

# 陽荷電合成高分子の作用について

横 井 肇\*

## 1. まえがき

最近陽荷電の合成高分子の土壌改良剤としての機能が注目され、二、三の製品はすでに市販されて実際に使用されている。これらの合成高分子を土壌の懸濁液に添加すると、土壌粒子の急激なぎょう集沈降を起させる作用が明らかで、土壌の構造に大きな影響を与えうると考えられる。この種の合成高分子の一である EBa については、すでに富士岡らの報告<sup>1)</sup>があり、きわめて興味深い作用を有することが認められている。一方従来わが国でかなり詳細に検討された土壌改良剤として、ポリビニールアルコール（以下PVAと略記する）があるが、これは湿じゅん状態で添加しても、土壌のコロイド状態に肉眼的な変化を起さず、その団粒生成の作用は、一旦乾燥させることが必要とされている。筆者はこれら両者の作用を比較することによって、新しい陽荷電合成高分子の作用を明らかにしようと考え、二、三の物理性を測定した結果、両者の作用に明らかな差異が認められたので報告する。

## 2. 供試試料および実験方法

### 1) 供試土壌

i 兵庫神出土壤(Hy)：水田土壤，土性 LiC，粘土鉱物 1:1 型

ii 東京荒川土壤(To)：荒川沖積土壤，土性 LiC，粘土鉱物 1:1 型

iii 佐賀有明土壤(Sa)：有明干拓土壤，土性 HC，粘土鉱物 2:1 型

iv 栃木宇都宮土壤(Ut)：水田土壤，土性 CL，粘土鉱物アロフェン

### 2) 供試合成高分子

i EBa：日本 EB 株式会社製品

ii DH-2：日東紡績株式会社試供品\*\*

### 3) 実験方法

\* 農業技術研究所化学部

\*\* 数種の同系統の高分子が開発されており、種類によって若干の差があるがDH-2はその中の一種である。

i 沈定容積：常法によったが、合成高分子添加以外の処理を併用した場合には、無添加処理区を100として、比率のみ表示した。

ii ぎょう集力：金属刃による土塊の切断抵抗 (Soil Cohesion) を測定した<sup>2)</sup>。

iii 飽和せん断抵抗：一面せん断装置を用い、土壌下面にポーラスプレートを当て、荷重1~5 kg/cm<sup>2</sup>で平衡に達した状態で測定した。

iv 団粒分析：水中篩別法により、耐水性団粒を測定した。

## 3. 測定結果と考察

### 1) 水中沈定容積

i 添加量と土壌の種類  
はじめに述べたように供試合成高分子は、土壌のコロイド状態に顕著な変化（主としてフロックの形成）をひき起すので、土壌の水中沈定容積を測定することにより添加の効果を簡単に判定できると考え、4種類の土壌を供試して、乾土に対し

0.001~2.0% を添加して水

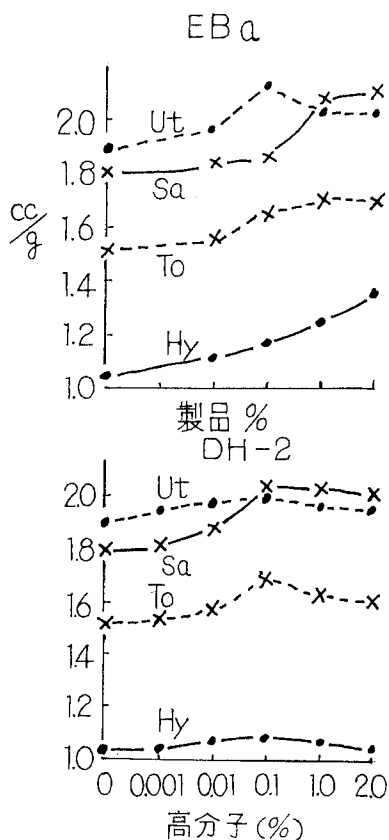


図-1 添加量と沈定容積

中沈定容積を測定した。測定結果は図一1に示したが、両者とも明らかな沈定容積増大の効果が認められた。EBa の場合には宇都宮土壌を除き、2.0%までは添加量の増加に従って沈定容積も増大し、またいずれの場合にも再分散の現象はみられなかったが、DH-2 の場合には、0.1%で最大値を示し、1.0%以上添加すると、沈定容積は逆に減少し、同時に陽荷電によると思われる再分散の現象が認められた。これらの結果から火山灰土壌を除いて、一般の鈹質土壌の場合には、最も効果の高い添加量として、EBa 1%、DH-2 0.1%添加を以下の実験に用いることとした。

つぎに沈定容積をPVA添加と比較した結果を図一2に示した。これによると、PVAの添加は、湿じゅん状態ではほとんど沈定容積の変化を起させないが、一旦風乾させた場合にはかなり沈定容積が増大する。これは後述の団粒生成作用の結果と考えられ、沈定容積を大きくする機構は、他の二者と全く異ったものと推定される。

ii 添加前の土壌条件 前記のように、陽荷電合成高分子は土壌の懸濁液に顕著に作用するが、これは陰荷電の土壌粒子に対する荷電の中和作用とみなされるので、土壌粒子の存在条件などと密接に関連すると想像される。このような問題は実際には場で使用する場合には重要なことで、また合成高分子の作用機構を追求する上でも必要なことであるので、PVAとの比較とは別に検討した。図一3に示したように、風乾土に直接稀薄溶液を添加した場合より、加水後添加、還元後添加、アルカリ処理後添加の各処理は、大なり小なり沈定容積の増大が著るしかった。とくに還元あるいはアルカリ処理の場合その傾向が大であった。恐らく両処理は土壌粒子の陰荷電

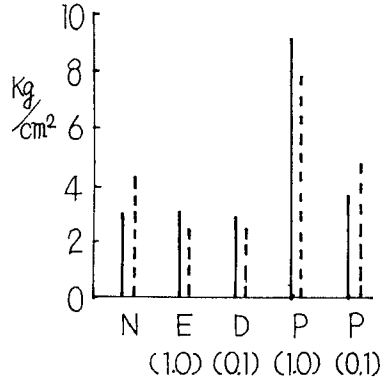
を大きくして分散性を強くした結果と考えられる。

2) ぎょう集力と飽和せん断抵抗

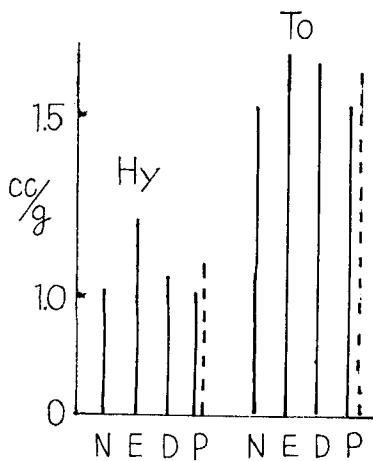
ぎょう集力は土壌粒子間の毛管力および固

結物質による結合力が測定できるので、金属刃による切断抵抗の測定を行なった。簡単のため風乾土の測定結果のみ図一4に示した。陽荷電合成高分子であるEBa区とDH-2区は両者ともとくに無処理区と差異を示さないか、より小さく、高分子が固結剤として作用していないと考えられた。これに反して、PVA区は添加量に応じて明らかにぎょう集力の強まりが認められ、乾燥に伴って高分子が土壌粒子間を固結させる役割を果たしていると推定された。従ってPVAと他の二者の間には土壌粒子に対する結合様式に根本的な差異があるのであろう。

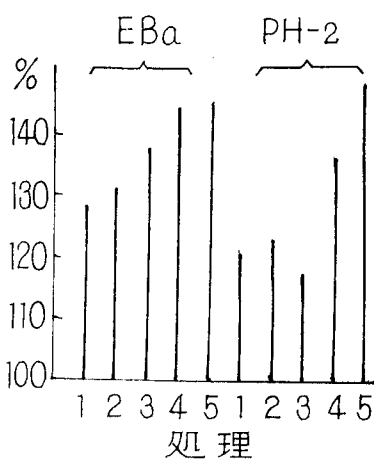
つぎにぎょう集力と密接に関連するせん断抵抗について、飽和条件下のそれを測定した。筆者の従来の成績<sup>9)</sup>によれば、極端に粗粒質でない土壌の場合、節別粗土の飽和せん断抵抗は、土壌の種類と無関係にほぼ一定となるので、節別しない土壌について同様に測定すれば、固



図一4 風乾土のぎょう集力 (—兵庫土壌, ……荒川土壌)



図一2 沈定容積によるPVAとの比較 (……一旦風乾節別) N:無処理 E:EBa (1%) D:DH-2 (0.1%) P:PVA (0.1%)



図一3 添加前の土壌条件(兵庫土壌) 1. 風乾土に直接添加 2. 加水後添加 3. 添加後還元 4. 還元後添加 5. アルカリ処理後添加

結剤によるぎょう集力は荷重に相当する力として作用し、粘着力 (shear cohesion) を示すと考えられる<sup>9)</sup>。図一5に測定結果を示したが、土壌は湿じゅん状態で処理し、トリミングリングに充てん後室温で放置し、一旦風乾後、再び毛管上昇により十分に水分飽和とし、測定したものである。この結果によると、PVA区の風乾した場合は明らかに粘着力を示し、他の処理区より大きなせん断抵抗を示したが、他の無添加、EBa、DH-2の各区はいずれも誤差範囲内で一定で、また飽和せん断抵抗の一般例と同じく、せん断直線は

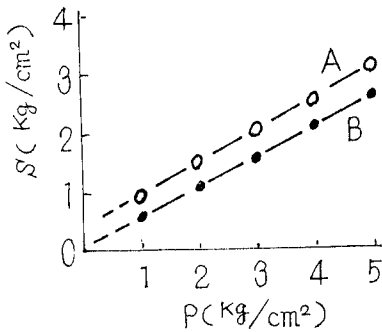


図-5 セン断抵抗 (水分飽和)  
A: P区の一旦風乾した場合  
B: A以外の処理

原点近くを通り粘着力はほとんど示さなかった。このような結果はぎょう集力の結果とよく一致したもので、陽荷電合成高分子には風乾状態と

状態で作用し、コロイド状の土壤粒子をフロク化させるが、これに反し、PVAは湿じゅん状態では土壤のコロイド状態をとくに大きくは変化させず、一旦乾燥させることにより、粒子間の固結剤としての作用が発揮される。しかもその結合作用は再び湿じゅんにもどしても、最初の状態には返らない。従って両者の土壤に対する作用は質的に相違すると断言できる。

土壤粒子と有機合成高分子との作用は、多くの因子によって左右され、簡単に断定することは難しいが、本報告の供試試料に関する限り EBa と DH-2 については、荷電的結合力が主として働いたものであり、PVAの場合には、より原子間結合 (水素結合あるいは共有結合) に近い作用と想像される。このような点の追求はなお誠に不十分であり、また本報告ではそれを直接意図したものではないが、上記のように結合機構に差異のある場合、きわめて簡単な物理性の測定で、明らかな差異として認められることは注目すべきことと考えられる。このような点については川口らの研究<sup>9)</sup> においても認められており、今後高分子の物理性および化学性との関連において詳細に追求すべきことであろう。上記の測定結果にも若干認められるが、合成高分子の種類により、土壤に対する作用は微妙に相違するはずであり、基礎的な検討を必要とする段階にあると考えられる。

なお、PVAとの正確な比較に測定上かなり難点があるので、本報告では省略したが、EBa には①とくに圧密しない限り、透水係数を大きくする<sup>9)</sup>。②そ性を大きく変化させる。③付着性を軽減する<sup>9)</sup>。など興味深い作用があり、実際は場での使用問題を含めて、今後さらに研究を進める予定である。

本研究に当り、各種測定に協力して下さった本村悟、秋山豊技官、および有機無機複合体の結合について有益な助言を頂いた井ノ子昭夫、玉井理技官に深甚な謝意を表する。

くに固結剤としての作用はないと推定される。

3) 団粒組成

よく知られているようにPVAの作用は団粒の形成にあり、一方供試陽荷電合成高分子は水中懸濁粒子をフロク化させ、両者の作用は類似した面を有すると同時に、作用結果は相当異なると思像されたので、湿じゅんのままと一旦風乾したものにつき、耐水性団粒を測定した。測定結果は表-1に示したが、EBa, DH-2 両者とも湿じゅん状態のままでも、無処理に比較してかなり団粒の増加が認められた。しかし両者の場合一旦風乾しても団粒粒径の大きいものが増加するに過ぎず、全量は僅かの増加に留まった。これに反してPVAの場合には、湿じゅん状態のままではほとんど団粒の形成がみられないで、これを一旦風乾した場合には、極端な団粒の増加が認められ、1), 2) の項でもみられた一旦風乾することが、粒子間の固結状態を強めていることが裏がきされた。

4. 総 括

以上の測定結果を総合してみると、個々の考察でもふれたように、EBa と DH-2 は両者とも土壤の湿じゅん

表-1 団 粒 組 成 (兵庫土壤)

乾 湿	処 理	団 粒 (mm)					Total %
		>2 %	~1 %	~0.5 %	~0.25 %	~0.01 %	
湿じゅん	N	0	0	1.2	6.4	11.7	19.3
	E 1%	0	0.5	7.7	21.8	31.6	61.6
	DO. 1%	0	0.4	6.5	18.4	32.1	57.4
	P 1%	0	0.5	1.0	10.9	13.7	26.1
	P0.1%	0	0.2	1.1	8.8	14.1	24.2
一旦風乾	N	0	0.4	1.9	15.9	16.5	34.7
	E 1%	32.1	13.9	9.4	11.3	6.1	72.8
	DO. 1%	20.5	18.5	10.7	12.5	8.8	71.0
	P 1%	90.5	3.2	1.8	1.6	0.8	97.9
	P0.1%	61.4	8.2	4.1	3.5	4.5	81.7

参照文献

- 1) 富士岡義一, 荻野芳彦: 農土論集, 第19号, 1 (1967)
- 2) 山中金次郎: 農研報告 B6, 1 (1955)
- 3) 横井肇, 福桜盛一: 土肥要旨集, No. 13, 6 (1967)
- 4) 横井肇: Soil. and plant Nutr, 14, 89 (1968)
- 5) 川口桂三郎, 古川久雄: 土肥要旨集 No. 14, 7, 臨時大会2 (1968)
- 6) 農技研化学部土壤二科42年度成績書 p. 49 (1968)