

地震動による人の心理学的・生理学的影響に関わる実験

建部謙治・青木徹彦

1. はじめに

ものづくり地域を抱える東海地方においては、東海地震、南海・東南海地震などの大地震あるいは直下型地震の到来に備え万全の地震対策が望まれる。そのためには、建物や各種設備の耐震化などのハード面とともに、地震動による人体への影響を踏まえた人的対策を強化させる必要がある。

地震時による人の心理・生理への影響に関する研究は、これまでは中島ら¹⁾のように地震時における人間の心理・行動に関するアンケート調査などが行なわれている。しかし、観測地震波を用いた実験研究についてはあまり行われておらず、特に鉛直方向を含んだ地震動による人の心理学的・生理学的な影響については明らかでない。

一方、超高齢社会となるわが国では、高齢者などの災害弱者対策も重要課題であるが、これまで地震動による年齢層別の影響についても十分な研究がなされているとは言い難い。したがって、地震動による人体への影響を把握したうえで、地震予防対策の一環としての、揺れの体験の効果や地震情報提供の仕方などについても知見を得ることが喫緊の課題とされている。

そこで本研究では、縦揺れを含めた観測地震波を用いた被験者実験を行い、年齢層別、性別の違いによる人体への影響や、振動予告による問題を人の心理・生理の変化から明らかにして、大地震への予防対策立案のための基礎資料とすることを目的とする。

2. 研究方法

研究は、既往研究調査、予備実験、本実験という流れで行なう。

- 1) 既往研究の調査
- 2) 本研究の実験方法の検討： 実験測定項目の選定。より具体的な実験計画及び実験測定項目の決定。
- 3) 予備実験²⁾の実施： 生理反応、心理変化また感覚評価の特性の確認を行い、実験計画の問題点等を抽出。
- 4) 本実験の実施： 予備実験を踏まえて実験計画を再検討した後に本実験の実施。
- 5) 考察： 年齢層別、性別、振動予告の有無別の生理学的、心理学的変化について考察を行う。

表.1 本実験の概要

日時	2010年11月16日～12月10日
場所	愛知工業大学耐震実験センター
地震波	兵庫県南部地震(1995年)の観測地震波(神戸海洋気象台)45秒
被験者姿勢	椅子座
実験の種類	ケース1(1人当たり所要時間45分) ケース2(1人当たり所要時間15分)
被験者概要	61人 (若年者30人18歳～22歳) (高齢者31人59歳～76歳)

2.1 本実験の概要

表.1 に本実験の概要を、表.2 に本実験の組合せ条件を示す。

被験者は年齢層別、性別、振動予告の有無に分けて実験を行なった。本実験では被験者 1 人に対して 1 回の振動体験としている。なお、「ケース 1」では血圧・心拍数測定が実験前後に 4 回ずつ測定（振動体験 15 分前、10 分前、5 分前、直前、振動体験直後、5 分後、10 分後、15 分後の計 8 回）、「ケース 2」では血圧・心拍数測定が実験前後に 1 回ずつの測定（振動体験直前、振動体験直後の計 2 回）とする。

表.2 実験の組み合わせ条件

年齢層	性別	ケース 1* ¹		ケース 2* ²		計(人)	
		予告有	予告無	予告有	予告無		
若年者	男	5	5	5	5	15	
	女	5	5	5	5	15	
高齢者	男	5	9	7	7	21	
	女	5	2	3	3	10	
						計(人)	61

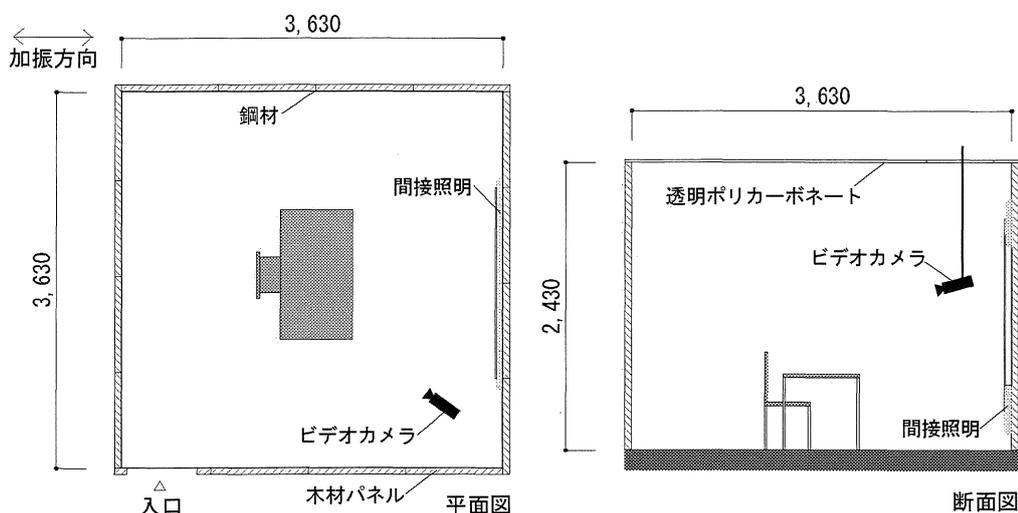


図1 振動台上実験実

2.2 実験環境

実験で使用した振動装置は縦 3.6m、横 3.6m の上下水平動の 2 軸の加振振動台である。

振動台上実験室を図.1 に示す。振動台上に 3.63m 四方の実験室を、壁面は鋼材と木材パネル、天井はポリカーボネートによって構成した。実験室内には椅子と机を設置し、予備実験を踏まえて、転倒防止のため机は振動台に固定している。

2.3 実験手順

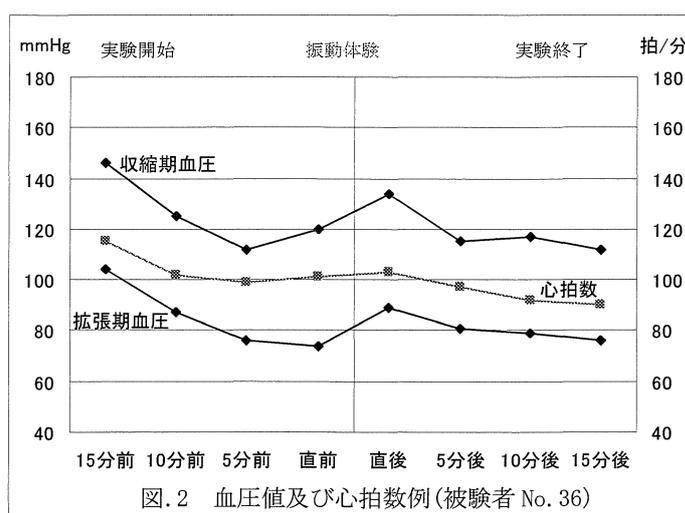
実験手順を以下の①～⑥に示す。また各種測定の目的と特徴について表.3 に示す。

- ① 振動台へ移動する前に、振動台横に設置した待機場所にて STAI-state-、実験前アンケートを実施。
- ② 振動台上の実験室では振動体験直前に唾液アミラーゼ測定、振動体験前の血圧・心拍を測定（予期不安値測定）。
- ③ 振動体験中の VTR による行動観察
- ④ 振動体験直後の血圧・心拍を測定（振動によるストレス体験値測定）。
- ⑤ 唾液アミラーゼ測定（振動によるストレス体験値測定）、振動台を降りた直後、振動台

横の待機場所にて STAI-state-と感覚評価シート、実験後アンケートの実施。

- ⑥ 後日コントロール条件として、平常時の血圧・心拍数、唾液アミラーゼ測定（安静値測定）、及び STAI-state-、POMS・エゴグラム の心理テストの実施。

表.3 各種測定の目的と特徴		
各種測定	目的	特徴
血圧 心拍数	振動の影響による血圧・心拍数の変化を分析する	外部環境、肉体的活動および精神的な興奮、不安、ストレスなど身体の状態を敏感に反映し変動する。
唾液 アミラーゼ	振動前後で被験者が受けたストレスを分析する	交感神経が刺激され興奮状態になると、神経作用により唾液アミラーゼが分泌される
STAI-state-	振動前後の状態不安の変化を分析する	不安を喚起する事象に対する一過性の状況反応を測る尺度である
感覚評価 アンケート	被験者の振動に対する体感の評価を知るため	振動実験の揺れを体験することに揺れに対する評価を5段階評価で回答してもらう
意識調査 アンケート	実験的に揺れを体験したことによる意識変化を見る	揺れを体験する前と後で、地震に対する意識変化をチェックする共通項目を設定している
POMS エゴグラム	バイタルの変化や行動と性格との関連をみる	被験者の気分状態（気分や感情の変化）、また個性を知るための性格検査
ビデオ撮影	実験時の人間の行動分析	実験中の被験者行動を観察するためにビデオ撮影を行う



3. 実験結果

3.1 個人の血圧・心拍

個別事例として実験ケース 1 で実験を行なった被験者 No. 36 (67 歳、男性) の血圧値及び心拍数の結果を図 2 に示す。図 2 から収縮期血圧は実験開始時が最も高く、時間経過と

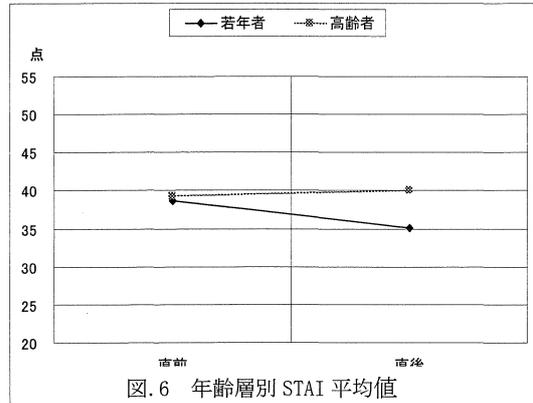
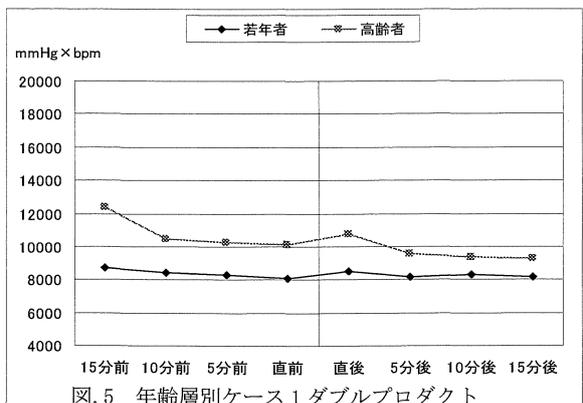
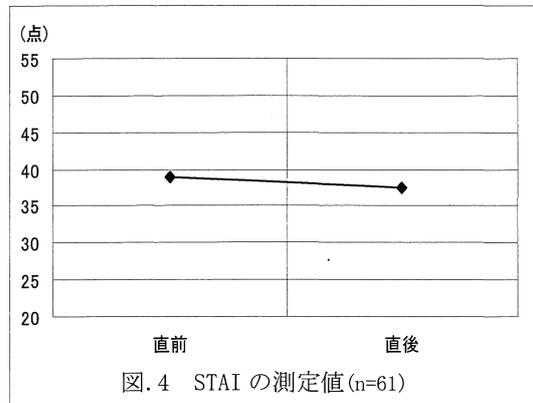
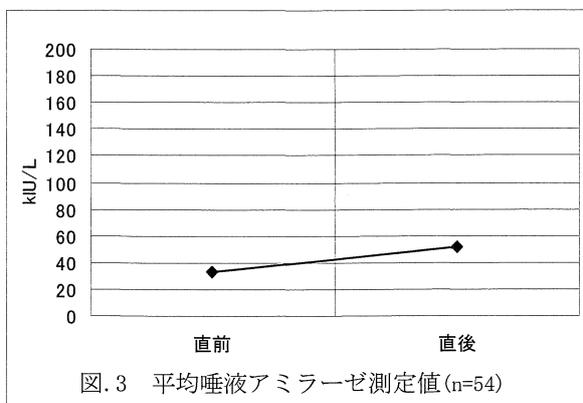
ともに次第に下降し、振動体験直後には再び上昇して、時間経過とともに下降する。この状況は拡張期血圧についても同じである。心拍数については、やはり実験開始時に最も高く、10分程度経過後から振動体験前後を通して緩やかに下降する。このことから、振動実験に対する予期不安の影響が出ていると考えられる。

3.2 被験者グループの唾液アミラーゼと STAI の測定値

図.3 は全被験者の平均唾液アミラーゼ測定値を示したものである。ストレスをはかる平均唾液アミラーゼ測定値は振動体験直後に有意に上昇した。

図.4 は被験者全体の振動体験直後の STAI の測定値を平均値で示したものである。STAI とは、不安を喚起する事象に対する一過性の状況反応を測る尺度であるが、被験者全体の傾向を見ると、振動直前から振動直後にかけて状態不安得点が有意に下降した。

年齢層別、性別、振動予告の有無の違いによる生理的・心理的变化の分析結果を以下に示す。有意差検定は t 検定で行い、p が 0.05 以下を有意差ありとした。

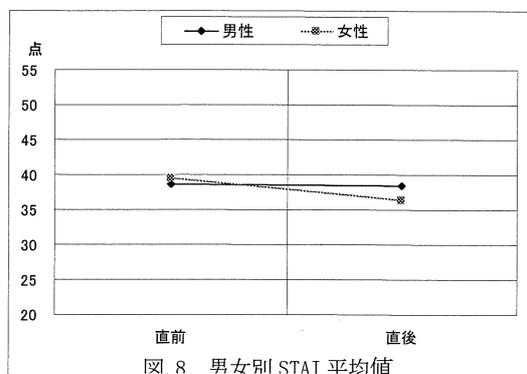
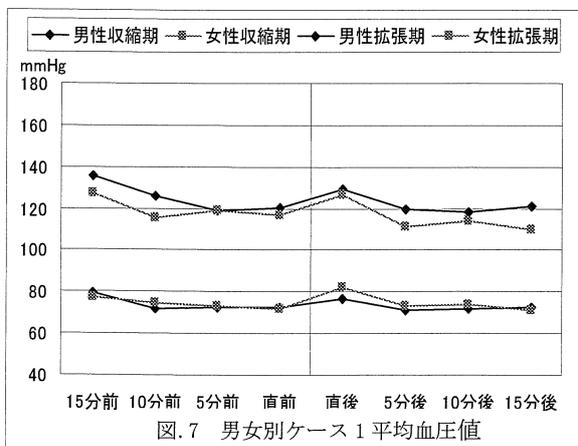


3.3 年齢層別測定結果の比較

図.5 は実験ケース 1 の全被験者のうち年齢層別 (若年者 n=10、高齢者 n=10) にダブルプロダクトの比較を示したものである。ダブルプロダクトは心筋の酸素消費量の指標であり「収縮期血圧×心拍数」によって計算する。これにより心臓にどの程度の負荷がかかっているのかを調べることができる。ダブルプロダクトに関しては、高齢者の方が若年者に比べ数値が高く、ばらつきが見られ、若年者に対して高齢者の方が数値が高い。

全被験者の唾液アミラーゼ測定値を年齢層別に比較 (若年者 n=29、高齢者 n=25) すると、直前と直後で高齢者に有意な上昇が見られた。これらのことから、今回の振動体験によって受けた生理的影響は若年者に比べ高齢者の方に影響が大きく現れる傾向にある。

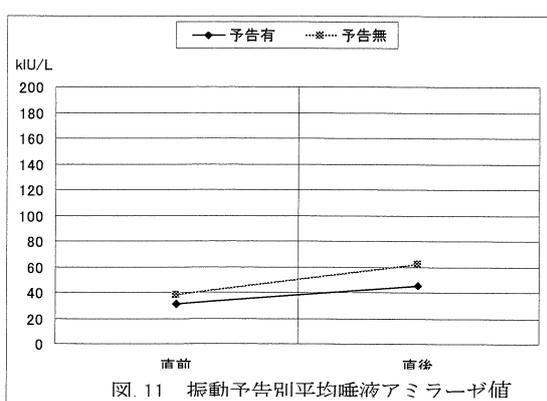
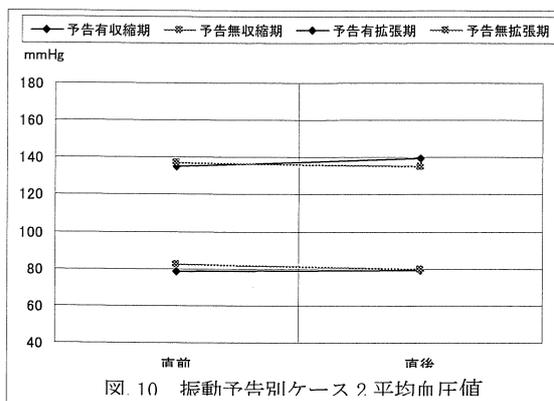
図.6 は、年齢層別（若年者 n=30、高齢者 n=31）で振動体験直前と直後での STAI の比較を示したものである。この結果、振動体験直前から直後にかけて若年者の状態不安得点が有意に下降した。若年者の方が振動実験後の開放感による気分の変化が現れる。



3.4 性別測定結果の比較

図.7 は実験ケース1の全被験者のうち性別（男性 n=10、女性 n=10）の平均血圧値を比較したものである。男性の収縮期血圧に関しては振動体験直前から直後にかけて有意に上昇した。

図.8 は男女別に見た振動体験直前から直後にかけての STAI の変化を示している。男女別の STAI において、振動体験直前から直後にかけて女性の状態不安得点が有意に下降した。男性に比べ女性の方が振動前の平均値が高く、振動後の平均値が低くなっていることから、女性の方が振動前後での気分の振幅があることが考えられる。



3.5 振動予告の有無

図.10 は実験ケース2の全被験者の血圧値を振動予告の有無別（予告有 n=21、予告無 n=20）に示したものである。振動予告無に対し振動予告有では振動体験直前から直後にかけて有意に上昇している。

図.11 では全被験者の唾液アミラーゼ測定値を振動予告の有無によって振動体験の直前、直後と比較したものを示している。その結果、血圧値、心拍数の場合と同様に唾液アミラーゼ測定値でも振動予告有の場合の被験者の変化に有意性が見られ、振動体験直前から直後に関して有意に上昇している。実験前は、振動予告無の方が心理的・生理的影響が大きい

く現れると考えていたが、振動予告の有の場合に、振動体験前後で血圧値、心拍数、唾液アミラーゼ測定値など生理的な変化に有意な差が見られた。振動予告を行なうことにより被験者は振動に対して身構えることから生理的な影響が生じたのではないかと考えられる。

4. まとめ

本研究は、鉛直方向を含む観測地震波を使用した振動実験を行い、地震動による人の心理・生理への影響の特徴などを明らかにすることを目的とした。その結果、全体的には以下のことが明らかとなった。

■生理的变化

- ・血圧値は、実験開始時に上昇する傾向がある。これは、実験に対する予期不安から、被験者が緊張感や不安感を抱いたと考えられる。また振動体験直後にも上昇する。
- ・心拍数は、振動体験直後に下降傾向にあり、血圧値と心拍数は正の相関関係にない。
- ・ストレス状況をみる唾液アミラーゼに関しては、振動体験直後に上昇する。

■心理的变化

- ・STAI の被験者全体の傾向を見ると、振動直前から振動直後にかけて状態不安得点が下降する。

■高齢者層の特徴

- ・ダブルプロダクトに関しては、高齢者の方が若年者に比べ数値が高く、ばらつきが見られ、若年者に対して高齢者の方が数値が高い。
- ・唾液アミラーゼ測定値は、高齢者の変化が大きいのに対し、若年者は変化があまり見られない。
- ・状態不安をみる STAI に関しては、振動体験前後での年齢層、性別の違いによる変化の差が明らかである。
- ・高齢者層は、生理的な変化が振動体験後に現れ、若年者は心理的な変化が生じやすい傾向がある。

■性別での特徴

- ・男性のほうが生理的な変化が生じやすく、女性は、振動体験前後に心理的な変化が生じやすい傾向がある。

■振動予告の影響

- ・振動予告有の場合の方が振動体験前後で血圧値、心拍数、唾液アミラーゼ測定値など生理的な影響が表れやすい傾向がある。

付記

本研究は、宮下邦義（当時愛知工業大学院生）、宮治 眞（名古屋市立大学病院）、天野 寛（愛知県医師会総合政策研究機構）、井出 政芳（愛知県厚生連足助病院）、各氏との共同研究であり、平成 21・22 年度文部科学省科学研究費補助金（基盤（c）、代表：建部謙治）を受けて実施した。

参考文献

- 1) 中島康雅、精木紀男：地震時における人間の心理・行動に関する研究-震度推定のための2つのアンケート調査に基づく分析-、日本建築学会大会学術講演梗概集、209-210、1990. 10
- 2) 宮下邦義、建部謙治：地震動による人の心理・生理学的影響に関する研究、日本建築学会大会学術講演梗概集、1023-1024、2010. 9
- 3) 田中舞、石川孝重、野田千津子：鉛直振動に対する感覚評価に関する実験的研究～その1、実験の概要と知覚確率～、日本建築学会大会学術講演梗概集、307-308、2004. 8