

論文の内容の要旨

論文題目 生物の知覚能力に基づいた空気質評価法に関する研究

氏名 金 鐘訓

1980年代より欧米を中心にして室内環境の悪化による在室者の健康被害（シックビルディング症候群）が話題となった。国内でも、1996年頃より建材から放散する様々な揮発性有機化合物が居住者の健康に悪影響を与える（シックハウス症候群）ことが問題となり、それに対する研究および対策が行われてきた。現在は様々な化学物質に対する室内空気中の濃度測定標準試験法および濃度基準値の制定によって、ある一定の室内空気質の改善が得られた。化学物質の空気中濃度を測定するためにはHPLC（High performance liquid chromatography）やGC/MS（Gas Chromatograph/ Mass spectrometry）などの高度な化学分析装置が主に利用されているものの、検出器の検知値の限界や未知の物質に対する定量の不可能などの問題点が存在する。

一方、シックハウス問題を契機に、より快適な室内環境づくりに関する人々の関心が一層高まる中、室内で発生する可能性のあるにおいに対する消臭方法が脚光を浴びている。居住者の健康に被害がなくても、においの影響によって居住者が不快と感じる環境は望ましくない。建築環境分野では、こういう人間の感覚（Sensation）により知覚（Perception）される空気質を知覚空気質（Perceived Air Quality、PAQ）という。一般ににおいは様々なにおい物質が混合された複合臭である。化学分析装置（例：におい識別装置、においセンサー）はこのにおい物質の相互作用によるにおい質の変化を評価できない弱点を持っている。また、化学分析装置は前述したように検知値の限界という問題点を持っている。そのため、知覚空気質を決める一つの要素であるにおいの評価には化学分析装置を用いるのは相応しくない。

なお、シックハウスの一つの原因として人体が知覚できない程度の低い化学物質濃度による長時間曝露が挙げられている。特に幼児や児童は成人に比べ化学物質の影響を受けやすいため、その低濃度である化学物質を検知し、健康への影響を評価する必要がある。前述した化学分析装置を用いた測定手法は、未知の化学物質に対する濃度を求めることが困難であり、ある化学物質に対しては濃度が求められたとしてもその値から健康影響の程度を予測することは容易ではない。また、高度な化学分析装置を用い、長時間に渡って空気質の汚染程度を

監視するには費用や手間が掛かる問題点がある。

生物は、嗅覚、視覚、聴覚、触覚、味覚、皮膚感覚、平行感覚などの感覚により常に外界からの物理刺激を受け入れている。更に、受け入れられた感覚に本能や過去の記憶、経験、思考や知識などが影響を与えることによって、生物は外界環境を知覚することができる。すなわち自分の周囲環境変化を総合的に認知する（Cognition）ことが可能となる。従って、生物の知覚能力に基づいた環境評価を行うことは、分析装置の検出器やセンサーを用いた測定に比べある環境における具体的あるいは総合的な生物応答を知ることが可能になると期待される。

そこで、本論文は、室内空気質を向上することを最終目的とし、生物の知覚能力を用いた空気質の評価方法を検討した。

本論文は以下のように構成される。

第 1 章では、本論文の研究背景として、室内空気質の評価に主に利用されている従来の高度な化学分析装置のみでは、においと長時間曝露により健康影響を与える低濃度化学物質に対して評価するのが容易ではないことに着目し、生物の知覚能力を用いた評価方法を模索するという本研究の目的を述べた。

第 2 章では、においの評価に適していると考えられる人間の嗅覚の特性、従来のにおい評価尺度および評価法について概説した。なお、人間の感覚により評価される知覚空気質に影響を与える可能性の高い建材臭を評価対象においとした上に、現在審議中である ISO 16000-28 案の建材臭評価標準試験法の内容と建材臭評価法における日本の現状を調べることによって人間の嗅覚による建材臭評価法の必要性を強調した。

第 3 章では、ISO 16000-28 案に基づき、知覚臭気強度を求めるために必要とされる放散試験用小型チャンバーと参照ガスサンプルの調整方法について検討を行った。検討結果より、放散試験用小型チャンバーの種類の違いによる臭気レベルへの影響は少ないことと製作したアセトン混合ガス希釈・提示装置による参照ガスサンプルの調整が可能であることを示した。さらに、検討したアセトン混合ガス希釈・提示装置を用いたパネル訓練法の検討を行い、臭気強度の数値化（知覚臭気強度に表す）が可能であることを示した。

第 4 章では、ISO 試験法による臭気測定法と国内の臭気測定法を用いてヒノキ、スギ、合板、畳、PVC 材などの 5 種類の建材に対する臭気評価を行い、建材臭の強さおよび質を数値化した。さらに、ISO 試験法により得られた知覚臭気強度と国内の三点比較式臭袋法や 6 段階臭気強度表示法により得られた臭気濃度と臭気強度の中での相関関係を明らかにした。

第 5 章では、長時間曝露により健康影響を与える低濃度化学物質に対する評価を行うため

に、マイクロバブルによる空气中化学物質の水への溶解と多様な有害物質に反応を示すメダカをバイオセンサーとして組み合わせたシステムを提案した。また、室内空気中の代表的な化学物質であるホルムアルデヒドを対象として、気中のホルムアルデヒドの水への溶解量を測定し、さらにホルムアルデヒドに対するメダカの異常行動の分析実験を行った結果を示した。その結果、気中のホルムアルデヒド濃度の検出手法として今回検討したシステムは有用であることが確認された。

第 6 章では、代表的な化学物質であるホルムアルデヒドとトルエンをはじめ、蒸散性の高い農薬であるジクロロボスを対象化学物質とし、メダカへの影響が少ないと予想される溶剤や界面活性剤を用いてそれらの溶解量を増加させる事が可能であるかどうかを検討した。その結果、ホルムアルデヒド、トルエン、ジクロロボスともに、水への溶解度に比べ極めて低い濃度で平衡に達することが確認された。なお、ジクロロボスを取り上げ、マイクロバブルの発生方法、具体的には、超高速旋回式と加圧溶解式の違いによる溶解量を検討した。その結果、超高速旋回式に比べ加圧溶解式のマイクロバブル発生装置を用いた場合、溶解量を大きく増加させることが確認された。

第 7 章では、メダカを用いたバイオセンサーの様々な有害化学物質に対する検知範囲の拡大のために、有機農薬の種類であるジクロロボスと室内有害物質であるホルムアルデヒドやトルエンに対するメダカの応答を検討した。その結果、移動距離、鼻上げ角度、水面滞在時間、底面滞在時間の中、移動距離を用いてメダカの応答による有害物質の健康への影響を評価することが望ましいと考えられる。

第 8 章では、全体のまとめを行い、本研究の成果と今後の課題を示した。