

# ホエイペプチドの機能性

## ～トレーニング時における摂取の有効性について～

雪印オーストラリア有限会社 マネージャー 農学博士 三浦 晋

### はじめに

馬の世界のトップアスリート、サラブレッドにとって、トレーニング後の栄養摂取は筋肉を回復させ、効率の良いトレーニングを継続可能にして、本番レースでのパフォーマンス向上に大きく影響します。

ここでは、ヒト用の効率的な栄養摂取手段としての地位を獲得したタンパク質サプリメント、中でもホエイペプチドに焦点を当てて、特長や有効性についてご説明しましょう。

### ホエイペプチドとホエイタンパク質

#### 1. ホエイペプチドとは

ホエイペプチドは牛乳由来のタンパク質です。牛乳1ℓ中のタンパク質は約30g、その20%がホエイタンパク質。つまり、牛乳1ℓを飲んでもホエイタンパク質は6g程度という事になります。近年、このホエイタンパク質の「質の高さ」が評価され、ヒト用プロテイン製品のほとんどがホエイタンパク質を採用するようになりました。

#### 2. ホエイタンパク質の高い質とは

では、ホエイタンパク質の高い質とは何でしょう。動物の筋肉を構成するタンパク質は20種類のアミノ酸からできています。さらに、このうちの9種類は必須アミノ酸と呼ばれ、体の中で作ることができず食事として摂取しなければなりません。この必須アミノ酸がどれくらい入っているのかを示す指標が「アミノ酸スコア」です。

ホエイタンパク質はこのアミノ酸スコアが100で、バランスの良いタンパク質であることが分かります。また、生物価（実際に生体内に保留されたタンパク質摂取量の率）やNPU（正味タンパク質利用率、生物価に消化吸収率を掛けた値）からも、ホエイタンパク質は他と比べて「質の高い」タンパク

質と言えます（表1）。

#### 3. 分岐鎖アミノ酸

さらに、ホエイタンパク質のもう1つの特徴は、分岐鎖アミノ酸（Branched Chain Amino Acids, BCAA）が多いことです。BCAAとは、必須アミノ酸のうち「バリン」「ロイシン」「イソロイシン」の3つのアミノ酸を指し、筋肉中の必須アミノ酸の約40%を占めており、筋肉合成に関わるほか、筋肉の運動時のエネルギーとしても使用される重要なアミノ酸です。これら3つのアミノ酸は、図1に示されるように「枝分かれ」構造：分岐鎖を持っています。ホエイタンパク質はその構成アミノ酸の約20%がBCAAで、さらにこの比率は「バリン：ロイシン：イソロイシン=1：2：1」とロイシン含量が高いのが特徴です。2000年あたりから、このロイシン

表1 各タンパク質源に関する栄養価の比較

タンパク質源	アミノ酸スコア	生物価	NPU
ホエイタンパク質	100	104	92
全卵	100	100	94
牛乳	100	91	82
牛肉	100	80	73
カゼインタンパク質	100	77	76
大豆タンパク質	86	61	61

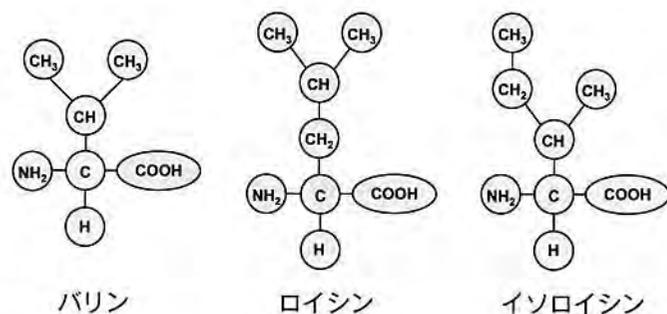


図1 3種類の分岐鎖アミノ酸

が生体内におけるタンパク質合成経路において非常に重要な役割を持っていることが解明されてきました。このことから、ホエイタンパク質がアスリート向けのプロテイン等に多く採用されるようになってきたのでしょう。

#### 4. 消化吸収速度の優位性

さて、この本来良質なタンパク質であるホエイタンパク質を、あらかじめ酵素分解して低分子化したのが「ホエイペプチド」です。ペプチド体であればすでに分解されているので、消化に要する時間を省くことができますから、ホエイペプチドはホエイタンパク質に比べて消化吸収性が良い(速い)のです。

### ホエイペプチドが筋肉合成に与える影響

#### 1. ヒラメ筋量の回復

順天堂大学スポーツ健康科学部と雪印メグミルク株式会社は共同で、次の実験を行いました。ラットを後脚が地面につかない状態にして、後脚の骨格筋「ヒラメ筋」の筋肉萎縮を起こさせます。この後、自由に運動が出来る状態に戻して自由運動と食事摂取で一度萎縮した筋肉を回復させ、ヒラメ筋量の回復を測定しました(図2)。

その結果、ホエイペプチドを食べさせた群(HW群)の



図2 ラットを用いた尾部懸垂実験プロトコール

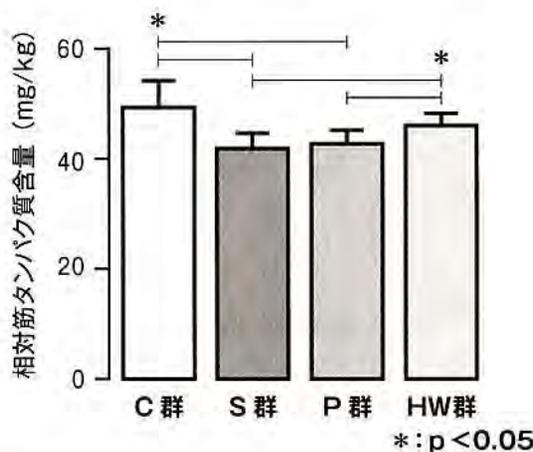


図3 ヒラメ筋のタンパク質量

ヒラメ筋タンパク質量は、自由運動の健常ラット(C群)と同等レベルまで回復しましたが、ホエイタンパク質群(P群)では健常ラットよりも有意に低い重量に留まりました(図3)。すなわち、ホエイペプチドはホエイタンパク質よりも筋肉の合成を促進することが考えられます。興味深いのは、表2に示すようにホエイペプチドとホエイタンパク質の構成アミノ酸組成はほぼ同じだと言う点です。構成アミノ酸組成は同じなのにここまで大きな差が出たのは、分子の大きさの違いが影響していることが考えられます。

#### 2. 筋肉合成シグナルの活性化

さらに、順天堂大学のグループでは、ホエイペプチドと他のペプチド素材を比較しています。ラットを2時間走らせた後に各種ペプチドを食べさせ、その後に筋肉を採取して筋肉合成シグナルの動きを測定したところ、筋肉合成シグナルは、ホエイペプチドを食べたラットにおいて他のペプチドより高くなることも示されました。

ホエイタンパク質中のロイシンは「構成アミノ酸の約10%」と、他のタンパク質素材よりも高くなっています。少々専門的になりますが、このロイシンを摂取すると「筋肉合成シグナルが活性化になる」ことが近年の研究で明らかとなりました(図4)。これは、トレーニングで疲労した筋肉を効率良く回復させるためにはホエイ由来タンパク質が有用であり、さ

表2 ホエイペプチドとホエイタンパク質の構成アミノ酸組成

		ホエイペプチド	ホエイタンパク質
		[mg/100g]	
1	アスパラギン酸	9036	8330
2	トレオニン	4152	4076
3	セリン	3917	3848
4	グルタミン酸	14775	13330
5	プロリン	3091	4147
6	グリシン	1526	1509
7	アラニン	4078	3858
8	バリン	4377	4365
9	シスチン	2175	1924
10	メチオニン	1376	1760
11	イソロイシン	4380	4269
12	ロイシン	9329	9436
13	チロシン	2707	2722
14	フェニルアラニン	2752	2940
15	アンモニア	752	1146
16	リジン	8078	7619
17	ヒスチジン	1661	1581
18	トリプトファン	1509	151
19	アルギニン	2267	2305
	総計 (-NH <sub>2</sub> )	81186	78170

らにはタンパク質よりも低分子化されたペプチド態で摂取した方が、より大きな効果が期待できることを示唆しています。

## ヒトでの摂取試験

2012年に、順天堂大学スポーツ健康科学部と雪印メグミルク株式会社は次のような学会発表を行っています。詳細には触れませんが、健康な成人男性15名を選定し、図5に示すプロトコルで、運動後にホエイペプチド10gおよび20gを食べさせた群と水のみを摂取させた群（対照群）に分けて、運動前後に筋バイオプシー（局所麻酔下で特殊な針を用いて筋肉を摘出する）を実施し、タンパク合成にかかわるシグナルの活性化度を測定・比較しています。

その結果、やはり「運動直後のホエイペプチド摂取が筋肉合成シグナルの活性化を促進する」ことがヒトでも示されました（図6）。これは、トレーニング後速やかにホエイペプチドを摂取すると、筋肉の回復がより促進されやすいことを示唆しています。

## ホエイペプチドの摂取タイミング

では、どのようなタイミングでホエイペプチドを摂取すべきでしょうか。宇都宮大学と雪印メグミルク株式会社が共同で発表した結果によれば、一定の運動を負荷したラットにホエイペプチドを食べさせ経時的に追跡した結果、筋肉合成シグナルは投与30分～1時間後で活性が最大となることが明らかとなりました。この結果から、運動後速やかにホエイペプチドを摂取することが好ましく、少なくとも運動後30分から1時間以内に摂取することをお勧めしています。

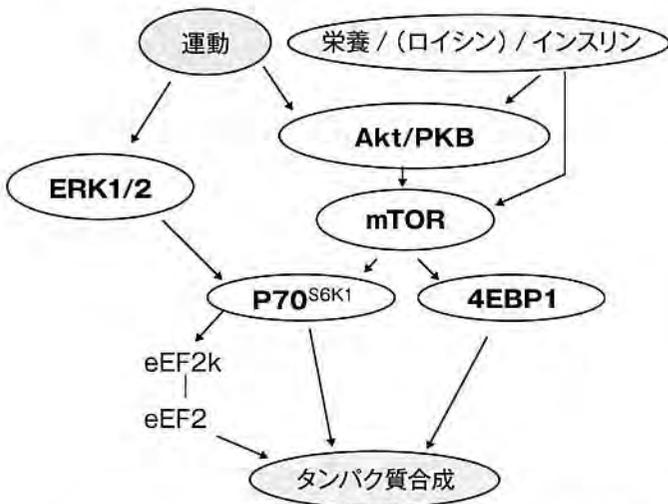


図4 ロイシンの摂取により活性化される筋肉合成シグナル

## まとめ

筋トレやマラソン、サイクリングなどの運動では、筋肉が酷使されることで必ず筋肉に含まれるタンパク質の分解が起きています。運動中や特に運動後に良質なタンパク質補給がないと、トレーニングを行っても筋肉が弱ってしまう可能性すらありますから、栄養摂取はトレーニングと同じくらいに重要なのです。さらに、栄養摂取も運動後速やかに行うことが望ましいことがわかりました。運動という信号によ

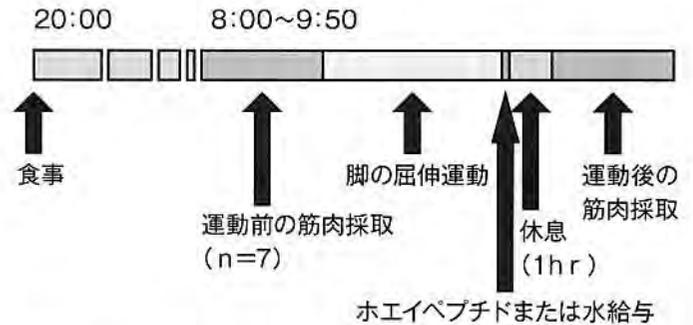
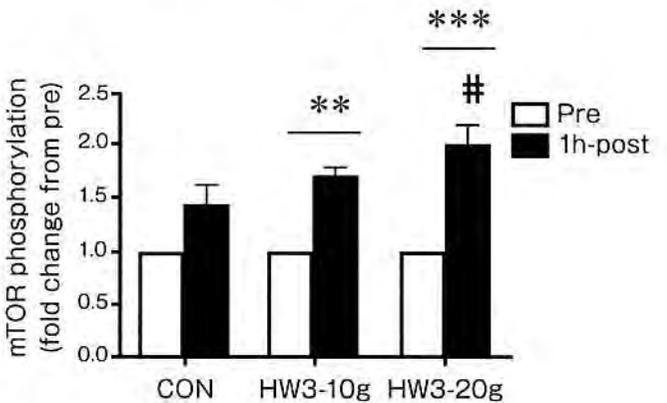
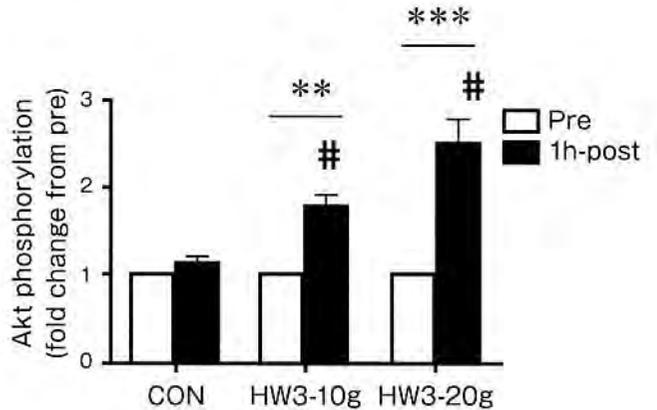


図5 ヒト試験の実験プロトコル

ホエイペプチド10g 給与の実験と後日20g 給与の実験を2回実施しています。



\*\*P<0.01, \*\*\*P<0.001 vs.pre.  
#P<0.01 vs.CON condition.

図6 筋肉合成に関わる信号のリン酸化（活性化）

て運動後1時間は筋肉合成経路の各シグナルが活性化されているので、BCAAを豊富に含み吸収性に優れたホエイペプチドの速やかな摂取がそのシグナルの活性化をさらに強めるのです。

ヒトの世界では高度高齢化社会を迎えて、エリートアスリートのみならず一般の方々も運動に対する関心と意識が高い状態が続きそうです。そのような状況をバックアップできる優れた栄養補給用の食品が今後も開発され続け、さらにはその成果が馬の世界にも応用されることを願っています。



## 馬用サプリメントの開発（付記）

ヒト用タンパク質サプリメントの中でも高級原料であるホエイペプチド。飼料原料としてみれば比較的高価なのですが、この「分子量の小ささ=消化吸収の速さ」を生かして馬用サプリメントを開発しました。

やはり、競走馬でもホエイペプチド給与の反応は良好で、調教師の先生方から「給与して2週間で馬体の張りが良くなった」「どんな飼葉を食べてもふっくらしてこない馬が、膨らんできた」「調教後の疲労が感じられない」「強めの調教を繰り返しても馬体を維持している」などと好感触を教えてくださいありがとうございます。サプリメント飼料ですから、あくまでも目的は適時に的確な栄養補給ですが、関係者の皆様の鋭い観察力で適切な給与方法を体得していただきたいものだと考えています。（雪印種苗の開発担当者からのコメント）



## ミルクから生まれた機能性素材 ホエイペプチド

トレーニングのパフォーマンス向上を目指す

スノービルダー<sup>®</sup>  
Snow Builder



雪印種苗株式会社