

L-カルニチンの飲料・食品への利用

ロンザジャパン株式会社

王堂 哲

はじめに

L-カルニチンは主に動物の筋肉細胞の中にあつて、脂肪の燃焼に必須の役割を担う成分である。通常私たちが食物として摂取する肉類の赤身は動物の筋肉であるから、それらをとることにより生存に必要な L-カルニチンがまかなわれる。成人一人あたりおよそ 20g 程度が体内に蓄えられている。この成分をサプリメントとして利用するという発想はすでに 1970 年代から存在したが、食品素材として合理的なコストで製造する方法がなかった。1980 年代後半、ロンザ社(スイス)が微生物発酵によって安全性・純度・コスト面で市場の要請に応え得る L-カルニチンを製造することに成功し、以来欧米を中心とした市場でサプリメント・機能性食品として広く受け入れられるようになった。日本では L-カルニチン欠乏症患者向けの医薬品として使用されていたため、薬事法の規制範ちゅう下におかれていた。しかし 2000 年 3 月から厚生労働省において食薬区分見直しの一環として食品としての使用が検討された結果、法律的には 2002 年 12 月に食品衛生法上の食品として認可を得るに至った。本稿では L-カルニチンの主要な生理作用および日本での食品としての応用についてご紹介申し上げたい。

1. L-カルニチンの生理作用

いわゆる脂肪は栄養素の中でも最も高いエネルギーを有する成分である。このエネルギーは脂肪分子を燃焼することによって生み出される。この原理は自動車にガソリンを補給してエネルギーを得ることと基本的に同じである。ガソリンがエンジンに注入されて燃焼するように、栄養素としての脂肪は細胞内小器官の一つであるミトコンドリアに導かれて燃焼する。しかしながら、脂肪はミトコンドリアの膜をそのままでは通過することができない。L-カルニチンはここで働く。すなわち脂肪は L-カルニチンと結合することによってはじめて燃焼の場であるミトコンドリアに進入することができるようになる。これはまた鉄道の乗客(脂肪)が改札口(ミトコンドリア膜)を通過するとき切符(L-カルニチン)が必要になるようなものだともいえる。この作用は L-カルニチンの生理機能の最も代表的なものとして教科書にも記載されている事実である。この働きから派生する L-カルニチンの典型的な用途としては、ダイエット、持久運動能力の向上などが考えられ、実際食品への応用展開においても筆頭に挙げられる訴求項目となっている。

L-カルニチンの第二の作用は筋肉疲労の軽減や解消である。これは脂肪代謝ではなくむしろ糖質の代謝との関連が深い。筋肉疲労のひとつの表れとして乳酸の筋肉内への蓄積が挙げられるが、ひと言でいうならば L-カルニチンはこの乳酸を除去するために機能している。こちらは主に筋肉痛の緩和として体感される。

上記のことがらとともに「好氣的な代謝の促進」ということに共通性がある。「エアロビクス」「有酸素運動」ということばで知られることは、体内のさまざまなエネルギー物質を完全燃焼させることと関連しているが、L-カルニチンはこの完全燃焼を行うために必須の燃焼促進剤であるということもできる。

2. L-カルニチンの食品への応用

医薬品がある疾病の目的だけのために製造され使用されるのに対し、食品は一般の人々がさまざまな目的のために用いることができる。脂肪の燃焼というものが生命活動の基幹をなす作用であるがゆえに、そこから

派生する効果もまた極めて多岐にわたる。この意味からも L-カルニチンは用途の限定的な医薬品としてよりも、食品として一般に浸透してゆくことがよりふさわしい成分であるといえる。また、今日の健康保健医療制度の財政上の実態的側面からみて、「未だ病に至らぬ(未病)状態」にあるうちに健康な状態に復帰させることの重要性が国を挙げて認識されており、健康増進法をはじめ、平成 15 年度だけでも 10 を超える食品、健康関連の法律が施行されている。この観点から「食品」は前世紀までに帯びていた以上の新しい意義を帯びるようになったといえる。L-カルニチンやコエンザイム Q10 などの「もと医薬品成分」が食品として認可されるに至った背景にはこのような事情も底流に存在するものと思われ、この事情を掘り下げるところからさまざまな食品への応用展開の発想ももたらされる。

3. だれが摂取対象となるか

まず L-カルニチンの利用対象となる人々について考えてみる。最もオーソドックスなカテゴリーとしては皮下脂肪や内臓脂肪に関連の深い中年以降の男女、ダイエットに関心の高い 20~30 代女性、持久運動能力の向上をめざしたアスリートの人々などが挙げられる。これらのカテゴリーに属する人々は、すべて脂肪の燃焼という現象を出発点としながら、最終的には生活習慣病のリスク軽減、美ぼうの獲得、身体能力の増強という全く異なった価値観の実現を終着目標としていることが重要である。本稿では実証データとして、減量の効果に関するもの(図 1)と持久運動能力の指標である最大酸素摂取量に関するもの(図 2)を挙げる。その他の用途としては、筋肉痛・筋肉疲労の軽減が重要である。減量や持久運動能力は多くのファクターの集積的な結果であるため、個人差

にも左右されやすいが、筋肉痛の抑制などは比較的多くの人で体感を得やすい項目と考えられる(図 3)。

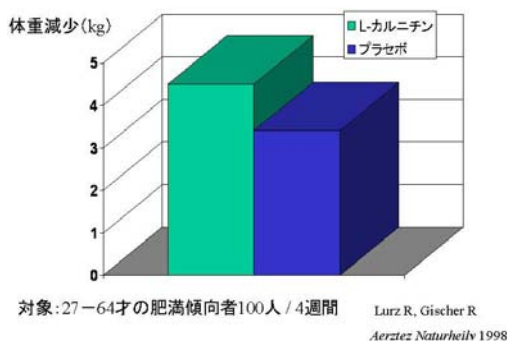


図1 L-カルニチン摂取による体重減少効果

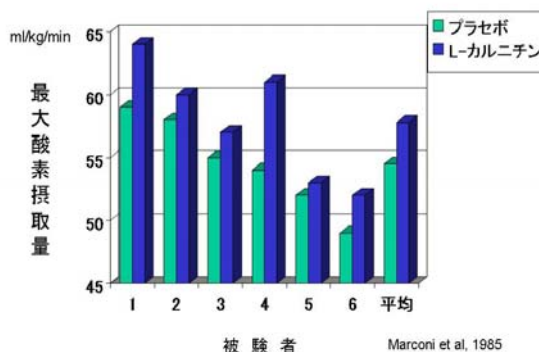


図2 L-カルニチン摂取の最大酸素摂取量への影響

4. どのような形に加工できるか

以上のような幅広い消費者の方に、日常生活の中で無理なく L-カルニチンを摂取していただくためにはそれ相応の多様な供給形態が準備されなくてはならない。具体的には健康食品の形をとる場合と、一般食品の形をとる場合が考えられる。この観点からポイントとなるのは L-カルニチンのもつ物性・加工安定性・風味などの諸特性である。L-カルニチンの構造は図 4 に示されるように、4 級アンモニウム塩の残基を有するアミノ酸誘導体もしくはコリンの誘導体として特徴付けられる。極めて高い水溶性(水 100g に対し 250g まで溶解)を有し、純粋な L-カルニチンの白色結晶粉末は通常の室内雰囲気では潮解してしまう。また水溶液としての安定性にも優れ、中性から酸性領域では光や温度にも劣化し難い。また他の材料との相互作用にも特段のものは見られない。それゆえ、液状の加工商品への利用はほぼ自在に行うことができる。欧米ではジュースやヨーグルト、ニアウォーターなどへの応用が行われている。日本ではそれに加え、アイソトニック飲料、茶飲料類、コーヒー飲料などへの展開が考えられる。L-カルニチンには弱い独特の風味があるが、通常汎用される香料や甘味料によって比較的容易にマスクされる。一方、カプセルや錠剤に成型するためには逆にこの高い水溶性が障害となる。この点を克服するためロンザ社では L-カルニチンの L-酒石酸塩を開発した。L-酒石酸は食品としての安

全性が認められたいわゆる米国 GRAS 原料である上、風味的にはそう快な酸味を呈する。この塩では潮解性が抑えられておりながら、飲料を製造する上において十分な水溶性(水 100g に対し、50g まで溶解)も同時に保たれているため、ソフトドリンクへの適用も盛んになされている。この L-酒石酸塩の開発により、L-カルニチンはいわば食品加工において「水陸両用」の素材となった。日本では純粹の L-カルニチンと L-酒石酸塩が同時に食品として認可されたため、使用が可能となった当初からほぼ同時進行で液もの、固形ものの開発が進められている。

5. 摂取量の目安について

L-カルニチンの摂取量については、厚生労働省より上限目安がアナウンスされている¹⁾。米国で一人当たり kg 当たり 20mg/day、あるいはスイスで一人当たり 1000mg/day、とされていることから、この値を参考すべし、というのがその内容である。使用を検討される食品企業各社からすれば、食品素材として上限目安が設定されていることに違和感もあろうかと思われるが、この素材が従来処方せん医薬品として販売されてきたという、食品素材としては前例のない履歴を厚生労働省として慎重に踏まえたものであると考えられる。し

かしながら、過去 20 年余にわたる欧米での使用実績の点からも安全性については何らの問題も発生しておらず、動物実験によるほかヒトの疫学的な観点からの安全性についても懸念のない材料といえる。また、1000mg の L-カルニチンを牛肉などから摂取しようとする湿重量で 2kg に近いバイオマスに換算されるから、サプリメントや一般食品に精製された L-カルニチンを上限 1000mg

として使用することができれば量的にはまず不足のない製品開発が可能と思われる。一方、使用量下限の方には一律の使用目安は設けられておらず、一般食品から摂取可能な 75mg や 100mg といったところを運用上の下限とした開発が行われる場合が多い。75mg という数値は日本国民が食品から一日に摂取する L-カルニチン分量であると推定されている。高齢者では L-カルニチンの筋肉内濃度が低下することが知られている²⁾から、このような場合数 10mg の摂取量であっても意義なしとはできないであろう。むしろ肉食の頻度が低下する高齢者や透析患者などの場合には無理に肉をとろうとすると別の弊害が生じる懸念もあるから日々数 10mg の少量であっても継続的に使用することが理にかなっているものと考えられる。

6. 他の成分との組み合わせについて

コエンザイム Q10 や「燃焼系アミノ酸」として知られる BCAA あるいは CLA(共役リノール酸)や HCA(ヒドロキシクエン酸)などは、これまですでにサプリメント成分や一般食品の原料として使用されているため、これらと L-カルニチンの共存による相乗効果を狙ったプロダクトが積極的に検討されている。これは比較的単純な処方を好む欧米各国よりもむしろ日本において活発な開発視点といえる。ただし、現在のところこれら相乗効果を期待した製品は幾分推定的に処方設計されることもやむを得ず、とりわけ混合比率の最適化に関してはそれを使用するユーザーニーズを考慮に入れてさらに科学的に厳密なデータが用意されなければならない。この点に関してはまだ現在の状況はれい明期にあるといってよく、今後は 3 成分以上の複合処方もオーダーメイド食品という観点ともタイアップしながら開発されてゆくことが期待される。

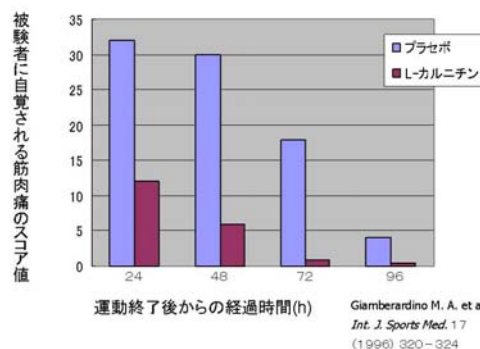


図3 L-カルニチン摂取による疲労性筋肉痛の軽減

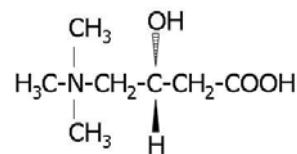


図4 L-カルニチンの構造式

おわりに

ようやく食品への使用が解禁となったL-カルニチンにとってその初年度(2003年)はまず健康食品を中心とした業界への認知浸透の第一段階を経たものといえ、このステージは相応順調な推移をたどったものと評価される。2004年はいよいよ本格的な一般消費者への市民権の確立が課題となる。その際の訴求ポイントは既存の脂肪燃焼ブームに共通項を持ったダイエット、皮下脂肪の低減などが中心となるものと思われる。しかし、「脂肪を燃焼させ、そこから生命活動に必要なエネルギーを獲得し、臨床検査数値の及第者を多く生み出す(Turn Fat into Energy!)」という「L-カルニチンの本領」に根ざした基礎研究のすう勢はむしろ2004年度を初年度として位置付けるのが妥当であろう。今後とも日本の優れた食品開発者の手により、L-カルニチンが洗練された食品素材として鍛えられてゆくことを願ってやまない。

引用文献

- 1) 厚生労働省医薬局食品保健部基準課長 食基発第1225001号 平成14年12月25日
- 2) Costell M. *et al*; *Biochem Biophys Res Commun*; 161: 1135 (1989)