麥 角 菌 に 關 す る 研 究

(第17報のIII) 麥角アルカロイドの體内外で消長する
事實に關する検討(その4)

阿 部 又 三

(財團法人 醸酵研究所)

昭和23年2月23日受理

Researches on Ergot Fungus

Part XVII-iii On the State of Increase and Decrease of the Ergot Alkaloids
in and out of Cells in the Culturing Process (4).

By

Matazo ABE

(The Institute for Fermentation, Osaka)

〔III〕 細胞の麥角アルカロイドに對する透過性に關する検討

前項(本誌, 23, 135)において麥角アルカロイドが細胞内に滲入するという事實が見出され、且つ菌の發育過程に見られる諸現象よりしてその事實が細胞自身の生活力と密接な關係にあるということ、同時にそれが外液の水素イオン濃度によつて著しく左右されるということが知られた。之によつて見るに麥角アルカロイドの細胞原形質中に滲入する現象は他の諸種の物質に就て見られているのと同様に細胞内外における幾多の條件によつて左右されるものであることが容易に了解されるのである。

著者はここにアグロクラビン生産種を諸種の條件の下に培養し、得られた多様の菌苔に就てそれらのアグロクラビンに對する透過性を次のようにして仔細に検討して見た。

a) アグロクラビンの細胞内に滲入する量と外液の水素イオン濃度との關係

實驗方法 :- $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ 0.5 %, KH_2PO_4 0.5 %, アグロクラビン 0.01 % なる水道水溶液を數等分し、夫夫を HCl 或は KOH によつて各種類の pH 價を示すように調整し、各々を 5 cc ずつ數本の試験管内に採つた。別にアグロクラビン生産種を麥芽汁培養基 (Bllg.6°; pH, 5.6) に接種し、28° の下で夫夫 14 日間及び 30 日間培養して新陳 2 種の菌苔を得、それらを豫め水道水中に 2 時間懸垂した後、安全剃刀で同型同大の切片として濾紙上で水分を切つた。上記の各種試験管 1 本ごとに同種の菌苔切片を 2 個ずつ投入し、28° の下に放置した。放置後 3 時間及び 16 時間の 2 回に互つて各種緩衝液中並にその液中にあつた菌苔のアグロクラビン含量を測定した。測定の方法は前項の場合と全く同様である。

實驗結果 :- ここに培養基上で 14 日間培養して得られたアグロクラビン不含の菌苔(新)を各種液中に 16 時間浸漬した場合の結果を前項の場合と同様の計算を施して表示すれば Table 9 の如くである。なお Table 9 で明かな如く本實驗では供試の菌苔片が重量で區區であつたが之を凡て一様に 0.030 g であつたとしてアグロクラビンの外液中における減少量、菌苔内における集積量等を計算するに Table 10 及び Fig. 3 に示す如き關係が得られた。即ち本實驗結果によればアグロクラビンの細胞内に滲入する現象が外液の pH 價によつて著しい影響を受けるものであることは明かであつて、その細胞内に滲入する量は一定の範圍内では外液の pH が大である程多量であるのが認められる。而してアグロクラビンの外液中で減少した總量と細胞内に見出された量との間には若干の開きが見られるが、その開きには前項の第5表で認められたそれと量的には異なるもほぼ同様の傾向のあるのが認められる。既に述べたように本報告で採用している抽出條件の下では細胞内には實際にそれに含有されているアルカロイド量よりは僅かではあるが少量にしか見出されないから、計算上不一致の生ずるのは當然のことではある。併し上述の開きが外液の pH との間に平行的な關係にあるという事實より見るならば、それが單に測定

上の誤差に基いているものでは無いということは明かである。

Table 9. The Relationship between the Amount of Agroclavine Permeated into Cells and the pH of Outer Solution.

pH	Weight of Mycelium (g)		Outer Solution Adhered to Mycelium (g)	Agroclavine (mg)			
	wet	dry		in dry mycelium	in outer solution adhered to mycelium	in cells	in outer solution (per 1 cc)
4.1	0.086	0.030	0.056	0.024	0.005	0.019	0.094
5.0	0.138	0.029	0.109	0.034	0.010	0.024	0.092
5.4	0.140	0.033	0.107	0.052	0.009	0.013	0.086
6.2	0.151	0.038	0.113	0.088	0.008	0.080	0.075
7.0	0.119	0.030	0.089	0.131	0.006	0.125	0.066
7.6	0.130	0.028	0.102	0.137	0.007	0.130	0.065
8.4	0.089	0.026	0.063	0.134	0.004	0.130	0.065

Table 10. (from Table 9)

pH		4.1	5.0	5.4	6.2	7.0	7.6	8.4
Agroclavine (mg)	decreased in outer solution	0.030	0.011	0.064	0.099	0.170	0.187	0.201
	found in cells (%)	0.019	0.025	0.039	0.063	0.125	0.139	0.150
	lost	0.06	0.03	0.13	0.21	0.42	0.46	0.50
		0.011	0.016	0.025	0.036	0.045	0.048	0.051

Fig. 3. (from Table 10)

次に上の場合と同種の菌苔を各種 pH 溶液中に 3 時間浸漬した時の結果に就て見るに、この時も上の場合と量的にさへば同一の成績が得られた。但し厳密にはなる程上の場合と同一の pH 値の下では同一量當りの菌苔内に同一量のアグロクラビンの集積しているのが認められたが、併し外液中におけるアグロクラビンの減少量では特にアルカリ性の側になるにつれて 16 時間浸漬した場合よりも僅少であるのが認められた。従つてこの場合ではアグロクラビンの外液中で減少した量と細胞内に見出された量との間の開きに、上の場合の如き pH との著しい平行的な関係は認められなかつた。但し浸漬時間が 3 時間の場合と 16 時間の場合とで試験紙で測定した限りでは pH 値に何等の差異をも認めることが出来なかつた。

次に培養基上で 30 日間培養して得られたアグロクラビン不含の菌苔(陳)を各種 pH 溶液中に夫々 3 時間及び 16 時間浸漬した場合の 2 つの結果に就て見るに、之等の場合にも勿論アグロクラビ

ンの体内滲入と pH との関係では上述の 14 日間培養して得られた菌苔を使用した場合と全く同様であつた。ここに使用した菌苔自身はその培養基上で既にある程度に飢餓の状態にあつたのであるが、この場合にはその差異は極めて僅かではあつたけれども明かにアグロクラビンの外液中における減少量並に菌苔内における集積量で上述の兩例に見られたよりも一定の pH 値の下でその体内に滲入する量の多量であるのが認められた。而して浸漬時間とアグロクラビンの体内に滲入する量との関係或はアグロクラビンの外液中における減少量と細胞内に見出される量との間の開きと外液の pH との関係等に就ては上述の兩例と全く軌を一にしているのが認められた。

b) アグロクラビンの細胞外に滲出する量と外液の水素イオン濃度との関係

實驗方法：-(a)の場合と同様であるが、ただアグロクラビン含有しない各種緩衝液を用い、之にマンニト 5 %, アスパラギン 0.5 %, KH_2PO_4 0.01 %, $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 0.03 % なる組成の液態培養基 (pH, 5.2) 上に發育してアグロクラビンを多量に生産している培養の菌苔を投じて夫々 3 時間及び 18 時間放置した。

實驗結果：-18 時間浸漬した場合の結果に就て前述の場合と同様にして計算し、その計算表から更に供試の菌苔量が一様に 0.03 g であつたとしてアグロクラビンの外液中に滲入した量と菌苔内に残留した量とを算出して示せば Table 11 及び Fig. 4 に示す如くである。

Table 11. The Relationship between the Amount of Agroclavine Excreted into Outer Medium and the pH of the Medium.

pH		3.8	4.4	5.4	6.2	7.0	7.6	8.2
Agroclavine (mg)	excreted into 5cc of outer medium	0.112	0.093	0.084	0.075	0.066	0.052	0.046
	left in cells (%)	0.005	0.009	0.013	0.017	0.027	0.038	0.044
	(%)	0.02	0.03	0.04	0.06	0.09	0.13	0.15
total		0.118	0.102	0.097	0.092	0.093	0.090	0.090

Fig. 4 (from Table 11)

即ち本實驗結果によればアグロクラビンの細胞内から外液中に滲出する現象もまた外液の pH によつて著しい影響を受けるものであることは明かであつて、その滲出する程度は滲入する場合のそれと全く逆に、外液の pH が大である程少量であるということが認められる。なお供試の菌苔そのものの含有するアグロクラビンの絶対量は明確には測定することが出来なかつたが、その體外に出た量と體内に残留していた量との總計を見るに外液の pH が大である程少量にしか見出されていない。即ちこの場合にも前述の場合と同様の量的不一致が認められる。次に各種 pH 液中に 3 時間浸漬した場合の結果に就て見るに凡ての點で上の場合と同様であつた。従つて之等の實驗結果より見て、一定の條件の下では麥角アルカロイドは細胞の内外において極めて迅速に一定の平衡關係に達するものであることは明かである。

c) 外液におけるアグロクラビンの濃度とそれの細胞内に滲入する量との關係

實驗方法：- N/15 Na_2HPO_4 液と N/15 KH_2PO_4 液との兩者を等量ずつ合併し、それをもつて諸種の濃度のアグロクラビン溶液を調製した。各溶液を試験管に 5 cc ずつ採り、各に葡萄糖 5 %, 琥珀酸アムモニア 0.7 %, KH_2PO_4 0.1 %, $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 0.03 % なる組成を有する液態培養基 (pH, 6.2) 上に 28° の下で 33 日間培養して得られたアルカロイドを含有しない菌苔を前述の場合と同様に同大の切片として 3 片ずつ投入し、24° の下に 16 時間放置した。16 時間の後に各種溶液並に菌苔内におけるアグロクラビンの量を従来と同様の方法で測定した。この場合、各溶液の pH は何れも 6.0 であつたが、之には前述の實驗の場合と同様に 16 時間後の測定時においても何等の變化も認められなかつた。

實驗結果：- 前述の場合と同様の計算法に基いて Table 12 に示すような結果が得られた。但しこの場合は供試の菌苔量を何れも一様に 0.06 g であつたとして計算した。なお Table 12 に就てアグロクラビンの供試液中で減少した量、細胞内に見出された量及びその含有率、消失量などとそれの供試原液中の總量との關係を圖示すれば Fig. 5 の如くである。之によつて明かなように、アグロクラビンの外液中より細胞内に滲入する量は一定の條件の下でその濃度と密接な關係があり、外液においてアグロクラビンの濃度が大である程その細胞内に滲入する量が多量である。次に本實驗でもアグロクラビンの外液中で減少した量とそれの細胞内に見出された量との間に開きのあるのが認められるが、併しこの場合の開きは外液におけるアグロクラビンの濃度の大小、或は細胞内に滲入したその量の多少に關係無くほぼ一定している。之を前述の (a), (b) で認められた處と對照するにこのような開きは測定に際して細胞内のアルカロイドが完全に抽出されない爲に見られるのでは無くて、根本的

Table 12. The Relationship between the Concentration of Agroclavine of Outer Solution and the Amount of the Alkaloid Permeated into Cells.

Agroclavine (mg)	total in 5 cc of solution used	1.250	1.000	0.700	0.500	0.250	0.125	0.080
	left in 5 cc of solution used	1.133	0.905	0.628	0.433	0.206	0.083	0.043
	decreased in solution used	0.117	0.095	0.072	0.067	0.044	0.040	0.037
	found in cells (%)	0.094	0.075	0.052	0.046	0.023	0.019	0.014
	(%)	0.16	0.13	0.09	0.08	0.04	0.03	0.02
	lost	0.023	0.020	0.020	0.021	0.021	0.021	0.020

にはアルカロイドが実験期間（放置時及び菌苔乾燥時）を通じて一定の条件の下では菌苔内外の pH が大である程多量に分解され消失していることに基いているものであるということが認められる。

d) アグロクラビンの細胞内外に滲出または滲入する量と温度との関係

先ず (b) の場合と同様の実験方法によつてアグロクラビンの体外滲出と温度との間の関係を吟味して見た。但しこの場合、外液の pH は 4.6 で放置時間は 17 時間であつた。その結果を前述の場合と同様の計算を施し、且つ菌苔一定量當りに換算して示せば Table 13 の如くである。

Table 13. The Relationship between the Amount of Agroclavine Excreted into Outer Medium and the Temperature of the Medium.

Temperature (°C)		22	28	37
Agroclavine (mg)	excreted into outer medium	0.067	0.062	0.055
	left in cells	0.004	0.006	0.012
	total	0.071	0.068	0.067

本実験では何れの温度の下にも外液の pH に動揺する事實は認められなかつた。Table 13 によれば麥角アルカロイドの体外に滲出する現象は温度との間にも一定の関係にあつて、温度の高い程その体外に滲出する量の少量であるのが認められる。なおこの場合、体外に出たアルカロイドの量と体内に残留していたそれとの合計に温度と平行的な不一致が認められるが、この事實が実験期間を通じてアルカロイドが高温の下で低温の下におけるよりも多量に分解されたことを意味しているものであることは上述の実験成績に照らして明かである。

Table 14. The Relationship between the Amount of Agroclavine Permeated into Cells and the Temperature of Outer Solution.

Temperature (°C)		20	28	37
Agroclavine (mg)	decreased in outer solution	0.229	0.250	0.265
	found in cells	0.190	0.195	0.202
	lost	0.039	0.055	0.063

Fig. 5. (from Table 12)

次に (a) の場合と同様の実験方法によつてアグロクラビンの体内に滲入する現象と温度との関係に就て検討した。但しこの場合、外液の pH は 8.6 で放置時間は 16 時間であつた。而して本実験でも実験期間中外液の pH に変化は認められなかつた。その結果を上の場合と同様に従来の方法で計算を施し、且つ菌苔一定量當りに換算して示せば Table 14 の如くである。Table 14 によれば麥角アルカロイドの細胞内に滲入する現象もまた温度との間に一

定の関係にあることが認められる。即ち温度が高い程細胞内に滲入するアグロクラビンの量が多量であつて、その細胞外に滲出する際と全く逆の関係になつてゐる。而してこの場合の所謂消失量には温度の他に更に外液の pH による影響もあつたことが認められる。

e) アグロクラビンの細胞内に滲入する量と細胞自身の状態との関係

同一條件の下で培養して得られた菌苔でも、その新陳によつてアグロクラビンに対する透過性に差異があるということは既に認められた處である。ここに1培養で得られた菌苔に諸種の處理を施して、それらの間のアグロクラビンに対する透過性を比較して見るに次の如くであつた。

實驗方法 :- 大型の麥芽汁寒天斜面 (Bllg. 8°; pH, 5.6) 上に麥角菌の分生孢子懸濁液を塗り、之を 28° の下で 10 日間培養して新鮮なアルカロイドを含有しない菌苔を得た。この菌苔を前述の場合と同様に水道水中に懸垂した後若干の同型同大の切片となし、濾紙上で水を切り、その2片ずつ4組を CaCl_2 除濕器中に入れ、1夜乾燥して之を秤量した。この各組の菌苔を夫夫試験管内の一定量の水道水中に投じて各に次の如き處理を施した。即ち1組は對照用として2時間室温の下に置き、1組は 50° の下で 10 分間、また他の1組は 100° の下で 30 分間夫夫加熱し、残りの1組は之に NaCN 水溶液を HCl で水道水と同様の微酸性になるまで中和したものを數滴、その濃度が M.20 になるように滴下して2時間室温の下に置いた。(註 麥角菌の細胞が 50°, 10 分の處理によつて死滅するというに就ては既に報告した處である⁽¹⁾)。別に KH_2PO_4 及び Na_2HPO_4 の各 M.15 溶液を等量ずつ混合した液で 0.01 % のアグロクラビン溶液を調製し、之を更に NaOH で pH 8.4 に調整した後4本の試験管に 2cc ずつ採つた。この各試験管に上記の各組の菌苔を夫夫の液と分けて濾紙で水を切つた後に投じ、26° の下に放置した。約 16 時間放置した後に各試験管の液中並に菌苔内のアグロクラビンの量を從來と同様の方法で測定した。なおこの場合も放置時間中に溶液の pH の變化する事實を認めることは出来なかつた。

實驗結果 :- 各組の菌苔量には僅か乍ら差異があつたが、何れも一様に 0.02 g であつたとして前述の場合と同様の計算を施し Table 15 に示すような結果が得られた。本實驗では供試の菌苔そのものは發育初期のいわ

Table 15. The Relationship between the Amount of Agroclavine Permeated into Cells and the Conditions of Cells (1).

Mycelium treated with		hot water (50°, 10 min.)	boiling water (30 min.)	HCN	control
Agroclavine (mg)	left in 2cc of outer solution	0.122	0.127	0.144	0.168
	decreased in 2cc of outer solution	0.078	0.073	0.056	0.032
	found in cells (%)	0.045	0.042	0.024	0.002
		0.23	0.21	0.12	0.01
	lost	0.033	0.031	0.032	0.030

ば極めて新鮮なものであつた。而して Table 15 を見るに對照の菌苔にはアグロクラビンの滲入した事實は殆ど認められないが、之を加熱して死滅させたものには勿論、青酸で呼吸の害されたものにも、夫夫處理法によつて程度の上には差異があるが、明かにアグロクラビンに対する透過性の高められているのが認められる。即ちアグロクラビンの細胞内に滲入する量は細胞の生活力が強大なものでは殆ど認められないが、その弱化したもの或は死滅したものでは多量であるということが了解される。然るに既に認められたように、培養基上で表面的に發育している菌苔では養分の性質その他によつて一定しないが、榮養環境の推移に關連して新たに増殖している細胞のある反面に、自己消化の過程を辿つてゐる細胞もある。即ち1菌苔においてもそれを構成している個々の細胞の間には生活力の上で相互に差異のあるものであることが知られる。

ここに1菌苔をその表面の部分と裏面の部分とに2分し、それらのアグロクラビンに対する透過性を比較して見るに、次の如く兩者の間には著しい差異のあることが認められた。

實驗方法 :- 麥芽汁培養基 (Bllg. 8°) 上で 28° の下に約 50 日間培養して、明かに1部の細胞に自己消化の認められるアルカロイド不含の菌苔を得、之に從來と同様の處理を施した上で裏面の細胞を削り、表面の細胞と分けた。この兩部分を夫夫從來と同様の、アグロクラビンを 0.01 % の割合に含有する pH 8.4 なる緩衝液中に

投じ、26° の下に約 18 時間放置した。

實驗結果 :- 前と同様にして測定し、之を菌苔 0.04 g 當りに換算して示せば Table 16 の如くである。之

Table 16. The Relationship between the Amount of Agroclavine Permeated into Cells and the Conditions of Cells (2).

Part of Mycelium	surface	reverse
Agroclavine (mg)	0.126	0.350
Found in Cells (%)	0.32	0.90

によればアグロクラビンは菌苔表面の細胞内よりもその裏面の細胞内に多量に滲入するものであることが知られる。この事實は培養基上で表面的に發育する菌苔では細胞の生活力の弱化乃至自己消化現象が菌苔の裏面部から始まるものであることを示しているに外ならない。

以上の如く、著者は麥角菌の細胞のアグロクラビンに對する透過性を検討したが、また同時に前述の各種の菌類の細胞に就ても之と同様の實驗を試みて見た。而してそれらの何れの細胞もアグロクラビンに對する透過性では麥角菌と全く同様であるということが認められた。更に著者は麥角菌のみならず各種の菌類の Methylene blue による生體染色性をも吟味し、之と各種細胞のアグロクラビンに對する透過性との間の異同を比較検討して見た。而してアグロクラビンの細胞内に滲入する程度と細胞の生死、外液の pH、温度その他の諸條件との間に見られた上述のような関係は凡て Methylene blue の細胞内に滲入する場合のそれと全く一致しているという事實が確認された。この事實は兩物質が化學的性質で少なくとも何れも鹽基性であるという點で類似していることに基いていと考えられるが、同時にアグロクラビンその他の麥角アルカロイドの細胞内に滲入する現象もまた生體染色の理論に従つて説明し得られるものであることを示していると考えられる。なお前項の實驗でアグロクラビンを添加した培養基上では麥角菌の發育の抑制される事實が認められたが、著者はアグロクラビンの麥角菌及びその他の諸種の菌類に對する發育抑制作用に就ても検討し、之とアグロクラビンの各種細胞内に滲入する現象との間の關連性に就て考察を試みて見た。而して供試した諸種の菌類の凡てにおいて、アグロクラビンによる發育抑制作用が認められ、例えば麥角菌の細胞は前項の各實驗條件の下では、アグロクラビンの濃度をほぼ 0.04 % 以上に高めるとその培養基中で發芽または發育し得ない許りで無くやがて死滅するということが認められた。この際同一菌種でもその細胞自身の状態及び外的な諸條件によつて抑制を受ける度合に著しい差異があるということが認められた。同時に麥角菌その他の表面的に發育する性質のある菌類にあつてはたとひ菌の生活力及び外的諸條件が全く同一であつても、培養基の表面と内部とで抑制を受ける度合に差異があり、例えば麥角菌の細胞は培養液の深部では上記のように 0.04 % の濃度の下で完全に死滅するのが認められたが、その表面では 0.10 % の濃度の下で、特に細胞が新鮮である場合には 0.12 % の濃度の下でさえ發育するのが認められた。ここに菌の發育が完全に抑制され菌自身が死滅するに足るアグロクラビンの濃度というものはこのように諸種の條件によつて一定しないので之を嚴密に決定することは出来ないが、併し之が各種の菌種間にさしたる差異は無いということが確認された。即ち麥角菌のみならずその他の諸種の子囊菌類或は各種のバクテリア類—*Staphylococcus* (Penicillin の檢定で知られている所謂寺島種)、*Pneumococcus* I 型及び II 型、*Bacillus coli* 及び *B. subtilis* など一様にアグロクラビン含量 0.03 % の液内ではその發育が著しく抑制され、ほぼ 0.04 % の濃度一約 2500 倍稀釋液内では死滅するのが認められた。

さて、この場合菌の種類を問わず死滅した細胞内にはアグロクラビンの多量に含有されているのが認められたのであるが、之より見るにアグロクラビンの菌類に對する發育抑制作用なるものがその細胞内に滲入する現象と不可分の關係にあることが知られるのである。併し乍ら、この場合細胞はその生活力を失うにつれてより多くのアグロクラビンの滲入を受けたに過ぎないのであつて、アグロクラビンの滲入を受けることによつて生活力を失うに至つたのでは無いということとは前述の諸實驗結果より見て明かな處である。従つてアグロクラビンの菌類に對する發育抑制作用はその細胞内に滲入する現象に先行するある種の生活力弱化作用であり、その細胞内に滲入する現象そのものとは全く別個のものであるということが了解される。

以上 [I], [II], [III] の各項における検討により始めて培養の途上で菌苔内外に麥角アルカロイドの消長する事實及びその消長上の關係が闡明された。ここに明瞭になつたことは、培養基上で生産される麥角アルカロイドがそのまま多量に集積されるかどうか、その培養の途上で細胞内に生起する自己消化の現象と至大な關係にあるという事實である。而してさきの條件、即ち菌が菌核への方に發育し、麥角アルカロイドが多量に生産さ

れる爲の條件なるものは取りも直さずその細胞における自己消化現象の抑制される爲の條件でもあるということを知られた。のみならず實際にも培養末期のある一定の時期に養分を補給乃至更新し、細胞における自己消化乃至生活力弱化的現象を可及的に抑制する場合は、究極において極めて多量のアルカロイドの生産されるものであることが確認された。

(その 1)~(その 4) の要約

(1) 麥角菌の培養において、麥角アルカロイド (アグロクラビン) の體内外で消長する事實に關して検討を加えて見た。

(2) 培養の途上で麥角アルカロイドの減少する事實は主として自己消化への過程にある細胞内で行われる分解乃至變成作用に基いているということを認めた。

(3) 培養の途上で培養基中に滲出した麥角アルカロイドは勿論、別に培養基中に添加した麥角アルカロイドもその培養途上で細胞内に滲入し、そこに集積するものであるということを認めた。

(4) 培養途上のある一定の時期に菌苔細胞内に見出される麥角アルカロイドの量はほぼその時期までに培養基中から細胞内に滲入した總量と細胞内で分解された總量との差の集積であると見做される。

(5) 培養の途上で麥角アルカロイドの菌苔内で消長する事實はその培養基中より菌苔内に滲入する量と滲入したその分解される量との間の量的不均衡に基いているということを認めた。

(6) 培養の途上で麥角アルカロイドの培養基中で消長する事實は、その細胞内で生産され培養基中に滲出する量と滲出したものの再び細胞内に滲入する量との間の量的不均衡に基いているということを認めた。

(7) 培養の途上で菌苔内の麥角アルカロイドは勿論、培養基中のそれも培養基の水素イオン濃度、培養温度その他の外的條件に対する不安定性に基いて分解しているということ、及び直接之等の條件に基いて分解消失するアルカロイド量は極めて微量にしか過ぎないということを認めた。

(8) 細胞のアグロクラビンに對する透過性は外液の水素イオン濃度によつて著しい影響を受けるものであつて、その細胞内に滲入する量は一定の條件の下では外液の水素イオン濃度が大である程多量であり、その體外に滲出する量は之とは逆に外液の水素イオン濃度が大である程少量であるということを認めた。

(9) アグロクラビンの細胞内に滲入する程度は一定の條件の下ではその濃度と密接な關係にあり、外液においてアグロクラビンの濃度が高い程その細胞内に滲入する量が多量である。

(10) 細胞のアグロクラビンに對する透過性は温度との間に一定の關係にあつて、一定の條件の下では温度の高い程その體外に滲出する量が少量であり、その體内に滲入する量が多量である。

(11) アグロクラビンの細胞内に滲入する程度は細胞そのものの生活力に密接な關係があつて、生活力の強大な細胞内にはアグロクラビンの滲入する事實を認め得ないが、その弱化したもの或は自己消化への過程にあるもの、または加熱その他の處理によつて死滅させたものなどにはアグロクラビンが多量に滲入する。而して培養基上で表面的に發育した菌苔ではアグロクラビンはその表面の細胞内よりも裏面の細胞内に多量に滲入するのが認められた。

(12) アグロクラビンは單に麥角菌の細胞内にだけで無く、その他の子囊菌類或はバクテリアなどの細胞内にも滲入し、そこに集積するということが、及びその滲入、滲出の事情も麥角菌の場合のそれと全く同様であるということを確認した。

(13) アグロクラビンの各種細胞内に滲入する程度と細胞内外の諸條件との間に見られる關係は、それらの Methylene blue によつて生體染色される場合に見られるそれと全く一致しているということを認めた。

(14) アグロクラビンの細胞内に滲入する現象もまた生體染色の理論に従つて説明し得られるものであると推論した。

(15) 麥角菌だけで無く諸種の菌類もアグロクラビンによつてその發育が抑制される。その際、同一種類の菌であつてもその細胞自身の状態或は諸種の外的條件によつて、また表面的に發育する性質のある菌類では培養基の表面と内部との位置によつてさへそれぞれ抑制を受ける度合に著しい差異がある。

(16) 菌の發育が完全に抑制され、菌自身が死滅するに足るアグロクラビンの濃度というものとは各種の菌種の間に大差は無く、凡てはほぼその 0.04 % の濃度の培養液内で死滅するということを認めた。

(17) アグロクラビンの菌類に對する發育抑制作用はそれが細胞内に滲入する現象とは別個の、之に先行するある種の生活力弱化作用であるという結論を得た。

(18) 發育の過程で生産される發育抑制物質としてのアグロクラビンとその發育の途上で吸着劑に吸着させ、培養基中に集積させないという方法を採用しても、吸着劑そのものの接觸作用に基いてそれがより多量に集積するという事は無い。

(19) 一定の培養條件の下で生産される麥角アルカロイドがそのまま多量に集積されるか否かはその培養で發展する細胞の自己消化現象と至大な關係にあるということを確認し、且つ培養途上のある一定の時期にその培養を殺菌し、細胞における自己消化的現象を根絶する場合はその後アルカロイドの生産が停止すると同時にその消費も行われず、従つてそれまでに集積したアルカロイドのさして減少しないということ、及び培養途上のある一定の時期に養分を補給乃至更新し、細胞における自己消化現象を可及的に抑制する場合は、究極において極めて多量のアルカロイドが生産されるということなどを認めた。

(20) 天然の麥角中でアルカロイドの含有されている状態を明かにした。

終りに臨み、御懇篤なる御指導と御鞭撻とを賜りたる當研究所長佐藤喜吉博士に深謝する。また、終始御懇篤なる御指導を賜りたる朝比奈泰彦、中澤亮治の兩先生及び坂口謹一郎先生に深甚の謝意を表する。なおまた實驗に際して御助力を願ひたる高津嘉春氏に感謝の意を表する。

(1) 著者：麥角菌に關する研究 第6報 農化(抄), 21, 9 (1946)。

Summary

In the papers (XVII-i, -ii, and -iii) the author has studied the observation that the ergot alkaloid accumulated in and out of the mycelium in the culturing process decreases sharply when the culture gets into the hungry state. As a result of the study, the following facts have been observed: (1) The ergot alkaloid produced in and out of the mycelium in the culturing process is gradually consumed by the fungus in the whole course of its development.

(2) The consumption of the ergot alkaloid by the fungus in its course of development is attributable to the decomposition in cells in the process of self-digestion. (3) The ergot alkaloid added to the culture medium, not to mention that excreted by the fungus into the culture medium, permeates into cells during the whole course of its development and is stored therein.

(4) The ergot alkaloid added to culture medium permeates not only into the cells of ergot fungus but also into those of various kinds of fungi and bacteria during the whole course of their development and is stored therein. (5) The quantity of the ergot alkaloid which can be found in cells at a certain period of the culturing process is considered to be the balance between the total alkaloid permeated into cells and that decomposed therein by that time.

(6) The ergot alkaloid in culture medium exhibits a certain growth inhibitory action upon various kinds of fungi and bacteria including ergot fungus. (7) The permeation of an ergot alkaloid into cells has a close relation to its growth inhibitory action, and the former follows the latter. (8) The state of permeation of the ergot alkaloid into cells is analogous to that of the vital staining with methylene blue.