

都市郊外部における低湿地活用を中心とした生活系汚濁負荷対策による負荷低減効果

2010年3月 自然環境学専攻 086620 古木治郎

指導教員 教授 横張真

キーワード；生活系汚濁負荷，低湿地，植生浄化，小規模分散型排水処理システム，
エコロジカルサニテーション

1. 背景および目的

依然として河川・湖沼の主要な汚濁源である生活系汚濁負荷に対する新たな負荷対策として、近年では小規模分散型の排水処理システムが希求されている。小規模分散型の排水処理システムを担う新たな負荷対策に、湿地などで水生植物を用いて汚濁負荷を除去する「植生浄化法」がある。植生浄化法は、その負荷低減効果については議論されてきたものの、大規模な用地の確保が難しく実施事例は多くない。しかし、近年、都市郊外部において耕作放棄田・休耕田由来の湿地が多く生じていることを鑑みると、湿地を活用した生活系汚濁負荷対策の促進が期待される。その一方、小規模分散型の排水処理システム全体の議論の完結には、流下経路に加え発生源での負荷対策の議論も求められる。発生源での新たな負荷対策としては、「エコロジカルサニテーション（以下、エコサニ）」に代表される汲み取り型し尿処理が再び注目されている。エコサニは、生活系汚濁負荷において大部分を占めるし尿由来の窒素やリンの除去に加え、それらの資源利用の面からも有効な負荷対策といえる。そこで、本研究は、都市郊外部における低湿地での植生浄化を中心とした小規模分散型の生活系汚濁負荷対策による負荷低減効果を推定することを目的とした。具体には、小流域ごとに①低湿地での植生浄化による負荷低減効果、そして②低湿地での植生浄化および各世帯でのエコサニ導入による複合的な負荷低減効果を推定した。

2. 方法および対象地域

対象地域は、都市郊外部の住宅地が多くみられる千葉県印旛沼流域とした。解析単位は ArcGIS9.3 (ESRI 社) 水文解析で抽出した小流域とし、汚濁負荷の指標は T-N (全窒素) および T-P (全リン) とした。

表 1 個別処理タイプ別の発生負荷原単位^{注)}

処理形態	汲み取り処理 エコロジカルサニテーション		単独処理浄化槽		合併処理浄化槽	
	T-N	T-P	T-N	T-P	T-N	T-P
負荷量 (g/人・日)	2.0	0.3	7.0	0.9	5.5	0.7

注) 藤村 (2006) の提案値をもとに決定。

i) 生活系汚濁負荷の発生状況の把握

印旛沼へ流入する生活系汚濁負荷はほぼ個別処理由来である。そのため、【(個別処理人口) × (発生負荷原単位 (表 1))] により、各小流域の生活

系汚濁負荷発生量を推定した。個別処理人口は、人口統計をもとに、各小流域に含まれる全住宅地に対する個別処理区域住宅用地の面積比に応じた按分により算出した。

ii) 低湿地での植生浄化による負荷低減効果の推定 (研究課題①)

まず、ArcGIS 上で、谷底平野・低地部に立地する「荒地・耕作放棄地・低湿地」(土地利用データ)を抽出し、植生浄化の適地である低湿地とした(図 1)。つぎに、【(低湿地面積) × (低湿地の負荷低減原単位 (表 2))] により小流域ごとの負荷低減量を推定し、

【(負荷発生量 (i の結果)) - (低湿地の負荷低減量)】により負荷低減効果を推定した。

iii) 低湿地での植生浄化・エコサニ導入による複合的な負荷低減効果の推定(研究課題②)

まず、各世帯へエコサニを導入した際の負荷発生量を、【(個別処理人口) × (エコサニの発生負荷原単位 (表 1))】により推定した。これより、【(エコサニの負荷発生量) - (低湿地の負荷低減量)】により、負荷低減効果を推定した。

3. 結果および考察 (表 3)

都市郊外部における低湿地活用を中心とした小規模分散型の生活系汚濁負荷対策による負荷低減効果について、以下が明らかになった。印旛沼流域では、流下経路での対策として、耕作放棄田を中心とした低湿地を活用して植生浄化を行うことにより、小流域内ではおよそ 6 割、小流域間では 7 割～8 割の負荷低減効果が見込まれた。また、流下経路・発生源での複合的対策を行うことにより、小流域内では 9 割弱、小流域間ではほぼ 10 割の負荷低減効果が見込まれた。

現在、千葉県が定める「印旛沼流域水循環健全化緊急行動計画」では、T-N・T-P ともにおよそ 26%の負荷低減が目指されている。この低減目標と本研究の結果を比較すると、低湿地での植生浄化による負荷対策のみで目標達成が可能であることが分かる。そのため、印旛沼流域においては、生活系汚濁負荷低減の場として低湿地を活用する意義は大きいと考えられる。しかし、その一方で現在の水質目標値 (第 5 期湖沼水質保全計画) は、環境基準値を大きく上回っている現状にある。そのため、印旛沼の水質改善のためには、流下経路に加え発生源でも負荷対策を講じることにより、さらなる生活系汚濁負荷低減を目指す必要がある。

4. 結論

以上より、都市郊外部において、低湿地活用を中心とした生活系汚濁負荷対策による負荷低減の有効性が示唆された。日本の都市郊外部において、耕作放棄田を中心とした低湿地は、発生源である住宅地との近接性に優れるという特徴を有している。そのため、今後の生活系汚濁負荷対策において、湿地活用による植生浄化はとくに将来性があるといえる。

表 2 低湿地の負荷低減原単位^{注)}

低湿地における負荷低減量 (g/m ² /日)			
T-N	0.13	T-P	0.024

注) 細見ほか (1991) より引用。

表 3 各負荷対策による負荷低減効果^{注 1) 注 2)}

左:T-N/右:T-P		研究課題 1) 流下経路での対策	研究課題 2) 流下経路+発生源の複合的対策	
		低湿地での植生浄化	エコロジカルサニテーション導入	複合的負荷対策
小流域内	低減量(%)	58.1/64.5	59.8/54.1	88.6/88.3
	低減流域(流域数)	122/135	205/204	153/155
小流域間	低減量(%)	73.1/83.4	—	99.7/99.9
	低減流域(流域数)	145/172	—	192/211

注 1) 「低減流域」とは、各小流域において、生活系汚濁負荷をすべて除去可能な小流域の数を表す。

なお、「エコロジカルサニテーション導入」では、現状での生活系汚濁負荷の発生量と比較し、発生量が低減した小流域の数を算出している。

注 2) 「小流域内」とは負荷対策を各小流域において講じた場合、「小流域間」とは小流域内で除去しきれなかった余剰の汚濁負荷を下流部小流域に流下した場合の負荷低減効果を推定している。

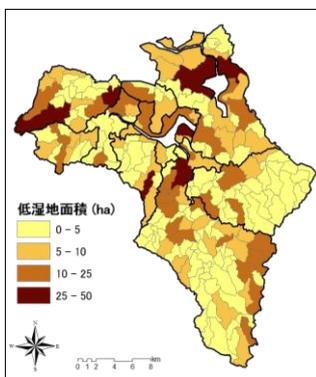


図 1 各小流域の低湿地面積

Potential for pollution loads from households reduced through wastewater treatment centered around wetlands in suburban areas

Mar.2010, Department of Natural Environmental Studies,
086620 Jiro KOGI
Supervisor: Prof. Makoto YOKOHARI

Keywords; domestic wastewater pollution, wetland wastewater treatment, small-scale decentralized wastewater treatment, ecological sanitation

1. Introduction and Objective

Pollution from households continues to be the main source of water pollution in Japan. Recently, small-scale decentralized wastewater treatment has become a focus to develop new treatment systems. Wetlands along the path of discharged water offer a potential means of treatment. Although its mitigation potential has been discussed, its implementation has been hindered by the lack of large-scale wetlands. By considering the recent increase of abandoned paddy fields in suburban and rural areas, wetland wastewater treatment could become an option. However, to finalize the discussion about small-scale decentralized wastewater treatment, it is necessary to take into consideration the source in addition to the flowing pathway. The collection of human waste, such as ecological sanitation (eco-san), is one potential means of treatment at the source. Therefore, this study aims to clarify the mitigation potential on households' wastewater by small-scale decentralized wastewater treatment centered around wetland in suburban and rural areas. The study issues are; 1) estimate the mitigation potential on pollution load from households by using wetland as a water treatment, 2) estimate mitigation potential on pollution load from households by introducing multiple treatment system with both wetland water treatment and eco-san.

2. Study site and Methods

The study site is Inba Watershed in Chiba Pref.. The analysis unit is small watershed extracted by ArcGIS9.3 (ESRI). The indexes of pollution load are T-N and T-P.

i) Generation status of pollution load from households

The generation status of pollution load was calculated by following; (Population of individual treatment in each small watershed) × (Pollution load unit (Fig.1)).

ii) Reduction effect of decreasing current pollution load by wetland water treatment

Firstly, the wetland where is located on valley-flat or lowland and suited to wastewater treatment were extracted by GIS. Secondly, the reduction amount of pollution load in wetland was calculated by following; (Area of wetland in each watershed) × (Reduction unit of pollution load in wetland (Fig.2)) (Fig.3).

Finally, the reduction effect of pollution load by wetland wastewater treatment was calculated by following; (Current pollution load (Result of

Fig.1 Pollution load unit of individual treatment*

Type	Collection of Human Waste Ecological Sanitation		Individual Sewage Treatment Tank (Human Waste)		Individual Sewage Treatment Tank (Human Waste & Gray Water)	
	T-N	T-P	T-N	T-P	T-N	T-P
Pollution Load (g/person/day)	2.0	0.3	7.0	0.9	5.5	0.7

* determined by reference to Fujimura(2006)

$i)) - (\text{Reduction amount of pollution load in wetland})$.

iii) Reduction effect of decreasing the pollution load by introducing multiple treatment system with both wetland water treatment and eco-san

Firstly, the pollution load from eco-san was calculated by following; $(\text{Population of individual treatment in each small watershed}) \times (\text{Pollution load unit of eco-san (Fig.1)})$. Finally, the reduction effect was calculated by following; $(\text{Pollution load of eco-san}) - (\text{Result of } ii)$

Fig2. Reduction unit of pollution load in wetland*

Reduction Amount of Pollution Load in Wetland (g/m ² /day)			
T-N	0.13	T-P	0.024

* reference to Hosomi et al(1991)

3. Results and discussion (Fig.4)

This study clarified the following; 1)the wetland water treatment could reduce about 60% in each small watershed, about 70-80% in between each watersheds. 2)the multiple treatment system with both wetland and eco-san could reduce about 90% in each small watershed, about 100% in between each watersheds. Compared with current Chiba Pref.’s action plan, which aims about 26% reduction of both T-N and T-P, the wetland wastewater treatment have enough effect to achieve the target value of Chiba’s plan. Therefore, the wetland wastewater treatment, using abandoned paddy fields, could be promoted strongly from the viewpoint of pollution load reduction. However, the target value of Chiba’s plan is much higher than national environmental standard. Accordingly, in order to improve the water quality of Inba Lake, it is necessary to promote the multiple treatment.

4. Conclusion

From those results, the reduction effect of pollution load from households by small-scale decentralized wastewater treatment centered around wetland in suburban and rural areas is fully clarified. The wetlands mainly converted from abandoned paddy fields are located close to and mixed with housing areas in suburban and rural areas, therefore the wetland wastewater treatment have the advantage as small-scale decentralized wastewater treatment in Japan.

Fig.4 Reduction effect of pollution load from households * **

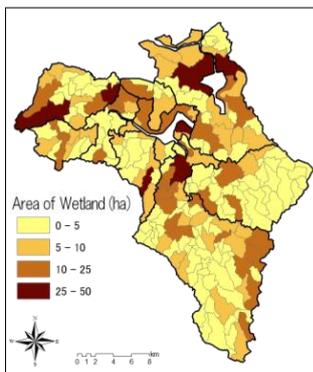


Fig.3 Area of wetland in each small watershed

T-N/T-P		Study Issue 1 : Treatment in PATHWAY		Study Issue 2 : Multiple Treatment in PATHWAY & SOURCE	
		Wetland Wastewater Treatment	Ecological Sanitation (Eco-San)	Multiple Treatment	
IN Watershed	Reduction Rate (%)	58.1 / 64.5	59.8 / 54.1	88.6 / 88.3	
	Reduced Watershed (Number of Watershed)	122 / 135	205 / 204	153 / 155	
AMONG Watershed (toward downstream)	Reduction Rate (%)	73.1 / 83.4	—	99.7 / 99.9	
	Reduced Watershed (Number of Watershed)	145 / 172	—	192 / 211	

* “Reduced Watershed” means the number of watershed where pollution load was removed completely. In the case of “Eco-San”, watersheds where pollution load was removed at least a little are also involved.

** “IN” means pollution load reduction in each small watershed, on the other hand “AMONG” means pollution load reduction in consecutive watersheds toward