

# 京郊菜园土壤元素累积与转化特征\*

沈 汉

(北京市农林科学院土壤肥料研究所)

## CHARACTERISTICS OF ELEMENT ACCUMULATION AND TRANSFORMATION ON VEGETABLE FARM SOIL OF THE SUBURBS OF BEIJING

Shen Han

(Institute of Soil and Fertilizer, Beijing Academy of Agricultural and Forestry Sciences)

菜园土壤通常被认为是熟化度和肥力最高的土壤,但前人研究较少。研究不同地区菜园土壤在熟化过程影响下的基本性质、元素累积与转化特征,既有助于深入认识土壤肥力和熟化的本质,也有助于为菜园土壤的培肥管理提供科学依据。现将初步研究结果报道如下。

### 一、材料与方 法

1. 样品 采自北京近郊丰台、海淀、朝阳三区及通县,共 35 个剖面。分别对发育于黄土性沉积母质的褐土及潮土二个土类系列的不同熟化度菜园土壤测定其化学性质,并以其临近粮田母土为对照,其一般化学性质见表 1。

2. 分析方法 速效磷用 0.1 mol 碳酸氢钠法;有机磷用 550℃ 灼烧差减法;硫用碳硫联合测定法(为一般燃烧碘量法的 1.448 倍);氮用硝酸银滴定法;氧化钙用原子吸收法(表 1—2)。

### 二、结果和讨论

#### (一) 菜园土壤的剖面养分特征及其熟化度

菜园土壤一般可分化出人工腐殖质层、活化层及稳定层(表 1)。人工腐殖质层呈暗灰色,有机质含量达 2.5% 以上。此层既是养分富集层也是蚯蚓粪聚积层和文化层;活化层为表层的过渡层,色泽暗,养分含量高于粮田母土的耕层,生物活动及文化层特征明显;稳定层少受熟化影响,其形态及养分含量接近母质层。

\* 本文承蒙王振权、龚子同、夏荣基、林培、齐国光等同志提供宝贵意见,又蒙席承藩先生审阅,均此致谢。

表 1—2 表明, 粮田土壤中碳、氮、磷、硫集中于耕层, 向下聚减(唯全钾与氯例外)。而菜园土壤却下降极缓, 特别是磷、硫、钙下降最缓, 甚至反增, 表现了深层累积特征, 其增长率比表层还高。这与老耕层、堆垫施肥、液肥渗渍及蚯蚓搬运有关。心土层无 B 层, 实为 A 层。

菜园土壤的熟化度主要根据人工腐殖质层的厚度来划分, 它与施肥强度、生物活动及种菜年限有联系, 一般分为: 高度熟化, 即腐殖质层厚度大于 50 厘米, 种菜常在百年以上; 中度熟化, 即腐殖质层厚 30—50 厘米, 种菜 50—100 年左右; 轻度熟化, 即腐殖质层厚 20—30 厘米, 种菜 30 年上下。这三种不同熟化度菜园土壤系列分析结果表明, 其梯度差异明显(表 2)。

## (二) 菜园土壤的元素累积与转化特征

1. 碳氮的累积与转化 菜园土壤表层有机质含量多为 2.5—3.5%, 比对照高出 1—2 倍, 且随种菜年限及熟化度而增加(表 1—2)。腐殖质含量多为 1.2—1.9%, 高于对照, 但仅占有机质的 70% 左右。表层全氮多为 0.09—0.17%, 比对照高 0.5—1 倍。碳氮比多为 13—14, 有的高达 15—18, 而对照仅 8—11, 这与垃圾肥带入的碳渣使总碳量升高有关。碱解氮多为 80—120ppm, 而对照多为 60—80ppm, 仅增 2—5 成, 是增长率最低者, 似与菜地土壤硝化作用强有关。

2. 磷硫氯的累积与转化 菜园土壤中磷的累积最为突出, 全磷多为 0.10—0.25%, 约为对照的 3—5 倍, 是含磷最高的土壤<sup>[1]</sup>。速效磷多为 25—100ppm, 比对照高 4—10 倍。磷素供应强度及磷氮比亦比对照有明显增大。据回归统计, 磷素含量与种菜年限呈正相关, 相关系数  $r$  值都在 0.75 以上, 达 5% 的显著水平, 说明磷素水平与人为施肥密切相关。

表 3 表明, 高熟菜园土壤有机磷多为 0.02—0.03%, 为对照的 2—3 倍。但有机磷仅占全磷量 6—13%, 并未与全磷及有机质同步增长, 说明菜园土壤磷的累积并非仅来自土壤有机质及有机磷的转化, 而与外来物质, 如人粪尿的添加有关。

高熟菜园土壤水溶性磷含量多为 5.0—11.6ppm, 显著高于粮田母土(0.1—0.4ppm), 水溶性磷占速效磷的 16—20%, 也比粮田(12%)为高, 表明磷素活性很强及人尿的突出作用。

与磷的累积相适应, 菜园土壤中硫的累积也较突出, 全硫量多为 0.047—0.068%, 为对照的 2—3 倍, 随熟化度而升高的趋势很明显(表 1—2)。

菜园土壤排水较好, 经常排水使得易溶盐明显淋洗。但随熟化度升高, 却有氯的累积, 最高可达 0.12%, 比其粮田母土(0.007%)约增多大半倍(表 2), 亦与人粪尿及厩肥中含氯较高有关。

3. 钙的富集与钾的转化迁移  $\text{CaO}$  与  $\text{CaCO}_3$  的含量均随熟化度而增长。潮土约增 3—5 成, 基本反映了生物累积过程; 褐土约增 2.5 倍, 与复石灰作用强烈有关。

菜园土壤全钾量(K)多为 1.55—2.10%, 比对照略低, 有随熟化度升高而降低的趋势。与全钾相反, 速效钾、缓效钾(及钾素供应强度), 却随熟化度而升高, 分别增加 1 倍和 0.3—0.8 倍。由此说明, 二者是全钾转化补给的, 外物添加影响不显著。

## (三) 菜园土壤的元素富集顺序

表1 不同熟化度菜园土壤与其粮

地 点	土 壤	种菜年限	剖面号	层次	深度 (cm)	pH	有机质 (%)	C:N
通县梨园乡高楼 金村	潮褐土	粮田	T <sub>1</sub>	活化层	0—17	8.4	1.29	9.1
					17—33	8.4	0.92	10.3
					33—50	8.5	0.56	6.3
				粘化层	50—78	8.1	0.50	7.8
				母质层	78—112	8.0	0.24	6.3
海淀区四季青乡 曙光三队	中腐殖质层菜园 潮褐土	36年	E <sub>1</sub>	腐殖质层	0—28	7.8	3.18	13.8
				同 上	28—43	8.0	1.92	13.7
				活化层	43—78	8.2	0.65	9.2
				稳定层	78—120	8.2	0.83	9.4
丰台区南苑乡时 村二队	厚腐殖质层菜园 潮褐土	百年以上	D <sub>1</sub>	腐殖层	0—15	8.0	3.91	14.4
				同 上	15—43	8.3	2.42	16.3
				同 上	43—55	8.5	2.02	19.5
				活化层	55—80	8.6	1.44	18.6
				稳定层	80—100	8.0	0.63	10.4
丰台区黄土岗乡 潘丹村	潮土(壤质)	粮田	A <sub>1</sub>	活化层	0—26	8.5	1.31	10.3
				稳定层	26—50	8.5	0.56	8.8
				同 上	50—70	8.3	0.80	12.2
				同 上	70—100	8.3	0.48	8.7
海淀区板井村本 院墙北	薄腐殖层菜园潮土	50年	H <sub>10</sub>	腐殖层	0—35	8.4	2.07	10.1
				活化层	35—55	8.4	1.27	11.6
				稳定层	55—75	8.4	0.87	7.8
				同 上	75—100	8.4	1.38	11.3
丰台区芦沟桥乡 菜户营	厚腐殖层菜园潮土	300年以上	B <sub>1</sub>	腐殖层	0—33	8.0	3.64	14.1
				同 上	33—53	8.0	2.77	14.5
				同 上	53—75	8.2	1.76	13.8
				活化层	75—100	8.2	1.48	14.1

\* 中国科学院综考会与本所化验室分析典型剖面;全硫、氧化钙由北京矿冶研究总院分析;缓效钾由海淀农科所

田母土剖面一般化学性质之比较\*

全氮 (N%)	全磷 (P,%)	全硫 (S,%)	氯 (Cl%)	全钾 (K,%)	碱解氮 (ppm)	速效磷 (ppm)	速效钾 (ppm)	缓效钾 (ppm)	氧化钙 (%)	碳酸钙 (%)	代换量 (me./ 100g)
0.082	0.051	0.0217	0.008	1.69	72.2	3.3	102.0	827.7	2.20	1.38	12.2
0.052	0.049	0.0163	0.007	1.65	44.6	1.0	80.0	820.0	2.06	1.35	11.1
0.052	0.038	0.0146	0.006	1.69	33.2	1.5	62.0	642.2	1.65	0.75	10.6
0.037	0.021	0.0169	0.009	1.69	31.2	2.5	62.3	545.3	1.06	0.30	10.3
0.022	0.028	0.0160	0.009	1.72	30.8	2.3	63.0	328.7	1.19	0.05	8.4
0.134	0.126	0.062	0.009	1.84	82	69.0	116.0	664.2	3.6	1.84	14.2
0.081	0.111	0.034	0.008	1.93	55	55.0	59.2	580.8	3.3	1.50	10.4
0.041	0.058	0.020	0.008	1.97	25	8.3	54.2	577.5	3.2	1.80	9.8
0.051	0.048	0.025	0.007	2.03	29	0.9	93.3	786.7	3.2	2.20	9.3
0.157	0.208	0.0540	0.010	1.54	116	56.8	193.6	837.3	5.27	6.0	14.6
0.086	0.190	0.0362	0.009	1.54	54	42.4	185.3	962.2	5.91	7.0	12.2
0.060	0.163	0.0300	0.008	1.54	45	27.2	119.1	984.3	5.61	7.4	12.1
0.045	0.051	0.0285	0.009	1.60	45	27.2	108.3	907.5	4.94	5.0	10.8
0.035	0.068	0.0220	0.009	1.53	38	16.4	55.8	—	3.78	3.8	8.1
0.074	0.061	0.035	0.0085	2.10	53	5.4	69.7	787.5	5.15	7.0	9.0
0.037	0.056	0.028	0.010	2.64	76	2.0	63.5	728.3	5.10	11.3	7.6
0.038	0.055	0.025	0.008	—	46	2.5	112.3	703.3	5.05	11.0	6.7
0.032	0.049	0.019	0.010	—	37	5.4	50.5	683.3	4.95	7.0	5.8
0.119	0.116	0.056	0.008	2.00	90	20.8	122.9	660.8	7.09	9.62	13.4
0.085	0.106	0.042	0.010	2.17	72	17.5	83.3	604.2	6.60	9.68	15.9
0.065	0.074	0.030	0.008	2.17	36	12.6	116.7	578.3	6.42	10.36	18.8
0.071	0.072	0.022	0.011	2.25	38	10.7	141.7	—	6.23	13.74	21.8
0.150	0.357	0.066	0.012	1.62	89	72.3	138.5	829.0	5.65	10.11	11.9
0.111	0.394	0.045	0.011	1.87	67	59.4	172.0	843.8	5.30	8.20	10.9
0.074	0.393	0.044	0.011	2.46	47	15.2	156.2	963.8	5.50	8.40	13.0
0.061	0.400	0.034	0.008	2.73	52	14.8	152.3	911.1	5.45	8.40	17.3

分析。

表 2 不同熟化度菜园土

土壤系列	熟化度	土层	样品数*	项目**	有机质 (%)	全氮 (%)	碱解氮 (ppm)
褐土系列	高度熟化	表土	5	$\bar{x}$	2.92	0.124	98.7
				r	2.23—3.60	0.105—0.157	76—116
		心土	5	$\bar{x}$	1.78	0.083	54.7
				r	1.25—2.33	0.073—0.092	45—72
		底土	5	$\bar{x}$	1.17	0.043	39.3
				r	0.75—2.35	0.035—0.049	30—54
	中度熟化	表土	6	$\bar{x}$	2.85	0.110	86.6
				r	2.30—3.19	0.088—0.134	67—100
		心土	6	$\bar{x}$	1.43	0.066	47.8
				r	0.91—2.49	0.034—0.085	38—60
	轻度熟化	表土	10	$\bar{x}$	2.67	0.100	79.8
				r	1.83—3.45	0.080—0.140	63—99
		心土	8	$\bar{x}$	0.75	0.052	41.6
				r	0.64—1.27	0.045—0.068	32—49
粮田对照		表土	9	$\bar{x}$	1.10	0.067	64.0
				r	0.75—1.58	0.056—0.084	46—74
	心土	10	$\bar{x}$	0.53	0.046	36.0	
			r	0.40—0.85	0.034—0.055	33—49	
底土	10	$\bar{x}$	0.38	0.034	29.1		
		r	0.21—0.85	0.022—0.043	24—38		
潮土系列	高度熟化	表土	10	$\bar{x}$	3.44	0.135	49.4
				r	2.47—4.25	0.103—0.173	75—135
		心土	10	$\bar{x}$	2.13	0.089	71.8
				r	1.38—4.40	0.062—0.149	47—101
		底土	10	$\bar{x}$	1.22	0.061	56.9
				r	0.55—2.34	0.045—0.099	33—80
	中度熟化	表土	7	$\bar{x}$	3.11	0.124	85.7
				r	2.07—3.88	0.114—0.130	73—118
		心土	6	$\bar{x}$	1.68	0.077	57.9
				r	1.02—2.40	0.060—0.085	43—83
	轻度熟化	表土	12	$\bar{x}$	2.35	0.099	78.8
				r	1.57—3.21	0.087—0.114	63—90
		心土	11	$\bar{x}$	0.77	0.054	47.9
				r	0.45—1.05	0.036—0.065	32—61
	粮田对照	表土	16	$\bar{x}$	1.15	0.070	62.2
				r	0.71—1.64	0.049—0.084	49—79
		心土	14	$\bar{x}$	0.73	0.052	41.6
				r	0.47—0.92	0.037—0.064	35—56
底土		14	$\bar{x}$	0.62	0.042	34.4	
			r	0.15—0.82	0.016—0.064	22—46	

\* 高、中度熟化菜园土壤全钾、缓效钾样品数为  $\phi$ ；全磷、氮样品数为 1—2 个。

\*\*  $\bar{x}$  为平均数；r 为幅度。

壤元素累积与转化特征

全 磷 (P, %)	速效磷 (ppm)	全 钾 (K, %)	速效钾 (ppm)	缓效钾 (ppm)	全 硫 (S, %)	氮 (%)	碳酸钙 (%)
0.212	55.9	1.76	165.7	893	0.061	0.0095	7.06
0.183—0.236	45.9—69.4	1.54—2.01	95—248	838—948	0.054—0.068	0.009—0.010	5.28—8.40
0.203	46.7	1.83	132.3	862	0.043	0.0078	6.94
0.200—0.227	31.4—79.5	1.58—1.98	91—215	753—973	0.039—0.046	0.007—0.0085	5.30—4.5
0.122	29.5	1.78	125.8	826	0.023	0.0075	6.42
0.068—0.200	19.2—37.1	1.57—1.98	56—246	744—908	0.022—0.024	0.006—0.009	3.80—9.70
0.143	45.7	1.93	115.6	680	0.057	0.0095	4.00
0.083—0.166	24.9—76.0	1.63—2.04	104—170	664—696	0.052—0.062	0.009—0.010	1.84—7.40
0.107	29.0	1.95	90.7	610	0.032	0.0078	2.96
0.076—0.159	12.1—39.2	1.66—2.00	57—110	578—642	0.027—0.036	0.0075—0.008	1.50—5.70
0.085	31.6	2.07	107.7	670	0.047	0.008	3.38
0.069—0.106	16.2—63.8	1.41—2.38	73—119	643—709	0.047	0.008	1.20—6.20
0.064	14.2	2.12	93.4	657	0.026	0.007	2.75
0.050—0.083	4.5—30.0	2.02—2.39	61—124	593—721	0.026	0.007	1.30—4.71
0.050	5.4	2.06	92.5	651	0.0217	0.0075	2.78
0.031—0.088	1.4—8.4	1.69—2.38	53—113	475—828	0.0217	0.007—0.008	1.38—4.9
0.034	2.8	2.06	73.1	580	0.0146	0.0068	2.12
0.025—0.052	1.7—4.5	1.23—2.37	48—112	524—594	0.0146	0.0065—0.007	0.8—3.5
0.033	2.1	2.14	79.7	544	0.0160	0.0080	1.88
0.023—0.044	1.2—3.1	1.73—2.43	38—114	438—654	0.0160	0.007—0.009	0.7—4.9
0.215	73.2	1.85	169.6	814	0.066	0.012	9.42
0.137—0.357	33.7—227.0	1.62—2.10	106—250	829—798	0.066	0.012	8.4—10.8
0.199	59.6	1.96	148.8	784	0.045	0.011	9.84
0.114—0.366	25.0—157.2	1.86—2.18	78—178	660—913	0.045	0.011	8.3—11.5
0.187	27.1	2.12	133.1	903	0.034	0.008	8.56
0.086—0.900	8.2—47.2	2.00—2.32	54—216	897—911	0.034	0.008	8.1—10.0
0.145	51.7	1.98	134.6	810	0.066	0.011	9.30
0.109—0.203	30.3—74.2	1.63—2.21	119—207	733—887	0.066	0.011	8.2—7.3
0.113	23.1	2.16	93.6	711	0.044	0.0085	8.6
0.057—0.189	10.4—40.0	1.88—2.17	83—100	639—698	0.044	0.0085	6.0—9.7
0.116	38.3	2.15	108.9	773	0.056	0.008	9.68
0.054—0.142	15.1—93.6	1.81—2.58	60—165	661—879	0.056	0.008	7.4—10.0
0.076	18.3	2.13	85.3	695	0.036	0.008	8.30
0.057—0.097	5.5—37.8	1.83—2.49	63—132	591—792	0.036	0.008	6.5—9.7
0.061	6.8	2.17	100.7	671	0.024	0.0085	7.08
0.038—0.11	2.2—12.5	1.78—2.81	60—130	618—768	0.022—0.026	0.008—0.009	6.3—8.7
0.047	2.7	2.19	82.1	657	0.022	0.009	8.08
0.019—0.079	0.87—5.4	1.82—3.17	53—103	613—697	0.022	0.009	3.9—11.0
0.047	3.1	2.09	82.8	618	0.019	0.0095	6.28
0.107—0.070	0.4—5.5	1.73—2.72	51—98	551—718	0.018—0.020	0.009—0.010	4.7—6.5

表3 菜园土壤与其粮田母土有机磷及水溶性磷含量之比较\*

剖面号	采样地点	土壤类型	种菜年限	发育层次	深度 (cm)	有机磷 (P, %)	水溶性磷 (P, ppm)
B <sub>1</sub>	丰台区菜户营	厚腐殖质层 菜园潮土	300年以上	腐殖质层	0—33	0.020	6.8
				同 上	33—53	0.017	1.9
				活化层	53—75	0.024	1.9
				同 上	75—100	0.034	1.7
D <sub>1</sub>	丰台区南苑 乡时村二队	厚腐殖质层 菜园潮褐土	100年以上	腐殖质层	0—15	0.028	11.6
				同 上	15—43	0.024	9.0
				同 上	43—55	0.014	8.2
				活化层	55—80	0.010	2.4
A <sub>1</sub>	朝阳区 十八里店	薄腐殖质层 菜园褐潮土	20年以上	腐殖质层	0—20	0.013	5.1
				活化层	20—32	0.016	1.5
				稳定层	32—68	0.014	0.2
				稳定层	68—93	0.009	0.2
B <sub>1</sub>	朝阳区康家沟	同上	25年	腐殖质层	0—25	0.012	5.6
				活化层	25—54	0.012	0.2
				稳定层	54—84	0.014	0.2
				同 上	84—100	0.007	0.2
T <sub>1</sub>	通县梨园乡 高楼金村	潮褐土	粮田	活化层	0—17	0.013	0.4
				稳定层	17—33	0.012	0.2
				同 上	33—50	0.008	0.2
				同 上	50—78	0.009	0.1
				同 上	78—112	0.007	0.2
L <sub>100</sub>	通县郎府	潮土(壤质)	粮田	活化层	0—20	0.006	0.10
				稳定层	20—36	0.004	0.05
				同 上	36—60	0.010	0.10
				同 上	60—100	0.006	0.04

\* 由中国农科院土肥所化验室和本所吴玉光分析。

表 4 高度熟化菜园土壤与其粮田母土元素富集状况之比较

土壤	项目	土层	褐土系列							潮土系列						
			全氮 (%)	全磷 (P,%)	全硫 (S,%)	氯 (%)	全钾 (K,%)	氧化钙 (%)	碳酸钙 (%)	全氮 (%)	全磷 (P,%)	全硫 (S,%)	氯 (%)	全钾 (K,%)	氧化钙 (%)	碳酸钙 (%)
粮田土壤	养分含量	表土	0.067	0.050	0.0217	0.0075	2.06	1.82	2.78	0.070	0.061	0.024	0.0085	2.17	4.52	7.08
		底土	0.034	0.033	0.0160	0.0080	2.14	1.59	1.88	0.042	0.047	0.019	0.0095	2.09	4.26	6.28
		表土/底土	1.97	1.53	1.36	0.94	0.96	1.14	1.48	1.67	1.30	1.36	0.89	1.04	1.06	1.13
	元素富集系数															

元素富集顺序

$N > P > S > Ca > K > Cl$

高熟菜园土壤	养分含量	高度熟化表层	0.124	0.212	0.061	0.0095	1.76	5.27	7.06	0.135	0.215	0.066	0.012	1.85	5.65	9.42
		高度熟化心土层	0.083	0.203	0.043	0.0078	1.83	5.37	6.94	0.089	0.199	0.045	0.011	1.96	5.40	9.84
		母质层*	0.034	0.033	0.016	0.0073	2.14	1.59	1.88	0.042	0.047	0.019	0.0095	2.09	4.26	6.28
元素富集系数		高熟表层/母质层	3.65	6.42	3.81	1.30	0.82	3.31	3.75	3.21	4.57	3.47	1.26	0.89	1.33	1.50
		高熟心土层/母质层	2.44	6.15	2.69	1.07	0.83	3.10	3.69	2.12	4.23	2.37	1.16	0.94	1.27	1.57

元素富集顺序

$P > S > N > Ca > Cl > K$

\* 由于高熟菜园土壤熟化层很深,难以控制真正母质层,故以其粮田母土的母质层作为母质层。



表 5 高度熟化的菜园土壤与其粮田母土不同形态氮、磷、钾元素富集状况之比较\*

土 层	土壤系列	元素不同形态的成土富集系数						
		全氮	全磷	全钾	碱解氮	速效磷	速效钾	缓效钾
粮田表层/粮田母质层	褐土粮田	1.97	1.53	0.96	2.20	2.64	1.30	1.10
粮田表层/粮田母质层	潮土粮田	1.67	1.81	1.04	1.81	2.15	1.37	1.08
元素富集顺序		速效磷>碱解氮>全氮>全磷>速效钾>缓效钾>全钾(持平)						
高熟菜园土表层/ 粮田母土母质层	褐土菜田	3.64	6.42	0.82	3.39	26.6	2.08	1.64
	潮土菜田	3.21	4.57	0.89	2.89	23.6	2.05	1.32
元素富集顺序		速效磷>全磷>全氮>碱解氮>速效钾>缓效钾>全钾						

\* 各层土壤基础数据见表 2。

以粮田土壤表层与其母质层相比,元素成土富集顺序表现为  $N > P > K$ , 或  $N > P > S > Ca > K$  (持平)。褐土与潮土二系列呈同一结果(表 4)。而菜园土壤元素富集顺序却表现为  $P > N > K$ , 或  $P > S > N > Ca > Cl > K$  (转化迁移),在高度熟化阶段,即使在心土层也有同样富集顺序(表 4)。

大量元素的不同形态有不同的成土富集系数。粮田土壤的元素富集顺序是速效磷>碱解氮>全氮>全磷>速效钾>缓效钾>全钾(持平)。而菜园土壤则是速效磷>全磷>全氮>碱解氮>速效钾>缓效钾>全钾(转化迁移)(表 5)。

### 三、小 结

1. 京郊菜园土壤的元素累积与转化的主要特征是 P 的高度累积; S, N 中度累积; Ca, Cl 轻度累积; K 则活跃迁移。速效磷含量居全国最高水平<sup>[1]</sup>。

2. 菜园土壤有机磷也较高,但并未与全磷及有机质同步增长,说明菜园土壤磷的累积并非仅来自土壤有机质及有机磷的转化,而与外来物质,如人粪尿的添加有关,水溶性磷较多即说明此点。

3. 菜园土壤的元素富集特征与动物体及其粪便的元素富集方式非常接近,而与植物体元素富集方式有较大区别,故认为菜园土壤是动物性有机肥作用下,以动物富集性元素累积为主的土壤。高、中度熟化菜园土壤与其粮田母土和自然母土似属不同范畴,似可从高级分类单元中划分出“菜园土”土类。

4. 菜园土壤中磷的累积与钾的转化消耗的总趋势,以及较大的缺钾面积和显著的钾肥肥效,说明菜地,特别是老菜地应重视钾肥的施用,应充分利用含钾多的谷类秸秆还田。富磷地块 ( $P > 40\text{ppm}$ ) 应控制磷肥及厩肥。过量施氮区应控制氮素施用,提高肥效。为避免菜园土壤的盐类浓度障碍及蔬菜的亚硝态氮污染,菜地应注意蔬菜间及粮菜间的合理轮作,以调节土壤养分的累积、转化与消耗。

### 参 考 文 献

[1] 中国科学院南京土壤研究所主编,1978: 中国土壤。科学出版社。