

# 祁連山七月一日氷河 (July 1st Glacier) 観測レポート

坂井亜規子 (名古屋大学環境学研究科)

## はじめに

中国西北部の黒河流域では、北部の沙漠では年間降水量 50mm 以下だが、南部の山岳域では降水量が 300mm を越え、河川水や地下水としてオアシスや沙漠に供給され、重要な水資源になっている。山岳域の降水は雪として降り、一旦氷河に蓄えられる。氷河の下流部は夏期融解し、融解した水は河川水となって流れ下る。このように水資源となる氷河の融解水を推定するためには氷河の融解・流出過程を明らかにする必要がある。そこで氷河の質量収支の変動に伴い氷河からの流出過程がどうなっているのかを明らかにするために 2002 年 6 月から 2005 年 9 月にかけて、祁連山脈の中の托来山北面に位置する七月一日氷河にて観測を行った。

## 位置

中国祁連山七月一日氷河にて 2002 年 6 月から観測を行った。七月一日氷河は北緯 39 度 15 分、東経 97 度 45 分に位置し、托来河 (討頼河) の源流にある。アプローチとしては嘉峪関から 2 時間車に乗ってようやくベースキャンプに到着する。そしてベースキャンプから約 10 分車に乗り、車道の最終地点にたどり着いた後、約 2 時間かけて歩くと氷河の左岸にたどり着く。2002 年には図 2 に示す七月一日氷河から流れる川岸

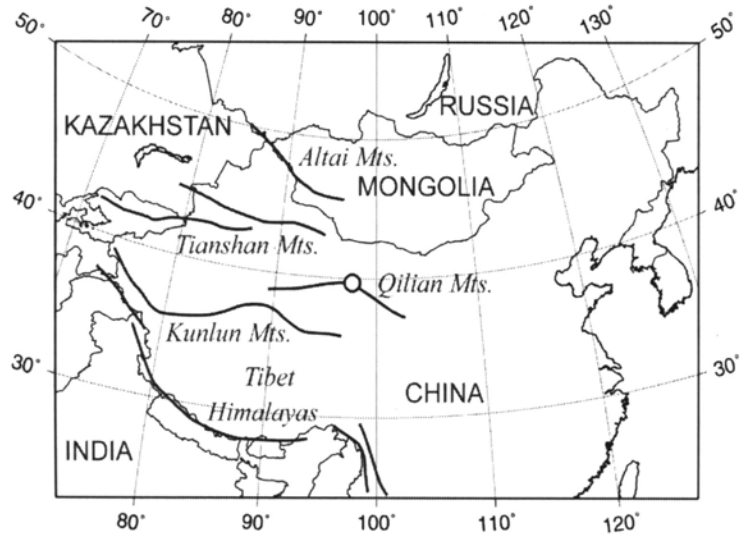


図 1 祁連山、七月一日氷河の位置 (○印)

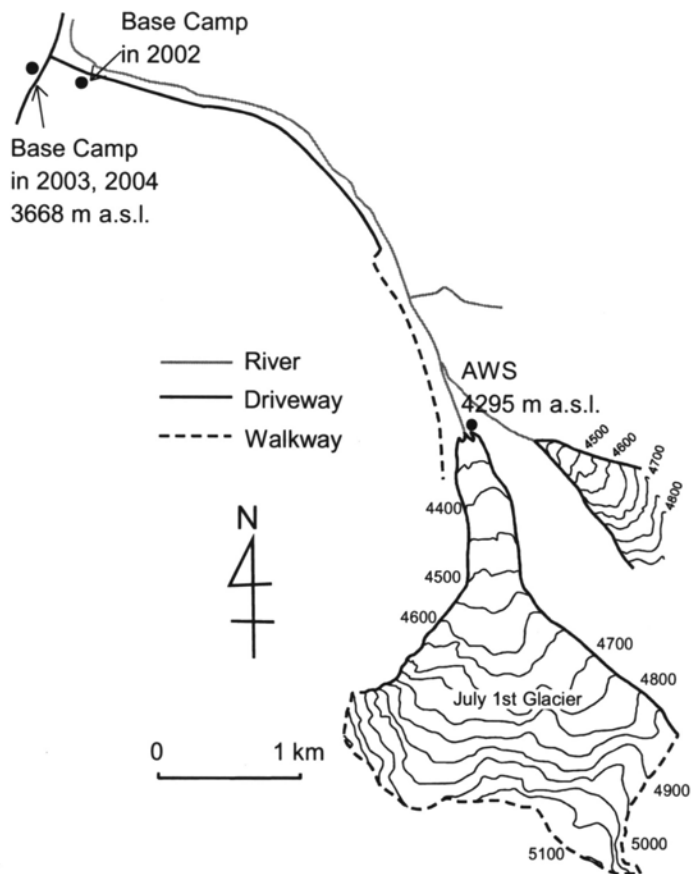


図 2 七月一日氷河とベースキャンプの位置

にテントを張っていたが、2003年、2004年にはその場所に観光用のホテルが建ってしまったため、少し離れた場所をベースキャンプとした。

### 観測参加メンバー

本調査観測は中国科学院蘭州寒区干区環境与工程研究所 姚檀棟氏（現：チベット研究所）との共同研究として行い、現地観測では中国人研究者の蒲健辰氏、段克勤氏、観測技術者の王新明氏と共同で行った。

2002年の融解期は測器のセットアップには藤田、坂井、松田が入り、融解期中の測器メンテナンスは全て松田が行った。

2003年の6、7月はSARS（新型肺炎）のために観測域へ入ることができなかった。

2004年は坂井をはじめ多くの人員が出入りし、観測項目も多く、マニュアル観測の項目も多かった。

2005年は6月に測器メンテをした後は無人で、8月末には気象ステーション他全ての測器の撤収を行った。

	5月	6月	7月	8月	9月
2002			松田		
		藤田、坂井		中尾、坂井、竹内	
2003				坂井	
				内藤、谷田貝	植竹
2004			坂井		
	成田、的場		藤田、谷田貝		
		松田	山口		
				奈良間、植竹	
2005					
		藤田、山口、樋山		佐藤和、竹内、瀬川、高橋	

表 1 観測に参加したメンバーと時期

**参加者リスト（所属（観測時））**

坂井亜規子（名古屋大学環境学研究科）

藤田耕史（名古屋大学環境学研究科）

松田好弘（名古屋大学環境学研究科）

中尾正義（総合地球環境学研究所）

竹内望（総合地球環境学研究所）

内藤望（広島工業大学）

谷田貝亜紀代（総合地球環境学研究所）

植竹淳（東京工業大学生命理工学研究科）

成田英器（総合地球環境学研究所）

的場澄人（北海道大学低温科学研究所）

山口悟（長岡雪氷防災研究所）

奈良間千之（名古屋大学環境学研究科）

樋山邦治（名古屋大学環境学研究科）

佐藤和秀（長岡高専）

瀬川高弘（情報・システム研究機構 新領域融合研究センター 国立極地研究所  
元東京工業大学生命理工学研究科）

高橋繁洋（名古屋大学環境学研究科）

## 氷河質量収支

ステーキを氷河に埋め込み、融解期の氷河の消耗量・涵養量を測定した。測定間隔は約5日間。2002年に立てた氷河下流部のステーキが2003年の6,7月の間に倒れてしまった。(この間SARSで観測できず)これにより、氷河質量収支は2002年から2003年8月までは観測値を得られていない。詳細は2002,2003年のデータはMatsuda et al.(2004), Pu et al.(2005)を参照されたい。

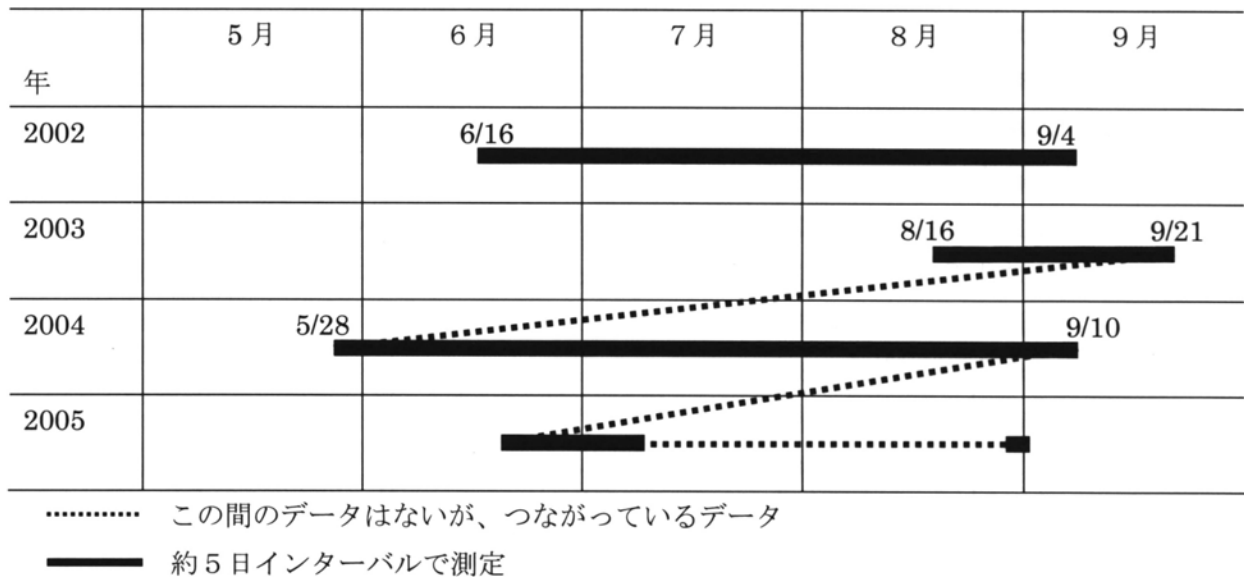


表2 質量収支データの取得時期

### 参考文献

- Matsuda, Y., Sakai, A., Fujita, K., Nakawo, M., Duan, K., Pu J. and Yao, T. (2004): Glaciological observations on July 1st glacier in Qilian Mountains of west China during summer 2002. *Bulletin of Glaciological Research*, **21**, 31-36.
- Pu J., Yao, T., Duan, K., Sakai, A., Fujita, K. and Matsuda, Y. (2005): Mass Balance in the Qiyi Glacier in the Qilian Mountains: A New Observation. *Journal of Glaciology and Geocryology*, Vol. 27, No. 2, 200-204 (Abstract in English)

## 氷河末端気象ステーション(AWS)

自動気象ステーションは、2002年6月に設置され2005年8月末まで測定を続けた。設置場所は氷河末端近く標高4295m。測定インターバルは10秒、記録インターバルは10分。測定項目は、気温、湿度、風向、風速、日射上下、放射収支(2004年8月より故障)、雨量、散乱、地表面温度、気圧(2003年8月11日～)である。各要素の月平均値(降水のみ積算値)を表3に示す。また各年の風速、気温、湿度、日射の10日移動平均と毎月の降水を図3に示す。その他詳しくは Sakai et al.(2006a)を参照されたい。

## 参考文献

Sakai, A., Matsuda, Y., Fujita, K., Matoba, S., Uetake, J., Satow, K., Duan, K., Pu, J., Nakawo, M. and Yao, T. (2006a): Meteorological observation at July 1st Glacier in northwest China from 2002 to 2005. *Bulletin of Glaciological Research*, 23, 23-31.

Year	Month	WS m sec <sup>-1</sup>	TA °C	RH %	PR mm	TS °C	AP hPa	SD W m <sup>-2</sup>	SU W m <sup>-2</sup>	RN W m <sup>-2</sup>
2002	Jun*	2.3	3.7	58	67.4	8.4	-	258	45	141
	Jul	1.9	5.0	71	110.3	10.2	-	199	28	114
	Aug	2.3	4.4	58	117.6	9.2	-	207	34	103
	Sep	1.7	-0.7	64	37.4	4.1	-	166	24	81
	Oct	2.9	-6.3	44	3.6	-3.7	-	147	29	38
	Nov	3.2	-11.7	33	0.0	-11.7	-	102	16	7
	Dec	3.1	-14.1	36	0.2	-15.4	-	72	15	-8
2003	Jan	2.9	-15.8	32	0.2	-17.4	-	88	17	-3
	Feb	3.0	-13.9	42	1.2	-13.8	-	118	37	17
	Mar	3.1	-11.6	42	2.9	-8.9	-	180	45	62
	Apr	3.4	-6.2	52	10.6	-2.3	-	221	59	93
	May	2.5	-2.7	57	39.7	2.7	-	244	51	125
	Jun	2.1	1.5	62	89.7	7.0	-	233	36	132
	Jul	2.3	3.4	66	113.4	8.0	-	226	32	135
	Aug	2.2	3.7	62	48.3	8.3	-	200	28	112
	Sep	2.3	0.1	52	32.2	4.6	607	208	34	96
	Oct	2.8	-5.8	41	6.0	-3.7	605	162	42	39
	Nov	3.6	-10.9	38	0.8	-10.7	600	93	23	5
	Dec	3.1	-15.7	32	0.0	-17.0	598	81	18	-7
	AVE/SUM	2.8	-6.1	48	344.9	-3.6	-	171	35	67
2004	Jan	3.1	-17.3	39	0.4	-18.1	594	87	23	1
	Feb	3.3	-15.9	37	0.5	-14.9	596	129	25	32
	Mar	4.4	-10.8	43	4.7	-8.8	598	178	43	68
	Apr	2.8	-4.3	37	12.5	1.7	602	265	47	128
	May	2.4	-3.3	56	62.7	1.4	604	268	92	107
	Jun	2.4	1.0	59	66.5	6.7	605	246	43	138
	Jul	2.3	4.1	61	97.0	9.0	606	228	33	132
	Aug	2.2	3.7	65	83.6	8.0	606	212	31	-
	Sep	2.6	-1.1	53	21.3	3.0	607	192	249	-
	Oct	2.3	-6.7	45	13.7	-3.2	605	155	245	-
	Nov	3.2	-13.0	39	1.0	-12.9	602	99	267	-
	Dec	3.4	-14.2	38	0.5	-15.3	597	74	121	-
	AVE/SUM	2.9	-6.5	48	364	-3.6	602	178	102	-
2005	Jan	3.3	-15.6	34	0.4	-16.1	594	87	130	-
	Feb	3.7	-14.8	32	0.0	-13.6	593	131	178	-
	Mar	2.9	-11.4	52	6.1	-8.1	599	190	366	-
	Apr	3.2	-7.1	41	7.6	-2.0	602	257	405	-
	May	2.7	-2.3	55	92.0	2.4	602	277	801	-
	Jun	2.6	1.8	59	82.4	6.6	605	270	355	-
	Jul	1.8	4.3	73	166.7	7.6	607	208	33	117
	Aug**	1.9	4.0	69	115.6	7.7	606	208	31	111

\*: Period from 11 to 30 Jun., 2002

\*\* : Period from 1 to 25 Aug., 2005

表3 自動気象ステーションの月平均（積算）値

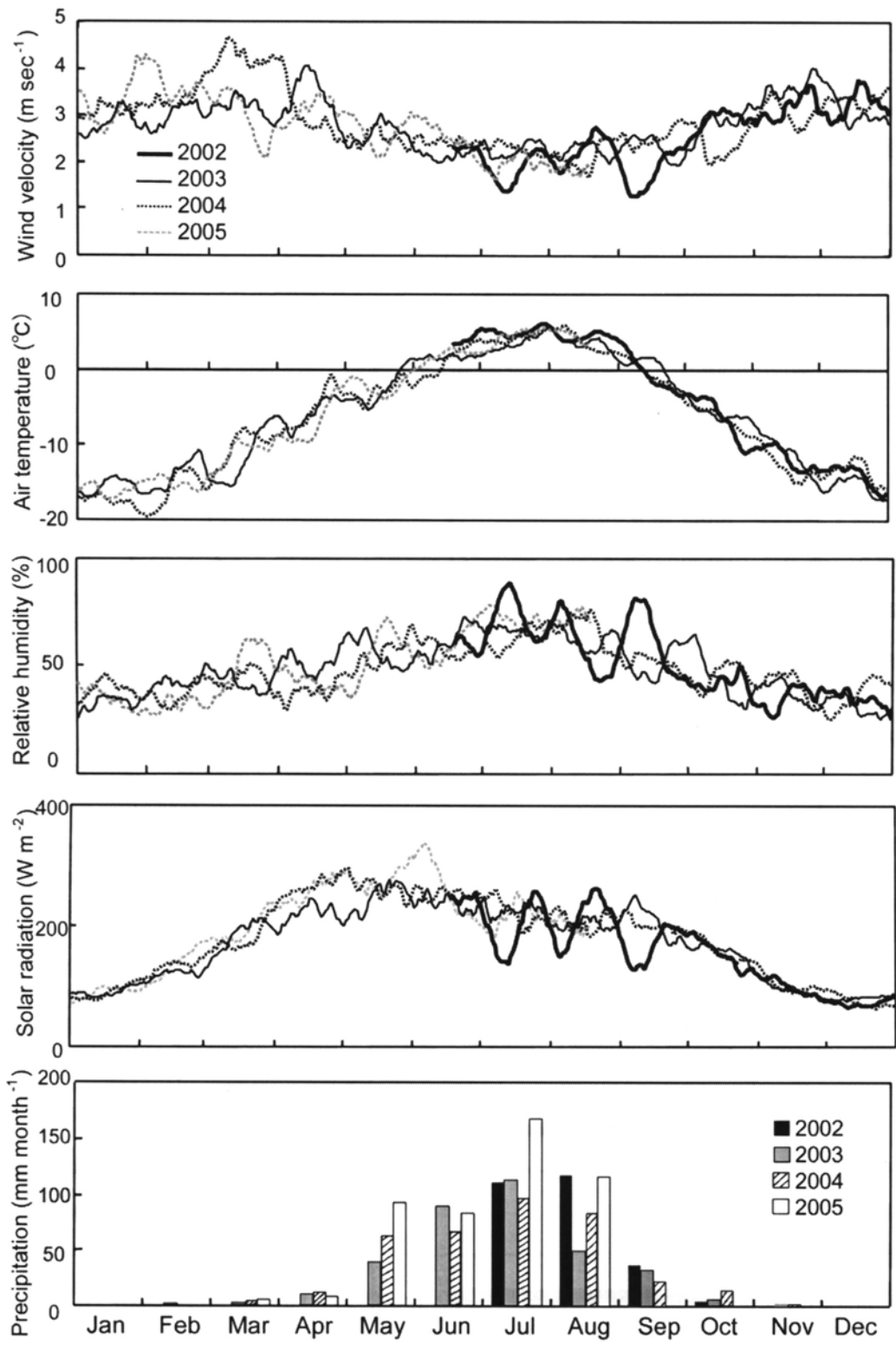


図3 自動気象ステーションで取得された風速、気温、湿度、日射（移動平均値）、降水（月積算値）

## 流出量観測

氷河からの流出を測定するために河川の水位を自記式圧力水位計で測定し、水位と流量の関係をマニュアル観測から出して流量の変化に直した。2002年では Site A, 2003、2004 年では Site B にて水位流量観測をおこなった。よって、2002 年の流量観測の対象流域面積は 3.75 km<sup>2</sup>、2003、2004 年では 6.21 km<sup>2</sup>となる。

水位を観測した期間を表 4 に示す。また観測結果を図 5 に示す。2004 年 7 月 19 日には豪雨のため水位計のセンサーが完全に流されてしまった。よって、2004 年 7 月 19 日～8 月 20 日までの流量の連続データは無い。

詳細は Sakai et al.(2006b)を参照されたい。

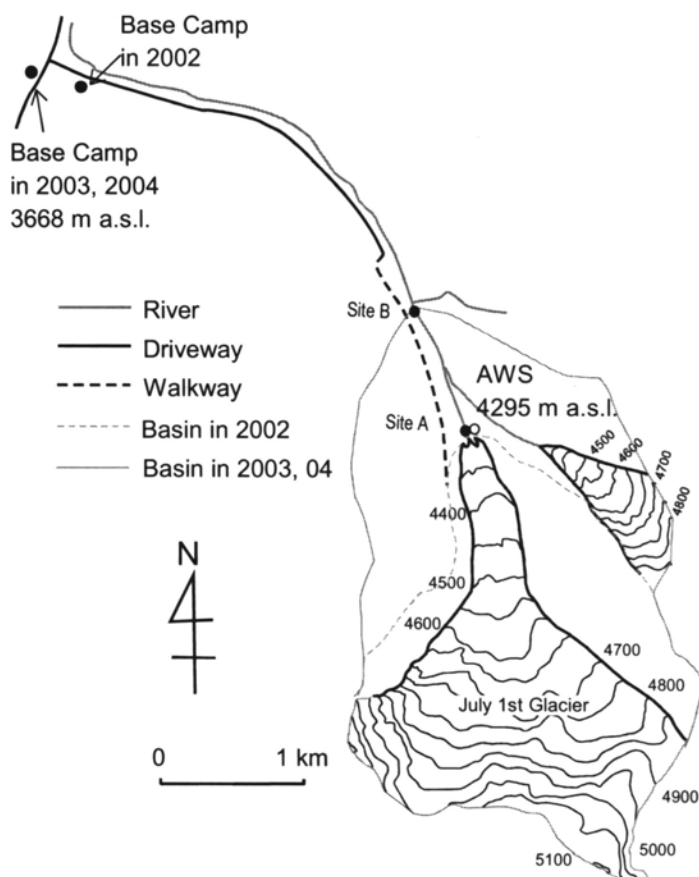


図 4 流量観測地点と各流域

表 4 流量観測期間

	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月
2002		6/10	—————		9/7
2003				8/20	9/21
2004		5/28	7/18	8/20	9/12



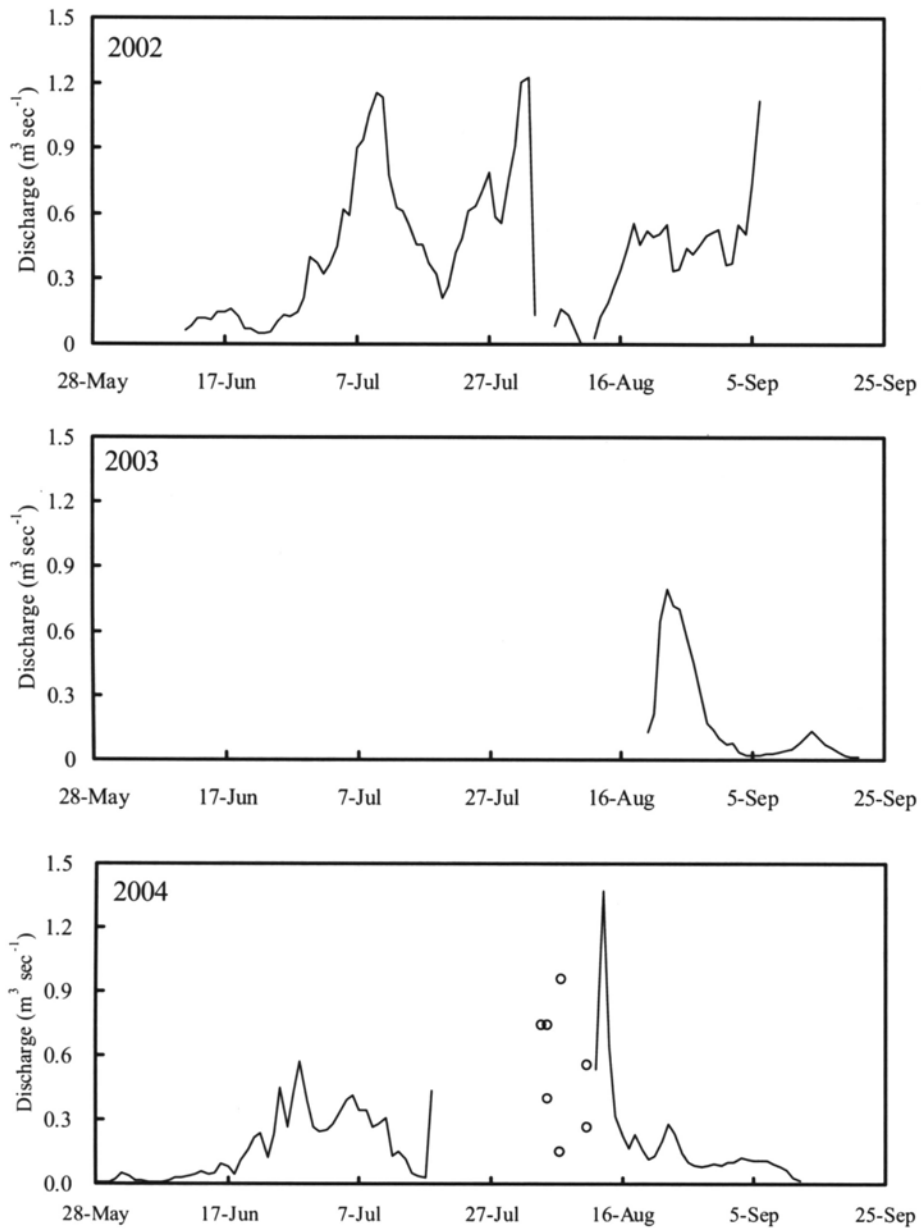


図 5 流出変動観測値

参考文献

Sakai, A., Matsuda, Y., Fujita, K., Duan, K., Pu, J., Yamaguchi, S., Nakawo, M. and Yao, T. (2006b): Hydrological observations at July 1st Glacier in northwest China from 2002 to 2004. *Bulletin of Glaciological Research*, 23, 33-39.

## 測量（光波測距儀、GPS）

七月一日氷河は 1975 年に地図が作られている。また 1985 年に下流部のみ測量されている。氷河の大きさの変動を明らかにするために、氷河の辺縁部測量、氷河表面の面的な測量を 2002 年 6 月と 2004 年 7 月におこなった。

また氷河表面の流動速度を知るためにステーク位置の測量を GPS や光波測距儀を用いて行った。質量収支と同様、2002 年 9 月から 2003 年 8 月までの流動データは途切れてしまったが、2003 年から 2005 年までのデータは連続して取得できた。

測量データの詳細は Fujita et al.(2006)を参照されたい。





年	2002	2003	2004	2005
測量時	 6 月      9 月	 8 月   9 月	 6 月      9 月	 6 月

表 5 測量した時期（●）、線はステークのデータがつながっていることを示す。

## 参考文献

Fujita, K., Sakai, A., Matsuda, Y., Narama, C., Naito, N., Yamaguchi, S., Hiyama, K., Pu, J., Yao, T., and Nakawo, M. (2006): Topographical survey of July 1st Glacier in Qilian Mountains, China. *Bulletin of Glaciological Research*, 23, 63-67.

## 同位体サンプリング 2002 年

水の安定同位体はその地域の水循環の解釈に役立つため、七月一日氷河、周辺の以下の氷、水サンプルの採取を以下のように行った。特に氷河からの流出水は黒河流域の重要な水資源となり、沙漠の地下水源となっていることもあり重要である。

- 1) 氷河融解水（氷河流出水）
- 2) 降水
- 3) 氷河表面氷
- 4) 氷河浅層コア
- 5) 氷河上積雪

2002 年の採取地点を図 6 に示す。

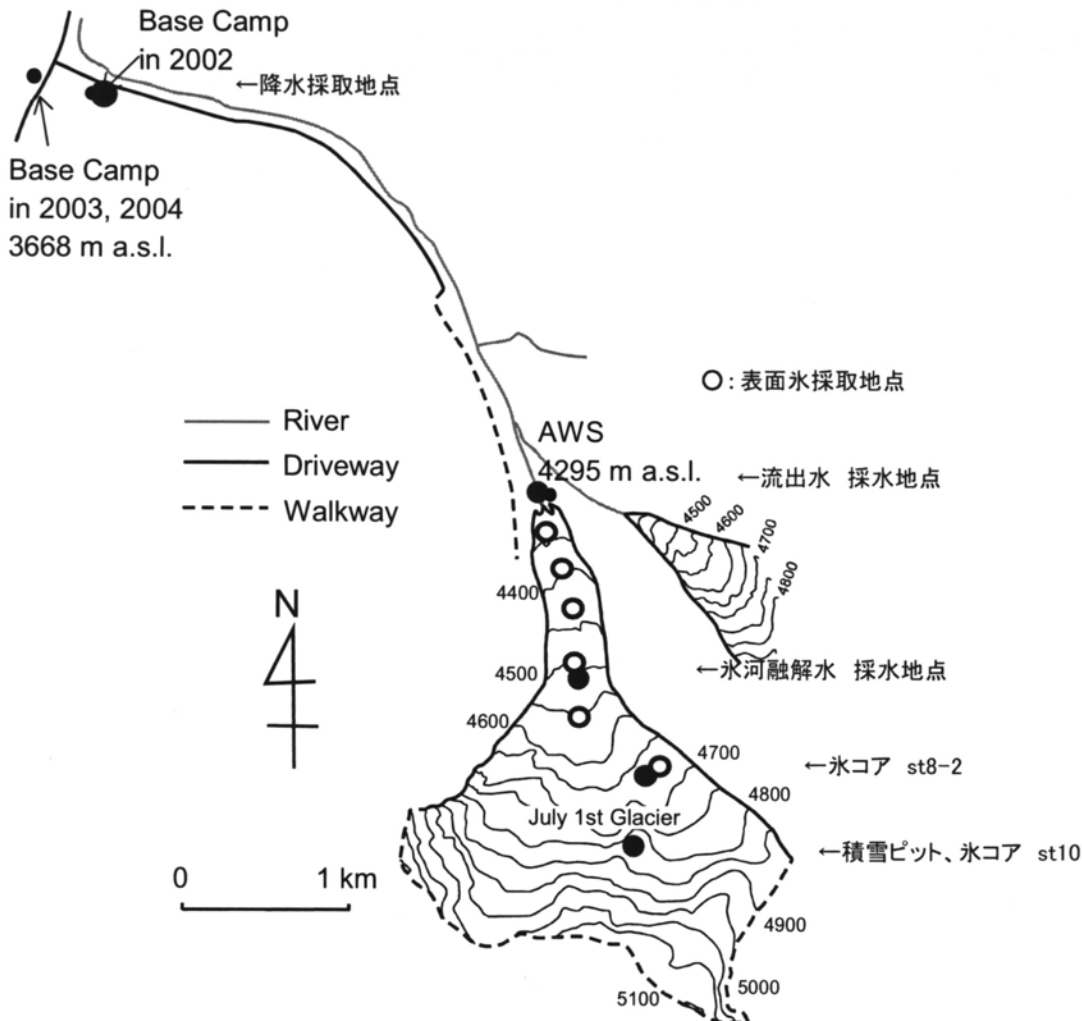


図 6 2002 年に行った同位体分析用水・雪・氷サンプリング地点

1) 氷河融解水（氷河流出水）2002年

氷河の融解流出水は図 6 に示すように、氷河末端部(4295m a.s.l.)から流れ出る融解水と標高4500m付近での融解水の採取を週1回程度行った。

Date	Site	Date	Time	$\delta^{18}\text{O}$	$\delta\text{D}$	d-excess
2002/6/14 12:30	流出口	20020614	12:30	-11.25	-73.55	16.47
2002/6/21 13:15	流出口	20020621	13:15	-9.48	-57.21	18.59
2002/7/1 12:00	流出口	20020701	12:00	-10.28	-64.85	17.36
2002/7/10 13:15	流出口	20020710	13:15	-10.35	-63.99	18.80
2002/7/17 18:05	流出口	20020717	18:05	-10.42	-64.67	18.66
2002/7/24 18:00	流出口	20020724	18:00	-10.16	-63.35	17.90
2002/7/31 17:50	流出口	20020731	17:50	-10.65	-66.92	18.31
2002/8/6 16:00	流出口	20020806	16:00	-10.71	-67.12	18.60
2002/8/12 18:30	流出口	20020812	18:30	-9.50	-57.80	18.20
2002/8/18 16:55	流出口	20020818	16:55	-10.12	-63.04	17.94
2002/8/25 17:30	流出口	20020825	17:30	-10.29	-63.16	19.14
2002/9/4 18:25	流出口	20020904	18:25	-9.99	-61.82	18.11
2002/6/18 15:00	氷河上	20020618	15:00	-9.41	-59.00	16.29
2002/7/1 14:35	氷河上	20020701	14:35	-10.93	-68.32	19.09
2002/7/17 16:50	氷河上	20020717	16:50	-10.11	-61.94	18.93
2002/7/31 16:30	氷河上	20020731	16:30	-10.62	-66.80	18.12
2002/8/12 17:53	氷河上	20020812	17:53	-10.92	-68.39	18.94
2002/8/25 17:00	氷河上	20020825	17:00	-10.35	-64.57	18.19

2) 降水 2002年

降水サンプルは標高 3668m のベースキャンプで採取した。採取には円形のタッパーを用い、流動パラフィンを入れて、降水中の蒸発を防いだ。サンプル回収は基本的にひとあめ毎に行い、一つのサンプルを回収した後、キムタオルで降水、流動パラフィン全てをふき取って、新しい流動パラフィンを入れた。

サンプル名	From		To		atAWS(4295m) Prec(mm)	サンプル採取は3668mで		
	Date	Time	Date	Time		$\delta$ 18O	$\delta$ D2	d
QP1	2002/6/9	16:00	2002/6/9	16:10	-	-6.02	-23.52	24.64
QP2	2002/6/9	15:00	2002/6/9	18:00	-	-5.88	-20.55	26.50
QP3	2002/6/14		2002/6/14	18:00	4.2	-1.20	5.55	15.12
QP4	2002/6/14	14:00	2002/6/14	14:20	1.0	-3.73	-7.14	22.67
QP5	2002/6/16	21:00	2002/6/17	7:00	0.9	-0.90	6.33	13.56
QP6	2002/6/17	10:00	2002/6/17	12:00	1.3	-2.36	-5.67	13.22
QP7	2002/6/18	22:00	2002/6/19	7:30	3.1	-5.72	-31.47	14.30
QP8	2002/6/19	7:30	2002/6/19	10:00	4.0	-7.89	-44.80	18.32
QP9	2002/6/19	10:00	2002/6/19	14:00	7.3	-9.79	-58.62	19.71
QP10	2002/6/20	8:00	2002/6/20	21:00	8.2	-9.46	-54.61	21.03
QP11	2002/6/20	21:00	2002/6/21	8:00	0.0	-12.28	-84.01	14.22
QP12	2002/6/22	4:00	2002/6/22	8:00	0.0	-7.09	-35.03	21.71
QP13	2002/6/22	8:00	2002/6/22	13:10	8.8	-12.93	-84.80	18.67
QP14	2002/6/26	夜中	2002/6/26	7:00	0.0	4.46	50.81	15.14
QP15	2002/6/27	13:00	2002/6/27	13:30	0.1	3.89	25.12	-5.96
QP16	2002/7/4	14:20	2002/7/4	17:30	0.0	3.37	28.69	1.75
QP17	2002/7/5	20:40	2002/7/5	21:10	0.7	-2.35	-2.98	15.84
QP18	2002/7/5	22:30	2002/7/6	明け方	1.5	-2.87	-7.52	15.46
QP19	2002/7/6	18:00	2002/7/7	明け方	10.4	-9.68	-58.94	18.49
QP20	2002/7/7	13:30	2002/7/7	17:00	4.3	-8.42	-52.33	15.07
QP21	2002/7/7	17:00	2002/7/8	明け方	5.6	-7.83	-42.74	19.87
QP22	2002/7/8	18:00	2002/7/8	22:00	10.2	-6.94	-33.14	22.34
QP23	2002/7/8	22:00	2002/7/9	10:00	1.5	-8.25	-45.84	20.18
QP24	2002/7/9	14:00	2002/7/9	18:00	0.4	-5.42	-24.19	19.17
QP25	2002/7/9	18:00	2002/7/10	明け方	9.3	-8.51	-47.10	21.01
QP26	2002/7/11	19:40	2002/7/11	22:25	5.2	-1.52	10.50	22.65
QP27	2002/7/12	15:00	2002/7/12	16:30	0.9	-2.94	0.93	24.47
QP28	2002/7/12	19:00	2002/7/13	明け方	1.6	-2.86	-3.62	19.27
QP29	2002/7/14	14:00	2002/7/14	19:00	1.5	0.80	15.83	9.44
QP30	2002/7/14	晩	2002/7/15	10:00	1.1	-6.15	-30.74	18.47
QP31	2002/7/15	10:00	2002/7/15	13:30	8.8	-13.90	-94.87	16.35
QP32	2002/7/15	13:30	2002/7/15	15:30	1.9	-15.54	-112.14	12.18
QP33	2002/7/16	10:00	2002/7/15	14:30	3.5	-6.83	-46.26	8.36
QP34	2002/7/19	11:00	2002/7/20	9:00	3.4	-2.25	-6.49	11.48
QP35	2002/7/20	13:00	2002/7/20	14:10	0.6	-4.03	-18.59	13.64
QP36	2002/7/20	16:00	2002/7/20	17:00	0.6	-2.36	-15.33	3.59
QP37	2002/7/28	18:00	2002/7/28	24:00:00	2.7	-5.75	-33.66	12.33
QP38	2002/7/29	0:00	2002/7/29	明け方	2.2	-6.71	-34.85	18.85
QP39	2002/8/1	15:00	2002/8/1	18:45	5.4	-4.83	-23.00	15.62
QP40	2002/8/1	18:45	2002/8/1	20:00	6.4	-6.10	-32.20	16.64
QP41	2002/8/2		2002/8/3	14:30	4.9	-5.50	-28.33	15.65
QP42	2002/8/3	14:30	2002/8/3	16:00	1.8	-7.50	-58.97	1.04
QP43	2002/8/3	17:30	2002/8/3	20:00	6.6	-7.41	-46.03	13.22
QP44	2002/8/3	20:00	2002/8/4	明け方	0.0	-9.13	-52.09	20.94
QP45	2002/8/4	10:00	2002/8/4	13:00	3.9	-8.46	-50.82	16.84
QP46	2002/8/5	12:30	2002/8/5	16:00	10.2	-9.65	-61.62	15.60
QP47	2002/8/6	明け方	2002/8/6	8:00	0.3	-10.82	-72.01	14.52
QP48	2002/8/6	9:30	2002/8/6	20:00	5.4	-6.82	-37.26	17.29
QP49	2002/8/9	22:00	2002/8/10	6:00	0.1	-3.02	3.34	27.52
QP50	2002/8/10	10:00	2002/8/10	18:00	8.7	-3.80	-11.15	19.27
QP51	2002/8/11	22:00	2002/8/11	9:30	0.1	-5.42	-35.29	8.05
QP52	2002/8/11	9:30	2002/8/11	12:00	4.1	-8.60	-53.71	15.12
QP53	2002/8/11	14:00	2002/8/11	17:30	1.5	-11.24	-78.20	11.76
QP54	2002/8/19	14:40	2002/8/19	18:00	0.6	-	-	-
QP55	2002/8/24	11:45	2002/8/24	17:00	0.5	0.03	13.84	13.60
QP56	2002/9/4	21:00	2002/9/4	7:00	0.0	-2.72	0.07	21.80
QP57	2002/9/4	14:00	2002/9/4	18:00	2.1	-1.22	-3.29	6.47
QP58	2002/9/4	14:00	2002/9/5	7:30		-6.51	-34.80	17.26
QP59	2002/9/7	13:00	2002/9/7	17:30	2.2	-8.36	-46.37	20.52

### 3) 氷河表面氷 2002 年

氷河流出水には降雨や積雪の融解水だけではなく、氷河の上流で積もった雪が氷へと変わり、ゆっくり流動して氷河消耗域で露出した氷の融解も加わる。そのため、氷河表面の氷を 6 月と 9 月の 2 回採取した。採取地点は図 6 に示した 7 カ所である。

サンプル名	Date	Time	Site	標高 (AWS:4295m)	$\delta$ 18O	$\delta$ D2	d
QI 020623_13	2002/6/23		stake 13	4656	-	-	-
QI 020623_8_2	2002/6/23		stake 8-2	4500	-9.92	-66.33	-66.33
QI 020623_6_2	2002/6/23		stake 6-2	4418	-	-	-
QI 020623_5_2	2002/6/23		stake 5-2	4365	-10.72	-69.66	-69.66
QI 020623_4_1	2002/6/23		stake 4-1	4315	-10.94	-72.41	-72.41
QI 020623_3_2	2002/6/23		stake 3-2	4267	-	-	-
QI 020623_2_1	2002/6/23		stake 2-1	4214	-	-	-
QI 020902_13	2002/9/2	15:30	stake 13	4656	-	-	-
QI 020902_8_2	2002/9/2	16:10	stake 8-2	4500	-	-	-
QI 020902_7_2	2002/9/2	17:30	stake 7-2	4451	-10.65	-66.93	-66.93
QI 020902_6_2	2002/9/2	17:35	stake 6-2	4418	-10.77	-69.85	-69.85
QI 020902_5_2	2002/9/4	13:10	stake 5-2	4365	-11.77	-75.10	-75.10
QI 020902_4_1	2002/9/2	18:40	stake 4-1	4315	-	-	-
QI 020902_3_2	2002/9/4	12:10	stake 3-2	4267	-11.72	-75.01	-75.01
QI 020902_2_1	2002/9/4	12:20	stake 2-1	4214	-13.92	-91.91	-42.70

### 4) 氷河浅層コア

七月一日氷河において氷コア掘削は可能かどうか、調べるために st10 と st8-2 においてオーガーを用い掘削した。標高は AWS を 4295m として、st10 は 4708m、st8-2 は 4500m である。コアの深さはそれぞれ 117 cm と 23.5 cm。サンプルは氷柱を厚さ 2~5cm 毎に採った。

サンプル名	Date	Site	深さ(cm)			$\delta^{18}O$	$\delta D2$	d
			厚さ(cm)	から	まで			
QC 020823_10_1	2002/8/23	stake10	3	4	7	-	-	-
QC 020823_10_2	2002/8/23	stake10	3	7	10	-	-	-
QC 020823_10_3	2002/8/23	stake10	3.5	10	13.5	13.02	-12.61	-87.85
QC 020823_10_4	2002/8/23	stake10	3	13.5	16.5	-	-	-
QC 020823_10_5	2002/8/23	stake10	4	16.5	20.5	-	-	-
QC 020823_10_6	2002/8/23	stake10	7	20.5	27.5	-	-	-
QC 020823_10_7	2002/8/23	stake10	5	27.5	32.5	-	-	-
QC 020823_10_8	2002/8/23	stake10	5	32.5	37.5	13.96	-12.55	-86.48
QC 020823_10_9	2002/8/23	stake10	5	37.5	42.5	15.50	-12.02	-80.66
QC 020823_10_10	2002/8/23	stake10	12	42.5	54.5	14.86	-12.72	-86.89
QC 020823_10_11	2002/8/23	stake10	4.5	54.5	59	-	-	-
QC 020823_10_12	2002/8/23	stake10	3	59	62	16.62	-12.10	-80.15
QC 020823_10_13	2002/8/23	stake10	4.5	62	66.5	16.33	-11.84	-78.35
QC 020823_10_14	2002/8/23	stake10	3.5	66.5	70	16.39	-12.42	-82.96
QC 020823_10_15	2002/8/23	stake10	3.5	70	73.5	-	-	-
QC 020823_10_16	2002/8/23	stake10	5	73.5	78.5	-	-	-
QC 020823_10_17	2002/8/23	stake10	3.5	78.5	82	-	-	-
QC 020823_10_18	2002/8/23	stake10	2.5	82	84.5	16.85	-12.34	-81.85
QC 020823_10_19	2002/8/23	stake10	3	84.5	87.5	16.96	-12.43	-82.47
QC 020823_10_20	2002/8/23	stake10	3	87.5	90.5	25.06	-12.56	-75.44
QC 020823_10_21	2002/8/23	stake10	5	90.5	95.5	14.09	-12.29	-84.23
QC 020823_10_22	2002/8/23	stake10	4	95.5	99.5	12.81	-11.89	-82.32
QC 020823_10_23	2002/8/23	stake10	4.5	99.5	104	17.14	-14.34	-97.59
QC 020823_10_24	2002/8/23	stake10	5	104	109	14.78	-14.08	-97.86
QC 020823_10_25	2002/8/23	stake10	4	109	113	16.97	-15.21	-104.67
QC 020823_10_26	2002/8/23	stake10	4	113	117	-	-	-
QC 020823_8_2_1	2002/8/23	stake8-2	4	0	4	-	-	-
QC 020823_8_2_2	2002/8/23	stake8-2	3	4	7	15.45	-10.58	-69.15
QC 020823_8_2_3	2002/8/23	stake8-2	2	7	9	-	-	-
QC 020823_8_2_4	2002/8/23	stake8-2	4	9	13	18.72	-10.72	-67.06
QC 020823_8_2_5	2002/8/23	stake8-2	4	13	17	-	-	-
QC 020823_8_2_6	2002/8/23	stake8-2	2.5	17	19.5	-	-	-
QC 020823_8_2_7	2002/8/23	stake8-2	4	19.5	23.5	-	-	-

##### 5) 氷河上積雪

氷河上の積雪が融解を経てどのように同位体が変わるかを調べるために積雪の同位体用サンプルを定期的に深さ約 3cm 毎に採取した。採取は st10 で行った。

サンプル名	Site	Date	No.	高さ(cm)		δ 18O	δ D2	d
				から	まで			
QS 020616 2	St10	2002/6/16	2	75.0	80.0	-	-	-
QS 020616 3	St10	2002/6/16	3	70.0	75.0	-	-	-
QS 020616 4	St10	2002/6/16	4	65.0	70.0	-11.09	-74.04	14.65
QS 020616 5	St10	2002/6/16	5	60.0	65.0	-11.71	-78.47	15.18
QS 020616 6	St10	2002/6/16	6	55.0	60.0	-10.59	-67.19	17.53
QS 020616 7	St10	2002/6/16	7	50.0	55.0	-	-	-
QS 020616 8	St10	2002/6/16	8	45.0	50.0	-7.55	-40.55	19.88
QS 020616 9	St10	2002/6/16	9	40.0	45.0	-7.15	-32.70	24.50
QS 020616 10	St10	2002/6/16	10	35.0	40.0	-7.54	-34.12	26.16
QS 020616 11	St10	2002/6/16	11	30.0	35.0	-7.37	-30.65	28.34
QS 020616 12	St10	2002/6/16	12	25.0	30.0	-6.75	-26.91	27.10
QS 020616 13	St10	2002/6/16	13	20.0	25.0	-	-	-
QS 020616 14	St10	2002/6/16	14	15.0	20.0	-	-	-
QS 020616 15	St10	2002/6/16	15	10.0	15.0	-7.15	-35.27	21.91
QS 020616 16	St10	2002/6/16	16	5.0	10.0	-7.96	-45.44	18.25
QS 020616 17	St10	2002/6/16	17	0.0	5.0	-9.67	-62.57	14.77
QS 020616 18	St10	2002/6/16	18	ice		-	-	-
QS 020623 1	St10	2002/6/23	1	81.0	85.0	-10.14	-61.00	20.13
QS 020623 2	St10	2002/6/23	2	76.9	81.0	-11.11	-70.32	18.59
QS 020623 3	St10	2002/6/23	3	72.9	76.9	-10.29	-65.81	16.54
QS 020623 4	St10	2002/6/23	4	68.8	72.9	-13.75	-96.18	13.81
QS 020623 5	St10	2002/6/23	5	64.8	68.8	-12.78	-88.85	13.36
QS 020623 6	St10	2002/6/23	6	60.7	64.8	-11.80	-81.22	13.19
QS 020623 7	St10	2002/6/23	7	56.7	60.7	-11.91	-80.78	14.51
QS 020623 8	St10	2002/6/23	8	52.6	56.7	-11.71	-78.31	15.35
QS 020623 9	St10	2002/6/23	9	48.6	52.6	-11.26	-73.14	16.98
QS 020623 10	St10	2002/6/23	10	44.5	48.6	-10.50	-65.89	18.13
QS 020623 11	St10	2002/6/23	11	40.5	44.5	-9.43	-57.16	18.29
QS 020623 12	St10	2002/6/23	12	36.4	40.5	-8.34	-47.61	19.13
QS 020623 13	St10	2002/6/23	13	32.4	36.4	-8.42	-48.11	19.28
QS 020623 14	St10	2002/6/23	14	28.3	32.4	-8.36	-47.31	19.53
QS 020623 15	St10	2002/6/23	15	24.3	28.3	-8.39	-46.57	20.57
QS 020623 16	St10	2002/6/23	16	20.2	24.3	-8.59	-45.89	22.84
QS 020623 17	St10	2002/6/23	17	16.2	20.2	-8.34	-42.64	24.06
QS 020623 18	St10	2002/6/23	18	12.1	16.2	-7.70	-39.74	21.89
QS 020623 19	St10	2002/6/23	19	8.1	12.1	-7.66	-39.86	21.41
QS 020623 20	St10	2002/6/23	20	4.0	8.1	-	-	-
QS 020623 21	St10	2002/6/23	21	0.0	4.0	-8.75	-50.92	19.11
QS 020623 22	St10	2002/6/23	22	ice		-9.89	-61.81	17.34
QS 020629 1	St10	2002/6/29	1	79.6	83.5	-9.56	-63.72	12.79
QS 020629 2	St10	2002/6/29	2	75.8	79.6	-10.77	-73.98	12.14
QS 020629 3	St10	2002/6/29	3	71.9	75.8	-9.71	-65.78	11.90
QS 020629 4	St10	2002/6/29	4	68.0	71.9	-10.26	-69.71	12.34
QS 020629 5	St10	2002/6/29	5	64.1	68.0	-11.57	-77.10	15.45
QS 020629 6	St10	2002/6/29	6	60.3	64.1	-11.57	-75.52	17.00
QS 020629 7	St10	2002/6/29	7	56.4	60.3	-10.29	-63.01	19.33
QS 020629 8	St10	2002/6/29	8	52.5	56.4	-9.28	-55.74	18.51
QS 020629 9	St10	2002/6/29	9	48.6	52.5	-8.32	-47.04	19.53
QS 020629 10	St10	2002/6/29	10	44.8	48.6	-8.33	-46.81	19.86
QS 020629 11	St10	2002/6/29	11	40.9	44.8	-8.16	-45.60	19.72
QS 020629 12	St10	2002/6/29	12	37.0	40.9	-8.42	-45.84	21.49
QS 020629 13	St10	2002/6/29	13	33.1	37.0	-8.55	-43.34	25.06
QS 020629 14	St10	2002/6/29	14	29.3	33.1	-8.23	-41.10	24.75
QS 020629 15	St10	2002/6/29	15	25.4	29.3	-7.57	-37.16	23.44
QS 020629 16	St10	2002/6/29	16	21.5	25.4	-6.91	-31.71	23.59
QS 020629 17	St10	2002/6/29	17	17.6	21.5	-5.70	-34.26	11.32
QS 020629 18	St10	2002/6/29	18	13.8	17.6	-6.60	-37.01	15.79
QS 020629 19	St10	2002/6/29	19	9.9	13.8	-7.99	-46.04	17.89
QS 020629 20	St10	2002/6/29	20	6.0	9.9	-8.32	-46.64	19.94
QS 020629 21	St10	2002/6/29	21	0.0	6.0	-9.05	-54.61	17.77
QS 020629 22	St10	2002/6/29	22	ice		-10.33	-63.03	19.62
QS 020705 1	St10	2002/7/5	1	62.0	66.0	-10.29	-67.48	14.82
QS 020705 2	St10	2002/7/5	2	58.0	62.0	-10.59	-68.00	16.69
QS 020705 3	St10	2002/7/5	3	54.0	58.0	-9.53	-61.01	15.26
QS 020705 4	St10	2002/7/5	4	50.0	54.0	-8.87	-54.42	16.58
QS 020705 5	St10	2002/7/5	5	45.0	50.0	-8.06	-46.22	18.30
QS 020705 6	St10	2002/7/5	6	41.5	45.0	-7.95	-44.59	19.03
QS 020705 7	St10	2002/7/5	7	38.0	41.5	-8.01	-45.35	18.76
QS 020705 8	St10	2002/7/5	8	34.0	38.0	-8.30	-44.73	21.70



## 同位体サンプリング 2004 年

水の安定同位体はその地域の水循環の解釈に役立つため、七月一日氷河、周辺の氷、水サンプルなど以下に示す水氷サンプルの採取を 2004 年に行った。サンプルの測定はまだ行われていないので、サンプルリストのみ示す。

### 1) 氷河融解水 (氷河流出水) 標高 4295m a.s.l.

サンプル名	採取時間
D1	2004/5/28 16:00
D2	2004/5/31 12:30
D3	2004/6/10 12:25
D4	2004/6/4 13:10
D5	2004/6/19 12:55
D6	2004/6/30 10:45
D7	2004/7/5 10:51
D8	2004/7/9 10:51
D9	2004/7/14 13:14
D10	2004/7/19 12:20
D11	2004/7/23 16:50
D12	2004/7/26 14:45
D13	2004/7/29 13:15
D14	2004/8/3 15:40
D15	2004/8/4 12:57
D16	2004/8/6 13:02
D17	2004/8/10 13:05
D18	2004/8/15 16:40
D19	2004/8/19 13:30
D20	2004/8/20 16:10
D21	2004/8/26 15:25
D22	2004/8/29 16:45
D23	2004/9/5 15:40

### 2) 氷河表面氷

河川水の安定同位体対比について議論する上では、源流の氷河からの流出水がどのような値を持っているかを把握する必要がある。一方で、氷河からの流出水は、氷河への降雪が融けたものよりも下流部消耗域の氷が融けたものの方が多くの割合を占めている。これら消耗域の氷は過去に上流の涵養域で降り積もった降水が氷河内部を流れ下ってきたものであるため、現在氷河上に供給される降水の安定同位体と異なる値を示す可能性がある。以上の理由から消耗域の氷がどのような安定同位体比を持っているかを知るために、2002 年 6 月,9 月、そして 2004 年 7 月に図 8 に示

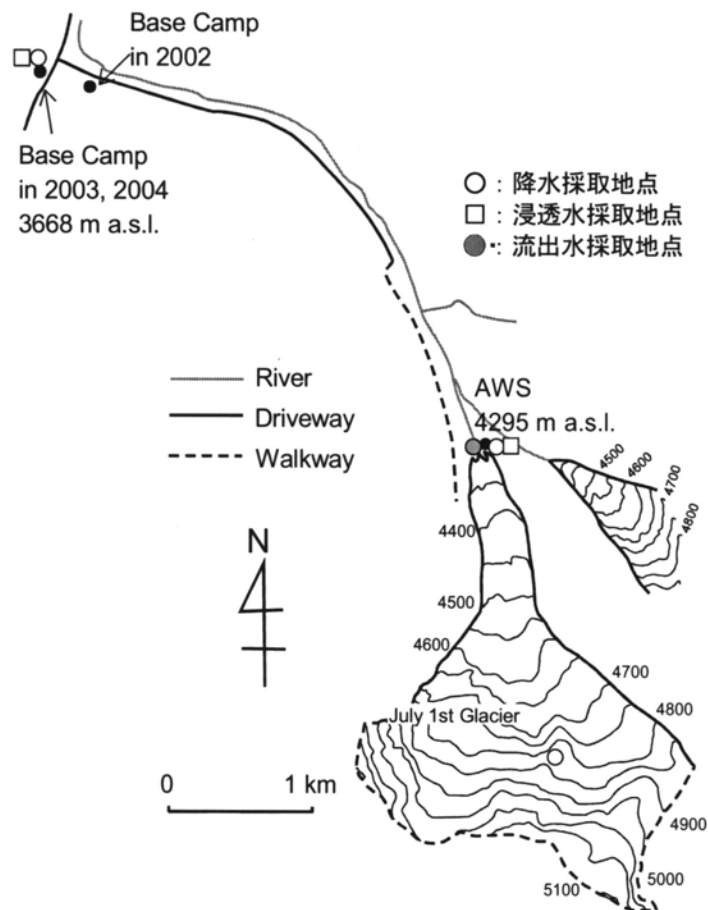


図 7 2004 年同位体サンプル採取場所

す 94ヶ所にてサンプリングをおこなった。サンプリングは表面の氷を 10cm 程度除去し、確実に消耗域氷といえるものを採取した。

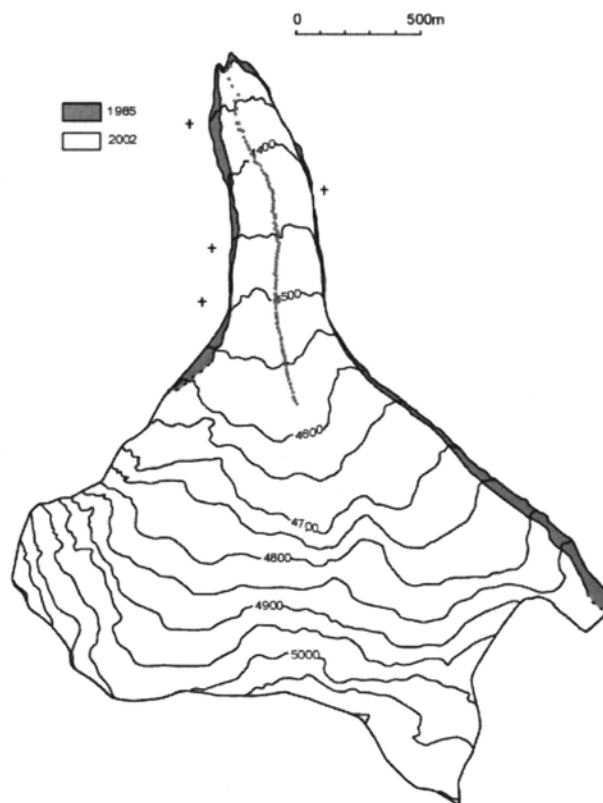


図 8 氷河表面氷採取場所（点で示す）

### 3) 降水

高度差による降水の同位体の違いを見るために、ベースキャンプ、AWS、st10 で採取した。

## a) ベースキャンプ(3668m a.s.l.)

サンプル名	From	To
P1		5/26 morning
P2	2004/5/26 10:30	5/27 morning
P3	2004/6/2 12:00	2004/6/2 8:30
P4	2004/6/3 12:00	6/3 night
P5	2004/6/9 14:00	2004/6/9 15:40
P6	2004/6/11 12:00	2004/6/11 20:30
P7	2004/6/11 20:30	2004/6/12 7:35
P8	2004/6/12 7:35	2004/6/12 9:25
P9	2004/6/12 16:00	2004/6/12 17:00
P10	2004/6/13 17:00	2004/6/13 19:00
P11	2004/6/23 10:00	2004/6/23 13:00
P12	2004/6/26 6:00	2004/6/26 15:00
P13	6/28 5:00?	2004/6/28 9:30
P14	2004/6/28 18:30	2004/6/28 21:00
P15	6/29 night	
P16	2004/7/7 14:30	7/8明け方
P17	2004/7/11 14:00	2004/7/11 15:00
P18	2004/7/13 6:00	2004/7/13 10:00
P19	2004/7/13 17:00	2004/7/13 18:30
P20	2004/7/14 15:00	2004/7/14 16:00
P21	2004/7/15 11:00	2004/7/15 12:00
P22	2004/7/21 16:00	2004/7/21 21:00
P23	2004/7/21 21:00	2004/7/22 6:00
P24	2004/7/22 6:00	2004/7/22 9:00
P25	2004/7/22 9:00	2004/7/22 16:00
P26	2004/7/23 15:00	2004/7/23 20:00
P27	2004/7/23 20:00	2004/7/24 7:00
P28	2004/7/24 13:00	2004/7/24 20:00
P29	2004/7/24 20:00	2004/7/25 7:00
P30	2004/7/26 午後	2004/7/26 16:00
P31	2004/7/28 13:00	2004/7/28 15:00
P32	2004/7/31 18:00	2004/8/1 7:34
P33	2004/8/3 15:30	2004/8/3 16:30
P34	2004/8/5 14:25	2004/8/5 18:25
P35	2004/8/8 19:30	2004/8/8 20:32
P36		2004/8/9 7:35
P37	2004/8/10 13:40	2004/8/11 7:40
P38	2004/8/12 18:00	2004/8/12 20:00
P39	2004/8/12 20:50	2004/8/13 10:00
P40	2004/8/14 15:30	2004/8/14 17:00
P41	2004/8/14 20:20	2004/8/14 22:00
P42	2004/8/18 12:50	2004/8/18 16:19
P43	2004/8/18 17:30	2004/8/18 22:00
P44	2004/8/19 11:00	2004/8/19 16:00
P45	2004/8/22 9:00	2004/8/22 16:25
P46	2004/8/22 16:25	2004/8/23 8:00
P47	2004/8/23 16:30	2004/8/24 7:45
P48	2004/8/24 7:50	2004/9/10 17:40
P49	2004/9/10 17:40	2004/9/12 7:00

## b) AWS

設置	回収量	mm
2004/7/19		
PA1	2004/7/23	18.9
PA2	2004/7/25	35.0
PA3	2004/7/29	4.2
PA4	2004/8/11	40.1
PA5	2004/8/15	16:23 17.9
PA6	2004/8/19	13:15 7.7
PA7	2004/8/20	15:55 0.7
PA8	2004/8/24	17:55 15.3
PA9	2004/9/5	15:00 0.6
PA10	2004/9/12	11:30 0

## c) St 10

設置	mm
2004/7/20	
st10 P1	2004/7/27 5.6
st10 P2	2004/8/24 3.9
st10 P3	2004/9/7

#### 4) 氷河浅層コア

2004年アイスコア観測（的場澄人著）参照

#### 5) ライシメータ浸透水

ベースキャンプと AWS 地点では図 9 のようなライシメータを設置し、浸透水の量をはかるだけでなく浸透水の同位体分析用のサンプリングも行った。同時期の降水と浸透水の差から蒸発量がわかり、また降水と浸透水の安定同位体から平均的な水蒸気の同位体が推定できると考えられる。

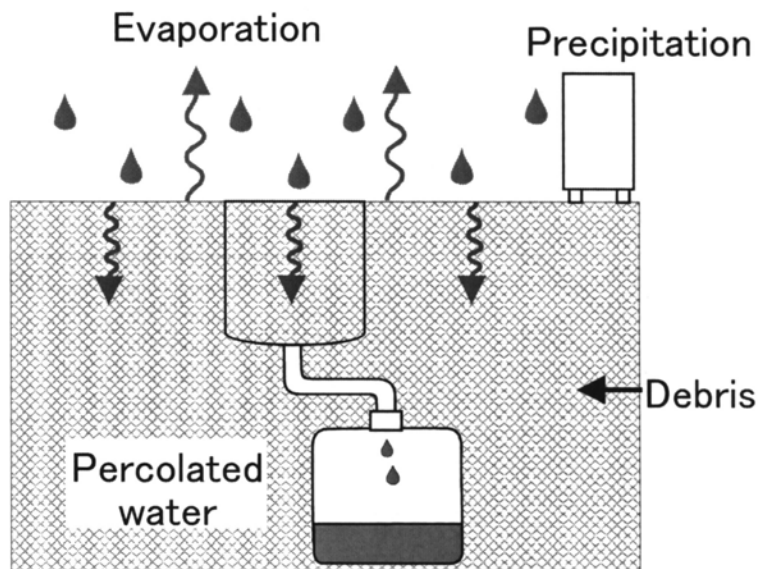


図 9 ライシメータの設置の仕方。浸透してきた水を採取し、容量を測定、サンプリングを行った。

QA: at AWS

QB: at BC

	回収日	amount(ml)
set	2004/5/31 12:15	
QA1	2004/6/15 10:30	293
QA2	2004/6/21 15:30	5
QA3	2004/6/30 10:32	235
QA4	2004/7/9 14:19	290
QA5	2004/7/14 13:20	27
QA6	2004/7/19 11:50	192.6
QA7	2004/7/23 11:22	290
QA8	2004/7/26 10:50	235
QA9	2004/7/29 12:05	9
QA10	2004/8/11 13:15	280
QA11	2004/8/15 16:30	290
QA12	2004/8/19 13:20	95
QA13	2004/8/20 15:55	10.4
QA14	2004/8/24 17:55	295
QB1	2004/7/28 15:26	288
QB2	2004/8/11 16:00	6
QB3	2004/8/15 20:30	112