

## ネパール王国、コテン村およびバドラカリ村における飲料水の水質調査

川崎, 真澄  
Institute of Health Science, Kyushu University

松永, 兼充  
CRC Central Laboratory

川崎, 晃一  
Institute of Health Science, Kyushu University

<https://doi.org/10.15017/715>

---

出版情報 : 健康科学. 22, pp.171-174, 2000-02-10. 九州大学健康科学センター  
バージョン :  
権利関係 :

## — 研究資料 —

ネパール王国、コテン村およびバドラカリ村における  
飲料水の水質調査

川崎 真澄 松永 兼充\* 川崎 晃一

Analysis of Drinking Water at Kotyang and Bhadrakali Villages in Nepal

Masumi KAWASAKI, Kanemitsu MATSUNAGA\*  
and Terukazu KAWASAKI

## 緒 言

1996年8月から9月にかけて行われた日本—ネパール健康科学調査において、孤立丘陵農村（コテン村）住民460名、および都市近郊農村（バドラカリ村）住民682名から採取した血液の一部を用いて抗*Helicobacter pylori*（以下*H. pylori*）血清IgG抗体価を調べた結果、コテン村住民41.5%、バドラカリ村住民67.2%とバドラカリ村に有意に高い*H. pylori*感染を認め、その差が両村の生活環境の違いに起因している可能性について報告した<sup>3)</sup>。

現在*H. pylori*感染の感染経路はいまだに明らかにされていないが、その感染率は衛生環境、特に上下水道の普及に影響されていることより、水を介した経口感染が最も考えられており<sup>4)</sup>、実際に飲料水から*H. pylori*の遺伝子がPCR法によって確認された報告もある<sup>1,2)</sup>。

今回我々は、ネパール王国における両村間の*H. pylori*感染率の差が、飲料水の汚染に関連しているのではないかと考え、両村で飲料水を採取し、その水質検査に加えて、PCR法による飲料水からの*H. pylori*の検出を試みた。

## 1. 水質検査

## 1) 材 料

孤立丘陵農村であるコテン村と都市近郊農村であるバドラカリ村において、飲料水として利用されている主たる水源の水500mlを採取した。

## (1) コテン村

- A. 山手の湧き水 (写真1)
- B. 道路脇の蛇口（湧き水より引水） (写真2)
- C. 小学校前の蛇口（湧き水より引水） (写真3)
- D. 民家（K.B.Tamang家）の蛇口  
(湧き水をタンクに貯蔵) (写真4)

## (2) バドラカリ村

- E. 民家の庭の井戸水 (写真5)
- F. 水道水（小学校前の共同蛇口） (写真6)

なお、4つの蛇口は全て屋外に設置してあった。

## 2) 方 法

## サンプル採取

各水源より滅菌プラスチックボトルに500mlの水を採取し、カトマンズ市内にあるNepal Environmental & Scientific Services Ltd. に依頼し、以下の項目についての測定を行った。

測定項目：pH, turbidity, total solid, ammonia,



写真1 コテン村A地点の水源（湧き水）



写真4 コテン村D地点の水源（民家の蛇口）からの採水風景



写真2 コテン村B地点の水源からの採水風景  
（金属製の容器に採水し、家へ持ち帰る。）  
（1日に何度も往復する。）

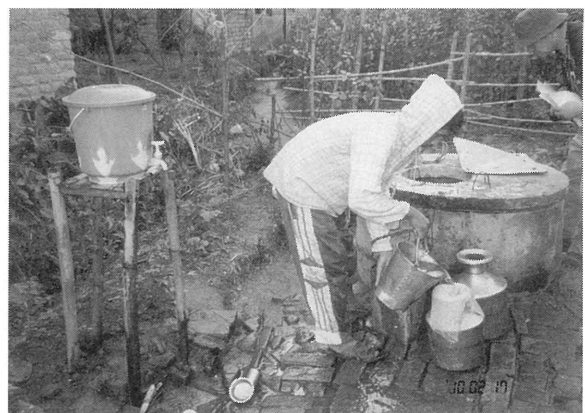


写真5 バドラカリ村E地点の水源（井戸）からの採水風景



写真3 コテン村C地点の水源

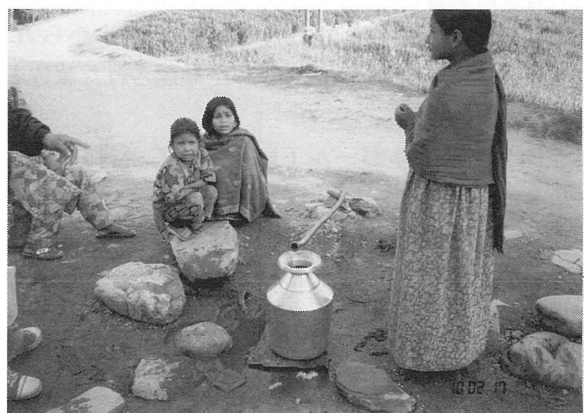


写真6 バドラカリ村F地点の水源（共同蛇口）からの採水風景

nitrate, nitrite, sulphate, chloride, calcium, magnesium, zinc, iron, manganese, sodium, potassium, copper, coliform, *E. coli*.

### 3) 結果

各地点における測定結果を表1に示す。

コテン村では採水を行った4箇所いずれも世界保健機構(以下WHO)の定める飲料水の物理的、化学的基準は満たしていたが、全ての水から coliform(菌体)が多数検出され、さらに水源Dからは少量であるが *E. coli* も検出されたので、コテン村の水はいずれも飲料水として適していないことが明らかとなった。

一方バドラカリ村では、井戸水(E)において total solid, nitrate, iron が WHO の基準値を超え、sulphate, chloride, calcium, magnesium, sodium, potassium の値も他の地点の飲料水に比して明らかに高値を示した。さらに coliform, *E. coli* が多数検出され汚染の程度が顕著であり、飲料水としては不適であった。水道水(F)の水は飲料水としてWHOの定めるすべての基準を満たしており、今回調査した飲料水の中では、バドラカリ村の水道水が飲料水としては最も適していることが明らかとなった。

## 2. PCR法による *H. pylori* の検出

### 1) 材料

コテン村の主な水源; 上記A、B、C、D、バドラカリ村の主な水源; 上記E、Fに加え、G; Fとは別地点の上水道の水(屋外の共同蛇口)、H; Cから採取した水を家庭用の金属性貯水容器に貯めたもの(屋内に静置)  
以上計8箇所から水を採取した。

### 2) 方法

各水源より無菌ポリエチレンコンテナーに約20リットルの水を採取し、Millipore社製のディスポーザブル滅菌濾過装置 Stericup filtrating system(membrane; 直径70mm / 孔径 0.45  $\mu$ m, 写真7)を用い、手動にて陰圧濾過後、フィルターのみを切離し、-20℃で凍結保存し日本へ持ち帰った。持ち帰った凍結フィルターはCRC中央研究所(福岡市東区松島)にて核酸抽出剤 Sepagene を用いて *H. pylori* のDNA抽出を行った。なお *H. pylori* の大きさは0.5-1 $\times$ 2-4  $\mu$ mである。

### 3) 結果

いずれのフィルターからも *H. pylori* のDNAを抽出することはできなかった。

表1 コテン村、バドラカリ村における飲料水の水質調査

parameters	Kotyang				Bhadrakali		WHO limits for drinking purpose
	A	B	C	D	E	F	
pH	6.3	6.7	6.9	7.1	6.3	7.0	
Turbidity(NTU)	1.0	2.0	2.0	2.0	3.0	1.0	5.0
Total solid(mg/l)	52.0	102.7	103.3	74.0	506.0	51.33	
Ammonia(mg/l)	0.08	0.07	0.07	0.08	ND	ND	1.50
Nitrate(mg/l)	2.34	1.11	1.13	ND	127.76	18.00	50.00
Nitrite(mg/l)	0.01	0.02	0.02	0.03	0.02	ND	3.00
Sulphate(mg/l)	ND	ND	ND	ND	8.43	0.41	250.00
Chloride(mg/l)	3.00	2.00	1.50	1.00	92.73	ND	250.00
Calcium(mg/l)	2.00	14.43	14.03	8.02	37.70	3.14	
Magnesium(mg/l)	0.24	2.92	3.40	1.22	16.20	0.71	
Zinc(mg/l)	0.02	0.01	0.03	0.13	0.12	1.03	3.00
Iron(mg/l)	0.03	0.06	0.05	0.09	0.34	0.01	0.30
Manganese(mg/l)	ND	ND	ND	ND	0.01	ND	0.05
Sodium(mg/l)	5.90	7.00	6.95	6.90	35.00	3.80	
Potassium(mg/l)	0.80	1.80	1.73	1.73	51.26	1.26	
Copper(mg/l)	0.01	ND	ND	0.01	0.01	0.04	2.00
Coliform(MPN Index/dl)	43	43	240	93	460	0	0
<i>E. coli</i> (MPN Index/dl)	0	0	0	4	14	0	0

ND;not detected

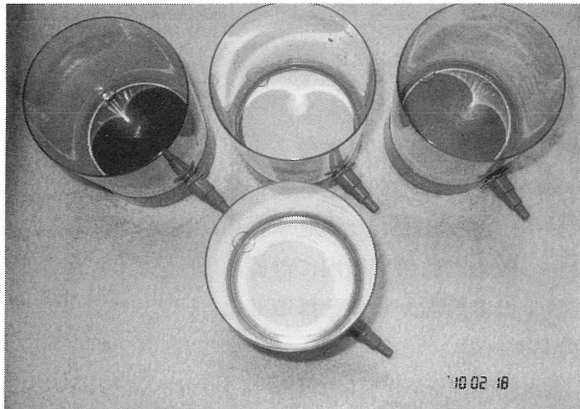


写真7 Millipore社製ディスポーザブル滅菌濾過装置  
Stericup filtering system  
(膜部分は直径70mm)  
(沈殿物が多い場合は白色の膜が着色している。)

## 考 察

水質調査の結果では、コテン村では4箇所いずれにおいても世界保健機構（以下 WHO）の定める飲料水の物理的、化学的基準は満たしていたが、4箇所全ての水から coliform（菌体）が検出され、さらに水源 D からは少数であるが *E. coli* も検出された。一方パドラカリ村では井戸水の汚染は顕著であったが、水道水の水は飲料水として WHO の定めるすべての基準を満たしていた。調査前の予想に反し、*H. pylori* 感染率が低かったコテン村では、飲料水の細菌汚染を認め、逆に *H. pylori* 感染率が高かったパドラカリ村において水道水は全く汚染されていなかった。

どちらの村においても水道の蛇口は家庭内にはないため、蛇口から直接水を飲むことはなく、皆金属製の容器（写真2, 4, 5, 6参照）に水を汲み、各家に持ち帰って利用している。容器を定期的に洗浄する習慣はないため、容器が汚染されている可能性もあることから、パドラカリ村では容器に貯められた水についても PCR 法による検討を試みたが、*H. pylori* の検出はできなかった。今回の方法では、理論的には、*H. pylori* が1菌体でも採取された水の中に存在すればフィルターに捕らえられ、PCR 法にて検出が可能ではあるが、今回の調査では1箇所からも *H. pylori* を検出することができなかった。しかし、これは必ずしも水中、あるいは容器中の *H. pylori* の存在を否定するものではなく、今回の場合は検討方法に問題があったと考えられた。Hulten ら<sup>2)</sup>は、工事用の機械を用いて300リットル以上の水を汲み上げ、機械で陰圧濾過をかけたフィルターを用いて検討していたが、

我々の場合は、手で陰圧濾過を行わざるを得なかったために一カ所からの水の採取量が20リットルと少なく、水量不足が菌を検出できなかった最大の原因と考えられた。さらに、水中に泥などの不純物が多く含まれることによる検出感度の低下や、水中においては *H. pylori* が coccoid form となっていることによる検出感度の低下などもその一因と考えられた。

今回の結果から、パドラカリ村では水道水だけを直接蛇口から飲んでいる限り安全性は高いと考えられた。しかし、現実的には不可能であり、井戸水など水道水以外の水が非常に汚染されていることなどから、これらを介した感染の可能性に加え、糞口感染などの別の経路での感染の可能性も否定はできない。またコテン村においてはすべての飲料水から細菌が検出されたが、その中に実際 *H. pylori* が含まれているか否かについては明らかでない。今後新たな方法で再検討を行う必要性があると思われる。

## 文 献

- 1) Enroth, H. and Engstrand, L.: Immunomagnetic separation and PCR for detection of *Helicobacter pylori* in water and stool specimen. *J Clin Microbiol*, 33: 2162-2165, 1995.
- 2) Hulten, K., Han, S.W., Enroth, H., Klein, P. D., Opekun, A.R., Gilman, R.H., Evans, D. G., Engstrand, L., Graham, D.Y., and El-Zaatari, F.A.K.: *Helicobacter pylori* in the drinking water in Peru. *Gastroenterology*, 110: 1031-1035, 1996.
- 3) Kawasaki, M., Kawasaki, T., Ogaki, T., Itoh, K., Kobayashi, S., Yoshimizu, Y., Aoyagi, K., Iwakawa, A., Takahashi, S., Sharma, S., and Acharya, G. P.: Seroprevalence of *Helicobacter pylori* infection in Nepal: low prevalence in an isolated rural village. *Eur J Gastroenterol Hepatol*, 10: 47-50, 1998.
- 4) Klein, P. D., Gastrointestinal physiology working group, Graham, D.Y., Gaillour, A., Opekun, A.R., and Smith, E. O.: Water source as risk factor for *Helicobacter pylori* infection in Peruvian children. *Lancet*, 337: 1503-1506, 1991.