

総説 (Review Article) 朝練習のトレーニング効果

ランニング学会では、時宜を得て学会の見解を表明することを学会活動の一環として行っています。この活動には、二つの方向性があります。一つは、社会的に影響があると思われるテーマに対して、ランニング学会はその時点での研究成果を総括したうえで、学会としての見解 (Position Stand) を表明してゆくものです。すでに2010年には「マラソンレース中の適切な水分補給について」(ランニング学研究VOL.22, NO.1) を初のPosition Standとして発表しました。

二つ目の方向性は、その時々ホットな研究テーマを選び、それまでの研究成果を総括し、総説 (Review Article) としてまとめるものです。現代の科学の進歩はめざましいものがありますが、そのためかえって専門分野に細分化され、全体像がわかりにくくなっていることは否めません。ランニングに関連する研究もその例外ではないでしょう。織物に例えるなら、専門分野の縦糸はしっかりしていても、その専門性を束ねる横糸が弱いということになります。ここで提示する総説は、その横糸の強化をめざすものです。ランニングにかかわる研究のなかからアップデートなテーマを選び、関連する国内外の研究成果を総括し、できるだけランニングの実践につながるような学際的議論を展開して行きたいと考えています。

今回その第一号として、「朝練習」を取り上げました。朝練習は、トップアスリートから市民ランナーまで幅広い年齢層にわたり、また男女の区別無くごく一般に行われている練習方法です。ごくありふれた練習でもあり、そのせいか、学術的な関心はそれほど高くなかったように思えます。その朝練習をあえて取り上げてみたわけです。

実は現在、「トレーニングの歴史」「時間生理学」「トレーニングとエネルギー代謝」「リカバリーと栄養補給」といった専門分野では、ユニークな研究成果が次々と報告され、活況を呈しています。その研究成果を「朝練習」という横糸で束ねてみれば、また新たな朝練習の特性が浮かび上がってくるのではないかと、そのような予感のもとに今回の総説を企画してみました。はたして、ねらい通りの朝練習像が織り上がったのでしょうか？ 読者のご感想、ご意見、ご叱正を願って止みません。

ランニング学会ポジションスタンド委員会
委員長 伊藤静夫

[Review Article]

朝練習のトレーニング効果

岩 山 海 渡¹⁾ 河 合 美 香²⁾ 鍋 倉 賢 治³⁾
 伊 藤 静 夫⁴⁾

キーワード 朝練習、低グリコーゲン、概日リズム

はじめに

近年、ランニングをする人の人口が増えてきましたが、皆それぞれのライフスタイルに合わせて走る時間を確保していることと思います。出勤前や登校前の早朝トレーニングをしばしば「朝練習(または朝練)」と呼ぶことがありますが、これは最近になって広まったトレーニング法ではなく、古くから多くのランナーによって引き継がれてきました。今日では、朝練習を行っていない長距離・マラソンのトップアスリートを探すのは難しいほど、朝練習は当然のように行われています。しかしながら選手や指導者によって朝練習の位置づけは異なり、その目的や頻度、内容は様々です。

本総説は、世界で活躍する長距離・マラソン選手が朝練習についてどのように考えていたか、実践していたかをランニングの専門誌や書籍、学術論文などから拾い上げるとともに、科学的な知見をもとに朝練習の今日的な特徴を改めて検討したものです。競技者、市民ランナー問わず朝練習について考えるきっかけになれば幸いです。

なお一口に“朝練習”と言っても、実施する時間帯や内容はさまざまでしょう。そこで本総説では、朝練習の範囲を「起床後から朝食前の時間帯に行われる、主にランニングを主体としたトレーニング(筋力トレーニング、動きづくり、心身の覚醒のための軽運動は含まない)」と定めます。

1. トップアスリートの朝練習とその目的

20世紀初頭に、近代マラソンのトレーニング理論を構築したA ニュートン以降、自らのトレーニングにスピード練習を導入した名選手であるP スルミに代表されるフィンランドのトレーニング理論やA リディアードのトレーニング理論のいずれにおいても、長距離・マラソンのトレーニング課題の一つとして身体に量的な負荷をかける「走り込み」によって持久力を高めることが掲げられてきました。そのためトップランナーの中にはトレーニング量を増やすために1日に2回以上のトレーニングを行う選手が増えてきました。そうした中で、トレーニングの時間帯として選ばれたのが早朝でした。つまり朝練習が普及してきた背景には、トレーニング量を増大させることによってパフォーマンスの向上をはかってきたという歴史的な意図を読み取ることができます。

1960年代に長距離走で数々の世界記録を更新したオーストラリアのR クラークは、早朝、午後、そして夕方と1日に3回のトレーニングを日課としていました(Noaks 1994)。しかしそのすべてが重要なトレーニングに位置付けられていたわけではありません。早朝のトレーニングはあくまでも補助的なトレーニング(5 km程度の快調なジョギング)であり、もっとも重要なトレーニング(主練習)は夕方に行っていました。したがって、ク

1) 筑波大学大学院 人間総合科学研究科 スポーツ医学専攻

2) 龍谷大学 法学部 教養教育 スポーツ健康系

3) 筑波大学 体育系

4) 日本体育協会 スポーツ科学研究室

ラークの場合、朝練習の目的にはトレーニング量の増加だけではなく、生活リズムの構築や午後の主練習のための準備、体調チェックなどがあったと考えられます。

一方、クラークのライバルでもあり、アフリカ勢台頭の先駆けの一人でもあったケニアのK ケイノや、女子マラソンの先駆者として1970~80年代にかけた活躍したノルウェーのG ワイツの場合、朝のトレーニングの重要性(比重)はクラークのトレーニングよりも大きいものでした。ケイノは、早朝に10km程度のクロスカントリー走を週3回行い、同じ日の午後に短い距離のインターバル走で身体に強い負荷をかけていました。その他の日は原則として休養にあてており、現在のトップランナーに比べると極端に少ないトレーニング量でしたが、トレーニング全体の半分程度を朝練習として取り組んでいたことが特徴的です。また、ワイツはほぼ毎朝10~15km走り、週末には早朝から20km以上の距離走も行っていましたが、強度の高い練習は平日の午後に行っていましたが、ケイノと同様にトレーニング量に占める朝練習の比重は大きいものでした。

日本の黄金時代(1980年代の男子マラソン~2000年代前半の女子マラソン)を築いたトップランナー(宗兄弟、瀬古利彦、高橋尚子、野口みずきなど)も例外ではなく、朝練習を含めた豊富な走り込みによって成功を取っており、走り込みの重要性は今なお根強く信奉されています。そのため日本のトップランナーにとって月間の走行距離が1000km以上(1日平均33km以上)に達する例は特に珍しいことではなく、むしろトレーニング量の一つの目安とさえされています。例えば、シドニー五輪金メダリストの高橋尚子は毎朝10マイル(約16km)のビルドアップ走を行い、それとは別に主練習として午前や午後15~30km以上にも達するトレーニングを課し、マラソンに向けたトレーニングとして月に1,200~1,300km程度走ることが基本であったことを雑誌の対談で話しています。このように、日本のトップランナーにとって毎朝40~60分程度(10~15km)走る朝練習は、「補助練習」でありながら月間走行距離の3~4割を

も占める重要なトレーニングでもあったと考えられます。

昨今の長距離・マラソン界は東アフリカの選手(特にエチオピア、ケニア)が圧倒的な強さを誇っています。近年、その強さの秘密に迫るため、彼らの身体能力とその特徴、生活環境などの調査が始まり、トレーニングの実態も含め様々なことが明らかになってきました(Beisら 2011: Fudgeら 2006: 大後・杉田・小野 2010: 忠鉢 2008: 寺田 2000)。それらの報告によると、朝練習はクラークが行っていたような「補助的なトレーニング」とも、日本のトップランナーに代表される「量的増大を狙ったトレーニング」とも異なり、むしろ主たるトレーニングとして「朝練習」が位置付けられています。例えば、エチオピアのトップランナーのトレーニングを報告したBeisら(2011)によると、主練習として朝食前に10~20km走を速いペースで行い、夕方は軽いジョギング(6~10km)を行うことを日課としています。また、「皇帝」と呼ばれ長く世界の長距離・マラソン界に君臨してきたH ゲブレセラシエも早朝に主練習を行い、夕方のトレーニングは補助的なものでした。エチオピアに対して、もう一方の雄であるケニアでは各地にキャンプと呼ばれる合同練習を行うチームが多数存在し、トレーニングの内容はそれぞれのキャンプに独自の特徴があります。Fudgeら(2006)の実態調査の対象となったカレンジン族(多くのマラソントップランナーを輩出している民族)のKaptagat地方のキャンプでは、早朝に10km程度の距離を速いペースで走り、週に1、2度のインターバル走は午前中、そして午後はゆっくりリラックスして短い距離を走る習慣を確立しています。一方、やはりカレンジン族が中心で現在のトップランナーを多く抱えるKapsait地方のキャンプでは、早朝に2時間前後のトレーニングを主練習として行い、夕方のトレーニングで補助的な軽いジョグや補強を行っています(大後・杉田・小野 2010: 忠鉢 2008)。ここでは30kmにも及ぶ距離走から強度の高いスピード練習まで、ほぼ全ての主練習を早朝に行っているのが特徴と言えます。日本人選手の中でも、マラソンの日本歴代

表1 朝練習の目的と内容

目的	トレーニング内容	主な実践例	備考
走行距離増大	40～60分のJog	一般的な長距離ランナー	
覚醒、主練習のためのW-アップ	軽いJog 動きづくり	Clarkeなど	
生活リズムの構築	軽いJog、体操	合宿など	
脂質代謝の亢進	距離走、スピード練習など多岐	ケニア、エチオピアなどの東アフリカ勢	
快適な外環境 (冷涼、トレーニングコースなど)	多岐		夏季、都会など

2位(2014年10月現在)の記録を持つ藤田敦史は朝練習について「朝食前のエネルギーが少ない状態で走ることで、より脂肪を活用する。それがマラソン後半の状態を想定した練習になると考えて取り組んでいた」と語っており(寺田 2000)、主練習としての「朝練習」の目的を明確に意識してトレーニングを実施している選手もいます(表1)。

このように、世界の第一線で活躍してきたアスリートのトレーニングを見ても、朝練習の取り組み方は様々です。しかし近年の選手に注目すると、朝練習を重要なトレーニングと考えて取り組んできた選手が多いように感じられます。東アフリカのランナーたちが早朝を主練習に位置づけている理由は、日中の暑さを避けるという意味合いが強いのかも知れませんが、早朝にトレーニングすること自体にも積極的な意味がありそうです。そこで、朝練習は「特別な」トレーニングになり得るのかについて、これまでに発表されている研究報告から考えてみたいと思います。

2. 概日リズムと朝練習

まずは早朝という時間帯の特徴を考えてみます。私たちは毎日一定のリズム(概日リズム)を刻みながら生活をしています。体温や内分泌機能をはじめ、われわれの生体機能はこの概日リズムの影響を受けており、当然、運動パフォーマンスもこの概日リズムの影響を受けて変化します。したがって、早朝という時間帯に行われる朝練習に

も、概日リズムによる何らかの効果を考える必要があるでしょう。

(1)概日リズムの影響

日周期と競技成績や運動パフォーマンスの関係について多くの研究が行われていますが、午前中より午後の方が良いというのが今日の一般的な見解です(Atkinsonら 1996 : Cappaert. 1999 : Drustら 2005 : Chtourou 2013)。たとえばReilly(1990)が行った水泳の実験(100mおよび400m)では、もっとも記録が悪いのは朝の6時であり、時間が経つとともに記録は向上し、もっとも記録が良いのは夜の10時と報告されています。その他の実験結果でも、筋力・パワー系など多くのスポーツ種目では、総じて午後の遅い時間帯にもっともパフォーマンスがよくなっています。その原因として、深部体温をはじめエネルギー代謝、内分泌機能(テストステロン、コルチゾール)、神経系機能などの概日リズムの影響があげられます。とりわけ体温リズムの影響はよく知られています。一般に体温は起床する前の早朝に最低値を示し、就寝前の夜間に最高値に達しますが、実際多くのスポーツ種目では上記の通り体温の高い午後の遅い時間帯に良い成績が出ています。

上記のような隣発的な運動に比べて持続的な運動パフォーマンスの実験結果は一様ではありませんが、多くの研究では朝と夕方のパフォーマンスに差がないと報告しています(Chtourouら 2013)。したがって、運動パフォーマンスの観点では朝練習を積極的に推奨する理由は見当たらない

いということになります。

(2) 体温の影響 (プレクーリング)

しかしながら、長時間の持久的運動を継続する上で、朝の時間帯に体温が少し低くなっていることはむしろ有利であるとの指摘もあります。長時間運動における制限因子の一つとして体温があげられ、体温が限界水準（臨界温度=約40℃）に達すると強い抑制がかかり運動が継続できなくなります。このとき、あらかじめ体温を下げておけば同じ運動を実施しても臨界温度に達するまでの時間が延長でき、運動パフォーマンスを向上させることが期待できます。この新たな発想による身体冷却法は“プレクーリング”と呼ばれ、すでにオリンピックをはじめとする実際の競技にも応用されはじめています (Wegmannら 2012)。

それでは朝練習時の低い体温は、はたしてプレクーリングのような効果を発揮するものでしょうか。このことを確かめるため、Reillyら (1995) は60分間全力で自転車エルゴメータをこぐテストを朝 (8:30) と夕方 (17:30) に行わせ、その応答を比較しました。なお運動負荷方法は、自転車の摩擦抵抗を一定にして、回転数を自分で選択するセルフペース方法を用いています。その実験結果によると、まず安静時の深部体温 (直腸温) は夕方 (37.8℃) より朝 (37.2℃) の方が0.6℃低く、朝はやはりプレクーリング状態になっていたこととなります。この運動開始前における朝夕の温度差は、運動時のパワー出力に影響していたようです。運動前半では、朝の低い体温はパワー出力を抑制し、一方で運動の後半では体温が上昇した夕方にパワー出力が抑制されたとみなされます。結局、両条件の最終的な平均パワー出力は相殺され変わらなくなり、運動終了時での深部体温差も0.3℃まで縮小しています (図1)。

朝の低い体温は、最大パフォーマンスを発揮するような持久的運動の場合には不利に作用しても、ゆっくり長く運動を継続する場合には有利に働く可能性もありそうです。朝練習はトレーニングの量的増大をねらって普及してきたと推論しましたが、距離を走り込みたい朝練習では体温が上

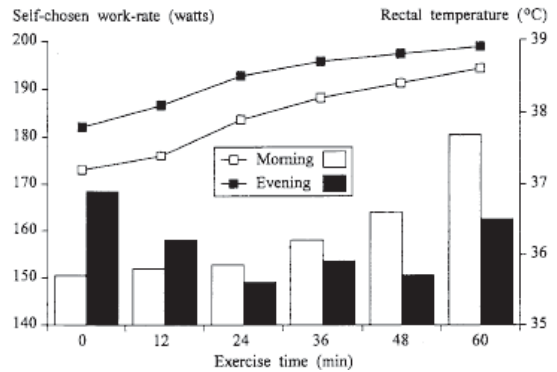


図1 60分間の自転車エルゴメータ運動中の直腸温度とパワー出力の比較

運動負荷は自転車の摩擦抵抗を一定にして回転数を被験者の任意とした。

朝 (□: 8:30) と夕方 (■: 17:30) の数値であり、折れ線グラフは直腸温、棒グラフはパワー出力を示している

(Reillyら 1995)

がりにくい朝の時間帯の方が適しているのかもしれませんが。そうであれば、朝の低い体温は朝練習のねらいにかなった生理的要素の一つと言えます。

(3) 時間トレーニングの可能性

概日リズムは薬の効き方にも関係するところから、医学の分野では「時間薬理学」あるいは「時間治療」という概念が導入されています。トレーニング科学の分野でもトレーニングを実施する時間帯によってその効果に差が出るとすれば、「時間トレーニング」という発想があってもよいでしょう。しかしながら、概日リズムと全力発揮時のパフォーマンスとの関係については古くから多くの報告がありますが、どの時間帯にトレーニングを行うのが効果的かという観点で行われた研究は極めて限られ、またその結果も定まっていません。そこには数々の要因が関与することを前提としなければなりません。ここでは特に概日リズムの個人特性であるクロノタイプ (「朝型」か「夜型」か) に注目して、朝練習との関連を検討してみます。

最近、Kunorozvaら (2012) は遺伝子特性から

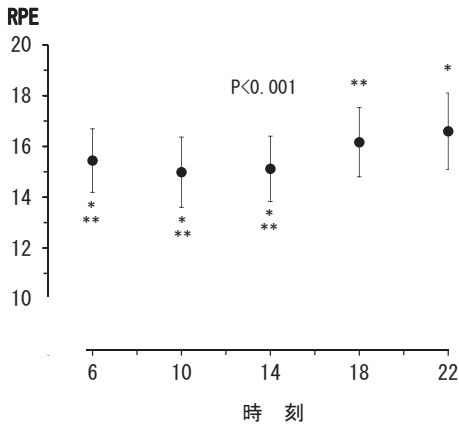


図2 朝型の自転車選手が自転車エルゴメータ運動テスト (90%Hrmax: 3分間) を行ったときのRPEと時刻との関係 (18時 (*), 22時 (**)) のRPEは6時、10時、14時のものより有意に高い (Kunorozvaら 2014)

スポーツ選手のクロノタイプを調べ、持久性スポーツ選手には一般の人に比べて朝型が多いと報告しています。さらに注目すべきは、クロノタイプと好みのトレーニング時間帯が結びついていて、朝型の選手は朝のトレーニングを好み、夜型の選手は夕方方のトレーニングを好む傾向にあるそうです。さらにKunorozvaら (2014) は、朝型の自転車選手20名を選抜し、自転車運動テストを各時間帯で実施させその応答を比較しました (図2)。その結果、主観的運動強度 (RPE) の値が夕方より朝の方が統計的に有意に低く出ました。朝型の持久的アスリートは夕方より朝のトレーニングをより楽に感じる可能性があります。

概日リズムは私たちの生体機能に少なからず影響を及ぼします。トレーニングへの影響もその例外ではなく、実施する時間帯を考慮した「時間トレーニング」が志向されています。そうした観点から朝練習の特徴を検討してみると、まず朝の時間帯の低い体温はプレクーリング効果をもたらし、低強度のトレーニングを長時間実施するのに向いていることが示唆されました。またクロノタイプの観点からは、持久性スポーツ選手には「朝型」が多く、朝練習を好み、また朝練習を楽に感

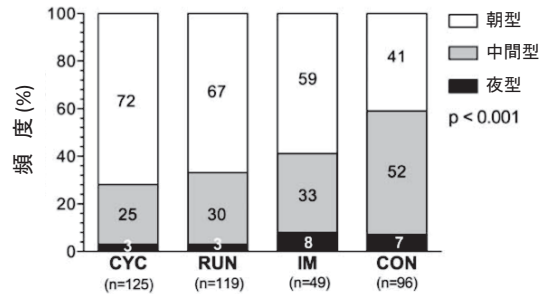


図3 競技別のクロノタイプ (朝型か夜型か) の比率
CYC=自転車選手、RUN=ランナー、IM=トライアスロン選手、CON=一般人

(Kunorozvaら 2012)

じている、という報告がみられます (Kunorozvaら 2012) (図3)。根拠となるエビデンスの集積はまだ不十分ではありますが、こうしたことが実証されてくれば、「時間トレーニング」の立場から朝練習を重視したトレーニング計画に合理性があると判断できそうです。

3. 低グリコーゲン状態でのトレーニング

運動パフォーマンスは概日リズムに加え、体内の貯蔵エネルギー量にも影響を受けることが知られています。中長距離・マラソンなどの持久的種目では、グリコーゲン貯蔵量が多い方が発揮するパフォーマンスは高くなります (Hulstonら 2010)。そのため、トレーニング時はグリコーゲンが十分に満たされた状態で行うことが好ましいとの考え方がこれまでの常識でした。しかし近年、グリコーゲンが少ない (低グリコーゲン) 状態でのトレーニングに関する研究が行われており、注目を集めています。低グリコーゲンに関する研究は主に北欧の研究者に端を発しています。その一つとして、Hansenら (2005) による脚伸展運動での10週間のトレーニング実験があります。被験者は両脚でそれぞれ同じトレーニング・プログラム (週5時間) を実施し、片方の脚ではトレーニングを毎日行い、もう一方の脚では1日2回のトレーニングを、2日に1度の頻度で行いました。したがって、「毎日」トレーニングを行う脚は筋グリコーゲンが十分に満たされた条

件（高グリコーゲン）である一方、「1日2回、2日に1度」トレーニングを行う脚は2回目のトレーニング時に筋グリコーゲンが不足した条件（低グリコーゲン）であったと言えます。10週間のトレーニングを終えた後の結果は従来の常識を覆すもので、安静時の筋グリコーゲン量は低グリコーゲン条件の方が高グリコーゲン条件よりも増加していました。この結果から筋グリコーゲンが不足した状態でトレーニングを継続する方が、トレーニング後の筋グリコーゲン回復がより促進されることが示唆されました。また代謝の面では、低グリコーゲン条件ではCitrate synthase（クエン酸シンターゼ）あるいは3-hydroxyacyl-CoA dehydrogenase（HAD：脂肪の代謝に関わる酵素）などの酵素活性が高まっており、これは脂質代謝の亢進を意味します。さらにパフォーマンステストの結果も、運動持続時間が高グリコーゲン条件と比べて約2倍に増えるなど顕著な向上が見られました。

Hansenらの研究は局所的なトレーニング効果についてでしたが、Proeyenら（2011）は20人の男性を対象とした6週間のトレーニング実験の結果を発表しています。この研究では対象者を2群に分け、片方の群は朝食前、もう一方の群は朝食後に自転車エルゴメータを用いた運動を行いました。その結果、運動中の血糖値維持能力やグリコーゲン貯蔵量、HADは朝食前に運動を行った群の方が有意に向上しました。また別の研究でも同様に、低グリコーゲン状態で行う中長期的なトレーニングが「脂肪酸トランスロカーゼ（FAT/CD36）」「カルニチンパルミトイルトランスフェラーゼ-1（CPT-1）」「脱共役たんぱく-3（UCP3）」「AMPキナーゼ（AMPK α 2）」などを増大させることが報告されています（De Bockら 2005：Anthonyら 2005：Akerstromら 2006）。これらはいずれも脂肪からのエネルギー供給を円滑にする能力が向上したことを意味しており、低グリコーゲン状態ならではのトレーニング効果であることが示唆されました。

また、Shimadaら（2013）は同じ条件の運動（50% VO_{2max} で60分間の自転車運動）を朝食前または

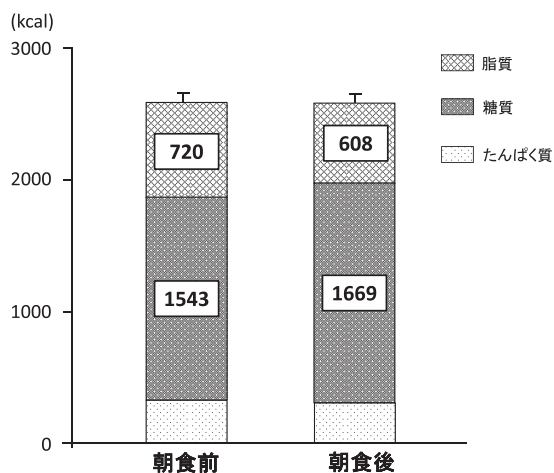


図4 朝食前／朝食後に運動した1日のエネルギー代謝

(Shimadaら 2013より作図)

朝食後に行った場合を比較し、1日に利用される脂肪の総量を比較しました。その結果、朝食前に運動を行った方が朝食後に運動を行うよりも1日の脂肪の利用量が20%近くも多いことを明らかにしました（図4）。中長距離・マラソン選手は余分な体脂肪を減らすことがパフォーマンス向上につながるため、トレーニングの目的が体脂肪の減少である場合は朝練習が有効である可能性が示されました。

以上のように低グリコーゲン状態でのトレーニングを継続することは特徴的な効果をもたらすことが示されており、このトレーニング方法の発想は「Training low, compete high」（日常的に行うトレーニングはグリコーゲン量が少ない状態で行い、競技会にはグリコーゲンが十分な状態で臨むこと）と呼ばれスポーツの現場にも浸透しつつあります。朝昼晩に1日3度の食事をして、夜間に睡眠をとる典型的な生活をしていれば、夕食から翌日の朝食までの期間は一日のうちでもっとも長い「食間」となる場合が多いでしょう。そのため体内のエネルギー源、特に貯蔵量に限りがあるグリコーゲンが少ない状態であることが推察されます。つまり起床後朝食前に行う朝練習は上記の「Training low」に相当すると考えられ、この点

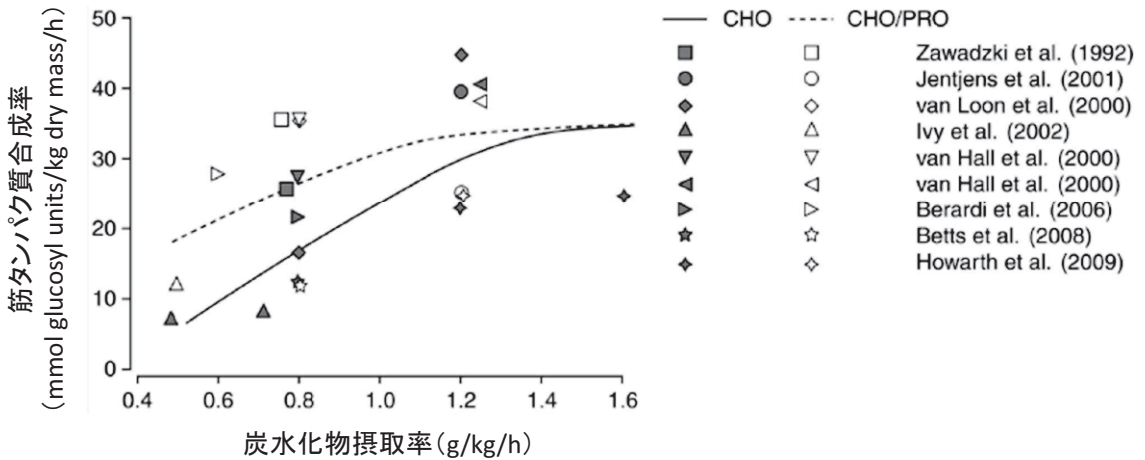


図5 炭水化物摂取量と筋グリコーゲン回復率の関係。9つの研究報告について炭水化物単独摂取条件（CHO）とタンパク質との同時摂取条件（CHO/PRO）とを比較。

(Bettsら 2010)

で他の時間帯に実施するトレーニングとは異なると言えます。朝練習を重視している選手が活躍してきた要因の一つは、こうした「Training low」の考え方で説明できるかもしれません。

4. 朝練習を効果的にするために

上述のとおり、最近の研究から空腹状態での運動はグリコーゲン貯蔵量を増加させることが明らかにされてきました。ただし、当然のことながら運動後の栄養摂取が十分に確保されていなければそうしたことは起こりません。つまり朝練習を効果的に行うためには、トレーニング内容だけではなく、その後の朝食に関しても非常に重要だと言えます。

(1) グリコーゲンの回復

空腹状態の朝練習で消費したグリコーゲンは、少しでも効率よく回復させたいところです。実は現在、この運動後の「リカバリーと栄養摂取」は研究トピックスとしても関心を集め、盛んに研究されるようになってきました。なかでもグリコーゲンの回復では、炭水化物の単独摂取よりもタンパク質を同時に摂取した方が回復効果が高まると言われています。この問題は比較的早くから検討されてきましたが、当初その当否については議論

が分かれていました。しかし今日では、多くの研究がその効果を認めています (Bettsら 2010; Burkeら 2011)。図5はBettsら (2010) がこれまでの実験結果をまとめたもので、筋グリコーゲン回復率は炭水化物摂取量に比例していますが、タンパク質と同時に摂取したときの方がその回復率が高くなっていることがわかります。ただし、このことは一定の実験条件内で当てはまることであって (炭水化物の摂取量 (<1 g/kg/h)、タンパク質摂取量 (<0.3 g/kg/h)、回復4時間以内)、炭水化物の摂取量をさらに多くした場合の効果などについてはまだ何とも言えません。このあたりの詳細も、今後さらに検討されることが望まれます。

(2) タンパク質の回復

運動中、とりわけ空腹状態では筋肉のタンパク質分解が過剰に起こることが指摘されています (このことは尿中窒素排泄量の増加で知ることができます; Lemon. 1980)。一方で前項にて紹介したShimadaら (2013) の実験では、運動実施が空腹状態であっても食事後であっても24時間の総尿中窒素排泄量には差がなかったと報告しています。これらをまとめると、空腹状態の運動は一時的に筋肉のタンパク質分解を促進する可能性があ

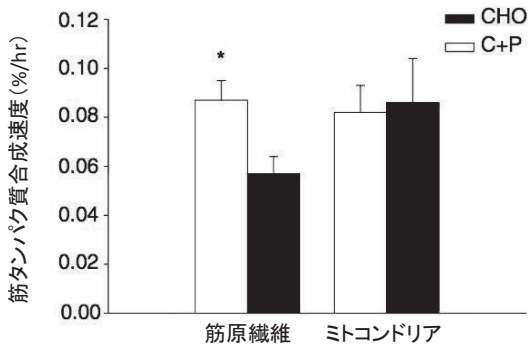


図6 筋原繊維およびミトコンドリアのタンパク質合成速度の比較
 (*炭水化物と炭水化物+タンパク質との差 ($p < 0.05$))
 (Breenら 2011)

るが、食事による補給が十分であればその心配はないと解釈することができます。朝練習に限らず運動の影響は被験者の特性（年齢、性別、トレーニング状況など）や実施した運動の相違（運動種目や強度、時間など）、また日常の食生活や生活スタイル、ストレス状況などにも影響されます。前夜の夕食で摂った食事の内容や時間、また睡眠の状況なども朝練習の効果に影響を及ぼす要因です。また、一過性の運動（一時的な運動）では大きな差がなくても、運動後のエネルギー補給が不十分な状況が継続した場合は、筋肉の分解が亢進し、障害の発症の割合を高める危険性があります。いずれにしても運動後の食事は日々のトレーニングを効果的にするための大事な要素であり、特に朝練習後の朝食については炭水化物の補給と同時にタンパク質の回復という観点からも重要な意味を持つこととなります。

食事について興味深いこととして、炭水化物とタンパク質を同時に摂取した方がタンパク質を単独で摂取するよりもタンパク質の合成がより促進されることがわかってきました。これもまた、最近の研究トピックスとして注目されています (Howarthら 2009: Breenら 2011: Mooreら 2014)。図6は、77% VO_2max 強度で90分間運動を行った後、タンパク質だけを摂取した条件と炭水化物を付加した条件で、筋原繊維およびミトコンドリアのタンパク質合成を比較したものです

(Breenら 2011)。筋収縮装置である筋原線維は長時間の運動によって分解されますが、通常のバランスの良い食事（タンパク質+炭水化物）によって修復、再構築が効果的に行われるものと理解できます。また、エネルギー産生過程を担うミトコンドリアのタンパク質も長時間運動によって消耗し、運動後の食事によって再生されるものと考えられますが、この実験条件では炭水化物の付加効果は認められませんでした。この実験結果は断片的な情報にすぎませんが、今後は食事とトレーニングの両面にわたって幅広く研究が進むことによって、食事とミトコンドリア・タンパク質再合成との関係、さらにはトレーニング効果との関連などが明らかにされることが期待されます。そうした研究成果から、朝練習と朝食の関係にも新たな知見が得られることでしょう。

(3)朝練習後の朝食のとり方

朝練習で消費された炭水化物及びタンパク質の回復にあたって、それぞれ単一の栄養素だけでなく、それらを同時に摂取することがより効果的な回復につながることをみてきました。栄養素のうち、主なエネルギー源は炭水化物と脂質ですが、炭水化物は米やパン、パスタ、麺類などの主食や、もち、カステラなどに多く含まれています。脂質はバターやマーガリン、マヨネーズ、チーズやヨーグルトなどの乳製品、ピーナッツやカシューナッツ、クルミなどの種実類にも含まれています。一方で筋肉の基質となるのはタンパク質であり、トレーニングによる筋肉の分解を防ぐためには特に肉や魚に含まれている動物性タンパク質の摂取が有効です。

朝食においても、以上の三大栄養素をバランスよく摂取することが理想です。しかし、朝は一日の始まりであり慌ただしい時間帯です。朝練習後の食事には調理の必要がなく、手軽にとれる食品を利用するのも一考です。主食としてとるご飯やパンの他、卵や納豆、ソーセージ、また牛乳やヨーグルト、チーズなどの乳製品、鮭フレーク缶などは常備しておく便利な食品です。洋風ならチーズトーストとハムエッグにホットミルク、和食な

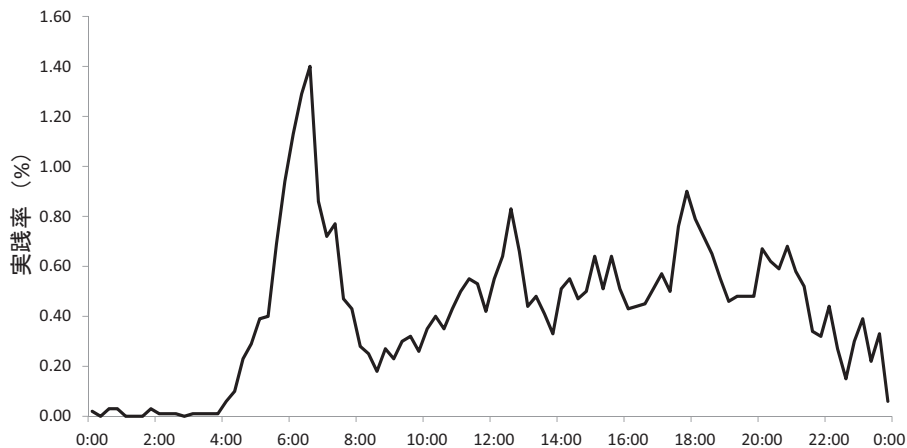


図7 1日の時間帯別運動（有酸素運動）実践率15歳以上の有職男女

（総務省統計局平成23年社会生活基本調査より作図）

らご飯と納豆、卵焼き、野菜ジュースなどは手軽にとれる朝食です。

最後に、朝食をとる時間的なタイミングについてもふれておきます。運動を終えた後、すぐに炭水化物を摂取することは、しばらく時間を空けて摂取するよりも筋グリコーゲンの回復量が多くなること示されています（Ivyら 1988）。朝練習の強度や内容によって異なりますが、終了後はできるだけ早く（30分以内を目安に）朝食をとった方が効果的と考えられます。

5. 市民ランナーの朝練習

さて、アスリートから市民ランナーに目を転じてみます。図7は、必ずしも市民ランナーに限定した調査ではありませんが、我が国の15歳以上の有職男女の平日の有酸素運動の実施率を時間帯別に示したものです（総務省統計局、2012）。このデータから、有職者は「昼休み」や「就業後」よりも「早朝」に運動している人口が多いことがわかります。しかし多くの市民ランナーはトレーニングの目的によって時間帯を変える余裕はないと思います。朝練習に取り組むランナーの中には意図して「早朝」を選んでいるのではなく、仕事の都合などで選ばざるを得ない人もいます。また市民ランナーの中にはアスリートのように「記録向上」を目指す人もいますが、「健

康」のために走っている人も多いでしょう。その点でアスリートと市民ランナーは違う視点で物事を考えなければいけない場合があります。朝練習はトレーニングとして優れた点ばかりではなく、気をつけるべきこともいくつか考えられます。朝練習に取り組むランナーはそれらを知っておく必要があるでしょう。

まず、記録向上を狙うアスリートや市民ランナーにとって避けては通れない高強度のトレーニングは、朝練習では実施しにくいことが考えられます。トレーニング強度が高くなるほど、エネルギー基質は糖質（グリコーゲン）に依存します。そのためグリコーゲン貯蔵量が少ない状態で行う朝練習は、グリコーゲンが十分な状態と比べて高強度のトレーニングを実施するのが困難です（Hulstonら 2010；Yeo, 2008）。高強度のトレーニングを朝練習で実施する際はその点を考慮した強度設定が必要だと考えられます。

また、朝練習は疲労の度合いが大きくなる可能性があります。“疲れた”と感じる過程には様々な要因が関わっていますが、その中の一つにグリコーゲン量の減少があげられます。朝練習は体内のグリコーゲン量が少ない時間帯に行うため、同じ運動量であっても自覚する疲労が大きいと考えられます。疲労を自覚しながらの運動は注意力が散漫になるため、外傷や障害のリスクが高いと

の指摘がなされています (Gleesonら 2004)。また同様の理由から、オーバートレーニングに陥りやすいという指摘もあります (Brounsら 1986)。朝練習をトレーニングの中心に据える場合、人一倍自分の体調に敏感になる必要があるでしょう。

体調管理という点では疾病との関係も考えなければなりません。グリコーゲン量が少ない状態での運動はグリコーゲン量が十分な状態と比べてリンパ球など免疫細胞の低下が大きいことが報告されています (Petiboisら 2003)。これは、朝練習の実施による免疫力低下のリスクを考えさせられます。しかし朝練習に限らず、適度な運動は免疫力を向上させる一方、度が過ぎた激しい運動は免疫力の低下につながるということが知られています (Nieman 1994)。“適度”と“激しい”の境界を明示するのは困難ですが、朝練習は同じ運動であっても相対的な強度が高くなります。そのため朝練習では“適度”な運動の枠からはみ出す可能性が高くなると考えられます。また、疾病の中には時間帯によって発作のリスクが異なるものがあります。たとえば高血圧症は早朝に血圧が上昇する場合もあり、そのタイミングで運動をすると血管への負担が大きいため避けるべきとの指摘があります。しかし、高血圧症の患者を対象に早朝または夕方に運動をした場合の血圧変化を比較した研究では、必ずしも早朝の運動にリスクはないと報告されています (Jimenezら 1994)。起床直後を避け、十分な準備運動と水分補給を心掛けることでリスクを減らすことができるかもしれません。いずれにしても持病のある方は主治医に相談するのが望ましいでしょう。

6. ま と め

2014年に行われたフルマラソンの世界20傑を見ると、男子は20人すべてが、女子は16人がケニアまたはエチオピアの選手によって占められています。このように近年の長距離やマラソン競技では東アフリカの選手が圧倒的な活躍を見せていますが、その強さの秘訣は何かという問いにはいまだ明確な答えはありません。そうした中で、様々な調査によって彼らは朝練習を重要なトレーニング

と位置付けて取り組んでいることが明らかになってきました。朝練習をどのように取り組むかが競技力向上にとって重要な鍵であるかもしれません。もちろん、朝練習がすべての面で優れた唯一無二のトレーニング方法ではありませんし、万人に共通して有効なトレーニング方法ではないことを理解しておかなければなりません。それでも、長年にわたり多くのランナーが朝練習を実践し、かつ朝練習を重視してきた選手が輝かしい実績を残してきたこと、そして科学的な研究によって朝練習が生理学的に特別なトレーニング方法であると示されたことは事実です。1960年代に考案されたカーボローディングが研究の発展とともに改良されて現在広まっているように、今後の研究によって朝練習のさらなる有用性が明らかになることが期待されます。

本総説がアスリートや市民ランナーに朝練習の特徴を知って頂くきっかけとなり、自分自身のトレーニング計画を立てる際に役立てば幸いです。

参 考 文 献

- Noaks T. (1994) ランニング事典 (ランニング学会訳)、大修館
- レジェンド対談 瀬古利彦×高橋尚子 (2013) Sports Graphic Number Do Spring
- Beis LY et al. (2011) Food and macronutrient intake of elite Ethiopian distance runners. J Int Soc Sports Nutr. 8 : 7
- Fudge BW et al. (2006) Evidence of negative energy balance using doubly labelled water in elite Kenyan endurance runners prior to competition. Br J Nutr. 95 : 59-66
- 大後茂雄、杉田正明、小野俊介 (2010) ケニアのマラソン、強さの秘密、Sportsmedicine, 22 : 4-13
- 忠鉢信一 (2008) ケニア！彼らはなぜ速いのか、文藝春秋、東京
- 寺田辰朗 (2000) 藤田敦史インタビュー、スポーツ・ヤァ！、7
- 望月次朗 ハイレ・ゲブレセラシエの「ランニング」哲学、<http://www.shot-web.com/news/070313a.html>

- Atkinson G et al. (1996) Circadian variation in sports performance. *Sports medicine*. 21 : 292-312
- Cappaert TA (1999) Time of Day Effect on Athletic Performance: An Update. *J Strength Cond Res*. 13 : 412-421
- Drust B et al. (2005) Circadian rhythms in sports performance—an update. *Chronobiol Int*. 22 : 21-44
- Chtourou H (2013) Effect of Time-of-Day on Muscle Fatigue: A Review. *J Nov Physiother*. 3 : 160
- Reilly T (1990) Human circadian rhythms and exercise. *Crit Rev Biomed Eng*. 18 : 165-180
- Chtourou H et al. (2012) The effect of training at a specific time of day : a review. *J Strength Cond Res*. 26 : 1984-2005
- Wegmann M et al. (2012) Pre-cooling and sports performance : a meta-analytical review. *Sports Med*. 42 : 545-564
- Reilly T, et al. (1995) Effects of time of day on self-paced performances of prolonged exercise. *J Sports Med Phys Fitness*. 35 : 99-102
- Kunorozva L et al. (2012) Chronotype and PERIOD3 variable number tandem repeat polymorphism in individual sports athletes. *Chronobiol Int*. 29 : 1004-1010
- Kunorozva L et al. (2014) Perception of effort in morning-type cyclists is lower when exercising in the morning. *J Sports Sci*. 32 : 917-925
- Hulston CJ et al. (2010) Training with low muscle glycogen enhances fat metabolism in well-trained cyclists. *Med Sci Sports Exerc*. 42 : 2046-2055
- Hansen AK et al. (2005) Skeletal muscle adaptation: training twice every second day vs. training once daily. *J Appl Physiol*. 98 : 93-99
- Proeyen KV et al. (2011) Beneficial metabolic adaptations due to endurance exercise training in the fasted state. *J Appl Physiol*. 110 : 236-245
- De Bock K et al. (2005) Exercise in the fasted state facilitates fibre type-specific intramyocellular lipid breakdown and stimulates glycogen resynthesis in humans. *J Physiol*. 564 : 649-660
- Anthony EC et al. (2005) Glucose ingestion during exercise blunts exercise-induced gene expression of skeletal muscle fat oxidative genes. *Am J Physiol*. 289 : E1023-9
- Akerstrom TCA et al. (2006) Oral glucose ingestion attenuates exercise-induced activation of 5'-AMP-activated protein kinase in human skeletal muscle. *Bio Res Com*. 342 : 949-955
- Shimada K et al. (2013) Effects of post-absorptive and postprandial exercise on 24 h fat oxidation. *Metabolism*. 62 : 793-800
- Betts JA et al. (2010) Short-term recovery from prolonged exercise: exploring the potential for protein ingestion to accentuate the benefits of carbohydrate supplements. *Sports Med*. 40 : 941-959
- Burke LM et al. (2011) Carbohydrates for training and competition. *J Sports Sci*. 29 : S17-S27
- Lemon PW (1980) Effect of initial muscle glycogen levels on protein catabolism during exercise. *J Appl Physiol*. 48 : 624-629
- Howarth KR et al. (2009) Coingestion of protein with carbohydrate during recovery from endurance exercise stimulates skeletal muscle protein synthesis in humans. *J Appl Physiol*. 106 : 1394-1402
- Breen L et al. (2011) The influence of carbohydrate-protein co-ingestion following endurance exercise on myofibrillar and mitochondrial protein synthesis. *J Physiol*. 589 : 4011-4025
- Moore DR et al. (2014) Beyond muscle hypertrophy: why dietary protein is important for endurance athletes. *J Appl Physiol Nutr Metab*. 39 : 987-997
- Lunn WR et al. (2012) Chocolate milk and endurance exercise recovery : protein balance, glycogen, and performance. *Med Sci Sports Exerc*. 44 : 682-691
- Ivy JL et al. (1988) Muscle glycogen synthesis after exercise : effect of time of carbohydrate ingestion. *J Appl Physiol*. 64 : 1480-1485
- 総務省統計局 (2012) 平成23年 社会生活基本調査
- Yeo WK (2008) Skeletal muscle adaptation and performance responses to once a day versus twice every second day endurance training regimens. *J*

Appl Physiol. 105 : 1462-1470

Gleeson M et al (2004) Exercise, nutrition and immune function. *J Sports Sci.* 22 : 115-125

Brouns F et al (1986) Nutrition as a factor in the prevention of injuries in recreational and competitive downhill skiing. *J Sports Med.* 26 : 85-91

Petibois C et al (2003) Biochemical aspects of overtraining in endurance sports. *Sports Med.* 33 : 83-94

Nieman DC (1994) Exercise, upper respiratory tract infection, and the immune system. *Med Sci Sports Exerc.* 26 : 128-139.

Jimenez AH et al. (1994) Hemodynamic and hemostatic responses to morning and evening exertion in systemic hypertension and implications for triggering of acute cardiovascular disease. *Am J Cardiol.* 74 : 253-257