

小型乾燥機によるシイタケ乾燥技術について

鶴 来 外茂樹

形 屋 吉 二

I はじめに

シイタケは単なる食品のみならず、最近では保健食品としても注目されており、国内需要は生、乾シイタケを問わず急速に伸びてきている。また乾シイタケの輸出量は昭和42年には1,200tonに達し、金額にして29億余円で農産物輸出品目中第2位を占めるにいたった。一方、生産面においても需要の増大にともない各地方に新興生産地帯の発達が著しくなってきた。

加えて昭和39年以来農林業構造改善事業の一環としてシイタケ栽培がとりあげられたため、栽培地域は全国的に広がろうとする傾向を示している。

従来シイタケ栽培の先進地では殆んど、乾シイタケ生産が中心であり大型乾燥機又は乾燥室による乾燥が行なわれていたが、これに対し新興栽培地の中、小規模栽培者及び生シイタケ生産を主目的とする栽培者間においては春季シイタケの自然発生期には、シイタケ価格の不安定化が甚だしいのでこの時期については乾シイタケに加工する傾向があり、これにともない小型乾燥機の導入が目立ってきている。

本研究は、小型乾燥機を使用するにあたり、乾燥過程における生シイタケの質的变化を究明し、使用機種の特徴を生かした乾燥技術を把握して、良質の乾シイタケ生産に資するをねらいとして試みたもので、予備試験3回行ない本試験を実施した。

尚生産に要する諸経費についても併せて調査した。

II 使用器材

直熱式の熱風乾燥機を使用し、白灯油を燃料とした電動送風機付きバーナーで加熱した。乾燥機外観は図版(1)(2)(3)参照。構造は第1図のとおりである。

本体後方にバーナー、送風装置があり、前面は両開き扉で上部は開閉が自由にできる蓋になっている。

III 供試生シイタケ

(1) シイタケの採取時期

1967年4月19日、林試シイタケ槽場より採取、121号外3品種

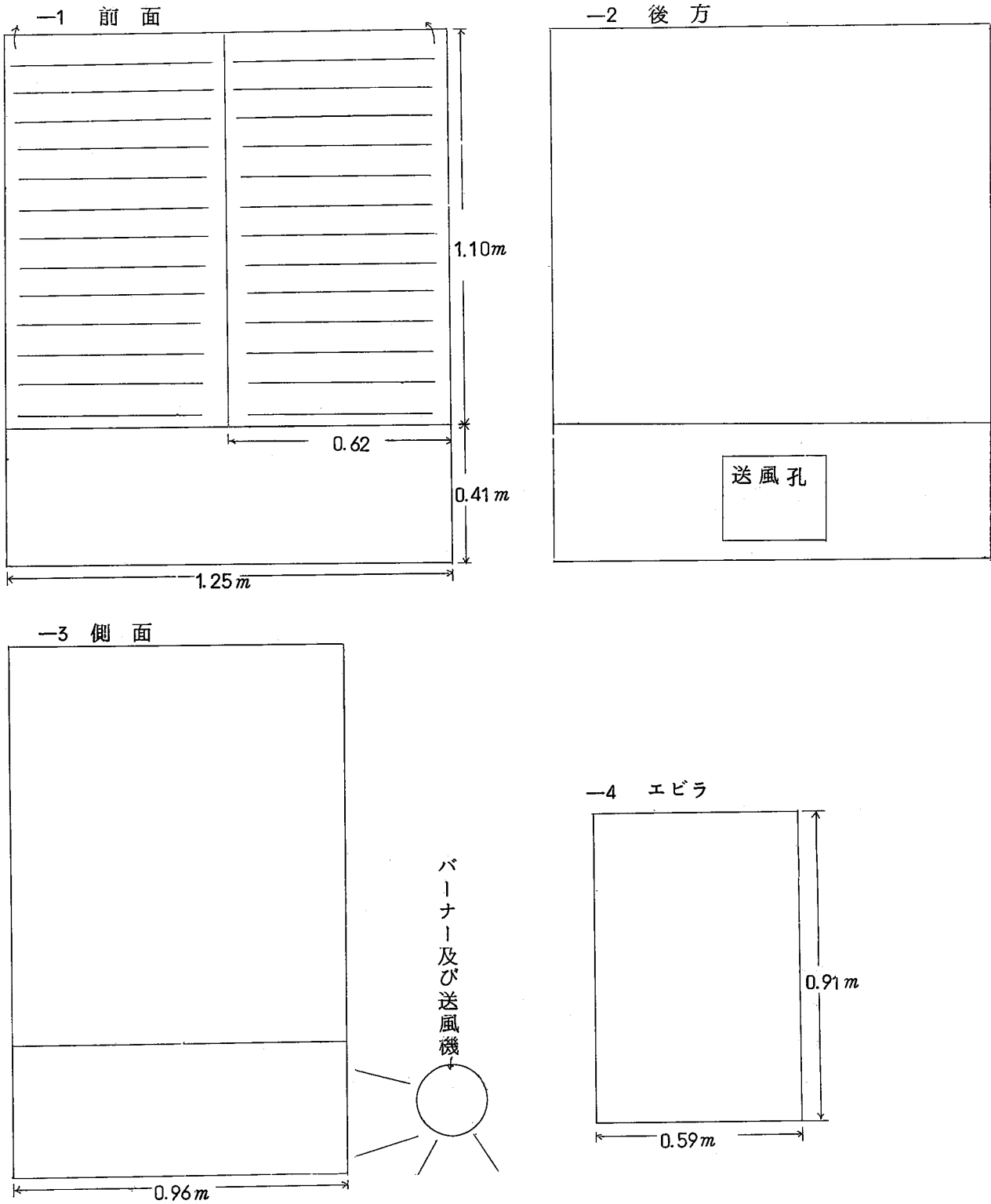
(2) シイタケの重量

生重量 50.68 kg

(3) シイタケの形状、品質

菌傘の直径4.0~1.0cm、品質は第1表、シイタケ採取前の天候調からおして生育中期は日和子で成長し、後期には降雨にあっているものを天気が回復した後、採取した。採取時にはシイタケの表面が乾いていたが日和子とはいえない。傘の開き程度は8~9ぶ開きで肉は中庸なものが大半である。

第1図 乾燥機の構造



仕様書

乾燥機種	大宮式2号型
乾燥機体	1.25×0.96×1.51 m
エビラ	0.59×0.91 m 13段 26枚
送風機	大宮式1/4馬力
電動機	100V 電灯線用
灯油バーナー	直火完全バーナー

第1表 シイタケ採取前の天気調

1967年4月

月 日	10/Ⅳ	11/Ⅳ	12/Ⅳ	13/Ⅳ	14/Ⅳ	15/Ⅳ	16/Ⅳ	17/Ⅳ	18/Ⅳ	19/Ⅳ
天 気	☉	● ①	①	①	①	☉ ●	● ☉	☉	☉	①
雨 量	—	9.0 ^{mm}	—	—	—	18.5 ^{mm}	25.5 ^{mm}	3.0 ^{mm}	—	—

Ⅳ 試験方法

(1) 乾燥月日

採取翌日の4月20日

(2) シイタケの並べ方

乾燥機内の温度差を考慮して、予め菌傘の大きさにより大、中、小に大別し、大は乾燥の早いと思われる下段のエビラにヒダを下向きに並べ、次いで中、小の順に上段に並べて配置した。

エビラは乾燥途中に差し替えは行なわなかった。

(3) 乾燥温度

第2表の乾燥基準表に準じて行なった。

温度の測定は送風機に近い位置でエビラの最下段と乾燥機中央部の2カ所に棒状温度計を挿入し、又機内中央部に湿球温度計を入れて乾燥開始後から30分毎に測定した。

(4) 乾燥操作

温度、湿度調整は、乾燥開始と同時に乾燥機の天井板の開閉操作により行なった。

第2表 乾燥温度基準表

時 間	温 度	摘 要
点 火～2時間	40°～45℃±2℃	温度は機内中央部の位置での測定温度
2時間～4時間	45°～50℃±2℃	
4時間～7時間	50°～55℃±2℃	
7時間～9時間	55°～57℃±2℃	
9時間～12時間	57°～60℃±2℃	

乾燥時間は乾燥の早い菌傘の小さいものも見掛けの乾燥仕上がりになった時に機内から取り出すことなく一率12時間とした。

(5) シイタケの含水率及び形態調査

エビラ各段交互より夫々4コのシイタケを任意に抽出し調査個体数50個としそれに記号を付して、生シイタケの状態を測定しておき、乾燥開始後2時間、4時間、7時間、9時間、12時間経過時の合計5回、重量、菌傘の直径、菌柄の直径を自動上皿天秤及びノギスを用いて測定した。

菌傘及び菌柄の直径測定は測定位置を同一にするためシイタケにその位置を記した。なお菌柄の直径測定方向は同じくした。

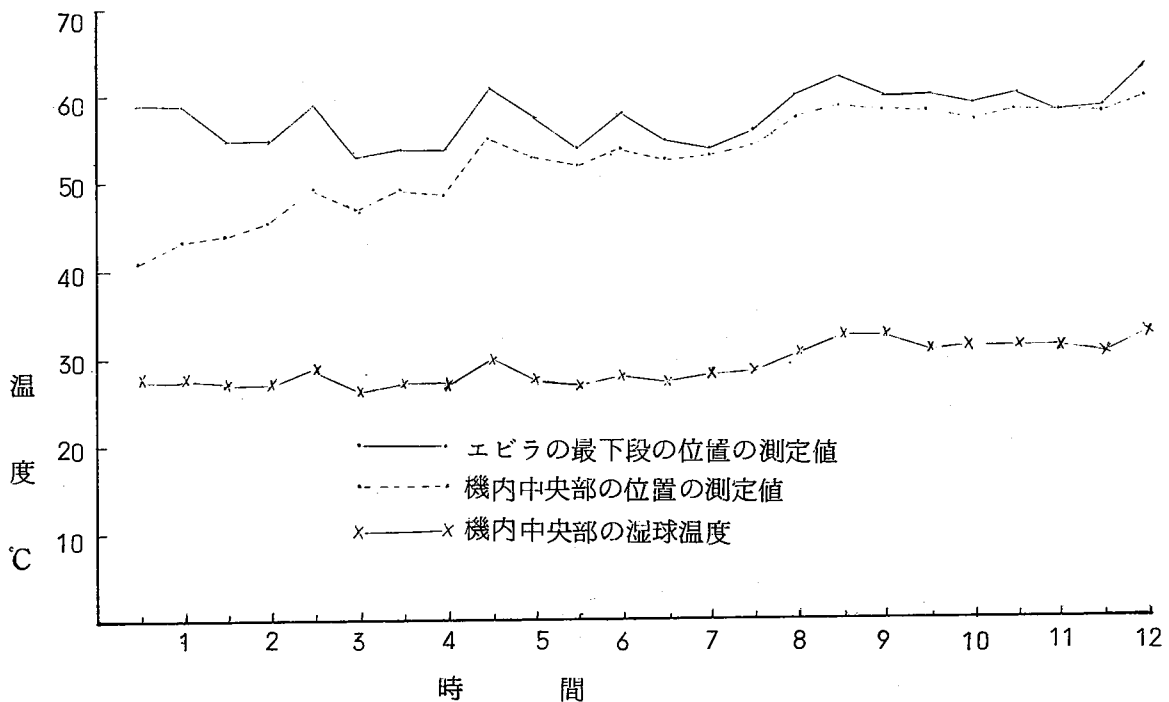
含水率の測定は乾燥終了後、調査個体を電気乾燥機に移し、100℃±2℃で48時間乾燥し絶乾状態として湿量基準含水率により求めた。

Ⅴ 結 果

(1) 乾燥温度

第2図のとおり。

第2図 乾燥過程における機内温度の変化



機内温度は、エビラの最下段で測定した値と機内中央部との差が点火30分後において、59°Cと41°Cで18°Cと大差があった。2時間経過時には9.5°C、3時間経過時では6°C、以後徐々にその差が縮まり11時間経過時にはほぼ同温度になった。また、乾燥終了直前、仕上げのため高温にしたとき再びやや差を生じた。

湿球温度の変化は、乾球温度の高低推移と平行している。ただし8時間経過後30°Cとなり以降変化は少なかった。

乾燥過程において気づいたことは、機内温度は外気温及び乾燥舎内の換気状態に敏感に影響され、温度が変化しやすい。又乾燥途中で燃料タンクに給油すると、タンク圧力の変化で火力が強くなり、機内温度が急速に上昇するのでバーナー調整が必要となる。

(2) 乾燥状況

乾燥が進みシイタケの水分が減少するにしたがって、最下段のエビラ上のシイタケが送風圧のため踊りだし、エビラの隅に片寄った。9時間経過時では菌傘の直径6cm以下の小さいものの殆んど、6~8cmの中位の大きさの薄肉で菌柄の直径1cm内外のシイタケは菌傘、菌柄共に親指と人さし指の爪でおさえても跡がたたず、手に触れると「カサカサ」という音がする程度に乾燥した。

又7時間経過時より菌柄、菌傘に変形が目立ってきた。

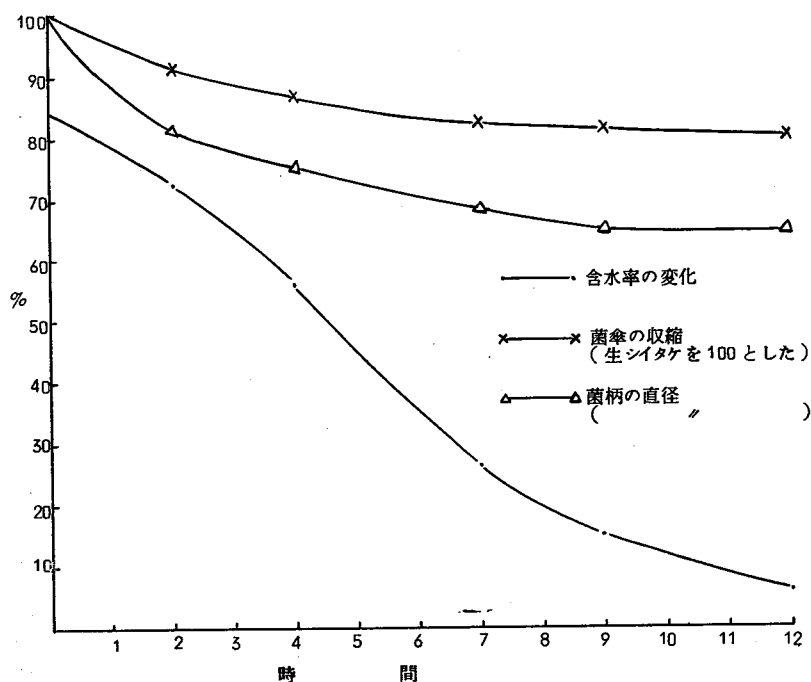
(3) シイタケの含水率と形態の変化

第3図のとおり。

(a) 含水量の変化

調査個体50コを乾燥終了後、絶乾状態とし重量を測定して乾燥前（生シイタケ）の含水率を求め

第3図 シイタケの含水率, 形態の変化



18.4.1%であった。含水率の減少経過は第3図に示す曲線のとおりである。含水率は平均6.3%となった。

9時間経過時における調査個体50コの含水率の分布範囲は第4図-1~3のとおりである。乾燥終了時における含水率の分布範囲は第5図-1~3のとおりである。

調査個体50コの含水率分布範囲は9時間経過時では0%~67.6%, 平均15.8%, 乾燥終了時には0%~52.4%の広範囲の分布となっている。第4図及び第5図をまとめたものが第3表である。

図表が示すとおり, 菌傘の直径7cm以下のもの, 生シイタケの含水率84%以下のもの, 生重量25.5g以下のものは, 乾燥開始9時間経過時には, 70%以上が乾燥仕上げ基準含水率13%以下となり, これらは乾燥終了時には全部が13%以下で大半が絶乾に近い状態に乾燥した。

乾燥終了時で20%以上の含水率を有している個体は, 菌傘の直径9cm以上のもの, 菌柄の直径1.5cm以上のもの, 生重量が60g以上のいわゆる大型個体に多かった。

(b) 水分の減少経過

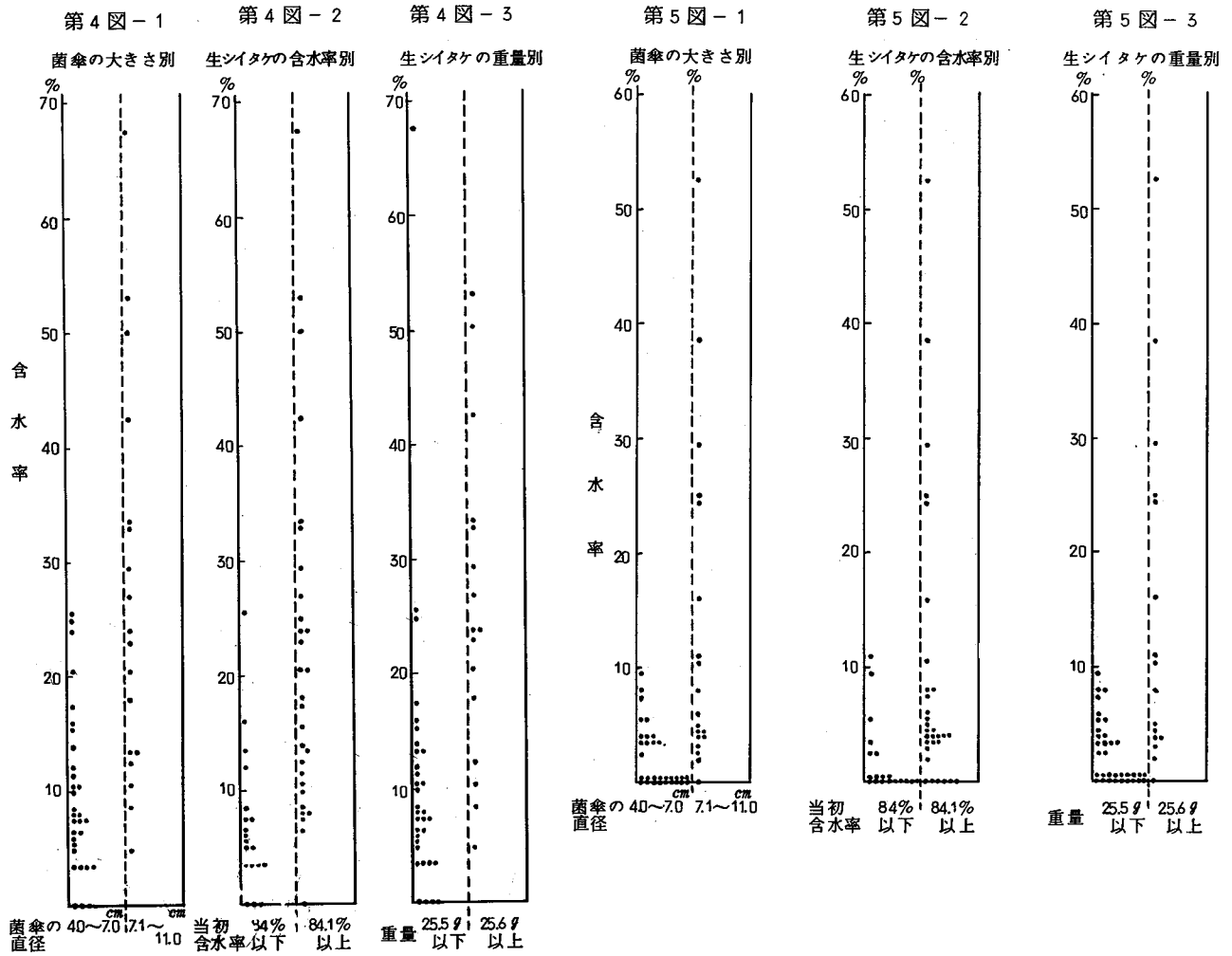
シイタケが乾燥され水分が減少してゆく状況を示したものが第6図-1~6である。生シイタケの重量別, 菌傘の大きさ別を3区分し各区5個体とし, 乾燥によって放出された水分を100とした。

菌傘の中, 小葉及び生重量20g以下のものの乾燥による水分放出は乾燥開始から2時間の間に全水分量の約50%が放出されている。すなわちシイタケの水分減少は乾燥初期に大きく現われている。

第6各図をまとめ, 平均したものが第7図-1, -2である。点線曲線は標準シイタケ乾燥曲線である。この曲線の方程式は $\log y = -\frac{K}{100}t + 4.61$ y : 水分%, t : 時間, K : 乾燥恒数

調査個体の含有水分量調

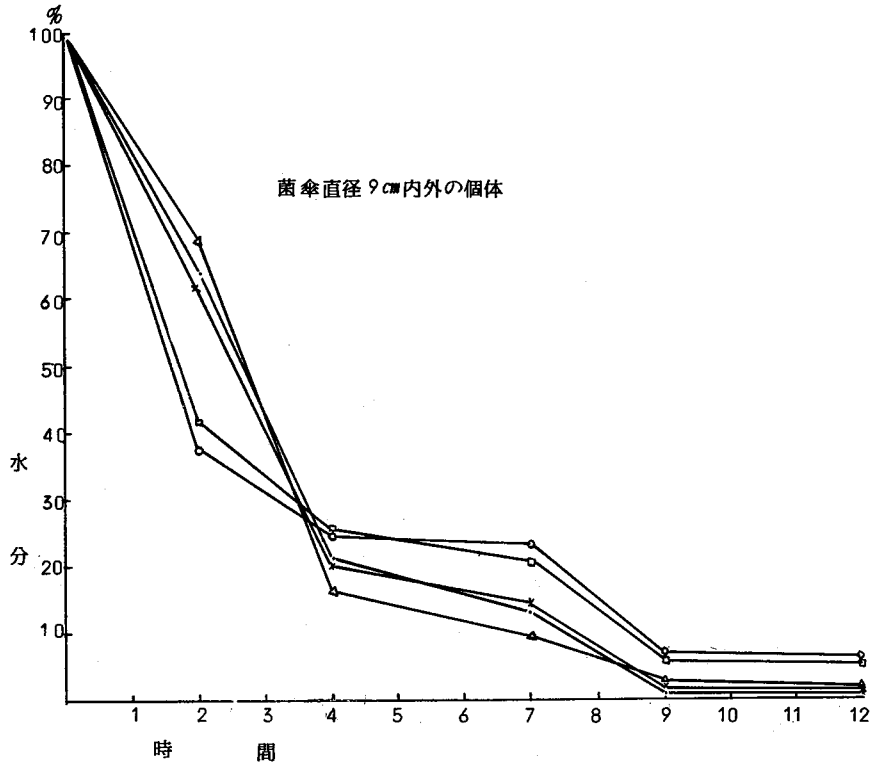
乾燥終了時の調査個体の含有水分量調



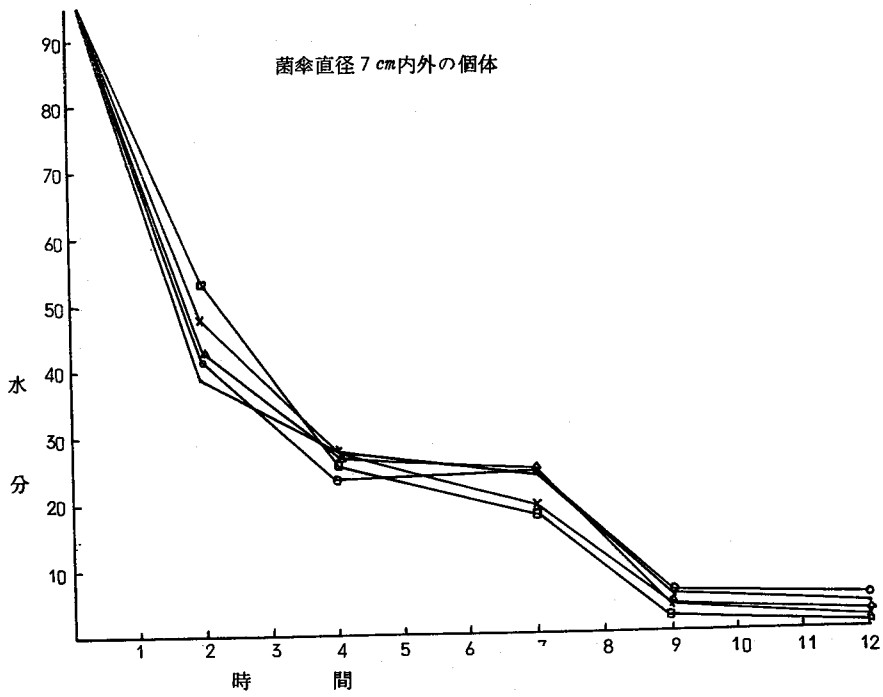
第3表

区	分	9時間経過時茸の含水率				乾燥終了時茸の含水率				摘要
		13%未満		13%以上		13%未満		13%以上		
		個体数	比率	個体数	比率	個体数	比率	個体数	比率	
菌傘の 大きさ	直径4.0~7.0cm	24	74.4%	7	22.6%	31	100.0%	—	%	
	// 7.1~11.0	4	21.1	15	78.9	13	68.4	6	31.6	
生シタケ の含水率	84%以下	15	83.3	3	16.7	18	100.0	—		
	84.1%以上	13	40.6	19	59.4	26	81.3	6	18.7	
生シタケ の重量	25.5g以下	24	72.7	9	27.3	33	100.0	—		
	25.6g以上	4	23.5	13	76.5	11	64.7	6	35.3	

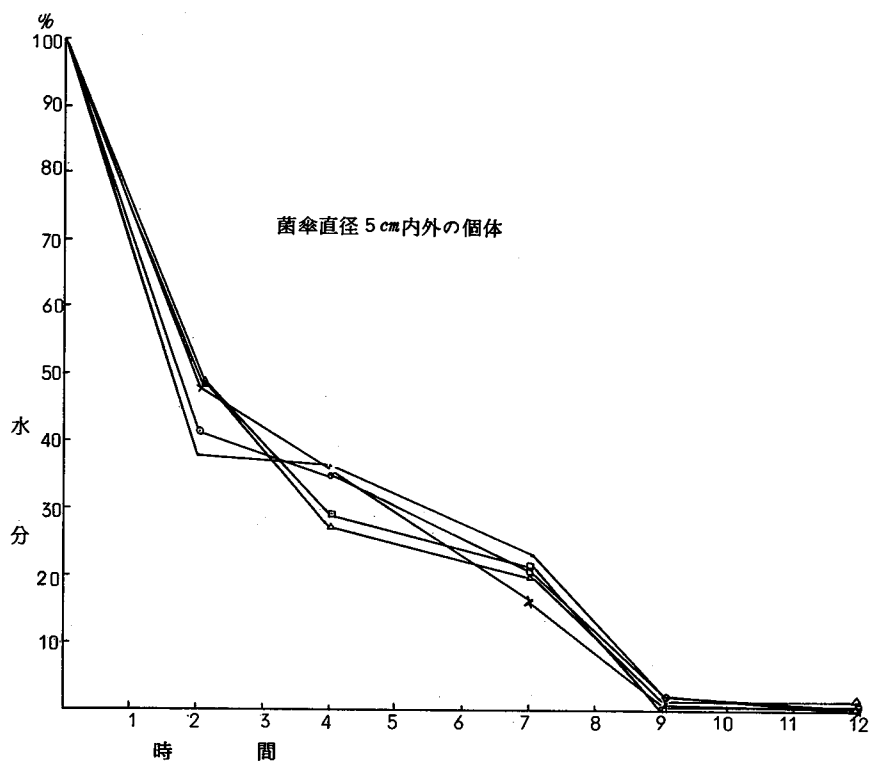
第6図-1 水分の減少経過



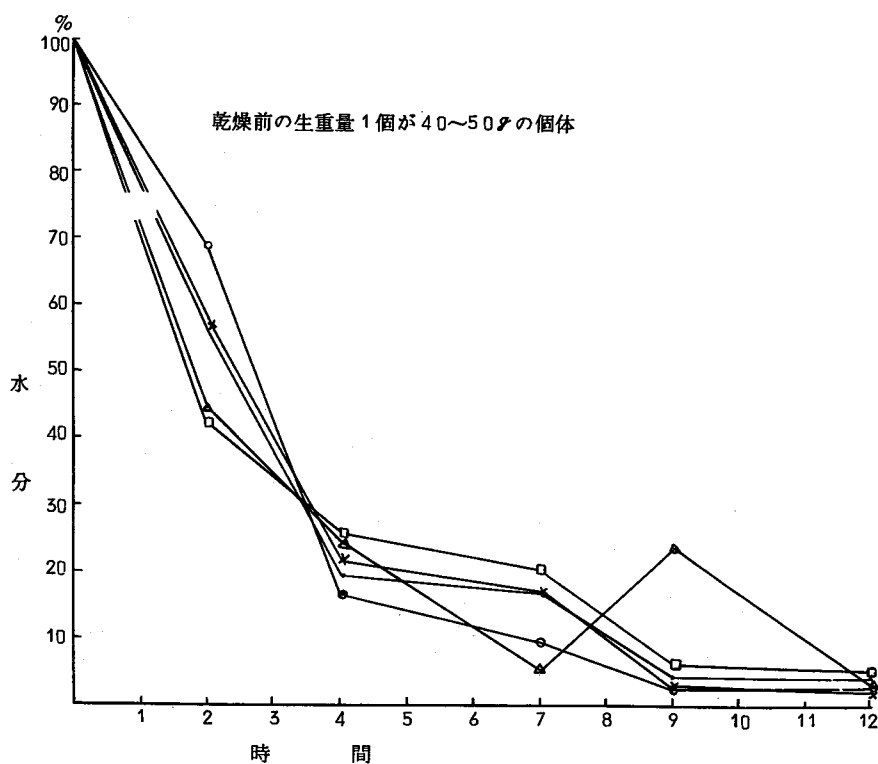
第6図-2 水分の減少経過



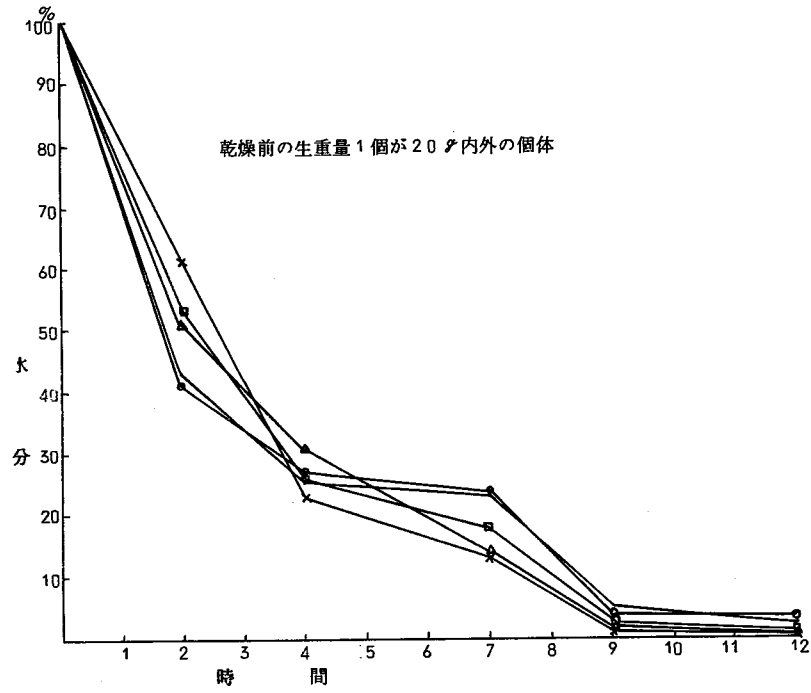
第6図-3 水分の減少経過



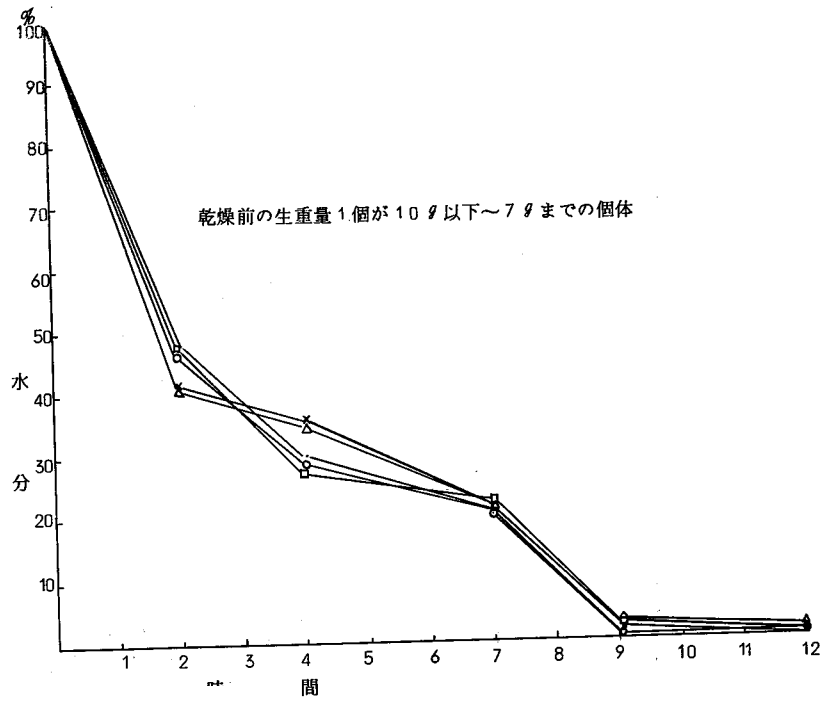
第6図-4 水分減少の経過



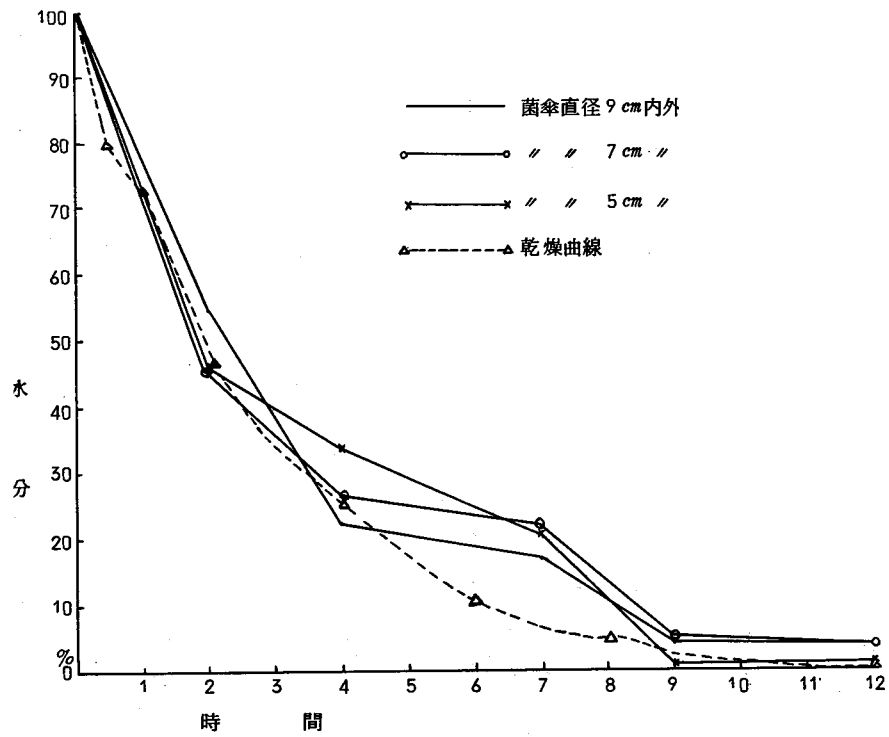
第6図-5 水分減少の経過



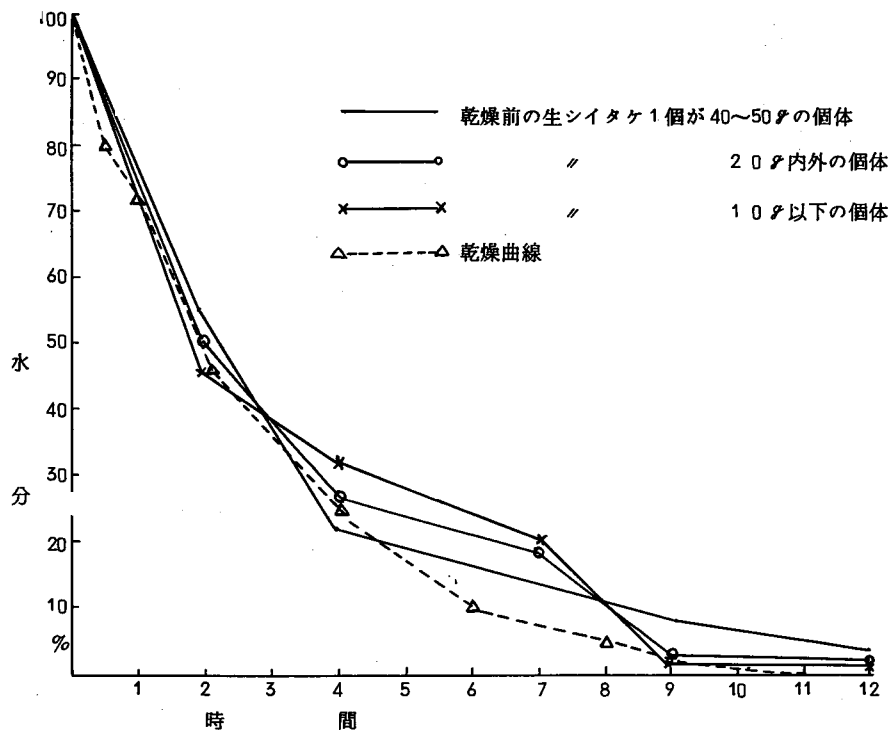
第6図-6 水分減少の経過



第7図-1 水分減少の経過



第7図-2 水分減少の経過



本試験においては標準乾燥曲線に比べ、乾燥初期はほぼ同じ傾向を示しているが乾燥中期は10%余り高めとなっている。

(c) 菌傘の収縮 (第3図参照)

直径収縮はゆるやかなカーブをえがき、乾燥前を100とした場合、乾燥終了時で調査個体50コの平均直径は80となり収縮率は20%となった。

(d) 菌柄の直径の収縮 (第3図参照)

乾燥開始から2時間までの収縮が短時間で大きく現われ、以後収縮はゆるやかなカーブとなっている。乾燥前を100とした場合、乾燥終了時の平均値は62.4となった。

(4) 乾燥歩止りと品質

(a) 歩止り

(3)に記したように本研究の性格上調査個体50コは乾燥終了時に乾燥基準含水率以上の絶乾に近い状態に乾燥されているので、通常歩止りではないが参考までに第4表に掲げた。

第4表 乾燥歩止り

区 分	生シイタケの重量	乾燥仕上りの重量	歩 止 り	摘 要
供 試 一 般	50,680 g	8,270 g	16.32%	
調査個体50コ	1,286	193.7	15.03	

(b) 品 質

乾燥シイタケ特有の香りがあり、ヒダの色も大部分は山吹色であった。菌傘の表面の収縮シワ、特に環状シワ、ヒダ倒れ、ヒダの波状は図版4)、(5)のとおり僅かに見受けられる。

(5) 乾燥所要経費

第5表のとおりである。

第5表 加工費調

区 分	員 数	時 間	単 価	経 費	摘 要
採取及びエビラ並べ	2.0 ^人	4.0	75 ^円	600.00 ^円	50.68 kg採取
乾 燥 管 理	1.0 ^人	12.0	100	1,200.00	
燃 料 (白灯油)	21 ^ℓ	—	26	546.00	
電 気 料	2	12.0	2.7	64.80	小口採用 10.17×0.266=2.70 大口採用 9.50×0.266=
計				2,410.80	
乾シイタケ1kg当り加工費				291.51	

この試算は乾燥機の収容能力一ぱいの状態で実施したものである。また生シイタケの価格、乾燥機の償却費等は計上してなく、乾燥加工に要した直接経費のみで計算した。本乾燥機による乾シイタケ1kg当り加工費は291.51円となった。

VI ま と め

(1) 乾燥機の操作

乾燥機が直下直熱式であるため、燃料が不完全燃焼すると灯油のにおいがシイタケに移ることがあり、そのためシイタケ特有の香りが損われる。したがって完全燃焼をさせるには、送油量を調整し油がとばないようにバーナーの調節を行なわねばならない。直下式機種欠点を防ぐため最下段のエビラ直下に開閉操作のできる鉄製シャッターを設けた構造の改良も考えられる。

また乾燥途中で燃料タンクに燃料を補給したり、乾燥舎の換気をするとき機内温度が急変するのでこの点注意を要する。設備改善点として主タンクを約25ℓ入位に大きくするか（現在18ℓ入タンク）サービスタンク若しくはストレーナーの設置が必要と思われる。

(2) 乾燥操作

(a) 乾燥温度

乾燥初期において温度が低下すると、ヒダがよじれたり、倒れたりする。又菌傘の縁が巻き込み易くなるといわれている。反対に急激な温度上昇はシイタケの蒸発水分にムラができて収縮率に差が生じシワの多いものになり易い。また水分の多い生シイタケを高い温度で急に乾燥しようとするとき換気をよくしてもシイタケは煮えたようになりいわゆる黒子となる。低温で長時間かかって行なえば失敗は少ないがシイタケの光沢がなくなるといったことで乾燥温度の調節と時間が重要であると考えられる。乾燥初期は温度をゆっくりと上げ急激な変化をさせぬよう、特に小型乾燥機は機内温度が急変するので、むやみに乾燥機前のトビラを開かないようにしなければならない。

(b) 乾燥過程

菌傘の小さい、薄葉のシイタケは9時間程で殆んど乾燥しシイタケに手を触れたとき「カサカサ」という音がする程度、又菌柄に爪がたたない程度のもは乾燥基準含水率に近い含水量になっているのでそれ以上の乾燥は不必要であり、このような状態になったら乾燥機から取り出す。

菌傘の大きいもの、肉厚のものについては、9時間経過時には8分程度乾燥しているので、ヒダを上向きに並べ替えるその時にエビラ2枚分のシイタケを1枚に移し最下段は空にしておき機内温度を55～60℃近くに上げ仕上げをすると菌傘表面の「ツヤ」がよくなり、ヒダが熱のため赤くならないので良質の乾シイタケが得られると考えられる。しかしこの場合も急激な温度上昇は禁物で徐々に上げることが肝要である。

(c) 乾燥の機構

シイタケを乾燥するとまず表面で蒸発が起り水分が減少し、表面に近い部分と内部に水分濃度差ができ水分は濃度の大きい方から小さい方へと拡散移動していく。このように表面蒸発と内部拡散とによって乾燥されてゆくのであって、表面蒸発は初期乾燥過程で盛んに行なわれ、内部拡散は表面蒸発がおとろえる頃から次第に盛んとなり乾燥中期にはいる。

(d) ニエツキ現象

シイタケの表面温度が30℃以下であればニエツキは起らないといわれている。乾燥温度が高くて湿度が低くければシイタケの表面からは盛んに蒸発が起って蒸発熱が奪われ、シイタケそのものの実温度はずっと低い。具体的には湿球温度計を機内に入れ、30℃以下であればニエツキは起らないといえる。

乾燥初期、生シイタケから放出された湿った空気が機内に充満すると煮え子となり易いことから排気口を充分に開いて排気を行ない、上段、下段の温度差を少なくし、急激な温度上昇をさけることが考えられる。乾燥後期に近い時期、内部拡散より表面移動する速度が緩慢になった時も急激な温度上昇はニエツキの原因になり易く、この場合は傘の中尖部が黒く仕上がることが多い。つまり部分的なニエツキを生じる。

乾燥曲線が示すように乾燥後期には大半の水分が脱けているので部分的煮え子以外に大きなニエツキの心配は少なくなるといえる。

(e) 品質

菌傘のシワを少なくするには、内部拡散過程をスムーズにするとシワは少なく、また小シワ程度ですむと考えられる。

採取が遅れてハネ（菌傘が上向きにわん曲）になったシイタケは乾燥の際にヒダを上向きにして乾かすと大分直るようであるがヒダはよじれる。

乾シイタケの品質をよくするには、乾燥技術も大切であるが、それ以上に生シイタケの品質が大きく影響することが多い。すなわち先ず銘柄を無視することはできない。採取時の菌傘が生き生きして生長を続けているものを「ドンコ」として採取し乾燥すると見掛けの割合に重量が軽く、菌傘の表面にシワの多いものとなり商品価値の低いものになることがある。

採取して一晩放置する場合は、胞子を落さないようにするためヒダを上向きとしてエビラに並べることもよいと考える。又採取の折、ヒダに手を触れたり、こすったりした個所は乾燥したとき褐色になったり、ヒダ倒れとなっている。採取用器に生シイタケを一杯につめ込んだりしないよう注意することが肝要である。

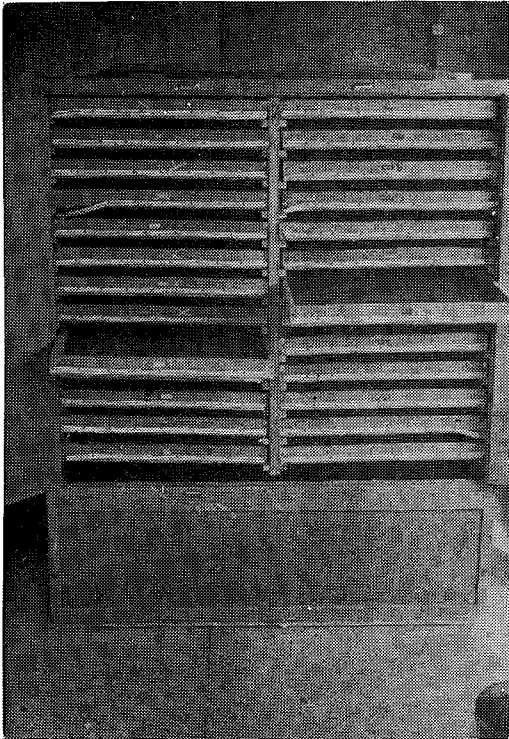
VII 摘 要

1. 乾燥機の操作にあたり、燃料の完全燃焼をさせる。
2. 乾燥温度の調節と時間が重要であり、急激な温度変化が禁物である。
3. 良質の乾シイタケを得るには、8分程度乾燥したらヒダを上向きに並び替えエビラ2枚分のシイタケを1枚に移し、最下段は空にしておき機内温度を55～60℃にあげる。
4. 乾燥初期、全蒸発水分の50%内外の水分が蒸発するので湿った空気が機内に充満する。したがって煮え子になり易いから排気口を充分に開いて排気を行なう。
5. 乾燥技術もさることながら、生シイタケの品質が大きく影響することが多い。したがって、適期採取と品傷めせぬよう取扱の注意が必要と考えられる。

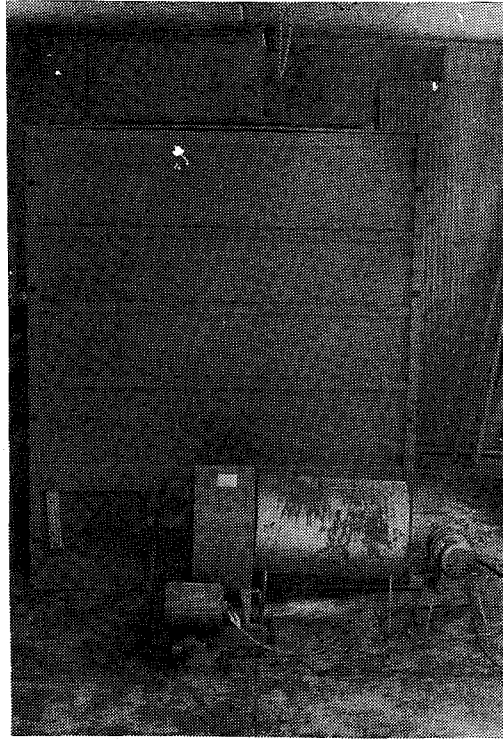
文 献

森喜作：（農文協）シイタケ

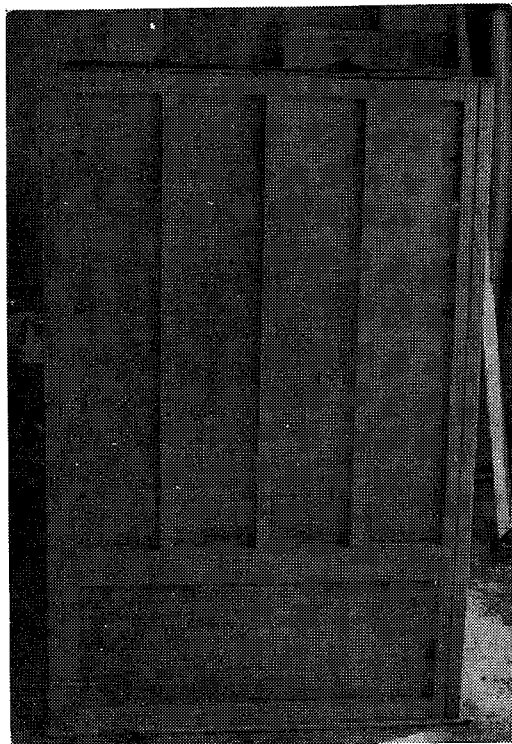
全国椎茸普及会：（全国椎茸普及会編）シイタケ乾燥の理論



図版1. シイタケ乾燥機（前面）



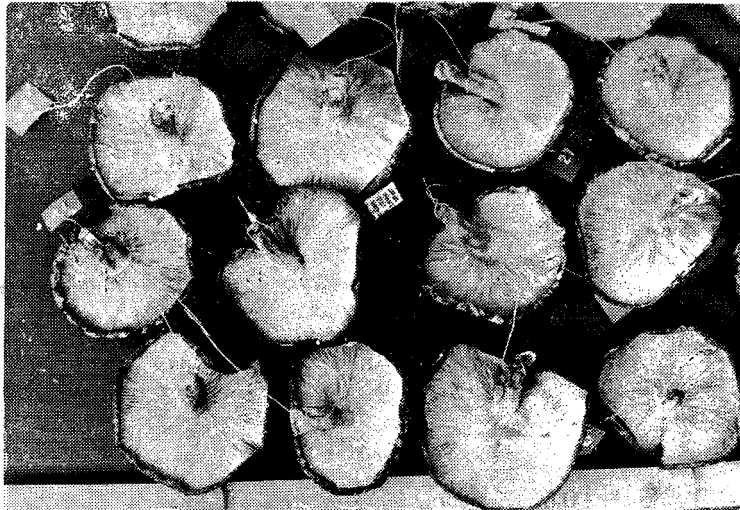
図版2. シイタケ乾燥機（後面）
送風機とバーナー



図版3. シイタケ乾燥機（側面）



図版 4. 乾燥シイタケ
菌傘表面の状況
(中列及び下列右端のシイタケは環状シワが目立っている)



図版 5. 乾燥シイタケ
ヒダの状況