

湟水河流域化学风化过程及原因探析

唐兴玥

(青海师范大学附中, 青海 西宁 810008)

摘 要: 选择湟水河流域湟源至乐都段为研究点, 采集并分析了湟水河及支流北川河、南川河河道不同地点 25 个河床泥沙样品的常量元素地球化学特征。通过化学风化强度指标(CIA)分析, 发现从湟源—湟中(多巴)—西宁—平安—乐都段, 化学风化强度呈现出高一低—稍高的趋势。通过化学风化强度与影响因素(温度、降水、海拔高度、植被覆盖和人口因素)的对比分析, 发现湟水河流域引起化学风化强度明显变化的主要因素是降水量的变差系数。

关键词: 湟水河; 化学风化强度; 初步分析

中图分类号: P512.12

文献标识码: A

文章编号: 1008-858X(2012)01-0020-04

河流中悬浮的沉积物和河床沉积物是流域化学风化产物的混合物, 能提供重要的物源信息、构造抬升和风化机制。已有学者对黄河、长江以及青藏高原东部的河流沉积物进行了矿物学、元素地球化学研究, 并探讨了这些河流化学风化过程及它们之间的物源联系^[1-2]。本文选择青藏高原东北部湟水河为研究对象, 通过河床沉积物常量元素地球化学分析, 计算了不同地点化学风化强度。通过与湟水河流域气温、降水、海拔高度及植被覆盖等因素的相关分析, 探讨引起湟水河流域化学风化不同的主要原因, 为今后研究流域盆地古环境变化提供基础数据。

1 研究区概况及资料方法

1.1 研究区概况

湟水河发源于青海省海晏县达坂山南麓, 是黄河上游最大的一级支流, 介于 $36^{\circ}02' \sim 37^{\circ}28'N$, $100^{\circ}42' \sim 103^{\circ}01'E$, 流经海晏、湟源、湟中、西宁、大通、平安、乐都、民和, 至甘肃省永靖县注入黄河, 在青海境内干流长

335.4 km^[3]。湟水河流域位于青藏高原与黄土高原的交错地带, 大部分地区海拔在 2 200 ~ 3 000 m 之间。由于受地形、海拔以及水、热条件的影响, 形成了川水、浅山、脑山 3 个不同的生态区。本区除有少部分牧业外, 大部分地区以农业为主, 是青海省的主要产粮区。

湟水河流域大体上由达坂山—湟水河谷地—拉脊山组成, 南缘受控于拉脊山断裂, 北缘被达坂山断裂制约, 地势西北高、东南低。地貌类型有山地、丘陵、峡谷、盆地等, 以黄土低山丘陵沟壑为主。水系呈树叶状分布, 干流南北两岸支沟发育, 支沟之间多为黄土或石质山梁, 地表大部分为疏松的黄土覆盖于第三系红层之上, 多为现代侵蚀沟^[4]。

据近 45 年湟水河流域 9 个气象站气温、降水等地面观测资料及湟水河(民和)流量资料分析, 表明年降水量总体变化趋势是中游地区缓慢增加, 而上游和下游地区则缓慢减少, 流域内年平均降水量呈减少趋势^[5]。

1.2 资料和方法

选择湟水河以及南川河、北川河两条支流为研究区, 沿河道从上游至下游, 以 5 ~ 7 km 为

收稿日期: 2011-08-16; 修回日期: 2011-09-13

作者简介: 唐兴玥(1980-), 女, 主要从事地理教学及区域环境调查工作。

间隔沿河岸用干净的小铲子,采集河床表层2 ~ 3 cm 沉积物大约50 g,装入自封袋以备实验室分析。野外共采集样品 25 个,在实验室自然风干,取10 g样品在玛瑙研钵中磨碎至 200 目。

常量元素分析在中科院青海盐湖研究所化学分析测试部,Axios X 射线荧光光谱仪(PW4400)上完成,所有样品的相对误差≤10%,分析结果见表 1。

表 1 湟水河流域不同地点河床沉积物元素含量
Table 1 Major element contents of riverbed sediments in Huangshui River %

编号	位置	纬度	经度	海拔高度/m	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	Al ₂ O ₃	SiO ₂	MgO	CIA
H-01	湟源县西 13km	36°44'N	101°08'E	2 782	5.02	3.52	3.61	17.90	51.75	1.77	59.58
H-02	湟源县西 8km	36°43'N	101°11'E	2 696	4.18	3.69	3.63	17.37	54.26	1.67	60.20
H-03	湟源县西 3km	36°41'N	101°13'E	2 659	2.67	3.41	3.98	20.71	50.39	2.06	67.31
H-04	湟源县城桥下	36°40'N	101°16'E	2 620	6.32	3.11	3.81	18.38	47.59	2.90	58.70
H-05	湟源县东 5km	36°40'N	101°19'E	2 598	5.20	3.22	3.68	18.76	50.27	2.27	60.78
H-06	湟源县西 10km	36°40'N	101°22'E	2 533	5.40	3.39	3.39	18.00	47.66	2.31	59.65
H-07	湟中县多巴西 8km	36°40'N	101°24'E	2 461	5.47	3.27	3.35	17.23	49.73	2.12	58.77
H-08	湟中县多巴西 3km	36°39'N	101°27'E	2 410	5.42	3.29	3.41	16.81	48.56	2.07	58.11
H-09	湟中县多巴镇桥下	36°39'N	101°31'E	2 369	8.81	2.91	3.27	16.48	46.42	2.31	52.36
H-10	湟中县吧浪村	36°38'N	101°34'E	2 334	8.93	3.04	2.84	14.53	46.65	2.63	49.52
H-11	西宁市陶南村	36°38'N	101°38'E	2 281	7.81	2.54	2.66	12.79	44.97	2.80	49.58
H-12	西宁市西杏园	36°39'N	101°41'E	2 268	8.23	2.86	2.69	14.09	46.29	2.69	50.55
H-13	西宁市海湖桥下	36°38'N	101°44'E	2 245	6.80	2.50	3.37	16.41	45.65	2.67	56.44
H-25	西宁市五一桥下	36°37'N	101°47'E	2 243	8.76	2.50	3.53	18.03	46.62	3.10	54.92
H-24	西宁市团结桥下	36°34'N	101°51'E	2 202	7.55	2.94	3.08	16.37	48.75	2.60	54.68
H-23	西宁至平安收费站	36°33'N	101°54'E	2 164	6.85	2.80	3.67	18.07	48.83	2.64	57.57
H-22	平安县上店村	36°32'N	101°57'E	2 162	6.17	3.16	3.93	19.52	49.47	2.92	59.56
H-21	平安县柳湾村	36°30'N	102°00'E	2 111	7.70	2.87	3.37	16.85	48.53	2.76	54.74
H-20	平安县石家营村	36°30'N	109°03'E	2 107	8.06	3.25	3.37	17.29	46.71	2.63	54.09
H-18	乐都县湾子桥下	36°29'N	102°11'E	2 070	7.29	2.88	3.54	18.11	48.50	2.70	56.90
H-17	乐都县大峡口	36°28'N	102°14'E	2 030	7.19	2.86	3.16	15.81	45.22	2.47	54.45
B-15	大通收费站北 5km	36°47'N	101°46'E	2 374	5.12	3.15	3.56	18.12	50.31	2.06	53.04
B-14	大通收费站处	36°44'N	101°45'E	2 316	4.79	2.71	3.68	18.17	50.70	2.12	60.51
B-16	大通收费站南 6km	36°41'N	101°45'E	2 288	7.61	2.90	3.55	18.08	46.84	2.38	61.93
N-26	西宁市城南桥下	36°33'N	101°42'E	2 259	10.6	2.53	3.35	18.64	43.34	3.35	56.23

注: H 是湟水河的缩写; B 是北川河的缩写; N 是南川河的缩写; CIA 是化学蚀变指数。

Nesbitt 和 Young^[4] 提出以化学蚀变指数 CIA 判别源区化学风化的强度,其值表示为:

$$CIA = [Al_2O_3 / (Al_2O_3 + CaO + K_2O + Na_2O)] \times 100。$$

CIA 值能很好地反映物源区化学风化的情况。CIA 值与长石风化成粘土矿物的程度成正比,与风化强度成正比,CIA 值越大,风化强度越大。

2 讨 论

通过对湟水河河床沉积物化学蚀变指数对比发现(图 1),湟水河上游湟源段的化学风化指数最高,平均都超过 60%;到湟中县多巴段稍有降低,至西宁市段达到最小值,平均在 50% 左右;到平安段化学风化指数再次升高(57% 左右),到乐都段保持在 55% 左右。

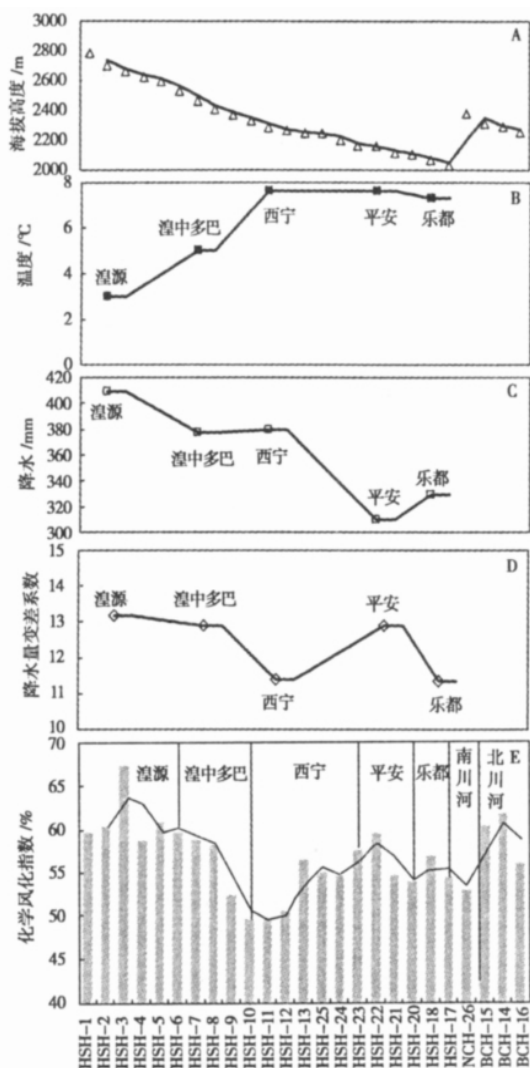


图 1 湟水河流域不同地点河床沉积物信息;

A. 采样点海拔高度; B. 采样地区年平均温度; C. 采样地区年平均降水量; D. 采样地区降水的变差系数(引自杨发源等^[3]和戴升^[5]); E. 采样点化学风化指数

Fig. 1 Sampling information of riverbed sediments in Huangshui River. A is elevation of sampling sites; B is the annual average temperature of sampling region; C is the annual average precipitation of sampling region; D is the precipitation coefficient of variation in sampling region (cited from 3 and 5 in references); E is chemical alteration index of sampling sites.

沉积物中氧化物的构成以及含量的变化受风化作用、搬运作用、沉积作用以及原岩成分的影响。如果一个地区物源变化不是很大的话,那么沉积物中的氧化物组成和含量与气候条件是具有相关性的,可以作为指示气候变化的标志。在湟水河流域主要沉积有红色碎屑岩和黄

土沉积物,说明湟水河流域的物源变化不大,而化学风化强弱变化与当地的气候条件密切相关。

2.1 化学风化指数与海拔高度的关系

通过对湟水河流域不同采样点海拔高度与化学风化指数对比(图 1A,E),发现海拔高度是从湟源段到乐都段逐渐降低;其中湟水河河道从湟源段到西宁段落差最大。总体上看,海拔高度与化学风化指数之间具有同步的变化过程。即从湟源段开始海拔高度和化学风化指数都逐渐减少;到支流北川河化学风化指数与海拔高度都增加。但是从化学风化指数的高低变化细节来看,海拔高度对化学风化指数的影响不是密切的。比如,西宁段化学风化指数达到最低,而平安段化学风化指数再次升高;这一变化过程与海拔高度没有相关的联系,说明海拔高度对湟水河流域化学风化指数的影响是相对微弱的。

2.2 化学风化指数与气候条件的关系

以往的研究表明,当地的气候条件与化学风化强弱变化是密切相关的。本文选择湟水河流域湟源、湟中多巴镇、西宁、平安、乐都等地的年平均气温、年平均降水量和降水量变差系数(5月至9月)与化学风化指数进行对比(图 1B,C,D,E),发现湟水河流域温度的变化对化学变化过程影响不大。从图 1 可以看出,由湟源段至西宁段,年平均温度是逐步升高的,而化学风化过程减弱;从西宁段至乐都段,年平均温度基本不变的,而化学风化过程具有高低变化。年平均降水量与化学风化过程也不具有同步的变化过程。例如西宁段和湟中多巴段年平均降水量基本不变,而化学风化指数在西宁段达到了最低值;平安段年降水量是湟水河流域最低的,而化学风化过程却是增加的。这些对比结果表明,湟水河流域年平均温度和年平均降水量与化学风化指数不具有同步的变化过程,它们可能不是影响湟水河流域化学风化过程的主要因素。

通过对湟水河流域气候变化过程的研究^[3,5],发现湟水河流域雨季(5月至9月)降水

量的变差系数大,而 10 月至次年 4 月变差系数小。降水量的变差系数是引起流域洪涝和侵蚀过程的主要因素。从湟源到乐都段,降水量的变差系数与化学风化指数具有相似的变化过程。对比的结果表明,降水量的变差系数是引起湟水河流域化学风化过程的主要因素。

2.3 化学风化指数与植被覆盖的关系

一般来说,湟水河流域各个地点的化学风化过程与当地的植被覆盖情况也是相关的。植被覆盖良好,会减弱降水的侵蚀作用。从化学风化指数来看,西宁市地段达到最小值,可能与近几年河道周围的治理、南北山植树造林等有关,加强了水土保持,减弱了降水的侵蚀过程。

3 结 论

通过对湟水河流域湟源至乐都段不同地点河床沉积物常量元素分析,计算了化学风化强度指标(CIA),发现从湟源—湟中(多巴)—西宁—平安—乐都段,化学风化强度呈现出高—

低—稍高的趋势。通过化学风化强度与影响因素(温度、降水、海拔高度以及植被覆盖)的对比分析,发现湟水河流域引起化学风化强度明显变化的主要是由降水量的变差系数引起的。

参考文献:

- [1] 杨守业, Jung H S, 李从先, 等. 黄河、长江与韩国 keum、Yeongsan 江沉积物常量元素地球化学特征 [J]. 地球化学, 2004, 33(1): 99–106.
- [2] Wu W H, Xu S J, Lu H Y, *et al.* Mineralogy, major and trace element geochemistry of riverbed sediments in the headwaters of the Yangtze, Tongtian River and Jinsha River [J]. Journal of Asian Earth Sciences, 2011, 40: 611–621.
- [3] 杨发源, 戴升. 湟水河流域水资源变化特征及其对气候的响应 [J]. 青海气象, 2010, 9: 12–18.
- [4] 赵串串, 董旭, 辛文荣, 等. 青海湟水河流域水土流失原因及防治措施分析 [J]. 水土保持研究, 2008, 15(6): 200–202.
- [5] 戴升, 秦宁生, 申红艳. 湟水河流域气候变化特征及其影响 [J]. 青海环境, 2006, 16(3): 99–101.
- [6] Nesbitt H W, Young G M. Early proterozoic climates and plate motions inferred from major element chemistry of lu-tites [J]. Nature, 1982, 299: 715–717.

Preliminary Analysis for Chemical Alternation Index of Riverbed Sediments in Huangshui River

TANG Xing-yue

(High School Affiliated to Qinghai Normal University, Xining, 810008, China)

Abstract: Twenty-five riverbed sediments from Huangyuan to Ledu were collected in Huangshui River, and their trace element contents were measured by XRF (X-Ray Fluorescence). The results indicate that chemical index of alternation (CIA) of these sediments in different sites are difference. The CIA in Huangyuan is the highest and that in Huangzhong (Duoba) is gradually decreased; the CIA in Xining is the lowest and that in Ping'an and Ledu is slightly increased. The CIA takes on a trend of high-low-slightly high from upper reaches to lower reaches of Huangshui River. By comparison CIA with other factors (including annual average temperature, annual average precipitation, elevation, vegetation conditions and population in sampling sites), we found that the CIA of sampling sites in Huangshui River mainly resulted from precipitation coefficient of variation.

Key words: Huangshui River; Chemical index of alternation; Preliminary analysis