

ガスセンサを用いた *Epipremnum aureum* のホルムアルデヒド浄化過程のモデル化

学生員 小野寺 武 (金沢大学)
 正員 広林 茂樹 (富山大学)
 正員 山淵 龍夫 (富山大学)
 非会員 木村 春彦 (金沢大学)
 正員 大藪 多可志 (金沢経済大学)

A modeling of Purification Process of *Epipremnum aureum* for Formaldehyde using Gas Sensor

Takeshi Onodera, Student Member (Kanazawa University), Shigeki Hirobayashi, Member, Tatsuo Yamabuchi, Member (Toyama University), Haruhiko Kimura, Non-member (Kanazawa University), Takashi Oyabu, Member (Kanazawa University of Economics)

It is known that a plant and microorganisms inhabiting in the rhizosphere purifies an indoor air-pollutant. The empirical model, however, involves some problems such as the long interval time needed for the measuring of purification process, and the process is modeled by simple straight line approximation. In this study, we find the purification process of the plant in detail for the basic study of a design that suitably arranges plants in a room. As an example of typical foliage plant, purification process of *Epipremnum aureum* for formaldehyde is measured continuously using a gas sensor. As a result, it is found that the purification rate is fixed. Therefore, the purification process could be approximated using an exponential function.

キーワード：室内空気汚染, ホルムアルデヒド, 空気浄化, ガスセンサ, 観葉植物

1. はじめに

住環境の変遷に伴い室内空気汚染に関する問題が発生している。Wolverton等は、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浄化する能力を持つことを明らかにしている⁽¹⁾⁽²⁾。しかしながら、その浄化過程を示しておらず、詳細は未だ明らかになっていない。本研究は、室内空気浄化のための植物適切配置設計の基礎研究として、代表的な観葉植物ポトス (*Epipremnum aureum*) のホルムアルデヒド浄化特性を調べ、その浄化過程のモデル化を試みた。本報告では、特にガスセンサを用いてポトスの時間的な汚染ガス浄化過程を明らかにする。また、計測された浄化過程における浄化率は、一定でありほぼ指数関数で近似できることを示す。

2. 実験方法

本実験では植物浄化作用を調べるため、一例として、観葉植物として広く利用されているポトスを用いた。22℃、60%に設定した恒温恒湿室中に200lのチャンバーを設け、その中にポトス(鉢上45cm, 6号鉢)を配置した。実験開始から1時間後にホルムアルデヒド(HCHO:35%)の液体をシリンジで注入した。実験中の気温の変動は、最大約2.0℃、湿度の変動は最大約35.0%であった。一般家庭の室内を想定

し、照度を1000lx程度に照射した。それぞれの葉表面に照射された最大照度は1850lx、最小照度は300lx程度であった。本照射レベルはブラインドを閉めた窓際と同程度である。実験時にはサンプリング周期1分とし、ホルムアルデヒド濃度を可燃性ガスセンサ(フィガロ技研 TGS#800)で計測した。

植物自体(鉢を含む)の浄化過程を明らかにするために、注入量0.03cc(約45ppm)と0.01cc(約15ppm)の各濃度下で実験を行った。また、植物以外の環境変動による濃度変化を調べるため、植物を配置しない場合の実験もそれぞれ行った。

3. ホルムアルデヒド浄化過程

温度22℃に設定し、湿度が35~86%の範囲で得られたホルムアルデヒドのガスセンサ出力対濃度特性を図1に示す。図中の実線は最小二乗法を用いて⁽³⁾,

$$V_r = \frac{\alpha_0}{C - \alpha_1} + \alpha_2 \dots\dots\dots (1)$$

で近似した曲線である。同図より、湿度変動による影響は少ない。そこで、本実験では、

$$C = \frac{\alpha_0}{V_r - \alpha_2} + \alpha_1 \dots\dots\dots (2)$$

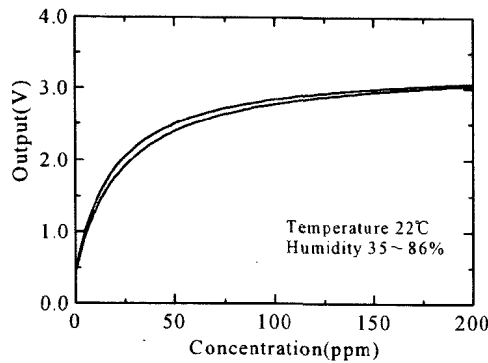


図1 ホルムアルデヒドに対するガスセンサ出力
Fig.1. Gas sensor outputs vs. formaldehyde concentration.

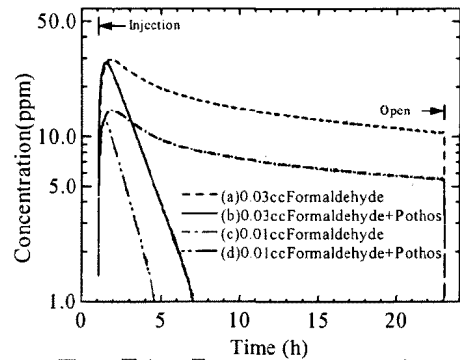


図2 異なる量のホルムアルデヒド注入時の浄化特性

Fig.2. Characteristics of purification at different formaldehyde concentrations.

に対し、中央値である湿度62%時の係数を用いて、センサ出力をガス濃度に変換した。変換後の濃度対時間特性を図2に示す。図2(a)はポトスを配置せずホルムアルデヒド0.03ccを注入し、(b)はポトスを設置している。(c)、(d)は、(a)、(b)の注入量を0.01ccにしたものである。図2(a)、(c)では対数濃度域でほぼ非線形な減少過程が伺える。これはチャンバーからの漏洩や吸着などの植物以外の環境変動要因によるものである。(b)、(d)は、(a)、(c)の減少とは明らかに異なり、対数濃度域で直線的に浄化されている。図2(a)、(c)に示したように空のチャンバー内にガスのみを入れた場合でも減少する。したがって、図2(b)、(d)におけるガスセンサを用いたときの浄化過程には、植物浄化以外にチャンバーからの漏洩や吸着などによる濃度減少の影響が含まれるはずである。そこで、図2より植物のみの浄化過程を以下のように求めた。

図2で変換された減少過程は植物浄化過程 $\hat{C}(t)$ (ppm)に植物以外の減少関数 $F(t)$ が重畳したものと考えられる。すなわち、図2に示された濃度関数 $C(t)$ (ppm)は、

$$C(t) = C_0 F(t) \hat{C}(t) \dots\dots\dots (3)$$

と表わせる。ただし、初期濃度 C_0 (ppm)、経過時間 t (h)である。したがって、観葉植物自体の浄化特性は

$$\hat{C}(t) = \frac{C(t)}{C_0 F(t)} \dots\dots\dots (4)$$

と求められる。図3波線、点線にそれぞれ0.03cc、0.01ccを注入したときの植物浄化関数を示す。両特性とも対数域で直線的に減少する。すなわち、指数関数的に浄化している。したがって、植物の浄化過程はほぼ

$$\hat{C}(t) \simeq (1-a)^{t-t_0} \dots\dots\dots (5)$$

と近似できることがわかる。ただし、 $(1-a)$ は1時間当たりの残留率、1時間当たりの浄化率 a 、ガス注入時間 t_0 である。数回の実験を行い、式(5)の本モデルに当てはめて浄化率を求めた結果、0.03ccおよび0.01cc注入時にはそれぞれ1時間当たり37.8~45.1%、38.8~57.4%の割合($a \times 100$)でホルムアルデヒドが浄化されることがわかった。このこ

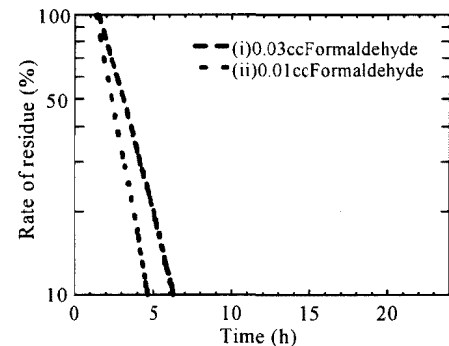


図3 ホルムアルデヒド残留率の経時変化

Fig.3. Rate of formaldehyde residue as a function of time.

とから初期濃度が低い場合には、高い場合に比べて浄化率がやや高くなるものと思われる。

4. まとめ

本報告では植物の浄化過程を明らかにするため、200lのチャンバー内で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実測した。この結果、ポトスによって汚染ガス濃度がほぼ指数関数的に浄化されることが明らかとなった。今後は照度、植物の表面積に対する浄化過程の関係を調べ、さらに詳細なモデル化を行い、植物による空気汚染物浄化作用を応用した最適な室内空間設計手法を検討する。

謝 辞

本実験に際し、ご協力を頂いた金沢経済大学 平下政美 教授ならびに金沢大学 古川真士君に厚くお礼申し上げる。

(平成11年2月23日受付、同11年8月26日再受付)

文 献

- (1) B. C. Wolverton, J. Wolverton: "Continued Research By Dr. Wolverton and FCAC", *Interiorscape*, MARCH/APRIL, pp.6-63, (1991)
- (2) B. C. Wolverton and J. D. Wolverton: "Plants And Soil Microorganisms: Removal of Formaldehyde, Xylene, and Ammonia from the Indoor Environment", *JOURNAL OF THE MISSISSIPPI ACADEMY OF SCIENCES*, AUGUST/SEPTEMBER, Vol.38, No.2, pp.11-15 (1993)
- (3) 広林茂樹, 坂森智, 木村春彦, 大藪多可志: "温度・湿度変化に対する酸化スズ系ガスセンサ応答のモデル化", *電学論E*, 118, 5, pp.260-265 (1998)