

# 県産各樹種における粗飼料化技術の開発

## —酵素糖化率の検討—

嘉手苅 幸 男

### 1. はじめに

木質系資源は多糖類でホロセルロース（セルロース＋ヘミセルロース）を65%～85%含み飼料として潜在価値を持っている。しかしこれらの多糖類は細胞壁内で20%～30%含まれる芳香族高分子化合物であるリグニンに包埋された状態に存在するため、未処理のままではこれらの多糖類は反すう胃内ではほとんど消化されない。木質系資源を粗飼料として利用するには、高温・高圧下の飽和水蒸気で処理する蒸煮・爆砕処理法が有効な処理方法であることが知られている<sup>1)</sup>。

林業試験場において昭和60年より、タイワンハンノキ・イタジイ・キンネムを供試材料として畜産試験場との共同研究により粗飼料化試験が行われた<sup>2)</sup>。タイワンハンノキを用いたヤギによる消化試験および牛による肥育試験の結果から牧乾草を給与した対照区に対してタイワンハンノキ給与はやや高い増体結果を示し、粗飼料としての価値が明らかになった。これらのことより、低利用樹種の多い本県の樹種に対して、新たな利用開発の一環として粗飼料化技術の基礎となる木材組成及び酵素糖化率の検討を行った。

### 2. 試験の方法

#### 1) 木材組成調査

- ① ホロセルロースの定量は亜塩素酸法（ワイス法）によった。
- ② リグニンの定量は72%硫酸処理法によった。

#### 2) 試料の調整

- ① 蒸煮処理試料として24樹種の生材をもちいた、これらの生材を木工カンナによりカンナ屑を作り、風乾後にステンレス網目のかごに入れ蒸煮処理を行った。蒸煮処理条件として圧力15気圧（kg/cm<sup>2</sup>）の条件下で3分＜6分の処理、圧力20気圧（kg/cm<sup>2</sup>）3分＜6分の4処理条件下で行った。蒸煮処理後すぐに2週間程度風乾しその後小型粉碎器を用いて粉末化を行い、酵素糖化測定試料とした。

#### 3) 酵素糖化率の測定

- ① 酵素糖化率の測定は志水らの方法によった<sup>3)</sup>。すなわち、セルロース分解酵素セルラーゼ（メイセルラーゼ）50mgを含むpH5.0の0.1モルの酢酸緩衝液10ml、試料200mgおよびトルエン数滴をスクリーン管に入れ密封後40℃の温水中で48時間、30rpmで振とうし糖化した。その後、糖化残さを1G4ガラスフィルターでろ過し、105℃で1昼夜乾燥後重量測定し、次式により酵素糖化率を求めた。

$$\text{糖化率 (\%)} = \left[ 1 - \frac{\text{残存乾物量}}{\text{試料乾物量}} \right] \times 100$$

### 3. 結果と考察

#### 1) 木材組成調査

木材の主要な構成成分は多糖類であるセルロース、ヘミセルロースと芳香族高分子化合物であるリグニンからなる<sup>4)</sup> (図-1)。ほかに、少量ではあるが抽出成分等が含まれている。抽出成分は樹種や生育地によって質的にも、量的にも異なることが知られている。抽出成分はその樹種の色、香り、腐朽性、防虫性等に影響する成分である。木材においては、タンパク質やミネラル等の含有量はほとんど無い。

表-1に今回組成調査に供した24樹種の成分組成および各々の樹種の採取地を示す。

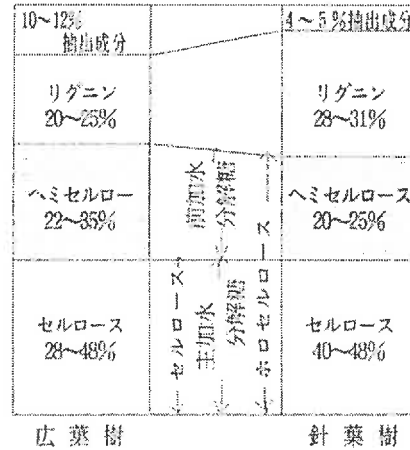


図-1 木材組成

表-1 木材組成成分表及び採取地

樹種	ホロセルロース (%)	リグニン (%)	比重	採取地
リュウキュウマツ	67.9	31.3	0.68	国頭村与那
イヌマキ	71.3	29.7	0.54	名護市名護
スギ	65.7	34.3	0.51	国頭村辺野喜
セングン	74.1	23.0	0.52	国頭村与那
サクラ	71.4	20.6	0.66	名護市南明治山
デイゴ	73.6	21.4	0.22	名護市名護
リュウキュウコクタン	71.6	24.7	0.90	国頭村奥間
アカキ	76.1	23.0	0.61	国頭村辺野喜
テリハボク	72.6	19.3	0.68	国頭村奥間
ホルトノキ	79.1	21.5	0.56	名護市南明治山
ヤマモモ	72.1	23.9	0.69	名護市南明治山
シャリンバイ	78.6	28.6	0.65	名護市南明治山
タブノキ	73.9	24.6	0.59	国頭村辺野喜
クスノキ	76.8	28.5	0.52	名護市南明治山
イスノキ	78.6	21.4	0.81	名護市南明治山
エゴノキ	79.1	23.8	0.50	国頭村与那
モクマオウ	76.6	26.9	0.76	国頭村与那
イジユ	77.1	25.7	0.69	国頭村辺野喜
ソウシジュ	77.8	24.9	0.67	名護市嵐山
フクギ	74.1	25.7	0.74	大宜味村喜如嘉
ヒメユズリハ	78.6	26.1	0.56	名護市南明治山
クイワンハンノキ	73.6	26.4	0.48	名護市嵐山
ギンネム	74.3	27.9	0.68	本部町崎本部
イタジイ	79.6	21.6	0.63	名護市南明治山

ホロセルロースとリグニンの成分組成割合は、リュウキュウマツ、イヌマキ、スギの針葉樹では、ホロセルロースが65.7%~71.3%、平均で68.3%、リグニンは29.7%~34.3%、平均31.8%。一方、広葉樹の場合は、ホロセルロースが71.4%~79.6%、平均で75.7%、リグニンは19.3%~28.6%、平均24.3%となり成分組成の面からは、ホロセルロース含量は広葉樹が針葉樹より高く、リグニン含量は針葉樹が広葉樹より高い結果となった。このことは、図-1にも示されているように、広葉樹と針葉樹の組成成分上の大きな相違点は広葉樹は針葉樹と比較してホロセルロース含量が高く、リグニン含量が低いことと同様な結果となった。

## 2) 酵素糖化率の測定結果

沖縄県産24樹種を未処理の条件下と、204℃、15気圧、の蒸煮条件下にて3分、6分の処理および213℃、20気圧、の蒸煮処理条件下にて3分、6分の4処理条件下における各樹種の酵素糖化率を表-2に示した。

未処理における酵素糖化率はいずれの樹種においても低く、フクギ12.0%、デイゴ11.5%の酵素糖化率を示した以外は、他の樹種では10%以下の値となっている。特にイヌマキ、スギ、アキガ、テリハボク、シャリンバイ、モクマオウ、タイワンハンノキ、ギンネム等の樹種においては低い値を示している。

204℃、15気圧、3分間の蒸煮処理条件下における各樹種の酵素糖化率は、シャリンバイ、フクギ、タイワンハンノキ、イタジイの4樹種において30%以上を示した。サクラ、リュウキュウコクタン、ホルトノキ、ヤマモモ、ソウシジュ、ヒメユズリハの7樹種で20%台の糖化率を示した。残りの17樹種においては、20%以下の値を示しイヌマキ、スギでは10%以下と蒸煮処理を行っても糖化率の向上はほとんど見られなかった。

204℃、15気圧、6分間の蒸煮処理条件下では、シャリンバイ、タイワンハンノキ、イタジイの3樹種において酵素糖化率が30%以上を示した。サクラ、リュウキュウコクタン、ホルトノキ、タブノキ、ソウシジュ、フクギの6樹種で20%以上の値を示した。イヌマキ、スギの2樹種の糖化率は10%以下である。

213℃、20気圧、3分間の蒸煮処理条件下では、タイワンハンノキ(43.5%)、イタジイ(41.0%)の2樹種において糖化率が40%以上を示し、リュウキュウコクタン、ホルトノキ、イスノキ、モクマオウ、ヒメユズリハの5樹種で酵素糖化率30%以上の値を示した。イヌマキ、スギでは糖化率の向上は無い。

213℃、20気圧、6分間の蒸煮処理条件下では、タイワンハンノキ(52.5%)、イタジイ(50.5%)の2樹種において糖化率が50%以上を示した。ホルトノキ、シャリンバイ、イスノキの3樹種において酵素糖化率が30%以上を示した。

表-2 県産各樹種の未処理および各蒸煮処理条件における酵素糖化率

樹種	未処理材(%)	15/3(%)※	15/6(%)	20/3(%)	20/6(%)	備考(No.)
リュウキュウマツ	6.5	14.0	13.5	17.0	13.5	1
イヌマキ	1.0	7.0	9.5	9.0	6.0	2
スギ	2.0	6.0	8.0	9.0	7.5	3
セングン	4.5	13.5	16.5	9.0	7.5	4
サクラ	9.5	29.5	25.5	26.5	25.0	5
デイゴ	11.5	17.0	16.0	21.5	22.0	6
リュウキュウコクタン	8.5	27.5	24.5	32.5	27.5	7
アカギ	2.5	19.0	16.0	14.0	12.0	8
テリハボク	1.0	12.0	13.0	18.5	19.0	9
ホルトノキ	5.0	25.5	29.5	30.5	31.0	10
ヤマモモ	8.5	25.5	19.0	16.0	15.0	11
シャリンバイ	3.0	36.5	33.0	25.5	33.5	12
タブノキ	6.0	12.0	21.0	29.0	27.0	13
クスノキ	4.0	10.0	12.0	20.0	23.0	14
イスノキ	8.0	18.0	18.0	31.0	36.0	15
エゴノキ	7.0	12.0	15.0	23.0	20.0	16
モクマオウ	3.0	10.0	11.0	31.0	18.0	17
イジユ	9.0	19.0	17.0	24.0	19.0	18
ソウシジュ	6.0	23.0	28.0	21.0	20.0	19
フクギ	12.0	32.0	23.0	18.0	22.0	20
ヒメユズリハ	8.0	22.0	19.0	35.0	15.0	21
タイワンハンノキ	2.5	35.5	38.5	43.5	52.5	22
ギンネム	3.0	12.5	13.0	19.5	19.0	23
イタジイ	4.5	33.5	32.0	41.0	50.5	24

※ 15/3とは15気圧の飽和水蒸気により3分間処理

各蒸煮処理条件下において、タイワンハンノキ、イタジイの2樹種の酵素糖化率は30%~50%の値を示した。最も酵素糖化率の高い213℃、20気圧、6分間ではこの2樹種とも暖地型の牧乾草(スーダングラス、バンゴラグラス)とほぼ同程度の糖化率を示しており、今回酵素糖化試験を行った24樹種の中では、粗飼料として最も有望である。リュウキュウコクタン、ホルトノキ、シャリンバイ、イスノキ、モクマオウ、フクギ、ヒメユズリハの7樹種は蒸煮処理条件により酵素糖化率が30%以上を示すことから、粗飼料として利用されているイナワラの酵素糖化率が25%~30%の値であるため、これら7樹種においては粗飼料としての可能性があると考えられる。

#### 4. おわりに

今回酵素糖化試験を行った24樹種で以下の結果を得た。

- 1) 針葉樹は、蒸煮処理を行っても酵素糖化率の向上が困難である。
- 2) 未処理材の酵素糖化率はデイゴ、フクギの2樹種を除けば10%以下である。
- 3) タイワンハンノキ、イタジイの2樹種は、蒸煮処理条件により50%以上の酵素糖化率を示し、暖地型の牧乾草と同程度の酵素糖化率を示した。
- 4) リュウキュウコクタン、ホルト、シャリンバイ、イスノキ、モクマオウ、フクギ、ヒメユズリハの7樹種は蒸煮処理条件により酵素糖化率が30%以上を示しイナワラなみの値を示した。

#### 引用文献

- 1) 森川弘道：科学と生物. 19.286-295 (1981)
- 2) 嘉手刈幸男・仲宗根一哉：造林事業推進のための残廃材等高度利用調査報告書（V）. 沖縄県林業試験場, 12-33 (1990)
- 3) 志水一允：林試研報 (1985)
- 4) 小林達吉：木材科学共立出版 (1968)

# 有用樹種の組織培養による増殖技術

—イヌマキの組織培養—

近藤 博夫 石井 克明\*

## 1. はじめに

イヌマキ (*Podocarpus macrophyllus*) は、沖縄県の主要造林樹種の一つであり、さし木による増殖も可能であるが、精英樹 (母樹) が加齢するに伴い、さし木苗の発根が困難になることや側枝性が見られる。

そこで少量の材料からでも増殖が可能な組織培養の手法により、種子胚及び成木当年成枝を用いた培養増殖について検討を行った。

なお、培養容器内での植物体の再生については、102回日林論で報告済である。

## 2. 材料及び方法

### 1. 種子胚の培養

種子胚は八重山産精英樹より採取した種子を用いて、0.1%塩化ベンザルコニウム液で5分間表面殺菌後水道水で十分に洗浄を行い、70%エタノールで3分間、10%過酸化水素水で10分間表面殺菌した。最後に滅菌水で4回洗浄後、種子を切開して胚を抽出した。

種子胚については、BAP濃度を $0.1\mu\text{M}$ ~ $10\mu\text{M}$ に6段階に変えたLP (レボヴェ) 培地<sup>1)</sup>で培養した。1カ月後、 $2\mu\text{M}$ のBAPを含有するLP培地に植え継ぎ、3カ月後、 $5\text{g/l}$ の活性炭を含有した1/2LP培地で培養し、5カ月後に、増殖シュート数、発根数、カルス形成功率を調べた。

こうして得られたシュートは、伸長測定用として $5\text{g/l}$ の活性炭を含有した1/2LP培地へ継代し、発根測定用としてIBA $3.16\mu\text{M}$ ・NAA $0.316\mu\text{M}$ 含有のL2WP培地<sup>2)</sup>へ継代した。さらに、シュート増殖用として、 $2\mu\text{M}$ のBAP含有のLP培地へ継代した。なお、供試数はそれぞれ7個である。

### 2. 成木当年生枝切片の培養

森林総合研究所樹木園の15年生のイヌマキ成木の当年生枝を採取し、3cmずつに切所した。枝切片は中性洗剤でよく洗浄した後、70%エタノールで1分間、続いて、1%次亜鉛素酸ナトリウム液で15分間表面殺菌した。最後に滅菌水で3回洗浄し、クリーンベンチ内で風乾させ、これらの切片をBAP濃度を $1\mu\text{M}$ ~ $10\mu\text{M}$ の4段階に変化させたLP培地で培養した。2カ月後、 $5\text{g/l}$ の活性炭を含有した1/2LP培地に継代した。さらに伸長したシュートは、 $2\mu\text{M}$ のBAP含有のLP培地と $5\text{g/l}$ の活性炭含有の1/2LP培地に継代した。

なお、培用容器として試験管、培養フラスコを用い、培地の寒天濃度は0.8% (活性炭含有時は1.15%) とした。培養条件は温度で $121^{\circ}\text{C}$ 、日照量で、蛍光灯照明の16時間日長 $3,000\sim 5,000\text{lx}$ とした。

\* 森林総合研究所

### 3. 順化

発根用培地へ継代して5カ月後、得られた再生植物体を培養フラスコから取り出し、水道水で根に付着した寒天培地を十分に洗い落としした後、口径8 cm、高さ7 cmの黒いビニール製のポットにパーミキュライトを適宜充填して植え付け、十分な給水を行った。ポットは透明なプラスチック容器内で1週間室内管理を行い、当初の3日間はプラスチック容器のふたをしたままで置き、4日目以降はふたを半分ほど開けた。その後はガラス室内で95%遮光ネット下で適宜かん水を行い、順化開始から2カ月後に活着率の調査を行った。

## 3. 結果と考察

### 1. 種子胚の培養

種子胚の培養でのBAP濃度の影響については、表-1に示した。BAP濃度が2  $\mu$ Mの時に発生シュート数が多く、平均4.8本であった(図-1)。BAP濃度が低いときに発根がみられ、高濃度では発根しなかった。胚からのカルスの形成は旺盛で、特にBAP濃度が0.5  $\mu$ Mの時に全ての胚でカルスが形成された。得られたシュートを表-2に示すような3種の培地に移植すると、IBA 3.16  $\mu$ MとNAA 0.316  $\mu$ Mを含有する1/2WP培地において100%の発根が認められ再生植物体を得られた(図-2)。シュートの伸長を図るために、5 g/lの活性炭含有の1/2LP培地に継代後、1カ月ごとに伸長量を測定し、3カ月間で13.5mmの伸長量が得られ(図-3、4)、それらのシュートのうち30%が発根した。さらに得られたシュートを、2  $\mu$ MのBAPを含有したLP培地に継代すると、基部に平均6.5個の不定芽を形成することから、この培地が増殖用に使用できることが分かった(図-5)。またカルスを5 g/lの活性炭含有の1/2LP培地に継代すると、30%のカルスに不定芽の分化が認められた(図-6)。

表-1 イヌマキの種子胚の培養でのBAP濃度の影響 (N=7)

BAP濃度 ( $\mu$ M)	平均シュート数/胚 (本 $\pm$ SD)	平均発根数/胚	カルス形成率 (%)
0.1	1.5 $\pm$ 0.7	1	50
0.5	2 $\pm$ 1.4	1	100
1	3.1 $\pm$ 1.6	0	43
2	4.8 $\pm$ 3.2	0	50
4	4.3 $\pm$ 2.4	0	43
10	0	0	50

\* 培養した種子胚の内カルスを形成した胚の率

\*\* 各濃度のBAPを含有するLP培地で、1カ月間培養した後、2  $\mu$ MのBAPを含有するLP培地で2カ月間培養し、5 g/lの活性炭を含有する1/2LP培地で5カ月間培養

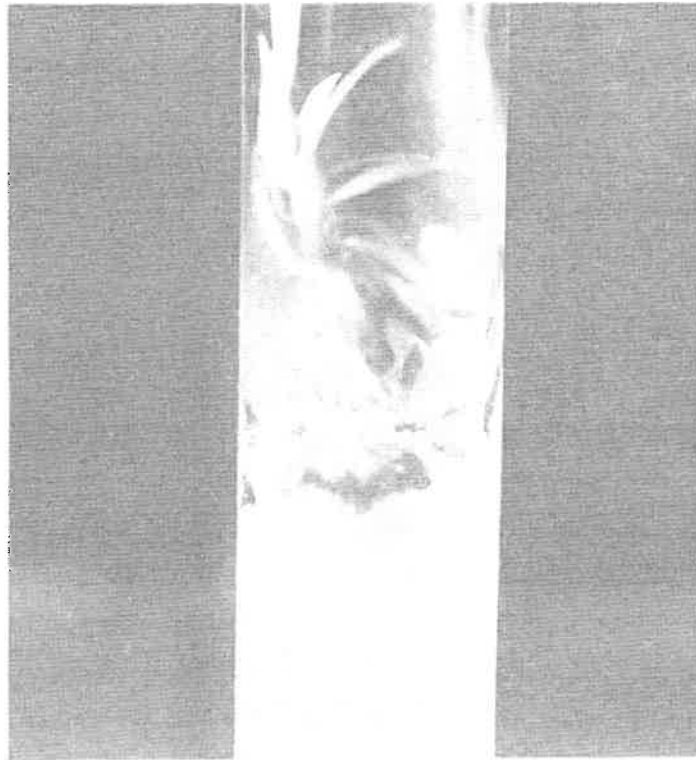


図-1 種子胚から誘導した不定芽

表-2 イヌマキの種子胚由来のシュートとカルスへの継代培地の違いの影響

培地 (添加物)	移植組織	*発根率 (%)	**不定芽の形成率 (%)
シュート伸長用 ; 1/2 LP (活性炭5/1)	シュート	30	0
	カルス	0	30
発根用 ; 1/2 LP (IBA3.16 μM)	シュート	100	0
増殖用 ; LP (BAP 2 μM)	シュート	0	100 (基部に)
	カルス	0	0

\* 培養したシュートとカルスの内発根したものの率

\*\* 培養したシュートとカルスの内不定芽を形成したものの率



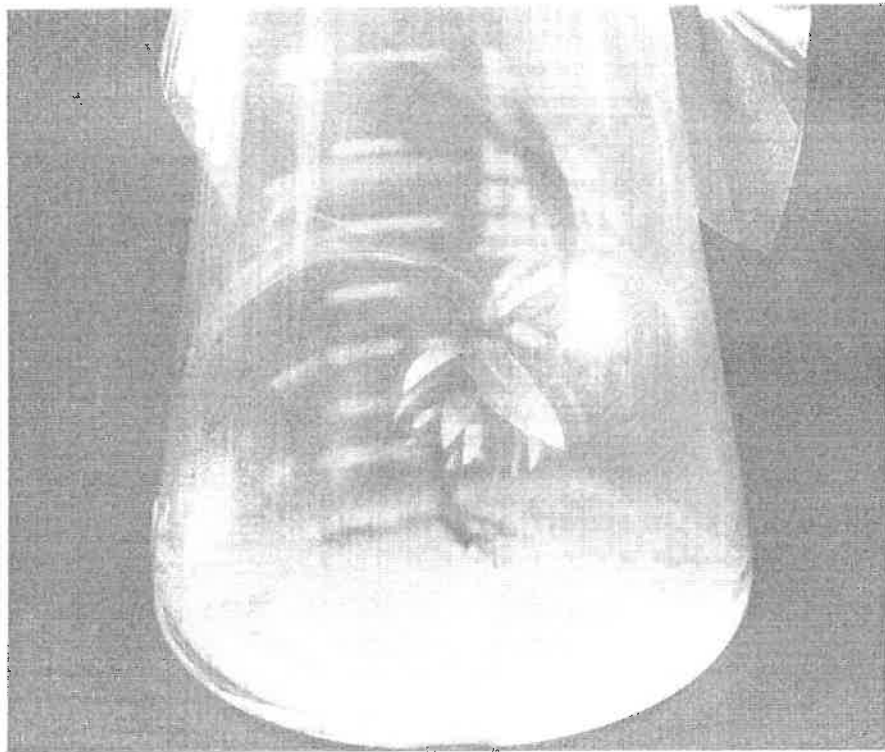


図-2 発根培地で得られた再生植物体

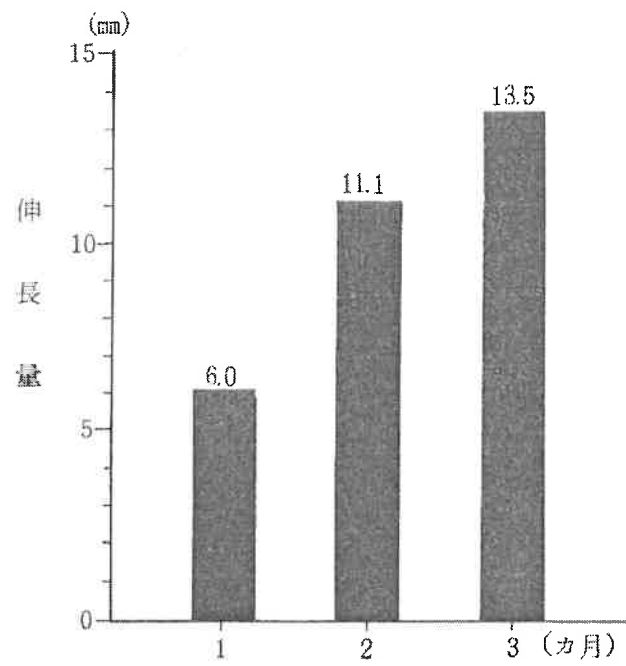


図-3 5g/lの活性炭含有の1/2LP培地における1カ月ごとの伸長量(供試数 20本)

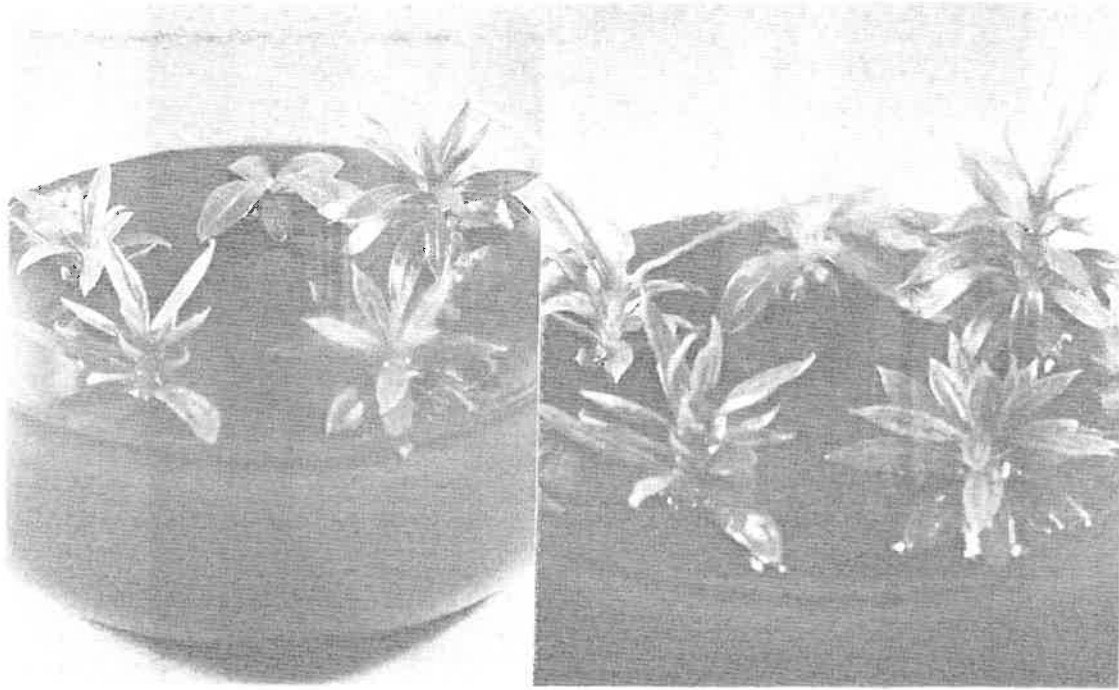


図-4 伸長用培地へさしつけたシュート（左）と培養1カ月後の伸長したシュート（右）

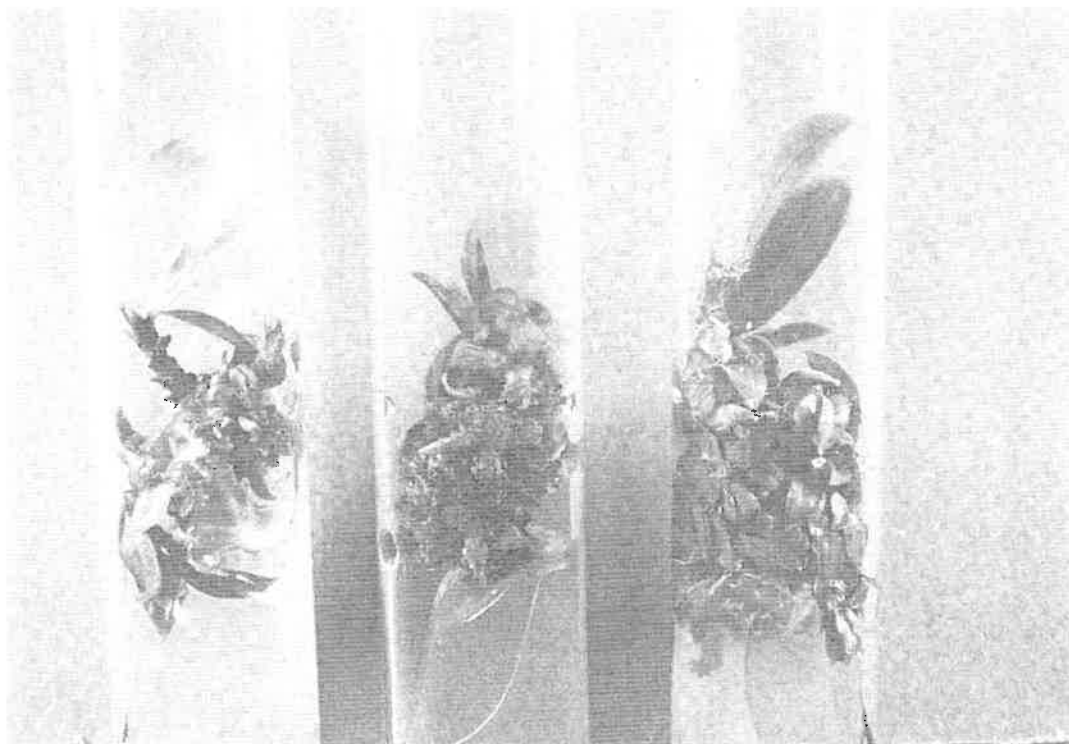


図-5 増殖用培地でシュートから発生した不定芽

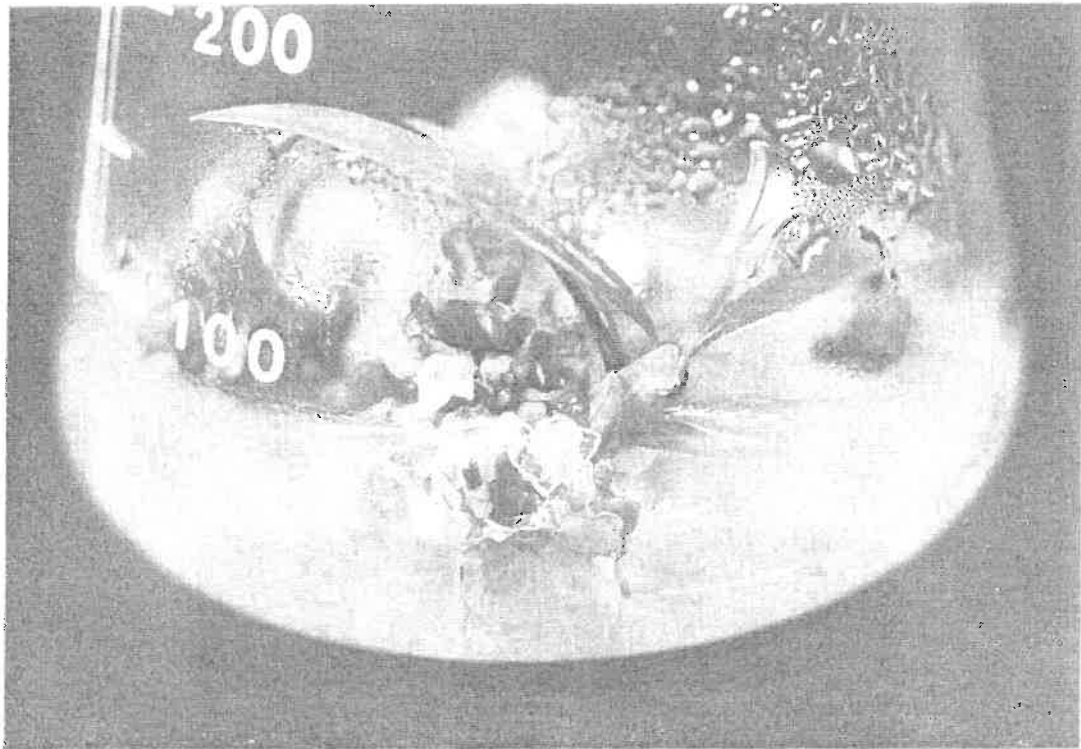


図-6 カルスへのシュートの分化

## 2. 成木当年生枝切片の培養

成木の当年生枝切片の培養でのBAP濃度での影響については、表-3に示した。BAP濃度が $2\sim 4\ \mu\text{M}$ の時に平均2本のシュートが得られた(図-7)。カルスの形成は、BAP濃度が $10\ \mu\text{M}$ の時にのみみられた。これらのことから、同じイヌマキであっても、成木の枝切片と比較する幼若な組織の種子胚を用いた方が、成木の枝切片と比較すると、不定芽の発生、カルスの形成の容易さで優れていることが分かった。また得られたシュートを種子胚の場合と同様に、BAP濃度が $2\ \mu\text{M}$ 含有のLP培地に移植すると、平均0.3個の不定芽しか得られなかった。また発根用培地に移植すると、4本中1本しか再生植物体は得られなかった。カルスについては $5\ \text{g/l}$ の活性炭含有の $1/2\text{LP}$ 培地に継代しても分化はしなかった。

1年生きし木苗の茎片を用いた実験では、BAP、カイネチン、ゼアチンの各濃度を試みて、BAPの $0.5\sim 1\ \text{mg/l}$  ( $2.2\sim 4.4\ \mu\text{M}$ ) 区でのみマルチプルシュートを得ている。シュートを形成した外植体は、全体の $7\sim 30\%$ であった<sup>2)</sup>。また、本実験での胚様体のシュートからは、 $2\ \mu\text{M}$ のBAP含有のLP培地で全てのシュートからマルチプルシュートが得られているので、これによっても材料の幼老による反応の違いを認めることができた。

今後、成木からの組織培養を進めるためには、連続さし木等による材料の若返りの可能性を追求して、増殖率の向上を図っていかなければならない。

表-3 イヌマキ成木の当年生枝切片の培養でのBAP濃度の影響 (N=14)

BAP濃度 ( $\mu\text{M}$ )	平均シュート/切片 (本 $\pm$ SD)	平均発根数/切片	カルス形成率 (%)
1	0	0	0
2	2 $\pm$ 1.4	0	0
4	2 $\pm$ 1.4	0	0
10	0	0	0

\* 培養した成木当年枝の内カルスを形成した率

\*\* 各濃度のBAPを含有するLP培地にて、2カ月間培養した後、5 g/lの活性炭を含有する1/2 LP培地で4カ月間培養

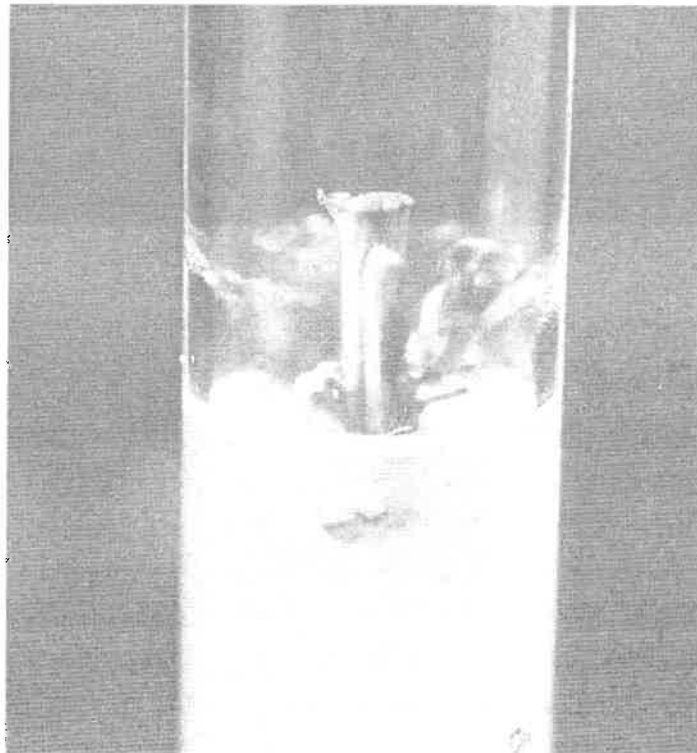


図-7 成木当年生枝から誘導した不定芽

### 3. 順化

培養容器から取り出した再生植物体活着率は91%であった(図-8)。枯死した幼植物体を観察すると、葉及び頂芽部の黒変による枯死がみられたものの、落葉は認められなかった。また、イジュにみられたような水浸状の再生植物体の発生<sup>2)</sup>はなかった。今後、さらに順化率の向上を図るため、着葉量の多い再生植物体の葉を強制的に除去する調製を行うなどの試みが必要である。



図-8 順化した養殖物体

#### 4. おわりに

今回、イヌマキの組織培養で、胚様体・成木当年生枝を材料として培養を行った。得られた結果を要約すると以下のとおりである。

- 1) BAP  $2 \mu\text{M}$ 含有のLP培地で種子胚を培養すると、平均4.8本のシュートが得られ、さらに得られたシュートを同培地で継代することにより、平均6.5個の不定芽が得られる。
- 2) BAP濃度が $0.5 \mu\text{M}$ のLP培地において、全ての胚でカルスが形成され、 $5 \text{g/l}$ の活性炭含有の $1/2$ LP培地に継代することにより、30%のカルスで不定芽が分化する。
- 3) 胚から誘導したシュートを、 $5 \text{g/l}$ の活性炭含有の $1/2$ LP培地に継代することにより、3カ月間で $13.5 \text{mm}$ の伸長量が認められ、IBA  $3.16 \mu\text{M}$ ・NAA  $0.316 \mu\text{M}$ 含有のWP培地に移植することにより、再生植物体 that 得られる (発根率100%)。
- 4) BAP  $2 \sim 4 \mu\text{M}$ 含有のLP培地で成木当年生枝切片を培養すると、平均2本のシュートが得られ、さらに得られたシュートを、BAP  $2 \mu\text{M}$ 含有のLP培地に継代することにより、平均0.3個の不定芽が得られる。

## 引用文献

- 1) AITKEN-CHRISTIE, J. & THORPE, T. A. : Cell Cult. & Somatic Cell Genetics of Plants, Academic Press, Inc. Vol 1, 82~95, 1984
- 2) 近藤博夫 : 有用樹種の組織培養による大量増殖技術、沖縄県林業試験場研究報告、No.35、1~7、1992
- 3) Llody, G. et al : Proc. Int. Plant Prop. Soc 30, 421~427, 1981

# オキナワユミアシゴミムシダマシによるシイタケ被害について

具志堅 允 一

## 1. はじめに

沖縄地方のシイタケ人工椋場で見られる害虫は、タイワンエンマコオロギ、ナメクジ類、ゴキブリ類などがほとんどである。これらは主に子実体を加害するが、これまでのところ、大きな被害が発生した事例はない。

しかし、最近、沖縄本島北部でオキナワユミアシゴミムシダマシ (*Promethis okinawana* M. T. Chujo) 成虫による子実体被害と、幼虫による椋木被害がみられるようになった。本種は近年記載された鞘翅目ゴミムシ科の昆虫であり、形態以外の記録は見あたらない。被害は現在のところ、イタジイを原木として使用している一部の施設にとどまっているが、今後、被害が拡大する可能性もある。

このようなことから、本種の被害実態調査と成虫の活動について若干の調査を行った。

夜間調査に際しては当场主任技師の岸本幸正氏と松田辰美氏のご協力をいただいた。また、琉球大学農学部教授の東清二博士には文献の恵与を賜った。厚くお礼申し上げる。

なお、本稿の一部は第47回日本林学会九州支部大会で発表した。

## 2. 調査地と調査方法

### (1) 調査地の概況

調査椋場は、東村高江の旧学校跡地を利用して昭和59年に設けられた人工椋場である。標高は約50mで、北向きに30~40度で傾斜している谷部に近い中腹部を切り開いて平坦にした箇所であり、このため、通気性に乏しく、椋場環境としては必ずしも好適とは言い難い。

椋場には約6,000本の椋木が図-1のような配置で井桁積みされている。井桁は枕木を含め

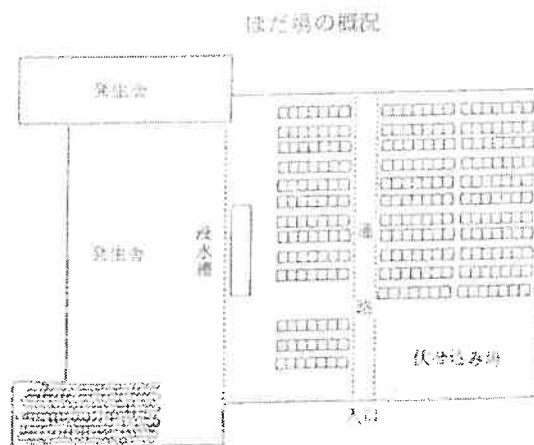


図-1 椋場と井桁の配置状況

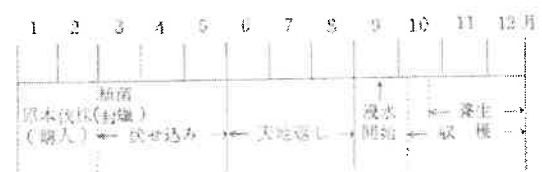


図-2 シイタケの栽培暦

て6～9段に積まれ、枿段の枿数は4～5本、枿あたりの枿数は30～43本で一定していない。通路を隔てて所有者が異なっており、東側は浸水しないまま放置され、シイタケの発生はほとんどない。通路西側は収穫を終えて養生している枿木であり、3年枿でもシイタケの発生がみられた。調査はすべて西側の枿場で行った。

図-2は所有者からの聞き取り調査によって年間の作業歴を示したものである。種駒は高温性といわれる秋山580号が用いられ、一本あたりの駒数は平均して34～35個程度である。天地返しが始まる6月には既に駒の欠損が確認されるが、植菌後すぐに蟻を塗るので、自然に抜け落ちることはないようである。したがって、ここでは脱落した駒のうちスッポリと抜けた穴はすべて被害駒と見なした。

## (2) 調査方法

生態および加害態：被害の発生した枿場における夜間観察と室内飼育による成虫の観察を行った。

幼虫については割材調査で得られたものを別の枿木を入れたコンテナ(35cm×50cm×30cm)内で飼育し、適宜割材して観察した。

被害実態調査：各齢の枿木5本を任意に選んで割材し、被害駒率と幼虫の生活痕および枿木内に生息する幼虫数を調査した。次に収穫を終えて発生舎内にコンテナ積みされた枿木を、あらかじめ層別別に3段に分け、木口面に印をつけ、上部からていねいに取り出して付着している成虫数と被害駒数を調べた。また、発生舎内に合掌状せされた枿木に付着している成虫個体数を調査した。調査は1992年11月10～11日に行った。

成虫の活動調査：1993年9月28日19時、21時、29日0時、3時、5時および7時に枿場を巡回し、発見した個体の翅鞘に極細の修正液で番号を書き込んで元の位置に戻した。それから7日後の10月4日21時～23時に再捕獲調査を行い、日周活動と移動距離を調べた。

## 3. 結果と考察

### (1) 生態および加害態

成虫は昼間はほだ木のめくれた樹皮下、枿木の下、腐朽して生じた穴の隙間に群生する(写真-1)。夜間は這い出して摂食活動する。摂食行動は前肢を深く曲げ、後肢をやや伸ばして前のめりになって樹皮下を浅くかじる(写真-2)。集団で飼育すると、夜中には微かにカリカリと摂食音が聞こえる。種駒を加害するときは単独が多いが子実体を加害するときは集団が多く目につく。幼虫は軽くて多少湿気のある朽ちた枿木に多くみられ、単独で生息する(写真-3)。産卵は駒の中や腐朽の進んでいる部位の樹皮下に1個ずつ産下されると思われる。健全な駒の中にもふ化間もない若令幼虫が生息していた(写真-4)。幼虫の穿孔様式はピンホールを穿って最初はまっすぐに穿孔し、後に水平孔を形成するタイプ、樹皮下で数センチ程度水平に進んで後、材部に急勾配で2cm～5cm程度穿孔した後水平孔に移行するタイプに大別される。幼虫は木口に近い部分にも多くみられ、明かに木口面から穿孔したのも見られる。材中での一頭の行動範囲は水平距離で20cm内外のものが多い。多数の生活痕が認められるにもかかわらず、同一か所に複数の幼虫は見られないことから種内競争が起こっているものと推測される。幼虫の糞は灰褐色顆粒状で孔内に留まり、強制的に孔外に排出することはない。11月17日に割材調査を行ったところ、ステージは若齢から羽化したての成虫まで確認され、世代は重なっていた。なお、天敵微生物*Beauveria sp.*および*Metarhizium anisopuriae*による斃死虫を確認した。



(2) 楯齡と被害

割材調査の結果は表-1に示したとおりである。楯木の齡が高いほど被害駒率が高く、幼虫の生活痕数、幼虫数も多かった。シイタケ楯木を加害するゴミムシダマシ類にはキマワリ<sup>2)</sup>とユミアシオオゴミムシダマシ<sup>3)</sup>が知られているが、本種の場合も前二者同様、幼虫の食害によって楯木の腐朽が早まることが観察された。また、腐楯等の古い楯木が重要な発生源となっていると推察された。

表-1 各齡ほだ木の割材調査結果

ほだ齡	直径 (cm)	ぼた付率 (%)	被害駒数	無被害駒数	生息痕数	幼虫数	被害駒率 (%)
1	80	95	4	26	0	0	13.3
1	70	90	4	18	0	0	18.2
1	80	100	1	33	0	0	2.9
1	70	95	1	27	0	0	3.6
1	80	25	5	27	3	1	15.7
平均	76	81	3	26.2	0.6	0.2	10.7
2	70	90	3	19	1	0	13.6
2	80	90	7	26	3	2	21.2
2	75	80	4	30	7	0	11.8
2	75	70	9	24	12	0	27.3
2	70	75	9	22	3	0	29
平均	74	81	6.4	24.2	5.2	0.4	20.6
3	75	95	32	1	2	2	97
3	75	60	9	20	5	1	31
3	90	80	8	33	12	0	19.5
3	90	40	11	19	9	2	36.7
3	110	30	8	25	6	0	24.2
平均	88	61	13.6	19.6	6.8	1	41.7

表-2 コンテナ内ほだ木の層位別被害駒数と成虫数

番号	楯木直径	上部		中部		下部			
		被害駒数	成虫数	楯木直径	被害駒数	成虫数	被害駒数	成虫数	
1	6.5	0	0	8	2	0	7	1	0
2	7	0	0	8	5	0	9	2	0
3	7	1	0	6	0	3	9	3	0
4	8	2	0	8	6	0	8	12	0
5	7	0	0	8	0	0	7	2	0
6	8.5	0	0	6	5	0	7	4	1
7	8	1	0	6	0	0	7	1	0
8	9	1	0	6	1	0	8	6	3
9	10	8	0	6	0	0	4	11	0
10	6	2	0	7	1	0	8	8	0
11	6	0	1	6	3	0	5	3	0
12	8	7	0	6	3	2	7	0	0
13	9	0	0	6	1	1	7	0	0
14	6	0	0	6	1	1	7	19	7
15	8	1	1	8	3	0	7	0	3
16	6	1	0	9	2	0	8	3	1
17	6	1	1	9	5	0	7	12	1
18	6	1	0	7	3	0	9	4	0
19	7	3	0	9	0	0	8	14	0
20	8	1	0	10	3	0	8	0	3
21	7	0	0	11	4	0	7	1	0
22	7	4	0	8	0	0	6	1	0
23	7	1	0	5	2	0	8	7	0
24	10	5	0	6	3	0	8	2	0
25	7	3	0	7	9	0	7	6	0
26	8	2	0	6	1	0	9	2	0
計	—	45	3	—	63	4	—	124	19
平均	7.2	1.7	0.1	7.2	2.4	0.2	7.4	4.8	0.7

(3) コンテナ内楯木の層位別の被害駒と成虫数

結果は表-2のとおりであった。被害駒数は層位によって著しい差が認められ、下方ほど多かった ( $F_{0.05}=5.619 > F_{0.01}=4.900$ )。このことは、成虫が歩行によって移動することを反映していると推察される。成虫数についても下方ほど多かったが、有意性は認められなかった。 ( $F_{0.05}=2.473 > F_{0.01}=3.119$ )。これは総個体数が少ないうえに集中分布し、いずれの部位においても0個体が多くなったためと考えられる。

(4) 伏せ込み楯木の成虫分布

合掌伏せされた楯木に集まった成虫の個体の分布を実際の配列にしたがって図-3に示した。このデータから分布様式を検討したところ、図-4に示すとおり負の二項分布によく適合した。また、分布の集中度を示す  $I \delta$  示数も5.22となり、成虫は明かに集中分布することが伺えた。集中分布の原因には、楯木の形状の相違も考えられるが、樹皮のめくれや形状等、外観的な差は明かではなかった。

```

0011130000500201311
21500000000000016031021

000000000100000101000000
00000000201020010200900

00100010000000010100
0000100000000200000100210

00010000000000000000
000000400000000000010000

100201100004000000000000
0130000000000000000000
    
```

図-3 楯木の配列と成虫個体数

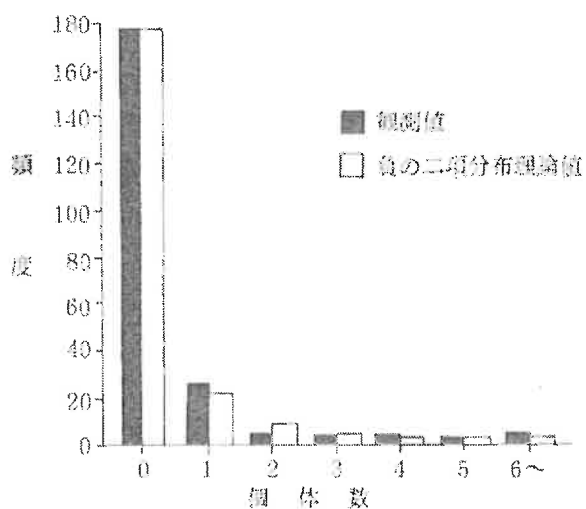


図-4 楯木1本あたりの成虫頻度分布

(5) 成虫の日周活動

成虫の日周活動調査結果は図-5に示したとおりである。総捕獲数は176頭であった。昼間は楯木のめくれた樹皮下や腐朽して生じた孔の隙間に群生しており、18時には活動している個体はなかった。しかし、19時~20時の調査時には、47頭の活動が観察され、日没後まもなく分散して摂食活動をはじめた。活動個体数は24時頃にピークに達し、夜明けま近の5時~6時まで観察されたが、7時~8時の活動個体は1頭だけであった。なお、那覇における9月28日の日の入りは19時20分である。

また、室内飼育で日中に暗条件下におくと活動し、夜間に周囲を明るくすること隠れることから、日周活動は光条件に規定されていることが示唆された。

(6) 成虫の移動距離

再捕獲調査による放虫7日後の移動距離は図-6に示した。捕獲数は93頭であった。このうち、マーク虫は28頭で再捕率は19%であった。これらマーク虫のうち、18頭が2mの範囲内の移動にとどまっており、うち9頭は同じ井桁内で活動していた。最も遠くまで移動した個体の移動距離は7.8mで

あり、遠距離の移動はみられなかった。

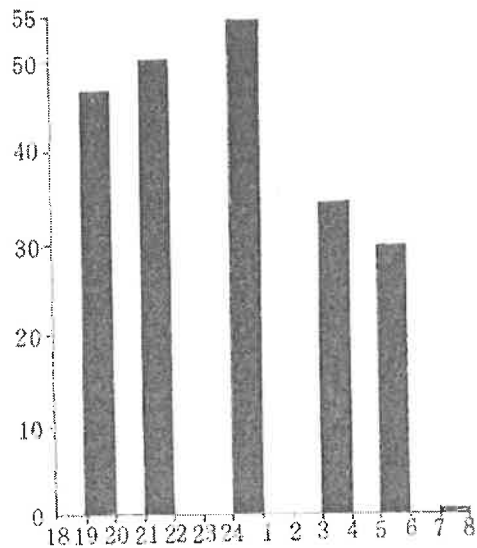


図-5 日周活動調査結果

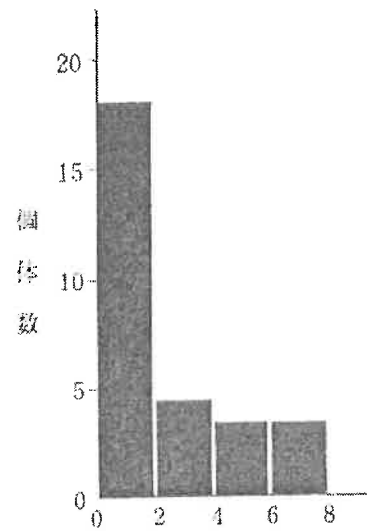


図-6 放虫7日後の移動距離

本種の成虫が楢原によって灯火採集<sup>1)</sup>されていることから、夜間飛翔活動することは明らかである。しかし、楢場での飛翔活動はこれまで認めておらず、もっぱら歩行によって移動していると考えられる。

以上のことから防除対策としては、腐楢はもちろんのこと古い楢木は早めに処分することが重要で、3年楢の発生量が極端に少なくなることを考え合わせた場合、楢木は2年以内で回転させる必要がある。

なお、成虫は基本的には徘徊性で、しかも移動範囲が狭いことや、昼間は暗くて狭い隙間に集団で入り込む性質が強いことなどから、今後、誘殺や明溝による移動遮断など、防除対策を検討する必要がある。

## 引用文献

- (1) M.T. Cussó : ESAKIA、11、63~80、1978
- (2) 大長光純ら : 日林九支研論38、203~204、1985
- (3) 坪井正知 : 菌叢、27、10、44~50、1981

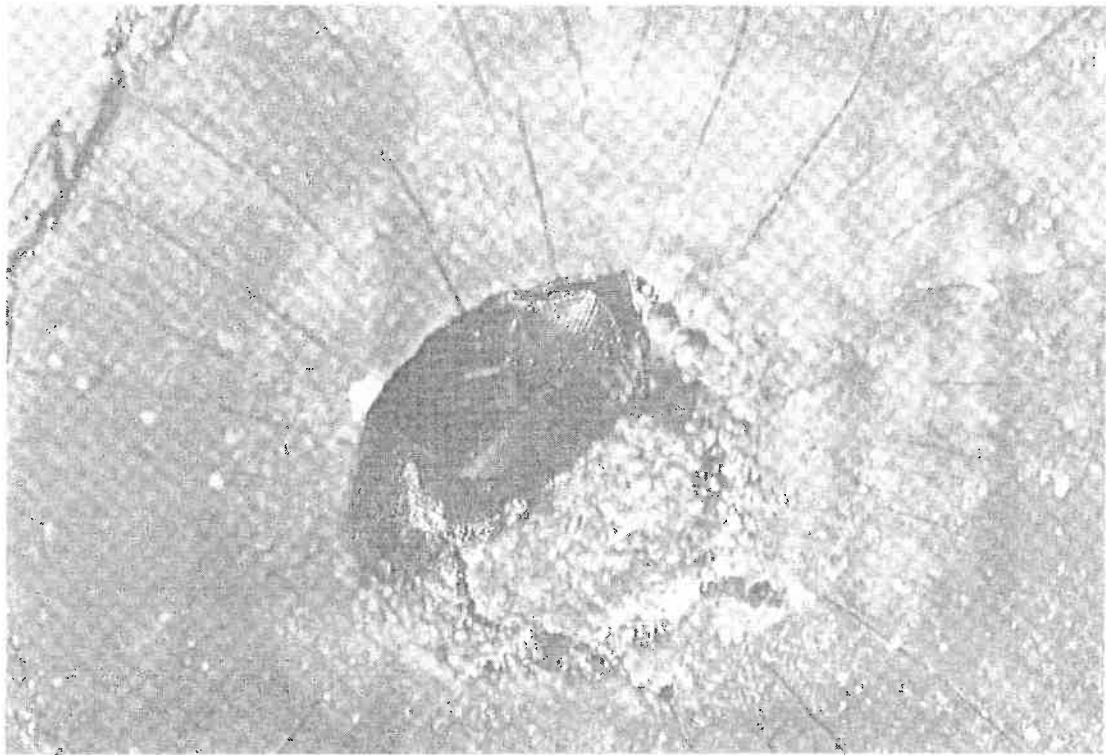


写真-1 腐朽して生じた穴に群生する成虫



写真-2 蟻の上から種駒をかじる成虫

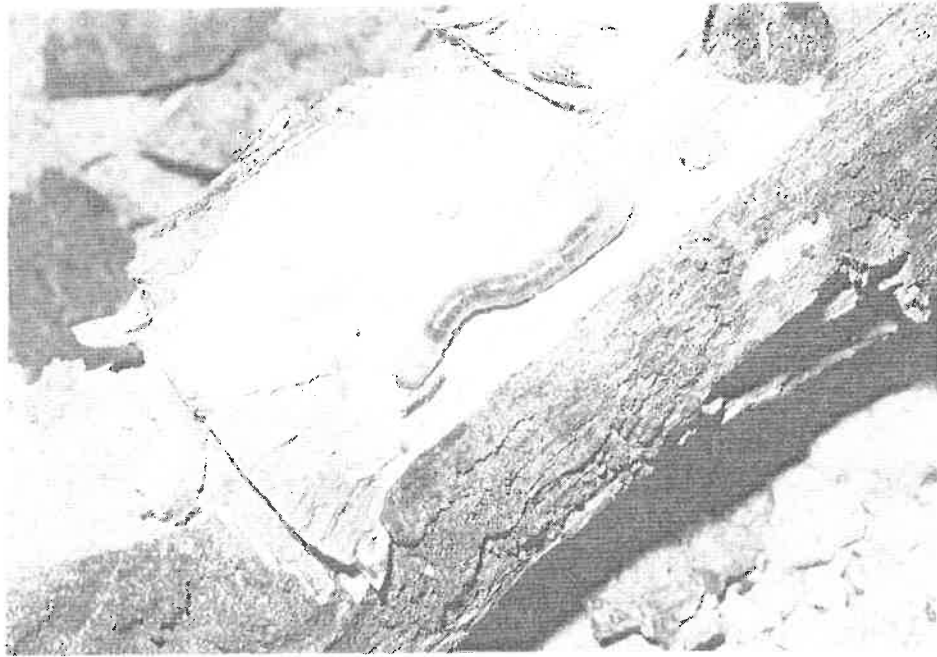


写真-3 材中の幼虫



写真-4 種駒を食害する若齢幼虫。種駒右側のピンホールはふ化幼虫の浸入痕

# 調查報告

# 久米島における台風13号被害について

生 沢 均  
平 田 功  
具志堅 允 一

## 1. はじめに

沖縄県は、台風の常襲地帯で、単に数が多いだけでなく、来襲する台風の変曲点にあたり、進行速度が遅く、また強い勢力が保たれているため、大きな被害をこうむることが多い<sup>1)</sup>。

近年の特徴的な台風を沖縄の災害誌<sup>2)</sup>から拾い上げて列記すると、次のとおりである。

進行速度が遅く長時間暴風雨に曝された台風としては、1954年台風5号(グレイス)があげられる。この台風は本島中部をゆっくりと横断し、台風の目に9時間入ったままであった。勢力の強い台風は、1954年台風14号(サラ)で、最低気圧908.1mbを記録し、住宅全壊2,501棟の被害を与えた。この台風の気圧は、1977年台風9号(沖永良部台風)が907.3mbを記録するまでは、日本における最低気圧の第一位であった<sup>3)</sup>。

瞬間最大風速が最も大きいのは、昭和41年台風18号(第2宮古台風)で、85.3m/sを記録し、大被害を与えた<sup>3)</sup>。

台風被害の最も激しい台風は1959年台風18号(シャロット)で、本県で死者46名、住宅全壊148棟を記録した。この台風は典型的な兩台風で、各地に土砂崩れを引き起こした。

上述のような過去の台風は、民生の安定・向上になんらかのインパクトを与え、特に1959年の台風シャロットは防災事業の重要性を認識させ、保安林整備事業が進展する契機となった<sup>4)</sup>。

こうした中で、戦後屈指<sup>5)</sup>といわれる台風13号は、1993年9月2～3日にかけて久米島、沖縄本島の各地を暴風域に巻き込み、各地に大きな被害をもたらし、特に被害の著しい久米島地域には、災害救助法が適用された。

仰木<sup>6)</sup>は伊勢湾台風(1959年15号)の被害から海岸防災林の造成整備の重要性とその効果を説いており、また、1991年に襲来した台風19号は、全国に大災害をもたらしたが、わが国の森林・林業関係でも、未曾有の災害を受け、強い森林づくりの必要性が指摘されるようになった<sup>7)</sup>。しかし、防風・防潮林など防災林そのものの被害や樹種の問題について言及された資料は見あたらない。

今回、台風13号の被害態様から、今後の防風林造成のありかたや樹種選定についての資料を得るため、久米島において被害の実態を調査したので報告する。

## 2. 台風の概況

### 1) 台風進路

図-1に、台風の進路<sup>8)</sup>を示す。台風13号は9月1日夜から宮古島、石垣島地方を暴風域に巻き込み発達しながら北上し、2日の午前から深夜まで沖縄本島地方を直撃した。

久米島では午後5時からの約1時間は、台風の中心付近にあって、極めて強い風に曝された。暴風雨は2日の深夜まで続き、その後奄美大島、九州地方に向かった。

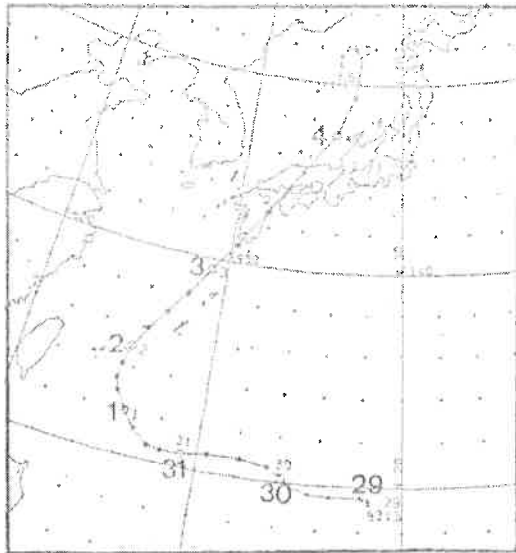
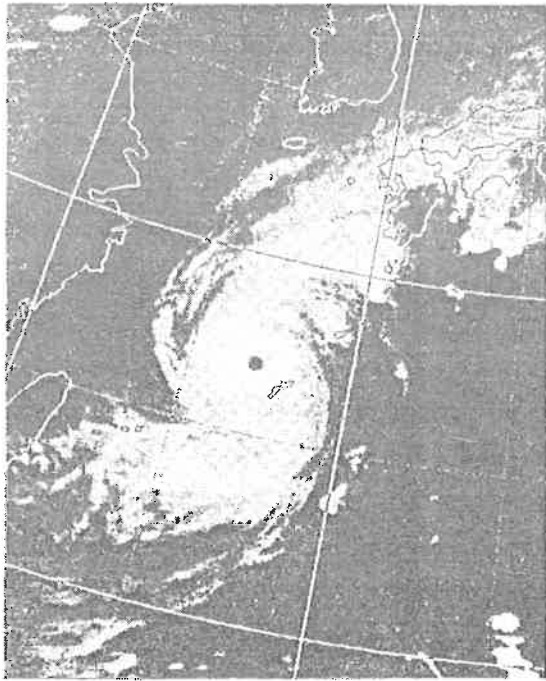


図-1 (上) 台風9313号の経路図

写真(左上) 1993年9月2日午後9時の赤外面像

## 2) 風の状況

表-1は、沖縄気象台発表の那覇および久米島における毎時風向・風速値である。久米島における最大瞬間風速は、午後4時59分に南東の風53.9m/sを記録したが、その直後、機器のトラブルが発生し、以降の観測記録はない。しかし、沖縄電力久米島営業所においては、午後5時に南の風73.5m/sを観測し、その後停電により計測不能となった。

一方、那覇における瞬間最大風速は午後8時34分に南の風51.2m/sを記録しており、その後、風向きは時計回りに南東から南、南西に変化している。

表-1 毎時の風向・風速観測値(沖縄気象台:1991.9.2)

時 間	那 覇		久 米 島	
	風速m/s	風 向	風速m/s	風 向
1	10.3	ESE	6.4	E
2	9.8	ESE	5.5	E
3	8.9	ESE	6.8	E
4	8.7	ESE	6.7	ESE
5	8.3	SE	8.7	ESE
6	9.8	SE	8.7	ESE
7	10.6	SE	8.5	E
8	9.5	SE	10.9	ESE
9	11.3	ESE	11.0	ESE
10	14.2	SE	13.2	ESE
11	13.9	SE	13.4	ESE
12	15.0	SE	13.0	ESE
13	18.2	SE	16.0	ESE
14	18.7	SSE	19.4	SE
15	22.0	SSE	21.3	ESE
16	25.4	SSE	25.4	ESE
17	28.6	SSE	36.5	SE
18	24.9	SSE	機器故障	
19	27.3	S		
20	26.8	S		
21	28.3	S		
22	25.6	SSW		
23	20.8	SW		
24	21.4	SW		



### 3. 台風被害の状況

#### 1) 災害の状況

表-2は、沖縄県消防防災課による台風13号の災害状況集計結果から、第一次産業関係の被害を抜粋したものである。これによると、被害総額は約20億円で、このうち、農産被害が18.7億円、ついで畜産被害が5.9億円を占めている。林業関係では治山事業関連の被害が大半で、被害総額は約15百万円となっているが、これらは防潮護岸の水叩の沈下や防風工における諸被害が主であり、防風・防潮林の枯損や倒木被害は含まれていない。ここでは防風・防潮林被害の実態について調査を行った。

表-2 台風13号災害状況（沖縄県消防防災課）

農産被害	千円	1,871,993
林産被害	千円	14,560
畜産被害	千円	58,760
水産被害	千円	26,670
小計	千円	1,971,983

#### 2) 赤変現象

図-2に、防風林折損被害調査箇所と、林分の赤変地域を示す。久米島の各地において、森林植物の赤変現象が観測された。これは、強風、潮風に起因する、台風の後によく見られる現象である。ここでは、観察し易い山地、丘陵等の林分について観測した結果を示す。

赤変現象は、海に面した全地域、および南東～南西に面した山地丘陵で著しく、とりわけ台風の目の通過した島尻地域において激しかった。（写真-2）

一方、山地丘陵であっても、北向き斜面においては大きな赤変現象は見られなかった。なお、宇江城岳の南向き斜面については、島尻の丘陵によって保護されたものと考えられる。



図-2 赤変状況、調査地点および電柱被害箇所

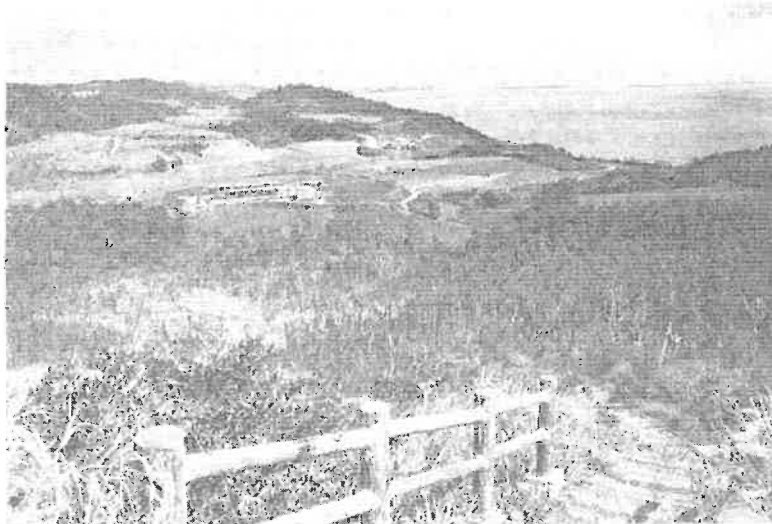


写真-2 赤変状況（仲里村島尻）

### 3) モクマオウ防風林被害

#### (1) 調査方法

モクマオウ防風林は、各地域で壊滅的な被害がみられた。(写真-3、4)

主な被害形態は折損、倒木および飛砂による樹皮の削剥であった。

今回は、代表的なモクマオウ防風林と見なせる図-2に示したC地点における折損と樹皮の削剥被害の実態と3月後の回復状況について調査した。

調査は、まず、林帯幅80mの林分において、海岸から内陸部までラインを引き、その両サイド1m内に出現するモクマオウについて折損被害状況および削剥高を記録した。

調査は、被害状況調査については平成5年9月16日～18日に、これら被害の回復状況については3ヶ月後の平成6年1月5～7日に行った。



写真-3、4 防風林の状況  
(具志川村サンリゾート付近)

(2) 調査結果

調査カ所のモクマオウ防風林(2×80)に出現する立木本数は15本で、直径は6.6~37.5cm、平均では23.5cmであった。樹高は最大14mで、平均9.6mであった。伊是名<sup>9)</sup>の同様な平均胸高直径を有する林分(22.6cm)が、樹高15.1mであったことと比較すると、この林分の樹高は5m~6m低い。

この林分の被害状況は、風倒木2本(方向:N.NW)、先折れ・幹折れが13本(NNW)となっていた。幹折れは、高さ2~6mにおいてみられた。また、生葉は、図-3に示すように風倒木および風襲になっている箇所で若干みられる程度で、ほとんどが赤変ないし消失していた。

つぎに、削剥現象についてみると、海岸に面した箇所が多く認められ、内陸部に進むにしたがって減少した。また、被害は、林帯の一番海側では地際部から、林帯の16m付近では2.4m、48m付近では6m以上の高さでみられた。(写真-4)

この林帯の立木位置(X)と剥皮高(Y)の関係は、図-4に示すように、

$$Y = 0.1114566 + 0.529352X \quad (r = 0.96)$$

の関係が認められる。

表-3 モクマオウ防風林の毎木調査結果(2×80m)

直径 (cm)	樹高 (m)	立木本数 (本)	被害本数 (本)
23.5	9.6	15	15

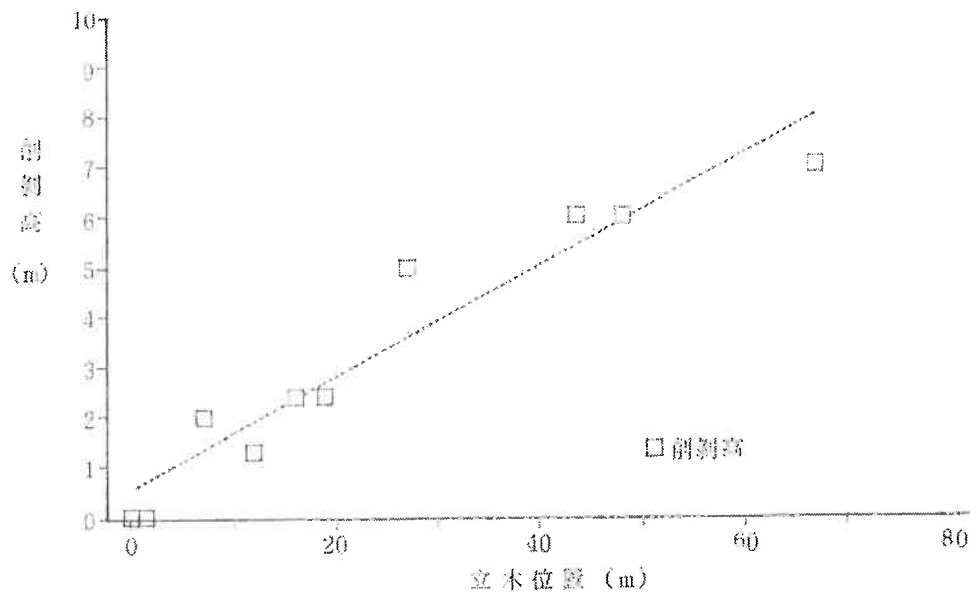


図-4 立木位置と削剥高

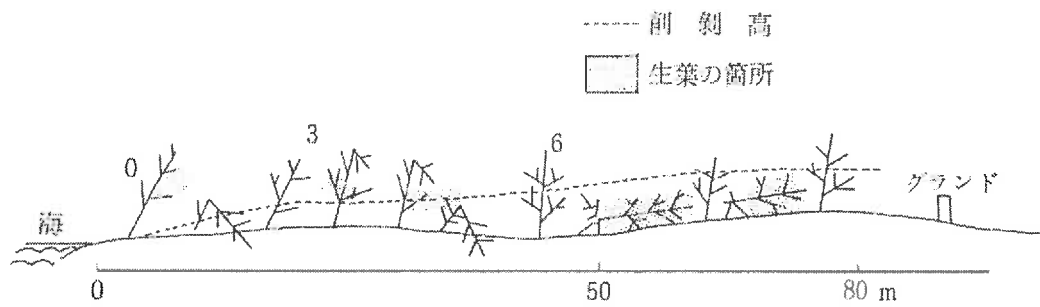


図-3 防風林の被害

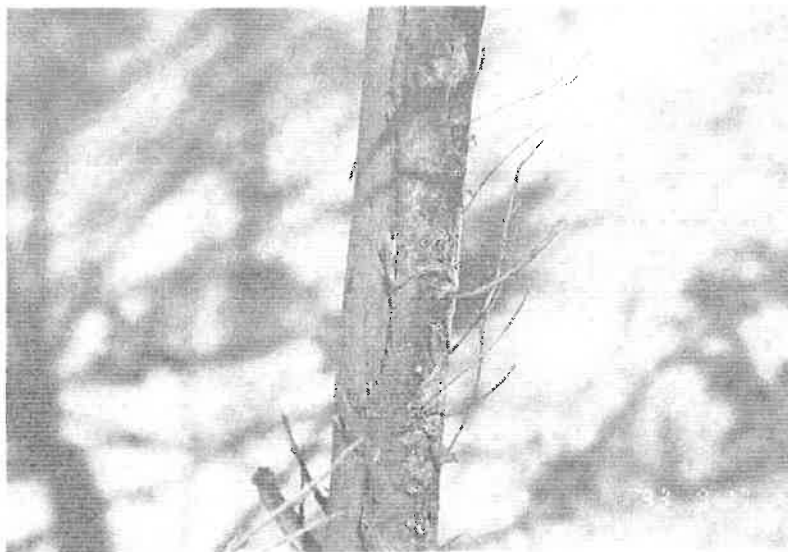


写真-5 モクマオウの削剥状況

### (3) 回復

写真6～8に、台風被害3ヶ月後の状況を示す。

写真-6は、胸高直径32.3cmの立木で、比較的林帯内部に位置(67m)している立木である。被害直後の状況は、樹高4～8mにかけてまばらに生葉がみられたもの他は赤変ないしは落葉していた。3ヶ月後では、萌芽は樹幹部に見られないが、梢端等に多くみられる。

写真-7は、胸高直径21.7cmの立木で海に比較的近い幹折れしている立木である。折損部位を中心として萌芽がみられる。

写真-8は、島尻地域の岩礁上部における海に面した箇所の回復状況を示す。このモクマオウ林分は、中・小(4～16cm)の立木で構成されている。

この地域では、梢端部が飛砂の削剥によって白骨化しており、被害を受けていない樹幹下部から萌芽がみられる。



写真-6 具志川村防風林内  
(比較的軽微な被害木)



写真-7 具志川村防風林内  
(幹折れ被害木)

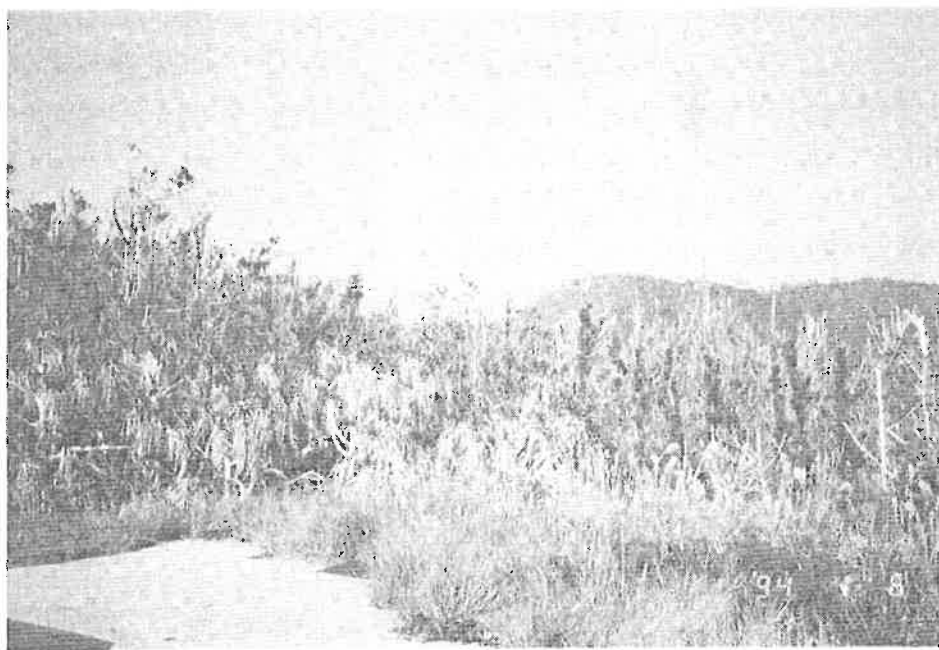


写真-8 仲里村島尻モクマオウ防風林

#### 4) リュウキュウマツ並木被害

##### (1) 調査地の概況

###### ① 長竹の松並木

久米島空港から具志川村役場に至る通称、長竹の松並木は、1988年に造成されたものである<sup>13)</sup>。この松並木は、10年程前から着葉量の減少が見られるようになり、今回の台風後、衰退が著しく進行したようである。調査地は、図-2に示すX点である。当該箇所は一枚のサトウキビ畑の中央を東西に延びる松並木で、最近、並木に沿って幹線道路が開設されたため、旧道と十字路をなしている。林帯幅は約14m、立木密度は500~700本/ha程度であり、林内には台風被害のために伐採されたと思われる伐根が散見される。

###### ② 大岳小学校

大岳小学校の位置は、図-2のY点である。当調査地は、大岳の南側に位置し、南方向に緩やかに傾斜した丘陵地の上部付近にある。東側には通称ダルマ山が控え、南側にはウエダ森と呼ばれる小さな緑地があるが、風を遮るほどの規模ではない。この学校には図-5に示すような配置で、8本の老松がある。村役場職員によると、数年前にグラウンド整備のため、南側の根が切断されたようである。図中①は既に枯れており、F、G、Hは着葉量はきわめて乏しい。

##### (2) 調査の方法

調査は、台風通過3カ月後に行った。枯・折損木は、すでに整理されていたので、主に葉の脱落部位、着葉量、伐根の外観から被害の主因・誘因を病害虫との関連で調査し、必要に応じて任意にヤニ打ちを行い、滴下する樹脂量から健全度を判定した。また、伐根、枝の切り口の腐朽の状況や当該部位にみられる病害虫の種類と加害状況を観察した。

##### (3) 調査結果

① 長竹における被害率は、伐根密度および台風直後と3カ月後の写真からおおむね5%と算定された。被害は大半が幹折れであり、折損部位は1~3mが多かった。着葉率は全体で50%以上とみられるが、特に枝端部で脱落が著しく、枝枯れを呈したのも随所に見られた。また、大枝の捻れによる被害も散見された。当該調査地の松は、地際径が20~40cm程度で、樹齡の割には直径は小さく、目立つような大木は少ない。伐根調査を行った5本のうち、4本までに褐色腐朽がみられた。そのうち3本にはヤマトシロアリの生息痕が認められた。なお、シロアリの蟻道は健全な松にもかなり高い割合で観察されることから、その分布は松並木全体に及んでいるものと推察された。しかし、樹脂圧から判断する限り、ほとんどの松が健全で、今後、急速な衰退は起こらないと思われる。

以上のことから、折損の直後の原因は台風であるが、シロアリや腐朽菌が誘因となっており、これらの対策が今後の課題で、特にシロアリは周辺のサトウキビにも被害を与えているようであり、松林全体としての面的な対策が必要と思われる。(写真9~11)

② 一方、大岳小学校では、8本のうち、一本は完全に枯れていた。葉はすでに全体が褐変しており、枯損後、かなり時間が経過している。また、枝の折損はほとんど見られず、グラウンド整備のために根が著しく損傷を受けており、枯損と台風は無関係であろう。中央部に位置するB、C、Dの着葉量は、それぞれ20~40%、40~60%であった。一面にバラスが敷かれている。Eは着葉率は20~40%でコーラルが深さ10~20cm程度敷かれ、表面はすこぶる堅い。F、G、Hは校庭東側の辺縁にあり、3~4m下をコーラル敷きの道が南北に走っている。着葉量はきわめて乏しく、いずれも20%以下であった。幸地氏によれば、今回の台風は、東~南方向からの風が特に強く、ダルマ山方向からの風が、その背後にある山に遮られて収束し、これらの松に直接当たったようである。しかし、ヤニ

の浸出は着葉量の最も乏しいGでも+++であり、現時点で残っている松は、一応、健全性は保たれているといえる。(写真12~15)

以上のことから、同校の老松については、老衰による材部腐朽とシロアリ被害に加え、グラウンド整備に伴う環境の急変で衰弱しているところへ、台風による被害が重なったことが大きな原因と考えられる。特に、松類は菌根が地表面に発育しており、盛り土によって呼吸が妨げられることから、コーラルと工事車両等の往来に伴う土壌填圧による影響が大きいと考えられる。

現時点で考えられる手だては

- ① 枯れ枝を削除して切り口にトップジンMペーストを塗布すること。
- ② コーラルを除去すること。可能であれば、表層の細根を増加させるため、有効土層とされる20~40cmまで土壌を軽く耕耘し、元の土壌に完熟した堆肥を混入して施す。
- ③ 水抜きを入れる（C.Dを除く）
- ④ 活力剤の樹幹注入

などであるが、以上のことを実行した後に余力があればシロアリ駆除（土壌だけでなく、腐朽部からの加圧注入）を実施する方が好ましい。



写真-9 長竹のマツ並木（台風被害直後） 具志川村



写真-10 長竹のマツ並木（台風被害3ヶ月後）

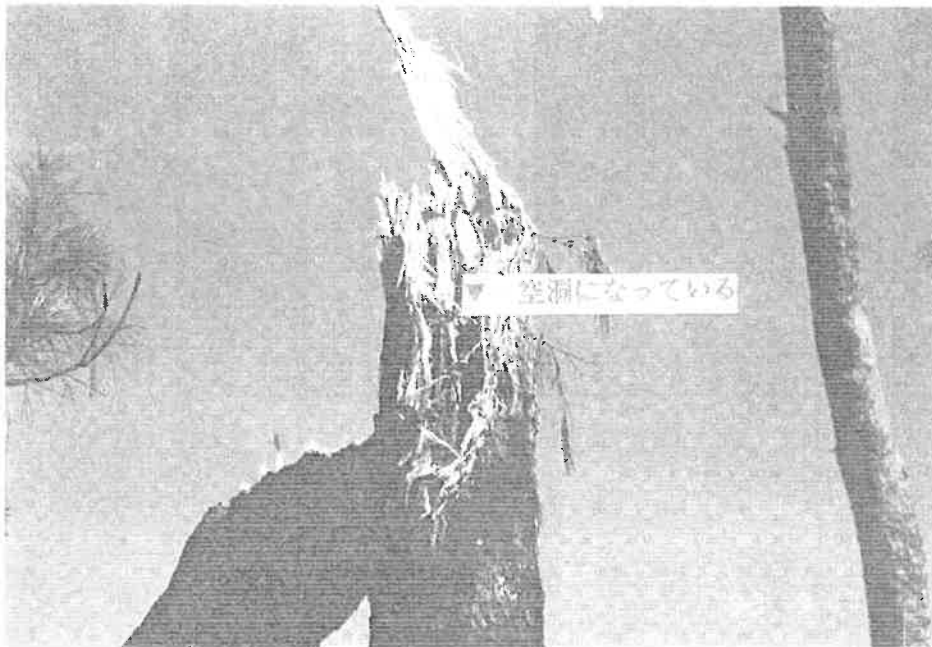


写真-11 シロアリ被害による空洞木（長竹のマツ並木）



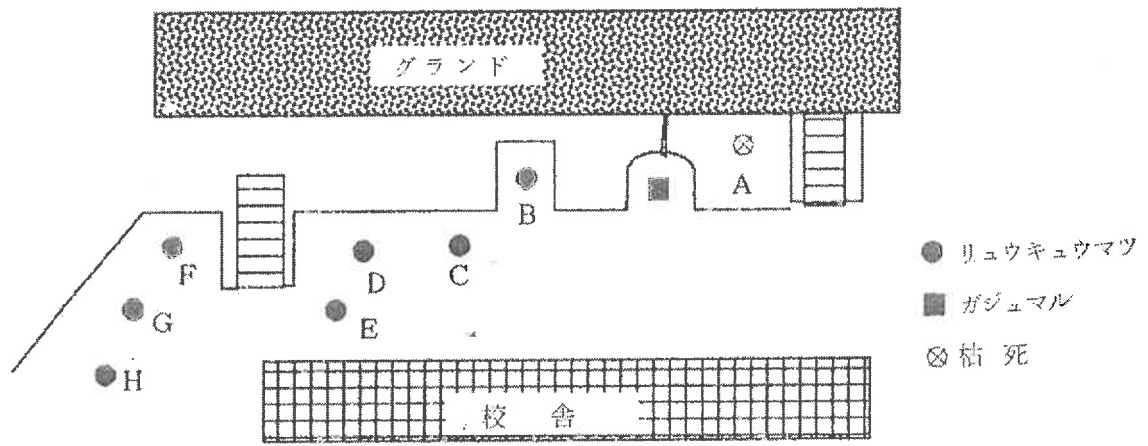


図-5 大岳小学校立木配置図

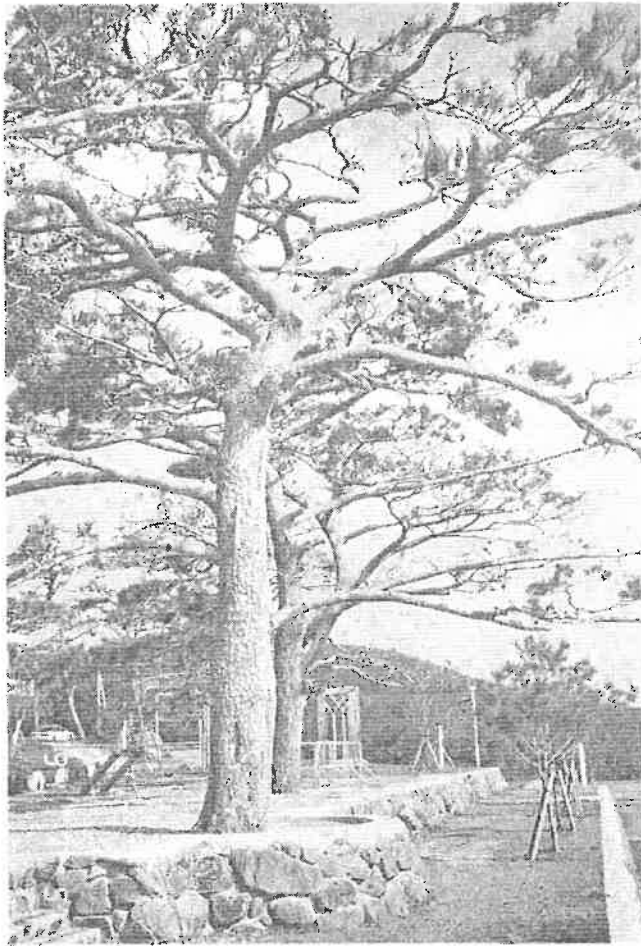


写真-12 大岳小学校マツ大径木  
(図-5中B)

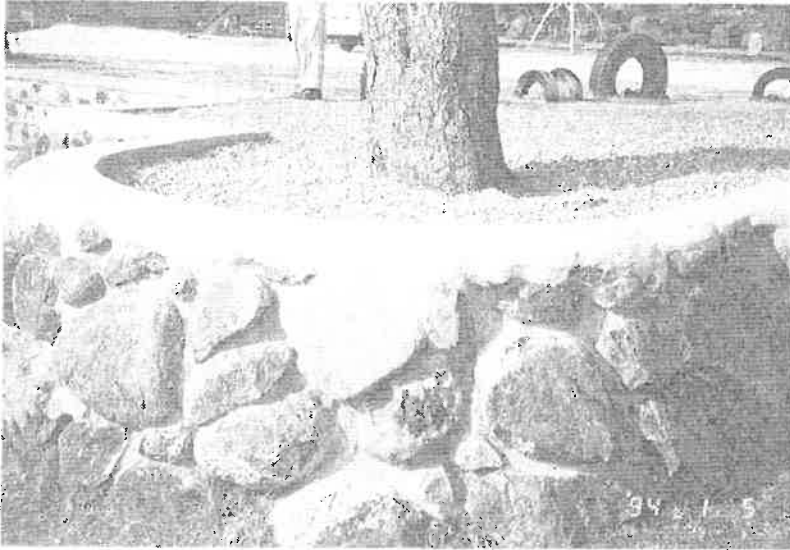


写真-13 図-5中Bの  
地際付近（大岳小学校）



写真-14 図-5E、F  
の立木（大岳小学校）



写真-15 E立木の地際付近

5) 青少年旅行村リュウキュウマツ林

(1) 調査方法

調査は、仲里村島尻の青少年旅行村内にあるリュウキュウマツ林（40年生）において実施した。この林分は、約4 haの面積があり、一部にはキャンプ場として利用されている。調査は、被害程度が標準的な箇所2箇所において、20×20mの方形プロットを設定し毎木調査を行い、折損状況と着葉量の調査を行った。

(2) 調査結果

表-4に、毎木調査結果を示す。青少年旅行村のある島尻地域は、台風の目が通過した箇所である。

この林分の平均胸高直径は20.2cm、平均樹高は10.9～11.2m、haあたり本数は1,175～1,000本である。折損は15本、倒伏は2本であった。また、多くの立木で幹折れがみられ、その高さはP-1では1.4～5.2m、平均で2.7m、P-2では、0.5～5.7m、平均で3.1mであった。マツは、深根性で風害に大して強健な樹種であるが、ほとんどの立木は着葉量も著しく減少し、今回のような暴風と、土壌の深さが薄い場合においては倒木もみられる。

また、プロット内にみられた折損、倒伏の多くは、Nを中心としてNW～NEの方向で折損または倒伏しており、特にNNEの本数が最も多い。従って、被害を与えたであろうS、SSEの風は機器の故障中に生じている可能性がある。

表-4 毎木調査結果

PLOT	平均直径 cm	平均樹高 m	折損本数 本	倒伏本数 本	幹折位置 m
1	20.2	10.9	9	2	2.7
2	20.2	11.2	6	0	3.1

表-5 折損・倒伏方向別本数

方位	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
本数	3	7	1	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	4	2

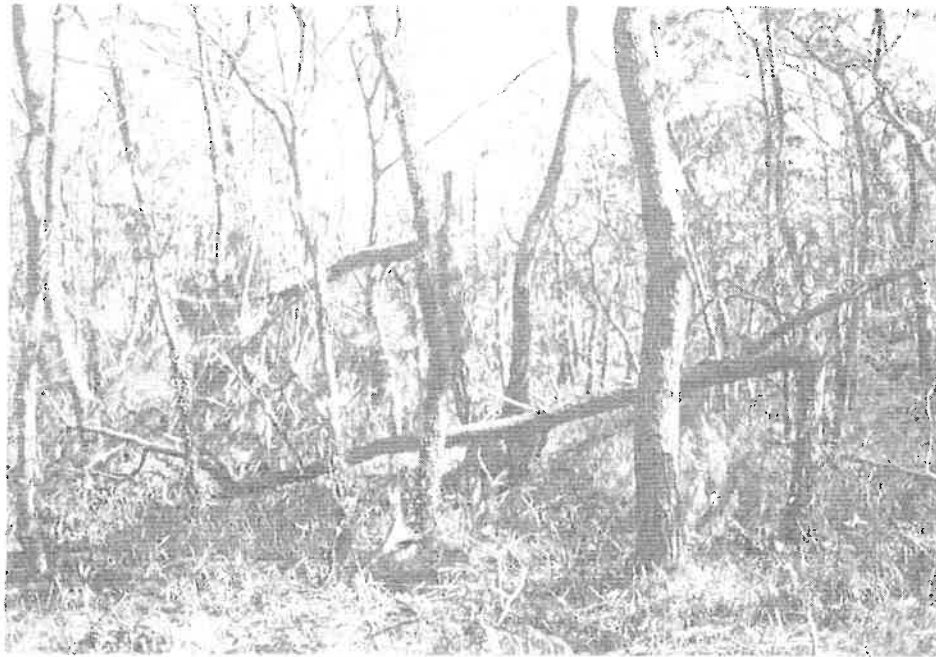


写真-16 リュウキュウマツ林の被害状況（仲里村島尻）

#### 6) 電柱の折損被害

今回の台風13号による、久米島の被害のうち、特記すべきことは電柱の折損被害が多くみられたことにある。電柱の折損被害は、図-2に示すように、6箇所合計38本見られた。このうち、図中Bの20本が最も多く、ついでイーフビーチ近くの8本、サンリゾート付近の6本となっている。

まず、この被害地の特徴としては、地点B付近では白瀬川が兼城港に向かって流れており、その河口付近は崖状に切り立った地形をしており、河口から緩やかな傾斜面上部に向かって、風が収れんしやすい地形となっている。

また、イーフビーチ近くの被害は、フサキナ岳と島尻の谷間に位置することからやはり風が収斂しやすい地形である。

つぎに、地点A付近は平坦な地形面が広がっているが、図-4に示すように、被害箇所は、防風林の切れ目に位置し、このことによって被害をもたらしたものとする。また、この地域の状況から、防風林の背後に位置する電柱は被害がなく、防風林は暴風に対しても、ある程度の風速低減効果があるのではないかと考えられる。

これらの結果からすると、谷間や地形要因から風の収れんしやすい箇所では防風林を造成する際には、その切れ目をつくらぬような配慮が必要である。

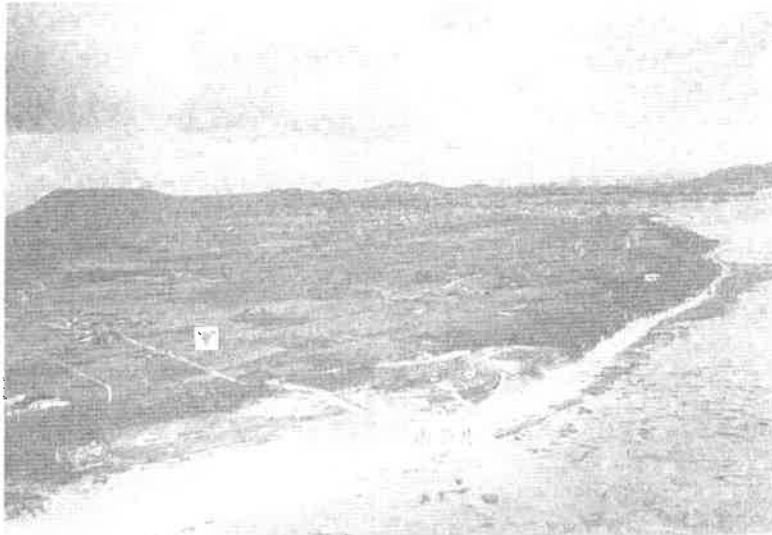


写真-17 サンビーチリゾート付近の遠景（具志川村）

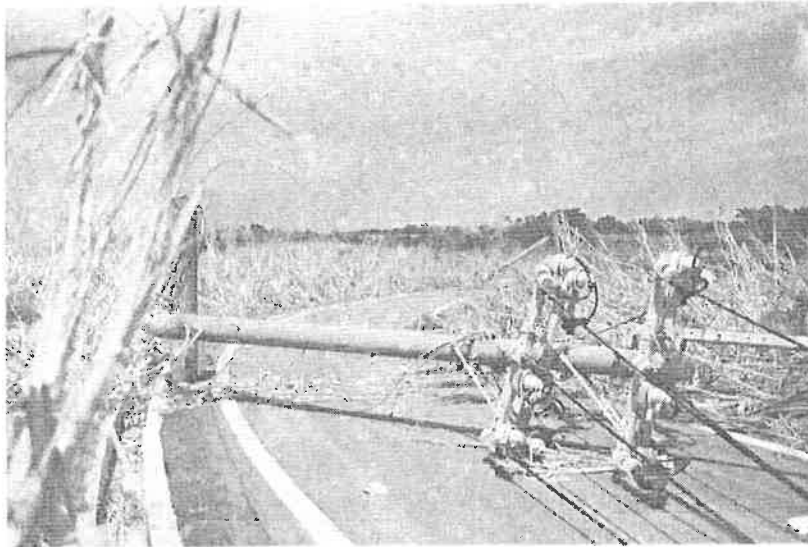


写真-18 電柱の折損被害（幸地秀政氏提供）

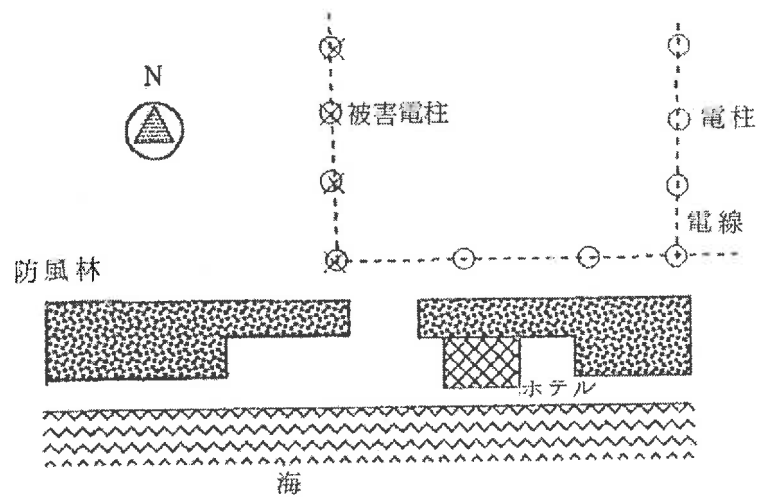


図-4 電柱の被害模式図

#### 4) 樹種別被害状況

久米島地域の樹種別の被害状況は、大半の樹木が暴風被害を受けているが、殆ど見られなかったものとしては、フクギ、テリハボク、クサトベラ、リュウキュウコクタン、であった。(写真-19～24)

特に、フクギについては壊滅的な被害にあったモクマオウ林内において健全な状態を示し、防風林の恒久的な樹種としての検証になった。

一方、物理的被害の大きかった樹種としては、モクマオウ、アカギ、ナンヨウスギ(枝折れが多いが、幹折れは見られなかった)であった。

また、リュウキュウマツについては、沖縄本島においては、ほとんど被害が見られなかったが、久米島においては幹折れ枝折れが多くみられた。この原因は、最大風速差(久米島において最大風速36.3m/s、瞬間最大53.9m/s、那覇における最大風速29.8m/s、瞬間最大51.2m/sであった)によるのか、あるいは吹き方(ダウンバースト)の相違によるのか明らかでないが、シロアリ等による空洞化も被害拡大の一因となっているようである。

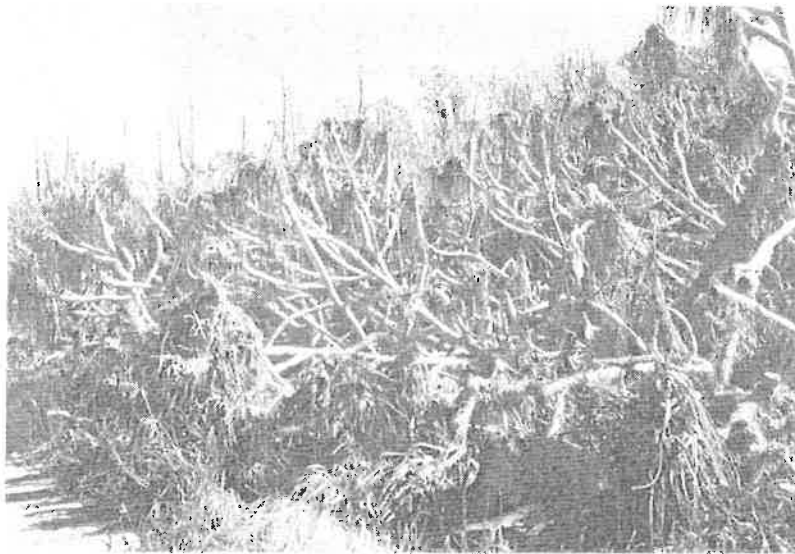


写真-19 アダン  
(仲里村島尻)



写真-20 クサトベラ  
(仲里村イーフビーチ)

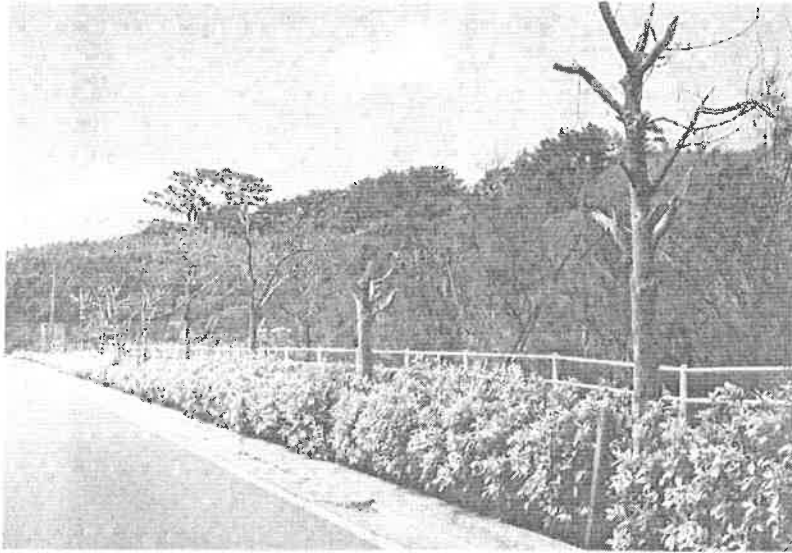


写真-21 アカギ  
(仲里村)

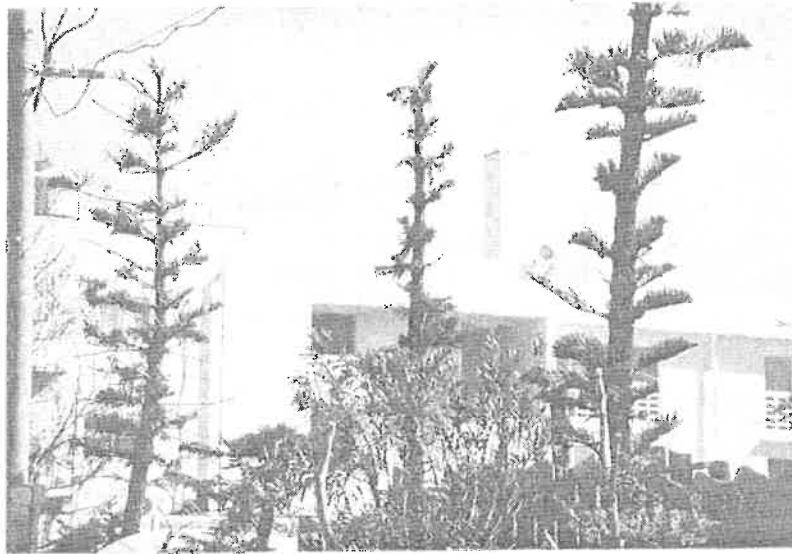


写真-22 ナソユスギ  
(仲里村)

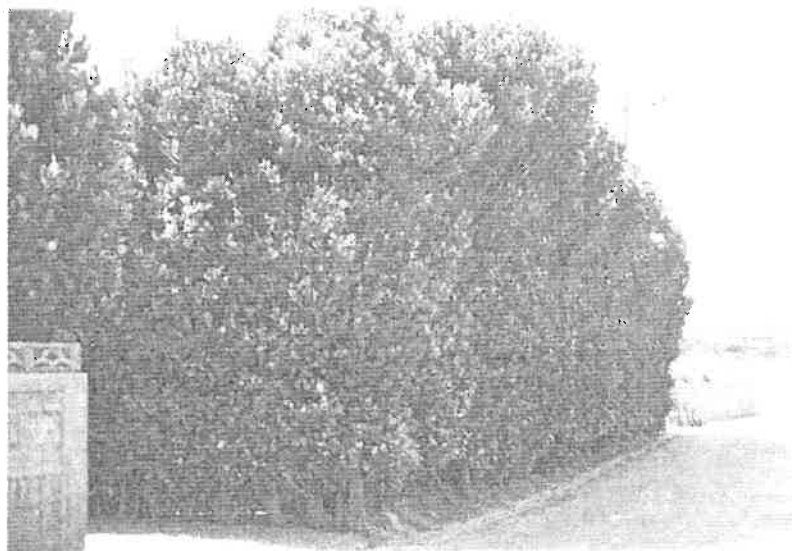


写真-23 フクギ  
(仲里村)



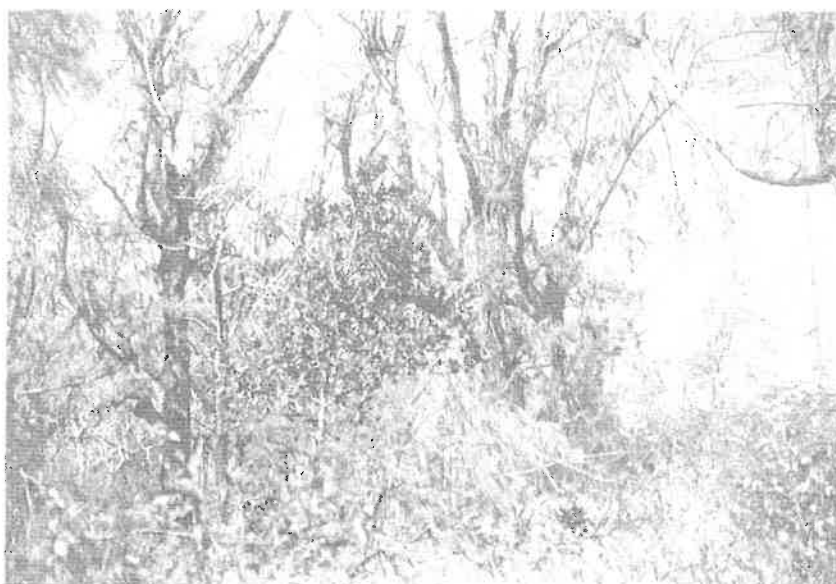


写真-24 防風林内のフクギ (具志川村)

## まとめ

- ① モクマオウ防風林は、今回のような暴風においては壊滅的な被害を受ける。
- ② 壊滅的な被害を受けたモクマオウ立木であっても、削剥を受けなかった場合には良好な回復がみられる。
- ③ フクギは、恒久的な防風林樹種として適当である。
- ④ リュウキュウマツ大径木は、シロアリ被害により暴風に対する耐性が低減される。

## 引用文献

- 1) 気象庁：気象技術報告書第102、P.1～181
- 2) 沖縄県：沖縄県災害誌、PP.533、昭和52年
- 3) 気象庁：気象年鑑、1991
- 4) 沖縄県：沖縄県農林水産行政史第7巻、P309～377、平成元年
- 5) 桜田正美：気象37・11、P.20、1993
- 6) 仰木重蔵：グリーンエイジNo.10、2、P.22～25、1960
- 7) 日本造林協会：台風19号等による森林災害の記録、PP.118、平成4年
- 8) 平田功、生沢均、寺園隆一：沖縄県林試研報No.35、P31～38、1992
- 9) 当間秀世：みどり10号、P.10～12、1962
- 10) 荻住 昇：樹木根系図説、誠文堂新光社



# 資 料

# 菌床シイタケ栽培試験

—秋山20号菌の菌床栽培試験—

比 嘉 享

## 1. はじめに

本県のシイタケ生産は、生シイタケの原木栽培が主であるが、近年、試験的に菌床栽培も行われるようになった。菌床栽培の利点は、原木栽培に比べ菌床原料のオガコが入手しやすいこと、省力化ができることなどである。菌床栽培の現場では、品種、栽培方法とも本土の手法がそのまま導入されており、本県の気候に適した品種の選抜と培養から発生操作にかけての温湿度の解明、害菌対策などが課題としてあげられる。そこで今回は、原木栽培で従来本県の気候的特性に合うことから利用頻度の高いA-20号菌の、菌床用種菌としての可否を形状について検討した。

## 2. 材料と方法

### 2) 栽培の全工程

栽培工程を図-1に示す。

栽培作成：平成5年8月3日に、タイワンハンノキを原料とするオガコと栄養素（製品名「テンバック」：森産業）を8対1の割合で混合攪拌した。含水率は65%程度になるように調整し、ポリプロピレン袋に詰め、16袋作成した。培地は1袋1kgである。

滅菌と植菌：滅菌は120℃で80分間おこない、24時間放冷後、4ccの種菌を植え込んだ。

培養と熟成：培養は培地に菌糸が蔓延し、更に表面が20～30%褐色になった時点で終了とした。培養終了後、袋を破り取り除いた。熟成は培地が50%以上褐色化した時点でほぼ完了とみなした。培養温度は培養、熟成とも25℃とした。湿度調整は特に行わなかった。

発生：発生は室内の発生器内（1㎡）でおこなった。平成6年3月14日から、発生操作として毎日同時時間帯に菌床へ水を十分に噴霧した。発生器内の平均気温は16.5℃、湿度は80～90%とした。

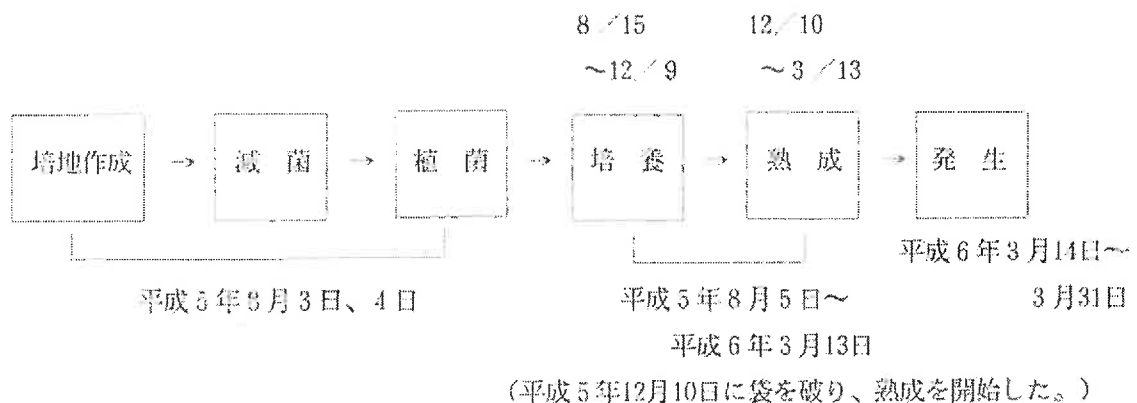


図-1 栽培の工程

表-1 試験区一覧

区分	品種名	供試個数	培地作成	植 菌	発生操作開始 発生終了
菌床	A-20号菌	16袋	H.5. 8/3	H.5. 8/4	H.6. 3/14~ H.6. 3/28
原木	A-20号菌	15本	--	H.5. 2/17 2/18	H.5. 10/15~ H.6. 1/31

2) 菌床用品種とA-20号の発生状況

発生操作は、平成6年3月14日に同時に開始した。子実体が7~8分程度開いた時点で随時採集し、測定した。傘径と子実体長の測定はmmを単位とし、重量はgを単位とした。測定の項目は、傘径、子実体長、重量とした。著しく変形した子実体は重量のみを測定した。

3) A-20号の原木栽培の子実体と菌床栽培の子実体の形状比較

原木栽培の子実体のデータは、平成5年度の新ほだてである15本のイタジイ原木から発生した子実体から供した。計測、計量については、2)に準じた。

3. 結果及び考察

1) 栽培の全工程

培地作成から発生までに約8ヶ月を費やしたが、同じ菌床栽培のクロアワビタケが通常、培養で約40日、1kg培地の収穫の完了が約60日程度であることを考えると、今回のシイタケは収穫までに約2倍の日数を費やす結果となった。発生操作後の発生は、1週間程度と比較的短い期間ですむことから、栽培期間の短縮には、培養・熟成期間の再検討が必要である。武藤<sup>1)</sup>は培養後の10-1Xの光線の照射が皮膜および原基の形成を促すとしているが、袋破後の熟成が急速であったことから、袋破による菌体の大気との接触は光と同様に熟成を早める要因と考えられる。そのため袋破の時期を早めることを次回の課題としたい。

2) A-20号の発生状況と菌床栽培と原木栽培との子実体の形状比較

A-20号は発生操作開始(3/14)6日後(3/20)から収穫可能となった。表-2に菌床と原木の子実体の傘径、子実体長、平均重量を比較して示す。

表-2 A-20の菌床栽培と原木栽培の子実体の比較

区 分	健全個数 (個)	傘径の平均値 (mm±SD)	子実体長の平均値 (mm±SD)	総発生個数 (個)	重量の平均値 (g±SD)
菌 床	362	40.7±9.7	52.6±11.1	451	5.8±3.8
原 木	237	44.9±12.1	43.6±11.2	252	11.3±6.4

(1) 傘径について

菌床、原木それぞれの平均値は、40.7mm、44.9mmで菌床の値が比較的小さい。

(有意水準1%)

(2) 子実体長について

菌床、原木それぞれの平均値は、52.5mm、43.6mmで菌床の値が比較的大きい。

(有意水準1%)

(3) 子実体の重量について

菌床、原木それぞれの平均値は、6.0g、11.3gで菌床の値が比較的小さい。

(有意水準1%)

表-3で、A-20号菌の菌床栽培の結果を各培地ごとに示す。また収量について示したのが、図-2である。1kg培地の平均収量は、164.6gである。最高値はNo.6の249.5gで、最低値はNo.4の4.9gであった。

表-3 A-20号菌の菌床栽培の結果

No.	総発生数	健全個数	子実体傘径	子実体長	総収量	一個当重量
No.1	10	10	42.9	57.0	129.9	13.0
No.2	33	30	38.6	52.3	201.5	6.1
No.3	27	27	44.7	58.2	196.7	7.3
No.4	37	36	36.8	45.5	187.3	5.0
No.5	63	47	36.4	47.3	249.5	4.0
No.6	8	8	54.3	65.5	113.5	14.2
No.7	2	2	68.8	72.7	52.5	26.3
No.8	31	28	41.0	53.8	203.9	6.6
No.9	29	27	44.5	53.0	192.7	6.6
No.10	34	31	37.9	53.8	196.5	5.8
No.11	53	31	41.0	53.4	242.2	4.6
No.12	52	34	38.1	50.1	212.1	4.1
No.13	16	16	44.8	59.8	141.4	8.8
No.14	6	6	52.4	50.6	87.5	14.6
No.15	50	29	41.2	52.7	221.9	7.7
計	451	362		平均値	175.3	

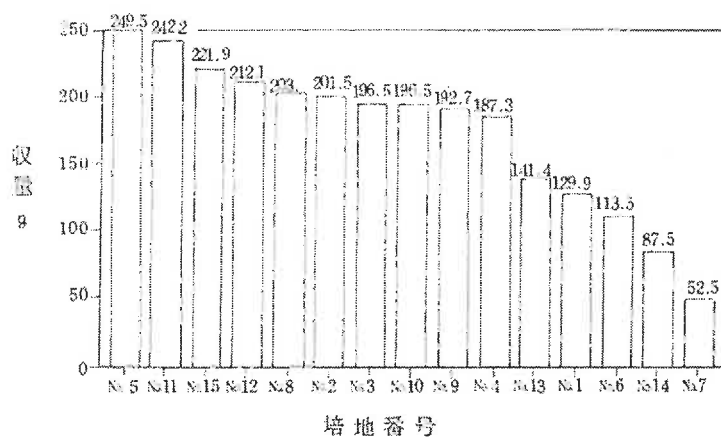


図-2

表-6をもとに、図-3で発生個数と傘径の関係を示した。発生個数が増加すると傘径が小さくなる傾向が認められた。図-4で発生個数と子実体長の関係を示した。ここでも、個数と子実体長は反比例している。図-5で発生個数と子実体一個当たりの重量の関係をしめた。ここも図-3、4と同様であった。図-6で発生個数と総収量の関係を示した。ここでは個数の増加に伴い総収量も増加してゐる。

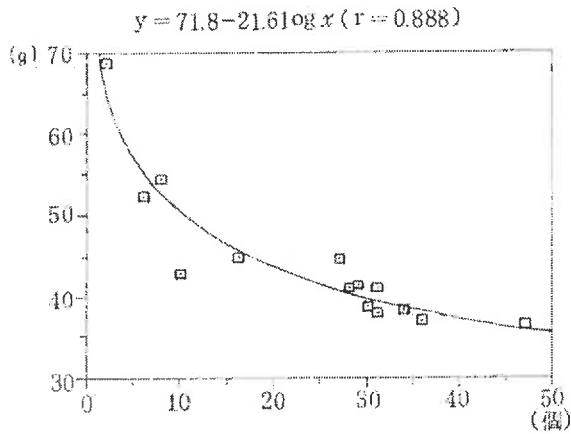


図-3 発生個数と傘径

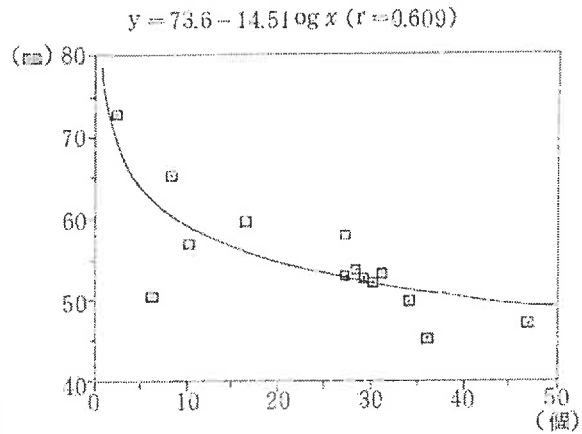


図-4 発生個数と子実体長

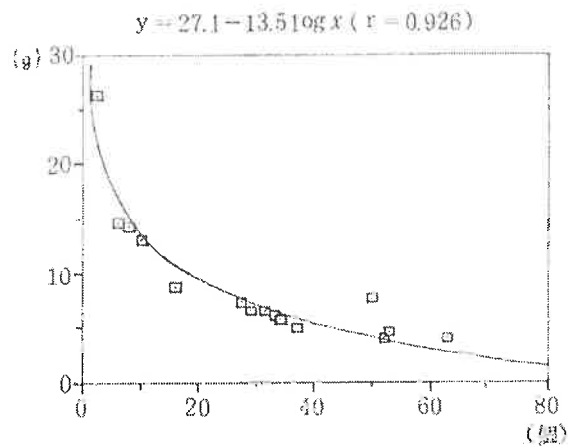


図-5 発生個数と一個当の重量

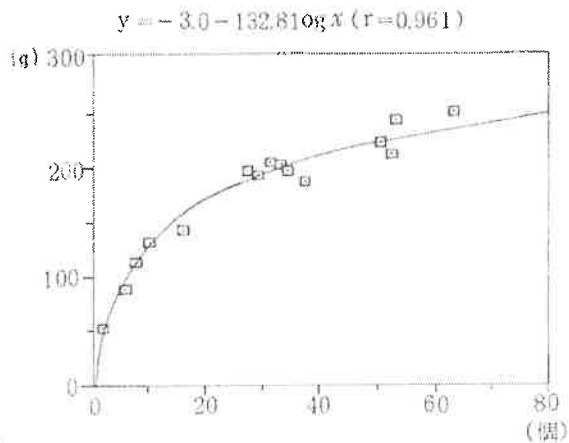


図-6 発生個数と総収量

#### 4. おわりに

A-20号品種の菌床からの発生は可能である(写真-1)が、原木からの子実体と形状比較すると、菌床からの子実体は、傘径、一個の重量共に小ぶりとなり、長さにおいては徒長するなど、原木栽培に比べ形状で劣る点があるため、次回の課題としたい。(写真-2)

また、図-3~図-6で示されるように、子実体個々の傘径、長さなどの形状は、発生個数と深く係わっており、菌床栽培をするうえでは、この発生個数のコントロールが重要な技術的課題である。

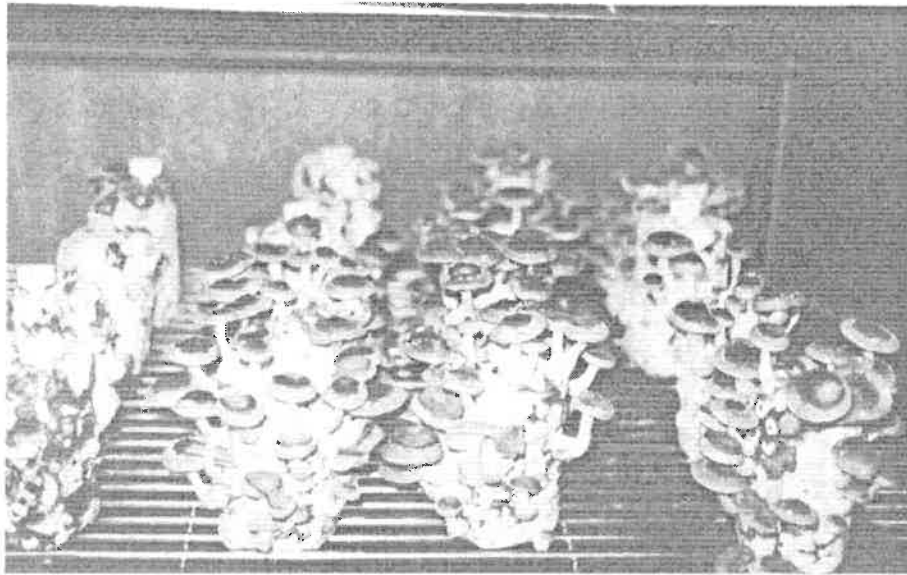


写真-1 A-20号の菌床からの発生状況

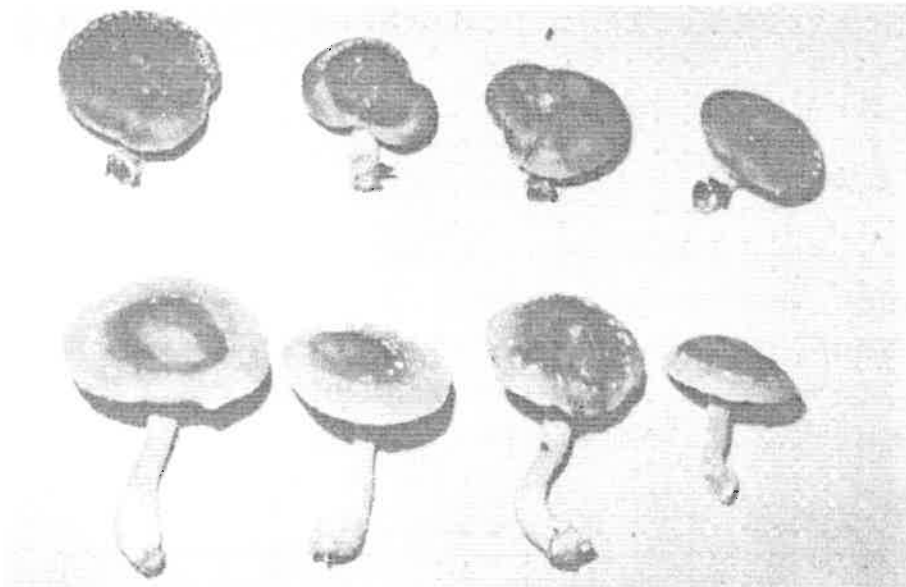


写真-2 A-20号の原木からの子実体（上）と  
菌床からの子実体（下）

## 引用文献

- 1) 最新バイオテクノロジー全書編集委員会（武藤治彦）：「きのこの増殖と育種」（農業図書）、185、1992

# シイタケ栽培の改善試験

—浸水時間と子実体の形状および収量について—

比 嘉 享  
近 藤 博 夫  
嘉手苺 幸 男

## 1. はじめに

従来の新ほだの浸水時間は、8～10時間が標準とされている<sup>1)</sup>。しかし、その浸水時間を経験的な判断に基づいて調整する生産者が一部にみられる。浸水時間を短縮することによって発生する子実体は形状および重量が均一になるとの考えから、3時間程度の浸水を実施している。市場では形状、重量ともバラツキが小さく均一なものが商品として好まれる傾向があつて、できるだけ形状を均一にし、きのこの市場価値を高めたいというのが、浸水時間を短縮する主な理由である。

そこで今回は従来の浸水時間である8時間区と短縮された3時間区とを設定し、収穫される子実体の形状および重量について検討する。

なお、報告にあたり御指導・ご協力いただいた琉球大学木材化学研究室 金城一彦博士に厚くお礼申し上げる。

## 2. 材料と方法

原木はイタジイを用い、平成5年2月16日、17日に南明治山で伐削した。供試木の調整は末口径が平均10cm前後に、長さが90cmになるように調整した。種菌は本県で多用される秋山20号、秋山580号を用い、植菌は同月17日、18日に実施した。植菌後発生舎内で井桁状に組み、約30日間管理し、3月17日に人工ホダ場へ移した。浸水年月日、浸水時間の区分、回数、供試本数等については表-1の試験区一覧に示す。また、試験期間の気象を表-2に示す。

表-1 試験区一覧

供試種菌	区 分	供試本数	1回目 浸水日	2回目 浸水日	3回目 浸水日	4回目 浸水日	5回目 浸水日
A 20 号	3時間浸水区	15	1993年 10/15	1993年 11/11	1993年 12/16	1994年 1/13	1994年 2/14
	8時間浸水区	15					
A 580 号	3時間浸水区	15					
	8時間浸水区	15					

※A-20号は発生温度16℃～22℃、発生型 高温性（夏秋型）

※A-580号は発生温度10℃～20℃、発生型 中温性（秋春型）

表-2 収穫期間の気象（名護測候所）

	H. 5					H. 6							
	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月
平均気温	16.2	17.6	20.0	24.2	26.7	28.8	28.4	27.1	24.1	22.2	18.0	16.4	16.5
最高気温	19.6	20.5	22.9	20.0	29.4	31.8	31.5	30.3	27.0	25.3	20.9	19.6	19.1
最低気温	12.7	14.8	17.1	21.4	24.3	26.6	26.0	24.4	21.5	19.5	15.3	13.2	13.5
平均湿度	66	72	76	78	81	80	77	76	70	75	66	69	69
降雨量	90	66	99	190	127	135	61	183	148	74	31	96	101
（↑ 平年315mm）													

### 1) 浸水時間と傘径および重量の関係

ほだ木は浸水処理後、発生舎に移し、子実体の傘が7～8分程度開いたところで収穫した。収穫後傘径、重量を計測・計量した。単位はそれぞれmm、gとした。著しく変形したものについては、測定の対象外とした。傘径、重量とも、3時間、8時間両処理区の平均値の差の検定をおこない、浸水時間の違いが傘径、重量に及ぼす効果を検討した。また、標準偏差の比の検定を行い、浸水時間のバラツキに及ぼす効果を検討した。浸水処理後2～3日程度で発生は始まり、その後1週間ではぼ終了した。

試験期間の気象を表-2で示す。

#### (1) A-20号における浸水時間と傘径および重量の関係

1)の方法に準じA-20号菌の処理区別の傘径、重量について検討した。

#### (2) A-580号における浸水時間と傘径および重量の関係

1)の方法に準じA-580号菌の処理区別の傘径、重量について検討した。

### 2) 収穫期間における種菌の品種別の収量パターン

収穫期間は平成5年10月16日から平成6年2月下旬までとし、種菌別の収量パターンを調べた。

## 3. 結果と考察

### 1) 浸水時間と傘径および重量の関係

#### (1) A-20号における浸水時間と傘径および重量の関係

表-3から傘径の平均値は、3時間区、8時間区それぞれ44.9mm、43.3mmで有意差は認められなかった。次に傘径、バラツキについても特に差は認められない。(有意水準1%)

重量については、平均値が、3時間区、8時間区それぞれ11.3g、10.6gで有意差は認められなかった。バラツキについては3時間区の値が比較的小さいことが認められた(有意水準5%)が分布型の尖度は8時間区が大きな値を示した。



表-3 A-20の浸水時間と傘径および重量の関係

浸水時間	健全個数 (個)	傘径の平均値 (mm±SD)	総発生個数 (個)	重量の平均値 (g±SD)
3時間区	237	44.9±12.1	252	11.3±6.4
8時間区	245	43.3±10.6	256	10.6±7.3

(2) A-580号における浸水時間と傘径および重量の関係

傘径の平均値は、3時間区、8時間区それぞれ48.7mm、46.9mmで有意差は認められなかった。パラッキについては、3時間区がより大きいことが認められた。(有意水準1%)

重量の平均値は、3時間区、8時間区それぞれ13.2g、12.6gで有意差は認められなかった。パラッキについては3時間区の値が比較的大きいことが認められた。(有意水準1%)

表-4 A-580の浸水時間と傘径および重量の関係

浸水時間	健全個数 (個)	傘径の平均値 (mm±SD)	総発生個数 (個)	重量の平均値 (g±SD)
3時間区	203	48.7±13.9	244	13.2±11.1
8時間区	265	46.9±11.3	317	12.6±7.7

A-20号菌については、浸水時間の時間短縮によって、子実体の重量に均一化する傾向が認められ、従来の浸水時間より3時間浸水が有効であることがわかる。しかし、A-580号については、時間短縮は均一化においてはむしろ、負の要因になっている。

3) 収穫期間における種菌の品種別の収量パターン

平成5年10月15日～平成6年2月末日までの4ヶ月半の収穫期間で5回にわたり発生作業を行った。その発生状況を表-5、表-6に示す。

表-5 A-20の発生状況

	3時間区			8時間区		
	発生個数	発生重量	1個当重量	発生個数	発生重量	1個当重量
1回目	66	676.8	10.3	87	724.3	8.3
2回目	51	906.0	17.8	57	904.1	15.9
3回目	51	515.7	10.1	81	794.9	9.8
4回目	84	750.5	8.9	24	222.5	9.3
5回目	0	0.0	1.0	7	73.8	10.5
計	252	2,849.0	11.3	256	2,719.6	10.6

表-6 A-580の発生状況

	3 時 間 区			8 時 間 区		
	発生個数	発生重量	1個当重量	発生個数	発生重量	1個当重量
1回目	18	249.3	13.9	14	227.5	16.3
2回目	34	797.5	23.5	67	1,360.9	20.3
3回目	142	1,533.8	10.8	130	1,599.7	8.9
4回目	35	397.0	11.5	33	469.9	14.2
5回目	10	173.2	17.8	23	350.5	15.2
計	239	3,160.8	13.2	317	4,008.5	12.6

表-5、表-6をもとに、発生操作ごとの発生個数、発生重量、一個当重量をグラフで示す。

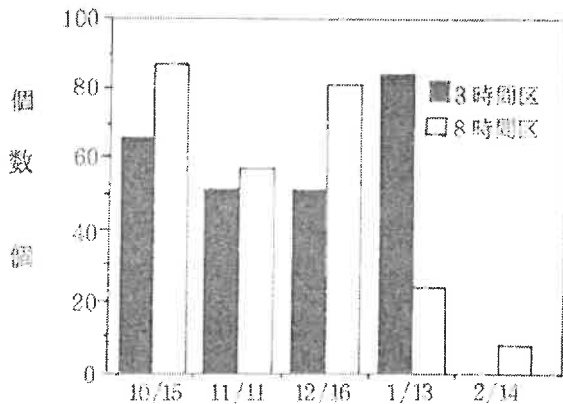


図-1 浸水時間別の発生個数の推移 (A-20)

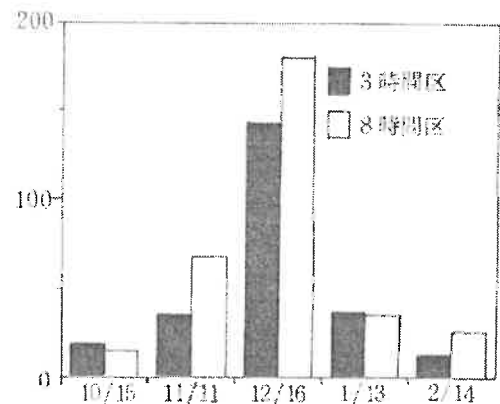


図-2 浸水時間別の発生個数の推移 (A-580)

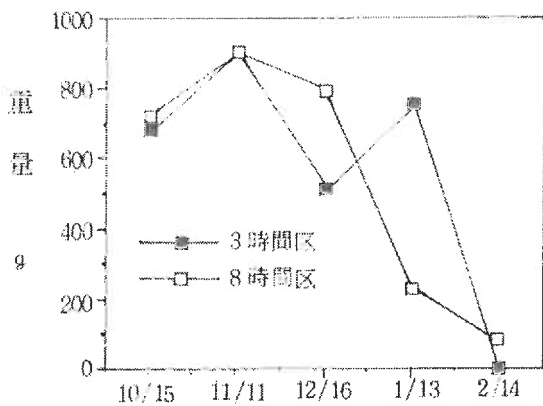


図-3 浸水時間別の発生重量の推移 (A-20)

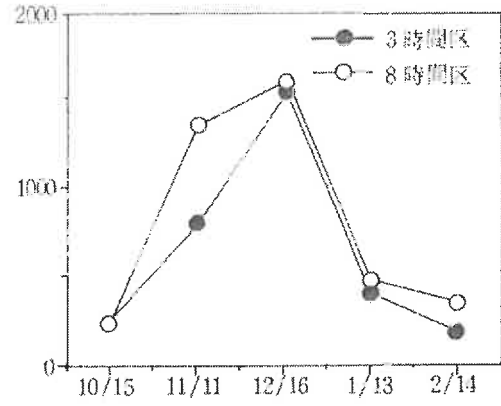


図-4 浸水時間別の発生重量の推移 (A-580)

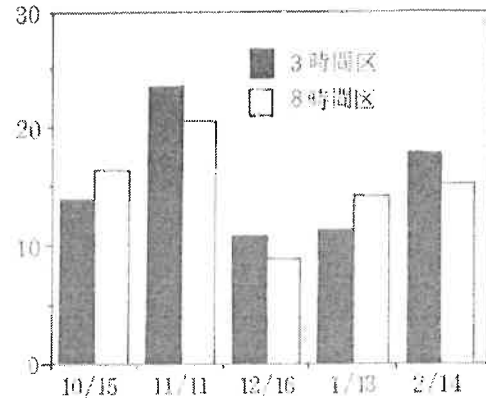
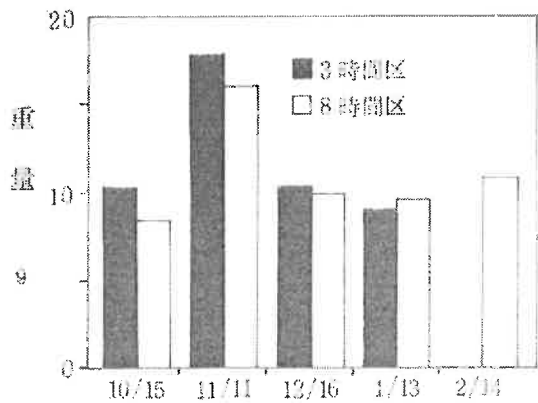


図-5 浸水時間別の1個当重量の推移 (A-20)

図-6 浸水時間別の1個当重量の推移 (A-580)

#### 4. おわりに

発生温度を10℃～20℃とする中温性のA-580号品種には、浸水時間の短縮が、発生する子実体を均一にするという効果は認められなかった。発生期間を通じてみせた収量パターンについては、処理区間に特徴的な差はみられないことから、品種本来の特性に負うところが大きいと思われる。

発生温度を16℃～22℃とする高温性のA-20号品種でも、3時間、8時間の両試験区間に、形状や重量にあたる影響の決定的な違いは認められなかったが、均一なきのこ生産をすすめていくうえで指標となる重量のバラツキや分布型の尖度などには、違いがみられた。

収量パターンでは、図-1、図-3にみられるように、夏播区が比較的安定するという結果が得られた。

#### 引用文献

- 1) 沖縄県林務課：しいたけ栽培技術の手引き、p16、平成元年3月（1989.3）