

琉球大学学術リポジトリ

琉球土壤の理化学的性質 第三報 沖縄本島土壤の腐植，全窒素，有効態磷酸含量について

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 沖縄農業研究会 公開日: 2009-01-29 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 宮城, 勝治, 稲嶺, 盛三郎, 大城, 豊秀, 大城, 喜信, Inamine, Seisaburo, Oshiro, Kishin メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/20.500.12000/0002015180

琉球土壤の理化学的性質

第三報 沖縄本島土壤の腐植,全窒素,有効態磷酸含量について

宮城 勝治 ・ 稲嶺盛三郎 ・ 大城 豊秀 ・ 大城 喜信

(琉球農業試験場)

まえがき

松坂ら¹⁾が沖縄本島土壤調査の際試坑採取した土壤試料を供試しその理化学的性質を究明するために逐次分析を行ないpH, 置換酸度については第1報²⁾に, 窒素吸収係数, 磷酸吸収係数およびその吸収型については第2報³⁾でそれぞれ報告したが, 今回は腐植, 全窒素, 有効態磷酸含量の定量を行なったので報告する。

I 実験方法

供試土壤: 松坂らが沖縄本島土壤調査に当たって試坑採取した土壤より各統の代表的土壤については全層を, 他は表層土のみを供試土壤として用いた。

腐植: Tyurin 法によった。すなわち風乾細土 0.5g を三角フラスコに秤取し, これに0.4Nクロム硫酸 10ml を加え, 砂皿上で5分間煮沸し, 放冷後 250ml の蒸留水で600ml容平底蒸発皿に移し指示薬としてジフエニールアミンを加え硫酸第一鉄アンモンで滴定した。別に空試験を行ない先に行なった実験の滴定値とこの空試験の滴定値の差より全炭素を求め係数 1.724 を掛けて腐植を算出した。

全窒素: キルダール法に準じ風乾細土 1g に硫酸 5ml を加えて加熱分解し塩入奥田式蒸留装置で蒸留し留出液はN/10硫酸中に導きメチルレッドを指示薬としてN/28カセイソーダで滴定して窒素量を算出した。

有効態磷酸: Truog法に準じた。すなわち風乾細土 1g に0.002N硫酸200ml (1ℓ当たり硫酸 3g を加え pH 3 に調整した) を加え1時間振とうし, そのろ液について磷酸をモリブデンブルー法で定量した。

II 実験結果および考察

腐植および全窒素

土壤中に含有される腐植は土壤中に導入された動植物遺体の不完全分解による複雑な中間生成物でその含量は地力と密接に関連し又農業上きわめて重要なものである。筆者等は Tyurin 氏法により沖縄本島土壤の主として表層土の腐植含量について測定した。その結果は第1表に示すとおりである。各統別に腐植含量の分布を示したのが第2表である。第1表および第2表から明らかな

ように腐植含量2%以下を示す土壤は供試土壤の約39%, 2~5%を示す土壤が約50%, 5%以上の腐植含量を示す土壤は約11%である。母材別にみると, 珊瑚石灰岩を母材とする土壤および粘板岩を母材とする各々の土壤は他の母材に由来する土壤に比べその含量はいくらか多い傾向がうかがわれる。沖積土壤についてみると比較的低位に位置する奥統, 名護統, 志喜屋統は同じ沖積土壤である他の統に比べいくらか腐植含量は多い。いずれにしても日本本土の土壤の腐植含量⁴⁾に比較すると沖縄本島土壤の含量は低く, 全窒素含量⁵⁾も本土の土壤に比べて低い。

有効態磷酸について

土壤中には種々の形態の磷酸化合物がありこれらのあるものは作物に有効態であり, またあるものは不可給態である。この有効態磷酸量を把握することは農業上きわめて重要なことである。土壤中の有効磷酸含量を測定する方法は各種あるが筆者らは現在国際的に広く用いられている Truogの方法によって沖縄本島土壤の主として表土の有効磷酸含量について検討した。その結果は第1表に示す通りである。各統別に有効磷酸含量の分布を示したのが第3表である。

第1表および第3表から明らかなように, アルカリ性土壤と酸性土壤では顕著な差異を示している。即ち11~16統に属するアルカリ性土壤では中以上がそれぞれ11統78%, 12統100%, 13統100%, 14統100%, 15統100%, 16統100%で有効磷酸含量が多く, 一方9統, 10統, 18統の各々の酸性土壤では中以下がそれぞれ73%, 88%, 93%で磷酸含量中以下の土壤が多くなっている。同じく酸性土壤である17統は中以下と中以上が半々に分布している。甘蔗の三要素試験によると泥灰岩を母材とする土壤および珊瑚石灰岩を母材とする各々の土壤においては磷酸の肥効は低い。このことはこれらアルカリ性土壤では前記の如く有効磷酸含量が高いという本実験と一致する。一方粘板岩, 石頭礫層を母材とする各々の酸性土壤においてはこの実験結果から磷酸の肥効は高いと思われる。

第1表

各土壤統の全窒素，全腐植，有効磷酸

母材別	通称	統別		供試土壤			全炭素 (%)	全腐植 (%)	全窒素 (%)	有効磷酸 mg/100g
		統名	番号	市町村別	試坑地点	層別 層位 (cm)				
		奥	(1)	石川	2	1 0~9	1.52	2.62	0.11	1.7
						2 9~20	1.16	2.00	0.12	0
						3 20~	1.77	3.05	0.09	1.1
				国頭	3	1 0~14	1.67	2.88	0.19	3.3
						2 14~25	0.95	1.63	0.13	1.2
						3 25~32	0.74	1.27	0.12	1.0
				読谷 与那城 久志 大宜味	3	1 0~12	1.46	2.51	0.20	9.6
						2 0~25	0.72	1.23	0.09	0.5
						1 0~9	2.80	4.83	0.05	1.1
						1 0~12	1.03	1.78	0.12	6.1
		名護	(2)	羽地	5	1 0~16	1.57	2.71	0.14	2.0
						3 20~43	0.63	1.03	0.06	0.1
				名護	4	1 0~15	3.56	6.14	0.30	4.4
						2 15~40	2.93	5.05	0.21	0.0
				恩納	1	1 0~18	1.09	1.88	0.08	2.4
						3 0~15	1.89	3.26	0.33	3.6
				東	4	1 0~16	1.10	1.89	0.14	4.0
						7 0~18	3.02	5.20	0.22	3.4
				石川	1	1 0~11	3.17	5.47	0.26	3.6
		志喜屋	(3)	玉城	11	1 0~20	2.32	4.00	0.25	1.7
						2 20~50	1.71	2.94	0.19	0.2
				知念	5	1 0~20	1.89	3.22	0.20	1.0
						3 25~33	0.40	0.68	0.04	0.7
						4 33~	1.07	1.84	0.12	0.7
				国頭	9	1 0~20	1.83	3.15	0.16	4.5
						10 0~13	2.14	3.47	0.18	9.4
				名護	1	1 0~19	2.17	3.73	0.15	12.4
						2 0~21	2.39	4.11	0.23	2.0
				金武	6	1 0~28	3.35	5.78	0.31	2.1
						2 0~18	4.34	7.47	0.40	1.3
				今帰仁 具志川	12	1 0~9	1.24	2.13	0.13	2.4

母材別	通稱	統 別		供 試 土 壤				全炭素 (%)	全腐植 (%)	全窒素 (%)	有効磷酸 mg/100 g				
		統番	市町村別	試坑地点	層別	層位 (cm)									
		伊豆味	(4)	東	2	1	0 ~ 18	1.29	2.21	0.13	0.8				
								2	18 ~ 31	0.76	1.30	0.08	1.7		
								3	31 ~	0.51	0.88	0.06	0.0		
						本 部	2	1	0 ~ 22	1.76	3.03	0.12	3.3		
								3		1.25	2.14	0.11	0.3		
						本 部	7	1	0 ~ 14	1.27	2.18	0.12	15.0		
				(5)			2	14 ~ 42	0.97	1.66	0.10	0.1			
								3	42 ~	0.62	1.06	0.08	2.1		
						本 部	9	1	0 ~ 19	1.33	2.29	0.11	1.7		
								2	19 ~ 28	1.17	2.18	0.06	2.1		
							3	28 ~ 47	0.76	1.30	0.07	1.2			
							4	47 ~	0.50	0.86	0.05	1.0			
					恩 納	5	1	0 ~ 16	0.98	1.69	0.08	4.5			
					羽 地	7	1	0 ~ 8	1.80	3.10	0.16	2.8			
		屋部	(6)	屋 部	4	1	0 ~ 23	1.17	2.02	0.16	19.3				
								2	23 ~ 45	0.55	0.94	0.07	11.6		
						久 志	2	1	0 ~ 39	0.50	0.86	0.05	7.3		
						〃 〃	4	1	0 ~ 17	0.43	0.74	0.04	14.8		
						羽 地	6	1	0 ~ 13	1.63	2.82	0.16	31.6		
						糸 満	17	1	0 ~ 29	0.40	0.69	0.04	11.8		
								2	29 ~	0.21	0.35	0.02	5.8		
						糸 満	11	1		1.23	2.12	0.15	18.1		
						与 那	2	1	0 ~ 25	1.03	1.77	0.11	30.8		
						玉 城	12	1	0 ~ 25	0.97	1.67	0.11	14.1		
						知 念	1	1	0 ~ 25	1.17	2.01	0.20	42.2		
				安ゲ田	(7)	コ ザ	2	1	0 ~ 22	1.62	2.79	0.18	2.2		
										2	22 ~	1.06	1.83	0.11	18.4
										3		1.24	2.13	0.15	2.0
						東 風 平	11	1	0 ~ 28	1.90	3.26	0.18	2.6		
								2	28 ~ 46	1.23	2.12	0.13	3.9		
								3	46 ~	1.08	1.86	0.10	3.7		
						浦 添	6	1	0 ~ 21	0.88	1.52	0.10	7.6		
						中 城	8	1	0 ~ 23	1.06	1.83	0.13	6.9		
						勝 連	2	1	0 ~ 16	2.39	4.11	0.25	19.6		
						具 志 川	10	1	0 ~ 11	1.93	3.33	0.16	2.2		
						玉 城	4	1	0 ~ 16	1.58	2.71	0.14	26.6		
						東 風 平	6	1		0.87	1.50	0.11	5.7		
						大 里	3	1	0 ~ 27	1.05	1.81	0.13	13.3		
						西 原	4	1	0 ~ 22	1.14	1.93	0.16	8.6		

母材別	通称	統 別		供 試 土 壤				全炭素 (%)	全腐植 (%)	全窒素 (%)	有効燐酸 mg/100g
		統 名	番 号	市町村別	試坑地点	層 別	層 位 (cm)				
		小那覇	(8)	南風原	7	1	0~18	1.27	2.18	0.14	12.6
						2	18~38	0.95	1.63	0.10	5.6
						3	38~	0.83	0.43	0.10	4.3
				西原	6	1	0~19	1.38	2.38	0.14	12.1
						2	19~40	1.18	2.03	0.13	16.0
						3	40~	0.90	1.54	0.10	6.5
				与那城	3	1	0~20	1.22	2.11	0.15	5.0
				佐敷	3	1	0~24	1.01	1.74	0.16	8.9
				〃	1	1	0~24	0.89	1.53	0.10	8.0
				美里	7	1	0~20	0.91	1.56	0.11	16.0
				中城	6	1	0~24	1.15	1.98	0.15	23.4
				浦添	7	1	0~26	1.27	2.23	0.15	12.7
				具志川	13	1	0~17	0.98	1.67	0.10	4.3
国頭 層	国頭マシ	安田	(9)	国頭	8	1	0~10	1.91	3.49	0.08	10.5
						2	10~18	0.64	1.10	0.04	3.6
						3	18~45	0.50	0.86	0.05	3.4
						4	45~	0.37	0.64	0.03	2.6
				コザ	1	1	0~20	0.98	1.68	0.07	4.4
						2	20~34	0.77	1.32	0.07	4.5
						3	34~	0.58	0.99	0.05	2.5
				具志川	5	1	0~10	0.91	1.56	0.08	3.3
						2	10~41	0.37	0.62	0.04	2.9
						3	41~	0.18	0.30	0.04	1.5
				金武	1	1	0~16	0.97	1.67	0.05	1.7
						2	16~28	0.59	1.05	0.03	1.8
						3	28~53	0.29	0.50	0.02	1.8
						4	53~73	0.43	0.73	0.02	1.0
						5	73~	0.31	0.53	0.03	3.2
				読谷	8	1	0~19	1.29	2.23	0.12	10.3
						2	19~39	0.49	0.85	0.05	4.8
						3	39~	0.26	0.44	0.05	3.9
				具志川	2	1	0~22	0.87	1.50	0.09	10.5
						2	22~31	—	—	—	—
						3	31~	0.56	0.97	0.05	2.2
				羽地	3	1	0~14	1.05	1.81	0.05	6.9
						2	14~53	0.64	1.10	0.06	11.2
						3	53~	0.43	0.74	0.04	1.1
				国頭	特1	1	0~18	1.12	1.92	0.09	1.7
				羽地	1	1	0~23	1.45	2.50	0.11	1.0
				本部	5	1	0~3	1.38	2.27	0.04	1.6
				本屋	3	1	0~22	1.27	2.19	0.15	1.2

母材別	通称	統 別		供 試 土 壤			全炭素 (%)	全腐植 (%)	全窒素 (%)	有効 磷 酸 mg/100 g	
		統名	番 号	市町村別	試坑 地点	層 別					層 位 (cm)
国頭層	国頭マシ	中川	(10)	東	1	1	0~18	1.79	3.23	0.13	2.8
						2	18~30	1.81	3.17	0.12	2.0
						3	30~53	0.58	0.99	0.05	0.9
						4	53~	0.39	0.67	0.03	1.6
				国頭	6	1	0~13	1.96	3.36	0.23	7.1
						1	0~6	1.58	2.71	0.08	1.2
						2	6~17	1.52	2.61	0.07	2.0
						3	17~40	—	—	—	—
				名護	3	1	0~24	1.77	3.04	0.15	19.8
						2	24~53	0.44	0.75	0.05	0.5
						3	53~	0.44	0.75	0.02	0.1
				金武	5	1	0~15	0.41	0.70	0.07	1.8
						2	15~44	0.23	0.39	0.05	1.5
				久志	6	1	0~26	0.85	1.46	0.16	10.1
						4	0~21	1.77	3.05	0.15	1.1
				宜野座	6	1	0~24	1.20	2.07	0.12	6.2
						2	0~19	1.15	1.95	0.14	2.5
				宜野湾	2	1	0~9	1.64	2.83	0.15	5.0
						1	0~23	1.02	1.78	0.09	1.1
				具志川	1	1	0~28	1.15	1.98	0.12	2.5
						2					
				珊瑚石灰岩	島尻マシ	糸州	(11)	大里	7	1	0~20
2	20~35	1.44	2.47							0.15	6.9
3	35~	1.31	2.25							0.15	3.9
糸満	13	1	0~22					1.61	2.78	0.18	1.9
		2	22~50					1.33	2.29	0.16	0.0
東風平	12	1						1.48	2.55	0.15	3.5
		1	0~21					0.73	1.29	0.17	19.2
上本部	2	1	0~20					1.45	2.50	0.16	2.2
		13	0~15					1.09	1.88	0.11	7.2
恩納仁里	3	1	0~21					0.76	1.31	0.07	1.9
		4	0~15					1.27	2.19	0.12	11.0
美石川	4	1	0~15					1.27	2.19	0.12	11.0
		3	0~20					2.76	4.76	2.00	38.4
具志頭	11	1	0~25					1.73	2.98	0.17	7.8
		2	25~39					1.61	2.78	0.16	0.0
糸満	27	3	39~					1.08	1.85	0.12	3.3
		1	0~25					1.64	2.82	0.19	18.3
与那城	6	2	25~					1.13	1.94	0.17	0.6
		1	0~15					1.27	2.19	0.15	3.2
与本読	1	1	0~30					2.77	4.77	0.19	9.6
		1	0~14					1.01	1.79	0.12	7.8
糸満	31	1	0~28					1.39	2.40	0.17	6.4
		24	0~15					1.52	2.60	0.19	23.0

母材別	通称	統番	別号	供試土壌			全炭素 (%)	全腐植 (%)	全窒素 (%)	有効磷酸 mg/100 g	
				市町村別	試坑地点	層別 層位 (cm)					
泥灰岩	ジャール	稲嶺	(13)	大里	5	1	0~40	1.27	2.18	0.14	88.4
					2	40~	1.13	1.05	0.09	15.2	
				豊見城	7	1	0~20	1.27	2.18	0.14	37.7
					2	20~32	0.76	1.30	0.10	5.7	
				3	32~58	0.72	1.23	0.11	2.7		
				豊見城	1	1	0~30	1.10	1.99	0.15	56.2
					糸満	14	1	0~20	0.80	1.38	0.11
				南風原		5	1	0~21	1.01	1.75	0.12
					西原	5	1	0~15	0.84	1.44	0.12
				玉城		1	1	0~10	0.87	1.60	0.12
	ガル	伊集	(14)		大里	8	1	0~18	1.16	1.94	0.13
				2		18~53	1.03	1.71	0.13	13.7	
				玉城	9	1	0~25	1.09	1.87	0.13	45.4
					2	25~40	0.72	1.23	0.10	35.2	
				3	40~	0.45	0.77	0.09	40.5		
				浦添	2	1	0~22	1.21	2.08	0.12	3.2
					那覇	2	1	0~19	1.12	1.92	0.11
				西原		1	1	0~22	0.98	1.69	0.10
					具志川	9	1	0~22	1.38	2.39	0.13
				南風原		8	1	0~24	1.29	2.23	0.12
中城	4	1	0~33		0.97	1.68	0.12	7.8			
	玉城	7	1	0~25	1.19	2.05	0.12	33.8			
古世紀石灰岩		国頭マージ	並里	(15)	国頭	特2	1	0~16	1.69	2.90	0.18
	2						16~33	1.60	2.76	0.17	3.9
						3	33~46	1.81	3.11	0.18	1.6
						4	46~	1.18	2.03	0.15	3.0
	本部				8	1	0~20	1.54	2.65	0.18	27.0
						2	20~35	1.54	2.65	0.16	2.0
						3	35~	0.94	1.61	0.14	0.6
						本部	3	1	0~24	1.81	3.11
2	24~	0.69	1.19	0.10	3.5						

母材別	通稱	統 別		供 試 土 壤			全炭素 (%)	全腐植 (%)	全窒素 (%)	有効磷酸 mg/100 g				
		統名	番号	市町村別	試坑地点	層別					層位 (cm)			
粘板岩	国具			羽地	10	1	0~28	0.74	1.34	0.05	2.1			
						2	28~60	0.42	0.71	0.04	2.1			
				屋我地	3	1	0~5	0.73	1.25	0.04	1.5			
						2	5~14	0.49	0.83	0.03	0.6			
						3	14~29	0.39	0.66	0.03	2.4			
				大宜味	4	1	0~16	1.65	2.83	0.16	3.9			
						2	16~32	1.54	2.64	0.15	0.5			
						3	32~	1.07	1.84	0.13	1.7			
板岩	頭マ頭	志	(17)	上本部	4	1	0~24	1.49	2.66	0.19	4.0			
						2	24~35	1.04	1.78	0.12	1.6			
						3	35~	0.76	1.31	0.12	3.2			
				国頭	11	1	0~18	1.14	1.96	0.12	1.2			
						2	18~49	0.76	1.31	0.08	0.6			
						3	49~	0.69	1.19	0.06	2.6			
				名護本部	5 11	1	0~21	1.99	3.43	0.17	0.9			
						1	0~12	2.89	5.14	0.22	26.9			
						2	12~17	1.35	2.32	0.11	1.2			
						3	17~	0.62	1.06	0.06	2.0			
				本部	10	1	0~18	2.12	3.65	0.18	67.6			
						1	0~20	1.34	2.30	1.19	12.4			
				屋上部	2	1	0~18	1.40	2.43	0.16	20.7			
						1	0~19	1.40	2.43	0.12	8.2			
				大宜味	6	1	0~15	1.25	2.15	0.13	0.2			
						1	0~20	1.25	2.17	0.11	0.0			
岩	シ	1		名護	7	1	0~9	0.74	1.28	0.07	2.0			
						2	9~28	0.45	0.77	0.05	1.4			
				大宜味	2	1	0~20	1.61	2.78	0.15	9.7			
						2	20~50	1.22	2.09	0.09	3.6			
				宜野座	3	1	0~14	0.97	1.67	0.10	1.5			
						2	14~	0.90	1.54	0.09	1.2			
				恩納	6	1	0~10	1.32	2.10	0.14	4.0			
						3	25~45	0.78	1.34	0.10	2.4			
				羽地	4	1	0~15	1.28	2.20	0.13	1.7			
						2	15~28	0.86	1.47	0.08	1.5			
				国頭	2	1	0~15	2.68	4.78	0.26	3.7			
						1	0~12	2.02	3.47	0.24	24.6			
				国本	5	1	0~12	2.02	3.47	0.24	24.6			
						1	0~25	2.74	4.73	0.13	1.3			

第2表 各土壌統別の表土腐植含量分布 (%)

腐植含量%	統 別	母材別	通 称	奥	名	志	伊	屋	安	小	安	中	糸	摩	稲	伊	並	具	屋		
				護	喜	豆	部	ケ	那	田	川	州	文	嶺	集	里	志	座			
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
												国頭 礫層		珊瑚 石灰岩		泥灰岩		古生紀 石灰岩		粘板岩	
												ジャ ー ガル		国 頭 マーシ		島 尻 マーシ		ジャ ー ガル		国 頭 マーシ	
0 ~ 2	33.4	28.5			20.0	55.5	50.0	66.7	54.5	38.5	33.4	14.3	77.7	55.6			21.4	25.0			
2 ~ 5 (含む)	66.6	28.5	80.0	100	80.0	45.5	50.0	33.3	45.5	61.5	66.6	85.4	22.3	44.4	100	100	71.4	75.0			
5 ~ 10 (含む)		43.0	20.0															7.2			
10以上 (頗る含む)																					

第3表 各土壌統別の表土可給態磷酸含量分布 (%)

磷酸含量 mg/100g	統 別 母材別 通 称	奥	名 護	志喜屋	伊豆味	屋 部	安ケ田	小那覇	安 田	中 川	糸 州	摩文仁	稲 嶺	伊 集	並 里		具志堅	屋名座	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
										国頭 礫層		珊瑚 石灰岩		泥灰岩		古生紀 石灰岩		粘板岩	
									ジャ ー ガル	国 頭 マーシ		島 尻 マーシ		ジャ ー ガル	国 頭 マーシ				
0～2 (少)	50		30	100	20				45.4	30.7	22.2							35.7	37.7
2～10 (中)	50	100	50		60	11	70	41.6	27.3	53.8	44.4	71.4	33.4	55.6				28.6	55.5
10以上 (多)			20		20	89	30	58.4		15.5	33.4	28.6	66.6	44.4	100	100	35.7	6.8	
供 試 点 数	6	7	10	1	5	9	10	12	11	13	9	7	9	9	2	1	14	8	

Ⅲ 要 約

新土壌分類法により分類された沖縄本島土壌の全窒素、全炭素、全腐植、有効磷酸含量について検討した。

1) 各土壌統を通じ腐植含量は低く殆ど5%以下の土壌である。表土の全窒素平均は0.14%である。2) 有効態磷酸含量はアルカリ性土壌は多く酸性土壌では少ない。

本実験を行なうに当たり貴重な供試土壌を提供していただいた農林省土壌調査団の各氏に深謝する。試験遂行に当たり終始御指導、御助言をいただいた琉球模範農場上郷千春管理官並びに関係職員、琉球農業試験場長新城幸吉および農芸化学研究室の諸氏に感謝の意を表します。

本報文の一部は1965年6月19日沖縄農業研究発表会において発表した。

参 考 文 献

- 1) 松坂泰明・出井嘉光・音羽道三・浜崎和雄. 1963 沖縄本島土壌調査報告書(琉球政府経済局)
- 2) 当山清善・銘苅敏夫・稲嶺盛三郎. 1964. 沖縄農業3(1): 70
- 3) 銘苅敏夫・稲嶺盛三郎・大城喜信. 1964. 沖縄農業3(2): 61
- 4) 船引真吾. 1961. 土壌 108
- 5) 三井進午・今泉吉郎. 1961. 土壌肥料新事典: 210
- 6) 川村一水・船引真吾. 1960. 農林土壌学
- 7) 永田武雄・村松記久夫. 1964. 日土肥誌35(6): 195
- 8) 山本毅・山田裕・本村悟・市村小太郎. 1964. 石垣島、宮古島土壌調査報告書(琉球政府経済局)
- 9) 小西千賀三・高橋治助. 1964. 土壌肥料講座