

Fig2(A).The typical example of the link model shift made from the marker positions between vibration.(B) Typical forward and backward postural responses induced by stimulating separately Toe, Heel .

3. 結果

Fig2(A)は、各刺激部位(Toe,Heel)に 80[Hz]の振動刺激を 3 秒間印加し誘導された姿勢動揺の典型例である。Toe へ振動刺激を印加すると被検者の身体は後方へと傾倒する傾向がみられた。一方、Heel に振動刺激を印加すると被検者の身体は前方へと傾倒する傾向がみられ、刺激される部位毎に引き起こされる姿勢動揺の方向が異なることを示した。

Fig2(B)は、各刺激部位(Toe,Heel)に対して 60,80,100[Hz]の三種類の振動刺激を印加した際、誘導された姿勢動揺の身体重心位置を示した図である。Toe へ振動刺激が印加される間、前方へ COM が移動していることを示した。一方、Heel へ振動刺激が印加される間、後方へ COM が移動していることを示した。

Fig3 は各刺激部位に印加された振動周波数(60,80,100[Hz])毎の刺激印加間の COM の積分値(移動量)を示している。振動刺激に応じた COM の移動量は Toe, Heel 共に同等の移動量であった。また、振動周波数に応じた姿勢動揺の結果は、Toe,Heel 共に COM の移動量は 80[Hz]が最大となり、周波数によって異なる結果となった。

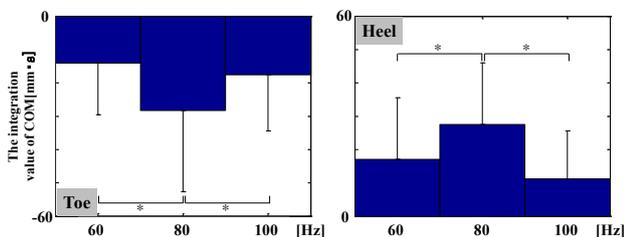


Fig3. The integration value of COM

4. 考察

振動刺激を足底前(後)部へ印加することで姿勢変動が誘導されることを確認した。これは、足底前(後)部に振動刺激が印加されることで感覚器に疑似的な荷重情報が加わり、足底全体において前後の圧力差を均一にするように刺激した部位と逆方向に姿勢を傾倒(補償)させるためと報告され

ている⁽³⁾。加藤らの研究では、足底全体を冷却し感覚器の感度を減退させることで姿勢動揺量が増大することを報告しており、本研究と先行研究の結果を鑑みると、足底前後に発生する荷重情報の差異を検出できなくなったことが姿勢調節動態の低下を引き起こす要因の一つと考える⁽²⁾。即ち、本研究の結果は立位姿勢の調節動態に関して足底前後に加わる荷重情報の差異が重要な制御因子になっていることを示唆している。

また、荷重情報の差異を検知する足底の感覚器において、至適感度を有することも振動刺激の周波数より示した。しかし、Kavounoudias らの研究では、足裏の感覚器に関して特異値を持たず刺激周波数の増加に応じて姿勢動揺(COP)が増加すること報告しており本結果と異なった⁽³⁾。先行研究との違いは、COP と COM といった評価指標の違いによるものかもしれない。先行研究で用いられた COP は厳密には COM の投影ではなく、足関節周りに生じるトルク量と比例関係にある評価指標と言われている。よって、先行研究では足底への荷重情報が足関節周りの調節動態に関与していることを議論している。一方、本研究の結果は、身体の位置情報を議論する COM を用いて足裏感覚器の働きと関連付けて姿勢調節動態を議論している点に注目したい。

本研究において COM を評価指標とし直接的に姿勢調節機能を議論することで、足底感覚において足底領域の圧力差と刺激周波数が姿勢調節に関与している事が示唆された。

参考文献

- (1) Horak FB, Nashner LM: Central programming of postural movements: adaptation to altered support-surface configurations. *J Neurophysiol*; 55:1369-1381, 1986
- (2) 加藤智久,野崎大地,中澤公孝,山本紳一郎,赤居正美,直立姿勢制御における足底部皮膚感覚の寄与,第 17 回生体生理工学シンポジウム論文集,231-232,2002
- (3) Kavounoudias A,Roll R,Roll JP:Foot sole and ankle muscle inputs contribute jointly to human erect posture regulation.*Journal of Physiology*,532.3,pp.869-878,2001