

プロジェクトの詳細説明

議題 6.2 後段無曝気好気性処理に関する 研究開発

(新規DHSの開発)

- 6.2.1 反応槽の設計基準・構造・操作因子に関する研究開発
三機工業(株)
- 6.2.2 DHS基礎技術研究
東北大学

東北大学

2009年 10月 16日

Ⅲ. 研究開発成果について 後段無曝気好気性処理に関する研究開発

研究体制

後段無曝気好気性処理に関する研究開発 (新規DHSの開発)

三機工業(株)

委託

東北大学

◇反応槽の設計基準・構造・操作因子
に関する研究開発(パイロットプラント実験)

- 担体構造等の開発
- 性能安定性調査
- 設計基準・構造・操作因子の検討

◇DHS基礎技術研究

- 担体の基礎的特性の把握
- 新規担体評価試験
- DHS内生物特性評価

基礎的知見の提供

実施内容と工程

DHSパイロットプラント(PP)による性能確認/実証 を実施

	H18年度	H19年度	H20年度
PP計画・設計・施工	■		
PP運転			
担体構造等の開発		■	
性能安定性調査			■

赤字: 今回報告

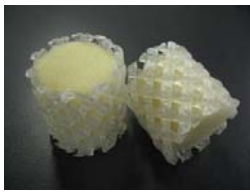

DHSパイロットプラント全景




計画処理量50m³/d

国分隼人クリーンセンター敷地内に設置

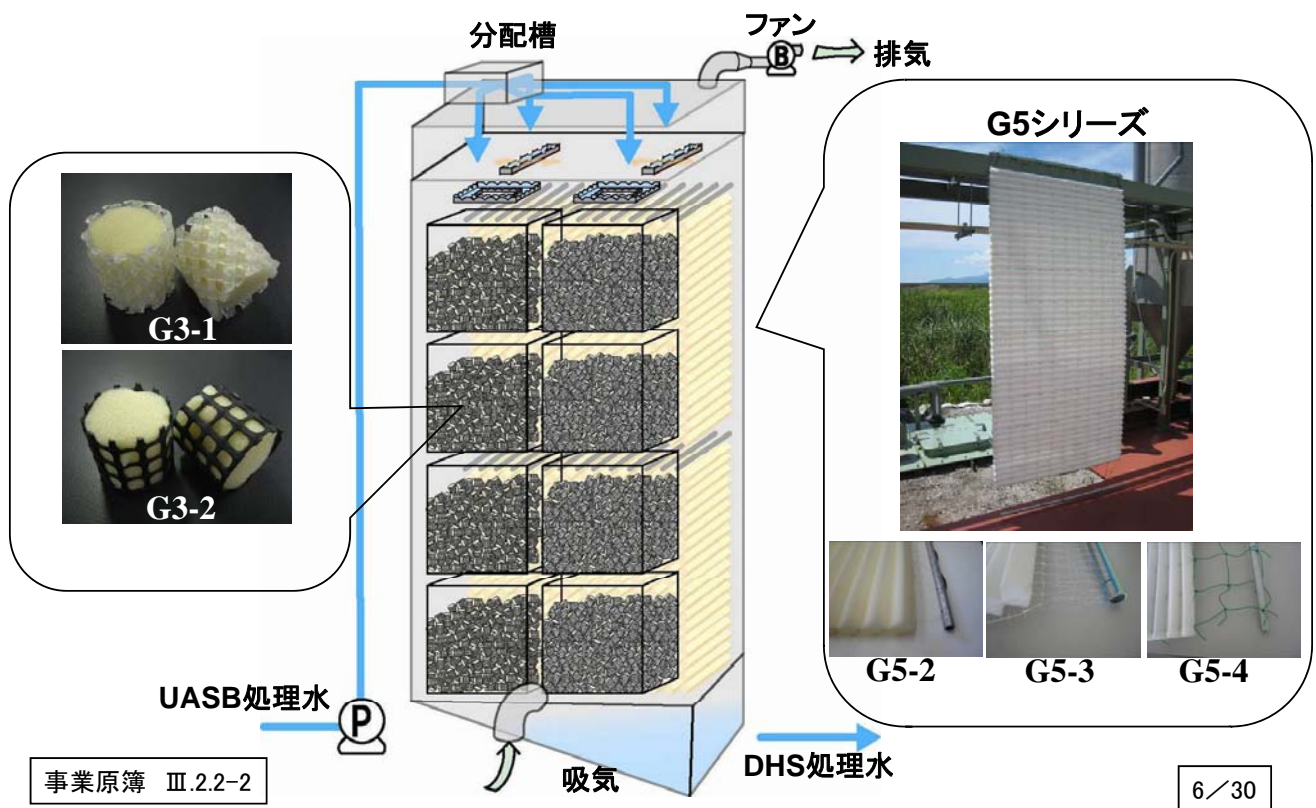
担体構造等の開発 DHS担体① (キューブ型=G3シリーズ)

担体種			
		G3-1	G3-2
スポンジ	材質	ポリウレタン	ポリウレタン
	セル径 [mm]	φ0.89	φ0.89
	サイズ [各mm]	L34×D34×H34	L34×D34×H34
	空隙率 [体積%]	98.5%	98.5%
保護材	材質	ポリプロピレン	ポリエチレン
	形状	ネットリング	ネットリング
	サイズ [各mm]	OD φ 35×ID φ 28×H35	OD φ 35×ID φ 31×H34
充填率 [体積%]		41 %	54 %

担体構造等の開発 DHS担体② (カーテン型=G5シリーズ)

担体種					
		G5-2	G5-3	G5-4.1	G5-4.2
スポンジ	材質	ポリウレタン	ポリウレタン	ポリウレタン	
	セル径 [mm]	φ0.89	φ0.89	φ0.89	
	サイズ [各mm]	L890×D24×H1900	L890×D24×H1900	L890×D24×H1900	L890×D24×H1600
	空隙率 [体積%]	98.5%	98.5%	98.5%	
形状	形状	縦糸	網	網	
	サイズ [mm]	糸ピッチ 50	網目 20×20	網目 100×100	
充填率 [体積%]		37 %	37 %	37 %	31 %

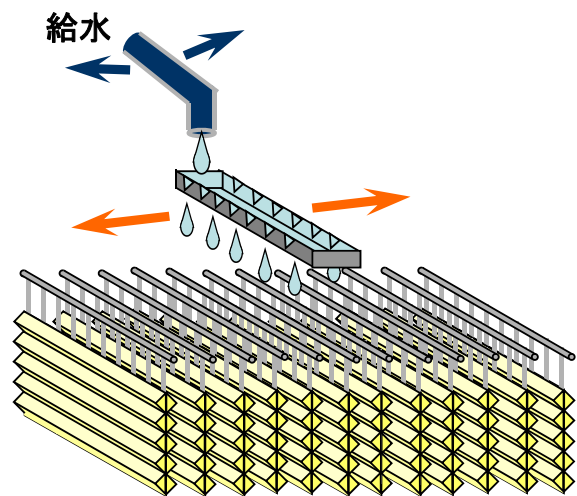
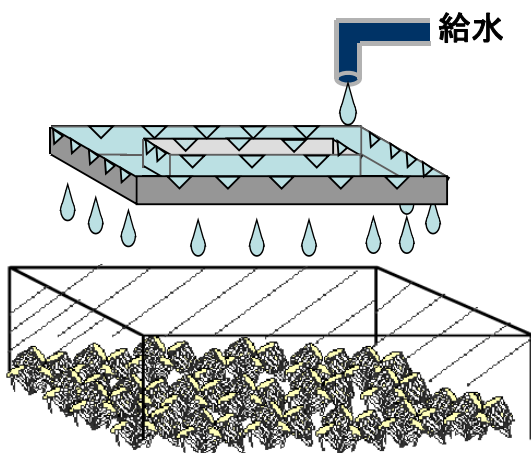
担体構造等の開発 DHSパイロットプラント模式図



担体構造等の開発 散水器の構造

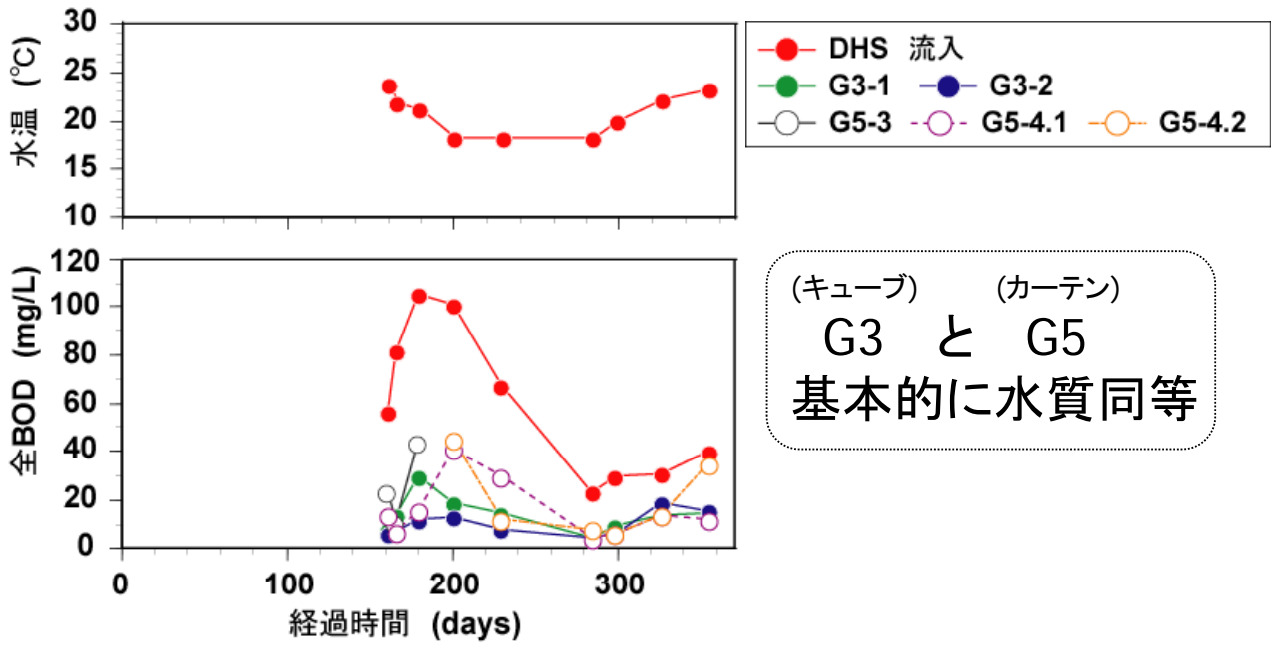
キューブ型担体 ⇒ 固定式

カーテン型担体 ⇒ 可動式



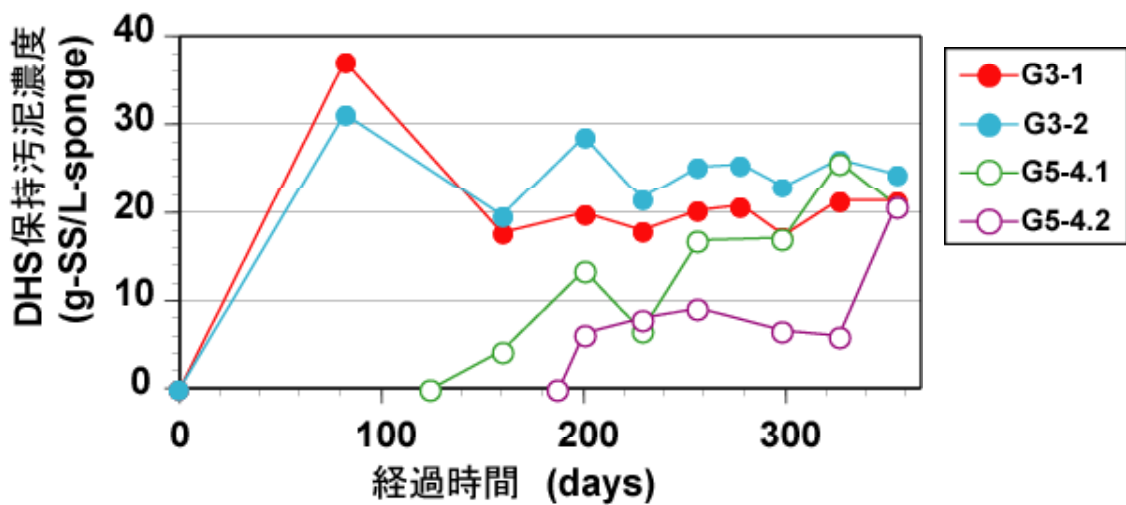
カーテン型は、散水器の分散精度に対する感受性が高い。
 (散水が偏ると、吊り加重も偏る ⇒ 偏流の助長)

担体構造等の開発 **担体別水質(BOD, SS)**



但し、G5 は突発的な処理水質変動が観察された

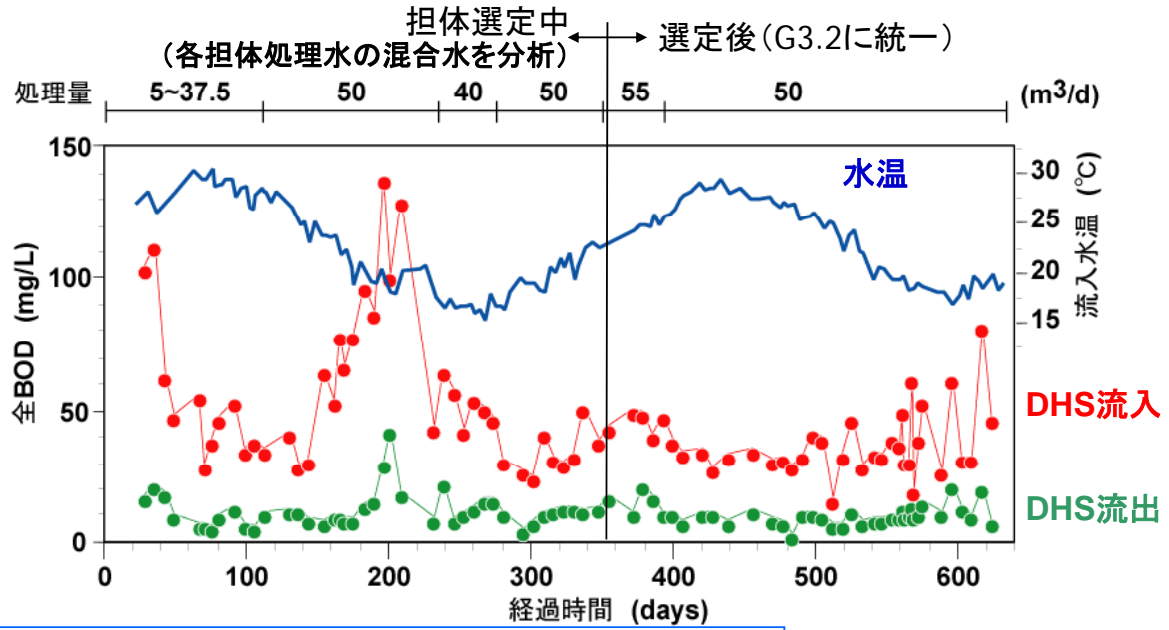
担体構造等の開発 **担体別保持汚泥濃度**



保持汚泥濃度
G5 < G3
(カーテン) (キューブ)

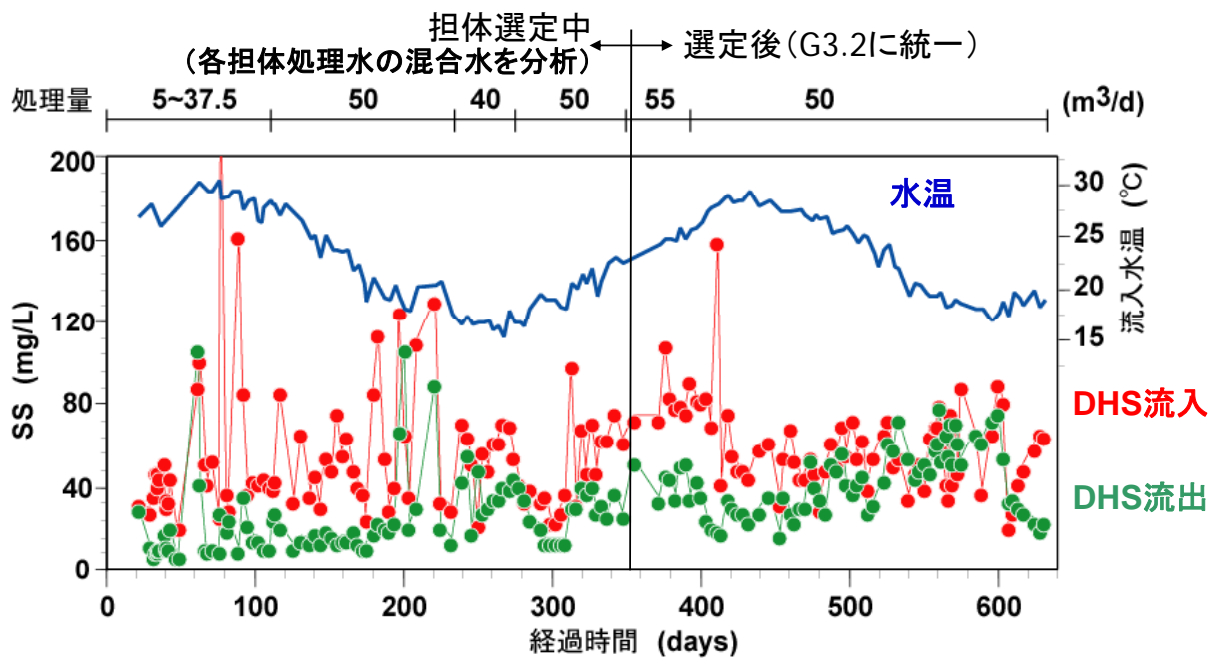
G5は汚泥濃度不均一の傾向
(偏流に起因)

性能安定性調査 **BOD処理成績**



BOD容積負荷実績 $0.5 \text{ kgBOD/m}^3\text{-sponge/d}$ (標準活性汚泥法 $0.3 \sim 0.8 \text{ kgBOD/m}^3\text{/d}$)
 処理水BOD (G3.2選定後) 平均 11mg/L 最大 22mg/L

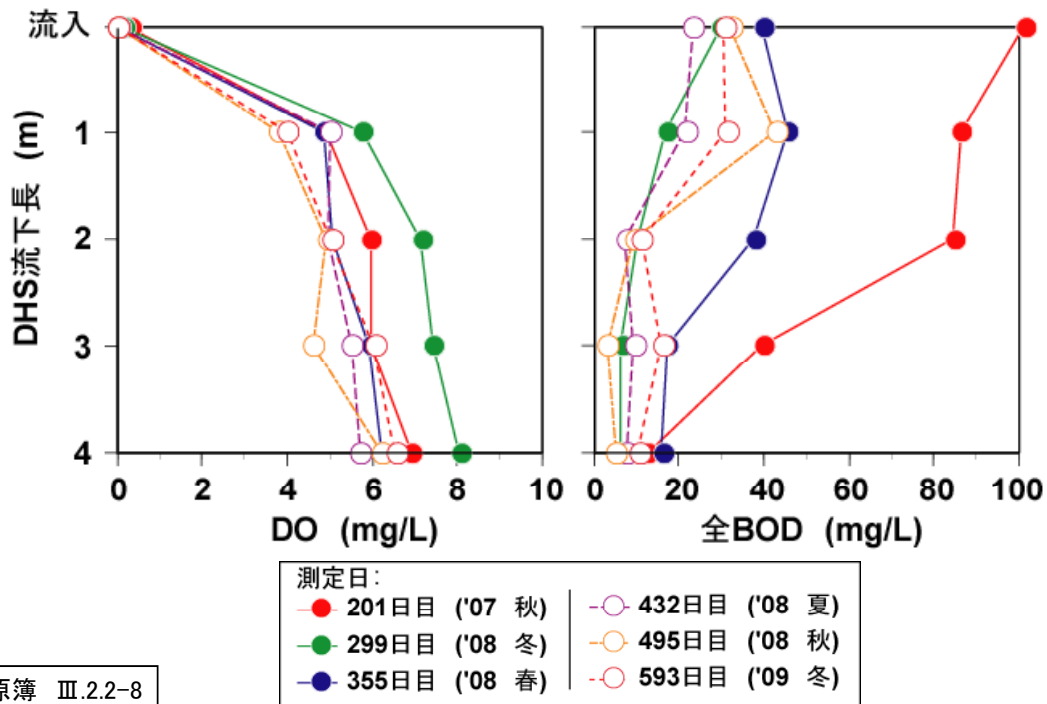
性能安定性調査 **SS処理成績**



DHSでのSS除去期待できない...?

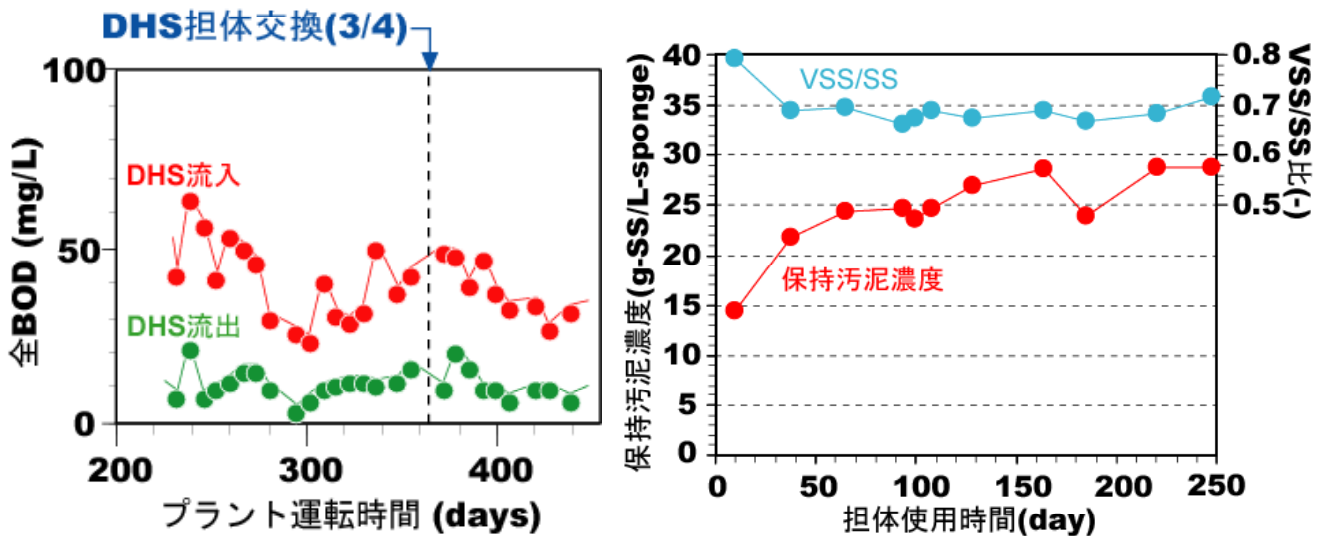
性能安定性調査 **処理水質プロファイル(DO, BOD)**

4m程度の流下長で安定した処理水質が得られた。



性能安定性調査 **DHSの特長・・・スタートアップ**

種汚泥なしでも、ごく短い期間でスタートアップが可能



担体交換(3/4)の影響検出せず
(水質分析間隔・・・1回/週)

汚泥植種なしで迅速な立上がり～安定
VSS/SSも長期間にわたり安定

<小 括>

○担体の開発

キューブ型担体が、強度、施工性の面ですぐれる。
 散水器 ⇒ キューブ型担体なら簡易型(固定式)でよい。

○処理性能

スタートアップが早い(<1週間)。
 BODは良好に除去。SSは苦手。
 保持汚泥性状安定(無機物の異常蓄積なし)

○DHS設計基準・構造・操作因子

流下長 ⇒ >4mで水質確保
 BOD容積負荷 ⇒ 活性汚泥法と同等程度
 汚泥管理 ⇒ 不要

実施内容と工程

DHSの有する基礎的な特性を把握するために、
 以下の内容と工程で研究を実施した。

赤字 : 今回報告項目

実施内容	H18年度	H19年度	H20年度
I 【 DHS担体の基礎的特性の把握 】			
①濃度影響評価試験	■		
②汚泥捕捉能力評価試験	■		
③酸素供給能力調査	■		
II 【 新規担体 (G3-2) 評価試験 】			
①小型DHSの処理性能評価	■		
②稼働中小型DHSにおける G3-2担体の酸素供給能力調査		■	
③窒素除去特性評価	■		
III 【 DHS内生物特性評価 】			
①微小動物定量評価		■	
②細菌群集構造解析		■	

I DHS担体の基礎的特性の把握

① 濃度影響評価試験

② 汚泥捕捉能力評価試験

③ 酸素供給能力調査

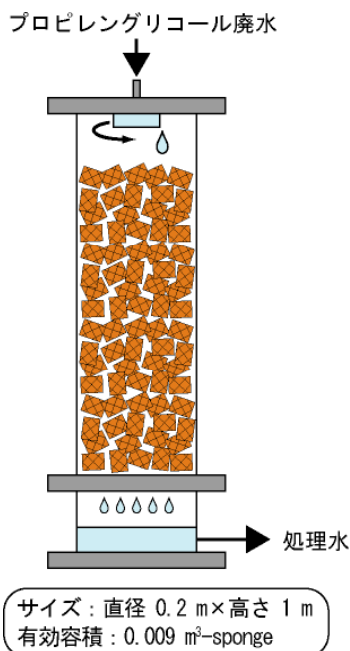
事業原簿 Ⅲ.2.2-10

16 / 30

DHS担体の基礎的特性 濃度影響評価

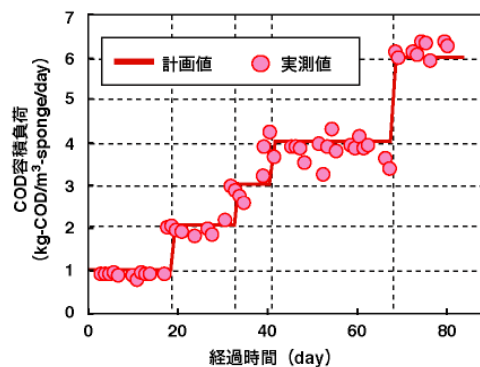
DHSの許容負荷(易分解性有機物を用いた試験)

→有機物負荷を増加させたときの応答を調査(新規担体G3.2使用)



プロピレングリコール廃水の組成

PG	1430	mg/L
(as COD _{Cr} :)	2500	mg/L)
NH ₄ Cl	143	mg/L
KH ₂ PO ₄	16.5	mg/L
K ₂ HPO ₄	21.1	mg/L
SS	0	mg/L
処理水量	3.6 ~ 21.6	L/day
COD容積負荷	1.0 ~ 6.0	kg-COD/m ³ /day



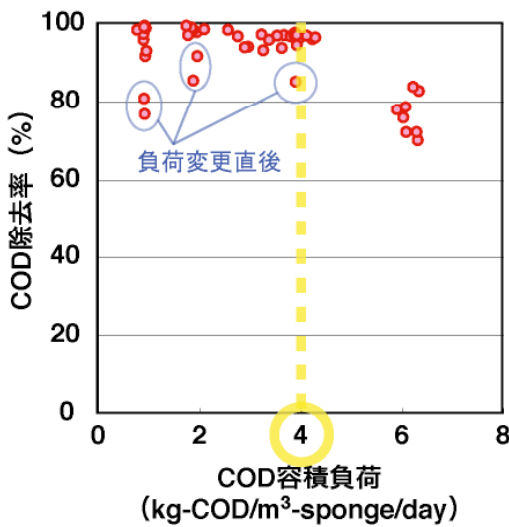
事業原簿 Ⅲ.2.2-10~11

17 / 30

DHS担体の基礎的特性 濃度影響評価

DHSの許容負荷(易分解性有機物を用いた試験)

→有機物負荷を水理的に増加させたときの応答を調査(新規担体G3.2使用)



COD容積負荷

4 kg-COD/m³/d 以下 →
(2.4 kg-BOD/m³/d 以下)

6 kg-COD/m³/d →
(3.6 kg-BOD/m³/d)

従来の活性汚泥法で
アルコール系廃水の処理を行った場合…

BOD容積負荷 0.9-1.2 kg-BOD/m³/d 以上で
BOD除去率が 90 %を下回る。

平均COD除去率

95 % 以上
(BOD 97 % 以上)

75 % 程度に減少
(75 % 程度)

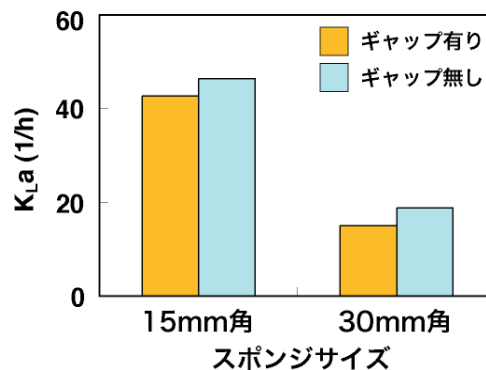
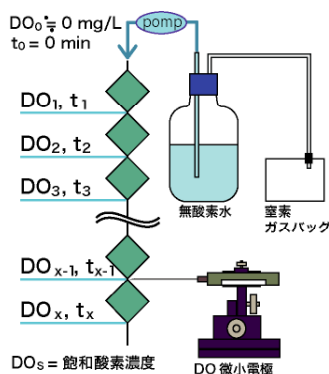
(参考: 水処理工学, 1990)

○ DHS単独での単一成分除去能力は、活性汚泥法に比べて極めて高い。

酸素供給能力調査

kLa(総括酸素移動容量係数)を用いて
スポンジ担体の酸素吸収能を評価

$$k_L a = \frac{2.303}{t_x} \log \frac{DO_S - DO_0}{DO_S - DO_x}$$



本実験で得られたkLa

DHS 14.8~46.6 (h⁻¹)

ASP 6~33 (h⁻¹)
(活性汚泥法)

R. Zamouche et al / Desalination, Vol.206, pp.414-423, 2007.

○ 無曝気にも関わらず高い酸素吸収能

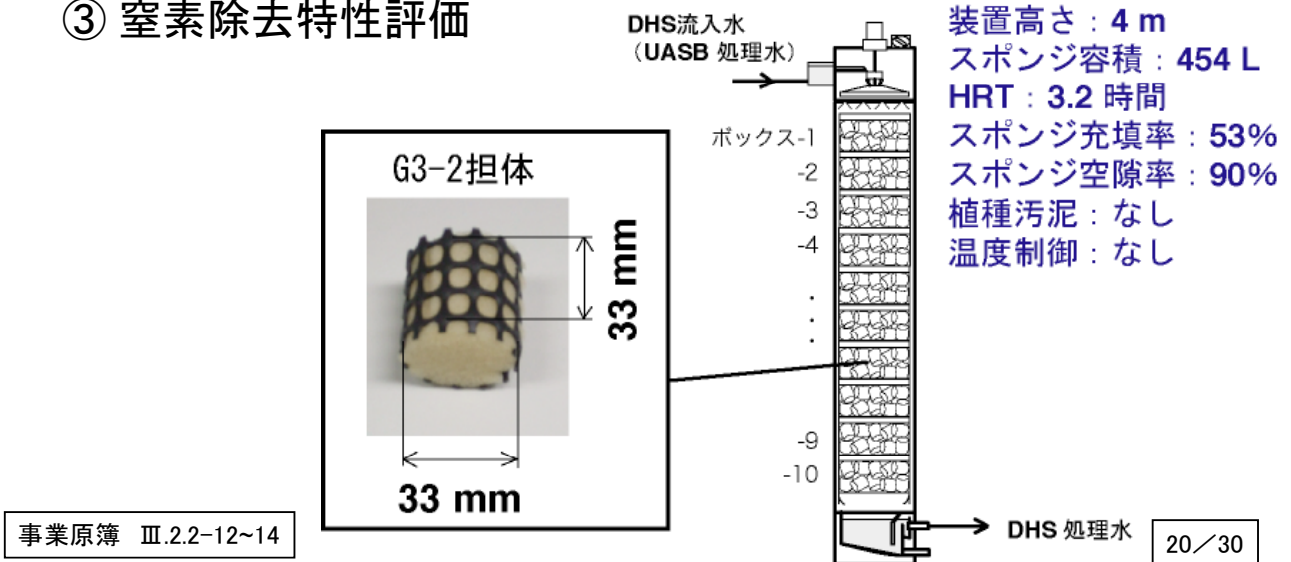
Ⅱ 新規担体(G3-2)評価試験

① 小型DHSの処理性能評価

→パイロットDHS試験(国分)に先立って下水処理UASB後段処理を実施

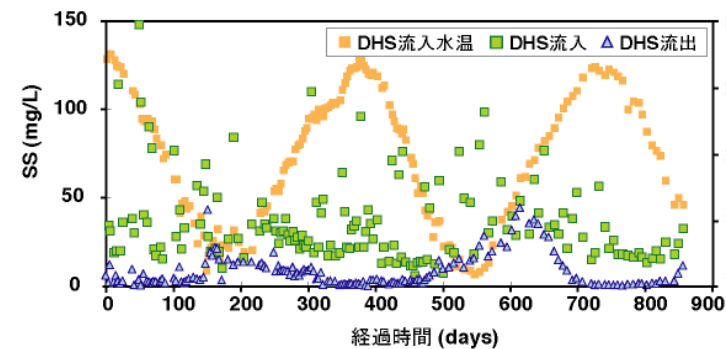
② 稼働中小型DHSにおけるG3-2担体の酸素供給能力調査

③ 窒素除去特性評価



新規担体評価試験 小型DHS処理性能評価

SSおよび全BODの経日変化

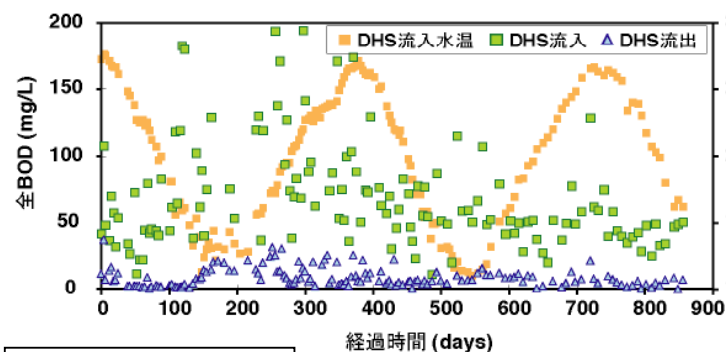


SS

DHS流入 47 (±82) mg/L

DHS流出 8 (±9) mg/L

平均除去率 82%



全BOD

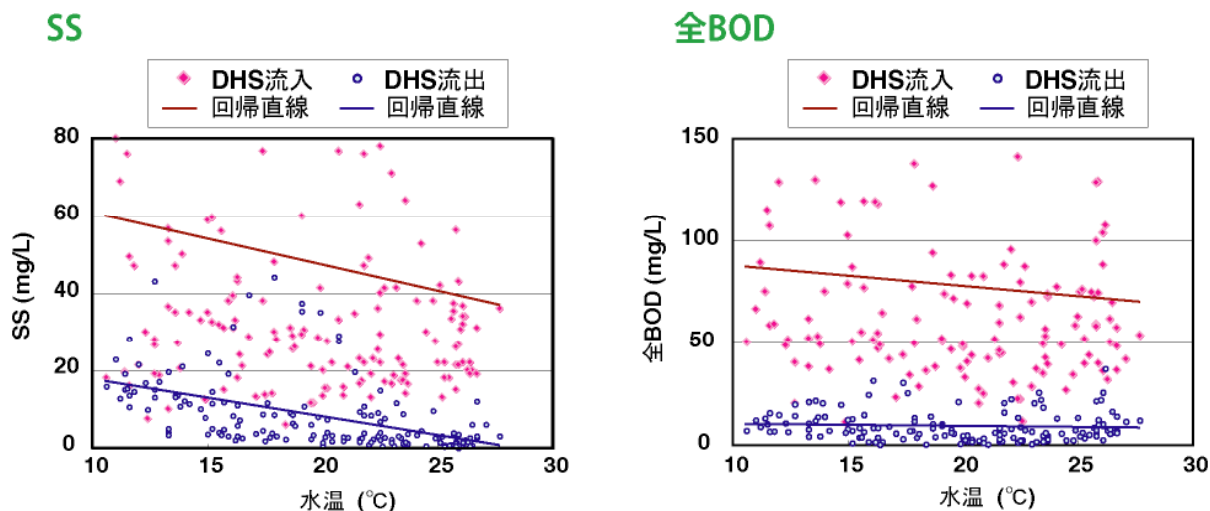
DHS流入 77 (±54) mg/L

DHS流出 9 (±7) mg/L

平均除去率 88%

新規担体評価試験 小型DHS処理性能評価

水質と温度の相関



- 水温10~28°Cの温帯の気候域において全BODの除去は可能である。
- SSについては温度が下がるとDHS流入は大きくばらつく。
DHSでは水温の低下に伴う処理性能の低下を緩和した。

→実証プラントの担体選定に反映

Ⅲ DHS内生物特性評価

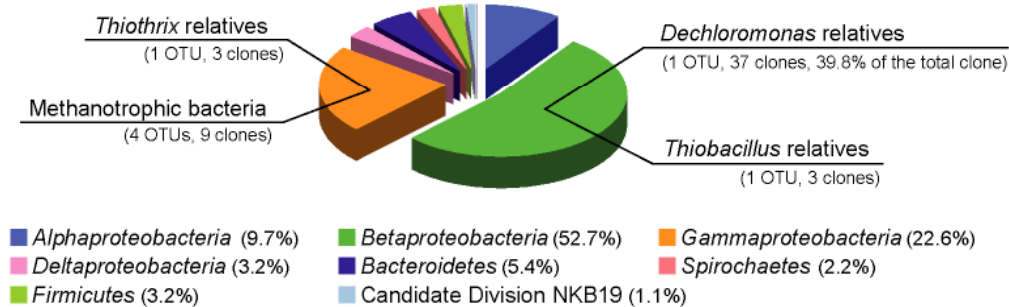
① 微小動物定量評価

② 細菌群集構造解析

DHS内生物特性評価 細菌群集構造解析

クローニング解析結果

◆ DHS 上部 のクローニング解析 (解析クローン : 93 → OTU : 32)



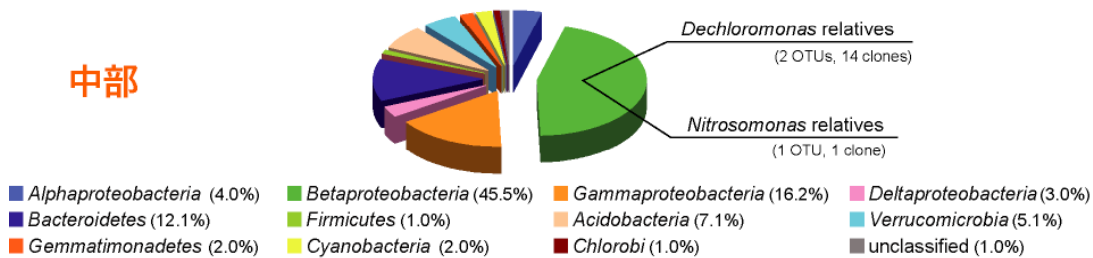
- 低級脂肪酸を資化するDechloromonas属が優占
→ DHSにおける嫌気分解と好気分解の同時進行を示唆
- メタン酸化細菌がみられる
→ DHS流入水 (UASB処理水) に含まれる溶存メタンを酸化

DHS内生物特性評価 細菌群集構造解析

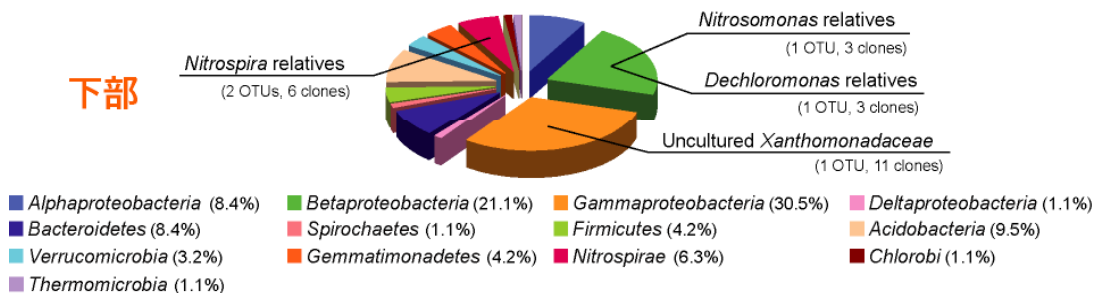
クローニング解析結果

◆ DHS 中部・下部 のクローニング解析 (中部: 解析クローン : 99 → OTU : 70, 下部: 解析クローン : 95 → OTU : 61)

中部



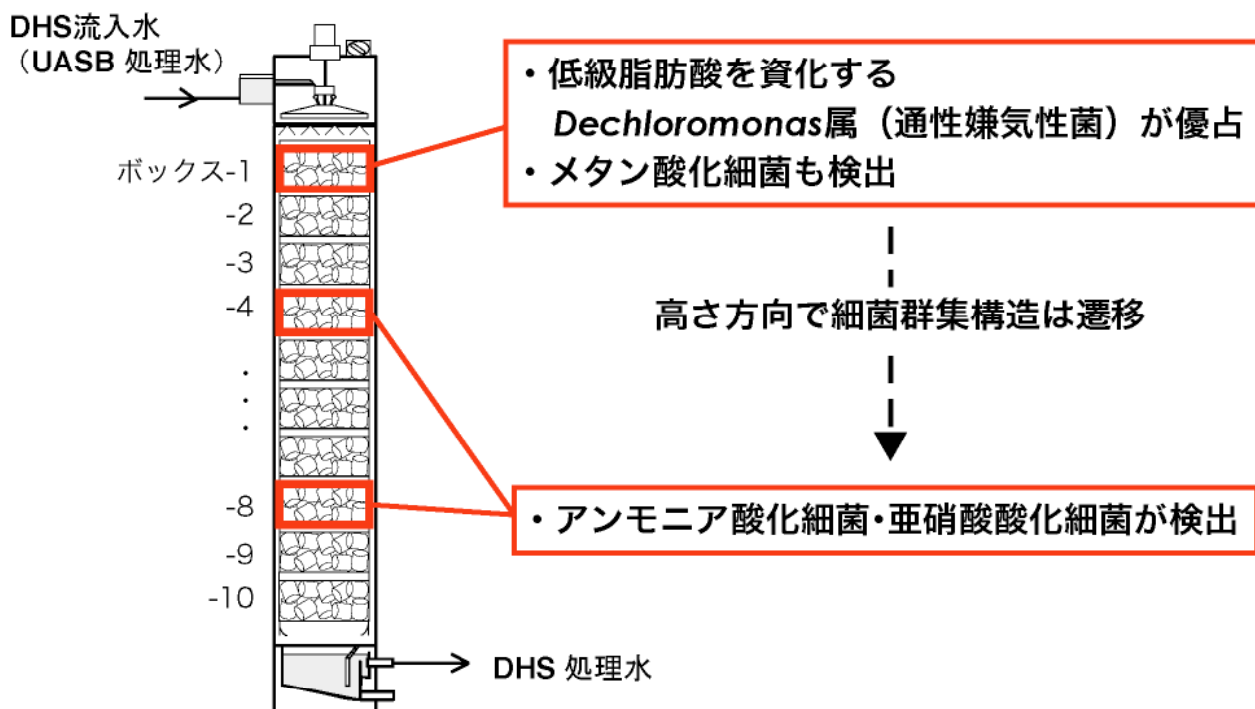
下部



- 流下方向で多様性がみられる。
- 特に下部においてアンモニア酸化・亜硝酸酸化細菌がみられる。

DHS内生物特性評価 細菌群集構造解析

クローニング解析結果



<小 括>

<スポンジ担体の基礎特性>

- ・ 好気性処理法として高い有機物負荷を許容できる。
COD容積負荷4 kg-COD/m³/d→平均除去率 95 %以上
- ・ 無曝気にも関わらず、スポンジ担体は
活性汚泥法と同等の酸素供給能力を有する。

<新規担体評価>

- ・ G3-2担体を用いたDHSは、優れた処理性能を有し、
水温10~28℃の気候においても有機物を十分除去した。

<DHS内生物特性評価>

- ・ DHS微生物群集構造は高さ方向に変化し、
水質プロファイルを反映する微生物の存在を明らかにした。

＜総括＞ 成果の意義

◇反応槽の設計基準・構造・操作因子に関する研究開発

- ・適切な担体を選択した。
- ・2年に及ぶ連続運転から、無曝気・無加温での年間にわたる処理特性を把握した。

◇DHS基礎技術研究

- ・KLa等、反応槽設計にかかわる基礎的な知見を提供した。
- ・上記パイロットプラント試験に先立ち、新規担体の処理性能を評価することで、担体の選定を効率化した。
- ・有機物・窒素除去に関する微生物学的知見は、DHSが溶存メタン酸化や硝化の機能を有することを裏付けた。

＜総括＞ 目標の達成度

◇目標

DHS反応槽の設計・操作上重要な知見を蓄積し、UASB-DHSトータルシステム確立の基盤をつくる。



◇結果

下記の重要な知見を得た(目標達成)

	得られた知見
設計に関わる知見	酸素移動効率(活性汚泥法と同等) 容積負荷(活性汚泥法と同等) 反応槽構造(流下長4m程度) 担体形状(キューブ型が取扱い易い) など
操作に関わる知見	スタートアップ早い(種汚泥なしで7~10日で定常状態) 汚泥管理不要(汚泥引抜き、汚泥追加、担体洗浄など不要)

成果の普及

論文発表(査読付) 11件
学会発表 多数