

## 哪些土壤适宜施用磷矿粉

中国科学院土壤研究所磷矿粉工作组

影响磷矿粉肥效的土壤性质，可以简单的归纳为土壤酸度、土壤代换量、土壤磷素的组成和土壤的熟化程度。当然，这些因子彼此之间也有密切的相互关系。

纯粹的磷灰石在水中溶解度是很低的。例如氟磷灰石的溶度积( $pK$ )为118，羟磷灰石的溶度积( $pK$ )为114。酸性介质对于磷矿粉的溶解是有利的，并且随着酸度的增强其溶解度也将有明显的提高。磷矿粉的主要组成是磷灰石(氟磷灰石、羟磷灰石或其他类型的磷灰石)。由于它不是纯粹的矿物，而且结晶程度和化学成分也有显著的区别，因此不同矿区磷矿粉的溶解度会有很大差异。一般讲来，在酸性土壤中(酸度4.5~6.0)，磷矿粉中磷素的活度是较强的，但是对于微碱性的石灰性土壤，即使肥效极高的磷矿粉，也很难有明显的增产作用。

除了土壤酸度以外，土壤代换量的大小，对于磷矿粉的肥效，也有重要的影响。对于代换量较高的酸性粘土，施用磷矿粉的肥效通常要比施在同等酸度的砂质土壤上为高。但是，同一代换量的土壤，其代换性能的强弱，主要需根据粘土矿物的性质来决定。

另一影响磷矿粉肥效的因子，是土壤的磷素组成。在一般的农田中，每亩耕作层的土壤大致含有 $P_2O_5$ 100~600斤，就其绝对含量看来，似乎足以满足作物长时期生长的需要。在我国各地区中，也有不少含磷很高( $P_2O_5$  0.14~0.20%)的土壤，作物依然需要磷肥，因为决定土壤磷素供应情况的不仅只是磷素的绝对含量，更重要的还是有效性磷素。

土壤有效磷素的含量，与土壤磷素的组成有密切关系。在土壤的矿质磷素组成中，磷酸钙、磷酸铁和磷酸铝三种形态磷酸盐的有效性，是依据其在不同土壤中存在的状态来决定的。概括地说，凡是以吸附态、胶态、非结晶状态存在的磷酸盐，活性比较大，有效性也就比较强。在强酸性土

壤中大部分的磷素有效性很差，又由于磷酸钙盐的活性在酸性土壤的条件下比磷酸铁盐要强，所以磷矿粉施在酸性土壤上是非常合适的。在石灰性土壤中，主要的磷素也是以磷酸钙形态存在，加之在石灰性土壤的条件下，磷矿粉中的磷酸钙化合物的活度受到一定限制，因此施用磷矿粉通常效果是不明显的。

土壤中的有机态磷一般讲来是有效性的，但是它随着施肥情况和熟化程度的不同，即使在同一个土区中也有很大的变异。通常含有有机质很高的熟化土壤，磷矿粉是不起增产效果的。

上面所讨论的只是自然区域中土壤的磷素供应情况，耕作和施肥改变了土壤的自然肥力，特别是改变了有效养分的供应状况。因此推广磷矿粉的土壤区域，总的讲来虽然以酸性土区为主，但是在具体应用时，必须非常细致地考虑到引起土壤肥力变化的各种农业因子。

### 二

在本节中我们将根据各地的试验结果来讨论土壤性质与磷矿粉肥效的关系。

附表是1951~1965年间在各主要类型土壤上，用各种作物进行的大田磷矿粉肥效试验，在该表所列的数据中，凡是有增产效应的结果都达到了统计上的显著性。

附表的结果说明，在石灰性土壤上，即使过磷酸钙具有极好的增产效果，磷矿粉也不显肥效。江苏灌云、安徽砀山等地的强石灰性土壤，含碳酸钙盐分别为15%和6%，土壤中的磷素有60%以上为磷酸钙盐，在这类土壤中，最适当的磷肥是过磷酸钙，枸溶性的钙镁磷肥虽然也有明显的效应，但是一般不如过磷酸钙的肥效。

在江苏江宁丘陵地上进行的试验说明，磷矿粉的肥效仅仅局限于丘陵顶部的黄土和丘陵坡地的小粉土上(大部分为水旱轮作，产量较低)。这些部位的土壤酸度在5.7左右，磷酸钙的含量约占土壤全磷量的十分之一，在这类土壤上，施用可给性较强的磷矿粉对于绿肥、豆科作物的肥效都

相当显著。但是在丘陵之间谷地的青泥土以及比较熟化的其他谷地水稻田上,则不仅磷矿粉不起增产作用,即使施用过磷酸钙也不是普遍都有显著肥效的。

这类由下蜀黄土母质发育的丘陵地土壤,除了在江苏沿长江两岸的江宁、句容、镇江等地有分布外,安徽和湖北的长江两岸也有类似的土壤分布(在区域性土壤分类上,这一地带被称作黄棕壤区)。从上述资料已可以看出,在这一土壤区域内适宜于施用磷矿粉的土壤已经具有很大的局限性。因此,就全国范围来看,除了东北部分地区外,我国磷矿粉的施用范围很可能以这一带为北缘。这一地区适宜的磷肥品种还是以过磷酸钙以及钙镁磷肥等为主,磷矿粉的推广施用则必须根据具体条件来决定。

附表中所举的红壤低丘陵地区的试验,包括南昌、进贤、金华等地红色粘土或红砂岩母质上发育的红壤旱地及低产水稻田。这些土壤一般呈酸性反应,粘土矿物是高岭石-蛭石-伊利石类型,土壤磷素以磷酸铁为主,并且磷酸铁的表面受了氧化铁的包蔽。在这一类地区进行低产田改良和荒地开垦利用中,磷矿粉通常可以发挥很大的作用。属于这类红壤低丘陵地区的北缘是苏南的溧阳、宜兴,皖南的宣城、郎溪、广德,以及向西延伸到湖北省的武昌一线。

广东、广西、以及福建、江西的南部,都分布有大面积红壤高丘陵地和谷地的红壤性水稻土。这些土壤的矿质部分风化程度很高,粘土矿物属于高岭石-三水铝石类型。但是这类土壤的全磷含量比较低,并且主要都是磷酸铁形态。在雷州半岛、海南岛北部,云南南部还分布有大面积红色粘土,在土壤分类上称为砖红壤类型,这些土壤的全磷含量是较高的( $P_2O_5$ 的含量通常在0.14~0.20%间),但是受大量氧化铁的影响,含可给态磷却极低,尤其是经开垦和有机质分解以后,土壤对于磷肥往往有迫切需要。我们在广州龙眼洞和湛江湖光岩所做的试验(见附表)是分别在红壤性低产田和砖红壤低产田上进行的,可以看出在这些土壤上施用磷矿粉都有明显的效果。

广东沿海地区的咸酸田是由于埋藏在地下的红树林的腐解而引起的。在这类咸酸田上磷矿粉有显著的增产作用,特别在某些重度咸酸田上,磷矿粉甚至超过过磷酸钙的肥效,因此改良这类低

产田,磷矿粉可以发挥很好的作用。

华中和华南红壤区中还包括大面积的冲积土、山谷平原中的水稻土以及村镇附近的旱地和高产水稻土,这些土壤的熟化程度一般都较高,由于农民常年施用大量的有机肥料及灰肥等,使磷素累积增多。因此在土壤养分平衡中,氮素的不足往往要比磷素更为突出,通常产量较高的田块(例如一季水稻亩产500斤以上的),施用磷矿粉大半很少有肥效。

### 三

按照土壤的分布规律,适宜施用磷矿粉的地区,主要是在华南、华东、华中以及云南、贵州、四川的酸性土壤。在这个区域内,分布有许多中小型磷矿和溶洞型小矿。由于这些有利条件,磷矿粉的推广工作可以就近在湖北、湖南、云南、贵州、四川、广西等地的矿区,选择适宜的土壤先开始进行。此外,浙江、江西、广东等省的铁路沿线,分布有许多缺磷的土壤,这些地区也适宜于推广施用磷矿粉。

磷矿粉的施用可以先从新垦荒地及改良低产田着手,因为这些地区土壤磷素的含量大半比较低,而且一般不易获得大量廐肥或绿肥。在这类土壤上将磷矿粉与少量的有机肥配合施用,通常可以获得显著的增产。磷矿粉还适于施在绿肥、牧草、豆科作物以及经济林木上,因为这些植物的吸收性比较强,特别是通过给豆类作物施用磷矿粉,可以促进固氮作用,有利于增进土壤的肥力。

磷肥的效应也受氮肥供应水平的影响,在上述地区内的大部分熟化农田上,氮素的必要性要比磷素更为迫切。除了豆科作物以外,磷矿粉的进一步推广,应该要结合化学氮肥的配合施用来考虑。

在许多肥料工业发达的国家中,由于长时期来不断的施用矿质磷肥,已经发现部分耕作土壤的磷素含量相当高,对于这类的农田通常只需对作物幼苗施用少量易溶性磷肥,就能满足其全部生育时期对于磷素的需要。在国内虽然目前还没有出现这样的情况,但是通过有计划的施用磷矿粉,使得大面积土壤的磷素水平普遍提高,不致引起磷矿资源的浪费,是各地推广过程中应该注意的问题。

附表 主要类型土壤上各种作物对磷矿粉的肥效反应

试验地点及时间	土壤性质	作物	磷矿粉 (可给性)	产 量 (斤/亩)			增产%*(以 过磷酸钙的 增产量为 100)	施 肥 量 (斤/亩)	备 注
				不 施 磷	磷 矿 粉	过磷酸钙			
江西南昌甘家山 (1951—1957)	红壤荒地, 低丘陵地区, 壤质粘土, 酸度 (pH) 5.0—5.5	萝卜 (鲜重)	昆阳 (中)	56	2298	2838	过磷酸钙 40 斤与磷矿粉 100 斤 比较, 各处理均施硫酸 30 斤。		
同上	同上	苕子 (鲜重)	同上	24	695	1095	同上		
同上	同上	小麦 (地上部分)	峨眉 (强)	25	295	578	同上		
同上	同上	同上	昆阳 (中)	25	172	578	同上		
同上	同上	同上	海东 (极弱)	25	43	578	同上		
浙江金华卷卷堂 (1965)	红壤性低产水稻土	水稻 (籽粒)	摩洛哥 (强)	322	426	542	过磷酸钙 35 斤或磷矿粉 70 斤, 各处理均施硫酸 30 斤		
广东湛江湖光岩 (1963—1964)	砖红壤, 低丘陵地区, 粘土, 酸度 (pH) 5.5	玉米 (穗轴)	昆阳 (中)	137	218	232	过磷酸钙 40 斤或磷矿粉 150 斤, 各处理均施硫酸 30 斤	本试验与华南 热作所粤西试 验站合作进行	
同上	同上	水稻 (鲜重)	同上	650	975	935	过磷酸钙 40 斤或磷矿粉 125 斤		
同上	同上	薯蓣 (鲜重)	同上	851	1043	1012	同上		
广东湛江湖光岩 (1963—1964)	砖红壤性低产水稻土	水稻 (籽粒)	凤台类型 (强)	202	312	387	过磷酸钙 35 斤或磷矿粉 70 斤, 各处理均施硫酸 40 斤。		
广东吴川县吴阳 (1962—1963)	成壤田, 粘土, 酸度 (pH) 3.5—4.5, 含 有盐分。	水稻 (籽粒)	摩洛哥 (强)	64	326	245	过磷酸钙 40 斤或磷矿粉 120 斤。	湛江农科所试 验结果	
广州龙眼洞 (1964)	砖红壤性低产水稻土	花生 (果实和茎秆)	凤台类型 (强)	213	516	510	过磷酸钙 50 斤或磷矿粉 200 斤, 各处理均施硫酸 20 斤。	中南土壤研究 室试验结果	
同上	同上	同上	昆阳 (中)	213	499	510	同上	同上	
同上	同上	同上	海东 (弱)	213	215	510	增产不显著	同上	
南京江宁东山 (1962—1964)	黄棕壤低丘陵中上部 重壤土, 酸度 5.7 土	蚕豆 (鲜重)	摩洛哥 (强)	662	1147	1738	过磷酸钙 40 斤或磷矿粉 100 斤。		
同上	同上	豌豆 (地上部分)	同上	221	702	928	同上		
江苏灌云	石灰性浅色草甸土重 粘土	豌豆 (籽粒)	同上	72.6±9.4	66.1±7	109.0±11	过磷酸钙 40 斤或磷矿粉 80 斤。	不增产	

\* 增产百分数的计算方法 =  $\frac{\text{磷矿粉的产量} - \text{不施磷产量}}{\text{过磷酸钙产量} - \text{不施磷产量}} \times 100$