

土壤粉体付着が植物の生理生態に

およぼす影響 (I)

田端信一郎 田 部 真

信州大学農学部 植物病学研究室

緒 言

土壤微粒子の植物体への付着は普通に観察される現象である。特に雨滴のはね上りによる下葉部分や道路側面圃場ではかなり多くの土壤粒子が付着している。これらの植物体をみると、多量の粒子が付着している場合以外は葉色その他肉眼的にはそれ程影響を受けていないようである。工場付近の降下煤じん、セメント工場からのセメント粉の飛散、付着等についてはいくらかの報告はあるが、土壤粉じんの付着についての研究は現在ほとんど見当らない。

近年土木工事の増大と共に、それによる土壤粉じんの植物におよぼす影響が問題視されて来つつあり、またこの問題は農薬散布における付着農薬量一特に粉剤の増量剤などとも関連して我々の興味を引く点であるので、粉体付着の植物生理生態におよぼす影響の一部として取り上げ実験を行なった。

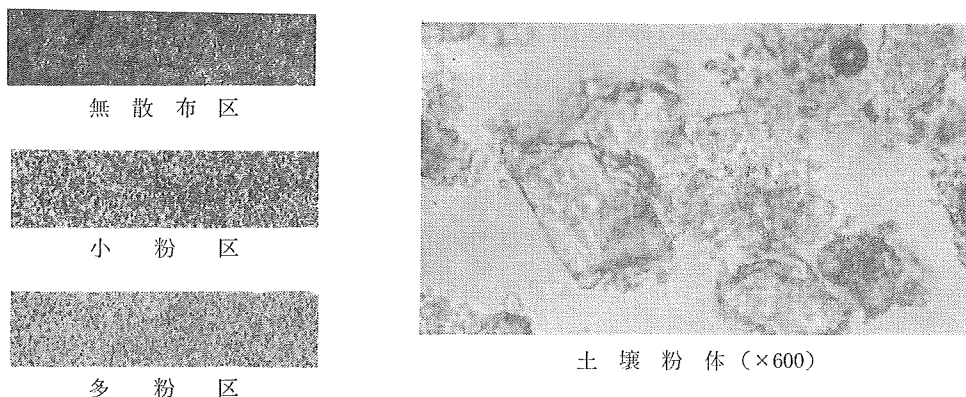
本研究を実施するにあたり多大の御援助をいただいた日本道路公団松井利郎氏、株式会社大林組北村信之氏に謝意を表する次第である。

実験材料および方法

土壤粉体の調製と散布 信州大学農学部圃場地下1mの土壤をとり風乾後乳鉢で粉碎し、200メッシュ篩（篩目0.074mm）で篩別して得た粉体を実験に供した。この粉体1gを蒸留水30mlにけん濁させた時、pH 5.6、導電率7.025 $\mu\text{S}/\text{cm}$ であった。微酸性で溶出塩類濃度は少ない。粉体の顕微鏡写真を図-1に示した。

散布は二重ガーゼに粉体を入れ植物体上約20~30cmの高さから手で振るい落した。散布程度は無散布、葉の緑色がやや見える場合を少粉区、まったく見えない場合を多粉区とした。単位面積当りの散布量は少粉区3mg、多粉区5.5mg前後であった。

供試植物の育成と粉体処理 実験に用いた植物はハツカダイコン *Raphanus sativus* L.; ノザワナ *Brassica rapa* L. cv. *Nozawana*; エンドウ *Pisum sativum* L.; ソバ *Fagopyrum esculentum* Moench. の4種である。プラスチック製角型ポット（67×20×15cm³）に9列播種して育成し、1処理区3列、5ポット反復とした。本葉展開開始と共に粉体散布を行ない、植物体伸長、運動、風等による散布むらを少なくするため適時散布を続



図—1 粉体散布程度と粒子形態

けた。

クロロフィルの定量； 生葉からアセトンでクロロフィルを抽出し、エーテルに移行させて得た溶液を分光光度計（島津製 QR—50型）で E_{624} 、 E_{644} 、 E_{668} の吸光度を測定し、Koskiの方法で定量した。²⁾

減光度スペクトルの測定； オパールグラス法により測定した。^{3,6)} 葉のスペクトルは散乱入射光による透過積分減光度、 arE_t (750V, 300mA) から全積分減光度を各測定波長について求めた。反射率は透過積分減光度とその基線の高さから算出した。粉体のスペクトルは東洋濾紙 No. 7 に付着させて測定した。

葉緑体けん濁液の調製および Flattening coefficient； 生葉を0.45 M sucrose, 0.01 M NaClを含む 0.05 M リン酸緩衝液 (pH 6.0) と共にガラスホモジナイザーで0°C下正確に2分間磨砕し、遠沈、洗滌を2回くりかえしてけん濁液を得た。⁴⁾ けん濁液のクロロフィル量は遠沈して得た葉緑体からアセトン抽出を行ない、 E_{645} 、 E_{668} の吸光度より Mackinneyの方法により求めた。Flattening coefficient は葉緑体けん濁液の赤色帯極大反射補正減光度とアセトン抽出液の赤色帯極大吸光度との比から求めた。この値からけん濁液中の葉緑体粒子の諸性質を無散布区との比較で算出した。^{3,6)}

炭水化物およびチッ素化合物； 炭水化物は村山らの方法で分画後 Somogyi-Nelson 法によりグルコースとして定量した。⁹⁾ チッ素化合物は分画後全チッ素、水溶性チッ素はケルダール法、⁸⁾ 水溶性タン白態チッ素、アンモニア態チッ素はインドフェノール法、¹⁰⁾ 硝酸態チッ素はフェノール硫酸法で定量した。⁸⁾

結 果

生育におよぼす影響

粉体を常時一定量付着しているように散布しながら3週間育成した植物体の草丈および重量について、その影響を調べたのが表—1の結果である。ノザワナ、ダイコン、エンドウは無散布区に比較して草丈、重量共に粉体付着量が多くなる程生育抑制を受ける程度が大きくなる傾向があり、草丈よりも生体重に処理の影響が大きく現われることから徒長現象が明ら

表一 粉体散布植物の草丈および重量

		草 丈	無散布比	重 量	無散布比
		cm	%	g	%
ノザワナ	無 散 布	26.8		6.9	
	少 粉 区	25.8	96.3	5.3	76.8
	多 粉 区	23.4	87.3	3.9	56.5
ダイコン	無 散 布	17.0		4.2	
	少 粉 区	15.3	90.0	3.5	83.3
	多 粉 区	12.1	71.2	2.1	50.0
エンドウ	無 散 布	33.4		2.6	
	少 粉 区	32.7	97.9	2.4	92.3
	多 粉 区	31.5	94.3	2.2	84.6
ソ バ	無 散 布	27.2		1.4	
	少 粉 区	32.2	118.4	2.1	150.0
	多 粉 区	29.6	108.8	1.6	114.3

処理 3週間

かに認められた。付着による影響の程度を草丈でみると少粉区は無散布区と余り差がないが、多粉区では無散布区および植物間に差が認められ、ダイコン>ノザワナ>エンドウの順であった。一方生体重では少粉区において明らかな差が無散布区および植物間に認められ、ノザワナは少粉区でかなり影響を受けて重量が少なくなる傾向があり、ノザワナ>ダイコン>エンドウの順となった。したがって粉体付着による生育抑制の程度はエンドウが最も軽く、ダイコンは草丈に、ノザワナは生体重に影響を受けやすいと思われる。ソバは育成、粉体処理期間中にウドンコ病（*Erysiphe polygoni*）が多発したが少粉区での発病が最も少なく、ついで多粉区がやや多く無散布区が最も激しく発病した。したがって少粉区の生育が最も良好で、多粉区、無散布区の順に劣った。粉体付着がウドンコ病の発生を抑制することが認められた。ノザワナおよびダイコンについて更に処理5週間後の影響を調べた結果が表一2である。ノザワナは少粉、多粉区共に前回調査結果（表一1）の傾向が続いているが、ダイコンは少粉区で粉体付着の影響がほとんど認められなくなった。このことからダイコンは粉体付着に対する適応能力が大きいのではないかと思われる。しかし多粉区では草丈に余り

表一2 粉体散布植物の草丈および重量

		草 丈	無散布比	重 量	無散布比
		cm	%	g	%
ノザワナ	無 散 布	45		32	
	少 粉 区	40	88.9	27	84.4
	多 粉 区	36	80.0	19	59.4
ダイコン	無 散 布	30		25	
	少 粉 区	30	100.0	30	120.0
	多 粉 区	28	93.3	14	56.0

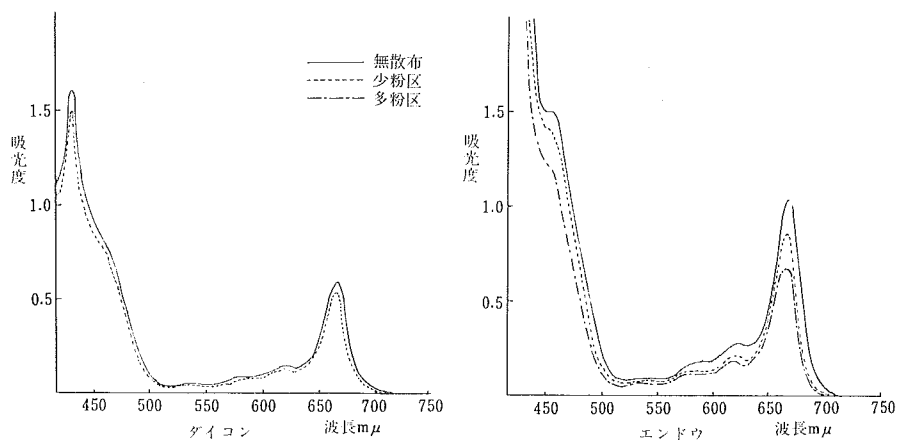
処理 5週間

差がなく重量にかなりの影響を受け徒長している。粉体付着の程度を少粉，多粉区としたが，同じ処理区内においても下葉および若葉が未だ垂直に近い角度の葉上の付着量はかなり変動が大きい。それにもかかわらず以上の結果から処理区間，植物の種類に差が認められた。そこで水平に近い葉で粉体付着程度の差が処理区間で明らかな葉の単位面積当りの重量について調べた結果が表一3である。エンドウは生葉重では無散布区とほとんど差がなく乾燥重にやや影響がみられるが，付着量の違いによる差はなかった。ソバも生葉重は無散布区と同程度であるが，乾燥重ではウドンコ病の罹病による影響よりも粉体付着による差が現われているものと思われた。ノザワナは生葉重でみると処理による影響が明らかであり，更に乾燥重では少粉，多粉処理区間にかなりの差が認められた。またダイコンは生葉重では多粉区でノ

表一3 粉体処理葉の生葉重，乾重，水分含量 (単位面積当り)

		生葉重	無散布比	乾燥重	無散布比	水分量	無散布比
		mg	%	mg	%	mg	%
ノザワナ	無散布	22.5		2.1		20.4	
	少粉区	19.0	84.4	1.9	90.5	17.1	83.8
	多粉区	19.5	86.7	1.6	76.2	17.9	87.7
ダイコン	無散布	28.5		2.6		25.9	
	少粉区	25.7	90.2	2.6	100.0	23.1	89.2
	多粉区	23.0	80.7	2.1	80.8	20.9	70.8
エンドウ	無散布	18.6		2.2		16.4	
	少粉区	19.0	102.2	2.1	95.5	16.9	103.0
	多粉区	19.5	104.8	2.1	95.5	17.4	106.1
ソバ	無散布	15.3		2.3		13.0	
	少粉区	15.4	100.7	1.9	82.6	13.5	103.8
	多粉区	14.6	95.4	1.6	69.6	13.0	100.0

処理 4週間



図一2 クロロフィルの吸収スペクトル (エーテル溶液 500V 300mA)

ザワナよりも付着の影響を受けているようであるが、乾燥重でみるとノザワナよりも付着の影響を受けていない。これらの結果は表-1から得られたノザワナは重量に、ダイコンは重量よりも草丈に影響を受けやすい傾向があるという結果と一致した。

クロロフィル含量におよぼす影響

粉体散布にもかかわらずノザワナ、ダイコン、ソバの葉の緑色程度に肉眼的の差異を認めることは出来なかった。しかしエンドウは粉体付着葉に斑点状の黄化した部分を生じた。これらのことから葉のクロロフィルが何らかの影響を受けているものと考えられるため、葉色がほとんど変化しないダイコンとかなり影響を受けていると思われるエンドウについて処理葉から抽出したクロロフィルの吸収スペクトルをみたのが図-2である。この図から粉体付着による影響がクロロフィル含量にのみ現われることは明らかである。

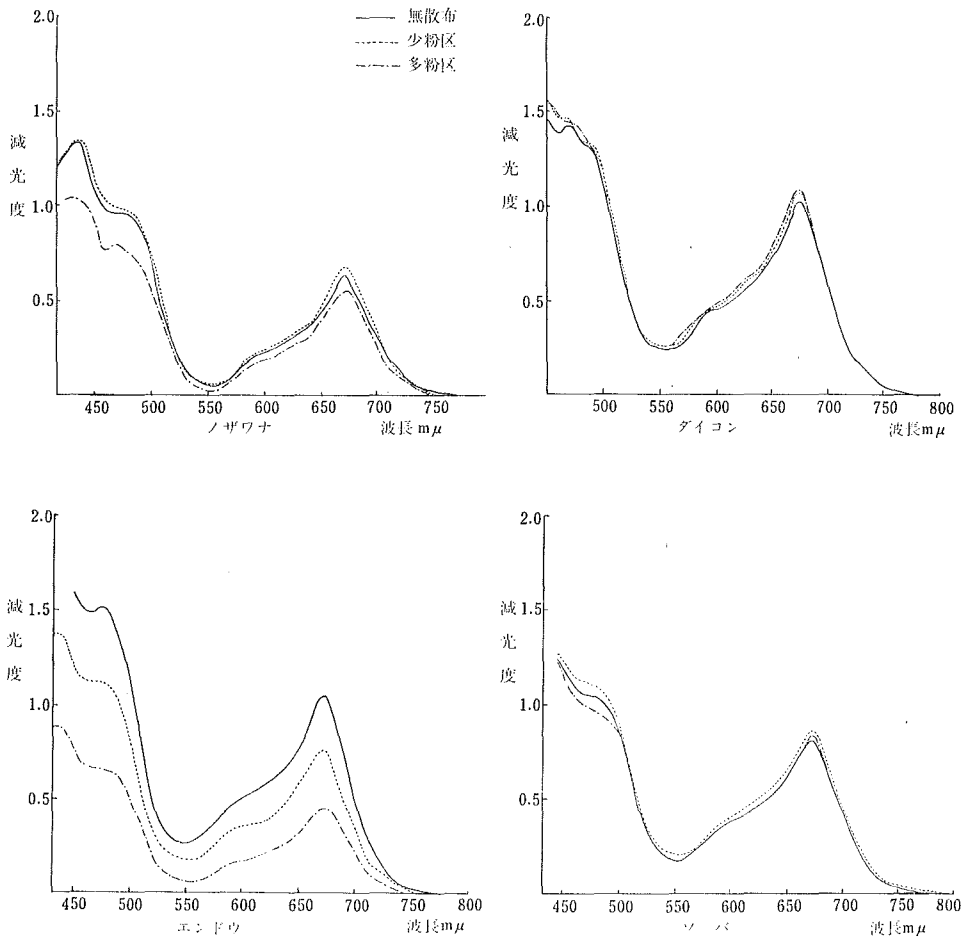
生葉のクロロフィル含量を調べた結果は表-4のとおりである。ノザワナは少粉区でそれ程減少しないが、多粉区では無散布区に比して約半分となった。ダイコンは最も影響を受け難く、ついでソバ、エンドウの順であった。a/b比はノザワナは粉体付着量が多い程高くなるのに対し、他の植物は低下する傾向にあった。処理によるクロロフィルの減少はいずれの植物でも認められるが、a/b比からみるとノザワナとダイコン、エンドウ、ソバの受ける影響はやや異なることを示していると思われる。

表-4 クロロフィル含量の変動 (生葉1g当りの μg)

		プロトクロ ロフィル	クロロフィ ル-a	クロロフィ ル-b	全量	無散布比	a/b	単位面積当り クロロフィル	
ノザワナ	無散布	0.062	0.506	0.199	0.767	%	2.54	17.3	
	少粉区	0.067	0.470	0.165	0.702		91.5	2.85	13.3
	多粉区	0.028	0.263	0.087	0.378		49.3	3.02	7.4
ダイコン	無散布	0.092	0.655	0.209	0.956		3.14	27.3	
	少粉区	0.070	0.548	0.192	0.810	84.7	2.86	20.8	
	多粉区	0.070	0.540	0.205	0.815	85.3	2.64	18.7	
エンドウ	無散布	0.327	1.062	0.399	1.788		2.67	33.2	
	少粉区	0.139	0.850	0.329	1.318	73.7	2.58	25.1	
	多粉区	0.075	0.730	0.312	1.117	62.5	2.34	21.8	
ソバ	無散布	0.092	0.746	0.273	1.111		2.73	17.1	
	少粉区	0.065	0.570	0.223	0.858	77.2	2.56	13.2	
	多粉区	0.059	0.560	0.210	0.829	74.6	2.67	12.1	

粉体処理葉の減光度スペクトル

粉体の付着した葉を水洗し葉色をみると処理区間にほとんど差を認めることは出来ない。しかし葉のクロロフィル含量、a/b比が影響を受けていることから生葉の減光度スペクトルを調べ、その結果を図-3に示した。透過積分減光度より実際に吸収された光量、すなわち全積分減光度スペクトルの吸収帯を比較してみると無散布区と処理区は極めて類似しており、粉体による質的な影響をほとんど受けていない。減光度はノザワナで無散布、少粉区にほとんど差がなく、多粉区でやや低下した。クロロフィル含量が多粉区で約1/2に低下して



図—3 生葉の全積分減光度スペクトル (750V 300mA)

いるにもかかわらずそれ程減光度は低下しない。ダイコンは無散布区より処理区のクロロフィル含量が約80%まで低下したが生葉の減光度は逆に無散布区より高くなる傾向が認められた。エンドウの粉体付着葉は付着量の程度に比例して葉に黄白斑を生ずる。これらの葉の減光度スペクトルをみると黄白斑の程度、すなわち付着粉体量に比例して減光度は低下し、クロロフィル含量の低下の傾向と一致した。ソバのスペクトルはダイコンと同様で無散布区よりも処理区の減光度が高かった。エンドウの処理による減光度の低下は他の植物とかなり異なっていたが、ノザワナの場合に似ているようである。またダイコンとソバは処理区の方が無散布区より減光度が高くなることが認められた。粉体付着に対する葉の減光度スペクトルからノザワナ、エンドウはダイコン、ソバと異なる反応を示していると思われる。

粉体付着による影響を肉眼的または赤外線写真により推定しようとして生葉の反射スペクトルを調べた結果は図—4のとおりである。人間の眼に感ずる光の波長域は400~800mμでその中でも最も明るく感ずる波長は550mμ付近である。反射スペクトルをみると無散布区と

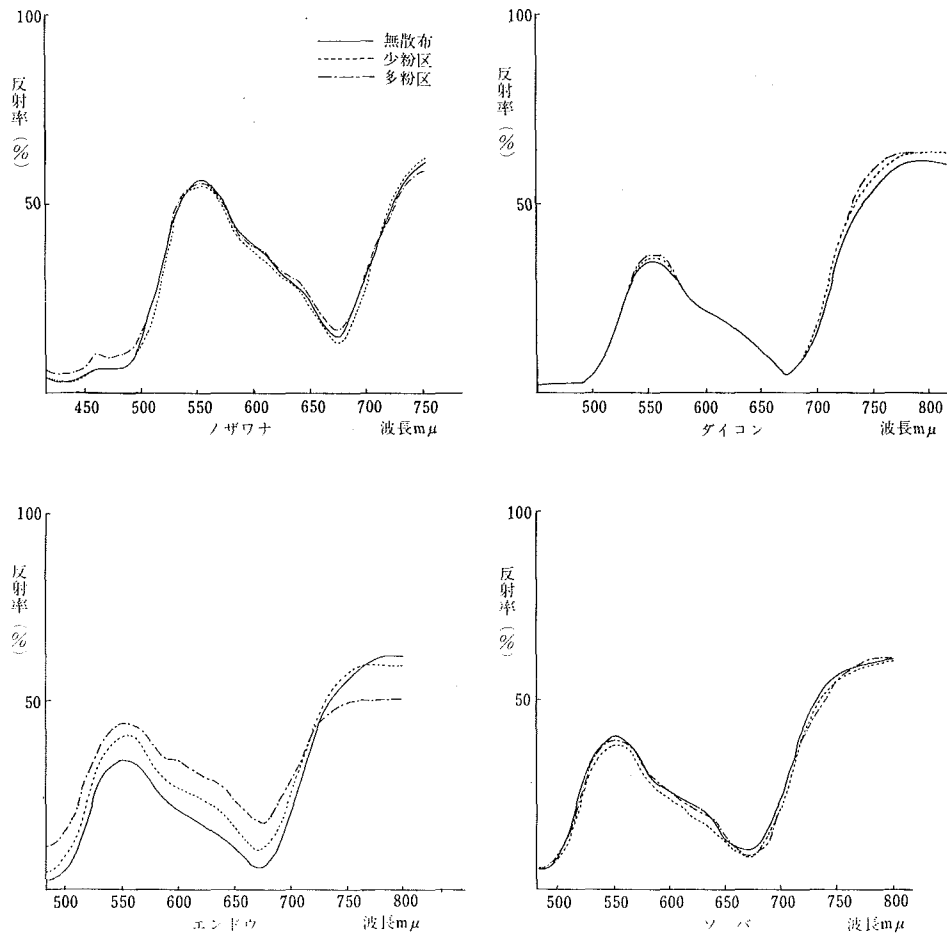
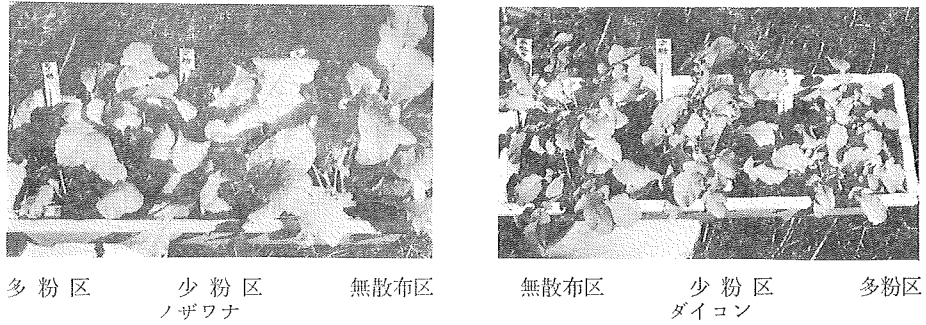


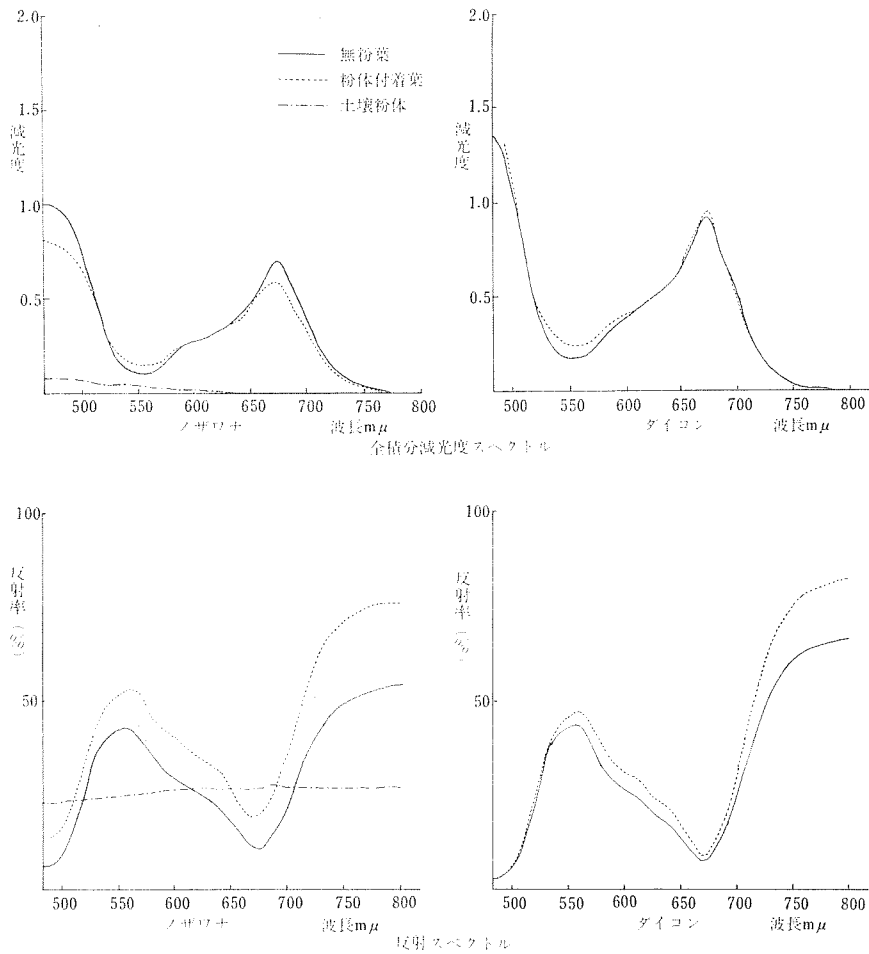
図-4 生葉の反射スペクトル

処理区のスペクトルにそれ程の差がなく葉色の質的差を認めることは出来ない。また550m μ 付近に極大の反射率がいずれの植物の場合にもみられ、処理葉と無散布葉との差はノザワナ、ダイコン、ソバでは5%以下でほとんど差がなく、肉眼的に葉の濃さの変化を認めることは出来なかった。しかしエンドウでは無散布葉とかなり反射率に差があり、肉眼的に明らかな葉色の相違（黄斑形成の有無）を認めることが出来た。

赤外線フィルム（小西六写真製）が感ずる波長域は640~820m μ である。この波長域の反射スペクトルをみると、エンドウにかなりの差が生じている以外他の植物での差は僅かであった。すなわちノザワナの無散布区と少粉区ではまったく差がなく、多粉区でやや低下し、ダイコンでは無散布区より処理区の反射率が高くなる傾向となった。またソバでは処理による差はほとんど認められなかった。エンドウは肉眼的に粉体付着による葉色の変化を判別出来るので、ノザワナとダイコンについて赤外線写真による判定を試みた。その結果は図-5のとおりである。ノザワナの多粉区は反射率が低下することから無散布区に比べやや濃く



図一五 粉体処理植物の赤外線フィルムによる写真



図一六 粉体付着葉の全積分減光度および反射スペクトル (750V 300mA)

（黒く）、ダイコンでは反射率が高くなることからやや薄く（白く）見えるはずであるが、図から明らかなように葉色の変化を判定することは出来なかった。このことは葉面からの光の反射条件の不定、赤外線フィルムの性能、特に写真に濃淡の差としてはっきりと認め得る最小光量差およびフィルター選択の条件、写真の解析等の検討が不十分のためと思われ、簡単に赤外線フィルム利用の可否をここで決定することは出来ない。

粉体およびそれらが付着した葉の全積分減光度と反射スペクトルを調べた結果は図—6のとおりである。多粉処理の場合は透過光量が少なくスペクトルをとることが出来ず、少粉処理についての結果である。また粉体のスペクトルは濾紙に付着させそのまま測定した。その結果は図から明らかなように短波長側にいくらかの吸光度を示すが、600m μ 以上ではほとんど光吸収は認められない。ノザワナの減光度スペクトルをみると無散布葉の減光度が高く、粉体が付着した場合に低下する。ダイコンは粉体付着による減光度の低下は少ない。ノザワナは粉体付着の影響を受けやすく、ダイコンは受け難いと考えられるが、このことは葉の表面構造の相違によるものと思われる。粉体の影響を受けやすいかどうかは粉体を付着させた状態での減光度スペクトルからある程度推定出来るのではないかと思われる。粉体には特別の吸収帯が認められないことから、付着による光吸収の低下は粉体による光の反射が原因であり、反射スペクトルを調べれば明らかである。

葉緑体の数、粒径およびクロロフィル濃度の変化

ノザワナ、ダイコン、ソバではクロロフィル含量の低下にもかかわらず、生葉の減光度低下は余り認められず、逆に光吸収効率が高まる傾向も認められた。同濃度の色素が存在する場合、その光吸収は色素（クロロフィル）の溶媒中での粒子（葉緑体）による局在化の程度により影響を受け、Flattening effect と云われる現象が生ずる。その程度を Flattening coefficient として求め、この値から粒子の光吸収にかかわる実効断面積、すなわち粒径および粒子中の色素濃度を推定することが出来る。ノザワナ、ダイコン各処理区の供試葉の減光度を測定し、それから調製して得られた葉緑体けん濁液についてクロロフィル含量を調べた結果は表—5のようである。ダイコンは多粉区で、ノザワナは少粉区で含量の低下が認められる。この結果は表—4の結果とやや異なるが、ノザワナがダイコンよりも粉体付着の影響を受けやすいことが同様に認められる。また葉の単位面積当りの含量もかなり低く、葉緑体けん濁液調製過程中にかなりの損失があったと思われる。このけん濁液の Flattening coeffi-

表—5 葉緑体けん濁液のクロロフィル含量 ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$)

		クロロフィル		全量($\mu\text{g}/\text{cm}^2$)	無散布比	a/b	供試生葉重(mg/cm^2)
		a	b				
ノザワナ	無散布	3.8	1.7	5.5		2.2	19.9
	少粉区	3.1	1.3	4.4	80.0	2.4	20.0
	多粉区	2.9	1.2	4.1	74.5	2.4	18.4
ダイコン	無散布	2.8	1.4	4.2		2.0	29.5
	少粉区	3.0	1.2	4.2	100.0	2.5	29.0
	多粉区	2.0	1.0	3.0	71.4	2.0	23.5

処理 4週間 葉の単位面積当りに換算

表一6 生葉の反射補正減光度および葉緑体けん濁液の Flattening coefficient

		反射補正減光度(drEt)(670mμ)	葉緑体けん濁液 (Esus)(a)	アセトン抽出液の 極大吸光度 (Esol)(a)(663mμ)	Flattening coefficient *Z=Esus/Esol	α*
ノザワナ	無 散 布	1.01	0.322	0.528	0.610	1.09
	少 粉 区	1.24	0.267	0.450	0.593	1.16
	多 粉 区	0.913	0.230	0.411	0.560	1.30
ダイコン	無 散 布	0.998	0.329	0.425	0.774	0.54
	少 粉 区	1.060	0.314	0.502	0.625	1.03
	多 粉 区	1.084	0.214	0.342	0.626	1.02

* $Z = \frac{(1 - e^{-\alpha})}{\alpha} \alpha = \frac{4}{3} Cere\epsilon$ Ce, 粒子中色素濃度; re, 粒子の実効半径
 ε, eを基底とした分子吸光係数
 (a) 700V 300mA

表一7 Flattening coefficient から求められた葉緑体粒径比

		α	葉緑体数(ml当り)(n)	Esol	粒径比(R)
ノザワナ	無 散 布	1.09	6.5×10^9	0.528	
	少 粉 区	1.16	4.4	0.450	1.1
	多 粉 区	1.30	1.6	0.411	1.6
ダイコン	無 散 布	0.54	1.8×10^6	0.425	
	少 粉 区	1.03	1.9	0.502	0.8
	多 粉 区	1.02	2.0	0.342	0.6

Esol=0.434nπre²αd (抽出液の吸光度) n, 葉緑体数; re, 実効半径; α, 前表
 脚注; d, 測定セルの厚さ
 $R = \frac{re_2}{re_1} = \sqrt{\frac{Esol_2 n_1 \alpha_1}{Esol_1 n_2 \alpha_2}}$

cient を求めた結果を表一6に示した。生葉の反射補正減光度は図一3に示したノザワナ、ダイコンの全積分減光度の傾向と一致し、ノザワナは無散布区に比して少粉区の減光度が高まり、多粉区で低下した。ダイコンは無散布区よりも処理区の減光度が高くなった。このような葉の葉緑体けん濁液の反射補正減光度は表一5のクロロフィル含量低下の傾向と一致した。Flattening coefficient は粉体処理量が多くなる程小さくなり、色素の粒子による局在化の程度が大きく、光吸収能が低下していることを示している。表一6よりけん濁液中の葉緑体の粒径比を求めた結果は表一7のようである。ノザワナは粉体付着により葉緑体が大きくなり、ダイコンは逆に小さくなる結果が得られた。表一6のαおよび表一7の葉緑体数(n), 粒径比 re₂/re₁の値から葉緑体粒子当りのクロロフィル濃度比を求めた結果は表一8のようである。粉体付着によりノザワナは葉緑体の数は減少するが、粒径は増大し、濃度は減少する。一方ダイコンは粒数はいくらか増加するが粒径は低下し、粒子中の色素濃度がかなり増加してくる。このようにノザワナとダイコン葉緑体の受ける影響は正反対であることが認められた。また計算により求められたけん濁液中のクロロフィル濃度比は表一5で得られた濃度比とほぼ一致した。しかしやや異なる結果となった原因は a/b 値の処理区による相違によるものと思われる。

表—8 葉緑体の粒数，粒子中濃度，抽出した場合の色素濃度比

		粒径比 re_2/re_1	$(re_2/re_1)^3$	粒子中色素濃度比 C_{e2}/C_{e1}	粒数比 n_2/n_1	抽出液の色素濃度比 C_2/C_1
ノザワナ	無散布					
	少粉区	1.1	1.33	0.97	0.68	0.88
	多粉区	1.6	4.10	0.75	0.25	0.77
ダイコン	無散布					
	少粉区	0.8	0.51	2.38	1.06	1.29
	多粉区	0.6	0.22	3.15	1.11	0.77

$$\alpha = \frac{4}{3} Cere\epsilon \text{ より } \frac{C_{e2}}{C_{e1}} = \frac{\alpha_2 re_1}{\alpha_1 re_2}, \quad C = \frac{4}{3} \pi re^3 n C_e \text{ より } \frac{C_2}{C_1} = \left(\frac{re_2}{re_1}\right)^3 \cdot \frac{n_2 C_{e2}}{n_1 C_{e1}}$$

記号は表—6, 7と同じである。

表—9 炭水化物の変動（乾物重当りグルコース%）

		全炭水化物	全糖	還元糖	非還元糖	その他の炭水化物
ノザワナ	無散布	11.75	4.88	3.15	1.73	6.87
	少粉区	11.50	4.63	2.85	1.78	6.87
	多粉区	8.95	0.63	0.15	0.48	8.32
ダイコン	無散布	8.05	0.50	0.15	0.35	7.55
	少粉区	7.20	0.50	0.15	0.35	6.70
	多粉区	6.60	0.63	0.10	0.53	5.97
エンドウ	無散布	13.71	6.25	1.50	4.75	7.50
	少粉区	12.50	4.00	0.75	3.25	8.50
	多粉区	12.00	3.38	0.30	3.08	8.62
ソバ	無散布	13.25	1.32	0.20	1.12	11.93
	少粉区	15.80	0.82	0.40	0.42	14.98
	多粉区	15.50	1.50	0.65	0.85	14.00

炭水化物およびチッ素化合物の変動

粉体処理による炭水化物の変化を調べた結果は表—9のようである。全炭水化物は粉体付着により減少する。全糖および非還元糖はノザワナ，エンドウで減少するが，ダイコンではほとんど含量差は認められない。全糖の中で還元糖は処理により減少するが，ダイコンはノザワナ，エンドウに比しそれ程低下しなかった。全炭水化物より全糖を差し引いた部分は主として澱粉とヘミセルロースであり，その他の炭水化物として示した。ノザワナとエンドウは付着によりやや増加してくるが，ダイコンは逆に低下する傾向にあった。このようにノザワナとエンドウは同様な変動を示し，ダイコンとは反対の反応がみられた。還元糖と非還元糖は全炭水化物の中で占める割合が小さく，しかも光条件以外の環境要因の変動の影響を受けやすいことから，炭水化物の変動は全炭水化物とアルコール可溶画分の全糖を調べるのが適当と思われる。ソバは粉体付着とウドンコ病発病の影響を受けており，参考データとして示すにとどめておく。

表一10 チッ素化合物の変動(乾物重当り%)

		全-N	不溶性 タン白-N	水溶性 -N	水溶性 タン白-N	NH ₃ -N	NO ₃ -N	水溶性残 余-N
ノザワナ	無散布	5.56	0.46	5.11	0.04	Trace	1.75	3.32
	少粉区	5.81	0.21	5.60	0.05	Tr	2.16	3.39
	多粉区	6.18	0.43	5.75	0.05	Tr	2.35	3.35
ダイコン	無散布	6.16	1.70	4.47	0.08	Tr	1.25	3.14
	少粉区	6.32	2.14	4.19	0.06	Tr	1.55	2.58
	多粉区	7.19	3.00	4.19	0.06	Tr	1.65	2.48
エンドウ	無散布	5.08	0.71	4.38	0.06	0.01	0.24	4.07
	少粉区	5.12	1.10	4.02	0.07	Tr	0.34	3.61
	多粉区	5.44	2.24	3.20	0.10	Tr	0.42	2.68
ソバ	無散布	4.97	0.60	4.38	0.04	0.02	1.68	2.64
	少粉区	4.96	1.41	3.55	0.04	0.01	1.43	2.07
	多粉区	5.30	1.40	3.90	0.04	0.01	1.85	2.00

チッ素化合物の変動は表一10に示したとおりである。粉体付着により全チッ素はやや増加してくるが、その他の画分の変動はそれ程大きくなく、受けた影響はチッ素化合物に関しては少ないようである。水溶性チッ素の中でアンモニア態、硝酸態チッ素は土壤条件により変動しやすいことから、全チッ素、水溶性チッ素、不溶性タン白態チッ素を測定すればよいようである。

考 察

本実験は土壤粉体付着が植物の生理的反応としてどのように現われるかを調べるために、最も環境条件の影響を受けやすくしかもその影響がその後の生育に大きく影響してくる幼植物体を用いて行なったものである。また実験は冬期間ガラス室内で実施したためそれぞれの植物の年間生育適期をずれていること、生育中の照射光量が冬期間とガラス室内という条件のためかなり低下していること等に留意する必要がある。しかしこのような条件のため、より明確に土壤粉体付着の影響が認められたものと思われる。

粉体の処理期間中夜間葉面に結露することはなく、夜間空中相対湿度は100%となっていた。このことから付着による影響は粒子からの塩類溶出によることは少なく、粉体による葉への入射光量の減少が主要因となっていると思われる。これは葉から抽出したクロロフィルの吸収スペクトル、および生葉の減光度スペクトルからも推定される。粉体処理後水を散布し粉体を葉面に固着させても葉に肉眼的な影響は認められず、供試する土壤の種類にもよるが、粒子からの塩類の影響はそれ程大きいと思われなかった。

粉体の付着程度は葉の表面構造と密接に関係するようである。エンドウは最も付着し難く、ついでノザワナであり、ダイコンが最も容易に付着した。ダイコン葉に粉体を付着させた場合の減光度はノザワナの場合よりも低下せず、葉の表面構造が粉体付着の難易と共に光吸収程度にもかなり影響を与えるようである。

クロロフィル含量の低下と共に葉緑体の大きさ、粒数、粒子中のクロロフィル濃度もかな

り影響を受けているにもかかわらず、生葉の光吸収能はそれ程低下しない。これは葉の単位面積当りの細胞数、細胞当りの葉緑体数、細胞内での葉緑体の分布状態等の変化によるものと考えられ、一種の適応現象とみられる。特に細胞内での葉緑体分布が照射光量により変化するかどうかは重要な問題と思われる。

粉体付着は入射光量の減少とクロロフィル含量の低下を生じ、光合成産物の炭水化物減少の原因となっている。チッ素化合物は光により水溶性チッ素が増加してくると思われたが、植物の種類により変動は異なり、しかもその程度は少なく余り影響を受けない成分のようである。

ノザワナ、ダイコンは種々の実験結果から粉体付着に対する反応が正反対であった。エンドウはクロロフィル含量、全積分減光度スペクトルの低下等からノザワナと似た性質と思われたが、ノザワナよりは粉体付着に対し単純に反応するのではないかと思われる。植物の種類による反応の相違から、更に多くの植物について生育、クロロフィル含量、葉緑体数とその粒径、炭水化物量等について調べる必要があると思われる。

これまでの実験結果から少粉区での影響は比較的少なく、また回復も容易のようであるが、多粉区ではかなりの影響が現われてくる。土壤粉体の付着量と共に、付着期間とそれを除いた後の生育回復は重要な問題である。また土壤粒子付着の病害発生におよぼす効果も検討する必要がある。

以上のように本実験から逆に多くの問題が生じて来たがこれらの点については今後の検討課題であると同時に、問題を整理し多くの植物について試験をする必要があろう。

摘 要

土壤粉体付着の植物体へおよぼす影響をノザワナ、ダイコン、エンドウ、ソバを用いて調べた。

土壤粉体は葉への入射光量を減少させる。その結果草丈、生体重、クロロフィル含量、炭水化物含量が低下した。葉緑体の数、粒径、粒子中のクロロフィル濃度等がかなり影響を受けた。チッ素化合物の変動は少なかった。生葉の減光度スペクトルをみるとクロロフィル含量の低下にもかかわらず減光度の低下は少なく、入射光量の減少に対する適応現象と思われる。ノザワナとダイコンの付着に対する生理的反応は正反対であり、その他の多くの植物についても調べる必要がある。

参 考 文 献

- 1) 福井作蔵 (1969). 還元糖の定量法. 東京, pp. 10.
- 2) Koski, V. M. (1950). Arch. Biochem. Biophys., 29 : 339.
- 3) 黒住玉子ら (1960). 生体物理化学シンポジウム 第5集. 東京, pp. 2.
- 4) 日本生物物理学会編 (1969). 細胞生物物理研究法 II. 京都, pp. 37.
- 5) 農林水産技術会議編 (1969). 大気汚染と農林作物. 東京, pp. 131.
- 6) 柴田和雄 (1968). 蛋・核・酵 13(5) : 4.
- 7) 戸刈義次ら (1957). 作物の生理生態. 東京, pp. 106.
- 8) ——— (1957). 作物試験法. 東京, pp. 313.
- 9) 村山登ら (1955). 農技研報告 B 4 : 123.
- 10) 関根隆光ら編 (1962). 光電比色法各論 2. 東京, pp. 51.

Studies on the Physiological Effects of Soil Dust Adhesion to Plant Surfaces (I)

By Shin-ichiro TABATA and Makoto TANABE

Laboratory of Phytopathology, Fac., Agric., Shinshu Univ.

Summary

Physiological effects of soil dust adhesion to plant surfaces were studied. Nozawana (*Brassica rapa* L. cv. *Nozawana*), radish (*Raphanus sativus* L.), pea (*Pisum sativum* L.) and buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench.) were used as plant materials.

1. As the intensity of incidence of radiation into leaves was reduced by soil dust adhesion to plant surfaces, plant height, fresh weight and chlorophyll and carbohydrate contents were decreased, but changes of nitrogen contents were less.
2. Numbers, size and chlorophyll concentration of chloroplasts were affected with soil dust treatments to leaves.
3. In spite of the decreased amount of chlorophyll in the dust treated leaves, lowering in the height of light absorption spectra of the treated leaves by use of opal glass was less.
4. It is required to study the physiological reaction of various plants treated with soil dust, because of the inverse properties of physiological changes of nozawana and radish to dust treatments.