

## 2 . 栽培の実際

### (1) 菌舎の構造と作り方

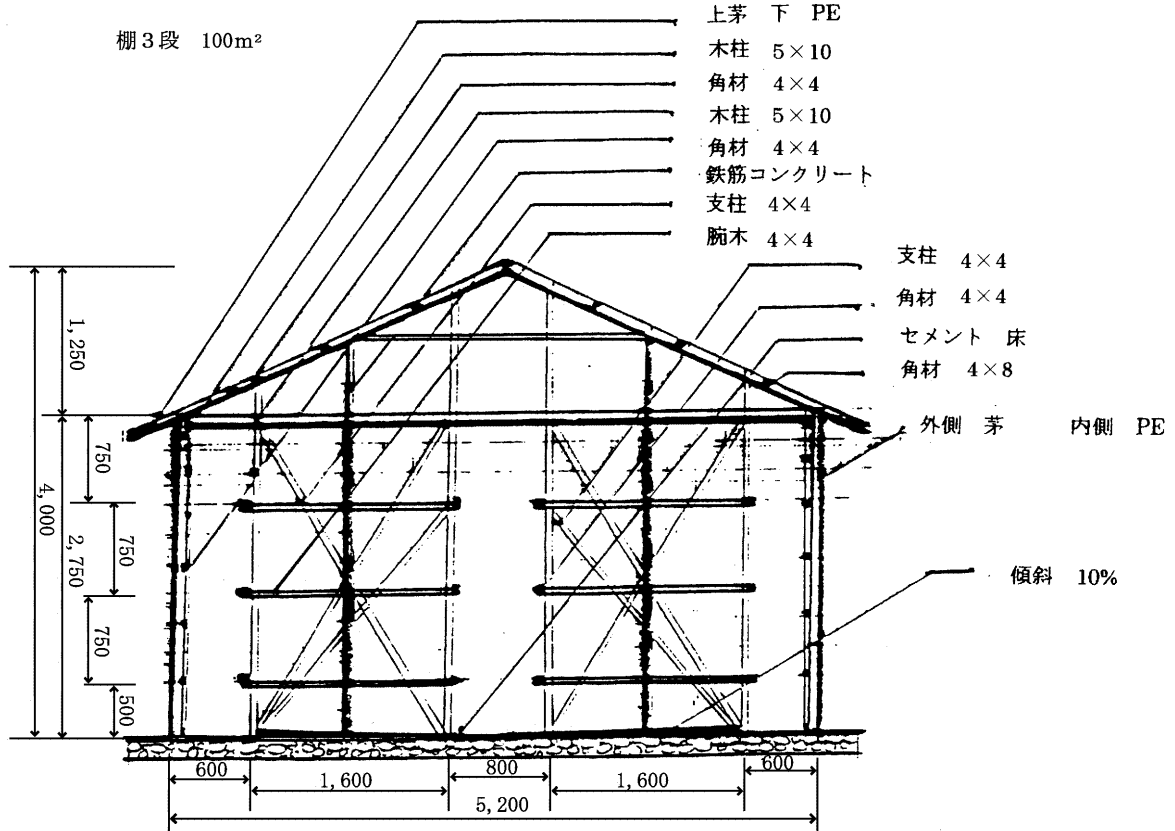
マッシュルームは、室内で栽培するので専用の小屋(菌舎)が必要である。菌舎の形、構造は様々で、各国の栽培形式によって異なる。

著書では茅壁茅ぶき菌舎とレンガ壁スレート屋根菌舎の2棟を紹介する。

この建て方を基本として各人各様、棚の段数、棚の材料、栽培床面積、屋根の材質等工夫して建てたらよい。小さな面積から経験を重ね本格的に生産に移行するのも1つの考え方である。

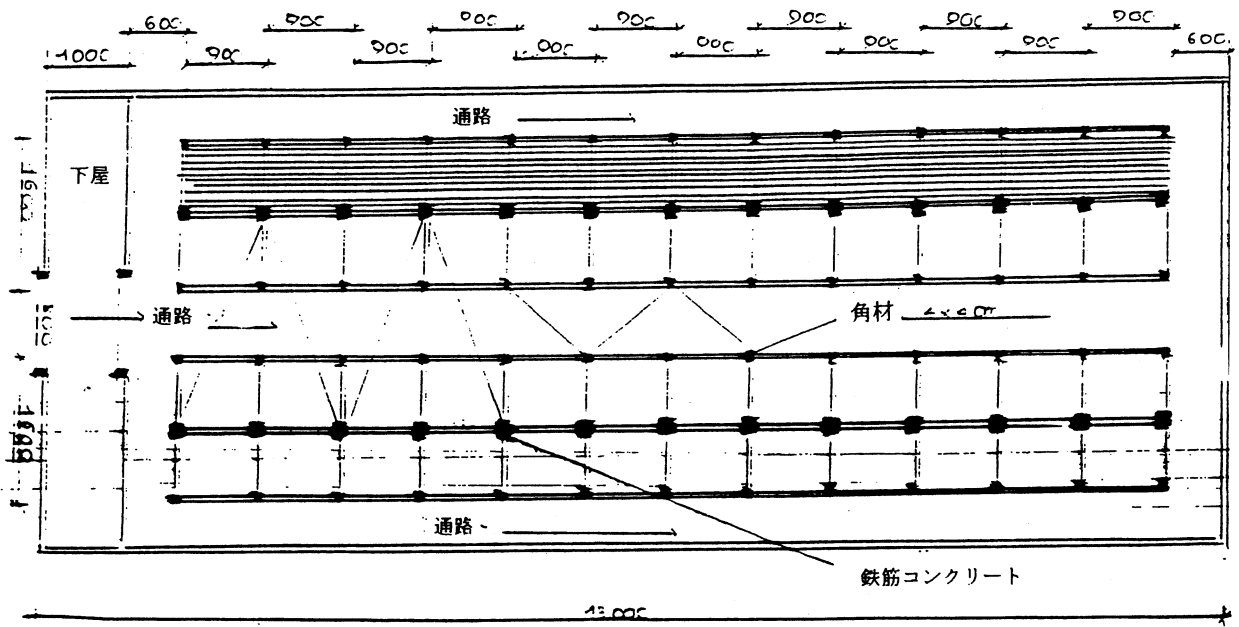
ダラットの経験ではレンガ壁スレート屋根で棚5段栽培床面積165m<sup>2</sup>の菌舎が安定した成績を残している。なお天井、壁の内側は、発泡スチロール(厚み20mm)をビニール張りにしたものである(P.9写真上とP.38～43図面参照)。

棚3段 100m<sup>2</sup>



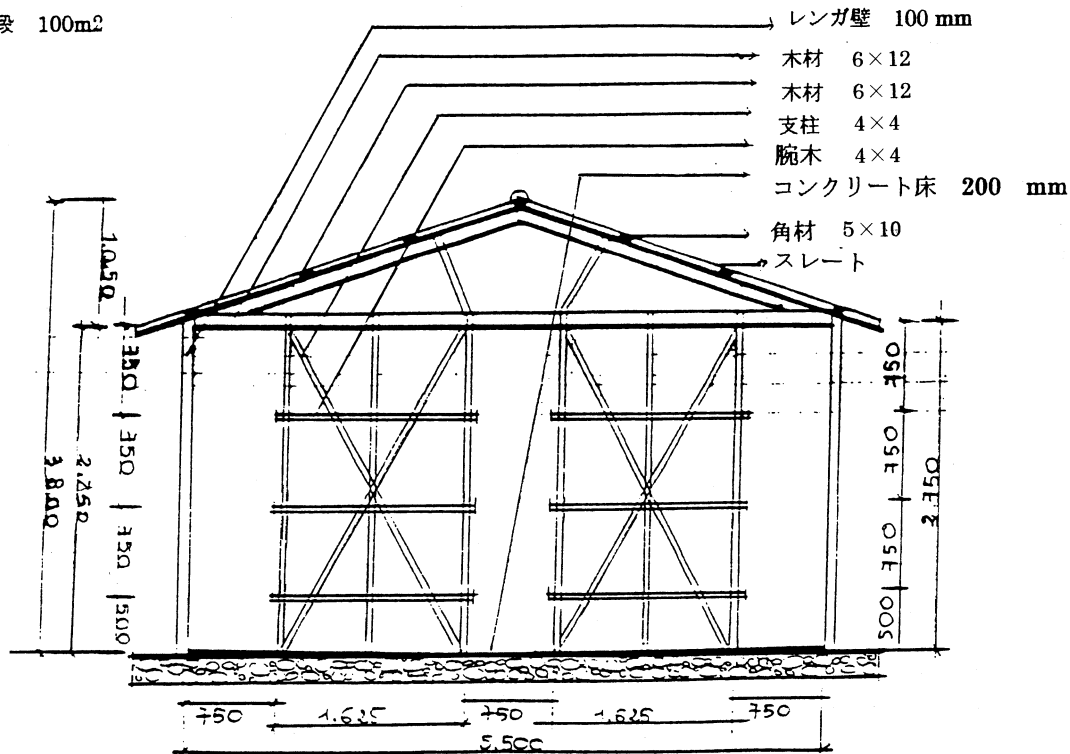
茅壁茅ぶき菌舎 断面図



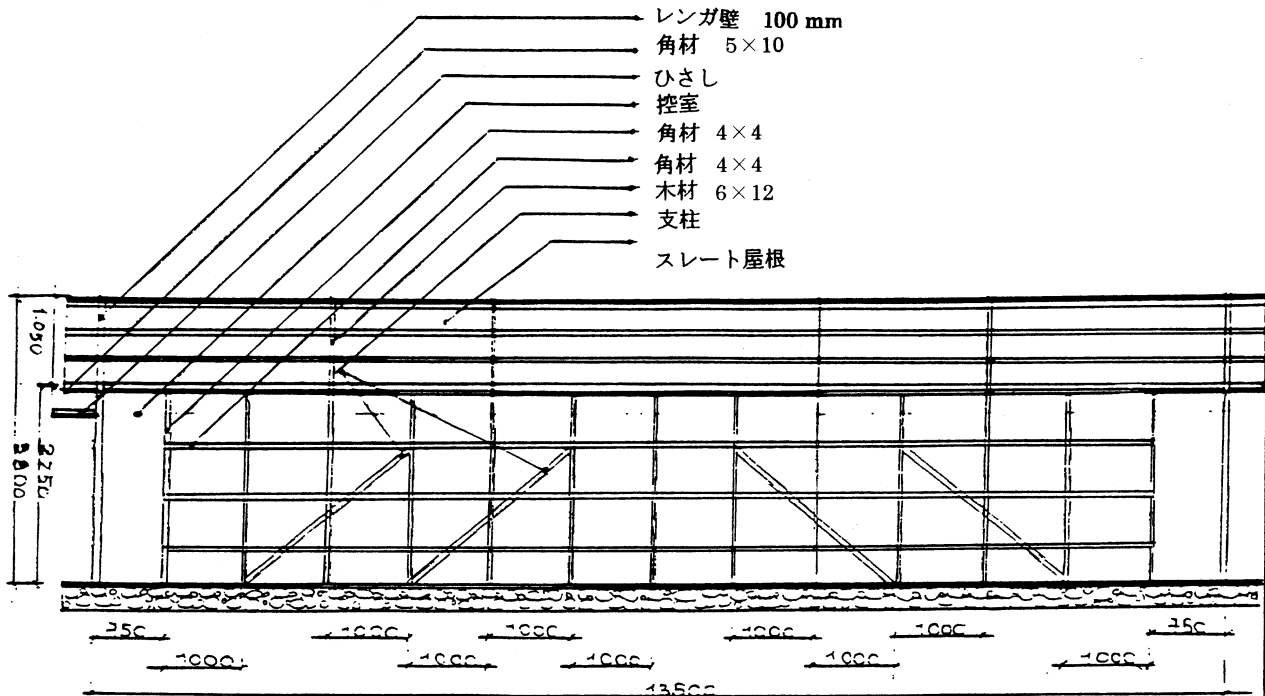


茅壁茅ぶき菌舎 平面図

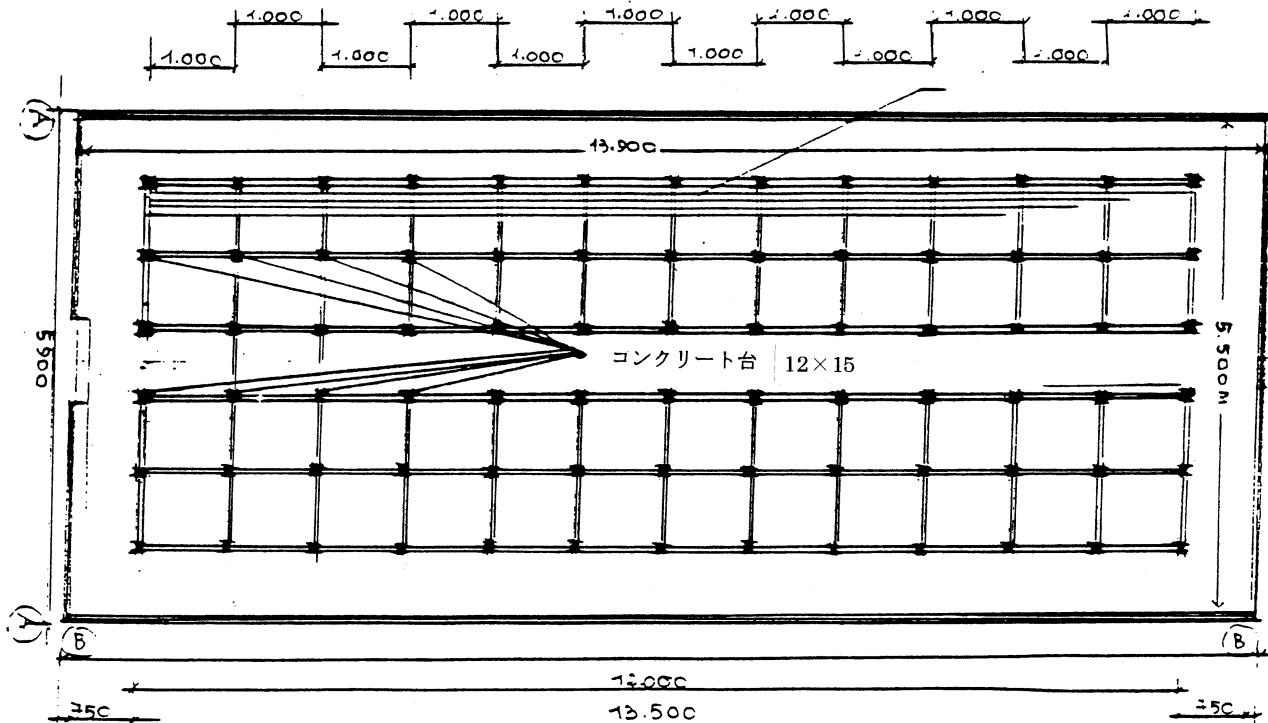
棚 3段 100m<sup>2</sup>



レンガ壁スレート屋根菌舎 断面図



レンガ壁スレート屋根菌舎 側面図



レンガ壁スレート屋根菌舎 平面図

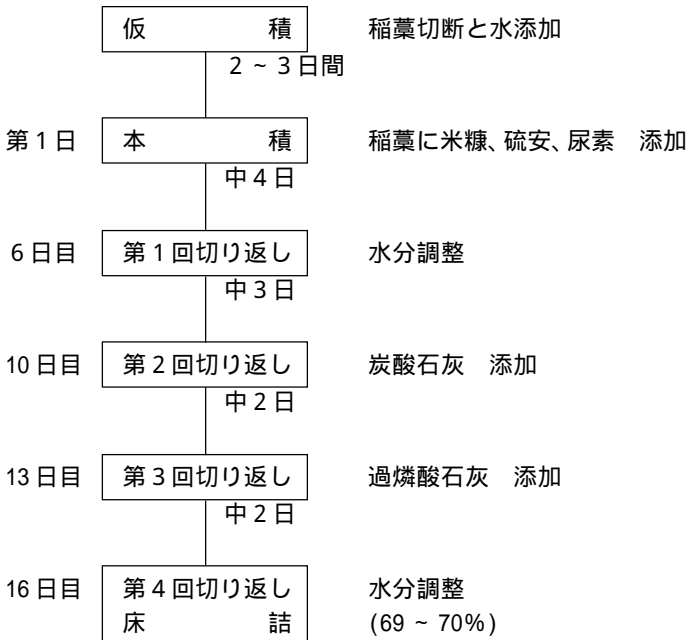
## (2) コンポスの作り方

コンポストとは、マッシュルーム栽培に適合した堆肥を人工的に作り上げたものをいう。一般農作物の堆肥とは全く異質のもので、コンポスト作りが栽培の成否を決める最も大事な工程である。したがってコンポスの作業場は、排水の良い清潔な場所を選ぶべきで、專業栽培では病虫害予防のため、菌舎から遠く離れた所をコンクリート化して使用している。

世界各地のコンポスト作りは、材料の種類、配合栄養材の違い、栽培方法等により千差万別である。2つ方法を紹介する（P.11～21写真参照）。

### 1) コンポスト作り第1の方法

表5 コンポスト作りの順序（1の方法）



\*本積より16日目に床詰を行う。

\*季節により1～2日の短縮延長は差し支えない。



a) 材料の準備

\* 栽培床面積 100m<sup>2</sup> を標準とする。以下全て同じ。

稲藁	4,500kg	乾物に換算した数量は3,600kg。水分 20% 藁
米糠	200kg	
硫安	80kg	
尿素	45kg	
炭酸石灰	120kg	マグネシウムを多く含むものは不可
過磷酸石灰	80kg	磷酸 17.5% のものが良い

\* 各材料とも正確に計ること。多くすることは厳禁。

\* 増量して失敗する例が多い。

b) コンポスト作りの実際

仮積 稲藁 4,500kg

藁は3つ切りにして約8,000ℓの水を使用して70%の水分を藁に含ませる。この際、足で強く踏みつけながら散水すると水の吸収がよくなる。流れ出た水は、必ず藁に戻す。仮積では1m位の高さにして2～3日積み上げておく。

本積の時は、全体を5等分に分けて使用する。

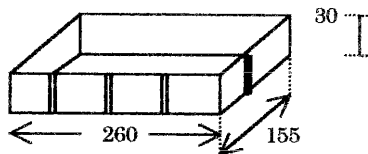
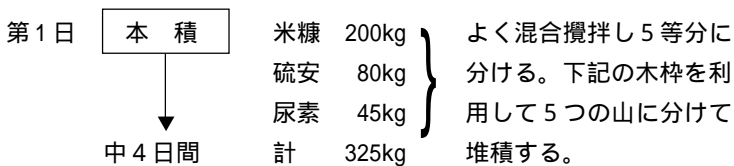


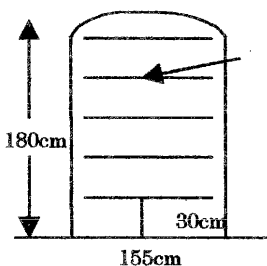
図3 堆肥枠 単位 cm 内径

・1つの堆積山に使用する材料

稲 藁：仮積で使用した全量の1 / 5を使用する。

混合肥料：65kg（準備した325kgの1 / 5）

枠の中に仮積で十分水分を含んだ藁を入れながら足で踏圧し30cm程度の高さになったら混合肥料13kg（65kgの1 / 5）を散布する。散布した混合肥料を散らす程度に散水し、次に踏圧しながら藁を積み重ねて30cm程度の時に2回目の混合肥料13kgを散布する。その上から前回同様散水し、以後繰り返して合計5回の混合肥料の散布を行い、1つの堆積山が完成する。



混合肥料13kg

散布場所(5か所)

周囲約10cmを残して内側に散布する

図4 混合肥料の散布方法

1 菌舎、床面積100m<sup>2</sup>で前記の堆積が5山必要である。

6日目

第1回切り返し

水が不足している時には水分を69～70%程度に調整する

酸素の供給と水分の調整が目的で、本積と同様、踏圧を行う。発酵が、堆積物全体に平均化する様に次の要領で切り返しを行う(図5)。切り返しとは藁の塊をよくほぐすことである。

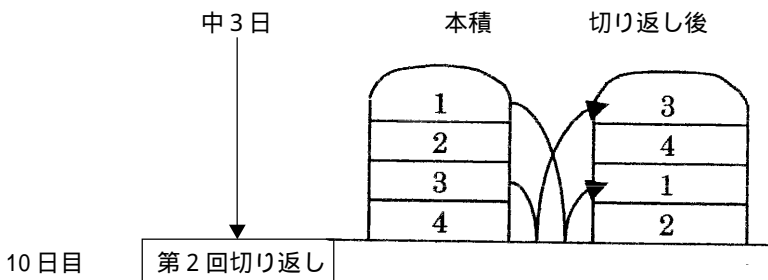


図5 切り返しの要領

炭酸石灰 120kg を散布する。第2回切り返しから5つの堆積物を1つに集合させる。石灰は全体に均等に散布する。堆積枠は使用せず踏圧は行わない。従来よりも堆積山を狭め、堆積物の下に敷物を置き下からの通気性をよくする(図6)。

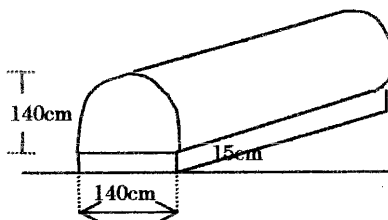
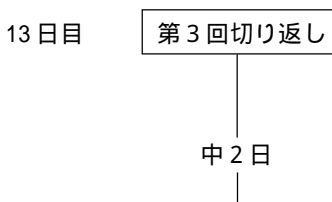


図6 第2回切り返し模型



過燐酸石灰 80kg を全体に均等に散布する。量が少ないので丁寧に行う。床詰前なので特に水分調整に留意する。68 ~ 70%とする。

16日目

第4回切り返し

最終仕上げの切り返しで水分を約70%に調整し直ちに床詰を行う。よくほぐすことが特に大切。

床 詰

#### 〔コンポスト作りの留意点〕

- ・水分は常に65～70%に調整し、酸素を十分コンポストへ送り込み好気性発酵を行えば、必ず高温(65～75℃)に達する。
- ・酸素が不足すると嫌気性発酵となり、マッシュルーム不適のコンポストに仕上がりが成績不良となる。この場合悪臭を発する。
- ・コンポストの発酵温度が低い原因は、水分不足、最初の踏圧不足、冷たい風が強い、または、水分過多等が考えられる。
- ・最終のコンポストの仕上げは、二次発酵で決まるが、床詰前のコンポストとしては、水分70%で暗褐色を呈し光沢があり若干アンモニア臭が残っているものがよい。

コンポスト作りを戸外で行うため、雨の多いシーズンには特に水分過多に注意する。

ビニールシートの準備が必要で、雨の強い時には覆いをして過湿を防ぐ、その際長時間の覆いは、嫌気性発酵を起こすので、雨が止み次第直ちに覆いを取り除くことが肝要である。

第2回切り返しから切り返し機械(Turning Machine)を利用するとコンポストがよくほぐれ能率的である(P.49写真参照)。

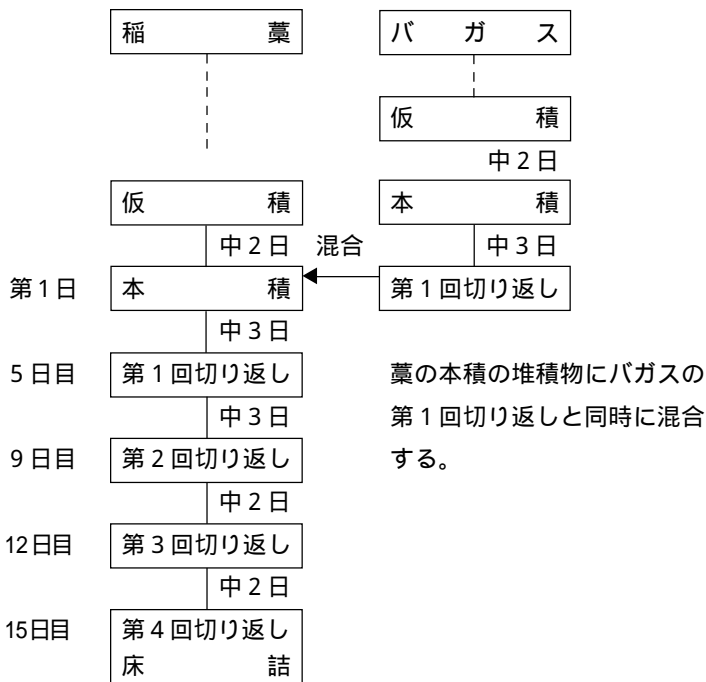


切り返し機械



## 2) コンポスト作り第2の方法

表6 コンポスト作りの順序 (2の方法)



a) 材料の準備

稲藁	3,150kg	水分 20% を含んだ藁の場合
バガス	2,160kg	水分 50% を含んだバガスの場合
米糠	200kg	
硫安	95kg	
尿素	48kg	
炭酸石灰	140kg	
過磷酸石灰	80kg	
消石灰	20kg	

b) コンポスト作りの実際

バガスの仮積 2,160kg (乾物 1,080kg)

水分50%のバガスを使用しているので約1,500ℓの水を加え、消石灰20kgを全体に混合する。高さ1mの山積みにして2日間放置し水分をなじませる。

バガスの本積

米糠	70kg	よく混合攪拌する
硫安	35kg	
尿素	18kg	

木枠は使用せず図7に示す要領で堆積する。混合肥料は、全量を平均に仮積の堆積物表面にばら撒いておき本積を行う。踏圧はせず形が壊れない程度に整えるだけで、70℃以上の熱を出して発酵する。

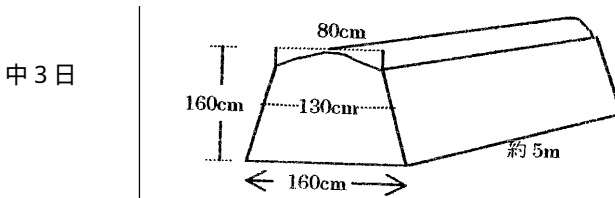


図7 バガス本積模型図



第1回切り返し

水分調整を行いながら切り返しをすると同時に、稲藁本積に合流させる。

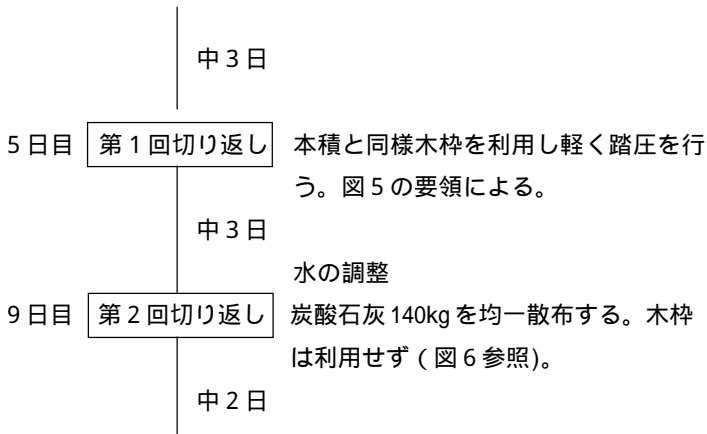
稲藁の仮積 3,150kg (乾物2,520kg)

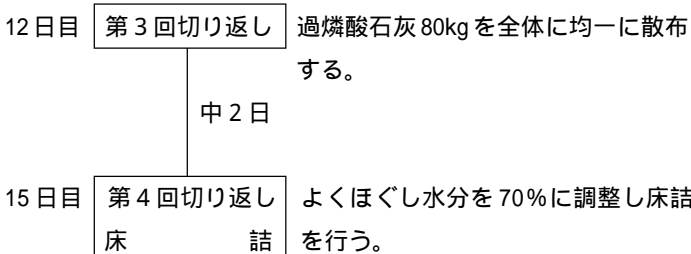
藁は3つ切りにして約5,000ℓの水を使用し70%の水分を藁に含ませる。水が流れ出ない工夫を行う。流れた水は必ず藁に戻す。1mの高さに積み上げて2日間放置する。

第1日	稲藁の本積	米糠 130kg	よく混合攪拌する。全量を5等分に分け5つの堆積ごとに使用する。
		硫安 60kg	
		尿素 30kg	

仮積みした堆積物を5等分に分けて木杵を利用して積み込む。その際混合肥料の1/5 (44kg)をあらかじめ5等分した堆積物の表面にばら撒いておく。堆積の方法は、木杵の中で藁を踏み上げながら1/5ずつバガスを投入し、この操作を繰り返す。

バガス本積が終わる頃には約170cmの高さになる。





〔コンポスト作りの留意点〕

- ・糞の第 1 の方法と基本は同じことであるが、バガス使用により本積のところが異なるので留意する。
- ・バガスを 30% 使用することで、コンポストの保水力と通気性が改善される。筆者はこの第 2 の方法を薦める。

(3) 床詰

戸外で作ったコンポスト(グリーンコンポスト)を、69 ~ 70% に水分調整を行いながら菌舎内の棚に持ち込む。その際圧縮は軽く行い、表面を整え均一に詰める。側板からはみ出たコンポストや通路に落ちたものは、室外に持ち出し室内を清掃し雑菌防止に努める。床詰終了後出入口を閉め小窓を解放したままにして、翌朝から二次発酵を開始する。

(4) 後発酵 (二次発酵)

二次発酵は、マッシュルーム菌糸の最も好む栄養に富んだコンポストにするための総仕上げの工程である。主な目的は、菌舎内及びコンポストに残存している有害生物を殺滅することと、好熱性発酵を再度行い、マッシュルームに必要な栄養源を多く蓄えることである。

## 〔作業順序〕

出入口、小窓をすべて閉め、室内の空気の攪拌を強く行う。最終まで続行する。

小型ボイラーで生蒸気を室内に直接送り込む。あるいは各自で薪を利用した蒸気釜を作成し使用する。数人のグループ栽培では共同購入、共同使用ができて便利である。

室内の温度が57 に達したあと、その温度を5時間維持する。状況に応じて生蒸気の量を弱くするなど調整する（殺菌工程）。

5時間が経過した後直ちに換気を行い外部の新鮮な空気を室内に入れる。

その時各棚のコンポストの中心温度が60 以上に達している部分があれば、床温が57 に下がるまで換気を続行する。

各棚の床温が57 以下に下がれば換気を中止する。これからが本格的に二次発酵の始まりである。43～55 がコンポストの熟成の適温で、室温は常時35～40 が望ましい。

二次発酵中は最低3時間ごとに15分の換気を行う。夜間も同様である。外気温によっては小窓を2、3か所解放したままでも床の温度に影響はない。

3～4日過ぎると床温は除々に下がり、5～6日後に40 に達する。直ちに換気を多くして二次発酵を中止する。

二次発酵終了の第1ポイントはアンモニア臭が完全にしないことで、コンポストの水分は65～68%が最適である。65%以下の時は接種する前に床の表面から軽く散水して調整する（図8参照）。

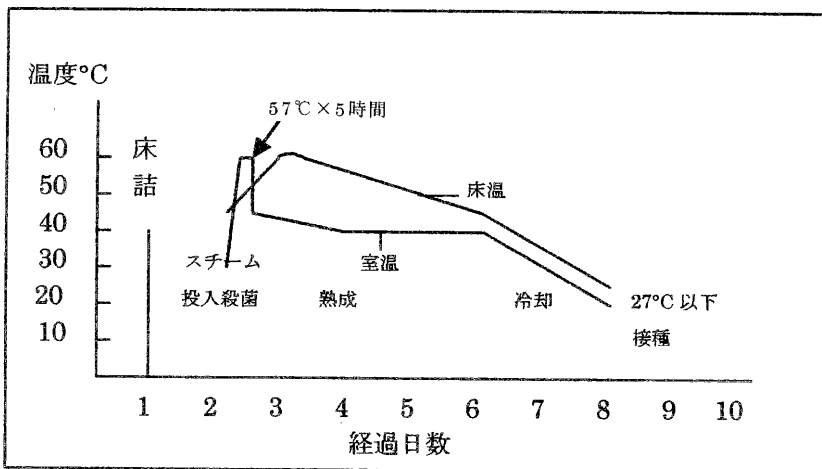


図8 二次発酵の温度変化

#### (5) 接種

ホホワイト種の中温菌60ℓを準備する(種菌についてはP.102～103参照)、棚のどの部分も温度が27℃以下になれば、できるだけ早く接種する。標準的には床詰後8日目である。コンポストの熟度により日数は若干増減する。接種の方法は、棚1段(16.5m<sup>2</sup>)当たり種菌8ℓを平均にばら撒き、コンポストの厚み2/3とよく混合し、床の表面から圧縮する。圧縮は弾力が十分残る程度とし、その後床表面に種菌2ℓを均一にばら撒き、新聞紙で菌床(床ではなく名称が菌床に変わる)を覆い接種作業が完了する。

なお新聞紙の上から0.5%ホルマリン溶液を散布して雑菌の汚染を防ぐ。その後は菌床表面の乾き具合をみて、時々散水を行う(新聞紙が濡れる程度)。

接種後は菌床温度管理が重要で、常に23～24℃を維持する。換気は必要ないが菌床温度が、25℃以上になった場合は外気を導入して昇温を防ぐことが肝要である。



麦培地種菌 350cc 瓶  
接種前に瓶より取り出しほぐしておく



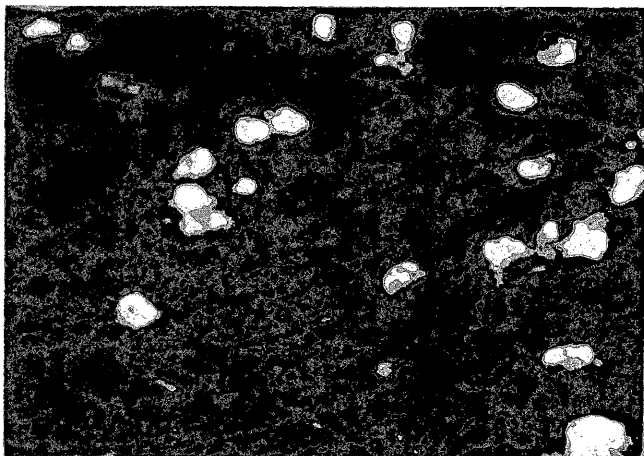
床の表面にほぐした種菌をばら撒く

16.5m<sup>2</sup> 8 ℓ





床表面にばら撒いた種菌を2/3の深さのコンポストに攪拌する



2/3の深さに攪拌した後床表面に16.5m<sup>2</sup>当たり2ℓをばら撒く  
表面の種菌より菌糸が伸びているところ





## (6) 覆土

接種した後約2週間で覆土を行う。早目に土の準備が必要である。

土は栄養分を含まず、粘土分が35%程度の赤土が適する。腐植土、畑表面の土、粘土の多い土等はマッシュルーム栽培には全く適さない。ダラット高原では遂に覆土に適した土を見つけることはできなかった。著書では土のみを使った覆土法とピートモスを混合した方法の両方を紹介する。

### 1) 土のみの覆土

#### ・準備するもの

土	3.5m <sup>3</sup>	粘土分 30 ~ 35%の赤土
消石灰	50kg	
ホルマリン	2 l	

#### 〔覆土の順序〕

3.5m<sup>3</sup>の土を砕き1 cmの網目を通したものに消石灰を全土に均一に混合する。

水200lにホルマリン2 lを加えた溶液を土全体に散布しビニールシートで覆い3日間放置して消毒を行う。

消毒を終えたらビニールシートを取り除きホルマリンを発散させ、若干水を加えながら土を攪拌し団粒構造を作る。水の量はその土の保水力の範囲内に収める。流れ出したり、べたついたりしては水分過多で使用できない。

菌床の上の新聞紙を取り除き、表面を平らに押さえ各棚の菌床に土を運び込み、覆土を行う。土の厚みは3 cm強に揃え水平に整える。

覆土を終えたらベンレート100gを100lの水に溶かし全体に散布する。

## 2) ピートモスを混合使用する覆土

### ・準備するもの

土	2.5m <sup>3</sup>	消石灰	30kg
ピートモス	5袋	1袋	155ℓ 約40kg
炭酸石灰	15kg	ホルマリン	2ℓ

### 〔覆土の順序〕

2.5m<sup>3</sup>の土を砕き1cmの網目を通したものに消石灰30kgを全土に均一に混合する。

ピートモス5袋分に炭酸石灰15kgを均一に混合する。

、を混合しよく攪拌する。その後水約400ℓを加え再度攪拌する。

水100ℓにホルマリン2ℓを加えた溶液を全体に散布しビニールシートで覆い3日間放置する。

消毒を終えたらビニールシートを取り除き再度全体を攪拌しながらホルマリンを発散させる。

ピートモスを混合した土は、保水力が高いので、土のみよりも多くの水が必要である。

覆土の方法は、前に述べたとおりで、厚みは3.5～3.8cm程度となる。

覆土を終えたらベンレート100gを100ℓの水に溶かし全体の棚に散布する。

## (7) 菌掻き

覆土後1週間程過ぎると、覆土表面に菌糸が達し始めるので、十分散水(200ℓ)し、その翌日に菌掻きを行う。菌床の端から順に覆土層全面を攪拌することで、硬化していた土を柔らかくし再び団粒構造を復元する。そのことで空気の流通をよくし保水力を高める働きをする。菌掻きは菌糸を覆土中に均等に分散させマッシュルームの発生を平らにする。

## (8) 結実管理

菌床には菌糸が十分伸びて覆土と菌掻きも終わり、いよいよマッシュルーム発生をうながす最終工程となった。完全空調設備のある菌舎と違って高原自然栽培の泣き所でもある。集中管理が望まれる。菌掻き後3日目より結実のための刺激を開始する。

### 〔結実管理の順序〕

菌掻き3日後から菌床温度23～24℃を除々に3日間かけて19℃まで下げる。

覆土後一度も換気せずにきたが初めて外気の新鮮な空気を菌舎内に取り入れ床温を下げるとともに、炭酸ガス濃度を薄める。

この刺激により覆土中に原基が誘導され、ピンヘッドを形成する。時間の経過とともに子実体に成長する。

ピンヘッドが大豆粒の大きさになるまで散水はできないが菌舎内の湿度は85～95%に維持する。

床温を下げる時には、夜の高原の冷気を十分活用することが肝要である。その際室内の乾燥に注意する。

菌舎内の空気は、常にゆるやかな攪拌により、各棚とも一定の空気が流れていなければならない。

## (9) 散水管理

世界的に散水管理は、未だ自動化されていない。人手による散水を行うので栽培工程のなかで、最も個人差の表れるところである。散水の時期、水量、技術により収穫に大きな影響を与える。

散水管理は覆土と同時に始まり、散水の基本は、覆土そのものの保水力に関係し、各地各自で使用する土の性質を把握し、経験を重ねることである。

### 〔散水の具体的方法〕

散水の量は、各工程により異なるが、どの時期においても、覆土を通して遊離水が菌床に強く染みてはいけない。各自使用している土の保水力の限界を知っておくことが大切である。

覆土後4日目より散水を始めて、菌掻きの前日までに全栽培の中で最も多くの水を必要とする。菌掻きした後は、ピンヘッドが大豆粒位の大きさに育つまで散水できないからである。約500ℓの水を3～4日間に分けて散水する。

キノコ発生中の散水管理は、収穫量と関連し、発生周期ごとに異なる。1周期は、ピンヘッドが大豆粒の大きさになって初めて散水する。強く圧力のかかった散水はいけない。ゆるやかに軽く覆土表面に水を与える。次は1周期のキノコピークの翌日から2日間にかけて散水する。この水は2周期に発生するキノコのために与えるもので、キノコの最大発生中に直接キノコに散水すると病気汚染や褐変の原因となる。また、足が伸びたり傘開きを起こし品質を悪くする。

2周期以降も1周期の散水方法を繰り返して行いが、水量は段々に減らす方がよい。

散水の時期と量は図9を参照。

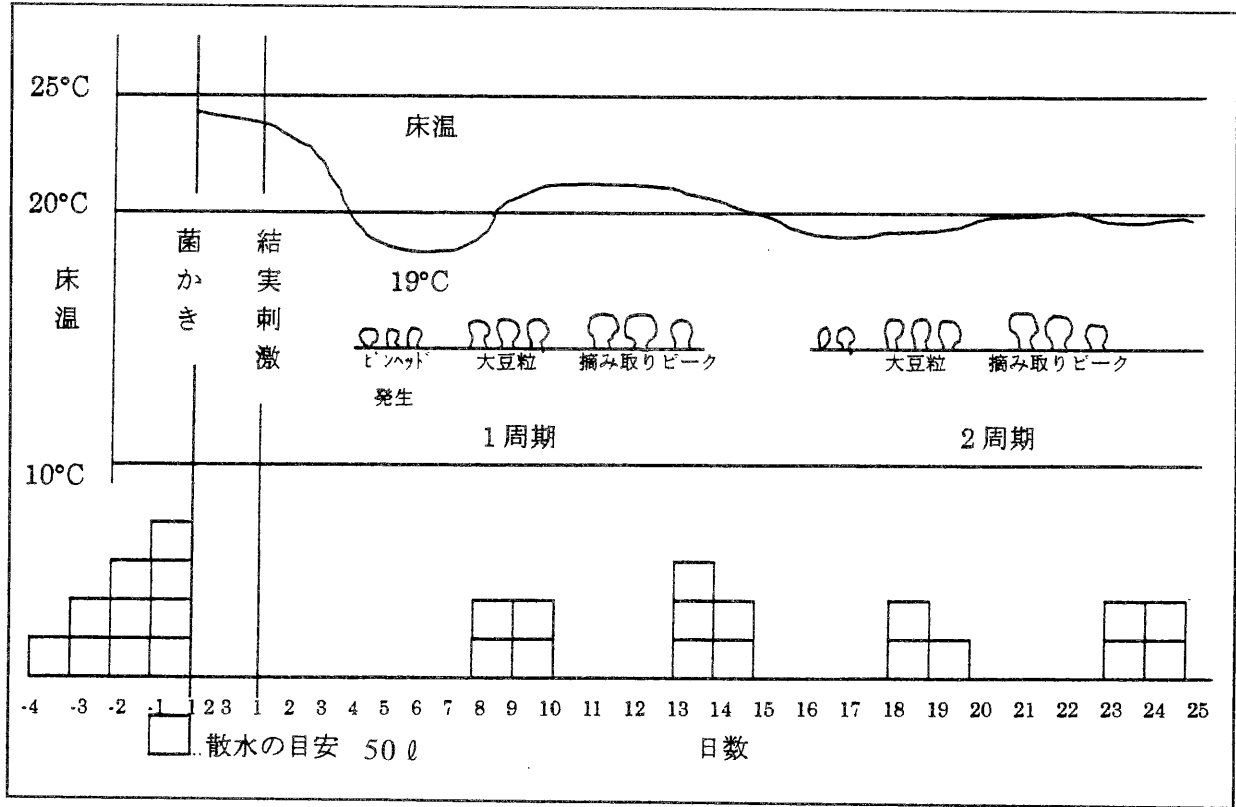


図9 散水の時期と量の目安

## (10) 収穫と管理

最初の収穫は、覆土後約20日目から始まり、以後1週間の間隔で発生を繰り返す。

収穫期間は6周位が通常で、長くなるほど病虫害の問題が生じ経済的に不利となる。

収穫中の管理として、温度、湿度、散水、換気、攪拌、病虫害の予防等総合的に管理しなければならない。どの部分がおろそかになっても、成績に影響する。

### 〔管理の基本〕

温度：室温で管理する。適温範囲は15～20℃で最適気温は17～18℃である。

湿度：キノコ発生中は、湿度80～85%に維持する。湿度が高いと病気、特に褐斑病が多くなる。

換気：室内のよどんだ空気と外気の新鮮な空気を入れ替えることで、主な目的は炭酸ガスの排出と菌床熱の除去及び湿度の均一化にある。

キノコが発生すると代謝ガスとして大量の炭酸ガスを出す。換気により常に炭酸ガス濃度を0.08～0.06%に保つことが必要である。

キノコ発生中には、1時間に1回の空気の入れ替えが必要で、外気によっては、菌舎の小窓は全開しておく方がよい。ただし風の強い方の小窓は加減しないと覆土を乾かすので注意する。

室内の攪拌：各棚の覆土表面の空気を流すことで炭酸ガスを追い出し、また、菌床からの熱を発散させ、換気と連動させると一層効果がある。空気の流れは、10cm/秒が標準である。

## 〔キノコ採取の方法〕

摘取はキノコの頭部を軽くつまんで根元をねじりきる。株状に発生しているキノコは適当な大きさのものだけを下部から折って取る。株全体を動かすと、株に残っているキノコは全て枯れてしまうので、注意して採る。

フレッシュ出荷のキノコは各棚の上で採取した時点で石付き部をカットして箱に入れる。できるだけ覆土の土でキノコを汚さないように丁寧に扱う。

採取した後の菌床は、株、枯れたキノコ、病気のキノコ等を毎日取り除き常に清潔に保つ。次のキノコ発生と病気の予防になるからである。

### (11) 廃床

マッシュルームの発生も5周を過ぎると極端に減ってくる。また、病虫害も増えてくるので何周で採取を中止し廃床にするかは、各自が判断するしかない。場合によっては7～8周取れることもある。3～4周であっても失敗したり、病虫害のひどい時には早めに廃床した方が後々のためにはよい。

廃床して取り出したコンポストは、直ちに栽培場から遠くに運び、有機肥料として農作物に利用する。菌舎内は棚にコンポストの屑が残らないように丁寧に水洗し、その後ホルマリン消毒を行う(2%ホルマリン溶液200ℓ)。なお、どんな消毒にも防毒マスクを着用する。

### 3 . 病虫害対策

マッシュルームの栽培を始めた初期は、比較的病虫害による被害は少ないが、1～2年過ぎた頃から急激に増加する。この対策は大変重要で、栽培を続ける限り害虫と雑菌と人間との根気比べである。病虫害を出して慌てるよりも平常から予防に努めることが大切である。

菌舎の人の出入り等を特に留意する。

世界的にはマッシュルーム専用に開発された薬品が、多数市販されているが、ベトナムでは入手できないので、現在入手可能な範囲の農薬を使用するしかない。

幸いな事にダラット高原では、長年の栽培にもかかわらずマッシュルームにとって、最も恐れられている3～4種の病気が一度も発生していない。これらの病気で欧米では、しばしば専業栽培を中断する騒ぎが起きている。

#### (1) 害虫類

マッシュルーム栽培では、様々な虫害が発生し、一寸の油断で菌舎ごと全滅することもある。虫害は避けられない問題で、農薬による全面解決はできない相談である。主な虫害を示す。

##### 1) キノコバエ

種類としてはクロバネキノコバエ (Sciariads)、ノミバエ (Phorids)、タマバエ (Cecids) 等が主なもので、一度菌舎内に発生すると撲滅は困難である。

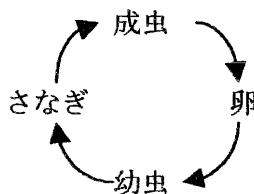


図 10 キノコバエの生活史



キノコバエは、コンポストの臭い、菌糸の芳香に引きつけられて菌床や覆土の中に卵を生みつけ幼虫、さなぎを経て成虫になる（図 10 参照）。

その間短いものでは 1 週間で一世代を終えるので繁殖は旺盛である。

特に幼虫は、菌床や覆土の菌糸を食べ、原基を痛めつけマッシュルームの収穫に大きな損害を与え、時には全滅させる。また、子実体の中にもぐり込み細孔を開け、出荷できない商品にしてしまう。

#### 〔 予防方法 〕

コンポスト製造場を菌舎から遠くに離す。

コンポスト製造場の周辺を清潔にし水溜まりを作らない。

コンポスト製造場はコンクリート化する。

キノコバエの多い季節にはコンポスト自体の周囲にダイアジノン 5 kg を散布する。

二次発酵中に各棚のコンポストの温度を 60 × 4 時間経過させる。

菌舎の出入り口、小窓に目の細かい網をつける。

菌舎内に捕虫灯を置く（ 3 か所 ）。

#### 農薬の使用例

デミリン水和剤 1,000 倍液 150ℓ... 覆土後 3 日以内に散布  
（成分ジフルベンズロン）

ランネート 2,000 倍液 100ℓ... 菌舎内及び覆土上

ダイアジノン 1,000 倍液 100ℓ... 菌舎内及び覆土上

## 2) ダニ類 (Mites)

マッシュルームに関係するダニは5～6種あって非常に小さいので発見しにくい。床詰や接種する時に手から腕にかけてかゆみを感じることもあるが、ダニが原因である。覆土や菌床の菌糸を食べ、キノコの傘や足に小さな孔を開け出荷ができないことがある。キノコ発生中に殺虫剤によってダニを駆除する方法はない。

### 〔予防方法〕

菌舎や周辺を清潔にし、キノコの切りくずその他の廃棄物は毎日遠くに捨てる。

床詰が済んだ時点で、通路、各棚の縁にダイアジノン粉剤を散布する(二次発酵時に効力)。

二次発酵の殺菌工程を完全に行う。

覆土製造場を清潔にし、ホルマリン消毒を常に行う(2%ホルマリン)。

## 3) 線虫 (Nematodes)

覆土用の土を採取する時に持ち込むことが多い。線虫は、コンポストや覆土中に生活し、菌糸から直接栄養物を吸収し、キノコに大きな被害を与える。線虫は体長が1mm程度の透明で細長い原虫で、環境が適していると1週間で50倍にも増殖する。線虫に汚染されると、覆土中の菌糸は減少し、菌床表面の菌糸も消滅しやがて魚臭に似た悪臭を発する。これは、菌舎に足を入れた途端感じるほどである。

## 〔 予防方法 〕

土を採取する場所あるいはその付近に線虫が存在しないか注意する。

覆土の製造は必ずコンクリート床で行う。

二次発酵の殺菌工程を完全に行う。

栽培菌舎の周辺を清潔にする。

菌舎に入る際には必ず靴を消毒する。

線虫で汚染した菌舎は廃床前にボイラーを使い菌床温60 × 4時間で殺虫する。

その他の害虫としてトビムシが存在する。いずれにしても水分の多いコンポスト、二次発酵に失敗した菌舎、衛生管理の悪い環境等が共通した被害を生む条件となっている。

## (2) 病気について

栽培者にとって、最大の難問はマッシュルームの病気のことである。栽培を続ける限り避けられず常にマッシュルーム菌と雑菌は隣り合わせの生活を送っている。病気に対する完全な特效薬はなく、病気を出す前の予防と衛生管理及び栽培の基本を守る事が最も大切である。

## 〔 各病気に共通した予防対策 〕

コンポスト製造場のコンクリート化と衛生管理の徹底。

一次発酵では、水分調整と高温発熱を促す。

二次発酵では、室温 57 × 5 時間の殺菌工程を完全に行う。  
この際床温は 60 × 4 時間を経過させると完璧である。

覆土製造場のコンクリート化と衛生管理の徹底。

菌舎内に病原菌を伝染させるキノコバエ、ネズミ等の浸入を防ぐ。

農薬としてはベンレート、トブシンM、フォルマリン等を適期に適量使用する。

コンポストの水分過多、室内の過湿に注意する。

病気の兆候がみられたら早期に対策をとる。場合によっては直ちに廃床する。

以下特に多い病気について述べる。

## 1) 細菌からくる病気

### a) 細菌性斑点病 (Pseudomonas Tolasii)

一般的には褐斑病と呼んでいる。マッシュルームの傘の表面に淡い黄斑点が生じ次第に褐色に変わる。汚染された部分は、粘性を呈し褐斑は深く食い込むことはない。朝採取する時には兆候がなくても夕刻には病斑が現れる厄介なもので覆土中の細菌が原因である。高温多湿が最も悪く、換気不足、散水の方法、水の品質、キノコバエの媒介が、細菌性斑点病の主因である。

## 〔予防方法〕

覆土製造場の消毒を行う。ホルマリン散布、生スチームによる熱殺菌  
60 × 3時間。

覆土直後の0.5%ホルマリン散布。

次亜塩素酸ナトリウム溶液の散布（塩素として150ppm）。

キノコ発生中の散水では、十分な攪拌と換気によりキノコ表面を早く乾燥させる。

菌舎内の衛生管理を完全に行う。

### b) マミー病（*Pseudomonas* spp）

最初の兆候は、キノコの根元に白色の綿毛状の菌糸が集中してみられ、傘が傾き足は湾曲して長く伸びる。キノコは硬く腐敗せず除々にミイラ化する。感染は早く菌床を伝播するので、マミーキノコを発見したら直ちに菌床に溝5 cm巾を掘り、病気の菌床と切り離すとよい。溝の断面に消石灰をまぶす。適した薬はないが、枯死したキノコをすべて取り除き、覆土を乾燥させ3～4日後に1,000倍ベンレートを散布し除々に水戻しを行うと再び正常なキノコが発生することもある。マミー病は菌舎全体に伝染することは少なく、その棚のみで終わることが多い。

最大の原因はコンポストの過湿による。

## 2) カビからくる病気

### a) 褐色カビ（*Chromelosporium Fulva*）

覆土の殺菌過剰が原因で、スチームによる高温殺菌、ホルマリンを多く使用した完全消毒等の場合に発生する病気である。覆土後2週間頃

表面に白色の綿毛が発生し数日後には広がった汚染の中央部が褐色となる。特に1周期の収穫は減少する。

〔予防方法〕

覆土の過剰殺菌は行わない。

覆土の水分と室内の湿度を控える。

b) クモノスカビ (*Dactylium Dendroides*)

最初はキノコの切くず、残った株等に発生する綿毛状の菌糸がみられる。菌床表面やキノコ上に広がり、キノコは軟化し腐敗する。収穫は減産し被害は大きくなる。

〔予防方法〕

覆土の適性殺菌及びベンレート散布。

採取した後の覆土上の整理を行い常に清潔に保つ。

キノコ発生中の高温多湿を避ける。

c) トラッフル病 (*Diehliomyces Microsporus*)

このカビの菌糸はマッシュルームの菌糸とコンポスト中で共生し、全く区別ができない。覆土したあとで成熟すると、トラッフルの子実体が覆土層と菌糸の境目に出現し豆腐のオカラの形態を呈する。この時期になるとマッシュルームの菌糸は死滅に近い状態で、ついにはすべて死滅する。トラッフルのフワフワした子実体は初期にはコンポスト層に出現し後期には覆土層でも形成される。白色から黄色に、最終的には赤褐色となる。

## 〔 予防方法 〕

一次発酵、二次発酵を基本どおりに行う。

収穫中の床温を 17 以下に維持する。

土が汚染源で、特に山林での採土では注意が必要。

### d) ミコゴン病 (Mycogone Perniciosa)

発生したマッシュルームが、白色のカビに覆われ変形、軟化し暗褐色の液を分泌し醜い形となる。ミコゴン病は覆土の中に棲息しているため、原基にも感染し子実体発生が阻害され被害は大きい。ミコゴンは元来自然には山林に存在し、採土する際に持ち込まれることが多い。

ダラット高原では自然のキノコも少なく、幸いにもミコゴンは一度も発生していない。

ミコゴンの潜伏期間は、約 2 週間で収穫 1 周目に病徴が現れた時は覆土採取時に感染したと考えられる。採取場所を他に移すことと覆土製造場の消毒が必要である。

一度ミコゴンが発生すると胞子により感染が広がるので早急な対策が必要である。

## 〔 予防と対策 〕

覆土はホルマリン消毒及び蒸気殺菌 (60 × 3 時間) を行う。

キノコに病徴が現れたら直ちにそのキノコを消石灰で覆い胞子を散らばらない処置をとり採取作業が終わり次第取り除き焼却する。

根気よく病徴キノコを取り除きキノコバエによる媒介を防止する。

0.5% フォルマリンを覆土上に散布する。

菌舎内外ともに清潔に保ち、キノコのくず、石付部等の廃棄物は菌舎周囲に放置せず毎日焼却する。

ミコゴン病の発生した菌舎は、乾燥気味に管理し室温を平常より2～3下げる。

e) ヒトヨタケ (*Coprinus Radiatus*)

ヒトヨタケはキノコの仲間であら幼茸のうちは白色卵形であるが成熟すると細い柄が伸びて傘が開き、ヒダから黒い液汁を出して自己消化を起こす。自然界にも多く見られるキノコで、コンポスト作りの際、水分過剰、あるいは発熱不良部分にも見られるが、主としてマッシュルーム栽培の覆土後に発生する。

マッシュルーム栽培ではヒトヨタケの発生で大きな被害を受けることはないが、コンポスト作りの善し悪しを判断する好材料である。

〔発生原因〕

コンポスト作りの際、化学肥料配合の間違い、特に窒素肥料の多いことが考えられる。

二次発酵の管理不良、特に水分過多と換気不足である。

ヒトヨタケはコンポスト中にアンモニアが残っている部分に発生するので、二次発酵仕上げの善し悪しの判断材料である。

カビの仲間からくる病気は、その他多く存在する。その病徴により、種類を判別するのは大変困難である。栽培中の全般的な管理を基本どおりに行うことが大切である。



### 3) 病気でない異常現象

細菌やカビからくる病気ではないが、マッシュルーム栽培中に、よくみられる現象を述べる。

#### a) ストローマ

覆土後結実刺激を行う頃に起きる現象で菌床温度、室内の湿度ともに高く、換気不足で炭酸ガス濃度が上昇するとマッシュルーム菌糸が覆土表面まで蔓延する。栄養菌糸の集合体であって生殖菌糸になり難い。なお覆土中に有機栄養物が存在しても同様の現象が起きる。

#### 〔対策〕

温度、湿度、換気等の適性管理を行う。

覆土上の厚くなっている菌糸を取り除く、または早めに菌掻きを行う。

#### b) オープンベール

普通の傘開きキノコと異なり、幼茸のうちに既に菌膜が切れており、ヒダは胞子が無いため成熟しても白色のままである。キノコはやや硬くなっている。この現象が起きると品質低下だけでなく収穫の減産に結びつくものである。

#### 〔原因〕

種菌の劣化現象と考えられ遺伝因子の突然変異現象と思われる。

温度、換気、散水等の急激な変化を行った時にも起きる場合がある。

乾燥状態の覆土や菌床に一度に大量の散水を行った時にはオープンベールを誘発しやすい。

## 4 . 出荷と収益性

栽培し収穫したマッシュルームをどのように出荷し販売して、収益をあげるかは、大切な問題である。当然利益を出して生活を維持するために研究、努力、労働をするのである。

出荷の形状は、販売先の受入体制により決まることで、各自がそのことに対応できなければならない。物を生産することも大事なことであるが、どのように販売していくか、マーケティング等が、最も大切な課題である。この展開を早く有利に進めたものが、成功者といえる。マッシュルームは世界的な商品であるがヴィエトナムでは、現在は馴染みの薄いものである。

日本においても1950年代にはマッシュルームの消費はゼロであったが、今や国内生産を大きく上回る3万tの輸入国となっている。

マッシュルームの消費は文明のバロメーターともいわれている。近い将来ヴィエトナムでもマッシュルームが認められる日がくると確信する。

具体的な販売先としては

マーケット市場

ホテル、レストラン等の外食産業

加工場（缶詰、塩蔵、冷凍）

が考えられる。このような流通開拓は、各個人よりもマッシュルーム生産組合を組織して行政の力を借りるのも1つの方法である。

マッシュルームの発生には周期があり、収穫のない日もあるので、幾人かが集まり集団による出荷体制を組織し、日々安定した数量を出荷することが望ましい。

(1) 生食用出荷（マーケット市場、外食産業用）

1) 採取の方法

採取する時には、各棚の上で、1個ずつ石付部をカットして丁寧に取り扱ひ、汚さないように浅箱に一段に並べる（P.91 写真参照）。

## 2) パック詰

出荷作業場でサイズ別に 200g、500g パック詰を行う。

200gパックはマーケット市場用で、個人消費が主体とマーケット付近の飲食店で消費されるものである。

500gパックは外食産業用で、ホテル、レストラン、料理店に直接配送されるものである（P.89～91 写真参照）。

## 3) サイズの目安（傘の直径 mm）

L 40～50

M 30～40

S 20～30

サイズ別にパックした方が、受入方に親切というものである。

## 4) 品質

- a) 新鮮で柄が太く重いもの。
- b) 傘が開かず菌膜のしっかりしたもの。
- c) 白色で、泥などで汚れていないもの。
- d) 病虫害、変形のないもの。

水洗すると日持ちしない。

出荷前に 3～4 の冷蔵庫で冷やすと品質的にもよい。この面でも組合組織が望ましい。

## (2) 加工用出荷

採取する時には、泥の付着にできるだけ注意して採取かごととり、菌舎外に持ち出し、足切り場で石付部をカットする。カットする際に A グレード、B グレード、格外に分けながら別々のかごに入れる。

水洗する前に重さを量り記録し、その後水洗する。水洗も丁寧に行い傷などつけないように注意する。この作業を午前中に終え午後一番に加工場に搬入する（P.85～87 写真参照）。

1) Aグレード規格

- a) 傘が円形で新鮮なもの。
- b) 傘が開いていなくて菌膜がしっかりしているもの。
- c) 白色で変形や病虫害のないもの。
- d) サイズは納入先の希望にもよるが、傘の直径2.5～4.5cmが標準である。

2) Bグレード規格

- a) 傘が若干変形しているもの。
- b) 傘がやや開き菌膜の切れているものでヒダが黒くなっていないもの。
- c) 病虫害が軽く、多少傷のあるもの。
- d) Aグレードの標準外で鮮度のよいもの。

規格、販売価格については加工場との打合せと契約が必要である。

〔収益性について〕

マッシュルームを栽培する時の生産コストが各自の栽培方法で一体幾らになっているかを把握しておくことが大切である。労働に対して利益を出すことが栽培を行う前提である。

表7 生産コストの計算方法の例（栽培回数年3回）

項目	細目	償却年数	1棟当たり金額	備考
生産固定費	菌舎建設費	7		構造により償却年数が異なる。そのほか法にのっとること。各細目ごとに計算する例 (菌舎建造金額 × $\frac{1}{3}$ ) ÷ 7年 = 1棟1回当たりの償却費
	切り返し機械	7		
	藁切りカッター	5		
	小型ボイラー	5		
	捕虫灯	3		
	ファン	5		
	修繕費			
	その他器具類	3		
	小計	A ドン		
生産直接費	コンポスト材料費			稲藁、バガス、化学肥料、消石灰を含む
	覆土用土代			
	薬品代			
	電気、水道代			
	灯油代			
	種菌代			
	他消耗品費			
	小計	B ドン		
販売管理費	パック、カートン代			使用数量 × 単価 販売先まで 切手、電話代、FAX、 事務用品
	運賃			
	通信費			
	消耗品費			
	交際費			
	小計	C ドン		
販売高	A生産量 × 単価			販売平均単価
	B生産量 × 単価			
	廃床売上高			
	小計	D ドン		

$$\text{収益計算 } D - (A + B + C) = E$$

Eが(+)の場合、収益が出たことになる。

Eが(-)の場合、収益がなかったことになる。

ただし、家族労働以外に雇用者を使った場合はEと雇用賃金の差額をみる必要がある。

以上の計算は、栽培シーズンによって大きな差を生じるので年間を通して記録し、正確な結果をみる習慣と経営感覚を身につけることである。

農産物は、作ることよりも売ること、売れることが先決で、次にそれに見合った生産効率を高める工夫、努力が必要である。

マッシュルーム生産目標は3.3m<sup>2</sup>当たり40～50kgで品質面ではAグレード対Bグレード60対40が妥当性のあるところで、高原自然栽培の限界と思われる。

表7を基準に計算すると、40kg/3.3m<sup>2</sup>では1kg当たりの生産コストの目安は約9,000ドンとなる。

グレード別に振り分けると、

Aグレード(60%) 13,000ドン

Bグレード(40%) 3,000ドン

となる。

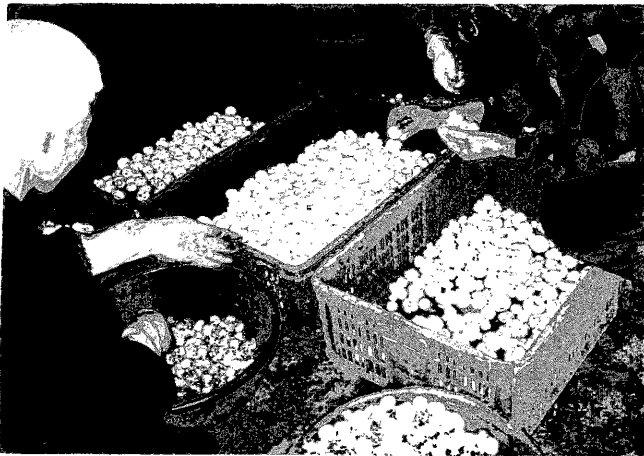
目安としてAグレードは13,000ドン/kg(販売価格)、Bグレードは3,000ドン/kg(販売価格)以上を販売目標にすると利益が確保できる。

栽培の目標としては3.3m<sup>2</sup>当たり40kg以上の収穫と品質Aグレードをできるだけ高めることで収益性は一層拡大する。

## 加工用出荷



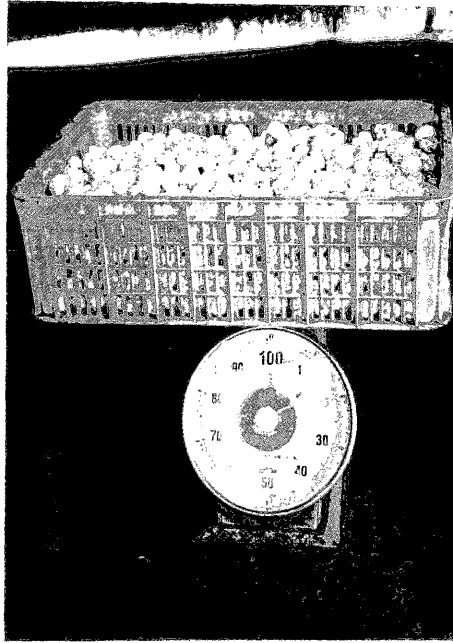
菌舎で採取し  
足切り場に持ち  
込んだ状態。



石付部をカッ  
トしながら等  
級別に出荷箱  
に入れる。





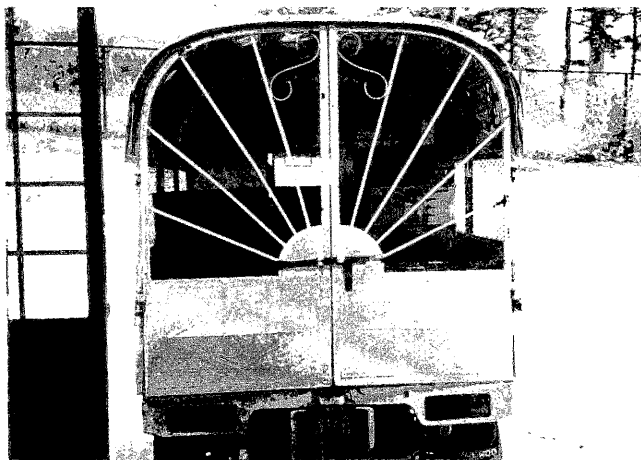


水洗いする前に重さを量る。  
\*水洗いするとキノコが水を吸収するため。

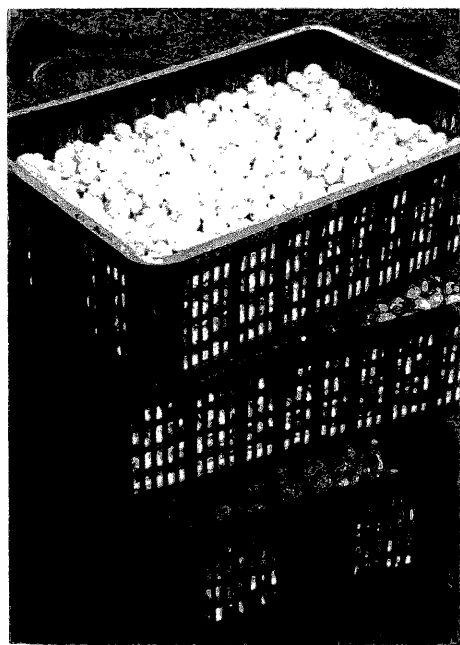


水洗いして泥をきれいに落とす。そのあと加工場に運搬する。





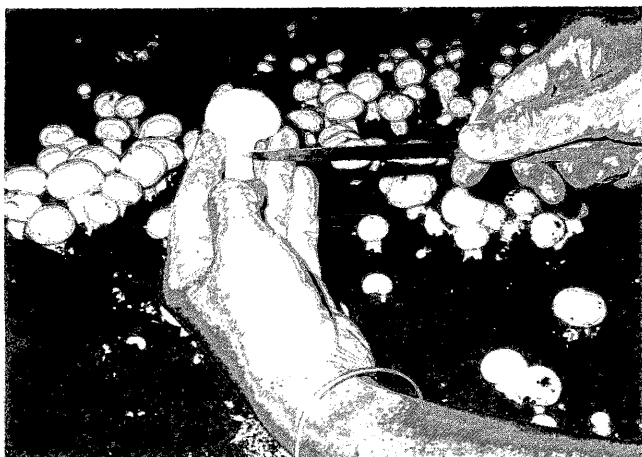
採取し足切り後水洗いしたキノコはできるだけ早く加工場に運ぶ。



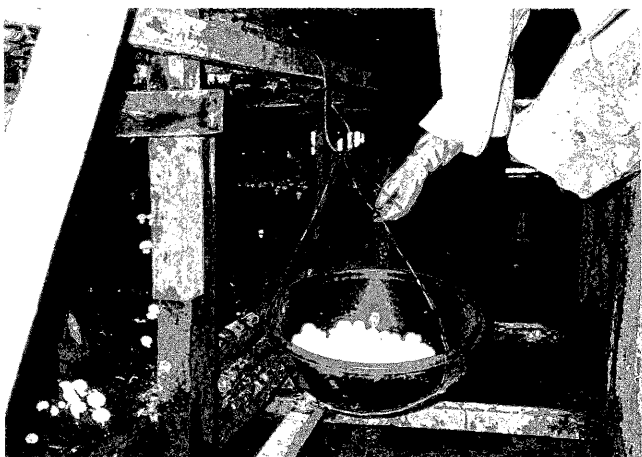
運搬かごには満杯にしない。



## 生食用出荷

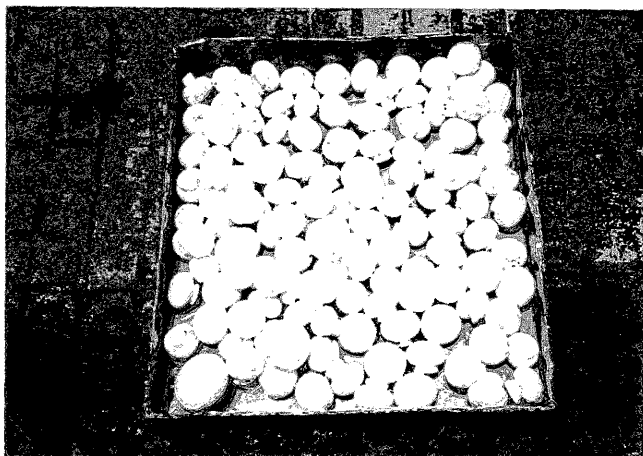


発生している棚の上で直接足切りを行う。

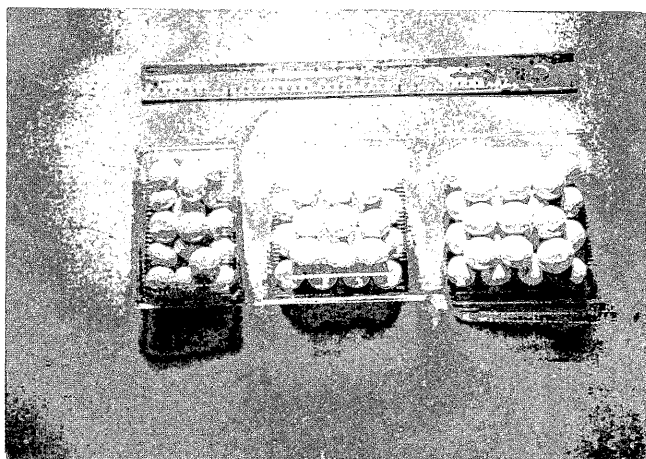


浅く採取かごに入れる。泥でキノコを汚さない。





棚の上で足切りしたキノコを浅箱に入れる方法。



浅箱で出荷場に持ち込みサイズ別にパックに詰める。  
小パック 200g  
大パック 500g  
(外食産業用)  
カートンに詰め出荷まで冷蔵庫で冷やす。





## 5 . 栽培理論

栽培の実際では、理論的な説明をせず現場作業論を展開した。何度か経験するうちに「なぜ」との疑問も出てくると思う。発展進歩するためには、各工程の理論の知識を知ることが有意義である。大事な点をまとめて述べておく。

### (1) マッシュルームの栄養要求

自然界には数万種以上のキノコが存在し主に植物を栄養源としている。生きている植物に寄生する寄生菌と枯死している植物を栄養源とする腐生菌とに分けられる。マッシュルームは腐生菌に属し、稲藁、麦稈の腐熟した培地に生息している。マッシュルームの人工栽培を行うには経済性が有利でなければならない。そのためには栽培テストのみでなくマッシュルーム生理学、生態学が研究され解明されてきているが、いまだ完全とはいえない。今後に期待される場所である。

一般的に菌類が必要としている栄養素は、菌類の種類によって異なるもので、マッシュルームの必要とする栄養源について述べる。

#### 1) 炭素源

キノコにとっては栄養素のなかで炭素は大きな比重を占めている。マッシュルームにとってもコンポストに使用する材料中の炭素の質と量は、収穫量に決定的影響を与える。世界的に、コンポスト材料として使用されている稲藁、麦稈にはセルロース、ヘミセルロース、リグニンが多く含まれており有力な炭素源である。

菌糸の栄養生長期には主にリグニンを消費し子実体形成期にはセルロースとヘミセルロースを利用するといわれている。

表8 コンポスト原料の炭素含有率（乾物％）

原料名	産地	炭素含有率 %	*産地の違い、生育の時期により炭素含有に差が生じる。 藁の堅い方が炭素が多くコンポストに適する。
稲藁	ホーチミン	41.8	
〃	ラムハ	39.8	
〃	ファンラン	35.0	
〃	日本	42.3	
小麦藁	日本	46.5	
トウモロコシ軸	日本	42.3	
バガス	ドンナイ省	51.5	

コンポストを作るうえで炭素率（炭素量を窒素量で除した数値）C/Nは大事な要素である。

微生物が最も活発に増殖する炭素率は30である。ヴィエトナム産の稲藁の平均炭素率は100に近いので、マッシュルームの好むコンポストにするには発酵の過程で窒素を加え、微生物の力を活用し炭素を減らし接種時には16～17の炭素率にする必要がある。

## 2) 窒素源

生物の細胞中にはすべて窒素が含まれており、マッシュルームにとっても窒素は必要で有機窒素をよく分解吸収している。無機窒素、例えば化学窒素肥料は吸収できないばかりか、マッシュルーム菌糸に障害を起こす。コンポスト中の微生物が無機窒素を利用して有機窒素に変え、特に藁中のリグニンと結合したリグニン蛋白は最も好ましい栄養源となっている。

コンポスト原料中の窒素含有率は表9参照。

表9 コンポスト原料の窒素含有率（乾物％）

原料名	産地	窒素%
稲藁	ホーチミン	0.48
＃	ラムハ	0.36
＃	ファンラン	0.32
＃	日本	0.7
小麦藁	日本	0.48
トウモロコシ軸	日本	0.48
バガス	ドンナイ省	0.23

\*産地の違い、生育の時期により窒素含有に差が生じる。

### 3) 無機塩類

マッシュルーム菌の生育に必要な無機元素は表10の10種類と考えられるが、微量元素的なものが多く、自然界に十分存在し自足している。しかしコンポストを作る際不足する無機塩類はカルシウムとリンである。

そのために意識的に炭酸カルシウムと過燐酸石灰を添加する。カルシウムはコンポスト全体の中和の役目の他に過剰障害を起こすカリウム、ナトリウム、マグネシウムの緩衝的役目を持っている。

表10 必須無機塩類

元素名	原子記号
カルシウム	Ca
マグネシウム	Mg
リン	P
カリウム	K
イオウ	S
銅	Cu
鉄	Fe
マンガン	Mn
モリブデン	Mb
亜鉛	Zn

\*必須無機塩類の10種類は菌系の栄養生長、生殖生長には必ず必要なもので、どの元素が欠けてもいろいろな障害が起きる。比較的多く必要とするもの、ごく微量でよいもの様々である。エネルギー代謝、酵素の活性化、イオンの中和、核酸の合成が主な働きである。

細胞の乾燥重量の約95%を占める6元素のなかにリンとイオウが含まれている。

#### 4) 微生物バイオマス

稲藁、バガスなどを発酵させてコンポストを作る際に働いた無数の微生物たちの蓄積された細胞群を微生物バイオマスと呼んでいる。微生物の細胞中の糖質、蛋白質、ミネラル、ビタミン類などはマッシュルーム菌糸にとっては、最大の栄養源となっている。

コンポスト原料に含まれるセルロース、ヘミセルロース、リグニンが堆積発酵中に微生物群によって分解され、マッシュルーム菌糸が、容易に分解吸収できるまでにしてくれるばかりでなく、無尽蔵に蓄積された微生物バイオマスは、貴重な栄養源である。

マッシュルームの栄養要求として以上に述べた他にビタミン類が存在するが極々微量である。

コンポスト発酵中に活動する多くの微生物はビタミン類を合成する能力を持ち、ビタミン類を添加する必要はない。

### (2) コンポスト作りの原理

コンポストの製造は、通常戸外で堆肥する一次発酵と室内で発酵させる二次発酵の2段階に分けている。コンポスト製造完了は、予備加湿の堆積から一次発酵、二次発酵を終えて接種するまでの管理全般を含めるものである。この期間の管理は大変重要で栽培成否の60%を占めている。

#### 1) 化学肥料の配合

##### a) 窒素の添加

稲藁やバガスに水分調整を行い直接マッシュルーム種菌を接種しても菌糸は伸びない。炭素率が関係する。

表11 コンポスト原料の炭素含有率C/N

原料名	窒素 N	炭素 C	炭素 C/N
ホーチミン藁	0.48	41.8	87.0
ラムハ	0.36	39.8	110.5
ファンラン	0.32	35.0	109.3
バガス	0.23	51.5	223.9
日本の藁	0.7	42.3	60.4

\* 微生物が好む炭素含有率は30%が理想で表11ではN量が大幅に不足している。

稲藁や麦稈を発酵させる際の本積においては、窒素量乾物比1.5%が適量である。このことは世界的にも経験的に証明されている。

表11によるとベトナム藁の窒素平均値は0.48%になっている。この比率を1.5にするためには、 $1.5 - 0.48 = 1.02$ の窒素を藁に加える必要がある。コンポスト作りの際、米糠、硫酸、尿素を添加するのは窒素分を加えるためである。添加する時に窒素源を何に求めるかは大切なことである。

表12 添加物の窒素含有率

品名	窒素%
尿素	46
硫酸	21
米糠	1.5
綿実粕	5.0
鶏糞	2.5

\* 乾物に対する窒素含有率。

表12の中から窒素添加物を選ぶ場合には1つの物に片寄らず3種類の異なった窒素形態を選び使用する。コンポスト中の微生物の旺盛な増殖を促すためにもその方が理にかなっている。

著書では尿素、硫酸、米糠を選定しているが尿素と硫酸の比率は1:2が原則で有機窒素はその地方で入手できるものを選べばよい。

## b) 炭酸石灰の添加

コンポスト全体の pH 調整を行っているのが炭酸石灰である。

\* pH は水素イオン濃度のことで pH = 7 中性

pH < 7 酸性      pH > 7 アルカリ性を表している。

マッシュルーム菌糸の生育に適する範囲は pH6.0 ~ 7.5 である。今 1 つの役割は窒素源として添加した硫安の持っている硫酸根と炭酸石灰のカルシウム分が化学反応を起こし硫酸カルシウム即ち石膏を作ることである。この石膏はコンポストに大変よい効果をもたらすもので、コンポスト作りに大量の石膏を利用している例は多い。

石膏はコンポストを通気性のよい物理構造にする、また、過湿なコンポストを改善し、pH の片寄りを中和する傾向を有している。

炭酸石灰の添加量は硫安使用量の 1.5 倍が目安である。

## c) 過燐酸石灰の添加

硫酸カルシウム(石膏)を多く含みコンポストにより効果をもたらす。コンポストにアンモニアが少量残っている時など緩衝として働き、害を少なくする。

過燐酸石灰に含まれているリンは、マッシュルームにとって必須無機塩類の 1 つである (表 10 参照)。

添加量の目安は乾物藁に対して 2 ~ 3 % である。

コンポストを作る際の添加物としては、その他多くのものが利用され、各国独自の方法で行われている。著書では省略する。

## 2) 一次発酵

本格的には、栽培菌舎から 1 km 以上離れた場所で屋根のついたコンクリート床の上に堆積し好気性好熱発酵を行うのが一次発酵である。コンポスト中の微生物に好条件を与え増殖を活発にさせ高温発熱を促すには水分 70%、窒素の含有率を 1.5%、炭素含有率 30% 近くにすることが最高の好条件である。

コンポストは細菌、放線菌、糸状菌などの微生物群の活動によって高温

発熱を起し60～80℃にも達し数回の切り返しによる酸素の供給で、熟度的に均一なコンポストに仕上がる。この間に当初の窒素量1.5%は、糞に含まれている炭素の消耗によって増加したことになり炭素率は徐々に低下していく。炭素率の低下に伴い、それぞれの段階で、それぞれの微生物が反応し発酵を持続させている。各々の切り返しでは、十分な酸素と水分が供給され、好気性発酵が起こり、酸素の供給の悪い状況では嫌気性発酵となり、マッシュルームの栽培には全く不適となる。

一次発酵の最終目的を要約する。

- ・ 発酵することにより糞が軟化し、容積が減り床詰作業を容易にする。
- ・ 糞に無機窒素を添加し微生物の活動を高めマッシュルームの栄養源となる微生物バイオマスの蓄積とリグニン蛋白などの栄養物を生成する。
- ・ 0.4%程度のアンモニアが存在しpHは8～8.5を示し二次発酵につながる。
- ・ 堆積中の発酵熱によって病虫害の大部分を殺滅する。
- ・ 水分の調整を行い70%に上げる。
- ・ 窒素含有率は当初の1.5%が1.8～2.0%に増加している。
- ・ 二次発酵と微生物の働き。

#### 殺菌過程

二次発酵には主要な2つの目的がある。

- ・ 菌舎室内の殺菌を速やかに行う。
- ・ 57℃ × 5時間で一応有害生物は除却される。

表 13 病害虫の死滅時間

病虫名	温度と時間
キノコバエ類	55 × 5
ネマトーダ	55 × 5
ダニ類	55 × 5
クモノスカビ	50 × 4
褐斑病	55 × 4
ミコゴン	50 × 4
細菌性斑点病	50 × 1
トラップル	60 × 4

病害虫の殺菌の目安は表 13 のとおりであるが、コンポスト中の殺菌となると様々な問題が生じる。

室内温度を 57 に達成させる過程でコンポストの温度が 60 を超えて 65 にも達することがある。

60 以上の高温が 4 時間も続くとよくない。コンポスト中の安定固定化した蛋白質が再び分解を始めるからである。例としてオリーブグリーンカビが発生する。

二次発酵の留意点として室内 57 × 5 時間。コンポスト温度 60 × 3 時間が維持できると万全である。戸外から持ち込まれた線虫、キノコバエ、ダニやそれらの卵、幼虫、病原菌のほとんどが死滅する。

#### 熟成過程

コンポストの熟成は、無数の微生物の活動によって達成される。微生物の最適育成条件はコンポストの水分が 70%、温度 45 ~ 55 、十分な空気量、適量のアンモニア濃度などがあげられる。

二次発酵中の有用な微生物群は大まかに、好熱細菌 (50 ~ 60 ) 放線菌 (50 ~ 55 ) 糸状菌 (45 ~ 50 ) に分けられる。微生物によって最適温度条件は微妙に異なり、熟成過程によって微生物の種類も交代する。しかし温度的に単純に分けられるものではなく微生物同士複雑に交錯している。



熟成中に、ある炭素源が分解され消費すると別の微生物が交代し次いできた炭素源を利用する。生存条件が不適となると、次の微生物がとって代わる。

交代の順序はおおむね細菌類 放線菌類 糸状菌類である。その間にコンポストの温度は60 から徐々に下がり43 に達する。

60 の床温を長く続けるとコンポストの特異性が失われてマッシュルーム菌の生育に影響する。コンポスト中のアンモニアの消散する適温は比較的低く40～50 で50 以上ではアンモニアは失われ難い。42 以下に床温が下がるとマッシュルームの競争菌が活発化し病気の原因となる。結局熟成温度は45～53 が最適と考えられる。

最終的にはコンポスト上にフミコーラ (Humicola) が現れ二次発酵が終了する。

以上、主に微生物の観点から述べたが、二次発酵では、技術的側面も大切である。

#### a) 換気について

換気の目的はコンポストの中の微生物に酸素を供給し活発な好気性発酵を促すことと今1つはコンポストから発生する熱を除き、温度をコントロールするためである。各棚ともに同一温度にするには室内の攪拌用ファンをフル回転させて室内空気を循環させる必要がある。

床表面の空気が常に動き流れていなければならない。換気の方法は扉を開放するのではなくファンによる強制換気を行う。その際害虫の浸入を防ぐことが大切である。

#### b) 室温の維持

コンポストの熟成適温は45～53 であるが、この床温を換気を行いながら維持するには室温を40～42 に保つ必要がある。床温が急に下がったり発酵の悪い場合には再び生蒸気を吹き込む。

### c) 床の水分管理

一次発酵の終わったコンポストを床詰にする際の水分は70%としているが、二次発酵中に乾燥した場合には水戻しを行う。床温が下がる前45の頃に散水するとよい。接種する時の水分65～68%に調整する。

マッシュルーム菌が生育するためには水分が必要で水が欠乏すると生命活動は停止する。床に菌糸が伸びたあとの水戻しは困難で接種する前の水分調整が必要である。

二次発酵が終了した時点でコンポストが完成したといえる。この時の基準は窒素含有率2.0～2.2%、炭素含有率16～17%、pH6.8～7.2、水分65～68%、アンモニア0.04%以下である。

### (3) マッシュルームの品種と種菌について

マッシュルームの品種としては子実体の色沢により3種類に分けられる。同じ品種でも多くの系統が存在し、それぞれ特性を持っている。

#### 1) ホワイト種 (White Species)

世界的に最も多く栽培されているもので純白色を呈し外観的に美しいため生食用にも加工用にも人気がある。

輸送中に褐変しやすく日持ちが弱い欠点がある。

#### 2) クリーム種 (Cream Species)

柄は白く傘はクリーム色を呈している。組織は粗く品質があまりよくないので現在ではほとんど栽培されていない。

#### 3) ブラウン種 (Brown Species)

柄は比較的白く傘はブラウン色を呈している。この色については淡いブラウンと、やや強いブラウンの系統がある。ホワイト種に比較して環境が不利な条件でも育成し肉質は緻密で重く、香味が強い。

輸送にも適していてホワイト種よりも日持ちが長いので生食用として消費が伸びると思われる。

ヴィエトナム高原においてマッシュルーム栽培を行う場合消費地までが遠いので、このブラウン種をとりあげてみるのも一考である。

マッシュルームの種菌（Spawn）は山野に自生していた野生種を改良してきたもので既に1920年頃に米国のランバートによって純粋培養菌が発明されている。世界的な種菌製造業者では数多くの改良品種を保有し、形態、品質、生産性等優れた種菌を造っている。それぞれの種菌は温度、湿度、結実刺激操作などに微妙な違いがあり、そのなかからヴィエトナム高原に適した種菌を選択することは重要な問題である。

マッシュルームの子実体生育に適した温度によって3段階の種菌に分けられる（表14参照）。

表14 子実体生育適温による種菌分類

名 称	子実体発生 中の適温 （室温）	菌糸生育 中の適温 （床温）	備 考
低温菌	16 ~ 17	24 ~ 25	世界的に使用している
中温菌	18 ~ 19	24 ~ 25	自然栽培に適する
高温菌	23 ~ 25	28 ~ 30	Agaricus Bitorquis

ヴィエトナム高原の栽培では、自然栽培を行うもので中温菌を使用する。高温菌のピトーキスは高温で子実体が形成されるので、高温地や高温期に適する。

欠点としては高温栽培なので雑菌の問題がある。設備的にも若干工夫のいるところである。なお品質は堅く日持ちもよく形は大きく傘の直径4 ~ 6 cm が普通で生食用としては興味ある品種である。

品種は培地により穀粒スポンとマニユア スポンに分けられる。

#### a) 穀粒スポン

培地は小麦が主体で世界的に共通している。小麦の他にライ麦、粟、キビなどの穀粒も用いられている。穀粒スポンの長所は活着性にすぐれ短期間でコンポスト全面に菌糸が伸びる。接種作業も容易である。欠点としては、耐熱性や保存性が低いので、長距離輸送や保存が困難で、暑い時期にしばしば問題が起きている。

#### b) マニユア スポン

培地にコンポストを使用するもので、種菌製造には面倒である。しかし耐熱、耐病、保存性に優れている。暑い時期の種菌取扱はマニユア スポンに限る。なお高原での自然栽培では野ネズミが多く穀粒スポンでは失敗することもあり、マニユア スポンの使用を薦めたい。マニユア スポンは改良されて培地のコンポストをペレット状にして作られたペレット スポンが存在する。ペレット スポンの持つ特徴としては穀粒スポンと同様に作業性、活着性を備えたもので今後の高原自然栽培に最も適するものである。

### (4) 覆土について

コンポストに菌糸が蔓延しても菌床上に土を置く（覆土）ことを省くとマッシュルームの発生は永久にない。覆土することによって原基が誘導されて子実体が形成される。その他に菌床の乾燥や病気による汚染を防ぐ役割もある。大量の子実体が発生した時には大量の水分が必要である。その水分を補給する手段として覆土が存在する。直接菌床に散水すると菌糸が弱り死滅につながる。菌床には覆土を通して酸素の供給と、また逆に炭酸ガスの放出が行われる。

このように多才な役割をもつ覆土は、重要であって、土の選択には十分留意する必要がある。

## 1) 土の種類

### a) 粘土

土の中には必ず粘土が存在し、いろいろと重要な働きをしている。土の中には良質な粘土が適当量含まれていることが大切で、どんな種類の粘土が何%含まれているか調べる必要がある。一般に粘土の定義は2 μ以下のものを粘土と呼ぶ。なお、赤土は鉄分を多く含んでいる。

表 15 土性名と粘土の関係

土性名	英名	粘土の割合	*砂、粘土がどのような割合で混ざっているかを表すのに埴土、壤土、砂土という名がつけられている。この表し方を土性という。
砂土	Sand	12.5%以下	
砂壤土	Sand loam	12.5 ~ 25%	
壤土	Loam	25 ~ 37.5%	
埴壤土	Clay loam	37.5 ~ 50%	
埴土	Clay	50%以上	

### b) 腐植土

土が黒く暗い色を呈しているものは腐植土で、土壤有機物が多く含まれている。腐植土は、窒素、リン、微量元素を含んでいるもので、マッシュルームの覆土には、全く適さない。高原地帯の谷間に腐植土は点在している。

#### [覆土に適する土]

粘土分を35%程度含んだ壤土がよい(表15参照)。粘土40%以上のものは不適である。

団粒構造の作りやすい土(保水性と通気性に優れる)。

栄養分を含まない(腐葉土、腐植土は不適)。

未分解有機物を含まない(汚染の原因)。

雑菌害虫を含まない（採土場所を選ぶ）。

弱アルカリ性を好む（石灰で中和する）。

塩類濃度が低い（マグネシウム、ナトリウムは特によくない）。

\*ダラット高原地帯では、粘土分の多い赤土がほとんどで、マッシュルームに適する土は見つけることができなかった。

## 2) ピートモスの利用

ピートモスはミズゴケ類の植物が長い年月をかけて腐植したもので、主に寒い国の地下から産出されている。

保水性が高く通気性もよくマッシュルーム栽培の覆土に広く利用されている。世界的にこのピートモスを覆土に使用していない国はないほどで、全面的にピートモスのみで栽培している地区もある。

粘土の多い赤土のみの覆土ではキノコ採取時に泥が付着し水洗しても落ちないので加工用としても困るし、生食用としては一層出荷が困難となる。

覆土にピートモスを混合使用することで、多くの問題を解決できる。特に生食用出荷には欠かせないものである。

生食用は水洗しないので、キノコの美しさを残すためにもピートモスの混合覆土を薦めたい。

## 3) 中和の方法

土壌は一般に酸性で石灰で中和する必要がある。消石灰の添加は土壌のpHを中和し団粒構造を作り病害中にも効果がある。

土壌のpHを7.2～7.5にするためには消石灰2～3%を使用する（土は乾物換算）。

ピートモスの場合には炭酸石灰を乾物比5～6%を使用してpHを調整する。場合によっては10%までは許される。

土にピートモスを混合して覆土に使用する場合は土には消石灰で、ピー

トモスには炭酸石灰で中和した後混合する。ピートモスは2倍以上の水を吸収するので十分水を含ませることが大切である。

表16 マッシュルーム栽培菌舎別記録表

床詰日	年 月 日
接種日	年 月 日
覆土日	年 月 日
菌かき日	年 月 日
採取初日	年 月 日
採取終日	年 月 日

菌舎 No. \_\_\_\_\_

床詰時のコンポストの状態記入

二次発酵中床温変化図

°C

60

50

40

30

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 日

\*この変化図をみることで  
コンポスト作りの成否が  
判断できる。

\*印の箇所は記録表作成の  
時に除く。

マッシュルーム収穫数量

栽培面積 m<sup>2</sup>

最終結果 3.3m<sup>2</sup>当たりのkg数

\*毎日の採取量はグレード別に記録する。

表17 グラット地方年間気温表  
 (1998年～2000年 3か年各月平均気温)

単位

月別	最低気温	最高気温	平均気温
1	12.9	22.2	16.5
2	13.0	23.8	17.1
3	13.7	25.1	18.3
4	15.2	24.9	18.9
5	16.2	24.1	19.0
6	16.3	23.6	19.1
7	15.9	23.0	18.6
8	15.5	22.6	18.3
9	15.9	23.2	18.4
10	15.4	22.7	18.4
11	15.3	21.7	17.0
12	14.3	20.5	17.1
年平均	15.0	23.1	18.1

年間平均気温は中温菌に適している。  
 最高平均気温は菌糸の育成には最適で子実体の発生には高温である。  
 最低平均気温は申し分ない。  
 夜の冷気を十分に利用することである。

\* 各地高原の気象温度を調査しマッシュルーム栽培の適期を把握する。



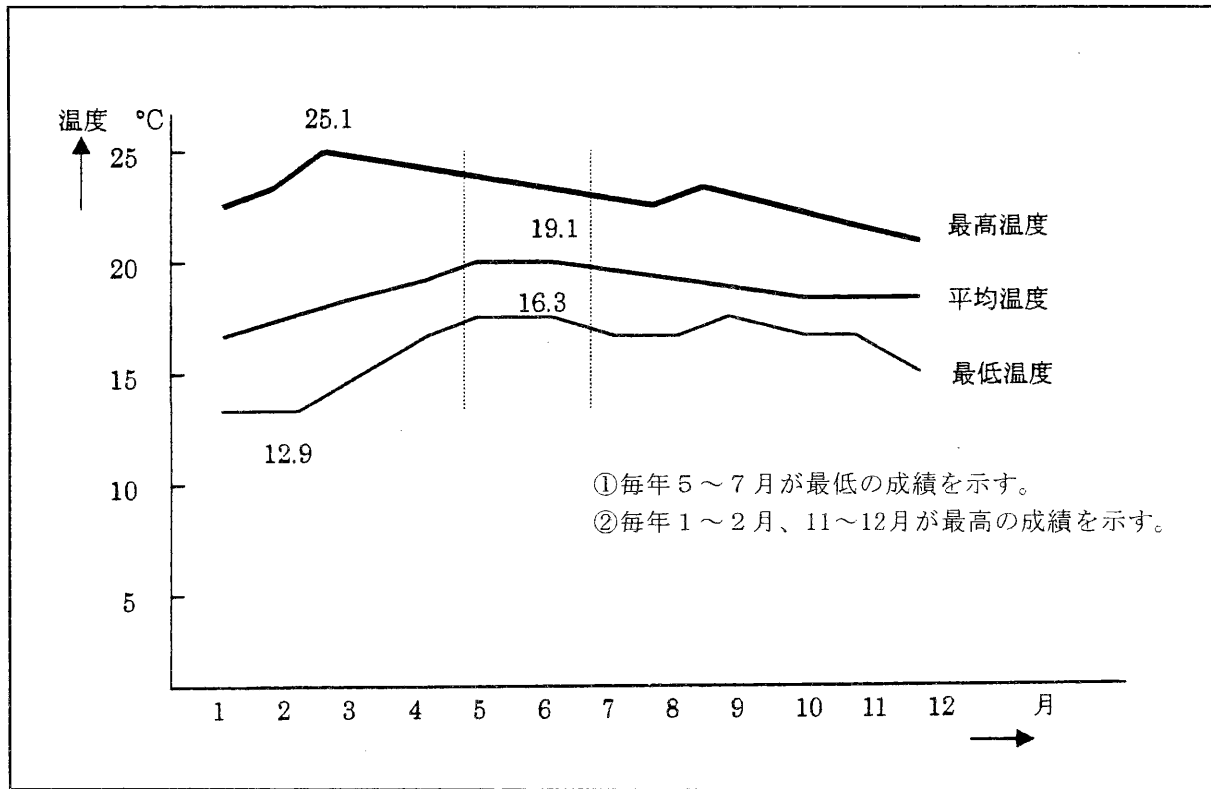


図11 グラット地方年間平均気温図  
1998年～2000年 3か月平均気温

## 6 . 栽培に関する資材等の連絡先

著書で不明の点は下記に連絡するとよい。

- |                           |      |  |
|---------------------------|------|--|
| (1) 種菌                    | 会社名  | Western Highland Forestry Seed Enterprises |
|                           | 住所   | 60 Hung Vuong, Dalat                       |
|                           | Tel. | 822048                                     |
| (2) コンポスト<br>マシン<br>藁カッター | 氏名   | Nguyen Van Hai                             |
|                           | 住所   | 8 - 2 Nguyen Dinh Chieu, Dalat             |
|                           | Tel. | 829028                                     |
| (3) 菌舎関係                  | 氏名   | Mai Nhat Tuan                              |
|                           | 住所   | 4-14 Ba Trieu, Dalat                       |
|                           | Tel. | 829684                                     |
| (4) ピートモス                 | 会社名  | Annapolis Valley Peat Moss Co. Ltd.        |
|                           | 住所   | Berwick Nova Scotia, Canada B0P 1E0        |
|                           | Tel. | 902-538-8022                               |

## 著者あとがき

ヴェトナムのダラット高原における8年間のマッシュルーム栽培を調査した結果をまとめてみた。初心者にとって理解し難い所も多くあると思う。是非薦めたいことは、一度マッシュルーム栽培の現場を訪れ話を聞き自分の目で確かめたあと、今一度著書を読み返してほしい。一層理解が深まると思う。

他の農作物も同じだが、参考書のみで栽培がうまくいくとは思えない。野菜、花き、果物などの生産は、年間の気象に合わせた管理と経験からくる勘に頼るところが大きく年季がかかるもので、その道の篤農家には実に感心するところである。

マッシュルーム栽培は園芸作物のなかでも難しい部類に位置づけられ誰にでもできるものではない。

ヴェトナムの高原でマッシュルーム自然栽培を行うにあたり留意すべきことを最後に要約しておく。

- (1) 高原地帯では稲藁、バガスの入手方法が問題である。稲藁の原料として陸稲も使用可能である。

稲藁のみのコンポストよりもバガスを30%混ぜた方がよい結果を得る。

- (2) 覆土用の土は収穫の成否を決める大事なもので栽培を始める前に適した土を確かめておくこと。本格的な生産にはピートモスの利用が欠かせない。

- (3) 種菌の選択は重要で中温菌の使用を薦めたい。生食用には将来ブラウン種が普及すると思う。種菌はマニユア ペレット スポンが望ましい。

- (4) マッシュルームの国内外の販路開拓が必要、組合を組織して販売した方が出荷、冷蔵保管、技術向上などに効果的である。

行政の力を借りることも必要。

- (5) 各自菌舎ごとの栽培記録を記入し、常に反省し研究することが技術の向上と成功につながる近道である(表16参照)。

ヴェトナム高原といっても広い範囲で、各地によって環境、気象条件が異なると思う（表 17、図 11 参照）。

それぞれの土地に見合ったマッシュルーム栽培方法が各地に確立され、独自の発展を心から願うものである。

著書の不備と資料が一地方に片寄ったことをお詫びし、機会をみてヴェトナム全国の気象条件、コンポスト原料の有無、マッシュルームの栽培適地など調査してみたいと念じている。今回多くの方々のご協力に感謝します。

**ダラット高原にて  
川越御民**