蒟蒻マンナン分解に関与する腸内細菌に関する研究

On the Intestinal Bacilli related to the Decomposition of Konnyaku Mannan

第 5 報 蒟蒻マンナン分解に関与する人体糞便 *Aerobacter* 群細菌についてFive Reports On the Bacteria belonging to the *Aerobacter* group of Human Feces related to the Decomposition of Konnyaku Mannan

国立栄養研究所 (National Institute of Nutrition)

井 上 憲 政 (Norimasa Inoue)

道立衛生研究所 (Hokkaido Institute of Public Health)

井 上 勝 弘 (Katsuhiro Inoue)

The opinion that Konnyaku mannan is not digested in the digestive canal system of the higher class animals is nearly consistent. Formerly the author isolated 2 strains of coliform bacteria which decompose Konnyaku mannan from among 32 strains of coliform group, which were isolated from sent 8 samples of human feces. Their properties and statuses were tested and identified to be *Aerobacter cloacae* form.

In this report were tested frequency of appearance of *Aerobacter* group and Konnyaku mannan decomposing *Aerobacter* group and biological properties of the isolated strains.

Ratio of appearance of Konnyaku mannan decomposing *Aerobacter* group to *Aerobacter* group varies between 1/10 and 1/100, and the majority lies in approximately 1/100.

All of the isolated bacteria are lactose fermentable and non spored bacteria, and IMVIC system (Paar) is — — + +. They belong to the *Aerobacter cloacae* type. It is suggested that this variety of *Aerobacter cloacae* group exists in human intestines, decomposes Konnyaku mannan and contribute to human nutrition. It is evident that intestinal bacteria in human being are not foreign element material nor symbiotic existence, but conjugative existence.

1. 統言 蒟蒻は従来一般に消化の甚だ困難なものと考えられていたが、前田、中村等⁽¹⁾⁽²⁾の人体を徴しての実験的研究によつて、前者は 95.7%、後者は 83.7%が消化せられたことを報告した。著者⁽³⁾は人体実験で市販蒟蒻製品を用いないで、毎回の食事毎に蒟蒻精粉 10g で蒟蒻糊をつくり熱処理を施した後、一定の献立とともに摂らしめて蒟蒻マンナンの消化を検し、その 99.5% が消化せられたことを報告した。蒟蒻マンナンは高等動物の消化系統では消化せられないということは、諸学者⁽⁴⁾の見解略ぼ一にしているところで、蒟蒻マンナン⁽⁵⁾の人体での消化は腸内細菌の作用に帰着する。著者は鑒に 8 例の人体糞便から分離した Coliform 群細菌 32 株から 2 株の蒟蒻マンナン分解 *Aerobacter* 群細菌を分離し、その性状を検し *Aerobacter cloacae* 型であることを確めた。

この度びは札幌保健所の寄生虫の検査便及び病原菌保有者の検査便、主として飲食店業者のものであるが、学童及び幌内療養所の者を含めて総計 80 人の糞便及び栄養研究所で被検者 5 人 10 例の糞便について

Aerobacter 群細菌の出現の頻度を検するとともに、分離した蒟蒻マンナン分解 Aerobacter 群細菌34株の性状を検した。

2. Aerobacter 群細菌及び蒟蒻マンナン分解 Aerobacter 群細菌の出現の頻度 試料便 1g を 9 cc の Koser 培地に投じ、滅菌海砂の少量を加え、滅菌硝子棒にて磨砕振盪して 10^{-1} 倍稀釈便液をつくり、その 1 cc を 9 cc の Koser 培地に投じ 10^{-2} 倍稀釈便液をつくり、10 進法によつて 10^{-8} 倍稀釈便液まで段階的に稀釈便液をつくる。かくしてつくつた一連の Koser 稀釈便液 1 cc 宛を蒟蒻片加 Koser 培地にも加え、Koser 培地は 2 日間、蒟蒻片加培地は 5 日間 37°C に培養して増菌法によつて Aerobacter 群細菌と蒟蒻マンナン分解 Aerobacter 群細菌の出現の頻度を検し、その陽性のものは各列毎に 2 回宛移植を繰り返して、その陽性を確めた。Koser 培地は枸橼酸を唯一の炭素源としている Aerobacter 群細菌に対しての選択培地である。

第一表に表示した如く、人糞便中の Aerobacter 群細菌の出現の頻度は $10^{-5}\sim 10^{-7}$ 稀釈便液、糞便にして $0.1\sim 0.001\text{mg}$ に出現し、蒟蒻マンナン分解 Aerobacter 群細菌は $10^{-3}\sim 10^{-5}$ 倍稀釈便液、糞便にして $10.0\sim 0.1\text{mg}$ に出現する。蒟蒻マンナン分解 Aerobacter 群細菌の Aerobacter 群細菌に対する出現の比率は $1/100\sim 1/1000$ であるが、その大部分は $1/100$ ぐらいの比率に存する。

3. 蒟蒻マンナン分解 Aerobacter 群細菌の生物学的性状 蒟蒻片加 Koser 培地から、蒟蒻マンナンを分解する Aerobacter 群細菌を
 Table 1 Frequency of appearance of Aerobacter group and Konnyaku mannan decomposing Aerobacter group

Tested man	Koser medium		Konnyaku flake added Koser medium	
	Feces dilution	Feces amt. mg.	Feces dilution	Feces amt. mg.
Ki. I	10^{-6}	0.01	10^{-3}	10.0
Ki. II	10^{-5}	0.1	10^{-4}	1.0
Ka. I	10^{-5}	0.1	10^{-3}	10.0
Ka. II	10^{-5}	0.1	10^{-3}	10.0
Su. I	10^{-5}	0.1	10^{-3}	10.0
Su. II	10^{-5}	0.1	10^{-3}	10.0
Ic. I	10^{-7}	0.001	10^{-3}	10.0
Ic. II	10^{-6}	0.01	10^{-3}	10.0
Ha. I	10^{-7}	0.001	10^{-5}	0.1
Ha. II	10^{-6}	0.01	10^{-4}	1.0
Sa. 7	10^{-5}	0.1	10^{-3}	10.0
Sa. 13	10^{-7}	0.001	10^{-5}	0.1
Sa. 69	10^{-6}	0.01	10^{-4}	1.0
Sa. 76	10^{-7}	0.001	10^{-5}	0.1
Sa. 79	10^{-5}	0.1	10^{-3}	10.0

を分解した培地を更に 2～3 回宛移植を繰り返してから、生理的食塩水で稀釈液をつくり、それ等の稀釈液を Endo 平板に塗抹培養し、出来るだけ多くの聚落を釣菌して蒟蒻片加培地に移植培養し、蒟蒻マンナンを分解する Aerobacter 群細菌を検索分離し、更に平板に純粋培養を繰り返して貯蔵菌株とし、その性状を検した。

分離菌株は第 2～3 表に表示した如く、いずれも短桿菌で、グラム染色陰性、孢子ー、Modified Eijkman test⁽⁶⁾ー、Imvic System⁽⁷⁾(Paar)ーー++で定型的 Aerobacter 群細菌に属し、乳糖を緩徐に⁽⁸⁾酵酵し、グリセリンからガスを生ずることなく、馬尿酸ソーダ分解ー、ゼラチンを緩徐に分解すること等から Aerobacter cloacae 型

Table 2 Biological properties of the isolated Konnyaku mannan decomposing Aerobacter strains

Isolated strains	Morphology	Gram stain	Spore formation	Motility	Lactose fermentation	IMViC System (Paar.)					Modified test	Hydrolysis of gelatin	Litmus milk	Nitrate reduction
						Endo	Methyl red	Voges-Proskauer	Citrate utilization	Hydrolysis of gelatin				
Ki. I 10^{-2} 1	Red	—	—	+	+	—	—	+	+	—	—	+	+	+
Ki. I 10^{-2} 2	—	—	—	+	+	—	—	+	+	—	—	+	+	+
Ki. I 10^{-2} 3	—	—	—	+	+	—	—	+	+	—	—	+	+	+
Ki. II 10^{-2} 1	—	—	—	+	+	—	—	+	+	—	—	+	+	+
Ki. II 10^{-2} 2	—	—	—	+	+	—	—	+	+	—	—	+	+	+
Ki. II 10^{-2} 3	—	—	—	+	+	—	—	+	+	—	—	+	+	+
Ki. II 10^{-2} 4	—	—	—	+	+	—	—	+	+	—	—	+	+	+
Ki. II 10^{-2} 5	—	—	—	+	+	—	—	+	+	—	—	+	+	+
Ki. II 10^{-2} 6	—	—	—	+	+	—	—	+	+	—	—	+	+	+
Ka. I 10^{-2} 1	—	—	—	+	+	—	—	+	+	—	—	+	+	+
Ka. I 10^{-2} 2	—	—	—	+	+	—	—	+	+	—	—	+	+	+
Ka. I 10^{-2} 3	—	—	—	+	+	—	—	+	+	—	—	+	+	+
Ka. II 10^{-2} 1	—	—	—	+	+	—	—	+	+	—	—	+	+	+
Ka. II 10^{-2} 2	—	—	—	+	+	—	—	+	+	—	—	+	+	+
Ka. II 10^{-2} 3	—	—	—	+	+	—	—	+	+	—	—	+	+	+
Su. I 10^{-2} 1	—	—	—	+	+	—	—	+	+	—	—	+	+	+
Su. I 10^{-2} 2	—	—	—	+	+	—	—	+	+	—	—	+	+	+
Su. I 10^{-2} 3	—	—	—	+	+	—	—	+	+	—	—	+	+	+
Ic. I 10^{-2} 1	—	—	—	+	+	—	—	+	+	—	—	+	+	+
Ic. I 10^{-2} 2	—	—	—	+	+	—	—	+	+	—	—	+	+	+
Ic. I 10^{-2} 3	—	—	—	+	+	—	—	+	+	—	—	+	+	+
Ic. II 10^{-2} 1	—	—	—	+	+	—	—	+	+	—	—	+	+	+
Ic. II 10^{-2} 2	—	—	—	+	+	—	—	+	+	—	—	+	+	+
Ha. I 10^{-2} 1	—	—	—	+	+	—	—	+	+	—	—	+	+	+
Ha. I 10^{-2} 2	—	—	—	+	+	—	—	+	+	—	—	+	+	+
Ha. I 10^{-2} 3	—	—	—	+	+	—	—	+	+	—	—	+	+	+
Ha. II 10^{-2} 1	—	—	—	+	+	—	—	+	+	—	—	+	+	+
Ha. II 10^{-2} 2	—	—	—	+	+	—	—	+	+	—	—	+	+	+
Ha. II 10^{-2} 3	—	—	—	+	+	—	—	+	+	—	—	+	+	+
Sa. 7	—	—	—	+	+	—	—	+	+	—	—	+	+	+
Sa. 15	—	—	—	+	+	—	—	+	+	—	—	+	+	+
Sa. 76	—	—	—	+	+	—	—	+	+	—	—	+	+	+
Sa. 79	—	—	—	+	+	—	—	+	+	—	—	+	+	+

備考: E. C. 試験も Modified Eijkman test と同成績

の異型菌であることを確認した。抑も *Aerobacter cloacae* 型で難消化物たる蒟蒻マンナンを分解する株の存することは著者の 1 人が最初に報告したところである。なお鈴 I, II から分離した株は, Endo 平板で培養 1 日目の所見では, その聚落が Endo 平板を赤変し, その他の株の淡桃色の聚落と異っており, 乳糖を比較的に他の株に比してやや速かに分解した。

4. 要約 各人の人体腸内には, 人体の消化液の全力を以てしても消化せられない難消化物たる蒟蒻マンナンを分解する *Aerobacter* 群細菌が存する。蒟蒻マンナン分解 *Aerobacter* 群細菌の糞便中出現の頻度は $10^{-3} \sim 10^{-5}$ 倍稀釈便液, 糞便にしての $10 \sim 0.1 \text{ mg}$ である。蒟蒻マンナン分解 *Aerobacter* 群細菌の *Aerobacter* 群細菌との出現の比率は $1/100 \sim 1000$ であるが, その大部分は $1/100$ ぐらいの比率である。分離した蒟蒻マンナン分解 *Aerobacter* 群細菌 34 株は, その生物学的性状はいずれも同一で *Aerobacter cloacae* 型の異型菌である。この種細菌が各人の腸内に存し, 難消化物を消化し, 人体の栄養に貢献していることが窺知される。かかる意味合からしても, 人体の腸内細菌は決して単なる異物的存在, 寄生的存在ではなく共生的意義を持つものなることは疑を入れない。

文 献

- 1) 前田実: 東京医学会雑誌, 25, 518 (1911)

Table 3 Fermentation of carbohydrates, alcohols, glucoside

Soluble strains	Arabinose	Xylose	Sorbitol	Fructose	Mannose	Galactose	Sucrose	Lactose	Meliose	Cellulose	Trehalose	Raffinose	Starch	Inulin	Dextrin	Glycerol	Adonite	Mannite	Dulcitol	Sorbitol	Solan	Inositol
Ki. I 10 ² -1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	a
Ki. I 10 ² -2	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	a
Ki. I 10 ² -3	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	a
Ki. II 10 ³ -1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	a
Ki. II 10 ³ -2	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	a
Ki. II 10 ³ -3	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	a
Ki. II 10 ³ -4	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	a
Ki. II 10 ³ -5	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	a
Ki. II 10 ³ -6	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	a
Ka. I 10 ² -1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	a
Ka. I 10 ² -2	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	a
Ka. I 10 ² -3	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	a
Ka. II 10 ³ -1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	a
Ka. II 10 ³ -2	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	a
Ka. II 10 ³ -3	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	a
Sa. I 10 ² -1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	a
Sa. I 10 ² -2	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	a
Sa. II 10 ³ -1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	a
Sa. II 10 ³ -2	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	a
Sa. II 10 ³ -3	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	a
Ic. I 10 ² -1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	a
Ic. I 10 ² -2	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	a
Ic. II 10 ³ -1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	a
Ic. II 10 ³ -2	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	a
Ha. I 10 ² -1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	a
Ha. I 10 ² -2	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	a
Ha. I 10 ² -3	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	a
Ha. II 10 ³ -1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	a
Ha. II 10 ³ -2	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	a
Ha. II 10 ³ -3	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	a
Sa. 7	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	a
Sa. 13	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	a
Sa. 76	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	a
Sa. 79	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	a

備考：表中A記号はB. T. B.の極限酸性色，G記号は瓦斯発生を示し，a記号はB. T. B.の中間色を，g記号は僅微の瓦斯発生を示す。24時間内に分解せられないものは記号の右上に数字を以て分解に要する日数を附記した。

- 2) 中村文次：慶応医学，8，1085 (1928)
- 3) 井上憲政：酸酵工学雑誌，25，145 (1948)
- 4) Gatin Mr. & Mis. : Chem Abst., 2, 294 (1908)
前田実：東京医学会雑誌，28，321 (1914)
- 5) 井上憲政：栄養研究所報告，10巻 2号，20 (1941)
- 6) Hajna, A. A., & C. A. Perry : Sewage Works J. 10, 261 (1938)
- 7) Paar, L. W. : Am. J. Public Health, 26, 39 (1936)
- 8) Hajna, A. A., & S. R. Damon: Am. J. Hygiene, 19, 545 (1934)