

龙 偲, 陈中吉, 周运超, 等. 静水和滴水条件下碳酸盐岩溶解与主要元素释放规律初步研究[J]. 中国岩溶, 2015, 34(5): 452—459.
DOI: 10. 11932/karst20150505

静水和滴水条件下碳酸盐岩溶解与 主要元素释放规律初步研究

龙 偲¹, 陈中吉¹, 周运超¹, 张春来²

(1. 贵州大学林学院, 贵州 贵阳 550025; 2. 中国地质科学院岩溶地质研究所/国土资源部、广西壮族自治区岩溶
动力学重点实验室/联合国教科文组织国际岩溶研究中心, 广西 桂林 541004)

摘 要:为进一步了解在静水和滴水条件下碳酸盐岩溶解与主要元素释放规律, 文章选取在贵阳市花溪区贵州大学南校区、将军山、花溪水库三地分别采集的白云岩、灰质白云岩、石灰岩三类碳酸盐岩石为样本进行静水浸泡和动水滴溅试验, 测定了静水与滴水条件下碳酸盐岩石的钾、磷、钙、镁四种主要元素的溶解量, 结果表明: (1) 在相同室温 25 ℃, 浸泡时长到达 20 d 时, 白云岩中四种元素溶解量均为最高, 钾元素溶解量为 0.001 38 μg/cm³、磷元素溶解量为 0.000 6 μg/cm³、钙元素溶解量为 199.75 μg/cm³、镁元素溶解量为 70 μg/cm³, 且三种碳酸盐岩石的钙元素溶解量分别为白云岩 199.75 μg/cm³, 灰质白云岩 148.42 μg/cm³, 石灰岩 137.88 μg/cm³, 远远高于其他三种元素的溶解量; (2) 经过不同温度浸泡 24 h 后, 三类碳酸盐岩石中钾元素的溶解量随温度的升高而增大, 并且在 10~20 ℃ 条件下钾元素溶解速率最大, 但温度的变化对于磷元素的溶解量影响不大; 岩样养分含量中白云岩的钾元素与石灰岩的磷元素含量最少, 但是随着温度的升高, 它们的溶解量却是最大的; (3) 静水浸泡状态下白云岩中元素的溶解量多数较高, 而在动水滴溅状态中除白云岩的镁元素比石灰岩和灰质白云岩的镁元素溶解量高, 试验的其他三种元素钾、磷、钙元素中都是石灰岩溶解量高; 在动水滴溅的作用下, 随着滴溅时间的增加, 石灰岩的钙元素溶解量仅 1 h 的滴溅时间就增加了 2.55 倍, 超过了白云岩的钙元素溶解量。

关键词:碳酸盐岩; 静水浸泡; 动水滴溅; 养分释放

中图分类号: P599

文献标识码: A

文章编号: 1001—4810(2015)05—0452—08

0 引 言

贵州地处我国西南喀斯特地区的中心地带, 喀斯特广泛分布, 土壤零星浅薄, 土壤心土层常直接与碳酸盐岩基岩接触, 土层极不稳定, 一旦植被遭到破坏, 在降雨等外界条件诱发作用下, 易发生水土流失和土体整体滑动而使基岩裸露^[1], 加上长期不合理的土地利用活动影响, 使喀斯特地区石漠化问题尤为突出。水—岩作用中, 原岩化学成分组成是制约元素

溶出能力的本质因素^[2], 国内外学者的研究成果揭示了淋溶过程中元素浓度变化的地球化学机制, 进而了解碳酸盐岩风化作用过程^[3—7]。

在石漠化过程中降雨是土壤侵蚀的主要动力因子。我国西南岩溶地区由于溶隙及岩溶管道发育, 岩溶含水介质常为地表、地下的二元结构, 导致雨水、地表水和地下水的迅速转化^[8]。王全九等^[9—14]针对降雨—入渗—径流过程就是土壤溶质溶解、随入渗水和

资助项目: 中国地质调查项目(12120113005300); 岩溶动力学重点实验室委托课题(岩溶委托 2015—001, 水[2014]02—022—003, 水[2013]—02—013—003)

第一作者简介: 龙 偲(1988—), 女, 助理工程师, 水土保持与荒漠化防治专业。E-mail: lcms1019@163.com。

通讯作者: 周运超(1964—), 男, 博士, 教授, 从事岩溶土壤学研究。E-mail: yc409@163.com。

收稿日期: 2015—08—19

径流水迁移的过程进行了大量的研究和探讨。众多学者认为,在降雨过程中,降雨初期的雨滴打击作用使土壤表层溶质与雨水混合,当土壤入渗能力大于雨强时,雨水全部入渗,土壤表层部分溶质随入渗水向下层迁移,这样表层土壤溶质含量逐渐减少。随着降雨量增加,土壤表层含水率逐渐增大,土壤入渗能力逐步下降,入渗率等于或小于雨强,地表开始积水,并随之产生地表径流,同时也可能产生土壤侵蚀。降雨—入渗—径流与土壤相互作用过程是土壤养分流失的重要过程。

众多学者对喀斯特地区碳酸盐岩风化、土壤形成等已有大量的研究。陈武等^[15]在对贵州典型喀斯特区土壤地球化学特征研究时发现碳酸盐岩风化成土作用缓慢,土层较薄,土壤营养元素含量不足。王世杰等^[16]在碳酸盐岩风化成土作用的初步研究中论证了碳酸盐岩风化成土作用是我国南方岩溶地区土壤资源的一种重要成土机制。王德炉等^[17]对石漠化过程中土壤的物理性质和化学性质进行了研究,结果表明,随着石漠化的发展,土壤黏性增强,容重增加,孔隙度降低,坚实度加大,保蓄水肥能力和通透性降低,结构恶化;同时,侵蚀和淋溶程度加强,生物富集作用不断减弱,土壤有机质含量大大减少,引起了土壤中全氮、腐殖质、阳离子交换量等主要化学成分的降低,使土壤肥力下降,生产力逐渐丧失。但是就养分在岩石—土壤—植物之间的迁移问题研究较少,这种平衡十分复杂,各种形态的养分性质特殊,释放机理和影响因素皆不同,因此,养分补给问题,还处在不断探索中^[18]。本文以“动”和“静”两种状态为视角,探寻降雨作用下碳酸盐岩石养分释放规律,对进一步表明碳酸盐岩石对土壤的元素补给作用有着重要的应用价值和实践意义。

1 材料与方法

1.1 岩石采集与处理

以贵阳市花溪区降水量及该地区多数植物生长时节的气温为参照,在贵阳市花溪区的贵州大学南校区、将军山、花溪水库三地分别采集白云岩、灰质白云岩、石灰岩三类碳酸盐岩石。在规定的地层及岩性采样单元范围内以 3~5 处同类岩石组合成一个样品。使用地质锤打开基岩新鲜面,现场缩分成 2~3 cm 大小岩块后,将样品分别放入干净塑封袋内,封闭带口,

带回室内,在自然通风条件下风干。

对采集的岩样进行拆分、筛选,保证新鲜岩面外露,体积均一,并排除有单类矿物聚合的岩体。使用蒸馏水清洗经过破碎处理的岩样,去除杂质,置于烘箱烘干至恒重后,在室温下冷却。所采集岩样养分含量见表 1。

表 1 岩石组成 (g/kg)

Table 1 The composition of the rock (g/kg)

岩石名称	CaO	MgO	K ₂ O	P ₂ O ₅
石灰岩	539.10	7.90	0.35	0.09
灰质白云岩	390.70	46.90	0.46	0.15
白云岩	370.90	159.40	0.31	0.10

1.2 实验分析

以浸泡、滴水击溅新鲜岩体为实验手段,大致模拟自然条件下岩体表层积水及下渗的缝隙水在不同时长、不同温度以及滴水击溅作用的条件下岩石中养分的溶解效果。

(1)本实验控制各组实验周期分别为 1、3、5、10、15、20 d,涵盖贵阳地区降水规律及积水时长特征。将同等重量、大小均一的岩样置于已标记的 6 个相同大烧杯中,以水浸没,在相同室温 25 ℃ 下,浸泡不同时长。

(2)本实验采取了 10、20、30 ℃ 三个囊括了贵阳地区多数植物生长时节的气温进行对比。将同等重量、大小均一的岩样置于已标记的 3 个相同烧杯中,以水浸没,在不同温度下浸泡 24 h。

(3)本实验采用从 1 m 高度持续对样本进行滴溅 1 h、2 h、3 h,滴溅强度为 350 mL/h。实验过程中,在铁架台上部固定梨形分液漏斗,并将岩石置于铁架台中间、漏斗下端,可使漏斗中滴水恰好滴溅在岩石上,岩石下部放置一个烧杯,用来积存滴溅过程中剩余的水。

1.3 指标测定与计算

火焰光度法测定 K⁺ 含量,钼酸铵分光光度法测定 PO₄³⁻ 含量,EDTA 滴定法测定 Ca²⁺ 含量和总硬度,总硬度的含量减去 Ca²⁺ 的含量得出 Mg²⁺ 含量。运用 Excel、SPSS 软件对实验数据结果进行统计分析。

2 结果与分析

碳酸盐岩主要由方解石、白云石两种碳酸盐矿物组成,岩石主要类型为石灰岩和白云岩。石灰岩与白云岩中的化学成分相似,形成条件有密切联系,因而在白云岩与石灰岩之间有过渡类型的岩石存在,各种过渡性岩石的主要差别在于岩石中的 MgO 和 CaO 的含量比例,即白云岩和方解石的含量比例^[16]。石灰岩、白云岩和灰质白云岩虽均属于碳酸盐岩类,但由于构成岩石的成土矿物方解石和白云石的含量不

同,因此,决定了岩性的不同,进而发育成的土壤类型和质地也不完全相同^[19]。

2.1 静水浸泡作用下岩石的养分释放

2.1.1 浸泡时间对岩石养分释放的影响

图 1 为浸泡实验相同室温 $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ 条件下不同时长石灰岩、白云岩和灰质白云岩中钾、磷、钙以及镁元素溶解量对比图。在图中展示出三种岩石溶解量均随着浸泡时间的增加而增大,当浸泡时间达到 20 d 后,白云岩溶解量增加得更明显,钾元素溶解量中白云岩是灰质白云岩的 1.725 倍,是石灰岩的 3.45 倍;磷

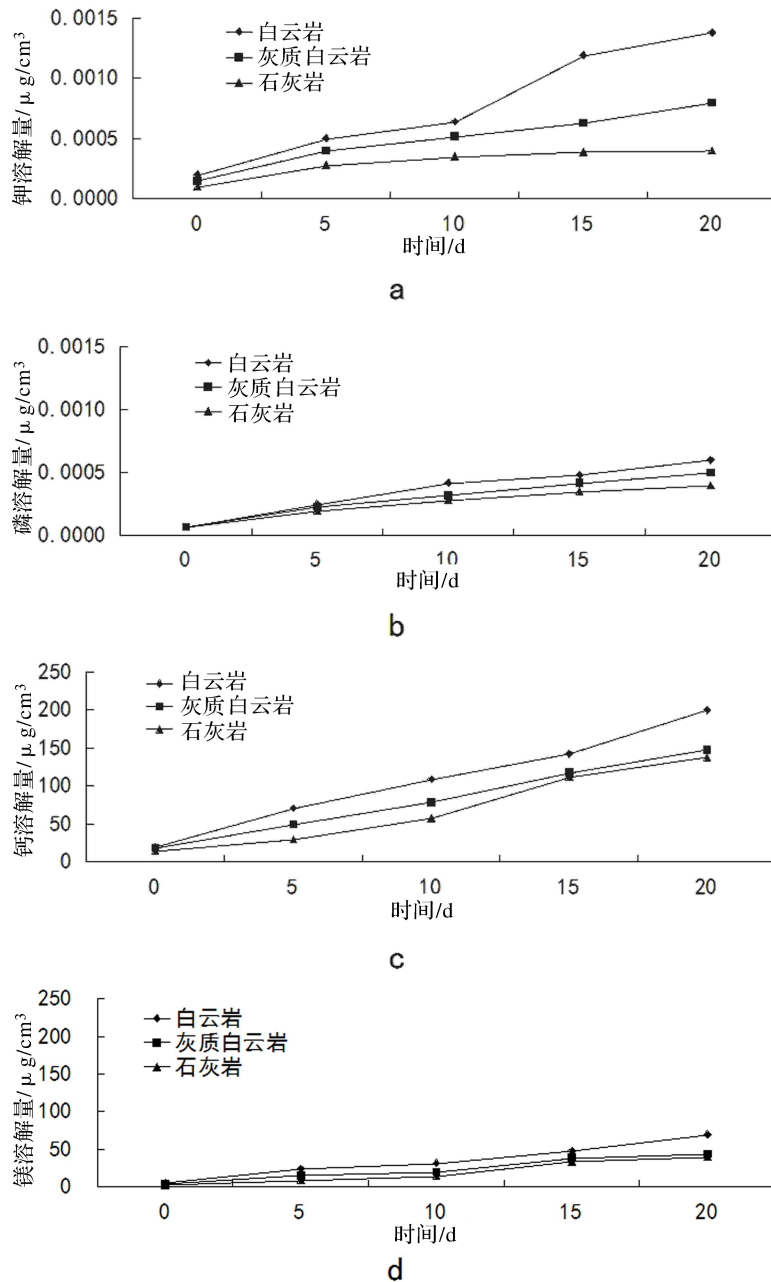


图 1 浸泡实验同温条件下不同时长钾(a)、磷(b)、钙(c)、镁(d)四种元素溶解量对比图

Fig. 1 The comparison on the dissolution of four elements at the same temperature in the soaking test: K (a), P(b), Ca(c), Mg(d)

元素溶解量中白云岩是灰质白云岩的 1.2 倍,是石灰岩的 1.5 倍;钙元素溶解量中白云岩是灰质白云岩的 1.35 倍,是石灰岩的 1.45 倍;镁元素溶解量中白云岩是灰质白云岩的 1.59 倍,是石灰岩的 1.75 倍。虽然三种岩样中白云岩的 CaO 和 K_2O 含量相对较少,但是在同温不同时间的浸泡下白云岩养分释放量都是最多的,且三种碳酸盐岩石的钙元素溶解量分别为

白云岩 $199.75 \mu\text{g}/\text{cm}^3$,灰质白云岩 $148.42 \mu\text{g}/\text{cm}^3$,石灰岩 $137.88 \mu\text{g}/\text{cm}^3$,远远高于其他三种元素的溶解量。

2.1.2 浸泡温度对岩石养分释放的影响

图 2a 中白云岩的钾元素溶解量最多,灰质白云岩其次,石灰岩最少,但三种岩样都呈现出同一特点,即 $0\sim 10^\circ\text{C}$ 时,白云岩、灰质白云岩和石灰岩的钾元

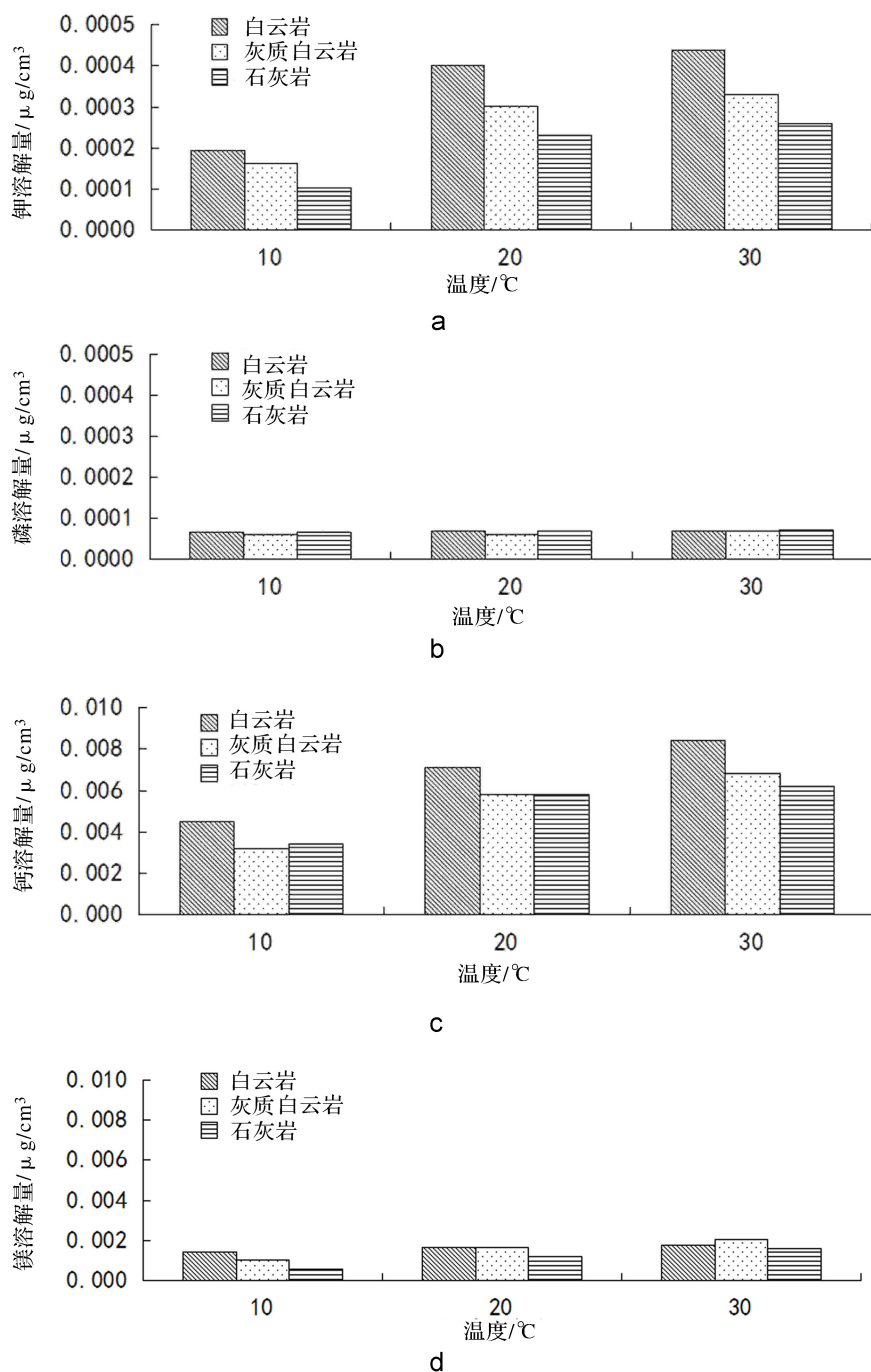


图 2 浸泡实验相同时间(24 h)条件下不同温度钾(a)、磷(b)、钙(c)、镁(d)四种元素溶解量对比图

Fig. 2 The comparison on the dissolution of four elements at different temperatures with same soaking time (24h): K (a), P (b), Ca(c), Mg (d)

素溶解量分别为 $0.000\ 195\ \mu\text{g}/\text{cm}^3$ 、 $0.000\ 162\ \mu\text{g}/\text{cm}^3$ 、 $0.000\ 103\ \mu\text{g}/\text{cm}^3$, 试验温度上升至 $20\ ^\circ\text{C}$ 时, 三种岩样的溶解量分别增加了 $0.000\ 205\ \mu\text{g}/\text{cm}^3$ 、 $0.000\ 139\ \mu\text{g}/\text{cm}^3$ 、 $0.000\ 127\ \mu\text{g}/\text{cm}^3$, 但是当温度从 $20\ ^\circ\text{C}$ 升到 $30\ ^\circ\text{C}$ 期间, 岩样溶解速率减慢, 增加量仅为 $20\ ^\circ\text{C}$ 时的五分之一左右, 这说明经过不同温度浸泡 24 h 后, 三类碳酸盐岩石中钾元素的溶解量随温度的升高而增大, 并且在 $10\sim 20\ ^\circ\text{C}$ 温度条件下钾元素溶解速率最大。表 1 中 P_2O_5 含量是灰质白云岩 $>$ 白云岩 $>$ 石灰岩, CaO 含量是石灰岩 $>$ 灰质白云岩 $>$ 白云岩, 与浸泡在不同温度条件下三种岩样的磷元素溶解量、钙元素溶解量在 $30\ ^\circ\text{C}$ 时的情况相反。同时磷元素溶解量在 $10\sim 30\ ^\circ\text{C}$, 白云岩、灰质白云岩、石灰岩溶解量仅增长了 $0.000\ 004\ \mu\text{g}/\text{cm}^3$ 、 $0.000\ 009\ \mu\text{g}/\text{cm}^3$ 、 $0.000\ 006\ \mu\text{g}/\text{cm}^3$ (图 2b), 可见温度的变化对于碳酸盐岩石中磷元素的溶解量影响不大。由图 2c 中可看出, 白云岩的钙元素在不同温度时溶解量皆为最高, 其溶解增长量是灰质白云岩的 1.08 倍, 是石灰岩的 1.56 倍。

另外, 当温度低于 $20\ ^\circ\text{C}$ 时, 石灰岩中钙元素的溶解量比灰质白云岩的高, 直到温度达到 $20\ ^\circ\text{C}$ 时两者溶解量相等, 灰质白云岩在温度高于 $20\ ^\circ\text{C}$ 后溶解速度增快, 钙元素溶解量渐渐大于石灰岩; 相似的情况出现在镁元素溶解量对比图 (图 2d) 中, $0\sim 20\ ^\circ\text{C}$ 时, 三类碳酸盐岩中镁元素溶解量为: 白云岩 $>$ 灰质白云岩 $>$ 石灰岩, 温度达到 $20\ ^\circ\text{C}$ 时, 白云岩与灰质白云岩镁元素溶解量相等, 之后灰质白云岩中镁元素的溶解速率随即加快, 温度在 $20\sim 30\ ^\circ\text{C}$ 期间, 三类碳酸盐岩中镁元素溶解量变化为: 灰质白云岩 $>$ 白云岩 $>$ 石灰岩。

2.2 动水滴溅作用下岩石的养分释放

观察图 3 的钾、磷两种元素溶解量情况, 发现开始滴溅到滴溅 1 h 再到滴溅 2 h, 钾、磷元素的溶解量是成倍增长的, 但是当滴溅时间达到 3 h 的时候, 灰质白云岩与白云岩的钾元素溶解量仅增加了 $0.006\ 7\ \mu\text{g}/\text{L}$, 石灰岩增加 $0.044\ \mu\text{g}/\text{L}$; 磷元素溶解量增长速率也逐渐变缓, 滴溅 2 h 的溶解量是滴溅 1 h 的 2 倍, 而滴溅 3 h 的溶解量减慢为滴溅 2 h 的 1.35 倍, 进一步说明即使灰质白云岩 K_2O 、 P_2O_5 的含量比白云岩和石灰岩多, 但在动水滴溅的作用下, 三类碳酸盐岩石的钾、磷元素溶解量都非常少, 这就使得在降雨条

件下碳酸盐岩石钾、磷两种元素养分释放量小。

石灰岩中 CaO 含量有 $539.10\ \text{g}/\text{kg}$, 因此, 在钙元素溶解量对比图中, 前 2 h, 钙元素溶解量展现为: 白云岩 $>$ 灰质白云岩 $>$ 石灰岩, 随着滴溅时间的增加, 从滴溅 2 h 的 $6.65\ \mu\text{g}/\text{L}$ 增长到滴溅 3 h 的 $16.97\ \mu\text{g}/\text{L}$, 仅 1 h 的滴溅时间石灰岩的钙元素溶解量就增加了 2.55 倍, 超过白云岩的钙元素溶解量。相同的, 白云岩中 MgO 含量为 $159.4\ \text{g}/\text{kg}$, 所以白云岩中仅镁元素溶解量一直较其他两种碳酸盐岩石的溶解量高。

3 讨 论

(1) 经过众多学者对白云岩与石灰岩石漠化速度差异原因的分析, 发现由于组成白云岩的矿物大多是后生和次生的, 矿物颗粒之间微孔隙较石灰岩发育, 平均孔隙率也较石灰岩大^[20], 所以在同温不同长时间的静水浸泡作用下, 岩石的裂隙孔隙越发育, 越容易保存水, 而水的膨胀系数较岩石大, 在昼夜冷热交替作用下, 其膨胀和收缩作用就会造成围岩裂开变大, 甚至破碎, 促进物理风化和成壤, 即白云岩岩石的养分更容易得到释放。同时可从图 2 中看出不同浸泡时间下三种碳酸盐岩石的钙元素溶解量远远高于其他三种元素的溶解量, 这样就会使得喀斯特地区碳酸盐岩石发育下的土壤具有高含量的钙离子, 使土壤腐殖质中胡敏酸的含量比例较高, 且稳定性好, 不易分解的腐殖质使土壤供应营养元素具缓效性^[21]。

(2) 环境温度与碳酸盐岩有着明显且复杂的影响, 将图 2 中 24 h 浸泡实验不同温度条件下钾(a)、磷(b)、钙(c)、镁(d)四种元素溶解量与表 1 的岩样养分含量进行对比, 可看出并不是岩石中元素含量越高, 随温度的升高溶解量就会越大, 相反, 白云岩中的钾元素与石灰岩中的磷元素含量最少, 但是随着温度的升高, 它们的溶解量却是最大的。当温度处于 $20\ ^\circ\text{C}$ 这一节点时, 三类碳酸盐岩的溶蚀速率变化较大, 且各元素溶解量相差在 1 倍以上。

(3) 由于石灰岩 (CaCO_3) 和白云岩 [$\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$] 化学成分的差异, 决定石灰岩的元素迁移以钙元素为主, 而白云岩的元素迁移以钙、镁元素为主^[22]。故随着滴溅时间的增加, 石灰岩的钙元素溶解量仅 1 h 的滴溅时间就增加了 2.55 倍, 超过白云

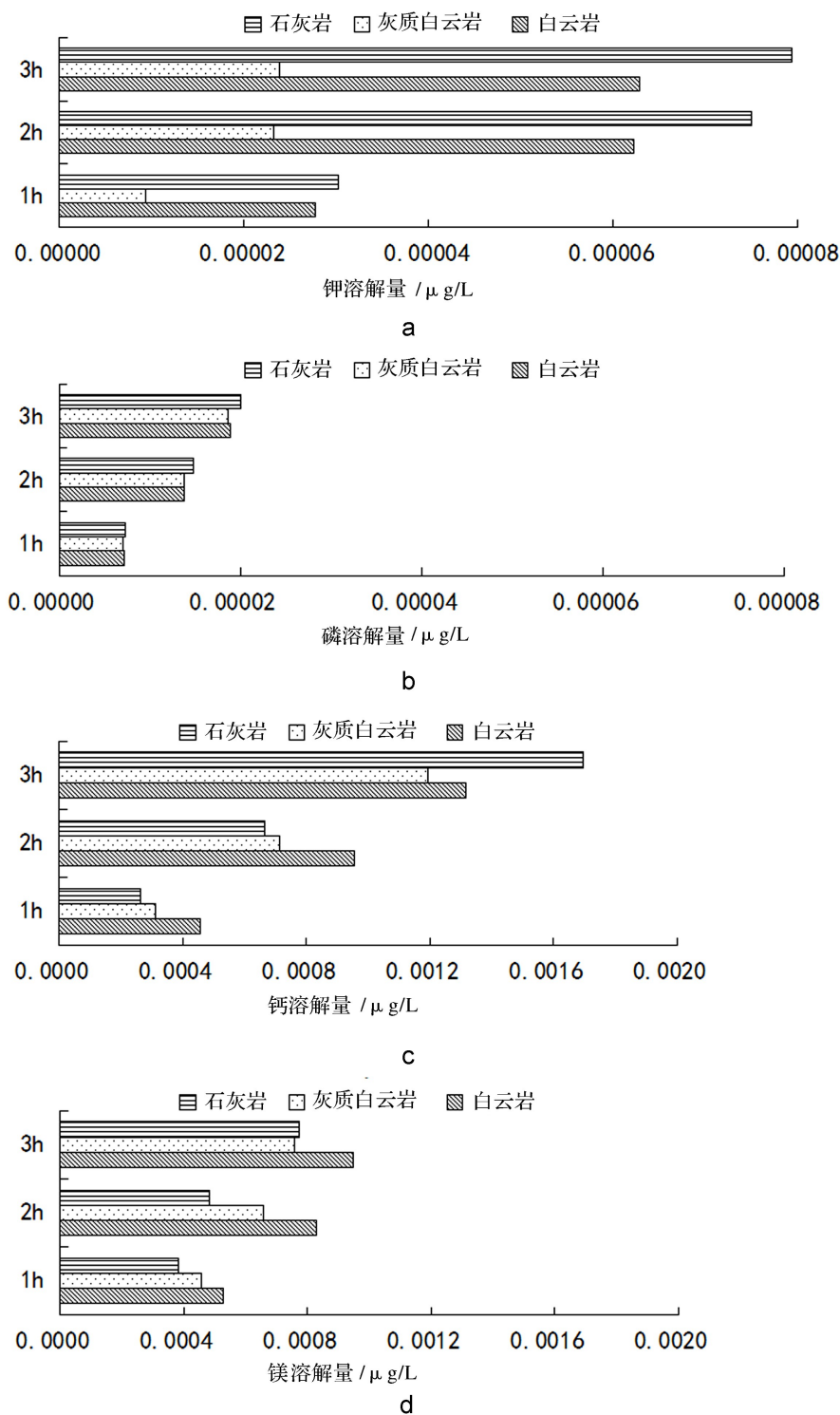


图3 动水滴溅实验各时段钾(a)、磷(b)、钙(c)、镁(d)四种元素溶解量对比图

Fig. 3 The comparison on the dissolution of four elements in the dripping test: K (a), P (b), Ca (c), Mg (d)

岩的钙元素溶解量。然而石灰土中钙主要以交换态形式为主,而且具有表聚性,这表明土壤中钙具有活跃的迁移状态和生物作用,而镁虽然交换态形式也是其迁移的主要形态,但其比例很小,且与有机质结合时也以紧结态形式为主。因而与母岩相比,镁在土壤中相对积累^[23]。

4 结 论

(1)由实验得出,模拟降雨下碳酸盐岩石的养分溶解量与时间、温度呈线性相关关系。在相同室温 25℃不同浸泡时长条件下,白云岩中各元素溶解量均为最高,且三种碳酸盐岩石的钙元素溶解量远远高于其他三种元素的溶解量。不同元素的溶解量在不同时间温度条件下,其溶解量的增长是不均一的。经过不同温度浸泡 24 h 后,三类碳酸盐岩石中钾元素的溶解量随温度的升高而增大,并且在 10~20℃温度条件下钾元素溶解速率最大。可是温度的变化对于碳酸盐岩中磷元素的溶解量影响不大。不同温度条件下三类碳酸盐岩的磷、钙元素溶解量与其自身元素含量的分布情况相反,岩样养分含量中白云岩的钾元素与石灰岩的磷元素含量最少,但是随着温度的升高,它们的溶解量却是最大的。

(2)静水浸泡状态下白云岩中元素的溶解量多数较高,而在动水滴溅状态中除白云岩的镁元素比石灰岩和灰质白云岩的镁元素溶解量高,试验的其他三种元素钾、磷、钙元素中都是石灰岩溶解量高。在动水滴溅的作用下,随着滴溅时间的增加,石灰岩的钙元素溶解量仅 1 h 的滴溅时间就增加了 2.55 倍,超过了白云岩的钙元素溶解量。

参考文献

- [1] 莫彬,曹建华,徐祥明,等.岩溶石漠化演替阶段土壤质量退化的预警指标评价[J].水土保持研究,2007,14(3):16—18.
- [2] 冯志刚,马强,李石朋,等.模拟不同气候条件下碳酸盐岩风化作用的淋溶实验研究[J].中国岩溶,2012,31(4):361—376.
- [3] 孙承兴,王世杰,刘秀明,等.碳酸盐岩风化壳岩—土界面地球化学特征及其形成过程:以贵州花溪灰岩风化壳剖面为例[J].矿物学报,2002,22(2):126—132.
- [4] 李景阳,朱立军,梁风.碳酸盐岩风化壳界面土层的结构和矿物学特征[J].中国岩溶,2000,19(4):301—307.
- [5] 朱立军,李景阳.岩溶环境中岩—土界面方解石的表面化学特征及其反应机理[J].中国岩溶,1997,16(1):19—23.
- [6] 李明琴,张竹如,王智勇,等.用岩—土显微特征示踪碳酸盐岩母岩的成土过程:以贵阳市大山洞岩土剖面为例[J].地球与环境,2005,33(4):77—82.
- [7] Merino E, Banerjee A. Terra rossa genesis, implications for karst, and eolian dust: a geodynamic thread[J]. The Journal of Geology, 2008, 116(1): 62—75.
- [8] 杨平恒,罗鉴银,袁道先,等.降雨条件下岩溶槽谷泉水的水文地球化学特征[J].水利学报,2009,40(1):67—74.
- [9] 王全九,王文焰,沈冰,等.降雨—地表径流—土壤溶质相互作用深度[J].土壤侵蚀与水土保持学报,1998,4(2):41—46.
- [10] 王全九,邵明安,李占斌,等.黄土区农田溶质径流过程模拟方法分析[J].水土保持研究,1999,6(2):67—71,104.
- [11] 王全九,沈晋,王文焰,等.降雨条件下黄土坡面溶质随地表径流迁移实验研究[J].水土保持学报,1993,7(1):11—17,52.
- [12] 王全九,王文焰,沈晋.黄土坡面溶质径流迁移的对流质量传递模型[J].水土保持研究,1994,1(5):12—15.
- [13] 王全九,沈冰,王文焰.降雨动能对溶质径流过程影响的实验研究[J].西北水资源与水工程,1998,9(1):17—21.
- [14] 王全九,张江辉,丁新利,等.黄土区土壤溶质径流迁移过程影响因素浅析[J].西北水资源与水工程,1999,10(1):9—13.
- [15] 陈武,任明强,芦正艳,等.贵州典型喀斯特区土壤地球化学特征研究[J].中国岩溶,2010,29(3):246—252.
- [16] 王世杰,季宏兵,欧阳自远,等.碳酸盐岩风化成土作用的初步研究[J].中国科学(D辑),1999,29(5):441—449.
- [17] 王德炉,朱守谦,黄宝龙.石漠化过程中土壤理化性质变化的初步研究[J].山地农业生物学报,2003,22(3):204—207.
- [18] 熊康宁,黎平,周忠发.喀斯特石漠化的遥感 G1S 典型研究:以贵州省为例[M].北京:地质出版社,2002:26—28,45.
- [19] 王数,东野光亮.地质学与地貌学教程[M].北京:中国农业大学出版社,2005:61—63.
- [20] 赵洋毅,周运超,段旭.黔中喀斯特地区不同岩性土壤的抗蚀抗冲性研究[J].安徽农业科学,2007,35(29):9311—9313,9317.
- [21] 王尚彦,况顺达,戴传固,等.白云岩和石灰岩山区石漠化速度差异原因分析[J].贵州地质,2009,26(1):49—51.
- [22] 曹建华,袁道先,潘根兴.岩溶生态系统中的土壤[J].地球科学进展,2003,18(1):37—44.
- [23] 蒋忠诚.岩溶动力系统中的元素迁移[J].地理学报,1999,54(5):438—444.

Preliminary research on dissolution of carbonate rocks and major element release under the conditions of stagnant water and dripping water

LONG Si¹, CHEN Zhong-ji¹, ZHOU Yun-chao¹, ZHANG Chun-lai²

(1. College of Forestry, Guizhou University, Guiyang, Guizhou 550025, China;

2. Institute of Karst Geology, CAGS/Key Laboratory of Karst Dynamics, MLR&GZAR/The International Research

Center on Karst under the Auspices of UN ESCO, Guilin, Guangxi 541004, China)

Abstract To further understand the dissolution of carbonate rock and the release of the major elements under the different conditions of stagnant and dripping water, three types of carbonate rock samples, i. e. dolomite, calcite dolomite, and limestone, were collected from Guizhou University South Campus in Huaxi district of Guiyang City, Jiangjun hill and Huaxi reservoir, respectively, to conduct the tests of soaking them in stagnant water and splashing them by dripping water. The dissolution of four major elements potassium (as K), phosphorus (as P), calcium (as Ca) and magnesium (as Mg) for each type of rock under each condition were measured. The results showed that: (1) at the same temperature 25 °C, when soaking for 20 days, the highest dissolved amount on all four elements occurred in dolomite, i. e. $K-0.00138 \mu\text{g}/\text{cm}^3$, $P-0.0006 \mu\text{g}/\text{cm}^3$, $\text{Ca}-199.75 \mu\text{g}/\text{cm}^3$ and $\text{Mg}-70 \mu\text{g}/\text{cm}^3$. Also, the dissolution of Ca were the highest in all three types of carbonate rocks, i. e. $199.75 \mu\text{g}/\text{cm}^3$ in dolomite, $148.42 \mu\text{g}/\text{cm}^3$ in calcite dolomite and $137.88 \mu\text{g}/\text{cm}^3$ in limestone, which was far higher than other three elements. (2) When soaking at different temperatures, the dissolution of K increased with temperature in all three types of carbonate rocks. At the temperature between 10 °C and 20 °C, the dissolution rate of K reached to the maximum, while the dissolution of P showed very little response to temperature change. In terms of the constituent contents in the samples, K in dolomite and P in limestone had the lowest value; however, their dissolution was the largest when temperature increases. (3) Under the condition of rock soaking in stagnant water, the dissolution of most elements in dolomite was higher than other two types of carbonate rock. However, under the condition of splashing by dripping water, the dissolution of Mg was higher in dolomite than in calcite dolomite and limestone while the dissolution of all other three elements was higher in limestone. Under the condition of dripping water, with the increase of dripping time, the dissolution of Ca had increased by 2.55 times in one hour, which far exceeded the dissolution of Ca in dolomite.

Key words carbonate, stagnant water immersion, water splash, nutrient release

(编辑 黄晨晖)