

極寒の道東におけるハイブリッド伏流式人工湿地による酪農雑排水の処理効果 Performance of hybrid reed bed system to treat dairy wastewater in cold climate in eastern Hokkaido, Japan

加藤邦彦*, 木場稔信**, 家次秀浩***, 三枝俊哉**, 北川勝治***, 野副卓人*, 小林創平*, 柳谷修自*
Kunihiko Kato*, Toshinobu Koba**, Hidehiro Ietsugu***, Toshiya Saigusa**,
Katsuji Kitagawa***, Takuhito Nozoe*, Sohei Kobayashi* and Shuji Yanagiya*

【目的】 搾乳牛舎パーラー排水などの酪農雑排水は、地下水や河川の汚染源となっており、低コストの浄化法の開発が緊急の課題である。地下を水が流れる伏流式の人工湿地は、主に生活雑排水の浄化処理施設としてヨーロッパを中心に世界中に広まりつつある新しい技術で、従来の表面流式の人工湿地よりも面積あたりの浄化能が飛躍的に高く、冬も凍結せずに継続的に浄化できる特長がある。本研究では、特に窒素浄化能に優れる酸化・還元構造をもつハイブリッド型の伏流式人工湿地による酪農雑排水処理施設を現地に新たに造成し、その浄化処理能力を検証することにより、寒地での実用化をめざす。

【方法】 (1) 道東(別海町)の400頭規模の搾乳牛舎パーラー排水の浄化施設として、酸化的な縦型と還元的な横型を連結したハイブリッド型の伏流式人工湿地を2005年秋に造成した。湿地面積は、縦型A, Bが各250m², 横型が500m², 合計1000m²で、汚水の入口にあるサイホンから出口までの高低差は約10mである(写真1)。各湿地の必要面積は、有機物の分解や硝化能力、目詰まりの回避、脱窒能などを考慮し、生活排水浄化施設として実用化している伏流式人工湿地の各種の研究報告を参考に試算した^{(1)~(5)}。

(2) 酸化・還元のハイブリッド構造に加えて、間欠的に汚水を供給する自動サイホン(写真2)、目詰まりを回避するヨシと軽石層による2段の縦型湿地、脱窒を促進する有機物やリン吸着資材を添加更新できる構造などがこの施設の特長である(図1)。これらは、フランスや北欧で実用化している伏流式人工湿地^{(1), (3), (5)}などや予備的に実施した室内試験結果⁽²⁾などから新たに考案したシステムである。

(3) 6月末に現地近くで採取したヨシの茎を増苗して、10月下旬に約1400鉢のヨシの苗を植栽した。汚水処理は11月15日に開始した。

(4) 水量、水温、気温は自動計測器により観測した。また、採水は図1に示した4カ所で行い、溶存酸素、pH、ECなどは現地で計測し、全窒素、全リン、懸濁物質、化学的酸素要求量(COD(Cr))、硝酸、アンモニア、塩素イオンなどは室内で分析した。また、生物化学的酸素要求量(BOD)は(株)ドーコンに分析を依頼した。

【結果および考察】

(1) 汚水の量は、1日約16-18トンで、自動サイホンが1日4-7回動いて縦型湿地に間欠的に汚水を供給していた。12月下旬の平均水温は、各採水地点(図1の1-4)で12.0℃→8.3℃→5.6℃→5.6℃であったが、その後各地点の温度は次第に低下し、2月中旬の出口水温は約4℃に低下したものの施設全体を通じて凍結のおそれはなかった。

(2) 処理開始から3ヶ月間の水質浄化は良好で、水質汚濁防止法の監視項目となっているBOD、懸濁物質、大腸菌、全窒素、全リンの除去率は92-99%で、処理水質は排水基準を大きく下回った(表1)。また、pHは約7の中性であった。

(3) 硝酸態窒素は0.1~0.5mg/Lでほとんど上昇せず、硝化はあまり進んでいなかった。

(4) 塩素イオンの減少は約26%であり、水質浄化は希釈によるものでないと考えられた。

(5) 溶存酸素は1.1→1.5→3.3→3.3mg/Lの順に上昇した。

(6) 処理開始3ヶ月間の浄化要因は主に濾過や吸着などの物理化学的な作用に依るものと考えられる。温度が上昇するに従い蓄積した窒素やリンが微生物的な分解に伴って流出するのを監視し、硝化・脱窒や吸着等による浄化効果を検証するとともに、必要に応じて窒素、リン削減のための資材添加試験を行う予定である。

26 Oct. 2005 photo by H. Ietsugu



写真1 システムの全景(手前から250m², 250m², 500m²)



写真2 自動サイホン

*北海道農業研究センター, **北海道立根釧農業試験場, ***株式会社たすく, *National Agricultural Research Center for Hokkaido Region, **Hokkaido Prefectural Konsen Agricultural Experiment Station, *** TUSK corporation, 排水浄化, 汚水処理, 伏流式人工湿地

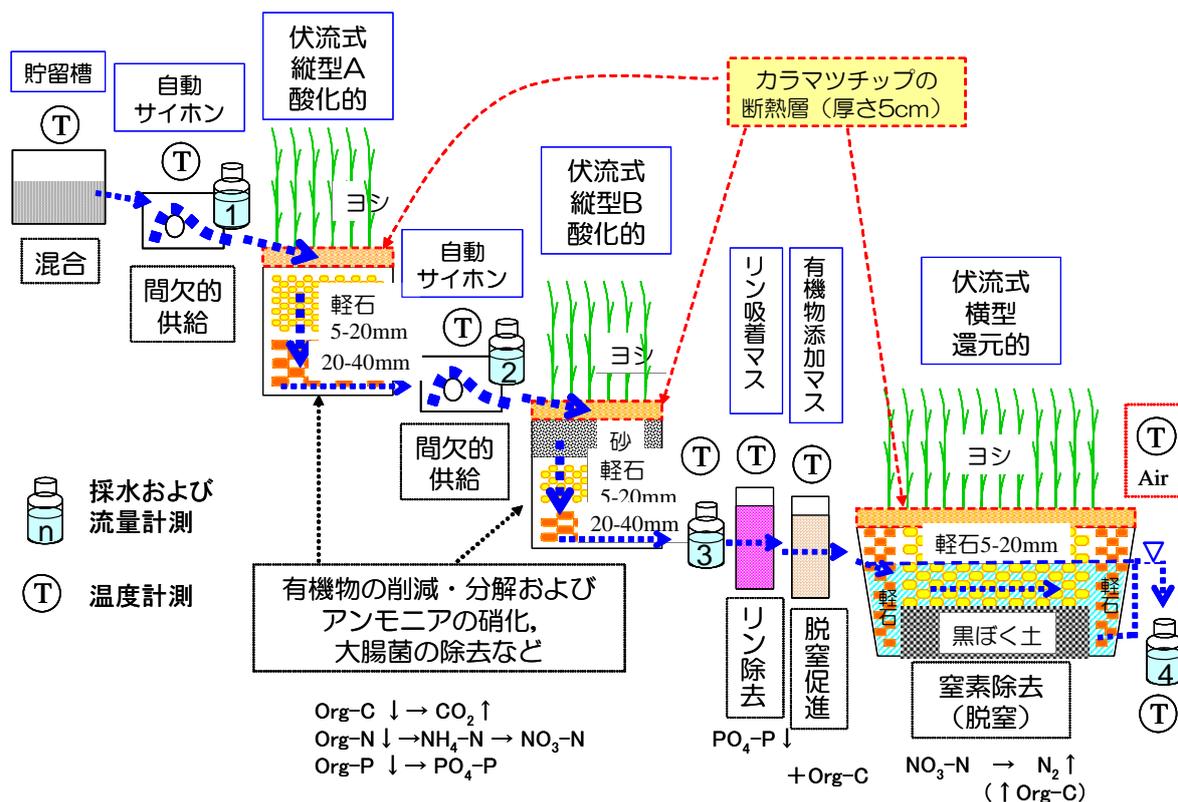


図1 ハイブリッド型伏流式人工湿地システムによる寒地の汚水浄化の流れ図

表1 処理開始3ヶ月間(11~2月)の平均水質と排水基準および浄化率

【参考文献】

(1) Cooper P. (2004).

The performance of vertical flow constructed wetland systems with special reference to the significance of oxygen transfer and hydraulic loading rates. Wetland Systems Vol. 1, 9th International conference on Wetland Systems for Water Pollution Control, Avignon, France, 2004., pp.153-160.

(2) Kato K., Morioka R., Hosokawa H., Osada T., Kanazawa K. and Nozoe T. (2005).

Preliminary studies on hybrid wetland systems for purification of milking parlor wastewater in northern part of Japan. Abstracts of International Symposium on Wetland Pollutant Dynamics and Control, Gent, Belgium, September 2005. pp.250-251

(3) Molle P., Liénard A., Boutin C., Merlin G., Iwema A. (2004). How to treat raw sewage with constructed wetlands: An overview of the French systems. Wetland Systems Vol. 1, 9th International conference on Wetland Systems for Water Pollution Control, Avignon, France, 2004., pp.11-18.

(4) Winter K. J., Goetz D. (2003). The impact of sewage composition on the soil clogging phenomena of vertical flow constructed wetlands. Wat. Sci. Tech., 48 (5), 9-14.

(5) Obarska-Pempkowiak H., Gajewska M. (2003). The removal of nitrogen compounds in constructed wetlands in Poland, Polish Journal of Environmental Studies, 12(6), 739-746

項目*	Unit	元汚水	処理水			排水基準**	浄化率***
			縦型A	縦型B	横型(出口)		
pH		6.8	7.0	7.0	7.1	5.8-8.6	
BOD	mg/L	3500	590	55	33	<120	99
COD(Cr)	mg/L	3926	1209	344	252		94
懸濁物質	mg/L	4362	224	35	32	<150	99
大腸菌群数	個/cm ³	4100	2200	350	50	<3000	99
全窒素	mg/L	164	71	22	13	<60	92
全リン	mg/L	57	30	0.9	0.3	<8	99
NH ₄ -N	mg/L	18.1	12.1	3.6	1.7		91
NO ₃ -N	mg/L	0.1	0.1	0.2	0.5		
塩素イオン	mg/L	73	61	55	54		26
溶存酸素	mg/L	1.1	1.5	3.3	3.3		
電気伝導度	mS/cm	1.5	1.2	1.0	0.9		

*:BOD=生物化学的酸素要求量, COD(Cr)=化学的酸素要求量クロム, NH₄-N=アンモニア態窒素, NO₃-N=硝酸態窒素.**:日平均50m³以上の汚水を排出する施設の水質汚濁防止法の排水基準(日平均許容限度)。***(元汚水濃度-処理水出口濃度)/元汚水濃度×100(%)