

マツタケの腐敗と 中毒に関する研究

井上伊造

マツタケの腐敗と中毒に関する研究

井上伊造

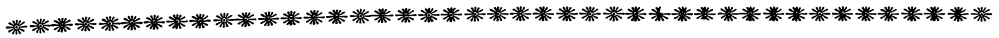
目次

序	P. 1
第I章 緒論	P. 2
第II章 良質マツタケと不良質マツタケの遊離アミノ酸およびアミン	P. 5
1. ペーパー・パーチション・クロマトグラフィーによるアミノ酸の検出……	P. 7
2. ペーパー・パーチション・クロマトグラフィーによるヒスタミンおよび フェニルエチルアミンの検出	P. 8
3. 中性, 酸性, 強塩基性, 弱塩基性窒素区分よりのアミノ酸およびアミン の検出	P. 10
4. 濾紙電気泳動法によるアミノ酸およびアミンの検出	P. 14
5. アミンの分離と確認	P. 14
(1) 試料	P. 15
(2) 分離したアミン区分のP・P・C	P. 15
(3) 誘導体による検索	P. 15
イ. P・P・Cによる方法	P. 15
ロ. ヒスタミンの確認	P. 16
ハ. チラミンの確認	P. 17
6. 小括	P. 17
第III章 マツタケの腐敗と窒素成分の変動	P. 18
1. 良質マツタケと不良質マツタケの窒素成分の比較	P. 18
(1) 乾物量	P. 19
(2) 冷水可溶物質	P. 19
(3) 窒素量	P. 19
(4) 天日乾燥マツタケについて	P. 20
(5) マツタケ汁液中の窒素について	P. 20
2. 良質マツタケの不良化(腐敗)に伴う窒素成分の変動	P. 20
(1) 処理条件………	P. 20

(2) 分析方法	P. 21
(3) 窒素成分の抽出条件について	P. 23
(4) 良質マッタケ菌(生)の主成分	P. 23
(5) 腐敗時における乾物量の変化	P. 23
(6) 自家消化および腐敗時のpH変化	P. 24
(7) 腐敗と揮発性塩基窒素の生成	P. 24
(8) 自家消化および腐敗に伴う各可溶性窒素の変化	P. 27
3. 塩基性, 中性, 酸性区分の窒素の動向	P. 29
(1) 各区分窒素の測定値について	P. 29
(2) 自家消化および腐敗時における各区分窒素の動向について	P. 29
4. 小 括	P. 30
第IV章 ヒスタミン, フェニルエチルアミン, チラミンのシロネズミに対する 毒性	P. 32
1. 注射量について	P. 32
2. 試料の注射と症状	P. 32
3. ヒスタミンの注射と症状	P. 32
4. フェニルエチルアミンの注射と症状	P. 33
5. チラミンの注射と症状	P. 33
6. ヒスタミン+フェニルエチルアミンの注射と症状	P. 33
7. 致死量について	P. 34
8. 肝臓障害について	P. 35
9. シロネズミの中毒症状と内臓組織所見について	P. 37
10. 小 括	P. 40
第V章 ヒスタミンおよびフェニルエチルアミンの仔猫に対する毒性	P. 41
1. 投与量と中毒症状	P. 41
2. ヒスタミンと中毒	P. 44
3. フェニルエチルアミンと中毒	P. 44
4. 小 括	P. 44
第VI章 マッタケ腐敗の生物学的検討	P. 45
1. 試料および培養基の調製	P. 45
2. 菌の分離	P. 45
3. 菌数測定	P. 46

4. マツタケ腐敗菌および黴の分布	P. 46
5. 変敗マツタケについての人体実験	P. 48
6. マツタケの腐敗と腐敗状態	P. 50
7. 小 括	P. 51
第七章 マツタケ変敗菌によるヒスチジン，フェニルアラニンの脱炭酸および 脱水素	P. 52
1. マツタケ腐敗菌の特性	P. 52
(1) 脱炭酸能の測定法	P. 54
(2) 脱水素能の測定法	P. 56
(3) カタラーゼ作用の検定法	P. 56
2. マツタケの腐敗と霊菌	P. 57
3. 小 括	P. 58
第八章 マツタケ中毒菌としてのBallerup菌の意義	P. 59
1. マツタケ中毒菌の分離	P. 59
(1) 中毒マツタケの採集	P. 59
(2) 中毒マツタケより分離した細菌の性状について	P. 61
(3) マツタケ中毒とBallerup菌について	P. 61
2. マツタケ中毒菌としてのBallerup菌の性質	P. 62
(1) 菌の変異について	P. 62
(2) 菌の培養性質	P. 63
(3) 菌のS・R解離について	P. 65
(4) I.M.Vi.C-systemと本菌の位置づけ	P. 66
(5) アミノ酸の脱炭酸能について	P. 68
(6) 変異したA-1株とマツタケ中毒	P. 68
3. 小 括	P. 69
第IX章 マツタケ中毒について	P. 70
1. 中毒世帯と人数	P. 70
2. マツタケと嗜好	P. 70
3. 中毒をおこしたマツタケの状態	P. 70
4. 中毒をおこした時間	P. 71
5. 中毒症状	P. 71
6. 中毒と個人差	P. 72

7. 調理法と中毒	P. 72
8. マツタケ中毒と死亡	P. 72
9. マツタケ中毒についての故事	P. 72
10. マツタケ中毒の実例(例1～8)	P. 73
11. 小 括	P. 75
第X章 マツタケ中毒の防止について	P. 77
1. 中毒マツタケの生成	P. 77
2. 食酢漬法	P. 77
3. 日干法	P. 77
第XI章 総 括	P. 78
後 記	P. 81
引用文献	



序

わが国、特に本州の近畿以西はマツタケ発生の好条件に恵まれ、その食品利用の歴史も古い。マツタケは食用菌類の王座を占め、秋の季節物として愛好されるが、最近では外人にも Pine mushroom と呼ばれ賞味されつゝある。

ところが食用茸であるマツタケも、ときには激しい嘔吐を伴う中毒症状をおこすことがある。今日までのところこの種のマツタケ中毒については詳述されたものは少なく、たんにキノコ類は不消化でありこれを過食したためであるとか、あるいは極度に腐敗分解したものを食べて胃腸障害をおこしたのであろうとみなされている。(1, 2, 3, 4, 5)。

しかし岩出ら⁽⁶⁾はマツタケは過食しても胃腸を害しないと述べ、古来の認識を是正すべきことを高唱しているほか、普通キノコに含まれる有機塩基の一種であるヒヨリン(choline)が分解してノイリン(neurine)やトリメチルアミン(trimethylamine)などを生成しこれが毒作用をあらわすと言っている⁽⁷⁾。

またマツタケの如き食用茸も腐敗すれば悪臭を放ちかつ有毒成分を生成すると言われているが⁽⁸⁾、マツタケをはじめ多くの食用キノコによる食中毒については目下のところ想定の外を脱しない現状である^(9, 10)。

著者は自らマツタケ中毒を経験し、マツタケが変敗過程で生成するであろう有毒成分の追及を志した。

第 I 章 緒 論

マツタケは元来無毒であり、古くから“香マツタケ味シメヂ”と言われるようにその馥郁たる香氣は他種の食用菌類の追隨を許さないが、発生後雨や高温が続くと部分的に腐敗したり、また籠詰として遠地に輸送される途中でむれて腐敗することがある。

腐敗をおこしたマツタケを食べると、20～30分後にはげしい嘔吐を催すことがある。本中毒は嘔吐後は速かに治癒し、発熱や下痢を伴うことや、死亡例もなく、頻度も少ないため厚生省が作製した統計にもこの種の中毒は記されていない⁽¹¹⁾。しかし第Ⅸ章に示すように著者の居住地附近に限り調べたところによると、中毒の経験を有するものは2.7%（生産地では3.0%）にのぼった。

マツタケ中毒の症状は現在広汎に進められている宮木ら^(12, 13)の食品変性機構に関する研究や、相磯^(14, 15)、柳沢ら⁽¹⁶⁾の腐敗細菌の研究により解明されたアレルギー様食中毒^(17, 18, 19, 20, 21)と類似するが、中毒の原因は今日のところまだ知られていない。

ところで本中毒は、普通食品の食中毒の原因がそうであるごとく、マツタケにおいても茸内の無毒成分が腐敗のために変化をおこし、有毒物質を生産したことによると考えられる。したがって良質マツタケと既に部分的に腐敗をおこした不良質マツタケはその成分上にかんがひの変動があると思われる。鮮度低下の目安となる分解産物^(22, 23, 24)のうち窒素成分、特に蛋白質が分解してできる可溶性窒素、非蛋白態窒素、アミノ態窒素、揮発性塩基窒素を調べることは重要であると考えられるので、はじめに良質マツタケと変敗したマツタケ、すなわち鮮度が低下した自家消化マツタケ、不良質マツタケ、人工不良質マツタケ、中毒マツタケについてこれらの窒素成分の変動を調べた。

ここで言う良質マツタケとは、健全茸茸で外傷や動物による喰害がなく、山地で採集と同時にエチルアルコールで酵素作用を停止せしめたもの、自家消化マツタケとは、良質マツタケを採集後に一定期間放置したもので、外観は良質マツタケと差を認めないもの、不良質マツタケとは、自生中に一部腐敗し、その結果表面がやや粘質化した（ずるけた）もの、人工不良質マツタケとは、採集後に実験室の暗所で湿度を十分に与え、温度24～25℃に貯蔵して不良化したもの、また中毒マツタケとは、自生中に不良化したものを著者らが食べて中毒したものを言う。

これらの試料はすべて滋賀県犬上郡多賀町大字一円の堂谷山および汁谷山より採集したものである。

1. 腐敗：新鮮マツタケは水分や窒素化合物の含有量が大きく、かつ不安定な特殊成分も含有しているので、時日の経過とともに外観ならびに内部組成に変化を来し、食用に供し得なくなるものであるが、マツタケの腐敗についての詳しい報告はない。岩出⁽²⁵⁾はマツタケのごとく

生長の迅速なものは組織も柔軟で、生体内の酵素の活性も活発であるため単なる腐敗現象の如く自家消化も迅速であることを指摘している。すなわち、茸類は特に多種の酵素を有し、これらの酵素は生育中は寄主体に作用して子実体発育の原動力となっているが、採集された後はかえって自体の構成成分を消費する自家消化現象をあらわし変敗をもたらすこと、およびマツタケが腐敗すると窒素成分に大きな変化を生ずるが腐敗速度には貯蔵条件特に温度の影響が大きいことを認め、微生物の繁殖適温20～40℃で腐敗は著しく早められると言っている。また木俣⁽²⁶⁾は腐敗と温度について魚肉を用いて詳しく調べ、自家消化作用の至適温度の如何にかかわらず水中細菌の至適温度附近すなわち25℃附近の温度において最も速やかに腐敗すると報告している。

また最初に存在した細菌数の如何にかかわらずある時間後には、細菌は増殖して一定の恒数に達するもので、これに要する時間も略々一定であり、腐敗には最初に存在した細菌数はほとんど影響を及ぼさないとされている⁽²⁶⁾。

2. 自家消化：採集後のマツタケは自家消化をおこし、その組成分は間断なく変化している。自家消化は魚肉などでは広く研究されているが⁽²⁷⁾、マツタケについての研究は少ない。魚肉の自家消化速度は酸の添加により促進され、アルカリの添加により阻害され、一般にpH=4.5附近において最も旺盛で、可溶性窒素、ポリペプチド窒素、アミノ窒素の増加は平行してこの附近で最大値となり、自家消化速度の旺盛なものほど腐敗も速やかで、自家消化速度の緩慢なものほど腐敗し難いと言われている⁽²⁷⁾。

酸性培地はアミンの生成に好都合であって、decarboxylaseの生成および活性はpHが5.0あるいはそれ以下で促進される。decarboxylaseがpH 6.0～4.5の間で生成されるのに対して、deaminaseはpH 7.0～8.0の間で生成される⁽²⁸⁾。

これらのことは、自家消化がおこりやすい培地ではdecarboxylationがおこりやすいことを意味する。

3. マツタケの化学成分：キノコ類の化学成分は栄養および食品化学の立場で分析されているが、中でも岩出ら⁽²⁵⁾は本邦各地の130種類におよぶ茸類の成分を詳細に分析している。このほか三浦ら^(29, 30)や横畑ら⁽³¹⁾の報告および茸類の一般成分表⁽³²⁾に掲げられたものなどがある。岩出は一般食用キノコの含有水分は80～90%であり、乾燥すると腐敗しなくなることを認めている。また粗蛋白質含量は乾物中多いもので60%、少ないものでも10%以下のものは希であり、この粗蛋白質の約 $\frac{2}{3}$ は純蛋白質で残り $\frac{1}{3}$ の主成分はアデニン、アラニン、フェニルアラニン、グルタミン酸、トリメチルアミン、コリン、プロリン、ロイシンなどであること、コリン、トリメチルアミンはキノコの新鮮度や種類により一定しないが、極めて少量であること、茸中のレシチンが細菌で分解してコリンとなり、コリンは更に分解してトリメチルアミンに変化し、キノコが相当腐敗するようになるとその量が増すこと、そしてこのような茸類を食用すると中毒することなどが報告されている⁽²⁵⁾。

著者はマツタケの不良化（自家消化、腐敗）に伴う窒素成分、特に可溶性窒素、揮発性塩基窒素や乾物量、水素イオン濃度などの変化について詳しく分析してその結果からマツタケの腐敗速

度、自家消化についての機序に対し若干の考察を行った。また不良化に伴う遊離アミノ酸の変動とアミンの生成についても調べた。その結果良質マツタケに存在するヒスチジンおよびフェニルアラニンがある時期（自家消化末期～初期腐敗）にほとんど同時に消失し、それと同時にこれらのアミノ酸の decarboxylation で生じたと思われるヒスタミンおよびフェニルエチルアミンが現われることを認めた。

この両アミンを、シロネズミおよび仔猫に与えたところ動物性食品によるアレルギー様食中毒⁽³³⁾と同様の症状を認めた。そして両アミンが相乗的または相加的に作用することをも認めた。

なおこれら両アミンが生成されるためには、各々の基質アミノ酸の decarboxylation が行われなければならないが、中毒マツタケよりこれら両アミノ酸に対する脱炭酸能の強い細菌を分離し同定した。

注) 初期腐敗：食品衛生の立場から腐敗現象をみる場合に、腐敗と気付かず食べるかも知れない初期腐敗が問題である。これを判定するには相磯ら⁽³⁴⁾の言う官能試験、生菌数調査、化学的検査などが必要であるがマツタケについては次の基準を用いた。

官能試験は軟化、粘液化で判定、生菌数は1g当り 10^8 に達したもの、また化学的検査ではpHの低下がみられ再び上昇に向ったもの、および揮発性塩基窒素量が30mg%をこえたものを初期腐敗と判定した。

こうした方面の研究は、今日までマツタケ以外の食品、わけても魚類については広く行われているが、マツタケに関したものはその報告を知らない。

第 II 章 良質マツタケと不良質マツタケの 遊離アミノ酸およびアミン

著者は良質マツタケおよび不良質マツタケより冷水，温水，水蒸気蒸留により抽出した試料（Table 1, 2）について，ペーパー・パーチェン・クロマトグラフィー（以下P・P・Cと略）および電気泳動を行ない，良質マツタケ中に10種余の遊離アミノ酸を検出したが，良質マツタケの不良化により漸次これらのアミノ酸が消失することを認めた。

特に不良質マツタケでは，試料A-3, 7, 試料B-5, 8にみられるようにヒスチジンおよびフェニルアラニンがほとんど同時に消失することが顕著に認められた。また冷水抽出し減圧濃縮した良質マツタケの抽出物では貯蔵中にヒスタミンの生成を認め，不良質マツタケの留分にはフェニルエチルアミンを検出した^(35, 36)。

注) 試料-Aは1957年10月，堂谷山に自生した良質マツタケおよび不良質マツタケを数叢群より適宜（1本140～50gのもの）数本ずつ採集し，附着している土砂や塵を軽くガーゼで落した後，速やかに縦に細く裂き，次いで横に細切して四分法で分割したものをFig. 1に示す処理順序により処理した。

試料-Bは1958年10月，汁谷山より試料-Aの方法に準じて採集し，試料をミキサーで粥状にし，吸引濾過してその残渣を冷水抽出し10%トリクロール酢酸にて除蛋白後，2N-NaOHにてアルカリ性とし，1N-HCl 100CC. 中へ水蒸気蒸留して揮発物を捕集し，留液と残渣に分け，夫々減圧濃縮し濃縮物をトルオールで防腐したものである。

Table 1. 試料 - A の 区 分

処理条件	抽出条件		冷水抽出	温湯抽出
	良質マツタケからの 減圧濃縮物	不良質マツタケからの 減圧濃縮物		
良質マツタケからの 減圧濃縮物	処理-I	処理-I	No. 1	No. 5
	処理-II	処理-II	No. 2	No. 6
不良質マツタケからの 減圧濃縮物	処理-I	処理-I	No. 3	No. 7
	処理-II	処理-II	No. 4	No. 8

- 注) 1. 処理-Iは濃縮物をトルオールで防腐し，
処理-IIは濃縮物を自然に約2ヶ月貯蔵する。
2. 表中No. 1～No. 8は夫々の試料番号を示す。

Table 2. 試料 - B の区分

試料	経過日数又は不良度		残液	留液
	処理			
良質 マツタケ	酵素停止	即時	No. 1	No. 11
	自家消化	即日	No. 2	No. 12
		7日後	No. 3	No. 13
	人工不良	軽度	No. 4	No. 14
		最強度	No. 5	No. 15
不良質 マツタケ	酵素停止	軽度	No. 6	No. 16
		強度	No. 7	No. 17
	人工不良	中度	No. 8	No. 18
		最強度	No. 9	No. 19
	乾燥	強度	No. 10	No. 20

- 注) 1. 酵素の停止は採集後直ちにアルコール処理、自家消化は採集後実験室にもちかえり自然に放置したもの、人工不良化は暗所で湿気を十分与え、室温(18~20℃)に貯蔵、乾燥は天日にて行う。
2. 不良質マツタケ中、人工不良だけは別の試料である。
3. 表中No.1~No.20は夫々の試料番号を示す。

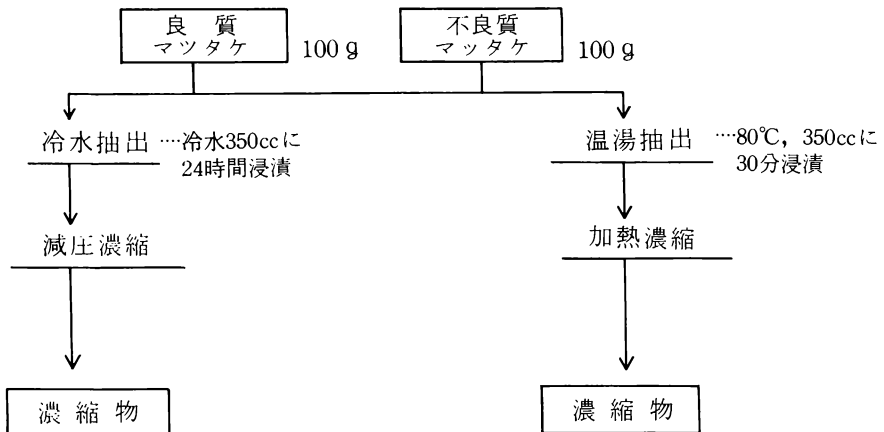


Fig. 1, 試料 - A の処理順序

1. ペーパー・パーティション・クロマトグラフィー (P・P・C) によるアミノ酸の検出

P・P・Cは1次元、2次元を行ない、すべて試料、試料+標準、標準を同時に展開し、濾紙上でニンヒドリン反応、ジアゾ反応、ミロン反応、イサチン反応、硫黄の定性などの特定アミノ酸検出反応⁽³⁷⁾を行った。マツタケ中に存在が推定された遊離アミノ酸をTable 3に示す。

Table 3. マツタケ中の遊離アミノ酸

Spot 番号		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Rf	n-ブタノール, 酢酸, 水 (4:1:2)	0.11	0.25	0.27	0.27	0.27	0.34	0.40	0.42	0.45	0.50	0.58	0.65	0.73
	フェノール, 水 (7:3)	—	0.50	0.12	0.35	0.20	0.47	0.60	0.89	—	0.66	0.74	0.90	0.85
試料番号		アミノ酸												
		シスチン	ヒスチジン	アスパラギン酸	セリン	グルタミン酸	スレオニン	アラニン	プロリン	—	チロシン	バリン	フェニルアラニン	ロイシン
試料 A	No. 1		++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
	No. 3				++	++	++	++	++		++	++		++
	No. 5		++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
	No. 7				++	++	++	++	++		++	++		++
試料 B	No. 1	++	++	++	++	++	++	++	++		++	++	++	++
	No. 2	++	++	++	++	++	++	++	++		++	++	++	++
	No. 3	++	++	++	++	++		++		+	++	++	+	++
	No. 4		++	++	++	++		++		++	++	++	++	++
	No. 5			+	++	+		++						
	No. 6	++	++	++	++	++	++	++		+	++	++	+	++
	No. 7		+	++	++	++		++		++	++	+		++
	No. 8			++	++	++		++		++	++	+		++
	No. 9			+	++	+								
	No. 10			+	+	+								
ジアゾ反応			橙								橙			
イサチン反応									青				青	
ミロン反応											赤			
ニンヒドリン反応		赤紫	赤紫	青紫	紫	紫	赤紫	紫	黄	紫	緑紫	紫	紫	紫
硫黄の定性		++												

注) 1. 試料番号と処理条件については、Table 1, 2およびFig. 1を参照。
2. 表中の++は発色の強いSpot, +は発色の弱いSpotを示す。

マツタケの不良化に伴い良質マツタケに認められる遊離アミノ酸が漸次消失することを知ることができたが、なかでも良質マツタケに存在し、不良質マツタケに存在しないヒスチジンとフェニルアラニンについては特有反応、すなわちヒスチジンはジアゾ反応による赤橙色の発色で、フェニルアラニンはイサチン-酢酸液処理による青色発色で確認した。

注) イサチン反応：この反応はプロリンの検出に用いられる反応であるが⁽³⁷⁾、フェニルア

ラニンに対しても青色に発色することを認めた。

Fig. 2 はヒスチジンおよびフェニルアラニンの消失を示したペーパー・クロマトグラム（以下 P・G と略）である。

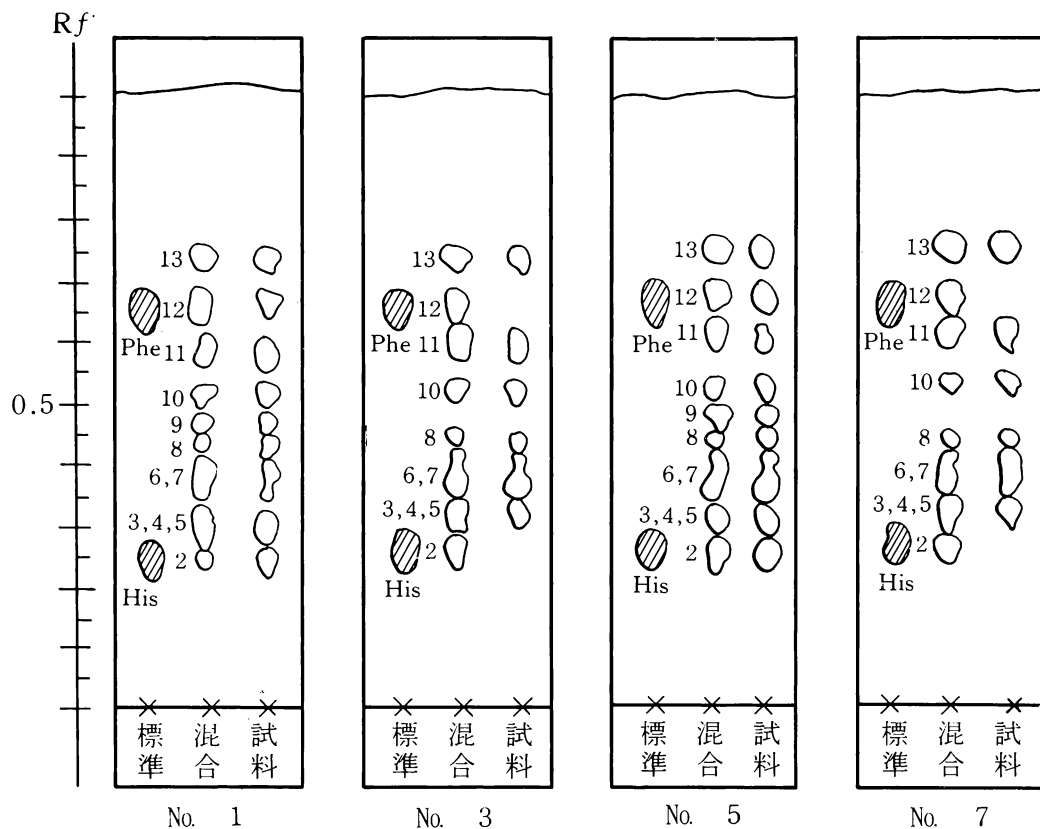


Fig. 2, 試料-Aの amino 酸とヒスチジンおよびフェニルアラニンの消失

展開溶媒：n-ブタノール，酢酸，水（4：1：2 V/V/V）

濾紙：東洋濾紙 No.52

展開時間：22℃ 7時間

注) No.3, No.7 はヒスチジン，フェニルアラニンが消失。

His: Histidine, Phe: Phenylalanine

2. ペーパー・パーティション・クロマトグラフィーによるヒスタミンおよびフェニルエチルアミンの検出

Fig. 3 に示すように試料-Aの No.2 を n-ブタノール，酢酸，水（4：1：2）で展開すると

Rf 0.19 にニンヒドリン反応赤褐色で、ジアゾ反応陽性の物質を検出した。この物質はフェノール、水 (7 : 3) の展開溶媒では Rf 0.67 であり、文献値⁽³⁷⁾ からヒスタミンであると推定した。また試料-B の № 15, № 16, № 17, № 19 を n-ブタノール、酢酸、水 (4 : 1 : 2) で展開すると Fig. 4 に示すように Rf 0.70 のニンヒドリン反応陽性、イサチン反応は赤紫色の揮発性物質を検出した。この物質はフェノール、水 (7 : 3) の展開溶媒では Rf 0.90 であり、標準試料と共に展開した結果フェニルエチルアミンであると推定した。

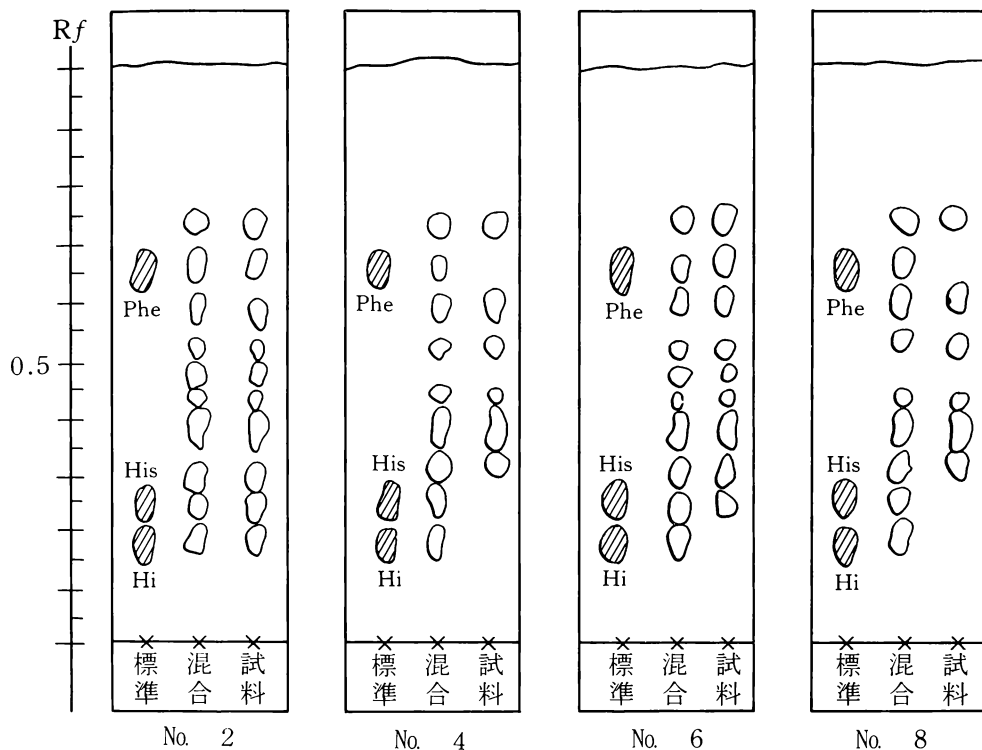


Fig. 3, 試料-A のクロマトグラム (1次元)

展開溶媒 : n-ブタノール, 酢酸, 水 (4 : 1 : 2 V/V)

濾紙 : 東洋濾紙 No.52

展開時間 : 15 °C, 12 時間

注) His : Histidine , Phe : Phenylalanine

Hi : Histamine

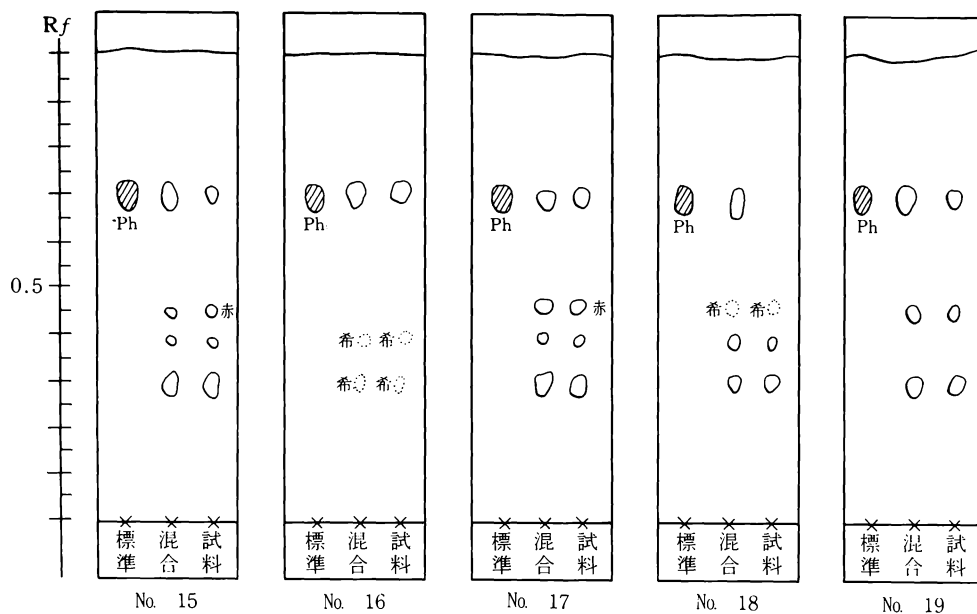


Fig. 4; 試料-Bのクロマトグラム (1次元)

展開溶媒：*n*-ブタノール，酢酸，水 (4 : 1 : 2 V/V)

濾紙：東洋濾紙 No.52

展開時間：20℃，8時間

3. 中性，酸性，強塩基性，弱塩基性窒素区分よりのアミノ酸およびアミンの検出

マツタケ中の窒素化合物のうち水に可溶性成分について，イオン交換樹脂を用いて中性，酸性，強塩基性，弱塩基性物質に分別した⁽³⁸⁾。分別方法は Fig. 5～7 のように行ない，Table 4 に示した試料について P・P・Cにより更にアミノ酸およびアミンを検索した⁽³⁶⁾。P・P・Cは東洋濾紙 No.52を用い，12℃，15時間展開して行ない，Table 5 に示すアミノ酸およびアミンの存在と消長を認めた。

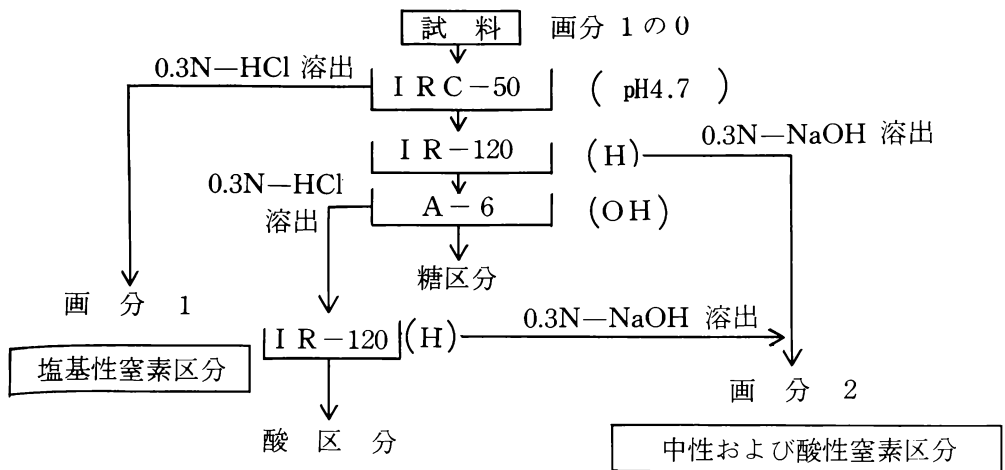


Fig. 5, イオン交換樹脂による窒素成分の分別法

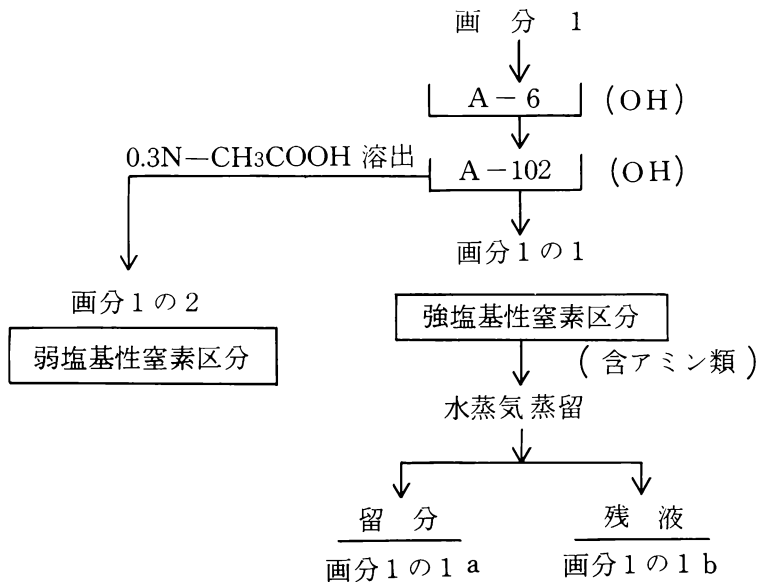


Fig. 6, 強塩基および弱塩基性窒素成分の分別法

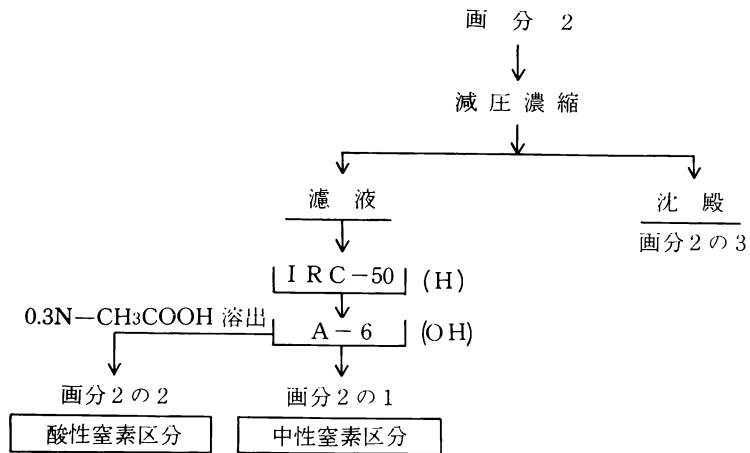


Fig. 7, 中性および酸性窒素成分の分別法

Table 4, イオン交換樹脂による分別試料の種類

窒 素 区 分		画 分		試料番号 および条件				
				1	2	3	4	5
				良質マツタケ (酵素作用停止)	自家消化マツタケ	人工不良化マツタケ (短期)	同 (中期)	同 (長期)
イオン交換による分離前	画分1の0	試 料 の 種 類	1 a	2 a	3 a	4 a	5 a	
強塩基性窒素 (揮発性留分)	画分1の1 a		1 b	2 b	3 b	4 b	5 b	
同 (不揮発分)	画分1の1 b		1 c	2 c	3 c	4 c	5 c	
弱塩基性窒素	画分1の2		1 d	2 d	3 d	4 d	5 d	
中 性 窒 素	画分2の1		1 e	2 e	3 e	4 e	5 e	
酸 性 窒 素	画分2の2		1 f	2 f	3 f	4 f	5 f	
中性・酸性沈殿部窒素	画分2の3		1 g	2 g	3 g	4 g	5 g	

- 注) 1. 試料は1959年10月23日 晴天 朝8時に堂谷山より採集したものを用いた。
2. 試料の良質マツタケとは採集と同時に99%アルコールにて酵素作用を停止したもの、自家消化マツタケとは19~20℃の暗室に7日間放置したもの、人工不良マツタケとは25℃、湿度80%の恒温、恒湿を保ち不良化したもので短期は8日間、中期は14日間、長期は63日間処理したものである。
3. 抽出は30℃の温水で行ない、10%トリクロール酢酸で除蛋白し、減圧濃縮して調製試料とした。

Table 5, マツタケの腐敗とアミノ酸およびアミンの消長

種 別		ア ミ ノ 酸												ア ミ ン	
Rf	p-ブタノール, 酢酸, 水 (4:1:2)	0.25	0.28	0.34	0.40	0.42	0.56	0.65	0.73	0.11	0.58	0.26	0.32	0.19	0.72
	フェノール, 水 (7:3)	0.50	0.35	0.47	0.60	—	0.66	0.90	0.85	0.13	0.74	0.12	0.20	0.68	0.91
試料の種類		推定物質												ヒスタミン	フェニルエチルアミン
		ヒスタジン	セリン	スレオニン	アラニン	プロリン	チロシン	フェニルアラニン	ロイシン	シスチン	バリン	アスパラギン酸	グルタミン酸	ヒスタミン	フェニルエチルアミン
画分1の0 分離前	1 a	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	検 出 不 能	検 出 不 能
	2 a	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++		
	3 a	—	++	++	—	++	++	—	++	++	++	++	++		
	4 a	—	++	++	—	—	++	—	++	—	++	+	++		
	5 a	—	++	++	—	—	++	—	++	—	++	+	++		
画分1の1a 強塩基性 窒素 (揮発留分)	1 b														—
	2 b														—
	3 b														++
	4 b														++
	5 b														—
画分1の1b 同 (不揮発分)	1 c													—	
	2 c													—	
	3 c													++	
	4 c													++	
	5 c													—	
画分1の2 弱塩基性 窒素	1 d	++													
	2 d	++													
	3 d	+													
	4 d	—													
	5 d	—													
画分2の1 中性窒素	1 e		++		++	++		++	++	++	++				
	2 e		++		++	++		++	++	++	++				
	3 e		++		++	++		—	++	++	++				
	4 e		++		++	++		—	++	—	++				
	5 e		++		++	++		—	++	—	++				
画分2の2 酸性窒素	1 f											++	++		
	2 f											++	++		
	3 f											++	++		
	4 f											±	++		
	5 f											+	++		
画分2の3 中性・酸性 沈殿部窒素	1 g						++	++	++	++					
	2 g						++	++	++	++					
	3 g						++	—	++	++					
	4 g						++	—	++	—					
	5 g						++	—	++	—					
ジアゾ反応		橙					橙							橙赤	
イサチン反応						青		青							赤紫
ミロン反応							赤								
ニンヒドリン反応		赤紫	紫	赤紫	紫	黄	緑紫	紫	紫	赤紫	紫	赤紫	紫	赤褐	青
硫黄の定性											++				

注) 1. 試料の処理、分別方法および種類はFig. 5~7および Table 4 参照。
2. 表中の++は発色の強いSpot、+は発色の弱いSpot、—は消失を示す。

特に強塩基性窒素区分からはフェニルエチルアミンを、また強塩基性不揮発性窒素区分からはヒスタミンを検出したが、これらのアミンは良質マツタケには認められないので、これらはマツタケの不良化（腐敗）に伴い生成したものと考える。

弱塩基性窒素区分ではヒスタジジンが検出されたが、これはマツタケの不良化（腐敗）が進むに伴い消失することを知った。また中性窒素区分では良質マツタケに認められたフェニルアラニンが不良化（腐敗）により消失することを知った。なお本法ではスレオニンは分別不可能であり、中性窒素区分に認められなかった。また酸性窒素区分からはグルタミン酸、アスパラギン酸の存在を認めた。

4. 沝紙電気泳動法によるアミノ酸およびアミンの検出

P・P・Cを行なったそれぞれの試料について、沝紙電気泳動法によりアミノ酸およびアミンの確認を行なった。すなわち電解液として5N-酢酸（pH 1.7）を使用し、沝紙は東洋沝紙No. 2（40cm×15cm）を用い、580V/40 cm、5.8 mA/15 cmで2時間泳動を行なった⁽³⁹⁾。その結果P・P・C法により存在を推定したそれぞれのアミノ酸およびアミンを確認した⁽³⁶⁾。すなわち標準試薬の泳動距離と試料の泳動距離を比較し、泳動距離3.5 cmにヒスタジジン、7.7 cmにフェニルアラニン、8.8 cmにヒスタミン、4.8 cmにフェニルエチルアミンが存在することを確認した。

5. アミンの分離と確認

良質マツタケの不良化に伴い、ある時期すなわち自家消化が十分行なわれて初期腐敗に移る時期において、良質マツタケに存在している10余種のアミノ酸のうち、ヒスタジジンおよびフェニルアラニンが同時に

消失し、ヒスタミンおよびフェニルエチルアミンが生成することをP・P・Cおよび沝紙電気泳動法により推定したが、更にこれらのアミンの存在を確認するため、Fig. 8 に示す方法により各種

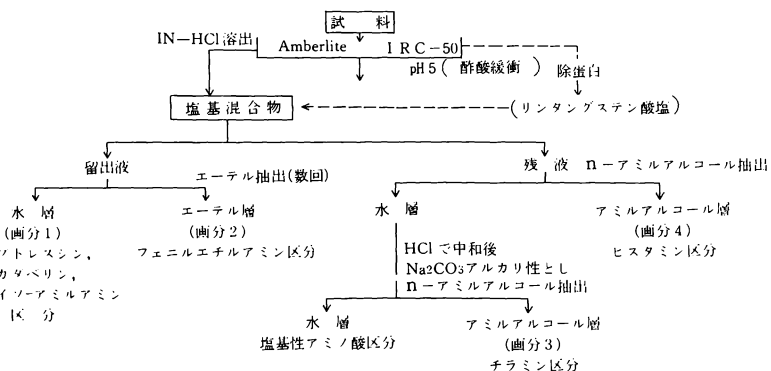


Fig. 8. アミンの系統的分離法

アミンを系統的に分離して⁽⁴⁰⁾，再びP・P・C法により再確認したほか，アミンの誘導体を製して更に確認した⁽⁴¹⁾。

1. 試料：1960年10月 堂谷山に自生した良質マツタケ約10kgを採集してこれを人工不良化した。前記のアミノ酸が消失する時期，すなわち初期腐敗マツタケ（人工不良化8日）および強度腐敗マツタケ（人工不良化63日）をアルコールに浸漬（濃度は，試料100g当り99%アルコール200CC）して酵素作用を停止後，ミキサーにかけ十分に温水（30℃）抽出を行ない，滲液を除蛋白（10%トリクロール酢酸を試料100g当り60CC）して試料とした⁽⁴²⁾。

2. 分離したアミン区分のP・P・C：初期腐敗マツタケ，強度腐敗マツタケともに Fig. 8の，画分1にはニンヒドリン呈色物質を認めなかったが，初期腐敗マツタケの画分2にはフェニルエチルアミン，画分4にはヒスタミンの存在を，また強度腐敗マツタケの画分3にはチラミンを認めた。これらのアミンのRf値および呈色反応をTable 6に示す。初期腐敗マツタケにはチラミンを認め得ず，また強度腐敗マツタケにはヒスタミン，フェニルエチルアミンを認めることは出来なかった。

Table 6, アミン各区分のRfと特定反応

試料	展開溶媒 n-ブタノール 酢酸, 水 (4:1:5)	フェノール 水飽和	ニンヒド リン反応	ジ ア ズ 反 応	イサチン 反 応	確 認 アミン
画分 2	0.72	0.91	+ 青		+ 赤紫	フェニルエチルアミン
画分 3	0.62	0.85	+ 灰赤	+ 橙赤		チラミン
画分 4	0.19	0.68	+ 赤褐	+ 橙赤		ヒスタミン

- 注) 1. 試料(画分)の展開は12℃、15時間、東洋濾紙No52を用いそれぞれの画分に存在が推定される標準アミンを混ぜもの、および標準アミンと同時に行う。
2. 試料の画分は Fig. 8 参照。

3. 誘導体による検索

イ. P・P・C法による方法：P・P・Cにより Fig. 8の，画分2からフェニルエチルアミン，画分3からチラミン，画分4からヒスタミンをそれぞれ検出したので，更に誘導体を作りこれらのアミンの確認をした。すなわち画分2についてはβ-ナフトールのベンツオイル誘導体の製法に準じ⁽⁴³⁾，フェニルエチルアミンのベンツオイル誘導体の生成を試みたが，極く微量であったので捕捉は困難であった。画分3，4についてはピクラートの生成を試みた。すなわちピクリン酸のエタノール溶液で中和濃縮後冷却し，黄色結晶を得た。これを更にメタノールで再結晶し，画分3よりは黄色板状結晶35.0mgを，また画分4よりは黄色棒状結晶76.4mgを得た。

これらの誘導体についてはP・P・Cを行なった。P・P・Cの展開には市販の純チラミン，およびヒスタミンのピクラートを標準として，試料より得たピクラートと同時に展開した。その結果は Fig. 9のように標準と試料のRf値は，2展開溶媒とも完全に一致をみた。

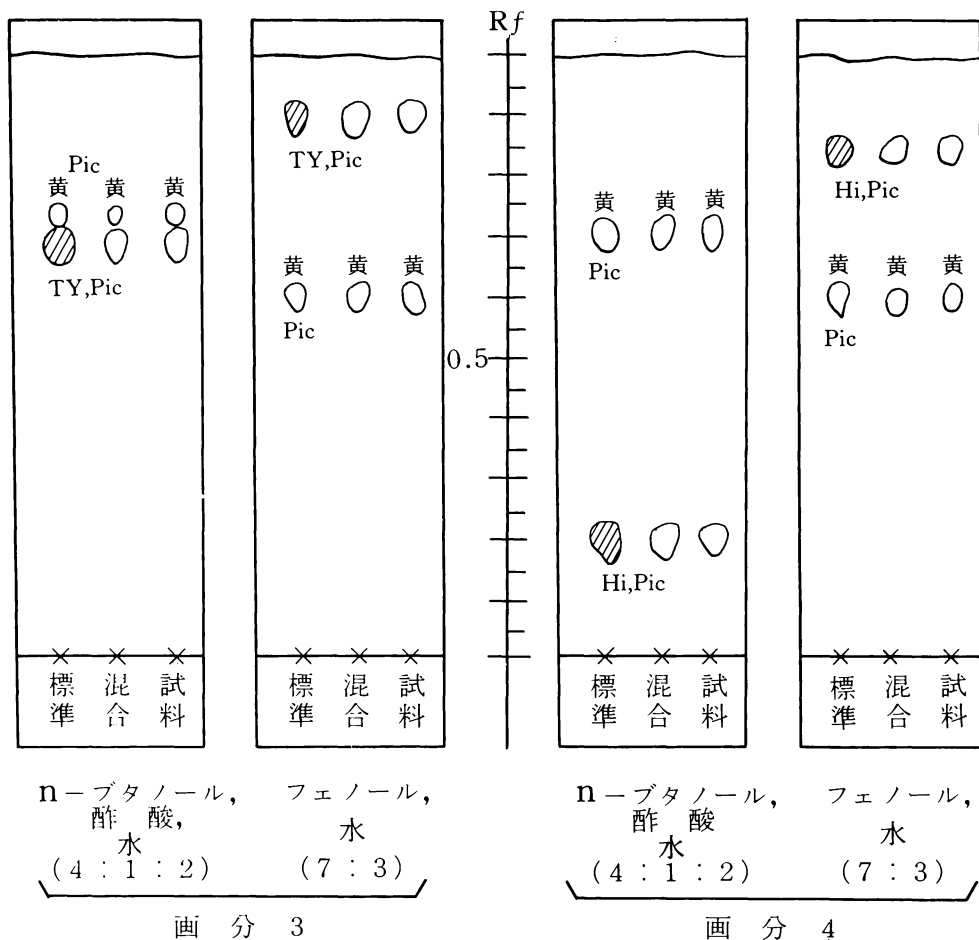


Fig. 9, チラミンおよびヒスタミンのピクラートのクロマトグラム

- 注) 1. TY,Pic : Tyramine Picrate Hi,Pic : Histamine Picrate
Pic : Picric acid
2. 展開は12°C、15時間、東洋濾紙No52による。
3. 試料の画分は Fig. 8 参照。

ロ. ヒスタミンの確認：ヒスタミンのピクラートは再結晶を繰返して得た結晶について、元素分析を行ない次の結果を得た。

- a. 融点：標準 227 ~ 229 °C
試料 227 ~ 230 °C
混合 227 ~ 230 °C
- b. 元素分析値：

	H	C	N
理論値	2.64 %	35.85 %	22.12 %

標準	2.81%	36.18%	20.58%
試料	2.82%	36.35%	20.63%

注) 窒素の分析はMicro Dumas法による。

分析は1961年8月 京都大学元素分析センターに依頼して行なった。

ハ. チラミンの確認：チラミンのピクラートは試料少量で十分な再結晶は出来なかったが、元素分析を行ない次の結果を得た。

- a. 融点：標準 198 ~ 200 °C
 試料 195 ~ 200 °C
 混合 195 ~ 200 °C

b. 元素分析値：

	H	C	N
理論値	3.83%	45.90%	15.30%
標準	3.98%	45.58%	15.27%
試料	3.68%	32.07%	18.93%

注) 分析はすべてヒスタミンピクラートの分析に準じた。

6. 小 括

良質マツタケに存在していたヒスチジンやフェニルアラニンが不良質マツタケには認められず、不良質マツタケからはヒスタミンやフェニルエチルアミンを検出した。ヒスチジンやフェニルアラニンの消失はマツタケの自家消化の段階では認められないが、不良化が進み腐敗しはじめるころ(初期腐敗と言う)すなわち Table 4 の試料3(良質マツタケを採集後8日間、25°C、湿度80%に保ち人工不良化したもの)より消失を認めた。またヒスタミンやフェニルエチルアミンは自家消化段階では存在を認めなかったが、両アミノ酸の消失が認められる腐敗の初期よりその生成をみた。また強度腐敗マツタケ(人工不良化63日間)にチラミンが存在することをアミン類の系統的分離とP・P・Cにより推定したほか、ヒスタミン、チラミンについてはPierateを生成しこれを元素分析した結果よりその存在を明確にした。

安藤⁽⁴⁴⁾によれば、アミンの消失は一般にpH 5.5~8.0の広い帯域にわたって行なわれ、アミンのうち最初にヒスタミン、つぎにフトレスシン、カダベリンなどのジアミン、最後にチラミン、イソアミルアミンのようなモノアミンの順に消失するとの報告もあるが、マツタケについても一旦生成されたヒスタミンやフェニルエチルアミンは腐敗が更に進むと分解し消失することを知った。

第 III 章 マッタケの腐敗と窒素成分の変動

1. 良質マッタケと不良質マッタケの窒素成分の比較

Fig. 10 のように調製した試料について、マッタケの不良化による乾物量および窒素成分の変

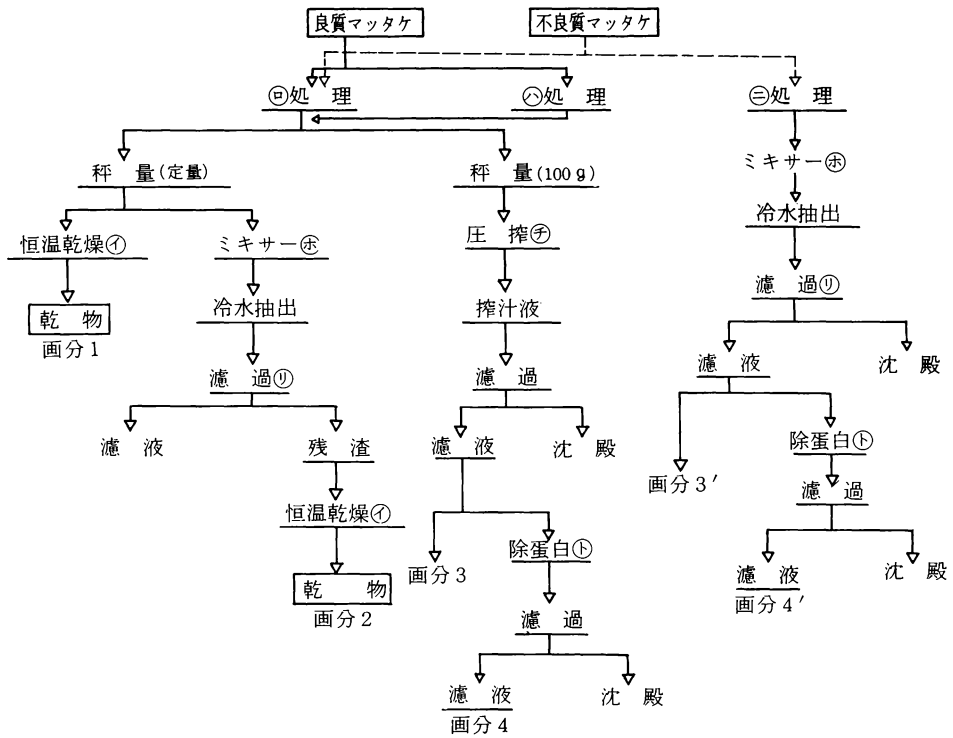


Fig. 10, 良質マッタケと不良質マッタケの処理方法

注)

- ①…恒温加熱乾燥 (105℃) する。
- ②…採集後実験室に運び、直ちに処理する。
- ③…人工不良質マッタケを作るため、湿度90~95%、室温18~20℃の暗室に放置する。
- ④…乾燥マッタケを作るため、天日で十分に乾燥する。
- ⑤…ミキサーで粥状にする。
- ⑥…吸引濾過する。
- ⑦…10%トリクロール酢酸で除蛋白する。
- ⑧…乳鉢であり、压榨機で压榨する。
- ⑨…ニンヒドリン反応が陰性になるまで冷水にて洗滌する。

化を調べたところ⁽⁴⁵⁾，Table 7 の結果を得た。

Table 7， 採集の条件および乾物量・窒素量の測定値

試料	良質 マッタケ %					人工不良質マッタケ		自然不良質マッタケ			
						短	長				
採集 1958	10.16	10.22	10.24			10.24	10.24	10.15	10.22	10.26	
採集および 試料の条件	前夜雨，朝 採，夕方秤 ツボミ，中 開少し含む	雨朝採，夕 方秤，ツボ ミ，中間少 し含む	前夜雨，朝採，夕方秤， ツボミ，中間少し含む			前夜雨， 朝採， 11月12日秤	前夜雨， 朝採， 11月27日秤	晴天朝採， 夕方秤	雨朝採， 夕方秤	前夜雨， 朝採， 夕方秤	
乾物量 (%)	画分 1	10.02	10.01	10.38			6.50	4.91	9.46	8.47	8.52
	画分 2	—	5.19	—			—	—	—	5.65	—
放置日数			即日	3日後	10日後	20日後	35日後	—	天日乾燥(長)	即日	
全可溶性窒素 画分3(mg%)			179	223	176	179	56	—	63	104	
蛋白態窒素 (mg%)			—	46	—	—	40	—	0.0	52	

- 注) 1. 蛋白態窒素は画分3(または3')—画分4(または4')として求める。
 2. 画分4は表中に省略する。
 3. 表中の%は秤量時のマッタケの生量に対する%である。

1. 乾物量：良質マッタケの乾物量は約10%で，90%が水分および微量の揮発成分である。山地で自然不良化(腐敗)したマッタケは約9%，人工的に十分不良化(腐敗)した不良質マッタケでは約5%の乾物量を示すことから，揮発性成分が不良化(腐敗)により著しく増大することが想像される。すなわち乾物量に対する水分+揮発性成分量の関係はその含有比が良質マッタケ(1:9)，自然不良質マッタケ(1:10)，人工不良質マッタケ(1:19)の順に高くなっていること，また良質マッタケの乾物量が自然不良質マッタケよりも約0.5~1.5%，人工不良質マッタケよりも約3.5~5.1%大であることは明らかに良質マッタケが不良化するにつれて揮発性物質を生産することを示す。勿論不良化に伴い低分子化合物が生成することは容易に想像されるところであるが^(46, 47)，不良質マッタケおよび自然不良質マッタケの冷水抽出残渣の乾物量が，良質マッタケの約50%にしかあたらないことも不良化に伴う揮発性物質の生成を示すものである。

2. 冷水可溶物質：マッタケ中の冷水による可溶物量の生体重に対する比率は，良質マッタケでは約4.8%，自然不良質マッタケでは約2.8%で，良質マッタケの冷水可溶物量は，自然不良質マッタケの約1.7倍であった。

3. 窒素量：マッタケ中の可溶性全窒素量についてみると，良質マッタケと不良質マッタケの間に著しい差を認めた。すなわち良質マッタケの採集直後および10日後の窒素量はほぼ同等であるのに対し，自然不良質マッタケの採集直後の可溶性窒素量は前者の約60%である。また良質マッタケは採集後3日目には採集当日よりも2割強多量の可溶性窒素を含み，この時期に特に可溶性窒素量の増加があることを知る。

可溶性蛋白態窒素含量は，良質マッタケに比較して自然不良質マッタケが多く，人工不良質マッタケでは減少していることを知る。

これらのことからマッタケの不良化(腐敗)がおこると，含窒素化合物の低分子化がおこり，

すでに窒素成分の一部は体外に揮発していることも明らかである。

4. 天日乾燥マツタケについて：自然不良質マツタケの天日乾燥処理したものの可溶性全窒素は、乾燥しないものの約60%であり、可溶性蛋白質は測定されなかった。

5. マツタケ汁液中の窒素について：良質マツタケを採集後放置するとき、汁液中の全窒素は一旦増加するが、その後の不良化（腐敗）につれて減少することを認めた。その減少量は約 $\frac{1}{4}$ である。また汁液中の蛋白態窒素は不良化（腐敗）に伴い一旦は増大し、再び減少する。

これらのことからマツタケが腐敗する時、その前提として自家消化^(48, 49, 50)がおこっていると考えられる。

2. 良質マツタケの不良化（腐敗）に伴う窒素成分の変動

良質マツタケを、一定条件のもとで不良化（腐敗）したとき、どのように窒素成分が変化するか、特に揮発性塩基窒素およびこれに伴う乾物量や pH などの変化について調べ、マツタケの自家消化や腐敗の現象を明らかにした⁽⁵¹⁾

試料は 1959 年 10 月 23 日晴天、朝 8 時に堂谷山より採集した Fig. 11 に示す良質マツタケを用い、以下のような処理条件および分析方法により Table 8 および Fig. 12 に示すように処理した。

1. 処理条件：土やゴミを刷毛で軽く落とし、手早く Fig. 13 に示したように縦に裂き、各試料を均質に配分する。

(A) …… アルコールに浸漬し酵素作用を停止する。濃度は試料 100 g 当り 99%アルコール 200 CC とする。

(B) …… 19~20℃の暗室に 7 日間放置し、自家消化せしめた後、(A) と同様に処理する。

(C) …… 25℃、RH 80%の恒室で、不良化の条件を与えて一定期間貯蔵し、人工不良質マツタケを作り後、(A) と同様に処理する。

(D) …… 乳鉢ですり、ガーゼに包んで汁液をしぼり出す。

(E) …… アルコール添加試料のままミキサーにかける。

(F) …… 遠心分離（約 4,000 r. p.m. 15 分）。

(G) …… 吸引ろ過。

(H) …… 減圧濃縮。

(I) …… 試料を 30℃の温水 200 CC、200 CC、100 CC を用いて 3 回、各 20 分宛抽出し、汁液の分離は (F) のようにして行ない、最後の沈殿物は 3 回洗滌する。

(J) …… 10%トリクロール酢酸を、もはや沈殿物を生じなくなるまで加えて、(試料 100 g 当り 60CC 添加) 除蛋白する⁽⁵²⁾。

(K) …… 燐タングステン酸を加えて、(調製試料 100 CC 当り濃塩酸 18CC および燐タングステン酸 15 g を 20% 溶液として加え、水で 200 CC に希釈した後、48 時間放置して結晶性粒状沈殿を作り、沈殿は 0℃にした 1% 塩酸を含む 2.5% 燐タングステン酸溶液

100 ~ 150 CCで洗滌) 塩基または塩基性アミノ酸を沈殿する⁽⁵³⁾。

(L) …… 45℃減圧乾燥して秤量。

2. 分析方法

(イ) …… 全窒素：キルダール法による。

(ロ) …… アミノ態窒素：パンスライク法による。

(ハ) …… 蛋白態窒素：全窒素より(J)処理後の滷液中の窒素を差引き窒素量を求め、これに6.25を乗じて算出する⁽⁵⁴⁾。

(ニ) …… 乾物量：(L)による。

(ホ) …… 水分：全量より乾物量を差引いたものを水分とする。

(ヘ) …… pH：E. Merck, pH試験紙による。

(ト) …… 揮発性塩基窒素：Fig. 14に示す装置により腐敗中に発生する塩基性窒素をN/50-H₂SO₄に吸収せしめた後、N/50-NaOHで滴定する。腐敗を促すため水分を含めた空気を送る。

(チ) …… 水溶液中の揮発性塩基窒素：水蒸気蒸留して得た留分について行なう。

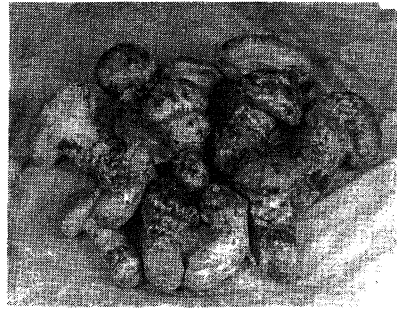


Fig. 11, 試料(良質マツタケ)

Table 6, 試料の処理および分析方法(I)

No	試料		処理条件	分析方法
	主な目的			
1	良質マツタケに遊離アミノ酸の存否		(A), (E)処理	(イ), (ニ)
2	自家消化マツタケについて、貯蔵中の蛋白分解酵素の作用		(B)処理7日, 後(A), (E)処理	(ニ)
3	人工不良質マツタケと良質マツタケと比較		(C)処理8日, 後(A), (E)処理	(ニ)
4	同上		(C)処理14日, 後(A), (E)処理	(ニ)
5	腐敗時の揮発性塩基窒素の測定		(C)処理63日, 後(A), (E)処理	(ニ), (ト)
6	同上		(C)処理95日, 後(A), (E)処理	(ト)
7	腐敗時のpH変化		(C), (D)処理	(ヘ)
8	温水による抽出条件の設定		(A), (E)処理	

注) (E)処理の終わった試料は、表に示した分析のほか更にFig. 12の処理および分析を行なう。

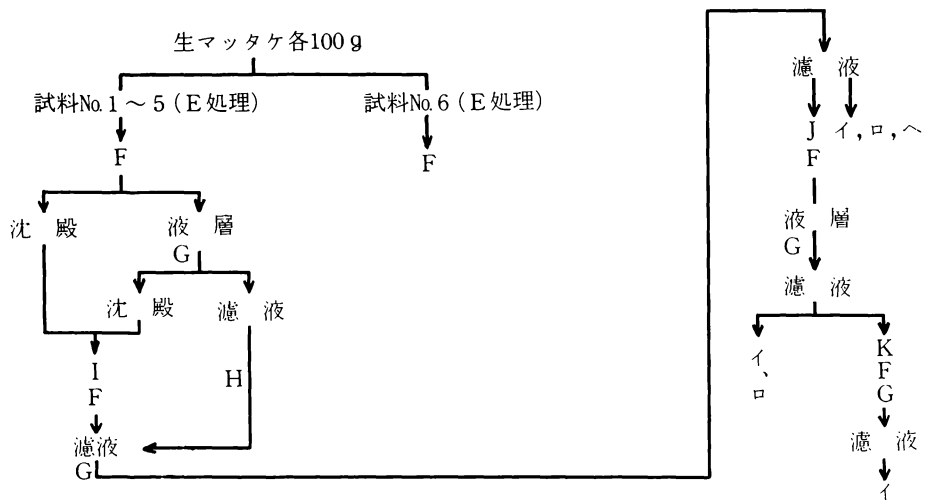


Fig. 12, 試料の処理および分析方法 (II)



Fig. 13, 試料の裂き方

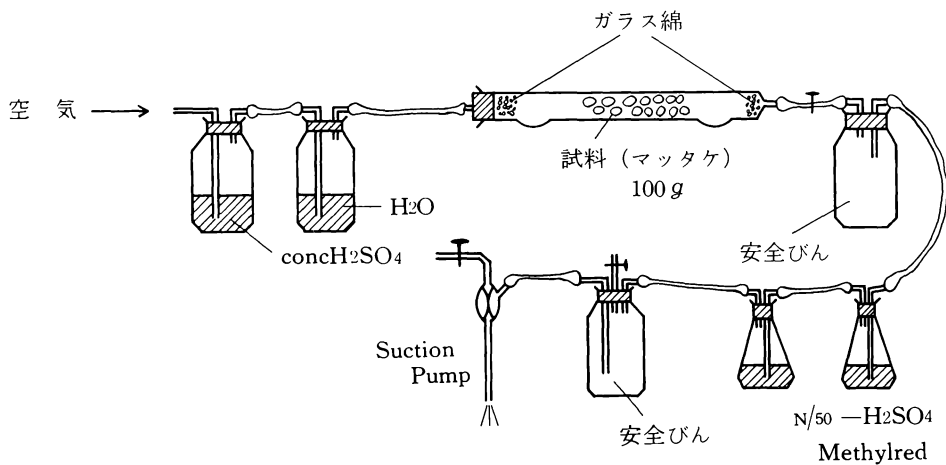


Fig. 14, 腐敗中に発生する揮発性塩基窒素の測定装置

3. 窒素成分の抽出条件 (I) について：実験に先だち試料 № 8 について 30℃ 温水による抽出条件を検討したところ Fig. 15 のような結果を得た。VI の抽出段階で 7.93% の抽出量をみるが、残渣中の窒素をニンヒドリン反応陰性まで完全に抽出するには長時間を要し変質のおそれがあるので、V の段階で抽出を止めた。

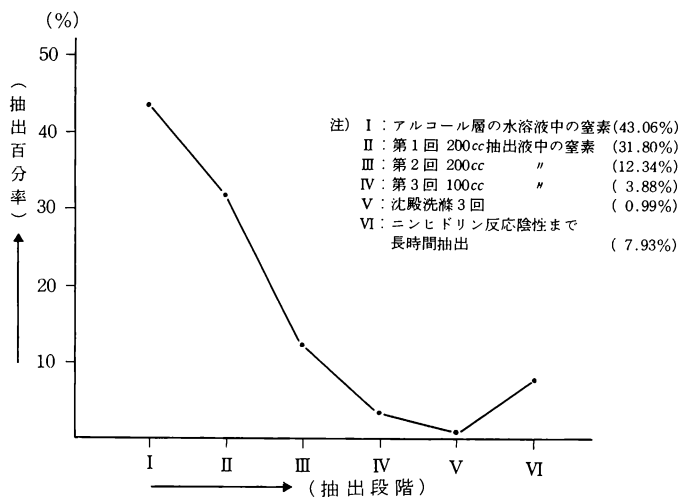


Fig. 15. 30℃ 温水による窒素成分の抽出条件

4. 良質マツタケ菌(生)の主成分：試料 № 1 を用いて主成分を測定し、Table 9 のような析値を得た。良質マツタケ菌(生)の総窒素量は、0.343% で、これは全乾物量の 3.51% であり粗蛋白質量は 21.9% であることを知る。

Table 9, 良質マツタケ菌(生)の主成分測定値 (%)

(総窒素量) 粗蛋白質	水分	その他
(0.343) 2.14	90.22	7.64

注) 1. 単位は生量に対する%を示す。(54)
 2. 粗蛋白質量は試料中の窒素の総量に 6.25 を乗じて求める。

5. 腐敗時における乾物量の変化：(C) の方法により腐敗せしめた試料の乾物量は Table 10 のようであり、マツタケが腐敗するに伴い乾物量は減少するが、(C) 処理による腐敗が 8 日では 15.3%、14 日では 17.0%、63 日では 37.0% の減少を認めた。マツタケの腐敗と乾物量の変化を Fig. 16 に示す。

Table 10, マツタケの乾物量測定値

試料番号	1	3	4	5
放置日数	0	8	14	63
乾物量 (%)	9.78	8.28	8.12	6.16

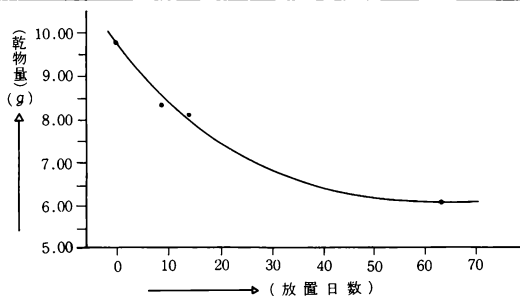


Fig. 16. マツタケの腐敗と乾物量(生マツタケ(菌) 100g 当り)の変化

6. 自家消化および腐敗時の pH 変化：腐敗は自然界に広く存在する微生物の営む生活作用の結果によるものであるが、新鮮なキノコ類では、広い意味から腐敗の前段階と考えられるものに自家消化⁽⁴⁹⁾がある。すなわち採集後も生活機能を有し、時日の経過とともに組織中に存する諸種の酵素の作用をうけ、自ら自体の組織を分解するもので、腐敗マツタケと異り、外見上は健全で良質マツタケと変わらない。これらの自家消化を含み、腐敗時の pH 変化をマツタケの搾汁液について調べ Fig. 17 のような結果を得た。また水浸出液の pH は Table 11 のようであった。

良質マツタケの搾汁液は弱酸性で、自家消化および初期腐敗時には、更に酸性に傾き、腐敗がある程度進行する

と急に弱アルカリ性に变化する。水浸出液についても同じ傾向をみた。なお自家消化の進行していると思われる健全な中開マツタケの(A)処理したものの pH は 5.8 であり、蓄マツタケより酸性に傾いていることを認めた。

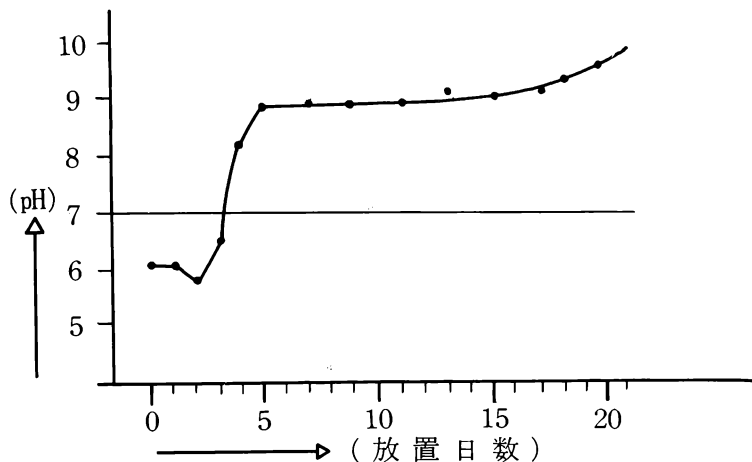


Fig. 17, マツタケの腐敗と pH の変化

Table 11, マツタケ水浸出液の pH

試料	番外	1	2	3	4	5	6
試料の条件	中開 A 処理	蓄 A 処理	蓄 C 処理	蓄 D 処理	蓄 D 処理	蓄 E 処理	蓄 E 処理
放置日数	即日	即日	7 日	8 日	14 日	63 日	95 日
pH	5.8	6.1	5.7	7.3	7.0	6.8	7.2

注) 1. 試料を (1) 処理により抽出した水浸出液 1000cc について測定した。
2. 放置日数は採集後測定までの日数を示す。

7. 腐敗と揮発性塩基窒素の生成：腐敗の程度を判定するため^(55, 56)、揮発性塩基窒素を、Fig. 14 に示す装置により (C) 処理した試料について (b) の方法で測定した。Fig. 18 に (C) 処理室を示す。

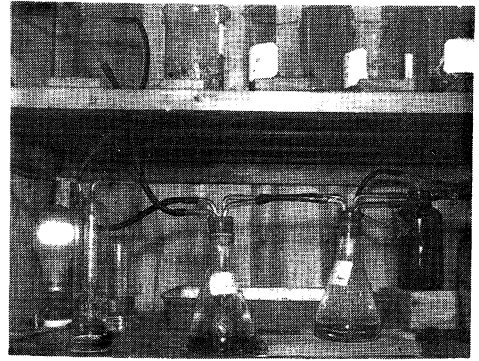


Fig. 18, マツタケ人工不良化室

一般に腐敗を速めるものに細菌数や温度が考えられるが、前述のように前者は最初に存在した細菌数には関係がないと言われているので⁽²⁶⁾、最初の細菌数の多少については考慮しなかつた。また後者については、細菌の増殖や酵素の作用に関係が深く、ある範囲内では温度が高い程細菌増殖、酵素作用は旺盛で、魚肉では腐敗至適温度は25℃付近であると言われている。マツタケの腐敗適温は自家消化の至適温度とは無関係で、細菌の増殖適温に一致するものと考えられているので、本実験におけるマツタケの腐敗は自然温(19℃付近)より高い25℃で行った。またこの温度はむれて中毒マツタケができるときの温度に近い。

良質マツタケ菌 100 g を95日間腐敗させたときに発生した総揮発性塩基窒素は157.5 mgで、良質マツタケ(C)処

理前の全窒素の

45.9%に当る。

Fig. 19は腐敗95日における窒素成分を示したものである。また放置日数と発生した揮発性塩基窒素(腐敗生産物)の量の関係はFig. 20のようであり、略々S字形曲線になることを認めた。これは有機物が細菌に

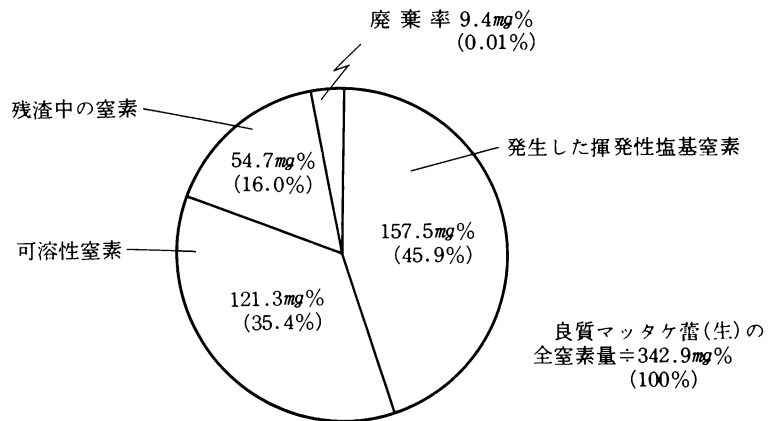


Fig. 19, 強度に腐敗させた場合のマツタケの窒素成分の変動

よって分解されるときに示す曲線(57)に似ている。

さて、腐敗するという事は、一般に窒素を含む有機化合物(主として蛋白質)が微生物(腐敗菌)により低級かつ簡単な物質へと分解される変質現象であり(58)、これにあづかる腐敗菌は特定なものではなく、特に蛋白分解能力の強いものである(59)。腐敗現象は①pHの測定 ②揮発性塩基窒素の測定、③揮発性酸の測定、④過マンガン酸消費量、⑤ヨード消費量、⑥インドール測定、⑦塩化第二水銀またはホルマリンによる沈殿反応、⑧カタラーゼ活性の測定……などの化学的裏づけ方法があるが、最も普遍的方法是①と②であると言われている(60)。

ここでは、腐敗程度を知るため揮発性塩基窒素を測定し、これを腐敗生産物として、この量より腐敗速度を考察した。すなわち、マッタケが細菌により腐敗し分解するときの揮発性塩基窒素(腐敗生産物)の総量をA、腐敗速度恒数をK、腐敗が半量完結するまでの時間(揮発性塩基窒素の半量が発生するまでの時間)を t_1 、時間 t における揮発性塩基窒素の量を y ……とすれば、これらの間には1分子自己触媒反応の速度を示す式より導いた、次の関係が成立する。

$$\log \left(\frac{y}{A-y} \right) = K (t - t_1)$$

Aは y の極限の値であるから分解生産物の量を時間を追って測定し実験的に求めることができる。Kおよび t_1 の値は $\log \frac{y}{A-y}$ と t との間の関係を表わした図、すなわちFig. 21より求めることができる。A、K、 t_1 の三定数はTable 12に示した値をとる。Fig. 21にみられるように、マッタケの腐敗は比較的速い時期(b)に達して急速におこるが、Kの値が比較的小さいことは、後に緩慢な分解が持続し、平衡状態に達するのがおそいためと思われる。一般に食品を貯蔵するにはKの値をできるだけ小さく、 t_1 の値を大きくするとよいと言われているが(61)、マッタケではCに達したものはもはや食用に供し得ないので、マッタケ中毒症の発現も(b)前後の時期にあると考えられる。

注) (b)は、分解が急速にはじまる時点で、初期腐敗の時期である。また(C)は、もはや分解

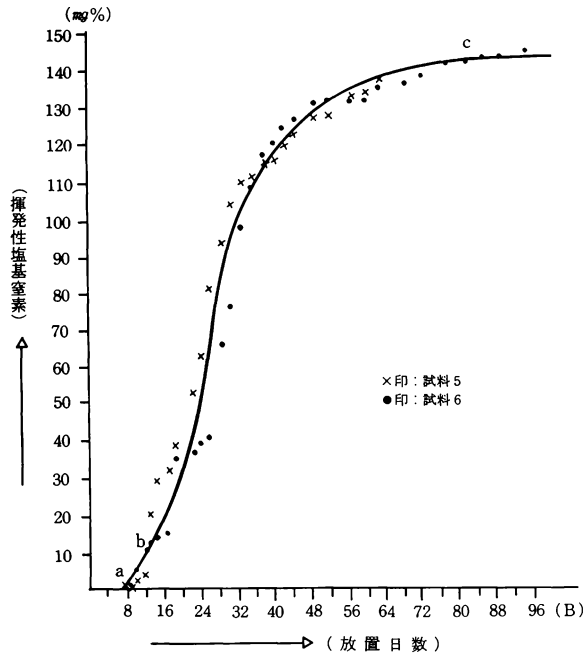


Fig. 20, 放置日数と発生した揮発性塩基窒素(腐敗生産物)の関係

はほとんど進行しないで平衡状態になる時点で強度の腐敗を示す時期である。

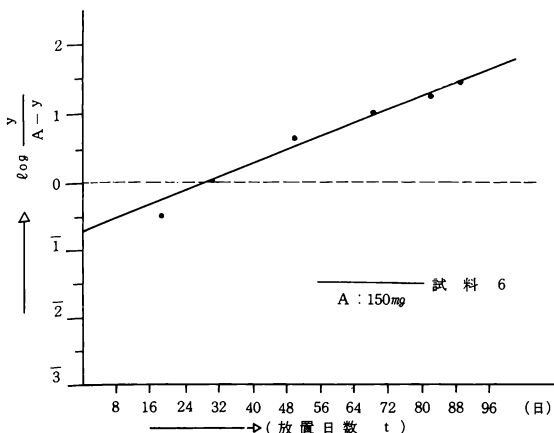


Fig. 21, 放置日数(t)と発生した揮発性塩基窒素(腐敗生産物) ($\log \frac{y}{A-y}$)の関係

注) A……揮発性塩基窒素(腐敗生産物)の総量
t……放置日数(25℃, RH80%の恒室に放置)
y……t 時間に生じた揮発性塩基窒素の量

Table 12, マッタケの腐敗と三定数の関係

試料	6
A	150mg
t ₁	31日
K	0.0229

注) t₁……腐敗が半分完結した日数

したがって、Kの値が小さくても(b)に達するまでの間は短く、特に中毒症をおこし得るマッタケの腐敗の時期は非常に早いものと考えねばならない。

8. 自家消化および腐敗に伴う各可溶性窒素の変化: 試料は処理方法の項で述べたとおり系統的に分離し, ①可溶性全窒素, ②可溶性アミノ態窒素, ③除蛋白液中の窒素, ④可溶性蛋白態窒素(①-

③), ⑤除蛋白液中のアミノ態窒素, ⑥リンタングステン酸沈殿中の窒素, ⑦塩基および塩基性アミノ酸(塩基性窒素と言う)(③-⑥)の量……をそれぞれ測定し, Table 13の結果を得た。

Table 13, 自家消化および腐敗時における各種窒素量の測定値(mg%)

窒素区分	試料の種類(条件)				
	試料 No. 1 即時	No. 2 7日目	No. 3 8日目	No. 4 14日目	No. 5 63日目
可溶性全窒素	187.8	212.1	165.3	123.9	139.0
可溶性アミノ態窒素	73.0	87.8	47.6	22.8	23.8
除蛋白液中の窒素	176.9	206.9	151.2	86.7	61.0
可溶性蛋白態窒素	10.9	5.2	14.1	37.2	78.0
除蛋白液中のアミノ態窒素	72.5	176.3	41.5	17.2	21.7
リンタングステン酸沈殿中の窒素	102.8	113.8	78.3	50.1	12.7
塩基性窒素	74.1	93.1	72.9	36.7	48.3

注) 試料は Table 8を参照。

自家消化および腐敗に伴う各種窒素の変化を Fig. 22に示す。試料No. 2のように自家消化マッタケ(ここでは採集後7日まで自然に放置したマッタケを言う)では一般に可溶性全窒素は増加するが、試料No. 3以下の腐敗マッタケになると減少する。また可溶性蛋白態窒素はこれと全く逆の傾向にあることを知る。試料No. 5は(C)処理後 Fig. 14の装置により揮発性塩基窒素を測定した残渣について測定したものであり、腐敗による液化が甚しく水に可溶性の窒素量が大きである。

良質マツタケ中の全窒素に対する可溶性窒素の百分率を Table 14 に、可溶性窒素に対するアミノ態窒素、蛋白態窒素、塩基性窒素、非蛋白態窒素の百分率を、Table 15 に、非蛋白態窒素に対する非蛋白態アミノ態窒素および塩基性窒素の百分率を Table 16 に示す。また非蛋白態アミノ態窒素(1)に対する塩基性窒素の比は Table 17 のようである。

Table 14 ~ 17 に示すように、自家消化中マツタケの可溶性窒素は増大し、そのうち特に非蛋白態アミノ態窒素の増大はめだつが、可溶性蛋白態窒素は減少する。腐敗マツタケではこれと逆に可溶性蛋白態窒素は増大し、他の窒素は減少の傾向にある。ただし塩基性

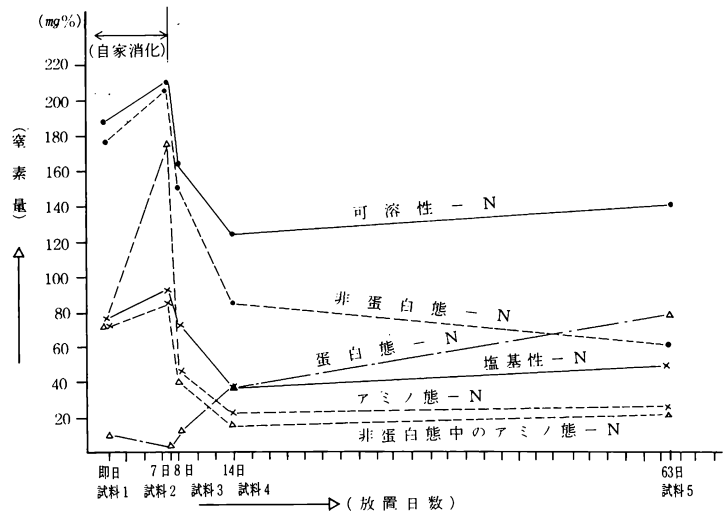


Fig. 22. マツタケの自家消化および腐敗時における各種可溶性窒素の変化

Table 14. 良質マツタケ中の全窒素に対する可溶性窒素の百分率

測定窒素 \ 試料	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5
可溶性全窒素	54.8	61.9	48.2	36.1	40.5
アミノ態窒素	21.3	25.6	13.9	6.6	6.9
蛋白態窒素	3.2	1.5	4.1	10.8	22.7
塩基性窒素	21.3	27.2	21.3	10.7	14.1
非蛋白態窒素	51.6	60.3	44.1	25.3	17.8
アミノ態窒素	21.1	51.4	12.1	5.0	6.3

Table 15. 可溶性窒素に対するアミノ態、蛋白態、塩基性、非蛋白態窒素の百分率

測定窒素 \ 試料	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5
アミノ態窒素	38.9	41.4	28.8	18.3	17.0
蛋白態窒素	5.8	2.4	8.5	29.6	56.0
塩基性窒素	38.9	43.9	44.2	29.6	34.8
非蛋白態窒素	94.2	97.6	91.5	70.4	44.0
アミノ態窒素	38.5	83.0	25.1	13.6	15.6

Table 16. 非蛋白態窒素に対する非蛋白態アミノ態窒素、および塩基性窒素の百分率

測定窒素 \ 試料	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5
非蛋白態アミノ態窒素	40.9	85.2	27.4	19.8	35.4
塩基性窒素	41.3	45.1	48.3	42.3	79.2

Table 17. 非蛋白態アミノ態窒素(1)に対する塩基性窒素の比

測定窒素 \ 試料	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5
塩基性窒素	1.01	0.53	1.76	2.14	2.24

窒素は自家消化の過程で増大，腐敗の初期より減少し末期にいたりまた増加の傾向にあるが，Table 17 にみるごとく非蛋白態アミノ態窒素に対する塩基性窒素の比は，自家消化の過程で最少値を示し，腐敗に伴って増大する。

3. 塩基性，中性，酸性区分の窒素の動行

大高らの方法^(62, 63, 64)により，イオン交換樹脂を用いてマッタケ中の含窒素物を分離し⁽³⁸⁾，それぞれの区分の窒素量を求めて腐敗現象を検討した。試料の分離はすでに第Ⅱ章3項に掲げた Fig. 5～7 のように行った。また試料の処理および分析方法は次のようである。

(イ) 全窒素の測定：ケールダール法による。

(ロ) 揮発性塩基窒素の測定：アルカリ性にした水溶液を直接ケールダール窒素測定装置を利用して $N/50 - H_2SO_4$ 中に水蒸気蒸留し， $N/50 - NaOH$ で滴定する。

(ハ) 水蒸気蒸留：試料をアルカリ性として，0.1 N-HCl 約 20 CC 中へ水蒸気蒸留し，留分と残液に区分する。

1. 各区分窒素の測定値について：イオン交換樹脂により分別した強塩基性窒素（画分1の1），弱塩基性窒素（画分1の2），中性および酸性窒素（画分2），中性窒素（画分2の1），酸性窒素（画分2の2）のそれぞれの全窒素を（イ）により，また，強塩基性窒素（画分1の1）は，（ハ）により留分（画分1の1a）と残液（画分1の1b）に分け，強塩基性窒素の留分（画分1の1a）を（ロ）により測定し，強塩基性窒素の蒸留残液（画分1の1b）の窒素量は（画分1の1）－（画分1の1a）として，また塩基性窒素（画分1）は（画分1の1）＋（画分1の2）として求め Table 18 の結果を得た。また画分1の2の揮発性窒素は測定したが値は何れも零であった。

Table 18, 各区分窒素の分布 (mg%)

窒素区分	試料 放置日数				
	No.1 即時	No.2 7日	No.3 8日	No.4 14日	No.5 63日
画分1 (塩基性窒素)	47.9	46.4	39.6	22.7	14.9
画分1の1 (強塩基性 ")	36.5	35.6	30.4	12.4	10.2
画分1の1a (全留分 ")	3.5	4.4	6.5	3.0	2.4
画分1の1b (全残液 ")	33.0	31.2	23.9	9.4	7.8
画分1の2 (弱塩基性 ")	11.4	10.8	9.2	10.3	4.7
画分2 (中，酸性 ")	130.2	160.4	109.7	63.0	46.4
画分2の1 (中性 ")	43.7	49.8	69.3	26.1	17.1
画分2の2 (酸性 ")	23.1	30.2	19.3	10.0	16.7
画分2の3 (不溶性 ")	—	—	—	—	—

2. 自家消化および腐敗時における各区分窒素の動向について：自家消化および腐敗時における各区分窒素を比較し，Fig. 23，Fig. 24 の結果を得た。一般に各タイプの窒素とも，自家消化によって増大し，腐敗が進行するにつれて減少するが，揮発性塩基窒素のみは腐敗の初期に増

加することが注目される。塩基性窒素（画分1）を1とした場合の中性窒素（画分2の1）、酸性窒素（画分2の2）の比は Table 19 のようであり、塩基性窒素に対して中性窒素は、自家消化および腐敗の初期に増加し、末期には減少することを。また酸性窒素は、自家消化中、急に増大し腐敗の中期には減少し、再び末期にいたり増大するが、これらの変化は、Fig. 23 に示すように試料の水浸出液のpH変化と相関的であることを認めた。

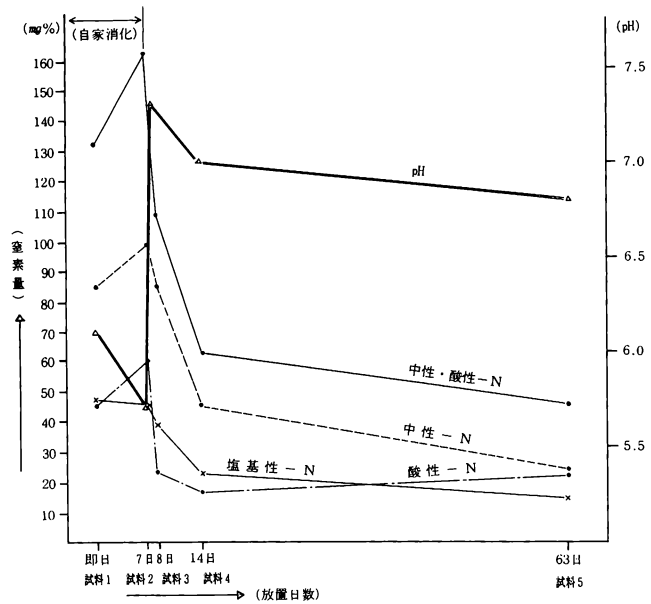


Fig. 23, 塩基性, 中性, 酸性窒素の動向

4. 小 括

自生する良質マツタケの蕾の pH は 6.1 付近の弱酸性であるが、腐敗の初期に 5.7 の最低となり、腐敗が進むと逆に大となり、ついにはアルカリ性となる。すでに酸性側にあるマツタケは自家消化が促進されやすい状態にある。自家消化が進むにつれて遊離アミノ酸

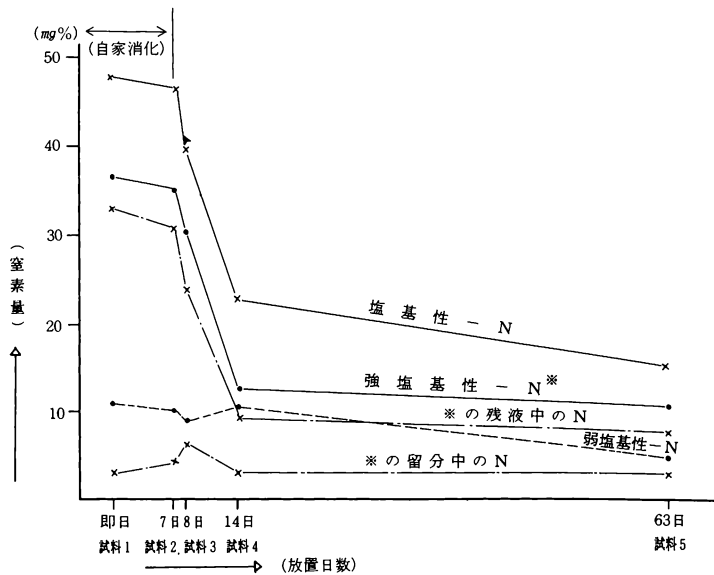


Fig. 24, 塩基性窒素の動向

は増加する。マツタケが自家消化するとき、酸性アミノ酸の増加や Kendallら⁽⁶⁵⁾

Table 19. 塩基性窒素(1)に対する中性および酸性窒素の比

試料		No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5
窒素区分	pH	6.1	5.7	7.3	7.0	6.8
中性窒素		1.8	2.1	2.2	2.0	1.6
酸性窒素		0.9	1.3	0.6	0.8	1.5

の言う *proteinsparing effect* がおこり、含有する糖質の分解により生成した有機酸のために pH は低下し酸性側へと傾く、それにつれて存在していた細菌は増殖しつつ種々の脱炭酸能を発揮するものと思われる。脱炭酸酵素は、細菌の増殖時に培地が pH 5.0～6.0 にあると活性となり、このときアミンの形成能は甚だ強くなると言われている⁽⁶⁶⁾。したがって各種アミンの生成やオキシン酸、アンモニアの生成によりマツタケがアルカリ性になるとも早や脱炭酸はおこらない。

一般にアルカリ性の培地では、細菌による分解が旺盛で、腐敗は進行しやすく、またアミノ基脱離は pH 7.5～8.5 において最も旺盛であると言われており⁽⁶⁷⁾、マツタケの腐敗においては初期の段階ではアミノ基脱離はおこりにくいものと考えられる。マツタケを食品として利用するとき、極度に腐敗したものは食用に供しないことより、マツタケ中毒は腐敗の初期段階においておこると思われるので、アミノ基脱離の結果できた産物が中毒の原因になることは考えられない。また Kendall⁽⁶⁵⁾ によると、糖質が存在するときは蛋白質やアミノ酸などの窒素化合物の分解は抑制される。したがって糖質が多いマツタケでは極度の腐敗による蛋白質やアミノ酸の分解が中毒の原因となる公算も少ない。

岩出⁽²⁵⁾ によれば、マツタケは乾物量当り、加水分解による生成還元糖を蓄 45.30%・開 47.28%、ペントーザンを蓄 1.79%・開 1.84%、メチールペントーザンを蓄 1.16%・開 1.19%、トレハロースを蓄 7.50%・開 7.62%、マンニットを蓄 5.22%・開 4.55%、可溶性無窒素物を蓄 59.84%・開 62.61%、粗繊維を蓄 7.41%・開 8.79% 含む。

第 IV 章 ヒスタミン、フェニルエチルアミン、 チラミンのシロネズミに対する毒性

初期腐敗マツタケより分離したヒスタミンおよびフェニルエチルアミンや強度腐敗マツタケより分離したチラミンについて、シロネズミを使ってそれらの毒性を検討した⁽⁶⁸⁾。

本試験には、150g内外のWistar系シロネズミ(♂)を用い、初期腐敗せしめた試料マツタケ約10kgより第II章5項で述べた方法(Fig. 8)にて分離して得た、フェニルエチルアミン区分(画分2)、チラミン区分(画分3)、ヒスタミン区分(画分4)について、動物試験を行なった。試験区分はTable 20に示す通りであり、市販の標準アミンをも比較対照区として試験した。試験方法は次の通りである。同一飼料(小米、フスマ、米糠、魚粉、青菜および水)にて飼育したシロネズミに対し、試料の定量を皮下注射して症状を観察した後、死亡したものは直ちに、その他はエーテルにより麻酔して剖検の後、内臓を組織学的に調べた。すなわち10%ホルマリンで固定した肝臓の切片をパラフィンおよびカーボンワックス包埋法⁽⁶⁹⁾によりそれぞれプレパラートを作り、前者

はヘマトキシリン・エオシン染色を、後者はズダンIV・ヘマトキシリン染色^(70,71)を行ない鏡検した。

1. 注射量について：各試験区の注射量はFig. 25に示す。注射した量は液中の窒素量より推定したアミンの量である。

2. 試料の注射と症状：Fig. 25に示すごとく第I群b(初回に多量注射)、第IV群以外は死亡はしなかった。また初回注射後は何れも体重が減少するが、2回目の注射からは減少を認めなかった。また第I群は注射後盛んに口を開閉して苦しみ、発汗、口からの水液流出、物を嘔み挙動がはげしく狂暴的となる。第II群は注射後直ちにけいれんし、物を噛んで苦しみ挙動はげしく狂暴的となり、第III群はやや発汗し活気をなくした。

3. フェニルエチルアミンの注射と症状：注射後直ちに発汗、口より水液の流出、口を前肢で

Table 20. 試験区分

試験群		試験内容
試料区	I	画分2
	II	画分3
	III	画分4
	IV	画分4+画分2混合
標準区	V	標準フェニルエチルアミン
	VI	標準チラミン
	VII	標準ヒスタミン
	VIII	標準ヒスタミン+標準フェニルエチルアミン混合
無処 理区	IX	

注) 画分2：推定フェニルエチルアミン、画分3：推定チラミン
画分4：推定ヒスタミン

なでる動作の連発，挙動はげしく狂暴的で盛んに物を噛むなどの症状を呈し，注射量の少ないときは回復も速いが，量が多いと死亡することを認めた。

4. チラミンの注射と症状：注射後直ちにけいれんして苦しむがやがて回復し，体重の変化は認めない。

5. ヒスタミンの注射と症状：注射後盛んに水を要求するほか，初回の注射後は発汗，口より水液の流出などの症状を呈し重症状態となるがやがては回復して温静となり，2回目の注射からは初回におけるような症状はみられなかった。また注射を繰返すことにより抵抗性が増加することを認めた。

6. ヒスタミン+フェニルエチルアミンの注射と症状：注射後直ちに発汗，口より水液の流出，

口の開閉，
頭部を回転
したり左右
に振って苦
しみ後，元
気を消失し
て死亡する
ものが多い。
重症のもの
は眼球が突
出し，瞳孔
は散大し，
発汗多量で，
眼に出血す
るものも認
めた。また
死亡したもの
は何れも
膀胱が膨れ
尿の充満を
みた。注射
後の症状は
急激にあら
われるが，
死亡にいた
らないもの

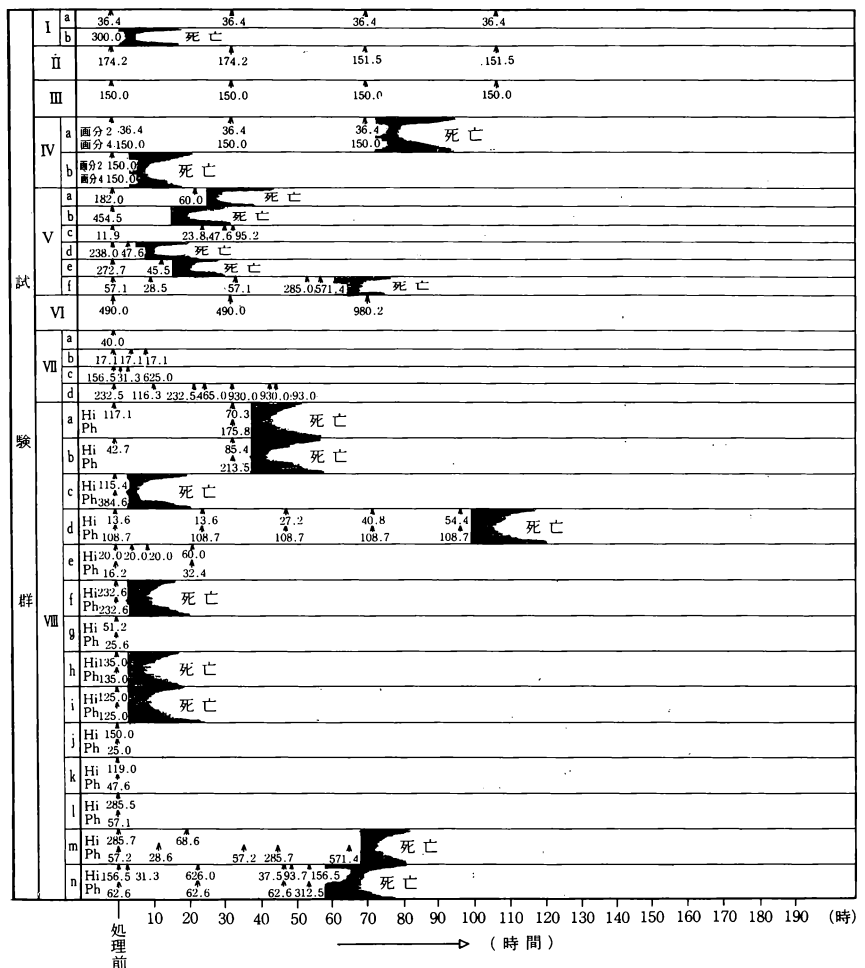


Fig. 25. 各試験区の注射量

- 注) 1. a b...の記号は各試験区毎の試験内容(注射方法、量、回数)などを示す。
2. 数値は注射量(mg/kg)を示す。
3. Hi: Histamine, Ph: Phenylethylamine

の回復は速やかである。

以上の試験成績は Table 21, 22 のようであり、それぞれのアミンの毒性や致死量の目安を得た。

7, 致死量について：それぞれのアミンについて、

その注射量（濃度）を変え、一定数のネズミで致死量を検討した。特に先に行なった試料区 IV の試験で画分 4 と画分 2 を混合するときは毒性が増強されることを認めたので、画分 4 および画分 2 の中に存在が推定⁽⁷²⁾

されるヒスタミンおよびフェニルエチルアミンについて両者の相乗的作用を検討した。画分 2 の致死量を、Table 23 に、画分 4 + 画分 2 の致死量を Table 24 に、標準フェニルエチルアミンの致死量を Table 25 に、標準ヒスタミン + 標準フェニルエチルアミンの致死量を

Table 21, 試料区 の 成績

試験群	生存数	死亡数
I a	3	0
I b	0	3
II	3	0
III	3	0
IV a	0	3
IV b	0	3

Table 22, 標準区 の 成績

試験群	生存数	死亡数					
V	a	1	2	VIII	a	0	1
	b	0	2		b	0	1
	c	2	0		c	0	1
	d	0	1		d	0	1
	e	0	1		e	1	0
	f	0	1		f	0	1
VI		3	0		g	1	0
VII	a	1	0		h	0	2
	b	1	0		i	0	1
	c	1	0		j	1	0
	d	2	0		k	1	0
					l	1	0
					m	0	1
					n	0	1

注) Table 21, 22, 中の各試験群の試験内容は Fig. 25, に示す。

Table 23, 画分 2 (推定フェニルエチルアミン) の致死量

推定フェニルエチルアミン (mg/kg)	生存数	死亡数	(生存)	(死亡)	死亡率 (%)	L D ₅₀ (mg/kg)
100	5	0	14	0	0	216
150	4	1	9	1	10	
200	3	2	5	3	38	
250	2	3	2	6	75	
300	0	5	0	11	100	

Table 26 にそれぞれ示す。50%終末点の算定はRead Muench法(73)によって求め、MLDを得た。Fig. 26 はヒスタミン+フェニルエチルアミンのMLD曲線である。

8. 肝臓障害について：肝組織にはFig. 27のように著名な変化は認めないが、組織障害像は核不同、肝細胞柱の破壊および壊死、肝細胞空胞化、萎縮、腫張、混濁などの変化や、疎外物質によると思われる毛細血管のうっ血、細胞間異物沈着も多少認められた。特に試料区I, 標準区V, VIIIにはうっ血が多く認められ、肝障害はヒスタミン+フェニルエチルアミンの場合に最も甚しく、しかも急死したものより徐々に長く注射をしたものの方が障害が

Table 24, 画分4+画分2(推定ヒスタミン・推定フェニルエチルアミン)の致死量

推定		生存数	死亡数	(生存)	(死亡)	死亡率 (%)	L D ₅₀ (mg/kg)
ヒスタミン (mg/kg)	フェニルエチルアミン (mg/kg)						
150	50	3	0	7	0	0	Hi Ph 150+94
150	75	2	1	4	1	20	
150	100	1	2	2	3	60	
150	125	1	2	1	5	83	
150	150	0	3	0	8	100	

Table 25, 標準フェニルエチルアミンの致死量

標準フェニルエチルアミン (mg/kg)	生存数	死亡数	(生存)	(死亡)	死亡率 (%)	L D ₅₀ (mg/kg)
250	4	1	10	1	9	264
260	2	3	6	4	40	
270	2	3	4	7	64	
280	1	4	2	11	85	
290	1	4	1	15	94	
300	0	5	0	20	100	

Table 26, 標準ヒスタミン+標準フェニルエチルアミンの致死量

標準ヒスタミン (mg/kg)	標準フェニルエチルアミン (mg/kg)	生存数	死亡数	(生存)	(死亡)	死亡率 (%)	L D ₅₀ (mg/kg)
285	55	3	0	6	0	0	Hi Ph 285+85
	75	2	1	3	1	25	
	95	1	2	1	3	75	
	115	0	3	0	6	100	
150	75	5	0	16	0	0	Hi Ph 150+102
	85	4	1	11	1	8	
	95	4	1	7	2	22	
	105	2	3	3	5	63	
	115	1	4	1	9	90	
	125	0	5	0	14	100	
135	75	3	0	6	0	0	Hi Ph 135+105
	95	2	1	3	1	25	
	115	1	2	1	3	75	
	135	0	3	0	6	100	
125	105	3	0	7	0	0	Hi Ph 125+123
	115	2	1	4	1	20	
	125	1	2	2	3	60	
	135	1	2	1	5	83	
	145	0	3	0	8	100	
65	150	3	0	10	0	0	Hi Ph 65+219
	175	2	1	7	1	13	
	200	2	1	5	2	29	
	225	1	2	3	4	57	
	250	2	1	2	5	71	
	275	0	3	0	8	100	
	300	0	3	0	11	100	

注) 試験結果のうち終末点を中央値として、この付近の成績よりL D₅₀を算定する。
Hi : Histamine Ph : Phenylethylamine

大きいことを認め
た。脂肪肝は低蛋
白および腐敗産物
による中毒と関係
があり，これらに
より脂肪代謝が不
良となって，脂肪
を沈着するものと
言われている⁽⁷⁴⁾
が，本実験におけ
る脂肪染色の結果
では中性脂肪の沈
着はほとんどなか
った。

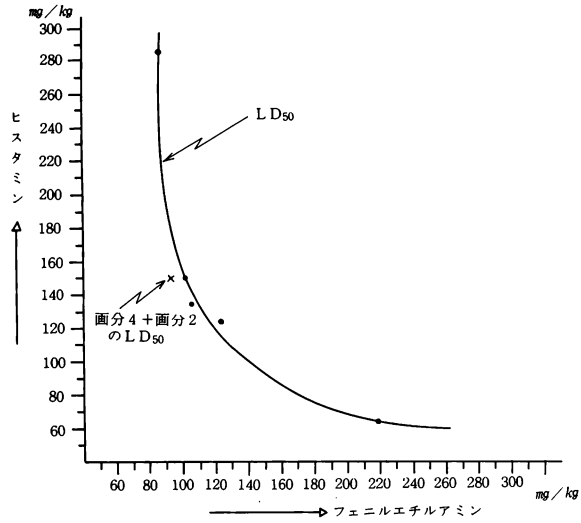
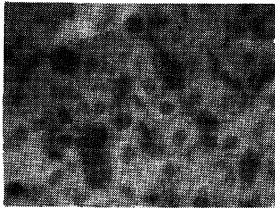
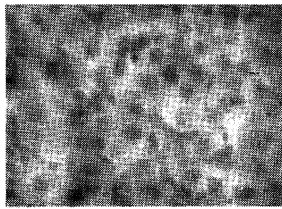


Fig. 26, ヒスタミン+フェニルエチルアミンのMLD曲線

試料区 I (不死)

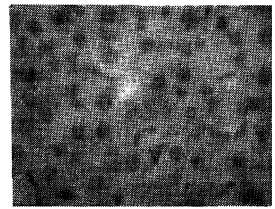


試料区 I (致死)



(出血，細胞破壊)

試料区 II (不死)

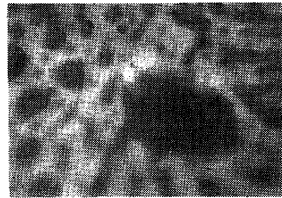


試料区 III (不死)



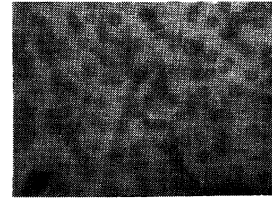
(空胞少)

試料区 IV (致死)



(細胞間異物沈着，
核不同，出血)

試料区 IV (致死)急死



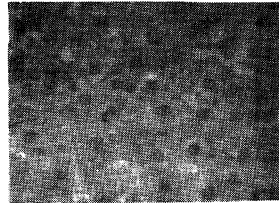
(細胞間異物沈着，
核不同，出血)

標準区 V (致死)

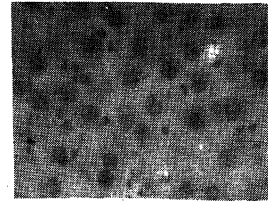


(出血，細胞破壊)

標準区 VI (不死)



標準区 VII (不死)



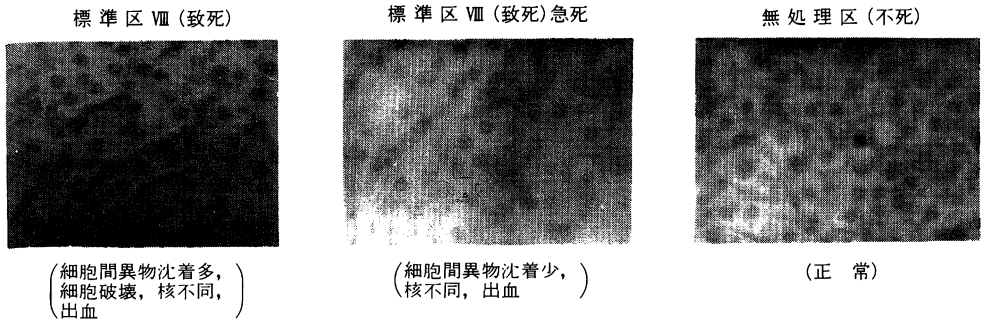


Fig. 27, 肝細胞組織(ヘマトキシリン・エオシン染色) 15×40

9. シロネズミの中毒症状と内臓組織所見について：中毒マツタケより分離した菌(ここで言う中毒マツタケとは、自生中にすでにその一部が変敗しているものを、著者が食べて中毒したものを言う)を滅菌良質マツタケに移し培養して得た腐敗マツタケ汁の一定量をネズミに経口投与および皮下注射または腹腔内注射を行ない、その性状を観察した後、死亡したものは直ちに、その他はエーテル麻醉死して剖検後、内臓を組織学的に調べた。シロネズミに経口投与および注射した試料の調製はFig. 28のように行った。

本試験にはSH系(毒性に強い系統)およびDD系の、ともに(8)を用いたがほとんど差異を認めない。中毒症状の烈しいものについてTable 27に、また内臓(脾臓、腎臓、心臓、肺臓、肝臓)の障害所見をTable 28に示す。

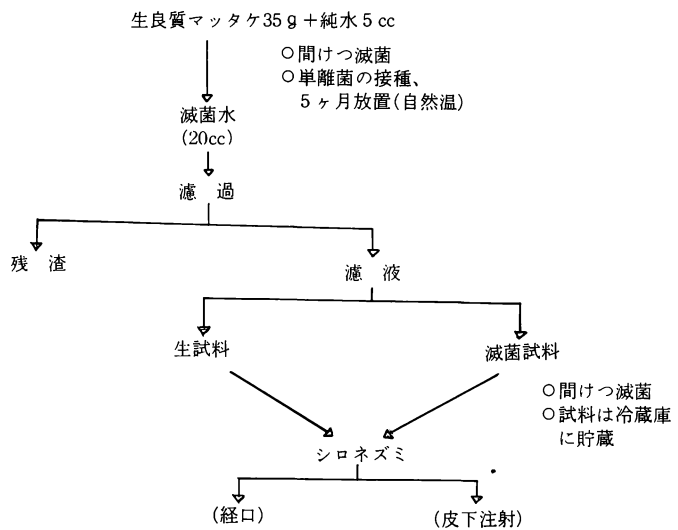


Fig. 28, シロネズミ投与試料の調製法

Table 27, シロネズミの内臓組織所見

正常 (松茸汁)	脾臓	変化なし
	腎臓	"
	心臓	"
	肺臓	"
	肝臓	"
73 株 生菌死亡 (松茸汁)	脾臓	少し繊維増加、静脈周辺に浸潤あり。細胞間の空胞も所々ある。
	腎臓	ポーマンカプセル肥厚あり。
	心臓	心筋稍浮腫あり。
	肺臓	肥厚するも浸潤みられない。
	肝臓	浮腫、小空胞多し。細胞の肥厚あり。脂脂肪沈積する。
55 株 生菌死亡 (松茸汁)	脾臓	変化なし。
	腎臓	糸球体膨満し、多少浮腫あり。PCTの肥厚甚しく、局部的に炎症出血あり。
	心臓	心筋細胞の浮腫あり。
	肺臓	結締組織の肥厚多し。
	肝臓	細胞著しく肥厚し、小空胞も多い。
37 株 生菌死亡 (松茸汁)	脾臓	少し繊維増加、細胞不同あり。静脈周辺の浸潤多し。
	腎臓	PCT肥厚、糸球体膨満し、変形もみられる。
	心臓	心筋溜濁し腫張あり。組織の崩壊出血炎症、白血球の出現多く浸潤もある。
	肺臓	肺胞壁肥厚し浸潤あり。
	肝臓	肥厚あり。空胞中に脱落細胞を充している。
64 株 生菌死亡 (松茸汁)	脾臓	殆んど変化なし。少し出血、繊維増加、静脈拡大が見られる。
	腎臓	乾質性浸潤、糸球体、ポーマンカプセル見られず、カプセル肥厚、授尿管は多少浮腫する。
	心臓	変化少ない。
	肺臓	動、静脈の拡大、充血、肺細胞肥厚、浸潤あり。結締組織も少し肥厚する。
	肝臓	肝静脈ど張、浮腫、空胞変性あり。血管周囲の出血浸潤が少しある。
64 株 減菌死亡 (松茸汁)	脾臓	乾質性のヒプリンの出現多し。
	腎臓	変化少ない。ポーマンカプセル少し拡大あり。細胞の空胞変性、授尿管多少浮腫す。
	心臓	冠動静脈充血、心筋細胞浮腫状。
	肺臓	肺動脈の拡大充血、肺胞壁の肥厚、浮腫甚しく、浸潤もある。
	肝臓	中心動脈ど張、拡大、細胞浮腫空胞変性甚しい。
75 株 生菌死亡 (松茸汁)	脾臓	異常な白血球の増加、浸潤も甚しい。
	腎臓	糸球体の膨満甚しく、PCTの肥厚あり。空胞も多い。
	心臓	変化なし。
	肺臓	"
	肝臓	空胞稍多いが正常に近い。
75 株 減菌死亡 (松茸汁)	脾臓	空胞中にコロイドあり。
	腎臓	変化なし。
	心臓	"
	肺臓	空胞に異物少しあり。稍肥厚し浸潤も見られる。
	肝臓	変化なし。
90 株 生菌死亡 (松茸汁)	脾臓	変化なし。
	腎臓	"
	心臓	心筋変化なし。冠静脈充血あり。
	肺臓	静脈ど張。乾質性浸潤あり。
	肝臓	小空胞甚だ多し。中心動、静脈拡大充血、肝細胞の浮腫も甚しい。
90 株 減菌死亡 (松茸汁)	脾臓	変化なし。
	腎臓	糸球体膨満し、カプセル授尿管に変化なし。
	心臓	冠動、静脈充血、心筋は稍浮腫状。
	肺臓	動、静脈の甚しい拡大、肥厚が見られる。しょう液性および繊維素性浸潤多い。
	肝臓	空胞が多かつ大きな浮腫状。動、静脈の充血もある。
102 株 生菌死亡 (松茸汁)	脾臓	変化少ない。多少細胞萎縮が見られる。
	腎臓	変化なし。
	心臓	"
	肺臓	空洞多し。
	肝臓	小空胞多し。出血はない。
102 株 減菌死亡 (松茸汁)	脾臓	乾質性ヒプリンの出現あり。白血球多し。
	腎臓	肥厚出血あり。糸球体異常ないが細尿管の肥厚あり。
	心臓	変化なし。
	肺臓	出血多し。
	肝臓	細胞肥厚、組織の破壊甚しく出血小空胞もある。浮腫溜濁甚しい。

Table 28, シロネズミの主な中毒症状

投与方法及び 投与量	試料の 処理		生 試 料	
	菌 株	所 見	菌 株	所 見
経 口 0.25cc/20 g		全株共変化なし。	No. 71	片眼失明し弱る。
			No. 75	片眼少々ヤニ出し弱る。
			No. 55	片眼少々ヤニ出し弱る。
皮下注射 0.25cc/20 g	No. 72	10 h 後死亡。	No. 90	すぐ弱り、7 h 後死亡。
	No. 73	42 h 後両眼失明、96 h 後回復。	No. 37	すぐ弱り、7 h 後死亡。
	No. 64	42 h 後両眼失明、96 h 後回復。	No. 75	すぐ弱り、15 h 後片眼失明。
			No. 102	15 h 後片眼ヤニ出し弱る。25 h 後死亡。
			No. 72	15 h 後片眼失明し弱る。
			No. 55	15 h 後片眼ヤニ出る。
			No. 71	15 h 後両眼閉じ、片眼失明し弱る。
皮下注射 0.26cc/20 g			No. 64	15 h 後両眼閉じる。
	No. 90	6 h 後及び10 h 後死亡。	No. 37	6 h 後死亡。
	No. 64	6 h 後死亡。	No. 55	10 h 後死亡。
	No. 71	16 h 後片眼閉眼。	No. 30	15 h 後死亡。
			No. 73	15 h 後死亡。
経 口 0.5cc/20 g			No. 72	16 h 後片眼閉眼、30 h 後死亡。
	No. 90	70 h 後死亡。	No. 64	少し弱るが回復する。

	菌 種	死 亡 数		主 な 中 毒 症 状 の 所 見
		滅 菌 試 料	生 試 料	
皮下注射 0.26cc/20 g	No. 30	$\frac{0}{2}$	$\frac{2}{3}$	滅菌した試料では、体重変化もなく、中毒症状なし。 生試料は、15~25 h で死亡するものあり。体重の変化は24/25回復したものの体重変化は20/25
	No. 37	$\frac{0}{2}$	$\frac{3}{4}$	滅菌した試料では、中毒症状を認めず、体重変化は38 h 後に18/20、生試料は投与直後口を下につけ発涙、両眼共閉眼、25~37 h 後死亡、肛門、口元濡れる。体重変化18/25
	No. 55	$\frac{0}{2}$	$\frac{2}{3}$	滅菌した試料では、中毒症状認めず、体重変化は24/25、生試料は、11 h 後死亡、体重変化は、20/22、死亡しないものは体重変化が多く、39 h 後15/20
	No. 64	$\frac{4}{4}$	$\frac{4}{4}$	滅菌、生試料共投与30分後発涙甚しく、眼閉じ這うように歩行、口を下につけ振える。後、片眼失明、丸く蹲くまり6~10 h 後死亡、体重変化は21/22、性器より水液漏出。
	No. 71	$\frac{0}{3}$	$\frac{7}{7}$	滅菌試料では体重の減少なく、増加したのものもあり、中毒症状なし。生試料は、口を地につけ大きい早い呼吸、失明する。又呼吸毎にカンカンと音を出すものあり。死亡は7~46 h 後、体重は20/25、7~19 h で急死は体重の変化なし。
	No. 72	$\frac{1}{3}$	$\frac{3}{3}$	滅菌試料で10 h 後死亡するものもあるが、死亡しないものも、口を地につけ、肩で早い呼吸をし、発涙、閉眼するが30 h 後回復する。体重変化21/25。生試料20~30 h 後死亡、両眼失明、性器より水液漏出、体重変化20/25。
	No. 73	$\frac{0}{2}$	$\frac{3}{3}$	滅菌試料では中毒症状を認めず、体重変化は38 h 後20/22、生試料は発涙甚しく6~15 h 後死亡、体重変化は20/25。
	No. 75	$\frac{2}{2}$	$\frac{3}{3}$	滅菌試料では8~12 h 後に死亡、体重変化は20/22。生試料は下痢、片眼失明し30~55 h 後瘠せて蹲まりついに死亡する。体重変化も大きく15/22。
	No. 90	$\frac{4}{4}$	$\frac{2}{3}$	滅菌試料では5~10 h 後に死亡、下痢肛門濡れるものもあり。体重変化は20/22、生試料は7~25 h 後口より多量の粘液を漏出し死亡。体重変化は21/25、不死のもの体重変化は39 h 後回復し、20/25。
	No.102	$\frac{1}{2}$	$\frac{2}{3}$	滅菌試料は36~92 h 後死亡、体重変化は15/20、又生試料は25~39 h 後死亡。体重変化は20/22、共に発涙甚しく失明するものあり。後、蹲まるようになり死亡する。
	無処理 葺 汁	$\frac{0}{3}$	$\frac{0}{3}$	変化なし。

10. 小 括

初期腐敗マッタケにヒスタミンおよびフェニルエチルアミンが、また強度腐敗マッタケにチラミンが生成することを認めた。これらを分離した画分と比較のための標準アミンについて、動物実験を行なった結果は何れも標準アミンとよく似合った症状を呈した。またヒスタミンとフェニルエチルアミンの混合を注射すると興奮状態がみられ、激しい症状が現われるが、遂には蹲まるようになり、呼吸頻数を経て吸気性深呼吸困難に陥り昏睡状態から斃死するが、死亡しないものの回復は極めて速やかであることを認めた。

堀尾⁽⁷⁵⁾はヒスタミンの致死量は、ビタミンB₆と関係があり、B₆投与群で800～1,000mg/Kg、B₆欠乏群で200～400mg/Kgとなることおよびチラミンの致死量は800mg/Kg（ただし何れも腹腔内注射）と報告している。

またヒスタミンの致死量はMLD 5mg/Kg⁽⁷⁶⁾（ただし静脈内注射）およびLD₅₀が22.6mg/13～15g⁽⁷⁷⁾（ただし純粋なヒスタミン塩酸塩の腹腔内注射）と報告されているが、皮下注射の詳しい報告は知らない。皮下注射の場合には、上記致死量の3～3.8倍のヒスタミン、2.2倍量のチラミンを与えても死亡はみられなかった。なおこれらのアミンの注射は徐々に増量することにより抵抗性が増すことを認めた。フェニルエチルアミンの致死量はMLD 264mg/Kgであったが、ヒスタミン285mg/Kgと混合して皮下注射するときは、フェニルエチルアミンは85mg/KgがMLDとなり、これはフェニルエチルアミンの単一注射の $\frac{1}{3}$ 弱の量である。

致死量に関しては両アミンの間にFig. 26のような相間関係を認めたが、画分4（推定ヒスタミン）と画分2（推定フェニルエチルアミン）の混合を注射したときのLD₅₀は略々上記のMLD曲線の近くにあることを認めた。すなわちシロネズミに対して、ヒスタミンとフェニルエチルアミンは相乗的に作用し毒性を増す。

またヒスタミンとフェニルエチルアミンを混合して注射した場合は肝臓障害も最も甚しく、細胞間異物沈着、核不同、細胞破壊、出血などを鏡検により認めた。

中毒マッタケより分離した多くの菌のうち、良質マッタケに接種して腐敗させたマッタケ汁をシロネズミに投与した際、滅菌マッタケ汁、生マッタケ汁共に中毒症状を示す菌株のうちに、特に死亡率も高く毒性の強いものを認めた。

第 V 章 ヒスタミンおよびフェニルエチルアミンの仔猫に対する毒性

初期腐敗マツタケ中に存在することを確認したヒスタミンおよびフェニルエチルアミンの毒性を調べるのにシロネズミを用いることは、マツタケ中毒の主症状である嘔吐を調べるには適当でないので、供試動物として仔猫（生後 1 ヶ月、360～430 g で試験区毎に同腹のもの）を用い、これらにアミンの定量をゾンデを用い経口投与し、中毒症状、特に嘔吐について調べた⁽⁷⁸⁾。

Fig. 29 は正常な仔猫である。

1. 投与量と中毒症状：中毒症状は Table 29 のようであり、Fig. 30 はヒスタミン経口投与後嘔吐する仔猫を、Fig. 31 はフェニルエチルアミン経口投与後眼が大きくなり瞳孔が散大した仔猫を、また Fig. 32 はヒスタミンおよびフェニルエチルアミンの混合を経口投与後嘔吐および泡を出す仔猫を示したものである。また Fig. 33 は中毒マツタケと仔猫の中毒症状を示したものであり、Fig. 34 は試料マツタケより抽出分離したヒスタミン画分の経口投与により、Fig. 35 は同じくヒスタミン画分とフェニルエチルアミン画分の混合を経口投与したときの仔猫の中毒を示したものである。



Fig. 29, 正常な仔猫

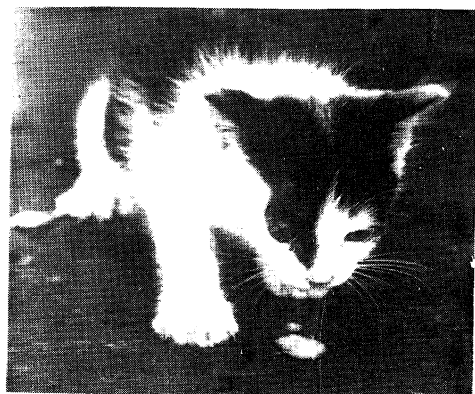


Fig. 30, ヒスタミン中毒により嘔吐する仔猫

Table 29, ヒスタミンおよびフェニルエチルアミンの仔猫に対する中毒症状

試験区分	猫の番号	性	アミンの種類と投与量 (mg/kg)	症 状	
I	No. 1	♀	Hi	75	5~10秒後、猛烈な嘔吐10回、1~1.5時間後より回復に向うが、眼はうとみ活気がなくなる。3時間後治癒する。
	No. 2	♀		30	5~10秒後、嘔吐10数回、10分後より活気を欠くが回復に向かい30分後には餌をとり治癒する。
	No. 3	♀		20	5~10秒後、嘔吐3回、中毒は軽度ですぐに回復し治癒する。
	No. 4	♂		10	変化なし。
II	No. 5	♀	Ph	50	直ちに眼は大きく開き、瞳孔は完全に散大し、流涎、挙動不審で床を這う。声がれ、口を開いて呼吸、性質粗暴で運動激しいが、15分後瞳孔は次第に元に復し、1時間後に治癒する。
	No. 6	♂		50	No. 5 と殆んど同様の症状を表わす。
	No. 7	♂		30	直ちにNo. 5 と同様の症状になるが、瞳孔は8分散大、15分後より瞳孔は次第に回復し始め、30分後に元気回復し、1時間後に治癒し、1.5時間後に餌をとる。
	No. 8	♀		30	No. 7 と殆んど同様の症状を示し、30分後より回復し、1時間後に治癒する。
	No. 9	♀		10	直ちに瞳孔3~4分散大するが、まもなく瞳孔の回復をみる。流涎声がれ、足を開き這う。症状はNo. 5 と同様。
III	No. 10	♂	Hi + Ph	20 + 10	直ちに猛烈な嘔吐17回、瞳孔は3~4分散大、口より泡を出す。15分後に治癒する。
	No. 11	♀		10 + 10	瞳孔は3~4分散大するが、すぐに回復する。涙を出すが発汗せず嘔吐1回するが軽度ですぐに治癒する。
	No. 12	♂		15 + 5	瞳孔は散大せず、経口投与後直ちに猛烈な嘔吐2回、すぐに治癒する。
	No. 13	♂		10 + 5	直ちに口より泡を出す。流涎するが瞳孔は散大せず。顕著な中毒症状をみない。

注) Hi : Histamine Ph : Phenylethylamine
 投与したヒスタミンは C₅H₉N₃, フェニルエチルアミンは C₈H₁₁N の純粋アミンである。

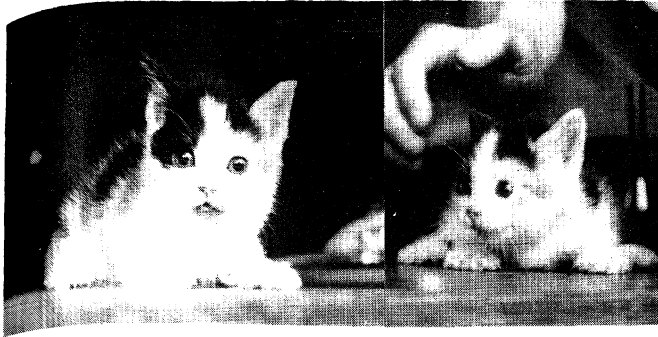


Fig. 31, フェニルエチルアミン中毒により
瞳孔の散大した仔猫

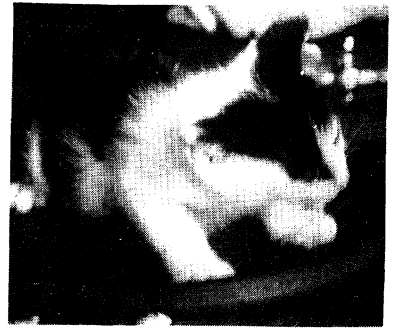


Fig. 32, ヒスタミンおよびフェニルエチル
アミンの混合による中毒で嘔吐
および泡を出す仔猫



Fig. 33, 中毒マツタケと仔猫の中毒症状



Fig. 34, 試料マツタケより分離したヒスタ
ミン画分による仔猫の中毒



注) Fig. 33と同一仔猫を使用。

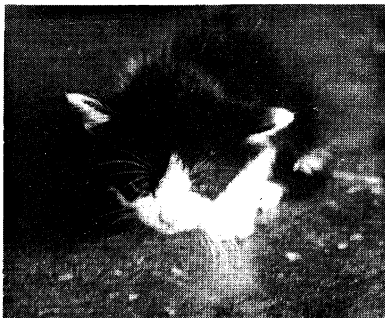


Fig. 35, 試料マツタケより分離したヒスタミン
およびフェニルエチルアミン混合画分
による仔猫の中毒

2. **ヒスタミンと中毒**：ヒスタミンは仔猫の嘔吐に関係があり、 10 mg/kg の投与では嘔吐しないが、 15 mg/kg 以上の投与で嘔吐する。この嘔吐は極めて急激で、投与量の増量により猛烈になることを認めたが、雌・雄間における差異は認められない。

3. **フェニルエチルアミンと中毒**：フェニルエチルアミンは散瞳に関係があり、特にこの症状は投与量に比例する。 10 mg/kg 以下の投与量では症状は軽度である。なおこれらの症状は中嶋(79,80)や中西⁽⁸¹⁾の発表およびシロネズミに注射した場合の症状とも類似した。すなわち性質は粗暴で挙動不審、音に対する過敏性、流涎、瞳孔の散大、交感神経の刺戟作用などの障害を確認した。

4. 小 括

ヒスタミンの投与は嘔吐に、フェニルエチルアミンの投与は特に瞳孔の散大に関係するが、ヒスタミンおよびフェニルエチルアミンの混合投与による仔猫の中毒は極めて急激であり、ヒスタミン単一投与の場合より嘔吐は猛しいが、瞳孔の散大はフェニルエチルアミンの単一投与の場合と変りがなかった。また中毒の回復は速く、体重の変化も認められなかった。

第 VI 章 マッタケ腐敗の生物学的検討

良質マッタケおよび変敗マッタケ（良質マッタケとは新鮮な健全蕾マッタケで全く無毒のものを言う、変敗マッタケとは外觀上腐敗し、経験より中毒のおそれがあると思われるものを言う。）ならびにマッタケ発生林の土壤より黴類、細菌類、寄生虫を分離し、マッタケの腐敗との関係を調べた（82）。

1. 試料および培養基の調整：試料の調製は Table 30 のごとくに行ない、培養には以下のような培地を用いた。

A：マッタケ汁培地 — マッタケ 200 g / 水道水 1 l，マッタケをミキサーにかけ、1時間湯煎後布で濾過する。

A-① ペプトン 1% 添加，pH 6.5 に調整。

A-② 砂糖 2%，エビオス粉末 0.5% 添加，pH 5.0 に調整。

A-③ マッタケ汁のみ，pH 5.8 ~ 6.0（新鮮マッタケの pH にする。）に調整。

B：プロテオーゼペプトン培地 — プロテオーゼペプトン (Difco) 20 g，NaCl 2.5 g，水道水 1 l にとかし，pH 7.8 に調整。

培地は何れも高圧釜で 120℃，2 気圧 30 分滅菌する。培養基の A-① は細菌用，A-② は黴用，A-③ は細菌および黴の分離用，B は細菌の増菌に使用する。

2. 菌の分離：

菌の分離は塗抹法および混合法による。混合法は平板に流した寒天培地の凝固直前に希釈した試料の定量（1 CC）を注入してよく混合する。なお培養の温度は、すべて 24℃ の恒温で行なう。

以上によりそれぞれの試料マッタケより多くの細菌

Table 30. 試料の調製方法

試料		調製方法
良マッタケ	良-A	石突部(土付着部)と体部(子実部)のそれぞれ 2 g を滅菌乳鉢で摺りその 1 白金耳を使用。
	良-B	石突部(土付着部)、柄部、傘部、内部のそれぞれについてその 2 g を滅菌乳鉢で摺り、滅菌水に溶かし、ガーゼで濾過して (I) : $\frac{1}{10}$ (II) : $\frac{1}{100}$ (III) : $\frac{1}{1000}$ (IV) : $\frac{1}{10000}$ の 4 段階に希釈してそれぞれ 1 白金耳または 1 cc を用いた。
	良-C	
変マッタケ	試-A	良-A に同じ。
	試-B	良-B に同じ。
	試-C	石突部(土付着部)と体部(子実体部)について、良-B に同じ。
	試-D	
	試-E	良-B に同じ。
	試-F	
山土	士-A	4 分法で分けた試料を滅菌乳鉢で粉末とし、その 1 g を滅菌水に溶かし、良-B に準じ (I), (II), (III), (IV), (V) : $\frac{1}{100000}$ の 5 段階に希釈しそれぞれ 1 白金耳または 1 cc を用いた。
	士-B	

注) a) 使用器具はすべて乾熱により完全滅菌した。
 b) 変敗マッタケのそれぞれの試料は試料毎に等質に 2 分し、その 1 部は人体実験(食用)に使用し、残余部を使用した。
 c) 試料は 1961 年 11 月滋賀県多賀町一円、堂谷の山地に発生した良質マッタケ、変敗マッタケ並びに同地のマッタケ発生林の表層 ~ 10 cm 部分の土壤を滅菌したビニール袋に採集する。土壤の採集は山地 10 数ヶ所より広く採集して 4 分法で約 500 g 宛を得た。

および黴を分離した(82)。

3. 菌数測定：Table 30 に示す試料，良-C，試-Bのそれぞれ石突部，柄部，傘部，内部について，希釈度Ⅱ，Ⅲ，Ⅳの100を培地と混合し，また土-A，土-Bについて，希釈度Ⅳ，Ⅴの100を培地と混合して培養し菌数を測定した，その結果をTable 31 に示す。すなわち24時間後における菌数は各部位ともに良質マツタケより変敗マツタケの方が多いが，48時間後では特に良質マツタケの

柄および傘部から分離された菌の増殖率は顕著であり，柄部においては変敗マツタケのそれよりも多数の菌が存在することを認めた。このことはマツタケの変敗が，菌の増殖条件のもとでは迅速であること，特に変敗

Table 31. マツタケに存在する菌数(試料1g当たり)

区 分	菌 数 ×10 ⁵		48 h 後における良-内(1)に対する割合	24 h~48 h の増殖割合	
	24 h 後	48 h 後			
良質マツタケ	石 突 部	11.9	12.5	2.8	1.05
	柄 部	79.2	254.1	57.8	3.21
	傘 部	30.7	106.4	24.2	3.47
	内 部	3.8	4.4	(1)	1.13
変敗マツタケ	石 突 部	22.7	26.7	6.1	1.18
	柄 部	96.4	124.3	28.3	1.29
	傘 部	124.8	13.71	31.2	1.10
	内 部	21.9	26.8	6.1	1.22
山 土	A	46.0	49.2	11.2	1.07
	B	1.7	3.5	0.8	2.06
備考 1) 24℃にて培養 2) 培地はA-③を使用 3) 山土A：腐殖土，山土B：赤土				平均増殖 (1.68)	

(ぬるけ)が柄部，次いで傘部の表皮よりおこることと関係があることを示す。また山土については，赤土が腐敗土より菌数は少ないが，増殖率は大きいことを認めた。

4. マツタケ腐敗菌および黴の分布：分離した主なマツタケ腐敗菌の分布をTable 32 に，またマツタケにおける黴の分布をTable 33 に示す。

Table 32. 主なマツタケ腐敗菌の分布

試料 菌	良-A		良-B			良-C			試-A		試-B			試-C	試-D	試-E	試-F	山 土					
	石突部	柄傘部	石突部	柄部	傘部	内 部	石突部	柄部	傘部	内 部	石突部	柄傘部	石突部	柄部	傘部	内 部	柄傘部	全 体	全 体	全 体	A	B	
No. 5	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
No. 11										+													
No. 46			+																				
No. 55			+	+	+					+	+											+	
No. 59	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+				+	+
No. 69			+				+	+		+	+											+	+
No. 70	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
No. 73	+	+	+	+	+					+	+	+	+	+	+	+	+				+	+	+
No. 75	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
No. 92	+		+	+	+	+				+	+	+						+	+				
No. 95	+						+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			+	+	+	+
No.102			+	+		+	+			+	+		+										+

Table 33 に示す。マツタケに付着している菌は，山土にも認められるものが多く，ことに石突部に多いことを認めた。

良質マツタケの内部の菌は少ないが，黴類のうち *Penicillium* が変敗マツタケの内

注) 24℃, 24時間培養したとき，それぞれの菌の菌数の程度を多いものより+, ++, +++で示す。

Table 33, マツタケにおける黴の分布

試料 菌の種類	良-A		良-B			良-C			試-A		試-B			試-C		試-D	試-E	試-F	山	土
	石 突部	柄 傘部	石 突部	柄 傘部	傘 内 部	石 突部	柄 傘部	傘 内 部	石 突部	柄 傘部	石 突部	柄 傘部	傘 内 部	石 突部	柄 傘部	全 体	全 体	全 体	A	B
Penicillium	No.1		+						+	+			+						+	
	No.8									+										
	No.17				+															
	No.68	+	+	+	+		+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	No.85			+					+	+	+	+			+	+			+	+
	No.93	+	+	+	+				+		+	+	+	+		+			+	+
	No.96			+																
	No.102	+	+	+	+				+		+	+							+	+
No.128										+			+						+	
Rhizopus	No.7																		+	
	No.52								+	+							+			
	No.105	+		+									+			+			+	
	No.106			+					+			+				+			+	+
Aspergillus -niger	No.57		+	+	+	+				+	+			+	+					
	No.72	+				+						+	+		+					+
Aspergillus	No.3		+		+	+			+				+						+	+
	No.5			+																
	No.11			+																
	No.12																+			
	No.19										+									
	No.20				+						+	+				+				
	No.42										+									
	No.44															+				
	No.62			+							+									
	No.65	+		+	+	+			+		+	+								+
No.88				+				+		+									+	
Monilia	No.29			+																
	No.47				+															
	No.120				+						+									
Alternaria	No.104	+		+	+		+													
Fungiimper- fecti	No.82									+						+				
Botrytis	No.101				+					+				+						
Fusarium	No.38			+																
Helmintho- sporium	No.33			+							+									
	No.100	+		+			+			+	+	+	+	+	+	+			+	+
Albugo	No.61			+	+					+	+									+
Mucor	No.59				+									+		+				
Pythium	No.36																			+
	No.117										+									
Phycomisetes Phytophthora	No.18				+					+										
Ascomycetes	No.22																			+
不明	No.46									+					+					
不明	No.97			+																
不明	No.135						+					+								+

注) 1. 24℃, 10日間培養したとき、それぞれの菌の発生程度を多いものより卍, ++, +で示す。
2. 菌の種類番号は、分離した同種の菌株を示す。

部にはもちろん、良質マツタケの内部にも目立って多いことは興味あることである (82)。

5. 変敗マツタケについての人体実験：採集した変敗マツタケおよび人工変敗マツタケ(ビニール袋に包み、18~19℃でむらす。)を著者および家族の1~2の者が食して中毒実験を行う。その方法および結果をTable 34に示す。

Table 34, 変敗マツタケの人体実験

No.	試料		調理方法	人名 (性別)	給食量	症状	備考	
	採集1961	状態						
1	11月6日	開茸 表面ぬるけ甚	生70g $\xrightarrow{\text{煮}}$ 45.5g	I(♂)	22.5g	下腹気持悪し。	試-A	
2			生55g $\xrightarrow{\text{焼}}$ 27g	I(♂)	27g			
3	11月16日	蓄茸、腐敗少	生110g $\xrightarrow{\text{焼}}$ 52g	I(♂)	30g	喉気持悪し。	試-B	
4		同上、人工変敗	70g $\xrightarrow{\text{焼}}$ 31g	I(♂)	31g	喉、胸気持悪し。		
5	11月16日	中開茸 腐敗中	生115g $\xrightarrow{\text{煮}}$ 50g	T(♀)	25g	食用時気持悪し。	試-C	
6			生35g $\xrightarrow{\text{煮}}$ 22.5g	H(♂) 小人	22.5g			
7	11月16日	開茸 腐敗甚	生50g $\xrightarrow{\text{ゆでる}}$ 82g	I(♂)	82g	喉、胸気持悪し。		
8	11月19日	蓄、中開、開茸 腐敗甚(数本)	生200g $\xrightarrow{\text{煮}}$ 260g	I(♂) T(♀)	130g 130g	胸むかつき嘔吐を 催すが嘔吐せず。 嘔吐はしないが、 胸より喉のあたりが 気持悪く吐きそうに なる。	試-D	
9		同上 少しぬるけ	生40g $\xrightarrow{\text{煮}}$ 20g	H(♂) 小人	20g			
10		開茸 腐敗中	生20g $\xrightarrow{\text{煮}}$ 12.5g	I(♂)	12.5g			
11		蓄茸 腐敗中	生25g $\xrightarrow{\text{煮}}$ 25.7g	T(♀)	25.7g			
12		開茸 腐敗中	生50g $\xrightarrow{\text{煮}}$ 50g	I(♂)	50g			
13		開茸 ぬるけ甚	生30g $\xrightarrow{\text{煮}}$ 36.5g	I(♂)	20g			
14		開茸 ぬるけ中	生120g $\xrightarrow{\text{煮}}$ 85g	I(♂)	47g $\xrightarrow{3\text{h後}}$ 25g 0.5h後 13g			
15		開茸 ぬるけ中	生70g $\xrightarrow{\text{煮}}$ 53g	T(♀)	30g $\xrightarrow{5\text{h後}}$ 23g			
16		開茸 腐敗、白カビ甚	生100g $\xrightarrow{\text{焼}}$ 55g	I(♂)	55g			気持悪く、腹ぐあい 悪し、嘔吐しない。
17		良質茸の人工 変敗キノコ コバエ甚	60g $\xrightarrow{\text{焼}}$ 30g	I(♂)	30g			
18	山地変敗茸の 人工変敗キノ コバエ甚	70g $\xrightarrow{\text{煮}}$ 60g	I(♂)	60g				
19	11月26日	山地変敗茸 腐敗コバエ 繭虫甚	250g $\xrightarrow{\text{焼}}$ 110g	I(♂) T(♀) H(♂)小人	45g 45g 20g	腹ぐあい悪し。	試-F (人工変敗)	
20			良質人工変敗 キノココバエ 繭虫甚	—	—	—	—	試-E
21	12月1日	山地変敗茸 腐敗表面乾燥	70g $\xrightarrow{\text{煮}}$ 65g	T(♀)	65g	変化なし。	—	
22	12月5日	同上	50g $\xrightarrow{\text{焼}}$ 25g	I(♂)	25g	変化なし。	—	

中毒実験の結果、猛烈な嘔吐を伴う中毒はおこらなかったが、胸のむかつきなどの中毒症状を体験した (82)。

Table 35, マツタケ腐敗菌によるマツタケの腐敗状態

菌の 種類	2.5 ヶ 月 後		5 ヶ 月 後				
	腐 敗 程 度	状 態	腐 敗 程 度	臭	色	状 態	繊 維 質 の 溶 解
No.5	###	淡茶, 白粘液甚	###	石鹼臭 少し木葉臭	灰白色 少し褐色	粘液多くぬるけ甚 表面溶	—
No.11	++	濃茶粘液	###	マツタケ特有の腐敗臭 木葉臭, 石鹼, 昆布臭甚	褐色	寒天状の強い粘り、表面 皮有ぬるけ甚	—
No.13	+	白粘液 乾	+	椎茸臭のよい臭	灰白色	汁液乾燥、白粘土状 水に溶ける、表面皮有	—
No.15	+	黄 汁 液	+	石鹼臭, 悪臭なし 少しマツタケ特有臭	黄 色	汁液乾燥、水に溶けレモ ン色 表面皮有	—
No.23	+	粘 液	+	木 葉 臭	淡褐色	汁液少しぬるけ、粘液 表面皮有 少し溶	—
No.25	++	茶 粘 液	###	マツタケ特有の腐敗臭 木葉, 石鹼, 昆布臭	褐色	粘液多くぬるけ 表面少し溶	—
No.26	+	淡茶汁液	+	臭気なし	淡褐色	汁液なし 表面皮有	—
No.27	##	茶 粘 液	##	木 葉 臭	淡褐色	さらっとした汁液 表面皮有、極少しぬるけ	—
No.30	##	茶 粘 液	##	マツタケの むれた臭	褐色	粘液ぬるけ甚 表面溶 少し皮有	—
No.35	##	淡茶, 白汁液	##	椎 茸 臭	灰白色	さらっとした汁液 表面極少しぬるけ	—
No.37	##	濃茶粘液	##	マツタケ特有の腐敗臭 木葉, 石鹼, 昆布臭	淡褐色	寒天状粘液ぬるけ甚 表面溶	—
No.44	++	茶 粘 液	++	マツタケ特有の腐敗臭 木葉, 石鹼, 昆布臭	暗褐色	稍さらっとした汁液 表面皮有少しぬるけ	—
No.45	##	暗褐色汁液	##	木 葉 臭	暗褐色	汁液少 表面皮有ぬるけ甚	—
No.46	###	淡黄白粘液 甚	###	木葉臭 少し石鹼臭	淡褐色	粘液甚ぬるけ甚 形崩れ大半溶	—
No.55	##	白 汁 液	###	石鹼臭 悪臭なし	淡黄白色	さらっとした汁液 表面皮有	—
No.59	###	茶 粘 液	###	マツタケ特有の腐敗臭 木葉, 石鹼, 昆布臭	褐色	汁液少し粘り 表面皮有	—
No.64	+	粘 液	+	石鹼臭 悪臭なし	淡褐色	汁液乾燥、寒天状 表面皮有 少しぬるけ	—
No.66	##	白 汁 液	##	干マツタケ臭	灰白色	さらっとした汁液多し 表面少し溶	—
No.69	###	濃茶粘液 甚	###	マツタケ特有の腐敗臭 木葉, 石鹼, 昆布臭	淡褐色	ぬるけ甚 表面溶	—
No.70	###	白 粘 液 甚	###	石鹼臭, 木葉臭	白 色	ぬるけ粘液甚 大部分溶 固形少し残	+
No.71	+	粘 液	+	石鹼臭, マツタケを むした臭, 悪臭なし	淡褐色	汁液乾燥、寒天状粘液少 表面皮有、少しぬるけ	—
No.72	++	茶 粘 液	##	木 葉 臭	淡褐色	ぬるけた汁液 表面皮有	—
No.73	##	茶 粘 液	###	マツタケ特有の腐敗臭 木葉臭	暗褐色	ぬるけた粘液 表面溶	—
No.75	###	濃茶粘液 甚	###	マツタケ特有の腐敗臭 木葉, 石鹼, 昆布臭	暗褐色	寒天状、ぬるけ甚 粘液 多し、表面大半溶	+
No.76	++	淡黄白粘液	##	木 葉 臭 少し石鹼臭	灰白色 稍褐色	ぬるけた粘液 表面大部分溶	—
No.90	+	粘 液	+	マツタケ特有の腐敗臭 木葉臭	淡褐色	汁液乾燥、少しぬるけ 表面皮有	—
No.92	##	黄白粘液	###	マツタケ特有の腐敗臭 木葉臭	黄褐色	ぬるけた粘液 表面皮溶	—
No.93	++	茶 粘 液	##	石 鹼 臭	褐色	ぬるけた粘液 表面皮有	—
No.94	++	白 粘 液	##	石 鹼 臭 木 葉 臭	灰白色 稍褐色	さらっとした汁液 表面皮有 少しぬるけ	—
No.95	##	濃茶汁液	###	マツタケ特有の臭 木葉臭, 石鹼, 昆布臭	暗褐色	ぬるけ甚、粘液多し 表面皮大部分溶	—
No.96	—	正 常	—	石鹼臭 しめり臭	淡褐色	さらっとした汁液、少しぬるけ、表 面皮有、固形物変化なし	—
No.99	++	茶 粘 液	++	石鹼臭 木葉臭	淡褐色	稍さらっとした汁液 表面皮有少しぬるけ	—
No.100	++	茶 粘 液	##	石鹼臭 少し木葉臭	淡褐色	ぬるけ甚、粘液 表面皮溶	—
No.101	+	白 汁 液	+	干椎茸臭	灰白色	汁液乾燥 表面皮有、少しぬるけ	—
No.102	###	茶 粘 液 甚	###	マツタケ特有の腐敗臭 木葉臭	淡褐色	ぬるけ、粘液甚 表面稍溶	—
無処理 茸	—	変化なし	—	蒸しマツタケ臭	淡褐色 淡い色	さらっとした汁液、表面少しぬるけ 皮有、固形物かたい	—

(備考) *Proteus morgani* を同様に移植して比較したところ、干椎茸臭を発生し、色は灰白色汁液状で、表面皮の溶解もなく、堅い固形物のままであった。すなわち腐敗は少し行なわれた程度である。

6. マッタケの腐敗と腐敗状態：良質滅菌マッタケ（三角コルペンに生マッタケ35gと水5CC. を入れ間けつ滅菌する。）に単離した菌を移植し，室温に放置して腐敗状態を観察する。その結果はTable 35のごとく菌の種類によって特色のある腐敗を認めた。一部繊維質を分解する菌の存在をみたが，完全な分解はみなかった。

マッタケに被害を与える動物として，岩出⁽⁸³⁾は野獸，ナメグジ，線虫，キノコムシ，マッタケバエ，オオマッタケバエ……など5科20種をあげているが，良質マッタケの腐敗時に仔虫（キノコバエの幼虫），線虫，狸タバエの幼・成虫の存在を認めた。また腐敗マッタケは勿論，それ以外の山土にも線虫を多く認めた。マッタケより分離した仔

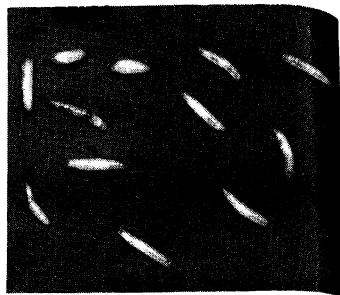
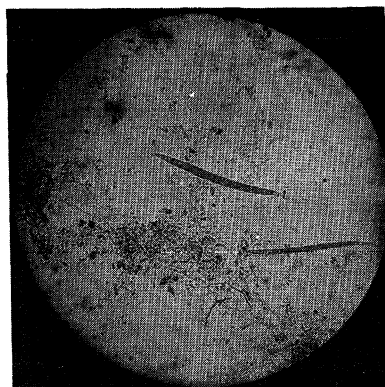
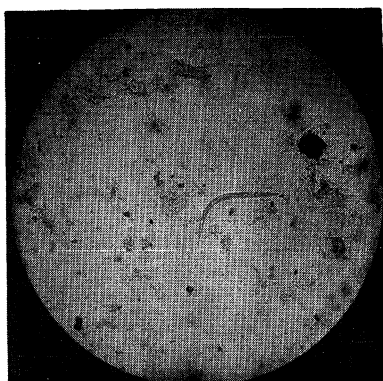


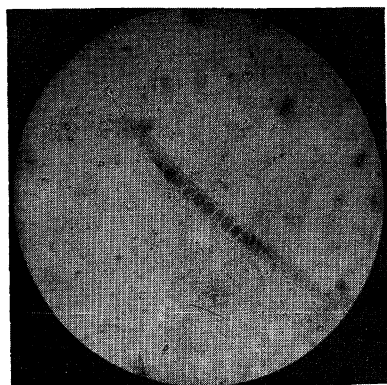
Fig. 36, 仔虫（キノコバエの



♂



♂



♀ 頭部



♀ 尾部

Fig. 37, 線虫 (×50)

虫を Fig. 36 に、線虫を Fig. 37 に示す。特に線虫はマツタケ培地での増殖が極めて旺盛で、たちまちマツタケの組織を喰害し、繊維質も残さないほどであった。山地においてマツタケが完全に腐敗してしまうが、これには土壤線虫が大きな役割を演じていると考えられる。

7. 小 括

マツタケの生長はすみやかであり、それだけ酵素的にも活性状態にあると言える。したがって自家消化による変敗や、微生物、小動物による害をうけた場合の腐敗は迅速である。マツタケに付着した菌をマツタケ培地で分離したところ、その種類も多く微生物による汚染の甚しいことを知る。またこれらの菌は土壤菌と同じものが多いことを認めた。特に小動物による喰害とともに、土壤線虫の喰害はマツタケの繊維質の分解およびマツタケの腐敗に大きな影響をもつことを認めた。

- 注) 1. Urease: CHRISTENSENの尿素培地⁽⁹⁰⁾を用い、尿素の分解を検す。すなわち、尿素と指示薬(フェノールレッド(P, R.))を含む培地で陽性(+)菌はアルカリ性になり、P. R.の赤色を示す。⁽⁹¹⁾
2. Indole: Indole 反応はKovacs法により産生の有無を検す。^(91, 92)
3. H₂S: 鉛糖紙を培地の綿栓にはさんでこれの黒変およびKLIGLERの培地の高層部の穿刺線に沿っての黒変により産生⁽⁹¹⁾を検す。
4. SM(Sucrose/Mannitol): RUSSELL 培地の乳糖を蔗糖に、ブドウ糖をマンニットにかえた培地でGはガスの発生を示す。⁽⁹⁰⁾
5. KL (Lactose/Glucose): KLIGLER 培地⁽⁹⁰⁾で、RUSSELL の培地にさらに硫酸第1鉄その他を加え、糖分解性とH₂Sの発生の有無を同時に検す。
6. Citrate: クエン酸ナトリウム培地(SIMMONS)は、窒素源として無機アンモニア塩、炭素源としてクエン酸のみ含む培地⁽⁹⁰⁾で、この培地での増殖の有無を検す。
7. Arabinose: 分解性を検す。
8. V.P.: VOGES—PROSKAUER の反応で陽性(+)は、エオシン様の桃色と蛍光色を呈する。^(91, 92)
9. M.R.: メチルレッド試験で、反応陽性(+)は培地が赤色となり、陰性(-)は黄色を呈する。^(91, 92)
10. Gelatinase: ゼラチン液化作用の有無を検す。⁽⁹¹⁾
11. Catalase: H₂O₂の分解能を検す。
12. Gram染色: 普通法による。⁽⁹¹⁾
13. 酸性培地, 塩基性培地: 発育を示す。
14. His: HistidineをPhe: Phenylalanineを示す。
15. Decarboxylase: 脱炭酸能の有無および強さを示す。第七章1, (1)参照。

多いことを認めた (84)。

これらの菌の特性を Table 36 に示す。また Table 37 に pH とヒスチジンおよびフェニルアラニンの脱炭酸の関係を、Table 38 にこれらのマツタケ腐敗菌の pH 7.0 におけるヒスチジンおよびフェニルアラニンの脱炭酸の強さを比較したものを示す。またヒスチジンおよびフェニルアラニンに対する脱水素能の強さを Fig. 38 に、カタラーゼの有無を Table 39 に示す。

1. 脱炭酸能の測定法：供試菌はいずれもプロテオゼプトン培地 (プロテオゼプトン(Difco) : 20 g, NaCl : 2.5 g, 蒸留水 : 1 l, pH : 7.8) にて、30℃で培養し Fig. 39 に示すように旺盛な発育をきたした10~12時間培養菌を掻き集めて、これを生理的食塩水に浮遊せしめた後 10,000 r.p.m. 5 分間、遠心洗滌を3回反復した静止菌を滅菌蒸留水に溶かしたものをを用いた。(85)

ワールブルグ検圧計の使用法については、主として笹川、関根の方法 (86) に準じて、Dixon (87) の手技によった。すなわちCO₂吸収のためには 33% NaOH (濾紙浸漬) 0.2CCを用い、主室には酵素液として菌液 1CC (5~10mg/CC濃度)、緩衝液 (0.1 M-磷酸緩衝液 pH 7.0, または M/5-酢酸緩衝液 pH 5.0, または M/10-Clark-Lubs 緩衝液 pH 9.0) 0.4CC, 測室は M/100-基質 (加え

Table 37, pH と 脱炭酸

菌株	pH	CO ₂ 生成量 μl / mg, Cells / 60mm	
		ヒスチジン	フェニルアラニン
No. 11 (紅)	5.0	(-)	1.697
	7.0	19.190	0.764
	9.0	3.069	3.537
No. 11 (白)	5.0	(-)	
	7.0	2.296	16.440
	9.0	0.708	
No. 37	5.0	0.424	
	7.0	3.754	2.728
	9.0	1.538	
No. 71	5.0	(-)	2.830
	7.0	1.319	3.000
	9.0	(-)	0.772

注) 1. CO₂の生成量はμl/菌体乾物量(mg)で示す。
2. 菌株のNo11は菌種で、(紅)および(白)は紅・白に解離した菌を示す。
3. (-)は脱炭酸なし。

Table 38. マツタケ腐敗菌のヒスチジンおよびフェニルアラニンの脱炭酸能

菌の区分	菌株	pH	ヒスチジン		フェニルアラニン	
			CO ₂ 生成量			
			μl / mg, Cells / 30mm	μl / mg, Cells / 60mm	μl / mg, Cells / 30mm	μl / mg, Cells / 60mm
生菌・滅菌試料による死亡	No. 72	7.0	(-)	(-)	(-)	(-)
	No. 73		(-)	(-)	(-)	(-)
	No. 20		8.025	16.775	(-)	(-)
	No. 30B		1.709	2.468	(-)	(-)
	No. 55		3.548	8.048	0.005	0.038
	No. 21		1.665	2.488	0.856	2.000
	No. 37		2.908	3.754	1.616	2.728
	No. 71		1.231	1.319	0.797	1.876
	No. 11(紅)		12.457	19.190	0.453	0.764
	No. 11(白)		1.340	2.296	12.910	16.440
生菌・滅菌試料とも死亡	No. 64	0.273	1.109	0.754	1.593	
	No. 75	0.659	2.370	0.834	2.653	
	No. 81	4.044	11.300	4.998	4.710	
	No. 90	0.697	0.827	2.460	3.138	
	No. 102	0.619	1.978	2.657	2.668	
	No. 19	0.642	1.560	(-)	0.054	
	No. 59	0.931	0.963	0.840	1.055	
	No. 66	2.208	2.323	1.500	1.558	
	No. 69	0.407	8.524	0.547	0.741	
	No. 70	2.888	3.706	0.214	2.420	
死	No. 86	0.946	0.936	(-)	1.888	
	No. 92	0.240	2.100	0.242	0.260	
	No. 94	1.306	1.322	(-)	(-)	
	No. 30A	1.938	2.006	0.619	2.983	
	No. 76	0.158	0.350	(-)	(-)	

注) 1. 菌の区分はシロネズミに対する毒性による区分を示す。
2. CO₂の生成量はμl/菌体乾物量(mg)で示す。
3. (-)は脱炭酸なし。

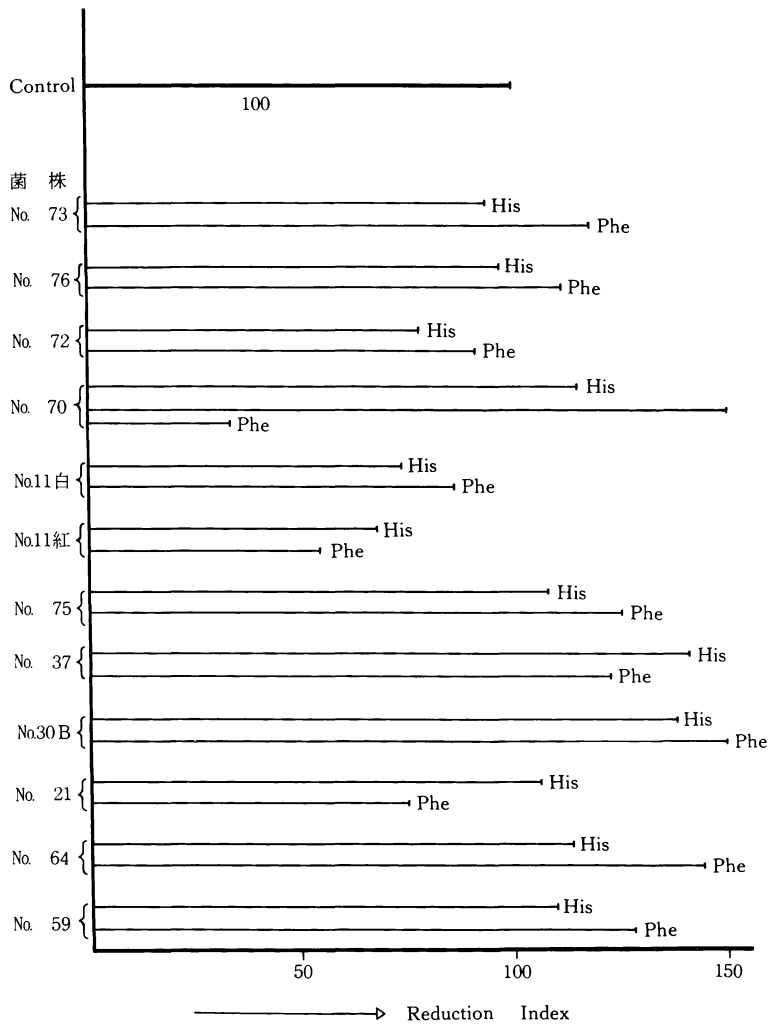


Fig. 38, 各菌種のヒスチジン (His) およびフェニルアラニン (Phe) 脱水素能

Table 39, カタラーゼの有無

菌株	No. 11 紅	No. 11 白	No. 19	No. 20	No. 21	No. 30 A	No. 30 B	No. 37	No. 55	No. 55 B	No. 59	No. 64	No. 66
活性の有無	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

No. 69	No. 70	No. 71	No. 72	No. 72 B	No. 73	No. 75	No. 76	No. 81	No. 86	No. 90	No. 92	No. 94	No. 102
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

注) 卍は強いもの、卍は中程度のもの、+は弱いもの

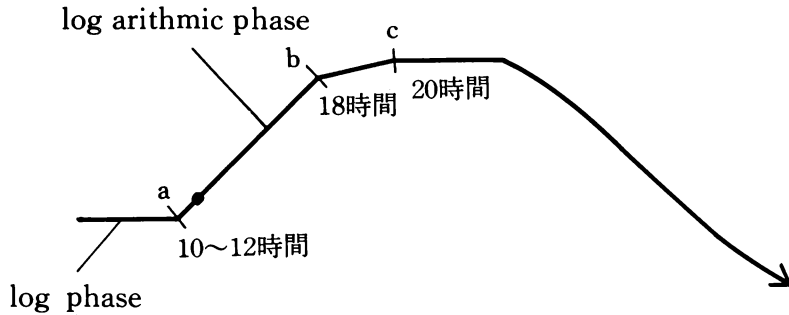


Fig. 39, 菌の増殖状況

- 注) 1. a~bのときを普通は用いる。
2. •印の若い菌を使用する。

ないときは滅菌蒸留水) 0.2 CC, 助酵素として M/100-ピリドキザル燐酸 0.2 CCおよび M/100-MgSO₄ 0.2 CC, 更に緩衝液の Na⁺ に吸着された CO₂ を追出すため, 3N-H₂SO₄ 0.2 CC を加え全量を 2.4 CCになるごとく中性蒸留水を加え, ガス腔は空気として 37°C ± 0.1, 振とう回数 108/分として計測した。

2. 脱水素能の測定法: 供試菌は上記の脱炭酸能測定に用いた菌を, 同一の方法にて培養し, 洗滌の上静止菌としたものを用いる。実験の方法は石本⁽⁸⁸⁾, 三山⁽⁸⁹⁾の方法を参考にし, 専らツベルグ管手技に従った。すなわちツベルグ管の1側に高速遠心洗滌の新鮮培養生菌を静止菌として, 10mg/CC濃度で 0.5 CC容れ, 他側の管には蒸留水 0.3 CC(対照は 0.4 CC) 燐酸緩衝液 (pH 7.0) 0.5 CC, M/100-基質 0.1 CC, M/1,000-メチレンブルー液 0.1 CCを容れ, 真空ポンプで 15 mmHg まで排気し, 37°C ± 0.1 の恒温槽内で 10分間温めた後, 両管内容物を混入して, ストップオッチで脱色時間 (T) を測定し, $1/T \times 100 = \text{Reduction Index}$ として表示し, control (基質を投入しないもの) と比較する。

3. カタラーゼ作用の検定法: 菌体について, H₂O₂ の分解能を調べる。

Table 38 に示したように, マッタケ腐敗菌のうちヒスチジンの脱炭酸が強い菌株 No. 20, 55, 11 紅, 81 はいずれもその生菌または滅菌汁がシロネズミを死亡させた菌であり, フェニルアラニンの脱炭酸が強い, 菌株 No. 11 白, および No. 81 もその生・滅菌汁がシロネズミを死亡させた菌である。シロネズミを死なすことの出来なかった菌は一般にヒスチジンおよびフェニルアラニンの脱炭酸が弱い, No. 66 株, No. 69 株および No. 70 株はヒスチジンの脱炭酸にやや活性をあらわした。

またシロネズミが死亡した菌にはヒスチジンおよびフェニルアラニンの両アミノ酸とも脱炭酸

するものが多いことを認めた。

脱水素能については、Fig. 38に示すように基質を投入することにより失活するものもあることを認めた。特に№11株（霊菌）はヒスチジンやフェニルアラニンの脱炭酸能は強いが、基質投入により脱水素能は逆に弱くなる。

2 マツタケの腐敗と霊菌

Table 36に示した菌株№11は霊菌(*Serratia marcescens*:*Chromobacterium prodigiosus*)であるが、本菌を反復分離培養し、Fig. 40.に示すように紅色系と白色系菌に集落分離を試み、これをそれぞれ純化して安定した両変異株Fig.41を得た。これらの変異株の脱炭酸能は、Table 37, 38に示すようであり、ヒスチジンに対しては、紅色系菌がpH 7.0 で最も顕著な活性を示し、白色系菌は遙かにこれには及ばないが、フェニルアラニンに対しては、紅色系より白色系菌の方が活性が強い(97)。特に霊菌を滅菌良質マツタケに移植して腐敗せしめると、繊維素の変化はないが、表面の粘質化（ぬるけ）が甚しく、山地において自然に腐敗したマツタケと同様の特有の臭いをもつようになる。このように霊菌は脱水素能は小さいが、脱炭酸、 H_2O_2 の分解酵素活性および各種糖類の分解能が高く、マツタケの急速な変敗に一役をなしているものと思われる。

Table 40 に霊菌の主な性質を示す。

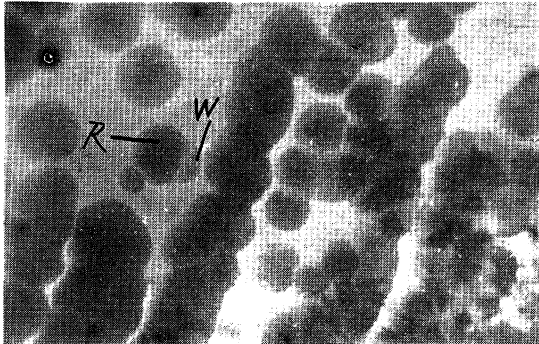


Fig. 40, 霊菌の紅白分離集落

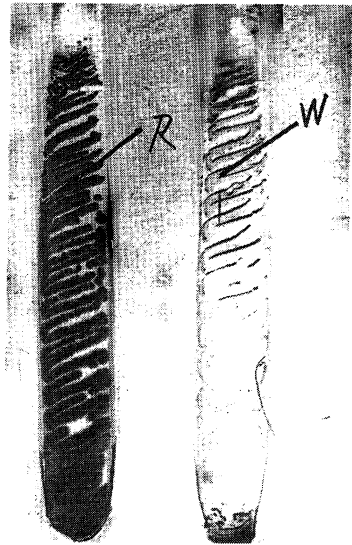


Fig. 41, 分離した紅, 白の霊菌

Table 40, 靈菌の主な性質

	GRAM 染色	Catalase	Indole	Citrate	Sucrose	Mannitol	Lactose	Glucose	Arabinose	脱 水 素		
										His	Phe	Control
紅	微小桿菌	+	+	+	+	+	—	—	—	68	55	100
白	微小桿菌	+弱	+	+	+	+	—	—	—	74	86	

- 注) 1. 脱水素は Reduction Index で示す。第Ⅶ章1, (2)参照。
 2. Indole は産生を、Citrateは利用能を、糖は分解を示す。
 3. その他は Table 36(注)を参照。

3 小 括

一般に細菌はアルカリ性で生育がよいが、マッタケより分離した腐敗菌⁽⁹⁸⁾には酸性で生育がよいものが多い。またマッタケ中毒菌の中にはヒスチジンおよびフェニルアラニンに対する脱炭酸能の強い菌が多いことを認めたが、この事実はこれら諸酵素の活性化をもたらす条件が与えられれば、マッタケ中に存在するヒスチジンおよびフェニルアラニンの脱炭酸がおこりヒスタミンおよびフェニルエチルアミンが容易に生成される公算が大きいことを示す。特に靈菌の紅色系のヒスチジン脱炭酸能は顕著である。

第 VIII 章 マツタケ中毒菌としての Ballerup 菌の意義

自生中に変敗して生じた中毒マツタケ（著者らが食べて中毒したもの）より分離した菌を良質滅菌マツタケに移殖し、腐敗せしめた人工変敗マツタケを食べ中毒を再現する菌を検索した^(99, 100, 101)。

1. マツタケ中毒菌の分離

1. 中毒マツタケの採集

A 中毒マツタケ A (Fig. 42) …… 1964年10月18日朝、滋賀県犬上郡多賀町一円、堂谷山より採集。

a 試料の状態：Fig. 42のように一部が腐敗し粘質化（ぬるける）したもので約60gのマツタケ。

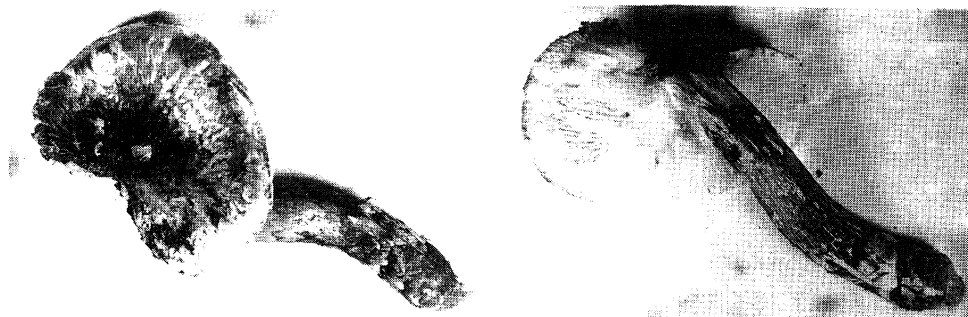


Fig. 42, 中毒マツタケ A

b 採集前の気象：採集前の気象は Table 41 のようであり、採集の前日は雨天であった。

c 中毒症

状：上記マツタケの約 $\frac{1}{2}$ 、すなわら30gを焼マツタケにして食べる。食後30分してむかつきを催し、40分後2回、1時間後2

Table 41, 中毒マツタケ A 採集前の気象状況

10 月		9 日	10 日	11 日	12 日	13 日	14 日	15 日	16 日	17 日	18 日
山地にて 7時測定	気温℃	14.0	7.0	8.0	13.2	15.5	15.5	13.2	12.0	16.5	15.0
	地温℃10cm	13.5	7.5	8.8	12.0	14.5	15.0	13.2	12.0	15.5	14.5
	湿度%	94	85	85	94	100	100	100	100	94	94
	天 候	雨				雨	雨			雨	
彦根気象 台 測定	最高℃	19.7	20.0	21.2	19.0	17.6	21.0	23.2	24.5	22.2	19.2
	最低℃	11.8	7.4	6.2	10.5	14.5	15.2	13.4	10.5	16.2	15.3
	平均℃	15.4	13.7	13.6	15.3	15.6	17.8	18.1	17.1	18.2	16.5
	平均湿度%	72	68	76	80	94	87	73	80	85	72
	雨量mm	2.0	—	—	3.0	57.3	12.9	—	—	4.5	0.1
	地温℃10cm	27.0	26.9	26.2	26.7	26.5	27.3	27.0	26.1	26.4	26.8

回、更に4時間後2回嘔吐する。その後咽喉から胃に膨満感があり、“ゴネゴネ”した(不消化な)感じで気持ちがわるかったが、12時間後には平癒する。体温は38℃、流涙あり。(♂44才)

B 中毒マツタケ-B (Fig. 43)……1965年10月14日朝、中毒マツタケ-Aと同山林より採集。

a 試料の状態: Fig. 43のように根元から柄の部分が腐敗し、粘質化(ぬるける)したもので約40gのマツタケ。

b 採集前の気象: 採集前の気象はTable 42のようであり、採集の当日は雨天であった。

c 中毒症状: 上記マツタケの約 $\frac{1}{2}$ 、すなわち20gに醤油を添加して煮たものを1日冷蔵庫

に保存して食べる。食後5分してむかつきを催し、15分後に猛烈な嘔吐を2回する。口の中はにがく、頭は少し痛み、嘔吐後も

胸苦しく、胃の膨満感あり、“ゴネゴネ”とした感じで気持ちがわるかったが、5時間後には平癒する。体温は36.3℃であった。(♀42才)

C 中毒マツタケ-C (Fig. 44)……1968年9月22日朝、中毒マツタケ-Aと同山林より採集。

a 試料の状態: Fig. 44のように全体が粘質化(ぬるける)していて、Mucorが生えた約130gのマツタケ。

b 採集前の気象: 採集前の気象はTable 43のようであり、採集の前々日および採集の当日は雨天であった。

c 中毒症状: 上記のマツタケ80gを醤油および砂糖で佃煮として、その $\frac{1}{2}$ 宛を食べる。食べるとき、にが味を感じた。

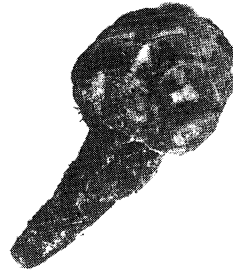


Fig. 43, 中毒マツタケ-B

Table 42. 中毒マツタケ-B 採集前の気象状況

10月		5日	6日	7日	8日	9日	10日	11日	12日	13日	14日
山地にて 7時測定	気温℃	11.5	10.5	9.0	12.5	7.5	8.5	10.0	12.0	12.5	16.5
	地温℃10cm	15.8	17.0	16.0	16.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	16.0
	湿度%	93	93	92	87	88	85	86	87	93	83
	天候		雨								雨
彦根気象 台測定	最高℃	22.1	19.2	23.1	19.5	19.0	20.6	22.2	22.4	21.2	18.6
	最低℃	10.0	15.1	13.2	14.4	6.6	7.8	7.9	8.8	9.2	15.0
	平均℃	16.5	16.6	17.9	16.1	13.9	14.5	14.3	14.8	15.6	16.9
	平均湿度%	82	89	74	55	63	69	69	73	76	88
	雨量mm	—	6.9	—	—	—	—	—	0.0	—	25.7
	地温℃10cm	26.6	24.4	24.6	25.3	22.9	23.1	23.8	24.1	23.7	22.7

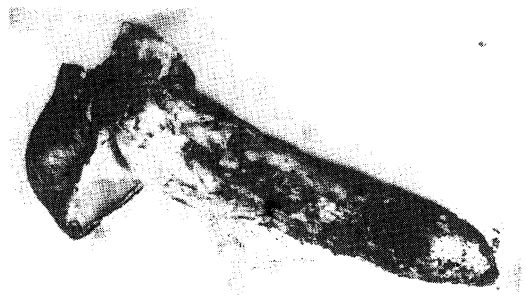


Fig. 44, 中毒マツタケ-C

例3) 1966年4月5日, マッタケ60gを食す。30分後胸苦しく, 嘔吐して平常になる。体温 36.5℃。

例4) 1966年4月9日, 同上

例5) 1967年5月3日, マッタケ60gを食す。60分後胸苦しく, 嘔吐3~4回後平常になる。体温 36.6℃。

これらの症状は, 全くマッタケ中毒の症状⁽¹⁰²⁾と同じであり, 食後30分~1時間後にあらわれ, 嘔吐後は平癒するが, 嘔吐しないときは翌日まで胸および胃の膨満感がつくことを認めた。

中毒マッタケより分離した他の菌による中毒の再現はみられなかった。上記A-1株については, 更に性状を詳しく調べたところ, 血清学的にはCitrobacter Ballerupに属することを認めた。

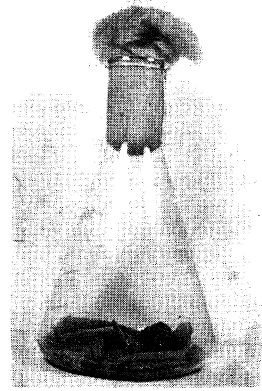
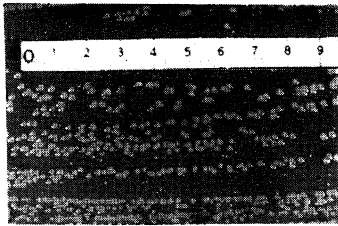
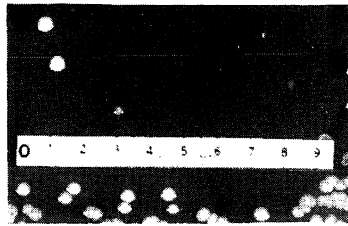


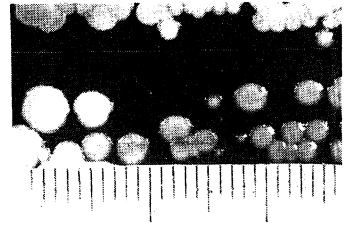
Fig. 45, A-1株によるマッタケの腐敗



(若)



(壮)



(老)

Fig. 46, A-1株の集落

2. マッタケ中毒菌としてのBallerup菌の性質

1. 菌の変異について

本菌を普通寒天培地に移し, 継代培養を繰返すと, Ballerup血清^(注)(この血清はBallerup当該菌を以って, 普通寒天培地に24時間培養し, 100℃, 2.5時間加熱したもの

Table 45, A-1株の性状

試験内容 菌株	糖										
	Rhamnose	Fructose	Mannose	Galactose	Lactose	Glucose	抗Ballerup血清に対する凝集性	運動性	Catalase	牛乳培地	ガス
A-1株	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
標準Ballerup (対照)	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-

分解性											
SolubleStarch	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mannitol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dulcitol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Inositol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ribulose	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Trehalose	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sucrose	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sorbitol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Salicin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Raffinose	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dextrin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Arabinose	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Glycogen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Inulin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Maltose	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Saccharose	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Xylose	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

- 注) 1. 血清反応は参考のため, Arizona, Bethesda, Alkalescens-Dispar. 生理的食塩水についても行うが, これらはいずれも陰性である。
 2. Lysine脱炭酸はLysine脱炭酸試験用培地(栄研)を用い, 37℃, 1夜培養し, 培地が明瞭な紫色を呈したとき陽性(+), 黄色を呈したときあるいはボケた紫色は陰性(-)として判定する。(93)
 3. MalonateはMalonate培地(栄研)を用い, 37℃, 48時間培養し, 明らかに青色となれば陽性(+), 緑色は陰性(-)として判定する。(94)
 4. 牛乳培地は凝固の有無を除す。(91)
 5. ガスはガス産生を除す。(91)
 6. 運動性は半流動性寒天培地(90)に穿刺培養すると運動性のある菌は培地全体が混濁することにより除す。(91)
 7. 糖分解性はBARSIEKOWの培地による。(90)
 8. その他はTable 36, 44, (注)参照。

を、家兎の静脈内に注射して作ったもので、当該 Ballerup 菌の O 抗体を含む。この血清と菌体を混合し、菌体の凝集をみて Ballerup 菌の診断に用いる。)に凝集しなくなることを認めた。

Fig. 47 のように継代培養して得たそれぞれの菌の性質は Table 46 のようである。

本菌は山地に存在する自然細菌であり、その生化学的性質も一定せず、甚しく変異することを知る。菌が S・R 分離 (100,103) 注) S 型は細菌コロニーの smooth form, R 型は rough form の略)をおこすことや、継代培養中に Ballerup 血清に対し陰性になることを認めた。Fig. 48 にこれらの変異菌を示す。

2. 菌の培養性

質：比較的安定

をみた A-1 h 株

について、次にあ

げた④～⑩の培地

を用い平板、斜面、

穿刺培養した場合

およびペプトン液

培地で液体培養し

た場合の生育状況

ならびに H₂S の発

生を、またゼラチ

ン培地に培養した

場合のゼラチンの

溶解を調べた。そ

の結果は Table 47

のようである。

培地

④……マッタ

ケ培地 A-

3 (井上培

地 (82))。

⑥……普通寒

天培地：市

販品 35 g/l

として調整。

⑩……プロテ

オーゼペ

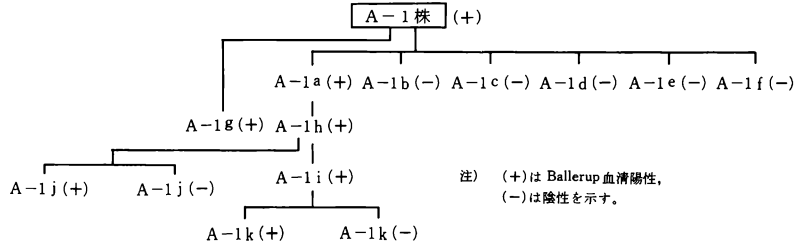


Fig. 47, A-1株の継代と変異

Table 46. 菌の変異と生化学的性質

試験内容	菌株													
	A-1	A-1a	A-1b	A-1c	A-1d	A-1e	A-1f	A-1g	A-1h	A-1i	A-1j	A-1k		
	+	+	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	+	-
Indole	+	-	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
M. R.	-	-	-	-	-	-	±	-	-	-	-	-	+	-
V. P.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Citrate	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
H ₂ S	+	± ₅	-	± ₅	-	± ₅	± ₅	-	-	-	-	-	-	-
Urease	± ₅	-	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-
0.0075% KCN 培地	-	± ₅	+	+	-	± ₅	-	-	-	-	-	-	-	-
Gelatinase	-	-	-	-	± ₄	± ₈	-	-	-	-	-	-	-	-
Nitrate	+	+	± _{微弱}	+	-	-	+	+	+	+	+	+	± _弱	+
S M 培地	∕	A/A	A/A	∕	A/A	∕	∕	∕A	∕A	∕A				
K L 培地	∕	∕A	∕A	∕	∕A	∕	∕	∕A	∕A	∕A				
Malonate								++	++	+	+	+	-	+
Lysine 脱炭酸能								-	-	-	+	+	-	+
Catalase	+++	++	+	++	++	++	++	++	++	+++	+++	+++	+++	+++
7% NaCl 培地	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gram 染色	小桿	小桿	長桿	小桿	双球	中桿	双球	小双球	小双球	小双球	小双球	小双球	精双球	大双球
抗 Ballerup 血清に対する凝集性	+++	++	-	-	-	-	-	+++	++	+++	+++	-	++	-

1. 菌株の (+), (-) は Ballerup 血清に凝集する菌、すなわち陽性を (+), 陰性を (-) で示す。
2. 生化学的性質のテストは対照菌として、肺炎桿菌、緑膿菌、Ballerup 菌などを用いた。
3. 培養は 25°C および 37°C 培養の結果である。ただし、ゼラチン溶解は 22°C で行う。
4. 数字は反応があらわれるまでの日数を示したものである。
5. 記号の A は分解を示す。
6. その他は Table 36, 44, 45, (注) 参照。

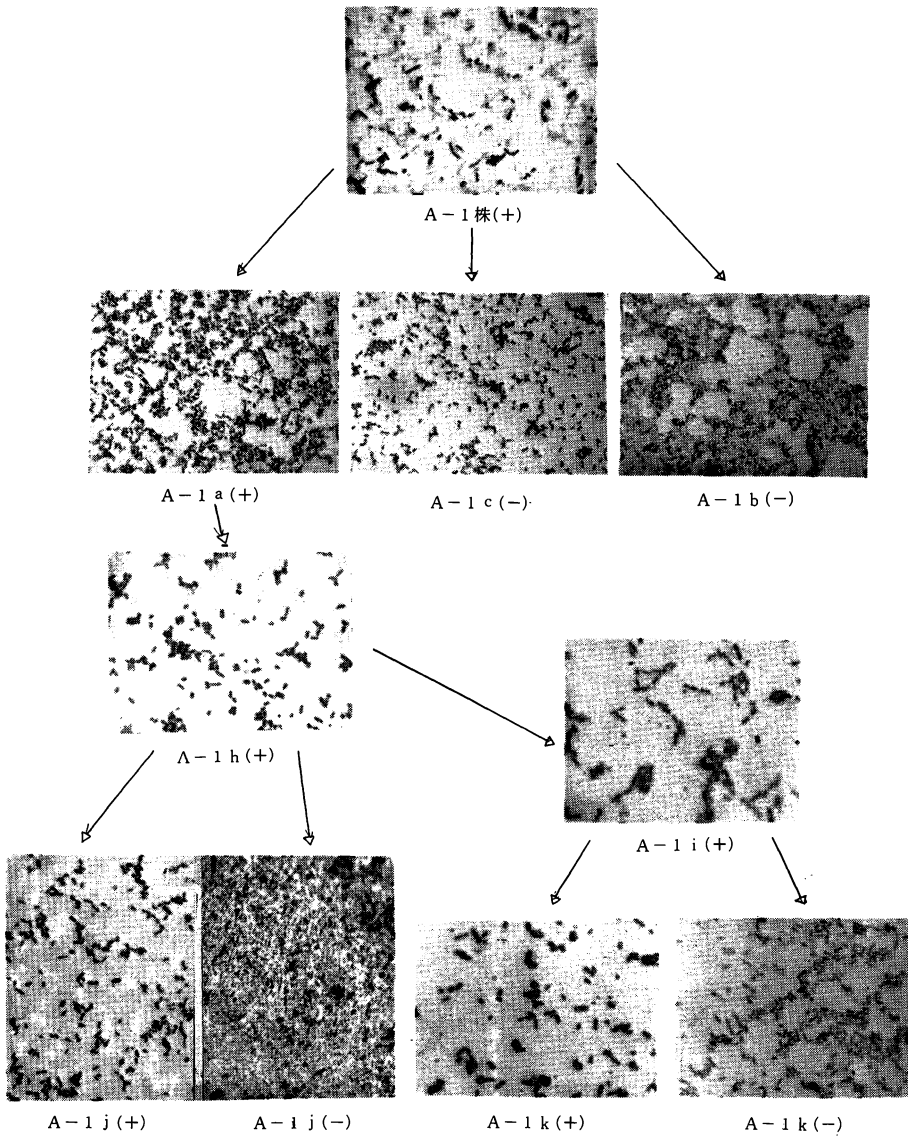


Fig. 48, A-1 株の変異と菌

トン培地⁽⁸²⁾ : 市販品20g + NaCl 2.5g / l として調製。

注) 普通寒天培地(日水製薬)成分

35g (1 l 分) 中	肉エキス	5.0g
	ペプトン	10.0g
	NaCl	5.0g
	粉末寒天	15.0g

• プロテオーゼペプトン (Difco) 培地













獣肉をパイニンで消化したペプトンである。

なお A-1j および A-1k 株についてのさらに詳しい生化学的性質を Table 48 に示す。

3. 菌の S・R 解離について：本菌を継代培養中 Fig. 49 のように 2 種の異なるコロニーを生ずることを認めた。すなわち smooth なものと rough のものであるが、S は透明で平滑、光沢、湿潤、整形、集落やや小さく、粘稠であるのに対し、R は辺縁不正、表面粗雑、涵濁、乾燥し、光沢なく、粘気なく、特にマロン酸ソーダで発育のよいものは S が多く、発育の弱いものには逆に S が少なく R が多いことを認めた。

本菌は S → R 解離をおこすことや、継代培養中 Ballerup 血清に対し陰性になることを認めしたが、Ballerup 血清に対する凝集は菌の S → R 化とは関係なく S および R 共に凝集するもの

Table 47, A-1h 株の培養性質

観 察 内 容		24 時 間 後	42 日 後
平 板 培 養	集 落 の 形	点 状 ($\varnothing 1\text{mm}$ 以内)	円 形 ($\varnothing 1\text{mm}$ 以上)
	集 落 の 表 面	平 滑、水 泡 状	平 滑、水 泡 状
	集 落 の 高 さ	 中 高	 中 高
	集 落 の 周 縁	 全 縁	 全 縁
	集 落 の 組 織	均 質	均 質
集 落 の 色	稍 黄 味 を も つ 灰 色	灰 色	
斜 面 培 養	発 育 の 良 否	培 地 ①, ②, ③ 共 に 良 好	培 地 ①, ②, ③ 共 に 良 好
	菌 層 の 形	 糸 状	 糸 状
	菌 層 の 高 さ	丘 状	丘 状
	光 沢	湿 光	湿 光
	菌 層 の 質	水 泡 状、さ ら つ と す る。	水 泡 状、さ ら つ と す る。
	菌 層 の 表 面	平 滑	平 滑
	透 明 度	半 透 明	半 透 明
	菌 層 の 色	稍 黄 味 を も つ 灰 色	稍 黄 味 の あ る 灰 色
	臭 気	有	有 (ニ カ ワ 臭)
	凝 水	白 濁	白 濁
穿 刺 培 養	溝 内 発 育	上 部 の み 発 育	上 部 良 好、下 部 不 良
	溝 内 菌 層 の 形	  上 層 部 発 育 状 況	乳 頭 状   上 層 部 発 育 状 況
ゼ ラ チ ン 培 養	ゼ ラ チ ン 溶 解	22°C (-)	22°C (+)
	ゼ ラ チ ン 溶 解 の 形 お よ び 程 度		 長 く 放 置 後 表 面 の み 溶
	溶 解 速 度		極 め て 遅。
液 体 培 養 (ペ プ ト ン 水 養	液 表 面 の 発 育	輪 また は 被 膜 を 生 じ 不 い。	輪 また は 被 膜 を 生 じ 不 い。
	涵 濁 の 程 度	稍 涵 濁	稍 涵 濁、数 日 間 涵 濁
	臭 気	少 し あ る。	臭 気 が 著 し い。
	沈 殿 お よ び 量	雲 状、僅 少	雲 状 (ぬ る り と し た 沈 殿) 多 量
	着 色	白 濁	灰 白 色
ガ ス の 発 生	H ₂ S (-), そ の 他 (-)	H ₂ S (-), そ の 他 (-)	

注) 培地①, ②, ③共に極めて生育は良好であり、特に①のマツタケ汁培地では一面に広がり灰白色を、
②, ③培地では黄白色を帯びた。

Table 48, A-1 j, A-1 k 株の生化学的性質

試験内容		C. Ballerup 定型	標準 Ballerup	A-1 j		A-1 k		試験内容	C. Ballerup 定型	標準 Ballerup	A-1 j		A-1 k	
		or		+	-	+	-				+	-	+	-
Indole	I	or +	-	-	-	-	-	Dulcitol	d	+	-	-	+ ₂	-
M.R.	M	+	37°C+	-	-	+	-	Mannitol	+	or ±	+ ₃	-	-	+ ₃
V.P.	V	-	25°C-	-	-	-	-	Adonitol	-	-	-	-	+ ₃	-
Citrate	C	+	-	+	+	+	+	Galactose		+	-	-	+	-
H ₂ S		+	+	-	-	-	-	Mannose		+	-	-	+	-
Urease		or (+)	-	-	-	-	-	Fructose		+	+	+	+	+
0.0075% KCN 培地		+	or +	-	-	-	-	Xylose		or +	-	-	+ ₂	-
Gelatinase		-	-	-	-	-	-	Maltose		+	-	-	+ ₂	+ ₃
Nitrate		+	+	+	+	弱+	+	Inulin		-	-	-	-	-
Malonate		-	-	+	+	-	+	Glycogen		-	+ ₃	+ ₃	+ ₃	+ ₃
Lysine 脱炭酸能		-	+	+	+	-	+	Trehalose		+	-	-	+	+ ₃
Leucine 脱炭酸能			-	-	-	-	-	Levulose			+ ₂	+ ₂	+	+ ₂
ガス			-	-	-	-	-	Aesculin		-	-	-	-	-
Catalase			+	+	+	+	+	Starch		-	-	-	-	-
運動性		+	-	+	-	+	-	Soluble Starch		-	-	-	-	-
牛乳培地			-	-	-	-	-	Dextrin			+	+ ₂	+ ₂	+ ₂
Gram 染色		-	-	-	-	-	-							
有機酸培養	Citric acid		-	-	-	+	-							
	D-Tartaric acid		-	-	-	-	-							
	Succinic acid		-	-	-	-	-							
	Malic acid		-	-	-	-	-							
糖	Glucose	+	(ガス)	+	+ ₃	+ ₃	+	+ ₃						
	Lactose	or +	X	-	-	-	-	-						
	Saccharose	d		-	-	-	+	+ ₃						
	Arabinose	+	+	-	-	-	-	-						
	Raffinose	d		-	-	-	-	-						
	Salicin	d		-	-	-	+ ₃	-						
	Sorbitol	+	or +	-	-	-	-	-						
Inositol	or +	X	-	-	-	-	-							

- 注) 1. 菌株の(+)(-)はBallerup血清に凝集する菌、すなわち陽性を(+), 陰性を(-)で示す。⁽¹⁰⁴⁾
 2. C.Ballerup定型は、腸内細菌の同定法を参考にした。
 3. 数字は反応があらわれるまでの日数を示したものである。
 4. Leucine 脱炭酸能はFalkowのLysine 脱炭酸試験に準じた。⁽⁹⁵⁾
 5. 有機酸培養は、KP有機酸基礎培地(栄研)を用い、有機酸の利用をみた。⁽⁹⁶⁾
 6. +: 1~2日で陽性。
 -: 1~2日で陰性。
 d: 菌種によって異なる。(+(+)-)
 (+): 遅れて陽性。
 +or -: 大多数が陽性。
 -or +: 大多数が陰性。
 X: 遅れて陽性又は陰性。
 7. その他は Table 36, 44, 45, 46(注)参照。

および凝集しないものがある。これは長く継代培養するといずれも陰性になる。

4. I · M · Vi · C - systemと本菌の位置づけ: 本菌は血清学的診断では Citrobacter Ballerup に属するが、生化学的性質は完全に Ballerup と一致をみない。

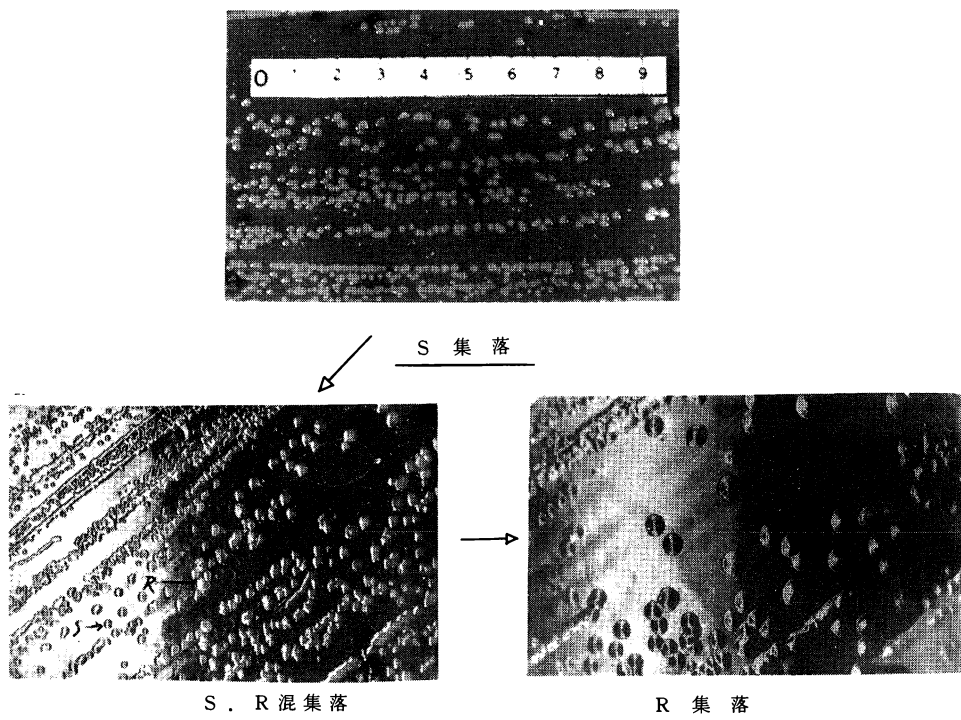


Fig. 49, A-1 株と S → R 解離

I·M·Vi·C-system⁽¹⁰⁵⁾注) (I·M·Vi·C-systemとは, Escherichia の簡易分類方法で, Indole 産生, メチルレッドの反応, Voges-Proskauerの反応^(91,92)および Citric acid 分解の有無よりいずれの group に属するか診断するものである。)の関係をみると, Table 49 のように Aerogenes group の II 型と Intermediate group の II 型の間接的な菌であるが, これが, Aerogenes group I 型と Intermediate

group II 型

の中間的な菌に変異することを認め

た。更には A-1 k (+) 株のように Intermediate group I 型にまで

Table 49, 自然界における菌の分布 - I.M.Vi.C-system⁽¹⁰⁵⁾

区分	型	Indole'	M. R.	V. P.	Citric acid
Escherichia group	I	+	+	-	-
	II	-	+	-	-
Intermediate group	I	-	+	-	+
	II	+	+	-	+
Aerogenes group	I	-	-	+	+
	II	+	-	+	+

注) 1. —は A-1 株他の性状,は A-1 j 株他の性状, - - -は A-1 k (+) 株の性状であり, A-1 株→A-1 j 株→A-1 k (+) 株に変異することを示す。
2. Indole は産生, M. R., V. P. は反応, Citric acid は分解を示す。

る。A-1 k (+) 株は生化学的性状⁽¹⁰⁶⁾より Citrobacter group すなわち Bethesda-Ballerup に位置づけられる。

5. アミノ酸の脱炭酸能について：A-1 kのBallerup血清に陽性(+), 陰性(-)株について, ヒスチジン, フェニルアラニン, チロシンに対する脱炭酸能を比較した。脱炭酸能は第VII章で示した前記と同様ワールブルグ検圧計を用いて測定した。A-1 k株(Ballerup菌)のClak-Lube bufferおよびphosphate bufferのpH5.0, 7.0におけるヒスチジン, フェニルアラニン, チロシンの脱炭酸をTable 50に示す。

脱炭酸能は, ヒスチジン, フェニルアラニン, チロシンの各基質ともBallerup血清陰性菌が陽性菌より大きく, 特に本菌のフェニルアラニンに対する脱炭酸能は顕著であり, ヒスチジンに対する脱炭酸能もこれに次いだ。

6. 変異したA-1株とマツタケ中毒：マツタケ中毒菌として分離し, 確認したA-1株を更に培養中変異した菌, すなわち前記のFig. 47に示した菌株, A-1a, A-1b, A-1c, A-1f, A-1kのBallerup血清に陽性(+), 陰性(-)株について, 第VI章5項および第VIII章1項に既述した方法で中毒試験を行った。その結果をTable 51

Table 50, A-1 k (Ballerup 菌) のヒスチジン, フェニルアラニン, チロシンの脱炭酸能

菌株	基質 緩衝液	ヒスチジン			CO ₂ の生成量			フェニルアラニン			チロシン		
		脱炭酸			脱炭酸			脱炭酸			脱炭酸		
		μl/mg, Cells/30mm	μl/mg, Cells/60mm	μl/mg, Cells/30mm	μl/mg, Cells/30mm	μl/mg, Cells/60mm	μl/mg, Cells/30mm	μl/mg, Cells/30mm	μl/mg, Cells/60mm	μl/mg, Cells/30mm	μl/mg, Cells/60mm	μl/mg, Cells/30mm	μl/mg, Cells/60mm
A-1 k + 菌	Clak-Lube	1.101	1.323	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	
	Phosphate	4.314	5.039	5.186	11.940	15.504	0.958	2.968	6.604	15.504	0.958	3.421	
A-1 k - 菌	Clak-Lube	3.275	9.977	4.476	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	
	Phosphate	0.036	5.568	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	
A-1 k - 菌	Clak-Lube	5.165	8.660	9.067	20.133	25.215	6.587	1.604	9.681	25.215	6.587	2.114	
	Phosphate	3.881	17.364	12.025	21.737	21.737	3.616	3.616	21.737	21.737	3.616	4.743	

(注) 1. CO₂の生成量はμl/菌体乾物量(mg)で示す。
 2. 菌の+および-は, Ballerup血清に凝集するものを+, 凝集しないものを-で示す。
 3. (-)は脱炭酸なし。

に示す。中毒試験の結果はA-1 k株にみるごとく、Ballerup血清に対し陽性、陰性菌の顕著な差異は認めなかった。

3. 小 括

1. 浜田⁽¹⁰⁷⁾
によれば、マツタケの発育可能な温度範囲は5~28℃、最適は21~23℃で、菌糸は19℃以下の低温で子実体原基を形成する。また衣川⁽¹⁰⁸⁾は、地温が19℃に下がったときから10~15

日で、マツタケが地上に出はじめるが、一度原基形成の適温になっても再び地温が高くなって(1日の最低地温が20℃以上)、これが比較的長くつづくこと次の適温まで原基は形成されないと述べ、千原⁽¹⁰⁹⁾は、マツタケの発生には適温(20℃以下)が必要で、高温のときは腐敗すると述べているが、適温をむかえてマツタケが発生後、再び高温となり、かつ、雨が降るようなとき、特に中毒マツタケを生じ易い。

中毒マツタケは9~10月中旬の気温の変化し易いところに多くみられ、10月末~11月のころは空気が乾燥し、気温も低く、むれることが少ないため、ほとんど中毒マツタケはみられない。

2. 著者らが自ら食べて中毒したマツタケより分離した細菌のうち、特に慎重な人体実験を行ない中毒の再現をみた細菌についてその性質を調べたところ、すべての性質が標準Ballerup菌と一致はしなかったが、血清学的にこの細菌はCitrobacter Ballerupに属することを認めた。しかし本菌は変異し易く、定形的な性質はない。

本菌はTable 49に示すように、Aerogenes groupに属する自然菌であるが、変異してIntermediate groupとして存在することもある。^{注)}(Intermediate groupはEscherichia groupすなわち腸内細菌である大腸菌群との中間的な存在である)本菌はヒスタジンおよびフェニルアラニンに対する脱炭酸能が強いことを認めたが、特にフェニルアラニン脱炭酸能は顕著であり、フェニルエチルアミンの生成が予想される。またこれに次いでヒスタミンの生成も多いことが考えられる。

Table 51. A-1株変異菌とマツタケ中毒について

菌 株	Ballerup血清反応	性別	年 月 日	症 状
A-1 b	—	♂	'66. 5. 1	マツタケ30gを食す。嘔吐せず翌日まで腹の膨満感あり。長時間にわたり気持ち悪い。
A-1 f	—	♂	'65. 10. 25	マツタケ30g食す。全く異常なし。
		♂	'65. 11. 7	マツタケ60g食す。全く異常なし。
		♀	'65. 12. 2	マツタケ60g食す。1時間30分後少しむかつくが嘔吐せず。
		♀	'65. 11. 7	マツタケ30g食す。全く異常なし。
A-1 e	—	♂	'65. 12. 2	マツタケ60g食す。全く異常なし。
A-1 a	+	♂	'67. 3. 14	マツタケ30g食す。20分後嘔吐する。少し腹具合悪し。
		♀	'67. 3. 14	マツタケ30g食す。1時間30分後胸むかつく嘔吐する。少し頭フラック感あり。
A-1 k	+	♂	'68. 2. 13	マツタケ30gを食す。1時間後むかつくが嘔吐せず。胸若しく翌日まで胃の膨満感つづく。
		♂	'68. 5. 16	マツタケ30gを食す。1時間10分後むかつくが嘔吐せず。翌日まで胃の膨満感あり。
A-1 a 食酢処理	+	♂	'68. 3. 3	1968. 2. 8マツタケ60gに菌を接種し、22℃培養3日後、蒸して滅菌し冷却したものを煮沸滅菌した食酢を冷却したものに浸漬し、そのまま調理しないで食す。全く異常なし。
		♀	'68. 3. 3	

第 IX 章 マッタケ中毒について

マッタケ中毒の実態を調べるため、わが国でも有数の産地である滋賀県湖東部を二分して、マッタケ発生地区(A)とそれ以外の地区(B)とし、それぞれの住民にアンケートを行ない調査結果をまとめた⁽¹⁰²⁾。

調査方法は次のようである。

- 調査年月日：1961年4月
- 調査対象：1,589世帯，延8,849人

内訳 (A)地区 1,136世帯，延6,332人

(B)地区 453世帯，延2,517人

1. 中毒世帯と人数：マッタケ中毒をおこしたことの世帯は112世帯(7.1%)で、人数は232人(2.7%)あり、その内訳は(A)地区の中毒世帯8.1%、人数3.0%に対し、(B)地区は中毒世帯3.0%、人数1.9%であった。

注) (A)地区：滋賀県犬上郡多賀町，甲良町，彦根市鳥居本町

(B)地区： “ 旧彦根市内

次節に掲げた第1項と第2項は全員について調査し、他の項目は中毒した人についてのみ調査した。

2. マッタケと嗜好：マッタケの馥郁たる香気は他の食品菌蕈類の追従を許さないものであり、本邦人の特に愛好するものであるが、なかにはマッタケの嫌いな人もありその数は全体の6.3%で、これらの人は胸のむかつきを感じるという特異的なものが多かった。マッタケの嗜好は

Fig. 50 のようである。

3. 中毒をおこしたマッタケの状態

- a) 虫喰マッタケ…………… 37.1%
- b) 少し腐って表面がぬける(粘質化した)マッタケ…………… 25.8%
- c) むれていたマッタケ… 21.0%
- d) 腐ったものを日に干したマッタケ…………… 0.0%
- e) 良質マッタケ…………… 16.1%

特記された事項

- 軸がぬるけたものは必ず中毒する。…………… 3例

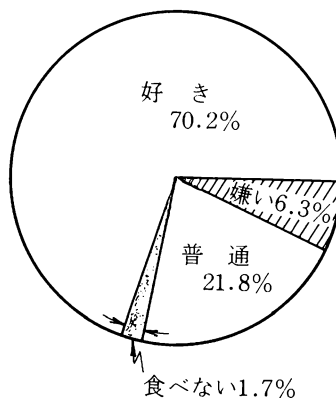


Fig. 50, マッタケと嗜好

- ・ 知らずに良質マツタケと違って食べた。…………… 1 例
- ・ 良質マツタケを、籠につめて輸送中にむれた。…………… 6 例
- ・ 先入的に吐気を催す。…………… 3 例
- ・ 生煮であった。…………… 5 例
- ・ 良質マツタケを食べた直後に柿を食べた。…………… 1 例
- ・ 降雨時のマツタケを食べた。…………… 1 例
- ・ 開きすぎたマツタケを食べた。…………… 1 例
- ・ 石づきの取り方が少なかった。…………… 1 例
- ・ 虫がつき、少し腐っていて白いケカビが生えていた。…………… 1 例
- ・ 採集後風通しのわるいところに長くおき、柄の基部が軟かく、ぬるけていた。…… 1 例
- ・ 虫喰マツタケでもかたくて質のよいものは中毒しない。…………… 8 例

a) はキノコバエ、ナメクジなどに喰害されたもの、b), c), d) は殆んどのマツタケが a) と同様これらが寄生しており、e) でもこれらの動物の産卵したものが多い。また虫喰マツタケによる中毒と思われるものの中には、同時にむれたり、ぬるけたりしているものが多く、輸送中にむれて中毒マツタケとなることもあり、マツタケがむれた場合に中毒マツタケとなる公算が大きい。

良質マツタケによる中毒と思われるものの中には、消化不良による胃腸障害が多く、また良質マツタケと思っているものが既に部分的に不良化したものを食べたと考えられるものもある。

4. 中毒をおこした時間

- a) 食べて直ぐ…………… 2 4.1 %
- b) 30分～1 時間後…………… 4 9.1 %
- c) 2～3 時間後…………… 1 7.0 %
- d) 5～6 時間後…………… 5.4 %
- e) 12時間後…………… 4.4 %
- f) 24時間後…………… 0.0 %

30～1 時間後の発病が圧倒的に多く、次が食べて直ぐとなっており、潜伏期がないことは、毒物の嚥下による中毒と考えられる。長時間後の発病は何れも消化不良をおこした人であった。

5. 中毒症状

- a) 胸苦しく気持が悪い。…………… 2 6.9 %
- b) 吐く …………… 4 9.8 %
- c) 腹痛 …………… 1 4.0 %
- d) 下痢 …………… 7.0 %
- e) ジンマシン …………… 2.3 %
- f) 発熱 …………… 0.0 %

特記された事項

- ・ 胸苦しく気持が悪かったが、嘔吐したら直ぐ正常にもどった。…………… 1 0 例
- ・ ジンマンシンの症状を呈し、腹痛後嘔吐した。…………… 2 例
- ・ 腹痛後下痢を数回した。…………… 1 例

腹痛や下痢のものは、消化不良によるものが多かった。

6. 中毒と個人差

- a) 同時に食べた人は全員中毒した。…………… 2 2.3 %
- b) 同時に食べても中毒した人としない人がある。…………… 7 7.7 %
 - bの1) 多く食べた人が中毒した。…………… 2 7.5 %
 - bの2) 同じように食べても中毒しない。…………… 7 2.5 %

特記された事項

- ・ 少し腐って表面がぬるけたマツタケを少量食べて中毒した。…………… 3 例
- ・ 体の調子が悪いときに中毒した。…………… 2 例
- ・ 悪いマツタケを佃煮にして多く食べ中毒した。…………… 2 例

同時に食べても中毒した人としない人があると報告したものが圧倒的に多く、特に体質による個人差が考えられる。

7. 調理法と中毒

- a) 焼いた。…………… 3 0.5 %
- b) むした。…………… 6.8 %
- c) 十分煮た。…………… 3 7.3 %
- d) 煮方が弱かった。…………… 2 5.4 %
- e) 干しマツタケを煮た。…………… 0.0 %

特記された事項

- ・ 干しマツタケを多く食べ消化不良をおこし、12時間後に腹痛と下痢をおこした。… 1 例
- ・ すき焼、汁、マツタケ飯にしたが、煮方が弱かった。…………… 1 2 例
- ・ ぬるけたマツタケを醤油で十分煮た佃煮を食べて嘔吐した。…………… 3 例

煮ても、焼いても、むしても危険性があるが、十分に干したものは消化不良と思われる以外の例がない。a)とb)は共通性があり、煮方、焼方の弱い調理法は危険性が大きいと思われる。

8. マツタケ中毒と死亡：マツタケ中毒で死亡した人を知っているか？ のアンケートを全員に行ったが、中毒死は1件もなかった。

9. マツタケ中毒についての故事(特記されたもの)

- a) 中毒すると思われるマツタケ
 - ・ 虫喰マツタケ…………… 6 1 例
 - ・ 表面がぬるけたマツタケ…………… 7 0 例
 - ・ むれているマツタケ…………… 1 6 例
 - ・ 良質マツタケでも、喰合せで消化不良をおこして中毒する。…………… 2 例

- ・ 雨降後のマツタケでぬるけたものは中毒する。…………… 7例
- ・ 焼マツタケは最良質でないと危険である。…………… 10例

b) 中毒を防ぐ方法

- ・ ナスは毒消となり、同時に食べると中毒しない。…………… 11例
- ・ 不良質マツタケでも、十分むして酢漬にしたものは中毒しない。…………… 2例
- ・ 虫喰やぬるけたマツタケは食塩水に3～4日つけておくと中毒しない。…………… 1例

マツタケ中毒にかぎらず、一般毒茸の中毒防止法として、我国ではナス、外国ではナンを用いたり、*Helvella Saure* の日干法⁽¹¹⁰⁾や白井の毒茸塩蔵法⁽¹¹¹⁾などが知られている。

10. マツタケ中毒の実例

例1. 1943年10月初旬、近衛防空部隊官内隊に勤務当時、自宅より籠詰で良質マツタケが送って来た。しかし丁度千葉県飯岡に演習出張中であつたため、10日間そのまま放置し、帰隊後焼マツタケとして食べた。その結果中隊長○真○郎中尉、中隊付高○一郎中尉、○原○一少尉、○出○重見習士官、兵約20名の食べたもの全員が20分～30分して中毒し、猛烈な嘔吐後平癒した。この年の東京の気象状況を Table 52 に参考に掲げる。

例2. 1940年10月初旬、彦根市中組 宮○常○氏 家族の中毒。

精白米を入れた米箱の蓋の上に約1時間放置したマツタケを、すき焼にして食べ、家族全員(大人2人、子供3人、9才、6才、4才)が猛烈な中毒をおこした。食後1時間で嘔吐して平癒する。爾來彼は米箱の上にマツタケをおくと中毒すると信じている。

例3. 1964年10月29日、彦根西高等学校生徒 宿○須○恵嬢の中毒。

前日商店より購入し、当日13時に洗って調理実習に利用した。マツタケは、豆腐とタマネギを共に入れ、かつおの出しと味の素を添加したすまし汁とし、親子丼(タマゴ、かしわ入り)を同時に食べ、30分後に胃の痛みを感じ、顔、耳あたりが赤くほてってきた。熱いが汗は出なかった。50分後には更にはげしくなり、顔はざらざらし幾分はれ、筋肉が引っぱられるように感じた。抗ヒスタミン剤の注射をうけた結果、5時間後に次第にはれはひき、かゆみもとれた。6時間後には平癒した。

本人は今までにこの種の中毒をしたことがない。今までにマツタケ飯は食べているがいつもは調理する前にナスと一緒に切って水につけておき「アク」抜きして食べている。マツタケのすまし汁は嫌いである。朝から胃の調子は悪かった。吐気はしなかった。

例4. 1964年10月19日、著者中毒(44才)

10月18日滋賀県犬上郡多賀町一円堂谷山より採集した二股マツタケで、根元の分岐部分が腐敗していた生マツタケ30gを半焼とし、冷蔵庫に保存後、翌朝に食す。30分後むかつきがあり、40分後に2回と60分後に2回嘔吐、5時間後に昼食をとりその後更に2回嘔吐する。体温は38℃で、中毒時涙流する。なお7～12時間後まで咽喉から胃にかけ膨満感があり「ゴネゴネ」して気持が悪かったが、その後平癒した。

例5. 1965年10月15日、著者妻の中毒(42才)

Table 52, 東京の気象表

要素 日	9 月						10 月						11 月								
	気温℃			天 ※※	雨量 mm	台風の 有無	※地中 温度	気温℃			天 ※※	雨量 mm	台風の 有無	※地中 温度	気温℃			天候	雨量 mm	台風の 有無	※地中 温度
	平均	最高	最低					平均	最高	最低					平均	最高	最低				
1	27.8	33.0	24.0	☉	—		18.9	20.5	17.5	●	2.1			11.6	17.6	5.8	○	—			
2	26.6	29.6	24.3	☉	5.7		18.7	20.0	16.9	●	46.4			11.2	19.3	5.3	○	—			
3	25.3	29.6	23.4	☉	6.2		22.5	28.2	17.3	●	76.0	房総 半島 東上		12.5	21.6	6.5	○	—			
4	27.2	32.6	23.4	☉	—		23.1	27.3	21.0	○	—			12.6	16.5	9.2	☉	0.0			
5	25.5	29.1	23.2	☉	2.8		19.2	24.0	15.4	☉	—			14.1	21.1	7.4	☉	0.0			
6	26.4	29.5	23.6	☉	0.0		17.3	19.5	15.7	☉	0.0			15.7	21.5	10.6	☉	—			
7	25.8	27.8	23.9	☉	0.1		16.8	20.2	13.9	☉	—			12.8	16.2	9.7	☉	—			
8	26.4	29.9	23.2	●	10.5		16.2	20.4	12.6	●	3.2			10.4	14.1	6.7	☉	0.2			
9	28.0	32.8	24.2	☉	—		17.0	18.1	15.6	●	79.5			9.8	14.0	7.3	●	12.3			
10	25.6	28.7	23.9	☉	0.0		17.7	18.8	16.7	●	126.6	三宅 村近 東上		14.1	17.5	11.7	☉	0.2			
11	26.0	29.9	23.2	☉	0.0		18.4	23.2	16.5	☉	0.0			12.3	17.1	8.0	☉	—			
12	26.5	31.0	23.9	●	3.4		18.0	24.0	12.5	☉	—			11.4	17.5	6.1	○	—			
13	26.9	31.5	22.2	☉	0.0		17.2	21.3	13.9	☉	—			9.9	16.0	5.6	○	—			
14	25.0	27.7	23.1	●	83.6		16.2	21.6	12.2	☉	—			10.3	17.7	3.8	☉	—			
15	25.9	30.6	22.1	☉	—		16.9	23.1	10.0	☉	—			12.3	17.6	6.5	☉	0.0			
16	24.6	28.7	22.9	●	5.4		18.4	22.7	14.1	☉	—			12.7	15.2	10.8	●	7.0			
17	23.9	27.1	21.0	☉	—		18.2	21.0	16.2	●	1.6			14.6	18.9	10.7	●	1.0			
18	24.7	29.4	20.8	☉	—		20.4	25.7	16.5	☉	0.0			13.5	19.0	7.9	☉	0.1			
19	24.7	29.0	22.4	●	3.0		20.2	24.6	17.4	☉	—			7.4	11.1	5.0	☉	—			
20	25.7	29.3	22.4	☉	0.5	四国 東部 から 北上	19.8	24.6	16.1	●	5.0			7.3	12.8	3.7	☉	—			
21	23.2	26.5	20.5	☉	37.7		16.1	18.1	14.5	●	8.4			9.6	17.3	3.8	☉	0.4			
22	21.7	26.0	18.2	☉	—		16.3	23.3	12.3	●	1.7			8.2	13.9	4.7	☉	0.5			
23	20.5	26.7	15.2	☉	—		14.8	19.3	10.0	☉	—			9.1	15.6	4.7	☉	—			
24	20.2	26.0	14.5	☉	—		12.7	15.2	9.7	☉	0.0			9.2	10.9	6.9	☉	0.0			
25	25.0	30.5	18.6	☉	0.0		13.4	14.7	12.7	●	8.1			8.9	14.4	4.7	☉	—			
26	21.7	23.6	19.4	☉	0.4		17.0	22.6	12.8	●	4.9			8.4	14.8	3.5	☉	—			
27	18.0	19.8	17.3	●	26.6		16.6	19.3	14.3	☉	0.0			9.7	17.6	2.6	○	—			
28	24.0	31.3	17.3	☉	0.0		15.4	20.1	12.2	☉	—			8.0	13.0	4.2	☉	—			
29	18.8	21.0	17.9	●	1.7		14.4	20.6	9.3	○	—			9.7	15.2	5.9	☉	0.8			
30	19.9	24.0	17.1	☉	0.0		13.3	19.6	7.4	○	—			6.8	10.7	4.3	○	—			
31							12.3	18.2	7.2	○	—										

※ 地中温度：地下10cmについての
月平均値のみを示す。
1943年 9月 25.7℃
10月 18.7℃
11月 12.1℃

※※ 天候記号説明
○：快晴 ●：雨
☉：晴 ●：小雨
☉：くもり ●：雷雨

10月14日降雨時に滋賀県犬上郡多賀町一円堂谷山より採集した、腐敗生マツタケ20gを醤油で十分煮て佃煮としたものを冷蔵庫に保存し、翌日の夕食時に食す。食後5分してむかつきを催し、15～20分後に2回嘔吐する。食べたとき口はにがく、頭が痛かった。体温は36.3℃であり嘔吐後も胸苦しく、胃の膨満感があり、「ゴネゴネ」した気持悪さであったが2時間後には平癒した。

例6. 1965年10月21日、滋賀県立短期大学家政部 川○正○氏の中毒(談)。

11才のとき焼マツタケに醤油をつけて食べ猛烈な嘔吐をしたが、そのとき「ジンマシン」も出た。また21才のとき大学の寮で、友人が持参した籠詰のマツタケを焼いて食べたところ、気持ちが悪くなり20分後にはげしい嘔吐をした。その後はマツタケの臭いが嫌いになった。

例7. 1966年10月16日 滋賀県坂田郡近江町能登瀬 木○忠○氏家族の中毒。

良質マツタケ(開, ツボミ3本)を茶碗むし6杯にし、父62才、母60才、主人30才が食べたところ母が中毒した。始め頭が痛く30分後よりむかつきを催し、1時間30分後嘔吐した。熱もなく、下痢、「ジンマシン」もなかった。この種の中毒は始めてであった。主人は咽喉が「ムズムズ」したが、リンゴを食べておさまった。父は中毒しなかった。

例8. 1968年9月29日、著者(48才)および妻(45才)の中毒。

9月22日滋賀県犬上郡多賀町一円堂谷山より採集したマツタケ(130g)が少しぬるけており、市場で屑になったので持ち帰り冷蔵庫に7日間保存後、その生マツタケ80gを醤油と砂糖で佃煮として、両人が二分して食べたところ、両人とも10分後にむかつきを催し、妻は15分後に猛烈な嘔吐をして全部吐く、著者は20分後、30分後、60分後に嘔吐した。体温は著者36.2℃、妻36.4℃であった。このマツタケは食べる時随分苦味があった。食べたあとは咽喉から胸にかけてむかむかとし、苦しくて全く仕事も手につかない脱力感があり、無気力状態であった。特に妻は食事中頭痛を感じた。3時間後には胸も胃も楽になり回復した。翌日は両人とも平常であった。このとき同時に食べたものは次のようである。

- ホッケのミリン干
- したし物(白菜, ゴマ)
- すまし汁(チラシ玉子, 竹わ, 麩, ジャコの出し汁)

11. 小 括

中毒マツタケは、むれたためやや不良化したものであり、店頭などに広げてあったマツタケで中毒した例は少ない。焼いたり、煮たり、むしたりしても中毒するが、特に焼マツタケのように十分熱のおおらない調理法による中毒が多く、中毒症状は食後30分～1時間してあらわれるのが圧倒的に多く、胸苦しく、気持悪く、嘔吐すれば直ぐに治る場合が普通であり長い潜伏期はない。

良質マツタケで中毒したもの、多く食べすぎて中毒したもの、12時間後に腹痛や下痢したものは何れもマツタケの消化不良による胃腸障害である。

著者の言うマツタケ中毒は、前記の症状を呈するものであり、速かに発病し、速かに治癒するものであり、これによる重症や死亡例は知らない。この点魚類などによくあるアレルギー様中毒(17, 21)に似ている。

マツタケ中毒は、一般によく虫喰マツタケによるものと思われて来たが、良質マツタケがむれ

て中毒するところに問題点があり、虫喰だけによる中毒はあり得ないことを人体実験でも明らかにした。しかし虫喰マツタケは同時にむれた状態もあり中毒マツタケとなっていることも多くある。

同時に食べても中毒しない人が77.7%もあり、そのうち体質の差を認めたものが72.5%、多く食べすぎたもの27.5%であり、いつも原因食の新旧には関係なく、抗原となる特殊のものを食べると必ず中毒すると言うアレルギー性中毒症状とも断言出来ないのであって、むしろ所謂ヒスタミン中毒と言われているものに似ている。因みに著者はシロネズミの実験において、ヒスタミン単独では中毒がおこらず、ヒスタミンとフェニルエチルアミンが相乗的に作用し中毒がおこることを認めた⁽⁶⁸⁾。

第 X 章 マツタケ中毒の防止について

1. **中毒マツタケの生成**：マツタケが発生後，自然に温度が上昇し，24℃以上になったり，良質マツタケでも輸送中に籠の中でむれたり（勿論ビニール袋で密封して貯蔵することは危険）したときの初期腐敗段階において生成するので，採集後は成るべく風通しのよいところに広げ，輸送にあたっては風通しをよくする考案がなされるべきであり，店頭においても容器につめこむことなく広げて販売することが望まれる。

2. **食酢漬法**：中毒マツタケおよび中毒を再現せしめた人工中毒マツタケを，一度煮沸した食酢を冷却し，これに浸漬して貯蔵後醤油と砂糖で佃煮としたもの，熱を加えず食酢に漬けただけのもの，焼いたもの，むしたものなど種々の調理法を行って食べたが何れも中毒はしなかった。この場合マツタケ特有の香りはないが，別の風味がありまたよろこばれるものである。中毒の危険性のあるマツタケは，食酢漬法により完全に防止しうる。

3. **日干法**：岩出⁽²⁵⁾によれば，乾燥したキノコは水分10%前後となり腐敗しなくなると言っている。特にアンケートでも明らかなように，日干したもので中毒した例はない。相当腐敗の甚しいものや，中毒マツタケ，人工中毒マツタケについて，シイタケ同様日干したものを佃煮として食べたが中毒はしなかった。中毒の危険性のあるマツタケや腐敗マツタケについては，日干し佃煮とするか，煮豆などに煮込むか，水に浸して軟かくして辛子漬（麴と辛子で漬ける。）にするのもよい。

第 XI 章 総 括

一般に食品を放置すると、食品に付着した微生物の増殖に伴い、食品中の蛋白質が低分子物質へと分解され、次第に悪臭および有害物質を生じ、食用に供し得なくなることはよく知られるところであり、マツタケについても同じことが言える。マツタケにおいても他の食品同様腐敗が相当に進捗したものは、外観的にも、官能的にも、また内容的にも食用に耐えないため摂取することはないが、腐敗過程においてまだそのマツタケが外観的にも、官能的にも、内容的にも殆んど変化をみない所謂初期腐敗の状態にあるものは調査例にもあるごとく食用される機会が多い。

マツタケ中には10種余の遊離アミノ酸が存在しているが、これらのアミノ酸は腐敗の進行に伴い漸次消失する。特にアミノ態窒素が増大した直後、すなわち自家消化の末期より腐敗の初期段階においてヒスチジンとフェニルアラニンが殆んど同時に消失し、これらのアミノ酸の脱炭酸によりヒスタミンおよびフェニルエチルアミンが生成することがある。しかしこれらの両アミンは比較的速やかに消失する。また腐敗の末期にはチラミンを生成することがある。腐敗の進行によって生ずるアミンの消長を追跡した宮木ら⁽¹²⁾や安藤⁽⁶⁶⁾によればアミンのうち先ず最初にヒスタミン、次にプトレスシン、カダベリンなどのジアミン、最後にチラミン、イソアミルアミンなどが検出されるが次の段階では生成の順にこれらは分解する。また脱炭酸によるアミンの生成はpH 5~6で著しく、アミンの分解はpH 5.5~8の広い帯域で行われると言われており、或種のアミンは腐敗の初期には多量に検出されるが、腐敗の進んだ食品中には毒性アミンの存在は比較的少いと言われる。マツタケの場合も初期腐敗の段階においては種々の条件の相助作用により、ヒスタミンやフェニルエチルアミンのごとき有毒アミンが生成し、未だ分解されずに蓄積している場合があるので、これらのアミンを摂食すると中毒症状をおこす。

腐敗物中に含まれるアルカロイド様塩基性物質をプトマインと言ひ、この中にはコリン、ノイリン、ムスカリン、ノイリジン、トリメチルアミン、カダベリン、ミダレインなどが含まれるが⁽¹¹²⁾、これらのプトマインは腐敗が相当進行し、外観の変化も著しく、悪臭を発生する段階で生成するものであり、動物実験では毒性が比較的弱いと言われている。⁽³³⁾

著者らが中毒マツタケを探す目的で、諸種の自然および人工腐敗マツタケを食べた人体実験の結果、強度の腐敗マツタケでは、この種のマツタケ中毒はしなかったことや、中毒マツタケが初期腐敗段階で生ずることより、マツタケ中毒はプトマインによる中毒とは考えられない。

また有毒アミンによる中毒症状は毒素型に属し、殆んど潜伏期を経ず急激であり、食後30分~1時間で症状があらわれ嘔吐などの1種特有の症状を呈するが、その程度は比較的軽く、現在までに死亡例はない^(20, 21, 98, 113)。またアレルギーはその食品に対する特異体質が問題になり発病率も低いのに対し、アレルギー様食中毒とはたまたま原因となった食品を食べて発病して

もその人が後に正常な食品を食べた場合異常がみられないものと言う⁽¹⁷⁾。マツタケ中毒は調査や人体実験でも明らかなごとく、潜伏期はなく、急激におこり、食後30分～1時間が圧倒的に多く、胸苦しく、気持が悪いが嘔吐して治癒するのが常であり、速やかにあらわれ嘔吐すれば速やかに治癒する点、後に正常なマツタケを食べても発病しない点および重症や死亡例を認めない点などその症状はアレルギー様食中毒と全く類似している。

マツタケの初期腐敗段階でヒスタミンおよびフェニルエチルアミンが、末期にチラミンが生成し存在することがあるが、初期腐敗産物であるヒスタミンやフェニルエチルアミンは摂取することがあっても、腐敗末期の生成物であるチラミンはプトメイン同様に摂取する機会は少なく、チラミンによるマツタケ中毒の公算は少ない。

採集したばかりの生良質蕾マツタケは水分90%，総窒素量0.34%，pH 6.1であり、これは種々の腐敗菌類の生育に適してあり、マツタケの腐敗は極めて迅速である。すなわち25℃で腐敗せしめたとき、腐敗期間中に発生した揮発性塩基窒素（腐敗生産物）の総量(A)，腐敗速度恒数(K)，腐敗が半分完結するまでの時間(t_i)の三定数の関係よりみると、 $K: 0.0209 \sim 0.0229$ で魚肉の約 $\frac{1}{10}$ であるが、マツタケの場合は比較的初期の腐敗段階で中毒症をおこすのでこの意味において腐敗の時期は非常に早いものと考えねばならない。

また採集時のpHが6.1であるマツタケはアミノ酸の脱炭酸が活発に行なわれる状態におかれている。すでに酸性側にあるマツタケの自家消化は他の場合よりも促進され易い状態にあって、自家消化が進むにつれて各種遊離アミノ酸は増加し、殊に酸性アミノ酸の増加はマツタケを更に酸性化して来る。また Kendall⁽⁶⁵⁾らの言う proteinsparing effectがおこり、含有糖質の分解により有機酸を生成し、pHはいよいよ低下すると考えられる。decarboxylaseの生成は、pHが低いと(5.0あるいはそれ以下で)促進され易く、Coli型の菌では温度が低く(25～28℃)培地にアミノ酸が存在するときに旺盛になる⁽²⁸⁾。したがってこれらの条件が整ったマツタケではアミノ酸の脱炭酸、すなわちアミンの形成も著しくなると言える。

腐敗によるアミンの生成やオキシ酸、アンモニアの生成は基質(マツタケ)をアルカリ性とするが、アルカリ側では細菌による分解が旺盛で、アミノ基脱離はpH 7.5～8.5で旺盛となり揮発性塩基窒素の生成も増大する。アミノ基脱離がアルカリ側で、カルボキシル脱離が酸性側で行なわれることはこれらが時間を異にしておこることを暗示し、マツタケの場合自家消化や初期腐敗の段階では体内は酸性にあるので、この時期においてはアミノ基脱離はおこらない。マツタケ中毒が良質マツタケと区別出来ない自家消化の末期より初期腐敗時におこることは中毒に関する調査でも明らかである。特にこの時期にヒスタミンおよびフェニルエチルアミンが生成されることを認めたが、動物試験によれば、ヒスタミン、フェニルエチルアミンおよび両アミンの混合を注射または経口嚥下させた直後にマツタケ中毒の症状をおこし、症状は急激であるが、重症のものも治癒もまた速やかである。

シロネズミのヒスタミンに対する抵抗性獲得は極めて強く、徐々に増量して注射するときは致死量⁽⁷⁵⁾の3～3.8倍量でも死亡しないが、ヒスタミンとフェニルエチルアミンの混合を注射

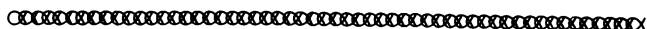
するときは、フェニルエチルアミンの単一注射による致死量の $\frac{1}{3}$ 弱のフェニルエチルアミン量で死亡する。ただしヒスタミンを285mg/kg混合した場合である。またヒスタミンとフェニルエチルアミンの混合注射の場合は肝障害も甚しい。シロネズミはヒスタミンに対する抵抗が強いが、ヒスタミンとフェニルエチルアミンを混合すると両者は相乗的に働き毒作用は極めて強くなる。また仔猫に対する試験でもヒスタミンは猛烈な嘔吐を、フェニルエチルアミンは瞳孔の散大などの症状を示すが、両者を混合し経口投与するときは症状は殊に顕著である。

アレルギー様食中毒の原因物質⁽¹⁷⁾については、河端ら^(114, 115, 116)はヒスタミンとそれ以外に迷走神経刺戟物質を、宮木ら⁽⁷⁷⁾はヒスタミンの作用を相乗的に増強する因子としてトリメチルアミン始め数種のアミンを指摘し、相磯⁽¹¹⁷⁾は人体実験により中毒をおこした食品中に存在した量のヒスタミンのみでは中毒しないと述べている。このようにアレルギー様食中毒の原因としてはヒスタミンと腐敗アミンの協働的な増強作用を考える人(宮木ら)と、ヒスタミンとそれに相加的に働く特性毒物を考える人(河端ら)とがあるが、著者はヒスタミンとフェニルエチルアミンの間にも相乗的な作用のあることを認めた。アレルギー様食中毒は高瀬ら⁽²⁰⁾辺野喜ら⁽²¹⁾、小池ら⁽¹¹⁸⁾がまとめているようにその症状や死亡例のないなどの点でマツタケ中毒に類似する。

マツタケ中毒は、マツタケ中に存在するアミノ酸のうち特にヒスチジンおよびフェニルアラニンが脱炭酸される諸条件が整った時にヒスタミンおよびフェニルエチルアミンが生じ、これを摂取したときに両アミンの相乗的毒作用により発病するアレルギー様食中毒であると断定した。

これら両アミンの生成は、マツタケの自家消化末期より初期腐敗時に生成することが多く、山地に自然に存在する腐敗菌のうちにはヒスチジンやフェニルアラニンに対する脱炭酸能の強い菌がいるが、なかでも 霊菌はヒスチジンに対する脱炭酸能が強く、Ballerup 菌はフェニルアラニン、これに次いでヒスチジンに対する脱炭酸能が強い。Ballerup 菌については特に本菌による人工腐敗マツタケを摂取し、人体実験によりマツタケ中毒の再現を認めた。

以上より Ballerup 菌のような特にフェニルアラニンに対す脱炭酸能およびヒスチジンに対する脱炭酸能の強い菌および 霊菌その他のマツタケ腐敗菌でヒスチジンおよびフェニルアラニンに対する脱炭酸能の強い菌が同時にマツタケの腐敗にあずかるときは、特に中毒マツタケを生ずる公算が大きいと言える。



後 記

本研究および本稿をまとめるにあたり種々ご指導賜りました 京都大学農学部農林生物教室応用植物研究室 浜田 稔博士に厚くお礼申し上げます。

また本論文のご校閲をいただきました京都大学農学部教授 滝本 敦博士ならびに同教授 柄倉辰六郎博士に厚くお礼申し上げます。また，終始ご指導いただいた大阪医科大学微生物教室教授 山中太木 博士に深く感謝いたします。

さらに種々ご指導とご助言をいただいた 元京都大学理学部教授 田中正三博士，滋賀大学教育学部化学教室教授 堀 太郎博士 ならびに同教室 板坂 修博士に深く感謝いたします。

なお元素分析は京都大学元素分析センターの岩田 和子氏を煩らわした。ここに記して感謝いたします。



『マツタケの腐敗と中毒に関する研究』

＝ 井 上 伊 造 ＝

1973年9月25日 発行

引用文献

- (1) 高野六郎：食品衛生 P.134 柴田書店(東京) (1957)。
- (2) 三雲隆三郎・嶋田幸治：食品衛生の科学 P.72 同文書院(東京) (1960)。
- (3) 相磯和嘉他：食品衛生学 P.174 朝倉書店(東京) (1963)。
- (4) 川村一男他：概説食品衛生学 P.100 建帛社(東京) (1970)。
- (5) 柳沢文徳：食品衛生 P.93 共立出版(東京) (1963)。
- (6) 岩出亥之助：キノコ類の培養法 P.22-23 地球出版 (東京) (1958)。
- (7) 岩出亥之助：キノコ類の培養法 P.294 地球出版 (東京) (1958)。
- (8) 高野六郎：食品衛生 P.133 柴田書店 (東京) (1957)。
- (9) 相磯和嘉他：食品衛生学 P.171-176 朝倉書店 (東京) (1963)。
- (10) 下田吉人他：食品衛生学 P.47-50 朝倉書店 (東京) (1966)。
- (11) 厚生省環境衛生局長：全国食中毒事件録(都道府県指定都市別食中毒発生一覽
昭38年~昭42年) 厚生省環境衛生局食品衛生課編 (1963-1967)。
- (12) 宮木高明他：腐敗アミン 千葉大学腐敗研究所報告, 9, 135-144 (1956)。
- (13) 宮木高明他：細菌のアミノ酸脱炭酸酵素によるアミン生成の生理学的意義
千葉大学腐敗研究所報告, 10, 41-44 (1957)。
- (14) 相磯和嘉：腐敗細菌の系統的研究 千葉大学腐敗研究所報告, 9, 1-25
(1956)。
- (15) 相磯和嘉：腐敗細菌の系統的研究(続報) 千葉大学腐敗研究所報告, 10,
87-96 (1957)。
- (16) 柳沢文徳他：細菌性食中毒について 千葉大学腐敗研究所報告, 9, 62-84
(1956)。
- (17) 遠山祐三他：食品衛生ハンドブック P.49-51 朝倉書店(東京) (1961)。
- (18) 相磯和嘉他：新版食品衛生学概説 P.71-73 光生館(東京) (1968)。
- (19) 下田吉人他：食品衛生学 P.71-72 朝倉書店(東京) (1966)。
- (20) 高瀬明他：水産食品の腐敗と中毒 P.95-98 續文堂出版(東京) (1959)。
- (21) 辺野喜正夫他：細菌性食中毒 P.231-234 南山堂(東京) (1959)。
- (22) 高瀬明他：水産食品の腐敗と中毒 P.71-78 續文堂出版(東京) (1959)。
- (23) 岩田久敬：総論各論食品化学 P.540-541 養賢堂(東京) (1958)。
- (24) 相磯和嘉他：食品衛生学 P.35 朝倉書店(東京) (1963)。
- (25) 岩出亥之助：キノコ類の培養法 P.23-29, P.294-295 地球出版(東京)
(1958)。

- (26) 木 俣 正 夫：食品腐敗学 P.81-88 河出書房（東京）（1944）。
- (27) 木 俣 正 夫：食品腐敗学 P.92-109 河出書房（東京）（1944）。
- (28) 田中正三・鈴木達雄訳：細菌の代謝 P.138 P.304 丸善（東京）（1955）。
- (29) 三浦伊八郎他：菌蕈類の化学的組成分及生理的關係に就ての研究(第1報)
日林誌17(11), 599-613 (1935)。
- (30) 三浦伊八郎他：菌蕈類の化学的組成分及生理的關係に就ての研究(第5報)
日林誌大会号, P.604-609 (1939)。
- (31) 横 畑 明 他：マツタケの窒素化合物に関する研究 広島農業短大研究報告1
(2), 19-21 (1959)。
- (32) 岩 田 久 敬：総論各論食品化学 P.445-448 養賢堂（東京）（1958）。
- (33) 遠山祐三他：食品衛生ハンドブック P.48-51 朝倉書店（東京）（1961）。
- (34) 相 磯 和 嘉 他：新版食品衛生学概説 P.11-16 光生館（東京）（1968）。
- (35) 井 上 伊 造：松茸に関する生化学的研究第1報, 良質茸と不良質茸の遊離アミノ酸およびアミン 栄養と食糧14(3), 97-100 (1961)。
- (36) 井 上 伊 造：松茸に関する生化学的研究第5報, 中性, 酸性, 強塩基性, 弱塩基性窒素区分のアミノ酸およびアミン 栄養と食糧14(6), 10-14 (1962)。
- (37) 柴 田 村 治：ペーパークロマトグラフ法の実際 P.83-87, 108-109
共立出版（東京）（1957）。
- (38) 井 上 伊 造：松茸に関する生化学的研究第4報, イオン交換樹脂による窒素成分の分離検討 栄養と食糧14(6), 7-9 (1962)。
- (39) 柴 田 村 治：ペーパークロマトグラフ法の実際 P.61-67 共立出版（東京）（1957）。
- (40) 江上不二夫他：標準生化学実験 P.78-80 文光堂（東京）（1953）。
- (41) 井 上 伊 造：松茸に関する生化学的研究第6報, アミンの分離とヒスタミンの確認 栄養と食糧15(2), 25-27 (1962)。
- (42) 井 上 伊 造：松茸に関する生化学的研究第3報, 良質茸の不良化(腐敗)に伴う窒素成分の変動 栄養と食糧14(5), 34-40 (1962)。
- (43) 浅野三千三他：化学実験法 P.336 南山堂（東京）（1954）。
- (44) 安 藤 宗 八：腐るといふこと 化学8 42-47 槇書店（東京）（1954）。
- (45) 井 上 伊 造：松茸に関する生化学的研究第2報, 良質茸と不良質茸の窒素成分の変化 栄養と食糧14(3), 101-102 (1961)。

- (46) 柳 沢 文 徳：食品衛生 P.33-34 共立出版（東京）（1953）。
- (47) 木 俣 正 夫：食品腐敗学 P.45 河出書房（東京）（1944）。
- (48) 岩 田 久 敬：総論各論食品化学 P.218 養賢堂（東京）（1958）。
- (49) 岩 出 亥 之 助：キノコ類の培養法 P.295 地球出版（東京）（1958）。
- (50) 木 俣 正 夫：食品腐敗学 P.92 河出書房（東京）（1944）。
- (51) 井 上 伊 造：松茸に関する生化学的研究第3報，良質茸の不良化(腐敗)に伴う窒素成分の変動 栄養と食糧14(5)，34-40（1962）。
- (52) 江上不二夫他：標準生化学実験 P.33 文光堂（東京）（1953）。
- (53) 東大農芸化学教室：農芸化学分析書（下） P.522 朝倉書店（東京）（1950）。
- (54) 東京農工大学食糧化学教室：食品学実験法 P.7 朝倉書店（東京）（1967）。
- (55) 安 藤 宗 八：腐るということ 化学8，46 槇書店（東京）（1954）。
- (56) 遠山祐三他：食品衛生ハンドブック P.169-170 朝倉書店（東京）（1961）。
- (57) 木 俣 正 夫：食品腐敗学 P.72 河出書房（東京）（1944）。
- (58) 川 村 一 男 他：概説食品衛生学 P.209 建帛社（東京）（1970）。
- (59) 辺野喜正夫他：細菌性食中毒 P.214-215 南山堂（東京）（1959）。
- (60) 相 磯 和 嘉 他：食品衛生学 P.35-37 朝倉書店（東京）（1963）。
- (61) 木 俣 正 夫：食品腐敗学 P.75 河出書房（東京）（1944）。
- (62) 大 高 洋 一：清酒成分の研究(第4報)N区分，窒素分布 農化33(8)，671-673（1959）。
- (63) 大 高 洋 一：清酒成分の研究(第5報)中性及び酸性N区分， r -アミノ酪酸の単離 農化33(8)，674-676（1959）。
- (64) 大高洋一・尾形強：清酒成分の研究(第6報)アミン区分，コリン及びアグマチンの単離 農化33(8)，676-678（1959）。
- (65) KENDALL : J.Inf. Dis., 32, 362(1923); Physiol. Rev., 3, 438(1923)。
- (66) 安 藤 宗 八：腐るということ 化学8，42 槇書店（東京）（1954）。
- (67) 木 俣 正 夫：食品腐敗学 P.65 河出書房（東京）（1944）。
- (68) 井 上 伊 造：松茸に関する生化学的研究第7報，フェニルエチルアミン，チラミン，ヒスタミンのシロネズミに対する毒性 栄養と食糧15(5)，45-50（1963）。
- (69) 田 中 克 己：顕微鏡標本の作り方 P.96 裳華房（東京）（1954）。
- (70) 田 中 克 己：顕微鏡標本の作り方 P.140-167 裳華房（東京）（1954）。
- (71) 青木貞章・小林忠義：病理組織標本の作り方 P.70-74 医学書院（東京）（1957）。

- (72) 井上伊造：松茸に関する生化学的研究 第1～6報，栄養と食糧 (1961-1962)。
- (73) L.J.Read and H.Muench : Am.J. of Hygiene. , 27, 493(1938)。
- (74) 高橋尋匡：鶏の脂肪肝について 獣医界60, 23-25 (1961)。
- (75) 堀尾昭：ヒスタミン肝障害に及ぼすビタミンB6の影響 ビタミン19, 38 (1960)。
- (76) 中村敬三：アナフィラキシーの機序 第15回日本医学会総会学術集会記録2, 128-138 (1959)。
- (77) 宮木高明・林誠：腐敗毒の研究第3報，中毒性サンマ桜干よりヒスタミン及びその協同因子の発見その1 薬学雑誌74(11), 1145-1148 (1954)。
- (78) 井上伊造：松茸に関する生化学的研究 第8報，ヒスタミン，フェニルエチルアミンの仔猫に対する毒性 栄養と食糧17(2), 13-14 (1964)。
- (79) 中嶋照夫： β -フェニルエチルアミンの生化学的研究(I)，哺乳動物組織における生成 生化学35(3), 121-127 (1963)。
- (80) 中嶋照夫： β -フェニルエチルアミンの生化学的研究(II)，脳内分布と中枢作用について 生化学35(4), 215-218 (1963)。
- (81) 中西俊雄：Biological Amineに関する研究Ⅲ， β -Phenyl ethyl amine の精神症状に対する治療的效果 四国医学雑誌15, 792-804 (1959)。
- (82) 井上伊造：松茸に関する生化学的研究 第9報，松茸の腐敗について 栄養と食糧17(2), 15-25 (1964)。
- (83) 岩出亥之助：キノコ類の培養法 P.274-276 地球出版(東京) (1958)。
- (84) 井上伊造：松茸に関する生化学的研究 第10報，松茸腐敗菌のヒスチジンおよびフェニルアラニンの脱炭酸 17(3), 4-12 (1964)。
- (85) 永野忠夫：野兎病菌の生物化学的性状に関する研究 第1編，野兎病菌の Endogenous Respiration に就て 仁泉医学5(4), 175-179 (1955)。
- (86) 笹川泰治・関根隆光：酵素研究法 I P.509-603 朝倉書店(東京) (1955)。
- (87) M.Dixon : Manometric Methods, 2nd Ed. (1943)。
- (88) 石本真：酵素研究法 I P.606-615 朝倉書店(東京) (1955)。

- (89) 三 山 英 郎：野兎病菌の酵素作用に関する研究 第1編, Dehydrogenase
に就て 仁泉医学5(4), 187-190 (1955)。
- (90) 東京大学伝染病研究所学友会編：細菌学実習提要 P.55-87 丸善(東京)
(1961)。
- (91) 東京大学伝染病研究所学友会編：細菌学実習提要 P.55-146 丸善(東京)
(1961)。
- (92) 山 中 太 木：微生物学及び免疫血清学 P.186-187 大阪医科大学微生物教室
(高槻) (1963)。
- (93) 栄 研 化 学：栄研マニュアル P.53 栄研化学株式会社(東京) (1970)。
- (94) 栄 研 化 学：栄研マニュアル P.49 栄研化学株式会社(東京) (1970)。
- (95) 青 山 巖：腸内細菌の簡単な検査法 ニッサンライブラリーNo.1 P.38
日水製薬株式会社(東京) (1964)。
- (96) 栄 研 化 学：栄研マニュアル P.55 栄研化学株式会社(東京) (1970)。
- (97) 井 上 伊 造：松茸に関する生化学的研究 第11報, 特に松茸の変敗と靈菌の意
義 栄養と食糧17(3), 13-15 (1964)。
- (98) 井 上 伊 造：松茸に関する生化学的研究 第12報, 松茸変敗菌の性状について
20(3), 66-71 (1967)。
- (99) 井 上 伊 造：松茸に関する生化学的研究 第13報, 特に松茸中毒菌の分離
23(8), 20-24 (1970)。
- (100) 井 上 伊 造：松茸に関する生化学的研究 第14報, 特に松茸中毒菌としての
Ballerup 菌の意義(その1) 23(8), 25-31 (1970)。
- (101) 井 上 伊 造：松茸に関する生化学的研究 第15報, 特に松茸中毒菌としての
Ballerup 菌の意義(その2) 23(8), 32-34 (1970)。
- (102) 井 上 伊 造：松茸中毒について 南大阪病院医学雑誌12(3), 77-79 (1964)。
- (103) 山 中 太 木：微生物学及び免疫血清学 P.214-227 大阪医科大学微生物教室
(高槻) (1963)。
- (104) 中谷林太郎・坂崎利一共訳：腸内細菌同定法 P.225 一成堂(東京) (1964)。
- (105) 山 中 太 木：微生物学及び免疫血清学 P.190 大阪医科大学微生物教室
(高槻) (1963)。
- (106) 長木大三・久保田好之：詳解腸内細菌 P.107 北里研究所(東京) (1960)。
- (107) 浜 田 稔：マツタケ研究と増産 P.12 マツタケ研究懇話会(京都) (1964)。
- (108) 衣川 堅二郎：マツタケ研究と増産 P.138 マツタケ研究懇話会(京都)
(1964)。

- (109) 千原飛山：昨年の松茸生産不良の原因 山林675, 51-53 (1939)。
- (110) 松浦勇：応用菌蕈学研究 P.756 太陽堂(東京) (1935)。
- (111) 白井光太郎：あせたけに就いて 植物研究雑誌5(3), 89-90 (1928)。
- (112) 辺野喜正夫・善養寺浩：細菌性食中毒 P.1-2 南山堂(東京) (1959)。
- (113) 三雲隆三郎・嶋田幸治：食品衛生の科学 P.131 同文書院(東京) (1960)。
- (114) 河端俊治・石坂公成・三浦利之：水産食品の腐敗中毒に関する研究 1報,
サンマ桜干とサバ味つけ缶詰による中毒 日水誌21(5), 335
(1955)。
- (115) 河端俊治・石坂公成・三浦利之：水産食品の腐敗中毒に関する研究 2報,
中毒検体より有毒物質の分離とその化学的性質 日水誌
21(5), 341 (1955)。
- (116) 河端俊治・石坂公成・三浦利之：水産食品の腐敗中毒に関する研究 3報,
新分離有毒物質(SAURINE)の生理学的薬理的性状
日水誌21(5), 347 (1955)。
- (117) 相磯和嘉他：サンマみりんぼし中毒の研究 診断室 6(1), 44-48 (1954)。
- (118) 小池五郎：食品衛生学 P.71 朝倉書店(東京) (1966)。