

スギ黒心材におけるカリウム分布^{*1}富田 智^{*2} ・ 松永浩史^{*3} ・ 松村順司^{*4} ・ 小田一幸^{*4}

富田 智・松永浩史・松村順司・小田一幸：スギ黒心材におけるカリウム分布 九州森林研究 57：289-292, 2004 スギ黒心化のメカニズムを解明するには、心材部におけるカリウムの分布状況に関する基礎情報が必要である。本研究では、オビスギを対象に赤心材と黒心材で地上高別に SEM-EDXA 法で表面組成分析し、心材部におけるカリウムの分布を木材組織構造と関連づけて検討した。その結果、赤心材ではどの地上高からもカリウムの検出はほとんど認められなかったのに対して、黒心材ではすべての地上高において軸方向柔細胞の内容物からカリウムが高濃度に検出された。このカリウムの検出量は地上高や横断面部位によって異なった。

キーワード：Cryptomeria japonica, 黒心, カリウム, 軸方向柔細胞, SEM-EDXA 法

I. はじめに

スギ (*Cryptomeria japonica* D.Don) 黒心材の特徴には、弱アルカリ性化 (1), カリウムなどの灰分量の増加 (3), 多量の抽出成分の生成 (4), 生材含水率の増加 (4), などが知られている。しかしながら、多量の水およびカリウムの心材への移動および蓄積のメカニズムは明らかになっていない。加えて、心材部に存在する多量のカリウムの分布状況に関する詳細な情報も得られていない。松永ら (2) は、オビスギの黒心材、胸高部位ではカリウムが仮道管細胞壁や放射柔細胞に比べて、軸方向柔細胞の内容物に高濃度に存在したことを報告している。しかしスギ心材の黒変現象は、地上高の高い部分だけが黒色化するものや、幹の外傷部から黒色化するものなどが経験的に知られていることから、樹木全体にわたる心材部のカリウム分布に関する情報を蓄積する必要がある。

そこで本研究では、SEM-EDXA 法を用いて赤心材、黒心材を対象に心材部におけるカリウムの分布を地上高別に表面組成分析し、木材組織構造と関連づけて検討した。

II. 材料と方法

1. 試料

供試木は九州大学宮崎演習林産のオビスギで、赤心 (スギ A : 樹高13.5m), 黒心 (スギ B : 樹高10.7m) それぞれ 1 個体ずつ用意した。伐倒後直ちに、各個体の地上高0.3m および地上高1.5m から 2 m 間隔で髓を含む二つのストリップを採取し、一方を生材含水率測定用に、他方を直ちに 3% グルタルアルデヒド (GA) で固定して心材部の表面組成分析に用いた。なおスギ B の

地上高3.5m, 5.5m, 7.5m の心材は伐倒直後からすでに黒色化しており、地上高0.3m, 1.5m の心材は時間の経過とともに黒色化した。

2. 生材含水率

心材、辺材、白線帯から数年輪毎にブロック試料を切りだして生材重量を測定したのち、103℃で乾燥させて全乾重量を求めて生材含水率を算出した。

3. SEM-EDXA 法による表面組成分析

GA で固定されたブロック試料から10μm厚の横断面切片を作成してカーボン蒸着し、SEM (走査電子顕微鏡 日本電子 JEM5600LV) - EDXA (エネルギー分散型 X 線分析装置 日本電子 JED2140) 法により、各組織部位の点分析を行った。分析条件は、加速電圧：15kV, 照射電流量：1.5nA, 作動距離：20mm, X 線取り出し角：30°, 分析時間：有効時間100秒間の下で行った。さらに、スギ B に関しては、各切片 6 ~ 15カ所の軸方向柔細胞の内容物を対象に、カリウムの P (ピーク強度) / B (バックグラウンド) 比を算出し、カリウム元素の相対濃度を生材含水率や地上高と関連づけて検討した。

III. 結果と考察

1. 生材含水率の放射方向の分布

図-1, 図-2にスギ A (赤心), B (黒心) それぞれの生材含水率の放射方向変動を示す。スギ A ではどの地上高においても心材の生材含水率が50%前後と低い値で安定したのに対して、スギ B では心材の生材含水率が低いところで100%程度、高いところでは200%を示し、変動が大きく、いずれの地上高でも高い値を示した。このような生材含水率の変動は、典型的な赤心、典型的

^{*1} Tomita, S., Matsunaga, H., Matsumura, J. and Oda, K.: Potassium distribution in black-heartwood of sugi (*Cryptomeria japonica*)

^{*2} 九州大学農学部 Fac. Agric., Kyushu Univ., Fukuoka 812-8581

^{*3} 森林総合研究所 For. Forest Prod. Res. Inst. Ibaraki 305-8687

^{*4} 九州大学大学院農学研究院 Fac. Agric., Kyushu Univ., Fukuoka 812-8581

な黒心に見られる特徴である (1)。

2. 心材部におけるカリウムの分布

図-3に赤心(スギA)の地上高0.3mにおける心材部の分析例を示す。各スペクトルより、軸方向柔細胞の内容物、仮道管二次壁、複合細胞間層、放射柔細胞のいずれの部位からもカリウムはほとんど検出されなかった。また放射柔細胞には内容物がほとんど存在しなかった。スギAにおけるこれらの傾向はどの地上高においても認められた。しかしながら、地上高7.5mでは、軸方向柔細胞の内容物からカリウムが検出された。さらに、図-4にしめすように放射柔細胞に内容物がより多く存在し、リンや硫黄などの元素が検出された。

図-5、図-6に黒心(スギB)の地上高1.5m、3.5mの心材部における分析例を示す。各スペクトルから、軸方向柔細胞の内容物から多量のカリウムが検出された。また、仮道管二次壁、複合細胞間層、放射柔細胞においてもカリウムがわずかに検出され、赤心(スギA)とは異なる傾向を示した。これらの傾向は、全ての地上高において認められた。このことからオビスギの黒色心材部では樹木全体にわたって、カリウムが軸方向柔細胞の内容物に局在することが明らかになった。また、軸方向柔細胞の内容物におけるカリウムのピーク強度にはバラツキが認められた。そこで、各地上高、各放射方向における軸方向柔細胞の内容物に存在するカリウムの相対濃度をP/B比を用いて比較・検討した(表-1)。表-1より、地際に近い地上高0.3m、1.5mの心材では、生材含水率の高い部位ほどカリウムのP/B比が高くなる傾向を示した。これに対して、地上高3.5m、5.5mではこのような傾向は認められなかった。

以上のことから、オビスギの黒心材では、どの地上高においても軸方向柔細胞の内容物にカリウムが局在することが明らかとなった。スギ心材の黒変現象は遺伝的に黒心とされる品種が存在したり、生育時の環境変化によって黒変化する個体も存在することから、今後は品種や環境を考慮に入れて、心材内におけるカリウム分布を詳細に検討する必要がある。

IV. まとめ

オビスギの赤心材と黒心材を対象に、地上高別にカリウムの分布を木材組織構造と関連づけて検討した結果、以下のことが明らかになった。

- ①赤心の心材部ではどの地上高においてもカリウムはほとんど検出されなかった。
- ②黒心の心材部ではどの地上高においても軸方向柔細胞の内容物にカリウムが局在していた。その検出量は、比較的地上に近い部位では、生材含水率の高い部位ほどカリウムのP/B比が高くなる傾向を示した。

引用文献

- (1) 平川泰彦 (1996) 山林 1340: 37-43.
- (2) 松永浩史ほか (2003) 日本木材学会要旨集 53: 17.
- (3) 小田一幸ほか (1994) 九大農芸誌 48 (3, 4): 171-176.
- (4) 高橋考悦 (1998) 木材学会誌 44 (2): 125-133.

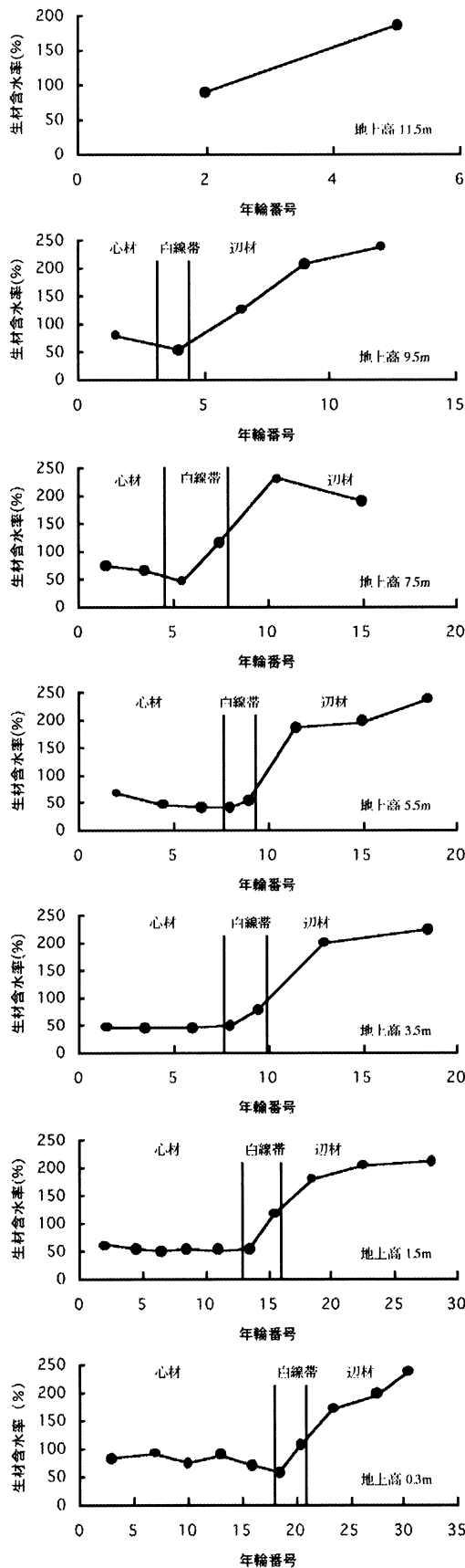


図-1. スギAの生材含水率推移

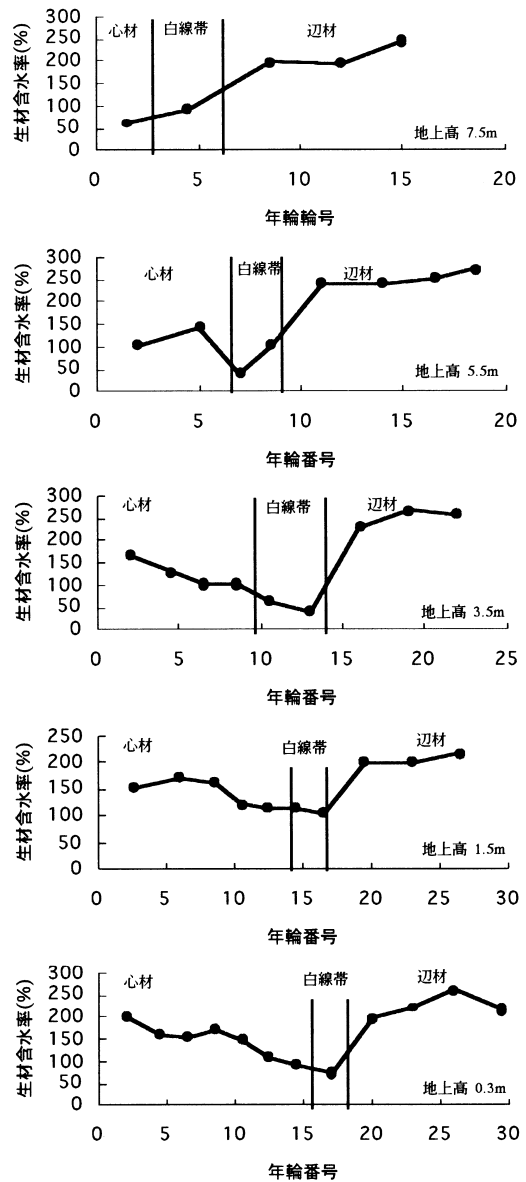


図-2. スギBの生材含水率推移

表-1. カリウムのP/B比

| 地上高 | 4年輪目 | | |
|------|--------|-------|------|
| 5.5m | 含水率 | 144% | |
| | 平均P/B比 | 2.13 | |
| | 標準偏差 | 0.42 | |
| | 変動係数 | 19.7 | |
| 地上高 | 4年輪目 | 8年輪目 | |
| 3.5m | 含水率 | 129% | 102% |
| | 平均P/B比 | 3.12 | 3.77 |
| | 標準偏差 | 0.41 | 0.68 |
| | 変動係数 | 13.0 | 17.9 |
| 地上高 | 4年輪目 | | |
| 1.5m | 含水率 | 151% | |
| | 平均P/B比 | 2.82 | |
| | 標準偏差 | 1.01 | |
| | 変動係数 | 35.9 | |
| 地上高 | 8年輪目 | 14年輪目 | |
| 0.3m | 含水率 | 170% | 91% |
| | 平均P/B比 | 3.86 | 2.99 |
| | 標準偏差 | 1.20 | 0.41 |
| | 変動係数 | 31.0 | 13.8 |

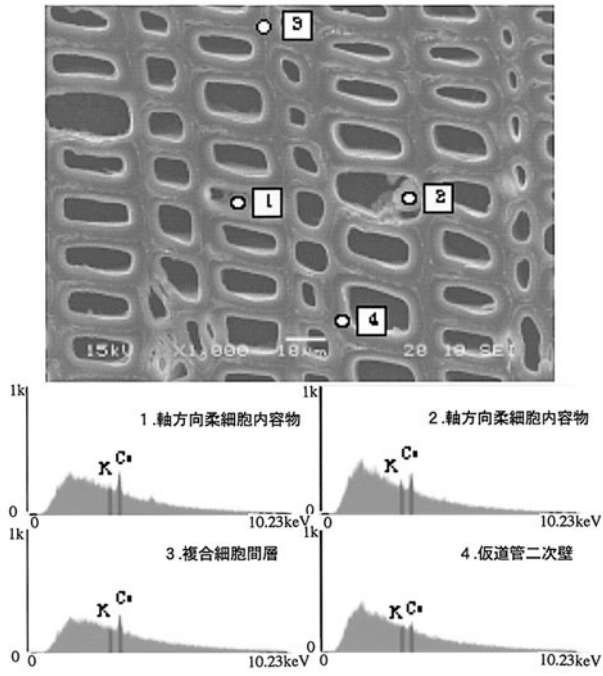


図-3. スギA心材部
地上高0.3m 17年輪目 生材含水率68%

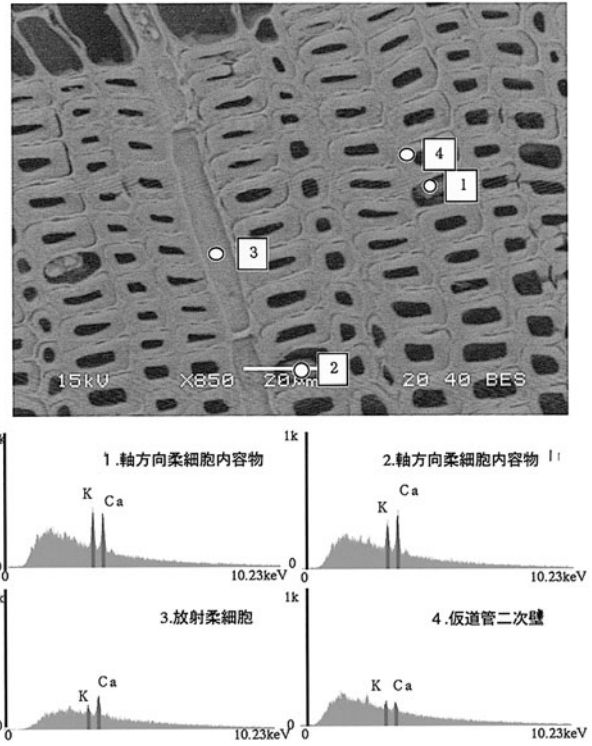


図-5. スギB心材部
地上高1.5m 4年輪目 生材含水率151%

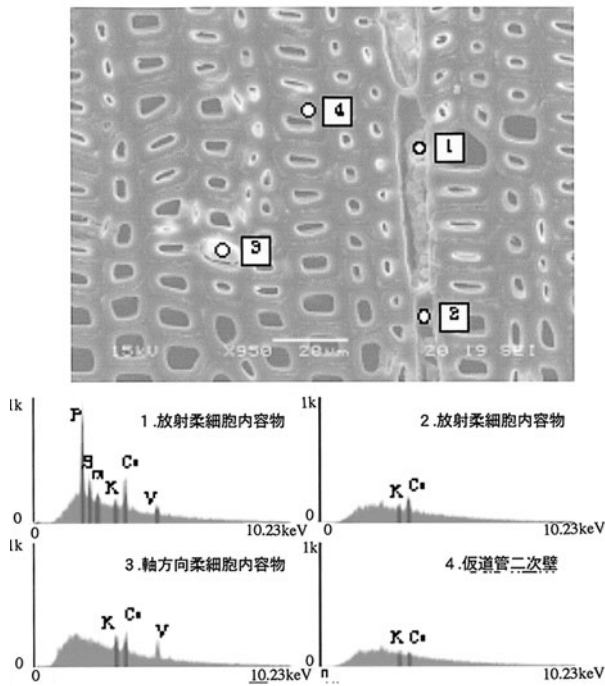


図-4. スギA心材部
地上高7.5m 4年輪目 生材含水率63%

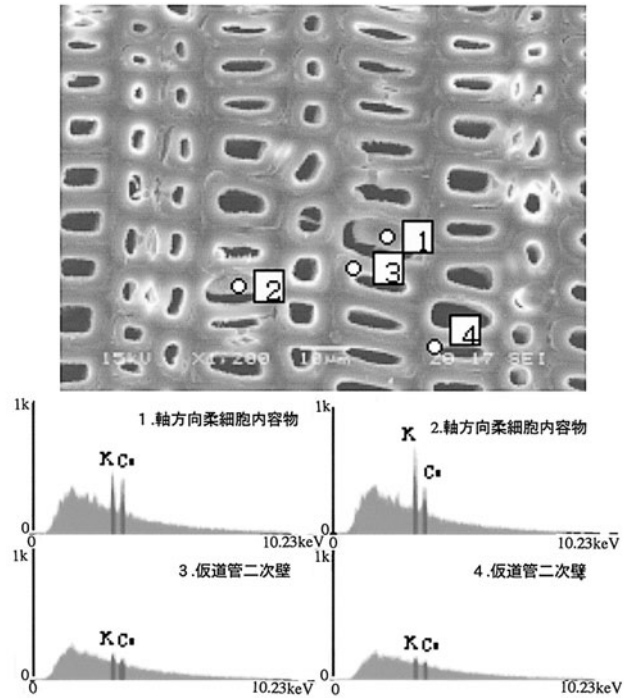


図-6. スギB心材部
地上高3.5m 4年輪目 生材含水率129%

(2003年10月31日 受付；2003年12月19日 受理)