

土壤氮素有效性指标与土壤供氮量的预测

朱兆良

(中国科学院南京土壤研究所)

摘 要

文章讨论了土壤氮素有效性的化学指标及其与标准项的关系和影响田间土壤供氮量预测准确性的因素。

土壤对当季作物的供氮量是估算氮肥适宜施用量的主要参数。本文将以国内研究结果为主,对土壤供氮量的预测问题作一讨论。

一、土壤氮素有效性的化学指标

从现有的资料来看,土壤氮素的生物有效性与化学提取性之间并无明确的内在联系。经 6NHC1 水解后的残渣氮仍可为微生物所分解^①;土壤氮的化学提取性比率与生物有效性比率也并不一致^②;而且,不同土壤之间同一形态的土壤有机氮,其分解性也有很大的差异^③。因此,土壤有效氮的化学指标,基本上是通过其与标准项(培养中的矿化氮量、盆栽或田间试验中无氮区作物吸收氮量等)的相关研究而选定的,因而是经验性的。

NaOH 扩散法自1962年被推荐以来,在国内已得到了广泛的采用,并进行了一些改进,其中主要是将起始硝态氮包括在内以适用于旱作土壤。此外,还研究了碱性高锰酸钾法^④①②、磷酸一硼砂蒸馏法^⑤、氯化钾煮沸提取法^⑥等。

二、土壤氮素有效性与标准项的相关研究

研究二者相关的目的,既是为了筛选方法;也是为了求得这两者的回归方程,以便从土壤测试值估算出土壤供氮量,或直接估算出适宜的施氮量。显然,只有在田间试验中得出的这种方程式,才有直接应用的价值。表1—3汇集了国内有关研究的结果。

在培养试验中(表1),为了包括起始的矿质氮量,都以培养后矿质氮量的总量作为标准项(即培养前的起始矿质氮量与培养中的矿化氮量之和)。结果表明,NaOH扩散氮量与培养后的矿质氮总量之间大多具有显著或极显著的正相关。

从表2的盆栽试验结果来看,培养法的测定值与土壤供氮量之间的相关性都是很高的,其次是NaOH扩散氮量,而土壤全氮量与供氮量的相关性则不稳定,有时甚至不显著。

与盆栽试验的结果不同,在田间试验中,无论是培养法或化学法的测定值与土壤供氮量的相关性大多不显著,而且,即使是在个别试验中,相关性达到了5%显著水准,但 r^2 只有0.25左右(表3),远不能满足定量预测供氮量的要求。

① 沈其荣,土壤氮的形态及其有效性的研究。南京农业大学博士论文。1987。

② 沈振国,水田土壤的供氮特性和氮素矿化模型比较研究。南京农业大学硕士论文。1987。

③ 李生秀,关于土壤氮素矿化势作为土壤有效氮指标的研究。中国土壤学会氮素工作会议资料,1984。

表 1

培养后的矿质氮总量与全氮及扩散氮量的相关性

采 样 地 区 与 土 壤	试 验 方 法	相 关 系 数 (y)		参 考 文 献
		N _{min} 与 全N	N _{min} 与NaOH-N	
江苏,上海, 石灰性排水好的水稻土 非石灰性排水好的水稻土 瘠水水稻土	淹水培养	0.796*	0.753* (n=8)	〔5〕
	淹水培养	0.606*	0.795** (n=12)	
	淹水培养	0.581	0.628 (n=9)	
浙 江 主要土壤	淹水培养	0.756**	0.848** (n=24)	④
江 苏 主要土壤 主要土壤	淹水培养	0.653	—— (n=9)	①
	淹水培养	0.600	—— (n=9)	
内 蒙 古 昭乌达盟主要土壤	淹水培养	0.725**	0.783** ——	〔6〕
吉 林 主要土壤 主要土壤	淹水培养	0.813**	—— (n=17)	〔7〕
	好气培养	0.765**	—— (n=17)	

① 浙江省农科院中心实验室速效氮组, 土壤氮素肥力测定方法的研究。浙江省农科院中心实验室、浙江省农科院土肥所, 1964—1974科学研究资料汇编, 化验分析部分。1—14页。1974

表 2

土壤供氮量与土壤氮素有效性指标的相关性

(盆栽试验)

作 物	采 土 地 点	相 关 系 数 (y)			参 考 文 献
		Ns与全N	Ns与 NaOH-N	Ns与 N _{min}	
水稻	浙江 (n=12)	0.929**	0.893**	0.826**	④
水稻	苏江 (n=9)	0.574	0.775*	0.961**—0.969**	①
水稻	广州 (n=9)	0.514	0.595*	0.956**—0.967**	〔4〕
水稻	广州 (n=9)	0.555	0.669*	0.721*—0.893**	〔4〕
水稻	广州 (n=9)	0.816**	0.924**	0.857**—0.925**	〔4〕
玉米	吉林 (n=12)	——	0.884**—0.938**	0.851**—0.898**	〔7〕
谷子	苏、浙、皖 (n=22)	0.877**	0.795**	0.991**	②

表 3

土壤供氮量Ns与土壤氮素有效性指标的相关性

(田间试验)

作 物	试 验 地 点	相 关 系 数 (y)			参 考 文 献
		Ns与全N	Ns与 NaON-N	Ns与 N _{min}	
水稻	浙江	0.467*	0.480*	0.504* (n=24)	〔8〕
水稻	江苏、上海	0.237	0.207	-0.155 (n=8)	〔5〕
水稻	江苏	0.534	-0.409	-0.267 (n=12)	〔5〕
水稻	江苏	0.527	0.569	-0.552 (n=9)	〔5〕
谷子	内蒙	——	——	0.939**	〔6〕

三、影响田间土壤供氮量预测准确性的因素

土壤供氮量是以田间试验中无氮区作物成熟时地上部分累积的氮量作为量度的。实际上其中包含着土壤来源和非土壤来源两大部分。

(一)土壤来源部分 包括施肥种植前土壤中矿质氮和作物生长期土壤释放出的矿质氮。

1. 施肥种植前土壤中的矿质氮。即起始矿质氮。在前茬收获后休闲的田块中,或前茬作物上施氮量较多的田块中,起始矿质氮量则较多^[9, 10]而成为土壤供氮量的重要来源,因而必须对其加以测定。测定根系活动层中的硝态氮或矿质氮量常用来预测土壤的供氮量或估算氮肥的适宜用量^[8]。

在上述的NaOH扩散法中,已经将起始的矿质氮计入了扩散氮量中。因此,以其测定值预测土壤供氮量时,不同土壤中起始矿质氮量的差异当不致影响扩散氮量与供氮量之间的相关性。至于培养法,如果采用淹水培养法并测定培养后铵态氮的总量时,则也已包括了起始矿质氮量。但是,如果采用淹水培养法以预测旱作土壤的供氮量时,则因硝态氮的反硝化损失而必然使测定结果偏低。因而,当不同土壤之间起始硝态氮量差别较大时,则可能会降低预测的准确性。

2. 作物生长期土壤氮素的矿化量。当起始矿质氮量较低时,它是供氮量中主要的土壤来源的氮。其量是土壤潜在可矿化氮量、水热条件和时间的函数^[11]。耕作措施,如晒垡等对其也有强烈的影响。而一般采用的培养法或化学法,至多只能测得土壤中可矿化氮的含量或其相对值。

在预测土壤氮素矿化时,通常只注意耕层,这是不够的。研究表明,即使是对同一类型水稻土的不同田块来说,耕层以下土层的供氮量也常相差很大。因此,如果只采取耕层土样进行测定,则必然存在着预测偏差较大的可能性。在旱作土壤方面,也存在着如何估计不同深度土层中氮素矿化量的问题^[12]。

此外,当用淹水培养法测定矿化量时,由于矿化形成的铵可以程度不同地被粘土矿物所固定^[13],从而也可能影响到培养法的准确性。

为了消除不同田块之间因作物生长期水热条件上的差异而引起的预测偏差,在氮素矿化的预测式中应加入这两个参数^[11, 14-17]。此外,还需定量地估计晒垡等对土壤氮素矿化的影响。

(二)非土壤来源部分 土壤供氮量中非土壤来源部分所占的比例愈高,并且不同田块之间这一比例的变化愈大,则氮素有效性指标与供氮量之间的相关性就将愈低。

用¹⁵N标记土壤进行的研究表明^[18],不施氮时,水稻吸收氮量中由当季进行的非共生固氮作用提供的氮量平均占21.7%,不同土壤之间差异很小。这表明,尽管非共生固氮来源的氮在土壤供氮量中占有相当高的比例,但是它对氮素有效性指标与供氮量之间的相关性可能没有多大的影响。至于旱作,由于这一比例一般明显低于水稻,其对这种相关性的影响当然更小。

对于直播作物来说,种子带入的氮量很少而可以忽略不计。但是,对移栽的作物来说,例如移栽稻,由秧苗带入的氮量占供氮量的比例却很高,而且,即使是对同一季水稻来说,不同田块之间由秧苗带入的氮量仍可有一定的差异而影响到上述相关性。但是,应当说明,在表3中的几个水稻试验中,在进行这种相关研究时,土壤供氮量项中已扣除了秧苗带入的氮,在这种情况下其相关性仍很低,则显然是由于其他原因所致。

不同田块之间降水和灌溉水带入的氮量也可能有一定的差异,但是,除特殊情况外,其量不高。因此,它不致明显地影响到上述相关性。

综上所述,在提高土壤供氮量预测准确性的努力中,确定适宜的采样深度、估测不同深

度土层中土壤氮素的矿化量,以及作物对不同深度土层中矿质氮的吸收等应是研究的重点。定量地估计晒垡等对氮素矿化的影响,也是值得研究的问题。在当前条件下,则只能在一定的地区内,在一定的耕作、施肥和轮作制度下,针对某一季作物,通过田间试验以确定一个将土壤氮素有效性指标的测定值换算为土壤供氮量的换算系数,以供预测田间土壤供氮量之用。当然,这一换算系数可能与该指标的测定值之间又有负相关^⑤,因而需要根据具体的测定值,确定各自的换算系数。但是,总的来看,这种作法一般只能达到半定量的预测水平。

考虑到目前在预测土壤供氮量中的这一事实,以及在大面积生产中实施土壤测试所存在的实际困难,研究和设计出一些更为简便的,即便是经验性和条件性都很强的推荐施氮量的方法都是有其积极意义的。在这一方面,平均适宜施氮法^[19]似乎是一个有益的尝试。

参 考 文 献

- [1] Iverson, K. C. and Schitzer, M., Can. J. Soil Sci., 59: 59-67. 1979.
- [2] Juma, N. G. and Paul, E. A., Soil Sci. Soc. Am. J. 48: 76-80. 1984.
- [3] Keeney, D. R. and Bremner, J. M., Soil Sci. Soc. Am. Proc., 30: 714-719. 1966.
- [4] 谢立昌, 水稻土有效氮测定方法的研究。土壤通报, 第1期, 41-43页。1985。
- [5] 朱兆良等, 太湖地区水稻土的氮素矿化及土壤供氮量的预测。土壤学报, 21: 29-36。1984。
- [6] 王纪泽, 一种测定昭乌达盟土壤供氮能力的方法。土壤通报, 第6期, 20-22页。1981。
- [7] 周祖谔等, 吉林省主要旱田土壤有效氮测定方法探讨。土壤通报, 第6期, 23-26页。1981。
- [8] 周鸣伟等, 土壤速效氮的测定方法。土壤, 第5-6期, 316-323页。1976。
- [9] 袁留照等, 土壤硝态氮作为玉米施肥依据的研究。江苏农业科学, 第6期, 25-27页。1985。
- [10] 彭琳等, 黄土旱地土壤硝态氮季节性变化与夏季休闲的培肥增产作用。土壤学报, 18: 212-222。1981。
- [11] Kafki, J., et al., Soil Sci., 125: 261-268. 1978.
- [12] Hadas, A., et al Soil Sci. Soc. Am. J., 50: 314-319. 1986.
- [13] 陈德立、朱兆良, 稻田土壤供氮能力的解析研究。土壤学报, 25: 262-268。1988。
- [14] 汪寅虎等, 上海郊区青紫泥土壤供氮量的预测研究。土壤学报, 20: 262-271。1983。
- [15] Smith, S. J., et al., Soil Sci. Soc. Am. J., 41: 74-76. 1977.
- [16] Stanford, G., et al., Soil Sci., 115: 321-332, 1973.
- [17] Stanford, G., et al., Agron. J., 69: 303-308. 1977.
- [18] 朱兆良、陈德立、张绍林、徐银华, 稻田非共生固氮对当季水稻吸收氮的贡献。土壤, 19: 225-229。1986。
- [19] 朱兆良, 关于稻田土壤供氮量的预测和平均适宜施氮量的应用。土壤, 20: 57-61。1983。

⑤ 王洪玉, 玉米测土定产施用氮肥主要参数的研究。中国土壤学会编, 中国土壤的合理利用和培肥, 中册, 123-124页, 1983。