

広島大学総合科学部紀要Ⅳ理系編, 第18巻, 63-72ページ, 1992年12月

喫煙行動に及ぼすウルトラディアン変動の影響

荒川泰寿*・林 光緒*・高木正人**・堀 忠雄*

*広島大学総合科学部人間行動研究講座

** (財)たばこ総合研究センター

(1992年9月1日受理)

Effects of ultradian variation on smoking behavior

Yasuhisa ARAKAWA*, Mitsuo HAYASHI*, Masato TAKAGI** and Tadao HORI*

Abstract : The purpose of this study is to examine the enhancement model of smoking maintenance, which has been proposed by Mangan & Golding (1978). We studied the relationships of the ultradian variations among the smoking behavior and sleepiness.

The results were as follows. (1) The results of the time series analysis revealed that several spectral peaks were obtained in day time fluctuations of smoking behavior, sleepiness, mood and task performance. The average peak frequency for each parameter distributed in the range of 10 to 14 cycle/day (c/d: See Fig.3-6). (2) The significant correlations were obtained between the parameters of the smoking behavior (frequency of puffing and VAS score of need for smoking) and the daytime sleepiness (VAS score).

The significant average correlation coefficients between smoking need and sleepiness were observed (See Table 2).

In general, present results agree with the enhancement model of smoking maintenance.

Key words : ultradian variations, smoking behavior, sleepiness, MEM, task performance, POMS

はじめに

喫煙行動が維持される要因を説明する理論として、Mangan & Golding (1978) はニコチンの精神薬理効果に着目した「覚醒調節理論」を提唱した。これはニコチンの“2相性の作用”、覚醒作用と鎮静作用という相反する薬理作用に基づいたもので、喫煙者は喫煙することでその時の覚醒状態を適正な水準に調節するという考えである。

ランダムに発生する予測困難な信号の検出を比較的長時間行うヴィジランス (vigilance: 覚醒度) 課題では、注意の持続が必要とされ、時間経過にともなって信号検出率が減少し、反応時間も延長すること (ヴィジランスの低下) が知られている。Frankenhaeuser et al. (1971) は、光信号を検出する80minのヴィジランス課題を、途中で喫煙可能な条件と喫煙できない条件で行なった。両条件とも最初の反応時間は同じであったが、断煙条件では徐々に反応時間が延長したのに対し、喫煙条件では常に一定の反応時間が持続した。そして単純な反応時間テストに加えて選択反応を含むテストを行なった場合には、喫煙条件下で全体的に著名な反応時間の減少が見出された。Wesnes & Warburton (1978) は、毎分100個の速さで表示される数字の中から3個連続した奇数あるいは偶数を

検出してボタンを押すという、より複雑な作業を要するヴィジランス課題を行なった。その結果、断煙条件では時間経過にともない正反応数が低下したが、喫煙条件ではむしろ全般的に正反応数が向上した。また喫煙の抑制効果の実験では、被験者の覚醒水準を過度に高める操作が困難であるが、Tong et al. (1974) は次のような実験結果を報告している。75db のノイズ刺激を提示して被験者の覚醒水準を過度に高めた場合には、注意の集中が妨害され反応時間は増大した。しかし喫煙を行なうと反応時間の増大は顕著に抑制され、喫煙は覚醒水準の過度の上昇による作業効率の低下を防ぐと結論した。以上の研究結果から、喫煙は覚醒水準が低い状態では覚醒水準を上げるように作用し、反対にすでに覚醒水準が高くなっている状態では、これを低下させるように作用することが示唆される。したがって、覚醒水準を調節するために喫煙すると考えることができる。

ところで喫煙行動の動機と考えられている覚醒水準には、20hr 以下の周期を持つウルトラディアン・リズムによる変動が報告されている。このリズムは最初にREM睡眠の約90minの周期として注目されたもので、このリズムが睡眠中にも覚醒中にも連続して活動する生物リズムの断片であるとする『基礎休息活動周期(BRAC)仮説』が考えられた(Kleitman, 1963)。その後の研究からは、摂食や消化、排泄機能を始めとする多くの生理機能にウルトラディアン・リズムが見出された(Kripke, 1982)。また、ウルトラディアン・リズムは身体的機能だけでなく、課題遂行能力や睡眠といった心理的な機能にも現れることが明かにされた(Lavie, 1982)。日常生活に近い状態で、朝から夕方までの11hrにわたって脳波を記録して周期分析を行なったOkawa et al. (1984) は、覚醒水準が60-100minの周期で変動することを報告した。高次の言語-空間認知課題を用いたHori (1989) は、課題成績に約150minのウルトラディアン変動を見いだした。また、日中の眠気を測定したHayashi & Hori (1990) は、その周期がおおよそ8-10, 15および22c/dとなり、周期の長さは140-180, 96および66minに分布することを報告している。もし覚醒水準の調節が喫煙行動の主な目的と考えることができるならば、覚醒水準のウルトラディアン変動が喫煙行動にも影響を及ぼし、喫煙行動にウルトラディアン変動が見られると推測される。

これまでの喫煙実験は、比較的短かい時間に起こる変化をみる実験のものが大部分を占め、長時間の行動観察を前提とした行動のリズム性という視点が全く欠如していた。そこで今回は、まず日常生活の場において1週間連続した行動調査を行ない、喫煙行動が1日の中でどのような時間変動を示すのかを検討した。そして環境が統制された実験室内では、実際のタバコの吸入回数(パフ回数)と喫煙要求度を指標として喫煙行動を長時間連続測定し、ウルトラディアン性の周期成分の有無を検討する。同時にパフ回数や喫煙要求度といった喫煙行動のパラメーターと課題成績や反応時間との相関関係を調べ、覚醒水準を調節するために喫煙行動が生じるという「喫煙の覚醒調節理論」を検討した。

方 法

〔喫煙行動調査〕

調査対象：20代の男性喫煙者を対象とした。回収された中から、実際に喫煙本数が1日平均20本以上であり、喫煙歴も1年以上であることを条件にして、8名(20-26才, 平均23.1才)のデータを得た。調査は1992年の1月から3月にかけて行なった。

調査内容：被験者には96(24×4)個のマス目の入った質問紙7枚を配布し、1日24hrを15min毎に分けて、各15min間に喫煙した本数を7日間にわたり回答させた。

〔本実験〕

被験者：

右利きの男子大学生および大学院生 (20~26才, 平均23.8才) で、喫煙歴1年以上かつ喫煙本数が1日に20本以上の喫煙者8名 (喫煙行動調査に協力した2名を含む) を選んだ。

実験手続き：

実験は、①休憩中は自由に喫煙できる喫煙条件と②休憩中も喫煙することができない断煙条件の2条件を設け、約1カ月以内の間隔で1人の被験者が両方の実験に参加する within-subject 計画で行なった。

被験者は実験前夜21:00に実験室に入室し、教示、課題の練習を行なった。脳波測定用の電極を装着した後、23:30~翌朝7:30まで8hrの睡眠脳波を記録した。実験セッションは朝8:30から夕方17:30まで9hr行ない、その間に時間的な手掛かりを与えないため、被験者を防音シールドルームに孤立 (社会的隔離) 状態において課題成績などを測定した。実験セッション中に被験者は肘掛け付きの椅子に座わり、教示や課題は被験者の前方1.5mに置いたモニターTVで提示した。実験セッションは、各15min間隔で36回行ない、それぞれ30secの課題前の開眼安静、8minのコンピューター課題および自己評定 (VAS)、30secの気分評定 (POMS)、6minの休憩で構成した。休憩中にはモニター画面に環境VTRを提示し、喫煙条件では休憩時にタバコを吸うことを許可した。コンピューター課題は、①空間課題、②計算課題、③迷路課題の3種類を用意した。この3つの課題と後に述べる心理指標 (VAS および POMS) は、全てマウスで回答させた。

実験課題：

各課題から正答率と平均反応時間を測定した。

- ①空間課題：心的回転 mental rotation (Shepard & Metzler, 1971) という空間課題で、10個のブロックからなる立体図形を、左右に2つ並べて3sec提示し、その2つの図形が同じものであるか判断させた。問題は5sec間隔で提示し、15回ずつ異同判断を行なった。
- ②計算課題：任意の2×2の正方行列とその行列の固有値±1の数字を9sec提示した。提示時間中に被験者は行列の固有値を計算し、提示された数字と比較する課題を10sec間隔で15回行なった。
- ③多肢選択型迷路課題：図1右のような迷路を5sec提示し、下に示したマークに到達するものをアマダクジの要領で選ばせた。この課題も10sec間隔で15回行なった。

測定指標：

- ①自己評定：眠気を始めとする自己評定は、全てVAS (Visual Analog Scale) によって行なった。これはモニター画面上に10cmの線を提示し、現在の眠気や喫煙要求の程度を線分上の位置で示させ、その値を0~100%で記録するものである。まずセッション開始時に現在の眠気と喫煙要求度を回答させ、ついで各課題終了時にその時の正答率を自己評定したものを測定し、休憩前に再び喫煙要求度を測定した。
- ②気分評定：McNair et al. (1971) によって開発されたPOMS (Profile of Mood States) から、緊張感 (tension) に関する9項目、疲労感 (fatigue) に関する7項目、困惑感 (confusion) に関する7項目、活力感 (vigor) に関する8項目を用いた。各項目は0~4点の直線尺度で、緊張の得点は0~36に、疲労と困惑の得点は0~28、活力の得点は0~32に分布する。

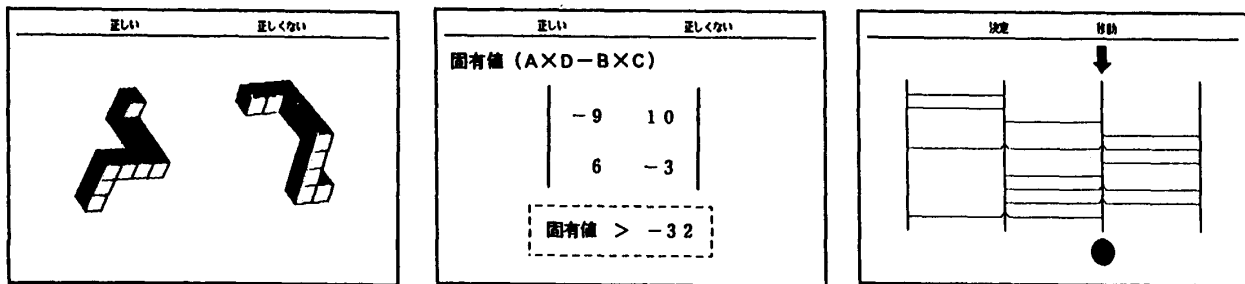


Figure 1. The examples of VDT task (mental rotation, calculation, maze).

③喫煙行動：喫煙条件では9時間の実験セッションの間、被験者の行動を昼光・赤外線両用ビデオカメラでモニターして、特に各休憩中のパフ行動の回数を測定した。

ウルトラディアン変動の同定：

15min毎に測定された時系列データを最大エントロピースペクトル法(MEM)で分析した。トレンド成分として、3点の重み付けした移動平均(hanning window)を10回繰り返して緩変動を求め、それを原データ時系列から除去した。平滑化のため3回の window 処理した後、MEMで分析して平均スペクトルを算出した。

結 果

〔喫煙行動調査〕

7日間15min毎にサンプリングしたデータからトレンド成分を除去し、1日目の後半から7日目の前半の576ポイントについてMEMでスペクトル分析を行なった。図2は8名の平均スペクトルを示したもので、14c/d(約103min)に優勢周期成分が認められた。各個人について見ると、12c/d(120min)にスペクトルのピークがある者が4人、14c/dにピークがある者が2人、16c/d(90min)の者が2名であった。この結果から、喫煙行動には90-120min 周期のウルトラディアン・リズムが存在することが示唆された。

〔本実験〕

1. ウルトラディアン変動の同定

図3に眠気、喫煙要求度およびパフ回数の平均スペクトルを示した。喫煙条件では、パフ回数および課題前後の喫煙要求度がすべて14c/d(103min)であり、喫煙行動調査と同じ結果になった。眠気を検討すると、喫煙条件では14c/d(103min)の周期成分が抑制されているようにスペクトルを見ることができる。被験者個人のピークの分布を調べてみると、断煙条件では12-14c/dにピークを持つものが8名中7名であるのに対し、喫煙条件では12-14c/dにピークを持つものは1名にすぎなかった。

図4、図5に正答率および反応時間の平均スペクトルを示した。多肢選択型迷路課題については、

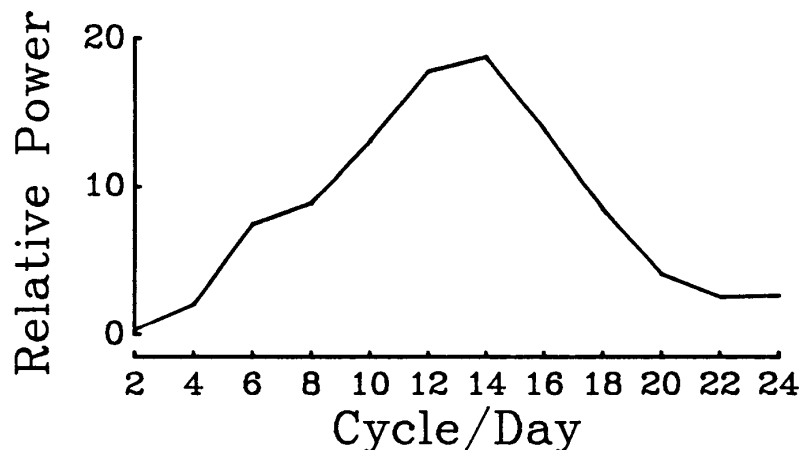


Figure 2. The average spectrum of smoking behavior. Spectra were derived from the smoking log consecutive 7 days on 8 subjects, and were averaged across all subjects. Note the presence of significant 14 c/d (103min) rhythms.

正答率と反応時間の平均スペクトルがともに断煙条件で3つのピークを持っているが、ピークがいくつもある場合にはピーク全てを考慮に入れると、3種類の正答率および反応時間は全て10-12c/dの範囲に優勢周期成分が認められた。

図6には気分についての平均スペクトルを示した。喫煙条件の場合では、どの気分尺度も10c/dにピークが存在したが、断煙条件の場合には、活力感の周期が12c/dであり、疲労感や困惑感では8c/dの優勢周期成分が得られた。

2. 心理・行動指標に及ぼす喫煙の効果

喫煙条件と断煙条件のそれぞれで、眠気、正答率、平均反応速度、喫煙要求度、気分、パフの回数、平均値と標準偏差を求めた。そして各指標について、喫煙条件と断煙条件との平均値の差についてt検定を行ない、その結果を表1に示した。

眠気は、喫煙条件と断煙条件で平均値の差が15%あるにもかかわらず、有意な差が見られなかった。

課題成績については、いずれの条件でも計算課題、多肢選択型迷路課題、空間課題の順に正答率が高くなるが、断煙条件はどの課題でも喫煙条件より約15%成績が悪かった。計算課題と多肢選択型迷路課題で条件間に有意な差がみられたが、空間課題では傾向差が見られるにとどまった。課題成績に対する自己評価は、すべて課題成績よりも過小評価していた。しかし、課題成績の場合と同様、計算課題、多肢選択型迷路課題で条件間に有意な差が見られ、空間課題は傾向差が見られるにとどまった。

平均反応時間については、どの課題も断煙条件の方が反応時間が長く、t検定の結果、計算課題で条件間に有意差が見られた。

喫煙要求度については、課題前も課題後も断煙条件の方が有意に高かった。また興味深いことに、喫煙条件では課題前より課題後の喫煙要求度が高いのに対し、断煙条件では反対に課題後より課題前の方が高い値を示した。

気分については、活力感が喫煙条件で断煙条件よりも高く、反対に緊張感、疲労感、困惑感断煙条件の方が高い値を示したが、疲労感にのみ有意傾向が認められた。

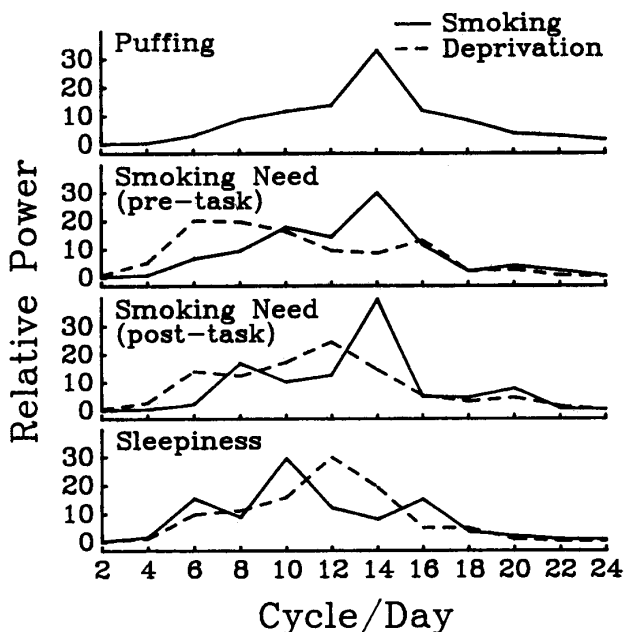


Figure 3. The average spectra of sleepiness, smoking need in pre-task and post-task periods and frequency of puffing.

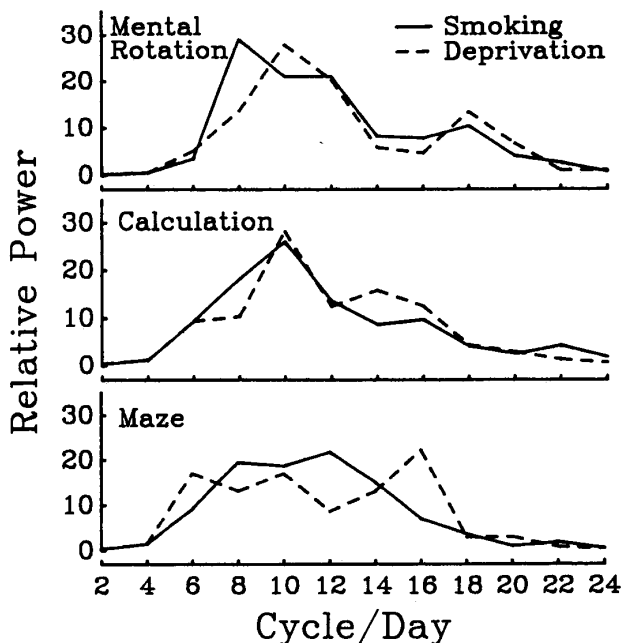


Figure 4. The average spectra for correct responses of VDT task.

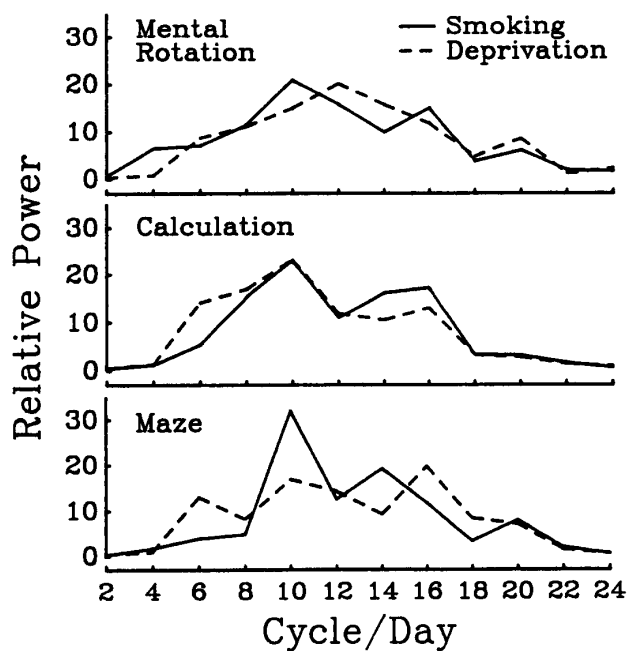


Figure 5. The average spectra of reaction time of VDT task.

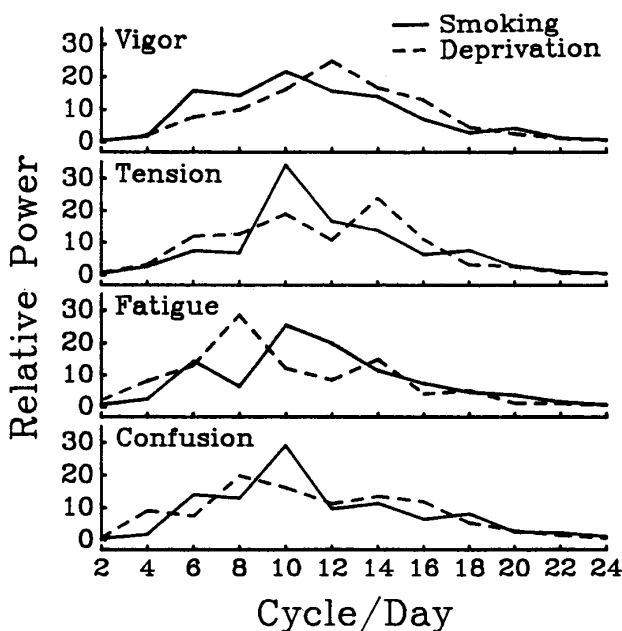


Figure 6. The average spectra of the evaluation of mood.

3. 相関分析

眠気、正答率、平均反応時間、喫煙要求度、気分、パフ回数について、各個人のスペクトル毎に相関係数を算出し、Z変換して平均相関係数を求めた(表2)。

喫煙条件では、眠気と課題前の喫煙要求度との間に有意な相関関係が見られた。また、断煙条件では眠気と課題後の喫煙要求度との間に強い相関関係が認められ、眠気と喫煙要求度のスペクトル

Table 1. The mean of each parameter in smoking condition and deprivation (no-smoking) condition.

	smoking	deprivation	t
	mean (SD)	mean (SD)	
Sleepiness (%)	41.7 (30.0)	56.4 (30.1)	1.38
Correct response of task performance(%)			
mental rotation	50.4 (18.1)	43.9 (19.9)	1.50+
calculation	74.2 (18.1)	63.9 (22.4)	2.11*
lottery	67.0 (28.6)	54.6 (27.0)	2.89*
Reaction time(sec)			
mental rotation	2.4 (0.4)	2.5 (0.3)	0.65
calculation	7.0 (0.8)	7.4 (0.7)	2.39*
lottery	3.8 (0.5)	3.8 (0.7)	0.15
Self-estimation of task performance (%)			
mental rotation	38.5 (23.5)	31.2 (24.2)	1.50+
calculation	49.5 (27.7)	37.5 (25.5)	2.55*
lottery	49.2 (29.0)	39.6 (27.2)	2.20*
Need for smoking (%)			
pre	19.9 (18.6)	61.7 (19.9)	4.71***
post	23.2 (19.8)	57.7 (19.9)	3.45**
POMS			
vigor (0-32)	4.0 (4.9)	2.6 (3.3)	1.07
tension (0-36)	6.8 (5.4)	6.9 (4.3)	0.05
fatgue (0-28)	10.3 (8.1)	13.8 (8.1)	1.87+
confusion (0-28)	4.9 (4.8)	5.4 (4.3)	0.52
Puff (number/cigarette)	5.6 (8.1)		

+: p<0.1 *: p<0.05 **: p<0.01 ***: p<0.005

が似ていることを示唆している。パフ回数と眠気の間には相関関係が見られなかったが、パフ回数と課題後の喫煙要求度との間には有意な傾向が認められた。また、パフ回数は計算課題と有意な相関関係が見られた。

喫煙要求度は、喫煙条件で多肢選択型迷路課題の反応時間との間に相関関係が見られた。断煙条件では課題後の喫煙要求度と空間課題の反応時間や自己評定と有意な相関関係が認められた。

眠気は空間課題および迷路課題の自己評定と有意な相関関係を示し、断煙条件では空間課題の反応時間と相関関係が見られた。眠気と気分の間では、喫煙条件において緊張感や困惑感に相関関係が見られた。

考 察

今回の実験では、喫煙行動調査と本実験のどちらの分析結果も喫煙行動に 14c/d (約103min) のウルトラディアン周期が見られた (図2~3)。喫煙行動調査においては、授業期間中は講義・演習など自由な喫煙が制約されることが予想されるので、調査時期を行動の制約が少ない春期休業中に限定した。スペクトル分析を1日毎でなく1週間分まとめて行なうことにより安定したスペクトルが得られた。今回の2つの結果から 90~120min の BRAC に対応する 14c/d の優勢周期成分が得ら

Table 2. The correlation matrices for the spectra of 17 parameters. Upper figures of diagonal terms are the coefficients in the deprivative condition, lower figures are the coefficients in the smoking condition.

sleep: sleepiness, P: task performance, PRE, POST: smoking need V, T, F, C: POMS score (vigor, tension, fatigue, confusion), the number of 1-3: mental rotation, calculation, maze.

	SLEEP	P1	P2	P3	VAS 1	VAS 2	VAS.3	RT 1	RT 2	RT 3	PRE	SOST	V	T	F	C
SLEEP	—	.36	.41	.38	.50+	.37	.52+	.60*	.48	.30	.43	.79**	.42	.36	.42	.31
P1	.40	—	.46	.15	.53+	.46	.30	.44	.54+	.28	.25	.33	.51+	.41	.16	.07
P2	.38	.56+	—	.44	.31	.64*	.40	.26	.53+	.52+	.40	.19	.39	.56+	.28	.36
P3	.38	.49	.68*	—	.42	.52+	.45	.22	.52+	.32	.49	.30	.40	.45	.49	.50+
VAS 1	.61*	.51+	.27	.52	—	.65*	.44	.53+	.34	.26	.49	.63*	.59*	.22	.41	.51+
VAS 2	.36	.43	.79**	.74	.52+	—	.42	.38	.62*	.30	.44	.38	.48	.19	.43	.58*
VAS.3	.61*	.46	.60*	.84**	.54+	.69*	—	.46	.50+	.49	.29	.50+	.16	.47	.49	.43
RT 1	.32	.33	.31	.34	.50+	.49	.50+	—	.50+	.33	.21	.58**	.40	.31	.29	.32
RT 2	.40	.21	.77**	.54+	.39	.64*	.59*	.68*	—	.47	.43	.55+	.26	.44	.26	.47
RT 3	.37	.22	.37	.44	.38	.29	.31	.53+	.62*	—	.22	.34	.22	.48	.16	.28
PRE	.64*	.19	.42	.40	.44	.24	.42	.23	.44	.60*	—	.70**	.36	.21	.41	.51+
SOST	.21	.20	.25	.34	.31	.22	.44	.21	.26	.44	.69*	—	.07	.27	.34	.48
V	.33	.22	.49	.48	.22	.51+	.31	.27	.32	.37	.19	.30	—	.38	.46	.30
T	.61*	.36	.35	.41	.45	.45	.59*	.44	.49	.49	.48	.24	.28	—	.24	.19
F	.48	.40	.66*	.69*	.54+	.62*	.72**	.46	.51+	.50+	.31	.32	.62*	.62*	—	.51+
C	.58*	.43	.29	.47	.52+	.37	.39	.27	.25	.46	.34	.31	.49	.63*	.57+	—
PUFF	.31	.27	.63*	.49	.21	.52+	.47	.08	.44	.25	.36	.55+	.35	.14	.45	.28

+: p<0.10 * : p<0.05 ** : p<0.01

れたことは、喫煙行動にウルトラディアン・リズムが関与していることを示唆している。

本実験で得られた喫煙行動以外のスペクトルは、大部分が 10c/d (144min) のややゆっくりとした周期成分であった。この周期成分は、今回の実験と同じメンタルローテーションを課題とした堀 (1990) による約 80min~170min の周期と一致した。堀らはこの周期について、比較的難度の高い課題を遂行するような高覚醒が要求される状況では、BRAC が減衰し長周期になるのかもしれないと述べている。

日中の眠気は 120-140min の周期で変動したが、この周期は Hayashi & Hori (1990) の結果とよく一致しており、再現性の高い現象と考えられる。また、各個人のピークを検討した結果、喫煙は眠気の 14c/d 周期成分を抑制することが示唆された。

今回スペクトルを求めるために 10 回の移動平均によって作成した緩変動は、それ自体を MEM で分析することにより 4-6c/d の優勢周期成分が認められた。この周期成分は slow ultradian rhythm と呼ばれ、Lavie et al. (1985) によって日中の覚醒水準に含まれていることが報告されている。興味深いリズムではあるが、本実験では BRAC 仮説に対応したリズムを調べるため、トレンド成分は分析対象から除外した。

表 1 に示した正答率を検討すると、今回用いた 3 種の課題はどれも喫煙条件の方が正答率が高いが、課題全ての平均正答率は 59% であり、比較的高度なヴィジランス課題を用いたことがわかる。このことは、難易度の高い課題において喫煙は時間経過に伴う正反応数の低下を防ぐという Wesnes & Warburton (1978) の結論に一致している。喫煙による反応時間の短縮が計算課題でのみ有意であったのは、空間課題および迷路課題は制限時間が短く、思考能力よりも敏捷性が必要とされる単純反応課題であり、そのため Frankenhaeuser et al. (1971) が述べたように、喫煙によって特に減少することがなかったのかもしれない。眠気について平均値の差が大きいにもかかわらず有意

でなかったことは、被験者の個人差が大きかったからであり、これには2つの可能性が考えられる。1つには刺激などに対する感受性や耐性の個人差であり、眠気を主観的な指標で測定したことに起因する。もう1つは生活時間が朝型であるか夜型であるかであり、夜型は実験開始後もしばらくの間眠気が残っていたという可能性である。喫煙条件で課題前より課題後の喫煙要求度が高いことは当然とも思えるが、断煙条件では反対に課題前の方が高かった。このことは、持続的な断煙条件では、課題を行なうことで覚醒水準が上昇し、逆説的に喫煙要求度の減少が起こったと考えられる。

以上の結果から、喫煙によって課題のパフォーマンスは改善され、気分的には疲労感を除去するということが示唆された。すなわち、喫煙が眠気の除去と課題成績の改善など、覚醒水準を適正範囲に調節するために行われる、という仮説を今回の結果は支持しているように思われる。

ま と め

本実験では、「喫煙の覚醒調節理論」を確認するため、主にリズム性の点から喫煙行動と眠気について検討した。覚醒水準の内省的指標である眠気は喫煙条件と断煙条件との間に有意な差が見られなかったが、行動的指標である課題成績と反応時間は喫煙条件で有意に改善されることが示唆され、喫煙の覚醒作用が確認された。スペクトル分析によって、喫煙行動には約100minのウルトラディアン・リズムが認められ、眠気と同じく周期性が存在することが示された。また、眠気と喫煙要求度との間には有意な相関関係が示された。

以上の点から、喫煙行動が覚醒水準を調節するために行なわれるという「喫煙の覚醒調節理論」が支持される結果となった。

参 考 文 献

- Frankenhaeuser, M., Myrsten, A.L., Post, B. & Johansson, G. (1971) Behavioral and Physiological effects of cigarette smoking in a monotonous situation. *Psychopharmacologia* (Berl.), 22, 1-7.
- Hayashi, M. & Hori, T. (1990) Basic ultradian components of daytime sleepiness in human subjects. *The Japanese Psychological Research*, 32, .
- 林 光緒・堀 忠雄・杉本助男 (1987) 日中の眠気におけるウルトラディアン・リズムの検討。生理心理学と精神生理学, 5 (1), 21-28
- Hori, T. (1989) Ultradian rhythms in spatial and verbal cognitive performance. *The Japanese Journal of Psychiatry and Neurology*, 43, 266-267.
- 堀 忠雄 (1990) 頭の働きに24時間より短い周期がある。高橋三郎・高橋清久・山本研一(編)臨床時間生物学, 朝倉書店, 112-121.
- Kleitman, N : "sleep and Wakefulness" 2nd Ed., (1963), University of Chicago Press, Chicago.
- Kripke, D.F. (1982) Ultradian rhythms in behavior and physiology. In F.M. Brown & R.C.Graeber

(Eds.), *Rhythmic Aspects of Behavior*. Lawrence Erlbaum, New Jersey, 313-343.

- Lavie, P., Lord, J.W. & Frank, A.R. (1974) Basic rest-activity cycle in the perception of spiral after effect : a sensitive detector of basic biological rhythm. *Behavioral Biology*, **11**, 373-379.
- Lavie, P. (1982) Ultradian rhythms in human sleep and wakefulness. In W.B. Webb (Ed.), *Biological Rhythms, Sleep, and Performance*. John Wiley & Sons, Chichester, 239-272.
- Lavie, P. (1985) Ultradian rhythms: Gate of sleep and wakefulness. In H. Schulz & P. Lavie (Eds.) *Ultradian Rhythms in Physiology and Behavior*. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 148-164.
- Mangan, G.L. & Golding, J. (1978) An 'enhancement' model of smoking maintenance ? In R.E. Theron (Ed.), *Smoking Behavior : Physiological and Psychological Influences*, Churchill-Livingstone, Edinburgh, 131-147.
- McNair, D.M. (1971) EITS manual for the profile of mood states. San Diego, CA: Educational and Industrial Testing Service.
- Okawa, M., Matousek, K., & Petersén, I. (1984) Spontaneous Vigilance Fluctuations in the daytime. *Psychophysiology*, **21**, 207-211.
- Shepard, R.N. & Metzler, J. (1971) Mental rotation of three-dimensional objects. *Science*, **191**, 701-703.
- Tong, J., Knott, V., McGraw, D. & Leigh, G. (1974) Alcohol, visual discrimination and heart rate : Effects of dose activation and tobacco. *Quarterly Journal for the Study of Alcohol*, **35**, 1003-1022.
- Wesnes, K. & Warburton, D.M. (1978) The effects of cigarette smoking and nicotine tablets upon human attention. In R.E. Thornton (Ed.), *Smoking Behavior : Physiological and Psychological Influences*, Churchill-Livingstone, Edinburgh, 131-147.