

水族館飼育水を循環利用できる 脱窒システムの開発

2014年10月17日

大成建設株式会社

国立大学法人長岡技術科学大学

1. 背景

1. 飼育廃水には、生物の排泄物や餌由来の生物にとって有害な窒素成分が蓄積
2. アンモニア態窒素 (NH_4^+-N) は除去、亜硝酸態窒素 (NO_2^--N) や硝酸態窒素 (NO_3^--N) は無処理
3. 全飼育水量の5～10%の海水を毎日排水し、同量の清浄な海水を補給して有害成分を希釈

2. 課題

1. 天然海水の運搬はコスト高
2. 運搬に伴うCO₂発生
3. 人工海水の製造はコスト高
4. 排水による下水処理場や環境への負荷増大



例) 50m³海水を運搬する場合, 約1.7t-CO₂発生

3. 目的

1. 廃水の減量と再生利用
2. 環境負荷の低減
3. ランニングコストの低減

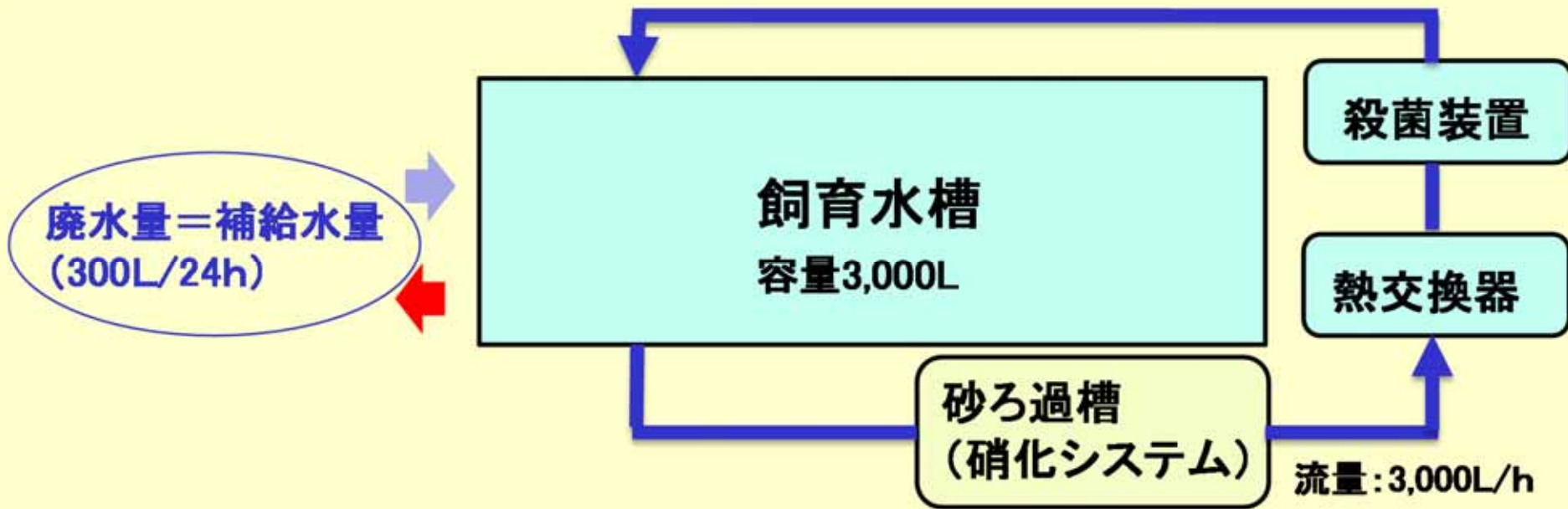


【開発のポイント】

- ・海水対応
- ・安全性
- ・コンパクト化
- ・低コスト

資源循環型の水処理システム

4. 従来の水処理システムのライン



排泄物・餌

タンパク質

アンモニア

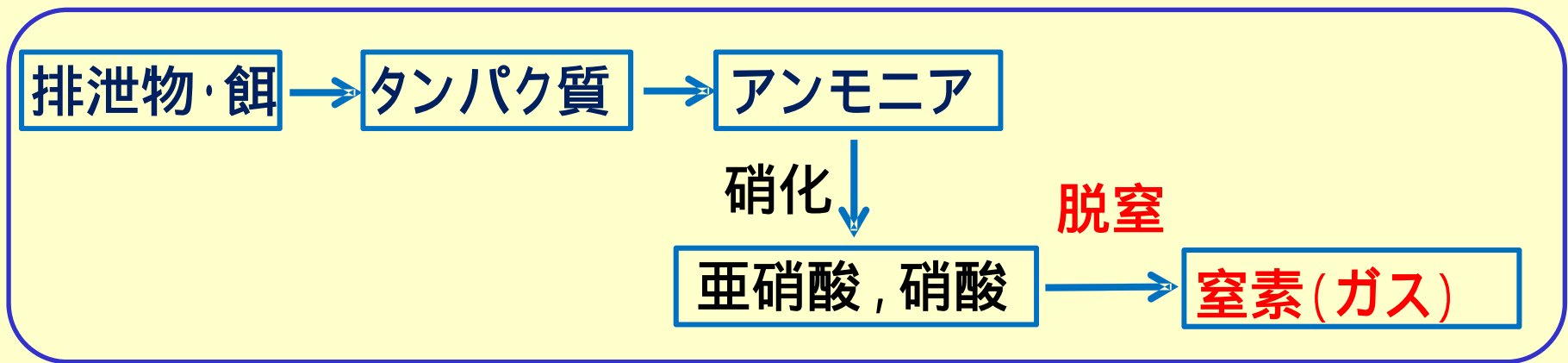
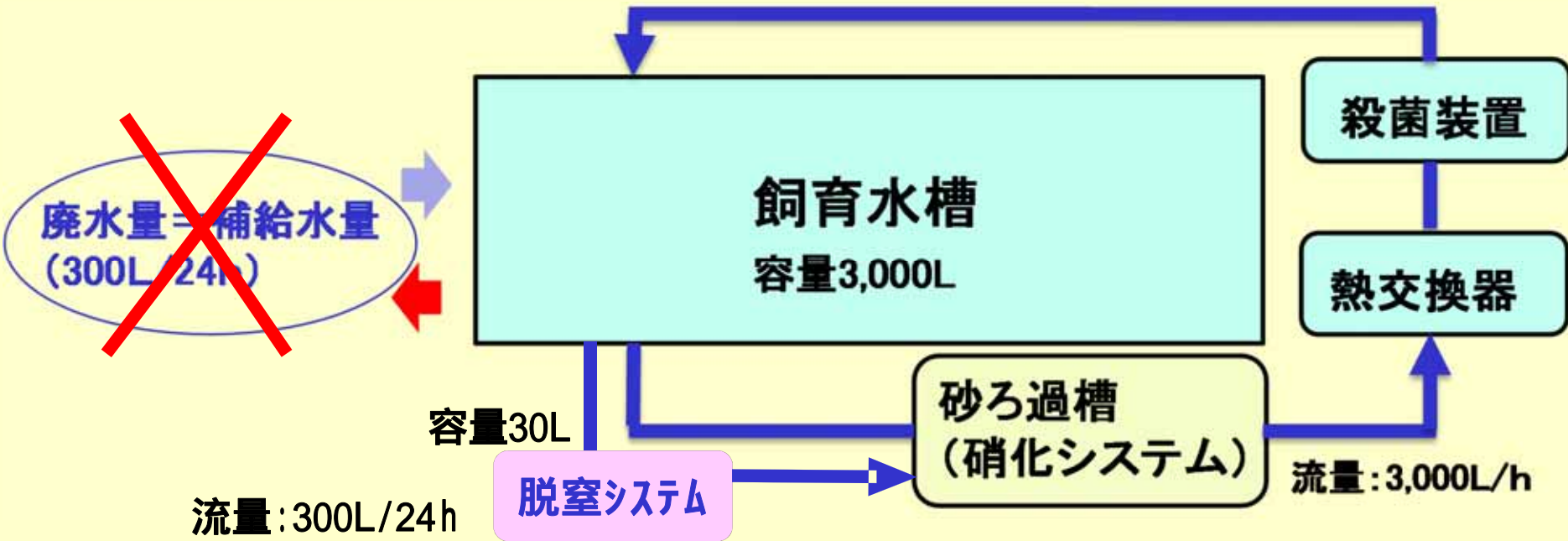
硝化

亜硝酸, 硝酸

有害成分の蓄積!

窒素成分の処理フロー (硝化処理)

5. 本水処理システムのライン



窒素成分の処理フロー (硝化処理 + 脱窒処理)

6. 研究開発のステップ

【1】高塩分・低窒素に対応する脱窒菌の選抜と最適条件の選定

・生物学的脱窒反応(グラニュール)による脱窒性能確認(40L)

【2】実飼育海水を使用した飼育実験

・脱窒性能と生物影響確認(400L)

【3】水族館の実飼育水での性能と生物影響の再検証(1,000L)

【4】実飼育水での長期安定性の検証(3,000L)

【5】大型施設への実機導入(～700m³)

7. 脱窒菌性能と生物への影響 (Step1 & 2)

脱窒菌:水族館ろ過砂

担 体:グラニュール(食品工場)

電子供与体:酢酸ナトリウム

水理学的滞留時間(HRT):2.5h

C/N比:3



グラニュール(脱窒菌)



脱窒槽



生物飼育水槽(400L)

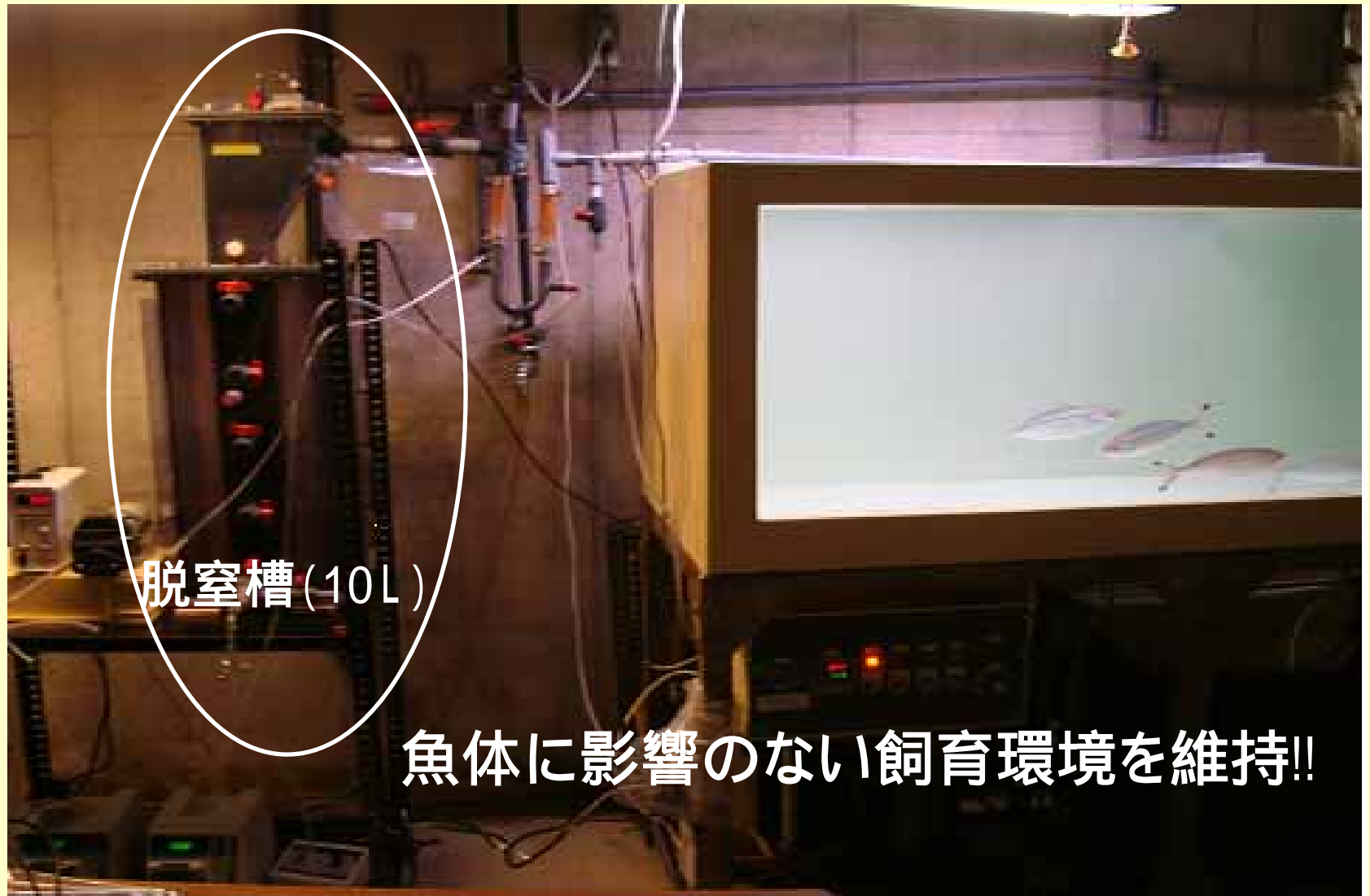
魚体に影響のない飼育環境を維持!!

8. グラニュール(脱窒菌)の品質管理

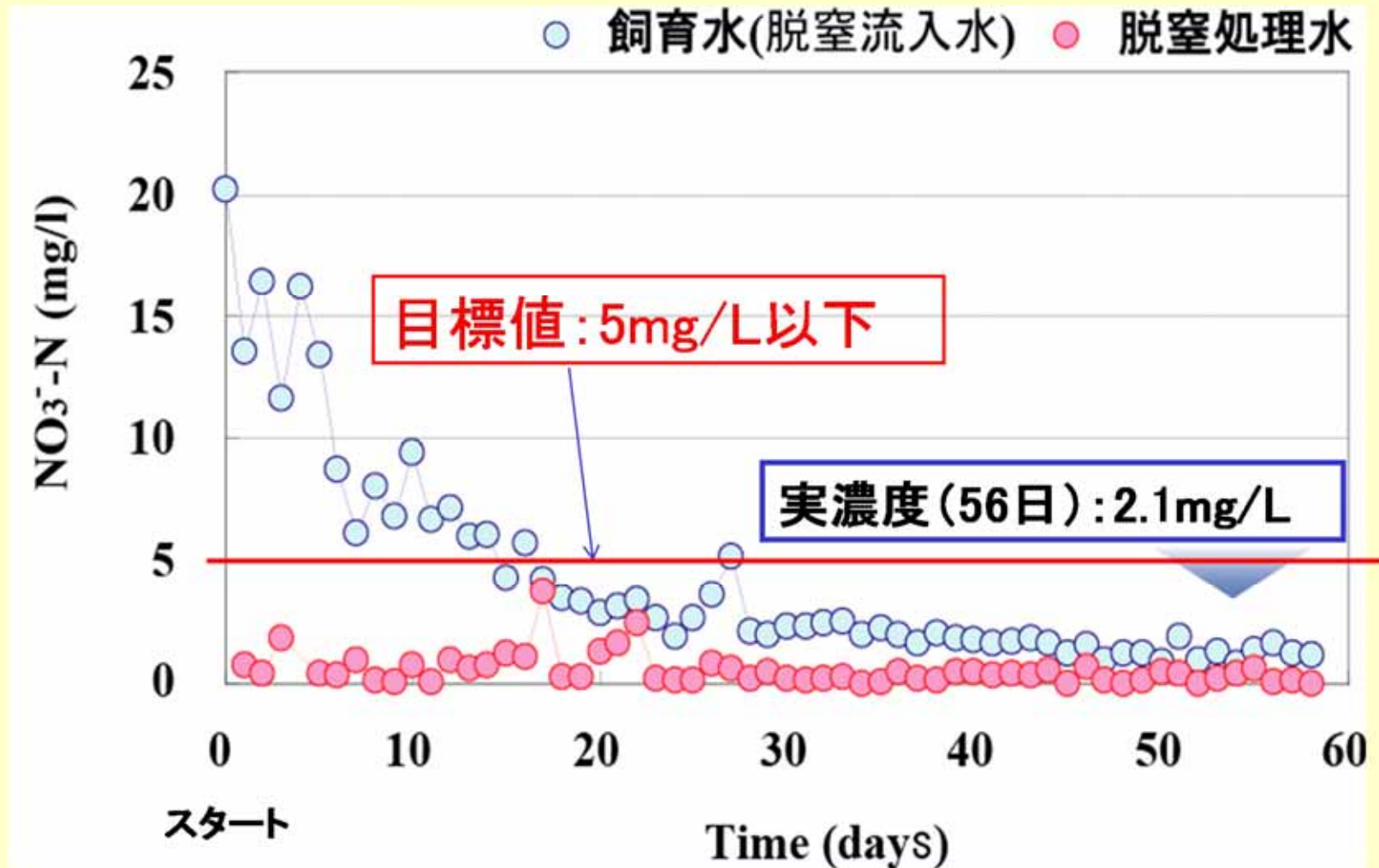
脱窒菌の遺伝子解析

系統的分類	割合(%)
Proteobacteria	63
-Proteobacteria	
<i>Azospirillum</i>	(1)
-Proteobacteria	
<i>Tauera</i>	(19)
-Proteobacteria	
<i>Pseudomonas</i>	(3)
<i>Marinobacter</i>	(1)
-Proteobacteria	
<i>Desulfobacter</i>	(1)
<i>Denitromonas</i>	(3)
Others	35

9. 実証試験 (Step3: 1,000L水槽)



10. 有害窒素成分の推移



硝酸態窒素の経日変化(目標値: 5mgN/L以下を達成。ただし、無処理の場合、NO₃⁻-Nは2か月で60mgN/L程度まで上昇)

11. 長期安定性の検証 (Step4 : 3,000L)



大成建設 技術センターの常設展示水槽 (3m³)
(1年以上海水の補給なし)

12. 水族館への導入実績 (Step5: 700m³)

長岡技術科学大学



グラニュール(脱窒菌)
の大量調製

S水族館



設置した脱窒槽(魚類や負
荷量の多いペンギン, オット
セイ等の飼育水に適用)

13. 特徴

1. 高塩分・低濃度下の処理
 - ・塩濃度が高い(3.5%)海水対応
2. 高脱窒性能と生物への安全性
 - ・硝酸態窒素は低濃度(数mg/L)を1年以上維持
 - ・多段階的に検証して飼育生物への安全性確認
3. 脱窒菌の菌叢解析による品質管理
4. コンパクト化
 - ・容量は総水量の約1%
5. 後付設置が簡単

14. まとめ(システムの効果)

1. 廃棄物の減量効果

- ・排水量の減量(50m³/日 ~ 100m³/日)
- ・補給海水量の減量(同上)

2. 省資源・省エネルギー効果

- ・補給海水の保温用熱エネルギーの節約

3. 環境保全・CO₂削減効果

- ・下水処理場や環境への負荷低減
- ・CO₂の大幅な削減(約620t-CO₂/年)が期待

4. 経済的効果

- ・補給水量50m³/日の場合, 天然海水5,000円/m³とすると約9,000万円/年のコスト削減

以上, 計算値は飼育水量1,000m³で換水率5 ~ 10%とした場合

15. 今後の展開

1. 養殖施設

- ・陸上養殖施設

2. 農業環境分野

- ・地下水汚染対策

3. 土木工事

- ・大深度地下水汚染対策
- ・閉鎖性水域の富栄養化対策



養殖施設