

人工肥培地によるマツシユルーム栽培 (第三報)

マツシユルームの成育と

無機塩並びにビタミンの効果

高橋善次郎
岡信子

Mushroom Growing by Synthetic Manure Composts (3)
Effect of Minerals and Vitamins for Mushroom Growth

Zenjiro Takahashi and Nobuko Oka

Concerning the growth conditions of the mushroom, there are still many problems left unsolved. There seems to be close relations between the growth of the mushroom, and metallic salts and vitamins.

But it is difficult to account adequately for the effects of the relations above mentioned. Having examined these relations by pure culture system, studied them statistically, and added metallic salts to the culture medium, we discovered the following very effective to the growth of the mushroom mycelium: Calcium carbonate, Calcium sulphate, Calcium chloride, Calcium nitrate, Calcium phosphate, Alumino silicate; and above all the most effective was Calcium carbonate, which was to be applied in various concentrations, and produced very strong mushroom mycelium. Calcium sulphate, Calcium chloride, Calcium nitrate were considerably limited in the range of application. Calcium phosphate and Alumino silicate were less effective than those mentioned above, producing less active mushroom mycelium. Ferrous sulphate and Copper sulphate could be used alone, giving no harm, nor effect at all. Magnesium chloride and Borax were proved harmful, but effective when mixed with other metals, which means that they may be made effective by mixing with other metals in proper mixing rate.

Thiamin, Riboflavin, Niacin, Calcium-pantothenate were not effective either alone or in mixture.

Uranium nitrate had no effect, and the faster-growing variety mentioned in existing literature could not be obtained by its application; and no other differences from the ordinary ones were detected.

FTE fertilizer made by FERRO ENAMELS (JAPAN) LTD, used together with Calcium salt in various concentrations were most effective, and the growth of mushroom mycelium

in this case was very good and its activity was enduring. This method will give a very favorable influence on mushroom growing.

最近本菌の栄養価値(1.2.3.4)とこれを生かした加工法の研究(5.6.7.8)が報告され、ビタミンB(1)、メチオニン(1)、葉酸(10)の著量に注目した食べ方が行われている。こゝに於て本菌の風味を主とした贅沢な野菜という従来の考え方は改められた。殊に米国の病院にては貧血症にレバーに代る植物性食品として供用されている。

更に本菌には癌を治癒する特殊物質(10)が含有しているとする記述も英国にある。

最近の海外に於ける本菌の栽培熱もみるべきものがあり、年々増産の一途を辿っているが、本菌栽培に米英兩國にて採用せられている最新式方法の要点を紹介すると次の通りである(17)即ち使用培養基の原料及び熟成方法等は変りなく従来通りであるが、固定式ベットの代りに移動式浅箱を使用する点に特長がある。浅箱は深さ5~6寸で大きさは適宜であるが椽板は側板より深い。熟成廐肥を平等に充填し滅菌室に10~12段に積重ねて加熱し室温を130~140°Fに12~24時間保持し、此の間時々換気する。培地の温度が80°F以下に降った時接種を行う。その後は室温を70~75°Fに14日間保つ、この期間中の換気は不要である。そこで覆土を1寸の厚さに行う。特に厚さが均等に平坦になる如く注意する。次に覆土せる浅箱は収穫室に移す。土に代るものとして Peat と大理石粉の混合物が一般に用いられる。収穫室の室温は58~60°Fに保たれ適度の換気を行い炭酸瓦斯及び廃棄物を排気する。これは之等の物質はたとえ極少量であっても茸の品質を害う原因となるからである。この温度で2~3週間経過すると最初の茸が得られる。この方法によると病害並びに虫害を免れる。茸の生産量は1平方呎当り2封度である。本方法の有利な点は年間6回生産可能なことである。

またマッシュルーム、アスパラガス、トマトの3農産物のみを処理して11ヶ月間稼動する罐詰工場が出現するに至った。

さて本菌培養法の完成には栽培家の技術の向上にまつべきであるが微細な点、特に培地の改良にはなほ深く研究する必要を痛感する。この方面の研究としてはビタミンの成育に対する影響(12)、ウラニウムによる早生肥大型麥種の育成に成功せりとの報告(13.14)がある。その他微量金属の影響に関する報告(15.16)があるが遺憾ながら詳文を入手し得なかつた。

筆者等は本菌の成育度と金属塩類及びビタミン類との関係を純粋培養系で調べ、その結果を統計的に検討し或種金属塩の効果が非常に判然としたが各種ビタミンでは効果がないのを認めたので次に報告する。

實 験 の 部

一、実 験 方 法

1. 培養基の調製

本菌が穀類培養基によく増殖することが既に知られているのと、この培地では粒状が比較的良好

揃っている等物理的條件の調整に好都合なので標準培養基には蒸煮小麦を使用し、これに各種の物質を添加したものを比較培地とした。添加物は可溶性のものは濃厚液状にて、不溶性のものは泥状となし攪拌混合した。

2. 測定方法

綿栓を有する500c.c三角フラスコに380瓦の試料を採り滅菌処理、放冷後に接種し、その後は恒温室に保存し、内容穀粒が全く菌糸にて侵蝕被包された時を以て成長の完了時とした。(成長速度は逆数) 成育初期及び完了直前の状態を示すと次の写真1.2.3図1.2.3の如くである

写真1 成育初期の状態
正面写真

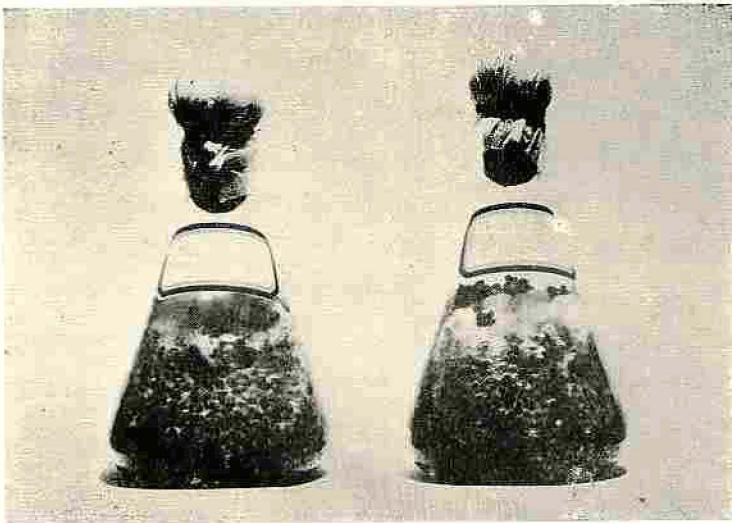


図1 成育初期の状態
上写真の説明

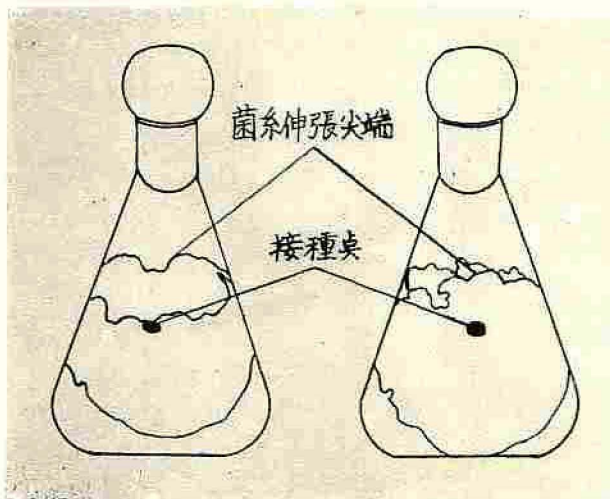


写真2 成長初期の状態
側面写真 (前掲写真と同試料)

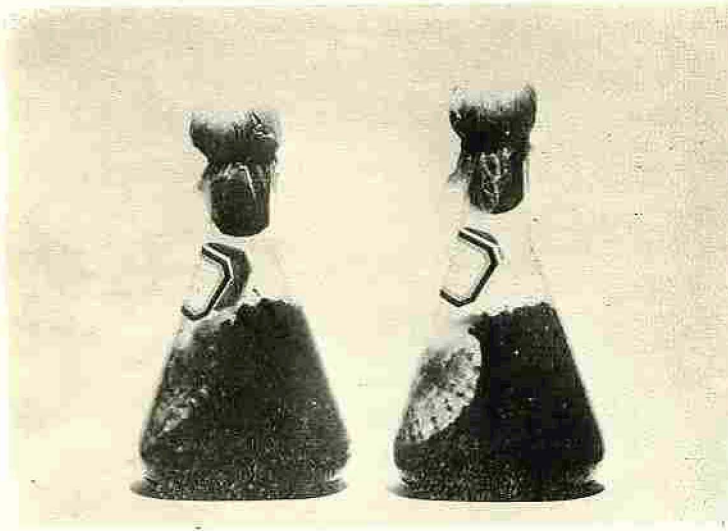
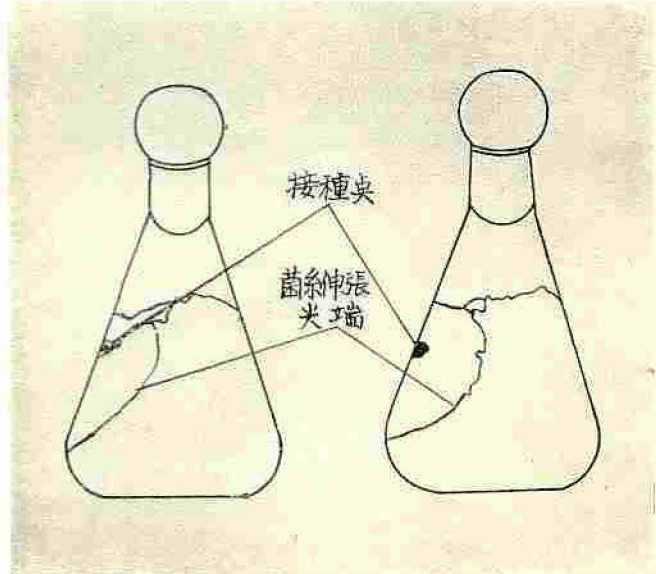


図2 生育初期の状態
上写真の説明



二、培養条件の検討

1. 培養温度

本菌培養の最適温度は 25°C 附近と既に知られているので $25^{\circ}\text{C}\pm 0.5$ を標準として最も多く採用し、その他 $27^{\circ}\text{C}\pm 0.5$ 、 $29^{\circ}\text{C}\pm 0.5$ でも培養した。

2. 滅菌度

滅菌の最適温度、時間は特に検討しなかったが次の第1表の2例での如く滅菌時間の長短によって成長速度に明らかに差異が見出されたので滅菌度を12ポンド1時間30分に固定した。

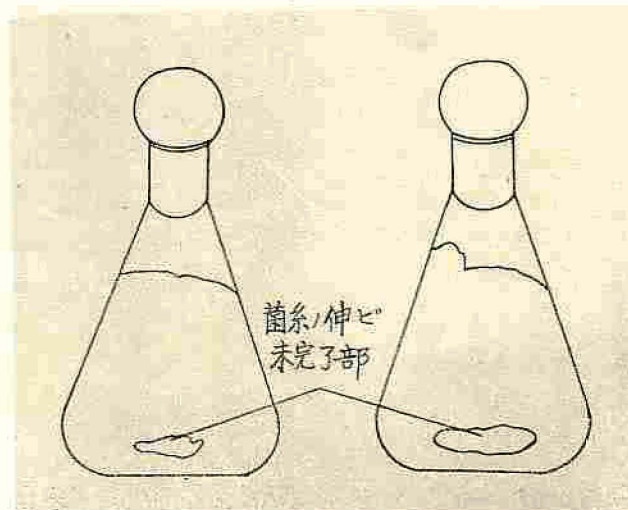
滅菌時間と成育の差

種菌 A No.1、培養基 TOM No.9、培養温度 25°C に於ける滅菌度と成育度の関係を示すと次の第1表の如くである。

写真3 成育完了直前の状態
背面写真



図3 成育完了直前の状態
上写真の説明



第 1 表

滅菌度	試料本数	平均成長完了日数	分散	不偏分散
12 ボンド 1時間30分	32	29.56	2.946	3.041
12 ボンド 3時間	19	34.26	3.694	3.899

註 培養基 TOM.No.9の組成 : CaCO_3 0.17% K_2HPO_4 0.09% MgCl_2 0.09% FeSO_4 0.09%
 ZnCl_2 0.01% $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ 0.01% CuSO_4 0.01% $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2$ 0.003% $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ 0.003%

第1表により滅菌度の差によって生ずる成長度の差の有意性を検定するためF分布を及びt分布を利用する。両不偏分散値の比Fを求むると

$$F = \frac{3.899}{3.041} = 1.282 \text{ 然るに F分布表より危険率5\%にてこの自由度に対応する Fは、}$$

$$F_{0.05}(\text{d.f.}, 18, 31) = 1.95$$

故に有意でない。よって分散は等しいとみる

次に統計量tを公式により求むると

$$t = 8.87 \text{ 然るに t分布表より危険率5\%にて対応する自由度の tは}$$

$t_{0.05}(\text{d.f.}, 49) = 2.01$ 又 $t_{0.001}(\text{d.f.}, 49) = 3.50$ 故に結果は非常に有意であつて滅菌度により成長度の異なることを示す。

3. 種菌別による成長度の差異

本実験では CaCO_3 0.17%を添加した小麦培地に2種の菌株より接種し 25°C に於ける成育状態を比較した結果は第2表の如くである。

第 2 表

菌株別	試料本数	平均成長完了日数	分散	不偏分散
A No. 1	4	28.88	0.797	1.065
A No. 2	8	30.94	1.402	1.600

$$F = \frac{1.600}{1.065} = 1.502 \quad F_{0.05}(\text{d.f.}, 7, 3) = 8.88$$

故に等分散と見做される。

$$t = 2.807 \text{ 然るに } t_{0.05}(\text{d.f.}, 10) = 2.228$$

従つて有意である。即ち種菌は区別する必要がある。

4. 測定方法の検討

種菌、培養基、滅菌度、培養温度を固定せる時には原料及び処理操作の技術上の問題が残るがこ

これは熟練によって殆んど解決することが可能であるし、上の条件を固定すると同一結果を再現することが可能である。次の3組の例により示される如くである。

例 1 第 3 表

菌 株	接種日	培 養 基	培養温度	平均成長完了日数	分 散	不偏分散	試料本数
A No. 3	29.6.21	CaCO ₃ 0.8% F T E 0.2%	25°C	27.75	0.938	1.071	8
A No. 3	29.6.22	同 上	同上	27.11	2.568	2.711	19

$$F = 2.53 \quad F_{0.05} (d.f.18,7) = 3.47$$

$$t = 1.054 \quad t_{0.05} (d.f.25) = 2.060$$

差は有意でない。

例 2 第 4 表

菌 株	接種日	培 養 基	培養温度	平均成長完了日数	分 散	不偏分散	試料本数
A No. 16	6.30	CaCO ₃ 0.8% F T E 0.2%	27°C	32.10	3.190	3.544	10
A No. 16	7.7	同 上	同上	32.00	2.250	2.500	10

$$F = 1.417 \quad F_{0.05} (d.f.9,9) = 3.18$$

$$t = 0.0258 \quad t_{0.05} (d.f.18) = 2.101$$

故に有意でない。

例 3 第 5 表

菌 株	接種日	培 養 基	培養温度	平均成長完了日数	分 散	不偏分散	試料本数
A No. 9	8.20	CaCO ₃ 0.6% F T E 0.15%	27°C	28.65	1.803	1.897	20
A No. 9	8.21	同 上	同上	28.31	1.098	1.142	26

$$F = 1.661 \quad F_{0.05} (d.f.19,25) = 2.01$$

$$t = 0.921 \quad t_{0.05} (d.f.44) = 2.02$$

差は有意でない。

5. 測定値の精度

測定値の精度を知る目的を以て培養基の内容量を通常の 380g の代りに 320g で成長度を比較した結果を示すと次の第 6 表の如くである。

第 6 表

培 養 基	養 量	試 本 料 数	成 長 完 了 日 数 表							平均成長 完了日数	分 散	不 分 偏 散
380g	20	20	26.0	26.0	27.0	27.5	27.5	28.0	28.0	28.65	1.803	1.897
			28.0	29.0	29.0	29.0	29.0	29.0	29.0			
			30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	31.0				
380g	26	26	26.0	27.0	27.0	27.0	27.5	27.5	27.5	28.31	1.098	1.142
			28.0	28.0	28.0	28.0	28.0	28.0	28.5			
			28.5	28.5	28.5	28.5	29.0	29.0	29.0			
			29.0	29.0	30.0	30.0	31.0					
320g	9	9	24.0	25.0	26.0	26.0	26.0	26.0	26.5	26.06	1.1358	1.2778
			27.0	28.0								

註 菌株 ANo.9 培地 CaCO₃0.6% FTE 0.15% 培養温度 27°C

F=1.119 F_{0.05} (d.f.8,25) =2.34 分散は等しい

t=5.3699 t_{0.05} (d.f.33) =2.033

故に有意である。

6. 菌の成長度と培養温度

培養温度により成長度の異なることは既に知られているが次の実験からも明らかに看取される。
結果は第7表に示す如くである。

第 7 表

培 養 温 度	養 量	試 本 料 数	成 長 完 了 日 数 表							平均成長 完了日数	分 散	不 分 偏 散
27°C	32	32	26.0	26.5	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0	28.63	2.0169	2.0819
			27.5	27.5	27.5	28.0	28.0	28.0	28.0			
			28.5	28.5	28.5	29.0	29.0	29.0	29.0			
			29.0	29.5	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0			
			30.5	30.5	31.5	31.5						
29°C	28	28	29.0	29.5	30.0	30.5	30.5	31.0	31.0	31.50	1.250	1.296
			31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.5			
			31.5	31.5	31.5	32.0	32.0	32.0	32.0			
			32.0	32.0	33.0	33.0	33.0	33.5	34.0			

註、菌株 ANo.13 培地 CaCO₃ 0.6% FTE 0.15%

F=1.606 F_{0.05} (d.f.31,27) =1.88 従って分散は等しく

t=8.469 t_{0.05} (d.f.58) =2.000

よって非常に有意である。培養温度は成長速度に影響し27°Cの方が29°Cより適していることを示す。

三、金属による効果

金属による成長の影響には非常に促進するもの、余り明らかなでないもの、明らかに阻止作用をするものが予期される。

1. 成長を促進する塩類

其の一、カルシウム塩

次の各種の培養基を用いた菌の成育実験に於て次の成長速度分布が得られた。(第8表)

第 8 表

培地 番号	成長完了 日数 番号 混合物	成 長 完 了 日 数								試料 本数	平均成長 完了日数	分 散	不 偏 分 数
		No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6	No.7	No.8				
1	ナ シ	34.0	35.0	35.5	36.0	36.0	37.0	37.0		7	35.79	0.990	1.155
2	CaCO ₃	28.0	29.0	30.0	30.5	30.5	32.0	32.5	32.5	8	30.63	2.359	2.697
3	CaCO ₃	30.0	31.0	32.0	34.0	34.0	35.5			6	32.75	3.646	4.375
4	CaSO ₄	30.5	31.0	31.0	32.0	32.0	32.0	33.0	34.0	8	31.94	1.152	1.317
5	CaCl ₂	30.0	30.5	31.0	31.5	32.0	33.5	35.0		7	31.93	2.674	3.119
6	Ca(NO ₃) ₂	29.0	30.5	31.5	31.5	31.5	32.0	33.0	33.5	8	31.56	1.715	1.960
7	Ca ₃ (PO ₄) ₂	32.0	33.5	34.0	34.0	35.0	35.5	36.0		7	34.29	1.561	1.822
8	CaSO ₄ Fe Mg Cu B	28.5	28.5	29.5	30.0	30.5	32.0	33.0		7	30.29	2.490	2.905
9	CaCO ₃ Fe Mg Cu B	27.0	27.5	27.5	28.0	29.5	30.0	30.5	31.0	8	28.88	2.109	2.411

註 2. CaCO₃ 0.8% 3. CaCO₃ 0.35% 4. CaSO₄ 0.6%
 5. CaCl₂ 0.35% 6. Ca(NO₃)₂ 0.4% 7. Ca₃(PO₄)₂ 0.35%
 8. CaSO₄ 0.6% FeSO₄ 0.085% MgCl₂ 0.085% CuSO₄ 0.01%
 Na₂ B₄O₇ 0.01% 9. CaCO₃ 0.35% FeSO₄ 0.085% MgCl₂ 0.085%
 CuSO₄ 0.01% Na₂ B₄O₇ 0.01%
 使用菌株 ANo.4 培養温度 25°C

上の分布表から培養基による成長の変化が認められるかを知るために変量分析法を行う。上表より変量分析表を作る。

第 9 表 変 量 分 析 表

	平方和	自由度	不偏分散
級 間	255	8	31.81
級 内	135	57	2.36
全	390	65	

$$F = \frac{31.81}{2.36} = 13.49$$

$$n_1 = 8 \quad n_2 = 57$$

相当する $F_{.001} = 3.91$

非常に有意である。

従ってこの危険率の下で培養基の相異による成長速度差が認められる。

次に上の分布表中平均成長速度の接近する純小麦培地と磷酸カルシウム培地とを比較するに

$$F = 1.577 \quad F_{0.05} (d.f.6,6) = 4.28$$

従って分散は等しい

$$t = 2.297 \quad t_{0.05} (d.f.12) = 2.179$$

故に有意である。

即ち両培地によって成長速度に差異が認められる。その他についても計算するまでもなく差異がある。

而し堆肥による床栽培では金属の影響が鋭敏に現われてこない。例えば合成堆肥を稻藁100貫、石灰窒素0.8貫、尿素0.4貫、硫酸1.3貫、過磷酸石灰3貫より切換4回、堆積30日により作りたるものと、これの最終切換に際し硫酸第一鉄500瓦、塩化マグネシウム500瓦、硼砂60瓦を混合せる堆肥との4月より8月に至る栽培に於て収穫率その他を比較すると次の如くである。

	植付—発芽期間	坪当収量
混合せず	47日	4.460貫
金属塩混合	50日	4.340貫

其の二、 硅酸アルミニウム

第10表

菌株	成長完了日数 番号 混合物	成長完了日数								試料 本数	平均成長 完了日数	分散	不偏 分散
		No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6	No.7	No.8				
BNo.4	ナ シ	33.0	35.0	35.5	38.0	38.0	38.0	38.5	40.0	8	37.00	4.563	5.214
BNo.4	CaCO ₃	29.5	29.5	29.5	31.0	31.5	32.0	32.0	32.5	8	30.94	1.402	1.603
BNo.4	硅酸アルミ	33.0	33.0	33.0	34.0	35.5	36.5	37.0		7	34.57	2.602	3.036

註 培地 CaCO₃ 0.175% 硅酸アルミニウム 0.85%

培養温度 25°C

上表にて基礎培地に対する硅酸アルミニウムは

$$F = 1.717 \quad F_{0.05} (d.f.7,6) = 4.21$$

$$t = 2.288 \quad t_{0.05} (d.f.13) = 2.160$$

故に硅酸アルミニウムは有効であることが知られるが炭酸カルシウムには及ばない。

2. 鉄、銅塩の作用

試料として硫酸第一鉄 850p.p.m. 又は硫酸銅 100p.p.m. を含む検体を調製し未混合の標準培地と比較した。その結果は第11表に示す如くである。

第 11 表

菌株	成長完了日数 番号 混合物	成 長 完 了 日 数							試料 本数	平均成長 完了日数	分 散	不 偏 分 散
		No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6	No.7				
A.No.4	ナ シ	34.0	35.0	35.5	36.0	36.0	37.0	37.0	7	35.79	0.990	1.155
A.No.4	FeSO ₄	32.0	33.0	33.0	35.0	36.5	37.0	37.0	7	34.79	3.847	4.488
A.No.4	CuSO ₄	34.0	35.0	36.0	37.0	37.0	37.0	39.0	7	36.43	2.244	2.617

上表により変量分析表を作ると次の如くなる

第12表 変 量 分 析 表

	平 和 方	自 由 度	不 偏 分 散
級 間	9.3	2	4.65
級 内	49.6	18	2.76
全	58.9	20	

$$F = \frac{4.65}{2.76} = 1.684$$

$$F_{0.05} (d.f. 2, 18) = 3.55$$

故に有意でない。

これら 3 検体群の間には成長速度の差異は認められない。即ち Fe, Cu 塩の影響は現われていない。

3. マグネシウム、硼素の作用

試料として塩化マグネシウム 850p.p.m. 又は硼砂 100p.p.m. を夫々含む兩種検体を調整し未混合の標準培地と比較した。その結果は第13表に示す如くである。

第 13 表

菌株	成長完了日数 番号 混合物	成 長 完 了 日 数							試料 本数	平均成長 完了日数	分 散	不 偏 分 散
		No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6	No.7				
A.No.4	ナ シ	34.0	35.0	35.5	36.0	36.0	37.0	37.0	7	35.79	0.990	1.155
A.No.4	MgCl ₂	36.0	36.0	39.0	40.0	40.0	40.0	40.5	7	38.79	3.271	3.825
A.No.4	Na ₂ B ₄ O ₇	39.0	40.0	40.0	43.0	44.0			5	41.20	3.760	4.700

註 培養温度 25°C

上の成長速度分布から変量分析表を求めると次の如くなる。

第14表 変 量 分 析 表

	平 方 和	自 由 度	不 偏 分 散
級 間	150.9	2	75.45
級 内	38.3	16	2.39
全	189.2	18	

$$F = \frac{75.45}{2.39} = 31.5 \quad F_{0.05} (d.f. 2, 16) = 3.65$$

$$F_{0.001} (d.f. 2, 16) = 10.97$$

非常に有意である。

即ち両塩は何れも成長を阻止する作用を有することを示している。

4. 硝酸ウラニウムの作用

green peasは硝酸ウラニウムを施肥すると増収することが古く報告されている。本菌には最近Stakmanがその効果を実験し早生肥大型の変種の育成に成功したと報告している。

本実験の試料は蒸煮小麦に対し各種金属を添加した培養基 (TOM.No.9) を標準とし、これに更らに硝酸ウラニウムを添加して培養基2種 (TOM.No.10. TOM.No.11) を調製した。成長速度分布表は次の第15表、第16表に示す如くである。

第 1 5 表

菌株	成長完了日数 番号 混合物	成 長 完 了 日 数						試料 本数	平均成長 完了日数	分 散	不 偏 分 散
		No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6				
ANo.1	TOM.No.10	26.0	27.0	28.0	28.5	29.0	30.5	6	28.17	2.056	2.467
ANo.1	TOM.No.9	25.0	27.0	28.0	28.0	29.0	29.5	6	27.75	2.146	2.575

註 培養基の組成

TOM.No.9 : CaCO_3 0.17% K_2HPO_4 900P.P.M. MgCl_2 900P.P.M.

FeSO_4 900P.P.M. CuSO_4 100P.P.M. ZnCl_2 100P.P.M.

$\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ 100P.P.M. $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2$ 30P.P.M. $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ 30P.P.M.

TOM.No.10 : $\text{UO}_2(\text{NO}_3)_2$ 250P.P.M. + TOM.No.9

第 1 6 表

菌株	成長完了日数 番号 混合物	成 長 完 了 日 数								試料 本数	平均成長 完了日数	分 散	不 偏 分 散
		No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6	No.7	No.8				
ANo.2	TOM.No.9	26.0	26.0	26.5	27.0	27.0	28.0	28.0	28.0	16	28.28	2.779	2.965
		28.0	28.0	29.0	29.0	29.0	30.0	30.5	32.5				
ANo.2	TOM.No.11	26.0	27.0	27.0	27.0	28.0	28.0	28.0	28.0	14	28.36	2.515	2.709
		28.0	28.0	29.0	30.0	31.0	32.0						

註 培養基 TOM.No.11 の組成

TOM.No.11 : $\text{UO}_2(\text{NO}_3)_2$ 1000P.P.M. + TOM.No.9

上記2表によりウラニウムの本菌の成長速度に及ぼす影響をみるに TOM.No.9:TOM.No.10 間には

$$F = \frac{2.575}{2.467} = 1.043 \quad F_{0.05}(\text{df}5, 5) = 5.05$$

なるにより分散は等しい。次にtを求めると

$$t = 0.459 \quad t_{0.05}(\text{df}10) = 2.228$$

故に有意差が認められない。即ち本菌の成育にウラニウムのこの含有量では影響を与えない。

次にTOM.No.9 TOM.No.11に於ける成育の状態も同様に比較すると

$$F = \frac{2.965}{2.709} = 1.094 \quad F_{0.05} (d.f.15,13) = 2.53$$

次にtを求めると

$$t = 0.1296 \quad t_{0.05} (d.f.28) = 2.048$$

結果は有意でない。ウラニウムの効果は認め難い。

上2表より明らかなる如くウラニウムは本菌の成育に何等の影響も与えなかった。斯くして製造した菌種を前記の方法による合成堆肥床に植付け通常菌種を植付けた標準区と同一条件の下に成績の比較を行ったが次の如く何等変化が現われなかった。

	植付—採取日	収穫率%	茸の品質	形態上差異
標準種	10.7—11.20	100 (5貫640)		
u処理種	10.7—11.20	100.8	変化なし	変化なし

四、ビタミンの効果

本実験の試料は小麦を基礎培地とし、又基礎培地にビタミンを夫々の含量に添加し前記の滅菌処理をなして製す。成長速度分布は次の第17表に示す如くである。

第17表

菌株	成長完了日数 番号 混合物	成長完了日数								試料 本数	平均成長 完了日数	分散	不偏 分散
		No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6	No.7	No.8				
A.No.4	ナ シ	34.0	35.0	35.5	36.0	36.0	37.0	37.0		7	35.79	0.990	1.155
A.No.4	V. B ₁	34.5	35.0	35.5	37.0	37.0	39.0	39.5		7	36.79	3.204	3.738
A.No.4	V. B ₂	35.0	35.5	37.0	38.0	39.5	39.5	40.0	40.0	8	38.06	3.590	4.103
A.No.4	パントテン酸 カルシウム	33.0	34.0	34.0	35.0	35.5	37.0	38.0	39.0	8	35.69	3.934	4.496
A.No.4	ニコチン酸 アמיד	44.5	45.0	46.0	46.0	46.0	49.0			6	46.08	2.035	2.442
A.No.4	ビタミン 混合	33.0	35.0	36.0	36.0	37.0	39.0			6	36.00	3.333	4.000

註 培地濃度：V.B₁ 980P.P.M. V.B₂ 327P.P.M. パントテン酸カルシウム 650P.P.M.

ニコチン酸アמיד 980P.P.M.

ビタミン混合：V.B₁ 980P.P.M. V.B₂ 327P.P.M. パントテン酸カルシウム

650P.P.M. ニコチン酸アמיד 550P.P.M.

上表により成長速度に関する変量分析表を作ると次の如し

第18表 変量分析表

	平方和	自由度	不偏分散
級 間	486	5	97.2
級 内	138.5	36	3.84
全	624.5	41	

$$F=25.3 \quad F_{.05} (d.f. 5, 36)=2.48$$

$$F_{.001} (d.f. 5, 36)=5.53$$

故に非常に有意である。

又基礎培地、ビタミンB₁₂、ニコチン酸アミドを比較すると変量分析表は次の如くである。

第19表 変量分析表

	平方和	自由度	不偏分散
級 間	372.9	2	186.45
級 内	47.7	18	2.65
全	420.6	20	

$$F=70.3 \quad F_{.05} (d.f. 2, 18)=3.55$$

$$F_{.001} (d.f. 2, 18)=10.39$$

故に非常に有意である。ビタミンB₁₂、ニコチン酸アミドは成長を阻止する作用を有する。

五、 FTE微量元素肥料による効果

本実験の試料は日本フェロー株式会社より提供を受けた同社製FTE肥料を使用した。この肥料の保証された分析値は、MnO₂4% Fe₂O₃10% CuO4% ZnO4% B₂O₃2% M₁₀O₃0.2%である。これを基礎培地に添加し基礎培地との比較をなした(培養温度 25°C)。結果は第20表に示す如くである。

第 20 表

菌株	成長完了日数 番号 混合物	成 長 完 了 日 数								試料 本数	平均成長 完了日数	分 散	不 偏 分 散
		No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6	No.7	No.8				
ANo.3	ナ シ	30.0	31.0	32.0	32.0	34.0	35.0			6	32.33	2.889	3.467
ANo.3	F T E	31.5	32.0	32.0	32.5	33.5	33.5	34.0	34.0	8	32.88	0.859	0.982
ANo.3	CaCO ₃ 0.4%	25.0	26.0	28.5	28.5	29.0	30.0	30.0		7	28.14	3.194	3.726
ANo.3	CaCO ₃ 0.4% FTE 0.2%	24.0	24.0	26.0	26.0	26.5	26.5	28.0		7	25.86	1.765	2.060

上表により変量分析表を作ると次の如くなる。

第21表 変量分析表

	平方和	自由度	不偏分散
級 間	230.3	3	76.77
級 内	190.0	24	7.91
全	420.3	27	

$$F = \frac{76.77}{7.91} = 9.70 \quad F_{.05} (d.f. 3, 24)=3.01$$

$$F_{.001} (d.f. 3, 24)=7.55$$

故に非常に有意である。

次に基礎培地に対し各培地を比較すると

(1) ナシ : 0.1% FTE

$$F=3.53 \quad F_{.05} \text{ (d.f. 5,7)} = 3.97$$

$$t=0.718 \quad t_{.05} \text{ (d.f. 12)} = 2.179$$

故に有意でない。

(2) ナシ : 0.4% CaCO_3

$$F=1.073 \quad F_{.05} \text{ (d.f. 6,5)} = 4.95$$

$$t=3.97 \quad t_{.05} \text{ (d.f. 11)} = 2.201$$

故に有意である

(3) ナシ : 0.4% CaCO_3 + 0.2% FTE

$$F=1.681 \quad F_{.05} \text{ (d.f. 5,6)} = 4.39$$

$$t=7.087 \quad t_{.05} \text{ (d.f. 11)} = 2.201$$

故に非常に有意である。

(4) 0.4% CaCO_3 : 0.4% CaCO_3 + 0.2% FTE

$$F=1.809 \quad F_{.05} \text{ (d.f. 6,6)} = 4.28$$

$$t=2.517 \quad t_{.05} \text{ (d.f. 12)} = 2.179$$

故に有意である。

即ちFTE肥料は本菌培養には非常に優秀性を示した。同様に該肥料をその他の混合状態にて使用した際にも好結果が得られた。即ち第22表に示す如くである。

第 2 2 表

培地の種類	試料本数	平均成 了日数	偏 差	分 散	不 偏 分 散
CaCO_3 0.8% FTE 0.1%	15	25.87	1.161	1.347	1.444
CaCO_3 0.8% FTE 0.2%	19	27.11	1.602	2.568	2.711
CaCO_3 0.4% FTE 0.1%	6	26.92	1.365	1.868	2.242
CaCO_3 0.8% FTE 0.3%	8	26.25	1.090	1.188	1.357
CaSO_4 0.6% FTE 0.2%	8	26.50	1.714	2.938	3.356

六、 菌の増殖度と酸度変化

培養基の酸度は菌の増殖によって変化する。一般に酸性が強くなる。

今次の組成の培養基 (CaCO_3 0.6%、FTE 0.15%) に培養した場合を例とし、

その成長完了の試料 327 個中より無作為に抽出した 23 検体の示した pH は次の第 23 表に示す如くである。

第 23 表

接種前 pH	成長完了後の pH								平均 pH	偏差
6.4	6.0	5.6	5.6	6.0	5.8	5.4	5.4	6.4	5.71	0.267
6.3	5.6	6.2	5.6	5.5	5.6	5.4	6.0	5.5		
	5.4	5.6	5.6	5.8	5.6	5.7	6.0			

註 pH 値は東洋濾紙 pH 試験紙による

上表による酸度の差異は菌の成育の進行度により生じたもので、各検体は多少異った進行段階にあったと考えられる。

また同一検体に付き長期間の変化をみると次の如くである。

pH の 変 化

接種前 pH	成長完了日	完了後 3 日	完了後 17 日	完了後 35 日	完了後 48 日	完了後 61 日
6.3	9月17日	6.0	5.7	5.4	5.4	5.4

即ち培養基の pH は菌の増殖により急激に減少するが或る値に至ると不変となる。

又各種培養基に於ける酸度変化と菌の増殖状態を示すと次の第 24 表の如くである。

第 24 表

培 養 基 種 類	接種前 pH	完了後 pH	試料本数	平均成長完了日数	菌の密生度	培養温度
混 合 物 ナ シ	5.9	5.8	6	35.79	+	25°C
CaCO ₃ 0.4%	6.4	6.1	7	28.14	++	同 上
CaSO ₄	5.8	5.3	8	27.25	++	同 上
CaCl ₂	5.4	6.2	7	31.93	++	同 上
Ca (NO ₃) ₂	5.5	6.0	8	31.56	++	同 上
Ca ₃ (PO ₄) ₂	6.0	4.2	7	34.29	+	同 上
FeSO ₄	5.2	6.2	7	34.79	+	同 上
MgCl ₂	5.6	5.6	7	38.79	+	同 上
CuSO ₄	5.3	3.4	7	36.43	+	同 上
Na ₂ B ₄ O ₇	6.4	5.3	5	41.20	+	同 上
ビタミン B ₁	5.0	5.6	7	36.79	+	同 上
ビタミン B ₂	5.8	5.8	8	38.06	+	同 上
ニコチン酸アミド	6.0	5.5	6	46.08	+	同 上

パンテン酸カルシウム	5.8	6.4	8	35.69	+	同	上
ビタミン混合	5.4	5.6	6	36.00	+	同	上
CaCO ₃ 0.34% FeSO ₄ 0.085% MgCl ₂ 0.085% CuSO ₄ 0.01% Na ₂ B ₄ O ₇ 0.01%	6.4	5.6	15	27.76	++	同	上
CaCO ₃ 0.4% FTE 0.2%	6.6	5.6	7	25.86	+++	同	上
CaCO ₃ 0.8% FTE 0.1%	6.6	6.0	8	25.88	+++	同	上

註 菌の密生度 +基礎培地と同程度 ++基礎培地より可成り良 +++基礎培地より格段によい
以上の結果から迅速且つ健全な増殖は中和能力の大なる培養基にはじめて行われる。

培養基によっては中和剤を含有せざるにかゝらず前後の変動の少いものがあるがこの場合菌糸の伸びは遅く濃密な発育も見られない。また完了後に特に酸性に強く傾くものは死滅し易い欠点がある。

次に前記による合成堆肥に於て菌の増殖により生起する pH の変化も同様の傾向にある。即ち接種前の pH 6.7→菌繁殖直後 pH 5.8→茸発生時（菌繁殖後25日）pH 5.4であった。

又覆土に於ては2%の生石灰を添加せる場合の変化は次の如くである。即ち覆土時の pH 9.0→茸発生時の pH 6.0~6.2を示した。この堆肥中及び覆土の急激な酸性化が茸の発生を弱め又は止める原因となる如くである。

要 約

マッシュルーム菌の成育度は培養基の滅菌度に影響される。過度の滅菌は成長を阻害する。また菌種の別により活性も異り成育度に影響する。更らに成育期の温度によって大なる影響を受ける。これらの状態を固定するとき培養基の組成の影響をうける。

培養基に添加した金属塩で菌の成育に有効なのは、炭酸カルシウム、硫酸カルシウム、塩化カルシウム、硝酸カルシウム、磷酸カルシウム、硅酸アルミニウムで炭酸カルシウムは最有効、広範囲の濃度で適用し得る。これによる増殖後の菌糸は強健である。硫酸カルシウム、塩化カルシウム、硝酸カルシウムは使用限界が可成りせまい。磷酸カルシウム、硅酸アルミニウムは前記の塩類に比べて効果少く増殖後の菌糸の活性も可成り弱い。

其の他硫酸鉄、硫酸銅は単独に使用して効果も嘗も認め難い。塩化マグネシウム、硼砂は有害であった。然し他金属と混合状態では効果が認められるから一般に夫々適当な混合比に組合されるとよい効果を現わすかも知れない。

ビタミン B₁、B₂、ニコチン酸アミド、パンテン酸カルシウム等は単独、混合何れにても効果がない。

硝酸ウラニウムでは効果なく文献の如き早生肥大型変種は得られず、通常例と何等変らなかつた。

日本フェローのFTE肥料はカルシウム塩と併用する時広い濃度限界で極めて有効で菌糸の伸びはよく増殖後の活性が持続性であった。このことは今後の栽培方式に好影響を与えるものと思う。

参 考 文 献

1. Wm. B. Esselen and Carl R. Fellers Mass. Agr. Expt. Sta. Bull. 434. 11 (1946)
2. A. M. Filios and Wm. B. Esselen J. Am Diétetic Assoc. 22. 772—7 (1946) 抄
3. Wm. H. Fitzpatrick, Wm. B. Esselen and Edith Weir J. Am. Dietetic Assoc. 22. 318—23 (1946) 抄
4. N. I. Orlov and I. P. Svetlov and E. A. Sribnev Gигиена i Sanit 11 No.4 19—23 (1946) 抄
5. Canner 118 No.20 18 (1954)
6. J. V. Eiemba Food Engineering 25 No.7 64 (1953)
7. Brandywine Mushroom Corp. Cannery Food Engineering 25 No.7 120 (1953)
8. Western Canner and Packer 44. 13—15 (1952)
9. Western Canner and Packer 44. 40—41 (1952)
10. Roy. Genders Mushroom Growing for Profit (1951)
11. Canner 118 No.6 20 (1954)
12. Eldrow Reeve Proc. Am. Soc. Hort. Sci. 59. 367—71 (1952)
13. E.C. Stakman Science 108. 554—5 (1948) 抄
14. Canner 107. No.23 34 (1948)
15. B.B. Stoller Econ. Botany 8. 48—95 (1954) 抄
16. S. Burrows J. Sci. Food Agr. 2. 395—403 (1951) 抄
17. R.G. Darlington Food Manufacture 29. 343—349 (1954)