嫌悪刺激の反復暴露に伴う不安反応の 時系列変化に関する研究

作陽音楽大学 岩永 誠

Time series changes of anxiety response under repeated exposures to aversive stimulus

IWANAGA, Makoto

Sakuyo College of Music

1334-1, Yaide, Tsuyama-city, Okayama 708, Japan

The present study was designed to examine the relationship between inhibition and changes in the anxiety response during repeated exposures to noxious stimuli. Six repressors (R) and 6 sensitizers (S), as defined by Byrne's RS scale, served as subjects. Experimental trials began with a 1 minute anticipatory period. An electrical shock of 10mA as a noxious stimulus was presented for 0.1 second at the termination of the anticipatory period, which was continuously announced by the count down of figures. Experimental trials were repeated 10 times, with inter-trial intervals of about 5 minutes. Heart rate was used as an indicator of anxiety. Main findings were as follows : (1) The factor analysis for time series patterns of heart rate yielded three factors. (2) As trials were repeated, trend changed in heart rate decreased, while phasic changes increased. (3) Repressors showed inhibitory change in heart rate just before the noxious stimulus. The latter result indicated that a defense mechanism affected the expression of anxiety in repressors.

Key words : anxiety, repeated exposures, factor analysis, sensitizer, repressor

【要 約】 本研究は、嫌悪刺激の反復暴露にともなう不安反応の変化と抑制作用との関係について検討することを目的とした。被験者は Byrne の R S スケールを用いて分類し、sensitizer (S) を 6 名、repressor (R) を 6 名用いた。実験試行は、予期期間 1 分からなり、嫌悪刺激である電撃を 10mA の強さで、1 秒間与えた。電撃の到来は、数字のカウントダウンにより継時的に予告した。実験試行は数分間隔で 10 回反復した。不安の測度として心拍数を用いた。得られた結果は、以下の通りであった。(1) 不安の時系列変化成分を因子分析により抽出した結果、3 因子が抽出できた。(2) 反復数が増えるにつれ、不安表出のトレンド的な変化成分が減少し、細かな変動成分に移行することがわかった。(3) 防衛機制の違いにより不安のみられ方が異なり、repressor では嫌悪刺激直前で不安の抑圧がみられた。

予期性の不安を低減する1手段として、嫌悪刺激の反復呈示があげられる。Epstein & Fenz (1965)は、反復の効果を調べるため、パラシュート降下前に見られる不安反応について、初心者と経験者の比較を行っている。初心者は、パラシュート降下前夜よりも降下当日の不安が高く、降下直前でピークに達するという不安のパターンを示すことがわかった。それに対して、経験者の示す不安のピークはむしろ降下前夜以前にあり、降下直前になると不安は低下することがわかった。しかし、降下後に不安が増大する after discharge 現象が見られることから、不安が低減していたのではなく、一時的に抑制されていたことがわかる。

Epstein (1971)は、実験室実験において、嫌悪刺激の反復暴露の効果を検討している。その結果、心拍数の低下が見られた他に、時系列変化パターンにも反復に伴う違いが認められた。始めは、嫌悪刺激である電撃の到来に向けて心拍数が増加する変化パターンを示していたが、セッションを重ねるにつれ心拍数のピークは予期期間の中盤から前半へと移行していき、電撃到来直前では逆に心拍数の減少が見られることがわかった。このように、反復して嫌悪事態を経験することによって、不安反応の表出を抑制できるようになった。

このような現象が見られるのは、表出される不安は嫌悪刺激によって喚起された興奮がそのまま表出されているのではなく、それを抑制する機構を経て表出されている可能性を示唆するものである。Epstein (1967)は、不安(net anxiety: 以後Aと略)は興奮(excitation: 以後Eと略)と抑制(inhibition: 以後Iと略)の合成変量($A = E - I$)として表出されるというモデルを考えた(Fig. 1)。EもIも時間や回数の一次関数として単調に増加するが、Iの方がEよりもその発生に遅れがあり、しかも発生後の変化勾配が大きいと仮定した。これにより、時間が経過し、つまり反復回数が増えて、 $I > E$ となった場合に、不安を

抑制することができるようになると考えた。その結果、表出される不安の量は、Fig. 1に示すようにサイン曲線的な変化をすることになる。当然、刺激状況や個人差によってEやIはさまざまな値をとりうると思えられることから、表出される不安もさまざまな値をとることが予想できる。

Fig. 1 Theoretical curves of excitation (E), inhibition (I), and net anxiety (A) as a function of time series cited by Epstein, S. (1967). The curve of net anxiety was obtained by subtracting inhibition from excitation.

Byrne (1964)は、個人の持つ嫌悪事態に対する対処傾向には、感作(sensitization)と抑圧(repression)にまとめることができると述べている。嫌悪事態に対して、感作者(sensitizer: 以下Sと略)は事態に注意を向けるという接近的な対処をとるのに対し、抑圧者(represser: 以下Rと略)は注意をそらしたり、関係ないものに注意を向けるといった回避的で抑圧的な対処をとる特徴がある。Epsteinのモデルに当てはめて考えるならば、Byrneの示した対処傾向の違いはIの違いに置き換えることができる。RはSよりもIの程度が大きいと考えられる。同一刺激をSとRの被験者に対して反復呈示し、不安反応の様相を比較することで、EpsteinのモデルにおけるIの役割を検証することが可能となる。

本研究では、嫌悪刺激に対する対処傾向の異なる被験者を用いて、嫌悪刺激の反復暴露に伴う不安反応を調べ、Epstein のモデルを検証することを目的とした。

方 法

＜被験者＞ 生和(1972b)による日本版 R-S 尺度を男子大学生117名に実施し、5パーセンタイル得点に含まれる上位6名をS群、下位6名をR群として用いた。年齢は18～19歳であった。

＜実験手続き＞ 被験者は実験室に入室後、心拍測定電極が装着された。実験室になれさせるための数分間の慣化期間の後、実験についての教示を受けた。教示は以下の通りである。

「これから、電気ショックを受けてもらいます。かなり痛いものですが、やけどしたり怪我をするほどではありませんから、安心して下さい。目の前のディスプレイに、実験開始の合図が出た後、数字が表示されます。この数字はだんだん小さくなっていき、「0」が表示されると同時に指につけた電極から電気ショックを受けてもらいます。その後も心拍を測定しますので、実験終了の合図があるまで体を動かさないようにして下さい。」

被験者は、10回の試行を受けたが、正確な回数は知らせなかった。電撃を非利き手の第2・第3指に10mAの強さで、1秒間与えた。電撃の到来は、数字のカウントダウンにより継続的に予告した。1回の試行は、電撃の到来を待つ予定期間1分とそれに続く回復時間1分からなり、試行間隔は、約5分であった。

＜実験装置＞ 不安の生理指標である心拍数は、日本電気三栄製ポリグラフ360システムを用いて第Ⅱ誘導法により測定し、レクチホリ8Kで記録した。電撃は、日本光電製電気刺激装置 SEN-3101とアイソレーター SS-102Jを用いて与えた。実験の制御及び心拍のサンプリングには、NEC製パーソナルコンピュータ PC-9801VM2を用い

た。

＜測度と処理＞ 不安の測度には、心拍数を用いた。心拍数は、予定期間・回復期間を通して測定したが、予定期間のみを検討の対象とした。予定期間1分を12の区間に分け、区間内を算術平均して心拍数の代表値を求めた。反復に伴う心拍数の時系列変化パターンを検討するため、10回の反復系列を前・中・後の3時期に分けて、被験者群ごとに平均パターンを求めた。前半は試行1から3まで、中盤は試行4から7まで、後半は試行8から10までをひとまとめとして集計した。その際、全区間ともに区間1からの増分(bpm)を算出し、相対的な変化パターンに修正した。

その後に、主成分分析を行い、時系列変化の共通因子を抽出した。固有値1.0以上の因子のみを用い、最小自乗推定法により因子得点を算出した(芝, 1979)。R・Sの被験者群ごとに集計し、反復に伴う時系列成分の推移を検討することにした。なお、主成分分析には12区間のデータをZ得点化したものを用いた。

このように因子分析を用いたのは、複雑な時系列変化をしている心拍数から共通する変化成分を抽出するためである。各成分が反復に伴いどのように変化していくかをみることで、より簡便に、反復の効果を検討することができるものと思われるからである。

結 果

1. 反復に伴う心拍数の時系列変化パターン

10回の試行を前・中・後の3つの時期に分け、被験者群ごとに心拍数の時系列変化パターンをプロットしたものが、Fig. 2である。いずれも区間1からの相対変化量(bpm)で表してある。R・S群ともに、時系列に伴う心拍数の変化量は、試行系列前半(試行1～3)で大きく、中盤(試行4～7)や後半(試行8～10)では少なくなっている。RとSとで大きく異なっているのは、心拍数の時系列変化パターンで、Rは電撃到来直前で

Fig. 2 Time series changes of HR for two experimental groups. Ten trials are divided into 3 periods, i. e., from trial 1 to 3, from trial 4 to 7, from trial 8 to 10.

心拍数の減少を示すのに対し、Sでは増加する傾向を示している。R群の方で電撃到来直前の不安が抑圧されやすいことがわかる。

2. 因子分析による時系列変化パターンの抽出

主成分分析法を用いて、心拍数の時系列変化に内在する共通因子の抽出を行った。固有値1.0以上の因子は3因子抽出された。時系列を変量としていることから、因子構造をわかりやすくするため、図にプロットしたものが、Fig.3である。ここで得られた因子のプロフィールは、心拍数変化に潜在しているパターンであるということが出来る。第1因子は、予期期間が始まると因子負荷量はやや増加し、その後一貫して減少し、電撃到来直前にやや増加するというパターンを示している。全体的にみれば予期期間を通して減少していくパターンだといえる。第2因子は、予期期間が

Fig. 3 Time series patterns of heart rate obtained by factor analysis. Factor 1 showed a pattern of monotonic decrease. Factor 2 showed a negative quadratic function. Factor 3 showed a negative cubic function.

始まると次第に因子負荷量が増加し、予期期間の中間をピークに、その後減少していくパターンである。第3因子は、因子負荷量が減少・増加・減少という変化をしている。

このように、3つの因子の時系列変化をみると、第1因子の直線性が若干低いものの、第1因子から順に、1次関数・2次関数・3次関数的な時系列変化をしているといえる。こうした因子負荷量の推移は、時系列データを因子分析した時に特徴的にみられるものであり、本報告においても時系列データに潜在する共通因子が存在していたことを示している。

3. 因子得点による検討

因子得点は、第3因子までの因子負荷量をもとに、最小自乗法により算出した。それを個人特性であるRとSごとに集計し、試行の反復によりどのように変化していくかを検討した。

Fig. 4は、第1因子についてR・S別に推移を示したものである。因子得点が負であれば、電撃到来に向けて単調に心拍数が増加するパターンを、正であれば逆に減少するパターンを示すことを意味する。試行系列の前半では、RよりSの方が負の因子得点を示し、予期期間中心拍数が単調に増加する傾向の強いことがわかる。しかし、試行系列が中盤になると因子得点もほとんど0を示しており、単調増加傾向はみられなくなってい

Fig. 4 Mean scores of factor 1 for sensitizer (S) and repressor (R) groups, as a trial was repeated. Negative scores mean a positive simple function of heart rate. Positive scores mean negative.

る。一方、Rは、試行系列前半はやや増加型の変化傾向を示しているが、試行系列の中盤では因子得点が正の値を示し、むしろ減少型の変化パターンを示すことが多くなっている。試行系列の後半になると、S同様、1次関数的な変化を示すことは少ない。

次に第2因子でみられた2次関数的な変化成分の推移についてみてみると、Fig. 5に示してあるように、RとSでは大きな違いは認められない。R・Sともに試行系列の前半から中盤にかけて因子得点は正の値から負の値へと移行しており、2次関数的な変化傾向が逆転している。RはSと比べて、第1試行から、負の第1因子的特徴を示さず、第2因子的特徴を示すことから、早い段階から電撃到来直前の心拍数増加を抑圧する傾向がみ

Fig. 5 Mean scores of factor 2 for sensitizer (S) and repressor (R) groups, as a trial was repeated. Negative scores mean a positive quadratic function of heart rate. Positive scores mean negative.

られている。

第3因子的特徴の推移については、Fig. 6に示した通りである。RとSの違いがみられるのは、試行系列が後半になってからである。Rは正の第3因子的特徴を、Sは負の特徴を示している。つまり、電撃到来の直前でRは心拍数が減少するのに対し、Sは増加するという、全く逆の時系列変化傾向を示している。

Fig. 6 Mean scores of factor 3 for sensitizer (S) and repressor (R) groups, as a trial was repeated. Negative scores mean a positive cubic function of heart rate. Positive scores mean negative.

反復に伴う時系列変化の推移をまとめると、Rで第1因子的特徴が試行系列中盤でみられる以外は、試行系列中盤以降、第1・第2因子的特徴がみられなくなっている。それに対して、試行系列後半から第3因子的特徴がみられるようになってきている。このような変化が生じたことは、試行を反復するにつれ、心拍数変化のトレンド的な長周期成分が減少していき、比較的短い周期の変化成分が優勢になってきたことを意味している。言い換えれば、反復するにつれ変化成分の主座が入れ替わったことを示している。

考 察

心拍数変化の時系列変化パターンを主成分分析した結果、主要な因子として3因子が抽出できた。その因子構造を見ると、第1因子から、1次関数・2次関数・3次関数的という変化傾向を示すことがわかった。これは時系列データを因子分析した時に得られる特徴的なパターンであり、心

拍数(生和, 1985)以外にも内田クレペリン作業検査(生和, 1972a)においても共通してみられる現象である。時系列データであることから, 変量が独立ではなく, しかも時間的に接近している変量の相関が高いというシンプレックス構造をしているために, このような形で因子が抽出されたのだと考えられる。

Epstein (1967) の不安表出モデルを検討するため, 事態に対する対処傾向の違いを抑制傾向の違いとして捉え, Byrne (1964) の RS スケールで被験者を分けて, 反復に伴う不安反応の変化を調べた。その結果, 試行を反復するにつれ, 被験者群によって心拍数の変化パターンに違いが見られることがわかった。抑圧的な対処をする R は, 刺激到来直前での心拍数低下が見られ, 事態に注意を向けて対処する S は, 逆に増加する傾向を示した。

予定期間中に継時的に嫌悪刺激の到来が予告されるという最も予測可能性が高い実験条件であったことから, 心拍数は嫌悪刺激の到来に向けて単調に増加する上昇型の変化傾向を示しやすい (Monat et al., 1972)。そのため, 始めは R・S いずれも上昇型の反応を示している。しかし, 反復回数が増すにつれて, 次第に反応のピークが予定期間の前半へと移行していく。S ではピークの移行が予定期間中盤付近までしかみられていないのに対し, R では前半にまで移行するという変化傾向を示す。これは, S よりも R で I 傾向が強いことから, 比較的早い段階で $I > E$ となってしまうために生じたものと考えられる。このように, 反応のピークに移行がみられるという本研究の結果は, Epstein (1967) のモデルで裏付けられるものといえる。さらに反復が増すと, R・S ともに 3 次関数的な反応パターンを示すようになり, R では負の, S では正の変化というまったく逆の変化傾向をしている。あくまでも S は感作的な対処の特徴である嫌悪刺激到来直前の反応増加がみられ, R は抑圧的な対処の特徴である反応の低減が

みられている。

反復に伴って変化する心拍数の時系列変化パターンの推移を模式的にあらわしてみると, S では正の 1 次関数 (単調増加) から負の 2 次関数 (逆 U 字), 正の 3 次関数へと推移していくのに対し, R では正の 1 次関数 (単調増加) から負の 1 次関数 (単調減少) もしくは負の 2 次関数 (逆 U 字), 負の 3 次関数へと推移していくといえる。

反復の終盤に, S でみられた反応の正の 3 次関数的変化は, Epstein のモデルで示された合成変量である net anxiety にきわめて類似した変化傾向であることがわかる。それに対し, R は S と逆の傾向を示しており, Epstein のモデルの I と E とを入れ替えて net anxiety を算出した時のような反応をしている。このように, I の違いは反復するにつれて大きくなり, 不安の表出に大きな影響を与えている。

次に, 対処の違いに関係なくみられた傾向として, 変化の周期が挙げられる。反復の前半では 1 次関数・2 次関数といった比較的トレンド的な変化を示しているが, 後半になると 3 次関数のような周期の短い変化を示すようになることがわかった。ここでみられた 1 次関数的変化は, トレンド的な長周期の変化であり, 不安の成分と関係しているといわれている (岩永・生和, 1986)。それに対して, 比較的短周期の心拍変動は, むしろ嫌悪事態に対する準備的な反応としての性質を持っているといわれている。反復に伴い, 長周期の変化成分から短周期の変化成分へと移行していくことは, 以下のことを示しているものと考えられる。つまり, 嫌悪事態に慣れない段階では, 不安が情動の中心的な成分として表出されるが, 反復に伴い, 嫌悪事態に対する準備的な反応へ移行したのではないかと考えられる。このことは, 単に反復に伴って不安反応の時系列変化パターンに違いが生じるだけではなく, 内在する情動成分という質的な違いをも生じている可能性を示唆している。

今後は, 刺激強度等の刺激変数を操作すること

によって、Eに関する検討をさらに行うと同時に、予期期間にみられる不安反応の意味付けを明確にしていける必要がある。

引用文献

- Byrne, D. 1964 Repression-sensitization as a dimension of personality. In B. A. Maher (Ed.), *Progress in Experimental Personality Research* Vol. 1. New York : Academic Press.
- Epstein, S. & Fenz, W. D. 1965 Steepness of approach and avoidance gradients in humans as a function of experience : Theory and experiment. *J. Exp. Psychol.*, 70, 1-12.
- Epstein, S. 1967 Toward a unified theory of anxiety. In B. A. Maher (Ed.), *Progress in Experimental Personality Research* Vol. 4. New York : Academic Press.
- Epstein, S. 1971 Heart rate, skin conductance, and intensity ratings during experimentally induced anxiety : Habituation within and among days. *Psychophysiology*, 8, 319-331.
- 岩永 誠・生和秀敏 1986 嫌悪状況下にみられる指標間 synchrony 生理心理, 4, 11-17.
- Monat, A., Averill, J. R., & Lazarus, R. S. 1972 Anticipatory stress and coping reactions under various conditions of uncertainty. *J. Pers. Soc. Psychol.*, 24, 237-253.
- 生和秀敏 1972a 内田クレペリン精神作業曲線の因子分析的研究 - P・O 技法の適用による個人内変異の検討 - 心理学研究, 43, 176-187.
- 生和秀敏 1972b R-S 尺度の日本版作成のための試み(1) 広島大学教養部紀要Ⅱ, 6, 79-118.
- 生和秀敏 1985 不安喚起状況下における心拍変化の時系列解析 行動療法研究, 11, 1, 23-33.
- 芝 祐順 1979 因子分析法第2版 東京大学出版会.