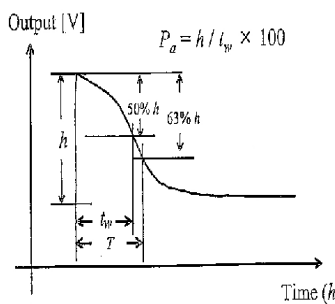



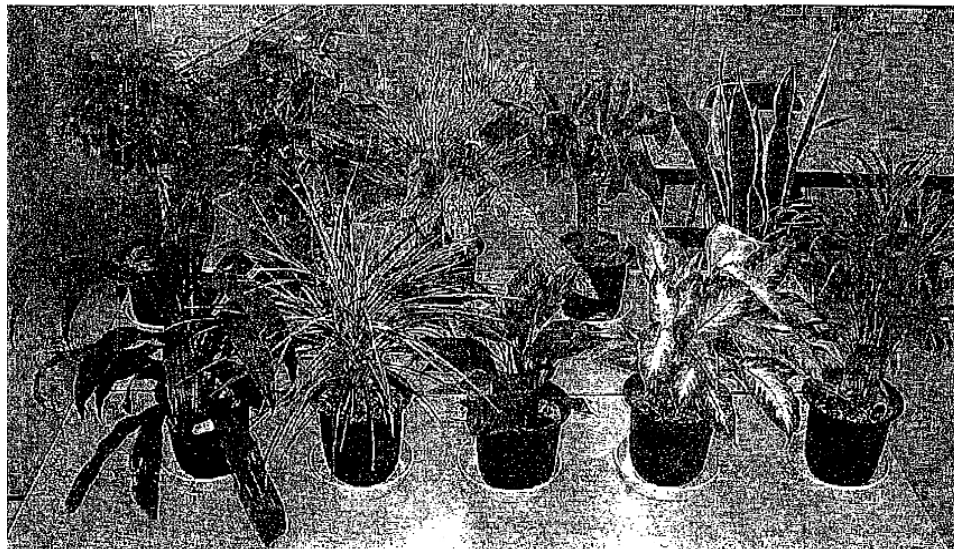
番号	10403
効用の種類	物理・化学作用による環境改善効果(室内植物による空気浄化能力)
タイトル	室内植物のアンモニアとVOCの浄化能力グレード評価
概 容	<p>観葉植物はシックハウス症候群の原因である室内空気汚染物を浄化する能力を持っている。また、室内やオフィス空間に観葉植物を設置することにより癒し効果や二酸化炭素の吸収など様々な恩恵を人間は享受している。</p> <p>実験チャンパーを用いて観葉植物のアンモニアとホルムアルデヒド、揮発性有機化合物(VOC)であるトルエンの浄化能力を調べグレード評価を行った。さらに、観葉植物の二酸化炭素吸収能力とのグレード比較を行った。</p> <p>その結果、ホルムアルデヒドに非常によく似たグレード評価が得られた。更にその関係を相関係数を用いて求めた結果、非常に高い相関関係を有していることが確認された。</p> <p>本研究において、総合的に高い浄化能力を有していた観葉植物はポトスであった。</p> <p>※浄化能力(Pa)は、汚染物注入時のレベルからピーク値までの高さをh(V)とし、その値が半値になるまでの時間(半値幅)をtw(h)として、(1)式により観葉植物の浄化能力Paを規定した。また、センサ出力が一次遅れを示していることから時定数T(ピーク値)から63.2%まで減少する時間)を用いて評価した。時定数という概念は自動制御を専門とする方々には馴染みのある言葉である。</p> <p>$P_a = h / t_w \times 100$ (1)式</p>  <p>Fig.3 Meaning of the parameters T and P_a.</p>
内 容	<p>1 実験方法</p> <p>アクリル製チャンパー(575mm x 510mm x 1000mm:約300 liters)の中に観葉植物鉢を設置し、アンモニア、ホルムアルデヒド、トルエンの浄化能力を調べた。汚染物濃度は酸化スズ系ガスセンサ(Figaro社製, Osaka, Japan:TGS#826)を用いて計測した。センサからの信号はA/Dコンバータを介し、1分毎にサンプリングされる。外部からの太陽光は遮断し、チャンパー内は昼白色光蛍光灯により約1000 lxに制御されている。チャンパーが設置してある実験室はエアコンディショナーにより温度は21℃に設定し実験を行った。観葉植物鉢への澆水は実験前日に行った。実験システムの写真をFig.1に示す。</p>  <p>Fig.1 Photograph of experimental system.</p>

彼験植物としては、比較的ポピュラーな10種類で年齢が3年の観葉植物を採用した。実験に用いた観葉植物をTable 1に示す。また、各観葉植物鉢の写真をまとめてFig.2に示す。葉面積は植物種が異なり統一することは不可能なため、直径20cm X高さ20cmの鉢を用い実験を行なった。土壌はエコ土を使用した。エコ土とは培養土(有機堆肥, 赤玉, バーミキュライト, 鹿沼土, 川砂を混ぜ合わせたもの)に、活性炭を混ぜ2000°Cの高熱処理を施し粉碎した火山岩を配合したものである。観葉植物は日の当たる室温20~25度の部屋で管理した。

Table 1 Adopted foliage plants in the experiment.

論文中の略称	植物名	英名	科名	学名
ポトス	ゴールドンポトス	Golden pothos	サトイモ	<i>Epipremnum aureum</i> cv. <i>Virens</i>
スパティフィラム	スパティフィラム	Peace lily	サトイモ	<i>Spathiphyllum</i> sp.
カミーラ	ディフェンバキア・カミーラ	Dumb cane	サトイモ	<i>Dicffenbachia</i> cv. <i>Camille</i>
シルバークイーン	アグラオネマ・シルバークイーン	Chinese evergreen	サトイモ	<i>Aglaonema</i> cv. <i>Silver Queen</i>
アオワネッキー	ドラセナ・アオワネッキー	Dracaena "Janet Craig"	リュウゼツラン	<i>Dracaena deremensis</i> cv. <i>Virens</i>
幸福の木	ドラセナ・フレグランスマツサンゲアナ	Corn plant	リュウゼツラン	<i>Dracaena fragrans</i> cv. <i>Massangeana</i>
コンシンネ	ドラセナ・コンシンネ	Dragon tree	リュウゼツラン	<i>Dracaena concinna</i> cv. <i>Rainbow</i>
サンセベリア	サンセベリア・ローレンチー	Snake plant	リュウゼツラン	<i>Sansevieria trifasciata</i> cv. <i>Laurentii</i>
ベンジャミン	ベンジャミン	Weeping fig	クワ	<i>Ficus benjamina</i>
アレカヤシ	アレカヤシ	Yellow butterfly palm	ヤシ	<i>Chrysalidocarpus lutescens</i>

Weeping fig Golden pothos Chinese evergreen Corn plant Snake plant



Dracaena "Janet Craig" Dragon tree Peace lily Dumb cane Yellow butterfly palm

Fig.2 Interior plants adopted in this experiment.

2 アンモニアに対する浄化グレード

アンモニアは環境省により悪臭22物質に指定され約1ppm以下に規制することが義務づけられている。人体からも放散する。人体への影響として、5~10ppmで臭いを感じ、300~500ppmで短時間のうちに耐えうる限界を超える。これ以上になると呼吸停止や短時間で死亡する。

被験植物をチャンパーにセットし、チャンパー内の濃度が5ppmになる量のアンモニアを注入した。その結果と葉面積をTable 2に示す。グレードの判別は以下の判断基準により判断した。

A: $P_a \geq 250$ B: $200 \leq P_a < 250$ C: $P_a < 200$ -

Table 2 においては汚染物濃度特性を計測した結果より P_a が高い順から並べてある。本実験での P_a の最大値はアレカヤシの338であった。アンモニアは植物にとっては三大栄養素の一つである窒素が混入しているため吸収能力が高いと思われる。サンセベリアや幸福の木の値が小さいのは、頻繁に肥料を与える植物ではないためアンモニアに対しても吸収率が低いと考えられる。

Table 2 Grades of plants purification capabilities for ammonia of 5ppm.

Ammonia 5ppm

grade	subjective plants	P_a	t_w	T	葉面積 (cm ²)	単位面積あたり P_a
A	アレカヤシ	338	0.2	0.3	3000	0.0001
	スパティフィラム	268	0.2	0.4	5346	0.0001
	ポトス	261	0.2	0.3	2640	0.0001
B	ベンジャミン	221	0.3	0.4	2000	0.0002
	ゴジンネ	218	0.3	0.5	2550	0.0002
	シルバークイーン	206	0.3	0.5	5300	0.0001
	カミラ	200	0.3	0.7	2200	0.0003
C	アオワネツキ	167	0.3	0.6	6688	0.0001
	サンセベリア	149	0.4	0.6	950	0.0006
	幸福の木	135	0.4	0.4	3306	0.0001

3 ホルムアルデヒドとトルエンに対する浄化グレード

ホルムアルデヒドやトルエンが人体に与える影響は濃度により異なる。ホルムアルデヒドにおいては、0.08ppmで臭いを検知でき、0.4ppmで目への刺激を感じる。0.5ppmでは喉が炎症を起こし、2.5ppmでは目や鼻への刺激がある。4.6ppmになると流涙が生じ、それ以上になると死亡することもある。被験植物鉢をチャンパーにセットした後、ホルムアルデヒドを濃度が5ppm(人が死亡する恐れがある)になる量を注入し浄化能力を調べた。この濃度は厚生労働省の「室内空気汚染に係わるガイドライン」での指針値の約60倍であり、閉めきった食器棚の中などで生じる得る値である。

結果として得られたグレードと葉面積をTable 3 に示す。グレードの判別は以下の条件により行った。

A: $Pa \geq 30$ B: $15 \leq Pa < 30$ C: $Pa < 15$

本実験において、 Pa の平均値の最大値はポトスの45で非常に高い能力を有していることが確認された。また、最小値だったのは12のサンセベリアで、ホルムアルデヒドに対する浄化能力は低い結果が得られた。サンセベリアは多肉植物で蒸散機能が低いためと考えられる。

Table 3 Grades of plants purification capabilities for formaldehyde of 5ppm.

Formaldehyde 5ppm

grade	subjective plants	P_a	t_w	T	葉面積 (cm ²)	単位面積あたり P_a
A	ポトス	50	0.8	15.1	2640	0.0004
	アオローネッキー	33	1.2	11.6	6688	0.0002
	スパティフィラム	30	1.2	14.0	5346	0.0002
B	ベンジャミン	25	1.4	1.8	2000	0.0009
	アレカヤシ	24	1.4	3.7	3000	0.0012
	幸福の木	24	1.8	2.2	3306	0.0007
	カミーラ	15	2.7	1.9	2200	0.0009
C	コンシンネ	14	3.3	4.6	2550	0.0018
	シルバークイーン	10	3.8	6.1	5300	0.0012
	サンセベリア	9	4.5	5.7	950	0.0060

チャンパー内の濃度が1.5ppmになる量のトルエンを注入し実験を行った。この濃度は前述の厚生労働省の指針値(0.07ppm)の約21倍である。その結果と葉面積をTable 4 に示す。グレード評価は下記の条件により行った。

A: $Pa \geq 7$ B: $6 \leq Pa < 7$ C: $Pa < 6$

本実験において凡の最大値はベンジャミンとアレカヤシの8であった。トルエンは分子量が大きく浄化に時間がかかる。このためトルエンの浄化能力の最大値と最小値の差は小さい。

Table 4 Grades of plants purification capabilities for toluene of 1.5ppm.

Toluene 1.5ppm

grade	subjective plants	P_a	t_w	T	葉面積 (cm ²)	単位面積あたり P_a
A	ベンジャミン	8	12.8	18	2000	0.0090
	アレカヤシ	8	13.5	17	3000	0.0057
	サンセベリア	7	16.3	19	950	0.0200
B	ポトス	6	16.1	21	2200	0.0095
	スパティフィラム	6	16.9	22	2550	0.0086
	コンシンネ	6	17.1	23	2640	0.0087
	カミーラ	6	16.6	21	5346	0.0039
C	シルバークイーン	5	19.0	26	3306	0.0079
	アオワーネッキー	5	19.3	27	5300	0.0051
	幸福の木	5	21.1	28	6688	0.0042

4 汚染物浄化能力と二酸化炭素吸収能力

3種類の汚染物に対する浄化能力と二酸化炭素吸収能力との関係を調べた。二酸化炭素吸収能力特性の半値幅 t_w を用いて比較した。この特性は前報で報告したものである。 t_w が小さいことは浄化能力や吸収能力が高いといえる。前報で報告した二酸化炭素吸収能力と葉面積をまとめてTable 5に示す。前報の実験においては、本実験と同じチャンパーを用い、観葉植物を設置後の二酸化炭素濃度が500ppmになるようにし、その吸収浄化特性を調べたものである。Table 5のグレードはホルムアルデヒドのグレード(Table 3)に非常に似ている。

ポトスの浄化特性例をFig.6に示す。二酸化炭素吸収能力の最も大きかったのはポトスであった。この二酸化炭素吸収特性のらとホルムアルデヒドに対する浄化特性の P_a との相関関係をプロットした散布図をFig.7に示す。Fig.7において、ホルムアルデヒド5ppmに対する浄化能力(P_{af})と二酸化炭素吸収能力特性の半値幅(t_wCO_2)との関係式は、 $P_{af} = 74.5 \times \exp(t_wCO_2 / -4.2) + 8.8$ で示された。また、このときの相関関数は-0.82と非常に良い一致が得られた。以上の結果より、観葉植物のホルムアルデヒド吸収能力と二酸化炭素吸収能力は、指数関数を用いると非常に強い相関関係があることが明らかとなった。

Table 5 Grades of plants purification capabilities for carbon dioxide.

Carbon dioxide				
grade	subjective plants	t_w	葉面積 (cm ²)	単位面積あたり t_w
A	ポトス	4.7	2640	0.0010
	アボカド	4.0	6688	0.0006
	ベンジャミン	6.0	2000	0.0030
B	スパティフィラム	6.5	5346	0.0012
	カミラ	6.8	2200	0.0031
	アレカヤシ	7.0	3000	0.0023
	幸福の木	9.0	3306	0.0027
C	コンシンネ	13.5	2550	0.0053
	サンセベリア	15.0	950	0.0158
	シルバークイーン	20.0	5300	0.0038

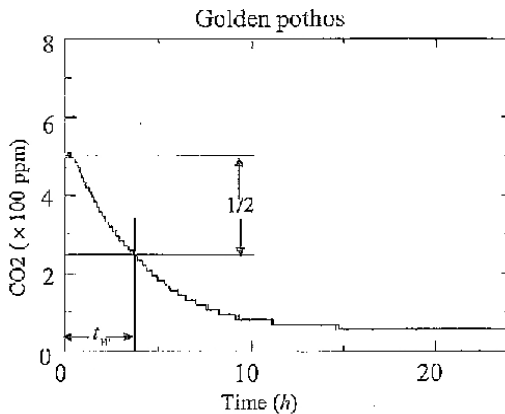


Fig.6 Absorption characteristic of pothos for carbon dioxide.

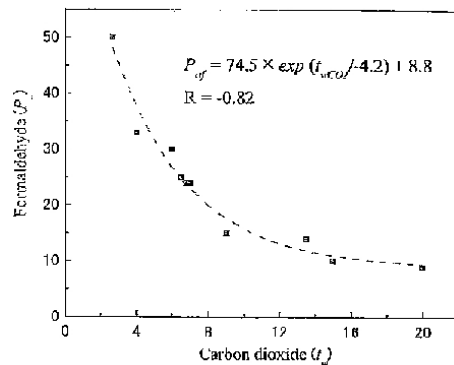


Fig.7 Relationship between P_{af} for formaldehyde and t_w for carbon dioxide.

出典

谷 真拓、黒田浩之、沢田史子、大藪多可志：環境システム計測制御学会誌「EICA」第11巻第1号(2006) (29-34)

備考

黒田, 沢田, 満岡, 藤岡, 大藪: 「植物の二酸化炭素吸収能力評価とオフィス空間への応用」平成16年度電子情報通信学会・有機エレクトロニクス研究会, CHS-04-16, pp.11-16 (於金沢工業大学, 2004.9-16)