

肥培かんがい施設事故調査委員会（第2回）

資 料

平成23年10月14日

帯広開発建設部

目 次

肥培かんがい施設調査結果

1. 当該肥培かんがい施設の構造と規模	1
(1) 肥培かんがいシステムの概要	1
(2) 各施設の構造、規模および配置	4
(3) 作業工程	10
(4) 施設別の危険要因と危険箇所	11
(5) 現況施設の安全対策状況	24
2. 肥培かんがい施設の変遷	26
(1) システム変遷	26
(2) 施設の整備状況	28
(3) タイプ別点検・調査	29
3. 肥培かんがい施設の運用状況	31
(1) 運用状況	31
(2) 管内(全戸)の肥培かんがい施設使用農家の安全に対する意識調査	37
(3) これまでに発生した類似の事故	39
4. 農家および職員への危険性の周知状況	40
(1) 開発局の取り組み状況	40
(2) 関係機関の取り組み状況	46

肥培かんがい施設調査結果

1. 当該肥培かんがい施設の構造と規模

事故が発生した当該肥培かんがい施設は、平成4年度～6年度にかけて設置した共同利用型の肥培かんがい施設のうち、A農場内に設置したものである。本施設は、除塵機ピット(流入口)、貯留槽、曝気槽で構成され、共同利用施設として調整槽、曝気希釈槽がある。

(1) 肥培かんがい施設のシステムの概要

当該肥培かんがい施設を含めた3戸農家の設計時における各飼育頭数は、104～110頭(A農場：110頭)である。

図1-1-1にシステムフローを示す。

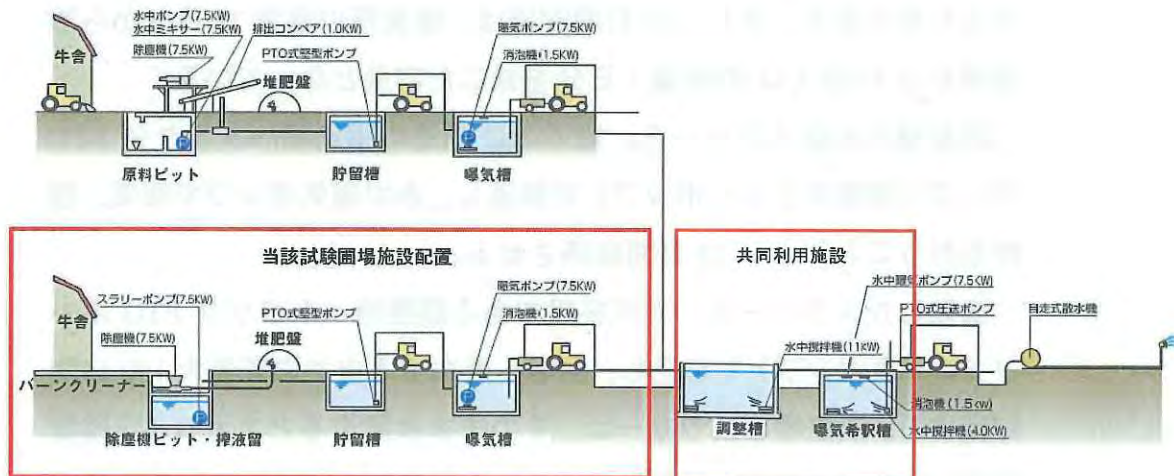


図1-1-1 当該施設システムフロー (設計時)

本施設の設計時におけるシステムフロー概要および各施設の容量は、以下のとおりである。なお、肥培かんがい試験施設用語の定義は、次ページに示すとおりである。

タイストール（繫ぎ）牛舎からバークリーナーで排出されたふん尿を、除塵機（固液分離機）により敷料等の固形分と液体分に分離する。ここで用水による洗浄・希釈を行い、分離を容易にする設計になっている。分離された固形分は、バークリーナーで堆肥盤まで移送する。

液体分（スラリー原材料）は、貯留槽へ送るまでの間除塵機下にある地下 RC 構造のピットで 2 日分一時貯留する。

除塵機ピット（流入口）で一時貯留した液体分を、地下 RC 構造の貯留槽へ電動ポンプ（汲上げポンプ）で移送し、曝気槽へ送るまでの間未熟スラリーとして 26 日間貯留する。貯留槽で未処理スラリーを貯留するのは、後述する曝気槽に未熟なスラリーが混入しないようにするためである。また、26 日間貯留は、曝気槽の容量 28 日分から除塵機ピット（流入口）の容量 2 日分を減じた容量となっている。

貯留槽の未熟スラリーを、地下 RC 構造の曝気槽へトラクタ PTO ポンプ（縦型スラリーポンプ）で移送し、水中曝気ポンプで曝気、攪拌を行うことにより 28 日間腐熟させる。

腐熟したスラリーを、共同施設である調整槽へトラクタ PTO ポンプ（ロータポンプ）で移送し、圃場へ散布するまでの間最大 180 日間貯留する。調整槽のスラリーは、そのまま放置するとスカム（浮遊固形層）、スラッジ（沈澱堆積層）の発生が生じるため、これらを防止するために水中攪拌機により攪拌を行う。

調整済みスラリーを、散布時に所定の濃度にするため曝気希釈槽で加水して希釈する。

水中曝気ポンプと水中攪拌機で曝気された希釈スラリーを、PTO ポンプ（ロータポンプ）とリールマシンで圃場散布する。

「肥培かんがい試験施設の用語」

【肥培かんがい】

畑地かんがいの一種で、家畜ふん尿を水で希釈し曝気するなど調整し、肥料価値を高めた上で、草地等の農地に還元するもの。ふん尿中に含まれる肥料成分と水との相乗作用によって、作物生産量を増加させること等を目的とする。

【スラリー】

液状のふん尿。肥培かんがいにおいては、ふん尿を水で希釈したものを指すことが多い。

【除塵機ピット】

ふん尿と敷料を分離する施設。農業用水で洗浄・希釈することで、固形物とスラリーを分離し、肥料成分の回収と用水路（パイプライン）の目詰まりを防止する。

【貯留槽】

曝気を効果的に行うための、未熟成スラリーを一時貯留する施設。

【曝気槽】

スラリーを調整（曝気・攪拌）することで好気性発酵を促し、熟成化させる施設。

【調整槽】

熟成したスラリーを農地へ散布するまでの間貯留する施設。

【曝気希釈槽】

農地へ散布する前に熟成スラリーを適正濃度まで希釈する施設。

(2) 各施設の構造、規模および配置

① 主要施設の構造

当該肥培かんがい施設は、農家戸別施設として、除塵機ピット(流入口)、貯留槽、曝気槽で構成されている(表 1-2-1)。また、共同施設は、調整槽、曝気希釈槽で構成されている。当該施設の設計時(平成 4 年)における構造及び規模についての諸元を表 1-2-1 に、当該施設の配置を図 1-2-1、共同施設の配置を図 1-2-2 にそれぞれ示す。

これら施設の設置後、使用農家の管理のもとで試験を行うとともに、肥培かんがい技術の展示を行ってきたが、この期間に判明した課題と使用農家の意向を踏まえ、技術的改良・蓄積を目的に、事業所で一部施設の改修を行った。

施設設置後の変更点(平成 23 年現在)を表 1-2-1 に示す。

表 1-2-1 当該施設諸元表

農 場 名		A 農場	
施 工 年 度		H4~6	
受 益 面 積		47 ha	
調 査 時 期		設 計 時 (H4)	現 在 (H23)
飼 養 態 勢	牛舎形式/飼育頭数	タイストール/搾乳 110	
	敷 料	麦稈	
処 理 方 法	処理方式	パッチ方式 (1槽式)	
	曝気攪拌 (時間/日)	10	-
	運 転 方 法	間 断	
	処理期間 (日)	28	-
除 塵 機 び っ と	【流入口】	敷料除去	
		ふん尿収集・希釈	
	形 式	地下RC	
	上屋の有無	あ り	
	換気設備	換気扇	
	投入方式	バークリーナー 2.2kw	バークリーナー(H14)
	固液分離機	ピストンモル 7.5kw	スクリュープレス(H14)
	付随施設	汲み上げポンプ 7.5kw	
		精鋼板蓋 0.495×1.05m 1枚 " 0.545×1.05m 1枚 " 0.550×0.60m 1枚	精鋼板蓋 0.850×1.20m 1枚(H14) " 0.200×1.13m 1枚(年度不明) " 0.605×1.13m 1枚(年度不明) " 0.225×1.13m 1枚(年度不明)
	寸 法 (m)	4.1×3.4×1.40×1槽	
貯留日数 (日)	2 日間	-	
実有効容量 (m ³)	15		
貯 留 槽	【調整槽】	一時貯留	
		攪拌曝気	
	形 式	地下RC	
	付随施設	堅型ポンプ (PTO) 精鋼板蓋 0.425×1.20m 8枚	堅型ポンプ (PTO) (H21) ステン製蓋 0.45×1.20m 4枚(H16) " 0.40×1.20m 4枚(H16)
	寸 法 (m)	6.3×8.2×3.4×1槽	
貯留日数 (日)	26 日間	45 日間 (聞き取りによる推定)	
実有効容量 (m ³)	155		
曝 気 槽	【調整槽】	攪拌曝気	
		調整槽	
	形 式	地下RC	
	付随施設	水中曝気ポンプ 7.5kw 消泡機 1.5kw 木製蓋 0.105×1.05m 20枚 " 0.105×0.95m 12枚	水中スラリーポンプ 5.9 kw(H18) エジェクター (H18) 消泡機 0.75kw(H21) FRP製蓋 0.887×1.18m 1枚(H14) " 0.700×1.18m 1枚(H14) " 0.690×1.18m 1枚(H14) 防護ネット 1.00×2.10m 1枚(H14)
	寸 法 (m)	φ7.5×4.7×1槽	
貯留日数 (日)	28 日間	45 日間 (聞き取りによる推定)	
実有効容量 (m ³)	168		
調 整 槽	【配水調整槽】	スラリー貯留	
		調整槽	
	形 式	地上鋼板パネル (3戸共同)	
	付随施設	水中攪拌機 11.0kw×4基	
寸 法 (m)	φ21.93×4.68×2槽		
貯留日数 (日)	180 日間	-	
実有効容量 (m ³)	1654×2槽=3308		
曝 気 希 釈 槽	【レセプション】	希釈曝気	
		調整槽	
	形 式	地下RC (3戸共同)	
	付随施設	水中曝気ポンプ 7.5kw 木製蓋 0.105×1.05m 20枚 " 0.105×0.95m 12枚	水中スラリーポンプ 5.9kw (H18) ステン製蓋 0.45×1.20m 4枚(H18) " 0.40×1.20m 4枚(H18)
	寸 法 (m)	φ11.0×4.4×1槽	
実有効容量 (m ³)	304		

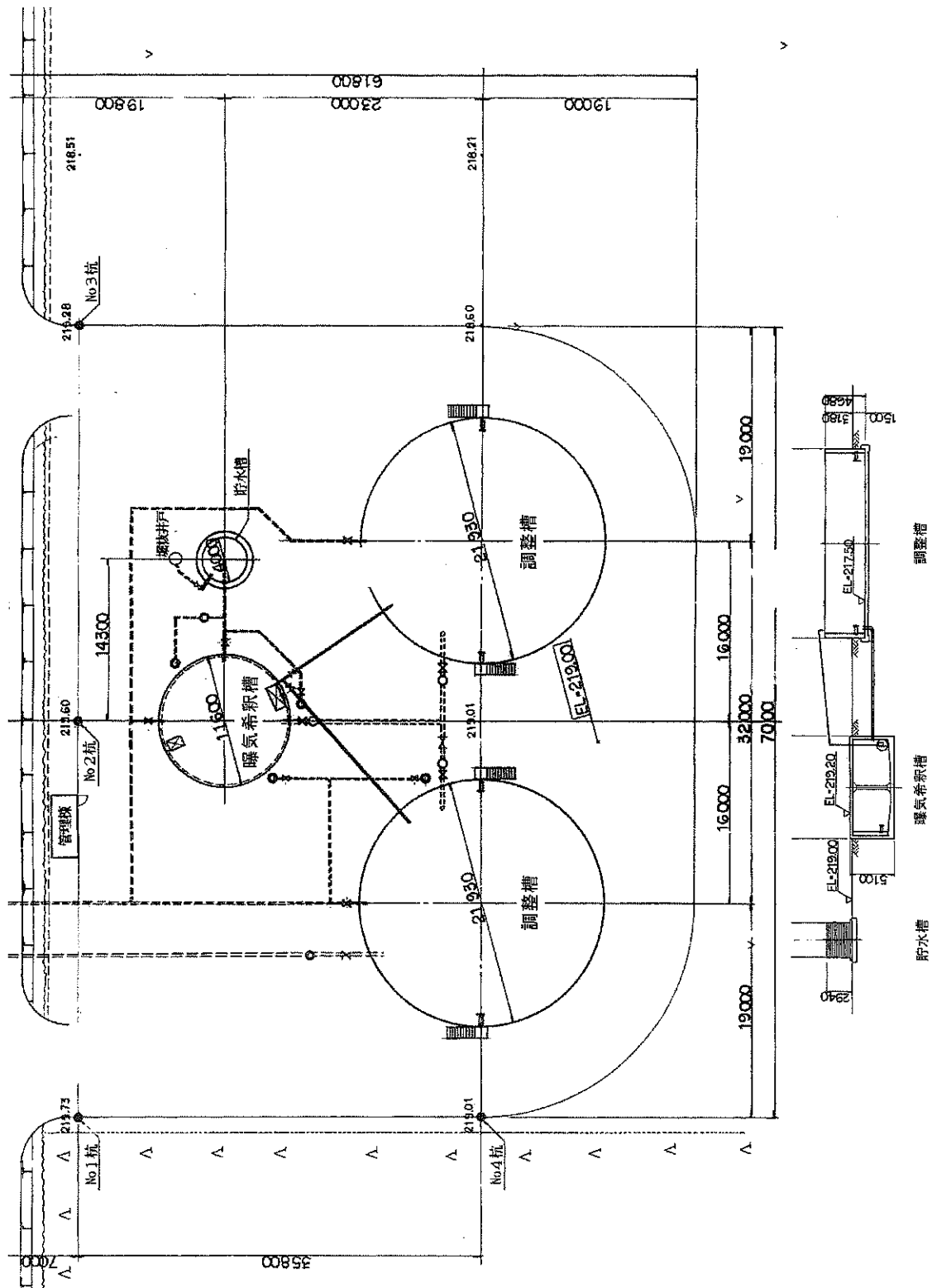


图 1-2-2 共同利用施設配置图

② 各施設の蓋の構造

ここでは、各施設における蓋の形状及び素材について当初設計と現状を整理した。

当該施設の地下構造物には、ポンプ等の機械設置のためと槽内点検のために1～2か所の開口部が設けられている。開口部は、設置するポンプ等の機械の出し入れ等を考慮して、大きさを決定している。

蓋の大きさは、開口部の寸法に合わせて、開口部を覆うような大きさとしている。また蓋1枚の重量は、子供が誤って開閉できないように14～40kg程度としている。



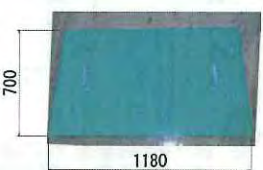
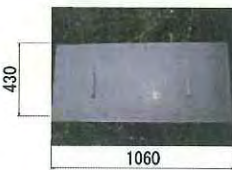
設計当初は、地下ピット構造物に一般的に使用されている縞鋼板と木製板を使用していた。曝気槽と希釈槽は、スラリーの曝気攪拌を行うことから、鉄より腐食しにくい木製蓋を採用した。

いずれの蓋も腐食対策を行っていたが、平成14年には腐食により劣化・損傷が見られ、穴が空いて脆弱な状態になっている施設もあった。また、設計時において曝気槽および希釈槽に設置された木製蓋は、扱い易くするために幅が細切れとなり、本数が多いために開閉に手間がかかり落としやすいという面もあった。そのため、蓋の取替え更新時には他の施設の開口部蓋と同様の形状に変更した。

腐食による蓋の劣化に対しては、貯留槽や希釈槽では、高度な耐食性を持つステンレス鋼製蓋を試行的に使用した（平成16年、18年）。曝気槽では、試行的に下水道での実績がある軽量で耐食性に優れているFRP製蓋を使用した（平成16年）。

現在、当該施設に設置されている蓋の詳細については、表1-2-2の通りである。

表 1-2-2 施設別蓋一覧表

名 称	除塵機ピット (流入口)	貯留槽
写 真		
材 質	SS400 (鋼製)	SUS304 (ステンレス製)
サイズ(mm) 縦×横×厚	850×1200×4.5	400×1200×4.0
重 量 (kg)	42.0	25.5
滑り止め加工 縞の有無	あり	なし
名 称	曝気槽	曝気希釈槽
写 真		
材 質	FRP 製	SUS304 (ステンレス製)
サイズ(mm) 縦×横×厚	700×1180×8.0	1060×430×3.0
重 量 (kg)	18.0	14.5
滑り止め加工 縞の有無	あり	あり

(3) 作業工程

当該施設における肥培かんがい施設のシステムフローを図 1-3-1 に示す。

施設の設置とともに、使用者に施設の利用マニュアルを手交し、各農場内施設は各自で、共同施設は使用者が共同で管理・運営していた。

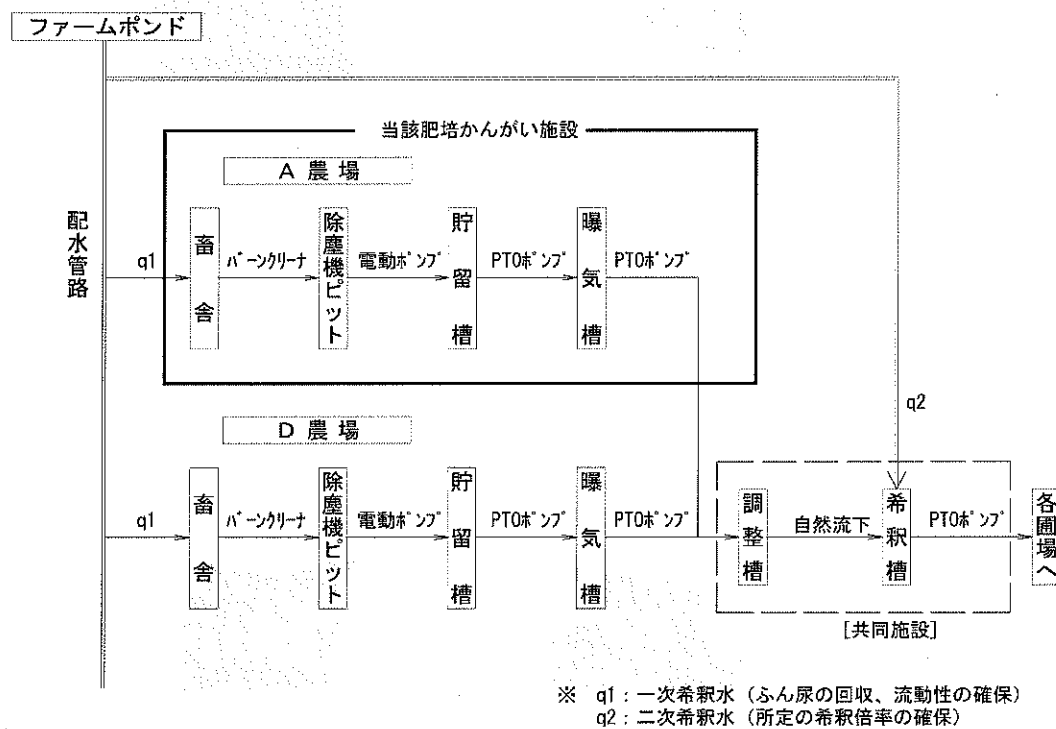


図1-3-1 肥培かんがい施設のシステムフロー図

A農場の作業工程を、A農場と共同利用しているD農場から聞き取ったところ、「営農活動が別々であるため詳細は不明であるが、貯留槽や曝気槽におけるスラリーの全量移送はおおむね一月半、すなわち45日に一度程度であった」との回答が得られた。

(4) 施設別の危険要因と危険箇所

施設別の危険要因と危険箇所を抽出するために、9月2日(金)に肥培かんがい施設事故調査委員会委員等による現地調査を行うなど、当該施設肥培かんがい施設の除塵機ピット(流入口)、貯留槽、曝気槽、曝気希釈槽等を対象に、開口部の構造、安全対策等の点検・確認を行い、当該施設の施設別危険要因と危険箇所について検討した。また、検討にあたっては、管内の代表的な肥培かんがい施設5カ所を対象とした同様の施設点検調査、ならびに肥培施設を利用している農家の全戸を対象にした施設運用状況および意識調査の結果を活用した。

現地調査により点検した当該施設の施設別危険要因と危険箇所を表1-4-1に示す。

表 1-4-1 施設別危険要因と危険箇所

施設名称	除塵機ピット(流入口)						貯留槽					
	敷料除去、ふん尿収集・希釈						一時貯留					
構造規模	形式	除塵機	付随施設	寸法 (m)	貯留日数 (日)	有効容量 (m ³)	形式	移送施設	寸法 (m)	貯留日数 (日)	有効容量 (m ³)	
		地下 R C	スクリープレス	汲上げポンプ 7.5kw	4.1×3.4×1.40×1槽	2日間	15	地下 R C	堅型ポンプ (PT0)	6.3×8.2×3.4×1槽	26日間	155
概要図	平面図			断面図			平面図			断面図		
写真												
	<p>除塵機ピット (流入口) は、ふん尿を水平に設置したバークリーナーで除塵機へ投入する。 流入口から貯留槽への移送には、地形条件よりポンプ圧送とした。また未熟スラリーは、貯留槽への移送までの間に十分な攪拌を行うことが重要であるため、開口部に汲上げポンプと攪拌装置を設置した。 ポンプ吸込みの効率性と槽内攪拌時に死水層が生じないように釜場(深さ35cm)を設けた。</p>			<p>貯留槽は、除塵機から送られるスラリーが高濃度で夾雑物の混入があるため、開口部にカッティング機能の付いた堅型スラリーポンプを設置した。堅型スラリーポンプは、トラクタPTO駆動タイプとした。 ポンプ吸込みの効率性と槽内攪拌時に死水層が生じないように釜場(深さ40cm)を設けた。また、スラリーの移送困難などのトラブル時に移動式水中攪拌機の設置及び点検口として開口部を設けた。 ポンプに小石などの土砂が混入するトラブルを防ぐために、0.10mの土砂溜めを設置した。</p>								
設計当初	<p>流入口の開口部には、溶解亜鉛めっき処理を施した編鋼板蓋を設置した。しかし、H14年度に腐食による損傷が激しいことから、高度な耐食性を持つステンレス製蓋(厚さ4mm)に変更した。 蓋は、大人2~3人で持てる程度の重さとした。</p>			<p>貯留槽の開口部には、溶解亜鉛めっき処理を施した編鋼板蓋を設置した。しかし、H16年度に腐食による損傷が激しいことから、高度な耐食性を持つステンレス製蓋(厚さ4mm)に変更した。 蓋は、大人2~3人で持てる程度の重さとした。 タラップは、汚泥除去のための槽内作業用として設置した。</p>								
	<p>(1) スクリュープレス流入口開口部には、着脱式の蓋がある。蓋の重さが43kg/枚、34kg/枚であり、スペースが狭いため、蓋の取り外しが困難である。 (2) スラリー移送時に硫化水素等が発生する可能性がある。</p>			<p>(1) 貯留槽開口部には、着脱式の蓋がある。蓋の重さは、23.5~26.5kg/枚である。 (2) タラップの下に釜場(深さ40cm)があり、排出しきれないスラリーが溜まるため、汚泥除去時にタラップで降りた場合には、足が見えず転倒する可能性がある。 (3) スラリー攪拌、移送時に硫化水素等が発生する可能性がある。</p>								
危険項目	<p>(1) 転落 (2) 硫化水素等の発生</p>			<p>(1) 転落 (2) 転倒(槽内・タラップ下) (3) 硫化水素等の発生</p>								

施設名称	曝気槽					調整槽					曝気希釈槽				
	攪拌曝気					スラリー貯留					希釈曝気				
機能	形式	付随施設	寸法 (m)	貯留日数 (日)	有効容量 (m ³)	形式	付随施設	寸法 (m)	貯留日数 (日)	有効容量 (m ³)	形式	付随施設	寸法 (m)	有効容量 (m ³)	
	構造規模	地下RC	ロータポンプ (PTO) 水中曝気ポンプ 5.9kw 消泡機 0.75kw	φ7.5×4.7×1槽	28日間	168	地上鋼板パネル (共同)	堅型ポンプ (PTO) 水中攪拌機 11.0kw×4基	φ21.93×4.68×2槽	180日間	1654×2槽 = 3308	地下RC (共同)	水中曝気ポンプ 5.9kw 水中攪拌機 4.0kw 消泡機 1.5kw×2基	φ11.0×4.4×1槽	304
概要図	平面図		断面図		平面図		断面図		平面図		断面図		断面図		
写真															
設計	<p>曝気槽は、保温性の優れているコンクリート槽とし、頂板のある密閉型とした。槽の形状は、攪拌効率を考慮して円形とした。槽の深さは、曝気発酵時に発生する泡に対する液面上の余裕高0.50m、次の曝気調整のために種スラリーとして残液貯留の余裕高0.40mを設定した。水中曝気ポンプ設置箇所には、開口部を設けた。</p>					<p>調整槽は、耐久性、安全性、保守管理の点で優れ、スラリーシステムでも多くの実績のある地上型の「組立鋼板槽 (スラリーサイロ)」とした。槽の形状は、攪拌効率を考慮して円形とした。調整槽では、副次的な攪拌、曝気を行いスカム (浮遊固形層) やスラッジ (沈殿堆積層) の発生を防止する。</p>					<p>希釈槽は、保温性の優れているコンクリート槽とし、頂板のある密閉型とした。槽の形状は、攪拌効率を考慮して円形とした。槽の深さは、曝気時に発生する泡に対する液面上の余裕高0.50mと次の曝気調整のために種スラリーとして残液貯留の余裕高0.70mを設定した。水中曝気ポンプと水中攪拌機設置箇所には、開口部を設けた。</p>				
	初備	<p>曝気槽の開口部には、点検頻度が高いことから安価で作業性の良い、木製蓋を設置した。しかし、H14年度に腐食による損傷が激しいことから、試行的に軽量で腐食に強いFRP製蓋へ変更し、開口部に防護ネットも設置した。蓋の表面には、滑止め加工を施した。蓋は、大人2~3人で持てる程度の重さとした。タラップは、汚泥除去のための槽内作業用として設置した。</p>					<p>施設管理用の階段を設置した。</p>					<p>希釈槽の開口部には、点検頻度が高いことから安価で作業性の良い、木製蓋を設置した。しかし、腐食による損傷が激しいことから、H18年度に高度な耐食性を持つステンレス製蓋 (厚さ3mm) へ変更した。蓋の表面には、滑止め加工を施した。蓋は、大人2~3人で持てる程度の重さとした。タラップは、汚泥除去のための槽内作業用として設置した。</p>			
現状	<p>(1) 曝気槽開口部には、着脱式の蓋がある。蓋の重さは、18kg/枚である。また、転落落下防止策として網が張られていた。 (2) スラリー曝気、移送時には硫化水素等が発生する可能性がある。</p>					<p>(1) 施設管理用の階段の進入口は閉じてあった。 (2) スラリー攪拌時等には硫化水素等が発生する可能性がある。</p>					<p>(1) 希釈槽開口部には、着脱式の蓋がある。蓋の重さは、14.5kg/枚である。 (2) スラリー攪拌、移送時には硫化水素等が発生する可能性がある。</p>				
危険項目	<p>(1) 転落 (2) 硫化水素等の発生</p>					<p>(1) 転落 (2) 硫化水素等の発生</p>					<p>(1) 転落 (2) 硫化水素等の発生</p>				

当該貯留施設における主な危険項目として、①有害ガスの発生・酸素欠乏、②維持管理のための酸素欠乏危険箇所である施設内への進入、③蓋や異物の開口部からの落下・人の転落について検討した。

以下、それぞれの項目について具体的に述べる。

① 硫化水素等の発生

1) 硫化水素の発生

ア 発生要因

労働安全衛生法施行令では、硫化水素が発生しやすい場所として、「し尿、腐泥、汚水、パルプ液その他腐敗し、または分解しやすい物質を入れてあり、又は入れたことのあるタンク、船倉、槽、管、暗きよ、マンホール、溝またはピットの内部」を挙げている。

このような場所は特に密閉性の高い環境下であり、硫化水素が発生するための要因（①硫黄の存在、②有機物の存在、③嫌気条件、④硫酸塩還元菌の存在）がある。

硫化水素は主に、以下の二通りの過程を経て生成されと考えられている。

- a. 汚泥や汚水中には硫黄を含有するタンパク質（有機物）が存在し、それを分解する腐敗菌の働きにより硫化水素が生成される。
- b. 汚泥や汚水中には硫酸イオンや硫酸塩も存在し、腐敗菌による有機物の分解過程で酸素が消費されて無酸素状態（嫌気条件）になると、硫酸塩還元菌の働きにより硫化水素が生成される。

生成された硫化水素は、大気中に拡散されやすい状態で汚泥や汚水中に存在しており、汚泥の攪拌あるいは汚水の急激な移動等に伴い容易に大気中に放散される。

硫化水素は、空気より比重が大きく（1.19）空間の低い位置に溜まりやすい上、水に溶けやすい性質を持ち、結露水や汚水などに保持されやすいことから大気への拡散による濃度の低下が緩慢であるという性質を持つ。また、無色であるが、腐卵臭を持ち、人体への有毒性が強い。硫化水素濃度とその濃度によって生じる人体症状は表 1-4-2 のとおりである。

イ スラリー中での硫化水素の発生

家畜ふん尿には硫黄（牛体にとって必須元素であり、飼料から摂取され、含硫タンパク質あるいは硫酸塩として排出される）が含まれる。家畜ふん尿が貯留槽に投入されると、腐敗菌の働きにより含硫タンパク質が分解され、硫化水素が生成される。また、スラリー内の酸素が腐敗菌によって消費されて無酸素状態となり、硫酸塩還元菌による硫酸イオンあるいは硫酸塩の還元が進み、硫化水素が生じる。

生成した硫化水素は、スラリー中、結露水中および槽内底部の空気中に溜まるが、硫黄と有機物の量は十分にあるため、硫化水素の量は増加し続ける。

スラリー中で生成した硫化水素は、ほとんど大気に放散されずスラリー中での蓄積が進むため、攪拌や移送等によりスラリーが流動した際に、溶けている硫化水素ガスが大気中に放散され、槽内の硫化水素濃度が高くなると考えられる。

表 1-4-2 硫化水素濃度と各濃度によって生じる症状の関係

硫化水素濃度	症状等
5ppm程度	不快臭
10ppm	許容濃度（眼の粘膜の刺激下限界）
20ppm	気管支炎、肺炎、肺水腫
↓	
350ppm	生命の危険
↓	
700ppm	呼吸麻痺、昏倒、呼吸停止、死亡

出典：厚生労働省

2) 酸素欠乏、メタン、アンモニアの発生

硫化水素が発生しやすい高気密性である場所は、メタン、二酸化炭素、アンモニア等のガスも生成されやすく、それに起因した酸素欠乏も発生しやすい状態にある。

以下、酸素欠乏、メタンガス、アンモニアガスの特性を示す。

ア 酸素欠乏

労働安全衛生法の規定に基づく酸素欠乏症防止規則では、空気中の酸素濃度が18%未満である状態を酸素欠乏という。

スラリー中の細菌等が有機物を分解すると同時に酸素を消費することにより、スラリー中の酸素濃度が低下し、液面で接している空気中から酸素がスラリーに溶け込むことにより、槽内空気の酸素濃度も低下し、酸素欠乏を生じる。

表 1-4-3 酸素濃度と各濃度によって生じる症状の関係

酸素濃度	症状等
21 %	通常の空気の状態
18 %	安全限界だが連続換気が必要
16 %	頭痛、吐き気
12 %	目まい、筋力低下
8 %	失神昏倒、7～8分以内に死亡
6 %	瞬時に昏倒、呼吸停止、死亡

出典：厚生労働省

イ メタンガスの発生

有機物の分解により作られた有機酸に、メタン生成菌の働きが加わりメタンガスが生じる。メタンは溶解性が小さく、比重も小さいため、気中に放出されやすい。

無色無臭の可燃性ガスで、窒息性を除けば毒性はないが、ACGIHではメタン、エタン、プロパン及びブタンの合計濃度をTWA 1,000ppmと設定しており、根拠となる影響は「心臓感作;中枢神経障害」としている。

また空気と混合すると点火によってガス爆発をおこすおそれがある。爆発範囲は53,000～139,000ppmのため、53,000ppm以上であれば燃焼または爆発の危険性がある。

※ACGIH：米国産業衛生専門会議

※TWA：1日8時間、1週40時間の正規の労働時間中の時間加重平均濃度として表され、大多数の労働者はその条件に連日繰り返し暴露されても健康に悪影響を受けない濃度と考えられている。

ウ アンモニアガスの発生

スラリーに含まれる窒素化合物（有機性窒素、尿素、アミノ酸等）は、菌や化学反応等の作用でアンモニアに分解されるが、アンモニアの蒸気圧は常温でも高いため、生成により濃度が高くなると気中に放出される。

常温では強い刺激臭をもった気体で、許容濃度は25ppmである。人体への影響としては、目や鼻の粘膜、及び皮膚を刺激し炎症をおこす。300ppmで1時間、2,500～4,500ppmでは30分以上で危険となり、5,000～10,000ppmのガスを吸入すると数分間で死に至る可能性がある。160,000～270,000ppmの範囲で爆発の危険性があるため、高濃度ガスが空気中に放散される場所では引火爆発に対する注意を要する。

3) 当該施設の状況

ア 施設の運用状況（推測）

本施設の貯留槽は、設計上 26 日間の貯留容量を持つ。職員が蓋を落下させた 6 月 24 日に、貯留槽は半分程度スラリーが貯留されていたとみられている。事故が発生した 7 月 13 日の直前に満杯状態で貯留槽から曝気槽へスラリーを移送したとすると、この間 19 日であるから、施設使用者は約 40 日間スラリーを貯留していた。

これは、共同利用者（D 農場）から当該事故施設の利用状況を聞き取った貯留日数 45 日間とほぼ一致する。この貯留日数から判断すると、使用者は、用水でほとんど希釈せずにスラリーを貯留していたと思われる。

イ 事故発生時の状況（推測）

共同利用者（D 農場）からの聞き取り結果、ならびに先述した硫化水素等の発生要因から、事故発生時の状況は以下のように推測される。

- a. 被災者が貯留槽に入ったと思われる 7 月 12 日の当日か前日まで貯留を継続し、スラリーの貯留日数は開始から 40 日程度経過していた。硫酸塩還元菌による硫化水素の生成が進行し、硫化水素がスラリー中に蓄積していた。
- b. 満杯に近い状態のスラリーのほぼ全量を曝気槽に移送した際、スラリーが急激に流動したために、スラリー中に溜まっていた多量の硫化水素が放出された。
- c. 硫化水素は空気より比重が大きく、さらに貯留槽はほぼ密閉状態だったために気体の流動性が低く、貯留槽の底部に硫化水素が高濃度で滞留した。

d. 被災者が貯留槽内に進入した時点でも、なお、硫化水素濃度が高い状態にあった。

4) 現地調査による貯留槽内での硫化水素の発生状況の検証

硫化水素発生状況を確認するため、当該事故施設及び施設構成が類似する2施設（当該事故施設と同じ形式のD農場（タイプ③）、E農場（タイプ④））で現地試験を行った（施設のタイプはp27 肥培かんがい施設システム概念図を参照）。

試験は、各施設においてスラリーの移送または攪拌による流動前に硫化水素濃度を測定した後、移送または攪拌を行い流動直後の状態で再度、濃度の測定を行った。また移送終了後1日又は2日目に、濃度を測定し、経時変化を確認した。

貯留槽における貯留日数とスラリー流動直前及び直後のスラリー液面直上の硫化水素濃度を図1-4-1に示す。また図1-4-2には、貯留槽における硫化水素濃度と日最高気温との関係を示す。

さらに移送前後と、移送1～2日経過後の濃度変化を表1-4-4に示す。

硫化水素の発生と濃度の変動の状況は以下のとおりであった。

ア 移送または攪拌による流動前における貯留槽内の硫化水素濃度は0～2ppmと低い。

イ 多量のスカム(浮遊固形層)形成が認められたE農場の事例を除くと、スラリーが移送または攪拌された直後は、いずれも80ppm以上であった。

ウ 当該施設（A農場）の移送直後においては、「呼吸麻痺、昏倒、呼吸停止、死亡」の症状とされる致死濃度（700ppm）を超える高い濃度（1,000ppm）が液面直上で測定された。

エ 移送が終了した後、1～2日経てば安全な濃度（10ppm以下）まで低下した。

オ 貯留日数が経過しても、液面上の硫化水素濃度の増加は認められなかった。

これらの結果から、当該肥培かんがい施設の貯留槽では、事故当時、以下のような状況にあったことが推定される。

ア 貯留槽内のスラリーは有機物の分解が進行し、同時に硫酸塩還元菌により生成された硫化水素がスラリー中に蓄積されていた。

イ スラリーは毎日投入され蓄積されていくが、スラリーの流動はほとんどなく、貯留槽内の気相（スラリー液面より上部）の硫化水素濃度は数 ppm で安定していた。

ウ 貯留槽が満杯となり、曝気槽へ全量移送するためにスラリーを流動させた結果、スラリー中に溜まっていた硫化水素ガスが槽内に放散した。

エ 貯留槽内部は気体の流動性が低く、また硫化水素は空気よりも比重が大きいことから、硫化水素が槽内に滞留し、一時的に生命の危険が生じるレベルほどの高濃度となった。

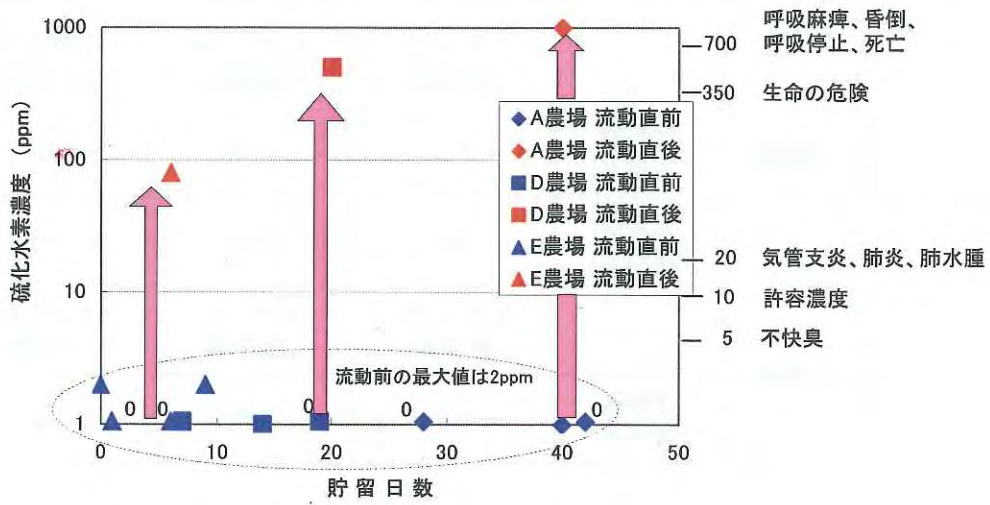


図 1-4-1 貯留日数と硫化水素濃度の関係

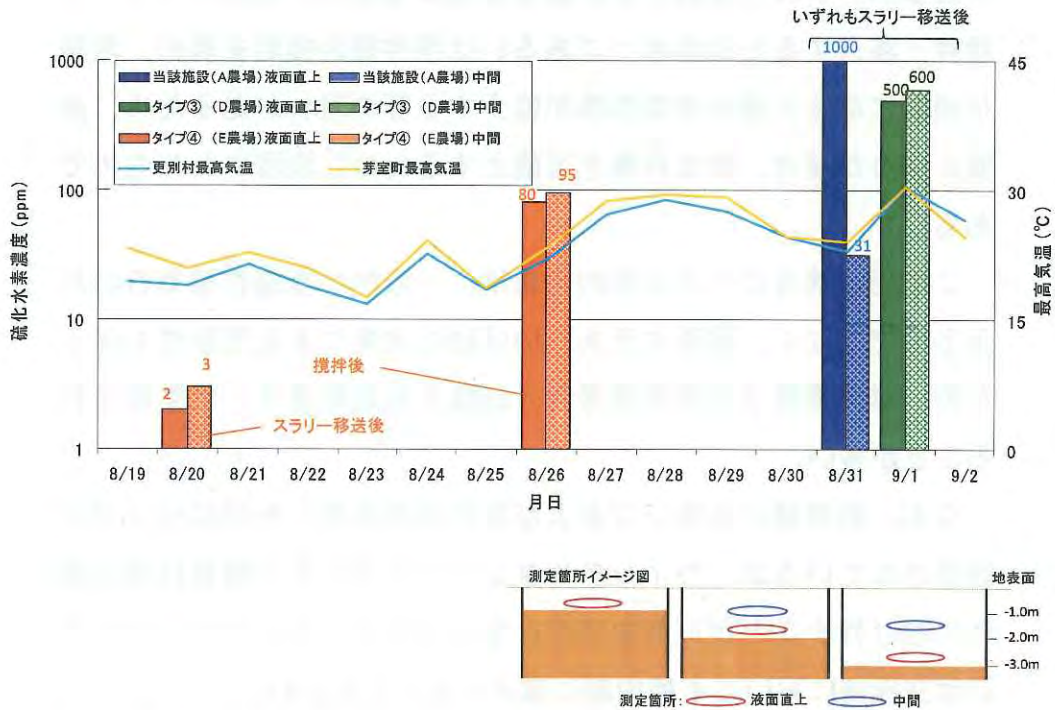


図 1-4-2 貯留槽における硫化水素濃度（攪拌後または移送後）と日最高気温の推移

表 1-4-4 移送前後、1日後及び、2日後の槽内硫化水素濃度 (ppm)

A農場		8月31日 (移送前)	8月31日 (移送後)	9月2日 (2日後)
	貯留槽 (液面上)	0.6	1,000	0.0
曝気槽 (液面上)	54	390	1.5	
D農場		8月31日 (移送前)	9月1日 (移送後)	9月2日 (1日後)
	貯留槽 (液面上)	0.5	500	0.0

② 維持管理のための酸素欠乏危険箇所である施設内への進入

貯留槽には、タラップが附帯しており、内部へ進入することを前提とした構造である。

これは、牛舎から排出されるスラリー原材料には砂および粘土が含まれ、これらの粒子が貯留槽底部に堆積し、槽内スラリーを攪拌・移送するためのポンプあるいは攪拌機の機能を弱め、堆積が過剰になると槽の有効容積が減少する等の恐れがあるため、必要となった場合、除去作業を可能とするために設置されたものである。

この汚泥除去のための槽内作業は、一般的な営農作業で行われるものではなく、酸素欠乏あるいは硫化水素による危険性も伴うため、専門業者（汚泥処理業者、雑排水処理業者等）に委託されることが多い。

なお、貯留槽にはポンプおよび攪拌機能を有した縦型ポンプが設置されているが、ウィンチやクレーンなどにより機械自体を槽外に取り外すことが可能な構造となっており、メンテナンスあるいは交換時においても槽内部に進入しなくてもよい。

③ 蓋や異物の開口部からの落下・人の転落

当該事故では、被災者は、貯留槽内に落下していた蓋の回収のために、スラリーを移送して間もない貯留槽内の硫化水素濃度がまだ高い時点で、槽内に進入した可能性がある。

当該施設の蓋は、25.5 kgの重量があり、また、形状も1.2mと長いため、大人の男性でも一人では容易に持ち上げることが難しいものである。開発局職員は、槽内の観察のため、蓋を一人で持ち上げようとしたところ、重量に耐えかねてバランスを崩し、蓋を落下させてしまったものである。

また、管内の代表的な肥培かんがい施設5ヶ所を対象とした施設点検調査、並びに肥培かんがい施設を利用している農家の全戸を対象にした施設運用状況及び意識調査結果によると、肥培かんがい施設の槽内への異物の落下、落下物の処理のための施設内への進入が生じた例が確認された。

ア 機器メンテナンス時における異物の落下

豎型ポンプ等のメンテナンス時にボルトや工具を落下させた経験のある農家があった。これらの処理は、専門業者へ依頼している。

イ 地震による貯留槽、曝気槽への蓋の落下

農家が自ら回収しているが、スラリー移送後、臭いがない状況まで換気が進んだ段階で槽内に進入した。

(5) 現況施設の安全対策状況

① 安全対策施設

除塵機ピット（流入口）、貯留槽、曝気槽、調整槽、曝気稀釈槽は一般的な畜産関連施設と同形式の地下構造物となっており、沈殿物除去等の維持管理等のために開口部を設けている。しかし、日常の営農においては、槽内への進入は想定しておらず、長年の間に蓄積される沈殿物除去等の特別な処理の時に限られるため、槽内については、特別な強制換気装置は設置していない。

但し、蓋の除去や臨時的な送風機の設置等により開口部を通じた換気は可能である。

蓋については、簡単な移動ができない重量であり、強度もあるため、これにより安全性を確保している。

② 警告等の表示

肥培かんがい施設の利用管理は、個々の農家の敷地内において各農家によって行われることから、営農者以外への警告等を意図した特別な表示はなされていない。

③ 農家への注意喚起

肥培かんがい施設の完成後には、施設の利用マニュアルや機器類の取扱説明書一式を利用農家に手交するのが通例となっている。当該施設については、設置された平成4年度～6年度から長期を経ているため、事業所においても当時のマニュアル（平成7年4月）もそのごく一部と思われるものしか残っていない状況であり、その中では、有毒ガスの注意喚起の記述は確認できていない。

当該施設は、平成16年度に貯留槽の蓋を交換したほか、平成21年度には貯留槽のスラリー移送ポンプを交換している。事業所に残っていたこの取扱説明書（メーカー作成のもの）と同じ資料には、有毒ガスの発生、中毒の危険性及びピット内部に入る場合の厳守事

項等の警告が記載されている。現時点でこの資料の手交の事実関係については確認ができていないものの、完成時には使用者立ち会いのもと、ポンプの取り扱いについて説明が行われたことが確認できた。

2. 肥培かんがい施設の変遷

(1) システムの変遷

肥培かんがい施設のシステムは大別して以下の様な変遷となっている。なお、調査にあたって、スラリーから発生するガスがスラリーの希釈濃度や貯留期間に関係する可能性を視野に、タイプを5つに分類した。

[初期]昭和40年～50年代（タイプ①）

農家が貯留したふん尿を肥培施設の調整槽で希釈し、散布する方式。オーストリアの研究等をもとに希釈倍率は7倍とした。

[システム開発期]昭和60年～平成10年頃（タイプ②③④）

ふん尿を除塵（固液分離）した上で、水で希釈し、曝気処理をすることで腐熟（好気性発酵）により、肥効性を高め、適期に散布する方式。牧草への散布期（需要期）とスラリーの供給期の需給調整のため、調整槽を設ける。施設の規模を小さくするため、用水希釈を曝気用と散布用の2系統とした。フリーストール化や多頭化による大量のスラリーを効率的かつ有効に利用するため、適正な曝気日数や効果の実証、及びシステムの信頼性向上の検討が進められた。

当該事故施設は、タイプ③に位置付けられる。

[現行システム期]平成10年頃以降（タイプ⑤）

曝気処理による腐熟化で流動性が高まることで希釈倍率を再考し、希釈水量が減少したことにより散布労力の軽減が可能となった。用水量は牧草収量の効果の実証試験を踏まえ、土壌別の限界施用量を基本としており、希釈倍率は3倍程度となっている。

また、毎日発生したふん尿を移送・投入する連続方式とすることで、貯留槽を必要としないシステムとなった。

肥培かんがい施設システム概念図を以下に示す。

タイプ	畜舎	除塵機ビット (流入口)	貯留槽 (一)	曝気槽 (調整槽)	調整槽 (配水調整槽)	希釈槽 (一)	特徴	作業工程
①	ふん尿	地下水RC 調整槽 希釈	地下水RC 貯留槽 未熟スラリー貯留 26日間	地下水RC 曝気槽 曝気攪拌 (スラリー熱成) 28日間	地上鋼製 調整槽 スラリー貯留攪拌 180日間	地下水RC 希釈槽 希釈攪拌	<ul style="list-style-type: none"> 7倍希釈 除塵機なし 曝気装置なし 既存の尿溜からふん尿を調整槽へ移動、希釈して散布 	ふん尿をふん尿槽に貯留し、散布時にふん尿を調整槽へ移動させ、ここで一定の濃度に希釈してポンプで圃場へ移送する。
②	ふん尿	地下水RC 除塵機ビット ふん尿希釈 (スラリー化) 2日間	地下水RC 貯留槽 未熟スラリー貯留 26日間	地下水RC 曝気槽 曝気攪拌 (スラリー熱成) 28日間	地上鋼製 調整槽 スラリー貯留攪拌 180日間	地下水RC 希釈槽 希釈攪拌	<ul style="list-style-type: none"> 7倍希釈 ハッチ方式 除塵機を設置 曝気槽は円形 2.8日間曝気 調整槽、希釈槽は共同利用 用水は2系統 	ふん尿を除塵機に投入し、分離液を除塵機ビット(流入口)へ一時貯留する。流入口から、貯留槽へポンプ圧送し、貯留槽から曝気槽へPTOポンプで移送する。曝気槽で曝気攪拌した後、PTOポンプで共同施設の調整槽へと移送する。
③	ふん尿	地下水RC 除塵機ビット ふん尿希釈 (スラリー化) 2日間	地下水RC 貯留槽 未熟スラリー貯留 26日間	地下水RC 曝気槽 曝気攪拌 (スラリー熱成) 28日間	地上鋼製 調整槽 スラリー貯留攪拌 180日間	地下水RC 希釈槽 希釈攪拌	<ul style="list-style-type: none"> 7倍希釈 ハッチ方式 除塵機を設置 曝気槽は円形 2.8日間曝気 調整槽、希釈槽は共同利用 用水は2系統 	ふん尿を除塵機に投入し、分離液を除塵機ビット(流入口)へ一時貯留する。流入口から、貯留槽へポンプ圧送し、貯留槽から曝気槽へPTOポンプで移送する。曝気槽で曝気攪拌した後、PTOポンプで共同施設の調整槽へと移送する。
④	ふん尿	地下水RC 除塵機ビット ふん尿希釈 (スラリー化) 2日間	地下水RC 貯留槽 未熟スラリー貯留 12日間	地下水RC 曝気槽 曝気攪拌 (スラリー熱成) 14日間	地上鋼製 調整槽 スラリー貯留攪拌 180日間	地下水RC 希釈槽 希釈攪拌	<ul style="list-style-type: none"> 7倍希釈 ハッチ方式 除塵機を設置 曝気槽は円形 1.4日間曝気 調整槽、希釈槽は共同利用 用水は2系統 	ふん尿を除塵機に投入し、分離液を除塵機ビット(流入口)へ一時貯留する。流入口から、貯留槽へポンプ圧送し、貯留槽から曝気槽へPTOポンプで移送する。曝気槽で曝気攪拌した後、PTOポンプで共同施設の調整槽へと移送する。③タイプとは、貯留槽、曝気槽の貯留日数が違う。
⑤	ふん尿	地下水RC 流入口 ふん尿希釈 (スラリー化) 3日間	地下水RC 貯留槽 未熟スラリー貯留 14日間	地下水RC 曝気槽 曝気攪拌 (スラリー熱成) 14日間	半地下PC 調整槽 配水調整槽 スラリー貯留攪拌 142日間	地下水RC 希釈槽 希釈攪拌	<ul style="list-style-type: none"> 3倍希釈相当 連続方式 除塵機を設置 調整槽は矩形又は六角形 配水調整槽は共同利用 	流入口に集められたふん尿は除塵機に投入され、分離液を流入口から調整槽へ水中ポンプで移送する。調整槽で曝気攪拌した後、PTOポンプで共同施設の調整槽へと移送する。

図 2-1-1 肥培かんがい施設施設システム概念図

(2) 施設の整備状況

現在利用されている国営事業による肥培かんがい施設の整備数を過去 10 年単位で見ると、平成 3 年から平成 12 年までの 10 カ年では 84 か所あり、その 67%は宗谷・留萌管内にある。

また、平成 13 年から平成 22 年までの 10 カ年をみると 321 か所あるが、その 77%は根釧管内に集中している。

一方、十勝管内においてはこの 10 カ年では 6 か所にとどまり、十勝南部農業開発事業所においては、平成 4 年度～6 年度の試験施設の整備以降、建設されていない。

(3) タイプ別点検・調査

5タイプから各々1カ所を選定し、施設の点検調査を実施したところシステムを構成する各々の施設について、ほぼ共通する結果が得られた。

① 除塵機ピット（流入口）

1) 構造

全てのタイプにおいて転落防止策として開口部に重量のある蓋が備えられ、簡単に開閉できないようになっている。

全てのタイプで足場や階段タラップなどには落下防止策としてチェーンや柵などが備わっているが、設備の老朽化している施設もあった。

2) 硫化水素の発生

除塵機ピット(流入口)については、ピット内のスラリー流動に伴い、硫化水素が発生する。

流入口が建屋で覆われている施設について、建屋内の換気条件によっては、ピット内から発生した硫化水素が滞留する可能性があったため、必要な調査・検討を行い、関係農家に注意喚起を行った。

② 貯留槽・曝気槽・希釈槽

1) 構造

全てのタイプにおいて転落防止策として蓋が備えられている。蓋は、使用者の作業性を踏まえ着脱式となっているが、曝気状態確認のため、簡易点検小窓が設置されているものもある。

タラップは、タイプ①の施設を除き、汚泥除去を目的として全ての槽に設置されているが、一部の施設において腐食性ガス等の影響により劣化が進んでいるものも見受けられた。

2) 硫化水素の発生

貯留槽と曝気槽を有するタイプ4カ所において、硫化水素の測定を行ったところ、スラリーの流動に伴い槽内では高い濃度が測定されたが、槽外が開放された条件下においては濃度が低く、槽外で作業する限りにおいては危険性が低いことが判明した。しかし、開口部直上 0.15m 地点では、曝気状態で 80ppm が測定され、「気管支炎、肺炎、肺水腫の危険性（厚生労働省）」を伴うことが想定された。（図 2-3-1）。

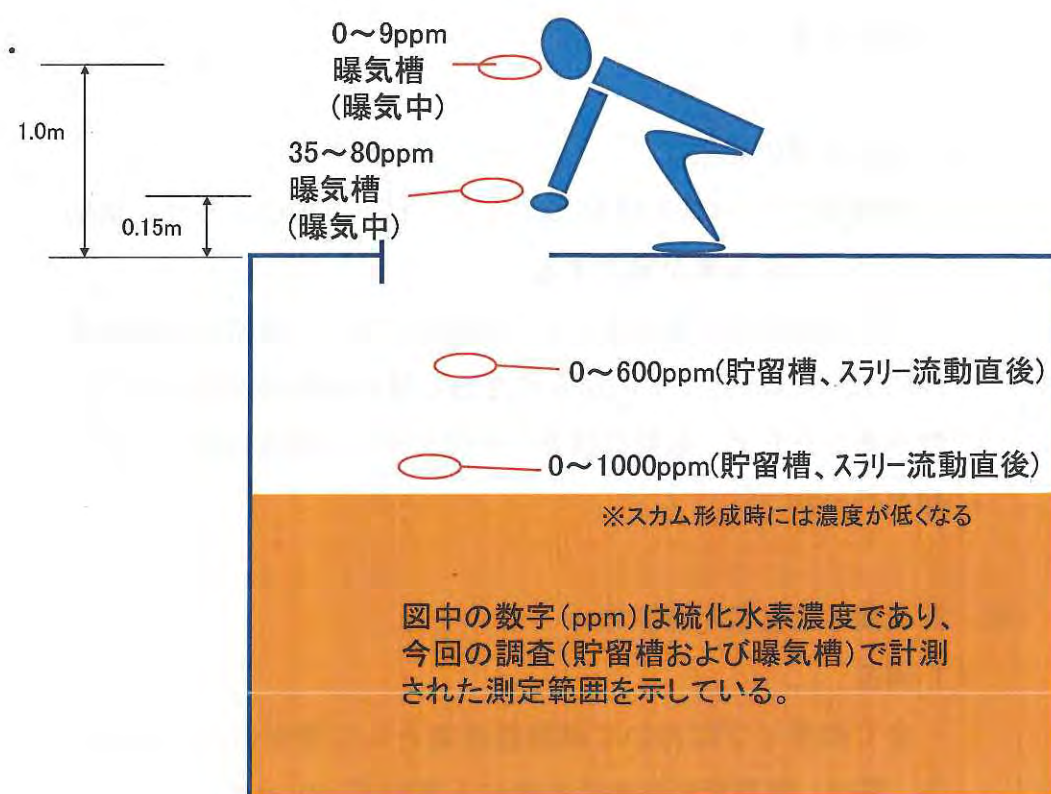


図 2-3-1 曝気槽および貯留槽内外の硫化水素濃度

3. 肥培かんがい施設の運用状況

肥培かんがい施設使用農家の施設運用状況、ならびに安全に対する意識を把握するために、管内肥培かんがい施設運用農家 49 戸に対して、戸別訪問調査とその分析を行った。その結果を以下に示す。

(1) 運用状況

① 運用マニュアル

肥培かんがい施設の操作や維持管理に関するマニュアルおよび運用にあたっての留意事項記載の有無についての回答結果を図 3-1-1、施設設置年とマニュアルの有無の関係について表 3-1-1～3-1-2 に示す。

この問に対する有効回答は 40 戸分あった。その内、マニュアルの有無に関して、あると回答した農家は約 4 割 (15 戸) であった。また、その内訳としてマニュアルの中に留意事項が記載されていたと回答したのは約 1 割 (3 戸) であり、留意事項がない、もしくは記憶にないと回答したのは 3 割 (12 戸) であった。マニュアルがないと回答した中には、設置時に口頭で施設の操作方法を説明されただけ、という内容のものも含まれる。

施設設置年とマニュアル有無の関係をみると、設置年が新しくなる程、マニュアルあり及び留意事項の記載ありと回答した農家が増加傾向にあった。

マニュアルの留意事項は主に機器操作上の危険性について述べられており、その中でメンテナンス時における有毒ガスに対する注意喚起の記載も確認した。

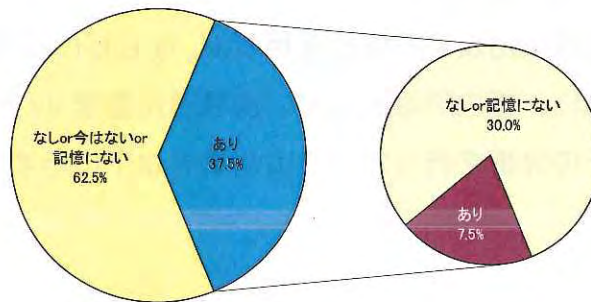


図 3-1-1 マニュアル（左）と留意事項記載（右）の有無

表 3-1-1 施設設置年とマニュアルの有無 (単位:戸)

有無 \ 設置年	～S59	S60～H10	H11～H22
マニュアルあり	3	3	9
マニュアルなし、今はない、記憶なし	19	5	1

表 3-1-2 施設設置年と留意事項記載の有無 (単位:戸)

有無 \ 設置年	～S59	S60～H10	H11～H22
留意事項記載あり	0	0	3
留意事項記載なし、記憶なし	3	3	6

②曝気に費やす時間

曝気はスラリーの腐熟化を目的としており、開始直後には硫化水素ガスが多量に発生し、その後曝気の継続とともにガス濃度は低下する。

曝気の有無および曝気時間を聞き取った結果を図 3-2-1 に示す。

回答が有効、かつ曝気システムを有する肥培かんがい施設利用農家（12 戸）の内、実際に曝気を行っているのは 9 戸（75%）であった。曝気時間の内訳は 1 日当り 1～5 時間と 5～10 時間が大部分を占め、曝気に 10 時間以上を費やしている農家も 11.1% あった。

なお、なぜ曝気を行わないのか、という問に対しては、主に電気代や手間がかかるためという理由が挙げられた。

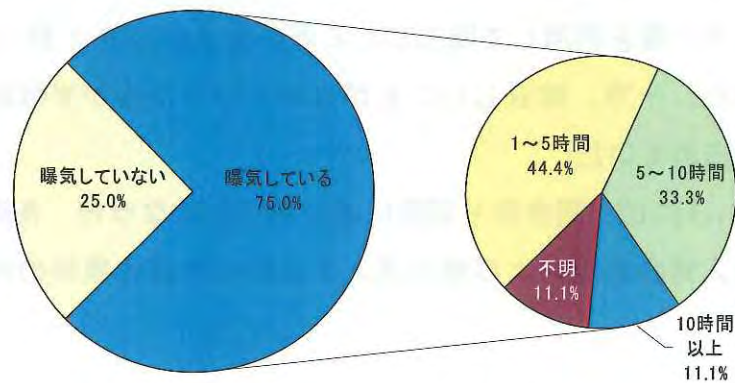


図 3-1-2 曝気の有無(左)と曝気に費やす時間の内訳(右)

③施設の維持管理

1) 槽内残留物の除去

除塵機ピット（流入口）、貯留槽、曝気槽等で維持管理上発生する、槽内残留物（ふん尿固形物や敷料）の除去に関するアンケート調査結果を図 3-1-3 に示す。

この問に対しては 45 戸から有効回答があり、これまでに槽内残留物等を除去したことがあると回答した農家は 20 戸であった。45 戸分の回答の内、作業者自らが槽内に入って除去を行ったケースは 1～2 割（7 戸）、専門業者が槽内に入って除去したケースは約 1 割（6 戸）であった。また、バキュームカー等を利用して除去したことがあるのは約 2 割（10 戸）であった。一方、除去したことがないという回答が半数以上（24 戸）を占めていた。

表 3-1-3 には、聞き取り調査により明らかになった、各農家における進入対象施設および槽内進入の要因と除去作業時の対応を示す。

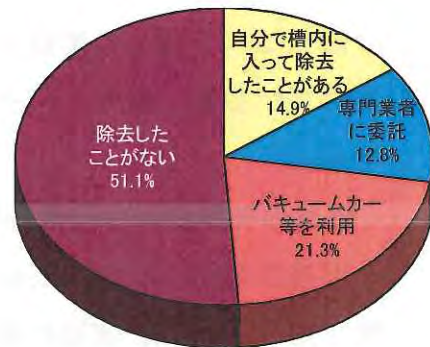


図 3-1-3 槽内残留物除去作業の有無
(複数回答あり)

表 3-1-3 進入対象施設およびその要因と作業時の対応

施設	進入の要因	対応
流入口	豎型ポンプに詰まった砂を除去するため	まず、自ら槽内に進入したが断念し、その後業者に委託
流入口	セパレーター交換時に異物を除去するため	業者に委託して除去
貯留槽	蓄積したゴミを除去するため	槽が空になった時に自ら槽内に進入して除去
貯留槽	蓄積した汚泥を除去するため	開発局経由で業者委託し、除去
貯留槽	槽内を掃除するため	事前に何度も水洗いし、自ら槽内に進入
貯留槽	蓄積した汚泥を除去するため	進入前に送風機を用いて十分換気した。汚泥は大部分ポンプで吸引し、残りはスコップを用いて除去
曝気槽	定期管理のため	業者に委託して除去
曝気槽	定期管理のため	業者に委託して除去
曝気槽	蓄積した汚泥を除去するため	業者に委託して除去
曝気槽	定期管理のため	業者に委託して除去
配水調整槽	定期管理のため	業者に委託して除去
不明	不明	対象施設、進入の要因は不明だが、自ら槽内に進入したと回答した農家
不明	不明	対象施設、進入の要因は不明だが、自ら槽内に進入したと回答した農家
不明	不明	対象施設、進入の要因は不明だが、自ら槽内に進入したと回答した農家

■ 農家が自ら槽内に進入したケース

除去作業の対象は主に除塵機ピット（流入口）、貯留槽および曝気槽であった。頻度については設置後現在までに1回行ったとする回答がほとんどである。

以上のことから、45戸の内約半数の農家が施設内での残留物除去作業を実施しており、全体のおよそ15%が自ら槽内に進入して作業していることが分かった。

2) ポンプ等の故障

除塵機ピット（流入口）、貯留槽、曝気槽等において維持管理上発生する、ポンプ等の故障に関するアンケート調査結果を表 3-1-4 に示す。

調査の結果、この問に対する有効回答が得られた42戸の農家の内、約3割（13戸）がこれまでにポンプ等機械類の故障を経験しており、その内4戸は自ら槽内に進入して修理を行ったことがあった。

表 3-1-4 ポンプ等の故障の有無

ポンプ等の故障対応	戸数(戸)
自分で槽内に入って対応	4
槽内に入るが専門業者に委託	10
故障したことがない	27
その他	2

※複数回答が含まれる

3) 異物の除去

その他、表 3-1-5 に示すように、槽内に異物を落下させた事例が7件あった。そのうち1件は、農家が自ら槽内に入って対処したことがあった。

表 3-1-5 異物の落下およびその後の対応

施設	落下物	対応
集ふん口	工具	業者に委託して除去
流入口	携帯電話	—
流入口	地震により落下した貯留槽、曝気槽の蓋	鋼製である貯留槽の蓋は、スラリー移送後に槽内が空の状態、時間(どの程度かは記憶なし)において臭いがないのを確認してから槽内に進入して回収。木製である曝気槽の蓋は、水位上昇時に道具を用いて回収。
貯留槽	携帯電話	—
貯留槽	ビニール・木片	水位上昇時に竿を用いて除去
貯留槽	携帯電話	—
曝気槽	木材	水位上昇時に熊手を用いて除去

■ 農家が自ら槽内に進入したケース

4) 施設運転管理上の問題点

施設運転管理上発生する事故等の有無に関して聞き取ったところ、何らかの体調悪化が生じたか、もしくは事故に遭った（または遭いそうになった）ことがあると回答した農家が3戸あった。表3-1-6にその内容を示す。

表 3-1-6 発生した体調不良および事故遭遇の危険

施設	内容
流入口	槽内に蓄積したガスを吸い込み、気分が悪くなった
流入口	流入口に蓄積したスカムを除去しようとした際、体調が悪くなった
曝気槽	冬場に地面が凍結し、足を滑らせて転落しそうになった

このほか聞き取った中で、修理等を業者に一任して自分は近づかない、もしくは互いに注意喚起を行っている、などの報告があった。

(2) 管内（全戸）の肥培かんがい施設使用農家の安全に対する意識調査

① 安全に対する意識調査

事故が発生した7月13日以前の認識を前提として、安全に対する意識調査を行った。

「貯留槽などで、硫化水素など致死量に至る有毒ガスや酸素欠乏の危険性があることを知っていましたか？」との問いへの回答と、「知っていた」と回答した農家のうち、その知識の由来の結果を、図3-2-1に示す。

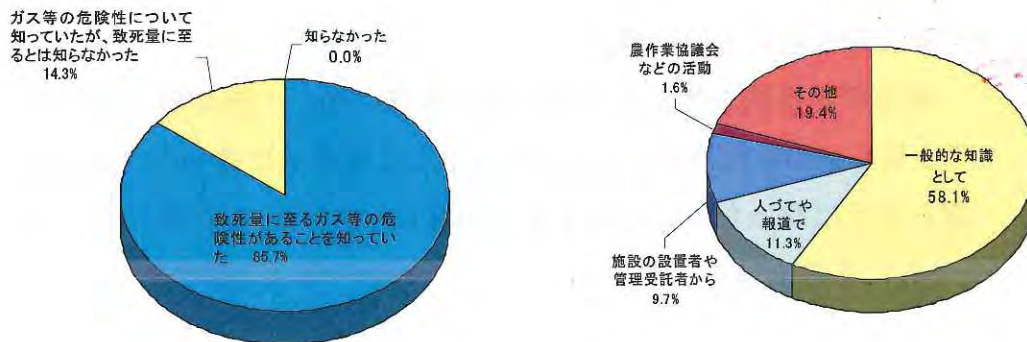


図 3-2-1 有毒ガス発生等の知識の有無（左）とその知識の由来（右）

「貯留槽などで、硫化水素など致死量に至る有毒ガスや酸素欠乏の危険性があることを知っていたか？」という問いに対して、全 49 戸から有効な回答が得られた。この結果を分析したところ、約 9 割（42 戸）の農家が危険性を認識していると回答した。しかし「致死量に至るとは知らなかった」との回答も 14% あった。また「知らなかった」との回答はゼロであり、全農家が健康への危険性を認識していることがうかがえた。

どのようにそれらの知識を知ったかについては、半数以上が一般的な知識として知っていたことが示された。次いで、「人づてや報道で知った」との回答が 11% を占めていた。加えて、農家の施設利用開始時に施設設置者である開発局からの周知があったという回答や、周辺で発生した農作業事故の際に知ったという回答も見られた。

一方、施設管理受託者（町）からの周知に関しては「周辺で類似の農作業事故が発生した際に注意喚起があるが、定期的なものではない」旨の回答もいくつか見られた。農業関連団体からの注意喚起については、施設管理受託者の場合と同様であった。また、施設導入当初に農機具メーカーから聞いた、とする回答もあった。

② 危険性を有する事象の発生調査

アンケート調査において発生が確認された、危険性を有する事象例を以下に述べる。

槽内に異物を落下させたことがあるかという問いに対して、携帯電話や工具、蓋などの異物を落下させた事例が 8 件報告された。また、高濃度の有毒ガスの発生を感じると回答した農家が 10 件、ガスにより体調が悪くなったことがあるとの回答が 2 件あった。

③ その他

上述のアンケート調査において、肥培かんがい施設で今後発生が予想される事故について、対象農家の意見を収集した。

調査の結果、「現況では開口部に蓋がなく転落の危険性がある」、「蓋が木製や鉄製であるため腐食して安全に取り扱うことができない」といった蓋に関する意見が 8 件あった。また、除塵機ピット(流入口)内に滞留する有毒ガスの対策として、現況では換気状況が十分とは言えず、作業中に危険を感じるという意見が 1 件寄せられた。

(3) これまでに発生した類似の事故

今回の事故と類似する農作業事故が道内では過去 10 年間に 2 回発生している(北海道農作業安全運動推進本部資料による)。

平成 18 年 4 月に留寿都村の養豚し尿処理施設地下にある深さ 1.4m のし尿排水溝で一人汲み取り作業中、し尿からガスが発生し、酸欠状態となり窒息死した。

また、平成 20 年 8 月に清水町で、地下ピットのある構造の牛舎において、地下ピットに落下した金具を拾いに降りた際、ピットに溜まっていた有毒ガス(硫化水素、一酸化炭素)による中毒で 1 名が死亡したとされている。

4. 農家及び職員への危険性の周知状況

(1) 開発局の取り組み状況

① 周知状況

開発局において、肥培かんがい施設で発生する有毒ガスの危険性についての職員及び農家への周知状況を表 4-1-1～2 にそれぞれ示す。

1) 職員への周知状況

技術系職員については、工事の監督業務に携わることが多く、これを遂行する上で必要となる工事の安全確保のための通知や研修の中で酸素欠乏等の危険性が取り扱われている。

肥培かんがい施設については、設計のためのマニュアルとして配布した資料の中でスラリー攪拌時に放出される硫化水素の危険性の記述がある。

また、事業を実施している事務所等で、肥培かんがい施設工事における有毒ガスの発生を留意事項として取り扱っているなどの周知状況が確認された。

2) 農家への周知状況

施設設置から長期を経ているものも多く、全ての状況について確認することは困難だが、これまで代表的な地区での状況について調査したところ、農家への施設の引き渡しの際に手交する管理マニュアルや機器取扱説明書の中で有毒ガスの危険性について警告されている事例が多く確認された。

帯広開発建設部においても、施設の引き渡し時に農家への説明や警告が表示された取扱説明書を手交するなどの取り組みが確認された。

表 4-1-1 肥培かんがい施設の工事等に係る安全確保に
 ついての職員への周知の状況

部署	区分	文書名等	主な内容
本局	通知文書	農業土木仕様書(平成23年4月)	土木工事安全施工技術指針等を参考として、工事の安全管理を行うべきことを記述。
		土木工事安全施工技術指針(平成21年3月)	工事の安全確保のため、酸素欠乏等の危険のある場所における作業場での酸素、硫化水素の濃度測定等を行うように記述。(圧気工、トンネル工等は個別に取り上げられ、留意事項が記載されているが、肥培かんがい施設は事項として取り上げられていない。)
		土木工事等施工技術安全指針(平成21年)	上記に準じた内容。
	執務参考資料	「スラリーかんがいの理論と実際」(平成5年3月)	肥培かんがい施設の設計のためのマニュアルとして担当職員に配布。「家畜スラリーを嫌気状態で放置すると、多量の硫化水素が生成され、スラリーの攪拌作業、散布作業時に多量の硫化水素ガスが放出され、健康上最も有毒なガスである。」「硫化水素によって臭気感覚が麻痺されるため、高濃度に気づかず、意外な事故を招くと言われている。」等の記述。
		「スラリーかんがい(スラリーゲイション)―その理論と実際―(未定稿)」(平成7年4月)	上記を基に、調査・設計マニュアルとして作成。硫化水素についての記述は、同様。(H9年2月に、同名称の書籍(硫化水素に係る記述は同様)が編纂されている。)
	研修等	土木施工管理技術研修(年1回、6名程度)	施工計画・安全管理の講義の中で、労働安全衛生法の体系を解説。資料に、酸素欠乏防止規則が規程されている旨記載。
工事品質管理研修(年1回、10名程度)		安全管理の講義の中で、労働安全衛生法の体系を解説。資料に、酸素欠乏防止規則が規程されている旨記載。	
釧路開発建設部	統一文書	工事特記仕様書	既存のふん尿槽内での作業における留意点として、十分な換気、ガス濃度測定機による安全確認、防護マスクの着用を義務付け。(H20から)
		工事実施に伴う留意事項	肥培かんがい施設の工事において留意すべき事項のチェックリストとして作成しており、全ての工事について、監督員と受注者との初回打ち合わせの際にこれを用いて確認。(H21～)「既設ピット内などの作業は、有毒ガスが含まれることがあることから、換気に十分留意すること。(類似工事で死亡事故有り。)」との記述がある。
	執務参考資料	肥培かんがい施設設計マニュアル	担当者の施設設計マニュアルとして作成。耐食性の確保の中で、「調整中のスラリーは、硫化水素に代表される腐食性ガスを発生する。」とあり、耐食性の観点からではあるが、「閉鎖された室内に腐食性ガスや臭気が充満しないように、換気設備の設置を行う。」とある。また、「このことで管理作業者の安全も確保出来る。」とあり、人体への影響についても認識された記述となっている。

表 4-1-2 肥培かんがい施設の工事等に係る安全確保に
 ついての農家への周知の状況

部署	区分	主な内容
釧路開発建設部	農家配布資料 施設管理マニュアル 「別海地区」 「別海南部地区」 「別海西部地区」 「はまなか地区」	農家への肥培かんがい施設の引き渡しの際に、肥培施設管理マニュアルとして全戸に配布。ポンプ等の施設のメーカーによる取扱説明書には、「家畜ふん尿スラリーの攪拌は有毒ガスの発生による危険性がある」等の警告が記載されている。また、スラリーストアの取り扱いとして、有毒ガスが発生している危険性があり、作業をする際には、必ずガス検知を行い、必要に応じて十分な換気を行うよう注意喚起する文書等も作られている。
帯広開発建設部	農家配布資料 取扱説明書「美蔓地区」	農家への肥培かんがい施設の引き渡しの際に、施設の利用について注意喚起文書を配布し、酸素欠乏や硫化水素等について注意する旨が記載されている。ポンプ等の施設メーカーによる取扱説明書に、「危険性のガスが槽内に充満する可能性がある場合、作業開始前に十分な換気を行うこと」等の警告が記載されている。
	農家配布資料 取扱説明書「芽室地区」	農家への肥培かんがい施設の引き渡しの際に、取扱説明書綴りを配布しており、ポンプ等の施設メーカーによる取扱説明書には、「攪拌する際に発生するガスにより人間だけではなく牛舎内の牛にも危害を加える」等の警告が記載されている。
留萌開発建設部	農家配布資料 取扱説明書「天塩沿岸地区」	農家への肥培かんがい施設の引き渡しの際に、肥培施設管理マニュアルとして全戸に配布。ポンプ等の施設のメーカーによる取扱説明書には、「家畜ふん尿スラリーの攪拌は有毒ガスの発生による危険性がある」等の警告が記載されている。
	農家配布資料 取扱説明書「幌進地区」	農家への肥培かんがい施設の引き渡しの際に、肥培施設管理マニュアルとして全戸に配布。ポンプ等の施設のメーカーによる取扱説明書には、「ふん尿を攪拌する際には、有毒なガスが発生しますので、換気には十分注意を払って下さい。」等の警告が記載されている。
稚内開発建設部	農家配布資料 取扱説明書「枝幸南部地区」	農家への肥培かんがい施設の引き渡しの際に、肥培施設機器取扱説明書として全戸に配布。ポンプ等の施設のメーカーによる取扱説明書に、「貯留槽へのポンプ搬入時にはメタンガスなどの有毒ガスに十分注意してください」等の警告が記載されている。
	農家説明用の資料 「肥培施設を上手に使うために」の作成に当たって	マニュアル作成委託業務の受注者への説明のために事業所で作成したと思われるが、「肥培施設を上手に使うために」の存在が確認できていない。指示文書の添付文書に「警告 肥培かんがい施設には人体に危険なガスが発生しています。各施設(除塵槽、一次調整槽、二次調整槽)の中には絶対に立ち入らないで下さい。」との記述があり、おそらく農家へ施設掲示をお願いするための文書であったと推測される。

② 職員の認識

1) 職員アンケート

開発局の全道の農業関係職員 667 名に対し、肥培かんがい施設における危険性の認識に関するアンケート調査を行った。調査は、今回の事故が発生する以前の認識を前提条件として示した上で、無記名方式として行い、休暇中の職員等を除く 639 名の有効回答を得た。

2) アンケート結果

職員の約 7 割（436 名）は、「硫化水素などの有毒ガスが発生したり酸素欠乏がおこる可能性があることを知っていた」と回答した。

上記の「知っていた」と回答した職員（436 名）に対する「致死量に及ぶ硫化水素が発生する可能性があることを知っていたか？」との問いに対して、約 7 割（314 名）が、「知っていた」もしくは「可能性はあると思っていた」と回答している。以上より、致死量に及ぶ硫化水素の発生の可能性を認識していた職員は全体の 5 割（314 名）であった。

職員の 3 割（206 名）は、事務（業）所で肥培かんがい施設の設計、施工、試験調査を担当した経験があり、このうち約 9 割（185 名）は、同様に「知っていた」と回答している。ただし、致死量に及ぶ硫化水素が発生する可能性を認識しているのは 145 名であり、経験職員の 7 割であった。

また、どのように知ったかについては、「職場内の情報」、「類似事故事例」、及び「職場外の情報」の回答が多かった。「職場内での情報」と回答した職員については、「上司の指導」及び「その他職員の助言」で知ったと回答した職員が大半を占めた。

以下に職員アンケート結果の総括表を示す。

表 4-1-3 肥培かんがい施設の利用に伴う危険性に関する認識調査

調査票配布数	667	
回答票	659	回答率 98.8%
うち無効回答	20	
未回答	8	
有効回答	639	有効回答率 95.8%

北海道開発局調べ

1. 経験

(1) 肥培かんがい施設に関するあなたの経験を教えてください

回答	全体	割合
ア 事務(業)所において肥培かんがい施設の設計、施工、試験調査を担当したことがある → 以下、“現場経験有”で表記	206	32.2%
イ 肥培かんがい施設の調査計画、事業管理や施設管理の経験がある(ア.の経験がある方を除く) → 以下、“間接経験有”で表記	122	19.1%
ウ 担当したことがない → 以下、“経験無”で表記	311	48.7%
計	639	

(2) あなたの立場を教えてください

回答	全体			
	現場経験有	間接経験有	経験無	
ア 技官	572	205	115	252
イ 事務官	67	1	7	59
計	639	206	122	311

2. 認識

(1) 肥培かんがい施設における貯留槽などで、硫化水素などの有毒ガスが発生したり酸素欠乏がおこる可能性があることを知っていましたか？

回答	全体			
	現場経験有	間接経験有	経験無	
ア 知っていた	436	185	87	164
		89.8%	71.3%	52.7%
イ 知らなかった	192	21	31	140
		10.2%	25.4%	45.0%
ウ その他	11	0	4	7
		0.0%	3.3%	2.3%
計	639	206	122	311

(2)上の質問(1)でア.と答えた方は、肥培かんがい施設における貯留槽で致死量に及ぶ硫化水素が発生する可能性があることを知っていましたか？

回答	全体	現場経験有	間接経験有	経験無
ア 知っていた	138	79 42.7%	22 25.3%	37 22.7%
イ 可能性はあると思っていた	176	66 35.7%	35 40.2%	75 46.0%
ウ そこまでのことはないだろうと思っていた	91	34 18.4%	20 23.0%	37 22.7%
エ 知らなかった	30	6 3.2%	10 11.5%	14 8.6%
計	435	185	87	163

(3)上の質問(1)でア.と答えた方は、どのように知りましたか？(複数回答可)

回答	全体	現場経験有	間接経験有	経験無
ア 職場内での情報による	153	89 34.5%	30 34.1%	34 22.8%
イ 職場外からの情報による(コンサル、農家等)	94	62 24.0%	14 15.9%	18 12.1%
ウ 土木工事、マンホール、サイロなどにおける類似事故事例で	168	71 27.5%	31 35.2%	66 44.3%
エ 自己学習(参考文献、インターネット等)	63	29 11.2%	10 11.4%	24 16.1%
オ その他	17	7 2.7%	3 3.4%	7 4.7%
計	495	258	88	149

(4)上の質問(3)でア.と答えた方は、具体的にどのような内容ですか？(複数回答可)

回答	全体	現場経験有	間接経験有	経験無
ア 上司からの指導	71	47 41.2%	15 36.6%	9 23.1%
イ その他職員の助言	76	46 40.4%	14 34.1%	16 41.0%
ウ 引継ぎ	4	2 1.8%	1 2.4%	1 2.6%
エ 職場の研修等	15	3 2.6%	6 14.6%	6 15.4%
オ その他	28	16 14.0%	5 12.2%	7 17.9%
計	194	114	41	39

(2) 関係機関の取り組み状況

(労働基準監督署)

当該肥培施設は、労働安全衛生法で定められた、酸素欠乏危険場所の条件に合致すると思われる。

関係する労働基準監督署から聞き取ったところ、同法での酸素欠乏危険場所で作業する際の義務は、当該作業を実施する作業員を雇用する事業主に課せられたものであり、一般的な家族労働での農業者の場合は適用はないものであるとしている。

労働安全衛生法（抄）

(作業環境測定)

第六十五条 事業者は、有害な業務を行う屋内作業場その他の作業場で、政令で定めるものについて、厚生労働省令で定めるところにより、必要な作業環境測定を行い、及びその結果を記録しておかなければならない。

労働安全衛生法施行令（抄）

(作業環境測定を行うべき作業場)

第二十一条 法第六十五条第一項の政令で定める作業場は、次のとおりとする。

九 別表第六に掲げる酸素欠乏危険場所において作業を行う場合の当該作業場

別表第六 酸素欠乏危険場所(第六条、第二十一条関係)（抄）

九 し尿、腐泥、汚水、パルプ液その他腐敗し、又は分解しやすい物質を入れてあり、又は入れたことのあるタンク、船倉、槽、管、暗きよ、マンホール、溝又はピットの内
部

酸素欠乏症等防止規則(抄)

(作業環境測定等)

第三条 事業者は、令第二十一条第九号に掲げる作業場について、その日の作業を開始

する前に、当該作業場における空気中の酸素（第二種酸素欠乏危険作業に係る作業場にあつては、酸素及び硫化水素）の濃度を測定しなければならない。

第三条から第十七条で、事業者が遵守すべき一般的防止措置を規定(略)

（十勝総合振興局）

平成 20 年 8 月 29 日に、十勝支庁産業振興部から「管内の家畜排せつ物処理施設において酸素欠乏あるいは有毒ガスを疑う死亡事故の発生」を踏まえ、「家畜排せつ物処理施設における安全管理の徹底について」の注意喚起文書が管内自治体及び農業協同組合に発出された。さらに、同年 9 月 5 日には、北海道農政部より「家畜排せつ物処理施設の安全管理について」が発出され、十勝支庁においても、同文書を 9 月 11 日付で管内自治体及び農業協同組合に発出している。

（更別村）

更別村に聞き取ったところ、平成 20 年 8 月 29 日の十勝支庁からの文書は残っていた。同文書は十勝支庁より農業協同組合にも通知されていたことから、村は、農協より通知されると理解した。

また、9 月 11 日の文書についても農協により各種会議等を通じ農家に対し周知された。

（JA さらべつ）

JA さらべつに聞き取ったところ、平成 20 年の十勝支庁からの連絡を踏まえ、各種会議を通じ、農家へ周知したとのことであった。