

タイ国東北部・北部の水源，供給ならびに 水質からみた学校環境衛生

國土将平*¹，佐川哲也*²，猪迫耕二*³

School Environmental Health on the Water Source, Supply and Condition in Northeastern and Northern Thailand

Shohei Kokudo*¹, Tetsuya Sagawa*², Koji Inosako*³

キーワード：タイ国，学校環境衛生，水質，大腸菌汚染，重金属汚染
Key Words：Thailand, school environmental health, water condition,
colon bacilli pollution, heavy metal pollution

1. 序 論

タイ国における気候風土，特に乾季における農業用水の不足，飲料水の枯渇は，食料不足と衛生問題に大きな影響を与えてきた。世界保健機構（WHO）では1981年から「世界上水道・下水設備の10年（International Water Supply and Sanitation Decade）」のキャンペーンを展開した。タイ国においても，同時期より，飲料水問題を重要な課題として取り組んでいる。¹⁾

我々は，1983年よりタイ国における児童生徒の健康実態学術調査を行っている。その目的は，児童・生徒の発育発達状況，健康状態，運動能力，保健行動等の実態を明らかにすること，その結果に基づいて作成した資料を学校教育現場で活用すること，ならびに，学校教育・学校経営上，必要な知識，技術等を伝達することにある。学校における集団の健康を考慮した場合，学校環境の整備は非常に重要である。その中でも飲料水は，児童生徒の健康・あるいは疾病と関連しており，飲料水の汚染は，感染症の伝染や，中毒を引き起こす原因となり，その水質は適切に管理されなければならない。

本研究では，学校保健に関連してタイ国ウボン県とチェンマイ県の小学校並びに中等学校の給水環境や飲料水の水質について調査し，今後の当該学校の学校環境衛生に有効な資料及び指針を提供することを目的とする。

*¹ 鳥取大学教育地域科学部 Faculty of Education and Regional Sciences, Tottori University

*² 金沢大学教育学部 Faculty of Education, Kanazawa University

*³ 鳥取大学農学部 Faculty of Agriculture, Tottori University

2. 調査地の概要

本研究の調査地域は、タイ国東北部に位置するウボン・ラーチャタニー（以下、ウボンと略）県と、北部に位置するチェンマイ県である（図1）。

ウボン県は東にラオス、南にカンボジアと接し、ウボン県とラオスとの国境に沿ってコーン川（通称メコン川）が流れている。ウボン県の中央部には西から東にムーン川が流れており、ラオスとの国境でコーン川に合流する。土壌は養分に乏しい赤土（ラテライト）であり、農作物の栽培に適しているとは言えない。表1に調査地の面積、人口、住居数を示す²⁾³⁾。1995年県別統計によるとウボン県の人口は約170万人であり、県庁所在地であるウボン郡（アンプー）は人口約21万5千人、ピブン・マンサハーン（以下ピブンと略）郡は12万9千人である。また、農村部となるデッド・ウドム郡は6つの行政区（タンボン：数村が集まった行政上の村）と、189の村（ムーバーン：自然発生村）から構成される。本調査地であるナーカセーン村とノンガンホイ村は同一の・ナーカセーン行政区に位置する。デッド・ウドム郡の人口は約15万8千人であるが、各村の人口は統計資料からは掲載されていない。

チェンマイ県はタイ国北部に位置する県であり、北はミャンマーの国境に接する南北に長い県である。県の多くは山岳地帯に覆われており、その山岳部には多数の少数民族の村が点在する。チェンマイ県の人口は約156万人であり、県庁所在地であるチェンマイ郡の人口は約25万2千人である。また、チェンダオ郡は7つの行政区があり、その中に70の村がある。その人口は約7万4千人である。

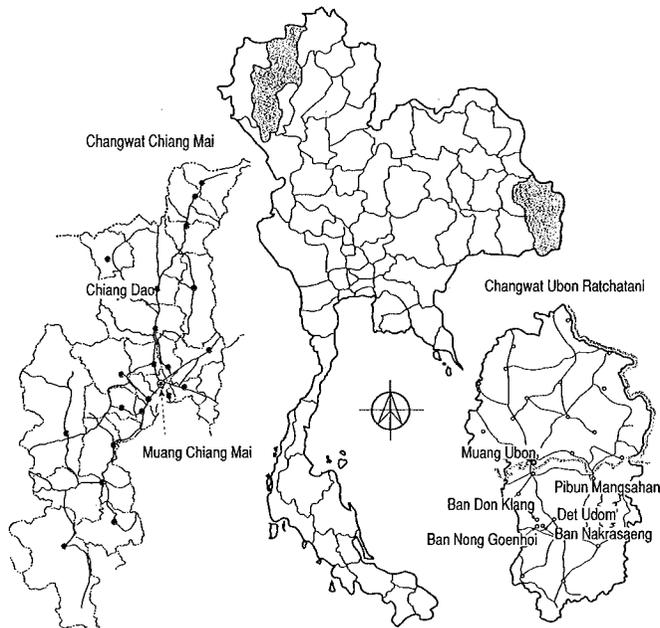


図1 調査地点

表1 調査値対象地域の面積・人口・住居

地域	面積	人口	人口密度	住居数	1住居あたりの人数
	km ²	人	人/km ²	件	人/件
ウボン県 (1995)	15,739.1	1,696,795	107.81	324,095	5.24
ウボン郡	423.0	215,042	508.37	47,399	4.54
自治都市部	29.0	105,040	3,617.08	23,391	4.49
非自治都市部	394.0	110,002	279.22	24,008	4.58
ピブン郡	878.6	129,333	147.20	23,813	5.43
自治都市部	6.0	13,427	2,237.83	3,220	4.17
非自治都市部	872.6	115,906	132.82	20,593	5.63
デッド・ウドム郡	1,270.0	158,107	124.49	31,463	5.03
チェンマイ県 (1996)	20,107.1	1,564,438	77.81	501,663	3.12
チェンマイ郡	166.4	252,222	1,515.86	103,073	2.45
自治都市部	35.8	170,723	4,762.28	64,006	2.67
非自治都市部	130.5	81,499	624.32	39,067	2.09
チェンダオ郡	1,882.1	73,536	39.07	20,109	3.66

3. 調査対象学校の概要

タイ国において、学校は大きく小学校と中等学校に分類できる。小学校は6年間教育でほぼ日本の教育システムと同じであるが、幼稚園と併設されている場合が多い。本研究の調査対象となった小学校はチェンマイ・ウェルフェア・スクールを除いていずれも幼稚園を併設している。現在、タイ国内では教育機会拡大計画が実施されており、義務教育を中学部3年生まで拡大する予定である。このため、隣接する中等学校がない場合には、小学校に中等学校の前期にあたる中学部の3年生ま

表2 各学校の就学率 (タイ国全土)

学校	1990年 ^{*1}	1994年 ^{*2}	1996年 ^{*2}
	%	%	%
幼稚園	44.9	51.6	62.9
小学校	96.8	94.1	90.0
中等学校低学年	44.0	63.8	70.9
中等学校高学年	13.9	33.7	42.3

*1: 1990年人口統計⁴⁾、1991年教育統計⁵⁾より国土推計 (教育統計の小学校1年男子人口が当該年齢人口より約8万人超過していたため、比例配分により再推計した)

*2: 1997年教育統計報告書⁶⁾より引用

表3 調査学校の概要（1997年）

学校	所在地	立地環境	児童・生徒数			主要飲料水源	井戸数	備考
			幼稚園	小学生	中学生			
ウボン・スポーツ・スクール	ウボン郡	都市部市街地	-	-	214	水道	0	授業は他の中等学校で受けている。生活は寄宿舎で合同生活。
シーバトム・ピッタヤカン中等学校	ウボン郡	都市部郊外	-	-	2962	水道	0	
ナーカセーン・スクサ中等学校	デッド・ウドム郡 ナーカセーン村	農村部	-	-	499	地下水	1	創立4年目、5、6年生はいない。
ナーカセーン村小学校	ウボン郡 デッド・ウドム郡 ナーカセーン村	農村部	180	356	20	地下水	2	隣のナーカセーン・スクサ中等学校が教室不足のために教室を貸している。
ノンガンホーイ村小学校	ウボン郡 デッド・ウドム郡 ノンガンホーイ村	農村部	58	185	84	地下水	2	
ウボン・ウィッタヤコム小学校	ウボン郡	都市部市街地	394	2121	-	水道	4	調査当日は工事断水のため、地下水を検査。
ウィバック・ウィッタヤコム小学校	ピブン郡	都市部市街地	228	989	-	水道	不明	
ドンクラーン村小学校	デッド・ウドム郡 ドンクラーン村	農村部	57	214	-	天水	0	
チェンマイ・ウエルフェア・スクール	チェンマイ郡	都市部郊外		496	451	地下水	2~3	山岳少数民族が含まれる。
チェンダオ・ウエルフェア・スクール	チェンダオ郡	山間部	14	255	251	地下水	3	山岳少数民族が含まれる。
フェイトム村小学校	ランブーン県リー郡 フェイトム村	農村部	357	1296	131	地下水	1以上	カレン族の村。

でを併設する学校が増えてきている。中等学校は6年間教育で、日本の中学校と高等学校を合わせた形となっている。表2に各学校の就学率⁴⁾⁵⁾⁶⁾を示す。この数年で特に中等学校において就学率が向上したことが明らかである。

表3に調査学校の概要を示す。都市部のウボン郡並びにピブン郡において調査対象となった学校は小学校2校、中等学校1校に加えてウボン・スポーツ・スクールの4校である。いずれの学校とも市街地、あるいはその郊外に位置し、交通の利便はよい。ウボン・スポーツ・スクールは、競技選手育成を目指した学校で、主に東北地方8県より構成される第10教育地区全域から学生を募集している。1997年時点では、学生数は中等学校1年生から6年生までの214名であったが、将来的には540人の学生の規模を予定している。この学校の生徒は、近隣の中等学校で普通授業をうけ、夕方同校に帰ってトレーニングをするといった特殊な形態をとっている。また、全員が寄宿舎で生活をしている。

ウボン県の農村部の調査対象学校は、小学校3校、中学校1校の4校である。これらの学校はいずれも典型的な農村に所在し、多くの村は主要幹線道路より未舗装の道を数キロ入ったところに位置している。小学校のうちドンクラーン村小学校には中学生はいない。また、ナーカセーン・スクサ中等学校はナーカセーン村小学校より500m程度離れたところに1994年に新設された。このため、ナーカセーン村小学校にも中学部はない。しかし、調査時にはナーカセーンスクサ中等学校の教室数がすでに不足していたために、小学校の1教室を中学生用として提供していた。

チェンマイ県の対象学校は2校ともチェンマイ県に住む山岳少数民族の子どもたちならびに経済的ゆとりのないタイの子どもたちに教育の機会を与えるために設立された福祉学校である。この学校に通う子どもたちの多くは寄宿舎生活をしており、週末には家族のもとに帰省するようである。

ランブーン県において調査対象となったフェイトム村小学校は、山岳少数民族のひとつであるカレン族の村の学校である。カレン族は山岳少数民族の中でも最大の規模であり、約35万3千人がタイ国内に居住している⁷⁾。この学校では小学校低学年の就学者数は高いが、学年が進級するに連れてその就学者数は激減する。調査時の小学校1年生は399人在籍するが、中学生になると50人を下回り、中学校3年生では36人となる。

4. 水質検査の調査内容

飲料水の水源、出水までの学内処理方法、またそれぞれの出水口より出る水が飲用可能であるかどうかを、学校の先生に対してインタビューすると同時に、我々が視覚的に確認を行った。なお、先生によっては知識が不十分であり、明確な回答が得られない場合もあった。

それぞれの学校において、飲料水等の水質調査を行った。現地において大腸菌および黄色ブドウ球菌の検出を行った。両細菌とも、サンコリ(サン科学)の簡易検出紙を用い、検査手順に従って、35~37℃で24時間培養した後、菌群が検出されたか否かで評価した。細菌検査は、飲料水に限らず学校で利用可能な出水口において、可能な範囲で行った。また、8カ所の飲料水については、約200mlのポリ容器に採取し、日本に持ち帰った後、pH、蒸発残留物、COD、硝酸性窒素、亜硝酸性窒素、塩素イオン、カドミウム、鉛、クロム、亜鉛、鉄、銅、ナトリウム、マンガン、カルシウム、マグネシウム、カリウムの金属について検出を行った。検出は以下の方法を用いた。

pH: pHセンサー(メトラートレド社 MP120)

蒸発残留物: JIS K 0101 工業用水試験法に準拠

COD：100℃過マンガンカリウム法

塩素イオン：チオシアン酸水銀（Ⅱ）法（HACK社 DR2000）

硝酸性窒素：ブルシン吸光光度法（島津製作所 紫外可視分光光度計 UW1200）

亜硝酸性窒素：ナフチルエチレンジアミン吸光光度法（島津製作所 紫外可視分光光度計 UW1200）

金属：（1+1）硝酸：サンプルが容積比で1：50となるように調整し、ICP発光分光光度法で定量（島津製作所 ICPS-5000）

採取した水は、現地でpH調整をすることが難しく、金属類は容器付着消失のため、検査結果が実際よりも低い値を示すことが予想される。得られた結果は日本並びにWHOの水道水基準⁸⁾⁹⁾と比較を行った。

5. 結 果

表4に、調査した学校の水源、処理方法、飲料の不可および細菌の検出状況を示している。

表4 調査対象校の水源、処理方法、飲用の不可および細菌の検出状況（1997年）

学校	調査日	水源	採取場所	飲用の不可	出水までの学内処理	大腸菌	黄色ブドウ球菌	水質検査
ウボン・スポーツ・スクール	12/15	ウボン郡水道	ウォータークーラー	可	フィルタ	-	-	○
シーバトム・ピッタヤカン中等学校	12/15	ウボン郡水道*	ウォータークーラー 手洗用蛇口	可 不可	フィルタ なし	- +	-	○
ナーカセーン・スクサ中等学校	12/16	地下水	ウォータークーラー 手洗用蛇口	可 不可	フィルタ なし	+ +	-	○
ナーカセーン村小学校	12/16	地下水	手洗兼飲料用蛇口	可	塩素投入	-	-	○
ノンガンホイ村小学校	12/16	地下水	手洗兼飲料用蛇口 冷蔵庫保管	可 可	なし	- +	- +	○
ウボン・ウィッタヤコム小学校	12/18	ウボン郡水道	手洗用蛇口	不可	なし	-	-	
ウィパック・ウィッタヤコム小学校	12/18	ピブン郡水道	手洗用蛇口	可	消毒	-	-	○
ドンクラーン村小学校	12/17	天水	水飲み場(素焼きの瓶)	可	不明	-	-	○
チェンマイ・ウェルフェア・スクール	12/20	地下水	飲料水用蛇口	可	フィルタ	-	-	
チェンダオ・ウェルフェア・スクール	12/22	地下水	手洗兼飲料用蛇口	可	3重濾過 塩素投入	+	-	○
			食器洗い場蛇口	不可	2重濾過 塩素投入	-	-	
		天水	天水用貯蔵タンク蛇口	不可	なし	+	-	
フェイトム村小学校	12/25	地下水	飲料水用蛇口	可	塩素投入	+	-	
			手洗用蛇口	不可	なし	+	-	

*ウボン市のその他の2校と距離があるために水源が異なる可能性がある

1) 飲料水の水源ならびに処理方法

調査した学校のうち、ウボン郡並びにピブン郡の学校については、供給される水道水を水源としていた。これらの学校では、水道水をそのまま飲料水とせず、タイ国では一般的なセラミック製のフィルタ（写真1）でろ過して飲料水としていた。なお、ピブン郡のウィパック・ウィッタヤコム小学校では、消毒をしているという回答であったが、その詳細は明確にはならなかった。

農村部の学校であるドンクラーン小学校は、学校に井戸がなく、雨期に貯蔵した天水を飲料水としていた。これらの水は、校内の水飲み場に素焼きの瓶に入れられていた（写真2）。事前の処理については回答がなかった。この学校では、これ以外に飲料水を確保しておらず、「天水がなくなればどうするのか」という我々の質問に対しては、「それで、終わりだ」と答えたに過ぎなかった。

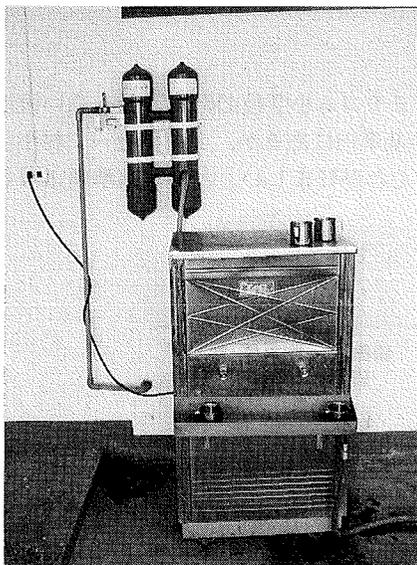


写真1 セラミック製のフィルタとウォータークーラー（ウボン・スポーツ・スクールにて）

一般的に学校に使われるフィルタはもう少し大型である。



写真2 ドンクラーン村小学校の水飲み場

ドンクラーン小学校以外の農村部の学校、ならびにチェンマイ県の2か所の福祉学校では、校内に1つあるいはそれ以上の井戸を所有し、そこから湧き出る地下水を水源としていた。これらの学校における出水までの処理は様々である。ノンガンホーイ村小学校では全く処理せずそのまま飲料水としていた。ナーカセーン村小学校では塩素投入のみを行っていた。ナーカセーン・スクサ中等学校、チェンマイ・ウェルフェア・スクールでは、セラミック製フィルタによるろ過を行っていた。両校には水道設備に詳しい先生が不在であったため、視覚的な確認にとどまり、塩素の使用について確認できなかった。チェンダオ・ウェルフェア・スクールは、水の処理施設が充実しており、2か所の井戸から取水した水を一次ろ過した後、4万リットルのタンクに一時貯水する。その後、二次ろ過、塩素投入後、揚水タンクに揚水し、一般使用を行っている。飲料水としては、この水をも

う一度ろ過して利用している。なお、ナーカセーン村小学校のみ井戸の深さが36mであることが確認できた。

2) 細菌検査の結果

検査を行った18標本中8標本から大腸菌が検出された。このうち、飲用が可能であるとされた11標本の中から4標本、飲料が不可であるとされた6標本の中から4標本より大腸菌が検出された。WHOの飲料水水質基準では、大腸菌を検出しないことが条件となっているが、この基準を満たすものは3分の2程度にとどまった。また、ノンガンホーイ村小学校において、冷蔵庫のポリ容器に保管されていた飲料水からは、黄色ブドウ球菌も検出された。サンコリ簡易試験紙では約1mlの標本を吸収することが可能であるが、この標本の場合、約20群の黄色ブドウ球菌を確認した。

3) 水質検査の結果

表5、表6に水質検査の結果を示す。

pHの結果について、最も小さい値はウィパック・ウィッタヤコム小学校の6.74、最も高い値はナーカセーン村小学校の8.23であった。これらの値は日本の基準内にあるが、ナーカセーン村小学校の値はWHOの「塩素の使用を考慮すると8.0より小さいことが好ましい」という基準値よりも高い値であった。

表5 水質検査結果

採取場所	pH	蒸発残留物 mg/l	COD mg/l	硝酸性窒素 mg/l	亜硝酸性窒素 mg/l	塩素イオン mg/l
シーバトム・ピッタヤカン中等学校	7.83	282.8	1.11	0.84	0.012	10.5
ウボン・スポーツ・スクール	7.63	262.4	2.12	0.41	0.065	61.0
ナーカセーン・スクサ中等学校	8.07	1537.0	2.73	0.11	0.006	123
ナーカセーン村小学校	8.23	504.6	3.74	2.02	0.009	56.5
ドンクラーン村小学校	7.55	201.6	2.52	0.60	0.013	1.5
ノンガンホーイ小学校	7.53	60.5	0.707	0.14	0.011	41.0
ウィパック・ウィッタヤコム小学校	6.74	181.3	0.908	0.45	0.007	0.5
チェンダオ・ウェルフェア・スクール	6.81	241.8	7.17	0.40	0.028	1.0
WHO基準				10*	0.06*	250*
(苦情のでるレベル)	8.0	1000				
日本基準	5.8-8.6	500		10		200
(快適水質目標値)		30-300				

*：1993年以前の基準

蒸発残留物について、最も低い値を示したのはノンガンホーイ小学校の60.5mg/ℓであり、最も高い値を示したのはナーカセーン・スクサ中等学校の1537.0mg/ℓであった。日本の基準500mg/ℓを越えたのは2か所あり、またWHOの基準1000mg/ℓを越えたのはナーカセーン・スクサ中等学校であった。

硝酸性窒素について、最も低い値はナーカセーン・スクサ中等学校の0.11mg/ℓ、最も高い値はナーカセーン村小学校の2.02mg/ℓであった。また、亜硝酸性窒素について、最も低い値はナーカセーン・スクサ中等学校の0.006mg/ℓ、最も高い値はウボンスポーツスクールの0.065mg/ℓであった。WHOの基準値を超えるものはウボンスポーツスクールの亜硝酸性窒素のみであり、その他は良好な結果を示した。

塩素イオン濃度については、最も低い値はウィパック・ウィッタヤコム小学校の0.5mg/ℓであり、最も高い値はナーカセーン・スクサ中等学校の123mg/ℓであった。これらの値はWHOおよび日本の基準を下回っていた。

表6 水質検査結果 (金属イオン)

採取場所	カドミウム mg/l	鉛 mg/l	クロム mg/l	亜鉛 mg/l	鉄 mg/l	銅 mg/l	ナトリウム mg/l	マンガン mg/l	カルシウム mg/l	マグネシウム mg/l	カリウム mg/l
シーパトム・ピッタヤカン中等学校	0.020	0.277	-	0.102	-	0.010	9.55	0.0001	15.2	6.14	2.04
ウボン・スポーツ・スクール	0.018	0.214	-	0.033	-	0.015	40.8	-	15.5	3.38	2.38
ナーカセーン・スクサ中等学校	0.015	0.083	-	0.032	-	0.005	118	-	45.5	34.0	8.03
ナーカセーン村小学校	0.026	0.198	-	0.041	-	0.022	44.1	0.002	40.6	22.3	7.74
ドンクラーン村小学校	0.017	0.108	-	0.128	-	0.010	1.11	0.003	9.21	0.131	1.04
ノンガンホーイ小学校	0.020	0.107	-	0.043	-	0.004	0.811	0.002	16.5	0.101	0.688
ウィパック・ウィッタヤコム小学校	0.016	-	-	0.076	-	0.010	28.6	0.002	12.8	2.32	1.96
チェンダオ・ウェルフェア・スクール	-	0.182	-	1.20	-	0.008	7.05	0.003	1.99	0.136	6.42
WHO基準	0.003	0.10	0.05			2.0		0.50			
(苦情のレベル)				3.00	0.3	1.0	200	0.10		50*	
日本基準	0.01	0.05	0.05	1.00	0.3	1.0	200	0.05		300	
(快適水質目標値)								0.01		10-100	

注： -：検出限界以下
*：1993年以前の基準

カドミウムはチェンダオ・ウェルフェア・スクールを除くすべての学校で検出された。最も低い値はナーカセーン・スクサ中等学校の0.015mg/ℓ、最も高い値はナーカセーン村小学校の0.026mg/ℓであった。カドミウムの基準値はWHO基準で0.003mg/ℓ、日本基準で0.01mg/ℓと日本の基準が緩やかであるが、検出された標本はいずれもこの基準値を超えた値であった。

鉛はウィパック・ウィッタヤコム小学校を除くすべての学校で検出された。最も低い値はナーカセーン・スクサ中等学校の0.083mg/ℓ、最も高い値はシーパトムピッタヤカン中等学校の0.277で

あった。鉛は、日本基準値が $0.05\text{mg}/\ell$ 、WHO基準値が $0.1\text{mg}/\ell$ であり、日本の基準値が厳しい。検出された標本はいずれも日本の基準値を上回り、またWHOの基準値を満たしたものはナーカセーン・スクサ中等学校のみであった。

クロムと鉄に関しては、いずれの標本とも検出されなかった。亜鉛については日本基準である $1.0\text{mg}/\ell$ を超えたのはチェンダオ・ウェルフェア・スクールのみであり、その値は $1.20\text{mg}/\ell$ であった。銅およびマンガンについては、いずれの標本とも検出されたが、その値は低く、日本の水質基準を大きく下回る値であった。

ナトリウム、カルシウム、マグネシウムは、いずれも水質基準を下回る値であったが、標本によってその値には大きな差が見られた。ナーカセーン・スクサ中等学校が、これら3つの金属イオンにおいて、最も高い値を示し、次いで、ナーカセーン村小学校が高い値を示した。ノンガンホーイ村小学校、ならびにドンクラーン村小学校において、ナトリウム、マグネシウムの含有量は非常に低い値を示し、またチェンダオ・ウェルフェア・スクールではカルシウム、マグネシウムの値が非常に低かった。カリウムにおいては、ノンガンホーイ村小学校は非常に低い値であったが、ナーカセーン・スクサ中等学校、ナーカセーン村小学校、チェンダオ・ウェルフェア・スクールでは $6\text{mg}/\ell$ を超える値を示した。

6. 考 察

WHOの上水道・下水処理の運動に関連して、タイ国では、国内経済社会開発局が1981年からはじめた第5次から第7次までの国内経済社会開発計画において、安全な水の供給および下水整備を重要課題として取り組んでいる。また、タイ国保健省は1993年から1996年の第7次衛生開発計画において、地方の簡易水道計画を推進してきた。その計画は、地方人口の95%に対して、飲料水、調理、および衛生の目的で使用する水を一人あたり1日5ℓ供給すること、ならびに同70%に対してその他の利用を含めた水を一人あたり1日45ℓ供給することを目標にしている¹⁾。

表7に1995年の調査地域水道事業を示す²⁾³⁾。1995年次点でウボン県全体では利用住居は約2万8千軒である。これは全住居数の8.68%になる。ウボン郡ではその割合が44.83%であり、高い普及を示している。これは自治地区を中心として普及していると推測される。その他の地域でも、水

表7 調査地域における水道事業（1995年）

地域	容量 m^3	供給量 m^3	一般販売量 m^3	公共用 m^3	利用住居 件	全住居に対 する割合 %
ウボン県	14,016,000	12,443,756	8,434,615	4,009,141	28,129	8.68
ウボン郡	10,512,000	10,378,093	6,886,575	3,491,518	21,247	44.83
ピブン郡	1,576,800	518,295	365,105	153,190	1,711	7.19
デッドウドム郡	700,800	587,995	466,313	121,682	1,979	6.29
チェンマイ県	26,893,200	23,998,767	16,398,306	6,617,746	52,593	1.05
チェンマイ郡	19,797,600	17,955,553	11,890,292	5,264,804	37,098	35.99
チェンダオ郡	-	-	-	-	-	-

道の普及は市街地に限られると予想される。したがって、本研究の調査対象地域、特に農村部では、簡易水道や地下水、天水を利用せざるをえない。ウボン県の農村部の対象校では、1995年から1996年にかけて、手動式のポンプから、電動ポンプに移行した学校が多く（写真3）、学内で簡易水道を利用する学校が多くなった。



写真3 ノンガンホーイ小学校の井戸

写真左は1993年に撮影したもの、1997年には右のように電動ポンプが設置された。

表8 調査地域の気候

月	ウボン県 (1995年)				チェンマイ県 (1996年)			
	最低 気温 ℃	最高 気温 ℃	降水量 mm	降雨 日数 日	最低気 温 ℃	最高 気温 ℃	降水量 mm	降雨 日数 日
	1	12.4	33.8	-	-	12.4	29.7	-
2	12.3	36.3	1.2	3	15.6	30.4	40.6	4
3	17.5	37.7	21.1	2	19.5	35.4	9.2	3
4	22.3	38.9	41.5	4	22.8	35.4	213.8	9
5	21.4	37.4	287.7	13	23.7	33.7	84.3	14
6	22.4	35.4	199.0	14	23.3	32.1	106.9	18
7	22.0	34.8	249.5	20	23.6	31.3	123.8	21
8	21.6	35.2	106.2	17	23.0	30.2	215.5	23
9	21.6	33.6	193.3	15	23.1	30.7	224.0	18
10	19.7	34.0	130.8	11	22.2	30.9	222.7	11
11	13.3	33.6	34.2	2	20.3	29.6	73.6	6
12	12.7	34.0	-	-	16.6	28.0	-	-
年間	12.3	38.9	1,264.5	101	12.4	35.4	1,314.4	127

表8にウボン県，ならびにチェンマイ県の気候を示す²⁾³⁾。気温は，月毎の最高気温をみると，ウボン県では30度を下回ることなく，最高は38.9度に達している。ウボン県ならびにチェンマイ県では5月から10月までが雨季であり，当該地域では，昔から雨季に降る天水を貯蔵して飲料水としてきた。学校においては，学校校舎に降る雨を貯蔵する施設も併用している（写真4）。しかし，貯蔵量に限界があり，11月から3月までの乾季の間，枯渇の心配もある。本調査の対象となったドンクラーン村小学校では，現在でもこの天水を飲料水として用いている。学校のインタビューにおいては，枯渇時の対策がなされておらず，井戸など，その他の水源の確保が必要であると思われる。

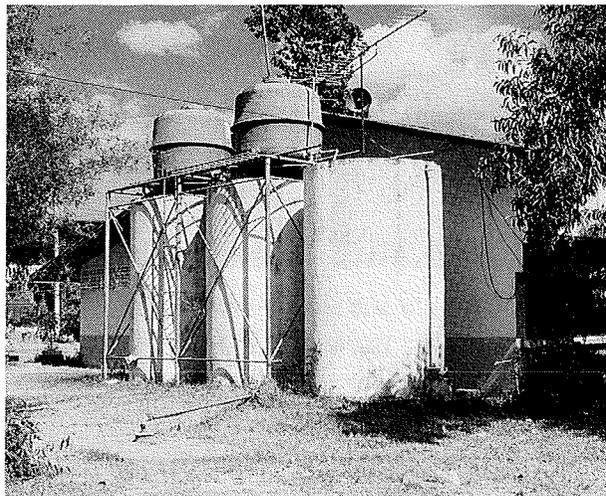


写真4 天水用貯蔵タンク（フェイトム村小学校）

写真中央3つ並んだタンクが貯蔵タンクである。地面には井戸の取水栓があり，貯蔵タンクの上には揚水用のタンクが設置されている。

1986年時点では学校における水質の調査は行われておらず，児童生徒が消費する飲料水の水質も全く未知であった¹⁰⁾。1992年の公衆衛生局の調査では全国の調査水源のうち77%については，ある程度の水質汚染が確認されており，本研究の対象となる東北地方では30.8%が飲料には不適であるとの判断がされている¹⁾。本調査の対象となった学校においても年間2回を目安に水質検査が行われるようになった。保健所（アナマイ）において聞き取り調査をした結果でも，保健所の仕事として，学校の水質検査をしていることが確認できた。学校はいずれも良好な水質であると報告を受けているようである。しかし，本調査結果においては，大腸菌の検出，基準を超えるカドミウム，鉛の含有量が検出され，問題のあることが明らかとなった。

まず，第一に大腸菌の検出は，その他のウイルス，細菌による感染症を引き起こす可能性が示唆された。表9にタイ国における主要な感染症を示しているが，チフス・サルモネラ感染症，その他の腸感染症など，経口感染による疾病の罹患患者数が非常に高い¹²⁾ことが明らかである。食品，飲料水などの感染経路を特定することは不可能ではあるが，大腸菌の検出数を考慮すると飲料水が原因となる感染を引き起こしていることは否定できない。

表 9 タイ国における主要な伝染病り患数および率 (1996年)

疾病分類	全国		東北部		北部	
	人数	率	人数	率	人数	率
腸チフス、パラチフス、その他のサルモネラ感染	29,176	53.82	10,101	48.63	6,749	56.52
その他の腸感染症	258,994	477.76	99,972	481.36	46,050	385.64
全結核	36,003	66.41	13,217	63.64	8,034	67.28
デング出血熱、その他の蚊が媒介となるウイルス性出血熱	39,838	73.49	24,540	118.15	5,533	46.33
ウイルス性肝炎	5,974	11.02	2,534	12.2	1,255	10.51
マラリア	35,718	65.89	4,613	22.21	15,891	133.08
その他の感染症及び寄生虫症	101,533	187.29	46,905	225.83	21,472	179.81

チェンダオ・ウェルフェア・スクールの2重ろ過の段階では大腸菌は検出されなかったにもかかわらず、さらにもう一度ろ過された飲料水では大腸菌が検出された。この施設は2次ろ過後、塩素投入しているにもかかわらず、大腸菌が検出された。塩素投入後に揚水タンクに揚がり、また再びろ過されるといように、出水までの経路が長く、途中で塩素濃度が低下したと思われる。その結果、第三ろ過器が大腸菌に汚染されている可能性が指摘できる。タイ国で使用されているフィルタはセラミック製であり、この清掃が不十分であると、フィルタ自体が細菌類に汚染されることになる。従って、定期的に清掃する必要がある、その時期、清掃方法等のマニュアル化ならびに実践が必要であると思われる。

また、塩素投入の時期を考慮した方がよいと思われる。上述の例では塩素投入が早期であったために、出水時にはその効果が表れていない。対象学校においては水道水・地下水の両方とも塩素投入を行っていない場合がある。出来るだけ出水の近くで塩素等できることが望ましい。これは、学校としては、多くの設備投資、ならびに継続的な資金が必要となることを忘れはならない。

ノンガンホーイ小学校においては、直接採取した井戸水からは菌は検出されなかったが、同水を冷蔵庫において保管したものは大腸菌、黄色ブドウ球菌ともに検出された。これは、保存容器の汚染を意味する。タイ国では客人に対して冷たい水を差し出すのが礼儀の一つである。このような場合、冷蔵庫で保存された水が使われる。また、教室、あるいは校舎に写真5のような子どもたちの水飲み場が設置されている場合が多い。これらも同様に細菌に汚染されている可能性が高いと推測される。いずれも容器を細菌が繁殖しにくいものに換えること、また容器を密閉することによって、これらの菌の汚染を少なくすることが可能であると思われる。

細菌の汚染の根本的な対策として井戸を掘る場所を検討することが好ましいと思われる。タイ国においては、しみ出し式トイレが一般的である。このトイレは、水洗式であるが地下に穴を掘り、そこに糞尿を排水し、細菌やバクテリアの作用によって分解するものである。これらに排水された糞尿は分解途中あるいは分解後そのまま地下に浸透してゆく。このトイレの近くに井戸が掘られている光景を我々はよく目にしており、水質の汚染が懸念される。従って、これらのトイレから離れ



写真5 教室の中の水飲み場（ウィパック・ウィッタヤコム小学校にて）

左のふたをしたバケツの中に水が入っている。子どもたちはバケツのふたをあけ、中の水をコップですくって飲む。

た場所に井戸を掘る必要があると思われる。実際にノンガンホーイ村小学校の井戸は、周囲に汚染源はなく、全く処理を行っていない地下水からも大腸菌は検出されなかった。

カドミウムや鉛は、いずれ飲料水でも検出された。これら重金属の摂取は健康への害も懸念される。現在のところ、その汚染源は明確ではない。まず、地下水自体の汚染によるものか、排水設備が原因となる汚染であるかを確認することが大切である。今後、汚染源を明らかにし、対策を検討する必要がある。

大澤と高橋¹¹⁾は本研究と重複する学校の飲料水を検査し、全般に無機物質の含有率が低い傾向にあることを報告している。本研究の結果は、ウボン郡、ピブン郡の学校と、ナーカセーン村の学校において大澤と高橋の結果と類似している。ドンクラーン村小学校は天水のために無機質の含有量が少ないことは明確であるが、ノンガンホーイ村、チェンダオ・ウェルフェアスクールではもう少しカルシウム、マグネシウムの含有率が高くても良いと思われるほど低い値であった。これらの無機質は、水源の土壌や産業・生活排水・並びに田畑で使用される農薬とも関連し、急激な改善は望めないかもしれない。しかし、継続的に検査を行う必要があると考えられる。

7. ま と め

タイ国においては、近年、飲料水の水質を向上させようとする努力が行われている。実際には、気候・風土との関連で非常に多くの課題を抱えているようである。その中でも学校現場において比較的改善が可能であるのは細菌の汚染であろう。細菌の汚染を防止するために、フィルタの定期的清掃、水の保管方法など、マニュアルを整備して、活用できるように工夫することが大切である。

本研究に際しまして、たくさんのご指導・ご鞭撻をいただきました鳥取大学教育地域科学部の松本健治教授、中野恵文教授、大妻女子大学の太澤清二教授、日本水道協会の須藤侍郎様に深く感謝申し上げます。

引用参考文献

- 1) Ministry of Public Health : Thailand Health Profile 1994, 34-44, Ministry of Public Health, Nonthaburi, 1996
- 2) Ubon Ratchathani Provincial Statistical Office : Statistical Reports of Changwat 1996 Edition Ubon Ratchathani, 3-6, 56-57, 99-100, 134, Ubon Ratchathani Provincial Statistical Office, Ubon Ratchathani, 1997
- 3) Chiang Mai Provincial Statistical Office : Statistical Reports of Changwat 1997 Edition Chiang Mai, 3-4, 46, 103, Chiang Mai Provincial Statistical Office, Chiang Mai, 1997
- 4) National Statistical Office : 1990 Population and Housing Census, 14, National Statistical Office, Bangkok, 1994
- 5) National Statistical Office : 1991 Report on Education Statistics, 12-13, 19, National Statistical Office, Bangkok, 1994
- 6) National Statistical Office : Report of Education Statistics : Academic Year 1996, 17, 26, National Statistical Office, Bangkok, 1997
- 7) Tribal Research Institute : Tribal Population Summary in Thailand, 1-8, 1996 (Tribal Research Instituteで入手, 未刊)
- 8) 日本水道協会 : 水道管理指針, 1001-1006, 日本水道協会, 東京, 1999
- 9) 日本水道協会 (訳) : WHO 飲料水ガイドライン (第 1 巻), 161, 日本水道協会, 東京, 1993
- 10) 日本水道協会抄録委員会 (訳) : WHO 飲料水ガイドライン (I) 勧告, 日本水道協会誌, 54 : 34-91, 1985
- 11) 大澤清二, 高橋元新 : 東北タイにおける教育環境研究 — 東北タイ学校飲料水調査より —, 学校保健研究, 31 : 292-300, 1989
- 12) Ministry of Public Health : Public Health Statistics A. D. 1996, 151-160, Ministry of Public Health, Nonthaburi, 1997

(1999年6月10日受理)

Abstract

The purposes of this study were to identify the water source and supply route, to examine the quality of the water and to provide the data that were utilized to improve the school environmental health in Northeastern and Eastern Thailand. In recent years, Ministry of Public Health has tried to improve the water quality and to supply water safety using small-scale water-supply system in rural area. However various factors such as weather, natural features and human life make difficult to improve water quality. Colon bacilli polluted two thirds of water inspected from sites. Furthermore, both cadmium and lead polluted almost all inspected drinking water. For preventing bacteria pollution, it is important to make manuals concerning water-filter cleaning, drinking-water preservation and to apply them. Pollution caused by heavy metal should be specified and gotten rid of.