

青藏高原腹地植物碳同位素组成对环境条件的响应

王 谋¹, 李 勇¹, 黄润秋², 李亚林¹, 张玉修¹

(1. 成都理工大学地球科学学院, 四川 成都 610059; 2. 成都理工大学环境与土木工程学院, 四川 成都 610059)

摘 要: 现代植物碳同位素组成是特定环境影响的结果, 通过对植物碳同位素组成的研究可以揭示植物生长期环境信息。针对青藏高原腹地高寒草甸~ 高寒草原过渡区植被碳同位素组成进行研究: 该区高山嵩草样 $\delta^{13}\text{C}$ 值在 $-25.63\text{‰} \sim -27.95\text{‰}$ 间, 平均值 -26.63‰ ; 高寒草原区混合样 $\delta^{13}\text{C}$ 值于 $-26.29\text{‰} \sim -27.73\text{‰}$ 间, 平均值 -27.04‰ 。高山嵩草样 $\delta^{13}\text{C}$ 值总体呈现由南东往北西方向正偏趋势, 研究区北部高寒草原区混合植物样也呈现出由南向北富重碳同位素趋势。这些变化规律被认为是主要受降水环境影响的结果, 而区域内降水条件的展布规律则是受高原夏季风运移方式的控制。对植物 $\delta^{13}\text{C}$ 值与地理位置的回归分析表明, 该区植被碳同位素组成与地理位置相关, 高山嵩草样 ($r = 0.446\,03$, $n = 29$, $p < 0.05$) 和混合样 ($r = 0.811\,2$, $n = 5$, $p < 0.1$) 均表现出对区域降水环境条件的良好响应。据此, 以该区植物 $\delta^{13}\text{C}$ 值为背景, 进行合理推算, 拟定了研究区内干旱区和湿润区界限的位置。

关键词: 青藏高原腹地; 现代植物; 碳同位素; 环境信息; 干湿界限

中图分类号: P597.2

文献标识码: A

现代植物碳同位素组成与环境条件相关。因此通过对现代植物碳同位素组成的研究, 可以获取相应的区域环境信息。研究区位于青藏高原腹地高寒草甸与高寒草原过渡区域。吴征缜等以温泉- 雁石坪一线为高寒草甸- 高寒草原分界线^[1]。相应的自然地理分区, 亦将该线南北分列为半湿润及半干旱区域^[2]。该区域降水等值线图也反映研究区内由南东往北西方向水分显著递减的趋势。这些资料能否获得来自植物碳同位素组成的证实, 其相关性程度大小, 或者 $\delta^{13}\text{C}$ 平面展布能否揭示一些规律性的环境信息, 这将对高原植被资源的研究及气候变化与植被响应研究提供依据。

1 研究区自然概况

研究区位于青藏高原腹地羌塘盆地东部, 唐古拉山北麓 $33^{\circ}00' \sim 34^{\circ}15' \text{N}$, $91^{\circ}30' \sim 93^{\circ}00' \text{E}$ (图 1)。区内平均海拔 $5\,000\text{ m}$, 由山地、宽谷、盆地和

冰原等地貌景观组成, 山体走向向东南方向偏转, 高原面由西北部的平坦型向东南部的切割型转化。该区空气十分稀薄, 含氧量只及沿海地区的 $45\% \sim 55\%$ 。年平均气温为 $-4.1^{\circ} \sim -10^{\circ}$, 昼夜温差大。降水量呈现由南东往北西方向递减的趋势, 年降水量平均为 350 mm , 降水主要集中在夏季。区域植被由高寒草原和高寒草甸为主构成。海拔 $> 5\,300\text{ m}$ 的山体主要为高山垫状植被及流石坡稀疏植被控制。受降水因素影响, 研究区植被呈现由南东往北西方向的逆演趋势, 即由南东方向较湿润的草甸植被逐渐过渡到西北部较干燥的高寒草原带。

2 样品采集与分析方法

2.1 样品采集

设立目标样带 4 条, 与季风运移方向一致的南东- 北西向样带和沿青藏公路南北向样带为主样带, 南北向展布的冬曲、当曲设副样带 (图 2)。实验

收稿日期 (Received date): 2004- 05- 15; 改回日期 (Accepted): 2004- 09- 20。

基金项目 (Foundation item): 温泉兵站幅 1: 25 万国土资源调查项目 (200213000002); 自然科学基金“西部生态与环境”重大研究计划 (90102002); 自然科学基金 (40202022) 资助 [Foundation of China Ministry of Land and Resources “Wenquanbingzhan” 1: 250 000 (200213000002); Key Project of the Natural Science Foundation of China (90102002); Natural Science Foundation of China (40202022)]

作者简介 (Biography): 王谋, 男, 博士生, 从事生态环境及环境变化研究 E-mail: cdlgwm@zlc.cn.com [Wang Mou, male, Doctoral student, main research field: Climate change of Qinghai-Tibet Plateau and its ecology and environment responses]

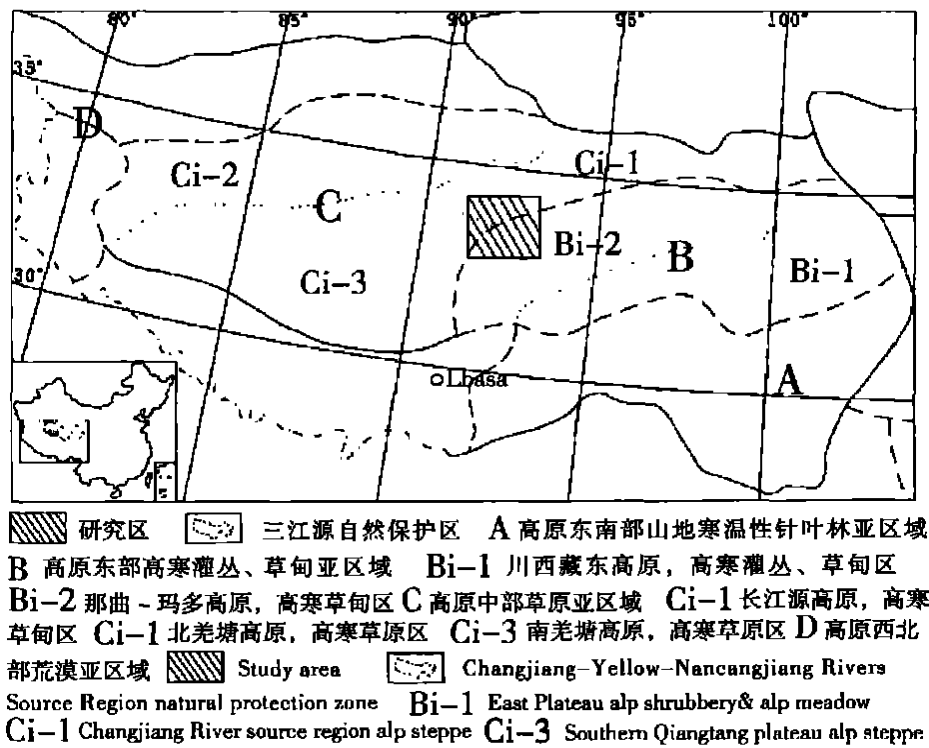


图 1 研究区位置及主要植被类型(据吴征缙, 1980)
Fig 1 The becation of study area and it's major vegetation types (after Wu Zhengyi, 1980)

用样品于 2003- 05- 06 采自研究区不同区域。以研究区分布最广, 且群落重要值最高的优势种高山嵩草(*K. pygmaea*)为目标样, 在研究区内有高山嵩草分布的区域均以高山嵩草为单一实验对象, 欲排除不同种植物碳同位素分馏能力的生理差异对 $\delta^{13}C$ 值造成的影响; 研究区北部至沱沱河北岸无高山嵩草分布区内, 则以紫花针茅、小早熟禾、弱小火绒

草等植株取混合样。主样带南东- 北西向样带, 分析样品均为单样的高山嵩草样; 南北向沿青藏公路样带在九十五道班以北至沱沱河北岸, 主要发育以针茅、早熟禾等属植株的高寒草原区内, 分析样品为针茅属、早熟禾属、火绒草属、苔草属植株混合样品。山地区域取样均为南坡, 植被发育较均匀的地方。样品重量约 0.5 kg, 野外自然风干保存。

2.2 实验方法

植物样品经自然晾干后, 洗净以 70℃烘干 48 h, 去处植物根部, 粉碎。植物碳同位素分析样品制备系统为玻璃真空系统。接通燃烧炉电源, 炉温控制在 960℃(大炉)和 640℃(小炉), 系统抽真空至 2 Pa 时, 系统通氧气, 将盛有样品的瓷舟置于石英燃烧管中, 在高温区燃烧 25 min, 然后冷冻收集并纯化 CO₂ 气体, 纯化后 CO₂ 气体送 MAT 252 质谱仪测定其 $\delta^{13}C$ 值, MAT 252 质谱仪测定条件: 离子源真空度 1.0×10^{-7} Pa。分析结果均相对于国际标准 PDB, 检测依据为 SY5239- 91, 分析精度 $\leq \pm 0.2\%$ 。 $\delta^{13}C$ 值据下面公式进行计算

$$\delta^{13}C = \left\{ \left[\left(\frac{^{13}C}{^{12}C} \right)_{\text{sample}} - \left(\frac{^{13}C}{^{12}C} \right)_{\text{standard}} \right] / \left(\frac{^{13}C}{^{12}C} \right)_{\text{standard}} \right\} \times 1000$$

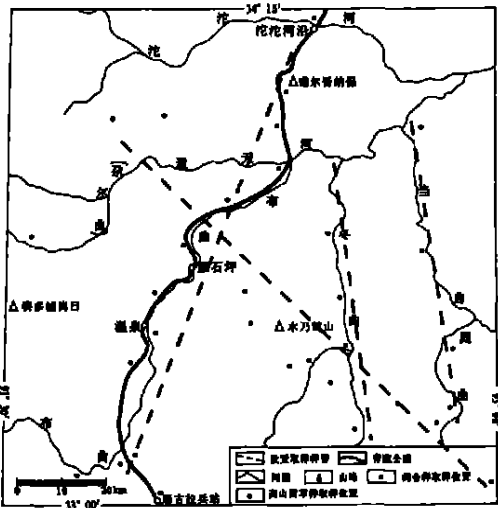


图 2 取样带及取样点位置示意图

Fig. 2 Sketch map of the position of simple sites and sample transects
© 1994-2011 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www.cnki.net>

3 结果分析与讨论

3.1 碳同位素组成与环境因子

样品的测试值,高山嵩草样在- 25.63 ‰~ - 27.95 ‰间,平均值为- 26.63 ‰;高寒草原区混合样 $\delta^{13}\text{C}$ 值则介于- 26.29 ‰~ - 27.73 ‰间,平均值为- 27.04 ‰。样品分析值符合 C3 植物的特征。受高海拔和低温的限制, C4 和 CAM 植物不发育是可以理解的^[3]。单样的高山嵩草碳同位素组成与草原区混合样碳同位素组成不适合进行对比。

高山嵩草 $\delta^{13}\text{C}$ 含量表现出随纬度增加正偏而随经度增加负偏的趋势(图 3),也就是研究区内高山嵩草含量整体表现为由南东往北西方向的正偏趋势。研究区北部高寒草原区混合样则反映出随纬度增加,植物 $\delta^{13}\text{C}$ 值正偏的趋势。因为该区样点几成南北向展布,未作经度与碳同位素值的拟合。

影响植物叶片碳同位素组成的因素大致可归纳为降水、温度、生理、光照、营养物质、地形、大气压力、海拔高度等方面^[4-6]。在不同的实验中,这些影响因子相对于植物碳同位素组成的意义则有差异。

3.1.1 温度因子

温度因子是影响植物体内 $\delta^{13}\text{C}$ 同位素组成的重要因子之一。Wilson 和 Grinsted 对 *Pinus Radiata* 的研究表明,温度每升高一度,植物体内 $\delta^{13}\text{C}$ 值增加 0.2 ‰;Freyer 和 Belacyd 的研究则表明,每升高一度 *Pinus Silvestris* $\delta^{13}\text{C}$ 值增加 0.18 ‰^[4]。温度通过对植物生理生化过程中的几种关键酶(PEPase、Rubiscase 等)的控制,影响植物体碳同位素组成^[7-9]。实验样品均采自 4 500 m 以上高原面,不存在巨大的海拔高差所造成的温度变化。研究区气温,因为所跨纬度及经度较小(均在 1.5° 以内),也可视为等同。我们认为温度因子对研究区植物碳同位素组成的作用是非常有限的。

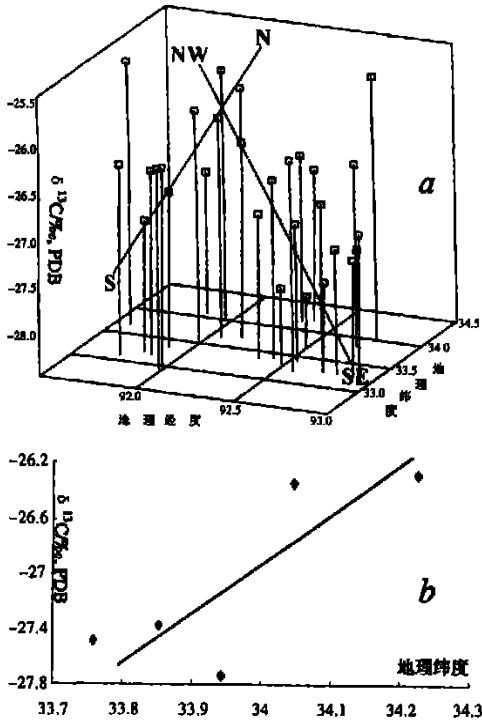
3.1.2 光照及大气压力

Farquhar 等^[5,10]认为光照只有在很弱的条件下 $< 50 \mu\text{mol m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$,才会导致植物体内植物叶子细胞内部和外部的压力或者浓度的改变,而产生 $\delta^{13}\text{C}$ 分馏结果的差异,在 $> 50 \mu\text{mol m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 的情况下,则对 $\delta^{13}\text{C}$ 组成的影响不大。实验样品均采自山地阳坡或开阔地区,日照充足。高原属于阳光强辐射区,日常光照远 $> 50 \mu\text{mol m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 的临界值,可以忽略光照不等对植物碳同位素组成的影响。同时,因为在开阔地区取样,也避免了由于空气流通不畅,植物呼吸作用产生的 CO_2 对植物叶子 $\delta^{13}\text{C}$ 值的影响^[5,11]。

大气压力在众多垂向植被碳同位素组成的研究中,被认为对随海拔变化的植物 $\delta^{13}\text{C}$ 值的改变有重要贡献^[5-7,12]。为了避免大气压力对实验值的影响,试验用高山嵩草样多采自 4 700~ 5 000 m 的山地,草原区混合样海拔相差则在 100 m 以内,所以海拔高度及大气压力的影响可视为等同。因此,在评价影响研究区植物碳同位素组成的环境条件中,光照及大气压力的差异,而引起的植物 $\delta^{13}\text{C}$ 值的调整也可忽略不计。

3.1.3 降水及湿度

降水及温度条件在众多的实验中都被认为是影响碳同位素组成的重要环境因子^[4,13-18]。干旱增加,植物叶片通过调整表层气孔导度改变水分利用效率来适应环境^[17,19],从而使 $\delta^{13}\text{C}$ 值升高。相应



a. 高山嵩草样地理经纬度与碳同位素的关系
(values of *K. pygmaea* with latitude & longitude)
b. 高寒草原区混合样与地理纬度的关系
(values of mixed sample of alp. Steppa with lat)

图 3 研究区植物碳同位素与地理纬度和经度的关系
Fig. 3 Organic ^{13}C values of plants with different geographical parameter

的 $\delta^{13}\text{C}$ 值经验公式^[11] 也可对此进行分析推导

$$\delta_p^{13} = \delta_a^{13} - a - (b - a) c_i / c_a \tag{1}$$

$$c_i = c_a - A / g \tag{2}$$

式中 δ_p^{13} 为植物 $^{13}\text{C}_{\text{org}}$; g 为植物叶片表层气孔导度常数 a 值为 4.4 ‰, 即 $^{13}\text{CO}_3$ 扩散率较 ^{12}CD 低 4.4 ‰; b 为常数; c_i , c_a 分别为叶片胞间和孔部大气的 CO_2 浓度; A 为植物对 CO_2 的吸收率^[11]。

由(1)、(2)式可推知植物 $\delta^{13}\text{C}$ 值与 g 值之间存在负相关的关系, 也就是随着干旱的增加, 植物叶片气孔导度 g 值下降, 植物叶片 $\delta^{13}\text{C}$ 值呈正偏的趋势。对比研究区降水等值线图(图 4), 可发现研究区降水量由南东往北西递减的趋势。实验数据(见图 3, a、b) 显示的变化趋势与高山嵩草(*K. pygmaea*) $\delta^{13}\text{C}$ 值南东- 北西向降水递变规律比较吻合($r = 0.446\,03$, $n = 29$, $p < 0.05$), 体现出植被对环境条件的适应。尤其在混合样区, 其相关性较好($r = 0.811\,2$, $n = 5$)(表 1)。随着降水量增加, 植物叶片的 $\delta^{13}\text{C}$ 值呈下降的趋势。Morecroft 等^[19] 将这种现象解释为干旱导致气孔导度的降低, 从而 $\delta^{13}\text{C}$ 值正偏。研究区植物碳同位素组成, 表现出与区域降水环境相关。植物 $\delta^{13}\text{C}$ 值与地理位置存在耦合性的变化趋势, 因此我们可以对 $\delta^{13}\text{C}$ 值与地理经纬度进行模拟, 并寻求变化趋势, 解释环境信息。

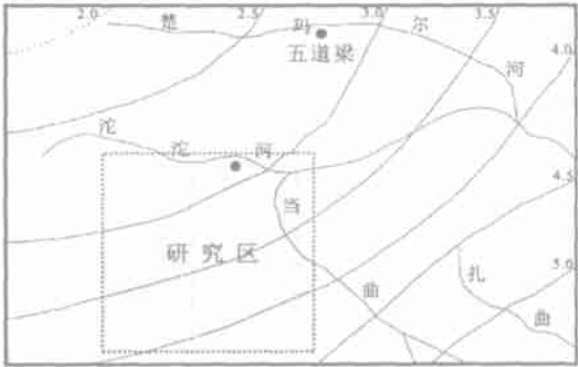


图 4 研究区降水等值线图^[21]

Fig. 4 Precipitation isoline map of study area
(after Zhou Lusheng *et al.*, 2002)

南东- 北西向 $\delta^{13}\text{C}$ 递增的规律, 反映了高原植被对高原夏季风的响应。高原植被的生长期受环境条件限制, 集中在每年的 5~ 9 月, 也就是高原夏季风的盛行期。夏季是高原植被生长和发育的季节也是植物进行呼吸、光合等生理过程以及由此产生

表 1 环境(地理) 因子与稳定碳同位素组成之间的回归分析

Table 1 Regression analysis on the experimental sample values and their geographical position

混合样	<i>a</i>	<i>b</i>	相关系数 ^{a)}	
地理纬度	- 129.544 7	3.017 8	0.811 25 ^{b)}	
高山嵩草样	<i>a</i>	<i>b</i> ₁	<i>b</i> ₂	相关系数 ^{c)}
地理经纬度	14.584 9	0.372 3	- 0.581 2	0.446 03 ^{d)}

a) $Y = a + bX_1$, $Y = \delta^{13}\text{C}(\text{‰})$, $X =$ 环境因子; n (样本数量) = 5;
b) $p < 0.1$; c) $Y = a + b_1X_1 + b_2X_2$, $Y = \delta^{13}\text{C}(\text{‰})$, $X =$ 环境因子; n (样本数量) = 29; d) $p < 0.05$

体内碳同位素分馏的季节, 所以植物体内所记载的也是受高原夏季风影响下的环境信息。“由于高原夏季的热源作用, 使得高原面上的空气受热上升, 拉动印度洋的暖湿气流前来补充, 由此带来丰沛的季风降水”^[20]。受喜山高大山体的阻隔, 夏季风绕行至高原南东方向“低地”进入高原主体。造就了高原南东方向降水丰沛, 森林植被发育, 而向西、向北植被变化呈现逆演趋势, 体现出植被总体的“高原地带性”。研究区植被所体现出的在碳同位素组成上的规律变化特征, 指示了高原植被对区域降水环境(受高原夏季风控制的降水环境) 的响应。高寒草原区混合样则反映出相关性更高的线性规律($r = 0.811\,2$, $n = 5$,)。混合样由沱沱河北岸至测区北部, 近南北向展布。纬度差为 28.11 分, 沿青藏公路采集。总体呈现由南向北 $\delta^{13}\text{C}$ 值递增的趋势, 反映了该

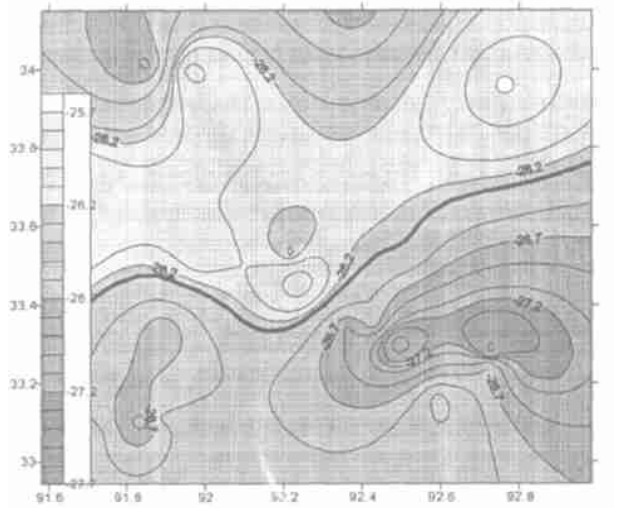


图 5 研究区植物 $\delta^{13}\text{C}$ 值等值线图及模拟干旱- 湿润区分野限(粗线)(经纬度已按十进制换算)

Fig. 5 Isoline chart of the plant $\delta^{13}\text{C}$ value and simulated contact line of arid and moist areas of the study area

区由南向北逐渐干化的趋势。

3.2 研究区干湿分界线的拟合

研究区位于高寒草甸与高寒草原植被的过渡区。两种植被类型分别指示了两种不同的湿润条件。以嵩草属为群落优势种的高寒草甸植被指示了湿润、半湿润的降水环境;而以针茅、早熟禾等属为群落优势种的高寒草原植被则指示了干旱半干旱的降水环境。植被过渡区内干-湿界限的精确拟定可以作为评价气候变化与植被生态系统在组成形式、资源量等参数上变化的重要依据。而该线的拟定,从该区域现今的研究程度来看,一般以高寒草原-高寒草甸过渡区为分界带,以描述性成果为主。出现的问题是,分界线区带显得较宽泛,指示性不太强。对于研究干湿分界线位置的进退对气候变化,在小尺度时间范围内的响应显得困难。于是我们尝试以该区分布最广,群落中重要值最高的高山嵩草碳同位素组成,来标定该区的干湿界限。图5中干湿分界线由高寒草原区内(干旱区内)所取高山嵩草样测试分析值的平均值拟定。该线以北指示干旱、半干旱气候系统,以南则指示促进植被发育良好的湿润、半湿润气候系统。通过对该区植被进行重复取样及分析,重新拟定将来年度的干湿界限,可以对小尺度时间范围内,该区域气候及植被变化进行对比和评价,也可对将来区域内气候变化及植被变化的趋势和幅度进行预演。

4 结论

1. 高原腹地高山嵩草及高寒草原区植物混合样碳同位素组成在研究区内呈现由南东往北西方向逐渐富重碳同位素趋势,反映了高原植被对区域降水环境的响应。也证实了该区植被类型分布主要受高原季风控制,以及高原季风在研究区南东-北西向的运移方式。

2 以高山嵩草 $\delta^{13}\text{C}$ 值为背景值,拟合了研究区高山嵩草碳同位素组成等值线图,进而较精确的拟定了研究区内干湿界限,为后续研究提供对比参数。

3. 对高寒草原区混合样以实验值与地理纬度,及南东-北西向样带(高山嵩草样)以实验 $\delta^{13}\text{C}$ 值与地理经纬度,建立一元和多元回归分析(见表1),高原腹地植物稳定碳同位素变化规律与地理位置相关, $\delta^{13}\text{C}$ 值随南北向或南东-北西向生长位置不同呈现规律性变化。

参考文献(References):

- [1] Wu Zhengyi. China vegetation[M]. Science Press, 1980. 1051. [吴征缜. 中国植被[M]. 科学出版社, 1980. 1051.]
- [2] Department of Geography, Northwest Teachers College. Atlas of Physical Geography[M]. Beijing: Cartographic Publishing House, 1984.
- [3] Tieszen L L. The distribution of C3 and C4 grasses and carbon isotope discrimination along an altitudinal and moisture gradient in Kenya[J]. *Oecologia*, 1979, **37**: 337.
- [4] Stuiver Minze, Braziunas Thomas F. Tree cellulose $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ isotope ratios and climatic change[J]. *Nature*, 1987, **328**: 58~60.
- [5] Li Xiangbo, Chen Jianfa, Zhang Pingzhong *et al.*. The Characteristics of carbon isotope composition of modern plants over Qinghai Tibet Plateau (NE) and its climatic information[J]. *Acta Sedimentologica Sinica*, 1999, **6**: 325~329. [李相博, 陈践发, 张平中, 等. 青藏高原(东北部)现代植物碳同位素组成特征及其气候信息[J]. 沉积学报. 1999, **6**: 325~329.]
- [6] Lü Houyuan, Guo Zhaoyan, Wu Naiqin, *et al.*. Effect of altitude on the organic carbon isotope composition of modern surface soils from Qinghai Tibet Plateau[J]. *Quaternary Sciences*, 2001, **21**: 399~406. [吕厚远, 顾兆炎, 吴乃琴. 海拔高度的变化对青藏高原表土 $\delta^{13}\text{C}_{\text{org}}$ 的影响[J]. 第四纪研究. 2001, **21**: 399~406.]
- [7] Körner C H, Farquhar G D, Wang S C. Carbon isotope discrimination by plants follows latitudinal and altitudinal trends[J]. *Oecologia*, 1991, **88**: 30~40.
- [8] Körner C H, *et al.*. Evidence that plants from high altitudes retain their greater photosynthetic efficiency under elevated CO_2 [J]. *Funct Ecol*, 1994, **8**: 58.
- [9] O'Leary M H. Carbon isotopes in photosynthesis[J]. *Bioscience*, 1988, **38**(5): 328.
- [10] Farquhar G D, Wong S C. An empirical model of stomatal conductance[J]. *Aust. J. Plant Physiol*, 1984, **11**: 191~210.
- [11] Francey R J, Farquhar G D. An explanation of $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ variations in the tree rings[J]. *Nature*, 1982, **297**: 28~31.
- [12] Körner C H, Farquhar G D. A global survey of carbon isotope discrimination in plants from high altitude[J]. *Oecologia*, 1988, **74**: 623~632.
- [13] Jolly Dominique, Haxeltine Alex. Effect of low glacial atmospheric CO_2 on tropical African montane vegetation[J]. *Science*, 1997, **276**: 786~787.
- [14] Ceding T E, Harris J M, Macfadden B J *et al.*. Global vegetation change through the Miocene/Pliocene boundary [J]. *Nature*, 1997, **389**: 153~158.
- [15] Farquhar G D. Carbon dioxide and vegetation[J]. *Science*, 1997, **278**: 1411.
- [16] Street Perrott F A, Huang Y S, Perrott R A *et al.*. Impact of lower atmospheric carbon dioxide on tropical mountain ecosystems[J]. *Science*, 1997, **278**: 1422~1426.
- [17] Su Bo, Han Xingguo, Li Linghao, *et al.*. Responses of $\delta^{13}\text{C}$ value and water use efficiency of plant species to environmental gradients along the grassland zone of northeast China transect[J]. *Acta Phytocologica Sinica*, 2000, **24**(6): 648~655. [苏波, 韩兴国, 李凌

- 浩,等. 中国东北样带草原区植物 $\delta^{13}\text{C}$ 值及水分利用效率对环境梯度的响应[J]. 植物生态学报. 2000, **24**(6): 648~ 655.]
- [18] Johnson B J, Miller G H, Fogel M L, *et al.*. 65,000 years of vegetation change in central Australia and the Australian summer Monsoon[J]. *Science*, 1999, **284**: 1150~ 1152.
- [19] Morecroft M D, Woodward F I. Experimental investigations on the environmental determination of $\delta^{13}\text{C}$ at different altitudes [J]. *Journal of Experimental botany*, 1990, **41**: 1303~ 1308.
- [20] An Zhisheng. The relationship between evolution of the Asian monsoon, the formation of the Northern Hemisphere glaciations and the uplift of Tibetan plateau [J]. *China Basic Science*, 2001, **8**: 9~ 11. [安芷生. 亚洲季风演化、北半球大冰期的发展与喜马拉雅- 青藏高原隆升 [J]. 中国基础科学 2001, 8: 9~ 11.]
- [21] Chen Xiaoqun, Zhou Lusheng. ecology and Environment of Yangtze Huang Lanchangjiang Rivers source region natural protection zone [M]. *Qinghai People's Press*, 2002. 53. [陈孝全, 周陆生. 三江源自然保护区生态环境 [M]. 西宁: 青海人民出版社. 2002. 53.]

The Responses of Floral Carbonate Isotopic Compositions of the Central Qinghai-Tibet Plateau Plants to Environmental Conditions

WANG Mou¹, LI Yong¹, HUANG Runqiu², ZHANG Yuxiu³, LI Yalin¹

(*Institute of Earth Science, Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, China*)

Abstract: Based on the analyses of Carbonate isotope composition of modern plant of the study area. The test results show that $\delta^{13}\text{C}$ values of *K. pygmaea* range from -25.63‰ to -27.95‰ , -26.63‰ as average value; Mixed samples of *alp. Steppa* varies from -26.29‰ to -27.73‰ , -27.04‰ as average. The values of *K. pygmaea* represent a increasing trend from South east to North west which consistent with the pathway of Plateau summer monsoon ($r = 0.446\ 03$, $n = 29$, $p < 0.05$); Samples from north part of the study area indicate a dryer trend from south to north and the $\delta^{13}\text{C}$ values show a significant correlation with latitude northward change. Carbonate isotope composition of modern plants are controlled by some factors like precipitation, temperature, pressure, light intensity, physiology and so on, the change of our samples are mainly ascribed to precipitation condition. We have set up the correlation between $\delta^{13}\text{C}$ values and the location of our samples which showing a good responses of Alpine plants to some certain kinds of environmental conditions. Furthermore, based on the $\delta^{13}\text{C}$ values of the plants, we have draw the contact line of arid and moist areas in the study area, this can provided some basic information for the study of climate change and the plant responses to environmental changes.

Key words: Qinghai-Tibetan Plateau; modern plants; carbonate isotope; environmental information; contact line of arid and moist areas