

単語の記憶に及ぼす喫煙の効果

堀 忠雄*

はじめに

認知機能に及ぼすニコチンの促進作用について検索を進めると、当然ながら、ニコチンの相反的薬理作用に関する知見に行き当たる。確かに、緊張・興奮状態では同じ用量でも鎮静・抑制効果が現れ、低用量あるいは低覚醒状態では覚醒・興奮作用が現れる。ところが、通常の心理学実験の場面では、抑制効果を示すほどのニコチン摂取や高ストレス状態は設定されることはなく、ごく日常的な状態での認知課題遂行とそこに及ぼす喫煙行動の影響が測定される。このような状況では、喫煙行動はほとんどの場合、現在最も活発に課題処理を進めている大脳半球の特定の部位に作用し、その働きを促進している。ここでは、平成7年から14年までに行った研究成果の概要を日常生活場面における喫煙行動の影響という文脈で紹介したい。

喫煙の選択的半球賦活仮説

喫煙後にジグソーパズルの成績¹⁾や人の表情判定課題²⁾、ベンダーゲシュタルト・テストの模写³⁾など右半球処理課題の成績が低下することから、GilbertとWelser⁴⁾は喫煙の右半球抑制仮説を提唱している。さらに、この抑制効果は高ストレス条件で生起しやすく、喫煙による右半球抑制が情動の鎮静化を導くことで、抗ストレス効果として機能しているという。一方、Ashtonら⁵⁾は、ニコチンが随伴性陰性変動に及ぼす影響を系統的に検討し、摂取したニコチン量により中枢神経系に相反する薬理作用が現れ、低用量で賦活、高用量で抑制効果が現れること

を指摘している。また、Knott⁶⁾は、ごく日常的な喫煙行動は多くの場合、脳波活動を賦活すると共に運動課題や認知課題の成績を向上させる働きがある、と主張している。そこで、パフ回数や吸引の強さを日常的な水準に保ち、習慣的な喫煙行動における右半球課題遂行と脳波活動を検討することにした。

これから紹介する実験では、実験協力者は大学生・大学院生で、喫煙歴1年以上、1日当たりの喫煙本数が15本以上のものを10人から15人選抜した。まず初めに、肖像画の記憶とイメージリハーサルを検討した⁷⁾。肖像画は聖徳太子、福沢諭吉、岩倉具視、夏目漱石など紙幣等で目に触れる機会の多い歴史上の人物を10枚用意した。1 試行ごとに肖像画を1枚選んで1分間提示し、良く覚えるようにと教示した。記録の終了後1分間閉眼し、図形全体をイメージリハーサルしたあとで、合図に合わせて開眼し4分間で自由再生した。記憶得点は再生画像を3×3に等分割して、各区画ごとに3点満点で評価した。また人物は左向きか右向きか、まぶたは1重か2重かなど10項目の質問に対する回答を各3点満点で集計した。2 試行行ったところで10分間休憩し、喫煙条件では常喫銘柄のたばこを普段と同じように喫煙した。断煙条件では喫煙せずに休憩した。休憩後は前半と同様の手順で後半2試行を行った。

その結果、休憩の前後で記憶得点を比べると、断煙条件では休憩の前後でほとんど変化が見られないが、喫煙条件では喫煙後に110.4%の増加が見られ促進効果が認められた。

次にイメージリハーサル中の脳電位活動を比較するために、頭皮上12部位の脳波をトポグラ

* 広島大学大学院総合科学研究科行動科学講座

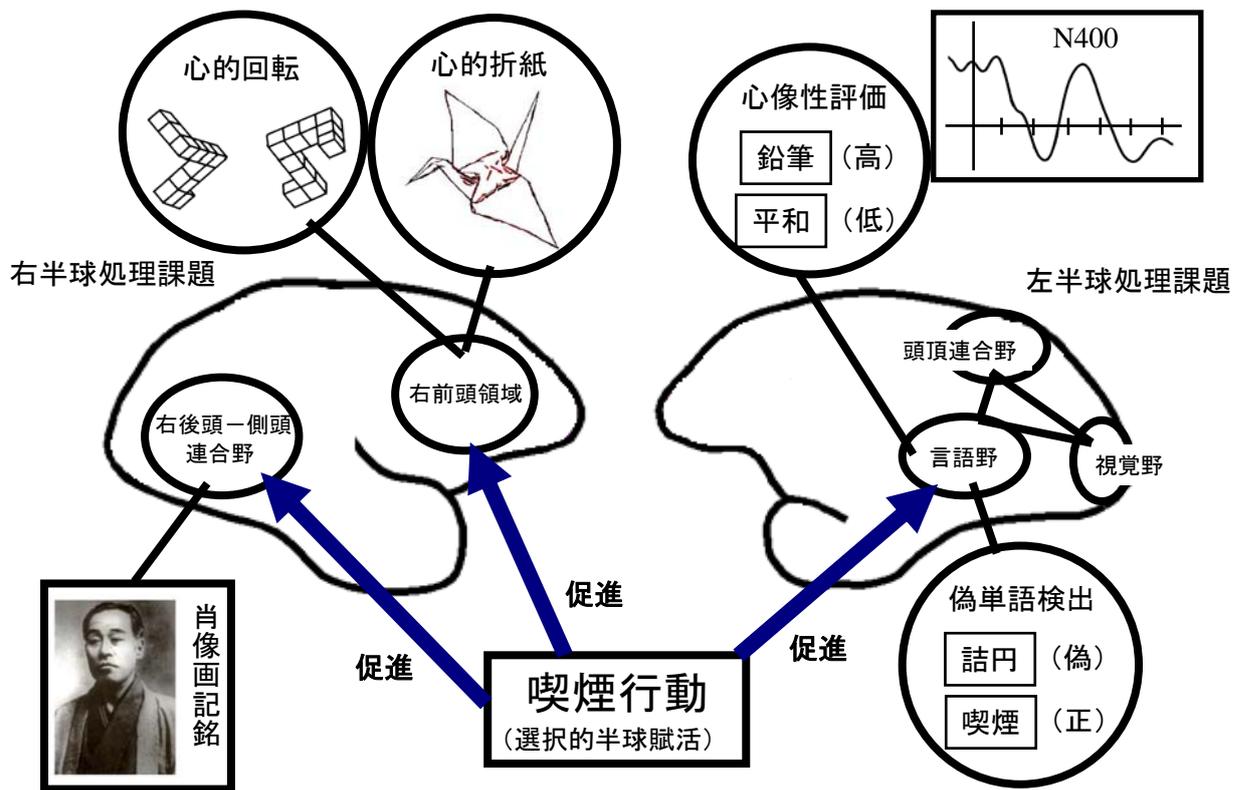


図-1 喫煙行動と選択的半球賦活

フイー分析した。喫煙条件で、右後頭部から側頭部で $\alpha 2$ 帯域 (9.2-11.8 Hz) 活動の振幅低下が観察された。これは右半球処理課題の遂行中に現れる脳波活動の非対称性を反映したもので、右半球視覚連合野の賦活を示しており、積極的に視覚イメージリハーサルが行われていたことが確かめられた。断煙条件では、このような左右差は認められなかった。これらの成績は肖像画記銘課題では右半球が活性化し、イメージ想起に及ぼす喫煙の効果は促進的であるといえる。

次に、イメージ操作課題⁸⁾⁹⁾で喫煙と断煙の休憩効果を検討した。課題は心的回転と心的折り紙を用いた。心的回転は、二つの立体図形の一方を頭の中で 3 次元方向に回転させて、見本と回転後の図形のマッチングを行う。心的折り紙では折り紙の展開図が提示され、これを頭の中で再構成して展開図に示された 2 辺が完成時に重なるかどうかを判断する。課題成績は 85% 以上の高成績を示し、これが天井効果を引き起

こしたため、条件間に差が認められなかった。処理速度を調べると、心的折り紙課題で喫煙後に上昇が認められた。脳波活動をトポグラムで比較すると、前頭-中心部で左右差が認められ、特に、心的回転課題で右前頭部の活性化が明瞭であった。物体の変形や移動に伴う空間イメージ処理では、右前頭部の重要性が指摘されているが¹⁰⁾¹¹⁾、われわれの結果もこの主張を支持するものといえる。

以上のように、右半球処理課題の成績が喫煙行動により向上することや、課題処理に関与する右半球の活性部位が喫煙行動により一層活性化することが確かめられた。このことは右半球抑制仮説を支持しない。あるいは、強い情動事態のようにストレス負荷がかかった状態では、対ストレス戦略を優先させて右半球の活動を抑制するということが成り立つのかもしれない。しかし、ごく日常的な低ストレス事態での喫煙行動は、課題処理に関与している部位の活動を一層高める方向に作用する。このような選択的

な大脳半球賦活は脳の局所血流量の変化と対応させて考えると理解しやすい。脳の局所血流量は大脳皮質の活性部位で増加する。喫煙により血中に取り込まれたニコチンは血流量の増加に伴って活性部位に輸送され、吸収され、神経活動を高める。こうしてニコチンはそれを必要とする部位に能動的に輸送され、その結果、選択的半球賦活が起こると考えられる。

それでは、左半球処理課題として文章記憶課題を行った場合には、活性半球が左半球に移り、喫煙行動はその活性部位の活動を一層強め、課題成績の向上をもたらすであろうか？このことを次に検討した。

文章記憶課題の遂行と喫煙行動

左半球処理課題として、文章記憶課題を用い、記銘直後に単語を提示して文章記憶の保持を妨害し、喫煙行動が記憶保持過程に及ぼす影響を検討した¹²⁾¹³⁾。単語の妨害効果は、文章と関連のない単語（無関連語）に比べ、文章中の単語と意味が類似している同義語のときに、強く現れる。そこで、喫煙行動が妨害語に対して選択的な頑健性を示すかを検討し、イメージリハーサルに及ぼす喫煙の効果を調べることにした。

課題は、情動喚起が起こらないような中性的な文章として、時事用語集から文節数 43-58 の用語解説を抜粋した。実験手順は、以下のごとくである。

- 1) 2 分間の記銘期間で文章をよく読み、記憶する。
- 2) 記憶を妨害する単語が 1 単語 6 秒間で 10 個提示され、これを記憶する。
- 3) 1 分間で文章記憶のリハーサルを行う。
- 4) 5 分間で自由再生を行った。

以上を 1 試行とし、10 分間の休憩（喫煙・断煙）をはさんで 1 試行ずつ行った。

課題成績を休憩前後の差分値で比較すると、喫煙行動は、記憶保持に促進的な効果を示したが、無関連語では正答率の向上が 8.0% であったのに対して、同義語では 12.3% であり、喫煙行動の効果は、単語の意味処理過程で発生する

妨害に頑健性を示した。イメージリハーサル中の脳波トポグラムを見ると、どの条件でも、 $\alpha 1$ 帯域 (7.5-9.5 Hz) の活動抑制は、左半球優位で、文章理解に関与する頭頂・側頭・後頭の 3 部位で顕著であった。この左半球賦活は喫煙後に増強し、特に、同義語を用いた妨害条件で左右差が強まった。これらの結果から、文章記憶において、喫煙行動が、意味処理過程の頑健性を高め、記憶の保持過程に促進効果を示すといえる。そこで、この記憶促進効果が、文章構成要素である単語のレベルで生じているのかどうかを確かめるために、単語の意味処理過程を反映する事象関連電位 N400 を指標にして検討することにした。

単語記憶と喫煙行動

単語が提示されてから約 400 msec 後に出現する陰性の脳電位 N400 は、単語の意味処理に関連した成分であると考えられている。この成分は具体的な単語（高心像語：鉛筆）を提示したときに、抽象的な単語（低心像語：理性）を提示したときよりも振幅が大きくなることが報告されている¹⁴⁾⁻¹⁷⁾。そこで、語彙特性リスト¹⁸⁾⁻²⁰⁾から心像性の高い 2 文字熟語 160 語、中程度の熟語 160 語、低い熟語 160 語を抽出し、ランダムな順序で 1 単語につき 0.5 秒間提示して、単語のイメージのしやすさを評定させた²¹⁾²²⁾。1 試行に 120 語提示し、終了後に熟語の再生テストを行い、10 分間の休憩（喫煙・断煙）を挟んで 2 試行目を行った。その結果、熟語の再生数は喫煙後に有意に増加した。また、単語の提示直後に出現する N400 の振幅は高心像語が中および低心像語よりも有意に大きかった。喫煙行動は、記憶成績の向上ばかりでなく、N400 振幅の頭皮上分布に変化をもたらし、喫煙前の中心・頭頂部優位のパターンから左側頭・後頭部優位のパターンへと変化した。この優勢部位の変化は、喫煙行動が言語野を選択的に賦活し単語の意味処理とイメージ想起を促進していることを示している。

N400 振幅は、心像性だけではなく、文脈やカ

テゴリーから意味的に逸脱する単語の提示で大きくなる²³⁾。そこで、高心像語と低心像語に加えて偽単語（無意味単語）をランダムな順序で提示し、偽単語の検出を行った²⁴⁾²⁵⁾。喫煙により偽単語を検出するまでの反応時間に短縮が見られた。N400 振幅は、偽単語で最も大きな値を示し、心像性の高低に差は見られなかった。このことは、心像性の高・低次元よりも有意味・無意味次元の心理的距離（逸脱度）のほうが大きいことを反映している。また、12 時間の断煙効果を検討すると、偽単語の提示で出現する N400 振幅は、断煙中（喫煙休憩前）で大きく、喫煙後に低下する傾向が認められた。偽単語を検出するまでの反応時間は、喫煙後に有意に短縮していることから、喫煙は信号検出過程に促進的に作用しており、N400 振幅は喫煙後に増加すると期待された。ところが逆に、断煙中のほうがより大きな振幅を示している。このことは、偽単語が 2 文字熟語の様式で提示されているので、漢字 2 文字の意味ネットワークが活性化され、意味のある単語であるかどうか検索が進められた可能性を示す。断煙中は意味ネットワークの活性化や検索能力が低下しているために、必要な範囲を活性化させ、検索を行うためにはより大きな認知的努力が必要である。また不必要に広い範囲を検索するために動員されるネットワークの大きさも拡大する。喫煙行動により意味ネットワークの賦活や情報検索の過程が促進されると、反応時間の減少と動員される神経ネットワークの縮小（絞込み）がおこり、N400 振幅の低下をもたらしたものと思われる。Rugg²⁶⁾も必要な意味情報が活性化されにくい場合に N400 振幅が増大すると指摘している。この矛盾の解決は今後の課題として残されるが、断煙条件での結果からも、喫煙行動のイメージリハーサルに及ぼす促進効果は単語の意味処理レベルまで及んでいることを示している。

まとめ

喫煙行動により取り込まれたニコチンは脳の活性部位に能動的に輸送され、活動を高める結

果、現在進行中の情報処理が選択的に促進される。このことに着目して右半球課題を遂行中の脳波活動を解析し、課題特異性を明らかにした。次に、左半球課題の遂行中の脳波活動を解析し、言語処理課題遂行中では活性半球が左半球にシフトするばかりでなく、言語処理の内容と様式に対応した領野の賦活を確かめた。さらに言語処理活動を反映した脳電位 N400 を指標にして、単語記憶に及ぼす効果を検討し、喫煙行動は符号化や保持過程の活動を促進することを明らかにした。

文献

- 1) Schneider NG. The effects of nicotine on learning and short-term memory. DAI (Dissertations Abstract International) 1978; 39 (10): 5109-10B.
- 2) Hertz BF. The effects of cigarette smoking on perception of nonverbal communications. DAI 1978; 39 (5): 2501B.
- 3) Schulze MJ. Paradoxical aspects of cigarette smoking: physiological arousal, affect, and individual differences in body cue utilization. DAI 1978; 42 (11): 4604-5B.
- 4) Gilbert DG, Welser R. Emotion, anxiety and smoking. In *Smoking and Human Behavior*, T Ney, A Gale, Eds, John Wiley & Sons, Chichester, pp171-98, 1989.
- 5) Ashton H, Marsh VR, Millman JE, Rawlins MD, Telford R, Thompson JW. Biphasic dose-related responses of the CNV (contingent negative variation) to I.V. nicotine in man. *Br J Clin Pharmacol* 1980; 10: 579-89.
- 6) Knott V. Brain event-related potentials in smoking performance research. In *Smoking and Human Behavior*, T Ney, A Gale, Eds, John Wiley & Sons, Chichester, pp93-114, 1989.
- 7) 堀 忠雄, 岩城達也, 林 光緒. イメージ想起に及ぼす喫煙の促進効果. 平成 7 年度喫煙科学研究財団研究年報 1995; 844-9.
- 8) Arakawa Y, Hayashi M, Hori T. Effects of ultradian variation on smoking behavior. *Jpn J Psychiatry Neurol* 1993; 47: 480-1.
- 9) Iwaki T, Tamaki M, Hayashi M, Hori T. An exploratory study of effects of smoking on mental rotation and mental paper-folding task. *Percept Mot Skills* 1998; 87: 1171-82.
- 10) Joseph R. The right cerebral hemisphere: emotion, music, visual-spatial skills, body-image, dreams, and awareness. *J Clin Psychol* 1988; 44: 630-73.
- 11) Alivisatos B. The role of the frontal cortex

- in the use of advance information in a mental rotation paradigm. *Neuropsychologia* 1992; 30: 145-59.
- 12) 玉木宗久、岩城達也、上田一貴、林 光緒、堀忠雄. 文章イメージ想起に及ぼす喫煙の促進効果と抑制効果. 平成 9 年度喫煙科学研究財団研究年報 1998; 689-94.
 - 13) 上田一貴、玉木宗久、林 光緒、堀 忠雄. 文章記憶に及ぼす喫煙の促進効果. 平成 10 年度喫煙科学研究財団研究年報 1999; 733-8.
 - 14) Ferlazzo F, Conte S, Gentilomo A. Event-related potentials and recognition memory: the effects of word imagery value. *Int J Psychophysiol* 1993; 15: 115-22.
 - 15) Kounios J, Holcomb PJ. Concreteness effects in semantic processing: ERP evidence supporting dual-coding theory. *J Exp Psychol Learn Mem Cogn* 1994; 20: 804-23.
 - 16) Paller KA, Kutas M, Shimamura AP, Squire LR. Brain responses to concrete and abstract words reflect processes that correlate with later performance on test of recall and stem-completion priming. In *Current Trends in Event-related Potential Research*, R Johnson, J Rohrbaugh, R Parasuraman, Eds, Elsevier, Amsterdam, pp360-5, 1987.
 - 17) Nittono H, Suehiro M, Hori T. Word imageability and N400 in an incidental memory paradigm. *Int J Psychophysiol* 2002; 44: 219-29.
 - 18) 小川嗣男、稲村義貞. 言語材料の諸属性の検討—名詞の心像性、具象性、有意味度及び学習容易性—. *心理学研究* 1974; 44: 317-27.
 - 19) 巖島行雄、岩原 治、永田優子 他. 漢字二文字名詞 600 語の諸属性調査—心像性、具象性、学習容易性—. *日本大学心理学研究* 1991; 12: 1-19.
 - 20) 天野成昭、近藤公久. NTT データベースシリーズ 日本語の語彙特性. 第 7 巻 (CD-ROM 版)、三省堂、東京、2000.
 - 21) 城田 愛、入戸野 宏、堀 忠雄. 単語記憶に及ぼす喫煙の促進効果. 平成 11 年度喫煙科学研究財団研究年報 2000; 709-14.
 - 22) 城田 愛、入戸野 宏、堀 忠雄. イメージ想起中の N400 振幅に見られる喫煙の影響. *生理心理学と精神生理学* 2001; 19: 198.
 - 23) Kutas M, Hillyard SA. Reading senseless sentences: brain potentials reflect semantic incongruity. *Science* 1980; 207: 203-5.
 - 24) 高原 円、甲斐田幸佐、入戸野 宏、堀 忠雄. 単語の心像性に及ぼす喫煙の効果(2). 平成 13 年度喫煙科学研究財団研究年報 2002; 739-44.
 - 25) 高原 円、甲斐田幸佐、入戸野 宏、堀 忠雄. 喫煙行動が N400 振幅に及ぼす影響. *生理心理学と精神生理学* 2002; 20: 195.
 - 26) Rugg MD. Event-related brain potentials dissociate repetition effects of high- and low-frequency words. *Mem Cognit* 1990; 18: