

タイにおける生活用水の用途別使用量実測調査～用途別使用量を決定する因子の解析～ Survey on domestic water consumption for each purpose in Thailand ~Analysis in the key drivers~

ライフサイエンス専攻 杉原晴佳 Haruka SUGIHARA

1. はじめに

今後途上国においては人口増加と経済発展による生活用水の急激な増加が予想されている。今後、地域ごとに将来の人口増加や経済発展に伴って、どのくらいの水が必要となるのかについて正確に予測しておく必要があり、そのため、詳細な使用量データが必要となってくる。

すでに、Bangkok では Metropolitan Water Authority が行った調査があり、例えばタイ北部の Chiang Mai 市に関する既存の研究データなどがあるが、タイ東北部のような相対的に経済発展が遅れている地域の実測データはまだ不足している。また Chiang Mai などの研究例においても、都心部と郊外部における生活スタイルを明確に分類していないという問題点がある。そこで、本研究ではタイの Khon Kaen の都市部と郊外部において生活用水使用量を実測し、特徴を把握するとともにそれらの決定因子の解析を目的とする。

2. 調査地概要

本研究では、タイの中で相対的に経済発展が進んでおらず、水資源も慢性的に不足状況にある東北部の Khon Kaen (人口: 173 万人・年平均気温: 26°C・年降水量: 1188mm) に焦点をあて調査を行う。地域特性を探るべく、Khon Kaen city (以後 Urban area), Phu Pha Man district (以後 Rural area) の2箇所において調査を行った(Fig. 1)。

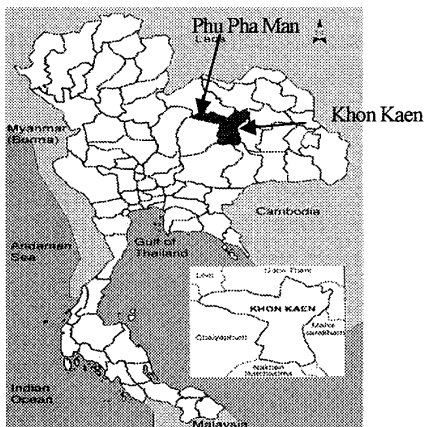


Fig.1 Provincial boundary Map of Khon Kaen province in Thailand

3. 調査方法

2004年10月～2005年9月の間に以下の調査を乾季119軒の家庭 (Urban area: 59軒, Rural area: 60軒), 雨季107軒 (Urban area: 53軒, Rural area: 54軒)において行った。

① アンケート調査

水に関する意識や使い方についてのアンケートを、配布し、回収した。

② 流量メーター設置調査

①の調査より抽出された家庭内の各蛇口 (bath, shower, toilet, flush toilet, dish washing, cloth washing) に小型流量メーター(Fig. 2)を取り付け、約1ヶ月間の用途別水使用量を実測した。

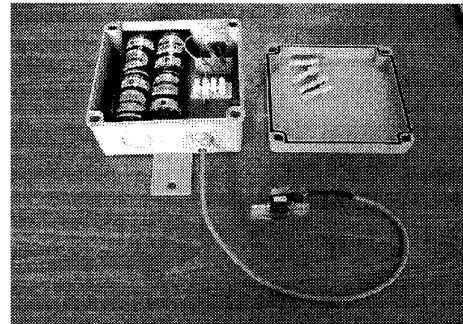


Fig.2 Flow meter set used in Thailand survey

4. 結果と考察

4.1 アンケートデータによる指標についての解析

一例として、乾季の Urban area の cloth washing と世帯人数との散布図を Fig. 3 に示す。相関係数 $R^2=0.0324$ と相関はみられなかった。同様の手順で各用途において、1人あたりの1日平均使用量と世帯人数・世帯における5歳以上の人数・日中在宅している人数・世帯の1ヶ月の収入・1人当たりの1ヶ月の収入において散布図を描き、相関係数を求めてみたが、いずれにおいても相関はみられず、生活形態、生活レベルは決定因子としては弱いことがわかった。



Fig.3 The correlation between water consumption of Cloth washing and Number of family

4.2 用途別の解析

t-検定およびKolmogorov-Smirnov 検定 (以下 KS 検定) にて、それぞれの用途別における季節差、地域差の平均値、分布形の差の有意について検定した。ただし、実測値は対数正規分布の形に近くなることがわかった

め、t-検定には対数値を用いて行った。

まず、Cloth washing について解析した。Khon Kaen (Urban area +Rural area)における1人あたりの1日平均使用量すなわち相乗平均値、およびデータ数を Table 1 に示す。これらにおいて、上記のt-検定、KS 検定を行なった結果、双方とも有意な差はなかった。

Table 1 Water consumption in Urban and Rural area of Khon Kaen [L/capita/day]

	Khon Kaen (Urban + Rural)	
	Dry season	Rainy season
Cloth washing	16 n=78	15 n=83

次に、地域によって使用量の平均値、分布形に差があるのか検討する。Urban are における Cloth washing の1人あたりの1日平均使用量すなわち相乗平均値、データ数を Table 2 に示す。t-検定、KS 検定ともに有意な差はなかった。

Table 2 Water consumption in dry and rainy season in Urban area of Khon Kaen [L/capita/day]

	Urban area	
	Dry season	Rainy season
Cloth washing	17 n=40	16 n=43

同様の手法で Rural area においても検定を行なったが、有意な差はなかった。また、季節別の検定でも、有意な差はなかった。更に、洗濯機を使用している家庭・手洗いで洗濯している家庭、二層式洗濯機・全自動洗濯機を使用している家庭において検定を行った。以上の結果より、Cloth washing においては、手洗いと洗濯機の使用では差は生じないが、二層式洗濯機と全自動洗濯機では差が生じるため、機械の方式により需要量増減に影響することがわかった。

同様の手法を各用途において行なった結果を Table 3 に、異なった用途との検定結果を Table 4 に示す。

Dish washing においては、使用方式に地域差はなくほぼ統一的であり、地域差、季節差がいずれも無いことから需要量変化に大きく影響を与えないことがわかった。

Toilet においては、方式による差は見られなかったが、手汲み式 (squat) は、地域差、季節差が見られた。これは、人の使い方意識が反映されたと考えられる。

Bath & Shower においては、total では地域差がみられ、水浴びのみの使用で地域差が見られた。シャワーが導入されると、使用量が増える場合もあるが、あまり大きな差はみられず需要量変化には水浴び量の差が影響を与えないと推測される。

5. まとめ

本研究において、Cloth washing のように機械の方式によって使用量の平均値、分布形の地域差および季節差が生じるものや Toilet のように人の使用意識によって差が

でていると考えられるものが見られた。

また、Chiang Mai と比較してみると、ほとんどの用途において Khon Kaen の平均使用量を上回っていた。このことは、水利用の歴史的背景が異なるためと考えられる。

生活用水の需要量予測を行う際、用途別使用量の特徴を考慮して行わねばならない項目があることが確かめられた。

Table 3 Results of t-test and KS test (significance difference p<0.05 ≡: no significance difference)

Purpose	Difference between seasons dry(D) rainy(Ra)		Difference between areas urban(U) rural(Ru)	
	In urban area	In rural area	In dry season	In rainy season
	Cloth washing(total)	D≡Ra	D≡Ra	U≡Ru
Hand-wash	D≡Ra	D≡Ra	U≡Ru	U≡Ru
Machine wash	D≡Ra	D≡Ra	U≡Ru	U≡Ru
Twin tube washing machine	D≡Ra	D≡Ra	U≡Ru	U≡Ru
Automatic washing machine	D≡Ra	D≡Ra	U≡Ru	U≡Ru
Dish washing	D≡Ra	D≡Ra	U≡Ru	U≡Ru
Toilet (total)	D<Ra	D≡Ra	U>Ru	U≡Ru
Flush toilet	D≡Ra	—	—	—
Squat	D>Ra	D≡Ra	U≡Ru	U≡Ru
Bath & Shower (total)	D≡Ra	D≡Ra	U>Ru	U>Ru
Bath	D≡Ra	D≡Ra	U≡Ru	U>Ru
Bath & shower	D≡Ra	D<Ra	U≡Ru	U≡Ru

Table 4 Results of t-test and KS test (significance difference p<0.05 ≡: no significance difference)

	Between H.W. and M.W.	Between T.M. and A.M.	Between F.T. and Sq.	Between B&S and n.S.
In urban dry season	H.W.≡M.W.	T.M.<A.M.	F.T.≡Sq.	B&S≡n.S.
In urban rainy season	H.W.≡M.W.	T.M.≡A.M.	F.T.>Sq.	B&S≡n.S.
In rural dry season	H.W.≡M.W.	—	—	B&S≡n.S.
In rural rainy season	H.W.≡M.W.	T.M.<A.M.	—	B&S>n.S.

H.W.:Hand-wash M.W.:Machine wash T.M.:Twin tube washing machine A.M.: Automatic washing machine F.T.: Flush toilet Sq.: Squat B&S: Bath & Shower n.S.:No shower

【参考文献】

1)L.Mathurasa (2005) Analysis and forecast of domestic water end-uses in Khon Kaen Province, Thailand 2) <http://www.nid.go.th/eng>

【発表状況】

1)「タイ王国における用途別水使用量調査の基礎データ」生活工学研究 6 (2), pp216-217, (2004) 2)「コンケン の乾季における水使用量の調査報告」生活工学研究 7 (2), pp166-167, (2005)

(指導教官 大瀧雅寛)