

我国中部沿海陆域与海岛土壤属性差异的研究

周 静 陈 巍 方 明 陈邦本

(中国科学院南京土壤研究所, 南京 210008) (南京农业大学资源与环境学院, 南京 210095)

摘 要 以我国浙江、江苏、山东三省沿海陆域和海岛酸性母岩风化物上发育的 8 个土壤剖面为对象, 以海岛和陆域同纬度方向比较研究海陆不同生境下发育的土壤基本属性, 阐明陆域和海岛土壤在同纬度同类型母质上发育程度的差异。结果表明: 海岛土壤 pH 值、盐基饱和度、粉粘比、粘粒的硅铝率和硅铁铝率比同纬度相邻陆域土壤高, 土体红化率、粘化率比相邻陆域土壤低; 海岛土壤区别于陆域土壤的最明显特征是其具有复盐基作用; 成土过程的强度均是在海岛低于同纬度相邻的陆域土壤。

关键词 海岛, 陆域, 土壤属性

中图分类号 S155

土壤生态环境的地域差异, 会导致土壤属性和发生分布的不同, 海岛和相邻陆域生态环境差异会对土壤属性产生影响。前人对浙江、江苏、山东沿海陆域和海岛的生物、气候等生态要素做过一些研究; 但对该区域的海岛土壤属性缺少系统全面定量的研究, 并且对这类地区土壤发生特性和分类问题有争论^[1]。本文通过对位于浙江、江苏、山东三省沿海陆域与海岛同类型酸性母岩风化物上发育的 8 个土壤剖面进行海岛和陆域土壤属性的同纬度对应的比较研究, 探讨海陆不同的生态环境下土壤属性的差异, 并为海岛土壤的分类研究提供依据。

1 材料与与方法

8 个供试土壤剖面分别采自浙江、江苏和山东三省沿海陆域和相邻基岩岛屿, 区域地理位置界于北纬 29°50' ~ 36°20', 东经 119°04' ~ 122°50' 之间, 地跨亚热带和暖温带, 剖面位置参见示意图 1。供试土壤

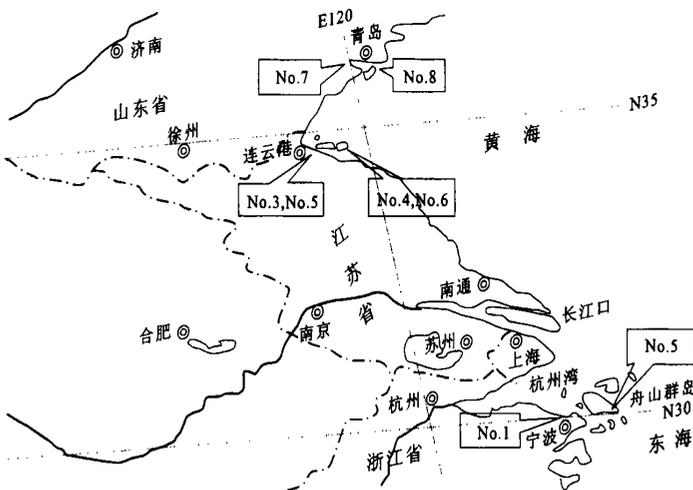


图 1 供试土壤剖面示意图

Fig 1 Sampling locations

的基本信息见表1。室内测试分析方法按中国科学院南京土壤研究所中国土壤系统分类课题组编的土壤实验室分析项目和方法规范(中国土壤系统分类用)的具体要求进行的,具体项目和方法从略。

表1 供试土壤基本情况

Table 1 Main properties of soils used

剖面号 Profile No	地点 Location	地形 ¹⁾ Topography	母质 Parent material	发生层 Horizon	深度 Depth (cm)	pH (H ₂ O)	粉粘比 Silt/clay	粘粒比 Clay ratio B(C)/A	质地名称 Texture (USDA, 1952)
1	浙江 四明山 (陆)	低山丘 陵坡麓 (60m)	花岗岩 残、坡 积物	A	0~10	4.95	1.27		砂质壤土
				AB	10~25	4.75	1.00	1.44	粘壤土
				Bt1	25~40	4.71	0.86	1.65	粘壤土
				Bt2	40~65	4.98	0.76	1.58	砂质粘壤土
			C	65~150	5.24	1.11	0.88	砂质壤土	
2	浙江 普陀山 (岛)	基岩海 岛坡麓 (60m)	花岗岩 残、坡 积物	A	0~9	6.41	2.52		粉砂壤土
				AB	9~38	5.26	2.41	1.08	粉砂壤土
				Bt1	38~66	5.31	1.50	1.54	粉砂质粘壤土
				Bt2	66~98	5.72	1.39	1.57	粘壤土
			C	98~130	5.71	0.32	1.33	砂质粘壤土	
3	江苏 云台山 (陆)	低山丘 陵坡麓 (60m)	花岗岩片 麻岩残 坡积物	A	0~18	5.21	2.25		砂质壤土
				AB	18~32	5.82	1.73	1.40	砂质壤土
				Bt1	32~56	5.97	1.55	1.87	壤土
				Bt2	56~92	5.24	1.56	1.86	壤土
			C	92~104	4.99	1.56	1.91	壤土	
4	江苏 东连岛 (岛)	基岩海 岛坡麓 (50m)	花岗岩片 麻岩残 坡积物	A	0~14	6.50	2.74		壤土
				Bt	14~34	5.54	1.69	1.85	粘壤土
				C	34~61	5.54	1.39	0.93	砂质壤土
5	江苏 云台山 (陆)	低山丘 陵坡麓 (60m)	花岗岩片 麻岩残 坡积物	A	0~11	5.27	3.34		砂质壤土
				AB	11~21	5.87	1.76	1.76	砂质壤土
				Bt	21~45	5.68	1.06	3.12	粘壤土
			C	45~84	5.70	1.17	3.04	粘壤土	
6	江苏 东连岛 (岛)	基岩海 岛坡麓 (60m)	花岗岩片 麻岩残 坡积物	A	0~12	6.20	1.28		壤土
				Bt	12~46	5.61	1.22	1.26	粘壤土
				C	46~60	5.49	1.65	0.84	壤土
7	山东 崂山 (陆)	中山丘 陵坡麓 (60m)	花岗岩 残、坡 积物	A	0~16	5.63	3.96		壤土
				AB	16~36	5.60	2.12	2.18	粉砂壤土
				Bt	36~66	5.73	1.27	2.93	粘壤土
			C	66~100	6.03	4.33	0.33	砂质壤土	
8	山东 黄岛 (岛)	半岛丘 陵低坡 中部 (50m)	花岗岩 残、坡 积物	A	0~10	6.61	2.56		砂质壤土
				AB	10~45	6.37	2.59	1.03	砂质壤土
				Bt	45~90	6.49	1.52	2.13	壤土
			C	90~130	6.56	1.18	1.54	砂质壤土	

1) 括号中表示剖面位置的海拔高度

2 结果与讨论

2.1 土体颜色

8 个剖面的土壤颜色以橙色调为主,从南到北,颜色由红橙色过渡到橙棕色,土体 B 层红化率 (RR 值)由 3.4、3.3 下降到 2.7、2.5。同纬度陆域比相邻海岛土壤稍偏红, RR 值稍高,如剖面 No. 1 比 No. 2 高 0.1 个单位,剖面 No. 3 比 No. 4、No. 5 比 No. 6、No. 7 比 No. 8 均高出 0.2 个单位(见表 2)。海岛土壤红化率低表明其游离氧化锰的含量高以及氧化铁的脱水差,这一现象说明海岛土壤红化过程没有同纬度陆域土壤深,与郑长安等人研究结论一致^{[1][2]}。

表 2 土壤 B 层颜色

Table 2 Colour of B-horizon in the soils

剖面号 Profile No	B 层颜色(干态) Colour of B-horizon (dry)		红化率(RR) Redness rating		
	Bt1	Bt2	Bt1	Bt2	平均值
1	7.5YR 8/8 黄橙	7.5YR 7/6 橙	2.5	4.3	3.4
3	7.5YR 5/6 亮棕	7.5YR 6/6 橙	3.0	2.5	2.8
5	7.5YR 5/6 亮棕		3.0		3.0
7	7.5YR 5.5/6 橙-亮棕		2.7		2.7
陆域均值					3.0
2	7.5YR 6.5/6 橙	7.5YR 7/6 橙	2.3	4.3	3.3
4	7.5YR 6/6 橙		2.5		2.5
6	7.5YR 5/6 亮棕		3.0		3.0
8	7.5YR 6/6 橙		2.5		2.5
海岛均值					2.8

2.2 粘化率与粉粘比

土壤自然粘化率(Bt/A 层粘粒比值)反映土壤的粘化程度^[4]。供试土壤自然粘化率大于 1.20,最高值达 3.12(No. 5)。海岛土壤 B 层粘化率平均为 1.67($n=5$);而陆域土壤平均为 2.17($n=6$),详见表 1。供试土壤自然粘化率均符合粘化层的标准^[3,8],但海岛低于陆域,说明海岛与陆域的土壤粘化程度不同。因海岛雨量偏少,淋溶减弱,所以比值较低,粘化程度较陆域土壤弱。

土壤粉粘比能反映自成型土壤的风化程度^[3]。其值愈高,土壤风化程度愈弱^[5]。4 个海岛土壤剖面 B 层粉/粘比值平均为 1.46($n=5$),相邻陆域的 4 个剖面 B 层其平均值为 1.17($n=6$)。因而表明海岛土壤风化程度比相邻陆域土壤弱。

2.3 土壤 pH 值

如表 1 所示,15 个海岛土层 pH(H_2O) 变化在 5.26~6.61 之间,陆域 18 个土层 pH 变化在 4.71~6.03 之间,同纬度同土层相比,海岛比相邻陆域 pH 值高。并且,海岛 4 个剖面表层土样 pH 值明显高于下层和心土层,而相邻陆域土壤剖面 pH 值一般都是表层低于心土层^[6,7]。

海岛土壤从南向北,pH 值升高,如剖面 No. 8 > No. 6(No. 4) > No. 2,这种变化规律与陆域土壤 pH 值南北变化规律一致。

2.4 土壤交换性盐基和海岛土壤复盐基作用

一般我国土壤自南向北交换性盐基含量逐渐增加,交换性酸逐渐减少,盐基饱和度逐渐增高,淋溶土 A 层盐基饱和度低于 B 层^[6]。本文表明,海岛土壤因表层接受来自海水的盐基微粒,使盐基饱和度在土壤表层增高,甚至大于 B 层,与相邻陆域土壤形成鲜明的对比(见表 3)。

表3 土壤交换性盐基
Table 3 Exchangeable base of soils($\text{cmol}(+) \text{kg}^{-1}$)

剖面号 Profile No	发生层 Horizon	交换性盐基 Exchangeable base				交换性酸总量 Exchangeable		BS%	ECEC	CEG-7	
		K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	总量 Sum	酸度 acidity				
陆域	1	A	0.17	0.25	1.55	0.49	2.46	6.31	28.05	8.20	8.14
		AB	0.14	0.28	2.49	0.45	3.36	7.08	32.20	9.95	8.40
		Bt1	0.11	0.23	3.55	0.35	4.24	7.41	36.39	11.10	9.10
		Bt2	0.12	0.34	3.33	0.18	3.97	7.89	33.40	11.30	9.65
		C	0.15	0.28	3.77	0.60	4.80	6.58	42.18	10.99	9.34
	3	A	0.21	0.25	5.55	1.76	7.78	0.29	96.28	7.93	7.11
		AB	0.17	0.38	6.41	3.14	10.10	0.28	97.30	10.30	9.30
		Bt1	0.21	0.81	5.14	6.47	12.63	0.44	96.63	12.94	11.59
		Bt2	0.20	0.94	2.77	6.32	10.23	1.08	90.45	11.06	10.74
		C	0.19	0.71	3.09	5.86	9.85	1.57	86.25	11.06	10.31
	5	A	0.35	0.28	2.91	0.98	4.52	0.57	88.80	4.91	6.38
		AB	0.27	0.28	3.98	1.34	5.87	1.04	84.95	6.65	8.25
		Bt	0.34	0.47	6.56	3.36	10.73	2.30	82.35	12.76	15.93
		BC	0.30	0.43	4.74	5.45	10.92	2.82	79.48	13.44	15.46
	7	A	0.18	0.30	4.02	1.35	5.85	2.61	69.14	7.35	7.60
AB		0.14	0.83	7.03	4.82	12.82	3.94	76.49	16.22	17.43	
Bt		0.20	2.03	13.70	8.48	24.39	3.22	88.33	26.41	25.40	
C		0.08	3.32	15.90	9.67	29.01	2.70	91.48	30.80	17.86	
陆域平均值		0.20	0.69	5.36	3.40	9.64	3.23	72.24	12.42	11.56	
海岛	2	A	0.20	0.45	6.26	2.12	9.03	0.87	91.21	9.65	6.64
		AB	0.07	0.53	1.09	0.70	2.39	2.35	50.42	4.27	4.59
		Bt1	0.08	0.49	2.03	1.34	3.94	2.92	57.43	6.28	7.32
		Bt2	0.10	0.74	3.01	2.60	6.45	1.15	84.86	7.18	9.65
		C	0.07	0.57	3.01	2.10	5.57	0.80	87.78	6.31	6.51
	4	A	0.45	0.52	3.71	1.87	6.55	0.74	90.00	7.14	8.57
		Bt	0.39	0.66	4.31	4.87	10.23	4.86	67.79	14.70	19.24
		C	0.43	0.56	5.86	7.57	14.42	6.09	70.131	19.102	21.108
	6	A	0.32	0.66	14.80	11.39	17.115	痕量	99.199	17.115	10.105
		Bt	0.25	0.50	6.61	8.140	15.176	5.22	75.111	20.129	19.189
		C	0.19	0.51	4.140	7.152	12.162	5.19	70.186	16.146	22.122
	8	A	0.45	0.60	4.146	1.192	7.143	0.31	96.100	7.162	7.110
		AB	0.12	0.36	4.114	1.172	6.134	0.23	96.150	6.149	6.111
		Bt	0.24	1.107	5.150	6.160	13.141	0.81	94.133	14.106	13.117
		C	0.21	1.181	5.104	5.169	12.175	0.42	96.188	13.108	11.160
海岛平均值		0.24	0.67	4.95	3.76	9.62	2.28	81.196	11.131	11.58	

注: BS% = 交换性盐基总量 / (交换性盐基总量 + 交换性酸总量)

由表 3 看出, 供试土壤盐基饱和度变化于 281.05% ~ 991.99% 之间, 除剖面 No1 外, 所有剖面的盐基饱和度均高于 50%。4 个海岛剖面平均为 811.96%, 4 个陆域剖面平均为 721.23%, 海岛比相邻陆域平均高出近 10%, 其中舟山群岛和山东黄岛高出的幅度更大, 如舟山群岛土壤剖面的盐基饱和度平均为 741.30%, 相邻陆域土壤剖面平均值为 341.40%, 前者比后者高出近 40%。从南到北, 海岛土壤的盐基饱和度逐渐升高, 这和一般陆域土壤南北变化趋势相同。

4 个陆域剖面盐基饱和度上下层分异不明显, 但都有表土层低于心土层的趋势, 反映了淋溶的一般规律。海岛土壤的 4 个剖面盐基饱和度在表土层则明显高于心土层, 反映不出盐基向下淋溶淀积的一般趋势。因为: (1) 海岛土壤长期受到含盐基微粒的雨雾之影响, 雨雾中的盐分来自海洋, 雨雾沉降后, 将盐分带至土壤表层。(2) 海岛风速大, 经常有富含盐分的浪花飞溅到土壤表层。上述作用使某些海岛的土壤产生复盐基作用。

为了进一步说明海岛土壤的复盐基作用, 表 4 列出供试土壤以及严学芝等人⁽¹⁾和方明⁽²⁾关于基岩海岛土壤 A 层与 B 层的盐基饱和度比值的研究资料。从表 4 看出, 盐基饱和度在土壤 A 层和 B 层间的比值海岛土壤均大于 1100, 平均为 1131; 而陆域土壤则小于 1100, 平均为 0191。这是海岛土壤属性上区别于陆域土壤的又一个重要特征。

表 4 土壤 A 层与 B 层盐基饱和度比值

Table 4 The ratio of base saturation in horizon A versus B

地 点 Location	剖面号 Profile No1	盐基饱和度 BS(%)		比 值 Ratio A/B	备 注 Notes	
		A	B			
陆域	浙江四明山	281.0	361.4	01.77	供试陆域 土壤	
	江苏云台山	961.2	961.6	01.99		
		881.8	821.4	11.08		
	山东崂山	691.1	881.3	01.78		
	浙江普陀	911.2	571.4	11.59	供试海岛	
海岛	江苏东连岛	901.0	671.7	11.33	土壤	
		991.9	751.1	11.33		
	山东黄岛	961.0	941.3	11.02		
	浙江舟山 基岩海岛	舟 19	681.3	511.8	11.33	严学芝等资料 ⁽¹⁾
		舟 22	851.9	391.8	21.16	
		舟 23	831.4	711.5	11.14	
		舟 24	951.4	941.8	11.01	
		舟 25	931.5	911.1	11.03	
		舟 27	941.3	931.9	11.01	
		江苏基岩海岛	DL5	931.9	831.9	
		DL12	971.1	641.7	11.51	
		DL13	921.8	591.6	11.32	
		YS1	991.3	841.7	11.20	
		PS1	951.3	741.3	11.28	
		QS4	981.2	601.4	11.63	
	QS5	991.5	801.7	11.23		
	海岛剖面平均值	921.6	731.3	11.31		
		? 71.74	? 161.3	? 01.29		

(2) 方明. 江苏省海南岛土壤资源调查报告(资料). 1992

海岛土壤复盐基强弱,既可以用海岛土壤盐基饱和度高出相邻陆域土壤的百分点来反映表达,也可用土壤A层与B层的盐基饱和度比值来反映。在母质和其它成土条件相近的情况下,这种比值越大,复盐基作用越强。一般说来,A层与B层盐基饱和度的比值更能反映复盐基作用。由于这种复盐基作用为海岛土壤所特有,建议用这种比值作为海岛土壤复盐基强弱的指标,并可作为某些海岛土壤分类诊断指标或特性之一。

从前人研究的结果看^[2],海岛土壤复盐基作用小岛大于大岛,远岸海岛大于近岸海岛,海洋环境对土壤作用越明显,复盐基作用越强。

2.1.5 土壤粘粒硅铝率和硅铁铝率

因为成土过程实质是在后生地球化学过程中,造岩矿物元素再分配的过程^[7]。因而元素在不同环境下相异的富集、迁移,必然会反映在土壤粘粒的元素组成及特征元素的比率上。

如表5所示,供试土壤B层粘粒化学元素全量组成的变化趋势:由南而北, SiO_2 增加, Fe_2O_3 、 Al_2O_3 含量减少。海岛土壤 SiO_2 平均值481.6%,略高于同纬度陆域土壤471.6%, MnO 含量01.1%高于陆域01.06%,其它元素海岛与陆域土壤之间平均值差别不大。

表5 土壤B层粘粒化学元素组成
Table 5 Chemical composition of clays in B-horizon of soils used (%)

剖面号 Profile No.	组 成 Chemical composition								SiO_2	SiO_2
	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	K_2O	Na_2O	MnO	Al_2O_3	R_2O_3
1	431.87	311.59	111.98	01.97	31.54	31.39	4.00	01.02	21.36	11.90
3	471.34	251.35	101.77	01.91	61.51	41.39	4.32	01.09	31.17	21.50
5	501.45	241.18	111.21	01.78	51.17	41.40	4.46	01.06	31.54	21.72
7	531.03	211.49	101.25	01.49	71.08	21.94	4.36	01.05	41.20	31.32
加权平均值	471.65	261.59	111.16	01.83	51.39	31.82	4.24	01.06	31.13	21.47
2	431.38	301.10	121.31	01.99	31.72	31.13	4.55	01.13	21.45	11.94
4	491.40	241.40	111.03	01.84	41.93	41.27	4.49	01.05	31.44	21.67
6	501.93	241.36	111.76	01.57	41.34	31.44	4.42	01.06	31.56	21.72
8	561.04	211.68	71.75	01.57	51.11	31.56	4.71	01.14	41.39	31.58
加权平均值	481.63	261.12	111.03	01.79	41.36	31.51	4.54	01.10	31.26	21.57

粘粒的硅铝率($\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$)和硅铁铝率($\text{SiO}_2/\text{R}_2\text{O}_3$)分别变动于21.36~41.39,11.90~31.58之间,海岛和陆域自南向北硅铝率均增大,差异明显;海岛硅铝率和硅铁铝率均高于同纬陆域土壤,如No12>No11, No14, No16>No13, No15, No18>No17, 差异也明显。No1和No2粘粒的硅铝率和硅铁铝率接近于亚热带红壤, No1硅铝率为21.36, No2硅铝率为21.45。其余6个剖面硅铝率和硅铁铝率值与棕壤接近; No17和No18硅铝率和硅铁铝率值最高。因此,由于海陆之间、南北邻区之间环境差异,引起相同母质土壤成土作用强弱不等,进而使土壤粘粒的硅铝率和硅铁铝率在海岛与邻陆之间差别和南北差异有明显的规律性。研究区域南方温湿度较高,土壤风化淋溶作用强,土体有较强的脱硅富铝化过程,硅铝率和硅铁铝率较低。海岛土壤风化淋溶弱,成土过程强度和土壤发育程度比同纬度相邻陆域土壤弱,硅铝率和硅铁铝率偏高。

3 结 论

由于风化淋溶较弱,海岛土壤的pH值、盐基饱和度、粉粘比、粘粒的硅铝率及硅铁铝率分别比相邻陆域土壤高;而土体红化率和自然粘化率则比相邻陆域土壤低。

海岛土壤性状由南而北的变异规律和陆域土壤相一致,即由南向北:土壤 pH、盐基饱和度和硅铝率和硅铁铝率增加。

因为受含盐雨水、雾点和浪花水滴的影响,海岛土壤中存在复盐基作用。海岛土壤表层盐基饱和度高于相邻陆域土壤 10 个百分点以上,表层与心土层盐基饱和度之比 > 1 ,这两点均可作为某些海岛土壤复盐基作用的诊断指标,并建议将复盐基作用列为海岛土壤系统分类的诊断特性之一。

供试土壤均具有粘化过程,剖面 No1 和 No2 具有较强的脱硅富铝化过程,其它的剖面具有硅铝化过程。成土过程的强度均是海岛低于同纬度相邻的陆域土壤。

参考文献

- 11 陆景冈,吴次芳. 舟山群岛北部的地理环境与黄棕壤的形成)) 兼论新构造运动影响及红壤带的北界问题. 地理学报, 1989, 44(3):352~ 362
- 21 郑长安,金用华,厉仁安. 舟山北部丘陵土壤的发育与分类探讨. 浙江农业大学学报, 1986, 12(2): 151~ 159
- 31 中国科学院南京土壤研究所中国土壤系统分类课题组. 中国土壤系统分类(首次方案). 北京: 科学出版社, 1991. 21~ 33
- 41 黄瑞采,周传槐. 土壤发生分类与资源评价. 南京: 江苏科学技术出版社, 1986. 101~ 105
- 51 俞震豫. 关于土壤普查中土壤分析资料的整理和应用问题. 土壤通报, 1984, 15(5):224~ 227
- 61 熊毅等主编. 中国土壤. 第 2 版. 北京: 科学出版社, 1987. 247~ 251
- 71 彼列尔曼 A.M. 龚子同等译. 后生地球化学. 北京: 科学出版社, 1975. 13~ 14
- 81 Soil Survey Staff. Soil Taxonomy. A Basic System of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Survey. USDA, 1975. 131

STUDY ON THE DIFFERENCES OF MAIN PROPERTIES OF SOILS BETWEEN ISLANDS AND COAST MAINLAND IN EASTERN CHINA

Zhou Jing

(*Institute of Soil Science, Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210008, China*)

Chen Wei Fang Ming Chen Bang-ben

(*College of Resources and Environmental Sciences, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, China*)

Summary

The differences of main properties of the soils between islands and the of coast mainland in Eastern China were studied through eight typical profiles from Zhejiang, Jiangsu and Shandong provinces. The soils are derived from the acid parent rocks. The results showed that pH, BS%, Silt/Clay, $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ and $\text{SiO}_2/\text{R}_2\text{O}_3$ in island soils were higher than those in the coast mainland soils, while Redness Rating (RR) and Clayization Ratio in island soils were lower than those in the coast mainland soils with the same latitude. The soils of islands are characterized by rebasification, which makes it great difference from the soils of mainland. The intensity of pedogenic processes is weaker in island than in mainland with the same latitude.

Key words Island, Mainland, Soil properties