麥 角 菌 に 關 す る 研 究

(第 4 報) 形態學的研究 (その 4) Sphacelia 世代に就て

阿 部 又 三

(武田藥品工業株式會社大阪工場研究所)

昭和 23 年 7 月 28 日 受理

Researches on Ergot Fungus

Part IV. On the Morphological Characters of "Sphacelia"

by

Matazo Abe

(The Institute for Fermentation, Osaka)

麥角菌を培養基上に腐生的に發育させる場合はそれを寄主に寄生させる場合と異つて、形態上の對象は先ず菌絲とそれの形成する分生孢子とに、即ち Sphacelia 世代に限定されるものである。然るに從來培養基上に取扱われていた麥角菌は唯 1 種、即ち *Cl. purpurea* TUL. だけであつて、従つて諸研究者は該菌種が單純な組成をもつ培養基上でさえ諸種の發育状態を示す事實のあることを認め得たに止まり、その事實をもつて本菌類を認識する上の手懸りとするには至らなかつた。

著者はさきに諸種の麥角菌に就て分生孢子的形質上から検討し、菌株の個別的認識をなし得たところである。この認識を一層容易にする爲には更にそれらの Sphacelia そのものの形態的特徴をも吟味し、これを明瞭にする必要が感じられるのであつて、今回諸種の條件の下で實驗を反復した結果、ここにその目的を達することが出來た。

實 驗 の 部

[I] 供試菌株及びその發育状態

供試した菌株は約 500 餘株でその大多數のものに就ては既に⁽¹⁾採集地、寄主などを明かにした。而してこれらの菌株に就ては既に⁽²⁾分離操作の途上で、またその後各種の實驗過程で凡て KIRCHHOFF⁽³⁾の提示したような發育型をとり得ることを確認した。但し KIRCHHOFF の示した 7 種の發育型のうち、Mikrosklerotien なるものは MCCREA⁽⁴⁾が Pseudosklerotien として提示した形成體或は著者⁽²⁾が鵝卵狀形成體として報告した如きものと略同様に特定でない菌株に偶發する性質のものであり、しかもその發現する機會は通常の培養法では極めて稀であるということが認められた。當然多數の菌株においてこれらの何れをも或は何れかの 1 つまたは 2 つを確認することは出来なかつたが、しかしこれらもまた麥角菌がとり得る發育状態のうちに数えあげられなければならないのは勿論である。従つて麥角菌の培養基上で示す發育状態は KIRCHHOFF の分類法に準據するならば結局次の 9 種類の發育型に分類されることになるわけである。

A 型 : Lockeres Myzel. B 型 : Watteform. C 型 : Plane Sphacelia-Form. D 型 : Faltige Sphacelia-Form. E 型 : Gekröseform. F 型 : Mikrosklerotien. G 型 : Sklerotien. H 型 : Pseudosklerotien. I 型 : Eierartigeform.

これらの各發育型はあくまで基本型であつて、勿論 1 培養で 2 種以上の型を同時に示す場合も多い。

さて、1 菌株の培養基上で示すこれらの發育型を全菌株に就て相互に比較して見るに、A 型及び E 型以下の各發育型では菌種間に殆ど差異が認められなかつた。即ち A 型における表面菌絲の擴がりの速さ並に培養基の麥角色素による汚染の有無、E 型以下の各發育型の發現する難易性などは夫々吟味を要する形質であると認められたので諸種の實驗を反復したが、各種の培養條件を通じてその差は菌株間に連續的であり、これらで菌株を識別することは困難であつた。但し G 型では上記の實驗から菌株別に差異を見出すことは出来なかつたけれども、後に

なつて菌株によりその發現に可なり一定の難易性のあることが認められた。而して容易にG型に發展する性質のある菌株ではC型には勿論D型或はE型にもこれの發現する場合があつたが、そうでない菌株ではこの發現は専らC型に限られていた。即ち一般的にはG型はC型の Sphacelia から發現したが、C型が常にB型から現われるという事實に照らして培養基上で見られる Sphacelia の諸發育型のうち、B型→C型→G型なる發育経路は麥角菌の發育上の本然の姿であり、他の型は何れも生物學的には何等本質的なものではないということが理解された。然るに後者、即ち本質的なものではないと考えられる諸發育型には分類上の標準とするに足る相違は認められなかつたが、これに對して Sphacelia が前者、即ちB型及びこれよりC型へと發展し、やがてG型に移行するような場合、所謂本質的な發育経路を辿る場合にはこれに菌株による特徴が見出され、その特徴によつて供試の503餘の菌株は16種に類別された。〔なお Sphacelia がC型よりG型に發展しないでD型に移行する場合は、C型の特徴はこのD型の外貌をも支配する〕ここに類別された16種は分生胞子の大きさの差異に基いて得られた類別⁽¹⁾とよく一致した。而して本質的な發育を示す Sphacelia の特徴は次に略述するようにこれを一般的外觀と聚落の擴がりの速さとの兩面に分けることが出來た。

〔II〕 本質的な發育を示す Sphacelia の一般的外觀

培養温度、培養基の pH 或は培養基の液態固態、固態培養基の場合の寒天の量などは本質的な發育を示す Sphacelia の一般的外觀に大なる影響を及ぼさない。例えば低温 (15~18°) では高温 (28~30°) におけるよりも白色の氣菌絲を稍生じ易いこと、酸性 (pH 4.6) の培養基にはアルカリ性 (pH 7.2) のそれにおけるよりもD型に移行し難いこと、液態培養におけるよりは固態培養で、また固態培養では1點に接種して聚落を形成させる場合に、夫々特徴をより鮮明に發揮することなどの差異が認められたに過ぎない。而して榮養條件の異なる場合には培養温度及び培養基の pH の適、不適と相俟つて當然發育の良否はあつたが、しかし Sphacelia が初めからA型、E型などの發育を辿る場合は別として、本質的な發育経過を辿る場合には菌株間の特徴は完全に維持された。〔この場合各菌株の特徴は適當な榮養條件 (例えば麥芽汁、葡萄糖-アスパラギン培養基など) の下では極めて明瞭であつて、稍不適當な榮養條件 (例えば葡萄糖-ロイチン培養基、葡萄糖-硝酸ソーダ培養基など) の下では若干の菌株間には稍不明瞭な場合もあつたが、しかし互に著しい特徴を示す數群の菌株間には極めて明瞭であつた。但し斯かる不適當な榮養條件の下では各菌株とも初めからE型の發育をし易く、且つ時にはA型の發育をも辿り、特に上述の互に著しい特徴を示す數群の菌株ではA型の發育を辿り易い。而して榮養條件が極めて劣惡 (不可缺の養分の1つ、例えばC-給源を與えない時、或は脂肪、アルコールなどをC-給源とした時など) の場合は全菌株ともA型またはE型の發育を示した〕これを要するに、培養條件の如何に拘らず Sphacelia が本質的な發育を辿る限りはその外貌に菌株により固有の特徴が認められるのであつて、その特徴を構成する因子としては次のようなものを擧げることが出來た。即ちB型の發育の初期における表面菌絲の生え方、C型の後期における皺襞の有無及びその性質、氣菌絲の長短、氣菌絲束の形成程度、聚落の輪郭の明、不明などである。なお菌核化の難易性及び菌核化の現象と略平行的に生産される麥角色素の生産性⁽²⁾もまた特徴を示す重要な因子であつた。而して50cc容三角瓶に麥芽汁-寒天 (8° Bllg., 寒天 2%, pH 5.6) を20ccずつ分注して殺菌後平面に凝固させた固態培養基の表面中央部に供試菌株の分生胞子殺菌水懸濁液を1白金耳 (直徑 0.3 cm) ずつ水平に移殖して28°に培養し、その際本質的な發育を辿つた Sphacelia に就てそれらの一般的外觀を特徴別に精査した結果第1表に示すような分類表が得られた。

第1表 供試菌株の Sphacelia における一般的外觀の差異による類別

番號	菌 株 (寄 主 植 物)	番號	菌 株 (寄 主 植 物)
1	カモジグサ, ケカモジグサ, カニツリグサ	7	キツネガヤ類 2 品種
2	オホウシノケグサ, カモジグサ (滿洲産) ハマニシク	8	ヤマアハ, ホソヤマアハ
3	カモジグサ類 2 品種	9	ウシノケグサ
4	クサヨシ	10	ウシノケグサ類 1 品種
5	ミヤコザシ, サシ類 1 品種	11	ヨシ, セイコノヨシ, キタヨシ, ツルヨシ ^②
6	ライムギ, (<i>Cl. purpurea</i> TUL.)	12	ツルヨシ ^① , ツルヨシ ^②

13	シバクサ (<i>Cl. yanagawaensis</i> TOGASHI) ⁽⁵⁾	15	トダシバ
14	(<i>Cl. microcephala</i> TUL.)	16	スミキ, ハチヂャウスミキ

[III] 本質的な發育を示す Sphacelia の聚落の擴がりの速さ

Sphacelia が本質的な發育を辿る場合、その一般的外觀には培養條件の如何に拘らず菌株によつて略固有の特徴が保持されるのに對してその聚落の擴がりの速さには培養條件の差異に基いて菌株に固有の性質というものを見出すことは出来ない。しかし乍ら、Sphacelia がある一定の培養條件の下で本質的な發育を辿る限りはこれに菌株によつて略一定の性質のあるのが認められる。従つてもし凡ての菌株が培養温度、pH、或は養分などの條件に對して聚落の擴がりの速さから見た適否が一致しているならば、特定の條件の下で本質的な發育を辿る聚落の擴がりの速さの間に見られる差異は、菌株間の本質的な差異、即ち菌株の特徴であると見做すことが出来るわけである。しかも一般的外觀の差異から類別し得た前記の 16 種に屬している寄主別の 27 株並に *Cl. purpurea* TUL. 及び *Cl. microcephala* TUL. の計 29 株に就て、それらの本質的な發育を辿つた場合の Sphacelia の聚落の擴がりの程度と培養條件との間の關係を検討して見るに、凡ての菌株が各條件に對して同一の歩調をとることが知られた。なおこの實驗では供試菌を分生孢子懸濁液として接種するという方法を採用したが、この方法では同一菌株にあつては種培養の状態の差異に基いて、異種の菌株にあつてはこれによると同時に分生孢子形成上の能力の差異にも基いて夫々接種量に差異があり⁽⁶⁾それに應じて聚落の擴がりの上に逕庭を生じ、各菌株の特徴を正確には知ることが出来なかつた。而して既に報告⁽⁶⁾した方法にならつて、豫め供試の菌に B 型の發育を辿らせ、その發育の初期の未だ分生孢子を形成していない菌苔（實際には往々この時代に既に多少の分生孢子を形成している）から可及的に同大の菌苔を切り取り、これを培養基の表面の中央部に、菌苔片の下面が培養基に接するようにして横える場合には同一の菌株では勿論、異種の菌株においても上のような聚落の擴がりの上の差異最小限に止め得るものであるということが知られた。これらの知見に基いて各菌株の聚落の擴がりの速さを比較を検討した結果、菌が本質的な發育を辿る限りは菌株によつてこれに明確な特徴のあることが認められ、それに基づいて第 2 表に示すような分類表が得られた。

第 2 表 供試菌株の聚落の擴がりの速さによる類別（速さの順）

群	菌 株 (寄 主 植 物)
1	カモヂグサ、ケカモヂグサ、カニツリグサ、オホウシノケグサ、カモヂグサ（満洲産）、カモヂグサ類 2 品種、クサヨシ、ライムギ、(<i>Cl. purpurea</i> TUL.)、ヤマアハ、ホソヤマアハ、キツネガヤ類 2 品種、ウシノケグサ、ウシノケグサ類 1 品種
2	ミヤコザム、サム類 1 品種、トダシバ、シバグサ、ハマニシク、(<i>Cl. microcephala</i> TUL.)
3	スミキ、ハチヂャウスミキ
4	ヨシ、セイコノヨシ、キタヨシ、ツルヨシ②
5	ツルヨシ①、ツルヨシ②

第 2 表を第 1 表と對照するに相互の間に何等の矛盾も認められない許りでなく、兩表相俟つて 16 種間の特徴を愈々明確にしていることが知られる。

要 約

(1) 麥角菌 500 餘株に就てそれらの Sphacelia 世代の形態を吟味した。(2) 供試の全菌株とも KIRCHHOFF の提示したような發育状態をとり得るということを確認した。(3) KIRCHHOFF の提案に従うならば麥角菌の培養基上における發育状態は 9 種類の發育型に分けられるということ、及びこれらの發育型が生物學的に本質的なものとそうでないものとに分けられるということを認めた。(4) Sphacelia が培養基上で生物學的に本質的な發育を辿る限りはそれに菌株によつて明確な形態の特徴が見出されるということを認めた。(5) Sphacelia の形態

的特徴に基いて供試の500餘の菌株を5群16種類に類別した。この類別は分生孢子の大きさの差異に基いて得られた類別⁽¹⁾と菌株において全く一致している。

終りに臨み、終始御懇篤な御指導と御鞭撻とを賜つた武田二郎、三木孝造、桑田智の三博士に謝意を表す。また御懇篤な御指導を仰いだ朝比奈泰彦、中澤亮治の兩先生及び坂口謹一郎先生に厚く感謝する。

- (1) 著者 農化, 20, 275, 353, 405 (昭 19)
- (2) 著者 : 農化, 22, 152 (昭 24)
- (3) H. KIRCHHOFF : *Centbl. f. Bakt., II Abt.*, 77, 310 (1929)
- (4) A. MCCREA : *Amer. J. Bot.*, 18 (1931) 50.
- (5) 富樫浩吾 : *Sapporo Natural History Society.*, 14, 4, 280 (1936)
- (6) 著者 農化, 20, 513 (昭 19)

Summary

In the previous work⁽¹⁾ the author confirmed that the "cortex like layer" or the "artificial sclerotium" observed by W. BONNS and by H. KIRCHHOFF, respectively, is just a sclerotium itself or at least an intermediate in the course of its development. At the same time it has been found that the output of the ergot alkaloid is proportionate to the extent of the formation not only of the so-called ergot pigment but also of the mycelial tissue. From these findings the author has concluded that the ergot fungus produces alkaloids in the course of its development from the sphacelial stage to the sclerotial, in other words, when it is making the substantial development.

In the present work the author has studied the morphological characters of sphacelia, using about five hundred strains which were isolated by the author⁽²⁾ from sclerotia found on host plants of twenty-four species grown in Japan, Saghalien, the Kuriles, Manchuria, and Mongolia. The results obtained are as follows : (1) The sphacelia of each strain used sets forth various types of development including one that was observed by H. KIRCHHOFF on *Claviceps purpurea* TUL. (2) These types of development are classifiable into nine forms. (3) These developmental forms are, according to the process of development, further divided into two groups, one being biologically substantial and the other not so. (4) In case when the sphacelia attains its full development following out the biologically substantial course, the diagnosis of a race is practicable. (5) By the diagnostic characters of the sphacelia, the strains used were classified into sixteen races and at the same time the natural distribution of ergot fungi was made clear.

(1) *This Journal.* 22, 152 (1949)

(2) *ibid.* 20, 275, 353, 405 (1944)