

北京郊区土壤耕性的初步研究*

中国科学院土壤队土壤物理组

在1958年冬1959年春的京郊羣众性土壤普查运动中,农民普遍用“口松”、“口紧”反映土壤在耕性上的差异。农民按耕性把土壤划分成“口松”和“口紧”两級,其性質間有很大的差异。现将我們的初步研究成果介紹如下,供大家参考。

一、农民对土壤耕性的認識和划分

土壤耕性的好坏对农具的阻力、机具耗油量及防旱保墒等耕作措施有很大的影响。农民鑑定耕性的特征如下:

口松 即指土壤疏松、易耕、不沾农具的土壤。它的适耕期长,降雨后很快就可以下地干活,雨后停耕時間最多也不超过半天。口松的土壤往往肥效快,但后劲不足,发小苗不发大苗。适种花生、甘薯等作物。

口紧 即指土壤紧实、难耕、沾农具、起坷垃的土壤。在这种土壤上,耕作费劲,時間也不易掌握。土壤稍干,阻力大,难耕;稍湿,沾农具,起坷垃。雨后要隔二、三天才能下地干活。它的适耕期短。羣众用“湿时一团糟,干时一把刀”这句话生动地描述了口紧土壤的不良耕性。肥效迟緩,但后劲足,发大苗不发小苗。适

种玉米、高粱、小麦等作物。

农民对土壤耕性的鑑定具有丰富的經驗,用“口松”、“口紧”概括耕性,名詞形象生动。但由于各地区土壤不同,各地划分时的标准不統一。农业科学的任务之一,是总结羣众的生产經驗,并用科学理論数据解释及說明羣众經驗。研究各种土壤的耕性,确定耕性指标和数据,用以对京郊的土壤进行分类,拟訂适合的耕作措施;研究各种耕性的形成条件和变化規律,这样对于人为創造最好的耕性和丰富土壤科学內容,都有重大的实践意义。

为了研究各种土壤的耕性,我們曾从土壤的物理性質方面进行了一系列的研究工作,并把分析資料按照羣众的耕性分級排列,现将研究成果分別加以討論:

土壤机械組成能影响一系列的土壤物理——物理机械性質,如耕作阻力(內聚力、粘着力、穿透力)、孔隙度、持水性、透水性、蒸发等。

1. 机械組成 从表1可以看出,在物理性質方面,口松土壤的物理性粘粒少,口紧的粘粒多,例如,馬牙砂最少,紅胶土最多。因此,随着口变紧,物理性粘粒有逐漸增多的趋势。例如,通州区口紧的黑土,物理性

表1 不同耕性土壤的物理机械性質

羣众的耕性分級	羣众土壤名称	机械組成		內聚力 (公斤/厘米 ²)	粘着力		穿透阻力		剖面地点
		物理粘粒% (<0.01毫米)	質地名称		最大粘着力 (克/厘米 ²)	土壤含水量 (%)	阻力 (公斤/厘米 ²)	自然含水量 (%)	
口松	馬牙砂	6.52	松砂土	0.30	—	—	1.3	—	昌平区小湯山公社
	馬牙砂	6.20	紧砂土	0.24	7.7	23.0	—	—	通州区西集公社
	面砂土	18.00	砂壤土	1.90	12.0	22.0	1.6	16.6	昌平区小湯山公社
	黄砂土	18.00	砂壤土	2.40	11.0	24.0	2.3	16.4	昌平区小湯山公社
	黄砂土	19.40	砂壤土	3.60	13.0	25.0	—	—	海淀区万寿山公社
	油面砂土	24.00	輕壤土	2.90	13.0	25.0	4.3	13.1	通州区西集公社
口紧	黄土	24.40	輕壤土	3.50	—	—	—	—	通州区西集公社 昌平区小湯山公社 通州区西集公社 通州区西集公社 海淀区
	二合土	42.00	中壤土	7.50	18.0	28.5	6.8	17.8	
	黑土	46.00	重壤土	9.10	—	—	—	—	
	黑土	58.40	重壤土	9.60	22.0	34.6	9.0	20.0	
	紅胶土	70.40	粘土	33.30	32.0	50.0	—	—	

* 本文由裘忠和同志執筆。

粘粒比昌平区口松的面砂土多3倍。

2. 内聚力 土壤颗粒间相互粘着的力叫内聚力。内聚力的大小随土壤机械组成差异,而有区别;土壤愈粘,内聚力愈大。因此,口松土壤的内聚力小,口紧土壤的内聚力大。

土壤内聚力的大小还受含水量的影响,含水量愈大,内聚力愈小,从图1的曲线,可以看出以下几个问题:

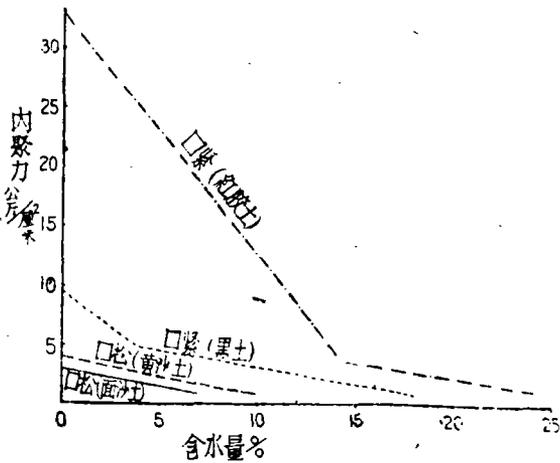


图1 土壤内聚力与含水量的关系

(1) 内聚力与土壤含水量成反相关关系,即内聚力随含水量的增加而减小,含水量过大,则内聚力消失。

(2) 内聚力曲线依土壤耕性而有规律的排列,且图上曲线互不交错,这一事实有力地说明机械组成对内聚力大小的影响比含水量的影响大,含水量只是在机械组成的基础上对内聚力的大小起着一定的影响作用。在耕性相同的条件下,墒情好的土壤,内聚力较小;反之则大。

(3) 在相同内聚力的情况下,不同耕性土壤的含水量亦各不相同,例如在最小内聚力的情形下,口紧的黑土其含水量为19.0%。口松的面砂土为7.4%,前者是后者的2.5倍。而且各曲线的变化也不同。口紧土壤其曲线斜率大,口松土壤则小。这些性质不仅能解释口紧土壤的耕作阻力比口松土壤大的原因,而且在耕作时口紧土壤还要注意土壤含水量是否在曲线平缓的范围内,否则就会增大耕作阻力。

3. 粘着力 土壤对铁、木等物体的粘附力叫粘着力。粘着力的大小也与土壤的机械组成、含水量及结构有密切关系。口紧土壤的粘着力比口松土壤大(图2)。粘着力愈大,土壤对农具和犁壁的粘附力就愈强,耕作时农具及犁所受的摩擦力也愈大,以致影响耕

作质量和效率。

图2的曲线反映了三个问题:

(1) 随着“口”变“紧”,土壤粘着力逐渐增大;口松和口紧不同的土壤在最大粘着力时的含水量也不同,口紧土壤比口松土壤约大一倍(表1)。在产生粘着力的范围内,口紧土壤的含水量幅度大,口松的幅度小。这些特性表明,不论在含水量多或少的条件下,口紧土壤的粘着力总比口松的大,意味着耕作也更困难。

(2) 机械组成对粘着力的影响作用比含水量要大。例如,当土壤含水量达35%时,口紧的黑土粘着力为22克/(厘米²),而口松的黄砂土仅为4克/(厘米²),相差5倍多。

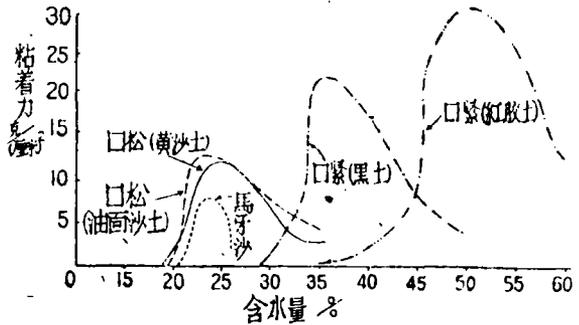


图2 土壤粘着力与含水量的关系

(3) 在最小粘着力时,口紧土壤的含水量比口松的土壤多,例如,口松的黄砂土为19.0%,口紧的黑土为27.5%,红胶土为34.0%。

上述各种现象可能与水分形态有关。随着土壤机械组成不同而最大分子持水量也不同。粘土大,砂土小,粘着力范围内的水分大于最大分子持水量,故可能都是自由态的毛管水。按水分运动方式又可把毛管水分成三种:不移动毛管水,可移动毛管水分和移动毛管水。砂粒的水膜薄,束缚水少,可移动和易移动的毛管水量相对多,粘滞性小,故对农具的粘着性也小。粘粒的薄膜水量多,不移动的毛管水量多,而其它两种毛管形态水量少,由于水分子的偶极引力作用,故粘着力加强。

最理想的耕作条件是土壤内聚力和粘着力都在最小值的时候,这时耕作最省力。各种口松、口紧土壤,在最小内聚力与最小粘着力间都有一段含水量间距,水分含量间距越宽,说明土壤的耕性越好,耕作最省力。例如,口松的面砂土含水量间距为13.0%,而口紧的黑土为10.0%前者比后者大3.0%。

4. 穿透阻力 土层排列的松紧程度叫紧实度。用穿透阻力仪器可以测定土壤紧实度。紧实度的大小

对农具的阻力、透水性、保蓄水分性能及作物根系的伸长发育都有很大影响。口紧土壤的紧实度大，口松土壤的紧实度小。例如黑土的穿透阻力比面砂土大4倍多(表1)。

和內聚力一样，土壤紧实度也随着机械組成和含水量的不同而有变化；質地愈粘重，紧度愈大，水分增加，紧实度减小，但水分再多时，又开始表现粘着力。

5. 容重和孔隙度 土壤容重和孔隙度的大小也能反映土壤的紧实度。土层松，容重小、孔隙度大；土层紧实，容重大、孔隙度小(表2)。

表2 不同耕性土壤的孔隙情况

羣众耕性的分級	羣众土壤名称	質地名称	容重(克/毫升)	孔隙度%		
				总孔隙	毛管孔隙	非毛管隙
口松	面砂土	砂壤土	1.11	58.7	48.6	10.1
	油面砂土	砂壤土	1.10	59.1	48.6	10.5
	黄砂土	輕壤土	1.14	58.1	45.1	13.0
口紧	黄土	輕壤土	1.27	52.9	41.2	11.7
	黑土	重壤土	1.25	53.6	42.6	11.4
	紅胶土	粘土	1.38	51.5	—	—

6. 透水性 土壤透水性的强弱对持水性和保水能力有密切关系，不同口松口紧土壤的透水性是不同的，一般认为粘土的透水性小，砂土的透水性大，这可能是由破坏结构的土壤得出的結論。然在野外自然结构下，恰与上述情况相反，口紧的粘土透水性大，口松的壤土透水性小(参看图3)。

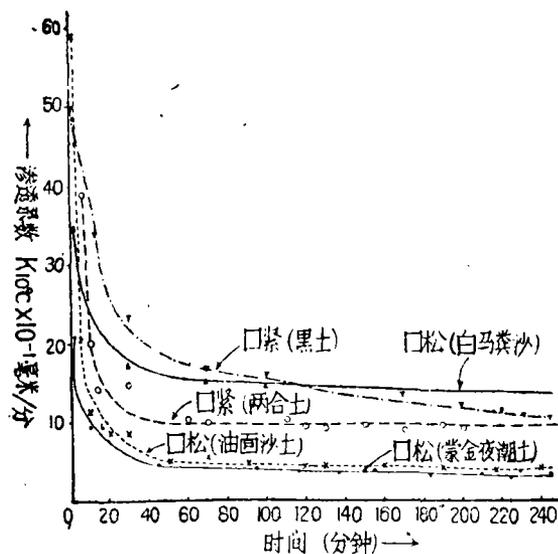


图3 不飽和情况下渗透系数

(本資料系室外土壤不飽和水条件下所測定的結果)

从图3渗透系数来看，透水性的趋势为：黑土大于油面砂土和蒙金夜潮土。若以4小时末的渗透系数作比較，黑土仍为蒙金夜潮土的3.3倍。

我們在室內土壤飽和水条件下的試驗，亦得到相同的結果。

7. 蒸发量 土壤蒸发量随机組成差异而有变化；質地粘重的土壤持水力强，蒸发速度小(图4)。

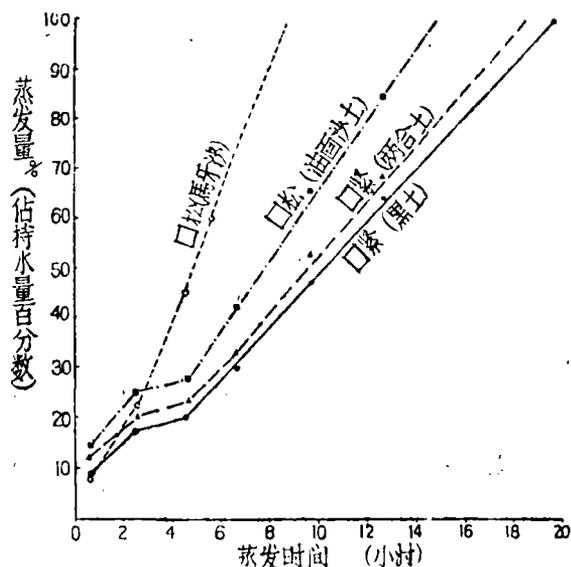


图4 土壤水分的蒸发

在相同蒸发時間內，口紧土壤的蒸发量小，口松土壤的蒸发量大。例如，在八小时末，口紧的黑土蒸发量为最大持水量的42%，口松的油面砂土为58%，馬牙砂为100%。

不同口松口紧土壤，蒸干最大持水量所需的时间也不同，馬牙砂为8.5小时，油面砂土为15小时，黑土为19.5小时，前者的蒸发速度比后者快一倍。

二、对北京郊区土壤耕性的初步分級和指标

羣众对土壤耕性的划分既有生产实践意义，又有科学性，从一系列的試驗資料中充分证明了这一点。现从生产实践出发，并結合农民經驗以及分析研究結果，把土壤耕性初步分級和指标列成下表(表3)。

由分析試驗資料說明，在上述土壤耕性分級中。以口松、口适合和口紧三級对农业生产意义較大，其中又以“口适合”一級的耕性最好。羣众在生产实践中，常用客土法，即砂土掺粘土或粘土掺砂土，其目的都是为了达到“口适合”一級耕性。从农民改良土壤的經驗来看，口适合一級不仅耕性好，而且肥力亦較高，适宜种植各种作物，因此，土壤耕性問題，还值得今后繼續深入研究。

(下轉第31頁)

稀鹼液(例如 0.1N NaOH)所提取时的人工产物, 这种学说現在已經被推翻。腐殖質已被确认是一种自然形成物, 而稀鹼液和其他溶剂的提取, 仅仅是一种分离方法, 并不影响腐殖質的基本性質。

其次, 本世紀以来的大量研究工作, 对于土壤腐殖質的組成、腐殖酸的分子結構、元素成分、氮素状态、功能团[主要的指羧基(COOH)和酚羟基(OH)]的效应以及物理化学性質等, 累积了許多具体的資料, 使腐殖質的基本性質, 逐漸明确。

对于上述各点, 科諾諾娃教授在她簡短的讲义中, 都扼要的介紹了。此外, 讲义中对于土壤有机質在植物营养上的功效占有一定篇幅。科諾諾娃教授把有机質中氮素、灰分物質、二氧化碳以及有机質对于土壤結構的作用, 认为是直接功效, 这些因子在土壤肥力研究中, 历来是比較明确的。

对于胡敏酸在植物生理方面的刺激作用, 作者认为是有机質在植物营养中的間接功效。她強調地指出这方面的問題值得予以注意。

在主要土类的腐殖質本性方面, 主要的在于說明各个土类中胡敏酸、富啡酸和胡敏素的組成, 以及这类工作在实践上的意义。书中的材料是以区域性土类和不同自然植被土壤为主的。书中的最后一部分是土壤有机質研究方法的介紹, 内容包括土壤腐殖質組成的測定, 是以邱林 1940 年在“苏維埃土壤学問題选集, 11 卷”中所建議的方法为基础的。此外, 介紹了游离胡敏酸, 胡敏酸光密度, 絮凝极限代換量的測定, 以及应用色譜分离来检查氨基酸組成的方法。科諾諾娃教授很注意于实验室具体操作, 我們认为这些都是切实可行的科学技术。这本近十万字的小册子比較扼要而全面的介紹了土壤有机質的理論和实验。

在介紹了科諾諾娃教授的讲义以后, 我們感到最

近土壤有机質的研究, 在腐殖質的組成和性質方面, 获得累积了不少的成果, 而科諾諾娃教授又运用这些成果來說明有机質和土壤肥力的关系, 虽然这样一个现实性的問題, 特别是对于耕作土壤來說还需要不断的研究, 才能很好的解决。

在有机肥料方面也有类似的情况, 化学单一性的有机質以及灰分物質对于土壤的肥效是比較明确的, 尽管这些物质只占有机質全量的极小部分。近来土壤有机質的研究工作, 偏重于腐殖質方面, 但是各組腐殖質在土壤耕性上的作用以及如何促进腐殖質中氮的肥效, 还需要进一步的研究。

尽管物理化学和生物化学的分析技术已經广泛的应用于土壤有机質的研究上, 但是土壤农化工作者如果不从中国农业生产实践上来进行有关腐殖質的研究, 这些現代科学技术的应用将局限在有机質本身的說明上。苏联农化工作者中, IO. 盖列采尔 (IO. Гельцер) 最近在“腐殖質在自然条件下的形成”一文中說 (земледелие, № 9, p. 57, 1959): “腐殖質科学沒有显著成就的基本原因, 是在于这门科学的研究在对待农业生产的重大問題上是抽象性的”, 虽然这些意見不一定很全面, 但是在农业增产任务异常迫切的今天, 我們对土壤有机質研究的要求也提得更高了。

科諾諾娃教授是世界上杰出的土壤有机質研究者, 她按照中苏科学技术协定来土壤研究所讲学, 对我们有极大的帮助, 她在这本小册子的卷首上表示这样的希望: “本书如能对中国的研究者们实现发展土壤科学的崇高愿望和运用科学資料于提高人民物质福利方面有所帮助的話, 作者将深感滿意”。我相信中国土壤农化工作者在党的正确领导下, 必定能把有机質研究的理論和技术, 应用于解决我国农业生产实践中的具体問題, 来回答科諾諾娃教授的殷切愿望。

(上接第 7 頁)

表 3 土壤耕性分級和指标

耕性分級	机械組成		內聚力 (公斤/厘米 ²)	粘着力 (克/厘米 ²)	松緊度 (穿透阻力表示) (公斤/厘米 ²)	不同耕性的土壤 名 称
	物理性粘粒% (<0.01 毫米)	質地名称				
□ 极 松	0—10	松 砂 土	< 1	< 10	< 2	馬 牙 砂
□ 松	10—20	紧 砂 土	1—3	10—15	2—4	面 砂 土
□ 适 合	20—40	砂 壤 土	3—6	15—20	4—6	黄 砂 土
□ 紧	40—60	輕 壤 土	6—10	20—25	6—10	油 面 砂 土
□ 极 紧	> 60	砂 质 中 壤 土	> 10	> 25	> 10	二 合 土
		粘 质 中 壤 土				黄 土
		重 壤 土				黑 土
		粘 土				紅 胶 土