

スギ材を用いた木質居住環境の香りがヒトの脳内の視覚性注意へ与える影響

(九大農) ○中島大輔、本傳晃義、吉村友里、(蘇州科技大) 孫旻愷、(滋賀県立大) 中川敏法、(トライウッド) 渡邊雄一郎、(安成工務店) 安成信次、(近大産業理工) 大貫宏一郎、(九大農) 藤本登留、清水邦義

【緒言】

ヒトの精神的状態は居住環境に影響される。近年、電気生理学的手法によってヒトの脳に香りが与える影響が検討されている。しかしながらそれらは主に覚醒度に関する評価であり (Hiruma et al., 2002; Matsubara et al., 2012)、居住環境の香りによる脳内の認知機能の処理過程を段階的に明らかにしたものは知る限り存在しない。そこで、木質居住環境中の揮発性成分を定量化し、同時に一次視覚野近傍の視覚誘発電位成分である P100 (Tobimatsu et al., 1991; Shigeto et al., 1998) および事象関連電位として非自発的注意処理を反映するミスマッチ陰性電位 (MMN) (Näätänen, 1992) と自発的注意処理の指標である P300 (Picton, 1992) を測定することで、脳内の認知処理過程のスギ木質居住環境の香りによる変化をミリ秒オーダーで脳機能別・段階的に評価した。

【実験方法】

脳波実験には精神・神経疾患がなく、視力もしくは矯正視力が正常な若年成人 18 名 (男性 9 名、女性 9 名; 平均年齢 21.39 ± 1.67 歳; 年齢範囲 19 - 25 歳) が参加した。九州大学旧箱崎キャンパス内にスギの無垢材 (Japanese cedar: JC) と中密度繊維板、パーティクルボード、木目調ビニールクロスによる樹脂系建材 (New material: NM) を内装に用いた 2 つの居住可能な実験棟を建設した (図 1)。JC および NM 棟にてそれぞれ、視覚刺激弁別課題として視覚 oddball 課題を被験者に課し (図 2)、その最中の脳波を国際 10-20 法 (Jasper, 1958) に従って、頭皮上 21 箇所を設置した電極より記録した。記録した脳波から P100、事象関連電位としてミスマッチ陰性電位 (MMN) および P300 を加算平均法により抽出・定量化し、JC 棟と NM 棟で比較した。脳波実験の事前に、2 つの室内の空気を捕集し、ガスクロマトグラフ質量分析装置 (GC/MS) を用いて内装材に由来と思われる揮発性成分 (VOC) を定量化し JC 棟と NM 棟で比較した。

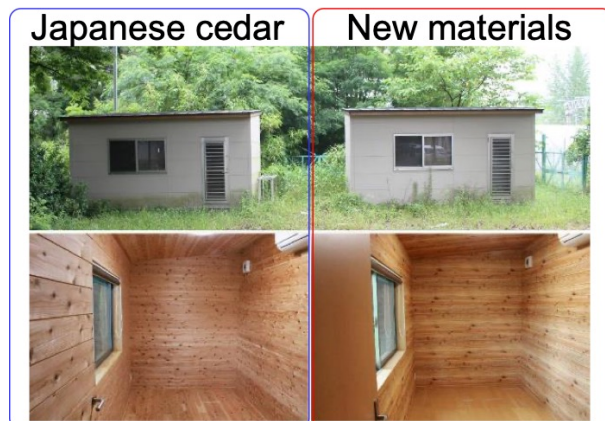


図 1. 実験棟の外観と内装

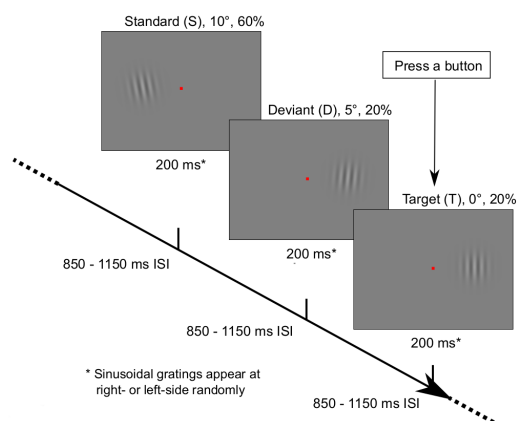


図 2. Oddball 課題の例

【結果および考察】

揮発性成分分析の結果、JC 棟における α -Cubebene, α -copaene, β -elemene, β -caryophyllene, cis-thujopsene, α -humulene, (+)-epi-bicyclosquiphellandrene, α -muurolene および δ -cadinene 濃度は NM 棟におけるそれらの成分濃度よりも優位に高かった ($P < 0.05$) (表 1)。これらはセスキテルペン類であった。よって、スギの無垢材を内装に用いた場合、樹脂系建材を用いた場合よりも統計学的に有意に居住環境内のセスキテルペン類濃度は高くなることが明らかになった。また、樹脂系建材を内装に用いた場合に検出されたセスキテルペン類は、構造材として用いたスギの無垢材

材から揮発されたものと判断した。

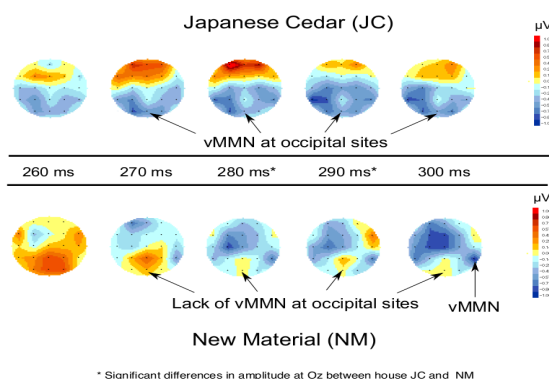
脳波実験においては、P100成分とP300成分がJCおよびNM棟で顕著に誘発惹起されたが、棟間での有意な振幅および潜時差は認められなかった。一方、MMN成分は、視覚課題におけるMMNである視覚性MMN(vMMN)が主に惹起された(Czigler, 2007)。vMMN成分は特にJC棟においてのみ、後頭部電極(Oz, O1, O2)で認められ、視覚刺激呈示後280-290msにおいて、NM棟よりもJC棟の方が有意な陰性シフトが認められた($P < 0.05$) (図3)。本研究では樹脂系建材を内装に用いた居住環境において、木目調ビニールクロスを用いることによって視覚的な影響を除外したため、脳波上の変化は主にスギ内装材による揮発性成分濃度や香りに影響されたと考えられる。視覚誘発電位P100成分は外因性成分であり、主に初期の視覚野の機能を反映するが、スギ内装材からの揮発性成分や香りは一次感覚野レベルではほぼ影響を与えないことが明らかになった。また内因性成分のP300成分にも変化は認められず、このことより、自発的な注意にも影響が少ないと判断された。一方、非自発的な注意を反映するMMNは初期視覚野近傍の後頭部電極において、スギ無垢材を内装に用いた場合に顕著に誘発された。

以上をまとめると、スギ無垢材を内装に用いた場合、その主な揮発性成分であるセスキテルペン類によって、意識に上らない非自発的な注意が初期の視覚野レベルで高まる可能性が示唆された。

Table 1 Identified volatile organic compounds and concentrations

No.	Compounds	RT	Concentration($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		P value
			Japanese Cedar	New Material	
1	α -Cubebene	31.45	133.0 \pm 11.3	24.1 \pm 8.2	0.0002 **
2	α -Copaene	32.78	76.6 \pm 15.3	16.5 \pm 2.9	0.0026 **
3	β -Elemene	33.36	63.4 \pm 21.2	14.4 \pm 3.1	0.0165 *
4	Caryophyllene	34.84	58.1 \pm 16.3	8.5 \pm 1.8	0.0064 **
5	cis-Thujopsene	35.48	20.9 \pm 5.7	7.1 \pm 2.0	0.0168 *
6	cis-Muurolo-3,5-diene	36.08	19.0 \pm 10.5	2.6 \pm 1.2	0.0543 †
7	α -Humulene	36.43	38.8 \pm 6.9	6.0 \pm 2.1	0.0014 **
8	γ -Cadinene + γ -Muurolene	37.26	78.4 \pm 13.3	16.1 \pm 5.6	0.0017 **
9	(+)-epi-bicyclosesquiphellandren	38.17	160.1 \pm 54.1	26.1 \pm 8.4	0.0133 *
10	α -Muurolene	38.56	333.3 \pm 112.8	100.5 \pm 29.5	0.0258 *
11	δ -Cadinene	39.68	881.6 \pm 385.2	209.9 \pm 52.7	0.0402 *
12	Calamenene	39.78	181.0 \pm 67.0	76.6 \pm 10.7	0.0562 †

RT here means Retention time; **P < 0.01, * P < 0.05, †P < 0.10



* Significant differences in amplitude at Oz between house JC and NM

表1 同定されたVOCs各成分濃度の棟間比較

図3. 視覚性ミスマッチ陰性電位の棟間比較

【参考文献】

1. Czigler, I. Visual mismatch negativity: Violation of nonattended environmental regularities. *Journal of Psychophysiology* 21, 224-230 (2007).
2. Hiruma, T., Yabe, H., Sato, Y., Sutoh, T. & Kaneko, S. Differential effects of the hiba odor on CNV and MMN. *Biological Psychology*, 61(3), 321-331 (2002).
3. Jasper, H. H. Report of the committee on methods of clinical examination in electroencephalography. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*. 10 (2): 370-375 (1958).
4. Matsubara, E. *et al.* (-)-Bornyl acetate induces autonomic relaxation and reduces arousal level after visual display terminal work without any influences of task performance in low-dose condition. *Biomedical Research*, 32(2), 151-157 (2012).
5. Näätänen, R., Paavilainen, P., Rinne, T. & Alho, K. The mismatch negativity (MMN) in basic research of central auditory processing: A review. *Clinical Neurophysiology*, 118(12), 2544-2590 (2007).
6. Picton TW. The P300 wave of the human event-related potential. *J Clin Neurophysiol* 9: 456-479 (1992).
7. Shigeto, H., Tobimatsu, S., Yamamoto, T., Kobayashi, T. & Kato, M. Visual evoked cortical magnetic responses to checkerboard pattern reversal stimulation: a study on the neural generators of N75, P100 and N145. *J Neurol Sci*. Apr 1;156(2):186-94 (1998).
8. Tobimatsu, S., Tashima-Kurita, S., Nakayama-Hiromatsu, M. & Kato, M. Clinical relevance of phase of steady-state VEPs to P100 latency of transient VEPs. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol*. Mar-Apr;80(2), 89-93 (1991).