

## 澱粉から酵素の力でつくる

# 新しい水溶性食物繊維イソマルトデキストリン



企業レポート

渡邊 光\*

A novel soluble dietary fiber, isomaltodextrin,  
enzymatically produced from starch

Key Words : Dietary fiber, Starch, Enzyme

### 1. はじめに

野菜や果物などに多く含まれる食物繊維は第六の栄養素とも呼ばれ、生活習慣病の予防に重要な役割を果たすことが知られている。一方で、食物繊維の摂取量は年々減ってきており、慢性的な食物繊維不足となっている<sup>1)2)</sup>。イソマルトデキストリンは、株式会社林原が独自の酵素技術を用いて開発した新しい水溶性食物繊維である。本稿では、イソマルトデキストリンの基本情報、諸物性および生理機能について紹介する。

### 2. イソマルトデキストリン (IMD) とは

イソマルトデキストリン (IMD) は、澱粉から微生物由来の酵素の作用によって製造される<sup>3)</sup>。IMD は  $\alpha$  結合のグルコースのみから構成され、原料である澱粉に比べて枝分かれが多いことから、多分岐  $\alpha$ -グルカン的一种とされる。重量平均分子量は約 5,000、数平均分子量は約 2,500 である。グルコース間の結合様式とそれらの組成は非還元末端が約 17%、 $\alpha$ -1,3 結合が約 3%、 $\alpha$ -1,4 結合が約 19%、 $\alpha$ -1,6 結合が約 49%、 $\alpha$ -1,3,6 結合が約 7%、 $\alpha$ -1,4,6 結合が約 5% である (図 1)<sup>4)</sup>。酵素-HPLC 法による分析では、食物繊維を固形分当り 80% 以上含有することが確認されている。

安全性については、外部評価機関による各種試験

が実施されており、変異原性：陰性、遺伝毒性：陰性、急性毒性：2,000 mg/kg で有害事象なし、90 日反復毒性：1,000 mg/kg で有害事象なし、と評価されている。ヒトの下痢に対する最大無作用量は 0.8 g/kg- 体重であり、オリゴ糖や糖アルコールに比べて高い値となっている<sup>5)</sup>。さらに、IMD は米国食品医薬品局 (FDA) より、一般的に安全な食品であると認められる GRAS (Generally Recognized As Safe) の認証を受けている<sup>6)</sup>。

### 3. IMD の諸物性

IMD の製造工程には、酸触媒存在下での高温加熱工程が存在しない。そのため、製品粉末の白度は高い。また、甘さはほとんどなく (砂糖の 20 分の 1 程度)、無臭で、デキストリン特有の後味もない。粉末の吸湿性については、低湿度ではマルトデキストリン (DE8) と同程度であり、高湿度ではやや高いが、総じて低く、潮解しにくい。

水への溶解性は高く、20℃の水 100g に対して 70g 以上溶解する。水溶液の粘度はアラビアガムのような増粘多糖類に比べて顕著に低く、マルトデキストリン (DE8) に比べても低い。

加熱時の安定性については、10% (w/w) 水溶液を pH 2.4、5.0、7.0 の各条件で、100℃、60 分の処理を行っても分解は見られなかった。さらに、120℃、10 分のレトルト処理においても同様に分解は見られなかった。

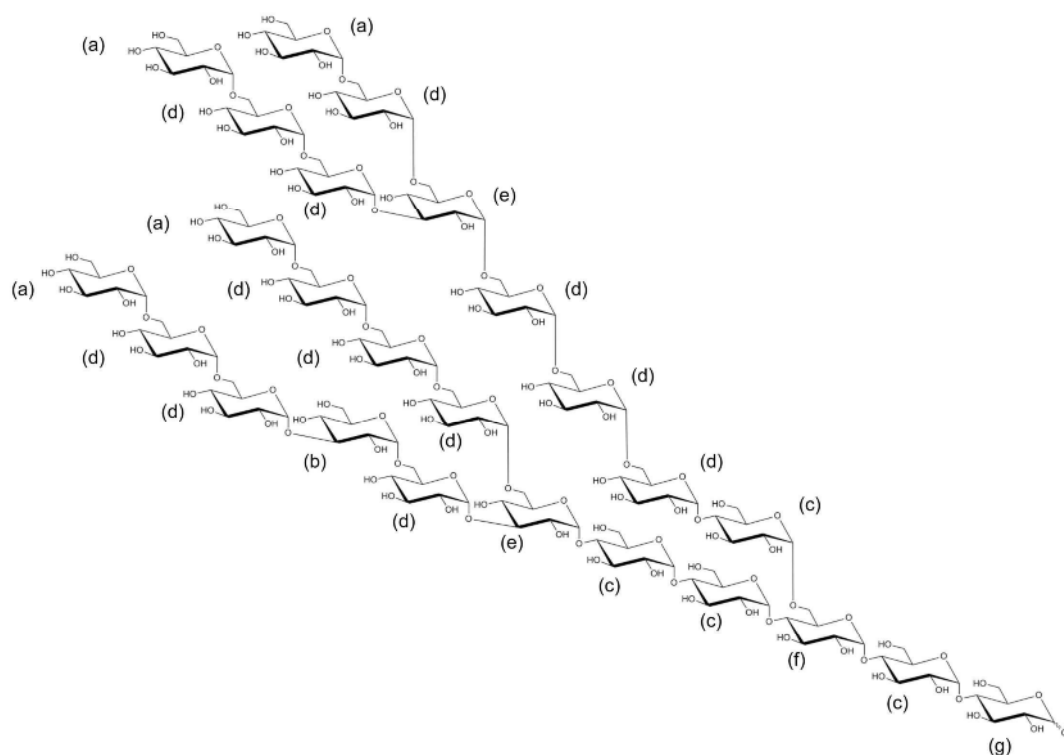
冷蔵・冷凍時の安定性も高く、DE の低いデキストリンでは問題となる老化現象 (濁りの発生や沈殿の析出) も全く見られなかった。

粉末自体が白く、着色がないため、水溶液も無色澄明となる。10% (w/w) 水溶液を pH 7.0、40℃で 5 週間保存しても着色度は変化せず、さらに、pH 7.0、100℃で 60 分加熱した場合でも着色度はほとんど変



\* Hikaru WATANABE

1974年1月生  
岡山大学大学院工学研究科修士課程修了  
現在、株式会社林原 研究開発本部  
食品開発部 課長  
博士(工学) 酵素工学  
TEL : 086-276-3141  
FAX : 086-276-8670  
E-mail : hikaru.watanabe@hb.nagase.co.jp



(a) 非還元末端グルコース (b)  $\alpha$ -1,3 結合グルコース (c)  $\alpha$ -1,4 結合グルコース (d)  $\alpha$ -1,6 結合グルコース  
(e)  $\alpha$ -1,3,6 結合グルコース (f)  $\alpha$ -1,4,6 結合グルコース (g) 還元末端グルコース

図1 IMDの推定構造式

化しなかった。また、10% (w/w) 水溶液を用いてタンパク質 (ポリペプトン) とのメイラード反応性を検討したところ、マルトデキストリン (DE8) と同程度に着色性が低かった。

#### 4. IMDの生理作用

IMDの生理作用について、確認できているものを紹介する。

まず、腸内細菌叢へ与える影響について、IMDの摂取がビフィズス菌を増やし、主要細菌2門間の比率を効率的に変化させることが確認されている<sup>7)</sup>。ラットにIMDを3.3%、6.7%、10.0%含む飼料を与えて2週間飼育し、盲腸内容物中のビフィズス菌、ファーミキューテス門、バクテロイデス門の細菌数を測定した。その結果、IMD 6.7%以上の群で、善玉菌の代表であるビフィズス菌数が対照群 (IMD 0%) と比較して約100倍増加した。また肥満に関連すると報告されている、ファーミキューテス門細菌数 (F) とバクテロイデス門細菌数 (B) の比率 (F/B比率) は、IMD 3.3%以上の群で対照群よりも有意に低下し、

6.6%群ではおよそ1/10となった。F/B比率の低下と肥満度の低下には正の相関があることが報告されており<sup>8)9)</sup>、IMDの腸内細菌叢改善作用を起点とした抗肥満作用が期待される。

次に、便秘に与える影響について、IMDの摂取が便秘傾向のヒトにおいて、便秘を改善させる作用を有することが確認されている。1週間の排便回数が4回以下の成人男女17名に5gのIMDを含む100mLの飲料を2週間、毎日1本摂取させ、対照群 (IMDを含まない飲料摂取群) と比較したところ、排便日数および排便量が有意に多かった (図2)<sup>10)</sup>。

さらに、脂肪代謝に与える影響について、IMDの摂取が食後中性脂肪上昇を抑制することが確認されている。ラットに脂質を水 (対照群) または0.2g/kg-体重あるいは1.0g/kg-体重のIMDとともに経口投与した。投与後6時間まで経時的に採血し、中性脂肪を測定した。1.0g/kg-体重のIMDを経口投与した群では水を与えた群 (対照群) と比較して、投与1、2時間後の中性脂肪量が有意に低下した。

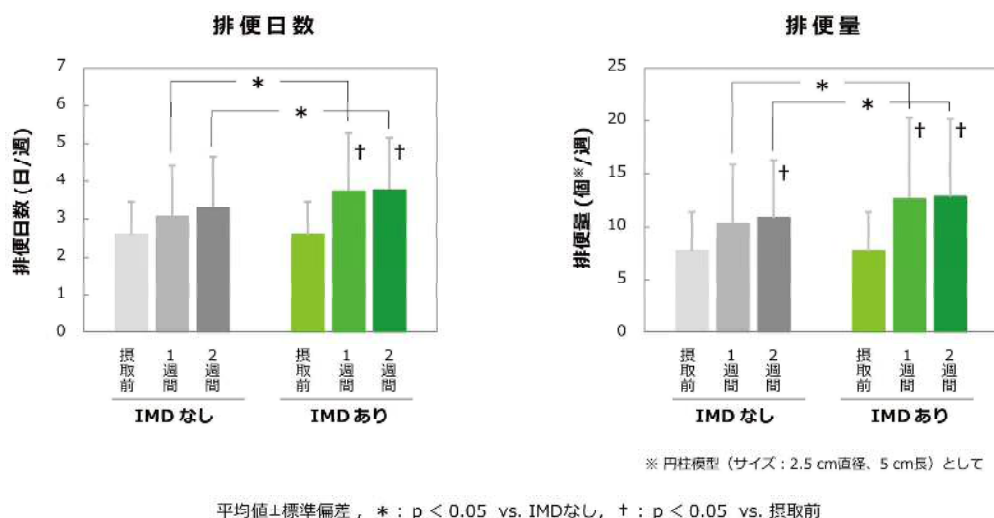


図2 IMDの便秘改善作用

最後に、血糖値に与える影響について、IMDとグルコースを同時摂取した場合、摂取後の血糖値上昇を抑制することが確認されている。グルコースを摂取させたときに血糖値が上がりやすかった成人男女13名を対象に5gのIMDを添加した50gのグルコース水溶液を摂取させたところ、50gのグルコース水溶液の摂取(対照群)時とくらべて血糖値の上昇が有意に抑制された(図3)<sup>1)</sup>。

### 5. IMDの食品への利用

IMDを食品に配合する際の目的としては、まず食物繊維の補給が考えられる。IMDは固形分当り80%以上の食物繊維を含有するため、国が定める

食品表示基準を満たす量を食品に配合することにより、食物繊維の栄養強調表示が可能となる。具体的にはIMDを食品100gあたり固形分として3.8g以上、飲料の場合は100mlあたり固形分として1.9g以上配合することにより、「食物繊維入」などの表示が可能となる。

食物繊維補給以外の目的としては、健康を訴求した食品への配合が挙げられる。上述したように、IMDには様々な生理作用が確認されている。このうち、便秘改善作用については、機能性表示食品の届出に対応できる体制を既に整えており、血糖値上昇抑制作用についても、今秋には体制を整える予定である。

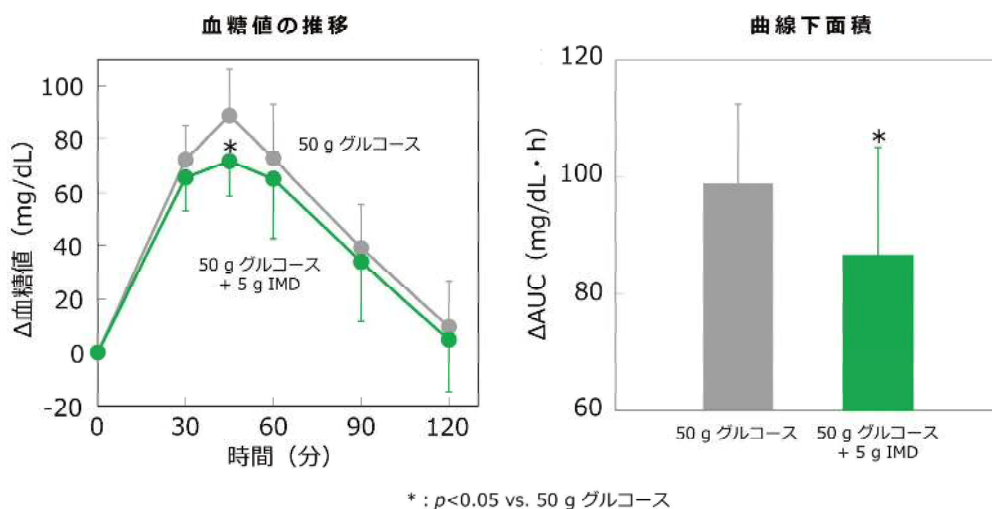


図3 IMDの血糖値上昇抑制作用

## 6. おわりに

IMD は澱粉から酵素の力でつくる新しい水溶性食物繊維であり、味・におい・色の観点から食品へ配合する際の汎用性が高く、食品加工上の様々な処理にも安定な素材となっている。また、生活習慣病の予防につながる生理作用も複数明らかになっていることから、食物繊維補給や健康機能訴求を目的とした食品・飲料への利用が期待される。

### 参考文献

- 1) 平成 25 年国民健康・栄養調査結果の概要
- 2) 日本人の食事摂取基準 (2015 年版) の概要
- 3) Tsusaki et. al, Biosci. Biotechnol. Biochem., **76**, 721-731(2012)
- 4) Tsusaki et. al, Carbohydrate Research, **344**, 2151-2156 (2009)
- 5) Sadakiyo et. al, Fundam. Toxicol. Sci., **4**, 57-75 (2017)
- 6) <https://www.accessdata.fda.gov/scripts/fdcc/index.cfm?set=GRASNotices&id=610>
- 7) Nishimura et. al, Biosci. Biotechnol. Biochem., **80**, 554-563 (2016)
- 8) Ley RE et. al, Nature, **444**, 1022-1023 (2006)
- 9) Verdum et. al, Obesity, **21**, E607-E615 (2013)
- 10) Ishida et. al, Jpn. Pharmacol. Ther., **45**, 609-616 (2017)
- 11) Sadakiyo et. al, Food Nutr. Res., **61**, 1325306 (2017)

