

N-13

二酸化炭素を炭素源とするバクテリアセルロースの生産 Production of bacterial cellulose utilizing CO₂ as carbon source

○平戸祐喜¹, 浮ヶ谷雄輔², 小佐野絵梨奈², 松野良亮², 谷川実³, 西村克史^{3,4}
*Yuki Hirato¹, Yusuke Ukigaya², Erina Osano², Ryoussuke Matsuno²,
Minoru Tanigawa³, Katsushi Nishimura^{3,4}

Abstract: We used a green alga *Chlamydomonas reinhardtii* or a cyanobacterium *Arthrospira platensis* as the CO₂-fixing module, and a bacterium *Gluconacetobacter xylinus* as the bacterial cellulose producing module. Elemental analysis revealed the elemental compositions of dry powder of the two algae: for *C. reinhardtii*, C, 51; H, 7; N, 6, and for *A. platensis*, C, 46; H, 7; N, 11. Total content of saccharides was determined: *C. reinhardtii* and *A. platensis* contained 12% and 13% (ww, total saccharides/dry powder), respectively. When the each alga hydrolyzed with sulfuric acid or koji was added, the bacterium produced bacterial cellulose to some extent. The productions of bacterial cellulose using koji for hydrolysis of the two algae were better than that of using sulfuric acid. A high bacterial cellulose yield was obtained when using not 0.5-2.0 M but 0.1 M sulfuric acid for acid hydrolysis.

1. 目的

近年、産業の発展にともなう大気中の二酸化炭素濃度の増大による地球温暖化が問題視されている。二酸化炭素の削減の方法としては、植林による二酸化炭素吸収源の拡大の他に、二酸化炭素を原料として有効利用することも、有効な削減策として検討されはじめている。

われわれは、緑藻や藍藻を二酸化炭素固定化モジュールとし、有用化合物を発酵生産する第二の微生物を合成モジュールとする、二酸化炭素利用ファインケミカル微生物合成システムの構築を目指している。

本研究では、緑藻 *Chlamydomonas reinhardtii* (*C. reinhardtii*) と藍藻 *Arthrospira plutesis* (*A. plutesis*) を培養し、これらの細胞を栄養源として酢酸菌 *Gluconacetobacter xylinus* (*G. xylinus*) に有用な高分子材料であるバクテリアセルロース (BC) を生産させることを目的とした。

2. 方法及び結果

2-1. 藻類の成分分析

二つの藻類を元素分析したところ、*C. reinhardtii* は C, 51; H, 7; N, 6, で *A. plutesis* は C, 46; H, 7; N, 11 であった。

藻類の全糖量をフェノール-硫酸法を用いて測定した。その結果、藻類の全糖量/乾燥重量比は *C. reinhardtii* が 0.12, *A. plutesis* が 0.13 であった。

2-2. 藻類の処理方法の検討

藻類の光合成産物はデンプンであるが、*G. xylinus* の

主な炭素源はグルコースであり、デンプンを資化することはできない (Figure 1)。

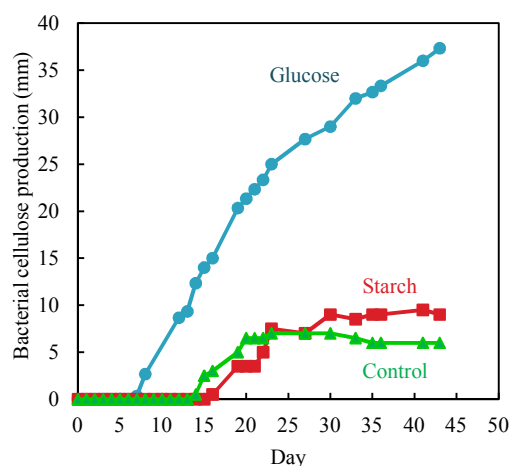


Figure 1. Assimilation of starch by *G. xylinus*.

このことより藻類を未処理のまま *G. xylinus* に与えても BC 生産性は低い。そこでわれわれは麹菌を用いた酵素分解と硫酸を用いた酸加水分解によって、藻中の炭素を *G. xylinus* が資化可能な形態に変換できるかどうかを検討した。

C. reinhardtii の乾燥粉末を麹菌を用いて酵素分解し、それを炭素源として *G. xylinus* を培養した。BC 生産量はコントロールと比べ、約 3.0 倍に増加した (Figure 2)。

A. plutesis の乾燥粉末を麹菌を用いて酵素分解及び硫酸を用いて酸加水分解し、全糖量とグルコース量を

測定した (Figure 3). それぞれの分解産物を炭素源として *G. xylinus* を培養すると, BC 生産量は未処理と比べ酵素分解では約 4.2 倍, 酸加水分解では 3.2 倍となった (Table 1).

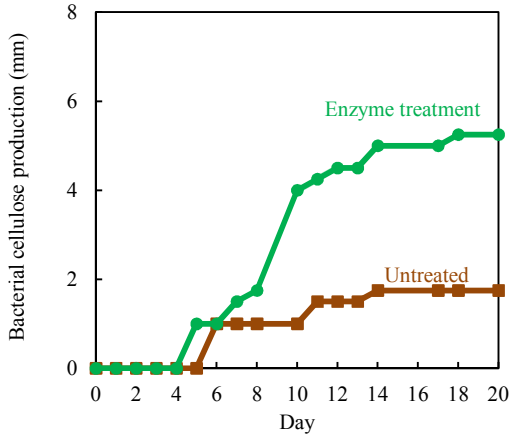


Figure 2. BC production of *C. reinhardtii* treated with koji.

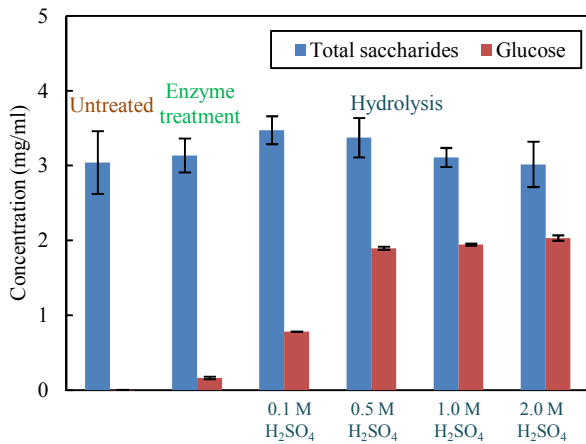


Figure 3. Total saccharides and glucose of degraded *A. plutesis* using koji and sulfuric acid.

Table 1. BC production using *A. plutesis* as a carbon source.

Bacterial cellulose production (mg)	
Untreated	1.1
Enzyme treatment	4.6
Hydrolysis	
0.1 M H ₂ SO ₄	3.5
0.5 M H ₂ SO ₄	0
1.0 M H ₂ SO ₄	0
2.0 M H ₂ SO ₄	0

3. 考察

元素分析において, *C. reinhardtii* より *A. plutesis* の N の含有量が多かったのは, 後者の細胞のタンパク質含量がより高いためであると考えられる.

今回用いた 2 つの分解方法は BC 生産性の向上に有効であることが分かった.

酸加水分解によってグルコースの生成量が H₂SO₄ 濃度の上昇にともなって増加した (Figure 3) にもかかわらず, 0.5 M, 1.0 M, 2.0 M H₂SO₄ を用いた場合には BC の生産が見られなかった (Table 1).

これは, 硫酸を中和したときに生成する塩 (硫酸ナトリウム) が *G. xylinus* の生育あるいは BC 生産を阻害するためではないかと考えられた.

麹菌を用いた分解と硫酸を用いた分解を比べると, 生成したグルコースは少ない (Figure 3) にもかかわらず, 麹菌を用いて分解した場合の方が BC 生産が多かった (Table 1). このことは, グルコース以外にも *G. xylinus* が資化できる炭素源が分解により生成することを示唆している.