

佃煮製造工場における嫌気性 DHS リアクターを用いた 余剰汚泥削減に関する実証試験 (第2報)

Field Experiment Regarding the Reduction of Excess Sludge with an Anaerobic DHS Reactor at a *Tsukudani* Factory (2)

高橋 政友 三好 益美* 小島 俊男

Masatomo TAKAHASHI Masumi MIYOSHI Toshio KOJIMA

串田 光祥 多川 正** 中尾 均*** 楨納 由香利***

Mitsuyoshi KUSHIDA Tadashi TAGAWA Hitoshi NAKAO Yukari MAKINO

要 旨

香川県小豆島地域の佃煮製造業における製造工程から発生する煮汁廃液の有機性汚濁物質濃度は TOC 約 17 万 mg/L、BOD 約 26 万 mg/L と非常に高く、現在は活性汚泥法により処理されているが、処理に伴い発生する大量の余剰汚泥が問題となっている。このため、余剰汚泥の削減を目的として、2012 年 4 月よりタケサンフーズ株式会社において、嫌気性 DHS リアクターを試験的に導入し、実規模レベルでの検討を進めている。余剰汚泥の削減効果としては、DHS 処理水温度が 30℃を超える夏季には前年度と比較して約 5 割の削減効果が得られた一方で、処理水温度の低い冬季では余剰汚泥削減効果は確認できなかった。これは、DHS 処理効果と同様の挙動を示していることから、今後はリアクターを加温し、冬季における余剰汚泥削減効果の向上について検討を行うとともに、実用化に向けてのさらなる検証を継続する。

キーワード：嫌気性 DHS リアクター 佃煮 煮汁廃液 余剰汚泥 乳酸 有機酸

I はじめに

香川県小豆島地域の佃煮製造業における製造工程から発生する煮汁廃液の有機性汚濁物質濃度は TOC 約 17 万 mg/L、BOD 約 26 万 mg/L と非常に高く、現在は活性汚泥法により処理されているが、処理に伴い発生する大量の余剰汚泥が問題となっている¹⁾。このため、余剰汚泥の削減を目的として、2012 年 4 月より小豆島地域の佃煮製造業者であるタケサンフーズ株式会社において、嫌気性 DHS リアクター²⁾³⁾⁴⁾ (以下 DHS) を試験的に導入し、実規模レベルでの検討を進めている。DHS は小型で簡易な設備であり、有機物の除去及び汚泥転換率の高い糖分を加水分解・酸生成することで、後段の活性汚泥処理槽からの余剰汚泥発生量を低減することが可能であることが知られている⁵⁾。前報告では、試験開始日の 2012 年 4 月 10 日から 4 ヶ月間の処理効率について室内実験結果⁶⁾と比較したところ、有機物の除去及び酸生成効率は、室内実験結果より劣るものの確実に進んでいることが確認され、煮汁廃液処理工程で発生する余剰汚泥の減量化につなが

ることが示唆された⁷⁾。本報告では、試験を開始してから 2013 年 3 月までの約 1 年間の排水処理実態及び余剰汚泥削減効果について報告する。

II 実験方法

実証試験の概要を図 1 に、DHS の概要を図 2 に示す。DHS は内部に嫌気性微生物を保持させたスポンジ担体を充填した曝気不要の処理装置である。流入水は DHS 上部より滴下され、スポンジ担体を通過することで処理される。導入した DHS は容量 5m³、直径 1.89m、高さ 2.35m のポリエチレン製である。DHS 内部には、3cm φ x 3cmH のスポンジ担体を 3m³、ランダムに充填した(充填率 26.4%)。供給原水には佃煮製造工程で発生する煮汁廃液(500L/日)の一部(20L/日~200L/日)を用い、残りは活性汚泥槽に導水した。DHS に供給する煮汁廃液は原水タンクにて一時的に外気温下保存し、ポンプにより調整槽に移送した。調整槽に移送した煮汁廃液は、DHS からの循環水及び既設の活性汚泥処理後の放流水(5m³/日)と混合・希釈し、

*香川県小豆総合事務所

**香川高等専門学校建設環境工学科

***株式会社アクト

DHS 上部より供給した。DHS からの流出水は、調整槽に流入し、一部は DHS 処理水として後段の活性汚泥槽に送り (5.2m³/日)、残りは循環水とした (115m³/日)。DHS の植種汚泥には UASB グラニュール汚泥を使用した。汚泥を植種し馴養運転後、煮汁廃液処理量を 20L/日～200L/日に段階的に増加させた。なお、本試験では DHS の温度制御及び pH 制御なしの条件で運転した。

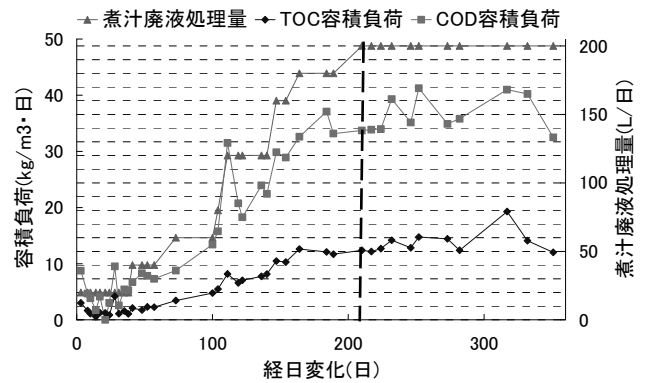


図3 DHSの有機物容積負荷の経日変化

この時の滞留時間は、DHS 基準で 23.1 時間、スポンジ担体基準で 10.2 時間であった。また、試験期間中を通してスポンジ担体の閉塞等のトラブルは確認されなかった。

2 DHS の処理結果

試験を開始してから約1年間の原水、DHS 処理水及び活性汚泥処理水の経日変化を図4に示す。また、試験を開始してから111日目以降(煮汁廃液処理量換算で120L/日～200L/日)の原水、DHS 処理水及び活性汚泥処理水の水質測定結果を表1に、各分析項目の除去率(乳酸及び有機酸は生成率を示す)を表2に示す。いずれの項目においても、煮汁廃液処理量の増加とともに濃度が増加する傾向にあった。全有機酸、乳酸の項目に関しては、原水濃度よりも処理水濃度の方が高かった。このことから、DHS による嫌気性処理が良好に行われていることが示唆された。SSについては、処理水の値が原水よりも高い値になっていた。これは、DHS 内部に充填したスポンジ担体から一部の嫌気性微生物が剥離したものによるものと考えられた。DHS 単独での有機物除去能力は不十分であったものの、後段に活性汚泥処理を行うことで良好に処理されていた。

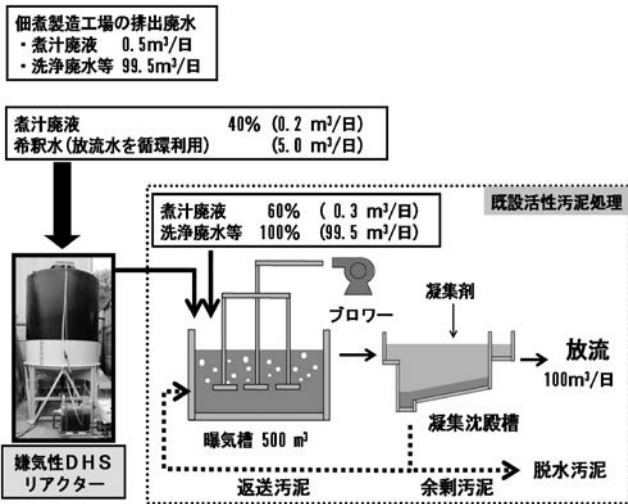


図1 実証試験の概要

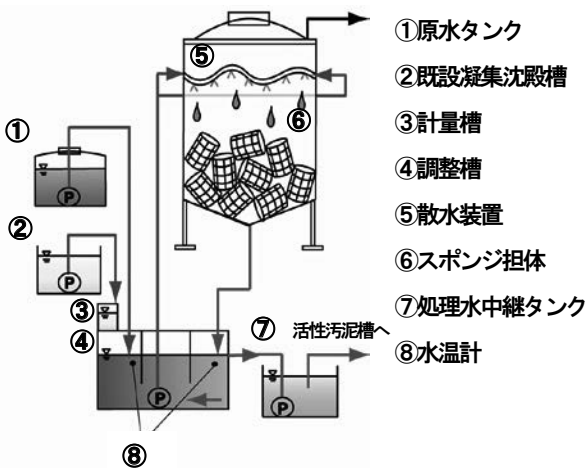


図2 嫌気性 DHS リアクター実証試験処理装置の概要

III 結果及び考察

1 DHS の運転状況

DHS の TOC 及び COD_{Cr} 容積負荷及び煮汁廃液処理量の経日変化を図3に示す。試験開始から TOC 容積負荷量を段階的に上げ、運転日数 217 日で TOC 容積負荷 12.2kgTOC/m³・日、COD_{Cr} 容積負荷 33.8kgCOD_{Cr}/m³・日(煮汁廃液処理量換算で 200L/日)まで負荷を上昇させた。

表1 水質測定結果

項目	原水		DHS処理水		活性汚泥処理水	
	平均	最小～最大	平均	最小～最大	平均	最小～最大
pH (-)	3.6	3.3～4.1	3.6	3.1～4.1	6.7	6.4～7.1
TOC (mg/L)	6,569	3,863～8,509	5,597	2,725～10,920	26	14～34
COD _{Cr} (mg/L)	18,832	10,696～29,422	17,479	9,600～25,525	104	44～177
SS (mg/L)	216	88～613	524	200～1,030	13	2.0～46
T-N (mg/L)	273	160～421	211	129～360	5.4	0.8～17
T-P (mg/L)	139	94～212	100	60～130	7.3	0.7～14
全有機酸 (mg-C/L)	120	65～179	370	167～872	0	-
乳酸 (mg-C/L)	117	75～223	540	321～1,125	0	-

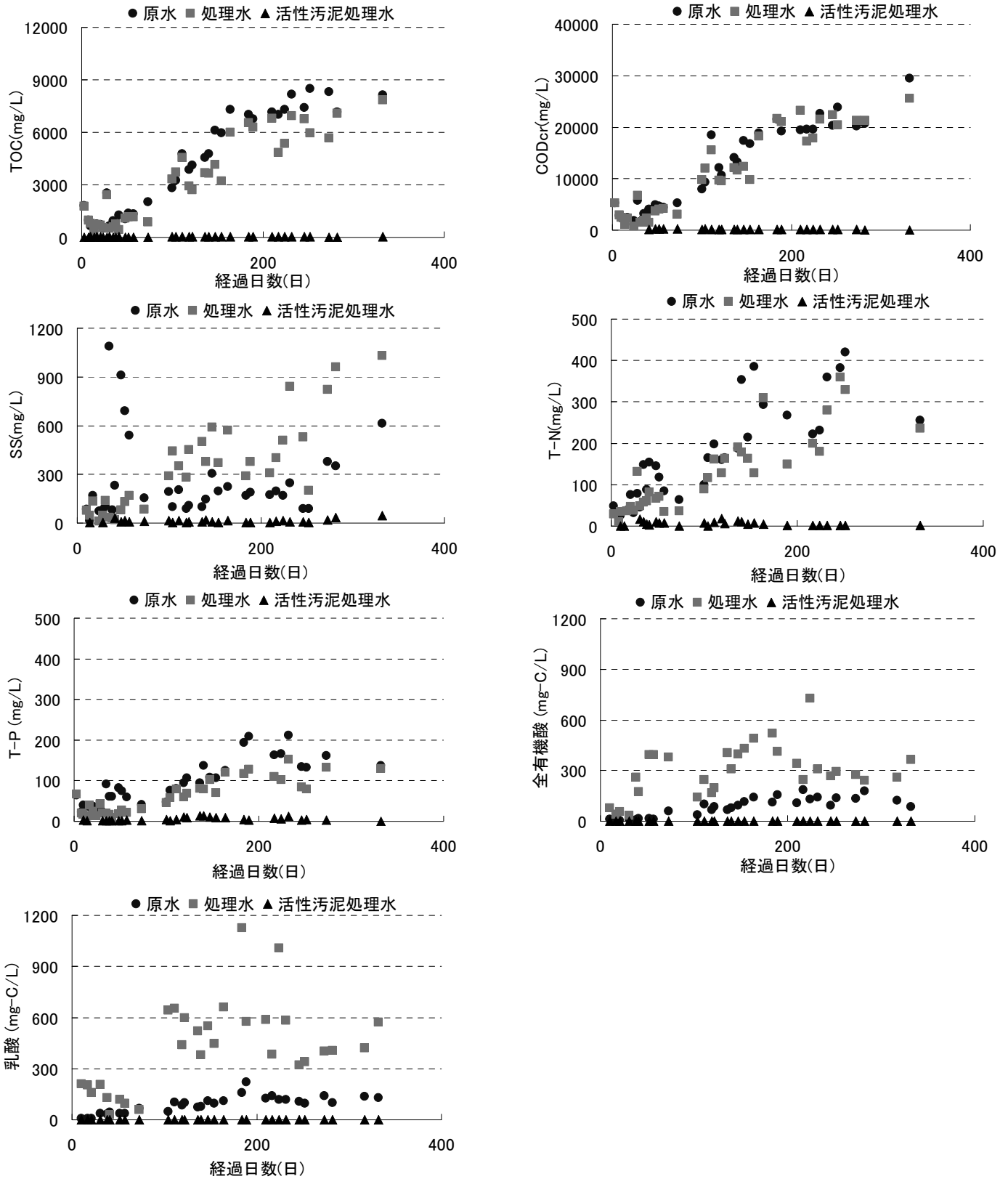


図4 原水, DHS 処理水及び活性汚泥処理水の経日変化

表2 除去率

項目	除去率(%)		
	DHS	活性汚泥処理	装置全体
TOC	19%	99%	100%
CODcr	8%	99%	99%
SS	▲171%	98%	94%
T-N	20%	97%	98%
T-P	27%	92%	94%
全有機酸	5%	-	-
乳酸	8%	-	-

3 DHS 処理効率と処理水温度の関係

試験を開始してから 111 日目以降(煮汁廃液処理量換算で 120L/日~200L/日)における TOC 除去率及び DHS 処理水の TOC に対する乳酸と全有機酸の割合と処理水温度を図5に示す。処理水温度が 30℃を超えていた8月及び9月においては、TOC 除去率はそれぞれ約 25%、18%、処理水の TOC に対する乳酸と全有機酸の割合はそれぞれ 19%、15%であり、酸生成過程での基質の低分子化が確認された。一方で処理水温度が下がるにつれて TOC 除去率及び乳酸と全有機酸の割合は低下する傾向があった。特に1月では、TOC 除去率及び処理水の TOC に対する乳酸と有機酸の割合はそれぞれ、1%、5%と試験期間中で最も低く、DHS による処理が十分に行われていなかった。

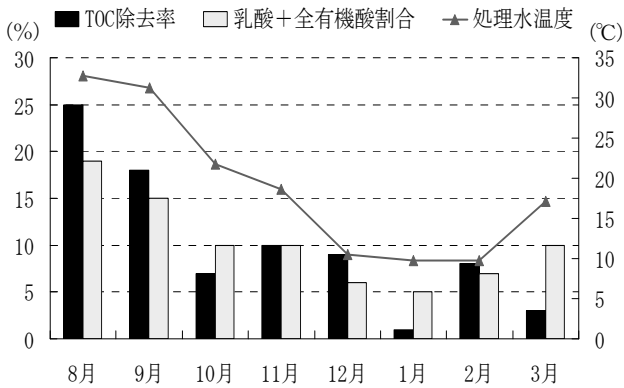


図5 DHS 処理効率と処理水温度

4 乳酸、全有機酸生成率と pH 及び処理水温度の関係

煮汁廃液処理量が 200L/日における乳酸及び全有機酸の生成率と pH 及び処理水温度を図6に示す。処理水温度が下がるにつれて乳酸、全有機酸の生成率は低下する傾向が見られ、10℃を下回った際の乳酸、全有機酸生成率の合計は5%と最も低かった。また、生成率の低下に伴い pH は 3.47 から 4.04 とわずかではあるが上昇した。これは、処理水温度が下がることで嫌気性微生物の活性が低

下し、酸生成が阻害されたことによるものと考えられた。

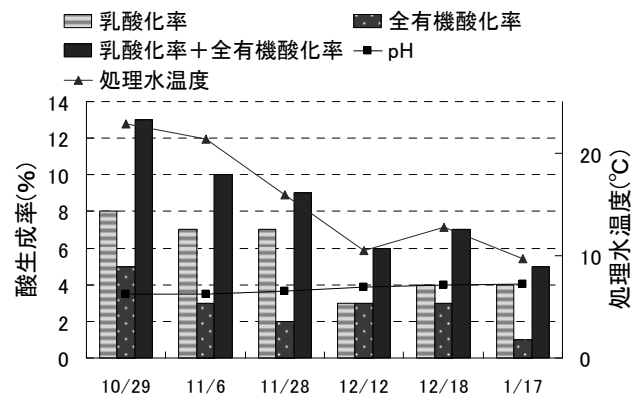


図6 乳酸、全有機酸生成率と pH 及び処理水温度

5 余剰汚泥削減効果

図7に余剰汚泥発生量(脱水汚泥換算：含水率平均 85%)と DHS 処理水温度の月間変化を示す。2011年度はDHS 導入前であり、2012年度はDHS 導入後に相当する。佃煮生産量を考慮して 2011 年度の余剰汚泥発生量を算出し比較したところ、DHS 処理水温度が 30℃を超えていた2012年度8月、9月の余剰汚泥発生量はそれぞれ 3.5t、6.3t であり、2011年度の8月、9月の発生量と比較して約5割の削減効果が見られた。これは、DHS 処理効果が高かった時期と一致している。一方で、処理水温度が低い2012年度12~3月の削減効果は見られなかった。

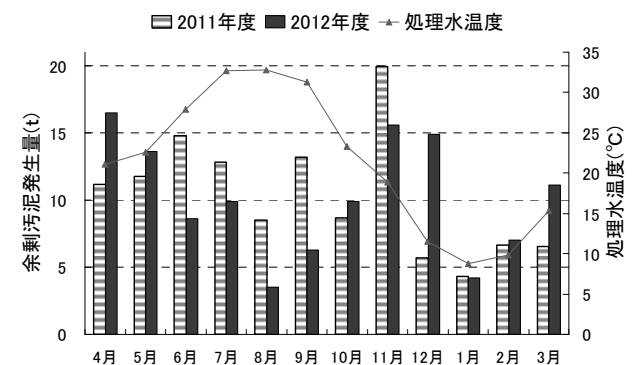


図7 余剰汚泥発生量と処理水温度の月間変化

IV まとめ

2012年4月よりタケサンフーズ株式会社において、DHS を試験的に導入し、温度制御及び pH 制御なしの条件で運転した。試験期間中を通してスポンジ担体の閉塞等のトラブルは確認されなかった。DHS 処理効果については、処理水温度が下がるにつれて TOC 除去率及び乳酸、

全有機酸生成率が低下する傾向があった。これは処理水温度の低下により、嫌気性微生物の活性が低下し、TOC除去及び、酸生成が阻害されたことによるものと考えられた。余剰汚泥削減効果については、DHS 処理水温度が30°Cを超える夏季には前年度と比較して約5割の削減効果が見られた一方で、処理水温度の低い冬季では余剰汚泥削減効果は確認できなかった。これは、DHS 処理効果と同様の挙動を示していることから、余剰汚泥発生量とDHS 処理効果の間には、何らかの相関があると考えられた。以上より、DHS の温度を嫌気性分解が活発に行われる温度に保つことで、年間を通じた余剰汚泥の削減につながると考えられた。今後はDHS を加温することで、冬季における余剰汚泥削減効果の向上についての検討を行うとともに、実用化に向けてのさらなる検証を継続する。

文献

- 1) 藤田久雄ほか：佃煮製造業を対象とした産業廃棄物の減量化のための実態調査結果について、香川県環境保健研究センター所報, 8, 135-137, (2009)
- 2) 多川正：嫌気性微生物を活用した難分解性廃水処理

技術の開発, 高松工業高等専門学校研究紀要, 43, 29-33, (2008)

- 3) 多川正ほか：嫌気性 DHS リアクターによる食品・化学系廃水処理への適応性評価, 第45回日本水環境学会年会講演集, 396, (2011)
- 4) 多川正ほか：嫌気性 DHS+UASB 法を用いた小規模さぬきうどん製造排水処理, 用水と排水, 54(2), 153-160, 396, (2012)
- 5) 高原義昌：排水の生物処理, p363, 地球社, (1980)
- 6) 稲井宏樹ほか：佃煮製造工場における嫌気性 DHS リアクター導入による余剰汚泥削減効果, 香川県環境保健研究センター所報, 11, 59-64, (2012)
- 7) 高橋政友ほか：佃煮製造工場における嫌気性 DHS リアクターを用いた余剰汚泥削減に関する実証試験, 香川県環境保健研究センター所報, 11, 65-68, (2012)

謝辞

本研究を実施するにあたり、実証試験を快く引き受けてくださったタケサンフーズ株式会社に深く御礼申し上げます。

Abstract

The concentration of wastewater from the broth produced at the tsukudani factory on Shodoshima Island was found to be extremely high, with TOC values of about 170,000mg/L and BOD values of about 260,000mg/L, and the discharge of this large quantity of waste sludge is creating environmental problems. In order to try and reduce this excess sludge, we have introduced an anaerobic DHS reactor into "Takesan foods", the tsukudani factory on Shodoshima Island, and have been examining levels since 2012 April. The effect of reducing the volume of sludge is about 50 % in summer when the temperature of DHS treatment water is 30 degree. Conversely, DHS didn't work in winter. In the future, we will investigate the performance of DHS in winter by heating DHS reactor, and continue inspection for practical realization.