

# 有孢子性乳酸菌GanedenBC<sup>30</sup>の スポーツ領域への応用

株式会社ヘルシーナビ ひらやま たくま 平山 卓磨

## はじめに

アスリートにおけるプロバイオティクス摂取の健康的利点としては、高負荷トレーニングによる上気道感染症リスク、胃腸ストレスや酸化ストレスの軽減が挙げられる<sup>1, 2)</sup>。

また、プロバイオティクスは、腸内環境を整えることで栄養素の吸収を高めることも考えられ、アスリートの体づくりやリカバリーにおける必要な栄養素の効率的な吸収・利用も期待されるが、実はこれらに関する臨床的な知見は非常に少ない。

本稿では、特にアスリートにおいて必要とされる栄養素であるプロテイン、HMB(ビス-3-ヒドロキシ-3-メチルブチレートモノヒドレート)、ミネラルの吸収を促進させ、また、リカバリーや運動パフォーマンスにポジティブに作用することが確認されているプロバイオティクス有孢子性乳酸菌GanedenBC<sup>30</sup>(*Bacillus coagulans* GBI-30-6086)についてご紹介させていただく。

## 1. GanedenBC<sup>30</sup>について

GanedenBC<sup>30</sup>(以下BC30と表記)は、アイルランド大手食品会社ケリーが製造する有孢子性乳酸菌*Bacillus coagulans* GBI30-6086の生菌粉末であり、日本国内では株式会社ヘルシーナビが輸入元、ユニキス株式会社が総販売元として展開しており、詳細情報は、<http://www.healthynavi.co.jp/healthFood/bc30.html>で確認できる。

有孢子性乳酸菌は孢子を形成する乳酸菌であり、熱、圧力、極端な酸やアルカリ条件でも耐性があるため、製造工程中、賞味期限内、そして胃酸や腸の胆汁の影響に対しても生き残ることができる。そのため、BC30はフローズンヨーグルト、ベーカリー、ホットシリアル、菓子やコーヒー、紅茶など多彩な食品形態に応用させることが可能である。また、BC30は幅広い試験で安全性が証明されており<sup>3, 4)</sup>、アメリカFDAからGRASも取得している。

一方、BC30の機能性としては、一般的な乳酸菌がもつ整腸作用<sup>5-7)</sup>や免疫賦活作用<sup>8, 9)</sup>が数々のヒト臨床データで報告されているが、特筆すべきなのは、本稿のメインである栄養素の吸収促進、リカバリー&運動パ

フォーマンスの向上効果である。次項からその詳細について触れていく。

## 2. BC30はプロテイン、HMB、ミネラルの利用を高める

### 1) プロテインの有効利用について

BC30は、胃や小腸のモデルキットを用いた*in vitro*の試験にて、BC30の約5割が生きたまま小腸に届き、その内の約9割が発芽して活動を開始することがわかっている<sup>10, 11)</sup>。このときにBC30が小腸内でプロテアーゼ(タンパク質分解酵素)を分泌することで摂取したプロテインをより細かくアミノ酸やペプチドにして、血中への取り込み量を増やす。実際、BC30がプロテイン消化を助けアミノ酸やペプチドの生成を促進させプロテイン利用率を上げることが、*in vitro*モデル(TIM-1)、動物モデル(子豚)、ヒト臨床試験で確認されている。動物モデル試験では、4~5カ月齢の雄の子豚に飼料のみもしくは飼料+BC30(10億個/日)を4週間摂取したところ、BC30併用摂取でプロテインの利用率が10%高まったことが報告されている。

また、ヒト臨床試験では、プロテインからのアミノ酸吸収を評価したものが2報報告されている。

まず一つ目は、試験デザインとして、30名の健常な成人男女(平均年齢26.4歳)を対象に二重盲検クロスオーバー試験で動物性タンパク質(タンパク質として20g)単独摂取群とBC30(10億個/日)併用摂取群において摂取2週間後の22種類のアミノ酸の血中濃度を定量し曲線化面積AUCを比較してアミノ酸取り込み量を評価した<sup>12)</sup>。結果として、AUCの比較で総アミノ酸は2.6%、総必須アミノ酸は2.8%、総BCAAは2.4%増えた。また、個々のアミノ酸でみるとアルギニン(+12.0%)やイソロイシン(+5.0%)は、有意に増加しており、メチオニン(+5.0%)、フェニルアラニン(+5.0%)は有意傾向としての増加が確認された。数値的にみると22のアミノ酸中20のアミノ酸で増加していた。

続いて二つ目は、試験デザインとして、30名の健常な

高齢女性(平均年齢 58.5歳)を対象に二重盲検クロスオーバー試験で植物性タンパク質(タンパク質として20g)単独摂取群とBC30(10億個/日)併用摂取群において摂取2週間後の22種類のアミノ酸の血中濃度を定量し曲線化面積AUCを比較してアミノ酸取り込み量を評価した<sup>13)</sup>。

1つめの試験デザインとの違いは、被験者を高齢女性に絞っていることとタンパク質を動物性ではなく消化効率が悪い植物性を用いているところである。

結果として、AUCの比較でBC30を併用することで、アラニン(+6.0%)、システイン(+4.7%)、トリプトファン(+8.0%)、総アミノ酸(+3.8%)、総必須アミノ酸(+4.4%)で取り込み量が有意に増加し、その他6種類のアミノ酸や総BCAAでも有意傾向としての増加が確認された(図1)。この二つ目の試験結果は、一つ目の試験結果に比べて群間での有意差や有意傾向が確認できたアミノ酸が増えており、特に総アミノ酸や総必須アミノ酸で群間有意差が確認できているところが多い。これは、被験者を消化能力が衰えた高齢者に絞ったこと、また消化効率の悪い植物性タンパク質を用いたことがBC30の効果をより確認できた要因と考えられる。一般的に、植物性プロテインは、タンパク質と糖が複合体を形成しているので、動物性プロテインに比べて消化効率が悪いが、BC30は小腸内で前述したプロテアーゼだけでなくカルボヒドラーゼ(炭水化物分解酵素)も分泌しているので、よりタンパク質の分解効率が高くなると考えられる。これらの酵素は、小腸内で乳酸菌が生きた状態でないと分泌されないため、死菌や胃酸などに弱い乳酸菌では効果は期待できない。また、BC30と同

じ*Bacillus*属で孢子形成する枯草菌(*Bacillus subtilis*)についてプロテインの利用に関する試験はされているが、BC30のようなポジティブな効果は確認されていない<sup>14)</sup>。そのため、自身が分泌する酵素によってプロテイン利用を促進させる効果は、BC30の特徴的な機能性と言えるだろう。

まとめると、BC30は、若年層から高齢者まで幅広い世代でプロテインからのアミノ酸利用を増やすことが可能であり、また植物性プロテインの動物性プロテインに比べ吸収効率が劣るというデメリットも改善できるユニークな機能性を有するプロバイオティクスである。

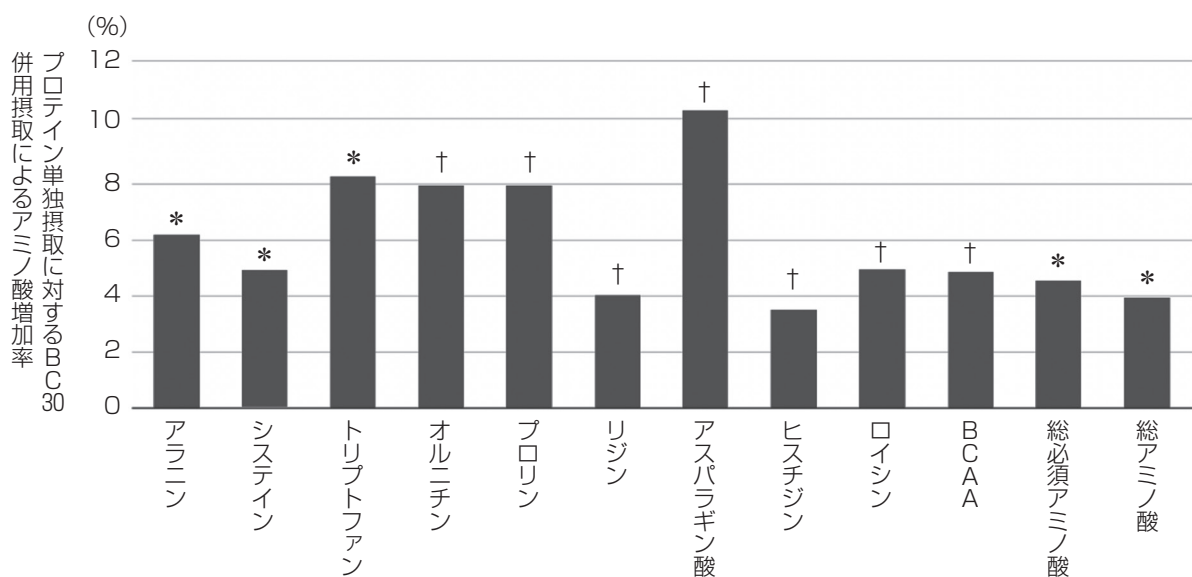
## 2) HMBとミネラルの有効利用について

HMB(ビス-3-ヒドロキシ-3-メチルブチレートモノヒドレート)は、必須アミノ酸の一種であるロイシンから体内で合成される物質で、筋肉の合成促進と分解抑制の効果があり、アスリートの体づくりだけでなく、ダイエットやロコモ対策など幅広くサプリメントで使われる成分である。

このHMBのBC30による有効利用に関してヒト臨床試験にて評価している。

試験デザインとして、6名の被験者に対してHMB単独摂取もしくはBC30(20億個/日)併用摂取で2週間後のHMBの血中濃度を定量しAUCを比較した。結果としてBC30併用により約15%HMBの取り込み量が増えていた。

またミネラルのBC30による有効利用に関しても、豚を使った試験で評価している。試験デザインとして、クエン酸カルシウム+マルチビタミンミネラル摂取群とBC30



\*:  $p < 0.05$  (プロテイン摂取群とのAUC値比較で有意差あり)、†:  $0.05 < p < 0.1$  (プロテイン摂取群とのAUC値比較で有意傾向あり)

図1 アミノ酸吸収量AUC(Area Under the Curve)の比較

(10億個/日)併用摂取群において1日目と7日目の糞便中のミネラルを比較することで体内へのミネラルの取り込み量を評価している。結果としてBC30を併用させると殆どのミネラルの吸収量が高まる傾向が確認された。

ただ、このHMBやミネラルの吸収量が高まったのは、BC30由来の特定の酵素の関与というよりかは、一般的に乳酸菌がもつ整腸作用によるものであると考えられる。

### 3. BC30はリカバリーを促進し、運動パフォーマンスを高める

BC30は前項で触れたようにプロテインの利用率を高めるので、リカバリーや運動パフォーマンスにも効果が期待できる。実際これらに関する効果は、ヒト臨床試験で確認されている。

試験デザインとして、健康なウエイトトレーニングをしている29名の男性(平均年齢22.0歳)を対象に、2週間、動物性タンパク質(タンパク質として20g)単独摂取

もしくはBC30(10億個/日)を併用摂取させ、15日目にシングルレッグエクササイズで筋疲労を与え、その後のリカバリーについてVAS法と血中クレアチンキナーゼ量、運動パフォーマンスについてはウィングートパワーで評価した(図2)。

VASの結果では、BC30を併用摂取することでタンパク質単独摂取に比べて、エクササイズから24時間後、72時間後で有意にリカバリーが促進された(図3)。また、エクササイズ24時間後の筋損傷のマーカである血中のクレアチンキナーゼ量もBC30併用摂取によりタンパク質単独摂取に比べ有意傾向としての低下が確認された(図4)。

一方、ウィングートピークパワーは、タンパク質単独摂取時にはエクササイズ前に比べエクササイズ24時間後に有意に減少したが、BC30を併用摂取した場合は、1.7%(+10.1 watts)上昇した(図5)。

これらの結果から、タンパク質にBC30を併用すると血中に取り込まれるアミノ酸やペプチドが増え、それに

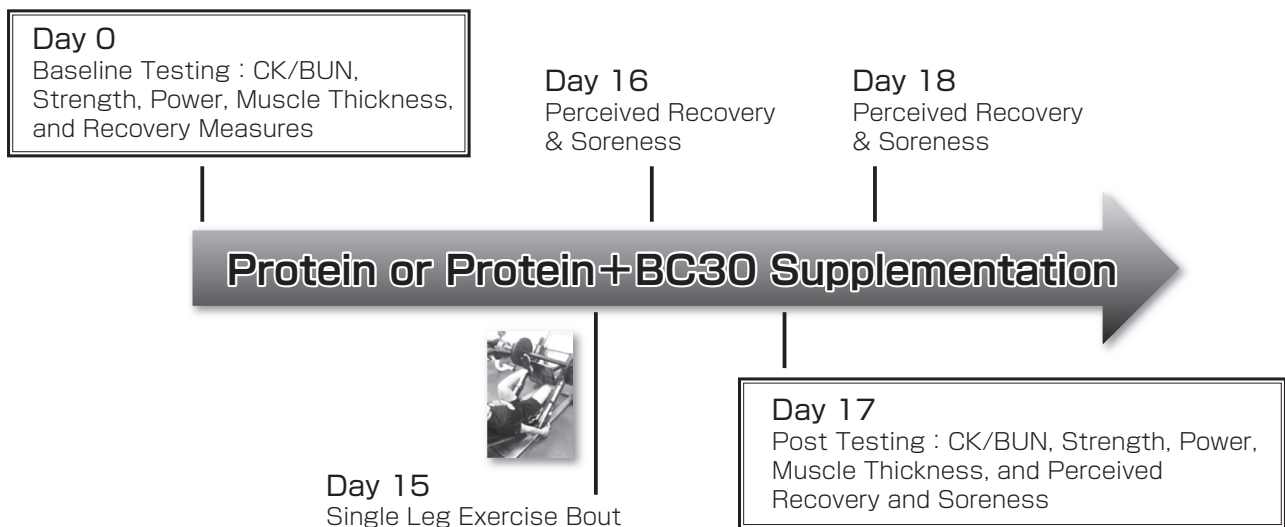
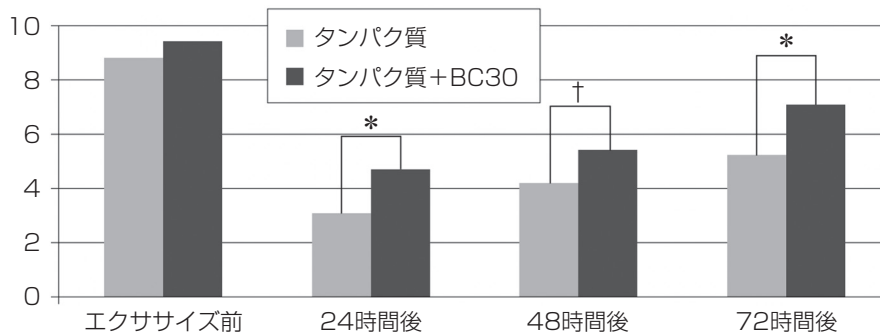


図2 試験スケジュール



\*: p<0.05, (vsタンパク質)、†: 0.05<p<0.1 (vsタンパク質)

図3 リカバリーに関するVAS(視覚アナログスケール)

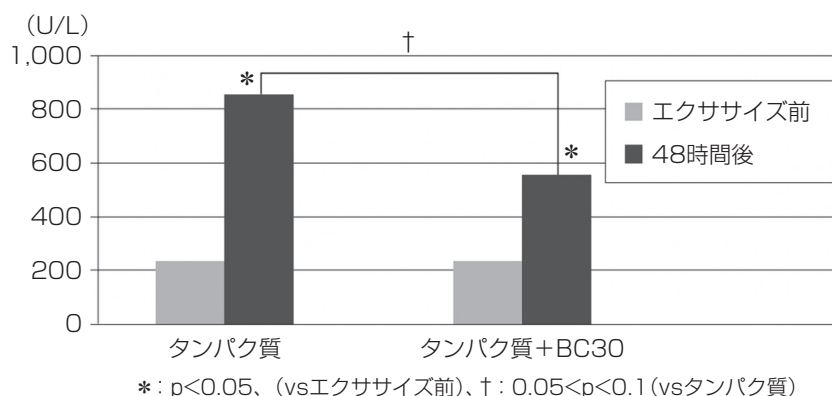


図4 血中クレアチンキナーゼ量

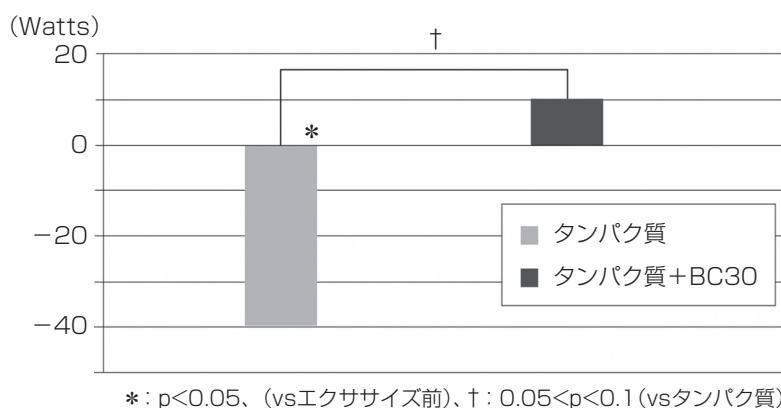


図5 ウィンゲートパワー前後の変化

伴い筋修復・筋合成が進み、リカバリーや運動パフォーマンスが向上すると考えられる。

### おわりに

BC30は、プロテイン、HMB、ミネラルなどの栄養素の有効利用に寄与し、また、筋疲労からのリカバリーを促進し、運動パフォーマンスを向上させる効果を有することから、スポーツ分野で活躍できるプロバイオティクスであると言える。

また、プロテインの有効利用という観点からすると、スポーツ分野だけでなく、ロコモやフレイル対策のシニア向け商品や美容プロテインとしてコラーゲンと組み合わせた女性向け商品にも応用が効く。

BC30をスポーツだけでなく様々な用途における商品開発にお役立て頂ければ幸いである。

### 《《《《 参考文献 》》》》

- 1) M Gleeson, *et al.* : Daily Probiotic's(Lactobacillus casei Shirota)Reduction of Infection Incidence in Athletes, *Int J Sport Nutr Exerc Metab*, **21**(1), 55-64 (2011)
- 2) N Salarkia, *et al.* : Effects of probiotic yogurt on performance, respiratory and digestive systems of young adult female endurance swimmers, a randomized controlled trial, *Med J Islam Repub Iran*, **27** (3), 141-146(2013)
- 3) J R Endres, *et al.* : Safety assessment of a proprietary preparation of a novel probiotic, Bacillus coagulens, as a food ingredient, *Food Chem Tox*, **47**, 1231-1238(2009)
- 4) J R Endres, *et al.* : One-year chronic oral toxicity with combined reproduction toxicity study of a novel probiotic, Bacillus coagulens, as a food ingredient, *Food Chem Tox*, **49**, 1174-1182(2011)
- 5) L Hun, *et al.* : Bacillus coagulans significantly improved abdominal pain and bloating in patients with IBS, *Postgrad Med*, **121**, 20, 119-124b(2009)
- 6) B J Dolin, *et al.* : Effects of a proprietary Bacillus coagulans preparation on symptoms of diarrhea-predominant irritable bowel syndrome, *Methods Find Exp Clin Pharmacol*, **31**(10), 655-659(2009)
- 7) D S Kalman, *et al.* : A prospective, randomized,

- doubleblind, placebo-controlled parallel-group dual site trial to evaluate the effects of a Bacillus coagulans-based product on functional intestinal gas symptoms, *BMC Gastroenterology*, **9**, 85(2009)
- 8) M Kimmel, *et al.* : A controlled clinical trial to evaluate the effect of GanedenBC30 on immunological markers, *Methods Find Exp Clin Pharmacol*, **32**(2), 129-132(2010)
- 9) Miriam A, *et al.* : Bacillus coagulans GBI-30, 6068 decreases upper respiratory and gastrointestinal tract symptoms in healthy Mexican scholar-aged children by modulating immune-related proteins, *Food Res Int Nov*, **125**, 108567(2019)
- 10) A J H Matthuis, *et al.* : Survival and metabolic activity of the GanedenBC30 strain of Bacillus coagulans in a dynamic in vitro model of the stomach and small intestine, *Benef Microbes*, **1**(1), 31-36(2010)
- 11) D Keller, *et al.* : Spores of Bacillus coagulans GBI-30, 6086 show high germination, survival and enzyme activity in a dynamic, computer-controlled in vitro model of the gastrointestinal tract, *Benef Microbes*, **10**(1), 77-87(2019)
- 12) Richard A, *et al.* : Bacillus coagulans GBI-30, 6086 improves amino acid absorption from milk protein, *Nutr Metab (Lond)*, **17**, 93(2022)
- 13) Kylie E Walden, *et al.* : Probiotic BC30 Improves Amino Acid Absorption from Plant Protein Concentrate in Older Women, Probiotics and Antimicrobial Proteins <https://doi.org/10.1007/s12602-022-10028-4>(2022)
- 14) Townsend JR, *et al.* : Plasma amino acid response to whey protein ingestion following 28 days of probiotic (Bacillus subtilis DE111) supplementation in active men and women, *J Funct Morphol Kinesiol*, **6**(1), 1(2020)
- 15) R Jäger, *et al.* : Probiotic Bacillus coagulans GBI-30, 6086 Improves Protein Absorption and Utilization, *Probiotics & Antimicro, Prot*, **10**, 611 615(2018)

---

ひらやま・たくま / Takuma Hirayama

株式会社ヘルシーナビ

2006年 大阪大学生命機能研究修士課程修了、2018年 株式会社ヘルシーナビ入社、現在に至る。