

## 調節弛緩状態における屈折値の変動 (図2, 表4)

近江源次郎\*・木下 茂\* (\*大阪大学医学部眼科学教室)  
 大路 正人\*\*・岡本 仁史\*\* (\*\*大阪労災病院眼科)

## Refractive Fluctuation Under a Lack of Accommodation Stimulus

Genjiro Ohmi\*, Shigeru Kinoshita\*, Masahito Ohji\*\*  
 and Hitoshi Okamoto\*\*

\*Department of Ophthalmology, Osaka University Medical School

\*\*Division of Ophthalmology, Osaka Rosai Hospital

## 要 約

日常経験する眼精疲労のモデルとして、視覚疲労負荷(連続1時間のVDT作業)、全身疲労負荷(24時間の覚醒)、飲酒による薬物負荷の3種類の疲労負荷を考え、これらの疲労負荷を正常者に与えることで、どのように調節機能に影響を及ぼすかを他覚的に検討した。その結果、3種類の疲労負荷とも調節弛緩状態における屈折値の変動幅は増大する傾向を示した。その程度は飲酒負荷が最も大きいものであった。視覚疲労負荷と飲酒負荷において調節弛緩状態における屈折値は近視化した。他覚的調節力の幅は飲酒負荷後で低下した。これらの現象と眼精疲労との関連性が強く示唆された。(日眼 92:1854—1858, 1988)

キーワード：準静的特性，調節，眼精疲労，VDT，アルコール

## Abstract

We performed a quasi-static measurement of accommodation in 22 normal eyes (11 males) after three different fatigue loads as mentioned below. The loads inducing visual fatigues were VDT-working for 1hr, staying awake for 24hr, and drinking alcohol (BAL=92mg/dl). The result indicated that refractive fluctuations without accommodation stimulus were larger in all three types of loads, especially alcohol drinking, than in the pre-load state. Both 1hr-VDT-working and alcohol-drinking induced myopic changes. The accommodation amplitude decreased in alcohol drinking because of major myopic shift of the far point in accommodation. These change in accommodation appeared to be correlated with visual fatigue. (Acta Soc Ophthalmol Jpn 92:1854—1858, 1988)

Key words: Quasi-static measurement, Accommodation, Visual fatigue, VDT, alcohol

## I 緒 言

近年、VDT作業従事者の増加に伴い、VDT作業による眼精疲労は社会的かつ臨床的問題として注目されつつある。また従来より、眼精疲労を訴える疾患として頭頸部外傷における調節障害の存在が報告されてい

る<sup>1)~4)</sup>。しかし、今までの自覚的な調節機能検査ではそれらの病態を理解することが困難であった。最近になって、鶴飼らの開発した他覚的に調節の準静的特性を記録する装置<sup>5)</sup>を用いることにより、VDT作業による他覚的な調節機能障害が報告されてきている<sup>6)~8)</sup>。また、宮崎らは頭頸部外傷における調節の準静的特性

別刷請求先：553 大阪市福島区福島1-1-50 大阪大学医学部眼科学教室 近江源次郎  
 (昭和63年7月15日受付，昭和63年8月12日改訂受理)

Reprint requests to: Genjiro Ohmi, M.D. Dept. of Ophthalmol. Osaka Univ. Medical School  
 1-1-50 Fukushima, Fukushima-ku, Osaka 533, Japan

(Received July 15, 1988 and accepted in revised form August 12, 1988)

を報告し4型に病型分類している<sup>9)</sup>。これらのことは、他覚的に調節の準静的特性を記録する装置が開発されたことにより、ようやく理解することが可能になってきたと言える。

今回我々は、我々が日常経験する眼精疲労として、視覚疲労負荷(連続1時間のVDT作業)、全身疲労負荷(24時間の覚醒)、飲酒による薬物負荷の3種類の疲労負荷を正常者に与えることで、どのように調節機能に影響を及ぼすかを他覚的に検討した。その結果、興味ある現象をとらえることができたので報告する。

## II 方法

対象は23歳から31歳までの、屈折異常以外の眼科的異常を認めない男性11名の22眼とした。同一対象者に対して、(1)視覚疲労負荷(連続1時間のVDT作業—同一種類のファミリーコンピュータゲームを同一条件で用いた。)、(2)全身疲労負荷(24時間の覚醒)、(3)飲酒による薬物負荷を行った(測定直後のアルコール血中濃度(BAL)は平均92mg/dl)。これらの負荷の直前、直後に、Nidek社製赤外線オプトメーターを用い準静的に調節力を片眼づつ測定した。測定条件として2種類を用いた。測定条件(1):被検者の屈折値(オートレフラクトメーターによる値)に+2.0diopter(D)加えたものを視標とし、60秒間屈折値の変動を測定した(この検査法における調節弛緩状態とした)。60秒後から調節刺激を鶏飼<sup>9)</sup>に準じ0.2D/secで被検者眼の屈折値から8D近視よりまで変化させ、他覚的調節力(調節緊張・弛緩の状態)を観察した。この際同

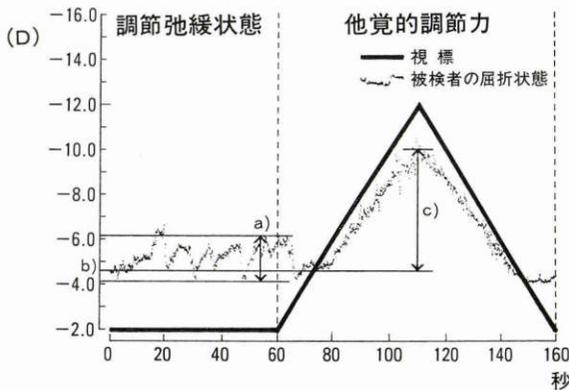


図1 調節に関するパラメーター

a) 調節弛緩状態における屈折値の変動幅, b) 調節弛緩状態における屈折値 (base line), c) 他覚的調節力の調節幅

時に、赤外線カメラにより瞳孔反応を連続的にビデオ録画した。測定条件(2):被検者の屈折値をそのまま視標とし、屈折値の変動を60秒間観察した。瞳孔は自然瞳孔で行った。調節弛緩状態における屈折値の変動幅、屈折値(base line)、および他覚的調節力の幅について測定した(図1)。またビデオ録画より、測定開始30秒後の瞳孔横径を計測した。

## III 結果

調節弛緩状態における屈折値の変動幅は表1に示した。この変動は不随意的に発生した。調節弛緩状態における屈折値 (base line) では、負荷前に比べ、VDT負荷後0.3D、飲酒負荷後1.2Dの近視化が生じていた(表2)。他覚的調節力の幅については、負荷前に比べ、飲酒負荷後に1.2Dの調節力低下を生じた(表3)。また、VDT負荷後、覚醒負荷後においても、調節視標への追従能力が減衰する傾向を多くの例に認めた。調節に伴う瞳孔反応では一定の傾向を示さなかったが、飲酒負荷において、縮瞳傾向を認めた(表4)。測定条件

表1 調節弛緩状態における屈折値の変動幅 (Diopter)

負荷前	VDT負荷	覚醒負荷	飲酒負荷
0.66±0.39 <sup>*</sup>	0.97±0.48 <sup>*</sup>	1.02±0.48 <sup>#</sup>	1.59±0.48 <sup>§</sup>

(n=22) \*p<0.005 #p<0.001 (平均値±標準偏差)

表2 調節弛緩状態における屈折値 (base line) (Diopter)

負荷前	VDT負荷	覚醒負荷	飲酒負荷
-3.50±2.21 <sup>#</sup>	-3.83±2.06 <sup>*</sup>	-4.02±2.30	-4.73±2.10 <sup>#</sup>

(n=22) \*p<0.005 #p<0.001 (平均値±標準偏差)

表3 他覚的調節力の幅 (Diopter)

負荷前	VDT負荷	覚醒負荷	飲酒負荷
4.57±1.57 <sup>*</sup>	4.62±1.52	4.54±1.39	3.43±1.40

(n=22) \*p<0.001 (平均値±標準偏差)

表4 調節弛緩状態の瞳孔横径 (mm)

負荷前	VDT負荷	覚醒負荷	飲酒負荷
5.90±0.61 <sup>*</sup>	6.17±0.83	5.70±1.01	5.30±0.83 <sup>*</sup>

(n=22) \*p<0.001 (平均値±標準偏差)

(2)においても負荷前に比べ、飲酒負荷後に近視化が生じていた。

#### IV 考 按

今回用いた調節の準静的特性の検査は、1983年に鶴飼<sup>9)</sup>が開発したものである。この検査法は、他覚的に且つ詳細に、調節機能全般を比較的短時間に調べることができる再現性の高い検査法である。最近になってこの検査法を用いることで、高橋<sup>10)</sup>が調節痙攣や衰弱について、鶴飼<sup>9)</sup>が弱視について、若倉<sup>6)</sup>や蒲山<sup>7)</sup>がVDT作業について、宮崎<sup>9)</sup>が頭頸部損傷についてすでに臨床報告を行い、今までの検査法では判らなかった新しい知見が次々と報告されつつある。

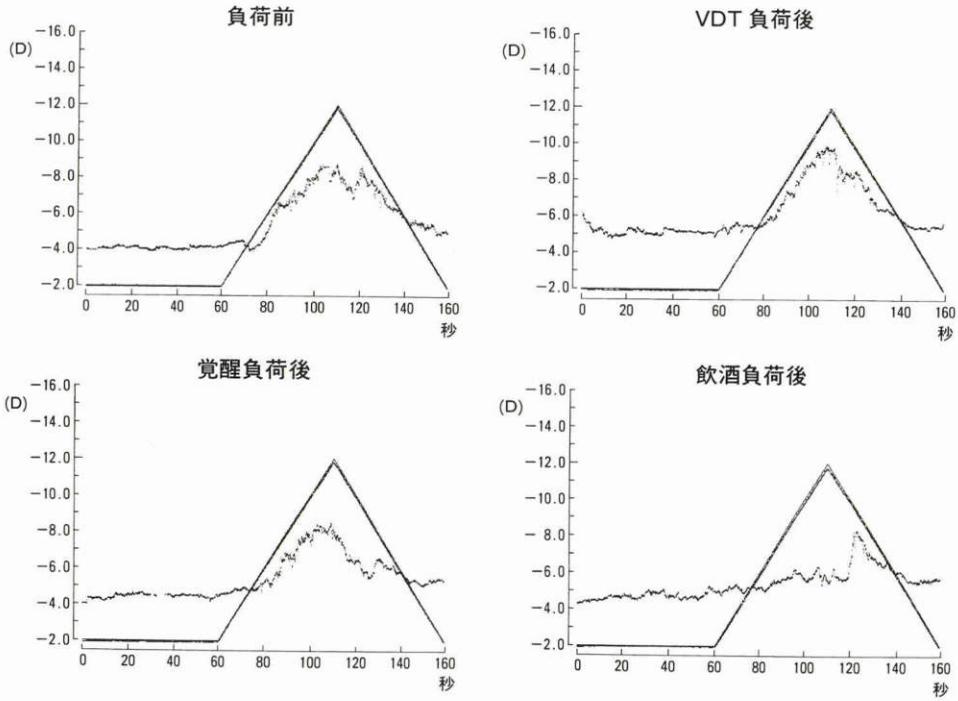
対象を23歳から31歳までの正常男性としたのは、調節の準静的な他覚的測定法では蒲山<sup>7)</sup>が、35歳頃よりAr/As比(Accommodative response/Accommodative stimulus ratio)の減少が著しくなる<sup>11)</sup>と報告しているように、35歳以下でないときと水晶体の調節変動をみることに適さないと考えたからである。また法律上、飲酒負荷には20歳以上でないときと適さないためである。男性に限定したのは、女性では性周期の調節に対する影響が考えられたからである。また、対象とした11名の男性は日常的にはVDT作業に携わっていないため、一般的なVDT作業は対象個々により負荷として誤差が大きくなることが考えられた。そのため、同一種類のファミリーコンピュータゲームを同一条件で用いた。

我々の用いた、被検者の屈折値+2.0Dの視標を追い掛けるという調節弛緩状態は、調節安静位<sup>12)~17)</sup>とほぼ同様の状態と考えられる。しかし、我々の用いた方法で調節安静位を示しているかは疑問であるため、ここでは調節弛緩状態と表現した。また、若倉<sup>6)</sup>は眼の屈折状態(base line)という表現を用いている。種本<sup>18)</sup>は、調節安静位に著明な異常を示した19例について5グループに分類して報告している。そのなかで、毛様神経の異常興奮の発生機序に着目しているのが興味深く、我々の実験結果を理解する上で重要となる。

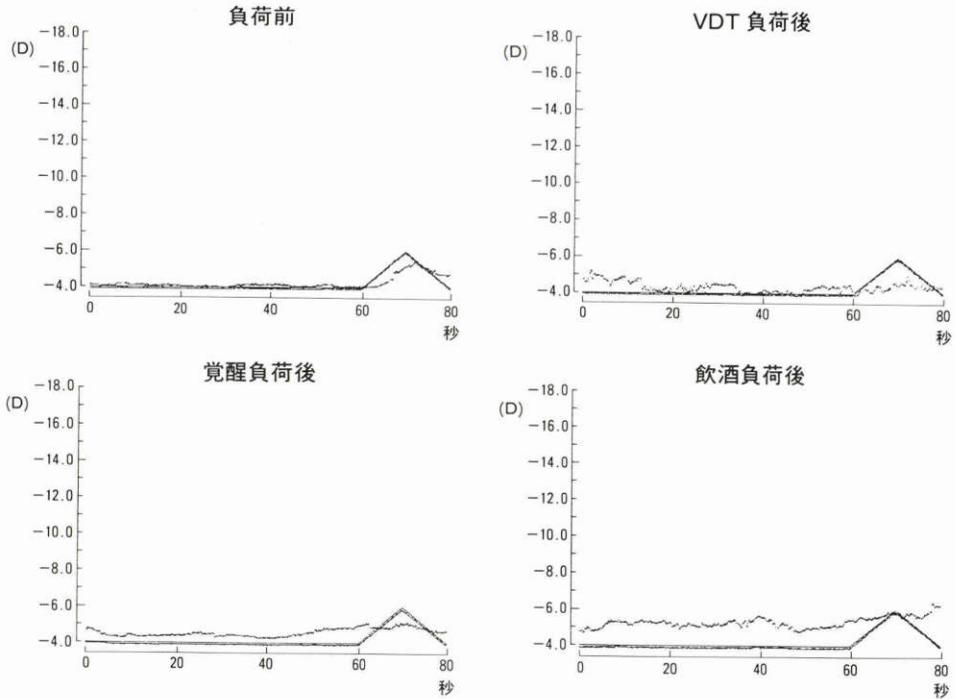
我々が日常経験する眼の疲れる状態(いわゆる眼精疲労)としての3種類の別々の疲労負荷において、同じような現象が生じたということは興味深い。まず、飲酒負荷について考えてみると、アルコール血中濃度(平均)が0.92mg/mlとは法医学的には『微酔』にあたる<sup>19)20)</sup>。生体の変化としては、粗大変化が発現し、平衡機能障害(ロンベルグ症候)、呼気アルコール臭、運動

反射の低下が生じるとある。我々の実験では飲酒負荷において血中濃度が高い症例ほど、調節弛緩状態における不随意的に発生する屈折値の変動幅、屈折値(base line)の近視化の程度および、他覚的調節力の幅の低下が大きくなる傾向を示した。全ての例で、他覚的調節力の幅の低下は、調節近点は変化せず調節遠点が近視側に変化すること(屈折値(base line)が近視化すること)により生じていた。調節視標への追従能力が減衰する傾向は、鶴飼<sup>9)</sup>の測定方法による履歴曲線の出現とほぼ同意義と考えられる。また、飲酒負荷において血中濃度が高い症例では、測定時全般に渡り縮瞳傾向を認めた。これらのことを総括してみると、アルコールによる中枢神経抑制の程度と縮瞳の程度とがある程度比例し、その中枢神経抑制の程度が増すに従ってEW核よりの副交感神経興奮が増す為、屈折値の変動幅の増大および屈折値(base line)の近視化が生じた可能性が考えられる。教科書的には、中脳の縮瞳中枢には、持続的な核上性の抑制衝撃が与えられているが、睡眠中はこれらの機能低下のため瞳孔括約筋核の機能が亢進し、そのうゑ交感神経系の緊張低下も加わって縮瞳がおこる<sup>21)</sup>とある。睡眠中の調節を計測した報告はないが、調節に関しても同じような現象が生じていると考えられる。もうひとつの考えかたとして、鶴飼<sup>22)</sup>が言っているように、焦点はずれによる網膜像の質的低下が判別しにくいとき(小瞳孔による焦点深度の増大、物体が低周波数成分しかもたないとき、…)調節微動は増大すると言う仮説でも説明できる。

VDT負荷後、覚醒負荷後に不随意的に発生する屈折値の変動の幅がいずれも有意に大きくなったこと、およびVDT負荷後に近視化が生じたメカニズムについて推論してみる。これらの状態では毛様体筋の疲労等のため、調節が円滑にいかなくなり、より多くの刺激が必要となり反応性に副交感神経興奮が増す。その結果、調節弛緩状態における屈折値の変動幅が大きくなり、屈折値(base line)の近視化が生じると考えられる。蒲山<sup>23)</sup>はVDT作業負荷によって微動調節運動の減少、調節反応時間の低下、調節幅の減少、近視化などの調節機能障害が観察されたと報告している。我々の結果でも同様の現象を認めたが、微動調節運動はむしろ増加していた。土屋<sup>24)</sup>はVDT作業者に散瞳の遅れを認め、瞳孔においてアセチルコリンの分解能が低下している状態、すなわち、cholinergicな状態にあることを報告している。このことは、調節についても言えるのでは無かろうか。副交感神経優位の慢性



A



B

図2 典型的な症例：28歳，男性  
A：測定条件1，B：測定条件2

有機燐中毒者において遠点の近視化を認め、その結果近視が進行する報告<sup>25)</sup>とも考え合わせると興味深い。それではなぜ、覚醒負荷においてのみ近視化が有意に生じなかったことについて考えてみると、覚醒負荷には全く負荷前と変わらない人(徹夜に強い人)から、測定不能のためデータには加えなかったが、調節痙攣の状態に至る人(徹夜に弱い人)まで個人差が大きかった為と考えられる。測定条件(2)は実際の近視化が負荷後に生じているかどうかを確かめるための追試であるが、調節弛緩状態(測定条件1)同様、近視化が確認できた(図2参照)。また、負荷前に比べ、負荷後には輻輳反応と思える眼振が出現する例を多く認めた。以上より眼精疲労の病態の一つとして、副交感神経の興奮(近見反応の誘発)が生じることがあると考えられた。高橋ら<sup>10)</sup>は調節痙攣の症例に対して、就寝前のサイプレジン®(1%塩酸シクロペントレート)点眼が有効であったと報告しているが、調節痙攣は副交感神経興奮が過剰になり生じると考えると説明し易い。実際、我々は臨床的に眼精疲労を主訴とし調節弛緩状態における屈折値の変動幅が大きい症例に、副交感神経伝達遮断剤を点眼投与することにより他覚的所見の改善を認めており、この事からも眼精疲労の病態の一つとして、副交感神経の異常興奮が関与していると考えている。

#### 文 献

- 1) 松崎 浩：頭部外傷後遺症の眼症状に関する研究。日眼 68：569—574, 1964.
- 2) 松崎 浩：眼科在院よりみた頭頸部損傷。災害医学 13：847—854, 1965.
- 3) 松崎 浩：むちうち損傷による眼症状—眼精疲労様主訴を中心として—。眼科 11：101—107, 1969.
- 4) 片野隆生：むちうち損傷研究の眼科臨床観察。眼紀 23：525—528, 1970.
- 5) 鶴飼一彦, 石川 哲：調節の準静的特性。日眼 87：1428—1434, 1983.
- 6) 若倉雅登, 石川 哲：VDT 作業を含む眼精疲労患者における調節, 特にA/Aの評価。眼臨 80：1331—1337, 1986.
- 7) 蒲山俊夫, 伏屋陽子, 渡会友季子：VDT 作業による調節の準静的特性の変化。眼科 28：1405—1409, 1986.
- 8) 蒲山俊夫, 伏屋陽子, 宮崎仁志：VDT 作業負荷が調節機能に及ぼす影響(特に調節の準静的特性の変化について)。眼科 29：217—224, 1987.
- 9) 宮崎仁志, 高橋裕昭, 蒲山俊夫：頭頸部損傷における調節の準静的特性。臨眼 41：785—789, 1987.
- 10) 高橋裕昭, 蒲山俊夫：調節の準静的特性の臨床応用—調節痙攣と調節衰弱の2症例の治療経過について—。眼科 28：467—471, 1986.
- 11) 蒲山俊夫, 伏屋陽子, 宮崎仁志：調節の準静的特性における正常者の加齢変化。日眼 91：494—497, 1987.
- 12) von Shober H：Über die Akkommodationsruhelage. Optik 11：282—290, 1954.
- 13) 栗崎正孝：調節安静位に関する一考察。眼科 6：140—144, 1964.
- 14) Leibowitz HW, Owens DA：New evidence for the intermediate position of relaxed accommodation. Dec Ophthalmol 46：133—147, 1978.
- 15) Owens RL, Higgins KE：Long-term stability of the dark focus of accommodation. Am J Optom Physiol Opt 60：32—38, 1983.
- 16) 鈴木昭弘：図説臨床眼科講座。4. 老人と眼, 調節と輻輳。東京, メジカルビュー社, 30—31, 1986.
- 17) 鶴飼一彦, 石川 哲, 市橋裕一他：Dark focus of accommodationの測定。眼光学 8：61—65, 1987.
- 18) 種本康之, 鶴飼康之, 石川 哲：調節無刺激状態での異常緊張。眼光学 5：67—74, 1984.
- 19) 福井有公：アルコールの中毒学。法医学。診断と治療 73：982—984, 1985.
- 20) 高橋 宏：アルコールの生理学的影響に関する諸問題。国際交通安全学会誌 13：103—109, 1987.
- 21) 大野新治：神経眼科学。VI. 瞳孔とその異常。東京, 医学書院, 223, 1975.
- 22) 鶴飼一彦：調節微動の視機能低下による変化。光学 14：385—386, 1985.
- 23) 蒲山俊夫：VDT 作業と調節機能。眼科 29：217—224, 1987.
- 24) 土屋一彦, 鶴飼一彦, 石川 哲：調節準静的特性記録時の瞳孔反応同時測定。日眼 92：336—343, 1988.
- 25) 石川 哲：慢性有機燐中毒症の疫学, 臨床および実験的研究。日眼 77：1835—1886, 1973.