

土壤膠体膨脹的初步研究

蔣劍敏 熊 毅

(中國科學院土壤研究所)

土壤是介乎親水膠体与憎水膠体之間的膠体。因此，土壤可在能引起溶劑化的溶液中產生膨脹。絕大部分土壤膠体是有限膨脹，只有少数如腐殖質，特別在含鈉時，才是無限膨脹(即形成溶膠)。

土壤吸水時的膨脹情況，具有農業生產上的意義。土壤經過濕脹干縮的作用，體積發生巨大變化，并有害于植物根系的發育。土壤膨脹影响結構的形成、破碎和孔隙度^[8]。另外，土壤膨脹后，顯著地降低土壤中自由水的移動，对于植物生長具有重大意義^[11]。

膨脹是土壤膠体的屬性之一。各種粘土礦物的膨脹度不同，由土壤中粘土礦物的組成可以推論土壤吸水和膨脹性能；反之，由土壤膠体的膨脹度和吸水速率亦可推論土壤膠体的本性。

對我國土壤膠体的膨脹性質，尚無系統的研究資料，本文僅就少数土壤的膠体進行初步研究。

研究簡史

前人進行土壤膠体膨脹的工作很多，現歸納為三項簡述于后：

1. 土壤膠体膨脹的意義：上世紀末叶，植物學家把固体吸收水分、體積增大、粘合力減少而又不損失原來性質的現象，稱為膨脹。以后認為多孔性物質保持失去自由活動力的水分的能力即膨脹^[13]。Песков(1948)^[7]把液体被彈性軟膠結合的過程叫做膨脹。

Spring (1901) 用物質吸水后壓力增加的办法，來測定砂和粘土的膨脹。Hofman, Endell, Wilm 也曾研究粘土礦物中蒙脫類的膨脹。

Mattson (1927)^[16] 研究土壤膠体的膨脹，發現土壤膠体不同，膨脹也不同。并指出，交換性陽离子對土壤膠体膨脹的影响很大，鈉質土壤膠体的膨脹度最大。

Anderson (1929) 認為交換性陽离子對土壤膠体膨脹的影响有下列的規律：

$$\text{Na} > \text{K} > \text{Ca} = \text{Mg} > \text{H}$$

苏联 Сидери(1936)^[8,9]曾詳細研究土壤結構与膨脹的关系。

Whitt 与 Baver(1937)^[20]研究土粒大小、鹽基交換量与膨脹的关系,認為小于 0.5 微米各級粘粒的吸水量是相同的。粘粒吸水現象不能只視作固体表面暴露的結果,而是由于表面活潑点的作用。

2. 土壤膠体膨脹的机能: 关于土壤膨脹的本性,曾有許多假說:如毛管假說^[6],溶解薄膜假說^[6],膠团內膨脹解說^[12],滲透膨脹解說^[17]等。但是对于土壤膨脹的本性,到現在为止,还没有正确地确定,它还是各种假說的对象。不过根据現有的材料,大致可把膨脹的过程分为二个階段:

第一階段的特征是体積的收縮,同时有热效应(是正的)。由于分散介質(水)被固体吸引而相結合,这种結合的力类似于二溶液相混合时之吸引力,因此在膠团表面就發生溶劑化,即水分子的定向排列。結果,一方面產生热效应,同时由于吸引力而使起定向排列的水分子的体積收縮,比重就变大(这就是膠体膨脹时收縮的原因),介电常数变小(为 2.2),冰点也降低,并且这一部分水沒有溶解能力。

同时,膠团內部的晶体也可能与水相結合,引起晶內膨脹(如蒙脫类粘土)。这时候的热效应大概不等于零,但不易单独來測定。膨脹第一階段所吸收的水量,約为总量的 50—60%。

第二階段的特征是体積不再收縮,也無热效应。这时候,液体所以被固体吸收可能由于:(i)机械的結合,液体在顆粒表面并没有定向排列;(ii)滲入網狀結構中的空腔;(iii)由滲透压力而進入軟膠中。这时要具备二条件:一个即滲透膜,膠体本身可起这作用,另为运动的粒子,固定在表面膠团中还保留一些轉动和振动能力的某些个别膠团可充任^[7]。

3. 研究膨脹的方法: Чанек(1938)^[11]按膨脹的性質來研究膨脹現象。他把測定膨脹的重要方法,归納为六种:(i)測定膨脹热;(ii)測定收縮;(iii)測定膨脹压;(iv)測定膨脹后体積的增加;(v)測定膨脹物在液体中的沉降体積;(vi)測定膨脹所結合的水量。

研究膨脹时所產生的热是比較困难的。因为,大部分热效应僅在結合第一部分水时(即形成吸附層时)放出。進一步的水分結合則很少有热效应(甚至常常是負的),但是水分進一步的結合才是膨脹的主要原因。

收縮与膨脹热一样,它是在結合第一部分水时(即第一階段)的特征。結合第二部分时,則微不足道。因此,这性質不能作为度量膨脹現象的标准。

Васильев(1949)^[6]的粘土膨脹試驗仪是利用膨脹压來測定土壤膨脹的好方法。用

它可以繪出土壤膨脹、收縮與時間的關係曲線。

測定膨脹時體積的增大對無孔物質是很好的，如橡膠、白明膠及其他等物。測定方法有水銀法^[5]及 Сведберг 膨脹計法等^[7]。

至於直接測定粉末狀物質（土壤和粘土）體積的長大，則以刻度玻管法最為簡便。

Mattson (1927)^[16]所应用的刻度玻管法是一段容積為 5 立方厘米的滴定管，把底磨平。用橡皮圈扎上一張濾紙，裝入通過 50 網眼的土壤或膠體標本 0.5 克，直立于貯水的淺盤中，任其吸水。按時記錄它體積的膨脹，以每克膠體體積增大的倍數表示之。Антипов-Каратаев 與其同事 (1935) 以及後來的 Коржуев 與 Борисова (1939)，也都应用過同樣的方法^[4]。

Ostwald 與 Mattson 等曾用過沉降體積法。先將粉末狀標本與溶液一起搖勻，任其沉降。然後，測量沉淀體積。理論上假定它結合液體越多，它的體積越大。但實際上並非如此，因沉淀的方式有很多種類：(i) 有離子擴散層與松結合水的顆粒，滑動良好沉淀疏松；(ii) 離子擴散層與松結合水很少，顆粒滑動良好沉淀堅實；(iii) 無離子擴散層和松結合水，無顆粒滑動沉淀疏松。

當顆粒在不能形成離子擴散層與松結合水的液體中時，它雖然沒有膨脹，但由於顆粒間產生的粘着力阻止它的自由滑動，看起來，體積還是加大的。

用重量或容量法來測定膨脹水的方法是比較有前途的。但应用于粉狀物質（土壤、粘土及其他）時有些缺點：如毛管水的修正和水與其他非極性液的表面張力的修正問題。

Сидери^[4]用膠體薄膜包裹土壤，吸水後，測定所增加的重量以測定膨脹。但因膠膜非伸縮性時常引起崩裂，故不易成功。

Лаптева 與 Кирьянова^[6]將柱狀土樣置于橡皮膜中，在膜上刺以小孔以便吸水，用稱重法測定它的膨脹。但必須用彈性好的薄膜，而薄膜本身不發生膨脹。

Freundlich 及其同事 (1930—1933)^[4]為了研究分散體的膠體化學性質，曾廣泛地应用“吸水計膨脹”來測量分散體的吸水性質，後來 Buzagh 也应用這方法來研究電介質對石英粉 ($r=1$ 微米) 團聚的影響。

至於土壤學方面，早就应用測量吸水的方法來測量膨脹（特別是 Дояренко）。Joffe 與 MacLean (1920) 以及蘇聯土壤研究所物理—化學實驗室也廣泛应用了這個方法^[4]。Hans Winterkorn 與 Baver (1934, 1935)^[13, 21]曾用這種方法來研究粘土礦物的化學成分 ($\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$)、結晶格子、鹽基交換量與膨脹的關係，也研究了分子結構相似而介電常數差異的溶液對粘土 (Putnam) 膨脹的影響，以及顆粒大小不同的粘土礦物

表面性質与膨脹的关系等。Sen-Gupta (1938)^[19] 也曾用这方法來說明印度斑脫土的物理化学性質。

試驗样品和試驗方法

(一) 試驗样品

本試驗所选用标本,一共有七个,包括粘土礦物二个和土壤标本五个。二个粘土礦物是蒙脫土和高嶺土。蒙脫土由遼寧錦西常家溝村所采的斑脫土(bentonite)提出,高嶺土由江苏苏州陽山所采高嶺土中提出,均制成直徑小于2微米的氫質或鈉質膠体,每百克膠体的鹽基交換量各为92.5及3.10毫克当量^[1]。土壤标本5个:(i)紅壤采自江西南昌西北45里甘家山,土層深度約20—60厘米,母質为第四紀紅色粘土。(ii)灰褐土采自西北武功西北農学院北100米道旁,土層深度0—20厘米。(iii)淋溶黑土采自东北國营九三榮軍机械農場,土層深度0—20厘米。(iv)華北平原的膠泥(28448*, 俗名鷄糞土)采自山东臨清黃压附近,土層深度为85—108厘米。(v)另一种膠泥(28450*, 俗名狗头膠泥)采自同一剖面138—205厘米处。

(二) 土壤膠体的提取法

先把分析样品用稀鹽酸洗为氫質土,在懸濁液pH值为3.5时,用双氧水(30%)除去其有机質。繼用2%碳酸鈉煮5分鐘(紅壤煮30分鐘)以充分分散細小顆粒,可溶性硅鋁和有机質用离心法除去。用140網孔篩子篩去砂粒,以沉降法分出小于1或2微米的土壤膠体。取出2—3克膠体,按下法制成氫鋁質或鈉質膠体。

(三) 氫鋁質膠体与鈉質膠体的制备

前面曾經提到交換性陽离子的种类对土壤的膨脹度有相当大的影响,因此为便于比較起見,將膠体或土壤都饱和以同种陽离子。

氫鋁質膠体的制备: 取出用上法分离得的土壤膠体懸液4份(每份含膠体0.5—1克),分別置于30×100毫米离心管中,用离心法(每分鐘3000轉旋轉5分鐘)分离膠体,弃去澄清液。然后,加0.05N HCl溶液約40毫升,用玻璃杵¹⁾攪拌至充分分散,用蒸餾水冲洗玻璃杵以洗下其上粘着的膠体(溶液体積不超过50毫升),再用离心法分离,傾去澄清液。如是处理三次。繼以酒精洗去遺留的HCl,操作步驟如上,至無氯离子反应为止。为了避免膠体在烘干过程中引起不可逆的聚結作用,在洗至無氯离子反应之后,再用無水酒精及丙酮各洗二次,以除去膠体表面的水膜。然后,在室温下干燥

* 这是中國科学院土壤研究所土壤标本总号。

1) 在玻管上端吹成球形,用以作攪棒,分散力甚高。

至風干态,通过 60 孔篩之后,貯于标本瓶中待用。氫鋁質土壤則可在漏斗上用 0.05N HCl 淋洗,最后洗去氯离子,在 60°C 干燥之。

这样用稀酸处理得到的膠体过去就認為是氫質的,近來据 Haward 等(1954)^[14] 用电滴定法証明,吸收在膠体上的除氫离子外,更有大量鋁离子,所以是氫鋁質的。

以 1N NaCl 溶液代替上述方法中所用的 0.05N HCl 液,可得鈉質膠体。

(四) 試驗方法

土壤膨脹度及吸水曲綫的測定方法主要是根据 Hans Winterkorn 与 Baver 的設計并結合 Mattson 的刻度玻管法,在測定吸水率的同时也观察体積的变化。

圖 1 是測定土壤吸水曲綫的仪器: 玻璃沙蕊漏斗(1)(規格为 1G4)借橡皮管(2)与有三路活塞(3)的支管(a)相連。在三路活塞的支管(b)上接一支容量为 1 毫升的刻度吸管(4),支管(c)与特制的一个貯水器(5)相連(或直接用橡皮管接入蒸餾水瓶)。另外,割取 50 毫升滴定管若干段,每段長約 3 厘米(視玻璃沙蕊漏斗高度而异),將玻口磨平,

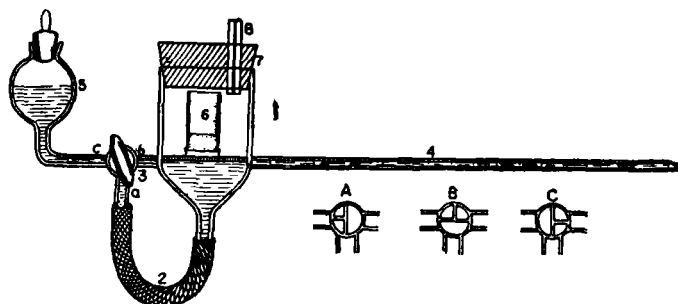


圖 1* 吸水膨脹計

用銅絲扎上一層濾紙(濾紙可用比滴定管大 4 毫米直徑的鋼制打孔器鑽取之,这样可使濾紙大小一样,濾紙的吸水量可計算出常数以減去之)作为放置土壤标本的容器。在試驗开始前先准备好标本容器(即將小濾紙固定在短滴定管上),然后称取标本 0.5 克,置短滴定管中。將裝有标本的滴定管提高 1 厘米,任其自由落下,如是 100 次。最后記錄标本体積(即讀取短滴定管上土壤所占体積的立方厘米数)。

然后,將吸水膨脹計的三路活塞旋轉至 A 的位置,使貯水器中的液体流經支管(a)及橡皮管(2)而充滿玻璃沙蕊漏斗沙蕊面下的容積(可在毛细管(8)处抽气以加速液体的流入,但往往最后总有一些气泡留在沙蕊下面,这时可將整个仪器傾斜,使气泡經由橡皮管(2)及三路活塞的支管(a)至貯水器而逸去)。然后旋轉三路活塞至 B 的位置,使液体充滿 1 毫升刻度吸管。再將三路活塞旋轉至 C 的位置,接通吸管与玻璃沙蕊漏斗,

* 本文插圖均由張續錦、吳以讓等同志繪制,謹致謝忱。

这时可用濾紙吸去沙蕊上的多余液体, 然后开始試驗。試驗开始时一面將有标本的短滴定管置于沙蕊上, 同时开停表, 并且立刻將有毛細管(8)的橡皮塞塞好, 以免蒸發。此后, 每隔一定時間記錄标本吸液体的容積及其体積的变化。

同样, 用沒有标本、只有濾紙的短滴定管做多次吸水試驗, 將吸水量平均后作为空白試驗的数值, 以校正試驗結果。

吸水情况可用積分曲綫($V-t$)或微分曲綫($v-t$)表示之。

膨脹前后的体積变化可用逐次攝影的方法記錄下來。

試驗結果及討論

(一) 土壤吸水和膨脹的情况

土壤在整个吸水过程中, 开始 5—10 分鐘的吸水速度最快。10 分鐘以后吸水曲綫就趋近于平緩。以后, 三种土壤的吸水速度差不多相同(表 1)。

表 1 氫鋁質土壤的吸水情况* (c.c./1 克)

土 壤 吸 水 时 間	紅 壤	灰 褐 土	黑 土
24 小 时	0.47	0.47	0.62
10 分 鐘	0.44	0.44	0.49
差 值	0.03	0.03	0.03

* 紅壤、灰褐土、黑土(經過 60 孔篩)的鹽基交換量用醋酸鈣法測定, 各为 11.77, 16.77, 40.70 毫克当量/100 克(戴根榮同志分析)。

由表 1 及圖 2 (見 135 頁)可看出, 氫鋁質黑土的吸水量, 比紅壤及灰褐土顯然大得多。而紅壤与灰褐土的差异却不顯著。

此外, 由吸水过程中它們体積的变化來看, 則各有特点。当土壤接触水面后, 土壤种类不同, 其被水分完全潤湿所需的時間亦不同。黑土需时最短(16 秒), 紅壤次之(2 分鐘), 灰褐土最長(2 分半鐘), 除黑土外, 其他二种土壤当被水分潤湿的同时, 体積發生收縮。而在土体与玻管壁之間形成了空隙, 引起水分上升。三种土壤中灰褐土的收縮程度最大, 紅壤次之, 黑土則無收縮的現象。但膨脹的情况則不是这样次序, 吸水一天后: 黑土膨脹最大达原体積的 1/10, 灰褐土略有膨脹, 紅壤几保持原狀。由此可以說明, 土壤中收縮与膨脹作用并非簡單的关系。

当然引起上述变化的原因很多(土壤的有机膠体、無机膠体的成分, 团聚体的水穩性等), 目前僅就它們無机膠体在吸水膨脹方面的差异來探討。

(二) 土壤膠體的吸水和膨脹情況

土壤顆粒的大小對土壤的吸收陽離子的能力、吸收水分的能力以及土體的收縮與膨脹等影響，已由Anderson(1922), Gile(1924), Zunki(1930), Whitt 與 Bayer(1937)^[1]等闡明過。通常將1微米為分界綫，因為1微米以下的土粒多為次生粘土礦物，它的表面能特別大。

由三種土壤標本提出小於1微米膠體後，測定它們的吸水曲綫及膨脹。

從吸水5分鐘後土壤和膠體吸水量的比較(表1, 圖2及3), 原來吸水較多的黑土,

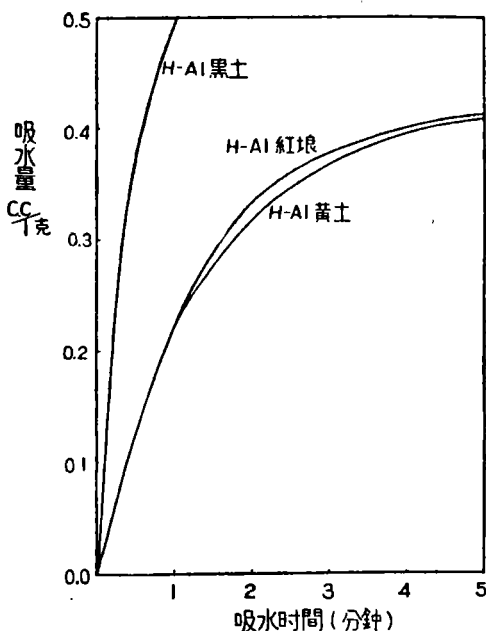


圖2 氫鋁質土壤最初5分鐘的吸水曲綫

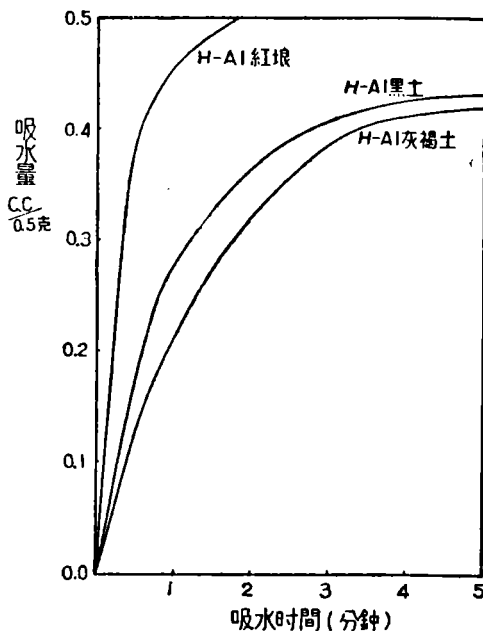


圖3 氫鋁質膠體(>1微米)的吸水曲綫

它的氫鋁質膠體吸水量降低，而原來吸水較少的灰褐土和紅壤的氫鋁質膠體吸水量反而增加。由此可見，土壤的吸水情況是相當複雜的現象，並不完全決定於其無機膠體的性質，與有機質和孔隙度也有密切的關係。

上述三種氫鋁質土壤膠體的體積膨脹情況和土壤的情況是一致的，並且比較明顯。氫鋁質紅壤膠體沒有膨脹，氫鋁質黑土膠體只有膨脹沒有收縮，而氫鋁質灰褐土膠體既有膨脹也有收縮。假如把這些土壤膠體用鈉質來飽和，膨脹的現象更為明顯(圖4)。吸水十日後氫鋁質和鈉質紅壤膠體的體積都沒有怎樣增加(體積增加0.04—0.08倍)，氫鋁質灰褐土膠體增加體積0.28倍，鈉質灰褐土膠體則增加1.11倍，氫鋁質黑土膠體增加0.75倍，鈉質黑土膠體則增加1.62倍(表2及3)。

三種土壤鈉質膠體吸水性能的差異比氫鋁質膠體更為顯明。由於鈉質膠體分散得

充分, 鈉質膠体的吸水速率較氫鋁質膠体为緩(圖 5)。但它們的吸水总量, 却較氫鋁質膠体为多。不过三种土壤的鈉質膠体在第五分鐘时所吸收水量的相互間的关系, 并不与完全膨脹时的关系一致, 而要复雜得多。由于試驗时的恒温条件不够理想, 在較長时期(如一星期)的測定中, 誤差甚大, 所以現在还没有精确的数字闡明它們的关系。

表 2 氫鋁質膠体的膨脹情况 (c.c./0.5 克及 c.c./c.c.)*

样 品	吸 水 日 数 膨 脹 情 况	0	1	6	10
紅 壤	c.c./0.5 克	0.65	0.70	0.70	0.70
	c.c./c.c.	1	1.08	1.08	1.08
灰 褐 土	c.c./0.5 克	0.5	0.64	0.64	0.64
	c.c./c.c.	1	1.28	1.28	1.28
黑 土	c.c./0.5 克	0.4	0.68	0.70	0.70
	c.c./c.c.	1	1.70	1.75	1.75

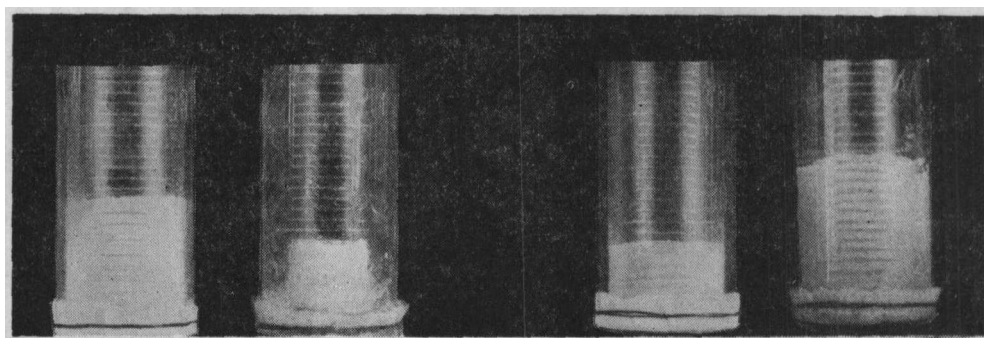
* 以未吸水时 0.5 克膠体之体积(c.c. 数)为 1。

表 3 鈉質膠体的膨脹情况 (c.c./0.5 克及 c.c./c.c.)

样 品	吸 水 日 数 膨 脹 情 况	0	1	6	10
紅 壤	c.c./0.5 克	0.71	0.73	0.74	0.74
	c.c./c.c.	1	1.03	1.04	1.04
灰 褐 土	c.c./0.5 克	0.45	0.68	0.90	0.95
	c.c./c.c.	1	1.51	2.00	2.11
黑 土	c.c./0.5 克	0.45	0.90	1.00	1.18
	c.c./c.c.	1	2.00	2.22	2.62

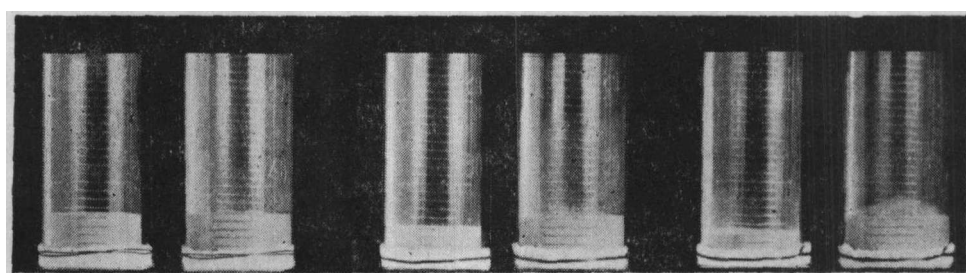
在这里必須指出, 灰褐土膠体的膨脹介于黑土膠体和紅壤膠体之間, 但在圖 3 及圖 5 中, 不論是氫鋁質还是鈉質的灰褐土膠体, 其吸水曲綫都比黑土膠体为低。这两种土壤膠体的吸水曲綫未能与膨脹情况相符合的原因, 尚待繼續研究。

蒙脫土及高嶺土的吸水曲綫(圖 6)和膨脹情况(圖 4), 可与土壤膠体比較。鈉質蒙脫土的吸水曲綫与黑土及灰褐土的膠体相似, 而氫鋁質蒙脫土的吸水曲綫未能与黑土及灰褐土膠体相同, 这个現象說明影响吸水曲綫的因素很多, 与土壤顆粒的分散程度可能有很大的关系。高嶺土太疏松, 吸水曲綫不易測定。無論是氫鋁質高嶺土或鈉質高嶺土, 吸水 1 天后的体积比原来縮小一倍, 但無膨脹現象。蒙脫土則只有膨脹而沒有



未吸水 吸水 1 天
 皂鉛質高嶺土 (<2微米)

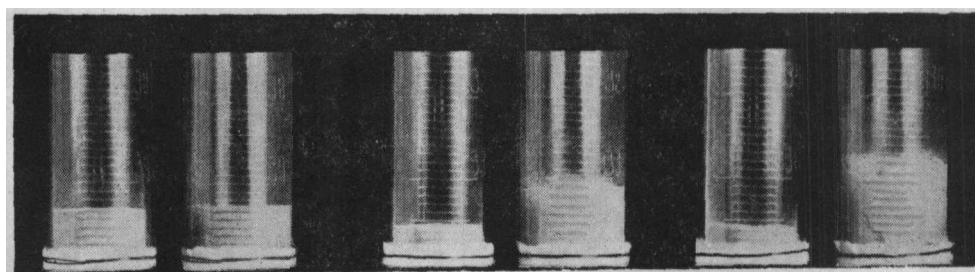
未吸水 吸水 1 天
 皂鉛質蒙脫土 (<2微米)



未吸水 吸水 10 天
 皂鉛質紅壤膠体 (<1微米)

未吸水 吸水 10 天
 皂鉛質灰褐土膠体 (<1微米)

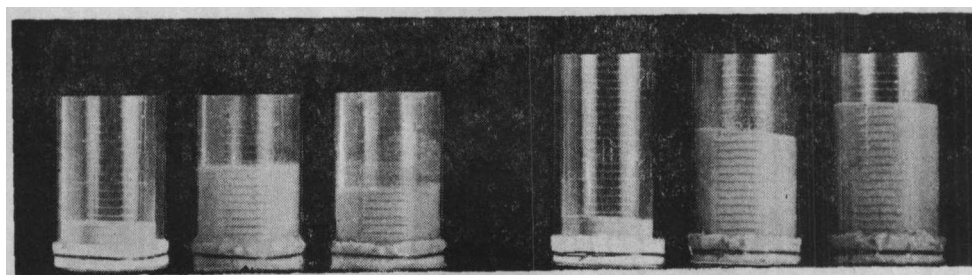
未吸水 吸水 10 天
 皂鉛質黑土膠体 (<1微米)



未吸水 吸水 10 天
 鈉質紅壤膠体 (<1微米)

未吸水 吸水 10 天
 鈉質灰褐土膠体 (<1微米)

未吸水 吸水 10 天
 鈉質黑土膠体 (<1微米)



未吸水 吸水 6 天 吸水 12 天
 鈉質雞糞土膠体 (<1微米)

未吸水 吸水 6 天 吸水 12 天
 鈉質狗頭膠泥膠体 (<1微米)

圖 4 土壤膠体的膨脹情況

(註: 除高嶺土、蒙脫土用样品 1 克外, 余都为 0.5 克)

收縮，氫鋁質蒙脫土可膨脹一倍(圖4)，鈉質蒙脫土膨脹得更厉害，吸水10天仍繼續膨脹。其體積比原來增加4.83倍(由0.48立方厘米膨脹為2.80立方厘米)。

試驗結果表示出蒙脫類膠體與高嶺類膠體在吸水後的體積變化現象是絕然不同的。前者只有膨脹，沒有收縮；而後者却只有收縮，沒有膨脹。紅壤在吸水後所表現的特征，與高嶺土相似，黑土則與蒙脫類相似，而灰褐土則介於兩者之間。據熊毅^[3]的研究，紅壤中的粘土礦物以高嶺類為主，灰褐土中的粘土礦物以云英為主。據蘇聯科學院土壤研究所的X-射綫實驗室研究，證明高嶺類多分布于紅壤中，蒙脫以干旱草原為主。蒙脫類礦物由於結晶構造的C軸所含水量不同而伸縮，當含水較多時即可造成結晶內膨脹。高嶺類屬非擴展性的礦物，故無膨脹的特性。

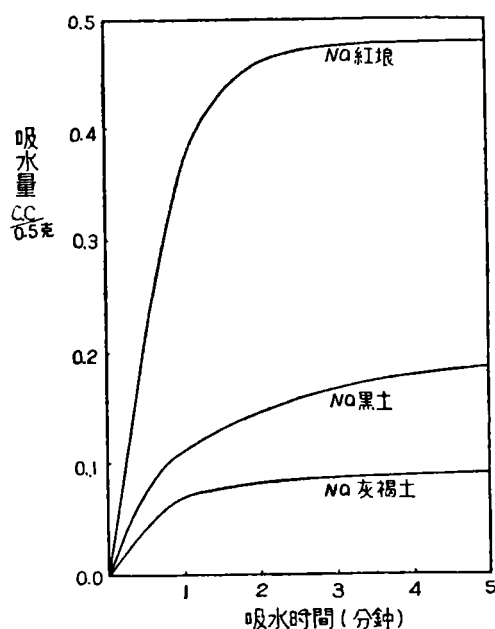


圖5 鈉質膠體(<1微米)的吸水曲綫

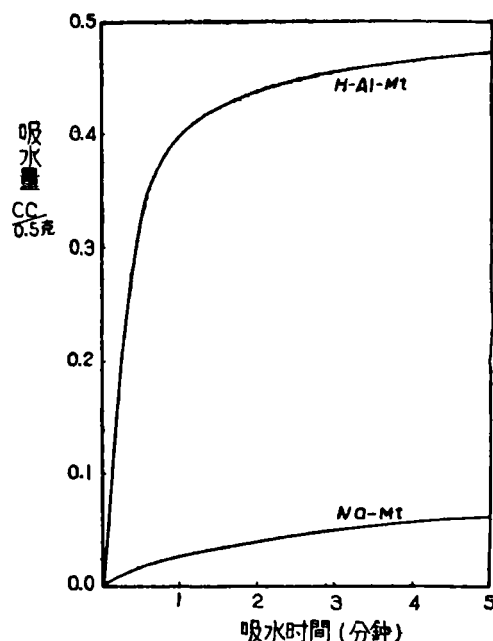


圖6 蒙脫土(<2微米)的吸水曲綫

Hofman 与 Bilke^[15]曾用X-射綫測定鈣質蒙脫土水分含量與結晶面間距離的關係，證明含水量在10%時，面間距離為11.25Å，含水量在29.5%時為15.1Å，59%時為17.8Å。

Grimm, Hendrick^[15]等指出，蒙脫類粘土的膨脹是由于硅酸鹽層間的吸水，水分子的進入引起晶面距離的增加，而側面的闊度仍不改變。Norrish^[18]認為蒙脫的早期膨脹是逐步進行的，而與層間陽離子的水化能有關。在早期膨脹時，蒙脫類的X-光繞射綫是相當明顯的。當擴展以後，再繼續膨脹則與陽離子無關。這時蒙脫的膨脹主要是由于滲透，得到的X-繞射綫既散亂而無次序。所以蒙脫土的膨脹性能是肯定的，似可用

为蒙脱土存在的指标。

但是云秦是一种过渡的矿物,它的成分复杂,晶面间距也有扩展。目前关于云秦的膨胀性能的資料很少,所以很难从膨胀性能中来推論土壤中的云秦。据熊毅^[7]及 Сед-лецкий^[10]的研究认为灰褐土中的粘土矿物以云秦石英为主,也有累托和蛭石等过渡矿物。Седлецкий 并怀疑可能有些叶腊石存在。在我們的試驗中,鈉質灰褐土膠体的膨胀虽不如黑土膠体,但已很显著。关于这个问题,希望以后用含云秦較多的粘土进行比較研究。另外一点应提出的,是灰褐土膠体在吸水后易形成溶膠,也希望以后再进一步研究。

(三) 華北平原膠泥的吸水和膨胀情况

在華北平原山东臨清縣附近,有兩種主要的膠泥:一种是棱塊狀膠泥(俗名狗头膠泥),呈大棱塊狀結構,干时坚硬;另一种是核粒狀膠泥(俗称鷄糞土),呈較疏松的小核粒結構。前者多分布于窪地边缘,后者多处于窪地中央及嵌在棱塊狀膠泥表面的中部。

由鷄糞土与狗头膠泥所制备的鈉質膠体,其吸水特性与灰褐土膠体相似(圖5及7),但曲綫的位置較灰褐土膠体略低,鷄糞土膠体的曲綫比狗头膠泥的膠体又較低。

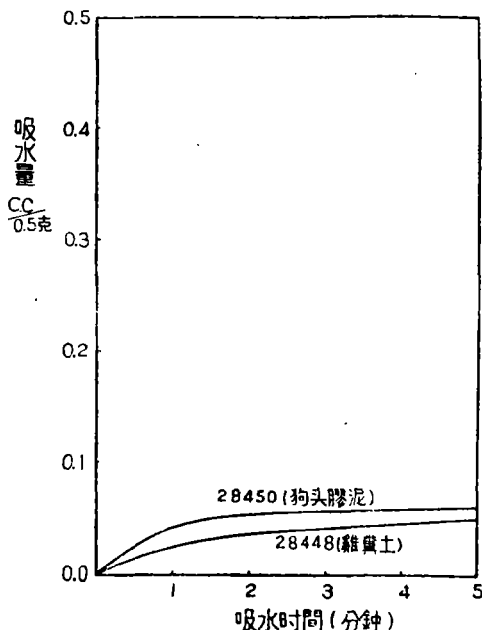


圖 7 華北平原鈉質膠泥膠体(<1微米)的吸水曲綫

表 4 鈉質膠泥(<1微米)的膨胀情况(c.c./0.5 克及 c.c./c.c.)

样 品	吸 水 日 数 膨 脹 情 况	0	1	6	8	12
鷄 糞 土 (28448)	c.c./0.5 克	0.51	0.76	1.23	1.15*	0.92*
	c.c./c.c.	1	1.49	2.41	2.25*	1.80*
狗 头 膠 泥 (28450)	c.c./0.5 克	0.52	0.87	1.62	1.75	1.95
	c.c./c.c.	1	1.67	3.11	3.36	3.75

* 膠体吸水后呈溶膠状态,有一部分通过濾紙而外溢,故看上去体積反而縮小。

但是狗头膠泥的膠体膨胀度,比鷄糞土膠体的还大。在吸水 6 日后,狗头膠泥膠体膨胀 2.11 倍,鷄糞土膠体膨胀 1.41 倍,这两种膠体的膨胀度比黑土和灰褐土膠体为高,但比蒙脱土低(表 5)。所以从膨胀和吸水性質看来,鷄糞土和狗头膠泥在其膠体的成

分上是不一样的。

表 5 几种膠體膨脹度的比較*

	蒙 脫 土	狗 头 膠 泥	鷄 糞 土	黑 土	灰 褐 土
膨 脹 度	5.11	3.11	2.41	2.22	2.00

* 膨脹度以吸水 6 天后的体積与未吸水时体積之比表示。

華北平原的膠泥从膨脹、吸水和形成溶膠的性質來看，都很像灰褐土膠體。華北平原的膠泥是不是由灰褐土冲流的沉積物，希望以后能从其他方面研究其粘土礦物的組成再为討論。至于華北平原膠泥的膨脹度比黑土膠體还高是不是因土粒分散度的关系，也希望以后進行微粒分析时加以闡明。

摘 要

应用吸水膨脹計，測定了二种粘土礦物（蒙脫土及高嶺土）、三种土壤（紅壤、灰褐土、黑土）、五种土壤膠體（ <1 微米）（紅壤、灰褐土、黑土及華北平原的二个膠泥）的吸水曲綫与膨脹。

各类土壤及土壤膠體的吸水曲綫形狀各不相同，土壤和膠體的吸水量不僅受粘土礦物所限制，土粒的团聚和分散情况都有关系。

紅壤（土壤或膠體）的吸水性能与高嶺土相似；不顯膨脹而有收縮，可說明紅壤中含有較多的高嶺土。

淋溶黑土及其膠體在吸水时的膨脹，頗为顯著而無收縮。吸水 10 天后，氫鋁質黑土膠體的体積比吸水前大 0.75 倍，鈉質大 1.62 倍。其膨脹和吸水的性能与蒙脫土相仿，可說明黑土中含有較多的蒙脫土。

灰褐土膠體有膨脹也有收縮。吸水 10 天后，氫鋁質灰褐土膠體的体積，比吸水前增大 0.28 倍，鈉質則膨脹 1.11 倍。因云泰的膨脹和吸水性能尚無充分資料，故未能比較。

華北平原膠泥的膨脹性能类似灰褐土，这种膠泥吸水后可呈溶膠状态，其鈉質膠泥的膨脹度都比鈉質黑土膠體尤大。在吸水 6 天后，鈉質鷄糞土（28448）的体積比吸水前大 1.41 倍，狗头膠泥（28450）比吸水前大 2.11 倍。華北平原膠泥的特性可能与灰褐土膠體相类似，或因其細微膠體含量較多而增高其膨脹度。

参 考 文 献

- [1] 許冀泉、熊毅, 1955. 陽离子交換量半微量速測法. 土壤学报, 3(1), 31—38.
- [2] 熊毅, 1952. 由更新統沉積的膠体礦物分析試論第四紀气候. 地質学报, 32(1, 2), 26—41.
- [3] 熊毅, 1955. 土壤学基础. 水利部土壤学講習班讲义.
- [4] Антипов-Каратаев, И. Н., 1935. Изменение степени дисперсности почвенных высокодисперсных систем и методы исследования. Современные методы исследования физикохимических свойств почв. 4(1), 153-159.
- [5] Балезин, С.А. (姚允斌譯), 1950. 物理化学与膠体化学实验. 商务印書館.
- [6] Васильев, А. М. (王國城譯), 1953. 确定土的物理性質之現代方法及試驗技術之原理. 中央重工業部設計公司工程地質隊土工試驗室印, 52—58頁.
- [7] Песков, Н. П. и Александрова, Е. М., 1948. Крул коллоидной химии. Госхимиздат. ст.317-319, ст.328—329.
- [8] Sideri, D. (Сидери, Д.), 1936. Soil swelling: I. The swelling of soil in H_2O considered in connection with the problem of soil structure. *Soil Science*, 41, 135-151.
- [9] Sideri, D. (Сидери, Д.), 1936. Soil swelling: II. Swelling of soil in solutions of electrolytes, microscopic and X-ray investigations. *Soil Science*, 41, 275-288.
- [10] Соллоцкий, И. Д. и Ананьев, В. П. (許冀泉譯), 1954. 華北黃土的礦物成分和風成沉積. 地質学报, 34(3), 335—338.
- [11] Чапек, М. В., 1938. Твердая фаза почвы и дисперсионная среда. *Почвоведение*, 3, 409-411.
- [12] Чапек, М. В. и Журавель, И. В., 1939. О набухании почв при сорбции паров воды. *Почвоведение*, 11, 35-43.
- [13] Bayer, L. D. and Winterkorn, H. F., 1935. Sorption of liquids by soil colloids: II. surface behavior in the hydration of clays. *Soil Science*, 40, 403-419.
- [14] Harward, M. E. and Coleman, N. T., 1954. Some properties of H- and Al- clay and exchange resins. *Soil Science*, 78, 181-188.
- [15] Lauritzen, C. W., 1948. Apparent specific volume and shrinkage characteristics of soil materials. *Soil Science*, 65, 155-179.
- [16] Mattson, S., 1927. The influence of the exchange base on the colloidal behavior of soil materials. *Proc. First Internatl. Cong. Soil Science Comm.*, 11, 185-198.
- [17] Mattson, S., 1932. The laws of soil colloidal behavior VIII. Forms and functions of water. *Soil Science*, 33, 301-322.
- [18] Norrish, K., 1953. Swelling of montmorillonite. *Aust. Cont. Soil Science Adelaide*, 2 (4. 21), 1-3.
- [19] Sen-Gupta, N. C., 1938. On the physics-chemical properties of Indian bentonite. Part I. *J. of Indian chemical society*, Vol. XV, Issue No. 10.
- [20] Whitt, D. W. and Bayer, L. D., 1937. Particle size in relation to base exchange and hydration properties of Putnam clay. *J. Amer. Soc. Agr.*, 29, 905—915.
- [21] Winterkorn, H. F. and Bayer, L. D., 1934. Sorption of liquids by soil colloids. I. Liquid intake and swelling by soil colloidal materials. *Soil Science*, 38, 291-298.

ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ НАБУХАНИЯ КОЛЛОИДЫ ПОЧВЫ

Цзян Цзян-минь и Сюн И

(Почвенный институт, Академии Наук Китая)

РЕЗЮМЕ

Кривая всасывания воды и набухание коллоиды двух глинистых минералов (каолинита и монтмориллонита), трех почв (краснозёма, серо-коричневой почвы и чернозёма), пяти коллоидов ($< 1\mu$) из почв (краснозёма, серо-коричневой почвы, чернозёма и двух илов в равнине севера Китая) определится аппаратом для снятия кривой всасывания.

Виды кривой всасывания воды различных почвы и коллоиды оказывают не подобны. Количество всасывания воды почвами и коллоидами не только определяются глинистыми минералами, но и связано с состояниями коагуляции и дисперсии почвы.

Способность всасывания воды краснозёма (почвы и их коллоиды) подобна каолиниту. Они набухать не могут, а сжать. Это указывает на то, что содержание каолинита в краснозёме сравнительно больше.

Набухание выщелоченного чернозёма и коллоиды его довольно значительно в процессе всасывания воды, а они не способны сжать. После десяти дней всасывания воды объем H-Al-коллоиды чернозёма увеличивается в 1.75 раз, чем исходный, а Na-коллоиды — в 2.62 раз. Способность набухания и всасывания воды его подобна монтмориллонитам, что может объясняться большими количествами монтмориллонита в чернозёме.

Коллоид серо-коричневой почвы в процессе всасывания воды набухается и сожмётся. После десяти дней всасывания воды, объем H-Al-коллоиды серо-коричневой почвы увеличивается в 1.28 раз, чем перед всасываниями, а Na-коллоиды — в 2.11 раз. Характер набухания и кривой всасывания воды коллоиды серо-коричневой почвы и иллита не сопоставились вследствие того, что данные об способности набухания и всасывания воды иллита не достаточны.

Характер набухания коллоиды орошаемого области в равнине севера Китая похож на серо-коричневую почву и после всасывания воды эти коллоиды станут в золе, но степень набухания Na-коллоиды их больше, чем коллоиды Na-чернозёма.

Объём Na-мелкоорехватого ила (28448) увеличивается в 2.41 раз после шести дней всасывания воды, чем исходный, а объём Na-глыбистого ила (28450) — в 3.11 раз чем исходный.

Характер ила в равнине севера Китая может быть похож на коллоид серо-коричневой почвы, а степень набухания его повышается, это можно объяснить тем, что количество мелкого ила в равнине севера Китая больше чем коллоиды серо-коричневой почвы.