

# 我国土壤放射性碳年龄

刘良梧 茅昂江

(中国科学院南京土壤研究所, 南京 210008)

**摘要** 我国地域辽阔, 土壤类型众多。土壤中不仅含有有机质和腐殖质, 而且许多土壤中还含有丰富的钙质结核、分散碳酸盐以及贝壳、珊瑚等可供放射性碳断代的良好对象。土壤有机和无机 $^{14}\text{C}$  年龄研究表明, 我国大多数土壤是全新世时期的产物。其中又以全新世中期和晚期的土壤占绝对优势。人为土纲中的土壤年龄与六千余年来我国悠久的农业耕种历史密切相关。相比之下, 只有少数土壤形成于晚更新世晚期。而另一些土壤有数个形成、发育阶段, 它们的年龄自然亦就跨越不同的地质时期, 具有多元化的特点。

**关键词** 中国土壤, 有机 $^{14}\text{C}$  断代, 无机 $^{14}\text{C}$  断代, 土壤 $^{14}\text{C}$  年龄

中图分类号 S151.24

我国地域辽阔, 自然条件复杂, 农业耕种历史悠久, 土壤类型众多。其中有地处热带南海诸岛上广泛发育的磷质石灰土, 分布于东南沿海地带的滨海盐土, 暖温带黄淮海平原河湖相沉积物上发育的砂姜黑土和潮土, 而北方一望无际的草原则是黑钙土和栗钙土形成、发育的源地。还有, 西北内陆的干旱土和世界屋脊 青藏高原的高山土, 以及江南水乡的水稻土, 等等。这繁花似锦的现代土壤、古土壤和人为土壤是世界上其他国家所不能比拟的。研究并阐明我国形形色色土壤类型的年龄和发育速度是土壤科学工作者责无旁贷的任务之一。

## 1 土壤 $^{14}\text{C}$ 断代对象

众所周知, 土壤是无机物和有机物、非生物和生物相结合的物体。因此, 土壤中含有相当数量的有机质。据统计, 每年死亡的植物根、茎、叶, 以及各种死亡的动物和微生物遗体的总量每公顷约达 3 5t。总体说来, 土壤中有机质含量的变化范围为  $10\sim 50\text{g kg}^{-1}$ 。在非埋藏土壤剖面中, 土壤有机质含量随剖面深度渐趋减少, 但土壤剖面底部的有机质含量一般均可满足土壤 $^{14}\text{C}$  断代的要求。如采用小样品量测量或运用加速器质谱仪测量亦是卓有成效的。当然, 在样品合成、测量前, 采用土壤富集预处理方法更是一个有效的途径。笔者和国外土壤学者均曾采用过此方法。至于由土壤有机质合成的土壤腐殖质, 包括胡敏酸、富里酸和胡敏素在内, 其含碳量可提高 10 倍之多, 且它的 $^{14}\text{C}$  断代更能代表土壤的真实年龄。不言而喻, 它是土壤放射性碳断代的良好对象。笔者曾与德国汉堡大学土壤研究所学者 Prof. H. W. Scharpenseel 和 Dr. P. Becker-Heidman 合作对栗钙土的腐殖质

组成部分进行过 $^{14}\text{C}$ 断代<sup>[1]</sup>。

在我国中性和碱性土壤中,不仅含有有机质,还含有丰富的、多种形态的无机碳酸盐。北方半干旱草原地带中的栗钙土,剖面中存在有1~2层钙积层。其中钙积层的碳酸钙含量可高达 $116\text{g kg}^{-1}$ 。广泛分布于黄淮海平原的砂姜黑土,剖面中往往含有三种钙质结核:锥形钙质结核、完形钙质结核和钙质硬磐。与此同时,一个剖面中通常可存在1~3层钙质结核土层。随着钙质结核由锥形发育为完形和钙质硬磐,钙质结核中的碳酸钙含量迅速从 $412\text{g kg}^{-1}$ 增加到 $551\text{g kg}^{-1}$ 和 $691\text{g kg}^{-1}$ 。我国南海诸岛的磷质石灰土则是直接由贝壳、珊瑚生物岩或生物碎屑砂发育而成。尽管在热带海洋性气候条件下,碳酸钙被强烈淋溶,可土体中仍含有相当丰富的碳酸盐( $617\sim 827\text{g kg}^{-1}$ )。土壤中这种种形态各一的、丰富的碳酸盐实属 $^{14}\text{C}$ 断代的又一良好对象。

综上所述,土壤中的有机质,腐殖质组分中的胡敏酸、富里酸和胡敏素,以及归属于土壤无机碳酸盐中的分散碳酸盐、钙质结核和贝壳、珊瑚,等等均是土壤放射性碳断代的对象。

## 2 $^{14}\text{C}$ 断代的土壤类型

根据我国最新土壤系统分类,全国共划分出14个土纲。其中铁铝土纲的年龄较老,一般已超出放射性碳断代的范围,在此不予以考虑。迄今为止,本文阐述了有机土、人为土、灰土、变性土、干旱土、盐成土、潜育土、均腐土、富铁土、淋溶土,以及锥形土和新成土等12个土纲数十个土壤类型的放射性碳年龄。笔者尤为列入重点研究的土纲和土壤类型是变性土纲中的砂姜黑土、黑粘土和膨粘土;均腐土纲中的栗钙土和磷质石灰土;人为土纲中的水稻土、石灰性水稻土、灌淤土和土;盐成土纲中的滨海盐土、滨海沼泽盐土和草甸盐土,等等。

## 3 土壤有机质和腐殖质 $^{14}\text{C}$ 年龄

笔者将以分布在我国温带半干旱草原内蒙古地区均腐土纲中的栗钙土为代表,着重剖析土壤有机质和腐殖质组成部分的放射性碳断代结果。样品分别采自内蒙古锡林河流域草原的第一级和第三级玄武岩熔岩台地上,以及多伦地区轻度放牧疏林草地、轻度放牧草地和风沙覆盖的劣质草地的沙质沉积物上。

在栗钙土腐殖质表层厚度(8~19cm)不一的情况下,为相互对比它们的年龄和形成速度,笔者以0~20cm作为标准深度,经加权平均计算处理,并以 $^{14}\text{C}$ 半衰期5730~40a为标准测得的栗钙土腐殖质表层年龄,实际上是外表平均停留时间。它们分别为距今390~60a,480~80a,495~80a,645~100a和680~70a<sup>[2]</sup>。其中玄武岩一级台地海拔最高(1400m),因而土壤放射性碳年龄最大,亦即,它形成时间最早。而三级台地上(海拔1273m)发育的栗钙土年龄最年轻,只有390a。至于沙质沉积物发育的栗钙土表层年龄介于上述两者年龄之间,似乎为二级台地的表层年龄,并以风沙覆盖的劣质草地土壤腐殖质表层年龄最大,达645a。诸土壤表层年龄较年轻与草原植被下大量植物根系和残体的分解以及生物活动源源不断为表层增添新的有机物质,致使有机质含量中年轻碳占优势有

关。微形态薄片观察证明,土壤表层确有大量未分解和半分解的植物残片、动物粪便(2~3mm 和 0.03mm)和菌核,甚至有的深度可延伸到 40cm 左右<sup>[3]</sup>。从土壤腐殖质表层形成速度而言,三级台地的形成速度远远大于一级台地,而沙质沉积物则介于其间(见表 1)。

表 1<sup>14</sup>C 断代说明,在不同母质、地形和植被条件下的 5 个栗钙土剖面里,土壤剖面年龄集中在 5~6ka 之间,而疏林草地沙质沉积物上发育的栗钙土剖面年龄可高达 8ka。就土壤剖面形成速度而言,沙质沉积物发育的栗钙土形成速度(0.21~0.22mm a<sup>-1</sup>)要比玄武岩发育的栗钙土快些(0.18mm a<sup>-1</sup>)。

表 1 栗钙土有机质<sup>14</sup>C 年龄Table 1 <sup>14</sup>C age of organic matter in chestnut soil

| 母岩/母质<br>Parent rock/<br>Parent<br>material | 地形<br>Relief | 植被<br>Vegetation | 腐殖质表层<br>Humus horizon            |                                       | 土壤剖面<br>Soil profile              |                                       |
|---|--------------|------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|
|   |              |                  | <sup>14</sup> C 年龄                | 形成速度                                  | <sup>14</sup> C 年龄                | 形成速度                                  |
|   |              |                  | <sup>14</sup> C age<br>(a. B. P.) | Forming rate<br>(mm a <sup>-1</sup> ) | <sup>14</sup> C age<br>(a. B. P.) | Forming rate<br>(mm a <sup>-1</sup> ) |
| 玄武岩   | 一级台地         | 草地               | 680                               | 0.29                                  | 5 280                             | 0.18                                  |
|   | 三级台地         | 草地               | 390                               | 0.51                                  | 5 820                             | 0.18                                  |
| 沙质沉积物                                       | 波状高原         | 草地               | 480                               | 0.42                                  | 5 450 <sup>b)</sup>               | 0.22                                  |
|   |              | 疏林草地             | 495                               | 0.40                                  | 8 050                             | 0.21                                  |
|   |              | 劣质草地             | 645                               | 0.31                                  | 5 830 <sup>b)</sup>               | 0.21                                  |

1) 回归方程计算数值

表 2 栗钙土剖面中有机质和腐殖质组分的<sup>14</sup>C 年龄Table 2 <sup>14</sup>C age of organic matter and humus component in a chestnut soil profile (a. B. P.)

| 发生层<br>Horizon   | 采样深度<br>Depth of sampling<br>(cm) | 有机质<br>Organic matter | 胡敏酸<br>Humic acid | 胡敏素<br>Humic |
|------------------|-----------------------------------|-----------------------|-------------------|--------------|
| A                | 0~19                              | 300                   | 730               | 490          |
| AB               | 25~40                             | 2 110                 | 2 940             | 2 430        |
| Bca <sub>1</sub> | 45~65                             | 3 220                 | 4 600             | 3 950        |
| Bca <sub>2</sub> | 65~105                            | 5 820                 |                   |              |

从表 2 中可以看出,土壤有机质和土壤腐殖质组分的年龄均随剖面深度而迅速增加,反映出栗钙土中碳素循环和土壤发育的动态特征。对比土壤有机质和腐殖质组分的<sup>14</sup>C 年龄不难看出,土壤腐殖质组分的年龄远远大于有机质的年龄。其中胡敏酸的年龄又大于胡敏素。当然,富里酸是土壤年龄中最年轻的,这点如今已无可置疑。上述年龄特征与腐殖质是土壤有机质再合成的产物,较稳定,以及与栗钙土腐殖质所具有的生化特性密切相关。这同时亦表明,栗钙土中的胡敏酸年龄更能反映土壤的真实年龄。

## 4 土壤碳酸盐<sup>14</sup>C 年龄

### 4.1 土壤钙质结核<sup>14</sup>C 年龄

钙质结核是我国暖温带黄淮海平原河湖相沉积物上发育的砂姜黑土剖面中的一个重

要特征。根据钙质结核的形态、发育程度和化学组成, 它可划分为雏形钙质结核、完形钙质结核和钙质硬磐三个类型<sup>[4]</sup>。钙质结核在剖面中通常聚集成层, 有的剖面中仅见一层, 有的则多层间隔分布, 甚或数层连续分布。它含有相当丰富的碳酸盐, 高者达  $720\text{g kg}^{-1}$ , 低者亦有  $290\text{g kg}^{-1}$ 。显然, 钙质结核是土壤放射性碳断代的又一良好对象。

钙质结核作为土壤新生体反映出土壤形成的年龄。尽管钙质结核的年龄受到不同程度死碳的影响, 但在土壤剖面中它确实反映出土壤年龄之间的相互关系。表 3 揭示了砂姜黑土剖面中钙质结核类型、分布深度和年龄三者之间的关系<sup>[5]</sup>。首先, 在一个剖面中可存在有三种不同类型的钙质结核, 并且它们呈层状分布; 第二, 在同一剖面中, 结核的年龄随深度有明显增加的趋势; 再者, 无论在同一剖面中, 还是在不同剖面中, 雏形钙质结核的年龄总是小于完形钙质结核, 而完形钙质结核的年龄又小于钙质硬磐。

砂姜黑土系变性土纲中的一个土壤类型。它广泛分布于我国黄淮海平原, 主要见于淮北平原、徐淮平原、沂沭河平原和胶莱平原等地, 通常由表土层、暗色土层和钙质结核土层所组成, 甚或顶部上覆一淤土层。雏形钙质结核和完形钙质结核系土壤新生体, 而它们相应的钙质结核土层是在干、凉气候, 并在富含重碳酸钙、镁、锶的地下水的参与下形成的<sup>[4]</sup>。因此, 钙质结核的放射性碳断代反映了砂姜黑土的形成时期。黄淮海平原 47 个样品的放射性碳断代表明, 砂姜黑土形成于 15 750 年以前<sup>[5]</sup>。

表 3 砂姜黑土剖面中钙质结核及其土层的<sup>14</sup>C 年龄

Table 3 <sup>14</sup>C age of calcareous concretions and their host corresponding soil horizons in Sanjiang black soil profiles

| 剖面号<br>No. profile | 采样深度<br>Depth of sampling<br>(m) | 钙质结核类型及其<br>相应土层<br>Concretion type and<br>its corresponding soil<br>horizon | <sup>14</sup> C 年龄<br><sup>14</sup> C age<br>(a B.P.) | 地质时期<br>Geological period |
|--------------------|----------------------------------|--|---|---------------------------|
| R83 2              | 15~ 50                           | 完形钙质结核(土层)   | 6 980 80  | Q <sub>2</sub>            |
|                    | 50~ 90                           | 雏形钙质结核(土层)   | 6 220 200   | Q <sub>2</sub>            |
|                    | 90~ 170                          | 完形钙质结核(土层)   | 17 280 380  | Q <sub>3</sub>            |
|                    | 170~ 250                         | 完形钙质结核(土层)   | 18 190 380  | Q <sub>3</sub>            |
|                    | 250~ 355                         | 硬磐(层)  | > 40 000  | Q <sub>3</sub>            |
| R87 10             | 82~ 103                          | 雏形钙质结核(土层)   | 6 515 100   | Q <sub>2</sub>            |
|                    | 103~ 150                         | 完形钙质结核(土层)   | 23 635 410  | Q <sub>3</sub>            |
|                    | 150~ 250                         | 完形钙质结核(土层)   | 22 910 490  | Q <sub>3</sub>            |

#### 4.2 土壤分散碳酸盐<sup>14</sup>C 年龄

我国北方的黑钙土、栗钙土、灰钙土等土壤中含有相当丰富的分散碳酸盐, 并且聚集呈钙积层。不过南方的许多土壤中亦含有一定数量的分散碳酸盐。广西右江谷地河湖相沉积物上发育的膨粘土(变性土纲中的一个类型)就是其中一例。笔者在百色地区采集的一个该土壤类型剖面中含有两层分散碳酸盐聚集层(53~ 83cm 和 83~ 95cm)。土壤上部 Bca<sub>1</sub> 层含有  $185\text{g kg}^{-1}$  碳酸盐, 其无机放射性碳年龄为 10 160 310a B.P., 而下部的 Bca<sub>2</sub> 层含  $161\text{g kg}^{-1}$  碳酸盐, 形成年龄距今 12 930 260a。相比之下, 下部 Bca<sub>2</sub> 层的形成速度远

远小于上部  $B_{ca1}$  层,前者为  $0.009\text{mm a}^{-1}$ ,后者为  $0.03\text{mm a}^{-1}$ 。

#### 4.3 土壤珊瑚、贝壳碎屑砂 $^{14}\text{C}$ 年龄

松散的珊瑚、贝壳碎屑砂堆积物是我国南海西沙赵述岛和琛航岛,南沙太平岛等岛屿的主要成土母质,其碳酸盐含量可高达  $950\text{g kg}^{-1}$ 。尽管在热带海洋性气候条件下,碳酸钙在腐殖质酸和雨水淋溶下由土壤表层向下移动,但由于生物珊瑚和贝壳的存在,土体中仍含有相当丰富的碳酸盐,最低者亦有  $617\text{g kg}^{-1}$ 。

广泛分布于南海诸岛上的磷质粗骨土、普通磷质石灰土、硬磐磷质石灰土和滨海沼泽盐土均由生物(珊瑚、贝壳)碎屑砂或生物碎屑岩发育而来。这些分别属于新成土纲、均腐土纲和盐成土纲的土壤为测定放射性碳年龄提供了良好的碳酸盐原料。

表 4 南海诸岛土壤珊瑚、贝壳碎屑砂的 $^{14}\text{C}$ 年龄  
Table 4  $^{14}\text{C}$  age of soil shell-coral in the South China Sea Islands

| 土壤类型<br>Soil type | 采样地点<br>Sampling site | 采样深度<br>Depth of sampling<br>(cm) | 树轮校正年龄<br>Age corrected by tree ring<br>(a B.P.) |
|-------------------|-----------------------|-----------------------------------|--|
| 滨海沼泽盐土            | 西沙琛航岛                 | 0~ 5                              | 880 150  |
|                   |                       | 30~ 40                            | 1000 100   |
| 磷质粗骨土             | 南沙太平岛                 | 0~ 10                             | 720 120  |
|                   |                       | 10~ 35                            | 1150 100   |
|                   |                       | 35~                               | 1130 100   |
| 普通磷质石灰土           | 南沙太平岛                 | 5~ 20                             | 1245 160   |
|                   |                       | 20~ 100                           | 1580 160   |
| 硬磐磷质石灰土           | 西沙赵述岛                 | 2~ 14                             | 1855 130   |
|                   |                       | 14~ 24                            | 2490 140   |
|                   |                       | 95~ 110                           | 2620 145   |

$^{14}\text{C}$  断代表明:(1)滨海沼泽盐土和磷质粗骨土的表层年龄较年轻,只有 700~ 900a;而普通磷质石灰土和硬磐磷质石灰土则分别达到 1200a 和 1900a(表 4)。(2)土壤剖面的表层年龄和底层年龄相差不大,仅有数百年时间间隔。(3)诸土壤的形成年龄系全新世晚期,其中以硬磐磷质石灰土的年龄最大。与此同时, $^{14}\text{C}$  年龄数据还充分揭示了南海诸岛土壤的演变过程,亦即,随着土壤由滨海沼泽盐土或磷质粗骨土发育成普通磷质石灰土,乃至硬磐磷质石灰土,土壤年龄由 1000a B. P. 增加到 1600a B. P. 和 2600a B. P.。这与土壤从岛屿滨海、沙堤外侧向沙堤内侧和平台,以及洼地和泻湖的分布规律完全相吻合<sup>[6]</sup>。

## 5 土壤类型 $^{14}\text{C}$ 年龄

我国绝大多数土壤类型系全新世时期的产物,其中又以全新世中期和晚期占绝对优势。相比之下,只有少数土壤形成于晚更新世晚期。至于归属于铁铝土纲的很多土壤,其成土年龄往往已超出放射性碳断代的范围,在此不予考虑。

如图 1 所示,属于全新世晚期(现今~ 2500a B. P.)的土壤有:分布于东北的灰壤,鲁

北沿海地区的滨海盐土, 淮北平原的潮土, 陕西关中的 土, 青藏高原的高山寒漠土, 广西临桂的石灰性水稻土, 还有南海琛航岛的滨海沼泽盐土, 以及南海太平岛的磷质粗骨土和磷质石灰土等。

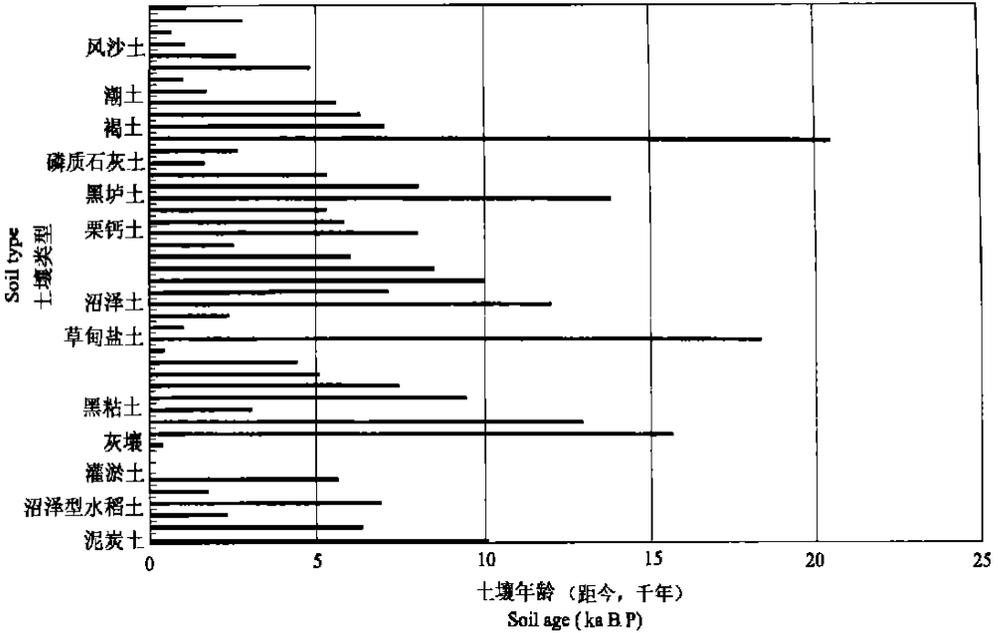


图 1 土壤放射性碳年龄

Fig. 1 Radiocarbon age of soils

形成于全新世最佳期(2 500~ 7 500a B. P.) 的土壤有: 分布于江南水乡 太湖地区的水稻土和浙江宁绍平原的沼泽型水稻土, 闽粤玄武岩台地的黑粘土, 陕西关中和阳陵地区的褐土, 以及南海赵述岛的硬磐磷质石灰土, 等等。据笔者等人在甘肃武威和宁夏永宁<sup>14</sup>C测定的两个灌淤土剖面结果亦是这时期形成的产物。它们的年龄分别达 5 340 200a B. P. 和 6 350 750a B. P.。广泛分布于半干旱地区内蒙古的栗钙土亦主要形成于该时期(5 280~ 5 830a B. P.), 但有个别的则形成于全新世早期, 年龄达 8 050 160a B. P.。陇东的黑垆土存在同样类似的问题。其中西峰的黑垆土年龄为 5 290 130a B. P., 而灵台的则为 8 030 250a B. P. (1)。然而, 刘东生等人<sup>[7]</sup> 则将黄土高原的黑垆土(古土壤类型)划归为三个年代范围, 即距今 8 100~ 9 900a, 4 600~ 7 400a 和 2 000~ 3 000a。分布于新疆维吾尔自治区的灰棕荒漠土同样如此。其中测得的四个土壤剖面年龄分别为 4 410 95, 5 100 80, 7 430 210 和 9 430 135a B. P. (2)。

青藏高原的亚高山草甸土是全新世早期土壤的代表者。其中两个土壤剖面的年龄分别为 8 050 170a B. P. 和 8 570 165a B. P.。

晚更新世晚期发育的土壤有广布于黄淮海平原的砂姜黑土, 新疆哈密草甸盐土, 以

(1) 张维祥硕士学位论文: 陇东黄土塬区黑垆土形成的时代、过程和成土作用强度的探讨, 1988

(2) 彭贵提供, 中国科学院地质所, 北京

及分布于云南丽江的棕红壤,等等。

我国地域辽阔,分布于全国各地的同一个土壤类型(系泛域土范围)往往具有截然不同的年龄。例如,分布于我国三江平原,长江中下游,云贵高原和若尔盖等地区的沼泽土可跨越全新世整个时期,其年龄从 2 500a 到 5 000~ 6 000a 和 12 000a。当然,亦有一些土壤依赖于自然环境的周期变化,形成于不同的阶段,而具有多元化年龄的特征。如,三江平原的泥炭土有三个形成阶段:始发育期,发展期和盛期<sup>[8]</sup>。因此,测定的泥炭土放射性碳年龄(10 060 515a B. P., 6 230 105a B. P. 和 2 280 80a B. P.) 又归属于全新世整个时期。又如,笔者在内蒙古多伦地区测定的风砂土为 240a B. P.。据研究<sup>[9]</sup>,科尔沁草原的风砂土有三个形成时期:现今~ 250a B. P., 650~ 1 125a B. P., 2 575~ 4 800a B. P.。值得一提的是,众多土壤是在自然五大成土因素和人为活动共同作用下形成、发育的。而有些土壤则是人为因素起到决定性的作用,如灌淤土、齐城故土和水稻土,等等。因此,它们形成于人类历史时期亦是必然的规律。

### 参 考 文 献

1. Becker-Heidman P, Liu L W, Scharpenseel H W. Radiocarbon dating of organic matter fractions of a Chinese molisol. Z. pflanzenernahr. Bodenk., 1988, 151: 37~ 39
2. 刘良梧,周健民,刘多森等. 半干旱农牧交错带栗钙土的发生与演变. 土壤学报, 2000, 37(2): 174~ 181
3. 刘良梧,茅昂江,Becker-Heidman P, Scharpenseel H W. 栗钙土的年龄. 土壤学报, 1989, 26(2): 159~ 165
4. 刘良梧. 砂姜黑土形成的历史过程——以淮北平原为例. 淮北地区水土资源开发与治理研究. 北京: 科学出版社, 1992, 136~ 145
5. Liu L W. Radiocarbon dating of Vertisols in China. Pedosphere, 1996, 6(2): 147~ 153
6. 龚子同,刘良梧,周瑞荣. 南海诸岛土壤的形成与年龄. 第四纪研究, 1996, 1: 88~ 95
7. 刘东生等著. 黄土与环境. 北京: 科学出版社, 1985. 84~ 108, 176~ 190, 274~ 304
8. 孟宪民,刘银良,杨青,邵庆春. 三江平原泥炭土形成与发育历史的初步研究. 土壤地质. 北京: 农业出版社, 1991. 219~ 221
9. 罗承平,薛纪瑜. 中国北方农牧交错带生态环境脆弱性及其成因分析. 干旱区资源与环境, 1995, 9(1): 1~ 7

## RADIOCARBON AGES OF SOILS IN CHINA

Liu Liang-wu Mao Ang-jiang

(*Institute of Soil Science, Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210008*)

### Summary

China is a country with a vast territory and a huge variety of soil types. The soils of China contain not only organic matter and humus but also plenty of disperse carbonate, calcareous concretions, or shell and coral etc., which are good objects suitable for radiocarbon dating.

Quite a number of types soils have been dated, belonging to 12 orders: Histosols, Anthrosols, Spodosols, Vertisols, Aridsols, Halosols, Gleysols, Isohumisols, Ferrisols, as well as Luvisols, Cambisols and Entisols. Authors place emphasis on radiocarbon dates of organic matter and humus composition in chestnut soils (Isohumisols order), calcareous concretions and disperse carbonate in shajiang black soils and swelling clay soils (Vertisols order), and shell-coral in the soils in South China Sea Islands (belonging in Isohumisols, Halosols and Entisols respectively).

Organic and inorganic  $^{14}\text{C}$  dates show that most soils in China are products of Holocene, with those of the late- and mid-Holocene in dominance. The soil ages of Stagnic and Orthic Anthrosols are closely related to the long agricultural history of China of more than 6 000 years. Comparatively, only a few soils formed at the end of the late Pleistocene. And some soils have several formation and development phases. Therefore, their ages, spanning different geological periods, have polygenetic features.

**Key words** China soils, Organic radiocarbon dating, Inorganic radiocarbon dating, Soil  $^{14}\text{C}$  age