

スポーツ栄養学とサプリメント開発



幹 渉

三重大学大学院生物資源学研究科 / (株) M & K

FEATURES

スポーツにおけるサプリメントの歴史は比較的浅く、1990年以前はプロテインを中心とする筋肉増強を目的とするものが中心で、それ以外では「栄養学に基づいた食事の勧め」という形がある程度であった。1990年代以降になって、世界的にサプリメントが普及するのとはほぼシンクロして発達してきた。中でもわれわれにインパクトを与えたのは、1996年に開催されたアトランタ五輪で、ニュースキン社の「ライフバック」と「オーバードライブ」が公式サプリメントとして採用されたことであった。この大会ではアメリカのカール・ルイスやフローレンス・グリフィス・ジョイナーらが活躍したが、これがサプリメントの広告にトップアスリートが登場した第1号だと記憶している。

以来、各種スポーツサプリが上市されてきたが、これらは主としてエネルギー系の補強に寄与するものと体調を整えるものに大別される。スポーツサプリの市場動向は、その商品の多様性から厳密には掴みにくいものの、明らかに伸張が続いていると考えられる。一方、10年来右肩上がり伸張が続けてきたトータルの意味でのサプリメント市場も、さすがに頭打ちとなり、2008年以降は伸び悩みの傾向である。

現在、筆者は真にアスリートに寄与するサプリメントとは何かを問い直し、新しい考え方でスポーツサプリ創製と、これに伴う新市場の創造を

検討している。これらは、サプリメント市場にも新しい流れを創ることができるのではないかと考えている。私観ではあるがここで順次述べてみたい。

スポーツサプリ

運動能力を向上させるため、アスリートはさまざまな手法を用いる。もっとも基本的なものは、トレーニング・食事・睡眠の3点である。ハードなトレーニングを積み重ねると運動能力は向上するが、疲労が蓄積することにより効果を持続することは難しいし、故障の原因にもなる。十分に睡眠・休養をとることは極めて重要であるが、それだけではどうしても翌日まで疲労を残すことになりがちである。

近年、疲労を残さず十分なトレーニングを積むためにはサプリメントが有効であるという研究が進み、『食』に対する考え方が変化してきた。通常の食事だけでは摂取するのが困難な栄養素の「量」と「質」をスポーツサプリで補おうというわけである。運動能力の向上に必要な要件として1) 筋力の向上、2) 持久力の向上、3) 瞬発力の向上、4) 疲労対策、などをあげることができる。もちろん、精神力・集中力などメンタルな面のトレーニングも必要ではあるが、ここでは1)～4)について順次述べる。

1) 筋力の向上

筋肉に負荷をかけるトレーニングを実施すると筋繊維が断裂・破壊し、休養により回復する。この繰り返しによって筋繊維が徐々に太くあるいは長くなり、筋肉が増大する。筋繊維はマイクロフィラメントと呼ばれるタンパク質によって構成されており、その主成分はアクチンとミオシンである。トレーニングと並行して摂取すると有効なサプリメントはBCAA（分岐鎖アミノ酸）とグルタミンである。BCAAはバリン、ロイシンおよびイソロイシンの総称で、アクトミオシン（アクチンとミオシンが重合して形成される）を構成するアミノ酸の20%以上を占める。また、グルタミンは筋肉全体に含まれるアミノ酸の中で60%以上を占め、極めて重要である。

これらを簡便に摂取するために、しばしばプロテインが使用される。プロテインは体内に取り込まれた後、加水分解されて遊離型のアミノ酸となるので、吸収率こそアミノ酸そのものを摂取する場合と比べると低くはなるが、安価で重要なアミノ酸を摂り入れることができる。ただし、アレルギー体質のヒトがプロテインを常用するのは注意が必要なことは言うまでもない。

なお、これらのアミノ酸の摂取が不十分の場合、翌日以降に筋肉の張りや筋肉痛を覚えることがある。一般人が急に運動を行った時に起こる症状と類似したものと言えお分かり頂けると思う。

2) 持久力の向上

運動を行うパワーをいかに持続するかということは、極めて重要である。持久力には大きく分けて2種類存在する。すなわち、無酸素運動と有酸素運動である。前者は筋グリコーゲンをエネルギーとして用いるので、より多くの筋グリコーゲンを蓄積しているアスリートが有利である。これは主として炭水化物と糖を摂取することによって可能になる。無酸素運動を行うと、必ず乳酸の生成が伴う。すなわち、筋グリコーゲンの蓄積とトレーニングが最良の方法であろう。筆者がアスリートたちに勧めているのが、レースの3日前以降にでんぷん中心の食事に切り替えることである。普段よりもタンパク量を減らし、米飯や麺類、パン

などの量を増加させることで、筋グリコーゲン量の蓄積を亢進することが可能であると考えている。もちろん、トレーニングは不可欠である。

一方、後者では脂肪をエネルギーに変えることによって成り立つ。つまり、脂肪をいかに効率的にエネルギーに変えることができるかが重要であり、「渡り鳥」のオクタコサノール、「マグロ」や「カツオ」のアンセリン・カルノシン、「スズメバチ」のV.A.A.Mなどの効果が研究されている。また、基本的に「水」が重要であるのは言うまでもない。筆者は、ポリフェノールの質と含量、利尿作用などからウーロン茶が最適であると考えている。

3) 瞬発力の向上

瞬発力は白筋、すなわち速筋の強化が重要であり、筋グリコーゲンの蓄積が必要である。さらに、ATPがADPに分解される時に得られるエネルギーは大きなパワーになる。しかし、ATP自身を体内に大量に蓄えることは不可能である。従って、ADPをATPに生合成することが重要となる。この際にも筋グリコーゲンが必要であり、さらに、この生合成を促進すると考えられるのがクレアチンである。

以前より、「クレアチンローディング」と呼ばれる方法が推奨されている。すなわち、クレアチンを体内で常に有効濃度以上の量を維持しようと図るものである。もちろん、この方法の是非に関しては詳細は不明であるが、クレアチンは吸収も早く、必要に応じて摂取する方法も有効であると考えられる。

4) 疲労対策

トレーニングやレースによってアスリートは疲労する。これには多くの要素が関係するが、活性酸素による生体膜障害も大きな原因の1つである。ヒトの場合、呼吸によって取り入れた酸素の約2%が体内で活性酸素に変化する。通常、われわれはビタミン類やSODでこれらを消去して（反応性の高い活性酸素を、通常の状態の酸素や水に変換すること）障害のリスクを下げることに、バランスを保っている。ところが激しい運

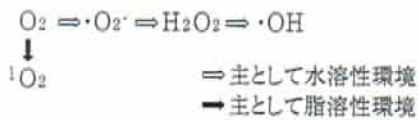


図1 活性酸素の生成

動を行うと、活性酸素への変化率が5%以上に増加し、体内のバランスが崩れ、酸化障害を起こしやすい状態になる。したがって、このリスクを下げることは極めて重要である。すなわち、予防的に疲労の度合いを軽くする、あるいは素早く疲労から回復するという対策に有効なのが「活性酸素消去」である。

活性酸素は2種類に大別できる。すなわち、主として水溶性の環境で発生するスーパーオキシドアニオンラジカル ($\cdot\text{O}_2^-$) → 過酸化水素 (H_2O_2) → ヒドロキシルラジカル ($\cdot\text{OH}$) の系と、主として脂溶性の環境で発生する一重項酸素 (${}^1\text{O}_2$) である。前者を消去する有効な物質としてポリフェノール類やSOD ($\cdot\text{O}_2^-$ 消去)、ビタミンC ($\cdot\text{OH}$ 消去) などを挙げるができる。また、後者に対して有効なのがアスタキサンチンやリコペンなどのカロテノイド (${}^1\text{O}_2$ 消去) である。これらをうまく組み合わせることにより、活性酸素による生体膜障害のリスクを下げる事が可能である(図1)。

これらの化合物は、従来、主にアンチエイジング対応サプリとして上市されているものである。活性酸素による疲労の根幹は「肝機能」にあると考えられる。すなわち、アスリートは肝機能を向上させることにより、疲労対策を図ることができると推定される。

第2世代のスポーツサプリ

前項で述べてきたサプリメントを、どのように組み合わせ採用するかが重要である。ところが、スポーツは極めて多彩であり、それぞれのスポーツにおいて的確なサプリメントを推奨することは容易ではない。また現在のところ、残念ながらアスリートに対して的確にサプリメントの摂取法をアドバイスするようなシステムはない。

これらを的確に行うために、まず筆者が手掛けているのは、各競技における筋肉運動を工学的に解析することである。この研究領域を筆者は「スポーツ生体工学」と名付けている。例えばバドミントンにおける筋運動を解析すると以下のようになる。

- ア. ラリー時における手の運動：テニスと類似
- イ. ラリー時における脚の運動：卓球と類似
- ウ. スマッシュ時における手の運動：やり投げと類似
- エ. スマッシュ時における脚の運動：バレーボール、走り高跳びと類似

これらの組み合わせが、バドミントン競技での主な筋運動を規定する。これに合わせて推奨できるサプリメントの組み合わせを決定していくわけである。

筆者は、スポーツサプリの将来的な姿として「テーラーメイド」的なものを考えており、これを「第2世代のスポーツサプリ」と名付けた。すなわち、各アスリートの競技、そのレベル、などの状況を把握し、カルテを作成することによって個々に適したサプリメントの摂取法を提供する方法である。現在のところ、まだまだ十分とはいえないが、なるべく安価でアスリートが安心して摂取できるサプリメントの提供と紹介を模索している。

スポーツサプリの市場創造

サプリメント総市場が伸び悩む中、皇居の周りで楽しむジョガーの数や東京マラソンの参加申込数を見るまでもなく、スポーツ人口は確実に増加している。その方向は、限られたアスリートの増加ではなく、いわゆる一般市民に溶け込んだものである。

生活習慣病対応のサプリメント市場が飽和し、かつ新しい素材がなかなか開発されない現況を考えると、いわゆる「半健康人」あるいは「半健康人」予備群を「健康人」に戻し、高齢社会に対応していくことも極めて重要ではあるが、「健康人」を「超健康人」にする、という考え方のサプリー

ントは将来性十分であろう。トップアスリートや中高生向けのみではなく、1,000万人を越えると言われているスポーツ愛好者に対して魅力のある商品を開発・提供し、従来にない形での市場を形成することにより、サプリメント市場の伸び悩みを解消できるのではないかと考える。

筆者は現在、大学教授として研究を行い、教鞭をとる一方で、ベンチャー企業である(株)M&Kの陸上競技部監督という立場でトップアスリートと接する立場にある。従来、大学における有用物質探索の研究テーマは、アウトプットとして生活習慣病を取り上げることが多かった。筆者の研究室では、よりオリジナリティを出すために、研究テーマの1つとして新たなスポーツサプリ素材の探索と開発を行っている。アスリートからの意見をフィードバックしながら、新規素材開発に臨むつもりである。

参考文献

- 1) 幹 渉 (1996) 海洋生物とアスタキサンチン。「活性酸素と医食同源 -分子論的背景と医食の接点を求めて」, 井上正康編著, 共立出版, 東京, pp.264-269.
- 2) 幹 渉 (2002) アスタキサンチンを主成分とする健康食品の開発. *Nippon Suisan Gakkaishi*, **68**, 729-731.
- 3) 幹 渉 (2003) カロテノイドの食品機能性 —特に「抗酸化」活性について— *ILSI*, **76**, 27-35.
- 4) M. Nakai, N. Kageyama, K. Nakahara & W. Miki (2006) Phlorotannins as radical scavengers from the extract of *Sargassum ringgoldianum*. *Mar. Biotechnol.*, **8**, 409-414.
- 5) W. Miki (2008) Astaxanthin is my Love! -Connection with the pink carotenoid over thirty years-. *Carotenoid Sci.*, **12**, 1.
- 6) Y. Nishida, E. Yamashita, V. Wood & W. Miki (2008) Quenching activities of common hydrophilic and lipophilic antioxidants against singlet oxygen. *Carotenoid Sci.*, **12**, 99.
- 7) 幹 渉 (2008) 「第二世代」スポーツサプリの市場創生. *FOOD Style 21*, **12**, No.8, 64-66.
- 8) 高畑好秀 (2001) スポーツ科学バイブル. 池田書店, 東京.