

根据作物、土壤和磷矿条件来看 我国磷肥发展的前景

蒋 柏 藩

(中国科学院南京土壤研究所)

1980年,我国化肥总产量已达1232万吨(以纯养分 $N + P_2O_5 + K_2O$ 计,下同),仅次于美国和苏联,名列世界第三。解放前夕,全国化肥产量总共不到六千吨,而且只有氮肥,磷钾肥工业完全处于空白。1955年,开始建立了我国自己的磷肥工厂,生产了少量过磷酸钙,此后磷肥产量基本上是直线上升的。1960年,氮肥和磷肥分别接近20万吨;1970年,氮肥约为150万吨,磷肥约为90万吨。1976年以后,由于大型氮肥厂陆续投产,所以到1980年,氮肥产量猛增至999万吨,磷肥产量也增至231万吨。根据联合国粮农组织总结的经验认为,近100年来,世界粮食增产的各个因素中,化肥的作用约占60%左右。由此可以推断,我国化肥产量的迅速增长,已经为粮食增产作出了巨大贡献。

但是,我国在化肥的发展中也有一些问题。第一是在量上还不能满足农业生产的需要,尤其是磷肥和钾肥。按1979年销售的化肥量计算,每亩耕地面积平均的氮肥用量为10.3斤(N),磷肥为3斤(P_2O_5),钾肥就更少;如果复种指数平均以1.5计,则每亩播种面积只有N 6.8斤, P_2O_5 2斤。这施肥水平与世界各国比较,差距很大,约为日本施肥水平(世界第七位)的五分之一左右。第二是各个养分的发展比例很不协调,1980年与1960年相比,氮肥增长接近50倍,但磷肥仅增长12倍, $N:P_2O_5$ 由接近1:1下降至1:0.23。这在一定程度上表明,现在仅有的这些化肥,也没有充分发挥各个养分元素的应有效益。

氮磷比例不协调的问题,虽然有一定的客观原因,但也可能是由于对发展磷肥不够重视有关。因此,本文拟从作物养分的和谐、土壤的供磷水平和磷矿资源等方面,来讨论我国磷肥发展的必要性和可能性。

作物养分的和谐性

磷是作物生长发育必须的三大营养元素之一。在作物生育过程中,磷比较集中在富有生命力的幼嫩组织,它是植物体内的核酸、核蛋白、磷脂、植素和腺三磷等重要物质的组成元素。核酸是形成核蛋白的主要成分。磷脂是构成生物膜的重要物质。植素有利于淀粉的生物合成。腺三磷在作物体内起着特殊的能量调节作用。磷还存在于各种酶中,而酶是作物体内各种代谢过程的“催化剂”。这些重要物质对种子的形成、根系的发育、作物的成熟和质量,和细胞在新陈代谢过程中能量的积累和释放等生理因素密切相关。

氮,由于它的缺症反应比较显著,所以在农业生产上的重要性是众所周知的。实际上,氮和磷在作物生理上的功能是同等重要,而且不可代替。例如,核酸的组成,既需要氮,也同时需要磷。核酸是作物生长发育、繁殖和遗传变异中极为重要的物质。因此,作物无论是缺氮或缺磷,都同样会影响到细胞的形成和增殖受到抑制,导致作物的生长和发育停滞。此外,很多酶的组成也是要有氮和磷同时参加,而且氮和磷又要通过酶来影响作物体内的物质转化。所以氮和磷

的生理功能是相辅相成，而且彼此相互制约。氮磷和谐，则根深而叶茂，氮多磷少或磷多氮少，都将是事倍而功半。

但是，作物缺磷的症状，在形态上不如缺氮那样明显，甚至不易判别，因此常易为人们所忽视。实际上，作物缺磷，轻则产量下降，重则颗粒无收。例如，水稻缺磷，在初期由于植株细胞发育不良，叶绿素密度相对提高，叶片呈暗绿色，此时植株挺立，株型矮小，不分蘖或极少分蘖，形成所谓“僵苗”；如果缺磷严重，则因为植株体内糖类相对积累，形成较多的花青素，茎鞘呈现不同程度紫色，继而底下两片老叶枯死，第三、四片老叶自叶尖开始枯焦，常称为“发红”。南方的鸭屎泥田、锈水田、冷浸田、发红田和咸酸田，水稻产量极低，甚至大面积颗粒无收，磷肥的效果，如同“灵丹妙药”。其他作物缺磷，也都是茎薄叶小、根系发育和分蘖或侧枝受阻、成熟推迟、果穗秃顶、花果脱落和籽粒不实。

作物的养分分析资料也表明，不同作物吸收的氮磷钾养分数量虽有差异，但比例的变幅大体上有一定的范围。表1是一般作物每100斤产量吸收的养分数量和比例。表2是世界主要国家化肥施用量的比例(1978)。

从表1和表2的资料说明，无论从作物的吸收量，或者从世界范围的实际用量，在三大营养元素的比例中氮都是第一位，作物吸收的 K_2O 大于 P_2O_5 ，但实际使用比例两者基本接近，这可能与土壤养分元素的供应状况有关。因为一般来说，除少数土壤外，钾的供应水平都明显高于氮磷，所以土壤缺钾的程度，通常与生产水平的高低有关。从表2也可以看到，发展中国家钾的使用量远低于发达国家，我国情况也很类似。因此，从当前看，根据作物的需要和土壤的养分水平，氮磷和谐具有更普遍的重要意义。

表1 主要作物吸收氮磷钾养分数量及比例*
(以100斤产量计)

作物	N	P_2O_5	K_2O	N : P_2O_5 : K_2O
水稻	2.4	1.25	3.1	1 : 0.25 : 1.29
小麦	2.0	1.25	2.5	1 : 0.42 : 0.83
玉米	2.57	0.86	2.14	1 : 0.33 : 0.83
谷子	2.5	1.25	1.75	1 : 0.50 : 0.70
鲜薯块	2.5	1.25	1.75	1 : 0.50 : 0.70
油菜子	5.8	2.5	4.3	1 : 0.43 : 0.74
皮棉	13.9	4.8	14.1	1 : 0.35 : 1.01
大豆***	7.2	1.8	4.0	1 : 0.25 : 0.56
花生***	6.8	1.3	3.8	1 : 0.19 : 0.56

* 摘自1981年11月磷肥技术政策会议资料。

** 除豆科作物外平均比值为 1 : 0.40 : 0.87。

*** 除固氮菌固定大气的氮以外，从土壤中吸收的氮约占 1/3。

表2 世界主要国家化肥使用比例 (1978)*

国家	N	P_2O_5	K_2O
日本	1	1.07	1.0
西德	1	0.67	0.87
法国	1	0.99	0.85
英国	1	0.35	0.35
美国	1	0.52	0.58
苏联	1	0.70	0.71
西欧	1	0.64	0.58
东欧和苏联	1	0.69	0.71
北美	1	0.54	0.57
发达国家	1	0.68	0.63
发展中国家	1	0.43	0.20

* 资料来源同表1。

土壤的供磷水平与作物高产

有人估计，世界土壤平均含磷量大约在 0.04% P。我国土壤除少数比较特殊外，一般变幅在 0.02—0.10%，最低的在 0.005% 以下。这一数值远低于土壤的平均含氮量(0.20% N) 和含钾量(1% K)。即使按 0.04% 计算，每亩耕地表土(30万斤)也含有 120 斤 P，相当于 1500 斤标准磷肥(含 P_2O_5 18%)。遗憾的是，在这些磷素中，80—90% 是呈难效状态，它们或者是以原生矿物存在，或者是以次生的磷酸铁铝矿物淀积，还有一部分有机磷化合物。所有这些磷酸盐只有在长

期的风化过程中或者在一定条件下,才能逐步向有效状态转化,一般情况下,很难为作物直接吸收利用。其余的10—20%,绝大部分也是呈缓效状态,包括磷肥施入土壤以后被吸附的磷酸盐,和其他的反应产物,如初期形成的磷酸铁、铝或钙化合物。真正能为作物直接吸收利用的磷,主要是在土壤液相中的 H_2PO_4^- 和 HPO_4^{2-} ,可称为速效态磷,但数量极少,在新近未曾施磷肥的土壤中,一般均低于0.1ppm P,甚至小于0.01ppm。根据近代植物营养理论的学说,矿质养分的非代谢吸收,主要是通过截获、扩散和质流。但无论是那一种途径,均需以离子状态进入根系。因此,土壤液相中磷酸离子的活度,和保持这一活度的缓冲能力,在其他养分保证的前提下,就与作物高产稳产密切相关。七十年代以来,人们对磷的等温吸附进行的研究表明,对一般旱作来说,如果要保证作物最大产量的95%,则土壤液相平衡液的磷酸离子浓度,大致为0.2ppm P。但最近的报导认为,根据玉米田间试验的实测,平衡浓度在0.02ppm P时即可满足磷素的要求。尽管如此,由于土壤具有巨大的表面吸附性能,要达到上述平衡浓度,对大部分土壤来说,仍需通过增施相当多的磷肥。否则,虽然其他养分条件都已保证,但磷素仍将成为作物高产的限制因子。

即使现在供磷水平比较高的土壤,但它能提供磷素养分的持续时间也是有一定限制的。因为作物每季必须带走一部分磷素养分,如果不给以及时补偿,则并不需要太长时间,土壤供磷水平即可迅速降低。例如,田间试验的结果表明,在原有50ppm有效 P_2O_5 (用0.5M NaHCO_3 浸提)的红壤性水稻土上,每年种植二季水稻和一季旱作,连续三年以后,不施磷肥的有效磷降至13.5ppm,每年施一次磷肥(约7斤 P_2O_5 /亩)的降至30ppm,施二次磷肥的增加到56ppm,施三次磷肥的增加到61ppm。这清楚说明,如果不施磷肥或有机肥,连续三年就可以使这个原来不缺磷的土壤变成缺磷的土壤。同时也可以看出,如果要保持土壤原有的供磷水平,在这个具体土壤和作物的条件下,则每年大致要施 P_2O_5 14斤,相当于标肥78斤。生产实践也证明,我国东北著名的肥沃黑土,有些地区开垦后不施磷肥或有机肥,并不太长时间就发现磷肥的效果非常显著。

就全国范围看,大部分土壤的供磷水平,都处于中低水平,即使过去通常认为不缺磷的地区,现在缺磷面积也日益扩大。因此,要保证作物高产稳产,增施磷肥是一个比较普遍性的必要措施。

磷肥的可溶性与经济效益

工业比较发达的国家,化肥品种正在不断地向高效和复合方向发展,磷肥也不例外。但是任何一种化肥品种能不能发展,关键还在于总的经济效益如何。例如,有些高效复合磷肥,包括聚磷酸盐和偏磷酸盐,虽然养分含量极高,贮存和运输的成本都较一般磷肥低,但迄今为止,在国外也并未广泛使用,主要原因是由于工业上的经济成本问题。

国内的磷肥品种虽然很多,但从可溶性考虑,可分成三种类型,即水溶性磷肥、枸溶性磷肥和难溶性磷肥。水溶性磷肥目前在生产上广泛使用的主要是过磷酸钙,还有少量磷酸铵、重过磷酸钙,和即将发展的含部分水溶性磷的硝酸磷肥。枸溶性磷肥主要是钙镁磷肥,其他如钢渣磷肥、脱氟磷肥和沉淀磷肥等,虽有过小量或中试产品,但比重极小。难溶性磷肥是指磷矿粉。

在一般的概念中,经常将磷肥的可溶性和对作物的有效性等同看待,总认为水溶性磷就是最佳的磷肥品种。如果某一磷肥有一部份水溶性磷和一部份枸溶性磷,则往往以水溶性磷的高低来评价这一磷肥质量的优劣。实际上,磷肥的经济效益并不在于磷肥本身的可溶性。因为它要通过土壤才能进入作物根系,所以作物吸收的磷素养分不是可溶性磷肥的本身,而是与土壤

介质反应后的产物。由于土壤性质比较复杂,不同溶性磷肥与不同土壤反应的产物也不同,所以磷肥的经济效益决定于反应产物的可溶性。

例如,以磷酸一钙为主的过磷酸钙,它虽然完全溶于水,但由于它有异成份溶解的化学特性,磷酸一钙 $[\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}]$ 在溶解过程中,P/Ca比值并不是按理论上2.00进入溶液,而是磷多钙少,使P/Ca比值逐渐增大,最终形成 $\text{P/Ca} = 3.35$ 的所谓三相点平衡液。这溶液的特性是低 $\text{pH} (= 1.01)$ 和高 $\text{P} (= 4.49\text{M})$ 浓度。在土壤施肥点,当这溶液向四周扩散过程中,将有大量矿物被溶解,在酸性土壤中则以铁铝矿物为主,随着溶液继续扩散,同时 pH 逐渐升高,铁铝离子即与磷酸根形成沉淀,磷的化学活性随即迅速降低。在石灰性土壤中,虽然也有少量磷酸铁铝盐沉淀,但主要是形成磷酸二钙。在施肥点的残留物,因为异成份溶解的化学特性,所以都是磷酸二钙。这些反应说明,过磷酸钙的经济效益,并不是水溶性磷酸一钙的本身,而是与不同土壤反应的不同产物。

枸溶性的钙镁磷肥,我国是在六十年代初发展起来的,在1980年,产量上大致仍占磷肥总量的30%左右,在南方占有主要地位。它除了对磷矿质量要求较低、不需要硫酸和工业上加工简便等等优点以外,更重要的还在于在酸性土壤上当季的肥效,或者持续的后效,都可以相当甚至超过水溶性的过磷酸钙,其原因就在于它与酸性土壤的反应过程与水溶性的过磷酸钙恰巧相反。国外的报导也指出,在18种40个不同 pH 的土壤上,85个试验结果的平均值,枸溶性磷肥收获的作物产量为水溶性磷肥的96%,一般在 $\text{pH} < 7$ 时,前者大于后者,在 $\text{pH} > 8$ 时,则后者大于前者。日本的工业水平并不低,但是她们在四十年代就发展起来的钙镁磷肥,在1976年国内的使用量仍占总消费量的13%以上。枸溶性的莱纳(Rhenania)磷肥和钢渣磷肥,在某些国家现在仍广泛使用,而且不仅在酸性土壤上优于过磷酸钙,即使在碱性土壤上也有很好的效果。

在生产上,现在有些省区反应,枸溶性的钙镁磷肥的效果减退。其实,磷肥不同于氮肥或钾肥,它当季的利用率比较低,一般大约在10—25%,大部份残留磷不易淋溶或流失,所以连年施用后,肥效反应相对逐渐下降,这是必然的。水溶性磷肥连年施用的话,也同样是这情况。所以,无论是水溶性或枸溶性磷肥,施用多年以后,土壤供磷水平提高到一定程度时,如果大田作物对磷肥反应已经难以鉴别,并通过一定的测试指标确定,则可以适当停施。但也有报导认为,即使在这种情况下,每年仍有必要施用一定量的磷肥,这除了补偿作物带走的磷素以外,也是为了保证土壤一定的供磷水平,以防止在气候不利的情况下,如干旱、低温等导致土壤对作物供磷不足而减产的缺陷。根据在部份省区的调查表明,现在所谓的钙镁磷肥肥效下降问题,从大面积看,根本还不是土壤供磷水平过高的问题,其中大部份可以通过技术、管理、分配以及农业推广示范来解决。

磷矿粉实际上也含有一部份枸溶性磷,但地质成因不同,枸溶磷量有显著差异。例如,鸟粪磷矿大致有二分之一左右的磷可以溶于中性柠檬酸铵,溶洞型磷矿的2%柠檬酸溶性磷高的可达18%(全磷21%),沉积磷块岩高的也有6—7%,但变质磷块岩可以低到1%以下。磷矿粉直接施用的研究工作,我国早在四十年代已经开始,五十年代在华南经济林木上曾大量推广施用,获得很好的经济效益,六十年代作过比较系统的总结,七十年代对全国主要磷矿进行了统一鉴定。无论在理论上或生产上都表明,在一定条件下磷矿粉作为磷肥直接施用,它的效果是肯定的。效果的大小主要决定于三个因子,即磷矿的结晶性质,土壤的酸度和作物的吸收性能。在磷矿的结晶性质方面,根据国外的研究报导和国内30多种主要磷矿物的检定表明,磷灰石晶格中的 PO_4^{3-} 被 CO_3^{2-} 的置换量,与其有效磷量呈显著的正相关;另外,通过x-衍射测定磷灰石的晶胞参数,从晶轴的变异可以估量其直接施用的效果。电子显微镜的观察表明,鸟粪磷矿、溶

洞型磷矿和一部份沉积磷块岩,放大一万倍仍无明显晶形,这类磷矿直接施用的肥效,相当于等磷量钙镁磷肥的60%以上。但是原生的或者变质磷块岩,放大二千倍左右,晶形完整,结构致密,直接施用的效果低于30%。一般的沉积磷块岩,结晶情况大致介于这两者之间,施用效果在30—60%。我国约有三分之二的磷矿属于后一范畴。

同一磷矿在不同土壤上的相对效果,则取决于土壤的酸碱度。用人工制备的放射性磷矿粉的生物试验结果表明,在 pH5.3 的酸性土壤上,作物吸收的磷源来自土壤的只占总量的14%,来自磷矿(昆阳矿)的占86%;在 pH5.8 的微酸性土壤上,则分别为48和 52%;在 pH8.6 的石灰性土壤上,则分别为65和35%。在理论上可以估算出,磷灰石中的可溶性磷酸离子与 pH 的相关方程为 $P^{H_2PO_4^-} = 2pH - 5.18$, 即 $P^{H_2PO_4^-}$ 与 pH 呈直线相关。显然, pH 愈低,对磷灰石的分解愈有利。实际测定也表明,在 pH 5 的酸性土壤上,在半年内大致有二分之一的磷(开阳矿)可被分解转化。

作物的吸收性能,根据大量试验和生产实践表明,对磷矿粉吸收强的作物有油菜、萝卜菜、荞麦等,中等的主要是豆科绿肥和豆科作物,较弱的主要是禾本科作物。在热带经济林木和多年生作物上,在初期磷矿粉的效果不如过磷酸钙,但在三、四年后就追上和超过过磷酸钙。如果磷矿、土壤和作物这三个因素都处于最佳条件,则相对效果可以等于甚至大于过磷酸钙(磷矿粉用量以重量计,通常为过磷酸钙的2—3倍),如果只有二个或一个因素处于最佳条件,则其效果可以类推。但应强调指出,磷矿粉是一种廉价磷肥,只能因地制宜施用,运输距离过远也是不恰当的。

根据以上论述,可以清楚说明,无论是水溶性磷肥、枸溶性磷肥或者难溶性磷肥,只要使用恰当,都可以发挥其最大的经济效益。不管具体情况,把磷肥的可溶性和对作物的有效性等同看待,而不注意使用的经济效益,这是不全面的。

磷矿资源的合理利用

我国磷矿资源相当丰富,仅次于摩洛哥、美国和苏联,1980年的磷矿产量也居世界第四位。所以从客观条件看,无论是产量或储量,完全有可能把我国磷肥工业的发展建立在国产磷矿的基础上。当然,我国磷矿床的分布和类型有其一定特点,这给磷肥工业的迅速发展,多少带来些困难。例如,比较大型的矿床主要集中在西南和中南,矿床类型以沉积岩为主,且中低品位占极大多数,选矿技术难度较大;成矿年代古老,开采技术和作业比较困难。由于这些原因,每年就必须有大量磷矿所谓“南磷北调”;对于磷矿质量要求高的磷肥工业,磷矿必须通过富集处理;以及矿山建设投资比较大等等问题。但基于立足本国磷矿资源的指导思想,就必须逐步解决这些问题,尽量根据需要和可能,因地制宜地给以合理利用。

一般来说,生产湿法磷酸、重过磷酸钙、磷铵和过磷酸钙等,对磷矿质量的要求比较高。由于杂质对酸耗和磷肥成品质量的影响,所以无论是对磷矿中的 P_2O_5 含量,或者有害物 MgO 、 R_2O_3 和碳酸盐都有一定限制。 P_2O_5 含量降低1%,则生产一吨过磷酸钙就要多耗硫酸26公斤;生产一吨18%的一级品过磷酸钙,杂质含量高的磷矿可以消耗100%硫酸0.7吨以上,但杂质含量低的只需0.35吨左右,相差达一倍。在各种杂质中,对 MgO 含量的要求更严,一般要求 $MgO/P_2O_5 \geq 5\%$, 比值增大,增加液相粘度,浓缩困难,且对磷酸一钙结晶困难,物理性质变坏。我国磷矿的顶底板大多是白云石,所以镁盐的影响很大。 R_2O_3 增加易使产品中水溶性磷退化,一般要求 $R_2O_3/P_2O_5 \geq 8\%$ 。现在开采的磷矿,不经富集,很难符合上述要求。

热法生产钙镁磷肥对磷矿的要求,与湿法磷肥就不一样。 MgO 在湿法磷肥中是非常有害的物质,但在生产钙镁磷肥中却是有益物质,而且是必要的组成成分, MgO/P_2O_5 在0.5—0.7 最为

理想。硅酸盐不溶物在湿法中也不宜过高,否则就增加产品填料,无形中稀释了有效 P_2O_5 的含量。但在钙镁磷肥中,磷矿中的 SiO_2 可以代替或减少外加原料, SiO_2/P_2O_5 可达1.0。 R_2O_3 的含量也比较宽, $R_2O_3/P_2O_5 > 30\%$ 尚可应用。所以如果磷矿中的 Si 、 Mg 等组成配比合适,则即使 P_2O_5 品位较低,也可以生产出品位较高的钙镁磷肥。例如, P_2O_5 在20%左右的磷矿,也可以制成有效 P_2O_5 14—17%的产品。

电炉法制取黄磷,除军工需要外,是热法磷酸和高效复合磷肥的优质原料。它对磷矿中的 P_2O_5 虽有一定要求,但如果 CaO 和 SiO_2 配比合适,则即使 P_2O_5 品位较低的磷矿,仍然可以得到较好的产品。由于生产黄磷耗电量很大,所以只有在有廉价的水力电源情况下,才有可能。但根据我国磷矿条件和水电资源看,发展一部份热法磷肥,不仅有可能,而且也是发展磷肥的重要途径之一。

磷肥通过富集,不仅提高磷矿品位,也是发展和提高磷肥质量的重要关键。但是按照现在磷肥的需要量和我国磷矿的可选程度,至少在现阶段,富集的磷精矿在数量上不可能满足全部磷肥工业的要求。根据有关部门的报导,对我国可选性难度较大的磷矿,在技术上已经有显著突破,但现在尚需中试。如果中试顺利通过,投资建厂也还有一个过程。据介绍,我国有相当部份的磷矿是比较难选的,特别是 P_2O_5 品位较低的磷块岩,所以在短期内要完全依靠富集成磷精矿,来解决磷肥工业的矿源看来尚难办到。而且有些磷矿同白云石类的碳酸盐矿物,和硅质矿物呈极微细颗粒胶结在一起,要磨到200目(实际上已有80—90%达320目)才能使矿物单体分离,所得磷精矿质量也未必一定能满足要求。石门磷矿就是一个例子。除了富集技术的难度以外,经济成本也比较高。从另一方面看,对于这类磷矿如果磨到200目,则在理论上可以推断,直接施用的效果可能会有显著提高,从经济效益考虑,也许更为合适。所以在加速发展磷肥的过程中,磷矿的富集是重要途径之一,但不一定是唯一的途径。

根据 FAO 的统计资料,世界上作磷肥直接施用的磷矿粉用量,在近期大致占总磷肥量的5%左右,其中以苏联的使用量最高。从我国磷矿资源和磷肥工业水平的发展速度看,无论在近期或者较远期以内,在南方大面积的酸性土壤上,对多年生的经济林木、果树、牧草和吸磷能力强的豆科绿肥和豆科作物上,使用一部份适宜于直接施用的磷矿粉,这是有益无害的,不仅客观上需要,事实上也是能奏效的。假如在磷肥品种中,磷矿粉的使用比例能占5—10%,则不仅可以减少一部分化学加工磷肥的压力,同时也利用了一部分磷肥工业不易利用的磷矿资源。当然,这必须要有关部门作出规划,制订成政策和落实有效的措施。

从湿法和热法磷肥对磷矿质量的要求,和磷矿资源的特点,似乎可以统盘考虑一下,如何从现实出发,根据需求和可能,发挥各方面的优势,扬长补短,逐步安排,各得其所。适合热法直接加工制钙镁磷肥、脱氟磷肥或者黄磷的磷矿,就不必去富集做湿法磷肥;比较容易富集的磷矿设法尽快投资筹建,以供湿法磷肥之需;可选性差,富集技术较难的磷矿,可以因地制宜地直接施用。这样可能有助于加速磷肥的发展,同时也可以合理地利用我国磷矿资源。

展望磷肥发展的前景

展望我国磷肥的发展,美好的前景是肯定的。这是因为,磷肥的发展是农业生产的迫切需要。上面介绍过,从作物对磷素养分的需求,和我国土壤供磷水平的现状,都表明氮磷养分和谐对作物高产稳产的重要性及其普遍意义,所以磷肥发展的速度,不单纯是磷肥本身的问题,而是关系到现有的氮肥能不能发挥应有的经济效益,归根到底,是增产更多的粮食。因此,发展磷肥不仅是农业生产的需要,也是国民经济发展的需要。

第二,我国有丰富的磷矿资源,这是发展磷肥工业的最重要的有利条件。尽管磷矿的分布、

品位和可选性不够理想,但这些问题可以通过一定的政策,从实际出发,根据需求和可能,发挥优势,共同努力,统筹地逐个解决。

第三,我国磷肥工业已具有二十多年的经验,现在已经有了一支具有一定水平的科研、设计、建设和生产的技术队伍。在采矿、选矿、工艺直至应用,都比较系统地进行过大量工作,不仅对现有品种,其他的高效复合磷肥,也均能自己设计、制造、建设全套工业装置和生产成套技术。

展望前景,在最近二三个五年计划期间,磷矿的矿山建设在规模和开采技术上,将有显著的发展和提高;相当数量的磷精矿可以源源不断地提供给湿法磷肥之需;在西南或中南矿区,可以利用丰富的水电资源,通过磷电结合,生产一定数量的黄磷及其加工的磷肥成品。可以想象到,在那时不仅现有磷肥品种的产量和质量会进一步提高,而且将有更多的高效复合磷肥支援急需磷肥的地区,氮磷比例比现在必将大有改善。对于一些选矿技术较难的中低品位磷矿,也可因地制宜地给以直接施用。

我国某些主要土壤类型中硼的地球化学特征*

欧阳洮 钱承梁

(中国科学院南京土壤研究所)

土壤和天然水中某些元素不足或过剩,必将影响植物的生长,并通过植物和饮水影响动物和人体的健康。因而研究某些元素在岩石、土壤、水和植物体中的含量、分布及其地球化学行为,具有重要意义。随着作物产量的提高,一些微量元素的丰缺,在生产上表现日趋明显。例如:我国南方红壤地区,因土壤缺硼引起油菜花而不实;东北三江平原部分白浆土上,小麦花而不实,经施硼后均获明显增产。

据报道^[1],地壳平均含硼量 10ppm,沉积物含量 2—200ppm,火成岩 10ppm,土壤平均含量为 10ppm。我国土壤含硼量^[2]为痕迹—500ppm,上限高于上述含量水平,平均含量 64ppm。

土壤中的硼直接影响其上生长的植物和流经其中的水。由于土壤环境和植物的生物学特性,植物体中含硼量变幅很大,有的难以测出,而有的植物如西藏某些西伯利亚蓼(*polygnum sibiricum*)含硼量可达 950ppm。地表水和地下水中的硼的变异也很大。由于硼易于淋失,所以海洋是其最终的归宿。海水中硼可达 4.6ppm^[3]。根据我们测定我国珠江河口含硼量 9.033ppm,近海的广西合浦井水中含硼量 0.009ppm。然而在广大的热带和亚热带土壤地区的珠江(广州段)、赣江(南昌段)、闽江(福建段)以及长江(九江段),和这些地区的 20 个样点水样中,即使在浓缩五倍的情况下,均未检出。土壤中的硼量仅是植物—水—土—岩

石互相联系的一个环节,而不是孤立存在的。

本文就我国某些主要土类中硼的地球化学特征作一初步讨论。

一、某些主要土类中硼的含量

我国土壤含硼量变幅很大,同一土类内也有很大变化,但如果就同一土类土壤笼统地加以平均,则差异都将被掩盖。我国土壤含硼量^[4]除西藏高原较高(平均 154ppm)以外,其余的土类平均含量在 42—88ppm 之间。

土壤中的硼来源于各种含硼成土矿物,主要为电气石。由于这种矿物抗风化力强,硼不易释放出来,不能为植物利用。而一般用沸水提取五分钟所溶出来的水溶性硼,是土壤中最活跃的部分,此部分对植物是有效的(通常又称其为有效性硼)。一般以 0.50ppm 作为缺硼临界值。根据我们所分析的近 800 个土壤试样表明,土壤有效性硼含量、分布、迁移、富集等与土壤类型的关系十分密切。

由表 1 可以看出,在长江以南广大的红壤地区,有效性硼含量范围 0—0.44ppm,平均 0.12ppm,在所分析的 214 个表土标本中,有 95% 的标本含量 < 0.3ppm,只有个别标本高于 0.50ppm。其中以湖南沅江、湘

* 本文承龚子同同志斧正。