

## 葉たばこの乾燥過程に発症する灰褐色異常葉に関する研究

佐々木信夫 \* ・ 菅野 昭五 \*\*

渡辺 久男 \*\*\* ・ 渋谷 政夫 \*\*\*

### 目 次

I. はじめに	3. X線マイクロアナライザーによる斑点の構成物質の同定
II. 灰褐色異常葉の発症の実態	4. まとめ
1. 調査試験方法	V. 灰褐色異常葉の異常葉色の解析と、その異常葉領域の策定
2. 水田転換畑における異常葉の発症の実態	1. 分光反射特性による異常葉色の解析と、その異常葉領域の策定
3. 基盤整備開畑における異常葉の発症の実態	2. マンセル表色系標準色標による異常葉領域の策定
4. ポット栽培試験における異常葉の発症の実態	3. まとめ
5. まとめ	VI. 総合考察
III. 乾燥過程に発症する灰褐色異常葉の症状	VII. むすび
1. 灰褐色異常葉の発症の状況	VIII. 摘 要
2. 灰褐色異常葉の巨視下の症状	文 献
3. 灰褐色異常葉の顕鏡下の症状	Summary
4. まとめ	
IV. 灰褐色異常葉の生理斑点の構成物質の同定	
1. 化学的検定法による斑点の構成物質の検索	
2. 反射分光特性による斑点の構成物質の確定	

### I はじめに

葉たばこが農業生産収入に占める地位は、わが国においては、米作に次いで第2位、一般畑作物のなかでは首位を占める重要な農作物であり、かつその嗜好特性が重視されてきたことより、その品質の維持向上には従前から営々として努力されてきた。

ところが、近年葉たばこ作の基盤整備として、たばこ畑の区画拡大や新規開畑が進められ、さらに水田転作に栽培されるようになってきてから、葉たばこの収穫乾燥後の葉色が灰褐～黒褐変じてきて、著しく品質の低下をきたす現象が発生し、産

地の良質葉たばこ生産上に重大な支障を来たすようになってきた。

このような葉たばこの生理的斑点病は、現在

I型 白色斑点 (灰褐斑後の白色斑)

II型 褐色斑点 A. (枯上りを伴う褐色斑)

III型 褐色斑点 B. (枯上りを伴わない褐色斑)

IV型 黄斑後の褐斑 (雨後に発生する褐色斑)

V型 黒褐色雨斑 (雨後に発生する黒褐斑)

VI型 黒褐色乾燥斑 (乾燥中に発生する黒褐斑)

の6種類のタイプに分類<sup>1) 2) 3)</sup>されているが、これらは発生原因がそれぞれ異なるのか、またはある数グループは同一の原因物質によるものでたゞ発生機作のみの差であるのかは、未確定でありいろ

註 \* 岩手県農業試験場 (当時 同県南分場)

\*\* 同 県北分場 ( 同 上 )

\*\*\* 農林水産省農業技術研究所 化学部

いろ論議されている。

そのうち、第Ⅵ型の乾燥中に黒褐色斑点を発症する葉たばこの異常葉について、著者ら<sup>7) 8) 9)</sup>はその原因物質の検索と異常葉葉色領域について検討を加えた。

このⅥ型の乾燥過程の黒褐色斑発症原因については、マンガン物質によるとする説<sup>5) 10) 11) 17) 28)</sup>と否とする説<sup>4) 12) 13) 14) 15) 16) 18)</sup>とがあり、原因の確定をみていないので、その斑点の構成物質に重点をおいてX線マイクロアナライザーによって検討し、その原因物質を同定<sup>8)</sup>しえた。

またⅥ型の乾燥中黒褐斑を生じた葉たばこの葉色は、灰褐色系から黒褐色系までいろいろの葉色を呈し、呼称も不定であるので内外の呼称<sup>11) 14)</sup>を斟酌して“灰褐色異常葉”とし、通称は“グレー葉”と呼ぶこととし、また各研究者による葉色の報告の色調が不定であるので、その葉色領域についてマンセル色票準拠の色調について検討を加え、客観的・合理的な葉色領域を策定した。

葉たばこの乾燥葉色は、品種によって著しく異なり、遺伝的に暗褐色～黒褐色を呈するものもある<sup>36)</sup>ので、灰褐色異常葉の葉色問題は厳密には品種別に検討されなければならないことであるが、本研究においては産地としての制約上“松川葉”および“白遠州”の2品種を供試した成果である。また、葉たばこの異常葉の第Ⅱ型～第Ⅴ型の灰褐色を呈する生理的斑点病と第Ⅵ型の生理的斑点病との関連を検討する要があるが、前者の事例の収集が不十分なので、ここでは第Ⅵ型の乾燥過程に発症する灰褐色異常葉について、現在までに得られた成果をとりまとめて報告する。

本研究をすすめるにあたり、終始御懇切なる御指導を賜った岩手大学農学部教授吉田稔博士に深甚の謝意を表す。

また有益な御助言と文献資料を御教示をいただいた日本専売公社盛岡たばこ試験場津崎和夫室長(当時)に感謝申し上げる。

本研究は1970年から1975年にわたり岩手県農業試験場県南分場において行なわれたものであり、及川正人・八重樫秋江・菊地テル子の諸氏の熱心な協力をえた。記してその労を謝する。

## Ⅱ 灰褐色異常葉の発症の実態

葉たばこ栽培は、岩手県においては、米作率の少ない丘陵地、山間傾斜地の畑地に主として栽培

され、重要な農作物収入源として数百年来地域農民の生活を支えてきた。しかるに日本農業の大巾な農政転換により、1970年より水田転作が推し進められることになり、その転作作目の1つとして葉たばこが水田転換畑にも作付された。この転換畑での葉たばこは、やゝ緑色が濃く大出来に生育経過した以外は、特に異常は認められなかったにもかゝらず、たばこ葉を収穫し乾燥すると、乾燥葉が灰黒変してきて灰褐色～黒褐色を呈し、著しく産葉の品質が劣化する現象が発生してきた。同様の現象が基盤整備開畑にも発生し、たばこ葉は嗜好特性が重視され品質が重んぜられてきているのに、このような、葉たばこの異常葉は著しく商品価値を損なったので、緊急に実態を調査し、原因の解明と対応策の樹立をはかろうとした。

### 1. 調査試験方法

共通的な調査方法・試験方法をまとめてしめす。

1) 栽培技術および経過 聴きとり調査

2) 試料

(1) たばこ葉 異常葉の症状の程度に応じ分類して試料を採取、分析用は乾燥後粉砕、1mm篩全通後供用。

(2) 土壌 障害発生地の土壌を断面調査および土壌試料を採取、生土供用以外は風乾後2mm篩別し分析に供用。

3) 分析法

(1) 作物体-N 濃硫酸加熱分解後、キエールダール窒素蒸溜法により定量する。

(2) 作物体-Si 過塩素酸分解<sup>30)</sup>不溶の珪酸を濾紙上にあつめ、灼熱し、重量法により定量する。

(3) 作物体-P<sup>30)</sup> 過塩素酸分解液についてモリブデンブルー比色法によりPを定量する。

(4) 作物体-K・Na・Ca・Mg・Mn・Fe・Al<sup>30)</sup> 過塩素酸分解液を適量採取し、Laを添加して定量とし、原子吸光法により測定する。原子単独表示とする。

(5) 作物体-Cl<sup>32)</sup> 水抽出液について、0.1N硝酸銀による電位滴定により定量する。

(6) 土壌pH(H<sub>2</sub>O-pH、KCl-pH) 1:2.5 浸出懸濁条件にてガラス電極法により測定。

(7) 置換性K・Na・Ca・Mg・Mn<sup>33)</sup> 風乾細土20gを三角フラスコに採り、中性N醋酸アンモニウム液100mlを加え、1時間振とう浸出し、濾過して供試液とし、適量稀釈しLaを添加し、原子吸光法により測定する。

葉たばこの乾燥過程に発症する灰褐色異常葉に関する研究

(8) 可給態 Fe・Mn<sup>33)</sup> 風乾細土 10g に pH 4.5 N 醋酸アンモニウムを加え 1 時間振とう後濾過し、濾液について原子吸光法により Fe・Mn を測定する。

(9) 易還元性 Mn<sup>33)</sup> 風乾細土 10g に 0.2% ハイドロキノン含有中性 N 醋酸アンモニウム液 100 ml を加えて 2 時間振とう後濾過して供試液とし、原子吸光法により測定する。

また同様にして 0.2% ハイドロキノン含有 pH 4.5 N 醋酸アンモニウム浸出液についても測定する。

4) 葉色の測定

JIS-Z-8721 1964 準拠 標準色票 (無光沢版)<sup>34)</sup> により比色測定する。

(詳細は、V. 葉色の測定と解析 の項で詳述する)

2. 水田転換畑における異常葉の発症の実態

第 1 表 水田転換畑産乾燥たばこ葉の成分含量と葉色 (1972 年 調査)

耕地条件	試料(松川葉)		乾葉の成分含量										乾燥葉の葉色	
	採取番号	産地	N	P	K	Na	Ca	Mg	Mn	Fe	Al	Cl	JIS-Z-8721 標準色標	症状程度
水田 転換 畑	Hi-18	岩手県 藤沢町黄海	%	mg%	%	mg%	%	mg%	mg%	mg%	mg%	%	5 YR 6/8	正常葉
	-13	" "	2.07	303	4.74	20	2.70	518	166	92	220	0.50	5 YR 5/6	軽症葉
	-15	" "	1.59	275	4.12	24	3.38	759	258	128	300	0.62	5 YR 4/4	中症葉
	-16	" "	1.98	343	3.66	19	3.11	666	250	135	360	0.50	5 YR 4/3	重症葉
	-17	" "	1.92	297	3.18	19	2.96	725	283	170	380	0.62	5 YR 3/2	激甚症葉

第 2 表 水田転換畑土壌の特性 (1972 年 調査)

水田転換畑			pH		塩基含量								
調査地点	層位	土性	H <sub>2</sub> O	KCl	K	Na	Ca	Mg	Mn			Fe	
			-pH	-pH	pH 7	pH 7	pH 7	pH 7	pH 7	pH 4.5	0.2%Hg pH 7	0.2%Hg pH 4.5	pH 4.5
岩手県 1. 藤沢町天沼 A	1 層	L	5.8	4.7	mg % 22.1	mg % 6.7	mg % 128.1	mg % 24.7	mg % 6.1	mg % 10.5	mg % 18.1	mg % 23.5	mg % 35.7
	2 層	L	6.7	3.2	9.1	8.0	103.6	29.6	0.9	1.2	12.2	20.3	7.1
2. " 天沼 B	1 層	L	5.7	4.4	23.6	7.5	147.5	27.0	4.2	10.4	18.1	28.7	14.8
	2 層	L	6.8	5.3	3.9	15.0	121.9	39.6	1.1	2.2	11.8	23.2	8.1
3. " 本沢 A	1 層	L	5.0	4.0	4.5	4.4	72.7	13.0	6.2	8.8	15.2	24.7	54.8
	2 層	L	6.5	5.0	5.6	4.8	128.1	20.0	7.4	18.0	39.3	84.2	9.0
4. " 本沢 B	1 層	L	5.0	4.0	20.5	3.7	80.5	15.0	6.9	14.7	21.5	35.1	17.4
	2 層	L	5.7	4.4	12.0	4.2	103.6	17.4	6.7	10.4	23.3	28.1	16.7

さきに述べたように、わが国の稲作転換農政の推進により、岩手県においても、1970 年度より水田転換畑作の作付けを積極的にすすめ、転作々目の 1 つとして葉たばこ導入作付けを実施した。

その結果、県内の数ヶ所において、葉たばこの乾燥葉が灰褐色～黒褐変してくる現象があらわれ<sup>42)</sup>、指導機関が充分な検討をしないうちに翌年度は作付中止された。

稲転第 3 年度の 1972 年に、前回とは場所を異にして、水田転換畑への葉たばこの作付けがなされた。

そのうち東磐井郡藤沢町黄海地区において、とくに灰褐色異常葉の発生が多かったので、この地区を重点として調査した。

この地区は“松川葉”の産地で、沖積平坦地である。

第 1 年度の水田転換畑作葉たばこと同様に、本圃期においては、症状は全く認められず、大出来ながら良好な作柄を示していた。ただし、よく注意してみると、葉肉部に暗褐色の微斑点が点在しているのが認められることがあった。

これの収穫乾燥過程において、黄変末期から褐変期にかけて葉肉が灰褐色～黒褐色に変色してきた。概して第1年度より症候が重症なものが多かった。葉位別では中葉～本葉にわたって発生が認められた。そのうちでは中位葉の方が症状がやゝ重い傾向が認められた。

これを症候の順に試料葉を採取し、分析したところ、第1表に示すように重症葉ほどマンガン含量が明らかに高濃度を示し、正常葉が49mg%程度であるのに対し3.4～5.8倍もの高含量の166～283mg%のマンガンが検出された。ついで鉄分が高濃度で正常葉の2～3倍の高濃度であった。アルミニウムもやゝ高まる傾向が認められた。その他マグネシウムがやゝ高含量で、カルシウム・カリウムはわずかながらやゝ低濃度である傾向が認められた。塩素は異常葉の方がやゝ高濃度であった。

これらのことから、灰褐色異常葉の主要因の1つはマンガン物質であることが知られた。

そして、鉄・アルミニウム・塩素等の共在が副次的要因となっていることが知られた。

この主要因に擬せられたマンガンを重点にして、その測定法別に土壤中のマンガン含量を定量したが、発生の有無による土壤マンガンの含量には大きな差がなく、たゞpHの酸性に傾くほど溶出量がふえ、易還元性についてみるとさらに溶出マンガン量が増大することが示された(第2表)。

以上のように、灰褐色異常葉の発症の主要因はマンガン物質であることが知られたが、水田転換畑土壤中でマンガンの形態別含量とは単純な相関は認められず、栽培期間中の周辺湛水による過湿の程度による土壤の弱還元によるマンガンの易溶

化、過湿によるたばこ根の生理活性の低下、とくにマンガ酸化能の低下による易溶性マンガンの吸収増大、転換初年度としての水田からの易溶性マンガンの残存量<sup>26)40)41)</sup>が、転換畑の酸化能が低く、たばこ作にまで持続して保持されたことにもよると考えられる。

また水田転換畑の葉たばこは、大出来なので乾燥過程で密吊りにより、生葉相互間の排湿が不良で、そのため加温過湿下で、マンガン等を酸化する酵素活性が長期にわたり持続したことにもよると考えられる。

### 3. 基盤整備開畑における異常葉の発症の実態

山間・丘陵傾斜地の畑作地帯では、近年の農作業の機械化に適應するよう畑圃場の区画拡大・整備を積極的にすすめてきており、また緩傾斜林地の開畑が、ブルドーザーによって能率的に造成されるようになったので、造成地の母材の特性が畑地の作土として直接的に関連するようになってきた。とくに葉たばこは一般畑作物のなかでは収益性が高い作目であるので、このような開畑では、開畑初年度から葉たばこを作付けする実態が多くなってき、未熟畑土壌として種々の問題をひき起してきた。とくにこの基盤整備開畑においても灰褐色異常葉が発生することが問題となった。

これについて、1972年東磐井郡藤沢町管内の基盤整備区画拡大畑・新規開畑の葉たばこ作について、その土壤の実態と灰褐色異常葉発症の有無とを調査した。

この調査地区は、北上山地の南部山間の緩傾斜畑地帯で、従来傾斜度が(10°以上)でトラクターの導入ができなかったので、傾斜度を小にした

第3表 基盤整備開畑産乾燥たばこ葉の成分含量と葉色(1972年調査)

耕地条件	試料(松川葉)		乾葉の成分含量										乾燥葉の葉色	
	採取番号	産地	N	P	K	Na	Ca	Mg	Mn	Fe	Al	Cl	JIS-Z-8721 標準色標	症状程度
基盤整備開畑	Hi-4	岩手県 藤沢町増沢	%	mg%	%	mg%	%	mg%	mg%	mg%	mg%	%	5YR 6/8	正常葉
	-2	" 八沢	1.07	482	2.78	19	1.46	375	21	48	110	0.94	5YR 5/6	軽症葉
	-10	" 増沢	1.27	338	1.96	29	1.74	464	83	45	100	1.15	5YR 4/4	中症葉
	-6	" "	1.92	414	1.49	15	1.70	426	83	50	80	0.53	7.5YR 4/6	中症葉
	-7	" "	2.62	591	4.33	24	1.63	907	112	60	100	0.88	7.5YR 4/4	中症葉
	-12	" "	1.91	422	3.81	23	2.35	741	150	65	150	0.53	5.0YR 3/2	激甚症葉
			1.41	292	3.81	50	2.62	748	245	165	370	0.65		

第4表 基盤整備開畑土壌の特性(1972年調査)

基盤整備畑			pH		塩基含量								
調査地点	層位	土性	H <sub>2</sub> O	KCl	K	Na	Ca	Mg	Mn			Fe	
			-pH	-pH	pH7	pH7	pH7	pH7	pH7	pH4.5	0.2%Hq pH7	0.2%Hq pH4.5	pH4.5
			mg%	mg%	mg%	mg%	mg%	mg%	mg%	mg%	mg%	mg%	mg%
岩手県 1. 藤沢町中の森A	1層	L	5.5	4.6	4.7	3.2	42.7	15.3	1.4	3.1	6.7	9.4	1.9
	2層	L	5.6	4.7	11.9	4.4	53.7	19.6	0.4	0.5	3.3	8.4	2.4
2. " 金山沢A	1層	SL	6.6	5.1	7.5	2.1	35.4	3.9	3.1	3.7	10.2	12.3	1.9
	2層	SL	6.7	5.8	5.1	5.9	48.8	8.3	0.4	0.7	10.7	14.0	0.7
3. " 金山沢B	1層	SL	5.7	4.7	5.8	6.1	78.0	13.0	4.5	5.7	9.6	16.9	7.1
	2層	SL	6.1	5.0	2.7	6.7	90.2	14.3	2.5	4.3	8.5	10.5	11.4
4. " 小沼田向	1層	SL	6.1	5.5	15.1	4.8	65.9	10.0	5.7	6.8	8.5	13.3	6.4
	2層	L	6.1	4.9	1.7	7.4	68.3	10.4	6.6	31.9	44.0	63.2	10.7
5. " 中の森BI	1層	SL	6.1	5.5	48.1	3.7	91.5	21.7	5.5	10.4	19.1	23.7	1.1
	2層	SL	5.1	4.5	43.1	7.0	51.2	18.4	2.6	6.1	26.3	37.5	1.4
6. " 中の森BII	1層	L	6.5	6.0	6.8	6.3	147.6	37.8	1.8	2.6	14.8	23.9	1.1
	2層	L	5.9	5.0	1.7	9.4	179.3	50.4	0.7	1.4	15.9	24.2	1.0
古生層砂岩	母材	(SL)	6.1	4.8	34.9	5.1	64.6	28.4	0.5	1.5	6.7	12.3	0.9
花崗岩	母材	(SL)	5.6	4.5	9.2	6.0	129.2	46.1	0.6	6.1	34.8	1,554	0.9
花崗閃緑岩	母材	(L)	6.0	4.3	9.8	5.7	190.3	40.0	0.4	5.1	48.9	3,884	0.5

区画拡大した基盤整備畑や、林地からの新規開畑を造成した傾斜畑地帯である。

母材は、花崗閃緑岩風化土が主で、一部古生層の風化土が介在している。造成工事により表土が削剥されるので、作土の腐植含量はきわめて少なく、鉍質土壌をなしている。

作付品種は、葉たばこ“松川葉”である。

調査の結果、基盤整備畑および開畑初年度の葉たばこは、全般にくすんだようなグレー症状を呈し、処により重症の異常葉が発生しているのがみうけられた。

開畑では、構成母材の特性が直接的に影響を及ぼし、水田転換畑なみまたはそれ以上の黒褐変した異常葉の発生がみとめられた(写真8参照)。

すなわち、第3表に示されるように、熟畑産の正常葉は、マンガン含量が21mg%程度であるが、異常葉の症状が重症になるにしたがい112~150mg%から245mg%と、5.3~7.1倍から11.7倍もの高濃度のマンガン含量が検出された。

鉄は、畑土壌では、水田転換畑のように症状の程度に応じて含量が増大するというような傾向は認められず、たゞ下層土に鉄の高濃度であった畑地から生産された葉たばこに、鉄が高濃度に検出されたのみであった。アルミニウムも中症程度までは差がなく、重症葉で高濃度を示した。マグネ

シウムは重症葉ほど含量が高く、カルシウムは全般に低い含量を示した。

塩素は、水田転換畑のような塩素系肥料の施肥来歴がないこともあり、全く傾向性がみられなかった。

このように基盤整備開畑産の葉たばこの異常葉は、マンガンの相関が特に大であることが知られた。

鉄は1例を除いてとくに高濃度ではなく、アルミニウムは重症葉で高含量を示した。またマグネシウムは重症葉ほど高い傾向を示した。これらに対しカルシウムは全般に低含量であった。

基盤整備畑・開畑土壌のマンガン含量は、第4表に示されるように、水溶性のマンガン(pH7抽出)は概して少ないが、pHの酸性化による可給態のマンガンは増加する。さらに易還元性のマンガンを明らかに大巾に増大する傾向が認められる。

母材においては、花崗岩・花崗閃緑岩系の風化土壌において易還元性マンガン含量が顕著に高いのが特異的である。

したがって、これらの風化土を作土として用いる開畑において、葉たばこのマンガン吸収量が増大をきたし、灰褐色異常葉を発症させ、重症化させるものと解される。

以上のように、灰褐色異常葉は、水田転換畑に

においても、基盤整備開畑においても発症し、その症候はたばこ葉のマンガン含量と最も深い相関を示すことが認められ、このマンガン含量は、土壌中の易還元性マンガン含量が大なるほど高まる傾向が認められることが知られた。

#### 4. ポット栽培試験における異常葉の発症の実態

これまで述べたような、灰褐色異常葉の現場における発生が、場内ポット試験により再現できるかどうか、再現可能とすれば、主要因の症状発現限界を知り、また副次要因の関与度を知るために本実験を実施した。

ポット試験は、1971年に予備試験を実施し、異常葉発症の施用適量を検討してから、1972年に本試験を実施した。こゝでは本試験の結果のみを述べる。

##### 試験方法

- 1) 供試品種 白遠州・松川葉 の2品種
- 2) 試験条件 (詳細はたばこ葉の分析表に記載)
  - (1) Mn用量試験 Mn 0、5、10、20、50 g/ポット。
  - (2) 土壌 pH 別試験 土壌 pH 6、5、4 の各条件に施用 Mn 0、10、20 g/ポットの組み合わせ。
  - (3) 塩化物施用試験 施肥三要素の N、K を塩化物にて施用。
  - (4) Mn・Fe・Cl 併用試験  $Fe^{2+}$ 、 $Fe^{3+}$  と Mn の併用、さらにそれらの塩化物の併用の組み合わせ。
  - 3) 供試土壌 岩手県農試県南分場水田土壌、作土、北上河成沖積層、壤土マンガン型、腐植を含む埴壤土、……水田転換畑として、水田土壌を供用する。

- 4) 試験規模  $1/2,000$ ポット、1本植、2連制
- 5) 調査 生育調査・乾燥葉色調査(葉位別)・葉の成分分析(代表葉位別)・土壌分析

##### 試験結果

2品種を共通して記し、品種間差のあるものは特記する。また葉位別にも葉色および分析調査をしたが、繁雑になるので、上位中葉をもって代表させて考察した。

- 1) Mn 用量試験 (写真 1、3、4、参照)

Mn 無施用の標準区では、葉たばこは水田土壌において正常に生育し、乾燥葉葉色も正常であった。

Mn 用量の増大に伴ない、明らかに生育量が劣下し、Mn 10 g/ポット以上では稈長が短少となり、着葉も狭小となってくる傾向が明らかで、生緑葉に赤褐斑状のネクロシスが発現してきた。

乾燥葉の葉色は、Mn の用量段階に密接な関連をもって灰褐色から黒褐色化してき、Mn の施用増大により灰褐色異常葉を発症させることができることが実証された。その発生は下位葉よりも中位葉以上で明らかであった。色調領域は後述するが、このポット試験のたばこ葉は、第 5-A 表および第 5-B 表に示すように一般に Mn 含量が相対的に高く、同一色調を示す現地栽培の異常葉の数倍の Mn 含量が示され、ポット試験の結果は相対的な異常葉発症の比較には用いるが、発症限界濃度の帰納には用いえないことが判明した。

跡地土壌の Mn 含量も、第 6-A 表および第 6-B 表に示すように用量の増大に伴ない明らかに土壌中のマンガン含量が増大し、とくに易還元性のマンガンにおいてそれが顕著であることが判然とした。

- 2) 土壌 pH 別試験 (写真 2、5 参照)

土壌 pH 段階別たばこ葉の Mn 含有量は、pH 6 では最も低く pH 5 の  $1/2$  以下である。そして pH を 5 から 4 へと低下させるに従って乾葉中の Mn 含量が高まってきた。このことはマンガンの可溶化が土壌の pH により支配されることを意味し、pH の矯正により Mn 吸収を抑制しうることが明らかになった。

跡地土壌においては、pH 6 では Mn 溶出量が明らかに低下してくることが知られ、灰褐色異常葉の対策としてたばこ畑土壌の pH の矯正が有効であることが知られた。

- 3) 塩化物施用試験

三要素施肥のみの塩化物施用は、あまり差がないが、Mn の塩化物施用は、Mn そのものの吸収を明らかに助長するようである。また Cl は当然ながら吸収量が著しく増大し、乾燥葉がなめし皮のようにしなみをおび、葉色の暗色度が増し、火つきが悪く、異臭を生じさせた。

- 4) Mn・Fe・Cl 併用試験 (写真 6、7 参照)

$Fe^{2+}$  と  $Fe^{3+}$  とは、Fe 含量への影響はほとんど同等であるが、葉色に対しては  $Fe^{3+}$  の方がやゝ赤褐系の色調を増大させる。また、施肥要素

葉たばこの乾燥過程に発症する灰褐色異常葉に関する研究

第5-A表 ポット栽培試験による葉たばこ乾燥葉の成分含量と葉色(1972年調査)

A. 白遠州

試験別	No	供試条件				乾燥葉の成分含量										乾燥葉の葉色		
		土壌pH	Mn	Fe	Cl	N	P	K	Na	Ca	Mg	Mn	Fe	Al	Cl	JIS Z-8721標準色票		症状程度
						上位中葉	上位中葉	上位中葉	上位中葉	上位中葉	上位中葉	上位中葉	上位中葉	上位中葉	上位中葉	上位中葉	上位中葉	
Mn用量	1	5.0	g/pot 0	g/pot		% 2.23	mg% 299	% 2.38	mg% 36	% 2.38	mg% 727	mg% 98	mg% 70	mg% 125	mg% 0.68	7.5YR 6/8		正常葉
	2	"	5			2.04	334	2.58	30	2.50	829	458	48	100	0.79	7.5YR 5/8		正常葉
	3	"	10			2.58	359	3.21	26	2.13	582	868	45	85	0.59	5.0YR 5/6		軽症葉
	4	"	20			2.99	199	4.98	20	1.19	867	1997	45	105	0.74	5.0YR 4/6	5.0YR 3/4	重症葉
	5	"	50				214	3.00	24	1.11	302	2038	110	270	1.04	7.5YR 4/4	7.5YR 4/2	重症葉
pH別	9	6.0	0			2.49	322	2.76	30	2.26	386	52	60	105	0.69	5.0YR 6/8		正常葉
	1	5.0	0			2.23	299	2.38	36	2.38	727	98	70	125	0.68	7.5YR 6/8		正常葉
	6	4.0	0			2.22	417	2.78	30	1.88	414	94	79	145	1.43	7.5YR 5/8		正常葉
	10	6.0	10			1.98	476	3.14	28	1.83	336	60	49	90	0.55	5.0YR 5/8		正常葉
	3	5.0	10			2.58	359	3.21	26	2.13	582	868	45	85	0.59	5.0YR 5/6		軽症葉
	7	4.0	10			2.26	272	3.81	25	2.01	474	998	53	105	0.72	5.0YR 5/6	5.0YR 5/4	中症葉
	11	6.0	20			2.95	306	2.43	25	2.30	466	104	50	95	0.77	5.0YR 5/6		軽症葉
	4	5.0	20			2.99	199	4.98	20	1.19	867	1997	45	105	0.74	5.0YR 4/6	5.0YR 3/4	重症葉
8	4.0	20			3.51	175	4.12	28	1.76	491	1914	35	120	1.02	5.0YR 4/6	7.5YR 5/2	重症葉	
塩化物	1	5.0	0			2.23	299	2.38	36	2.38	727	98	70	125	0.68	7.5YR 6/8		正常葉
	18	"	0	◎		2.48	383	3.02	26	1.58	348	62	74	125	1.30	5.0YR 5/8		正常葉
	3	"	Mn 10			2.58	359	3.21	26	2.13	582	868	45	85	0.59	5.0YR 5/6		軽症葉
	16	"	Mn(Cl)10			2.74	257	2.73	29	2.34	509	1123	45	110	2.43	7.5YR 5/6	7.5YR 5/6	軽症葉
	19	"	Mn(Cl)10	◎		2.53	326	3.70	23	2.05	417	1019	67	120	3.88	7.5YR 5/4	5.0YR 4/3	重症葉
Mn・Fe・Cl併用	1	5.0	0	0		2.23	299	2.38	36	2.38	727	98	70	125	0.68	7.5YR 6/8		正常葉
	3	"	10	0		2.58	359	3.21	26	2.13	582	868	45	85	0.59	5.0YR 5/6		軽症葉
	12	"	0	Fe <sup>2+</sup> 10		2.31	546	2.78	34	1.73	448	125	58	110	0.76	5.0YR 5/6		軽症葉
	14	"	0	Fe <sup>3+</sup> 10		2.67	323	3.31	28	1.34	405	114	63	120	0.96	5.0YR 5/8		正常葉
	13	"	Mn 10	Fe <sup>2+</sup> 10		2.00	287	3.22	28	2.10	552	1009	56	110	1.07	5.0YR 4/6		中症葉
	15	"	Mn 10	Fe <sup>3+</sup> 10		3.62	162	3.51	26	1.18	379	915	63	115	1.06	5.0YR 4/6		中症葉
	17	"	Mn(Cl)10	Fe <sup>3+</sup> (Cl)10		3.76	164	4.27	23	2.22	497	1258	65	85	3.16	5.0YR 4/4		中症葉
	20	"	Mn(Cl)10	Fe <sup>3+</sup> (Cl)10	◎	4.23	182	4.41	28	2.43	503	1362	53	165	4.22	5.0YR 3/3		重症葉

第5-B表 ポット栽培試験による葉たばこ乾燥葉の成分含量と葉色(1972年調査)

B. 松川葉

試験別	No	試験条件				乾燥葉の成分含量										乾燥葉の葉色		
		土壌pH	Mn	Fe	Cl	N	P	K	Na	Ca	Mg	Mn	Fe	Al	Cl	JIS Z-8721標準色票		症状程度
						上位中葉	上位中葉	上位中葉	上位中葉	上位中葉	上位中葉	上位中葉	上位中葉	上位中葉	上位中葉	上位中葉	上位中葉	
Mn用量	23	5.0	g/pot 0	g/pot		% 2.14	130	2.57	36	2.14	503	64	67	155	1.33	7.5YR 6/8		正常葉
	24	"	10			2.22	127	2.69	30	1.81	509	680	55	120	1.10	7.5YR 5/6	5.0YR 4/6	中症葉
	25	"	20			3.05	105	4.92	29	1.27	532	1,425	61	150	2.62	7.5YR 5/6	5.0YR 4/6	中症葉
pH別	27	6.0	10			1.98	133	1.44	26	2.42	493	23	50	110	0.79	5.0YR 6/8	7.5YR 6/8	正常葉
	24	5.0	10			2.22	127	2.69	30	1.81	509	680	55	120	1.10	7.5YR 5/6	5.0YR 4/6	中症葉
	26	4.0	10			2.73	107	3.12	28	1.91	496	1,154	54	140	1.56	7.5YR 4/4	7.5YR 4/4	中症葉
塩化物	23	5.0	0			2.14	130	2.57	36	2.14	503	64	67	155	1.33	7.5YR 6/8		正常葉
	30	"	0	◎		2.58	112	1.25	32	2.67	549	83	69	170	4.82	7.5YR 6/8	7.5YR 6/6	正常葉
	24	"	10			2.22	127	2.69	30	1.81	509	680	55	120	1.10	7.5YR 5/6	5.0YR 4/6	中症葉
	31	"	Mn(Cl)10	◎		3.38	112	2.35	39	2.40	519	1,123	80	485	5.31	5.0YR 3/3	5.0YR 4/2	重症葉
Mn・Fe・Cl併用	23	5.0	0			2.14	130	2.57	36	2.14	503	64	67	155	1.33	7.5YR 6/8		正常葉
	24	"	10			2.22	127	2.69	30	1.81	509	680	55	120	1.10	7.5YR 5/6	5.0YR 4/6	中症葉
	28	"	10	Fe <sup>2+</sup> 10		3.19	107	2.69	33	2.01	572	884	49	105	1.85	5.0YR 5/6	7.5YR 5/6	軽症葉
	29	"	10	Fe <sup>3+</sup> 10		3.08	111	4.54	34	1.31	592	1,425	51	140	3.31	5.0YR 5/6	7.5YR 4/4	中症葉
	32	"	Mn(Cl)10	Fe <sup>3+</sup> (Cl)10	◎	3.75	122	1.70	28	2.55	611	1,539	123	225	4.66	5.0YR 3/3	5.0YR 3/3	重症葉

第6-A表 葉たばこポット栽培試験跡地土壌の特性(1972年調査)

A. 白遠州跡地土壌

(1/2,000pot)

試験別	No	供試条件				pH		塩基含量									
		土壌pH	Mn g/pot	Fe g/pot	施肥 塩化物	H <sub>2</sub> O	KCl	K		Na	Ca	Mg	Mn				Fe
						-pH	-pH	pH7	pH7	pH7	pH7	pH7	pH7	pH4.5	0.2%Hq pH7	0.2%Hq pH4.5	pH4.5
Mn 用量	1	5	0			5.3	4.4	21.9	6.9	59.8	20.7	1.2	6.5	12.8	21.4	61.9	
	2	"	5			5.3	4.2	18.8	6.9	56.5	19.9	4.7	14.3	32.5	47.2	62.6	
	3	"	10			5.1	4.2	15.6	8.1	56.2	20.4	12.2	25.9	46.5	94.0	64.3	
	4	"	20			4.9	4.1	16.2	7.1	56.9	18.4	34.0	56.7	119.5	164.0	59.3	
	5	"	50			5.0	4.0	23.4	4.2	50.9	12.4	47.4	90.0	184.5	244.0	59.3	
pH 別	9	6	0			6.2	5.5	12.8	8.0	83.1	17.3	0.3	5.4	10.0	19.2	44.6	
	1	5	0			5.3	4.4	21.9	6.9	59.8	20.7	1.2	6.5	12.8	21.4	61.9	
	6	4	0			4.8	3.7	16.4	5.5	47.2	16.9	1.3	24.0	12.7	20.6	61.4	
	10	6	10			6.0	5.2	14.0	7.7	65.8	18.1	1.3	14.3	18.3	67.0	48.2	
	3	5	10			5.1	4.2	15.6	8.1	56.2	20.4	12.2	25.9	46.5	94.0	64.3	
	7	4	10			4.6	3.6	15.3	5.4	41.9	14.4	11.5	27.4	39.8	84.0	64.9	
	11	6	20			5.9	5.2	21.2	8.2	100.7	19.5	1.7	14.5	33.9	108.0	49.8	
	4	5	20			4.9	4.1	16.2	7.1	56.9	18.4	34.0	56.7	119.5	164.0	59.3	
塩 化 物	1	5	0			5.3	4.4	21.9	6.9	59.8	20.7	1.2	6.5	12.8	21.4	61.9	
	18	"	0		◎	5.4	4.4	19.4	7.2	57.8	18.1	1.1	5.5	12.0	18.2	54.8	
	3	"	10			5.1	4.2	15.6	8.1	56.2	20.4	12.2	25.9	46.5	94.0	64.3	
	16	"	(Cl)10			5.2	4.3	17.1	6.5	50.9	16.9	8.8	20.6	42.8	88.0	50.6	
	19	"	(Cl)10		◎	5.0	4.2	19.0	7.9	60.8	17.0	19.9	39.3	44.2	90.0	49.4	
Mn ・ Fe ・ Cl 併 用	1	5	0			5.3	4.4	21.9	6.9	59.8	20.7	1.2	6.5	12.8	21.4	61.9	
	3	"	10	0		5.1	4.2	15.6	8.1	56.2	20.4	12.2	25.9	46.5	94.0	64.3	
	12	"	0	Fe <sup>2+</sup> 0		5.2	4.3	19.3	7.8	57.2	20.7	1.4	5.1	12.0	18.4	58.9	
	14	"	0	Fe <sup>3+</sup> 10		4.9	4.3	19.3	6.5	54.5	17.3	1.9	4.9	11.5	19.0	66.1	
	13	"	10	Fe <sup>2+</sup> 10		5.0	4.4	18.4	6.9	55.7	19.2	11.5	19.7	40.9	82.0	57.1	
	15	"	10	Fe <sup>3+</sup> 10		4.9	4.2	16.9	8.3	62.8	17.0	29.5	50.2	46.4	90.0	72.6	
	17	"	(Cl)10	Fe <sup>3+</sup> (Cl)10		4.9	4.1	18.4	7.0	47.9	17.2	28.5	43.1	41.1	88.0	58.9	
	20	"	(Cl)10	Fe <sup>3+</sup> (Cl)10	◎	4.9	4.2	22.2	6.1	46.5	13.8	22.6	35.1	36.7	43.4	61.9	

第6-B表 葉たばこポット栽培試験跡地土壌の特性

B. 松川葉跡地土壌

(1/2,000pot)

試験別	No	供試条件				pH		塩基含量									
		土壌pH	Mn g/pot	Fe g/pot	施肥 塩化物	H <sub>2</sub> O	KCl	K		Na	Ca	Mg	Mn				Fe
						-pH	-pH	pH7	pH7	pH7	pH7	pH7	pH7	pH4.5	0.2%Hq pH7	0.2%Hq pH4.5	pH4.5
Mn 用量	23	5	0			5.3	4.5	23.8	9.9	61.8	23.1	1.0	4.8	12.4	18.4	50.6	
	24	"	10			5.1	4.3	22.2	9.3	63.5	23.6	15.0	26.9	52.1	106.0	48.2	
	25	"	20			5.1	4.2	24.4	9.5	64.5	23.0	35.9	66.5	112.5	170.0	53.6	
pH 別	27	6	10			6.1	5.4	20.7	8.7	94.4	20.9	0.8	9.2	55.1	110.0	38.8	
	24	5	10			5.1	4.3	22.2	9.3	63.5	23.6	15.0	26.9	52.1	106.0	48.2	
	26	4	10			4.3	3.8	24.2	8.8	63.5	20.5	19.9	38.1	52.1	98.0	50.0	
塩 化 物	23	5	0			5.3	4.5	23.8	9.9	61.8	23.1	1.0	4.2	12.4	18.4	50.6	
	30	"	0		◎	5.1	4.4	24.8	9.3	69.8	18.3	1.7	7.0	12.9	21.2	51.8	
	24	"	10			5.1	4.3	22.2	9.3	63.5	23.6	15.0	26.9	52.1	106.0	48.2	
	31	"	(Cl)10		◎	5.0	4.3	23.0	9.0	66.8	19.2	34.3	56.3	50.1	108.0	47.0	
Mn ・ Fe ・ Cl 併 用	23	5	0			5.3	4.5	23.8	9.9	61.8	23.1	1.0	4.8	12.4	18.4	50.6	
	24	"	10			5.1	4.3	22.2	9.3	63.5	23.6	15.0	26.9	52.1	106.0	48.2	
	28	"	10	Fe <sup>2+</sup> 10		5.3	4.4	24.3	9.2	61.5	22.2	18.6	34.2	47.5	94.0	53.6	
	29	"	10	Fe <sup>3+</sup> 10		5.3	4.2	24.7	9.0	65.2	18.7	33.0	50.7	50.7	96.0	59.5	
	32	"	(Cl)10	Fe <sup>3+</sup> (Cl)10	◎	4.9	4.3	30.0	7.3	60.2	16.7	28.2	48.4	42.7	84.0	52.7	



・Mn・Feを塩化物にすればするほど葉色の暗色度を増し、なめし皮のようになり喫味が劣下してくる。なおCl含量は健全葉の5～7倍にまで高濃度になる。

以上のことから、葉たばこの灰褐色異常葉の発症を、マンガンの段階別過用により実証しえた。またそのマンガンの可溶化を、土壌の反応の矯正により低下させることができ、それにより異常葉の発生を軽減～抑止しうるということが可能であることが実証された。

鉄分は、 $Fe^{3+}$ の多用により葉色の赤褐色の色調が増大することが判明した。

塩素は、たばこ葉の組織を改変させ、なめし皮状にさせ、マンガンの吸収増大を助長し、異常葉の黒褐色の色調の暗色度を増大させることが判明した。

これら鉄分や塩素は、水田転換畑土壌では、鋤床の鉄集積層や、水田での塩素化合物系の肥料の多年連用、畜産排泄物の有機堆肥化施用等により大量に入り込み、塩素含量を増大させるので、水田転換後、葉たばこを作付けする際には、マンガンとともに重大な問題になるものと考えられる。

たゞ、このポット試験において栽培された葉たばこの乾燥葉中のマンガン含量は、さきに述べたように、現地圃場産のそれに比し数倍の高含量であって、その段階別用量による相対的な異常葉発症の程度の比較はできるが、絶対的なマンガンの含有量による異常葉発症の比較には用いえない。これは、他の塩基類についてもポット栽培の葉たばこの乾燥葉は高成分であり、ポットのように狭小に限定された培地根圏容積中に、マンガンが高濃度に存在する場合には、葉たばこは相当高濃度にまでせたく吸収によりマンガンをとり込むことができるようで<sup>28)</sup>、これは一種のマンガンの“Accumulator Plant”<sup>39)</sup>としての特性を示すことによるものであろう。

このような特性が、葉たばこの生葉では、異常を認められない程度の多量のマンガンを吸収しうるが、乾燥過程で葉中の水分が脱水してき、生理活性容量が減少してくると、マンガンが濃縮され、乾燥葉の表皮細胞下にその酸化沈積物として排出されてくる素因であると解される。

## 5. ま と め

葉たばこの乾燥過程に発症する灰褐色異常葉に

ついて、現地圃場における異常葉の産葉状況および土壌調査、ならびにポット試験による栽培追試により、次のような結果がえられた。

1) 葉たばこの灰褐色異常葉は、水田転換畑および基盤整備開畑のいずれの土壌立地条件においても発症した。

2) 水田転換畑においては、異常葉程度が重症なものほどマンガン含量が明らかに高濃度を示し、正常葉が49mg%程度であるのに対し、異常葉では166～283mg%のマンガンが検出された。

3) 次いで、鉄・アルミニウム・塩素などが異常葉の方が高濃度であった。カルシウムはわずかに低濃度であった。

4) しかし、水田転換畑土壌のマンガン含量は、判然とした傾向性を示さないが、異常葉の発生した圃場の方が、概して易還元性マンガンが多い傾向が認められた。

5) 基盤整備開畑においては、水田転換畑産と同様、異常葉程度が重症になるにしたがい、乾燥葉中のマンガン含量が増大し、正常葉で21mg%程度であるが、異常葉では112～150mg%で、最高は245mg%と、通常のもの5.3～7.1倍から11.7倍もの高濃度のマンガンを含有していた。

6) その他、アルミニウム、マグネシウムが異常葉で高含量を示し、カルシウムは全般に低い含量を示した。

塩素は、水田転換畑のような施肥来歴がないことにもより、異常葉の方がむしろ低含量で、傾向性は認められなかった。

7) 基盤整備畑は、概して水溶性のマンガン含量が少ないが、pHの低下により可給態のマンガンは増大し、さらに易還元性のマンガンが明らかに増大してくる傾向が認められた。

8) 開畑の母材においては、それぞれの岩質によって異なるが、花崗閃緑岩系の風化土壌において易還元性マンガン含量がpH7.0 Hyd. q、浸出で48.9mg% Mn、pH4.5 Hyd. q、浸出で3,884mg% Mnの高含量を示した。これが基盤整備工程において混入し、基盤整備畑および開畑の土壌中のマンガン含量を高めていた。

9) ポット栽培によって、これまで異常葉発症の原因と考えられた要因の段階別用量および組み合わせ試験を行なった。

10) その結果、マンガンの段階別多用によって過剰障害が発現し、生育が抑制され、生葉にネク

ロシスの発生がみられ、乾燥葉はその用量段階に  
応じて次第に重症な灰褐色異常葉を発症してきた。  
すなわち、栽培試験によっても、異常葉がマンガン  
によって発症するものであることが確認された。

11) 土壌 pH は、酸性側ほどマンガンの吸収増  
大を助長し異常葉程度が重症になった。逆に pH  
を 6.0 以上にあげると、顕著にマンガンの吸収を  
抑制することが知られ、土壌 pH 矯正により、こ  
の異常葉の発生を抑止～抑制しうることが判明し  
た。

12) 鉄は、葉色の暗色化を助長した。

13) 塩素の併用は、葉たばこの葉質を劣化し、  
マンガンの吸収酸化を助長し、葉色を暗色化させ  
ることが知られた。

14) しかし、ポット栽培によってえられた葉た  
ばこは、その乾燥葉中の塩基含量が現地圃場産の  
ものに比し数倍も高含量を示した。これは、ポッ  
トという限定培地根圏容積中に高濃度に施用され  
たマンガン等の塩基を、過剰に吸収したことによ  
るもので、このことは葉たばこが一種のマンガン  
の Accumulator Plant としての特性を示すこと  
によるものと解される。

15) このような土壌の化学性のほか、現地にお  
いては、水田転換畑の高地下水位による土壌の弱  
還元によるマンガンの可溶化、根圏の過湿による  
たばこ根の生理活性の低下、とくにマンガン酸化  
能の低下による易溶性マンガンの吸収増大等が関  
与していると解される。

### III 乾燥過程に発症する灰褐色異常葉の 症状

#### 1. 灰褐色異常葉の発症の状況

葉たばこの灰褐色異常葉は、前述のように水田  
転換畑でも基盤整備開畑でも発生した(写真 8)。  
その発症の主要因と推考されるマンガンの段階別  
施用によっても発生させることができた。

そのうち、現地圃場においては葉たばこの生育  
はほぼ正常で生葉に外見的な異常はみられないが、  
ポットにてマンガンを段階別に多用すると、葉た  
ばこの生育をも抑制し矮小化させ、さらには生葉  
にも赤褐色の生理斑を生じさせ、ネクロシスをお  
こすようになった。

これらのことから、生育中は葉たばこはマンガ  
ンのある程度の過剰吸収にも抵抗性があるが、大

過剰になるともはやその抵抗力の限界をこえ、生  
育阻害をうけるようになるものと解される。

これらのたばこ葉を収穫し常法により乾燥させ  
ると、黄変末期から褐変期に亘って、葉が灰褐変  
してき、重症になると次第に黒褐変してくる。そ  
してたばこ葉は弾力性に乏しくもろく裂け易くな  
り、試喫すると異臭、にが味がつよく、著しく品  
質が劣下していた。

この異常葉は、常法の乾燥過程でも発生するが、  
曇雨天に収穫した葉、また乾燥時の密吊りにより  
排湿に長期間を要したのものなどに、灰褐～黒褐変  
する率が高い傾向があった。とくに水田転換畑産  
の葉たばこは、概して大出来栄えであるので、乾  
燥容量上密吊りになる傾向があり、異常葉の発症  
が助長された点もあった。

このことは灰褐色異常葉の発症の原因となるマ  
ンガンが、ある吸収量以上では、乾燥という生体  
活性の減退過程で次第に濃縮され過剰となってゆ  
き、系外に安定な高次酸化物として微局所的に解  
毒・排出されてくるものと解されるが、排湿不良  
葉では、適温下で高湿が長くつづくので、マン  
ガン酸化のパーオキシダーゼ活性<sup>22)38)</sup>が強く長期に  
わたってつづくことになり、マンガンの酸化生成  
割合を多くすることになり、異常葉の発生が多く  
なるものと解される。

また葉位別では、ポット試験の結果などから、  
重症なものは各葉位葉から発症するが、土葉では  
一般に症状がかるく、中葉～本葉で症状が明らか  
に発現する傾向がある。とくに上位中葉で発症が  
明らかで判定し易いので、異常葉のマンガン含量  
の差異や個体間の差異の程度を、この上位中葉を  
代表させて比較検討することにした。

#### 2. 灰褐色異常葉の巨視下の症状

灰褐色異常葉は、仔細に観察すると淡黄褐色に  
乾燥したたばこ葉の全面にまたは一部に、径 0.5  
mm 内外の円形状の黒褐斑点が、多数群発している。  
そして重症葉では、隣接の斑点が互に融合し径 1  
～2 mm の不正形状の黒褐斑をなし、微小斑点とと  
もに中骨および支骨に沿って密に散在している。  
斑点の輪郭は判然としている。軽症葉では、上面  
表皮の下に主に斑点が点在するが、異常葉程度が  
すゝむにしたがって、葉の下面表皮の方にも黒褐  
斑点が散在してくる。

一枚の葉では、およそ先端から 3 分の 2 の面に

多く斑点が群発する。したがって異常葉の灰褐色の程度の色調の比較判定・葉色の分光反射測定には、その葉の異常葉色の中央部、すなわち葉の先端からおよそ3分の1の位置の中骨の左右の葉肉部について測定することが合理的であるので、そのように実施した。

### 3. 灰褐色異常葉の顕鏡下の症状

灰褐色異常葉は実体顕鏡下では、微小斑点が黒色をおび明らかな輪郭をもって多数点在している(写真9)。径0.1mm~0.3mmのものから0.5~1mm以上の円形状を呈したものもある。斑点が互に融合した不正形状の1~2mm程度の灰褐斑も点在する。中支骨は黒変し葉肉部が斑点が密に発症したため、かさぶた状に浮腫を形成しているところもある。

また発症過程に斑点が拡大したとみられる中央が黒色で外輪が淡灰褐色を呈する複輪斑も散在する。

この異常葉をカッティングして横断面について実体顕鏡すると、写真10に示すように表皮細胞が多く黒褐変し、ついで内部の柵状組織が犯され黒褐変している。さらにすゝむと海綿状組織も犯され灰褐変してくる。下面表皮にも点在する。

重症葉では、さらにすゝんで黒褐斑が裏面にまで貫通到達しているものがある。また、気孔周辺部まで黒褐変していることもある。

このように、この症状は、はじめ表皮と柵状組織が最初に犯され、次第に内部の海綿状組織に進行するもので、異常葉は表皮だけでなく、内部の組織まで犯され細胞が壊死しているものであることが明らかとなった。

したがって罹症葉は、微細なネクロシスの群発した集合体をなし、もろく裂け易くなるもので、喫味は異臭を生じ、苦味を呈し、品質が劣下するものである。

さらにこの斑点を高倍率広視野高焦点深度の顕微鏡(フォトマックス)にて検鏡すると、斑点物質は黒灰色の小核状の小顆粒をなして、表皮細胞の内部に沈積していることが確認された(写真11)。

このことから、この斑点物質は、乾燥過程で葉の生細胞系から解毒・排出されたヘテロの濃縮酸化沈積物質であることが判明した。

このように、葉たばこの黒褐斑は、その乾燥過程において、生葉中の水分の脱失により生理活性容量の減少にともない、マンガンをより活性が

小さく安定な高次酸化物として解毒排出し、表皮下に沈積された酸化沈積物であるといえる。

### 4. ま と め

1) 灰褐色異常葉は、葉たばこの乾燥過程において、その徴候のあるものは、黄変末期から褐変期にわたって、葉が灰褐変~黒褐変してくる。

2) 曇雨天に収穫した葉、乾燥時の密吊りにより生葉間の排湿が不良で、適温過湿下で酸化酵素活性、とくにパーオキシダーゼ活性が強く長期にわたってつゞき、マンガンの生成割合を多くしたような状況のとき、異常葉の発生が多くなる。

3) 巨視下の症状では、たばこ葉の全面または一部に径0.5mm内外の円形状の黒褐斑点が多数群発し、重症葉では、これらが融合し径1~2mmの不正形状の黒褐斑をなしているところもある。

4) 1枚の葉では、葉の先端から3分の2ぐらいの面に多く斑点が群発する。したがって異常葉葉色の判定にはその中央部、すなわち先端から3分の1程度の位置の、中骨の左右の葉肉部について測定することが合理的であると考えられた。

5) 実体顕鏡下では、微小斑点は黒色をおび、明らかな輪郭をもって多数点在している。黒褐斑が密に発症したところは、かさぶた状に浮腫を形成しているところもある。

6) また発症過程に斑点が拡大したとみられる中央が黒色で外輪が淡灰褐色を呈する複輪斑も散在する。

7) 横断面について検鏡すると、表皮細胞と柵状組織が多く黒褐変し、つづいて内部の海綿状組織が侵され黒褐変している。葉の下面表皮下にも点在する。重症葉では上面表皮から下面表皮まで黒褐斑が貫通しているものもある。

8) さらに高倍率のフォトマックスにより検鏡すると、斑点物質は黒灰色の小核状の小顆粒をなして表皮細胞の内部に沈積していることが確認された。

9) このことから、この斑点物質は、乾燥過程において、たばこ葉の水分の脱失による生理活性容量の減少にともない、濃縮して系外に安定な酸化物として解毒・排出された酸化沈積物であるといえる。

## IV 灰褐色異常葉の斑点の構成物質の同定

### 1. 化学的検定法による斑点の構成物質の検索

#### 1) 有機溶媒に対する溶解性

試験方法 実体顕鏡下で、黒褐色斑点到ア

セトンやエーテルを滴下して、ガラス棒の尖端で斑点をつき壊しながら溶解性をテスト。

試験結果 溶解せず。

2) 過酸化水素による溶解性

試験方法 実体顕鏡下で、3%  $H_2O_2$  を黒褐色斑点に滴下して溶解性をテスト。

試験結果 発泡しながら溶解して黒褐色斑点が消失した。マンガンの高次酸化物は、 $H_2O_2$  に溶け易いので、斑点物質はマンガンである可能性も知られる。

3) ベンジジン溶液による呈色反応<sup>29)</sup>

試験方法 0.5% ベンジジンの10% 醋酸溶液を顕鏡下にて滴下し、呈色反応をテスト。

試験結果 斑点の周囲が青色に滲んで呈色する。マンガンによるベンジジンプルーの呈色であり、斑点物質はマンガン含有物質であることが知られた。

4) 過沃度酸カリ+テトラベースによる呈色反応<sup>19)29)</sup>

試験方法 飽和沃度酸カリと2% テトラベース (Tetramethyldiaminodiphenyl methane) の2N-醋酸溶液で、黒褐色斑点を処理し、呈色反応をテスト。

試験結果 黒褐色斑点の小顆粒の周りから紫青色に染色してゆくのが確認された。マンガンのテトラベースとの過沃度酸を触媒とした還元後酸化の青色呈色反応である。したがって、マンガンは高次酸化物であることが必要で、このことから3価以上の高次酸化物であることが明らかで、種々の特性<sup>19)22)</sup>から4価の酸化物である二酸化マンガン( $MnO_2$ )であると解される。

このように化学的検定の結果から、灰褐色異常葉の黒褐色斑点の構成物質は、有機系色素ではなく、無機化合物のマンガン物質であることが知られ、しかもその高次酸化物で、種々の特性から $MnO_2$ であることが知られた。

たゞ、この方法では、マンガン物質が異常葉の黒褐色斑点の主成分を構成するのか、複合して共存物質が共在するのかは、不明確であるので、この点についてさらに他の微小部高精度の測定法をとりいれた検討をしなければならないと考えられる。

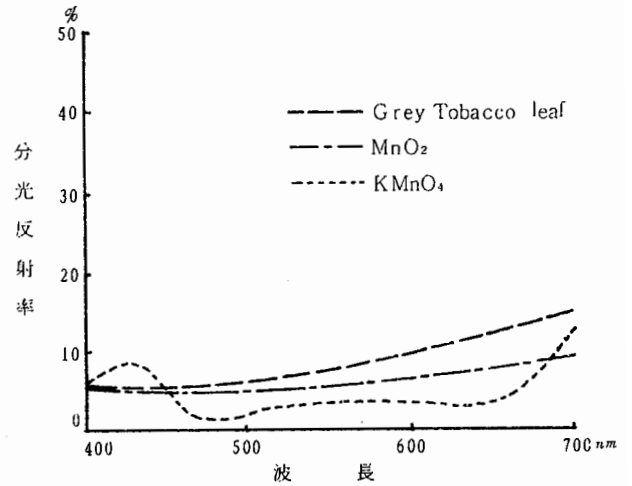
2. 反射分光特性による斑点の構成物質の確定

試験方法

反射測定装置を装着したマルチパーパス自記分

光光度計により、黒褐色斑点の群発した斑点集合色と、マンガン高次酸化物(特級微粉末)との反射分光特性を測定し、その相同によりマンガン酸化物の形態を判定する。

試験結果



第1図 マンガン高次酸化物とグレー葉との分光反射特性

灰褐色異常葉に黒褐色斑点の群発した斑点集合色の反射分光曲線は、400 nmから700 nmにわたって次第になだらかに反射率が增大する分光曲線を示し、極大・極小値をとらないことが特異的である。

基準物質として供試した、マンガンの高次酸化物のうち、過マンガン酸塩は極大・極小を伴う反射分光曲線を示すのに対し、二酸化マンガン( $MnO_2$ )は、400 nmから700 nmまで極大・極小のないきわめて徐々に反射率が高まる反射分光特性を示す。

このように、異常葉の黒褐色斑点の集合色は、 $MnO_2$ と全く相同の分光反射特性を示し、無限に濃密発症すれば $MnO_2$ の反射分光曲線に一致してくる。このことから灰褐色異常葉の斑点の構成物質はマンガンの高次酸化物のうち、二酸化マンガンであると確定された。

3. X線マイクロアナライザーによる斑点の構成物質の同定

試験方法

たばこ葉の異常葉の斑点を含む薄膜状のセクションをつくり、カーボン蒸着後、エレクトロンプローブX線マイクロアナライザー(農技研:島津

製EMX-SM型)にて測定した。

はじめにエレクトロンビームスキニングにて斑点の形状の走査二次電子線像(走査電子顕微鏡像)を記録し、ついで各特定元素の特性X線を測定し、この特性X線(像)を検索してその特定の元素を同定する。写真像によりその元素の存在状態を確定した。

#### 試験結果

1) 斑点の走査二次電子線像 写真12に特性X線の測定に使用する斑点の形状のエレクトロンビームスキニングによる走査二次電子線像を示す。斑点は不正形な紡錘状を呈し、左側にもう1ケの小斑点が付在する。

写真13にこれをさらに倍率をあげてみた走査二次電子線像の上半部を示す。これは以下の特性X線測定に必要な適正倍率をうるためである。表面がしわ状の凹凸を示し、左側にもう1ケの小斑点が付在する。

楕円形の孔部は気孔である。

#### 2) 斑点の特性X線像

この斑点のマンガンの特性X線像(MnK $\alpha$ 像)は、写真14に示すように、特異的に濃密なMnK $\alpha$ の分布像がみられ、その形状は写真13で示した走査二次電子線像の斑点部の形状の内側部に集中してみられ、輪郭は明瞭で、その外側部分にはうすい均一分布のみで、特異的分布は全く認められなかった。

すなわち、葉たばこ異常葉の斑点は、マンガンが極度に多く、しかも斑点の内側にのみ明確に局在していることが確定し、またこの元素の特性X線法の原理より、斑点の構成物質はマンガンであると同定された。

写真15:次いで斑点の同一部分について鉄の特性X線像を測定した。その結果、写真15に示すように、FeK $\alpha$ の像はほぼ全体に均一にうすく分布し局所分布はせず、斑点の二次電子線像の形状の輪郭はんいとの一致は全くみられなかった。

すなわち、異常葉の黒褐斑には、鉄分は局在していないことが確定された。このことから鉄分は、比較的均質に分布していて、斑点を構成する主成分ではないことが確定された。

その他、K、Ca・Mg・Alについて特性X線像を検討したが、全く局在は認められず、さらに陰イオンのS、Clについても検討したが、最大電流値にてもその特異的な分布は認められず、い

れも斑点を構成する主成分物質でないことが確定された。

写真16、17、18:さらに確度を期して、当初の斑点の走査二次電子線像の右下半部についても、それぞれの元素の特性X線を検討したが、上半部と全く同一の傾向を示し、すなわち斑点内はMnのK $\alpha$ 像のみ明確に特異分布をしめし、輪郭外では全く特異分布は認められなかった。またその他の元素では、斑点の内外とも特異分布は全く認められなかった。

以上のように、特定元素の特性X線による微小部位の測定によって、灰褐色異常葉の斑点物質はマンガン以外の特異分布元素はなく、マンガンそのものであることが同定された。そしてその存在形態は、既往の成果<sup>19)22)</sup>およびⅣ-1、2項の研究から二酸化マンガンであることが確定された。

#### 4. ま と め

1) 灰褐色異常葉の特徴とされる黒褐色斑点が、葉たばこの基質とは異質のものであることが判明したので、この斑点を構成している成分がいかなる物質であるか検討した。

2) 化学的検定法により検索した結果、有機溶媒に対する溶解性はなく、有機色素系ではないことが判明した。

3) 3%過酸化水素により斑点は溶解消失すること、ベンジジン溶液によりベンジジンブルーのマンガン特有の呈色反応を示すこと、過沃度酸カリ+テトラベースによりマンガンの青色呈色反応を示すこと、などからマンガン物質であることが確認された。

4) またこれらの反応の酸化還元電位から、マンガン物質は3価以上の高次酸化物であることが確定した。

5) 植物組織中に存在するマンガンの高次酸化物は、既往の成果、および安定度から4価の二酸化マンガン(MnO<sub>2</sub>)であると考えられる。

6) この化合形態について、マンガンの数種の高次酸化物の反射分光特性と対比して解析した結果、二酸化マンガンであることが確定した。

7) この斑点がマンガンと他の成分との複合化合物であるか、マンガンのみの(MnO<sub>2</sub>としての)化合物であるかどうか、X線マイクロアナライザーにより種々検討した。

8) その結果、斑点の走査二次電子線像の輪郭

内に、マンガンの特性X線像の濃密な分布がみとめられ、外側部分には特異分布は全く認められず、すなわちマンガンが斑点の内側にのみ明確に局在していることが確定され、この斑点の構成物質はマンガンであると同定された。

9) 斑点の同一部分について、Fe・K・Ca・Mg・Al、並びにS・Cl等の特性X線を測定検討したが、何れも生体成分としての均一分布のみで特異分布は認められず、斑点の主要な構成成分ではないことが確定した。

10) このことより、斑点はマンガン以外の特異分布元素はなく、マンガンそのものより成ることが同定された。

11) そしてそのマンガンの存在形態は、4価の高次酸化物である二酸化マンガンであることが先に確定されたので、灰褐色異常葉の特徴とされる黒褐色斑点の構成物質は、マンガンそのものであり、二酸化マンガンより成ることが確定された。

## V 灰褐色異常葉の異常葉色の解析とその異常葉領域の策定

灰褐色異常葉の葉色を灰褐色～黒褐色させている原因が、発症した斑点の構成物質であるマンガン化合物、とくに $MnO_2$ の色調に基因することが確定されたので、異常葉のマンガン含量と葉色との関係を、分光反射特性の測定およびマンセル表色系の標準色票による表色分類により、異常葉領域の策定を検討した。

### 1. 分光反射特性による異常葉色の解析とその異常葉領域の策定

#### 試験方法

マルチパーパス自記分光光度計（島津製MPS-50 L型、反射測定装置装着）により400nm\*～700nmの可視光域について葉面反射分光曲線を測定する。この分光反射特性と分析マンガン含量値（一部他の鉄などの塩基類）との相関から、異常葉の分光反射率領域を検討した。

分光反射測定には、標準白板として酸化マグネシウムの粉末を装着して対照光路におき、試料側光路にたばこ葉の測定片をセットして測定した。試料ホルダーは受光面がおよそ $100mm^2$ （ $7 \times 15mm$ ）のものを用いた。

たばこ葉の測定片は、葉色の代表とされた上位中葉について葉の先端から3分の1前後の位置の

中骨と支骨との間の葉片を切りとり、試料ホルダーに挟み、上面表皮側を受光面にして分光計にセットし、反射分光測定を行なった。

葉のマンガン分析値のすべてが $MnO_2$ ではないが、マンガン含量が大なるほど $MnO_2$ 含量が大になるとの前提で、マンガン含量と葉色領域との関係を検討した。

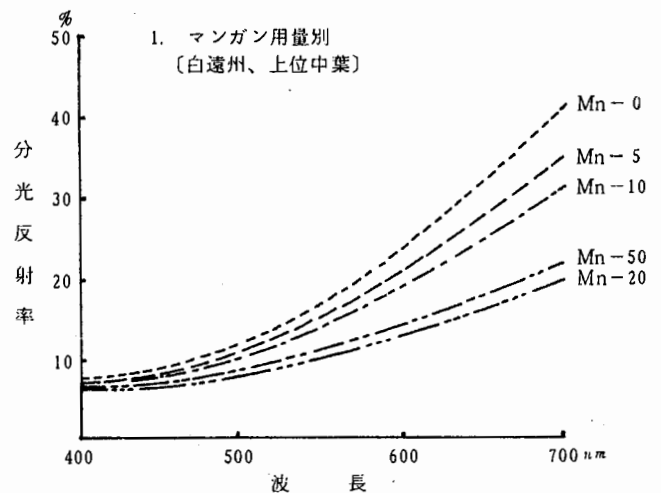
#### 試験結果

1) ポット試験におけるマンガン用量別、土壌pH別並びにマンガン・鉄・塩素の併用処理による葉色の分光反射特性

II-4のポット試験において、pH段階をpH 6.0・5.0・4.0の3段階にて $Mn 0 \sim 50g/ポット$ の施用段階を設けて試験した結果、白遠州および松川葉の両品種とも、pHが低いほど、Mnの多量施用ほど、明らかに生育阻害が認められ、乾燥葉は柔性を欠き裂け易くなり、黒褐変してき、また、MnとFe・Clとの併用は、 $SO_4$ 塩との併用に比し顕著に葉の質が低下し、明度・彩度の低下をきたす傾向が認められたので、これらの乾燥葉の反射分光特性を測定し、葉色の異常葉領域を解析した。

その結果、第2図に示すように灰褐色異常葉の反射分光曲線は、400nmから700nmにわたって次第に反射率が高まるかたちの曲線をえがき、2・3の例外を除いていずれも極大・極小のないカーブを示す。したがっていずれの葉色も類似したパターンの曲線を示し、基色の色調の同色性が知られた。

また、長波長側にゆくに従って次第に反射率が高まるので、全測定波長の範囲内では、700nmの



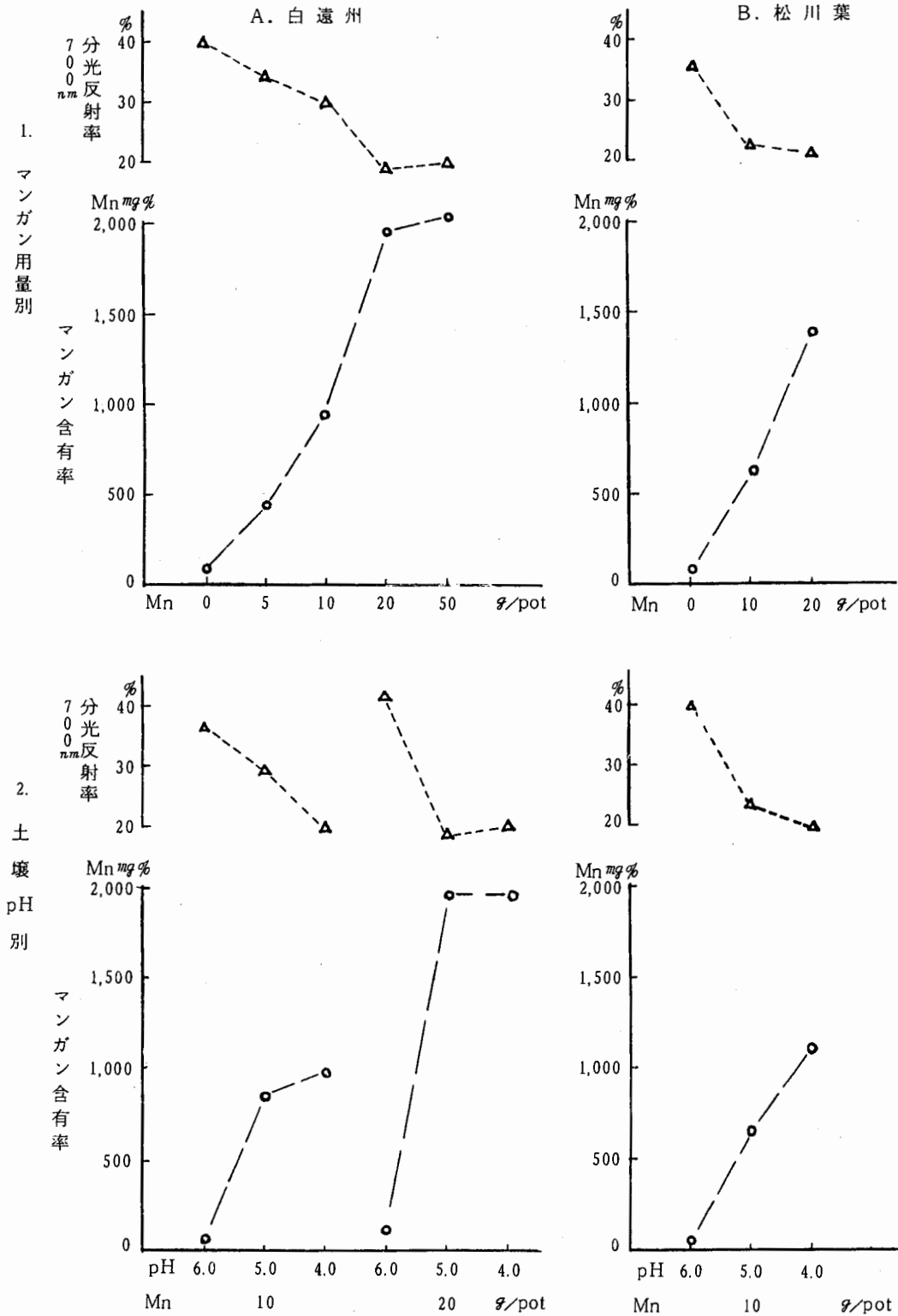
第2図 葉たばこ灰褐色異常葉の分光反射曲線（1/2,000ポット試験）（1972）

註 \* nm (nanometer) =  $m\mu = 10^{-9}m$

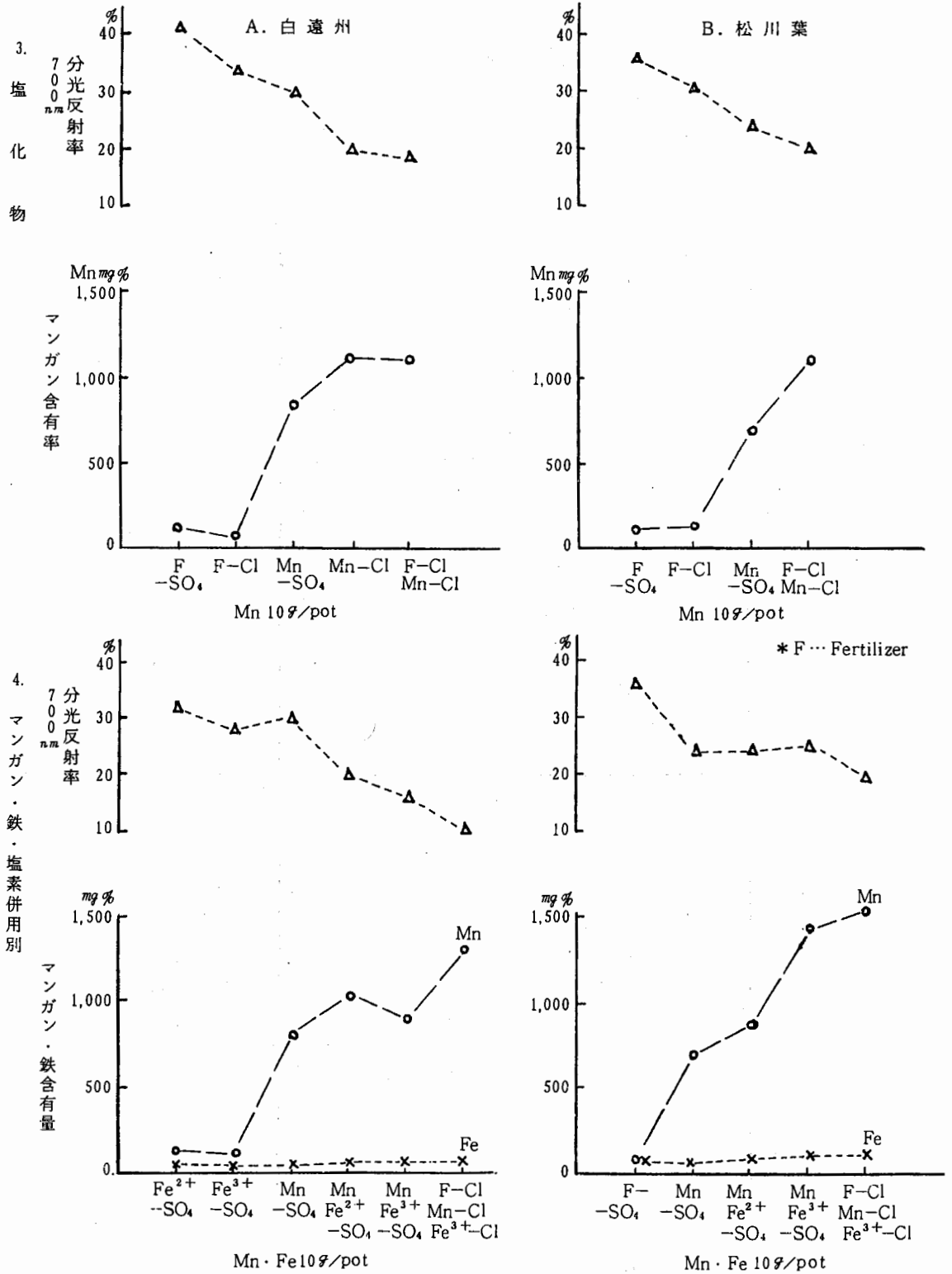
分光反射率が最も大で、相対的な分離能もよいので、分光反射特性の相対比較の代表値として、700 nmの分光反射率を用いることが合理的であることが判明した。

ポット試験のマンガン用量段階、pH段階に応

じて、異常性を示した葉たばこの葉色は、分光反射特性について明らかに全波長域の分光反射率が低下する傾向を示し、従って700 nm分光反射率でも、第3図に示すように、マンガン用量段階に対応して分光反射率が低下してくることが明



第3図-その1 葉たばこの灰褐色異常葉のマンガン含有量と分光反射率との相関 (1/2,000ポット試験 その1) (1972)



第3図-その2 葉たばこの灰褐色異常葉のマンガン・鉄含有量と分光反射率との相関 (1/2,000ポット試験 その2) (1972)

かに認められた。

またFe・Clは単用よりもMnとの併用によって分光反射率が低下してくる傾向が認められた。

そして、たばこ葉の分光反射率が30%以上のものは、鑑定による等級がすべて正常葉として上位

等級に入るので正常葉領域とし、分光反射率30%以下のグループを“灰褐色異常葉(グレー葉)”の領域とすることが妥当であると帰納された。

そして、30%以下の分光反射率を示す異常葉のなかで、軽症のグループから中症・重症のグルー

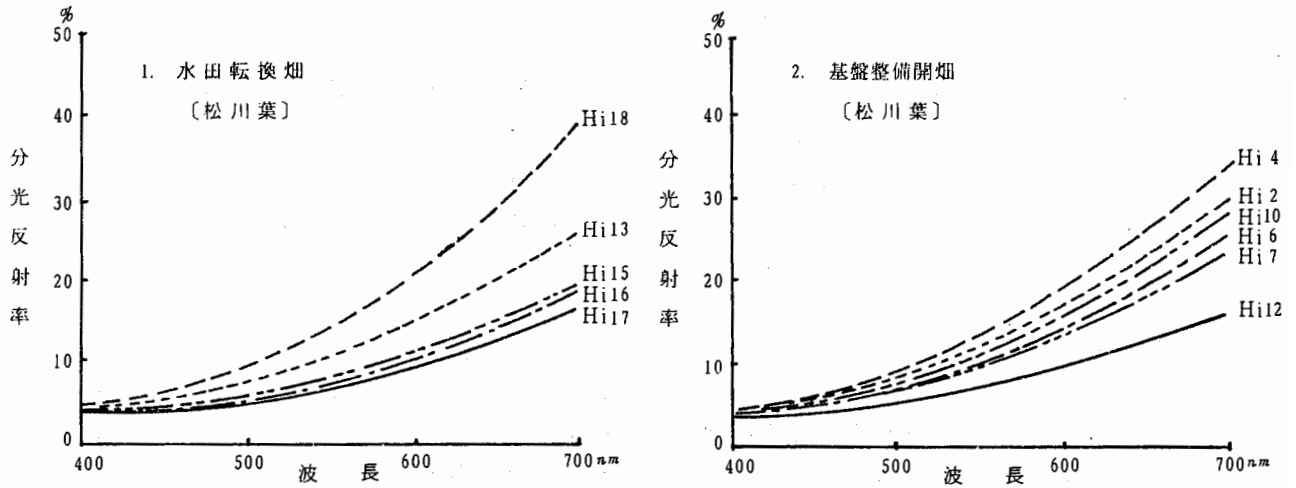


プまであったので、さらに現地の水田転換畑、基盤整備開畑で産出された異常葉の解析を俟って細分類することとした。

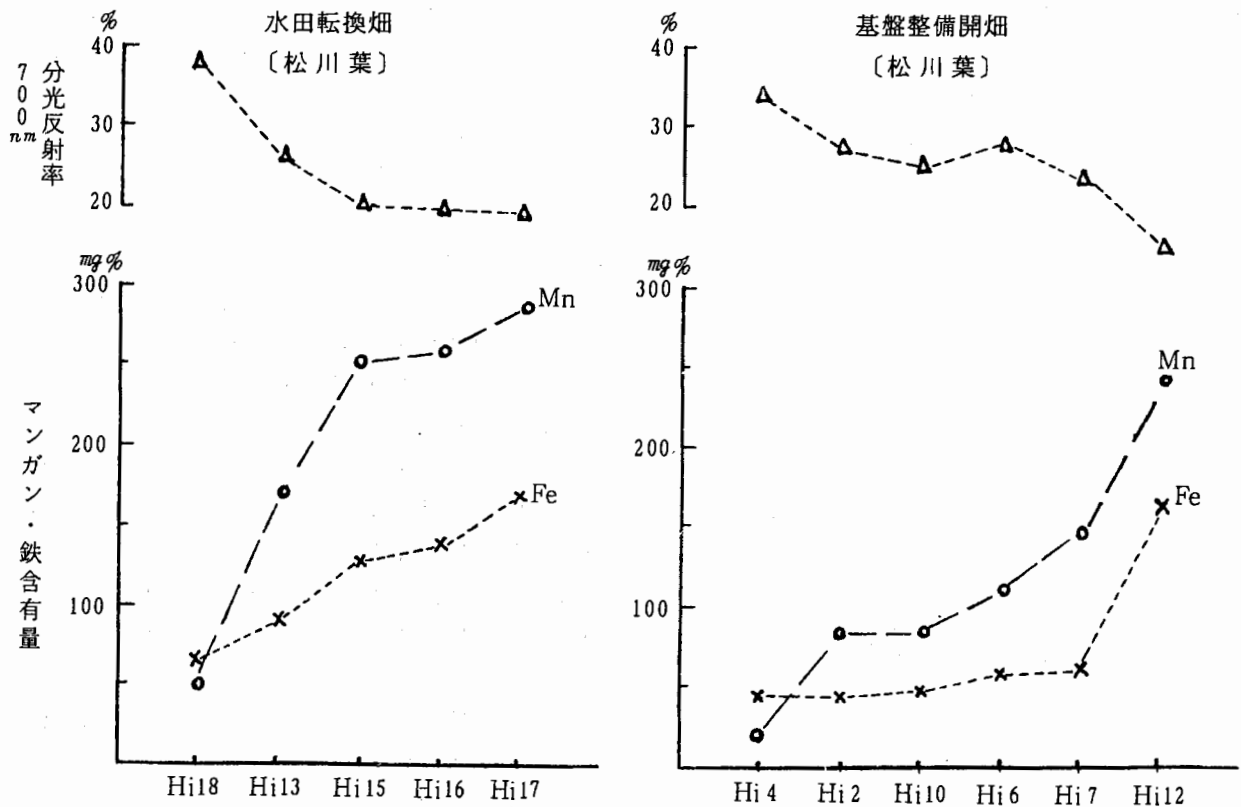
2) 現地の水田転換畑・基盤整備開畑産の灰褐色異常葉の葉色と分光反射特性との関係  
II-2 および II-3 の水田転換畑および基盤整備開畑において発症した灰褐色異常葉について、同様に分光反射曲線を測定した結果、第4図に示

すように、症状の段階に応じて軽症から中症→重症と進むに従って分光反射率が低下してゆく傾向が判然と認められた。

これを第5図のように、たばこ葉のマンガン含量との関係でみれば、それぞれの生産ほ場の同類土壌立地条件下において、マンガン含量の大なるほど明らかに分光反射率が低下してゆく傾向が認められた。



第4図 現地圃場産の葉たばこ灰褐色異常葉の症状の程度別による分光反射曲線(1972)



第5図 現地圃場産の葉たばこ灰褐色異常葉のマンガン・鉄含有量と分光反射率との相関(1972)

ただし、マンガン含量のごく近接しているところでは分光反射率の大・小がわずかに逆転しているところもある。また生産ほ場（水田転作か開畑か）の異なる条件においては、絶対的な濃度での比較に誤差がやゝ伴うが、これは土壌の pH、Eh、土壌中のマンガンの存在形態とくに可給態や易還元性の形態の多少や鉄分の多少が影響してくるため、同一立地条件から外れるほど、異常葉の全マンガンに対する二酸化マンガン態マンガンの存在比が異なり易いためと考えられる。

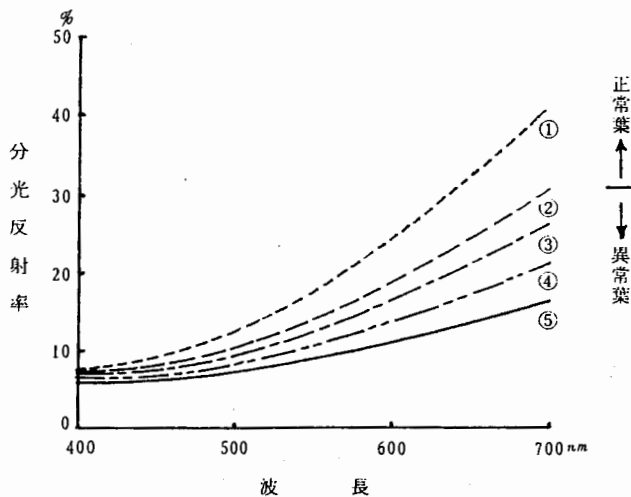
この現地ほ場産のたばこ葉においても、分光反射率が30%以上では、すべて正常葉であった。30%以下のグループは軽症から中症→重症まで、それぞれ分光反射率でグループピングできることが知られていたため、ポット試験の結果と併せて次のように異常葉色領域を策定した。

3) 灰褐色異常葉の分光反射特性による異常葉領域の策定

ポット試験のたばこ葉の各葉位葉の多数の異常葉の程度別の反射分光測定値や、水田転換畑・基盤整備開畑産の異常葉々色の反射分光測定値を集約して、第6図のように分光反射率の段階別に Grouping して示すことが、灰褐色異常葉の症状段階をよく示すことが知られた。

すなわち

1 Group	分光反射率	30 %以上	正常葉
2	"	30~25%	軽症葉
3	"	25~20%	中症葉
4	"	20~15%	重症葉
5	"	15 %以下	激甚症葉



第6図 分光反射特性による葉たばこの灰褐色異常葉の異常葉領域

の5段階分類による異常葉領域を策定した。

この分光反射率による異常葉領域は、葉の分光特性を科学的に相対比較するのにはよいが、いわゆる“色”そのものを直接的には示していないこと、測定機器が大型で現場測定に不適であることなどの問題点がある。

そこで、実用性の高い“標準色票”による葉色の測定法と、それによる異常葉の分類基準策定を検討した。

2. マンセル表色系標準色票による異常葉領域の策定

試験方法

灰褐色異常葉は、葉色が灰褐色～黒褐色なので、通常のグリーン系の葉色帖は使用できず、標準土色帖（日本色彩社）の使用を検討したが、印刷年月により色調がわずかに異なるので規格化が不十分であり、その後、JIS-Z-8721-1964 準拠標準色票（無光沢版）<sup>34)</sup>（マンセル表色系<sup>35)</sup>）を異常葉色測定の基準として用い、灰褐色～黒褐色を呈する葉たばこ異常葉の葉色を比色分類した。葉色の比色は真天然白色光下で行なった。

試験結果

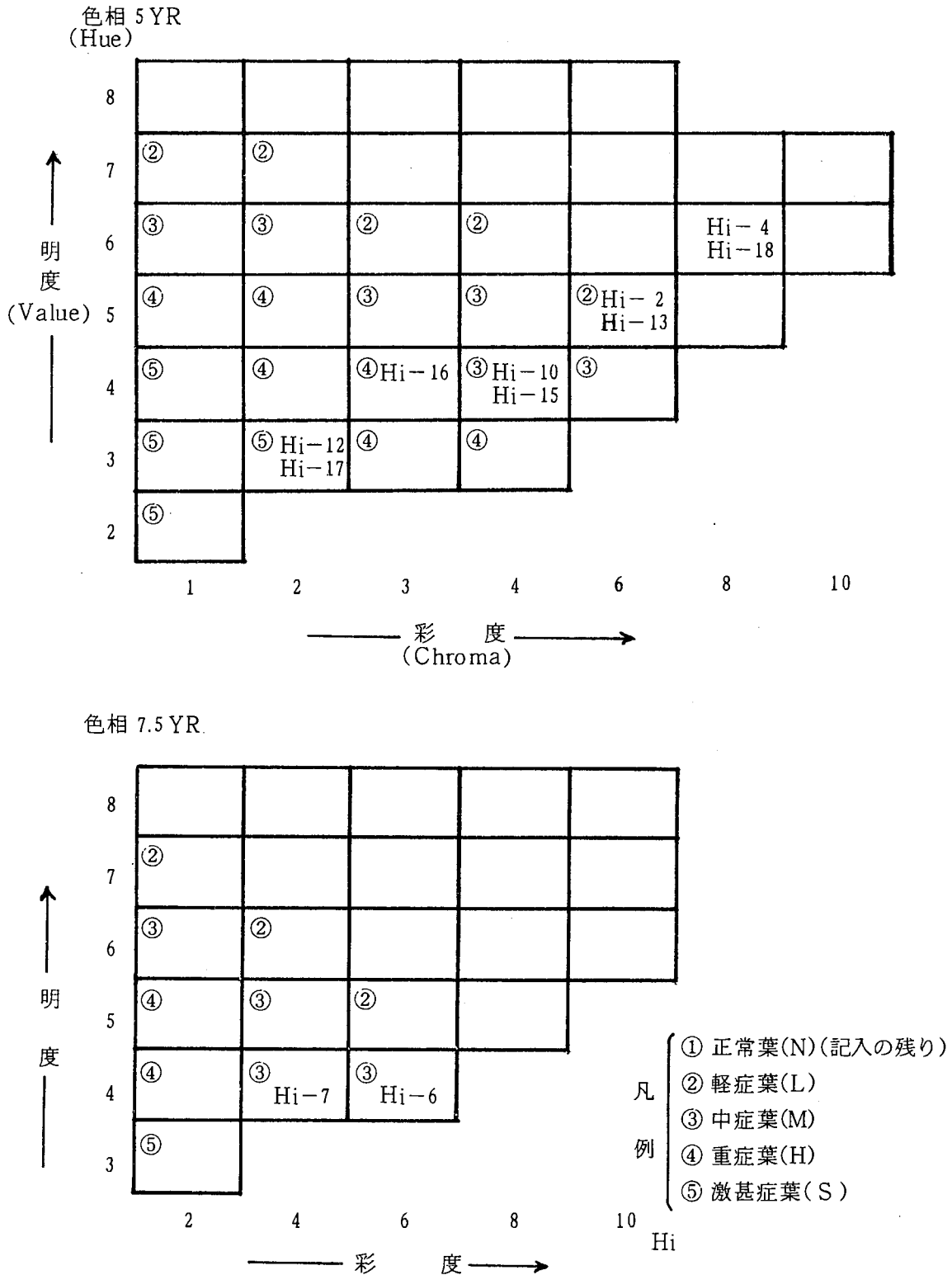
葉たばこの乾燥葉は、正常葉では松川葉が白遠州よりやゝ濃色を示すが、異常葉症状が灰褐～黒褐色化するにしたがってその差がなくなり、色相はいずれも YR 系であって、特別な例を除いて、すべて 5 YR 7.5 YR

の2色相に包括して表色されることが知られた。

灰褐色異常葉は、黄褐色の基色のうえに、多数の灰黒色の微小斑点を点在修色させており、巨視的には混色して“灰褐色～黒褐色”を呈してることが知られた。

そして分光反射特性と同様に、マンガン含量が高く異常葉症状が重いほど、明度および彩度が低下し、暗色度を増した。この明度および彩度の低下は、先に測定した分光反射率の低下と密接な関連をもっていることが明かなので、この分光反射特性の測定結果と対比しながら、葉色が標準色票の色相・明度・彩度と一致する坐標の色票を探索して比色判定した結果、

灰褐色異常葉の領域は、第7図に示すように、5 YR 7/1~2、同 6/3~4、同 5/6 より暗色域、および 7.5 YR 7/2、同 6/4、同 5/6 より暗色域、



第7図 マンセル表色方式による葉たばこ灰褐色異常葉の異常葉領域  
〔JIS-Z-8721 標準色票(マンセル表色系)による〕

が異常葉の領域に入ることが知られた。

そして分光反射率の領域と、マンセル表色系標準色票の坐標との関係から、次のとおり灰褐色異常葉の領域を策定した。

- 1). 分光反射率 30%以上 正常葉  
5 YR 8/1~2、同7/3~4、同6/6、同5/8 ; 7.5 YR 8/2、同7/4、同6/6、同5/8 以上

- 2). 分光反射率 30~25% 軽症葉  
 5 YR 7/1~2、同 6/3~4、同 5/6、  
 7.5 YR 7/2、同 6/4、同 5/6
- 3). 分光反射率 25~20% 中症葉  
 5 YR 6/1~2、同 5/3、同 4~5/4、同 4/6、  
 7.5 YR 6/2 同 4~5/4、同 4/6
- 4). 分光反射率 20~15% 重症葉  
 5 YR 5/1、同 4~5/2、同 3~4/3、同 3/4  
 7.5 YR 4~5/2
- 5). 分光反射率 15%以下 激甚症葉  
 5 YR 2~4/1、同 3/2  
 7.5 YR 3/2
- これらをまとめて、第7表に示す。  
 このようにして、葉たばこの灰褐色異常葉の異常葉領域が策定され、その症状の程度別の判定基準が確立され、実用的かつ合理的に、標準色票を用いる比色表色により、異常葉程度を判定表現しうるように改善された。

第7表 葉たばこの灰褐色異常葉の装色領域による分類  
 (JIS-Z-8721 標準色票、マンセル方式表色系準拠)

分類	① 正常葉 (N)	② 軽症葉 (L)	③ 中症葉 (M)	④ 重症葉 (H)	⑤ 激甚症葉 (S)	
700 nm 分光反射率領域	30%以上	30~25%	25~20%	20~15%	15%以下	
マンセル方式標準色票	5 YR	5 YR 8/1 8/2 7/3 8/3 7/4 8/4 6/6 7/6 8/6 5/8 6/8 7/8 6/10 7/10	5 YR 7/1 7/2 6/3 6/4 5/6	5 YR 6/1 6/2 5/3 4/4 5/4 4/6	5 YR 5/1 4/2 5/2 3/3 4/3 3/4	5 YR 2/1 3/1 4/1 3/2
	7.5 YR	7.5 YR 8/2 7/4 8/4 6/6 7/6 8/6 5/8 6/8 7/8 8/8 6/10 7/10 8/10	7.5 YR 7/2 6/4 5/6	7.5 YR 6/2 4/4 5/4 4/6	7.5 YR 4/2 5/2	7.5 YR 3/2

註1: 色票帖にはあるが葉たばこ乾燥葉の葉色としては使用されない坐標の表色色票は除外した。

- 註2: 分類略号
- ① N…… None illed tobacco leaf
  - ② L…… Light illed tobacco leaf
  - ③ M…… Medium illed tobacco leaf
  - ④ H…… Heavy illed tobacco leaf
  - ⑤ S…… Severe illed tobacco leaf

註3: 700 nm 分光反射率の分類範囲と色票の分類領域とは、各境界ライン付近でやゝずれてくることがあるが、その際は色票による判定の結果を優先させるものとする。

### 3. ま と め

1) 灰褐色異常葉の反射分光曲線は、400nmから700nmにわたって、極大・極小がなく次第に反射率が高まるパターン曲線を示した。

2) したがって測定された可視光域の範囲内では、700nmの分光反射率が最も大で、分離能もよいので、分光反射特性の相对比较の代表値として、700nmの分光反射率が用いられることが知られた。

3) 灰褐色異常葉において、同一栽培条件内においては、ポット栽培でも、現地圃場栽培でも、マンガンの相対的に多く含有されるほど灰褐色～黒褐色の程度がすすみ、700nmの分光反射率を低下させてゆく傾向が判然と認められた。

4) 700nmの分光反射率が30%以上の葉たばこ乾燥葉は、いずれも鑑定で正常葉とみとめられた。したがって、異常葉領域は、700nm分光反射率が30%以下を示すものであると範囲づけられた。

5) この異常葉領域をさらに症状程度に対応して細分類し、1. 分光反射率30%以上…正常葉、2. 同30～25%…軽症葉、3. 同25～20%…中症葉、4. 同20～15%…重症葉、5. 同15%以下…激甚症葉、の5段階に異常葉の程度別領域が策定された。

6) これを実用的な異常葉程度の表色を行なうため、マンセル表色系標準色票を用い検討した結果、色相はいずれもYR系であって、松川葉および白遠州では、すべて5YRと7.5YRとの色相に包括して表色されることが判明した。

7) そして灰褐色異常葉の領域は、5YR7/1～2、同6/3～4、同5/6より暗色域、および7.5YR7/2、同6/4、同5/6より暗色域、が異常葉の領域に入ることが知られた。

8) さきの700nm分光反射率による灰褐色異常葉の5段階分類と、この標準色票の異常葉領域とから、標準色票による灰褐色異常葉領域を5段階に分類策定し、それぞれの坐標の色票を示した。

9) この標準色票による異常葉領域の策定により、従来各地から報告されてきた灰褐色異常葉の症状の程度が不明確で、相互比較が困難であった問題点を解決し、客観的に表色でき、異常葉程度が相互に対比できるように、灰褐色異常葉の判定に基準が与えられ、改善された。

## VI 総合考察

葉たばこ作は嗜好特性がとくに重視されてきた

ので、その産葉品質の維持向上には、栽培畑地の熟畑化を進め地力向上をはかり、高度集約肥培管理をしながら藩政以来営々として努力されてきた。

しかるに、日本農政の大変革により1970年より水田転作が推進されることになり、その転作作目の1つとして葉たばこ作が水田転換畑に作付され、また畑地の基盤整備として区画拡大・開畑がすすめられ、未熟土壌がたばこ作土壌として供用されたことにより、葉たばこの収穫後の乾燥葉に熟畑産のものとは全く異なる、黒褐色をした品質の劣悪な異常葉が発生するに至った。これは葉たばこの品質を著しく低下させ、商品価値を失墜させたので、緊急に原因の究明と対応策の樹立を検討した。

葉たばこは、従来からも生育中にいろいろな病理斑・生理斑が発生することが知られており、<sup>1) 2)</sup>、乾燥過程でも多少の変異葉は散発してきてはいるが、この事例のような激甚な黒褐色の発症はあまり知られておらず、2,3の報告<sup>3) 11)</sup>があるのみであったが、水田転作推進後は急速に全国からその発生が報告<sup>4) 10) 12) 13) 14) 15) 16) 17)</sup>されてきた。

そして、その発症原因については、水田からの転作畑という、たばこ作の従来の安全常識を超えた圃場土壌条件に起原を求めながら、得られた結論はそれぞれ異なり、未だその原因物質の確定をみるに至っていない。

### 1. 灰褐色異常葉の発症の実態

著者ら<sup>7) 8)</sup>は、この葉たばこ異常葉の黒褐色が、水田からの転換畑のみならず、基盤整備開畑においても同様に発症すること、しかし隣接した熟畑においては全く発症しないことに着目し、まず基盤整備開畑の土壌を構成する母材の成分を探索したところ、熟畑より明らかに多量のマンガンを含有することが判明した。

水田からの転換畑について、異常の発症の有無により基盤整備開畑のような土壌中のマンガンの含量の差異を想定したが、差異のある場合と、ほとんど差異がない場合とがあり一定しなかったが、いずれも内容的には易還元性マンガンの高い含量を示す傾向が認められ、また圃場が一般に地下水位が高く、周辺水田の湛水により過温気味で根系の発達もやゝ不良で、Ehの低下がおこり易くマンガンの還元化がすすみ易い状態であった。

これらのことから、基盤整備開畑の異常葉と水

田転換畑の異常葉とは、その発生原因が全く同一の単純な土壌立地条件とするには難があり、土壌の反応、酸化還元電位等の動的状態、収穫葉乾燥過程の密吊りによる生葉相互間の排湿不良による酸化酵素活性<sup>30)</sup>の長期持続によるマンガンの酸化沈積増大を考慮する要があることが知られた。

## 2. 灰褐色異常葉の原因物質の同定

次いで、異常葉の黒褐斑に着目し、この基盤整備開畑産の異常葉の黒褐斑と水田転換畑産の異常葉の黒褐斑とが、同一成分のものかどうか探索した。

その結果、化学的検定法により、この黒褐斑は有機色素系ではないこと、無機系物質であること、顕著なマンガンの特有の反応を示すこと、しかもその高次酸化物であること、反応性および色調から二酸化マンガンを考えられること、さらに分光反射特性から二酸化マンガんとされ、何れの土壌基盤条件の異常葉斑点も同一成分であることが明らかにされた。

作物の黒褐変現象において、二酸化マンガンの存在することは、すでにW. BUSSLER<sup>19)</sup>が1958年に報告しており、安松・高橋<sup>5)</sup>が葉たばこの微量要素の基礎研究において1963年に報告し、また近年堀口ら<sup>22)</sup>がマンガン過剰の生理の研究からマンガンの集積を追認しており、葉たばこ異常葉の黒褐斑の構成物質も二酸化マンガんで、その特有の黒灰色により、斑点が黒褐色を呈するものであることが確定された。

しかし、この黒褐斑が、マンガンを含む数種の複合成分によって構成されているのか、マンガノ物質のみによって構成されているのかは未確定であり、さらに斑点内のマンガンの存在様式なども、研究手法の困難さもあって未だ確定されていない。

著者のうち、渋谷ら<sup>23)24)25)</sup>は、作物体成分の微小分布の解明に、エレクトロン・マイクロプローブX線アナライザーの適用を世界で先駆的にすすめてき、永年作物の生理病の主因とマンガンの関係や水稲の生理作用とマンガンの存在様式等を解明してきた。そこでこの葉たばこ異常葉の生理斑点について、同様にこのX線マイクロアナライザーによりマンガンの他の元素の存在状態を測定検討した。

その結果、異常葉の黒褐斑は、斑点の走査二次電子線像の内側にのみマンガンの特性X線像がき

わめて特異的に分布しており、Feは斑点の内側も外側もほぼ均一に少しく分布するのみで局所分布は認められず、K・Ca・Mg・Al並びにS・Cl等も同様で局所分布はしておらず、したがってこの黒褐斑は、マンガンそのものから成っていることが同定された。

さきに確定された二酸化マンガンの存在と、このマンガンの存在状態の確認同定とより、葉たばこの灰褐色異常葉の黒褐色斑点の構成物質は、マンガンそのもの、とくに二酸化マンガンより成るものであることが確認同定された。

かくして、葉たばこの乾燥過程に発症する灰褐色異常葉の原因物質はマンガンであり、その酸化物である二酸化マンガンの小顆粒の表皮下の沈積によるものであることが確認された。

このことから、さきに現地圃場において認められた葉たばこの灰褐色異常葉は、基盤整備開畑でも水田転換畑でも、いずれもマンガンが原因物質であることが確定した。ただし、このマンガンは、圃場の土壌のpHや酸化還元電位、含水量等により易溶化の程度が異なり<sup>20)41)42)</sup>、また作物の根の活力、生体の生理活性の大小<sup>20)21)22)</sup>等により生体内マンガンのうちの酸化沈積物となる割合がことなることが知られてきつつある。

とくに葉たばこの乾燥過程においては、生葉水分の脱失にともない、生体の生理活性容量の低減をきたしてくるので、マンガンはより安定度の高い高次酸化物の二酸化マンガンとして濃縮され、系外に解毒排出されてくることにより、表皮下に小核状の小顆粒として沈積してくるものと解される。

このことは、とくに水田転換畑の葉たばこのように、大出来栄えのたばこ葉を密吊りにし、生葉が互いに密着し生葉間の排湿が不良の場合は、水分が長期にわたり保持されるので、マンガンのオキシダーゼ活性が持続するため、マンガン酸化物の生成量を多くし、その酸化沈積物が多くなり、黒褐斑点が多数生成点になるようになる。

このように、乾燥過程に発症する灰褐色異常葉は、土壌中のマンガンの程度ばかりでなく、土壌・作物・乾燥過程の三者の複雑な要因が加重されて発現するものであると解される。

したがって、葉たばこのマンガンの含量と灰褐色異常葉の発症の有無との関係は単純には帰納できないが、通常50mg% (500ppm) Mn前後で異常葉

が発症しはじめるようであり、100 mg%(1,000 ppm) Mn以上で症状が明らかになり、150 mg%(1,500 ppm) Mnをこえると重症を呈してくる傾向がみとめられる。

現地圃場における灰褐色異常葉の発症原因がマンガンによることが解明されたので、そのマンガンの用量増大による異常葉の発現の有無をポット試験にて追試したところ、マンガンの多用量段階に応じて葉たばこの生育抑制を生じ、異常葉の灰褐色の暗色度の増大、すなわち、明度・彩度の低下をきたしてきた。このことから、マンガンの過剰障害による異常葉であることが栽培上からも確認された。

そして土壌 pH の低下はマンガンの吸収を増大させることが明らかで、逆に土壌 pH を中和して pH 6 以上にすると、マンガンの吸収が顕著に抑制されることが判明した。このことは、葉たばこの灰褐色異常葉の発生の防止対策として、土壌の pH 矯正が有効であることを示すものであり、実用指導に移された。

また、鉄は、その過剰により異常葉色の暗色度をやゝ増大させる傾向があり、これは水田転換畑のような鉄分の多い土壌、とくに鋤床に鉄集積層が存在するような圃場においては、異常葉の発生を助長するきけんがあり、現地の実例<sup>6)</sup>も報告されている。

塩素は、塩素系肥料から水田では永年にわたり施入されてきているが、このものの併用は、土壌中にマンガンの少ない場合にはあまり差がないが、マンガンの多量共存する場合には、マンガンの吸収を助長する傾向が顕著であり、異常葉色を暗色化させる傾向が認められた。また塩素は、葉たばこの組織を悪変させ、なめし皮状の乾葉にさせ、産葉の品質を著しく劣下させることが従来から知られており、さらに異常葉色を助長することも明らかになったので、水田転換畑のような、塩素系肥料(塩安・塩加・新鮮廐肥等)の連用されてきた圃場に、直ちに葉たばこ作を作付けすることは問題が多いと考えられる。

以上のようにマンガンの段階的多用により、顕著な灰褐色異常葉の発症が栽培上からも確認された。そして鉄や塩素の多量共存、土壌 pH の低下などが、これを助長することが知られた。

しかしこのポット栽培の葉たばこの乾燥葉中のマンガンは、現地圃場産のそれに比し数倍の高

含量であって、ポットのような限られた培地根圏容積中に、高濃度にマンガンが存在する場合は、葉たばこは相当高濃度にまで生体中にマンガンをとりこむことができるよう<sup>28)</sup>、このことから葉たばこは、一種のマンガンの Accumulator Plant<sup>39)</sup> としての特性を示すものと解される。

### 3. 灰褐色異常葉の異常葉領域の策定

この葉たばこの乾燥過程に発症する灰褐色異常葉は、産葉の品質低下をきたしてくるが、その程度は乾燥葉の葉色と密接な関係を有することが判明したので、異常葉の症状を葉色で判定し、異常葉領域を分類することを検討した。

それで、まず葉たばこの異常葉葉色の反射分光特性を測定・検討したところ、可視光域の 400 nm から 700 nm にわたって、次第に反射率が高まってゆき、極大・極小のない分光曲線を示し、いずれの葉色も類似したパターンの曲線で基色の色調の同色性が知られた。また長波長側にゆくに従って次第に反射率が高まるので、測定波長内では 700 nm の分光反射率が最も大で、相対的な分離能もよいので、反射分光特性の相対比較の代表値として 700 nm の分光反射率を用いることが妥当であることを示した。

ポット試験のマンガンの用量段階、pH 段階に応じて異常性を示した葉たばこの葉色は、明らかに全波長域の分光反射率が低下する傾向を示し、すなわち明度・彩度の低下をきたす方向をとることが判明した。また現地の水田転換畑および基盤整備開畑において発症した灰褐色異常葉も、症状の段階に応じて軽症から中症→重症と向うにしたがって、分光反射率が低下してゆく傾向が判然と認められた。そしてこの傾向性は、同類の土壌立地条件下においては、マンガンの含量の大なるほど明らかに分光反射率が低下してきた。

この分光反射率の程度と鑑定による等級付けの正常葉の領域を検討した結果、分光反射率 30% 以上のものは、すべて正常として上位等級に入ることが判明した。

それで葉たばこ乾燥葉の分光反射率が 30% 以上のものは正常葉領域とし、分光反射率 30% 以下のグループを“灰褐色異常葉(グレー葉)”の領域とすることが妥当であると帰納された。

そして分光反射率 30% 以下の分光反射率を示す異常葉のなかで、症状に応じ次のように細分級し

した。

すなわち、

分類	分光反射率	症状程度
1 Group	30 % 以上	正常葉
2 Group	30 ~ 25 %	軽症葉
3 Group	25 ~ 20 %	中症葉
4 Group	20 ~ 15 %	重症葉
5 Group	15 % 以下	激甚症葉

の5段階分類による異常葉領域を策定した。

このようにして分光反射特性から灰褐色異常葉の異常葉領域を策定しえたので、次いでこれを実用性の高い“標準色票”による異常葉色の測定法について検討した。

これに供用する標準色票は、灰褐色異常葉の葉色が灰褐色～黒褐色なのでなかなか適合するものがなく、種々検討の結果、入手しうるうちでは、JIS-Z-8721-1964 準拠“標準色票”<sup>34)</sup> (マンセル表色系、無光沢版) が最も好適することが判明した。

また葉たばこの乾燥葉の葉色は、品種間で若干差があり、供試した2品種のうちでは、松川葉が白遠州よりやや濃色を示すが、異常葉症状が灰褐～黒褐化するにしたがってその差が少なくなってくるし、同一品種であっても産地の土壌特性の差によって葉色が少しく異なってくることがあり、厳密には補正を要し、難しい問題を内包しているが、実用的にはあまり支障がないのでそのまま取扱った。

その結果、灰褐色異常葉の色相は、いずれもY R系であって、特殊な例外を除いて、その色調はすべて

5 Y R

7.5 Y R

の2色相に包括して表色されることが知られた。

灰褐色異常葉は、黄褐色系の基色のうえに、多数の灰黒色の微細斑点を点在し基色を修色させており、巨視的には混色して“灰褐色～黒褐色”を呈してくることが判明し、黒褐色は灰褐色の濃密な症状を示すので、この異常葉を“灰褐色異常葉”<sup>15)</sup> と呼称することが妥当であると考えられる。因みに、このものを諸外国では“Grey Tobacco”<sup>11)</sup> と称しており、よく症状を示し、また簡潔と呼び易いので、略称として“グレー葉”<sup>11)</sup> と呼ぶことにする。

この“灰褐色異常葉”は、マンセル表色系標準色票による比色において、葉中のマンガン含量が

高くなり異常葉症状が重症になってくるほど、5 Y Rおよび7.5 Y Rの色相の明度および彩度が低下し、暗色度を増してきた。この明度および彩度の低下は、さきに測定した分光反射率の低下と密接な関連をもっていることが明かなので、この分光反射特性の測定結果と対比しながら、葉色が標準色票の色相・明度・彩度と一致する坐標の色票を探索して比色判定した結果、

灰褐色異常葉の領域は

5 Y R 7/1~2、同6/3~4、同5/6より暗色域、および、7.5 Y R 7/2、同6/4、同5/6より暗色域が異常葉の領域に入ることが知られた。

それで分光反射率による葉たばこ葉色の5段階分類に、マンセル表色系標準色票の坐標色標を適合させ、標準色標を用いる比色表色による葉たばこ葉色の5段階分類を策定し、実用的な灰褐色異常葉の判定分類基準を確立した。

これによって、従来各地から報告されてきた灰褐色異常葉の症状呈度が、その表現に客観的規準がなく、不統一で相互比較が至難であった問題点を、より科学的な標準色標の基準によって比色判定し、合理的に症状程度を表現しうるようになり、客観的に異常葉程度が相互に対比できるように改善された。

## VII 結 語

葉たばこの生理的斑点病のうち、第Ⅶ型の乾燥過程に発症する灰褐色異常葉について、この原因物質を、化学分析・分光分析・X線マイクロアナライザー等を駆使し、異常葉の斑点構成物質に重点を指向して検索・解明した結果、マンガンのものであることが同定され、その存在形態は二酸化マンガンであると確定された。

これより、その栽培追試により異常葉の発生程度を抑制する被害軽減方策の理論的根拠が検証され、確立された。

また灰褐色異常葉の葉色領域を反射分光分析により解析し、5段階分類を策定し、その実用的な判定方法として、マンセル表色系標準色票による各分類段階に対応した表色坐標の標準色標があたえられ、異常葉の判定基準が確立された。

このようにして、葉たばこの乾燥過程に発症する灰褐色異常葉の原因物質が解明・同定され、被害軽減方策の理論的根拠が確立され、異常葉領域の分類とその判定基準が策定され、灰褐色異常葉



の成因解明とその対策に進歩と改善をもたらした。

## VIII 摘 要

葉たばこの生理斑点病のうち、乾燥過程に発症する灰褐色異常葉について、その原因物質の探策と、異常葉領域の策定を検討した結果、次のような成果がえられた。

1. 葉たばこの乾燥過程に発症する灰褐色異常葉は、水田転換畑および基盤整備開畑の何れの土壌立地条件においても発症した。

2. 灰褐色異常葉の症状程度の重症なものほどマンガン含量が明らかに高濃度を示した。

3. 発生した圃場のマンガン含量は、水田転換畑では判然とした傾向性を示さないが、概して易還元性マンガンが多い傾向が認められ、基盤整備開畑では、母材に易還元性マンガンが高濃度に含有され、これが開畑の土壌中のマンガン含量を高めていたことが原因であると帰納された。

4. ポット栽培において、マンガンの多用量段階別によって、次第に葉たばこの生育抑制をきたし、ネクロシスを生じ、その乾燥葉は顕著な黒褐色を呈してき、明らかに灰褐色異常葉を発症することが実証された。

5. マンガンは、土壌の反応・酸化還元電位等によりその吸収程度が異なり、pHが酸性側に傾くほど吸収量が増大し、逆にpHを矯正してpH6以上にすると、極めてマンガンの吸収が抑制され、葉たばこも健全になってきた。このことからこの灰褐色異常葉の発生を抑制する対策技術の理論的根拠が実証された。

6. その他の成分では、鉄は葉色の暗色化をやゝ助長し、塩素の併用は、葉たばこの葉質を劣悪化し、マンガンの吸収酸化を助長し、葉色を暗色化させることが知られた。

7. しかしポット栽培によってえられた葉たばこは、マンガン含量が現地圃場産のものに比し数倍の高含量を示し、限定された容積中に高濃度に施用されたマンガン等の塩基類は、過剰にぜいたく吸収されたことになり、これは葉たばこが一種のマンガンのAccumulator Plantとしての特性を示したものと解される。

8. このような土壌の化学性のほか、現地においては、水田転換畑の高地下水位による土壌の弱還元によるマンガンの可溶化、根圏の過湿によるたばこ根の生理活性の低下、とくにマンガン酸化

能の低下による易還元性マンガンの吸収増大等が関与している。

9. また転換畑産の葉たばこは、大出来なので、乾燥過程で密吊りによる生葉間の排湿不良で、適温加湿下で長期にわたってマンガンの酸化に関するパーオキシダーゼ活性が持続し、乾燥過程でマンガンの酸化沈積割合を増大させたことにもよる。

10. 灰褐色異常葉は、その症状は、たばこ葉のほぼ全面に黒褐の微小斑点が多数群発しており、重症のものは、かさぶた状に浮腫を形成していることもある。

11. 顕鏡下では、微小斑点は黒色をおび、明らかな輪郭をもって点在し、横断面では表皮細胞が多く黒褐変し、つづいて内部の柵状組織が侵され黒褐変してくる。重症になると下面表皮にも黒褐斑が生じ、また上面表皮から下面表皮まで貫通して黒褐色を呈することもある。

12. さらに高倍顕鏡下で、斑点物質は黒灰色の小顆粒をなして表皮細胞の内部に沈積していることが確認された。

13. このことから、この斑点物質は、乾燥過程において、たばこ葉の水分の脱失による生理活性容量の減少にともない、濃縮されて系外に安定な酸化物として排出され、表皮下に没積した酸化沈積物であることが判明した。

14. この斑点物質を化学検定法により構成物質を検索した結果、有機色素系ではないこと、数種の特異反応によりマンガン物質であることが確認された。

15. その酸化還元電位より3価以上のマンガンの高次酸化物であることが知られ、種々の結果から二酸化マンガンであると考えられた。

16. その反射分光特性を、マンガンの数種の高次酸化物と対比して解析した結果、二酸化マンガンであることが確定した。

17. さらに、X線マイクロアナライザーにより、斑点はマンガン以外のドミナントな成分はなく、マンガンそのものから成っていることが同定され、これと先の測定結果より、灰褐色異常葉の斑点物質は二酸化マンガンそのものであることが確定された。

18. 灰褐色異常葉の異常葉領域を、反射分光曲線により解析した結果、可視光域内で400nmから700nmまで極大・極小なく次第に反射率の高まる

かたちの分光曲線がえられ、マンガンが相対的に高濃度に含有されるほど、葉色がグレー化し、分光反射率が低下してゆくことが知られた。

19. それで、分光反射率700nmで相対比較が可能であることが知られ、700nm分光反射率と葉たばこの鑑定の結果とから、700nm分光反射率30%以下が、異常葉領域であると範囲づけられた。

20. この異常葉領域を、さらに症状程度に対応して細分類し、1. 分光反射率30%以上…正常葉、2. 同30~25%…軽症葉、3. 同25~20%…中症葉、4. 同20~15%…重症葉、5. 同15%以下…激甚症葉、と5段階に異常葉の程度別領域が策定された。

21. これを実用的な表色を行なうため、マンセル表色系標準色票を用い検討した結果、色相はいずれもYR系であって、松川葉および白遠州では、すべて5YRと7.5YRとの色相に包括して表色されることが判明した。

22. さきの分光反射率による異常葉領域の5段階分類と、この標準色票の異常葉領域とから、標準色票による灰褐色異常葉領域を5段階に分類策定し、それぞれの坐標の色票を示し、実用的な比色判定ができるようにした。

23. この標準色票による異常葉領域の策定により、従来報告されてきたその症状が主観的で不明確で、相互比較が困難であった問題点を解決し、客観的に表色できるので異常葉程度が相互に対比できるようになり、灰褐色異常葉の判定に基準が与えられ、改善された。

24. このようにして、葉たばこの乾燥過程に発症する灰褐色異常葉について、その実態の調査と内因解析とから発症の原因を検索し、X線マイクロアナライザーにより原因物質を同定し、さらに分光反射特性からその異常葉領域を5段階分類し、これを実用的な標準色票により異常葉領域の比色判定の基準を策定し、灰褐色異常葉の成因解明とその対策に進歩と改善をもたらした。

## 文 献

- 1). 黒田昭太郎・篠原俊清・矢野文雄・木村敏雄(1969) 葉たばこの生理的斑点病 日作紀 38 別号1 199~200
- 2) 黒田昭太郎・篠原俊清・喜太村俊明(1970) 生理的斑点病について — 分類・発生の実態および発生要因 葉研\* 53 67~78
- 3) 矢野文雄・木村敏雄(1970) 生理的斑点病について — 褐色斑点および黒褐色斑点、葉研 53 78~86
- 4) 矢野文雄(1975) 黄色種乾燥中に出現する黒褐色斑点について 葉研 69 111~118
- 5) 安松範郎・高橋達郎(1975) タバコの微量要素に関する研究(第6報) タバコのマンガン過剰症について 泰野タバコ試報告 52 49~50
- 6) 宇野良男・加藤知三郎・木下正信(1976) 鉄の過乗吸収による異常葉について 葉研 72 68~72
- 7) 佐々木信夫・菅野昭五(1973) 葉たばこの異常葉について(第1報) 土肥講要 20-II 19
- 8) 佐々木信夫・渋谷政夫・渡辺久男(1974) 葉たばこの異常葉について(第2報) X線マイクロアナライザーによる原因物質の質的同定 土肥講要 21-II 24~25
- 9) 佐々木信夫・菅野昭五(1975) タバコグレー葉の葉色解析 東北農業研究 16 157~159
- 10) 河又一雄・荒川義清・津崎和夫(1972) 東北地方に発生した水田転換畑作タバコの異常葉について 日作紀東北支部会報 14 85~86  
同題名 葉研 59 79~85 (1972)
- 11) J.M. ELLIOT and B.T. FINN (1966) The Influence of Manganese, Iron, Calcium, Phosphorus, and Chlorine on the Occurrence and Chemical Composition of Grey Tobacco in Ontario Tobacco Science 11 35~39
- 12) 立谷寿雄・宇佐見昭宣・技並洋一(1972) 水田作たばこの異常葉発生と栄養に関する研究(第1報) 実態調査 土肥講要 18 55
- 13) 瀧元男・重田晴代(1971) 空気乾燥葉たばこに発生する異常葉について 土肥講要 17 78
- 14) 本田暢苗・新井場清朋・大関和彦(1971)

\* 葉研……葉たばこ研究

- タバコの灰褐色異常葉について(第1報) 中国地方における発生状況と異常葉の性質; (第2報)葉の無機成分含量との関係 土肥講要 17 77~78
- 15) 本田暢苗・新井場清朋・大関和彦(1973) タバコの灰褐色異常葉の発生と葉の化学成分 土肥誌 vol. 44 7
- 16) 山下貴・鶴田繁・小牟田賢一郎・河野宏子・山口百枝(1970) 開田地区におけるタバコの異常葉について(第1報) 異常葉の性状と葉たばこ及び跡地土壌の分析結果 土肥講要 17-II 95
- 17) 山下貴・鶴田繁・小牟田賢一郎(1971) 同上(第2報)開田および整備田に発生したMn過剰症 土肥講要 17 118
- 18) 蔡清榮・林元復・陳漢津(1971) 台湾灰白異常菸葉の研究 菸葉試験所年報 161~178
- 19) W. BUSSLER(1958) Manganvergiftung bei höheren Pflanzen z. f. Pflanzenernähr. Dung. Bod. 81 256~265
- 20) 堀口毅・福元達司・西原典則(1975) 植物のマンガン過剰害における種特異性に関する研究(第2報)マンガン過剰が呼吸系に及ぼす影響 土肥講要 21 75
- 21) 堀口毅・森田重則・西原典則(1976) 同上(第3報)褐変およびPeroxidase活性におよぼすケイ酸の影響 土肥講要 22 82
- 22) 堀口毅(1976) 同上(第4報)植物におけるマンガン酸化物の集積 土肥講要 22 82
- 23) 渋谷政夫・結田康一・池田富紀夫・大畑徳輔(1968) 永年作物における Soil-Plant Relations の研究 (第6報) Electron Microprobe X-ray Analyser 利用によるミカン異常落葉樹における Mn・K の超微視的分布 土肥講要 14 61
- 24) 渋谷政夫・結田康一・小山雄生・新井郁子(1968) 同上(第7報) ミカンの異常落葉樹における Mn・K の挙動について 土肥講要 14 61
- 25) 矢沢文雄・渡辺久男・渋谷政夫(1974) 水稻体中の Mn・K の関係について EMX 利用による微視的研究 土肥講要 20 61
- 26) I. YAMANE(1973) Eh-ph Diagrams of Manganese System in Relation to Flooded Soils, Rep. Inst. Agri. Res. Tohoku Univ. 24 1~15
- 27) V. SAUCHELLI(1969) Trace Element in Agriculture (Van Nostrand Reinhold Co. New York) 39~80
- 28) H. G. M. JACOBSON AND T. R. SWANBACK(1932) Manganese Content of Cereals in Connecticut Soils and Its Relation to the Growth of Tobacco (J. Am. Soc. of Agronomy) 24 237~245
- 29) F. FEIGL(1954) Spot Test vol. I Inorganic Applications (Elsevier New York) 173~177
- 30) 岩手県農試(1966) 要約化学分析法(改訂版)(岩手県農試) 42~44, 86~88
- 31) 作物養分測定法委員会(1975) 栽培植物分析測定法(養賢堂) 73~104, 123~127
- 32) 専売公社企画開発本部(1975) たばこ分析法(第1集 葉たばこ成分篇) 133~134
- 33) 土壤養分測定法委員会(1970) 土壤養分分析法(養賢堂) 310, 342~350
- 34) JIS色票委員会(1969) JIS-Z-8721-1964準拠 標準色票(無光沢版)(日本色彩研究所) YR系色票
- 35) 色彩科学協会(1968) 色彩科学ハンドブック(南江堂) 71~132, 940~958
- 36) 専売公社磐田たばこ試(1971) たばこ品種図説(原色版)(磐田たばこ試) 72
- 37) 日本専売公社(1974) たばこ病害虫原色図鑑(専売公社) 53~54
- 38) 瓜谷郁三(1962) 作物生理領域における酵素生物学〔9〕、農及園 37 4, 749~753
- 39) 高橋栄一(1974) 比較植物栄養学(養賢堂) 173~183, 240~255
- 40) 吉田 稔(1979) 水田利用再編の問題点〔6〕 土壌の化学性からみた問題点 土肥講要 25 204
- 41) 日本土壤肥料学会(1979) 水田転作〔1〕 転換畑土壌の化学…吉田稔(博友社) 5~22
- 42) 岩手県農試(1971) 稲作転換における土壌肥料上の問題点(1970年冬期 東北地域土壌肥料ブロック会議 重点検討課題資料) 岩手 1~9

Summary

Studies on the Identification of Causal Substance and the Classification of Grey Leaf's Order of which Air Cured Grey Tobacco

Shinpu SASAKI, Shogo KANNO, Hisao WATANABE and Masao SHIBUYA

Air cured greyish brown tobacco, in a sort of physiological abnormal spots of tobacco leaf, were so many outbreakend. at Iwate prefecture, that were studied to identify its causal substaiace and to classfy its abnormal leaf's order .

Summary of the results were as follows :

1. Their were outbreakend grey tobacco after ain cured both at upland fields<sup>-</sup> converted from paddy fields and virgin fields .
2. Their were the more darkend greyish brown color, the more higher contented Manganese in almost grey tobacco leaves .
3. On Manganese application test of pot culture, planted tobacco were outbreakend Manganese toxicity, and were arised plnysiological grey spots diseases in tobacco leaf after air cured .
4. Grey spot in air cured grey tobacco was tested chemically by spot analysis, Manganese reaction was noticeable in the spot .
5. Reflective spectrum the gray tobacco was similar equal reflective spectrum of Manganese dioxide but not of permanganate .
6. A grey spot was Measured Electron probe X-ray microanalyser ; Mnk $\alpha$  electron beam scanning image was coincided throughly with secondary electron beam scanning image of a grey spot, but not Fe.K $\alpha$ , and not K $\alpha$  of K, Mg, Ca, S, Cl etc. And so was revealed the concentrated Manganese in the spot and not other elements .

Therefore the cansal substance in the grey spot was identified to Manganese .

7. Grey leaf's order of air cured grey tobacco was investigated reflective spectrum ; greyish brown leaf's area was under 30% of spectro reflective ratio at 700nm, and classified five orders .

Namely, 1 Group none illed tobacco leaf was over 30% of spectro reflective ratio at 700nm, 2 Group light illed 30~25%, 3 Group medium illed 25~20%, 4 Group heavy illed 20~15%, 5 Group severe illed under 15% .

8. The five orders of grey tobacco leaf were conformed practically to Munsell color chart of JIS-Z-8721 (1964) Standard color chart, the chroma came within 5 YR and 7.5 YR .

Then five orders of grey tobacco were classified as follows .

1 Group	Spectro reflective ratio at 700nm	30% <	None illed tobacco leaf
(N)	5YR 8/1~2、 "	7/3~4、 "	6/6、 "
	7.5YR 8/2、 "	7/4、 "	6/6、 "
			5/8 over
2 Group		30~25%	Light illed tobacco leaf
(L)	5YR 7/1~2、 "	6/3~4、 "	5/6
	7.5YR 7/2、 "	6/4、 "	5/6

葉たばこの乾燥過程に発症する灰褐色異常葉に関する研究

3 Group (M)	5YR 6/1~2、 " 5/3、 " 4~5/4、 " 4/6	25~20%	Medium illed tobacco leaf
	7.5YR 6/2、 " 4~5/4、 " 4/6		
4 Group (H)	5YR 5/1、 " 4~5/2、 " 3~4/3、 3/4	20~15%	Heavy illed tobacco leaf
	7.5YR " 4~5/2、		
5 Group (S)	5YR 2~4/1、 " 3/2	15% >	Severe illed tobacco leaf
	7.5YR " 3/2		

葉たばこの乾燥過程に発症する灰褐色異常葉に関する研究

佐々木 信 夫、菅 野 昭 五、渡 辺 久 男、渋谷 政 夫

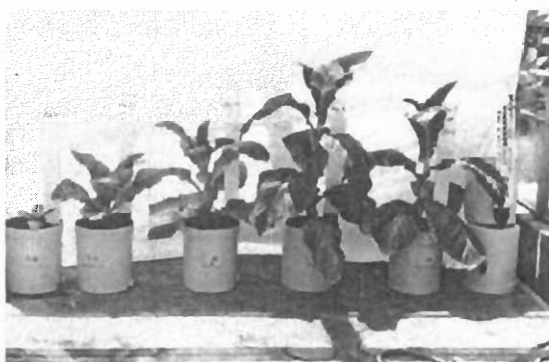


写真1



写真4



写真2



写真5



写真3

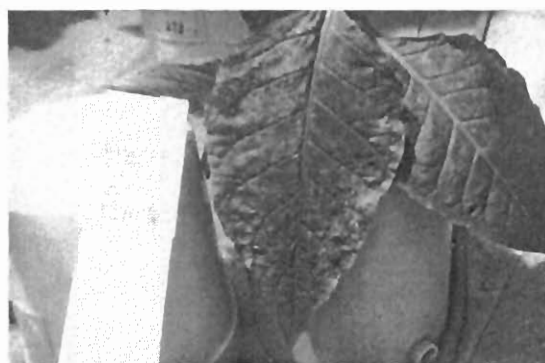


写真6

写真1. マンガン用量試験の葉たばこの生育状況 (A、白遠州)  
右よりMn-0、-5、-10、-20、-50g/pot (1/2000pot)  
Mnの過剰領域で顕著な生育抑制が発現している。

写真2. 土壌pH別試験の葉たばこの生育状況 (A、白遠州)  
右より、Mn-0、pH5:Mn10gのpH4、pH5、pH6の各  
土壌pHの低下によりMnの生育抑制が著しく、土壌pHの中和  
改善によりMn多施用下においても健全な生育を示し、乾燥葉  
もグレー葉にならない。

写真3. マンガン多施用による生理斑の発生状況 (A、白遠州)  
原因はカラーで葉の縞状のところ赤褐色のネクロシスをお  
こしていることが鮮かにみられる。乾燥すると顕著なグレー  
葉になった。

写真4. マンガン用量試験の葉たばこの生育状況 (B、松川葉)  
右よりMn-0、-10、-20g/pot (左端はpH4、Mn10g)  
Mnの多施用で生育が低下してくるが、白遠州より概して抑  
制が少ない。

写真5. 土壌pH別試験の葉たばこの生育状況 (B、松川葉)  
右よりMn-0、pH5:Mn10gのpH4、pH5、pH6の各区  
pHの中和改善により、Mnの多施用下においても健全な生育  
を示すようになる。

写真6. Mn、Fe<sup>3+</sup>(硫酸塩)の併用による生理斑の発生状況(B、松川葉)  
Mn-10、Fe<sup>3+</sup>10g/pot施用区  
葉に顕著な赤褐色のネクロシスを生じ、とくに縁辺部に著し  
い。乾燥すると顕著なグレー葉になった。

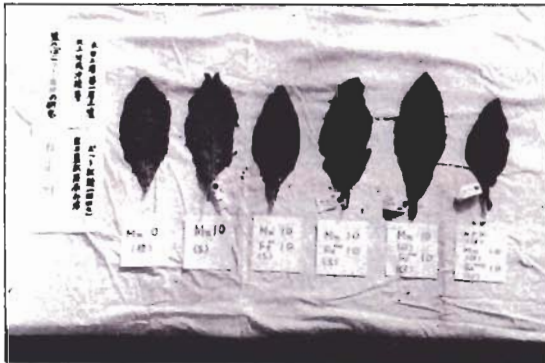


写真7

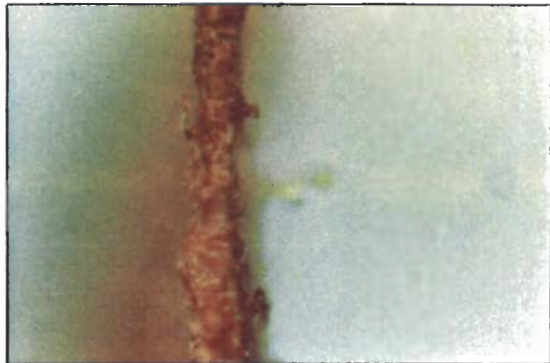


写真10

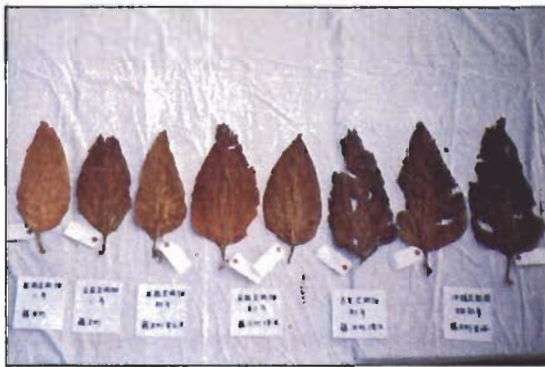


写真8

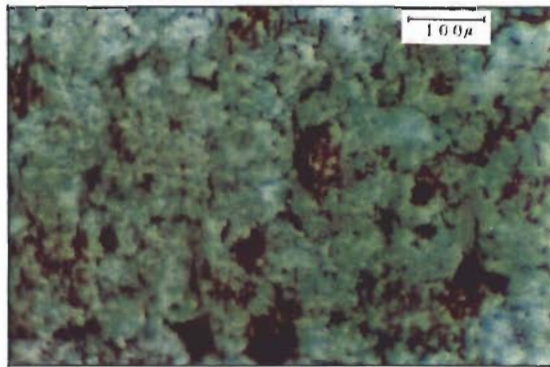


写真11

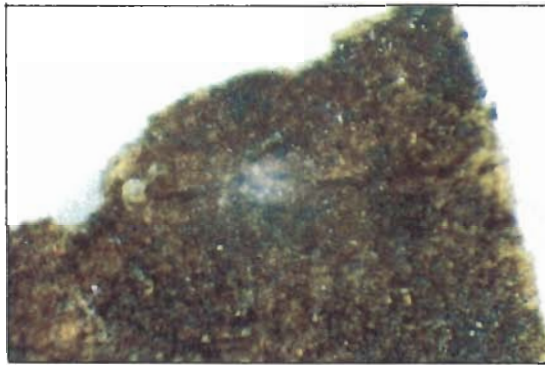


写真9

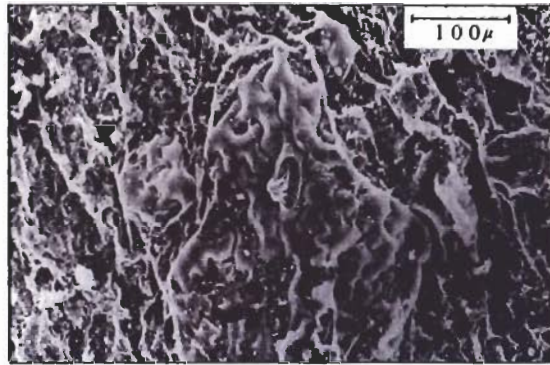


写真12

写真7. Mn、 $Fe^{2+}$ 、 $Fe^{3+}$ 、Cl併用による灰褐色異常葉の発症状況  
(白遠州)

Mnの多施用、 $Fe^{3+}$ 、Clの併用により異常葉の葉色の黒褐色がつよくなる。

写真8. 現地基盤整備畑、水田転換畑産の灰褐色異常葉の症状状況  
(カラー)左より花崗岩開畑2年健全および中症葉、3枚～5枚目花崗岩開畑初年輕症～重症葉、6枚目古成畑開畑激甚症葉、7枚～8枚目沖積水田転換畑初年重症～激甚症葉

写真9. 表面表皮の黒褐色生理斑点の分布状況 (実体顕鏡写真5×)  
(カラー)不整球状の微小斑点が群発している。

写真10. 灰褐色異常葉横断面の生理斑点の分布状況  
(実体検鏡写真12×)

(カラー) (左、表面表皮；右、下面表皮)  
表面表皮および柵状組織が侵され黒灰変し、次いで海綿状組織も侵されている。下面表皮にも点在する。上面表皮から下面表皮まで貫通して黒褐色を呈する斑点もある。

写真11. 灰褐色異常葉の表皮除去後の黒灰色斑点の存在状態  
(カラー) (フォトマックス 写真74×)  
黒灰色不整球状、又は不整紡錘状の沈積固形物の存在がみとめられる。

写真12. 灰褐色異常葉生理斑点の走査二次電子線像  
(X線マイクロアナライザー 走査二次電子線像 170×)  
カーボン蒸着後の生理斑点の形状、不整紡錘状を呈している。左上方に1ヶの小斑が付在する。

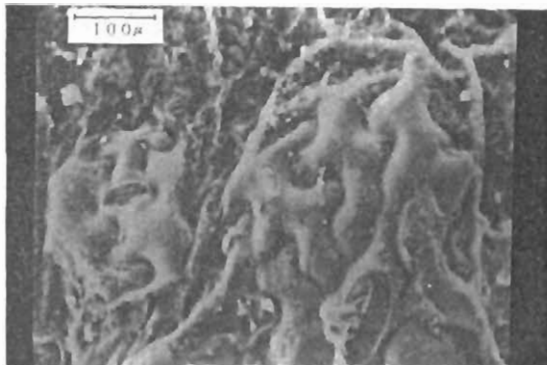


写真13

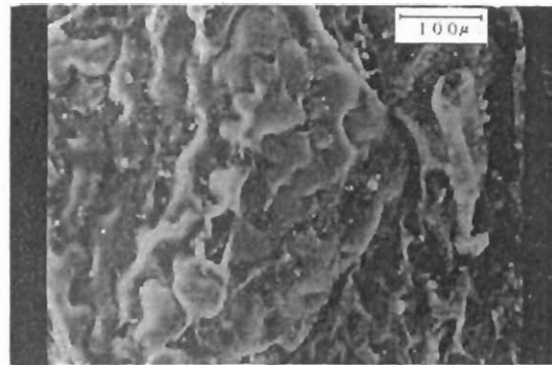


写真16

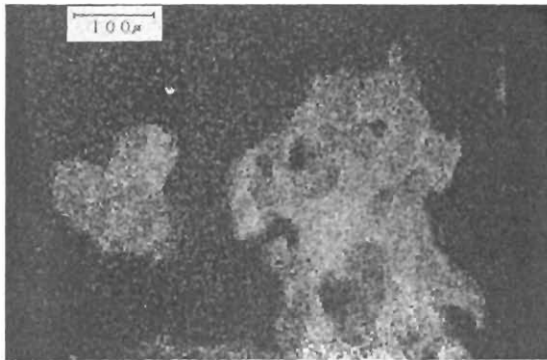


写真14

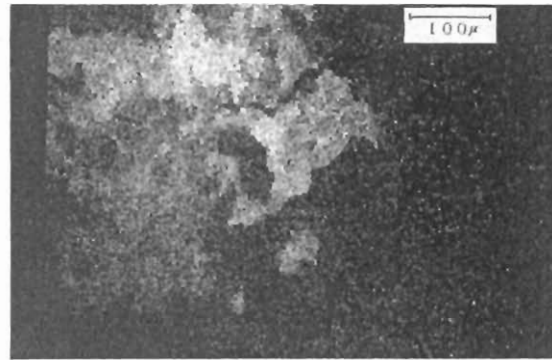


写真17

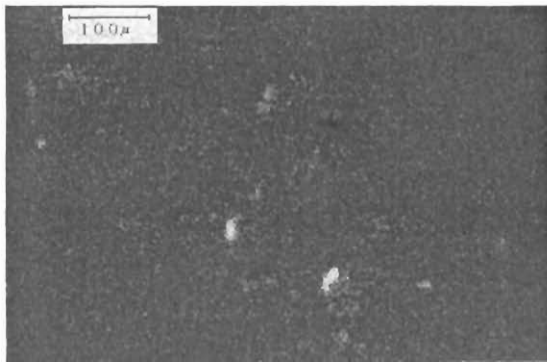


写真15

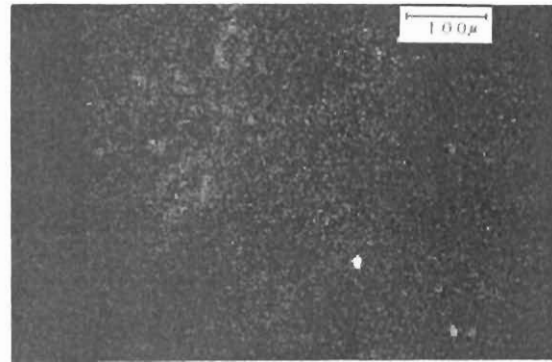


写真18

写真13. 灰褐色異常葉生理斑点 (上半部) の走査二次電子線像 (EMX-SM型 X線マイクロアナライザーによる 390×)  
写真12の生理斑点の上半部倍率拡大像 (次項以下の各元素の特性 X 線を測定するための適正倍率をうるため)  
左端に小斑点が付在している。楕円形の孔部は気孔である。

写真14. 灰褐色異常葉生理斑点 (上半部) の MnKα 特性 X 線像  
(0.015μA 107sec)

写真13の生理斑点の形状の内側部に顕著に濃密な MnKα の特性 X 線像の分布が明らかに認められる。同様に左上方の小斑点にも MnKα の濃密分布が認められる。

写真15. 灰褐色異常葉生理斑点 (上半部) Fe Kα 特性 X 線像  
(0.05μA 107 sec)

写真13の生理斑点の FeKα の特性 X 線像は、全体にうすく分布しているのみで、特異的分布は全く認められない。同様に K、Ca、Mg、Al、S、Cl 等も測定したが最大電流値にても特異分布は認められなかった。

写真16. 灰褐色異常葉生理斑点 (右下半部) の走査二次電子線像 (EMX-SM型 X線マイクロアナライザーによる 325×)  
さらに生理斑点の右下半部について同様に走査二次電子線像をとり、これの各元素の特性 X 線像を検討。

写真17. 灰褐色異常葉生理斑点 (右下半部) の MnKα 特性 X 線像  
(0.02μA 107 sec)

写真16の生理斑点の形状の内側部にのみ顕著に濃密な MnKα の特性 X 線像が分布し、周辺はうすく均一分布するのみである。写真14、写真17の MnKα の特性 X 線像の特異分布よりこの生理斑点の構成物質はマンガンであると同定された。

写真18. 灰褐色異常葉生理斑点 (右下半部) の FeKα 特性 X 線像  
(0.1μA 107 sec)

写真16の生理斑点の FeKα の特性 X 線像は、写真15同様全体にうすく分布するのみで、特異的分布は認められない。同様に K、Ca、Mg、Al、S、Cl 等も測定したが、最大電流値にても特異分布は認められず生理斑点の構成物質ではないことが確定された。