図化機操作におけるオペレーターの作業負担と 疲労に関する実態調査 (II)

宇佐美嘉平*

Examination and Survey for Endurance and Fatigue of Operators in Operating the Plotting Instruments. (II)

by Y. Usami
Pacific Aero Survey Co.

3. 疲労調査の成績

3-1. フリッカー値の変動

フリッカー検査は脳皮質の活動水準を示すものとして汎用されているが、フリッカー値は夜間覚醒時作業の影響がなくとも低下を来すという昼夜の生体リズムを示すので、夜勤時等の検査では日勤午前時、普通作業前の値に対する変動率をもって比較することが望ましい。勿論測定値の個人差も大きいから、ここでは各人の日勤二日の作業前値平均を基準として、それに対する各測定時点の変動率(%)を算出し、作業経過によるフリッカー値の変動を検討した。

図 3-1 はオペレーター日勤、夜勤、エジター日勤にわけて二日間の毎検査時点での変動率の分布を示したものである。両群とも日勤作業前は $\pm 2\%$ の範囲にあるが、作業時間の経過と共に負方向すなわちフリッカー値の低下する方へ変動率は低下してゆき、日勤終業時では $-1 \sim -8\%$ の範囲に分布する。午前の作業終了時でも $-4 \sim -5\%$ のものがみられる。作業に伴う精神的緊張がフリッカー値を上昇させる面が当然考えられるが、かかる上昇は午前中や午後の作業前半では相対的にかなりのものに認められるが、大半は作業経過と共に作業前値より低い値を示すことが注目される。しかもこの低下傾向はエジターよりオペレーターで顕著となっている。

夜勤でも作業前値は午 3 後時で日勤時と余り変わらない水準にあり同じ午後 3 時の日勤作業中の分布より高い水準にある。しかし夜勤の作業時間と共に低下を示すものがふえ、特に夕食後はすでに日勤終了時の水準になり、午後 11 時の終業時は $-4 \sim -12\%$ の分布となる。

勿論フリッカー値の変動は作業以外の要素でも異なるので個人による作業内容や経過にそれぞれの差はあってもここでは平均の変動の比較をしたい。日別あるいは職務別、日夜勤別にみたフリッカー値変動率の平均経過は図 3-2 の如くである。

日勤、夜勤の第 1 日と第 2 日では作業前半の経過に若干ちがいがみられる。すなわち日勤では第 1 日が低く、夜勤では第 2 日が低い。しかし終業時では余り差異がなく、日勤では平均 $4 \sim 5\%$ 、夜勤では 8% 前後の低下となる。

職種別の平均経過は第 1 日、第 2 日の合計で日勤、夜勤とも作業経過とともにフリッカー値は順次低下の傾向にあり、特に夜勤の場合著しい。日勤では午後 3 時の休憩までは $-2 \sim -3\%$ に停滞しているが、終業時にはエジターで -4% 、オペレーター 5% に落ちている。助手のそれは比較的低下が軽い。その反面午前 11 時頃や午後 2 時頃の作業中のフリッカー値がオペレーターやエジターより低い傾向にある。夜勤時の経過はオペレーターと助手に余り差がないが、夕食休憩以降、特に午後 9 時以降の低下が甚だしい。

各時点の変動率が -3% 以下のもの夜勤では -8% 以下のものの比率をも示したが、平均変動率の低下と共にこれらの比率も増加してくる。なお夜勤時夕食休に入浴した場合としない場合のフリッカー値変動率の平均経過を示したが、全体としては余り差がない。唯入浴者では夕食休憩前後でのフリッカー値の低下が相対的に軽くなっているが、休憩前半の作業中のレベルが平均として低く一概に入浴の効果とはいえない。それより入浴の有無にかかわらず夜勤後半のフリッカー値の漸減的低下傾向がみられることは入浴が夜勤時の作業に伴うフリッカー値変動に余り影響していないことを示している。

* パシフィック航業株式会社

「写真測量」Vol. 6 No. 4 1967

図 3-1. フリッカー値変動率の分布

図 3-2. フリッカー値変動率の平均経過

フリッカー値の変動から疲労を判定する基準としてあげられているものにつぎの大島による判定基準と狩野の夜勤時の判定基準がある。これらは実験的な値と各種の調査事例の検討から、日勤あるいは夜勤での通常の勤務負担と考えられる職種の変動分布から割り出されたものである。

◎日勤時のフリッカー値変動率の望ましい限界(大島)

作 業	日間変動率	作業前値の週間変動率
A. エネルギー消費の大きい肉 体作業	-10%	-3%
B. 精神作業或いはエネルギー 消費の大きくない作業	-5%	-3%

◎夜勤時のフリッカー値変動率判定基準(狩野)

勤 務	作業前後 変動率	日勤時午前中 の測定値に対 する作業後の 変動率
A. 15～16時頃より翌朝ま での勤務(連勤) (通常 仮眠3～5時間)	平均値で -3% 以下でないこと	平均値が -5% 以下でないこと
B. 20時以降より翌朝ま での勤務(宿直) (通常仮 眠90分以内)	同 上	平均値が -8% 以下でないこと
C. 13時以降より20～24時 までの勤務(宵勤)	平均値で -4% 以下でないこと	—

このような基準に照らして今回の成績をみると、日勤時の終業時点での平均変動率は -4～-5% で望ましい限界を超えていないが、ほぼそれに近い水準迄低下している。特に図化機オペレーターは -5% である。但し助手については -3.5% で軽度である。しかし測定例には -5% を超えるものが若干あるし、エジター、オペレーターでは 1/3 に達する。この点は特に午後3時以降の作業において顕著であって、同じ日勤でもエジターよりオペレーターでフリッカー値低下の大きいものが多い。今回の夜勤は深夜の勤務を含むものではなく、狩野の判定基準の (C) 宵勤に当たるわけで、勤務前値に比し -8% におよぶ低下は明らかにこの基準を凌駕している。-4% の線はほぼ午後9時までであってそれ以降の低下は深夜勤時の明け方や勤務後の基準に近いわけである。今回の調査成績でのフリッカー値の低下は日勤では特に著しいとはいえないが軽作業としてはかなりの低下を示して

おり、また夜勤のそれは勤務後半において特に著しいということができよう。このようなフリッカー値の低下は作業の負担と考えてよいのであるが、負担の内容については一考を要しよう。

エジターあるいは図化機の作業は勿論肉体的にエネルギー消費量の大きいものではなく、いわば神経感覚的な努力を必要とするもので、そのような作業の遂行は精神的緊張を必要とするから、ある作業時点まではかえって精神的興奮すなわち大脳皮質機能の亢進を伴ない。フリッカー値の上昇がみられても良い筈である。ところがそのような徴候は余りなく、漸次的低下傾向が一般であることは、作業自体における神経感覚的強度が大きいためにその長時間継続が終業時においてフリッカー値の低下をもたらすというより、作業の遂行自体にはもはや熟練しており逆に作業遂行がもつ単調感の維持がフリッカー値の低下をもたらすように思われる。特に夜勤時は唯でさえ午後9時～10時以降大脳機能の低下が避けられず、いわばぬむけを催す時刻があって、作業遂行の単調感と環境の無刺激性も一種の作業負担といえるものであろうし、そのために生じる大脳機能の低下すなわち不活発化の中で、所要の作業を遂行することは決して望ましいことではない。

3-2. 近点距離の変動

視覚は対象職種の作業遂行に不可欠のもので眼の疲労をみる一方法として近点距離による遠近調節能を測ったわけである。近点距離にはかなりの個人差があり 10 cm から 25 cm におよんでいる。各検査時点で2回測定したので、大きい方の値と小さい方の値について、オペレーター・エジターの毎日 12 名の平均経過を示したのが

図 3-3. 近点距離の日別平均経過

図 3-4 各人の平均近点距離に対する変異率の職種別平均経過

区 分	全例数	±3%以内	+3~+7 % -3~-7 %	+7%以上 -7%以下
エジター 日勤	144	82 (57%)	48 (33%)	14 (10%)
オペレーター 日勤	144	67 (46)	38 (26)	39 (28)
助手 夜勤	144	64 (44)	51 (36)	29 (20)
オペレーター 日夜勤	144	72 (50)	39 (27)	33 (23)
助手 日夜勤	144	58 (40)	50 (35)	36 (25)

図 3-5. 近点距離変異率の分布

図 3-3 である。2回の測定値は過半数が 4 mm 以下しか違わないが、中には 10 mm 以上異なるものが 20% もあって、大きい方の平均と小さい方の平均値の差は 4 mm~8 mm となっている。これは一面測定の誤差ともいえるもので、図 3-3 の平均経過は検査時点間で何れも有意の差を示すものとはいえない。オペレーターよりエジターが低いのは、対象個人のちがいであるが、同じオペレーターの日勤時より夜勤時のレベルが低いのは検査の馳れか、何か検査条件に起因するものか判然としない。

図 3-4 は各回 2 回の測定値の平均について、同一人の 1 日間の測定値の平均レベルを基準に各時点の変異率を求め、その職種別平均をみたものである。エジターでは時点間の変動が少ないのに比し、オペレーターで日勤時午後は変異率は正方向に傾き、助手では勤務前後大きくなる。また夜勤でも変動が大きいのである。しかし ±3% の変動内であってこの変異率の分布は図 3-5 に

見る如く ±6% にもおよぶものであることからすると、必ずしも作業時間の経過で近点距離の短縮あるいは延長に一定の傾向があるとはいえない。すなわち今回の測定成績では眼調節の変動を示すほどの眼疲労を認めるには至らなかったといえよう。但し図 3-4 や、図 3-5 でエジターより図化機作業で測られた近点距離に検査時点間の変異が大きい傾向があるのであって、これは単なる測定上の個人差なのかあるいは作業に関連した眼機能上の差異によるものかは何ともいえない。

3.3. 下腿周の延長

下腿周はほぼ 35 cm~36 cm であって通常は作業活動によって若干増加し安静横臥や睡眠によって旧に復するのであるが、作業姿勢や作業状況によってこの下腿周ののびが相違してくる。椅座作業より立位作業が大きく、また立位作業も歩行や移動の少ない立ちづめの作業ではより大きく、静水力学的な静脈還流の障害によって大きく影響されると考えられる。従来の測定例では立業を主とする場合平均 2% 前後(約 7 mm)までの増加が見られ、一ヶ所に止まって立位作業を行なう職種では平均 10 mm 内外の増加が見られている。下腿腫張の成因には静脈系のうづ血のほか、血管壁の弾性低下、組織間液の増加、筋組織の膨化や充血など各種のものが考えられるが明確なこととはなお不明である。今回は主として椅座作業であるが、長時間の椅座も座面の圧迫で下肢血行を阻害すること、また図化機オペレーターでは足の動作から下腿筋の緊張も考えられるので、そのような姿勢や動作の生体負担をみる方法としてとりあげたわけである。

図 3-6, 3-7 は各人の作業前値を基準として各検査時点の下腿周ののびの分布をみたものである。巻尺の測定では若干誤差もさけ難いが作業時間経過と共に増加の方向に分布してくることや、食事休憩では明かに回復が認められることは、作業によって下腿の腫れがあることを示している。作業前値は起床から会社までの生活活動の内容にもよるわけで常にその人の最低値ではないから、終業時点でも殆んど増加の示さないものもある。10 mm 以上の増加には若干測定誤差もあろうが、一応平均値で日別の差をみると図 3-8 の如くなる。1~2 mm 前後

図 3-6, 3-7 は各人の作業前値を基準として各検査時点の下腿周ののびの分布をみたものである。巻尺の測定では若干誤差もさけ難いが作業時間経過と共に増加の方向に分布してくることや、食事休憩では明かに回復が認められることは、作業によって下腿の腫れがあることを示している。作業前値は起床から会社までの生活活動の内容にもよるわけで常にその人の最低値ではないから、終業時点でも殆んど増加の示さないものもある。10 mm 以上の増加には若干測定誤差もあろうが、一応平均値で日別の差をみると図 3-8 の如くなる。1~2 mm 前後

図 3-6. 下腿周の始業時に対する増減の時刻別分布 (図化機作業員)

図 3-7. 下腿周の始業時に対する増減の時刻別分布 (エジター)

の差は有意とはいえないが、日勤午前作業では2~3mmの増加、午後の終業時 3~6 mm の増加、夜勤時は夕食前で 3~5 mm、終業時 5~7 mm 増加となっている。図 3-9 は職種別の平均であるが、職種間あるいは左右足間に特に系統的な差異は認め難い。しかし日勤で 5 mm、夜勤で 6~7 mm の延長は椅座作業としては下腿周増加の大きい部類に属するのであって、オペレーターは足の作業動作や、エジター、助手では描画台や机にかがみこんで、時には立位の姿勢がとられること等に起因していよう。

また一般に運動不足から血管系の緊張保持が不十分でうっ血を起し易いこともあるかも知れない。図 3-10 は夜勤時の入浴者と非入浴者で下腿周の延長経過を比較したもので、入浴によって著しく回復していることが示されている。しかし終業時点では余り差がなく、一時的に血行をよくするが、血管の緊張度の回復がないためにまた急速に下腿の腫張が招来されるような傾向を示している。入浴の効果には風呂屋への歩行や、外気にさらされる等の効果も含まれている。

3-4. 血圧、心拍数、舌下温の変動

血圧、心拍数、舌下温等は植物性機能として自律神経系支配のもとにあって安静な状態では昼夜の時刻的変動を示す。日勤に比し夜勤では勤務が 24 時間近く亘ることから、身体のかかる機能にも差異を生じる。しかし一面これらは身体活動や心的緊張、外界温熱条件によって

図 3-8. 下腿周平均変動の日別比較

図 3-9. 下腿周平均変動の作業別比較

図 3-10. 下腿周変動におよぼす入浴の効果

も変動させられる。測定は勤務前、昼夕食休憩前、勤務後の3回行ない変動の様子を2日間の各検査時点の分布からうかがった。図 3-11 は血圧で勿論個人差も大きい、毎回同一対象群の測定であるから、大まかな変動推移を見ることはできる。エジターでは最大血圧の変動は

ほとんどなく最小血圧は勤務後若干上昇し脈圧にも僅かに低下傾向にある。オペレーターの日勤は最大血圧の低下と最小血圧の上昇から脈圧の減少が平均 6~7 mmHg におよんでいる。夜勤でもほぼ同じように最大血圧の低下、最小血圧の上昇があって脈圧は減少を示すが、その度合は日勤時とあまりかわらない。エジターに比しオペレーターの方が身体活動が少ないためか、空調調節による恒温環境も影響していよう。しかし調査は6月上旬で日中の空調調節による気温の内外差は余り差のないことは身体活動の多少による面が大きいと思われる。

図 3-12 に示した舌下温は体温が日内変動として、午後から夕刻に最高を示すことから、日勤では上昇が見られ、夜勤時も 18 時では高く、23 時の終業時では体温調節上の熱放熱の増加や若干は気温の低下もあって舌下温も平均的に低くなっていく。心拍数も日常生活では午前より午後が高くなるのであるが、成績は勤務前より減少の方向に推移している。この減少もエジターよりオペレーターで大きく、また日勤と夜勤では余り差がない。

図 3-12. 舌下温心拍数心臓係数の勤務前後の変動を示す分布

図 3-11. 血圧の勤務前後変動を示す分布

一般に自律神経機能の面で身体活動に適応した交感神経系の優越状態は最大、最小血圧の上昇（脈圧も相対的には増加）、体温の上昇、心拍数の増加の方向として考えられ、逆に休養の体制としての副交感系の優越状態は最大、最小血圧の低下（脈圧も減少）、体温の低下、心拍数減少の方向に変動するとされている。今回の変動方向はこのいずれか一方に即しているものではないが、夜勤の後半では若干副交感系優越に傾くといった側面も否定できない。しかしこのような自律神経系のバランスよりも血圧、心拍数にみられる変動は身体活動の不活発化

による心臓発化による心臓機能の沈静状態として考えるべきものが少なくない。その点で脈圧と心拍数の積である心臓係数（心臓の送血量の個体別尺度とされている）を求めてみると、エジターでは勤務前に比し終業時 10% 前後の低下が、オペレーターでは日勤、夜勤とも 25% 前後の低下となっている。

3-5. 唾液流量と唾液 Na/K 比の変動

唾液の分泌量や Na/K 比の変動は消化器機能の面での自律神経系の態度をみる簡便な方法としてとりあげられている。一般に副交感系の優越した状態では唾液流量

図 3-13. 唾液流量（5 分間）の分布

図 3-14. 唾液 $\sqrt{\text{Na/K}}$ 比逐時推移

図 3-15. 唾液 Na/K 比変動率の逐時推移

の増加、Na/K 比の低下が起り、逆に交感系の優越では流量の減少、Na/K 比の上昇がみられるとされている。したがって日内変動でも日中より夜間は唾液流量の増加と Na/K の低下が予想されるわけである。今回の成績は図 3-13、3-14、3-15 に示す如く、唾液流量については日勤より夜勤で一般に低値に分布がかたよっており、この点では交感系の優越となるのであるが、個人差の大きいことから有意な差とはなっていない。もっとも測定誤差として 5 分間の唾液の口内貯溜中に飲み込まれたりすることもあったようで、特に 1 グラム以下の値は正しい測定とはいえないようである。一方 Na/K 比については、分布幅も大きいので平方根をとったが、若干夜勤時低値に偏する傾向もあり副交感系の優越方向ともみられ、唾液流量とは逆の方向を想定させることとなる。もっとも唾液流量がまずと K 濃度が減じ Na/K 比は高くなるという成績もあるから上記想定に固執しなければ矛盾しているとはいえない。また消化機能の低下として唾液分泌量の減少を考えることもできるわけであるが、今回の成績では時刻的一定の変動傾向がみられない点からはこれらの日勤時と夜勤時の差を特に意義づけることはむづかしいという他なく、特別な所見はこれから見られないというのが正しいであろう。

3-6. 自覚症状訴え率

各項目別訴え率と (A), (B), (C) 項平均訴え率のエジター、オペレーター別各勤務前後の比率を示したのが表 3-1 である。勤務前においてもこういった症状の訴えは皆無ではなく、特にエジターは若干高い傾向にある。症状としては勤務前では頭がおもい、全身ないどころか

だるい、肩がこる、足がだるい、頭がぼんやりする、ねむい、目がつかれる等で勤務後の訴え症状とも余りかわらないものが多いのは一見疲労の回復が十分でないかのごとく思わせる。しかしこれは一面勤務前の調査において検査時点での症状を記入するより、日々の作業による疲労症状を記入したような記入上のミスもあるかも知れぬ。ここでは勤務後の症状を中心に考えて見たい。勤務後の症状で訴え率 30% 以上 (○印)、50% 以上 (◎印) を拾い出すと、次のようになる。

	エジター	オペレーター (日勤)	オペレーター (夜勤)
A 1. 頭がおもい		○	○
3. 全身がだるい	○	○	○
4. どこかがだるい	○	○	◎
5. 肩がこる		◎	◎
7. 足がだるい	◎	◎	◎
B 1. 頭がぼんやりする	○	○	
4. いらいらする		○	
5. ねむくなる		○	○
C 1. 目がつかれる	◎	◎	◎

このような症状はいづれの調査例でも比較的高率に出やすいものである。頭重感、身体特に足の怠倦感、肩こり、目のつかれ等は総体的には肉体的疲労症状であって、作業動作とも関連していることがわかる。これら症状の訴え率は主観的なもの調査集団の構成や意識にも左右され、一般的判定基準は容易に求められないが、この症状調査表がつけられたときの全国的データ者の平均値と酒井、狩野による判定基準が報告されている。

[作業疲労自覚症状訴え率の規準]

	A. 身体的症状	B. 精神的症状	C. 神経感覚的症状
全産業平均 (6124 例, 1955)	19.1%	12.2%	9.8%
酒井, 狩野による訴え率の望ましし規準の推定値	<div>男 19.6%</div> <div>女 14.3%</div>	11.6%	13.1%
		12.4%	13.4%

表 3-1 疲労自覚症状訴え率の项目的訴え頻度および勤務前後別平均訴え率 (%)

症 状 項 目		エ ジ タ ー		オ ペ レ ー タ ー			
		日 勤 (24 例)		日 勤 (24 例)		夜 勤 (24 例)	
		勤 務 前	勤 務 後	勤 務 前	勤 務 後	勤 務 前	勤 務 後
(A) 身 体 的 症 状	1. 頭がおもい	17%	25%	37%	37%	33%	42%
	2. 頭がいたい	4	17	8	17	13	17
	3. 全身がだるい	25	33	17	37	21	33
	4. 身のどこかがだるい	21	37	29	37	21	50
	5. 肩がこる	21	25	8	54	17	54
	6. いき苦しい	4					
	7. 足がだるい	50	71	29	67	29	83
	8. 口がかわく	29	17	17	21		8
	9. あくびがでる	29	4	4	25	4	21
	10. 冷汗がでる			4	4		
	(A) 項 平 均	20.9	22.9	15.4	30.0	13.7	31.3
(B) 精 神 的 症 状	1. 頭がぼんやりする	25%	33%	8%	37%	21%	29%
	2. 考えがまとまらない	4	4				4
	3. 1人でいたい				4		
	4. いらいらする	8	4	4	33	4	17
	5. ねむくなる	21	13	4	29	4	42
	6. 気が散る	8	17	4	13		4
	7. 物事に熱心になれぬ	4	4				
	8. 忘れっぽい	4	4				
	9. することに自身がでない	8	4		4		
	10. 物事が気にかかる	13			13		
	(B) 項 平 均	10.0	8.3	2.5	13.7	3.3	9.6
(C) 神 経 感 覚 的 症 状	1. 目がつかれる	50%	79%	17%	62%	17%	71%
	2. 目がかわく	25	8	13	8	4	8
	3. 動作がぎこちない				4		
	4. 足もとがたよりない	4		4	8	8	4
	5. 味嗅がかわる	4	4		4		
	6. めまいがする	4	4		4		
	7. まぶたの筋がびくびくする				4		
	8. 耳が遠い. 耳鳴り	8	8		4		
	9. 手足がふるえる						
	10. きちんとしていられない						
	(C) 項 平 均	9.6	10.8	3.3	10.0	2.9	8.3
(A), (B), (C) 平 均		13.5	14.0	7.1	17.9	6.6	16.2

これにくらべると（A）項目では若干これを上廻り特にオペレーターの訴え率が高いといえる。同じオペレーターでも図化機オペレーターと助手に区分して見ると表 3-2 のごとくで、助手では余り高率ではないが、オペレーターでは（A）項の平均訴え率は一段と高くなっている。また助手では日勤より夜勤が若干訴え率は高率にな

るが、オペレーターのそれは余り差異がない。勿論これから夜勤も日勤も大差ないという結論を出すことはできないが、両者の疲労自覚に余り大きなちがいはなさそうに思われるのである。なお参考までに他産業の交代勤務職場の自覚症状訴え率を表 3-3 に示す。

表 3-2. 図化機オペレーターと助手の自覚症状訴え率の比較（12 例）

直 別	症状項目区分	図化機オペレーター		図 化 機 助 手	
		勤 務 前	勤 務 後	勤 務 前	勤 務 後
日 勤	A 項 平 均	13.7%	39.2%	18.3%	20.8%
	B 項 平 均	2.5	16.7	2.5	10.8
	C 項 平 均	3.3	13.7	3.3	3.3
	A・B・C 平 均	6.3	21.6	8.0	11.6
夜 勤	A 項 平 均	10.8	40.0	16.6	27.5
	B 項 平 均	0.8	10.8	5.8	8.0
	C 項 平 均	1.7	1.7	6.0	5.0
	A・B・C 平 均	4.4	20.5	9.5	13.4

表 3-3. 交代勤務職場の作業後自覚症状訴え率（％）

交代様式（業職）	勤務直	(A) 身体的症状	(B) 精神的症状	(C) 神経感覚的症状
3 組 3 交代（アルミナ製造） （8 月）	日 勤	11.0%	2.6%	2.8%
	宵 勤	13.4	5.1	3.4
	夜 勤	22.8	11.4	11.0
4 組 3 交代（火力発電所） （6 月）	日 勤	22.3	15.6	13.1
	宵 勤	22.2	13.2	10.8
	夜 勤	30.2	23.6	20.9
3 組 3 交代（製糖工場） （8 月）	日 勤	33.0	20.7	16.4
	宵 勤	33.0	21.7	16.2
	夜 勤	41.0	32.4	24.4
4 組 3 交代（航空機整備） （7 月）	日 勤	40.0	26.7	24.0
	宵 勤	26.1	21.0	12.6
	夜 勤	33.3	32.2	28.5