

ベトナムにおけるハイブリッド伏流式 人工湿地ろ過システム普及事業

アジアにおける水環境改善ビジネスに関するセミナー

2019年7月24日

(株)たすく、(株)サティスファクトリー、
(国研)農業・食品産業技術総合研究機構

(1) 事業概要

実施国及び対象とする排水

ベトナムにおける畜産排水

適用技術と特徴

日本で産学官の連携協力により開発された「**ハイブリッド伏流式人工湿地ろ過システム**」

- **低コスト**
- **省エネルギー**
- **省スペース**



効果

- ベトナムの農村部における
- 水質改善
 - 資源・エネルギー循環の向上
 - 生活環境の改善
 - 畜産業の持続的発展

背景

- ベトナムの養豚業は中国に次いでアジア第2位の飼養頭数を誇る重要産業
⇒ 大量に排出される養豚糞尿の処理が課題
- (株) たすくは既にベトナムにおいて2つの養豚場に対して伏流式人工湿地ろ過システムを設計・施工済み
⇒ 水質改善効果等の定量的な把握、検証は未実施。施工後、現地側での管理も不十分で、本格的な普及に至っていない

ビジネスモデル

ハイブリッド伏流式人工湿地ろ過システムの設計・施工及びメンテナンス事業

実施目的及び内容

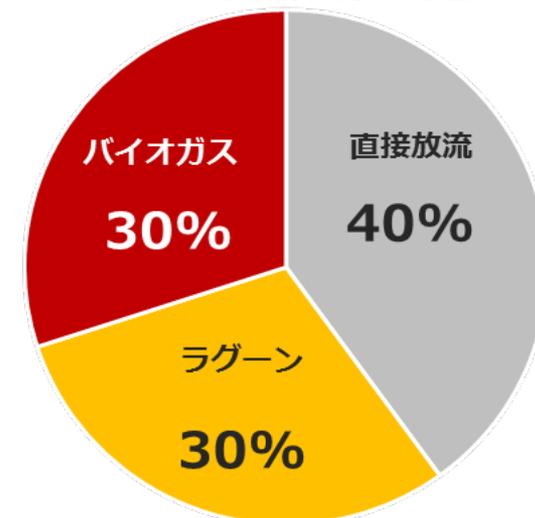
日本で開発された低コストかつ実用的な「**ハイブリッド伏流式人工湿地ろ過システム**」の普及を目指し、導入効果の定量的な評価及び検証を行うと共に、ベトナムに適したシステムの検討及びビジネスモデルの構築を行う。

(2) 事業実施地域の状況・課題、モデル事業実施までの経緯

事業実施地域の状況

- ベトナムでは、豚肉が国内食肉生産量全体の約8割を占める。
- 約195億トン/年の養豚糞尿が発生※1している。そのうち約40%は池、河川及び下水への直接放流等、不適正な処理が行われている。さらに、バイオガス処理もしくはラグーン処理が行われている残りの養豚糞尿についても、処理後の排水質に課題が多い※2。
- 適正な処理が行われていない畜産糞尿は、ベトナムで水質汚染、悪臭など生活・衛生環境を悪化させている。また、不適正な排水処理により、GHG排出源（嫌気性発酵によるCH₄排出）にもなっている。このため、近年ベトナムでは、畜産施設における環境汚染に対し、厳しい目が向けられている。

ベトナムにおける養豚糞尿の処理方法※2



※1 データ出典：天然資源環境省

※2 天然資源環境省発行「National Environment Report 2014」より

コンプライアンスに準拠した適正な排水処理が必要!?

本モデル事業を通じた検証項目

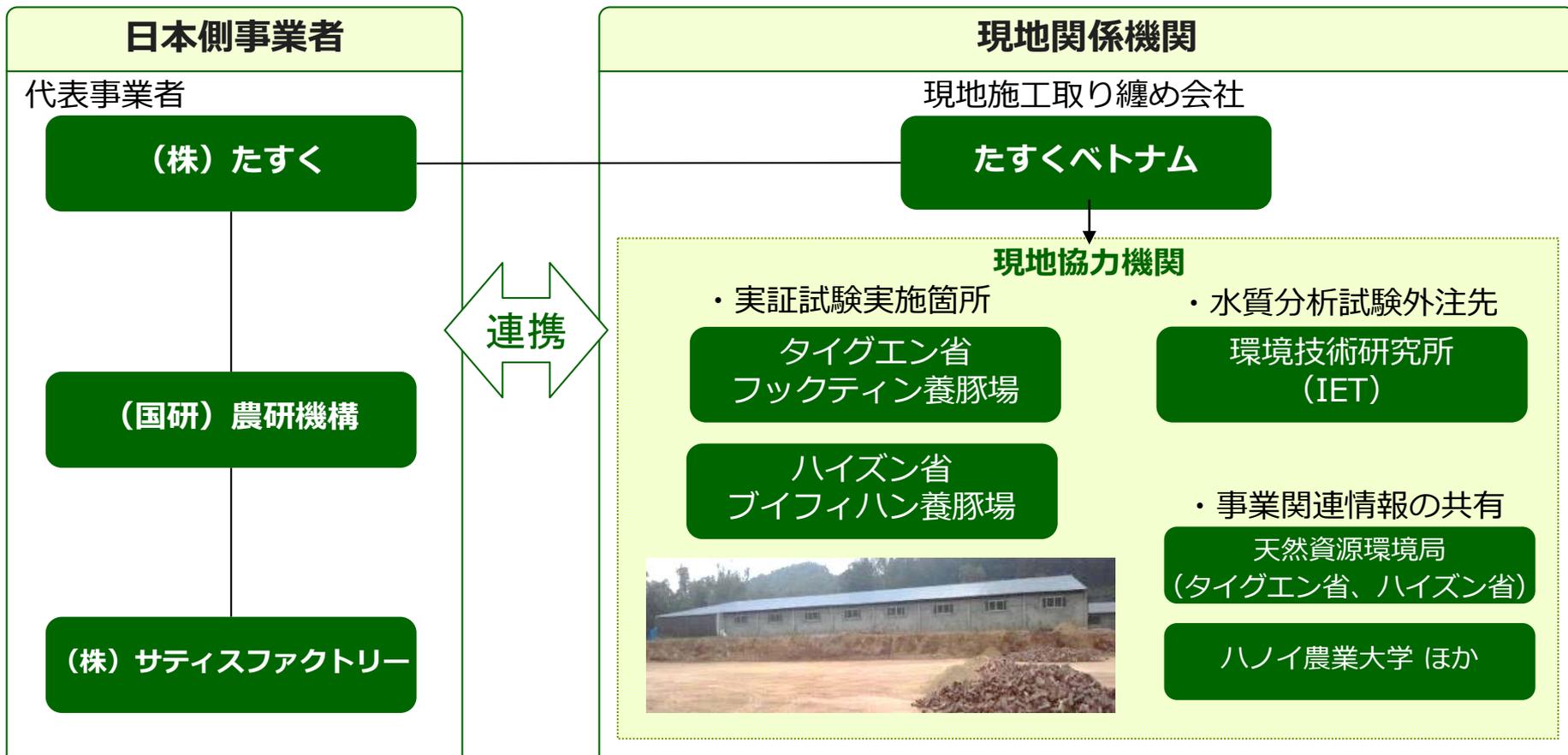
技術面での検証

- ベトナムの気候・水質・資材・インフラ・植生・排水条件下において、伏流式人工湿地システムは現地の処理水質ニーズを満たすことができるのか実証試験と分析を通して検証

事業面での検証

- ベトナムで課題とされている養豚排水処理の業界において、伏流式人工湿地システムは競争力があるのか。競争力がある場合、どのような事業戦略で導入・普及を図るのが適切か
- 養豚排水処理業界で仮にビジネス的な側面から事業者ニーズと合致しない場合、他にどのような市場への適用が考えられるのか

(3) 事業実施体制・関係機関との調整状況



- ✓ 両養豚場について、当初弊社開発予算で事業を推進していたが、開発資金不足のため不完全な状態のままとなり、改修・データ取得が困難となっていた
- ➔本プロジェクトによりポンプ整備等、状況を改善しデータ取得や新規改善の推進が可能に

(4) 導入する技術の概要

導入技術の概要

- 導入技術は（株）たすく及び農研機構他により開発された「**伏流式人工湿地ろ過システム**」
- 伏流式人工湿地ろ過システムは、ヨシなどを植栽した砂利や砂の層で汚水をろ過して浄化する手法。
- 好気・嫌気の多段型ろ床の組合せ（ハイブリッド）や処理水の一部を循環するろ床に加えて、目詰まりを回避する特殊かご構造や、ろ床表面の浮かぶ資材の活用などの工夫により、面積あたりの浄化効率を高めている

ハイブリッド伏流式人工湿地の特徴

- 面積あたりの浄化効率が世界的な設計標準値よりも大きく、従来型の伏流式人工湿地よりも**省スペース（約1/2～1/5程度）**で設置可能
- 導入コストおよびランニングコストが安価。活性汚泥処理法と比較すると、**初期投資費用は3/4、運転費用で1/20程度**
- 汚水の濃度や量の変化に対応可能
- 有機物や窒素の浄化能力に優れる
- 悪臭や害虫の発生を抑制可能

導入事例

- 酪農施設、養豚場、養鶏場、国立公園施設 2次処理水、チーズ工場などの有機性汚水処理施設として国内外で**19件の導入実績**（2017年11月現在）。

特許

特許（登録） 4877546（平23.12.9）

発明の名称 伏流式人工湿地システム

出願人 （国研）農業・食品産業技術総合研究機構、（株）たすく、（地独）北海道立総合研究機構

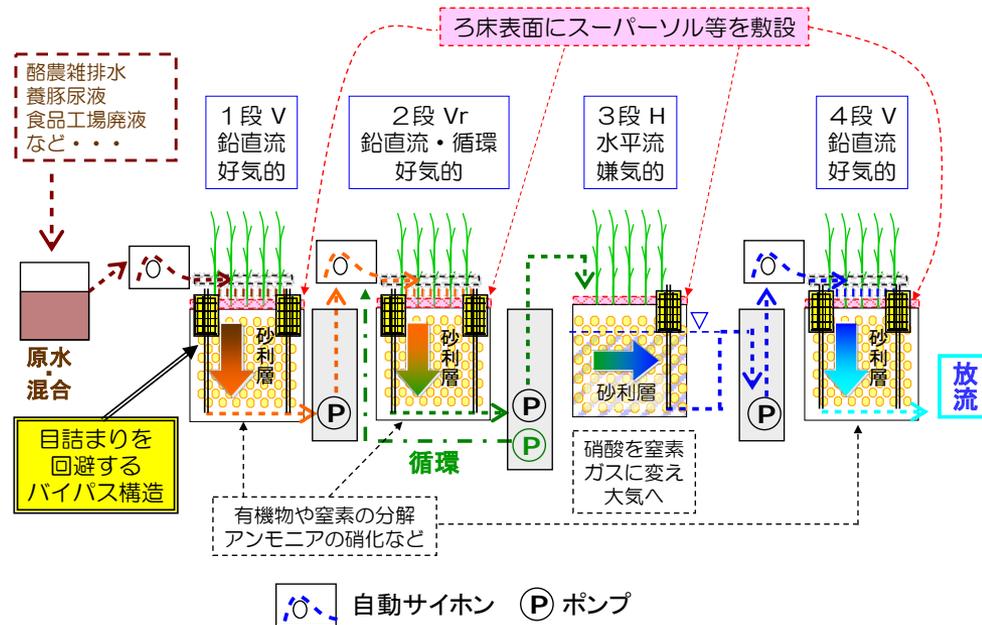


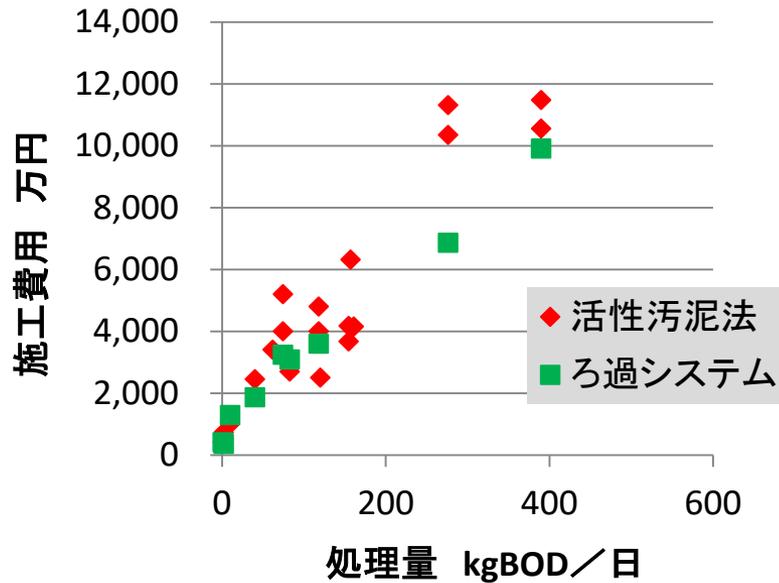
図. ハイブリッド伏流式人工湿地ろ過システムの流れ図（4段の例）

(4) 導入する技術の概要

(参考) コスト比較 (日本における比較結果)

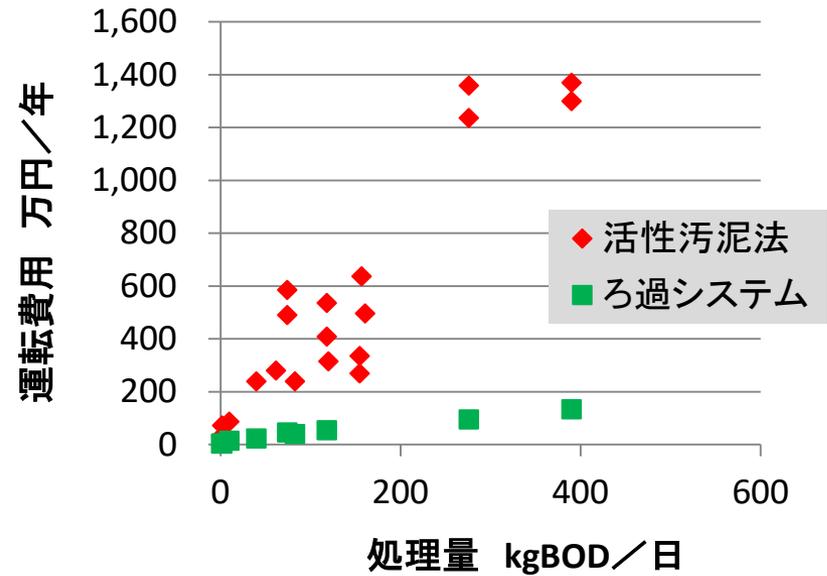
約 3 / 4

導入費用



約 1 / 20

運転費用 (電気代など)



活性汚泥処理法*と人工湿地ろ過システムのコスト比較 (原水及び処理水のBODが同じ条件で比較)

*活性汚泥法の費用 (電気・薬品など) 値は、主に (財) 畜産環境整備機構の家畜ふん尿処理施設・機械選定ガイドブック (汚水処理編) の評価書個表を参考に試算

(5)これまでの事業実施内容と結果概要

項目	詳細内容	目的
実証試験の継続	<ul style="list-style-type: none"> ・ タイグエン省とハイズン省の養豚場の人工湿地において、循環ポンプを稼働した場合の水質浄化効果を検証 →特に窒素や大腸菌の浄化効果を確認 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 新技術公認取得に向けたデータ収集 ・ 処理実績の積上げによる信頼性向上 ・ 宣伝効果による技術普及の促進
	<ul style="list-style-type: none"> ・ 定期的な保守管理手法を検討 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 塩分の集積によるポンプの目詰まりを回避
新技術公認取得に向けた調整	<ul style="list-style-type: none"> ・ 具体的なデータや資料内容を関係機関と協議。 ・ 早期取得に向けた必要要件の抽出および申請準備 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 利益侵害に対する対応策 ・ 人工湿地のスムーズな普及
事業計画書の修正	<ul style="list-style-type: none"> ・ 人工湿地コスト削減の再検討およびローカライズ化に向けた詳細検討 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 日本でしか入手できない資材の安価かつ安定的な調達。 →将来的なベトナム国内生産の可能性を探る
	<ul style="list-style-type: none"> ・ QCVN62の普及に関するMARD等との協議 (実証データに基づく処理能力優位性の提示) 	
	<ul style="list-style-type: none"> ・ その他付随調査の実施 	

(5)これまでの事業実施内容と結果概要

現地実証試験地

タイグエン省
フックティン養豚場
(2014年施工)

H28年度 (部分改修)

- ・ポンプ交換
- ・自動サイホン改修

H29~30年度 (全面改修)

- ・ポンプ槽改修
- ・目詰まり軽減用ステンレス格子設置
- ・スケルトラブル回避用循環ポンプ増設

ハイズン省
ブイフィハン養豚場
(2012年施工)

H28年度 (改修前)

- ・事業者が独断で改修を実施した結果、従来の機能が損なわれ、表面流 (池) の状態

H29~30年度 (全面改修)

- ・ポンプ設置
- ・散水管設置
- ・自動サイホン改修
- ・植物定植 (牧草種子散布)
- ・目詰まり軽減用ステンレス格子設置
- ・スケルトラブル回避用循環ポンプ増設

ハノイ

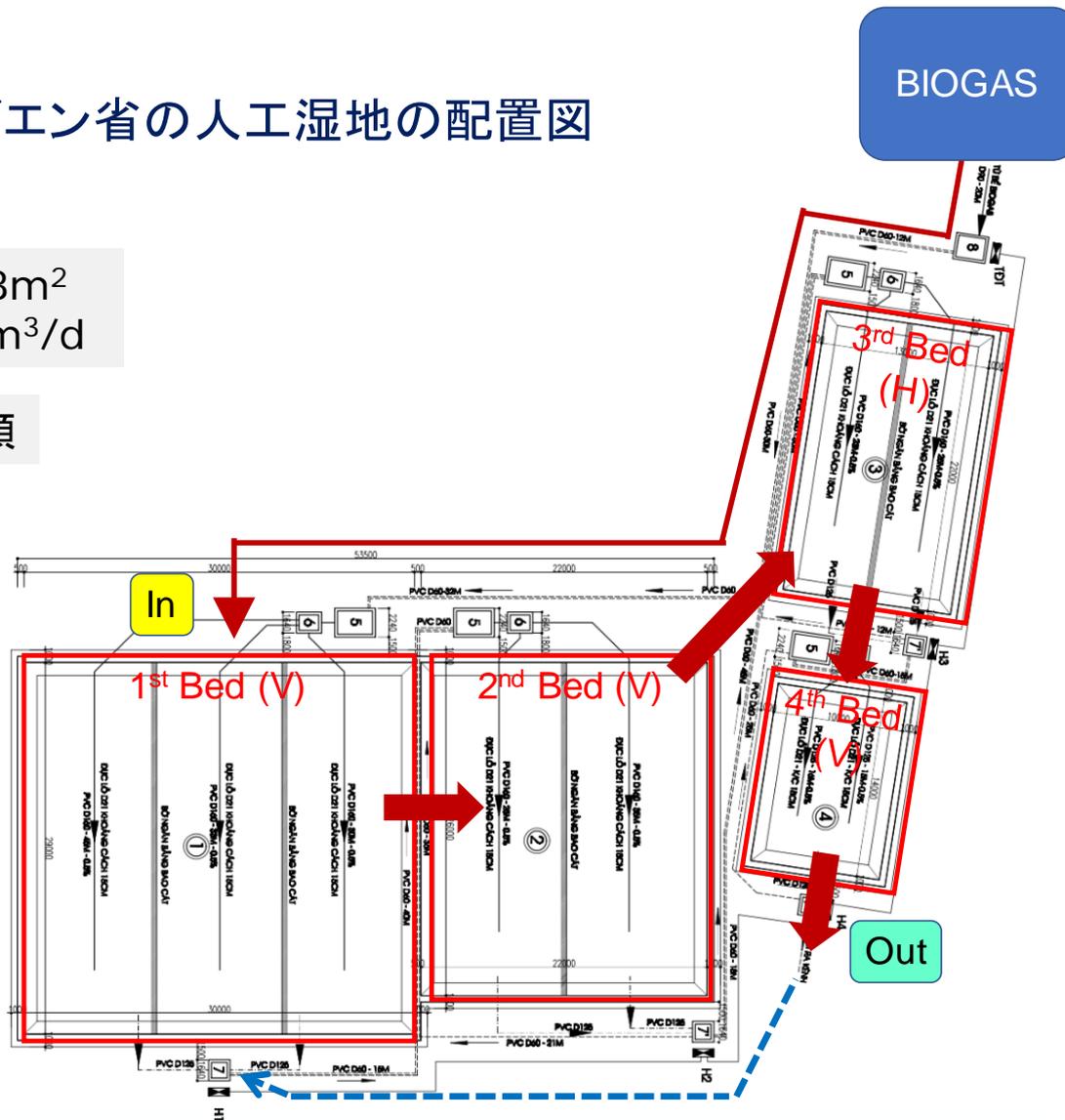
(5)これまでの事業実施内容と結果概要

タイグエン省

タイグエン省の人工湿地の配置図

ろ床面積 : 1,868m²
設計流量 : 120 m³/d

育成豚 4,000 頭



(5)これまでの事業実施内容と結果概要

タイグエン省 (H29年度)

ポンプの交換、ポンプ槽の改修



バイオガス化後の消化液を処理



サイホンの改修



(5)これまでの事業実施内容と結果概要

実証試験の継続について

タイグエン省フックティン養豚場

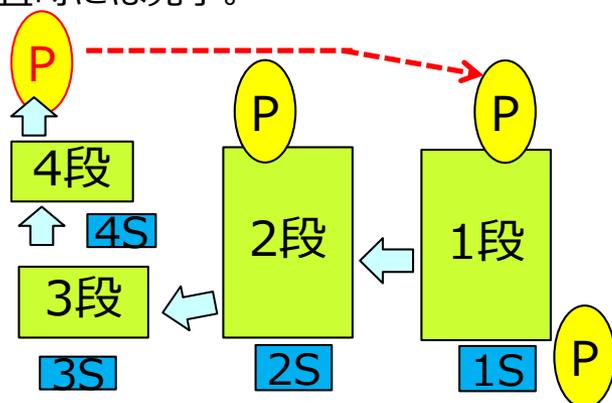
2018年5月、8月、11月、12月（計4回）の現地調査&打合せ実施

・前年からのポンプの塩類集積（スケール）トラブル、雨期の増水などの理由により、新たな養豚場の建設などの理由により人工湿地の稼働を一時的に停止→水質・水量の調査が実施できず。

・処理水の一部を循環することによりスケールトラブルを回避することを提案 → 循環ポンプ新設の改修工事を12月調査時には完了。



循環ポンプを新設



(5)これまでの事業実施内容と結果概要

実証試験の継続について

タイグエン省フックティン養豚場

- ・ 2018年12月水質サンプリング、日本人技術者派遣による配電盤修理、循環ポンプ動作確認。
- ・ 2019年1月、再度訪問予定だったが、タイグエン省で発生している口蹄疫もしくはアフリカ豚コレラの防疫措置のため養豚場立入禁止。

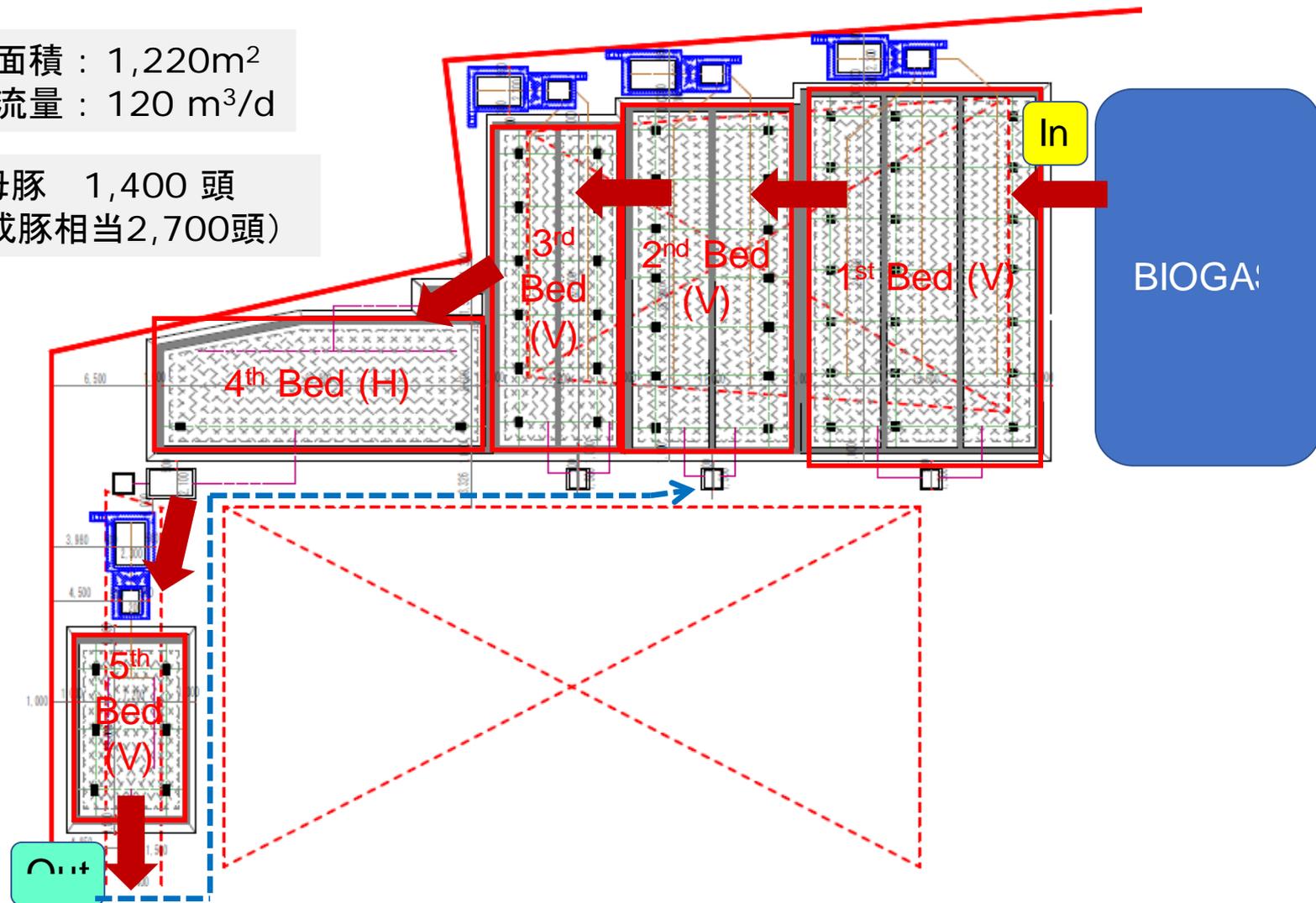


(5)これまでの事業実施内容と結果概要

ハイズン省

ろ床面積 : 1,220m²
設計流量 : 120 m³/d

母豚 1,400 頭
(育成豚相当2,700頭)



(5)これまでの事業実施内容と結果概要

実証試験の継続について

ハイズン省ブイフィハン養豚場

2018年5月、8月、9月、11月（計4回）の
現地調査&打合せを実施

【調査内容】

- ・ 自動サイホンなどの動作不良の改善。
- ・ 水質分析（依頼分析）、水量データのモニタリング調査。
- ・ ポンプの塩類集積（スケール）のトラブルは、処理水の一部を循環することにより改善できた。
- ・ （9月に中国で発生した）アフリカ豚コレラの防疫の観点から、外国人の立入制限を強化。



<参考> ベトナムと日本畜産排水基準の比較

ベトナム（QCVN 62-MT:2016/BTNMT）と日本（畜産業に関わる排水規制）の比較

項目	単位	ベトナム(QCVN2016)		日本(畜産排水) ^{*1}
		A (生活用水)	B (生活用水以外)	排水基準値 < >内は日間平均
pH	-	6~9	5.5~9	5.8~8.6
BOD ₅	mg/L	40	100	160 <120>
COD _{Cr} ^{*2}	mg/L	100	300	-
COD _{Mn} ^{*2}	mg/L	-	-	160 <120>
総浮遊物質(TSS) ^{*2}	mg/L	50	150	-
浮遊物質(SS) ^{*2}	mg/L	-	-	200 <150>
全窒素(TN)	mg/L	50	150	-
硝酸性窒素等 ^{*3}	mg/L	-	-	600 ^{*3}
大腸菌群数	個/100mL	3000	5000	<300,000>

*1 日本の基準は、日量50m³以上の汚水を排出する養豚場で、保全すべき特定の湖沼に放流しないケースを想定

*2 化学的酸素要求量(COD_{Cr} > COD_{Mn})、TSS > SS

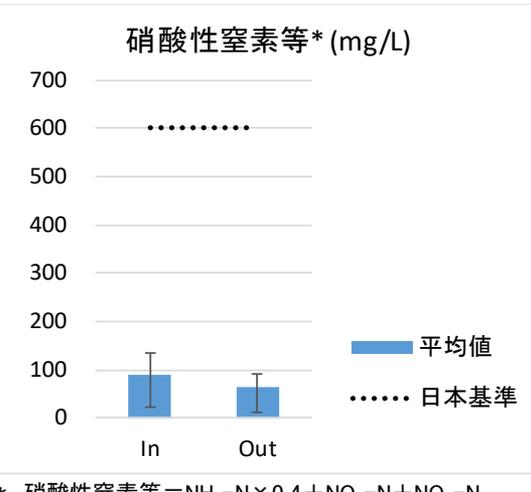
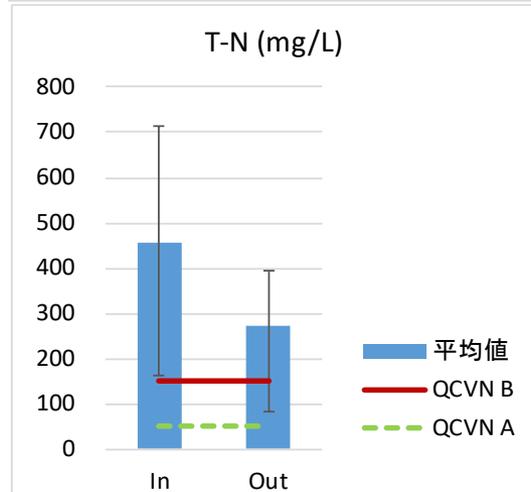
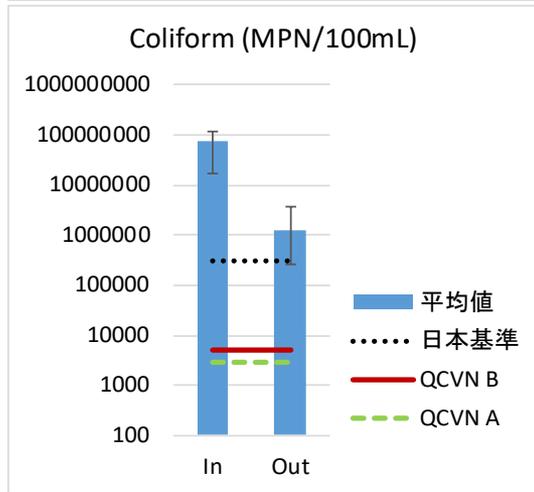
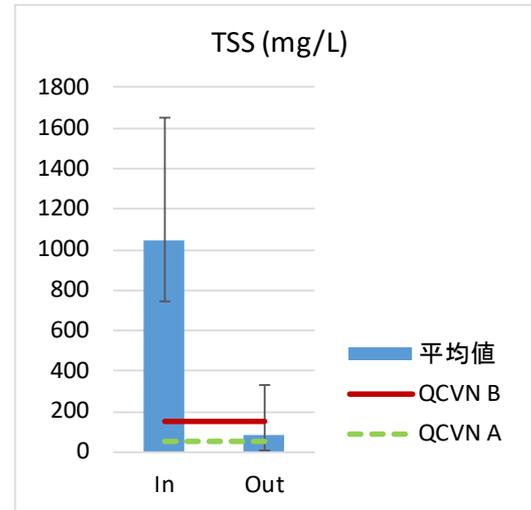
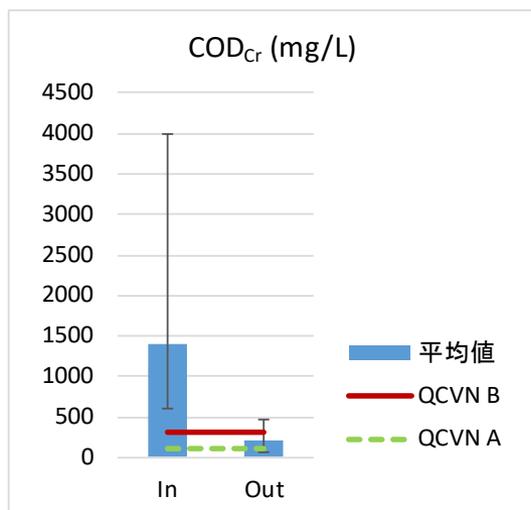
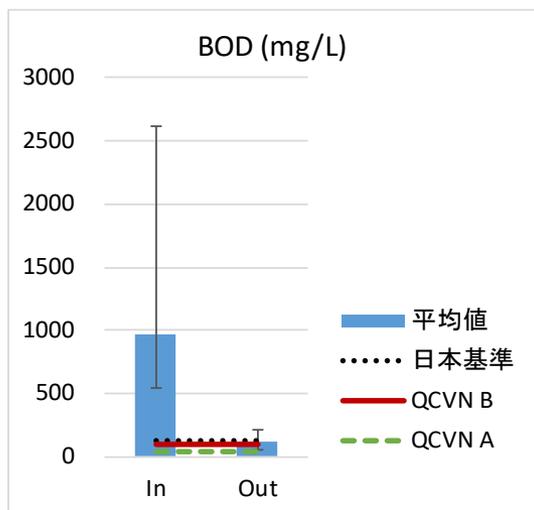
*3 硝酸性窒素等(NH₄-N+NO₃-N+NO₂-N)の暫定排水基準、日排出量50m³未満にも適用

(5)これまでの事業実施内容と結果概要

水質調査

タイグエン省 (H29年度)

2016年～2017年にサンプリングした原水及び処理水の水質（平均値）と国家技術基準（QCVN 62-MT:2016/BTNMT）及び日本基準との比較結果



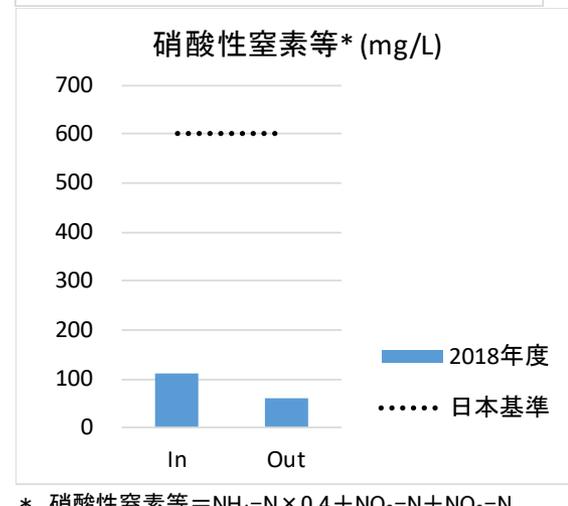
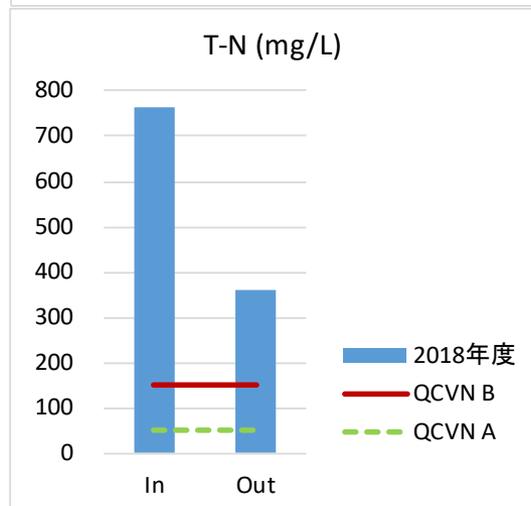
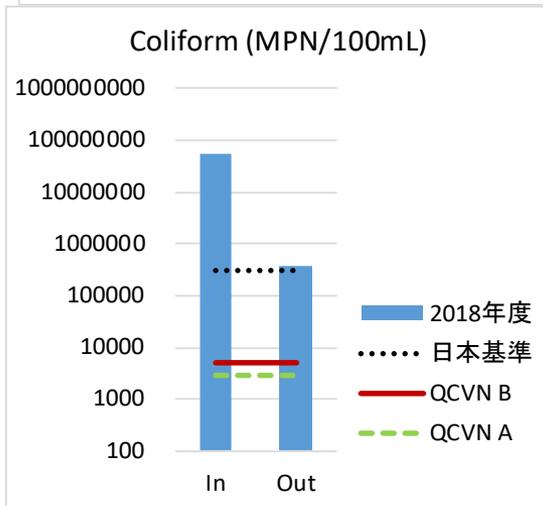
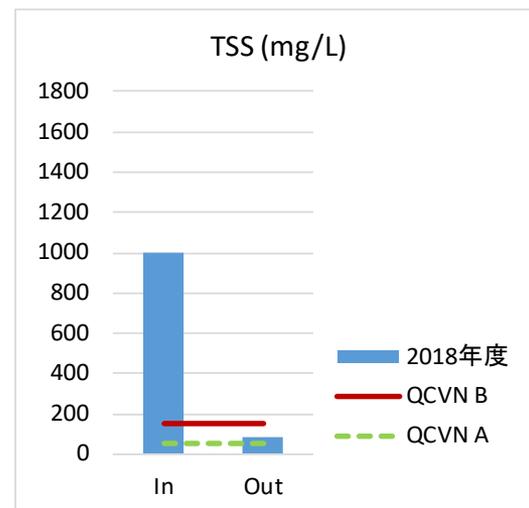
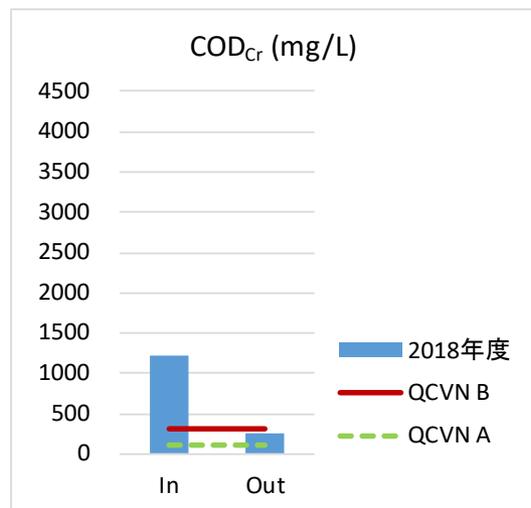
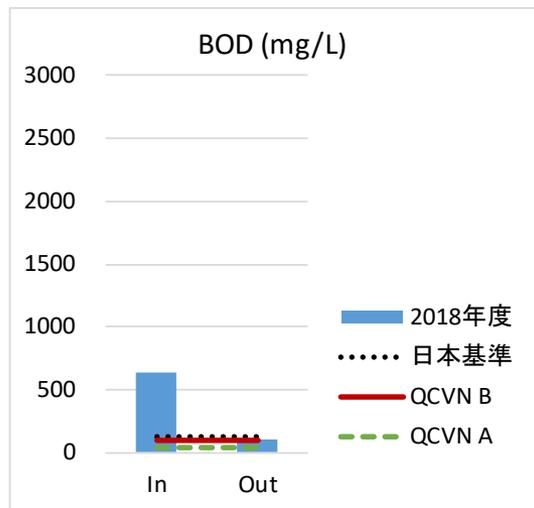
* 硝酸性窒素等 = $\text{NH}_4\text{-N} \times 0.4 + \text{NO}_3\text{-N} + \text{NO}_2\text{-N}$

(5)これまでの事業実施内容と結果概要

水質調査

タイグエン省 (H30年度)

2016年～2017年にサンプリングした原水及び処理水の水質（平均値）と国家技術基準（QCVN 62-MT:2016/BTNMT）及び日本基準との比較結果



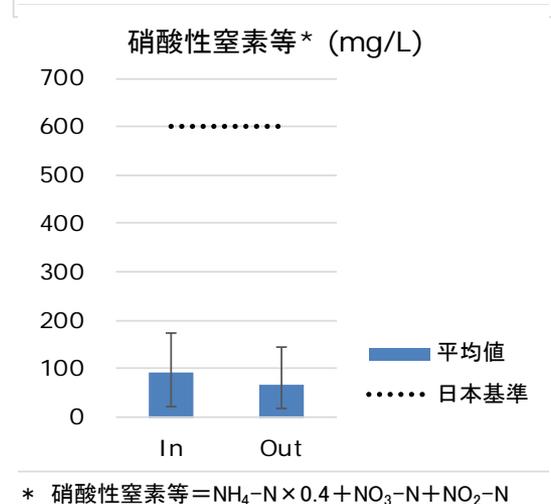
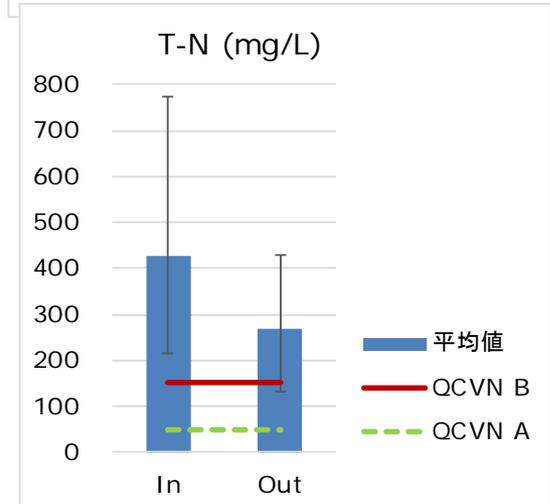
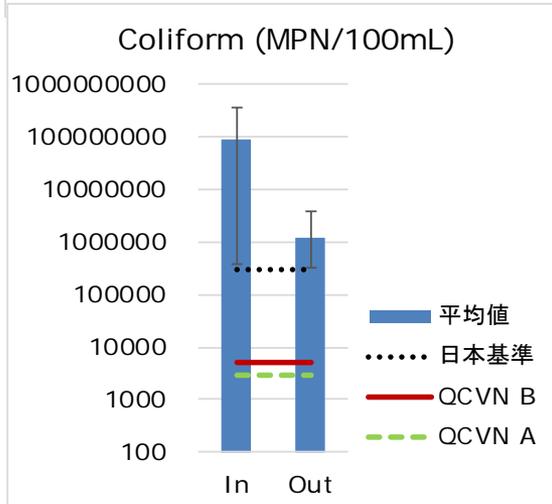
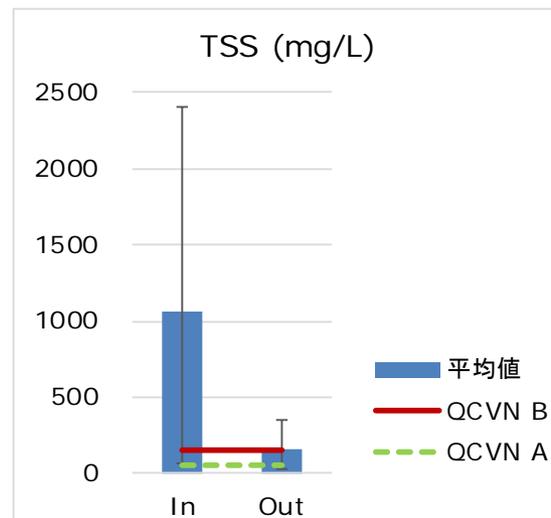
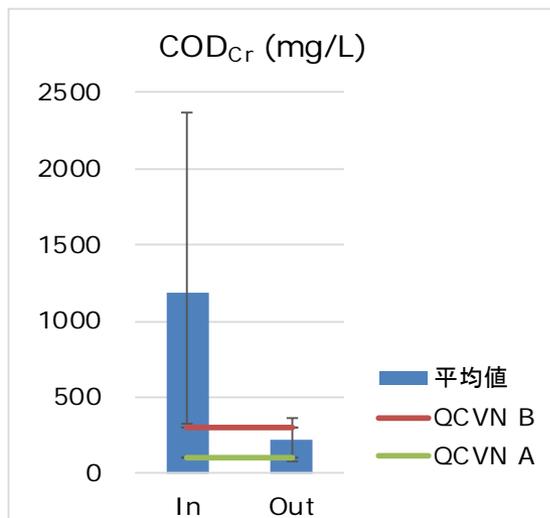
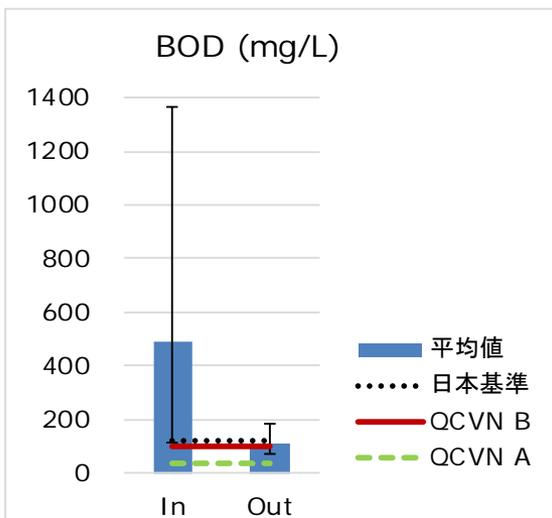
* 硝酸性窒素等 = $\text{NH}_4\text{-N} \times 0.4 + \text{NO}_3\text{-N} + \text{NO}_2\text{-N}$

(5)これまでの事業実施内容と結果概要

水質調査

ハイズン省 (H29年度)

2017年にサンプリングした原水及び処理水の水質 (平均値) と
 国家技術基準 (QCVN 62-MT:2016/BTNMT) 及び日本基準との比較結果



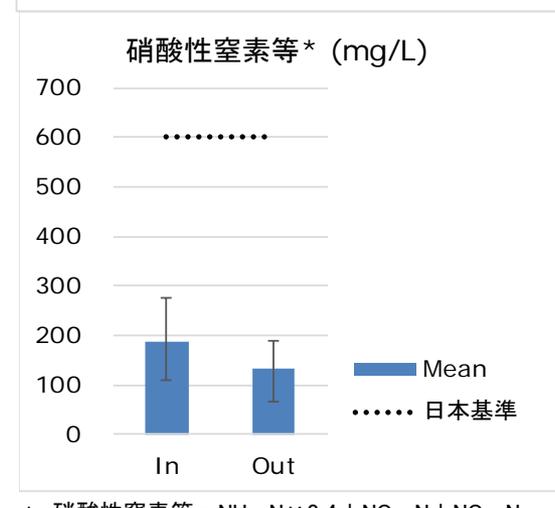
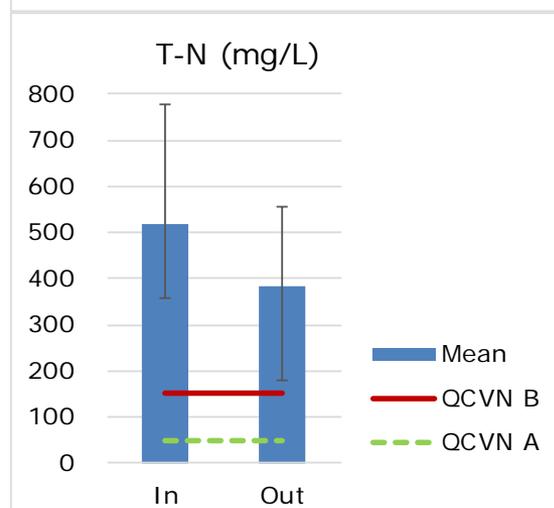
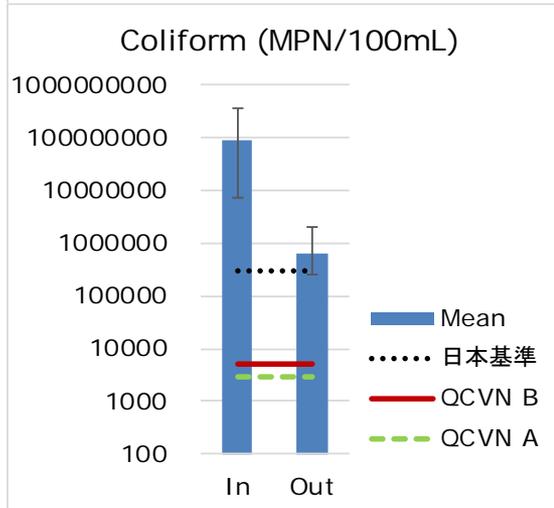
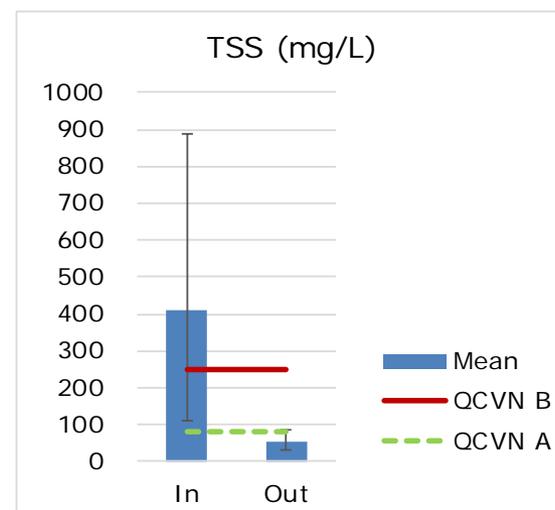
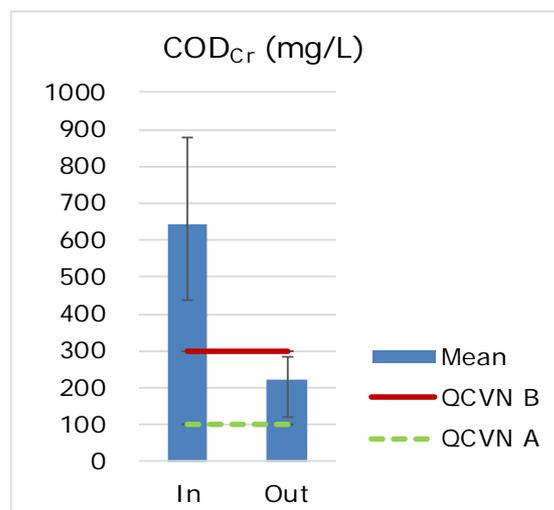
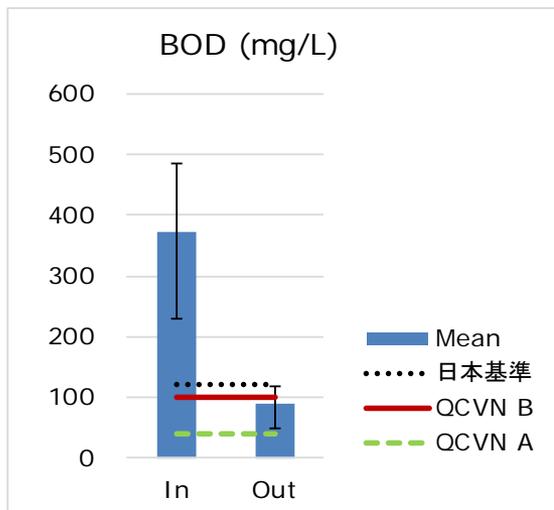
* 硝酸性窒素等 = $\text{NH}_4\text{-N} \times 0.4 + \text{NO}_3\text{-N} + \text{NO}_2\text{-N}$

(5)これまでの事業実施内容と結果概要

水質調査

ハイズン省 (H30年度)

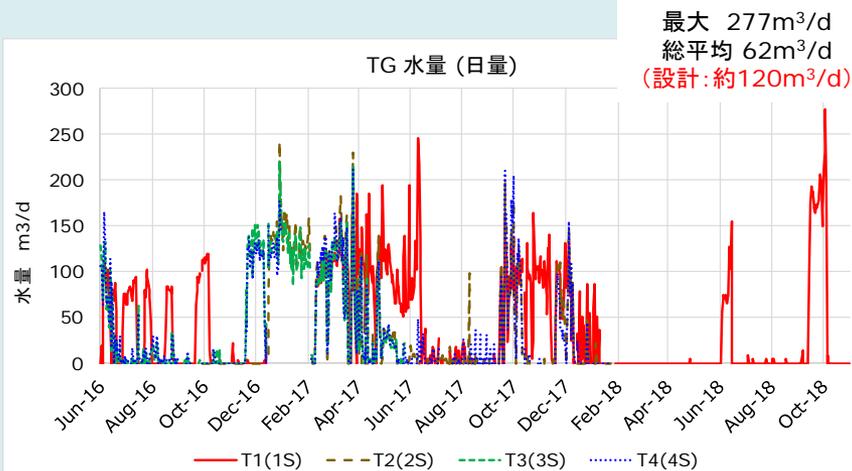
2018年にサンプリングした原水及び処理水の水質 (平均値) と
 国家技術基準 (QCVN 62-MT:2016/BTNMT) 及び日本基準との比較結果



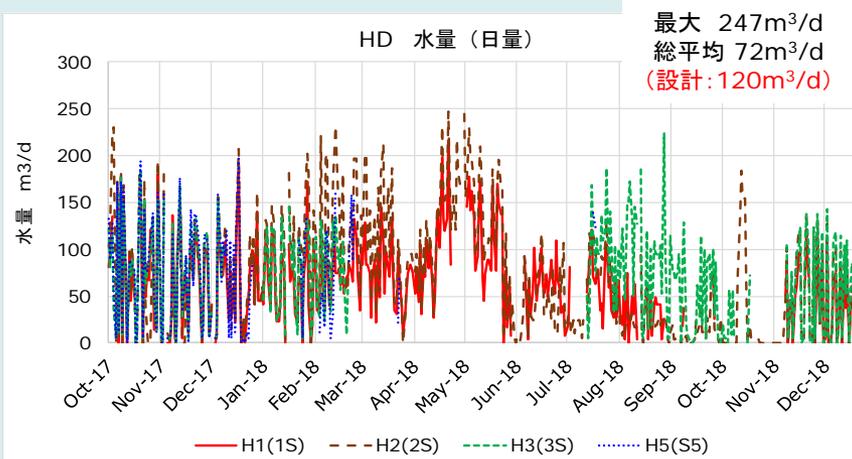
* 硝酸性窒素等 = $\text{NH}_4\text{-N} \times 0.4 + \text{NO}_3\text{-N} + \text{NO}_2\text{-N}$

(5)これまでの事業実施内容と結果概要

水量の調査結果



【タイグエン省】 2016年7月に設置した水量計による調査結果



【ハイズン省】 2017年10月に設置した水量計の調査結果

水温の調査結果



【タイグエン省】 2016年7月に設置した水温計による調査結果



【ハイズン省】 2017年10月に設置した水温計の調査結果

(5)これまでの事業実施内容と結果概要

水質調査結果のまとめ

伏流式人工湿地システムによる処理水質（平均値）

項目	単位	タイグエン省 (2016年12月～; n=8)			ハイズン省 (2018年2月～; n=5)			ベトナム基準 QCVN(B)
		原水	処理水	浄化率%	原水	処理水	浄化率%	
pH	—	7.0	7.0		7.4	7.7		5.5～9
BOD ₅	mg/L	741	94	87	374	91	76	100
COD _{Cr}	mg/L	1509	220	85	645	221	66	300
総浮遊物質TSS	mg/L	1004	83	92	412	52	87	150
全窒素(TN)	mg/L	532	301	43	516	378	27	150
大腸菌群数	個/100mL	76,000,000	1,101,075	99	93,820,000	648,000	99	5,000



処理水の水質（平均値）は、pH、BOD、CODに関してはベトナムの放流基準（B）をクリアできたが、全窒素と大腸菌に関してはベトナムの基準を満たせなかった。

自動サイホンやポンプの故障が無く、循環ポンプも活用できれば浄化効率が向上すると考えられるものの、全窒素の放流基準（日本より厳しい）を満たすのは設置したシステムでは困難と思われる。

(5)これまでの事業実施内容と結果概要

新技術公認取得に向けた調整

◆背景

① 2017年8月24日 畜産排水競合技術（バイオガス）について競合技術（バイオガス）は、2003年からオランダのODAで普及活動が始まったことによって、高い普及率につながっている現状。競合技術への対抗措置として、農業における先進技術・新技術の公認※（No. 13/2015/TT-BNNPTNT）の紹介を受ける。



人工湿地システムの**技術の優位性、また模倣等に対する権利主張が認められる**先進技術・新技術の**公認を推薦される**方向である。

※日本の排水設備等規格適合評価・製品認証制度とは異なる

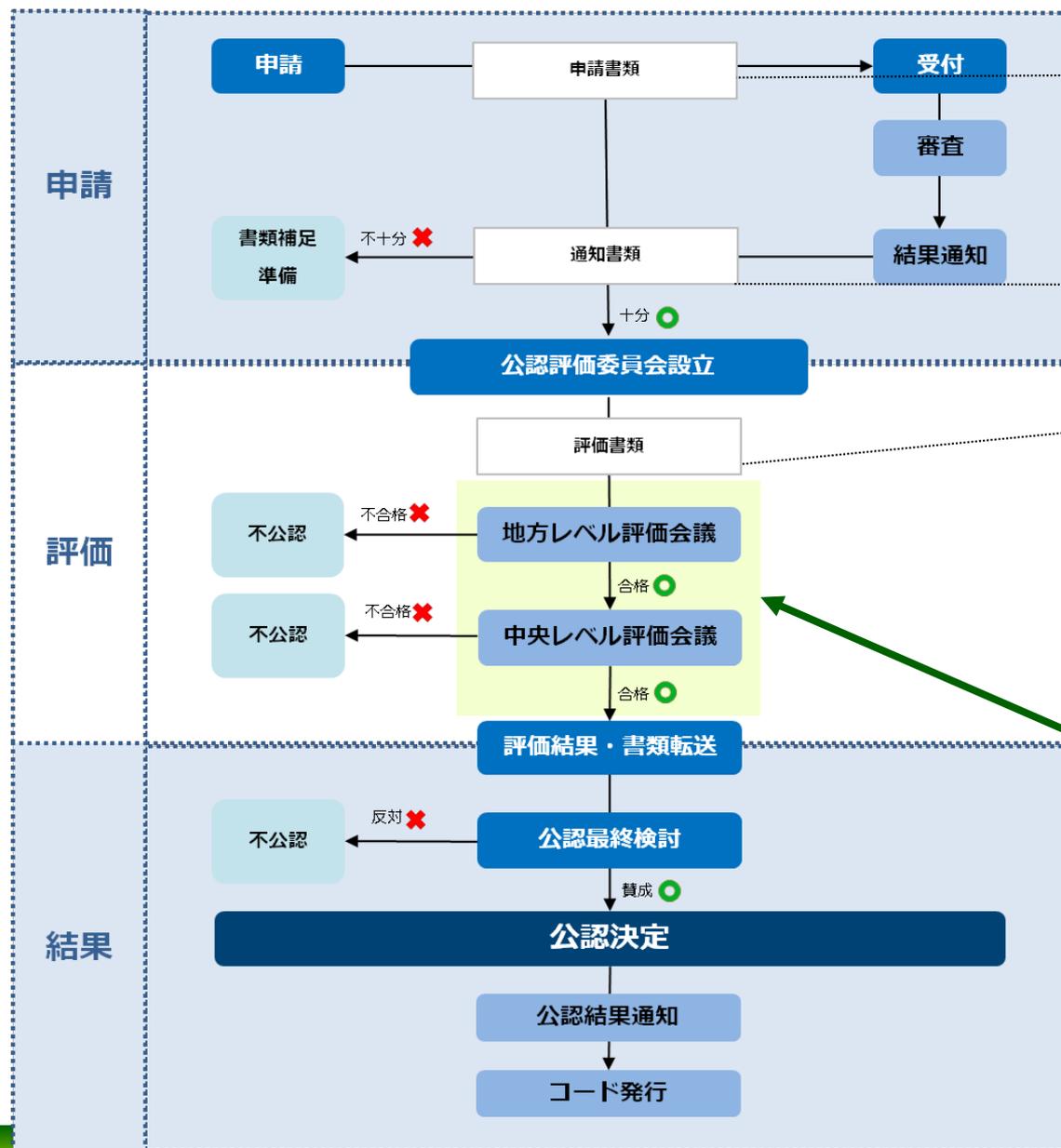
② 2017年11月28日 農業農村開発分野における公認制度、補助金について畜産排水処理設備導入支援として、各種補助金の交付制度（大規模向けのNo.210/2013/NĐ-CP、中小規模向けのNo.50/2014/QĐ-TTg）があり、各種補助金等を受けるには公認を受けている必要がある。バイオガスに関する技術が多数公認を受けている。



公的補助金制度を活用するために、先進技術として公認取得が必要である。

(5)これまでの事業実施内容と結果概要

◆公認申請フロー



- 申請書類**
- ①公認申請書 (様式 1)
 - ②公認技術検証報告書 (様式 2)
 - ③技術の導入実績評価 (様式 3)
 - ④申請書に添付資料
 - ・技術の概要紹介
 - ・技術の特許書
- 通知書類**
- 書類審査結果 (様式 4)
- 評価書類**
- ①各評価委員用の**評価点数表** (様式 5)
 - ②総合評価点数表 (様式 6)
 - ③公認評価議事録 (様式 7)

評価点数は、提出された書類をもとに、科学の価値（新規性、創造性、安定性・競争力）および適用の価値（品質保証、環境影響の低減、拡大展望等）を判断基準として評価委員会の各メンバーが採点。

※詳細は次のページ参考

(5)これまでの事業実施内容と結果概要

今後の展望

☆ **タインホア省の養豚場からの見積依頼への対応**（2018年8月）

- ・ 母豚2400頭のふん尿のメタン発酵消化液の浄化処理
- ・ 目標水質（QCVNのB基準）に合わせて基本設計を提案
- ・ 設計料及びアドバイス料について折衝中

☆ **タイグエン大学学生寮の排水処理の見積依頼への対応**（2018年8月）

- ・ 学生寮（約4000人）の生活排水処理
- ・ 目標水質（QCVNのA基準）に合わせて基本設計を提案
- ・ タイグエン大学と詳細に関して折衝中

☆ **タイグエン省の大規模養豚場**（母豚1500頭、育成豚13500頭）

☆ **チーズ生産工房の排水処理**（ダラット省、約40t/日）

(6) 明らかになった課題と対応策

課題

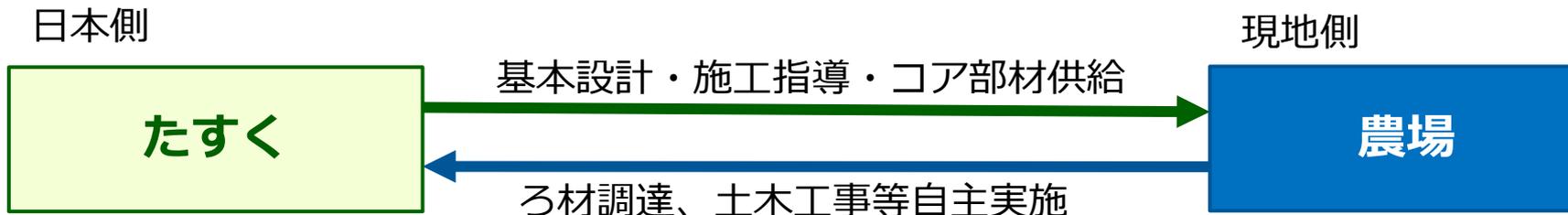
- 依然として全体の6割が中小規模農場であるが、大規模養豚場が増加している。
- バイオガス・ラグーン等の競合技術は、汚水浄化能力が低いため水質基準をクリアできないものの、安価に設置できるためか普及している
- 農場経営者の排水処理に関するコンプライアンス意識が高くはなく、コスト重視の傾向ある
- バイオガス等は自前で施工する事例が多く、費用は事実上材料費のみとなるため安価だが、水質浄化という観点からは問題がある
- 地元の業者の完成度が高くはなく、電気配線工事ミス、施工問題などのトラブル発生

対応策

- ✓ 大規模経営農場への人工湿地の適応を中心に、中小規模農場への適応についても方策を検討
- ✓ 今後も新国家基準（QCVN 62-MT:2016/BTNMT）による規制強化が想定される中、バイオガスやラグーンだけでは水質基準をクリアできず、バイオガスと人工湿地の組合せが効果的であることをデータで示し、認識してもらう
- ✓ 技術認証制度活用の模索（No. 13/2015/TT-BNNPTNT）
- ✓ 公的補助金活用の模索（No. 210/2013/NĐ-CP、及びNo. 50/2014/QĐ-TTg）
- ✓ 一層の現地化および導入方法の工夫によりコストダウンを図る
- ✓ 現地実証の経験を踏まえて、施工時や運用時のトラブルを回避するため、（日本語→）ベトナム語の「伏流式人工湿地施工&管理マニュアル」を作成し、技術者を養成

(7) 将来的なビジネスモデルと現在の展開状況

ビジネスモデル



◆提供するサービス

- ✓ 基本設計（施設規模の設定、ろ材選定、ポンプ選定、植物選定）
- ✓ 施工指導
- ✓ コア部材供給（サイフォン部材、散水・排水ライン部材、目詰まり防止籠）

◆主な導入対象

コンプライアンス意識の高い大規模農場。

◆人員体制

営業窓口として1～2名を配置。
現地での技術者を育成。

◆営業方針

Webページ等でPRを実施。
技術公認を取得する等の形で、業界全体に対するマーケティング・広報活動を実施。

◆事業提携

ラグーン・養魚池との置換を想定することにより、人工湿地ろ過システムとバイオガス設備との共存。

ご清聴ありがとうございました。