

## 重心動揺に関する傾向分析

朝 長 昌 三

### Trend Analysis on Body Sway

Shozo TOMONAGA

ヒトの姿勢制御は、前庭器官・体性感覚器官・視覚器官等の異種感覚情報を中枢神経系が統合・処理し、運動系に伝えることにより、姿勢の維持にかかわる筋肉群を収縮または弛緩させることによって姿勢を保持・安定化させる系である。

姿勢を維持・安定化させる情報の中でも、視覚情報の果たす役割は特に重要と考えられ、これまでいろいろな研究が報告されている (Edwards, 1946; 河合他, 1991; 中田, 1983; Wapner and Witkin, 1950)。朝長もこれまでいろいろな視覚情報を呈示することによって姿勢、特に重心動揺がどのように変化するかを検討してきた (1993, 1994, 1995, 1997)。

本研究の目的は閉眼条件、開眼条件およびフィードバック条件の3条件において、1日につき各5試行の重心動揺を14日間測定した場合、各条件における重心動揺がどのように変化するか、その傾向を検討することであった。

### 方 法

重心動揺の測定は、Fig. 1に示したようなシステムを用いて行った。図のように、重心動揺は正三角形3点支持の平衡機能計 (1G01, 三栄測器社) を用いて測定した。検出台からの出力は座標変換増幅器によって増幅され、レクチグラフ (8U16, 日本電気三栄社)、データレコーダ (R-61, TEAC社) およびX-Yレコーダ (8U61, 日本電気三栄社) に入力された。

被験者は検出台上に、踵を接し足尖を45度を開いて直立し、両上肢を体側に接した姿勢をとった。検出台上での被験者の動揺が安定したことを、レクチグラフに描かれる動揺のX-方向 (左右動揺) とY-方向 (前後動揺) の軌跡によって確認した後、レクチグラフのペンの零点位置を調整した。

まず閉眼で直立姿勢時の重心動揺をデータレコーダに記録し

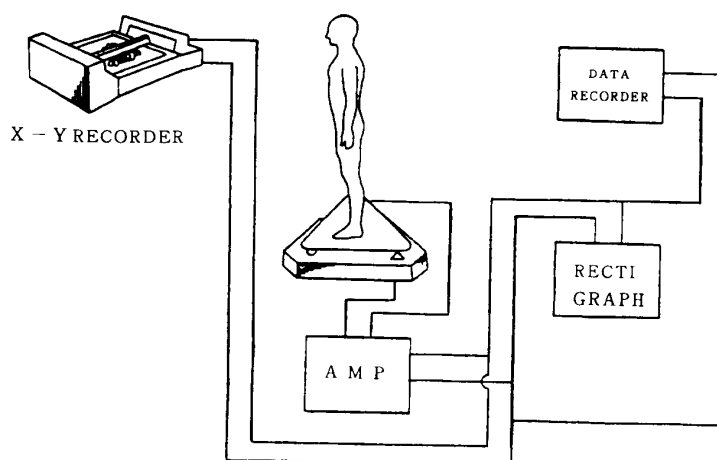


Fig. 実験装置の概要

た。これを閉眼条件における重心動揺とした。記録後、被験者は検出台下り、椅子に座って約1分間の休憩をとった。

休憩後再び検出台上に直立させ、開眼で眼前約1.5mに設置された(+)印の固視点を凝視させた状態における動揺を測定し、これを開眼条件における重心動揺とした。

次に、再び被験者を椅子に座らせて休憩させ、その時に、「X-Yレコーダのペンと、ペンによって描かれる動揺の軌跡を見ながら、できるだけペンを動かさないように姿勢をコントロールさせてください。ペンが右方に移動した場合には、重心を左方に移動させることによって、ペンがなるべく記録紙の中央にくるように調整させてください」と教示した。その説明後、被験者を検出台上に直立させ、X-Yレコーダのペンを凝視させた。そして被験者が重心を前方、後方、左方、右方に移動させると、眼前約1mに設置されたX-Yレコーダのペンもそれに従って動くことおよびペンがその動きとともに軌跡を描くことを確かめさせ、さらに動揺のコントロールの仕方を練習させた。その後、記録を始め、これをフィードバック条件における重心動揺とした。

これらの3試行を1ブロックとし、1日に5ブロック、さらにこの5ブロックを14日間連続して行った。

被験者は健康な男子学生10人と、女子学生10人の計20人であった。

重心動揺の解析は、まずデータレコーダから出力した重心動揺の記録をA/D変換した後、重心動揺計解析プログラム(日本電気三栄社)によって51.2秒の動揺を左右方向と前後方向に関する時系列記録として計測し、各方向の平均速度、平均加速度および移動距離と、動揺の範囲を示す動揺面積から重心動揺を定量化した。重心動揺計解析プログラムにおけるサンプリングタイムは50msecであった。

## 結 果

結果の処理は、以下のように行った。

各試行の重心動揺を「重心動揺計解析プログラム」によって左右動揺(X-方向)および前後動揺(Y-方向)の平均速度、平均加速度、移動距離と動揺面積に関して解析した。それらの測定値を、各被験者における1日の各条件、各試行、各要素の代表値とし、被験者20人の1日5試行についてそれぞれ分散分析を行い、以下のような結果を得た。

- (1) 閉眼条件における左右動揺の平均速度  
第6日に5%未満で有意な差があった。
- (2) 閉眼条件における左右動揺の平均加速度  
第6日に1%未満で有意な差があった。
- (3) 閉眼条件における左右動揺の移動距離  
第6日に1%未満で有意な差があった。
- (4) 閉眼条件における前後動揺の平均速度  
第6, 8, 9, 11, 13, 14日に5%または1%未満で有意な差があった。
- (5) 閉眼条件における前後動揺の平均加速度  
第6, 8, 9, 13日に5%または1%未満で有意な差があった。
- (6) 閉眼条件における前後動揺の移動距離  
第2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13日に5%または1%未満で

有意な差があった。

- (7) 閉眼条件における動揺面積  
第2日に5%未満で有意な差があった。
- (8) 開眼条件における左右動揺の平均速度  
第10日に5%未満で有意な差があった。
- (9) 開眼条件における左右動揺の平均加速度  
第10日に5%未満で有意な差があった。
- (10) 開眼条件における左右動揺の移動距離  
第3日に5%未満で有意な差があった。
- (11) 開眼条件における前後動揺の平均速度  
第3, 4, 7, 8, 10日に5%または1%未満で有意な差があった。
- (12) 開眼条件における前後動揺の平均加速度  
第2, 3, 4, 6, 8, 9, 10, 11日に5%または1%未満で有意な差があった。
- (13) 開眼条件における前後動揺の移動距離  
14日間のすべてに5%または1%未満で有意な差があった。
- (14) 開眼条件における動揺面積  
14日間のすべてに有意な差はなかった。
- (15) フィードバック条件における左右動揺の平均速度  
第5, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 14日に5%または1%未満で有意な差があった。
- (16) フィードバック条件における左右動揺の平均加速度  
第5, 7, 8, 9, 11, 13, 14日に5%または1%未満で有意な差があった。
- (17) フィードバック条件における左右動揺の移動距離  
第5, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 14日に5%または1%未満で有意な差があった。
- (18) フィードバック条件における前後動揺の平均速度  
第3, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 14日に5%または1%未満で有意な差があった。
- (19) フィードバック条件における前後動揺の平均加速度  
第3, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14日に5%または1%未満で有意な差があった。
- (20) フィードバック条件における前後動揺の移動距離  
第1日目を除いたすべての日に5%または1%未満で有意な差があった。
- (21) フィードバック条件における動揺面積  
第3, 8, 9, 10日に5%または1%未満で有意な差があった。

## 考 察

本研究は閉眼条件、開眼条件およびフィードバック条件の3条件の下で1日につき各5試行の重心動揺を14日間毎日測定した場合、各条件における重心動揺がどのように変化するか、その傾向を検討することを目的とした。

閉眼条件における重心動揺は、左右方向が第6日目（第26試行目）から統計的にも差がでるような変化がみられた。それに対して前後方向は第2日目（第6試行目）から変化が

みられた。左右動揺はもともと、前後動揺に比べて変動が小さい(朝長, 1993)。このことから前後動揺, 特に移動距離がコントロールされて, 全体の動揺が安定化の方向に向かっていると考えられる。また動揺面積に関しては, 試行数が増してもあまり小さくならなかった。以上のことから, 視覚情報を遮断した閉眼状態においても, 試行数が増すにつれて第6日目あたりから, 動揺の範囲はわずかではあるが小さくなり, その範囲内で左右動揺よりも前後動揺の方の速度が緩やかに, 加速度も小さく, 特に移動距離が短くなりながら安定化の方向に向かうと考えられた。

開眼条件における重心動揺は, 左右方向が10日目(第46試行目), 前後方向が第3日目(第11試行目)あたりから差がみられるようになった。上述したように, 動揺は左右方向よりも前後方向の変動が大きい, すなわち前後動揺の自由度が大きいためコントロールの可能性が大きいと考えられる。そこで, 固視点を凝視するという視標を呈示した本条件下での重心動揺は, 閉眼条件の場合よりも早い段階で安定していくと考えられる。すなわち, 左右方向の平均速度と平均加速度は第10日目で, 前後方向では第3日目から差がみられ, しかもその動揺は閉眼条件の場合よりも小さく動揺した。特に前後動揺の移動距離が早い段階で差がみられ, 動揺全体が安定化していくという傾向がみられた。動揺面積に関しては, 14日間のすべてに有意な差はなかったが, わずかずつ小さくなる傾向みられ, しかも閉眼条件の場合よりも小であった。朝長(1994)はこれまで, 閉眼条件におけるよりも開眼条件における重心動揺の方が動揺の変動がより小さいという結果を得てきた。本研究においても, 以上のことから開眼条件における重心動揺も, 試行数が増すにつれて, 閉眼条件の場合よりも早い段階でしかもわずかずつ動揺の範囲を狭めながら, より速度をゆるめながら, 加速度も小さくなりながら, さらに移動距離を短くしながら安定していくと考えられた。

フィードバック条件における重心動揺に関しては, 左右方向の速度, 加速度, 移動距離は第5日目(第21試行目)から顕著な差を示した。すなわち速度は緩やかに, 加速度も小さく, また移動距離も短くなる傾向を示した。前後方向は第3日目(第11試行目)から差を示した。動揺面積も第8日目(第36試行目)からより顕著に小さくなった。このように, X-Yレコーダに描かれる自分自身の動揺の軌跡を見ながら動揺をコントロールさせた場合, 試行数が増しても, 左右動揺のコントロールはそれほどの影響を及ぼしていない。しかし第8日目にはいると前後動揺がうまくコントロールされることによって速度は緩やかに, 加速度は小さく, 移動距離は短くなり, さらに試行数が増すごとに動揺面積は他の2条件の場合とは比べようがないくらい顕著に小さくなるという傾向を示した。このことは, 朝長(1993)が得た5日間の結果よりもより大きな傾向であった。

以上のように, 3条件における重心動揺は, 試行数が増すにつれて, それぞれ安定化傾向を示すが, 特にフィードバック条件においては第8日目頃から突然といってもいいぐらいの顕著な安定性を示すことがわかった。またその安定性は左右方向よりも前後方向の動揺がコントロールされることによってもたらされるということ, さらにその安定性が動揺面積の大きさに現われやすいということがいえた。

## 要 約

本研究は閉眼条件，開眼条件およびフィードバック条件の3条件の下で，1日につき各5試行の重心動揺を14日間毎日測定した場合，各条件における重心動揺がどのように変化するか，その傾向を検討することを目的とした。結果は次の通りであった。

1. 閉眼条件においては，第6日目（第26試行目）から安定化傾向がみられた。
2. 開眼条件においては，第3日目（第11試行目）から安定化傾向がみられた。
3. フィードバック条件においては，第8日目（第36試行目）から顕著な安定化傾向がみられた。
4. 3条件ともに，左右動揺よりも前後動揺のコントロールによって安定化傾向を示した。

## 参 考 文 献

- Edwards, A. S. 1946 Body sway and vision. *Journal of Experimental Psychology*, 36, 526 - 536.
- 朝長昌三 1993 視覚情報による姿勢制御の練習効果 長崎大学教養部紀要 第34巻 第1号 25-34.
- 朝長昌三 視覚情報による重心動揺の安定性 長崎大学教養部紀要 第35巻 第1号 1-20.
- 朝長昌三 重心動揺の反応時間とパーソナリティ 長崎大学教養部紀要 第35巻 第2号 139-146.
- 朝長昌三 船上における姿勢制御 長崎大学教養部紀要 第38巻 第1号 217-226.
- Wapner, S. , & Witkin, H. A. 1950 The role of visual factors in the maintenance of body-balance. *Am. J. Psychology*, 63, 385 - 408.