

# 关于风化壳中化学元素迁移与累积計算方法的探討

(以广东琼雷地区富鋁化風化壳为例)\*

曾水泉 易紹楨

(地 理 系)

华南热带地区, 水分热量极其丰富, 生物特别活跃, 促使岩石矿物强烈风化, 化学元素轉化和迁移很快, 形成了深厚的风化壳。目前对华南的风化壳还很少研究, 本文系根据中国科学院土壤研究所的土壤矿物分析結果(見1958年土壤专报(第31期)第42頁和74頁), 拟訂关于风化壳中元素迁移与累积的計算方法, 从而探索我国热带地区富鋁化风化壳形成发展的动向。

## 一 风化壳中化学元素迁移和累积的計算方法

根据岩石和风化壳中, 各种化学元素的迁移率(或累积率)与这些化合物在岩石及某一层中含量(%)函数的关系, 拟訂計算公式如下:

$$y = \left( \frac{m}{n} - 1 \right) \cdot 100 \dots\dots\dots (1)$$

y——該化合物的相对迁移率或相对累积率, m——該化合物在某一层中的含量(%), n——該化合物在母岩中的含量(%)。

援引海南島福山剖面标本驗証, 如半风化层中的  $\text{SiO}_2$  含量为42.55%, 即  $m = 42.55$ , 而在母岩中  $\text{SiO}_2$  为49.24%, 即  $n = 49.24$ , 从而半风化层中  $\text{SiO}_2$  的

- 本文原以“广东境内富鋁化风化壳的主要化学地理过程与特征”为题, 于1961年年底写成, 曾在我校第五次(1962年校庆)科学討論会时提出討論。文中公式(1)原为  $y = \pm \left( 1 - \frac{m}{n} \right) \cdot 100$ , 根据何强等同志意見, 改为  $y = \left( \frac{m}{n} - 1 \right) \cdot 100$ 。这公式与1963年底所到的苏联科学院出版“Исследования в области генезиса почв”一书, 第28頁所列公式相一致。

又本文曾經唐永鑾、黎积祥同志审閱, 并提出宝贵意見; 董汉飞、李世珍兩同志代譯外文摘要, 特此致謝。

相对迁移率为:

$$y = \left( \frac{42.55}{49.24} - 1 \right) \cdot 100 = -13.58 \%$$

按此公式计算结果列成附表 1—2。

表 1 雷州半岛(徐闻)富铝化风化壳中各化合物淋溶与累积表

| 化合物                              | 深度<br>(厘米) | 淋 溶 与 累 积 |          |          |          |             | 玄武岩<br>含 量<br>(%) |       |
|----------------------------------|------------|-----------|----------|----------|----------|-------------|-------------------|-------|
|                                  |            | 0—20      | 20—50    | 50—80    | 80→      | 半风化层<br>玄武岩 |                   |       |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>   |            | 93.74     | 89.13    | 99.18    | 103.98   | 46.24       | 100               | 15.83 |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> * |            | 168.14    | 168.26   | 148.52   | 157.52   | 143.21      | 100               | 6.78  |
| TiO <sub>2</sub>                 |            | 53.06     | 60.10    | 49.49    | 43.94    | 19.19       | 100               | 1.98  |
| H <sub>2</sub> O                 |            | 27560.00  | 27300.00 | 26900.00 | 27960.00 | 18460.00    | 100               | 0.05  |
| MnO                              |            | 47.05     | 58.82    | 47.05    | 41.17    | 5.88        | 100               | 0.17  |
| CaO                              |            | — 100     | — 100    | — 100    | —98.98   | —92.98      | 100               | 8.84  |
| Na <sub>2</sub> O                |            | —99.16    | —98.88   | —97.77   | —98.88   | —78.27      | 100               | 3.59  |
| MgO                              |            | —93.48    | —93.48   | —94.34   | —94.72   | —69.62      | 100               | 8.13  |
| K <sub>2</sub> O                 |            | —88.31    | —87.01   | —87.01   | —85.71   | —28.57      | 100               | 0.77  |
| SiO <sub>2</sub>                 |            | —37.56    | —35.65   | —35.93   | —37.40   | —13.65      | 100               | 49.28 |

计算者: 曾水泉、易绍植

表 2 海南(福山)富铝化风化壳中各化合物淋溶与累积表

| 化合物                              | 深度<br>(厘米) | 淋 溶 与 累 积 |          |          |          |             | 玄武岩<br>含 量<br>(%) |       |
|----------------------------------|------------|-----------|----------|----------|----------|-------------|-------------------|-------|
|                                  |            | 0—30      | 30—50    | 50—80    | 80→      | 半风化层<br>玄武岩 |                   |       |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>   |            | 43.96     | 84.58    | 81.74    | 86.35    | 46.24       | 100               | 15.83 |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> * |            | 216.37    | 167.10   | 186.72   | 191.44   | 142.62      | 100               | 6.78  |
| TiO <sub>2</sub>                 |            | 15.65     | 17.17    | 19.19    | 34.34    | 19.19       | 100               | 1.98  |
| H <sub>2</sub> O                 |            | 23160.00  | 23560.00 | 23740.00 | 23520.00 | 13460.00    | 100               | 0.05  |
| MnO                              |            | 11.76     | -11.76   | -11.76   | -11.76   | 5.88        | 100               | 0.17  |
| CaO                              |            | - 100     | - 100    | - 100    | - 100    | -92.98      | 100               | 8.84  |
| Na <sub>2</sub> O                |            | -97.77    | -98.23   | -98.61   | —        | -78.27      | 100               | 3.59  |
| MgO                              |            | -94.21    | -93.84   | -94.71   | -91.26   | -69.61      | 100               | 8.13  |
| K <sub>2</sub> O                 |            | -92.20    | -92.20   | -93.50   | -93.50   | -28.57      | 100               | 0.77  |
| SiO <sub>2</sub>                 |            | -29.32    | -27.80   | -30.25   | -30.03   | -13.58      | 100               | 49.24 |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>    |            | -22.72    | -31.38   | -37.27   | -40.90   | -18.18      | 100               | 0.22  |

计算者: 曾水泉、易绍植

\* 包括FeO折算为Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>的数值。

根据附表1—2的数据,进一步将母岩中所有被淋溶(或被累积)化合物含量之积减去它們在某一层中的含量之和得出各层化合物总量的相对迁移率和相对累积率。

从附表2中可看出福山剖面半风化层中被迁移的化合物有  $\text{SiO}_2$ 、 $\text{MgO}$ 、 $\text{CaO}$ 、 $\text{K}_2\text{O}$ 、 $\text{Na}_2\text{O}$  和  $\text{P}_2\text{O}_5$ , 它們含量之和为47.15, 而它們在母岩中含量之和为70.79, 则半风化层的相对迁移率为:

$$70.79 - 47.15 = 23.64$$

計算結果列成附表3—4。

表3 雷州半島(徐聞)富鋁化风化壳分层化合物总量的  
相对淋溶与累积率

| 深度(Cm) | 0—20  | 20—50 | 50—80 | 80以下  | 半风化层  |
|--------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 相对淋溶率  | 38.23 | 37.16 | 37.62 | 39.34 | 29.66 |
| 相对累积率  | 36.11 | 35.51 | 37.58 | 39.94 | 24.46 |

〔表中各层数字相加不等于100, 是因为有机质等未計入所致〕

計算者: 曾水泉、易紹楨

表4 海南島(福山)富鋁化风化壳分层化合物总量的  
相对淋溶与累积率

| 深度(Cm) | 0—30  | 30—50 | 50—80 | 80以下  | 半风化层  |
|--------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 相对淋溶率  | 33.76 | 34.37 | 33.61 | 34.22 | 23.64 |
| 相对累积率  | 27.33 | 33.13 | 34.22 | 33.86 | 23.28 |

〔表中各层数字相加不等于100, 是因为有机质等未計入所致〕

計算者: 曾水泉、易紹楨

从两个剖面的全量分析結果(注1)可以看出: 两地母岩的化学成分及其含量是很少差异的。但在风化层中, 一些化合物的含量却有波动, 說明这些化合物的迁移和累积, 不是单向进行的。

从附表1—4中, 我們可看出瓊雷地区富鋁化风化壳化学元素迁移和累积的基本特点:

1. 两者的化合物相对迁移和相对累积序列如下:

(1) 雷州半島徐聞:

风化层(注2): 相对迁移序列:  $\text{CaO} > \text{Na}_2\text{O} > \text{MgO} > \text{K}_2\text{O} > \text{SiO}_2$ ,

相对累积序列:  $\text{H}_2\text{O} > \text{Fe}_2\text{O}_3 > \text{Al}_2\text{O}_3 > \text{TiO}_2 > \text{MnO}$ 。

〔注1〕: 中国科学院土壤研究所专刊, 1958年土壤专报(第31号)北京科学出版社: 第42頁和74頁。

〔注2〕: 采样多在80Cm以上, 80Cm——母岩只采一个样, 以下均同。

半风化层: 相对迁移序列:  $\text{CaO} > \text{Na}_2\text{O} > \text{MgO} > \text{K}_2\text{O} > \text{SiO}_2$   
 相对累积序列:  $\text{H}_2\text{O} > \text{Fe}_2\text{O}_3 > \text{Al}_2\text{O}_3 > \text{TiO}_2 > \text{MnO}$ 。

## (2) 海南島福山

风化层: 相对迁移序列:  $\text{CaO} > \text{Na}_2\text{O} > \text{MgO} > \text{K}_2\text{O} > \text{P}_2\text{O}_5 > \text{SiO}_2 > \text{MnO}$ 。

相对累积序列:  $\text{H}_2\text{O} > \text{Fe}_2\text{O}_3 > \text{Al}_2\text{O}_3 > \text{TiO}_2$

半风化层: 相对迁移序列:  $\text{CaO} > \text{Na}_2\text{O} > \text{MgO} > \text{K}_2\text{O} > \text{P}_2\text{O}_5 > \text{SiO}_2$

相对累积序列:  $\text{H}_2\text{O} > \text{Fe}_2\text{O}_3 > \text{Al}_2\text{O}_3 > \text{TiO}_2 > \text{MnO}$

可見两者被迁移和累积的化合物, 除  $\text{MnO}$  外, 都是相同的。在排列顺序上也是一致的。

2. 化合物的迁移强度和累积强度均可分为三组:

|       |                      |                                                       |                                                   |
|-------|----------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| 迁移强度: | $\text{CaO}$         | $\text{Na}_2\text{O}, \text{MgO}, \text{K}_2\text{O}$ | $\text{SiO}_2, \text{P}_2\text{O}_5$              |
|       | 100%                 | $<100\% \text{---} >50\%$                             | $<50\%$                                           |
| 累积强度: | $\text{H}_2\text{O}$ | $\text{Fe}_2\text{O}_3$                               | $\text{Al}_2\text{O}_3, \text{TiO}_2, \text{MnO}$ |
|       | $n \cdot 100^{100}$  | $n \cdot 100$                                         | $n \cdot 100^{-100}$                              |

3. 从整个剖面来看, 相对累积是小于相对迁移的。因为, 这里除了  $\text{H}_2\text{O}$  的含量是绝对地增加外, 其他化合物都只有绝对的淋失。各累积化合物含量的增加, 都仅是相对含量的增加, 且多为三氧化物。

其次, 我們进一步了解风化壳中各种元素含量及其相对迁移与相对累积的强度。计算公式如下:

$$Z = \frac{Q}{P} \cdot n \cdot 16 \dots \dots \dots (2)$$

$$X = Q - Z \dots \dots \dots (3)$$

式中  $Z$ ——在某一层内, 某氧化物中氧的含量,  $Q$ ——某氧化物在某一层中的含量。 $X$ ——某一层内该氧化物中金属元素或非金属元素的含量;  $n$ ——某氧化物中所含氧原子的个数, 16——氧的原子量,  $P$ ——某氧化物的分子量。

例如徐闻剖面的 0——20Cm 这一层中,  $\text{SiO}_2$  的含量为 30.77( $Q$ ), 而  $\text{SiO}_2$  的分子量为 60.09( $P$ ),  $\text{SiO}_2$  中有 2 个( $n$ )氧原子。从而该层  $\text{SiO}_2$  中氧的含量为:

$$Z = \frac{30.77}{60.09} \times 2 \times 16 = 15.78 \text{ .}$$

而该层 Si 的含量则为:  $X = 30.77 - 15.78 = 14.99 \text{ .}$

其计算结果列于附表 5—6 中。

并运用公式(1)(只須将式中氧化物的含量改为元素含量)计算出各元素在风化层和半风化层中的相对迁移率和相对累积率, 亦列在附表 5—6 中。

表5 雷州半島(徐聞)富鋁化風化壳中各元素的含量表

| 深度<br>(Cm)     | O      | Si     | Fe     | Al     | Ti     | H      | Mn     | K      | Mg     | Na     | Ca     | P      | Si/R <sub>2</sub> |
|----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------------------|
| 0-20           | 49.88  | 14.99  | 12.82  | 16.24  | 1.82   | 1.53   | 0.19   | 0.07   | 0.32   | 0.02   | 痕      | —      | 未算                |
| 20-50          | 50.11  | 14.83  | 12.90  | 15.05  | 1.90   | 1.52   | 0.11   | 0.08   | 0.32   | 0.03   | 痕      | —      | —                 |
| 50-80          | 50.35  | 14.76  | 12.63  | 16.69  | 1.77   | 1.50   | 0.19   | 0.08   | 0.28   | 0.06   | 痕      | —      | —                 |
| 80以下           | 50.93  | 14.41  | 13.04  | 17.10  | 1.71   | 1.56   | 0.19   | 0.09   | 0.26   | 0.03   | 0.06   | 0.04   | —                 |
| 半風化層           | 49.20  | 19.89  | 12.13  | 12.26  | 1.42   | 1.03   | 0.14   | 0.36   | 1.49   | 0.58   | 0.44   | 0.08   | 4.87              |
| 玄武岩            | 44.28  | 23.04  | 8.75   | 8.38   | 1.19   | 0.01   | 0.13   | 0.64   | 4.90   | 1.66   | 6.32   | 0.10   | 7.96              |
| 0-80以下<br>平均含量 | 50.32  | 14.90  | 12.86  | 16.27  | 1.81   | 1.53   | 0.17   | 0.08   | 0.30   | 0.035  | 0.015  | 0.04   | 3.22              |
| 元素迁移与聚积率       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |                   |
| 0-80以下         | +13.64 | -25.32 | +46.97 | +94.15 | +52.20 | +15200 | +30.76 | -87.50 | -93.87 | -78.91 | -99.92 | -60.00 | —                 |
| 半風化層           | +11.11 | -13.67 | +33.62 | +58.23 | +19.32 | +10300 | +7.69  | -43.70 | -69.59 | -65.06 | -93.10 | -20.00 | —                 |

〔表中氧的含量是該層所有氧化物中含氧的总量〕

計算者：曾水泉、易紹楨

表 6 海南岛(福山)富铝化风化壳中各元素的含量表

| 深<br>(Cm)      | O      | Si     | Fe     | Al     | Ti     | H       | Mn    | K      | Mg     | Na     | Ca     | P      | Si/R <sub>2</sub> |
|----------------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|-------------------|
| 0—30           | 47.02  | 16.27  | 15.13  | 11.96  | 1.37   | 1.29    | 0.15  | 0.05   | 0.28   | 0.06   | 痕      | 0.07   | —                 |
| 30—50          | 50.10  | 16.62  | 12.88  | 15.67  | 1.39   | 1.31    | 0.12  | 0.05   | 0.30   | 0.04   | 痕      | 0.06   | —                 |
| 50—80          | 49.26  | 16.06  | 14.68  | 15.70  | 1.41   | 1.33    | 0.12  | 0.04   | 0.05   | 0.04   | 痕      | 0.07   | —                 |
| 80以下           | 50.27  | 16.11  | 14.72  | 15.62  | 1.59   | 1.31    | 0.12  | 0.04   | 0.43   | —      | 痕      | 0.06   | —                 |
| 半风化层           | 49.36  | 19.90  | 12.11  | 12.26  | 1.41   | 1.03    | 0.14  | 0.36   | 1.49   | 0.58   | 0.44   | 0.08   | 4.87              |
| 玄武岩            | 44.26  | 23.02  | 8.75   | 8.38   | 1.11   | 0.06    | 0.13  | 0.64   | 4.90   | 1.66   | 6.32   | 0.10   | 7.96              |
| 0—80以下<br>平均含量 | 49.16  | 16.27  | 14.35  | 14.74  | 1.44   | 1.31    | 0.127 | 0.045  | 0.265  | 0.046  | 0      | 0.065  | 3.21              |
| 元素迁移与累积率       |        |        |        |        |        |         |       |        |        |        |        |        |                   |
| 0—80以下         | +13.55 | -29.32 | +86.85 | +75.89 | +29.73 | +13000  | -2.31 | -92.96 | -94.54 | -72.28 | -100   | -35.00 | —                 |
| 半风化层           | +11.52 | -13.55 | +38.40 | +46.30 | +27.02 | +9902.9 | +7.14 | -43.75 | -69.59 | -65.06 | -93.03 | -20.00 | —                 |

〔表中氧的含量是该层所有化合物中含氧的总量〕

计算者:曾水泉、易绍植

从附表5—6中的数值可以看出各种元素迁移、累积和组合的基本特征。

1. 雷州半岛的剖面中的元素含量顺序和分组如下:

|       |                    |                                 |                      |                     |
|-------|--------------------|---------------------------------|----------------------|---------------------|
| 风化层:  | $O > Al > Si > Fe$ | $> Ti > H$                      | $> Mg > Mn$          | $> K > P > Na > Ca$ |
|       | $n \cdot 10\%$     | $n \cdot 1\%$                   | $n \cdot 0.1\%$      | $n \cdot 0.01\%$    |
| 半风化层: | $O > Si > Al > Fe$ | $> Mg > Ti > H$                 | $> Na > Ca > K > Mn$ | $> P$               |
|       | $n \cdot 10\%$     | $n \cdot 1\%$                   | $n \cdot 0.1\%$      | $n \cdot 0.01\%$    |
| 玄武岩:  | $O > Si$           | $> Fe > Al > Ca > Mg > Na > Ti$ | $> K > Mn > P$       | $> H$               |
|       | $n \cdot 10\%$     | $n \cdot 1\%$                   | $n \cdot 0.1\%$      | $n \cdot 0.01\%$    |

2. 海南岛剖面的元素含量顺序和分组如下:

|       |                    |                                 |                      |                  |             |
|-------|--------------------|---------------------------------|----------------------|------------------|-------------|
| 风化层:  | $O > Si > Al > Fe$ | $> Ti > H$                      | $> Mg > Mn$          | $> P > Na > K$   | $> Ca$      |
|       | $n \cdot 10\%$     | $n \cdot 1\%$                   | $n \cdot 0.1\%$      | $n \cdot 0.01\%$ | $\approx O$ |
| 半风化层: | $O > Si > Al > Fe$ | $> Mg > Ti > H$                 | $> Na > Ca > K > Mn$ | $> P$            |             |
|       | $n \cdot 10\%$     | $n \cdot 1\%$                   | $n \cdot 0.1\%$      | $n \cdot 0.01\%$ |             |
| 玄武岩:  | $O > Si$           | $> Fe > Al > Ca > Mg > Na > Ti$ | $> K > Mn > P$       | $> H$            |             |
|       | $n \cdot 10\%$     | $n \cdot 1\%$                   | $n \cdot 0.1\%$      | $n \cdot 0.01\%$ |             |

由上可见, 两者的元素含量, 在分组上可说完全一致, 只是在个别组中个别元素的排列位置稍有调换。

3. 雷州半岛剖面的元素迁移与累积序列分组为:

|       |     |                             |                              |
|-------|-----|-----------------------------|------------------------------|
| 风化层:  | 迁移: | $Ca >$                      | $Mg > K > Na > P > Si$       |
|       |     | $\approx n \cdot 100\%$     | $n \cdot 10\%$               |
|       | 累积: | $H >$                       | $Al > Ti > Fe > Mn > O$      |
|       |     | $n \cdot 10000\%$           | $n \cdot 10\%$               |
| 半风化层: | 迁移: | $Ca > Mg > Na > K > P > Si$ |                              |
|       |     | $n \cdot 10\%$              |                              |
|       | 累积: | $H >$                       | $Al > Fe > Ti > O > Mn$      |
|       |     | $n \cdot 10000\%$           | $n \cdot 10\%$ $n \cdot 1\%$ |

4. 海南岛剖面的元素迁移与累积和分组为:

|      |     |                 |                        |               |
|------|-----|-----------------|------------------------|---------------|
| 风化层: | 迁移: | $Ca >$          | $Mg > K > Na > P > Si$ | $> Mn$        |
|      |     | $n \cdot 100\%$ | $n \cdot 10\%$         | $n \cdot 1\%$ |

|           |                 |               |
|-----------|-----------------|---------------|
| 累积:       | H>              | Fe>Al>Ti>O    |
|           | n·10000%        | n·10%         |
| 半风化层: 迁移: | Ca>Mg>Na>K>P>Si |               |
|           | n·10%           |               |
| 累积:       | H>              | Al>Fe>Ti>O>Mn |
|           | n·10000%        | n·10% n·1%    |

按照一般惯例,只计算出化合物的迁移数值,并据此数值来排列化学元素的迁移序列。但将我们计算出的化合物和化学元素的迁移与累积序列加以对比时,就清楚地看出它们之间在顺序上有很大差异,这主要是各种氧化物中所含的氧原子个数和金属(或其他非金属)元素原子量不同所致。因此,必须对化合物和化学元素分别进行计算,排出各自的迁移和累积序列,才能更好地了解风化壳形成和发展的特性。

## 二 问题的讨论

关于前人计算风化壳中元素迁移能力有两种方法,第一种是将已经风化的风化产物和未风化的母岩作成分含量上的对比。第二种是对比河水、潜水和这些水流经地区岩石的化学成分来确定的。关于这两种方法的优缺点,在 A. N 彼列尔曼 等的风化壳中元素迁移系列〔注3〕一文中已作了对比论述,肯定第二种比第一种优越。必须指出,第二种方法的分析工作量过于繁重,按我国目前条件采用这一种方法仍有一定困难。第一种方法比较适合, A. N 彼列尔曼等早已提出这种计算方法,他们是假定 Fe 不淋失为前提,以 Fe 作为基准元素,来确定被淋出元素的数量和能力,根据孙贤国同志用此方法对海南岛(福山)富铝化风化壳的计算,列出如下的化学元素迁移序列:〔注4〕

|           |     |      |    |    |      |      |      |      |       |
|-----------|-----|------|----|----|------|------|------|------|-------|
| 0—30Cm :  | Ca  | Na   | Mg | K  | Si   | Mn   | Ti   | Al   | Fe    |
|           | 100 | 98.5 | 97 | 96 | 63   | 47   | 3.4  | 1.55 | 0.00  |
| 30—50Cm : | Ca  | Na   | Mg | K  | Si   | Mn   | Ti   | Fe   | Al    |
|           | 100 | 99   | 96 | 95 | 54.7 | 44.6 | 2.6  | 0.00 | -16.6 |
| 50—80Cm : | Ca  | Na   | Mg | K  | Si   | Mn   | Ti   | Fe   | Al    |
|           | 100 | 99   | 96 | 96 | 58.1 | 47.5 | 29.3 | 0.00 | -7.4  |

〔注3〕 中国科学院自然地理专业委员会;化学地理的基本理论与方法(70—122页)1963年,北京科学出版社。

〔注4〕 该方法只要求计算氧化物,并以氧化物的数值排列元素迁移序列。

80Cm以下:  $\text{Ca} > \text{K} > \text{Mg} > \text{Si} > \text{Mn} > \text{Ti} > \text{Fe} > \text{Al}$   
 100 96 95 58 3.5 20.2 0.00 -11.2

半风化层:  $\text{Ca} > \text{Na} > \text{Mg} > \text{K} > \text{Si} > \text{Mn} > \text{Ti} > \text{Fe} > \text{Al}$   
 94.5 82.5 75 44 32.5 16.5 6.5 0.00 -15

以此与用我們拟定的公式計算的結果加以对比,可以看出:迁移序列(化合物)基本上是一致的。但从其計算結果来看,却有些欠妥之处。主要是A.N彼列尔曼等是以Fe为基准元素,按理不应有負值出現,即其他所有元素在序列中都应该排在Fe之前,但Al在他的序列中排在Fe之后,出現了負值,說明在瓊雷地区以Fe作为基准元素是不恰当的,在热带或湿润地区也是不适当的[注5]。其次是将风化壳的 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,均折算成FeO来进行計算,也是不妥当的,因为在母岩中的Fe是以FeO存在,在富铝化风化壳中的Fe多以 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 存在,按理应该将FeO折算为 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,这样才符合我們热带的实际情况。这也是Al出現負值的主要原因之一。最后,以氧化物的迁移序列来代替元素的迁移序列,也是不太符合实际的,必須进行单元素的迁移計算,才能得出正确的迁移序列。

他的迁移能力計算公式  $(V = \ln \frac{b}{a})$  无疑是有益的,但也只能得出相对比较的数值。但 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 在这里得出了正值,这又說明以 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 折算为FeO来計算,并以Fe作为基准元素是不恰当的。

最后,应该指出,現有方法,都不能算出风化壳中化合物和化学元素的绝对迁移量,因为都没有将生物作用和大气作用对元素迁移与累积的量計算在內,只能得出相对数值。

## 結 語

关于风化壳中物質迁移与累积,有氧化物和化学元素的迁移与累积序列,两者必須分別进行計算,不能以氧化物的序列代替化学元素的序列。

到目前为止,所有的計算方法,都只能得出物質的相对变化,前人只談迁移序列,我們认为应该既談相对迁移,也談相对累积。在风化壳中那些元素或氧化物,比母岩大,就属于相对累积元素或氧化物,比母岩少的,就属于相对迁移元素或氧化物。这样就可以得出两个相对系列,避免給人只有元素和氧化物的淋失,而无相对累积的概念。当然在殘积风化壳中除了 $\text{H}_2$ 和 $\text{O}_2$ 外,所有其他元素在整个风化过程中只有绝对淋失。

【注5】我們对花崗岩,石灰岩,砂頁岩等上面发育的风化壳的計算也出現Al的累积率比Fe大的現象。詳見广东省地理学会1962年年会論文;热带和南亚热带殘积风化壳中矿物元素轉化与母岩的关系:曾水泉、易紹楨。

## 参 考 文 献

- (1) 中国科学院土壤研究所专刊, 1958年, 土壤专报(第31号)北京, 科学出版社。
- (2) 中国科学院自然地理专业委员会编: 1963年, 化学地理基本理论与方法, 北京, 科学出版社。
- (3) К.И.卢卡舍夫(中译本)1960年, 苏联境内风化壳的地带性地球化学类型, 北京, 科学出版社。
- (4) Б.Б.波雷諾夫等(中译本)1960年, 风化壳及其地球化学, 商务出版社。

Исследование по методам расчёта  
количества миграции и аккумуляции химических  
элементов в коре выветривания

Цин Шуй-цзюнь и И Шау-цин

1. Формула для расчёта относительного процента миграции и аккумуляции химического соединения в отдельных слоях.

$$y = \left( \frac{m}{n} - 1 \right) \cdot 100 \dots \dots \dots (I)$$

Где  $y$  — относительный процент миграции и накопления данного слоя.

$m$  — содержание данного соединения в каком-то слое(%).

$n$  — содержание данного соединения в материнских породах (%) (при этом взять его в 100%).

2. Формула для расчёта количество содержания отдельных химических элементов в различных слоях.

$$Z = \frac{Q}{P} \cdot n \cdot 16 \dots \dots \dots (II)$$

$$X = Q - Z \dots \dots \dots (III)$$

$Z$  — содержание кислорода какого-то окисла в каком-то слое.

$Q$  — содержание какого-то окисла в каком-то слое.

$P$  — молекулярный все какого-то окисла.

$n \cdot 16$  — атомная масса кислорода какого-то окисла.

$X$  — содержание металлических или неметаллических элементов данного окисла в каком-то слое.

3. Относительный процент миграции и накопления отдельных химических элементов вычисляется по одной и той же(I).