

南疆西部降尘对土壤性质的影响^①

关欣 李巧云 文倩

张凤荣

(新疆农业大学农学系 乌鲁木齐 830052)

(北京农业大学资环学院)

摘 要 通过野外调查、定位试验和室内分析,探讨了南疆西部降尘与土壤在盐分和养分组成上的差异,分析了降尘对土壤积盐和肥力的作用。

关键词 降尘;降水;肥力;积盐;南疆西部

浮尘是指尘土细沙均匀地漂浮在空中,水平能见度小于 10km 的天气现象。在浮尘中,直径大于 $10\mu\text{m}$ 的颗粒依靠自身重力自然沉降到地面称之为降尘。由于浮尘危害人类健康^[1,2],使气候发生变化^[3],降尘改变土壤的组成和性质^[4],影响植物的生长和品质^[5],因而引起各国的普遍重视。以往人们对降尘的研究往往偏重于其所含的重金属元素对土壤的污染,近来研究发现,降尘对土壤的作用是多方面的。南疆西部是我国浮尘较严重的地区。该区气候干旱,土壤自然肥力低,养分不平衡,积盐严重,在该区研究降尘对土壤肥力和积盐的作用,具有重要的理论和实践意义。

1 材料与方法

1.1 降尘、降水收集的时间和地点

95 年 4~7 月和 98 年 6 月~99 年 8 月在和田气象站和喀什莎车农科所。

1.2 样品收集

1.2.1 降尘的收集 将内径 20cm,高 70cm 的集尘缸用铁架固定,分别置于离地面 70、180cm 处和 9m 高的屋顶上(上口离屋顶 1.5m)。每次浮尘后,立即收集降尘;一般每 10 天或一个月收集一次。由于供试区极端干燥,蒸发量大,故采用干法收集。

1.2.2 降水的收集 将容器洗净、烘干,置于 9m 高的屋顶(上口离屋顶面 1.5m),降雨后立即收集装瓶。

1.3 分析项目及测定方法

浮尘样品按月和不同高度分别测定。有机质用 0.4N $\text{K}_2\text{CrO}_7 \sim \text{H}_2\text{SO}_4$ 外加热法;可溶性盐分用 10:1 水土比制备提取液; CO_3^{2-} 和 HCO_3^- 用双指示剂滴定法; Cl^- 用硝酸银滴定法; SO_4^{2-} 用 EDTA 容量法; K^+ 、 Na^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、P、K、B、Mo、Cu、Zn、Mn、Fe 用日本产 ICPQ-1000 型等离子体发射光谱仪测定^[6,7]。

2 结果与分析

2.1 降尘量

① 国家自然科学基金资助项目(49761004)

要客观地确定每年输入农田的降尘量,必须首先选择合适的取样高度,该高度既要减少地面的干扰,又要符合农田的实际,为此,我们将集尘缸放在不同的高度,按月或旬收集降尘(表 1)。

表 1 和田 98~99 年的平均降尘量

月份(98 年)	6	7	8	9	10	11	12	
降尘量(kg/ ha)	1395. 87	1326. 65	1233. 135	742. 815	501. 525	200. 078	142. 755	
月份(99 年)	1	2	3	4	5	6	7	8
降尘量(kg/ ha)	75. 713	199. 973	290. 148	1451. 565	3861. 728	1197. 885	1313. 235	1304. 835

供试区全年降尘量为 11282.255kg/ha。其中 4~8 月达 9129.248kg/ha,占全年降尘量的 80.92%,说明降尘主要发生在春、夏季。降尘量的大小是由扬沙、沙尘暴、浮尘的持续时间和强度决定的,而扬沙、沙尘暴、浮尘的发生与大气环流、特殊的地理环境及下垫面状况有密切关系。塔里木盆地四周环山,中间是浩瀚的塔克拉玛干沙漠,沙漠和高山之间分布着砾石戈壁。在盆地东部,有一个东北、西南向的通道。春、夏季,北方冷空气入侵频繁,冷空气入侵时,沿天山北坡东下,由天山尾间绕过,转向后“东灌”进入塔里木盆地,沿途携带大量沙尘,当到达西部时,风力减弱,浮尘停留在高空。另外,西北翻越天山的气流,向东南挺进,在昆仑山南坡受阻,风力减少,也增加了该区的浮尘。春、夏季,正是作物生长季节,由于作物的阻留和频繁的浇水,有利于降尘进入农田。南疆戈壁分布着大面积的棕漠土。棕漠土虽以砾石为主,但在亚表层细土增多,显示出“两头砂,中间粘”的特性(表 2)。对此,有不同解释^[8,9]。我们认为降尘起着重要作用。棕漠土极端干燥,生物活动微弱,缺乏形成细土和粘粒的水分和生物化学条件,因此,只能以物理风化为主,形成地面具有砾幕的粗骨性土壤。由于大量的降尘被地面砾石捕获,使亚表层和表层的细土(粘粒)增加。与此同时,风蚀又将表层的细土吹失,留下亚表层的细土,从而显示出“粘化”特征。对此,国外一些学者也提出过相似的看法^[10,11]。据测定,南疆西部棕漠土的平均容重为 1.3g/cm³。若耕层厚 20cm,每公顷有 2.6×10⁶kg 表土层。按年降尘量 11282.26kg/ha 计算,经过 230.5 年就可将 20cm 表层更换一次,可见降尘量是很大的。

表 2 棕漠土的机械组成(%)

地点	深度(cm)	> 2mm	2~0.2(0.25)mm	0.2(0.25)~0.02mm	0.02~0.002mm	< 0.002mm
皮山	0~8	0	9.11	71.0	6.92	12.87
	8~45	26.61	26.74	46.15	13.78	13.33
	45~60	56.0	35.74	44.36	6.96	12.94
和硕	0~4.5	21.6	30.24	37.89	19.96	11.91
	4.5~8	22.48	44.48	38.12	6.09	12.31
	8~24	28.25	56.24	31.44	5.90	6.42
吐鲁番	0~4	8.61	11.29	43.66	25.60	19.45
	4~9	4.29	9.32	41.85	24.99	23.84
	9~40	23.27	15.61	41.85	24.30	18.24

2.2 降尘与土壤积盐

降尘的总含盐量为 3.59~3.67%(表 3),远远高于耕地和自然土壤(表 4),因此将向土壤提供大量盐分。据测定,每年降尘提供的盐分为 405.03~414.06kg/ha,而且主要集中在

土壤表层、亚表层或农田耕层。表 4 表明,各土壤表层或亚表层盐分最高,其中棕漠土不仅盐分含量高,表聚明显,而且最能反映降尘对盐分的表聚作用。因为棕漠土地下水位深,气候干旱,降水少,土体中缺乏盐分移动的水分;同时地表几乎无植被,生物对盐分积累难起作用。因此,降尘是土壤盐分表聚的主要途径。在美国内华达和澳大利亚,一些脱离地下水影响的土壤中存在着钠化层,据研究也是由含钠降尘造成的^[12]。

表 3 降尘(距地面 10.5m)的盐分组成

盐盐组成	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Mg ²⁺
5 月浮尘含盐量(%)	0	0.658	0.823	0.923	0.029	0.040	0.583	0.485	0.040	3.59
年供盐量(kg/ha)	0	74.24	93.87	104.14	3.27	4.51	65.78	54.72	4.51	405.03
6 月浮尘含盐量(%)	0	0.596	0.857	0.997	0.043	0.051	0.583	0.497	0.047	3.67
年供盐量(kg/ha)		67.24	96.69	112.48	4.85	5.57	65.78	56.07	5.30	414.06

降尘的盐分组成与土壤是截然不同的。在土壤中盐分组成随含盐量而变化(表 4);当盐分浓度较高时(棕漠土),阴离子以 Cl⁻ 为主,其次是 SO₄²⁻,阳离子以 K⁺ 和 Na⁺ 为主;当盐分含量较低时(于田灌淤土),以 HCO₃⁻ 为主;当盐分含量居中时(莎车灌淤土),以 SO₄²⁺ 为主,其次是 HCO₃⁻。降尘的盐分组成中不仅 Cl⁻、SO₄²⁻、Na⁺ 和 Ca²⁺ 含量较高,同时还含有较多的 HCO₃⁻,每年可向土壤提供 67.24~74.24kg/ha 的 HCO₃⁻,这对碱化有一定的促进作用。不仅如此,降尘中还含有一定量的 NO₃⁻,每年可给土壤补充 3.27~4.85kg/ha 硝态 N,这对增加土壤 N 素,有积极的作用。盐分进入农田后,还会在水分的作用下迁移和分配,甚至使土壤性质发生变化。据报导^[13],俄罗斯和爱沙尼亚边界附近的灰化土长期接受富含 SO₄²⁻ 和 Ca²⁺ 的大气沉降物。但由于 SO₄²⁻ 不被土壤胶体吸收,而 Ca²⁺ 能被很好吸收,结果土壤中的 Ca²⁺ 大量增加,土壤 pH 值也由原来的酸性上升到 8.3。不过,棕漠土土体干燥,盐分一般聚积在表层,很难移动和再分配。

表 4 南疆西部土壤盐分组成(%)

土壤	深度(cm)	总盐	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl	SO ₄ ²⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺ +K ⁺	pH
棕漠土	0~4	1.829	0	0.023	0.92	0.209	0.047	0.022	0.608	8.2
(伽师)	4~8	0.718	0	0.018	0.24	0.212	0.062	0.007	0.179	
	8~59	0.717	0	0.022	0.249	0.200	0.053	0.012	0.181	
灌淤土	0~18	0.348	0	0.050	0.007	0.191	0.016	0.01	0.074	8.2
(莎车)	18~34	0.421	0	0.041	0.022	0.182	0.015	0.009	0.152	8.2
	34~67	0.269	0	0.032	0.007	0.151	0.010	0.009	0.06	8.2
灌淤土	0~18	0.158	0.004	0.053	0.033	0.018	0.005	0.003	0.042	9.1
(于田)	18~47	0.107	0.003	0.031	0.015	0.025	0.004	0.002	0.047	8.7
	47~100	0.107	0.002	0.031	0.026	0.014	0.004	0.002	0.028	8.6

2.3 降水与土壤积盐

酸雨已是世界环境问题之一,1979 年欧洲制定了共同监测和控制酸雨的条约,随后日本开始了第三次酸雨调查^[14],80 年代以来,我国也开展了酸雨的研究和监测。酸雨含有较高的 SO₄²⁻,因而 pH 较低。实际上,降水的组成和性质是十分复杂的^[15],而且其组成、浓度

和性质随时间和来源而变化^[12, 16]。因此它们对环境和土壤的作用也是极不相同的。酸雨造成湖泊、土壤酸化和森林退化^[14], 海洋地区的降水引起地表水和土壤盐渍化^[17]。在干旱地区, 降水量尽管很少, 对土壤的作用仍然很大。因为干旱区降水多集中在夏季, 时逢浮尘高峰期。降水初期, 雨水的泥沙含量很高, 雨水往往以泥滴的形式落下, pH 值常显碱性; 随着降水的进行, 降水后期, 泥沙含量降低, 最后固体成分消失, 雨水中主要是一些可溶性盐分(表 5)。从表 5 可以看出, 同一地区不同时期的降水, 盐分浓度是不同的。其中 5 月 2 日降水含盐量最高(412mg/L), 这时也是浮尘最严重的时期; 其次, 同一降水过程, 前期(4 月 21 日)盐分含量较高, 后期(4 月 22 日)降低。再次, 盐分组成随盐分浓度而变化。特别值得注意的是, 无论何时的雨水, HCO_3^- 总是占绝对优势, 这对雨水的 pH 有重要影响。此外, 5~7 月的降水含有较多的 NO_3^- 离子, 此时正是作物生长旺盛季节, 可能与农田施肥影响有关, 说明降水成分受当地农田的影响。雨水除了以自身的盐分补充土壤外, 还能增加降尘中盐分的溶解, 促使降尘及其盐分较多的保留于土壤中, 并向深层迁移。因此, 对于干旱区土壤积盐有重要的意义。

表 5 降水的盐分组成(mg/L)

成分	CO_3^{2-}	HCO_3^-	Cl^-	SO_4^{2-}	NO_3^-	K^+	Na^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	总盐	pH
4 月 21 日降水	4. 80	107	59. 5	86. 1	4. 87	5. 81	42. 3	61. 1	8. 1	388	8. 18
4 月 22 日降水	0. 01	39. 0	10. 6	22. 8	0. 1	1. 49	7. 3	20. 7	2. 5	106	6. 91
5 月 2 日降水	4. 80	146	40. 1	80. 6	22. 1	10. 3	30. 9	59. 9	9. 8	412	8. 20
7 月 11 日降水	0. 01	39. 0	8. 2	22. 3	24. 3	5. 62	10. 6	17. 6	6. 3	136	6. 89

2.4 降尘与土壤肥力

降尘对肥力有多方面作用。首先, 降尘颗粒细小, 在土壤偏砂的地区, 降尘填充在大空隙中, 可改善土壤的三相比。其次, 降尘增加了土壤细颗粒的数量, 可改善土壤质地。第三, 降尘中含有各种元素, 其中含有植物生长发育所需要的大量和微量元素(表 6)。由表 6 可

表 6 降尘(距地面 10.5m)和土壤的养分含量及组成

成分	P	K	B	Mo	Cu	Zn	Mn	Fe	P	Mo	Cu	Zn	有机质
有效性	有效养分								全量				
5 月浮尘($\mu\text{g/g}$)	18. 6	455	8. 49	0. 01	3. 80	12. 3	37. 0	46. 7	756	1. 0	26. 0	58. 3	14000
年供肥量(kg/ha)	0. 21	5. 13	0. 1	$1. 12\times 10^{-4}$	0. 04	0. 14	0. 42	0. 53	8. 53	0. 01	0. 29	0. 66	157. 9
6 月浮尘($\mu\text{g/g}$)	28. 6	498	6. 53	0. 01	4. 94	31. 6	31. 7	53. 7	846	1. 1	170. 5	72. 7	24000
年供肥量(kg/ha)	0. 32	5. 62	0. 07	$1. 12\times 10^{-4}$	0. 06	0. 36	0. 36	0. 61	9. 54	0. 01	1. 92	0. 82	270. 77
莎车土壤($\mu\text{g/g}$)	3. 7	203	1. 27	0. 1	1. 32	0. 58	6. 11	11. 05	600				8300
和田土壤($\mu\text{g/g}$)	5. 3	316. 6	2. 26		2. 05	0. 43	8. 70	7. 47	640				9300
临界值($\mu\text{g/g}$)	5	50	0. 5	0. 1	0. 2	1	7	3. 5					

以看出, 降尘中有效养分十分丰富。有效 P 是土壤的 3~5 倍, 有效 K 是土壤的两倍, 微量元素较土壤更多, 如, Zn 高于土壤 20 倍以上。这表明降尘是植物营养元素, 特别是微量元素补充的一个重要途径。这个结果俄罗斯和日本的一些学者也已注意到^[18]。造成这种现象的原因是多方面的, 其中, 质地是一个重要因素。由于降尘颗粒细, 以粘粒为主, 对有效养分吸附强, 因而, 含有较多的有效养分。需要指出的是, 降尘中 Mo 极度匮乏, 远远低于土壤(表 6), 这也是降尘中唯一一个有效含量低于土壤的元素。此外, 降尘中的有机质含量(14

~24g/kg)也高于土壤(8.3~9.3g/kg),说明有机质容易漂浮在空中。需要强调的是,降尘的pH远远低于土壤,接近微酸性。这和当地环境的pH值是极不相符的,说明降尘已受到人为的污染。

降尘中除了含有植物需要的营养元素外,还含有对植物有害的元素,其具体成分和浓度与污染源和污染程度有关。有害元素可以使土壤发生不利于人类的质的变化,因此,各国十分重视。据报道,挪威南部自然土壤中Zn、Cu、Pb、As、Sb、Se、Cd等元素的含量远远高于北部,经研究是来自远距离其他欧洲国家的大气颗粒物干湿沉降的结果^[19];法国在湿沼土、干沼土和沙丘土中也发现同样的情况;法国还进一步研究证实,降尘元素主要富集在A~B层^[20],这与我们的结论是一致的。由于不同地区及同地区不同粗细的颗粒物的化学组成差异很大^[21],而且随时间而变化,因此英国连续15年收集并测定了全国主要市区大气颗粒物的化学组成和成分,并对相关数据进行了分析研究^[22];为了进一步探明各种元素的来源和迁移规律,有些国家对其中的重要元素进行了跟踪和连续动态分析。由上不难看出,降尘对土壤既有积极又有消极的作用,当受到污染时,其成分变得更复杂,对土壤及环境将产生深刻的影响。

参 考 文 献

- 1 Lipfert, F. W. J. Air. waste Manag. Assoc., 1997, 47(4): 517~523
- 2 Jaakko, Nevalainen. Sci. Total Environ., 1998, 217(1/2): 137~141
- 3 Tegen Ina, et al. Nature, 1996, 380: 419~422
- 4 Saur, E. water Air Soil Pollut., 1994, 73(1/4): 235~246
- 5 Voutsas, D, et al. Environ. pollut., 1996, 94(3): 325~335
- 6 南京农业大学. 土壤农化分析(第二版). 北京: 农业出版社, 1998
- 7 中国科学院南京土壤研究所. 土壤理化分析. 上海: 上海科学技术出版社, 1980
- 8 Nettleton, W. D. et al. Soil Sci. Soc. Am. J., 1975, 39: 919~926.
- 9 中国科学院新疆真后综合考察队(文振旺主编). 新疆土地地理. 北京: 科学出版社, 1965, 55 页
- 10 Yaalon, D. H and E. ganor. Soil Sci., 1973, 116: 146~155
- 11 Alexander, E. B and W. D. Nettleton. Soil Sci. Soc. Am. J., 1977, 41: 1201~1212
- 12 Neffleton, W. D. peterson, F. F and L. P. wiliding(eds). pedogenesis and soil taxonomy, II. the Soil order, Elsevier Amsterdam—oxford—New York, 1983, 165~214
- 13 Heikki Haapala. Environ. pollut., 1996, 94(2): 159~168
- 14 饭丰修司. 资源环境对策, 1997, 33(11): 17~26
- 15 石井猛など水处理技术, 1997, 38(2): 23~27
- 16 Bæz, A. P, et al., Atmos. Environ., 1997, 31(6): 915~925
- 17 Astrid Sanusi, et al., Atmos. Environ., 1996, 30(1): 59~71
- 18 Farrell, E. P. water. Air soil pollut., 1955, 85(1): 123~130
- 19 国松孝南など. 环境技术, 1994, 23(12): 6~9
- 20 Setinnes, E. et al. Sci. Total Environ., 1977, 205(2/3): 255~266
- 21 东福英郎など. 分析化学, 1994, 43(11): 885~889
- 22 Roy, M, Harrison. Sci. Total Enciron., 1995, 168(3): 195~214