

アテ材の耐朽性について

中 野 徹 夫

は じ め に

アテは能登半島を中心に造林されている樹種で、材質は一般にち密で、ねばり強く光沢があり、耐朽性に富むと言われている。アテ材の需要は地元能登地方を中心に、一部は富山県や新潟県へも移出され、その多くは建築材として利用されている。外材の輸入増加に伴い、能登地方でも10年ほど前から、北洋カラマツや米ツガ等が建築用材として使われるようになったが、地域住民のアテに対する嗜好は依然として強く、裕福な家庭ほどアテを多く使う。しかし、アテの耐朽性に関する試験はまだなされていない。

そこで、アテ材の耐朽性を調べるため、3 cm×3 cm×40 cmの杭を作り、埋設して、他の樹種と比較しながら、腐朽(虫害を含む)の状況を観察、測定した。杭試験については、すでに国立林試で浅川実験林苗畑の杭試験^{①②}として報告されているため、杭表面の被害度の観察については、同試験報告の被害度の評価方法を引用させていただいた。

杭表面の被害度の観察に当っては、筆者1人による誤った判断を下すことをさけるため、当時の広正一二場長、能勢研究員の協力をいただいた。また、当時、大文産業㈱に勤務しておられた森幸彦氏には、材料を供与していただき、県立農業短大富樫一次教授には杭に侵入した幼虫の同定をしていただいた。諸氏に心からお礼申し上げます。

材 料 と 方 法

1. 供試材料

試験に供した樹種は表に示すとおり、9樹種であるが、アテについては6品種供した。杭はすべて心材部より採材し、カンナで仕上げた寸法がほぼ、3 cm×3 cm×40 cmになるように整えた。供試本数はアテ12本ずつ、その他の樹種は10本ずつである。

アテ6品種は、アテの材質試験^③で使用済の心去り柱材を利用し、スギは石川県鶴来産の50年生、ヒノキは石川県志賀町産の70年生のものを使用した。その他の樹種は、森幸彦氏の好意によって調達していただいた。

2. 杭の埋設と調査方法

供試材料は各杭ごとに樹種記号と番号を記し、昭和49年12月下旬に埋設した。埋設場所は、約5°の傾斜を持つ石川県林業試験場の苗畑であるが、朝から夕方まで直射日光が当る所に6 m² (1.5×4)を選んだ。埋設場所の除草は年1回実施した。

この報告の一部は、林業技術昭和60年3月号に発表した。

埋設場所における杭の位置は、各樹種（品種）とも条件が同一になるように交互に配置した。また、杭の間隔はたて20cmよこ15cmとして、杭の長さの半分（20cm）だけ埋設した。杭は4年後の53年12月に掘り取って被害度の中間調査をしたのち、場所を変えて、再び埋め戻した。ただし、中間調査の時点で杭として使用に耐えないもの（被害度4以上）については、埋め戻しはしなかった。これは中間調査と最終調査における被害度の整合性を高めるためでもあった。そして、7年後の56年12月に掘り取って最終調査をした。

杭は、埋設場所から、掘り取ると、ただちに、水を入れた桶に杭を1夜浸し、土や腐朽物が分離しやすいようにした。その後、ハケで土や腐朽物を落し調査に供した。

なお、カラマツと米ヒバの杭に辺材を含んだものが1本ずつみつきり、心材部に比較して辺材部の被害が圧倒的に大きいため、被害度の調査対象から除外した。

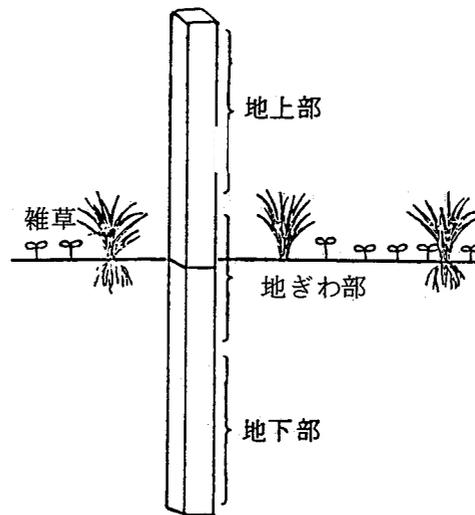


図-1 観察位置の区分

3. 被害度の評価方法

杭の被害は図-1に示すとおり、地上部、地ぎわ部、地下部に分けて観察した。被害程度を表わすのに、杭表面の肉眼的観察状態を次のような基準にしたがって6階級に分類し、それぞれの観察部位ごとに、腐朽または虫害の最も進んでいる部分を被害度として数字で表わした。被害は腐朽および虫害を対象にしているため、風化は含めていない。

被害度	観察状態
0	健全
1	部分的に軽度の虫害、または腐朽。
2	全面的に軽度の虫害、または腐朽。
3	2の状態のうえに部分的にはげしい虫害、または腐朽。
4	全面的にはげしい虫害、または腐朽。
5	虫害、または腐朽により形がくずれる。

次に、定量的評価方法として、各杭ごとに重量を測定し、重量減少率を求めた。重量の測定に当たっては、杭を熱風暖房施設の整っている部屋で乾燥させ、恒量に達したことを確認したのち、測定した。

結 果 と 考 察

1. 肉眼的観察

杭を埋設して4年後の53年12月と、7年後の56年12月に肉眼的観察を行なった結果を表-1および図-2.3に示す。評価数値は樹種ごとの全本数の平均値である。

表-1 杭の被害状況

調査年月	部 位	ス ギ	ク サ ア テ	マ ア テ	オ オ バ ア テ	エ ソ ア テ	カ ナ ア テ (三井)	カ ナ ア テ (甲)	ヒ ノ キ	ヒ バ (青森)	米 ヒ バ	米 ツ ガ	カ ラ マ ツ (ソ連)	エ ゾ マ ツ (ソ連)	ベ ニ マ ツ (ソ連)
昭和53年12月 (埋設4年後)	地上部	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.1	0	0.4	0.4
	地ぎわ部	2.6	2.0	2.0	2.2	1.8	1.7	1.8	2.5	2.0	1.9	3.5	1.3	4.2	4.2
	地下部	2.2	2.9	2.4	2.6	2.2	2.1	2.0	3.0	3.0	2.5	3.0	1.9	4.3	4.3
	備 考	$\frac{7}{10}$	$\frac{7}{12}$	$\frac{3}{12}$	$\frac{5}{12}$	$\frac{3}{12}$	$\frac{2}{12}$	$\frac{4}{12}$	$\frac{5}{10}$	$\frac{5}{10}$	$\frac{2}{9}$	$\frac{6}{10}$	$\frac{3}{9}$	$\frac{8}{10}$	$\frac{9}{10}$
昭和56年12月 (埋設7年後)	地上部	1.5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.6	1.0	1.0	3.1	1.2	1.5	1.5
	地ぎわ部	4.0	3.4	2.8	3.1	2.8	2.8	2.7	3.3	2.6	2.4	3.8	2.6	4.0	4.0
	地下部	3.1	3.6	3.8	4.0	3.4	3.2	3.4	4.2	4.3	3.8	3.0	3.2	5.0	5.0
	備 考	$\frac{0}{7}$	$\frac{0}{10}$	$\frac{0}{12}$	$\frac{1}{9}$	$\frac{1}{12}$	$\frac{2}{12}$	$\frac{3}{12}$	$\frac{2}{6}$	$\frac{1}{9}$	$\frac{2}{9}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{9}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{0}{1}$

(注) 埋設4年後の備考欄の分子数はシロアリの害を受けた杭の本数であり、埋設7年後の備考欄の分子数はカミキリモドキ科の幼虫の害を受けた杭の本数である。分母はいずれも杭の埋設本数である。

腐朽および虫害の進行は、個々の杭ごとにその状況が異なるため、杭として使用に耐えないものの基準を設けることは困難であるが、ここでは地上部、地ぎわ部、地下部のいずれか1カ所に4以上の被害度が現われた時点とした。

埋設4年後の調査では、これらの図表にみられるとおり、エゾマツ、ベニマツは地ぎわ部分と地下部において、いずれも被害度が4を越えており、杭としての使用に耐えないものが、エゾマツ、ベニマツともに9本ずつあり、使用に耐えるものは、ともに1本ずつ存するのみであった。

米ツガは、地ぎわ部の被害度の平均値が3.5で、使用に耐えるものが4本であった。米ツガの被害の特徴は、他の樹種が地上部にほとんど被害が及んでいないのに対し、米ツガは地上部にも

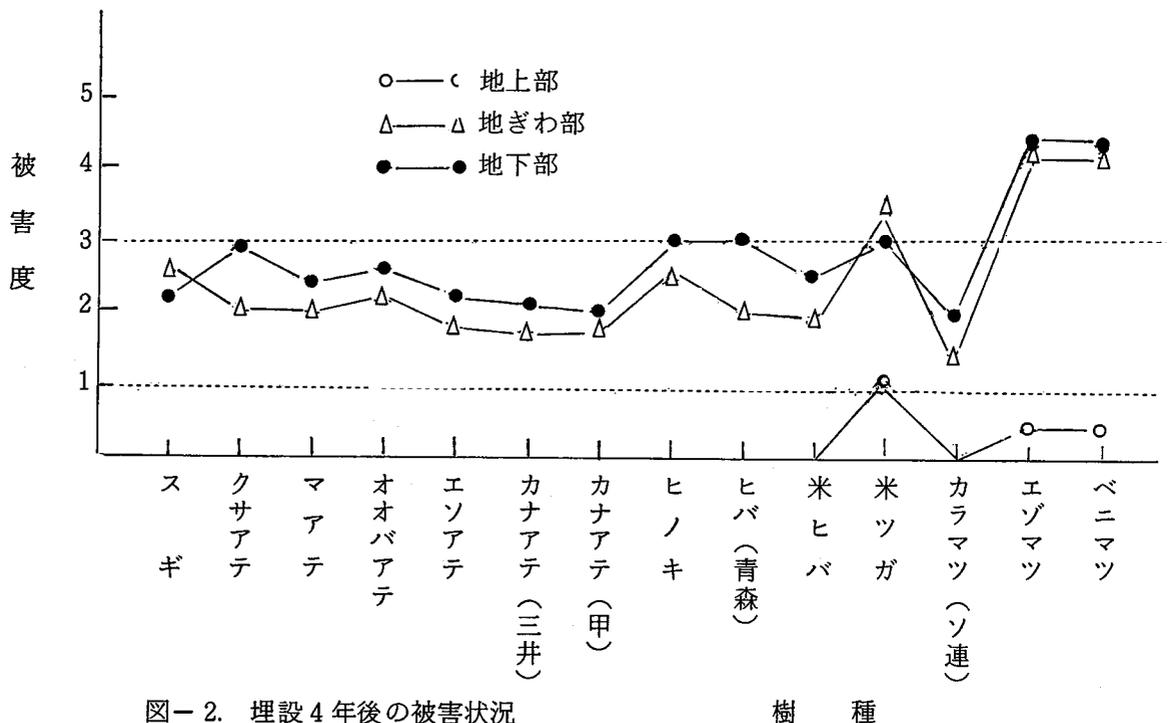


図-2. 埋設4年後の被害状況

樹種

及んでいることであった。

国産材については、使用に耐えないものがヒノキ4本、スギとオオバアテに3本ずつ、クサアテに2本、ヒバに1本あった。被害を部位別にみると、スギと米ツガの2樹種は、地ぎわ部の被害が大きいのに対し、他の樹種はすべて地下部の被害が大きい。

また、ヤマトシロアリ（以下シロアリ）の侵入を受け、かなりの被害がみられた。シロアリの被害本数については備考欄に示したとおりであり、杭の総本数152本に対し、被害のあったものは70本（45%）である。樹種別にみると、被害率の低いもの（25%以下）は、カナアテ（三井）、米ヒバ、エソアテ、マアテ、逆に被害率の高いもの（60%以上）は、ベニマツ、エゾマツ、スギ、米ツガである。

この時点で使用に耐えない杭と再埋設した杭に分けて、シロアリの被害状況をながめてみよう。使用に耐えない杭は37本のうち34本までシロアリの被害を受けており、被害率は実に92%である。一方、再埋設した杭は115本に対し、被害を受けたもの36本で、被害率は31%である。このことから、シロアリの侵入が、被害度の進行および後述する重量減少率の増大を促したことは明らかである。

次に、7年後の調査では、前回の調査で、使用に耐えるものだけを、再埋設し、被害度を調査したものであるから、この数値をそのまま比較することはできない。この数値を樹種間の比較としてそのまま使うと、使用に耐えない杭が多くあった樹種に有利に作用することになるからである。それにしても、前回の調査で使用に耐えない杭のなかったカラマツ（ソ連）、米ヒバ、カナアテ、エソアテ、マアテに低い数値が現われている。

また、被害を部位部にみると、4年目の調査同様、スギと米ツガが、地ぎわ部の被害が大きく、

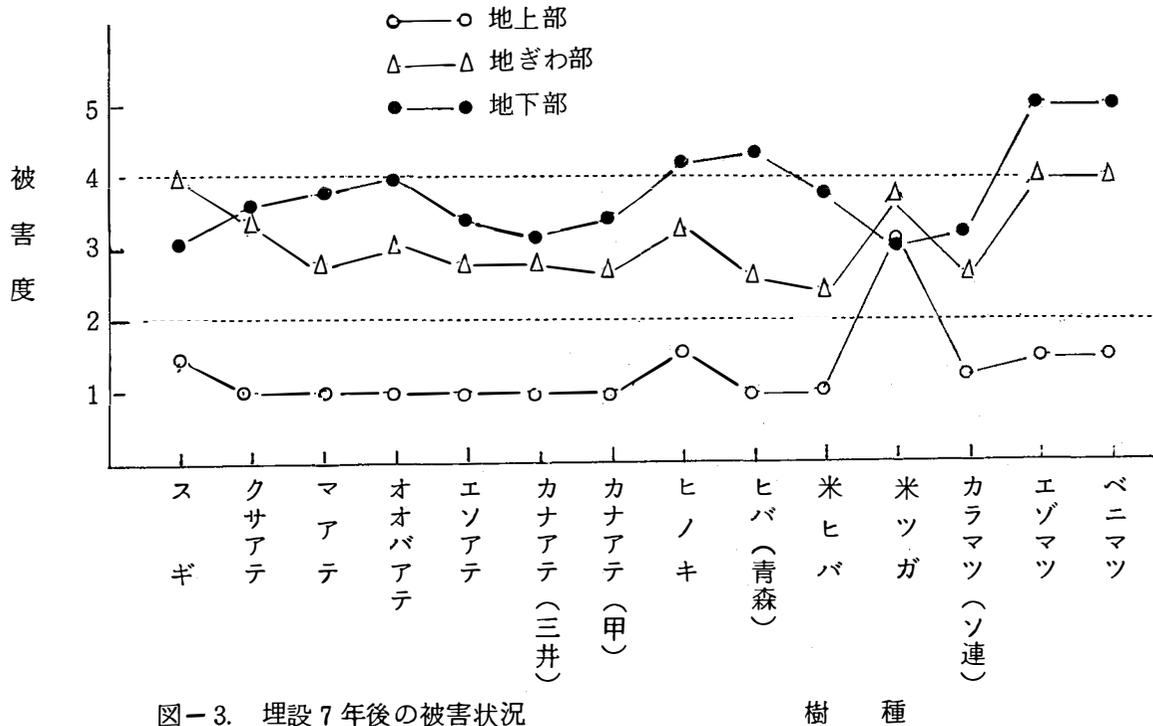


図-3. 埋設7年後の被害状況

他の樹種は地下部の被害が大きい。地下部の被害については、どの樹種も木口部分に被害が大きく現われた。

樹種別による被害の特徴としては、米ツガが前回以上に地上部に及んでいること（写真-6参照）、スギとカラマツは、春材と秋材の区別がはっきりしていることもあって、春材部の被害が圧倒的に大きかった。

4年目の調査の後、杭の埋設場所を、道路を隔てて15mほど移動したため、7年後の調査では、シロアリの侵入は認められなかった。しかし、カミキリモドキ科の幼虫の侵入を受けた。幼虫の侵入を受けた杭の本数は備考欄に示したとおり全部で15本あったが、本数が少ないこともあって傾向性はみられない。

2. 定量的観察

杭の被害度をより定量的に表わす方法として、ここでは、重量減少率を求めた。埋設時から4年経過した時と、同じく埋設時から7年経過した時の測定値等を表-2および図-4に示す。

埋設4年後の重量減少率をみると、エゾマツ、ベニマツ、米ツガが非常に高い値を示しており、これにヒノキ、クサアテ、オオバアテ、スギ、マアテが続いているが、重量減少率 以下のものは、エソアテ、カナアテ(三井)、カナアテ(甲)、米ヒバの四種である。

次に、埋設7年後の重量減少率については、肉眼的観察の項でも述べたとおり、埋設4年後の調査で、使用に耐えない、と判定した杭は再埋設していないので、測定の対象になっていない。そのため、この数値をそのまま比較することはできないが、それにしても、埋設4年後の調査結果と同じように、エゾマツ、ベニマツ、米ツガ、ヒノキ、クサアテ等に重量減少率の高い数値が現われている。

表-2 杭の重量減少状況

測定年月 (区分)		スギ	クサアテ	マアテ	オオバアテ	エソアテ	カナアテ(三井)	カナアテ(甲)	ヒノキ	ヒバ(青森)	米ヒバ	米ツガ	カラマツ(ソ連)	エゾマツ(ソ連)	ベニマツ(ソ連)
埋設4年後	49年12月(㊦)	182	175	185	180	215	195	216	199	181	214	218	269	174	178
	53年12月(㊦)	160	152	163	157	196	178	199	170	161	196	163	238	99	124
	減少量(㊦)	22	23	22	23	19	17	17	29	20	18	55	30	75	54
	減少率(%)	12	13	12	13	9	8	7	15	11	8	25	11	43	30
埋設7年後	49年12月(㊦)	181	175	185	178	215	195	216	196	182	214	218	269	173	179
	56年12月(㊦)	146	138	152	145	182	165	183	154	151	185	171	224	125	132
	減少量(㊦)	35	37	33	33	33	30	33	42	31	29	47	45	48	47
	減少率(%)	19	21	18	18	15	15	15	21	17	13	22	17	28	26
	備考	9	10	6	8	6	7	8	10	6	5	10	6	15	14

注1) 個々の杭について、減少量、減少率を求め、平均値として表わした。

注2) 備考欄の数値は、53年12月から56年12月までの3年間に於ける減少率である。

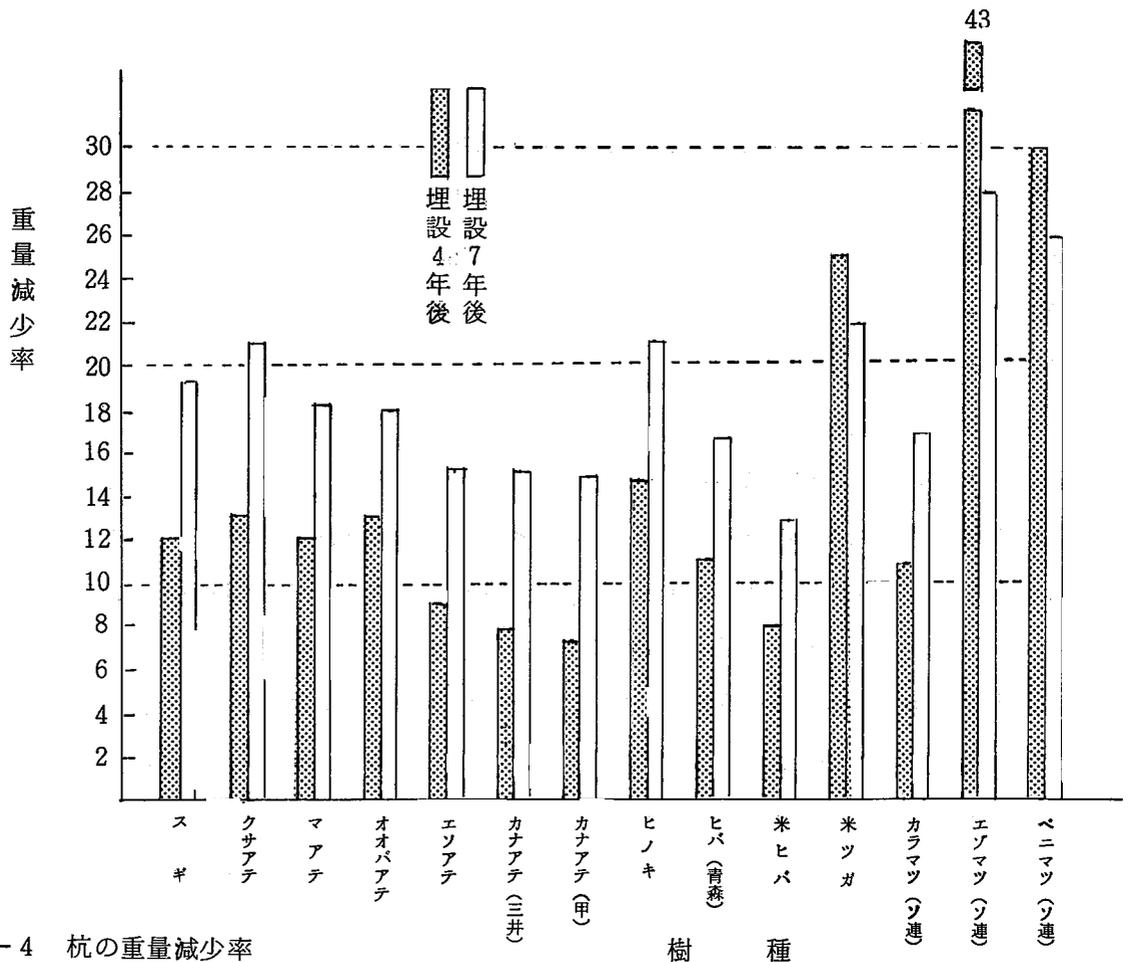


図-4 杭の重量減少率

仮に、使用に耐えない杭も再埋設して、測定の対象にしていたなら、使用に耐えない杭が多くてた樹種に、より高い減少率が現われることは明白であろう。

3. 肉眼的観察と定量的観察の相関

肉眼的観察では、腐朽または虫害の最も進行した部分を被害度として表わしたのであり、定量的観察は杭全体の腐朽または虫害の進行程度を重量減少率として表わしたものである。そこで両者の相互関係を調べるため、埋設4年後の三つの部位における被害度の合計と重量減少率の関係を図-5に示した。被害度(5)は、「虫害または腐朽により形がくずれる」ものであり、この現象が初期の段階であっ

ても、また、ほとんど消滅しかかっている段階のものも同じ(5)として評価される。そのため、図-5においては、重量減少率30%以下のものを対象にした。この図から、カラマツを除く他の樹種については、被害度の進行と重量減少率の増大は比例していることがはっきりとうかがえる。

埋設7年後の調査をしたのち、杭の内部の状況を観察するため、ノコで切断したところ、米ヒバ、ヒバ、アテ(6品種とも)

は、地上部、地下部(20cm)とも内部はほぼ健全で、腐朽の進行はほとんどみられなかった。また、これらの樹種は、切断面からその樹種特有の香りが感じられた。しかし、これら以外の樹種にあっては、地下部(20cm)の内部は、その樹種本来の色や香りがあせるなど明らかに腐朽の進行がみられた。特にカラマツ(ソ連)は暗青色を呈する部分がみられるなど、外部の被害度の割には、内部腐朽が最も進んでいるように感じられた。埋設4年後の時点では、切断による内部観察はできなかったが、図-2からうかがえるとおりに、カラマツは被害度の小さい割には重量減少率は高い値を示している。これらのことから、カラマツの腐朽は土に接する部分だけでなく、その内部においても徐々に進行していることがうかがえる。

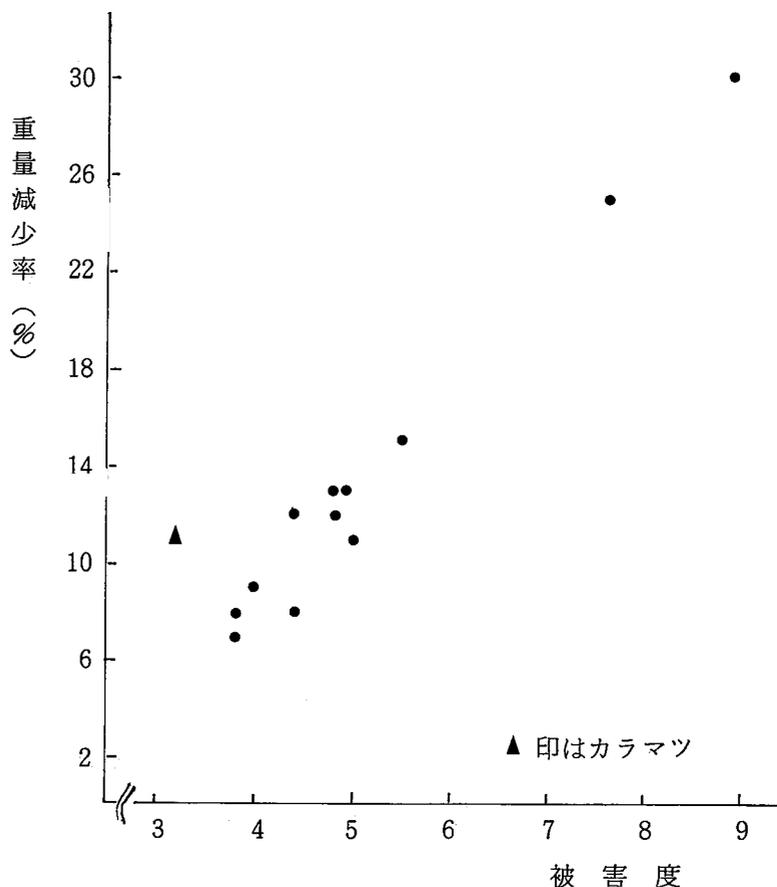


図-5 被害度と重量減少率の関係

4. 耐用年数について

杭の耐用年数については、肉眼的観察、定量的観察のいずれを主にして考えるべきか今後の検討事項であるが、ここでは前述したとおり、地上部、地ぎわ部、地下部のいずれか一カ所に被害度4が現われた時点(年)をもって耐用年数とした。しかし、毎年掘取調査をしていないため、埋設4年後の調査と7年後の調査から被害度の推移を観察し、杭の耐用年数の基準を設け、表-3に示した。埋設4年後の調査にあつては、被害度の最高値が4の杭はそのまま耐用年数4

表-3 杭の耐用年数の基準

調査時	杭の被害度	耐用年数
埋設4年後	被害度の最高値が (5)	3年
	" (4)	4
埋設7年後	被害度の最高値が (5)	6
	" (4)	7
	被害度の上位2カ所の値が(3,3)	8
	" (3,2)	9
	" (2,2)	10

年としたが、被害度の最高値が5の杭は、1年差し引いて耐用年数3年とした。ただし、エゾマツ、ベニマツ、米ツガには被害が過度に進み、地下部が消滅つしかけたものや、地ぎわ部で上下に分離したものがあつたので、これらについては耐用年数2.5年とした。次に埋設7年後の調査にあつては、被害度が4および5の杭については埋設4年後の調査と同様な考えから耐用年数を7年および6年とした。しかし、被害度の最高値が4未満の杭については、地上部、地ぎわ部、地下部の3カ所のうち、被害度の上位2カ所の値が(3,3)の場合は耐用年数を8年とし、(3,2)の場合は9年とし、(2,2)の場合は10年とした。このようにして、個々の杭について耐用年数を求め、樹種ごとに平均耐用年数を算出すると表-4のとおりである。

表-4 杭の耐朽性の比較

樹種	耐用年数	樹種	耐用年数
カラマツ(ソ連)	8.1	ヒバ(青森)	6.4
カナアテ(三井)	8.0	オオバアテ	6.2
エソアテ	7.7	スギ	6.2
カナアテ(甲)	7.7	ヒノキ	5.8
米ヒバ	7.5	米ツガ	4.6
マアテ	7.3	ベニマツ(ソ連)	3.5
クサアテ	6.4	エゾマツ(ソ連)	3.4

耐用年数7年以上のものは、カナアテ（三井）、カラマツ（ソ連）、エソアテ、カナアテ（甲）、米ヒバ、マアテの6種であり、6年以上7年未満のものは、クサアテ、ヒバ（青森）、スギ、オオバアテの4種である。ヒノキは思っていたほど耐朽性はなく、6年に達しなかった。また、米ツガは5年未満であり、エゾマツ、ベニマツは4年未満であった。

表-3の基準では、被害度から耐用年数を推定している部分があるため、耐用年数としての正確さは期しがたいが、樹種間の相対的な耐朽性を比較するうえにおいては、さしさわりはしないものと思う。

毎年掘り取って調査すれば、被害度はより正確に読みとれるが、反面、毎年の掘取り、埋戻しの行為が地ぎわ部や地下部の被害度の進行に影響を及ぼさないとは言いきれないであろう。

ところで意外なことには、この試験ではヒノキが被害度、重量減少率とも、国産材中最も大きな値を示し、耐朽性に乏しかったことである。国立林試の報告②には、スギの耐用年数が6年、ヒノキの耐用年数が7年となっているから、この試験においては、逆の結果が得られたわけである。この意外な結果には筆者も驚いている。

5. 材種の使用指針

アテの品種のうちでは、クサアテ、オオバアテが被害度が大きく、重量減少率も高い。クサアテの用途はほとんどが柱材であり、大工や木材業者の間では、「クサアテは土台に向かない」と言われている。

また、土台には、マアテも使用されるが、カナアテが好んで使用されており、大工仲間は、カナアテが耐朽性に富むことを先代からの言い伝えとして、または経験的に知っているものと思われる。今回の試験はこれらのことを裏付けたといえよう。

また、近年米ツガが柱材等に多く使用されているが、耐朽性に乏しいこと、および、地上部においても腐朽の進行が早かったことから、建築材に米ツガを使用するにしても、浴室、台所など湿気を受けやすい所は、さけるのが肝要である。

ま と め

この杭試験から得られた結果は次のとおりである。

1. 耐朽性については表-4のとおりである。すなわち、カラマツ（ソ連）、カナアテ（三井、甲）、エソアテ、米ヒバ、マアテが7年以上の耐用年数を持ち、これにつづいてクサアテ、ヒバ（青森）、スギ、オオバアテが6～7年の耐用年数を示した。ヒノキは6年弱、米ツガは5年未満、エゾマツ、ベニマツは4年未満の耐用年数である。
2. 埋設4年後における重量減少率は、エゾマツが43%、ベニマツが30%、米ツガが25%と外材に高い数値が現われた。これにつづいてヒノキ、オオバアテ、クサアテ、スギ、マアテ、カラマツ（ソ連）、ヒバ（青森）が15%～11%を示した。重量減少率の最も低かったのは、カナアテ（三井、甲）、米ヒバ、エソアテで7%～9%にとどまった。

3. 腐朽（虫害を含む）の進行程度と重量減少率との間にはほぼ比例関係がみられた。
4. 地上部、地ぎわ部、地下部の三カ所における腐朽の進行はすべての樹種を通じて地上部が最もおそい。スギ、米ツガにあっては、地ぎわ部の腐朽が最も早く、他の樹種にあっては、地下部（木口部分）の腐朽が最も早く進行した。
5. シロアリの被害については、ベニマツが90%、エゾマツが80%、スギが70%、米ツガが60%と高い被害率を示した。逆に低いのはカナアテ（三井）、米ヒバ、マアテ、エソアテが25%以下であった。

（現 石川県農林水産部林業経営課勤務）

引 用 文 献

- ① 雨宮昭二：浅川実験林苗畑の杭試験(1)、杭の被害度を評価する方法、林試研報、150。
- ② 松岡昭四郎ほか：浅川実験林苗畑の杭試験(3)、各樹種の野外試験による耐朽性調査結果、林試研報、232。
- ③ 中野敏夫：能登アテの材質に関する調査、石川林試研報第7号、昭和52年

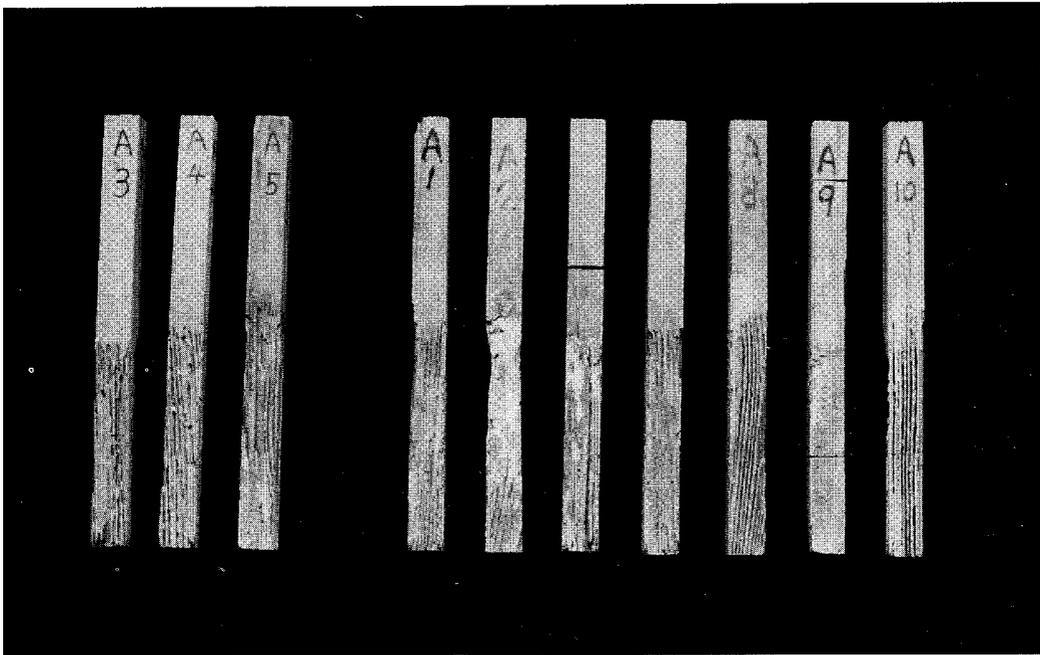


写真-1 スギの被害状況
試料3、4、5は埋設4年後、その他は7年後



写真-2 マアテの被害状況
埋設7年後

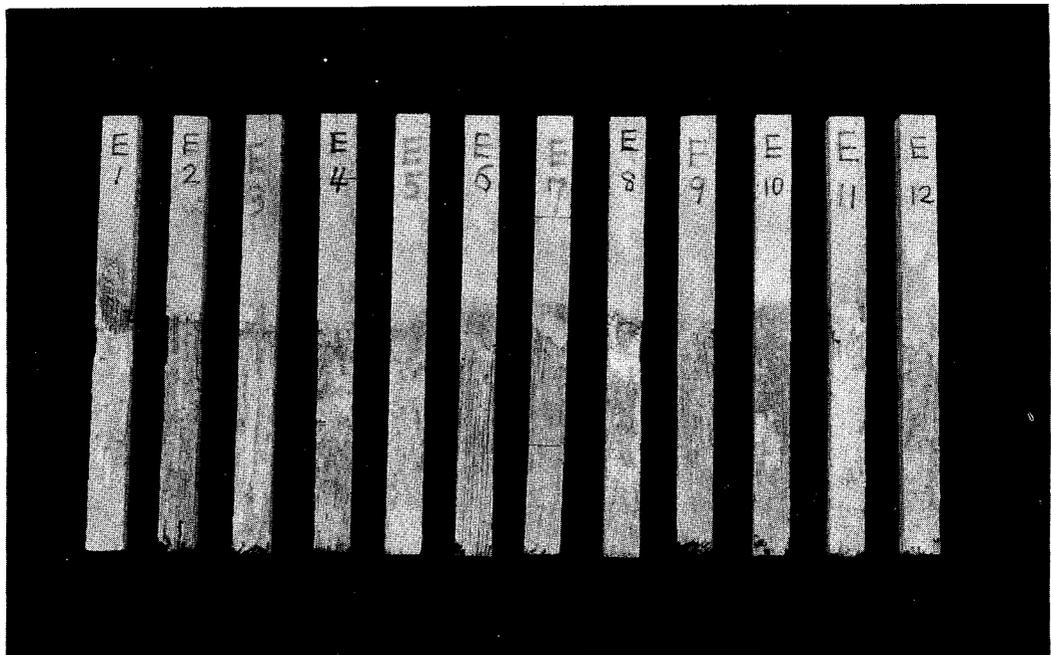


写真-3 エソアテの被害状況
埋設7年後



写真-4 ヒノキの被害状況
試料3、4、6、10は埋設4年後、その他は7年後

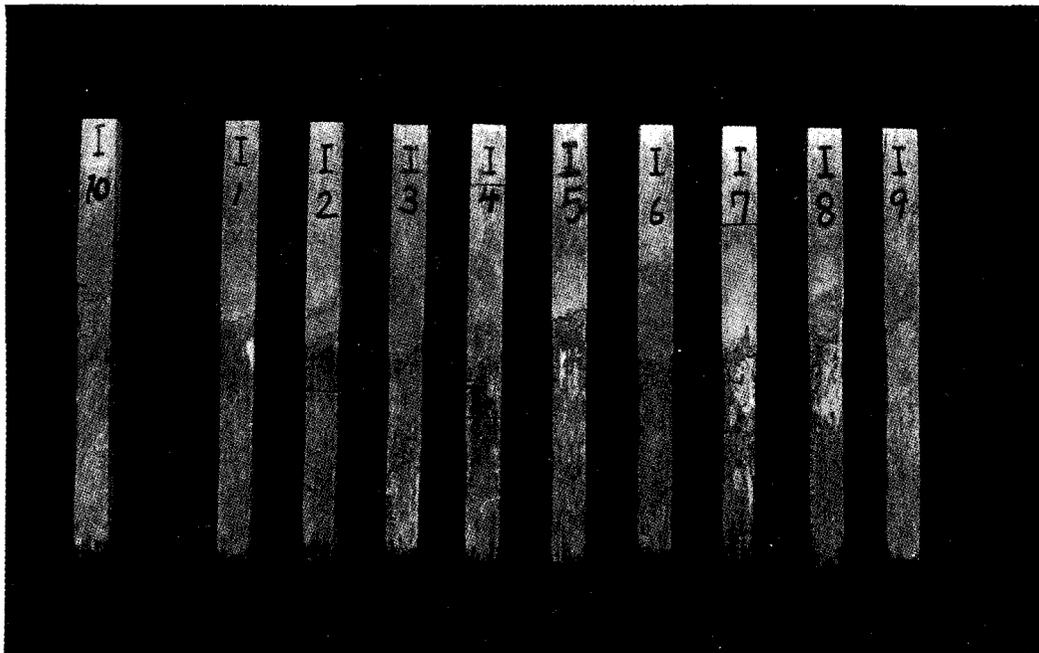


写真-5 ヒバ（青森）の被害状況
試料 10は4年後、その他は7年後



写真-6 ベニマツの被害状況
埋設4年後（試料9のみ7年後）

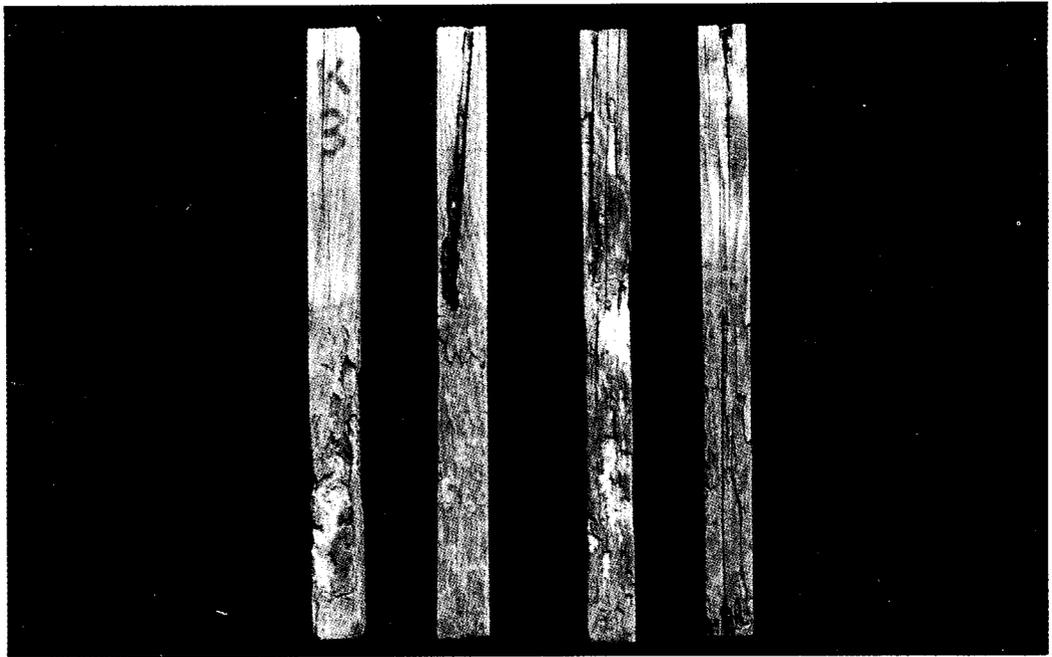


写真-7 米ツガの被害状況
埋設7年後（被害が地上部にも及んでいる）