journal of Grassland Science*, 51 : 205-213
- 7) 菊地多賀夫 (2003) 周氷河地形と高山植生のかたち. 遺伝, 57 : 44-47
- 8) 小泉武栄 (1980) 高山の寒冷気候下における岩屑の生産・移動と植物群落IV. 木曾山脈松尾岳付近の現成および化石周氷河斜面の風衝植生. 日本生態学会誌, 30 : 245-249
- 9) 近田文弘・清水建美 (1996) 中国天山の植物. トンボ出版, 大阪. 228pp.
- 10) 増沢武弘 (1997) 高山植物の生態学. 東京大学出版会, 東京. 220pp.
- 11) 長田武正 (1993) 増補 日本イネ科植物図譜. 平凡社, 東京. 777pp.
- 12) Pielou, E. C. (1969) *An introduction to mathematical Ecology*. Wiley, New York, 286pp.

- 13) Raffl, C., Mallaun, M., Mayer, R. and Erschbamer, B. (2006) Vegetation succession pattern and diversity changes in a glacier valley, Central Alps, Austria. *Arctic, Antarctic, and Alpine Research*, 38 : 421-428
- 14) 下社 学 (2008) 中央アジア経済図説. 東洋書店, 東京. 63pp.
- 15) Solomina, O., Barry, R. and Bodnya, M. (2004) The retreat of Tien Shan glaciers (Kyrgyzstan) since the Little Ice Age estimated from aerial photographs, lichenometry and historical data. *Geografiska Annaler*, 86A : 205-215
- 16) 杉本和永・山崎 旬・蔣 進・南 佳典・飛田有支・大友俊充・片岡勝美 (2003) 中国東北部 (新疆ウイグル自治区) 天山山脈高山帯から平地荒漠地帯の植生と土壤環境に関する研究. 玉川大学学術研究報告, 9 : 115-126
- 17) 高槻成紀 (2003) 高山植生と家畜の放牧. 遺伝, 57 : 75-79
- 18) 田村憲司・程 云湘 (2009) 乾燥地の土壌・植生. 篠田雅人編「乾燥地の自然」. 古今書院, 東京. pp.69-92
- 19) 田中哲二 (1996) 中央アジアの親日国キルギス共和国: 独立後の経済困難と課題. *ユーラシア研究*, 12 : 34-42
- 20) 山本牧子・山中典和 (2009) 乾燥地の植物. 篠田雅人編「乾燥地の自然」. 古今書院, 東京. pp.93-133
- 21) 渡辺悌二 (2008) パミールにおけるエコツーリズムの現状と課題. *地理*, 53 : 47-55
- 22) 渡辺悌二・マクサト アナルバエフ・岩田修二 (2008) キルギス共和国の自然保護地域と観光開発. *地理学論集*, 83 : 29-39

**Survey of alpine steppe vegetation in the Koyondu Valley,
Sarychat-Ertash State Reserve in the northern Tian Shan
Mountains of the Kyrgyz Republic**

Teruo ARASE*, Sigeyuki IZUMIYAMA*, Teiji WATANABE and Maksat ANARBAEV*****

*Education and Research Center of Alpine Field Science, Faculty of Agriculture, Shinshu University

**Faculty of Environmental Earth Science, Hokkaido University

***National Center of Mountain Regions Development, Kyrgyz Republic

Summary

As a part of an ecological research project on wild animals in the Sarychat-Ertash State Reserve, we surveyed alpine steppe vegetation in the Koyondu valley in the northern Tian Shan mountains of the Kyrgyz Republic. In addition, we interviewed the inhabitants about the utilization of plant resources. Horses and sheep are kept as livestock in the area and Marco-Polo sheep (argali) and wolves are known to inhabit the region, but the information of wildlife, weather conditions and inhabitants' livelihood in this region is hard to obtain. In October 2010, we established a transverse transect across a river near our base camp at an elevation of 3,400m, with five plots (2m × 2m per plot) on each bank. The 12 herbaceous species identified belonged to five families and all exhibited morphological adaptations to low temperatures and humidities. Percentage cover among plots ranged from 0 to 50%, with the distribution of plants varying as a function of the slope aspect. On the right bank, percentage cover was observed to decrease with distance from the river on the north-eastern slope, but this relationship was not observed on the south-western slope. Inhabitants of this arid area used the limited plant resources sustainably, and dried droppings from their livestock as fuel.

Key word : Kyrgyz Republic, Tian Shan Mountains, moraine, alpine steppe, direction of slope, vegetation



写真1 コヨンド谷の景観（ベースキャンプ付近）
調査プロット St.9（右岸側）より，2010年
10月29日撮影。



写真4 コヨンド谷のベースキャンプ



写真2 コヨンド谷の景観（上流側）
谷幅1～2 kmの深いU字谷となっている。



写真5 谷底の平原部の草原（St.4）
下中央のスケール=50cm。



写真3 コヨンド川
融雪洪水のため溪畔植生は発達していない。



写真6 モレーン斜面の草原（St.10）
下中央のスケール=50cm。



写真7 乾燥に適応した植物 (*Artemisia* 属)
全草密毛に覆われる。中央のスケール=10cm。

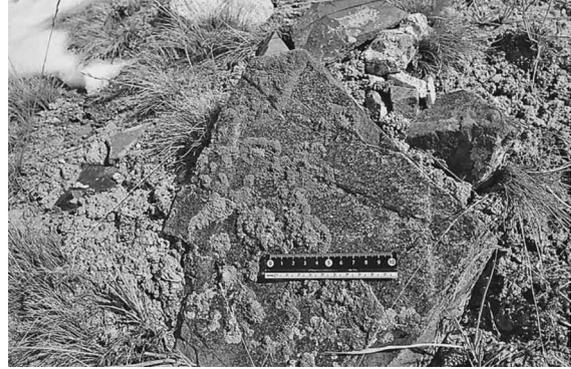


写真10 岩塊上の痂状地衣類
植生限界を超えると地衣類のみの礫原となる。
中央のスケール=10cm。



写真8 モレーン斜面の景観
三角状の岩屑物堆積地には植物が生育している。



写真11 馬による踏査
乗馬は、現地では日常生活の一部となっている。



写真9 地表の塩類集積とマルコポーロシープ足跡
St.10付近, 中央のスケール=50cm。



写真12 暖房・炊事用の燃料
家畜 (馬・羊) の糞を乾燥したもの。