

令和3年度  
農業農村工学会九州沖縄支部大会  
講演要旨集



Kyushu Okinawa 2021

令和3年11月11日

オンライン開催

# 農業農村工学会九州沖縄支部

## 令和3年度 農業農村工学会九州沖縄支部大会

### 1. 開会式

日 時：令和3年11月11日（木） 9:30～9:45（オンライン開催）

式 次 第：開会式

- (1) 開会の辞
- (2) 支部長挨拶 凌祥之（九州大学教授）
- (3) 来賓挨拶 平松和昭（農業・農村工学会長）
- (3) 支部賞（研鑽賞）報告
- (4) 閉会の辞

### 2. シンポジウム

タイトル：「流域治水における農業農村工学分野の貢献と課題」

日 時：令和3年11月11日（木） 10:00～12:00（オンライン開催）

コーディネーター 渡邊 紹裕（熊本大学特任教授）

パネリスト 島谷 幸宏（熊本県立大学特別教授）

吉川 夏樹（新潟大学教授）

広田 純一（岩手大学名誉教授）

### 3. 第102回講演会

日 時：令和3年11月11日（水）

オーラルセッション 13:00～16:36（オンライン開催，3会場）



## 第 31 回農業農村工学会九州沖縄支部 支部賞

令和 2 年度はオンライン開催（要旨発表）のため、優秀賞、ポスター賞の選考は実施しなかった。

### 研 鑽 賞

- |                 |       |
|-----------------|-------|
| ○宮崎県東臼杵農林振興局    | 横山 雅敏 |
| ○佐賀県佐賀中部農林事務所   | 山本 智美 |
| ○一般財団法人九州環境管理協会 | 林田 創  |

### 研鑽賞

- (1) 宮崎県東臼杵農林振興局 よこやま まさとし  
横山 雅敏
  - ・ 第 99 回（2018） 露地日向夏における凍霜害対策技術の構築について
  - ・ 第 100 回（2019） 粟野名頭首工の改修について
  - ・ 第 101 回（2020） 中山間地域におけるほ場整備について
- (2) 佐賀県佐賀中部農林事務所 やまもと ともみ  
山本 智美
  - ・ 第 88 回（2007） パイプラインシステムの検討について  
～効率的な水利用形態の構築に向けて～
  - ・ 第 95 回（2014） 河内ダムの耐震性能照査
  - ・ 第 101 回（2020） 県営地盤沈下対策事業佐賀中部地区における河川横断工について
- (3) 一般財団法人九州環境管理協会 はやしだ はじめ  
林田 創
  - ・ 第 99 回（2018） 竹野地区の多自然水路における魚類の生息環境評価
  - ・ 第 100 回（2019） 国営総合農地防災事業「筑後川下流右岸地区」A水路におけるカワバタモロコへの配慮
  - ・ 第 101 回（2020） 国営総合農地防災事業「筑後川下流右岸地区」におけるカワバタモロコへの配慮の取組

## お 願 い

支部賞のうち**研鑽賞**は H24 年度から**自己申告制**としました。令和 3 年度の発表で 3 回に達する方(あるいは、令和元年度以前に 3 回以上発表したことがあったが、まだ研鑽賞を授与されていない方)は、下記事務局へ、所属・氏名・学会員番号および上記のような発表年度と講演題目について(控えのない方は、できるだけ分かる範囲で)ご連絡ください。また、研鑽賞は H24 年度から 3 回の口頭発表ごとに受賞できることになりました。ただし、大学教員、独立行政法人関係の研究員は除きます。学会員として自己研鑽はもちろん、支部の活性のため大いに発表して下さい。

農業農村工学会九州沖縄支部事務局  
事務局長：谷口 智之  
九州大学農学研究院環境農学部門生産環境科学講座  
TEL 092-802-4611  
E-mail : taniguchi@bpes.kyushu-u.ac.jp  
〒819-0395 福岡県福岡市西区元岡 744

(令和 3 年度九州沖縄支部大会 担当：宮崎県)

## オーラルセッション(11月11日):第1会場

【セッション1-A】					座長:仲村渠 将(琉球大学)
<時刻>	<番号>	<頁>	<講演題目>	<所属>	<講演者>
13:00 ~ 13:12	1-1	2	小型UAVを用いた農地空撮による土地利用調査について	鹿児島大学 鹿児島大学	○ 平 瑞樹 板井 雄太郎
13:12 ~ 13:24	1-2	4	現地状況に即したため池氾濫解析についての一考察	沖縄NTC株式会社 沖縄NTC株式会社 沖縄NTC株式会社	○ 永吉 功治 川満 真也 仲間 雄一
13:24 ~ 13:36	1-3	8	三次元点群データ作成手法の相違による精度への影響	アジアプランニング株式会社	○ 田島 英樹
13:36 ~ 13:48	1-4	12	水利施設等保全高度化事業におけるパイプライン施設について -三池干拓北部地区(福岡県みやま市)の事例-	福岡県福岡農林事務所農村整備第二課	○ 町 武久
13:48 ~ 14:00	1-5	16	粗度係数計測調査機器の適用に向けての展望	若鈴コンサルタンツ株式会社九州支店	○ 鈴木 稔人
14:00 ~ 14:12	1-6	18	博多湾ノリ養殖漁場周辺における冬季のリン酸態リンの分布に対する吹送流の影響解析	(一財)九州環境管理協会環境部 (一財)九州環境管理協会環境部 (一財)九州環境管理協会環境部 (一財)九州環境管理協会環境部	○ 横山 佳裕 山津 浩紀 望月 祐一 藤井 暁彦
14:12 ~ 14:24	1-7	22	農業用ダムの洪水調節機能強化に関する対応状況について(事前放流)	九州農政局南部九州土地改良調査管理事務所 九州農政局南部九州土地改良調査管理事務所 九州農政局南部九州土地改良調査管理事務所 九州農政局南部九州土地改良調査管理事務所	前野 芳和 ○ 久保田 明 田上 真一 今村 太輔
14:24 ~ 14:36	1-8	24	乾直直播栽培の入水期と慣行水田での代かき・田植え期の濁度流出の比較	農研機構農村工学研究部門 株式会社日水コン 株式会社日水コン 農研機構九州沖縄農業研究センター 農研機構九州沖縄農業研究センター 農研機構九州沖縄農業研究センター 農研機構九州沖縄農業研究センター	○ 濱田 康治 永友 功一 島本 悠生 高橋 仁康 中野 恵子 大段 秀記 渡邊 修一
14:36 ~ 15:00	休憩				
【セッション1-B】					座長:山岡 賢(琉球大学)
15:00 ~ 15:12	1-9	26	漂流取水工改良のための水理模型実験について	宮崎大学農学部 宮崎大学農学部 宮崎県東臼杵農林振興局 宮崎県東臼杵農林振興局 (株)国土開発コンサルタント	○ 切畑 勇人 竹下 伸一 成松 克彦 臼杵 竜也 有田 勉
15:12 ~ 15:24	1-10	28	筑後川下流右岸地域の降雨特性が流出過程に及ぼす影響評価	佐賀大学農学研究科 佐賀大学農学部 佐賀大学農学部	○ 原 初花 阿南 光政 弓削 こずえ
15:24 ~ 15:36	1-11	30	複数の地盤改良材を併用した浚渫粘土の段階的な地盤改良とスレーキング特性について	佐賀大学農学部 佐賀大学農学部 佐賀大学全学教育機構	○ 高木 雄史 永井 勘太 近藤 文義
15:36 ~ 15:48	1-12	34	有明粘土(白川試料)の過圧密領域における強度特性	九州大学大学院生物資源環境科学府 九州大学大学院農学研究院 九州大学大学院農学研究院	○ 畑 伸太郎 東 孝寛 中野 晶子
15:48 ~ 16:00	1-13	36	種子島サトウキビ圃場の土壌水分動態解析に基づく消費水量の評価	鹿児島大学大学院農林水産学研究科 鹿児島大学大学院農林水産学研究科 鹿児島大学農学部 鹿児島大学農学部 東海大学海洋学部	○ 西國原 音羽 中野 瑞希 靱井 和朗 肥山 浩樹 竹内 真一
16:00 ~ 16:12	1-14	38	筑後川下流右岸地区におけるクリークの護岸状況と小型魚類の生息の関係	佐賀大学農学部 佐賀大学農学部	○ 横町 新奈 原口 智和
16:12 ~ 16:24	1-15	40	クリークにおける多自然型護岸施工による小型魚類への影響	佐賀大学農学部 佐賀大学農学部	○ 高山 昇真 原口 智和
16:24 ~ 16:36	1-16	42	水害緩和機能における諫早湾干拓事業と韓国セマングム干拓事業の比較	佐賀県立佐賀農業高等学校環境工学科 佐賀県立佐賀農業高等学校環境工学科 佐賀県立佐賀農業高等学校環境工学科 佐賀県立佐賀農業高等学校環境工学科	○ 真松 遼大 中島 耕作 塘 直矢 世戸 直明

## オーラルセッション(11月11日):第2会場

【セッション2-A】					座長: 中園 健文(宮崎大学)
<時刻>	<番号>	<頁>	<講演題目>	<所属>	<講演者>
13:00 ~ 13:12	2-1	45	クリーク法面整備工事の事例報告-半川締切工法-	九州農政局筑後川下流右岸農地防災事業所 九州農政局筑後川下流右岸農地防災事業所 九州農政局筑後川下流右岸農地防災事業所	○ 田中 善幸 川崎 良人 新谷 奈津光
13:12 ~ 13:24	2-2	49	農道立石地区における総事業費抑制	長崎県奄岐振興局農林水産部農林整備課	○ 桑原 省吾
13:24 ~ 13:36	2-3	53	ため池改修工事に係る新たな取組みについて -耕地整理ため池における取組事例-	佐賀県東部農林事務所 佐賀県東部農林事務所	○ 杉本 佳隆 寺崎 信行
13:36 ~ 13:48	2-4	55	老朽化した石積擁壁の改修工法について -韧性モルタルグリッド補強工-	福岡県八幡農林事務所農村整備課	○ 田尾 聡
13:48 ~ 14:00	2-5	57	浅層引込式暗渠工法(シートパイプ)による暗渠排水の施工について-中山間地域総合整備事業 栗野・吉松地区における施工事例-	鹿児島県始良・伊佐地域振興局農村整備課 鹿児島県始良・伊佐地域振興局農村整備課	○ 原園 光一 米村 久大
14:00 ~ 14:12	2-6	61	県営ため池等整備事業(危険ため池)大迫地区におけるため池改修工事について	宮崎県中部農林振興局 株式会社晃和コンサルタント 株式会社晃和コンサルタント	○ 児玉 悠汰 池保 正博 森田 伸一
14:12 ~ 14:24	2-7	63	畑地帯総合整備事業(担手支援)繩瀬地区におけるボラ土法面の緑化事例について	宮崎県北諸県農林振興局農村整備課 ロンタイ株式会社鹿児島営業所	○ 渡辺 礼満 鶴窪 英二
14:24 ~ 14:36	2-8	65	伊万里農林事務所管内の地すべり防止施設の個別施設計画(長寿命化計画)の策定について	佐賀県伊万里農林事務所 佐賀県伊万里農林事務所	岸川 博文 ○ 下 哲也
14:36 ~ 15:00	休憩				
【セッション2-B】					座長: 肥山 浩樹(鹿児島大学)
15:00 ~ 15:12	2-9	69	水田畑地化に向けて	長崎県島原振興局農林水産部土地改良課	○ 小柳 和彦
15:12 ~ 15:24	2-10	73	特殊条件下における擁壁選定手法	若鈴コンサルタント株式会社大分事務所	○ 大前 壽人
15:24 ~ 15:36	2-11	75	被災した固定堰を可動堰で災害復旧事業申請した事例について	福岡県飯塚農林事務所農村整備第一課	○ 渡辺 敬
15:36 ~ 15:48	2-12	79	定期点検結果による小水力発電施設の改修整備について -両筑江川発電所の改修整備計画-	福岡県朝倉農林事務所農村整備第一課	○ 野添 真彦
15:48 ~ 16:00	2-13	81	現場制約がある既設ため池洪水吐の設計	鹿児島県鹿児島地域振興局農村整備課	○ 下石 雅也
16:00 ~ 16:12	2-14	85	農村地域防災減災事業(シラス)竹山地区の排水路工事について(推進工法、OSJ工法)	鹿児島県大隅地域振興局管轄畑地かんがい農業推進センター水利事業課	○ 平牟礼 勝男
16:12 ~ 16:24	2-15	87	農地耕作条件改善事業による加工・業務用野菜の産地育成について(須美江地区)	宮崎県東臼杵農林振興局農村計画課 宮崎県農業振興公社	○ 朝倉 隆史 野田 拓志
16:24 ~ 16:36	2-16	89	基幹水利施設ストックマネジメント事業 東郷地区の用水路補修工事について	宮崎県南那珂農林振興局農村整備課	○ 押川 雷斗

## オーラルセッション(11月11日): 第3会場

【セッション3-A】						座長: 近藤 文義(佐賀大学)
<時刻>	<番号>	<頁>	<講演題目>	<所属>	<講演者>	
13:00 ~ 13:12	3-1	92	地区調査 多良間地区における管井取水試験について -淡水レンズにおける安全で安定的な地下水利用について-	沖縄総合事務局土地改良総合事務所宮古支所 沖縄総合事務局土地改良総合事務所宮古支所	○ 池田 祐紀乃 島袋 進	
13:12 ~ 13:24	3-2	96	三角堰を備えた水田の用水位調節器の開発	株式会社三浜測量設計社 株式会社創輝建設 合資会社坂田機械産業	○ 兼子 健男 木村 憲行 坂田 良一	
13:24 ~ 13:36	3-3	100	用水路向け水草刈機の試作と水路施設の管理作業の機械・ ロボット対応の考察	琉球大学農学部 茨城県立玉造工業高等学校 農研機構農村工学研究部門 農研機構農村工学研究部門 農研機構農村工学研究部門	○ 山岡 賢 高野 粹史 嶺田 拓也 吉永 育生 竹村 武士	
13:36 ~ 13:48	3-4	102	高密度表面波探査による水路トンネル位置の推定	株式会社キョウワ 株式会社キョウワ 株式会社キョウワ 株式会社キョウワ	○ 山田 有一 熊本 智之 塚本 浩士 福田 善郎	
13:48 ~ 14:00	3-5	104	調圧施設で発生する落差を利用した小水力発電の事例	若鈴コンサルタンツ株式会社九州支店	○ 大山 智洋	
14:00 ~ 14:12	3-6	106	魚群探知機を用いたダム貯水池水底地形調査「ソナーマッピ ング」の計測精度	中央開発株式会社	○ 長田 実也	
14:12 ~ 14:24	3-7	108	畑地かんがい水を活用した加工にんじんの増収効果の実証	宮崎県西諸県農林振興局農業経営課	○ 甲斐 文聡	
14:24 ~ 14:36	3-8	110	宮崎県の畑地かんがい営農推進における取組について	宮崎県農政水産部農村計画課 宮崎県農政水産部農村計画課 宮崎県農政水産部農村計画課	鳥浦 茂 ○ 松石 正徳 湯原 秀和	
14:36 ~ 15:00	休憩					
【セッション3-B】						座長: 郡山 益実(佐賀大学)
15:00 ~ 15:12	3-9	112	白水ため池取水施設改修工事の仮設計画について	大分県豊肥振興局農林基盤部 NTCコンサルタンツ株式会社大分支店	○ 笠置 尚史 後藤 光敏	
15:12 ~ 15:24	3-10	116	令和2年7月豪雨による溜池被災への緊急対応	大分県東部振興局日出水利耕地事務所 大分県農林水産部工事技術管理室	○ 諫元 伸宏 ○ 椋木 祐太郎	
15:24 ~ 15:36	3-11	120	土地改良技術事務所におけるUAV技術導入の取組	九州農政局土地改良技術事務所 九州農政局土地改良技術事務所 九州農政局土地改良技術事務所 九州農政局土地改良技術事務所 九州農政局土地改良技術事務所 九州農政局土地改良技術事務所	○ 段 安幸 下迫田 恵五 本村 正則 川上 浩二 安田 誠 中山 忍 安田 憲司	
15:36 ~ 15:48	3-12	122	中山間地域の農業用水路を活用した小水力発電による地域 活性化について-日之影町 大日正発電所の事例-	宮崎県総務部西臼杵支庁農政水産課	○ 小牧 伸吾	
15:48 ~ 16:00	3-13	124	亜熱帯島嶼の陸域活動とサンゴ礁生態系環境の変遷 -鹿児島県与論島を事例として-	琉球大学農学部 東京農業大学国際食料情報学部 東京農業大学国際食料情報学部 NPO法人海の再生ネットワークよろん	○ 中野 拓治 中西 康博 佐塚 直孝 池田 香菜	
16:00 ~ 16:12	3-14	128	地域用水環境整備事業波留地区における魚道工の実施に関 して	鹿児島県北薩地域振興局農村整備課	○ 若松 勇輝	
16:12 ~ 16:24	3-15	130	防災重点農業用ため池の改修とオニバスの保全	宮崎県児湯農林振興局農村整備課 宮崎県児湯農林振興局農村整備課 宮崎県児湯農林振興局農村整備課	○ 内村 雄三 ○ 高橋 祐司 立山 裕樹	

# オーラルセッション

## 第1会場

環境保全，生態環境，情報処理・その他

# 小型 UAV を用いた農地空撮による土地利用調査について

鹿児島大学農学部 (正) 平 瑞樹  
(非)板井 雄太郎

## 1. はじめに

昨今、無人航空機(Unmanned Aerial Vehicle, UAV)の利用が各種資源調査や災害調査、測量、機能診断等の分野で活用されるようになった。UAV (ドローン) は、有人航空機と比較して取り扱いが容易で比較的安価で入手できるようになり、突発的な災害時において、迅速に被害状況の調査をおこなうことが可能である。

本報では、過疎化の進行する鹿児島県内のある農村集落の農地空撮をおこない、撮影した写真の合成画像をもとに、調査地区での稲作の収穫前後での状況を比較した。そうして、土地利用状況の把握と簡易な作付面積調査をおこなうための手法を評価することで、過疎化・高齢化の進展する地域での土地利用状況の把握のための小型 UAV による空撮調査の有用性について検討した。

## 2. 調査地とその概況

本報の調査フィールドは、鹿児島県肝属郡肝付町の O 地区と南大隅町の U 地区である。この地区はサルやイノシシによる鳥獣被害や、農家の高齢化による耕作放棄地の増加が県内で最も著しい地域である。現地空撮は 9 月 13 日と 11 月 19 日の稲刈り前と稲刈り後におこなった。なお、土地改良区の所有するデータに登録されている農地範囲から調査対象地を選定した。

## 3. 使用機器

使用した UAV は、DJI 社の PHANTOM4 である。また、今回は空撮の効率化を図るため、同じく DJI 社のアプリケーションソフト DJI GS PRO を用いて自動操縦で実施した。9 月、11 月ともにオーバーラップ率、サイドラップ率は 70~80%以上、飛行速度 9.0m/s でおこなった。高度に関しては 9 月を 60m、11 月を高度 70m で撮影した。

写真合成アプリケーションソフトには、Agisoft 社の Metashape を用いた。このソフトは SfM(Structure from Motion)処理による写真合成技術を装備している。SfM とは撮影した複数の画像から、それらの撮影位置を推定し、同一地点に対するそれぞれの画像の視差から対象物全体の 3 次元モデルを生成する写真測量の技術を応用している。

## 4. 解析方法

9 月の肝付町 O 地区には 496 枚、南大隅町 U 地区には 266 枚の空撮写真を 11 月にはそれぞれ 398 枚、216 枚の空撮写真を使用し合成画像を作製した。それらのオルソ画像から農地を多角形で囲み、頂点の緯度・経度から面積を測定できる。9 月は普通稲、早期稲、畑、耕作放棄地または休閑地の 4 つに分類し、稲刈りが終わっている 11 月の画像は、普通稲と早期稲をまとめて水田とした。また、UAV の GPS の精度がどの程度なのかを調べるために、GCP(Ground Control Point)を設置した。GCP は画像上の正確な位置関係を調べるための地上の点をいう。幾つかの評定点に加え現地の固定物(道路中央や橋梁)、建築物の緯度・経度を測定し、UAV の GPS より推定された値と比較して誤差を評価する。従来であれば RTK による GCP の取得をおこなうが、今回は簡易な手法として、国土地理院地図を用いた調査地の道路交差点や橋梁中央部を GCP の緯度・経度として利用した。誤差の評価方法として、(1)式の RMSE(m)(Root Mean Squared Error, 平均二乗誤差)を用いた。

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \{(X_i - x_i)^2 + (Y_i - y_i)^2 + (Z_i - z_i)^2\}} \dots (1)$$

ここで、n は GCP の数、 $X_i$ 、 $Y_i$ 、 $Z_i$  はそれぞれ緯度、経度、高度の実測値、 $x_i$ 、 $y_i$ 、 $z_i$  はそれぞれ推定値を表す。PHANTOM4 は GPS で取得する高度の精度が低く高度の精度を評価した場合、緯度・経度にも影響するので、 $Z_i$  と  $z_i$  に誤差は無いものとし、緯度・経度のみの RMSE を評価した。9 月、11 月両日の同じ評点を GCP とした。O 地区には 6 個の GCP を設置した。表 1 は 9 月、11 月の肝付町 O 地区の座標の RMSE の出力結果である。これら座標の誤差を補正し、農地作付面積を測定した後、補正前の農地作付面積と比較した。図 1 は肝付町 O 地区の座標補正前と補正後の農地作付面積の比較である。9 月では耕作放棄地または休耕地または休耕地と思われる場所が 11 月には畑として利用されている場所があった。また、9 月と 11 月の座標補正後の合計面積はどちらも補正前から、約 3% 増えていた。

表 1 肝付町 O 地区の 9 月と 11 月の RMSE

調査月	GCPの個数	緯度のRMSE(m)	経度のRMSE(m)	緯度経度のRMSE(m)
9月	6	2.008	5.459	5.817
11月	6	3.824	3.768	5.369

## 5. おわりに

小型 UAV の自動操縦により、手動での操作よりも効率的な空撮をおこなうことができた。また SfM 処理により空撮した写真から 3 次元モデルを生成することで、土地利用の判別をすることができた。小型 UAV は実務者が計画的に調査をおこなえるため、土地利用の作付け時期や季節変化を判断することができる。また GCP を設置することで、より高精度な面積調査が簡易的におこなえることがわかった。UAV に

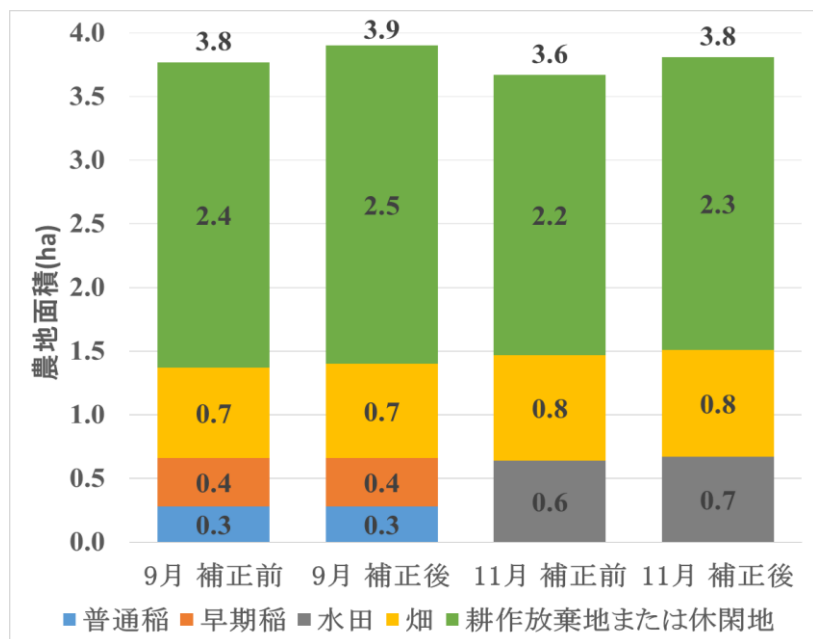


図 1 O 地区の座標補正前と補正後の農地面積比較

よる公共測量はかなりの精度が要求されるが、作付けされた農作物の判定や簡易な面積調査には、作付け調査人員の削減や調査費用の面からも有用性が高いと思われる。

## 参考文献

- (1) 内山庄一郎, 井上 公, 鈴木比奈子: SfM を用いた三次元モデルの生成と災害調査への活用可能性に関する研究, 防災科学技術研究報告第 81 号(2014 年 2 月)
- (2) 泉 清博: ドローン画像解析入門, pp.12-14 (2018)

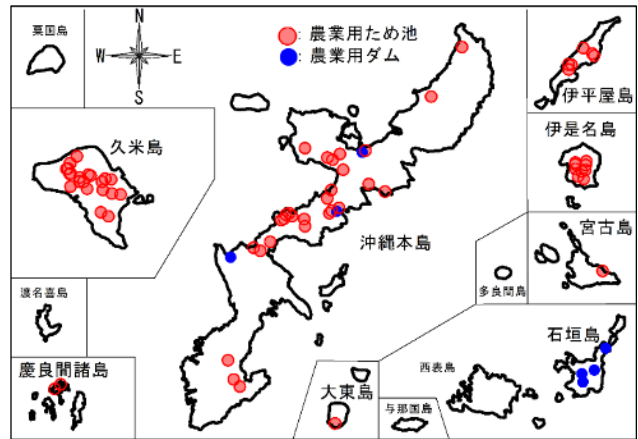


## 現地状況に即したため池氾濫解析についての一考察

沖縄NTC株 ○ (正) 永吉 功治 (正) 川満 真也 (正) 仲間 雄一

### 1. はじめに

近年、異常気象に伴う集中豪雨や大規模地震が頻発しており災害の激甚化が著しくなっている。特に全国に約16万箇所も存在するため池は、豪雨や地震に対して脆弱で決壊するリスクを有しており、約7万箇所が防災重点農業用ため池に指定されている。ため池が一度決壊すれば、下流域に及ぼす被害は甚大であるため、ため池の耐震性照査およびハザードマップ作成が急務となっている。一方、沖縄県では、防災重点ため池として60箇所指定されており(図-1)、全国的には最も少ない方である。また、既設ため池の大半は琉球政府時代(戦後～約55年以上前)に造られており、全国での約7割が江戸時代前に築造されたものと比較すると比較的近代的な施工が施されている。

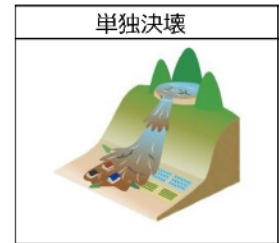


ここでは、ため池ハザードマップ作成に関連する氾濫解析について、解析の基本条件であるメッシュデータに着目し、メッシュ補正・メッシュサイズについて検討した。

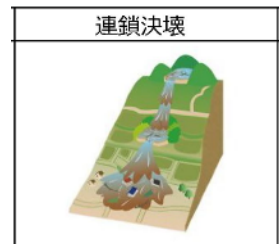
### 2. ため池氾濫解析の方法

ため池氾濫解析の主な手法や解析条件について、下記に示す。

- 1) 計算の手法: 平面二次元不定流解析(差分法)
- 2) メッシュデータの設定: 解析範囲、サイズ、地盤高、地目、粗度等
- 3) ため池に関するパラメータ: ため池諸元、破堤条件、流出流量等
- 4) 地物の設定: 排水路、盛土、畦畔等
- 5) 連鎖決壊・同時決壊の設定: 上池、下池、満水面積、洪水吐等
- 6) ため池決壊の種類は単独決壊、連鎖決壊、同時決壊の三種類(図-2)
- 7) 解析ソフトには、ため池の氾濫解析に特化したSIPOND(表-1)を使用



1つのため池が決壊



上下池が連鎖的に決壊



複数のため池が決壊

図-2 ため池決壊の種類

表-1 解析ソフトの主な仕様

連鎖決壊解析	最大7ため池(同時決壊の解析に対応)	
流出流量	Costa(コスタ)式、Froehlich(フロアリッヒ)式、任意作成データ(CSV形式)	
解析時間	最大12時間	
地盤高	種類	基盤地図情報数値標高モデル(5m・10mメッシュ) 任意作成データ(CSV形式)
	編集機能	メッシュ単位で編集
土地利用条件	粗度係数	メッシュ単位で設定
	建物占有率	メッシュ単位で設定
降雨条件	降雨	解析範囲に一律で設定
小河川・排水路	排水路	メッシュ単位で設定
微地形	盛土	メッシュ単位で設定
	畦畔	選択したメッシュに一律で設定

### 3. 現地状況を反映した氾濫解析

ため池の氾濫解析について、ハザードマップへの反映を考慮すると現地状況を再現することが重要であると考え、以下にメッシュデータに着目した検討事項を示す。

#### 3.1 現地調査によるメッシュデータの補正

1) UAV を活用した現地調査:ため池の氾濫解析に現地状況を反映させるため、ため池を含めた下流域の土地利用状況(田畑、道路、水路等)の比較的広範な範囲を把握する。ここでは、通常の現地調査に加え、全体的な俯瞰が可能な UAV による空撮を実施し、現地状況を把握した(写真-1)。



a) ため池の全景

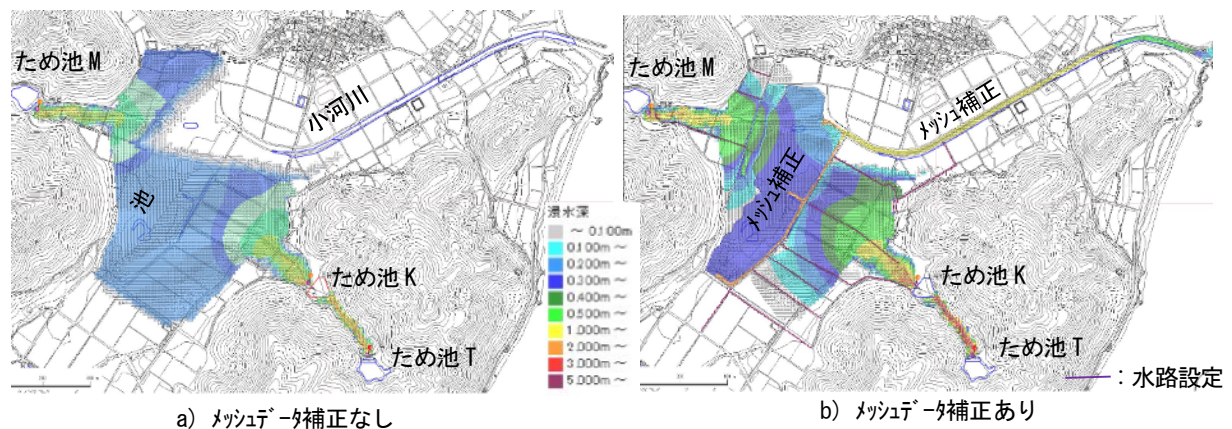
b) 氾濫下流域の全景

写真-1 UAVによる空撮例

#### 2) メッシュデータの補正による解析結果の違い

メッシュデータは、基本的に国土地理院提供の基盤地図情報を使用する(標高データ、建物データ、地目データ)。沖縄県では、本島南部地区(5mメッシュ提供)以外は10mメッシュのみの提供である。

図-3は、国土地理院提供の基盤地図情報(10mメッシュ)をそのまま用いた解析結果(最大浸水深)と現地調査結果を反映させたメッシュデータの補正を行った解析結果を比較して示す(写真-1と同じ現場)。



a) メッシュデータ補正なし

b) メッシュデータ補正あり

図-3 解析メッシュの補正

メッシュデータの補正を行う前と後では、氾濫解析に伴う浸水範囲や最大浸水深が大きく異なる。なお、メッシュ補正は、現地調査結果および地形図(1/5,000)を参考に行った。

#### 3.2 メッシュサイズの解析結果への影響

##### 1) メッシュデータのサイズ

メッシュサイズは、10mメッシュ、変換5mメッシュ及び5mメッシュの3パターン(表-2)で比較した。精度的には、10mメッシュ ≤ 変換5mメッシュ < 5mメッシュである。

表-2 比較解析メッシュサイズ

解析メッシュ	メッシュの内容
10mメッシュ	国土地理院提供データの10mメッシュ
変換5mメッシュ	10mメッシュを解析ソフトで5mメッシュに変換 (4分割5mメッシュに近傍の緯度経度情報入力)
5mメッシュ	5mメッシュを別途入手



## 2) メッシュサイズによる地形表現の違い

メッシュサイズによる実際の現況地形との精度比較を行った(図-4)。ため池Yの付近を拡大して検討した(最大浸水深表示)。また、図中には検証のためのUAV空撮写真も示す。

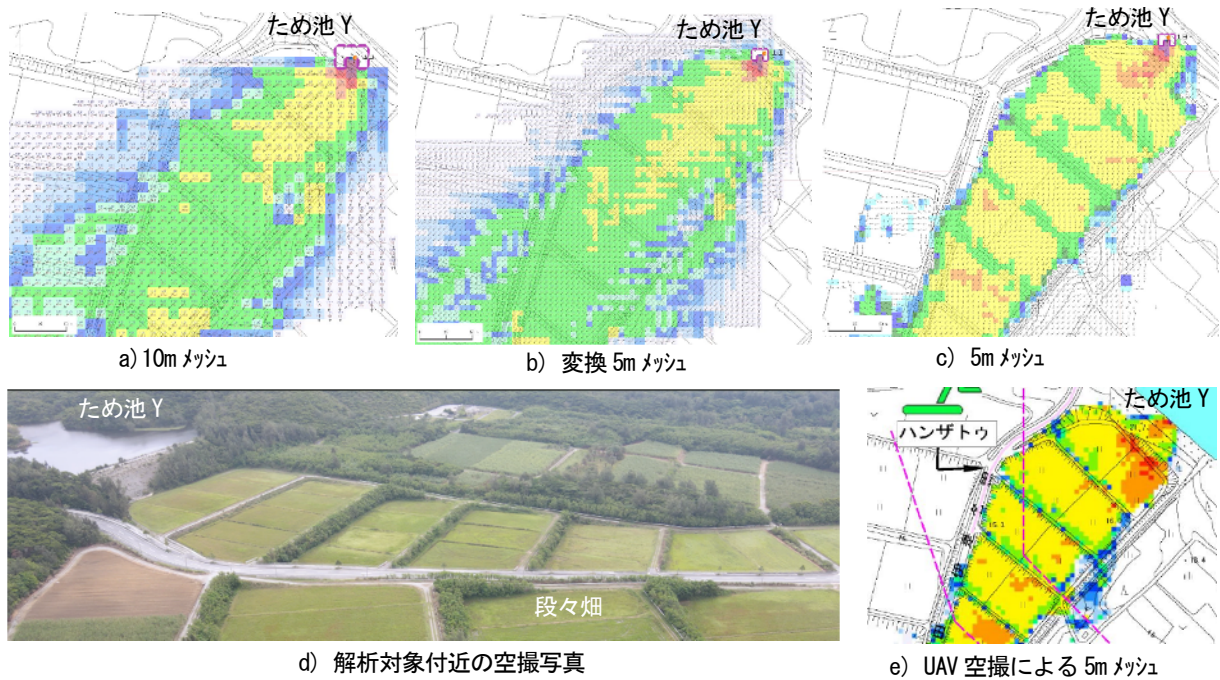


図-4 メッシュサイズ別の地形表現

検討の結果、現況地形は段々畑になっており、5mメッシュサイズでは段々畑が再現されているが、それ以外の10mメッシュサイズと変換5mメッシュサイズでは段々畑は再現されていない(5mメッシュサイズの方が、より正確に現況地形を再現していると言える)。なお、参考までに、「UAV空撮による5mメッシュサイズ」の結果を示す(伊是名村提供資料より)。

5mメッシュサイズとUAV空撮5mメッシュサイズは、両方とも段々畑が再現されており、UAV空撮の有効性が伺える。

## 3) メッシュサイズによる解析結果の違い

①浸水範囲、最大浸水深の比較: 図-5に、各メッシュサイズによる解析結果を示す(図-4のため池含む)。メッシュサイズの違いのみで、地目、地盤高等のメッシュ補正は行わずに解析を実施した。

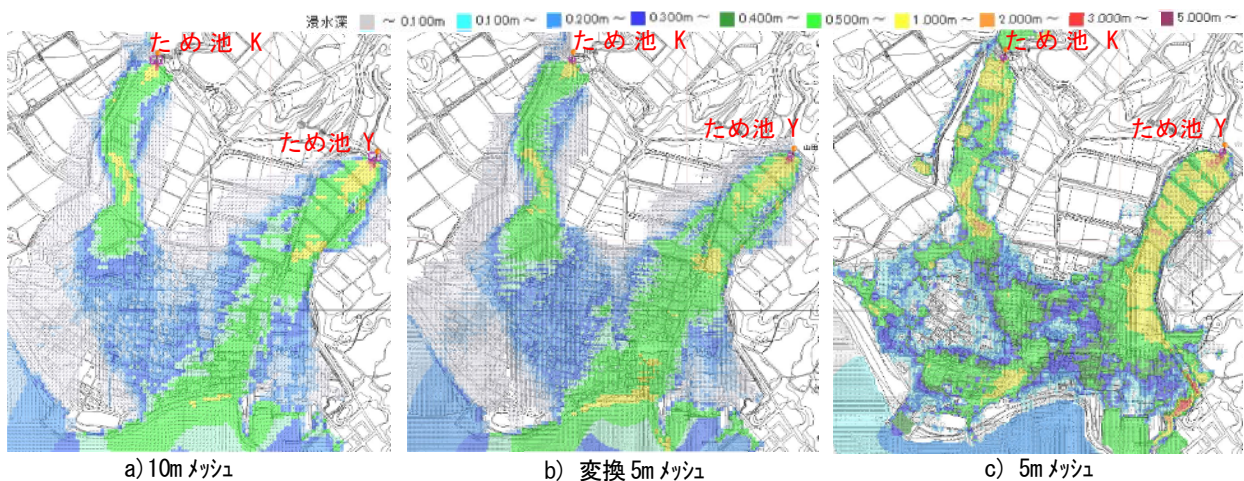


図-5 メッシュサイズ別の氾濫解析結果



10mメッシュサイズと変換5mメッシュサイズでは、浸水範囲は同程度あるが最大浸水深に若干の違いが生じている。一方、5mメッシュサイズでは、他メッシュサイズと浸水範囲・最大浸水深の両方に違いがみられる。  
 ②流末状況の比較: 次に、排水状況の再現性についての検討を行った(図-6)。メッシュサイズの違いのみで、排水路等のメッシュ補正は行わずに解析を実施した(最大浸水深表示)。

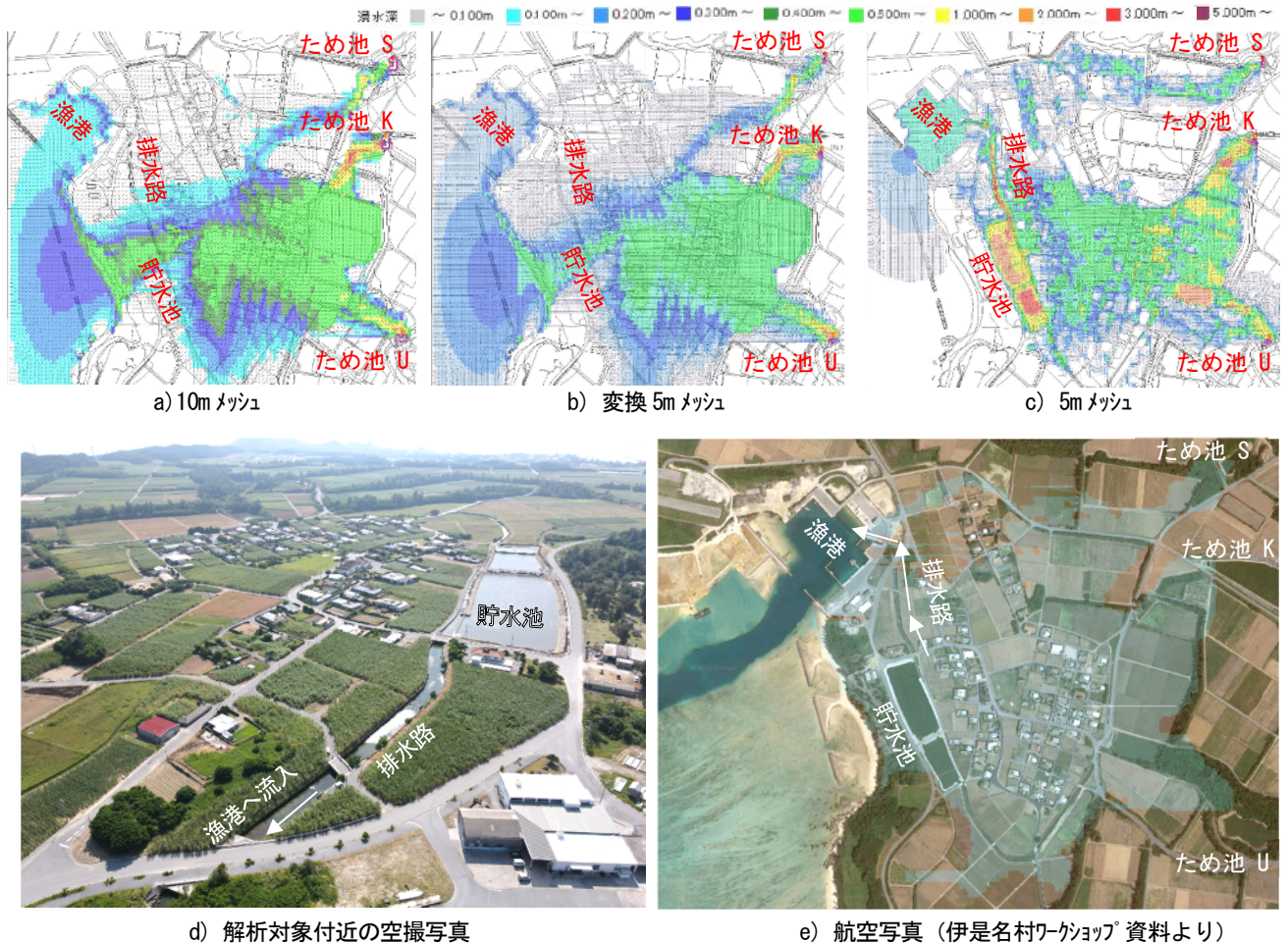


図-6 メッシュサイズ別の流末状況の比較

検討の結果、現地にある貯水池や排水路は、5mメッシュサイズでは比較的再現されているが、それ以外のメッシュサイズではほとんど再現されていない。また、現地状況では排水路の流末が漁港になっているが、5mメッシュサイズでは比較的再現されているものの、他のメッシュサイズでは再現されていない。

以上のことから、ため池氾濫解析(ハザードマップ作成に反映)において、一般的な10mメッシュサイズを使用する場合、十分な現地調査を実施したうえで、土地利用状況(地目、地盤高等)や排水状況(排水路、池、小河川等)の各メッシュ補正を実施する必要がある。

#### 4. おわりに

メッシュデータ検討からのため池氾濫解析では、入手可能であれば5mメッシュサイズやUAV空撮5mメッシュサイズのデータにより、その解析精度が向上する。一方、基盤地図情報の10mメッシュサイズの場合には、土地利用状況や排水状況に関して現地調査や詳細な地形図等を基にメッシュ補正を行うことで、解析精度が向上すると考えられる。

謝辞:伊是名村役場の高良武課長補佐には、ハザードマップ関係の資料を提供いただいた。この場を借りて深く御礼申し上げます。

## 三次元点群データ作成手法の相違による精度への影響

アジアプランニング株式会社 ○(非)田島英樹

### 1. はじめに

近年、レーザー計測機器やUAV(無人航空機(以下、UAVという))の急速な普及や、画像解析ソフトや点群編集ソフト等の技術向上により、三次元点群データ(三次元の座標値を持つ点の集まり)作成が容易に行えるようになった。このため現在では、地形測量や災害調査、構造物点検などに広く活用されるようになってきている。一方、点群データを取得するには、レーザースキャナ(地上型、UAV搭載型、MMS)で計測する方法と、UAV写真測量及びSfM解析ソフトを利用する方法があり、作成方法の違いによりデータ精度への影響が生じる。

本稿では、点群データの計測方法の違いによるデータ作成精度への影響について整理したので報告する。

### 2. 計測の概要

#### (1) 計測場所

検証を実施する場所は、過年度に弊社で設計を行い地形の測量データを有する熊本県御船町にある上野貯水池(図1参照)を選定した。

計測範囲: A=4.5ha(240m×190m)



図 1 計測場所

#### (2) 計測機器

計測機器は、①地上型レーザースキャナ、②UAV搭載型レーザースキャナ、③UAV写真測量(+SfM)を対象とし、表1に各使用機器とソフトウェアを示す。

##### a. 地上型レーザースキャナ

地上型レーザースキャナとは、地上の特定の位置に機器を据え付け、前方に断面を測量するようにレーザ光を照射すると同時に、機器本体を回転させることにより、周囲に存在する地形地物までの距離、方向を観測し、三次元点群データを取得する。

##### b. UAV搭載型レーザースキャナ

UAV搭載型レーザースキャナは、航空レーザ測量と同様にUAVに搭載したレーザースキャナから地上にレーザ光を照射し、地上から反射するレーザ光との時間差より得られる地上までの距離と、GNSS測量機及びIMU(Inertial Measurement Unit:慣性計測装置)からの機体位置情報より、地上標高や地形形状を観測し、三次元点群データを取得する。特長として、樹木が生い茂っていても地表面の三次元点群データを取得できる。

##### c. UAV写真測量(+SfM)

UAVで撮影した複数枚の空中写真から、SfM技術を用いて三次元点群データを作成する手法である。SfM(Structure from Motion)とは、ある対象を撮影した視点の違う複数枚の画像から、対象の形状を復元する技術である。

#### (3) 計測方法と作成した三次元点群データ

表 1 使用機器及びソフトウェア

	使用機器	ソフトウェア
地上型レーザースキャナ	FARO Focus350s	Trinble Realworks
UAVレーザースキャナ	Yellowscan Ultra	ContextCapture
UAV写真測量	DJI Inspire2 Zenmuse X7	ESRI Drone2Map



計測は貯水池外周に地上基準点(GCP:Ground Control Point)を設置し、以下の3つの方法で行った。

#### a. 地上型レーザースキャナ計測

1器械点当たり10分(分解能1/4、品質×4)程度とし、10器械点の計測を行った。図2は地上型レーザースキャナで計測した三次元点群データである。地上に器械を設置して計測するため、樹木などで遮られる箇所については点群データが取得されていないが、貯水池外周の管理道路および堤体法面等は高い密度で点群データを取得できている。



図2 点群データ(地上型レーザー)

#### b. UAV搭載型レーザースキャナ計測

自動航行ソフトを使用し、対地高度70m、速度4m/s、地上画素寸法3cm/pxlで計測を行った。図3はUAV搭載型レーザースキャナで計測した点群データである。上空から計測することで、地上型レーザースキャナと比べ広範囲で三次元点群データを取得しており、UAV搭載型レーザースキャナの特徴でもある樹木下のグランドデータを取得している。



図3 点群データ(UAVレーザー)

#### c. UAV写真測量+SfM

自動航行ソフトを使用して、高度70m水平飛行、OL率80%、SL率60%、地上画素寸法1cm/pixelで撮影を行った。図4はUAV写真測量+SfMソフトで作成した三次元点群データである。UAV搭載型レーザースキャナと同様に上空から撮影しているため、貯水池周辺を広範囲に三次元点群データを取得している。また、空撮写真から点群データを作成しているため、点密度がmm単位の他の計測方法と違い、cm単位の点群データとなっている。



図4 点群データ(写真測量+SfM)

### 3. 検証方法と結果

#### (1) 検証方法

検証方法は、標定点に対する点群データの位置精度と、各点群データの垂直(Z)方向の精度について行った。計測方法別に作成した点群データとグリッドデータを重ね、グリッド内の各点群データの平均標高を求めて比較を行った。



図5 点群データとグリッドデータ

#### (2) 検証用データの作成

検証用のグリッドデータはArcGIS Desktop(GISソフト)を使用して、ため池堤体および堤体周辺を対象に、0.50m×0.50mのグリッドデータを作成し、点群データとグリッドデータを重ね(図5参照)、グリッド内に含まれる点群データの平均標高を求めて比較を行った。

### (3) 検証結果

#### a. 標定点の位置精度の検証

作成した各三次元点群データの位置精度の検証を行った。図6は標定点のGNSS測定の計測値と点群データの座標値の差を示したもので、各点群データともにX、Y、Z値の差がマニュアル<sup>1)2)3)</sup>に示されている基準値(地上型レーザ測量・UAVレーザ測量:10cm、UAV写真測量:5cm)内に収まっており、位置精度を満足する結果となった。また、計測方法毎に使用した点群データ作成ソフトは異なっているが、この検証でソフトウェアの作成精度に大きな差は認められず、点群データ作成において十分な性能を保持していることが確認された。

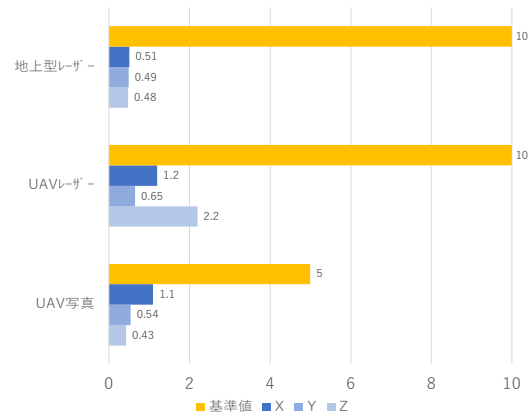


図 6 位置精度

#### b. 標高値の検証

グリッド毎に(a)地上型レーザとUAVレーザ、(b)地上型レーザとUAV写真、(c)UAVレーザとUAV写真で作成した点群データの平均標高差の比較を行った。

表 2 (a)地上型レーザとUAVレーザ比較

区分	平均標高差 (m)	最大値 (m)	最小値 (m)	平均値 (m)	グリッド数 (個)	比率 (%)
1	-0.500 以下	-0.500	-8.633	-1.077	610	4.4
2	-0.500 ~ -0.200	-0.200	-0.500	-0.325	616	4.4
3	-0.200 ~ -0.150	-0.150	-0.200	-0.173	165	1.2
4	-0.150 ~ -0.100	-0.100	-0.150	-0.123	261	1.9
5	-0.100 ~ -0.050	-0.050	-0.100	-0.069	738	5.3
6	-0.050 ~ 0.050	0.050	-0.050	0.011	7032	50.5
7	0.050 ~ 0.100	0.100	0.050	0.070	2307	16.6
8	0.010 ~ 0.015	0.150	0.100	0.122	766	5.5
9	0.015 ~ 0.200	0.200	0.150	0.173	366	2.6
10	0.200 以上	6.769	0.200	0.580	1067	7.7

#### (a) 地上型レーザとUAVレーザとの比較

表2は地上型レーザとUAVレーザとの平均標高差を10段階に区分したものであり、標高差±5cm以内が51%、±10cm以内(表2赤枠内)は72%であり、図7に示すとおり、大半が堤頂部および堤体法面部であった。堤体法面部では5~15cmおよび-5~-15cmの範囲も見られるが、これは堤体法面に被覆している植栽が影響しており、地上型レーザで計測した植栽表面と、UAVレーザで計測された植栽下の地盤面との差と考えられる。また、標高差-50cm以下については、堤体周辺の中高木で樹木表面と地盤面の差が影響していると考えられる。

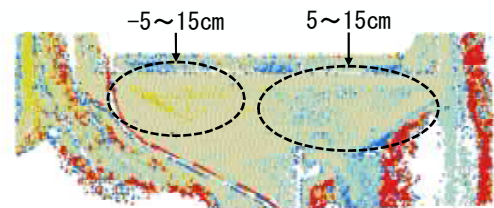


図 7 比較図(a)

#### (b) 地上型レーザとUAV写真測量との比較

表3は地上型レーザとUAV写真測量との平均標高差を10段階に区分したものであり、標高差±5cm以内が60%、±10cm以内(表3赤枠内)は73%であった。標高差のバラつきはあるが、全体7割は±10cm内に収まっている。図8に示すとおり堤頂部は5~10cmの開きがあり、これは管理道路の砂利舗装が影響していると考えられる。堤体法面部では-5~-10cmの範囲があり、これは(a)

表 3 (b)地上型レーザとUAV写真比較

区分	平均標高差 (m)	最大値 (m)	最小値 (m)	平均値 (m)	グリッド数 (個)	比率 (%)
1	-0.500 以下	-0.500	-4.949	-1.220	818	6.0
2	-0.500 ~ -0.200	-0.200	-0.499	-0.324	730	5.4
3	-0.200 ~ -0.150	-0.150	-0.200	-0.172	299	2.2
4	-0.150 ~ -0.100	-0.100	-0.150	-0.123	517	3.8
5	-0.100 ~ -0.050	-0.050	-0.099	-0.070	1136	8.3
6	-0.050 ~ 0.050	0.050	-0.050	-0.007	8175	60.1
7	0.050 ~ 0.100	0.100	0.050	0.072	688	5.1
8	0.010 ~ 0.015	0.149	0.100	0.123	278	2
9	0.015 ~ 0.200	0.199	0.150	0.172	188	1.4
10	0.200 以上	6.680	0.200	0.637	779	5.7

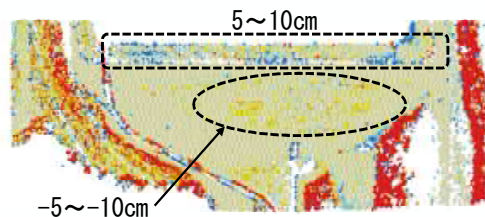


図 8 比較図(b)

と同様に法面に被覆している植栽の影響が生じていると考えられる。また、標高差-50cm以下については、これも(a)と同様に中高木の樹木表面と地盤面の差が影響していると考えられる。

#### (c) UAVレーザーとUAV写真測量との比較

表4はUAVレーザーとUAV写真測量との平均標高差を10段階に区分したものであり、±5cmの割合が45%、±10cm以内(表4赤枠内)は77%であった。図9に示すとおり堤頂部、堤体法面部で-5~-10cmの範囲があり、これは堤頂部は砂利舗装の影響、法面部は(a)と同様に法面に被覆している植栽の影響で差が生じていると考えられる。また、標高差-50cm以下については、(a)と同様に中高木表面と地盤面の差が影響していると考えられる。

#### (4) 考察

本調査により以下の成果が得られた。

- 点群データの位置精度は、撮影画像の分解能、標定点等GCPの配置、数、座標精度等に左右される。標定点付近では実際の座標に補正されるため、位置精度が最も高いが、それ以外の場所では地形や植生等の現場条件に大きく左右されたことが今回の検証で改めて確認できた。
- 地上型レーザースキャナによる計測では、堤体法面部に被覆する植栽に影響を受けているため、植栽下の地盤面の点群データを取得するために、器械点数を増やすなど点群密度を上げることで補えるのではないかと考えられる。
- UAV搭載型レーザースキャナによる計測では、図7の標定点の位置精度でも示しているように、基準値内にはあるが、他の計測方法よりもZ方向の位置精度が低いため、標定点以外の場所でも同様に高さのバラつきが生じ、これが影響していると考えられる。
- UAV写真測量による計測では、堤体法面部の標高差が大きく、これも地上型レーザースキャナと同様に植栽による影響と考えられる。この対策として、水平飛行での写真だけでなく、斜め撮影の追加や植栽の伐採後に撮影するなどの方法が考えられる。

#### 5. おわりに

今回の検証では、三次元点群作成ソフトウェアの違いによる精度の差異はないが、作成手法の違いによって精度に影響することが確認できた。また、計測方法だけでなく、地形や植栽など現場条件や要求精度、期間等も踏まえて作成方法を選定する必要がある。

現在、公共事業において三次元点群データを使用する場面は限定的であるが、三次元点群データは幅広い様々な分野で活用されてきている。今後、公共事業でも活用が進められていく可能性があることから、今回の検証を踏まえ、様々な検証と活用方法を模索していく必要があると考える。

最後に、本論文を遂行するにあたり、ご尽力頂いた関係者各位に心より感謝を申し上げる。

#### 参考文献

- 1) UAVを用いた公共測量マニュアル(案) 平成28年3月(平成29年3月改正):国土交通省国土地理院
- 2) 地上型レーザースキャナを用いた公共測量マニュアル(案) 平成30年3月:国土交通省国土地理院
- 3) UAV搭載型レーザースキャナを用いた公共測量マニュアル(案) 平成30年3月:国土交通省国土地理院

表 4 (c)UAVレーザーと UAV 写真比較

区分	平均標高差 (m)	最大値 (m)	最小値 (m)	平均値 (m)	グリッド数 (個)	比率 (%)
1	-0.500 以下	-0.500	-2.888	-0.852	265	1.9
2	-0.500 ~ -0.200	-0.200	-0.495	-0.292	750	5.5
3	-0.200 ~ -0.150	-0.150	-0.200	-0.173	622	4.6
4	-0.150 ~ -0.100	-0.100	-0.150	-0.121	1031	7.6
5	-0.100 ~ -0.050	-0.050	-0.100	-0.069	4113	30.2
6	-0.050 ~ 0.050	0.050	-0.050	-0.014	6105	44.9
7	0.050 ~ 0.100	0.099	0.050	0.068	225	1.7
8	0.010 ~ 0.015	0.149	0.100	0.126	141	1.0
9	0.015 ~ 0.200	0.199	0.151	0.174	105	0.8
10	0.200 以上	2.016	0.200	0.361	251	1.8

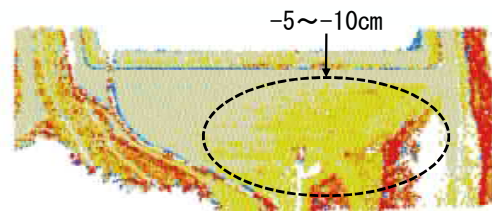


図 9 比較図(c)



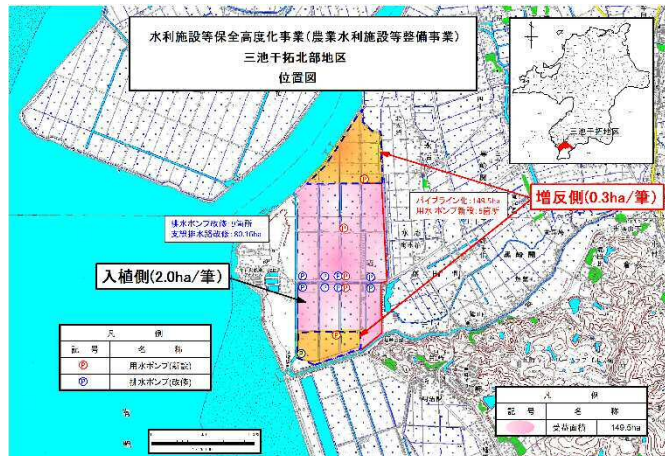
## 水利施設等保全高度化事業におけるパイプライン施設について

### -三池干拓北部地区(福岡県みやま市)の事例-

福岡県福岡農林事務所 農村整備第二課 ○(非)町 武久

#### 1. はじめに

本地区がある、みやま市は、平成 19 年に旧瀬高町、旧高田町、旧山川町が合併して発足した市で、福岡県の最南端大牟田市に隣接し、東部は障子ヶ岳を最高峰とする三連の山並みが起伏し、山川みかんを中心とした柑橘類の生産が盛んである。北部と西部は平坦地帯となっており、農用地のほとんどが沖積土壌で肥沃であり、農業諸条件に恵まれている。南西部は有明海と接しており、海苔養殖を含めた漁業が行われているが、昭和 27~42 年度には、戦後の食糧不足が国家的な課題となり、三池干拓として国営干拓事業及び県営ほ場整備事業が実施された。

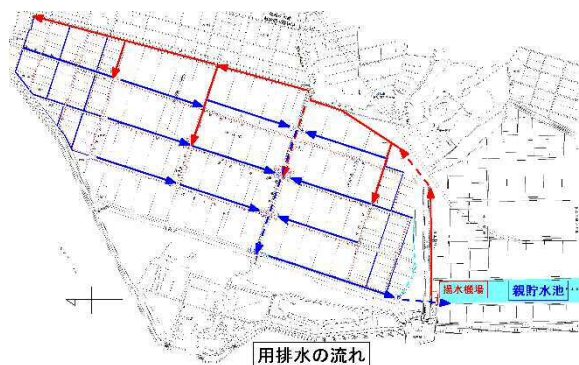


今回は、その施設の老朽化に伴い平成 27 年度に事業採択された、水利施設等保全高度化事業三池干拓北部地区において、平成 29 年度に実施した増反側と呼ばれる平均区画 0.3ha に対するパイプライン施設について報告する。

#### 2. 当該施設の状況

本地区の用排水施設は建設後 43 年(昭和 46 年完了)が経過し老朽化が著しく、それに起因する用水路の漏水等による用水不足や、強制排水ポンプの老朽化により維持管理に多大な労力が生じていた。また、排水路が土水路で用排兼用であることから排水不良が生じており、突発事故が発生した場合には農業用水の安定的な確保が困難となり農業被害を及ぼすおそれもあった。このため、開水路のパイプライン化、強制排水施設の改修及び自動化等の対策を講じることとなった。

事業開始前の農業用水の取水方法は、親貯水池にある揚水機から汲み上げられた用水を自然流下で送水する方式で、最下流に集められた排水は、再度親貯水池に戻るといった、水循環効率の良い施設であった。又、貯水堀は湛水状



態であったため、好きな時に好きな量だけ、個別にポンプで取水する事も可能であった。

### 3. パイプライン化後の問題について

本地区の用水計画は、親貯水池にある揚水機場からの用水を、各貯水堀に自然流下で落とし込み、その水を各用水機場のポンプを利用して、圧送パイプライン方式で灌漑する計画であった。毎年各用水機場等を設置する年度計画の中で、平成 29 年度に設置した増反側の用水機場の受益地の一部に、給水栓の開操作の時間的集中に起因して、代掻期に水が出ないといった連絡が毎年入るようになった。時折、水はでてくるものの、地元に対して納得できる事象の説明が急務となった。給水栓から水が出てこない現象は、給水栓以外からの漏水やポンプの能力不足、設計条件の違い等が考えられるため、以下の項目の検討を行った。

#### (1) 工事

##### 1) 写真管理(施工状況及び不可視部の確認)

本管設置状況及び取水に著しい影響を与える、異形管、伏せ越しの施工状況を確認したが、適正な施工状況写真、出来形管理図表と管理写真との整合性も問題なかった。

##### 2) 出来形管理(管理図表及び管割図)

土木工事施工管理基準の必要な項目内容の確認や適切な管理基準値内である事を確認した。

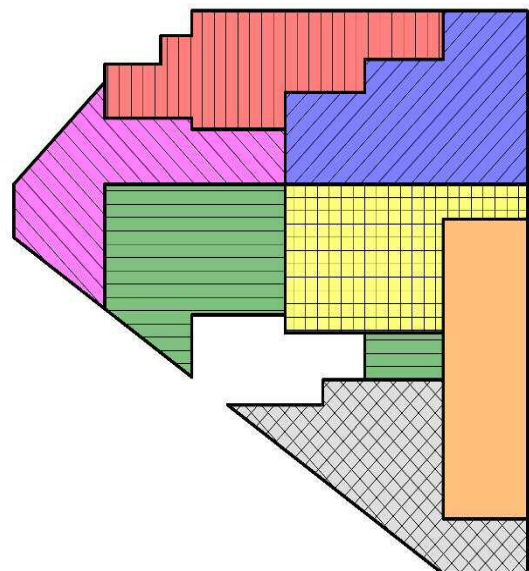
##### 3) 管からの漏水

中干期に全給水栓を全閉しポンプを運転する、無送水試験を行ったところ、ポンプが自動停止したため、管漏れがない事が確認された。

#### (2) 設計

##### 1) 管網計算

管網計算は口径を決定する過程で、数多くの試算を繰り返す必要があるため、電子計算機を用いている。設計条件としては、代掻日数 7 日(受益の筆を 7 分割し、1 日は代掻用水量取水、残り 6 日は管理用水量取水：右図は今回使用したブロックローテーションのイメージ図)での取水量を満足し、給水栓吐口で 2m 以上の水を確保できる口径を決定する。今回は実施設計で出力された結果を試算しながら確認したが問題点は見られなかった。



ブロックローテーションイメージ図

##### 2) ポンプ設計

今回は設計に最も影響を与える、管網計算で算出された送水管最大損失水頭の詳細を確認した。管延長の損失の他、各種損失水頭(異形管等)は設計基準書に「管の摩擦損失水頭の 10%」を見込むとあるわけだが、今回の施工場所が他の用水機場施設よりも伏せ越し等に異形管を多く使用していたため、工事実績に合わせたところで各種損失を確認した。結果、基準書で計算した方が多くの損失を見込む結果となった。又、キャビテーションの検討も含め設計基準に則り、必要な揚程と取水量が満足するポンプの規格が決定されている事を確認した。



(3)製品

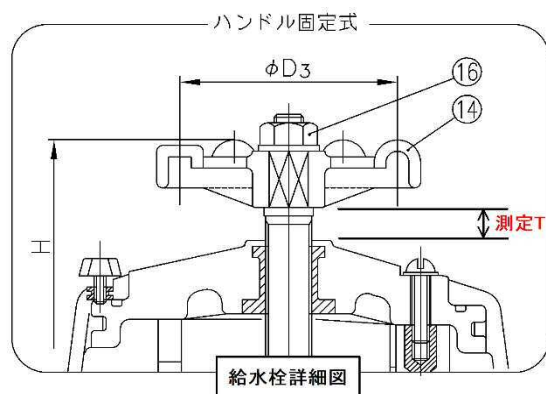
1)片吸込渦巻ポンプ

ポンプ設計の仕様に対し満足できるポンプであるかの確認を行ったが問題無かった。

4. 給水栓開度の現地確認について

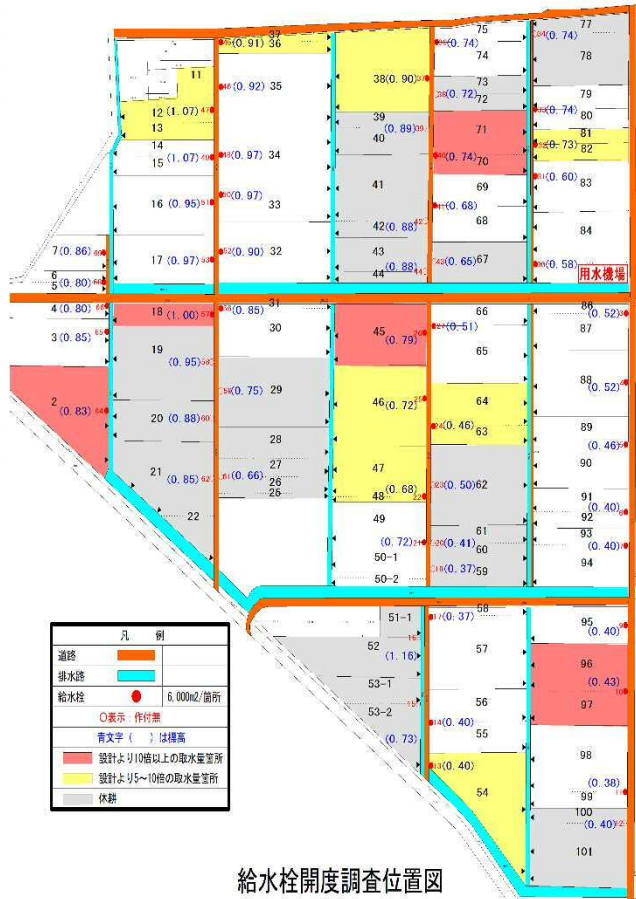
3(1)~(3)の検討の結果、取水に影響を与える問題が見当たらないため、事業計画における設計条件の再確認として、取水量の運用状況を中干期後に確認した。

給水栓からの取水は、ハンドル回転によるもので、個別に流量計を設置しているわけではないため、取水量を把握するために、完全なアナログ式だが、測定 T をノギスで測定し、そこからハンドル回転数を割出す。それをメーカーカタログにある給水栓性能表から読み取り、取水量を算出した。結果、別紙のとおり、本年度使用している 41 給水栓の内、計画用水量の 10 倍以上取水している箇所が 5 箇所、5~10 倍取水している箇所が 8 箇所見られた。今回の結果を、図示し、地元



給水栓開度調査表

給水栓番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
面積(ha)	0.3215	0.4718	0.4718	0.5099	0.2816	0.4129	0.4352	0.4192		
測定T(mm)	8.3	21.5	20.5	8.3	15.2	19.5	32.6			
ハンドル回転数	0.0	1.4	ナット外れ	ナット外れ	1.1	0.0	2.1			
(A)実測用水量(L/s)	0.00	1.32	1.07	0.00	1.92	2.90	5.99			
(B)計画用水量(L/s)	0.44	0.65	0.70	0.39	0.57	0.60	0.98			
(A)/(B)	0.00	2.04	1.52	0.00	3.37	4.85	10.38			
給水栓番号	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
面積(ha)	0.5960	0.4995	0.4606			0.5901				
測定T(mm)	19.1	39.2	11.1			19.1				
ハンドル回転数	3.4	9.6	0.9			3.4				
(A)実測用水量(L/s)	2.83	6.84	0.78			2.83				
(B)計画用水量(L/s)	0.82	0.89	0.63			0.81				
(A)/(B)	3.45	9.95	1.24			3.46				
給水栓番号	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
面積(ha)	0.5939	0.3902	0.4392	0.5578	0.4219	0.5675	0.5097			
測定T(mm)	8.3	27.7	21.5	39.3	41.1	8.3	8.3			
ハンドル回転数	0.0	6.0	4.1	9.6	10.2	0.0	0.0			
(A)実測用水量(L/s)	0.00	5.08	3.36	6.87	7.09	0.00	0.00			
(B)計画用水量(L/s)	0.82	0.54	0.60	0.77	0.58	0.78	0.70			
(A)/(B)	0.00	9.46	5.56	8.95	12.21	0.00	0.00			
給水栓番号	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
面積(ha)	0.3686	0.2216	0.3101			0.3580	0.5710			0.4451
測定T(mm)	8.3	15.9	8.3			15.1	27.5			49.5
ハンドル回転数	0.0	2.4	0.0			2.1	6.0			12.8
(A)実測用水量(L/s)	0.00	2.07	0.00			1.92	4.99			7.54
(B)計画用水量(L/s)	0.51	0.30	0.43			0.49	0.79			0.81
(A)/(B)	0.00	6.78	0.00			3.89	6.36			12.31
給水栓番号	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
面積(ha)	0.4780			0.1434	0.5768	0.3691	0.4051	0.2633	0.4254	
測定T(mm)	15.2			13.7	8.3	24.8	18.7	8.3	15.1	
ハンドル回転数	2.1			1.7	0.0	5.1	3.2	0.0	2.1	
(A)実測用水量(L/s)	1.92			1.50	0.00	4.31	2.75	0.00	1.92	
(B)計画用水量(L/s)	0.66			0.20	0.79	0.51	0.56	0.38	0.59	
(A)/(B)	2.91			7.58	0.00	8.48	4.94	0.00	3.27	
給水栓番号	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
面積(ha)	0.4422	0.5083	0.3893			0.4369	0.1984			
測定T(mm)	8.3	8.3	8.3			15.3	18.2			
ハンドル回転数	0.0	0.0	0.0			2.2	3.1			
(A)実測用水量(L/s)	0.00	0.00	0.00			1.92	2.60			
(B)計画用水量(L/s)	0.61	0.70	0.51			0.60	0.22			
(A)/(B)	0.00	0.00	0.00			3.19	11.85			
給水栓番号	61	62	63	64	65	66	67	68	69	計
面積(ha)				0.5308	0.9329	0.2191		0.1536	0.3540	
測定T(mm)				48.6	15.2	8.3		8.3	8.3	
ハンドル回転数				12.5	2.1	0.0		0.0	0.0	
(A)実測用水量(L/s)				7.54	1.92	0.00		0.00	0.00	91.76
(B)計画用水量(L/s)				0.73	0.73	0.30		0.21	0.49	23.55
(A)/(B)				10.32	2.61	0.00		0.00	0.00	



給水栓開度調査位置図

凡例  
 10<(A)/(B)の箇所  
 5<(A)/(B)<10の箇所  
 ハンドル回転数換算条件  
 ①全開時のT=8.3mm(実測)②全開時-全閉時のT=45mm(カタログ)+8.3mm(実測)③ハンドル回転数全開時14回(カタログ)④六角ナット外れε=8.6mm(実測)

明したところ、事業計画におけるブロックローテーションの考え方や取水量に対する違和感、そしてなにより、昔からの用水慣行もあり、中々受け入れがたい状況であったが、実際の水利用の状況が見える化した事で、初めて、計画に対しての現地での取水量が違っている事やそれを改善するためにはその運用が必要な事をわずかながらも認識していただいた。

改めて、実施設計で採用された、最も末端水頭が低い 2.2m の場合の給水栓の開度を検討してみると、全 58 給水栓の内、代掻用水 10 筆(平均開度 3 回転:5.3L/s)、管理用水 48 筆(平均開度 1/10 回転:1.0L/s)を目安に調整する必要がある事がわかった。又、今回の問題が生じた際、標高が高い北東部の給水栓 9 箇所代掻用水量を取水した場合、他所の 5 箇所が同様に代掻用水量を取水してしまうと、北東部の末端水頭が 0.0m 以下となり、水が出なくなるシミュレーション結果を設計コンサルより頂いたが、当時はこの現象を地元が納得できる状態ではなかった。

## 5. 今回の問題点について

今回の問題点は、現地にて計画以上の必要水量を取水した事につきるのだが、その他にも事業を進めるうえでの反省点が幾つか考えられた。

(1)計画時点において、各筆の計画用水量とその量に対する給水栓の回転数の理解。

(2)兼業農家や広範囲にわたり農業経営している方が、朝、開栓し、そのまま放置する場合、需要が集中する時期には、用水不足、需要が集中しない時には無効放流が発生する事の理解。

(3)コメの作付品種の多様化により、用水需要が変化するため、年度毎の配水方式の見直し。

## 5. 終わりに

現在、本地区は、他事業によって、昭和 27~42 年度の国営干拓事業「三池干拓地区」により造成された貯水堀(用排兼用土水路)を元の形状に復旧し、貯水堀法面の保護整備を実施している。これらは、法面崩壊に起因する農地等の湛水被害を未然に防止するとともに、農業用水の安定的な供給を可能とし、農業生産の維持及び農業経営の安定を図り、併せて国土の保全を図るものである。今後は、既存の施設が生まれ変わる中、農業者の高齢化により、維持管理の機能低下を防ぐためにも、地元内での協議・調整がより必要とされる。



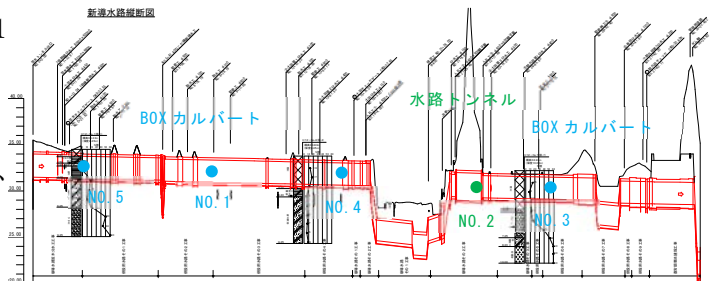


## 粗度係数計測調査機器の適用に向けての展望

若鈴コンサルタンツ株式会社 (正) 鈴木稔人

### 1. はじめに (調査上の課題)

水路機能診断調査の対象施設は、図1に示すBOXカルバート及び水路トンネルであり、コンクリート構造物の診断が主体となる。通常、機能診断調査は目視調査、簡易測定器具を用いる一般的な診断を実施し、コンクリート表面の摩耗・すりへりは、目視確認による定性的な判断で行



【図1：水路縦断面図】

ている。本調査で専用機器による摩耗・すりへりを粗度係数の観点から判断材料の一つとして定量的な判断の可能性を探った。新技术で粗度係数計測機器が開発されており、本機器を適用して水路表面における粗度係数値を計測し、定量的な判断有無の是非を検証した。

### 2. 粗度係数計測機器「SODOTOR2000」の概要

使用した計測機器の特徴はコンクリート表面の粗度係数を数値化表示でき、経年劣化により生じたコンクリート表面の「粗度係数」を、空中超音波を用いて瞬時に得ることが可能である。図2の左側写真の計測機器を右側の表面研磨したコンクリート表面に当てるだけで粗度係数を計測した結果が数値化されて画面モニターに表示される。

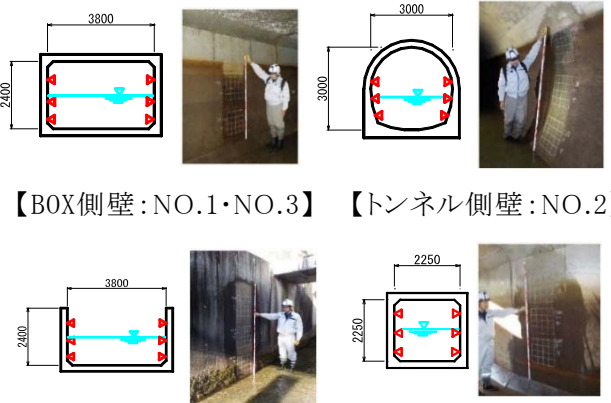


【図2：粗度係数計測機器】

### 3. 粗度係数計測箇所の選定

水路表面の粗度係数値の相違を把握するため、型式毎に水路の代表地点となる5箇所(図1:NO.1~NO.5)の測定箇所を選定した。

右図3の▽は、1箇所あたりの粗度係数調査計測位置(上段・中段・下段)を示す。



【BOX側壁:NO.1・NO.3】 【トンネル側壁:NO.2】

【開水路側壁:NO.4】 【サイホン側壁:NO.5】

### 4. 粗度係数計測結果の考察

「NO.1」~「NO.5」地点の側壁(上段・中段・下段)における粗度係数計測結果を次頁表1に示す。測定箇所は、NO.1及びNO.3地点はBOXカルバート側壁(設計流速V=1.3m/s)、NO.2地点

はトンネル側壁(設計流速V=1.3m/s)、NO.4地点は開水路側壁(水位調節チェックゲート直下流:設計流速V=3.0m/s)、NO.5地点はサイホン側壁(土砂堆積防止のために断面縮小:設計流速V=2.1m/s)とした。計測面の上段は、水面より上部であるため施工当時のコンクリート表面と考えてよく、中段・下段は水中下であり、流水による「摩耗・すりへり」等の影響を受けていると考えられる。上段の粗度係数測定値は、0.0095~0.0118の範囲で平均0.00994(摩耗すりへりの影響を受けていないコンクリート表面)となる。中段の粗度係数値は、0.0095~0.0145の範囲で平均0.01084、下段の粗度係数値は、0.0095~0.0134の範囲で平均0.01076であった。

【図3：測定箇所位置図】

【表1：粗度係数計測結果】 (L：左岸側 R：右岸側)

側壁表面の水中面(中段・下段)では目視観察においても粗骨材の露出が確認されており、計測機器の活用により側壁表面の凹凸が粗度係数値の相違となり確認された。

地点番号	NO.1-L	NO.1-R	NO.2-L	NO.2-R	NO.3-L	NO.3-R	NO.4-L	NO.4-R	NO.5-L	NO.5-R
上段	0.0095	0.0095	0.0101	0.0118	0.0098	0.0107	0.0095	0.0095	0.0095	0.0095
中段	0.0095	0.0095	0.0118	0.0105	0.0095	0.0095	0.0101	0.0100	0.0135	0.0145
下段	0.0095	0.0095	0.0125	0.0113	0.0095	0.0095	0.0114	0.0102	0.0108	0.0134

5. 粗度係数計測器を用いた機能診断評価への適用

調査結果の判定は、機能診断の手引き「鉄筋コンクリート開水路の施設状態評価表」の項目の中で「摩耗・すりへり」の健全度として、表2のとおりS-5:細骨材露出・S-4:粗骨材露出・S-3:粗骨材剥落の定性的な評価となる。

【表2：健全度評価判定表】

今回、粗度係数測定機器による粗度係数の数値情報により水理的な観点からの定量的な評価が可能となることが判った。このように粗度係数が数値化されることで、側壁の中

健全度ランク		S-5	S-4	S-3	S-2
ひび割れ以外の劣化	浮き	無	部分的	全体的	
	剝離・剝落	無	部分的	全体的	
	析出物(エポキシ樹脂など) (ひび割れを含むものを除く)	部分的(S-4の場合以外)	全体的又は鉄筋に沿った部分的		
	露筋 (ひび割れを含むものを除く)	無	有		
	摩耗・すりへり	粗骨材露出	粗骨材露出	粗骨材剥落	
	鉄筋露出の程度	無	全体的の場合、1ランクダウン		
圧縮強度	反発強度法(鉄筋) (圧縮強度換算)※設計強度 21N/mm2の場合	21N/mm2以上 (設計基準強度比100%以上)	15N/mm2以上～ 21N/mm2未満 (設計基準強度比75%以上100%未満)	15N/mm2未満 (設計基準強度比75%未満)	
中性化	ドリル法 (中性化残り)	残り10mm以上		残り10mm未満	

段・下段における数値の相違は、流水中に含まれる砂・砂礫等の流下物による影響や側壁面の流速分布による影響が粗度係数に表れていると考えられ、摩耗・すりへりによる水路表面粗度係数値が上段の数値より大きくなっている傾向が確認された。

今後の健全度評価に際しての活用方法として本調査機器を補修・補強後の現場で適用することにより粗度係数値を把握することで、各種補修・補強材料により水路断面が縮小した後の流下流量チェックへ十分活用できると考える。また、定期的に劣化変状を粗度係数の数値変化として本調査機器を用いてモニタリングし、流量変動を把握して水理機能の検証を行うことが可能となる。

また、粗度係数計測機器を用いて補修・補強箇所の表面粗度調査を定期的に行えば、現場毎に水路表面の粗度係数値のデータが短時間で直接的に、水路表面の粗度係数の初期値が得られることになることから、5年後、10年後における同地点での粗度係数値のデータ蓄積により、補修・補強材料の製品に応じた劣化曲線を描くことが可能となり、補修・補強材料毎の耐用年数の推定に役立てることができると考えられる。さらに、補修補強材料でコンクリート系材料と樹脂系材料では、使用材料に応じて初期値の粗度係数値がどれほど相違しているのかまた、経年劣化による摩耗進行度の把握等は粗度係数値を用いて判定することが可能となる。

6. おわりに (今後の調査機器に対する課題)

本調査の計測機器適用に際しての課題として、水路内への湧水等により完全に止水できなかったことから、底版部の粗度係数値の情報が得られていないことが挙げられる。水路底版の表面は流水中に含まれる砂・砂礫等の影響を受けて「摩耗・すりへり」していると想定されるため、当面は摩耗・すりへり状況が同等と考えられる側壁下段部の粗度係数値を適用していくものとするが、湧水量が少ないなど調査条件が良好であれば現場において調査箇所を土のう等で囲み仮締切した内部で気中部の測定状況をつくり調査対応することになる。現場における調査作業の効率化のため水中下における水路表面における粗度係数値の測定手法の開発が期待される。水中下での計測が可能になれば、流水を止めない状況下で水路表面の粗度係数値が容易に取得することができることになり、施設管理者による監視計画(日常点検)への活用が見込まれるものとする。

## 博多湾ノリ養殖漁場周辺における冬季のリン酸態リンの分布に対する吹送流の影響解析

(一財)九州環境管理協会 ○(正)横山佳裕, (非)山津浩紀, (正)望月佑一, (正)藤井暁彦

### 1. はじめに

博多湾では、夏季に富栄養化による赤潮や貧酸素水塊の発生がみられる一方、冬季にはノリ養殖に必要なリン酸態リン( $\text{PO}_4\text{-P}$ )が不足し、色落ちや生育不良が生じる等、夏季と冬季で栄養塩類に対する要求が異なる問題が生じている(福岡市, 2016)。

福岡市では西部水処理センター(西部WTC)において、ノリ養殖に必要なリンの供給対策として、下水処理の季節別管理運転を試験的に実施している。これは、冬季に夏季より高いリン濃度で下水処理水を海域に放流するものである(福岡市, 2016)。この冬季の管理運転に対して、処理水の濃度の制御に関する調査・検討は実施されているが(福岡市環境局, 2019)、海域におけるリンの拡散状況やノリ養殖漁場への寄与は把握されていない。

著者らは、冬季の季節別管理運転によるノリ養殖漁場への栄養塩供給の状況を現地で調べ、下げ潮時においてノリの生育に必要とされる  $\text{PO}_4\text{-P}$  濃度を上回る水が、下水放流口の西側に位置するノリ養殖漁場へ供給されていることを確認した。しかし、ノリ養殖漁場への下水放流水の  $\text{PO}_4\text{-P}$  の供給は調査日によって確認されない日もあり、 $\text{PO}_4\text{-P}$  の拡散状況が調査日によって異なっていた(横山ら, 2019a)。前報では、この下水放流水の拡散状況の違いを、粒子追跡法を用いた数値シミュレーションによって解析した。その結果、強い北風が吹いたことで、下水放流口がある南側沿岸部付近では海面から底層へ流れとなって、下水放流水が水深の深いところへ移動するため、下水放流水の  $\text{PO}_4\text{-P}$  がノリ養殖漁場へ到達しにくくなることがわかった(横山ら, 2020)。

本報告では、ノリ養殖期間を対象に、数値シミュレーションモデルを用いて、ノリ養殖漁場周辺の  $\text{PO}_4\text{-P}$  の挙動に対する吹送流の影響を解析した結果を報告する。

### 2. 解析の方法

数値シミュレーションモデルは、流動モデルと Yanagi et al.(1983)の Euler-Lagrange 手法を用いた粒子追跡法のモデル(栄養塩挙動モデル)から構成される。流動モデルには、潮汐流・密度流・吹送流等を考慮した既存モデル(横山ら, 2014)を用いた。栄養塩挙動モデルは、著者ら(2019b)が有明海の栄養塩類の挙動を解析したモデルと同様に、体積・質量がない仮想粒子( $\text{PO}_4\text{-P}$  マーカー)を  $\text{PO}_4\text{-P}$  に見立てたものであり、生物による消費は考慮していない。

計算範囲は博多湾と玄界灘を含む範囲(図1)とした。水平方向の格子分割は  $300\text{ m} \times 300\text{ m}$  とし、鉛直方向には、15層(第1層:平均水面下  $1.5\text{ m}$ , 第2~8層: $0.5\text{ m}$ , 第9~11層: $1.0\text{ m}$ , 第12, 13層: $2.0\text{ m}$ , 第14層: $4.0\text{ m}$ , 第15層:平均水面下  $16\text{ m}$ ~海底)に分割した(横山ら, 2014)。

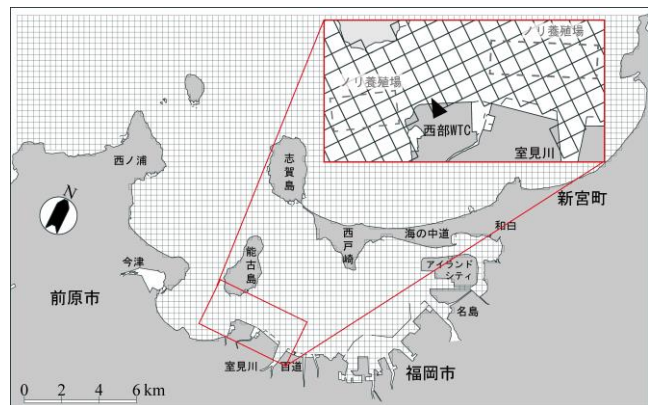


図1 計算対象範囲及び計算格子



計算対象時期は現地調査を行った 2017 年 12 月～2018 年 2 月とした。福岡管区気象台における気温等の気象条件(国土交通省気象庁, 2018)を入力し, 流動モデルにより流況を計算するとともに, 10 分毎に西部 WTC と漁場近傍の室見川から供給させた  $\text{PO}_4\text{-P}$  マーカーの位置を栄養塩挙動モデルにより計算し, 現地で調べた  $\text{PO}_4\text{-P}$  濃度分布(横山ら, 2019a)と比較した。また,  $\text{PO}_4\text{-P}$  に対する吹送流の影響をみるために, 風速を実測値の 1/4, 2/4, 3/4 倍にした場合の数値シミュレーションを行い, 風況条件に対するノリ養殖漁場に到達する  $\text{PO}_4\text{-P}$  マーカー数の違いを解析した。

### 3. 結果及び考察

#### 3.1 栄養塩類挙動モデルによる $\text{PO}_4\text{-P}$ の挙動の検証

現地で調べた海面下 0.5 m の  $\text{PO}_4\text{-P}$  濃度の分布を図 2 に, 同日における栄養塩挙動モデルにより計算した  $\text{PO}_4\text{-P}$  マーカーの分布を図 3 に示す。図 2 の赤枠は, ノリの生育に必要とされる  $\text{PO}_4\text{-P}$  濃度の 0.0124 mg/L 以上(江崎・小谷, 2020)の範囲である。

$\text{PO}_4\text{-P}$  濃度分布(図 2)と  $\text{PO}_4\text{-P}$  マーカーの分布(図 3)を比較すると, 1 月 22 日や 2 月 20 日には下げ潮時における地形に沿った東から西への流れにより,  $\text{PO}_4\text{-P}$  がいずれの分布でも下水放流口から西側へ拡散していた。また, 1 月 29 日には,  $\text{PO}_4\text{-P}$  濃度及びマーカーのいずれも西部 WTC 放流口近傍を除き, ほとんど拡散していなかった。本モデルは陸域近傍の地形の表現が不十分なところがあり, また  $\text{PO}_4\text{-P}$  濃度を計算するものではないため, 定量的な比較はできないものの, 下水放流口からノリ養殖漁場へと  $\text{PO}_4\text{-P}$  への到達の有無等の状況を表現できていると考えられる。

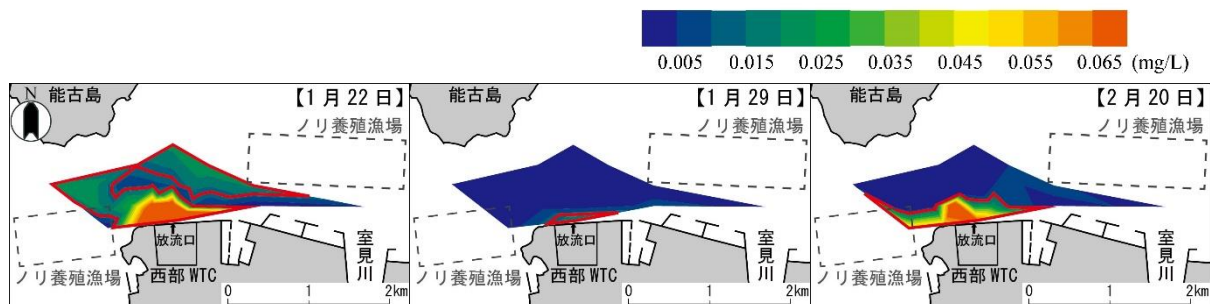


図 2 現地調査により確かめた  $\text{PO}_4\text{-P}$  濃度の分布(海面下 0.5 m)

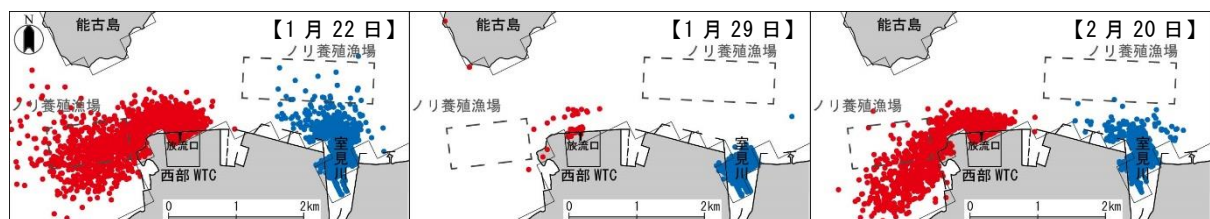


図 3 海面下 0.5m 以浅に分布していた  $\text{PO}_4\text{-P}$  マーカー

紙面の都合上, 図は割愛するが,  $\text{PO}_4\text{-P}$  マーカーの水深別分布をみたところ, 1 月 22 日と 2 月 20 日には  $\text{PO}_4\text{-P}$  マーカーが海面下 1.0 m 以浅に分布する一方, 1 月 29 日には多くが海面下 0.5~1.5 m に分布していた。調査日前の気象状況によると(国土交通省気象庁, 2018), 1 月 29 日の調査日前には, 他の調査日前にみられなかった概ね北方向からの比較的強い風が吹いていた。このため, 1 月 29 日のノリ養殖漁場周辺では, 吹送流による陸域へ向かう海面付近の流れとなる一方, この流れが陸域付近になると海面から底層へ向かう流れへと変わるため,  $\text{PO}_4\text{-P}$  マーカーが海面付近より深いところに分布したと考えられる。なお, 詳細は, 前報(横山ら, 2020)を参照されたい。



### 3.2 吹送流が PO<sub>4</sub>-P の分布に与える影響

吹送流が PO<sub>4</sub>-P の分布に与える影響をみるために、風況条件として風速を実測値の 1/4 倍、2/4 倍、3/4 倍にした場合の海面下 0.5m 以浅の PO<sub>4</sub>-P マーカーの分布を図 4 に示す。

1 月 22 日と 2 月 20 日の PO<sub>4</sub>-P マーカーの分布をみると、風速が速くなるにつれて西部 WTC から供給される PO<sub>4</sub>-P マーカーは南側へ移動し、西側のノリ養殖漁場に分布しやすくなった。一方、概ね北方向からの風が卓越した 1 月 29 日には、風速が速くなるにつれて PO<sub>4</sub>-P マーカーが海面下 0.5 m 以浅に分布しなくなった。東側のノリ養殖漁場周辺では、風速が速くなるにつれて、概ね北方向からの風の影響が強くなり、海面付近では PO<sub>4</sub>-P マーカーがノリ養殖漁場へ到達しにくい状況がうかがえた。

これら風速を実測値及び実測値の 1/4~3/4 倍にした場合の風況条件で計算した数値シミュレーション結果を集計し、PO<sub>4</sub>-P マーカーの風況条件別に整理した結果を図 5 に示す。図 5 はノリ漁期

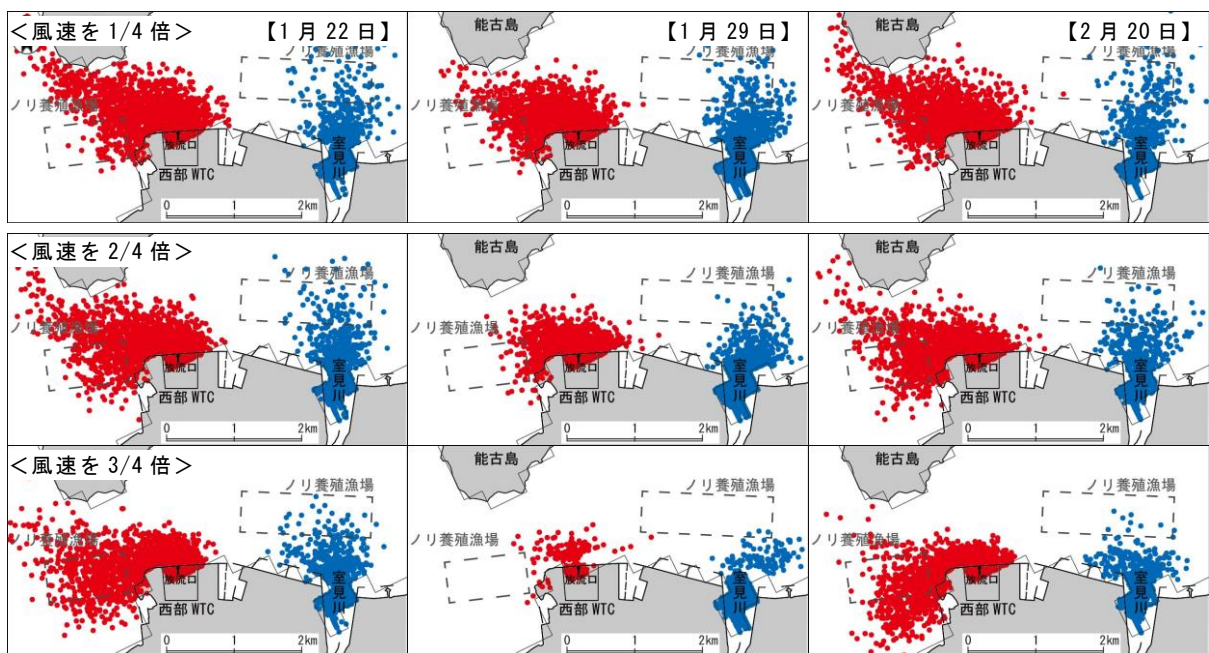


図 4 風速条件を変えた場合の PO<sub>4</sub>-P マーカー(海面下 0.5 m 以浅)の分布

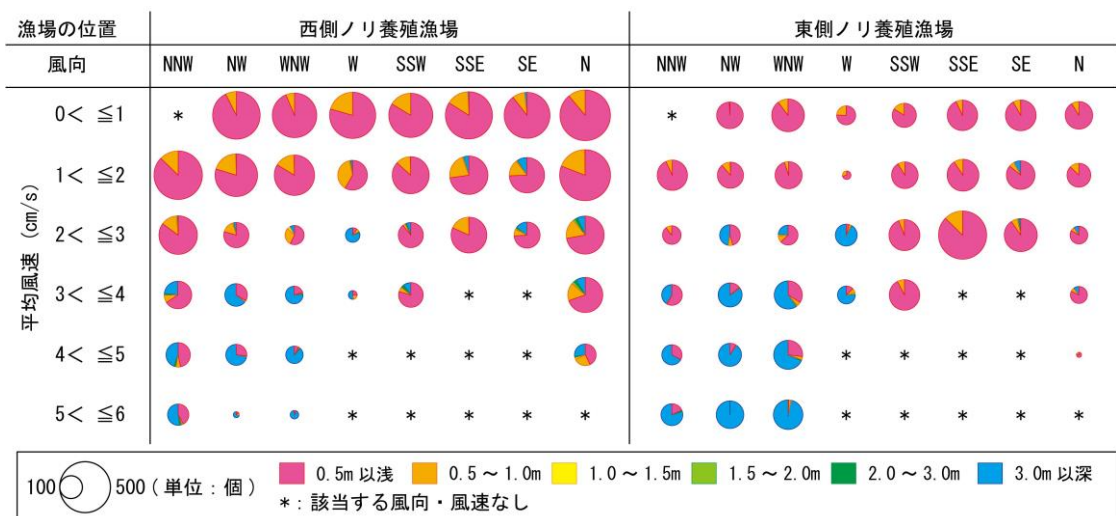


図 5 ノリ養殖漁場における風況条件別の PO<sub>4</sub>-P マーカーの出現状況

の盛期である12月から翌年2月まで(江崎・小谷, 2020)の水深別 PO<sub>4</sub>-P マーカー数の日平均値を、風況条件として最多風向及び最多風向の平均風速階級別に集計し、平均したものである。風況条件は、各日の前2日間の1時間値(国土交通省気象庁, 2018)を集計し、最多風向に該当しなかった風向は割愛している。

これをみると、12月から翌年2月にかけての最多風向は、概ね南方向からの風と概ね北～北西方向から風であった。概ね南方向からの風が吹く場合には、ノリ養殖漁場に供給される PO<sub>4</sub>-P マーカー数が多く、海面下 1.0 m 以浅の占める割合が高かった。この傾向は、東側のノリ養殖漁場で顕著であった。これは南方向からの風が卓越すると、海面付近で南側沿岸部から沖合への流れが強くなることで、主に室見川から供給される PO<sub>4</sub>-P が漁場へと到達しやすくなるためと考えられる。一方、北～北西方向から風になると、PO<sub>4</sub>-P マーカー数が減り、風速が速くなるほど、海面下 3.0 m 以深の占める割合が高くなった。このため、北風が卓越し、風速が速くなると、吹送流の影響により、陸域から供給された栄養塩類がノリ養殖漁場周辺の海面付近に分布しにくくなることがわかった。

#### 4. おわりに

本報告では、現地調査でみられた下水処理の季節別管理運転時における PO<sub>4</sub>-P の挙動を数値シミュレーションにより再現し、吹送流による PO<sub>4</sub>-P の分布への影響を確かめた。今回の解析は栄養塩類の物理的挙動に関するものであり、養殖漁場におけるノリの生育に対する効果を把握するまでには至っていない。そのため、今後は、下水処理緩和運転により供給された栄養塩類の増加に伴うノリの生育量・生産量への効果を生態系モデルで計算することによって把握したいと考えている。

#### 【引用文献】

- 江崎恭志・小谷正幸(2020): 養殖技術研究(1)ノリ養殖, 平成 30 年度福岡県水産海洋技術センター事業報告, pp.56-57.
- 福岡市(2016): 博多湾環境保全計画(第二次), <https://www.city.fukuoka.lg.jp/kankyo/k-chosei/hp/keikaku4.html>(確認日:2021/9/23).
- 福岡市環境局(2019): 平成 29 年度第 1 回博多湾環境保全計画推進委員会 資料, <https://www.city.fukuoka.lg.jp/kankyo/k-chosei/hp/hakatawann/hakatawan.html> (確認日: 2021/9/23).
- 国土交通省気象庁(2018): 過去の気象データ・ダウンロード, <http://www.data.jma.go.jp/gmd/risk/obsdl/index.php>(確認日:2021/9/23).
- Yanagi, T., Tsukamoto, H., Inoue, H. and Okaichi, T. (1983): Numerical simulation of drift cards dispersion, *La mer*, 21, pp.218-224.
- 横山佳裕・藤井暁彦・中嶋雅孝・内田唯史(2014): 博多湾における数値シミュレーションを用いたアサリ浮遊幼生の挙動解析, 土木学会論文集 B3(海洋開発), 70, pp.I\_1080-I\_1085.
- 横山佳裕・大島雄三・後藤祐哉・望月佑一・藤井暁彦・内田唯史(2019a): 冬季博多湾における海域の栄養塩類に対する下水処理の緩和運転の効果に関する現地観測, 土木学会論文集 B3(海洋開発), 75, pp.I\_983-I\_988.
- 横山佳裕・藤井暁彦・後藤祐哉・望月佑一・内田唯史(2019b): 冬季有明海における下水処理緩和運転によるノリ養殖場への栄養塩供給の効果検討, 土木学会論文集 G(環境), 75, pp.II\_239-II\_246.
- 横山佳裕・山津浩紀・望月佑一・柴田幸次・藤井暁彦(2020): 粒子追跡法を用いた冬季博多湾ノリ養殖漁場周辺におけるリン酸態リンの挙動解析, 令和 2 年度農業農村工学会九州沖縄支部大会講演要旨集.

## 農業用ダム洪水調節機能の強化に関する対応状況について —事前放流—

九州農政局南部九州土地改良調査管理事務所（正）前野 芳和

○（非）久保田 明

（非）田上 真一

（非）今村 太輔

### 1. はじめに

近年の台風や豪雨による水害の激甚化等を踏まえて「既存ダムの洪水調節機能の強化に向けた基本方針」（令和元年12月12日既存ダムの洪水調節機能強化に向けた検討会議決定）に基づき、利水ダムにおいても事前放流を行うこととなり、水系毎に治水協定を締結し洪水調節機能強化の基本方針及び事前放流の実施方針等が明記されその中で、ダム毎に洪水調節可能容量、基準降雨量及び降雨継続時間が定められました。

事前放流は、治水の計画規模や河川（河道）・ダム等の施設能力を上回る洪水の発生時におけるダム下流河川の沿川における洪水被害の防止・軽減を目的としている。

### 2. 治水協定の締結

既存ダムの洪水調節機能の強化に向けた基本方針に基づき、令和2年5月29日付けで一級河川大淀川水系（広沢ダム、天神ダム、木之川内ダム、浜ノ瀬ダム、中岳ダム、谷川内ダム）、小丸川水系（切原ダム）及び肝属川水系（荒瀬ダム、高隈ダム）の治水協定が、河川管理者、ダム管理者及び利水関係者により締結している。

なお、二級河川米之津川水系（高川ダム）、秋利神川水系（徳之島ダム）、菱田川水系（輝北ダム）の治水協定締結については、令和2年8月31日付けで締結し、平田川水系（青鹿ダム）については、令和3年1月29日付けで締結、南部九州地区の国造7水系13利水ダムの治水協定が締結している。

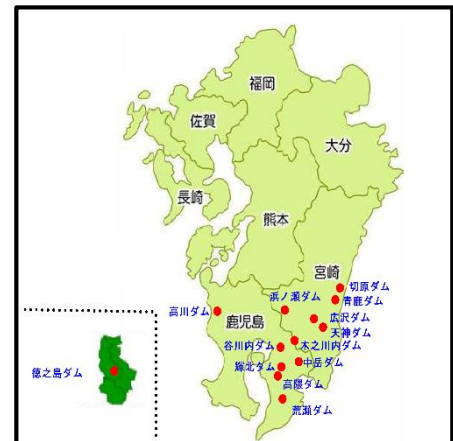


図1：位置図

### 3. 事前放流の実施状況

事前放流実施は、「台風に関する気象情報（全体台風状況）」「（大雨に関する）全般気象情報」が発表されたとき、又は、気象情報が未発表ながらも河川管理者が近隣の他水系で事前放流が開始しされた場合など必要であると判断したときは、河川管理者からダム管理者へ事前放流を実施する体制に入るよう伝達。ダム管理者は実施する体制に入り、国土交通省のシステムにアクセス（<http://jizen.nilim.go.jp>）し、予測降雨量（GSM・MSMによる時間累積雨量）を確認。

事前放流の実施の判断は、3日前から行うことを基本とし、気象庁の全球モデル（GSM）の時間累積雨量を用いることを基本とし、併せてメソモデル（MSM）に基づく時間累積雨量も用い、いずれか大きいものによってダム毎に定められた基準降雨量以上であるときを原則とする。



## 乾田直播栽培の入水期と慣行水田での代かき・田植え期の濁度流出の比較

農研機構 農工研 ○ (正) 濱田康治  
 (株) 日水コン (非) 永友功一, (非) 島本悠生  
 農研機構 九沖研 (非) 高橋仁康, (正) 中野恵子  
 (非) 大段秀記, (非) 渡邊修一

### 1. はじめに

水田からの栄養塩負荷の削減は下流側の水域における水質保全のために重要である。そのため、様々な負荷削減対策が提案されてきた。その中の水管理による負荷削減対策として浅水代かきや止め水灌漑などがあるが、対策として有効であるものの堰板の管理や、圃場の水位の管理に気を配る必要があるため通常の営農作業に比較して追加の手間が必要となる。

一般的に水田からの濁水の発生は、代かき・田植え時が大きいとされている。そこで、代かき・田植えを実施せず、水田に直接播種して稲作を行う乾田直播技術に着目した。乾田直播技術は代かき・田植えを実施しないため、それらに伴う濁水の発生が抑えられると考えられる。また、乾田直播では苗箱を用意する必要がなく、省力的な営農法であるといえるため、労働力不足を補いながら水質負荷削減にもつながる非常に有効な営農法として期待されている。

乾田直播栽培は代かきを実施しないため減水深が大きくなりやすかったが、振動ローラーによる直播後の鎮圧技術の開発によりこの問題が解消されている。筑後地区での適用例ではおおむね 20 mm/d 以下の減水深を達成しており、慣行水田と同程度の減水深とすることができている。

本報告では、長崎県雲仙市に位置する圃場において、振動ローラーの適用性評価と負荷調査の結果のうち、乾田直播による水田での入水時と、慣行栽培による水田での代かき・田植え時の濁度負荷を比較した結果を速報として報告する。

### 2. 調査方法

1) 対象圃場・・・長崎県雲仙市に位置する乾田直播栽培と慣行栽培により水稻を栽培する近接した 2 圃場において、乾田直播圃場での入水期、慣行栽培圃場での代かき・田植え期に流入・流出の流量と濁度調査を実施した。乾田直播水田は約 14a (水口 1 か所、水尻 2 か所) である。令和 3 年 6 月 1 日に播種し、播種後は直ちに振動ローラーで鎮圧作業を実施した。調査は 6 月 24~26 日であり、水口からの入水は 6 月 25 日に開始された。慣行水田は約 14.5a (水口 1 か所、水尻 2 か所) である。調査は 6 月 13~18 日であり、代かきは 6 月 14 日、田植えは 6 月 16 日に実施された。両調査ともに水田からの流出水の濁度が低値になるまでの期間を対象とした。

2) 測定方法・項目・・・水口と水尻に設置した四角堰により流量を連続観測するとともに、濁度センサーにより濁度を測定した。流量は、四角堰の越流水深を連続観測し、越流水深と実際の流量計測で作成した H-Q 式により算出した。濁度測定には HACH 製 TSS Portable を使用した。

### 3. 結果および考察

調査結果を **Fig.1** に示す。乾田直播圃場では入水後に流出が生じはじめた(**Fig.1a**)。流出水の濁度は最大 102 FTU であり、大きな濁度上昇は確認されなかった(**Fig.1c**)。流出開始から半日経過後から濁度が低下し始め、入水から約 30 時間後には 17 FTU まで低下した。慣行圃場では代かき時に非常に高い濁度(9320 FTU)が確認された(**Fig.1d**)。代かき時代かきから田植えまでの期間に降雨に伴う流出が確認されたが(**Fig.1b**)、流出水の顕著な濁度上昇は見られなかった(**Fig.1d**)。田



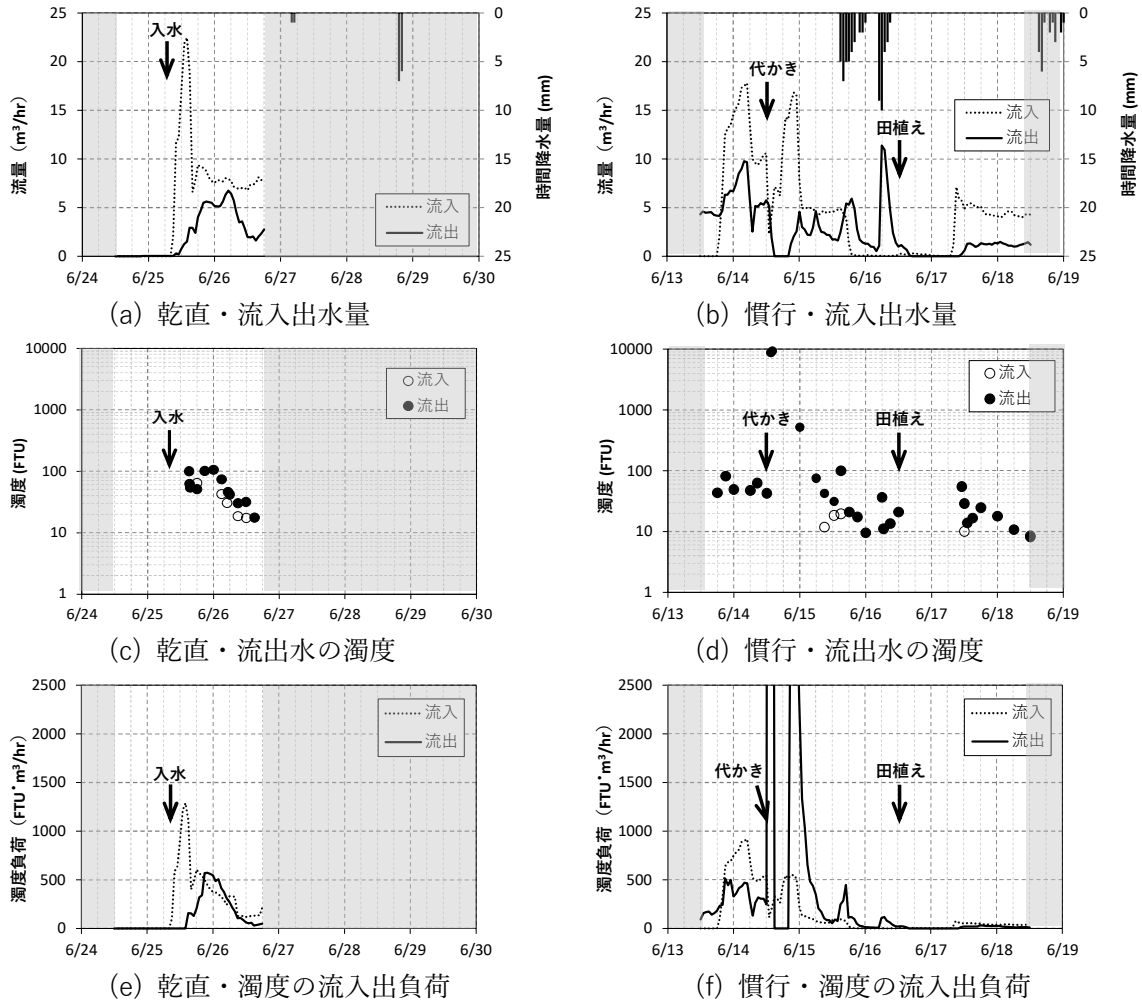


Fig.1 乾田直播（乾直）・慣行水田での流入水量・濁度・濁度負荷の時間変化（速報値）

植え時においては大きな濁度上昇は確認されなかった。その後、田植え後には流出が一旦止まり、約24時間後に流出が再開した(Fig.1b)。流出再開後の濁度は経時的に低下傾向にあった(Fig.1d)。

負荷評価にあたり FTU を濃度と同様に扱い流量(m<sup>3</sup>/hr)に乗じた FTU・m<sup>3</sup>/hr を指標とした。負荷の時間変化を Fig.1ef に、調査期間中の流入出負荷を Table 1 に示す。慣行水田では代かき時に大きな負荷が観察された。乾田直播水田では入水時に土壌への浸透が生じるとともに田面水として貯留されるため流入水量に比較して流出水量が小さくなることを考慮しても、慣行水田に比較して営農初期（水入れ、代かき、田植え）における水尻からの排水負荷が小さかったといえる。このことから、乾田直播栽培は水田からの濁度負荷削減対策として有効であると考えられる。

#### 4. まとめ

乾田直播栽培の入水期と慣行水田での代かき・田植え期の濁度負荷を比較したところ、乾田直播水田では、代かき濁水が発生する慣行水田に比較して濁度負荷を抑制できる可能性が示された。

今後は、栄養塩類の負荷に対する解析や、作期を通しての評価を進める予定である。

**謝辞**：調査にあたりご協力いただいた営農者、各関係機関に記して感謝の意を表します。

Table 1 負荷のまとめ（速報値）

	水口からの 流入負荷	水尻からの 流出負荷
乾田直播	14	7
慣行栽培	19	71

単位：FTU・m<sup>3</sup>

## 溪流取水工改良のための水理模型実験について

宮崎大学農学部 ○(学)切畑勇人, (正)竹下伸一  
 宮崎県東臼杵農林振興局 (正)成松克彦, (非)臼杵竜也  
 (株)国土開発コンサルタント (非)有田勉

### 1. はじめに

山間に点在する中山間地の農地では、近隣の溪流で取水して山腹用水路などで灌漑していることが多い。このような用水路の頭首工は、小規模な堰と角落し、もしくは簡単な水門で取水していることがほとんどである。溪流は、その流量に対して流下してくる枝葉や土砂の混入割合が多いため、これらの用水への混入を防ぐため水門導水部にバースクリーン等を設けている場合も多い。しかし、そのバースクリーンに枝葉が詰まる度に取水量が減少するため、これらの除去を近隣農家が人力で行っていることが多く、その負担は大きい。

そこで流量の少ない溪流で人力による防塵除去負担が少なくかつ安定して取水可能な溪流取水工への改良を目的として、対象とする頭首工を模した模型を作成し、水理実験を開始したので、これを報告する。

### 2. 対象頭首工の概要

本報告の対象とする頭首工は、宮崎県東臼杵郡美郷町にある写真1の尾園頭首工である。昭和57年に小丸川水系仁久川に設置された固定堰があり、その堤体上の左岸側の切欠きより取水する。取入口にある水門により、取水量を調整する。灌漑期間は5月から10月で、取水量 $0.0381\text{m}^3/\text{s}$ の慣行水利権となっている。用水路は延長230mで、受益水田面積は7.0haである。



写真1 尾園頭首工

### 3. 模型概要と実験条件

尾園頭首工の頭首工調書および現地調査結果を基に、河川の左岸側取水部の水の流れを再現できるようにフルード相似則 $1/3$ スケールで図1に示すような頭首工模型を製作した。模型は宮崎大学農林水利実験棟内の水路内に図2に示す実験水槽を作成し頭首工上流の淵を再現した。

水路上端部に四角堰とバルブで調整した水量を流入させ、多孔質材を敷

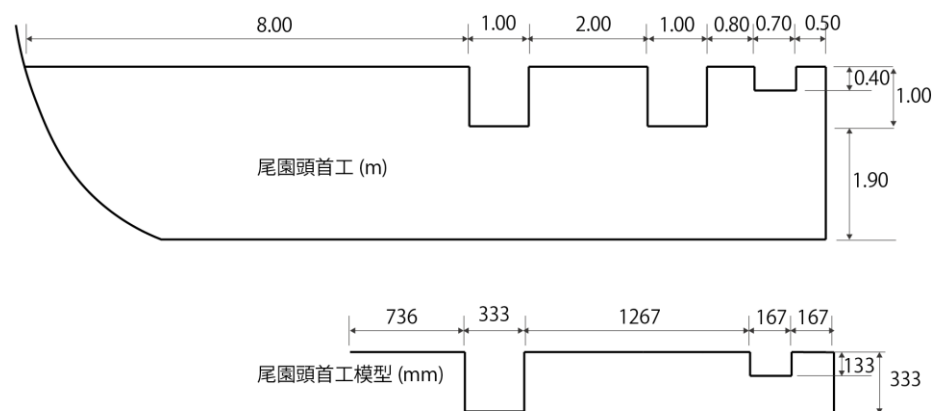


図1 頭首工寸法と設計模型寸法

いた導水部で水面の揺れを整えて整流させた後、水槽部に流入させた。水槽には、2mm 篩で調整した川砂を敷き詰めて、現地河床を再現した。

現地頭首工には堰中央に 2 箇所切欠があるが、1 箇所は常時閉じていることから、模型では右岸側 1 箇所を残し、天端と同高の板で閉じ、取水時の状況を再現した。頭首工左岸部切欠より取水した水は、三角堰に導水し圧力式水位計により水位を計測して流量を算出した。加えて、頭首工右岸端でも圧力式水位計にて水位を計測した。

取水工は、写真 2 のような上端にグレーチングで覆った水路状のものを作成し、堰上流部に密接させて設置した。これは宮崎県延岡市見舞田地区に設置されている溪流取水工を模している。グレーチングは目幅の異なる 3 種類（標準幅、幅狭、幅広）を準備した。

水槽上端部に 5 つのプラスチック容器を並べ、マイコンにて設定時間毎に枝葉を水槽内に投入する装置を作成した。容器には、現地溪流内で採取した枝葉等を乾燥重量で 10g ずつセットした。投入間隔を 30 分とし、5 つを 3 周させ、計 15 回（150g）枝葉を投入した。枝葉の流下の様子、取水工での詰まりの様子を、4 台のカメラで撮影し動画で記録した。取水に混入した枝葉は、別途採取し、実験終了後に乾燥重量を計測した。

実験流入量は、頭首工調書および現地流量観測結果をもとに、最小：0.0262m<sup>3</sup>/s、基準：0.0655m<sup>3</sup>/s、豊水：0.1299m<sup>3</sup>/s、最大：0.1816m<sup>3</sup>/s の 4 通りに設定した。実験中の流入量は一定とし、全枝葉投入終了後 30 分経過を目途に実験を終了した。

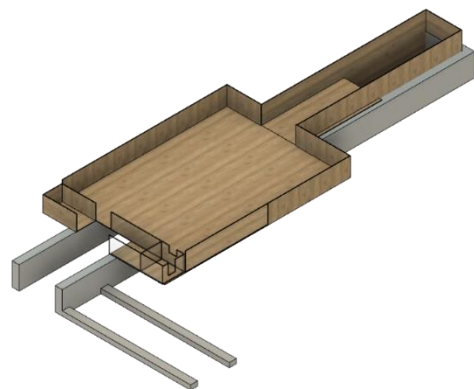


図 2 実験水槽の外観



写真 2 模型頭首工（堰と取水工）

#### 4. 実験結果の一例

水路上部にグレーチングを被せた取水工について、グレーチングと流量の条件を変えて実験した結果の一例を示す。グレーチング幅が大きくなると取水に混入するゴミ量が増えること、渓流量が大きいと目詰まりによる取水減少量が大きくなることがわかった。また目詰まりの状況によっては、頭首工内の水深が増加して、取水水量が増えることもあった。

表 1 流量およびグレーチング幅に対する取水減少量と混入ゴミ量の結果

グレーチング	標準	幅狭	幅広	標準	幅狭	幅広
溪流（流入）量(m <sup>3</sup> /s)	0.0655	0.0655	0.0655	0.1299	0.1299	0.1299
投入前取水量(m <sup>3</sup> /s)	0.0441	0.0477	0.0462	0.0847	0.0889	0.0849
終了前取水量(m <sup>3</sup> /s)	0.0456	0.0462	0.0440	0.0753	0.0702	0.0691
取水減少量(m <sup>3</sup> /s)	-0.0015	0.0015	0.0022	0.0094	0.0186	0.0158
混入ゴミ重量(g)	1.0	0.7	1.2	3.9	1.9	10.8

#### 5. おわりに

中山間地にある実際の頭首工を模した模型を作成し、枝葉の流下に伴う目詰まり、取水水量の変化に関する水理模型実験を開始した。まだ実験を開始したばかりで、基礎的なデータしか得られていない。今後、実験によりその効果を確認しながら、取水工を逐次改良していく予定であるので、追って報告していく。



## 筑後川下流右岸地域の降雨特性が流出過程に及ぼす影響評価

佐賀大学大学院農学研究科 ○(学)原 初花  
佐賀大学農学部 (正)阿南光政, (正)弓削こずえ

### 1. はじめに

近年, 全国各地で大雨による洪水被害が頻発しており, 2017 年に起こった九州北部豪雨では土地改良事業実施地区においても甚大な被害が生じている. 農地や農業水利施設の持つ洪水緩和機能を発揮するための方策を検討するうえで, 降雨流出過程の現状を適切に把握することが重要である. 本研究では, 国営筑後川下流事業右岸地域を対象に, 豪雨時の降雨量を実測し, 現況の土地利用状況を考慮した降雨流出量を推定することで, 当地区の降雨特性と流出過程を評価した.

### 2. 対象地区の概要と調査方法

図 1 に本研究の対象地域と調査地点の位置を示す. 対象地域の降雨特性を評価するために, 気象庁の観測データに加えて地域内 2 か所に雨量計を設置した(図 1, 雨量計①および②). また国営筑後川下流農業水利事業の末端排水ブロックにあたる佐賀市川副地内(排水受益面積 22km<sup>2</sup>)を流出量の算定対象地区とした.

### 3. 降雨流出量の算定

本研究では, 豪雨発生時の直接流出量に注目し, 計画洪水時排水量の算定に用いられる合理式(農林水産省農村振興局, 2006)より, 降雨流出量を算定する.

$$Q_p = \frac{1}{3.6} \cdot f_p \cdot r \cdot A \quad (1)$$

ここで  $Q_p$ : 洪水ピーク流出量 (m<sup>3</sup>/s),  $f_p$ : ピーク流出係数 (-),  $r$ : 降雨強度 (mm/h),  $A$ : 流域面積 (km<sup>2</sup>) である. 流出計算は GIS を用いて一筆ごとに算出集計した. なお流出係数は筆ごとの現況土地利用状況に応じて決定した.

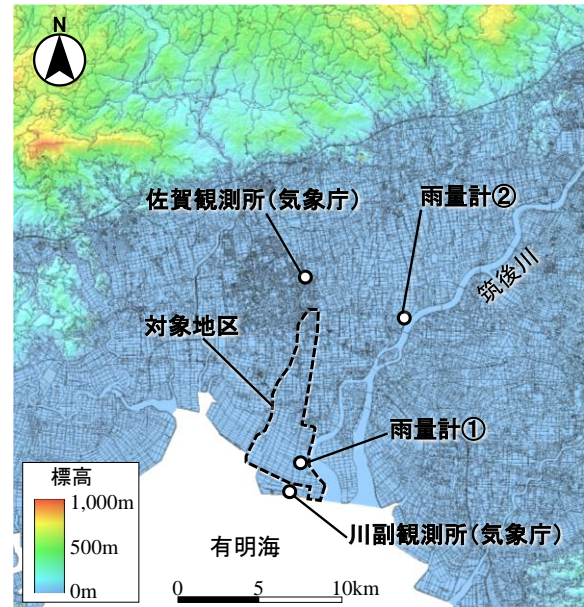


図 1 対象地区および調査地点位置

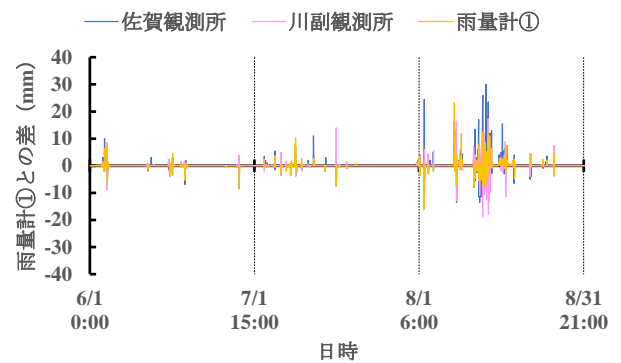


図 2 各調査地点の時間雨量の比較

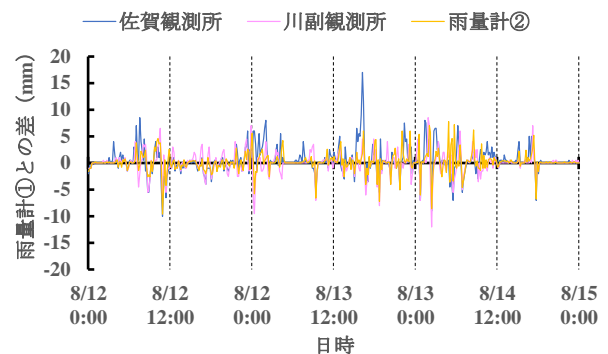


図 3 各調査地点の 10 分雨量の比較

#### 4. 結果と考察

対象地域の降雨特性を検証するため、流出量算定対象地区内に設置した雨量計実測値を基準として、各地点の観測データを比較した。図2は2021年6月1日から8月31日の1時間雨量データ、図3は2021年8月12日から14日の10分雨量データについて示している。図2より、降雨の頻度および量が多かった8月に調査地点の違いによる雨量差が顕著に現れた。また、図3より、10分雨量は基準とした雨量計①との差が顕著で調査地点の離隔距離にかかわらず3日間を通して大きな差が多数みられる。これらは8月に前線が停滞し、12日から14日に対象地域で発生した線状降水帯により、降雨の局所性が発生していたと推測される。

各地点の8月12日から14日の1時間雨量を採用した流出計算結果を図4から図6に示す。なお、計算対象地区をティーセン分割し、2か所の气象台観測データを使い分けて与えた場合の計算結果も合わせて示す。流出計算に用いる観測地点によって流出量は大きく変動しているが、その変動幅は必ずしも調査地点の離隔距離に比例はしていない。観測データが充実している佐賀観測所の値を使用した場合の流出量は、他の観測地点に比べて過大となっている。いっぽう、ティーセン分割で算出した流出量は現地に設置した雨量計で出した流出量に近似した。流出計算に用いる降雨は地域の降雨特性も踏まえて選択する必要がある。

#### 5. おわりに

本研究で、降雨特性を考慮した降雨量の採用をすることが流出解析において重要であることが確認できた。今後は解析雨量を用いた降雨の局所性の分析も取り入れ、豪雨時の空間的、時間的特性をさらに詳細に分析したい。

#### 引用文献

農林水産省農村振興局（2006）：土地改良事業計画設計基準及び運用・解説 計画「排水」

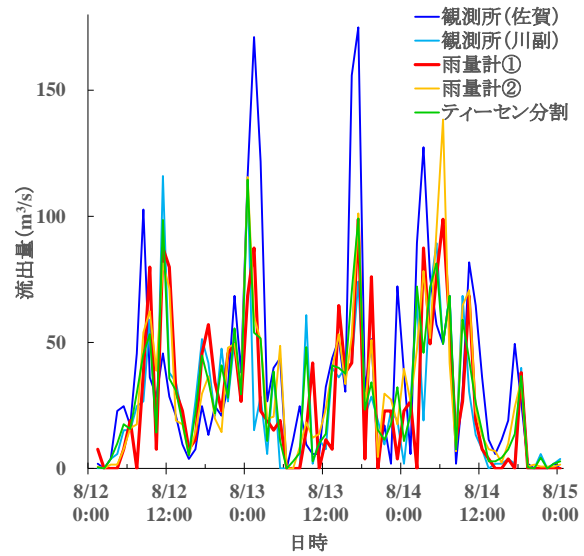


図4 降雨流出量(計算値)

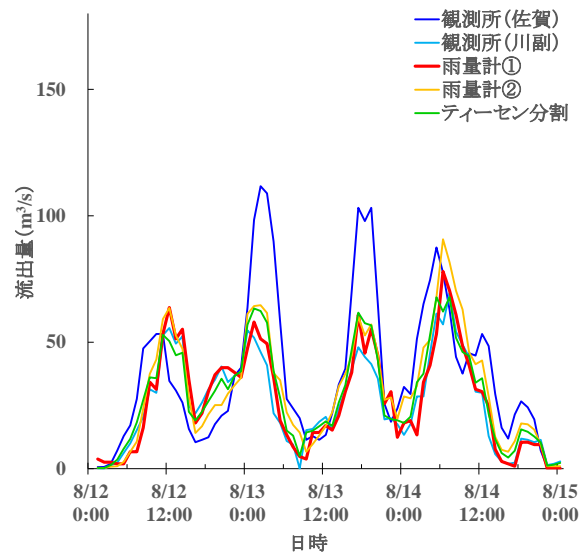


図5 降雨流出量(計算値の4時間移動平均)

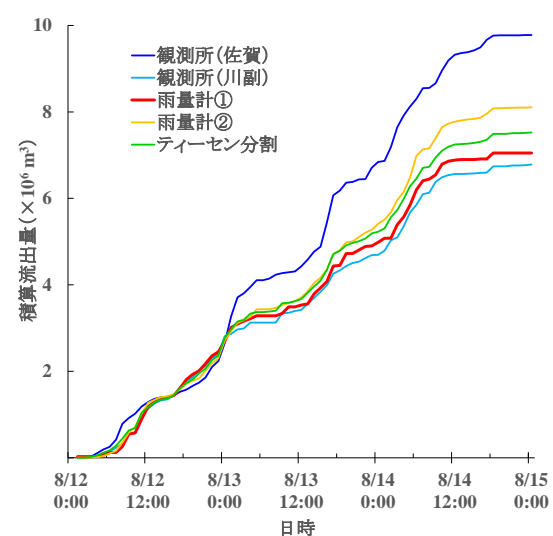


図6 3日間積算流出量(計算値)

## 複数の地盤改良材を併用した浚渫粘土の段階的な地盤改良とスレーキング特性について

佐賀大学農学部 ○ (非) 高木雄史 (非) 永井勘太  
佐賀大学全学教育機構 (正) 近藤文義

### 1. はじめに

筑後川下流地域に広がる農業用水路、いわゆるクリークは水路の役割だけではなく、用水の安定供給や洪水防止機能などを持っている。しかし近年ではクリークが建設されてから年数が経過し土水路の法面崩壊が確認されている。法面の崩壊はクリークの機能低下だけではなく、クリークに面する道路も崩壊しライフラインが停止する原因となる。そのため現在ではストックマネジメントとして既存のクリークの改修、補修工事をするのが主となっている。その中で法面の地盤改良といったものが存在している。一般的には現地土  $1\text{m}^3$  にセメント系の改良材  $50\text{kg}$  を添加する。セメント系改良材としては石灰やセメントが用いられるが本研究では石炭を燃やした際に発生する PFBC フライアッシュを用いることで示す強度に差が出るのかを実験として行った。また地盤改良後の強度を計測するために乾湿繰り返しによって発生するスレーキングへの抵抗性も検討した。



Fig1 農道路肩に発生したクラック

### 2. 試料の性質と実験方法

今回の実験では佐賀県神埼市千代田町の国営クリーク改修現場から採取した底泥を利用した。実験を行うに先立って  $2\text{mm}$  ふるいを用意し礫分などの不純物を除去した。本試料はそのままの状態だと流動性を示すことより国土交通省が定める建設発生土の土質区分基準において泥土であると判断された。

性質は、自然含水比は約  $150\%$ 、土粒子密度は  $2.66\text{g}/\text{cm}^3$ 、液性限界は  $116\%$ 、塑性限界は  $48\%$  であった。粒度組成は、砂分 ( $>75\mu\text{m}$ )  $8\%$ 、シルト分 ( $75\mu\text{m}\sim 5\mu\text{m}$ )  $47\%$ 、粘土分 ( $5\mu\text{m}\sim 2\mu\text{m}$ )  $20\%$ 、コロイド分 ( $<2\mu\text{m}$ )  $25\%$  であった。また、陽イオン交換容量は  $30.6\text{cmol}/\text{L}$  であった。粘土分以下の含有量が多く、自然含水比が液性限界より高い点においては佐賀平野に広く分布する有明粘土としての特徴に類似していた (近藤ら, 2021a)。

フライアッシュは苅田火力発電所の石炭灰 (今後は苅田灰とする) を利用した。PFBC とは石炭灰の燃焼方式の一つである加圧流動床複合発電方式の名称である。PFBC 方式では硫黄酸化物を除去する目的で石灰石粉末を投入するため、排出されるものは  $\text{CaO}$  や  $\text{SO}_3$  を多く含んだ石炭灰となる。PFBC フライアッシュは廃棄物として扱われ確保が容易であったが 2021 年 4 月以降、国内で唯一の排出元である九州電力苅田発電所新 1 号機は計画停止状態となっており (日本経済新聞社, 2021)、経常的な入手が困難となりつつある状況にある。

### 3. 実験方法

#### 3. 1 フォールコーン試験

苧田灰、石灰、セメントを用いてフォールコーン試験を行った。フォールコーン試験では条件を  $I_L$  (液性指数) が 0.75,1.0,1.25,1.5 となるように含水比を変化させて実験を行った。試料に改良材を加え藁さじ等で攪拌しその状態で 3,7,14,28 日ずつ経過させたものを用意しフォールコーン試験機に試料を充填しフォールコーンを落下させ貫入量を計測することで改良土の性質を調査した。

#### 3. 2 一軸圧縮試験

改良土の作製とその後の養生は、近藤ら (2021b) を参考にした。底泥を利用し所定の含水比における底泥の湿潤重量をベースとしてセメント (普通ポルトランドセメント) を使用し、比較の対象として石灰 (生石灰) を使用した。これらの改良材については、現地での施工条件に準拠し、手練りまたはハンドミキサーを使用した粉体添加にて 5 ~ 10 分間練り混ぜた。一軸圧縮試験の供試体は直径 4 cm、高さ 10 cm のプラスチック型枠に藁さじを使用して改良土を少しずつ充填して作製し、必要に応じて棒で軽く締め固めを行った。

#### 3. 3 スレーキング試験

スレーキング残留率測定用の供試体は直径 6 cm、高さ 2 cm の型枠にて作製した (近藤ら, 2021a)。供試体の養生は、底部に水を張った湿潤箱 (湿度 70 ~ 80 %) を使用し、供試体が水に接しないよう台で底上げした状態にて常温で保管した湿潤養生とした。何れの供試体も脱枠は 2~3 日後に行った。

### 4. 実験結果と考察

#### 4. 1 改良土のフォールコーン試験

フォールコーン試験では改良土のコンシステンシー評価が行える。一部の試料では改良土がそばろ状になってしまい正しい貫入量が計測できない場合も存在した。

含水比を増加させた場合は貫入量も増加する傾向にあった。この試験では石灰による貫入量の減少が大きく見られた。また苧田灰とセメントの二段階配合により貫入量が減少することが判明した。

#### 4. 2 改良土の一軸圧縮試験

実験の結果として苧田灰単体は各材齢において他三つの供試体よりも低い圧縮強度を示した。しかしスレーキング試験において苧田灰単体は石灰→セメントに次いで高い残留率と一軸圧縮試験とは違う結果を示した。

#### 4. 3 改良土のスレーキング試験

苧田灰単体を除いた場合での一軸圧縮試験とスレーキング試験では各試料ではそれぞれ同じような性質を示したが苧田灰単体の場合は違うことから、苧田灰単体は一軸圧縮試験とスレーキング試験において何らかの異なる硬化メカニズムが発生していると考えられる。



理論上では  $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2$  となり石灰を加える前の改良土の質量が 150g、含水比が 99% の場合、石灰が残留する為には 233g と多くの石灰が必要となるが、実験で使用した石灰は 21g が最大値であり  $\text{CaO}$  は全て反応し  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  が貫入量に影響を及ぼしたと考えられた。そのため硬化のプロセスを水和反応とした場合、含まれる  $\text{CaO}$  によって苧田灰でも効果を発揮するとされる。

二段階配合の効果としては水と石灰が反応、その後セメントを投入することで水分量が低下しているためより強度が出ると推測される。

Table1 フォールコン試験による改良土の貫入量 ( $I_L=1.0$  の場合のみ)

改良材添加量	石灰のみ	セメントのみ	苧田灰のみ	苧田灰→セメント	石灰→苧田灰	石灰→セメント
25kg/m <sup>3</sup>	7.84	12.42	16.50	13.40	14.11	10.48
50kg/m <sup>3</sup>	4.74	9.26	15.59	9.43	8.55	5.15
75kg/m <sup>3</sup>	3.64	5.27	13.94	7.68	4.91	4.99
100kg/m <sup>3</sup>	4.09		11.72	5.77	4.09	3.91
125kg/m <sup>3</sup>	3.70		10.97	5.12	3.64	4.3
150kg/m <sup>3</sup>	3.06		9.97		3.58	

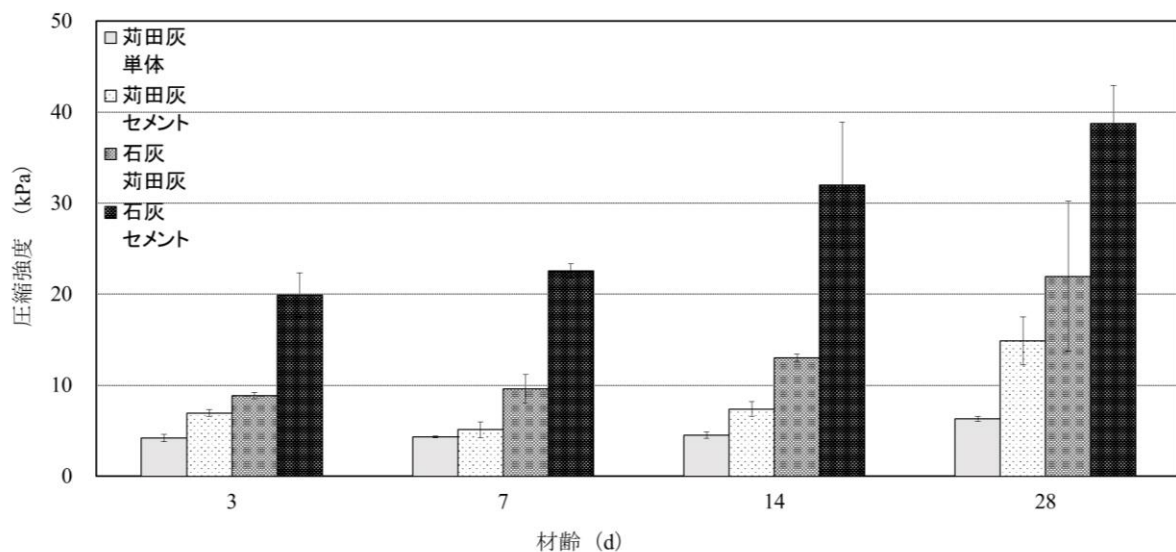


Fig2 二段階改良による改良土の一軸圧縮強さ (改良材 50kg/m<sup>3</sup>)

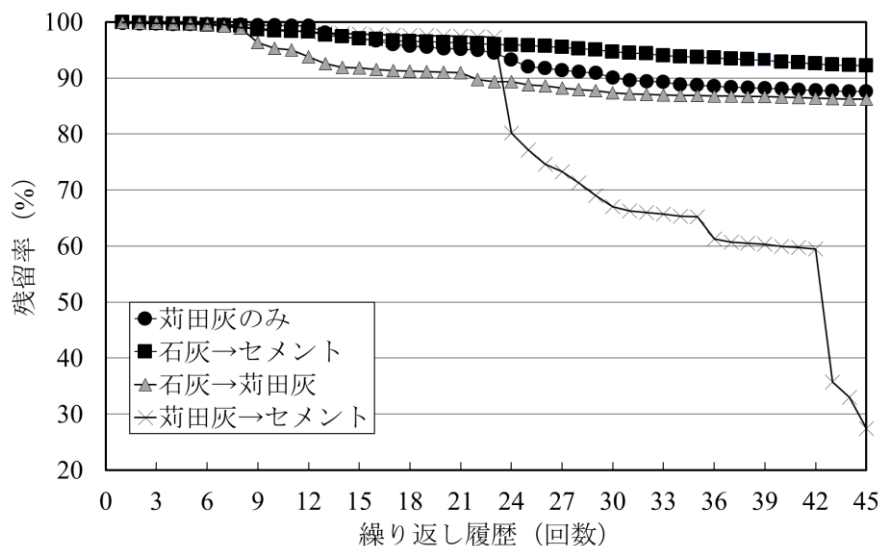


Fig3 二段階配合によるスレーキング残留率（改良材 50kg/m<sup>3</sup>）

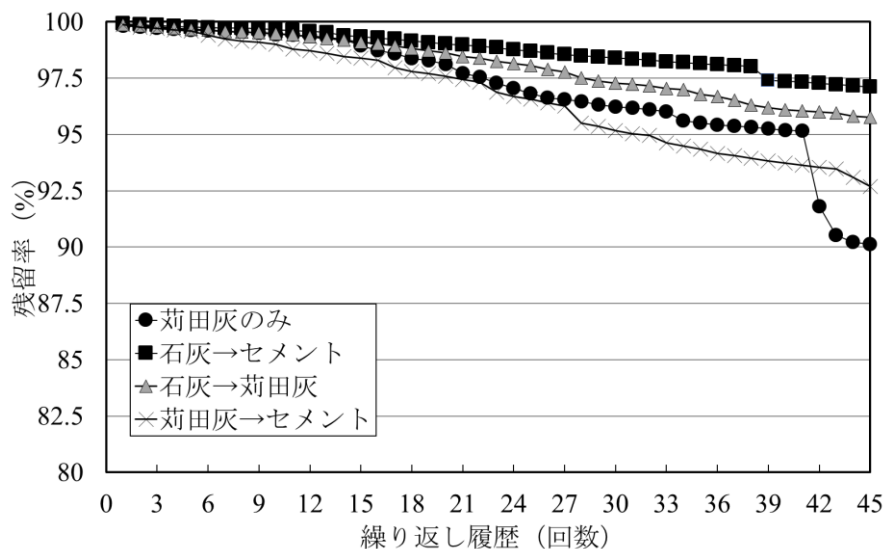


Fig4 二段階配合によるスレーキング残留率（改良材 100kg/m<sup>3</sup>）

## 5. まとめ

石灰とセメントの二段階配合を行うことでフォールコーン試験、一軸圧縮試験、スレーキング残留率、どの実験においても高い強度と耐久性を確認することができた。PFBC 灰は単体で使用するよりも石灰のように二段階配合を行うことでより強度を出すことができる場合もあった。フォールコーン試験においては二段階配合の優位性は確認されなかった。スレーキング残留率において、改良材の添加量を 2 倍にした場合高い残留率を示した。

## 引用文献

- 1) 近藤ら (2021a) : 2021 年度農業農村工学会大会講演要旨集, 268-269.
- 2) 日本経済新聞社 (2021) : 日本経済新聞, 2021 年 3 月 2 日, 第 4 面.
- 3) 近藤ら (2021b) : 農業農村工学会論文集, 313, II\_61-II\_67.

有明粘土（白川試料）の過圧密領域における強度特性

九州大学 大学院生物資源環境科学府 ○ (学) 畑 伸太郎

九州大学 大学院農学研究院 (正) 東 孝寛, (正) 中野 晶子

**1. はじめに** 有明海東岸域の白川河口付近（熊本市西区沖新町地内）で採取した乱さない有明粘土試料（以後、白川試料と呼ぶ）における浅層部試料の過圧密領域の強度特性（Hvorslev の強度定数と非可逆比  $A$ ）については、既に東ら（2017）が報告している。本文では、その後実施した深層部の白川試料についての圧密定体積（CU）一面せん断試験ならびに圧密・膨張定体積（CSU）一面せん断試験の結果を加えて、白川試料の過圧密領域における強度特性について検討している。

**2. 試料土の性質と実験方法** 本研究で使用した白川試料は、白川河口左岸部に位置する白川尻干拓堤防より、海側へ約 30 m 離れた地点（北緯  $32^{\circ}45'31.4''$ ，東経  $130^{\circ}36'8.8''$ ）においてシンウォールサンプリングした有明粘土である。採取深さ  $d$ （標高 EL.）は 8.00~39.40 m（EL.-8.11~-39.51 m）であるが、本文では、土質試験が実施できた深さ  $d$  が 8.00~38.23 m（EL.-8.11~-38.34 m）の試験結果（S-1-1~25 試料）を基に白川試料の過圧密領域における強度特性について検討している。試料土採取地点の土質詳細図を **図 1** に示す。白川試料は、自然含水比  $w_n$  が液性限界  $w_L$  より高く、粘土分含有率が高いという有明粘土の特徴を有し、かつ深い試料土ほど粘土分含有率が高くなっている。

一面せん断試験は、圧密定体積（CU）ならびに圧密・膨張定体積（CSU）一面せん断試験（地盤工学会基準（JGS）0560）である。一面 CU 試験における圧密圧力  $\sigma'_{vc}$  は、有効土被り圧  $\sigma'_{v0}$ , 98, 147, 196, 245, 294, 343, 392, 490 kPa を基本とした。一面 CSU 試験においては、正規圧密状態が得られるように採取深度に応じて  $\sigma'_{vc}$  を 196 → 294 → 392 → 441 kPa と変化させ、過圧密比 OCR が約 4/3, 2, 4, 8, 16 となるように除荷後の有効垂直応力  $\sigma'_{vp}$  を設定した。なお、 $\sigma'_{v0}$  は試料を採取した地盤を水平成層地盤と見なし、土の単位体積重量から決定した。また、せん断変位速度は約 0.2 mm/min とし、圧密・膨張の打切り時間は 3  $t$  法によって決定した。

**3. 一面 CU・CSU 試験結果および考察** 一例として採取深さ  $d = 34.55\sim 35.26$  m（EL.-34.66~-35.37 m）の白川試料（S-1-22）の一面 CSU 試験結果を **図 2** に示す。除荷後の有効垂直応力  $\sigma'_{vp}$  が 294 kPa 以

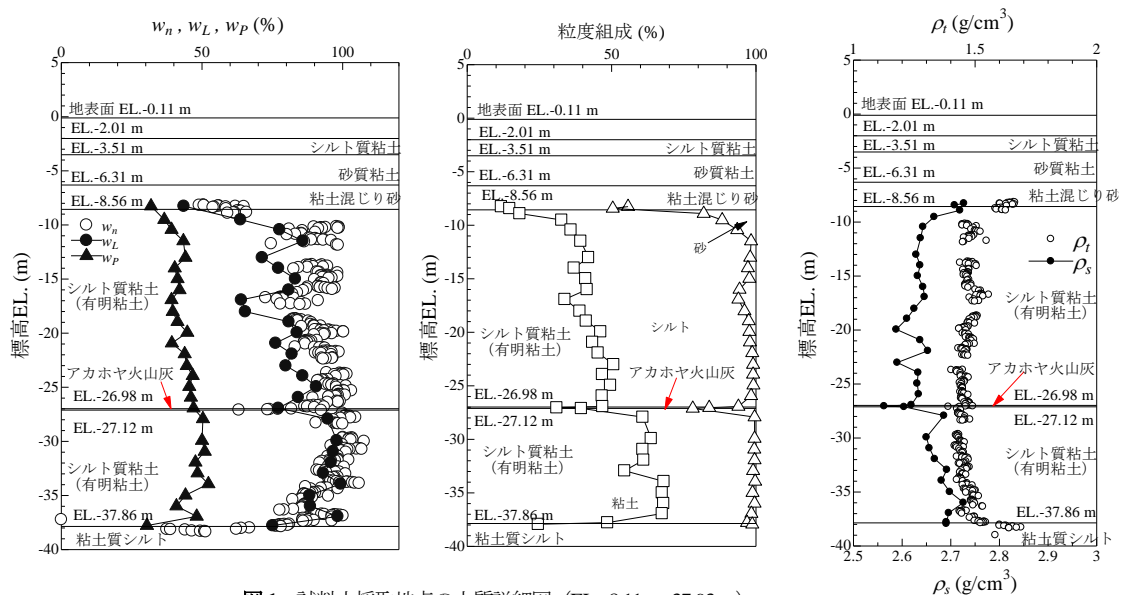


図 1 試料土採取地点の土質詳細図 (EL.-8.11~37.93 m)

上（過圧密比  $OCR \leq 4/3$ ）については、せん断中の有効応力  $\sigma'_v$  は減少傾向（負のダイレイタンス（収縮）傾向）を示し、 $\sigma'_{vp}$  が 98 kPa 以下（ $OCR \geq 4$ ）については、せん断中の  $\sigma'_v$  は増加傾向（正のダイレイタンス（膨張）傾向）を示し、それぞれせん断応力  $\tau$  が最大となる破壊点（ $\tau_{max}$ ）に至っている。

白川試料（S-1-1～25）の正規圧密領域におけるせん断強度  $\tau_f$ （ $=\tau_{max}$ ）と破壊時の有効垂直応力  $\sigma'_{vf}$  の関係は、**図 2** のように原点を通る直線となることから、式(1)で表される Hvorslev の破壊規準が適用できる（東ら，2017）。

$$\tau_f = \kappa \sigma'_{ve} + \sigma'_{vf} \tan \phi_e \quad (1)$$

ここで、 $\kappa$  は粘着力係数、 $\phi_e$  は有効摩擦角、 $\sigma'_{ve}$  は等価圧密圧力である。一例として、白川試料（S-1-22）の  $\tau_f/\sigma'_{ve} - \sigma'_{vf}/\sigma'_{ve}$  関係を**図 3**に示す。 $\tau_f/\sigma'_{ve} - \sigma'_{vf}/\sigma'_{ve}$  関係は直線となり、直線の切片値として  $\kappa$  (0.114)、傾斜角として  $\phi_e$  ( $16.3^\circ$  ( $\tan \phi_e = 0.292$ )) が求まる。以上のようにして求めた白川試料（S-1-2～25）（砂分を多く含む試料 S-1-1 を除く）の Hvorslev の強度定数  $\kappa$ 、 $\phi_e$  は、それぞれ 0.11～0.17、 $11.5 \sim 17.9^\circ$  の範囲であった。

圧密後に除荷し、十分吸水膨張させた状態での粘土の非排水せん断強度  $\tau_f$  とせん断開始時の有効垂直応力  $\sigma'_{vp}$  の比である  $\tau_f/\sigma'_{vp}$  と  $OCR$  ( $=\sigma'_{vc}/\sigma'_{vp}$ ) の関係は、非可逆比  $A$  を用いて式(2)のように表すことができる（東ら，2017）。

$$\frac{\tau_f}{\sigma'_{vp}} = \left( \frac{\tau_f}{\sigma'_{vp}} \right)_{OCR=1} \cdot OCR^A \quad (2)$$

一例として、白川試料（S-1-22）の  $\tau_f/\sigma'_{vp} - OCR$  関係を**図 4**に示す。 $\tau_f/\sigma'_{vp} - OCR$  関係は、両対数紙上で直線となり、この直線の傾きとして  $A$  (0.664) が求まる。このようにして求めた白川試料（S-1-2～25）（砂分を多く含む試料 S-1-1 を除く）の  $A$  は 0.66～0.79 の範囲となり、深くなるほど小さくなる傾向を示した。

**4.まとめ** 本研究より、有明海東岸域の白川河口部で採取した乱さない有明粘土（白川試料）の Hvorslev の強度定数  $\kappa$ 、 $\phi_e$  と非可逆比  $A$  は、それぞれ 0.11～0.17、 $11.5 \sim 17.9^\circ$ 、0.66～0.79 の範囲であり、 $A$  は深くなるほど小さい値をとることがわかった。

**引用文献** 東 孝寛，中野晶子，黒木智也，谷 悠生（2017）：有明粘土（白川試料）の Hvorslev の強度定数と非可逆比  $A$ ，平成 29 年度農業農村工学会九州沖縄支部講演会講演要旨集。

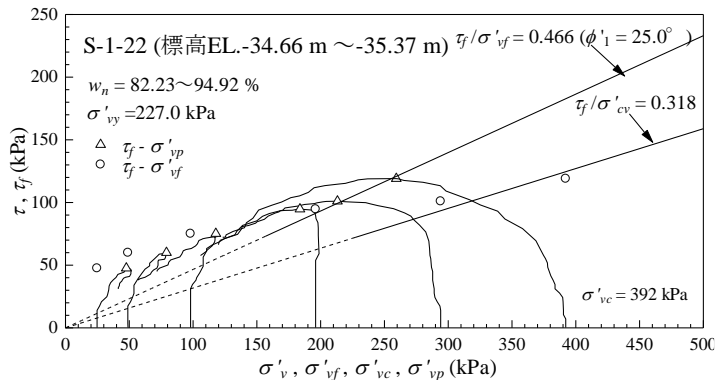


図 2 白川試料(S-1-22)の圧密・膨張定体積一面せん断試験結果

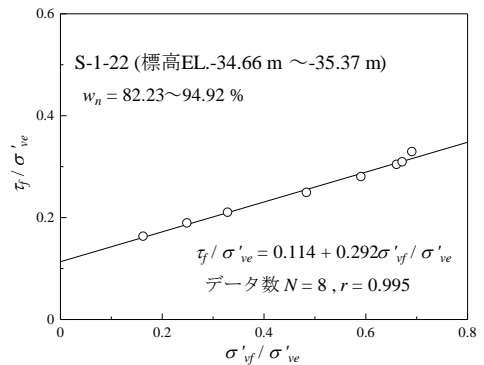


図 3 白川試料(S-1-22)の  $\tau_f/\sigma'_{ve} - \sigma'_{vf}/\sigma'_{ve}$  関係

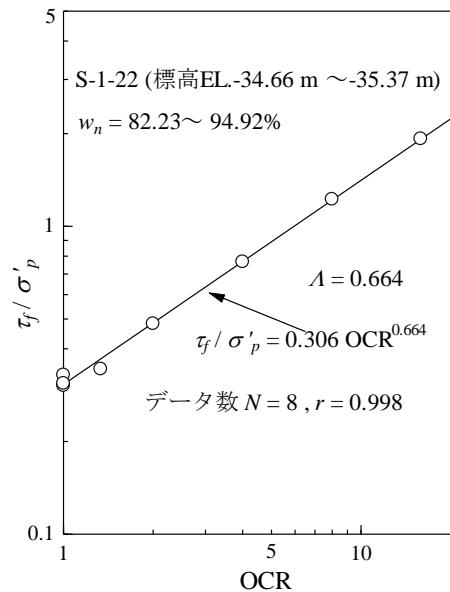


図 4 白川試料(S-1-22)の  $\tau_f/\sigma'_{vp} - OCR$  関係



## 種子島サトウキビ圃場の土壌水分動態解析に基づく消費水量の評価

鹿児島大学大学院農林水産学研究科 ○(学)西國原音羽, (学)中野瑞希  
 鹿児島大学農学部 (正) 靱井和朗, (正) 肥山浩樹  
 東海大学海洋学部 (正) 竹内真一

## 1. はじめに

サトウキビの消費水量の評価は、島嶼域において貴重な水資源を有効活用する上で非常に重要である。本研究では、種子島のサトウキビ圃場における実測値と土壌水分動態数値解析により算出した計算値の比較を行った。

## 2. 現地計測

本研究の対象地は種子島の鹿児島県農業試験場熊毛支場のサトウキビ圃場で、面積は約1,800m<sup>2</sup>である。計測期間 2016年8月12日～10月12日のうち無降雨期間である8月12日～8月21日のデータを使用した。土壌水分の実測値は静電容量型土壌水分計 GS1 を 5, 15, 25, 35, 50cm の 5 点に埋設して計測した。また、同期間に圃場内に設けた試験区(4.8m×4.8m)でヒートパルス法を用いて蒸散量  $T$  の測定を行った。蒸散量  $T$  の測定は、試験区内で生育していたサトウキビ(262本)のうち茎直径が全体の平均(23.2mm)に近い 6 本(22.1～24.1mm)を選出して行った。

## 3. 解析方法

以下のリチャーズ式に吸水項を加えたものをもとに差分法による土壌水分動態解析を行った<sup>1)</sup>。

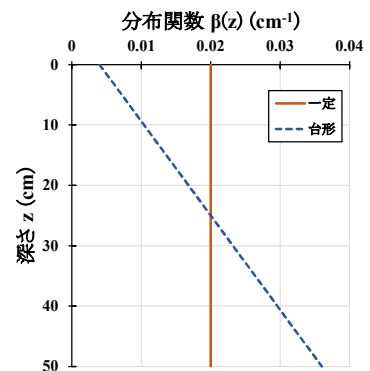
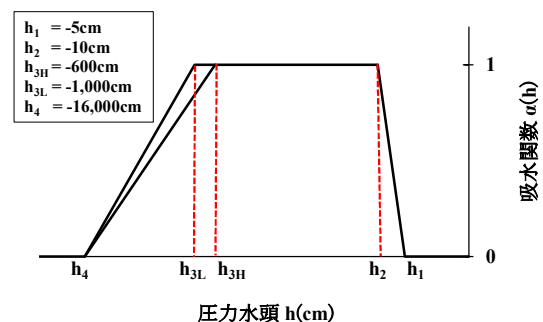
$$\frac{\partial \theta}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial z} \left[ K(h) \left( \frac{\partial h}{\partial z} - 1 \right) \right] - S(z, t) \quad (1)$$

ここで、 $\theta$ は体積含水率(cm<sup>3</sup>/cm<sup>3</sup>)、 $t$ は時間(s)、 $z$ は深さ(cm)、 $K$ は透水係数、 $h$ は圧力水頭(cm)、 $S$ は吸水項である。深さは鉛直下向きを正とする。なお、吸水項は以下のように与えられる。

$$S(z, t) = \beta(z)\alpha(h)T_p(t) \quad (2)$$

ここで、 $\beta(z)$ は根の分布関数(cm<sup>-1</sup>)、 $\alpha(h)$ は吸水関数、 $T_p(t)$ は大気蒸散要求量 (mm/day)である。図1に根の分布関数 $\beta(z)$ を、図2に吸水関数 $\alpha(h)$ を示す。根の分布関数 $\beta(z)$ は、根が深さ 50cm まで一定分布している場合と、深くなるほど根が広く分布する台形分布の 2 パターンで与えた。吸水関数 $\alpha(h)$ は水ストレスの関数であり、 $0 \leq \alpha(h) \leq 1$ の範囲で与えた。大気蒸散要求量 $T_p(t)$ は現地での気温、湿度、日射、風速等の計測データから FAO-ペンマンモンテース式<sup>2)</sup>で算出した基準作物蒸発散量  $ET_0$  に蒸散係数 1.2 を乗じた値を使用した。

初期条件は 8 月 12 日 0:00 の体積含水率 $\theta$ の実測値をスプライン補間した値を、下部境界条件は深さ 50cm での体積含水率 $\theta$ の実測値を、上部境界条件は基準作物蒸発散量  $ET_0$  に蒸発係数 1.2 を乗じた値である蒸発量を使用した。なお、解析における差分格子間隔は 1cm である。

図1 根の分布関数 $\beta(z)$ 図2 吸水関数 $\alpha(h)$

#### 4. 結果と考察

一定分布と台形分布における体積含水率 $\theta$ のRMSE(Root Mean Square Error)を表1に示す. 台形分布で算出した計算値の方が実測値に近い値であった. 以後台形分布を使用する. 体積含水率 $\theta$ の計算値と実測値の比較, 大気蒸散要求量 $1.2ET_0$ と蒸散量 $T$ の応答を図3に示す. 体積含水率 $\theta$ は, 15, 35cmでは計算値が実測値に概ね対応しているといえるが, 25cmでは計算値が過小評価していた. 深さ25cm付近の根の分布をうまく再現できていないことが原因であると考えられる. また, 大気蒸散要求量 $1.2ET_0$ は実測の蒸散量 $T$ とよく対応しており, FAOが定めている蒸散係数1.2は種子島において適用可能であるといえる.

深さ	15cm	25cm	35cm
一定	0.0060	0.019	0.027
台形	0.0048	0.019	0.0061

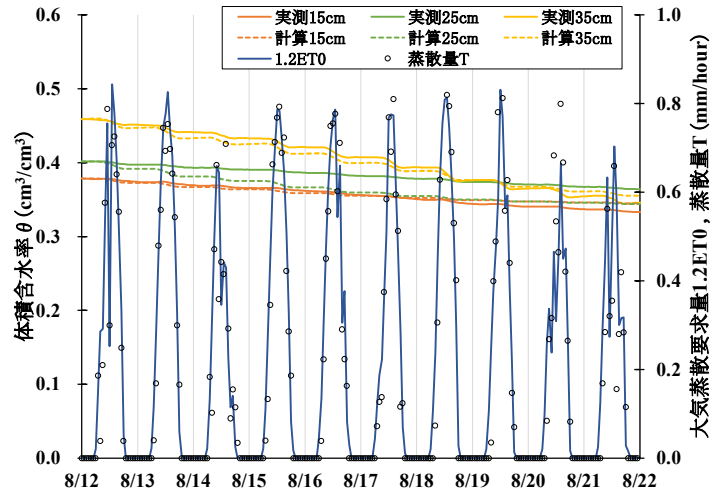


図3 体積含水率 $\theta$ と大気蒸散要求量 $1.2ET_0$ の時間変化

深さごとに体積含水率 $\theta$ の前日との差を積算することで実測値, 計算値それぞれの日消費水量を求めた. 結果を図4に示す. 期間内の日消費水量の実測値と計算値の平均は2.8mm/day, 2.3mm/dayであり全体的に見て計算値が過小評価していた. 8月12日~8月15日では実測値に近い計算値を得ることができたが, 8月16日以降は計算値が過小評価された. このことから, 期間内における日消費水量の計算値の平均が過小評価されたのは8月16日以降が影響していると言える.

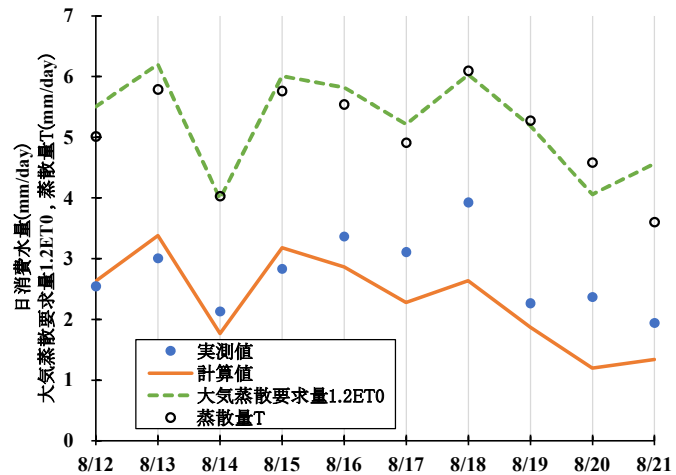


図4 日消費水量の実測値と計算値の比較

#### 5. おわりに

種子島のサトウキビ圃場において, 現地での実測値と, リチャーズ式に吸水項を加えたものをもとに土壌水分動態数値解析を行って求めた計算値を比較した. 体積含水率 $\theta$ は, 根を台形分布とした場合に深さ15cmと35cmで実測値に近い計算値を得ることができた. また, 日消費水量は対象期間の8月12日~8月21日のうち始めの4日間は実測値に近い計算値を得ることができた. 一方, 8月16日以降は計算値が過小評価された. 今後, 根の分布関数, 吸水関数, 対象土壌の透水係数などのパラメータについて検討を行う.

#### 参考文献

- 1) R.A.Feddes, P.J.Kowalik and H.Zaradny, 1978. Simulation of field water use and crop yield. Pudoc, Wageningen. Simulation Monographs. :9-40
- 2) R.G.Allen, L.S.Pereira and D.Raes, 1998. Crop Evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper No.56.

## 筑後川下流右岸地区におけるクリークの護岸状況と小型魚類の生息の関係

佐賀大学農学部 ○(学, 非)横町新奈, (正)原口智和

### 1. はじめに

筑後川下流右岸の佐賀平野に張り巡らされた農業用水路(クリーク)には豊かな生態系が存在し、様々な希少生物が生息している。魚類では、ニッポンバラタナゴ、カワバタモロコ等が希少種として挙げられるが、近年、環境の変化や外来生物の移入により生息が脅かされている。また、この地域においては国営事業並びに県営事業によってクリークの護岸が整備されてきたが、工法の違いや工事完了からの年月の経過に伴って、多様な環境が存在している。

本研究では、護岸状況の異なるクリークにおいて水環境と小型魚類の調査を行い、護岸状況と小型魚類の生息との関係性を評価する。

### 2. 調査方法

佐賀県佐賀市 A 地区において、3 つの調査区間を設定し、水環境の測定と小型魚類の捕獲を行った。区間①は 2020 年度に国営事業による護岸工事の施工された延長約 500m の直線状の水路であり、法面はブロックマットで覆われ、水面近くの植生は無い(写真 1a)。区間②は区間①の直下流に位置する延長約 200m の直線状の土水路であり、両岸ともに法面が崩壊したり植生が繁茂したりしている(写真 1b)。区間③は区間①と②の水路から約 200m 東側を流れる延長約 200m の曲線状の土水路であり、両岸に植生が繁茂している(写真 1c)。

調査は 2021 年 7 月 19 日, 8 月 23 日, および 9 月 21 日の計 3 回行った。水環境については、各区間の中心において水深、流速及び水質(水温、電気伝導度、pH、溶存酸素濃度、濁度)を計測した。また、小型魚類の生息調査については、3 つの区間の上・中・下流の 3 地点、計 9 地点に 1 個ずつ捕獲用仕掛けを設置した(設置時間は約 1 時間)。

### 3. 結果および考察

水温については、7 月から 9 月にかけて約 30℃, 約 28℃, 約 27℃と季節の進行に伴って低下した。区間①の水温が他の 2 つの区間より低い傾向がみ



a) 区間①



b) 区間②



c) 区間③

写真 1 各調査区間の護岸状況

られ、7月の水温は区間①で29.0℃、区間②で30.5℃、区間③で30.2℃であった。電気伝導度は、区間①と②で17mS/m前後で推移したのに対し、区間③では7月から8月にかけて22.4mS/mから18.21mS/mへと低下し、9月は17.90mS/mとなった。pHについては、調査日によって若干の際はああるものの、8前後で推移した。溶存酸素濃度については、調査日や調査区間によって変動するものの、いずれも7mg/L以上で、小型魚類の生息環境として充分であった。濁度は調査日に拠らず、区間①<区間②<区間③の順に大きくなる傾向がみられた。

図1に捕獲調査の結果を示す。捕獲された小型魚類はモツゴ、タナゴ類、ヨシノボリ類及びブルーギル(外来種)の4種類で、モツゴが優占種であった。7月の各区間における総捕獲個体数は、区間①で16匹、区間②で10匹、区間③で3匹と、護岸状況や流れが自然に近い区間③の捕獲数が少なかった(図1a)。8月の各区間における総捕獲個体数は、区間①で90匹、区間②で29匹、区間③で293匹と、いずれの区間においても8月の総捕獲個体数は7月に比べ増大した(図1b)。また、9月の総捕獲個体数は、区間①で53匹、区間②で37匹、区間③で134匹と、7月に比べて多く捕獲された(図1c)。7月に比べて8月と9月の捕獲数が大きく増えた要因としては、7月の比較的高い水温が小型魚類の活性を低下させたものと考えられる。なお、タナゴ類が捕獲されたのは区間③のみであるが、7月には捕獲されず、また、ほとんどが区間③の中心地点で捕獲されたことから、7月の調査以降に周辺から辿り着いた成魚が産卵し、孵化したものが生息しているものと推察される。

#### 謝辞

本研究の遂行にあたり、九州農政局筑後川下流右岸農地防災事業所の協力を賜るとともに、(一社)土地改良建設協会の国営事業区等フィールド調査学生支援事業を受けた。ここに謝意を表す。

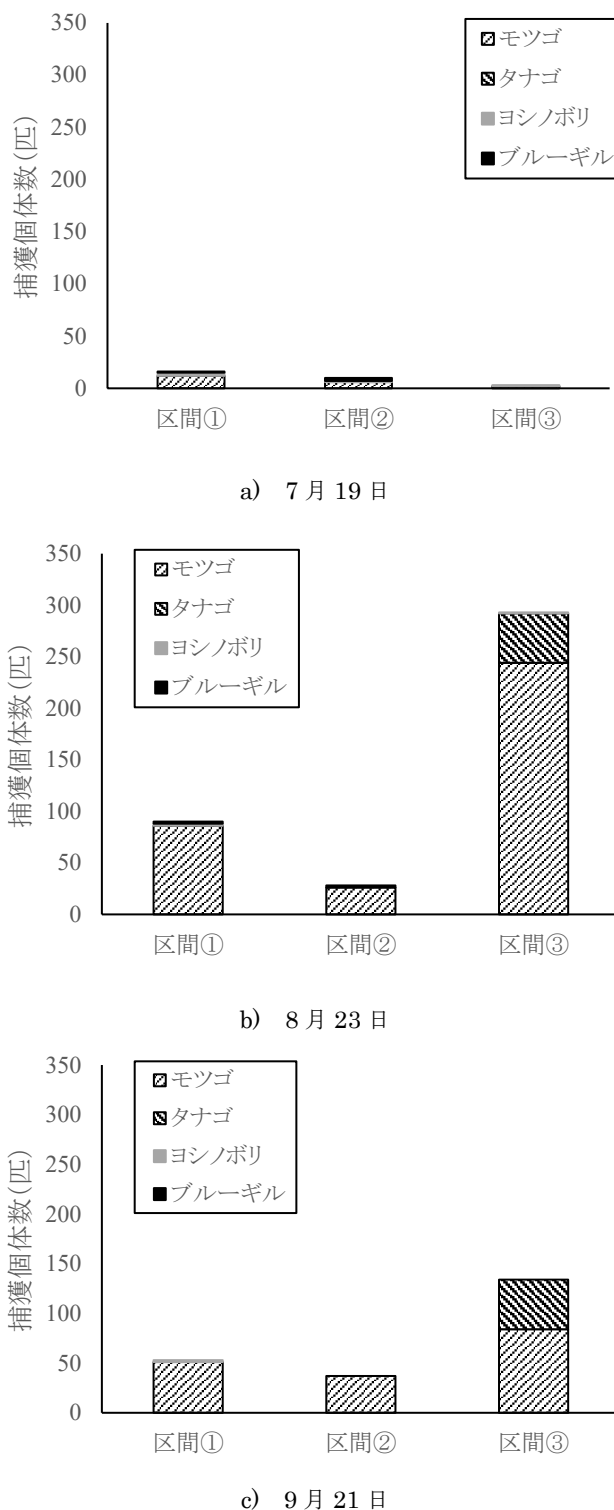


図1 各地点での小型魚類捕獲数



## クリークにおける多自然型護岸施工による小型魚類への影響

佐賀大学農学部 ○(学, 非)高山昇真, (正)原口智和

### 1. はじめに

筑後川下流右岸地域の広大な佐賀平野には無数の農業用水路(クリーク)が張り巡らされている。そのクリークにはタナゴ類やカワバタモロコ等の希少な小型魚類が生息するなど、豊かな生態系が形成されている。しかし、オオクチバスやブルーギルによる小型魚類の捕食、タイリクバラタナゴによるニッポンバラタナゴとの交雑等、外来魚の移入拡大によって在来種の生態系が脅かされている。一方近年の豪雨や台風といった自然災害の多発によりクリークの法面崩壊が生じており、国営農地防災事業並びに関連の県営事業による護岸工事が進められている。国営事業では一部の区間において、環境との調和に配慮した多自然型護岸工が採用されている。

本研究では多自然型護岸工(カワバタモロコ型)施工による小型魚類の生息への影響を検討することを目的として、現地調査を行った。

### 2. 調査方法

佐賀県内クリークの多自然型護岸区間(本線)に6カ所、及びその上流側の支線に2カ所の調査地点を設けた(図1)。この区間は2018年度冬期に施工され、2019年4月に工事が完了している。これらの地点において2021年5月18日、6月17日、7月15日、8月10日、9月13日の5回に亘って水環境調査と小型魚類捕獲調査を行った。本線上の地点②、④、⑥は魚巢枡内であり、地点①、③、⑤は魚巢枡の外側である。また、8月10日の調査時を除き、支線部分では用水路からの流れ込みがあった。

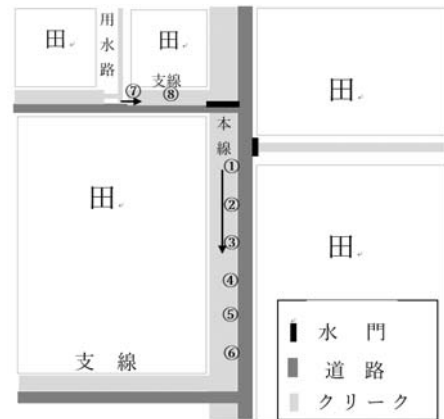


図1 調査地点の概略図

水環境調査は捕獲調査の直前に行い、多項目水質計、

プロペラ式流速計、メジャーポール、電気伝導度測定器を用いた。多項目水質計では、測定水深を20cmに設定し、水温、pH、溶存酸素濃度(DO)、濁度を記録した。流速はプロペラ式流速計のセンサー部分を水深15cmに固定し、10秒ごとの平均値を測定した。水深は、メジャーポールを用いて測定し、電気伝導度は、測定器を深さ20cmほど沈め数値が安定するまで測定した。捕獲調査はカゴ罟を用いて行い、集魚剤はさなぎ粉と乾燥赤虫を1:3の割合で混合した物を使用した。8カ所の調査地点にカゴ罟を1個ずつ設置し、仕掛ける深度は水面と水底の間で、設置時間は1時間を目安とした。

### 3. 結果および考察

本線上の水温の6地点平均は5月から7月にかけて21.9°Cから28.3°Cへと上昇し、その後、27.1°C(8月)、24.3°C(9月)と低下した。また、下流に行くにつれて水温へ低下し、魚巢枡の内側の地点が外側の地点より高い傾向がみられた。濁度は、調査日によって大きく変化し、魚巢枡の内側の地点が外側の地点より高くなる傾向がみられた。本線上の溶存酸素濃度の6地点平均は、水温による変動がみられるものの、4.7~6.9mg/Lで推移し、魚類の生息環境として問題となることは

なかった。また、調査地点（上下流、魚巢柵内外）による違いの傾向は確認できなかった。本線上の pH の 6 地点平均は、調査日による変動がみられるものの、6.9~7.4 で推移し、魚巢柵内・外の平均値はいずれも 7.1 であった。本線上の電気伝導度の 6 地点平均は、5 月（15.2mS/m）から 9 月（9.8mS/m）へと低下する傾向がみられ、魚巢柵内と外の平均値はそれぞれ 12.6mS/m と 12.5mS/m であった。流速は、支線の流れ込みのある地点⑦を除き流速計の測定下限値 3.0（cm/s）未満であり、期間を通して変化はなかった。

捕獲調査の結果を図 2 に示す。本線上の捕獲数の 6 地点合計は、5 月 18 日日が 20 匹、6 月 17 日が 7 匹、7 月 15 日が 15 匹、8 月 10 日が 55 匹、9 月 13 日が 325 匹となった。5 月から 8 月にかけてモツゴが優占種であり、9 月は体長 2cm 以下のタナゴ類の稚魚が多く捕獲された。多自然型護岸区間と支線との捕獲数の違いについては、9 月を除き明確な差異はみられなかった。工事完了直後から継続して実施した前々年度と前年度の調査では、本線で数十匹単位のタナゴ類が捕獲されることはなかったことから、今後の変化に注目したい。

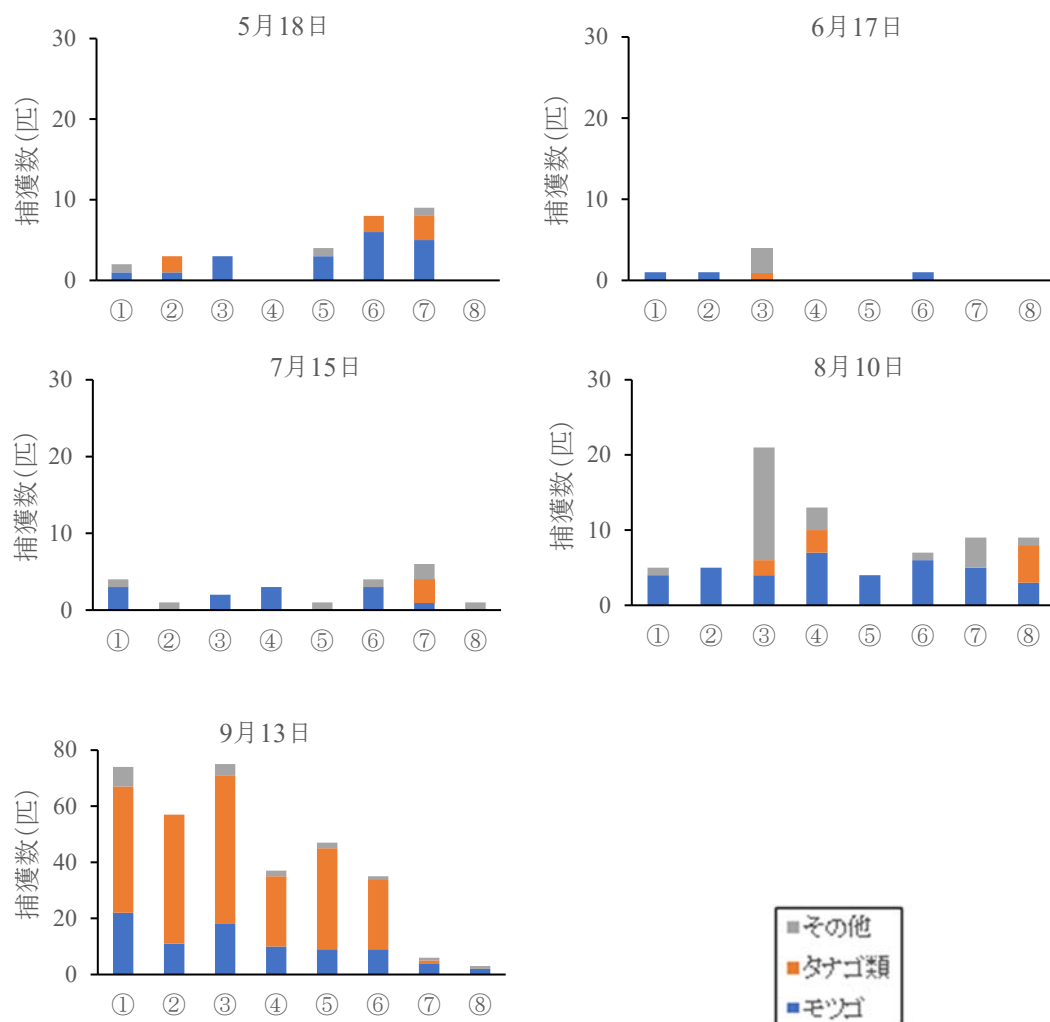


図 2 捕獲調査の結果

#### 謝辞

本研究の遂行にあたり、九州農政局筑後川下流右岸農地防災事業所の協力を賜るとともに、（一社）土地改良建設協会の国営事業区等フィールド調査学生支援事業を受けた。ここに謝意を表する。

## 水害緩和機能における諫早湾干拓事業と韓国セマングム干拓事業の比較

佐賀県立佐賀農業高等学校 ○(非)貞松遼大 (非)中島耕作 (非)塘直矢 (正)世戸直明

### 1. はじめに

韓国西海岸中央部に位置するセマングム干拓事業(図-1(セマングム開発庁, 2019))は, 1991 年に開始された韓国政府による大規模公共事業である。その概要は, 全羅北道群山市から扶安郡をまたぐ海域に延長 33 kmの防潮堤を築造し, 優良農地(28,300ha)と水資源(貯水容量 5 億 3,500 万  $m^3$ )を確保すると共に, 流域農地(12,000ha)の浸水を解消するものである(金, 2006)。

これまでの研究で, 調整池の水位管理で流域農地の浸水解消に効果があると評価した。そこで本研究では, 治水対策案モデル事業として参考にした諫早湾干拓事業における降雨ピーク流出量の試算と韓国と日本の降雨傾向の違いから, 2つの事業の治水効果を比較して評価した。

### 2. 調査方法

(1)河川水量の推定 諫早湾干拓事業で行われている水害緩和対策である調整池水位-1.0m管理の評価として, 調整池に流入する本明川水系 28 河川の降雨ピーク流出量を試算した。流出量の推定には合理式を用いた。図-2 に本明川管内図を示す(九州地方整備局, 2012)。各 28 河川の流域を 500m×500m のメッシュに区切り, Google Map の航空写真から土地利用状況を判別して流出係数を設定した。流出係数は国土交通省河川

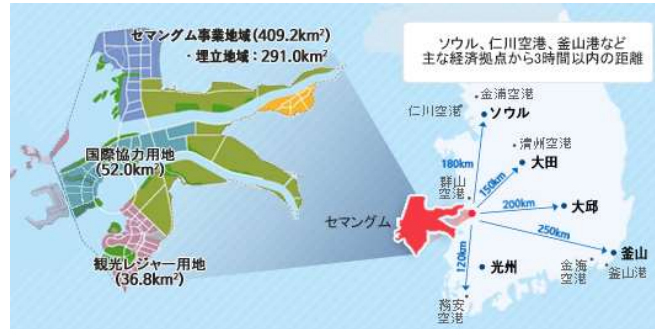


図-1 セマングム干拓位置図

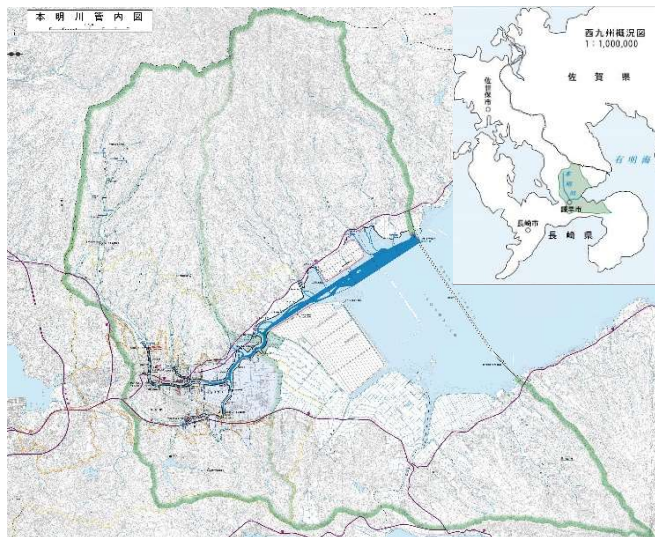


図-2 本明川流域図

砂防技術基準を参考とした。また, 河川勾配は国土地理院電子国土 Web データソースの標高値より求めた。降雨強度は, 日本気象庁の降雨観測値により, 2010 年から 2019 年の 10 年間の最大 1 時間降雨量とした。

(2)降雨量データ分析 降雨量データは韓国気象庁及び日本気象庁による降雨観測値を活用した。調査期間は年間降雨量に関しては過去 30 年間, 短時間降雨傾向に関しては過去 10 年間のデータを調査した。観測値はセマングム干拓の流入河川である萬頃江流域の「全州」と東津江流域の「扶安」, そして「諫早」の 3 か所とした。年間降雨量は 10 年間ごとに分け, その期間の月別の降雨量を平均してその傾向を調査した。短時間降雨傾向は各地の 1 時間降雨量の記録から上位 10 番目までの降雨量を調査した。また, 24 時間以上の連続降雨に関しては, 降雨量のピークを判別し, 山型降雨傾向としてその発生回数を調査した。

### 3. 結果と考察

諫早湾干拓調整池の水位を平均海面から 1.0m 低く管理することで, 調整池には 2,600 万  $m^3$  の貯水が可能となる。表-1 に, 合理式により求めた本名川水系 28 河川の降雨ピーク流出量の合計を示す。降雨強度は, 諫早で過去 10 年間に記録した最大 1 時間降雨量である 75.5mm の降雨量を用いた。結果, 本名川水系の流出量合計は 4,032  $m^3/s$ , 1 時間当たりでは 14,516,951  $m^3$  となった。これは調整池の全貯水可能容量の 56%に当たり, 残り 44%が余裕貯水可能容量となることがわかった(図-3)。これは最大 1 時間降雨量を 150mm として試算しても, 一時貯水が可能であることを示している。このことより, 諫早湾干拓事業の調整池による水

表-1 本明川水系 28 河川の降雨ピーク流出量

	流域面積(km <sup>2</sup> )	降雨強度(mm)	平均流出率	流量(m <sup>3</sup> /s)
28 河川の合計	271.5	75.5	0.715	4,032

表-2 過去 10 年間の連続雨量(24 時間以上)の降雨ピーク傾向

観測地 降雨傾向	諫早				全州	扶安
	前方山型	中央山型	後方山型	その他	前方山型	後方山型
発生回数	3	1	5	6	2	1

害緩和機能については十分な効果があると考えた。

次に、10 年間ごとの年間降雨量は、2007 年を除くすべての年で諫早の年間降雨量が最も多く、平均すると諫早の年間降雨量は全州の 1.67 倍、扶安の 1.63 倍であることがわかった。10 年間ごとの月平均降雨量は、諫早では 6,7 月に最も多い降雨量を記録しているが、近年は 8 月までの 3 か月間にピークとなる傾向がある。全州及び扶安では、7,8 月に降雨量がピークとなっている。諫早で 6,7 月の降雨量が多い要因は、梅雨時期の梅雨前線の停滞によるもので、年間降雨量の 3~4 割を占めている。また、全州及び扶安で、7,8 月の降雨量が多い要因は、梅雨前線の北上に伴う前線の停滞と台風の影響と考えられている。この期間の降雨量は年間降雨量の 4~5 割弱を占めている。過去 10 年間の最大 1 時間降雨量の結果は、諫早で 75.5mm、全州で 68.4mm、扶安で 43.0mm だった。諫早では 6 月下旬から 7 月上旬と 8 月中旬から下旬にかけて多く記録されている。また、全州及び扶安では 7 月から 8 月にかけて記録されている。過去 10 年間の最大 1 日降雨量の結果は諫早で 251mm、全州で 195mm、扶安で 217.5mm だった。傾向や要因も 1 時間降雨量と同じ結果となった。

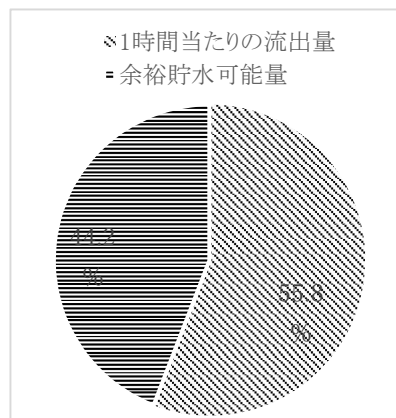


図-3 調整池の全貯水可能容量に占める流出量の割合

表-2 に過去 10 年間の 24 時間以上の連続降雨による降雨ピーク傾向を示す。連続降雨は、諫早で 15 回、全州で 2 回、扶安で 1 回記録されていた。これを年平均で見ると、諫早で 1.5 回、全州及び扶安では 0.1 回~0.2 回の発生となっている。また山型降雨傾向を見ると、水害の危険度が最も高いとされる後方山型は諫早で 5 回、全州で 0 回、扶安で 1 回記録されていた。このことから、諫早は水害の危険度が高く、全州及び扶安は諫早ほど高くはないと考えた。

#### 4. おわりに

諫早湾干拓事業では調整池の水位を-1.0m 管理することで、過去に記録した最大 1 時間降雨量の 2 倍に当たる 150mm の降雨量でも一時貯水が可能であると推定した。このことから、諫早湾干拓事業の調整池による水害緩和機能については十分な効果があると考えた。

また、諫早と韓国の全州及び扶安の降雨傾向を調査して結果、年間降雨量及び月別降雨量、最大 1 時間降雨量、最大 1 時間降雨量、連続降雨による降雨ピーク傾向のすべての項目において、諫早と比較して全州、扶安の水害に関する危険度は低いと考えた。このことから、昨年度の研究で示したセマングム干拓事業の調整池水位の-1.0m 管理による水害緩和機能は効果が見込めると評価した。

**謝辞** 本研究にあたり、農林水産省九州農政局の茨木氏、中山氏、長崎県県央振興局農林部の豊里氏、長崎県農林部の青木氏からフィールドワークのご協力をいただいた。また、佐賀大学農学部の阿南先生にご指導・ご助言いただいた。記して感謝いたします。

#### 【引用文献】

セマングム開発庁(2019):セマングムの紹介, <https://www.saemangeum.go.kr/sda/jp/main.do>

金 起賢(2006):韓国の公共事業「セマングム干拓事業」, JICE REPORT,vol.9

九州地方整備局 長崎河川国道事務所(2012):本明川水系河川維持管理計画



# オーラルセッション

## 第2会場

材料・施工，農地造成・整備・保全

# クリーク法面整備工事の事例報告

## —半川締切工法—

九州農政局筑後川下流右岸農地防災事業所 ○ (正) 田中 善幸  
(非) 川崎 良人  
(非) 新谷 奈津光

### 1. 事業概要

筑後川下流に位置する筑後・佐賀平野には貯水機能及び用排兼用機能を有した農業水路クリークが広がっており、地域の農業用水の安定供給や洪水調整等の役割を担っている。当初不規則に散在していたクリークは、国営かんがい排水事業「筑後川下流地区」(S51～H30)をはじめ他の関連事業で土水路として再編整備されたが、近年では法面崩壊や崩壊した土砂の堆積により貯水機能・排水機能の低下が懸念されている。このため、国営総合農地防災事業「筑後川下流右岸地区」(H25～R9 予定)ではクリークの法面護岸整備を行い、広域的な湛水被害を未然に防止するとともに、農業生産の維持及び安定、国土の保全を図ることを目的としている。



図1：位置図

### 2. クリーク法面整備の施工

クリークの法面整備は、既設構造物（橋梁や制水門等の構造物）間を1つのブロックとし、その上・下流を大型土のうや制水門のゲートを利用して仮締切を行う。水路内をドライにし、地盤改良、堆積土砂の掘削、法肩盛土、法面整形後、法面へのブロックマット敷設を行った後、再び通水することで水路内の施工が完了する。（写真1～2）

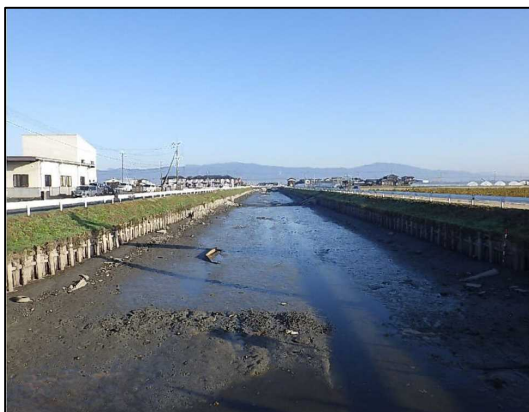


写真1：落水後の状況(千代田線)



写真2：通水前の状況(千代田線)

仮締切の際、一般的な水路の場合は締切ブロックへの流入水は、支線水路に仮廻しし、水路全川を締め切って施工を行う。一方で、今回、事例報告する徳永線では、実施区域において仮廻し可能な水路がないこと等から、半川締切で施工することとした。

水路を半川（水路半分）に締め切るため、水路縦断方向には鋼矢板（Ⅲ～Ⅵ型 H=16m（最大））を打設、横断方向にはボックスの橋梁にH形鋼等を組み合わせて製作した仮設ゲートを設置し、工事期間中は常に半川を供用しつつ施工を行った。（写真3～4）

#### 【工事概要（令和3年9月時点）】

工 事 名 : 徳永線（1期）水路改修工事

概 要 : 施工延長 L=1,465.30m

ブロックマット工 A=15,158m<sup>2</sup>、附帯工 1式



写真3：施工状況（半川締切）



写真4：仮設ゲート（H形鋼を加工）

### 3. 半川締切を行うにあたっての工夫

半川締切による施工に伴い、通水断面を縮小することとなるため、近年頻発する豪雨への配慮として、水路外への越水が予測されるような場合には上・下流に設置した仮設ゲートや既設制水門を開放し、水路の全断面で水を流下させることとした。また、設置する仮設ゲートは、緊急時にも対応できる様、工事施工において常に使用するバックホウ（クレーン仕様2.9t吊）で開放できる構造とした。（写真5）



写真5：仮設ゲート引き抜きの様子

さらに、この仮設ゲートを開放するタイミングを判断するため水位観測システム（水位情報をweb上で確認及び電子メールに情報を発信）を導入し、水位の変動を確認しつつ施工を実施した。（写真6～7、図2）



写真 6 : 超音波式水位計



写真 7 : 電源及び伝達装置



図 2 : web 上での水位データ

また、水位観測システムから得られる水位情報は、発注者、受注業者だけでなく、制水門を操作する水路管理者（佐賀市）、土地改良区と共有するとともに、水路管理者が行っている農業用排水路の事前排水（大雨が予測される場合、水路管理者と連携し用排水路の水位を事前に下げて雨水の貯留容量を確保する取組）を行った。（写真 8～9）



写真 8 : 施工時の状況（水位上昇時）

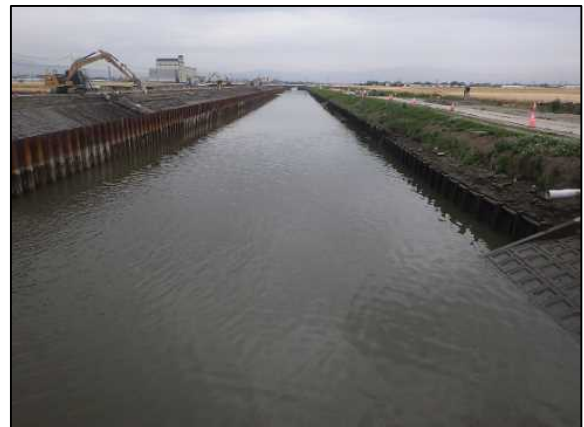


写真 9 : 施工時の状況（事前排水後）



#### 4. 水路内施工を終えて

令和3年4月～8月は大雨特別警報1回、大雨警報7回であったが、事前排水の効果もあり、ゲートの開放は1回であった（制水門ゲート）。特に令和3年5月5日の大雨時には、日降水量60mm、時間最大降水量13mmを記録したが、水位上昇前に干潮のタイミングと合わせて事前排水を行うことで、急激な水位上昇を抑えることができた（図3）。

本事業では、今後も半川締切を行う工事の実施を計画している。本工事を通して得た経験を踏まえ、関係機関との連携を一層強化するとともに施工計画等の検討を進めて安全な施工の推進を図ることにしている。

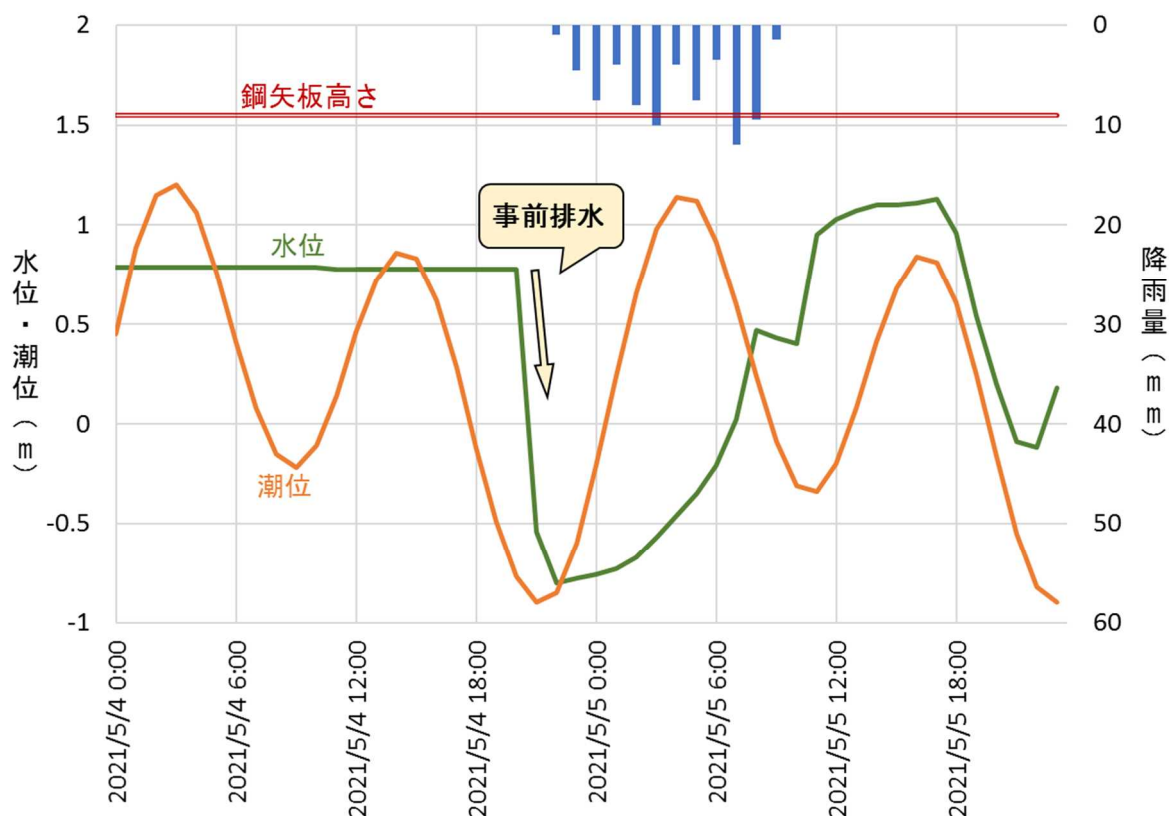


図3：事前排水時の水位変化（令和3年5月5日）

## 農道立石地区における総事業費抑制

吉岐振興局農林整備課（非）桑原省吾

### 1. はじめに

農道立石地区は吉岐市の西部に位置し、水稻、麦、大豆等の土地利用型作物の農業経営が盛んな地域であるが、農業生産施設のほとんどが国道を挟んで東側に位置している。

本路線は農業生産施設と受益地を結ぶ最短ルートであるが、既存の農道が狭く生産物の出荷や農業資材の搬入時には迂回をせざる得ない状況である。そのため、本道を整備することで、通作条件が改善され、集出荷施設等へのアクセス向上による農作業の効率化や安定的な農業経営の強化を図るものである。

しかし、終点側の約80m区間は、右側の急峻な山林と左側の2級河川刈田院川に挟まれており、既存農道を整備するにあたり非常に厳しい現地条件である。

このため、本稿では上述現地条件や総事業費抑制を考慮して設計検討した内容を述べる。



図-1 位置図

### 2. 地区の概要

道路延長 : L = 950.0m

幅員 ; W = 5.0m

交通区分 : 3種5級

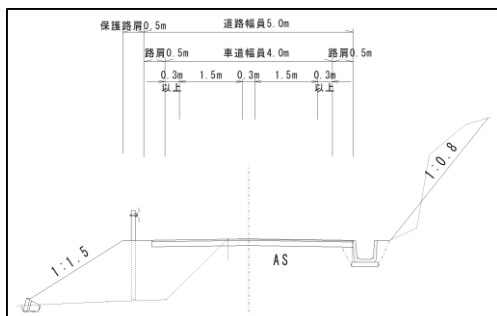


図-2 標準横断面図



図-3 路線図

### 3. 検討内容

本線終点側の約80m区間は、左側に2級河川刈田院川が隣接し、右側には落石防護擁壁、その背後に急峻な山林斜面があり、当該区間の構造設計は、これら現場条件を踏まえて設計検討する必要があった。

#### (1) 本線左側（河川）に構造物を設置する場合の設計検討

刈田院川が最接近する箇所付近は、右側の落石防護擁壁を撤去することが困難であり、その既設構造物を利用することで検討した場合、河川内に擁壁を設置する必要がある。そのため、河川管理者と協議を行った結果、現況河川断面確保及び今後の維持管理等を考慮して河

川内での構造物施工が不可との判断となった。

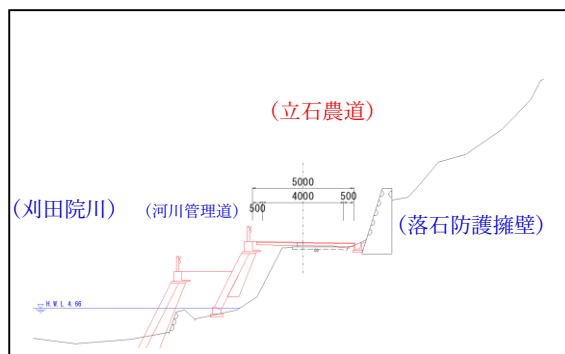


図-3 計画横断面図



写-1 終点側から撮影

(2) 本線右側に構造物を設置する場合の設計検討

河川管理者と協議の結果、河川占用が不可となったため、河川断面に影響を及ぼさない構造の検討を行った。

【1案：切土＋法面保護工】

切土は、安定勾配1割2分で掘削すると掘削範囲内に用地買収が困難な土地に影響を及ぼすため、勾配1割で掘削することとし、法面保護工による対策を行うこととした。また、法面保護工について、法面土質は強風化した軟岩であり、さらに風化が進み土砂化している箇所や脆弱な箇所が確認される地層である。そのため、法面1及び2段目は吹付砕工、3～5段目はモルタル吹付工とする。

【2案：軽量盛土工】

本線右側が急峻な山林であるため既設落石防護擁壁を利用する工法、また、河川護岸擁壁に接近することになるため、その既設擁壁に影響を与えない構造を検討し、軽量盛土工法とする。

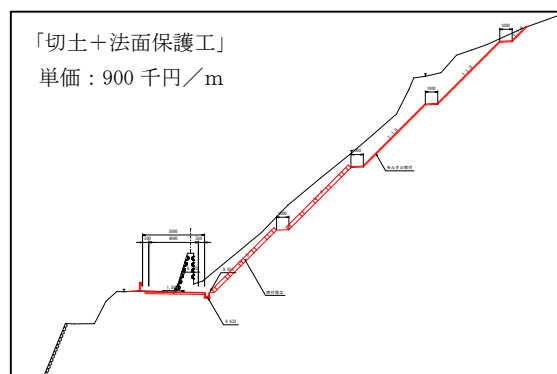


図-4 1案 (標準断面図)

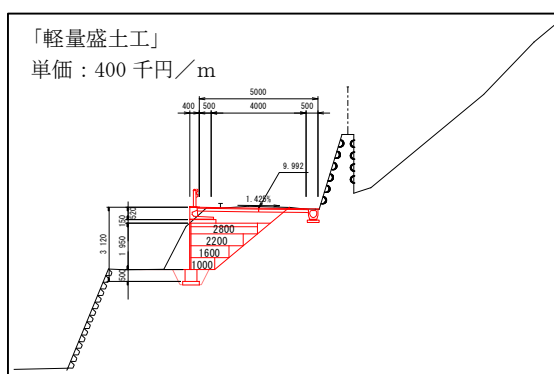


図-5 2案 (標準断面図)

上述1案と2案の比較を行い、経済性及び施工性、本線右側の急峻な山林への対策などを考慮し、2案：軽量盛土工が有利であると判断される。しかし、軽量盛土工法は、施工時に既設道路を大きく開削する必要があり、また、隣接山林が保安林（土砂崩壊防備林）に指定されていることから土砂崩壊が発生しやすい状態にあり、施工時に大規模な対策工が必要になる可能性があることから、軽量盛土工を実施する場合においても総事業費が増大し費用対効果が出ないことが懸念される。そのため、河川護岸及び落石防護擁壁に影響をあたえず、

より安価な工法を再検討することとする。

#### 4. 最小道路幅員の検討

これまでの検討の結果、本農道は非常に厳しい現地条件下で総事業費の抑制を考慮しつつ道路構造を検討しなければならない状況であることから、本区間で道路幅員5.0mを確保しつつ擁壁等を施工することは困難であるため、道路幅員について見直しをおこなった。

##### (1) 土地改良事業計画設計基準・設計「農道」

本基準書には「農道のコスト縮減及び地形条件に応じた弾力的な運用を可能とする観点から、従来からのニーズに応じて必要幅員等を決定できる」と記載されており、路肩幅員の特例値の使用に関して「特例とは、地形の状況、周辺地域の特性、経済性等の理由により必ずしも標準値とすることが地域住民等の意向に合致しない区間において適用する場合で、この欄に掲げる値に縮小することができる」と記載されている。

(単位：m)

車道幅員	歩道等を設けない場合						歩道等を設ける場合					
	一般部		橋梁部		トンネル部		一般部		橋梁部		トンネル部	
	標準	特例	標準	特例	標準	特例	標準	特例	標準	特例	標準	特例
6.5	1.00	0.50	0.75	0.50	0.50	—	0.50	0	0.50	0.25	0.50	0.25
6.0	0.75	0.50	0.75	0.50	0.50	—	0.50	0	0.50	0.25	0.50	0.25
5.5	0.75	0.50	0.75	0.50	0.50	—	0.50	0	0.50	0.25	0.50	0.25
5.0以下	0.50	0.25	0.50	0.25	0.50	0.25	0.50	0	0.50	0.25	0.50	0.25

注1) 特例とは、地形の状況、周辺地域の特性、経済性等の理由により必ずしも標準値とすることが地域住民等の意向に合致しない区間において適用する場合で、この欄に掲げる値に縮小することができる。

2) 歩道等とは、歩道、自転車道及び自転車歩行者道のことをいう。

3) 橋梁部とは、延長50m以上の橋梁をいう。

4) 特例値の0.25mは、構造令の適用を受ける道路にあっては0.5mに読み替えて適用すること。

5) 歩道等を設ける場合の一般部の特例0mについては、区画線の設置を考慮し0.25mを確保することが望ましい。

表-1 路肩の幅員

##### (2) 幅員の検討結果

現地状況は、河川と落石防護擁壁に挟まれた直線区間であり、将来的にも視界を遮るものではなく見通しが確保されており、検討区間隣接には集落等もなく農地及び山林である。また、地域住民との協議の結果も踏まえて、基準・設計「農道」における路肩幅員の特例値0.25mを採用し、全幅4.5(4.0)mとする。

#### 5. 道路構造物の再検討

本検討を行うにあたり、本路線の左側にある刈田院川の占用不可及び右側の既設落石防護擁壁の利用を条件として、横断構造の検討を行った。

##### (1) 本線左側（刈田院川の占用不可）の検討

現地は、本農道と河川の間に土羽や練積ブロック等を施工する幅の確保が困難であり大きく開削ができないこと、また、本農道と河川との高低差も大きいことから転落防止対策が必要となるため、「ガードレール基礎を一体化したプレキャストL型擁壁」を採用した。

##### (2) 本線右側（既設落石防護擁壁の利用）の検討

本線左側が急峻な山林であり保安林(土砂崩壊防備林)に指定されたこと及び総事業費(費用対効果)を鑑みコスト縮減を図る必要があることから、既設落石防護擁壁は在置させる。また、排水計画において、現地条件から検討区間上流部に流末排水路を設置することが困難



であるため、検討区間に本線上流部から排水路を施工する必要がある。さらに、既設落石防護擁壁の水抜き排水キャッチも行う必要がある。しかし、検討区間は厳しい現地状況のため道路設置スペースの確保も非常に困難であり、新たに排水路を設置するスペースすらない状況にある。

そのため、本区間の排水路は管渠工とし、既設落石防護擁壁からの排水キャッチを考慮し、天端中央部にスリット処理された管渠を採用することとした。

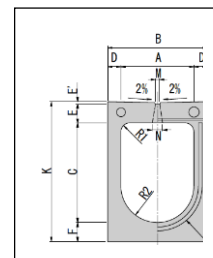


図-6 DOスリット側溝

### (3) 河川護岸及び落石防護擁壁への影響

L型擁壁の新設では、①L型擁壁設置時に河川護岸に影響を及ぼさないこと  
②道路開削時の既設擁壁や現況地山の安定性を確保することが必要である。

このため、地山安定ラインとして、本農道左側は河川護岸基礎から45°ライン以下にL型擁壁を設置すること、右側は既設落石防護擁壁から幅1.0mを確保し、その位置から45°ラインを掘削工で侵さないことを条件とした。

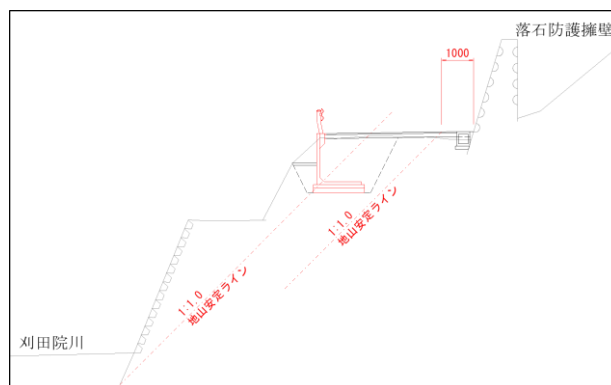


図-7 既設構造物への影響

## 6. 検討結果

これまでの現地等条件として、

- ・河川占用の不可
- ・急峻な山林に対する安全性の確保
- ・河川護岸及び落石防護擁壁への影響
- ・総事業費を鑑みたコスト縮減

など制約がある中、現地状況等に適した路肩幅員の特例値を適用し検討をおこない、地域条件、安全性、経済性等の視点から地域住民の意向も踏まえ総合的に判断し、「道路幅員

4.5m(4.0m)+L型擁壁工」を採用することで、2案：軽量盛土工から約16,000千円のコスト縮減を図ることができた。

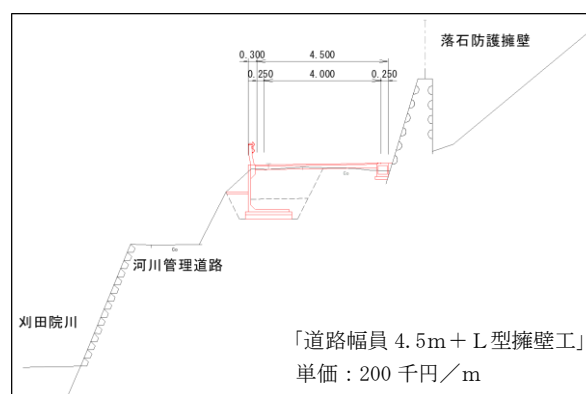


図-8 計画横断面図(特例値)

## 7. おわりに

今回の検討では、現地状況が厳しく標準の道路幅員5.0m(4.0)の確保に際し多額の工事費を要するなどの課題があったことから、地域住民の意向なども踏まえ、路肩の特例値を採用し、道路幅員4.5m(4.0)にするなど弾力的に対応することで、現場条件、安全性、経済性など困難な条件を満足することができた。

今後、事業を進めて行くうえで本検討を参考とし、現地条件や地域住民の意向なども踏まえながら弾力的に検討を行い、これまで以上にコスト縮減に取り組んでいく。

## ため池改修工事に係る新たな取組について

### －耕地整理ため池における取組事例－

佐賀県東部農林事務所 ○(非)杉本 佳隆、(正)寺崎 信行

#### 1 はじめに

耕地整理ため池は、佐賀県東部の三養基郡上峰町に位置しており、受益面積 18.7ha の防災重点農業用ため池である(図.1)。

築造後 100 年以上が経過しているため、漏水、風雨による浸食等により、堤体断面が減少し、決壊の恐れが懸念されたため、農業用水の安定供給と下流域の住宅や県道の安全確保を目的として、県営ため池等整備事業(H30～R4 年度)により改修を行っている。

ため池の改修工法については、鋼土(粘性土)の確保が困難な状況のため、前刃金工法による施工は工事費の増大や工事期間の延長などに大きな影響を与えている。

そこで、本稿は、ため池改修工事における工事費の削減や工事期間の短縮を図るために取り組んだ事例について報告する。



図.1 位置図

#### 2 堤体改修型式について

堤体改修型式について、当県では一般的な「前刃金工法」(傾斜遮水ゾーン型)を適用し、改修を行ってきた。しかし、鋼土は、特定の山しか採取できないため材料確保が年々困難となってきたことや運搬費がかかることから、当県においては、「遮水シート工法」(図.2)が主流工法となっている。

遮水シート工法は、ため池の遮水性ゾーンに従来の鋼土ではなく、ベントナイト系遮水シートを使用する工法である。ベントナイトは水分を吸収・膨張して粘土化すると水に対して難透水性を示し、鋼土と同等の透水係数(5×10<sup>-12</sup> 乗 m/s)を有している。また、シートの厚さは 6mm 程度で、施工手順も防草シートと近い布設となることから容易であり、施工性も良好である(写真.1)。

しかし、遮水層の厚さが従来工法と比べると非常に薄く、水みちができてパイピングの発生が懸念されるため、構造物との取付け部やシートの重ね部については丁寧な施工が求められる。

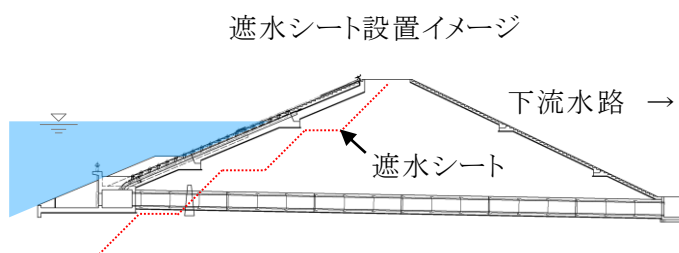


図.2 ため池断面図



写真.1 遮水シート設置

### 3 底樋の改修工法について

これまで、当県における主な底樋の改修工法については、

- ア.ヒューム管を内型枠として、鉄筋コンクリートで巻き立てた型式
- イ.コンクリート2次製品型式

上記のいずれかの型式を現場状況、施工工期、経済性等により比較していた。

本ため池においても、当初計画では、ヒューム管巻立型式を検討していたが、施工性、経済性、工期等を勘案した結果、高密度ポリエチレン管(φ1000)を採用することとした。

高密度ポリエチレン管の特徴としては、

- a.強靱で外圧荷重にも耐えることができるため高土被りに対応が可能
- b.とう性管であるため、不同沈下や地震によるゆがみにも対応が可能
- c.ヒューム管やコンクリート2次製品に比べ、軽量のため施工性に優れ、養生が不要となるなど工期短縮が可能

などがある。

施工手順は、掘割部にとう性管である高密度ポリエチレン管を布設(写真.2)し、管底から一定高までセメント改良土で埋戻す(写真.3)ことで、設計たわみ率3%以内を確保した。



写真.2 布設完了



写真.3 埋戻状況

### 4 採用効果

本ため池で採用した新たな取組により、施工性や経済性、工期短縮の面で非常に有効であったと判断している。特に、底樋の施工において当初予定工程との比較では、3週間程度の工期短縮を図ることができた。

現在、ため池に貯水を開始しているが、漏水やパイピングも見られず、安全性を確保しており、令和3年8月の豪雨時も下流域の住民から安心することができたとの声が聞かれた。

### 5 おわりに

今後、新規ため池改修工事の設計に当たっては、今回取り入れた取組も含め、他の事例も収集し検討を行いたい。

遮水シート工法については、過年度より県内全域で取り組まれており、数年経過後も施工性、安全性は確認しているが、高密度ポリエチレン管については、施工実績も少ないため、経年変化を確認していく必要がある。



## 老朽化した石積擁壁の改修工法について

## — 靱性モルタルグリッド補強工 —

福岡県八幡農林事務所 ○ (非) 田尾 聡

## 1. はじめに

## (1) 事業概要

農業水利施設保全対策事業 山鹿地区は、遠賀郡芦屋町に位置する幹線用排水路およびそれに付随する支線排水路を改修する事業である（図 1）。幹線用排水路は石炭鉱害復旧事業（昭和 36 年～39 年）により改修されて、約 50 年が経過し、老朽化が著しく、石積にクラックやはらみ出しを生じ一部クラックが拡大し崩壊しかけて背後の田から漏水している水路である。本事業により幹線水路及び支線水路を改修し、水利機能の維持保全や担い手の水管理負担の軽減、突発事故の発生に伴う民地等への被害リスクの回避及び農業用水の安定供給を図るものである。

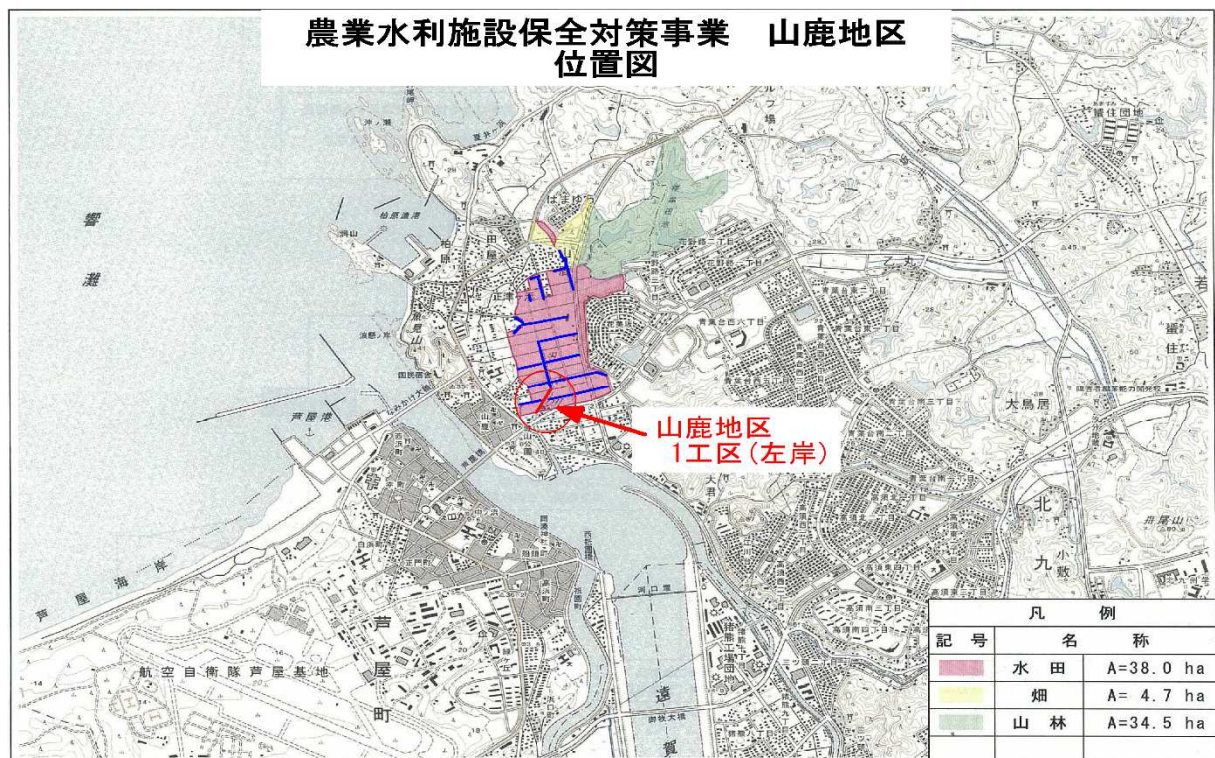


図 1 山鹿地区位置図

## (2) 幹線水路 1 工区（左岸）の水路改修

幹線水路はブロック積にて、支線水路はコンクリート柵渠による改修を計画していた。基本的な改修方法は既設石積を撤去して新たにブロック積を施工することとしていたが、幹線水路の始点部に位置する 1 工区（左岸）では護岸と家屋の距離が近く、施工により家屋への影響がでると判断された。このため、既設石積を残したままモルタルで補強する靱性モルタルグリッド補強工法を行った。ここでは、靱性モルタルグリッド補強工法の検討経緯と補強工法の実施内容について報告する。



## 2. 現地状況の確認

幹線水路 1 工区は両岸石積の水路約 170m を当初、コンクリートブロック積にて改修する予定であった。右護岸は平成 29 年度にブロック積にて改修を行った。左護岸は既設石積と民家の擁壁との距離は 1.5m 程度しかなく (図 2)、民家への影響を考慮し他の改修方法を検討することとなった。



図 2 1 工区 (左岸) 近景

## 3. 改修方法の変更

### (1) 改修方法の検討

破壊的な方法での改修は難しいということで、非破壊的に護岸を改修する方法を検討した。現地調査の結果、対象護岸には吸出しによる隙間や孕みが少なく、モルタル吹付による一体化にて安定を図るのが良いという判断の元、韌性モルタルグリッド補強工にて改修を行うこととなった (図 4)。

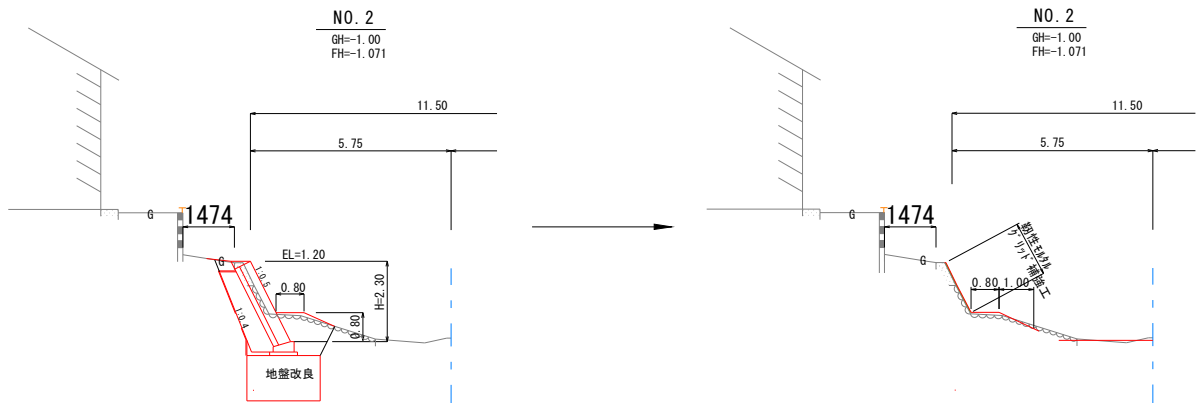


図 4 横断面図

### (2) 韌性モルタルグリッド補強工とは

韌性モルタルグリッド補強工とは、既設石積表面に FRP 製の格子をアンカーで固定し、その後高耐久性・耐摩耗性に優れた韌性モルタルを増厚材として使用し、一体化させる補強工法である。補強の検討は鉄筋コンクリートと同様の計算手法で行うことができ、補強部材の FRP グリッドは基本的特徴である高強度、高弾性、軽さ、耐食性に加え、格子交差部が同一面上にあるため、鉄筋を用いる場合と比べて断面を薄くすることが可能となっている。

### (3) 韌性モルタルグリッド補強工の施工方法

韌性モルタルグリッド補強工を行う場合、まず現況石積を高圧洗浄し、細かい段差をモルタルで埋める。洗浄後、アンカーで石積の表面に FRP グリッドを固定する。その上から韌性モルタルを吹き付けて擁壁を一体化し施工完了となる。このように既存石積を破壊せずに、近隣家屋への影響もなく改修を行うことができた。

## 4. 終わりに

老朽化した石積水路の改修は珍しい事案ではなく、現場状況によりブロック積での改修が難しい状況も少なくない。今回の事例がそういった条件での改修方法の一つとして参考になれば幸いと考えている。最後に、様々な形で本事業に携わった関係者の皆様に厚く感謝申し上げる。

## 浅層引込式暗渠工法(シートパイプ)による暗渠排水の施工について

— 中山間地域総合整備事業 栗野・吉松地区における施工事例 —

鹿児島県始良・伊佐地域振興局 ○(非)原園光一, (非)米村久大

### 1 はじめに

本地区は、鹿児島県北部の湧水町に位置する一級河川川内川流域の水田地帯である。

2018年4月19日、約250年ぶりに硫黄山が噴火し、これに伴う川内川からの取水制限によって水田の乾田化対策が急務となったことから、本地区の暗渠排水工事の一部は硫黄山噴火対策の関連事業として実施されている。

本地区の暗渠排水工事では、シートパイプによる浅層引込式暗渠工法を行っており、以下にこの施工事例を紹介する。

### 2 土壌調査及び暗渠排水の必要性

暗渠排水の基礎調査として、地区内の5箇所において土壌調査を行い、その結果から暗渠排水の必要性を判断した。

表-1 判断結果一覧表

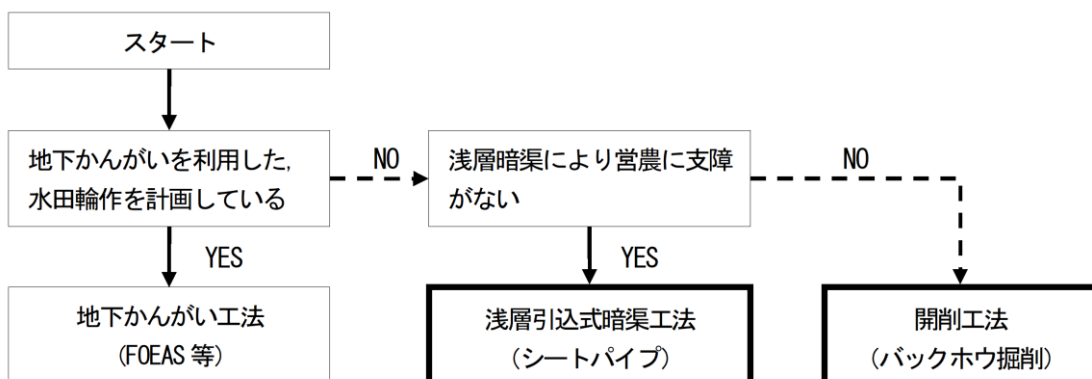
判断項目	調査結果	必要性
土壌タイプ	灰色低地土, グライ土, 褐色低地土, 黄色土	必要
地下水位	50~70(cm)	必要な場合がある
地表残留水	24時間以上	必要
地耐力	0.11~0.16(N/mm <sup>2</sup> )	必要
土壌の透水性	現場透水試験結果 9.86×10 <sup>-5</sup> ~1.17×10 <sup>-4</sup> (cm/s) 土の粒度試験結果(D20)から求める 透水係数 1.17×10 <sup>-7</sup> ~5.28×10 <sup>-5</sup> (cm/s)	必要な場合がある 必要



写真-1 現地調査(地表残留水)

### 3 暗渠排水工法の選定

本地区で行う暗渠排水は、浅層暗渠工法(シートパイプ)と開削工法(素焼き土管)があり、受益農家への聞き取りにより、根菜類の栽培など営農に支障があるほ場については開削工法を、それ以外については浅層暗渠工法を選定した。



#### 4 シートパイプの特徴

- ・ 掘削が極めて少ない
- ・ 疎水材が不要である
- ・ パイプ内は落水時に自動洗浄される
- ・ 管内通気によって亀裂が促進され、土壌の透水性が向上する
- ・ 重機の使用台数が少ない(ほ場面を荒らさない)
- ・ パイプ(シート)がコンパクトで搬入・運搬が容易である
- ・ シートパイプは 100mの無継手施工が可能のため導水性に優れる
- ・ 湧水がある箇所には不適である → 湧水処理を行った後での施工

#### 5 シートパイプの設計

シートパイプの設計は、「シートパイプ暗渠マニュアル(一般社団法人 日本シートパイプ普及協会)」により、吸水管は口径 50mm のシートパイプを使用して設置間隔 4.0m、埋設深 40 cm で配置し、吸水管と直角方向に補助暗渠(弾丸暗渠)を 4.0m 間隔で配置している。

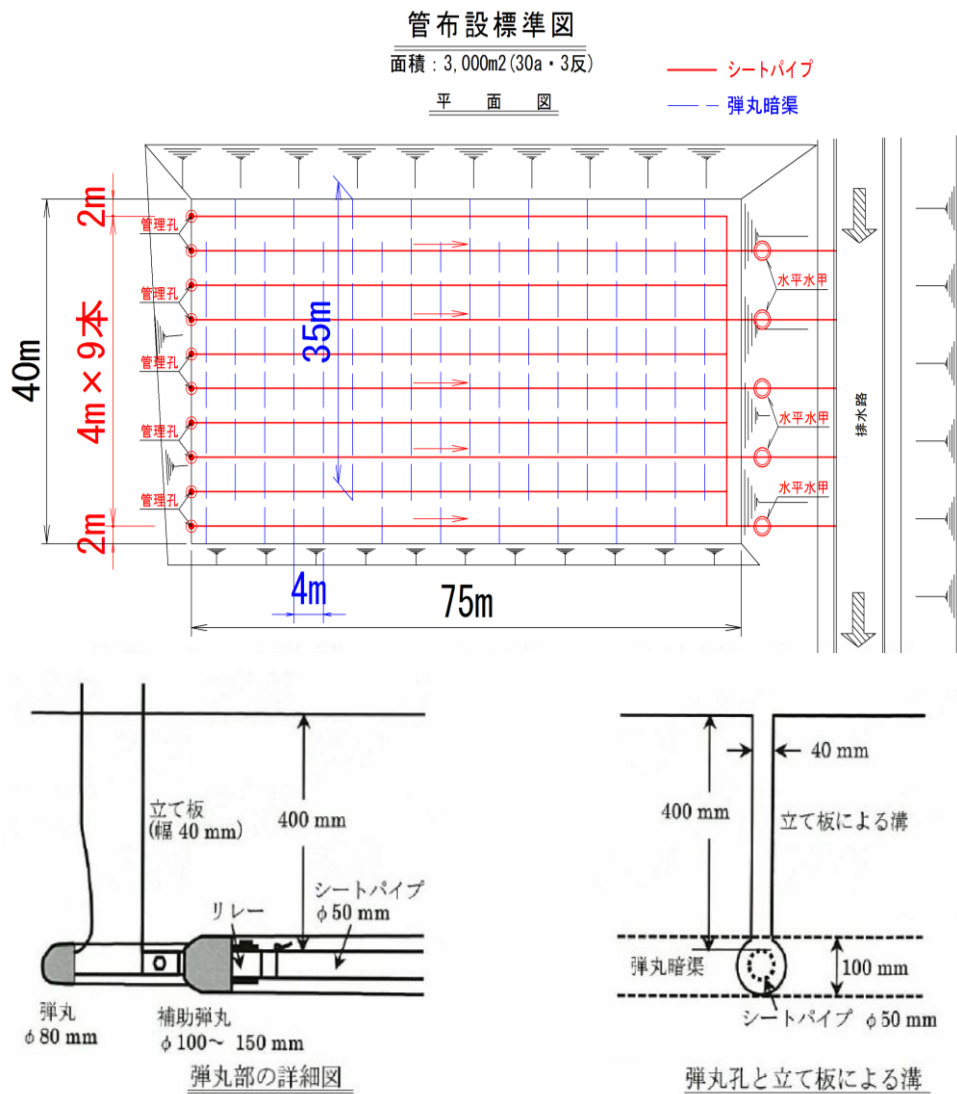


図-1 シートパイプ暗渠工法標準図

## 6 シートパイプの施工

### 6-1 概要

シートパイプは、田面を重機で掘削することなく、地表下約 40 cmの位置に超湿地ブルドーザに装架されたモールドレーナーを使用して埋設する。シートパイプは、パイパー（パイプ成形機）によりポリエチレン製有孔シートを土中に引き込むときにパイプ化される。シートパイプの上流側端部には通気口を設け、下流側排水口には排水調節器を設置する。

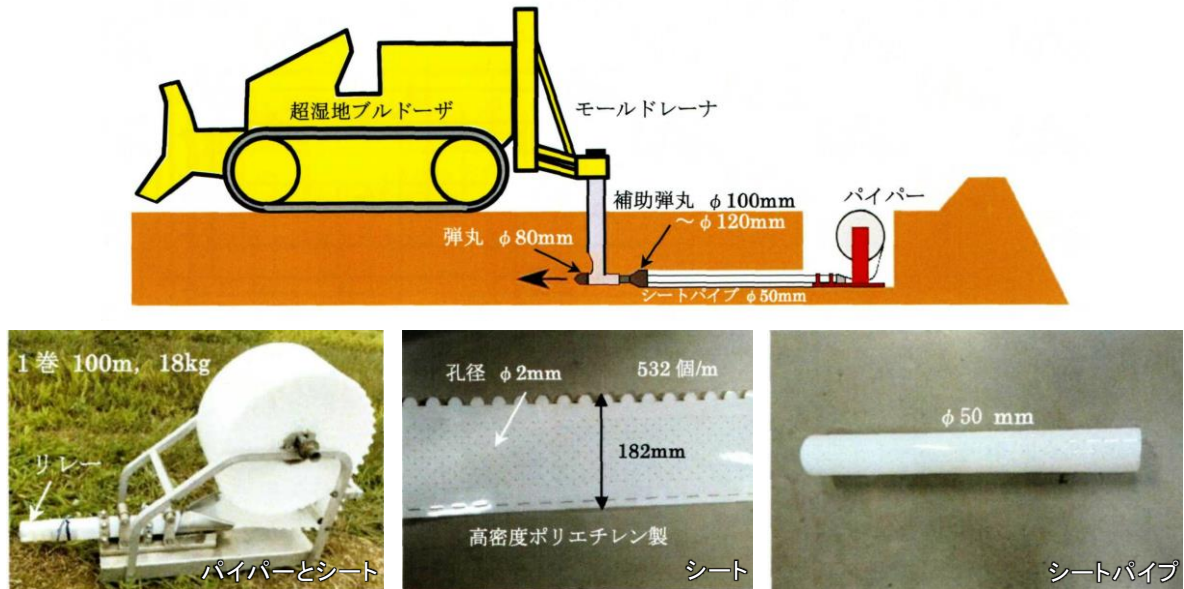


図-2 シートパイプの引込み

### 6-2 施工手順

1 資材・機材の搬入	ほ場に資材・機材を搬入し、施工の準備をする
2 施工箇所の区割り	設計図に基づき、暗渠の埋設位置を区割りする
3 施工箇所水準測量	現況地盤高を測定し、基準となる標高を決定する
4 弾丸暗渠工	レーザーレベルにより施工高をセットして穿孔機付専用ブルドーザで施工する
5 ピット(穴)掘削	シートパイプ引込開始ピットをバックホウで掘削する
6 パイパー(パイプ成形機)セット	シートパイプ及びパイパーを設置高及び方向を確認して配置する
7 シートパイプ施工(引込作業)	穿孔機付専用ブルドーザで穿孔機の推進と同時にシートからパイプに成形しながら暗渠を埋設する
8 通気口、排水口設置	シートパイプの埋設後各種接続管を敷設し、上下流端に通気口、排水口を設置する
9 ピット埋戻し	パイプ接続完了後、ピットを埋め戻す
10 完成	



写真-2 弾丸暗渠工



写真-3 ピット掘削





写真-4 パイパー(パイプ成形機)



写真-5 シートパイプ施工(引込作業)

## 7 整備後の効果

整備後のほ場について、降雨後に現地確認を行った結果は写真のとおりで、前日までの2日間に80mm程度の降雨があったものの、地表面の残留水はほとんどない状況であった。



写真-6 整備済ほ場(R3.5.13撮影)



写真-7 未整備ほ場(R3.5.13撮影)

## 8 おわりに

整備後の効果は上記のとおりで、受益農家からも農業機械の作業効率が上がった、水稻や飼料作物の増収も見られたなどの声がある。

今後、この暗渠排水の効果によって、水田の汎用化が促進されることを期待したい。

## 引用文献

- ・ シートパイプ暗渠マニュアル(R1. 10月)【一般社団法人日本シートパイプ普及協会】
- ・ 設計委託報告書(栗野・吉松地区委託 30-1)【鹿児島県土地改良事業団体連合会】
- ・ 工事完成報告書(栗野・吉松地区 2-1 工区)【株式会社平原組】

## 県営ため池等整備事業(危険ため池)大迫地区におけるため池改修工事について

宮崎県中部農林振興局(非)児玉悠汰

株式会社晃和コンサルタント(非)池保正博, (非)森田伸一

### 1 はじめに

大迫地区として改修する大迫ため池は、宮崎県宮崎市の北部に位置し、水稻を主体とした営農が行われており、28.6haの営農を担う水源である。

本ため池は、東西南の3辺に堤体を有しており、一般的な山を堰止める形状のため池と比べ堤体延長が非常に長い特徴がある。

また、全ての堤体の直下に県道や市道、家屋が多く建ち並ぶ都市近郊のため池で防災重点農業用ため池にも選定されており、堤体決壊となれば宅地等への甚大な被害を及ぼす恐れがあるため、早急な改修を必要としている。



図1 位置図

※大迫ため池の周辺には22戸の住宅や南側には県道9号、北・東・西側には市道がある。本工事は、都市近郊の混住化した地域の農業用ため池を改修する工事であり、施工の際の騒音や振動及び粉塵の飛散等を防止する周辺環境対策が求められる。

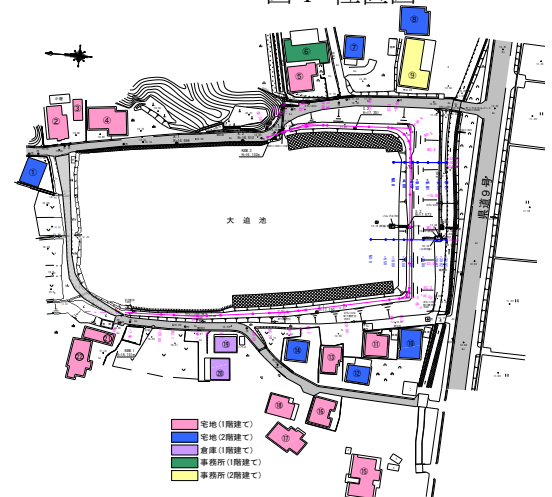


図2 平面図

### 2 大迫地区の事業概要について

- 1) 事業名: 県営ため池等整備事業(危険ため池)  
(補助事業名: 農村地域防災減災事業)
- 2) 工期: 平成29年～令和4年(6カ年)
- 3) 受益面積: 28.6ha(水田)
- 4) 総事業費: 2億9千5百万円
- 5) 事業内容: 堤体工 L=258.0m 取水工 L=23.0m 洪水吐工 L=22.3m

### 3 工事に伴う周辺環境対策について

本ため池の工種において、最も周辺環境への影響が懸念される工事が堤体の盛土に係る土砂運搬等の土工工事であり、堤体延長が長いことから改修に係る対象土量は14,000m<sup>3</sup>にも上る。また、土砂等の運搬経路が周辺住民の生活道路を利用せざるを得ない状況だったことから、地元自治会に協力を得るため、調整を行ったところ、運搬車両の走行による振動や作業時に発生する粉塵等が生活環境に影響を与えるため、対策を講じてほしい旨の要望が出された。

これらの要望、施工性、経済性及び周辺環境への影響を総合的に判断して、盛土材については、ため池内の堆積土砂(現場発生土)を使用することで、土砂の搬入回数を大幅に削減することができ、振動による生活環境への影響を最小限に抑えることができた。

また、現場発生土は土質試験の結果、含水率が非常に高く、十分な締固度(密度95%以上)の確保が困難であったことから、石灰系固化材を添加して、盛土材に使用することとしたものの、一般的

な粉末状の石灰系固化材を使用した場合、隣接家屋への飛散防止が最大の課題となったが、極めて飛散の少ない防塵型の石灰系固化材を使用することで粉塵による生活環境への影響を最小限に抑えることができた。なお、あらかじめ地元自治会には、現場での試験施工に臨場してもらうことで、防塵型固化材の効果を確認している。

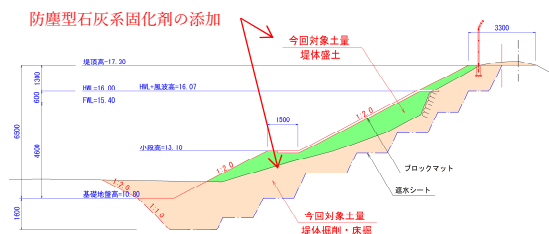


図3 堤体工標準横断図



一般的な石灰系固化材

写真1 固化材飛散状況



防塵型石灰系固化材

写真2 固化材飛散状況

石灰系固化材については、一般的な石灰から防塵型に変更したため、資材単価が増となったものの、施工業者の攪拌作業の負担軽減等施工性においても効果を得ることができた。

また、防塵型石灰系固化材については、本ため池のように隣接家屋への飛散を防止できるだけでなく、飛散防止によってため池及び周辺の生態系の確保にも期待ができると考える。

#### 4 おわりに

宮崎県内には657箇所の農業用ため池があり、その内防災重点農業用ため池に410箇所選定されている。防災重点農業用ため池については、決壊した場合の下流への影響(ため池直下の宅地や施設)が大きいため池であるため、早期の改修が望まれる。このため、今後もため池の改修事業に多く携わる機会があると考えられることから、周辺環境状況により、周辺住民の要望・経済性・施工性・工事環境面を考慮した工法を検討することや管理者である水利組合及び地元自治会との調整が事業の円滑な推進に不可欠であると考ええる。

本ため池についても、水利組合及び地元自治会の協力が不可欠であるため、年間を通して地元説明会を定期的に行い、事業の進捗・施工計画について、情報提供を行い苦情等無くより良い関係で事業推進ができています。令和3年度の工事で堤体工事が完了する見込みであり、完了後速やかに貯水する計画としていることから、今後とも水利組合及び地元自治会と連携を図りながら早期の完成を目指したい。



写真3 令和3年8月撮影



写真4 堤体西側



写真5 堤体東側



## 畑地帯総合整備事業(担手支援)縄瀬地区におけるボラ土法面の緑化事例について

宮崎県北諸県農林振興局 (非)渡辺礼満  
ロンタイ株式会社鹿児島営業所 (非)鶴窪英二

## 1 はじめに

縄瀬地区は、宮崎県都城市の北西部に位置し、露地野菜や飼料用作物等を中心とした営農がなされる A=48.0ha の畑地帯である。土壌は大半をシラスや黒ボク等の火山灰土壌が占め、透水性が大きく干害を受けやすいことから生産性が低い状況であった。

このため、畑地かんがい施設を整備し、あわせて農道、排水路の整備を行うことにより、干ばつ防止・走行経費節減・農地浸食防止を図り、農業経営の安定向上を図ることを目的として平成 22 年度に事業採択を受け、現在整備中である。

今回の事例は、地区内の農道工の土工事において発生した、ボラ土を主体とする法面の緑化事例を紹介するものである。



図 1 位置図

## 2 工事概要

工事名 : 平成 31 年度畑地帯総合整備事業(担手支援)縄瀬地区 1 工区

工事内容 : 農道工(全幅 4.0m)L=507.9m

工期 : 令和 2 年 3 月 13 日～令和 2 年 12 月 25 日

## 3 ボラ土法面にかかる調査

本工事の切土工により 1,740 m<sup>2</sup>の法面が発生し、そのうちボラ土の法面が約 560 m<sup>2</sup>確認されたことから、令和 2 年 6 月 22 日、現地においてボラ土の法面調査を行った。その結果を以下に示す。

- |        |            |       |                    |
|--------|------------|-------|--------------------|
| ・法面の土質 | 砂質土として評価   | ・土壌硬度 | 16mm～17mm(23mm 未満) |
| ・法面勾配  | 1:1.0(南向き) | ・pH   | 6.8～7.0            |



写真 1 ボラ土法面・土質接写



#### 4 対応工法の検討

上記結果を「道路土工 切土工・斜面安定工指針」(平成 21 年 6 月(社)日本道路協会)の工法選定フローにより、種子散布工・植生マット工が候補となったが、ボラ土は浸食に弱く、保水力や保肥力も乏しいことから、種子散布工では本地区での緑化は期待できないと判断し、ボラ土の特性をカバーできる緑化工法として、浸食防止型の植生マット工を採用した。

施工にあたっては、上記工法対応品のひとつで国土交通省新技術提供システム(NETIS)登録工法でもあるキルケット M2 型により施工を行っている。

#### 5 施工後の経過

施工後の状況を経過観察しているが、写真 2 のとおり、確実な緑化がなされていることが確認できる。



写真 2 キルケット M2 施工後の状況(施工直後→3 ヶ月半後→5 ヶ月後)

#### 6 おわりに

本地区は、畑地帯が迫田で分断された地形をしていることから、本稿事例のように台地の“へり”に設置される農道がいくつか存在しており、そのような路線で農道拡幅を行うとどうしても切土もしくは盛土法面が発生する。その中でも今回の事例は特に地形条件が顕著であった。

なお、今回の事例より半年前に切土を終えた幅 1.6m 程度のボラ土法面(写真 3)について、無処理にてその後の経過を観察しているが、切土施工後 1 年半経った現時点においても緑化の気配がないことから、ボラ土法面は人為的に緑化しないと自然作用での緑化は困難であることは明白である。また、このままでは近年のゲリラ豪雨・集中豪雨に耐えられず法面が崩壊し、多大な被害が出る恐れがあることから、現地に適した「法面保護工」を迅速に選定・施工することが法面保護に必要であることを痛感した。

最後に、今回の事例が類似事例における工法選定、ひいては法面安定の一助になれば幸いである。



写真 3 無処理法面(令和 2 年 2 月土工事完了)

## 伊万里農林事務所管内の地すべり防止施設の 個別施設計画(長寿命化計画)の策定について

### ～ 今後の維持管理 ～

佐賀県伊万里農林事務所 (正)岸川 博文、○(非)下 哲也

#### 1 はじめに

伊万里農林事務所管内で農林水産省農村振興局所管の地すべり防止区域に指定されている地区は8地区ある(図.1)。

各地区の地すべり防止施設は、抑制工と抑止工に分けられ、抑制工は水抜きボーリング、集水井及び水路工により、抑止工は擁壁工、法枠工、杭工及びアンカー工により対策工事が実施されているが、対策工事完了が早い地区については、概成状態から56年経過しているところもあり、地すべり防止施設の点検・調査が必要な状況となっていた。

そこで、地すべり等防止法第7条に、地すべり防止区域の管理については、都道府県知事が行うこととなっているため、今回、「地すべり防止施設の機能保全の手引き ～統合版～」(農林水産省)平成29年3月制定に基づき、施設管理者が地すべり防止施設の計画的かつ実行的な維持管理の取り組みを推進し、施設の適切なストックマネジメントを図ることを目的に、令和2年度までに個別施設計画(長寿命化計画)を作成したため、作成手順等について紹介する。



(図.1)伊万里農林事務所管内地すべり防

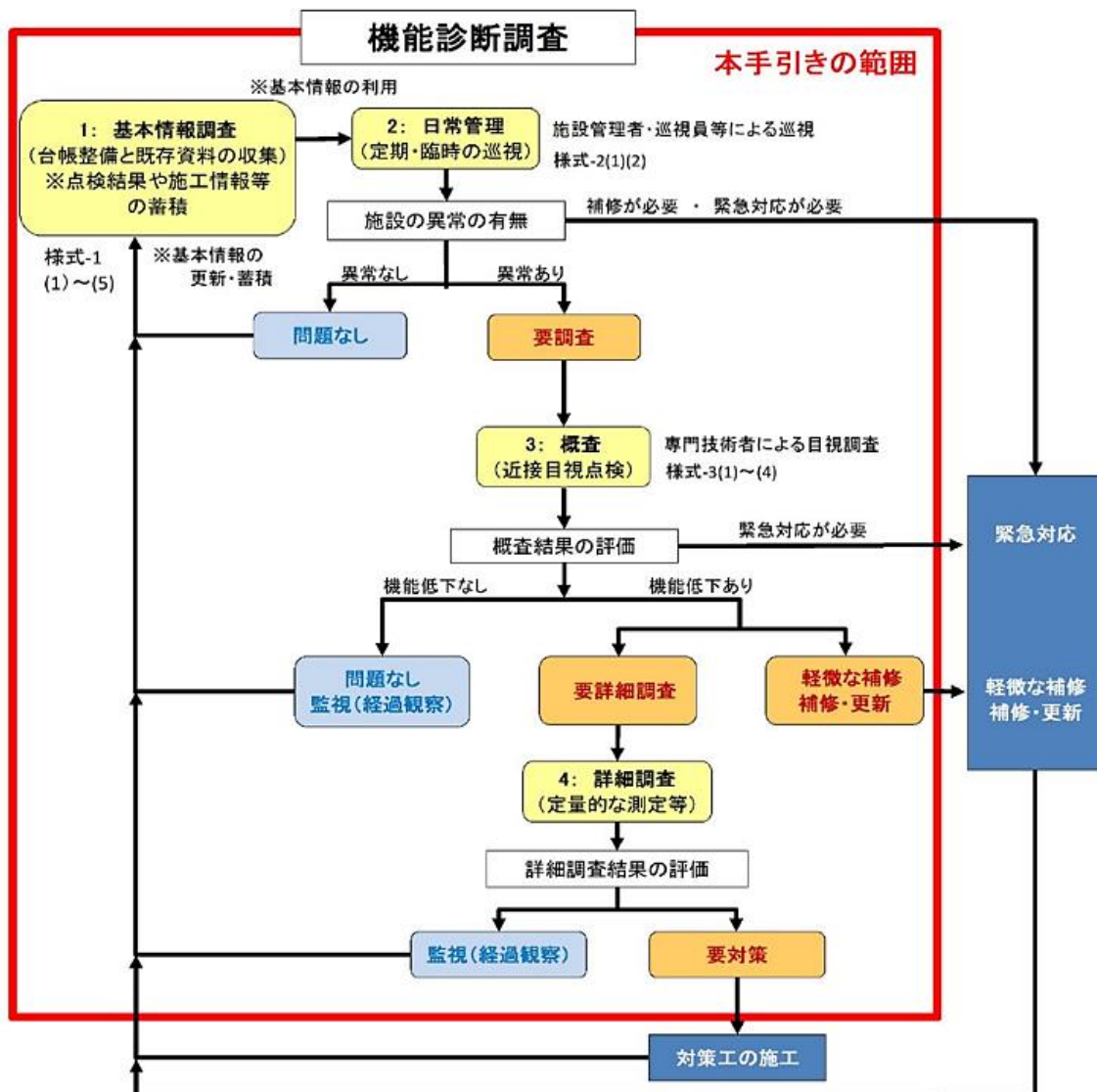
## 2 基本情報調査

施設の基礎的な諸元等を整理し、点検の効率的な実施や健全度の評価の際の判断材料に活用することを目的に、対象とする地すべり防止施設だけでなく、地すべり防止区域や地すべりブロックに関して資料収集を行い、機能診断調査(図.2)や対策工事検討時の基礎資料として活用しやすいように整理した。

整理された情報は一つにまとめて保存し、それぞれ必要に応じて追加更新し、維持管理に必要な情報も整理した。

施設の維持管理は、地すべり防止区域ごとに取りまとめを行った。

(図.2)機能診断調査のフロー



### 3 概査点検(近接目視点検)

施設の外觀に現れた機能低下の状態を確認し、その結果に基づき施設の健全度の評価を行こととなっている。

評価結果からその後の対応を判断することを目的に、近接目視を行い、異常の状態と位置や個所数の把握を行った。

また、施設から目視で見渡せる範囲程度までを基本として、施設周辺の地山の変状等も合わせて目視にて調査した。

なお、施設の位置を確認できない場合は、未確認の旨を調査票へ記載し、記録に残した。

### 4 健全度の評価

概査(近接目視点検)結果から施設の健全度評価を行う。健全度評価は概査の点検者と同じく専門知識を有する者が実施し、健全度評価結果は施設管理者への伝達事項として報告を受けた。

健全度評価は、「どの施設」の「どの部位」が「どのような現象」によって「どの程度」の機能低下を起したかを客観的かつ分かりやすく記録するため、対象施設の施設や部材の構成に基づいて、①変状(現象)、②部位、③施設、④施設群の各単位に分解し、各評価段階で評価を行った。

### 5 詳細調査(定量的な測定等)

概査(近接目視点検)によって「要詳細調査」となった施設について、①機能の診断、②異常が発言した原因の分析を行い、対策の必要性判断や補修・更新内容の検討材料とした。

詳細調査は、水抜工、集水井工及びアンカー工で実施し、詳細調査の結果は、施設の維持管理方針や対策工の設計条件にも利用するため、概査等に比べるとコストが大きく、調査手法によっては目的を明確にして必要な調査方法を選択する必要がある。

※調査の費用対効果について十分検討し、施設の重要度が低く、変状がない場合や、機能診断調査を行うよりも事後保全の方が明らかに経済的と判断される場合には、詳細調査の対象外とすることを検討する必要がある。

### 6 個別施設計画(長寿命化計画)策定

施設の健全度評価及び詳細調査を行った結果、施設更新の対策の優先度を各地区の立地特性から設定し、対策工法の検討(補修、補強、改修、更新)を行い、対策時期及び概算工事費等の算定を行った(図.3)。

### 7 おわりに

今回、機能診断調査の結果、経年劣化による水抜工の閉塞、アンカー工頭部の腐食、集水井の集水ボーリングの閉塞及び排水ボーリングの排水不良、水路工の土砂堆積が確認されたため、地すべり防止区域の対策工事について個別施設計画(長寿命化計画)の策定を行った。

最後に、これまでの地すべり対策は事後保全対策(地すべり発生後の対策)となっていたが、今後はライフサイクルコスト(LCC)の低減を見据えた予防保全対策(施設の個別施設計画策定に基づく対策)に移行している。

このため、機能診断調査のフローの中に日常管理(定期・臨時の巡視)を行うこととなっているが、現在



実施できていないのが現状である。

今後、この日常管理(定期・臨時の巡視)を地元と委託協定等を行い、施設の異常の有無を把握しながら、地すべり防止区域の施設の適正な対策工事及び維持管理を行っていききたい。

(図.3)個別施設計画様式の例

浦の崎地区個別施設計画

個別施設計画(地すべり)

地すべり防止区域名	指定年月日	管理主体	所在地	区域面積	主たる保全対象	
					名称	規模
浦の崎地区	平成10年7月22日	佐賀県	伊万里市山代町立岩他	15.73 (ha)	畑 国道(2) 鉄道(1)	

施設概要	施設規模	工種	数量	単位	整備事業地区名	施工年度	備考
		アンカー工	50	本			H15・16
水抜ボーリング工	49	本			H9~16	I・II・A・C・Dブロック, 9群	
集水井工	2	基			H9・11	A・Bブロック	
杭工	3	箇所			H9~11	A・Cブロック	
水路工	1161	m			H9~16	I・A・C・Dブロック, 5施設	

調査結果概要	現地調査 (目視点検)	概査点検：目視点検(機能診断・健全度評価) ①アンカー工の頭部点検：角度調整台座周辺から、防錆油や水の染み出しを確認、アンカーテンドンの腐食が懸念され頭部詳細点検を計画する。 ②水抜ボーリング工：検測ロットによる孔内長並び孔内の状況を調査、孔内閉塞箇所を確認する。 ③集水井工：目視によ状況調査で、集水ボーリングの閉塞箇所を確認と排水ボーリング孔の排水不良を確認、詳細点検を計画する。 ④杭工：2箇所の杭工については、施設機能は維持しているが、A1号杭工については、高規格道路事業により杭頭部を切断、代替工として、道路法面部にアンカー工を施工する。 ⑤水路工：一部で土砂等の堆積により、施設機能が喪失している。
	詳細調査 (機能診断)	①アンカー工の頭部詳細点検：頭部防錆処理の不足により、錆が発生する箇所を確認する。 ②水抜ボーリング工の孔内カメラによる詳細点検：土砂流入箇所や植物根の進入により孔内が閉塞する。 ③集水井工の詳細点検：集水ボーリングより、鉄イオン濃度が高い集水を確認、鉄バクテリアの発生により、集水ボーリング孔が閉塞する。
	劣化原因 (推定)	
長寿命化対策概要	対策工法	①アンカー工の頭部防錆油再充填を計画する。 ②水抜ボーリング工：土砂等の流入した箇所では、孔内洗浄を計画する。 ③集水井工：集水ボーリング工で、洗浄による機能回復が可能箇所では洗浄工を計画、再掘削が必要な箇所では、集水ボーリング工を計画する。 ⑤水路工：水路内の機能回復を目的で、水路内の清掃作業を計画する。
	対策時期	地すべり対策工の優先度評価結果より、対策時期を計画する。 ○総合評価①に評価した施設：集水井工並び水路工については、当時事業で計画する。 ○総合評価②~③に評価した施設：水抜ボーリング工並びアンカーについては、次期以降で計画する。
	対策費用	①アンカー工頭部防錆油再充填：¥80万円(50本) ②水抜ボーリング工洗浄工：¥64万円(24本) ③水抜ボーリング工再掘削工：¥328万円(再掘削1本、洗浄6本) ④集水井工の清掃と集水ボーリング洗浄と再掘削：¥483万円(1基) ⑤水路工の清掃：¥35万円(L=432m)
管理方法	施設については、1回/5年の目視点検(施設の経年劣化確認、施設周辺の安全確認)を計画する。 地すべりブロック周辺の巡視による点検を、豊水期に入る前の5月の1回と豊水期が終わる10月の1回の計2回の巡視を計画する。	

	令和3年度	令和4年度	令和5年度	令和6年度	令和7年度	令和8年度	令和9年度	令和10年度	令和11年度	令和12年度
長寿命化対策費用 (百万円)		5.1				4.7				
更新対策費用 (百万円)										
対策の内容及び時期		←→ 補修・更新				←→ 補修				

長寿命化計画による効果

○集水井工内の清掃と集水ボーリング工の洗浄と再掘削により、地下水排除機能を回復する。補修・更新後の施設状況を定期的な劣化予測を行う。  
○アンカー工の防錆油の再充填により、アンカー頭部の腐食機能を維持させる。

## 水田畑地化に向けて

長崎県島原振興局農林水産部土地改良課 (非) 小柳和彦

## 1. はじめに

水田地域で農地整備事業を計画するに当たっては、水稻作付けはもとより畑作導入できるよう条件整備を行い、担い手農家を中心とした農地流動化や高収益作物導入を積極的に進め、農業所得の向上を図ることで水田農業の維持・発展に繋げていくことが求められている。

その一方で、主食用米の継続的な安定供給や米の価格安定を図るため、需要に応じた主食用米の生産調整を行うことも、水田農業を維持するために重要なことである。

本稿では、水田地域において水田の畑地利用が求められる背景と、島原振興局管内における水田畑地化に向けた取組事例を紹介する。

## 2. 主食用米の需要見通し

私たち日本人が主食としている“米”を取り巻く環境は、時代の移り変わりとともに大きく変化している。

まず、一人当たりの米の消費量であるが、昭和37年から平成27年までのおよそ50年間に、118.3kgから54.6kgへと半数以下に減少している。(図-1)

これは、日本人の食生活が米や野菜、魚を主とした和食中心から、小麦製品や肉、乳製品を主とした洋食を取り入れる食生活へ変化したことが大きな要因と考えられている。

次に、これまで増加の一途を辿ってきた日本の人口だが、平成22年の12,806万人をピークとして減少傾向に転じ、現在は人口減少の真っ只中である。(図-2)

人口減少は今後ますます加速する見通しとなっており、米の消費量に大きく影響することが予想されている。

更に、少子高齢化の動きも急激に進む見通しとなっているため、今後の米の消費量

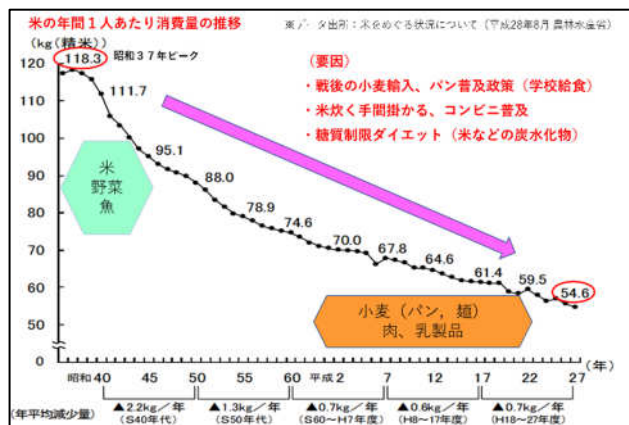


図-1 一人当たりの米消費量推移

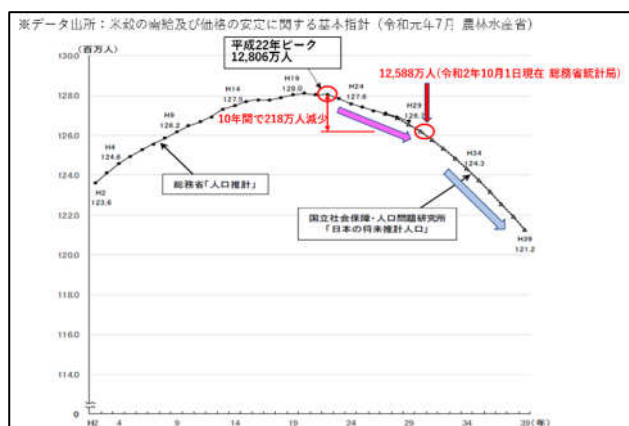


図-2 日本の人口推移と将来推計

減少に拍車をかけることが予想されている。(図-3)

主食用米の需要量の推移では、人口がピークを迎える平成 22 年以前から米の需要量は減少傾向にあることが表れている。(図-4)

これは、人口は多少増加傾向にありながらも、一人当たりの消費量減少の方が大きく影響しているものと考えられる。

現在では、一人当たりの米の消費量と人口のどちらも減少傾向にあるため、それに合わせて主食用米の需要量も減少し続けている状況にある。

国や県等の生産部局においては、各年の作付面積、単収、生産量などの情報を共有し、需要動向を見ながら次年産の作付面積を調整することで、主食用米の需要と供給のバランスを図っている。

日本における近年の主食用米需要量は、平成 20 年代後半まで毎年約 8 万トンの減少幅で推移してきたが、平成 30 年頃から年に約 10 万トン、率にして約 1.3%の減少幅に拡大する見直しが行われた。これは、人口減少が加速し始めたことが大きく影響していると考えられている。

### 3. 余っていく水田の有効利用

長崎県における平成 31 年産の主食用米の生産数量目安は約 60,700 トン、生産面積目安は約 12,600ha に設定されている。

現在は、この目安が毎年計画的に約 1.3%ずつ減少していく状況にある。

量にすると約 790 トン、面積約 165ha の水稲作付が毎年減少していく。

つまり、長崎県では水稲作付けしない水田が毎年約 165ha ずつ増加し続けており、今後もその幅を拡大しながら増え続けていく見通しとなっている。

このような水田地域での米作りの背景があることを認識し、余り行く水田をそのまま遊休農地にするのではなく、水稲以外の畑作物等に有効活用できるよう条件整備を計画し、“水田畑地化・汎用化”を進めていくことが求められている。



図-3 日本の人口推移と将来推計 (年齢区分)

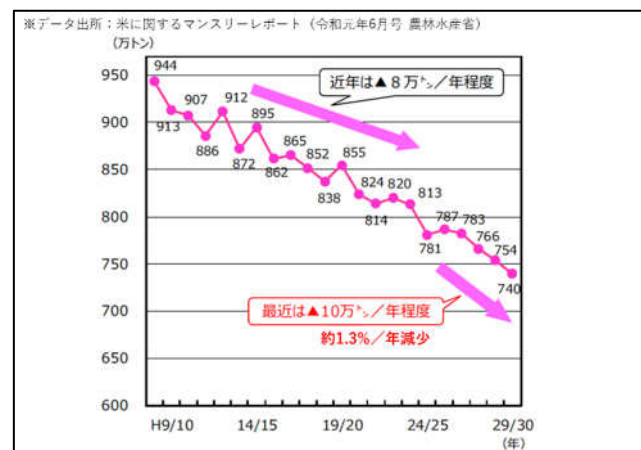


図-4 主食用米の需要量推移

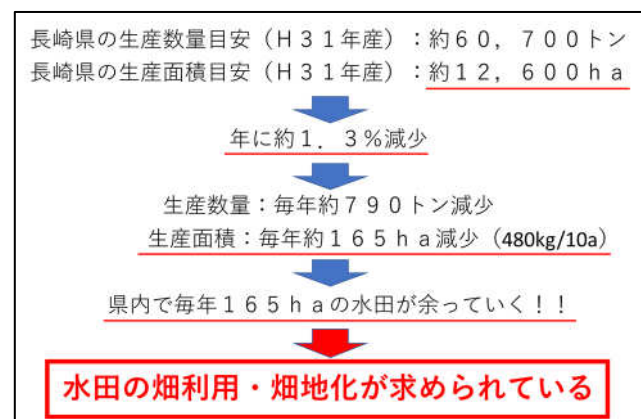


図-5 長崎県の主食用米生産目安

#### 4. 生産性の高い経営確立と後継者対策

島原振興局管内における水田畑地化モデル地区の山田地区（雲仙市）の例を紹介する。

本地区は干拓によって造成された、約 300ha の水田地帯である。

まず、地区内の営農状況を把握するため、土地改良区の協力の下、地区内の耕作者年齢と作付作物を確認した。

その結果、約 6 割の農地における耕作者が 60 歳以上であり、耕作者の高齢化が進んでいることを確認した。（図-6）

耕作者の高齢化は今後も進む見通しとなっており、現状のままでは当地域における水田農業の維持が困難になっていくことが想定される。

また、作付作物の夏作は殆どが水稻で、冬作は飼料作物を主に玉ねぎや麦などが作付けされていることを確認した。

この結果を踏まえ、土地改良区や地元関係者、市を交えた話し合いの場を設け、現状の把握と地域農業の将来構想について協議した。

地元との協議では、排水対策の実施によりブロッコリー等の高収益作物を導入し農業所得向上に繋げることや、近隣のブロッコリー産地で心配されている連作障害を回避するための避難地としての活用など、周辺地域も含めて生産性を向上させることを目的として取組みを進めている。

また、若手農業者も巻き込んで話し合いを行い、将来、後継者などの若い世代が規模拡大する際、本地区の水田を利用できるよう、条件整備した優良農地の確保を目指して取組みを進めている。

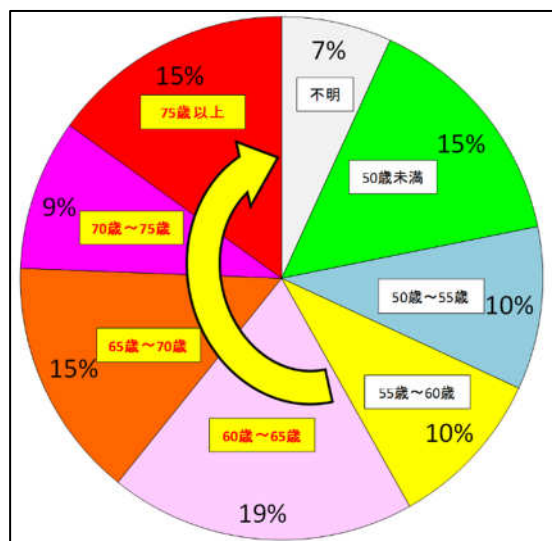


図-6 山田地区の耕作者年齢割合（農地ベース）

#### 5. 排水対策の取組事例

本地区において排水対策を計画する際、計画作物をブロッコリーとして、ブロッコリー栽培に特化した構造となるよう、土地改良区や地元関係者と地域の特性や計画作物の検討及び営農方法等に関して協議しながら排水対策工法の検討を進めた。

ブロッコリーは水捌けの良い土壌を好むが、本地区は干拓地であるため排水性は悪く、排水対策を行わない状態ではブロッコリー栽培が難しいことが課題である。

このため、本地区でのブロッコリー栽培を可能にするため、重点的に排水性向上を図る工法を検討した。

部分的に表土が薄くなる“畝間“の下に暗渠排水を配置できれば、表面水の迅速な浸透が期待できるため、暗渠排水の位置に合わせて畝立て作業を行うよう、地元関係者の理解と協力を得た上で計画した。



暗渠排水の設置間隔は、計画暗渠排水量、作土層の厚さ及び透水係数を用いた計算式によって算定した。

○暗渠間隔

$$S = 2H \sqrt{\frac{k}{D} \times 86.4}$$

$$S = 2 \times 15 \times \sqrt{\frac{0.03}{40} \times 86.4}$$

$$= 7.64\text{m}$$

よって、暗渠排水間隔は 7.5m とする。

図-7 暗渠排水間隔の算定

図-7の算定式により暗渠排水間隔を7.5mとした。

ブロッコリー栽培の畝幅は約1.2mのため、7.5m間隔で設置した暗渠排水の間に6列畝を立てればうまく納まる。

さらに、ほ場周囲に額縁明渠を設置し暗渠排水の碎石層と接続することで、明渠で集水した表面水を暗渠排水へ迅速に落とし込む構造を計画した。

次に、本地区は平坦な干拓地であるため農地と排水路の高低差が小さく、一般的な暗渠埋設深の上流60cm、下流80cmを確保することが難しいことも課題だ。

そこで、通常よりも浅く埋設する検討を行った結果、ブロッコリー栽培に適した地下水位が40cm以下であることから、上流40cm、下流60cmの浅埋設で計画することとした。

今回計画した工法は一般的な工法よりも密な暗渠排水配置となるが、埋設深が浅いため、一般的な工法と同等の費用で実施することが可能である。(表-1)

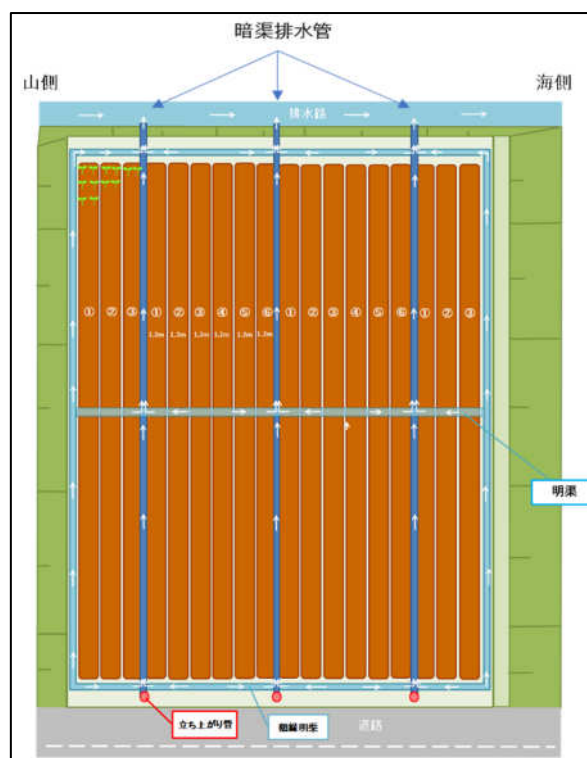


図-8 排水対策の平面図 (イメージ)

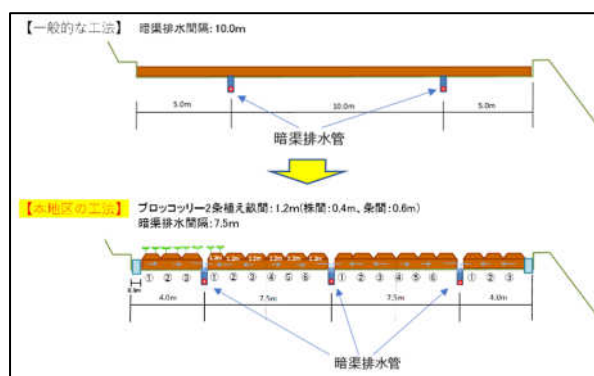


図-9 排水対策の断面図 (イメージ)

	一般的な工法	本地区の工法
暗渠間隔	10.0m	7.5m
埋設深	0.6m-0.8m	0.4m-0.6m
10a当たり費用(直工)	278千円	280千円

表-1 工法比較

## 6. おわりに

水田農業を取り巻く環境が大きく変化することはこれまでも危惧されてきた。

今後も、水田を有効活用して農業所得向上に繋げる取組みは、ますます必要性が高まることになる。

本地区では、現地の特徴や営農方法を十分に考慮した上で、より高い排水効果を発揮させることを念頭に置いて排水対策を計画した。

今回の排水対策の効果を検証することで地域に合った排水対策を確立し、同様の取組みを周辺地域へと拡大を図り、水田農業の発展に繋げていきたい。

## 特殊条件下における擁壁選定手法

若鈴コンサルタンツ株式会社（正）大前 壽人

### 1.はじめに

日本は、6,852もの島から構成されている。このうち、有人島は416(平成27年国勢調査結果)と、全体の6%程度である。416の島々の大半には建設資材の製造工場がないため、資材は船便等で輸送する必要がある。また、多くの島には道路整備の進んでいない地域があり、資材搬入がままならないケースがみられる。一方、工事实施にあたっては、ブロック工や法面工など熟練技術を有する土木作業員の確保が困難な場合がある。島では、資材や人員の確保が課題となる。

このような特殊条件下での、法面崩壊の復旧工事における擁壁工法選定事例を報告する。

### 2.工法の検討

#### (1)現場条件

法面崩壊は、農業水利施設の切土面で発生した。琉球石灰岩と土砂部が混在する法面は、海からの風が直接吹き付け、塩害で植生保護工が定着できていなかった。このため、むき出しとなった土砂法面は雨風による浸食を繰り返し、今回、台風に起因する表層すべりが生じたと判断される。崩壊した切土法面の前面には施設があり、切土の法尻側から崩壊箇所へ工事用車両が近づくことは不可能であった。一方、法肩部も、用地や地形の制約上、工事用車両の進入が困難であった。

#### (2)工法選定

災害復旧は、通常、「農地・農業施設・海岸等 災害復旧事業の復旧工法」等を参考に設計を行う。しかし、当該箇所は、「島であること」「工事用車両の進入が困難なこと」「工法によっては、作業員の確保が困難」という特殊条件を加味して工法選定を行う必要があった。

崩壊した切土法面上での復旧では、復旧工法の安定勾配を確保するために構造物による法面保護工となる。本箇所では、その崩壊規模から擁壁工を選定した。

崩壊高は  $H=3.5\text{m}$  程度であるため、通常、復旧工法には「ブロック積擁壁」が採用される規模である。しかし、前出のように、工事用車両の進入が困難なため、1個当たり約40kgのコンクリートブロックを数百個も人力で搬入する必要があった。また、島まで九州本土からコンクリートブロックを輸送する必要があり、輸送費を考慮した場合、高価な復旧工法となる可能性があった。

そのため、比較検討は、ブロック積擁壁に加え資材確保が容易な現場打コンクリート構造として「もたれ式擁壁」と、近年、災害復旧工法としての採用実績が増えてきている軽量資材を使用する「ジオセル工法」の3形式で実施し、最適工法を選定した。なお、選定に際しては、島までの輸送費、現場での搬入費を含んだ比較を行った。

#### (3)比較検討結果

表-1のように、直接工事費はブロック積擁壁が安価となる。しかし、島という特殊条件、資材搬入が困難という現場条件を加味すると、資材の輸送・搬入費が直接工事費に上乗せされ、ジオセル工法が経済的に優れる結果となった。また、人力施工のため軽量資材のみで構築可能なこと、工事に熟練技術を必要とせず作業員の確保が容易なことから、ジオセル工法が最適と判断した。

### 3.工法採用上の有効性と課題

ジオセル工法は、U.S.Army Corps of Engineersの研究で、1980年代に開発された工法である。

表-1 復旧工法選定表

工法名	ブロック積擁壁	もたれ式擁壁	ジオセル工法
概略図			
壁高(直高)	3.9m	3.9m	3.9m
直接工事費	1,068,000 円	1,542,000 円	1,137,000 円
輸送費	411,000 円	-	-
搬入費	143,000 円	255,000 円	37,000 円
合計(10m当り)	1,622,000 円	1,797,000 円	1,174,000 円
評価	-	-	採用

ハニカム形状の高密度ポリエチレン製ジオセル(高さ 15cm)内に現地発生土や砕石等を充填・締め固めを行い、階段状に段積みすることで土構造のもたれ式擁壁を構築する構造である。資材が非常に軽量かつコンパクトでフレキシブルなため、採用にあたって以下の有効性があげられる。

- ・資材は 1 枚当たり約 4kg(2.65m×0.8m)～6kg(2.65m×1.33m) 12.6kg/m<sup>3</sup>と非常に軽量で、人力搬入が容易。
- ・折りたたんだ状態(写-1)で搬入するため、仮置きヤードが不要。
- ・中詰材に現地発生土を使用可能で、残土処理が削減できる。
- ・中詰量の調整により、現場で地山と擁壁とのすりつけが容易。
- ・ポリエチレン製のため、塩害対策が不要。
- ・普通作業員による土工事のため、熟練技術を必要としない。

一方、軽量であるが故の課題もある。

- ・ジオセル擁壁の壁体重量は、土の単位体積重量となり、通常、18、19kN/m<sup>3</sup>程度を採用する。(無筋)コンクリート擁壁 23kN/m<sup>3</sup>、ブロック積擁壁 22.5kN/m<sup>3</sup> に比べ軽量なため、控え厚を増加させ安定性を確保する必要がある。そのため、資材量が増え、不経済となる場合がある。
- ・セル内に土や砕石を詰める構造のため、流水等により中詰め材が洗掘・流出する恐れがある。河川護岸や、被災箇所が多く見られるミズミチ・沢地形等への使用は検討が必要となる。
- ・ポリエチレン製のため、農地内に設置した場合、農作業で破損する可能性がある。
- ・可燃性で、野焼き等を行う場所へは採用できない。

#### 4.おわりに

今回の事例は、島という特殊条件に加え、工事用車両の進入が困難な現場条件であった。

近年、頻発化している自然災害でも同様に、資材搬入が困難な被災箇所が多くみられる。また、熟練技術を必要とするブロック工の人材不足で工事の不落が相次いでおり、災害復旧・復興に遅れがみられる。ジオセル工法は、土工事で構築する擁壁であり、熟練技術を必要としない。今後の農地復旧等の災害復旧工法として、今まで以上に広く活用されていくと考えられる。擁壁の工法選定は、計画地の諸条件を十分に吟味し、工法の特性を活かした比較選定を行うことが重要である。



写-1 ジオセル搬入状況



写-2 ジオセル設置状況



## 被災した固定堰を可動堰で災害復旧事業申請した事例について

福岡県飯塚農林事務所 農村整備第一課 ○(非)渡辺 敬

### 1. はじめに

嘉麻市大隈町を流れる一級河川遠賀川に設けられた上河原堰は、79ha の農地を潤すコンクリートで被覆された固定堰である。令和2年7月5日～8日の梅雨前線豪雨による河川水位の急上昇によって被災し、可動堰として災害復旧事業申請した事例について紹介する。



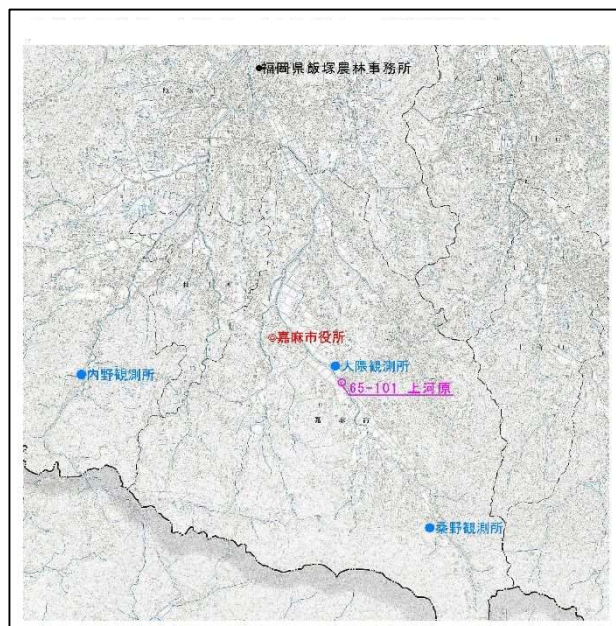
嘉麻市位置図

### 2. 被災状況

令和2年7月5日～8日の梅雨前線豪雨は、国土交通省の公表データによると最大時間雨量31mm、最大日雨量189mmであり、被災時、河川水位は洪水痕跡から3.91mであることが確認され、河岸高4.86mの約8割の高さにまで上昇していた。上河原堰はこの急上昇した河川水位とともに増した流速により堰全延長43.0mのうち27.7mが欠損し、3.2mの損傷を受けて合計30.9mが被災した。被災範囲は堰の3分の2以上にまで及んでいた。



被災状況（令和2年7月8日撮影）  
（国土交通省 遠賀川河川事務所より提供）

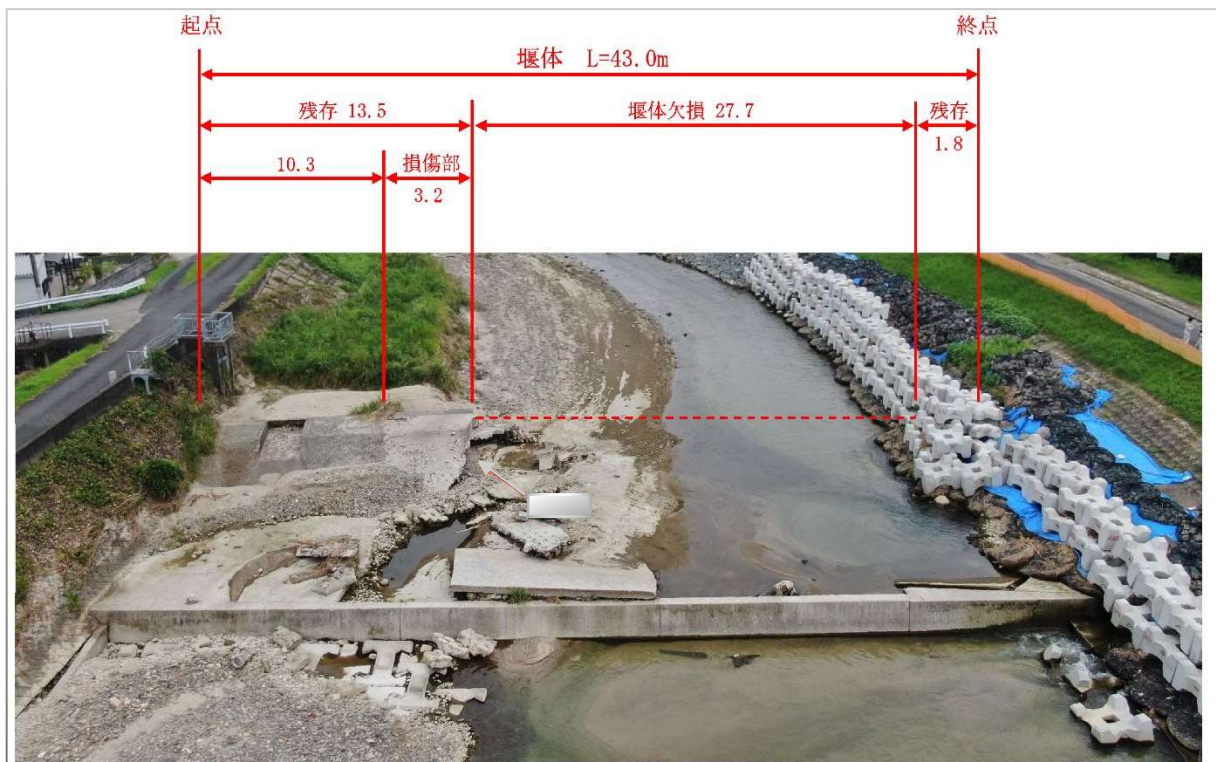


上河原堰位置図





被災状況（上空より撮影）



被災状況（下流より撮影）

### 3. 復旧計画策定方針

被災した上河原堰の上下流では、既設頭首工は可動堰に改修されていた。この状況を踏まえると、当該井堰を原形の固定堰で復旧しても被災前の安定度を確保できない恐れがあった。そこで、被災前の井堰の安定度を検討し、同程度の安定度で復旧するために欠口を設けて可動堰で復旧する計画として査定申請する方針とした。

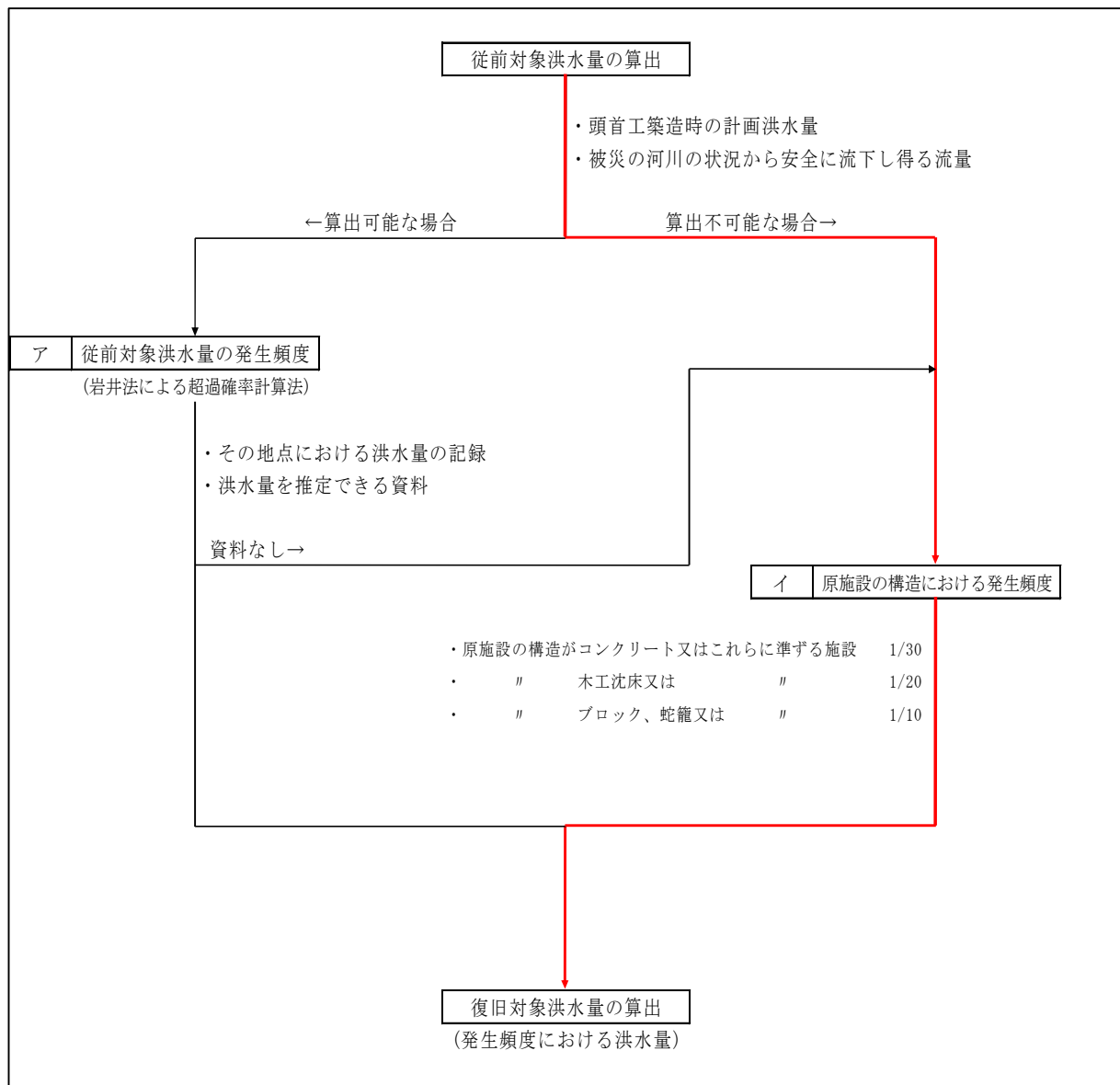
なお、検討は次の手順で行った。

- (1) 当該井堰が従前どのような発生頻度の洪水に対して安全であったかを調べ、この発生頻度を用いて洪水量を算出し、復旧対象洪水量とする。
- (2) 復旧対象洪水量と被災前の洪水量との比較を行う。
- (3) 復旧対象洪水量が被災前の対象洪水量を上回る場合には、復旧する井堰は被災前の井堰の安定度を下回ることになり、堰体に欠口を設けて従前の安定度を確保する必要がある。

#### 4. 従前の井堰の対象洪水量と復旧対象洪水量の算出

従前の井堰の対象洪水量については、当該井堰の築造時に使用した計画洪水量が不明で、被災河川の状況から安全に流下し得る流量も不明であったため、特定することができなかった。また、発生頻度については、洪水量を推定できる資料はあったが、算出することができなかった。

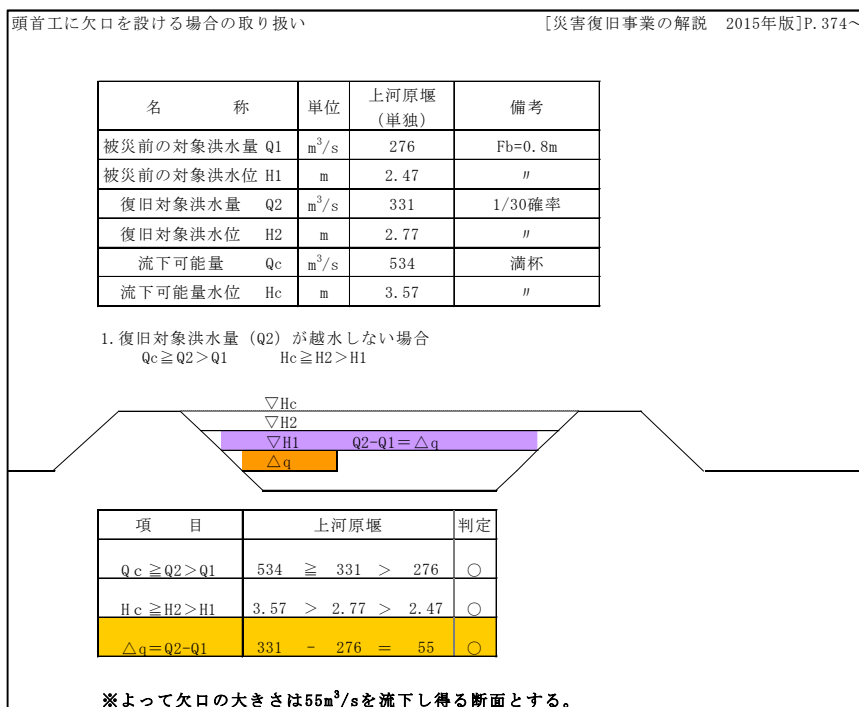
そこで、復旧対象洪水量については、当該井堰の構造がコンクリートまたはこれに準ずる施設であったことから、従前の対象洪水量の発生頻度を 1/30 として算出し、331 m<sup>3</sup>/s を得た。



復旧対象洪水量の算出フロー

## 5. 欠口(ゲート部分)の検討

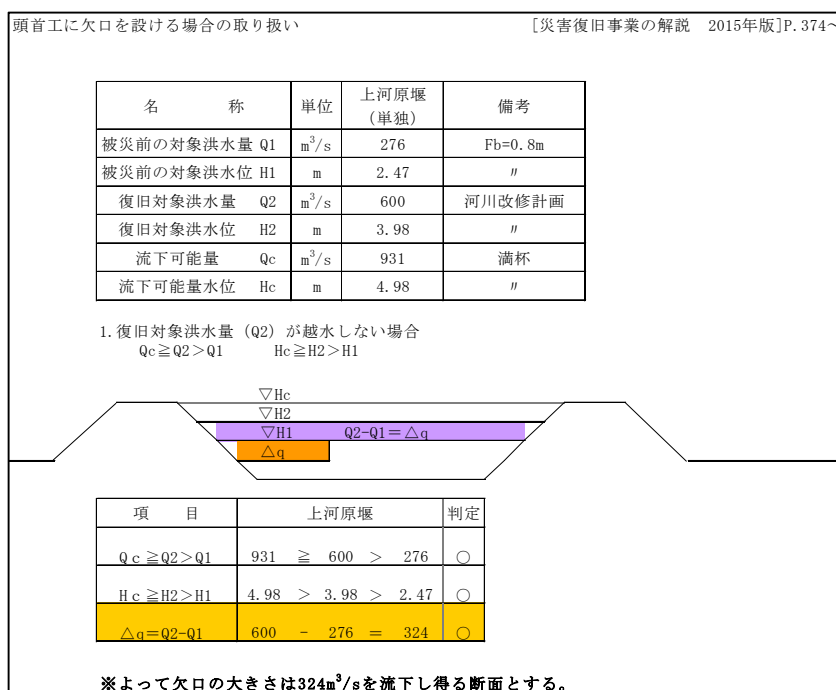
被災前の対象洪水量については、被災河川の通水断面から算出して得た 276 m<sup>3</sup>/s とした。復旧対象洪水量は 331 m<sup>3</sup>/s であり、これを 55 m<sup>3</sup>/s 上回る。よって、堰体に欠口(ゲート部分 : L=17.5m、H=0.3m、2 門)を設けて水位を下げる構造とする必要があることが判明した。



復旧対象洪水量 331 m<sup>3</sup>/s の場合の欠口

## 6. 農業用施設災害関連事業の活用

本河川は改修計画があり、この計画洪水流量は 600 m<sup>3</sup>/s で、復旧対象洪水量の 331 m<sup>3</sup>/s では再度災害の恐れがあった。このため、農業用施設災害関連事業を活用して、より大きな欠口(ゲート部分 : L=17.5m、H=1.65m、2 門)を設ける復旧計画で査定申請を行った。なお、災害関連事業費は計画洪水量 600 m<sup>3</sup>/s に対する全体復旧事業費から復旧対象洪水量 331 m<sup>3</sup>/s の災害復旧事業費との差額となる。



遠賀川の計画洪水流量 600 m<sup>3</sup>/s の場合の欠口

## 7. おわりに

近年、大雨特別警報が発出されるほどの豪雨が頻発し、大規模災害が全国各地で発生している。甚大な被害を受けた頭首工に対する復旧工法にあたり、本件が検討の一助となれば幸いである。



## 定期点検結果による小水力発電施設の改修整備について

—両筑江川発電所の改修整備計画—

福岡県朝倉農林事務所 ○(非)野添真彦

### 1. はじめに

両筑江川発電所は、朝倉市の北部に位置し、県営かんがい排水事業両筑平野地区の一環で造成し、平成 2 年に共用開始した小水力発電施設である。発電源は、直上流にある 1 級河川小石原川に設置している江川ダム(農業用ダム)の放流水を利用しており、年間を通した発電が可能となっている。

その発電で得た売電収益は、両筑平野に広がる約 4,600ha の農地の用水源として利用している揚水機場約 220 箇所の電気料金等運転経費や、両筑江川発電所及

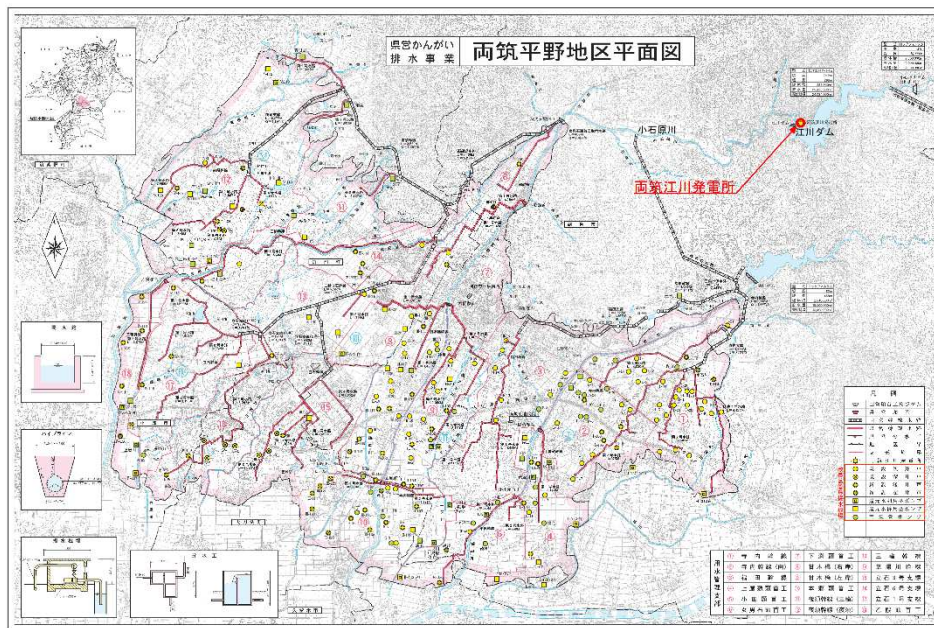


図1 両筑平野地区平面図

び揚水機場を管理・運営している両筑土地改良区が管理している農業用施設の維持管理に利用しており、長年にわたり、両筑土地改良区運営に関する金銭面における負担軽減に寄与しており、ひいては農家負担の軽減に寄与してきているところである。

### 2. 更新整備計画に至った経緯

両筑江川発電所は、平成 2 年の供用開始から 30 年以上が経過しており、この間、平成 24 年度に大規模改修整備事業を行い、また、保安規定に基づく点検結果による軽微な補修等を繰り返し行い、施設の維持管理に努めてきているところであるが、近年、老朽化に伴う不具合発生頻度が高まってきている。最近では、発電機や変圧器の不具合が発生し、その結果、長期間に渡る発電停止を余儀なくされており、その修繕費用や発電停止による売電収入の減により、土地改良区の運営が圧迫されている。

そのため、今後、将来的な電力の安定供給による改良区運営の健全化、安定化を図り、農家負担の軽減を図るため、今回、大規模改修整備を計画することとなった。

また、現在の売電契約が、固定価格買取制度(以下、「FIT 制度」という)を利用していないため、FIT 制度への移行も含めて整備計画の検討を行った。



### 3. 更新整備計画の検討

両筑江川発電所については、機能保全計画を策定していないため、今回の整備計画にあたっては、定期点検や修繕結果及び周辺環境を参考に、整備対象設備及び整備内容を検討した。

まず、近年の修繕状況を確認した結果、故障対応を行った設備のうち、発電機については、令和元年度に必要な整備を完了しており、また、主変圧器については、当該設備に繋げなくとも、内部設備の調整により電力送電が可能となったことから、現在、主変圧器を経由せずに発電電力を送電している。次に、周辺環境について確認した結果、電力供給源の江川ダム上流に、現在試験湛水中の小石原川ダムが建設されており、発電所建設当時と状況が変わってきている。

上記の条件を基に、①FIT 制度移行可能な整備②必要設備の更新整備③必要設備の一部更新・分解整備の3つのパターンにより事業計画の検討を行った。

初めにパターン①について検討した結果、この整備内容が施設管理者としても一番望ましいが、FIT 制度へ移行条件の一つとして、既存施設を利用する場合は、電気設備(水車、発電機、制御盤、変圧器、遮断器等)の更新が必要となっている。本施設については、令和元年度に発電機の分解整備を行っており、この設備についても更新が必要であるため、既整備費用が無駄になること、発電量を江川ダムの水位に依存しており、そこから、電力量を試算する必要があるが、小石原川ダムができたことにより、今後、江川ダムの貯水位が変わる可能性があることから、江川ダムの水位が定まらないと電力量の試算ができない。以上により、今回、FIT 制度への移行は行わないこととした。

次に、パターン②について検討した結果、次回の更新整備が可能な時期が、20年後になり、その間、FIT 移行の検討ができなくなるため、更なる農家負担軽減を検討するうえでも、この整備内容についても行わないこととした。

最後に、パターン③について検討した結果、既に耐用年数を超えて使用しており、現段階で更新することが望ましい設備もあったが、定期点検の結果、最低限の部品交換や分解整備を行うことで、長寿命化の対応が可能な状態であることが判明し、また、このパターンで整備した場合、江川ダムの水位変動を検証後、直ちに FIT 制度へ移行するための整備事業への検討も可能となる。

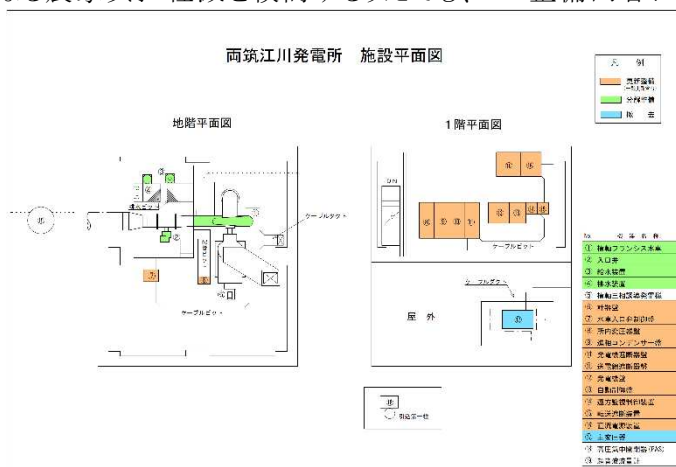


図2 整備内容説明図

以上により、今回の整備は、パターン③で整備事業を行うこととし、パターン①の FIT 移行のための整備は、周辺状況や FIT 制度の状況を踏まえて、今後検討していくこととなった。

### 4. 終わりに

今回、小水力発電施設の再整備計画を策定するうえで、日頃の点検結果の蓄積により、今後の整備方針を見据えた整備内容の検討を行うことができ、日常点検が非常に有効になることを改めて感じた。

また、当事務所では、基幹水利施設については機能保全計画を策定してきているが、その後の施設の点検結果の蓄積については、進んでいない状況であり、今後、点検結果の蓄積が課題となっているため、定期点検の推進及び点検結果の蓄積方法を検討していく必要がある。

## 現場制約がある既設ため池洪水吐の設計

鹿児島県鹿児島地域振興局農村整備課 ○(非)下石雅也

### 1. はじめに

近年、豪雨による大規模災害が頻発しており、大雨特別警報の発令や、線状降水帯発生情報といった言葉が使われるようになるなど、これまで経験したことのない豪雨も珍しくなくなっている。

九州北部豪雨や平成30年7月豪雨では、西日本を中心に多くの被害をもたらし、土地改良施設に関連するものとして、ため池の決壊による人的被害も発生した。これにより「農業用ため池の管理及び保全に関する法律」が施行され、防災重点ため池の見直しや、地震・豪雨に対する診断調査、ハザードマップの作成等が進められている。

今回は、洪水吐断面が不足するため池の洪水吐改修の実施設設計であるが、地形条件等の制約がある中での洪水吐形式選定について報告する。

### 2. ため池改修計画の概要

対象となるため池は日置市東市来町湯田地内に位置しており、受益面積 3.02ha、貯水量は 2,000m<sup>3</sup>の比較的小規模なため池である。

既設の洪水吐は400型の落蓋側溝が設置されているが、明らかに断面が不足しており、大雨時には越流による堤体の決壊のおそれがある。また、堤体上流側は波浪による浸食を受けていることから、浸食による漏水や堤体の崩壊も予想される。このため、今回、農村地域防災減災事業(農村災害)により洪水吐の改修及び、堤体の法面保護を実施する計画である。

鹿丸ため池の概要

総貯水量 2,000m<sup>3</sup>(ため池データベースより)

堤高	5.0m
堤長	70.0m
流域	35.4ha



写真-1 鹿丸ため池上流から堤体を望む(左の鋼製蓋水路が現在の洪水吐)

### 3. 地震耐性評価及び豪雨耐性評価

本事業の実施に併せ、地震耐性評価のためのボーリング調査を実施し、堤体の安定計算及び液化判定の実施した。地震耐性については、いずれも問題ないことが確認された。

豪雨耐性評価については、設計技術指針「ため池整備」に則り、設計洪水流量を求め検証した。

ため池の設計洪水流量は、流域面積・洪水到達時間から 100 年確率降雨強度を算出し、その数値を 1.2 倍した 200 年確率降雨強度の 125mm/hr から算定し、11.063m<sup>3</sup>/s とした。ため池台帳上の現在の洪水吐能力は 0.2m<sup>3</sup>/s となっており、大きく断面が不足していることが確認できる。

### 4. 堤体と洪水吐の関係

洪水吐の形状は、堤体の形状により左右され、堤体工事費と洪水吐工事の関係は下の表のとおりとなる。堤体を高くすることで、洪水吐越流水深を深くすることが出来るため、洪水吐幅は狭くなり、その工事費用が抑えられる。ため池を新設する場合など、この最も経済的となる越流水深経済点となるような設計が良いとされる。

しかし、今回は以下の地形条件等の制約があったため、堤体の形状は変更せずに洪水吐の設計を行う必要があった。

1) 上流に水田があり堤体及び洪水吐を耕作道路として利用する必要がある。また、洪水吐を暗渠構造とする必要がある。

2) 堤体下流は法尻に耕作作道があり、堤体を嵩上げすることで耕作道路の再設置や用地買収が必要となり、工事費が増加する。

3) 既設道路擦り付け延長を伸ばすことで用地買収が必要となるが取得困難な土地がある。

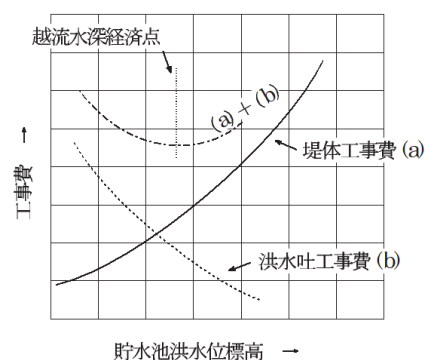


図-1 洪水吐越流水深の経済点の概念図

### 5. 洪水吐の設計(地山との擦り付け部で検討)

洪水吐断面は常時満水位 (FWL) 状態から、設計洪水流量を流しうる断面を確保しなければならない。

管理者からの聞き取りによると、降水量の少ない年は水が不足する(要因として洪水吐周辺での漏水も影響していると思われる。)ので、現在の貯水量を維持してほしいという要望もあり、常時満水位は、現在の洪水吐高さ H=155.40m とした。

次に、堤体高さと波の打上げ高から設計洪水位(HWL)を決定する。

堤体の現況地盤高は H=156.66m であり、設計洪水位+波の打上げ高がこれを超えてはならない。

波の打ち上げ高さは、対岸距離・風速・斜面粗度等から H=0.7m とした。

地山との擦り付け部については、現況地盤高 $\geq$ 設計洪水位+波の打上げ高としなければならないため、現況地盤高から波の打上げ高を引いた 156.66-0.7=155.96m が設計洪水位となる。

この常時満水位と設計洪水位の差 155.96-155.40=0.56m が水深(越流水頭)となり、この水深と流量によって洪水吐幅が決定される。



写真-2 既設洪水吐の状況



以上の条件で洪水吐の形式を比較した結果以下の表のとおりとなった。

表-1 洪水吐形式選定比較表

検討項目	【第1案】水路流入型	【第2案】正面越流型標準堰	【第3案】側水路型	【第4案】正面越流型ラビリンス堰
平面図・断面図				
構造的・特徴	<ul style="list-style-type: none"> <li>堰を数行ず水路に流入させる形式。</li> <li>流量係数が他の形式に比べ小さいため、設計水頭が同じ条件では水路幅が広がる。</li> <li>設計洪水量11.063m<sup>3</sup>/s、設計水頭0.56mに対して18.90mの幅が必要となる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>堰を数行越流させ、流量係数を大きく保つ構造。</li> <li>越流係数を大きく保つため、水路流入型に比べ約1.5倍の放流能力を持つ。</li> <li>設計洪水量11.063m<sup>3</sup>/s、設計水頭0.56mに対して12.20mの幅が必要となる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>比較的、設計洪水量が大きく、正面越流型では洪水吐流路幅分の敷地確保が困難な場合に採用する形式。</li> <li>水路流入型に比べ、約1.5倍の放流能力がある。</li> <li>設計洪水量11.063m<sup>3</sup>/s、設計水頭0.56mに対して標準堰の場合12.20m、ラビリンス堰の場合6.00mの幅が必要となる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>シザグの平面形をした堰。直線の平面形をした堰よりも放流能力が高く、越流幅や設計水頭を低減でき、堰高を低くすることや堤体積の低減が図れる。</li> <li>接近水路を可能な限り短くする必要はある。</li> <li>設計洪水量11.063m<sup>3</sup>/s、設計水頭0.56mに対して6.00mの幅が必要となる。</li> </ul>
評価・考察	<ul style="list-style-type: none"> <li>4つの案の中で最も幅が広がる形式。</li> <li>堤体及び下流側道路への影響が大きい。また、移行区間の延長も最も長くなる。</li> <li>山側の掘削も大きくなり土工数量が増える。</li> <li>暗渠幅が広く扁平なため、構造的に不利な断面形状となり、節材厚が大きくなる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1案の水路流入型の次に幅が広い。</li> <li>1案同様下流道路への影響がある。</li> <li>暗渠幅が広く扁平なため、構造的に不利な断面形状となり、節材厚が大きくなる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>堰形状をラビリンス堰とすれば1.2案に比べコンパクトになる。</li> <li>側水路箇所は全て暗渠構造となる。越流が所が希少きとなるため、4案に比べ構造的に不利であり、節材厚が大きくなる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>洪水吐幅は最も小さい案。</li> <li>暗渠構造は4案の中で構造的には最も有利である。</li> <li>1.2案に比べ施工は多少複雑となる。</li> </ul>
判定	×	×	×	○
	洪水吐幅及び工事断面を考えるとラビリンス堰が最も有効であるとされる。側水路型のラビリンス堰は正面越流型のラビリンス堰に比べ、暗渠構造が不利であり、節材厚も大きくなることから正面越流型のラビリンス堰が最も有効な形状であると判断する。従って、洪水吐の形状は <b>正面越流型ラビリンス堰</b> とする。			

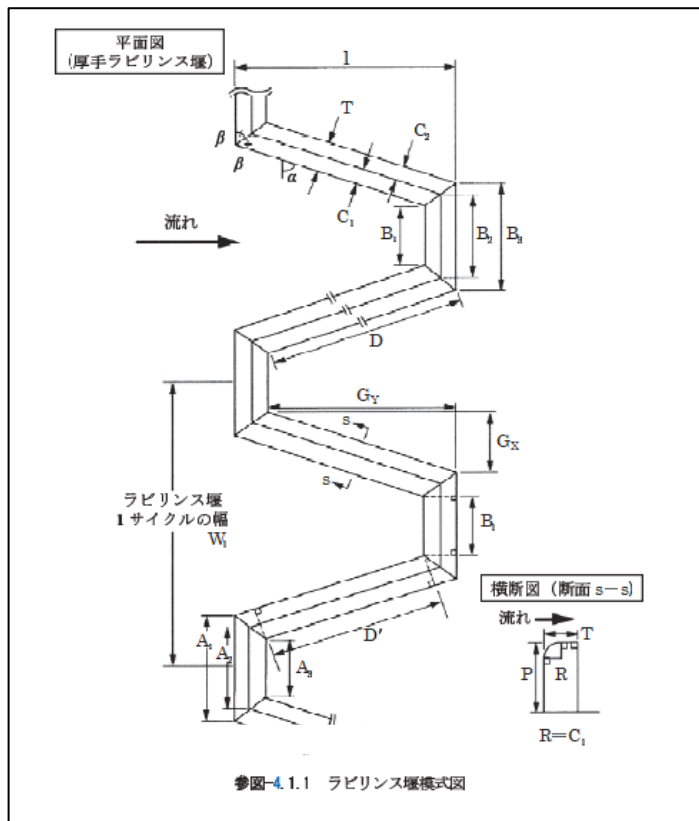
この比較により、水路流入型では幅 18.9m, 正面越流型標準堰では幅 12.2m となり形状が扁平になるため洪水吐の暗渠化が困難である。また、地形の形質変更が大きく、工事費が増大することが予想される。このため、今回は堰幅が最も狭い第4案の正面越流型ラビリンス堰を採用した。

## 6. ラビリンス堰の特徴

ラビリンス堰はジグザグの平面形をした堰である。直線の平面形をした堰よりも放流能力が高いので、その分、越流幅や設計水頭を低減出来る。

越流幅の低減により洪水吐の小規模化、設計水頭の低減により常時満水位の増嵩、もしくは設計洪水位の低下、すなわち、堤高を低くすることや堤体積の低減が図れるという特徴がある。

ラビリンス堰の形状については、堰高から堰縦断方向の長さや1サイクルの幅が決まってくるため、以下の留意点に考慮し、堰高を10cm単位で変化させ今回の、設計洪水量11.063m<sup>3</sup>/sと越流水頭0.56mの条件で最も経済的な断面を決定する。





## ラビリンス堰設計上の留意点

- 1) サイクル数は、既存設計式、設計図表を用いた場合に 0.5 単位としなければ正確な放流量を算出できない。
- 2) 設計条件によっては不安定な越流状況となる。
- 3) 背面に空洞域ができ底越流水頭では水膜振動による騒音が発生することがある。
- 4) 流入水路始端～ラビリンス堰末端までは水平水路床とする
- 5) 越流幅当たりの放流量が大きいので接近流速が速くなるため、ラビリンス堰をため池側に付き伸ばし、できる限り接近水路を短くする設計が望ましい。等

計算の結果、洪水吐幅が最少となる堰高  $P=1.1\text{m}$ 、サイクル数  $n=1.5$  と設定した。

なお、下流の調整部、移行部については、標準越流堰の場合と同様に設計する。

表-2 堰形状決定のための計算表

堰高 P(m)	堰の縦断 方向長さ l(m)	1サイクルの 越流幅 W1(m)	サイクル 数 n	洪水吐幅 B(m)	流下能力 Q(m <sup>3</sup> /s)	判定
0.8	4.79	2.870	2.5	7.18	11.063 < 12.186	OK
0.9	5.39	3.230	2.0	6.46	11.063 < 11.700	OK
1.0	5.99	3.590	2.0	7.18	11.063 < 13.660	OK
1.0	5.99	3.590	1.5	5.39	10.255	NG
1.1	6.58	3.950	1.5	5.93	11.063 < 11.725	◎ OK
1.1	6.58	3.950	1.0	3.95	7.810	NG
1.2	7.18	4.310	1.5	6.47	11.063 < 13.195	OK
1.2	7.18	4.310	1.0	4.31	8.974	NG
1.3	7.78	4.670	1.5	7.01	11.063 < 14.666	OK
1.3	7.78	4.670	1.0	4.67	9.770	NG

## 7. まとめ

今回のため池では、現場条件に制約があったことから、ラビリンス堰の採用が経済的となったが、ラビリンス堰には縦断方向に距離が伸びることや、ゴミが溜まりやすいなどの維持管理上のデメリットも少なくな

い。  
堤体の嵩上げをすることが経済的となるため池も多いことから、各現場の状況や設計条件に応じた検討、創意工夫が重要である。

鹿児島県内の農業用ため池数は 600 を超えており、防災重点ため池数は現時点で 245 ある。現在、機能診断等の業務が進められているが、その改修には莫大な費用が必要となる。今回のように一つ一つの改修コストを下げる事が出来れば、鹿児島県全体で大幅なコスト削減の可能性がある。

## 農村地域防災減災事業(シラス)竹山地区の

### 排水路工事について(推進工法, OSJ工法)

鹿児島県 大隅地域振興局 曾於畑地かんがい  
農業推進センター水利事業課 ○(非)平牟礼勝男

#### 1. はじめに

本地区は、鹿児島県曾於市南部の大隅町に位置するシラス台地 30ha を受益地としている。昭和 47 年特殊農地保全整備事業により排水施設が整備されているが、近年の局地的豪雨(ゲリラ豪雨)や線状降水帯の発生及び営農形態がマルチ栽培となったことにより、浸食された土砂が流出して排水施設の溢水や排水不良が発生し、多大な被害となっていることから、平成29年度より全長5,450mの農地保全整備を行っている。今回本地区で実施している特殊工法(推進工法, OSJ工法)について紹介する。(図-1)



図-1 計画概要図

#### 2 事前調査

- (1) 現地調査(地形, 周辺環境の調査を行い工法選定条件に必要な情報の収集)
- (2) 支障物件等調査(電気通信線等による施工限界の整理)
- (3) 地質調査(ボーリング調査による地質の把握) (写真-1)



写真-1 事前調査

#### 3. 推進工法について

##### (1) 工法の決定

国道横断区間は、縦断計画により掘削深が5~6mとなり開削が行えないことから推進工法による検討を行った。推進工法の分類は「下水道推進工法の指針と解説(公益社団法人 日本下水道協会)」により、管径がΦ1500(水理計算結果)の場合、中大口径管推進工法となり比較検討を行った結果、刃口推進工法とした。(図-2)

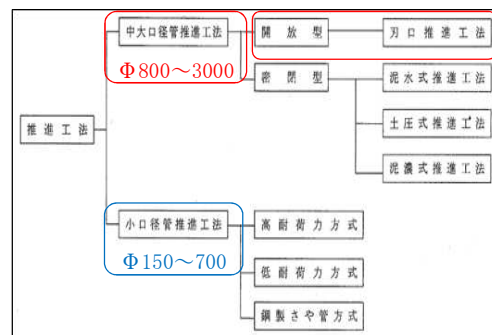


図-2 推進工法の分類

## (2) 線形計画

発進坑及び到達坑の位置決定については、下流側の架空線・立木が支障となったことから、影響とならない上流側を発進坑とした。

また、立坑については、集水枿の機能を有する構造となるが地質調査の結果、地耐力が得られなかったことから、原位置の配合試験及び六価クロム溶出試験の結果、経済的となる高炉セメントによる地盤改良(深層混合攪拌)を行った。(図-3)

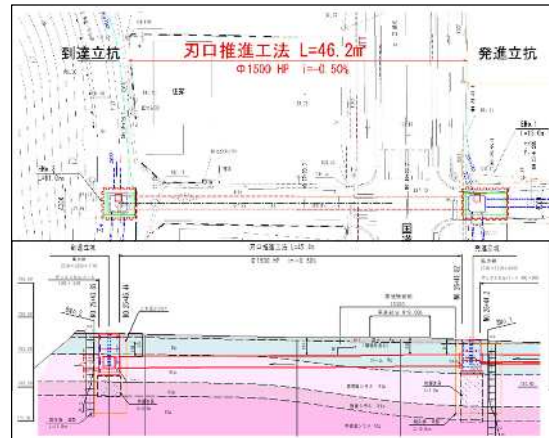


図-3 線形計画

## 4. OSJ工法について

### (1) 工法の検討

市道区間に函渠(ボックスカルバート)設置を行うために注視したこと

- 1) 市道幅員が 5.50m, 掘削幅 2.80m, 掘削深が縦断計画により約 5.70m
- 2) 市道沿いは家屋(住家・塀)が隣接し架空線・立木による制限及び急峻な崖地

以上を踏まえて、掘削勾配の確保及び旋回による敷設が困難な事から土留めを行い縦断線形方向に敷設可能な工法の検討を行った。(図-4)

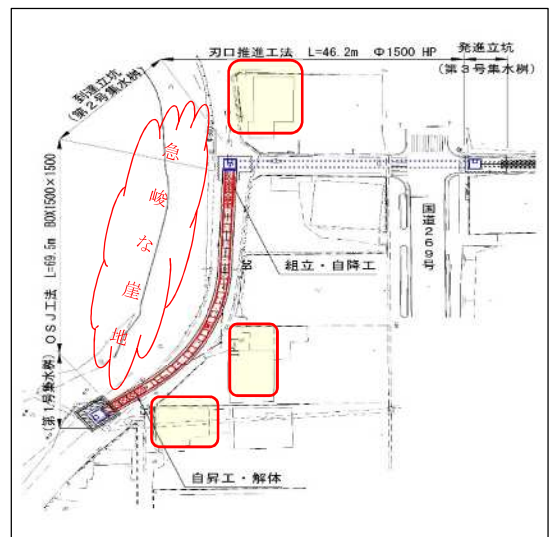


図-4 工法の検討

### (2) 敷設工法の選定

#### 1) オープンシールド工法(OSJ工法) (図-5)

掘削機械が土留となり掘進と同時に埋戻転圧を行うため振動による影響が低減される。

#### 2) 横引工法(ベアリング工法) (図-6)

土留めに綱矢板の圧入引き抜きを行うため、振動による地盤変動が懸念される。

上記の内容により総合的に検討を行った結果、周辺への影響負荷を重視し、オープンシールド工法のOSJ工法(オープンシールドジャッキング工法)を選定した。

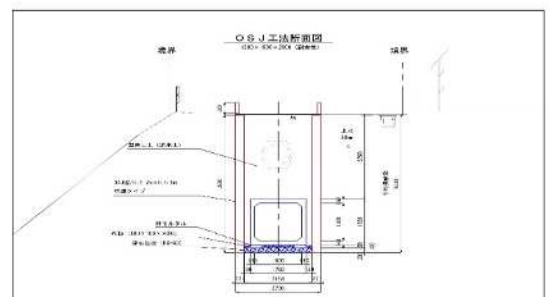


図-5 OSJ工法

## おわりに

今回、函渠敷設の工法として選定したOSJ工法については、施工中の振動も少なくまた、敷設後の変動も確認されず周辺に与える影響が最小限となる安心・安全な工法といえる。

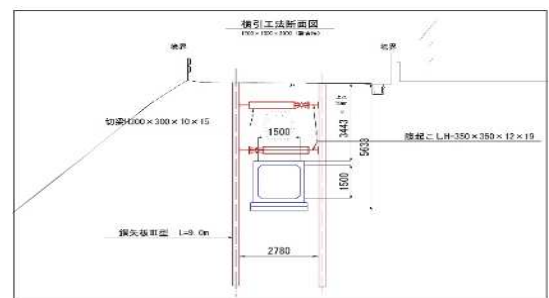


図-6 ベアリング工法



## 農地耕作条件改善事業による加工・業務用野菜の産地育成について(須美江地区)

宮崎県東臼杵農林振興局(非)朝倉隆史

### 1. はじめに

須美江地区は宮崎県延岡市の北東部に位置し、水稻を主体とした営農が行われている。また当地区は須美江 IC の近くで交通のアクセスは良いが、周囲は山で囲まれ、過疎化により農業後継者は減少し、農作物への鳥獣被害も多発していることから荒廃農地増加が懸念されている。そのため、平成 30 年より新たな耕作者を検討し始め、様々な機関との協議・検討の結果、令和元年 7 月より農業法人が参入した。

現在、「農地耕作条件改善事業(国庫補助)」にて基盤整備(区画整理、鳥獣害防止柵等)を実施し営農条件の改善を図ると共に、その事業における地元負担金については全国で初めて「農地整備・集約協力金」を活用し、負担軽減に取り組んでいる。

### 2. 農地耕作条件改善事業 須美江地区の概要について

- 1) 事業工期: 令和 2 年～令和 3 年
- 2) 事業内容: 整地工 A=3.0ha  
鳥獣侵入防止柵 L=2,040m  
用水施設更新整備 N=一式  
高収益作物導入支援 N=一式

3) 総事業費: 54,000 千円

4) 地区面積: A=3.2ha

### 3. 農業法人参入までの流れ

○平成 30 年 10 月～11 月

- ・須美江地区に入り作っていた市内農業法人が撤退、新たな耕作者を探す
- ・県より市へ農業法人の情報提供
- ・県内青果卸売業者がキャベツの安定供給を目指し、県の支援により農業法人を設立
- ・農業法人の参入や受入に向け関係機関(県、市、JA)で打ち合わせ、役割分担作成

○平成 31 年 1 月～令和元年 7 月

- ・キャベツの試験栽培の実施
- ・試験栽培の結果から農業法人が栽培出来ると判断、農業法人より農場長の人選依頼
- ・地元説明会において地元役員等に参入を表明

○令和 2 年

- ・宮崎県農業振興公社(農地中間管理機構)を事業主体として農地耕作条件改善事業を開始



須美江地区位置図



キャベツの試験栽培



鉄コンテナによる出荷



#### 4. 農地耕作条件改善事業の取組

本地区は過去に基盤整備が行われた地区ではあったが、区画が狭小のため作業効率が悪く、鳥獣害の被害も多い状況であった。

また前述のとおり農業法人が本地区への新規参入、畑利用の意向を示したことから、加工キャベツの産地化、法人経営安定に向けた農作業の効率を図るため、行政、農業法人が一体となって右の採択条件をクリアし、農地の区画拡大(A=約 3ha)及び鳥獣害対策(L=約 2km)等の条件整備に加え、高収益作物導入支援として肥料等の購入を、宮崎県農業振興公社が事業主体となって実施しているところである。

農地耕作条件改善事業	農地中間管理事業の重点実施区域
	機構を介した担い手への農地集積
	総事業費200万円以上
	関係戸数2戸以上



施工状況写真（整地工）



施工状況写真（鳥獣侵入防止柵設置）

#### 5. 農地整備・集約協力金の活用について

本地区の各負担率は、「国 50%、県 27.5%、市 10%、地元 12.5%」であるが、地元負担金軽減のため、右に示す協力金の活用を検討した。様々な要件を行政と地域全体の協力によりクリアし、また対象農地全てを農業法人に集積するため 12.5%の協力金を得られ、ハード事業にかかる地元の負担金は、実質 0 円にすることができた。

#### 6. 今後について

須美江地区は、引き続き完了に向けて工事を実施する予定である。

また、隣接する須美江第 2 地区(A=2.5ha)について、来年度採択に向けた各関係機関等との協議を現在進めている。

農業法人においては、経営面積が拡大されるため、地元雇用創出による労働力の確保や技術面(新たな機械導入等)について検討している。

また農業法人が参入を契機とし、地域は更なる活性化を図るために多面的機能支払制度の共同活動組織の立ち上げも検討している。

農地整備・集約協力金	対象農地が国庫基盤整備済地区に内在又は隣接
	10ha(中山間5ha)未滿
	実質化された人・農地プラン
	関係戸数3戸以上
	全対象農地に中間管理権15年以上
	5年間以上無償で貸借
目標年度までに全対象農地を担い手に集積	

目標年度における担い手への農地集約率	農地整備・集約協力金交付額
100%	農地耕作条件改善事業費の12.5%相当額
90%	同8.5%相当額
80%	同5.0%相当額

基幹水利施設ストックマネジメント事業 東郷地区の用水路補修工事について

宮崎県南那珂農林振興局 (非)押川雷斗

1. はじめに

本地区は、日南市中心部より北側約 6.0km に位置し、2 級河川広渡川流域沿いに広がる受益面積 A=207.3ha の市内でも有数な稲作地帯を形成している。当該水路は基幹作物である水稲や野菜のかんがい用水として重要な幹線水路であるが、供用開始から約 50 年が経過しており、暗渠部の一部区間において、老朽化のため亀裂による漏水や農地の陥没が生じ、早急な対策が必要となっている。このため、基幹水利施設ストックマネジメント事業で補修を行うことにより施設や農地の災害を未然に防ぎ、用水の安定供給を確保すると共に水稲や野菜の安定収量と品質の向上を図ることとした。



図 1 位置図

2. 事業概要

- ・所在地 : 宮崎県日南市大字東弁分
- ・事業工期 : 平成 30 年～令和 2 年
- ・事業量 : 水路トンネル L=1,143m : サイフォン L=355m
- ・受益面積 : A=207.3ha

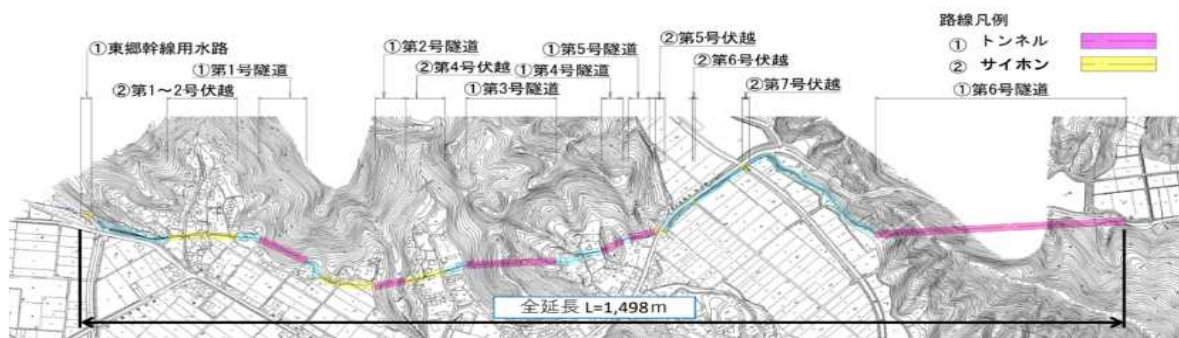


【水路トンネル】



【サイフォン】

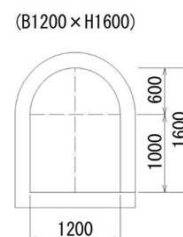
図 2 全体平面図



### 3. 実施内容

#### (1)水路トンネル

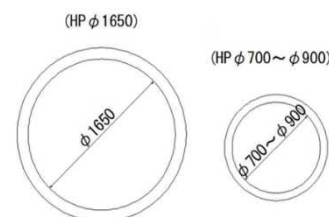
東郷地区の水路トンネルは、6箇所あり、標準断面 B1200mm×H1600mm の馬蹄形である。全箇所老朽化によりトンネル覆工のひび割れ、表面劣化が生じ施設の安定に影響を及ぼす恐れがあり、主な工事として、ひび割れ補修工と表面被覆工を行う。



標準断面図①

#### (2)サイフォン

東郷地区のサイフォンは、6箇所あり、管径はφ700～900mm、φ1650mmとなっている。また、経年劣化等により、目地などのジョイント部に隙間や破損が生じているため、漏水している箇所がみられ、主な工事として、直線部で止水バンド工、屈曲部で塗布型ライニング工を行う。



標準断面図②

### 4. 地区の特徴

東郷地区の特徴としては、受益面積が A=207.3ha と広大であり、市内でも有名な稲作地帯である。日南市で栽培されている稲作は、早期水稲が有名であり、早期米作付の2月中旬から収穫が7月であるため、普通期水稲と比較すると約2ヶ月早い。また、トマト等の野菜の主な収穫時期は、9月であり、稲作も含めると2月中旬から9月末までは、用水を利用している状況であるため、流水期間を除いた10月から2月中旬で施工しなければならない。

### 5. 本工事の改善点

#### 【問題】

- ・完成検査で付着力強度試験を行ったところ、試験の補助材が躯体コンクリートから剥離してしまい、表面被覆工の追加の補修工事が必要となった。



#### 【改善】

- ・今後は、施設の事前調査の精度をより高め、事前に受発注者間で協議を行い、管理箇所を適正に選定していく。

### 6. おわりに

宮崎県においても、若年層の担い手が非常に少なく、地元の改良区組合員の高齢化が進んでいるため、老朽化が多くみられる農業用施設の管理をしていくのが、困難となってきた状況にある。

今回の用水路補修工事によって、今後の維持管理の労力軽減を図っていったが、今後も、維持管理の作業軽減に向けた整備が実施できるよう、地元への助言や指導等に取り組んでいきたい。

# オーラルセッション

## 第3会場

灌漑排水，農村計画，生態環境



## 地区調査 多良間地区における管井取水試験について

### －淡水レンズにおける安全で安定的な地下水利用について－

沖縄総合事務局土地改良総合事務所宮古支所 ○(非)池田祐紀乃  
沖縄総合事務所土地改良総合事務所宮古支所 (正)島袋進

#### 1. はじめに

##### (1) 多良間島について

多良間島は、那覇市から南西方向へ約 310km 離れた場所にあり、宮古島と石垣島のほぼ中間に位置しており、東西約 5.8km、南北約 4.3km、面積約 20km<sup>2</sup> の東西方向に長軸を持つ楕円形の島である。標高 5～15m 程度のほぼ平坦な島であり僅かに南へ傾斜している。全域が琉球石灰岩で覆われ、構成地質は、層厚約 1m の表土、その下位にサンゴ石灰岩等からなる琉球石灰岩層、基盤として多良間砂岩層が形成されている。このような透水性の岩石によって形成された島では、地下水（淡水※）が比重差により海水（塩水）の上にレンズ状の形で浮かんで存在することがあり、その形状から淡水レンズと呼ばれている。淡水レンズは、多良間島の全域に存在し、島中央部で最大厚さ 7m 程度の層厚を形成して琉球石灰岩中に分布している。

また、島の生活用水は、この淡水レンズを水源として、全量を賅っている。

※淡水とは島の基幹作物であるさとうきびにかん水可能な塩分量の上限値（塩分濃度が 500ppm 以下になる値）として電気伝導度（以下、EC と言う）200mS/m 以下と定義している）

##### (2) 多良間島での国営事業計画について



写真2. 多良間村の既設集水池

本地区の農業の特徴は、専業農家率が約 7 割と高く、さとうきびを中心に、葉たばこ、かぼちゃ等の野菜類及び飼料作物等の農業経営がなされている。

しかし、透水性が高く、平坦な地形で河川が存在しないことから、ほとんどの農地の農業用水は降雨に依存しており、さとうきびの収穫量や品質（糖度）が不安定で、高収益作物の導入が困難な状況となっているほか、農業生産性の向上、農業経営の安定、農業振興、地域振興の妨げとなっている。このため、土地改良総合事務所では令和元年より国営土地改良事



写真1. 多良間村航空写真

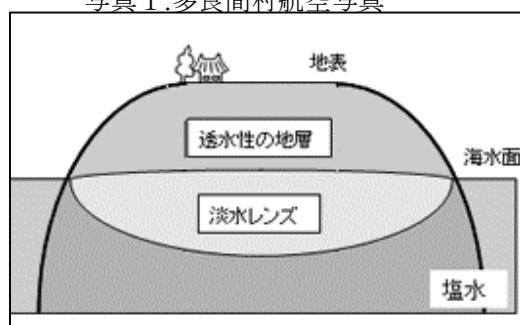


図1. 淡水レンズの構造

業振興の妨げとなっている。このため、土地改良総合事務所では令和元年より国営土地改良事

業地区調査において、多良間島の農業用水の確保、安定供給を目的に、畑地等からの流出水を効率的に集水して貯水する集水池（掘込型のため池）を主水源とし、その補助的な水源として淡水レンズによる地下水を利用するための検討を行っている。

## 2. 管井取水試験

### (1) 目的

水源として淡水レンズを活用するために国営事業で過年度に渡り調査した結果、地下水取水計画（案）を下記のとおり定めている。

- 1) 年総取水量：12 万 m<sup>3</sup>/年
- 2) 日総取水量：1,000m<sup>3</sup>/日
- 3) 井戸 1 基当たり取水量：100m<sup>3</sup>/日/基
- 4) 管井 20 基
- 5) 取水期間：120 日間/年
- 6) 取水ルール：100m<sup>3</sup>/日/基×10 基×30 日連続×4 ヶ月  
(10 基ずつ 30 日ごとに交互運転し、120 日間の取水)

本取水試験では計画（案）通り取水した場合、淡水レンズの構造を維持しながら、安全かつ安定的な利用が可能か検証するため、管井 2 基を用いて行った。

### (2) 方法

地下水取水計画（案）を想定した管井 2 箇所を対象に 30 日間の交互運転を 2 サイクル行い、管井 2 箇所の地下水位・取水量・汲み上げ水の EC をそれぞれ測定し、取水試験期間中の気象・潮位状況を踏まえ、EC が 200mS/m を超過しないか、地下水取水による地下水位の変動、淡水レンズ厚の変化についてデータ整理を行った。また、管井の周辺観測孔（管井 30T1 は 4 箇所、管井 27T15 は 7 箇所）については、地下水位と EC を計測し、取水による影響を考察した。

#### 1) 取水試験及び取水時期

- ・ 取水試験箇所 30T1、27T15
- ・ 取水試験 取水強度 100m<sup>3</sup>/日/孔
- ・ 取水期間 120 日間

表 1. 取水試験計画

サイクル	1サイクル目		2サイクル目	
	8月	9月	10月	11月
ステージ	30日間	30日間	30日間	30日間
管井30T1	【取水】	休止	【取水】	休止
管井27T15	休止	【取水】	休止	【取水】

#### 2) 管井取水試験における管井及び観測孔の諸元

表 2. 管井及び観測孔の諸元

整理番号	孔番号	区分	井戸深度 (m)	管井からの 離隔距離 (m)
	30T1	管井 (揚水井)	14.863	
1	R1T1	観測井	14.850	1.0
2	R1T2	観測井	14.850	4.0
3	R1T3	観測井	15.250	20.0
4	R1T4	観測井	25.250	150.0
	27T15	管井 (揚水井)	15.190	
1	26T6	観測井	20.000	1.1
2	R1T5	観測井	14.850	2.0
3	23T3	観測井	25.121	2.2
4	23T4	観測井	25.134	4.3
5	23T5	観測井	19.000	7.0
6	23T2	観測井	25.131	23.2
7	25T3	観測井	20.084	113.1

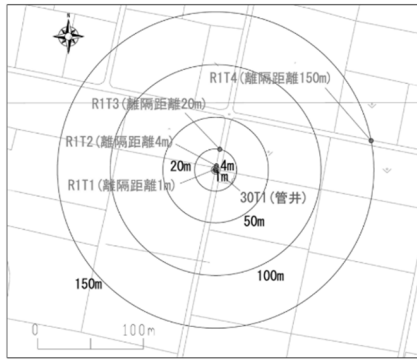


図2. 管井 30T1 及び周辺観測孔

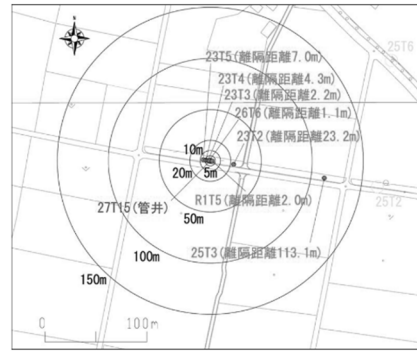


図3. 管井 27T15 及び周辺観測孔

(3) 結果

【汲み上げ水の EC 変化】

取水強度 100m<sup>3</sup>/日/孔では管井汲み上げ水の EC が漸増し、取水期間 30 日間の各 2 サイクル内で、管井 30 T 1 では、初期値約 71mS/m から最大約 12mS/m 程度 (84.0mS/m) 上昇した。管井 27 T 15 では、初期値約 67mS/m から最大約 32mS/m 程度 (99.3mS/m) 上昇した。全試験期間 120 日内で、管井 2 箇所所の EC が上昇したものの、塩淡境界である 200mS/m より十分に低いため、120 日間の連続取水は可能であることが確認された。

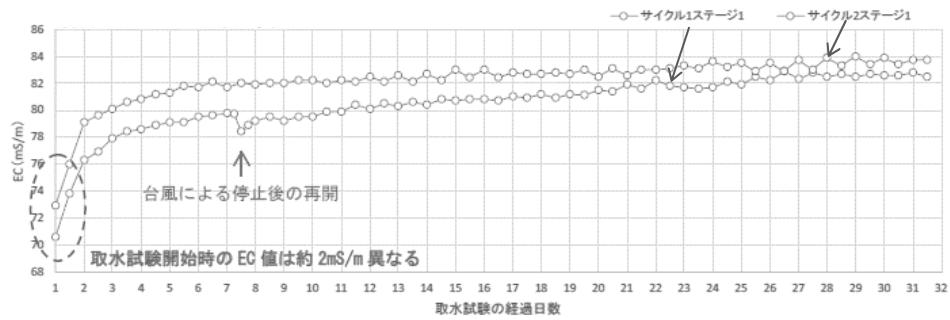


図4. 管井 30T1 汲み上げ水 EC 変化

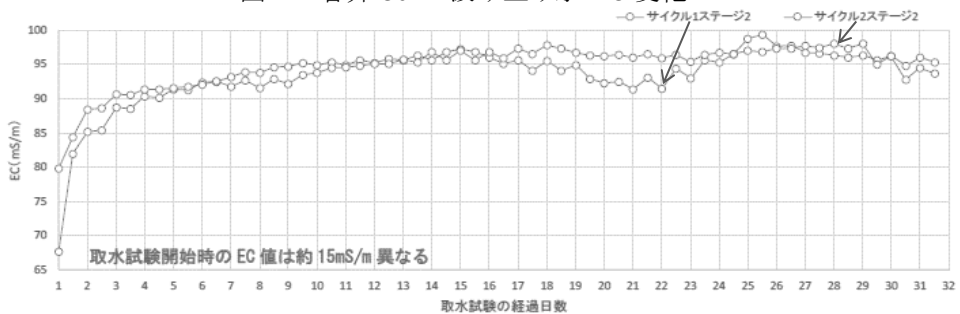


図5. 管井 27T15 汲み上げ水 EC 変化

【管井の地下水位変動】

取水に伴う水位低下量は管井 30 T 1 では 0.02m であり、管井 27 T 15 では 0.08m であった。

また管井周囲の観測孔の地下水位変動は潮位と調和的な水位変動が見られ、取水に伴う水位低下量を抽出することは困難であった。

【周囲観測孔内の EC 変化及び淡水レンズ層厚変化】

観測孔内の EC について管井 2 箇所とも管井 EC (汲み上げ水の EC) と同等～若干高い状況が多く見られたが、一部の観測孔 (観測孔 26T6(離隔距離 1.1m)等) では管井 EC に比べて極端に上昇する箇所も見受けられた。これは、観測孔内に限られたごく局所的な現象と考えられる。

また、淡水レンズ層厚は、管井 30 T 1 の淡水レンズ層厚を捉えることができる孔が 1 箇所のみ

であるが、観測期間中を通して層厚 6.3m~7.5m 付近を緩慢に変動し、取水試験による変化は認められなかった。

管井 27T15 については、離隔距離 1 m 程度の観測孔（観測孔 26T6(離隔距離 1.1m)等）の淡水レンズ厚が 0m と薄くなり、離隔距離 2m 及び 4m の観測孔では最大で約 2m 薄くなったが、離隔距離 25m の観測孔ではほとんど影響が見られなかった。

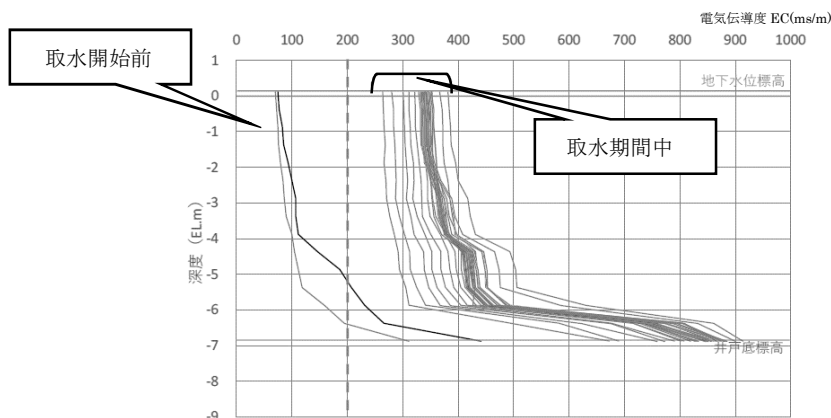


図 6. 取水期間中の観測孔 26T6(離隔距離 1.1m)の観測日別 EC 変動図

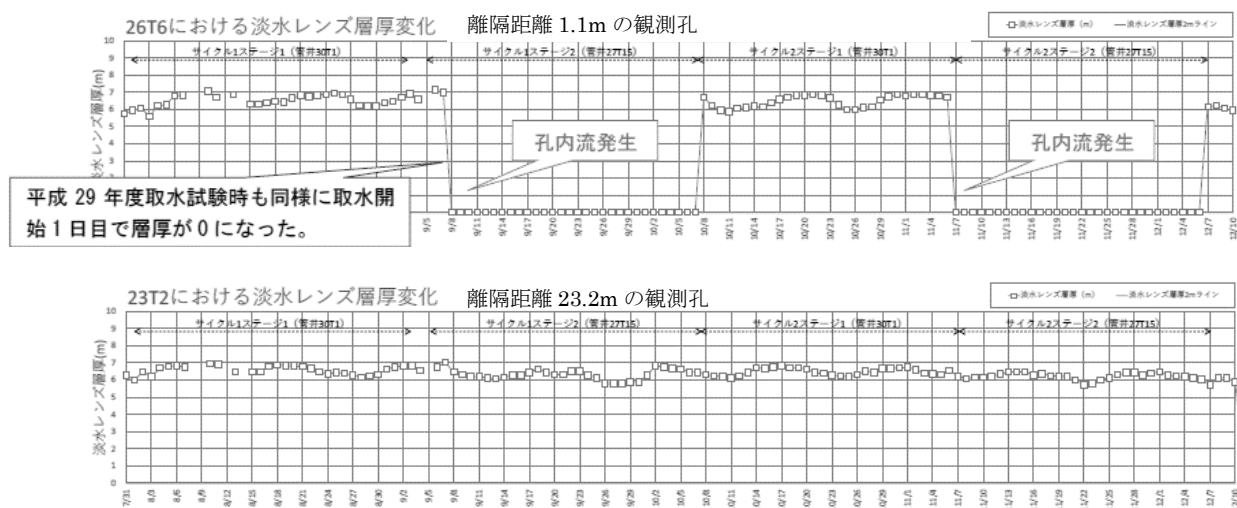


図 7. 管井 27T15 の周辺観測孔における淡水レンズ層厚変化

### 3. おわりに

本取水試験の結果、2 基の管井ではあるものの 120 日間の長期連続取水を行っても、淡水レンズに影響を与えず、安定した取水が可能であることが確認された。

しかし、過年度行った管井取水試験では、管井近傍の観測孔において孔内 EC が上昇する現象が多く見られた。また、離隔距離 1.1m の観測孔をはじめとする離隔距離が 25m 以内の観測孔において淡水レンズの層厚に影響が見られ、層厚の正確な計測が不可能となった。この現象の解釈として、管井による取水に伴い管井周辺観測孔内での局所的な上向きの流れが発生したものと推定される。（以下、「孔内流」と言う。）

そのため、今後の取水計画においては、孔内流の実態把握を行う必要があり、また、孔内流の発生を考慮し、管井の施設設計や観測孔の配置計画などの検討が必要と考える。



## 三角堰を備えた水田の用水位調節器の開発

### Development of Water Controller with Triangular measuring weir for Paddy Field

○兼子健男\* 木村憲行\*\* 坂田良一\*\*\*

Takeo Kaneko, Noriyuki, Kimura, Ryoichi Sakata

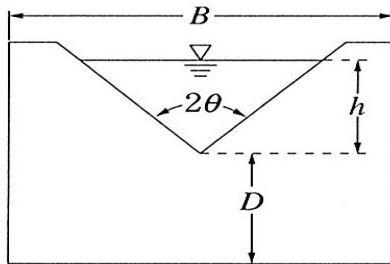
#### 1. はじめに

現在、農業の担い手の減少により水田での耕作は大規模化および集団化に進めざるを得ない状況である。一戸の農家で数ヘクタールの経営では手動での水管理は朝夕の水田の見回りの合間に行い、それほどの負担にはならないが、大規模化された場合は大きな負担となる。このことを改善するために多くの自動給水栓が開発されているが、普及に至っていない。これらの問題点を解決するための用水を制御する三機種を開発した。それらは給水量が確認できる三角堰を備えた流量測定器、手動調節器そして自動調節器である。

#### 2. 三角堰を備えた用水位管理者の構造

##### 1) 開発した用水位調節器の三角堰の問題点の解決

三角堰の利用には下記の図-1 の下記に示す適用範囲があり、このサイズで水田内に用



水位調節器を設置すれば農作業に支障を来すサイズである。そこで用水位調節器の設置・移設を容易にできるサイズ(L=37,W=24,H=15~25cm コンテナ)を利用し、水深  $h$  と流量  $Q$  を実測して表にまとめて利用することにした。

図-1 三角堰

$$Q = Ch^{5/2}$$

$$C = 1.354 * 0.004/h + 0.14 + 0.2/D^{0.5} * (h/B - 0.09)^2$$

$$2\theta = 90 \text{ 度}, 0.5 \leq B \leq 1.2 \text{ m}$$

$$0.1 \leq D \leq 0.75 \text{ m}$$

$$0.07 \leq h \leq 0.26 \text{ m}$$

参考文献) 農業土木ハンドブック



写真-1 三角堰流量測定装置

コンテナの三角堰流量測定装置を写真-1 に示す。装置は水中ポンプ ( $Q=95 \text{ ㍓/min}$ , 揚程 1.0m) で揚水、バルブで流量を調節、水道メーターで流量を確認そして静水圧は出口に垂直に設置したアクリルパイプで測定し、流量は水道メーターの一定量の時間をストップウォッチで測定した。

\*株式会社三浜測量設計社 (MIHAMA Survey & Planning CO., LTD.) \*\*株式会社創輝建設 SOUKI Construction Co. Ltd) \*\*\*合資会社坂田機械産業 キーワード: 水田灌漑、用水管理、用水位調節器

## 2) 既存の用水位調節器を利用する流量測定器 (Aタイプ)



写真-2 既存の用水位調節器

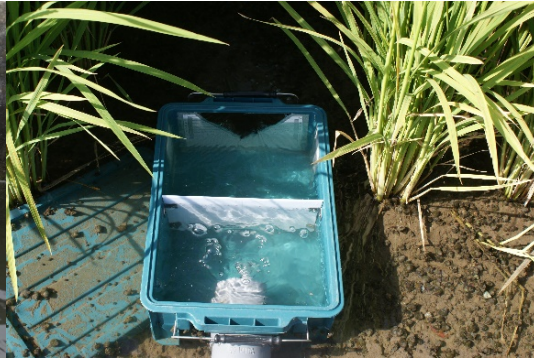


写真-3 流量測定器 (Aタイプ)

Aタイプの水量調節は写真-2に示す用水路側壁に設置されている既存の用水位調節器を利用する。水量は調節板を上下に操作して行う。本体の設置はプラスチックのコンテナボックスと用水パイプと接続する。接続する際に、用水パイプと本体の接続パイプとの高低差は塩ビパイプのエルボを二個利用して行う。設置は水田土壌面を平らにして行う。土壌面が平らであれば、数分で設置ができる。

用水はボックスの中央部の水流の勢いを減勢板で乱れのない流れに整流し三角堰の水深を読み取り、水量を測定する。測定目盛はボックスの内部に設置してあり、三角堰の後部から水深を確認できる構造である。

利用方法は水田の排水口からあふれない状態の水量を記録し、用水路の水位が変化した際に、記録した水量に合わせる。特徴は構造が簡単であるので、製作が容易であり維持管理が容易である。

## 3) 調節弁を備えた手動用水位調節器 (Bタイプ)

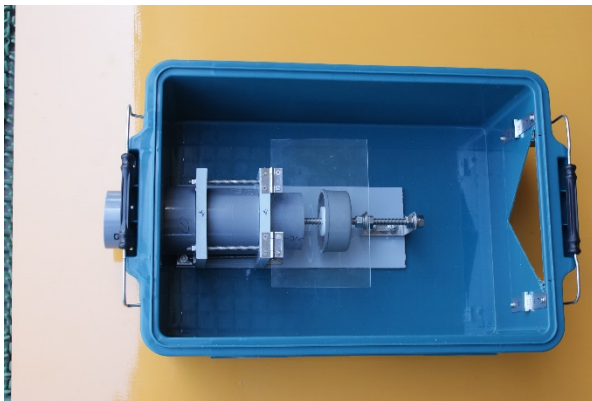


写真-5 調節弁を備えた手動用水位調節器 (Bタイプ)



写真-6 Bタイプの水田設置状況

Bタイプは水量調節弁を備えている。コンテナボックス内に設置した状況を写真-5に示す。水量調節は用水吐出口の中心部に棒ネジが設置してあり、円筒弁が棒ネジに沿って回転できる構造であり、円筒弁を回転させることで吐出口との隙間が調節でき、水量の微調整が可能である。よって、Aタイプで調節が困難な場合に利用できる。三角堰はAタイプと同様である。Bタイプの問題点は、構造が複雑になったため、利用時と灌漑期が終わってからの清掃等の維持管理に手が掛かる。



#### 4) フロートを備えた自動水位調節器 (Cタイプ)

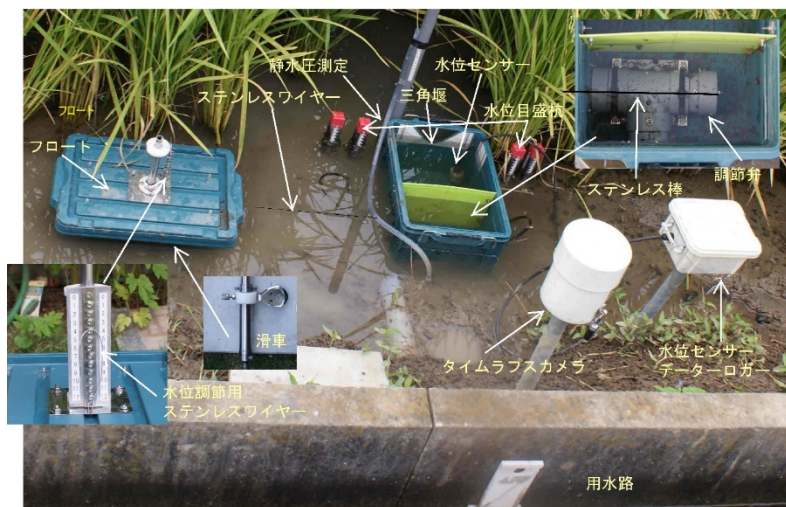


写真-7 フロートを備えた自動水位調節器 (Cタイプ)

Cタイプは写真-7に示す。現在、一般的に利用されているほとんどの水位調節器の水位制御方法は、用水の供給時（開）と停止時（閉）がはっきりとした制御方法であるが、開発したCタイプの制御方法は停止の閉状態にもなるがフロートの浮力により調節弁が開閉する構造である。制御方法は平たいフロートを利用し、数 cm の水深でも水位を制御できる。水田中に固定した杭に鉛直に上下作動できる

フロートに固定したワイヤーは杭に固定した滑車で水平方向に位置づけられ、水位調節器本体の用水調節弁のステンレス棒と繋がっている。水位が上昇すればフロートが上昇し、ワイヤーは引っ張られステンレス丸棒に繋がった弁は閉状態に近づく。水位が低下すればフロートが低下しワイヤーは緩み、弁は用水の水頭の方で開状態が大きくなる。これらの動きの結果、水田の水位は一定水位に近い状態で制御される。このCタイプは開発当初<sup>1)</sup>、調節弁のサイズはΦ100mmの塩ビ管サイズであり、フロート面積0.51m<sup>2</sup>であった。

Cタイプの調節弁はΦ50の塩ビ管キャップを利用し、フロート面積0.09m<sup>2</sup>に縮小した。材質は発泡スチロールを利用している。サイズを縮小できた原因は、三角堰利用で流量の確認ができたおかげであった。

Cタイプの性能を調査するため、三角堰の底に水位センサーを設置し、タイムラプスカメラ(一定時間撮影カメラ)で、水田水位、静水圧、三角堰の水位等を記録した。

#### 3. 各テナボックスに設置された三角堰の流量の調査結果

三角堰の公式で算出した流量とA~Cタイプの実測流量との比較した結果を表-1に示す。AとBタイプの調査時の静水圧はほとんど無い状態であり、Cタイプは20cmの静水圧が掛かった状態での結果である。通常用水路と田面には高低差があり、この高低差で水田への用水が給水される。それゆえ、AとBタイプの調査結果は参考値での数値である。

Cタイプでの結果は計算値との差が小さいが、静水圧が変化した場合のさらなる検討が必要である。

表-1 三角堰の計算値流量と各タイプの実測流量

三角堰水位	計算流量 ①	計算流量 水田面積 30aでの 減水深	Aタイプ (流量計)		Bタイプ (手動調節器)		Cタイプ (自動調節器)	
			実測流量 静水圧 0cm	計算流量 との比較	実測流量 静水圧 0cm	計算流量 との比較	実測流量 静水圧 20cm	計算流量 との比較
cm	m <sup>3</sup> /min	mm/day	m <sup>3</sup> /min	A/①	m <sup>3</sup> /min	B/①	m <sup>3</sup> /min	C/①

2.5	0.0083	4	0.0064	0.77	0.0077	0.93	0.0084	1.01
3.0	0.0131	6	0.0117	0.89	0.0117	0.89	0.0120	0.92
3.5	0.0193	9	0.0178	0.92	0.0171	0.89	0.0181	0.94
4.0	0.0269	13	0.0206	0.77	0.0246	0.91	0.0245	0.91
4.5	0.0361	17	0.0296	0.82	0.0333	0.92	0.0358	0.99
5.0	0.0470	23	0.0404	0.86	0.0428	0.91	0.0457	0.97
5.5	0.0596	29	0.0508	0.85	0.0568	0.95	0.0597	1.00
6.0	0.0741	36	0.0605	0.82	0.0673	0.91	0.0719	0.97

#### 4. 用水位調節器の水田での利用結果

現地での調査は写真-7の状態で行った。図-2に調査結果の一部を示す。下部に三角堰の水深、上部に流量から減水深換算値の結果を示す。1日間の給水結果であり、上流側水位と末端水位はタイムラプスカメラで記録した。水位調節器近くの水位は5cm、末端は7cm程度の一定した水位であった。図-2に示すように三角堰の水深の変化は少なく、3cm程度の水深で給水された。この水深から実測した水深と流量の関係表から給水量を求め、水田面積(17a)で除して、減水深換算値を算出した。その結果、8~7mm/dayの数値を得た。

しかしながら、調査した水田の隣接水田との間の畦畔はコンクリートで作られており、数カ所で亀裂が発生しており、常時用水の出入りが行われている状態であり、この調査した水田で消費された正確な消費水量(減水深)と判断出来ず、隣接水田も含めた調査が必要である。

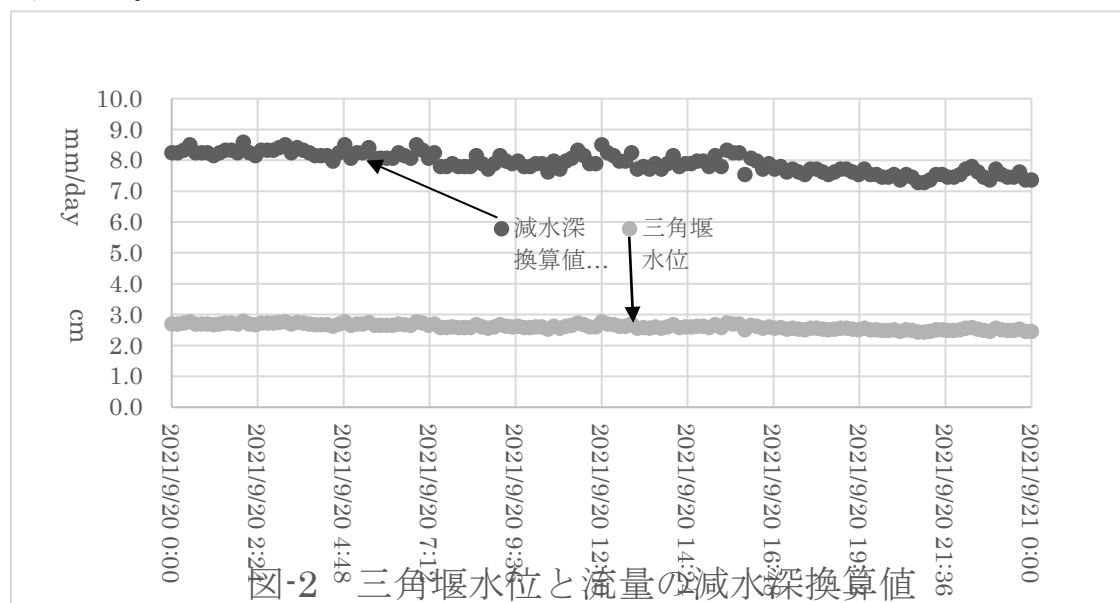


図-2 三角堰水位と流量の減水深換算値

#### 5. おわりに

開発した三機種の水管理用水位調節器は、まだ多くの問題点が残されている。それは①各用水位調節器の三角堰の用水路と田面との高低差による流量の変化、②開発した3機種の組み合わせ利用方法、③設置方法の検討、④水稻生育期間を通じて利用した調査、⑤部材の材質と耐久性の検討等であり、これらの問題点の調査を継続する予定である。

1) 参考文献：兼子健男、木村憲行：開水路の浅水管理用水管理器的開発、平成30年度農業農村工学会大会講演集要旨集、pp730(2018)



## 用水路向け水草刈機の試作と水路施設の管理作業の機械・ロボット対応の考察

前農研機構農工研(琉球大学農学部) ○(正)山岡 賢  
茨城県立玉造工業高等学校 (非)高野粹史  
農研機構農工研 (正)嶺田拓也, (正)吉永育生, (正)竹村武士

1. はじめに 近年, 農業用用水路(以下, 用水路)において水草や藻類(以下, 水草等)の繁茂で, 刈取り除去の労力や除塵機への負担が増加している。一因には地球温暖化やそれに伴う外来植物の侵入があると考えられる。一方, 農村地域の過疎・高齢化, 土地改良区の職員の減少等によって, 水草等の刈取り除去への対応が難しくなっている。これらの対応として, 機械化・ロボット化が期待され, 著者らは用水路向け的水草刈機の開発に取り組んだ。本報では, 著者らが試作した水草刈機を紹介するとともに, 水草刈機の開発過程で感じた水路施設の機械・ロボット対応の問題点を考察した。なお, 本報の内容は, 引用文献に掲げた1)~5)の文献の内容を整理・編集したものであることをお断りする。また, 水草刈機の開発は, 山形県寒河江市の用水路を対象に実施したが, 九州地区の用水路への適用性もあると考え, 九州・沖縄支部大会に投稿した。

2. 用水路向け水草刈機の試作及び自動運転方法の開発の取組み 河川や湖沼での水草等の刈取り除去は, 藻狩り船によって行われているが, 藻狩り船は大型で用水路への適用は困難であることから, 用水路向け的水草刈機の開発に着手した。着手に当たって, ①水草刈機は水中で水草を刈り取ること, ②水草刈機の操作はラジオコントロール(以下, 無線操縦)とすること, ③刈り取った水草等の回収方法は今後の課題とし, 水草刈機は水草等の回収機能は有しないこと, ④水草刈機は極力既製の部品を組み合わせて作成することを前提条件とした。この条件下で, まず課題となったのが, 水中で水草等を刈り取り可能な既存の機材があるかという点であった。その点は, 刈払い機の刈刃を別途市販の刈刃のアタッチメントに交換することで対応できた。このため, 刈払い機の刈刃を取り付けた刈払い機をフロート及びアルミパイプで作成したフレームに取り付けて, 水に浮かべることとし, 図1のとおり水草刈機を試作した。また, 水草刈機に2つの外輪を取り付けて, 航行の駆動力を与えることとした。無線操縦によって外輪の回転数及び回転方向, 刈払い機の出力等を制御できるようにした。

無線操縦によって水草刈機で水草等の刈り取り試験を実施したところ, 刈り取りの際には水草刈機の方角を制御して刈刃を左右に振る操

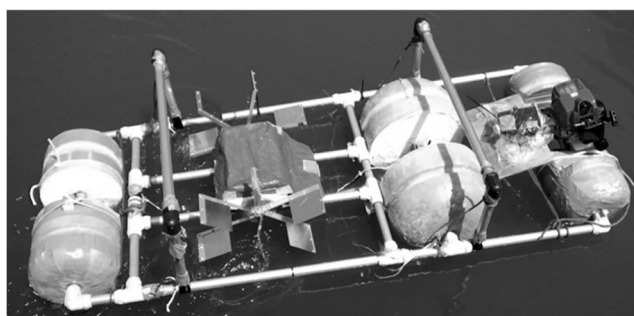


図1 水草刈機の外観(水上)

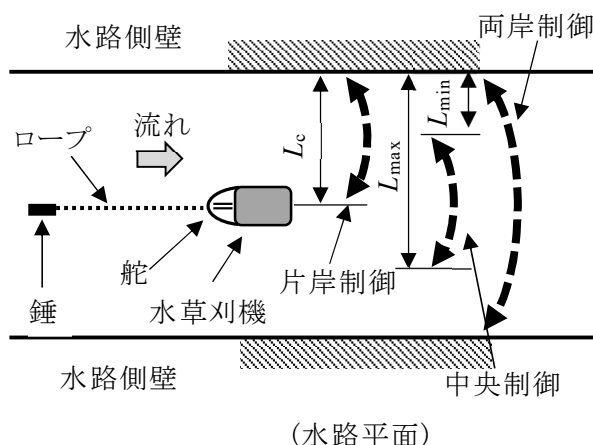


図2 水草刈機の制御方法<sup>1)</sup>

作の繰り返しであったため、無線操縦のアシスト機能として図2に示す自動運転方法を開発した。なお、この自動運転方法は模型実験で検証したが、水草刈機には未搭載である。また、開発を先送りした刈り取った水草等の回収機能は、刈り取り直後に回収した方がゴミの混入が避けられ有利と考えられ、開発の必要性が感じられた。

**3. 水路施設の管理作業の機械・ロボット対応の考察** 私たちが試作した水草刈機は実用にはまだ遠いが、実用化できたとしたら、水草刈機の水路への投入や回収の対応が問題になる。また、用水路内は専ら用水の通水に供されるエリアなので、水草刈機などの作業機械の自動運転化に有利なフィールドと考えられるが、図3のような桁下の空間が狭い橋や落差工の通過の困難さもある。また、水草等の除去以上に対応が多い水路の土砂・ゴミ上げは、重機による作業は通常図4のように水路岸からの作業となり、土砂・ゴミ上げが十分行えない。大型クレーンで釣り上げて小型の重機を水路に下ろして水路内で作業させた事例では、実施した土地改良区では高額な大型クレーンの費用の捻出に苦心していた。

水路施設の管理作業の機械・ロボット対応は、機械・ロボット開発の課題と考えられがちであるが、例えば、大型農業機械の導入による営農の効率化は、大区画圃場整備がないと成しえなかった。水路施設の管理作業の機械・ロボット対応においても、管理作業の機械・ロボットの開発とともに、水路の計画・設計においても、機械・ロボットの適用を想定した付帯施設などの対応が必要と考えられる。**謝辞** 本研究は寒河江川土地改良区からの委託研究費及び農研機構運営費交付金研究費を用いて農研機構農村工学研究部門で実施したものである。実施に当たり、山形県、寒河江市及び寒河江川土地改良区の関係者の方々からご支援・ご協力をいただいた。感謝の意を表す。

**引用文献** 1)山岡 賢・吉永育生・嶺田拓也・木村信一・松本 勉・島田 敏(2018):ICT・ロボット化による用水路内の水草刈り作業軽減の展望, 農業農村工学会誌, 86(4), 19-22. 2)山岡 賢, 高野 粹史, 嶺田 拓也, 吉永 育生, 渡部 恵司(2020):用水路内での水草刈機の簡易な自律航行方法の開発—模型実験による検証—, 農業農村工学会論文集, No. 311 (88-2), p. I\_323-I\_331. 3)山岡 賢, 高野粹史, 嶺田拓也, 吉永育生, 竹村武士(査読終了):用水路向け無線操縦式水草刈機の試作—航行性能及び水草等の刈り取りの調査結果—, 農業農村工学会論文集, 4)農研機構(2021.9 公開予定):水草刈機のための用水路での簡易な自律航行方法, (オンライン), 入手先 <[https://naroprd.powercms.hosting/mt/mt-external-preview.cgi?external\\_preview\\_id=2cd8b13a2283756a964b9ec1e4ff26cbd993cbe](https://naroprd.powercms.hosting/mt/mt-external-preview.cgi?external_preview_id=2cd8b13a2283756a964b9ec1e4ff26cbd993cbe)> 5)山岡 賢(投稿中):水草刈機の自動運転化から見た用水路管理の機械・ロボット導入の考察, 土地改良の測量と設計, 93.



図3 用水路の橋(桁下の空間が狭い)



図4 重機による用水路の土砂上げ

高密度表面波探査による水路トンネル位置の推定について

株式会社キョウワ ○(正) 山田有一 (非) 熊本智之  
(非) 塚本浩士 (非) 福田善郎

1. はじめに

農業用水路トンネルは、古来より農業用水路の開削とともに多く掘削されており、道路下や農地下に多くが設けられてきた。昭和 42 年以降は区分地上権が設定されているが、それ以前の水路トンネルは、登記簿上に表記されていない。

近年の経済成長に伴い、農地の宅地転用が進んでいる。このために、宅地等の地下に農業用水路トンネルが人知れず存在する状況となっている。今後は水利施設の長寿命化工事に伴い、農業用水路トンネルの位置把握を、どのように行うかが課題となっていくだろう。

2. 探査した水路トンネルの状況

今回、大分県杵築市分譲予定地の下の灌漑用水路トンネルの位置探査を行った。

探査対象の水路トンネルは、1846 年に計画されて明治期に開削されたものである。宅地造成中にその存在が伝聞で判明したので、重機で地下 4m 程度まで試掘したが存在箇所を確認できなかった。地図の水路トンネルの推定呑口高と推定吐口高から地下 6~7m 付近にあると推定し、地下 0~12m 間の S 波速度分布を求めることとした。

候補調査方法	適合検討結果	採用
微動アレイ探査	探査地点のみ判明する	×
高密度表面波探査	連続性が判明する	○
高密度電気探査	分解能がトンネル幅より大	×

(表-1) 探査方法の選定

今回実施したのは、空洞の水路トンネル部分が周辺地盤より弾性波速度が遅くなる点に着目し、高密度表面波探査(表-1)で行った。本地盤探査で S 波速度分布を求めた。

造成地の南北 2 か所で東西方向に 2 測線(図-1-A 測線、B 測線)を引き、その測線上で探査を行い、探査結果から把握した 2 測線上の水路トンネルの位置を結べば、造成地内の水路トンネル位置が推定・把握できると考えた。

3. 高密度探査結果

調査は図-1 に示す、2 測線上で行った。その結果、S 波速度(弾性波速度)の分布は図-2.3 に示すとおりである。

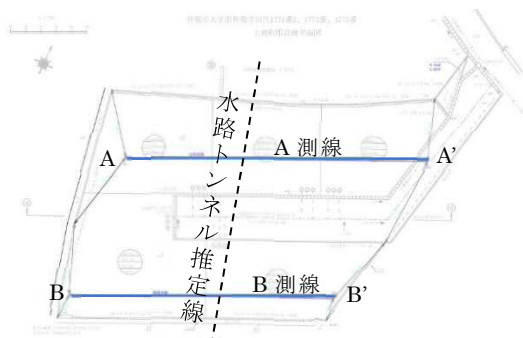


図-1 2 測線と S 波速度

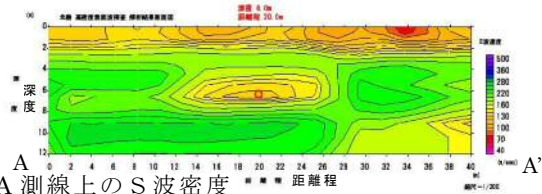


図-2 A 測線上の S 波密度

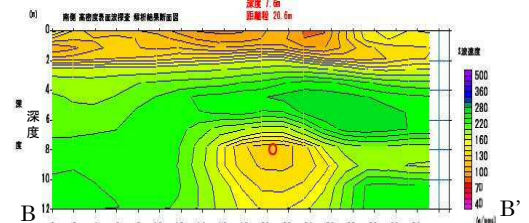


図-3 B 測線上の S 波密度

空洞である水路トンネルは、周囲と比較して低い速度値の領域を示すので、図-2の「距離程 20.0m・深度 6.0m」と図-3の「距離程 20.6m・深度 7.6m」に低速度領域中心が認められた。

南北2つのA・B測線で得られたトンネル位置から図-1に示す水路トンネルの位置が想定された。(破線)

ただし、検出した低速度領域は、調査対象物の水路トンネルの大きさ(直径≒1.0m)より極めて大きく、横方向に楕円状に描画された。この点は、トンネル掘削面の肌落ち、周辺地山側への漏水などによる地山の緩みの反映結果と思われる。

また、低速度中心の深さから想定されるトンネルの勾配が、想定より急勾配である。これは、解析における周波数領域換算算出深度の若干の誤差、手掘りによる中心線の誤差等の結果からと考える。このような誤差は水平方向でも同様であるから、平面位置についても、多少の誤差はあると思われる。

このように多少の誤差が見込まれるが、水路トンネルは、調査地のほぼ直下、平面図上に引いた推測線下の近傍に存在するものと推測された。

#### 4. GPS 測量による推測線の確認

低速度領域の中心深度・位置の確認を、水路取入口、水路出口、と地元聞き取りで新たに判明した中間管理孔の存在した箇所でGPS測量を行った。

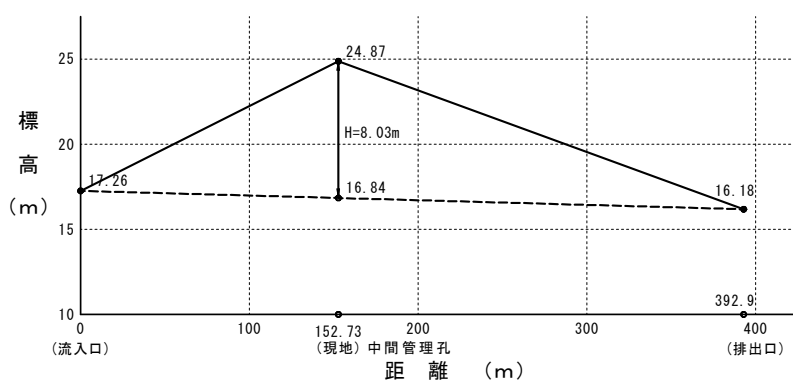


図-4 GPS 測量による推定深度

その結果、図-4のように深度約8.0mと推定され、B測線の深度結果、位置情報結果とほぼ一致した。

#### 5. 両者の整合性について

分譲予定地図面に、高密度表面波探査結果とGPS測量成果を重ね合わせ、(図-5)高密度表面波探査結果とGPS測量成果が概ね整合することが確認できた。



図-5 水路トンネル位置の整合確認

#### 6. まとめ

今回の水路トンネルのような事例では、農業用水路トンネルの概略位置の推定を、高密度表面波探査とGPS測量を組み合わせることで確認できることが証明された。

地質条件、深度等、多くの現地条件が異なる現場では、地山の緩み状況等で様々な低速度領域となることが想定される。こういう場合でも、複数の調査を組み合わせることにより水路トンネル概略位置が確定できることが分かった。

今後も探査事例を増やし、安価かつ正確な探査方法を確立したい。



## 調圧施設で発生する落差を利用した小水力発電の事例

若鈴コンサルタンツ株式会社 (正) 大山智洋

### 1. はじめに

農業水利施設を利用した小水力発電は、再生可能エネルギーを有効活用することにより、地球温暖化防止に役立つ。さらには、農業水利施設の適切な維持管理にも寄与するため有効性の高い事業であると考えられる。より多くの地点で、農業水利施設を利用した小水力発電の導入が望まれるが、採算性確保の観点から発電所建設に必要な『流量』と『落差』が得られる適地選定が課題の一つとなっている。

本稿では、農業水利施設のパイプラインに付帯する調圧施設で発生する落差を利用し、小水力発電所を建設した事例を紹介する。

### 2. 計画概要

小水力発電所は、頭首工で取水した農業用水を送水する幹線パイプラインの途中に位置する調圧施設の敷地内に隣接して建設する計画とした。

現況の調圧施設には、ディスクバルブと電動バタフライ弁が設置されており小水力発電所は現況施設の電動バタフライ弁の

上流側から分岐させて水圧管路で水車発電機に導水し、現況調圧施設の水槽へ放流する計画とした。本地区の計画概要図を図-1に示す。

また、本地区は非かんがい期においても地域用水としての水利用が有り、通年通水が行われていた。直近10カ年の流量データより平均流況から標準年を決定し、縦軸に流量、横軸に日数を取り1年間の日流量データを順番に並び替えた流況曲線図を図-2に示す。

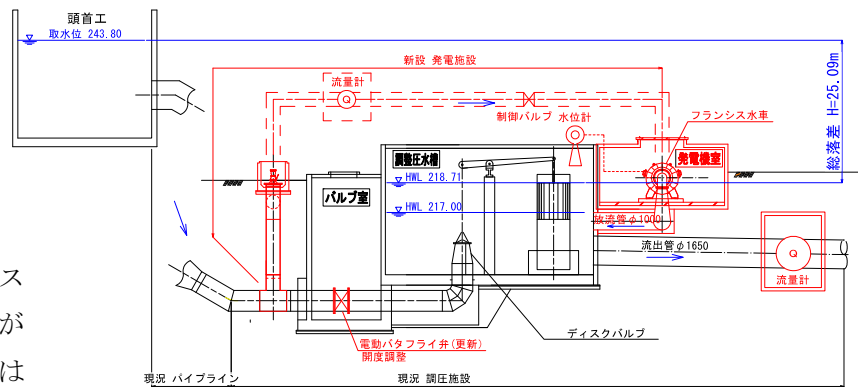


図-1. 計画概要図

### 3. 発電所計画諸元

建設する発電所の計画諸元を下表に示す。

表. 1 発電所計画諸元一覧表

発電方式	流れ込み式発電（水路式）
使用水量	最大：Q=1.00m <sup>3</sup> /s、常時：Q=0.39m <sup>3</sup> /s
水位	取水位：243.800m(頭首工水位)、放水位：218.712m(調圧施設水位)
落差	総落差：25.09m、有効落差：24.09m(最大使用流量時)
水車形式	横軸フランシス水車（ランナ径φ400mm）
出力	最大出力：178kW、常時出力：35kW
年間発生可能電力量	約712,000 kWh（標準年により算定）

#### 4. 留意点

調圧施設の落差を利用した小水力発電所を建設するにあたり、現況施設がもつ機能を維持するため以下の点に留意し計画を行った。

##### ① 運転管理方法

一般に流れ込み式（水路式）の水力発電所では、発電所上流側に位置する水槽に流れ込んだ水量に応じ発電使用水量を変化させ、上流側水槽の水位が一定となるように水位調整運転を行う。

これに対し、計画する発電所は需要主導型のパイプラインに付帯する調圧施設で生じる落差を利用し発電を行うため、下流側の水利用に応じた発電所の運転が必要となる。

このため、発電所下流側の水槽水位が一定となるよう、調圧施設水位を対象とし水位調整運転を行う計画とした。

##### ② 流量調整

発電所の水車形式及び施設規模は採算性を考慮し検討した結果、最大使用水量 $Q=1.00\text{m}^3/\text{s}$ のフランシス水車が採用された。フランシス水車は最大使用水量の30%迄が運転範囲であるため、最大使用水量を $Q=1.00\text{m}^3/\text{s}$ とすると非かんがい期に発生する小流量時にも発電可能な規模となった。これに対し、調圧施設に設置されているディスクバルブは水槽内に設置されたフロートが水位変動により上下する事で開度の変動し流量を調整する機構を持っている事から厳密な流量調整をできないため、かんがい期における確実な流量調整が課題となった。このため、ディスクバルブの上流側に位置する電動バタフライ弁を開度調整することで流量調整を行う計画とした。

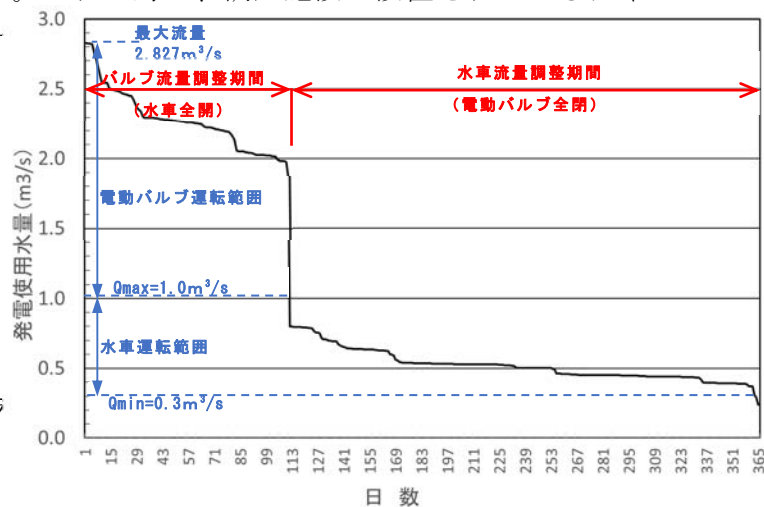


図-2. 流量曲線図（標準年流況）

#### 5. おわりに

本計画地点は通年通水が行われており、適地選定上の課題の一つである『流量』に対しては有利な条件であったが、調圧施設地点で生じる『落差』を利用し発電所を建設出来た事は、適地を選定する上で一つの事例になったと考える。

農村地域には農業水利施設が数多く存在し、未だ利用されていない再生可能エネルギーも多く存在する。今後も、より多くのエネルギーが活用され、地球環境や農業水利施設の維持管理に役立てられる事が望まれる。

## 魚群探知機を用いたダム貯水池水底地形調査

### 「ソナーマッピング」の計測精度

中央開発株式会社 (正) 長田 実也

#### 1. はじめに

ダム貯水池の機能保全と長寿命化は社会的な課題であり、堤体とともに、貯水池の適切な土砂管理の重要性が高まっている<sup>1)</sup>。貯水池内の土砂堆積状況を面的により確からしく把握する手法として、筆者は魚群探知機を用いた水底地形調査「ソナーマッピング」を提案してきている。その測深記録の精度・信頼性について、現地検証事例を報告する。

#### 2. ソナーマッピング手法の概要と精度検証方法

ソナーマッピングは、小型調査船に魚群探知機を搭載し、超音波による測深を行って水底地形を把握するもので、25～50m 間隔に設定した貯水池横断測線をつなぐように航行して取得した測深データをもとに、貯水池全域の 1mグリッドの三次元水底地形データ調製を経て、詳細な水底地形図が得られる。

ソナーマッピングに用いている魚群探知機は、釣り人たちの間で普及しているものだが、ダム現場での深浅測量に使われる音響測深機と同等以上の機能を持っている。しかしながら、真の値を確認することが困難なことによって、その測深記録の精度を客観的に示すことは難しい。今回、貯水池にあつて、精度管理された測量業務によって確からしい標高値が確認された広がりを持った平坦なエリアを「基準面」に見立て、その標高を真値と仮定し、そこで実施したソナーマッピング計測による標高値との較差によって、魚群探知機による計測の信頼性を評価することとした。



図-1 ソナーマッピング調査船の例

#### 3. ソナーマッピングによる計測精度の検証結果

##### (1) UAV 写真測量結果との比較

落水時(2016年12月)に、UAV航測写真測量が行われていたSダム(湛水面積92ha)で2018年7月、ソナーマッピング計測を行った。測深精度の検証には、河川流入域から離れた堤体寄りの、ほぼ均平なエリア(標高1203.49～1204.45m)を選定し、河道や窪地の段差がある場所を除外し、図-2に示すソナーマッピング計測地点(908点、水深約17m)での水底標高値を同一座標地点のUAV写真測量によるDEM格子の標高値と比較した。両者の計測値の較差は、-0.51～+0.20m、平均は-0.10m、標準偏差0.10mだった。

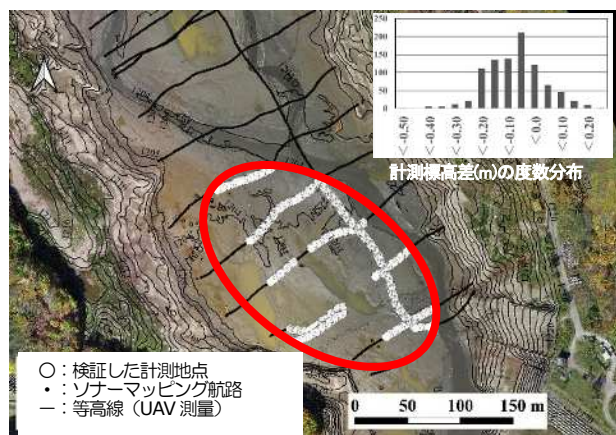


図-2 魚群探知機による計測の精度検証例(Sダム)



## (2) ナローマルチビーム測量結果との比較

2019年11月にナローマルチビームによる深淺測量が実施されていたAダム(湛水面積104ha)で2020年11月、ソナーマッピング計測を実施した。ナローマルチビーム測深調査(NMB)によって確認された水底の標高変動幅が25cm以下の平坦な面(標高154.25~154.50m、満水時水深約18m、図-3)において、ソナーマッピングによる計測値を同一座標地点のナローマルチビーム測深によるDEM格子の標高値と比較した。ナローマルチビーム測深の水底標高に対して、444点のソナーマッピング計測標高との差分は-0.11~+0.15mの範囲、平均は-0.01m、標準偏差は0.05mだった。

河川定期縦横断測量業務実施要領・同解説<sup>2)</sup>において、ダムでの深淺測量の精度は、例えば水深20mで±30cm、水深40mで±50cmと水深に応じて規定されているが、上記の二例ではごく一部を除いてこの基準を満たしている。

また、比較現場において、作成した水底地形モデルから算定した貯水容量を比較したところ、表-1に示すように、Sダムでは量比99.8%、Aダムでは同98.2%と、ほとんど差のないことが確かめられた。

これらから、ソナーマッピング計測に用いた魚群探知機の測深誤差は、測量機器とくらべて、計測精度が著しく劣ることはないものとみられる。ただし、今回の検証現場の計測条件は限定されていることから、水深のより深いところでの精度の確認など、各貯水池現場の管理ニーズに応じ、計測精度の確認を行う場面があることに留意が必要である。

## 4. まとめ ソナーマッピング手法のダム貯水池管理への適用

貯水池全体の堆砂状況は、これまで、200~400m間隔の限られた測線上で5m測点間隔程度での深淺測量による断面形状だけで推定していたが、ソナーマッピングでは、それと同等以下のコストで、横断図縦断図はもちろん、地形段彩図や等高線図等の多彩な成果品でより確からしく把握することができる。その測深誤差は、水深20mで10cm程度以内と従前の音響測深機と同等の精度を有している。

ソナーマッピングが、機動的な臨機の調査として、貯水池内全域の面的な堆砂状況可視化の手段として活用されていけば、貯水池を中心とした土砂移動に関する知見が集積し、流域の土砂管理を検討するうえでの技術的根拠が補強されるだろう。

引用文献：

- 1) 国土交通省水管理・国土保全局 河川環境課：ダム貯水池土砂管理の手引き(案)(平成30年3月)  
[https://www.mlit.go.jp/river/shishin\\_guideline/dam7/pdf/damtyosuichidosyakanritebikiH30.pdf](https://www.mlit.go.jp/river/shishin_guideline/dam7/pdf/damtyosuichidosyakanritebikiH30.pdf)
- 2) 国土交通省水管理・国土保全局河川環境課：河川定期縦横断測量業務実施要領・同解説(平成30年4月)  
[https://www.mlit.go.jp/river/shishin\\_guideline/kasen/pdf/sokuryo\\_youryo.pdf](https://www.mlit.go.jp/river/shishin_guideline/kasen/pdf/sokuryo_youryo.pdf)



図-3 魚群探知機による計測の精度検証例(Aダム)

表-1 算定貯水容量の比較

貯水池	計測手法	実施時期	算定貯水量 (千m <sup>3</sup> )	量比 %
Sダム (一部)	UAV写真測量	2016/10	2,004	
	ソナーマッピング	2018/7	1,999	99.8
Aダム	ナローマルチビーム	2019/11	8,838	
	ソナーマッピング	2020/11	8,680	98.2



## 畑地かんがい水を活用した加工にんじんの増収効果の実証

宮崎県西諸県農林振興局 (非)甲斐文聡

### 1. はじめに

宮崎県の西諸県地域は宮崎県西部に位置し、小林市、えびの市、高原町の3市町で構成されている。農地面積の約5割を畑地が占め、県内でも有数の加工・業務用野菜の産地である。野菜・果樹・花きの安定的な生産を目的に、畑地かんがい施設の整備が進んでおり、平成29年3月からは一部地域でダムからの通水が始まり、畑地かんがい水を活用した営農が可能となった。しかし、畑地かんがい水が活用できるほ場が拡大しているものの、かん水により収量および収益が向上する地域に適した作物の選定は進んでいない状況である。

そこで、夏から冬にかけて当地域で広く生産されているジュース原料用加工にんじんにおいて、畑地かんがい水を活用することによる増収効果について検討し、良好な結果を得たので報告する。

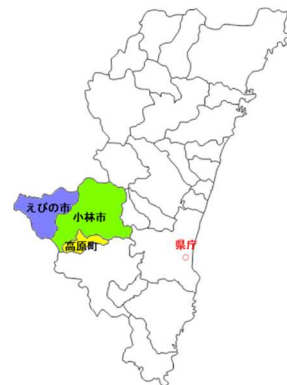


図1 位置図

### 2. 実証の概要

加工にんじんにおける増収効果の検討にあたり、宮崎県総合農業試験場で開発された加工にんじんの多収栽培技術を参考に実証を行った。加工にんじんの多収栽培技術は、以下の4つのポイントを押さえることで収量を向上させる。

- (1) 播種深度 15mm
- (2) 密植
- (3) 定期的なかん水
- (4) 根域を十分に確保する土づくり

実証を行ったほ場は、小林市の黒ボク土壌の畑であり、耕種の概要や調査項目の詳細については、表1および図2、栽培期間中の降水量や気温は図3のとおりである。

実証を行う区を試験区、現地慣行の管理を行う区を対照区とし、試験区では栽培技術のポイント(1)~(3)に取り組むため、以下の(a)~(c)に注意しながら栽培を行った。

- (a) 播種深度 15mm を確保するため、播種機の調整を行い、播種深度が 15mm 付近となっていることを確認してから播種を行った。
- (b) 通常であれば、株間 6.5cm (4.2 万粒/10a) で播種しているところを株間 4cm (6.9 万粒/10a) と種の間隔を狭めて、播種することで密植栽培を行った。(写真1)

表1 実証内容

対象品目	にんじん(加工)		供試品種	黒田五寸(コート種子)	
展示区・調査項目	①試験区(多収栽培区) ②対照区(慣行栽培区)		③調査項目	生育(発芽率、根の形状、根重)、 収量・品質、病害虫の発生	
試験区	耕種概要	播種日	2020年8月17日	展示ほの面積	10 a
		収穫開始日	2020年12月	収穫終了日	2021年1月
	栽種密度	28 cm × 4 cm	展示ほの面積	20 a	
	畦幅	181 cm	5 条植え	(69,000) 株/10a	
散水の概要	かん水器材	散水チューブ(スミレイン40HD)			
	かん水期間	播種発芽前、10月			
対照区	耕種概要	播種日	2020年8月16日	展示ほの面積	20 a
		収穫開始日	2020年12月	収穫終了日	2021年1月
	栽種密度	28 cm × 6.5 cm	展示ほの面積	20 a	
	畦幅	181 cm	5 条植え	(42,000) 株/10a	
かん水の概要	かん水器材	散水チューブ(スミレイン40HD)			
	かん水期間	播種発芽前			
	かん水量など	-			

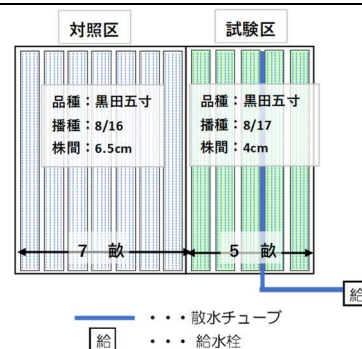


図2 ほ場イメージ



図3 小林市の気象

(c) 播種直後には、発芽を安定させるためのかん水を行い、10月には根の肥大を促進させるため5日間隔で1時間13mmのかん水を行った。(写真2)

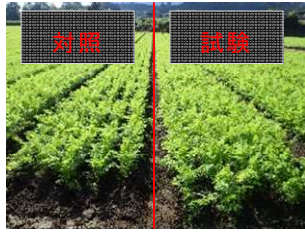


写真1 密植栽培



写真2 定期的なかん水

### 3. 結果

#### (1) 肥大開始期の生育状況

肥大開始期(播種後60日)の根の肥大については、根長・根径・根重ともに対照区の方が大きくなったことから、密植により根の肥大は抑えられていることが確認された。(表2)

表2 肥大開始期の生育状況(播種後60日)

区名	生果数(枚)	単丈(cm)	根長(cm)	根径(mm)	根重(g)	果重(g)
試験区(A)	7.6	35.3	16.9	12.5	7.7	273.3
対照区(B)	7.1	32.1	18.6	12.8	9.3	266.7
(A/B)	(106.6%)	(110.0%)	(90.9%)	(97.9%)	(83.5%)	(102.5%)

表3 播種後115日の収量

区名	播種粒数(千粒/10a)	株立率(%)	株立数(千株/10a)	10a当り収量(kg/10a)	調整歩留(%)	調整後収量(kg/10a)
試験区(A)	690	52.8	36.4	6193.0	97.0	5980.0
対照区(B)	420	54.2	22.8	4938.0	97.0	4711.0
(A/B)	(164.3%)	(97.4%)	(159.6%)	(125.4%)	(100.0%)	(126.9%)

#### (2) 収量

播種後115日の収量は、試験区が5.6t/10a、対照区が3.2t/10aとなり、試験区の方が74%程度高くなった。(表3)

表4 播種後144日の収量

区名	播種粒数(千粒/10a)	株立率(%)	株立数(千株/10a)	10a当り収量(kg/10a)	調整歩留(%)	調整後収量(kg/10a)
試験区(A)	690	52.8	36.4	5610.0	97.0	5423.0
対照区(B)	420	54.2	22.8	3217.0	97.0	3127.0
(A/B)	(164.3%)	(97.4%)	(159.6%)	(174.4%)	(100.0%)	(173.4%)

播種後144日の収量は、試験区が6.2t/10a、対照区が4.9t/10aとなり、試験区の方が25%程度高くなった。(表4)

#### (3) 品質

試験区・対照区ともに、岐根、黒しみ、裂開などが認められたものの、両区で大きな差はなく、概ね出荷基準を満たしており品質は良好であった。(写真3)



写真3 収穫適期における品質(播種後144日)  
(黄枠は岐根、黒しみ、裂開など)

#### (4) 病害の発生状況

密植とかん水による蒸れで、黒葉枯病の発生が懸念されたが、発病度は試験区の方が低くなった。(表5)

表5 黒葉枯病の発病度(播種後101日)

区名	発病指数(4:甚発生 > 1:未発生)					発病度
	指数4	指数3	指数2	指数1	指数0	
試験区	0.0	0.0	0.0	40.0	51.0	10.9
対照区	0.0	0.0	0.0	46.0	3.0	23.5

### 4. おわりに

宮崎県における加工にんじんの目標収量は4t/10aであるが、本実証試験では収量が6t/10aを超え、畑地かんがい水の利用により増収効果が確認できた。また、密植や畑地かんがい水の利用による病害の助長や、品質低下等は認められなかった。このことから、当地域における加工にんじんの栽培に畑地かんがい水の利用は有効である。

今後も、畑地かんがい水を有効に利用できる作物を明白にし、畑地かんがいを活用した営農を推進していきたい。

## 宮崎県の畑地かんがい営農推進における取組について

宮崎県農村計画課畑かん営農推進室 (正)鳥浦茂, ○(非)松石正徳, (非)湯原秀和

### 1.はじめに

本県は、全国第 5 位の農業産出額を誇る食料供給産地であるが、近年、地球温暖化の進行や激甚化する気象災害の発生といった環境問題をはじめ、人口減少・少子高齢化による農業従事者の減少等の構造的課題、食の簡便化志向など消費者のライフスタイルの変化に伴う需要の変化など、本県農業は様々な問題に直面している。

このような問題に対応して更なる農業振興を図り、「持続可能な魅力ある農業」を実現するためには、計画的な営農が可能となる畑地かんがい営農(以下、「畑かん営農」という。)の推進は必要不可欠であり、現在、様々な取組を行っている。

### 2.本県農業の紹介

本県は、温暖多照な気候と豊かな自然環境を活かした農業を展開しており、きゅうり、ピーマン、マンゴー、スイートピーが全国トップクラスの生産量を誇っている。さらに、近年は加工・業務用野菜の需要も高まり、ほうれんそう等の新たな産地づくりが進められている。

また、本県の畑地 30,600ha の内、畑かん受益地は 15,600ha となっており、ダムや頭首工などの基幹水利施設を整備する国営事業については、令和元年度で 7 地区全てで完了している。末端施設を整備する県営事業については、令和 2 年度までに 9,376ha と約 60%の進捗となっている。

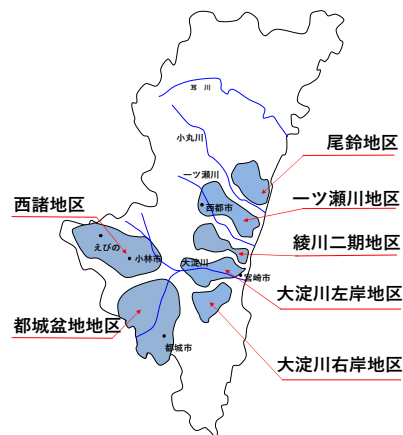


図 1 宮崎県の国営事業位置図

### 3.取組内容について

#### (1)取組指針

畑かん営農の振興を図るため、県、市町村、JA、土地改良区等の関係機関及び農家が一体となって取り組んでいくための指針として、「第二次宮崎県畑地かんがい営農推進プラン」(以下、「プラン」という。)を令和 3 年 6 月に策定した。プランは、①県営事業の進捗に併せた事業継続エリアでの推進強化、②スマート農業技術の活用による水管理の徹底した省力化・効率化、③大規模農業経営体の積極的な畑かん水活用による畑作産地振興、の 3 つの柱から成り、それぞれに目標値を設け、その目標を達成するための具体的な取組内容を示している。



図 2 第二次宮崎県畑地かんがい営農推進プラン



## (2)かん水のスマート化

畑かんを活用する農家からは、「給水栓の開閉に手間がかかる」という意見が多く聞かれるため、これを解消するべく、設定された時間に自動で開栓し散水することができる「散水タイマー」を導入してきたが、天候や土壌の状態によっては散水時間を変更する場合もあるので、その都度現場に行き設定し直す必要がある。このことから、更なるスマート化を図るため、設定した土壌水分値になると自動で給水栓を開閉してかん水を行う簡易で安価な「自動かん水装置」の試験開発を行っている。来年度からの導入を予定しており、畑かん活用が加速的に進むことを期待している。

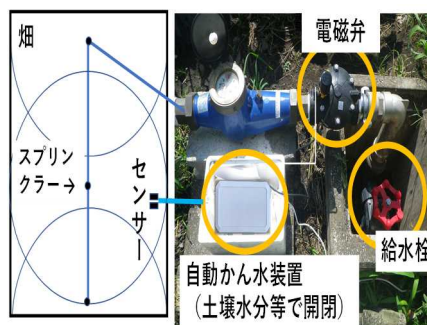


図3 自動かん水装置(イメージ)

## (3)ターゲットを絞った推進

これまででは、幅広く PR 活動を行ってきたが、効果発現に時間を要するため、本年度からは作付状況や耕作者、畑かん整備状況といった情報を、水土里情報システムに一元化し水利用の広がりが見込まれる中核的な農家を把握して、そこにターゲットを絞って推進を行うこととしている。なお、推進にあたっては、作物毎に作成した「適正かん水マニュアル」や「自動かん水装置」など、かん水技術や最新のスマート機器の情報提供を積極的に行うこととしている。

今後、この一元化されたデータは、農地の集積・集約に向けた地域の話し合い活動での活用も期待される。



図4 一元化情報図(イメージ)



図5 適正かん水マニュアル

## 4.おわりに

県営事業の整備が進み、また、日々の推進活動の成果もあって水利用農家は年々増加しているが、「畑かんに関心がない」、「使いたいけど労働力が不足している」といった意見が多いのも現実である。畑かんを活用するにあたっての課題を解決し、メリットをしっかりと伝え、「持続可能な魅力ある農業」の実現に向けて更なる取組を進めていきたい。



図6 畑かん PR キャラクター

「かんた君(左)」と「しずくちゃん(右)」



## 白水ため池取水施設改修工事の仮設計画について

大分県 豊肥振興局 農林基盤部 ○(非)笠置 尚史  
(株)NTCコンサルタンツ 大分支店 (正)後藤 光敦

### 1. はじめに

竹田市と竹田市荻町の境にある「白水ため池」は、かんがい用ため池であり、受益地域は竹田市と豊後大野市の両市にまたがる。本ため池は、富士緒井路土地改良区が事業主体となり、県に工事監督を仰ぎつつ、昭和9年に着工し、昭和13年完成に至った。堤高14.1m、堤長90.0mの重力式割石コンクリート堰堤であり、取水施設(斜樋、底樋)を有する。



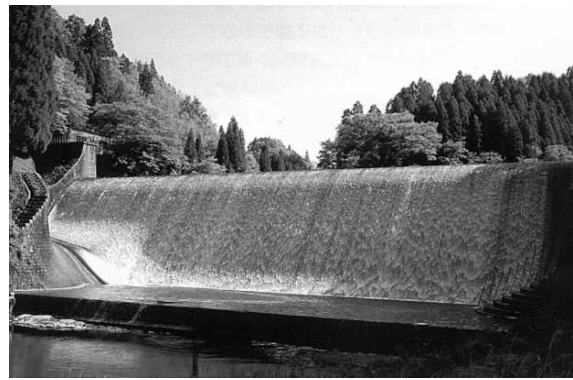
昭和43年、底樋(土砂排水門)が機能不全となった影響により、ため池内の堆砂量の増(有効貯水量 600 千 $m^3$ →467 千 $m^3$ に減)となったことから、これを解消し用水の確保を図るため、土砂排水門の改修工事が県営で実施された。また、平成11年には、昭和の農業近代化遺産として我が国初の国指定重要文化財に指定された。(写真①,②)

ため池の維持管理として、漁協立会いの下、これまで1年に1回底樋ゲートを開放していたが、平成5年に流木の挟み込みによってゲートが操作不能となって以降、土砂の堆積が進み、平成25年(2013年)時点では湖面上に”島”が見受けられるほどになっている。(写真③)

そのため、農林水産省の補助事業を活用し、取水設備(斜樋、底樋)の更新とこれに伴う堆積土砂の一部撤去(14 万 $m^3$ )を計画している。



写真①: 右岸側から堰堤を望む



写真②: 下流側から堰堤(白いカーテン)を望む

このような背景の中、自然環境及び、社会環境に配慮した上で、白水ため池の取水施設、土砂吐ゲートの改修工事における仮設計画について以下、報告を行う。



写真③: 堆砂が進行して湖面に出現した“島”

## 2. 転流方法

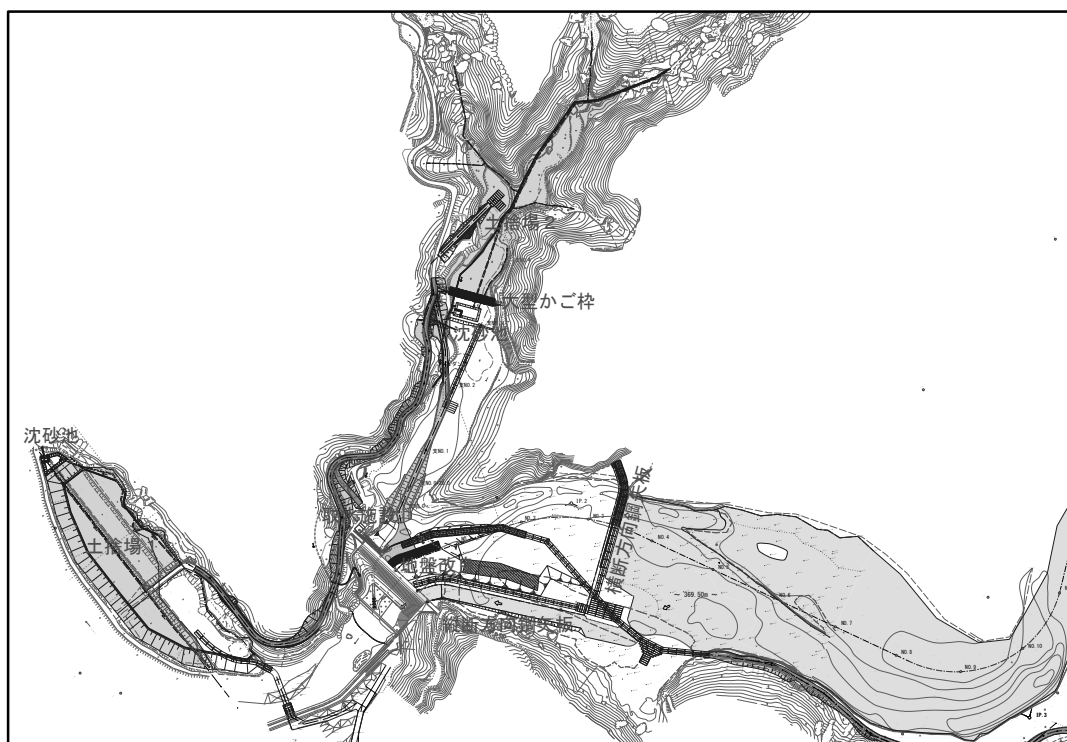
### 1) 転流方法の決定

新設のコンクリートダムであれば、仮排水路は容易に設置できるが、本改修工事では堆砂が進行しており、堤体内に設置されている仮排水トンネルが埋没して使用できないため、転流が非常に難しい。

転流工法として、下表に示す案が考えられ、比較検討の結果、3案(下図参照)が採用された。

表-1 転流工法比較表

案	工 法	概 要
1案	吸引工法	台船上に吸引機を設置し、堆砂を水中吸引し、土捨場まで管内圧送する。
		長所 取水施設改修時以外、転流が不要なため、通年施工が可能である。
		短所 吸引によって、液状化した堆砂の処理が非常に困難である。 取水施設改修時には鋼矢板等による仮締切りが必要となる。
2案	トンネル工法	左岸地山に仮戻しトンネルを構築し、トンネル呑口下流を締切り、転流を行う。
		長所 転流の確実性が高く、工事完了後も洪水時にはバイパストンネルとして利用でき、堆砂量の低減に資することが可能である。
		短所 トンネル断面が大きくなるため、工事費が高くなる。
3案	半川締切工法 【採用】	堆砂上に鋼矢板を圧入(半川締切り)して転流を行う。
		長所 河川工事で一般的に用いられる転流工法である。
		短所 仮締切越流を許容するため(後述)、転流の確実性は2案より劣る。



### 2) 水没対応

半川締切工法での転流水路は、堤体上(EL.370m)を越流させ、埋没した取水施設を斜面勾配 1:3 で掘削する必要があることから、堤体幅 67.3m に対して、半川締切時の転流水路幅は 10m と狭くなる。

そのために、転流水路で 5 年確率流量を全量流下させた場合、仮締切鋼矢板天端が非常に高くなり、非現実的になることから、一定量以上の流下が発生した場合、河川管理者の承諾を得た上で、鋼矢板天端の越流及び、仮締切内の水没を許容することとした。

このことについて、以下の対策を講じた。

【対策①:水位警報装置の設置】退避計画を立てると共に、水位計及び、水位警報装置(サイレン、赤色灯)を設置し、水位データの蓄積、スマホで水位確認が24時間できるようにした。

【対策②:鋼矢板天端高の段差】仮締切鋼矢板(半川締切り)は、河川の縦断方向及び、横断方向に設置される。鋼矢板天端高は、縦断方向は取水施設に近いことから、越流時の影響が堆砂斜面に生じないように、横断方向の鋼矢板天端より高くした(鋼矢板越流は横断方向を優先させる)。

### 3) 出水期の横断鋼矢板

河川管理者の指示により、出水期には横断鋼矢板の天端高を堤体天端高(EL.370m)と同じ高さにしなければならないが、その都度、横断方向鋼矢板を引き抜き、工事を実施する非出水期に再度、横断方向鋼矢板圧入することは、工程面及び、経済性で負担が大きい。

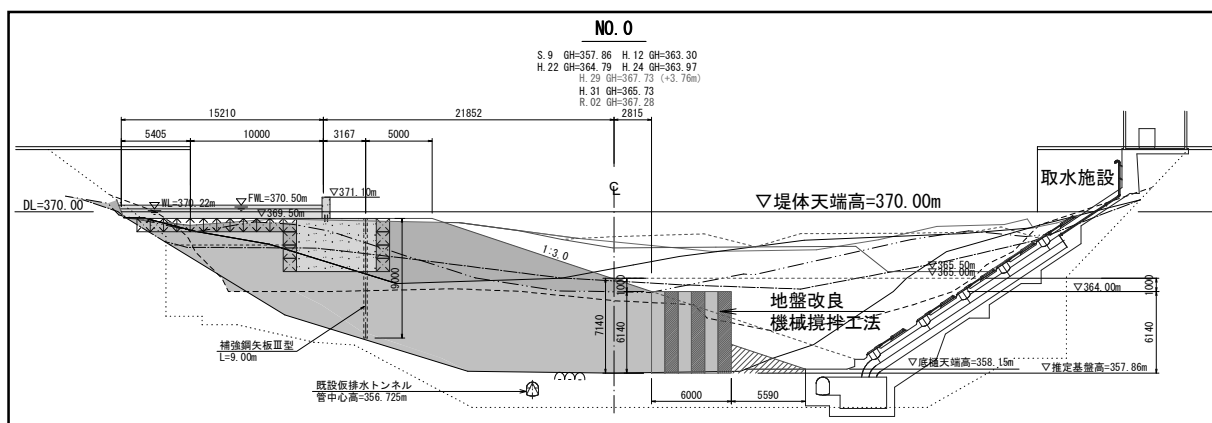
そこで、河川管理者と協議して、横断方向鋼矢板天端高はEL.370mとし、上流側に設置する大型土のうで構築した工専用道路の最上段の大型土のう(□1m×1m)を撤去して、天端高をEL.370mにした。

## 3. 堆砂掘削斜面防護計画

河川横断方向は、縦断方向に比べて河川幅が狭いため、取水施設への堆砂掘削が1:3と急勾配になり、斜面崩壊が懸念される。下表に示す防護工法が考えられ、比較検討の結果、2案が採用された。

表-2 堆砂掘削斜面防護工法比較表

案	工法	概要
1案	鋼矢板工法	堆砂斜面に鋼矢板を圧入して土留め壁を構築する。
		長所 施工が早い。 短所 自立式となるため、剛性が高い鋼矢板を用いなければならない。 底版が阿蘇溶結凝灰岩であるため、圧入が困難である。 鋼矢板の遮水性が堆砂内の間隙水排除において不利に働く。
2案	地盤改良工法 【採用】	堆砂斜面に自立式の地盤改良体を構築する。
		長所 重力により斜面主働土圧に抵抗するため、安定性が非常に優れる。 底版が阿蘇溶結凝灰岩であることは本工法(現地条件)に適合する。 地盤改良体天端は作業ヤードとして利用できる。 地盤改良体を存置することで土砂吐きの堆砂埋没防止に利用できる。 短所 特になし。



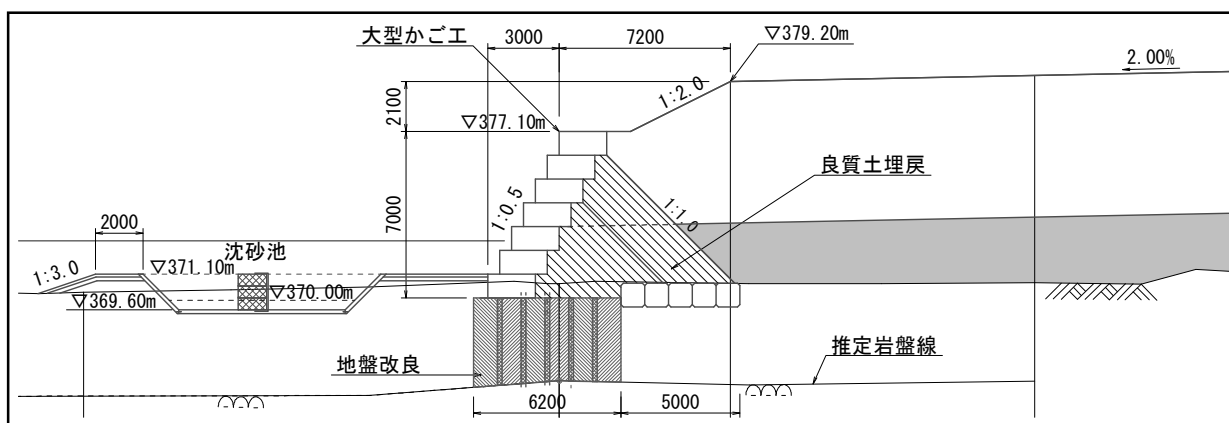
#### 4. 土捨場計画

取水施設改修に伴う捨土量が14万m<sup>3</sup>と多いが、近傍に土捨場がないため、堤体近くの沢部を土捨場として利用することとした。しかし、沢部は水田跡で軟弱地盤のため、SS試験を行い、軟弱層の厚さを確認し、地盤改良を行った。

また、軟弱で高含水比の堆砂で盛土するため、盛土のり面崩壊対策が必要になる。下表に示す対策工法が考えられ、比較検討の結果、2案が採用された。なお、ため池内から運搬した堆砂は、土捨場内で薄く広げて、工事を中断する出水期間内に天日乾燥が行えるようにした。

表-3 盛土のり面崩壊対策工法比較表

案	工法	概要
1案	ソイルセメント工法	ソイルセメント工法（砂防堰堤工法）で盛土斜面に土留め壁を構築する。
		長所 現地にある堆砂を利用できる。
		短所 堆砂性状が堆砂位置によって大きく異なるため、配合管理が難しい。
2案	大型かご枠工法 【採用】	大型かご枠工法で盛土斜面に土留め壁を構築する。
		長所 かご枠内は栗石になるため、盛土間隙水の排除が容易である。 かご枠のため、多少の沈下にも対応（追随）可能である。
		短所 特になし。



#### 5. 環境・濁水対策

環境対策として、①鋼矢板圧入時は「生分解性作動油」を使用、②地盤改良時は「アルカリ排水中和装置」を使用、③工事完了時に設置する網場には「バイオアバネット」を使用する計画である。

一方、濁水対策として、①清水と工事で発生する濁水の流路を完全分離、②土捨場には沈砂池を設置、③工事で発生する濁水は環境に優しいバイログ沈砂池を介して放流する等を実施した。

#### 6. おわりに

土木工事では、「水」、「軟弱土」を扱う工事が最も難しいと言われ、本ため池の流域面積は96.4km<sup>2</sup>と広く、非出水期間しか実施できない1級河川大野川内での仮設工事が主体である。

そのために、工事期間中は、池内の状況の変化を注視し、その変化等を次年度工事に反映しつつ、4年後(2025年)の完了を目指したい。





認を行った。堤体の下流側法面の底樋管が通る辺りに大きく陥没が発生しており、貯水位も満水近くであることから非常に危険な状態であると判断された。何らかの原因で底樋から土砂が吸い出され、それを起点に陥没が発生したと推察され、万が一堤体が決壊した場合の被害を低減させるためにも、溜池の貯水位を低下させることを最優先事項とした。排水方法は既設の斜樋と排水ポンプを用いることとしたが、斜樋は木栓形式で排水能力が小さく、また、当該ため池の管理用道路は急勾配かつ幅員が2mしかなく、依頼した建設業協会が現地に搬入できた水中ポンプは4インチ1台、発動発電機1台のみだった。このため、地元消防組合に協力要請を行った。その日の16時台には最初の排水ポンプが設置され、随時追加設置をしながら20時になるころには合計9台のポンプが稼働した。24時頃に常時満水位から150cm下まで水位が低下したところで、排水ポンプの揚水能力の限界となりポンプは撤収となった。



写真1 陥没箇所（撮影：2020年7月11日）



写真2 ポンプ排水の様子（撮影：2020年7月11日）

また、仁田尾溜池はいわゆる谷池であり、その下流には池の水を農業用水として利用している集落が存在する。仁田尾溜池が決壊する恐れもあることから、最初のポンプが設置された頃には下流の7世帯に対して、杵築市から避難勧告が出された。

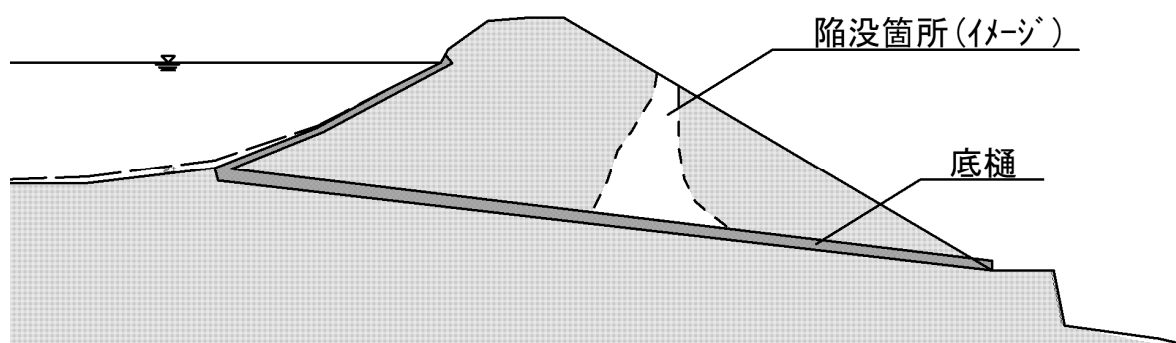


図3 陥没箇所のイメージ図（横断）

・7月12日

対策工法について検討を行った結果、前日の排水作業により低下した水位に合わせて、堤体の洪水吐を開削し常時満水位を強制的に下げることとした。引き続き建設業協会に依頼し、13時からバックホウによる掘削を行い、15時30分には幅、深さともに約2mの断面が確保できた。



写真3 掘削前の洪水吐（撮影：2019年）



写真4 掘削後の洪水吐（撮影：2020年7月12日）

・7月13日

洪水吐の掘削箇所と堤体の陥没部をブルーシートで養生し、洗掘の防止を図った。なお、陥没の原因が特定できていないため、洪水吐掘削後に斜樋からの排水は停止した。また、洪水吐は追加の洗掘防止対策の工法を複数検討したが、進入路の関係もあり、最も早く実施可能な現場打ちコンクリート三面張りでの施工を行うこととした。

・7月14日以降

以降、杵築市職員と共に警戒監視を続けたが、洪水吐を越流するような降雨は発生しなかった。7月22日までは洪水吐の前面部分のコンクリート打設を終え、7月27日に三面張りによる応急処置は完了したところである。現在は低水位管理を行い、本原稿執筆時（2021年9月）まで特に異常は報告されていない。今後は、県営の溜池改修事業で前刃金工法による全面改修を予定しており、令和4年度中の完成を目指している。

#### 4. 仁田尾溜池の被災対応に対する考察

##### (1) 溜池の管理体制について

7月11日に堤体の陥没を発見したのは、地元の溜池管理者であった。当時、杵築市内に7月6日から降り続いた雨が落ち着いたのは11日であったため、管理者は仁田尾溜池の状態が確認できるようになって、すぐに現地に赴き堤体の異常を杵築市に連絡をしたと思われる。

また、溜池は古い年代に築堤されたものが多いため、地権者が地元水利組合であったり市町村であったりと池ごとに異なる。今回の仁田尾溜池は官有地であったため地権者との協議は不要だったが、洪水吐開削にあたり地元管理者と立会いのもと施工許可を得てからの施工となった。



写真5 13日時点の洪水吐（撮影：2020年7月13日）

このように、緊急時における溜池管理者と自治体の連携は非常に重要であり、自治体は溜池管

理者の連絡先の把握や、日常点検・管理について日頃から確認する等の取り組みが必要だと、今回の一件を通して実感した。

## (2) 緊急時の協力体制について

本件では、排水ポンプの確保や洪水吐の掘削において、地元消防組合と建設業協会の協力を仰いだ。自治体や地元管理者のみの対応では、重機やオペレーター、機材等の確保は非常に難しい。事前に協力体制を構築できるような取り決め等があると、緊急時の対応がし易いと思われる。

## (3) 決壊の恐れのある溜池への緊急対応について

農業用溜池に決壊の恐れがある場合、避難等呼びかけて周辺の住民の安全を確保するとともに、溜池の水位を下げるのが重要である。水位を下げることで、堤体にかかる静水圧の低減や、万が一堤体が決壊した場合の被害減少等の効果が見込まれる。今回、仁田尾溜池では排水ポンプと取水用の斜樋を用いて排水を行い、ある程度水位が下がったところで洪水吐の開削を行った。ただし、急激な水位低下は堤体に悪影響を及ぼす恐れがあるため、緊急排水を行う際には留意する必要がある。

また、ポンプによる排水は、規模が大きく貯水面積が大きい溜池ほど水位を下げるのが難しくなる点や、ポンプの揚程高さ以上は水位を下げるできない点など、欠点も存在する。今回使用した消防用ポンプは、本来の使用目的とは異なるため、吸水高さの問題があり、一般的には水中ポンプの設置が望ましい。しかし、4インチの水中ポンプでも100kg前後の重量があり、設置のためにはトラッククレーン等が必要となる。このため、山間部のため池においては、搬入路の幅員や設置場所など課題が多くあり、日頃からの管理と備えが重要と考えられる。

## 5. おわりに

本件においては、様々な方の協力があって、堤体の決壊や下流域への被害を防ぐことができた。溜池の日常管理や今回の異常をいち早く発見・通報して頂いた地元の管理者、当時管内でいくつも災害が発生している中、重機とオペレーターを派遣して頂いた建設業協会、夜間にも関わらず排水作業に従事して頂いた地元消防組合、現場確認から避難指示まで様々な対応をして頂いた杵築市の職員に感謝の意を表し、本稿の締めとする。



写真6 洪水吐掘削の様子（撮影：2020年7月12日）



## 土地改良技術事務所における UAV 技術導入の取組

九州農政局土地改良技術事務所 ○(正)段安幸、(非)下迫田恵五、(非)本村正則  
(正)川上浩二、(正)安田誠、(正)中山忍、(正)安田憲司

### 1. はじめに

国営土地改理事業等においては、業務効率化や働き方改革の促進を図ることに加え、新型コロナウイルス感染症の感染拡大防止対策の観点も踏まえ、工事現場において監督職員が行う施工段階確認、材料検査、立会等(監督業務)を、ウェアラブルカメラ等により撮影した映像・音声と Web 会議システムを利用して実施する「遠隔確認」を推進する取組を進めているところである。また、近年、地方自治体の農業土木技術者が減少傾向にある中で、豪雨等による農地・農業用施設の被災リスクが増大しており、被災時には現場状況の即応的な共有と査定資料の準備期間の短縮が、被災施設の早期復旧の促進に向けて喫緊の課題となっている。

これらに対応するため、九州農政局土地改良技術事務所における UAV(無人航空機:Unmanned Aerial Vehicle)を活用した各種取組及び技術導入支援を実施しており、実施事例について紹介する。

### 2. 災害発生時の現地調査での活用

災害発生時の被災状況の即応的な共有を図るため、土地改良技術事務所では、平成 29 年の UAV 導入当初より、延べ 20 市町村において、被害が甚大で全容の把握が困難な箇所や近接が困難な箇所での調査・測量で活用を図ってきた。被災箇所の調査・測量においては、人家や主要施設との位置関係や変状箇所の詳細を把握することが必要なことから、30 倍の拡大が可能なズームカメラ及び 360° カメラといった付属機器等の調達も進めることとした。

### 3. 災害査定設計書作成時における活用

従来の災害査定においては、現地測量を基にした横断図等により被災数量の算出を行うなど、かなりの時間と労力を要しているのが実態である。査定設計書作成の迅速化に向け、3次元モデルを活用した被災数量算出の取組も開始されており、平成30年北海道胆振東部地震では、発生した山腹崩壊より農地へ流入した土砂等の平均厚さの測定にUAVを活用した実績はあるものの、九州農政局管内において実施した事例はない。そこで、土地改良技術事務所では、九州農政局防災課と連携し、令和3年7月の豪雨で被災した鹿児島県さつま町の水田被災地(10ha程度)において、以下に示す手順及び表-1に示す資機材により、「3次元モデルを活用した災害査定設計書」の作成支援を実施することとした。

#### 手順1. 3次元モデル作成

UAVにWi-fi機器を接続した上で、3次元座標値に基づいて自動飛行を行い、写真測量を実施した。撮影した静止画像は、3次元点群ソフトウェアで処理することにより、数量が算出可

表-1 3次元モデル作成及び数量算出に使用した機材等

機材	名称	諸元等
1.UAV	Phantom4 Pro (DJI 社製)	
2.Wi-fi 機器	WiFiSTATION SH-52A	[5G] (受信時)最大 4.2Gbps (送信時)最大 480Mbps [4G] (受信時)最大 1.7Gbps (送信時)最大 131.3Mbps
3.ソフトウェア (点群処理)	Metashape (Agisoft 社製)	Ver1.7.4

能な3次元モデルを生成した(図-1上部)。

#### 手順2. 数量算出

3次元点群ソフトウェア上において、任意の範囲を指定、水平距離・斜距離等を自動計算し、縦横断図を作成した(図-1下部)。

上記の手順により、10ha程度と比較的規模の大きい被災箇所においても、工事数量の算出までを実質1日(外業0.5日+内業0.5日)で実施することが可能であり、単純な比較はできないものの、10haの起工測量における標準歩掛は約22日(外業10日+内業12日(準備、成果品作成等を除く。))<sup>1</sup>と算定されることを踏まえると、従来の手法からは大幅に作業時間が短縮される結果となった。前述の調査・測量時における活用と組み合わせることで、災害査定に至る事務作業のさらなる効率化も期待される。

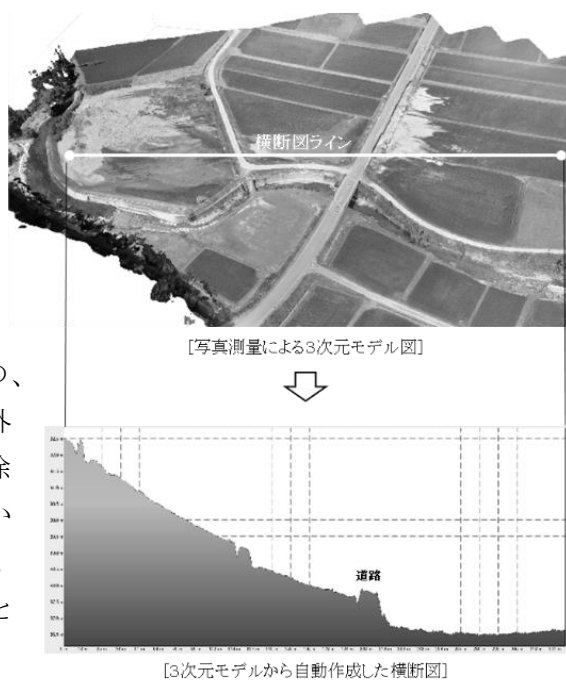


図-1 被災箇所の3次元モデル化

#### 4. 工事遠隔確認での活用

国土交通省では、遠隔確認を適用するに当たり適用範囲や実施方法、留意点等を示しており<sup>2</sup>、ウェアラブルカメラや Web 会議システムに関する仕様についても定めている。

しかしながら、実際に遠隔確認を適用する際には、工事現場全体を俯瞰することが全体状況の把握に資する場合もあることが想定される。このため、土地改良技術事務所では、ウェアラブルカメラに加えて UAV 及びビデオカメラを携行して、監督業務における遠隔確認を試行したところ、各撮影媒体の機能面での特長に応じた適用対象(例)は表-2 のとおり整理された。

表-2 撮影媒体と機能・適用対象(例)

撮影媒体	UAV	ビデオカメラ	ウェアラブルカメラ
1.機能			
双方向音声通話	△ (スマートフォン併用により可)	○	○
ズーム	△ (使用機材により可)	○	×
防水	△ (全天候型は可)	△ (小雨は可)	○
2.適用対象(例)	工事現場全体の俯瞰 安全対策状況の確認等	施工段階確認 材料検査 等	—

#### 5. 国営事業所等での UAV 技術導入の展開

土地改良技術事務所が導入支援を行っている上記取組に加え、UAV 技術は、自動飛行による各種定点観測(工事進捗状況・営農・作付状況調査)、赤外線カメラを活用した機能診断調査といった幅広い用途に展開できる可能性がある。土地改良技術事務所においては、これらの調査等でも UAV 技術の導入を進めるべく現場での試行を図っていくとともに、紹介した事例においても引き続き試行回数を増やすことで課題の整理等に取り組むほか、農政局・地方自治体等の農業土木職員を対象とした講習会を年3回実施し、基礎的な法令等の知識や操作技術の習得に寄与していくこととしている。

<sup>1</sup> 令和3年度 土地改良工事積算基準(調査・測量・設計)による。

<sup>2</sup> 国土交通省大臣官房技術調査課:建設現場の遠隔臨場に関する試行要領(案)(令和3年3月)

## 中山間地域の農業用水路を活用した小水力発電による 地域活性化について

### ～日之影町 大日止昂発電所の事例～

宮崎県西臼杵支庁(非)小牧伸吾

#### 1 はじめに

日之影町は、宮崎県最北の山間部で、県都宮崎市からは車で約2時間、距離にして約120kmと離れており、町の総面積277.67kmのうち約91%が山林となっている。町の中央部には、東西に五ヶ瀬川が貫流し、その支流の日之影川が町の北部を東西に二分して流れており、それらは深いV字形の溪谷を形成している。河川の両岸は50mから100mの切り立った断崖となり、その上部に階段状に耕地が拓かれ、その耕地を中心に大小多数の集落が形成されている。

この急峻な山間地で生活する人々は、棚田での稲作、木材生産や椎茸栽培などを複合的に経営し、地域での共同作業や神楽や歌舞伎等の伝統芸能により強いコミュニティが形成されており、代々受け継がれてきたその営みが評価され平成27年に近隣の2町2村とともに「世界農業遺産 高千穂郷・椎葉山地域」に認定されている。同町では、農業に欠かせない用水を確保するため、先人たちの努力によって急峻な山腹を縫うように「山腹用水路」が整備されており、町内では144kmにもおよび、用水補給のほか山の斜面を流れる雨水を受け流し、土砂災害等を防ぎ人々の暮らしを守る重要な役割も果たしている。

近年、日之影町においては過疎化・少子高齢化の問題が深刻化しており、町人口は3,800人を割り込み、ピーク時の約4分の1まで減少している。高齢化率は45.2%にも達成し、ほぼ2人に1人が高齢者という事態に直面している。これより、先祖代々守り受け継がれてきた農地や山腹用水路等の農業用施設の維持管理も困難になってきている。

#### 2 大人集落の取組について

日之影町岩井川にある大人集落においても、後継者不足が深刻な悩みとなっており、これからさらに地域営農や農業用施設の維持管理が難しくなるとの懸念を抱いていた。そこで、大人集落では、先人たちが大正時代の頃から苦労と努力によって築き上げた山腹用水路を活用できる術を考え、中山間地域独特の高低差を利用した小水力発電を考案し「大日止昂小水力発電所」の建設を開始した。

「大日止昂小水力発電所」の建設は、平成25年に場所の選定を行い、平成26年に可能性調査及び概略設計、翌27年に詳細設計を実施しており、平成29年に発電所建設に着手した。

小水力発電施設の建設にあたり、最も大きな課題は資金調達であった。小水力発電所の建設には、国



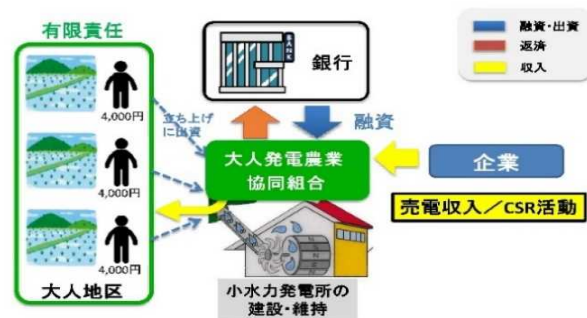
図1 位置図



図2 平面図

や県の補助金に加えて、自己資金での負担も必要であった。そこで、用水組合員 1 人当たり一口 4,000 円の出資金を集め、平成 28 年に「大人発電農業協同組合」を設立し、不足金を地元の銀行等からの融資を受け、事業着手が可能となった。

大人発電農業協同組合では、小水力発電によって得た電力を全量電力会社に売電し、その収益を農業用水路の維持管理等に活用している。さらに、大人集落では非農家も農家と同じく大人発電農業協同組合に加入し出資金を支払っており、非農家も利用する公民館の支援に売電益が活用され、地域の環境整備や伝統芸能の保存など、大人集落の地域活性化に大きく貢献している。



### 3 大日止昇小水力発電所の概要

- (1) 最大出力:49.9kw
- (2) 年間発電可能量:317,520kwh
- (3) 最大使用水量:0.180m<sup>3</sup>/s
- (4) 有効落差:85.2m
- (5) 建設費:95,951 千円
- (6) 補助事業名:小水力発電等農村地域導入  
支援事業(県単独事業)
- (7) 運転開始:平成 29 年 11 月
- (8) 施設管理者:大人発電農業協同組合
- (9) 水車形式:クロスフロー水車



写真 1 大日止昇小水力発電所



写真 2 発電所



写真 3 発電機

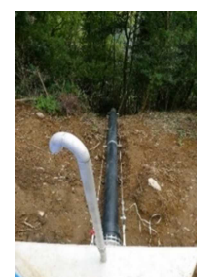


写真 4 導水管  
(φ250 L=180m)

### 4 おわりに

小水力発電の運用には、渇水期による発電量への影響等、今後の課題は残されている。だが、大人地区の小水力発電の取組は、農村集落の抱える課題解決のための一つとして、優良的な事例になるに違いない。今後、大人集落の様に地域の資源を活かし、地域の活気を取り戻していく集落が増えるよう、行政としても支援していくことが大切であると考えます。



## 亜熱帯島嶼の陸域活動とサンゴ礁生態系環境の変遷-鹿児島県与論島を事例として-

琉球大学農学部○(正) 中野拓治

東京農業大学(非) 中西康博

東京農業大学(非) 佐塚直孝

NPO 法人海の再生ネットワークよろん(非) 池田香菜

### 1. はじめに

鹿児島県与論島は、サンゴ礁生態系が発達する独特の景観と特有の動植物種の生息域となっており、サンゴ礁海域特有の自然環境を背景とした水産漁業や観光産業とともに、サトウキビ・肉用牛・野菜・花卉等の農業生産活動を通じて、豊かな地域の暮らしが営まれている (Fig.1).

与論島においては、1960～1970年代のサンゴの乱獲や1998年に発生したサンゴ大規模白化後、与論島の礁池外ではサンゴが順調に回復しているものの、礁池内のサンゴは回復が認められないか、回復スピードが遅くなっているのが現状である。本報では、鹿児島県与論島を事例として陸域の社会経済活動とサンゴ礁生態系環境の変遷について検討したので、その概要を報告する。

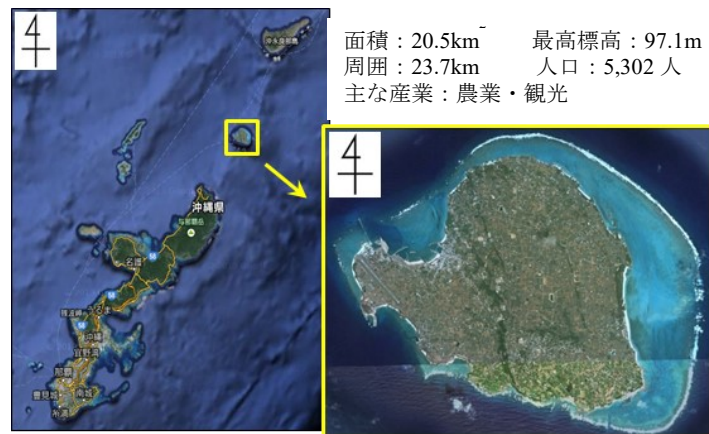


Fig. 1 与論島の概況

### 2. 研究方法

本研究では、2015年から2017年まで年1回の頻度で地下水の水質観測調査を3回実施した。1945年から2017年までのサンゴ生息域を把握するため、風景写真や航空写真の収集・整理と島民からの聞き取り調査を行った。陸域由来からの窒素の与論島東部地域海域の拡散状況を検証するため、流動シミュレーションによる解析結果を用いて、地下水によって輸送されると仮定した窒素の保存拡散計算を行った。流動シミュレーションモデルは、流体力学の基礎方程式(運動方程式、連続の式、水温・塩分の拡散方程式)を差分化して解く数値モデルであり、与論島周囲海域の潮位変化を駆動力とする二次元多層モデルとした。与論島内地下水の硝酸性窒素( $\text{NO}_3^- - \text{N}$ )濃度の長期的な経時変化は、第2次世界大戦直後の1945年から1983年は地下水水質試験結果資料、また、1984年から2018年までは東部地域水道水源地(8ヶ所)の観測データを用いて検討した。

与論島内の1945年から2017年の作付面積、サトウキビ生産量、および肉用牛の飼育頭数は、与論町誌のデータ収集により整理した。1983年から2017年までの年間肥料購買実績を基に肥料種別の窒素(N)の成分含有量から農地系の窒素発生負荷量を算定した。畜産系は島内の肉用牛飼育頭数から堆肥センター利用飼養牛頭数を差し引いた頭数に牛の排泄物の日平均原単位を乗じて発生負荷量を求め、堆肥利用による発生窒素負荷量は堆肥利用量に窒素含有率を乗じて発生窒素負荷量を算定した。生活系に関しては、農業集落排水施設の供用人口と浄化槽設置情報から発生負荷量を算定した。海水温の動態は、環境省国立環境研究所と国立研究開発法人水産研究・教育機構西海区水産研究所から提供されたデータを用いて検討した。与論近海の海水温データは、1981年9月から2018年11月までの期間であり、与論港の海水温データは1980年1月から2019年10月までの期間で観測されたものである。1945年から1979年の7月から9月の月別海水温は、気象庁の東シナ海南部の海面水温平年差データを用いて推定した。米国大気海洋庁(NOAA)の開発したDegree Heating Week(DHW)の水温指標により、1990年代以降のサンゴ白化現象の発生可能性を検討した。

### 3. 結果と考察

#### 3.1 与論島周辺海域におけるサンゴの生息状況

与論島周辺海域21地点のサンゴ被度は、0~66%（平均被度：26.8%）であり、礁池内のサンゴ被度は外海に比べて31ポイント低い値を示し、外海の半分以下の低い被度となっていた（Fig.2）. サンゴ被度が低い礁池内東北エリアのサンゴ生息面積は1945年に67.2haであったものが、1985年には27.8haと1945年から1985年の40年間で半減していた. 2005年と2015年のサンゴ生息面積はそれぞれ8.8ha, 2.1haとサンゴ生息域の減少は続き、2015年には1945年の3%程度にまで減少していた. 2017年には面的広がりのあるサンゴ生息域は消失しており、サンゴ生息面積は0.5haと1945年当時の1%程度以下であるものと推定された（Fig.3）.

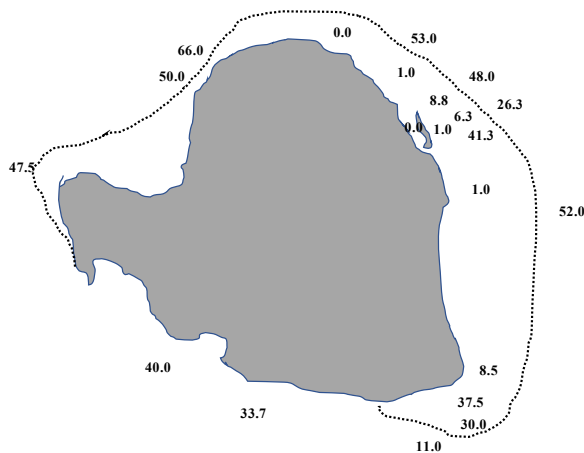


Fig.2 与論島周辺海域のサンゴ被度の平面分布

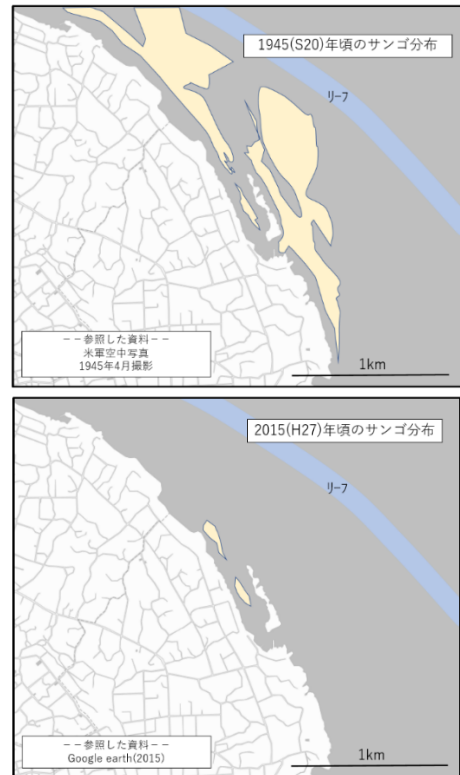


Fig.3 礁池内東北エリアのサンゴ生息面積との推移

#### 3.2 与論島周辺海域のサンゴ被度と窒素濃度

与論島周辺海域外海では全窒素（T-N）濃度とサンゴ被度の間に明瞭な相関関係は認められなかったが、礁池内のT-N濃度は、 $0.033 \sim 0.20 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ （平均： $0.07 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ ）に分布しており、T-N濃度とサンゴ被度の間には負の相関が存在していた（Fig.4）. T-N濃度が $0.05 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ を超えるとサンゴ被度が10%以下に低下し、T-N濃度が $0.05 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 以上の領域ではサンゴの平均被度は3%であり、サンゴの

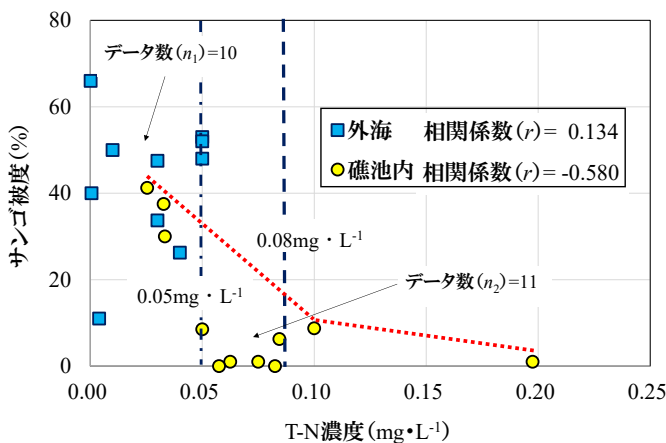


Fig.3 海水の全窒素（T-N）濃度とサンゴ被度の関係

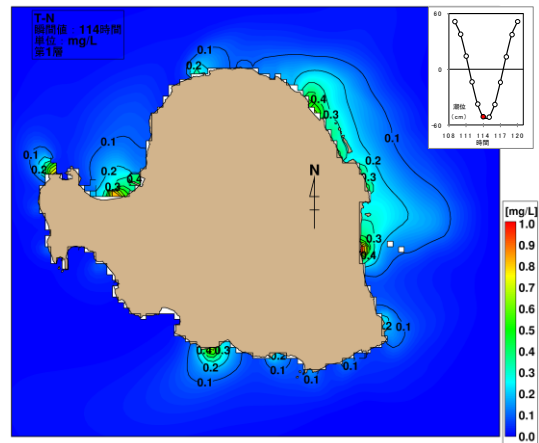


Fig.4 海域の窒素の拡散状況（干潮時）

生息密度が非常に低いことが分かった。与論島東部礁池内では礁池外の海域からの海水交換が少ないことに起因して、陸域からの窒素が礁池内に滞留する傾向が認められた (Fig.5)。与論島周辺海域のサンゴ被度と実測値や数値解析から得られたT-N濃度の値には明らかな負の相関が存在しており、サンゴ生態系への影響要因として陸域由来の窒素負荷が関与していることが明らかになった。

### 3.3 与論島の地下水窒素濃度の推移と農畜産業活動

与論島地下水のNO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N濃度は1945年に0.1mg・L<sup>-1</sup>程度であったものが、1967年から1969年に2.5~3.7mg・L<sup>-1</sup>に増加し、1995年に9.5mg・L<sup>-1</sup>に達した後、2019年のNO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N濃度は4.4 mg・L<sup>-1</sup>と1970年代後半の濃度水準まで低下していた (Fig.6)。1945年から1966年には水田が200ha程度存在し、1975年以降は6ha程度以下となる一方で、サトウキビの栽培面積は1960年に120haであったものが、1970年には716haに増加しており、地下水NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N濃度の経時変化はサトウキビの生産量負荷量の推移と概ね一致していた。水田が1965年以降10ha程度以下に減少し、畑地が増加したことで脱窒機能が失われたものと考えられた (Fig.7)。与論島地下水の1945年から2019年の硝酸性窒素濃度の推移には、水稻栽培からサトウキビ単一栽培に伴う水田から畑地への土地利用の変化や肉用牛の飼育頭数の増加を含めた農畜産業活動が影響を与えているものと考えられた。

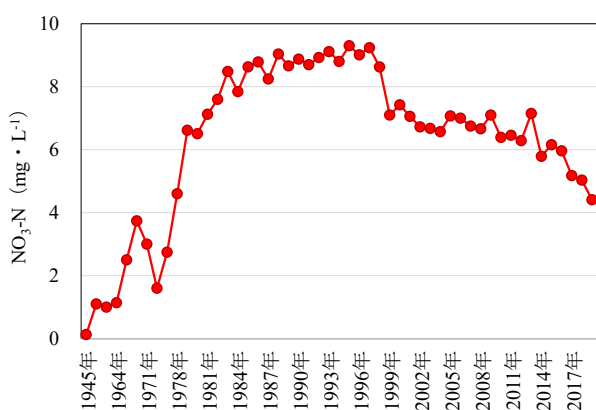


Fig.6 与論島地下水のNO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N濃度の推移

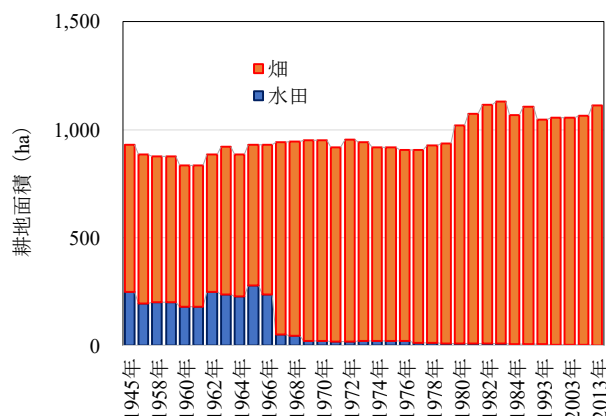


Fig.7 与論島の土地利用（水田と畑）の推移

### 3.4 与論島の窒素負荷発生量の推移とサンゴ生息エリア

与論島の2017年の農地系（化学肥料）、畜産系（家畜排泄物・堆肥）、生活系（生活排水）、自然系（降雨）の窒素負荷量は、それぞれ183.2t/y、85.4t/y、7.7t/y、3.3t/yと推計され、96%の窒素負荷量が農地系と畜産系に由来しているものと考えられた (Fig.8)。与論島の窒素動態として1984年から1997年までの農地系（化学肥料）の窒素負荷量は、化学肥料の施肥量増加に伴って増えており、1987年には最大値（502.0t/y）を示した。化学肥料による窒素負荷量は1988年から1996年は400t程度

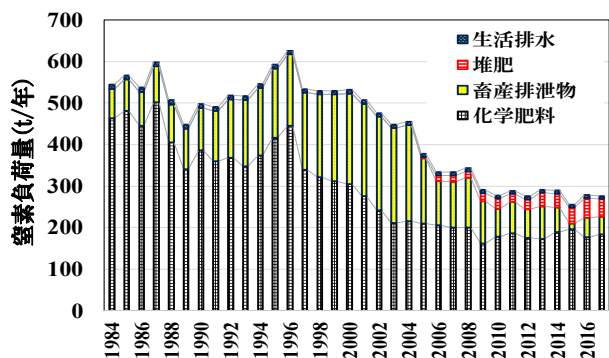


Fig.8 与論島窒素負荷量の推移

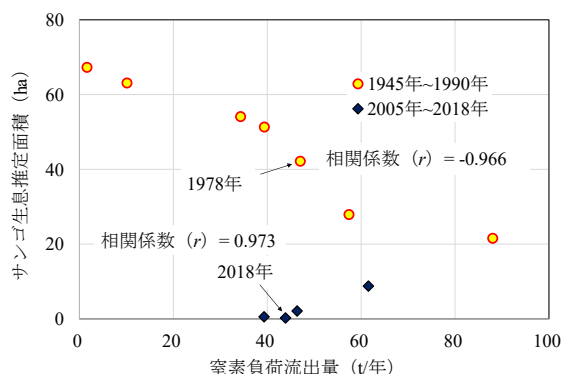


Fig.9 与論島の窒素負荷量とサンゴ生息面積の関係

で推移しており、1997年以降、減少に転じた後、2000年代以降は減少幅が小さくなっていた。2000年から2010年代は化学肥料の施用量の減少による影響が現れるとともに、2010年代以降は家畜排泄物の堆肥化に伴って農地への堆肥施用が図られた結果が反映されているものと推察された。与論島東部地域では、1945年から1990年までは窒素負荷量の増加に伴ってサンゴ生息面積は減少しており、サンゴ生息面積には陸域由来の窒素負荷が影響していることが示唆された (Fig.9)。

### 3.5 海域環境とサンゴ礁生態系環境

与論島では1979年以前には高水温によるサンゴの白化現象が起こった可能性は低く、高水温に伴うサンゴへのストレスが健在化するのには1980年以降であると推察された (Fig.10)。高水温に伴うサンゴへのストレスが健在化するのには、1980年以降であり、1980年、1998年、2001年、および2017年においては、高水温に伴う白化現象によるサンゴへの影響が示唆された。与論島周辺海域における海水温30°C以上の日数と水温指標 (DHW) の状況から、1994年以降、1998年、2001年、2016年、および2017年には、高水温に伴うサンゴへのストレスによって白化現象が生じて、生息サンゴの衰退を招いた可能性が高いものと考えられた (Fig.11)。海水温上昇に伴うストレスが生じた4カ年 (1998年、2001年、2016年、2017年) の中でも、1998年は海水温の上昇とともに、陸域からの窒素負荷によるストレスが相乗的に加わってサンゴに壊滅的なダメージを与えたものと考えられた。

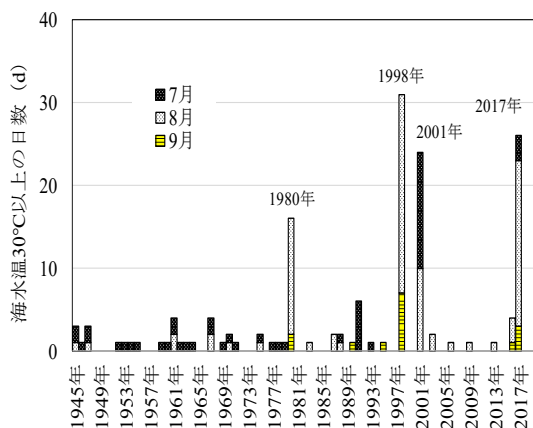


Fig.10 海水温30°C以上の日数の推移

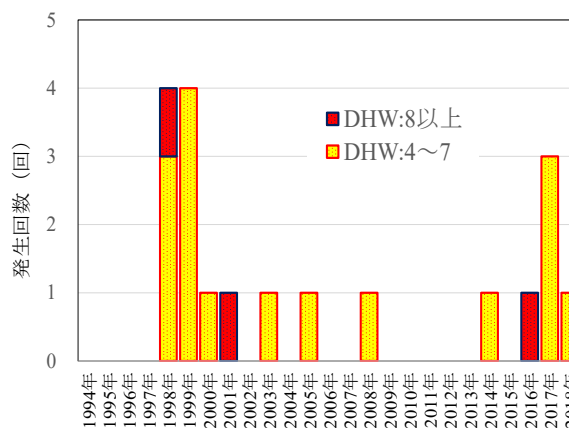


Fig.11 水温指標 (DHW) と白化現象発生回数

## 4. まとめ

与論島に広がる豊かで美しい農村地域を維持・保全し、サンゴ礁生態系の保全・再生を図るためには、地域の暮らしとサンゴ礁生態系のつながりを意識して、陸域に由来する窒素負荷低減対策の重要性の認識・啓発と効果的な対応策を講じる観点からの取組が必要である。本研究成果が、今後、これらの取組に活用されることを期待している。

## 引用文献

中野拓治・畑 恭子・金城健正・渡辺暢雄 (2017) : 亜熱帯沿岸域を含む健全な水環境の構築と管理に向けた取組 (地域の暮らしとサンゴ礁生態系つながり構築に向けて), 日本サンゴ礁学会誌, 第19巻, 95-108.

## 謝辞

本研究は、環境省サンゴ礁再生計画2016-2020『与論モデル事業』の一環として実施したものである。本研究に際しては、環境省、与論町役場、土地改良環境保全活動組織、茶花自治区、古里自治区の関係各位に多大の御援助と御協力を頂いたことを記し、深甚の感謝を表す。



## 地域用水環境整備事業波留地区における 魚道工の実施に関して

鹿児島県北薩地域振興局農村整備課 ○(非)若松勇輝

### 1. はじめに

本地区は、阿久根市波留地内にある臼田頭首工に魚道を設置するものである。臼田頭首工は、堰高が高いにも関わらず魚道が未整備で回遊魚の遡上・降下に大きな影響を与えているため、早急な魚道整備が必要とされている。本報告では、既設頭首工に魚道を新設する際の施工事例等について報告する。



写真-1 臼田頭首工

### 2. 本地区の特徴

臼田頭首工は70年以上前に築造されており、災害復旧工事が過去3回も行われていることから、一体構造物としての一定の強度を有していない恐れがある構造物である。もし魚道と固定堰を一体化させた場合、接続箇所に偏荷重が生じ固定堰に負荷を掛ける恐れがあることから、魚道を単独構造物とし、固定堰への影響を回避できるような設計とした。

### 3. 魚道の設計および施工方針

本魚道の設置位置については図-1のとおりである。型式や構造等はアユの習性、体高を元に設計した。詳細は令和2年度農業農村工学会講演要旨を参照されたい。

施工方針としては、固定堰を魚道幅に合わせて取り壊し、取り壊した隙間に魚道を据えることで魚道を単独構造物とする方針である。取り壊し断面と魚道の間には膨張目地を挟み、水密性を付与することとした。

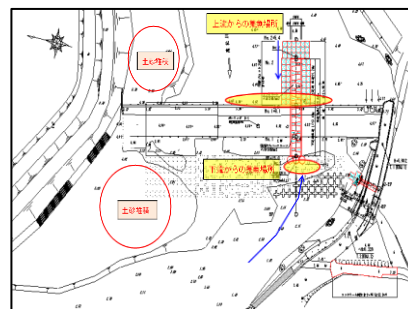


図-1 魚道位置図

### 4. 施工時の問題

本工事では2つの施工上の課題が生じた。

1つ目は、固定堰内部に横断方向に碎石層が入っていたことである。取壊し断面は全面コンクリートの想定であったが、実際の状況は写真-2のとおりであった。計画では取壊し断面に膨張目地を打ち付け、目地を型枠として魚道本体コンクリートを打設する想定であったが碎石層ではそれが難しく、また流入水によって堰内部に吸出しが生じる危険性もあるため、早急な対策が必要であった。対策として取壊し断面をコンクリートで間詰めする方法を考案し、当初の計画通り断面を全面コンクリートにする方針を取った。しかし取壊し断面は鉛直断面であることからコンクリート打設が困難であ

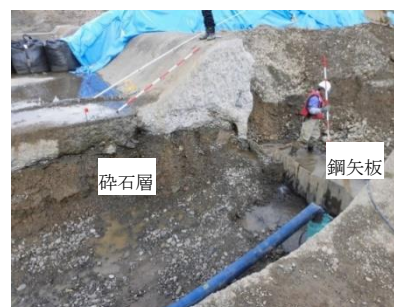


写真-2 取り壊し断面状況

り、施工方法を検討した結果、取壊し断面を型枠で塞ぎ、角落し部にコンクリート注入用の穴を数カ所開け、上部から間詰めコンクリートを打設するという工法を考案した。結果、写真-3 のとおり取壊し断面を間詰めすることが出来た。

2つ目は、頭首工の越流部直下に、固定堰の施工当時のものと思われる鋼矢板が埋め込まれている事が判明した。状況は写真-2, 4 のとおりである。この鋼矢板は止水矢板として固定堰基礎部の吸出しを防止する役割を持っていたと推測されるが、魚道底版の計画高さより上部に露出しており施工上の支障となった。検討の結果、止水性を保持するためにも全撤去とせず、露出部分のみ切断することとした。実際の施工では鋼矢板露出部を魚道底版面より 20cm 下で切断し、魚道底版に対して鋼矢板が点支持とならないよう注意した。また地中に残存する鋼矢板については、止水性を考慮した結果、鋼矢板の前後をコンクリートで巻き付けて止水壁を建造し、吸出し防止機能の保持に努めた。

以上2点の課題を解決することで、当初計画通りに魚道工を実施する事が出来た。

## 5. その他, 問題点への対処

固定堰と単独魚道の間には設計上どうしても隙間が出来るため膨張目地を設置するが、目地だけでは水密性の確保が難しく取水位に影響を与える可能性があると判断したため、魚道と固定堰上流端の接続箇所に写真-5 のとおり遮水シート工を実施し、影響回避に努めた。

## 6. 工事を終えて

既設頭首工に単独魚道を新設するにあたり、河川流量 $\geq$ 魚道流量+用水量となっているか精査することは重要である。本設計では取水期において前述の式を満たすように魚道流量を設計しているが、魚道が設置されることで用水路の水の流れにどうしても変化が生じ、地元水利組合からも心配の声が上がった。工事後も用水状況に注意し、必要に応じて対策を講じることとしたい。

## 7. おわりに

本工区は取水時期やアユの遡上時期等の時間的制約、取壊し段階における想定外の事態等、多くの課題が生じたが、それでも工期内に完成させた受注業者の尽力は計り知れず、ここに謝辞を申し述べる次第である。

本報告が今後実施される単独魚道工の参考になれば幸いである。



写真-3 間詰め Co 打設後

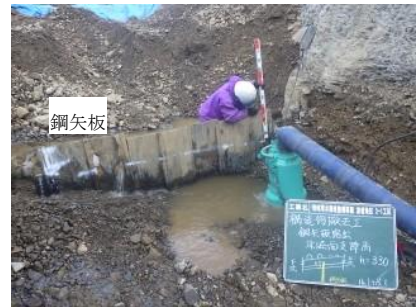


写真-4 鋼矢板露出状況



写真-5 遮水シート工状況



写真-6 完成状況

## 防災重点農業用ため池の改修とオニバスの保全

宮崎県児湯農林振興局 (正)内村雄三, ○(非)高橋祐司, (非)立山裕樹

### 1 はじめに

宮崎県木城町にある岩渕大池は、江戸時代前期に築造された農業用のため池である。この池は、堤長 346m, 堤高 3.5m, 貯水量 5 万 9 千 m<sup>3</sup> の県内では珍しい皿池であり、現在も約 6ha の水田を潤す重要な水利施設としての役割を担っている。また、池の中には、環境省レッドリスト絶滅危惧Ⅱ類のオニバスが自生する地として、昭和 8 年に宮崎県の天然記念物に指定され、毎年夏頃の開花時期には県内各地から多くの人々が訪れている。しかし、築後 400 年以上が経過し、堤体の浸食や洪水吐・取水施設等の経年劣化が著しく、さらにはため池周辺の宅地化によって、平成 25 年には防災重点農業用ため池に指定されるなど、全面改修を余儀なくされた。本稿では、ため池の全面改修にあたり、オニバスの保全に配慮した取り組みについて紹介する。



図 1-1.位置図



写真 1-1.岩渕大池

### 2 オニバスの現状と保全の検討並びに取り組み

#### (1) オニバスの現状

オニバスは、スイレン科に属する 1 年草の植物であり、葉や茎の全体に鬼の角のようなトゲがあることが名前の由来となっている。オニバスの葉は大きいもので直径 1.5m 程度あり、8 月～10 月にかけて葉と茎の間から鮮やかな紫色の花が開花する。重要種の基準として、環境省レッドリストでは絶滅危惧Ⅱ類(VU),宮崎県レッドリストでは絶滅危惧ⅠA 類 (CR-g)に位置づけられている。



木城町では、オニバスの保全活動として平成10年から地元の管理人と年間委託を結び、保護管理を行っている。しかし、平成17年頃まで毎年数株から数十株確認されていた自生株が、平成18年以降確認されなくなった。そこで、管理人がため池から採取したオニバスの種子を隣接する水田で発芽させ、一定の大きさになった段階でため池に戻して保存に努めている。このような地道な活動の結果、平成30年には12年ぶりに5株の自生株が確認された。



写真 2-1.オニバス

### (2)オニバス生育環境維持に係る課題

工事前の調査により、池内には相当数の種子が埋土種子として存在しているものの、生育に至った種子はごく僅かであることが判明した。原因の一つとして、植物体から大量の栄養分が水中に溶け出し、富栄養化していると考えられる。オニバスが生育する環境を維持するためには、定期的に池干しを行うことにより、底土を空気にさらして乾燥・酸化させることで富栄養化を抑制することが重要であり、これによって水質の改善や埋土種子からの発芽促進が期待される。ため池改修は池干しして施工を行うことから、水質環境は良くなると考えられるが、一方でオニバスの種子は長期の乾燥に弱く、その両方を考慮した施工方法が求められた。また、堤体付近と池敷内の工事用道路設置箇所にも、オニバスの埋土種子が確認されており、工事による池外搬出や種子損傷の対策を行う必要があった。

### (3) オニバス埋土種子への配慮

前記の課題を踏まえ、実際の工事では、池全体の水を抜き、池干しを行うことで底泥を空気にさらし乾燥・酸化させた。そして、オニバスの埋土種子が多く存在する範囲については、工事に支障がない程度に山からの流水を導き、適度な湿潤状態を保たせることで長期の乾燥を防いだ。

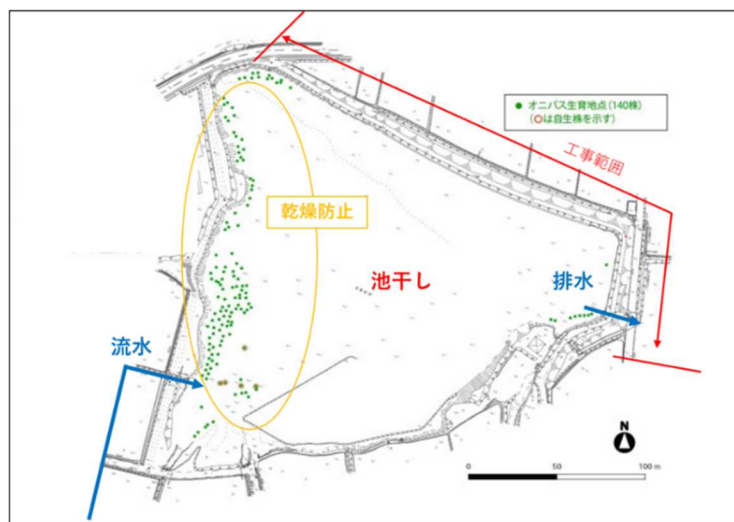


図 2-1.施工排水計画



写真 2-2.オニバス埋土種子



次に、オニバスの埋土種子は池底表面から 10cm 程度の範囲にその多くが存在しているため、影響する堤体付近の池底表面をはぎ取って池内に仮置きし、工事完了後再び表面に埋め戻すことで、池外搬出や種子が発芽できない深さに移動することを防いだ。仮置き中の掘削土は、ブルーシートで覆って養生することで、長期の乾燥も防いだ。

なお、池敷内の工事用道路について、通常は池底の軟弱土をセメント系固化材で改良し、その上に砂利を敷き均すが、軟弱土の固化処理によって、種子の発芽が阻害されることが懸念されたため、池底の軟弱土を取り除き、良質土で置き換えることにより、トラフィックビリティの確保と埋土種子への影響回避の両方を満足できた。



写真 2-3.堤体付近の埋土種子仮置き状況



写真 2-4.池敷内の工事用道路施工状況

#### (4) 全面改修と合わせたオニバス生育環境の創造

工事前の調査により、オニバスは水深 1.1m 未満の箇所群生していたことがわかった。池の常時満水位は F.W.L=18.8m であることから、池底の標高 FH=17.7m 以上のエリアを多く作り出すことができれば、オニバスの生育環境に適した範囲をより多く創造できる可能性があった。そこで、今回の全面改修と合わせてこの環境を創造できないか検討した結果、堤体法尻近くの小段標高が 17.88m であり、ここに図 2-2 で示す生育棚を設けることにより、オニバス生育環境の創造を図った。

施工方法としては、まず堤体小段の法尻近くに柵を設置してポケットを作り、そこに仮置きしていた埋土種子を含んだ土を投入し、敷均しを行った。設置した柵については、環境に配慮してスギを使用した。なお、貯水位の変化によって乾湿を繰り返すことから、木材が腐食しないよう防腐剤を塗り、耐久性にも考慮した。今後、投入した埋土種子が発芽することを期待する一方、別の場所で一定の大きさになったオニバスを戻す場所としても利用することで、生育環境の創造が期待される。

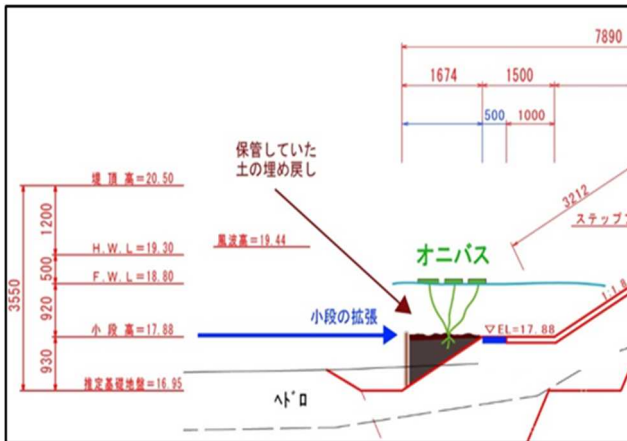


図 2-2.オニバス生育柵



写真 2-5.生育柵施工状況

### 3 おわりに

今回、オニバス生育環境の維持と新たな生育環境の創造を検討し施工を行った。今後は工事による環境負荷の影響がないか、水質を調査するなどして継続的に観察していく。また、今回設置した生育柵の活用を木城町や管理人に呼びかけ、持続的に効果が発現できるようにする。さらに、オニバスの生育する環境を維持するためにも、木城町や管理人の行うオニバス保護活動が途絶えないよう、オニバスの情報発信や地域行事の検討など工夫が求められる。



写真 3-1.工事完成

# 公益社団法人農業農村工学会九州沖縄支部

- 支部規定
- 支部所在地
- 支部運営要領
- 2020年度（令和2年度）事業報告
- 2020年度（令和2年度）決算報告
- 支部賞授賞規則・細則
- 別記様式 1～5

# 公益社団法人農業農村工学会支部規程

平成 23 年 3 月 14 日制定

平成 23 年 5 月 19 日一部改正

公益社団法人農業農村工学会の支部の組織及び運営については、農業農村工学会規則（以下「規則」という。）に定めるほか、この規程に定めるところによる。

（代表幹事の数）

第 1 条 規則第 2 条に定める各支部の代表幹事の数、15 名以上 40 名以内とする。

（支部事業計画等案の作成）

第 2 条 支部長は、毎年度当該支部が実施する次年度の事業計画案及び収支予算案を作成し、代表幹事会の承認を得るものとする。

2 支部長は、前項の事業計画案及び収支予算案を当年度の 2 月中旬までに学会事務局に提出するものとする。

（支部事業の実施）

第 3 条 支部長は、代表幹事会に諮り総会において決定された支部の事業計画及び収支予算に基づき、適正に事業を実施するものとする。

（資金の管理等）

第 4 条 支部長は、会長から依頼された資金の管理及び事業実施に伴う収支について、善良なる管理者の注意義務をもってこれを行わなければならない。

2 支部長は、前項の資金の管理及び収支にかかる証拠書類を整備保管し、会長が求めたときは、これに応じなければならない。

第 5 条 支部長は、当年度において支部が実施した事業の実績及び収支決算を取りまとめ、代表幹事会の承認を得るものとする。

2 支部長は、前項により承認された支部の事業の実績及び収支決算を年度終了後直ちに学会事務局に提出するものとする。

3 支部長は、前項の提出に当たっては収支決算に係る証拠書類及び預金先金融機関が発行する当該年度末日現在における「預金残高証明書」を添付するものとする。

（支部の庶務）

第 6 条 代表幹事会の庶務を行う場所は、支部長の指定する機関内に置く。

（支部運営要領）

第 7 条 代表幹事会は、この規程の運用に関し必要な要領を定めることができる。

2 支部長は、前項により要領を定める場合は、理事会の承認を得るものとする。  
当該要領を変更するときも同様とする。

附則

この規程は、平成 23 年 3 月 14 日から施行し、事業計画案及び収支予算案並びに事業報告及び収支決算に係る規定については、平成 23 年度分から適用する。

附則

この規程は、公益社団法人の設立の登記をした日（平成 24 年 4 月 1 日）から施行する。



# 公益社団法人農業農村工学会九州沖縄支部所在地

所在地：〒819-0395 福岡県福岡市西区元岡744 九州大学伊都キャンパス  
支 部 長：凌 祥之（九州大学大学院農学研究院教授） Tel. 092-802-4610  
事務局長：谷口 智之（九州大学大学院農学研究院助教） Tel. 092-802-4611  
会計担当：東 孝寛（九州大学大学院農学研究院准教授） Tel. 092-802-4619

## 九州沖縄支部運営要領

公益社団法人農業農村工学会九州沖縄支部の運営については、定款、規則及び支部規程に定めるほか、この要領に定めるところによる。

### （代表幹事会の任務）

第1条 本支部の代表幹事会は、次に掲げる事項を処理する。

- (1) 本支部が行う事業計画案及び収支予算案の作成
- (2) 理事会で決定された本支部事業の実施及び経理
- (3) 本支部が実施した事業及び収支決算の本部への報告
- (4) 本支部所属の会員との連絡調整
- (5) 本部から特に依頼のあった業務
- (6) 本部との連絡調整
- (7) その他この法人の目的を達成するために必要な本支部の事業、事務

### （代表幹事会の開催）

第2条 代表幹事会は、年2回以上開催する。

### （議長・議決）

第3条 代表幹事会の議長は、支部長とする。

- 2 代表幹事会の議事は、過半数の代表幹事が出席し、出席した者の過半数をもって決する。可否同数のときは、支部長が決する。
- 3 議事の議決に関する委任状を提出した代表幹事は、出席者とみなす。

### （顧問）

第4条 本支部に必要な応じ顧問若干名を置くことができる。

- 2 顧問は、支部長が代表幹事会に諮って決定し、支部長が委嘱する。
- 3 支部長は、前項により顧問を委嘱したときは、会長に報告する。

### 附則

この要領は、平成23年10月17日から施行し、遡って平成23年4月1日から適用する。  
平成24年10月2日一部改正。  
平成25年 4月1日支部名称変更。

## 【事業報告】

九州沖縄支部

区分	年月日	開催場所・講師数・参加人数・内容(テーマ)
支部研究発表会 (支部大会)	2020年11月 12～25日	オンライン開催 発表件数 56件 参加者数(参加登録者数) 412名 支部賞(講演要旨集に掲載):優秀賞3件, 研鑽賞なし, ポスター賞2件 支部賞授与式は中止し, 授与は2021年度に延期する.
地方講習会	なし	オンラインでの地方講習会として下記の講習動画を準備していたが, 2020年度内の開催には至らなかったため, 本動画を用いた地方講習会 は2021年度に延期することにした.  「農業用ため池に関する施策について」 講演者:九州農政局農村振興部 大内毅氏
支部研修会	なし	
支部シンポジウム	なし	
人材確保・育成・ その他	なし	
支部代表幹事会 (すべてメール会議)	7月8日 10月14日 12月7日	議題:九州沖縄支部大会講演会の開催方法について 議題:支部としてのCPDの対応について 議題:支部大会報告ならびに来年度の支部大会開催について
支部大学代表者会議 (WEB会議)	12月21日	議題:今後の支部長・事務局体制と支部活動について

## (記入要領)

支部が実施した支部研究発表会(支部大会)、地方講習会、支部研究会、支部シンポジウム、人材確保・育成・その他及び支部○○会等行事について、開催日、開催場所、参加者数、内容(テーマ)、講師名等を記入する。

なお、支部研究発表会(支部大会)において、支部賞の授与を行った場合は、賞名、授与者数を、特別講演を行った場合は、講演名、講師名、参加者数を記入する。

支部代表幹事会及び支部総会は、開催日、開催場所、出席者数、主要議題等を記入する。

単位:円

科目	金額	内 訳					
		支部研究発表会	地方講習会	支部見学会	支部シンポジウム	支部諸会議	共 通
収入の部							
繰越金	1,401,451	0	0	0	0	0	1,401,451
本部前渡金	1,416,000	0	0	0	0	0	1,416,000
参加料(意見交換 会等を除く)	0	0	0	0	0	0	0
広告料	0	0	0	0	0	0	0
利息	15	0	0	0	0	0	15
雑収入	0	0	0	0	0	0	0
計	2,817,466	0	0	0	0	0	2,817,466
支出の部							
①原稿料	0	0	0	0	0	0	0
②謝金	0	0	0	0	0	0	0
③臨時雇用賃金	0	0	0	0	0	0	0
④副賞費	0	0	0	0	0	0	0
⑤会議費	0	0	0	0	0	0	0
⑥旅費交通費	0	0	0	0	0	0	0
⑦通信運搬費	2,010	0	0	0	0	0	2,010
⑧消耗品費	520	0	0	0	0	0	520
⑨印刷製本費	0	0	0	0	0	0	0
⑩助成金	0	0	0	0	0	0	0
⑪支払手数料	146	0	0	0	0	0	146
⑫雑費	0	0	0	0	0	0	0
計	2,676	0	0	0	0	0	2,676
収支差額	2,814,790	0	0	0	0	0	2,814,790

## 農業農村工学会九州沖縄支部賞授賞規則

(趣旨)

第1条 農業農村工学会九州沖縄支部（以下「支部」という。）の活動をより活性化し、農業農村工学に関する学問及び技術の発展に寄与するため、支部講演会等において、優れた業績を発表した支部会員（以下「会員」という。）に対し、支部賞を授与し、その功績を称える。

(支部賞の授賞基準)

第2条 支部賞種別及び授賞基準は、次のとおりとする。

- ア 優秀賞：農業農村工学に関する学問又は技術の発展に大きく寄与すると認められる優秀な業績等を発表した会員に授与する。
- イ 研鑽賞：多年にわたり、積極的に価値ある業績等を口頭発表した会員に授与する。
- ウ ポスター賞：支部講演会のポスターセッションにおいて、優れたポスター発表者に授与する。

2 大学及び独立行政法人研究機関に所属する会員は、原則として優秀賞及び研鑽賞の対象から除く。ただし、ポストドクター及び大学院生は、筆頭著者かつ発表者に限り優秀賞の対象とする。また、ポスター賞の授賞対象は、原則として学生会員（学部生、研究生および大学院修士学生）とする。

(支部賞選考委員会)

第3条 前条に定める賞の候補者を選考するため、支部賞選考委員会（以下「委員会」という。）を置く。

- 2 委員会の委員は、支部代表幹事又は支部代表幹事が推薦した者の中から、支部長が委嘱する。
- 3 委員会の委員長は、委員の中から、支部長が委嘱する。
- 4 委員会は、委員長名で支部長に選考結果を報告し、賞の候補者を推薦する。

(賞の決定)

第4条 支部長は、前条第4項により推薦された候補者の中から、受賞者を決定する。支部長は、決定した受賞者について支部代表幹事会に報告する。

(賞の授与)

第5条 前条により決定された受賞者に対し、発表に係る翌年度の授賞式において支部賞を授与する。但し、ポスター賞はこの限りではない。

(実施の細則)

第6条 本規則の運用に必要な細則は、別に定める実施細則による。

(規則の改正)

第7条 この規則の改正については、支部代表幹事会の議を経なければならない。

付則

この規則は、平成2年10月30日より施行する。

平成14年10月22日一部改正。

平成15年10月21日一部改正。

平成16年10月27日一部改正。

平成19年10月18日一部改正。

平成23年10月17日一部改正、平成24年度から適用。

平成24年10月31日一部改正。

平成25年4月1日支部名称の変更。



## 農業農村工学会九州沖縄支部賞授賞規則実施細則

### (目的)

第1条 この細則は農業農村工学会九州沖縄支部賞授賞規則（以下「規則」という。）第6条に基づき、規則の運用に必要な細目を定めるものである。

### (優秀賞の授賞範囲)

第2条 優秀賞は原則として毎年3件以内とする。

- 2 規則第2条第1項アに該当する会員が、同条第2項に該当する会員との連名であり、かつ後者が主要な役割を果たしているときは、本賞の対象としない。
- 3 連名発表の業績等に対する授賞は、原則として規則第2条に該当する連名者全員に対して行うが、その関与の度合いが少ないと判断される場合にはその者を授賞対象から除外するものとする。また、組織による発表の場合もこれに準ずる。
- 4 規則第1条に規定する会員は、原則として該当する支部講演会の実施時点において、本支部に所属していた会員とする。

### (研鑽賞の授賞範囲)

第3条 研鑽賞は、支部講演会において、価値ある業績等を3回口頭発表した会員(単数)に授与する。その後も3回の口頭発表ごとに授与する。ただし、過去15年以上前の口頭発表は含めない。

- 2 会員が、同一年度に2課題以上口頭発表した場合は、これを口頭発表1回とする。
- 3 第1項の口頭発表回数には、全国大会又は他支部における発表を含めない。
- 4 規則第1条に規定する会員は、原則として該当する支部講演会の実施時点において、本支部に所属していた会員とする。

### (ポスター賞の授賞範囲)

第4条 授賞当該学生は、発表者リストの筆頭である必要はない。

- 2 ポスター賞の授賞件数は、若干件とする。

### (委員会)

第5条 委員会の構成は、支部に属する大学等から3名、農政局等から2名、管内の県関係から2名、民間から2名の計9名とする。

- 2 委員の委嘱は、当該支部講演会の1ヵ月以上前に行う。
- 3 委員の任期は、その委嘱を受けた日から当該授賞候補者の授賞式の日までとする。
- 4 委員の再任は、妨げない。
- 5 委員会は、委員長が支部大会当日に招集し、候補者選考方針及び支部講演会発表の聴講分担等について打ち合わせる。その後はメール会議とする。

### (優秀賞の選考)

第6条 支部長は、委員会の選考作業を支援するため支部講演会の座長に対し、当該年度の講演会発表の中から優秀賞に値すると考えられる発表があれば、講演会后2週間以内に支部長に推薦することを依頼する。(別記様式1)

- 2 支部事務局は、委員、座長にプログラム、規則及びこの細則を支部講演会の1週間以上前に送付する。
- 3 委員長は委員と協議して、研究発表をできるだけもれなく聴講し評価できるように各委員の聴講分担を定める。
- 4 会員は、優秀賞に値すると考えられる発表があれば、講演会終了後2週間以内に支部長あて送付し、推薦することができる。(別記様式2)
- 5 支部長は、座長及び会員からの推薦書並びにその他選考に関する資料を委員に送付する。
- 6 委員は上記4及び講演会発表の聴講結果から3件程度の題目を選定し、委員会に諮る。(別

記様式3)

- 7 委員長は、委員会において選考された候補者について、その選考理由を付して支部長に報告する。(別記様式4)
- 8 委員長は、その選考結果を授賞式において報告する。

(研鑽賞の選考)

- 第7条 研鑽賞は自己申告とする。申告者は、講演の発表年と題目を事務局へ報告する。支部事務局は、この細則第3条に基づき、当該年度のこの賞の資格者の氏名、その会員資格取得年月、発表課題、発表年度等の資料を委員会に提出する。
- 2 委員会は、支部事務局から提出された資料をもとに研鑽賞の候補者を定め、支部長に対し委員長名により候補者を報告する。(別記様式5)

(ポスター賞の選考)

- 第8条 ポスター賞の授賞者は、ポスター発表及び講演要旨集を参考にして、講演会出席者の投票によって決定する。
- 2 支部事務局は、投票の集計結果を委員長へ提出する。
  - 3 委員長は、支部事務局から提出された結果をもとにポスター賞の候補者を定め、支部長に対し候補者を報告する。

(賞の授与)

- 第9条 受賞者の決定までは、賞の候補者とその課題について公表を行わない。
- 2 支部長は、受賞者を決定した場合、その会員に賞の決定を通知するとともに、授賞式の場所と日時を知らせて出席を要請する。
  - 3 受賞者に対しては、翌年度の授賞式において所定の賞状及び副賞を授与する。但し、ポスター賞については、受賞者の決定後すみやかに受賞者を公表し、受賞者には賞状と副賞を授与する。

(その他)

- 第10条 この細則の改正については、支部代表幹事会の議を経るものとする。また、この細則に定めのない事項で、支部賞の授与に関する事項は、別途支部代表幹事会で定めることができる。

付 則

- 1 この細則は、平成2年10月30日から施行する。
- 2 平成15年10月21日一部改正。
- 3 平成16年10月27日一部改正。
- 4 平成18年10月23日一部改正。
- 5 平成19年10月18日一部改正。
- 6 平成22年10月20日一部改正。
- 7 平成23年10月17日一部改正、平成24年度から適用。
- 8 平成24年10月31日一部改正。
- 9 平成25年4月1日支部名称の変更

(別紙様式 1)

令和 年 月 日

座 長  
殿

農業農村工学会九州沖縄支部長

### 優秀賞の推薦依頼について

農業農村工学会九州沖縄支部賞受賞規則実施細則の第 6 条第 1 項の規定に基づき、下記により推薦されるよう依頼します。

#### 記

- 1 令和 年度支部講演会において、農業農村工学に関する学問又は技術の進展に大きく寄与すると認められる発表題目 1~2 件程度
- 2 大学及び独立行政法人研究機関に所属する会員の発表題目を除く  
ただし、ポストドクターおよび大学院生は、筆頭著者かつ発表者に限り優秀賞の対象とする。
- 3 推薦書提出期限は、支部講演会后 2 週間以内
- 4 推薦様式

令和 年度 農業農村工学会九州沖縄支部賞（優秀賞）候補推薦書			
令和 年 月 日			
農業農村工学会九州沖縄支部長 殿			
座長 所属		印	
氏名			
講演番号	講演（発表）題目	講演者氏名	推薦理由（具体的に）

(注) 支部賞の規則、実施細則及び推薦書の様式については、講演集に記載しています

(別記様式 2)

第 回 (令和 年度)

農業農村工学会九州沖縄支部賞 (優秀賞) 候補推薦書

農業農村工学会九州沖縄支部長 殿

令和 年 月 日

推薦者 所属  
氏名 印  
住所

下記のとおり、第 回 (令和 年度) 農業農村工学会九州沖縄支部賞候補を推薦します。

記

1. 講演題目

所属  
氏名

2. 推薦要旨 (300字程度)

(別記様式 3)

第 回 (令和 年度)

農業農村工学会九州沖縄支部賞 (優秀賞) 候補推薦書

支部賞選考委員会委員長 殿

令和 年 月 日

推薦者 所属  
氏名 印  
住所

農業農村工学会九州沖縄支部賞規則実施細則第6条第6項の規定に基づき、下記の通り推薦します。

記

1. 講演題目

所属  
氏名

2. 推薦要旨 (300字程度)



(別記様式 4)

第 回 (令和 年度)

農業農村工学会九州沖縄支部賞 (優秀賞) 候補者 (案)

農業農村工学会九州沖縄支部長 殿

令和 年 月 日

支部賞選考委員会委員長

農業農村工学会九州沖縄支部賞規則実施細則第6条第7項の規定に基づき、下記のとおり報告する。

記

1. 講演題目

所属  
氏名

2. 推薦要旨 (300字程度)

(別記様式 5)

第 回 (令和 年度)

農業農村工学会九州沖縄支部賞 (研鑽賞) 候補者 (案)

農業農村工学会九州沖縄支部長 殿

令和 年 月 日

支部賞選考委員会委員長

農業農村工学会九州沖縄支部賞規則実施細則第7条第2項の規定に基づき、下記のとおり報告する。

記

1. 講演題目、発表年度

所属  
氏名

- 代表幹事会名簿
- 顧問名簿
- 代議員名簿
- 歴代支部長名簿

## 令和3年度農業農村工学会九州沖縄支部代表幹事会名簿

令和3年7月1日現在

役名	氏名	所属・役職名
支部長	凌 祥之	九州大学大学院農学研究院教授
代表幹事 (副支部長)	植野 栄治	九州農政局農村振興部長
代表幹事 (事務局長)	谷口 智之	九州大学大学院農学研究院助教
代表幹事 (会計担当幹事)	東 孝寛	九州大学大学院農学研究院准教授
代表幹事	小谷 匡	九州農政局農村振興部設計課長
〃	小泉 亘司	九州農政局農村振興部事業計画課長
〃	安田 憲司	九州農政局土地改良技術事務所長
〃	鈴木 光明	沖縄総合事務局農林水産部農村振興課長
〃	島 武男	農研機構九州沖縄農業研究センター 上級研究員
〃	石松 健一	福岡県農林水産部次長
〃	島内 利昭	佐賀県農林水産部副部長
〃	土井 幸寿	長崎県農林部農村整備課長
〃	渡邊 昌明	熊本県農林水産部農村振興局長
〃	黒垣 圭則	大分県農林水産部農村整備計画課長
〃	戸高 久吉	宮崎県農政水産部農村計画課長
〃	玉泉 利幸	鹿児島県農政部農業土木技監
〃	長本 正	沖縄県農林水産部村づくり計画課長
〃	原田 昌佳	九州大学大学院農学研究院准教授
〃	近藤 文義	佐賀大学全学教育機構教授
〃	中園 健文	宮崎大学農学部准教授
〃	肥山 浩樹	鹿児島大学農学部准教授
〃	仲村渠 将	琉球大学農学部准教授
〃	本口 晴年	アジアプランニング(株)
〃	木原 泰信	株式会社 技術開発コンサルタント
〃	平山 周作	水資源機構筑後川局次長

## 公益社団法人農業農村工学会九州沖縄支部顧問名簿

令和3年7月1日現在

甲本 達也（佐賀県）  
長 裕幸（佐賀県）

## 公益社団法人農業農村工学会代議員名簿

令和3年7月1日現在

任期：令和3年5月29日～令和5年5月代議員選挙終了の日

小谷 匡	九州農政局農村振興部設計課課長
鈴木 光明	沖縄総合事務局農林水産部農村振興課課長
島 武男	農研機構九州沖縄農業研究センター 上級研究員
石松 健一	福岡県農林水産部次長
島内 利昭	佐賀県農林水産部副部長
土井 幸寿	長崎県農林部農村整備課長
渡邊 昌明	熊本県農林水産部農村振興局長
黒垣 圭則	大分県農林水産部農村整備計画課長
戸高 久吉	宮崎県農政水産部農村計画課長
玉泉 利幸	鹿児島県農政部農業土木技監
長本 正	沖縄県農林水産部村づくり計画課長
原田 昌佳	九州大学大学院農学研究院准教授
近藤 文義	佐賀大学全学教育機構教授
中園 健文	宮崎大学農学部准教授
肥山 浩樹	鹿児島大学農学部准教授
仲村渠 将	琉球大学農学部准教授
本口 晴年	アジアプランニング（株）
木原 泰信	株式会社 技術開発コンサルタント
平山 周作	水資源機構筑後川局次長



## 公益社団法人農業農村工学会九州沖縄支部歴代支部長他

令和3年7月1日現在

田中宏平	元学会長
河原田禮次郎	元支部長
難波直彦	元支部長
渡邊潔	元支部長
加来研	元支部長
戸原義男	元支部長
高山昌照	元支部長
黒田正治	元学会長・元支部長
三輪晃一	元支部長
藤本昌宜	元支部長
宜保清一	元支部長
中野芳輔	元理事
加藤治	元支部長
秋吉康弘	元支部長
瀬口昌洋	元支部長
森健	元理事
高木東	元支部長
細川吉晴	元支部長
中野拓治	元支部長
長裕幸	元支部長
稲垣仁根	元支部長