



Title	身体活動と睡眠
Author(s)	中川, 功哉
Citation	北海道大學教育學部紀要, 75
Issue Date	1998-03
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/29549
Type	departmental bulletin paper
File Information	75_P1-15.pdf



身体活動と睡眠

中 川 功 哉

Physical Activity and Sleep

Koya NAKAGAWA

目次

I. 緒言	1
II. 現代生活に於ける睡眠の状況と疲労の問題	2
1. 睡眠状況	2
2. 睡眠不足とからだの不調, 疲労	4
III. 睡眠の生理——睡眠の深度を中心に——	6
1. 脳波と科学研究の曙	6
2. 睡眠時の脳波の特性	7
IV. 身体活動, 運動と睡眠	9
1. 身体活動, 運動と自覚的睡眠状況	9
2. 身体活動, 運動と徐波睡眠	11
V. 睡眠と健康の問題	12
文 献	13
謝 辞	15

I. 緒 言

人の生活は古い時代から今日まで長い歴史を通して基本的に夜明けと日没による昼間と夜間における覚醒と睡眠によって営まれ、この生活のリズムとからだの生理リズムは同調しながら進行し、この覚醒と睡眠のバランス維持のもとに健康の基礎が確立され、人間としての生活が営まれている。

覚醒期の人の活動は誠に種々であり幼児期の幼児、学齢期の青少年、社会人としての活動を営む青壮年、勤労者、また、老年初期からの後期のいわゆる老後の生活でその内容は大いに異なるが、覚醒と睡眠は全ての人に毎日等しく現れる現象であり、等しく体験されている。

人は眠りの中で覚醒期の一日の活動によるいわゆる精神的、肉体的疲労を払拭し、心身のエネルギーを回復させ、新たな活動力を獲得し、次の覚醒期の健康な人の活動に備えている。よい睡眠の取り様が日常の生活で基本的に大切であることは日常の体験を通して等しく理解されており、そしてよい睡眠の獲得のために日常多くの努力が為されている。快適な眠りのために環境への心配り、そして時折みる安らかな寝顔より伝わる安心感に我々は健康の基礎を確信できよう。

このような覚醒と睡眠の交替は人間の生活の必然として受けとめられ、睡眠は体験を通してその意義が体得され、いにしえより今日まで営々と継続されており、睡眠を中心として休養の大切さ、意義づけも理解されているのである。1日24時間の内、睡眠を8時間とすると、正に人生の

3分の1は睡眠が占めるのであり、今日、よりよい健康の確立を目ざす生活の処方を考える場合、この睡眠の意義が改めて問われなければならないという思いが強い。第二次大戦後、各国が戦後の復興にかけていた1953年(昭和28年)、ベネットがイギリスの企業家と一般国民の寿命を比較し、1870年(明治3年)には企業家が一般国民に比較してはるかに長寿であったが、1953年(昭和28年)の調査では企業家は59歳に短縮し、一般国民は60歳台に延びていたのである。ドイツでは1950年(昭和25年)、また日本では1951年(昭和26年)松岡が調査し、管理職の人達の寿命が国民一般の寿命より短いことが報告された。その原因として、経営者、管理職に多発する循環系障害があげられた。そしてこの種の疾患をベネットは管理者病(マネージャー病)と呼んだのである。

その後アメリカでも同様の事実が明らかにされ、医療機関により以下の予防法が提唱された¹⁾。

- 毎日適当な運動をすること
- バランスのとれた栄養をとること
- 精神的に安定した生活をする
- 8時間の睡眠をとること

今日、健康確立のための基本として、改めて栄養、運動、休養が問われているが、特に休養の問題は社会的な大きな課題となっている。かつて戦後の復興のために、勤労者は寸暇を惜しんで働き、その復興に寄与したが、時代の推移に伴う社会変遷と共に休養におけるそのあり方も変わりつつあるようにみえる。厚生省は健康増進対策の歴史の流れの中で、1998(昭和63)年度より10年計画で第2次国民健康づくり対策(アクティブ・エイティ・ヘルスプラン)を実施したが、その柱として、栄養、運動と共に休養を位置づけている²⁾。これは、現代生活に於ける健康確立の礎として休養問題を欠かすことができないからに他ならない。

休養に於いては、まず、時代と共に夜型の生活が強まっていることがあげられる。覚醒時の行動、睡眠時の休息の交替は昔も今も営々と続いているが、就寝時刻が時代と共に全体として遅くなっており、起床時刻は勤務や通学の関係上比例的には遅くならず、結果的に睡眠時間は短くなりつつあるのである。この夜型生活の強まりにまつわる健康課題はまた大きい。極度な睡眠不足により疲労は十分に払拭されず、活力の充満に欠け、勤労の意欲も学習の気構えをもたらず、朝食の食欲も出てこないのである。

一体、どのような理由で夜型生活が時代と共に強まっているのであろうか。そしてこのような傾向は健康確立の上で、どのような関与を示すのであろうか。また予想されるのであろうか。

II. 現代生活に於ける睡眠の状況と疲労の問題

1. 睡眠状況

成人の睡眠時間は平均8時間と古くからいわれてきた³⁾。NHK 国民生活時間調査は1960年(昭和35年)から開始されているが、第一回目調査による日本人の睡眠時間(10歳以上)は平日の場合8時間13分であった⁴⁾。従って、1960年(昭和35年)時代は古くからいわれている8時間の睡眠時間が確保されていたと云えよう。松井(1960)⁵⁾は0歳より80歳に至る男女合計6107名に調査し、5歳毎に纏めているが、それによると、平均睡眠時間は男子では20歳代の前半、後半で8時間11分、30歳代が同様に8時間23分、8時間48分、40歳代が8時間42分、7時間50分、50歳代が8時間55分、9時間50分であった。女子では20歳代が7時間51分、8時間21分、30歳代が7時間46分、7時間50分、40歳代が8時間34分、8時間27分、50歳代が7時間52分、

8時間48分となり、男子では殆どの年齢層で8時間以上の睡眠が確保されている。女子では8時間を切る年齢層も特に20歳代～30歳代でみられ、子育て時期にみる睡眠時間短縮と考えられるが、それでも8時間に近い平均睡眠であった。

然しながら、以降の報告によれば、時代と共にこの睡眠時間が短縮する傾向にある^{6・7)}。全国的規模の調査である前述のNHK国民生活時間調査からその推移を概観してみる。

まず、日本人の睡眠(10歳以上)の平日の平均時間は1960年(昭和35年)は前述のように、8時間13分であったが、以降時代と共に漸減し、1995年(平成7年)には7時間32分となり、35年間で41分短縮されている。

また、近年の1970年(昭和45年)から1985年(昭和60年)の経過を男子女子年齢別に概観すると、男子の20歳代は7時間59分から7時間34分(25分短縮)、30歳代は8時間から7時間45分(15分短縮)、40歳代は7時間57分から7時間38分(19分短縮)となりどの年代も漸減的に短縮する傾向があった。

女子の20歳代は7時間41分から7時間23分(18分短縮)、30歳代は7時間24分から7時間16分(8分短縮)、40歳代は7時間20分から7時間02分(18分)となり、どの年代層も男子より睡眠時間が短い傾向があるが、同様に年次と共に短縮しており、近年15年間に於いても短縮傾向が続いており青壮年は男女共に今なお時代と共に短縮する方向が続いている。

一方、50～70歳代の中高齢層ではこのような漸減傾向はない。同様に、1970年(昭和45年)から1985年(昭和60年)の経過で、男子の50歳代は7時間55分から、途中8時間代に増加し、7時間48分(7分の短縮)、60歳代は8時間18分から途中同様に増加し、8時間20分(2分増加)となり、この年代の睡眠時間は殆ど変わらないとみなせる。70歳代は1975年(昭和50年)から1985年(昭和60年)の経過であるが、9時間27分から8時間54分(33分短縮)となり、大きく短縮している。従って、男子の睡眠時間は50歳代、60歳代は変わらないが70歳代で減少しているとみることができよう。

これに対し、女子の50歳代は7時間40分から7時間24分(16分短縮)と漸減、60歳代は8時間09分から途中殆ど一定で、1985年(昭和60年)に7時間54分(15分短縮)となり、近時、睡眠時間が短縮している。70歳代は男子同様に1975年(昭和50年)から1985年(昭和60年)の経過であるが、9時間12分から8時間55分(17分短縮)となり、男子高齢者同様、短縮の傾向にあった。以上のことから睡眠時間は20歳から40歳の青壮年齢層では僅か15年の年次推移で男女共に次第に減少しているみなせよう。また50歳代60歳代の中年、高年初期の年齢層では男子の場合殆ど変化はないが、女子では近時1985年(昭和60年)減少する傾向にあった。さらに、70歳代の高年、中期以上では男女共に近時減少があったとみなせよう。

1965年(昭和40年)から1995年(平成7年)の30年にわたる睡眠の年次推移を小学生、中学生、高校生、大学生、及び主婦の平日、土曜日、日曜日から概観してみる。

先ず小学生では平日は全体として漸減の傾向を示しており、1965年(昭和40年)の9時間22分から1995年(平成7年)に8時間55分(27分短縮)、土曜日と同様に9時間22分から9時間02分(20分短縮)と同じ短縮の傾向を示した。

日曜日は1965年(昭和40年)9時間49分であったものが、1970年(昭和45年)には10時間を越え、1985年(昭和60年)まで10時間代になって平日や土曜日の睡眠短縮を日曜日の増加で補う特徴がみられたが、1995年(平成7年)には9時間52分となり、30年前と同じになった。

この傾向は中学生、高校生も同様であった。中学生の平日は1965年(昭和40年)の8時間37

分から1975年(昭和50年)に7時間47分と急激に短縮(50分の短縮)し、それ以降20年間横ばい状態になっており、1995年(平成7年)には7時間48分(49分の短縮)となっている。このように中学生ではこの20年間横ばい状態を示しているのが特徴的である。土曜日の30年間の経過は漸減傾向を示し、1965年(昭和40年)の8時間36分から1990年(平成2年)には7時間50分(46分の短縮)と短縮したが1995年(平成7年)には8時間18分となり、30年前の時間に戻るきざしを見せた。日曜日の30年間の経過は対照的に1965年(昭和40年)の9時間07分からその後の20年間は増加傾向にあり、1985年(昭和60年)には10時間04分(15分の増加)となったが、1995年(平成7年)には9時間10分となり、30年前と変わらない。高校生の平日、土曜日は中学生より睡眠時間は短かったが、30年の経過状況は同様であった。平日は1965年(昭和40年)の7時間50分から10年後の1975年(昭和50年)に7時間09分(41分の短縮)と一過性に短縮し、以後20年間横ばい状況であり、1995年(平成7年)には7時間20分(30分の短縮)となっている。土曜日も傾向は同様であったが、1995年(平成7年)に大幅に増加し(8時間09分)、30年前の7時間56分より増加した。

日曜日は1965年(昭和40年)は8時間42分であったが、1995年(平成7年)は9時間11分となり増加した。

大学生の睡眠時間は平日、土曜日ともに全体として高校生より多い傾向にあったが、時代と共に減少する傾向は同様であった。然しながら小学生、中学生、高校生にみられるような特徴、すなわち、平日や土曜日の減少に伴って、日曜日に増加するという特徴は見られなかった。

主婦について1970年(昭和45年)～1985年(昭和60年)の15年間の時代推移をみると平日はゆるやかな漸減傾向、すなわち、平日は7時間39分から7時間24分(15分の短縮)、と短縮した。日曜日は8時間16分から10年後8時間27分(11分の増加)と増加傾向にあったが、1985年(昭和60年)には8時間13分となり、15年前と変わらなかった。この主婦について20代～50代の年齢層についてみると、睡眠時間の最も短い40歳代では、平日は7時間17分から6時間58分(19分の短縮)となり、6時間代に入っているのは注目に値する。そして、日曜日は8時間16分から以後10年目までは同じ時間が維持されていたが、1985年(昭和60年)は7時間54分(16分の短縮)となり、平日の睡眠不足が日曜日に補償される一般的傾向がなくなっている。

2. 睡眠不足とからだの不調、疲労

国民全体としての就寝時刻の遅延、睡眠時間の短縮の傾向は現在止まっておらず、今尚、漸減が進行しているが、この宵っぱり現象は当然のように睡眠不足をもたらしていよう。全国的な大規模な調査により(1985年、昭和60年、日本人の生活時間、日本放送出版協会)⁶⁾、成人の睡眠充足状況は「かなり睡眠不足だった」が5%、「やや睡眠不足だった」が25%で、両者合わせて30%となり、3割の人が睡眠不足にあった。

男女別には女子が「やや睡眠不足だった」という人が多く、「睡眠時間」が短くなっているという変化に対応している。

男女の年齢別にみると、睡眠不足は若年齢で高率であり、「かなり睡眠不足だった」は男子の20代が15%できわだって多い。この原因として「仕事の都合」「つき合いや遊び」である。女子の30代は「やや睡眠不足だった」が38%、「かなり睡眠不足だった」が6%で両方で44%になるが、この理由として「家事が忙しい」(30%)、「乳幼児や病人がいる」(23%)が多い。

既述のように、睡眠時間の短縮傾向は成人のみならず発育盛りの子供にも及んでいる。児童生

徒を対象にした健康調査によると(岩田, 1981)⁸⁾ 朝会や集会などで具合の悪くなる理由として「寝不足で体の具合が悪かった」が第一にあげられている。小学生5, 6年生で男子25~50%, 女子14~31%, 中学生1~3年生で男子20~40%, 女子16~24%であり, 高率の学年をみると小学生男女で各5割, 3割, 中学生男女で各4割, 2割であった。

「朝食を食べてこなかった」は同様に小学生5, 6年生で男子10~12%, 女子5~14%, 中学生で男子10~37%, 女子10~13%で, 小学生男女で各1割, 1割, 中学生男女で各4割, 1割であった。また, 「前日の疲れが残っていた」も同様な傾向であり, 同じように高率の学年をみると小学生男女で各2割, 1割, 中学生男女で各3割, 1割であった。睡眠状況を見ると, 就寝時刻が午前0時以降になる児童生徒が小学6年生で男女各4%, 2%, 中学生1~3年生で, 男子は14%~48%, 女子は13%~41%と男女いずれも学年の進むにつれて増大している。そして, 睡眠に対する意識についてみると, 「十分だとは思わない」が, 小学5・6年生で男子24%, 32%, 女子22%, 40%, 中学生1~3年生で男子28%~38%, 女子32%~36%であり, 高率の学年をみると, 小学生で男女各3割, 4割, 中学生で男女4割, 4割となり, かなりの率で自覚的睡眠不足を訴えているのである。

成人市民を対象にした健康調査によると(札幌市教育委員会, 1979年, 1989年, 1996)^{9,10,11)} 前述の全国的な大規模調査の結果と同様に, 時代と共に就寝時刻の遅延が認められる。特に若い年齢層である20歳代, 30歳代についてみると, 午後11時以後の就寝は1979年, 1989年, 1996年で, 男子20代は各67%, 83%, 94%, 30代は各49%, 62%, 80%と増加している。女子20代は各54%, 80%, 86%, 30代は各40%, 56%, 73%となり, 男女共にこの17年間で確実に就寝時刻は遅延しており, 時代と共に夜型生活の強まりを示している。40代から60代の中高齢者では, このような漸増ではなかったが, それでも, 午後11時以後の就寝は1989年と1996年の比較で, 男子の40代は33%から66%へ, 50代は28%から55%へと増加している。女子の40代も同様にこの年推移(7年間)で38%から71%へと増加している。このように近年は若い年代層と共に中年者も遅い就寝となり, 夜型生活が促進される傾向にある。

この睡眠状況と共に調査した疲労項目の内, 朝めざめた時疲労を「いつも感じる」はいわゆる生活による蓄積疲労, 慢性疲労であるが, この訴えも特に若年代層で増加する傾向にあった。1979年, 1989年の10年の推移で11時以後の就寝は男子20代は大略7割から8割へ, 30代は5割から6割へ, 女子20代は5割から8割へ, 30代は4割から6割へと僅か10年の推移で増加した。起床時の疲労自覚「いつも感じる」は同様にこの10年の推移で, 男子20代は13%から19%へ, 30代は9%から17%へ, 女子20代は5%から18%へ, 30代は15%から10%へと減少傾向, と一般的に就寝時刻の遅延と共に, 朝の疲労の目覚めの時に既に「疲労をいつも感じる」慢性疲労者の増加する傾向があった。日常の生活疲労は一夜の睡眠で払拭され, 新たな心身の活力のもとに一日が開始される必要があり, 特に心身の活力が充実する20代, 30代の青壮年の時代に, 朝に疲労を「いつも感じる」は軽視してはならない。

市民に対する1996年の健康調査では¹¹⁾, 1. 健康状態, 2. 健康に関して不安を感じている項目, 3. 健康維持のために心がけている項目, 4. 睡眠状況等であったが, その中で, 就寝時刻と不安項目についてみると, 就寝時刻帯が遅くなるにつれて不安訴え率が漸増したのは3項目であり, 「精神的な疲労・ストレス」「運動不足感」「肥満」であった。就寝時刻午後11時以前, 午後11時~0時, 0時以降の訴え率は「精神的疲労・ストレス」が, 男子では各37%, 47%, 51%となり, 約4割から5割へ, 女子では各39%, 41%, 46%となり, 同様に約4割から5割へ

と男女共に就寝の遅延に伴い、訴え率が増加する傾向にあった。このことは、遅い就寝者は疲労やストレスの自覚が多くなることを示しているが、同時にそのような不安の自覚がありながら、遅くなることを是正できずに過ごしている現実が続いていることを示しているように思える。また、運動不足感、肥満の不安も同様に就寝時刻の遅延と共に増加する傾向にあった。運動不足感は男子で約4割から6割へ、女子で4割から5割へと増加した。これは睡眠不足に陥っている人は運動意欲の発現が弱くなることを示している可能性もある。運動の意欲は十分な睡眠のもと、心身の充実があつてはじめて生まれると考えられるからである。肥満についても同様に就寝時刻の遅延と共に増加する傾向があつた。これは夜食等による影響が不安となっているのであろうか。

III. 睡眠の生理 — 睡眠の深度を中心に —

1. 脳波と科学研究の曙

脳波による睡眠研究の歴史を成書より引用してみる¹²⁾。

動物の脳に電気活動のあることをはじめて証明したのはイギリスのケイトン (Caton 1875) であるが、ヒトの脳の電気活動をはじめて報告したのはドイツの精神科医ベルガー (Hans Berger 1929) であり、脳電図 (Electroencephalogram), α wave, β wave 等ベルガーによって命名された。ベルガーの偉大な業績はイギリスのエイドリアン (Adrian) によつた追試確認され、発見者の名誉のために Berger rhythm の名前がつけられ、その意義がようやく重要視されるようになったという。

当時の事情について、その頃 Adrian のもとにおられた山極教授の生理学会の例会での述懐が記されている。

「検査は Matthews, 被検者は Adrian です。その頭に準備された電極を増幅器を通じてインク書きオシログラフに導き、そのペンの動きと次々に繰りだされてくる記録テープとを、直接スクリーンに拡大投射して、全会衆に一度に供覧する仕組みでありました。主題は眼の開閉による α 波の消失などで、Matthews の “Shut your eyes” または “Open your eyes” の指令によつて α 波の出現したり消失する模様をみせ、また例えば “13 の 3 乗はいくら” というような注文を出すと、 α 波がたちまち消えて直線になり、“ああ、駄目だ” といひながら暗算を諦めるとたんに α 波が出現して満場拍手喝采という次第でした。……。」

我が国における脳波研究の最も古い業績として東北大学藤田生理学教室に於ける動物研究 (Tohoku Journal of Experimental Medicine 1937 年, 昭 12) があげられている。また、名古屋大学勝沼教授が、ドイツにおいて Kornmuller らの研究をみて帰国後、その研究の意義を重視され、我が国において初めてインク書き脳波記録方式を試みると共に、文部省に働きかけて、脳波研究班を組織され、第1回の会合が開かれたのは1943年(昭18年)で、今日、親しまれている「脳波」の名称も、その折、同教授によつて提唱されたものである。戦後は脳波研究班の運営のバトンは勝沼教授から本川教授に引継がれ、第1回の日本脳波学会が1952年(昭27年)に開催されるまで継続した。

勝沼教授に同行して、コロニャーを尋ねた朝比奈教授は後に次のように回想されている¹³⁾。

「まだ、その当時日本では脳波はほとんどなかったと思っていいんですけども、ドイツでも兎の動物実験だけをやっておりました。勿論1チャンネルの非常な不細工な記録器で非常に太いインク書きの器械でありましたけど、そこへ行くことにしました。これはかなり面白かった。研究所の構内にコロニャー夫妻の家があつたのですけれど、午前8時に夫妻は実験室へまいりま

して兎の脳波をとって、12 時になるとピタッとやめて、そして 2 時まで自分の家に帰ってしまう。……。そこに何か月かおりました、そして大体のことはそこでもってわかりました。しかし当時の脳波というのは、その波の解析をするというところまで行っておりませんでした。ただ、兎にいろいろな薬を注射したり、あるいは何かして、その時の脳波を見るというような程度のことで、これならすぐにでも出来る。しかし日本にはまだその器械がなかったわけですから、私はその時のエレクトロードとその配線図を持って日本に帰ってきたわけでありました。そして日本に帰ってまいりましてすぐにそれを始めようと思ったのですが、当然その増幅器もない、記録器もない。そこで東芝に知っている人がおりました、その人に頼んで配線図を見せましたら、こんなことは簡単だというわけでありました。そこでホッとしたのですが、実際に作ってみるとなかなか思うようにいかない。結局、真空管は、その時の世界の最高レベルのものを集めて作ってくれました。勿論 1 チャンネルなんですけれども、出来上がったというので工場へまいりました。そして兎を使ってやってみると実にきれいな波が出てきました。勿論コロンミュラーのところで見るとよりもっときれいなものが出ていたので、大変に喜びまして、さっそくそれじゃ人間にやってみようというので、人間の脳波をとってみたんです。これがまたすごくきれいなものが出てくるわけですね。そこでこれは嬉しいということで、名古屋の内科の教室へ持って帰りまして、いよいよやってみたわけです。」

脳波研究のあけぼのに思いをはせる時、改めて初期の時代の研究推進の努力が偲ばれる。

2. 睡眠時の脳波の特性

睡眠時の脳波の一般的特性についてその概要を述べる¹⁴⁻¹⁸⁾。

1) 睡眠の深さと脳波

覚醒期の脳波には個人差があり、またその人の意識状態によって様々なパターンがあらわれる。ところが、睡眠時の脳波には顕著な個人差は見られず、眠りの深さの程度に対応して、特徴的な波形を示すようになる。そこで睡眠中の脳波を記録、分析することで睡眠の状態を把握することができる。

睡眠状態は脳波のみならず、自律系機能、体性系機能をあわせたポリグラフ記録から評価される。現在、脳波的睡眠段階の判定に国際基準 (Rechtschaffen and Kales 1968) が設定されている。

この国際基準では、睡眠段階を覚醒段階、第 1、第 2、第 3、第 4 段階及び REM 段階に分類している。以下一般的特徴について述べる。

(1) 覚醒段階 (Stage W)

安静閉眼時は α 波に低振幅の種々の速波が混じった波形であり、また、急速眼球運動 (rapid eye movements, REMs) や筋電図 (EMG) には持続的活動がみられる。

(2) 睡眠第 1 段階 (Stage 1), 浅睡眠期

眠気を覚えてうとうとする状態 (drowsy state) になると、Stage W の α 波の振幅が低下し、連続度もとぎれがちになり、ついには α 波が消失し、同時に不規則な徐波 (4~6 Hz: θ 波) と連波 (18~22 Hz: β 波) が混じったパターンを示す。この浅睡眠期は遅い眼球運動 (slow eye movements) も出現し、EMG の持続的活動水準は覚醒時より低下する。第 1 段階は比較的短く (数分)、覚醒から睡眠へ移行するときや、睡眠中に体動をきっかけとして出現することが多い。

第 1 段階から第 2 段階への移行期には、高振幅の瘤波 (hump) が散発する。頭頂優位に出現す

ることから頭頂鋭波 (vertex sharp wave) と呼ばれ、左右対称に出現することから両頭頂瘤波 (biparietal hump) と呼ばれる。

(3) 睡眠第2段階 (Stage 2), 軽睡眠期

瘤波の連続的出現が見られる時期から睡眠紡錘波 (sleep spindle) が出現し、睡眠第2段階に入る。紡錘波は 12 Hz~14 Hz の波が 0.5 秒以上連続して現れるもので、全体の形が紡錘形にみえるので、この名がつけられている。

また、第2段階の特徴的な波は K-複合 (K complex) で頭頂瘤波に似た 0.5 秒~1 秒持続する振幅 200~300 μ V の遅い成分とこれに続く 14 Hz 前後の紡錘波から成る速い成分で構成される複合波である。この第2段階では紡錘波や K-複合が目立つが、背景脳波としては低振幅の δ 波、Q 波を含む不規則な脳波がみられる。

被検者はすやすやと軽い寝息をたてて眠り、自覚的にも軽い眠りに入ったことが体験され、軽睡眠期ともよばれる。

(4) 睡眠第3段階 (Stage 3), 中等度睡眠期

徐々に振幅を増した徐波が出現する。2 Hz 以下で振幅が 75 μ V 以上の徐波が記録頁の 20 % 以上、50 % 以下を占める段階をいう。この時期の徐波を丘波 (hill wave) とよび、紡錘波が丘波に重畳する時期を鍾丘混合期ともよぶ。

被検者はかなり深く眠っていたと自覚し、中等度睡眠期とも呼ばれる。

(5) 睡眠第4段階 (Stage 4), 深睡眠期

鍾丘混合期から、さらに大徐波が連続して現れる。2 Hz 以下、75 μ V 以上の徐波が記録頁の 50 % 以上を占める段階をいう。紡錘波は出現する時と出現しない時がある。

最も深い睡眠期で、かなり強い感覚刺激を与えないと覚醒させることができない。深睡眠期とも呼ばれる。

(6) REM 段階 (Stage REM)

REM は急速眼球運動 (rapid eye movements) の頭文字をとった略語である。REM 段階は脳波所見では睡眠第1段階と類似していて区別が困難であるが、EOG (Electro Oculo Gram) と EMG (Electro Myo Gram) の同時記録により、急速眼球運動の出現や筋電図活動の低下等から第1段階とは区別される。

この時まに眠っている人を呼び起こすと、高率の比率 (80 % 位) で夢を見ていたと述べている。また、脳波は第1段階に似ているが、覚醒刺激を与えても目覚めにくく、睡眠深度は第1段階より深い。

REM 段階に対して第1段階~第4段階をまとめて NREM (non-REM) 睡眠と呼ぶ。NREM 睡眠のうち、第3段階と第4段階を合わせて徐波睡眠 (slow wave sleep, SWS) といっている。

2) 睡眠の周期

入眠後、翌朝目覚めるまでの睡眠段階はランダムに出現するのではなく、一定のリズムに従って推移する。たとえば成人では Stage W を経て入眠し、Stage 1, 2, 3, 4 と徐々に深い睡眠に移行していく。これらの NREM 睡眠の後に Stage REM があらわれる。このように、入眠後 Stage REM が終了するまでを睡眠周期とよび、その長さは約 90 分であり、一夜の睡眠の間に、数回睡眠周期が繰り返される。

一般的に Stage 4 は睡眠の前半に出現することが多く、後半になるにしたがい Stage REM の持続時間が長くなる。

3) 睡眠の深度

前述のように睡眠の効果に影響される睡眠深度の深まりは脳波上、徐波睡眠 Slow Wave Sleep が指標とされるが、徐波の成因について古くから同期の視点から考えられている。Adrian, Mathews (1934) 其他の人達は各細胞が同一の律動を以て同時に電氣的搏動をしているから規則正しい波が出来るだろうと考えた。この考えを Synchronism 学説といい、今日多くの方面の研究者により信奉されている学説である (本川 1944)¹⁹⁾。朝比奈 (1965)²⁰⁾ も低振幅速波 Low Voltage Fast Activity と高振幅徐波 High Voltage Slow Activity 等と意識水準の関係考察の中で HVSA は、多くの神経単位が同期して起こるものという推論から、脳波の場合これを同期化 synchronisation とよぶし、また LVFA は各神経単位が個々に活動してその同期化がくずれるという意味で、これを脱同期化 desynchronisation とよぶとしている。

脳波による睡眠深度の把握は脳研究の最大の利点の一つである²¹⁾。

IV. 身体活動・運動と睡眠

1. 身体活動・運動と自覚的睡眠状況

われわれは体験によって、よい眠りに入るための心身状態を知っている。日々の生活に於ける種々な悩みや苦悩は入眠を妨げ、そして睡眠による精神疲労も仲々払拭されず、眠りの後の、朝の目覚めの感覚も生き生きとはしない。また、適度な身体活動や運動による全身疲労、筋疲労は眠気をさそい、容易に入眠を誘発し、そして目覚めの感覚も活力に満ちていることが多い。心の安らかさ、適当な身体活動がよりよい睡眠を獲得する基礎であることを一様に体得している。然しながら、現代生活に於ける社会の大きな変貌は、生活のリズムを少しずつ変え、夜型生活にならざるを得ない場面も多く、眠りの不足にさいなまれることも度々である。どの年代の人にとっても日々の生活のさまざまな意識が身体活動や運動欲求の意識を抑制する可能性がいつでもあり、生活における身体活動や運動・スポーツの意欲が自然に意識の中に湧き出るのには、何よりも心身の充実、心の余裕が必要である。

日中の身体活動や運動が睡眠に及ぼす自覚的影響についての調査研究が報告されている²²⁻²⁶⁾。

J. M. Porter and J. A. Horne (1981)²²⁾ は一般に運動が眠りを強めると信じられているが、運動による睡眠の質の変化を検討している調査研究の少ないことから、各種のスポーツセンターを訪れ 80 名の希望者に対し、連続 7 日間の身体活動、運動と睡眠状態記録を依頼し、51 名の回答を得た。アンケート内容は睡眠前は、疲労状況、運動の種類・時刻、等 9 項目、睡眠後は疲労状況、睡眠開始時刻、起床時刻、睡眠の質等 8 項目であった。その結果、体力の有無 (自覚的な判断) で特徴があることを指摘した。全被検者では睡眠後の朝起床時の疲労自覚で“大変疲れている”という訴えは 10 % であったが、体力がある被検者では僅か 3 % であった。また、眠りの質においても体力がない被検者の“睡眠不足”の訴えは 20 % であったが、体力のある被検者は 10 % であった。さらに、“もっと長く眠りたい”という欲求は体力のあるグループは 44 % であったが、体力のないグループは 59 % に及んでいる。このような状況から、体力のある被検者は睡眠の効率がよいと判断している。

J. HASAN (1988)²⁴⁾ らはフィンランドの都市の中年者 1190 名について、睡眠習慣、睡眠障害、生活習慣と疲労の研究を行い、その中で同様に健康人を対象とする身体運動の睡眠に与える主観的効果についての検討しているデータは全く不足していることをあげ、運動習慣と夜間睡眠を検討している。入眠や朝の目覚めの自覚等に与える運動の効果について、約 70 % の人は運動を実施

しない日に比べ、夕方4～8時に運動を実施した日は入眠しやすいとし、65%は夜間睡眠が充実するとしている。僅か7%の人は運動後では入眠が困難になり、6%の人が運動後、夜間睡眠がよくとれないとしている。また、被検者の3分の2は就寝の0～2時間前の運動が入眠を助け、62%の人は夜間睡眠が充実するとしている。一方、24%の人は入眠が困難になり、11%は夜間睡眠が不十分になると感じている。続く朝は60%が目覚めがはっきりとするとし、9%は疲れが残るとしている。このように都市生活の中年者の運動習慣と睡眠習慣の資料から、被検者の大多数は、身体運動は、入眠の容易さ、夜間睡眠の充実、朝の目覚め感覚の良好さ等、いわゆる眠りの質に好影響を与えると感じている。然も、被検者のかなりの比率の人が遅い時間帯の運動でも睡眠が改善されるとしている。

C. M. Shapiro and D. Bachmayer (1988)²⁵⁾ は一般住民400名と病院の通院患者400名についての調査から運動と睡眠について比較検討している。全サンプル800名の68%が月に少なくとも2回、ある運動に参加していたが、この544名中、452名(83%)が、「貴方は入眠を助ける特別な習慣を挙げることができますか」と問に対して、任意の運動を挙げている。その他は20%を超える習慣は読書であった。

また、特に外来患者に於いては睡眠の質に関して一般的に不満があり、原因究明を要するが、睡眠の不十分な人の睡眠の質を改善するために、運動の効果を評価しなければならないとしている。

われわれは体力、健康に関する調査研究を進め中で、生活処方確立のために運動や睡眠の問題が必須であることを考え、常に調査項目の中にこの問題を入れて検討してきている。また、特に市民については1978年(昭和53年)、1988年(昭和63年)、1996年(平成8年)と調査を行い、その時代的推移について検討している。1988年の調査は20歳代～70歳代の男女997名であったが、睡眠時間と体力の自覚の関係をみると、男子の場合、睡眠時間7時間以内は177名、7時間以上は263名であったが、体力があるは前者は71%後者は62%、女子の場合睡眠時間7時間以内は280名、7時間以上は252名であったが、体力があるは前者が62%、後者が52%となり、男女共に「体力がある」は「睡眠時間が短い」傾向にあり、体力があると自覚する人はいわゆる熟睡の率が高い傾向が示された¹⁰⁾。体力があると自覚する人は活動的な生活を送ることも予想されることから、身体活動はよい睡眠を誘発する可能性が大いにある。

また、運動やスポーツの睡眠自覚に与える影響の把握は、生活処方確立のための基礎要因であり、その資料収集の必要性から、18歳～20歳の短大女子バレーボール部員(13名)並びに40歳代～50歳代主婦(28名)について、日中の活動状況と睡眠自覚の日誌を短大生は3週間、主婦は3週間×2回の連日の記録を行い、非活動日や運動の活動日の行動と睡眠状況を検討した(1997)²⁶⁾。

その結果、短大女子バレーボール部員では非活動日に対し、スポーツを実施した活動日の睡眠は「ぐっすり眠れた」が高率であった(活動日37.6%、非活動日25.7%)(図1)。また、「目覚め時の気分」「体調」も同様であった。日常的な運動習慣のなかった主婦は「健康ライフ形成促進事業」のプログラムに参加して運動を継続して実施したが、同様に運動を実施した活動日の睡眠は「ぐっすり眠れた」が比較的高率であり、「目覚め時の気分」「体調」も同様な傾向がみられ、鍛錬者の短大生運動部員でも、運動を開始したばかりの主婦でも継続的運動は睡眠自覚に好影響をもたらすことが把握された。

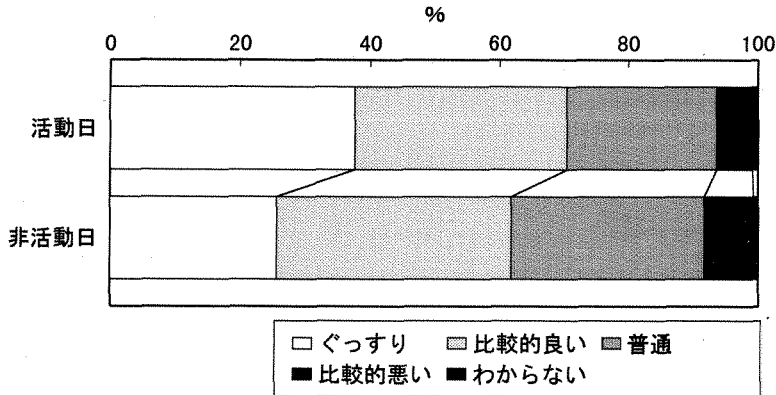


図1 睡眠状況の自覚 (侘美, 蔵満, 小田, 森谷, 中川)²⁶⁾

2. 身体活動、運動と徐波睡眠

前述のように、よい眠りを獲得するための心理的、行動的な諸条件について多く経験し、体得されているのであるが、睡眠の生理学的検討は重要である。それはともすれば不十分な睡眠になりがちな現代生活に於いて、よりよい健康確立を目指す生活処方の中で、活動と休養は生活の基本であり、これが二大支柱であることは論を待たない。そして、身体活動、運動と睡眠生理の関係が検討されつつある。睡眠生理機能については、特に徐波睡眠 (Slow Wave Sleep) を中心に検討されてきている²⁷⁻³⁸⁾。

徐波は意識水準から見て深い睡眠段階と平行することから、身体活動や運動の影響を睡眠の生理的効果から見る場合の一つの基準とみられるものである。

研究報告、綜説から運動と睡眠徐波の間に未だ一定の関係が確立されてはおらず、日中覚醒時の運動が徐波睡眠を増す報告、また、特に増すことはない報告がある。

C. M. Shapiro et al (1975)²⁸⁾ は身体疲労と睡眠徐波は相関があるとの提言 [Backland & Laski (1966)] を確かめるため、24 歳と 26 歳の高度鍛錬者 2 名について、自転車エルゴメータにより強度 (50 % VO_2max , 75 % VO_2max) と運動時間を変えながら日毎の疲労を変化させて睡眠の状況を検討し、身体疲労に比例して徐波睡眠時間が段階的に増すことを示した。

また、C. M. Shapiro et al (1981)²⁹⁾ は徐波睡眠は疲労の回復過程に強く関連することから、さらに 6 名の被検者 (年齢 18~26 歳, 平均 21.7 歳) について 92 km のロードレース完走前後の睡眠状況を検討している。マラソン前の 2 週間、睡眠実験室で 2 夜睡眠記録を行い、第 2 夜をレース前のものとした。マラソン当日の夜とそれに続く 3 夜が記録され、さらにマラソン 2 週間後に再度記録された。この結果は、マラソンの当日の夜間睡眠で Stage 4 が大きく増加し、また、Stage 3+4 はマラソン当日と翌日の夜間睡眠で大きく増加し、以後コントロールに戻っていた。そして、体力のある被検者では、運動後に徐波睡眠が増え、体力のない被検者では一般的に不十分な負荷運動であっても生体のある種の歪みが徐波睡眠を誘発させないであろうとしている。

一方、既述のように運動が徐波睡眠を誘導することはない立場を支持する研究も多い。J. M. Walker (1978)³⁴⁾ は I. Oswald (1962) と H. P. Roffwarg (1964) により徐波睡眠 (Stage 3+4) が運動によって増すであろうと最初に提唱されて以来、相反する結果がそれぞれ報告されていることから、急性の運動あるいは慢性の運動が徐波睡眠を誘発させる可能性に、焦点を当てて検討した。

被検者は大学の距離走者10名と対照者10名であり、運動は13:00-16:00に実施され、平均ランニング距離は10.2 kmで平均タイムは35.5分で行われ、ランニング時の酸素消費量は3.71 l/分であった。このような運動は3日間行われた。対照者の非ランナーは普段に行うソフトボールや水泳を3日間行い、4日目の午後に個々人のペースで13:00-16:00の間に2.4 kmのジョグ走を行い平均タイムは13.6分であった。このような運動による夜間睡眠における徐波睡眠は絶対量あるいは比率(%)を増すことはなかった。

われわれは数年来、実験研究を進めてきているが、その中で、睡眠時に入眠は日常の場所を離れた場合、微妙にそがいされることを考慮し、睡眠記録を自宅(自室)で行うように配慮している³⁸⁾。

被検者は男子大学生中心で、運動部所属(フェンシング)の4名と男子勤労者1名の5名について運動日と非運動日の夜間睡眠を検討した。運動は日常の練習内容に適宜、ジョギングを加えたものであり、夕刻~夜にかけて行われた。

その結果、運動を実施した日の睡眠で徐波睡眠、特にStage 4の全睡眠に対する比率が増加した。本研究に於いてこのような結果が得られた理由として、被検者が日常規則的な運動鍛錬があり、同時に比較的高い循環亢進があったことによると思われる。また、睡眠の記録が、日常起居する自室で行われたことにより、普段の睡眠に近い状況で記録されたことも一因と考えられる。

V. 睡眠と健康の問題

前述(II. 現代生活の睡眠の状況と疲労の問題)の中で、睡眠の時代的变化、睡眠不足とからだの不調、疲労の問題を調査結果より考察してきたが、特に持続的な慢性の睡眠不足が問題となろう。慢性睡眠不足はどのような健康阻害を誘発するのであろうか。慢性的な睡眠不足と健康問題は古くから考えられ、対処されてきたと思われるが、新福(1972<昭和47>年)は次のように指摘している³⁹⁾。

「十分な睡眠が健康の保持にとって不可欠なものであることは、多くの証拠から疑いがない。したがって、もし慢性の睡眠不足がつづいているすれば、それが心身の健康にとって重大な悪影響をおよぼすことも、また疑いのないことであろう。しかしこの二つの点、現代人が慢性の睡眠不足の状態にあるか、もしあるとすればどういう重大な悪影響がそれから生じているかについて厳密な研究はまだなされていない。その結果がどうかの解明は今後の医学的課題だとしても、つぎのことはほぼ誤りない事実であろう。それは睡眠不足の弊害が、すぐにある疾病をつくるというようになるのではなく、生体の回復機能を低下させ、それによってストレスに対する適応性を弱め、いわゆるストレス疾患を増加させるということである。

たとえば胃潰瘍であるが、小さな胃潰瘍はいろいろな原因で胃壁に出現する。ストレスもその中の一つであるが、健康な胃はやがて潰瘍を修復し正常に戻す機能を持つ。ところが睡眠不足の場合はその機能が十分に発揮されない。あるいは潰瘍促進的に作用する。こうして潰瘍が持続し、ほんものの胃潰瘍となる可能性が生じる。同様のことは他の疾病についても云えるであろう。もしこの推論が正しいとすれば、現代におけるストレス病(高血圧、心臓病、胃潰瘍、糖尿病など)の多発は、ストレスそのものの問題であるよりはストレスに対する適応能力の減弱の問題、そしてそれはまた睡眠不良、換言すれば自律神経の失調状態と関係のある問題ではあるまいかということである(睡眠療法によって、この種の疾病を治療し得ることは、この推測に有力な根拠をあたえる)。

しかし、実際はこうならないかも知れない。というのはこのような重大な影響をもつ睡眠不足であるから、それが慢性の不足状態におちいらないよう、どこかで代償されるに違いないと考えられるからである。すなわち余暇時間を見つけて眠るとか、執務中にうとうとするとか、心身の活動水準を低下させて疲労を少なくするとかして慢性の不眠におちいらないようにするであろう。この最後の予防手段は見ようによっては怠惰、不活発、鈍麻、茫然というような印象を与えるかも知れない。しかし、それが生命保持のための必要な防衛手当だとすればそれも止むをえないことである。

もっとも精神の領域に生ずる変化には防衛手段とならないものもある。集中困難、易疲労性、いらいら、かんしゃく、不機嫌、気分易変、判断力の低下、軽率などはただ睡眠不足の結果現象にすぎない。現代人がいらいらし、軽薄で、判断力に乏しいのは慢性睡眠不足によるところが大きいであろう。」として、心身の健康維持に対するよい睡眠の重要性を改めて解説している。

Stanley Coren (1996) は睡眠と健康の解説書の中に次のように問題を指摘している⁴⁰⁾。睡眠時間の時代的短縮について、1978年から1988年にかけての10年間で大学生の平均睡眠時間は7時間18分から6時間52分に変化し、30分近く短くなっていた。また、80年前の学生にくらべると2時間近くも短くなっていたのである。また、眠りと病気とのかかわりについて、大学生対象(2300名)の毎晩の睡眠時間と健康状態の調査から、平均睡眠時間が7時間以下と7時間以上の学生の間に医師の治療を受けた回数に差があり、睡眠が短いグループの受診回数は平均3.7回で、睡眠が標準的なグループの2倍以上であった。さらに、学生たちの免疫機能を大まかに調べるために学生が冒された感染症の数を質問し検討した結果、睡眠が短いグループは感染症に冒された率が睡眠が標準的なグループの2倍以上になっており、睡眠の短い学生の免疫機能の低下をあげている。

睡眠が健康の回復と密接に関連することは一様に経験されていることであるが、病気で発熱がある時はノンレム睡眠量が多くなり、また同時に免疫機能が增強されると考えられており^{40・41)}、正により睡眠は生命力回復の基礎である。

P. J. O'Connor et al (1996) は睡眠に与える運動の影響の重要性についての綜説の中で健康に関連して睡眠の課題は多く、また、これを改善するための処方として運動が大きな可能性を有しているが、運動と睡眠の問題を検討する運動科学研究者が少ないこと、また、睡眠研究に於いて運動との関連に興味を示す睡眠科学研究者の少ないことをあげている⁴²⁾。

わが国に於いても同様である。

然しながら、心身の健康を維持増進するために、何よりも大いなる意欲のもと、適度な身体活動、運動を実施することが必須であるが、そのためにはよりよい睡眠により活動意欲を生み出せるからだがいっつも用意されていなければならない。活動と休養は表裏一体であり、その為の地道な調査、研究が今後、益々必要となると考えられる。

文 献

- 1) 朝比奈一男：運動とからだ，4 運動不足病とは何か，大修館書店：154-157, 1981
- 2) 厚生省の指標：国民衛生の動向，第2章健康増進 1. 健康増進対策，厚生統計協会：90-92, 1988
- 3) 朝比奈一男：ねむりの生理学，睡眠時間，中外医学社：107-113, 1965
- 4) NHK 放送世論調査所：日本人の生活時間，日本放送出版協会：20-21, 1975

- 5) 松井良友：健康人における睡眠状態の統計的観察，東邦医学会雑誌，8(1)：183-189, 1961
- 6) NHK 世論調査部：日本人の生活時間，日本放送出版協会：52-53, 1985
- 7) NHK 放送文化研究所・編：日本人の生活時間，日本放送出版協会：209-249, 1996
- 8) 岩田貞夫：札幌市における児童生徒の体位，体力とその要因に関する研究(第2報)，札幌市教育研究所報告書：193-237, 1981
- 9) 中川功哉：市民の健康・スポーツに関する調査研究報告，第1章 健康，体力の意識と実態，札幌市教育委員会：4-57, 1979
- 10) 中川功哉：市民の健康・スポーツに関する調査研究報告，第1章 健康，体力の意識と実態，札幌市教育委員会：1-67, 1989
- 11) 中川功哉，菅原文郎，布上恭子：市民の健康・スポーツ活動に関する調査研究報告，第1章 札幌市民の健康に関する意識と実態，札幌市教育委員会：1-48, 1996
- 12) 清水健太郎，秋元波留夫，時実利彦，藤森聞一：脳波入門，藤森聞一，第1章 脳波研究の歴史，南山堂：1-3, 1965
- 13) 朝比奈一男：東邦大学医学部第一生理学教室同窓会，愛生会談話会集，未刊行資料：1980
- 14) 清水健太郎，秋元波留夫，時実利彦，藤森聞一：脳波入門，清水健太郎・佐野圭司，第5章 正常脳波Ⅱ 正常成人睡眠時の脳波，南山堂：101-109, 1965
- 15) 真島英信：生理学，睡眠，文光堂：184-188：1984
- 16) 大熊輝雄：臨床脳波学 第4版，正常睡眠脳波，医学書院：112-119, 1991
- 17) 新美良純，堀忠雄：睡眠，第4章 ヒトの睡眠の基礎現象，培風館：75-90, 1979
- 18) 島蘭安雄，保崎秀夫，菱川泰夫編集：睡眠の病態，阿住一雄，白川修一郎，健康成人の睡眠時の特徴，金原出版：33-70, 1992
- 19) 本川弘一：野村七録，出羽儀兵監修 生物の進歩，脳波，共立出版：35, 1944
- 20) 朝比奈一男：眠りの生理学：68, 1965
- 20) 立花隆：脳を究める，脳研究最前線，朝日新聞社：113-114, 1996
- 21) J. M. Porter and J. A. Horne: Exercise and sleep behaviour A questionnaire approach, *Ergonomics*, Vol. 24, No. 7: 511-521, 1981
- 23) I. Vuori, H. Urponen, J. Hasan and M. Partinen: Epidemiology of exercise effects on sleep, *Acta Physiologica Scandinavica*, Vol. 133 Supplementum 574: 3-7, 1988
- 24) J. Hasan, H. Urponen, I. Vuori and M. Partinen: Exercise habits and sleep in middle-aged Finnish population, *Acta Physiologica Scandinavica*, Vol. 133 Supplementum 574: 33-35, 1988
- 25) C. M. Shapiro and D. Bachmayer: Epidemiological aspects of sleep in general public and hospital outpatient samples, *Acta Physiologica Scandinavica*, Vol. 133 Supplementum 574: 41-43, 1988
- 26) 佐美靖，蔵満保幸，小田史郎，森谷繁，中川功哉：睡眠に関する研究——スポーツ活動と自覚的睡眠状況——，日本運動生理学会第5回大会抄録集：114, 1997
- 27) J. A. Horne, J. M. Porter: Exercise and human sleep, *Nature* Vol. 256 August 14: 573-575, 1975
- 28) Colin M. Shapiro, Raoul D. Griesel, Peter R. Bartel and Pieter L. Looste: Sleep patterns after graded exercise, *Journal of Applied Physiology* Vol. 59 No. 2: 187-190, 1975

- 29) C. M. Shapiro, R. Bortz, D. Mitchell : Slow-Wave Sleep : A Recovery Period After Exercise, *Science* Vol. 214 : 1253-1254, 1981
- 30) H. S. Driver, A. F. Meintjes, G. G. Rogers and C. M. Shapiro : Submaximal exercise effects on sleep patterns in young women before and after aerobic training programme, *Acta Physiologica Scandinavica*, Vol. 133 Supplementum 574 : 8-13, 1988
- 31) R. J. Berger and N. H. Phillips : Comparative aspects of energy metabolism, body temperature and sleep, *Acta Physiologica Scandinavica*, Vol. 133 Supplementum 574 : 21-27, 1988
- 32) R. G. B. Bonegio, H. S. Driver, L. M. King, H. P. Laburn and C. M. Shapiro : Circadian temperature-rhythm blunting and sleep composition, *Acta Physiologica Scandinavica*, Vol. 133 Supplementum 574 : 44-47, 1988
- 33) P. Hauri : Effects of evening activity on early night sleep, *Psychophysiological Research* Vol. 4 No. 3 : 267-277, 1988
- 34) J. M. Walker, T. C. Floyd, G. Fein, C. Cavness, R. Lualhati and I. Feinberg : Effects of exercise on sleep, *Respirat. Environ. Exercise Physiol.* 44 (6) : 945-951, 1978
- 35) J. Trinder, I. Montgomery and S. J. Paxton : The effect of exercise on sleep : the negative view, *Acta Physiologica Scandinavica*, Vol. 133 Supplementum 574 : 14-20, 1988
- 36) I. Montgomery, J. Trinder, S. Paxton, D. Harris, G. Fraser and I. Colrain : Physical exercise and sleep : the effect of the age and sex of the subjects and type of exercise, *Acta Physiologica Scandinavica*, Vol. 133 Supplementum 574 : 36-40, 1988
- 37) 鳥居鎮夫編 : 睡眠の科学, 朝倉書店 : 21-23, 1984
- 38) 佐美靖, 蔵満保幸, 森谷絮, 中川功哉 : 睡眠に関する研究—スポーツ活動と睡眠—, 日本運動生理学会第4回大会 プログラム・抄録集 : 68, 1996
- 39) 新福尚武 : 睡眠と人間, 第12章 眠りの精神衛生, 日本放送出版協会 : 214-236, 1972
- 40) スタンレー・コレン, 木村博江訳 : 睡眠不足は危険がいっぱい, 文芸春秋社 : 219-226, 1996
- 41) 井上昌次郎 : 脳と眠睡—人はなぜ眠るか—, 共立出版 : 164-165, 1989
- 42) P. J. O'Connor, S. D. Youngstedt : Influence of Exercise on Human sleep, *Exercise and Sport Science Review*, 23 : 105-134, 1996

謝 辞

此の度の退職にあたり, 退官記念号を発行して頂いた北海道大学教育学部に対し, 衷心より厚く感謝申し上げます。