スギ材の気体透過性[†] —生材丸太における半径方向の気体透過性—

永井 智* 谷口 義昭**

Gas Permeability in Wood of *Cryptomeria japonica* D. Don — Gas Permeability between White Zone Wood, Sapwood and Ambient Atmosphere in the Radial Direction in Green Logs —

by

Satoshi NAGAI* and Yoshiaki TANIGUCHI**

To investigate the gas permeability in the radial direction in green logs of *Cryptomeria japonica*, the log specimen was prepared with both ends sealed and the log's bark removed. A glass tube was set in each end of the heartwood, white zone wood and sapwood sections. The specimen was then set in a vacuum chamber. Each of the glass tubes was connected to a separate mercury manometer set outside the chamber. The changes in pressures were then measured during the different stages under vacuum. The amount of exposure of the end section of the white zone wood was then varied, and the subsequent pressure changes were measured, alternating between the vacuum state and the atmospheric pressure state. Another experiment was carried out on some different specimens, in which the log's bark was retained, and the gas permeability between the white zone wood, sapwood and ambient atmosphere in the radial direction was investigated.

The results obtained were as follows.

- 1) The first detected decrease in pressure was in the white zone wood in both experiments, which demonstrated that there were radial passages through which gas flowed from the ambient atmosphere through to the intermediate wood, regardless of the presence or absence of bark.
- 2) Pressure variation in the sapwood was consistently affected by the gas flow from the white zone wood rather than from the log surface.

Key words : Gas permeability, Intermediate wood, White zone wood, Intercellular spaces, Green logs, *Cryptomeria japonica*

1 緒 言

これまでに、生立木あるいは葉枯らし処理経過中の伐倒木から採取した丸太において、心材・白線帯・辺材各部に水銀マノメータを接続し、真空加圧缶内で減圧することにより、材内の気体透過性について検討してきた^{1), 2)}。そして、1) 心材では、含水率の高低にかかわらず、軸方向、半径方向および接線方向のいずれの透過性もきわめて低いこと、2) 白線帯では、含水率の高低にかかわらず透過性が著しく高く、その場合、軸方向の方が接線方向よりも明らかに高いこと、3) 辺材では、含水率の低下、あるいは空げき率の増大に伴って透過性が著しく向上し、その主たる透過方向は軸方向であることなどを明らかにしてきた。

なかでも、生材丸太の白線帯では、木口面あるいはまさ目面(背割り面)を露出させて行われたすべての実験結果¹⁾において、減圧実験開始初期の段階で圧力が低下しはじめたうえ、心材および辺材よりもつねに最も高い

透過性を示した。そこで、もし白線帯を缶内の雰囲気に露出させない状態、すなわち背割りを施さず、木口面を完全に密封し、丸太側面のみを缶内の雰囲気に出させた生材で実験を行った場合、はたして白線帯部に圧力変化が認められるのかどうかという検討課題が残された。

さらに、生材丸太の辺材では、木口面を露出させて行われたすべての実験結果^{1), 2)}において、減圧実験開始から数時間圧力変化が認められず、その後緩やかに低下しはじめた。しかしながら、それが軸方向あるいは半径方向のいずれから気体が透過した結果によるものなのか、半径方向にも気体は透過しているのか、しているとすれば、その透過方向は丸太側面からなのか、それとも白線帯からなのかについて、明確な結論を得るには至っていない。

本研究は、上述した未解決の検討課題、すなわち生材丸太における半径方向の気体透過性、とくに丸太側面—辺材—白線帯間における気体透過の関連性を明らかにす

† 原稿受理 平成 14 年 6 月 28 日 Received June 28, 2002

* 兵庫県立農林水産技術総合センター森林林業技術センター 〒671-2515 兵庫県東粟郡山崎町五十波, Forestry Tech. Inst., Hyogo Pref. Tech. Center for Agriculture, Forestry and Fisheries, Shiso-gun, Hyogo, 671-2515

** 正 会 員 奈良教育大学教育学部技術教育 〒630-8528 奈良市高畑町, Dept. of Tech. Education, Faculty of Education, Nara Univ. Education, Takabatake-cho, Nara, 630-8528

ることを目的として行われた。さらに、その透過経路に関して樹木生理学的な観点から考察を加えた。

2 実験方法

兵庫県宍粟郡山崎町の森林林業技術センター試験林に成育するスギ（約30年生）において、立木伐採後、胸高部位を元口とする長さ約1mの丸太を採取した。丸太の両端から2枚ずつ円盤を採取し、以下の方法により含水率を算出した。1枚からは髓を含む幅3cm、厚さ2cmのストリップを採取後、心材、白線帯および辺材の各部位よりノミでブロックを切り出し、全乾法により各部の含水率を求めた。残る1枚については、円盤のままの状態ですべての含水率を求め、これを供試材の全体含水率とした。

供試材の寸法、密度、含水率をTable Iに示す。ここで、長さ850mm材（No. 1）は主実験材であり、No. 2は再現性検証実験材（後述）である。

No. 1の密封、露出条件ならびに実験方法の概略をFig. 1に示す。なお、水銀マンオメータから心材・白線

帯・辺材各部のガラス管挿入部に至る、圧力測定系の接続方法は既報¹⁾と同様である。まず、ガラス管が挿入されていない方の木口面が上面となるように供試材を直立させ、その周囲をアルミ箔で囲み、木口面を密封するために十分な量の低粘度エポキシ樹脂（コニシ（株）E70）を流し込んだ（深さ約8mm）。樹脂中に認められる気泡はブロワーで除去し、木口面の気密性を向上させた。樹脂が完全に硬化した後、丸太側面の樹皮をはがし、減圧実験を開始した（Fig. 1①）。実験開始から24hr後、試験機を停止させ、缶内を大気圧に戻した（Fig. 1②）。実験開始から48hr後、ガラス管挿入面とは反対側の木口面の白線帯に、ほぼ均等に8ヶ所の穴（直径3mm、深さ50mm）をドリルであけた後、2回目の減圧を開始した（Fig. 1③）。実験開始から72hr後、試験機を再び停止し、缶内を大気圧に戻すと同時に、木口面の白線帯にさらに穴をあけた（計32ヶ所）（Fig. 1④）。実験開始から78hr後、木口面の白線帯にあけたすべての穴をビニルテープでシールするとともに、エポキシ樹脂を木口面全体

Table I. Outlines of log specimens.

No. of specimens	Length (mm)	Mean diameter (mm)	Density (g/cm ³)	Mc in heartwood (%)	Mc in white zone wood (%)	Mc in sapwood (%)	Mean Mc in log specimen (%)
1	850	185	0.82	70	69	244	152
2	200	215	-	50	73	192	129

Note : Mc : Moisture content.

Fig. 1. Conditions of log specimen (No. 1).

に流し、穴を完全にふさいだ (Fig. 1 ⑤). 実験開始から 106hr 後、缶内の圧力を 200mmHg (27KPa) に設定し、3 回目の減圧を開始した (Fig. 1 ⑥). 実験開始から 113hr 後、缶内の圧力を 40mmHg (5KPa) に設定し、減圧を継続した (Fig. 1 ⑦). 実験開始から 120hr 後、試験機を停止し、実験を終了した. 以上の実験期間において、心材、白線帯および辺材各部の内部圧力の経時変化を追跡した.

また、供試前に算出した丸太の全体含水率、および実験経過中に適宜測定した供試材の重量変化をもとに、実験中に低下した全体含水率を概算した.

次に、上述の No. 1 が採取された試験林において、地上高 1.2 ~ 2.2m の範囲に枝が認められない立木 (約 35 年生) を選定した. 伐採後、その部位より含水率測定用円盤および長さ 200mm の供試材を採取した. そして、上述と同様の方法により供試材を調製した後、樹皮をはがさず、Fig. 2 に示す条件により実験に供した. 供試材の寸法および含水率を Table I (No. 2) に示す.

3 結果と考察

3・1 透過性実験

3・1・1 減圧実験初期の圧力変化 No. 1 の実験結果

を Fig. 3 に示す. 当初は、数時間各部ともに圧力変化がなく、その後、最初に辺材部の圧力が低下しはじめるものと推測したうえで実験を開始した. ところが、減圧開始から約 1hr 後、まず最初に圧力が低下したのは、辺材部ではなく白線帯部であった. そして、実験開始から約 4hr 後、すなわち既報^{1), 2)}の生材丸太において認められた結果と同様の経過時間の後、辺材部の圧力も緩やかに低下しはじめた.

ここで筆者らは、半径方向における辺材への気体の透過が白線帯から進行していると予測し、それを立証するため、以下の手順で実験をすすめた.

3・1・2 辺材への気体透過方向の追跡 実験開始から 24hr 後に試験機を停止し、缶内を大気圧に戻すと、まず白線帯部の圧力が上昇しはじめた (Fig. 3, arrow 1). 辺材部の圧力は、缶内が大気圧に戻った後も漸減する傾向にあった (Fig. 3, arrow 2). しかし、白線帯部の圧力が上昇し、辺材部の圧力に接近した時点から数時間の間、辺材部の圧力に変化が認められなくなった (Fig. 3, arrow 3). そして、白線帯部の圧力が辺材部の圧力よりも上昇した後、再び辺材部の圧力に変化が認められるとともに、それは緩やかに上昇しはじめた (Fig. 3, arrow 4).

Fig. 2. Conditions of log specimen (No. 2).

Fig. 3. Changes in pressures in log specimen (No. 1) under alternate stages of vacuum and atmospheric pressure.

開始から 48hr 後、缶内の減圧を再開する直前に、ガラス管挿入面とは反対側の木口面の白線帯に、ほぼ均等に 8ヶ所の穴（直径 3mm、深さ 50mm）をドリルであけ、減圧を再開した。これは、実験開始時よりも白線帯部の圧力が急激に低下した場合、辺材部の圧力がどのような傾向を示すかを見るためである。木口面の一部を露出した結果、白線帯部の圧力の低下速度は実験開始時よりも明らかに大きくなった (Fig. 3, arrow 5)。辺材部では、減圧再開とほぼ同時に圧力変化が認められなくなったが、白線帯部の圧力が辺材部の圧力よりも低下した時点で、辺材部の圧力も低下しはじめた (Fig. 3, arrow 6)。そして、その低下速度も実験開始時より大きくなった。

開始から 72hr 後、試験機を再び停止し、缶内を大気圧に戻した。そして、今度は白線帯部の圧力が急激に大気圧に近づいた場合、辺材部の圧力がどのような傾向を示すかを見るために、木口面の白線帯にさらに穴をあけた（計 32ヶ所）。すると、白線帯部の圧力は急激に上昇しはじめた (Fig. 3, arrow 7)。試験機停止直後から辺材部の圧力に変化は認められなくなったが、白線帯部の圧力が辺材部の圧力よりも上昇した時点で、辺材部の圧力も今度は急激に上昇しはじめた (Fig. 3, arrow 8)。

辺材部の圧力がほぼ一定の速度で上昇していることを確認した時、すなわち 78hr 後に、木口面の白線帯にあけたすべての穴をビニルテープでシールするとともに、エポキシ樹脂を木口面全体に流し、穴を完全にふさいだ (Fig. 3, arrow 9)。この理由としては、辺材部の圧力変化が白線帯部の圧力変化に依存しているのであれば、ここで白線帯部の圧力の変化を止めた場合、辺材部の圧力の上昇傾向にも何らかの変化が認められるのではないかと考えたためである。穴を完全にふさいぐと、白線帯部では直ちに圧力変化が認められなくなった。この時、白線帯部と辺材部の圧力差が 300mmHg (40KPa) 近くにも達した段階で穴をふさいだためと思われるが、結果的に、辺材部の圧力の上昇傾向に明らかな変化は認められなかった (Fig. 3, arrow 10)。木口面の穴を密封してから 7～8hr 後、白線帯部の圧力は緩やかに上昇しはじめた (Fig. 3, arrow 11)。この時、木口面において、ビニルテープおよびエポキシ樹脂により密封された穴の周囲を観察したところ、気密性は確保されていた。つまり、この圧力上昇は、実験開始時と同様、丸太側面から半径方向に気体の透過が進行した結果であると考えられた。

さて、実験開始から 48hr 後の減圧再開時には、白線帯部と辺材部の圧力がほぼ等しくなるまでに 1.5hr 程度を要した。もし、この所要時間をもう少し長時間にさせた場合においても、白線帯部の圧力が辺材部の圧力よりも低下した時点で辺材部の圧力低下が再開すれば、辺材部への気体の透過が丸太側面からではなく、白線帯から進行していることがより強く裏付けられる。一方、この段階では、実験開始から 78hr 後に白線帯の穴を密封した樹脂が完全には硬化していなかった。しかし、樹脂が硬化するまで減圧の再開を待った場合、白線帯部、辺材部双方の圧力が大気圧に近づくとともに、その圧力差が小

さくなる。その段階で減圧を再開すれば、短時間のうちに双方の圧力が低下しはじめることにより、辺材部の圧力低下の原因を白線帯部のみに求めることは困難になる。以上のような経緯から、ここで樹脂の硬化を待つことは得策でないと判断した。

そこで、白線帯部の圧力を少しでも緩やかに低下させることを目的に、缶内の圧力を 200mmHg (27KPa) に設定し、106hr 後に減圧を再開した。白線帯部の圧力は、減圧再開から約 3hr、半径方向からの気体透過によるものと思われる漸減傾向にあった (Fig. 3, arrow 12)。その低下速度は、丸太側面のみを露出していた減圧実験初期のそれよりも幾分小さかった。これは、缶内の圧力をそれまでよりも高い 200mmHg (27KPa) に設定したことにより、白線帯のガラス管挿入部と缶内との圧力差が小さくなったためであると考えられた。しかし、減圧再開から約 3hr 後、すなわち、実験開始から 109hr 後に白線帯部の圧力は急激に低下しはじめた。おそらく、この時点で再度密封していた木口面の穴からの透過が開始したものと思われる（なお、実験終了後に供試材の木口面を観察したところ、白線帯の穴を密封していたビニルテープの周囲、すなわち、穴と缶内雰囲気との最短経路に相当する部位において、局所的にエポキシ樹脂の泡状化が認められた）。一方、辺材部では、減圧再開から白線帯部の圧力が辺材部の圧力よりも低下するまでの約 3hr、やはり圧力変化が認められなかった (Fig. 3, arrow 13)。しかし、白線帯部の圧力が急激に変化し、辺材部の圧力よりも低下した時点で、辺材部の圧力も低下しはじめた (Fig. 3, arrow 14)。このことにより、半径方向における白線帯—辺材間の透過経路の存在が強く裏付けられた。白線帯部の圧力低下速度が減圧実験開始時および 48hr 後の減圧再開時よりも大きかったためか、辺材部の圧力の低下速度も大きかった (Fig. 3, arrow 15)。

以上の実験中に低下した全体含水率は約 3.5% であった。

そして、実験終了後、既報¹⁾の方法により、水銀マンオメータから供試材のガラス管挿入部に至る測定系において、空気もれがないこと、すなわち、実験中に空気もれがなかったことを確認した。

以上の実験結果は次の 3 点に要約できる。

(1) 実験開始から 24hr 後に缶内を大気圧に戻した時、丸太側面は大気圧状態であるにもかかわらず、辺材部の圧力は緩やかに低下しつづけていた (Fig. 3, arrow 2)。

(2) 実験開始後 36hr 付近 (Fig. 3, arrow 3) および 73hr 付近 (Fig. 3, arrow 8) のどちらも、丸太側面は同じ大気圧状態であるにもかかわらず、白線帯部の圧力が緩やかに上昇した 36hr 付近では、辺材部の圧力も緩やかに上昇しはじめた (Fig. 3, arrow 4) のに対し、白線帯部の圧力が急激に上昇した 73hr 付近では、辺材部の圧力も急激に上昇しはじめた (Fig. 3, arrow 8)。

(3) 実験開始時を除いて、缶内の減圧—大気圧の繰り返し過程のすべてのポイントにおいて、白線帯部の圧力が辺材部の圧力よりも上昇 (Fig. 3, arrow 3, 8) あるいは低下 (Fig. 3, arrow 6, 14) した時点で、辺材部の圧

力の上昇あるいは低下も開始した。

以上の結果から、辺材部の圧力変動は白線帯部の圧力変動に依存していること、すなわち、半径方向における辺材への気体の透過は、主として白線帯から進行していることが明らかとなった。つまり、既報^{1), 2)}の生材丸太において、実験開始から数時間、辺材部に圧力変化が認められなかったのは、白線帯から辺材への透過経路がこの段階ではまだ確立されていなかったためであり、その後、緩やかに圧力が低下しはじめたのは、主として白線帯から気体が透過した結果によると推察される。ただし、辺材では、含水率の低下あるいは空げき率の増大に伴い、軸方向の透過性が向上することも明らかとなっている。²⁾ これらを併せて考慮した結果、丸太内では、白線帯から辺材へと半径方向に気体の透過が進行していくと同時に、軸方向、さらに接線方向の透過経路も白線帯側から辺材側へと徐々に拡大していくのではないかと推察される。

3・2 樹木生理学的考察

筆者らはこれまでに、スギ心材、白線帯および辺材各部の気体透過性を実大材レベルで検討することにより、移行材に相当し、低含水率である白線帯の透過性がきわめて高いことなどを明らかにしてきた。^{1), 2)} さらに、本研究では、丸太側面のみが露出された状態でさえ、辺材の内層側に位置する白線帯部において、圧力の低下が最初に認められた。このことは、スギ実大材の気体透過性評価に関する材料学的な知見の提供もさることながら、樹木生理学的にも興味深い知見が得られたものと言えるであろう。

樋口³⁾は、樹木の心材化を誘起する因子として、「移行材」、「水分消失」そして「空気の導入」を挙げている。すなわち、水分の消失と空気の導入を心材形成の有力な因子と考え、この空気が樹木のどの部位から樹体内に取り入れられているかを問題としている。そして、死んだ枝および枝の切り口から空気が入ってくることにより心材が形成される、という Zycha⁴⁾の説を有力なものと考えている。

一方、樹木の木部内における生活細胞への酸素の供給、あるいは生活細胞からの二酸化炭素の排出、すなわち代謝作用に関わる気体通導系に関して、Back⁵⁾は、放射組織中の細胞間げきがその役割を担っていることを示唆している。また、Hook ら⁶⁾は、水中に浸せきした苗木において、木部から外樹皮に至る半径方向で気体が透過していることを観察するとともに、顕微鏡により、辺材外層部から形成層、師部、そして皮目に至る放射組織中に連続した細胞間げきを観察した。そして、木部生活細胞の代謝に関して、蒸散流、あるいは上述の細胞間げきが気体通導系として機能していることを強く示唆している。

さらに、見尾ら⁷⁾は、心材、辺材および師部から採取した試験片のそれぞれにおいて、放射組織中に連続した管状の細胞間げきを認め、それが樹木心材化の際に必要なとされる空気の通導系として機能していることを示唆している。

一方、本研究に用いられた No. 1 の丸太側面を肉眼で

観察した限りでは、枯れ枝や生枝、あるいはそれらの巻き込みが完了していない部位は認められなかった。つまり、Fig. 3 において、減圧実験開始後に認められた白線帯部の圧力低下は、放射組織中の細胞間げきを気体が透過したことによる可能性が考えられる。しかしながら、実験当初は細胞間げきの透過性について考慮していなかったうえ、供試材が 850mm と比較的に長いため、上述の結果のみから、気体の透過経路を細胞間げきに求めることは時期尚早であると考えられた。また、No. 1 では樹皮をはがしているため、白線帯から樹皮に至る透過経路の存在を実証する結果であるとはいえない。

3・3 再現性の検証

実験の再現性を検証するとともに、その透過経路について検討するため、長さが短く (200mm)、かつ、側面に枝あるいはその巻き込みが完了していない部位がまったく認められない供試材、No. 2 を用いて実験を行った。その結果を Fig. 4 に示す。なお、既報^{1), 2)}および No. 1 の実験結果 (Fig. 3) から明らかなように、心材は透過性がきわめて低いことが既知であるため、測定対象としていない (Fig. 2)。

減圧実験開始から約 1.5hr 後、白線帯部の圧力低下が最初に認められた。そして、実験開始から約 5hr 後に辺材部の圧力が低下しはじめた。さらに、実験開始から 33hr 後に缶内を大気圧に戻すと、白線帯部の圧力は上昇しはじめたのに対し、辺材部の圧力はわずかながら低下しつづけていた。そして、白線帯部の圧力が辺材部の圧力よりも上昇した後に、辺材部の圧力も上昇しはじめた。

再現性実験は、No. 2 を含め、2 立木、計 4 本の供試材について行われた。その結果、すべての供試材において、Fig. 4 と同様の傾向が認められた。すなわち、再現性は検証されるとともに、白線帯から樹皮に至る半径方向において、気体透過経路が存在することが実証された。よって、Fig. 3 および Fig. 4 において、減圧実験開始初

Fig. 4. Changes in pressures in log specimen (No. 2) under stages of vacuum and atmospheric pressure.

期に認められた白線帯部の圧力低下は、放射組織中の細胞間げきを気体が透過したことによるものと推察したうえで、以下に考察をすすめる。

3・4 材内における気体透過経路

見尾ら⁷⁾によれば、細胞間げきは放射組織中にごく普通に認められる。つまり、気体は減圧実験開始後、丸太の周囲全体から細胞間げきを透過し、辺材、白線帯、さらに心材へと達するであろう。白線帯に達した気体は、水分の消失した仮道管内こう⁸⁾および完全には閉そくしていない有縁壁孔対⁹⁾を軸方向および接線方向に透過しながら、やがて白線帯のガラス管挿入部に達したものと考えられる。一方、心材に関しては、含水率の高低にかかわらず、軸、半径および接線方向のいずれの透過性もきわめて低い¹⁾ことから、たとえ気体が細胞間げきを透過して心材に達したとしても、その後、仮道管内を容易には透過できないものと考えられる。また、辺材の場合、仮道管有縁壁孔対の閉そく率はきわめて低い^{10), 11)}ものの、水分量が多いため、同じく仮道管内への気体の透過が阻害されていることが考えられる。ただし、辺材部の圧力変動は、缶内の圧力変動ではなく、つねに白線帯部の圧力変動に依存していた (Fig. 3, 4)。このことは、辺材では内層部の方が外層部よりも気体が透過し易いことを意味している。さらに、辺材では空げき率と気体透過性の間に高い相関が認められる²⁾ことから、辺材内層部の方が外層部よりも空げき率が高いという可能性が考えられる。

なお、丸太側面から直接辺材のガラス管挿入部へと達している放射組織も存在するものと考えられる。つまり、そこに存在しているであろう細胞間げきにも気体は透過していることになる。しかし、供試材全体の細胞間げきに占めるその経路の割合は著しく少ないため、辺材部の圧力変化にほとんど影響を与えていないのではなかろうか。雨宮ら¹²⁾も、生材丸太側面から辺材内部への気体の透過はほとんどないか、非常にわずかであり、辺材の圧力変化にはほとんど影響を与えていないと考えている。

ところで、気体が丸太の周囲全体から白線帯へと細胞間げきを透過するためには、高含水率である辺材を貫通しなければならない。細胞間げきにも水分が充満しているのではないかと、という疑問が生じる。これに関しては、細胞間げきの内壁にはスベリン様物質からなる薄い層が存在し、^{13), 14)}それがシーラントとして機能する結果、自由水が気体通導系（すなわち細胞間げき）に浸入することを防いでいる可能性が指摘されている。⁵⁾丸太内、ひいては樹幹内の細胞間げきにおける水分の存否を明らかにするためには、Cryo-SEM 法¹⁵⁾がひとつの手段として考えられるが、これについては今後の課題としたい。

本研究の結果、スギ白線帯は、軸方向および接線方向において高い透過性を有している¹⁾だけでなく、丸太側面からの気体透過経路を有していることがわかった。これらのことは、移行材、水分消失、そして空気の導入が樹木心材化を誘起する因子であるとする樋口³⁾の主張を支持するものである。さらに、今回の実験結果ならびに

既往の知見をもとに、白線帯への気体透過経路に関して、細胞間げきに主眼をおいて考察した。その結果は、樹木心材化に際し、細胞間げきが気体通導系の役割を担っているという見尾ら⁷⁾の示唆を支持するものである。ただし、枝から白線帯への気体透過の可能性についても、今後検討をすすめる必要がある。

4 結 言

スギ生材丸太において、半径方向の気体透過性について検討することを目的に、木口面を密封し、はく皮した丸太側面のみを露出させた供試材を調製した。水銀マンメータに心材・白線帯・辺材各部を接続したその供試材を真空加圧缶内で減圧し、各部における内部圧力の経時変化を追跡した。次いで、木口面の白線帯の密封、露出の条件を変えると同時に、缶内の減圧、大気圧の過程を繰り返し行い、その時の各部における圧力変動を追跡した。さらに、樹皮をはがさずに丸太側面のみを露出させた供試材について、減圧、大気圧下で圧力変動を追跡した。そして、白線帯—辺材—丸太側面間における半径方向の気体透過性について検討した。

本研究で得られた結果は以下のとおりである。

- (1) 樹皮の有無によらず、丸太側面のみが缶内に露出している状態であるにもかかわらず、減圧実験開始後、白線帯部の圧力が最初に低下した。すなわち、生材丸太の周囲から移行材に至る半径方向において、樹皮および辺材を貫通する気体透過経路が存在することが実証された。
- (2) 辺材部の圧力変動は、缶内雰囲気圧の圧力変動ではなく、つねに白線帯部の圧力変動に依存していた。すなわち、半径方向における辺材への気体の透過は、丸太側面からではなく、主として白線帯から進行していた。

参 考 文 献

- 1) 永井 智, 谷口義昭, 材料, **50**, 409 (2001).
- 2) 永井 智, 谷口義昭, 材料, **51**, 379 (2002).
- 3) 樋口隆昌, 木材工業, **18**, 313 (1963).
- 4) H. Zycha, Forstwissenschaftliches Centralblatt, **67**, 80 (1948).
- 5) E. L. Back, Wood Science, **2**, 31 (1969).
- 6) D. D. Hook and C. L. Brown, Botanical Gazette, **133**, 304 (1972).
- 7) 見尾貞治, 松本 昶, 九州大学農学部演習林報告, **51**, 1 (1978).
- 8) R. Nakada, Y. Fujisawa and Y. Hirakawa, J. Wood Sci., **45**, 188 (1999).
- 9) Y. Sano and R. Nakada, IAWA J., **19**, 285 (1998).
- 10) T. Nobuchi and H. Harada, Mokuzai Gakkaishi, **29**, 824 (1983).
- 11) T. Fujii, Y. Suzuki and N. Kuroda, IAWA J., **18**, 69 (1997).
- 12) 雨宮昭二, 井上 衛, 木材工業, **20**, 385 (1965).
- 13) F. M. Scott, Botanical Gazette, **111**, 378 (1950).
- 14) F. M. Scott and M. Lewis, Botanical Gazette, **114**, 253 (1953).
- 15) Y. Utsumi, Y. Sano, J. Ohtani and S. Fujikawa, IAWA J., **17**, 113 (1996).