



ディスプレイ端末装置 (VDT) と視覚疲労

畑 田 豊 彦

東京工芸大学工学部写真工学科 〒243-02 厚木市飯山 1583

当初、大型計算機の対話型端末装置として使用されていたVDT (visual display terminals) が、近年のME技術の進歩に伴い、小型・安価なパソコンやワープロの端末装置として、急激に普及し始めた。各種産業現場や事務部門だけでなく、一般家庭や学習塾などにまで、利用範囲が広がり、その結果、使用者への影響、とくに視覚系を中心とした健康障害の症例が数多く報告されるようになってきた。たとえば、目が疲れ、ピント調節がしにくくなったり、色の残効が見られたりする軽度のものから、一時的な視力低下で眼鏡矯正が必要なほどになったり、角膜炎や白内障などという疾病に至る重度な症例も、一部の眼科医から報告されている。

これらの報告例では、いままでの一般事務作業者とVDT 作業者と比較して、後者の場合に多くの症例が見られるという状況報告がほとんどで、VDT の何が原因で種々の障害が発生するのかを詳しく解析した報告は少ない。ただ、キーパンチャーの職業病である頸肩腕障害と同様の問題が、VDT を用いた入力作業現場では当然見られるであろうし、長時間しかも近距離からCRTなどの表示装置を観察することから眼精疲労が発生しやすいことも確かであろう。

このような現状に対して、国内でも、労働省を中心に労働衛生管理面からガイドラインを示し、VDT 作業者の健康を保護しようとする姿勢がうかがえる¹⁾。ただ、最も特徴的なCRTディスプレイがどうして視覚系への障害を発生させるのかという問題点に関しては、たんに障害防止対策が示されているだけである。

このままでは、CRTのような発光型走査線構造の表示方式自体が、生体に悪影響を与えるのか、それとも、使用条件下での視覚特性から見て、表示性能が悪いために疲労を発生させるのか、たんなる労働条件が原因なのかを明確にされないままでは、いたずらに不安感を残すだけである。

では、健康障害を惹き起こす原因を究明するためには²⁾、ディスプレイ自体の有害刺激、性能と生体特性の整合状態、労働条件の変化に分けて詳しく調べていく必

要があるが、まず、最初に検討すべき問題は、健康障害を導く初期状態である疲労を、どのような方法で測定・定量化ができるかという点である。

いままで報告されている視機能に関係した疲労測定法には、(1)弁別能力(視力、ちらつき融合周波数(CFF)など)、(2)応答能力(ピント調節域と時間、追従眼球運動など)、(3)自省報告(自覚症状のアンケート調査など)を調べる方法が示され、各研究者の判断で、数種類の方法を併用して、疲労の定量化を行なっている。

(1)と(2)の測定法は、「疲労とは、作業などの結果生体機能の能力や精神的集中度が低下する状態を示す」ことから用いられている能力検査法である。それゆえに、疲労と生体機能との関係がわかりやすいという半面、機能低下が本当に疲労によるものかを確認したり、異なった機能での低下量でそのまま疲労の度合いが比較できるのかという問題もある。たとえば、CFFで40Hzから36Hzに低下した状態と、調節時間で1sが1.1sに延びた状態とではいずれが疲労が激しいのか、この数値だけでは判定できない。数値として表現できれば、定量化ができたというのは早計であろう。

一方、(3)の方法は自覚的な疲労感が直接表現されるため、定量化精度での問題はあっても、疲労状態を調べる際にはやはり重視すべき方法である。ただ、この方法だけで、疲労要因と生体機能への負荷状態、疲労状態の連続測定など原因究明のために必要な詳細な測定を行なうことは非常にむずかしい。

さらに、過度の疲労や疾病に至るまでの状態に対しては、各種測定法で十分明瞭に検出できるが、ごく軽度の疲労を調べるときには、測定値のばらつきや他の条件変動による影響が加わり、疲労による変化成分だけを区別することが困難である。そのためにも、単一の測定法だけで、疲労を定量化することは問題が多く、情報受容器から中枢までの機能と関連の強い(1)の方法、中枢での情報処理から行動器までの特性に関連する(2)の方法は少なくとも併用することが必要で、それに加えて、中枢での判断能力を示す方法や(3)の方法なども同時に用い

ると、かなり詳しい解析が可能になる。ただ、このような複数の機能の同時測定を可能にするには、生体電位や反応などを他覚的に測定できる方法（誘発脳波による注目度や両眼視機能の測定、赤外線オプトメータ利用の調節機構の解析、アイカメラなどによる眼球運動と瞳孔反応の測定など）の開発と臨床応用の場が必要である。

現状では、疲労測定法の検討が不十分な状態であるが、すでに使用されている CRT の良否を調べることも重要課題である。CRT 自体の問題としては、蛍光体からの有害光や X 線などの漏洩はほとんど無視できる量で、テレビ受像機の安全基準から見ても生体に悪影響を与える物理的要因はないと考えられる。ただ、CRT 特有の問題点である走査線構造によるちらつきは、たしかに不安定な見え方になるが、視機能の CFF 以上のちらつきは知覚されず、影響されないというのがいままでの視覚研究からの結論であった。この点に関しては、疲労研究のデータから、逆に CFF 以上のちらつきであっても生体の神経系に影響するのではないかという疑問が投げかけられ、現在、視覚誘発電位などの生体電位測定技術によって検討が続けられている。動物実験においては、神経系の応答ではかなりの高周波数のちらつきまで反応していることが確認されており、人間の神経伝達路も CFF 以上の反応があり、知覚レベルで弁別されないだけであるとすると、やはり定常刺激とに差が存在する可能性がある。また、ハードコピーとの差が、反射型と発光型だけでなく、閾値下の時間成分も関与していることが十分考えられるため、今後より詳細に検討すべき問題である。

時間特性以外に生体への悪影響がとくに考えられない CRT が、VDT の構成部分になると問題になるのは、その使用条件における性能と視覚特性とが整合していないためであろう。たとえば、テレビ受像機としての使用のされ方と比較してみれば、やはりいろいろな問題点が挙げられる。観察距離の接近から生じる解像度の低下、画面表示情報への積極的な注視動作が長時間継続されるため、単色光表示の場合には選択色順応効果が生じたり、表示情報のコントラストの初期適正值が時間経過とともに眩しく感じたりする。また、VDT 作業内容によっては、表示条件の差の大きい対象 (CRT と印刷物など)

を比較注視する動作も頻繁に行なわれるので、視機能への急激な変動刺激が繰返し表示されることになる。さらに、VDT 使用環境条件 (照明、机・椅子などの配置など) による表示特性への影響 (グレアなどの妨害光) などもあり、通常のテレビ観視よりも視覚への負担が強いことは事実である³⁾。

これらの負担を軽減する対策として、VDT のように近距離観察の CRT は、走査線の多い、短いフレッシュ時間の高精細度 CRT を使用するか、単色光表示はなるべく用いないとか、観察部分の輝度レベルに大きな差をもたせないために、CRT 表示は明るい背景に暗い文字を出すポジ表示方式を用いるとか、種々な方法が報告されている⁴⁾。

これらの対策の基本的な考え方は、ディスプレイの性能を視覚特性に合わせて向上させることと、作業空間での視覚刺激の変動を少なくすることの 2 点である。これは、視覚系への障害の原因を究明するというよりは、障害に関与していると思われる情報刺激を少なくしようとする消極的な方法である。しかし、疲労の一般的な原因が過度の負担ということであれば、以上の対策が最も適切なものかもしれない。

VDT にはディスプレイ以外に、入力情報を与えるキーボードなどもあり、視覚系以外の行動系などへの拘束負担などもある。疲労の問題も、視覚だけでなく総合的に検討すべきであるが、ここでは光学分野から眺めて、視覚を中心とした疲労について感じたままを述べてみた。まだまだ、未解決の部分も多く、視覚特性を調べている者にとっても、興味のある問題も残されており、新しい手法でのアプローチが期待される問題である。

文 献

- 1) 中央労働災害防止協会：OA 化に伴う労働衛生対策研究委員会第一次報告書 (1984)。
- 2) A. Cakir, *et al.*: *Visual Display Terminals* (John Wiley & Sons, New York, 1980)。
- 3) 栗田正一、伊吹順章、齊藤 進、福田忠彦、金谷末子、高橋貞雄、袴田薫生：特集—OA 時代における視環境の諸問題。照明学会誌, **68** (1984) 102-126。
- 4) 畑田豊彦：ディスプレイ端末を人間工学の立場で見直す。日経エレクトロニクス, No. 333 (1984) 158。

(1984 年 4 月 4 日受理)