

論文

シイタケほだ木の黒腐れ病調査のための山浦試験地の気象*1

角田光利*2 · 谷口 實*2 · 宮崎和弘*2 · 故日高忠利*2 · 久保田暢子*2
 松尾芳徳*3 · 石井秀之*3 · 野上知美*3

角田光利・谷口 實・宮崎和弘・故日高忠利・久保田暢子・松尾芳徳・石井秀之・野上知美：シイタケほだ木の黒腐れ病調査のための山浦試験地の気象 九州森林研究 60：18-23, 2007 1990～1992年の各年の4～11月に大分県玖珠郡山浦に伏せ込んだシイタケほだ木には黒腐れ病が発生したが、熊本市の九州支所実験林に伏せたほだ木には発生しなかった。山浦では全期間伏せ込んだ害菌接種区と対照区とで被害本数率に差はなかったが、8月に山浦に搬送し、伏せ込んだ害菌接種区の被害本数率は対照区より高く、接種効果が認められた。山浦は冷涼で旬ごとの気温は10.2℃から23.6℃の範囲であり、ほだ木の中央部分の辺材部の温度は気温とほぼ同一であった。飽差は梅雨時期までは支所実験林のヒノキ・コジイ混交林と大差ないが、8月以降混交林が高くなるのに対して、山浦では低くなった。降雨量、降雨時期等は年により異なった。ほだ木重量は、8月または9月以後支所実験林では急速に減少したが、山浦では減少の割合は緩慢であった。山浦の9、10月の辺材部の含水率は比較的高く維持された。

キーワード：シイタケ、黒腐れ病、気象

I. はじめに

1970(昭和45)年から1976年頃まで宮崎、大分および熊本3県にまたがる地帯でシイタケほだ木の黒腐れ病の被害が急速に広まり、本病害に関する多方面の調査研究がおこなわれた(4, 5, 6)。その中で病害の発生環境に関しても調査が行われた結果、本病害は標高が高く、冷涼、多雨・低蒸発量の地帯において、4～10月の種々の気象条件によって病害が引き起こされると結論づけた(6)。当時は、野外で長期間気象を観測するために開発された機器はほとんど無く、発生環境について具体的な気象データとして示されたものはほとんど無い。また、野外で本病害の原因菌と考えられる *Hipocrea nigricans* および *Trichoderma harzianum* 等をほだ木に接種し、本病害の再現を試みたが、常襲地以外での確実な再現は難しく、また常襲地では対照区も被害を受け、本病害の発生機構の解明には至っていない。従って、本病害を接種試験によって人工ほだ場等で再現するためにも気象に関する数値データは必要である。本試験地におけるシイタケほだ木の黒腐れ病の発生については、既に谷口らが報告し、本試験地では常に本病害が発生することを確認した(7)。そこで、その後本試験地で観測された気象データと本病害が発生しない森林総合研究所九州支所実験林(熊本市)のデータと比較した。

II. 材料および方法

試験は1990～1993年の3年間行い、供試木として宮崎県諸塚村産の1mに玉切りした直径6～17cmのクスギ原木を用い、1処理区当たり15本を供試した。シイタケは市販のヤクルト181号の種駒種菌を用いて、各年の2月に1日間で各原木に直径(cm)の1.5倍数接種した(表-1)。

表-1. シイタケ種菌接種および伏せ込み作業日程

作業	1990年	1991年	1992年
シイタケ接種	2/15	2/21	2/6
山浦4月伏せ込み	4/19	4/19	4/27
山浦8月伏せ込み	8/16	8/20	-
支所実験林内伏せ込み	2/21	2/27	2/7

山浦：山浦 A, 山浦 B
 支所実験林：ヒノキ・コジイ混交林, 原野

表-2. 試験地の状況

項目	大分県玖珠郡山浦		熊本市、支所実験林	
	山浦 A	山浦 B	ヒノキ・コジイ混交林	原野
林況	クスギの樹高6～10mの疎林、樹冠は疎開		混合歩合60%, 630本/h、樹冠は閉鎖	北はテーター松林、周囲は約1mのクスギ、ヒノキ林
庇蔭材の遮光率	85%		-	85%
地況	平地		東南東に面した緩斜面	西に面した緩斜面
標高	約650m, Bから約50m離れ、標高約2m高い		約90m	約130m

*1 Tsunoda, M., Taniguchi, M., Miyazaki, K., late Hidaka, T., Kubota, N., Matsuo, Y., Ishii, H. and Nogami, T.: Climate of 'Yamaura' experimental field for *Trichoderma* disease of *Lentinula edodes* on bed-logs

*2 森林総合研究所九州支所 Kyushu Res. Center, For. Forest Prod. Res. Inst., Kumamoto 860-0862

*3 大分県農林水産研究センターきのこ研究所 Mushroom Res. Inst., Oita Pref. Agri., For. And Fish. Res. Center, Akamine, Mie, Bungo-Ohno, Oita 879-7111

伏せ込み地として大分県玖珠郡玖珠町山浦のクスギ林2カ所(山浦AおよびB)、九州支所実験林(熊本市)のヒノキ・コジイ混交林(混交林)および原野を選定し、供試木を伏せ込んだ(表-2)。

混交林および原野にはシイタケ接種後、供試木を直ちに伏せ込んだ。山浦AおよびBに伏せ込む供試木はシイタケ接種後混交林に伏せ込み、4月下旬および8月中旬または8月下旬に当試験地に搬送して伏せ込んだ(表-1)。伏せ込み方法としては山浦AおよびBにおいてはよい伏せ、混交林および原野においてはムカデ伏せとし、庇蔭材として山浦A、Bおよび原野ではダイオシエード(庇蔭率85%の黒色)を用いた。

山浦AおよびBには *H. nigricans* としてN(KRCF-104=C-8207)および *T. harzianum* としてH1(後死滅)およびH2(KRCF-180)を接種したほだ木も伏せ込んだ(7)。害菌の接種源としてシイタケ種駒約250個を1000ml耐熱性容器に入れ、水道水を50ml加えて115~120℃で15分間高圧滅菌し、前もってPDA斜面培地に培養しておいた害菌の菌株の菌叢を接種し、28℃で約10日間培養した。伏せ込み日の7日以内に、混交林に伏せておいたほだ木の各シイタケ種駒の下方向約3cmの部分にシイタケ種駒接種と同様の方法で接種した(表-3)。各ほだ木に対する害菌の駒(木片)の接種数はほだ木の直径の1.5倍数であった。

表-3. 山浦試験地に伏せ込むほだ木へ害菌を接種した時期

供試木	1990年	1991年	1992年
4月伏せ込み木	4/16	4/16-17	4/17
8月伏せ込み木	8/14-15	8/15-17	-

気温および相対湿度を測定するために自記温湿度計(サトウ、オーロラ90II)を用いた。また、山浦Bでは気温を測定するためにサーミスターをセンサーとするデータロガー(カデックU)も用いた。降雨量を測定するため山浦Bおよび混交林では転倒型雨量計(0.5mm/1転倒)+データロガー(カデックUP)を用い、原野については熊本市の熊本地方気象台の雨量データを参照した。更に、山浦Bにおいては、データロガー(サンヨーDDR-5310)を用いてほだ木の辺材部の温度を測定した。すなわち、ほだ木の列内の1本の斜めに立てかけたほだ木について上端から10cm、中央、下端から10cmの部分に直径3~5mmの孔を穿ち、辺材表面から深さ5~10mmの部分に、銅・コンスタンタン(c.c)熱電対を埋め込み、エポキシ系接着材で固定充填を行った。

害菌無接種ほだ木(対照区)のほだ木について、毎月の中旬または下旬に重量を測定した。

1990年および1991年の4月に対照区と同様の方法で山浦A、Bおよび混交林に別途ほだ木を伏せ込み、毎月の中旬または下旬に2本づつ回収した。各ほだ木の上、中、下の部分から厚さ3cmの円盤を切り出し、辺材の表面から約1cm幅に周囲に沿って帯状に材を切り取り、105℃で恒量になるまで乾燥し、含水率を湿量基準で算出した。

被害の調査は11月下旬に行い、ほだ木の両端からそれぞれ約10cmの部分および中央部分の周囲を約5cmの幅で帯状に剥皮し、黒腐れ病の症状を呈するはた付き部分が存在すれば被害木とした。

Ⅲ. 結果および考察

山浦AおよびBに全期間(4~10月)伏せ込んだ対照区のほだ木にはムラサキホコリカビの発生を伴う典型的なシイタケほだ木の黒腐れ病の被害が生じたが、熊本市の九州支所実験林の混交林および原野に伏せ込んだほだ木には被害が発生しなかった(表-4)。混交林に伏せ込んでおき、8月に山浦AおよびBに搬送して伏せ込んだ対照区は、全期間伏せ込んだ対照区より被害本数率は低かった。

表-4. 各試験地に伏せ込んだ供試木の黒腐れ病の被害本数率(%)

試験地	接種菌株	4-11月伏せ込み			8-11月伏せ込み	
		1990年	1991年	1992年	1990年	1991年
山浦A	対照	21	27	33	7	0
	N	13	47	33	27	27
	H1	27	47	-	60	47
	H2	20	40	7	67	27
山浦B	対照	20	33	67	7	13
	N	40	33	60	27	27
	H1	40	20	-	60	27
	H2	7	40	20	73	33
ヒノキ・コジイ混交林	対照	0	0	0	-	-
	原野	0	0	0	-	-

N: *Hypocrea nigricans* (KRCF-104)

H1: *Trichoderma harzianum* (後死滅)

H2: *T. harzianum* (KRCF-180)

太字: ムラサキホコリカビの発生が認められた処理区

山浦AおよびBにおいて、供試害菌を4月に接種し、全期間伏せ込んだ接種区には被害が生じ、ムラサキホコリカビの発生も認められたが、被害本数率は対照区より低い場合と高い場合があり、接種効果は確認できなかった。各接種区の被害本数率は年により変動し、病原力の強弱も判断出来なかった。混交林に伏せ込んでおき、8月に害菌を接種後、山浦AおよびBに搬送して伏せ込んだ各接種区は、対照区より被害本数率は高く、接種効果が認められた。

本病害が発生した当時、ほだ木入れ替え試験の結果から、本病害の原因は梅雨前、梅雨時期、夏期など種々の時期に形成されるとされた(5,6)。1990年および1991年の8月に *H. nigricans* および *T. harzianum* を接種して、山浦に搬送して伏せ込んだ場合、接種効果が認められ、両菌は本病害の原因菌の1つと考えられるとともに、8月以後の山浦の環境条件は本病害の誘因となったと考えられる。本病害の研究の困難なことは常襲地域では対照区にも接種区と同じ程度に病害が発生し、未発生地域では接種区にも病害が発生しないことである。1989年においても今回と同様の結果が得られたことから(7)、ほだ木に対する接種効果を検討するためには本病害が発生しない伏せ込み地から8月に常襲地に伏せ込む方法が適すると考えられる。

山浦AおよびBの気温の差はほとんど認められなかったため、山浦Bの気温を比較した。観測を行った3年間の4月下旬~10月下旬までの旬ごとの気温は山浦Bでは10.2~23.6℃、混交林では15.3~26.8℃、原野では16.4~28.2℃であった(図-1)。山浦Bの旬ごとの気温は支所実験林の混交林および原野の気温よりそれぞれ平均3.5℃および4.6℃低かった。

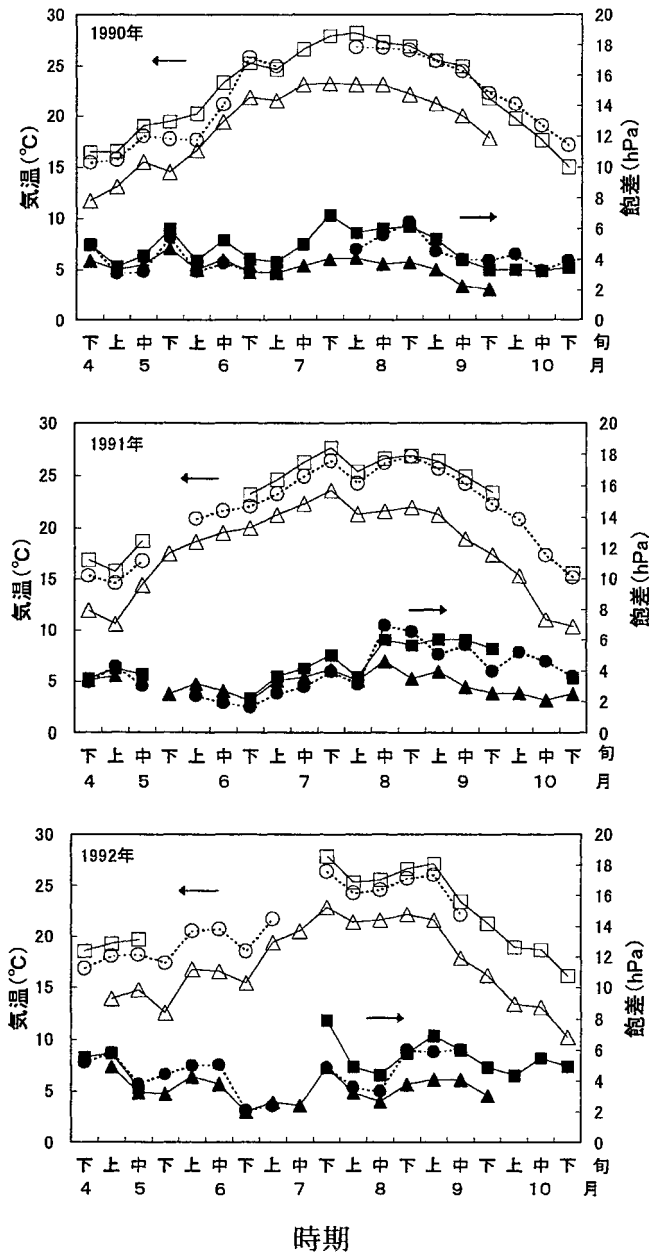


図-1. 各試験地の気温と飽差
 △：山浦B気温，○：混交林気温，□：原野気温
 ▲：山浦B飽差，●：混交林飽差，■：原野飽差

ほだ木の辺材部の温度は山浦Bで測定を行い、1991年の旬ごとの変化を図-2に示した。各部分の温度は気温と平行して変化し、気温との差の平均値を求めた結果、ほだ木の中央部分では気温とほぼ同じであるが、上部は気温より約0.5℃高く、両部分とも気温との差は8月を中心として高くなった(表-5)。下部は全期間を通じて気温より約0.3℃低かった。PDA平板上で5℃おきに設定した温度条件では、供試したシイタケの成長の最適温度は25℃であり、最適温度までは温度に比例して成長することから(未発表)、山浦Bにおけるほだ木の辺材部ではシイタケの生長を阻害する温度には上昇しないと考えられる。また、混交林においても3年間の旬ごとの最高気温は26.8℃で、混交林内でのほだ木内の温度は気温より若干低い(1℃以内)(2)ことから、シイタケの成長を阻害する温度にはほとんど達しないと考えられる。

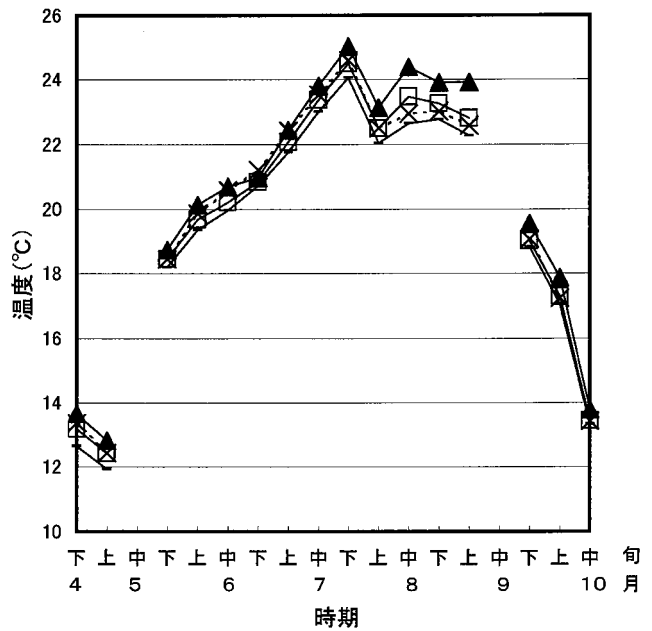


図-2. 山浦Bに伏せ込んだほだ木辺材部の温度(1991年)
 ▲：ほだ木上部 □：ほだ木中部
 ●：ほだ木下部 ---×--- 気温

表-5. 気温とほだ木¹⁾各部位の辺材部温度との差

部位 ²⁾	平均	範囲
上部	+0.5	0.0~+1.1
中部	0.0	-0.1~+0.3
下部	-0.3	-0.7~-0.2

¹⁾ 山浦Bに伏せ込んだほだ木

²⁾ 上部：ほだ木の上端より10cm下の部分

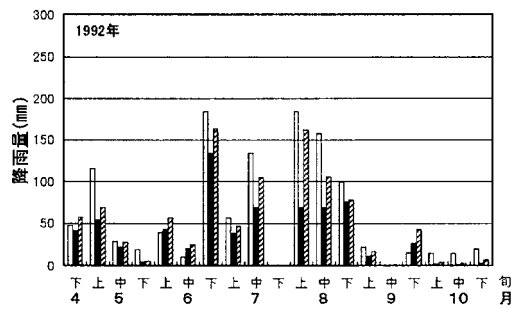
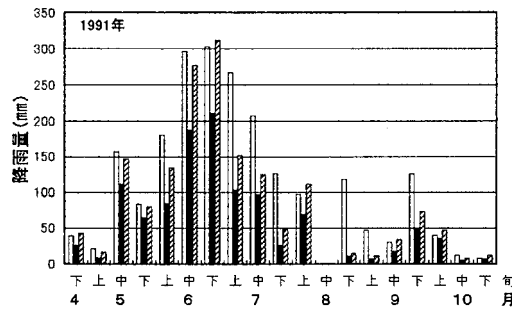
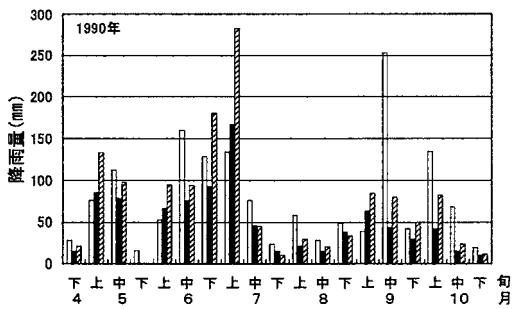
中部：ほだ木の中央部分

下部：ほだ木の下端より10cm上の部分

従って、山浦と混交林に伏せ込んだほだ木のシイタケの成長を比較すると、混交林の方が良好と推察できる。

気温と相対湿度から飽差を算出し、飽差についても山浦Bのデータを用いた。伏せ込みから梅雨時期までは、混交林と比較して、山浦Bの飽差の値は、1990年ではほぼ同一で、1991年では高く、1992年では低く、年によって変動したが、各年とも8月以降は低くなった(図-1)。従って、山浦Bでは8月以降、ほだ木からの水分の蒸発は抑えられると考えられる。原野の飽差は各年とも試験期間中、山浦B試験地より高く、また、混交林と同値または高い傾向が認められた。

山浦Bの旬ごとの降雨量は熊本市より若干多い傾向があるが、顕著に多いわけではなかった(図-3)。混交林の降雨量は林冠が閉鎖されているため、熊本市の降雨量より少ない傾向にあった。山浦Bにおける旬ごとの降雨量を比較すると、1990年は梅雨時期と秋に降雨があった。1991年は5月中旬から8月上旬まで常に降雨があり、特に梅雨時期には多量の降雨があり、かつ測定期間中の積算降雨量は3年間で最も多かった(図-4)。1992年の測定期間中の降雨量は少なく、6月下旬、7月中旬および8月に比較的多くの降雨があったが、9月および10月の降雨量は少なかった。激害発生当時の降雨量、降雨時期および降雨日数と病害との関係は判然としなかったこと(6)と同様に3年間の測定期間中の降



時期

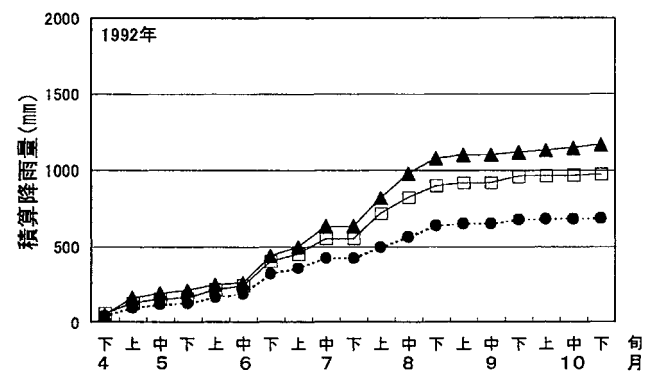
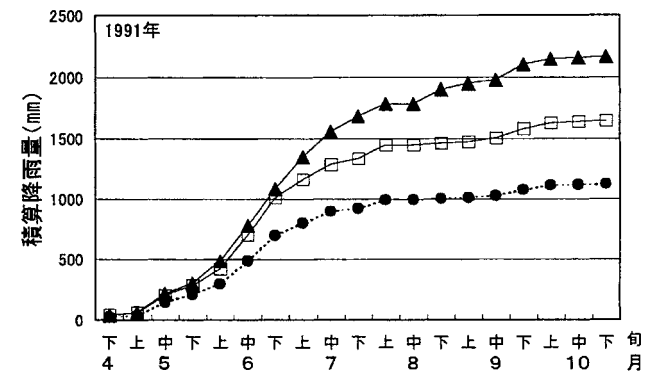
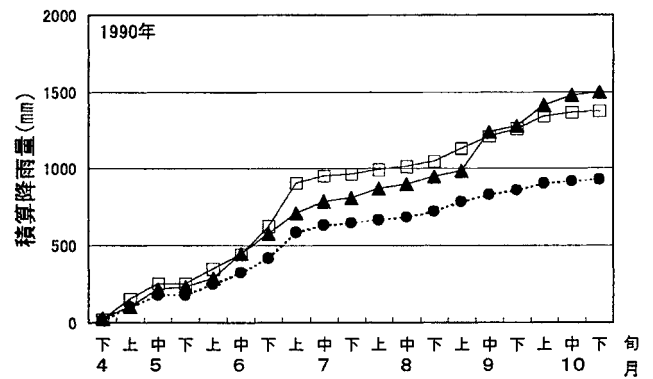
図-3. 各試験地の降雨量

□：山浦 B, ■：混交林
 ▨：熊本市（熊本地方気象台）

雨量，降雨時期および降雨日数はそれぞれ異なり，傾向は認められなかった。

各試験地に全期間伏せ込んだ供試木の初発重量に対する毎月の重量比を比較した結果，梅雨時期までは山浦 A および B は支所実験林の混交林および原野より高い場合とほとんど差がない場合があった（図-5）。3年間とも8月または9月以後，支所実験林の混交林および原野ではほだ木の重量は急速に減少するが，山浦 A および B では重量減少の割合は緩慢であった。山浦 A および B では1992年の場合，9月および10月の降水量は少なく，1990年および1991年と比較して8月～9月に重量が急激に減少し，重量比は90%以下まで減少したが，被害は生じた。

支所実験林の混交林に伏せ込んでおき，8月に山浦 A および B に搬送して伏せ込んだほだ木の8月以降の重量比は，山浦 A および B に全期間伏せ込んだほだ木と混交林に伏せ込んだほだ木の中間の値を示した（図-5）。1990年の場合，9月以降，降雨量は混交林より山浦試験地の方が多く，8月に伏せ込んだほだ木も同様に水分の抜けが悪かったと考えられる。1991年の梅雨時期の降



時期

図-4. 各試験地の積算降雨量

▲：山浦 B, ●：混交林
 □：熊本市（熊本地方気象台）

雨量は支所実験林でも多かったことから，混交林に伏せ込んだ供試木は，梅雨時期までは山浦 A および B に全期間伏せ込んだ供試木と同様の重量減少のパターンを示したが，山浦に搬送後は，山浦 A および B に全期間伏せ込んだほだ木より重量比は低かった。8月以降，ほだ木からの水抜けが山浦に全期間伏せ込んだほだ木と8月に伏せ込んだほだ木と同一と仮定するならば，8月に伏せ込んだほだ木は全期間伏せ込んだほだ木より腐朽の割合が大きかったと考えられる。

辺材部の含水率について，1990年7～9月の山浦 A, B に伏せ

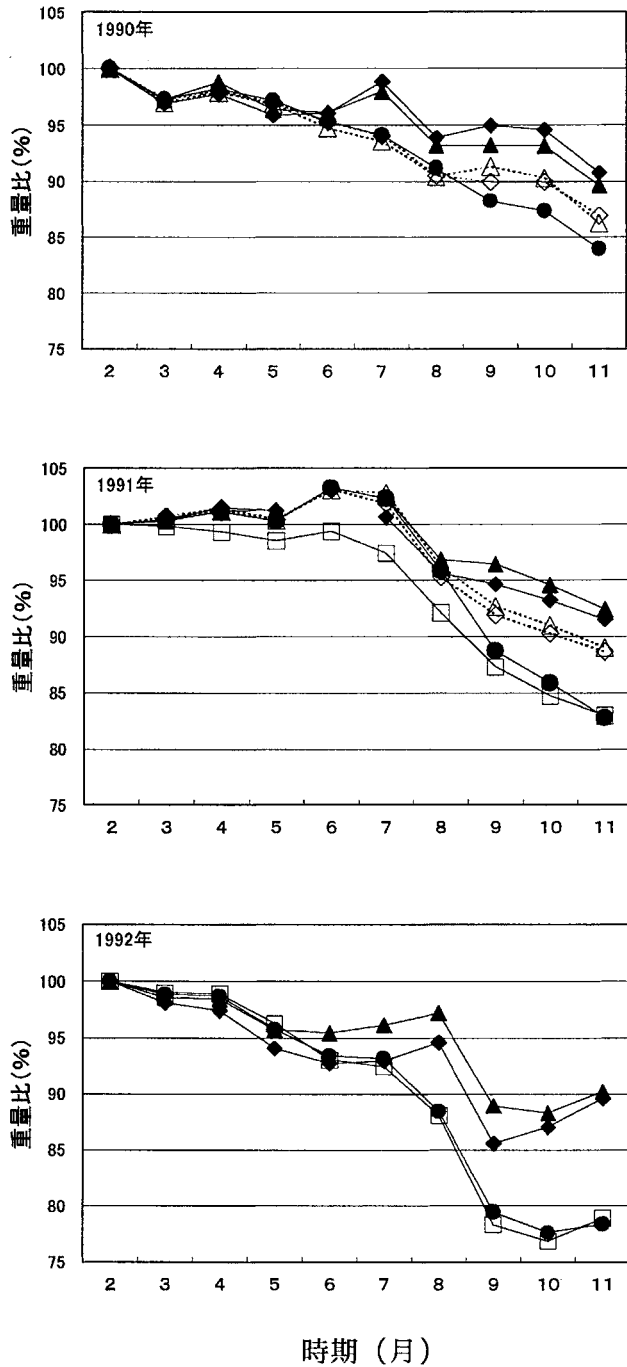


図-5. 各試験地のほだ木の重量変化
 ◆：山浦 A 全期間，▲：山浦 B 全期間
 ◇：山浦 A 8月伏せ込み，△：山浦 B 8月伏せ込み
 ●：混交林全期間，□：原野全期間

込んだほだ木の辺材の含水率は混交林より高かったが、10、11月ではほぼ同一であった(図-6)。降雨量の多かった1991年の8月以前の含水率は混交林の方が高い傾向にあったが、9月以降は山浦 A、Bの方が高かった。供試したシイタケ菌株のクスギのテストピース重量減少率は含水率20~37%で含水率に比例して直線的に増加し(未発表)、またシイタケの適正含水率は岸本ら(3)によれば27~45%であり、阿部(1)によれば31~40%であることから、各ほだ木の含水率はシイタケの成長を阻害しないと考えられる。1990年の7~10月および1991年の9~11月では山浦の含

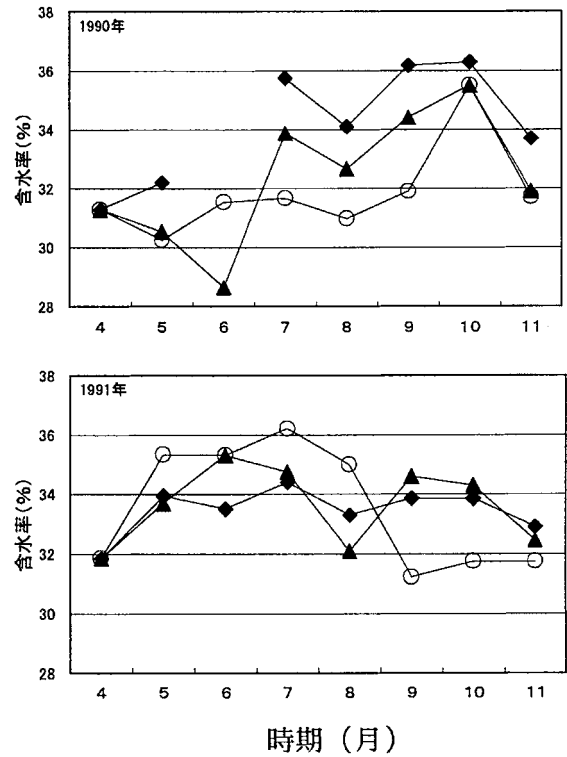


図-6. 各試験地の含水率の変化
 ◆：山浦 A ▲：山浦 B
 ○：混交林

水率は高く維持されたが、この時期の混交林の含水率は1990年ではやや低く、1991年では急激に低下した。梅雨時期以降含水率が比較的低く維持されるか、梅雨後、含水率が大きく低下する現象が被害を受けない条件と推察される。

IV. おわりに

本試験では気象条件として、気温、相対湿度および降雨量を測定し、気温・相対湿度から飽差を算出した。また、山浦のほだ木の辺材の温度を測定した結果、ほぼ、気温と同様であることがわかった。山浦試験地では気温が低いため、シイタケの菌糸伸長は遅く、梅雨が明けるまではほだ木の材の占有度は低く、よって腐朽は遅くなると推察される。降雨量、降雨時期等は年によって変化し傾向は見られなかったが、冷涼なため、夏以降の飽差は低く、ほだ木からの蒸散は少なく、特に夏季以降の含水率は、シイタケの成長に適するが、比較的高く維持されていた。このような条件では害菌の成長に必要な養分が利用しやすい形でほだ木の材内に残り、また、害菌が成長するための空間的余地が残されると推察でき、害菌はシイタケ菌糸を侵害しやすくなると考えられる。本病害をシイタケと *Trichoderma* 属菌等の害菌との対峙関係から研究するほかに、冷涼な気候の常襲地における、クスギ原木でのシイタケの成長・腐朽および害菌の成長の検討が必要と考えられる。

本病害を起す病原菌の特定には再現試験が必要であるが、野外で接種効果が明確に認められる試験方法は確立されていない。標高の低い野外で冷涼な温度条件を作ることとは不可能と考えられ

る。8月に山浦試験地に搬入・伏せ込んだほだ木の接種木に被害が生じ、対照木には軽微な被害しか認められなかったことから、ほだ木に対する接種効果を検討するためには本病害が発生しない伏せ込み地から8月に常襲地に伏せ込む方法が考えられる。

引用文献

(1) Abe, Y. (1990) Trans. Mycol. Soc. Japan 31 : 45 - 53.

(2) 日高忠利 (1988) 日林九支研論 41 : 251-252.

(3) 岸本潤ほか (1984) 鳥大農研報 36 : 43-53.

(4) 小松光雄 (1976) 菌草研報 13 : 1 -113.

(5) 松尾芳徳 (1980) 大分県林試研報 9 : 1 -212.

(6) シイタケ原木病虫害対策協議会 (1980) シイタケほだ木の黒腐病に関する試験研究報告書. 1-193.

(7) 谷口實ほか (1991) 日林九支研論 44 : 283-284.

(2006年11月17日受付；2007年1月15日受理)