

低圧・低酸素による stress が認知的葛藤に及ぼす影響

川瀬 泰治

生体が外部環境から有害な刺激を受けた時、内部環境の安定を保つために生体はさまざまな防衛反応を示すが、その中で外的刺激の種類を問わず共通の反応のあることが知られている。その反応は、自律神経系の活動と脳下垂体—副腎系を中心とした内分泌系統の継起的活動であり、Cannon, W.B. によって緊急反応 (emergency reaction) と呼ばれ、あるいは Selye, H. によって stress と呼ばれたものである。このような生体の反応は、基本的には生体防衛的な機能をもつと考えられるが、刺激が強すぎたり長期間にわたって持続すること等によって反応が過剰に生じた場合、反応そのものが生体の心身両面に障害をもたらすことになる。例えば身体面に関しては、ホルモン過多による生体の組織変化として消化器官の潰瘍、循環器系統の機能障害、甲状腺機能亢進等が考えられ、一般にこれらは「ストレス病」あるいは適応病 (石川中, 1983) と呼ばれている。昨今この種の病気は増加しつつあり、それに対応して精力的に研究が進められている。

一方, stress と精神的側面との関係については, stressor と stress との媒介変数としてのパーソナリティ要因や, 認知判断能力等の重要性は認識されてはいるものの, 実証的研究はたち遅れている。上記の生理的反應に付随して生じる不安, 緊張, 恐怖といった情動反應は心理生理的反應と呼ばれ, 一般に stress という場合, 生理的反應よりもこちらをさすことが多い。このような低次の精神機能は, より高次の精神機能と相互作用的關係にあると考えられる。また, 高次精神機能の障害は「ストレス病」の準備状態を形成するとも考えられる。stress が原因となって精神構造全体の病変が引き起こされる例としては, life events と神経症の発病との關係について (片山, 1983 岩井, 1981) の研究や精神病との関連性についての指摘 (長谷川, 1983) がある。stress による高次精神機能の変容メカニズムを解明するためには, stress と精神機能の各領域との関連, 各領域間の相互作用, また高次精神機能から低次精神機能への作用メカニズムなどが分析的・実証的に研究されるべきだと考えられる。本研究は, このような観点から stress が知的機能に及ぼす影響を検討しようとするものである。

大気圧の減少は, 体内の窒素ガスの気泡化や低酸素などによって, 生体に対して顕著な stressor として機能することが知られている (鎌田ら 1983)。低圧環境が生体の機能変化に及ぼす影響については, 従来名古屋大学環境医学研究所を中心として多角的に研究されてきた。精神機能の変化を扱ったものの中で知的機能に関連するものとしては, 常圧時と低圧時の知能検査の成績を比較した研究 (宇阪ら 1979, 鈴木ら 1980 など), 図形判定の成績を比較した研究 (宇阪ら 1978), 加算作業を比較した研究 (萩原ら 1971) などがある。これらの研究では一般的に低圧時の知的機能が低下するという結果を得ている。

以上の研究でみられた知的機能低下の原因として, 脳内の酸素分圧の低下による全般的思考能力の低下が主要なものと考えられるが, 脈拍数の変動によっても思考活動が影響を受けることが明らかにされている (鈴木ら 1979)。また一方, 低圧による疲労から心理テストに対する意欲の減退が原因となることも考えられる。さらに, 森 (1981) によれば, 視覚器官は脳よりも低酸素に対する耐性が低いと指摘されている。従って, 感覚レベルでの機能低下がテスト結果に大きく影響するものと思

われる。低圧による知的機能を測定する場合には、低圧下での絶対的作業量を測度とすることは適当でないと思われる。

本研究では、以上の点を考慮し、stroop color word Test を用いて知的機能の変化を検討しようとする。このテストでは、干渉し合う 2 つの概念に対する認知的葛藤の処理能力を測定することができ、また、干渉のない標準刺激との相対的作業量を測定できる。また、干渉の程度を操作することによって低圧下における認知能力の構造的変化を扱うことができると思われる。

また、登山の過程で「高所順応」という現象が生じることが知られているが、実験室における急性の低圧環境においてもこれと比類しうる変化が認められるかどうか、またそれが知的機能とどのような関連をもつかについて検討するために、24時間にわたる長期減圧施行を試みる。

方法

被験者：大分県山岳連盟の82年海外遠征隊員のうち、低圧訓練に参加した 5 名を実験群の被験者として用いた。統制群には大学生 5 名を用いた。

実験装置：九州大学生体防衛医学研究所の人工気象室に設置してある減圧室No.2 を用いた。この減圧室は最高500mb (標高にして約5500m) まで減圧が可能である。

Stroop Color Word Test (以下CWTと略す) は、赤・青・黄・緑の 4 色をひらがなで記し、色と文字を拮抗させる方法を採用し、自作した。fig.1 にはその例として練習試行用の刺激語が示してある。この干渉刺激語では、例えば「あか」という文字が青・黄・緑の色のインクで書かれる。各色について他の 3 色がほぼ同頻度となるように100個の刺激語を作り、それを縦10個×横10個に配列した(干渉カード)。台紙の大きさは約20×30cmであり、字は7×15mmの範囲におさまるようにマジックインキで書いた。字間の間隔は縦1cm・横1cmであった。比較カードとして、同様の規格により黒色だけで色名を書いたもの(色名カード)と、直径5mmの円を各色でぬったもの(色カード)を作成した。なお、色名カードと色カードでの色の出現順序は干渉カードと一致させた。各カードの上端には練習試行用として各カードと同性質の刺激語を10個付け加えた。

手続き：CWT は減圧前と減圧後 2 時間め、5 時間め、10 時間め、21 時間めに行なった。減圧は高度5500mとし、毎分200mのペースで行かない、約27分かけて行なった。実験群の 5 名は 2 名と 3 名に分かれて別の日に行なったが、両方とも5500mの24時間継続は不可能となり、2名のグループは減圧後 7 時間め、3名のグループでは 4 時間めに4000mに変更して続行した。統制群は、常圧下において実験群に準じたスケジュールでCWTを行なった。CWTの実施条件は以下に行なった。〈条件I〉：色名カードに対して文字を読みあげる。〈条件II〉：色カードに対して色名を言う。〈条件III〉：干渉カードに対して文字を読む。〈条件IV〉：干渉カードに対して文字の色を言う。条件の提示順序は、I→IVとIV→Iを被験者の順とテスト時期とで交互に行なった。CWTの実施前に、できるだけ早く読むようにとの教示を与え、毎回練習試行から始めた。本試行に要した時間をストップウォッチによって計測し、反応はテープレコーダに記録した。

あか	みどり	あお	みどり	あか	きいろ	あお	きいろ	あお	みどり
(青)	(赤)	(黄)	(青)	(緑)	(赤)	(黄)	(緑)	(赤)	(黄)

fig. 1 干渉カードの練習試行用刺激語 () 内は文字を書いたインクの色

結果と考察

CWTの干渉カードは、色の名前を表わす言語的媒体である文字とその媒体の表わす意味とが日常の習慣に反して一致しない状況となっている。このような刺激に対して、どちらか一方の次元に

反応する場合、文字に対する言語的反応系と意味に対する知覚的反応系とが干渉し合い認知的な葛藤を生じる。従って、この両反応系を意識的に分化し統制し続けるという知的操作が要求されると考えられる。

条件Iは干渉カードから意味の干渉の要素を除去したものであり、条件IIIは干渉カードに対して意味の干渉に抗して文字を読むものである。従って、条件Iと条件IIIの各々に要した時間の比（Iの所要時間/IIIの所要時間）は、文字を読むという言語的反応における意味の干渉の強さを表わす。また、条件IIは干渉カードから文字の干渉の要素を除去したものであり、条件IVは干渉カードに対して言語的干渉に抗して文字の色に注意し続けなければならない。従って、条件IIと条件IVとに要した時間の比（IIの所要時間/IVの所要時間）は、意味を認知する場合の文字の干渉の強さを表わす。CWTの結果は、以下この干渉率について分析を行なう。

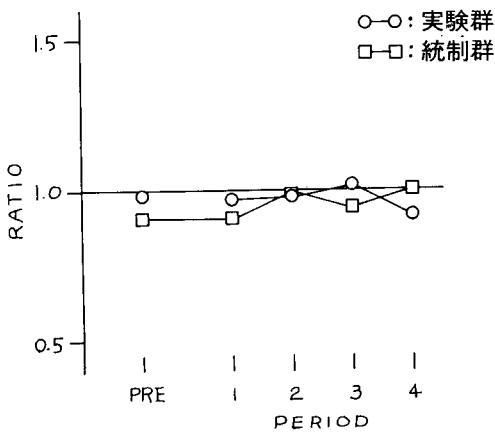


fig. 2 干渉率 I/III

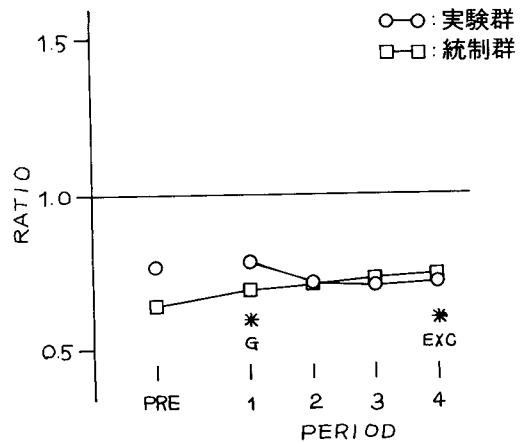


fig. 3 干渉率 II/IV

TABLE 1 ACTH (Pg/ml)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ss	PRE		4000		5500		4000	3	6	12	18	24
												m. hour
1	32	34										
2	15	131			10	360	10		23		10	
3	31	27	21	23	34	87	25	37	20	17	15	
4	10	10	10	31	10	91	11	50	17	13	13	
5			99	122	103	140	121	180	139	142	132	

fig.2は I/III の値を5回のテスト時期についてプロットしたものである。干渉率が1であることは干渉がまったくないことを表わすが、実験群と統制群の両者とも干渉が非常に少ないことがわかる。また減圧による影響もほとんど認められない。群とテスト時期とを要因とする分散分析を試みたところ、主効果、交互作用のいずれもみられなかった。名倉ら(1968)は、発達過程において言語系と知覚系の習慣強度が5歳ぐらゐの時期を境に転換し、以後言語系が優勢になると主張して

いる。本実験の被験者は大人であり、言語系の習慣強度が十分大きいと考えられる。そのため、減圧による stress によっても言語的反応系はさほど影響を受けないのではないだろうか。

一方、fig.3 は II/IV の値をプロットしたものである。I/III の値と比べると全体的に干渉が大きく、知覚的反応系は言語的反応系よりも干渉を受けやすいようである。減圧前と減圧後 4 回めに限定した場合、群とテスト時期との交互作用がみられた ($F=8,438, P<.05$)。統制群は同一のテストを繰り返すことによって言語系の干渉をコントロールする技術が向上するのに対して、実験群ではこのような学習効果が生じないといえるのではないか。実験群では、減圧の stress のために、本来学習によって向上すべき両反応系の分化・統合能力が低下すると考えられる。間接的にはあるが、この結果は本研究の仮説を支持するものといえよう。

これまでの低圧実験では、知的機能の低下が生じるのは 5000m 以上だとされている(宇阪ら 1977)。また、減圧に対する耐性には大きな個人差があることが従来報告されているが、本実験でもそれが認められた。本実験では当初 5500m を維持する計画であったが、途中被験者のうち 2 名に意識薄濁(被験者 No.1)と過呼吸症状(被験者 No.2)が生じたため、4000m に変更した。このため実験群全体でみると知的機能の低下が顕著に現われなかったとも考えられる。以下に、減圧の影響を比較的強く受けたと思われる被験者について個別的に検討する。

table 1 は、実験群のみについて実験期間中の ACTH の変化をみたものである。ACTH は stress と相関の高いホルモンであるとされており(富田 1983)、低圧下の stress を生理的側面から捉えることができると思われる。被験者 No.1 と No.2 については、上記の症状のため採血が不可能な時期があり、データが欠けている。生理的側面においても個人差が大きいことがわかるが、被験者 No.2, No.3, No.4 については 5500m での 2 回目の採血でかなり血中 ACTH が増加している。この 3 者ではそれ以後ベースラインへ復帰していく傾向が認められる。しかし、被験者 No.5 については、5500m であり ACTH は増加するが、以後高いレベルが維持される傾向がみられる。

被験者 No.2 と No.5 において、CWT の結果が減圧の影響を強く受けたようである。fig.4 は被験者 No.2 の結果を干渉率で表わしたものであるが、減圧後 2 回目の結果に大きな動揺がみられ、特に II/IV の干渉率が注目される。この被験者は過呼吸症状を示したことから推察できるように、減圧に対する不安をかなり強く持っており、stress が形成されやすかったと思われる。また、被験者 No.5 の結果は各条件ごとに所要時間の推移を fig.5 に示した。この被験者の場合、条件全体にわたって減圧

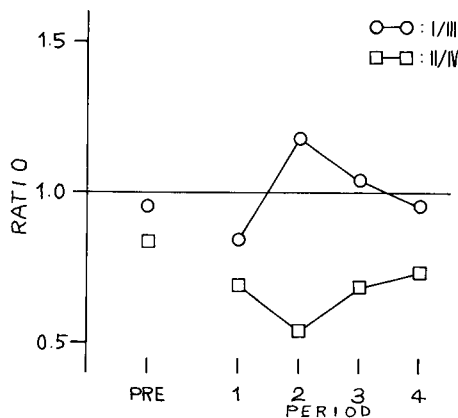


fig. 4 実験群の被験者 No. 2 の干渉率

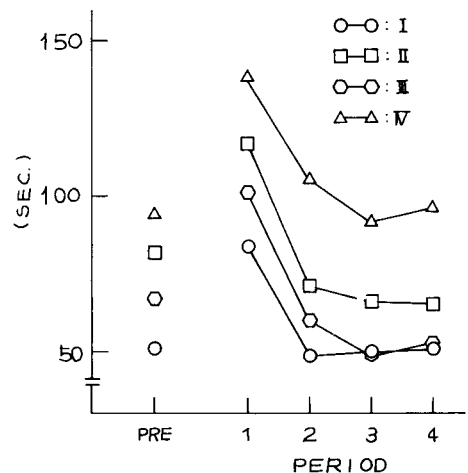


fig. 5 実験群の被験者 No. 5 の各条件における所要時間

後1回めの時期に所要時間の増大がみられた。ところで、この両被験者とも知的機能の低下とACTHの分泌とが時間的に一致していない。このことからACTHの分泌は直接的に精神機能に作用するのではないといえるが、ACTHに刺激される副腎皮質系のホルモンが精神機能と関連する可能性も考えられる。

引用文献

- ① 萩原裕子・難波経篤・山崎由久・斎藤一郎 1971 低酸素症体験時のパフォーマンスの変容について
医事報告 12(2)
- ② 長谷川和夫 1983 ストレスと精神病 医学のあゆみ 125(5)
- ③ 石川中 1983 ストレスの心理と生理 サイコロジー No.37 サイエンス社
- ④ 岩井寛 1981 ストレスと神経症 からだの科学 No.101
- ⑤ 片山義郎 1983 ストレスと神経症 医学のあゆみ 125(5)
- ⑥ 鎌田武信・房本英之 1983 物理的(機械的)ストレッサー 医学のあゆみ 125(5)
- ⑦ 森滋夫 1981 神経系および自律神経応答からみた低酸素耐性 環研年報 XXXII
- ⑧ 苧阪良二・鈴木初恵・谷口正子 1977 低圧下における精神機能(III-1) 一知能検査成績について一
環研年報 XXVIII
- ⑨ 苧阪良二・鈴木初恵・谷口正子 1978 低圧下における精神機能(IV-2) 一知能検査成績と自覚症状
一環研年報 XXIX
- ⑩ 苧阪良二・鈴木初恵・谷口正子 1979 低圧下における精神機能(V-2) 一異なる水準の知能検査の
適用結果一環研年報 XXX
- ⑪ 鈴木初恵・木田光郎・三輪武次・杉本助男 1979 低圧下における精神機能(V-1) 一ヒマラヤニス
ト適性検査の妥当性一環研年報 XXX
- ⑫ 鈴木初恵・苧阪良二・木田光郎・三輪武次・古賀一男・谷口正子・杉本助男 1980 低圧下における精
神機能(VI-1) 一心拍と精神機能一環研年報 XXXI
- ⑬ 富田明夫 1983 ストレスと内分泌系 医学のあゆみ 125(5)