

苏联境内 风化壳的地带性 地球化学类型

К. И. 卢卡舍夫 著

科学出版社

苏联境内風化壳的地帶性 地球化学类型

К. И. 卢卡舍夫 著

陈 靜 生 譯

科 学 出 版 社

1 9 6 0

АКАДЕМИК АН БССР К. И. ЛУКАШЕВ
ЗОНАЛЬНЫЕ ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ТИПЫ КОРЫ
ВЫВЕТРИВАНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ СССР

Изд-во Белорусского государственного университета
имени В. И. Ленина, Минск, 1956

內 容 簡 介

本书在綜合大量現有資料的基础上,对各种地带性(苔原带、泰加森林带、草原带、荒漠带、亚热带和热带)地球化学类型(岩成的、富矽鋁-粘土的、富矽鋁-碳酸盐的富矽鋁-氯化物-硫酸盐的富矽鋁-鉄的和富鋁化的)的风化壳及其土壤-土质,以及利用問題,进行了詳細的研討,进一步发展了关于风化壳地球化学类型和地球化学变种的概念。这一专题的研究,具有很大的理論与实际意义。

本书可供地理、地质、工程地质、土壤、农业工作者和教学人員之参考。

苏联境内风化壳的地带性
地球化学类型

К. И. 卢卡舍夫 著
陈 静 生 譯

※

科学出版社出版 (北京朝阳門大街 117 号)

北京市书刊出版业营业許可証出字第 061 号

中国科学院印刷厂印刷 新华书店总經售

※

1960 年 10 月第 一 版

书号: 2282 字数: 234,000

1960 年 10 月第一次印刷

开本: 787 × 1092 1/27

(京) 0001-4,000

印张: 10 16/27 插頁: 3

定价: 1.50 元

作者序

本书的内容是阐述苏联境内的风化壳。我們所說的风化壳(指广义而言),指在其构造上和化学作用上与空气、水和活有机体对岩石的作用有关的岩石圈的表层。从地质过程和地球化学过程的观点来看,风化壳是复杂的和最活动的地壳的最外层。在太阳能、水分、氧、二氧化碳和生物界的影响下,风化壳中发生着各种各样的岩石变化过程和新矿物的形成过程(这些新的矿物在风化带的热力学条件下是稳定的)。这些过程引起岩石的物理破坏和化学分解,使岩石溶解和使元素淋失。在这些过程中重要的过程有:氧化作用和还原作用、水化作用和脱水作用、碳酸盐化和脱碳酸盐作用、动植物残体的腐解作用、胶体的移动和沉淀作用,这些作用的结果,形成了各种类型的风化产物和成土作用产物——土质、土壤和生物岩。

在本书中将阐述风化壳的各种地带性地球化学类型。所谓风化壳的地带性地球化学类型系指这些风化产物和成土作用产物在空间上的地带性分布,每一地带都具有一定的成因特点和一定的地球化学过程,这些过程发生于不同的自然地理带中,并取决于各种地理因素的綜合和相互作用。

作者将风化壳划分为如下的地带性地球化学类型:碎屑(岩成的)风化壳,这种风化壳中的岩石在化学成分和矿物成分上很少发生变化;砂铝-粘土质(酸性不饱和的)风化壳,其中强烈被淋走的元素和易被淋走的元素全部流失,标志离子为土壤溶液中的 H^+ 离子,它决定了风化壳的酸性反应;砂铝-碳酸盐风化壳(饱和的),其特征是土质中为碳酸钙和碳酸镁所饱和,这些碳酸盐类决定了这种风化壳的地球化学特性,也是这种风化壳的标志化合物;富砂铝-富铝风化壳和富铝风化壳,在这种风化壳中起主导作用的是最

216 07/10

稳定的游离的氧化鉄、氧化铝和氢氧化鉄、氢氧化铝——即所谓的铝矾土(热带和亚热带的砖红壤、红壤和黄壤,在这几种土壤中聚集得最多的是氧化铝和氧化鉄);矽铝-氯化物-硫酸盐风化壳,其中含有很多最易移动的元素和化合物——Na, Cl, SO_4 和少量的Ca, Mg, 这些元素决定着这种风化壳的特性。

早在1889年, B. B. 道庫恰耶夫便描述了自然界中各要素的密切的相互作用和成因上的联系,他写道:“土壤和土质是一面镜子。这面镜子清晰而完全真实地反映出水、空气、土地(指未被成土过程改变的母岩和底土)、动植物有机体和陆地年龄之间的长期的错综而密切的相互影响的直接结果。所有那些所谓自然力,如水、土地、火(热和光)和空气,与动物界、植物界一样,由于地球的天文位置、形状和绕轴自转,而在其一般特征上形成了显明的、不可磨灭的世界地带性规律的特征,这一点不仅是理解的,而且也是必然的,因此,对这些永恒性成土因素的地理分布,不管是纬度方向的还是经度方向的,都必需予以注意,同时应该观察其经常的(实际上每个人也都很熟悉)、严格而有规律的自北向南的在极地、温带和赤道带所发生的变化”。

地球表面的气候条件(主要是热量和水分)变化的规律性引起了地球化学过程(如岩石的风化与淋溶强度、有机体的微生物活动)在水平方向和垂直方向上的有规律分布。

不同矿物成分的岩石的非地带分布、地形和其他因素常常破坏地球化学过程的这种规律性,例如在某一种地带性地球化学类型的风化壳中常常形成风化壳的各种地球化学变种,这些变种只反映出主要的风化过程和造壳过程的某些趋向。

科学已经在很多方面揭开了风化壳中各种化学过程和生物化学过程的本质。已经获得的成果使人类有可能合理地去影响自然界的进程,加强或减弱它们,使它们向着我们所需要的方向发展。

但是人类对自然界的许多过程和它们的地球化学本质(指广义方面而言)还研究得非常不够,这些过程的能和力量还完全不能控制,还不能用它们来为人类服务。

此外,随着对自然界过程规律的揭露程度,还不断地发生着越来越新的、需要进一步研究的问题。在风化壳的地球化学过程方面,也有许多急待研究的问题,尤其是下列的几个问题:确定地球化学过程的能与量的标志,研究地球化学过程对于各种自然条件的依赖性,研究氧化-还原过程对于风化产物和土壤形成的影响,研究各种化学元素在地球化学过程中的作用。

在本书中将要阐述以上各种地带性地球化学类型的风化壳和其上的土壤-土质;并对其在不同经济和建设部门的利用作出有科学根据的简要评价。

本书中的关于土壤-土质的许多描述和关于风化过程和成土过程的结论是根据作者本人在不同地区不同时间〔西伯利亚北部(楚科奇半岛)雅库特,黑龙江流域的中部和北部,前高加索和外高加索,中亚和白俄罗斯等地〕的观察得出的。

出版这本书的主要目的是综合整理现有的从表生地球化学方面研究风化壳及其土壤-土质的资料,提出作者的关于风化壳地球化学类型和地球化学变种的概念,这些是我们时代的卓越科学家们:В. И. 维尔纳茨基(Вернадский)、А. Е. 费尔斯曼(Ферсман)、В. Р. 威廉斯(Вильямс)、Б. Б. 波雷诺夫(Польнов)等人地球化学思想的进一步发展。

本书可供从事地理景观、风化壳及其土壤-土质研究的青年科学工作者和在工程与农业方面研究有关问题的青年科学工作者阅读。本书亦可作为地理专业、工程地质专业和土壤专业的学生在学习苏联自然地理、区域工程地质学和土壤学时的参考书。

在本书准备出版时,苏联科学院通讯院士 В. А. 科夫达(Ковда)和 Н. А. 泽托维奇(Цытович)、白俄罗斯苏维埃社会主义共和国科学院编辑 И. С. 鲁宾诺维奇(Лупинович)和地质矿物学博士 В. Н. 谢尔比娜(Щербина)、白俄罗斯大学 О. Н. 安德留森科(Андрюшенко)副教授对本书所涉及的内容提了很多意见,给了我们很大的帮助。作者对以上各位同志表示衷心的感谢。

目 录

作者序	i
第一章 风化壳地带性现象概述	1
第二章 苔原带的岩成(碎屑)风化壳及其土壤-土质	31
第三章 泰加森林带的砂铝-粘土风化壳及其土壤-土质	74
第四章 草原带砂铝-碳酸盐风化壳及其土壤-土质	129
第五章 荒漠带的砂铝-氯化物-硫酸盐风化壳及其土壤-土质	186
第六章 潮湿亚热带与热带地区富砂铝-铁风化壳和富铝化 风化壳(红色风化壳)及其土壤-土质	233
結論	258
参考文献	261

第一章 風化壳地帶性現象概述

(一) 自然界地理地帶性的現代學說

個別自然要素，如氣候、植被等的地帶性在老早以前就被確定，但是對這些地帶性的自然現象都沒有從其相互聯繫的方面進行研究。各個自然現象相互制約的綜合的自然地帶學說是在十九世紀末為卓越的俄國學者 B. B. 道庫恰耶夫建立的。B. B. 道庫恰耶夫在他的關於俄國歐洲部分土壤的著作中指出了氣候、地形、土質、動植物界對土壤有密切的制約關係，並且在他的“論自然地帶”的論文中指出土壤呈地帶性分布，在其他的一些著作中也提出了：全地球的整個自然界都具有地帶性。

B. B. 道庫恰耶夫寫道，到現在為止，“所研究的主要是一些個別的物體——礦物、岩石、動植物，個別的自然力——火（火山作用）、水、土地和空氣，可以說，在這些方面科學所達到的成就是驚人的，但是所研究的不是它們的相互關係，不是存在於自然力、物體和現象之間的，生物界和非生物界之間的那些永久的、始終有規律的、發生上的聯繫……”。

B. B. 道庫恰耶夫指出，必須從存在於自然力、物體和現象之間的，存在於活自然界與死自然界之間的，存在於植物和礦物之間的发生聯繫方面來研究各種自然體和自然現象；由於地球的天文位置、形狀和繞軸自轉等原因，使這些自然體和自然現象在地球表面上呈多多少少平行於緯綫的帶狀（пояс）或地帶狀（зона）分布。B. B. 道庫恰耶夫把北半球的表面由北向南劃分為如下的帶：極地帶、溫帶、亞熱帶和赤道帶。並指出南半球也有這些帶。

B. B. 道庫恰耶夫所建立的自然地帶學說是自然科學發展中的最重要的階段，這個學說开辟了從相互聯繫和相互制約方面研

究地球的自然帶和自然省的結構和規律的道路，給研究自然現象和過程的新的觀點提供了基礎。

B. B. 道庫恰耶夫發展了自己的關於地球上土壤多多少少平行於緯線呈帶狀分布的概念，在北半球上分出了以下的五個主要土壤帶和兩個過渡帶：1)北方帶，或苔原帶；2)森林帶；3)森林草原帶（過渡帶）；4)草原黑鈣土帶；5)干旱草原帶（過渡帶）；6)干旱荒漠帶；7)熱帶的磚紅壤帶。

B. B. 道庫恰耶夫指出，與植物和動物羣落相符合的這些土壤帶，顯然地也復蓋于南半球。但是在那里分布的面積都很小，因為那里的地形和氣候條件不同於北半球。

这里必須指出，道庫恰耶夫除廣泛地提出了土壤規律性的圖式外，還指出了一系列的使“理想”地帶性發生偏差的原因。這些原因是地方氣候（降雨、溫度）的變化，動植物有機體，山地和低地的存在，海洋對大陸的分割性等。

道庫恰耶夫寫道：“只有在地球表面各處的隆起不超過海拔300米、海水都為淡水、全球的大陸都是均勻而對稱地分布的情況下，緯度地帶的分布才會象理想的那樣”。

在自然界中，這些想象的條件是不存在的。大家都知道；陸地的強烈切割，廣闊的具有不同走向的高大山系的存在、強大的海流（暖洋流和冷洋流）和其他自然因素都對緯度地理帶的分布有很大影響。例如，北美西部和澳大利亞東部子午線方向排列的山脈決定了那里的土壤-植物帶也差不多作子午線方向的伸延。

與北美的情況不同，海洋對南非的地帶性有明顯的影響，北美的自然帶表現了很好的緯度性質，而在南非則表現為各種各樣的形態，特別在東部，表現為子午線方向的地帶。最清楚的緯度地帶表現在歐亞、北美和北非的寬廣的平原地區。

緯度地帶性是由于地球的球形、它的繞軸自轉和因赤道與黃道傾斜相交使地面各部分受熱不均勻所引起的。這些原因使得氣團、溫度、風化過程、成土過程、植被、動物界等都呈地帶性分布，這些也就是自然現象的地理地帶性。

自然界的垂直地带性主要是由地形、大气圈构造和各大气层距主要热源(地面辐射)有不同的距离而引起的。大气圈各层随高度的变化表现在它们具有不同的密度、温度和湿度上。在某一定高度上(决定于不同的自然条件)形成雪线,雪线以上堆积雪和冰。赤道地方永久冰雪带的下限高度为 5000—6000 米,极地冰雪线的下限在海平面。自然界垂直地带性的顺序同于纬度地带性。在低纬地方(热带与亚热带)这种地带性表现最完整。

水圈中也存在着地带性。高纬地方的水在温度、有机界、地球化学过程等方面都不同于低纬地方的水。在海洋对流层中(至洋面下 2000 米)目前可以划分出各种具有不同的自然条件综合的五个地理带:热带、两个温带和两个寒带。在热带,水和空气的温度经常很高,有机体的形态种类非常丰富,但是由于缺少氧和养分,因而,生物的数量并不多。这里,生物化学过程非常活跃,引起钙盐的沉淀和由浮游生物组成的抱球虫淤泥的形成,富含绿藻、蓝-绿藻和抱球虫。

在温带,水和空气的温度有较大的季节性变化,垂直环流强烈发展,热带的暖流流向温带和寒带。有机体的种类不丰富,但是由于有机体发育所需要的氧和盐类很丰富,所以生物的数量很多。在这里,具有各种成分的沉淀物的生物化学的堆积过程和造岩变质过程大规模地进行着。

寒带的特征是水和空气的温度经常很低,有永久的或暂时的冰冻,有机体在形态种类和个体数量上都很少。

最近 20 年来的不少著作,不止一次地提到自然地带发展的性质问题。关于这个问题的讨论主要是沿着两个方向进行的:1)讨论土壤-植被带发展的历史和它们的年龄;2)讨论现代景观带的演化和由于自然条件改变所引起的地带的更替。

这些问题对于自然地理学和理论地理学都有很大的意义。可以在很多科学家的著作中找到关于这个问题的论述[见 А.А. 格里哥里耶夫(Григорьев)、Л. С. 贝尔格(Берг)、И. П. 格拉西莫夫(Герасимов)和 А. Г. 依萨琴科(Исаченко)等人的著作]。

在这里只想提到，由于构造运动和由此引起的海陆轮廓的变化、大气圈和有机界的发展，使纬度地带和垂直地带在地球发展的不同地质时代中有过不止一次的变化，很显然的，自然现象的地带性在元古代即已存在，以后，随着地球和有机界的发展表现得越来越明显。现代的地带性在很大的程度上决定于与冰川以后的地质和自然地理条件有关的自然过程的发展。

苏联的地理学家、土壤学家和地植物学家对于地理带的研究和阐述给予很大的注意。对此问题有很大贡献的是Л. С. 贝尔格，А. А. 格里哥里耶夫，С. С. 涅乌斯特鲁耶夫(Неуструев)，К. Д. 格林卡(Глинка)，Г. И. 唐费里耶夫(Танфильев)，В. Н. 苏卡切夫(Сукачев)和Л. И. 普拉索洛夫(Прасолов)等人的著作。

现代的学者，特别是Л. С. 贝尔格将北半球划分为以下的景观-地理带：1)复冰地带；2)苔原带；3)温带森林带；4)森林草原带；5)草原带；6)地中海景观带；7)半荒漠带；8)温带荒漠带；9)亚热带森林带；10)热带荒漠带；11)热带草原带；12)热带森林草原带(саванн)；13)潮湿的热带森林带(按Л. С. 贝尔格的苏联景观地图，见附图2)。

上述地带在文献中称为景观-地理带。

由于不同自然因素(岩石成分、地形、水文条件等)的相互结合，除一般地带性规律外，在自然界中还有所谓“非地带性”景观。非地带性景观呈窄条状、岛屿状、斑块状，破坏了地带性的一般图式。因此在每一个景观-地理带中都可能划分出若干个或大或小的区和省，它们具有不同的地理环境特征，这些特征首先表现在植被和土壤上。

大的自然地理区或省一般是下列两类因素作用的结果：1)地质构造因素(地形、古地理等)；2)在大陆上距离海洋的远近，这些因素影响到气候，也就是说，影响到形成地理环境的整个条件。

自然景观，尤其是土壤-植被有非常明显的复域分布现象。复域不仅是地貌条件的结果，而且也是湿度、微气候、微地形方面的微小变化所引起的。在小的封闭凹地、低地较多的区域，在集水区

內条件比較复杂的情况下,在岩石的矿物成分和粒度成分差別較大的情况下,复域性表现得最明显。

同时,在每一个地带中也可以分划出典型的(标志的)景观,这种景观决定地理带的主要面貌:景观的结构、形态及其他特征。因此不应该只从一个方面来研究复域、区和省,也不应该彼此孤立地来研究地带的形成。这是在同一时间内出现在地带景观和非地带景观中的同一过程的各个方面。

目前,对于地理地带性的研究已经扩大到下列方面:地球化学过程和风化产物的分布,表生矿物和地下水的分布,土壤細菌和腐殖质形成作用的分布,沼泽类型分布等方面。在这些方面最引起我們兴趣的是风化壳中的地球化学过程的地带性問題和与此有关的风化壳地球化学类型和其土壤-土质的形成特征的問題。

(二) 风化壳中地球化学过程的地带性

第一个严整地指出成土过程中地球化学地带性的是 B. B. 道庫恰耶夫。道庫恰耶夫(1899)在描述主要的土壤带(自然-地理带)时写道:在极地带或苔原带,土壤开冻的深度只有 30—45 厘米(开冻时间只有 1—2—3 个月);冬季占全年的 $\frac{3}{4}$ — $\frac{4}{5}$;植物主要是地衣和苔藓;土壤不会被风吹动,含有丰富的酸性粗腐殖质和氧化亚铁。在泰加林带(分布在北半球的温带),常年生长着森林,北部是针叶林,南部是混合林;土壤是白壤(белозем)或灰壤,常常含有近 85% 的粉状二氧化矽,营养物质非常缺少;土壤中的腐殖质是酸性的,下部常有豆状的铁质颗粒。

道庫恰耶夫把黑钙土带作为一个土带来描述。黑钙土含有丰富的营养物质和细腐殖质。暖季和冷季时间差不多长,降雨量很少。这里生长着蒿属、枸杞属、豆科和各种綫形瞿麦。这里还分布有几百万黄鼠、土拨鼠、土兔和鸕等。

道庫恰耶夫把干旱带(аэральная зона)作为干旱无水的亚热带的一个地带,那里的暖季时间比冷季长,夏季非常炎热。这一带

中分布黃土性土壤、新月形砂丘、石質土壤和“碱土”¹⁾，道庫恰耶夫沒有从化学方面，仅从机械过程和物理过程(風的活动、蒸发、温度的剧变)来解释这些土壤的形成。

最后，紅壤帶或砖紅壤帶(位于热带，大部分位于非常潮湿多雨的赤道帶)，按照道庫恰耶夫的意見，土壤中的营养物質和腐殖質都很貧乏，碳酸盐和易溶性盐全部淋失，經常含有大量的氧化鐵。

道庫恰耶夫根据自然界的一般地理地带性对各个成土过程化学特征所作的描述，到目前为止，尚未失去其意义。

道庫恰耶夫第一个指出了矿物的地带性。他在“論矿物界的地带性”(1899)一文中写道：“目前，地带性現象也可在矿物的分布上找到，可以这样說，比土壤要深些，它們明显地表现在俄国欧洲部分和亚洲部分的全部第四紀堆积物的特征上”。他指出，“气候的影响特別明显地表现在矿物形成的特征上，表现在那些易移动的(易溶的)化合物(如硫酸盐、氯化物、硝酸盐、碳酸盐以及和其类似的其他很多化合物)在地球表面、特別在俄国分布的特征上……”。

从森林草原帶或黑鈣土帶的北界向亞速海、黑海特別是里海方面，土質表现出非常严格的順序的变化，即越来越泥灰質化，所含的硫酸盐、氯化物和其他易溶盐类越来越多”。

从以上的叙述中可以看出，道庫恰耶夫认为自然界的风化过程和成土过程也具有地带性的变化規律，他把它們与景观联系起来，把它們作为一个統一的整体。

繼道庫恰耶夫以后，对风化壳中的化学过程和生物化学过程特别是成土过程和表生过程研究貢獻較大的有 K. Д. 格林卡，П. А. 查曼琴斯基，А. Е. 費尔斯曼，В. И. 維爾納茨基，В. Р. 威廉斯，К. К. 盖德罗依茨，Б. Б. 波雷諾夫，А. П. 維諾格拉多夫，В. А. 科夫达等。

上述的和其他的作者在研究这个問題上的最主要的总结和結論可以简单地归納如下：

1. 风化过程和风化壳产物的地球化学性質在很大的程度上决

1) 这里指的碱土即現在理解的盐土。

定于岩石的成分和矿物的結晶-化学构造。

矿物风化时,由于矿物結晶格架的穩固性不同,风化的延續性不同和地球化学环境性质的不同,矿物的結晶格架可能完全地破坏,也可能部分地破坏,可能在結晶格架的内部发生元素的更替,也可能由一种結晶状态轉变为另一种結晶状态,由晶体变为无定形状态,或相反地由无定形状态变为晶体。

在风化产物的形成上,地壳中分布最广的氧盐、氧化物和氢氧化物具有最重要的意义。在氧盐中矽酸盐占有最主要的地位。它占地壳重量的 75%,占自然界常見矿物的 1/3 左右。

其他的矿物化合物中大量地参加风化壳形成的还有碳酸盐、硫酸盐、磷酸盐、硼酸盐、硝酸盐和其他各組的矿物。

大家都知道,有很多矽酸盐都是最重要的造岩矿物,在大多数情况下,它們有复杂的构造,它們的成分很难用简单的化学公式表示。它們的复杂性决定于結晶-化学特征和多种混合物的存在。

关于各种矽酸盐和鋁矽酸盐的分解速度問題,在文献中是这样确定的,即主要的矽酸盐和鋁矽酸盐比酸性矿物分解快,然而只在分解的开始阶段和終了阶段是这样的。含鎂的矽酸盐和鋁矽酸盐在开始阶段分解得很快(云母、輝石、角閃鋅矿等风化时都是如此)。然而在已形成的风化产物中,鎂和二氧化矽結合得非常牢固,以至常常在风化壳中見到殘余的、次生的或水化程度不強的含鎂矽酸盐。

目前已知道,矿物抵抗化学风化的能力如下:

正矽酸盐→偏矽酸盐→云母→正长石。

在大气营力 (H_2O 和 CO_2) 的作用下随风化条件轉变,若干鋁矽酸盐轉变为水云母、高岭石、多水高岭土、蒙脫石和其他次生矿物或在水中轉变为碱金属的碳酸盐、含水二氧化矽和其他化合物。

正长石类或正长石-云母类的矿物风化时变为單純的白色高岭土。有色矿物(輝石、角閃鋅矿等)分解时产生氧化鉄,形成富含鉄的风化壳。

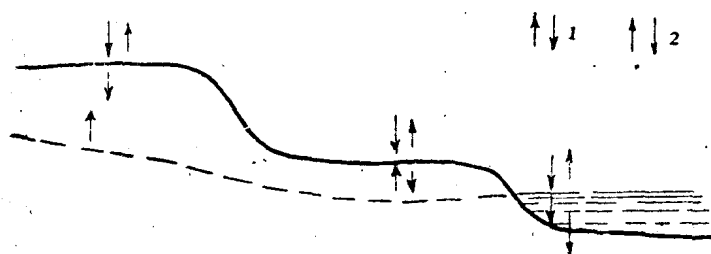
然而,必須指出,在自然界中风化产物常常不是单一的,因为

它們是由組成岩石的各種礦物羣所共同形成的。

根據風化產物中占優勢的礦物，可以把風化殼分為：高嶺石風化殼、蒙脫石風化殼、赭石風化殼、砂質風化殼、碳酸鹽風化殼、氯化物-硫酸鹽風化殼等。

2. 風化過程和風化殼產物也決定於大地形和微地形條件。化學元素隨大地形和小地形的遷移決定着不同地貌部位上的風化殼和景觀[殘積景觀，堆積景觀（即水上景觀）、水下景觀（按波雷諾夫）和中間景觀]之間的地球化學的發展。Б. Б. 波雷諾夫、B. A. 科夫達、A. И. 彼列爾曼和 M. A. 格拉佐夫斯卡婭等人都指出，在自然界條件下，上述各種類型的風化殼和景觀之間有着密切的地球化學聯繫，這種聯繫具體地表現在風化產物中的各種化學元素和化合物的移動、分布和堆積作用的性質上。

殘積景觀及其風化殼的特徵如下：可溶性物質隨着側流滲到一定的深度，物質和能由大氣圈或通過大氣圈進入景觀，缺少固體或液體狀態的徑流。殘積景觀中的植物能夠與景觀長期演化過程中的礦物元素的下滲和淋溶作鬥爭，在這種條件下，化學元素的遷移和堆積一方面決定於有機體的生物需求和吸收量，一方面決定於風化過程、流失過程、侵蝕過程和化學元素隨大氣降水滲透過程的強度。



自成的(殘積的) 水上的 水下的
圖1 單元景觀的基本類型 (Б. Б. 波雷諾夫)

1) 物質從大氣圈、潛水進入景觀；2) 物質離開景觀移往大氣圈、潛水和地表水中。

在水上景觀和風化殼中，由於潛水面離地表較近，所以潛水對

元素的移动和堆积有所影响。这里，在水中呈各种盐类和其他堆积物(氯化物、硫酸盐、苏打等)状态的化学元素有可能大量地堆积下来。在水下景观和风化壳(陆地水池)中，化学元素由水池周围移入，这里的有机体可以得到水和丰富的矿物盐的滋养；有机体的分解条件使得在这里堆积腐殖泥、矽藻土和其他堆积物(决定于不同的植物种和植物形态)。中间景观和风化壳主要分布在斜坡、阶地和河漫滩上。在这里，化学元素的移动和堆积过程处于与侧流、流失作用和侵蚀作用的紧密联系之中。

各地貌部位上的风化壳和其景观之间的相似性和差异性表现在地球化学过程的性质上，也表现在各元素和其化合物的移动与堆积上。研究这些可以一般地帮助我们了解各种景观之间的联系，了解存在于某个具体风化壳和景观中的岩石的化学成分，风化壳和土壤、植被、地表水和潜水之间的制约关系。

根据化学元素和其化合物的成分，可以判断各类风化壳和景观的地球化学对比性(即其差异程度)。地带性风化壳类型和景观类型有显著的地球化学对比性。如苔原景观和其风化壳显著地不同于森林的景观和风化壳；森林景观和其风化壳显著不同于草原的景观和风化壳；草原景观和其风化壳又显著地不同于荒漠的和热带的景观与风化壳。在气候、地形、地质构造条件比较一致的情况下形成的风化壳和景观，其地球化学对比性不显著。

3. 风化壳与其上的土壤的形成作用的地球化学性质和生物地球化学性质决定于活有机体的生物作用。

生物圈学说和生物圈中活有机体有巨大地球化学作用的学说的建立者B. И. 维尔纳茨基(1940)认为，“如把全部有机体看作是一个整体的话，则地表上没有比有机体更经常起作用的化学力了，没有比有机体所起作用而造成的影响更大的了”。

活有机体在生物气态产物(氧、二氧化碳和氮)方面的作用是非常巨大的。氧的形成主要归功于富营养(эвтровный)植被，它是产生氧的唯一的基本的源泉，为绿色植物所复盖的地表是产生氧的主要的区域。由此可见，氧气进入了大气圈，就预先决定了风化

壳中的所有的氧化反应和还原反应。在氧所加入的其他反应中，氧都起着化合作用。全部活质都参加二氧化碳的形成。 CO_2 的年产量占地壳总量的0.3%。由此也可很清楚地看出由有机体所分泌出的二氧化碳的数量在改变pH值方面所起的作用。

В. И. 维尔纳茨基认为，大气圈中的氮是生物形成的。В. И. 维尔纳茨基曾写道：“地球的气圈——我们的空气是生命产生的”（1934，43页）。

目前已经知道，生物作用形成的不仅有石油、煤、泥炭、腐泥、瀝青、腐殖质、硝酸盐、大部分的磷和碳酸盐，而且还有河水、湖水和海水的成分。陆地上和海底的盐的堆积，矿床及岩石圈和水圈的其他产物的形成，在很多情况下，也是有机体作用的结果。有机体是在风化壳和土壤中堆积各种元素的强大因素，它决定着风化壳和土壤中的循环过程，决定着它的性质和方向。有机体参加高岭石核的分解，参加粘土、灰壤、碱土、脱碱土和其他风化作用与成土作用产物的形成；有机体能使稀有元素分散或集中；有机体在地球化学过程中的作用很大，因为它能形成碳酸、有机酸和其他破坏岩石的化合物。这里也应该指出，有机质的分解能够引起含有机体的沉淀物的变化。

风化壳中有机体活动的最重要的生物地球化学过程如下：

- 1) 生物化学风化和有机沉积物的堆积；
- 2) 沉积岩的同生作用（сингенез）和造岩变质作用（диагенез）；
- 3) 有机残体的分解和矿质化；
- 4) 元素（从水、空气和岩石中）的分离与集中；
- 5) 化学元素的扩散。

不少文献指出，各种细菌广泛地参加风化作用和成土作用。属于这类的细菌有硝化细菌、硫化细菌和铁细菌等。

目前已经确定，与每一类有机岩相适应的各种细菌，能在有足够的氧满足它生命的需要的任何自然条件下生活。也已经查明，在很大程度上靠消耗有机岩本身的氧而生活的嫌气性细菌是一种