

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3報 茶園土壤溶液の花粉管伸長法による検定

吉川重彦・橋 尚明・松田兼三

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

3. Pollen-tube test of the soil solutions

Shigehiko YOSHIKAWA, Naoaki TACHIBANA and Kanezo MATSUDA

はじめに

三重県北勢地域では、かぶせ茶栽培が広範に行なわれ玉露のような高級茶の生産がなされている。かぶせ茶栽培では窒素施用量200Kg/10aにも及ぶ多量の肥料を施用し、しゃ光下で栽培することにより、高いアミノ酸含量の茶の生産を目差している。

しかし、この多肥栽培については根が腐るなど農家の心配する声も多いことから、かぶせ茶栽培土壌を土壤溶液の面から実態調査し検討を加えた。前報^{1,2)}では土壌の成分濃度と土壤溶液濃度の関係、および土壌の強酸性の要因について報告した。この土壤溶液の状態がチャ樹の根系に与える影響を知ることが必要になるが、一般に、作物の根系を調査するには多大の労力を必要とする。茶の根系調査についてはざんごう法などにより行なわれている³⁾が、この方法を現場の茶園で継続的に行うことは事実上不可能であろう。

横田らは根毛と花粉管の発生や性質の相似性から、様々の物質を溶かした寒天培地上で茶花粉管を発芽伸長させ、その伸長の程度からその物質が根毛に及ぼす影響を推定する一種のバイオアッセイの方法を開発し⁴⁾、有機質肥料やアルミニウムの根に与える影響を推定している。^{2,3,4)}

筆者らはこの方法を茶園から採取した土壤溶液に適用し、多肥茶園の土壌の状況が茶樹の根に及ぼす影響を推定しようとした。

方 法

1. 調査場所および対象圃場

第1報¹⁾と同一の6圃場

2. 調査時期

1982年12月～1983年6月

3. 調査方法

(1)土壤溶液の採液法 第1報¹⁾に同じ、但し、土壤溶液採取用ポーラスカップ埋設位置は各圃場の畦間部、株下部のそれぞれ15, 30, 45cmの深さ。

(2)土壤溶液の成分濃度の分析法 第1報¹⁾に同じ。

(3)茶花粉管伸長の検定法 横田らの花粉管伸長法のうち、ウェル法⁷⁾によった。

1) 茶花粉：開花直前の茶の花蕾を採取し、葯を100メッシュの金網にこすりつけて茶花粉を採取し、少量づつ葉包紙に分封し、乾燥用シルカゲルと共にカンに入れて密封し、-18℃の冷凍庫で保存し、検定の毎に一部づつ利用した。

2) 花粉管発芽、伸長用寒天培地組成：ショ糖8%（和光純薬製、1級シュウクロース）、硼素17ppm（和光純薬製、特級硼酸）の培養液を作り、塩酸又は苛性ソーダでpH5.0～5.5に調製後、寒天1.2%（パフコ製バクタアガー）を加え加熱溶解し、直径9cm、深さ2cmのシャーレに1枚当り15cc加え、水平な位置で冷却固化させた。上ぶたの内部に濾紙を蒸留水でぬらして張りつけ、冷蔵庫に一昼夜おいたのち培地として利用した。

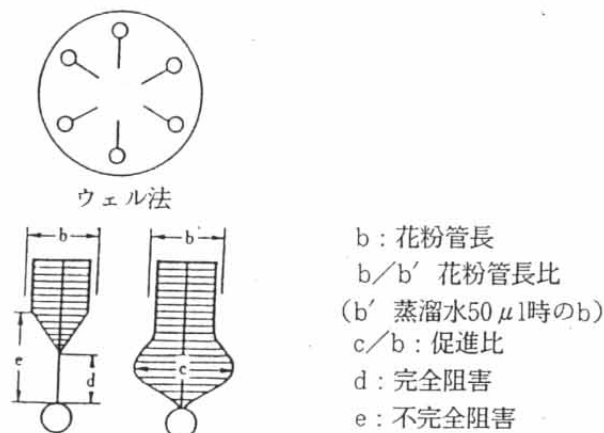
3) 茶花粉の置床および検定液の供給法

茶花粉は100メッシュのふるいを通して数枚のスライドガラスの上に均一に散布する。固化したシャーレの寒天

培地に、コルクボーラを用いシャーレの縁に沿って対角線に直径5mmの穴（ウェル）をうがつ。カバーガラスの一辺にスライドグラス上の花粉をかき取り、穴の端からシャーレの中心方向に花粉を寒天上に置床する。穴の中に50 μ lの検定液を入れる。なお一つの穴は対照として蒸溜水50 μ lを入れる。調査は4連制として4枚のシャーレを用いた。シャーレにふたをして25 $^{\circ}$ Cの定温器で約20時間培養して花粉管長の測定に供した。

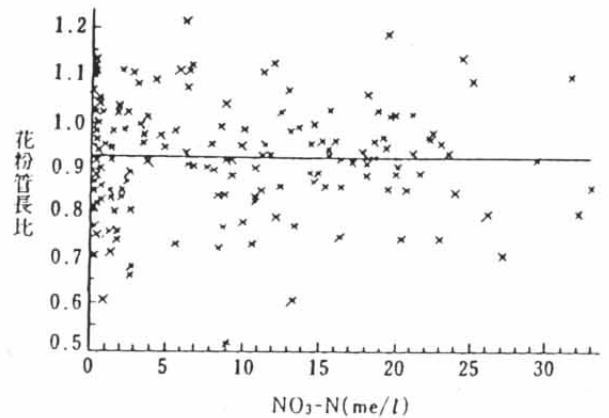
4) 茶花粉管伸長の測定

前出の横田らの評価法⁷⁾に従い、培養により伸長した花粉管の長さを第1図のような位置でノギスを用いて1/10mm単位で測定した。その値から花粉管長比、花粉管伸長促進比、花粉管伸長阻害（不完全阻害）長、花粉管伸長完全阻害長を算出して、検定液が根毛のモデルとしての花粉管の伸長に及ぼす促進的影響や阻害的影響を評価した。

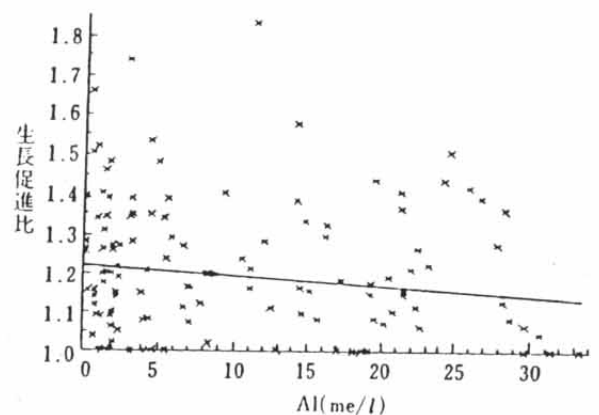


第1図 チャ花粉管伸長法（ウェル法）による溶液の検定（横田ら，1981）^{*}

培地 pH5~5.5, ショ糖8%, ホウ素17ppmの寒天培地。培養25 $^{\circ}$ C, 20時間



第2図 硝酸イオン濃度と花粉管長比



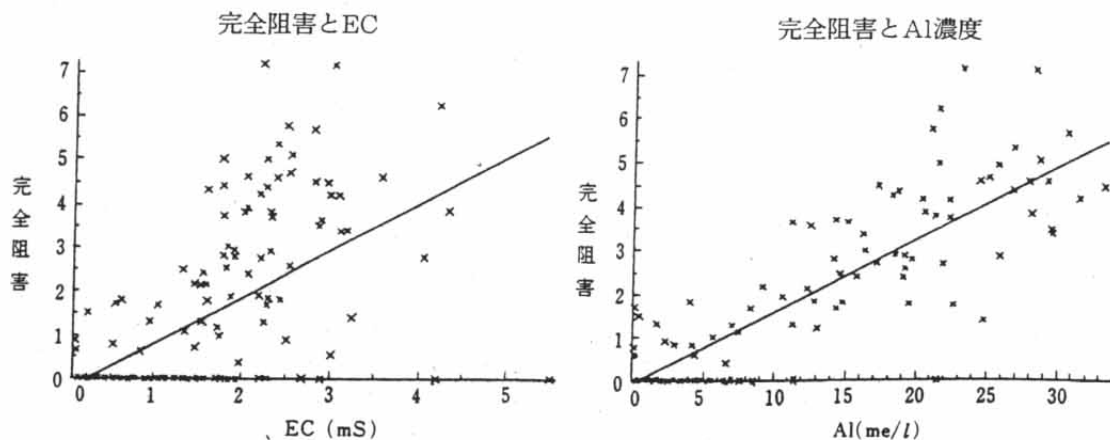
第3図 花粉管伸長促進比とアルミニウム濃度

結果および考察

1. 土壤溶液濃度と茶花粉管伸長

採取した土壤溶液を茶花粉管伸長法により検定し、土壤溶液の成分濃度と花粉管伸長の関係を検討した。

花粉管伸長比と硝酸イオン濃度の関係の散布図は第2図のようになり、硝酸イオン濃度は花粉管伸長にほとんど関係がないことが明らかになった。花粉管長は対照蒸溜水に対し、0.6~1.2の長さを示し、平均0.92であった。



第4図 土壤溶液濃度と花粉管伸長阻害

第1表 花粉管伸長完全阻害長に及ぼす各成分濃度の相関係数と推定値

(n=189)

項 目	EC m・s	PH	NO ₃ -N me/l	SO ₄ me/l	NH ₄ -N me/l	Ca me/l	Al me/l
相関係数r	0.64	-0.40	0.66	0.68	0.29	0.29	0.89
完全阻害長0mm	0.13	5.01	-0.24	1.02	-1.89	-7.70	0.68
" 2.5	2.49	2.71	17.69	18.77	3.14	20.26	15.48
" 5.0	4.86	0.40	35.62	36.52	8.18	48.21	30.28

第2表 花粉管伸長阻害（うね間部）、伸長促進（株下部）と土壌溶液成分濃度の相関関係

項目	伸長完全阻害（うね間） n=67		伸長促進化（株下） n=90	
	単相関係数	偏相関係数	単相関係数	偏相関係数
pH	-0.444	-0.136	0.024	-0.061
EC	0.551	0.078	-0.140	-0.085
NO ₃	0.388	0.026	-0.216	-0.205
SO ₄	0.361	0.130	0.048	0.084
P	0.143	0.088	-0.055	-0.032
Ca	0.412	0.002	-0.083	0.041
Mg	0.385	-0.149	-0.043	-0.002
K	0.308	-0.107	-0.165	-0.145
NH ₄	0.140	-0.129	-0.070	0.093
Al	0.672	0.351	-0.075	0.120

第4表 畦間部溶液Al濃度と土壌溶液各イオン濃度との相関関係

項 目	単相関係数	偏相関係数
pH	-0.249	-0.095
EC	0.408	0.617
NO ₃	0.275	0.038
SO ₄	0.251	0.458
P	-0.387	-0.407
Ca	0.012	-0.538
Mg	0.241	-0.241
K	0.322	-0.145
NH ₄	0.104	-0.637
アニオン -カチオン	0.394	—

第3表 アルミニウム濃度によるチャ花粉管伸長阻害の例

圃場 No.	深さ (cm)	管長 (mm)	管長比	促進比	完全阻 害 (mm)	EC mS	pH	NO ₃ -N (me/l)	SO ₄ (me/l)	P (me/l)	Ca (me/l)	NH ₄ -N (me/l)	Al (me/l)
1	45	3.2	0.99	1.24	0.0	2.26	3.55	15.0	20.6	0.2	11.4	5.0	2.3
3	45	2.4	0.91	1.17	2.4	2.01	3.51	17.1	16.7	0.1	9.2	0.0	19.2
6	15	2.8	0.86	0.00	0.0	4.16	3.30	32.9	35.6	2.3	37.8	0.8	1.2
6	30	2.6	0.80	2.80	2.8	4.02	3.39	32.1	29.2	0.1	19.3	0.1	26.0

注 1982年12月9日の採取、うね間部実測値

花粉管伸長促進比とアルミニウム濃度との関係は第3図のようになり、伸長促進比は1.0から1.8の値を示し、アルミニウム濃度が増すとやや減少する傾向を示した。

花粉管伸長阻害はその散布図（第4図）や相関関係（第1表）に示すようにアルミニウム、硫酸、硝酸の各イオン濃度や土壌溶液の電気伝導度と高い相関があった。

2. 土壌溶液のアルミニウム濃度と茶花粉管の伸長阻害

概して、これらの各イオン濃度は畦間部で高く、又、それぞれ随伴して分布している。そこで、畦間部における土壌溶液濃度と花粉管伸長完全阻害長の間の単相関係数と共に偏相関係数を求めると第2表のようになった。

偏相関係数はアルミニウムが最も大きいことから土壌溶液中の高いアルミニウム濃度が茶花粉管の伸長を阻害していると推定された。このことは第3表に示す具体例のように、高い電気伝導度や強酸性の条件下、硫酸や硝酸イオン濃度が高い条件下でも、アルミニウム濃度の相違により花粉管伸長阻害の程度が大きく異なることから明らかである。

畦間部土壌溶液のアルミニウム濃度と他の土壌溶液イオン濃度の相関関係を偏相関係数で検討すると、第4表のように、電気伝導度、硫酸イオン濃度とは正の相関がアンモニウム、カルシウム、リン酸とは負の相関があ

第5表 各部位の土壤溶液成分濃度とチャ花粉管伸長

部位	深さ (cm)	花粉管 長 比	生 長 促進比	完全阻 害(mm)	pH	EC (mS)	NO ₃ -N (me/l)	SO ₄ (me/l)	NH ₄ -N (me/l)	Ca (me/l)	Al (me/l)
うね間	15	0.98	1.31	0.68	3.40	2.20	12.69	16.65	0.51	13.87	2.91
	30	1.03	1.18	1.98	3.28	2.57	17.07	13.66	0.76	10.10	12.12
	45	0.93	1.35	1.93	3.50	2.26	13.47	11.04	0.03	7.93	11.38
株 下	15	0.97	1.26	0.00	4.46	0.11	0.10	1.54	0.00	0.16	0.01
	30	0.94	1.33	0.00	4.53	0.13	0.09	1.57	0.00	0.73	0.56
	45	1.03	1.24	0.25	4.36	0.16	0.17	2.06	0.00	0.61	0.35

注 1983年1月12日採取，6圃場平均

った。硫酸はアルミニウムの随伴イオンとしてアルミニウムを可溶化し、一方、アンモニウム、カルシウムは土壤溶液のpHを上昇させることによりアルミニウムの溶出を少なくし、また、リン酸はアルミニウムとの間に難溶性の化合物を生成することにより、土壤溶液のアルミニウム濃度を減少させているものと考えられる。アルミニウム濃度と花粉管伸長完全阻害長の関係から完全阻害0mmのアルミニウム濃度を推定すると0.7me/Lであり（第1表）、これは小西が水耕栽培実験によりアルミニウムが根の伸長を促進するとした1.7me/Lの約1/2の濃度であり、同じくやや根の伸長を阻害する6.7me/Lの濃度は1.01mmの花管伸長完全阻害長となる²⁾。

茶花粉管の伸長を阻害するのが土壤溶液中の高濃度

のアルミニウムであることは以上のとおりであるが、これが茶の根系の腐敗と結びつくかどうかは直接に検討されていない。一般に作物の酸性障害は直接に水素イオン濃度の影響ではなく、酸性により土壌から溶出してくるアルミニウムの害によるとされている。茶花粉管伸長法による茶園土壤溶液の検定の結果も同様の結論となった。

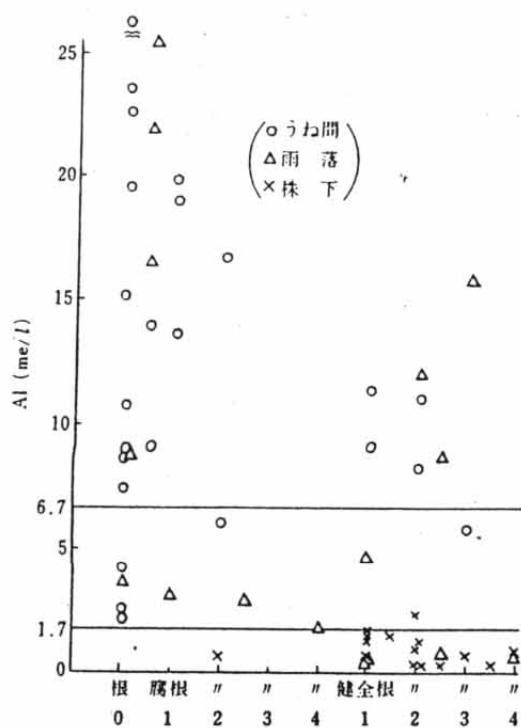
しかし、茶樹は特異な好アルミニウム植物であることが知られており、硼素の代替役割をしたり、シュウ酸、リンゴ酸、クエン酸などの有機酸やフッ素と複合体をつくり、アルミニウムの害を無毒化するとされている。^{2,3)} この茶樹のアルミニウムに対する特異性を茶樹の根と同様に茶花粉管も発現するかどうかは、茶花粉管伸長法が野菜など他の作物への検定にも応用されている⁵⁾こともあり、更に検討する必要があると考える。

土壌断面調査時に観察により評価した畦間部の根の分布量およびその腐敗の程度と同一部位における土壤溶液のアルミニウム濃度（年間の平均値）をプロットすると第5図のようになった。概して、土壤溶液のアルミニウム濃度の高い部位で根の障害の程度が著しいような傾向がある。茶園畦間部土壤溶液のアルミニウム濃度は前記の水耕試験の2～10倍の高濃度であり、第5表に示すようにこの濃度では茶樹根系に対して有害であることは充分推定されるが、いずれにしろ、根に障害を与える可能性のあるものとしてアルミニウムの他に亜硝酸やマンガなども考えられ、多肥茶園における畦間部の根系障害の直接の原因については更に究明する必要がある。

3. 土壤溶液による茶花粉管伸長促進

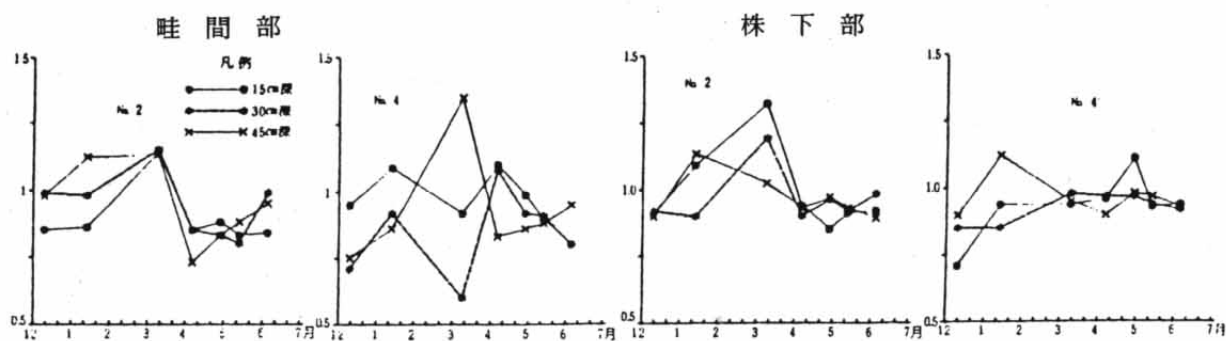
株下部土壤溶液濃度と茶花粉管伸長促進比との関係は第2表のようになり、分析した無機成分の中には茶花粉管の伸長を促進する成分は特定できなかった。これは小西が魚粕、種粕等の酸酵過程の物質の中に花粉管伸長を促進するものがあることを示しており、⁴⁾土壤溶液中の有機化合物については未検討のため特定できなかったものとする。

4. 茶園土壤溶液による茶花粉管伸長の時期的推移



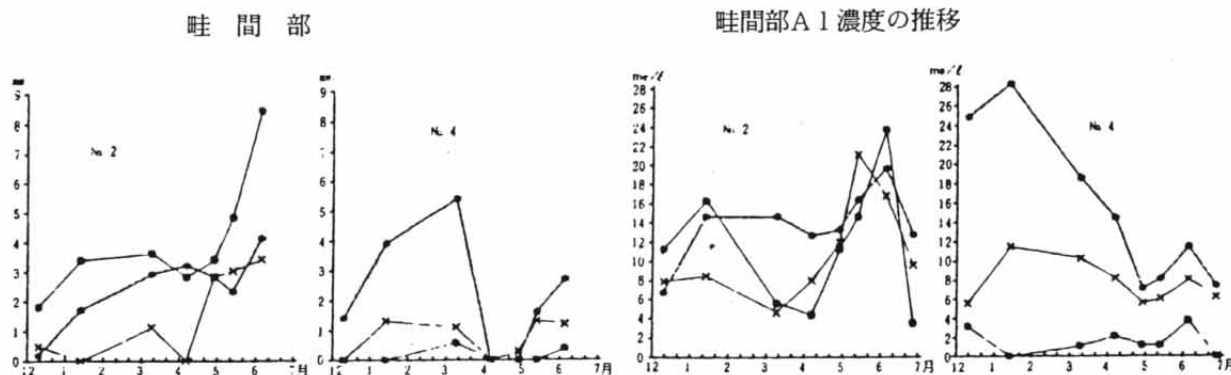
第5図 土壤溶液Al濃度と根系分布，障害程度

* 根評点：0 根の分布なし，1 あり，
2 含む，3 富む，4 すこぶる富む



第6図 No. 2, No. 4 圃場における花粉管長比の推移

花粉管伸長阻害（完全）の推移



第7図 花粉管伸長阻害（完全）の推移と土壌溶液アルミニウム濃度の推移

第6表 調査圃場の施肥実態 (kg/10a)

年月	57.7	8	9	10	11	58.2	3	4	5	6	合 計					
N	25	25	69			69		21	25	25	25	284 (96)				
No.1. P			39			39						78				
K			45			45						90				
N	8		11	20		18	10	10	19	14	13	16	15	18	8	192 (83)
2. P	5		17	6		8	12	10	10	7	2		9	5	6	97
K	8		11	13		7	12	10	10	10	3		8	5	6	103
N	21		36	36		32	40	40		17	17	11	30	17	17	15 319 (199)
3. P							15						13			3 31
K							8						11			3 22
N	11		19				21			11	7		5		11	85 (38)
4. P	3		10				14			3	1		5		3	39
K	3		9				9			3	2		5		3	34
N	17		22	22			14	18		19			18		19	149 (33)
5. P			19	13			8	6					5			51
K			19	16			10	6					9			60
N	16		24	16	14		16	21	16	8			16	17		181 (97)
6. P	2	13	9	10	12		6	18	23				6			99
K	2	2	5	12	1		3	2	12				6			45

注) (1) ○印は、有機質窒素が含まれるもの。

(2) () は、有機質窒素施用量。

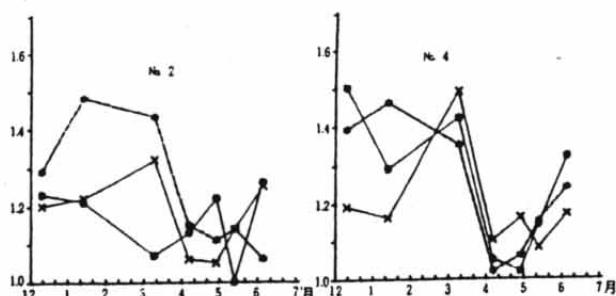
第1報³⁾に記した調査圃場の中で比較的多肥のNo.2圃場と少肥のNo.4圃場を選んで採取した土壌溶液による茶花粉管伸長の時期的推移を検討した。なお、No.2圃場の施肥窒素量は年間192Kg/10a、一番製茶の全窒素含量は6.23%、アミノ酸含量525 μ mol/gと最も高い圃場であり、No.4圃場は施肥窒素量85Kg/10a、一番茶の全窒素含量5.15%、アミノ酸含量372 μ mol/gと最も低い圃場である。また、施肥窒素量に占める有機質窒素量の割合はNo.2圃場で43%、83Kg/10a、No.4圃場は45%、38Kg/10aであった。

花粉管長比の推移は第6図に示したようになった。即ち、畦間部においてNo.2圃場は12月～3月は1.0前後で推移してNo.4圃場より大きく、4月～7月は急激に小さくなってNo.4圃場と同等以下となった。株下部においてはNo.2圃場は12月～3月の間は1.0以上で大きいのに対し、No.4圃場は1.0以下で推移した。

畦間部土壌溶液の花花粉管伸長阻害はNo.2圃場では12月～3月は小さく推移し、4月以後急激に大きくなるのに対し、No.4圃場では2月～3月に阻害が大きく、4月以後はむしろ小さい推移を示した。この推移はほぼ土壌溶液アルミニウム濃度と似たパターンであった。(第7図)

この時期の施肥の経過は第6表に示した通りであり、No.2圃場は12月～3月は有機質肥料が回数が多く施用され、4月以後は無機質肥料が施用されているのに対し、No.4圃場では12月～3月の施肥回数は少なく、4月以後の施肥量がNo.2圃場に比較してかなり少なかった。このことから無機質肥料の多量施用は土壌のアルミニウムの可溶化を促進して土壌溶液のアルミニウム濃度を高め茶花粉管伸長阻害を起こし、一方、有機質肥料の施用は土壌溶液による茶花粉管の伸長阻害は小さく、有機質肥料の成分が拡散している株下部の土壌溶液では茶花粉管の伸長が大きいものと推察された。

株下部の花花粉管伸長促進比はNo.2圃場、No.4圃場とも12月～3月に大きく、4月以後低下していたが、両者に特徴的な推移パターンの差は認められなかった。



第8図 株下部土壌溶液による花粉管伸長促進比の推移

要 約

茶花粉管伸長法によって多肥茶園の土壌溶液を検定し、多肥の根系に及ぼす影響を推定しようとした。

1. 茶花粉管の伸長を阻害する成分は土壌溶液中の高濃度のアルミニウムであった。畦間部土壌溶液アルミニウム濃度は茶花粉管の伸長を阻害する濃度であった。畦間部の土壌断面の観察による根系の腐敗の状況は土壌溶液アルミニウム濃度の高い部分で著しい傾向にあった。

2. 茶花粉管の伸長促進する物質は分析した土壌溶液の無機成分の中では特定できなかった。

3. 花粉管の伸長は有機質肥料を施用する12月～3月で大きく、無機質肥料を多量に施用する4月以後は小さくなり、逆に伸長阻害が急激に大きくなる推移を示した。

謝 辞

本研究にあたり茶花粉管伸長法等について種々ご指導いただいた静岡大学農学部、小西茂毅助教授に感謝の意を表します。

引用および参考文献

- 1) 青野英也, 築瀬好充, 田中静夫: 茶樹の根群の発達と土壌保全機能(第1報) 樹齡の推移に伴う茶樹の根群の発達と分布. 日作紀, 50, 157～163 (1981)
- 2) 小西茂毅: 茶樹の生育に対するアルミニウムの役割
(1). 雑誌「茶」, 33(12), 1～7 (1980)
- 3) —: 茶樹の生育に対するアルミニウムの役割
(2). 雑誌「茶」, 34 (1), 4～9 (1981)
- 4) —: 茶樹における省資源施肥技術確立のための有機質肥料の肥効解析に関する研究. 昭和54～56年度農林水産省特別試験研究費補助金による研究報告書 (1982)
- 5) 小西茂毅, 若澤秀幸, 青山仁子, 中村元弘, 山下春吉: 花粉管生長テストによる堆肥の腐熟度検定法とその特徴. 土肥誌, 57, 456～461 (1986)
- 6) 橘 尚明, 吉川重彦, 松田兼三: 北勢地域における多肥栽培茶園の土壌溶液法による実態解析(第2報) 強酸性茶園土壌の酸性要因解析. 三重県農業技術センター研究報告, 14, 51～59 (1986)
- 7) 横田博実, 小西茂毅: 花粉培養法の植物栄養学分野への導入のためのチャ花粉培養法の検討. 土肥誌, 52, 239～245 (1981)
- 8) 吉川重彦, 橘 尚明, 松田兼三: 北勢地域における多肥栽培茶園の土壌溶液法による実態解析(1) 調査圃場の土壌条件と土壌溶液濃度と土壌成分濃度との関係. 三重県農業技術センター研究報告, 13, 65～76 (1985)