

唐古拉冬克玛底冰川流域 pH 值和电导率分析

王建¹, 艾合麦提·阿西木², 丁永建¹, 刘时银¹, 吴锦奎¹

(1. 中国科学院寒区旱区环境与工程研究所寒旱区水文与水土资源研究室, 兰州 730000; 2. 新疆喀什市水文水资源勘测局, 喀什 844000)

摘要: 2005-05-11 ~ 2005-09-27, 在青藏高原唐古拉段冬克玛底冰川流域对融水径流和草地径流分别进行采样, 对样品的 pH 值和电导率进行了分析. 结果表明, 研究区环境受人类活动影响很小. 借助电导率水量来源模型对冬克玛底河流量进行划分, 暖季径流主要以冰川冰融水补给为主, 占总流量的 62% 以上, 其次是积雪融水和降雨补给, 其中, 第 1、3 阶段的积雪融水补给分别占 31% 和 37%, 第 2 阶段的降雨补给占 17% 左右; 土壤冻结水消融对径流贡献很小, 占 2% 以下.

关键词: pH 值; 电导率; 水量来源; 冬克玛底冰川流域

中图分类号: X131.2 文献标识码: A 文章编号: 0250-3301(2007)10-2301-06

Variations of pH Value and Electrical Conductivity in the Dongkemadi Basin, Tanggula Range

WANG Jian¹, Aihemaiti Aximu², DING Yong-jian¹, LIU Shi-yin¹, WU Jin-kui¹

(1. Division of Hydrology and Water-Land Resources in Cold and Arid Regions, Cold and Arid Regions Environmental and Engineering Research Institute, Chinese Academy of Sciences, Lanzhou 730000, China; 2. Hydrological and Water Resource Reconnaissance Bureau of Kashgar Prefecture, Kashgar 844000, China)

Abstract Investigation of meltwater chemistry may provide information to understand the significance of glacier in estimating of water provenance. Most notably, the role of electrical conductivity (EC) variation in meltwater during glacier melting season has attracted considerable attention, since this may reflect the water flux. Analyses for pH and EC in 229 bulk meltwater samples have provided information about water provenance at Dongkemadi Glacier basin, an outlet tongue from the Tanggula Pass, Tibetan Plateau. The samples were collected at 14:00 from 12th May to 27th September in 2005 at site of controlled meltwater flux. The results document the following findings. First phase of runoff was mainly supplied by snow and glacier ice meltwater, 31% and 65%, respectively, and the snow including fresh snow and winter deposited snow. Secondary phase of flux primarily was supplied by glacier ice meltwater and precipitation, but meltwater of frozen water in soil also has some contribute to flux, but only 2%. Third phase, ice bulk meltwater decreased and fresh snow meltwater increased. In different precipitation modalities variation trends of pH value and EC are following an ordered snow > rainwater > hailstone.

Key words: pH value; electrical conductivity; water provenance; Dongkemadi basin

冰川区由于化学侵蚀率较高, 人类活动的影响小, 因此成为研究水圈、岩石圈和大气圈相互作用理想的环境系统. 研究冰雪融水化学性质的变化^[1~3], 对于评估区域化学侵蚀和全球生物地球化学循环中具有重大的环境意义. 青藏高原唐古拉段由于自然条件恶劣, 因此区域研究相对较弱. 在水化学研究方面, 已有的研究主要集中于冰芯的化学组成和变化^[4,5]以及冰川作用区的水化学特征^[6,7], 流域内其它方面的水化学研究基本没开展. 2005-04 ~ 2005-10, 笔者在青藏高原唐古拉段冬克玛底冰川流域进行了一系列的水文、水化学和气象等的观测, 在流域内对大气降水、积雪、冰面融水、河道径流及草地径流水进行水样采集. 本研究拟在前人工作的基础上, 通过 2005 年流域内水样 pH 值和电导率的分析, 进一步探讨径流中的水量来源, 对于理解冰冻圈对气候变化的响应具有重要意义.

1 研究区概况与采样

冬克玛底冰川流域位于青藏高原腹地唐古拉山中段山区(图 1), 地理坐标为 91°58' ~ 92°06'E, 33°00' ~ 33°06'N, 是长江源区典型的高寒山地冰川流域. 流域整体呈东北-西南走向, 面积 38.02 km². 冬克玛底冰川是由大、小冬克玛底冰川 2 个分支组成, 其冰雪面积约为 18.41 km², 占整个流域面积的 48.4%; 山顶高处为裸露基岩, 冬克玛底河两侧分布着高寒草甸, 基岩和草甸面积分别占流域面积的 24.6% 和 26.9%. 流域年平均气温为 -6.0℃, 气温年较差为

收稿日期: 2006-11-20; 修订日期: 2007-01-16

基金项目: 中国科学院知识创新工程项目(KZCX-YW-301); 国家自然科学基金项目(40671041); 中国科学院寒区旱区环境与工程研究所创新项目(KZCX3-SW-345)

作者简介: 王建(1979 ~), 男, 博士研究生, 主要研究方向为雪冰化学与环境, E-mail: wjshuigong@lzb.ac.cn

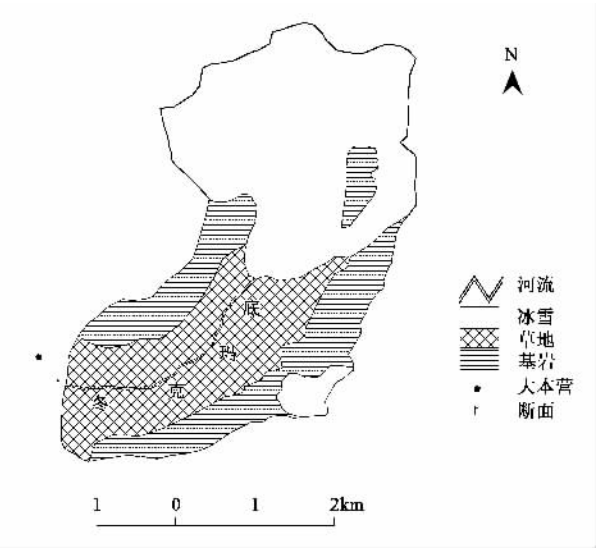


图 1 冬克玛底冰川流域示意
Fig.1 Sketch map of the Dongkemadi basin

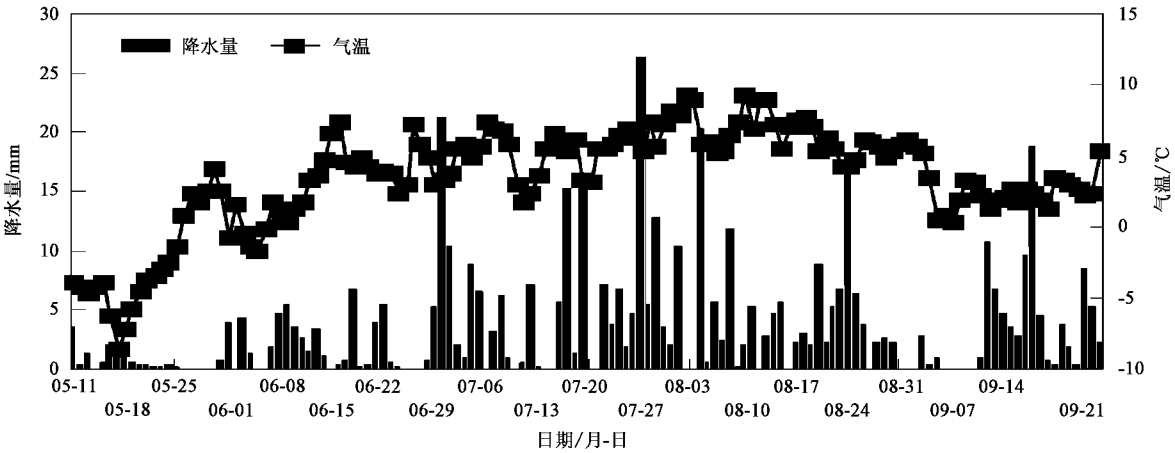


图 2 冬克玛底流域气温降水曲线
Fig.2 Variations temperature and precipitation in the Dongkemadi region during the observation period

流域内冻土发育,暖季气温升高,土壤冻结水消融补给河流,为了量化因冻土融化对河流的补给贡献,考察期间,在流域内选择典型的草地小流域,对径流进行连续性采样.

观测期间共采集 229 个样品,其中冬克玛底冰川流域 137 个,草地小流域 128 个,分别在每日 14:00 采集;大气降水 64 个,利用超纯水($EC \geq 18.4 \text{ M}\Omega \cdot \text{cm}^{-1}$)洗过的塑料盆收集,于每次降水停止后立即采集.样品收集进预先洗净的聚丙烯瓶子中,尽量装满,减少瓶中空气.在采样之前瓶子和瓶盖用融水清洗,同时利用一次性手套避免手污染.在本营,所有样品被避光储藏.样品运回中国科学院寒区旱区环境与工程研究所冰芯与环境实验室,进行分析

24.9℃,全年只有 6~9 月平均气温在 0℃ 以上,冷季长达 8 个月(10 月至翌年 5 月,图 2).年平均相对湿度为 65%,降水主要集中于 6~9 月.冬季半年在西风环流控制下,寒冷干燥,夏季受西南印度洋暖湿气流的影响,气候温凉湿润^[8].

2005-04~2005-10 野外考察期间,1 个采样点位于主要冰川融水河流出口下游大本营附近,如图 1 所示的断面位置,选择这个采样点是因为:①难以接近冰川融水出口,同时也避免了不同补给来源的水质彻底混合之前采样;②为了便于控制流量,由于受古冰川作用,冬克玛底冰川融水出口以下河谷地势比较平坦,径流断面架设位置如图 1 所示,以防止河流因汛期到来而发生改道或冲毁断面.来自主要冰雪融水出口的大量融水的颜色呈灰白色.对径流有贡献的主要是来自冰舌与基岩接触面的冰雪融水,如果不彻底混合,这可能影响附近岸边水化学.由于

的前 2 d 将样品取出,室温下自然融化后,分别用电导率和 pH 计进行了电导率和 pH 值项目的分析测定.

自动水位测量值在断面位置通过 HOB0 压力式水位温度记录仪获得,此处河流合并到 1 个明显的水道中.站点在 06-14 建立,采集可靠的数据直到 9 月.融水季节剩下的数据可能被边缘的河冰干扰了.

2 结果与分析

2.1 冬克玛底冰川区降水中 pH 值和电导率特征
冬克玛底流域的降水主要集中在 6~9 月,受西南印度洋暖湿气流的影响,气候温凉湿润,降水主要以雨和雪形式出现,冰雹出现频率较少.研究不同降

水形式的 pH 值和电导率差异结果表明(图 3),pH 值和电导率变化趋势基本一致. 降雪中 pH 值和电导率均比冰雹和雨水中 pH 值和电导率值大. 冰雹中 pH 值和电导率最小. 这是因为降水过程中,积雪

表面积较大,下降过程中吸附了大气中大量可溶性物质,而冰雹为浑圆形固体,相对雪而言,吸附能力较弱^[9],这在一定程度上也说明大气中的可溶性物质主要呈碱性.

冬克玛底冰川流域 2006-06-25 ~ 2006-07-01 降水同其它站点样品比较,降水呈弱碱性,pH 值比温泉兵站、沱沱河和五道梁都小,略大于风火山和雁石坪. 同时,电导率是溶液中溶解可溶性离子数量的综合反映,对比分析各站点降水的电导率,冬克玛底流域降水中的电导率最小,仅为五道梁降水的 7.5%,其最小值也仅为 1.88. 这说明冬克玛底流域位于青藏高原腹地唐古拉山中段山区,受人类活动影响很小. 其它站点由于位于青藏公路沿线,受公路交通的影响,大气中的粉尘及可溶性地壳元素成分的含量较高^[10,11],引起降水中电导率较大.

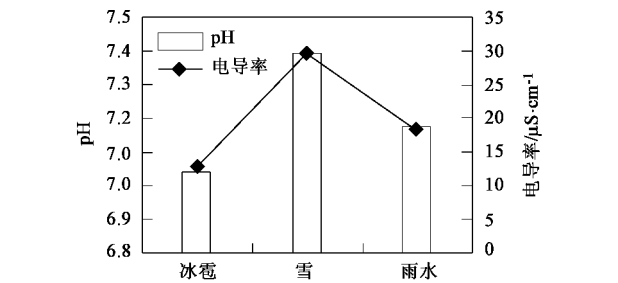


图 3 冬克玛底流域不同形式降水中 pH 值和电导率比较
Fig.3 Comparison of the pH and electrical conductivity between different precipitation modalities in the Dongkemadi region

表 1 各采样点降水中 pH 值和电导率差异/ $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$												
Table 1 Comparison of pH and electrical conductivity in precipitation between different sampling sites/ $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$												
项目	温泉兵站		沱沱河		五道梁		风火山		雁石坪		冬克玛底	
	pH	电导率	pH	电导率	pH	电导率	pH	电导率	pH	电导率	pH	电导率
平均值	7.6	51.1	7.5	149.2	7.6	306.8	7.2	87.4	7.2	38.7	7.3	22.9
最大值	7.9	103.2	8.1	223.0	8.2	1 898.0	7.6	121.3	7.3	58.5	8.4	180.4
最小值	7.0	20.8	7.0	75.3	7.1	35.6	6.9	58.0	7.2	18.9	6.8	1.88

2.2 冰川区融水径流的 pH 值和电导率

从图 4 中可以看出,径流中的电导率明显可以分为 3 个阶段:第 1 阶段,2005-05-12 ~ 2005-06-29,积雪消融逐渐减少到冰川冰消融增加的过渡阶段;第 2 阶段,2005-06-30 ~ 2005-09-9,冰川冰消融阶段;第 3 阶段,2005-09-10 ~ 2005-10-20,冰川冰消融减少到积雪消融增加的过渡阶段. 第 1 阶段电导率整体

呈现快速的下降趋势,此阶段中,冷季积累的积雪逐渐减少,消融补给径流量逐渐减少,同时由于气温升高,短波辐射增加,冰川冰消融补给径流逐渐增加. 第 2 阶段电导率整体呈稳定状态,冰川冰融水对径流补给起主导作用. 在此阶段初始时,电导率骤增,这可能与 06-30 ~ 07-01 连续降水达 31.4 mm 有关,大量降水对草地和裸地区的土壤进行侵蚀并溶解了大量的可融性溶质,导致电导率增大,同时由于降水引起的气温降低,冰雪融水补给比例下降的因素引起. 对比分析,09-18 径流中电导率的骤增,可能是因为 09-18 降水量达 18.8 mm,且以雪的形式出现,降雪过程中,可能受大气气溶胶等影响,积雪中溶质含量较高,从而影响径流中的电导率. 第 3 阶段,由于气温下降,短波辐射减弱,同时,降水主要以雪的形式出现,反射率增加,冰川冰由于受到积雪覆盖的影响,消融率逐渐降低,而积雪由于受到太阳直接辐射和大气感热的影响,消融补给相对而言,逐渐增多. 冬克玛底冰川流域径流水整体呈弱碱性,pH 值在 8 附近上下波动,整体呈上升趋势. 可能与本地区暖季气温升高,潜在的碱性土壤及动物粪便等释放出 NH_3 或其它碱性溶质有关.

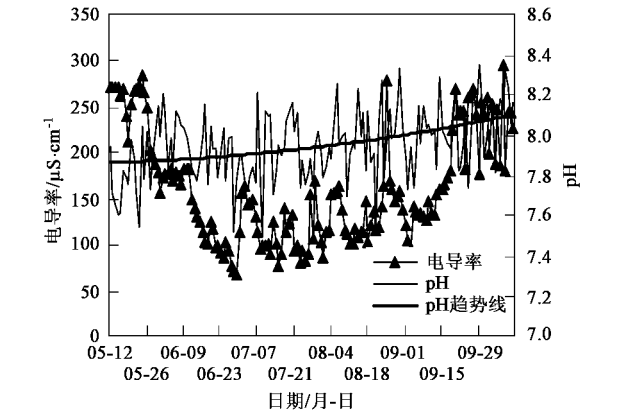


图 4 冬克玛底冰川流域的 pH 值和电导率变化曲线
Fig.4 Variations of pH and electrical conductivity in the Dongkemadi region

2.3 草地径流的 pH 值和电导率

草地径流源于大气降水和土壤中冻结水消融 2 个因素. 由于径流中电导率和降水量的相关系数通过相关性 $p < 0.05$ 检验, 说明径流主要受降水影响, 但相关系数仅为 -0.314 , 表明土壤冻结水消融对径流也起到一定作用. 本研究没有冻土消融水的实测电导率, 因此, 计算过程中采用电导率二分法来源模型确定(图 5).

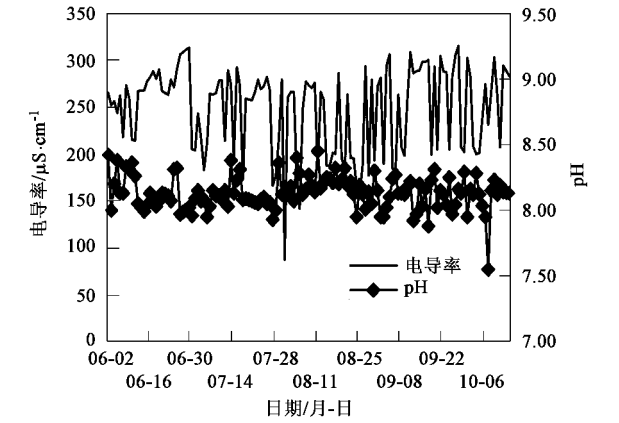


图 5 草地径流中 pH 值和电导率变化曲线
Fig.5 Variations of pH value and electrical conductivity in the grassland area

3 水量来源

3.1 电导率(EC)来源模型

河流水化学观测的目的之一是试图利用水质的变化来划分径流组成和通过冰川流域的路径^[12~17]. 基于来自合适的典型河流的简单 2-成分保守的化学混合模型^[18,20]重要性的应用, 这些研究最初集中于利用融水水质的显著变化模拟冰下水文系统. 对于所有季节内冰川内部或冰下溶质组成恒定的假定是不可靠的, 同时, 2 部分组成模型也没有涉及到冰川分布式的融水参数计算, 因此受到限制^[20]. 同样, 利用离子种类也存在不可靠性, 因为各部分径流在混合后它们表现出一些化学反应. 稳定同位素对比主要离子来说被认为是比较可靠的, 但消融-冻结过程中和径流管道中水-冰界面上稳定同位素某种程度上存在分馏. 利用电导率划分径流组成过程中, 不会因为径流组成的混合发生化学反应导致溶质种类发生变化而受到影响, 因为反应过程中离子总量未发生变化, 因此电导率恒定. 因而模型在一定程度上是可以接受的, 包括输入水源的划分. 在本研究流域内经过断面的(体积)流量总数通常是分割成 2 个部分:

$$Q_{\text{bulk}} \text{EC}_{\text{bulk}} = Q_{\text{glacier}} \text{EC}_{\text{glacier}} + Q_{\text{outgla}} \text{EC}_{\text{outgla}} \quad (1)$$
 式中, Q 是径流量, EC 是电导率值, 下标指示径流的来源, glacier 表示冰川区补给, outgla 表示除冰川作用区补给外的径流补给. 在采样期间, 冰川出口的径流来源可以分为 4 个部分:

$$Q_{\text{glacier}} \text{EC}_{\text{glacier}} = Q_{\text{ice}} \text{EC}_{\text{ice}} + Q_{\text{snow-g}} \text{EC}_{\text{snow-g}} + Q_{\text{pre-g}} \text{EC}_{\text{pre-g}} + Q_{\text{stored}} \text{EC}_{\text{stored}} \quad (2)$$
 式中, ice 表示冰川冰融水, snow-g 表示冰川作用区的积雪消融水, pre-g 表示冰川区降水, stored 表示冰川内部或靠近冰川的底部存储水, 对于整个冰川区的径流补给来说, 存储水对径流的补给十分有限, 因此可以忽略. 因此, 方程(2)可以简化为:

$$Q_{\text{glacier}} \text{EC}_{\text{glacier}} = Q_{\text{ice}} \text{EC}_{\text{ice}} + Q_{\text{snow-g}} \text{EC}_{\text{snow-g}} + Q_{\text{pre-g}} \text{EC}_{\text{pre-g}} \quad (3)$$
 对冰川作用区外的径流补给来源, 可以进一步分割为:

$$Q_{\text{outgla}} \text{EC}_{\text{outgla}} = Q_{\text{fro}} \text{EC}_{\text{fro}} + Q_{\text{pre-o}} \text{EC}_{\text{pre-o}} + Q_{\text{snow-o}} \text{EC}_{\text{snow-o}} \quad (4)$$
 式中, fro 表示冻土中冻结水的消融补给, pre-g 表示非冰川作用区的降水补给, snow-o 表示非冰川作用区的积雪融水补给. 方程(3)和(4)叠加, 同时对 2 部分降水补给合并, 可以得到:

$$Q_{\text{bulk}} \text{EC}_{\text{bulk}} = Q_{\text{ice}} \text{EC}_{\text{ice}} + Q_{\text{snow}} \text{EC}_{\text{snow}} + Q_{\text{pre}} \text{EC}_{\text{pre}} + Q_{\text{fro}} \text{EC}_{\text{fro}} \quad (5)$$
 式中, snow 是积雪融水, pre 是降水. 然而这个模型不包括各组分的消融或冻结混合物分布及外部水源, 如可以被接纳的经过冰川而来自地下水和冰坝湖内的径流等.

3.2 来源分析及讨论

冬克玛底流域 2005-05-12 ~ 2005-10-12 径流划分结果(表 2 所示), 在径流监测的第 1 阶段中, 虽然大气日过程气温有时上升到 0°C 以上, 但由于持续时间短, 融化的土壤冻结水存在再冻结的现象, 同时, 由于消融量较低, 因此可以忽略不计. 积雪的消融包括 2 个部分, 即冬季积累的积雪消融和新降雪. 第 2 阶段, 由于大气气温升高和太阳辐射增强, 冰川表面的冬季积累雪下限几乎退到雪线以上, 冰川区消融主要以冰川冰为主. 同时, 地表温度升高, 季节性冻土在太阳辐射及感热和潜热的作用下发生消融, 由于冻结隔水层存在, 渗透率弱, 土壤冻结消融水发生补给地表径流. 积雪消融水主要是此阶段中降水以积雪形式出现的消融水. 第 3 阶段, 随着气温下降, 降雪占主导地位, 降雨比例逐渐减弱, 积雪融

水比率增加,同时由于气温降低和冰表面逐渐被积雪覆盖,冰川冰融水补给比率降低.

表 2 冬克玛底流域 2005-05-12 ~ 2005-09-27 径流划分结果/%
Table 2 Water provenance from 12th May to 27th September
in 2005 in the Dongkemadi region/%

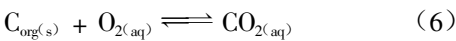
项目	第 1 阶段	第 2 阶段	第 3 阶段
雨水	0.4	0.17	0
积雪	0.31	0.02	0.37
冰川冰	0.65	0.79	0.62
冻土	0	0.02	0.01

3.3 存在问题

冰雪融水在高海拔地段为形成径流的初始阶段,与地面接触的时间短,土壤、岩石中可溶盐溶于水 中较少,因此电导率低,随着海拔降低,融水的流程以及 与地表接触的时间均加长,土壤、岩石中可溶盐充分溶于水 中,再加之沿途水分蒸发,因而导致水体电导率随之升高.因此,水体空间上运移过程中电导率的变化必须受到重视,但由于野外实际工作的限制,这部分的样品没有采集.

除了降水,冰川冰、积雪、土壤冻结水消融补给外,地下水、冰川内部存储水及冰面湖水溃决补给也存在.地下水通过冰川底部补给到径流中,在一定程度上影响了电导率值.

同时,有机质来源表现出溶质来自已经分解的生态区和微生物活动区的特色,有机物碳氧化化学方程是:



细菌可以消耗 O₂ 值,减少隔离的冰下水中 NO₃⁻ 和 SO₄⁻ 导致厌氧性的环境出现^[21].CO₂ 的释放将影响碳循环同时补给给溶质,这将在侵蚀过程中被消耗掉,这在一定程度上势必对径流过程中电导率造成影响.在冬克玛底古表碛物区,草地分布广泛,占流域面积的 26.9%,土壤有机质的实际含量在其与径流系统发展关系中必须被考虑.但由于径流系统稳定化的再分配作用,掩埋的有机物质对全部溶质通量的重要性将减小.然而,在实际计算中,这仍然必须以经验为主地确定数量.对于有机质的意义评估,在冬克玛底流域没有可靠的数据,还有待进一步的研究.令人满意的有机质评估方式的可能方法是结合溶质和稳定同位素的模型.

4 结论

(1)对比分析各站点降水的电导率,冬克玛底流

域降水中的电导率最小,说明冬克玛底流域受人类活动影响较小,是研究水圈、岩石圈和大气圈相互作用理想的环境系统.

(2)不同形式的大气降水中,电导率和 pH 值变化趋势一致,积雪 > 降雨 > 冰雹,在一定程度上说明大气中的可溶解性物质主要呈碱性.

(3)研究区的径流主要以冰川消融补给为主,占 62% 以上,其次是积雪融水和雨水补给,土壤冻结水对径流补给有一定作用,最大时段可达 2%.但还应 对地下水、冰川内部存储水及冰面湖水溃决水开展进一步的研究.

参考文献:

[1] Anderson S P, Longacre S A, Kraal E R. Patterns of water chemistry and discharge in the glacier-fed Kennicott River, Alaska: evidence for subglacial water storage cycles[J]. Chemical Geology, 2003, **202**: 297 ~ 312.

[2] Brown G H. Glacier meltwater hydrochemistry [J]. Applied Geochemistry, 2002, **17**(7):855 ~ 883.

[3] Anderson, Drever, Frost, *et al.* Chemical weathering in the forefield of a retreating glacier[J]. Geochim Cosmochim Acta, 2000, **64**:1173 ~ 1189.

[4] 姚檀栋,盛文坤,蒲健辰.唐古拉冰芯的化学组成及变化[A].见:青藏高原冰川气候与环境[C].北京:科学出版社,1993. 16 ~ 20.

[5] 盛文坤,姚檀栋,蒲健辰.冬克玛底冰川冰芯酸度及电导率分析[A].见:青藏高原冰川气候与环境[C].北京:科学出版社,1993.44 ~ 47.

[6] 盛文坤,王宁练,蒲健辰.唐古拉山冬克玛底冰川作用区的水化学特征[J].冰川冻土,1996, **18** (3):235 ~ 243.

[7] 侯书贵,秦大河,皇翠兰.唐古拉山冬克玛底冰川雪层中淋溶作用的初步研究[J].冰川冻土,1996, **18**(3): 227 ~ 233.

[8] 张寅生,姚檀栋,蒲健辰,等.青藏高原唐古拉山冬克玛底河流域水文过程特征分析[J]. 冰川冻土,1997, **19**(3): 214 ~ 222.

[9] 王明星.大气化学[M].北京:气象出版社,1999.399 ~ 407.

[10] 刘先勤,王宁练,姚檀栋,等.青藏高原雪冰中碳质气溶胶含量变化[J].地学前缘,2006, **13**(5): 335 ~ 341.

[11] 赵中平,李忠勤.离子色谱法测定大气气溶胶中的可溶性离子[J].现代科学仪器, 2004, **5**: 46 ~ 49.

[12] Slaymaker H O. Hydrochemical analysis to discriminate variable runoff source areas in an alpine basin[J]. Arctic Alpine Res, 1975, **7**: 341 ~ 351.

[13] Collins. Hydrochemistry of meltwaters draining from an alpine glacier [J]. Arctic Alpine Res, 1979, **11**: 307 ~ 324.

[14] Collins. Seasonal variation of solute concentration in meltwaters draining from an alpine glacier[J]. Ann Glaciol, 1981, **2**: 11 ~ 16.

[15] Collins. Solute yield from a glacierized high mountain basin, dissolved loads of rivers and surface water quantity/quality relationships[J]. Internat Assoc Hydrol Sci Publ, 1983, **141**: 41 ~ 49.

[16] Gurnell, Fenn. Flow separation, sediment source areas and suspended sediment transport in a pro-glacial stream [A]. In: Channel Processes: Water, Sediment, Catchment Controls, Catena [M]. Schick A P (Ed.), 1984, Suppl. 5: 109 ~ 119.

[17] Vatne, Etzelmu, Odegard, *et al.* Meltwater routing in a high Arctic glacier, Hannabreen, northern Spitzbergen [J]. Norsk Geograf Tidssk, 1996, 50: 67 ~ 74.

[18] Jacob C, Yde N, Knudsen T. The importance of oxygen isotope provenance in relation to solute content of bulk meltwaters at Imersuaq Glacier, West Greenland[J]. Hydrol Process, 2004, 18: 125 ~ 139.

[19] Richards K, Sharp M, Arnold N, *et al.* An integrated approach to modelling hydrology and water quality in glacierized catchments[J]. Hydrological Processes, 1996, 10: 479 ~ 508.

[20] Skidmore M L, Foght J M, Sharp M J. Microbial life beneath a High Arctic glacier[J]. Applied and Environmental Microbiology, 2000, 66(8): 3214 ~ 3220.

[21] Sharp M, Parkes J, Cragg B, *et al.* Widespread bacterial populations at glacier beds and their relationship to rock weathering and carbon cycling[J]. Geology, 1999, 27(2): 107 ~ 110.



《环境科学》征稿简则

1. 来稿报道成果要有创新性,论点明确,文字精炼,数据可靠.全文不超过 8000 字(含图、表、中英文摘要及参考文献).国家自然科学基金项目、国家科技攻关项目、国际合作项目或其它项目请在来稿中注明(在首页以脚注表示).作者投稿时请先登陆我刊网站(www.hjkn.ac.cn)进行注册,注册完毕后以作者身份登录,按照页面给出的提示信息投稿即可.
2. 稿件请按 GB 7713-87《科学技术报告、学位论文和学术论文的编写格式》中学术论文的规范撰写.论文各部分的排列顺序为:题目;作者姓名;作者工作单位、地址、邮政编码;中文摘要;关键词;中图分类号;英文题目;作者姓名及单位的英译名;英文摘要;关键词;正文;致谢;参考文献.
3. 论文题目应简练并准确反映论文内容,一般不超过 20 字,少用副标题.
4. 中文摘要不少于 300 字,以第三人称写.摘要内容包括研究工作的目的、方法、结果(包括主要数据)和结论,重点是结果和结论.英文摘要与中文对应,注意人称、时态和语言习惯,以便准确表达内容.
5. 前言包括国内外前人相关工作(引文即可)和本工作的目的、特点和意义等.科普知识不必赘述.
6. 文中图表应力求精简,同一内容不得用图表重复表达,要有中英文对照题目.图应大小一致,曲线粗于图框,图中所有字母、文字字号大小要统一.表用三线表.图表中术语、符号、单位等应与正文一致.
7. 计量单位使用《中华人民共和国法定计量单位》(SI).论文中物理计量单位用字母符号表示,如 mg(毫克),m(米),h(小时)等.科技名词术语用国内通用写法,作者译的新名词术语,文中第一次出现时需注明原文.
8. 文中各级标题采用 1,1.1,1.1.1 的形式,左起顶格书写,3 级以下标题可用(1),(2)……表示,后缩 2 格书写.
9. 文中外文字母、符号应标明其大小写,正斜体.生物的拉丁学名为斜体.缩略语首次出现时应给出中文全称,括号内给出英文全称和缩略语.
10. 未公开发表资料不列入参考文献,可在出现页以脚注表示.文献按文中出现的先后次序编排.常见文献书写格式为:
期刊:作者(外文也要姓列名前).论文名[J].期刊名,年,卷(期):起页~止页.
图书:作者.书名[M].出版地:出版社,年.起页~止页.
会议文集:作者.论文名[A].见(In):编者.文集名[C].出版地:出版社(单位),年.起页~止页.
学位论文:作者.论文名[D].保存地:保存单位,年份.
报告:作者.论文名[R].出版地.出版单位,出版年.
专利:专利所有者.专利题名[P].专利国别:专利号,出版日期.
11. 来稿文责自负,切勿一稿多投.编辑对来稿可作文字上和编辑技术上的修改和删节.在 3 个月内未收到本刊选用通知,可来电询问.对未刊稿件一般不退,请作者自留底稿.
12. 投稿请附作者单位详细地址,邮编,电话号码,电子邮箱等.编辑部邮政地址:北京市 2871 信箱;邮编:100085;电话:010-62941102,010-62849343;传真:010-62849343;E-mail: hjkn@rcees.ac.cn;网址:www.hjkn.ac.cn