

木材の耐朽性に関する研究（第3報）

繊維、半径、および接線3方向の腐朽の 難易について

松岡 昭四郎⁽¹⁾

I は し が き

さきに第2報³⁾において、木材の耐朽性、および防腐剤の効力等を実験室的におこなう場合、強制腐朽させる段階において、その供試体の形状が、重量減少にどのようにひびくか調査した結果、形状によって有意差が生ずることがわかり、その原因は、供試体の繊維方向の大小が影響するものと判断した。供試体の繊維方向の大小によってことなるとすれば、供試体の各方向、すなわち、繊維、半径、および接線の3方向にたいする腐朽の難易に、差があつてしかるべきである。また、大きな差があるとすれば、耐朽性調査における形状のみでなく、実験室的に防腐剤の塗付効果を、菌によって判定しようとするような場合、どの面に塗付して試験することが、より適切であるか、その点についてもひとつの示唆を与えてくれると思われる。

いままで、腐朽材の菌糸の存在状態を顕微鏡的に調査した例はあるが、材の方からみて、方向によってどのように腐朽の難易があるか調査した報告はみられない。経験的には、繊維方向が特に著しいことはわかっているが、どの程度の差があるかあきらかでないので、今回、実験室的に3方向より強制腐朽させ、重量減少によりその関係について調査したので報告する。

なお、種々ご指導いただいた阿部 寛研究室長、試験片の各面の封鎖材料について、助言をいただいた材質改良研究室川村二郎技官、および試験片を作成していただいた、強度研究室宮崎源十技官に謝意を表す。

II 実 験 方 法

1. 供 試 体

供試体は、スギ、およびブナの辺材の20×20×20mmの柾目木取りのものをを用いた。

繊維、半径、および接線の3方向の難易を調査する方法として、吸湿⁴⁾、および吸水試験法⁵⁾と同じように、各面の両面のみを明け、他の面を封鎖して腐朽菌にばくろし、その供試体の重量減少率をもって、その方向の難易を判定することとした。各面の封鎖は、60°Cの乾燥に耐え、菌糸の貫通を防ぎ、しかも、菌の成長を阻害しないようなものでなければならない。したがって、それらの条件を備えるようなものとして、塩化ゴム塗料を選び、あらかじめ、試験体の全面封鎖をおこなったものを菌にばくろした結果、肉眼的にみて、菌の阻害はみられず、また、重量減少が全くなかったことから、上記の条件を満足するもの

(1) 木材部材質改良科防腐研究室

として、この塩化ゴム塗料を用いた。すなわち、繊維方向について試験するものは、木口面のみの2面を、半径方向については板目面のみの2面を、また、接線方向については柁目面のみの2面をあけるように、それぞれ他の面に、上記塗料を3回塗付し完全に封鎖した。

2. 培 養 基

JIS Z 2119—1958 に準じ、ブナ木粉 (10~60mesh) に、重量比でグルコース 1%, ペプトン 0.2% を溶解した2倍量の水を加え、均一になるようによく混和し、金属スクリーキャップ付きの約 600cc のびんに、高さ約 6 cm に軽くつめたものを用いた。なお、金属スクリーキャップの内蓋は取り除き、培養中は、蓋はかるく締める程度にして使用した。培養は、あらかじめ、供試菌のよく繁殖したシャーレーの寒天培地 (“Difco” malt extract 2%) に、殺菌したブナ単板 (1 mm厚さ、10×10mm) をのせ、供試菌が単板に繁殖したのち (3 日)、上記培養基の中央部に移しかえ、一様に繁殖するようにした。

3. 供 試 菌

第2報²⁾と同様に、以下の2種の菌を使用した。

1) オオウズラタケ *Coriolellus palustris* (BERK. et CURT.) MURR. (林試 0507), 以下 0507 で表わす。

2) ウスパタケ *Irpex lacteus* FR. (林試 1002), 以下 1002 で表わす。

4. 抗 菌 方 法

あらかじめ、60°C で恒量を求めた供試体は、因子、および水準を、Table 1 のようにとり、H₂O₄ を用いてわりつけ、2 回繰返しとして、抗菌試験をおこなった。

供試体は、1 培養基に 2 個ずつ、したがって、封鎖方向のことなるスギ、ブナ 1 個ずつを、ばくろ面を培養基面に接触させておき、1, 2, 3, 4 か月間腐朽させ、各期間ごとに取り出し、ていねいに菌体をはぎとり、風乾後、60°C で乾燥し、恒量を求め、おのおの重量減少率を算出した。

第1表 要因と水準

Table 1. Factors and levels.

水準 Level	1	2	3	4
要因 Factor				
A 菌 種 (Species of fungi) ¹⁾	0507	1002	—	—
B 腐 朽 期 間 (Decay periods)	1 month	2 months	3 months	4 months
C 腐 朽 の 方 向 (Direction of decay) ²⁾	a . d	l . d	r . d	t . d
D 樹 種 (Species of wood)	SUGI	BUNA	—	—

Note : 1) 0507 : オオウズラタケ *Coriolellus palustris* (BERK. et CURT.) MURR.

1002 : ウスパタケ *Irpex lacteus* FR.

2) a . d : 全面ばくろ All direction.

l . d : 繊維方向 Longitudinal direction.

r . d : 半径方向 Radial direction.

t . d : 接線方向 Tangential direction.

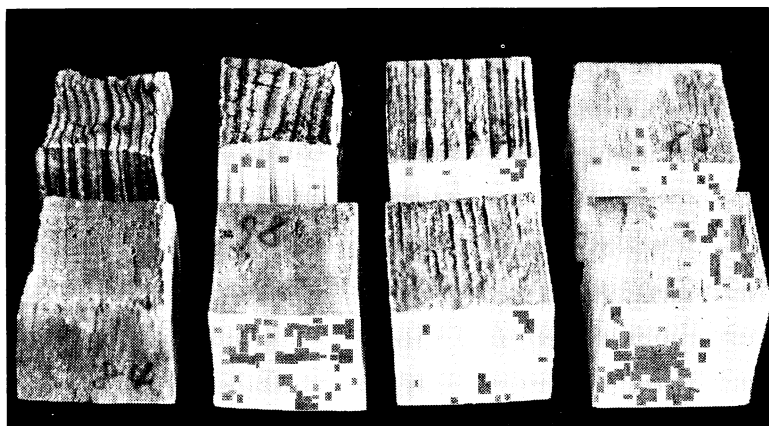
III 実験結果および考察

以上の実験においてえられた重量減少率の平均値は、Table 2 のとおりである (Photo. 1)。なお、抗菌期間中の菌の繁殖は、オオウズラタケにおいては、10 日前後で、すでに各供試体とも菌でおおわれたが、ウスバタケにおいては、1 か月経過したものでも、スギ、およびブナとも、全面、および木口面ばかりのものは、全面菌におおわれたが、板目面ばかり、柾目面ばかりの供試体は、側面 (封鎖材料塗付面) にわずかに繁殖した程度で、上面には菌の繁殖はみられなかった。2 か月以後については、いずれも、全面に菌が繁殖した。これらの個々のデータから求めた分散分析表は Table 3 のとおりであり、菌種、期間、腐朽方向、樹種の各因子、および菌種と腐朽方向、腐朽方向と樹種の各交互作用に、それぞれ、危険率 1 % で有意差がみとめられた。とくに腐朽方向によるものが最大の寄与率を示した。これら有意差の認められたものの図は、Fig. 1—1~3 のとおりである。このように、繊維 (l.d)、半径 (r.d)、および接線 (t.d) 3 方向にたいする腐朽の量は、あきらかに、繊維方向のものが、半径、および接線方向よりきわめ

第2表 平均重量減少率
Table 2. Average weight loss in percent.

菌種 Fungi	腐朽期間 (月) Decay periods (month)	腐朽の方向 Direction of decay	スギ SUGI	ブナ BUNA
0507	1	a.d	15.0	32.9
		l.d	18.1	29.6
		r.d	0.4	1.3
		t.d	5.4	5.7
	2	a.d	23.4	46.3
		l.d	22.7	44.1
		r.d	0.5	1.4
		t.d	2.3	4.6
	3	a.d	25.6	50.1
		l.d	26.2	49.8
		r.d	0	0.9
		t.d	8.7	18.3
	4	a.d	33.7	50.6
		l.d	32.8	44.7
		r.d	0	2.6
		t.d	0.8	30.1
1002	1	a.d	0.5	8.8
		l.d	0.6	8.2
		r.d	0	0.9
		t.d	0.2	1.8
	2	a.d	4.7	21.4
		l.d	4.0	19.8
		r.d	0	1.8
		t.d	0.7	3.2
	3	a.d	5.7	32.2
		l.d	7.6	30.7
		r.d	0	1.5
		t.d	0.5	2.8
	4	a.d	12.9	45.6
		l.d	9.3	43.5
		r.d	0.8	1.3
		t.d	0	7.1

て大きい。また、この3方向の腐朽の量は、菌種、および樹種によってことなり、腐朽力の大きいオオウズラタケ、および腐朽しやすいブナは、いずれも接線方向が比較的大きい値を示している。さらに、全面ばくろと繊維方向とのあいだ、および半径方向と接線方向とのあいだについて、おのおの有意差があるかどうか分散分析をおこなった。その結果、全面ばくろと繊維方向とのあいだについては、有意差は認められなかったが、半径方向と接線方向とのあいだにおいては、Table 4 のように、1%の危険率で有意差が認められ、接線方向が、半径方向より大きい重量減少を示した。なお、全面ばくろと、繊維方向とのあい



左から右へ：全面ばくろ，繊維方向，接線方向，半径方向

Left to right : a.d, l.d, t.d and r.d.

上 Upper : スギ SUGI

下 Lower : ブナ BUNA

(菌 Fungi : オオウズラタケ *Coriollarius palustris* (BERK. et CURT.) MURR.)

写真 1. 4 か月腐朽させた供試材

Photo. 1 Decayed wood (attacked four month).

第3表 分散分析表

Table 3. Table of analysis of variance.

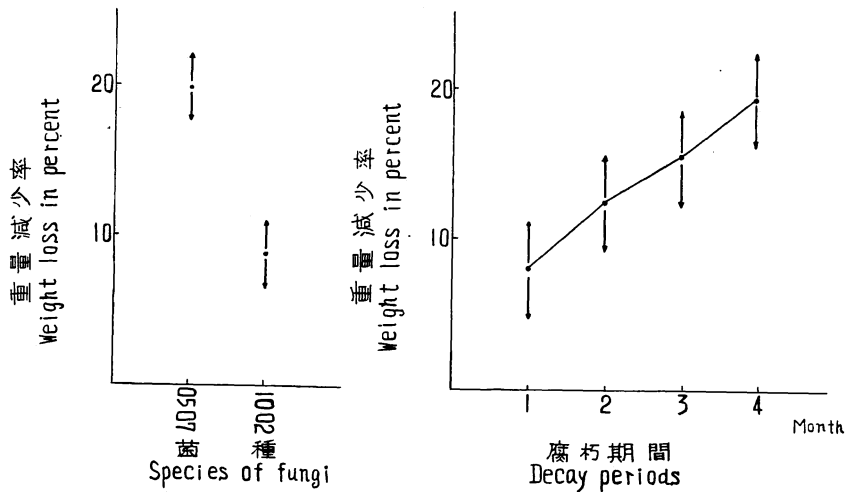
Factor	SS	df	M.S.	F ₀	ρ
A	1918.4	1	1918.4	46.55**	10.54
B	1200.2	3	400.1	9.71**	6.60
C	7726.0	3	2575.3	65.21**	42.46
D	2325.9	1	2325.9	56.45**	12.76
A×B	17.7	3	5.9	0.14	—
A×C	932.7	3	310.9	7.55**	5.13
A×D	3.2	1	3.2	0.08	—
B×C	1399.5	9	155.5	0.37	—
B×D	259.1	3	86.4	2.10	—
C×D	1052.4	3	350.8	8.51**	5.78
Error	1359.3	33	41.2		—
Total	18194.4	63			

Note : ** 危険率 1% で有意

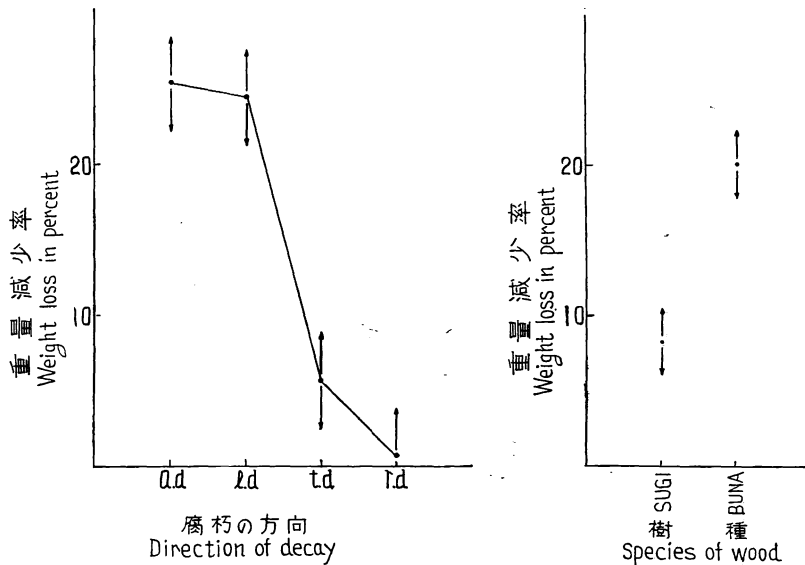
Significant at the 1% level of probability.

だに有意差の認められないことから、封鎖に使用した塩化ゴム塗料が、菌の成長にほとんど影響しなかったものと考えられる。

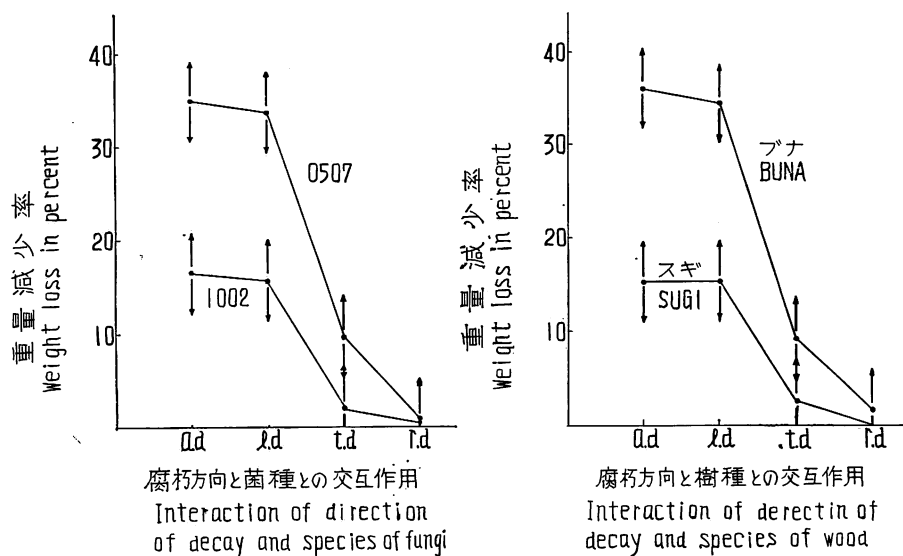
吸水、吸湿における半径方向と接線方向との比較は、いろいろおこなわれており、この場合は一般に、半径方向が接線方向より、移動が容易であるといわれている¹²⁾⁶⁾。スギにおいてもその傾向にあり⁶⁾、その考察は、射出線細胞の影響によるものであろうとしている。また、ブナ辺材については、吸水ではむしろ接線方向がわずかに大きな値を示した結果もあるが⁷⁾、いずれにしても吸水、吸湿においては、両者の差はわずかである。しかし、今回の腐朽の場合、その差はかなり大きく、しかも、吸水、吸湿の場合に一



第1-1図 重量減少率における有意な要因
Fig. 1-1 Significant factor on weight loss.



第1-2図 重量減少率における有意な要因
Fig. 1-2 Significant factor on weight loss.



第1—3図 重量減少率における有意な要因
Fig. 1—3 Significant factor on weight loss.

第4表 半径方向と接線方向の分散分析表

Table 4. Table of analysis of variance

(Based on radial direction and tangential direction in Factor C).

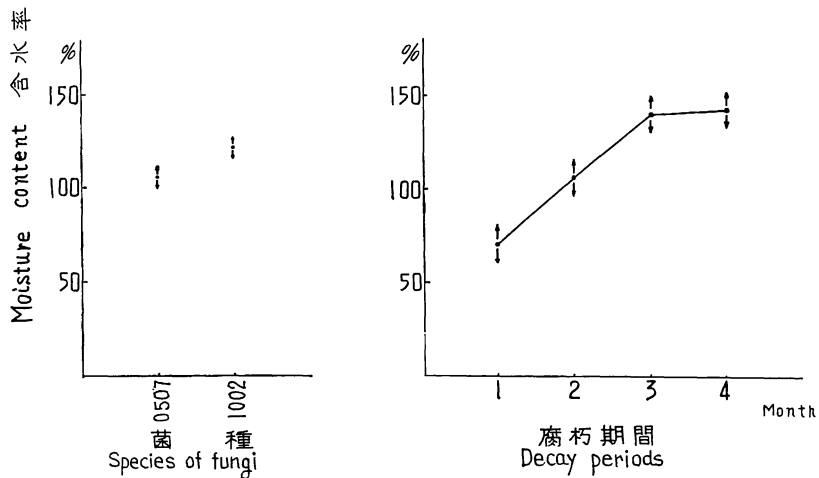
Factor	S S	df	M. S	F_0	ρ
A	114.0	1	114.0	6.10*	9.95
B	70.1	3	23.3	1.25	—
C	194.0	1	194.0	10.37**	16.94
D	132.0	1	132.0	7.06*	11.52
A × B	35.9	3	12.0	0.64	—
A × C	108.0	1	108.0	5.78*	9.43
A × D	25.6	1	25.6	1.37	—
B × C	61.9	3	20.6	1.10	—
B × D	97.3	3	32.4	1.73	—
C × D	63.3	1	63.3	3.39	—
Error	243.4	13	18.7		—
Total	1145.5	31			

Note: ** 危険率1%で有意
Significant at the 1% level of probability.

* 危険率5%で有意
Significant at the 5% level of probability.

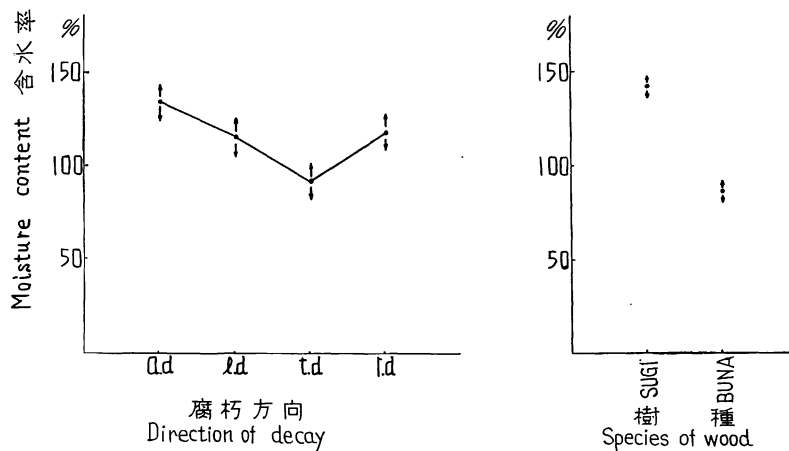
般にいわれている結果と、逆の結果がえられた。参考のために、腐朽終了時の供試体の水分を Fig. 2—1 ~2 に示すが、腐朽との関係は考えられない。

腐朽は、吸水、吸湿のような、物理的な作用によるものとことなり、酵素作用のような生化学的な要因も含むので、当然、その作用機構は異なると思われるが、実験室的試験において、スギ、マツ等針葉樹の



第2-1図 試験終了時における供試体の含水率

Fig. 2-1 Moisture contents of test pieces at the test-end.



第2-2図 試験終了時における供試体の含水率

Fig. 2-2 Moisture contents of test pieces at the test-end.

腐朽材の早材部の落込みが大きいことをよく観察する。このことは、早材部がとくに腐朽が大きいためと思われ、このことから、晩材部の密度の高いところを通過せねばならない半径方向より、早材部のみを進行しうる接線方向が比較的容易に分解されやすいものと判断される。

以上のように、繊維方向、半径方向、および接線方向の腐朽の難易において大きな差があり、全面ばくろのままで、繊維方向との比較において有意差が認められないことは、腐朽は繊維方向が支配的であることが明確である。また前報において、形状AとB、また形状Bにおいて、柱目、板目にそれぞれ有意差のあったことは、この結果から明白であり、耐朽性試験における供試体は、容積よりも、繊維方向の長さをそろえることが必要であり、また、防腐剤を塗付して腐朽菌にばくろし、その結果を調査するような場合、その防腐剤の各方向への浸透性とあいまって、塗付面の選択に留意することが必要である。

IV 摘 要

前報³⁾で、木材耐朽性の実験室的試験において、形状、およびそれにとりまう培地との接触面が異なった場合に、重量減少率に影響することがわかり、それは、繊維方向の大小によるものと判断した。今回、これを確かめるため、繊維、半径、および接線各方向のみから腐朽させ、重量減少にどのような差があるか、実験をおこなった。

使用した供試体は、スギおよびブナの辺材の、20×20×20mm の柾目木取りのもので、それらの供試体の繊維、半径、および接線の各方向のみをあけるように、それぞれ、他の面を塩化ゴム塗料で封鎖し、前報と同様、オオウズラタケ、およびウスバタケを用いて、JIS Z 2119 に準じて、1, 2, 3, 4 か月間腐朽させ、その重量減少率を調査した。

その結果、3 方向の腐朽にあきらかに有意差がみとめられ (Table 3, Fig. 1—1~3, Photo, 1)、半径、および接線方向の腐朽は、繊維方向に比較して、きわめて小さく、全面を封鎖しない供試体との比較においても、繊維方向の腐朽が支配的であることがわかった。また、半径方向と接線方向とのあいだについて有意差がみられ (Table 4)、接線方向が、半径方向より腐朽は大きく、木材の吸水、吸湿において、一般にいわれていることと逆の結果となった。前報³⁾において、形状が重量減少に影響したこと、および繊維方向の面積が小さくて長い場合、柾目面接触が、板目面接触より大きい重量減少率を示したことは、以上の結果より、3 方向の腐朽の難易によることが明白である。

文 献

- 1) BECKER, G. und K. STARFINGER : Zur vergleichenden Prüfung des Eindringvermögens von Holzschutzmitteln bei handwerklicher Anwendung. Holz als Roh- und Werkstoff, 18, pp. 458~468, (1960)
- 2) ERICKSON, H. D. and E. M. ESTEP : Permeability of Douglas-Fir heartwood from Western Washington. Forest Products J., 12, 7, pp. 313~324, (1962)
- 3) JIS Z 2104—1957, 木材の吸水量測定方法
- 4) JIS Z 2105—1957, 木材の吸湿試験方法
- 5) 松岡昭四郎・庄司要作：木材の耐朽性に関する研究（第 2 報）、室内実験における 供試体の形状、および培地との接触面と重量減少率との関係について、林試研報, 170, pp. 127~141, (1964)
- 6) 小原二郎：こうやまき材の耐水湿の優秀性について、木材工業, 3, 3, pp. 8~15, (1948)
- 7) 林業試験場木材部物理研究室：日本産主要樹種の性質、物理的性質—中国・四国、東北、中部地方産材について、木材部資料, 39—4, (1964)

**Studies on Natural Durability of Wood III.
Weight losses of Longitudinal—, Radial—, and
Tangential direction of wood in the laboratory test.**

Shôshirô MATSUOKA

(Résumé)

In the previous paper, we have reported that, in the laboratory test, weight losses of wood by decay differ according to the shape of specimens, and that difference of weight loss by decay was dependent upon the direction (longitudinal—, radial—, and tangential direction) of decay in wood. In this paper, in order to investigate the weight loss in the longitudinal—, radial—, and tangential direction of wood, the following test was carried out.

The specimens used in this experiment were squared timbers (20×20×20mm, had cross—, radial—, and tangential section) of SUGI (*Cryptomeria japonica* D. DON) and BUNA (*Fagus crenata* BLUME). The specimens were sealed with chlorinated gum paint on surfaces except for both sides to one direction, and they were put in contact with the medium at each non-sealed surface. The decay was induced by *Corirolellus palustris* (BERK. et CURT.) MURR. (stamm No. 0507, brown rot fungus) and *Irpex lacteus* FR. (stamm No. 1002, white rot fungus), and then weighed. The medium was prepared by testing method of JIS Z 2119—1958.

The results were as follows :

The Weight losses of longitudinal—, radial—, and tangential direction, were found to be significant (Table 3, Fig. 1—1~3, Photo. 1). It was recognized that the decay in the longitudinal direction was dominant compared with the radial and tangential direction decay of wood.

As regards the relationship between the radial and tangential direction on decay, it was found to be appreciable (Table 4). Tangential direction showed higher weight loss than the radial direction, a result contrary to water absorbability test or hygroscopic test of wood, which generally reveal that radial direction shows higher absorption of water or moisture than the tangential direction.

As mentioned above, it is clear that the result in the previous paper can be traced to difference of decay in longitudinal—, radial—, and tangential direction of wood.