

令和3年度 第1回 土地改良研修会

主催 (一社) 北海道土地改良設計技術協会

農業農村工学会技術者継続教育機構 認定プログラム申請中

本年は、札幌では18日連続真夏日を記録し、97年ぶりに史上最長記録を更新するなど猛暑にみまわれました。地球温暖化の進行は、各方面に様々な影響を及ぼしており、今後も拡大・顕在化する恐れがあるとされています。本年度の第1回土地改良研修会では、気象衛星センターで気象衛星ひまわりに関する業務に従事され、現在、札幌管区气象台で地球温暖化情報官として、地球温暖化や北海道の気候変動に関する情報提供業務に従事されている 上澤 大作 様からご講演を頂きます。

また、協会会員による最新の研究成果の発表を企画しました。

北海道の農業農村整備事業に携わる技術者や関係の皆様には、大変有意義な内容と考えております。多数の皆様のご参加を期待しております。

記

日 時 令和3年10月20日(水) 13:30~16:30
場 所 京王プラザホテル札幌(札幌市中央区北5条西7丁目)
2F エミネンスホールB TEL 011-271-0111

《プログラム》

開会挨拶 (一社) 北海道土地改良設計技術協会 13:30~13:35

講 演 「地球温暖化と北海道の気候変動」 13:35~14:50
札幌管区气象台気象防災部 地球環境・海洋課
地球温暖化情報官 上澤 大作 氏

(休 憩)

研究発表

1. パイプラインの環境配慮設計事例
一 国営環境保全型かんがい排水事業 根室地区の事例一 野倉 士敬 氏 15:00~15:30
 2. 国営かんがい排水事業 金津 麻里子 氏 15:30~16:00
芽室川西地区の水管理制御設備設計
 3. 地域環境に配慮した暗渠排水工設計事例 辻 輝樹 氏 16:00~16:30
- 閉 会 16:30

その他

- ・ 携帯電話の電源はお切りになるか、マナーモードに設定して下さい。
- ・ 会場の利用規則により、ペットボトル等のゴミはお持ち帰り下さい。
- ・ 新型コロナウイルス感染症防止のため各自手の消毒とマスクの着用をお願いします。
- ・ CPD 申請用紙

CPD 申請用紙お帰りの際、必ず提出してください。

なお、農業農村工学会技術者継続教育機構以外の CPD 番号をお持ちの方で、申請を希望する方は、提出して下さい。(後日、当協会より受講証明を発行しますので、各自で申請手続きを行って下さい。)

地域環境に配慮した 暗渠排水工設計事例

株式会社イーエス総合研究所 辻 輝樹

目次

1. はじめに

2. 地域環境の問題点

(1) 天塩ヤマトシジミ漁業

(2) 希少猛禽類

3. 問題の解決策

(1) 赤サビ対策としての暗渠疎水材の選定

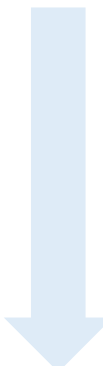
(2) チュウヒ保護対策として的高速自動埋設機の導入

4. おわりに

農業農村整備事業の経緯

昭和23～43年 国営音類土地改良事業

昭和48～56年 国営幌延土地改良事業 等



泥炭土に起因した地盤沈下により、農用地においては過湿被害、不陸障害及び埋木障害が発生



昭和62年 サロベツ湿原の乾燥化に関する調査と対策試験を実施

平成18年 上サロベツ自然再生全体構想



今も継続して農業と湿原の共生に向けた自然再生の動きが活発

2. 地域環境の問題点

(1) 天塩ヤマトシジミ漁業

天塩シジミ漁業の課題

- 1) 資源枯渇
- 2) 貝殻への赤サビの付着



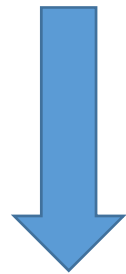
1) 資源枯渇

昭和60年 パンケ沼におけるシジミ漁獲量のピーク（524トン）



パンケ沼での新規稚貝の枯渇が指摘され始めた。

平成13年 天塩シジミ資源環境対策委員会 設置



委員会の活動でわかったこと

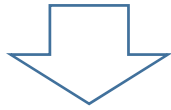
- 塩分が低くても水温が高いと産卵は行われる。
- 稚貝が大きく減耗する主な要因には底質の細粒化（浮泥化）が関係している。

平成19年 委員会で覆砂の実証実験
（砂コンテナで着底稚貝が増）

平成20年 委員会が覆砂による底質改善の有効性を提言
覆砂による底質改善事業計画書 策定

2) 貝殻への赤サビの付着

泥炭由来とみられる
酸化鉄（赤サビ）が
シジミ貝殻に付着



商品価値が下がる



赤サビ貝(左)と健全貝(右)



平成14～16年

しじみ貝資源保護対策事業（留萌支庁水産課）

平成14年には林産試験場もオブザーバとして試験に参加

原因解明と対策に取り組んでいる

※赤サビ発生のメカニズムは解明されていない

2. 地域環境の問題点

(2) 希少猛禽類

これまでの鳥類調査では、地区内に希少種である猛禽類(チュウヒ、オジロワシ等)の生息が確認されている。

チュウヒ

- 営巣環境はヨシ群落など湿原縁辺
- 越冬期には下層植生が繁茂し、ヨシがまばらに生えた場所で集団ねぐらをとることが多い。



チュウヒの生息に影響を及ぼす行為

- 太陽光発電事業、住宅地造成、工業団地造成等の面的な開発事業が繁殖地や越冬地の適地やその周辺で行われること
- 道路建設事業、河川等の水位・水量に増減を及ぼす行為
- 風力発電施設設置事業 等

- 写真撮影や観察調査(特に双眼鏡や望遠鏡を用い、観察者の体を隠さず調査すること)等の、営巣地を一日中観察する行為には、忌避行動を示す。普段通過する巣への飛翔経路に調査員が立つことによって、経路、飛翔高度等が変わる行動が確認された。
- このことから、営巣地に不用意に接近すること等により繁殖活動が阻害され、営巣放棄する可能性が高い。

環境省「チュウヒの保護の進め方」より

- 採食地はヨシ原、農耕地、牧草地等であることから、本事業の農地保全工対象区域がこれにあたる。

目次

1. はじめに

2. 地域環境の問題点

(1) 天塩ヤマトシジミ漁業

(2) 希少猛禽類

3. 問題の解決策

(1) 赤サビ対策としての暗渠疎水材の選定

(2) チュウヒ保護対策として的高速自動埋設機の導入

4. おわりに

3. 問題の解決策

(1) 赤サビ対策としての暗渠疎水材の選定

1) 溶解性二価鉄の流出と赤サビ付着の関係

ヤマトシジミに酸化鉄(赤サビ)が付着し、商品価値が下がるなどの問題

泥炭地の地下水に含まれる溶解性二価鉄 Fe^{2+} が影響

- 泥炭地の地下水中の溶解性二価鉄濃度は、分解が進行して繊維含量が低い泥炭で高い傾向がある。
- 溶解性二価鉄濃度の比較では、下サロベツ(天塩郡幌延町)は、霧多布(厚岸郡浜中町)、別寒辺牛(厚岸郡厚岸町)、十勝太平洋沿岸(広尾郡大樹町、中川郡豊頃町)に比べて高い。



幌延地区においても溶解性二価鉄の流出を軽減できる疎水材の選定が重要

1) 近隣地区の事例

- 疎水材の選定では、鉄分の流出抑制効果はもとより、施工性、資材調達の容易性、機能の持続性(耐久性)、維持管理性、経済性等の総合的に判断する必要がある。

暗渠排水の疎水材に石灰石を用いることで溶解性二価鉄の流出抑制を図っている事例

- **富士見地区**では最も早く試験施工等が実施され、その検証結果から疎水材として石灰石を選定
- 天塩川下流域に影響を与える**サロベツ地区**や**産士地区**においても石灰石が鉄分流出抑制対策として使用され、効果があることを確認

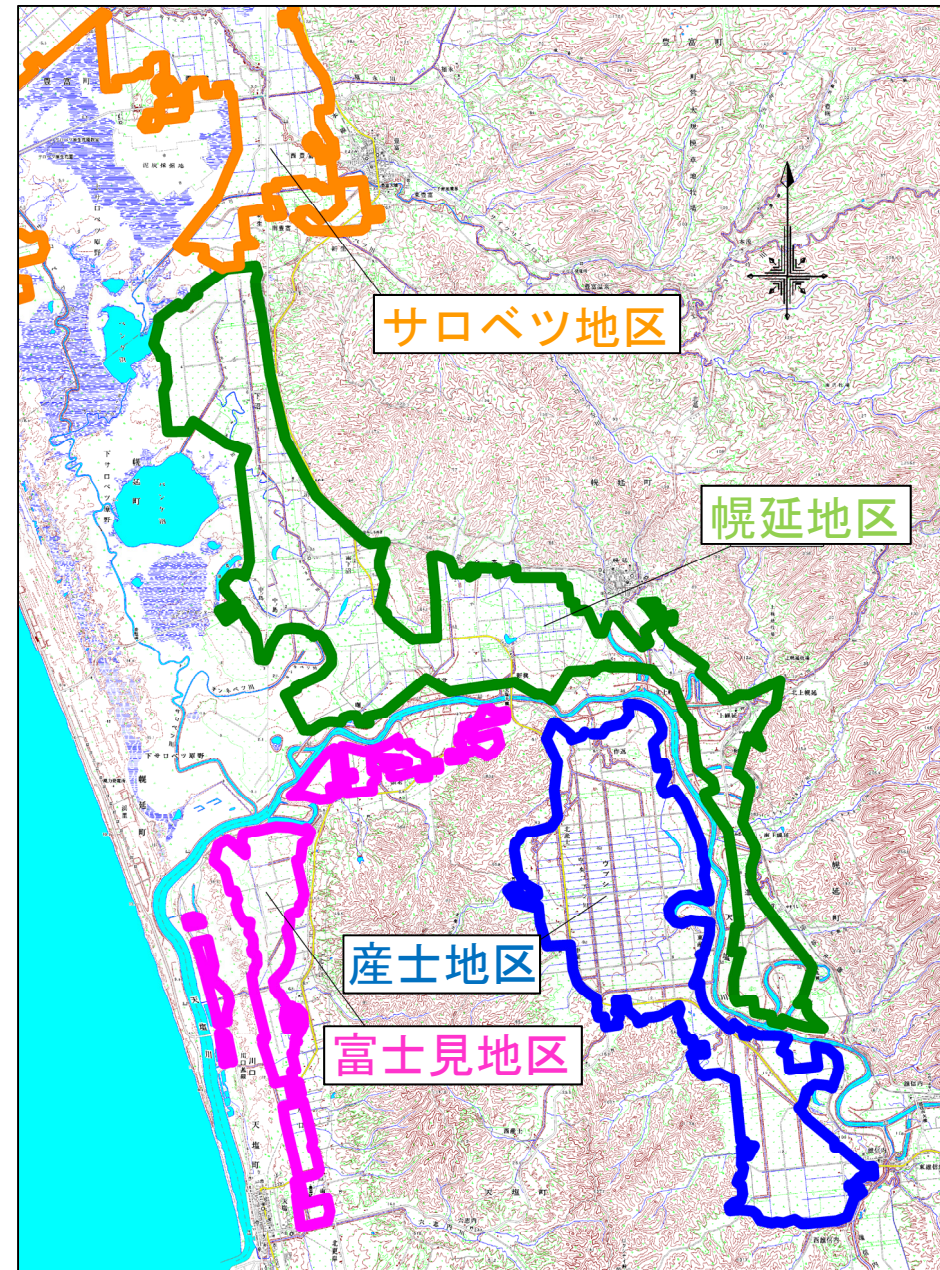
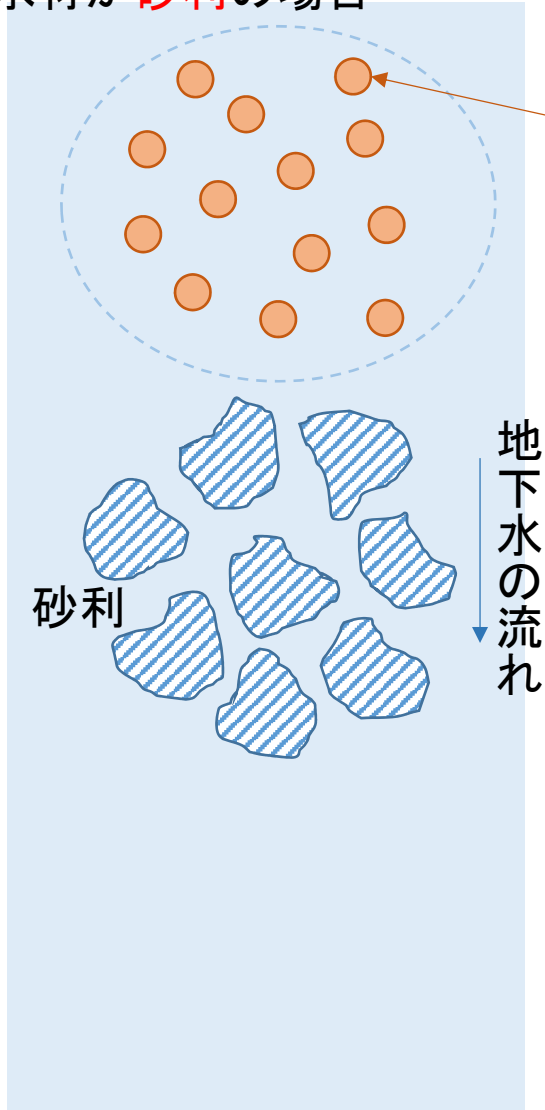


図 幌延地区周辺の国営農地防災事業

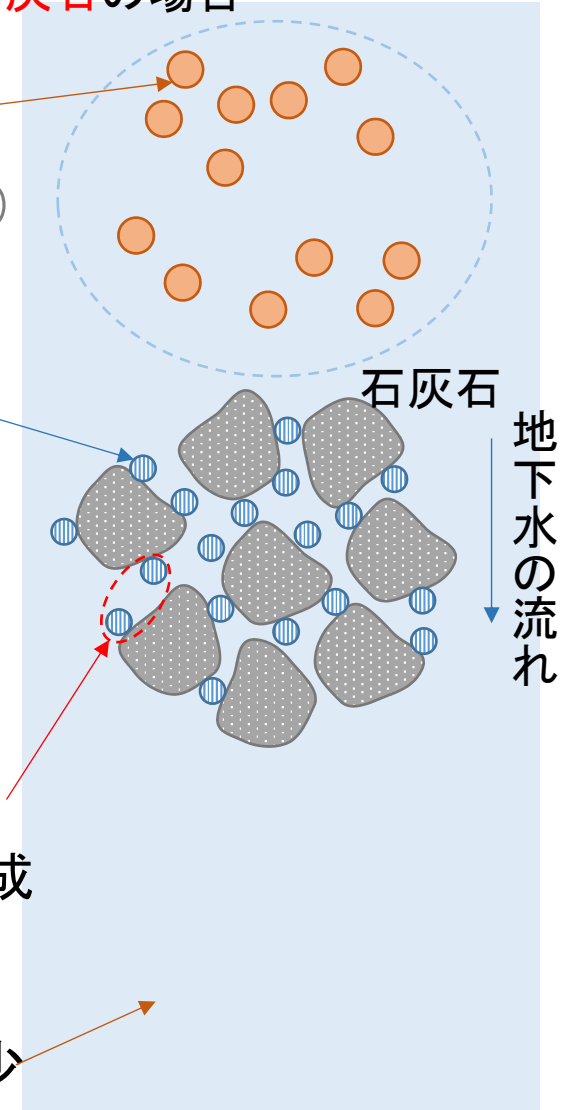
2) 石灰石の有効性の既往知見

① 水質改善効果

疎水材が砂利の場合



疎水材が石灰石の場合



溶解性鉄 (Fe^{2+})
(泥炭地の地下水に多い)

水酸化物イオン (OH^-)
($CaCO_3 + H_2O$
 $\rightarrow Ca^{2+} + HCO_3^- + OH^-$ で
生成)

難溶性の水酸化第一鉄
($Fe(OH)_2$) が生成

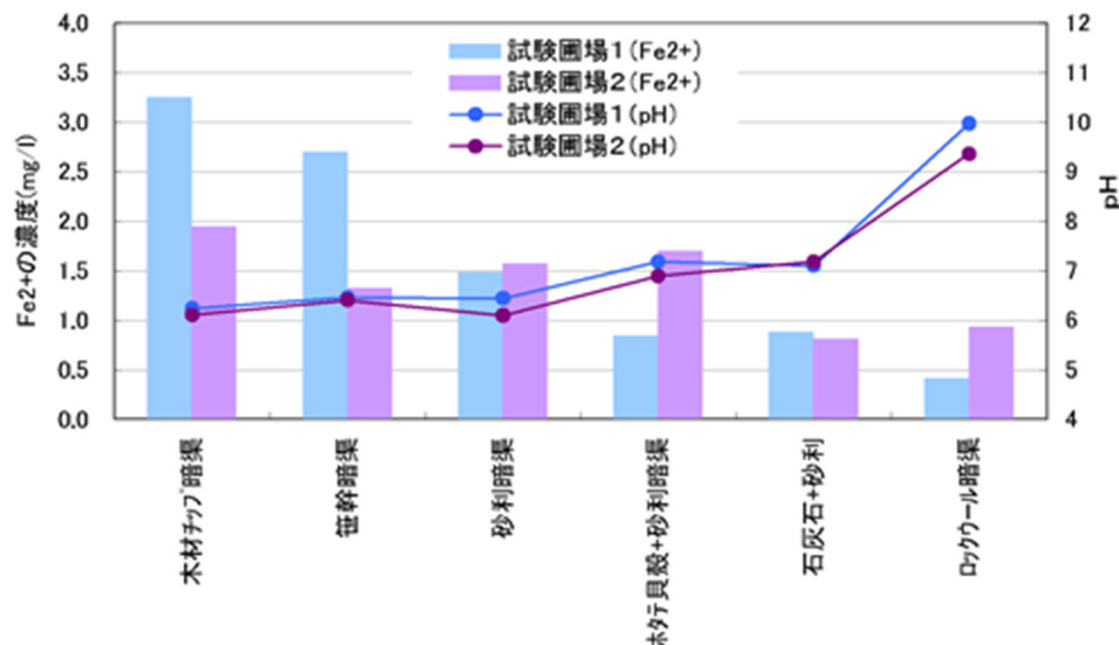
溶解性鉄 (Fe^{2+}) が減少

2) 石灰石の有効性の既往知見

②有効性と耐久性

疎水材に石灰石を用いた暗渠排水流出水の Fe^{2+} 濃度

(田中稔ら：水質保全に配慮した暗渠排水整備の効果検証について—疎水材に石灰石を用いた暗渠排水の効果—、第56回(平成24年度)北海道開発局技術研究発表会(2013)から引用)



疎水材別 Fe^{2+} 濃度とpH

泥炭土や弱酸性土内に敷設する暗渠の閉塞抑制対策

泥炭土や弱酸性土における暗渠機能の低下の原因として、土壌が酸性であるため、溶出する鉄が暗渠管内で鉄酸化細菌により酸化鉄として析出し、沈積・固化して管が閉塞することがある。

この対策には、疎水材に pH の高いケイ酸カルシウムを主成分とするロックウールや炭酸カルシウムを主成分とする粗粒石灰石を使用することにより、疎水材の外側で溶出した水溶性鉄を水酸化鉄として析出させ暗渠管内に鉄分を流入させず、かつ、pH の制御により鉄酸化細菌の活動を抑制することで酸化鉄の生成を制御できる。以上のことから、暗渠管の閉塞を抑制できる場合がある。

(農林水産省：土地改良事業計画設計基準及び運用・解説 計画「暗渠排水」、p. 202から引用)

2) 石灰石の有効性の既往知見

②有効性と耐久性

石灰石の除鉄効果

- ・ 富士見地区の実績

疎水材厚さ 管上10cm

- ・ サロベツ地区の圃場試験結果

疎水材厚さ 掘削底面より20cm(施工管理の簡素化)

- ・ 産土地区の施工前後の水質調査結果

疎水材厚さ 掘削底面より20cm(15cm, 10cmでも検証)



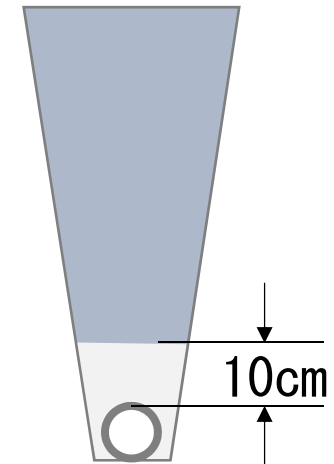
有効性が確認された。

これらの実績を踏まえ

石灰石の厚さ10~20cmの施工で水質改善効果が期待できる。

石灰石疎水材の寿命の試算方法（田中ら）

- 富士見地区では、石灰石疎水材の耐用年数が試算された（田中ら、2013）。
- 石灰石疎水材は、管頂から10cmまで用いられた（右図）。



$$\begin{aligned} \text{耐用年数} &= \frac{\text{カルシウム敷設量}}{\text{非凍結期間（244日）のカルシウム流出負荷量}} \\ &= \frac{\text{カルシウム敷設量}}{\text{暗渠排水のカルシウム濃度} \times \text{暗渠排水流出量}} \end{aligned}$$

2) 石灰石の有効性の既往知見

②有効性と耐久性

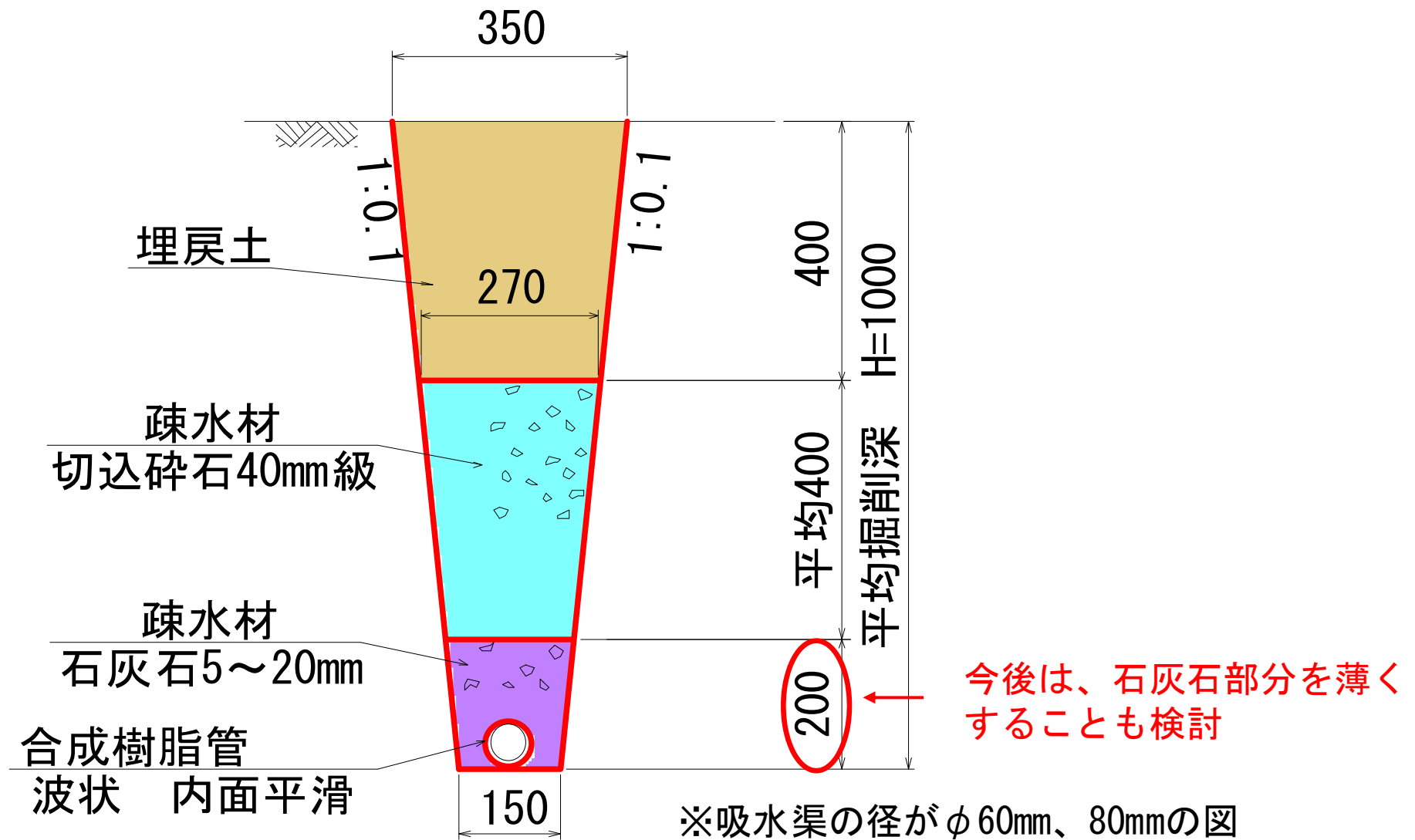
表-3 石灰石疎水材の寿命の試算

調査地点		カルシウム 敷設量	暗渠からのカルシウム流出量			石灰石 (カルシウム) 寿命
			暗渠排水 流出量	暗渠排水の カルシウム 濃度	カルシウム 流出負荷量 6, 8, 10月平均	
		①	②	③	$\text{④} = \text{②} \times \text{③} / 60 / 24 \times 1,000,000$	$\text{⑤} = \text{①} / \text{④} / 244 \text{日} \times 1,000,000$
圃場	暗渠路線	t	mL/分	mg/L	g/日	年
H18施工圃場	A	2.07	110 ~ 1,290	91 ~ 124	71.01	119
	B	2.20	70 ~ 3,810	53 ~ 113	108.80	83
	C	1.89	362 ~ 4,020	46 ~ 113	142.76	54
	D	2.01	736 ~ 1,080	48 ~ 595	68.34	121
H19施工圃場	A	1.30	1 ~ 980	168 ~ 173	79.94	67
	B	1.01	34 ~ 980	136 ~ 167	86.04	48
	C	1.62	12 ~ 1,390	161 ~ 169	116.84	57
	D	1.95	5 ~ 20	93 ~ 101	1.70	4701
試験圃場 石灰石+砂利	No.4-1	1.62	220 ~ 1,800	95 ~ 104	103.47	64
	No.4-2	1.62	260 ~ 1,050	106 ~ 124	83.38	80
合計/平均		17.29			862.28	82

244日：4～11月（暗渠排水口の凍結期間を除く）

（田中稔ら：水質保全に配慮した暗渠排水整備の効果検証について—疎水材に石灰石を用いた暗渠排水の効果—、第56回（平成24年度）北海道開発局技術研究発表会（2013）から引用）

3) 疎水材の選定と厚さ



吸水渠断面図

3. 問題の解決策

(2) チュウヒ保護対策としての高速自動埋設機の導入

1) 高速自動埋設機導入検討の必要性

- 農地保全工では暗渠排水工や不陸整正工および障害物除去工においてバックホウやブルドーザによる土工作业が多い。
- 置土工では置土材運搬のためダンプトラックの走行が頻繁になる。



これらの作業がチュウヒの生息環境に影響を与えない
工事計画にする必要がある

(2) チュウヒ保護対策としての施工期間制限

	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月
チュウヒの繁殖		造巢期 ←→	排卵期 ←→	巢内育雛期 巢外育雛期 ←→	雛の 独り立ち ←→		
牧草の管理				一番牧草 収穫時期 ←→			
工事可能期間 (チュウヒ考慮要)						←→ 施工可能時期	
工事可能期間 (チュウヒ考慮無)				刈取完了圃場 より順次着手		←→ 施工可能時期	

図 施工可能時期

- チュウヒの生息環境への配慮が必要になれば、施工可能期間が短くなる。
- その場合の施工方法を考えておく必要がある。
→ 高速自動埋設機の導入

2) 高速自動埋設機の特徴



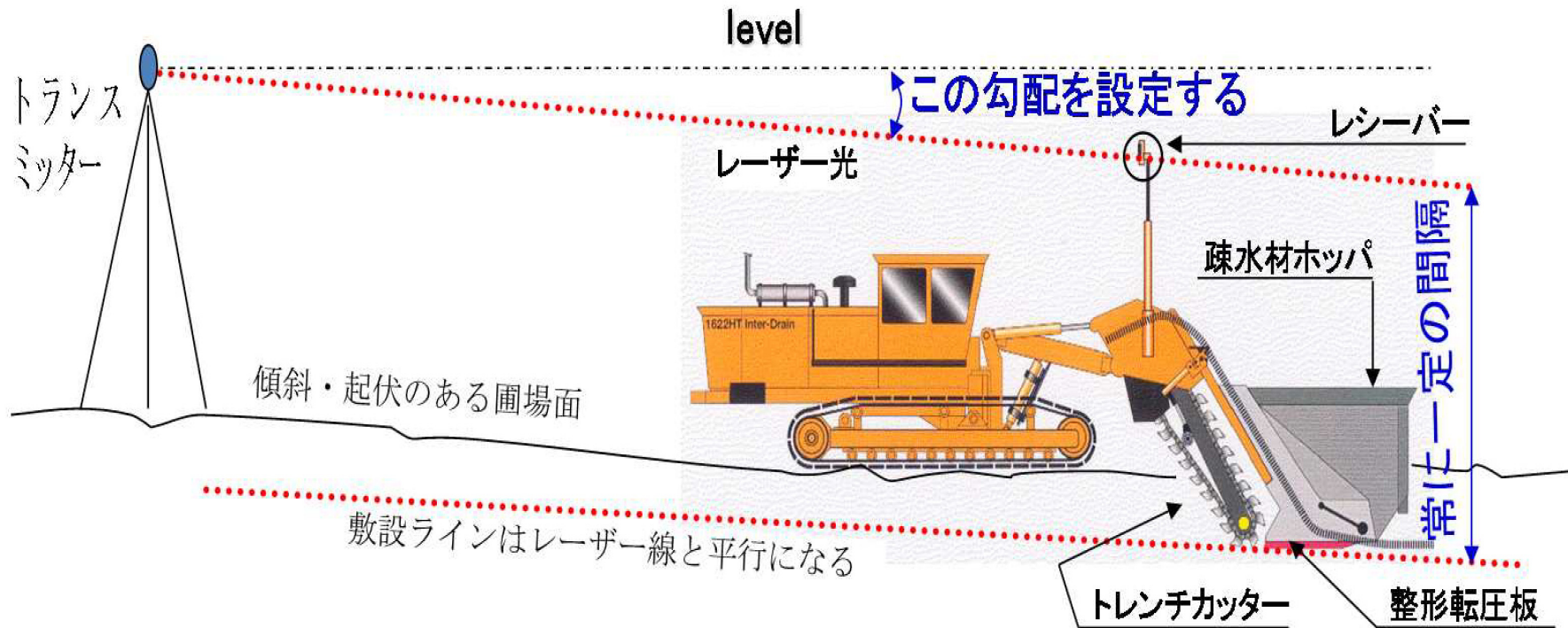
高速自動埋設機外観



疎水材2種類投入状況

伊藤暢男、佐藤清美：泥炭地域の農地防災事業における暗渠排水施工の効率化について－産土地区の暗渠高速自動埋設機導入にあたって－、第61回(平成29年度)北海道開発技術研究発表会(2018)から引用

2) 高速自動埋設機の特徴



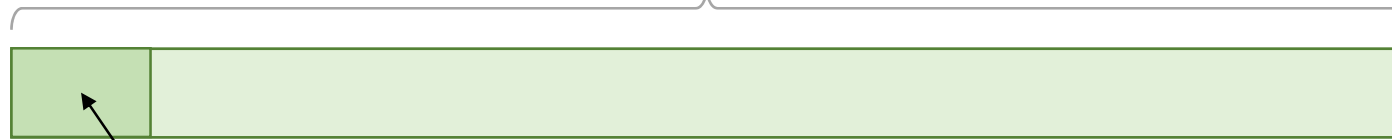
高速自動埋設機のレーザー制御システムの概要図

伊藤暢男、佐藤清美：泥炭地域の農地防災事業における暗渠排水施工の効率化について－産土地区の暗渠高速自動埋設機導入にあたって－、第61回(平成29年度)北海道開発技術研究発表会(2018)から引用

3) 施工機械の違いによる工事発注件数の差

1年あたりの暗渠排水施工量

10年間で2,593.43haとする。



1年間で259ha施工する必要がある。

工事発注件数の計算

	1ha当たりの 施工日数 (産土地区実績)	259haの施 工に要する のべ日数	1年あたりの 施工可能日数	工事発注 件数
バックホウ 施工	1.11~1.43日/ha × 259ha	181~223日	チュウヒ考慮あり：45日	4~5工事
			チュウヒ考慮なし：78日	3工事
高速自動 埋設機施工	0.59~0.71日/ha	152~183日	チュウヒ考慮あり：45日	3~4工事
			チュウヒ考慮なし：78日	2~3工事

4) コスト縮減

- コスト縮減への効果は、暗渠施工時の掘削幅の減少に伴う疎水材投入量の減少によるもの大きい。

疎水材施工方法の違いによる疎水材材料費比較一覧表

	石灰石			切込砕石			合計 (円/100m)
	投入量	単価	金額	投入量	単価	金額	
	(m ³ /100m)	(円/m ³)	(円)	(m ³ /100m)	(円/m ³)	(円)	
バックホウ掘削	3.0	12,700	38,100	9.2	4,600	42,320	80,420
自動埋設機	2.6		33,020	6.0		27,600	60,620
						差額	19,800

- 地区全体での暗渠排水管総延長は、1,844,914 mと推定される。（事業計画を参照し、1 ha当たりの暗渠排水管延長と暗渠排水工面積の積として算出）
- $19,800/100m \times 1,844,914 \doteq 36,290$ 万円 のコスト縮減
- ただし、これは石灰石を掘削底面から20cmまでとした場合の想定である。

4) コスト縮減

- 石灰石の使用厚さを減ずることともコスト縮減につながる。
- 産土地区では、石灰石を掘削底面から10cmまでとした場合の検証を行い、ある程度の鉄分流出抑制効果が確認されている。
- 今後、石灰石の効果検証データの蓄積が必要と思われるが、高速自動埋設機で石灰石の厚さを10cmとした場合には、材料費の縮減が100m当り32,490円となる。

石灰石の施工厚さを10cmにすることによる疎水材材料費比較一覧表

	石灰石			切込砕石			合計 (円/100m)
	投入量	単価	金額	投入量	単価	金額	
	(m ³ /100m)	(円/m ³)	(円)	(m ³ /100m)	(円/m ³)	(円)	
事業計画(砂利のみ)	-	12,700	-	17.6	4,600	80,960	80,960
切込砂利+石灰石(厚さ10cm)	1.1		13,970	7.5		34,500	48,470
						差額	32,490

32,490 / 100m × 1,844,914 m ≒ 59,940 万円 のコスト縮減

5) 高速自動埋設機の導入にあたっての課題

- ① 疎水材に石灰石と切込碎石の2種類を使用するため、**疎水材投入口を2つ装着する必要**がある。標準歩掛と合わない面がある。
- ② **疎水材投入に使用する不整地運搬車**は、標準歩掛では2台であるが、施工を止めないためには3台～4台必要になることもある。標準歩掛と合わなくなる。
- ③ 高速自動埋設機による施工では、**掘削開始(附帯明渠落口)の機械セットと無孔管区間の施工に時間を要する**。そのため、吸水渠延長が短い場合は、バックホウ掘削による施工の方が有利になることがある。
- ④ 圃場面の傾斜や起伏（不陸）、土中の障害物(埋木)等もあるため、部分的にバックホウ掘削も組み合わせるなどの工夫で施工効率を高めることが課題である。

4. おわりに

- 本報では、国営総合農地防災事業幌延地区の暗渠排水工施工において地域環境に配慮した事例を紹介した。
- ヤマトシジミの赤サビ対策として、疎水材に石灰石を採用し、溶解性二価鉄の流出抑制を図った。
- 希少猛禽類の繁殖期を避けた工事を行うために高速自動埋設機の導入を検討し、工期短縮とコスト縮減を図った。
- 石灰石投入量(厚さ)や高速自動埋設機の標準歩掛と実際の施工との乖離などに課題が残されているので、効果の検証を行って、改善を図っていく必要がある。

ご静聴、ありがとうございました。