

对于成因特征和机械组成不同的土壤,统一的关系式 $K_B = f(W')$ 可用指数方程表示

在失水期,关系式 $K_B = f(W')$ 的方程为 $K = 5.56 \times 10^{-8} \times e^{7.37 W'}$ (7)

式中: K_B ——土壤导水系数,厘米/秒;
 e ——自然对数的底。

在吸水期,关系式 $K_B = f(W')$ 的方程为

$$K_B = 3.51 \times 10^{-7} \times e^{6.52 W'} \quad (8)$$

关系式(7)和(8)可用于计算在土壤湿度大于 B_3 情况下的土壤导水系数。

结 论

1.在实验的基础上,确定了成因特征和机械组成不同的各类土壤的土壤水分压力和导水系数对相对湿度的关系式。

2.提出了关系式 $\Psi_s = f(W')$ 和 $K_B = f(W')$ 的分析表现形式,它可根据已知的 H_B 和 B_3 值,在湿度完全饱和到凋萎湿度范围内,计算出失水期和吸水期的土壤水分压力和土壤导水系数。

王积强译自《Труды ГГИ》, 1980, вып.268.李德美校

研究方法

新西兰坎特伯里班各斯半岛第四纪黄土

沉积物的放射性碳年代测定

K. M. 戈赫, T. A. 拉弗特, B. P. J.

研究的背景

近来新西兰第四纪黄土的研究,获得了关于黄土沉积作用和有关土壤发育的有用的报告。

新西兰黄土最深入细致的研究,集中于提马鲁城周围,并以里赛德的早期工作为开端。这里已认出至少有五层明显的黄土层,它们各以古土壤相隔。每一层均被认为代表着风化和土壤形成时期(当时几乎没有黄土堆积)的风积作用期。相继的黄土层,被认为与冰川事件为根据的时期划分相一致。

测定新西兰黄土年龄的方法

新西兰大部分黄土沉积物的含碳量都很低($>0.1\%$),而且古土壤缺乏进行

放射性碳年代测定所需要的富含有机质的A层。

根据吉布斯的意见:这个原来的A层的缺失,或者由于在埋藏前受到侵蚀,或者由于在埋藏后受到转化或混合,但这两种假说都没有得到充分证明。七十年代以前,这种黄土的相对年代,通过与冰川年代的对比来说明,只有一部分得到一些放射性碳年代的证明。最近,由于发现了一些诸如木头、生物碳,和埋藏泥碳之类的有机质黄土,以及通过测定从黄土古土壤里富含粘土的B层中分离出来的腐殖质年代,黄土年代测定的前景立即有了改善。

迄今一直用来通过放射性碳测定新西兰黄土年代的有机质物质,包括以下几

种：

用0.5M氢氧化钠从黄土和“木碳”碎片混合标本（8公斤）里提取出来的腐殖酸；精选的未经处理的“木头”和“生物碳”；从古土壤B₂层中提取的粘粒腐殖酸（粘粒有机质复合物）；从泥碳—黄土交接层获得未经处理的泥碳；还有从通过0.5M氢氧化钠反复处理的同一泥碳中提取腐殖酸、富里酸和胡敏素通过这些方法获得了一些放射性碳年代。

报导过的¹⁴C年代范围变化很大，甚至那些在地层上有关的标本和采用同一种有机质材料，也是如此。这种变化有很大一部分可以解释为：或者由于标本没有予处理就进行了年代测定，或者由于当时他们使用予处理的方法是无效的，理想的予处理必须把受到污染的物质与未受污染的部分有效地分离开，这个理想还没有达到，但已取得了一些进展，并发表了一些有用的成果。

例如近来一些研究利用土壤有机质成分进行土壤放射性碳年代测定，有逐渐采用土壤腐殖质碎片和土壤胡敏素的趋势，但是这些测定结果的可靠性仍然是不明确的，一些研究者把埋藏的“生物碳”*（注）作为土壤绝对年代测定手段，但少数人根据污染的观点对生物碳年代的可靠性有过怀疑。

研究的对象

格里菲斯在致密的、非石灰质的坎特伯里班各斯半岛上的“巴里斯湾黄土”中认出了至少有被三层古土壤所隔开的四层主要黄土层，这种黄土复盖在放射性测量年代为8.0—9.0百万年的阿卡罗亚玄武岩熔岩上。这种黄土比其它研究过的黄土有利之处在于：整个柱状剖面中，每一层古

土壤均含有木碳，因此在放射性碳年代测定的范围内，为了比较上的目的而测定几个有机质成分的年龄，并扩大新西兰黄土的放射性碳年代就成为可能。

实验程序

班各斯半岛的路边切面物质已在巴里斯湾小河县和奥纳维采了样。巴里斯湾黄土有四层黄土的完整层序和三层古土壤层。在小河县，显然只有二层上部的黄土层，而且第一层（最上层的）古土壤已暴露（这个露头是由于道路的填方而被破坏），这些地点的上部黄土层全为现代土壤，是黄灰色土和黄棕色土之间的一种中间类型，而黄土古土壤被认为在形态上和这种土壤是类似的。

取样限于在小河县第一古土壤层，巴里斯湾的全部三层和奥纳维的第三层（最低层）。所有标本都来自紧靠每层古土壤之上及其顶部生物碳堆积最多的带。

大量新出露的黄土标本是用锤子和瓦刀切割下来的，大量生物碳立即经过人工挑拣，剔除了细小的植物根和其它看得见的杂质，其余未剖开的黄土被送交实验室。生物碳和黄土的腐殖质成分，采用艾赫、莫罗伊程序的碱—焦磷酸盐方法提取出来。所有标本都是由原子能研究所进行碳十四测定的。

¹⁴C测定过程中标本处理的效果物理分离

采自地层上有关的两个地点的黄土物质，其放射性碳年代明确地表示出，人工挑拣的生物碳与含不含生物碳的黄土的碳十四测定有显著的差异，所测定的年龄以人工挑拣的生物碳为最大，整个黄土层为次之，而不含生物碳的粘粒腐殖质为最小，说明所测地点的黄土粘粒腐殖质受到

*注：“生物碳”：严格说，惰性碳十外来的吸附和吸收的有机物质十未碳化的有机物质（相同来源）。

贝利等认为生物碳主要是由腐殖酸组成的。|

更多近代碳的污染。这表明生物碳和它的黄土母质的年龄是大不相同的。

黄土母体实际较轻的年龄表明，它可能由于埋藏后受到从上而下的冲洗和淋溶，而被更为新近的碳所污染。在我们的研究中撇开整体黄土而使用粘粒腐殖质是毫无益处的。整体黄土的年代比粘粒腐殖质的年代更古老，特别是巴里斯湾的标本，在那里粘粒腐殖质看来受到更多近代碳的污染，而且比相应的整体黄土年轻得多。上述那些标本的现代碳活动性的百分比说明了同样的倾向。

碱—焦磷酸盐处理

· 采自两个现场的整体黄土标本，都有0.1M焦磷酸钠，0.1M氢氧化钠反复提取，以获得腐殖酸和残留碳或胡敏素，这些部分的 ^{14}C 测定和整体黄土作了对比。小河县标本的腐殖酸，比整体黄土古老得多，然而地层上有联系的巴里斯湾沉积层的相应物质，有大致相同的年龄。这两个地点的差异可能是由于生物碳及其保存程度的影响。显微镜观察揭示，小河县生物碳保存更好，“更纯洁”，它的较大碳十四年龄，反映了这一情况。

通过实验室将标本进行化学处理后，说明腐殖酸部分产生的 ^{14}C 年代比残留碳或胡敏素部分的 ^{14}C 年代要古老些。科斯丁等人用别的埋藏物质证明了同样的倾向，而毫不支持康诺诺娃的关于胡敏素是最惰性的腐殖质部分的观点。至少埋藏土壤的腐殖酸年代是比残留物的年代更可靠些。然而对照其他化学处理来进一步检验这个假说是需要的。

物理和化学处理

粘土—腐殖质分离和重覆碱—焦磷酸盐法提取生物碳法的效果，已经用小河县第一黄土层检验过。成果表明，去掉生

物碳的黄土粘粒腐殖质的年代是和整体黄土粘粒腐殖质年代一样的，但是去掉生物碳的腐殖酸碎片则比整体黄土中的腐殖酸碎片年轻得多，这再一次表示生物碳的潜在影响。整个黄土中的腐殖酸的较大年龄，很可能由于取了其中的生物碳腐殖酸所致。

从人工挑选过的生物碳中提取的腐殖酸的年龄，不比未经处理的生物碳年龄大多少，但实际上比残留物或胡敏素要大。这个结果是同戈赫和莫罗伊论证的趋势相矛盾的，后者认为被崩积砂砾埋藏的生物碳要年轻得多，在那里有人曾发现胡敏素碎片始终是年代最古老的。由此看来，把黄土生物碳分离出来，以测定各种腐殖质成分的相对数量，是很重要的。

班各斯半岛研究过的所有三个地点的黄土生物碳，证明它们的成分是相同的，但崩积砂砾中那些生物碳的成分则显著不同，最大的不同是高腐殖酸和低胡敏素值，因而反映出黄土生物碳在碱—焦磷酸盐(>90%)中的较大可溶性。实际上用提取法已移走了所有的黄土生物碳的碳，因而残余物或胡敏素具有低的含碳量(>0.1%)，并且外表上类似于未处理的黄土。这也许就是生物碳胡敏素的 ^{14}C 年龄和未经处理的黄土年龄相同的原因。

放射性碳年代的可靠性

作为予处理是否有效的标准，是增加放射性碳年龄。本文提出的资料表明，各黄土层的年龄由于黄土中生物碳的迁移并分别测定它们的年代而增大了一倍左右。通过人工挑拣而做了物理分离的生物碳的年龄，要比移去生物碳前后的整体黄土大得多。这些生物碳的年代始终是连贯一致的，以致很难说“大概靠不住的”。

另一方面，这整体黄土包括了几个不同年龄的有机质成分。由于整体黄土结合

碱—焦磷酸盐处理没有产生和生物碳同样的放射性碳年代，这种单独处理对分离较古老的成分是不起作用的。这样获得的整体黄土标本的放射性碳年代代表着不同的有机物质成分和生物碳的平均年龄。但是从通过碱—焦磷酸盐处理的黄土中抽取的腐殖酸始终如一的比那些相应的胡敏素碎片要老。这与其他一些工作者发表的成果是一致的。

与其他工作者的介绍相反，我们的成果还表明那些年代没有多少是通过测定黄土的粘粒腐殖质碎片而获得的，而且这些测定出的 ^{14}C 年代比那些早先发表的年代更老。例如贝利用0.5M氢氧化钠抽取了巴里斯湾同一个上部黄土层，并发表了腐殖酸的年龄是距今 $17,450 \pm 2070$ 年（新西兰1163号）。这比我们测定的腐殖酸的年龄距今 $24,500 \pm 1,000$ 年要年轻得多，而且显然是被低估了它的实际年龄。我们把这个差别归因于所采用的提取的程序。根据我们的经验，在有效提取腐殖质成分方面使用碱—焦磷酸盐混合物比单独用碱要好。氢氧化钠法获得的腐殖酸，含有重新吸收大气中 CO_2 的可能，因此 ^{14}C 年龄距今 $16,600 \pm 400$ （新西兰标本1625号），比我们从同一地层采来的未经处理的整体黄土年龄距今 $21,600 \pm 700$ （新西兰1627）要年轻得多。

黄土地层和年代的含意

测得的放射性碳年代具有一个显著的特点是，最古老的黄土成分的年龄都很相似，也就是说黄土内的生物碳，从第一层低部向下，包括大部分的地层以及所有主要的古土壤，都是大约同样的年龄。如果无根据地低估了这些年代，那么关于这些多层黄土堆积物的成因以及这些事件的速度现代观点，都需要进行广泛的修正。

但是这样一个解释要使过去采用传统

土壤学准则在新西兰所作的全部工作不足为信，而这些工作却为论证古土壤式的特征和推论出来的气候变化等分析资料所证明。这个工作揭示了多层黄土沉积物中古土壤特点的垂直分布和表土及其下伏古土壤之间有形态上的相似特点。我们的年代要容纳短时间内出现的这些现象简直难以置信，然而不能低估这一可能性。可能有人论证：班各斯半岛成层黄土，有一部是间隔时间较短的周期性下移运动而造成的崩积物，当然，这些沉积物往坡面上方迅速变薄。同样，观察到的一些古土壤状特点，在埋藏之后，由于每层之间的交界面上变湿或变干作用，而得到发育或有所增强，因为这种界面上有明显的侧向和垂向排水活动。

另一方面，由于所有未经处理的黄土内生物碳的放射性碳年代都有40,000年左右，因此可能有所争论的是：生物碳年龄更老些，但因受到严重的污染，以致得出恰好在 ^{14}C 年代测定范围之内有限年代。有重要意义的是，得到的最老的 ^{14}C 年代（距今 $>40,600$ 年（新西兰1660）），是根据小河县的第一古土壤层上生物碳中提取的腐殖酸而测得的，这意味着巴里贝依黄土中全部三层主要古土壤年龄都在 ^{14}C 年代测定的范围以外；这对黄土年代确实具有重要意义。

新西兰黄土和冰川年代的对比关系

连续的黄土层被认为与冰川事件为根据的时期划分是一致的，而黄土内那些古土壤被假设为风化期的证据，至少是黄土沉积期之间的间冰段一级的证据。

苏加特和莫尔曾经根据西海岸有限的几个放射性碳年代，提出了一个新西兰南岛晚更新世冰川事件年表，土壤学家利用这些现有的黄土 ^{14}C 年代，试图使已知的黄土序列和这个冰川年表相对应，并获得

不同程度的成功。

南北半球的比较

布鲁斯把除了最低层之外的所有索斯兰黄土地层同北美的威斯康辛期和欧洲的武木期做了对比，而最低的黄土层被认为相当于伊利诺斯或里斯第二期，其伴随的古土壤则与北美的桑加蒙或欧洲的 Eem 土壤相当。

龙季和弗里在提马鲁黄土沉积物与美国境内的黄土层之间确立了一个类似的对比。提马鲁的上部四个黄土层与威斯康辛（冰期）加以对比，而三个黄土内的古土壤层则相当于伊利诺斯州的土壤。提马鲁的第四黄土层被视为伊利诺斯期，而它的强烈风化了的古土壤则相当于桑加蒙土壤。龙季和弗里根据新西兰和北美有限的几个年代和这两个地区以外的推断得来的几个较老的年代也提供了一个放射性碳时序表。虽然看来这两个半球之间的主要气候和沉积事件是同时发生的，龙季和弗里还是断定需要更严谨的资料来确定这个相

互关系的程度。托金等人也曾经推测提马鲁黄土沉积物和北半球事件之间的相互关系，并获得大致相同的结论。

结束语

从上述的讨论看来，需要乞求于超出了 ^{14}C 年代测定范围比较老的冰川事件，来说明迄今新西兰研究的大部分黄土沉积物的成因。我们不打算修正或协调上述的对比关系，因为显然从本文提出的许多 ^{14}C 年代以及对于其他人的保留意见，我们对这些事件的年代判断还要改变，而且随着黄土以及冰川年代知识的增长将进一步修正和协调。结论只有一个：新西兰两个不确定的年表，在大量的一致而又可靠的辐射测量年代解决之前，想把这两者相互协调起来是不明智和不合时宜的，更不用说评价别的地方的黄土范围与冰川气候的对比了。

金力摘译自“Quaternary Research” 1977, Vol. 7, No. 2, P. 177—196, 邢嘉明校

非饱和带水流的测定

A. И. 布达戈夫斯基 E. B. 古塞夫

一、引言 当前确立陆地水资源管理的理论基础具有日益迫切的意义。而土壤水的管理在这个问题中又占有重要的位置。为了解决这个问题，必须有土壤水形成的较完善的模型。这类模型的完善程度取决于非饱和带内水分输送和蒸发（包括散发）这两个问题的研究水平。关于第一个问题，目前研究得还很不够。因为这个问题十分复杂，在这方面的实验工作做得也不多。在对非饱和带水的输送过程进行

实验研究时，首先要测定水流 q ，即求得关系式 $q = q(z, t)$ ，其中 z ——垂直坐标， t ——时间，如果接着又确定了土壤的水分势和导水系数，那么非饱和带水流测定的结果，就可用来检验，目前采用的非饱和带水分输送方程，同时提出新参数，修正原有的方程。这对于建立经验和半经验的关系式来讲都是十分必要的。

二、测定方法及其精确性评价 关于非饱和带水流测定的方法，作者在早期著