

[論文]

ネパール・テライ低地における 農村集落の水利用に関する研究

松尾 宏・中村 圭三

A Study of the Water Usage of Rural Community of Terai, Low Land in Nepal

Hiroshi MATSUO and Keizo NAKAMURA

The arsenic contamination in the Terai low land in southern Nepal was officially reported in 1999. Even though the Nepalese government as well as foreign countries including Japan have provided arsenic pollution measures the problems are not fully solved. By our field study it became very clear that the excessive high value of the arsenic contamination was locally identified in the study area of Nawalparasi in Terai.

The authors made house-to-house visits at the local villages in the study area and inquired about the arsenic disease and the water usage of the villagers. We confirmed that local people are still drinking the groundwater polluted by arsenic. They utilize the well water pumping up from the aquifers which is located between 15.2m–22.9m below the ground.

Overhead water tank was built at one village as the arsenic pollution measures but they have problems with electricity supply and paying maintenance cost etc. It seems that the drinking water supply by private wells and public wells will continue in future.

We would like to recommend local people to excavate several As-free deeper wells (about 50m deep) as emergency measures and the safe drinking water should be provided in the villages by the small water-supply system. This method would be practical and it requires less money and time.

1. はじめに

1999年、ネパール南部のテライ低地の地下水ヒ素汚染が初めて報告され、実態調査による研究が進んでいる。著者らは、テライ低地で最もヒ素汚染の深刻なナワルパラシ (Nawalparasi) 郡において、2007年からヒ素汚染の実態調査を実施し、その成果を報告してきた (中村ほか：2008a, b, 2010, その他)。本研究は、2011年度より文科省科学研究費の補助を受け、5か年計画 (2015年度まで) による総合的調査の一環として、2012年3月および2014年3月と8月に実施したナワルパラシ郡パラシ東方農村部における生活用水の利用、井戸調査についての報告の一部である。

2. ネパールおよび調査地域テライ低地の概要

ネパールは北の中国 (チベット) と南のインドに挟まれた南アジアの内陸国で、東西約885km、南北幅平均約193km、国土面積47,181km²の国である (図1)。国土の大きな特徴は、狭い南北幅の中で、世界で最も標高の高いエヴェレスト (8,848m) から約70mの平野低地までの高度変化がみられることである (図2)。この著しい高度変化は、亜熱帯気候から高山・ツンドラ気候までの多様性にも現われ、このような気候環境の違いは地形、水環境、生態系などにおいても多様性をもたらす要因となっている。さらに、土地利用や人々の生活・文化にも大きく影響をおよぼしている。

本研究の調査地域を含むテライ低地は、インドのヒンドスタン平原に



図1 ネパールの高度別区分図

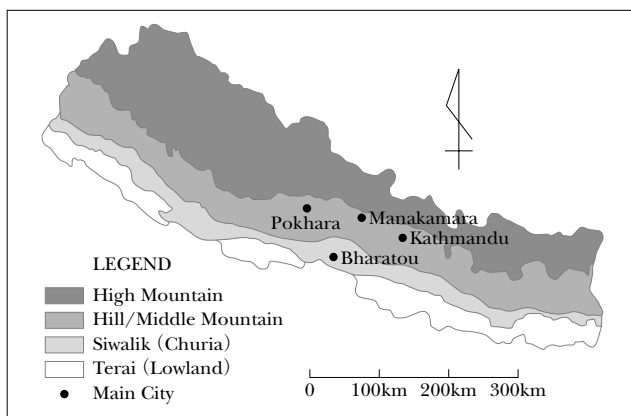


図2 ネパールの高度別区分図

続くインドとの国境付近にあり、ネパールでは最も標高の低い平野部にある。

インドとの国境に沿って広がるこの平野部は、平野北端のシワリク丘陵南端まで30～50km幅で帯状に広がる標高100m前後の沖積平野の低地平原である。テライは亜熱帯気候であり、降水量は年1,500mm前後であるが、雨季と乾季が明瞭に分かれている。気温は一年を通して高いが、乾季は水不足となるため、雨季と乾季での農業生産は異なっている。調査地域における農業生産と生活の特色は、雨季には米の栽培が行われ、

平野一面に水田地帯が広がり、一方水不足となる乾季には小麦、サトウキビ、豆類などの様々な作物が作られる二毛作を糧とする形態の農村地帯であることにある。

3. 水利用調査の概要

調査地域のナワルパラシ郡は、ネパール中南部のルンビニ県東部に位置する78の町・村からなる郡で、郡庁はパラシ町にある。2012年3月3日～6日に行った現地調査(図3の①～⑳)では、25の各集落(以後ワードと称す)内にある複数の井戸における100箇所の井戸利用状況調査(観察と聞き取り)と水利用に関する住民116人への聞き取り方式のアンケート調査をネパール人現地スタッフの協力のもとで実施した。

さらに、2014年3月1日～4日には、2012年の調査をもとに、ヒ素汚染問題が大きい2つのワード(マフワ、コカプルワ)(図3の㉘と㉙)を対象

に、全井戸を目安に聞き取りアンケート調査を行った。調査の内容は、住民の生活と文化、井戸の種類、設置年、深さ、利用目的、水の量・味や質、ヒ素汚染・病気の有無、雨水の利用と意識、水利用での要望などについてである。

なお、2012年調査の内容については、日本地理学会学術大会(2012年度秋季、2013年度春季、2014年秋季)で発表した。また、本学『敬愛大学総合地域研究』第4号に調査結果の一部を掲載した。本稿は、2012年調査の概要および2014年に行った2つのワードにおける

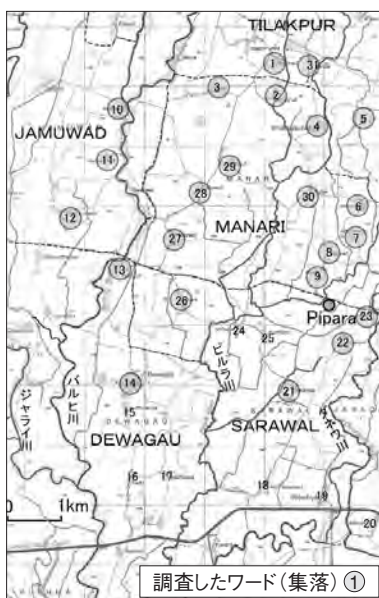


図3 調査地点ワード(集落)

水利用の特色について調査した研究についてその成果の一部を報告するものである。

4. 井戸利用状況（観察と聞き取り）調査

4-1 生活用水利用の特色・分類

4-1-1 第1回（2012年）調査による水利用の特色・分類

2012年および2014年の調査によって、各ワードでの水利用実態の概要を把握することができた。調査地域における住民が日常利用している水は、表1に示すように整理できる。住民は生活用水のほとんどを井戸（地下水）に依存するものであり、地下水を水源とする各種井戸から各自で汲み上げて利用する井戸水および電動ポンプを利用した水道がある。

水道は、水源である地下水を汲み上げ、給水塔に溜めて給水されている（写真1、写真2）。また、北部の山麓地域の伏流水をパイプを利用して引水し、複数の家に配水する形で利用しているものがある（写真3）。なお、日常の生活に密着しているのは、各家の内外および道路脇などに設置されている井戸である。その井戸には、現地でイナー（INAR）と呼ばれる地上に開口部をもつ伝統的な掘井戸（写真4）と地中に鉄管を打ち込んでポンプで汲み上げる管井戸がある（写真5）。管井戸には手押しポンプが取り付けられ、一部にはモーターが取り付けられ揚水されているものもある（写真6）。

表1 水利用施設の種類（観察と聞き取りによる）

種類と利用形態		利用・設備・所有等の分類
井戸	種類	管井戸（手押しポンプ井戸、モーター付ポンプ井戸）、INAR（手で汲み上げる。手押しポンプ、モーター付もあり）。
	井戸設置形態・負担	個人資金、政府、赤十字支援、JICA（ENPHO／九大）支援。
	井戸水使用状況	個人使用、共同使用、その他（自由に利用）。
水道	種類	外国（フィンランドほか）支援による給水塔が設置され、地下水を電動ポンプで汲み上げ、給水塔に溜めて給水する。
		山麓の伏流水から引水して利用（共同で給水）。



写真 1 水道用給水塔
ゴイニ(図3の㉔)



写真 2 水道施設(ゴイニ)
写真 1 の給水塔より給水される共同水場



写真 3 水道(山麓伏流水から供給)



写真 4 伝統的掘井戸(コティハラ)



写真 5 一般的な管井戸
(マフワ)



写真 6 モーター付管井戸
(コカプルワの学校)

井戸の設置(敷設負担)は、個人で敷設したものが多いが、水質や敷設資金などの問題から、政府、赤十字、JICA(九大、ENPHO)などの支援により設置された井戸もある。

4-1-2 第2回（2014年）調査概要

（1）調査地域

2014年の現地調査は、2012年の全体調査で得られた水利用状況、ヒ素被害などから、下記に示したマフワおよびコカプルワの2つのワードを選んで集中的に聞き取りアンケート調査を実施した（図4）。なお、回答者は、男女比で男52%（70人）、女48%（64人）、年齢層では、20～50歳を中心に、年齢別の大きな差はなかった。

①マフワ

標高107m付近にあり、道路沿い約300mに住宅が並ぶ直線的集落である。調査家屋は86（井戸利用者の家）であった。

②コカプルワ

標高112m付近にあり、環状の道路沿いに住宅が分布する。中心集落は200m四方程度の広さである。住居は北および北東に延びる道路沿いにも間隔をおいてみられるが、これらは山岳部から下りてきて住みついた人々

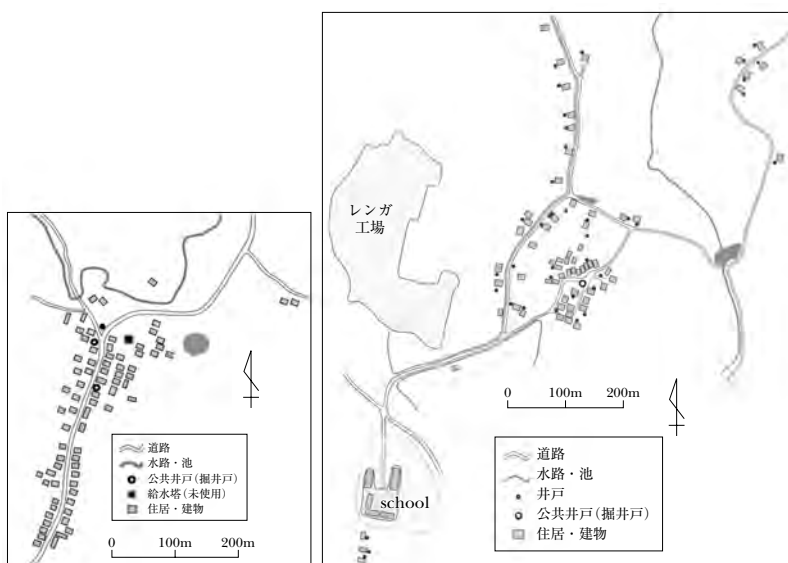


図4 マフワ(左)・コカプルワ(右) 集落概念図
(マフワ—図3の⑧、コカプルワ—図3の④)

の住宅であり、移住して間もないものが多い。調査家屋は58（井戸利用者の家）であった。

（2）住民の特色

2つのワードにおける住民の居住経歴をみると、30年以上が半数近い47%であった（図5）。民族ではタルー（67%）、バフン（6.3%）、カミ（3.5%）、宗教ではヒンズー教徒（89%）、イスラム教徒（9%）、カーストについては、ブラーマン（7%）、チェトリ（5%）、バイシャ（69%）、ダリット（10%）であった。

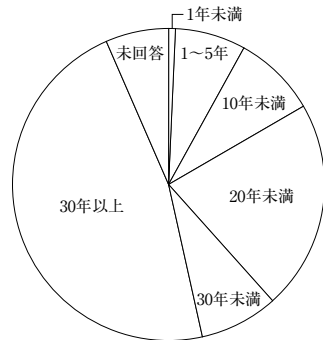


図5 居住年数

また、就学歴については、学校へ行ったことがないという未就学者（大人）が、実に40%であった。またその一方で、10年～大学までの就学（9%）も比較的あることから、近年は、国の教育改革も進み、子どもたちの教育環境が次第に整ってきて学校へ通うこと、さらに大学など高等教育への進学も増えている状況がうかがえる。

（3）調査地域ワードの公共井戸（掘井戸）について

①マフワ

マフワには公共の井戸（掘井戸）が2箇所あり、一つはワードの中央部よりも少し北に位置する（図4）。井戸の傍には手押しポンプがあり、そのポンプのパイプが井戸水中に通してあって、手押しポンプを利用して汲み上げて利用されている（写真8）。もう一つの井戸は北端の三叉路付近にあり（図4）、ここの井戸にはポンプはなく、ロープを付けたバケツを井戸の中へ落としてロープで引き揚げる方法で水を汲み出している（写真9）。

②コカプルワ

ワードの中心部に公共井戸があり（図4）、生活用水として利用されている。なお、井戸にはポンプや滑車はなく、マフワの後者の井戸同様、ロープを付けたバケツを井戸の中へ落として水を汲み揚げる方式である（写真10）。



写真7 マフワの共同井戸1
洗濯場として利用されている

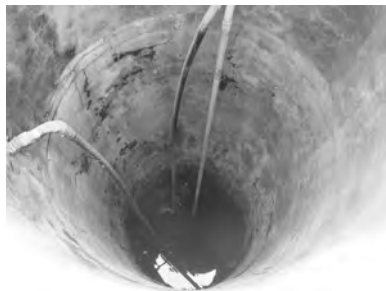


写真8 写真7の井戸の中の様子
濁った水を鉄管を通じて利用している



写真9 マフワの共同井戸2
水浴びする女性



写真10 コカプルワの共同井戸
足場が悪く、危険な状況で
水を汲んでいる女性

(4) 水利用の状況

① 2ワードにおける利用井戸について

アンケート調査にあたっては、どの家がどこの井戸を利用しているかについて最初に聞き取りをし、利用井戸を確認しながら井戸の状況を調べた。調査したマフワとコカプルワの両ワードの各家が利用している井戸について、以下の様なことが確認できた。

2つのワードのうち、マフワでは86人(家族)、コカプルワ集落では57人(家族)に対し、それぞれ井戸利用者の家と井戸を調査した。確認できた井戸の数は、マフワで66基、コカプルワで39基である。各家(家族)で利用する井戸は、マフワでは共同掘井戸(2箇所)を除くと、64基あり、管井戸の普及率はマフワで74%(86家族が64の管井戸利用)、コカプルワで

68%（57家族が39基の管井戸利用）である。なお、マフワでは15の家族が共同掘井戸を主に利用しており、中央の共同掘井戸は13家族、北側の共同掘井戸は2家族が利用していた。

コカブルワでは、共同掘井戸はあるが、それぞれの家では各自の井戸を利用しており、生活用水の共同井戸への依存は少ないが、マフワでは、共同井戸への依存度が高いことがわかる。マフワでの共同掘井戸への依存度が高くなっていることは、2012年調査でも、「掘井戸を掘って欲しい」という当時のワード長からの要望を直接聞き取りして確認できていた。

②井戸の設置状況について

井戸の所有状況についての質問に対して、自宅に井戸があるという回答が2つのワード全体では80%（115人）となっている。また、井戸の敷設年数については、5年以内が55（40%）、6～10年が34（25%）、11～20年19（14%）、20年以上前が21（19%）で近年設置した井戸が多くなっている（図6）。

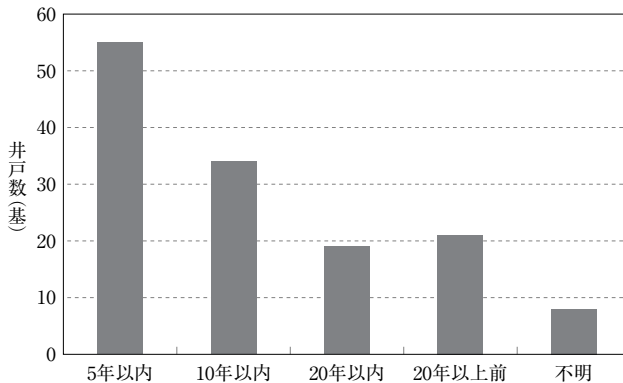


図6 井戸設置年数

③水とヒ素被害に対する意識

2つのワードでは、生活用水については、雨季・乾季の季節的な違いも少なく、水は井戸から得られることから、水には恵まれているという意識は強く、82%あった（図7）。また、美味しいという回答も84%あった（図8）。しかし水質上不安であるという意識は約半数あった（図9）。

ヒ素の被害についても回答が得られた。ヒ素の病気の経験者が14人(9.7%)あり、そのうち半数の7人は医者に診てもらっていないということである。これは、これまでの生活上での習慣的なもの、近所に病院がないこと、経済的なこと、ヒ素に対する意識の問題等複雑に絡んでいると思われる。ただ、ヒ素除去フィルター使用者が49(34%)あったことから、ヒ素問題の啓蒙活動とその対策の手段の一つとして、ヒ素除去フィルターの利用は浸透してきているものと思われる。なお、2012年1回目調査では全25ワードでフィルター利用者は1人のみの回答であった。この調査結果に関しては、2012年調査は各ワードで3~7人(井戸利用者)に対するアンケートで、数が少ない状況であったことから、フィルター利用者に該当するアンケートが結果的に得られなかった可能性があることや、マフワ、コカプルワの地域はヒ素の被害が顕著に出ていることから、飲み水への関心が比較的高い地域であることなどが、その理由として挙げられる。それは、2012年1回目調査の25ワードでは、水はほとんどが生水のまま飲んでおり、沸騰させて飲む人は1人だけであったが、今回の2ワードでは49人(33.8%)

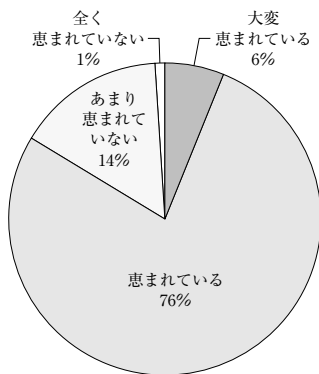


図7 飲料水の量に関する意識

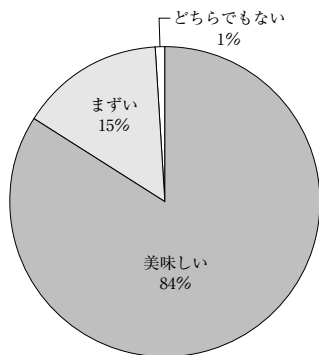


図8 飲料水の味に関する意識

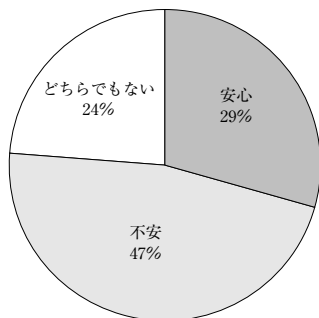


図9 飲料水への安心度

あったところにも水への意識の高さがうかがえる。

このように、この2ワードでは、簡易水道の設置41（82%）およびヒ素除去フィルター設置82（57%）の要望が高い数値を示していたことから、当地域が安全な水供給への問題意識が高い地域であると考えられる。

5. 調査結果、井戸の深さ、設置年とヒ素被害の関係

ワード内には掘井戸と管井戸があり、掘井戸は100年以上前からあるということである。飲料水の確保は、人の居住や集落の成立に関係する重要な要素であり、管井戸が普及していなかった時代に水を得ていた掘井戸の存在は村の歴史を物語るものである。掘井戸はマフワには2基、コカプルワには1基が残されており、前述のように、マフワでは日常の生活用水として15家族が掘井戸へ依存しており、コカプルワおよび2012年調査の他のワードに比較しても掘井戸への依存度が高く、現地調査時点でも頻繁に利用されていることが確認できた。利用者は洗濯や生活道具の洗いのものをしたり、体を洗ったりする女性が目についた。なお、他のワードでは、掘井戸をつぶして使えなくなったり、掘井戸がなくなったところもあり、マフワの掘井戸の重要性は特筆すべきことでもある。

前回調査でも確認できたことであるが、管井戸は、40年ほど前から普及し、最初は20～40フィート（6.1～12.2m）の井戸が掘られた。次第に深い井戸が掘られるようになり、20年前頃からは50～70フィート（15.2～21.3m）の井戸が多く掘られ、現存する井戸は50～70フィートのものが多くなっている（2014 松尾ほか）。近年、80フィート（24.4m）以上の深さの井戸が、個人および政府支援（JICA、ENPHO、UNICEFなど）によって掘られているが、一部にしか利用されていない状況である。

2014年の調査に基づき、マフワとコカプルワにおける井戸別の深さを図10に示す。マフワでは55～65フィート（16.8～19.8m）の井戸が大部分で、50フィート（15.2m）以下がわずかにある程度である。そのうち約30フィート（9.1m）と18フィート（5.5m）の掘井戸（掘井戸は実測、管井戸は利用者から

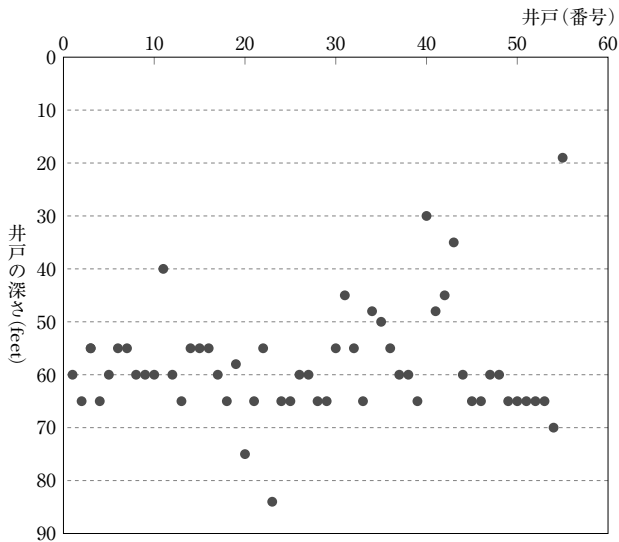


図10-1 調査井戸の深さ(マフワ)

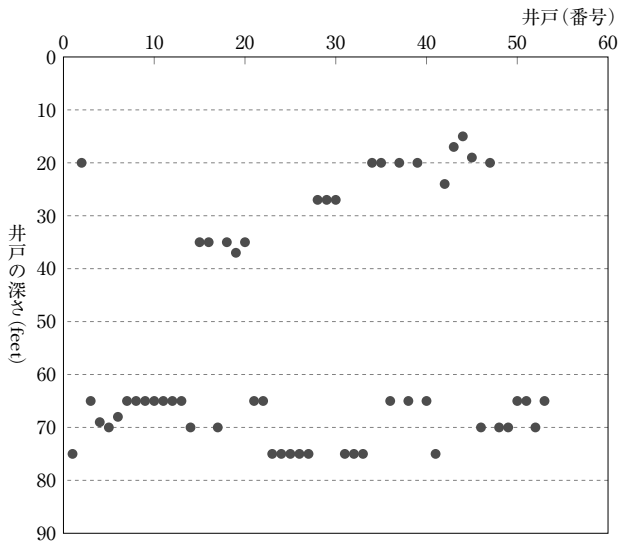


図10-2 調査井戸の深さ(コカブルワ)

の聞き取り)が2基含まれる。

コカブルワでは65～75フィート(19.8～22.9m)が多いが、20～35フィ

ート（6.1～10.7m）の浅井戸の管井戸利用が多いのも特色である。マフワとコカプルワでは利用する帯水層に10フィート（3m）ほど違いがあるが、標高差が約5mあることや、地層（帯水層）の分布状態などに相違があるためと考えられる。なお、ヒ素濃度が高いのは住民の多くが利用している60～75フィート（18.3～22.9m）の帯水層の地下水である。

ワード内に多い深さ55～75フィート（16.8～22.9m）の井戸水を住民が毎日飲んでいるということは、これまでヒ素濃度の高い帯水層の水を飲み続けていたことになる。その結果ヒ素被害者が増え、現在でも潜在的なヒ素被害患者が存在し、将来さらにヒ素による病気が発生するものと考えられる。ヒ素を含む水を長い期間飲み続けるとヒ素中毒となり、皮膚に色素が沈着したり角化の症状が現われたりする。そうした症状がさらに進むと癌になる危険性が高まる。マフワでの聞き取りによると、2013年に30歳代と40歳代の男性2人がヒ素被害により亡くなったということであった。さらに、ここでの問題は、ヒ素被害患者でも医者に診てもらっていないことやヒ素による疾病について十分に理解されていないこともあり、そのことが問題をさらに大きくしていることにある。

こうしたヒ素被害がこれまでに起こっていることから、マフワのワードでは政府資金（海外援助）により給水塔建設が行われている。2014年の調査期間において、その建設作業中の給水塔をみることができた。マフワのワード長への聞き取りによると、建設費用は800万ルピー（日本円で約800万円）という高額のものである。なお、2014年8月調査の段階で給水塔のみ完成していたが、そこには電気設備はなく、家々への配管も行われていなかった。今後はワードで話し合いながら設備基金を集め、ある程度の財源が確保できた段階で政府から水道管が提供され、その配管設置工事を住民の手で行い、各家庭に給水される仕組みになっているということであった。水道管の配管工事、給水の計画はまだなされていなかった（2014年8月時点）。

6. まとめ——水利用の現状、課題および対策

住民の生活において、飲み水は最も重要である。本調査地域の人々にとって最も大きな問題は、ヒ素を含んだ水を今も飲み続けなければならないということにある。2014年調査のマフワやコカブルワでもそれは同様であり、子どもから高齢者まで年齢、性別に関係なくヒ素で汚染された水は利用されている。ヒ素は、日本のヒ素濃度の基準値10ppbに対し、ネパールでの基準値はその5倍の50ppbと高い基準であるが、2008年3月のナワルパラシの調査地域におけるヒ素濃度は、最高1,800ppb、最低1.2ppb、平均168.4ppbであった(中村ほか、2008)。高濃度のヒ素は、深さ60～75フィートの帯水層に存在する。ヒ素を含む地下水を飲み続けることは、住民の健康に重大な影響をおよぼすことになり、そうしたヒ素汚染井戸の情報を把握して、その水を飲まないで、安心して飲める新たな水源の確保が必要である。

これまで日本のJICAや外国支援およびネパール政府支援によるヒ素汚染に関する啓蒙活動や井戸の提供が行われてきたが、住民の生活用水(飲み水)を確保する解決策には、未だ至っていない。

約20年前頃から掘られた深さ55～75フィートの井戸が多く使用されていることから、今後もヒ素汚染が続くことが懸念される。なお、マフワでの利用が多い掘井戸(INAR)の水は、ヒ素の汚染はないが、ヒ素以外の衛生面で飲み水として、他の汚染の問題を抱えている。

ヒ素汚染対策として、給水塔(タンク)・水道が政府(外国支援)によって建設されているが、電力事情により、現地では停電も多く、いつでもポンプが動かせる状態ではない。さらに維持費や水道料金の有無によっては水道の水を買えない家も出てくる。したがって、現状ではこれまでの自前の井戸や公共井戸への依存は続くものと思われる。住民の要望の中では、給水塔・水道の設置希望が非常に強いことがわかったが、給水塔の建設は、現状の問題を早急に解決する手段とはいえない。それは、建設コストが高

く、設置後の管理、給水時間、水道料金負担などの未解決な課題があるからである。

そうしたことを踏まえると、これからの水対策としては、設置コストが少なくて済む150フィート（45.7m）程度の深さで、安全な水が得られる井戸をワード内に数箇所掘って共同で使用する。あるいは一部コンクリートの家で屋上にタンクを置き、電動または手動で汲み上げ、共同で利用できる仕組みをつくることなどが、比較的 low コストで実用的かつ早急にできる方法であろう。また、費用の面でも利用者負担の考えと、共同意識を持たせ水利用システムの構築を図っていくことが重要と考える。

謝 辞

本研究にあたっては、調査計画の段階から敬愛大学のネパール人留学生および卒業生の協力が得られたことは大きい。また、他の研究地域を含めて、ネパール政府関係者、日本政府在ネパール日本大使館、現地 NPO の ENPHO、現地協力者および西田茂博氏（多言語研究家）など多くの方に御協力いただいた。また資料整理の段階では、敬愛大学学生の朴香玉さんの協力を得た。これらの方々はこの場を借りて感謝申し上げる次第である。

なお本研究は、2011年度から5か年計画（2015年度まで）によるネパール・テライ低地のヒ素汚染地域の総合的調査の一環として実施したものである。

〔付記〕 本研究には、科学研究費補助金 基盤研究（B）海外学術調査「ネパール・テライ低地におけるヒ素汚染の実態とその対策に関する研究」研究代表者：中村圭三 研究課題番号 23401006の一部を使用した。

なお、本調査には、谷地隆（敬愛大学総合地域研究所客員研究員）ほか、駒井武（東北大学大学院教授）、大岡健三（一般社団法人・産業情報管理協会）、松本太（敬愛大学国際学部非常勤講師）、成澤昇（株式会社環境地質研究所）の調査メンバーの協力を得た。

(参考文献)

- 中村圭三・大岡健三・駒井武 (2008a) : ネパール・テライ低地におけるヒ素汚染調査. 環境情報研究, No. 16, 13-23.
- 中村圭三・大岡健三・Bhanu Bhakta Kandel (2008b) : ネパールのテライ低地の井戸水利用に関する実態調査. 環境情報研究, No. 16, 25-33.
- 中村圭三・大岡健三・駒井武 (2010) : ネパール・テライ低地におけるヒ素汚染調査とその対策. 環境情報研究, No. 17, 1-13.
- 松尾宏・中村圭三・谷地隆 (2014) : ネパール・テライ低地農村の生活と水利用に関する研究. 敬愛大学総合地域研究, 第4号, 110-126.
- 中村圭三・松尾宏・大岡健三 (2014) : ネパールの自然環境に適した産業・生活、その変容と現代的課題について. 敬愛大学国際研究, 第27号, 1-17.
- Harka Gurung (2008) Nepal Atlas & Statistics.
- Nakamura, K., Ooka, K., and Komai, T., (2007): The Drinking Water Quality in Four Physiographic Regions of Nepal and Arsenic Contaminated Groundwater in Terai, Lowland Nepal. Journal of Environmental Studies, No. 15, 53-70.