geförderte Eintreten der Blühreife ist mit einer Erhöhung des Trockensubstanzgehaltes nämlich des spezifischen Pulvergewichtes der Stengel und Wurzeln, verbunden. Beim Normaltag ist der Wert des spezifischen Pulvergewichtes der Pflanzenmaterialien an der reproduktiven Phase grösser als an der vegetativen Phase. Es darf daraus geschlossen werden, dass die beschleunigte Verschiebung aus der vegetativen Phase zur Blühreife mit Erhöhung der Stoffreichlichkeit der Organe oder Gewebe begleitet ist, und dass solch eine Erhöhung durch Vergrösserung des spezifischen Pulvergewichtes beurteilt werden kann.

Der Wasser- ähnlich wie der Trockensubstanzgehalt derselben Teile der Pflanzen wird auch grösser, falls sie die Blühreifepériode erreichen. Wir können diese Wassergehaltvergrösserung, die vielleicht auf Bedürfnisse der Blütenknospenbildung oder des Blühens zurückzuführen ist, mittels der nach der KÔKETSUSCHEN Pulvermethode gewonnenen, Ergebnissen nachweisen, was mit Hilfe anderer üblicher Methoden schwer oder fehlerhaft zu erreichen ist.

In oberem Teile des Stengels, wo wie Blütenknospen gebildet werden, sind die erwähnten Veränderungen innerer gewebephysiologischer Verhältnisse besonders klar. Diese Tatsache spricht vielleicht für die Lokalsamkeit photoperiodischer Reaktionen.

Botanisches Institut, Kaiserliche Kyushu Universität.

粘菌ノ胞子發芽ノ生理的研究

II. メヂウムノ pH ト發芽ノ關係

安部世意治

SEIJI ABE: Über die physiologischen Untersuchungen der Sporenkeimung bei Myxomyceten. II. Der Einfluss des pH-Wertes der Lösungen auf die Sporenkeimung.

Eingegangen am 27. Dezember 1940.

緒言

粘菌ノ胞子ノ發芽ニ對スル外界ノ影響ノ一ツトシテメヂウムノ酸性度ヲ考慮シタ研究ハ相當ニ多イ (ABE 1940)。CONSTANTINEANU (1906) ハ酒石酸 0.125%, Tannin 0.15%, 磷酸 0.09% 及酒石酸カリノ飽和溶液等ヲ用ヒテ, *Aethalium septicum*, *Stemonitis fusca*, *Reticularia Lycoperdon*, *Didymium effusum*, *Physarum didermoides*, *Leocarpus vernicosus*, *Badhamia macrocarpa* ノ胞子ノ發芽狀態ヲ觀察シタ結果, 是

等ハ全然發芽ヲ起サナイカ、或ハ稀ニ發芽シタ場合ガアツテモ、蒸溜水中ニ於ケル發芽狀態ニ比較スレバ、何レモ良クナカツタト述ベテキル。KUSANO (1909) ハ *Aethalium* ノ孢子ハ鹽酸 1/700-1/1000 *M*, 脣酸、酒石酸及醋酸ノ 1/1000 *M* ハ水道水ヨリモ早く孢子ノ表面ヲ潤シテ發芽ヲ促進スルコトヲ述べ、又 CONSTANTINEANU ノ結果ガ良クナカツタノハ酸ノ濃度ガ高スギタ爲デアラウト評セラレタ。更ニ KUSANO ハ *Stemonitis fusca* デハ酸ヲ用ヒテモ、*Aethalium* ノ如キ良イ結果ハ得ラレナカツタト述ベテキル。SCHURE (1935) ハ *Reticularia Lycoperdon* ニ就イテ緩衝液ヲ用ヒテ H^+ 及 OH^- ノ作用ヲ檢シタ結果、大體 pH 3-8 デ發芽ガ起リ、pH 6-7.2 ガ最適デアツタト述ベテキル。SMART (1937) ハ發芽ノ **メヂウム** ニ營養物質ヲ加ヘルコトヲ試ミ、之ニ 1/10 *N* 鹽酸又ハ 1/10 *N* 苛性ソーダヲ加ヘテ pH 2.0 ヨリ pH 10.5 マデノ間デ 18 段ノ pH 液ヲ作り、29 種ノ粘菌ノ孢子ノ發芽試驗ヲ行ツタ。其ノ結果、ソレ等ノ孢子ハ一般ニ pH 4.0-8.0 デ發芽シタガ、特ニ *Fuligo septica* ハ pH 2.0-8.5, *Badhamia utricularis* ハ pH 2.5-10.0 ノ廣イ範圍ニ亘ツテ發芽スルヲ見タ。ソシテ孢子發芽ノ最適ノ pH ハ夫々 pH 4.5-7.0 ノ間ニアツテ、*Fuligo septica* ハ 5.5, *Badhamia rubiginosa* ハ 5.5-6.0, *Physarum cinereum* ハ 5.0, *Phys. serpula* ハ 4.5, *Didymium melanosperrum* ハ 5.5, *Craterium leucocephalum* 及 *Leocarpus fragilis* ハ 5.0 デ、其ノ他ハ總ベテ pH 6.0 以上ノ値ヲ得テキル。カクノ如ク今日迄ニ得ラレタ結果ハ研究者ニヨツテ異リ、又種ニヨル變異ガ非常ニ大キイ。カ、ル相違ガ原形質自身ノ差異ニ基ケカ、或ハ用ヒタ物質ノ影響ニ依ルモノカ全然不明デアル。筆者 (1940 b) ハ孢子發芽ト **メヂウム** ノ滲透壓ノ關係ニ就イテノ研究ニ於テ、孢子ノ發芽ヲ二段階ニ分ケテ考ヘル必要ナルコトヲ述べタガ、pH ノ發芽ニ及ボス影響ニツイテモ、原形體ガ孢子膜外ニ出ル迄ト、其ノ原形體ガ配偶子ノ形態ヲトル迄ノ二期ニ分ケテ考ヘルベキデアラウト思フ。且ツ孢子ヲ蒔ク際ニ **メヂウム** ニ何カノ物質ガ出ルト云フコトモ考慮ニ入レテ以下ノ實驗ヲ繰返シタ。

實驗 I. 孢子ノ播種ニヨツテ影響セラレル **メヂウム** ノ pH

孢子ヲ蒔ク時、多クノ場合ニ孢子囊壁・細毛體或ハ石灰節等ノ破片ガ孢子ト共ニ **メヂウム** ニ入ルノガ普通デアル。是等ノ孢子以外ノモノカラ或物質ガ **メヂウム** 中ニ出テ、其ノ滲透壓ヲ變化スルコトハ既ニ述べタ所デアル (ABE 1940 b)。ソレ等ノ物質ガ **メヂウム** ノ pH ヲ變化セシメルカ否カラ檢スルタメニ、鹽酸ノ 1/1000 *N* 溶液 2 cc. 中ニ種々ノ粘菌ノ孢子囊或ハ孢子ノ多量ヲ加ヘテ振盪シ、之ニ Bromkresolgrün ノ一滴ヲ滴下シテ放置シ、pH ガ變化スルカ否カラ觀察シタ。2-10 分間後ニ色調ノ變化ハ明カニナル。然シ種ニヨツテハ其ノ變化ノ認メラレナイモノモアル。使用シタ材料ヲ色調ノ變化ノ有無ニヨツテ分類スルト第 1 表ノ如クニナル。又ソノ變化スルモノニ就イテ見ルニ變化ガ pH 5 前後ニモナルコトガアリ、其ノ變化ノ程度ハ種ニヨリ、又同一種ニ於テハ使用シタ孢子ノ量ニ比例スル。カ、ル pH ノ變化ハ醋酸 1/1000 *N* ヲ用ヒテモ同様ニ見ラレル。

カ、ル pH ノ變化ガ何ニヨツテ生ジルカヲ確メル爲ニスライド上ニ少量ノ 1/1000 N HCl ヲトリ、之ニ Bromkresolgrün ノ小一滴ヲ加ヘテ、其ノ上ニ少量ノ孢子或ハ 1 個ノ孢子囊ヲ入レテ、肉眼的ニ或ハ顯微鏡的ニメヂウムノ色調ノ變化ヲ觀察シタ。色調ヲ變化シタモノ、換言スレバ見掛上メヂウムヲアルカリ性ニスル種ハ第 1 表左列ニ示シタモノデ、孢子ヲ入レル際ニ一緒ニ混入シタ孢子囊壁ノ破片或ハ石灰節ノ場所カラ直チニ色調ガ青變スル。*Badhamia rubiginosa* var. *dictyospora* 及 *Diachea leucopoda* ニ於テハ孢子柄ガ混入シテモ、其ノ場所ニ於テメヂウムハ青變スル。*Fuligo septica* ノ孢子ヲ數回 50% アルコールデ洗滌シテ（孢子以外ノ夾雜物ハ孢子ヨリモ早ク沈澱スル）、孢子ノミヲ集メ、上記ノ如クニシテメヂウムノ色調ノ變化

第 1 表 種々ノ粘菌ノ孢子ノ 1/1000 N HCl ニ對スル pH ノ變化ノ有無

pH ノ 變 化 ス ル モ ノ	pH ノ 變 化 シ ナ イ モ ノ
<i>Badhamia affinis</i>	<i>Stemonitis fusca</i>
* " <i>rubiginosa</i> var. <i>dictyospora</i>	" " var. <i>rufescens</i>
" <i>nitens</i> var. <i>reticulata</i>	<i>Comatricha typhoides</i>
<i>Physarum compressum</i>	" <i>laxa</i>
" <i>citrinum</i>	<i>Lamproderma arcyrrioides</i>
" <i>viride</i>	<i>Cribraria tenella</i>
" <i>reniforme</i>	<i>Dictydium cancellatum</i>
" <i>gyrosum</i>	<i>Tubifera ferruginosa</i>
" <i>didermoides</i>	<i>Reticularia Lycoperdon</i>
" <i>pusillum</i>	<i>Lycogala epidendrum</i>
<i>Fuligo septica</i>	<i>Hemitrichia clavata</i>
" " var. <i>rufa</i>	" <i>vesparium</i>
<i>Diderma effusum</i>	<i>Arcyria denudata</i>
* <i>Diachea leucopoda</i>	" <i>cinerea</i>
<i>Didymium melanospermum</i>	" <i>nutans</i>
<i>nigripes</i>	

* 本文参照

ヲ檢シタガ、此ノ際ニハ認メ得ベキ程度ノ變化ヲ現ハサナイノデアル。コレニヨツテ見レバメヂウムノ pH ノ變化サセル物ハ孢子ヨリモ寧ロ之ト混入シタ物質デナケレバナラナイコトニナル。次ニ孢子或ハ孢子囊ヲトリ、之ニ少量ノアルコールヲ加ヘテ空氣ヲ追出シタ後、1/1000 N HCl ヲ加ヘルト、色調ヲ變化シタ種デハ何レモ氣體ガ發生スルヲ見タ。カ、ル種ハ何レモ CaCO_3 ヲ有スルノデアル。

孢子囊ニ CaCO_3 ヲ有スルカ否カハ粘菌ノ分類上ノ一大特徴デアツテ、LISTER (1925) ニ依レバ上記ノ屬、*Badhamia*, *Physarum*, *Fuligo*, *Diderma*, *Diachea* 及 *Didymium* ハ何レモ **Calcarineae** ニ屬シ、*Stemonitis*, *Comatricha*, *Lamproderma*, *Cribraria*, *Dictydium*, *Tubifera*, *Reticularia*, *Hemitrichia* 及 *Arcyria* ハ CaCO_3 ヲ持タナイ屬デアル。故ニ前者ニ於テメヂウムノ色調ノ變化シタノハ CaCO_3 ガ酸液

ニ溶解シテ之ヲ中和シ、次第ニ**メヂウムヲアルカリ**性ニシタ結果デアル。種ニヨツテソレガ持つテキル CaCO_3 ノ量ニ多少ガアリ、同一種ニテモ用ヒタ孢子ノ量ガ多ケレバ混入スル CaCO_3 ノ量モ多クナリ、ソレニ比例シテ**メヂウム**ノ pH ノ變化ニ程度ノ差ヲ生ズルコトハ當然デアル。故ニ酸ヲ用ヒテ良イ發芽狀態ヲ得タ場合ニモ、實際ニハ孢子ガ其ノ酸度ノ中ニテ發芽シタト考ヘル事ハ出來ナイノデアル。

實驗 II. 孢子ノ發芽ニ及ボス無機並ニ有機酸ノ影響

孢子ノ發芽ニ及ボス無機並ニ有機酸ノ影響ヲ檢スル爲ニ、鹽酸・硫酸・硝酸・枸橼酸・醋酸・酒石酸及琥珀酸ヲ用ヒタ。其ノ濃度及大體ノ pH ハ第2表ニ示シタ如クデアル (pH ハ比色法又ハ**キンヒドロン**電極ヲ用ヒテ測定シタ)。

發芽實驗ニ用ヒタ材料ハ *Fuligo septica* var. *rufa* (孢子ハ約10日ヲ經タルモノ)、*Physarum gyrosum* (約1ケ年ヲ經タルモノ) 及 *Reticularia Lycoperdon* (採集後約20日ヲ經タルモノ) デ、是等ノ孢子ハ何レモ短時間ニ發芽スル種デアル。

實驗法ハ、實驗第Iノ結果ニヨルト孢子ヲ蒔ク時、孢子以外ノ物質ガ混入スルト酸ヲ中和スル場合ノアルコトガ明カトナツタノデ、ソレヲ防グ爲ニ消毒シタ白金線デ少量ノ孢子ヲ取り、試験セントスル酸液ノ一滴ヲ**スライド**硝子上ニ落シ、白金線デ取ツタ孢子ヲ此ノ中ニ入レ、白金線デヨク攪拌シテ孢子ノ表面ノ空氣ヲ除クト同時ニ、孢子囊壁或ハ石灰節等ノ破片カラ孢子ヲ分離スル。其ノ孢子ノ極少數ヲ白金線デ懸滴装置ニ移シ、鏡檢シテ孢子ノ5個前後ヲ含ムモノノミヲ選擇シテ實驗ニ供シタ。同一 pH ニ屬スルモノ3個ヅツト、他ニ比較トシテ蒸溜水ノモノヲ準備シ、ソレ等ヲ濕室 (硝子張り) ニ保チ、時々出シテ鏡檢シタ。ソシテ最初ニ酸液ニ孢子ヲ入レタ時カラ孢子膜ガ破レテ原形體ガ孢子膜カラ出ルマデノ時間、即チ發芽ノ第一期ニ要スル時間ヲ測定シタ。是等ハ何レモ室溫 (24° – 26°C) デ實驗シタ。其ノ結果ハ第2表ニ示ス。

孢子發芽ノ第一期ハ**メヂウム**ノ滲透壓ガ零或ハ零ニ近イ場合、即チ蒸溜水ガ最モ良イ (ABE 1940)。蒸溜水中デ孢子ノ發芽ヲ始メル時間ト種々ノ酸ノ中ニ於ケルモノヲ第2表ニヨツテ比較スルト、先ヅ *Fuligo septica* var. *rufa* ハ蒸溜水中デハ2–3時間後ニ發芽シ、酸ヲ用ヒタモノヨリモ總ベテノ場合ニ發芽ガ早イ。而シテ酸ノ濃度ガ高クナルニツレテ發芽ニ要スル時間ハ増シテ來ル。實驗中ニ全然發芽ノ見ラレナイモノモアツタガ、其ノ濃度ハ夫々ノ酸ニヨツテ一定シナイ。例ヘバ鹽酸ノ $0.0001N$ 、醋酸ノ $0.0005N$ 、及枸橼酸ノ $0.0005N$ 以上ノ濃度ニ於テハ、蒸溜水ノ場合ノ約3倍ノ時間ヲ經過シテモ發芽ガ起ラナイ。*Reticularia Lycoperdon* 及 *Physarum gyrosum* ニツイテモ *Fuligo* ト同様ニ蒸溜水中ニ於テハ、種々ノ酸ノ種々ノ濃度ニ於ケルモノヨリモ最モ早く發芽シ、酸ノ濃度ガ高クナルニツレテ發芽ニ多クノ時間ヲ要シタ。尙 *Reticularia Lycoperdon* ニ於テハ醋酸、*Physarum gyrosum* ニ於テハ硝酸中デ特ニ發芽ガ困難ニナル。是等ハ H^+ 以外ノ酸根デ影響サレタモノデアルカ、或ハ酸ノ透過度ガ種ニヨツテ異ルカハ尙實驗ヲ要スル。

第2表 *Fuligo septica* var. *rufa*, *Reticularia Lycoperdon* 及 *Physarum gyrosom*
ノ孢子ノ種々ノ酸液中ニ於ケル發芽時間ヲ蒸溜水中ニ於ケルモノト比較

蒸 溜 水 及 酸 液		<i>Fuligo septica</i> var. <i>rufa</i>	<i>Reticularia</i> <i>Lycoperdon</i>	<i>Physarum gyrosom</i>
濃度 N	pH	發芽時間 時 分	發芽時間 時 分	發芽時間 時 分
H ₂ O	5.3	2.20 +	1.00 +	2.40 +
HCl { 0.00005	4.6	2.26 +	1.04 +	3.24 +
0.0001	4.0	7.56 —	1.40 +	4.15 +
0.0002	3.6	8.15 —	2.00 —	5.00 —
		(T=26°C)	(T=26°C)	(T=26°C)
H ₂ O	5.3	2.54 +	1.00 +	2.40 +
H ₂ SO ₄ { 0.00004	4.5	3.03 +	1.08 +	2.42 +
0.0001	3.8	4.57 + 50%	2.01 +	4.16 + 配偶子ハ丸味ヲ帶ブ
0.0004	3.4	5.00 —	8.00 —	5.38 +
0.001	2.7	—	—	8.03 —
		(T=25°C)	(T=25°C)	(T=25°C)
H ₂ O	5.3	2.00 +	1.00 +	6.00 +
H ₃ PO ₄ { 0.00005	5.1	2.30 +	1.00 +	6.10 +
0.0001	4.5	5.20 +	1.00 +	6.50 +
0.0005	4.0	6.36 +	1.34 +	8.00 + 50%
0.001	3.4	—	—	8.00 —
		(T=24°C)	(T=24°C)	(T=24°C)
H ₂ O	5.3	2.15 +	1.00 +	2.40 +
醋酸 { 0.0001	4.6	2.55 + 50%	1.03 + 10%	6.55 +
0.0005	4.1	8.35 + 極少數	1.32 —	7.02 +
0.001	3.9	8.23 —	2.14 —	8.02 +
0.002	3.6	8.23 —	2.20 —	8.03 —
		(T=25°C)	(T=26°C)	(T=25°C)
H ₂ O	5.3	3.00 +	1.00 +	2.49 +
醋酸 { 0.00004	5.0	3.25 +	1.00 +	2.54 +
0.0001	4.4	3.38 +	1.11 +	3.44 +
0.0004	4.0	(6.47 以下) +	1.40 +	4.28 + 配偶子ハ丸味ヲ帶ブ
0.001	3.4	—	6.00 —	5.23 —
		(T=25°C)	(T=25°C)	(T=25°C)
H ₂ O	5.3	2.43 +	1.05 +	2.50 + 80%
琥珀酸 { 0.00005	4.5	4.21 +	1.08 +	4.50 + 70%
0.0001	4.2	7.40 + 70%	2.30 + 90%	4.50 + 50%
0.0005	3.9	7.53 + 50%	5.20 —	4.50 + 5%
0.001	3.7	7.46 + 27%	—	—
		(T=24°C)	(T=24°C)	(T=25°C)
H ₂ O	5.3	2.57 +	0.59 +	2.40 +
酒石酸 { 0.0001	4.6	2.50 +	0.57 +	2.55 +
0.0004	4.2	3.47 +	1.06 +	3.04 +
0.001	3.9	6.19 + 極少數	3.13 +	5.20 +
0.004	3.5	—	4.01 + 50%	5.51 —
		(T=25°C)	(T=25°C)	(T=25°C)
H ₂ O	5.3	2.07 +	1.00 +	2.40 +
枸橼酸 { 0.0000	4.9	2.10 +	1.08 +	3.30 +
0.0001	4.4	2.18 +	1.11 +	5.40 +
0.0005	3.9	8.05 —	2.28 + 極少數	6.00 +
0.001	3.6	8.00 —	—	—
		(T=25°C)	(T=25°C)	(T=25°C)

附記 { + 發芽シタコト 100%
— ” 0%

實驗 III. 胞子ノ發芽ト pH ノ關係

實驗 II ノ結果ヨリ見テ、蒸溜水ガ種々ノ稀薄ナ酸液ヨリモ發芽ガ早イト云フコトハ、既ニ筆者ガ發芽ノ**メヂウム**ハ蒸溜水ガ發芽第一期ニ最モ適當デアルト述ベタ事ト矛盾シナイノdeal。然シ是等ノ酸液ハ非常ニ稀薄デアリ乍ラ、相當著シク發芽ヲ妨ゲルコトハ、酸ガ滲透的ニ作用スル以上ニ H^+ ガ發芽ニ關係シテキル様ニ見エル。故ニ H^+ ノミナラズ OH^- モ考慮ニ入レルコトハ、今一ツハ胞子ヲ極少數トリテモ尙何等カノ物質ガ出テ pH ヲ變化サセルコトハ無イカト云フ懸念モアルノデ、今度ハ緩衝液ヲ用ヒテ實驗 II ト同一材料デ同様ノ方法ヲ繰返シタ。其ノ緩衝液ハ Anion ヲ等シクスル爲ニ $(KH_2PO_4 + K_2HPO_4)$ ヲ用ヒ、其ノ濃度ハ $1/250 M$ ($= 0.004 M$) トシタ。此ノ緩衝液ハ $1/250 M$ ニ稀釋シテモ pH ハ大體變化シナイノdeal。其ノ結果ヲ第3表ニ示ス。

第3表 胞子ノ發芽ト pH ノ關係

メヂウム	pH	<i>Fuligo septica</i> var. <i>rufa</i>	<i>Reticularia</i> <i>Lycoperdon</i>	<i>Physarum</i> <i>gyrosum</i>
H ₂ O	5.3	時分 3.32	分 64	時分 2.40
緩衝液	4.8	4.15	85	3.38
	5.0	3.45	71	3.23
	5.4	3.20	70	2.50
	6.0	2.40	63	2.16
	6.5	2.27	50	2.06
	6.9	3.02	48 (20分後ニ大部分膨潤)	2.02
	7.3	3.00	22 (15分後ニ膨潤)	1.58
	8.1	(5時間後ニモ發芽セズ)	(5時間後ニモ發芽セズ)	—

第3表ノ結果ヨリスレバ *Fuligo septica* var. *rufa* ハ中性ニ近ツクニ從ツテ、發芽第一期ハ早クナリ、pH 6.5ニ於イテ2時間27分デ蒸溜水ニ蒔イタ時ヨリモ約1時間早く、ソレヨリ**アルカリ**性ニナルニ從ツテ遅クナリ、pH 8.1デハ5時間後ニモ發芽ハ見ラレナカツタ。*Reticularia Lycoperdon* モ**アルカリ**性ニナルニツレテ發芽ガ早く、pH 7.3デハ22分間デ蒸溜水ヨリモ42分間早く、pH 8.1デハ5時間後ニモ發芽シナカツタ。但シ pH 7.3デハ22分間デ原形體ハ胞子膜外ニ出ルガ、15分間モ經過スレバ原形體ハ全部膨潤ヲ起ス。pH 6.9デハ48分間後ニ原形體ガ膜外ニ出ルガ、更ニ20分間後ニハ大部分膨潤スル。pH 6.5デハ50分間後ニ發芽シ、直チニ配偶子トナル。*Physarum gyrosum* ハ pH 7.3デ1時間58分デ發芽シ、此ノ場合ハ完全ニ配偶子トナル。即チ中性ニナル程原形體ハ早く胞子囊ヲ出ルガ、**アルカリ**性ニナルト、種ニヨツテハ發芽ノ第一期ニ多クノ時間ヲ要シ、或ハ原形體ガ膨潤ヲ起シタリナドスル故ニ、發芽ニ對スル最適ノ pH ハ *Fuligo septica* var. *rufa* ニテ pH 6.5, *Reticularia Lycoperdon* ニテハ pH 6.5, *Physarum gyrosum* ニテハ pH 7.3 (或ハ

尙大キイカモワカラナイ) デ、大體中性或ハソレニ近イ處デアル。此ノ實驗ニ用ヒタ緩衝液ハ $1/250 M$ デアルカラ、之ヲ單ニ滲透的ニノミ考ヘレバ、蒸溜水ニ於ケルモノヨリモ發芽第一期ハ妨ゲラレル筈デアル。然ルニ pH 値ニヨツテ其ノ時間が異リ、中性ニ近ヅクニ從ツテ蒸溜水ヨリモ發芽ガ早クナル。故ニ緩衝液ガ濃度零或ハソレニ近キコトガ可能デアルトスレバ、第 3 表ノ數ハ理論的ニハ更ニ小サクナルベキ筈デアル。

實驗 IV. 酸性溶液ト發芽ノ關係

酸性溶液 (種々ノ酸或ハ緩衝液) 中デ孢子ノ發芽ノ起ラナイノハ、原形質ガ酸ノ爲ニ死滅シタノデアルカ、或ハ酸ノ爲ニ水分ノ吸收ガ妨ゲラレテ發芽ノ過程ガ或程度以上ニ進行シナイノデアルカノ何レカデアル。是ヲ明カニスル目的デ次ノ實驗ヲ行ツタ。材料ハ *Fuligo septica* (1939 年 8 月草野先生採集) ヲ用ヒタ。緩衝液ハ一般ニ透過ノ早イ醋酸ヲ用ヒタ ($0.1 N CH_3COOH + 0.1 N NaOH$ ヲ 50 倍ニ稀釋)。實驗法ハ醋酸緩衝液ノ pH 3.2, 3.4, 3.6, 3.8, 4.0 及 4.2 ノ一列並ビニ蒸溜水ヲスライド上ニ置キ、白金線ヲ用ヒテ孢子ノ少量ヲ移シ、ヨク攪拌スル。夾雜物ノ入ラナイ様ニ再ビ白金線デ孢子ノ極少量ヲ取ツテ、新ラシク用意シタ夫々ノ緩衝液中ニ移シ、同ジ緩衝液ヲ滿タシタ濕室中ニ入レ、 $25^{\circ}C$ ノ定溫器中ニ一定時間保ツタ。其ノ後濕室ヨリ孢子ヲ取り出シ、極少量ヲ白金線デ蒸溜水中ニ移シ、懸滴培養ヲ試ミテ發芽ノ有無ヲ檢シタ。カハル實驗ヲ數回繰返シテ等シイ結果ヲ得タガ、其ノ一例ハ第 4 表ノ如クデアル。

第 4 表 *Fuligo septica* ノ孢子ヲ一定 pH 液中ニ一定時間保テ
蒸溜水中ニ移シタ時ノ發芽ノ狀態

pH	5 時間後ノ發芽狀態 ($T=25^{\circ}C$)	24 時間後ノ發芽狀態 (始メ及終リノ時間室溫 $T=25^{\circ}C$)
3.2	—	—
3.4	—	—
3.6	—	—
3.8	—	—
4.0	— (6 時間 30 分後發芽)	
4.2	— (5 時間 30 分後發芽)	
比較 H_2O	+ (45 分間後發芽)	
	5 時間後ニ水ニ移ス (室溫)	24 時間後ニ水ニ移ス (室溫)
3.2	+ (60 分 $\pm 1-3$ 分後)	+ (1 時間 42 分 $\pm 1-3$ 分後)
3.4	+ (")	+ (")
3.6	+ (")	+ (")
3.8	+ (")	+ (")
4.0	+ (50)	+ (")
4.2	+ (17)	+ (")

室溫 Ca. $20^{\circ}\pm 2^{\circ}C$

即ち蒸溜水中デハ 45 分後ニ發芽ヲ始メル材料デアリ乍ラ、pH 3.2-4.2 中デハ 5 時間後ニ於テモ全然發芽ガ起ラズ、pH 3.2-3.8 中デハ 24 時間後デモ發芽シナイ。然ルニ是等ノ孢子ヲ蒸溜水中ニ移ス時ハ、最初カラ蒸溜水中ニ蒔イタモノヨリハ發芽ノ始マルマデニ長ク時間ヲ要スルニ拘ラズ、何レノ場合モ發芽ヲ始メル。從ツテ酸性ノ方デ孢子ノ發芽シナイノハ、水素イオンノ爲ニ原形質ガ害サレタノデハナク、水素イオンノ爲ニ水ノ透過ガ妨ゲラレテ發芽過程ガ進行シナカツタモノト見ルベキデアル。

然シ酸度ノ強イ所デ孢子ノ原形質ガ害サレナイノハ、果シテ水素イオンガ透過シタニ拘ラズ、原形質ハ害サレナイノデアルカ、或ハ原形質膜ニヨツテ水素イオンノ透過モ妨ゲラレタノデアルカヲ檢スル必要ガアル。其ノ間接證明トシテ、多量ノ孢子ヲ蒸溜水中デ發芽セシメ、配偶子ノ形態ヲトツタ直後ニ於テ、前ト同様ニ之ヲ醋酸ノ緩衝液中ニ入レ、ソレガ生キテキル時間ノ長サヲ計ツタ。其ノ結果ハ第 5 表ニ示シタ。

第 5 表 *Fuligo septica* ノ配偶子ノ H^+ ニ對スル影響 (22°-23°C 溫室中)

pH	配偶子ガ丸クナル時間	配偶子ガ運動ヲ止メル時間	4 時間後ニ於ケル配偶子ノ狀況
3.2	5 分	13 分	—
3.4	5	14	—
3.6	11	28	—
3.8	13	30	—
4.0	18	38	—
4.2		200	—
4.4			運動鈍シ
4.6			”
4.8			運動活潑
5.0			”
5.2			”
5.4			”

第 5 表ヲ見ルニ、pH 3.2-4.0 ニ於テハ配偶子ハ何レモ短時間ニ丸クナリ、其ノ後モ其ノ場所ニ於テ僅カニ運動ヲ續ケテキルガ、次第ニ運動ヲシナクナル。ソシテ pH ノ低クナルニ伴ツテ其ノ影響ハ少イ。運動ヲ停止シタモノニツイテ、オスミューム酸ノ蒸氣デ 1 分間固定シ (出來ル丈ケ形ヲソノマ、殘スタメ)、後之ヲりんどう紫デ染色スルト、pH 3.2, 3.4 デハ核・細胞質共ニ著シク凝固シテキルガ、ソレヨリ大キイ pH 値ノ所デハ膨潤ヲ起シテキルヲ見タ。ソシテ pH 3.2, 4.0 ニ於テハ鞭毛ガ落ちテキルモノガ多イ。pH 4.4-5.4 ニ於テハ 4 時間後ニモ尙運動シテ居リ、pH 4.4 以上ニテハ 48 時間後ニモ完全ニ生キテキタ (但シコノ様ニ時間ガ長クナルト pH モ變化スルモノト考ヘルベキデアル)。第 2 表ニ於テ *Physarum gyrosum* ノ發芽シタ配偶子ハ酸性ノ方デ (0.0001N 及 0.0004N H_2SO_4 及 0.0004N 醋酸) 固有ノ形態ヲトラズ、丸イ形ヲシテ運動スルヲ觀察シタガ、コノ實驗中ニモカ、ル事ヲ觀察シタ。是ハ H^+ ノ作用 (直接原形質ニ働クノカ或ハ間接ノ作用デアルカハ不明) ニヨツテ、

固有ノ形態ヲトルコトガ出来ナイモノ、様デアル。

第2表ニ於テ pH 4.0 前後 (詳シク云ヘバ、變形菌ノ種類ヤ酸ノ性質ニヨツテ多少異ル) ノ位置以外ニ於テ發芽ガ起ラナカツタ事ト、第5表ニ於テ pH 4.0 以下ニ於テ配偶子ガ害サレルコトハ、pH ノ位置ガヨク符合スルノデ、一見酸性ノ強い場合ハアタカモ孢子中ノ原形質ガ H^+ デ害セラレテ發芽ガ起ラナイモノノ様ニ思ハレル。然ルニ實驗第4表ノ結果ヨリ、酸性溶液中デ長時間孢子中ノ原形質ガ生キテキルト云フ事ハ、 H^+ ガ原形質ニ働イテキナイ證據デアル。即チ、 H^+ ハ原形質膜ヲ透過シナイ故ニ原形質ガ害サレナカツタモノト考ヘラレル。從ツテ酸性ノ側ニ於テハ原形質膜ニヨツテ、 H^+ ト同時ニ水ノ透過モ妨ゲラレル故ニ、原形質ハ死ナ、イニ拘ラズ發芽モ起ラナイノデアル。

同様ノ實驗ハ 0.001 及 0.002 N 醋酸、0.0004, 0.001, 0.004 N 硫酸及 0.0005, 0.001, 0.002 N 鹽酸及磷酸ニ就テモ行ツタ。ソレ等ノ pH ハ何レモ 3.4 以下デアルガ、是等ノ酸中ニ5時間 (溫度 25°C) 保ツタ *Fuligo septica* ノ孢子ヲ蒸溜水中ニ移セバ、何レモ健全ニ發芽スル。但シ最初ヨリ蒸溜水中ニ保ツタ場合ヨリハ發芽ニ要スル時間ガ長クナルト同時ニ、多少不規則ニナル。ソシテ醋酸以外ノ無機酸中ニ 24 時間保ツタモノハ、蒸溜水中ニ移シテモ一切發芽シナイモノヲ生ジル。即チ著シク酸度ノ強い場合ニハ長時間ニナルト H^+ モ原形質膜ヲ透過シテ原形質ヲ害スルヤウデアル。

考 察

粘菌ノ孢子ノ發芽ニ對スル pH ノ影響ハ直接原形質ニ働ク H^+ ノ作用ト、孢子發芽ノ第一條件デアル處ノ孢子膜及原形質膜ノ水分ノ透過ニ及ボス H^+ ノ作用ノ二ツニ分ケテ考ヘラレル。實驗第IIニ示シタ如ク *Fuligo septica* var. *rufa*, *Reticularia Lycoperdon* 及 *Physarum gyrosum* ノ孢子ハ何レモ無機及有機酸ノ存在ニ於テ發芽ガ妨ゲラレタ。是ハ H^+ ノ爲ニ原形質ガ害サレタノデアルカ、或ハ水分ノ透過ガ妨ゲラレタノカノ何レカデアル。然ルニ筆者ハ實驗 IV ニ於テ、*Fuligo septica* ノ孢子ノ發芽第二期ニ入ツタモノノ原形體ハ pH 4.0 以下ニ於テ直チニ害サレルニ拘ラズ、pH 4.0 以下ニ於テ發芽ノ起ラナイ孢子モ之ヲ蒸溜水中ニ移ス時ハ正常ニ發芽ノ起ルコトヲ觀察シタ。故ニ pH 4.0 以下ニ於テハ、水分ノ透過ガ妨ゲラレルト同時ニ、 H^+ モ原形質ニ透過シナイモノト考ヘルベキデアル。

既ニ緒言ニ於テ述ベタ如ク、今日迄ニ行ハレタ實驗ノ結果ハ著者ニヨツテ種々異ル。KUSANO (1909) ハ *Aethalium septicum* ニ於テハ酸ノ溶液ヲ用フル方ガ水道水ヨリモ發芽ガ促進セラレルト述ベタガ、CONSTANTINEANU (1906) ハ反對ノ結果ヲ得テキル。又 SMART (1937) ハ *Fuligo septica* 及 *Badhamia utricularis* ハ他ノ種類ニ比シテ pH 2.5-10.0 ノ廣範圍ニテ發芽ノ起ルコトヲ見タ。カ、ル結果ノ不一致ハ實驗法ノ不備ニヨツテ起ルモノデアル。孢子ヲ蒔ク際ニ孢子以外ノ物質、特ニ炭酸カルシウムガ混入スルコトニヨツテメヂウムノ濃度ガ變化スルコトハ、筆者 (1940) ノ既ニ述ベタ處デアル。然ルニ實驗第Iニ依ツテ明瞭ナル如ク、炭酸カルシウムハメヂウムニ溶解シテ、其ノ pH ヲモ變化スルモノデアル。從ツテコレヲ含ム

Calcarineae = 屬スル種類ノ *Fuligo septica* (= *Aethalium septicum*), *Badhamia utricularis* 等ガ有機或ハ無機ノ酸溶液ノ pH 4.0 以下ニ於テ發芽シタト云ツテモ、ソレ等ノ酸性度ハ胞子ヲ蒔ク事ニ依ツテ直チニ變化シタモノト考ヘルコトガ出來ル。KUSANO (1909) ガ *Stemonitis* = 於テハ *Aethalium* ト同様ノ結果ガ得ラレナカツタト記シテキルノハ興味アルコトデ、之ハ *Stemonitis* ガ **Calcarineae** = 屬スル種類デナイノデ酸性度ノ變化が起ラナカツタ故デアラウ。

筆者ハ實驗第 III = 於テ、*Reticularia Lycoperdon* ノ胞子發芽ノ最適ノ **メヂウム** ハ pH 6.5 ヲ得タガ、是ハ SCHURE (1935) ノ pH 6-7.2 トヨク一致シテキル。ソレハ此ノ種類ガ CaCO_3 ヲ含マナイ爲ニ、特ニ實驗ニ際シテ CaCO_3 ノ影響ヲ考慮スル必要ガナカツタ爲デアラウ。又筆者ハ *Fuligo septica* var. *rufa* ノ最適ノ pH ハ 6.5 ヲ得タガ、SMART (1937) ハ *Fuligo septica* = 於テ 5.5 ヲ得、尙其ノ他 *Badhamia rubiginosa* ハ 5.5-6.0, *Physarum cinereum* ハ 5.0, *Phys. serpula* ハ 4.5, *Didymium melanospermum* ハ 5.5, *Craterium leucocephalum* 及 *Leocarpus fragilis* ハ 5.0 デ他ノモノヨリ小サイ pH 値ヲ得テキルガ、是等ハ何レモ CaCO_3 ヲ含ム種類デアルカラ、實際ハ今少シ大キイ pH 値デアルベキ筈デアル。

CONSTANTINEANU (1906) ハ種々ノ酸ガ胞子ノ發芽ヲ妨ゲルコトヲ述ベテキルガ、用ヒラレタ酸液ハ酒石酸 0.125% (約 0.016 N), 磷酸 0.09% (約 0.012N) 等デアル。筆者ガ實驗 IV = 於テ用ヒタ酸ハ何レモ 0.002 N 以下デ、濃度ノ高い場合ニハ H^+ ガ直接原形質ヲ害スルコトヲ述ベタガ、CONSTANTINEANU ノ此ノ結果ニ對シテ KUSANO ガ酸ノ濃度ノ高過ギルコトヲ指摘セラレタ事ハ當然デアル。即チ酸ノ濃度が著シク高い場合ハ混入シタ CaCO_3 ヲ溶解シテ、尙酸ノ殘存スルコト及ビ H^+ ガ直接原形質ヲ害スルコトモアルカラデアル。

總 括

1. *Badhamia*, *Physarum*, *Fuligo*, *Diderma*, *Diachea* 及 *Didymium* ノ如ク **Calcarineae** = 屬スルモノハ、胞子ヲ蒔ク時ニ混入スル CaCO_3 ノ爲ニ著シク **メヂウム** ノ pH ガ變化セラレル。故ニカハル種類ニ於テハ CaCO_3 ノ混入ヲサケテ、發芽ニ及ボス pH ノ影響ヲ實驗シナケレバナラナイ。

2. *Fuligo septica* var. *rufa*, *Reticularia Lycoperdon* 及 *Physarum gyrosus* ノ胞子ハ、種々ノ稀薄ナ游離酸中ニテ蒸溜水中ニ於ケルヨリモ發芽ヲ妨ゲラレ、pH 4.0 以下ニテハ發芽ヲ起サナイ。

3. 1/250 M = 稀釋シタ緩衝液ヲ用ヒルト、*Fuligo septica* ノ胞子ハ pH 4.0 以上デ發芽スルノミナラズ、配偶子ハ盛ニ運動スル。若シモ pH ガソレヨリモ小サイナラバ胞子ハ發芽ヲ起サナイ。又他カラ配偶子ヲソレニ加ヘテモ直チニ死ヌ。然ルニ此發芽シナイ胞子ヲ蒸溜水中ニ移スト普通ノ如ク發芽スル。コレハ恐ラク H^+ 及水ニ對シテ胞子ノ原形質ノ透過性ガ pH 4.0 以下ニ於テ減少スル爲デアラウ。

4. 發芽ノ最適ノ pH ハ *Fuligo septica* var. *rufa* 及 *Reticularia Lycoperdon* ハ 6.5, *Physarum gyrosus* ハ 7.3 デアル。

終リニ臨ミ種々ノ指導ヲ賜ツタ草野俊助先生ニ厚ク感謝シ、尙、材料ノ鑑定ヲワヅラハシタ江本義數博士ニ對シ深謝ノ意ヲ示シマス。

文 獻

- 安部世意治 1940. 粘菌ノ孢子發芽ノ生理 (總合抄録). 植物及動物 8: 889, 1064.
 1940b. 粘菌ノ孢子發芽ノ生理的研究 1. *メヂウム*ノ滲透壓ト孢子發芽ノ關係 (豫報). 植物學雜誌 54: 446.
 CONSTANTINEANU, J. C. 1906. Ueber die Entwicklungsbedingungen der Myxomyceten. Ann. Mycol., 4: 495.
 KUSANO, S. 1909. Studies on the chemotactic and other related reactions of the swarm-spores of Myxomycetes. Journ. Coll. Agric. Imper. Univ. Tokyo, 2: 1.
 LISTER, A. 1925. A monograph of the Mycetozoa. 3rd Edi. London.
 SCHURE, P. S. J. 1935. The influence of the environment on the development of Reticularia Lycoperdon Bull. Recueil des Travaux botanique néerlandais, 32: 1.
 SMAKE, R. F. 1937. Influence of external factors on spore germination in the Myxomycetes. Amer. Journ. Bot. 24: 145.

Résumé.

1. Wenn man den Einfluss des pH des Mediums auf die Sporenkeimung versucht, ist es zu empfehlen das Sporenmaterial aus den kalkhaltigen Sporangien (die von *Badhamia*, *Physarum*, *Fuligo*, *Diachea* und *Didymium*) sorgfältig frei von Kalk vorzubereiten, da diese Substanz die H^+ -Konzentration des Mediums mehr oder weniger herabsetzen wird.

2. In *Fuligo septica* var. *rufa*, *Reticularia Lycoperdon* und *Physarum gyrosom* verzögert sich die Sporenkeimung bei verschiedenen freien Säuren wie HCl, H_2SO_4 , CH_3COOH , CO_2HCOOH , Bernsteinsäure, Weinsäure und Citronensäure, sogar in sehr schwachen Konzentrationen. In den Lösungen, in denen der pH-Wert kleiner als 4.0 ist, findet die Keimung gar nicht statt.

3. In sehr dünnen Puffer-Lösungen, deren pH-Wert ist grösser als 4.0, sind nicht nur die Sporen von *Fuligo septica* keimfähig, sondern die Schwärmer befinden sich in lebhafter Bewegung. Wenn aber der pH-Wert der Lösungen etwas kleiner ist, bleiben die Sporen ohne Keimung und die aus dem anderen Medium übergeführten Schwärmer gehen schnell zu Grunde. Diese ungekeimten Sporen sind dabei nicht gestorben, und zwar kommen die Schwärmer aus ihnen heraus in destilliertem Wasser wie gewöhnlich. Es scheint, dass die Permeabilität des Sporenplasmas auf H^+ und Wasser wird in den Lösungen mit einem kleineren pH-Wert als 4.0 etwas verringert wird.

4. Der geeignetste pH-Wert des Keimungsmediums ist 6.5 für *Fuligo septica* var. *rufa* und *Reticularia Lycoperdon* und 7.3 für *Physarum gyrosom*.