

[ 別紙 2 ]

## 論文審査の結果の要旨

申請者氏名 松田俊一

「シックハウス症候群」と呼ばれる室内空気汚染問題を解決するためには、住宅における室内の化学物質気中濃度の実態把握と発生源の特定、そして特定された化学物質に応じた適切な対策の実施が必要である。特に木質材料については、ホルムアルデヒド、アセトアルデヒド等木質材料と関連する化学物質の室内気中濃度への影響や、それらの発生メカニズムの解明が求められている。この研究が進めば、室内空気汚染問題の効果的な対策と今後の木質材料の更なる有効利用へ繋げることができるものと考えられる。

本論文では、多くの実住宅の実態調査から木質材料と関連すると思われる室内空気汚染物質の特定とともに、樹種、接着剤、製造方法が木質材料からの化学物質の発生に影響していることを示した。さらに、ホルムアルデヒドについて吸着という手法を用いて効果的な低減対策を実現したものである。

第1章では、室内空気汚染問題の経緯を示し、この問題について気中濃度の実態、建築材料から発生、低減対策の三つのポイントから既往の研究と課題、本論文の目指す成果に関する序論を示した。これにより、本論文のテーマの整理がなされている。

第2章では、実住宅におけるVOC気中濃度の実態として、2003年7月施行の改正建築基準法前に建築された新築住宅196棟の気密性能、換気回数、VOC気中濃度を測定し、気中濃度の年次傾向、居室別の気中濃度の特徴が検討されている。ホルムアルデヒド等の気中濃度は年々減少傾向、アセトアルデヒド気中濃度は横ばいという結果が得られた。また、 $\alpha$ -ピネン、ウンデカン、酢酸エチル、アセトン、メチルエチルケトン等が室内で高濃度になる場合が多かった。特に木質フローリングを使用している寝室・洋室では、多くの化学物質が高濃度となり、木質建材が関与している可能性が考えられた。また、木材由来の成分と考えられる $\alpha$ -ピネン気中濃度と、 $\beta$ -ピネン、リモネン、アセトアルデヒド、ヘキサアルデヒド気中濃度に相関関係が見られたことから、これらは木材由来の成分の可能性が考えられた。

第3章では、木材および木質材料からのVOC放散速度を測定し、材料および接着剤、製造方法の視点からVOCの発生源を検討している。LVL、集成材からはホルムアルデヒド、アセトアルデヒドの放散がかなり多かった。また、スギ心材単板、辺材単板は熱圧処理によりアセトアルデヒドの放散が高められる傾向にあり、その放散量は熱圧処理時間の長さに影響されていたことから、製造条件が放散量に影響を与える可能性が示唆された。この結果を受け、樹種、接着剤、圧縮条件の組み合わせが違う集成材からのアルデヒド・ケトン類、VOCの放散の特徴と、使用した接着剤の構成成分が放散に与える影響を検討した。ホルムアルデヒドについては、レゾルシノール

系樹脂接着剤を使用した場合、放散量が大きく増加するが、高周波処理により放散を抑える効果が確認できた。アセトアルデヒドについては、樹種（スギ、スプルース）によって放散量に差があり、特定の接着剤と圧縮条件の組み合わせにより放散量が大きく増加した。以上の結果から、今回の集材材からのホルムアルデヒド、アセトアルデヒドの放散については、樹種の違い（セルロース、ヘミセルロース、リグニン等の成分構成比の違いなど）により、接着剤成分と木材成分との化学反応で発生する場合と高周波処理により発生が促進される場合がある可能性が考えられた。

第4章では、実環境に即したホルムアルデヒド吸着材料の吸着性能および脱着性能の評価方法として、簡易的な測定方法を考案し、市場にある吸着材料（粉末および成型品）についてその吸着・脱着性能を評価した。炭系及び珪藻土系の多孔質材料（粉末）は、温度変化に追従してホルムアルデヒドの吸着と脱着が起こり、物理吸着によるものと考えられた。一方、ホルムアルデヒドを化学的に吸着する吸着剤は、温度変化が起きても吸着後の脱着が起こらず、ホルムアルデヒドの吸着には化学吸着剤が適すると考えられた。

第5章では、第4章の結果を基に、最適な吸着剤を選択し、それを使った吸着建材を設計して実環境での吸着性能の評価を行った。調湿材の調湿性を利用し、室内の水分と一緒にホルムアルデヒドを引き寄せることでホルムアルデヒドと化学吸着剤を接触しやすくすることにより、吸着効果が高まることが示唆された。また、化学吸着剤と調湿材をそれぞれ一定割合で混合成型することにより、ホルムアルデヒドの吸着能力と一旦吸着したホルムアルデヒドを脱着させない保持能力、さらには調湿性能を発揮することがわかった。実住宅でその効果を確認したところ、ホルムアルデヒド気中濃度が厚生労働省指針値以下に抑えられたとともに、相対湿度も施工していない部屋と比べて低湿度に抑えられていたことから吸着効果と調湿効果が確認された。ただし、吸着性能の持続性については、今後さらに検討する必要がある。しかし、短期間での集中的なホルムアルデヒドの除去性能および継続的なホルムアルデヒドの除去効果と、調湿性能を合わせ持った建材を提案することができたことは、今後の対策手法の一つとして評価できる。

以上のように本研究の結果は、木質材料と室内空気汚染との関係を示し、また、木質材料からのVOC発生メカニズムの解明に繋がる重要な知見を与え、木質材料の室内環境に対する今後の対応の方向性並びに材料研究に対して大きく貢献することは明らかである。さらに、今回示した簡易的な吸着・脱着評価方法および吸着除去方法の考え方は、今後の室内空気汚染対策の一つとして大きな指針となるものである。よって、審査委員一同は、本論文が博士（農学）の学位論文として価値あるものと認めた。