

細菌細胞膜におけるエイコサペンタエン酸の新規な機能

堀竜二¹、アーマッド イスカンダール ビン ハジ モハマッド タハ¹、本猪木太朗¹、渡邊研太郎²、奥山英登志¹

¹北海道大学大学院環境科学院

²国立極地研究所

The novel function of eicosapentaenoic acid in bacterial cell membranes

Ryuji Hori¹, Ahmad Iskandar Bin Haji Mohd Taha¹, Taro Motoigi¹, Kentaro Watanabe², and Hidetoshi Okuyama¹

¹Hokkaido University

²National Institute of Polar Research

Some bacterial species contain long-chain polyunsaturated fatty acids (LCPUFAs), such as eicosapentaenoic acid (EPA) and docosahexaenoic acid. It has been considered that these LCPUFAs are involved in the low-temperature adaptation in bacteria, because the membrane phospholipids comprising EPA have low phase-transition temperatures. However, recent reports suggest that the function of LCPUFAs may not be restricted to the low-temperature adaptation. EPA-producing piezophilic *Photobacterium profundum* SS9 requires monounsaturated fatty acids but not EPA for its growth under low temperature and high pressure conditions (1). In this paper, recently reported novel functions of EPA, such as antioxidation (2, 3) and regulatory effects on levels of membrane proteins (or their turnover) (4) and cell hydrophobicity (5) in bacterial cells, are presented.

ある種の細菌はエイコサペンタエン酸 (EPA) やドコサヘキサエン酸などの長鎖多価不飽和脂肪酸 (LCPUFA) をもつ。従来、LCPUFA をもつ細菌の多くが極域の海洋や深海から単離されており、また LCPUFA のほぼ全てが細胞膜リン脂質の成分として存在することから、LCPUFA の機能は低温下、あるいは高水圧下での膜流動性の維持にあると考えられてきた。しかし、EPA を合成する好冷・好圧菌である *Photobacterium profundum* SS9 の低温・高圧下での増殖に EPA は必須ではなく、むしろ C18 のモノ不飽和脂肪酸であるオレイン酸 (シス-バクセン酸) を必要とする (1) ことが明らかにされて以来、細菌における LCPUFA の役割について新たな観点からの研究がすすめられている。Nishida *et al.* は EPA 合成酵素遺伝子 (*pfa*) を導入した大腸菌の形質転換系 (2, 3) 及び EPA 産生菌 *Shewanella marinintestina* とその EPA 欠損株 (4) を用いて、EPA が抗酸化作用に関わることを見出した。Kawamoto *et al.* (5) は *Shewanella livingstonensis* の *pfa* に変異を導入した複数種の EPA 欠損株を作成した。いずれの EPA 欠損株も低温での増殖は抑制されるが、その原因は膜輸送系タンパク質レベルの減少による栄養物の取込み能の低下や、細胞分裂装置の異常によるとみなしている。Nishida *et al.* (6)、Hori *et al.* (7) はそれぞれ *S. marinintestina* とその EPA 欠損株及び、*pfa* を導入した大腸菌形質転換系を用いて、細胞膜リン脂質の EPA が細胞自身 (細胞表層) の疎水度の上昇もたらすことを見出している。一般的に、疎水相互作用は温度低下と共に減少するので、細胞膜 (グラム陰性菌においては細胞外膜を含む) リン脂質が EPA をアシル成分として持つことは、低温下で弱まる細胞膜内の脂質-タンパク質、タンパク質-タンパク質間などの疎水相互作用の低下を補償する現象とみなすことができる。本発表では EPA の新しい膜機能について議論する。

References

- (1) Allen E. E., Facciotti D. and Bartlett D. H. Monounsaturated but not polyunsaturated fatty acids are required for growth of the deep-sea bacterium *Photobacterium profundum* SS9 at high pressure and low temperature. *Appl. Environ. Microbiol.* 65 (1999) 1710–1720.
- (2) Nishida T., Orikasa Y., Ito Y., Yu R., *et al.* *Escherichia coli* engineered to produce eicosapentaenoic acid becomes resistant against oxidative damages. *FEBS Lett.* 580 (2006) 2731–2735.
- (3) Nishida T., Orikasa Y., Watanabe K., Okuyama H. The cell membrane-shielding function of eicosapentaenoic acid for *Escherichia coli* against exogenously added hydrogen peroxide. *FEBS Lett.* 580 (2006) 6690–6694.
- (4) Kawamoto J., Kurihara T., Yamamoto K., *et al.* Eicosapentaenoic acid plays a beneficial role in membrane organization and cell division of a cold-adapted bacterium, *Shewanella livingstonensis* Ac10. *J. Bacteriol.* 191 (2009) 632–640.
- (5) Nishida T., Yano Y., Morita N. and Okuyama H. The antioxidative function of eicosapentaenoic acid in a marine bacterium, *Shewanella marinintestina* IK-1. *FEBS Lett.* 581 (2007) 4212–4216.
- (6) Nishida T., Hori R., Morita N. and Okuyama H. Membrane eicosapentaenoic acid is involved in the hydrophobicity of bacterial cells and affects the entry of hydrophilic and hydrophobic compounds. *FEMS Microbiol. Lett.* 306 (2010) 91–96.
- (7) Hori R., Nishida T. and Okuyama H. Hydrophilic and hydrophobic compounds antithetically affect the growth of eicosapentaenoic acid-synthesizing *Escherichia coli* recombinants. *Open Microbiol. J.* (2011) in press.