多肥栽培下における超強酸性茶園土壌の化学性^{†1}

農林水産省野菜・茶業試験場

渡 部 育 夫・池ヶ谷賢次郎

Chemical Properties of Highly Acidic Soils in Tea Field

By Ikuo WATANABE and Kenjirō Ikegaya

National Research Institute of Vegetable, Ornamental Plants and Tea

1 ま え が き

昭和30年代後半より茶業は好況の波に乗り良質・多収がさげられるようになった。これと時を同じくして、各種化学肥料、化成肥料も潤沢に出回るようになった。このような情勢の下に多肥栽培が15年以上も続いたため、酸性改良対策がなされているにもかかわらず、pH (H₂O) が2.9を示すようなものまで見受けられるようになった。静岡県経済連による茶園土壌診断の結果によれば pH 3.9以下を示すものが約40%にも達している。これらのことから多肥栽培下における超強酸性土壌の化学性を明らかにし、今後の茶園土壌改良対策の基礎資料を得るため本試験を行なった。

2 試 験 方 法

2.1 超強酸性土壌の化学性

榛原農協の茶園土壌診断結果を参考に、超強酸性を示した静岡県牧の原赤黄色土壌15点につき、土壌のpH、置換性塩基、有効態リン酸などの一般化学的性質を調べるとともに、とくに超強酸性を示す原因を明らかにするため、水溶性の陽イオンと陰イオンを定量し、これらの化学等量比を求め比較検討した。なお施肥量は年間10アールあたり N:120 kg, P₂O₅:40 kg, K₂O:60 kg 程度でこれを上回る年もあった。

2.2 多肥栽培茶園の株下およびうね間土壌の化学性の比較

榛原町における多肥栽培茶園のうね間および株下の土壌断面調査およびその化学性について2.1項と同様にして調べた。

2.3 茶業試験場内ほ場の位置別、層別土壌の化学性の比較

2.2項における調査結果から位置別、層別にみて、土壌の化学性に明らかに差異のあることがわかったので、茶業試験場西8号園において株元、株下、雨落ちおよび

うね間の深さ1mまで試坑し断面調査を行なうとともに層別別の化学性を2.1項と同様にして調べた。

pHはガラス電極法により、電気伝導度は電気伝導計により測定した。置換酸度は常法により求めた。塩基置換容量はセミマイクロウレンベルガー法により測定した。また有効態リン酸はトルオーグ法により測定した。カリウム、ナトリウムは炎光法により、カルシウム、マグネシウム、マンガンは原子吸光法により測定した。アンモニウムイオンは蒸留法により、硝酸イオンはフェノール硫酸法により測定した。硫酸イオンは比濁法によりリン酸イオンは硫酸モリブデン法により測定した。またアルミニウムイオンの分析はアルミノン法により行なった。

3 結 果 と 考 察

3.1 超強酸性土壌の化学性

超強酸性土壌のpH (H₂O), 置換酸度 y₁, EC 値および

表1 超強酸性土壌のpH, 置換酸度, EC 値及び有効態リン酸 (乾土中)

試料 No.	pH (H ₂ O)	置換酸度 (y ₁)	EC (mS/cm)	有効態リン酸 (mg%)
1	2.9	67.5	0.70	50
2	3.3	53.8	0.56	30
3	2.7	60.3	0.82	100
4	2.9	51.0	0.98	125
5	3.8	71.0	0.31	30
6	2.8	61.3	0.90	50
7	2.9	56.5	0.93	100
8	3.4	43.5	0.44	50
9	2.9	50.0	0.88	100
10	3.3	34.0	0.46	50
11	2.7	82.5	1.25	100
12	4.2	10.0	0.32	10
13	3.7	34.3	0.35	50
14	3.4	38.3	0.65	10
15	3.3	54.3	0.43	75

†1: 本報告の要旨は昭和55年度日本土壌肥科学会大会 (鳥取) にて発表した。

†2: 土壌診断成績の概要, 静岡県経済連 (1979)。

び有効態リン酸含量を調べた結果を示すと表1のとおりである。これによると、pH (H₂O) が3.0以下のものが7点、3.1~3.5を示すものが5点、3.6~4.2のものが3点であった。置換酸度 Y₁ はいずれもきわめて大きく、特に資料 No.11 は 82.5 と大きな値を示した。また、この No.11 では EC 値が 1.0mS/cm をこえ、濃度障害を起こす塩類濃度であることがうかがえた。有効態リン酸含量は様々であった。50mg% 以下のものが4点で、あとは

いずれも 50mg% 以上であった。なかでも、No. 3, 4, 7, 9 および 11 は pH (H₂O) が 3.0 以下の超強酸性を示しているにもかかわらず有効態リン酸が 100~125 mg % を示し、現在までの茶園土壤に関する知見をはずれた異常な状態にまでリン酸が富化されていることが判明した。

次に、塩基置換容量および置換性塩基について調べた結果を示すと表2のとおりである。これら超強酸性土壤

表2 超強酸性土壤の塩基置換容量及び置換性塩基(乾土中)

試料 No.	CEC (me)	置換性塩基 (me/100g)			飽 和 度 (%)			合計
		Ca	K	Mg	Ca	K	Mg	
1	25.4	2.80	1.28	1.47	11.0	5.0	5.8	21.8
2	21.7	3.80	1.23	0.97	17.5	5.7	4.5	27.7
3	25.4	1.70	1.38	0.93	6.7	5.4	3.7	15.8
4	25.4	2.30	1.59	0.57	9.1	6.3	2.2	17.6
5	20.8	3.10	0.74	0.38	14.9	3.6	1.8	20.3
6	32.5	3.10	1.99	0.80	9.5	6.1	2.5	18.1
7	29.5	3.60	3.07	1.58	12.2	10.4	5.4	28.0
8	19.4	3.00	0.66	0.83	15.5	3.4	4.3	23.2
9	20.8	4.05	2.53	1.38	19.5	12.2	6.6	38.3
10	22.4	2.30	1.79	0.47	10.3	8.0	2.1	20.4
11	31.7	5.20	3.58	3.28	16.4	11.3	10.3	38.0
12	14.1	8.95	0.84	3.20	63.5	6.0	22.7	92.2
13	22.4	2.50	1.38	0.97	11.2	6.2	4.3	21.7
14	24.2	2.00	1.38	0.47	8.3	5.7	1.9	15.9
15	21.2	2.00	1.43	0.82	9.4	6.7	3.9	20.0

表3 超強酸性土壤の水溶性陽イオンと陰イオンの組成 (me/100g 乾土)

試料 No.	陽 イ オ ン							両 性 イオン Al*	陰 イ オ ン				T-C/T-A**
	NH ₄	Ca	K	Mg	Na	Mn	合計		SO ₄	NO ₃	PO ₄	合計	
1	0.82	0.22	0.42	0.61	0.09	0.20	2.36	0.19	0.76	0.37	0.03	1.16	2.03
2	0.52	0.35	0.54	0.38	0.07	0.04	1.90	0.20	0.99	0.30	Tr.	1.29	1.47
3	0.60	0.12	0.49	0.43	0.10	0.02	1.76	0.26	1.95	0.47	0.15	2.58	0.68
4	1.05	0.30	0.61	0.30	0.12	1.01	3.39	0.34	2.34	1.34	0.10	3.78	0.90
5	0.37	0.16	0.16	0.04	0.07	Tr.	0.80	0.01	3.90	0.14	Tr.	4.04	0.20
6	0.75	0.15	0.58	0.36	0.13	0.21	2.18	0.39	1.88	1.20	0.04	3.12	0.70
7	0.75	0.16	0.95	0.74	0.13	0.22	2.95	0.40	2.37	0.81	0.20	3.38	0.87
8	0.15	0.22	0.49	0.18	0.09	0.03	1.16	0.06	0.47	0.43	0.03	0.93	1.25
9	0.30	0.49	0.88	0.77	0.15	0.09	2.68	0.39	2.37	1.29	0.03	3.69	0.73
10	0.37	0.31	0.58	0.19	0.13	0.04	1.62	0.19	1.43	0.58	0.02	2.03	0.80
11	0.60	0.24	1.32	Tr.	0.21	0.03	2.40	0.66	3.62	1.64	0.17	5.43	0.44
12	0.52	0.40	0.17	0.46	0.09	0.03	1.67	0.01	0.52	0.41	Tr.	0.93	1.80
13	0.60	0.30	0.03	0.43	0.07	0.03	1.46	0.12	1.28	0.21	Tr.	1.49	0.98
14	0.89	0.22	0.47	0.33	0.19	0.08	2.18	0.65	2.21	0.58	Tr.	2.79	0.78
15	0.82	0.06	0.45	0.14	0.14	0.02	1.63	0.17	1.33	0.43	0.08	1.84	0.89

* アルミニウムイオンは Al³⁺ として算出した。 ** T-C/T-A : 陽イオン/陰イオン

† : 農水省茶試 : 昭和43年度試験成績 (枕崎支場土肥研), p.70 (1968)。

の塩基飽和度はカルシウム飽和度が10%をこえるものが多く、超強酸性を示しているにもかかわらず比較的高いカルシウム飽和度であった。特に試料 No.12 の土壤はカルシウム飽和度が63.5%と異常に高かった。

一般的には酸性化が進むほど置換性のカルシウムおよびマグネシウムが減少するがマグネシウム飽和度も改良目標の5%を上回るものがみられた。例えば試料 No.11 の土壤では pH (H₂O) が2.7であったが、マグネシウム飽和度が10.3%ときわめて高い値を示していた。これは近年、特にマグネシウムの補給として硫酸マグネシウムが多量に施用されるようになったため、酸性は強くてもマグネシウムが多くなっているのではないかと推察された。

これらのことから、超強酸性を示す原因を明らかにするため、これら土壤の水溶性陽イオンと陰イオンを定量し、これらの化学等量比を求めてみた。その結果を示すと表3のとおりである。これによると、大部分の土壤が水溶性陽イオンにたいし陰イオンが多く、このうち特に硫酸イオンが多かった。しかし試料 No. 1, 2, 3 および12の土壤は強酸性を示していても陰イオンよりも陽イオンが多く、強酸性を示す原因はこの水溶性陽イオンと陰イオンの比率だけでは説明できなかった。すなわち

試料No. 7, 11 の土壤は明らかに水溶性硫酸イオンの過多によるものといえるが、試料 No. 1 および 2 の土壤は陰イオンのうち硫酸イオンが最も多いが、全陽イオンが全陰イオンに対して明らかに多くなっている。したがって、pH (H₂O) 2.9, 3.3 と超強酸性を示す原因は他の Cl などの陰イオンが要因になっているのか、あるいは土壤の陰イオン置換容量が小さいことによるのであろう。この点については今後さらに検討することにする。

3. 2 多肥栽培茶園の株下およびうね間土壤の化学性の比較

榛原町の多肥栽培が行なわれている茶園のうち、3カ所を摘出し、土壤断面調査および化学性の調査を行なった。表4に pH および置換酸度 y₁ を調べた結果を示した。これによると、うね間第1層の pH (H₂O) は土壤診断土壤にみられた2.7~2.9などというような超強酸性ではなかったが、それぞれ3.6, 4.3, 3.8 と強酸性を示していた。うね間と株下とを比較してみると、A, B 園では明らかにうね間のほうが酸性が強かった。C 園は傾斜地であったため、株下まで施肥の影響がでているようで、第1, 2層ではうね間と株下間にほとんど差異がなかった。これら土壤の置換性塩基、有効態リン酸および EC 値を調べた結果を示すと表5のとおりである。A 園

表4 多肥栽培茶園土壤の pH と置換酸度 y₁ (乾土中)

茶園	位 置	層位	深 さ	土性	pH		y ₁
					H ₂ O	KCl	
A 園	うね間	1	0~24	CL	3.60	3.20	39.8
		2	24~40	C	3.85	3.70	43.2
		3	40~100	HC	3.90	3.90	45.8
	株下	1	0~24	CL	4.65	3.95	21.3
		2	24~40	C	4.50	4.05	17.8
		3	40~100	HC	4.30	4.05	23.5
B 園	うね間	1	0~22	LiC	4.30	3.65	10.3
		2	22~40	C	4.00	3.75	38.0
		3	40~100	HC	4.10	4.00	38.8
	株下	1	0~22	LiC	5.10	4.20	6.8
		2	22~40	C	3.80	3.45	37.5
		3	40~100	HC	4.15	3.95	33.3
C 園	うね間	1	0~20	LiC	3.80	3.25	30.0
		2	20~40	LiC	3.60	3.40	40.8
		3	40~100	HC	3.70	3.45	36.0
	株下	1	0~20	LiC	3.75	3.40	38.0
		2	20~40	LiC	3.80	3.55	37.5
		3	40~100	HC	4.15	3.95	31.3

茶 業 研 究 報 告

表 5 多肥栽培茶園土壤の置換性塩基, 有効態リン酸, EC (乾土中)

茶園	位 置	層位	深 さ (cm)	CEC (me)	置換性塩基 (me/100g)			塩基飽和度 (‰)				有効態 リン酸 (mg)	EC (mS/cm)
					Ca	K	Mg	Ca	K	Mg	合計		
A園	うね間	1	0~24	28.0	1.50	1.43	0.44	5.4	5.1	1.6	12.1	35.0	0.45
		2	24~40	20.6	1.00	1.48	0.36	4.9	7.2	1.8	13.9	5.0	0.59
		3	40~100	12.7	1.20	1.17	0.35	9.5	9.2	2.8	21.5	1.5	0.63
	株 下	1	0~24	25.0	6.50	0.82	1.33	26.0	3.3	5.3	34.6	13.0	0.28
		2	24~40	23.5	3.15	0.46	0.08	13.4	2.0	0.3	15.7	3.0	0.25
		3	40~100	18.3	2.10	0.46	0.71	11.5	2.5	3.9	17.9	1.5	0.28
B園	うね間	1	0~22	25.4	6.10	1.33	1.97	24.0	5.2	7.8	37.0	82.0	0.39
		2	22~40	13.8	0.90	1.10	0.35	6.5	8.0	2.5	17.0	4.0	0.28
		3	40~100	12.7	1.00	1.05	0.46	7.9	8.3	3.6	19.8	1.5	0.32
	株 下	1	0~22	19.4	5.90	1.05	1.50	30.4	5.4	7.7	43.5	15.0	0.07
		2	22~40	14.6	1.10	0.99	0.18	7.5	6.8	1.2	15.5	1.0	0.23
		3	40~100	10.8	0.90	0.74	0.35	8.3	6.9	3.2	18.4	2.5	0.18
C園	うね間	1	0~20	21.7	2.45	1.17	1.32	11.3	5.4	6.1	22.8	153.0	0.25
		2	20~40	16.1	1.10	1.38	0.44	6.8	8.6	2.7	18.1	48.5	0.39
		3	40~100	13.1	1.00	1.53	0.69	7.6	11.7	5.3	24.6	3.5	0.40
	株 下	1	0~20	17.6	0.88	0.99	0.20	5.0	5.6	1.1	11.7	47.0	0.18
		2	20~40	19.1	1.40	1.20	0.26	7.3	6.3	1.4	15.0	28.5	0.13
		3	40~100	19.4	0.80	0.79	0.23	4.1	4.1	1.2	9.4	4.5	0.31

表 6 多肥栽培茶園土壤の水溶性陽イオンと陰イオン (me/100g 乾土)

茶園	位 置	層位	陽イオン						両性イオン Al*	陰イオン				T-C/T-A**	
			NH ₄	Ca	K	Mg	Na	Mn		合計	SO ₄	NO ₃	PO ₄		合計
A園	うね間	1	Tr.	0.43	0.04	0.39	0.03	0.03	0.92	0.35	1.43	0.41	0.01	1.84	0.50
		2	Tr.	0.43	0.08	0.29	0.03	0.06	0.89	0.53	2.33	1.08	Tr.	3.41	0.26
		3	Tr.	0.43	0.04	0.31	0.05	0.06	0.89	0.76	1.82	1.24	Tr.	3.06	0.29
	株 下	1	Tr.	1.30	0.01	0.43	0.02	Tr.	1.76	0.03	1.22	0.06	Tr.	1.28	1.38
		2	Tr.	0.75	0.01	0.48	0.09	0.01	1.34	0.04	0.49	0.49	Tr.	0.98	1.37
		3	Tr.	0.50	0.01	0.48	0.04	0.02	1.05	0.07	Tr.	0.17	Tr.	0.17	6.18
B園	うね間	1	Tr.	0.88	0.02	0.75	0.03	0.01	1.69	0.04	0.52	1.24	Tr.	1.76	0.97
		2	Tr.	0.40	0.03	0.25	0.02	Tr.	0.70	0.25	0.78	0.46	Tr.	1.24	0.56
		3	Tr.	0.30	0.02	0.33	0.01	Tr.	0.66	0.36	0.59	0.39	Tr.	0.98	0.67
	株 下	1	Tr.	0.06	0.01	0.08	0.02	Tr.	0.17	0.04	0.06	0.29	0.01	0.36	0.47
		2	Tr.	0.30	0.03	0.13	0.07	0.01	0.54	0.22	0.64	0.41	Tr.	1.05	0.51
		3	Tr.	0.35	0.02	0.19	0.03	0.02	0.61	0.15	0.59	0.18	Tr.	0.77	0.79
C園	うね間	1	Tr.	0.40	0.02	0.16	0.04	Tr.	0.62	0.02	0.47	0.14	0.12	0.73	0.85
		2	Tr.	0.93	0.04	0.29	0.06	0.01	1.33	0.24	0.76	0.28	0.10	1.14	1.17
		3	Tr.	0.35	0.04	0.38	0.03	0.02	0.82	0.36	0.76	0.55	Tr.	1.31	0.63
	株 下	1	Tr.	0.20	0.02	0.10	0.03	0.02	0.37	0.09	0.46	0.17	0.10	0.73	0.51
		2	Tr.	0.25	0.03	0.16	0.05	0.02	0.51	0.22	0.65	0.37	Tr.	1.02	0.50
		3	Tr.	0.43	0.02	0.12	0.02	0.01	0.60	0.07	0.38	0.10	Tr.	0.48	1.25

* アルミニウムイオンは Al³⁺ として算出した。 ** T-C/T-A : 陽イオン/陰イオン

ではうね間第1層のカルシウム飽和度が5.4%ときわめて低いが、株下第1層では26.0%と最適飽和度であった。また第2, 3層もうね間より株下のほうが大きい値になった。カリウムは施肥の影響がみられ、うね間の各層ともカリウム飽和度5%以上で、株下より明らかに大きい値だった。マグネシウム飽和度はカルシウム飽和度と同様株下のほうが大きかった。

B園ではうね間、株下間に大きな差異がなく、しかもカルシウム、カリウム飽和度は最適値で、マグネシウム飽和度はうね間、株下とも第1層で7.7%を示し、肥沃度基準の5%をこえていた。

C園ではカルシウム飽和度が株下よりうね間のほうが大きい傾向を示した。カリウム飽和度は株下も比較的高い値を示したが、うね間の第2, 3層で高い値を示した。マグネシウム飽和度は各層ともうね間のほうが株下より明らかに大きかった。

このように置換性塩基飽和度はいずれの土壤も強酸性を示しているにもかかわらず茶園土壤の肥沃度基準値以上の値を示していた。

有効態リン酸は3者とも株下よりうね間のほうが多く、B, C園ではリン酸の肥沃度上限値である30~40 mg%を上回っていた。

以上のように、現在の茶園土壤は酸性がきわめて強いにもかかわらず、置換性塩基飽和度は改良基準以上に保たれているものが多い傾向を示した。A, B, C園の土壤の水溶性陽イオンと陰イオンについて調べた結果を表6に示した。A園ではうね間土壤の各層とも水溶性陰イオンが水溶性陽イオンより明らかに多く、株下では第1, 2層は陽イオンのほうが多かった。うね間では水溶性硫酸イオンが多く、しかも第2層に多く集積していた。硝酸イオンはうね間では下層ほど多く株下では第2層がやや多くなっていた。B園ではうね間、株下両者とも陽イオンに対して陰イオンが多くなっていたが、硫酸イオンはA園と同様うね間の第2層が最も多かった。またB園ではうね間の第1層に硝酸イオンが多かった。硝酸イオンは硫酸イオンより溶脱しやすいことからすれば、硝酸系の窒素肥料が施用されてから、短期間のうちに土壤採取したのか、またはこの園はpH (H₂O) が他の園にくらべて比較的高いので硝酸化盛んに起こった結果であろう。C園ではうね間の第1, 2層で陰イオンより陽イオンがやや多くなっていた。また水溶性硫酸イオンの分布状況は前2者と同様な傾向を示した。

以上のように、現在の多肥栽培化にある茶園土壤の化学性は施肥位置に硫酸イオンが多量に集積し、強酸性にもかかわらず有効態リン酸が多く検出され、一方置換性塩基は茶園の肥沃度基準を満たしているなどの異常な様相を呈していることが明らかになった。しかも、それぞれの茶園における施肥法、施肥量によっても内容が大き

くかわってくることはうたがうまでもない。いずれにしろ、強酸性を示していても、置換性の塩基は適当量が保たれており、水溶性の陰イオン特に硫酸イオンが過剰な土壤の改良に当ってはその方法を今後十分検討しなければならないと考える。

3.3 茶業試験場圃場の土壤の化学性

土壤診断においてはうね間表層だけについて調べられており、その結果をもとにして、茶樹の生育との関係が論じられたり、化学性の改良対策がなされているが、先に述べた結果からも明らかなように、現在の多肥栽培下における茶園土壤の化学性は異常な状態を示していたので、これと比較するため、茶業試験場の黒ボク土に由来する西8号圃場において土壤断面調査を行ない、これらの土壤の化学性について、前記と同様に調べた。なお、土壤断面調査は図1に示すように区分して行なった。この西8号圃場は品種するがわで年間施肥量は10アール当たりN48kg, P₂O₅, K₂Oそれぞれ24kgである。また、毎年秋肥施用前、苦土石灰100kg施肥している。まず、土壤断面調査結果について述べる。図1に示したA-0, B-0層は落葉堆積層で、きわめてほろ軟な状態であった。第1層から第3層まで腐植のすこぶる富む黒ボク層で第4層は多少グライ化した赤黄色土であった。株元(A), 株下(B), 雨落ち(C)およびうね間の位置間には物理的性質に大きな差異は認められなかった。

次に、位置別、層別土壤のpHおよび置換酸度 y_1 を調べた結果を示すと表7のとおりである。pH (H₂O) についてみると、第1, 2層は株元および株下より雨落ちおよびうね間のほうが低く酸性が強くなっていた。置換酸度 y_1 も雨落ちおよびうね間のほうが大きくなってい

図1 茶業試験場西8号圃場の試料採取位置

た。

置換性塩基および有効態リン酸などについて調べた結果は表8のとおりである。また水溶性陽イオンと陰イオ

ンについて調べた結果を表9に示した。茶業試験場の圃場においては、窒素施用量が年間10アールあたり48kgで標準施用量であるが、苦土石灰の施用量が不足していた

表7 茶業試験場圃場の土壌のpH，置換酸度 y_1

位 置	層位	深 さ (cm)	土性	pH		y_1
				H ₂ O	KCl	
株 元	A-0			4.20	3.55	25.0
	A-1	0~12	L	4.30	3.70	26.0
	A-2	12~36	L	4.35	3.90	25.5
	A-3	36~69	CL	4.20	4.05	21.5
	A-4	69~100	C	4.30	4.00	21.0
株 下	B-0			4.20	3.45	32.0
	B-1	0~12	L	4.25	3.65	32.5
	B-2	12~36	L	4.25	4.00	25.0
	B-3	36~69	CL	4.30	4.10	21.5
	B-4	69~100	C	4.25	3.95	32.5
雨 落 ち	C-1	0~12	L	3.95	3.35	35.0
	C-2	12~36	L	4.00	3.70	35.5
	C-3	36~69	CL	4.20	4.05	27.5
	C-4	69~100	C	4.20	3.95	31.5
うね間	D-1	0~12	L	3.60	3.20	38.5
	D-2	12~36	L	3.85	3.70	33.0
	D-3	36~69	CL	4.10	4.00	31.0
	D-4	69~100	C	4.20	4.00	41.5

表8 茶業試験場圃場の土壌の置換性塩基，有効態リン酸とEC（乾土中）

位 置	層位	深 さ (cm)	CEC (me)	置換性塩基(me/100g)			塩基飽和度(%)				有 効 態 リン酸 (mg/100g)	EC (mS/cm)
				Ca	K	Mg	Ca	K	Mg	合計		
株 元	A-0		38.1	1.25	1.05	0.22	3.28	2.76	0.58	6.62	18.6	0.11
	A-1	0~12	36.6	0.80	0.85	0.16	2.19	2.32	0.44	4.95	3.6	0.07
	A-2	12~36	36.6	0.15	0.41	0.05	0.41	1.12	0.14	1.67	1.5	0.05
	A-3	36~69	21.7	0.15	0.62	0.03	0.69	2.86	0.14	3.69	1.3	0.07
	A-4	69~100	14.2	0.15	0.54	0.05	1.06	3.80	0.35	5.21	1.5	0.10
株 下	B-0		41.9	1.10	0.77	0.18	2.63	1.84	0.43	4.90	28.5	0.10
	B-1	0~12	44.9	0.75	0.51	0.14	1.67	1.14	0.31	3.12	3.7	0.07
	B-2	12~36	37.3	0.20	0.44	0.06	0.54	1.18	0.16	1.88	1.3	0.10
	B-3	36~69	23.5	0.15	0.46	0.03	0.64	1.96	0.13	2.73	0.9	0.09
	B-4	69~100	12.0	0.30	0.59	0.07	2.50	4.92	0.58	8.00	2.9	0.15
雨 落 ち	C-1	0~12	38.9	0.75	0.67	0.16	1.93	1.72	0.41	4.06	31.0	0.13
	C-2	12~36	37.0	0.25	0.72	0.09	0.68	1.95	0.24	2.87	0.8	0.16
	C-3	36~69	23.9	0.25	0.85	0.09	1.05	3.56	0.38	4.99	1.5	0.21
	C-4	69~100	15.0	0.35	0.67	0.08	2.33	4.47	0.53	7.33	1.9	0.18
うね間	D-1	0~12	38.5	0.75	0.92	0.10	1.95	2.39	0.26	4.60	42.3	0.25
	D-2	12~36	21.7	0.38	1.13	0.10	1.75	5.21	0.46	7.42	2.8	0.40
	D-3	36~69	26.9	0.35	0.95	0.09	1.30	3.53	0.33	5.16	2.3	0.31
	D-4	69~100	15.0	0.70	1.05	0.11	4.67	7.00	0.73	12.40	3.5	0.26

表9 茶業試験場圃場の水溶性陽イオンと陰イオン (me/100g 乾土)

位 置	層 位	深 さ (cm)	陽 イ オ ン						両 性 イオン Al*	陰 イ オ ン				T-C/T-A**	
			NH ₄	Ca	K	Mg	Na	Mn		合計	SO ₄	NO ₃	PO ₄		合計
株 元	A-0		Tr.	0.21	0.62	0.07	0.02	0.02	0.94	0.08	Tr.	0.12	Tr.	0.12	7.8
	A-1	0～12	Tr.	0.21	0.36	0.05	0.02	Tr.	0.64	0.03	Tr.	0.03	Tr.	0.03	21.3
	A-2	12～36	Tr.	0.08	0.17	0.02	0.03	Tr.	0.30	0.03	Tr.	0.01	Tr.	0.01	30.0
	A-3	36～69	Tr.	0.09	0.26	0.03	0.03	Tr.	0.41	0.10	Tr.	0.02	Tr.	0.02	20.5
	A-4	69～100	Tr.	0.18	0.26	0.05	0.03	Tr.	0.52	0.17	Tr.	0.06	Tr.	0.06	8.7
株 下	B-0		Tr.	0.11	0.39	0.51	0.03	0.01	1.05	0.07	Tr.	0.03	0.01	0.04	26.3
	B-1	0～12	Tr.	0.16	0.27	0.05	0.02	Tr.	0.50	0.04	Tr.	0.03	Tr.	0.03	16.7
	B-2	12～36	Tr.	0.20	0.22	0.04	0.02	Tr.	0.48	0.15	Tr.	0.03	Tr.	0.03	16.0
	B-3	36～69	Tr.	0.18	0.23	0.03	0.03	Tr.	0.47	0.20	Tr.	0.04	Tr.	0.04	11.8
	B-4	69～100	Tr.	0.20	0.46	0.01	0.01	Tr.	0.68	0.26	Tr.	0.07	Tr.	0.07	9.7
雨 落 ち	C-1	0～12	Tr.	0.14	0.41	0.07	0.03	0.01	0.66	0.09	1.22	0.06	0.01	1.29	0.5
	C-2	12～36	Tr.	0.20	0.69	0.08	0.01	0.01	0.99	0.37	1.99	0.09	Tr.	2.08	0.5
	C-2	36～69	Tr.	0.33	0.85	0.09	0.02	Tr.	1.29	0.46	0.99	0.10	Tr.	1.09	1.2
	C-3	69～100	Tr.	0.35	0.64	0.06	0.02	Tr.	1.07	0.30	0.31	0.12	Tr.	0.43	2.5
う ね 間	D-1	0～12	Tr.	0.34	0.46	0.11	0.02	0.01	0.94	0.34	0.87	0.07	0.02	0.96	1.0
	D-2	12～36	Tr.	0.29	1.36	0.09	0.02	Tr.	1.76	0.79	2.09	0.27	Tr.	2.36	0.8
	D-3	36～69	Tr.	0.33	1.14	0.08	0.01	0.01	1.57	0.75	0.99	0.23	Tr.	1.22	1.7
	D-4	69～100	Tr.	0.28	0.90	0.08	0.06	Tr.	1.32	0.45	0.38	0.16	Tr.	0.54	2.4

* アルミニウムイオンは Al³⁺ と算出した。 ** T-C/T-A: 陽イオン/陰イオン

ためか置換性カルシウムおよびマグネシウムがきわめてすくなかった。また株元および株下のほうが雨落ちおよびうね間よりやや多くなっていた。雨落ち、うね間表層土の有効態リン酸含量は黒ボクに対するリン酸肥沃度上限をややうまわる値であった。次に水溶性陽イオンと陰イオンについて調べた結果をみると、表9にみられるように、肥料の施されていない株元および株下では明らかに陽イオンに対して陰イオンが少なく、施肥位置である雨落ちおよびうね間においては第1および第2層で水溶性硫酸イオンが多く、水溶性の硝酸イオンおよびカリウムはうね間の第2、3層に多かった。カルシウムはいずれも0.5me以下できわめて少ないが、濃度分布でみれば雨落ちの第3、4層およびうね間の第1および第3層に比較的多かった。

以上のように茶業試験場西8号圃の土壤は全体的に置換性塩基が不足していた。また、施肥位置で水溶性硫酸イオン、硝酸イオンが多く、その分布状態は多肥栽培下にある榛原町の強酸性土壤と同様な傾向を示した。

これらのことから、土壤診断にみられた超強酸性土壤はその内容を調べてみると、置換性塩基は適当かそれ以上含まれていた。超強酸性を示す原因は一部原因不明な土壤も2、3見られたが、一般的には多肥栽培が続けられたため、肥料の随伴イオンである硫酸イオンが過剰に集積したためと考えられた。既に松田は強酸性茶圃土壤

につき、調査を行ない、土壤溶液の強酸性因子としてはAlイオンの加水分解によって生ずるHイオンのみでは説明できず、強酸性のHイオンの一部は遊離の酸^{10~11)}の存在によると考えざるを得ないと指摘している。また橘らは三重県下の多肥栽培茶圃の土壤溶液法による実態解析を行ない、著者らと同様に施肥位置において硫酸イオン、硝酸イオンの著しく多いことを認め、茶圃土壤における強酸性は硫酸イオンと硝酸イオンが多いためであると述べている。硫酸イオンの過剰集積は茶業試験場の標準施肥量圃でもそのきざしが見うけられていた。ただし、茶業試験場西8号圃などの土壤改良は塩基の補給をすればよいが、多肥栽培下にある茶圃のうね間土壤はすでに塩基は富化されており、リン酸も過剰で、しかも、水溶性の硫酸イオンが多すぎる状態であるため、この改良にはどのような対策をとればよいか、結論を出すことはきわめてむずかしいことである。ただ単純に言えば、施肥量を低減し、硫酸イオンの少ない肥料にしばらく切りかえること、また緩効性肥料などを施用するように心がけるべきと考える。

今後に残された問題点は適切な改良対策と超強酸性を示す原因が不明であった土壤についてさらにその内容を調べることで、また、pH (H₂O) 2.7~3.6のような超強酸性下における土壤の粘土鉱物の変化、土壤微生物相およびその作用について検討が必要であると考えられる。

4 要 約

多肥栽培下における超強酸性土壌の化学性を明らかにするため土壌診断にみられた超強酸性土壌、多肥栽培茶園の土壌および茶業試験場圃場の土壌を調査比較した。

(1) 土壌診断の土壌では塩基飽和度が比較的高いにもかかわらず pH (H_2O) が 3 以下を示す土壌がみられた。これらの水溶性陽イオンと陰イオンの化学等量比を求めたところ、これらの土壌の多くは陰イオンが多く、そのなかでも特に硫酸イオンの多いことが判明した。

(2) 多肥栽培茶園を調査した結果では、いずれの土壌も強酸性を示していたが、塩基飽和度は茶園土壌の肥沃度基準値を満たしていた。これらの土壌の強酸性の要因はうね間第 2 層付近に集積した硫酸イオンによると考えられた。

(3) 茶業試験場圃場においても施肥位置に硫酸イオン、硝酸イオンが多く、標準的な施肥管理を行なっている茶園においても強酸性化のきざしが認められた。

なお本研究を遂行するにあたり有益なご助言を賜った旧茶試枕崎支場長平峯重郎氏に謝意を表します。

5 引 用 文 献

- 1) 森 信行・嶋田永生：土壌養分分析法，養賢堂，p.30 (1976)。
- 2) 蔵本正義・小菅伸郎・高橋和司：土壌養分分析法，養賢堂，pp.34~36 (1976)。
- 3) 土壌環境基礎調査における土壌，水質および作物体分析法，農林水産省農産園芸局農産課編，pp.86 (1979)。
- 4) JACSON, M. L. : Soil Chemical Analysis, Prentice-Hall, Inc., pp.265~266 (1958)。
- 5) 関谷宏三：土壌養分分析法，養賢堂，p.225~227 (1976)。
- 6) 高橋達児：土壌養分分析法，養賢堂，pp.100~104 (1976)。

- 7) 河合惣吾・池ヶ谷賢次郎：土肥誌，31，462~466 (1960)。
- 8) 池ヶ谷賢次郎：茶試研報，No. 10，133~208 (1974)。
- 9) 松田敬一郎：酸性土壌とその農業利用，博友社，pp.195~216 (1983)。
- 10) 吉川重彦・橘 尚明・松田兼三：三重農技研報，No.13，65~76 (1985)。
- 11) 橘 尚明・吉川重彦・松田兼三：三重農技研報，No.14，51~59 (1986)。

Summary

The chemical properties of highly acidic soils selected from the soil testing, the soils of tea fields under high dose of the fertilization and the soils of standard fertilization were comparatively examined in order to clarify the cause of great acid soil in tea fields.

Several soils showed very high acidities below pH (H_2O) 3.0, but the base saturation degree of them came up to the standards of tea soil fertility. The contents of water soluble anions of the soils were very high, and the major water soluble anion was a sulfate ion.

The soils of the tea field under high dose fertilization also showed highly acidic, and the base saturation degree got to the standards of the tea soil fertility. The main factor of great acidity was suggested to be a sulfate ion accumulated in the second layer of the fertilizing position (space between hedges).

The accumulation of sulfate and nitrate ions in the position of fertilization were also detected in the field of standard fertilization. The soils showed a symptom of acidification.

(Feb. 2, 1987)