



## 植物多糖の代謝に新しい酵素が関係していることを発見

### —新規機能性オリゴ糖の合成に光明—

#### 研究成果のポイント

- ・植物多糖<sup>1</sup>として知られるマンナン<sup>2</sup>の分解物（マンノオリゴ糖）を加リン酸分解<sup>3</sup>する酵素，新規ホスホリラーゼ<sup>4</sup>を発見。
- ・本ホスホリラーゼがマンノース 1-リン酸<sup>5</sup>を使って各種の糖質にマンノースを付加することを発見。
- ・様々なマンノースを含む機能性オリゴ糖の効率的合成法の開発が可能に。

#### 研究成果の概要

農学研究院生物化学研究室の佐分利亘助教と松井博和教授，分子酵素学研究室の森春英准教授らの研究グループは，ウシなどの反芻動物の第一胃（ルーメン）に共生する細菌が2つの糖質ホスホリラーゼとオリゴ糖異性化酵素<sup>6</sup>により，植物多糖のマンナンを分解することを見出しました。糖質ホスホリラーゼの一方は，マンノオリゴ糖<sup>7</sup>をマンノース 1-リン酸に分解する新規な基質特異性を持ちます。この新規ホスホリラーゼは，マンノース 1-リン酸を糖供与体として様々な糖質にマンノースを付加することが可能であり，マンノースを含有する広範なオリゴ糖の効率合成法の開発が期待されます。

なお，本研究は科学研究費補助金などの助成を受けて実施され，その成果は Journal of Biological Chemistry に掲載されました。

#### 論文発表の概要

研究論文名：Metabolic mechanism of mannan in a ruminal bacterium, *Ruminococcus albus*, involving two mannoside phosphorylases and cellobiose 2-epimerase: discovery of a new carbohydrate phosphorylase,  $\beta$ -1,4-mannooligosaccharide phosphorylase (ルーメン細菌 *Ruminococcus albus* における二つのマンノシドホスホリラーゼとセロビオース 2-エピメラーゼによるマンナン代謝メカニズム：新規な糖質ホスホリラーゼ  $\beta$ -1,4-マンノオリゴ糖ホスホリラーゼの発見)

著者：川原良介（北海道大学大学院農学院），佐分利亘（北海道大学大学院農学研究院），尾高伶（北海道大学農学部），田口秀典（北海道大学大学院農学研究院），伊藤重陽（北海道大学大学院農学院），森春英（北海道大学大学院農学研究院），松井博和（北海道大学大学院農学研究院）

公表雑誌：Journal of Biological Chemistry

公表日：米国東部時間 2012 年 10 月 23 日

## 研究成果の概要

### (背景)

ウシなどの反芻動物の第一胃（ルーメン）では、共生微生物による植物多糖の分解・発酵が行われています。*Ruminococcus albus*はルーメンに存在する代表的な細菌であり、様々な多糖の代謝関連酵素を持つことが知られていました。このような共生細菌による植物多糖の代謝メカニズムを明らかにすることは、植物多糖の有効利用への有益な情報を与えてくれます。私たちは *R. albus* が2つの糖質ホスホリラーゼ（RaMP1 と RaMP2）とオリゴ糖異性化酵素（GE）によって、植物多糖のマンナンを分解する新規な代謝経路を持つことを明らかにしました。

### (研究手法)

私たちはこれまでに腸内細菌ではオリゴ糖異性化酵素がマンノビオース<sup>8</sup>に作用してマンノシルグルコース<sup>9</sup>を生じること、このマンノシルグルコースが特異的な糖質ホスホリラーゼによって加リン酸分解されることを明らかにしていました。この糖質ホスホリラーゼの遺伝子配列を基に *R. albus* のゲノム配列を検索し、互いの配列類似性が低い2つの相同遺伝子を見出しました。そして、これら2つの遺伝子がコードする酵素の性質を詳細に解析しました。

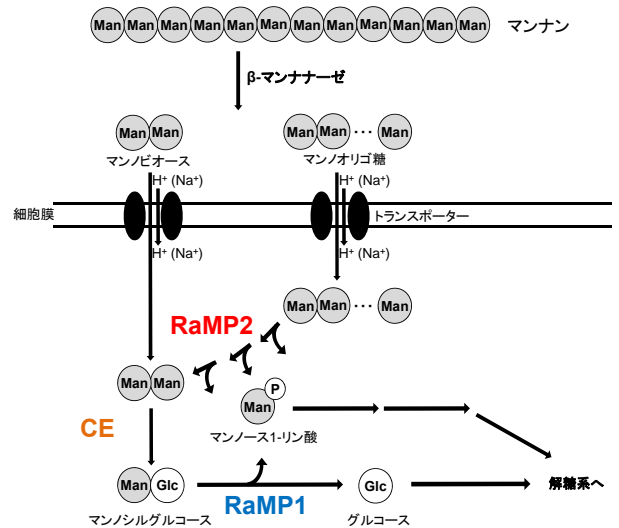
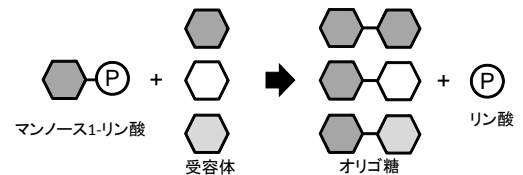


図1. *R. albus* のマンナン代謝経路

### (研究成果)

配列解析から見出した遺伝子のうち一方（RaMP1）は腸内細菌に見られたマンノシルグルコースに特異的な糖質ホスホリラーゼをコードしていました。しかし、もう一方の遺伝子がコードする酵素（RaMP2）はマンノシルグルコースよりもマンノオリゴ糖に高い加リン酸分解活性を有する新規な特異性を有していました。



マンノオリゴ糖だけでなく、グルコース、マンノース、セロビオースなど幅広い糖質にマンノースを付加できる。

図2. RaMP2によるオリゴ糖合成反応

この新規酵素の発見により、*R. albus*ではマンノオリゴ糖がマンノビオースにまで加リン酸分解された後、異性化され、さらなる加リン酸分解を受けるといった代謝経路が明らかになりました（図1）。また、この新規酵素はマンノース 1-リン酸を糖供与体として様々な糖質にマンノシル基を転移してマンノース含有オリゴ糖を合成できることが判明しました（図2）。

### (今後への期待)

今回新しく発見したホスホリラーゼ（RaMP2）は、マンノオリゴ糖を分解してマンノース 1-リン酸を効率的に生成でき、マンノース 1-リン酸と様々な糖質との反応で広範なオリゴ糖を高収率で合成できます。本酵素の発見により、多くのオリゴ糖の効率合成が可能となりました。これらのオリゴ糖の生理機能を解析することにより、新たな機能性オリゴ糖の開発が期待されます。

## お問い合わせ先

所属・職・氏名：北海道大学大学院農学研究院 助教 佐分利 亘（さぶり わたる）  
 TEL: 011-706-2508 FAX: 011-706-2508 E-mail: saburiw@chem.agr.hokudai.ac.jp  
 ホームページ: <http://www.agr.hokudai.ac.jp/biochem/>

## 【用語解説】

1. 多糖：糖が多数連結した高分子量の糖質のこと。
2. マンナン：コンニャクなどに含まれる多糖で食物繊維として食品中で機能する。単糖であるマンノースにより構成される。
3. 加リン酸分解：分解されるときにリン酸が加わる反応。
4. ホスホリラーゼ：化合物をリン酸化する反応を触媒する酵素。
5. マンノース 1-リン酸：1位の炭素にリン酸基がついたマンノース。
6. 異性化酵素：異性体間の転換を触媒する酵素。今回の場合はオリゴ糖の単糖成分を異性体へ転換する（グルコースをマンノースへ）。反応は可逆的で逆反応も触媒できる。
7. マンノオリゴ糖：マンノースがいくつか結合したオリゴ糖。
8. マンノビオース：2つのマンノースが連結した糖。4-0- $\beta$ -マンノシルマンノース。
9. マンノシルグルコース：マンノースとグルコースが結合した糖。4-0- $\beta$ -ガラクトシルグルコース。