

13. 途上国の生活排水処理計画策定のための中小都市河川流域における生活排水の汚濁負荷量解析と環境家計簿

Pollutant loads analysis of domestic wastewater and environmental accounting housekeeping (EAH) books of domestic wastewater in drainage areas of inner city rivers in Japan for the purpose of preparing domestic wastewater management plan of the developing countries

都筑良明*

Yoshiaki Tsuzuki

Abstract: Pollutant loads per capita flowing into public water bodies and environmental accounting housekeeping (EAH) books of domestic wastewater were proposed as an index and a tool for dissemination and environmental education. This paper summarized the index in two drainage areas, Ebigawa River drainage area and the inner city rivers in Chiba City. The indexes were 0.3-5.2 g-COD person⁻¹ day⁻¹, 2.5-4.3 g-N person⁻¹ day⁻¹, and 0.22-0.43 g-P person⁻¹ day⁻¹, in the Ebigawa River drainage area, and 0.83-21 g-BOD person⁻¹ day⁻¹, and 1.2-13 g-COD person⁻¹ day⁻¹ in Chiba City. The effectiveness of the original EAH books, those of CO₂, has been considered as not enough. However, researchers should indicate some quantitative and scientific information for the resolution of environmental problems. Actual and effective application of the index and the tool would be possible in the scenes of water pollution problems in developed countries including Japan, and domestic wastewater treatment management in developing countries.

Keywords: domestic wastewater, pollutant loads, environmental accounting housekeeping (EAH) books of domestic wastewater

1 はじめに

東京湾では、近年、水質汚濁負荷量の総量削減計画等の影響で、全体的な水質の改善傾向があるものの、赤潮、青潮等水質汚濁に起因する現象の発生が見られる状態が続いている。水質汚濁負荷削減対策は産業系については相当の進展を見せており、生活系排水による汚濁負荷量の占める割合が大きくなっているのが最近の特徴と言える。生活系排水による汚濁負荷削減対策としては、下水処理場、浄化槽を始めとするハードウェアによる対策と、地域の水環境保全を中心とする市町村、NGO 等を中心とする活動の両面からの対策が進行中であり、それなりの効果を収めていると考えられる。一方、国連を中心とするミレニアム開発目標(MDG)、持続可能な開発に関する世界首脳会議(WSSD)、すべての人に飲み水、衛生設備と良好な衛生状態を(WASH)等のプログラムでは、21世紀初頭に適切な飲料水の供給を受けることができない人口を11億人、生活排水設備のない人口を24億人と算定しており、安全な飲み水、適切な生活排水処理施設を利用できない人口を削減することが急務とされている。途上国援助の効率性を考えると、日本の生活排水の処理効率や汚濁負荷削減に対する関係者の試みについて考察することが重要である。

先進国である日本の生活排水処理に関する経験と処理効果を整理して情報として提供することは、途上国の水質汚濁問題を検討する際に有効であると考えられる。先進国では、規模の大きい産業系排水の対策が進展したこともあり、都市域を中心に陸域からの汚濁負荷量の中で生活系排水が占める割合が大きくなっている。したがって、生活排水に関する一般市民向けの科学的、定量的情報の提供が重要と考える。

本研究においては、生活排水による抜本的な汚濁負荷削減のためには、一般市民の協力が必要であると考

*島根大学汽水域研究センター Research Center for Coastal Lagoon Environments, Shimane Univ.

え、そのための分かりやすい指標の 1 つとして公共用水域に流入する 1 人あたり汚濁負荷量を検討している。一般市民への情報提供方法としては、公共用水域に流入する 1 人あたり汚濁負荷量を用いて生活排水の環境家計簿のフォーマットで提供することを検討している。これらの考え方を通じて、公共用水域の水質汚濁と個人の行動とを結びつけて考えることが可能となり、環境情報の提供や環境教育に資するものと考えられる。

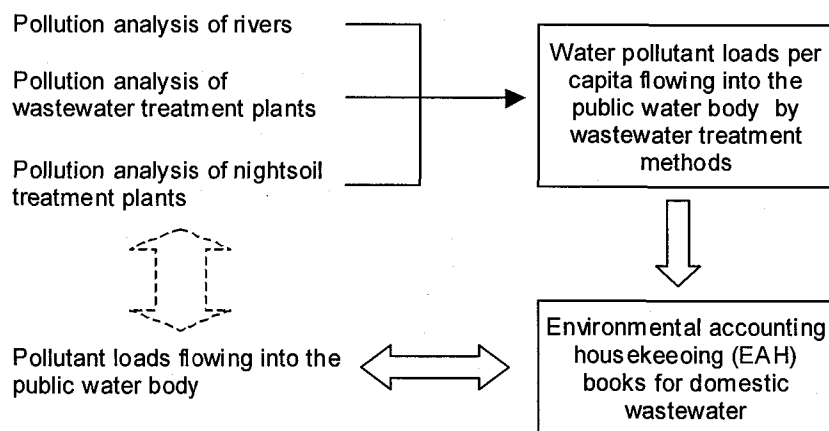


Fig.1 Overall framework of the pollutant loads analysis of domestic wastewater. (Tsuzuki, 2005b)

先進国の事例として、千葉県船橋市

(都筑, 2005a)および千葉市内の都市内中小河川(Tsuzuki, 2005b)についてのケーススタディを行った。まず初めに、入手可能な情報およびデータにより汚濁負荷解析を行い、公共用水域に流入する 1 人あたり汚濁負荷量を排水処理種類別、流域別に算定した。次に、1 人あたり汚濁負荷量の算定結果に基づき、環境家計簿の基本的な考え方とフォーマットの例を提案する。生活排水の環境家計簿は、排水処理種類別、流域別に作成する。

2 方法

都筑(2005a)および Tsuzuki(2005 b)の方法(Fig.1, 2)で、海老川 (船橋市) および都川、坂月川、葭川、鹿島川、平川、花見川 (印旛沼放水路)、村田川、浜田川、花園川 (草野水路)、浜野川 (以上、千葉市) における「海域(水域)に流入する 1 人あたり汚濁負荷量」、「生活排水の環境家計簿」についての検討を行った。対象流域を Fig.3-1,2 に、元にした情報・データを Table 1 に示す。

3 結果

公共用水域に流入する 1 人あたり汚濁負荷量の算定結果を Table 2 に示す。BOD は千葉市内河川のみ、COD は海老川および千葉市内河川、TN、TP は海老川流域で検討を行なった。両方の流域で算定した COD

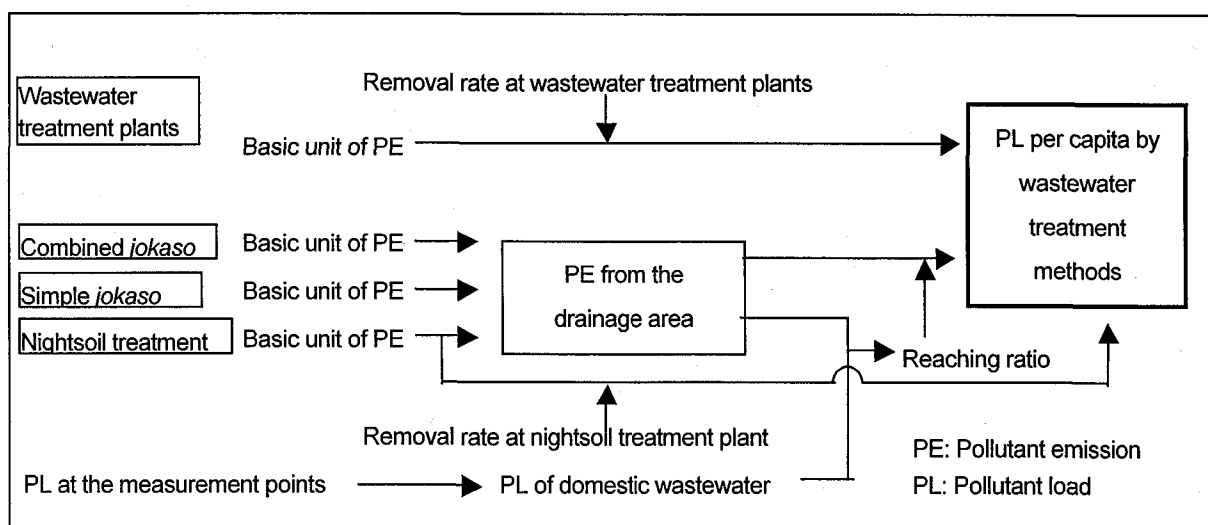
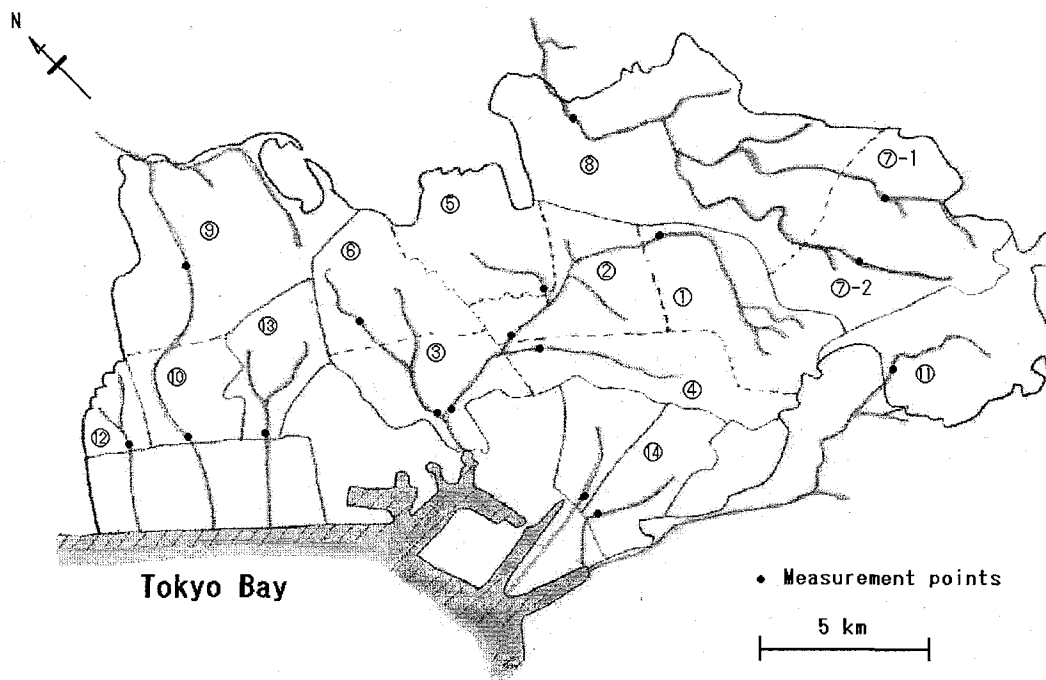


Fig. 2 Flow chart of pollutant loads per capita analysis. (2005b)



Drainage area No.	Drainage area	Measurement points
1	Miyako River, upper drainage area	Takanebashi Bridge
2	Miyako River, middle drainaga area	Aoyagibashi Bridge
3	Miyako River and Yoshikawa River, lower drainage area	Miyakobashi and Nihonbashi Bridges
4	Miyako River, branch stream	Shin-Miyakobashi Bridge
5	Sakatsuki River	Nabetamaebashi Bridge
6	Yoshikawa River, upper drainage area	Chiba Municipal Zoo
7-1	Kashimagawa River, upper drainage area	Simo-Ohwada
7-2	Hirakawa River, upper drainage area	Hirakawabashi Bridge
8	Kahimagawa River and Hirakawa River, middle and lower drainage area	Simoizumibashi Bridge
9	Hanamigawa River, upper drainage area	Hanashimabashi Bridge
10	Hanamigawa River, lower drainage area	Shin-Hanamigawabashi Bridge
11	Muratagawa River	Takamotodanibashi Bridge
12	Hamadagawa River	Simo-Yasakabashi Bridge
13	Hanazonogawa River (Kusano water stream)	Takasubashi Bridge
14	Hamanogawa River	Hamanobashi Bridge

Fig.3-2 Rivers, drainage areas and measurement points in Chiba City. (Tsuzuki, 2005b)

を比較してみると、下水処理場人口は千葉市内河川で $0.84 \text{ g. person}^{-1} \text{ day}^{-1}$ 、海老川流域で $0.8 \text{ g. person}^{-1} \text{ day}^{-1}$ 、以下、同様に、合併処理浄化槽人口は、千葉市内河川で $0.44 \sim 1.5 \text{ g. person}^{-1} \text{ day}^{-1}$ 、海老川流域で $0.5 \text{ g. person}^{-1}$ 、単独処理浄化槽人口は、千葉市内河川で $1.5 \sim 4.8 \text{ g. person}^{-1} \text{ day}^{-1}$ 、海老川流域で $1.9 \text{ g. person}^{-1}$ 、し尿処理人口は、千葉市内河川で $1.6 \sim 4.5 \text{ g. person}^{-1} \text{ day}^{-1}$ 、海老川流域で $1.9 \text{ g. person}^{-1}$ と算定された。両流域の公共用水域に流入する1人あたり汚濁負荷量の値は、有効数字1桁程度で、ほぼ同様となった。

生活排水の環境家計簿の例として、海老川流域の単独処理浄化槽人口についての環境家計簿のフォーマットを Table 3 に示す。例えば COD は、単独処理浄化槽人口の海域に流入する1人あたり汚濁負荷量

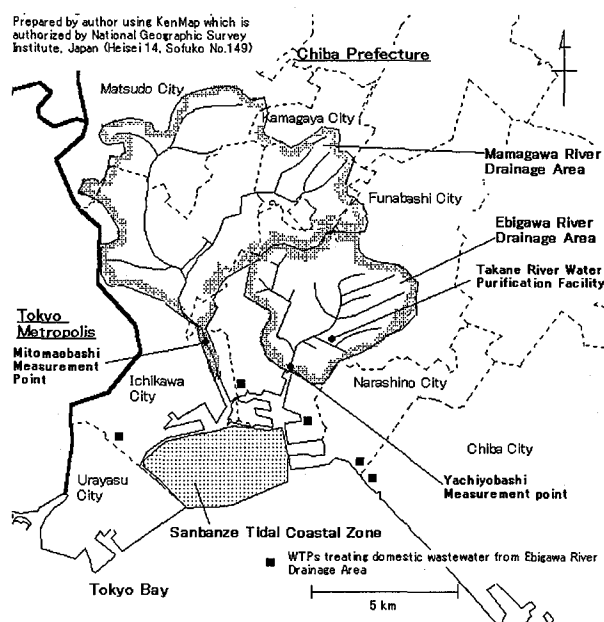


Fig. 3-1 Sanbanze tidal coastal zone and drainage area of Ebogawa and Mamagwa Rivers. (Tsuzuki, 2005a)

Table 1 Information sources for the analyses, and water pollution reduction dissemination.

Targeted item	Information and data sources (Funabashi and Ichikawa cities)	Information and data sources (Chiba city)
Pollutant loads of the rivers	Funabashi City HP, http://www.city.funabashi.chiba.jp/ Ichikawa City HP, http://www.city.ichikawa.chiba.jp/ National Environmental Conference Water Department Gross Pollutant Loads Control Professional Committee (1999) The way of fifth gross control of water pollutant (Interim report of gross pollutant loads control professional committee), http://www.env.go.jp/info/iken/result/h111220a/chukan.html . (Accessed on Sept. 2003) Tokyo Bay Area Local Government Environmental Conservation Conference (2001) Water quality report of Tokyo Bay of Heisei 11 (1999), 32pp.	Chiba City, 1997: Pollutant loads analysis tables, p.37, in Report of basic research for preparation of environment reservation plan, 218p. Chiba City, 1999: Environment reservation plan, 146p. Chiba City, 2004: Rivers and sea in Chiba City, http://www.city.chiba.jp/env/water/suisitu/index.htm . (Accessed on Aug. 2004)
Population by wastewater treatment methods	Funabashi City (2003) Funabashi City statistics of Heisei 14 (2002). Funabashi City (2003) State of WTPs of Heisei 14 (2002). Funabashi City (2003) Cleaning and environmental sanitation projects report of Heisei 14 (2002).	Chiba City, 1997: Pollutant loads analysis tables, p.37, in Report of basic research for preparation of environment reservation plan, 218p.
Pollutant removal rates at WTPs	Chiba Prefecture Wastewater Treatment Corporation Foundation (1998-2002) Imbanuma drainage area wastewater treatment system Hanamigawa second WTP maintenance and management annual report. Funabashi City (1998-2002) WTP management data of Takase WTP. Funabashi City (1998-2002) WTP management data of Nishiura WTP. Narashino City (1998-2002) WTP management data of Tsudanuma WTP. Chiba Prefecture Edogawa-Sagan WTP Office (1998-2002) WTP management data of Edogawa-Sagan Drainage Area WTP.	Chiba Prefecture Wastewater Treatment Corporation Foundation, 1998-2002: Imbanuma drainage area wastewater treatment system Hanamigawa second WTP maintenance and management annual report. Wastewater Treatment Bureau of Chiba City, 2003: Wastewater Treatment in Chiba City, 132p.
Water pollutant reduction effects in households and dissemination	Chiba Prefecture and Funabashi City (1999) Ebigawa River. Ebigawa Drainage Area Conference on Promotion of Water Circulation (1999) Ebigawa River action plan for reclamation of water circulation, Let's recover our Ebigawa River by everyone. Funabashi City, 2000: Leaflet, Funabashi city promotion plan of domestic wastewater measurement, Diet Water, Housewife Mariko's domestic wastewater measurements manual, 10p. Funabashi City (2001) Environments in Funabashi of Heisei 13 (2001) Toward wholesome, benevolent and fruitful environments in the future, 154pp. Funabashi City (2002) City planning making a good use of coastal area, Fundamental concepts and planning, Toward a natural biosynthesis area and reclamation of city, 51pp. Ichikawa City (2002) Environment in Ichikawa City of Heisei 13 (2001), 210pp. Matsudo City (2000) Let's make rivers in Matsudo clean rivers together, 5pp.	Funabashi City, 2000: Leaflet, Funabashi city promotion plan of domestic wastewater measurement, Diet Water, Housewife Mariko's domestic wastewater measurements manual, 10p. Chiba Prefecture Water Conservation Institute, 1989: Hand Book for treatment of gray water, 84p.

Table 2 Pollutant loads per capita flowing into public water bodies by domestic wastewater treatment methods and by drainage areas.

Population	Drainage area	Number of drainage area ¹⁾	BOD (kg person ⁻¹ year ⁻¹)		Number of drainage area ¹⁾	COD (kg person ⁻¹ year ⁻¹)		TN	TP
			Average ²⁾	Range		Average ²⁾	Range		
Wastewater treatment plant	Chiba City	15	0.30	—	15	0.84	—		
	Ebigawa River					0.8		1.4	0.08
Combined <i>jokaso</i>	Chiba City	7	0.51	(0.40-0.77)	11	1.1	(0.44-1.5)		
	Ebigawa River					0.5		1.3	0.14
Simple <i>jokaso</i>	Chiba City	7	4.85	(4.2-7.8)	11	3.5	(1.5-4.8)		
	Ebigawa River					1.9		1.4	0.16
Night soil treatment	Chiba City	7	4.64	(3.9-7.1)	11	2.7	(1.6-4.5)		
	Ebigawa River					1.9		1.6	0.15
Combined <i>jokaso</i> + RPF ³⁾	Ebigawa River					0.1		0.9	0.10
Simple <i>jokaso</i> + RPF ³⁾	Ebigawa River					0.4		1.0	0.11
Night soil treatment + RPF ³⁾	Ebigawa River					0.7		1.5	0.14

Note 1) Number of drainage area whose pollutant load per capita flowing into public water body could be calculated (only in Chiba City);

2) Population weighted average (only in Chiba City); and

3) Riverside purification facility.

Table 3 A format of environmental house accounting (EAH) books of domestic wastewater treatment: Simple *jokaso* population, Ebigawa River drainage area.

Simple <i>jokaso</i>	PL ratio ¹⁾ %	Pollutant loads running into coastal zone			Today's decrease			Decrease in this month			Estimation for calculation
		COD mg	T-N mg	T-P mg	COD mg	T-N mg	T-P mg	COD g	T-N g	T-P g	
Nightsoil	30	1560	1170	130							
Bath	20	1040	780	90	310	0	0	9.4	0	0	
Decrease shampoo and soap		730	0	0	310	0	0	9.4	0	0	The decrease effect to be 30%
Kitchen	40	2080	1560	170	150	330	10	4.5	9.9	0.3	
No use of detergent		450	0	0							The previous used amount to be 5ml person ⁻¹ day ⁻¹ (2g-COD person ⁻¹ day ⁻¹)
Decrease detergent		225	0	0							Decrease to half
Do not drain rice washing water		450	10	1							Pollutant loads of rice washing water to be 2g-COD person ⁻¹ , 24mg-TN person ⁻¹ and 2mg-TP person ⁻¹
Use paper filter for kitchen		150	330	10	150	330	10	4.5	9.9	0.3	The removal rate to be 7(COD), 21(T-N), 4(T-P)%
Use net for kitchen		60	230	3							The removal rate to be 3(COD), 15(T-N), 2(T-P)%
Treatment during and after cooking		1040	780	86							The removal rate to be 50%
Do not drain residual liquid											
Dressing 5ml		750	15	8							
Chinese noodle soup 50ml		290	6	3							
Used edible oil 10ml		3800	76	0							
Washing clothes	10	520	390	43							
Decrease detergent		290	0	0							The decrease to be 5g person ⁻¹ (1.3g-COD person ⁻¹)
Total of pollutant load per capita	100	5200	3900	430	4740	3570	2420	142	107	12.6	
Decrease of pollutant load per capita	—	—	—	—	460	330	10	14	10	0.3	

Note: 1) Source of pollutant loads (PL) ratio is Ministry of Environment (2002)

5,200 mg-COD person⁻¹ day⁻¹を環境省(2002)の発生汚濁負荷量の割合(し尿 30%, 風呂 20%, 台所 40%, 洗濯 10%)で、それぞれ 1,560, 1,040, 2,080, 520 mg person⁻¹ day⁻¹に配分した。Table 1 の資料中の家庭における汚濁負荷削減対策等を参考にして、いくつかの汚濁負荷削減対策の汚濁負荷削減効果を定量的に示してある。風呂でのシャンプーと石鹸の使用量を削減する効果を風呂の汚濁負荷全体の 30%と仮定すると 310 mg-C person⁻¹ day⁻¹, 1 か月では 9.4 g-C person⁻¹ day⁻¹と算定できる。台所でペーパーフィルターを使用した場合には、汚濁負荷削減効果は 150 mg-C person⁻¹ day⁻¹, 330 mg-P person⁻¹ day⁻¹, 10 mg-P person⁻¹ day⁻¹, 1 か月では 4.5 g-C person⁻¹ day⁻¹, 9.9 g-N person⁻¹ day⁻¹, 0.3 g-P person⁻¹ day⁻¹と算定できる。これら 2 つの対策を組み合わせた場合には、1 か月の汚濁負荷除去量は 14 g-C person⁻¹ month⁻¹, 10 g-N person⁻¹ month⁻¹, 0.3 g-P person⁻¹ month⁻¹と算定され、4 人家族の場合には、55 g-C month⁻¹, 40 g-N month⁻¹, 1.2 g-P month⁻¹と算定できる。

4 考察

公共用水域に流入する 1 人あたり汚濁負荷量と生活排水の環境家計簿については、都筑(2005a)等で概説しているので、ここではその有効性について考えてみたい。

お手本とした CO₂ の環境家計簿は約 20 年間に、環境省、地方公共団体、電力・ガス・上下水道等の事業者、家電メーカー、NGO/NPO 等を中心に推進するグループが数多く生まれてきた。このことを考えると、情報提供、排出量削減のツールとしては良いものであると判断できる。しかしながら、目覚しい効果を発揮しているとは言えない、との評価も行なわれている。どのようなところに問題があるのでしょうか。考えられる原因としては、例えば、次のようなものがある。

- ・ 導入方法に問題がある。
- ・ 市民の意識に問題がある。
- ・ ライフスタイルを変更することが難しい。
- ・ 次々と提供される新しいライフスタイル。
- ・ ライフスタイルの選択肢はあるが、選択するための条件が提供されていない。

一般市民の個人レベルの行動をどれほど動かすことができるか、というのは困難な問題である。研究者として行なうべきことは、現代の様々なライフスタイルのそれぞれについて、どのような環境負荷があるかということを経験提供していくことであると考えている。陸域由来の汚濁負荷量削減のため、公共用水域に流入する 1 人あたり汚濁負荷量と生活排水の環境家計簿が、有効に活用されることを望む。

途上国の生活排水対策の多くが政府開発援助(ODA)を始めとする経済援助で実施されている。対象事業を決定するための判断根拠は、途上国側の意見もちろんあるが、援助国である先進国側の考え方も大きい。研究者は、自国の生活排水に関する技術に関して、定量的、科学的な判断が行なえるような情報を、関係者に提供することが必要だろう。公共用水域に流入する 1 人あたり汚濁負荷量と生活排水の環境家計簿が、このような場面でも有効に活用されるよう望む。

5 まとめ

海老川(千葉県船橋市)および千葉市内河川の流域において、公共用水域に流入する 1 人あたり汚濁負荷量の算定を行い、その算定結果に基づく生活排水の環境家計簿のフォーマットを作成した。公共用水域に流入する 1 人あたり汚濁負荷量と生活排水の環境家計簿が、陸域由来の汚濁負荷量削減および途上国の生活排水対策、とりわけミレニアム開発目標達成のために寄与することを望む。

謝辞

本研究の一部は、土木学会地球環境委員会途上国研究小委員会の研究活動として実施した。

参考文献

- 都筑良明 (2005a) 三番瀬(東京湾)へ流入する排水種類別 1 人あたり水質汚濁負荷量と生活排水の環境家計簿、水環境学会誌、28(1) : 49-54、2005 年 1 月
- Yoshiaki Tsuzuki (2005b) Environmental Accounting Housekeeping (EAH) Books of Domestic Wastewater: A Case Study of Chiba City, Chiba Prefecture, Japan, AMS Forum: Living with a Limited Water Supply in 85th American Meteorological Society Annual Meeting・Building the Earth Information System - CD-ROM, San Diego, U.S.A., 2005 年 1 月
- 環境省 (2002) 平成 13 年版環境白書, pp.180, 460p. 2001 年 5 月
- 環境省 (1994) 民生部門における地球温暖化対策推進大綱に基づく取組の進捗状況の評価について、<http://www.env.go.jp/council/06earth/y061-02/mat03-1.pdf> (2005 年 5 月 7 日アクセス)