

# 北勢地域における多肥栽培茶園の土壤 溶液法による実態解析

## 第1報 調査圃場の土壤条件と土壤溶液濃度と土壤成分濃度との関係\*

\*\* 吉川重彦・橘 尚明・松田兼三

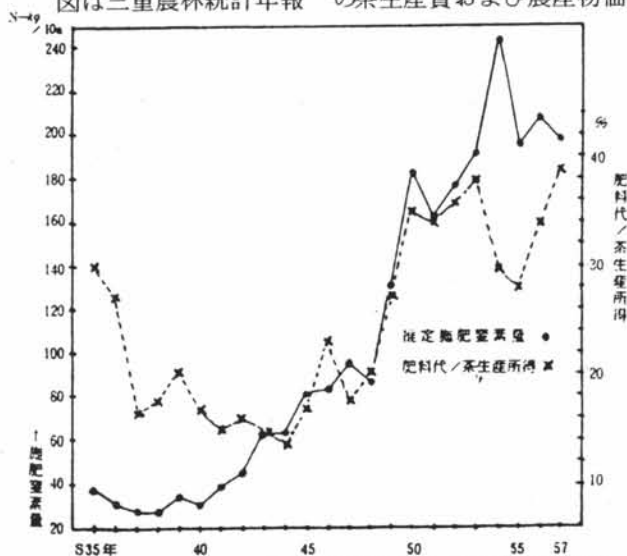
Studies on the Solutions of Much fertilized Tea Fields  
in the Northern Part of Mie Prefecture

### 1. Characteristics of the Soils and Correlation between the Soil Extracts and the Soil Solutions

Shigehiko YOSHIKAWA, Naoaki TACHIBANA and Kanezo MATSUDA

#### はじめに

三重県北勢地域の四日市市水沢町や三重郡菰野町の“かぶせ茶”栽培地域では近年多肥傾向が目立ち、施肥窒素量が200~300 kg/10aにも及ぶものがある。第1図は三重農林統計年報<sup>18)</sup>の茶生産費および農産物価調査



(三重農林水産統計年報より計算)  
第1図 推定肥料窒素量及び茶生産所得に対する肥料代金の推移

より算出した茶栽培農家の生産額に対する購入肥料代金の割合および茶栽培における年間推定施肥窒素量の推移を示したものである。年間推定施肥窒素量は筆者らの施肥実態調査によると硫酸を主体とする単肥の窒素成分量、なたね油かすを主体とする有機質肥料および化成肥料の窒素成分量がそれぞれ施肥窒素量のはほぼ1/3ずつであったことから、この割合で肥料が施用されたものとして算出した。なお、三重県の茶生産費の調査対象農家は三重統計

事務所によると当該水沢地区農家とのことであった。

第1図から年間施肥窒素量がS40年代より上昇し始め、S50年代には施肥窒素成分100 kg/10aを超えて急激に上昇し、現在では200 kg/10aに致っている。生産額に対する肥料代の割合もS40年代の後半より上昇し、現在では40%に近づき、栽培農家の所得率を低下させている。三重県の茶栽培面積4000haの70%を占めている北勢地域茶園の中で1000haほどが高品質の“かぶせ茶”栽培として被覆栽培をし、併せて多肥栽培を行ってきたが、このように近年この多肥栽培の経済効果が問題視され、又、茶樹に対して「根が腐っている」「根がない」など茶樹の生育上からも問題になっている。

そこで筆者らは北勢地域の多肥栽培茶園の土壤肥料的な実態調査を行い、多肥の功罪を明らかにすることにし、調査に当っては主な研究手法として現場採取の土壤溶液の成分濃度を分析検討することとした。その理由は茶栽培における施肥が畦間部のみに行なわれ、圃場内の位置により大きな濃度傾斜が予想され、それを適確に調査に反映させなければならないこと。茶樹が永年性作物で、根系が広く深く分布しており、適当な位置から土壤を継続的に採取することが困難なこと。問題が一種の濃度障害であり、土壤成分濃度よりは土壤溶液濃度<sup>11)</sup>の方が直接茶樹の根系に作用していると考えられることなどからである。

この手法の特徴はポーラスカップを土壤内の各部位に埋設し、カップ内を減圧することにより周囲土壤の土壤溶液をカップ内に採取するものであり、伊藤<sup>4,5)</sup>や竹迫<sup>16,17)</sup>らが施設栽培土壤等で種々検討を行っている。

第1報では調査圃場の土壤条件を明らかにすると共に

\* この報告の一部は日本土壤肥料学会中部支部講演会(1982.5、富山市)で発表した

\*\* 環境部 \*\*\* 現伊賀農業センター

土壌成分濃度と土壌溶液濃度との関係、施肥と土壌溶液濃度との関係について検討し、多肥栽培茶園の実態解析の上で土壌溶液法の妥当性について若干の考察を加えた。

調査方法

1) 調査場所および対象圃場

第1表に示す6圃場で調査した。調査圃場は10~20年生のやぶきた成木園であり、各園の施肥管理実態は栽培農家の聞き取りによると第2表の通りであった。

第2表 調査圃場の施肥実態と施用肥料例 (No.2圃場)

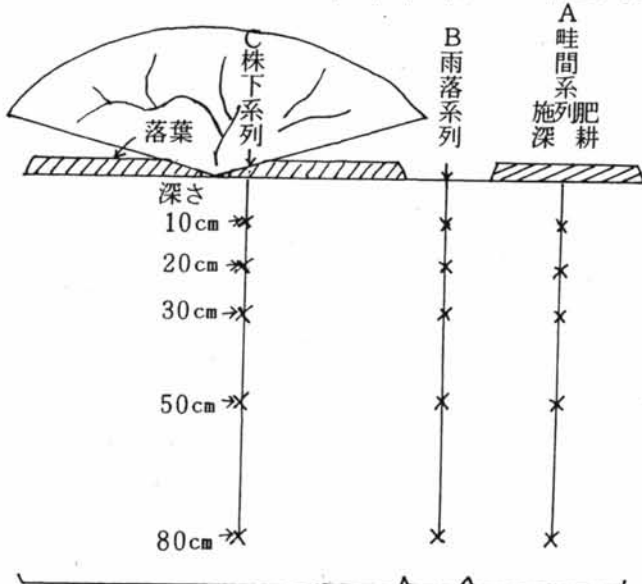
年月	kg/10a																		
	56	7	8	9	10	11	12	58	1	2	3	4	5	6	合計				
No.1	N	22		21	57						69	21	25	25	25	293			
	P	6		11	53						45					115			
	K	6		5	26						45					82			
2	N	14	16	20	14	34			7		24	18	14	11	13	14	11	14	235
	P		6	10	8	22			5		9	6	2	2	5	2			77
	K		8	5	14	7			5		5	6	3	2	5	2			62
3	N	16	液			38	17				40	16	8	20	液	15	17	11	198
	P	3	肥	"	"	19	8				15			4	肥				49
	K	5				40	4				8			6					63
4	N	14		16	10						27	7	11	8	29	11			133
	P	2		3	5						20	2	2	5	10	2			51
	K	3		5	3						13	2	3	8	10	2			49
5	N		17	27	16						21	15	21	18	21				155
	P			14	16						11	5	6						52
	K			7	16						14	4	6						59
6	N			16	12	23	16				16	14	10	13	14	28			162
	P			8	8	11	10				6	12	8		5				68
	K			7	8	6	14				3	10	10		5				63

圃場名	施肥月日	肥料名	肥料成分(%)			施肥量kg/10a	成分量 kg/10a		
			N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
2	5.6.7.1	尿素	46	0	0	30	13.8	0	0
	7.2.5	伊勢化成	20	8	10	80	16.0	6.4	8.0
	8.1.0	アズミン苦土石灰				100			
	8.2.5	自家堆肥				2000			
	9.1.0	種柏	5	2.5	1.3	400	2.0	1.0	5.2
	9.2.8	テアッ	14	8	14	100	1.4	8	1.4
	11.5	肉種柏	7	6	0.5	170	1.19	10.2	0.9
	11.7	種柏	5	2.5	1.3	450	2.25	1.13	5.9
	5.7.2.2.3	北勢茶配合1号	7	7	5	100	7	7	5
	3.1.2	種味	5.3	2.5	1.3	450	23.9	1.0	5.2
	3.2.5	種味	18	6	6	100	1.8	6	6
	4.1.6	わかみどり	18	3	4	80	1.44	2.4	3.2
	4.2.9	若芽	18	3	4	60	1.08	1.8	2.4
	5.1.0	若芽	21	0	0	60	1.26	0	0
	6.8	種味	18	6	6	80	1.44	4.8	4.8
	6.1.5	若芽	18	3	4	60	1.08	1.8	2.4
	6.2.2	尿素	46	0	0	30	13.8	0	0
6.2.7	硫酸	21	0	0	50	10.5	0	0	
合計						234.4	79.7	63	

## 2) 調査時期および方法

(1)断面調査：S56年6月各圃場の株下、雨落ちおよび畦間の深さ約80cmまで試坑し、断面調査を行うとともに部位別、層位別の化学性を調査した。

(2)土壤溶液調査：各圃場の畦間部(A)、雨落部(B)、株下部(C)のそれぞれ10, 20, 30, 50, 80 cmの深さに土



第2図 土壤溶液採取位置

壤溶液採取用素焼カップを埋め込み、S56年6月～S57年7月まで月1回真空ポンプで水銀柱63cm (pF2.9)程度に減圧して土壤溶液を採取し分析に供した。なお、土壤溶液採取用素焼カップは日本化学陶業KK製のテンシオメータ用素焼カップ(長さ50mm径18mm)を用い、適当な長さの硬質塩ビパイプと接合し、パイプは2号シリコ・テフロ栓で密栓し作成した。カップ内の減圧にはナルゲンハンディバキュームポンプを用いた<sup>4)</sup>。

(3)土壤成分調査：土壤溶液採取時にソイルオーガ(1コアの厚さ20cm、径5cm)で畦間部60cmまで、株下部40cmまで20cm毎に採土し、分析に供した。

## (4)土壤溶液の分析法

pH：採取液を直接ガラス電極法で測定した。

EC：採取液を直接電導度計で測定した。

$\text{NO}_3^- \text{N}$ 、 $\text{NH}_4^- \text{N}$ ：採取液を直接イオン電極法により定量した。イオン電極はオリオン社製93-07型硝酸イオン電極及び95-10型アンモニアガス膜電極を用い、絶対検量線法で求めた。

Ca、Mg、K：採取液を適宜稀釈し、原子吸光光度法<sup>2)</sup>によった。

$\text{SO}_4$ ：オリオン社製94-82型鉛イオン電極を指示電極とし過塩素酸鉛液による沈澱滴定法<sup>3,7,13)</sup>を用い、グランドプロット法<sup>13,14)</sup>により滴定値を得た。

P：適宜稀釈し、硫酸モリブデン法による比色定量法<sup>2)</sup>で求めた。

A1：適宜稀釈し、アルミノン比色法<sup>2)</sup>により定量した。

$\text{NO}_2^- \text{N}$ ：N-(1・ナフチル)-エチレンジアミンを用いた比色定量法<sup>2)</sup>によった。

## (5)土壤成分濃度の分析法

pH：2.5倍量の蒸留水を加え30分振とう後ガラス電極法によった。

EC：5倍量の蒸留水を加え30分振とう後電導度計で測定した。

$\text{NO}_3^- \text{N}$ ：5倍量の0.1M  $\text{Mn}_2 \text{SO}_4$ 液( $\text{AgSO}_4$ 含有)で1時間振とう後硝酸イオン電極法により測定した。

$\text{NH}_4^- \text{N}$ ：5倍量の10% KCl液で1時間振とう後アンモニアイオン電極法により測定した。

Ca、Mg、K：10倍量の1M酢酸アンモニア液(pH7)で1時間振とう振出後、適宜稀釈して原子吸光法によった。

$\text{SO}_4$ ：40倍量の蒸留水で1時間振とう後一定量の濾液を取り鉛イオン電極による沈澱滴定法によった。

P：トルオーグリン酸法<sup>19)</sup>によった。

$\text{NO}_2^- \text{N}$ ： $\text{NH}_4^- \text{N}$ 用振出液より一定量を取り、土壤溶液と同様比色法によった。

## 結果および考察

## 1) 土壤断面調査

土壤断面調査の結果は第3表のようである。Na1、Na2圃場は崩積性の礫質土壤でかなり透水性のよい土壤と思われる。他の圃場は礫ではなく表層腐植質の黒ボク土壤である。中でもNa3、Na5圃場は下層に非常に粘質な鉍質土壤を持っている。Na4圃場はこの下層土がやや砂質がかっており、元水田土壤であったNa6圃場は全層でやや砂質がかっており下層に粘質な鉍質土層を持たない。土壤構造は畦間上層部は施用した大量の有機質肥料や堆きゅう肥等で土壤構造の発達は少なく、含水率が高くベタベタした様相を呈している。一方、株下部は永年の茶葉落葉の堆積により安定した団粒からなる屑粒構造となっている。

茶樹の根系の分布は畦間部に根の分布のない圃場はNa1、Na6、あっても細根が腐敗している圃場がNa2、Na3、Na5であり、畦間部も健全根が分布しているのはNa4圃場のみである。一方、株下部の根の分布は各圃場とも健全でその量も多い。畦間の根の腐敗の程度は各圃場の施肥量と対応しているように認められる。

土壤pHは畦間では第1層を除きpH3台の強酸性を呈し

第3表 調査圃場の土壌断面と理化学性 (S56.6)

圃場 No	層界 部位 cm	土色	土性	腐植	礫	構造	ち密度 (山中式) mm	根の分布	仮比重	PF 1.8三相分布%			
										固相	液相	気相	
1	A	0~6	2.5YR <sup>2/2</sup> <sub>3/2</sub>	F	4	なし	なし	10	0	0.30	16.4	50.1	33.5
		6~20	7.5YR <sup>2/2</sup> <sub>3/2</sub>	L	4	中角礫2	"	12	0	0.62	28.2	59.9	11.9
		20~42	5Y <sup>2/3</sup> <sub>4/3</sub>	SL	2	"	粒状2	18	0	1.39	53.2	37.5	9.3
		42~	5Y <sup>4/4</sup> <sub>4/4</sub>	CoS	0	"	なし	21	0	-	-	-	-
1	C	0~5	10YR <sup>3/2</sup> <sub>4/2</sub>	L	4	なし	屑粒状3	9	3	0.76	29.7	33.4	36.9
		5~19	5Y <sup>4/1</sup> <sub>4/1</sub>	L	2	中角礫2	"	14	3	0.99	38.4	35.6	26.0
		19~42	5Y <sup>4/4</sup> <sub>4/4</sub>	L	2	"	なし	19	2(筒)含む	-	-	-	-
2	A	0~11	2.5YR <sup>2/1</sup> <sub>3/1</sub>	SL	4	中角礫4	なし	10	0	0.66	28.6	50.1	21.3
		11~24	10YR <sup>3/1</sup> <sub>3/1</sub>	L	3	"	粒状3	14	2(筒)	1.12	46.7	35.8	17.5
		24~41	10YR <sup>2/1</sup> <sub>3/1</sub>	L	2	"	"	15	3	1.09	41.2	28.3	30.5
		41~	2.5Y <sup>3/1</sup> <sub>3/1</sub>	L	1	"	なし	13	2	-	-	-	-
2	C	0~6	5YR <sup>2/1</sup> <sub>2/1</sub>	SL	4	中角礫4	屑粒状3	1	0	-	-	-	-
		6~18	5YR <sup>2/1</sup> <sub>2/1</sub>	L	4	"	"	4	4細根	-	-	-	-
		18~42	10YR <sup>2/1</sup> <sub>2/1</sub>	L	3	"	粒状2	14	2細、中根	-	-	-	-
3	A	0~17	7.5YR <sup>2/1</sup> <sub>2/1</sub>	CL	4	なし	粒状1	11	0	0.56	25.7	56.5	17.8
		17~26	7.5YR <sup>2/1</sup> <sub>2/1</sub>	CL	4	"	なし	11	0~1	0.71	30.2	52.6	17.2
		26~33	10YR <sup>2/1</sup> <sub>2/1</sub>	CL	3	"	粒状2	13	2	0.75	31.0	52.1	16.9
		33~49	7.5YR <sup>2/1</sup> <sub>2/1</sub>	CL	1	"	なし	19	1	0.92	38.9	54.8	6.3
		49~	10YR <sup>4/6</sup> <sub>4/6</sub>	LiC	0	"	"	14	0	1.19	45.3	50.2	4.5
3	C	0~5	7.5YR <sup>2/1</sup> <sub>2/1</sub>	L	4	なし	屑粒状3	1	3	-	-	-	-
		5~13	7.5YR <sup>2/1</sup> <sub>2/1</sub>	L	3	"	"	15	3~4	-	-	-	-
		13~36	7.5YR <sup>2/1</sup> <sub>2/1</sub>	CL	3	"	"	14	2~3細、小根	-	-	-	-
4	A	0~14	7.5YR <sup>1/1</sup> <sub>1/1</sub>	CL	4	なし	屑粒状3	10	0	0.42	20.0	52.7	27.3
		14~24	7.5YR <sup>1/1</sup> <sub>1/1</sub>	CL	4	"	"	14	2	0.60	25.5	50.9	23.6
		24~48	10YR <sup>2/2</sup> <sub>2/2</sub>	CL	3	"	"	17	1	0.61	25.9	55.5	18.6
		48~	10YR <sup>4/4</sup> <sub>4/4</sub>	SCL	0	"	"	19	0~1	1.10	42.3	48.4	9.3
4	C	0~7	7.5YR <sup>1/1</sup> <sub>1/1</sub>	SCL	4	なし	屑粒状3	1	2	-	-	-	-
		7~26	7.5YR <sup>1/1</sup> <sub>1/1</sub>	CL	3	"	"	10	1	-	-	-	-
		26~48	5YR <sup>1/1</sup> <sub>1/1</sub>	CL	3	"	"	19	1	-	-	-	-
5	A	0~7	5YR <sup>3/1</sup> <sub>3/1</sub>	CL	5	なし	屑粒状3	4	0	0.47	22.2	53.7	24.1
		7~23	5YR <sup>2/1</sup> <sub>2/1</sub>	CL	4	"	"	8	0	0.70	29.5	52.3	18.2
		23~62	7.5YR <sup>1/1</sup> <sub>1/1</sub>	CL	3	"	"	15	1	0.60	26.2	56.9	16.9
		62~	7.5YR <sup>4/4</sup> <sub>4/4</sub>	LiC	0	"	"	15	1	1.09	41.7	49.8	8.5
5	C	0~5	7.5YR <sup>2/1</sup> <sub>2/1</sub>	CL	4	なし	屑粒状3	1	2	-	-	-	-
		5~16	7.5YR <sup>2/1</sup> <sub>2/1</sub>	CL	3	"	"	12	2	-	-	-	-
		16~65	7.5YR <sup>2/1</sup> <sub>2/1</sub>	CL	3	"	"	16	1	-	-	-	-
6	A	0~8	7.5YR <sup>1/1</sup> <sub>1/1</sub>	SCL	4	なし	なし	7	0	0.57	27.2	63.2	9.3
		8~21	7.5YR <sup>1/1</sup> <sub>1/1</sub>	SCL	3	"	"	12	0~1(筒)	0.80	33.0	47.7	19.3
		21~37	5YR <sup>2/1</sup> <sub>2/1</sub>	CL	2	"	"	21	0	1.05	42.9	53.9	3.2
		37~	5YR <sup>3/1</sup> <sub>3/1</sub>	SCL	1	"	"	17	0	1.07	42.6	49.3	8.1
6	C	0~6	5YR <sup>2/1</sup> <sub>2/1</sub>	SCL	3	なし	屑粒状3	9	3~4	-	-	-	-
		6~14	5YR <sup>1/1</sup> <sub>1/1</sub>	SCL	2	"	"	17	2	-	-	-	-
		14~37	5YR <sup>1/1</sup> <sub>1/1</sub>	CL	1	"	"	22	1~2	-	-	-	-

## 吉川ら：北勢地域における多肥栽培茶園の土壤溶液法による実態解析

PF1.5 ~3.0 液相%	水分 %	PH (H <sub>2</sub> O)	E C (1:5) m・s	Y <sub>1</sub>	NH <sub>4</sub> -N mg/100g	NO <sub>3</sub> -N mg/100g	NO <sub>2</sub> -N ppm	無機N mg/10g	CEC me/100g	ex-			塩基飽 和度 %	トルオー グ P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> me/100g	SO <sub>4</sub> me/100g
										Ca	Mg	K			
16.2	62.5	4.40	3.00	30.2	31.7	97.2	35.4	132.4	38.0	31.47	5.53	1.79	97.3	968	22.43
15.3	42.1	4.14	1.12	6.7	58.7	11.5	5.8	70.8	39.8	9.22	4.36	3.02	42.3	327	9.09
5.5	21.1	3.53	0.43	22.9	15.9	5.9	tr	21.8	18.7	1.19	0.94	0.87	17.3	180	3.36
-	10.7	3.43	0.37	10.0	8.1	3.5	tr	11.6	7.9	0.49	0.46	0.26	15.4	53	1.79
16.3	33.2	4.00	0.15	22.9	0.1	2.1	tr	2.2	24.8	1.69	0.34	0.10	12.6	124	0.48
12.8	27.6	4.24	0.10	19.6	0.2	0.9	tr	1.1	15.9	1.09	0.24	tr	8.4	87	0.36
-	18.4	3.89	0.16	21.8	tr	2.0	tr	2.0	12.2	0.29	0.16	tr	3.7	29	0.54
10.6	50.2	4.10	0.57	4.8	4.1	10.7	8.1	15.6	49.9	11.94	3.69	1.59	34.5	703	6.37
6.2	20.0	3.45	0.54	27.9	1.5	9.3	2.2	11.0	39.8	3.00	1.17	1.37	13.9	237	3.49
7.1	28.0	3.49	0.55	29.5	5.0	9.9	tr	14.9	27.5	1.19	0.71	1.33	11.7	114	1.74
-	22.9	3.61	0.49	28.9	4.3	7.0	tr	11.3	26.9	1.49	0.69	0.97	11.7	56	0.91
-	25.9	5.98	0.11	0.4	0.1	2.5	tr	2.6	32.2	17.86	1.15	0.46	60.4	197	0.25
-	20.9	5.70	0.08	0.7	tr	1.1	tr	1.1	27.6	9.83	0.78	0.51	40.3	60	tr
-	22.1	5.52	0.05	2.1	tr	0.3	tr	0.3	21.0	5.81	0.44	0.15	30.5	24	tr
8.5	50.6	3.91	2.02	11.0	155.3	11.6	15.1	168.4	69.7	20.97	3.69	2.55	39.0	670	21.32
10.8	44.2	3.10	1.01	42.7	17.9	27.1	5.1	45.4	56.5	3.10	1.20	1.04	9.5	300	6.76
10.3	42.5	3.13	0.69	45.4	4.6	19.6	2.9	24.5	50.4	1.69	0.67	0.80	6.3	243	3.08
8.0	38.5	3.62	0.56	42.4	6.2	20.1	tr	26.3	38.5	1.29	0.37	0.56	5.8	12	2.56
6.5	29.3	3.89	0.38	30.6	6.8	7.7	tr	14.5	12.5	1.09	0.32	0.63	16.3	3	2.18
-	39.5	3.92	0.26	20.6	0.4	7.6	tr	8.0	48.7	4.60	0.57	0.46	11.6	213	1.06
-	37.3	3.70	0.36	25.6	0.7	11.5	tr	12.2	45.4	2.80	0.34	0.46	7.9	187	1.13
-	36.8	5.24	0.15	1.5	0.1	2.3	tr	2.4	36.5	12.04	1.01	0.48	37.1	10	1.04
11.3	50.0	5.22	1.54	6.7	99.7	1.8	3.1	101.8	65.6	22.95	8.47	4.98	55.6	407	10.04
13.6	48.8	3.50	0.72	35.3	9.0	24.1	tr	33.1	60.0	2.90	1.20	1.66	9.6	214	1.91
17.4	46.8	3.72	0.89	38.8	7.9	37.5	tr	45.4	45.1	1.69	0.76	1.30	8.3	12	2.38
7.8	28.6	4.02	0.42	22.8	1.7	9.9	tr	11.6	12.4	1.59	0.57	0.75	23.4	13	2.00
-	39.7	4.59	0.08	19.0	0.1	1.0	tr	1.1	45.6	1.89	0.25	0.19	5.1	65	0.04
-	41.3	4.80	0.08	16.7	0.1	0.1	tr	0.2	43.0	2.39	0.23	0.12	6.4	25	0.04
-	46.9	4.40	0.06	25.3	0.1	0.1	tr	0.2	52.2	0.18	0.02	tr	0.4	11	0.45
12.4	53.1	3.98	4.36	22.3	255.1	0.5	1.2	255.7	60.6	22.18	5.28	5.32	54.2	396	31.75
10.1	41.0	2.93	0.92	49.5	7.3	31.5	1.0	38.9	57.3	1.49	0.97	1.57	7.0	293	4.92
14.8	48.7	3.27	0.10	58.0	9.5	38.0	tr	47.5	62.2	2.19	1.36	2.05	9.0	82	3.11
8.8	31.2	3.88	0.35	37.4	0.4	7.4	tr	7.8	16.6	1.19	0.76	0.84	16.8	12	2.18
-	42.6	4.12	0.16	21.2	0.1	2.8	tr	2.9	45.7	3.60	0.44	0.41	9.7	211	0.64
-	36.2	4.76	0.08	12.3	0.1	0.8	tr	0.9	47.3	7.92	0.85	0.36	19.2	244	1.04
-	40.1	4.72	0.12	8.9	0.1	0.7	tr	0.8	53.1	10.13	1.73	0.24	22.8	246	1.32
11.3	52.1	5.52	1.50	11.4	209.2	4.3	9.3	214.4	55.6	25.92	5.91	5.20	66.6	785	9.53
7.4	36.5	3.67	0.79	20.8	26.2	19.8	tr	46.0	42.1	4.80	0.64	1.71	17.0	206	2.72
3.9	33.7	3.99	0.55	23.9	20.5	11.0	tr	31.5	30.5	2.09	0.25	0.82	10.4	28	2.59
8.0	30.7	3.89	0.50	25.0	8.7	12.3	tr	21.0	21.9	2.19	0.23	0.75	14.5	17	2.06
-	34.0	4.10	0.20	21.2	tr	5.6	tr	5.6	35.4	2.49	0.21	0.15	8.1	113	0.30
-	33.1	4.32	0.10	17.6	tr	1.7	tr	1.7	29.4	1.09	0.09	0.19	4.7	49	tr
-	33.5	4.31	0.14	16.3	tr	1.7	tr	1.7	29.7	1.39	0.11	0.24	5.9	26	0.95

注1) 断面調査中評点 0:なし 1:あり 2:含む 3:富む 4:すこぶる富む

注2) 部位 A:畦間 C:株下

ているのに対し、株下部はpH4～6であり、茶園土壌の強酸性は畦間部で激しい。畦間部第1層のpHが比較的高いのはこの部分のみ $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度やCaなど塩基濃度が高いためと考えられる。無機態窒素濃度は畦間第1層のみ $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度が非常に高く、この時期月2～3回施用される硫酸を主体とする施肥によるものと思われる。第2層以下は10～50mg-N/100gであり、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度より $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度の方が高いものが多い。この時期には10～30kg/10aの窒素成分量が圃場面積の $\frac{1}{4}$ に当る畦間部にのみ月2～3回施用され、しかも土壌の仮比重が比較的小さいことからみると窒素濃度は計算量よりも低く、従って施肥窒素の行方の検討が必要と考えられる。株下部では $\text{NH}_4\text{-N}$ はほとんど存在せず $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度も低い。 $\text{NO}_2\text{-N}$ は畦間表層部のみわずかに存在するだけである。

塩基置換容量は畦間部は株下部に比べ約10me/100g高くなっている。これは多量に施用される有機物の腐植化によるもの、あるいは極高濃度に集積している磷酸によると推察される。Caをはじめとする塩基成分は畦間部第1層に存在するのみで他の部位では非常に低濃度であり、Na2、Na3、Na5圃場ではCa濃度が第1層を除くと畦間部より株下部で高い。強酸性矯正のため石灰資材が畦間部に施用され、深耕により土壌に混合されることを考慮すると畦間部のCa濃度はもっと高いはずであり、他の要素に比べ比較的土壌中での移動性の少ないCaさえも溶脱される条件があるものと思われる。磷酸は畦間上層部に極高濃度に集積し、株下部もかなり高濃度である。硫酸も畦間部に高濃度に存在しているがこれは硫酸の施用によるものと考えられる。

## 2) 土壌溶液濃度と土壌成分濃度との相関関係

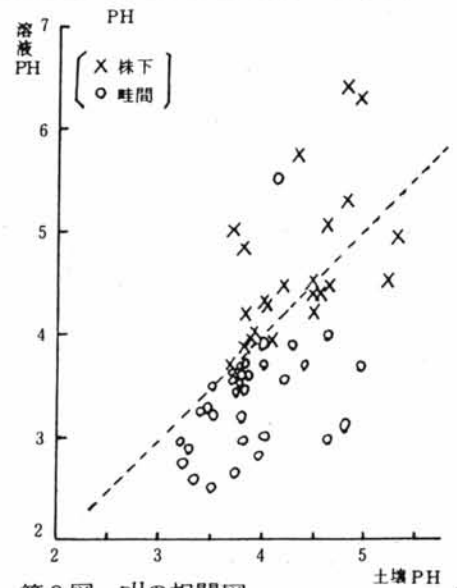
月1回ソイルオーガーで採取する土壌成分濃度と対応する位置の土壌溶液濃度との相関関係を検討した。即ち畦間部0～20cmの採土に対しては畦間10cmの土壌溶液を、20～40cmには30cmを、40～60cmには50cmを対応させ、株下部も0～20cmには株下部10cmの土壌溶液を、20～40cmには30cmをそれぞれ対応させた。各成分の相関係数および散布図は以下のである。

(1)pH：各部位を含めた全体の相関係数は0.6程度であるが、株下部、畦間部別に取ると相関係数は小さい。畦間部では溶液pH<土壌pHであり、変動巾は土壌pHの方が大きい。一方、株下部では溶液pH>土壌pHであり、その変動巾は溶液pHの方が大きく、pH5以上のかかなり高いpHを示す場合もある。多量の水で振出す土壌pHとかなり成分濃度の高い溶液pHではpHの内容に相違があることが予想される。各圃場毎の相関係数の値は一定していない。

(2)EC：全体の相関関係は0.8と高く、畦間部でも0.7で

第4表 pHの相関関係

部位又は圃場番号	n	r
全体	56	+0.615
畦間	33	+0.388
株下	23	+0.538
Na1	50	+0.199
Na2	50	+0.851
Na3	50	+0.730
Na4	50	+0.382
Na5	50	+0.629
Na6	50	-0.155



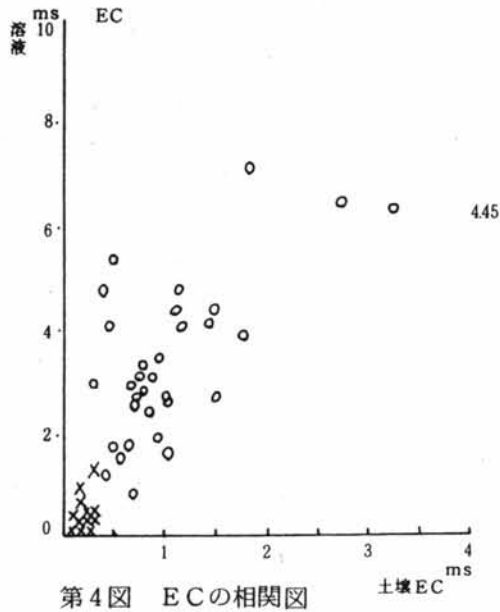
第3図 pHの相関図

第5表 ECの相関関係

部位又は圃場番号	n	r
全体	55	+0.801
畦間	33	+0.699
株下	22	+0.464
Na1	50	+0.368
Na2	50	+0.602
Na3	50	+0.704
Na4	50	+0.689
Na5	50	+0.606
Na6	50	+0.774

比較的高いが濃度の低い株下部では0.5と低い。これは土壌溶液のECと土壌のECの内容が水溶性の塩類濃度として一致しているためと考えられる。Na1を除く各圃場の相関係数も0.6以上の高い値を示している。礫質土壌のように透水性のよい土壌の相関が小さいようである。

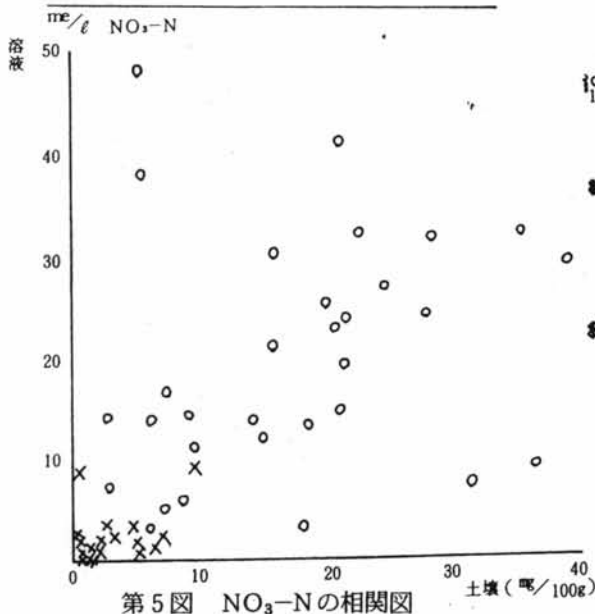
(3) $\text{NO}_3\text{-N}$ ：土壌の吸着性の小さい $\text{NO}_3\text{-N}$ も比較的



第4図 ECの相関図

第6表 NO<sub>3</sub>-Nの相関関係

部位又は圃場番号	n	r
全体	58	+0.635
畦間	34	+0.449
株下	24	+0.399
Na 1	50	+0.066
Na 2	50	+0.523
Na 3	50	+0.700
Na 4	50	+0.668
Na 5	50	+0.657
Na 6	50	+0.576

第5図 NO<sub>3</sub>-Nの相関図

高い相関係数を示す。各圃場の相関係数もNa 1、Na 2のように透水性のよい土壤を除くと0.6以上の高い相関を示

第7表 NH<sub>4</sub>-Nの相関関係

部位又は圃場番号	n	r
全体	52	+0.708
畦間	30	+0.421
株下	23	+0.081
Na 1	50	+0.271
Na 2	50	+0.033
Na 3	50	+0.732
Na 4	50	+0.817
Na 5	50	+0.695
Na 6	50	+0.429

している。ECに比べて相関性が低いのはNO<sub>3</sub>-NがNH<sub>4</sub>-N→NO<sub>3</sub>-Nと変化するものであり、その硝酸化成の部位によるばらつきも一つの要因と推察される。

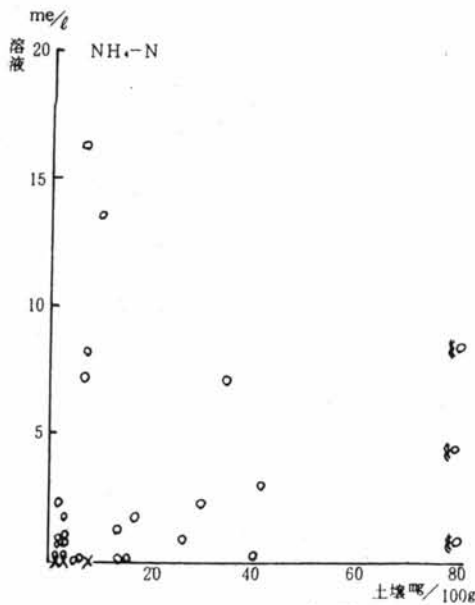
(4)NH<sub>4</sub>-N：全体で見るとかなり高い相関を示すが部位別では低く、特に株下では相関はみられない。これはNH<sub>4</sub>-Nが陽イオンで土壤に吸着され土壤溶液に溶出しにくいのに対し、土壤のNH<sub>4</sub>-Nは1%KCl溶液で抽出するためである。畦間でかなり高い濃度を示すものがあるのは施肥した硫酸が土壤に吸着されず溶液に溶けている場合と推察される。

(5)Ca：全体で見ると相関係数は高く、また畦間でも相関係数は高いが株下部ではほとんど相関係数は認められない。Ca、Mg、Kとも土壤成分濃度は1M酢酸アンモニア液で抽出されるのに対し、Ca、Mg、Kとも陽イオンであるため土壤溶液への溶出が低いと思われる。畦間で相関係数が高いのは畦間部土壤溶液のNO<sub>3</sub><sup>-</sup>イオン濃度が高くCa<sup>++</sup>、NO<sub>3</sub><sup>-</sup>のイオンペアとして溶出されるためであろう。各圃場の相関係数はばらついており概して低い。

(6)Mg：Caと同様全体で見ると相関係数は高いが畦間部、株下部の別に検討すると相関係数は低い。各圃場の相関係数はばらついている。Caと比較すると土壤の成分濃度は低いのに比較的土壤溶液濃度が高く、MgがCaに比べ土壤中の移動性が高い元素であることを示している。

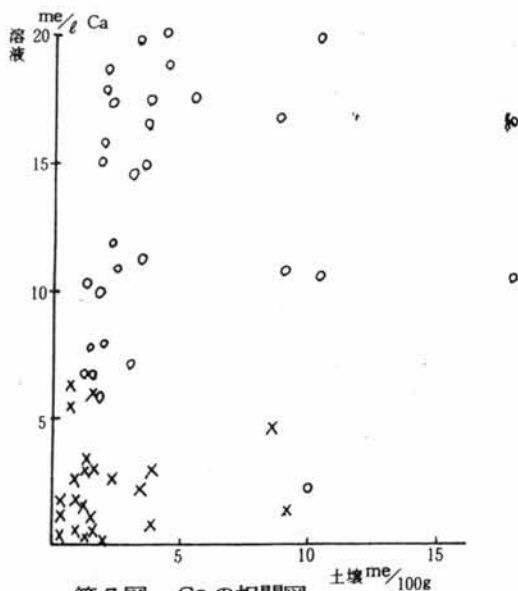
(7)K：土壤の成分濃度も低く、土壤溶液濃度もCa、Mgと比較すると低い値を示している。特に株下部の土壤溶液濃度は低い。各部位、各圃場の相関係数もCa、Mg、NH<sub>4</sub>-Nに比べやや低い。

(8)SO<sub>4</sub>：ECと同様全体や畦間部で見ると高い相関係数を持つ。これはSO<sub>4</sub>が陰イオンで土壤への吸着がほとんどなくCaSO<sub>4</sub>など比較的溶解度積が小さいため高濃度になると不溶性となるもののほとんど溶液中に存在する

第6図 NH<sub>4</sub>-Nの相関図

第8表 Caの相関関係

部位又は圃場番号	n	r
全体	57	+0.776
畦間	34	+0.788
株下	23	+0.062
Na 1	50	+0.601
Na 2	50	+0.384
Na 3	50	+0.097
Na 4	50	+0.404
Na 5	50	+0.539
Na 6	50	+0.842

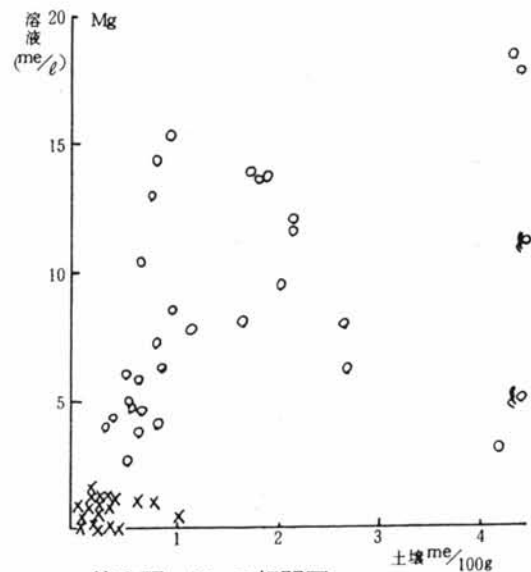


第7図 Caの相関図

ためと考えられる。株下部ではほとんど相関がなく、同じ陰イオンのNO<sub>3</sub>-Nに比べても相関が低いのは、SO<sub>4</sub>

第9表 Mgの相関係数

部位又は圃場番号	n	r
全体	57	+0.716
畦間	34	+0.595
株下	23	+0.068
Na 1	50	+0.341
Na 2	50	+0.366
Na 3	50	+0.625
Na 4	50	+0.507
Na 5	50	+0.528
Na 6	50	+0.817



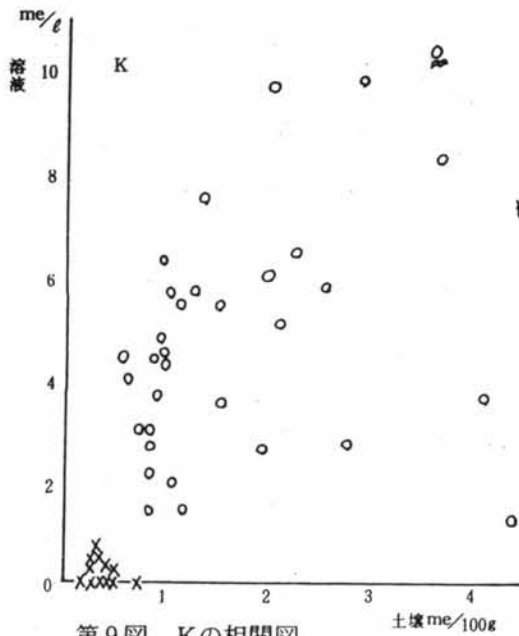
第8図 Mgの相関図

第10表 Kの相関関係

部位又は圃場番号	n	r
全体	57	+0.653
畦間	34	+0.368
株下	23	-0.199
Na 1	50	+0.288
Na 2	50	+0.346
Na 3	50	+0.411
Na 4	50	+0.564
Na 5	50	+0.709
Na 6	50	+0.721

が硫酸等肥料の随伴イオンとして畦間部へのみ施用され、形態変換もないためSO<sub>4</sub>の株下部の濃度は非常に低いに対し、NO<sub>3</sub>-Nは肥料として施用された有機態窒素やNH<sub>4</sub>-Nからの硝酸化成でNO<sub>3</sub>-Nが生成して土壤溶液中に拡散し、株下部へは落葉中の窒素の無機化を通じても供給され、株下部の濃度も比較的高いためと推察される。

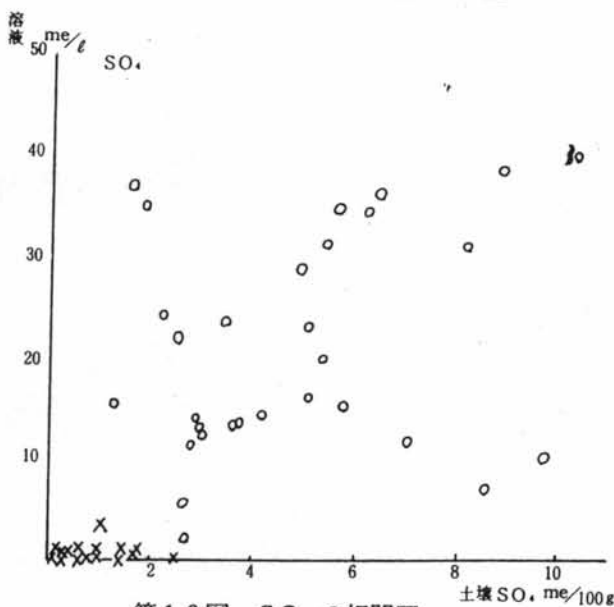




第9図 Kの相関図

第11表 SO<sub>4</sub>の相関関係

部位又は圃場番号	n	r
全体	57	+0.740
畦間	34	+0.660
株下	23	+0.086
Na 1	20	+0.898
Na 2	20	+0.921
Na 3	20	+0.873
Na 4	20	+0.628
Na 5	20	+0.884
Na 6	20	+0.774



第10図 SO<sub>4</sub>の相関図

(9)Al：肥料として供給される成分でないAlは低pHになると土壤より溶出してくる。Alの溶出するpHは5~4で

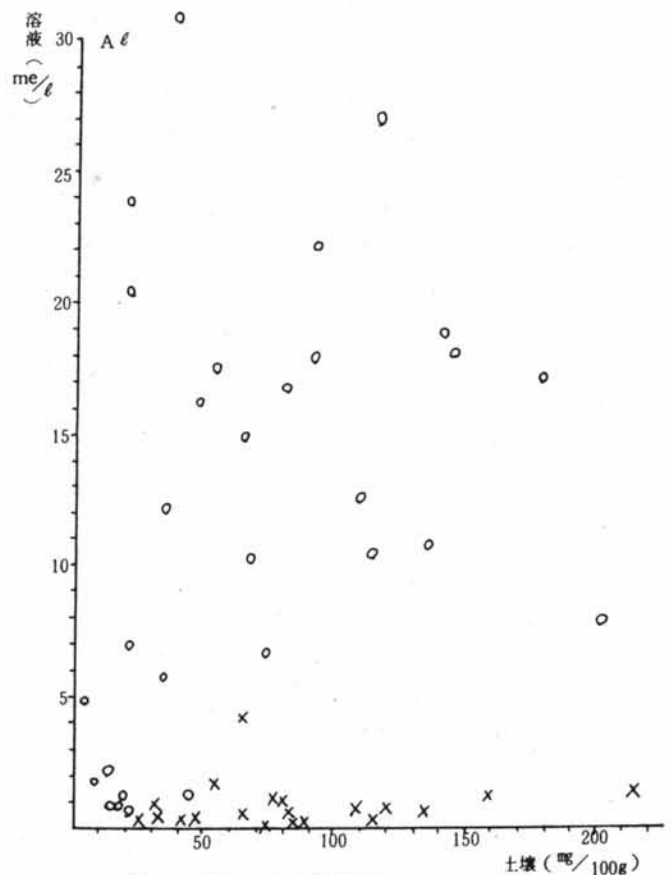
第12表 Alの相関関係

部位又は圃場番号	n	r
全体	56	+0.081
畦間	34	+0.392
株下	22	+0.064
Na 1	10	+0.074
Na 2	10	-0.720
Na 3	10	+0.480
Na 4	10	-0.054
Na 5	10	+0.183
Na 6	10	+0.356

あり、<sup>2)</sup> 溶液中のAl濃度は土壤溶液のpHと関連が大きいと考えられる。一方、土壤の可溶性AlはpH4の酢酸ナトリウム液で浸出して可溶化するAlである。従ってAlの土壤溶液濃度と土壤濃度には全く相関はみられず、散布図に示すように株下部では土壤中の可溶性Al濃度は高いにもかかわらず土壤溶液のpHが高いので土壤溶液中Al濃度は2me/l以下の低濃度であるのに対し、畦間部では土壤溶液のpHが低いので最高30me/lの高濃度になっている。

3) 各成分の部位別変動係数の比較

月1回の度合で測定した各成分濃度の年間変動を変動



第11図 Alの相関図

第13表 各成分の部位別変動係数の比較（6圃場平均） %

成分	畦間 0~20cm		畦間 20~40cm		畦間 40~60cm		株下 0~20cm		株下 20~40cm	
	土	溶液	土	溶液	土	溶液	土	溶液	土	溶液
PH	12.8	12.7	6.4	5.2	7.0	4.9	6.8	6.3	6.3	7.2
EC	64.4	54.8	31.6	36.0	26.5	27.2	36.5	68.3	40.0	55.1
NH <sub>4</sub> -N	107.7	132.7	99.1	118.8	94.1	169.0	92.6	162.0	91.3	160.9
NO <sub>3</sub> -N	86.9	53.4	54.8	48.9	46.7	39.5	94.5	97.3	90.8	93.0
Ca	37.7	47.9	42.2	37.8	48.2	30.7	76.2	83.3	66.3	83.3
Mg	46.1	55.8	37.4	42.9	49.2	30.1	91.1	124.0	76.5	113.4
K	41.7	57.6	32.1	34.6	24.3	25.7	38.9	207.9	53.2	161.4

係数で示した値を6圃場の平均値で第13表に示す。土壌成分濃度の変動係数と土壌溶液濃度の変動係数を比較検討した。

(1)PH: pHはその分布の巾がせまいため土壌、土壌溶液とも変動係数は小さい。又、各部位別の両者の変動係数はよく一致している。

(2)EC: やや高い変動係数を示し、畦間の0~20cmと株下部で高い。土壌と土壌溶液の変動係数は畦間部では比較的よく一致しているのに対し、株下部では土壌溶液の変動係数が高い値を示している。株下部の土壌溶液のECが低く変動の割合が大きくなるためと考えられる。

(3)NH<sub>4</sub>-N: かなり高い変動係数を示し、土壌溶液の変動係数>土壌の変動係数である。特に株下部や畦間40~60cm部の土壌溶液の変動係数が高く、土壌の変動係数と異なるのは、この部分の土壌溶液のNH<sub>4</sub>-N濃度が低いためである。

(4)NO<sub>3</sub>-N: 各部位の土壌、土壌溶液の変動係数は比較的よく一致する。やはり株下部の変動係数は高く、土壌溶液>土壌である。一方、畦間部は土壌>土壌溶液で土壌溶液の変動係数の方が低くなっている。畦間部0~20cm層の土壌の変動係数が高いのは、この部分に施肥がなされ、場所による濃度のばらつきも大きいと推察される。

(5)Ca: 各部位の変動係数は比較的小さい値を示している。他と同様株下部の変動係数は畦間部に比べて大きく、又、土壌溶液>土壌となっている。

(6)Mg: Caと同様であるが株下部土壌溶液の変動係数がかなり大きいのは、この部分の溶液Mg濃度がかなり低いためである。

(7)K: Mgと同様であるが株下部土壌の変動係数はやや小さいのに対し土壌溶液の変動係数は非常に大きい値を示しておりCa、Mgと様相をやや異にしている。

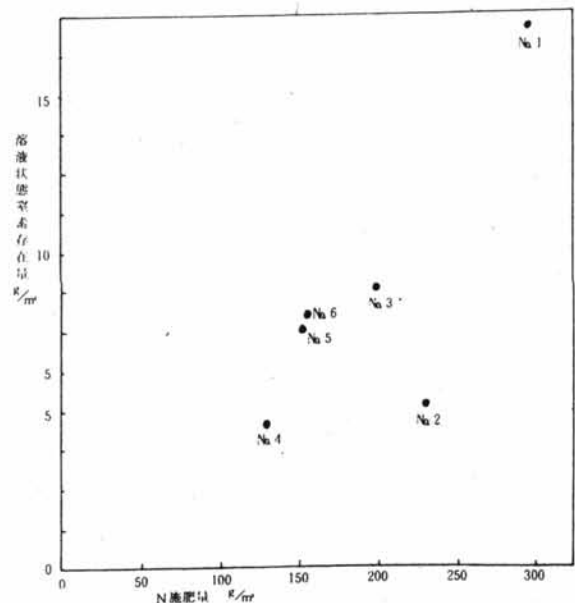
#### 4) 施肥窒素量と土壌溶液との関係

肥料の施用に伴って各部位の土壌溶液濃度がどのよ

うに変化するかは後日報告する予定であるが、ここでは施肥量と土壌溶液の関係の概要を検討する。施肥量は量的概念であるのに対し、土壌溶液は濃度的概念であるのでこれを量的概念とするため各土層の有効水分量(PF1.5~PF3)と畦間部、雨落部、株下部各深さの土壌溶液窒素濃度を乗じたものを深さ1m、単位圃場面積当りに合計した値を溶液状態窒素存在量とした。この値の年平均値と年間施肥窒素量の関係を第12図に示した。No.2圃場を除くと両者にはほぼ対応関係が認められる。No.2圃場は礫質土壌で溶液窒素濃度の最も高い畦間部の採液ができなかった場合が多いことが対応関係からはずれた一原因と考えられる。従って、概ね施肥窒素量と土壌溶液の間にも一定の関係があるものと認められる。

#### 総合考察

土壌の断面調査の結果は株下部と畦間部の土壌の養分状態が極端に異っており、両者を区別せずに扱うことは困難であることを示している。従って、両者の関係やその茶樹に与える影響の解明、畦間部から株下部への遷移の状況の把握は重要と考えられるが、従来の土壌の採取ではそれぞれの土壌の混入はさけられず、一定の場所で



第12図 溶液N存在量とN施肥量

継続的に測定できる現場採取土壤溶液法の意義<sup>6, 9)</sup>が認められる。とりわけ、畦間部の状況は施用した窒素の存在が計算値よりも少なかったり、移動性の少ないCaさえも激しく溶脱されているなどこの部位での土壤の化学性が土壤溶液によって支配されているように推察される。実際畦間部の土壤溶液のイオン濃度は100me/lを越える場合もあり、こうした高濃度かつ強酸性の土壤溶液の環境下では、陽イオンの土壤による吸着と置換は通常の土壤とは異った状況にあるものと推察される。<sup>11)</sup>従って畦間部の場面では直接的に土壤溶液の検討が必要である。

土壤成分濃度と土壤溶液濃度の相関は一概に高いとはいえない。これは土壤のサンプリングが20cmの土層全体を採取、混合して分析しており、しかも採取毎に位置を変えねばならないのに対し、土壤溶液の採取は点での採取であり、その分析値である土層の濃度を代表させており、採取の位置は定位置で継続採取しているなど採取の方法が異っていることも一原因と考えられる。

分析法としては一般的に土壤の分析は一定濃度の塩類を多量に加え強制的に置換浸出した濃度であり、これはcapacityの概念の強いものであるが、土壤溶液の濃度は現に土壤中で作物の根に作用している濃度であってintensityの概念の強いものであり、<sup>5, 6)</sup>両者に相違があるのはいわば当然である。それにもかかわらず、土壤の吸着性の少ない陰イオンで相関が高いのはともかくとして、畦間部では陽イオンさえも相関が比較的高いのは、土壤と土壤溶液の年間の変動係数が畦間部では比較的似ている値をとることと併せて、畦間部土壤が土壤溶液濃度に支配されていることを改めて示唆しているものと考えられる。濃度障害や要素バランス問題では土壤溶液法が有効であることを竹迫は述べており、<sup>16, 17)</sup>更に伊藤は土壤溶液管理による作物栽培法を提唱している。<sup>5)</sup>以上考察したように多肥茶園の解析に土壤溶液法は有効な手段となり得ると考えられる。

素焼カップを用いた現場土壤溶液採取法は黒ボク土壤のように均質で有効水分域の多い土壤では採液しやすいが、Na<sub>2</sub>、Na<sub>1</sub>のように礫質土壤では少し土壤が乾燥すると毛管連絡が切れて採液できないことも多い。<sup>8, 9)</sup>一方、粘質土壤では透水係数が小さく採液に時間がかかる。素焼カップによる要素の吸着や放出についてはカップの質によりPを吸着するとし、<sup>1, 20)</sup>Caなどを放出するといわれている。これらの弊害のないテフロン製のポラスカップも製造されている<sup>15)</sup>ようであるが、Pの吸着も低濃度では問題であるが濃度障害のような高濃度では現実的な問題はないといわれており、<sup>4)</sup>又Caなどの放出もあらかじめ塩酸で洗滌することにより除かれるといわれている。<sup>20)</sup>従って多肥茶園の場合現実的に充分使用目的に

かなうものと思われる。

抽出圧力と採取される土壤溶液成分との関係ではPF 4.2程度までは圧力による土壤溶液成分濃度の差はほとんどないとされている。<sup>10)</sup>吸引法により採取される土壤溶液と根が現実に吸収している土壤溶液の関係では、水分の多い状態では根の養分吸収は水のマスフローによるもので拡散によるものは少ないとされており、<sup>12)</sup>現場採取土壤溶液と茶樹の吸収する養分の間には密切な関係があるものと推察できる。しかし、濃度拡散や根面付近での水の移動に対する界面効果が重要な意味を持つ場合もあり<sup>6)</sup>今後の検討が必要である。現場採取の土壤溶液法の場合、数cc~数十ccの土壤溶液が採液されるが、採液される土壤溶液が“水道”のようなものを通ってきた可能性もあり、ポラスカップに対してどの範囲の土壤溶液を採液しているか<sup>8)</sup>についても今後検討が必要である。

以上、ポラスカップの材質や形状、土壤の種類や土壤中でのばらつき、吸引圧の問題等検討すべき問題点も多いが多肥茶園の実態解析に当り、現場採取の土壤溶液法は充分その目的にかなうものと結論づけられる。

## 要 約

北勢地域の“かぶせ茶”栽培での多肥茶園の実態調査を行い、土壤の特徴および土壤溶液法の検討を行った。

1) 土壤は黒ボク土壤又は礫質土壤であった。施肥窒素量は130~300kg-N/10aが畦間部に施用され、畦間部は強酸性を示し、高濃度の土壤溶液によりCaさえも溶脱されていた。畦間部と株下部は極端な土壤成分濃度の差があり畦間部の根は腐っていたが株下部は健全であった。

2) 土壤成分濃度と土壤溶液濃度との間には陰イオンでは高い相関関係がみられ、又、陽イオンでも畦間部では相関係数が高かった。

3) 土壤成分濃度と土壤溶液濃度の変動係数も畦間部では似たような値を示し、畦間部では多量の施肥により土壤溶液が支配的な場面であることが推察された。

4) 施肥窒素量と土壤溶液の間も一定の相関が認められた。以上の検討を通じて現場採取の土壤溶液法が多肥栽培茶園の実態解析に有効な手法であることがわかった。

## 謝 辞

本研究にあたり土壤溶液採取装置のつくり方を教わり、土壤溶液につきいろいろ教示していただいた野菜試(現農研センター)伊藤純雄氏、調査にあたり多大の迷惑をかけ、又施肥実態調査に協力いただいた担当農家の各位、更に、調査圃場の紹介と調査の便宜を計っていただいた四日市普及所(現 鈴鹿普及所)の森俊和技師、そして、多肥茶園の研究を共同で行うと共に製茶品質の調査

などを行っていただいた庄山孝義場長、川瀬春樹室長をはじめとする茶業センターの各職員に感謝の意を表します。

#### 引用および参考文献

- 1) Bottcher, A. B., L. W. Miller, and K. L. Campbell: phosphorus Absorption in Various Soil-Water Extraction Cup Materials: Effect of Acid Wash. *Soil Sci.*, 137, 239~244 (1984)
- 2) 土壌養分測定法委員会編：土壌養分分析法. 養賢堂 (1970)
- 3) Goertzen, J. Q., and J. P. Oster: Potentiometric Titration on Sulfate in Water and Soil extracts using a Lead Electrode. *Soil sci. soc. Amer. Proc.*, 36, 691~693 (1972)
- 4) 伊藤純雄：土壌溶液に基づく施設内土壌診断と管理 ①農及園, 59, 965~968 (1984)
- 5) - : 土壌溶液に基づく施設内土壌診断と管理 ②農及園, 59, 1081~1088 (1984)
- 6) - : 土壌溶液の分析法及びシミュレーションによる養分供給過程からみた土壌溶液の位置づけ、「土壌診断に関する研究会」資料 (1984)
- 7) James W. Ross, Jr, and Martin S. Frant : Potentiometric Titrations of Sulfate Using an Ion Selective Lead Electrode. *Analytical Chemistry*, 41, 967~969 (1969)
- 8) 久保田徹, 藤井国博：ポーラスカップによる土壌水の採取. 土肥要旨集No 27, P289 (1981)
- 9) 木方展治, 渡辺久男, 結田康一, 渋谷政夫, 鬼鞍豊 : 土壌水の追跡技法の開発—第3報 土壌水採取装置の圃場適用(その1). 土肥要旨集No 29, P163 (1983)
- 10) 中島田誠, 湯村義男：土壌溶液抽出法としての遠心法と加圧膜法の比較—土壌溶液に関する研究(1): 土肥要旨集No 19, P113 (1973)
- 11) 岡島秀夫, 日本土壌肥料学会編：土壌の吸着現象. 85~128, 博友社 (1981)
- 12) - , 谷山一郎：土壌溶液硝酸態窒素濃度とトウモロコシ幼植物の窒素吸収. 土肥要旨集No 24, P111 (1978)
- 13) Orion Reserch : 自然水中の硫酸. *Analytical methods Guide Japanese Edition*, P28 (1975)
- 14) Orion Reserch Incorporated : Gron's Plots and Otherschemes. *Newsletter Specific ion electrode Technology*, 11, 49~56 (1970)
- 15) Robert D. Morrison : A Modified Vacuum Pressure Lysimeter for Soil Water Sampling. *Soil Sci.*, 134, 206~210 (1982)
- 16) 竹迫 紘：集約そ菜畑における土壌溶液組成動態(その2). 土肥要旨集No 30, P279 (1984)
- 17) - , 竹田政史, 加藤哲良：集約そ菜畑における土壌溶液組成動態. 土肥要旨集No 28, P272 (1982)
- 18) 東海農政局三重統計情報事務所編：三重農林水産統計年報 昭和36年~三重農林水産統計年報 昭和57~58年. 三重農林統計協会 (1963~1983)
- 19) 山崎 博：微量要素と多量要素, P126, 博友社 (1966)
- 20) 渡辺久男, 結田康一, 木方展治, 渋谷政夫：土壌水の追跡技法の開発—第2報 土壌水採取装置とその性能(その1). 土肥要旨集No 29, P162 (1983)