

観葉植物を用いた室内空気汚染物の浄化に関する研究

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2017-10-05 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/2297/16381

氏 名	小野寺 武
生 年 月 日	
本 籍	富山県
学 位 の 種 類	博士 (工学)
学 位 記 番 号	博甲第422号
学位授与の日付	平成13年3月22日
学位授与の要件	課程博士 (学位規則第4条第1項)
学位授与の題目	観葉植物を用いた室内空気汚染物の浄化に関する研究
論文審査委員(主査)	木村 春彦 (工学部・教授)
論文審査委員(副査)	船田 哲男 (工学部・教授) 村本健一郎 (工学部・教授)
	西川 清 (工学部・教授)
	大藪多可志 (金沢経済大学経済学部・教授)

学 位 論 文 要 旨

Abstract

Domiciles have been adopting an airtight structure for energy saving. Therefore, air exchange is decreasing in an indoor environment. Indoor air-quality is also worsening by generation of formaldehyde and VOCs (Volatile Organic Compounds) from building materials, and these causes sick-house syndrome. On the other hand, it is known that plants and microorganisms inhabiting the rhizosphere purifies indoor air-pollutants. Purification ability of plants was measured at the chamber experiments. However, the purification ability is not clear in detail, because measurement interval was longer than one hour.

In this paper, purification ability of a plant is measured in detail. A purification ability of Golden pothos (*Epipremnum aureum*) as a typical foliage plant is measured for formaldehyde and VOCs in a experimental chamber. A tin oxide gas sensor is used at measurement, because it is suiting to continuous measuring. As for the results, it is found that Golden pothos has high purification ability for formaldehyde, and does not have the high ability for toluene and xylene. The purification rate of formaldehyde is fixed at about 40%/h when the concentration range is less than 50ppm in the chamber. Therefore, the purification ability could be approximated using an exponential function. Furthermore, the purification rate rose with the increasing intensity of illumination. However, the rate is saturated gradually.

1 序論

熱効率の高い冷暖房機器の普及に伴い、高気密・高断熱住宅が普及してきている。このため、通風が悪化し室内空気汚染に関する諸問題が起こっている。例えば、シックハウス症候群や化学物質過敏症などである。これらは主に室内において発生するホルムアルデヒドや揮発性有機化合物 (VOC: Volatile Organic Compound) が原因である。代表的な汚染物として、建材や家具に使用されている接着剤などから発生するホルムアルデヒド、塗料

などの溶剤に用いられるトルエン、キシレンなどが挙げられる。特にホルムアルデヒドについては、発ガン性が高く、厚生省が厳しい指針値を示している。一方、植物は人間をリラックスさせる効果が指摘されており、従来より観賞用に室内に配置されることが多い。また、蒸散効果があり湿度調整機能もある。さらに一般家庭にも置かれるような観葉植物あるいはその根圏に生息する微生物が、揮発性有機化合物などの室内空気汚染ガスを吸収・分解し浄化する能力を持つことが明らかにされている。こうした観葉植物を用いて、室内空気汚染物を効率よく浄化することは、重要であると考えられる。室内に配置する植物種的能力や室内の汚染物発生状況、温熱環境、換気効率、コスト、居住者の植物の好みなどを総合的に考慮し、配置する植物種や配置数を決定する室内環境デザインシステムが必要であると考えられる。しかしながら、これまで行われた植物の浄化特性を調べるための実験は、計測の時間間隔が長く、浄化過程は単純な直線近似でモデル化されており、詳細は未だ明らかになっていない。

室内環境デザインシステムを構築するためには、まず植物の浄化過程を詳細に調べ、モデル化する必要がある。本研究は、観葉植物ポトスの室内空気汚染物浄化能力を検証する。植物の浄化過程を連続的に計測し、その過程をモデル化することを目的とした。

2 室内空気汚染物の対策と計測の現状

代表的な室内空気汚染物として、ホルムアルデヒド、トルエン、キシレンが挙げられる。これらは、建材の接着剤や塗料の溶剤に含まれる。高気密・高断熱住宅にこれらが使用された材料や塗料が用いられ、換気率が低下することにより、室内の汚染濃度が高くなる。この汚染物により、喉の痛みや目の痛みを訴えるシックハウス症候群や化学物質過敏症が引き起こされる。これらの原因物質の濃度を低減するために機械換気や化学物質の使用制限などがあるが、一長一短であり、その他の技術が必要である。近年、観葉植物が室内空気汚染物を除去する能力を持つことが明かとなった。しかしながら、計測間隔が長いため、その浄化過程の詳細は明かでない。このときの計測にはガス検知管が用いられている。ガス検知管は簡便に濃度を測定できるものの、長時間の連続した計測には不向きである。そこで、本研究ではガスセンサに着目した。ガスセンサは正確な濃度計測は困難であるが、連続した計測が可能であり、システムもガスクロマトグラフィなどの装置と比較して、安価に構築できる。また、ガスセンサは、室内空気汚染物に対しても感度があり、新築住宅での汚染物検知にも用いられている。したがって、本研究では、ガスセンサを用いて観葉植物の室内空気汚染物に対する浄化過程の計測を行った。

3 ホルムアルデヒドおよびVOCに対するポトスの浄化特性計測

植物は代表的な観葉植物のポトスを用いた。チャンバー内に植物を配置し、ガスセンサにより計測する。ガスセンサの出力は電圧である。この値の変化により、汚染物濃度の増減がわかる。試料は液体をシリンジにより、0.03cc注入した。試料を注入すると、出力電圧が上昇する。ホルムアルデヒドに対しては、植物鉢の有無で浄化効果がどのように変化するか調べた。その結果、植物鉢を配置しない場合でも若干出力が減少したことから、チャンバー内壁面への吸着が考えられる。鉢を配置した場合、約6時間程で定常レベルまで出

力が減少した。したがって、ホルムアルデヒドは植物により浄化されたと考えられる。次にトルエン、キシレンについて光の有無でどのように特性が異なるかを調べた。暗黒下の場合でも浄化することがわかった。また、光環境下では、暗黒下の場合よりもさらに浄化効果があることがわかった。しかしながら、トルエン、キシレンに対する浄化能力は、ホルムアルデヒドに対する浄化能力よりも低いことがわかった。さらに、ホルムアルデヒドとトルエンまたはキシレンの組み合わせの複合ガスに対しては、単一ガスで行った場合と同様に浄化された。トルエンとホルムアルデヒド複合ガスに対する浄化特性を図1に示す。これらの結果から、植物は汚染物種によって、選択的に浄化しているものと考えられる。

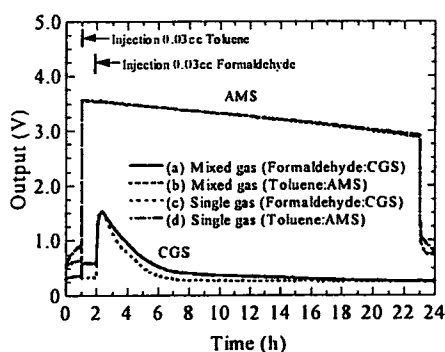


図 1: トルエンとホルムアルデヒド複合ガスに対する浄化特性

さらに、植物鉢を複数配置したときの特性は、単一で配置した場合よりも浄化効果が上がることがわかった。

4 ポトスのホルムアルデヒド浄化過程のモデル化と浄化率の導出

ガスセンサを用いて、ポトスのホルムアルデヒド浄化特性をさらに詳しく計測した。ガスセンサの出力は電圧値であるため、出力特性を濃度に変換した。この特性を図2に示す。この特性から植物なし、土壌のみ、暗黒下に植物を配置、光環境下で植物を配置の順に浄化効果が高くなることがわかる。したがって、土壌のみでもかなり浄化可能であるが、植物がある方が浄化効果が高くなる。また、光がある方がさらに効果が上がることがわかった。ホルムアルデヒド注入量が0.03ccと0.01ccの場合の浄化特性を計測した。この特性から浄化過程のモデル化を試みた。このモデルを用いて、浄化率を求め、初期濃度が45ppm以下の場合、初期濃度に関わらず指数関数的に浄化することが明らかとなった。図3にホルムアルデヒド残留率の経時変化を示す。また、照度変化に対して浄化率がどのように変化するか調べた。この特性を図4に示す。この特性から、照度を高くすると浄化率が上昇するが、平均照度1000lx程度以降飽和することがわかった。

5 結論

本研究では、観葉植物ポトスの室内空気汚染物浄化過程を計測した。ガスセンサを用いて計測することにより、連続的な計測が可能となった。ポトスはトルエン、キシレンに対し

ては浄化効果が低いものの、ホルムアルデヒドに対しては高いことがわかった。また、得られた結果をモデル化することにより、ホルムアルデヒド浄化率の導出が可能となった。

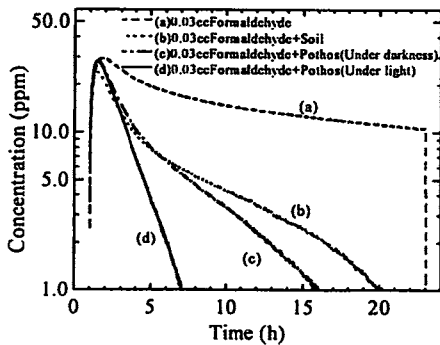


図 2: ホルムアルデヒド濃度減少過程

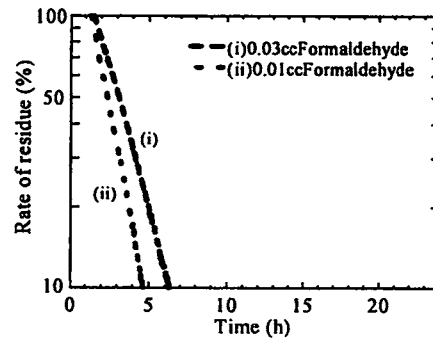


図 3: ホルムアルデヒド残留率の経時変化

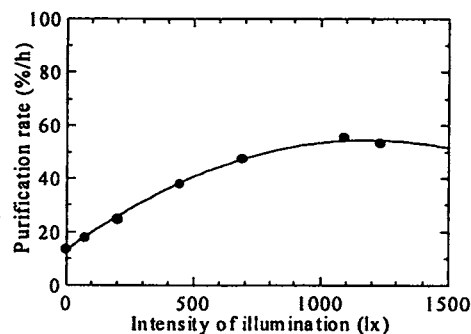


図 4: 浄化率の平均照度依存性

学位論文審査結果の要旨

平成 13 年 1 月 25 日に第 1 回学位論文審査委員会を開催，1 月 31 日に口頭発表，その後第 2 回審査委員会を開催し，慎重審議の結果以下の通り判定した。なお，口頭発表における質疑を最終試験に代えるものとした。

省エネルギー対策の浸透とともに熱効率の高い冷暖房機器が採用され，高気密・高断熱住宅が普及してきている。このため，室内の空気交換率が低下し空気汚染に関する諸問題が起こっている。例えば，シックハウス症候群や化学物質過敏症などである。これらは主に室内において発生するホルムアルデヒドや揮発性有機化合物が原因である。これまでに観葉植物が，揮発性有機化合物などの室内空気汚染ガスを吸収・分解し，浄化する能力を持つことは明らかにされている。しかしながら，植物の浄化特性を調べるための実験では，浄化過程が単純な直線近似でモデル化されており，詳細は明らかにされていなかった。本論文は，観葉植物ポトスの室内空気汚染物浄化能力を検証し，植物の浄化過程を連続的に計測し，その過程をモデル化して浄化率を導出したものである。具体的には，(1)ホルムアルデヒドおよび揮発性有機化合物に対するポトスの詳細な浄化特性を明らかにした。(2)ポトスのホルムアルデヒド浄化過程のモデル化を行ない，その浄化率の導出を可能にした。

以上の研究成果は，室内環境デザインシステムの構築に大きく貢献するものであり，本論文は博士(工学)に値するものと判定した。