

宍道湖・中海流域の生活排水： 処理効率と一般市民への情報提供

都筑良明¹

Domestic wastewater treatment in the drainage areas of Lakes Shinji and Nakaumi: Treatment efficiency and dissemination for ordinary citizens

Yoshiaki Tsuzuki¹

Abstract: Pollutant loads per capita flowing into public water body were calculated for drainage areas of inner city rivers in the drainage areas of Lakes Shinji and Nakaumi in order to prepare environmental accounting housekeeping (EAH) books of domestic wastewater. Study areas of this research are four drainage areas of inner city rivers in Matsue City. Pollutant loads per capita flowing into public water body were calculated as 0.08~2.32 g-BOD person⁻¹ day⁻¹, 0.21~1.76 g-COD person⁻¹ day⁻¹, 0.19~1.85 g-TN person⁻¹ day⁻¹, 0.02~0.08 g-TP person⁻¹ day⁻¹, respectively. The reasons for smaller values comparing to those calculated for drainage areas of inner city rivers in urban districts of Chiba Prefecture were considered as larger natural purification might effect in the study area of this paper ; pollutant loads estimation errors at the river mouths; high performance of treatment facilities in the study area ; and underestimation of business sector contribution to pollutant loads in the previous results of Chiba Prefecture. Quantitative dissemination including environmental accounting housekeeping (EAH) books would be desirable for improvement of water quality and quantity management in the study area.

Key words: pollutant load per capita flowing into public water body; Lakes Shinji and Nakaumi; environmental accounting housekeeping (EAH) book, domestic wastewater

1 はじめに

国際国際海域の水質汚濁分野のプログラムとして、Global Programme of Action (GPA), Global International Waters Assessment (GIWA) 等があり、これらのプログラムでは陸域からの汚濁負荷が海域の水質汚濁の原因の1つとして指摘されている (UNEP/GPA, 2002; UNEP/GIWA, 2004)。東京湾を含む先進国の特に都市域沿岸においては、生活排水が陸域からの汚濁負荷量のうちの大きな割合を占めている

(例えば環境省, 2002)。

生活排水由来の汚濁負荷量の削減対策として、下水道、農業集落排水処理施設、合併浄化槽等の生活排水処理施設の整備と並行して、家庭での生活排水由来の汚濁負荷量の削減対策についての情報提供が行われている (例えば松江市, 2002)。

著者は、海老川(千葉県船橋市)流域の生活排水由来の汚濁負荷量について検討し、生活排水処理種別、流域別の1人あたり汚濁負荷量の算定結果を元に、生活排水の環境家計簿を作成することを提案し

¹ 島根大学汽水域研究センター Research Center for Coastal Lagoon Environments, Shimane University, Matsue 690-8504, Japan

表 1. 本研究で用いた主なデータおよび情報源.

Table 1. Information and data sources for the analyses in this paper.

Targeted items	Data and Information Sources (in Japanese)
Pollutant loads through the rivers	- Matsue City (2002) - Shimane Pref. (2003)
Population by wastewater treatment methods	- Shimane Pref. and Office for Shiji Lake Drainage Area Wastewater Treatment (2003) - Matsue City Environmental Department (1999) - Matsue City Environmental Department Environmental Preservation Section (2001)
Pollutant removal rates at a Wastewater Treatment Plant and an Agriculture Village Wastewater Treatment Facility	- Shimane Pref. and Office for Shiji Lake Drainage Area Wastewater Treatment (2003) - Shimane Pref. and Office for Shiji Lake Drainage Area Wastewater Treatment (2002) - Shimane Pref. and Western Shinji Lake Wastewater Treatment Center (2002) - Matsue City Economic Department Agriculture Village Development Section (1992)
Water pollution reduction dissemination	- Matsue City (2000a) - Matsue City (2000b) - Matsue City (2002)

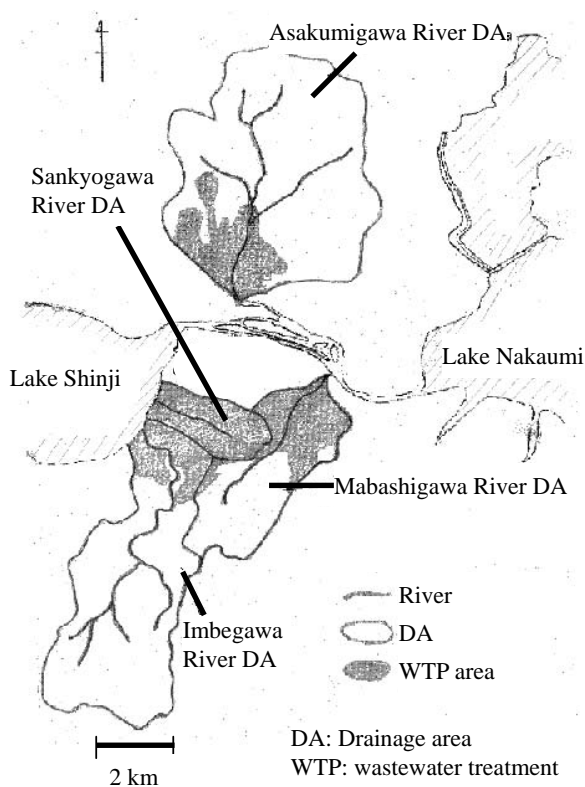


図 1. 本研究の対象流域. 朝酌川, 馬橋川, 山居川, 忌部川 (いずれも鳥根県松江市).

Fig. 1. Subjected drainage areas in this study: Asakumigawa River DA (drainage area), Mabashigawa River DA, Sankyogawa River DA and Imbegawa River DA, which are all in Matsue City, Shimane Pref.

た (都筑, 2005a).

本報では, 宍道湖・中海流域のいくつかの都市内河川等を中心に, 同様の検討を行った結果を報告する.

宍道湖・中海流域においては, 例えば, 相崎ら (1999) が本庄工区へ流入する汚濁負荷量の算定を行っている. 今回の対象地域は, 宍道湖および大橋川に面した都市内中小河川流域を選定した.

2 方 法

宍道湖・中海流域の中小河川のうち, 松江市内を流域とする朝酌川, 馬橋川, 山居川, 忌部川の 4 河川の流域を検討対象とした. 本研究においては, 図 1 に示すように河川の汚濁負荷量を算定地点の最も河口部に近い水質測定地点から上流のみを対象とし, 河口部の水質測定地点から下流の地域は対象としなかった. 生活排水処理種類は, 下水道, 農業集落排水処理施設, コミュニティプラント, 合併処理浄化槽, 単独処理浄化槽, し尿処理の 6 種類とした. 農業集落排水処理施設については処理水の負荷量を流域の負荷量に加算して, 河口部での流達率の算定を行った. コミュニティプラントの処理効率については合併処理浄化槽と同様とした.

山居川流域の松江市総合運動公園内に, 生活排水流入汚濁水路浄化施設が平成 5 年 3 月に設置されている. 今回の解析ではこの水路浄化施設の効果は考慮しなかった.

1 人あたり汚濁負荷量の算定方法および解析の全体フローを図 2 に示す.

流域ごとの生活排水処理種類別人口は, 各河川流域の町丁別人口を, 下水道供用開始区域図, 松江市全体の生活排水処理種類別人口, 流域内の農業集落排水処理施設の処理対象地域と処理対象人口から算定した. 算定に用いたデータ, 資料等を表 1 に示す.

表 2. 生活排水の汚濁負荷原単位と排水処理種類別の 1 人あたりの排出負荷量 (藤村・中島 (1998), 藤本 (1988), 藤村 (1996) を元に筆者が作成).

Table 2. Pollutant emissions of pollutant loads per capita by domestic wastewater treatment methods. (Prepared by author based on Fujimura and Nakajima, 1998, Fujimoto, 1988 and Fujimura, 1996).

Pollutant Emissions of domestic wastewater (g person ⁻¹ day ⁻¹)	BOD	COD	TN	TP
Basic units of domestic wastewater	45	23	8.5	1.0
Night soil	16	10	7.0	0.70
Kitchen, bath, washing clothes etc.	29	13	1.5	0.30
Pollutant emission of wastewater treatment plant population	45	23	8.5	1.0
Pollutant emission of combined <i>jokaso</i> population	3.2	4.6	7.0	0.88
Pollutant emission of simple <i>jokaso</i> population	32.2	16.5	7.5	0.97
Pollutant emission of simple <i>jokaso</i> population derived from night soil	3.2	3.5	6.0	0.67
Pollutant emission of night soil treatment population	29	13	1.5	0.30

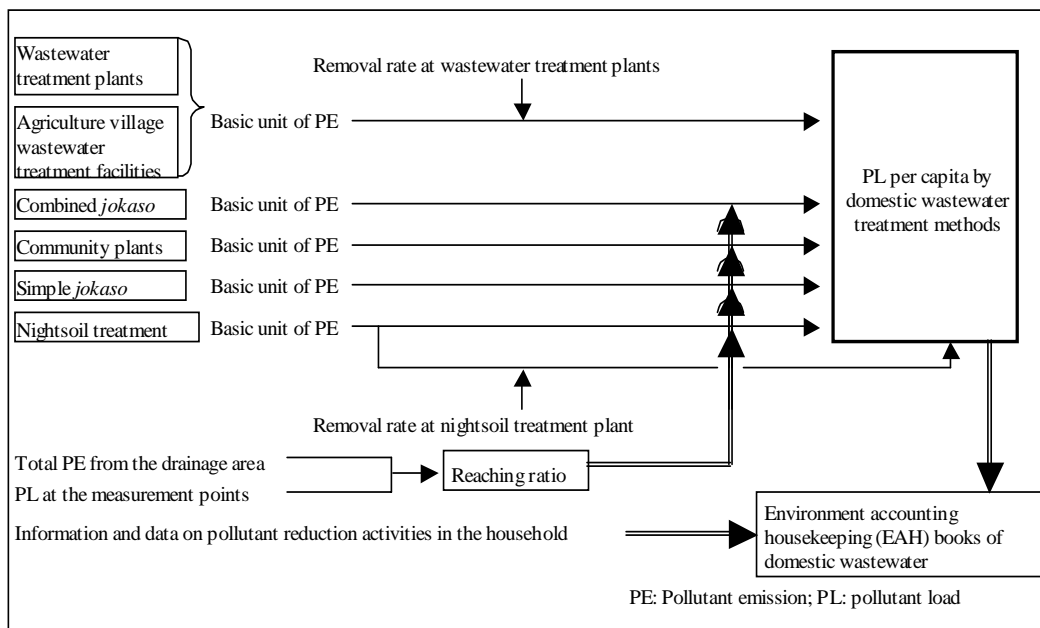


図 2. 公共用水域に流入する 1 人あたり汚濁負荷量解析のフロー図 (都筑, 2005a から改変). ①生活排水処理種類に農業集落排水処理施設, コミュニティプラントを追加した. ②到達率は生活排水以外を含む汚濁負荷排出量の既存の集計値と公共用水域流入部付近での河川汚濁負荷量を用いて算定した. ③公共用水域に流入する 1 人あたり汚濁負荷量の算定フロー図と生活排水の環境家計簿作成のフロー図を 1 枚のフロー図にまとめた.)

Fig. 2. Flow chart of pollutant loads per capita analysis. (Modified from Tsuzuki, 2005 a. 1) Agriculture village wastewater treatment facilities and community plants have been added to domestic wastewater treatment methods, 2) Reaching ratios have been calculated using existed values of total pollutant emissions from the drainage area and pollutant loads at the measurement points near the concurrent points with the public water bodies and 3) flow chart of pollutant loads per capita flowing into public water bodies and that of environmental accounting housekeeping (EAH) books have been combined to a flow chart).

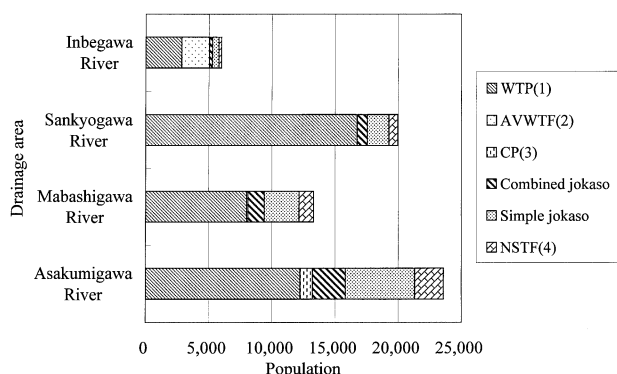
対象とした 4 河川の河口部での汚濁負荷量については、公共用水域水質調査結果等を検討したが河川流量の値が得られなかったため、本研究では次のような算定を行った。初めに、水文水質データベース (国土交通省, 2005) を用いて斐伊川の天津における 1993~96 年および 1998 年の合計 5 年間の日流量の平均値を求め、この値と流域面積 (建設省中国地方

建設局出雲工事事務所, 1995) から比流量を算定した。次に、この比流量の値と流域面積から各流域のベースとなる流量を算定し、この値に 1 人 1 日あたり水使用量 $0.3 \text{ m}^3 \text{ 人}^{-1} \text{ 日}^{-1}$ を用いて流域の人口を乗じた水量を生活用水量として加え、各流域の河口部における流量の値とした。さらに、この流量の値と公共用水域水質調査結果の平均的な水質濃度とを用い

表 3. 河口部における平均的な水質と流量の計算値から算定した河口部における汚濁負荷量.

Table 3. Pollutant loads at the mouth of rivers calculated from representative water quality and calculated flow rate.

Drainage area	Flow rate $\text{m}^3 \text{d}^{-1}$	Average water quality				Pollutant load			
		BOD	COD	TN	TP	BOD	COD	TN	TP
		mg l^{-1}	mg l^{-1}	mg l^{-1}	mg l^{-1}	kg d^{-1}	kg d^{-1}	kg d^{-1}	kg d^{-1}
Asakumigawa River	103,994	4.5	6.1	1.3	0.092	46.8	63.4	13.5	1.0
Mabashigawa River	38,606	4.6	6.7	3.9	0.36	17.8	25.9	15.1	1.4
Yamaigawa River	19,995	5.9	8.3	5.7	0.47	11.8	16.6	11.4	0.9
Inbegawa River	72,405	1.8	3.3	0.86	0.076	13.0	23.9	6.2	0.6



(1) wastewater treatment plants; (2) agriculture village wastewater treatment facilities; (3) community plants; (4) night soil treatment facilities.

図 3. 各流域の生活排水処理種類別人口の算定結果.

Fig. 3. Populations by domestic wastewater treatment methods in each drainage area (calculated by author).

て、各流域の汚濁負荷量を算定した.

排水処理種類別の公共用水域に流入する 1 人あたり汚濁負荷量は、次のように算定した.

排出汚濁負荷量の原単位は表 2 に示す藤村ら (1998) の値を用いた.

下水道人口については、処理水が公共用水域に直接放流されているため、排出汚濁負荷量の原単位 (表 2) と下水処理場の処理率から算定した. なお、下水道人口についての公共用水域とは、東部浄化センターの放流水放流先である中海を、下水道人口以外については朝酌川流域および馬橋川流域は大橋川、山居川流域および忌部川流域は宍道湖を、それぞれ想定している.

忌部川流域中流に設置されている忌部地区農業集落排水処理施設は、処理人口 2,160 人、日平均汚水処理量 $584 \text{ m}^3 \text{ d}^{-1}$ (いずれも計画値) で、処理水は忌部川に放流されている. 汚濁負荷原単位と除去率 (計画値) から忌部川への放流地点における汚濁負荷量を算定した. 別途、忌部川流域における生活排水以

外のノンポイントソース等を含む汚濁負荷量の合計値 (松江市, 2002) と宍道湖合流地点における流入汚濁負荷量の算定値から流達率を算定した. 宍道湖へ流入する地点での生活排水由来の 1 人あたり汚濁負荷量をこれらの算定結果を用いて算定した.

コミュニティプラント人口については、処理率等のデータを入手できなかったため、農業集落排水処理施設と同様の処理率を用いた.

合併処理浄化槽人口については、藤本 (1988)、藤村 (1996) の排出負荷原単位の値を用いた. 各流域について、他の汚濁負荷量と合わせて算定した流達率を用いて、河口部で公共用水域に流入する 1 人あたり汚濁負荷量を算定した.

し尿処理処理場は中海沿岸の川向クリーンセンターがあり、この処理水は下水処理場 (宍道湖東部浄化センター) の流入水と混合されている. したがって、し尿処理人口の汚濁負荷量のし尿部分については、し尿の汚濁負荷原単位と川向クリーンセンターおよび宍道湖東部浄化センターでの除去率を用いて、公共用水域に流入する 1 人あたり汚濁負荷量を算定した. し尿処理人口の汚濁負荷量の雑排水部分については、雑排水の汚濁負荷原単位と各流域の流達率から公共用水域に流入する 1 人あたり汚濁負荷量を算定した.

3 結 果

3.1 流達率

各流域ごとの生活排水処理種類別人口の算定結果を図 3 に示す. 生活排水処理種類のうち、農業集落排水処理施設、コミュニティプラント、合併処理浄化槽は下水道レベルの処理効果があると考えられる. これらの処理方法および下水道を第 1 グループ、その他の単独浄化槽、し尿処理施設を第 2 グループとすると、第 1 グループの人口の割合は、山居川、忌部川流域では約 88%、馬橋川流域では約 71%、朝酌川流域では約 67% であった.

表 4. 各流域の生活排水以外を含む汚濁負荷排出量（松江市，2002）と流達率.
Table 4. Pollutant emissions of each drainage area (Matsue City, 2002) and reaching ratios.

Drainage area	Total Pollutant emissions from the drainage area ¹⁾				Reaching ratios			
	BOD	COD	TN	TP	BOD	COD	TN	TP
	kg d ⁻¹	kg d ⁻¹	kg d ⁻¹	kg d ⁻¹	%	%	%	%
Asakumigawa River	617.9	841.0	264.7	24.3	7.6	7.5	5.1	3.9
Mabashigawa River	553.9	466.5	190.0	20.3	3.2	5.5	7.9	6.8
Yamaigawa River	346.0	259.6	125.2	12.3	3.4	6.4	9.1	7.7
Inbegawa River	176.2	307.0	82.5	6.5	7.4	7.8	7.5	8.4
Ebigawa River	-	-	-	-	-	32	52	45
Chiba City ²⁾	6,992	4,639	-	-	-387~166	-393~226	-	-
Chiba City ³⁾	6,992	4,639	-	-	36~66	25~80	-	-

Note 1) Matsue City (2002);

2) Inner city rivers in Chiba City, All drainage area; and

3) Inner city rivers in Chiba City, only the drainage area of which the calculation of the pollutant load per capita flowing into public water bodies could be conducted.

表 5. 下水処理場人口の 1 人あたり排出負荷量，下水処理場の除去率，公共用水域に流入する 1 人あたり汚濁負荷量.

Table 5. Pollutant load per capita and other parameters for WTP population.

Parameters for WTP population	Water quality	BOD	COD	TN	TP
Pollutant emission per capita (g person ⁻¹ day ⁻¹)		45	23	8.5	1.0
Removal rate at WTP (%)		99.5	92.3	78.2	95.2
PL ¹⁾ per capita flowing into public water body (g person ⁻¹ day ⁻¹)		0.23	1.76	1.85	0.048

Note: 1) PL: pollutant load

斐伊川(大津)の流量の 5 年間の観測値から日平均流量 39.1 m³ s⁻¹，流域面積 911 km² から比流量を 0.0428 m³ s⁻¹ km⁻² と算定した。この比流量の値と 4 河川の流域面積から，各河川の河口部における流量を算定し，これらの流量と各河口部における平均的な水質から河川部における汚濁負荷量を算定した(表 4)。

松江市生活排水対策推進計画(松江市，2002)における各流域の汚濁負荷排出量(表 4)と表 3 に示す河口部における汚濁負荷量から，各河川流域の流達率を算定した(表 5)。対象とした 4 河川の流達率は，表 5 に示す船橋市，千葉市(以上，千葉県)の海老川，都川等の都市内中小河川において算定した値よりも小さな値であった。

3.2 公共用水域に流入する排水処理種類別の 1 人あたり汚濁負荷量

下水道人口の公共用水域に流入する 1 人あたり汚濁負荷量は，0.23 g-BOD person⁻¹ day⁻¹，1.76 g-COD person⁻¹ day⁻¹，1.85 g-TN person⁻¹ day⁻¹，0.048 g-TP person⁻¹ day⁻¹ と算定された(表 5)。

その他の生活排水の処理種類を含めた算定結果を

図 4-1~4 に示す。例えば，朝酌川流域の BOD 汚濁負荷量は，処理種類別に，コミュニティプラント 0.34 g-BOD person⁻¹ day⁻¹，合併処理浄化槽 0.24 g-BOD person⁻¹ day⁻¹，単独処理浄化槽 2.44 g-BOD person⁻¹ day⁻¹，し尿処理施設 2.28 g-BOD person⁻¹ day⁻¹ と算定された。

4 河川流域をまとめてみると，BOD 負荷量は，下水道，農業集落排水処理施設，コミュニティプラント，合併処理浄化槽の第 1 グループで 0.4 g person⁻¹ day⁻¹ 未満，単独処理浄化槽，し尿処理施設の第 2 グループで 1.0 g person⁻¹ day⁻¹ 以上となった。

4 河川流域の COD 負荷量は，農業集落排水処理施設，コミュニティプラント，合併処理浄化槽で 0.4 g person⁻¹ day⁻¹ 未満，下水道，単独処理浄化槽，し尿処理施設で 0.9 g person⁻¹ day⁻¹ 以上となった。

同じく TN 負荷量は，農業集落排水処理施設，コミュニティプラント，合併処理浄化槽，単独処理浄化槽で 0.7 g person⁻¹ day⁻¹ 未満，下水道，し尿処理施設で 1.6 g person⁻¹ day⁻¹ 以上となった。

同じく TP 負荷量は，流域による傾向の違いが見られ，朝酌川流域では，農業集落排水処理施設，コミュニティプラント，合併処理浄化槽，単独処理浄

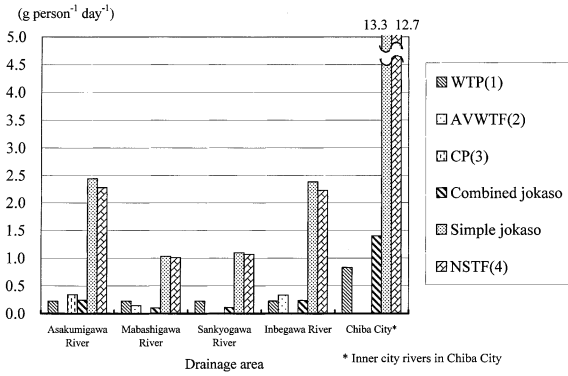


図 4-1. 流域別，排水処理種類別の公共用水域に流入する 1 人あたり汚濁負荷量：BOD.

Fig. 4-1. Pollutant loads per capita flowing into public water bodies by drainage area and domestic wastewater treatment methods; BOD.

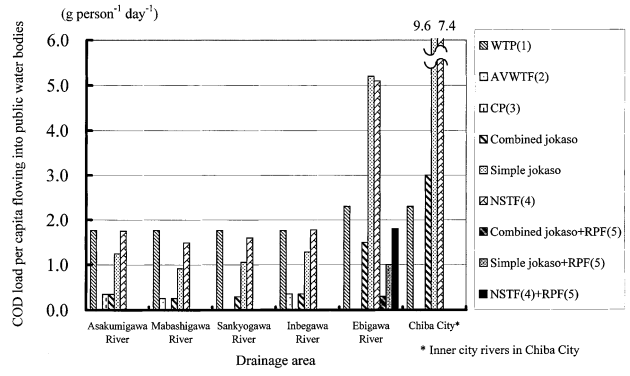


図 4-2. 流域別，排水処理種類別の公共用水域に流入する 1 人あたり汚濁負荷量：COD.

Fig. 4-2. Pollutant loads per capita flowing into public water bodies by drainage area and domestic wastewater treatment methods; COD.

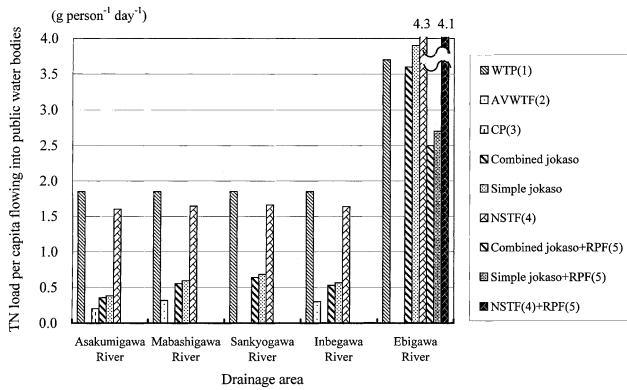


図 4-3. 流域別，排水処理種類別の公共用水域に流入する 1 人あたり汚濁負荷量：TN.

Fig. 4-3. Pollutant loads per capita flowing into public water bodies by drainage area and domestic wastewater treatment methods; TN.

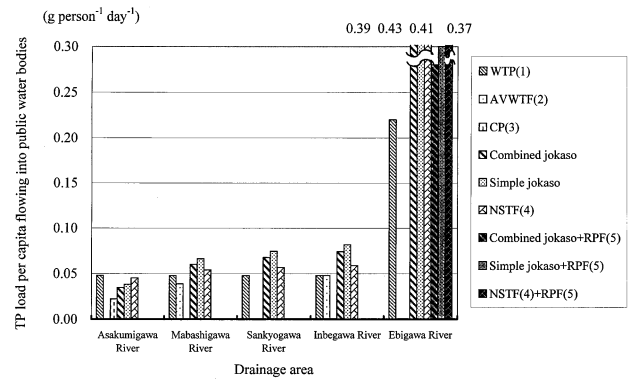


図 4-4. 流域別，排水処理種類別の公共用水域に流入する 1 人あたり汚濁負荷量：TP.

Fig. 4-4. Pollutant loads per capita flowing into public water bodies by drainage area and domestic wastewater treatment methods; TP.

化槽で，馬橋川流域では農業集落排水処理施設，コミュニティプラントで $0.04 \text{ g person}^{-1} \text{ day}^{-1}$ 未満となった。すべての流域および処理種類で， $0.022 \sim 0.082 \text{ g person}^{-1} \text{ day}^{-1}$ の範囲にあった。

図 4-1～4 には，海老川および千葉市都市内中小河川流域の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併せて示してある。本研究の対象流域の公共用水域に流入する 1 人あたり汚濁負荷量は，海老川および千葉市都市内中小河川流域の値と比較した場合に，おおむね小さい値となっていることが分かった。

3.3 生活排水の環境家計簿

生活排水の環境家計簿の一例として，朝酌川流域

の単独処理浄化槽人口を対象としたものを示す(表 6)。この表を用いることにより，自治体，NGO 等で提唱されているような風呂での洗剤の量を少なくする，台所でろ紙を使う等の行動について，流域および生活排水処理種類別に 1 日あるいは 1 か月の 1 人あたり，さらには 4 人家族等の BOD, COD, TN, TP の公共用水域流入部における汚濁負荷削減量を算定することが可能となる(都筑, 2005a)。

4 考 察

4.1 宍道湖・中海流域の都市用水

宍道湖・中海流域における森林域，田畑を含む流域の流出解析は，既に多くの研究が行われている

表 6. 生活排水の環境家計簿：朝酌川流域，単独処理浄化槽人口.¹⁾

Table 6. Environmental accounting housekeeping (EAH) books of domestic wastewater: Asakumigawa River drainage area, simple *jokaso* population.¹⁾

Simple <i>jokaso</i>	Pollutant loads flowing into coastal zone				Today's decrease				Decrease in this month				Estimation for calculation	
	BOD	COD	T-N	T-P	BOD	COD	T-N	T-P	BOD	COD	T-N	T-P		
	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	g	g	g	g		
Nightsoil	380	300	160	17.4										
Bath	380	130	60	2.3	114	39	0	0.7	3.4	1.2	0.0	0.02		
Decrease shampoo and soap	114	39	0	0.7	114	39	0	0.7	3.4	1.2	0.0	0.02	The decrease effect to be 30%	
Kitchen	1130	600	100	6.8	79	42	21	0.3	2.4	1.3	0.6	0.01		
No use of detergent	180	43	1	0.0									The previous used amount to be 5ml person ⁻¹ day ⁻¹ (2g-COD person ⁻¹ day ⁻¹)	
Decrease detergent	90	22	1	0.0									Decrease to half	
Do not drain rice washing water	240	170	0	0.0									Pollutant loads of rice washing water to be 2g-COD person ⁻¹ day ⁻¹ , 24mg-TN person ⁻¹ day ⁻¹ and 2mg-TP person ⁻¹ day ⁻¹	
Use paper filter for kitchen	79	42	21	0.3	79	42	21	0.3	2.4	1.3	0.6	0.01	The removal rate to be 7(COD), 21(TN), 4(TP)%	
Use net for kitchen	34	18	15	0.1									The removal rate to be 3(COD), 15(TN), 2(TP)%	
Treatment during and after cooking	565	300	50	3.4									The removal rate to be 50%	
Do not drain residual liquid														
Dressing 5ml	390	280	6	8.0										
Chinese noodle soup 50ml	150	110	2	3.0										
Used edible oil 10ml	2000	1400	28	0.0										
Washing clothes	380	130	40	13.6										
Decrease detergent	150	110	0	0.0									The decrease to be 5g person ⁻¹ day ⁻¹ (1.3g-COD person ⁻¹ day ⁻¹)	
Total of pollutant load per capita	2270	1160	360	40.0	2077	1079	339	39.0	62.3	32.4	10.2	1.17		
Decrease of pollutant load per capita	-	-	-	-	193	81	21	1.0	5.8	2.4	0.6	0.03		
Decrease of pollutant load for a family of four	-	-	-	-	-	-	-	-	23.2	9.7	2.5	0.12		

Note: 1) Source of pollutant loads (PL) ratio is derived from Chiba Prefectural Water Preservation Institute (1980).

(例えば，福島ら(1993)；福島ら(2000))。ここでは，都市用水について若干の考察を行う。

松江市の上水道は，市内南部の千本貯水池を水源として，忌部浄水場から市内各地に配水されている。一方，市内中心部の生活排水および事業系排水は主に宍道湖流域下水道により東部浄化センターに送られ，その処理水は中海に放流されている。宍道湖沿岸西部地区においては，宍道湖流域下水道の西部地区幹線が設置されており，西部地区の排水は日本海沿岸の西部浄化センターに送られ，処理水は日本海に放流されている。平成14年度の日平均処理量は，東部浄化センターで41,300 m³ d⁻¹，西部浄化センターで15,600 m³ d⁻¹であった。本研究で用いた斐伊川の流量は3,377,000 m³ d⁻¹に相当し，対象4河川流域の流量の合計は216,000 m³ d⁻¹と算定した。宍道湖流域下水道は東部地区は宍道湖流域から中海へ，西部地区は宍道湖流域から日本海へ排水を排出しているため，洪水緩和の機能も持つと考えられる。その大きさは，斐伊川の流量の約2%，本研究の対象とした4河川の流量合計の約26%に相当する。

4.2 流域別，生活排水処理種類別の1人あたり汚濁負荷量

松江市内の4河川について，流域別，生活排水処理種類別の1人あたり汚濁負荷量を算定したところ，Tsuzuki(2005b)が千葉市の都市内中小河川流域で明らかにしたように，生活排水の処理方法が同じでも，公共用水域に流入する1人あたり汚濁負荷量

は，流域によって異なることが再確認された。

また，農業集落排水処理施設，コミュニティプラント，合併処理浄化槽は下水道レベルの処理効果があると考えられたため，これらの処理方法および下水道を第1グループ，その他の単独浄化槽，し尿処理施設を第2グループとして公共用水域に流入する1人あたり汚濁負荷量を比較検討することを試みたところ，本研究の対象流域の場合には，必ずしも仮定した2つのグループには区分されずに，水質項目ごとに異なる結果となった。特に，COD，TN，TPで下水道人口の公共用水域に流入する1人あたり汚濁負荷量が大きくなる傾向が見られた。この原因の1つとして，流達率が小さいことが考えられる。流達率の算定には，河口部における汚濁負荷量の算定が必要であり，この値の精度が増すことにより，計算の全体の精度を向上させることが可能である。

海老川および千葉市都市内中小河川流域で算定した公共用水域に流入する1人あたり汚濁負荷量の値を本研究の値と比較すると，下水道，下水道以外にも，全体的に本研究の対象流域とした宍道湖・中海流域の方が小さい値となっていることが分かる。この原因としては，下水道については，①設計上の処理性能が優れている，②維持管理が安定している，等が考えられる。他の活排水処理種類については，①検討対象とした河川の自浄作用が実際に大きいまたは過大に算定された，②宍道湖・中海流域の個々の処理施設の設計上の性能が優れている，③海老川および千葉市都市内河川流域において事業系等の生

活排水以外の負荷量を過小評価したために、公共用水域に流入する1人あたり汚濁負荷量の値が実際の値よりも過大に算定された、等が考えられる。

ここで、①については、先述の流達率と関連するものである。②については、農業集落排水処理施設、コミュニティプラントが対象となり、本研究においては忌部地区農業集落排水処理施設の値を用いた。

本研究においては、公共用水域の水質データに関して、河川流量のデータの入手が困難であった。宍道湖・中海流域では、流量と汚濁負荷量について、 L (河川流量) - Q (汚濁負荷量)式、原単位による積み上げ方式の比較検討が行なわれている(相崎(編), 2005)。これらの点については今後の検討課題としたい。

4.3 一般市民への情報提供：生活排水の環境家計簿の活用等

水質汚濁に関する一般市民への啓発活動としては、下水道、農業集落排水処理施設への接続を啓発する水洗化に関するパンフレット(松江市, 2000a, b)があり、接続後の注意事項として、野菜くずや残飯を流さない、天ぷら油などの廃油を流さない、洗剤の使用を自粛する等が示されている。また、松江市生活排水対策推進計画(松江市, 2002)によると、10年程前から生活排水対策普及啓発活動を行うための研修会、市民参加による水質浄化実践活動、生活排水対策推進事業補助金(平成7年度で廃止)、小学生を対象とする水辺の教室、環境にやさしい料理教室、廃油からの粉石けんづくりの支援と肥料作りの実施、生活排水処理施設未整備地区を対象とする細目ストレーナーの配布等を行っている。

本研究で提案している環境家計簿は、日々の汚濁負荷削減を目的とする活動を記載、入力することにより、流域別、排水処理種類の公共用水域への1人あたり汚濁負荷量の算定を行うことができる。松江市でも行われている身近な水辺環境の体験活動等に加えて、排水処理の環境家計簿を用いることにより、自分たちの生活と宍道湖・中海の水質汚濁との関係が以前よりも明確になり、市民の水質への関心も増すであろう。

また、河川を中心とする水質関連データの入手に際して、千葉県の高老川、千葉市内の河川の水質関連データの入手の際には、HPから詳細データを入手することができるようになっていたり、CD-R等の電子媒体によるデータの提供が制度化されていたりした。これに対して、宍道湖・中海流域の水質関

連データはほとんどが印刷媒体によるものであった。水質等のデータの提供について、両湖の湖沼水質保全計画(島根県, 2005; 島根県・鳥取県, 2005)においても環境データの整備を進めることが方針とされており、行政区や流域の人口規模等の差も考慮する必要があるだろうが、今後のデータ公開の整備の進展を望みたい。

5 結 論

松江市内4河川の流域の流域別、処理種類の公共用水域に流入する1人あたり汚濁負荷量を算定した結果、全体的に、千葉県都市部の中小河川で算定した値よりも小さい値となった。この原因としては、下水道人口以外については、①河川の自浄作用が実際に大きいあるいは過大に算定された、②本研究の対象流域の個々の処理施設の設計上の性能が優れているか維持管理が安定している、③海老川および千葉市都市内河川において、その算定条件よりも事業系等の負荷量の影響が実際には大きく、これらの流域における公共用水域に流入する1人あたり汚濁負荷量が実際の値よりも過大に算定された、等が考えられ、これらの点については今後の検討課題としたい。

宍道湖・中海流域の都市用水について検討した結果、宍道湖流域下水道は、斐伊川の流量の約2%、松江市内4河川の流量の約26%に相当する洪水緩和機能があると考えられた。

公共用水域の水質データを含めて、水質汚濁削減のための定量的なデータの提供が、今回のような解析を行うには不足しており、これまで検討を行った千葉県のいくつかの都市に比べても少ないと考えられた。水質等のデータの提供については、今後の整備の進展に期待したい。

参考文献・資料

- 相崎守弘(編)(2005)湖沼水質保全総合レビュー報告書2002-2004年度宍道湖・中海の水質保全, 222 pp.
- 相崎守弘・今吉篤子(1999)本庄工区への負荷量の算定と水質浄化能の評価, *Laguna*, 6: 49-55.
- 藤本千鶴(1988)印旛沼・手賀沼流入河川の汚濁負荷量に関する調査研究(Ⅱ)―生活排水発生負荷原単位について―, 昭和62年度千葉県水質保全研究所年報, 89-98.

- 藤村葉子(1996)生活排水の汚濁負荷発生原単位と浄化槽による排出率, 平成7年度千葉県水質保全研究所年報, 33-38.
- 藤村葉子・中島敦(1998)生活排水の汚濁負荷と合併処理浄化槽, 印旛沼-自然と文化, (5):27-34.
- 福島晟, 武田育郎(1993)長短期流出両用モデルの分布型流域モデルへの適用, 島根大学農学部紀要, 27: 39-46.
- 福島晟・武田育郎・森也寸志(2000)流域内の降雨分布特性を組み込んだ洪水流出解析法, 島根大学生物資源科学部紀要, 5: 27-35.
- 建設省中国地方建設局出雲工事事務所(1995)斐伊川誌, p.31.
- 国土交通省(2005)水文水質データベース, <http://www.1.river.go.jp/>, (accessed on Mar.29, 2005)
- 松江市(2000a)水洗化のおすすめ・平成12年版, 14 pp.
- 松江市(2000b)松江市農業集落排水事業水洗化のしおり, 10 pp.
- 松江市(2002)松江市生活排水対策推進計画, <http://www.city.matsue.shimane.jp/kan-ho/haisui/index.htm> (accessed on Feb. 25, 2005)
- 松江市環境保全部(1999)清掃事業概要・平成11年度, 107 pp.
- 松江市環境保全部環境保全課(2001)松江市の環境・平成13年版, 121 pp.
- 松江市役所経済部農村整備課(1992)忌部地区集落排水処理施設, 6 pp.
- 島根県(2003)平成14年度公共用水域・地下水水質測定結果報告書, 338 pp.
- 島根県(2005)宍道湖に係る湖沼水質保全計画, 8 pp.
- 島根県・鳥取県(2005)中海に係る湖沼水質保全計画, 11 pp.
- 島根県・宍道湖流域下水道管理事務所(2002)宍道湖流域下水道維持管理年報(東部処理区)平成14年版, 54 pp.
- 島根県・宍道湖流域下水道管理事務所(2003)宍道湖流域下水道維持管理年報(東部処理区)平成15年版, 54 pp.
- 島根県・宍道湖西部浄化センター(2002)宍道湖流域下水道(西部処理区)維持管理年報, 平成14年度, 108 pp.
- Tsuzuki, Y.(2004) Proposal of Environmental Accounting Housekeeping (EAH) Books of Domestic Wastewater Based on Water Pollutant Loads per Capita: a Case Study of Sanbanze Tidal Coastal Zone, Tokyo Bay, Journal of Global Environment Engineering, 10, 187-196.
- 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.
- Tsuzuki, Y.(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.
- 都筑良明(2005c)海域等の水域に流入する生活排水由来の1人あたり汚濁負荷量, 日本水環境学会年会講演集, 1-C-11-4.
- UNEP/GIWA(2004)Global International Water Assessment (GIWA) homepage, <http://www.giwa.net/> (accessed on Oct.13, 2004).
- UNEP/GPA Coordination Office(2002)Water Supply & Sanitation Coverage in UNEP Regional Seas Need for Regional Wastewater Emissions Targets?, 1st DRAFT, 60 pp.