

# 運動クラブ所属学生の疲労度について

——夏季合宿時における疲労——

高 橋 ひとみ

## 緒 言

運動クラブ所属学生のトレーニングの目的は、高いスポーツ成果を追及することにある。人体の適応性を利用し運動刺激を身体に与えることによって、トレーニングは行われる。その与えられた運動刺激にからだが適応していく過程が、トレーニングである。体力向上のためには、運動刺激は軽度のものでは効果を成さないし、過度になりすぎると傷害や障害を招くことになる。したがって、無理なくトレーニング強度を高めていく必要があり、長期間のトレーニングの継続により、からだに適応していく。

さらに、「トレーニングの効果は休養時に獲得される」と言っても過言ではなく、トレーニング後の休養が重要である。トレーニング後の休養により「超回復<sup>1)</sup>」を起こさせ、「超回復」のタイミングを的確に捉えて、次のトレーニングを行えば体力が向上していく。したがって、まず、適切な休養が必要である。休養不足により疲労が回復していない状態でトレーニングを行っても、体力向上には繋がらないばかりでなく、疲労状態でトレーニングを行うと疲労が蓄積して慢性疲労に陥ったり、傷害や障害を招くことになる。逆に、休養が長すぎて「超回復」の機会を逃してトレーニングを行っても体力の向上は期待できない。この「超回復」の原則は、日々のトレーニングにお

いても重要であるが、合宿の場合には、数日間のトレーニング後に休養を取り「超回復」を起こさせるのである。

一方、スポーツ競技はピーク・パフォーマンスを競うものであり、競技日には疲労状態でのピーク・パフォーマンスも必要とされる。したがって、疲労状態でのピーク・パフォーマンスへの挑戦もおかねばならない。このような条件下でのトレーニングは、傷害や障害を避けるために、筋力や持久力などの行動体力に加えて集中力などの防衛体力を勘案しながら実施することが必要である。

このような実状をふまえて運動の実施と運動による疲労発現との関連性を捉えておくことは、運動クラブに所属する学生の健康管理上、必要なことである。今回は夏季合宿、引き続いての平日のトレーニング時に疲労調査を実施し、高温環境下において発現する疲労感の実状について検討を加えることにした。これにより、今後の安全で効果的なトレーニングのための基礎的な資料を得ることを意図した。

### 調査方法

調査は、2000年8月18日から27日の10日間、実施した。18日午後より21日午前までは大阪府内のM大学内で合宿を行い、22日より27日までは通常のトレーニングであり、いずれも学内のグラウンドにおいて行われた。合宿に参加したM大学アメリカンフットボール部の男子学生18名（1回生5人、2回生2人、3回生8人、4回生3人）に疲労調査の参加を依頼した。疲労感は産業疲労調査用の自覚症状調への質問紙を用いて、毎日就床時および覚醒時に疲労自覚調査（付表）を行った。これと併行して客観的な疲労判定指標としてのフリッカー検査と筋系機能検査を実施した。具体的には、午前午後の半日単位でフリッカー値ならびに握力値の測定を運動開始直前、終了直後に実施した。フリッカー値は日本アルゴリズム社製のポータブルフリッカー測定器（DIGITAL FLICKERHE-104）を用い、下降法により2回測定し平

## 運動クラブ所属学生の疲労度について

均値としてあらわした。握力は竹井機器工業製のデジタル握力計（TKK.5101 GLIP-D）により、利き手を2回計測し平均値を記した。資料の統計処理は $X^2$ 検定と平均値の差の検定<sup>2)</sup>を用いた。

練習場の環境条件は、大阪管区气象台による気温・湿度・風速（表1）を参考にした。また、10日間の主な練習内容は、表2に示した通りである。

表1. トレーニング場の環境条件（8月18日～27日）

	2000年	8月18日	8月19日	8月20日	8月21日	8月22日	8月23日	8月24日	8月25日	8月26日	8月27日
10:00	温度 ℃	30.7	30.2	31.1	31.3	32.1	30.9	30.9	32.9	31.6	31.7
	湿度 %	60	56	54	54	55	59	42	34	50	52
	風速 m/s	北東2.7	南南西1.6	東4.3	南南西5.8	西2.9	北西1.8	南西1.4	北1.0	南西2.9	西1.2
15:00	温度 ℃	32.8	32.5	31.6	34.6	34.1	33.3	34.7	33.2	33.2	33.3
	湿度 %	51	53	55	42	45	48	31	44	42	45
	風速 m/s	北西2.2	西南西4.5	東1.3	南南西5.7	西4.2	南西5.7	西南西3.7	西5.2	西南西5.1	西南西4.1

（大阪管区气象台による）

表2. トレーニング内容（8/18～8/27）

午前（9:00～12:30）		午後（15:00～18:30）	
1. アップ	20分	1. アップ	20分
2. アジリティー	10分	2. アジリティー	10分
3. パート（ポジション）	60分	3. パート（ポジション）	60分
4. メージ（試合形式）	60分	4. メージ（試合形式）	60分
5. アフター（個人練習）	30分	5. スプリント（ダッシュ）	20分
		6. アフター（個人練習）	自由

## 結果と考察

疲労調査の延べ人数は151人であり、被験者の平均身長は174.1cm、体重

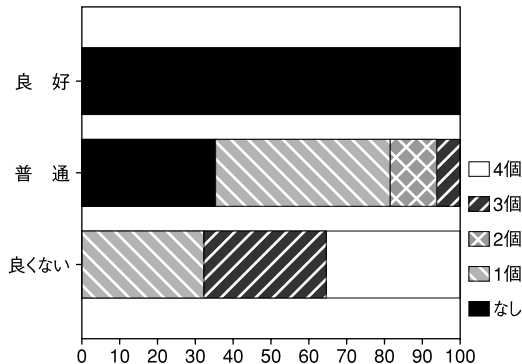
は79.5kgであった。また、延べ151人についての健康状態の自己判定の内訳は、「良好」10.3%、「普通」69.2%、「良くない」20.5%であり、約5分の1の学生は健康状態が「良くない」としながらも、夏季合宿、通常のトレーニングに参加しており、健康管理上懸念されるところである。今後、健康状態の自己判定の基準に関する項目も用意し、疲労の発現との関連を検討していきたい。

一方、トレーニング時の環境条件としては、午前中の温度30.2～32.9℃、湿度34～59%、風速1.0～4.3m/sとなり、午後のそれらは、温度31.6～34.7℃、湿度31～55%、風速1.3～5.7m/sであった。輻射熱を考慮すると感覚温度はもっと高くなり、運動時の環境としては、かなり高温環境下であった。すなわち、恒常性の失調による疲労が懸念された。

#### 1. 健康状態別にみた疲労度

健康の自己判定と就床時・覚醒時における症状群別訴え数の関連について検討した結果、就床時のⅡ群「注意集中の困難」(図1)と覚醒時のⅢ群「局在した身体違和感」(図2)において統計的に有意な差が認められた( $P < 0.05$ )。就床時のⅡ群「注意集中の困難」の訴え数は、健康状態が「良好」なグループにおいては皆無であったが、健康状態が「良くない」グループで

図1. Ⅱ群就床時訴え数

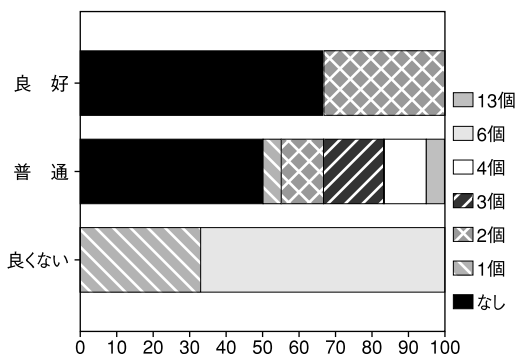


$P < 0.05$ : 健康状態と訴え数とのクロス集計値の分布についての差の検定

## 運動クラブ所属学生の疲労度について

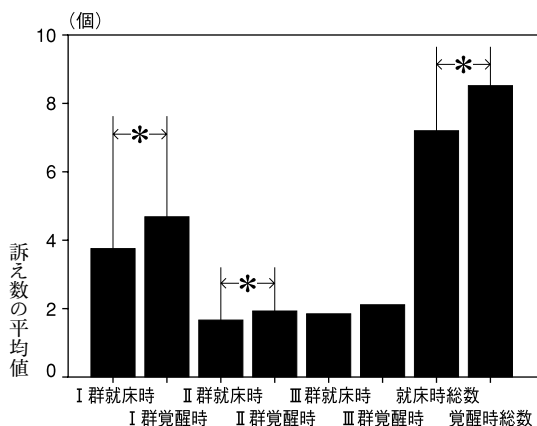
は訴え数が多くなっていた。同じく、覚醒時のⅢ群「局在した身体違和感」の訴え数は、健康状態が「良好」なグループにおいては少なかったが、「良くない」グループでは多くなっていた。すなわち、健康状態が良好なグループは、覚醒時の「局在した身体違和感」の訴えも、就床時の「注意集中の困難」の訴えも少なくなっており、健康状態は疲労感に影響を及ぼすことを示唆するものであった。

図 2. Ⅲ群覚醒時訴え数



$P < 0.05$ : 健康状態と訴え数とのクロス集計値の分布についての差の検定

図 3. 「疲労の訴え数」の平均値



\*:  $P < 0.05$

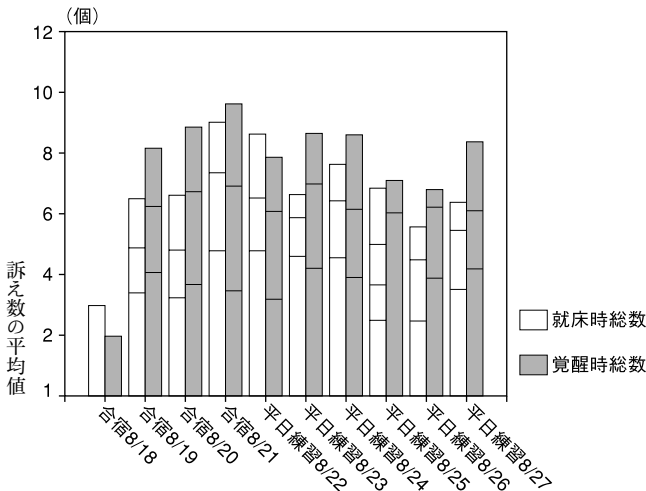
## 2. 疲労度の経時変化

次いで、症状群別に10日間の疲労感の変動をみると、Ⅰ群「ねむけとだるさ」が最も多く ( $P<0.05$ )、Ⅱ群「注意集中の困難」とⅢ群「局在した身体的違和感」との間には有意な差は認められなかった。すなわち、10日間の疲労感としては、「注意集中の困難」や「身体的違和感」より「ねむけとだるさ」に関する症状が最も多かった。

引き続き、就床時と覚醒時のどちらが疲労の訴え数が多いかについて検討した。その結果、Ⅰ群「ねむけとだるさ」とⅡ群「注意集中の困難」においては、覚醒時の訴え数が就床時より有意に多くなっていた (図3)。このことは、「蓄積疲労」の可能性または「生活のリズムが夜型化」している<sup>3)</sup>ことが考えられた。

そこで、症状群別「疲労の訴え数」の変動を示す (図4) と、合宿4日目の「疲労の訴え数」が、統計的に有意なものではないが、就床時・覚醒時ともに最も多くなっていることが確認された。この点から、合宿4日目までの生活管理と練習プログラムへの配慮が望まれるところであった。また、平日

図4. 「疲労の訴え数」の変動



(下からⅠ群・Ⅱ群・Ⅲ群の訴え数の平均値を示す)

## 運動クラブ所属学生の疲労度について

練習日の「訴え数」が、就床時・覚醒時ともに合宿時と大差ないことについては、運動に由来する疲労感に加えて学生生活からの不定愁訴の発現、生活リズムの夜型化に伴う「訴え数」の日内変動など、種々の要因が考えられる。例えば、トレーニングをしない日にも潜在的な訴え症状が存在していることが考えられた。したがって、午前午後の「訴え数」の変動の中でトレーニングにより発現する疲労感を位置づけることが望まれる。

引き続き、10日間の疲労感の変動をみるために、客観的疲労判定の指標としてのフリッカー値および握力値の平均値の差の検定を試みたが、統計的に有意な差異は認められなかった。

すなわち、主観的な疲労感としては合宿4日目に高まる傾向にあったが、客観的疲労判定指標においては疲労度の高まりは捉えられず、疲労回復が成されていることを示すものとなっていた。

### 3. 学年別にみた疲労度

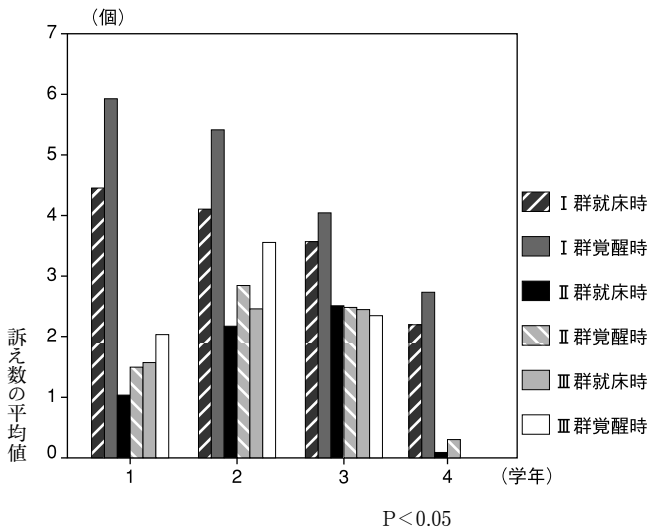
1日1回のペースで行っていたトレーニングが合宿等で1日2～3回に増えた場合やトレーニングの質や量が高度になった場合、試合スケジュールが過密な場合などには、運動の疲労が簡単に回復しなくなり、身体機能は低下する。このような疲労からの回復のためには休養・栄養・運動のバランスを考え、慢性疲労に陥らないようにしなければならない。これは運動クラブ所属の学生にとっては一般的な現象であるが、クラブ経験、1日の運動量、練習への意欲などが合宿期間中の生体機能に関わるものと考えられている。

そこで、本調査対象者のクラブ経験年数を学年別にみると、3年生・4年生は全員が高等学校からアメリカンフットボール部に所属していた経験者であり、大学生としてのクラブ経験年数も、2～3年間あった。しかし、1年生・2年生は高等学校でのクラブ経験者はそれぞれ1名ずつであり、あとは大学生になって初めてアメリカンフットボールのクラブに所属した学生であるから、クラブ経験年数は短い。このように、本調査対象者のクラブ経験年数の差は、学年によって大であった。

以上のような背景を考慮して、学年による疲労感・フリッカー値・握力値の変動について検討を加えることにした。

まず、症状群別疲労感について検討した。「疲労の訴え数」の平均の差の検定(図5)からは、Ⅲ群「身体違和感」は4年生が就床時・覚醒時ともに他の学年より少なくなっていた( $P<0.05$ )。また、Ⅱ群「注意集中の困難」は、4年生が就床時・覚醒時とも2・3年より少なく( $P<0.05$ )、Ⅰ群の「ねむけとだるさ」は4年生が就床時・覚醒時とも1年生より少なくなっていた( $P<0.05$ )。すなわち、4年生は他の学年に比して、就床時・覚醒時ともに、疲労の訴えが少ないことが確認された。特に、Ⅲ群「局在した身体違和感」に関する症状では、就床時・覚醒時ともに4年生の訴えは少なかった。この要因は、クラブ経験年数によるものと考えられる。また、Ⅰ群「ねむけとだるさ」に関する訴えは、全ての学年において最も多かったが、中でも1年生の訴え数が多くなっていた。引き続き、就床時の「疲労の訴え数」と覚醒時の「疲労の訴え数」を学年別に比較したが覚醒時の訴え数が多くっており、覚醒時の疲労感の方がどの学年も大であった。

図5. 学年別「疲労の訴え数」



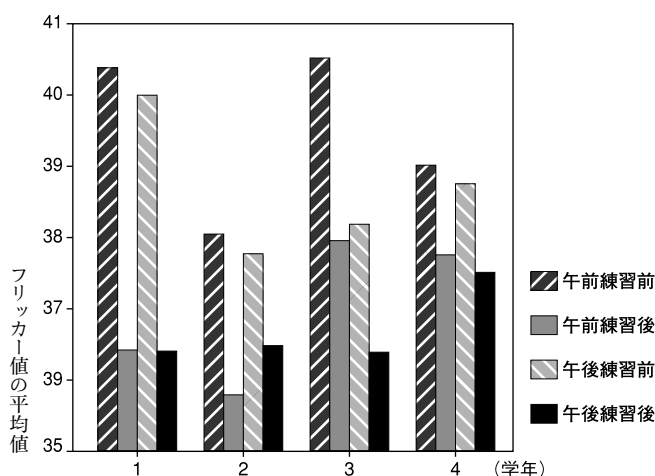


## 運動クラブ所属学生の疲労度について

次に、客観的疲労判定の指標としてのフリッカー値の変動について検討した。運動後のフリッカー値は、全ての学年が減少傾向にあったが、4年生の変化量は僅少であった（図6）。一般に、フリッカー値は脳皮質の興奮性の水準として捉えられており、日常生活中に運動あるいは労作をすることにより通常は低下する。しかし、日常の生活行動については、それを開始する際の生体の条件が重要である。生活行動を開始する前のフリッカー値が高いレベルにあれば、当然その値は行動後に低下し、逆にフリッカー値が低く維持されている場合には、フリッカー値は行動後に増加するという報告<sup>4)</sup>がある。本調査結果によると、全ての学年において運動前のフリッカー値は高く維持されており、したがって、運動後は低下傾向を示していた。4年生の運動後のフリッカー値の変動が僅少であったことは、「疲労の訴え数」の変動において、4年生のⅡ群「注意集中の困難」が少なかったことを客観的疲労判定として裏づけるものであった。

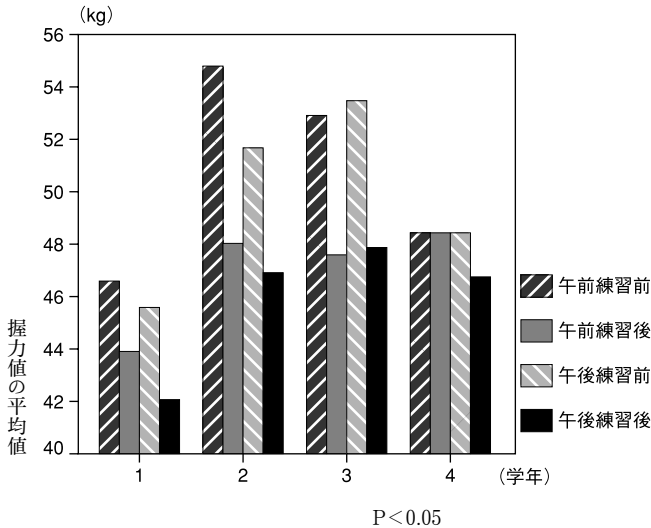
一方、客観的筋疲労判定の指標としての握力値の変動をみる（図7）と、運動後1～3年生は低下傾向を示していた。しかし、4年生は、運動後もほ

図6．学年別のフリッカー値



$P < 0.05$

図7. 学年別の握力値



とんど変化がみられなかった。これは、「疲労の訴え数」の変動において、4年生はⅢ群「身体違和感」の訴えが就床時・覚醒時ともに他の学年より、少なかったことを裏づけるものであった。

ここには示されていないが、聞き取り調査において、4年生は夏季合宿を負担と思っていたが、3年生以下では合宿中の精神的な負担が大きかったようである。合宿所での体育会系特有の先輩後輩の人間関係に加えて、トレーニング後の用具の片づけ・グラウンド整備、さらに風呂・洗濯機の使用順位などがその理由であった。このような理由から、合宿中の自由時間は学年によってかなり規制され、ひいては睡眠時間に差が出ることが予想された。そこで、学年別に睡眠時間の比較を調査期間の10日間(図8)と合宿中の4日間(図9)にわたって試みたが、学年別の睡眠時間には、統計的に有意な差異は認められなかった。しかし、1年生の睡眠時間の個人差は大きく、特に合宿中にはその差が大であった。

図 8. 学年別の睡眠時間

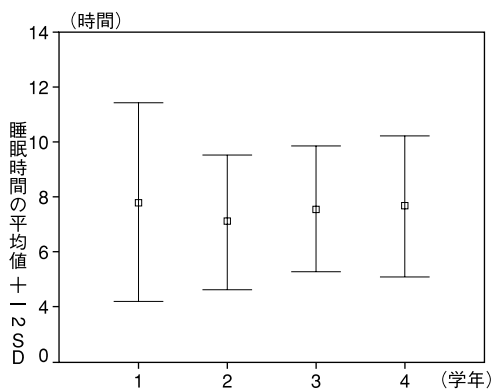
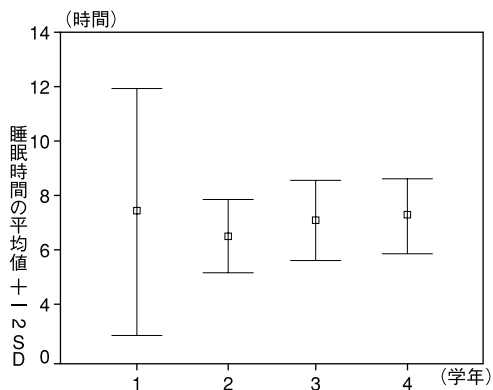


図 9. 学年別の睡眠時間 (合宿中)



#### 4. 睡眠時間別にみた疲労度

適切な睡眠と休養は疲労回復のためにも、また、トレーニング効果を高める上でも必要である。学年別には睡眠時間に有意な差は認められなかったが、個人差は大であった。そこで、睡眠時間別に睡眠前後の疲労感の変動について検討した。

睡眠後の覚醒時と睡眠前の就床時における症状群別疲労感の変動をみた(図10)。睡眠時間が「7 時間未満」のグループは「8 時間以上」睡眠をとっ

ているグループより、覚醒時のⅠ群「ねむけとだるさ」に関する訴えが多くなっており、これは統計的に有意な差異であった。すなわち、睡眠時間は、覚醒時の「ねむけとだるさ」に影響を与えていた。しかし、就床時の「ねむけとだるさ」には、統計的に有意な違いは認められなかった。また、統計的に有意な差異ではなかったが、睡眠時間が「7時間未満」は、覚醒時・就床時とも全ての群において「疲労の訴え数」が「8時間以上」に比して多くなっ

図10. 睡眠時間別の「疲労の訴え数」

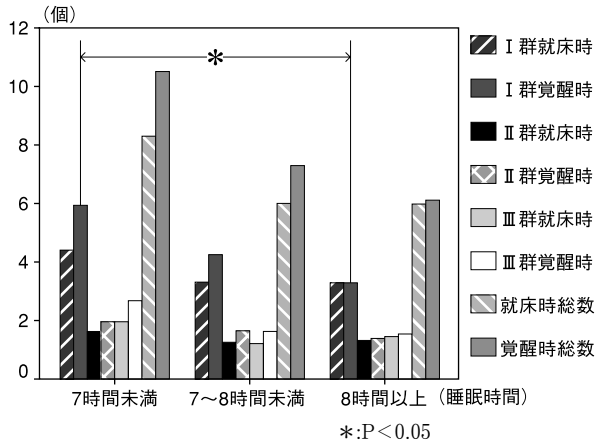
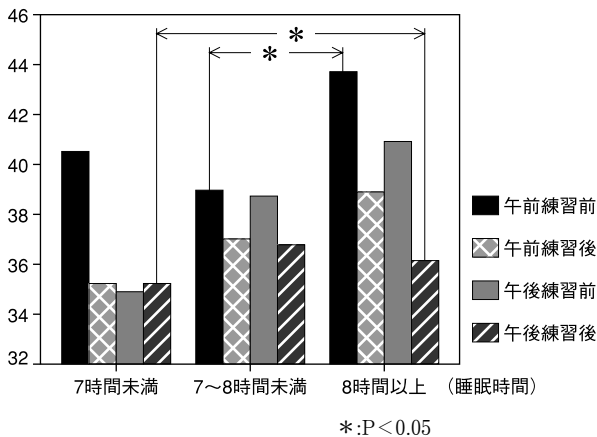


図11. 睡眠時間別のフリッカー値



ていた。

睡眠時間の長短によるフリッカー値の変動においては（図11）、睡眠時間が「7～8時間未満」のグループは、午前午後ともにトレーニング前後のフリッカー値の変化量は僅少であった。また、睡眠時間が「7時間未満」のグループは、午前のトレーニング後にフリッカー値が低下し、午後のトレーニング前には、さらに低下していた。しかし、午後のトレーニング後には、フリッカー値は僅少ではあるが増加していた。「8時間以上」睡眠をとっているグループにおいては、午前のトレーニング前のフリッカー値は高く、運動刺激による低下も昼の休養後には回復しており、午後のトレーニング開始時には再び好調であることを示していた。運動によるフリッカー値の高まりは、運動を開始する際の疲労感とフリッカー値のレベルが関連しており、どのような状態で運動に参加するかにより、運動後の値は異なるものであることは先行研究<sup>5)</sup>により明らかにされている。本調査では、睡眠時間が「7時間未満」のグループでは、フリッカー値は午前の練習後に低下し、そのまま低く維持されていた。午後の運動後に統計的に有意なものではないもののフリッカー値が高くなっているのは、運動前にフリッカー値が低く維持されていたために、運動によりフリッカー値が高まった場合と考えられる。以上の結果は、睡眠時間が「7時間未満」では昼の休息効果が期待できないものであり、最低必要睡眠時間は「7時間以上」であることを示唆するものであった。

引き続き、睡眠時間による握力値の変動を検討した（図12）。睡眠時間が「7時間未満」のグループでは、運動後の握力値の低下が大であったが、「7～8時間未満」睡眠をとっているグループでは、練習後の握力値の低下が少なかった（ $P<0.05$ ）。また、睡眠時間が「7時間未満」のグループと「7～8時間未満」のグループにおいては、午前の練習後の握力値に有意な差異が認められた（ $P<0.05$ ）。すなわち、睡眠時間の長短は、筋疲労の発現に影響を及ぼしていることが考えられた。

また、睡眠時間と健康状態の自己評価との関連について検討したところ、睡眠時間が「7時間未満」のグループには「良好」とする者はいなかったが、

「8時間以上」睡眠をとっているグループは「良好」とする者が統計的に有意に多くなっていた ( $P<0.05$ )。睡眠時間は健康状態に影響を与えており、睡眠時間が「7時間未満」では「良好」な健康状態が期待できないことを示唆するものであった。

統計的に有意な差としては捉えられないが、合宿中の睡眠時間は合宿後の睡眠時間より少なかった (図13)。団体生活において適切な睡眠時間の確保

図12. 睡眠時間別の握力値

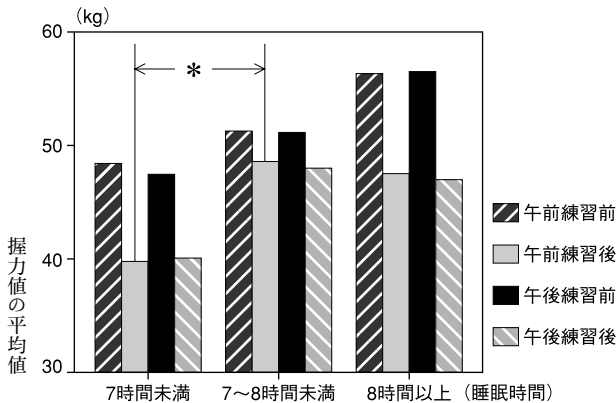
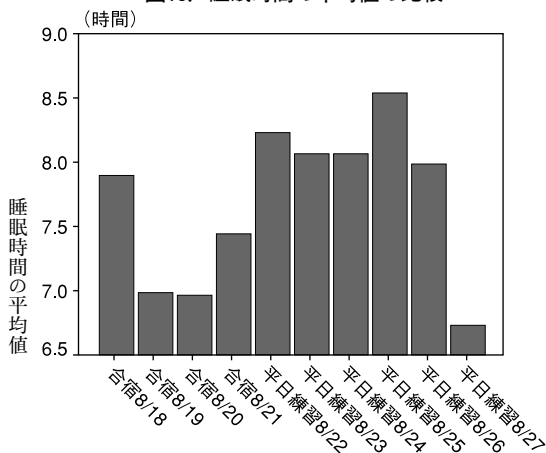


図13. 睡眠時間の平均値の比較



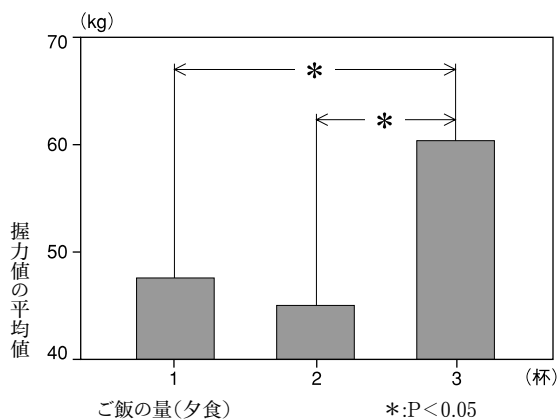
は、難しいところであろう。

## 5. 糖質としての「ご飯」の量と疲労度

運動により疲労する原因の一つに、筋グリコーゲンの減少があげられる。筋グリコーゲンの回復のためには、糖質の多い食事が効果的である。脂質とタンパク質だけでは筋肉のグリコーゲンの回復は望めないし、糖質食を摂っても、完全に筋グリコーゲンが回復するのには時間がかかる<sup>6)</sup>。そこで、朝食・昼食・夕食時に、糖質として摂取した「ご飯」の量と疲労度との関連を検討した。

朝食・昼食・夕食の「ご飯」の量と症状群別の疲労感には、統計的に有意な違いはみられなかった。引き続き、客観的疲労判定指標としてのフリッカー値および握力値と「ご飯」の量との関連について検討した。その結果「ご飯」の量と握力値との間に統計的に有意な差異が認められた。具体的には、夕食時に、「ご飯」を茶碗に「3杯」食べているグループは、「1杯」および「2杯」食べているグループよりも、午後の練習後に計測した握力値は有意に高く ( $P<0.05$ ) になっていた (図14)。しかし、「1杯」食べているグループと「2杯」食べているグループとの間には、統計的に有意な違いはなかった。

図14. ご飯の量と握力値 (PM運動後)



夕食時に糖質を充足しておくことは、筋疲労の発現に影響を及ぼしていることが考えられた。

## 結 論

運動後、適切な疲労回復が行われないうまま運動を続けていると、慢性化して病的状態に陥りやすい。そこで、運動による生体変動を、主観的に捉えた自覚症状と客観的に捉えたフリッカー値および握力値から疲労度を判定し、夏季高温化における運動部所属学生の安全で効果的なトレーニングのための基礎的資料を得ようとした。

本調査結果によると、健康状態が「良くない」学生、クラブ経験年数の短い学生、睡眠時間が短い学生、夕食時の「ご飯」の量が少ない学生の場合は、主観的疲労感や客観的疲労判定の指標において疲労度が高くなっていた。

すなわち、疲労度に影響を及ぼす要因は、「健康状態」、「学年」、「睡眠時間」、「糖質としてのご飯の量」であることが示唆された。

以上の結果を踏まえて、夏季の高温環境下での合宿においては、運動による疲労度を低く維持し、トレーニング効果を高めるためには、適切な睡眠時間による休養と「糖質」の摂取によるエネルギー源を確保するとともに、日ごろから健康状態を良好に保つことが必要である。クラブ経験年数の短い学生は、特に留意する必要がある。

今後の課題としては、運動刺激による疲労は回復していたが、「超回復」のタイミングを捉えた体力強化に繋げるトレーニングを行っているかについて明らかにしていきたい。

## 謝 辞

最後に本稿作成にあたり、ご指導ご校閲いただきましたノートルダム清心女子大学 中永征太郎教授に深謝いたします。また、データー入力にご協力



## 運動クラブ所属学生の疲労度について

いただきました中国電力水島発電所医務主任 新沼正子氏ならびに本疲労調査にご協力いただきましたM大学アメリカンフットボールクラブ部長 巖圭介氏，副部長 藤間繁義氏，クラブ部員の皆様に感謝の意を表します。

本研究は日本健康教育学会第10回大会（於：神戸大学，2001.9.24～25）において発表した。

## 〈付表〉

氏名			年齢	才	年 月 日
身長			健康状態	良・普通・悪	学籍番号No.
体重			生理	有・無	前日の歩数 (歩/日)
就床時体温			*就寝時刻	時	覚醒時脈拍 (回/分)
覚醒時体温			*覚醒時刻	時	*睡眠時間 時間
*時刻, 時間は10進法で記入 (例: 午前1時30分→25.5時)					
自覚症状の訴え数 (症状あり○, 症状なし×を記入)					就 床 時
					覚 醒 時
I 群 …ねむけとだるさ	1	頭がおもい			
	2	全身がだるい			
	3	足がだるい			
	4	あくびがでる			
	5	頭がぼんやりする			
	6	ねむい			
	7	目がつかれる			
	8	動作がぎこちない			
	9	足もとがたよりない			
	10	横になりたい			
小 計					
II 群 …注意集中の困難	11	考えがまとまらない			
	12	話をするのがいやになる			
	13	いらいらする			
	14	気がちる			
	15	物事に熱心になれない			
	16	ちょっとしたことが思い出せない			
	17	することに間違いが多くなる			
	18	物事が気にかかる			
	19	きちんとしていられない			
20	根気がなくなる				
小 計					
III 群 …局在した身体違和感	21	頭が痛い			
	22	肩がこる			
	23	腰が痛い			
	24	息苦しい			
	25	口が渇く			
	26	声がかすれる			
	27	めまいがする			
	28	臉や筋肉がピクピクする			
	29	手足がふるえる			
	30	気分が悪い			
小 計					
合 計					

## 運動クラブ所属学生の疲労度について

### 注

- 1) 運動により疲労するが、その時適切な休養をとると、運動前よりも体力的に高まった状態に回復する。これを「超回復」という。
- 2) 大崎絃一他，統計技術，同文書院，p.81-84,1982.
- 3) 中永征太郎他，朝型・夜型の高校生における生活習慣，ノートルダム清心女子大学紀要，42,54-61,1997.
- 4) 中永征太郎，女子学生における疲労判定時の自覚症状の訴え数とフリッカー値の関係について，日本公衆衛生雑誌，4,181-184,1978.
- 5) 前掲書4)
- 6) 河野一郎他，スポーツと化学，疲労のメカニズム，大日本図書，183-192,1994.
- 7) 窪田登，スポーツストレッチングと筋力トレーニング，体力を養うための原則，28-50,1998.

# Accumulated Fatigue among University Sports Club Members

Hitomi TAKAHASHI

I investigated accumulated fatigue among members of M university's American Football club.

They camped together for training in the summer vacation. At my request, they measured their subjective fatigue in the morning during training camp. Subjective fatigue referred to symptoms they noticed themselves.

I also measured their objective fatigue, using the Flicker Test to calculate mental fatigue, and a hand dynamometre to calculate muscle fatigue.

I examined the results item by item. The results showed that the students have been camping together for training so often that their fatigue has accumulated. There were a number of factors underlying their fatigue. These factors included years of experience, age, hours of sleep, and the quantity of boiled rice they ate. The fourth-year students had a little less fatigue than the others. Students who slept shorter hours had rather more fatigue than others. Those who ate a small quantity of boiled rice had rather less fatigue than others.

Based on these results, I confirmed that there is a need for a moderate amount of sleep and a certain quantity of boiled rice to ensure a healthy body during training camps in the summer vacation.