

労作の近点変動に及ぼす影響

岡山大学医学部衛生学教室 (指導：緒方益雄教授)

専攻生 桑原 進

〔昭和30年2月21日受稿〕

第1章 緒言

或る機能の変化から負荷によつて生体に起つた変化の程度を推定する事は、疲労判定の場合の一つの考え方である。此の意味で視機能の変化から、疲労を判定するいくつかの方法が行われている。即ち視機能を用いて行われる疲労判定法には、視覚系機能を利用する方法と、眼筋系機能を利用する方法とがある。前者に属するものには視力、視野、光覚、色覚、閃光融合閾、光反応時間及び電気閃光法等があり、後者に属するものには瞳孔径、眼位、瞬目運動及び近点距離測定法等がある。そして上記測定法の内、今日広く利用されているものは閃光融合閾、近点距離測定法である。

今日此の測定法に付いては一応の結論は出されて居るけれども、未だ多くの疑問を残して居る。疲労の本態に関しても多くの疑問のある今日では止むを得ない事であるけれども、残された疑問を解決する事が私等の勉めであると思われる。

此の問題は近点距離の変動に付いても同様である。負荷と近点の変動との間には一定の関係がある事はすでに認められて居り、近点は負荷により鋭敏に変動するものの様である。しかし近点の変動様相は多種多様であり、負荷の種類、時間等によつて異なつて来る。故にあらゆる種類の負荷に対する近点の変動様相を知る事は、残された疑問を解決する上に重要な事であると考えらる。

私は変電所に於ける従業員、夏期合宿練習に於ける野球選手、墜道連続区間に於ける機関車乗務員及び実験的負荷作業に於ける被検者に付いて近点の変動を測定し、近点距離測定法の疲労判定法としての意義並びに他種測定法との関連性を追求する事が出来た。又同

時に変動近点の恢復過程を追求する事により、疲労の恢復状態をも知る事が出来たので報告する次第である。

第2章 近点の変動について

第1節 某電力会社の変電所に於ける従業員の測定成績¹⁾

第1項 測定期間及び対象

測定期間は昭和28年3月12日～14日、6月10日～12日の6日間である。従業員の作業内容は配電盤スイッチ操作、記録、監視、連絡、屋外巡視等である。即ち軽作業であつて、肉体的労働は殆んどない。故に精神疲労を主体として考えなければならぬのであるが、唯夜勤者では徹夜作業となる点に考慮する必要があると思われる。

第2項 測定方法

(1) 近点距離測定法

石原氏近点距離計を使用し、視標面照度は300Luxである。測定に際しては、視標は常に一定の速度で、遠方より眼に近づけて初めて視標を訴える点を求めた。3回測定を行い平均値を取る。測定結果は変動 $\pm 0.5\text{cm}$ 以内を誤差範囲内とした。

(2) フリツカー値測定法²⁾³⁾⁴⁾

(3) 尿ケトエノール物質測定法²⁾

(4) 膝蓋腱反射閾法²⁾

(5) 皮膚空間閾法²⁾

(6) 重量感覚閾法²⁾

第3項 測定成績

測定成績は煩雑をさけるために、近点距離測定法による結果を主体として述べる関係上、他種測定法の成績は総括のみに止める事にする。故に山川、桑原¹⁾の資料を参照されたい。

(1) 近点距離測定の結果は第1表、第2表

に示す通りである

第1表 変電所測定成績
日勤者の部(近点距離cm)

測定時間		08.00	12.00	17.00
被検者				
♂	28才	11.50	11.50	11.52
"	37	14.44	14.52	14.64
"	20	7.42	9.34	11.38
"	49	19.54	19.66	18.88
"	25	11.52	11.52	11.60
"	35	14.52	14.40	14.38
"	23	10.20	10.42	10.90
"	26	9.12	10.30	9.23
"	39	18.58	18.16	18.60

第2表 変電所測定成績
夜勤者の部(近点距離cm)

測定時間		17.00	23.00	08.00
被検者				
♂	30才	13.22	14.14	14.54
"	28	14.04	16.03	15.08
"	19	14.35	15.19	14.62
"	25	11.44	13.44	11.88
"	28	11.36	12.46	11.66
"	30	11.52	13.58	17.00
"	29	9.20	8.58	9.08
"	23	11.20	12.1	10.88

第1表によれば、日勤者9名の内不変7名、延長1名、近接1名である。尚中間測定時に於ては延長を示した者2名、不変の者7名である。即ち始んどの者に於て近点の変動はみられなかつた。此の結果は作業の内容上当然の事と云えよう。又夜勤者に付いては第2表に示す様に不変の者5名、延長の者3名であつた。しかし中間測定時(23時)に於ては延長の者7名、近接の者1名であり、始んどの者に於て近点の延長をみとめた。此の様に中間測定時に於て近点の延長を示した理由は、中間測定時にあつた23時頃は身体機能の低下が最も著しい時であるからであろうと考えられる。しかしそれ以後翌朝までに、交代で2~3時間の仮眠を取る故、翌朝測定時には始んどの者が恢復するのであろう。上記成績を要約すれば、日勤と夜勤に付いては特に変化があるとは考えられないが、唯中間測定

時に於て夜勤者の始んどの者が近点の延長を示した事は興味ある事と云えよう。

(2)フリッカー値測定に於ては、大体近点と同傾向の変動を示したけれども、近点程鋭敏な変動は見られなかつた。

(3)尿ケトエノール物質測定に於ては、全く変化を認める事が出来なかつた。

(4)膝蓋腱反射閾、皮膚空間閾、重量感覚閾法に於ては多少認むべき変化を示した。故に本調査の如き精神疲労測定には有効なる方法と考えられる。

第2節 夏期合宿練習に於ける野球選手の測定成績⁵⁾

第1項 測定期間及び其の他

測定期間は昭和28年8月10日~13日の4日間である。1日の練習量は毎日午後2時より5時までの約3時間であつた。

第2項 測定方法

測定は毎日練習前と練習後の2回行つた。

測定法は

- (1) 近点距離測定法
- (2) 尿ケトエノール物質測定法
- (3) 血漿予備アルカリ量測定法⁶⁾

である。

第3項 測定成績

(1) 近点距離測定の結果は第3表に示す通りである。本表に示す様に、全員に近点の延長を認めた。其の延長は最低1.1cmより最高7.19cmである。又内野手、外野手、投手等の間に於ては差は認められなかつたが、捕手に於ては著しい延長を認めた。この現象は捕手の性質上、練習量最も多き故当然起り得る結果であるが、近点測定に於て著明に現われたのは興味ある事である。

又近点の逐日的変動に関しては、蓄積疲労の様相がうかがわれる。即ち第3表の最下段に示す通り、其の平均延長度は第1日目に於ては2.26cmであり、第2日目に於ては2.74cmで第1日目の延長度より大である。第3日目の延長度は2.70cmであつて、第1日目より大であるが第2日目より小である。この事は負荷作業に対する身体機能の馴れの現象の現

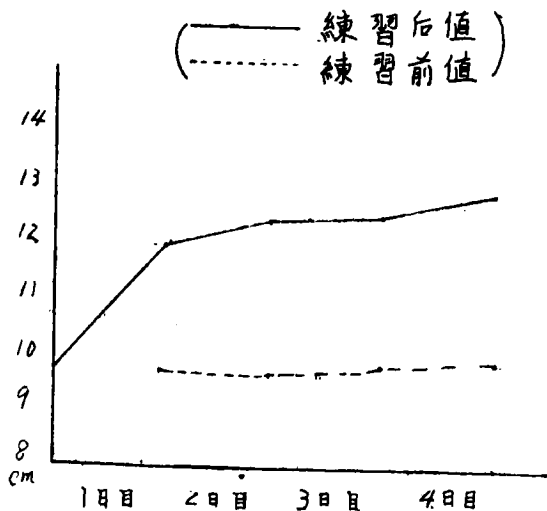
第3表 野球合宿練習測定成績

(近点距離 cm)
(上段は練習前
下段は練習後)

年齢	測定日	第1日目		第2日目		第3日目		第4日目	
		快晴 31.5°C 25.8	快晴 34.5°C 30.0	快晴 34.0°C 31.5	快晴 32.0°C 29.0	快晴 31.5°C 29.0	快晴 32.0°C 29.0	快晴 34.0°C 31.5	快晴 32.0°C 29.0
27	外野	11.23	11.20	11.05	11.00				
		12.85	13.60	13.28	14.50				
26	内野	11.00	10.80	11.25	11.10				
		13.24	14.30	14.57	14.00				
26	外野	8.11	8.15	8.20	8.70				
		9.91	9.85	10.63	10.85				
25	内野	/	9.71	9.85	9.50				
			12.10	12.90	12.41				
29	内野	9.14	/	10.20	10.45				
		10.98		11.85	12.38				
35	外野	10.15	9.98	10.25	10.48				
		12.08	12.51	12.87	13.57				
26	捕手	10.30	10.50	10.20	10.35				
		13.70	16.24	15.80	17.54				
26	投内	10.50	9.54	10.20	10.90				
		12.80	11.43	11.50	12.30				
20	内野	6.75	7.00	6.64	7.55				
		9.70	9.10	9.05	8.93				
平均		9.65	9.61	9.79	10.00				
		11.91	12.35	12.49	12.94				

われと見るべきものであろうかと考えられる。其の馴れの現象が合宿練習3日目に現われた

第1図 野球合宿練習(4日間)の近点変動



結果、上記の様な成績を示したのであろうと考える。更に第4日目に於ては延長度は2.94cmで、最高の延長を示して居る。今以上の関係を図示すれば第1図の様になる。

(2) 尿ケトエノール物質測定に於ては僅かな変動が見られたけれども、有意のものとは考えられない。

(3) 血漿予備アルカリ量測定に於ては近点の変動と同傾向の成績が得られた。故に近点と平行的なものと考えられる。

第3節 墜道連続区間に於ける機関車乗務員の調査成績⁷⁾

第1項 測定成績及び其の他

測定期間は昭和29年9月2日~4日の3日間である。本調査のため特別に試験列車(貨物列車3本(が運転された。調査区間は池田→坪尻間(試験列車第1号,第2号),山田→天坪間(試験列車第3号)である。池田→坪尻間は11.7km,墜道数6ヶ所,墜道区間の延長軒数は全区間の48%,匂配は $\frac{25}{1000}$ である。又山田→天坪間は13.4Km,墜道数23ヶ所,墜道区間の延長軒数は全区間の48.9%,匂配は $\frac{20}{1000}$ である。他の事項に関しては山川⁸⁾,宮下⁹⁾,の原著があるので参照して戴きたい。

尚調査期間中に於ける機関車内部の環境状態は第4表に示す通りであつた。

第4表 機関車内環境状態

()内は平均値

	乾球	湿球	湿度	輻射
試験第1列車 本務機	30~31 (30.5)	36~40 (39.5)	/	/
" 補助機	35~39 (37.1)	42.5~ 45.5 (44.21)	68~85 (72.5)	42.5~45 (44.0)
試験第2列車 本務機	31~37 (35.3)	32~43 (39.4)	/	/
" 補助機	32~45.5 (40.7)	39~50.5 (46.3)	48~73 (60)	39.5~ 50.5 (45.8)
試験第3列車	31.2~38 (35.2)	26.2~ 31.5 (28.3)	53~64 (58.4)	39~46 (43.3)

第2項 測定方法

試験列車に乗務の機関士及び機関助手合計10名に付き、乗務前と降車直後に測定を行った。測定方法は次の4種である。

- (1) 近点距離測定法
- (2) 体温、脈膊、血圧測定³⁾
- (3) 血液中 Co-Hb 測定⁶⁾
- (4) 血漿 Co₂ 測定⁶⁾

第3項 測定成績

測定成績は第5表に示す通りである。

第5表 機関車乗務員の測定成績

機=機関士
助=機関助手

職種・年齢	検査項目	近点距離 cm			CO-Hb (%)	血漿 CO ₂ (%)
		乗車前	降車後	差		
試1. 補	機. 26	10.10	11.80	+1.70	6.7	59.2
"	助. 24	10.36	13.17	+2.81	8.6	49.6
試1. 本	機. 48	9.50	11.30	+1.80	4.1	60.4
"	助. 28	9.10	10.80	+1.70	5.6	47.2
試2. 補	機. 26	10.40	12.83	+2.43	6.7	57.6
"	助. 24	10.16	13.66	+3.50	10.3	52.2
試2. 本	機. 31	9.66	11.50	+1.84	4.6	49.2
"	助. 24	9.86	12.56	+2.43	6.8	47.2
試3. 列	機. 31	13.53	16.20	+2.67	10.1	58.3
"	助. 24	11.66	14.76	+3.1	21.8	44.1

(1) 近点距離測定に於ては第5表に示す様に、乗務員の全員が著明なる近点の延長を示した。即ち近点延長の最低は1.7cmであり、最高は3.5cmである。又近点の延長が1.7cm~2.0cmの者3名、2.0~3.0cmの者4名、3.0cm以上の者3名であつた。以上の成績は従来報告されている成績と比較すれば、相当高度の延長を示して居るものと思われる。即ち特殊高温作業に属する機関車乗務員の労働強度をうかがい知る事が出来る。又各列車に於ける機関士と機関助手の比較では、近点の延長度は機関助手の方に大であつた。但し試験列車第1号の本務機関車に於ては其の反対であつた。此の事は機関助手に過重な作業であるため、当然の結果と云えるが、近点測定に於て著明に現われたのは興味のある事と考へる。

(2) 体温、脈膊、血圧測定に於ては、僅かに上昇が見られたけれども、何れも正常動揺範囲内であつた。故に近点の変動と一致するものとは考えられない。

(3) Co-Hb、血漿 Co₂ 測定に関しては近点の延長と同様、血液中Co量の増加、血漿 Co₂ の減少が見られ、大体に於て近点の延長度と平行の結果を得た。即ちCoの恕限度は10% Hb内外とされて居るが、この恕限度を越える者に於ては近点の延長3.0cm内外に及んだ。又血漿 Co₂ では酸性度(40%)の者は近点の延長は2cm内外であつた。

第4節 実験的負荷作業に於ける被検者の測定成績 (クレペリン加算作業)¹⁰⁾

第1項 測定方法及び其の他

本実験は実験的近業に於ける測定を目的として行つたものである。負荷作業として照度300 Luxに於て、クレペリン加算作業60分を行わしめた。測定方法としては次の3種類の方法を用いた。即ち

- (1) 近点距離測定法
- (2) フリッカー値測定法
- (3) 混色チラキツ値測定法¹⁰⁾

である。

第2項 測定成績

測定成績は第6表に示す通りである。

第6表 クレペリン加算作業 (60分)

被検者	検査項目	負荷前	負荷後	差
♂	近点距離	16.6cm	15.0cm	-1.6cm
	フリッカー値	55	59	+4 (+7.27%)
	混色チラキツ値	1010	1180	+170 (+17%)
♂	近点距離	14.6cm	13.7cm	-0.9cm
	フリッカー値	53	58	+5 (+9.43%)
	混色チラキツ値	1000	933	-67 (-6.7%)

(1) 近点距離測定に於ては2名共近点は近接し、機能亢進の様相を示した。この成績は従来報告された成績と一致するものである。

(2) フリッカー値、混色チラキツ値測定に

於ては第6表に示す様に、近点と同様の結果は得られなかつた。

以上の事は精神疲労に対する測定結果の判定に際して、判定の困難さを示すものである。此の様な場合には、視機能による測定法以外の測定法との併用が望ましいと考える。

第5節 実験的負荷作業に於ける被検者の測定成績 (Bicycle-ergometer)¹⁰⁾

第1項 測定方法及び其の他

実験的肉体疲労に付いての測定を目的として行つた。負荷作業として Bicycle-ergometer (14kg, 1分間100廻転)を行わした。負荷作業を5分間行わしたる後1時間の休息をあたえた。更に同様の要領で、第2回目、第3回目と負荷作業、休息をあたえた。そして負荷作業の前後に測定を行つた。

測定方法は次の方法を使用した。

- (1) 近点距離測定法
- (2) フリッカー値測定法
- (3) 混色チラツキ値測定法
- (4) 緒方氏尿微量蛋白測定²⁾
- (5) ドナジオ法²⁾

第2項 測定成績

- (1) 近点距離測定に於ては第7表を見れば

第7表 Bicycle-ergometer 測定成績
I 視機能による測定法

被検者	検査項目	第1回目		第2回目		第3回目	
		負荷前	負荷後	負荷前	負荷後	負荷前	負荷後
♂ 26	近点	13.9	16.2				
	フリッカー	54	49	/	/	/	/
	混色	960	900				
♂ 38	近点	16.15	21.0	19.3	23.0		
	フリッカー	58	52	54	58	/	/
	混色	1022	860	840	810		
♂ 33	近点	14.2	17.8	15.2	19.2		
	フリッカー	55	47	52	52	/	/
	混色	1010	905	870	815		
♂ 20	近点	7.5	9.2	9.3	8.3	9.1	8.5
	フリッカー	45	41	51	41	47	42
	混色	1050	915	850	835	880	870

♂ 20	近点	10.5	12.5	10.5	12.3	10.3	14.4
	フリッカー	53	46	52	46	49	48
	混色	940	825	790	765	985	890
♀ 19	近点	10.2	10.8	9.7	10.2	9.3	10.2
	フリッカー	51	42	50	52	46	41
	混色	1010	740	915	875	980	915
♀ 18	近点	8.8	9.9	9.2	9.0	8.7	9.3
	フリッカー	49	45	50	45	48	45
	混色	840	660	770	750	790	765

判明する様に、第1回目の負荷後には全員近点は延長し、最低 0.6cm より最高 4.85cm であつた。第2回目の負荷後に於ては延長4名、不変1名、近接1名であつた。又第3回目の負荷後に於ては延長3名、近接1名であつた。本表に於て興味ある事は被検者第2、第3、第5番は精神労働者であるが、第1回目の負荷後近点は延長し、1時間の休息によつても旧値に復する事なく、第2回目の負荷により第1回目に於ける値より更に近点は延長した事である。即ち判然と蓄積疲労の様相を示して居る。しかるに被検者第4、第6、第7番は運動選手(陸上競技)であるが、第1回目の負荷後は全員に近点の延長を認められたけれども、第2回目は近接又は不変であり、第3回目は近接又は延長であつた。即ち精神労働者である前3者とは異つた様相を示して居る。この事は負荷度と疲労度の関係に於て、同一負荷に対しても個人の能力の差によつて疲労度は異つて来る事を示して居るものである。即ち同一負荷に於ても精神労働者と肉体労働者では相当の差異がある事を示して居るものであり、興味深く思える所である。

(2) フリッカー値、混色チラツキ値測定に於ては大體近点と同傾向の結果が得られたけれども、近点程鋭敏な変動は見られなかつた。

(3) 尿検査に於ては、ズルフオ、ドナジオ法では見るべき変化は認められなかつたが、緒方氏尿微量蛋白測定では近点と平行して、見るべき結果を得た。

第8表 Bicycle-ergometer
II 尿による測定法

被検査者	検査項目	第1回目		第2回目	第3回目
		負荷前	負荷後	負荷後	負荷後
♂ 38	ズルフオ	(-)	(-)	(-)	
	ドナジオ	6	8	8	✓
	緒方法	8	16	32	
♂ 33	ズルフオ	(-)	(-)	(-)	
	ドナジオ	10	11	12	
	緒方法	8	32	128	
♂ 20	ズルフオ	(-)	(-)		(±)
	ドナジオ	8	8	✓	10
	緒方法	16	32		128
♂ 20	ズルフオ	(-)	(-)		(-)
	ドナジオ	8	11	✓	11
	緒方法	8	32		64
♀ 19	ズルフオ	(-)	(+)		(+)
	ドナジオ	9	11		11
	緒方法	32	128		256
♀ 18	ズルフオ	(-)	(-)		(-)
	ドナジオ	8	9	✓	9
	緒方法	8	32		128

第3章 変動近点の恢復について⁷⁾

第1節 調査対象

第2章、第3節に於て詳報した如く、試験列車乗務員（機関士、機関助手）10名と本調

査のため、調査区間だけ特別乗車勤務をした機関助手10名の合計20名である。

第2節 測定方法

測定は対象者20名につき近点距離測定を行った。測定時間は乗車前、降車後及び降車後1時間目までは5分間毎に測定し、以後2時間目までは15分間毎に測定を行った。尚試験列車以外の者については測定の都合上、同乗する機会が得られなかつたので、降車直後より上記方法によつて恢復過程を追求した。

第3節 測定成績

測定成績は第9表及び第10表に示す通りである。

(1) 恢復に要する時間は早きは20分、遅きは60分、大体30分~40分で恢復する者が多かつた。

(2) 恢復曲線を見ると第2図に示す様に3つの型を証明する事が出来る。即ち

第I型 無変化型

第II型 近接型（負荷後近点は近接し、其の後漸次に回復する型）

第III型 延長型（負荷後近点は延長し、其の後漸次に回復する型）

又此の型は更に3種の型に區別出来る。

第III~A型

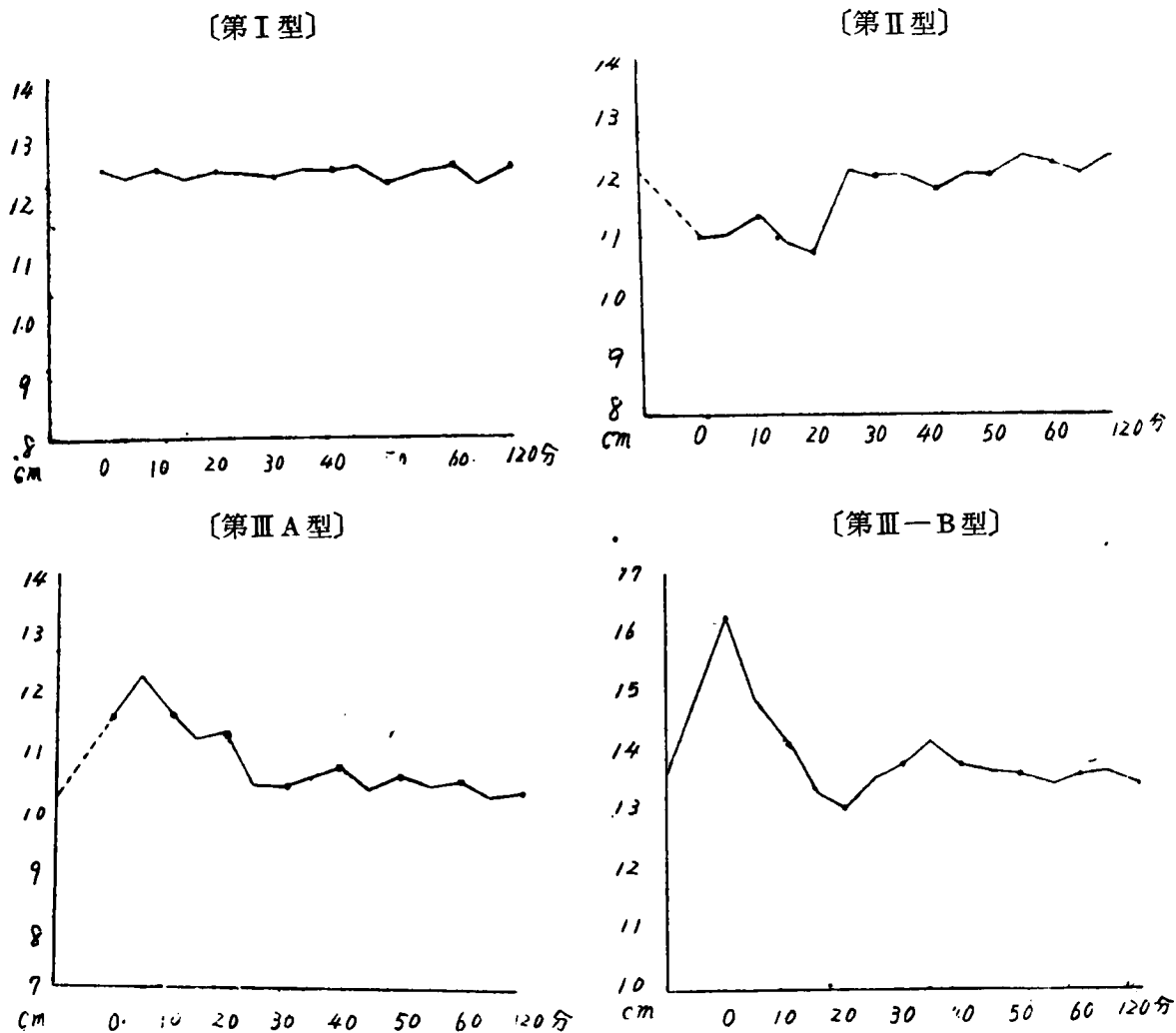
延長した近点は或る時期に於て更に延長し、其の後旧値に復する型

第9表 機関車乗務員
近点距離

(機 = 機関士
助 = 機関助手)

被検査者	乗車前	降車後	差	5分後	10	15	20	25	
試 1. 機.	2 6	10.1	11.8	+ 1.7	11.4	10.76	10.03	9.93	10.1
" 助.	2 4	10.36	13.17	+ 2.81	11.93	11.63	10.86	10.7	10.94
" 機.	4 8	9.5	11.3	+ 1.8	10.5	10.1	9.8	9.46	9.4
" 助.	2 8	9.1	10.8	+ 1.7	9.6	9.5	9.5	9.3	9.0
試 2. 機.	2 6	9.66	11.5	+ 1.84	10.1	10.3	10.33	10.3	9.7
" 助.	2 4	9.86	12.56	+ 2.7	11.03	11.36	10.9	9.96	9.86
" 機.	3 1	10.4	12.83	+ 2.43	12.0	12.0	11.9	11.4	11.3
" 助.	2 4	10.16	13.66	+ 3.5	13.5	13.1	12.66	12.4	11.76
試 3. 機.	3 1	13.53	16.2	+ 2.67	14.8	14.16	13.3	13.0	13.5
" 助.	2 4	11.66	14.76	+ 3.1	13.56	12.3	12.5	12.43	11.76

第2図 近点の恢復曲線



第III~B型

延長した近点が或る時期に於て、

急激に其の大半が回復し、其の後
は漸次に回復する型

第III~C型

測定成績
cm

30	35	40	45	50	55	60	75	90	105分	120分
10.25	10.2	10.3	10.1	10.0	10.1	10.23		10.3		10.2
10.01	10.2	10.2	10.42	10.4	10.5	10.54	10.4	10.6	10.5	10.4
9.5	9.65	9.51	9.51	9.66	9.7	9.6	9.5	9.51	9.6	9.6
9.2	9.3	9.1	9.1	9.05	9.3	9.2	9.4	9.45		9.3
9.6	9.43	9.62	9.8	9.8	9.5	10.0	9.7	9.9		9.7
9.96	9.7	9.6	9.9	9.7	9.85	9.76	9.6	9.5	9.65	9.8
10.7	10.9	10.75	10.63	10.5	10.4	10.4	10.3	10.5	10.45	10.43
11.1	10.35	10.0	10.2	10.0	10.2	10.0	10.3	10.5	10.35	10.2
13.7	14.2	13.8	13.66	13.6	13.51	13.7	13.4	13.68	13.55	13.5
11.4	11.6	11.5	11.56	11.4	11.33	11.53	11.6	11.6	11.65	11.7

第 10 表 機 関 車 乗 務

(近 点 距 離 cm
貨=貨車, 客=客車,

被 検 者	降 車 後	5 分	1 0	1 5	2 0	2 5	3 0
1. 貨. 2 6	13.53	12.66	12.16	12.4	12.26	12.53	12.43
" 客貨. 2 6	12.16	12.03	12.13	12.03	12.26	12.5	11.83
" 貨. 2 3	12.9	12.46	12.0	11.66	11.66	10.9	11.0
" 客貨. 1 9	11.0	10.5	9.76	9.46	9.36	9.6	9.5
2. 貨. 2 5	11.53	12.3	11.7	11.26	11.36	10.4	10.4
" 客. 2 8	11.1	11.03	11.36	10.86	10.56	12.03	12.0
" " 2 6	11.0	11.0	10.8	10.5	10.53	10.56	10.46
" 客貨. 2 3	14.7	13.4	13.43	12.96	12.66	12.7	12.63
" 客. 2 4	12.5	12.23	12.5	12.33	12.43	12.5	12.43
" " 2 8	12.4	11.93	11.7	11.44	11.44	11.6	11.53

[第Ⅲ—C型]



延長した近点が階段式に、徐々に回復する型

今此の3つの型を近点の変動度より考えるならば、疲労深度の大きい者程近点の延長度は大であり、回復には緩慢なる過程をたどる様である。即ち疲労深度により、〔I型〕—〔II型〕—〔Ⅲ—A型〕—〔Ⅲ—B型〕—〔Ⅲ—C型〕へと移行するものと考えられ、近点の延長度と一致するもの様である。

第 4 章 総括並に考按

第 1 節 近点の変動について

視機能による疲労測定法は今日までの所、種々な測定法によつて夫々正常値なるものが与えられて居り、荻野は軽度疲労の判定には便利だと云つている。この事は近点距離測定に於ても同様である。

近点距離が疲労によつて鋭敏に変動するものである事は多くの学者によつて証明されている。そして最近では環境衛生の普及と共に、各職場に於ける疲労調査の一手段として広く利用され、大概は之を持つて疲労の尺度にせんとさえ試みた。

従来文献を参照するに、生井¹¹⁾は長時間不眠作業の精密機械工場の旋盤工、石炭坑内の重労働者、酸素欠乏下の作業員等に付き測定を行い近点の延長を認めた。そして延長の限度は 10cm 内外であると云つている。三木¹²⁾は実験的近業及び肉體疲労に付き測定を行い、軽近業により近点は変化しないか、むしろ近接するが、近業過重になれば近点は延長する。其の理由としては、毛様筋に対して軽近業が刺戟となり、毛様筋を鼓舞する結果、近点は近接するのであつて、此の時期は筋疲労曲線の階段現象に相当する。更に近業を継続し、刺戟を反覆する時は毛様筋は終に疲労に陥つて近点は延長する。全身疲労に際しては、其の一部現象として毛様筋の疲労を来し、近業に於けると同様に近点は延長すると云つている。此の説に賛成する者も少くはないけれども、生井は此の説に反対して次の様に云つている。即ち全身労働により疲労に至れば毛様筋は疲労すると云う考え方は妥当でない。此の事は疲労の増加により注意の減退或は混乱を起し、調節中枢より毛様筋に至る神経衝

員 測 定 成 績

貨客=貨物, 客車混合)

3 5	4 0	4 5	5 0	5 5	6 0	7 5	9 0	1 0 5	1 2 0
12.20	12.4	12.2	12.4	12.55	12.43		12.3		12.33
11.6	11.45	11.46	11.5	11.55	11.5		11.55		11.43
11.2	10.8	10.4	10.75	10.5	10.63		10.5		10.5
9.4	9.45	9.2			9.4		9.65		9.5
10.52	10.7	10.3	10.54	10.4	10.5		10.23		10.3
12.0	11.8	12.03	12.1	12.36	12.23		12.08		12.43
10.4	10.65	10.53			10.33		10.41		
12.8	12.65	12.46			12.5		12.6		
12.5	12.48	12.53	12.3	12.5	12.63		12.3		12.6
11.28	11.34	11.44			11.5		11.55		

動の減弱を来し、其の結果として近点は延長すると解すべきであると云っている。私も生井の説に賛成する者である。又荻野、伊藤²³⁾は近点の延長は必ずしも毛様筋のみに原因を求める事は妥当でない、自律神経系の影響を考えてみるべきではなからうかと云っている。

上原¹³⁾はミシン工具に付き測定を行い不変68.3%、近接27.3%、延長4.4%であり、そして正視、近視、トラコーマに関しては3者の間に有意の差は認められなかつたと云い、西岡¹⁴⁾は諸種条件下に於ける肉体労働者に付いて測定を行い、蓄積疲労に対して平行的なものであるとは考えられないと報告している。しかし蓄積疲労に関しては、大槻¹⁵⁾はラグビー合宿練習(10日間)に付いての測定で証明し、又私も夏期野球合宿練習に於ての測定、Bicycle-ergometer に於ての測定で証明した。

又荻野、鈴木¹⁶⁾は1万米競走に於て測定した結果、生徒に於ては27名中、延長18名、近接5名、不変4名であつた。そして其の延長度は最高6cmに達したが、0.5~1.5cm間の者が多かつた。又選手では延長7名、近接2名、不変2名であつた。又26哩マラソン競走では全員に延長を認め、高熱作業では有意の差を認めず、重近業であるミシン針製造工員に於ても変動なく、特に此の種の作業中針孔打抜き工員に於てのみ全員に延長を認めたと云

っている。

大槻は軽技として野球(80分)、徒手体操(30分)、バドミントン(30分)、籠球(20分)、機械体操(40分)を負荷後近点測定を行い、近点の近接を認めた。又重技としてラグビー(50分)の負荷に於ては近点の延長を認めた。そして軽技に於ても長時間の運動後は近点延長し、重技に於ても短時間では近点近接したと報告している。

又Weber¹⁷⁾は精密視作業者(1日8時間作業)に付き、照度と疲労の関係を近点測定により追求した結果次の様に報告している。即ち5f.c.(f.c.=foot candle, 1foot candle=10.764 Lux)の照度では、作業後1~2時間で近点は近接し、作業終了後に於ては近点の延長を認めた。そして20~30f.c.の照度に於ては、近点の近接する時期はおそく且つ徐々に近接し、又延長も徐々に現われて来、其の度数も少であつたと云っている。

更に佐藤¹⁸⁾は負荷作業としてBicycle-ergometer(14kg, 4分間)を興えた後測定を行い、近点の延長を認めた。児玉¹⁹⁾は電気熔接作業員、瓦斯熔接作業員に付き測定の結果、近点の延長を認め、年令及び作業年数との間には何等関係を見出し得なかつたと報告している。又児玉は昼夜勤者に付いて測定の結果、夜勤者に近点の延長を認めたけれども有意の差ありとは思えないと云っている。此の点に

関しては、私の測定に於ても同様の結果を得たのであるが、唯中間測定時に於ては夜勤者に著しい近点の延長傾向を見たる事より考えて、此の種の測定に於ては測定時間の選定が重大な意味を含むものである事を証明した。

酒井²⁰⁾は24時間強歩に付いて測定を行い、時間の経過と共に近点の延長を認めたと云い、市川²¹⁾は100m自由型競泳に付いて測定を行い、近接20%、不変30%、延長50%であつたと云い又野球試合(7回戦)に於ては近接20%、不変30%、延長50%であり、各ポジションの間には差は見られなかつたと報告している。しかし私は夏期野球合宿練習に付いての測定の結果、外野手、内野手、投手の間には差は認めなかつたが、捕手に於ては著しい延長を認めた。又機関車乗務員の測定の結果、機関士と機関助士の間には差を認めた。此の事は荻野、鈴木が同一工場内に於ても、職種別に近点変動の様相が大いに異なる事を指摘して居るのに一致し、興味のある事である。

元来近点は疲労によつて鋭敏に変動するものであつて、之が測定は疲労の尺度として強調されているけれども、其の変動様相は上記文献によつて明白なる如く多種多様である。しかし大体に於て軽度疲労によつては不変か又は近接し、強度疲労によつて延長する様である。そして疲労深度により又逆の結果を示すものとされて居る。しかし疲労の本態に関し種々疑問のある今日、軽度疲労と云い、高度疲労と云つても之に対する評価法は非常に困難である。尚又近点の変動様相にしても負荷の種類、方法、時間及び測定条件等は勿論の事日差、個人差等の因子によつても影響されると云う非常に微妙な問題を含んでいるので、大槻が試みた如く、近点の変動のみを以つて疲労の尺度とする事は多くの危険を含んでいると云わざるを得ないのである。即ち大槻は笹川の第1種疲労の際の変動差は1cm内外、第2種疲労では2cm、第3種疲労の場合は更に延長し、第1次疲労困憊時は3cmに達すると云つている。

今日私等が疲労測定を行う際問題となる事

は測定結果を如何に意味付けるかと云う点に存する故、大槻の試みには賛意を呈する者であるけれども、此の際上記理由により、荻野が指摘して居る様に近点測定法以外の測定法との併用が望ましいのである。しかし私等が対象とする所は疲労した個体である故に、短時間に、そして簡単に且つ確実に測定出来る方法が良い事は勿論である。此の様に考えるならば測定法も自然と制限される訳であり、視機能を用いた測定法の利用価値が高まつて来る訳である。

視機能を用いた測定法の中で問題となるのは近点距離測定法とフリッカー値測定法である。フリッカー値測定法に付いては、数値の変動が僅少である為め被検者の練習効果に左右される事大なる点、又測定誤差の大なる点及び変動した数値が早い時間で恢復する事等の欠点を考えるならば近点距離測定法に優るものではない。又此の事は私の測定に於て実証された所である。

しかし上記の如く、近点の変動のみを以つて疲労の様相を云々する事は当を得たものではない。どうしても近点距離測定法と視機能による測定法以外の他の測定法との併用が必要となつて来る。近点測定法と他種測定法との併用で疲労測定を行つた者に荻野、鈴木、児玉がある。即ち荻野、鈴木は高熱作業員、電気及び瓦斯熔接工員、ミシン針製造工員に付き測定を行い、ドナジオ法では見るべき変化を認めず、小川氏法により僅かに変化をみた。そして近業及び軽度疲労に於ては尿による測定法では測定出来ないと云つている。此の事は私の変電所に於ける従業員に付いての測定に於て、尿ケトエノール物質測定法では変化を認めなかつた結果と一致する。又児玉は熔接工員に付き、近点と同時に脈膊、握力を測定した結果、脈膊、握力は近点の変動程確実な変化は認められなかつたと云つている。この事も又私の機関車乗務員に付いての測定結果と一致する。

私は私の測定結果より考えて、精神疲労に於ては近点測定法と知覚、感覚系の測定法と

の併用，全身疲労に於ては近点測定法と血液，尿（特に緒方氏尿微量蛋白法）による測定法との併用が良いのであらうと考えるのであるが，此の問題に関しては更に追試したいと考えている。

第2節 変動近点の恢復について

疲労の恢復過程は種々な面より追求する事が出来る。即ち呼吸器，循環器系の活動状態を指標とする事も，筋の活動や機械的性状の変遷を採用する事も又更に中枢或は末梢神経の興奮性を目度にする事も出来る。

しかし此等の諸問題は全く未踏の境地であつたり，又単一に取りあげて疲労の恢復を云々する事は無理の多すぎる事の様に見える。即ち恢復の全過程を示すものであるとする事は不当であつて，単に疲労の恢復過程を示す一面にすぎないのである。しかし或る方法によつて疲労の恢復過程を追求する事が其の一面を見るにすぎないにしても，これを行う事はたとえ，それがスポーツであり，作業であつても重大なる事であるのは勿論である。それは其の恢復過程を知る事によつて，其の負荷に対して新しい分野を開拓するものであるからである。しかし恢復過程の様相も負荷の種類，時間，測定条件等は勿論の事，個人差その他の因子によつて左右されるので種々困難な問題を含んで居る。例えば測定方法に関しても，逐時的経過を見る方法と逐日の経過を見る方法とがある。そして何れを採用するかに関しては，負荷の種類，時間等によつて異なるものであつて一概に決定し難いのである。

さて従来の文献を参照すれば，視機能を用いて疲労の恢復過程を追求した者は大島他数氏にすぎない。即ち大島はフリツカー値により，三木，大槻，荻野，川原，佐藤，児玉，市川等は近点測定によつて行つて居る。三木は実験的近業であつても，肉体疲労による全身疲労であつても，後退した近点は20分後に正常近点にもどると云い，又炭坑労働者に付き入坑前と出坑後の近点測定を行い，出坑後1時間で正常値にもどると云つて居る。又荻

野，伊藤は実験的労働後の近点変動を逐時的に測定し，延長した近点が試験前の値に回復するには1時間以上を要するものと思われると云つて居る。更に川原²²⁾は織布女工に付き測定し，45分後には恢復する事なく，恐らく更に長時間を要するものと思われると云つて居る。児玉は機械体操，ラグビー等に於ては45分後に完全に恢復し，全身疲労時には近業疲労時に於けるよりも恢復に長時間を必要とすると云つて居る。又伊藤²³⁾は負荷としてBicycle-ergometer (4kg. 4分間)を行わした後平均30分で旧値に復するけれども，其の後更に延長し，60分後に於ても完全に復する事はないと云つて居る。

市川は縄飛び2分間(200回)後の近点の恢復過程を追求し，運動後に於ける近点の推移に4つの型のある事を証明した。即ち第I型(無変化型)，第II型(運動後近点は近接し，其の後漸次に回復する型)，第III型(直後に一度近接し，次に運動前よりもはるかに延長し，其の後漸次に回復する型)，第IV型(初めより近点延長し，其の後次第に恢復して運動前の値に復する型)である。

私は特殊高温作業である機関車乗務員に付いて測定した結果，前記の如く3つの型のある事を証明し，同時に疲労深度により〔I型〕—〔II型〕—〔III—A型〕—〔III—B型〕—〔III—C型〕への移行性の存在を考へる結果を得たのである。之に関しては，市川が運動量の増加又は疲労深度の進むにつれて，〔I型〕—〔II型〕—〔III型〕—〔IV型〕へと移行すると云つた事実に一致する。唯市川と私の場合に於ける相違は，負荷の種類，時間等が異なれば当然起り得る結果ではあるけれども，市川の〔III型〕，〔IV型〕は私の〔III型〕に含まれて居るものと考えらる。

元来近点は負荷によつて延長するけれども，負荷が除かれた後は時間の経過と共に回復する。しかし時間の経過に比例するものではなく，相当の動揺を示すものであるから，市川と私の場合を考へるならば大略等しい結果を得たと云えよう。

一方大島²⁴⁾はフリツカー値測定により得た疲労恢復曲線に付き、次の如く云つて居る。負荷後の恢復曲線は負荷が短時間の場合には動揺が見られ、長時間の場合には動揺が見られずに固定した変動から緩慢に恢復する。又疲労深度より云うならば、疲労深度の浅いものは動揺過程を示し、深いものは動揺少しと云つて居る。私の測定に於ても動揺の少い〔Ⅲ-C型〕では近点の延長度最も長く、〔Ⅲ-B型〕—〔Ⅲ-A型〕—〔Ⅱ型〕の順に大であつた。故に大体に於て近点の延長度と一致した訳けであり、又逆に此の様な恢復曲線より疲労深度をも知る事が出来るのであらうと考えられる。以上の事より考えてみても、近点測定は疲労判定に有効であると云えるし又近点測定による疲労恢復の追求も興味ある事と考えられる。

又延長した近点が旧値に恢復するに要する時間に付いては、上記の如く測定者によつてまちまちである。私の測定に於ては、相当強度労働と思われる特殊高温作業員である機関車乗務員の測定結果、早きは20分、遅きは60分、大体30分~40分で殆どどの者が旧値に復して居る。そして伊藤の云う様な現象は見られなかつた。今私の測定成績を諸家の成績と比較すれば、私の場合は強度労働であつたにもかかわらず、比較的早く旧値に復した様である。此の原因については種々考えられるけれども、測定場所が山間の閑静な場所であり、

測定時間以外は自由に、楽な姿勢で休息を取らした事も原因の一つであると思われる。故に休息所の環境も重要視されるべき問題と、興味深く考えられる所である。

第5章 結 論

私は変電所の従業員、野球選手、機関車乗務員及び実験的精神疲労、肉体疲労に付き、近点距離測定法及び他種測定法をもつて測定を行い、次の結論を得た。

(1) 近点は精神的、肉体的負荷に対して鋭敏に変動するものと考えられる。

(2) 其の変動様相は多種多様であり、種々要困によつて異なるものである。しかし大体に於て、軽度疲労では近接し、強度疲労では延長する様である。

(3) 延長した近点は早きは20分、遅きは60分、大体30分~40分で旧値に復するものである。

(4) 変動近点の恢復曲線については3つの型を証明した。

(5) 近点距離測定法は疲労測定法として優れたものであるが、疲労測定に当つては他の測定法との併用が理想的であると考えられる。

終りにのぞみ御指導御校閲を賜つた恩師緒方教授に深謝致します。又直接御指導を載いた四國鉄道病院長山川博士に感謝致します。

尚本論文の要旨は第3回國鉄スポーツ医学研究会、第6回日本産業医学会四國地方集談会及び第25回日本衛生学会に於て発表した。

文 献

- 1) 山川, 桑原: 四國電力株式会社の2~3変電所に於ける従業員の作業疲労状態調査成績報告書, 四電厚生課(昭28)
- 2) 疲労判定法 創元社(昭22)
- 3) 疲労研究の共同実験: 創元社(昭25)
- 4) 産業疲労検査の方法: 労働の科実, 特集号(昭27)
- 5) 桑原他: 第3回國鉄スポーツ医学会口演(昭28)
- 6) Edward J. conway Micro-Diffusion Analysis and Volumetric Error (1947)
- 7) 桑原, 他: 鑿道連続区間に於ける機関車乗務員の環境衛生的調査, 四鉄局(昭29)
- 8) 山川, 他: 鑿道連続区間に於ける蒸気機関車運転労働に関する研究, 四鉄局(昭25)
- 9) 宮下, 他: 労科, 27, 597 (昭26)
- 10) 桑原, 板野: 第25回日本衛生学会口演(昭30)
- 11) 生井他: 眼臨, 40, 102 (昭21)
- 12) 三木: 眼臨, 41, 181 (昭22)
- 13) 上原: 眼臨, 43, 338 (昭24)
- 14) 西岡: 眼臨, 44, 206 (昭25)
- 15) 大槻: 臨眼, 4, 78 (昭25)
- 16) 荻野, 鈴村: 日眼, 54, 55 (昭25)
- 17) Weber: Arch. of. ophth. Vol. 43, 257(1950)
- 18) 佐藤: 日眼, 55, 711 (昭26)

- 19) 児玉：日眼, 56, 453 (昭27) 22) 川原：労科, 27, 130 (昭26)
20) 酒井, 他：体科, 1, 70 (昭26) 23) 伊藤：環研, 4, 89(昭28)
21) 市川：第3回国鉄スポーツ医学研究会講演要旨 24) 大島：労科, 26, 194 (昭25)
(昭28)

Department of Hygiene, Okayama University Medical School.
(Director . Prof. Dr. M. Ogata)

The effect of fatigue upon the change of near point.

By

Susumu Kuwahara

I made the studies on the fatigue of transformer substation employees, baseball players, and locomotive crew, and on the fatigue which was caused mentally and physically by the experiment, using near point measuring and other methods. The results were as follows:

1. Near point seems to show sensitive change according to mental and physical load.
 2. The mode of its change is not simple and differs according to various factors. But, generally speaking, the near point seems to come nearer in light fatigue and retreat in heavy one.
 3. Retreated near point regains its original position usually in 30—40 minutes, the quickest being 20 minutes and the slowest 60 minutes.
 4. It was proved that there are three different types of near point recovering curve.
 5. The near point method is an excellent means of fatigue test, but it will be ideal if used together with other method in fatigue tests.
-