

土壤速效性养分分析中的几个问题[※]

靳宝初

(黑龙江农垦总局设计院)

土壤速效性养分,水解氮(碱解氮)、速效磷、速效钾是土壤养分中重要的组成部分,是了解土壤肥力的主要指标之一。

在农业耕地土壤中,速效性养分是土壤熟化、近期养分供应状况和肥力水平最现实的表现,在耕作、施肥、改土以至于农作物丰产上,都具有指导性作用。

如何分析测定土壤速效性养分、提高土壤速效性养分结果数据的实际应用价值,确实是一个值得深入研究的课题。

目前,在土壤速效性养分分析的理论探讨,改善分析测定手段,提高室内分析的精度等方面,是有了一定的进步。但土壤做为一个自然体有它特定的复杂性,因而,在分析理论,尤其是分析测定技术还远不能适应土壤科学和农业科学技术、农业生产形势的发展。

由于土壤速效性养分在土壤中受到土壤水热条件和理化性质、作物、施肥等因素的影响,变化异常迅速,在土壤采样,分析测定,结果数据应用方面,都不同程度的存在着一些问题。

为此,提出下面几个问题,供参考。

一、关于速效性养分土样的采样误差

采集土壤样品和土样的分析测定是保证分析结果准确性的同等重要的两个方面,在某种意义上,采样的重要性比分析测定的意义要大。因为,分析测定尚有一定规范可循,

而土壤采样工作,至今还缺乏具体的科学规定。采样者一般根据自己主观的认识选择采样方式,决定采样时间、地点和采样数量,在客观上缺少严格的检验标准,伸缩性很强,势必造成误差。

如两人同时进入一块耕地采集土壤单样,测定土壤含水量,其结果相差比室内分析精度允许误差高达七倍。

这样往往偏重于分析方法的研究,而忽视采样误差的严重性。土壤分析人员从责任角度考虑,仅对试样瓶中的样品负责,以求分析精度合格,对土样代表性过问不多,实际土样的代表性不强,即或是分析测定的方法再好,分析结果的精度再高,也难以正确反应耕地土壤的实际养分状况,甚至会做出错误的判断。

耕地土壤耕作层的养分很不均匀,其不均匀率的变化非常明显。

试验在同一土壤类型的荒地和耕地上进行,分别混合采集土样,分析其主要养分的变化。分析结果表明,荒地未开垦前,基本保持着自然土壤的养分状态,在相同的自然环境下,养分的分布还是比较均匀的,但是,耕地养分的不均匀率比荒地有了显著的增加,速效性养分增加的尤其明显见表1。

荒地和耕地土壤的养分统计分析对比中,可以看出,耕地的养分不均匀率(C_v 也称变异系数)比荒地大有提高,突出的是有机质,水解氮,速效磷。

[※] 参加分析工作的还有高雅文、吴凤梅同志。

表 1

荒地、耕地养分不均匀率对比表

统计项目 分析项目	均 值 (\bar{X})		极 差 (R)		方 差 (S^2)		不 均 匀 率 (CV)	
对 比	荒 地	耕 地	荒 地	耕 地	荒 地	耕 地	荒 地	耕 地
pH	5.6	6.1	0.3	0.5	0.014	0.027	0.029	0.026
有 机 质 %	5.58	5.49	0.91	3.99	0.110	1.65	0.041	0.160
全 氮 %	0.27	0.29	0.04	0.02	0.0002	0.00015	0.052	0.050
全 磷 %	0.11	0.15	0.02	0.04	0.0001	0.0003	0.090	0.110
水解氮 mg/100g	2.48	3.30	0.43	1.27	0.018	0.192	0.054	0.141
速效磷 mg/100g	0.19	0.48	0.09	0.55	0.0005	0.318	0.116	0.370
速效钾 mg/100g	9.33	12.70	11.78	13.41	9.83	16.69	0.320	0.330

注：牡丹江地区草甸白浆土

表 2

50 点速效磷分析结果表

毫克/100 克土

1.77	1.85	1.25	2.60	1.46	4.73	2.83	2.22	1.77	2.25
3.31	2.58	2.73	2.75	2.29	2.32	4.47	2.77	2.44	1.20
3.70	3.64	3.47	3.65	2.33	2.35	1.25	1.23	3.33	4.17
3.32	2.23	0.45	3.19	3.82	2.85	0.62	0.42	0.42	2.74
2.21	2.51	3.31	1.24	2.06	2.47	0.80	0.82	1.25	2.68

假如，不注意这个变化，仍然按照荒地土壤采样的方式在耕地上采样，必将导致加大采样误差，失掉采集土样的代表性。

为了进一步验证耕地土壤养分不均匀率的现状，又在具有一般肥力的耕地草甸黑土上，做深一步的分析调查。调查地面积一百亩，以方格、等距离，单点采集土壤样品，单独以 0.2N 盐酸浸提，常温环境，钼蓝光电比色法，分析其速效磷，其结果见表 2。

50 点速效磷均值(\bar{X})为 2.349 毫克/百克土。极差(R)为 4.51，方差(S^2)为 1.10，不均匀率(CV 称变异系数)是 0.348。

这块耕地草甸黑土的速效磷最高分析结果是 4.73 毫克/百克土，速效磷最低分析结果是 0.42 毫克/百克土，相差 12 倍。

最高分析结果相对误差为 59%。最低分析结果相对误差为 82%，比土壤化学分析速效磷允许误差高达几十倍。

在表 2 中，右下角有四个相邻的分析结

果，分别为 3.03，4.17，0.42，2.74 毫克/百克土，假如，采样于任何一点上，分析速效磷，其结果将很难代表这块耕地的实际养分状况。

所以，耕地土壤的养分分布状况是极不均匀的，速效性养分尤为严重，这就形成采样误差和室内分析精度的矛盾，矛盾的结果影响到速效性分析结果的实际应用价值，将不断降低。

采样代表性是个相对的概念，为了增加代表性，采样点就要多，本着科学和可能，绝对不能无限大的多点采样，应以能够满足实验需要，做为具体考虑的因素。

以表 2，50 点速效磷分析结果为例，分别以 5，10，15，20，25，30，35，40，45 点各随机组合一百次，相应验证在这块耕地中，采集多少点时，比较能够接近真值(即均值)。通过对上述数据的统计分析，有如下的趋势，见表 3。

表 3

差 值 比 较 表

采样点数	5	10	15	20	25	30	35	40	45
最 高 值	+ .93	+ 1.89	+ 0.70	+ 0.45	+ 0.42	+ 0.41	+ 0.41	+ 0.33	+ 0.37
最 低 值	- 1.35	- 1.97	- 0.76	- 0.52	- 0.44	- 0.35	- 0.38	- 0.31	- 0.35
极 差 (R)	2.28	1.86	1.41	0.97	0.86	0.70	0.79	0.67	0.72
极差幅度	- 0.42	- 0.45	- 0.44	- 0.11	- 0.16	+ 0.09	- 0.12	+ 0.05	

表 4

频 数 分 布 表

均 值 mg/10 ⁻² g	采 样 数	5	10	15	20	25	30	35	40	45
1.0—1.5		3	2	0	0	0	0	0	0	0
1.5—2.0		15	10	9	13	5	0	1	0	0
2.0—2.5		43	61	73	63	85	89	91	93	95
2.5—3.0		33	26	17	24	10	11	8	7	5
3.0—		6	1	1	0	0	0	0	0	0

极差幅度值大,误差也大,极差幅度值减少,证明趋近均值,采样代表性增强。

在表 3 中,当采样点在 20 点以上时,极差幅度值显著减少,由 -0.44 下降到 -0.11。

为了验证上述统计结果,通过对数据进行数理频数分布统计分析来加以确证,见表 4。

因为,该耕地速效磷均值为 2.35 毫克/百克土,认定 2.0~2.5 毫克/百克土区间为近似平均值范围,在此区间出现频数越多,其采样代表性越好。

表 4 统计频数分布表明,在这块面积为一百亩的耕地中,假如,每次只采 5 点混合样分析速效磷,仅有 43 次机会可能接近平均值,有 9 次机会不是高于 3.0,就是低于 1.5 毫克/百克土,将有 57% 机会在近似平均值之外。在 20 点以上时,高于 3.0 或低于 1.5 毫克/百克土的结果消失,有 63% 机会在近似平均值范围之内。在 25 点以上有 85% 机会接近平均值。30 点以上,已经有 90% 机会接近平均值。用频数分布统计分析,同样确证了这个趋势。

我省大部分一般耕地土壤的土壤复杂程

度约在一级、二级之内,不甚复杂。

建议,采集一般土壤速效性养分用的土样时,要根据实验要求、土壤类型、耕作层厚薄、农作物生长势、微地形变化,土壤质地变化,水分物理状况等条件,划分采样区,以等距离方格法,单点采集土样,不少于 25 点混合,(采样区面积应在百亩以内为宜。)进行分析。

每采样点,可采集土壤 100~150 克,混合后,留取 1000 克以上备用。

在我省一般耕地可以试用。土壤采样工作是一项复杂的课题,工作做的不多,只能是一初步探讨,局限性很大,仅供深入研究的参考。

二、土壤速效性养分应以什么状态分析

所谓不同的养分分析状态是指土壤速效性养分分析,是用新鲜土,风干土,烘干土进行分析而言。

这个问题的实质还是继续探讨土壤样品怎样才能更好的代表耕地土壤的实际养分状

况问题，它是和土壤采样问题联系在一起的影响分析准确性的另一个重要方面。

根据对白浆土，黑土，棕壤，近三百余土壤样品进行对比分析，土壤的不同分析状态其分析结果是绝不相同的，见表5。

表5 不同分析状态速效磷分析结果 毫克/100克土

分析状态 试样	新鲜土	风干土	烘干土
318—1 草甸黑土	9.11	11.04	11.84
318—2 草甸黑土	8.37	6.65	10.77
318—3 草甸黑土	5.80	4.37	7.45
331—1 白浆土	4.10	3.25	1.42
331—5 白浆土	3.4	4.14	2.53
215—1 棕壤	1.97	1.24	1.91

新鲜土，风干土，烘干土，同一土样速效性养分的变化趋势，有的升高，有的降低，很难总结出任何规律性联系，尚待今后继续工作。

通过对三种不同状态土样，以0.2N盐酸浸提钼兰光电比色法分析，取得的速效磷结果和栽培小区结果对照，新鲜土的相关系数（r值）为0.51，风干土的相关系数（r值）为0.44。

目前，我省土壤分析，包括速效性养分分析一般均以风干土进行。严格的定义：风干土可称为相对吸湿的土壤，如果，风干土存贮在非密闭的环境中，其吸湿量是随空气湿度而变化的。

据长期观察贮放在玻璃贮样瓶中的风干土样也是在不停的变化，我省夏秋季节，空气湿度较大，微生物活动旺盛，加快了土壤速效性养分变化的速度。相对来说，全氮、全磷的变化就不甚显著。

一个分析土壤速效性的土样，采样后一般要风干3~7天，风干后，磨土制样，正式投入分析测定也要5~10天，有的时间更长。

速效性分析结果做为田间追肥的主要参考数据，要求准确，更要求快速，不误农时。否则，速效性养分分析不能快速的提出分析结果，其实际的应用价值就很低了。

就目前的碱解氮、速效磷的分析法，在两小时以内完全可能发出分析报告，影响不能及时发出分析报告的主要原因之一，就是土样的风干过程。实验证明，风干土测定的速效性分析结果，其相关系数也并不理想。

建议土壤速效性养分，原则上应在田间以新鲜土，速测分析方法，或室内常规分析方法进行分析。

在我省普及农业科研实验的条件下，使生产队的科研班组学会土壤速测方法，是能够解决上述问题的。

黑龙江垦区农场已基本普及农业化验室，生产队科研班已能掌握简单土壤速测，条件有利。

三、不同的分析方法 结果不同

不同的土壤需要选择不同的分析方法，方法不同，分析结果各异。

同一土壤样品，碱解氮和水解氮的分析结果相差几倍，见表6。

同是速效钾分析，用亚硝酸钴钠法，四苯硼钠法，也能产生较大的方法误差。

速效磷是国内外土壤分析研究人员，研究时间最长，积累资料也最多的分析项目，同时，也是存在问题最多的课题。

在选择速效磷浸提液，遴选土液比方面，前后曾经出现过几十种方案，至今众说纷纭，莫衷一是。

国外，Bray₁法，Bray₂法，Morgan法，Olson法，Purdue法，都曾经做过很多磷的相关关系实验，终不能排除其特定的范围。

如在国际上，比较受到公认的Bray₁法，分析我省的白浆土类，就取得偏低的结果。

土壤分析中的有机质，全量分析项目，

表 6

速效氮分析方法比较表

毫克/100克土

试 样 方 法	1 0—13cm	2 13—30cm	3 32—50cm	4 50—60cm	5 60—82cm	6 82—140cm
碱 解 氮	8.25	6.14	3.03	1.92	1.00	1.90
水 解 氮	2.84	2.42	1.51	0.81	0.24	痕 迹
差 值 倍 数	2.90	2.54	2.00	2.37	4.16	—

注：曙光农场岗地白浆土。

表 7

速效磷方法比较表

毫克/100克土

分 析 法 试 样	Olsen 法	吉尔曼诺夫法	Bragg 法	Morgan 法	0.1M 乳酸法
黑 土	2.42	3.5	2.07	0.41	1.94
草 甸 棕 壤	5.83	5.29	4.27	1.81	3.64
白 浆 土	1.10	0.92	0.73	0.16	0.42
草 甸 土	1.41	15.84	0.84	0.26	0.92

也有种种方法，其方法间的相对误差就比较小，结果再现性也较好，而土壤速效性分析就大为不同，见表 7。

上表看出，不同的分析方法所取得的结果是不能进行相互比较的，所以，在应用土壤速效性分析结果时，必须了解该分析结果是以什么分析方法所取得的。所有土壤化验分析报导，分析单位必须负责详细注明分析结果的分析方法。做为资料数据引证时，也应加以注明。

建国以来，我省土壤速效氮分析，大致采用水解氮法，速效性磷多以 0.2N 盐酸浸提，钼兰比色法，速效钾也多以亚硝酸钴钠比浊法进行分析。

上述三种分析方法，在相关系数，再现

性等方面均存在很大缺点，但是，三十年来，该方法积累了大量资料，在推广现在的碱解氮，速效磷盐酸氟化铵法，速效钾的四苯硼钠法分析。

如果，涉及对比历史资料时，建议仍采用原来的水解氮，速效磷的 0.2N 盐酸浸提法，速效钾的亚硝酸钴钠法分析为好，以避免方法误差的发生。

在一个县的范围内，由于土壤类别不同，如碳酸盐土壤、非碳酸盐土壤，就要采用不同的分析方法。

不同的分析结果不可按一个速效氮、速效磷的分级标准划分肥力等级，用以指导施肥，或者编绘成图，都将失去意义。

欢迎订阅 1982 年《河南农林科技》

《河南农林科技》杂志，是由河南省农林科学院主办的农林牧和农业经济综合性中级科技刊物。它面向生产实际，为农业现代化服务。主要报导内容：农林牧业等科研新成果、新技术、新经验和科研、生产发展新动向。结合本省实际介绍国内外先进技术和理论，并普及农业新知识。具有内容丰富新颖、通俗易懂、结合实际、科学可靠等特点，适合广大科技人员，院校师生和农村干部等阅读。

本刊在全国公开发行，16 开 40 码、月刊。每月 15 日出版，定价 0.20 元。欢迎到当地邮局订阅（代号 36—32）。《河南农林科技》编辑部。