

## 《研究ノート》

# 平衡感覚についての考察

久 川 太 郎

## I 序

平衡機能は、日常生活を営む場合重要なものであるが、特に運動を行なう際にもっとも重要な因子の一つである。すなわちブレイス (Brace, D. K.), マックロイ (McCloy, C. H.), オゼレツキー (Oseretzky, N. I.) の運動能力検査を見てもその事は明らかである。またキュアトン (Cureton, T. K.) は運動適性 (Motor Fitness) の一つの独立した因子に、この平衡機能をあげている。

平衡機能<sup>1)</sup> はいうまでもなく身体の平衡を保つことの立場と、身体に回転、傾斜等を与えて起こる、めまい、嘔吐、恶心など種々な自律神経反応の仕方や、作業成績の低下という二面を持っているわけである。この平衡機能についての検査は30種以上もあり、同じ検査の結果も必ずしも、一致していないのが実状である。ここで、平衡感覚に関する研究結果を断片的ではあるが文献からながめてみると次のようである。

静的平衡機能は多くはアタキシアメーター (ataxiometer) とスタビロメーター (stabilometer) によって測定されている。ブロカ (Braca, A.) は ataxiameter による振動曲線の振幅は、身体の平衡の変移につれて生ずる反射的緊張の生ずる速さを示し、反射時間の短い者は、振幅は少であると述べている。猪飼氏は前後動搖は、左右動搖に比べて、その動搖は著明であるが、その性質は同一である。安静に直立している時、1～2秒の小周期の動搖と、60～70秒周期の動搖が認められる。各部関節を固定した場合の動搖を比較することによって、直立維持に重要な役割を占めるのは、足関節および、腰関節であるという。また福田氏は身体各部の重心、したがって全身の重心をもっとも高位に維

持し、人を起立させるには、重力に抗する力が必要である。この力はいうまでもなく骨格筋によってかもし出される抗重力である。セファログラム (Cephalogramm) に記録された動搖は、この困難な起立位を維持すべく、骨格筋が絶えず拮抗的に修正しつつ、微妙に働いている抗重作用をそのまま描写しているものであると述べているように、平衡機能は骨格筋の協応作用を無視する事はできないのである。また平衡機能の測定においては、オーバースタイナー (Obersteiner, H.) の指摘をまつまでもなく、視覚の影響を忘れてはならない。マビー (Mumby, H. H.) は、stabilometer によってレスリングの選手を調査し、上手な（強い）レスラーは、下手なレスラーより、その安定度が大きかったと述べているが、シーショア (Seashore, H. G.) は運動能力と静的身体安定度には関係がなかったと報告している。しかし、エステップ (Estep, D. P.) は Miles の ataxiameter を使用して、静的平衡と運動能力との関係を女子高校生について調べ、運動能力の良いものは、身体動搖度が少なく、リズム検査で良い成績を示すものも、また動搖度は少なかったといっている。この Estep と同じ結論はコリンズ (Collins, V. D.) によって認められている。女子大学生についてみれば、運動部所属の学生は、一般学生より 10%，その動搖度が少なかったというのである。ところがエドワーズ (Edwards, G. S.) によれば、アメリカンフットボールの選手では一般学生の 2 倍の動搖度が認められ、運動能力のよしあしと静的平衡との関係は、むしろ研究者によってその結果が違っているともいえるほど、定説をみない。

動的平衡については、シールズ (Seils, L. G.) の研究がある。小学生に Stick Test を実施し、年齢により、この機能が発達することを明らかにしたが、骨年齢 (skeletal age) とは、男子 0.07、女子は 0.03 という低閾値しか求められなかったという。Fisher は Rail Walking Test を 18 人に 8 回練習させたところ、89% の上達をみている。福田氏は、幼稚園児に連続 2 カ月、小学生に連続 4 カ月にわたって連日 active

1) アメリカのイリノイ大学教授 T. K. Cureton は運動適性についてきわめて規模の大きな研究を行ない、身体運動形成上の運動適性を位置づけるとともにその因子を、平衡 (Balance), 柔軟 (Flexibility), 敏捷 (Agility), 筋力 (Strength), パワー (Power), 持久 (Endurance) の六つとした。

ないし passive の各種回転訓練を実施して、後眼振が低減するという成績をみており、この結果を平衡機能の向上と結論づけている。前にも述べたが、静的身体動搖度の学習効果は少ないが、この静的平衡能力の学習効果は大きい。グロス (Gross, E. A.) は水泳のスピード、技能と平衡感覚との間に、それぞれ、( $0.75 \pm 0.05$ ,  $0.06 \pm 0.07$ ) の相関値を得ている。

しかし McCloy, Brace, Oseretzky とまったく対照的意見を述べるものに、スミス (Smith, I. A.) がいる。かれは運動学習能とバランスとの間には関係はなく、筋力との関係が大きいといっている。平衡機能を純粹に抽出して測定することはなかなかむずかしく、現在、多くは筋力、眼振などとの結合によって、間接的に測定される。現在、このような意見も大切である。

野口義之氏も述べているように、平衡機能に関する問題は<sup>2)</sup>、体育運動の面から非常に重要なものであるが、体育の領域では、これに関する研究は非常に少なく、また本質についていいないようである。

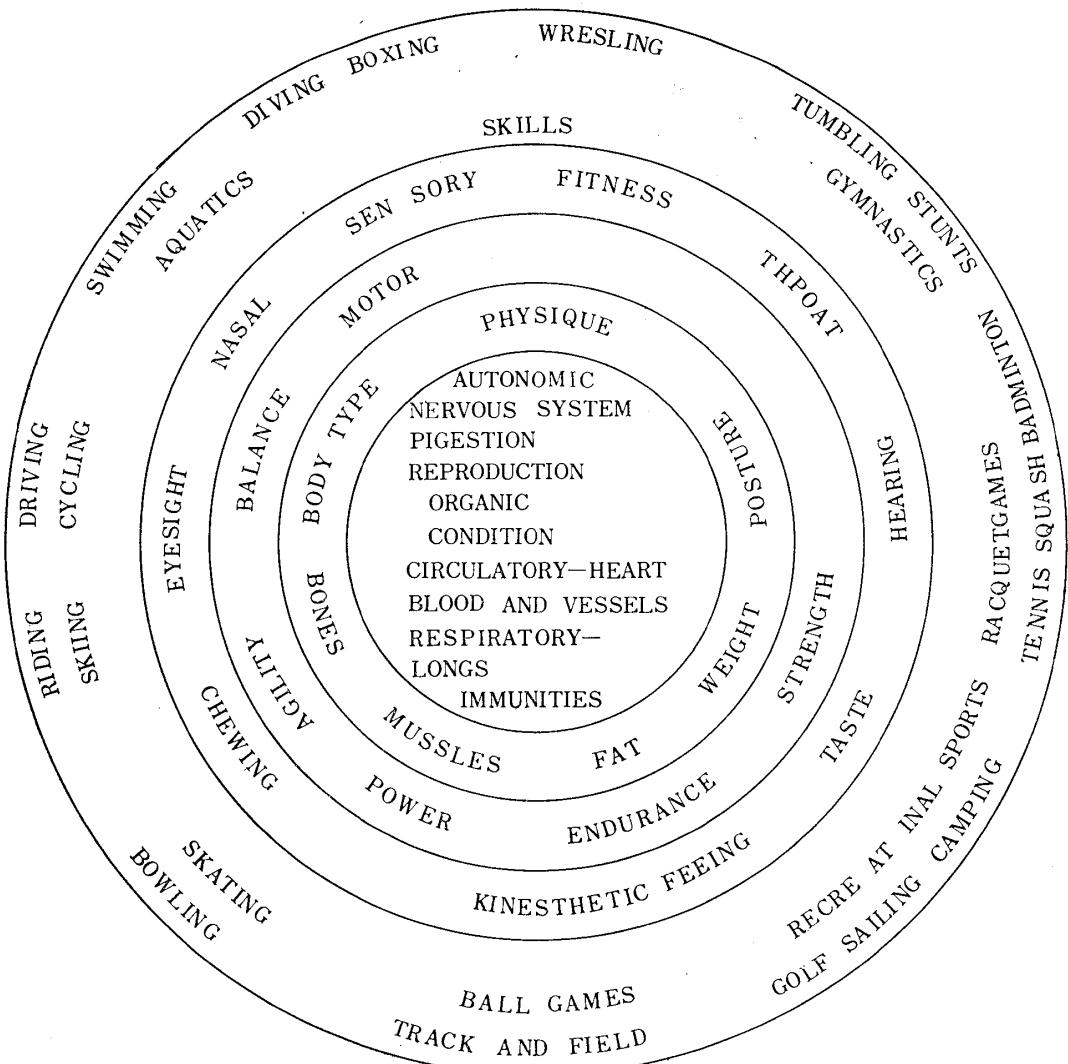
## II 研究目的

運動を行なう際はもちろん、日常生活を営む際にも問題とされる要素には、柔軟 (Flexibility), 敏捷 (Agility), 筋力 (Strength), パワー (Power), 持久 (Endurance), 平衡 (Balance) が考えられる。キュアトン<sup>3)</sup>は運動適性についてきわめて規模の大きな研究を行ない、身体運動発達の段階を分析し、第1図の

2) 野口義之『運動能力』。

3) T. K. Cureton 前出。

第1図 キュアトンの身体運動技能発達段階図



ような図形であらわした。この中で平衡が運動技術の向上にともなって良くなる事や、車酔いや、ブランコ酔い等日常生活の中でも平衡機能が大きなウェイトを占めている事が観察されるのである。そこで今回はこの平衡について、次の目的で実験を行ない考察する事にした。

1. 静的平衡測定と、視覚の静的平衡に及ぼす影響について明らかにする。
2. 動的平衡測定と、動的平衡が運動能力に及ぼす影響について明らかにする。
3. 平衡機能に影響を及ぼす諸因子について明らかにする。
4. 平衡機能を高める訓練にどのようなものがあるか。

### III 研究方法

第1表 研究方法

測定期日	昭和42年7月20日～8月4日
測定場所	都内B校体育館
被験者	小学生 2名 中学生 2名 高校生 25名(男子12名 女子13名) 大人 4名 (うち高校生は耳に障害のある者 5名)
測定項目	1. 静的平衡感覚の測定と視覚の影響 2. 足踏みと動的平衡感覚 3. 歩行と動的平衡感覚 4. 回転と動的平衡感覚 5. 高さと動的平衡感覚 6. 蛇行走と動的平衡感覚 7. 平衡感覚に影響を及ぼす因子 8. 平衡感覚を高める訓練

測定期日、測定場所、被験者については、第1表のとおりであるが、被験者についての詳しい説明は結果と考察で述べるつもりである。平衡感覚測定は前にも述べたとおり30種以上もあり、その検査の種類のみならず、同じ検査でも結果がまちまちであるが、今回は七つの検査をとりあげ、総合的に考察をしてみたい。

### IV 研究結果と考察

1. 静的平衡感覚の測定と、視野の影響について実験は次の2種類行なった。
  - a 目隠しをしないで両手を腰にあてがい、片足を他方の足につけて地面から離し、そのままの姿勢が何分続けられるかを測定した。終了時を決める基準は、

大きくゆれた時、手、足のどこかが離れ動いた時とした。この実験は第2表のとおりである。この第2表か

第2表 目隠しをしない場合の静的平衡感覚

	30秒以下	1分以下	1分30秒以下	2分以下
小学生	0	0	0	1
中学生	0	0	0	0
高校生	0	0	0	0
大人	0	0	1	1

注 被験者 小学生 2 高校生 25  
中学生 2 大人 4

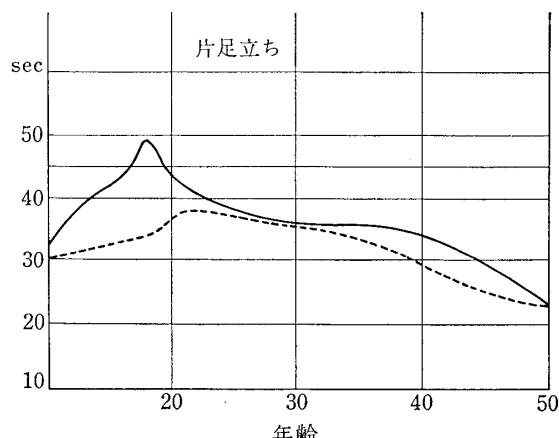
第3表 目隠しをした場合の静的平衡感覚

	30秒以下	1分以下	1分40秒以下	2分以下
小学生	1	1	0	0
中学生	2	0	0	0
高校生	11	7	7	0
大人	2	2	0	0

ら解るとおり、目隠しをして実験する場合の基準の2倍以上を全員が越えているわけである。すなわち、目隠しをしない場合、平衡感覚は視野によるものが多いといえるのである。そして、小学生から大人に至る間の差は平衡感覚の発達の段階の差であり、その差のうち2分以後は筋力の差であると考えられる。

b 目隠しをしたのと同様な実験を行なった結果は第3表のとおりである。この結果を判定する基準は第2図のとおりである。第2表と第3表を比較して明らかな事はいうまでもなく目隠しをした時の記録の低下で、全員が2分以内であった。被験者の少ない事から断定はむづかしいが、高校生の結果が他の被験者より良いのは平衡感覚器の最高の状態の時期だからであろう。すなわち小学生では、まだ平衡感覚器の未熟のた

第2図 バランスの平均値



め、また30歳を過ぎた大人においては、平衡感覚器の老化現象によってこの結果が生じたのであろう。この結果は第2図と一致している。

これらの事から次の事が考察されよう。オーバースタイナーの指摘をまつまでもなく、身体平衡に及ぼす視覚の影響は相当大きく、目隠しをしない場合の平衡感覚をつかさどる全機能のうち50%以上を占め、残りを平衡感覚器（脊椎動物では内耳の膜迷路の一部である前庭と半規管）と筋力、圧覚で占めていると考えられる。ここで筋力をあげたのは、目隠しをしない場合の実験で、2分目を境としてそれ以上続く者とそれ以下の者との間には筋の疲労（特に大腿筋、下腿筋の疲労）の差が目立ったからである。一方、目隠しをする

場合、筋力は問題にならないで、平衡感覚が結果を左右すると考えられ、目隠しをした場合の成績の良いものは目隠しをしない場合も成績が良かったといえる。

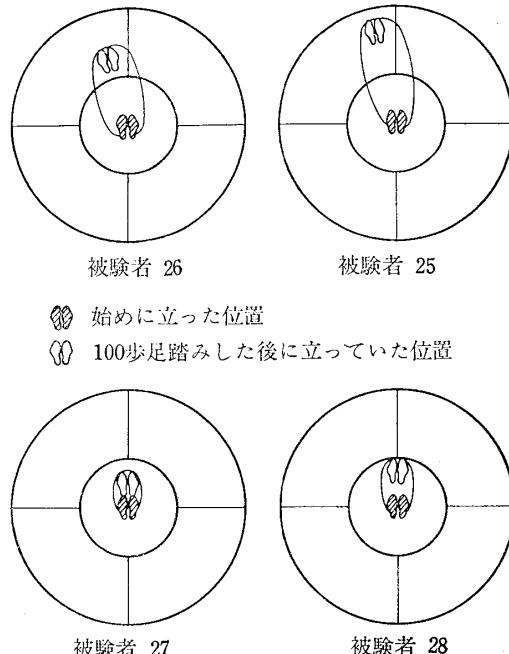
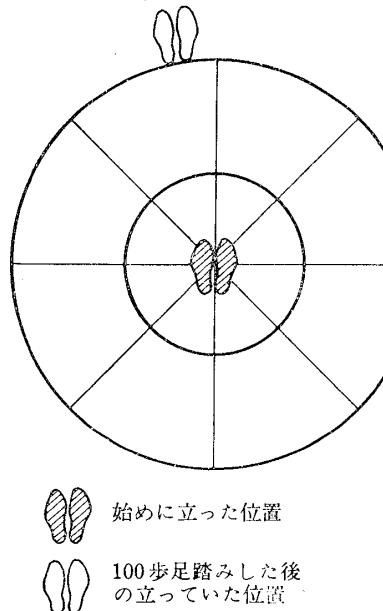
## 2. 動的平衡感覚について

### a 足踏みと平衡感覚

この実験は目隠しをして腕を肩の高さまで上げた被験者に、第3図のような円の中心で足踏みをした跡を計測（距離と角度）した。被験者のうち4名について距離と角度のみならず、移動した面積で表わしてみた。その結果は第4表と第4図のとおりである。この結果から考えると、足踏み運動によって移動した距離が短く、角度が大きいほど（直進した場合を90°とす

第4図 足踏みと動的平衡感覚

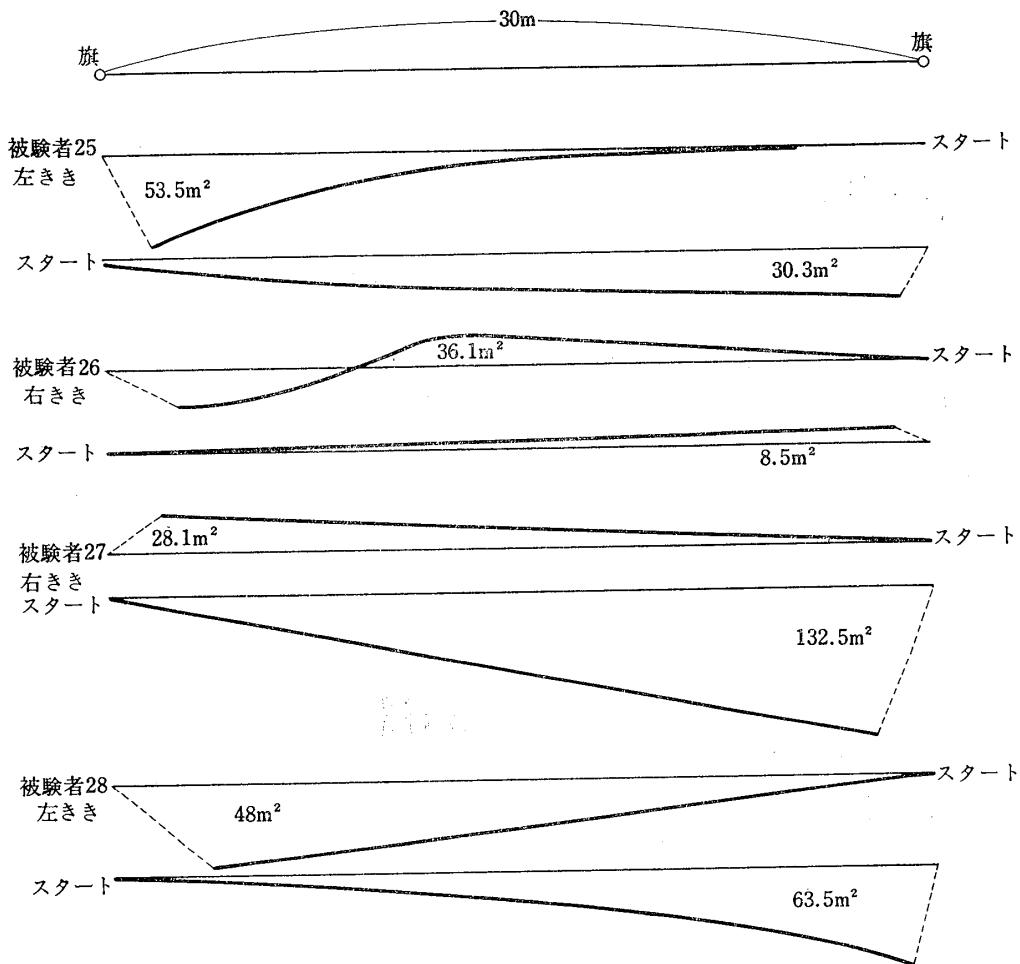
第3図 足踏みと動的平衡感覚



第4表 足踏みと動的平衡感覚

被験者	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
移動距離	100 cm	90	150	200	150	120	10	120	200	150	65	110	39	16	5	22	16
角度	左前 75°	左前 75°	右前 80°	前 90°	左前 50°	右前 70°	右回転	右前 70°	左前 70°	右前 60°	左前 70°	左前 70°	前 90°	右前 70°	左前 45°	左前 30°	左前 25°
被験者	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	
移動距離	65 cm	20	70	5	10	7	5	80	63	5	30	33	30	27	50	40	
角度	前 90°	左前 70°	左前 80°	前 90°	左前 60°	前 90°	左前 60°	左前 70°	左前 70°	前 90°	前 90°	前 90°	前 90°	右前 70°	左前 60°	左前 70°	

第5図 30m目隠し歩行と動的平衡感覚



る) 動的な平衡感覚があるといえるが、移動した面積が少ないほど動的な平衡感覚があるという方が正確であろう。この実験において、100歩程度の足踏みでは、年齢や筋力、圧覚の影響はないようである。

さらに、静的な平衡感覚のある被験者が、足踏みの動的平衡もあるとは必ずしもいえないものである。よって静的な平衡感覚と動的平衡感覚とはまったく等しいものであるとはいえないようである。

#### b 歩行と動的平衡感覚

三歳児に直線上をまっすぐ歩くように指示しても、相当ずれてしまう事は衆知のとおりである。大人でも酔っている時や疲労している時などにおいては、まっすぐ歩けない事があることも経験上知られている。これらは次のように説明されよう。まず、三歳児が直線上をまっすぐ歩けないのは平衡感覚器の未発達のためであり、酔っている時や疲労時にまっすぐ歩けないのは自律神経の麻痺が原因である。

これらの悪条件を取り除いた時、目隠しをして歩い

第5表 回転(15秒)と動的平衡感覚

被験者	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
「きをつけ」までの所要時間(単位:秒)	ダ ウ ン	14	6	ダ ウ ン	17	10	30	17	18	10	7	4	4	16	5	22	16
被験者	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	
「きをつけ」までの所要時間(単位:秒)	3	5	33	24	56	12	5	ダ ウ ン	3	7	ダ ウ ン	20	27	5	7	10	

た場合どんな結果が生じるか。実験は次のように行なった。実験場所は体育館の中央としたが、これは被験者の恐怖感を取る必要があったからである。旗で30mの間隔を取り、その30mを目隠しせずに歩かせる。その際、歩数など覚えさせてもかまわないと結論を出した。次に目隠しをして30m行ったと思った所で止まる。その軌跡をたどり、ゴールと結び、面積を測定する。結果は第5図のとおりである。すなわち、足踏みと動的平衡の実験結果と一致するところが多いのである。この実験では、軌跡は問題にしなかったが、面積だけでは不十分な考察しかできなかつた。すなわち面積でみると、被験者26や25の方が良い成績を示しているのである。しかし、2回のうち最高の成績を比較し考察するなら、aの実験と同様に近い実験結果を生じているのである。この実験中に被験者のきき足の違いによ

第6回

第6表 動的平衡感覚相互間の関係について

被験者	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
足踏み成績	C	C	C	C	D	C	C	D	D	D	D	C	B	B	C	D	C
回転の成績	F	C	B	F	D	B	E	D	D	B	B	A	A	C	A	E	D
回転後の書字の成績	D	B	A	D	B	B	B	B	A	A	A	A	A	B	A	A	B
被験者	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	
足踏み成績	B	C	C	A	C	A	C	C	C	A	B	B	B	C	C	C	
回転の成績	A	A	E	D	E	C	A	F	A	B	F	D	E	A	B	B	
回転後の書字の成績	A	A	C	B	C	D	B	D	A	A	D	B	B	A	A	A	

って直線からその方向が一定である事が認められた。第1回目には被験者全員が、きき足の方にそれている事が第5図で観察される。第2回目は第1回目の結果を意識したのであろうが、きき足と反対の方向にそれているのである。これにより、意志が動的な平衡感覚に影響を及ぼす事が認められる。この歩行と動的平衡感覚の実験では、それた面積の少ないほど動的平衡感覚のある事が認められ、この結果は足踏みと動的平衡感覚の結果に近い。しかし面積だけでなく、軌跡をも合わせて考察する事が必要であろう。

### c 回転運動と動的平衡感覺

動的な平衡感覚は、足踏み、歩行と動的平衡感覚の実験で問題にした前後、左右ばかりではなく回転の因子をも考えるべきである。というのも前後、左右などの動的平衡感覚と、回転の平衡感覚とは異質なものと考えてよいと思われるからである。そこで次のとおり実験を行なった。

目隠しをした被験者は、任意の方向に全力で15秒間回転する。終了したら、ただちに足をそろえて「きをつけ」の姿勢を取る。回転を止めてから、「きをつけ」の状態になるまでの所要時間を測定して平衡感覚の回転運動に対する調節機能を調べた。結果は第5表のとおりである。この実験と同様に、回転したあとで実験前に目隠しをして書いた文と同様の文を書いて、その字の乱れ、間隔の乱れなどを比較したものが第6表中の回転後の書字の成績である。この基準は字の乱れ、間隔の乱れが小さい場合Aとし、平均的な場合B、比較的大きい場合C、回転後作業不可能の場合Dとした。この書字の乱れの実験例が第6図である。足踏み成績はaの実験の結果を距離と角度から主観的にみたものであり、「きをつけ」の姿勢を取れるまでの時間を5秒きざみで良い成績の者からAからEとし、作業不可能の者をFと区分したものである。

これらの実験結果から考察すると次の事がいえよう。すなわち、回転後の作業からみた平衡感覚は静的な平衡感覚や、前後、左右の動的平衡感覚とは別の物であるという事である。初級の体操選手が他の運動では良くても回転運動後にくずれる事が多いというのもこの実験結果と一致するわけである。以上の事は第6表に著明な現象として見出せるのである。

#### d 高さと動的平衡感覚

平衡感覚は平地で実験を行なう場合と、高所での実験とでは結果が異なるであろうか。この実験では低い平均台上で目隠しをしない場合とした場合の相違を見るために次の実験を行なった。目隠しをしないで低い平均台(40cm)上を2分間往復してその距離と、落下回数を記録する。さらに目隠しをして同様の実験を行

第7表 低い平均台における動的平衡感覚

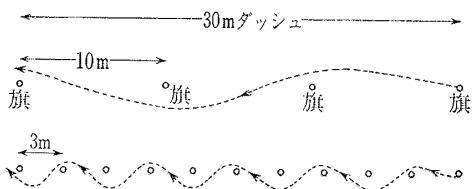
被験者	目隠しをしない場合		目隠しをした場合	
	距 離	落 下 回 数	距 離	落 下 回 数
25	188.4m	0	13.2m	3
26	161.4	3	58.9	2
27	170.8	2	43.4	4
31	165.1	5	47.5	3
32	122.0	2	44.2	2

う。結果は第7表のとおりである。目隠しをしないでの平均台上での歩行は、静的な平衡感覚の実験結果と同様である。これは視覚からくる調節力と筋力、馴れなどの要素が重要な因子として考えられるからだろう。しかし、目隠しをしての実験結果はこれまでの実験から前後、左右の動的平衡感覚がある者と判定された被験者が良い成績を得ている。この事から高所の前後、左右の動的平衡感覚は平地での前後、左右の動的平衡感覚と一致するようである。ここで恐怖感が高所での前後、左右、回転の動的平衡感覚に及ぼす影響であるが、少時間の練習で結果を左右する因子から取り除く事ができた。よって平地で前後、左右、回転の動的平衡感覚のある被験者は高地(40cm)での動的平衡感覚もあるといえよう。第7表中、落下回数は考察に入れる必要はないとしたが、40cmよりもさらに高い所での実験の際には、この落下回数を考察に入れるべきであろう。

#### e 蛇行走と動的平衡感覚

直線を走る場合と、その間に障害があって蛇行して走る場合では、後者の実験の際により動的平衡感覚の因子が加味されてくるという相違がある。そこで、

第7図 実験方法蛇行走と平衡感覚



第8表 蛇行走と平衡感覚

被験者	30mダッシュ	10m間隔の旋回走	3m間隔の旋回走
25	4.7(1)	4.7 (1)	6.7(1.42)
26	5.6(1)	6.2(1.11)	7.5(1.34)
27	5.3(1)	5.5(1.04)	7.6(1.44)
31	6.0(1)	6.5(1.08)	8.0(1.36)
32	6.2(1)	6.7(1.08)	8.5(1.37)

蛇行走と平衡感覚の実験を次のように行なった。

第7図のように30mのダッシュの記録を測定し、次に10m間隔に障害(旗)を置いた30mを蛇行走し記録を測定し、次に3m間隔の障害を蛇行走し、記録を測定する。

結果は第8表のとおりである。表中( )内は30mダッシュのタイムを1とした時の値である。この値は10m間隔の時は1~1.08の範囲にあり、3m間隔の時は1.34~1.44の範囲にあり、動的平衡感覚のある者が回転後の作業成績が良い事が認められている。しかしこの考察の際、平衡感覚と密接な関係にある“器用さ”や、ある種のスポーツに必要な敏捷性が、この実験に相当影響している事である。被験者25, 27, 31はバスケットの選手であり、被験者26は陸上の選手、被験者32はソフトボールの選手である事を考えると、動的平衡感覚のある者がその種目において優れた活動を示すとともに、これを逆からみると、その運動種目実施によってその傾向を強化するに至ったと考えられるわけである。試みに運動は体育の授業時以外行なわない被験者についてみると、10m間隔で、1.15, 3m間隔では1.62となり前の結論を裏づけるものであった。

以上のように蛇行走と平衡感覚においては、器用さ、敏捷さの因子をも合わせて考察する必要がある事を認めた上でなお、動的平衡感覚のある者が蛇行走でも良い成績を示すのである。

### 3. 平衡感覚に影響を及ぼす因子

#### a 平衡感覚器の損傷と平衡感覚

前後、左右、回転の際、付随して起こる現象の多くは聾啞では起きないわけである。この際は必ず前庭器

官に障害がある。鳩で前庭器官を除去すると聾啞者と同様になる。これらから、前にも述べたとおり、平衡感覺の器官は、一般に前庭器官、すなわち三半規管および耳石といわれている。前庭器官が運動の調整に關係ある事を発見したのは、フルーラン<sup>4)</sup>であるが、その機能を実験的に明らかにしたのはエワルド<sup>5)</sup>であった。かれは魚などで一側の前庭器官を取り除くと、手術をうけた側に体を曲げ、頭の向いている方向にグルグルと円を描いて直進ができなくなる事を観察した。これは、手術された側の筋の緊張が減り、反対側の筋の緊張が打ち勝ったためであった。鳩や蛙でも一側を取り除くと、手術側の筋の力が弱くなり、手術側に頭を傾け、その側の前肢を収縮する(強迫姿勢)。そして反対側の筋の力が勝ったために、やはり手術側に曲る騎者運動をする。哺乳類では、体の平衡には今回の実験でも明らかなように、視覚や圧覚、筋力その他が関与しているので、前庭器官を除去しても魚や鳥類ほどの障害はみられない<sup>6)</sup>。しかし聾啞者では、おうおうにして歩行がふらつき、片脚では立てず、平行棒などは渡れないことは衆知の現象である。

今回の被験者のうち耳の疾病があるものは5名であり、それぞれの被験者の実験結果は第9表のとおりである。この事から次の事がいえるであろう。内耳の平衡感覺器の損傷が平衡感覺障害を起こすのであって、耳管が生まれつき細い被験者19においてのみ他の被験者よりわずかに馴化の程度が遅かっただけで、巧緻性、乗り物酔いを含めたその他の実験では他の人より著しく成績が劣ったという結果はみられなかった。

第9表 耳の疾病と動的平衡感覺

被験者	足踏み	「きをつけ」の姿勢	書字成績	巧緻性	乗り物酔い	馴化
2 慢性中耳炎	左前75° 90cm	14秒	平均	7	なし	良
5 中耳炎	左前50° 150cm	17	平均	7	あり	良
14 外耳炎	右前70° 16cm	16	平均	4	あり	良
17 外耳炎	左前25° 16cm	16	平均	4	なし	良
17 生まれつき 耳管が細い	左前70° 20cm	5	乱れが 少ない	6	なし	やや 悪い

## b 食物摂取後の経過時間と平衡感覺

人間の生命活動の調節には神經調節と内分泌による調節があるが、両者は別個に働いているわけではなく、

4) Flourens, 1928.

5) R. Ewald.

6) 杉靖三郎『生理学』、医学書院、1948年、139頁。

補い合って働いている事が認められている。このうち神經的調節の多くは自律神經によってなされている。この自律神經の働きは、非常に乱れやすい面も持つておらず、食物摂取後の経過時間によっても左右されているのである。この事から当然、平衡感覺も影響を受けるものである。第8図は、食物を摂取した後の胃内食物通過時間である。被験者を食物摂取後、それぞれ1時間以内、2時間以内、3時間以内と区分して実験結果をまとめたものが第10表である。これによると、身体的活動や精神的活動と同様に、平衡感覺も食物摂取後3時間程度で最高の成績に近いものを示す事が認められる。よって今回の被験者が少ない事を考えても平衡感覺は身体、精神活動と同様、食物摂取後の経過時間の影響を受けるのである。

第10表 食物摂取後の経過時間と平衡感覺

実験名	被験者	食事後			
		1時間以内	2時間以内	3時間以内	4時間以内
目隠ししない時の静的平衡実験		2分	3分	3分	3分
目隠しした時の静的平衡実験		20秒	30秒	1分	30秒
足踏みと動的平衡実験		5 cm	10cm		
歩行と動的平衡実験		8.5m <sup>2</sup>	36.1 m <sup>2</sup>	28.1 m <sup>2</sup>	
回転後「きをつけ」の姿勢を取る実験		5秒	7秒	6秒	
回転後の書字の乱れを見る実験		A	B	A	B
高さと動的平衡感覚		165m	122m		
蛇行走と動的平衡感覚					
		30mダッシュ	1.0	1.0	
		10m間隔	1.0	1.8	
		3m間隔	1.36	1.37	

## c 睡眠時間、起床後の経過時間と平衡感覺

33名の被験者中30名は睡眠時間7時間30分から8時間の範囲内で、起床後の経過時間は3時間から3時間40分の範囲内であった。15秒の回転後の作業と動的平衡感覺の実験中ダウンした4人の被験者中3名は睡眠時間は4時間以内であり起床後2時間以内である事を合わせて考察すると、睡眠不足や起床後の経過時間の短い事は、平衡感覺、特に動的平衡感覺に悪影響を及ぼすものである。

## d 筋力と平衡感覺について

筋力と平衡感覺については、Smith, I. A. の指摘をまつまでもなく、平衡感覺がそれだけを純粋に抽出して測定する事がなかなかむずかしいので、完全に筋力を無視する事はできない。特に静的平衡感覺の実験の際、目隠しをしない場合、実験が長時間に及ぶと明ら

かに筋力が平衡感覚能を左右している事が認められるのである。しかし、目隠しをした場合では筋力の静的平衡感覚に及ぼす影響は非常に減少しているのである。以上の事から、筋力は長時間の静的平衡感覚には影響を及ぼす事がいえよう。

#### 4. 平衡感覚を高める訓練について

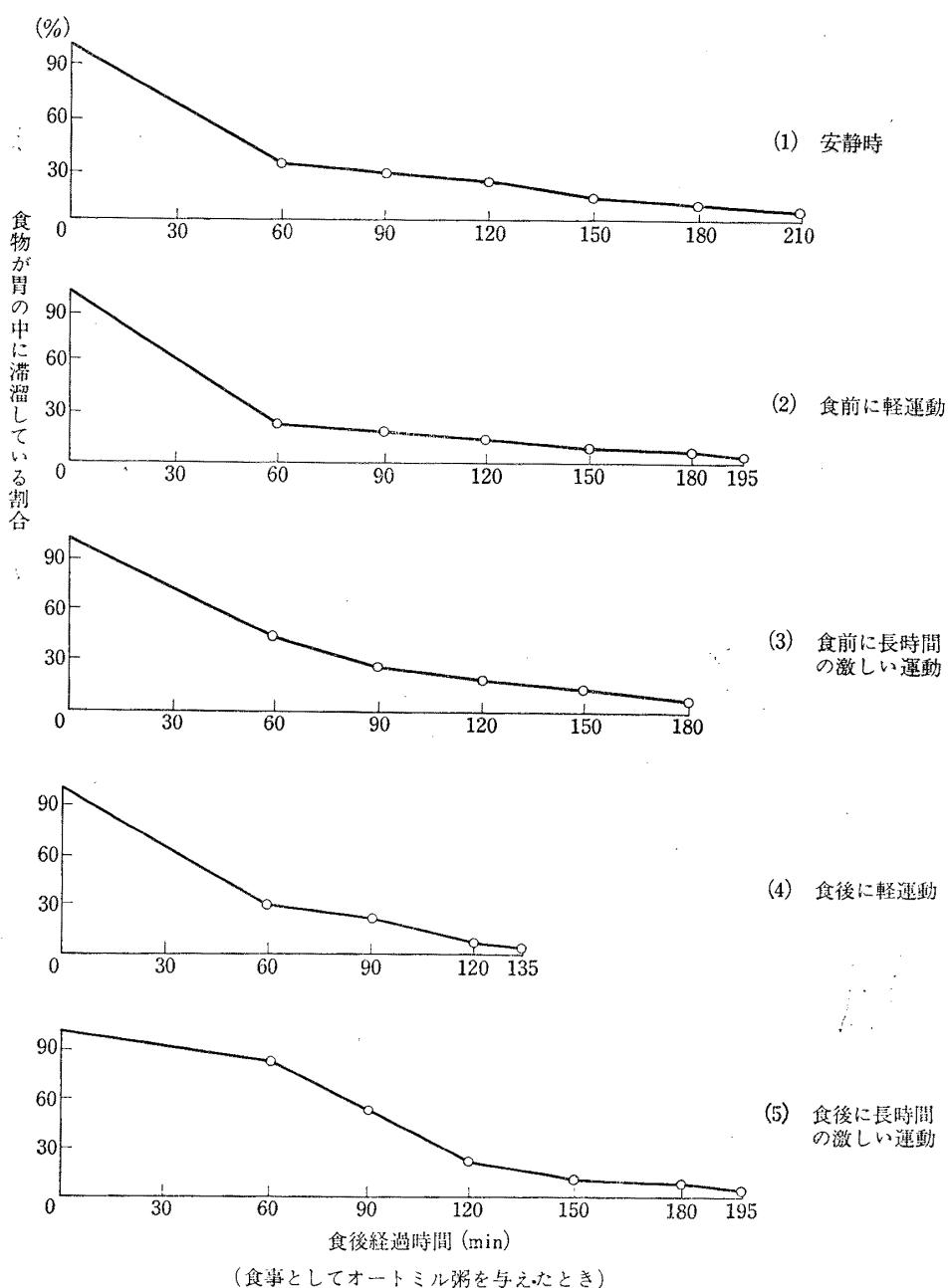
##### a スポーツ種目と平衡感覚

聾啞者や平衡感覚器そのものに障害があるものを除

いた今回の実験でも平衡感覚能に差があるので明らかである。今までの実験と考察でも述べてきたが、この平衡感覚を高める事はできないであろうか。青木氏らの調査結果<sup>7)</sup>は、第11表、第12表のとおりである。第11表はスポーツ種目別適性検査成績である。この調査

7) 青木一三氏他2名「運動適性に関する研究」『早稲田大学体育研究室紀要』1号、昭和35年3月。

第8図 運動強度と食物の胃内通過時間（ヘルブライト）



からみると総合的には体操選手が<sup>8)</sup>もっとも優れ、次にスキー、野球、水泳である。

第11表 スポーツ種目別適性検査成績

因 子	成績の良かったスポーツ種目
平 衡	相撲、体操、スキー、水泳、スケート
柔 軟	体操、水泳、ウェイトリフティング、野球
敏 捷	体操、柔道、スキー、野球、陸上競技
筋 力	卓球、ボート、空手、ウェイトリフティング、庭球
パワ ー	バレー、ボーリング、体操、バスケットボール、陸上競技
持 久 力	スキー、体操、ラグビー、庭球、水泳

第12表 平衡性成績

運動部名	完全に歩いた %	線より外れた %	5秒間立てなかっ た %	10回転できなかっ た %	
体操	46	18	36	0	
スキーアーク	20	30	40	10	
野球	13	6	81	0	
水泳	10	60	30	0	
陸上競技	7	20	67	7	
ウェイトリフティング	8	17	75	0	
柔道	6	18	71	6	
ボクシング	11	11	78	0	
バレー、ボーリング	11	11	78	0	
スケート	31	31	38	0	
空手	25	25	44	6	
バスケットボール	10	18	72	0	
漕艇	7	21	72	0	
庭球	20	20	45	15	
卓球	14	21	64	0	
ラグビー	19	38	43	0	
相撲	57	14	29	0	
剣道	0	26	68	6	
山岳	30	10	30	30	
アーチ式蹴球	20	30	40	10	
ホッケー	10	20	60	10	
弓道	20	10	60	10	
自転車	13	29	29	29	

第12表は平衡感覚についての調査で、旋回歩行によったものである。平衡感覚についてのみいえば、相撲、体操、スケート、山岳などが成績が良いのである。これらの結果の示すところは、このような因子の保有者がその種目において優れた活動を示す<sup>9)</sup>とともに、これを逆からみると、その運動種目実施によってその適性を強化するに至ったともいえるわけである。これら

8) 日本の大学における第1線級の各種目のスポーツ選手について行なった。

9) T. K. Cureton の六つの因子をさす。

の結果とともに、平衡感覚には前にも述べたとおり、視覚や筋力も影響を及ぼしているが、筋力は長時間にわたる静的平衡感覚に影響を及ぼすのであろう。この事は運動能力検査の結果（第9図）でも明らかである。すなわち筋力があるものが<sup>10)</sup>、必ずしも平衡能力があるとはいえない。この事は今回の実験結果とも一致する。

以上の事からいえる事は、相撲、スキー、体操、スケートなどの種目は平衡感覚に良い影響を及ぼすという事と、平衡感覚のある者は総合的にみても優れているという事であり、合目的なトレーニングをする事によって平衡感覚も増す事ができるわけである。

乗り物酔いと平衡感覚<sup>11)</sup>についても訓練が重要な問題となる。すなわち平衡感覚器への刺激が過ぎたり、長い間、刺激が続いたりすると、体の位置、運動感覚の混乱が起き、それが自律神経に影響して、顔色の変化、吐き気があるわけである。自動車にゆられて本を読むとか、船の真下の波を見ていると酔いやすいように視角も大きな影響を及ぼし、前の考察でも述べたが、寝不足、胃腸をこわした時は自律神経が過敏になっており、乗り物酔いをしやすいわけである。また乗り物に乗りつけるにつれて平気になる人も多く、乗り物酔いは慣れにかなり左右される。今回の被験者のうち小学生時代までに乗り物酔いを経験したものは80%を越えるが、現在、乗り物酔いをする者は15%以下であり、その程度も時々酔うくらいである。

#### b 平衡感覚を増加させる訓練

スポーツ種目と平衡感覚で述べたように、体操、相撲、スキー、スケートなどは平衡感覚を増し、そのスポーツに合った能力を養うわけである。これ以外に平衡感覚それ自体を増すトレーニングを考えると、平衡感覚に器用さを加味したものとして第13表<sup>12)</sup>が考えられる。

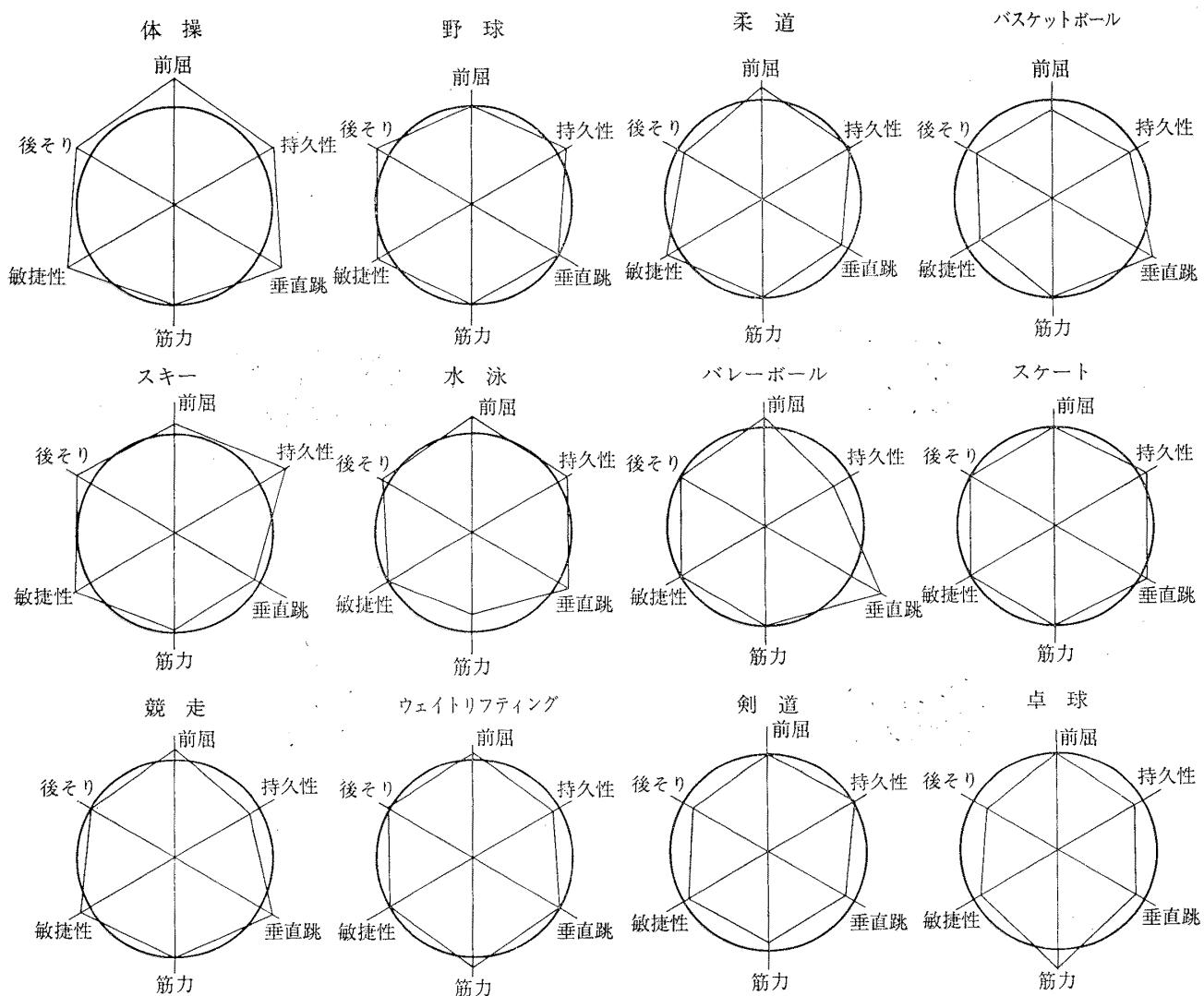
この訓練は完全にできるようになったら、次に進むのが良く、できるものを繰り返しても意味がないわけである。

10) 注8) 参照。

11) 都立墨田川高等学校「体育の効果的指導法——特にバレーボール、ハンドボール、柔道、ダンスの学習において、体力を高めるにはどうしたらよいか——」、昭和38年。

12) トレーニングは脚中心のものと、全身性のものとの2種類に分類されるが、全身性のものは、平衡感覚のみならず、他の五つの因子との関連もあり、脚中心の方より効果が期待される。

第9図 日本の第1線級学生選手の運動能力



第13表 平衡感覚のトレーニング

	脚	全 身
1	横 と び	バービーテスト
2	開 閉 と び	足ぶみキャッチボール
3	リズムとび	うまとびくぐり
4	うしろ、かかと、つまさ きとび	回転とストップ
5	リターン	ハーフターン

## V 総 括

1. 平衡感覚は、運動はむろん日常生活を営む際、柔軟、敏捷性、筋力、パワー、持久性とともに重要な因子の一つである。平衡感覚に関する実験法は30種を超えるが、その実験法によって、さらには実験者によ

っても結果がまちまちである。それは平衡感覚には視覚や圧覚、筋力、器用さが蛇窓に入り組んでいるからである。

2. 平衡感覚は大別して、静的なものと動的なものに分類され、さらに動的なものは直進と回転に分類され、直進は上下と前後、左右に分類される。

3. 平衡感覚器の損傷は平衡感覚全般にわたって多大な影響を及ぼす

4. 平衡感覚器の正常な場合<sup>13)</sup>

a 静的な平衡感覚実験においては視覚がもっとも大きなウェイトを占めている。しかし、長時間にわた

13) 小川順子「精神薄弱児の運動能力の実態について」『保健体育専攻学生卒論集』、1959年度、日本教育大学協会保健体育部会、190頁。

る場合は筋力の要素が加わってくるようである。これらの事は平均台上でのV字バランス、その他のバランスのポーズをとる際、著明である。

b 動的な平衡感覚については次の事がいえよう。

イ 足踏み運動を行なう場合、男子、女子を問わず、移動した距離、角度をみると、平衡感覚のある者は移動距離が短く、角度も大きい事が認められる。しかしこの距離、角度に加えて<sup>14)</sup>移動面積をも問題にすべきだろう。

ロ 歩行の場合でも30mの距離を歩く場合のずれの面積が少ないほど平衡感覚があるといえよう。さらに歩行と動的平衡感覚については意志の関与する部分もある事が認められた。

ハ 回転運動の場合には、回転が規定数だけできることのできないかが第1の問題であり、第2の問題として、回転後の作業成績があげられる。平衡感覚のない者は回転ができないか、回転後の作業成績（きをつけの姿勢をとる。書字の乱れ）において劣る事が認められた。

ニ 高さのある場合は、視覚の影響が強い事はいうまでもないが、目隠しをして平均台上を移動する作業では、平地で平衡感覚のある者が良い成績をあげているので、40cm程度の高さは平衡感覚に及ぼす影響は少なく、平地で平衡感覚のある者が、高さのある所でも平衡感覚があるといえよう。

ホ 蛇行走の場合は、直線を走った場合の記録を1として比較すると、平衡感覚のある者ほど10m間隔、3m間隔の障害のある蛇行走の記録が1に近い事が認められた。

5. 平衡感覚に影響を及ぼす因子

平衡感覚器が正常でない場合が問題である事は当然である。次に自律神経があげられる。すなわち自律神経は寝不足、胃腸の乱れによって過敏になり、乗り物酔いやエレベーター酔いなど、平衡感覚に悪影響を及ぼし、今回の実験でもすべての平衡感覚に悪影響を及ぼすような実験結果が出たわけであろう。さらに食物

摂取後の経過時間も平衡感覚に影響を及ぼし、食物摂取後3時間頃がもっとも平衡感覚がある時であろう。これは精神的作業や肉体的作業成績が最高の時間でもある。

筋力も長時間の平衡感覚を必要とする時、重要な因子となりうる。

6. 平衡感覚の訓練

スポーツ種目によって必要な因子が異なるが、総合的にみると体操選手がもっとも優れ、次にスキー、野球、水泳である事が認められる。これは平衡感覚に限って述べても大体一致するところである。すなわち平衡感覚が優れていた1線級の学生選手は、相撲、体操、スキー、スケートなどであり、平衡感覚を増すには他の因子（柔軟、筋力、パワー、持久性、敏捷性）をも含めて総合的にトレーニングをする事も良い方法であり、特に相撲、体操、スキー、スケートは適しているといえよう。なぜなら平衡感覚のある者が、前に述べた種目において優れた行動を示すとともに、それを逆からみると、その運動種目実施によって、その適性を強化するに至ったと考えられるからである。平衡感覚のある者は他の因子も優れている事が多く認められ、乗り物酔いと馴れのところでも述べたように、馴れが平衡感覚の異常を防ぐ事が認められる事から、トレーニングをする事は大切であり、器用さをmajiedしたトレーニングを実施する事も非常に有効であろう。

VII 結語

平衡感覚は静的なものと動的なものがあり平衡感覚を問題にする時は分けて考察すべきであろう。さらに動的平衡感覚は直線的なものと回転とに分けて、おののの平衡感覚を考察すべきであろう。

平衡感覚は固定的なものではない。人間の身体はトレーニングによって適性をつくり出す事ができるのである。しかし、日常生活を営む際にも平衡感覚が重要な因子として考えられるから、平衡感覚を増すような努力（トレーニング）がなされるべきである。

14) 直進した場合を90°とする。