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

Kyushu Okinawa 2020

令和２年 11 月 12～25 日

ＷＥＢ開催

農業農村工学会九州沖縄支部

農業農村工学会九州沖縄支部

第 30 回農業農村工学会九州沖縄支部　支部賞

優　秀　賞

〇オニバスの生態調査と環境保全措置を考慮したため池改修の検討について
宮崎県児湯農林振興局　成松克彦

〇蘇谷地区県営農地等災害復旧事業１７工区　―酸性硫酸塩土壌対策―
本県県北広域本部阿蘇地域振興局農地整備課　中村慶広
佐賀県佐賀中部農林事務所農村環境課　森勇二
大分県農林水産部農村整備計画課　井形晃之

〇ため池改修工事後の漏水への対応について　－大分県国東市犬鼻池地区の事例－
大分県東部振興局　灘波悦史

研　鑽　賞

該当なし

ポ ス タ ー 賞

〇(第 29 号) ベトナムメコンデルタにおける農業用水資源の実態と課題
佐賀県立佐賀農業高等学校　環境工学科

〇(第 30 号) 環境緩和型舗装材料としてのシラス混合インターロッキングブロックの遮熱効果に関する研究
鹿児島大学大学院農学研究科　渡邉　剛

第 30 回支部賞選考委員会

委員長	郡山　益実	佐賀大学農学部
副委員長	伊藤　祐二	鹿児島大学農学部
委員	篠原　慶規	宮崎大学農学部
〃	井原　和彦	九州農政局土地改良技術事務所
〃	今別府　純一	沖縄総合事務局農林水産部農村振興課
〃	内田　栄二	熊本県農林水産部農村振興局技術管理課
〃	山本　文博	大分県豊後大野水利耕地事務所
〃	服部　寛	アジアプランニング株式会社
〃	住吉　和彦	株式会社　技術開発コンサルタント

＜　支部賞選考理由　＞

1. 優秀賞

（1）オニバスの生態調査と環境保全措置を考慮したため池改修の検討について

宮崎県児湯農林振興局　成松　克彦

本講演は、岩渕ため池の堤体改修にあたりオニバスの自生地保護の観点から生態調査やその保護を目的とした保全措置の検討事例を報告したものである。ため池堤体改修に先立ち、岩渕ため池における詳細なオニバスの個体数、結実種子数、埋土種子数の調査を実施し、堤体改修がオニバスの生育環境に及ぼす影響を明らかにした事例として評価できる。また、オニバスの保全・再生に向けた様々な環境保全措置をもとにオニバスの移植作業と連携した堤体設計を行ったという点でも意義深い。以上の理由により、本講演内容は、国内に多数存在するため池の環境保全型の整備・改修の普及に大いに貢献できるものであり、農業農村工学会九州沖縄支部賞（優秀賞）に相応しいと判断する。

（2）阿蘇谷地区県営農地等災害復旧事業１７工区―酸性硫酸塩土壌対策―

熊本県県北広域本部阿蘇地域振興局農地整備課　中村慶広
佐賀県佐賀中部農林事務所農村環境課　森勇二
大分県農林水産部農村整備計画課　井形晃之

本講演では、熊本地震後に営農を再開した水田において見られた稲が枯死する現象について、阿蘇地域特有の酸性硫酸塩土壌が関連している可能性を突き止め、それに基づいて対策を行うことで、翌年の被害防止に成功した事例を報告したものである。本講演は、現地試験、文献調査等を併用することで、原因不明であった稲が枯死する現象のメカニズムを突き止め、中和剤散布、暗渠排水の復旧といった対策を活用しているという意味で先進的な事例であると評価できる。また、災害が多発する中、被災県及び他県から派遣された災害応援職員が協業して課題解決を行ったという点でも意義深い。以上の理由により、今後、農業農村工学に関連した災害復旧に大いに貢献できるものであり、農業農村工学会九州沖縄支部賞（優秀賞）に相応しいと判断する。

（3）ため池改修工事後の漏水への対応について　－大分県国東市犬鼻池地区の事例－

大分県東部振興局　灘波悦史

本講演は、老朽化が著しいため池の改修工事後に確認された漏水に対して講じた調査・対策の事例を報告したものである。ため池の漏水を確認するための予備調査において、現地踏査、試薬の投入及び水位低下後の目視による確認、詳細調査において、比抵抗２次元探査、目視点検を行い、漏水箇所を推定した後に、これら漏水推定箇所に薬液注入による漏水地盤改良を行った結果、漏水量が改修判定目安以下であることが確認された。本講演はこれからため池の改修工事を行う地区において貴重な事例となる実績である。以上から、本講演内容は、農業農村整備におけるため池の改修に関する技術の普及に貢献できるものであり、農業農村工学会九州沖縄支部賞（優秀賞）に相応しいと判断する。

2. 研鑽賞

該当なし

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 2 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

第 1 会場（水）
（水理，水文・水質・気象，灌漑排水）

部門 1（水理）

1-1　筑後川下流地区排水解析におけるゲート流量係数の実験的検証

○佐賀大学農学部　阿南　光政
佐賀大学農学部　弓削　こずえ
佐賀大学農学部　平嶋　雄太

部門 2（水文・水質・気象）

2-1　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

○（一財）九州環境管理協会環境部　横山　佳裕
（一財）九州環境管理協会環境部　山津　浩紀
（一財）九州環境管理協会環境部　望月　祐一
（一財）九州環境管理協会環境部　柴田　幸次
（一財）九州環境管理協会環境部　藤井　暁彦

2-2　韓国セマングム干拓事業における事業効果の評価

○佐賀県立佐賀農業高等学校環境工学科　唐島　智帆
佐賀県立佐賀農業高等学校環境工学科　中村　駿
佐賀県立佐賀農業高等学校環境工学科　世戸　直明

部門 7（灌漑排水）

7-1　仲原地下ダム注入工法による止水壁造成仕様決定の試験施工事例

○沖縄総合事務局農林水産部宮古伊良部農業水利事業所　岡本　真実
沖縄総合事務局農林水産部農村振興課　石原　正一

7-2　琉球石灰岩における密閉型推進工法の施工例

○沖縄総合事務局農林水産部農村振興課　石原　正一
九州農政局沖永良部農業水利事業所　馬場　和孝

7-3　既存水源を活用した畑地かんがい計画　－大隅南地区の事例－

○鹿児島県大隅地域振興局農林水産部農村整備課　大盛　正人

7-4　推進工法の実施について　－工法選定及び実施時における留意点について－

○大隅地域振興局農林水産部曽於畑地かんがい農業推進センター水利事業課　浮邉　康弘

7-5　水田の暗渠清掃にパイプクリーナーブラッシを利用した技術の開発

○株式会社三浜測量設計社　兼子　健男
株式会社創輝建設　木村　憲行
合資会社坂田機械産業　坂田　良一

7-6　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

佐賀県佐賀中部農林事務所　渕上　直人
佐賀県佐賀中部農林事務所　千住　泰彦
○佐賀県佐賀中部農林事務所　山本　智美

7-7　島嶼域サトウキビ圃場における蒸散量の推定　－沖縄県糸満市照屋圃場の事例－

○鹿児島大学大学院農林水産学研究科　森田　くるみ
鹿児島大学農学部　入江　一冴
鹿児島大学農学部　籾井　和朗
東海大学海洋学部　竹内　真一

7-8　排水不良水田における浅層暗渠の施工効果

○熊本県農業研究センター生産環境研究所　大見　直子
熊本県農業研究センター生産環境研究所　中山　雅晴

7-9　土壌水分測定に基づくサトウキビ圃場の消費水量の評価　－沖縄試験圃場での検討－

○鹿児島大学大学院農林水産学研究科　中野　瑞希
鹿児島大学農学部　肥山　浩樹
鹿児島大学農学部　籾井　和朗
東海大学海洋学部　竹内　真一

7-10　土寄せされたシロネギ圃場における土壌水分状態と消費水量の評価

○佐賀大学農学部　弓削　こずえ
佐賀大学農学部　阿南　光政
高崎総合コンサルタント　平川　晃
高崎総合コンサルタント　藤木　豊

第 2 会場（土）
（土壌物理，土質力学，応用力学，材料・施工）

部門 3（土壌物理）

3-1　デジタル TDR，TDT センサーによる高温・高塩分砂浜地下の水分・電気伝導度・温度計測値の比較

○鹿児島大学農林水産学研究科　元嶋　藍
鹿児島大学農学部　伊藤　裕二
鹿児島大学農学部　籾井　和朗
株式会社エコー　三宅　崇智

部門 4（土質力学）

4-1　有田焼の原点である泉山粘土の各種化学的処理に伴う液性限界の変化について

○佐賀大学全学教育機構　近藤　文義
佐賀大学農学部（現・佐賀県農林水産部農山漁村課）高田　佳織

部門 5（応用力学）

5-1　ため池の実施設計における浸透量の検討について

○長崎県土地改良事業団体連合会島原支所　池田　剛

部門 6（材料・施工）

6-1　熊本地震災害で被災した揚水機の復旧及び施工時の対応

○長崎県県北振興局土地改良課　馬場　幸夫

6-2　ため池工事におけるプレキャスト底樋管の採用について

○長崎県県北振興局農林部土地改良課　平古場　啓太

6-3　ため池整備工事におけるコンタクトクレイの施工について

○長崎県島原振興局農林水産部農村整備課　本田　廉人

6-4　松元ダム管理道路の落石防護対策について
－水利施設整備事業（基幹水利施設保全型）松元地区－

○鹿児島県鹿児島地域振興局農林水産部農村整備課　髙木　城二
（有）江口測量設計　岡別府　功也

6-5　利水期間中における水路の補修について

○鹿児島県大隅地域振興局農林水産部農村整備課　藤井　幸平

6-6　ため池等整備事業（土砂崩壊）栃ノ木地区における水路トンネル工事について

○宮崎県総務部西臼杵支庁農政水産課　杉田　大明

6-7　農業用ダムにおける土砂流入防止施設の建設

九州農政局宮崎中部農業水利事業所　天神　昭裕
九州農政局宮崎中部農業水利事業所　菊池　裕二
○九州農政局宮崎中部農業水利事業所　吹上　秋二

6-8　分田地区における維持管理を考慮した管水路の施工管理について

○熊本県県央広域本部農林部農地整備課　宮島　朋大
熊本県県央広域本部農林部農地整備課　藤原　竜生

6-9　重力式ダム堤体削孔による小水力発電設備の水圧鉄管敷設

○NTC コンサルタンツ株式会社九州支社　上野　洋一
NTC コンサルタンツ株式会社九州支社　渡邊　亮

6-10　サンドコンパクションパイル（SCP）工法選定にあたっての現場条件

○九州農政局西国東海岸保全事業所　西尾　徹

6-11　波照間 1 号貯水池の機能保全対策

○沖縄 NTC 株式会社　川満　真也
沖縄 NTC 株式会社　仲間　雄一
沖縄 NTC 株式会社　岩本　昌人
沖縄県八重山農林水産振興センター　兼久　剛一

6-12　竹セルロースナノファイバーを混合した改良土の工学的特性について

○鹿児島大学　平　瑞樹
鹿児島大学　福元　千賀

第 3 会場（農）
（農地造成・整備・保全，農村計画）

部門 8（農地造成・整備・保全）

8-1　埋蔵文化財区域の農地整備かかる整備方針の検討事例
○長崎県島原振興局農林水産部農村整備課　山口　昭夫

8-2　農地整備の急傾斜地設計における留意点
○長崎県土地改良事業団体連合会県央支所　森田　健二

8-3　小ケ倉地区洪水吐のひび割れ対策について
○長崎県県央振興局農林部農村整備課　池下　晃矢

8-4　よみがえるミカン畑(西海市白崎地区)
○長崎県壱岐振興局農林整備課　中村　実津希

8-5　埋蔵文化財包蔵地における農地の基盤整備について
○長崎県島原振興局農林水産部農村整備課　田川　靖之

8-6　ほ場整備事業の効果発現のための最短ルート
熊本県庁　馬場　秀浩
熊本県庁　杉本　直之
○熊本県庁　佐官　佳奈子

8-7　広域農道南薩地区滝見大橋補修設計業務に関する報告
－ＡＳＲ反応により劣化したＰＣ橋梁の診断と今後の課題－
○株式会社久永コンサルタント　内村　正樹
鹿児島県南薩地域振興局農林水産部農村整備課　小野島　英治

8-8　中山間地域におけるほ場整備について
○宮崎県東臼杵農林振興局　横山　雅敏
宮崎県東臼杵農林振興局　成松　克彦
宮崎県東臼杵農林振興局　田中　哲史
宮崎県東臼杵農林振興局　甲斐　康恭

8-9　高収益品目の生産拡大と６次産業化の取組について
○大分県豊肥振興局豊後大野水利耕地事務所　宮田　茂
大分県農林水産部農地活用・集落営農課　田中　啓二郎

8-10　佐伯市蒲江における耕作放棄地の再生による大規模キク団地の育成
○大分県南部振興局　工藤　和
大分県南部振興局　濱野　琴美

8-11　農地整備事業における工事実施と農地集積について
○沖縄県農林水産部北部農林水産振興センター　山城　和真

8-12　農業用ため池の整備について　－ため池整備事業を実施する際の課題など－
〇福岡県福岡農林事務所農村整備第二課　上村　茂一

8-13　北大東村における土層改良事業の取り組み
〇沖縄県農林水産部南部農林土木事務所　大嶺　卓巳
株式会社ベストコンサルタント　鈴木　晶博

8-14　農業用河川工作物等応急対策事業における SR 合成起伏堰について
－丸の内堰（福岡県宮若市）改修の事例－
〇福岡県飯塚農林事務所農村整備第二課　鶴　高雄

8-15　平成 29 年九州北部豪雨災害からの復旧について
〇福岡県農林水産部農村森林整備課　毛利　友和

部門 9（農村計画）

＜投稿無し＞

第 4 会場（知）
（環境保全，生態環境，情報処理・その他）

部門 10（環境保全）

10-1 鐙瀬地区における地下浸透施設の効果検証

○長崎県五島振興局　田中　悟
長崎県五島振興局　橋本　哲児

10-2　区画整理工事における環境配慮対策

○九州農政局駅館川農地整備事業所　穴井　宏
九州農政局駅館川農地整備事業所　河野　通成
九州農政局駅館川農地整備事業所　堀端　裕明

10-3　農業用水路における希少藻類オキチモズクの移植

○一般財団法人九州環境管理協会　城内　智行
北海道大学　吉田　忠夫
オキチモズクを見守る会　井上　義勇
オキチモズクを見守る会　飯田　大和

部門 11（生態環境）

11-1　地域用水環境整備事業波留地区における魚道の設計に関して

○鹿児島県北薩地域振興局農林水産部農村整備課　若松　勇輝

11-2　佐賀平野クリークの環境と小型魚の生息

○佐賀大学農学部　村岡　涼太
佐賀大学農学部　佐藤　拓洋
佐賀大学農学部　原口　智和

11-3　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

九州農政局筑後川下流右岸農地防災事業所　山内　順也
○一般財団法人九州環境管理協会　林田　創
一般財団法人九州環境管理協会　宇野　潔
一般財団法人九州環境管理協会　望月　佑一

部門 12（情報処理・その他）

12-1　農集排施設機能診断調査の業務効率化について

○長崎県土地改良事業団体連合会　原　慎太郎

12-2　諫早湾沿岸における漂着流木等処理対策

○長崎県県央振興局農林部土地改良課　石橋　陽果

12-3　ため池ハザードマップ作成における氾濫解析について

○長崎県土地改良事業団体連合会　波江野　泰三

12-4　長田東部地区における地域の課題と農地整備事業の検討

○長崎県県央振興局土地改良課　濱野　幸一

12-5　両筑平野用水の検証調査について

－県営本郷頭首工における水利権量と取水量との検証の取組－

○福岡県朝倉農林事務所　小森　繁

12-6　令和元年８月佐賀豪雨の概要と復旧対策について　－油流出事故の対応－

○佐賀県杵藤農林事務所　瀬戸　和善

12-7　有明海東部地区大和２号排水樋門干潟排水対策施設について

九州農政局有明海岸保全事業所　山口　信司

○九州農政局有明海岸保全事業所　佐藤　健司

九州農政局有明海岸保全事業所　　遠矢　覚

筑後川下流地区排水解析におけるゲート流量係数の実験的検証

佐賀大学農学部 （正）阿南光政 （正）弓削こずえ （正）平嶋雄太

１．はじめに

豪雨災害が頻発する昨今において，クリークの防災機能を発揮するには，随所に設置された制水ゲート（**図 1**）を適正に操作する必要があり，再現性の高い排水解析モデルの構築が求められる．本研究では，筑後川下流地区における既往の排水解析モデルの精度向上を図るべく，ゲート部の解析過程に着目し，室内回流水槽（**図 2**）を用いて，ゲート流量計算の実験的検証を行う．

２．対象施設の概要

クリーク制水ゲートの一般的な構造を**図 3** に示す．貯水，排水を受け持つ主ゲートと水位調節や余剰水を流下させる副ゲートの二つのゲートから構成され，用排兼用操作を可能にしている．通称「親子ゲート」と呼称されている．

３．ゲート流量公式

国営筑後川下流農業水利事業排水計画における解析モデルでは，幹線クリーク制水門の流量計算に次式が多く用いられている．

$$Q = C_0 B D \sqrt{2g(H_1 - C_0 D)} \qquad (1)$$

$$Q = C_0 B D \sqrt{2g(H_1 - H_2)} \qquad (2)$$

ここで，Q: 流量($m^3\ s^{-1}$)，C_0: 流量係数(-)，H_1: 上流側の水深(m)，H_2: 下流側の水深(m)，D: 暗渠部の高さ(m)，B: 暗渠部の幅(m)，g: 重力加速度($m\ s^{-2}$)である．完全越流の場合に(1)式，不完全越流では(2)式を用いる．当式は**図 3** に示すようにゲート部の流れを広頂ぜきの越流として計算している（農水省，1978）．一方，本検証実験では，ゲートからの流出計算に一般的に用いられている次式を基礎式として用いた．

$$Q = CaB\sqrt{2gh_0} \qquad (3)$$

ここで C: 流量係数(-)，a: ゲートの開度(m)，B: ゲートの幅(m)，h_0: 上流側の水深(m)である（土木学会，1990）．

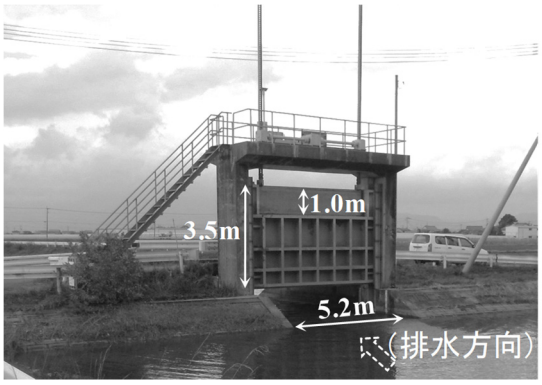


図 1 ゲート全開時の状況（田川城島 1 号線）

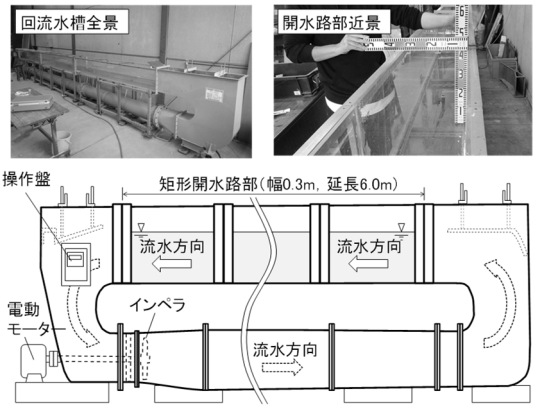


図 2 室内実験用回流水槽（佐賀大学内）

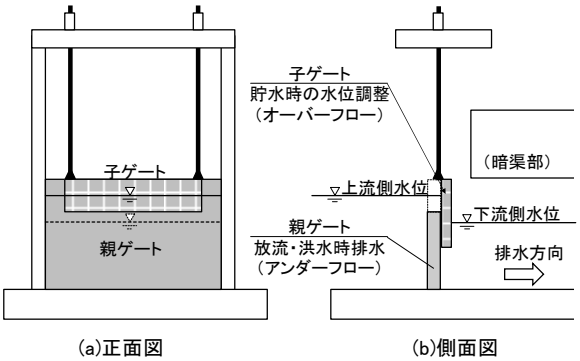


図 3 対象地区制水ゲートの構造模式図

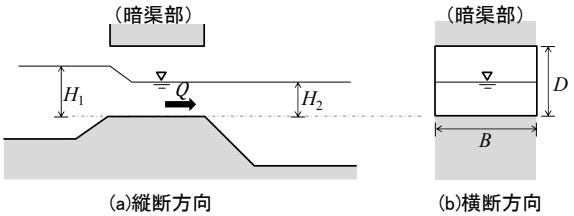


図 4 対象地区のゲート流出解析概念図

４．実験方法

回流水槽内(**図 2**)に，当該地区内に実在するゲートおよび暗渠部の縮小模型(**図 5**)を設置し，水槽内に回流を発生させ，定常状態に達した後，**図 6** に示す水理諸元を測定した．水槽内の流量や水位，模型ゲートの開度を変動させながら実験を繰り返し，得られた諸元と流量を(3)式に代入し，流量係数 C を逆算した．

５．結果と考察

模型実験で得られた流量係数とゲート上下流水深の関係をプロットしたものを**図 7** に示す．実験結果は水門の流出計算に一般に用いられている流量係数（土木学会，1990）と類似した曲線傾向を示していることがわかる．また自由流出が出現する条件は，下流に比べて上流側の流速が著しく早い状況下で発生することが確認できた．このような条件は当該地区のようにクリークを連結している親子ゲートでは発生しにくく，したがって，降雨流出に伴うゲート操作時は，潜り流出状態であることが推測される．また本実験によって得られた流量係数を採用して算定される流出量（CASE1）に対して，一般に用いられている流量係数（CASE2)，さらに当該地区の排水解析モデルに用いられている手法（CASE3）で算定される流出量を比較した結果を**表 1** に示す．CASE3 は CASE1 のおよそ 2 倍の値となり，現行の排水解析モデルではゲート部の流出量を過大評価している可能性が示唆された．

６．おわりに

筑後川下流地区排水解析モデルの高度化を図るべく，ゲート流出計算について，縮尺模型を用いた実験的検証を行った．得られた知見に対して今後現場での実証試験を試みたい．

謝辞

本研究にあたって九州農政局筑後川下流左岸農地防災事業所(平成 30 年度に完工)より資料の提供ならびに現地調査の協力をいただきました．関係各位に記して謝意を表します．

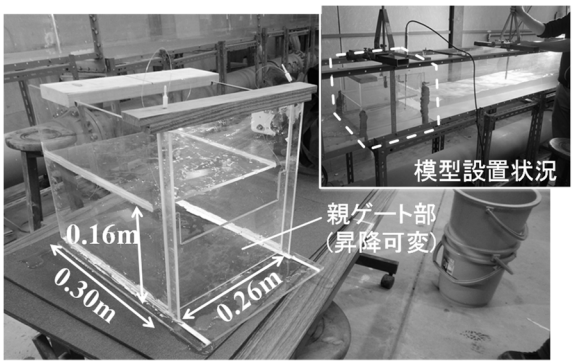
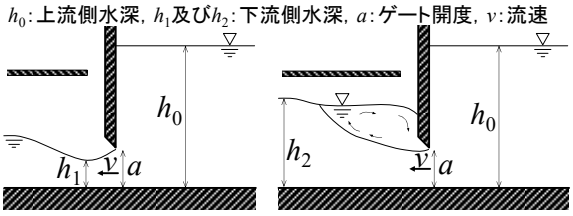


図 5 制水門 1/20 スケール模型（アクリル製）



(a)自由流出時　　(b)もぐり流出時

図 6 模型実験の模式図および測定諸元

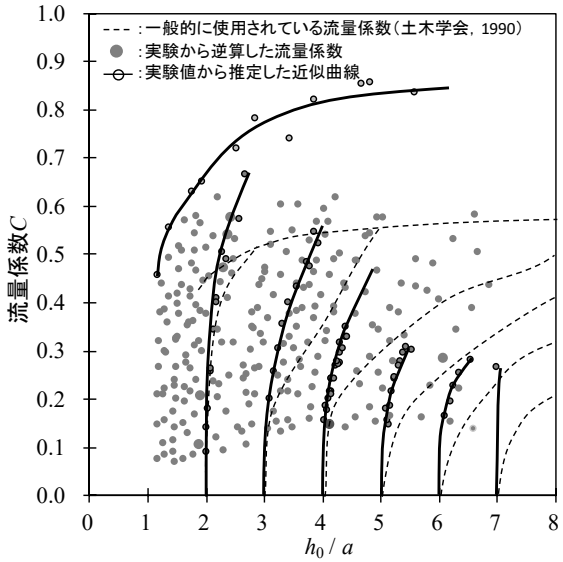


図 7 模型実験から算出した流出係数の分布

表 1 現行モデルおよび模型実験による諸元を用いた流量計算結果の比較

CASE		シミュレーション条件	流量係数C	流量Q(m^3/s)
1	ゲート流量公式（本実験値）	上流側水深:3.5m, 下流側水深:3.0m, ゲート開度:1.0m	0.28	12.1
2	ゲート流量公式（一般値）		0.41	17.7
3	当地区現行の解析手法		0.635	31.0

引用文献

農林水産省構造改善局(1978):土地改良事業計画設計基準 計画 排水, p65-67

土木学会(1990):水理公式集, p254-255

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

（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
（非）柴田幸次，（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（PO_4-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，冬季には夏季より高いリン濃度で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（2019a），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 PO_4-P 濃度である 0.0124 mg/L（江﨑・熊谷，2018）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，この下水放流水の拡散状況は，ノリ養殖漁場への拡散が確認される日もあれば，確認されない日もあり，拡散状況は調査日によって異なっていた。

本報告では，この下水放流水の拡散状況の違いを把握するため，粒子追跡法による数値シミュレーションを行い，PO_4-P の挙動を解析した。

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。流動モデルは，潮汐流・密度流・吹送流等を考慮した既存モデル（横山ら，2009；横山ら，2014）を用いた。栄養塩挙動モデルは，有明海において横山ら（2019b）が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（PO_4-P マーカー）を PO_4-P に見立てたものであり，生物による消費等は考慮していない。

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 m×300m とし，鉛直方向には，15 層（第 1 層：平均水面下 1.5m，第 2～8 層：0.5m，第 9～11 層：1.0m，第 12，13 層：2.0m，第 14 層：4.0m，第 15 層：平均水面下 16m～海底）に分割した（横山ら，2009）。

計算対象時期は調査を行った 2018 年 1～2 月とし，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

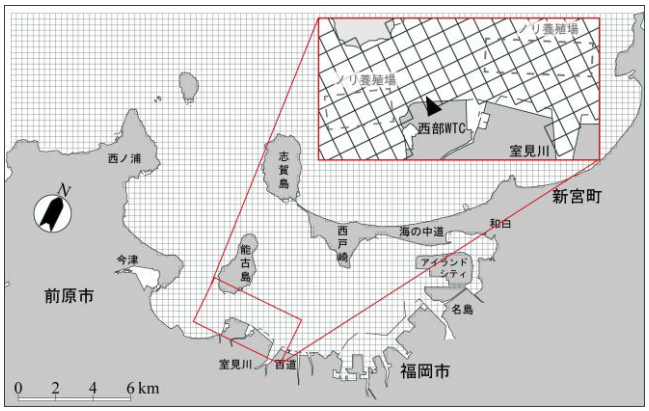


図 1 計算対象範囲及び計算格子

近傍にある室見川から供給させた PO_4-P マーカーの挙動を栄養塩挙動モデルにより計算して，現地で調べた PO_4-P 濃度分布（横山ら，2019a）と比較した。

3．結果及び考察

3．1　下水放流口・ノリ養殖漁場周辺の PO_4-P 濃度の分布

調査日前の降雨が少ない中潮期の下げ潮時に，現地で調べた海面下 0.5 m の PO_4-P 濃度の分布を図 2 に示す。PO_4-P 濃度は，塩分と PO_4-P の関係式を調査日別に求め，塩分の結果から PO_4-P 濃度を推計して図化したものである。また，赤枠は，ノリの生育に必要とされる PO_4-P 濃度の 0.0124mg/L 以上（江﨑・熊谷，2018）の範囲である。

これをみると，1 月 22 日と 2 月 20 日には放流口から最大約 1.0km の範囲で下水処理水の拡散

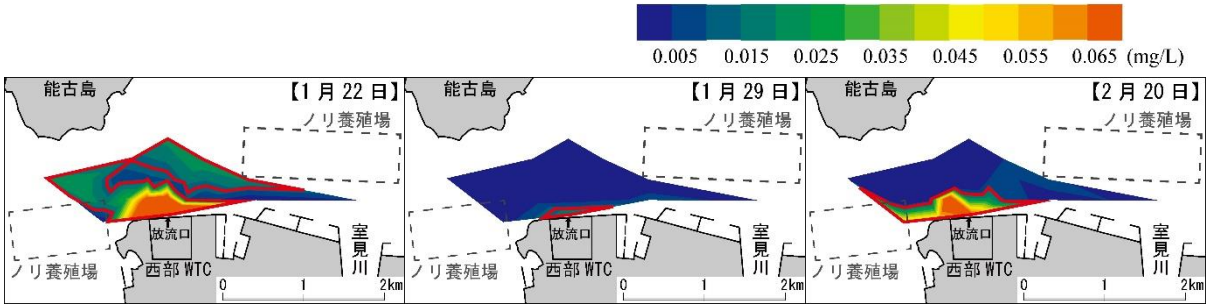


図 2　現地調査により確かめた PO_4-P 濃度の分布（海面下 0.5 m）

と考えられる PO_4-P 濃度の上昇がみられた。特に放流口から西方向には海水の流れにより拡散したと考えられる高い濃度が地形に沿ってみられ，西側のノリ養殖漁場には養殖に必要な PO_4-P 濃度（0.0124mg/L）以上の水が放流口から西側のノリ養殖漁場へ到達していた。一方，1 月 29 日には，1 月 22 日や 2 月 20 日のような下水放流口からの PO4-P の拡散はみられなかった。なお，詳細については，既論文（横山ら，2019a）を参照されたい。

3．2　粒子追跡法による PO_4-P マーカーの分布

栄養塩挙動モデルにより計算した PO_4-P マーカーの分布を，図 2 に示した調査日別に図 3 に示す。図 3 に示した PO_4-P マーカーは，海面下 0.5m 以浅に分布していたマーカーであり，各調査日の 2 日前から当日にかけて供給された PO_4-P マーカーのみを図示した。

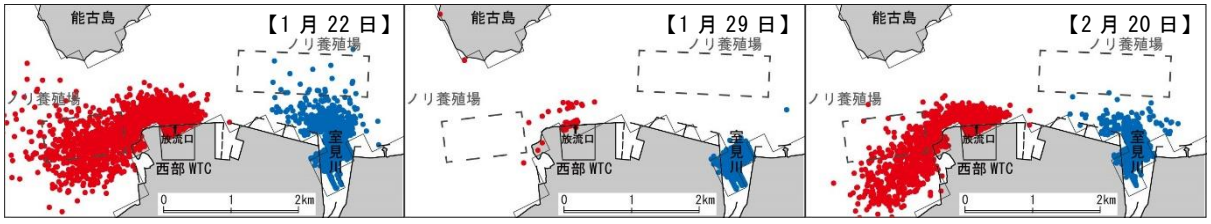


図 3　海面下 0.5m 以浅に分布していた PO_4-P マーカー

これをみると，図 4 に示すような下げ潮時における地形に沿って東から西への流れ（横山ら，2009）により，PO_4-P マーカーが下水放流口から西側へと拡散している状況がみられている。PO_4-P 濃度分布（図 2）と比較すると，水平方向の計算格子が 300m×300m と粗く，地形を詳細には表現できていないため，陸域直近に違いが生じている箇所がみられるものの，ノリの生育に必要な PO_4-P 濃

度の分布と PO_4-P マーカーの分布は概ね一致しており，本数値シミュレーションモデルが，下水放流口から供給される PO_4-P の挙動を表現できていると考えられる。

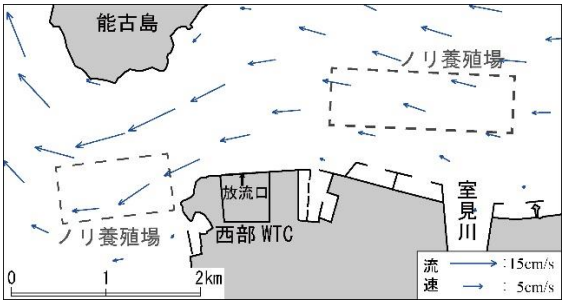


図 4 大潮期の下げ潮最強時における流況

3．3 調査日ごとの PO_4-P の拡散状況の違いの考察

図 2 に示した調査日ごとの PO_4-P 濃度分布の違いを考察するために，PO_4-P マーカーの水深別の分布を図 5 に示す。PO_4-P マーカーは 1 月 22 日と 2 月 20 日には海面下 0.5~1.0m に分布している一方，1 月 29 日には海面下 0.5~1.5m に多くが分布している。図 6 に示す 2018 年 1～2 月の気象状況をみると，1 月 29 日の調査日前には，1 月 22 日や 2 月 20 日の調査日前には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， PO_4-P マーカーが海面付近より深いところに分布していたと考えられる。

以上の解析結果から，ノリ養殖漁場周辺における PO_4-P の挙動には，吹送流が大きく影響していることがわかった。

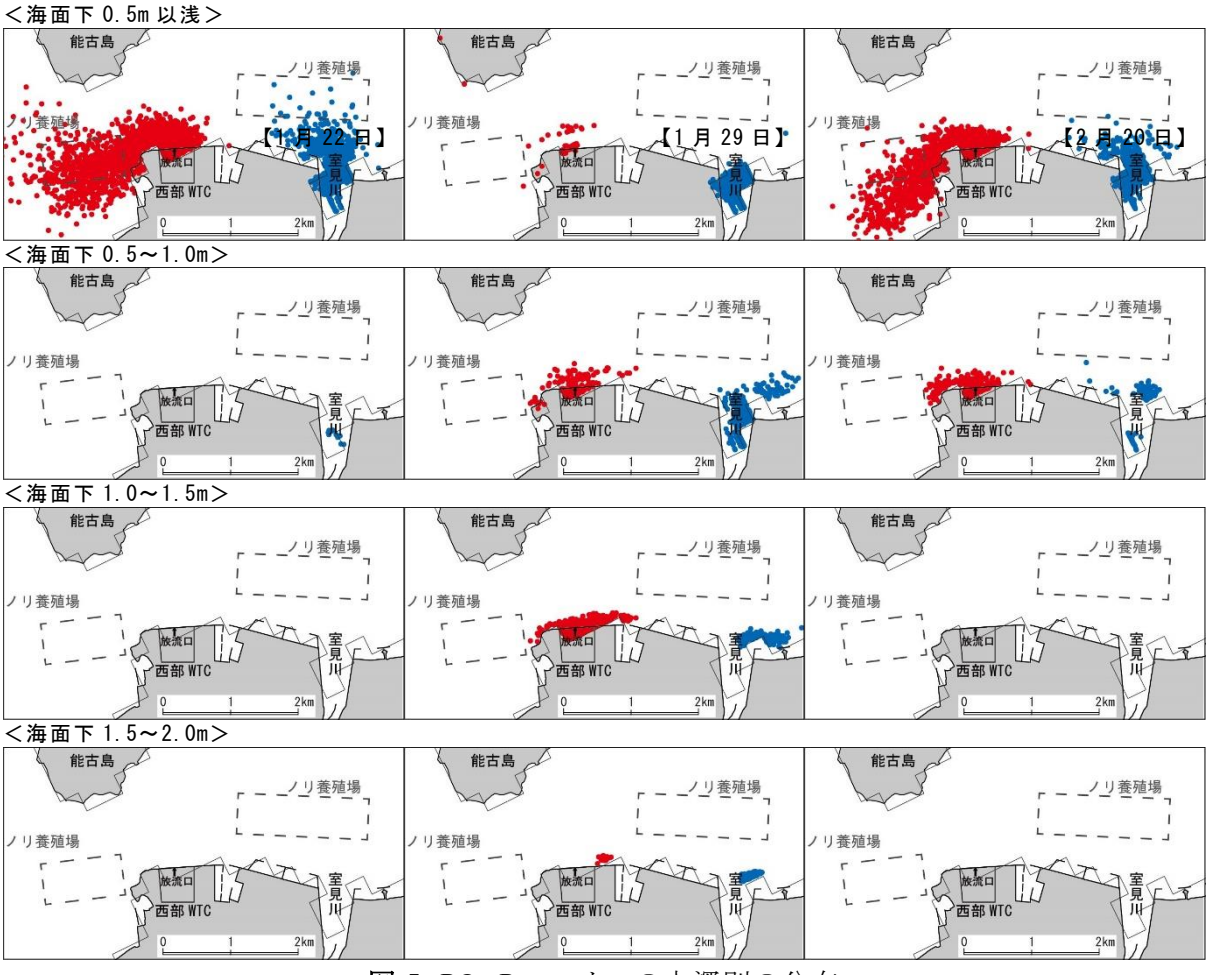


図 5 PO_4-P マーカーの水深別の分布

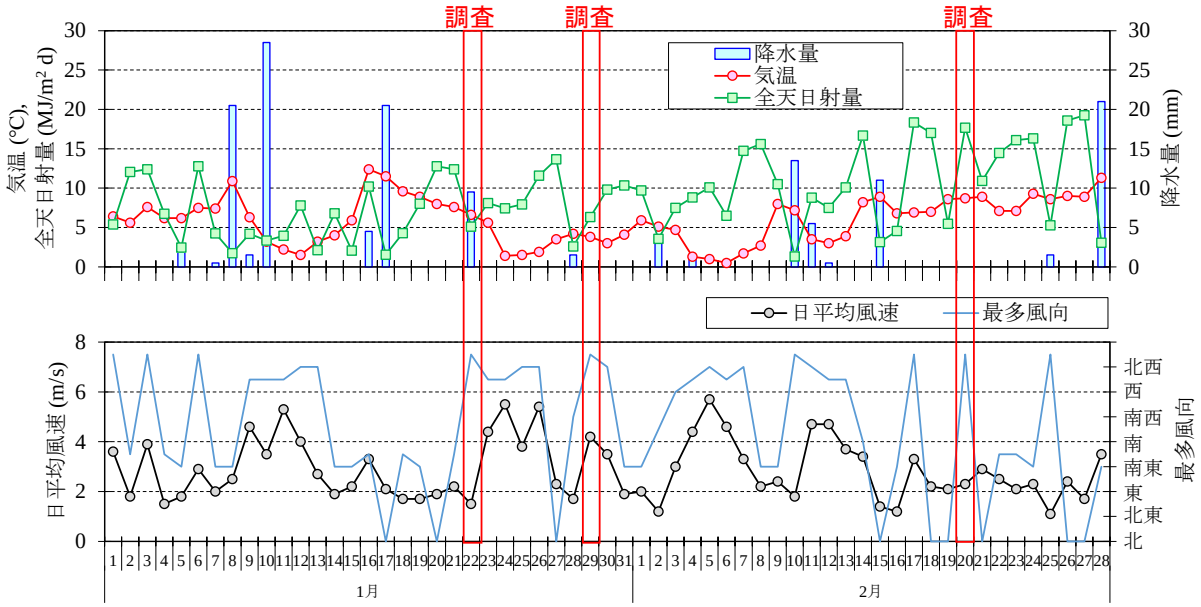


図 6 2018 年 1～2 月の気象状況（国土交通省気象庁, 2018）

4. おわりに

本報告では，下水処理の季節別管理運転時における PO_4-P の挙動を現地調査と解析を用いて確かめた。ただし，これまで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・生産量への効果を数値シミュレーションにより把握したいと考えている。

【引用文献】

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：2020/9/30）.

江﨑恭志・熊谷香（2018）：養殖技術研究（1）ノリ養殖，平成 28 年度福岡県水産海洋技術センター事業報告，pp.60-62.

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：2020/9/30）.

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：2020/9/30）.

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・大畠雄三・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.

韓国セマングム干拓事業における事業効果の評価

佐賀県立佐賀農業高等学校　〇(非)唐島智帆 (非)中村駿 (正)世戸直明

１．はじめに

セマングム干拓事業は，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 ㎞の防潮提を築造し，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 [1]。

しかし，日本と同様，韓国においても大型公共事業はその妥当性，経済性，環境保全の問題等が大きな関心事として話題となる。セマングム干拓事業でも，事業費 3 兆 4,756 億ウォン(約 4,000 億円)の大型公共事業に対して，韓国国民の関心も非常に高い。韓国政府はその経済効果として「水資源確保」，「水害常襲地域の解消」などとしている。そこで本研究では，韓国セマングム干拓の事業について，水資源開発・管理とその防災機能の視点から，灌漑水量と洪水流出の試算から「水資源確保」と「水害常襲地域の解消」の事業効果の妥当性を評価することとした。

２．調査方法

(1)灌漑水量の推定　「水資源確保：10 億 m^3/年」の評価として，干拓地に造成される農地における必要灌漑水量を推定した。推定には，FAO が開発した灌漑水量計算プログラム「CROPWAT」を用いて，造成農地 28,300ha をすべて水田と仮定し，必要な灌漑水量をシミュレーションした。

(2)河川流量の推定　「水害常襲地域の解消」の評価として，セマングム干拓の調整池に流入する萬頃江と東津江・院坪川の流量を推定した。流量推定には合理式を用いた。萬頃江と東津江・院坪川の流域を 2km×2km 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流出係数を設定した。流出係数は国土交通省河川砂防技術基準(計画編)技術資料を参考とした。また河川勾配は，国土地理院電子国土 Web(データソース：DEMGM)の標高より求めた。降雨強度は，2 か所の雨量観測所(全州：萬頃江流域内，扶安：東津江及び院坪川流域内)の 2010 年から 2019 年の 10 年間の降水量データより算出し，対象河川河口部におけるピーク流出量を推定した。

３．結果と考察

表-1 に韓国の稲作における必要灌漑水量の計算結果を示す。5 月を田植えとし，10 月の稲刈りまでの 6 ヶ月で 234.1mm の灌漑水量が必要であると試算した。この結果を用いて干拓農地での必要水量を算定したところ，年間に約 6,900 万 m^3 の灌漑水量が必要となることがわかった。年間 10 億 m^3 の水資源確保量に対して，CROPWAT による推定量はその 1/14 である。農業用水としてこの水資源確保量を考えた場合，需要量に対して十分な水量を確保していることが推測された。このことより，セマングム干拓事業で確保されている水資源は，農業用水以外の目的で活用が可能であると考えた。また，表-2 に 2001 年度から 05 年度における韓国の米需給動向を示す。韓国の米の需給動向の特徴として北出（2007）は，現在の韓国の米需給は不安定な不足基調から過剰基調に転換しつつある時期と特徴づけている [2]。干拓地に造成する農地は水田ではなく，畑地として活用することで，水資源確保の必要量がさらに削減される。そこで，この削減量を治水として活用することを検討した。

治水の手法は，長崎県諫早湾干拓を参考とした。諫早湾干拓事業は，防災機能の強化と平坦で大規模な優良農地の造成を目的に造成されている。約 7 ㎞の潮受堤防を設置し，降雨を一時的に貯水することのできる調整池を形成したことにより，調整池の水位を平均海水面から 1m 低く(標高-1.0m)管理できるようになり，低平地である背後地から，常時排水が可能となった。このことから，セマングム干拓においても調整池の水位を-1.0m で管理することで，「水害常襲地域の解消」の可能性を検証した。表-3 に河川ピーク流出量算定の結

表-1　韓国の稲作における必要灌漑水量(mm/month)

Month	ETc	Eff rain	Irr.Req.
May	43.0	29.7	122.7
Jun	124.3	112.5	110.8
Jul	133.0	152.7	0.0
Aug	138.9	148.6	0.0
Sep	101.8	110.7	0.0
Oct	18.0	15.8	0.0
Total	559.1	570.1	234.1

表-2　韓国の米の需給動向(単位：千 t)

年度	供給量	需要量
2001	6,486	5,151
2002	7,004	5,557
2003	6,554	5,455
2004	5,568	4,781
2005	6,042	5,225

「農林業統計年報　2003」「同　2005」(農林部)

表-3　セマングム干拓調整池流入河川のピーク流出量算定の結果

地点	流域面積(km^2)	洪水到達時間(min)	降雨強度(mm/hr)	平均流出率	流量(m^3/s)
萬頃江河口部	1,540	535	32.5	0.8	11,122
			68.4		23,408
東津江河口部	976	172	42.0	0.7	7,970
			43.0		8,160
院坪川河口部	472	133	42.0	0.7	3,854
			43.0		3,946

果を示す。降雨強度は，上段が過去 10 年間で最大 1 日降雨量を記録した時の最大 1 時間降雨量(全州 2011/8/9/11:00,扶安 2011/8/9/10：00)とし，下段は過去 10 年間で記録した最大 1 時間降雨量(全州 2010/8/7/17:00,扶安 2012/08/13/7：00)として算定した。結果，前者の降雨強度でのピーク流出量は 1 時間当たり約 8,280 万 m^3，後者の場合は 1 時間当たり約 1 億 2,780 万 m^3 となった。セマングム干拓調整池の面積は 1 億 1800 万 m^2 で，-1.0m で水位を管理した場合の貯水可能容量 1 億 1800 万 m^3 となる。このことから，諫早湾干拓と同様に水位を-1.0m で管理することで水害軽減の効果が期待される。

４．おわりに

セマングム干拓事業の経済効果とされる「水資源確保」と「水害常襲地域の解消」の妥当性について評価を行った。「水資源確保」について，水田による必要灌漑水量を試算した場合，水資源確保量の 1/14 となり，十分な量が確保できていることがわかった。このことから，その余剰を治水に活用するために，諫早湾干拓で採用されている，調整池水位の-1.0m 管理をセマングム干拓で検証した。過去 10 年間の降雨量からピーク河川流出量を推定し，-1.0m 管理による貯水可能容量で水害を軽減できると考えた。今後は，現地で河川流量を測定し，推定値との比較により今回の評価を検証していきたい。

謝辞　本研究にあたり，農林水産省九州農政局長の早田氏，長崎県農林部　木山氏，豊里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，九州大学院農学研究院の谷口先生にご指導・ご助言いただいた。記して感謝いたします。

【引用文献】

1)金　起賢：韓国の公共事業「セマングム干拓事業」,JICE REPORT,vol.9/2006.03,70.

2)北出　俊昭：過剰基調に転換しつつある時期　シリーズ　韓国の米問題,農業協同組合新聞/2007.03.27

【動画リンク】

https://www.education.saga.jp/hp/saganougyoukoukou/ 農業農村工学会発表動画バナー

仲原地下ダム注入工法による止水壁造成仕様決定の試験施工事例

内閣府沖縄総合事務局　宮古伊良部農業水利事業所　○(非)岡本真実
内閣府沖縄総合事務局　宮古伊良部農業水利事業所　　(正)石原正一

1. はじめに

仲原地下ダムは，沖縄県宮古島市の南西に位置する有効貯水量 9,200 千㎥の地下ダムである。

仲原地下ダムの止水壁の基本的な造成工法は，柱列式原位置攪拌工法である。しかし，ダム軸右岸端部は仲原断層付近の標高 80m程度の山地に位置するため，地形改変を極力減らし環境に配慮した工法としてトンネルを施工し，トンネル坑内で注入工法による止水壁の造成を施工するものである。

施工に先立ち，トンネル坑口前の明かり部(以下「テストブロック」という。)でグラウチング試験を実施したので報告する。

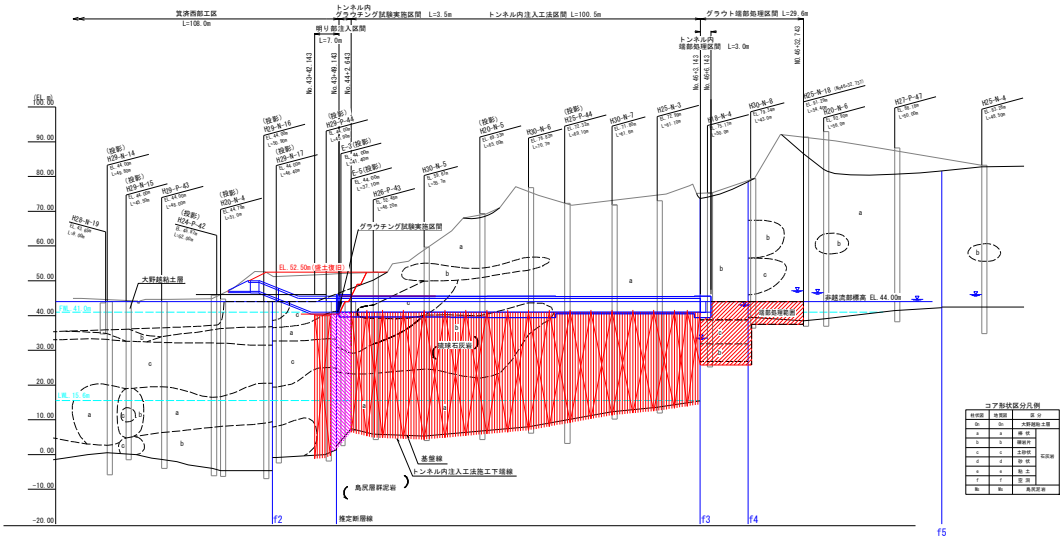


図-1　右岸端部全体計画縦断図

2. 注入工法の概要

注入工法は，透水性地盤にセメントミルクを注入して止水壁を造成する工法で，基盤上面から 1m根入れするものである。

仲原地下ダム右岸端部工事(以下「本工事」という。)の施工場所は，帯水層となる琉球石灰岩の改良深さが 40mと深く，施工延長が 100m を超えて改良面積が大きいことから，ボーリングの孔曲がりによる改良効果への影響やトンネル底盤への注入圧力で発生する変位の影響が予想されるため，事前にグラウチング試験を実施し，本工事の地盤の改良特性を考慮した注入仕様を決定することとした。

3. グラウチング試験の概要

(1) 注入仕様の検討

注入仕様の検討に当たっては，改良深度などの現場条件が類似した伊江地下ダムの事例を参考にしながら，改良目標値・孔配置・ステージ割・注入圧力・配合などを地盤の改良特性を確認しつつ，段

階毎に注入仕様を変化させて最適な仕様を検討した。

なお，本工事の注入方式は琉球石灰岩であることから，掘進しながら注入していくダウンステージ工法とした。

(2) 地盤の透水性

岩盤変位計孔 UG-1 孔でボーリング調査及び透水試験を実施した結果，地上付近の浅層部（GL-8mまで）と基盤近くの深層部（GL-18～40m）ではコア形状a（棒状）を主体に透水係数 1×10^{-2}cm/s 以上，その間の中間（GL-8～18m）ではコア形状 b（礫・岩片状）・c（土砂状）を主体に透水係数 1×10^{-3}cm/s 程度であった。

(3) 孔配置

孔間隔は 1.5mの千鳥配置，列間隔は 1.0mの 5 列配置とする。施工順序は，改良範囲の水頭差を小さくし改良効果を高めるため，まず最下流のE列を注入する。次に最上流のA列，その後C列⇒D列⇒B列の順とする。止水効果の確認は，列毎に前の次数孔の中間点に施工する中央内挿法とし，改良効果及び単位注入セメント量の次数逓減効果を確認した。

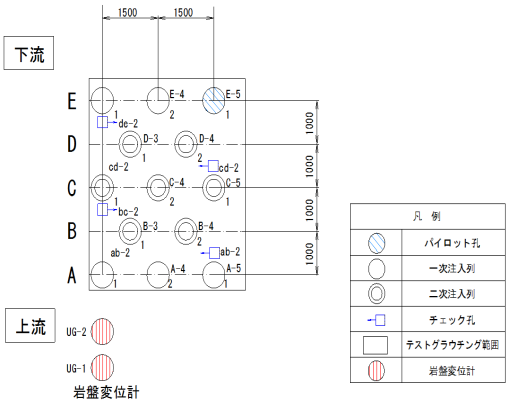


図-2 孔配置図

(4) 改良目標値

透水係数 $k=5\times10^{-5}$cm/s 以下で非超過確率 85%以上とした。

なお，規定孔（1 次孔～2 次孔）のうち，最終次数孔である 2 次孔の水押し試験結果より，改良目標値を満足しない場合は追加孔（3 次孔～4 次孔）を施工した。追加孔の基準を以下のとおりとした。

① 改良目標値の 2 倍（1×10^{-4}cm/s）を上回るステージが存在する場合（最大値の基準）

② 改良目標値（5×10^{-5}cm/s）を上回るステージが縦・横・斜め方向に連続して存在する場合（連続性の基準）

③ 当該列における改良目標値の非超過確率が基準値以下であること［基準値：5×10^{-5}cm/s 以下，非超過確率 85%］（全体の基準）

(5) ステージ長

グラウチング技術指針での標準ステージ長の 5mでは，パイロット孔施工中に孔壁崩壊が生じたため，第 1 ステージから第 5 ステージまでは 3m，第 6 ステージ以深は 4mとした。

(6) 注入圧力

注入圧力は，トンネル底盤の変位を考慮して第 1 ステージを 0.4Mpa，第 2 ステージを 0.5Mpa，第 3 ステージ以深を 0.6Mpa と徐々に圧力を変化させた。なお，注入速度は多量注入を抑えるために 4L/min/mとし，20L/min/st を超えないこととした。

4. グラウチング試験施工時における課題と対策

(1) 補助カーテングラウチング

注入開始直後のパイロット孔(E列)では水押し試験結果に応じて配合・規定量を選定したが，規定圧力に上昇しないまま注入中断が多発し，単位注入セメント量が 703.9kg/m（平均値）が多く，改良目標

値を満足しない課題がみられた。注入するセメントミルクが水平方向にリークすることなどが原因と考えられたことから，リーク防止対策としてA列の外側に補助カーテングラウチングを追加することとした。

その結果，補助カーテングラウチングSA列を事前施工したA列では，規定量中断がなく単位注入セメント量が 71.6kg/m(平均値)と低減し，補助カーテングラウチングの効果が確認された。その後，E列のうち未施工であった区間においても，外側に補助カーテングラウチングSE列を事前施工したところ，A列と同様の効果が確認された。

なお，補助カーテングラウチングはリーク発生を減少させる目的で施工するものであるため改良目標値の設定は行わず，設定した配合切替え基準に基づき注入を行い，規定注入量に達した場合は注入完了とした。

(2) 4 次孔までの追加孔

最初にグラウチング試験を実施したE列では，規定孔の 2 次孔では改良効果が得られなかったため，追加孔を施工した。4 次孔（孔間隔 0.375m）まで施工した結果，一定の次数低減効果は認められたが，非超過確率 85%値は 9.35×10^{-5}cm/s となり改良目標値を満足しない結果となった。

更なる追加孔を検討したが，列上の孔間隔が 20cm 以下と大変狭く，施工性に見合う改良効果は得られないと判断し，施工しないこととした。

続いて実施したA列，C列，D列，B列でも一定の次数低減効果は認められたが，非超過確率 85%値は改良目標値を満足しない結果となった。ステージ毎の改良効果としては浅層部（第 3 ステージ，GL-10m付近）では 4 次孔までの施工が必要であったが，第 4 ステージ以深では 3 次孔で改良目標値を満足したステージが多く，深層部ステージは浅層部と比較して改良効果が高いことが確認された。

なお，列間で行ったチェック孔（計 4 孔）では，非超過確率 85%値は 2.99×10^{-5}cm/s 以下となり，テストブロックとしての改良目標値は満足する結果となった。

(3) 配合切替えの変更

C列では，規定孔 2 次孔から注入量減少が見受けられた。改良効果を高めるためには，グラウトを多く注入し，地盤全体にグラウトを行き渡らせないと良好な地盤改良効果は得られないため，水押し試験で透水係数が小さい琉球石灰岩中の未固結土砂部では，貧配合（C:W＝1:10 など）を採用する方が空隙の細部にグラウトが行き渡るため効果的であると判断した。

そこで，貧配合を採用し，次表の配合切替え基準に示すとおり，それぞれの区分における初期配合を 1 段階貧配合側に設定することで注入量増加を図った。

表-1 配合切替基準　　単位:L

水押し試験結果(cm/s)	配合 (C : W)							計
	1 : 10	1 : 8	1 : 6	1 : 4	1 : 2	1 : 1.5	1 : 1	
$k\leqq1\times10^{-4}$	1,000	(1,000) 1,000	(1,000) 1,000	(1,000) 1,000	(1,000) 1,000	(1,000) 1,000	(1,000) 1,000	(6,000) 7,000
$1\times10^{-4}<k\leqq5\times10^{-4}$		1,000	(1,000) 1,000	(1,000) 1,000	(1,000) 1,000	(1,000) 1,000	(2,000) 2,000	(6,000) 7,000
$5\times10^{-4}<k\leqq1\times10^{-3}$			1,000	(1,000) 1,000	(1,000) 1,000	(1,000) 1,000	(3,000) 3,000	(6,000) 7,000
$1\times10^{-3}<k$				(1,000) 1,000	(1,000) 1,000	(1,000) 1,000	(3,000) 4,000	(6,000) 7,000

※水押し試験結果の透水係数により配合を決定
上段( )は，当初の規定注入量，貧配合（C：W＝1：10）採用前
下段は，変更後の規定注入量，貧配合（C：W＝1：10）採用後

貧配合採用前後の注入曲線を以下に示す。貧配合採用前は注入圧力を昇圧すると流量が急激に低下する傾向が発現し，改良に必要な注入量の確保が困難であった。一方，貧配合採用後は規定注入圧力到達後，流量が維持または徐々に低下する傾向が顕著となり，グラウトが周辺地盤の空隙の細部にまで良好に充填されたと考えられた。

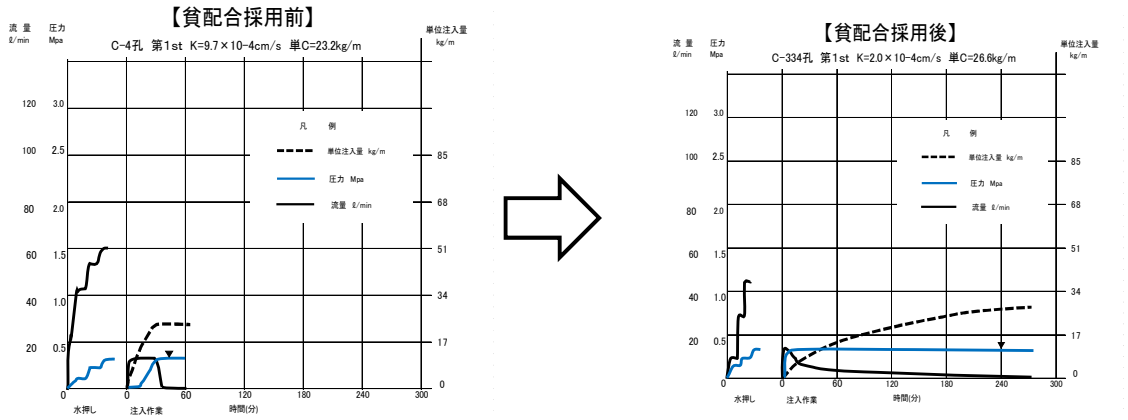


図-3 注入曲線(貧配合採用前後)

また，貧配合採用の効果の検証として「C:W＝1:8 で注入完了したステージ，計 6 データ」と「C:W＝1:10 で注入完了したステージ，計 10 データ」を抽出し，換算ルジオン値当たりの単位注入セメント量(C/Lu)を比較すると，C:W＝1:10 配合の方が C:W＝1:8 配合より 2 倍以上大きいことから，水押し試験値 1.0×10^{-4}cm/s 以下の場合に C:W＝1:10 配合を採用した方が注入効果が高いと判断される。

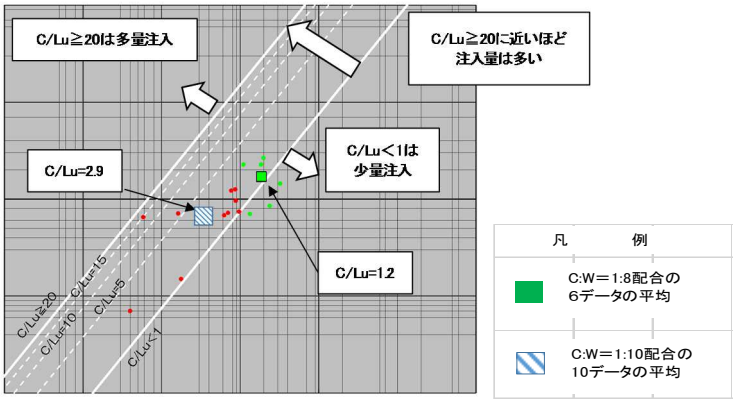


図-4 透水係数－単位注入セメント量散布図

表-2 C:W＝1:8 とC:W＝1:10 の注入結果比較

配合	平均値		②換算ルジオン値 (Lu)	①/② C/Lu
	水押し試験結果 (cm/s)	①単位注入セメント量 (kg/m)		
C：W＝1：8	1.9×10^{-4}	17.0	14.3	1.2
C：W＝1：10	3.3×10^{-5}	7.2	2.5	2.9

5. おわりに

テストブロックのチェック孔では改良目標値(5×10^{-5}cm/s 以下，非超過確率 85%以上)を満足する結果となった。よって，本工事はグラウチング試験の注入仕様を採用する。

なお，本工事区間の施工に当たっては，試験工事区間と比べ地質・透水性・改良特性の変化が想定される。このため，12mに 1 ヶ所のパイロット孔のボーリングコア・透水性・グラウチング状況などを踏まえ，注入仕様の確認を行うこととする。

琉球石灰岩における密閉型推進工法の施工例

内閣府沖縄総合事務局　宮古伊良部農業水利事業所　○(正)石原正一
内閣府沖縄総合事務局　宮古伊良部農業水利事業所　　(非)馬場和孝

1. はじめに

国営かんがい排水事業「宮古伊良部地区」では，仲原地下ダム及び保良地下ダム等を造成し，期別かんがいから通年かんがいの実現や伊良部島への新規送水に必要な水源を確保し，併せて用水路等の農業水利施設を整備して，農業生産性の向上を図ることを目的としている。

本工事は，仲原地下ダムの高水排水対策の一つである推進工について，多様な岩質をもつ琉球石灰岩の特性をとらえた施工例を報告する。

2. 仲原地下ダム高水排水対策の概要

仲原地下ダムの造成後は，ダムの流域内は地下水位が上昇し，流域内にある長南地区の一部に透水性が悪く標高が低い土地で地下水位が高くなることから，流域内の排水対策を講じる必要がある。長南地区では，集水井 2 基により一帯の地下水を集水し，排水トンネル等で既設の排水路に導水することで，他の流域へ排水する計画としており，1 号集水井と 2 号集水井を連結するため推進管を施工した。

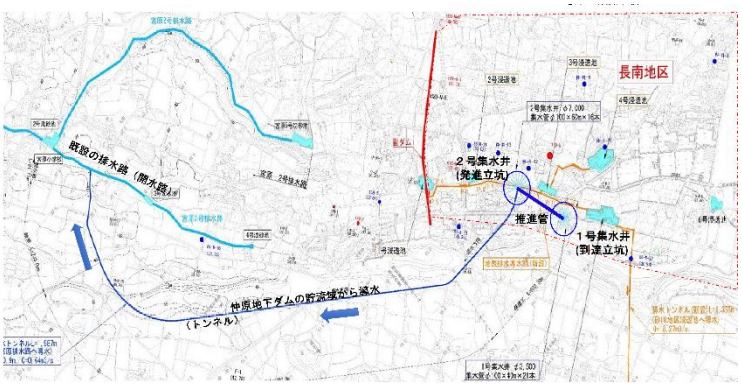


図-1　長南地区における地下水対策図

3. 工事の概要

工事の規模は，推進延長 261m，管内径は 800mm，管材質は鉄筋コンクリート管であり，既設の 1 号集水井を発進立坑とし，立坑内に設置した支圧壁を反力として油圧ジャッキの推進力により順次，推進管を継ぎ足して押し込み，既設の 2 号集水井を到達立坑まで施工する。

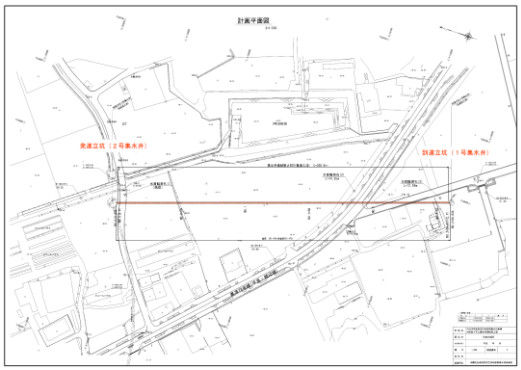


図-2　工事概要図

推進工法のタイプは，地下水内の掘進であること，琉球石灰岩は未固結で軟質な岩質であることが想定され切羽の崩壊の危険性があるため，開放型(刃口)推進ではなく，切羽を面版で抑えて加圧し，切羽の崩壊を防ぐ密閉型推進工法(土圧式)とした。なお，掘削した土砂は推力排土方式で坑外に流体輸送する。礫はカッターヘッドにより一次破砕し，水力排土クラッシャーにより二次破砕して搬送する。

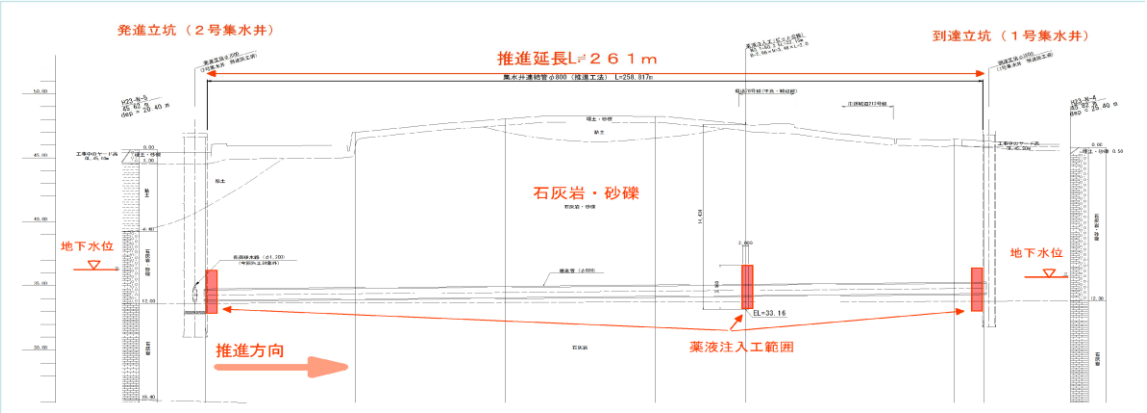


図-3　工事概要図

4. 琉球石灰岩の特性

対象地盤は琉球石灰岩であり，岩種区分は砂礫層に区分され，透水係数は簡易揚水試験の結果から 7.2×10^{-1}cm/s～4.7×10^{-0}cm/s と透水性の高く，一軸圧縮強度は 12～20MN/㎡であった。地下水位は EL35.8m～EL36.3m と管底より 5m程度上部にある。

琉球石灰岩砂礫層は，硬質な石灰岩や空洞，流入粘土を挟んだ軟質な石灰岩など，多様な岩質の出現が想定され，硬質部と軟質部の互層の出現による推進工の品質管理が課題となるため，地質特性に応じた推進工法を選定する必要がある。

5. 多様な琉球石灰岩の特性をとらえた施工上の工夫

実施設計時点では，琉球石灰岩の一軸圧縮強度の条件（20MN/㎡以下）から，面版に設置するカッターヘッドは切削型ヘッドとし，センタービット1個，フェースビット 12 個及び外周ビット6個を装着した切削型ヘッド推進機を選定した。また，ビット損耗による交換が工事区間内に必要となるため，ビット交換時の逸水防止のために薬液注入工に必要な用地として，発進立坑から約 180mにある県道歩道部を一時使用した。

工事着手後，既存のボーリングコアによる一軸圧縮強度試験を行った結果，強度は 11.3～30.3MN/㎡であった。試験結果から得られた硬質な琉球石灰岩では，推進管機械が停止する可能性があるため，従来の切削型ヘッド推進機にゲージカッターを取り付けることにした。

一方，空洞や流入粘土を挟んだ軟質な石灰岩も想定されることから，推力低減剤の役割を果たす滑材が管周りに十分留まらず，結果として推力増大により推進不能となることを避ける対策として滑材を液体タイプと固化液（石けん程度の堅さ）を併用しながら，日掘進量を確実に保つ工夫をした。

また，推進管掘進時に硬軟質な岩質が互層に出現しても，方向・勾配を保ち，管渠としての機能を損なわない工夫としてマシンレベル計を使用し，中心線測量及び水準測量を実施した。さらに，推進機内にあるターゲットをカメラでとらえ，制御盤に据え付けたモニターテレビに映し出し位置を常時確認した。実際の方向制御は，方向制御ジャッキ 4 台による機体の修正により方向制御を行いながら推進した。

6. 効果(まとめ)

①硬質な岩質に対する日掘進量を確実に保つ工夫：推進管施工開始後，ビット交換予定位置まで推力が設計値の6～7割程度で推移し，また，日掘進量の低下も見られなかったことなどから，フェースビット

及び外周ビットの損耗が軽微であると判断し，当初予定位置での交換を見送り，その後も良好な施工状態が維持できたため，推力完了までビット交換の必要が生じなかった。これに伴いビット交換時の逸水防止が目的である薬液注入工は施工不要となった。

②軟質な岩質に対する日掘進量を確実に保つ工夫:琉球石灰岩内の空洞が懸念されたが，固化液(石けん程度の堅さ)の使用は掘進初期のみに留まり，滑材を液体タイプと固化液を1:1の割合に使用し注入した結果，推力は設計値の6～7割程度で推移した。

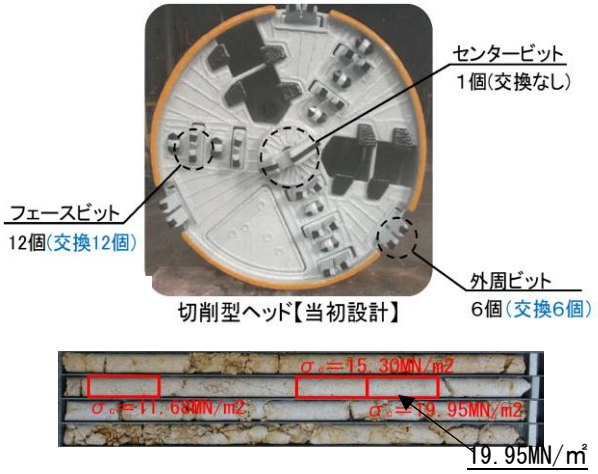
固化液のみの使用は，少雨傾向で地下水位が管底以下となり，固化液が抵抗を与える傾向を生じたため，配合を切り替えた。

③方向制御の工夫:基準高(平均＋0.1mm＞規格値±50mm)，中心線のずれ(平均-10.5mm＞規格値±100mm)，施工延長(-47mm＞規格値－259mm)ともに管理基準内で施工管理ができた。

【当初設計】

琉球石灰岩　(硬質 20MN/㎡)

切削型ヘッド推進機



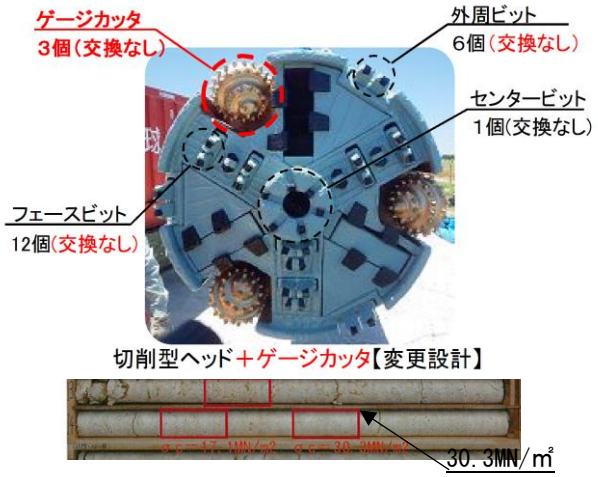
H22-N-7　コア写真　圧縮試験値

図-4　当初設計

【変更設計】

琉球石灰岩　(硬質 30MN/㎡)

岩用切削型ヘッド推進機(ゲージカッターを追加)



H29-N-8　コア写真　圧縮試験値

図-5　変更設計

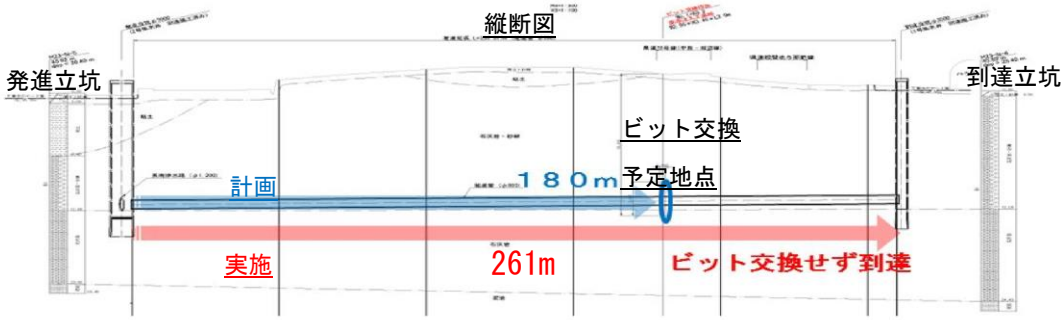


図-6　横断図

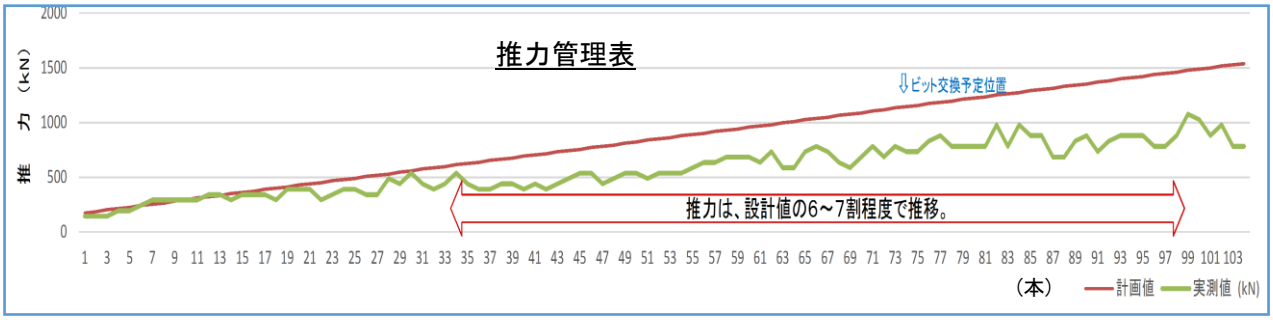


図-7　推力管理表

7．おわりに

多様な琉球石灰岩の特性をとらえた施工上の工夫により，フェースビット及び外周ビットの損耗が軽微となり，800㎜ と狭小な推進管の空間に入ってのビット交換作業がなくなったことにより安全性がより一層保たれた。また，ゲージカッターの追加があったが，結果，ビット交換や薬液注入工に施工減により，より経済的となった。この結果，推力が設計の６～７割程度で推移し工期内の完成に至った。よって，工事の安全性，経済性，工期等について総合的に判断し良好な施工となり，次回工事である推進工（φ1800㎜　延長 L=300m）の参考としたい。

既存水源を活用した畑地かんがい計画
～　大隅南地区の事例　～

鹿児島県大隅地域振興局農林水産部農村整備課　○(非)大盛正人

1　はじめに

本地区は，鹿児島県曽於市の南部に位置し，白菜，甘藷，キャベツ等を生産する曽於市でも有数の畑地帯である。

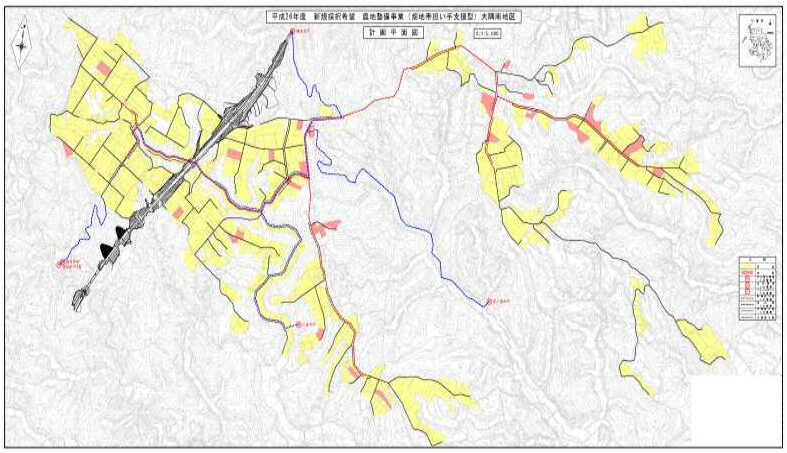
本地区では，これまで昭和 50 年代前半に整備された井戸を水源とする畑地かんがい施設を利用した営農が展開されていた。

しかしながら，施設の老朽化や水量不足から茶の霜害や干ばつ被害を受ける等，施設の維持管理や農業用水の確保に支障を来していたため，平成 23 年度から畑地かんがい施設の整備に着手した。

今回，本地区おける既存水源を活用した畑地かんがいの整備計画について紹介する。

2　地区の概要

本地区は，212ha の畑に灌漑するための畑地かんがい施設整備である。水源などの基幹施設（揚水機場，加圧機場，ファームポンド，幹線配水路）は，県営かんがい排水事業により整備し，末端施設（支線配水路，散水施設）については，県営畑地帯総合整備事業において整備している。



図－１　大隅南地区　計画平面図

3　過去の経緯

昭和 44 年に，国が大規模土地改良事業の予備調査として，水資源確保のため，ダムサイト適応地の調査を開始し，曽於地域における適応地は，恒吉（曽於市大隅町）と平房（鹿屋市輝北町）が候補地となっていた。

調査の結果，昭和 49 年に平房の輝北ダムを水源とした鹿屋市輝北町・志布志市有明町・大崎町の畑地 4,000ha を受益とする「曽於南部畑地かんがい」の計画がなされた。

一方，恒吉については，曽於市大隅町，末吉町・志布志市松山町，志布志町の畑地 7,100ha を受益として計画されていたが，ダム築造に伴う家屋水没等の住民犠牲の規模が大きかったことから，昭和 53 年に本地区の水源として期待されていた恒吉ダムの計画が凍結された。

その代案として，中岳ダム（曽於市末吉町）を水源とした曽於市末吉町・志布志市松山町，志布志町の畑地約 3,100ha を受益とする「曽於東部畑地かんがい」と谷川内ダム（曽於市財部町）を水源とした曽於市大隅町，末吉町，財部町の畑地約 2,000ha を受益とする「曽於北部畑地かんがい」が計画された。

しかし，本地区は，この大規模土地改良事業 2 地区のいずれの受益にも入らず，同じ時期に整備された畑地かんがい施設を利用した営農が現在まで展開されている。

4　既存水源を活用した畑地かんがい計画

本地区は，曽於市でも有数の畑地帯でありながら，結果的に畑地かんがい施設の整備が遅れる地域となった。

このような中，曽於市において，平成 8 年に本地区における 1 回目の畑地かんがい施設整備が計画された。

計画は，既存の井戸に新たな 2 箇所の井戸を加えた 3 箇所からの地下水を水源とするものであったが，当時の耕作者から同意が得られず，一旦は計画を断念した。

計画を断念してから 10 年が経過した平成18年に，大隅南地区農業用水運営委員会から，畑地かんがい施設の整備について，要望書が曽於市に提出された。

要望の背景としては，はじめに述べたように施設の老朽化や水量不足により，作物が被害を受けたことであるが，それ以外にも， 1 回目の計画から代替わりした耕作者の畑地かんがい施設を利用した営農に対する意識が高くなったことも一因だと思われる。

こうして，今回の畑地かんがい施設整備が計画されることとなった。

今回の計画は，既存の水源である平成 8 年当時の 3 箇所の井戸に，さらに 2 箇所の井戸を加えた5箇所からの地下水を水源とする畑地かんがい計画である。

この計画により，平成 23 年度から本地区における既存水源を活用した畑地かんがい施設整備が開始されることとなった。

5　おわりに

今後，畑地かんがい施設整備を契機に，本地区において，より生産性の高い農業の展開と安定した経営が図られることに期待する。

推進工法の実施について

－工法選定及び実施時における留意点について－

大隅地域振興局農林水産部曽於畑地かんがい農業推進センター水利事業課　○（非）浮邉康弘

１　はじめに

曽於地域では，大規模畑地かんがい事業が進められ，その中で曽於北部地区については谷川内ダムを取水源とし平成 8 年度～平成 26 年度まで国営かんがい排水事業が実施され，現在はこれらの末端施設を附帯県営事業で整備している状況である。

その中で，第三曽於北部 2 期地区については 384ha の支配面積を有しており，茶，さつまいも，さといも，飼料作物等の営農が行われている。

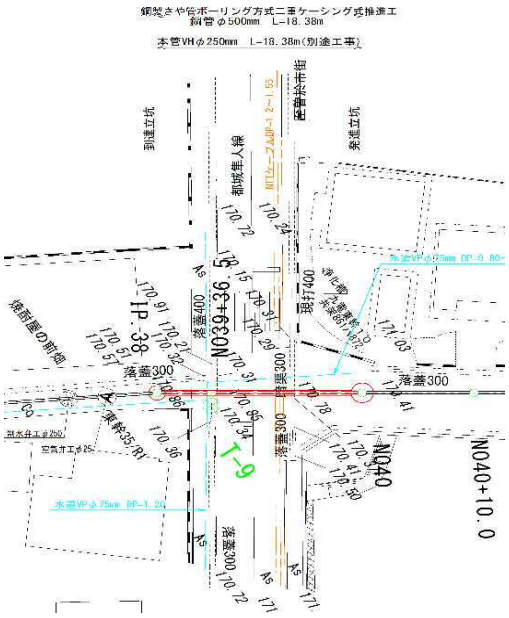
今回は，曽於市財部町にある県道 2 号線横断部の工事実施に向けた取り組みについて紹介するものである。

２　現況

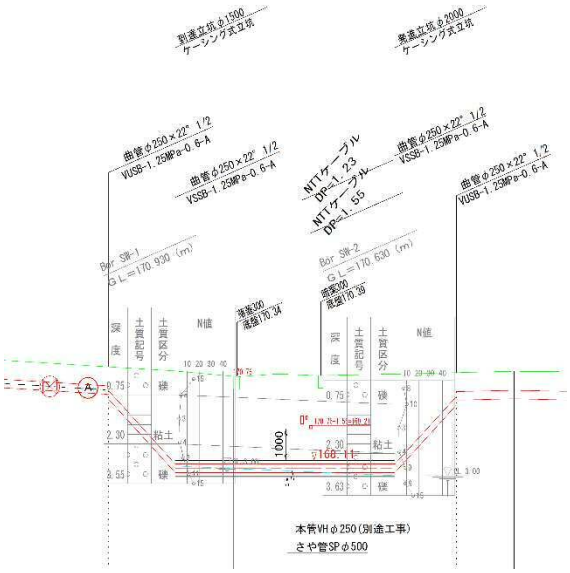
本計画は，塩化ビニル管 VHφ250mm にて県道 2 号線を横断する計画であるが，現道は大型車両の交通量が多い上，道路幅は 6.0m と狭くなっている。

また，開削工法で施工した際，大型車両の迂回路も無く，また，県道内に上水道，NTT 光ケーブルが埋設されており支障物が多いことから，以下のとおり施工方法について検討を行った。

平面図



断面図



3 工法の検討

(1)調査

①現地調査(地形，交通量，迂回路，建物，井戸等)

②地下埋設物(九電，水道，NTT ケーブル，暗渠)

③地質調査(ボーリング，サウンディング試験，土地分類基本調査図)

(２)工法検討

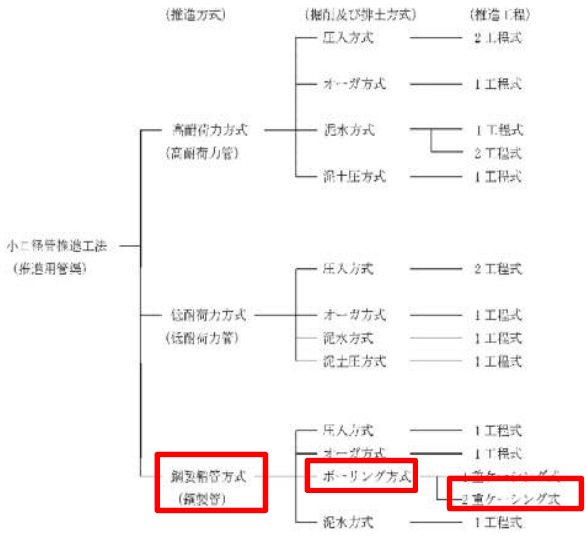
①開削 or 推進(地下埋設物の影響を大きく受ける。)

(3)工法選定

①推進工法の検討

・管種，呼び径，延長，地山及び地下水の状況，地下埋設物，深度，土質，周辺状況，経済比較

◎土質条件(土質・地下水圧)，現場条件及び経済比較により「鋼製さや管方式(ボーリング方式，二重ケーシング式)」。



②立坑土留工法の検討

・施工場所，土質，周辺環境，施工規模，経済比較

◎現場条件，経済比較により「ケーシング式立坑」。

・立坑寸法は，発進，到達立坑とも「下水道推進工法の指針と解説-2010 年度版-」より選定。

・坑口の切羽の安定のため，地盤改良(薬液注入)を実施予定。

4 積算

農林水産省土地改良工事積算基準(土木工事)には推進工に関する歩掛が制定されていない。

今回の工法選定では以下の図書を参考に積算を行っている。

・推進工法用設計積算要領　鋼製さや管推進工法編　　【推進工法歩掛】

・下水道用設計標準歩掛表 第１巻 管路編　　【立坑歩掛】

・下水道用設計積算要領 管路施設(推進工法)編　　【立坑歩掛】

・推進工事用機械器具等損料参考資料(損料参考資料)　　【機械器具等損料(推進，立坑)】

・【積算資料】積算資料推進工事用機械器具等基礎価格表　【機械器具等損料(推進，立坑)】

・【建設物価】積算資料推進工事用機械器具等基礎価格表　【機械器具等損料(推進，立坑)】

※「下水道用設計標準歩掛表 第１巻 管路編」及び「下水道用設計積算要領管理施設(推進工法編)」に今回採用した鋼製さや管方式(ボーリング方式，二重ケーシング式)については記載がないため，推進工法用設計積算要領　鋼製さや管推進工法編を使用。

5 今後の課題

到達立坑部においては，道路幅員が 2.0m 程度しかなく，市の上水道も埋設されているため，試掘を行い，立坑の位置を変更する必要がある。

地下水位が高くなると工法変更となるため，降雨の少ない時期に施工する。

市道側については工事期間１ヶ月程度通行止めとなるため，事前に周知を図る。

水田の暗渠清掃にパイプクリーナーブラッシを利用した技術の開発

Development of Underdrain Cleaning with Pipe Cleaner Brush 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

筆者は過去に高圧ポンプでしかできなかった暗渠の清掃を動力噴霧機利用した技術を開発し、基準書に掲載された。この技術は普及していると思っていたが、関係者はこの技術を利用せず、目詰まりを起こした暗渠を放置し、新たな暗渠の施工が続いている。この技術の問題点を整理した。それは機材の準備がいることと、複数の作業者が必要と推定した。

そこで、農家が簡単に利用できる暗渠の清掃技術の必要性を感じ、パイプクリーナーブラッシを利用した暗渠吸水管清掃技術を開発した。この技術は暗渠吸水管内にブラッシと接続した紐を通し、暗渠吸水管の道路側と排水路側から交互に紐を牽引して行う。

そして、この作業を容易にする巻取機を開発し、一人でも作業できることを確認した。

2. 暗渠吸水管の清掃技術

(1)　清掃機材の配置

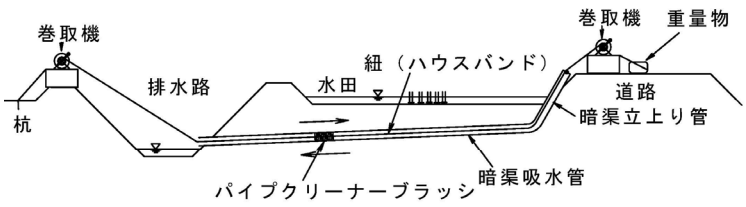


図-1　パイプクリーナーブラッシを利用した暗渠清掃技術

清掃機材の配置を図-1に示す。暗渠吸水管内に紐を通し、道路側と排水路畦畔に巻取機を設置し、パイプクリーナーブラッシを紐に接続し、両サイドから紐を牽引後に開発した巻取機で巻取り、清掃を行う。

(2)　暗渠吸水管内に紐を通す方法

紐としてビニルハウスのビニルを固定するハウスバンドを利用する。ハウスバンドは安価（1,000 円/500m 程度）で強度があり耐候性に優れている。挿入方法は弾力性が高いグラスファイバー線を暗渠立ち上がり管からガイド線として吸水管内に挿入する。

吸水管末端に貫通したグラスファイバー線にハウスバンドを結び、グラスファイバー線を引き戻し、ハウスバンドを吸水管に挿入する。

(3)　ハウスバンド巻取機の開発

巻取機はコード用、ホース用と多種多様の機種が市販されているが、暗渠清掃に利用するには多くの難点がある。作業を道路側、排水路側に 2 人の作業では巻取機を手で固定しながら作業を行うことができるが 1 人の作業では反対側に巻取機が固定されていなと転倒や、過剰に回転してハウスバンドが巻取機のドラムから外れて回転軸に絡みついて

*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 C0.LTD) *** 合資会社坂田機械産業　キーワード：地下排水、暗渠排水、維持管理

しまうことがある。このため、道路側では重量物とロープで固定する。排水路側では巻取機の後方に杭とロープで固定する。

次に、空回転防止のため、蝶番で繋いだ 2 枚の板を上部に設置し空回転を防止する。そして、回転軸にハウスバンドが巻き付かないようにガイド枠を設置する。

写真-1　ハウスバンド巻取機

市販の巻取機の回転を行うハンドルは回転ドラムの側面に設置されている。これは巻取機の回転ドラムを回転させるためであり、巻取物に荷重が掛かった場合は、巻取ドラムを回転しにくい。ブラッシを引き出し時に荷重が掛かった場合には、まずハウスバンドを引き出して次に巻取作業を行うことになり、2 作業となる。開発した巻取機では、ドラムを回転させるハンドルを長くして大きな荷重に対応できる構造とした。ハウスバンドの巻取半径は平均で 7cm(100m 巻取状態)であり、延長ハンドルのドラム中心から 24cm であるため、ハウスバンドの荷重の 1/3 で操作が可能である。そして、ハンドルの位置がドラムの外側に位置するため、台を設置した。台として農業用収穫コンテナ（長さ 50×幅 35×深さ 30cm）を利用し、巻取機の底に板を設置し、コンテナとボルトで固定した。

（4）パイプクリーナーブラッシの開発

写真-2　パイプクリーナーブラッシ

開発したブラッシを写真-2 に示す。左から口径 55mm,45mm,35mm,25mm であり、材料は亀の子タワシを利用した。針金を開いて上下にステンレスの φ 10mm の鳩目を固定した。

3．現地での試験

（1）　酸化鉄が多い水田での試験（巻取機の延長ハンドルは未完成、既存のハンドル使用）

1）　水田の暗渠施工状況とグラスファイバー線の挿入

試験を行った水田は A 市の U 地区で、暗渠吸水管に酸化鉄のスライムが詰まりやすい水田で土壌は泥炭土である。面積は 50a(100m×50m)で暗渠は 9 本施工されていた。施工時期は定かでないが施工後 10～30 年は経過していると思われた。これらの暗渠吸水管の清掃を行えば利用可能であったが、目詰まりが進んで暗渠の機能が低下したため、数回の施工を行ったと推定された。グラスファイバー線が貫通した暗渠は 4 本であった。グラスファイバー線の挿入作業時間は 5～10 分/本程度であった。

2）　暗渠吸水管の状況

暗渠吸水管の目詰まり状況を水田の湛水時に内視鏡カメラで調査したが内部が懸濁しているため調査ができなかったので、落水後暗渠吸水管からの流出がない時期に調査した。

写真-3 は吸水管出口から数 m の状況である。周囲に酸化鉄のスライムが付着し、中心奥の円形は内視鏡カメラの先端でスライムが押し込まれて吸水管が閉塞した状態である。写真-4 はさらに押し込んで引き出した状態で、吸水管内部の撮影は困難であった。

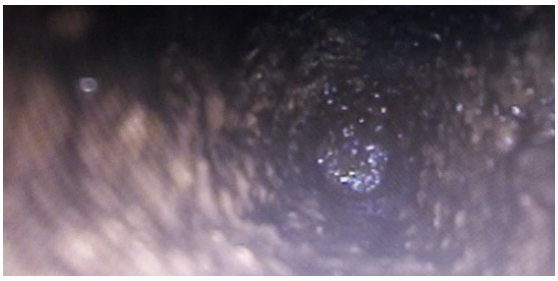


写真-3 暗渠の目詰まり状況

写真-4 内視鏡カメラにスライムの付着状況

表-1　二人作業暗渠吸水管清掃時間（吸水管口径Φ60で 55mm のブラッシを利用,ブラッシは往復移動）

暗渠 No	作業時間 時:分:秒	移動時間 時:分:秒	備考
No.1 No.2 No.3 No.4	0:08:15 0:06:35 (0:17:55) 0:07:55	 0:09:13 (0:07:02) 0:00:40	作業荷重 49.2N(5kgf) ブラッシ貫通不能
作業時間計	0:22:45	0:09:53	No.3 は除く
平　均	0:07:35	0:04:57	No.3 は除く
作業+移動	0:12:31		暗渠 1 本

これらの写真はいずれもグラスファイバー線の挿入ができなかった暗渠である。

3）作業時間と作業荷重

①　二人作業

試験時期は灌漑期で、清掃時間を表-1 に示す。作業は作業者が道路と排水路に配置し、道路側の巻取機にほ場延長分のハウスバンドが巻き取られていた。このハウスバンドとブラッシそして吸水管内のハウスバンドを接続して排水路側の作業者がハウスバンドを引き出して巻取機に巻取り、作業を開始した。グラスファイバー線が挿入できた 4 本の暗渠での作業を行ったが、No.3 の暗渠ではブラッシが貫通できなかった。吸水管断面が変形している可能性があった。ブラッシが末端まで届いてから、道路側から引っ張り、ブラッシを引き戻し、次に巻取機に巻取りこれらの作業を繰り返した。ハウスバンドに掛かる荷重をバネ秤で計測し、その時の荷重は 49.2N(5kgf)であった。この作業時には巻取機の延長ハンドルは未完成であった。作業時間と移動時間の平均は 7 分 35 秒、4 分 57 秒で作業と移動時間の計は 12 分 31 秒であった。

表-2　一人作業暗渠清掃時間（ブラッシは一方移動）

暗渠 No	作業時間 時:分:秒	移動時間 時:分:秒	備考
No.1 No.2 No.4	0:07:13 0:07:13 0:07:00	 0:02:47 0:03:00	排水路と道路までの移動は作業時間に含まれる。
時間計 平均	0:21:26 0:07:09	0:05:47 0:02:54	

②　一人作業

この作業は道路側に巻取機を安定して設置し、前回同様にハウスバンドに連結し、排水路側に移動してからハウスバンドを引き出し、巻取機に巻取り、ブラッシを引き出してから、ブラッシを外して、巻き取ったハウスバンドの巻取機を作業員が携えて道路側に移動する。そして次の暗渠に巻取機を設置し排水路側に移動してハウスバンドを巻取機に巻きとる。同じ作業を続け、3 本の暗渠の清掃を行った。その結果を表-2 に示す。作業時間と移動時間の平均は 7 分 9 秒、2 分 54 秒であった。これらの計は 10 分 3 秒であった。

4) 暗渠吸水管清掃後の状況

暗渠清掃後の状況を写真-5 に示す。ブラッシは二人作業で往復 2 回、一人作業で 1 回通過した。作業時は湛水状態であったため酸化鉄のスライムは吸水管壁面から剥がされて流さており、吸水管のコルゲートの形状が確認できる。

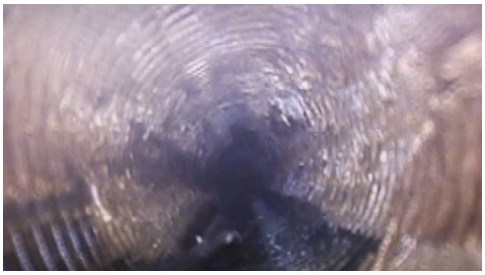


写真-5　暗渠吸水管清掃後の状況

(2) 巻取機の延長ハンドル使用時の試験

試験地の水田（75×39m）は K 市の K 地区の干拓地であり、土壌は灰色低地土で暗渠の目詰まり状況は少なく、グラスファイバー線の挿入は容易であった。試験目的として、巻取機の清掃時間と作業負荷の確認であった。結果を表-3 に示す。作業者は道路と排水路に 2 名を配置し、4 本の暗渠の清掃を連続して行った。ブラッシは道路側から挿入し、排水路側からハウスバンドを引き出し、次にブラッシを道路側へ引き戻した。平均の作業時間は 7 分 9 秒、移動時間 2 分 54 秒であり、合計は 10 分 3 秒で、延長ハンドル利用無より 2 分 28 秒短縮した。

作業負荷は巻取機回転軸にトルクレンチで負荷が最大と判断した状態で測定した。作業時期は落水後であり、水田土壌・吸水管内に水がない状態であったので、湛水時より荷重は大であった。巻取機回転軸の平均トルクは 6.7Nm で計算からハウスバンド荷重は 95.2N(9.7kgf)で、回転ハンドル荷重 25.3N(2.6kgf)であった。ハウスバンドの牽引作業は、巻取機の延長ハンドルを利用しない前述の作業では引き出し作業と巻取作業の 2 作業で行ったが、今回は巻取作業の 1 作業で行うことができた。

表-3　巻取機の延長ハンドル使用時の作業時間と作業荷重（吸水管口径Φ60 で 55mm のブラッシを利用,ブラッシは往復移動）

暗渠 No	作業時間 時:分:秒	移動時間 時:分:秒	巻取機回転 軸のトルク	ハウスバンド 荷重	回転ハンドル 荷重	荷重測定 方法
No.1	0:10:00		7Nm	100N(10.2kgf)	29.2N(3.0kgf)	トルクレンチ
No.2	0:06:34	0:03:34	7Nm	100N(10.2kgf)	29.2N(3.0kgf)	トルクレンチ
No.3	0:04:49	0:05:43	-	-	14.7N(1.5kgf)	バネ秤
No.4	0:04:49	0:02:44	6Nm	85.7N(8.7kgf)	25.0N(2.5kgf)	トルクレンチ
時間計	0:21:26	0:05:47				
平均	0:07:09	0:02:54	6.7Nm	95.2N(9.7kgf)	24.5N(2.5kgf)	

4. おわりに

暗渠の清掃作業はポンプなどの機械を利用せず、一人でもパイプクリーナーブラッシで作業ができることが確認できたが、この技術を利用するには暗渠吸水管が完全な状態であることが前提であり、施工時期は湛水時が望ましい。目詰まりが多い A 市での試験では、グラスファイバー線が貫通できない暗渠が多かった。このことは暗渠吸水管が連続していないか断面が潰れている可能性があり、暗渠の施工精度の向上が望まれる。

今回報告の技術は特許第 6592555 号として登録された。

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

佐賀県佐賀中部農林事務所　（正）渕上直人、（正）千住泰彦、○（正）山本智美

１　はじめに

本地区は、佐賀県の中央部に位置し、佐賀市、小城市に跨る約 9,400ha の広域な水田地帯であり、一級河川の嘉瀬川を主水源とする地域である。

本地区においては、常襲的な干ばつ対策として、水田に必要な不足用水量を確保するために、国営嘉瀬川農業水利事業（S.24～S.48）及び県営かんがい排水事業嘉瀬川地区（S.39～S.60）により、北山ダム、川上頭首工、幹線水路が造成されている。

図.１　位置図

しかしながら、国営嘉瀬川農業水利事業及び県営かんがい排水事業嘉瀬川地区で造成された用水施設は、地域の地盤沈下を主な原因とした機能障害により、末端までの配水に支障をきたしている状況である。

また、本地区は地域の地盤沈下に加え、都市開発の進展、有明海沿岸部における干潟の発達等を原因とした排水障害により、湛水被害が拡大している地域でもある。

このため、県営地盤沈下対策事業佐賀中部地区（H.3～R.5 予定）は、国営総合農地防災事業佐賀中部地区（H.2～H.22）の関連事業として、排水施設の機能強化及び用水施設の機能回復を行うことで、農地及び農業用施設を災害から護り、土地利用の高度化を実現し、農業経営の安定と、併せて国土保全に資することを目的として実施している。

２　川上２号排水路

川上２号排水路の受益地域は、一級河川嘉瀬川水系西平川、東平川に挟まれた水田が広がる地域で、この地域の排水は、排水慣行により西平川へ排水されている。しかし、大雨時には、河川水位の上昇により西平川への排水が困難となり、その結果、排水路から水が溢れ、湛水被害が発生している。そこで、西平川と東平川の合流点付近に排水機場（久留間排水機場）を新設し、排水先については、自然排水は従来どおり西平川へ、機械排水は東平川へ排水する計画とした。

図.２　詳細位置図

排水機場へ排水を導水するために川上２号排水路の改修も必要となったが、東平川と西平川の間に山王川により遮断された地域があり、この地域の排水を排水機場に導水するためには、山王川を横断する必要があった（図.2）。このことから、山王川を横断するための工法検討を行った。

3 横断工法の検討

一般に河川横断工としては、その施工方法として「開削による工法（伏越し）」と「推進による工法」に大別されるが、今回は①開削工法（HP φ1000+コンクリート巻立）、②開削工法（ボックスカルバート 1000×1000）、③推進工法（HP φ1200+FRPM φ1000）の3案について比較検討を行った。

検討結果は、表.1のとおりとなり、経済性や治水上の安全性、地元対策、河川管理者からの意見の他、環境や工期等を総合的に勘案し、③推進工法を採用した。

表.1　河川横断工法比較結果

河川横断工法	1案：開削工案① （HP φ1000+ｺﾝｸﾘｰﾄ巻立）	2案：開削工案② （ﾎﾞｯｸｽｶﾙﾊﾞｰﾄ 1000×1000）	3案：推進工案 （HP φ1200+FRPM φ1000）
治水上の安全性	△	△	○ 堤防を開削しないため、安全性が最も高い。
地元対策	△	△	○ 当該事業に対する理解を得にくい状況ではあるが、開削工法より目立たない推進工法の方が理解を得やすいと考えられる。
河川管理者の意見	△	△	○ 地元感情に配慮し、大がかりな開削工法より推進工法が計画地に適しているのではないかとの意見があった。
概算工事費	△ 51,923 千円	△ 49,876 千円	○ 48,955 千円 比較案の中で最も経済的である。
比率	1.06	1.02	1.00
総合評価	△	△	○
備考		伏せ越し工の場合、最小部材厚の規定（t=35cm 以上）を満足する必要があるが、ボックスカルバートの部材厚は0.13～0.15m であるためこれについての検討が必要である。	

4 推進工の設計

当該河川横断工の設計においては「改訂　解説・河川管理施設等構造令」の「河底横過トンネル」に準拠し、構造は令第 47 条第 1 項の規定を準用し、鉄筋コンクリート構造又はこれに準ずる構造とした。構造としては「推進工法用鉄筋コンクリート管」、「推進工法用鋼管」、「推進工法用ダクタイル鋳鉄管が考えられるが、当該河川横断工は内水圧が作用する圧力管となるため、外管と内管とが構造上分離した二重鞘管構造とした。

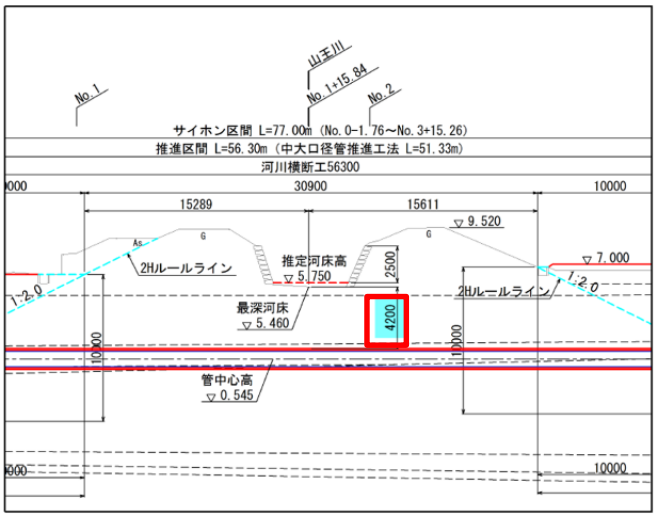


図.3　土被り厚

内挿管については、逆サイホン構造となり、土砂等の堆積が生じやすく、流水の流下能力が阻害されることも予想されることから、堆積土砂等の排除に支障のない構造とするため、内径 1.0mとした。外管の口径は、内挿管の 1～2 ランクアップの管径が適用されるため、1100mm～1200mm が考えられる。外管口径を 1100mm とした場合、空隙部が 2.5mm となり充填材が十分に行き渡らないことになることから、外管の口径は 1200mm とした。内挿管の管種については、外管 1200mm に挿入可能である FRPM 管とダクタイル鋳鉄管を経済比較した結果、FRPM 管が経済的であった。外管の管種についても経済比較により、推進工法用鉄筋コンクリート管を採用した。設置深さについては、最深河床高から2.0m+1.5D（D：外管外径）以上を確保するため、2.0+1.5×1.43≒4.2m とした（図.3）。

次に、推進工法の検討を行った。管口径により大中口径管推進工法に分類され、①刃口推進工法、②泥水式推進工法、③土圧式推進工法、④泥濃式推進工法の4つに細分されること

から、この4工法について比較検討を行った。

比較した結果、普通地盤対応型としては「泥濃式」が、支障物対応型としては「泥水式」が安価であったが、本地区では河川横断工の上部に護岸工（ブロック積み構造）が設置されていることから、基礎工が設置されていることが想定されたため、支障物対応型の『泥水式推進工法』を採用した（図.4）。

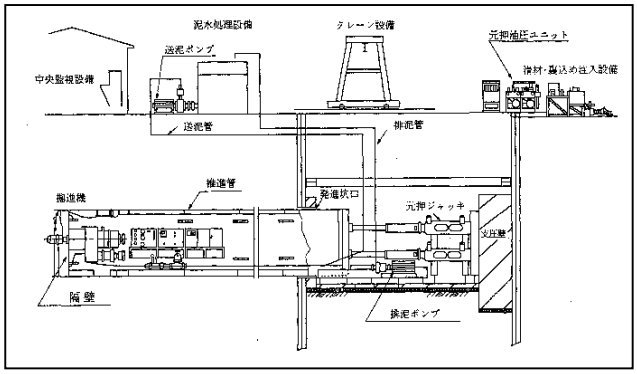


図.4　泥水式推進工法説明図

5　推進工構造計算

推進工法が決定したことから、各種構造計算を行った。まず、推進力については「泥水・土圧式算定式」により算出したところ、総推進力 F=1,945kN となり、管の耐荷力 Fa=5,309kN を下回ったため、元押装置のみで推進可能という結果となった。

次に、推進管については下水道の基準に準拠し、常時及び地震時の検討を行った。当該施設は、「重要度区分Ｂ種」（暗渠）となっており、耐震設計は「レベル1地震動」が対象となる。推進用鉄筋コンクリート管の場合、レベル1地震時の耐震計算における照査項目は、「マンホールと管渠の接続部（屈曲角、抜出量）」及び「液状化の判定」の2項目となる。本地区では、①管断面照査、②管渠とマンホール継手部照査、③管渠と管渠の継手部照査を行った結果、全ての項目で合格判定となった（表.2）。

また、河川管理者との協議の中で「レベル2地震動」に対する検討も行った。レベル2地震動による抜出し量を確認し、管渠とマンホールの接合部にコンクリートの張り出しを設けることにより、十分な埋込量を確保した（図.5）。

表.2　耐震計算結果

①管断面照査

	管種類	ひび割れ保証モーメント Mc (kN･m)	最大曲げモーメント M(kN･m)	安全率 Mc/M	判定
最大土被り	1種管	11.033	1.267	8.708	○
	2種管	20.254	1.267	15.986	○
最小土被り	1種管	11.033	2.490	4.431	○
	2種管	20.254	2.490	8.134	○

②管渠とマンホールの継手部照査

	検討項目	計算値	許容値（使用限界）	判定
最大土被り	地震動による屈曲角	0° 4′ 34″	2° 41′	○
	地震動による抜出し量	0.151(cm)	6.7(cm)	○
	地盤の液状化に伴う永久ひずみによる抜出し量	2.916(cm)	6.7(cm)	○
最小土被り	地震動による屈曲角	0° 4′ 26″	2° 41′	○
	地震動による抜出し量	0.209(cm)	6.7(cm)	○
	地盤の液状化に伴う永久ひずみによる抜出し量	2.916(cm)	6.7(cm)	○

③管渠と管渠の継手部照査

	検討項目	計算値	許容値（使用限界）	判定
最大土被り	地震動による屈曲角	0° 1′ 34″	2° 41′	○
	地震動による抜出し量	0.151(cm)	6.7(cm)	○
	地盤の液状化に伴う永久ひずみによる抜出し量	2.916(cm)	6.7(cm)	○
最小土被り	地震動による屈曲角	0° 2′ 17″	2° 41′	○
	地震動による抜出し量	0.121(cm)	6.7(cm)	○
	地盤の液状化に伴う永久ひずみによる抜出し量	2.916(cm)	6.7(cm)	○

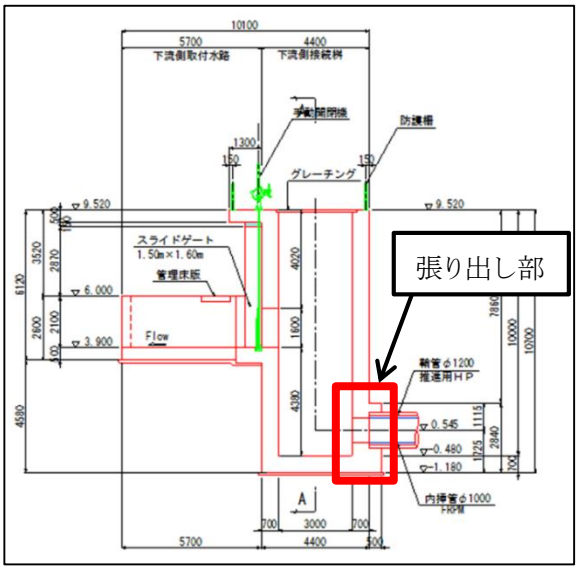


図.5　マンホール工縦断図

6 おわりに

現在、3か年債務工事として、この推進工を含む排水路工事を施工中である。(図.6、写真 1～3)

工事の進捗率は 70％以上となっており、令和2年度の出水期前までに推進工を無事に完了したところである。(写真.4)

今後は、上下流のマンホール工及びゲート施設の設置等を行い、令和 3 年度の出水期から事業効果が発現されることを目指している。

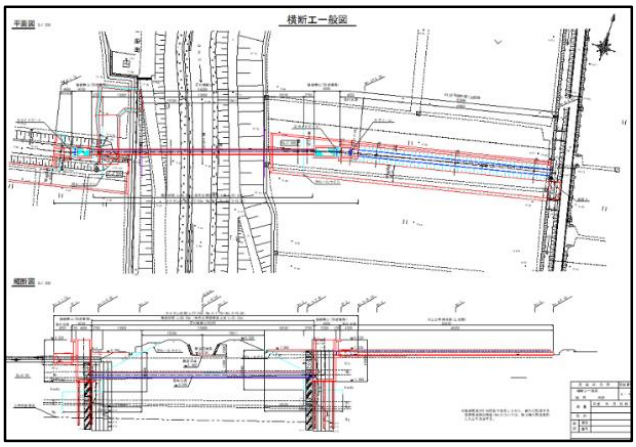


図.6　一般計画図

写真.1　全景

写真.2　泥水式推進機

写真.3 掘進状況

写真.4　管路設置完了

島嶼域サトウキビ圃場における蒸散量の推定

－沖縄県糸満市照屋圃場の事例－

鹿児島大学大学院農林水産学研究科　○(学)森田くるみ
鹿児島大学農学部(非)入江一冴，(正)籾井和朗
東海大学海洋学部　(正)竹内真一

1．はじめに

農業の用水計画において適切な消費水量の把握は，水資源の効率的な活用のために重要である．本研究では，サトウキビ圃場における蒸散量を気象データに基づき推定する方法について検討する．蒸発散量推定式（FAO-ペンマンモンティース式[1)]，ペンマン式）を基に，気象データや実測蒸散量 T との関係から蒸散量推定式を求める．

2．観測圃場

気象データの観測は，沖縄県糸満市照屋のサトウキビ圃場 1（北緯 26.135°，東経 127.682°，面積約 3136 ㎡）において 2018 年 7 月 14 日～9 月 12 日，さらに圃場 1 に隣接する圃場 2（面積約 5066 ㎡）において 2019 年 8 月 7 日～2019 年 9 月 19 日に行った．観測項目は，気温，湿度，気圧，短波放射，高さ 2m における風速である．また，圃場内に試験区(2018 年 4.8m×4.8m, サトウキビ本数 233 本, 茎直径平均 24.7mm, 草丈平均 2.9m,（8 月 7 日観測)，2019 年 5.4m×5.4m，サトウキビ本数 329 本，茎直径平均 22.2mm，草丈平均 2.6m,（8 月 6 日観測))を設け，2018 年 8 月 9 日～9 月 12 日，および 2019 年 8 月 7 日～9 月 5 日の期間で蒸散量 T の測定を行った．蒸散量は，試験区内のサトウキビの中から茎直径平均値に近い 6 本を選定し，ヒートパルス法によって測定した．本研究では，6 本の蒸散量の平均値を実測の蒸散量 T（mm/d）として使用する．

3．解析方法

基準蒸発散量ET_0（mm/day）は，FAO-ペンマンモンティース式（1)（以下 FAO 式と略す）によって求められ，「草丈 0.12m，表面抵抗 70s/m，アルベド 0.23 の特性を持つ，生育阻害の生じない仮想的な草地」という草地群落を基準表面と設定している．

$$ET_0 = \frac{0.408\Delta R_n + \gamma \frac{900}{T+273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0.34u_2)} \qquad (1)$$

ここで，Δ は飽和水蒸気圧曲線の勾配（kPa/℃），Rn は純放射量（MJ/m²/day），e_s は飽和水蒸気圧（kPa），e_a は水蒸気圧（kPa），γ は乾湿計定数（kPa/℃），u_2は地表から 2m の高さの風速（m/s），$e_s - e_a$ は空気の乾燥の程度を示す飽差であり，気温と湿度から求められる．

式（2）は，ペンマン式であり，丈の短い緑草で完全に覆われた地表面に水を十分に供給した場合を基準表面と設定し，蒸発位 Ep（mm/day）を算出する．

$$E_p = \frac{\Delta}{\Delta+\gamma}\frac{Rn}{l} + \frac{\gamma}{\Delta+\gamma} f(u_2)(e_s - e_a) \qquad (2)$$

ここで$f(u_2)$は風速関数である．

4. 結果と考察

2018 年の観測気象データから FAO 式とペンマン式の蒸発散量推定式から算出される基準蒸発散量ET_0と蒸発位 Ep を比較した．FAO 式は 3.32mm/d，ペンマン式の推定値平均は 4.09mm/d となり平均して 0.77mm/d ペンマン式が大きく推定していた．ペンマン式は，蒸発量が多く算出される湿潤面を想定した条件下で算出されているため大きく推定したと考えられる．

実測蒸散量 T とET_0との相関は図 1 より決定係数R^2=0.81（n=35），T とE_pとの相関は図 2 よりR^2=0.72（n=35）であった．従って，T との相関がより高い FAO 式を用いて蒸散量の推定を行う事とした．さらに，蒸散量 T を推定する式として図 1 の蒸散量 T とET_0との直線回帰式より$T = 1.09ET_0 - 0.06$と考え，これより算出される T を蒸散量 T1 とした．また，T が気象データの飽差 VPD と短波放射 Rs の影響を大きく受けていることから T との重回帰分析より，VPD と Rs から T を算出する重回帰式$T = 2.42VPD + 0.14Rs + 0.17$（$R^2$=0.83）を得た．この重回帰式から算出される蒸散量を T2 とした．

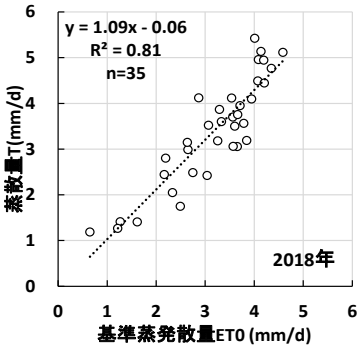


図 1　T とET_0の相関

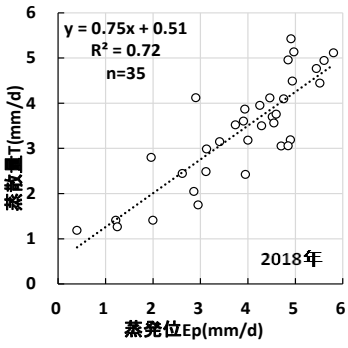


図 2　T とE_pの相関

これら 2018 年の現地観測値から得た回帰式を用いて，2019 年の蒸散量 T を推定した．推定値と実測値を比較したものを図 3 に示す．平均値はそれぞれ，実測 T は 4.95mm/d，推定 T1 は 4.50mm/d，推定 T2 は 4.44mm/d，であった．T1 の NSE（Nash-Sutcliffe Efficiency Coefficient）は 0.72，RMSE は 0.84mm/d, T2 の NSE は 0.73, RMSE は 0.82mm/d であり，6mm/d を超えるような蒸散量の高い時期には過少評価する傾向があるが，概ね推定しており両式ともに妥当な蒸散量推定式であると判断した．

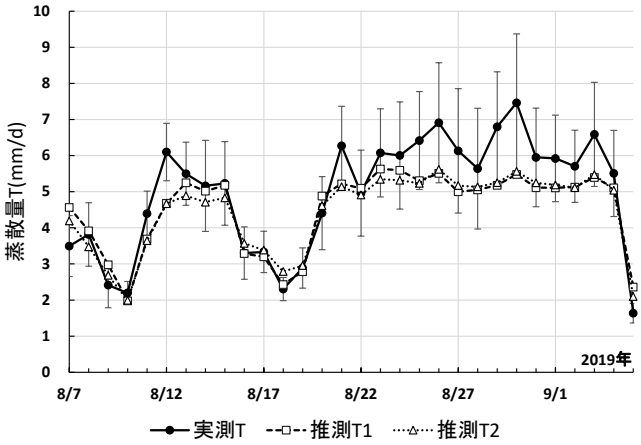


図 3　蒸散量の推定値（T1 : ET_0の直線回帰式，T2：VPD と Rs の重回帰式）とヒートパルス法の実測値 T（図中の縦棒：標準偏差）

5. おわりに

蒸散量Tの推定式としてFAO式を基にした$T = 1.09ET_0 - 0.06$（ET_0：基準蒸発散量），および飽差VPDと短波放射Rsを基に算出する$T = 2.42VPD + 0.14Rs + 0.17$を得た．今後，気象データと蒸散量の関係について，時間変化する大気環境のどのような影響を受けているか，例えばVPDやRsに対するTの時間応答などに着目して検討する．

なお，本研究の実施にあたり，糸満市土地改良区合同事務所金城健正事務局長および琉球大学農学部中村真也教授に謝意を表す．

参考文献　1）　Allen RG, Pereira LS, Raes D, Smith M （1998） Crop evapotranspiration guidelines for computing crop water requirements. Irrigation and drainage paper no. 56, FAO, Rome, 300.

排水不良水田における浅層暗渠の施工効果

熊本県農業研究センター生産環境研究所　○(正)大見直子、(非)中山雅晴

1. はじめに

浅層暗渠施工器は、トラクターに牽引することで、開削から暗渠管敷設及び疎水材投入までを一工程で作業でき、農家でも簡便に暗渠を整備できる技術として開発された。(2014 年度農研機構東北農業研究成果情報)

本県では、2017 年 5 月にモデル事業として干拓地の排水不良水田において浅層暗渠を施工し、隣接する標準的な暗渠(以後、本暗渠という)との、排水効果及び小麦作での生育・収量等の比較を行った。

2. 調査ほ場、暗渠等の施工状況

調査ほ場は、熊本県八代市日奈久大坪町の干拓地水田(6筆、約1.7ha)。本暗渠区2筆、浅層暗渠区3筆、新本暗渠区1筆を設置。調査区及び暗渠配置等の詳細は、図3を参照。

表1　本暗渠・浅層暗渠の概要

	暗渠施工時期	施工間隔	勾配	暗渠管頂深さ	疎水材天端深	疎水材
本暗渠区	2018. 1 月	9～11m	1/500	50～70cm	30cm	軽石
浅層暗渠区	2017. 5 月	6～7m	なし	40cm	20cm	軽石
新本暗渠区	2019.11 月	9～11m	1/500	50～70cm	30cm	軽石

図1　浅層暗渠施工状況

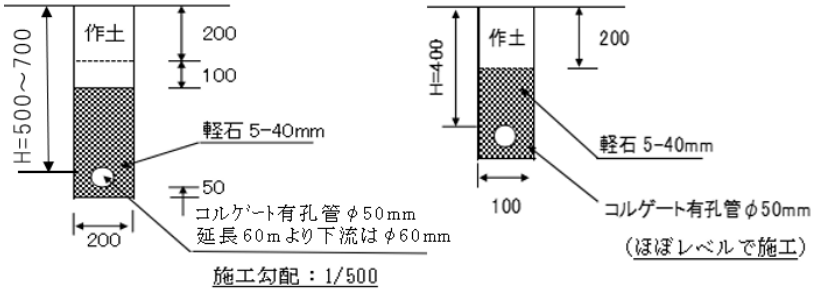


図２　各暗渠断面図（本暗渠：左、浅層暗渠：右）

本暗渠・浅層暗渠を施工したほ場は、小麦の播種前(11月上旬)に、排水対策として補助暗渠(弾丸暗渠:本暗渠と45度の角度、深さ30cm程度、3m間隔)及び額縁明渠の作溝を実施。

3. 調査内容

3.1 2019年度

小麦生育調査(2019.4.19)稈長、穂長、穂数

土壌湿度調査(2019.4.19)簡易土壌酸湿度計　(株)武村電機製作所デメトラ DM-5型で計測

ドローンによる小麦の生育状況撮影(2019.4.22)DJI 社　Phantom4 により空撮

小麦収量調査(坪刈り:2019.5.23)　4 条×2m/箇所、4箇所/区

3.2 2020 年度

暗渠からの排水量調査(2020.5.14～2020.5.25)暗渠の排水口に愛知時計電機　(株)　の電磁式積算体積計を設置し測定

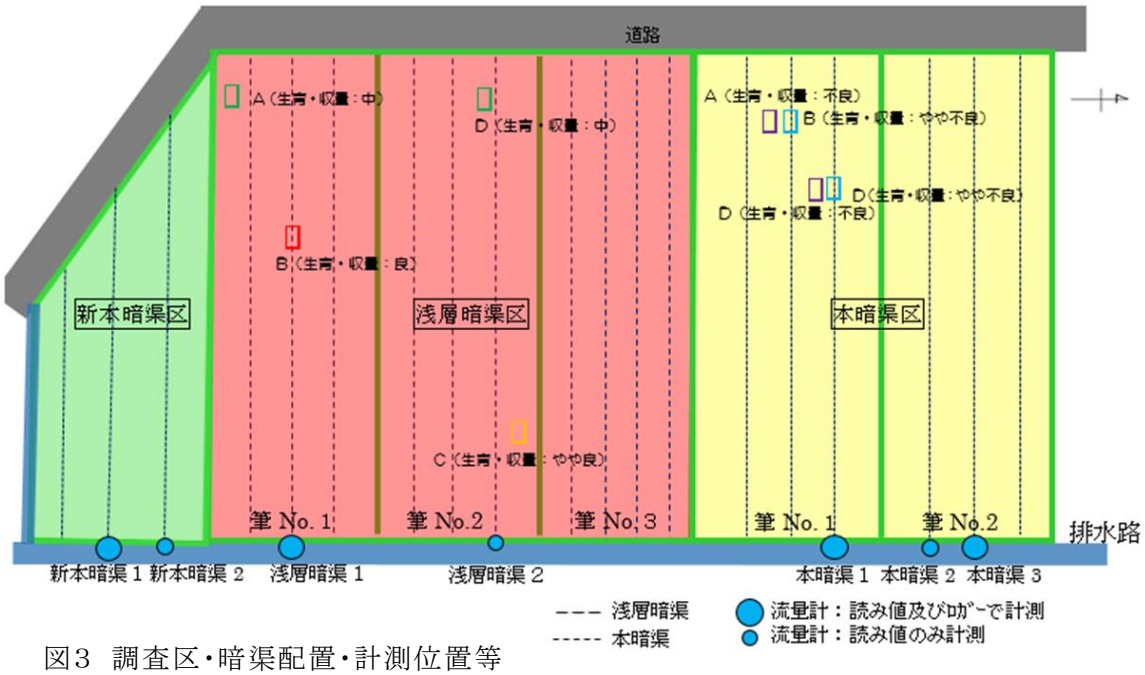


図３　調査区・暗渠配置・計測位置等

4. 調査結果及び考察

4.1 小麦生育・収量調査（2019 年産）

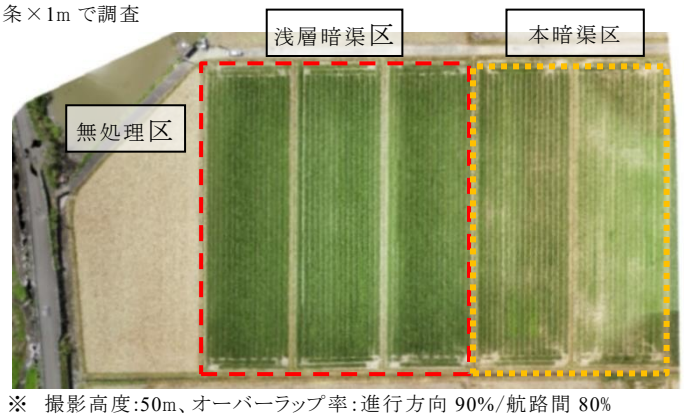
浅層暗渠区では、ほ場内のごく一部に生育がやや劣る部分がみられたものの、全体には非常に良好であり、穂数が多く、高い収量が確保された。一方、本暗渠区では、湿害による明らかな生育不良が認められ、暗渠から離れるほど不良の程度は大きく、収量が低かった。また、簡易土壌酸湿度計での測定結果から生育・収量の高い箇所は土壌湿度が低い傾向が認められた（表２）。

表２　小麦の生育及び収量等

調査位置	暗渠との位置関係	調査ほ全体での相対的な生育良否	稈長 [cm]	穂長 [cm]	穂数 [本/㎡]	精麦重 [kg/a]	千粒重 [g]	土壌湿度 [%]
浅層暗渠B	暗渠直上	良	93.80	8.49	424	62.2	44.5	75
浅層暗渠C	暗渠中間	やや良	95.25	9.27	357	58.1	43.5	76
浅層暗渠D	暗渠中間	中	90.00	9.11	273	50.3	45.5	85
浅層暗渠A	暗渠中間	中	80.80	8.49	250	40.3	43.6	82
本暗渠B	暗渠直上	やや不良	88.70	8.85	220	40.0	44.0	100
本暗渠C	暗渠直上	やや不良	81.70	8.71	185	33.9	44.0	96
本暗渠A	暗渠中間	不良	79.55	8.47	173	31.4	45.4	100
本暗渠D	暗渠中間	不良	75.35	8.20	149	26.7	43.1	100

※品種は浅層暗渠区、本暗渠区ともチクゴイズミ
※稈長、穂長は各点 20 本ずつで調査、穂数は各店 4 条×1m で調査
※土壌湿度は箇所ごとに 5 点計測し平均

ドローンによる空撮画像（2019.4.22）からも、本暗渠区が浅層暗渠区に比較して生育が大きく劣っていることが認められた。（図4） また、全景写真でも浅層暗渠の方が色や草勢が強く生育が旺盛で（図5）、坪刈り跡の写真においても、浅層暗渠区は雑草の発生が少なく、本暗渠区は雑草の発生程度が大きかった（図6）。



※　撮影高度:50m、オーバーラップ率:進行方向 90%/航路間 80%

図4　ドローンで空撮した小麦の生育状況（2019.4.22）

このような、小麦の生育面の差は、浅層暗渠の方が吸水管や疎水材の埋設深が浅く敷設間隔も狭いことが、優位に働いたものと示唆される。

暗渠の断面は、本暗渠の吸水渠の管頂が田面下 50～70cm なのに対し、浅層暗渠は無勾配で田面下 40cm 程度。疎水材の天端は、本暗渠は田面下 30cm だが、浅層暗渠は田面下 20cm と浅い(図2)。本地区は深さ 30cm まで補助暗渠(弾丸暗渠)を入れており、浅層暗渠の方が疎水材まで確実に水みちが接続し、排水性がより向上したと推察される。

また、本地区の排水路水位は潮汐の影響を受け、暗渠の排水口が水面下に没する事も多いため、排水口の位置が高い浅層暗渠が有利となったとも言える。

図5　坪刈り時の全景(2019.4.22)
本暗渠区(左)浅層暗渠区(右)

図 6　坪刈り跡の地表部 (2019.4.22)
本暗渠区(左)浅層暗渠区(右)

4.2 暗渠からの排水量

集水面積当たりの暗渠排水量と日雨量の推移を図7で見ると、浅層暗渠1と本暗渠3は、ほぼ同様の排水量の推移を示した。

また、各暗渠の集水面積当たり計測期間内総排水量について、各試験区の平均値を比較すると、施工後 4 ヶ月しか経過していない新本暗渠区の 121.9mm に次いで、施工から3年を経た浅層暗渠区が 105.4mm、浅層暗渠区より 8 ヶ月経過月が短い本暗渠区が 98.3mmと、浅層暗渠区の排水量が本暗渠区のそれを若干上回った(表3)。

ただし、本調査は計測期間が短く、上記排水量の差は僅かであったため、浅層暗渠が本暗渠同等の排水機能を発揮している事を確認したと見るのが妥当と思われる。

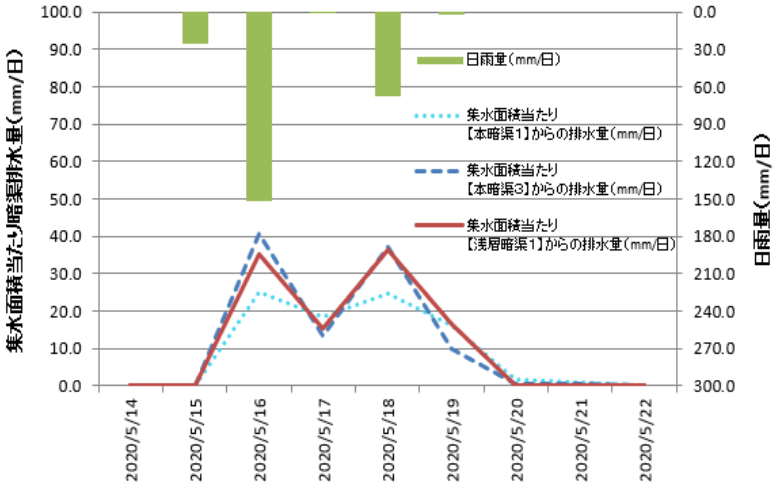


図 7　集水面積当たりの暗渠排水量と日雨量の推移

表 3　計測期間内の集水面積当たり各暗渠総排水量

竣工時期 ( )内は流量計測時 R1.5月迄の経過年月	暗渠番号	期間内総排水量 (流量計カウンター値) (㎥)	集水面積 (㎡)	集水面積当たり期間内総排水量試験区平均値 (mm)
2017. 5月 (3年経過)	浅層暗渠1	75.007	721	105.4
	浅層暗渠2	107.947	1012	
2018. 1月 (2年4ヶ月経過)	本暗渠1	96.645	1077	98.3
	本暗渠2	112.392	1109	
	本暗渠3	105.538	1017	
2020. 1月 (4ヶ月経過)	新本暗渠1	115.652	849	121.9
	新本暗渠2	120.777	1124	

※計測期間：2020.5.14～2020.5.25
※計測期間内総降水量：245.8mm

4.3 暗渠吸水管内の状態

暗渠管内への土砂堆積について、浅層暗渠は無勾配で、本暗渠に比較し短い期間での土砂の堆積が懸念されたが、管内カメラで確認したところ土砂の付着や堆積は殆ど見られなかった。

一方、本暗渠は吸水管に勾配があるため排水口が浅層暗渠より深くなり、小潮の時期などに水没する事が多く管内の排水も停滞しがちなため、管の下半分に付着物が多く見られた(図8)。

A:浅層暗渠区の吸水管排水口付近。乾燥しており付着物は少なく、吸水孔が明確に見えている。
B・C:本暗渠区の吸水管排水口から 5～6m 付近。水没しやすい下部は藻類も発生し易く泥の付着が多い。

図８　暗渠吸水管内の付着物等（2018.11.8 暗渠排水口側から撮影）

5.おわりに

今回の調査で、排水の悪いほ場へ浅層暗渠を施工することで排水性が改善され、本暗渠施工区にも優る高いレベルの小麦収量が確保でき、施工後3年を経ても本暗渠同等の排水能力を維持していることが実証された。

当地域のほ場は干拓地に位置し、排水不良のため暗渠を整備しなければ小麦の栽培が難しい。このため、毎年暗渠の整備を進めており、敷設を終えた農地から順次小麦の作付を拡大している。調査対象となった生産法人の平均単収は近年増加傾向にあり、2019 年産が 276kg/10a だったのに対し、2020 年産は 300kg/10a で、なかでも排水性が向上したほ場は 360～480kg/10a ほどの収量をあげるようになった。

農家の所見では、暗渠施工後も、額縁明渠や弾丸暗渠、中耕培土などを重ねるうちに、年々水みちが発達し、ほ場の排水性が向上している印象を受けるとのことであった。

浅層暗渠は、まだ自主施工や資材準備に関する情報不足や手間などの課題から、広く浸透するには至っていないが、農家自らが施工でき、ほ場の状況に応じた施工間隔や疎水材の天端深度の調整など、農家による創意工夫も可能な技術である。今後、水田での畑作の収益向上を目指す次代の営農組織・法人等への普及拡大が望まれる。

土壌水分測定に基づくサトウキビ圃場の消費水量の評価
―沖縄試験圃場での検討―

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

１．はじめに

南西諸島の基幹作物であるサトウキビは，夏季の生育旺盛期に干ばつの危機にさらされる．サトウキビの消費水量の推定は，島嶼域において貴重な水資源を有効活用する上で重要である．本研究では土壌水分計を用いて，沖縄県サトウキビ圃場における夏季の消費水量と水ストレス発生状況について調査した．

２．研究方法

対象とするサトウキビ圃場は，沖縄県糸満市照屋に位置し，面積約 5100m^2，畝間約 1.36m である．品種は農林 8 号，作型は株出しである．灌水は行っていない．圃場の土壌は琉球石灰岩風化土であり，土粒子密度は 2.762g/cm^3 である．粒度分布は図 1 に示す通りであり，粘土分(＜2μm)が 43%である.水分特性曲線を図 2 に示す．図中のフィッティングには Van Genuchten モデルと SWRC Fit[1)]を用いた．生長阻害水分点(pF=3.0)にあたる体積含水率は 0.31cm^3/cm^3，永久しおれ点(pF=4.2)にあたるそれは 0.24cm^3/cm^3 である．

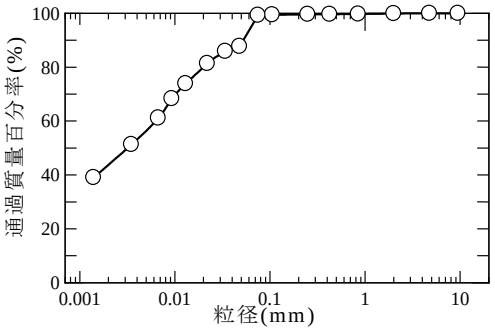


図 1　粒径加積曲線

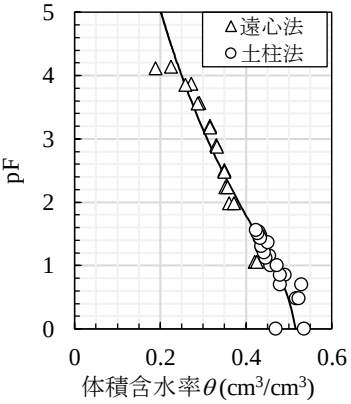


図 2　水分特性曲線

圃場内には 4 列の畝を含む 5.4m×5.4m の試験区を設け，その中央に METER 社製の静電容量型土壌水分計 GS1 を設置した．埋設位置は深さ 5, 15, 25, 35, 50, 70cm の 6 地点を東西 2 組である．測定期間は 2019 年 6/27-9/26 の約 3 ヶ月であり，測定間隔は 1 時間とした．土壌水分計の校正は，現地での定容積サンプリングとの対比で行い，室内においてその補正の妥当性を確認した[2)]．

３．結果と考察

３．１．土壌水分の推移と水ストレス

校正した体積含水率を東西で平均し，その経時変化を降水量と併せて図 3 に示した．降水量は，対象圃場から最も近い安次嶺のアメダスデータを用いた．土壌水分は降雨イベントに反応して上昇し，次の降雨イベントまで減少し続けた．特に，深さ 5cm での変動幅が大きい．

降雨後 1 週間程度で深さ 5cm の土壌水分は生長阻害水分点に達しており，その後干天が続くと永久しおれ点に達する(8 月 1 日)こともあった．それ以外の深さでは，定期的な降雨があったことから，観測期間中生長阻害水分点を下回ることはなかった．

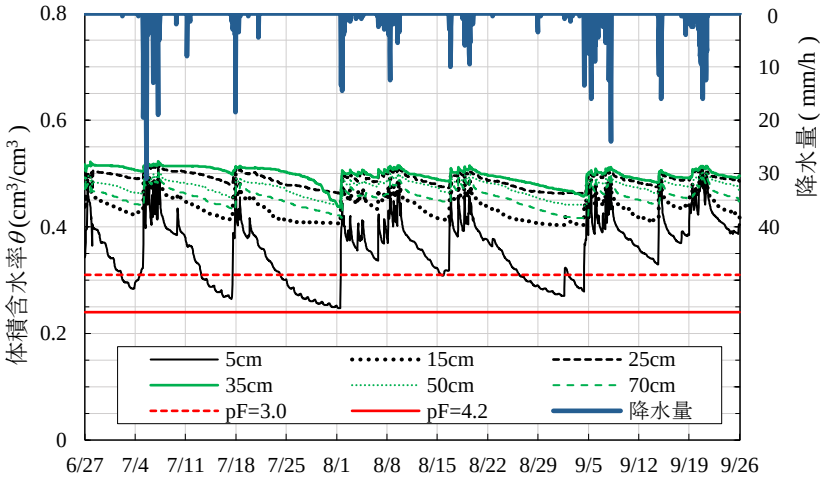


図 3　体積含水率と降水量の経時変化

3．2．消費水量の推定

観測期間中において，降雨イベント間で土壌水分の減少が続く期間をいくつか抽出し，土壌水分減少法により日消費水量の推定を行った．有効土層は 80cm とした．その推移の一例を降水量と併せて図 4 に示した．日消費水量は降雨直後に最大値を示し，その後およそ 3-5mm/day で推移するうちに次の降雨イベントが起こった．他の期間でも同様の現象が見られた．

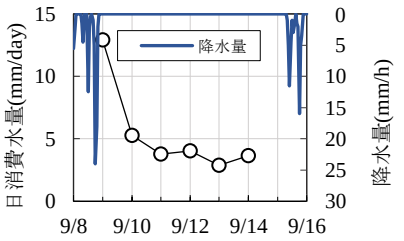


図 4　日消費水量の推移

抽出した期間の各消費推量を表 1 にまとめた.9/9-9/15 を除き，平均日消費水量や最大日消費水量に大きな差異は見られない．これらの期間は降雨のない期間が長いほど，平均日消費水量が低い傾向にある．表層が水ストレスを受けたために，日消費水量が低下したと考えられる．9/9-9/15 で最大日消費水量が大きいのは，直前の降雨イベントが総雨量 174mm と大きかったためだと考えられる．抽出した期間の平均日消費水量が 3.8-5.4mm/day だったことから，対象圃場では夏季に 5mm/day 程度の灌水が必要である．

表 1　各期間の消費水量

期間	日数	総消費水量 (mm)	平均日消費水量 (mm/day)	最大日消費水量 (mm/day)
7/11-7/18	7	32.2	4.6	5.6
7/21-8/2	11	47.1	3.9	5.0
8/9-8/16	7	32.2	4.6	6.7
8/20-9/2	13	49.2	3.8	7.1
9/9-9/15	6	32.5	5.4	12.9

4．おわりに

沖縄サトウキビ圃場の夏季の消費水量を，静電容量型土壌水分計を用いた現地観測から推定した．土壌水分は深さ 80cm まで全層で消費が見られ，表層で最もその消費量が大きかった．また，表層では，干天が1週間程度続くと，水ストレスが発生していた．観測期間中の平均日消費水量は 3.8-5.4mm/day であり，夏季には 5mm/day 程度の灌水が必要である．

参考文献

1) Seki, K. (2007) SWRC fit - a nonlinear fitting program with a water retention curve for soils having unimodal and bimodal pore structure. Hydrol. Earth Syst. Sci. Discuss., 4: 407-437.
2)肥山浩樹，籾井和朗，竹内真一(2019)土壌水分測定に基づくサトウキビ圃場の消費水量の評価－種子島・沖永良部島試験圃場での検討－，2019 年度(第 68 回)農業農村工学会大会講演会講演要旨集：692-693

土寄せされたシロネギ圃場における土壌水分状態と消費水量の評価

佐賀大学農学部　　○(正)弓削こずえ　(正)阿南光政
(株)高崎総合コンサルタント　(正)平川　晃　(正)藤木　豊

1. はじめに

わが国の畑地用水計画の指針である土地改良事業計画設計基準及び運用・解説　計画「農業用水（畑）」（以後，計画基準）では，畑地の消費水量の算定手法として，土壌水分減少法およびPenman法で求めた蒸発散位を用いた推定法が提案されている（農林水産省農村振興局，2016）．このうち，土壌水分減少法は，土壌面から一定の深さごとに土壌水分状態を連続測定し，消費水量を算定する手法である．一方で，作物の生育促進や品質向上を目的として，生育に合わせて作物の株元に土壌を寄せる管理（土寄せ）が行われることがある．このような圃場では，土壌面が栽培期を通じて段階的に高くなるため，一般的な圃場とは土壌水分の動態や水消費機構が異なると考えられる．本研究は，土寄せされた作物圃場の土壌水分状態および消費水量を明らかにすることを目的とする．

2. 調査圃場の概要と調査項目

本研究では，大分県駅館川地区の沿岸部に位置する砂土のシロネギ圃場を対象とした．調査期間は2019年9月3日～12月11日である．本圃場では灌漑は行われておらず，作物への水分補給は降雨に依存している．高さ約10cmの畦にシロネギが移植され，生育が進むと葉鞘部を遮光して軟白部を得るために複数回土寄せが行われ，畦頂は最終的には高さ40cmに達した．土寄せ実施前の畦頂から深さ5cm，15cm，25cm，35cmおよび50cmにTDR土壌水分計（CS650, Campbell Scientific）を埋設し，土壌水分状態を10分ごとに測定した．100cm^{3}のコアサンプラーを用いて各深度から未攪乱土を採取し，吸引法と遠心法によって水分特性曲線を求めた．また，攪乱土もサンプリングしてTDR土壌水分計のキャリブレーションを行い，センサーの出力値と実際の体積含水率との校正式を求めた．

3. 消費水量の推定方法

TDR土壌水分計によって測定した体積含水率を用いて，土壌水分減少法によって消費水量を定量化した．5mm d^{-1}以上の降雨日から24時間以上経過した日の午前9時を起点とし，次の降雨イベントが発生するまでの期間を計算対象として体積含水率の測定結果を用いて消費水量を算定した．なお，本圃場では，TDR土壌水分計を当初5～50cmの深さに埋設したが，土寄せによって設置深度が変化した．ただし，土寄せ部分に存在するのは葉鞘部であり，作物根の伸長はほとんどないと考えられたため，土壌水分計の設置深度は変更せず，当初の深度で測定した結果を用いて消費水量を算定した．

また，次式のPenman法によって蒸発散位を推定し，作物係数を乗じて蒸発散量を求めた．

$$ET_p = \frac{\Delta}{\Delta+\gamma}\frac{R_{net}}{l} + \frac{\gamma}{\Delta+\gamma} f(u_2)(e_{sa}-e_a) \quad (1)$$

ここで，R_{net}：純放射量（MJ m^{-2} d^{-1}），l：水の蒸発潜熱（MJ kg^{-1}），Δ：飽和蒸気圧曲線の勾配（hPa ºC^{-1}），γ：乾湿計定数（0.66hPa ºC^{-1}），e_a：蒸気圧（hPa），e_{sa}：飽和蒸気圧（hPa），$f(u_2)$：高度2 mにおける風速u_2（m s^{-1}）の関数（mm d^{-1} hPa^{-1}）である．式（1）に入力した気象データは大分地方気象台の観測値である．計画基準では，蒸発散量から上向き補給水量を差し引いて消費水量を求めることが推奨されている．河野ら（1995）を参考に，蒸発散量と土性を踏まえて上向き補給水量を算定すると本圃場では極めて小さいと考えられたため，考慮しないこととした．

4. 結果と考察

Fig.1 は調査圃場の水分特性曲線を示している．この図より，深さ 5～35cm の土壌水分特性はほぼ均質であるといえる．TDR 土壌水分計で測定した体積含水率を 1 時間ごとに平均し，Fig.1 を用いて pF に換算した結果を Fig.2 に示す．この図に示した降水量は，調査圃場近傍の豊後高田観測所のデータである．Fig.2 より，本圃場の比較的深い層では，栽培期間を通じて土壌水分状態が圃場容水量（pF1.5～2.0）よりも低く，湿潤な状態に保たれていたことが明らかである．また，深さ 5～15cm では，連続干天時に pF が上昇する傾向にあったが，最大で pF2.4 程度であり，作物の生育に支障はない水分状態であったといえる．

Fig.3 は土壌水分減少法で求めた消費水量である．また，土壌水分減少法の計算期間においてPenman 法を用いて推定した消費水量の平均値と比較している．この図より，10 月 7 日～17 日および 10 月 26 日～11 月 10 日の期間では両者に約 1mm d^{-1} の差が生じているが，その他の期間についてはほぼ同程度となった．

5. まとめ

土寄せされた圃場の水分特性曲線および土壌水分状態の測定結果から，対象圃場は保水性の低い砂土であったが，干天が続いても作物の生育に支障がない土壌水分状態に維持されていたことが示された．一般に，保水性の低い土性の圃場では，連続干天時に土壌面蒸発や作物の蒸発によって表層部の水分が著しく減少し，作物に水ストレスが発生することが多いが，本圃場では土寄せがマルチングの役割を果たし，作物根群域の浅層部の水分消費が抑制されたと考えられる．また，土壌水分減少法によって消費水量を算定し，Penman 法を用いて推定した結果と比較したところ，両者はほぼ同様の結果となった．今後は，土寄せ部分を含めた土壌中の水分動態を数値解析によって明らかにし，より精緻に消費水量を求める予定である．

謝辞：現地調査にご協力いただいた九州農政局設計課ならびに北部九州土地改良調査管理事務所の関係各位に記して感謝の意を表する．

引用文献

河野ら（1995）：畑地用水計画における根群域への上向き補給水量について，農業土木学会論文集，175，9-15.

農林水産省農村振興局（2016）：土地改良事業計画設計基準及び運用・解説　計画「農業用水（畑）」，農業農村工学会.

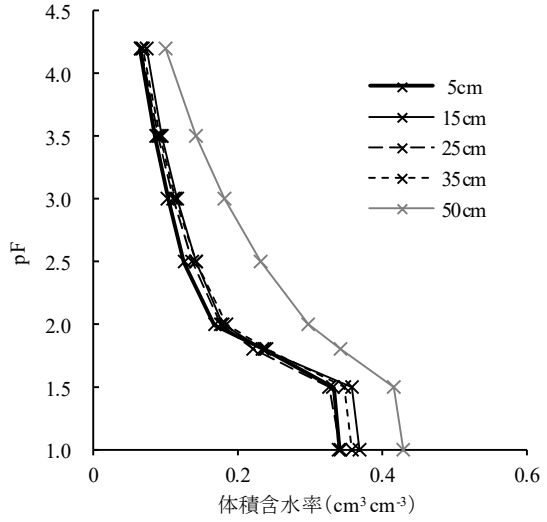


Fig.1　調査圃場における水分特性曲線

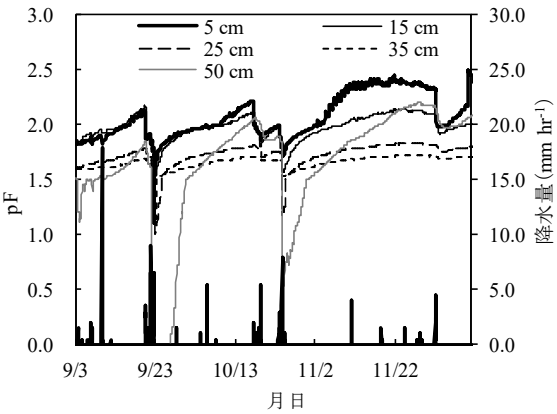


Fig.2　土壌水分状態の時間変化

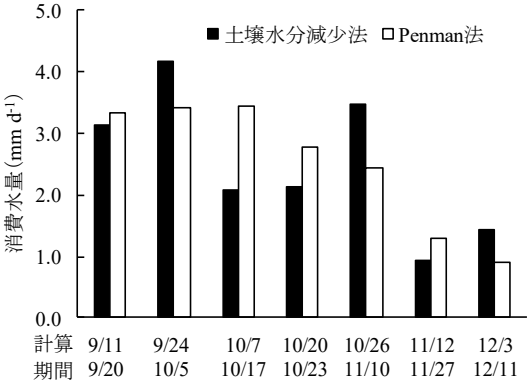


Fig.3　消費水量の比較

デジタル TDR, TDT センサーによる 高温・高塩分砂浜地下の水分・電気伝導度・温度計測値の比較

鹿児島大学農林水産学研究科 ○(学)元嶋藍, 鹿児島大学農学部 (正)伊藤祐二
鹿児島大学農学部 (正)籾井和朗, 株式会社エコー (非)三宅崇智

1. はじめに

土壌の水分・塩分計測法として時間領域反射法(TDR)と時間領域透過法(TDT)が知られている. これまで, 様々な条件で両法の性能が調べられ, 一般的な農地等の土壌では計測精度や適用限界の情報が蓄積されてきた. しかし, 塩害や地熱の影響を想定した高温・高塩分環境では, 両法の適用事例はない. 本研究では, 高温・高塩分の砂浜を対象に, 定評のある Acclima 社製デジタル TDR, TDT センサーによる水分, 電気伝導度, 温度の計測値を比較・検討した.

2. 現地および観測の概要

鹿児島県指宿市砂むし温泉施設「砂楽」の砂浜で 2019/8/28～10/9 に観測した. 地下水は高温で電気伝導度(EC)の高い温泉水であり, 表層水の EC と温度は約 2　S m^{-1} と約 60℃であった. 近傍の海水は 4.3 S m^{-1} と 32℃であった. TDR (ACC-TDR-315)と TDT(ACC-SEN-SDI)の各センサーおよび熱電対(銅-コンスタンタン)を地下水観測孔の隣に埋設した(**図 1**). 深さ 0.15 と 0.5 m に, TDR, TDT センサーを各 2 台, 熱電対を各 1 本ずつ設置した. センサーは Campbell Scientific(CS)社製マルチプレクサー(AM16/32B)を介してデータロガー(CR1000, CS)に接続し, 1 時間間隔でデータを取得した. 潮位は指宿港の観測値から推定し, 地下水位は気泡式水位計(Bubble card 2, メテオ電子)で観測した. なお, 観測期間の総降水量は 58 mm であり, その大半は 9/22(13.6 mm)と 10/2(25.8 mm)に集中した.

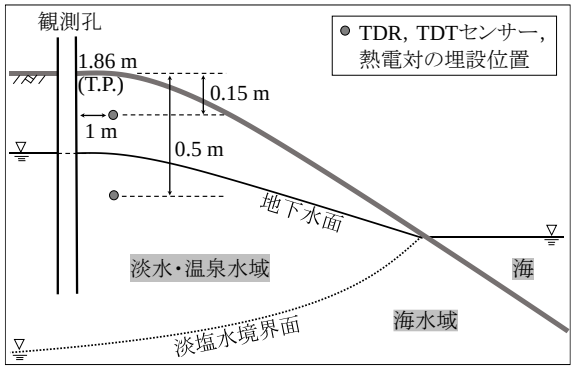


図 1 研究対象地の概要

3. 結果と考察

体積含水率 θ の計測では, TDR と TDT の両センサーに共通点が見られた. まず, 出力値には 0 や 1 m^3 m^{-3} を超える明らかな異常値が含まれた(**図 2(a)**). 異常値発生のタイミングは, いずれも基本的に高 EC の地下水がセンサー位置よりも高い高水分・高 EC 時であった. 同型のデジタルセンサーを用いた砂の θ 計測では, 1.99 S m^{-1}NaCl 水溶液の高水分域でセンサー感知部に印加するマイクロ波信号が周囲の媒体に散逸・減衰し, θ を適切に計測できなかったことが報告されている[1]. 本研究でも, 土中バルク EC(σ_a)が高くなる高水分時に両センサーの出力電位の低下が確認され, 異常値の発生原因は同じ理由による. また, 現地の採土試料から測定した θ= 0.11, 0.12, 0.38, 0.40 m^3 m^{-3} に対する TDR と TDT の RMSE は, それぞれ 0.038 と 0.041 m^3 m^{-3} であった. 以上より, θ 計測では, TDR と TDT に大きな性能差はなかったが, 2 S m^{-1} 程度の高 EC 水で飽和するような高水分・高 EC 環境では両センサーとも適用できず, 適用範囲は水分不飽和域に限定された.

θ とは対照的に, σ_a は両センサーで絶対値が異なった. 深さ 0.15 と 0.5 m の TDR-15 と TDR-50 の計測値は 0.0061≤ σ_a≤ 0.3821 S m^{-1} で異常値がなく, 潮位・地下水位に応じた変化パターンが確認された(**図 2(b)**の丸印). 一方, TDT-15 と TDT-50 は σ_a が 0 S m^{-1} となる時間帯が多くあり, 潮位・地下水位に対する変化パターンは不明瞭であった. TDT では, 深さ 0.5 m において, 水分不飽

和時（概ね干潮時）に 0.012～0.65 S m^{-1} の σ_a が計測され，高水分時（概ね満潮時）に 0 S m^{-1} となった（**図 2(b)**の黒三角印）．深さ 0.15 m の σ_a は，大潮を除くほとんどの期間で 0 S m^{-1} であり，大潮の期間でも満潮時の高水分条件では 0.65 S m^{-1} を超える値は得られなかった（**図 2(b)**の 9/29 白三角印）．宮本ら（2017）[1]によれば，本研究と同じ TDT センサーで計測した砂の σ_a は，低水分・低 EC 条件で 0 S m^{-1} となり，土中間隙水の EC が本研究と同等の 1.99 S m^{-1} の高水分域では 0.65 S m^{-1} 付近に分布する結果が得られており，本結果と一致する．以上より，σ_a 計測では，TDT の計測範囲は狭く，適用できない場合が多かったが，TDR は異常値もなく水位変化に応じた σ_a を計測することができた．

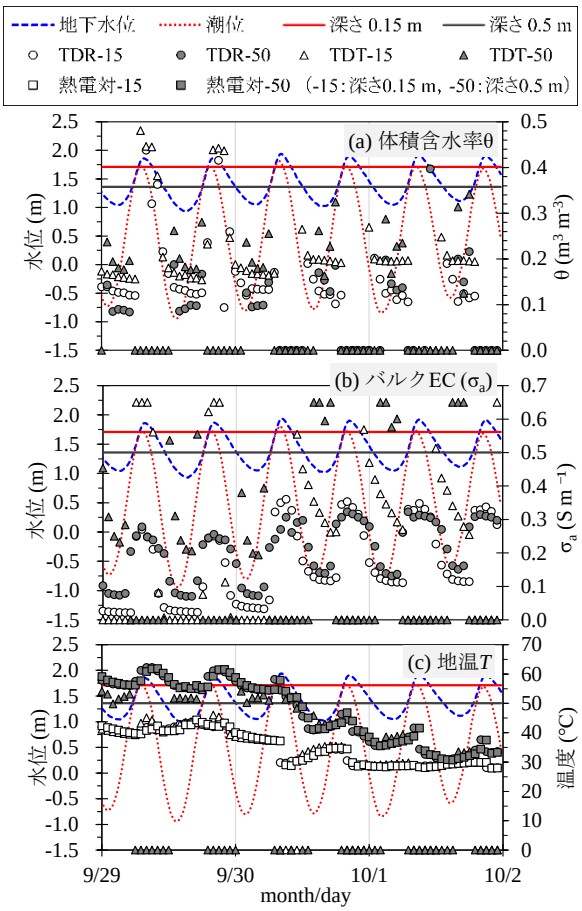


図 2　大潮における潮位，地下水位，水分，電気伝導度（EC），温度の時間変化

地温 T の計測値は両センサーで異なった（**図 2(c)**）．深さ 0.15 と 0.5 m の熱電対による T は，それぞれ 27.2≤ T≤ 49.1℃と 30.7≤ T≤ 63.7℃で変化し，0.5 m が平均で 14.3℃高かった．TDR，TDT センサーによる T は，高水分時に TDT で 0℃となること以外に異常は生じなかった．熱電対の計測値に対する TDR と TDT の RMSE は 0.38～0.73℃と 0.74～3.99℃であり，TDR がより高精度であった．マニュアルによれば，TDR，TDT センサーの温度の標準誤差はそれぞれ±0.2 と±2℃であり，前者が後者よりも 10 倍精度がよい．よって，両センサーの T 計測誤差の違いは，センサーヘッド部に内蔵されるサーミスタの性能差によるところが大きい．なお，深さ 0.5 m の T は，メーカーが保証する適用範囲 0≤ T≤ 50℃を超える場合があったが，これに起因する不具合は特に確認できなかった．

最後に，地下環境が特に大きく変化する大潮期の両センサーの応答を記す．大潮では，地下深部で海水侵入が進むため σ_a は高くなる傾向にある．加えて満潮時には，センサー直上の地表面が海水で冠水したため，地表面から高密度・高 EC の海水が浸潤することによって σ_a はさらに上昇し，σ_a の時空間分布は極めて複雑になる．海水の浸潤は，9/30 以降の満潮時の TDR-15 による σ_a が TDR-50 のそれよりも高いこと（**図 2(b)**の丸印），地温 T よりも低温（32℃）の海水の浸潤によって同時期の T が急低下した結果（**図 2(c)**）から確認できる．また TDT-15 による σ_a が 0 S m^{-1} 以外の数値を出力するタイミングは，9/29 までの満潮時から 9/30～10/2 の引潮・干潮時に変わっており（**図 2(b)**の白三角印），これも大潮における σ_a のダイナミックな変化に起因すると考える．

4. おわりに

θ 計測では TDR と TDT 両センサーに大きな性能差はなかったが，両者の適用範囲は水分不飽和域に限定された．σ_a と T の計測では，TDT は適用条件が限定されたが，TDR は異常値がなく，大潮期の σ_a と T のダイナミックな変化を評価し得ることが分かった．今回，θ と σ_a の温度依存性を無視したため，今後，この点も含めた詳細な検討を行う予定である．

参考文献　1) 宮本ら（2017）：地下水学会誌，**59**，11–19.

有田焼の原点である泉山粘土の各種化学的処理に伴う液性限界の変化について

佐賀大学全学教育機構　○(正)近藤文義
佐賀大学農学部　(非)高田佳織
(現・佐賀県農林水産部農山漁村課)

１．はじめに　有田焼は，17世紀初頭に朝鮮人陶工である季　参平らによって有田町の泉山で原料となる陶石が発見されたのがその起源であると言われている．しかし，現在の有田焼は良質の泉山粘土が枯渇するようになったため，代替の原料として天草粘土（熊本県天草下島産）を使用しているのが実情である．しかし，近年は有田焼400周年（2016年）を期に，泉山粘土を天草粘土並に品質改善して有効利用すべきとの地元組合からの要望があり，現在は「有田焼のリブランディング」と称するプロジェクトが地元の窯元を中心に展開されている．泉山粘土の品質改善のためには，轆轤や鋳込成形のための可塑性評価が重要な課題である．本報は，基礎研究として，泉山粘土の可塑性に関わる液性限界に影響する化学的要因に関して実験的に比較検討を行ったものである．

２．試料土の性質と実験方法　試料土として，泉山粘土および天草粘土（特上）を使用した．試料土の性質の詳細は前報（近藤ら，2018）の通りであるが，粉末試料によるX線回折分析によれば，両粘土の主要粘土鉱物は石英，マシコバイト（セリサイト），カオリナイトであり，泉山粘土のみこれらに加えてカリ長石が同定された．また，泉山粘土の方が天草粘土より液性限界と電気伝導度および5μm以下の粘土分含有量（**Fig. 1**）がやや高い値を示していること以外，特に大きな差異は認められなかった．

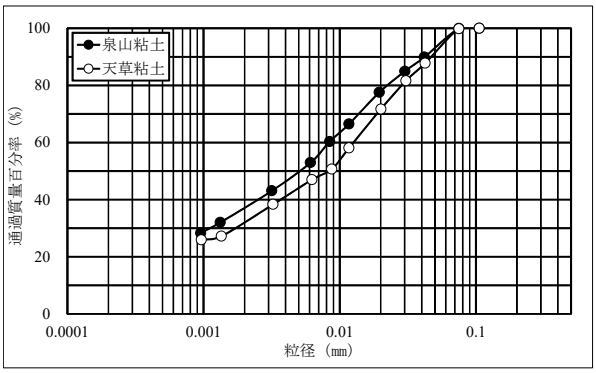


Fig. 1　試料土の粒径加積曲線

粘土の膨潤性や可塑性の評価には，通常の土質試験で採用されているアッターベルク限界試験が有用である（近藤・平坂，2012；地盤工学会，2000）．しかし，陶磁器粘土は自然含水比と液性限界が低く，JIS法では液性限界を精度良く決定できないこと，および粘土の可塑性評価は動的実験ではなく静的実験によって行う方が望ましいことから，本実験ではフォールコーン法の11.5mm貫入量に相当する含水比を液性限界とみなした．

３．実験結果と考察　**Fig. 2**が各種化学的処理に伴う泉山粘土の液性限界の変化を示したものである．前報（近藤ら，2018）で報告した天草粘土の液性限界（44%）以下の結果を棒グラフの黒塗りで示し，それ以外を網掛けで示している．泉山粘土は元々有機物含有量が少ないため，絶乾した試料土に加水した場合においても液性限界がほとんど変化しない特徴がある．次に、NaCl溶液を添加した場合はその濃度が高くなるにつれて泉山粘土の液性限界は低下し，NaCl(1mol)の場合には天草粘土の液性限界に近い値を示した．$CaCl_2$溶液を添加した場合は何れも天草粘土の液性限界以下となる結果が得られた．前報（近藤ら，2018）で，著者らは同様の実験を天草粘土で行った場合は液性限界が高くなる

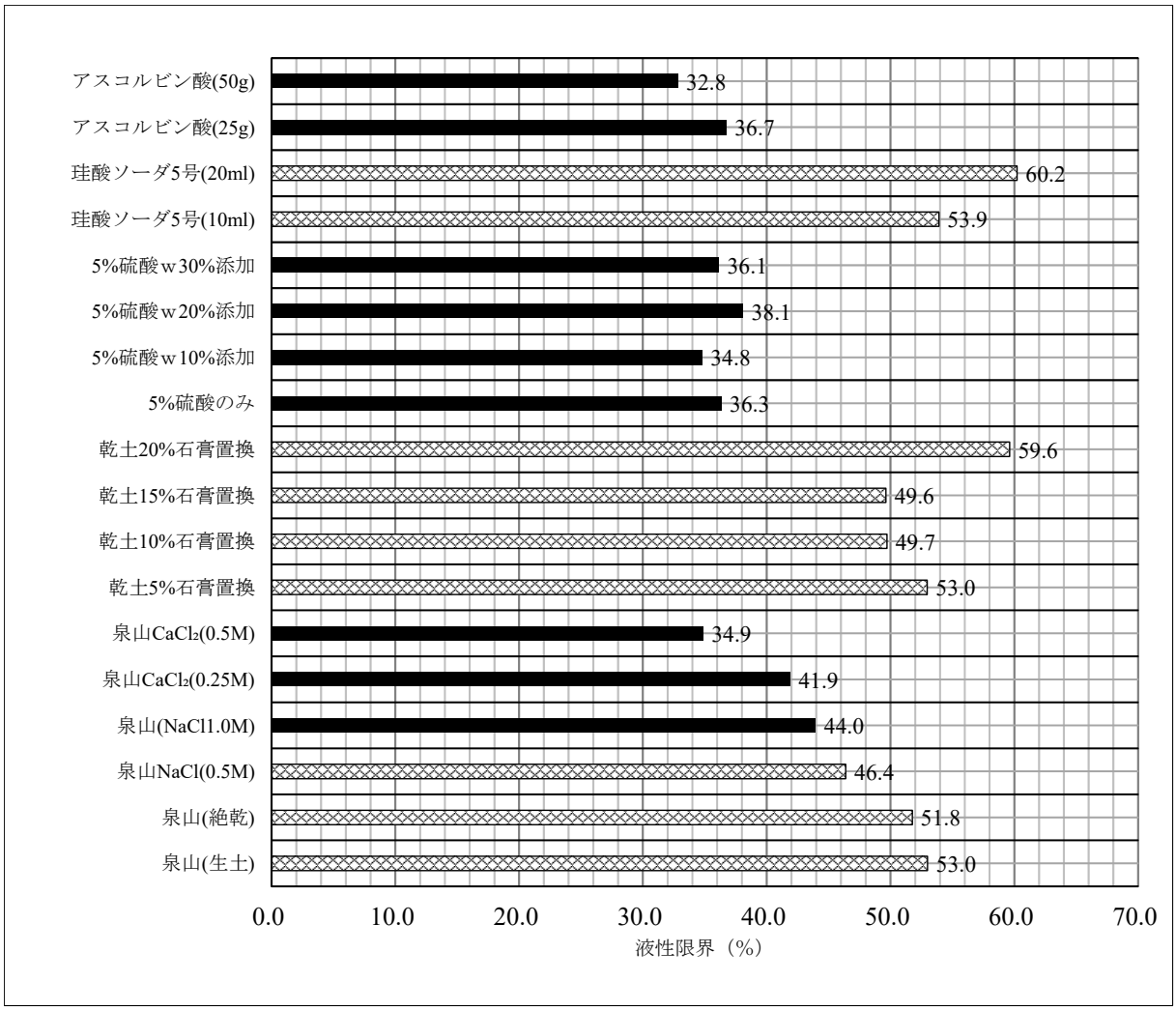


Fig. 2　各種化学的処理に伴う泉山粘土の液性限界の変化（絶乾試料150g基準）

結果を得ており，このことから泉山粘土の骨組み構造がNaClや$CaCl_2$によって配向構造から綿毛構造へと変化したことが推定される．

次に，アスコルビン酸による還元処理，珪酸ソーダによる分散処理，硫酸（*w*は含水比）による酸性化処理，石膏（型枠廃材）による材料置換処理を行った場合，還元処理と酸性化処理が泉山粘土の液性限界低下に有効であった．還元処理と酸性化処理とで液性限界が低下するメカニズムには，スメクタイトやイライトなど2次鉱物の存在が大きく関わっている．元々，泉山粘土は天草粘土とは異なり僅かながら膨潤性の粘土鉱物の存在が推定されているため，引き続き検討を行っていきたい．

謝辞　　本研究に使用した粘土は，碧翠工房（佐賀県西松浦郡有田町）の西原　章氏より提供を受けた．付記して謝意を表します．

引用文献　　1)近藤文義・高田佳織・今山俊樹・浅野将太郎（2018）：平成30年度農業農村工学会九州沖縄支部大会講演要旨集，60-61.　2)近藤文義・平坂張菜（2012）：平成24年度農業農村工学会九州沖縄支部大会講演要旨集，18-21.　3)地盤工学会編（2000）：土質試験の方法と解説（第一回改訂版），93-108.

ため池の実施設計における浸透量の検討について

長崎県土地改良事業団体連合会　（非）池田　剛

1. はじめに

本地区は、長崎県北部の平戸市に位置し、農村地域防災減災事業平戸地区（波江の本ため池、山ノ神ため池、田代ため池、重箱ため池　計4箇所）として平成28年度に採択され、令和4年度の事業完了を目指し、事業を実施している。

そのうち、波江の本ため池は、昭和時代に築造され、これまで利用されてきたが、堤体及び底樋からの漏水量が 100L/分/100m（改修要件 60L/分/100m）と許容浸透量を超えていること、取水施設の老朽化や堤体及び洪水吐の断面不足等により、全面改修を実施する事業計画となっている。

本稿は、波江の本ため池の実施設計における堤体及び基礎地盤からの浸透量検討について、設計事例を紹介する。

【図 1:波江の本ため池位置図】

2. 浸透量の検討

2-1.堤体からの浸透量

堤体からの浸透量は、堤体の浸透流に対する安定性と必要な貯水機能を満足する量であることを確認するものであり、許容浸透量は要改修判定指標の 60L/分/100m を目安としている。

土地改良事業設計指針「ため池整備」H27.5（以下、（指針）という）P50～51 より、堤体からの浸透量を検討する。

$$q = \frac{\left(H_1 - 0.5\ h \right)}{\left(b + CM \right)/2} \cdot \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{H_1}{\sin\theta_1} + \frac{h}{\sin\theta_2} \right) \cdot k$$

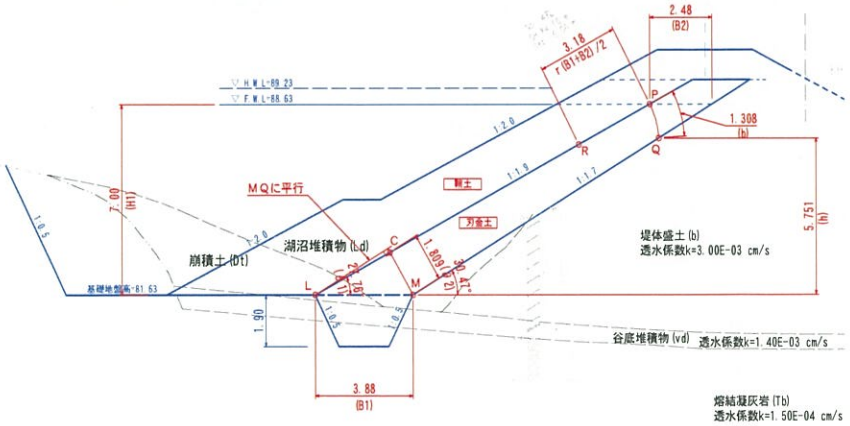
$$= \frac{\left(7.000 - 0.5 \times 5.751 \right)}{\left(1.308 + 1.809 \right)/2} \times \frac{1}{2} \times \left(\frac{7.000}{0.466} + \frac{5.751}{0.507} \right) \times 1.00 \times 10^{-7}$$

$$= 3.49 \times 10^{-6}\ m^3/s$$

$$Q_{p1} = 3.49E\text{-}06\ (m^3/s) \times 100\ (m) \times 60\ (s)$$

$$= 0.02094\ (m^3/min/100m)$$

$$= 20.94\ (\ell/min/100m)$$



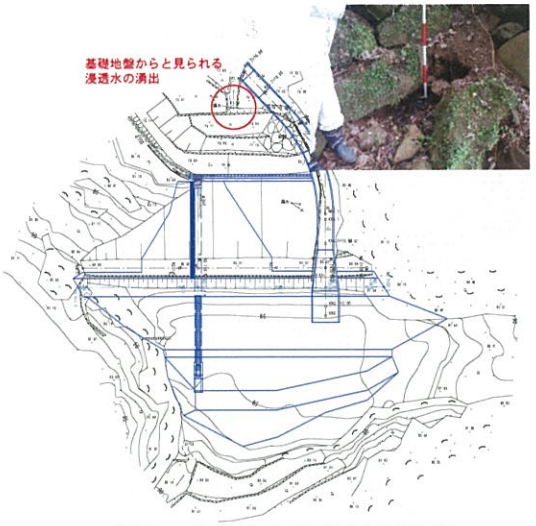
【図 2:堤体からの浸透量算出基礎】

2-2.堤体下流域及びため池基礎地盤の状況

堤体下流域の状況を調査した結果、ため池基礎地盤高より低い位置に浸透水の湧出を確認したため、堤体ではなく、ため池基礎地盤からの浸透水と推察される。

また、ため池基礎地盤の透水係数は、1.5E-04cm/s となっており、(指針)P42 の望ましい透水係数 1.0E-04cm/s を下回っている。

(指針)P51 では、堤体下流周辺において、浸透水湧出が認められる場合は、堤体のみならず基礎地盤を含めた浸透量を検討することとなっているため、基礎地盤からの浸透量を検討する。



【図 3:浸透水湧出位置図】

2-3.基礎地盤からの浸透量

(指針)P44 の自然ブランケット及び P177 のブランケット計算例により、基礎地盤からの浸透量を検討する。なお、透水性基礎(熔結凝灰岩 Tb)の厚さは不明なため、調査ボーリングの最深部により厚さを設定している。

※透水性基礎の厚さがさらに 14m 深くても許容浸透量を満足する結果となる。

$$q = (K_f \times Z_f \times h) / X_r + X_d$$

ここに、

q :	基礎地盤1m当りの浸透流量			
K_f :	透水性地盤の透水係数[熔結凝灰岩(Tb)]	= 1.50 × 10 $^{-4}$	cm/sec	
		= 0.90 × 10 $^{-1}$	m/min	
Z_f :	透水性基礎の厚さ	= 6.96	m	
h :	貯水位と下流側水位との差	= 8.93	m	
X_r :	有効浸透路長(0.00mとする。)			
X_d :	堤体の底幅	= 44.81	m	

堤長100m当りの基礎地盤からの浸透量(Q_{p2})を求める。

Q_{p2} = (9.00E-05 × 6.96 × 8.93) / 44.81 × 100

= 0.01248 (m^3/min/100m)

= 12.48 (ℓ/min/100m)

浸透量の検討結果

以上の検討結果より、ため池からの浸透量(Q_p)は下記のとおりである。

Q_p = Q_{p1} + Q_{p2}

= 20.94 + 12.48

= 33.42 (ℓ/min/100m) < 60 (ℓ/min/100m) ・・・ OK

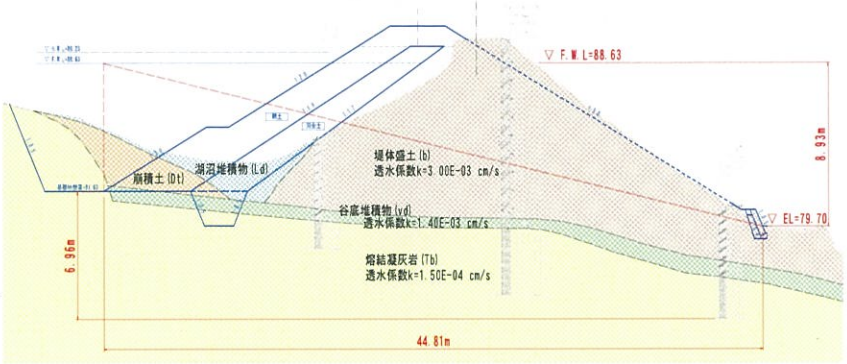
よって、計画浸透量は許容浸透量を満足している。

2-4.ため池からの浸透量

堤体からの浸透量に基礎地盤からの浸透量を加算しても、許容浸透量を満足する結果となった。

3. おわりに

基礎地盤を含めた浸透量の計算は、透水係数の算出、堤体下流周辺の浸透水湧出や地下水位の把握、地元関係者への聞き取りを実施し、ため池の状況に応じて検討を実施する。



【図 4:基礎地盤及びため池からの浸透量算出基礎】

ただし、堤体下流周辺に浸透水湧出が認められる場合に、堤体からの浸透水か基礎地盤からの浸透水か背後地の地下水か特定できない場合があるため、慎重な検討が必要である。

熊本地震災害で被災した揚水機の復旧及び施工時の対応

長崎県　県北振興局　土地改良課　（非）馬場　幸夫

１．はじめに

平成 28 年に発生した熊本地震により被災した農地・農業用施設の災害復旧のため、熊本県益城町へ平成 29 年 4 月から 1 年間、災害派遣として勤務した際の業務について報告する。

２．益城町及び熊本地震の概要

益城町は熊本県のほぼ中央からやや北寄りに位置し、阿蘇くまもと空港や九州自動車道IC等の交通拠点、再春館製薬所、熊本交通運輸、イセキ農機熊本製造所等の企業が所在し、隣接する熊本市のベットタウンとして震災前までは、年々、人口が増加している町であった。

平成 28 年 4 月 14 日夜にマグニチュード 6.5、震度 7 の前震が発生し、翌々日 16 日深夜にマグニチュード 7.3、震度 7 の大地震が発生。益城町では 45 名の方が亡くなられ、ほぼ全ての住家が被災（全壊 28.2%、半壊、大規模半壊 30.1%、一部損壊 40.3%）、益城町役場や総合体育館等の公共施設、道路や橋梁などのインフラ等が甚大な被害を受けた。

また、農地や農業用施設においては、断層部を中心として広範囲で地震による揺れや地表面の変状により農地の亀裂、段差、法面の崩壊、地下水の自噴、農道や橋梁、ため池、ポンプ場の倒壊等の甚大な被害を受けており、水田部では水稲の作付けが出来ない状況となっていた。

益城町市街地の被災

断層による農地の”ずれ”

農道の崩壊

４．寺迫地区揚水機の被災及び復旧（今回のテーマ）

寺迫地区は基盤整備が実施された水田地帯であり、被災した揚水機はボーリングを水源とした用水を受益面積 11ha の水田にパイプラインで送水している。

熊本地震により揚水機の建屋、電気設備、地上部配管が被災・崩壊し用水源を絶たれたため、水稲の作付けが出来なくなり、休作や大豆等への転作を余儀なくされている状況にあった。

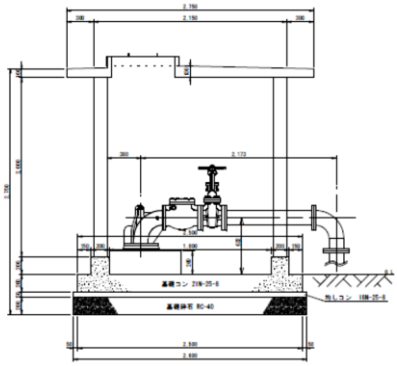
また、地下水が豊富な益城町においては、ボーリングを水源とする揚水機が多数あり、コンクリートブロック造りの建屋の多くが今回の地震により倒壊した。

建屋が崩壊した揚水機

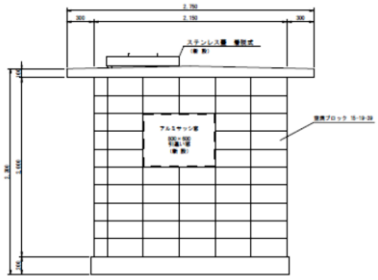
露出した井戸からの配管

復旧計画としては、建屋の復旧、電気設備、操作設備、配管の復旧を行い、井戸と揚水ポンプについては、被災直後の動作確認により現況利用とし、復旧事業費として5,108千円を予定していた。

建屋立面図（内部）



建屋立面図（外部）



5. 施工時の問題

ポンプ建屋の復旧工事に先立ち、水中ポンプの芯調整を行うため、井戸の基礎コンクリートを撤去したところ、井戸ケーシングの変形（傾き）が確認された。また揚水管とケーシングが接触し動かないため、水中ポンプの芯調整が出来ない状況となった。

基礎コンクリート取壊し後
ケーシング 300A
揚水管 SGP φ150

ケーシングの変形
H=60cm(ｹｰｼﾝｸﾞ長 52cm)
傾き 4.5cm(傾斜度 1:0.086)

水中ポンプの芯調整は、揚水管及び水中ポンプを井戸の中心部に設置することで、運転時の振動により、ポンプやケーブルがケーシングに触れて損傷することや漏電を防止するための重要な工程である。

さらに水中ポンプへのケーブルに損傷が無いか確認した結果、絶縁抵抗値が0.2MΩ（基準値:1MΩ以上）に低下しており、漏電による感電や火災等の原因となるため、ポンプを運転させる

ことが出来ない状況となっていた。

査定申請時においては不可視部分であり、度重なる余震による損傷も考えられた。

6. 想定される原因と対応案の検討

ボーリング井戸の変形について事例が無いか確認した結果、益城町水道課で同様な事例が発生していた。本揚水機は被害が多く発生している断層帯上にあり、周辺の農地や道路にも大きな被害が発生している区域となっている。地震動により表層部の脆弱層と基層部の境目でずれが生じたため、ケーシングが変形した可能性もあることが想定された。

ケーシングの変形が地表部から比較的浅く、矢板掘削により補修が可能な範囲であれば、井戸の既設利用が出来る可能性もあるため、揚水管を引き上げて井戸用の水中カメラにより変形部の特定や井戸の健全性等を確認することとした。

7. 引き上げ試験計画及び結果

原因解明とその後の対応を検討するため、揚水管及び水中ポンプの引き上げ試験を行った。試験費用、試験結果による対策のためには災害復旧計画の変更が必要となるため、事前に熊本県を通じ、九州農政局、九州財務局との協議を行い了承を得た。

(1)試験計画

1)クレーンによる水中ポンプ及び揚水管の引き上げ

2)水中ポンプ、ケーブルの点検

3)水中カメラによる井戸ケーシングの変形確認

(2)試験結果

水中ポンプ及び揚水管の重量 1.4tの約 2 倍の 3t を目安に徐々に荷重を掛けていったが、3t を超えても管は原位置から動かなかったため、ケーシング周りを出来るだけ掘削し、露出したケーシングを切断、揚水管を回転させて吊り上げるなどを試みたが微動だにしなかった。

更に荷重を掛けたがワイヤーの破断や吊金具の変形・破損の兆候が見られ、周辺の作業員に危険が及ぶ可能性や引き抜けた場合においても、クレーン車の転倒等が懸念されたことから、止む無く作業を中断した。

クレーンによる引き上げ試験
(16t 吊り)

吊り荷重 3t
(ﾎﾟﾝﾌﾟ＋揚水管重量:1.4t)

ｹｰｼﾝｸﾞを切断しﾁｪｰﾝにより回転させようと試みるが微動だにしなかった

8. 対応方針の決定

引き抜きが出来なかった理由はケーシングが変形し、揚水管継手部のフランジまたは水中ポンプがケーシングと密着し、抜けなくなっていることが想定された。

このことにより水中ポンプ及び揚水管の点検・補修が出来ないこととなり、水中カメラによるケ

ーシングの変形も確認が出来なかった。

よって井戸の既設利用は出来ないため、新たに井戸を掘削することが必要と判断した。

井戸の新設にあたっては、既設ポンプ小屋の配置内に収まるよう、既設井戸のすぐ横に設置するものとし、井戸の仕様や設計のための地質区分については水利組合や近傍事例の資料を収集し設計・積算を行い、農政局査定官、財務局と協議し、下記の内容により計画変更を行った。

費　　目	査定時	変更	増減
工事費	4,959	29,366	24,407
ポンプ小屋復旧工	1,297	1,297	
機械設備復旧工	3,662	3,662	
水中ポンプ引上確認		257	257
さく井工(Φ300,L=120m)		18,232	18,232
水中ﾎﾟﾝﾌﾟ設置工		5,918	5,918
工事雑費	74	440	366
事務雑費	75	447	372
合 計	5,108	30,253	25,145

492%の増額

9. 施工

水稲の作付けに間に合わせるため、井戸掘削工事の発注準備を早急に進め、1月には契約を行い工事に着手、5月には掘削が完了、水田への用水が必要な6月中旬までには水中ポンプの設置まで完了し、予定どおり水稲の作付けが出来るようになった。

完成した揚水機

受益地

用水により潤う水田

10. 最後に

益城町は河川沿いの平地部に水田が広がり、丘陵部には畑地帯や果樹園が広がる優良な農業地帯を有している。熊本地震により住家や農業用機械も被害を受け、仮設住宅での生活を余儀なくされている農家も多数おられた。

特に断層周辺では地層のずれや広範囲での沈下、地下水の自噴など、局部的な復旧では水路勾配が取れずに水田まで用水が引けない等の問題もあり、営農再開までに時間を要している状況にあった。復旧とあわせて、基盤整備や地震により痛みが進んだパイプラインの更新など、復興への取り組みが必要だと感じた。

今回の発表においては、関係機関からの協力・助言により、対策の検討、計画変更手続き、追加工事の発注に至るまでの対応が迅速に行えたことで、当初の予定からの遅れは生じたものの、水稲の作付けに間に合うことが出来たことは大変うれしく思っている。

また今回の問題の対応のみならず、益城町職員や全国からの派遣職員、熊本県の関係職員からの指導・助言、益城町民の方からの暖かいことばに励まされ、派遣先においても円滑に業務を進めることが出来たことを、この場を借りて御礼申し上げたい。

ため池工事におけるプレキャスト底樋管の採用について

長崎県県北振興局　〇(非)　平古場啓太

1. はじめに

本地区は、長崎県北部の平戸市に位置し、農村地域防災減災事業平戸地区(山ノ神ため池、田代ため池、重箱ため池、波江の本ため池　計4か所)として平成28年度に採択され、令和4年度の事業完了を目指し事業実施している。

今回、山ノ神ため池整備工事にて梅雨時期の施工であること及び工期短縮の観点から「プレキャスト底樋管」を採用しての施工を実施した。

今回、製品の概要、特徴、施工方法及び今後の課題などについて報告する。

図１：平戸地区位置図

2. ため池概要

山ノ神ため池については、明治時代に築造され、これまで利用されてきたが、堤体からの漏水が 115 リットル/分/100m(改修要件 60 リットル/分/100m)と許容漏水量を満足していない状況が確認された。

また、堤体の余裕高不足、斜樋の老朽化、洪水吐の断面不足などの状況もあり、これらを解消するするとともに、耐震性能確保の対策として、ため池の全面改修を行うものである。

今回工事の概要を以下に示す。

・堤体工　　L=50.4m(堤高 H=5.0m)
・洪水吐工　L=30.2m
・底樋工　　L=20.2m(φ800)
・斜樋工　　N=一式(ため池栓方式)

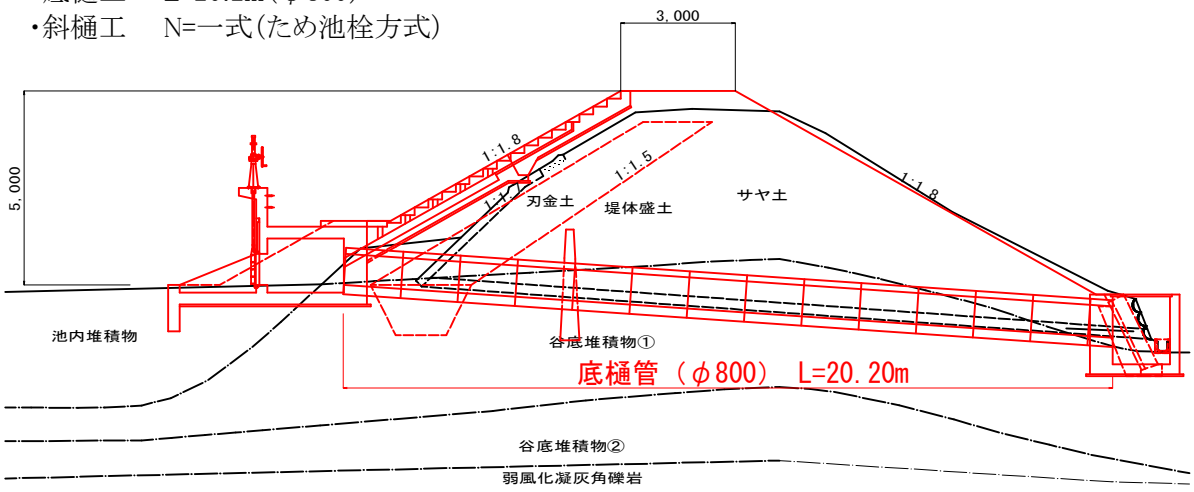


図２：堤体標準断面図

3. プレキャスト底樋管概要

今回採用した、プレキャスト底樋管は、ため池底樋用の製品として開発されており近年、中国、四国、北部九州地域を中心に施工実績がある製品である。

製品規格としては、φ300～1350 までの規格があるが、何れも受注生産品であり納期までは一定の期間を要するため、注意を要する。

なお、平成 30 年時点で長崎県での採用事例はなく、本工事が県内初の事例である。

4. プレキャスト底樋管の特徴

一般的な現場打構造と比較し以下の点について特徴があげられる。

A　工程短縮

B　接合部の止水性･フレキシブル構造

以下に、プレキャスト底樋管の施工手順を示すとともに、上記の特長について記述する。

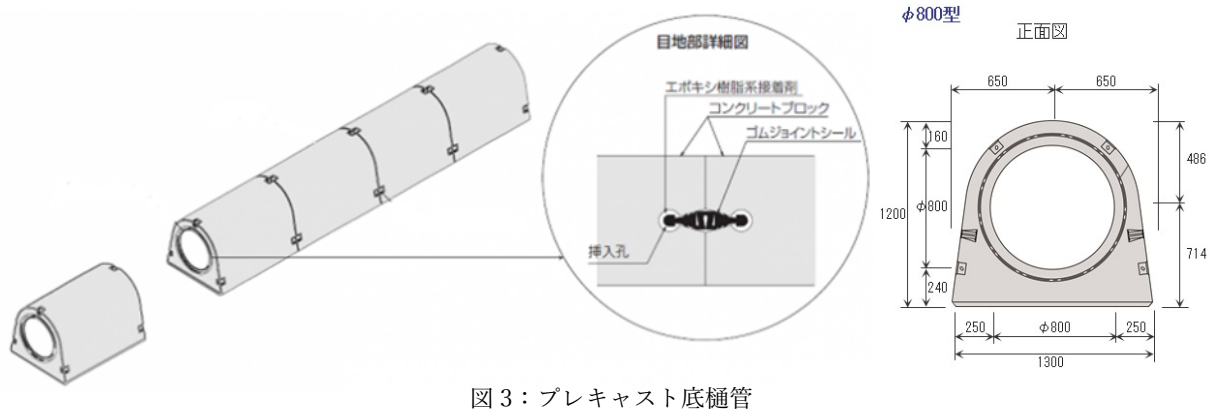


図３：プレキャスト底樋管

②底樋管据付　　③接着剤充填

④－１ジョイントゴム挿入　　④－２ジョイントゴム挿入完了

⑤製品接合　　⑥ボルト固定

図４：施工手順

4－A. 工程短縮

一般的な底樋管は、施工目地を設けることから、底樋管据付、配筋、型枠、コンクリート打設を複数スパンに分けて施工する必要があるが、プレキャスト底樋管は、これらの作業を必要としない。

このため、一般的な底樋管と比較して工程の短縮を図ることが可能であるとともに、鉄筋工や型枠工などの専門職種の作業員を配置する必要がなく、労務の管理も省力化される。

結果として、今回工事においては、28 日間の工程短縮が図られた。

以下に、一般的な底樋管と、プレキャスト底樋管との工程の比較を示す。

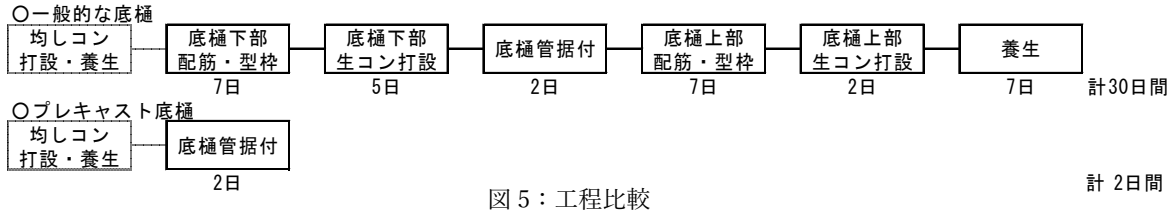


図 5：工程比較

4－B. 接合部

プレキャスト底樋管の接合部は、ジョイントゴム及びボルトジョイントによる接合を行う。ジョイントゴムは蛇腹状の構造をなしており、約 20mm の変位に対応できるとされている。

これにより底樋管全体がフレキシブルな構造となり、一定の不等沈下にも追従でき、止水性も兼ね備えた構造となる。

なお、ジョイントゴムについては、「TSKJ 工法」の名称で「建設技術審査証明書」を取得し、「新技術活用システム（NETIS）」にも登録されている。

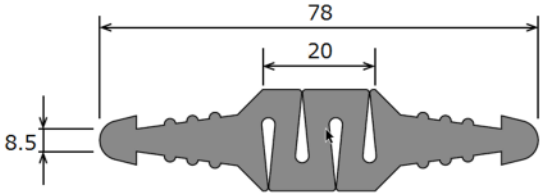


図 6：ジョイントゴム断面

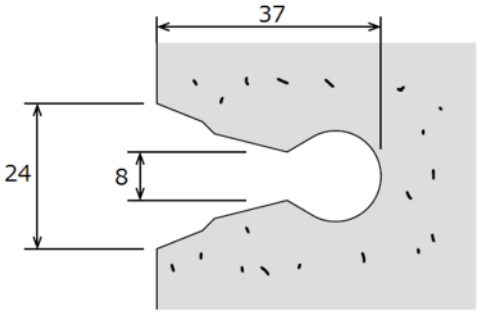


図 7：挿入孔断面

図 8：ジョイントゴム

5. 課題など

経済性の面においてプレキャスト底樋管と、一般的な底樋管の資材費、据付手間を比較した場合、プレキャスト底樋管が割高となる。

このため、採用にあたっては、現場ごとの特性、制約についても十分に検討したうえでの判断が必要となる。

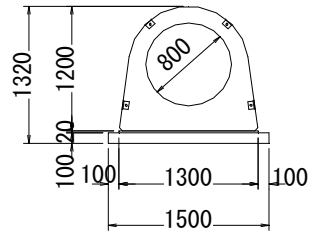
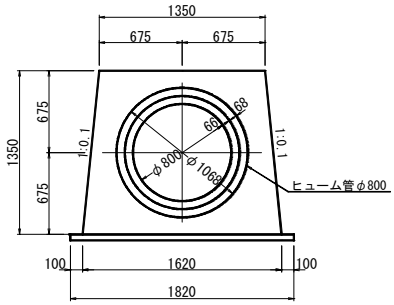
工　法　名	プレキャスト底樋管				現場打ち底樋管			
規　　格	φ 800				φ 800			
概　要　図								
経済性		数量	単位	金額		数量	単位	金額
	底樋土工	1.0	式	990,000	底樋土工	1.0	式	1,016,000
	底樋工	1.0	式	2,555,000	底樋工	1.0	式	2,076,000
	水替費	1.0	箇所	52,000	水替費	1.0	箇所	118,000
	合計	3,597,000			合計	3,210,000		
		112%　（387千円割高）				100%		

図９：経済比較

６．まとめ

今回採用したプレキャスト底樋管について、製品の特徴、施工などについて報告したが、有利な点が多数存在するものの、現状では、経済性のみの比較では採用が困難である。

このため、今後の工事においても、ため池ごとの特性、制約を十分に検討したうえで、採用していくことが必要である。

例えば、貯水開始時期の制約があるため池や、ため池の堤頂部が道路として供用されているため池であれば、交通規制期間の抑制が図られ、採用に至るケースは増えていくものと考えられる。

今回報告したような、事例については、県内はもとより他県の状況も情報収集を行い、積極的に活用できるような仕組みづくりができればと考える。

図１０：工事竣工後

ため池整備工事におけるコンタクトクレイの施工について

長崎県島原振興局農林水産部農村整備課　（非）本田廉人

１．はじめに

老朽化したため池の整備工事において、遮水材となる刃金土を底樋等の構造物周辺や岩盤部に盛土する場合は、刃金土との接着部が漏水の原因となりやすい。そのため、高含水比の刃金土をコンクリート表面や岩盤表面に塗り（コンタクトクレイ）、刃金土との馴染みを良くする必要がある。しかし、コンタクトクレイの具体的な施工方法については明確な基準がないため、郷ノ浦地区泉ヶ山ため池整備工事において実施した検討結果について紹介する。

２．地区の概要

事　業　名：農村地域防災減災事業
地　区　名：郷ノ浦地区
場　　所：長崎県壱岐市郷ノ浦町
工　　期：平成26年度～令和5年度
（10ヵ年）
総事業費：495，000千円（令和2年度時点）
負担区分：国60%、県31%、
市7%、地元2%
ため池数：7ため池

図１．泉ヶ山ため池位置図

３．ため池の概要

ため池名：泉ヶ山ため池
所　在　地：壱岐市郷ノ浦町若松触
受益面積：4．9ha
受益戸数：29戸
工　事　費：約53，000千円
施工年度：平成30年度～令和元年度
改修施設：堤体　傾斜遮水ゾーン型
堤高　4．0m
堤長　53．1m
貯水量　4，100m3
洪水吐　18．2m
（正面越流型）
取水施設　一式（斜樋、底樋）

写１．泉ヶ山ため池　着工前

4. コンタクトクレイ施工の課題

泉ヶ山ため池整備工事においてトレンチ部を掘削したところ、全体的に岩盤が確認された。トレンチ部はため池の遮水性を確保するために重要な箇所であるが、岩盤部と刃金土との境は漏水の原因となりやすい。このため、刃金土と岩盤の接着部においてコンタクトクレイを施工することで、刃金土と岩盤の馴染みを良くし遮水性を高めることとした。

しかし、上述したとおり、このコンタクトクレイは具体的な基準等が定められていない。そのため、今回、現場に適したコンタクトクレイを確認し施工した。

写 2. トレンチの岩盤状況

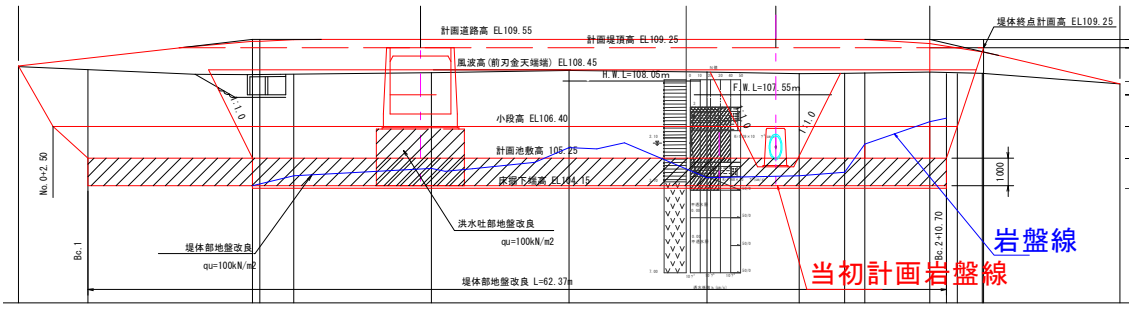


図 2. 堤体縦断図(岩盤線)

5. コンタクトクレイの確認

1)確認方法

自然含水比状態の刃金土に加水し、下に示すコンタクトクレイの特性を目安に確認する。今回は、刃金土 5,000g(自然含水比 40.2%)に対して加水する量を 1,000g、500g、400g、300g、200g の 5 パターンを作成し確認した。

＜コンタクトクレイの特性＞

・ダンゴ状にすることが出来る

・ダンゴを平滑な面に落とし、ダンゴが粉々に飛び散らない

・ダンゴを落とした後、円形につぶれ、全体が平滑面に張り付く[1)]

2)試験結果

A.水 1,000g を加えた場合(含水比 68.2%)

・液状となりダンゴ状にはならないため、本試料はコンタクトクレイには不適であると判断する。

B.水 500g を加えた場合(含水比 54.2%)

・ダンゴ状にすることはできたが、平滑面に落下させた際、ダンゴが飛び散り原型を保てていないため、本試料はコンタクトクレイには不適であると判断する。(写 3)

C.水 400g を加えた場合(含水比 51.4%)

・B と同じ状態であったため、本試料はコンタクトクレイには不適である判断する。

写 3. 落下後の状態(B)

D.水 300g を加えた場合（含水比 48.6%）

・ダンゴ状にすることができ、平滑面に落下させた際も多少の飛び散りは確認されたが、円形状につぶれた。しかし、平滑面を斜めにした際に、直ぐにすべり落ちていき平滑面に張り付いていないことが確認されたため、本試料はコンタクトクレイには不適であると判断する。（写 4、5）

E.水 200g を加えた場合（含水比 45.8%）

・ダンゴ状にすることができ、平滑面に落下させた際も飛び散ることなく、円形状につぶれた。また、平滑面を斜めにした際も直ぐにはすべり落ちずに平滑面に張り付いていることが確認されたため、本試料はコンタクトクレイに適していると判断する。(写 6、7)

3）まとめ

加水 5 パターン（A～E）にて刃金土のコンタクトクレイへの適応状況を確認した結果、今回の工事においては刃金土 5,000g に対して水 200g を加えた状態（含水比 45.8%）がコンタクトクレイに最も適した状態であったと考える。土地改良事業設計指針「ため池整備」では、コンタクトクレイは 60～70%の高含水比状態が目安 [2]と記載されているが、本工事では自然含水比（40.2%）と比較しても、差は 5.6%と小さく、適切なコンタクトクレイが必ずしも高含水比であるとは限らない結果となった。また、刃金土の土質によっても異なるため、各現場で適切に対応しながら施工する必要があると考える。

写 4. 落下後の状態（D）

写 5. 傾けた状態（D）

写 6. 落下後の状態（E）

写 7. 傾けた状態（E）

6. おわりに

確認結果から、コンタクトクレイの施工については、刃金土毎にコンタクトクレイに適した状態を確認する必要があると考える。そのため、各現場において、現場技術者と現場作業員がコンタクトクレイの特性を理解した上で、コンタクトクレイに適した刃金土の検討を行い、コンタクトクレイの施工を行う必要があると考える。

また、今回、トレンチ部の岩盤接着の手法としてコンタクトクレイに適した刃金土の状態を確認したことで、後続作業で実施した漏水の原因となりやすい底樋周りの盛土作業の際にも、適切なコンタクトクレイの施工に活かすことができた。

今後、壱岐島内においても 9 箇所のため池整備工事を計画しており、今回工事と同様にコンタクトクレイを適切に施工する必要があるが、近年、島内でため池整備工事が実施されていなかったこともあり、建設業者のため池に関するノウハウもリセットされている状態である。そのため、こういった数値化できないデータの蓄積は重要であり、その傾向を整理し継承しながら、後発工事の良質な品質確保に努めていきたい。

参考文献

1) めざせフィールドの達人編集委員会「土木地質の秘伝　めざせ！フィールドの達人」
近代科学社　2011 年
2) 農林水産省農村振興局整備部監修「土地改良事業設計指針「ため池整備」」
公益社団法人農業農村工学会　2015 年

松元ダム管理道路の落石防護対策について

－　水利施設整備事業（基幹水利施設保全型）　松元地区　－

鹿児島県鹿児島地域振興局農林水産部農村整備課　○（非）髙木城二
（有）江口測量設計　（非）岡別府功也

１　はじめに

近年，各地で大規模な地震が発生している。本県においても，平成 29 年 7 月に最大震度 5 強の地震が発生した。この地震の影響により，松元ダム管理道路に落石が発生し，今後も地震や降雨等による浸食の影響で落石の発生が懸念されるために，落石防護対策を行った事例について報告する。

２　地区概要

松元ダムは，鹿児島市旧松元町に位置し，昭和 61 年度から平成 16 年度にかけて県営かんがい排水事業により整備された利水用の重力式コンクリートダムで，主にお茶の防霜用のかんがい用水として利用されている。

本地区では，　建設後 20 年以上経過し，ダム関連施設，ダムの水を揚水し末端へ配水するための揚水機場施設，加圧機場施設の機能保全対策を実施する計画である。

事業計画内容

ダム関連施設　　一式
揚水機場関連施設　一式
加圧機場関連施設　一式

受益面積　A=171ha

３　地震発生

平成 29 年 7 月 11 日に，鹿児島湾を震源地とする最大震度 5 強の地震が発生。

地震発生後の緊急点検の結果，ダム管理道路の法面からの落石があったことが判明。

落石は最大 1.5t 程度のものがあり，その後の余震により 1.2ｔ程度の落石が数回発生した。

4 調査実施

(1) 事前調査

既存資料より，当該地の地形，地質を把握し，断層の有無や崩壊跡等を調査した。

(2) 現地調査

現地を踏査し，山の形状,湧水状況や全ての転石の位置，大きさ,形状,安定度を調査し図面に表示した。

転石の安定度については,斜面の勾配,転石の形状,露出の状況等により評価している。

5 対象となる石の特定（落石エネルギー算出）

対象となる(落石の可能性のある)転石の寸法，質量，斜面勾配等から，それぞれ落石エネルギーを算出。

落石エネルギー $E=(1+\beta)\times(1-\mu/\tan\theta)\times m\times g\cdot H$

E：落石エネルギー（kJ＝kN・m）

β：回転エネルギー係数（0.1）

μ：等価摩擦係数（斜面の状況から 0.05，0.15，0.25，0.35 より選択）

θ：斜面勾配（°）

m：落石の重量（kN）

g：重力加速度（9.81m/sec）

H：落石の落下高さ（m）

落石対策便覧より(日本道路協会)

6 対策工の検討

以下の 3 案により比較検討を行った。

・ １案　待受擁壁
・ ２案　落石防護柵工
・ ３案　ポケット式ロックネット

比較の結果，１案については用地の制約を受ける。３案については，経済性に劣ることから,経済性･安定性に優れ用地の制約も受けない２案の落石防護柵工「リングネット工」に決定した。

なお，本地区において落石防護柵工は事業計画にないため，ダム管理設備や下流にある揚水機場を保護及び管理者の安全を図る目的で残事業費改定により事業に取り込み実施することとなった。

7 落石防護柵工「リングネット工」の特徴

「リングネット工法」とは，スイスで研究開発された，リングの弾性，塑性変形によりエネルギーを吸収するもので，近年，国交省や県治山工事等でも多く採用されている工法である。

8 施工

工事の流れは以下のとおり。

足場工 → 各種アンカー工（削孔・アンカー体挿入・注入打設・養生・耐荷試験）
→ グランドプレート設置 → 支柱設置 → 各種ワイヤーロープ設置
→ リングネット設置 → ワイヤメッシュ設置 → 足場撤去

施工時の主な留意点

アンカー削孔時に発生するスライムにより土質を確認する。

地山の形状に応じて支柱の設置箇所を選定する。　など

7 最後に

本地区の落石防護柵工は，昨年度から工事に着手し，本年度で全ての区間を完了する予定である。

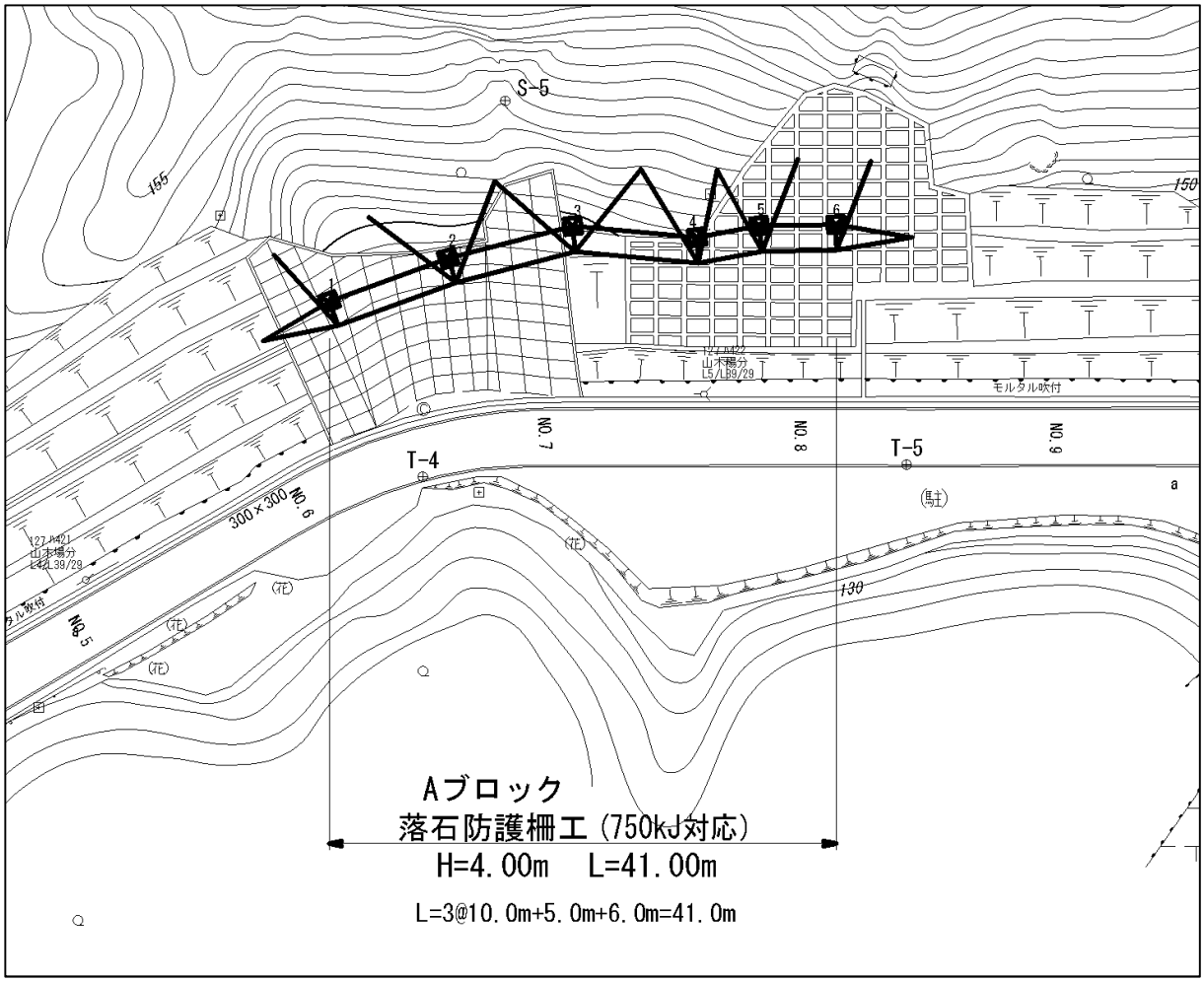
また，リングネットは，落石の状況や支柱やリングの変形の状態に応じてメンテナンスが必要であるため，今後，継続して監視していく必要がある。

着工前写真

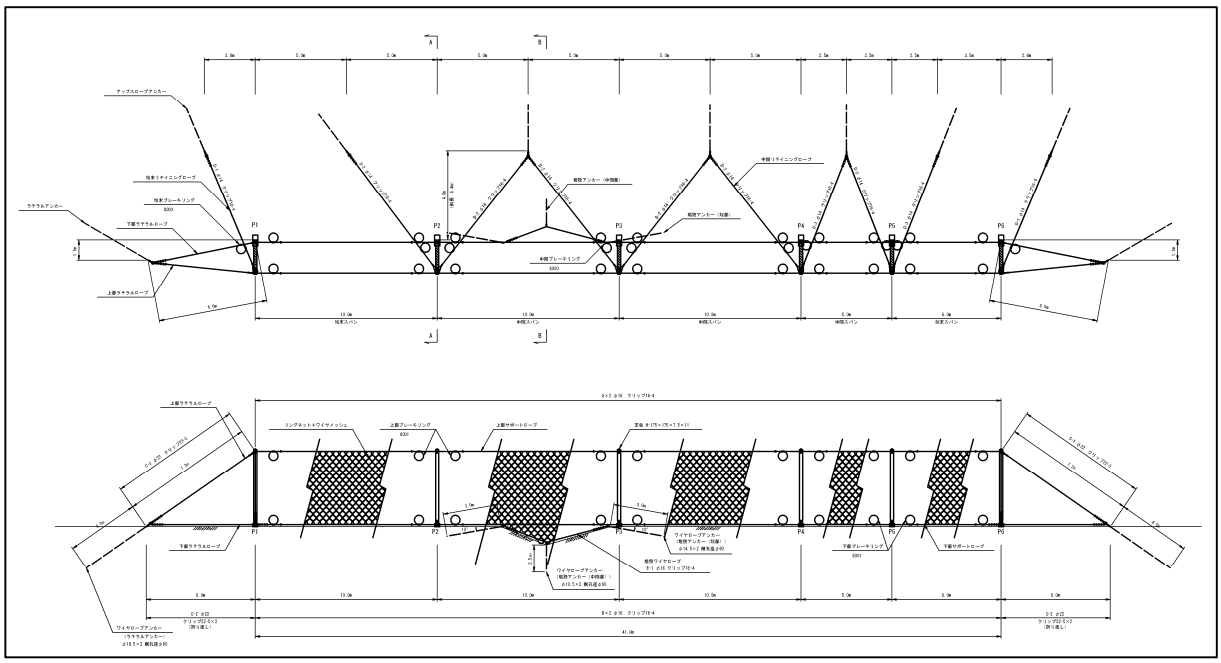
完成写真

落石防護柵設置状況

平面図


S-5
155
150
130
T-4
T-5
NO.7
NO.8
NO.9
NO.6
NO.5
300×300
127/1422
山木場分
L5/L39/29
127/1421
山木場分
L4/L39/29
モルタル吹付
(駐)
(花)
Aブロック
落石防護柵工（750kJ対応）
H=4.00m　L=41.00m
L=3@10.0m+5.0m+6.0m=41.0m

平面図・展開図



利水期間中における水路の補修について

鹿児島県大隅地域振興局農林水産部農村整備課　○(非)藤井幸平

１　はじめに

川北用水路・川南用水路は，鹿児島県肝属郡錦江町・南大隅町に位置し，川北用水路は錦江町，南大隅町の 2 町をまたぎ，川南用水路は南大隅町にそれぞれ整備されている。

全体延長は，川北用水路約 7.3km ，川南用水路約 2.5km であり，川北用水路は全体延長のうち約 1.5km が隧道となっている。

両水路とも水源は 2 級河川「雄川（おがわ）」に設置された川南堰（以下「頭首工」という。）から取水し，受益面積は錦江町 106ha ，南大隅町 144ha の計 250ha である。

図－１　計画平面図

昭和 31 年～昭和 42 年にかけて，県営かんがい排水事業により整備され 50 年以上が経過し，老朽化が著しいことから，平成 27 年度に「水利施設整備事業（基幹水利施設保全型）第一両根占地区及び第二両根占地区」の 2 地区が採択され，これまでに頭首工土砂吐ゲート及び用水路補修工事を実施している。

川南用水路の受益地は主に水田地帯であるが，川北用水路の受益地については，一部パイプライン化され，水田のほかに，ピーマン，いんげんなどの園芸作物が盛んで， 1 年を通して用水を利用している。

今回，通年通水されている水路補修工事の実施方法について報告する。

２　水路補修工事の内容

水路補修工事の内容は，表面被覆工，断面修復工，目地補修工であり，工法については一般的な工法を用いている。

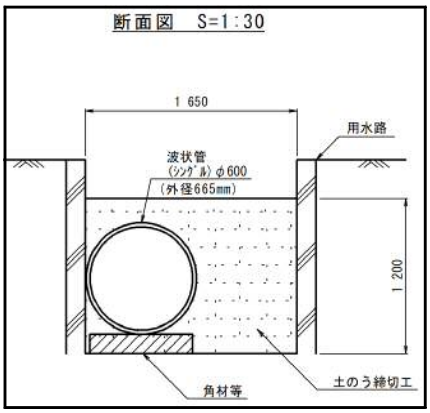
３　仮設工法の検討

実施設計時に検討した仮設計画は図－ 2 のとおりで，通水しながら工事できる計画となっている。

しかし，断面修復工などの部分的な補修には対応できるが，水路内面全体を補修する表面被覆工については，本仮設計画では管の移動に手間がかかり施工性が悪い。実際に施工業者へ本仮設計画を提示したところ，難色を示された。

今回の施工箇所は頭首工の取水口直下流の隧道であったことから，それを踏まえて見直すこととした。

前述の仮設案を含めた複数案により検討した結果，計画的



図－２　仮設断面図

に断水を行い，断水期間中に工事を行う案を採用することとした。

理由としては，過年度頭首工の土砂吐ゲートを改修した際に 2 週間程度断水した経緯があったため，これを参考に断続的に断水をしながら工事を進めることとして，以下の計画を立てた上で受益者へ説明することとした。

・受益者への提示案：「2 週間断水→ 1 週間通水→ 2 週間断水→…」

4　受益者への説明と工事実施

工事説明会にて工事計画を提示した結果，「到底受け入れられる計画ではない」「多大な損害を受ける」などの意見が出され，当初は了解を得られなかったが，工事は必要である旨を説明し，最終的には 2 週間断水は長すぎるとして 1 週間断水で了解を得た。（以下，「 1 週間毎断水計画」という。）

工事期間は，水田用水が不要となる非出水期間（ 10 月中旬～ 3 月上旬）とした。今回の工事は発注が遅れたことと，工事の事前準備に手間どり，結果的には 11 月末～ 2 月末の期間で，「 1 週間毎断水計画」を踏まえた工程とした。

このうような非常に厳しい工程ではあったが，施工業者は作業員を増員するなどして，本格通水までに工事を完了させることができた。今回の施工について施工業者へ聞き取りした結果，以下の通りの意見があった。

・1 週間おきの工事のため，資機材をその都度搬出入する手間が大きかった。

・今回は一時的に作業員を増員することができたが，毎回これができるかどうかは分からない。

・工事中断時期の作業員配置計画も一手間。

5　今後の対応

工事説明会時には，前述（ 5 受益者への説明）の意見のほかに，「断水は前年度だけと聞いていた」，「前回工事の 2 週間断水時は相当苦労した」，「生育が悪かった場合の補償はあるのか」などの意見があり，事業に対する広報不足を痛感したところである。

受益者にとっては今現在生育している作物が最も大切で，収入・生活に直結しているからこそ「 1 週間毎断水計画」に対する不安は大きかったと思う。

また，前回工事の 2 週間断水の際は，手作業で散水したとのことから，事業への理解を得るには，その「不安」や「苦労」を十分に理解しなければならない。

今後も「 1 週間毎断水計画」を基本としながらも，その現場に最適な仮設計画を立て，受益者，土地改良区等の協力を得ながら事業を進めていきたい。

ため池等整備事業（土砂崩壊） 栃ノ木地区における 水路トンネル工事について

宮崎県西臼杵支庁（非）杉田　大明

１ はじめに

本地区は高千穂町中心部より北東 12km に位置し，岩戸土地改良区の管理する岩戸用水路全長 L=22.5km の一部区間 1,033m を改修するものである。既設の水路トンネルは岩盤を掘削した素掘りの隧道となっており，1901 年に通水を開始して以来，約 120 年が経過しているため，部分的に崩落が発生している。また，トンネル中央部は、底盤が低くなっており土砂が堆積し，堆積した土砂に木ぎれ等がかかり，通水を阻害している。このため，大雨の度に，トンネル内の土砂や木ぎれの除去作業など維持管理において多大な労力を費やしている。

トンネル内の閉塞や水路の崩壊・埋没等による農地，農作物及び農業用施設や公共用施設の災害を未然に防止すると共に，安定した農業経営，維持管理費節減を図るためにも，早急な整備が必要となっている。

図１ 位置図

２ 工事概要（水路トンネル）

（1）平成 29 年度ため池等整備事業（土砂崩壊）栃ノ木地区 1 工区

○工事内容：水路トンネル（掘削・支保工）L=120.4m

○請　負　額：78,903 千円

○工　　期：H30.7.20 ～ H31.3.18

（2）平成 30 年度ため池等整備事業（土砂崩壊）栃ノ木地区 1 工区

○工事内容：水路トンネル（掘削・支保工）L=19.6m

水路トンネル（覆工）L=140.0m

※タイプＢ２（L=112.8m）、タイプＣ（L=19.2m）、タイプＤ２（L=8.0m）

開水路 L=10.3m

○請　負　額：63,714 千円

○工　　期：R1.9.24 ～ R2.3.19

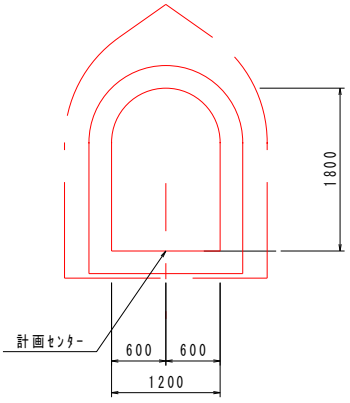


図２ 標準断面図

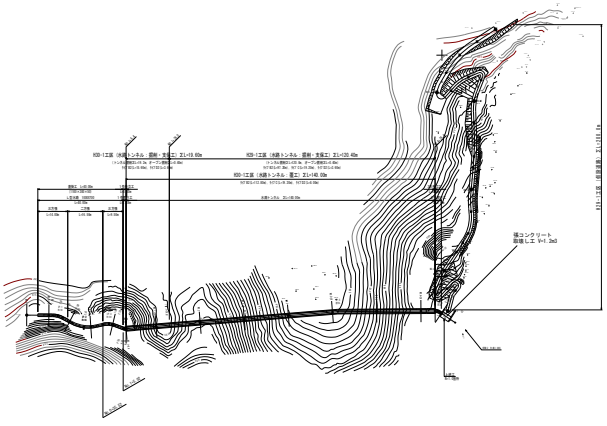


図３ 平面図

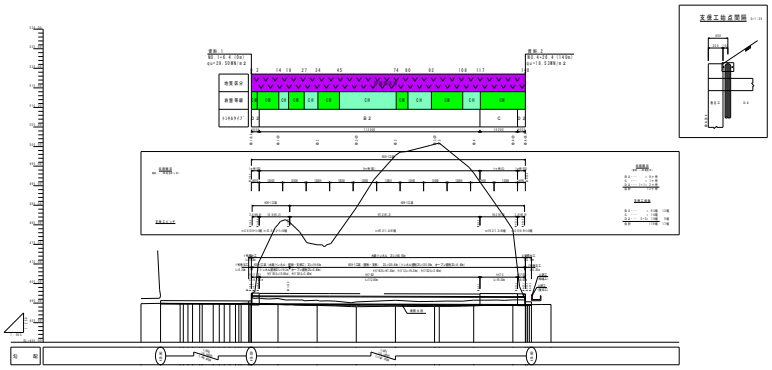


図 4　縦断図

3　施工内容

既設の隧道は素掘りで高さ 1,000mm、幅 800mm の通水を確保できる最小断面であるため，人が腰を曲げて維持管理を行う必要がある。このため，設計では人が立ったまま維持管理できることを考慮し，高さ 1,800mm、幅 1,200mm の断面を形成することとしている。

施工の手順としてまず，切羽に湧水等ないか確認を行いレッグハンマーで削孔を行い（写真 1），火薬による発破後，小型重機（BH0.05m³）でズリを積み込み，不整地運搬車（1.0t 積）で坑外に搬出する。その後，掘削断面に支保工（H 鋼）を 1 基設置し，矢板を打ち込み地山の崩落を防ぎ，安全確認後，この作業を繰り返す。

工事区間全体の支保工が完成した後，終点側（奥側）から起点側に向けて 1 スパン（12m）の組立セントルを設置する。（写真 2）なお，この際，コンクリートの継ぎ目に止水板及び目地材の設置を行う。

写真 1　削孔後の状況

写真 2　セントルの組立

写真 3　着手前(左)、完成(右)

4 施工上の工夫

(1)　当現場は生コンプラントから遠方であり，かつ大型車の入れない現場であったため，小型車運搬としたが，プラント所有の小型車の台数では 2 時間以内に規定量の打設を行うことに限度があった。そのため，現場近くに大型車からの積替え場を設け，小型車の生コンの運搬を効率良く行うことで，施工スピードを上げることができた。(写真 4)

写真 4　生コンの積替え

(2)　覆工コンクリート脱枠後の乾燥防止対策として，トンネル坑口をシートで塞ぎコンクリートに散水を行った。その結果，坑内の湿度を上昇させるとともに空気の流れを抑制し気温を一定に保つことができた。(写真 5)

写真 5　コンクリートへの散水

(3)　当現場は生コンを不整地運搬車で小運搬後，定置式のコンクリートポンプにて 150m の圧送を行うという厳しい条件であったため，材料分離が懸念されたが，生コンの配合変更を行い高性能ＡＥ減水剤（マスターグレニウム SP8SV 標準形Ⅰ種）を使用したことで，圧送中の材料分離もなく，生コン打設を円滑に行えた。(写真 6)

写真 6　生コンの打設

(4)　コンクリート覆工において，アーチ部の覆工型枠に 3 分割タイプ（特注品）を使用する事により，型枠の設置手間の省力化とコンクリート表面の出来映え向上を図った。(写真 7)

写真 7　通常の型枠使用後(左)、3 分割型枠使用後(右)

5 おわりに

本現場は，仮設道路が最大で 36%の勾配ときつく，また幅員が狭いため，坑口近くまで生コン車が入れない現場であった。そのため，190m 手前の場所から不整地運搬車による生コンの運搬及び小型バックホウでの積替えをし，定置式のコンクリートポンプに移し替える必要があり，これらの作業に労力を要した。また，トンネル内の作業スペースは非常に狭いため，通常のサイズの機械が入らず，小型機械を使用したため，作業効率の悪い施工となった。

初めて，当地区の現場を見たとき，非常に厳しい現場であるため，工期内に完成できるか不安であったが，現場代理人の迅速かつ丁寧な対応や施工方法の検討を幾度も重ねることで，無事に工期内に完成させることができた。完成検査後には現場代理人が涙ぐむ場面もあったが，工事完成までの苦労が報われた瞬間でもあり，私自身も感慨深いものがあったため目頭が熱くなったのを覚えている。

令和 2 年度に裏込め注入を行い，トンネル工事完成によって，維持管理労力の軽減に大きな期待ができる。

今後も，地元土地改良区と協議及び調整を適宜行い栃ノ木地区の早期完成に向けて事業を進めていきたい。

写真 8　完成後トンネル坑口

農業用ダムにおける土砂流入防止施設の建設

農林水産省　九州農政局　宮崎中部農業水利事業所
○（正）天神昭裕、（非）菊地祐二、（非）吹上秋二

１．はじめに

今回、農林水産省国営事業にて実施した土砂流入防止施設の建設事例について紹介する。

２．国営施設機能保全事業（大淀川右岸地区）の概要

大淀川右岸地区は大淀川水系大淀川の右岸に位置し、宮崎市に広がる受益面積 1,938ha の農業地帯である。

本地区の農業水利施設は、水源の天神ダム及び配水施設（トンネル、パイプライン、ファームポンド）で構成されており、国営大淀川右岸土地改良事業(昭和 56 年度～平成 19 年度)により造成されているが、経年等に伴い、電気設備等の劣化・ゲート設備の摩耗・貯水池内の堆砂・弁類の作動不良等が進行し性能低下が生じている。今後更なる性能低下が進行すると施設の維持管理に多大な費用労力を要するとともに、農業用水の安定供給に支障を来すこととなる。

このため、国営施設機能保全事業において農業水利施設の機能を保全するための整備を行うことにより、施設の長寿命化、施設の維持管理の軽減及び農業用水の安定供給を図り、農業生産性の維持及び農業経営安定に資するものとしている。

【受益面積】　1,938ha
【主要工事計画】天神ダム　1 式（改修）　用水路　L=38.1 ㎞（附帯施設改修）
水管理施設　1 式（改修）　小水力発電　1 箇所（新設）
【事業実施年度】平成 26 年度～令和 5 年度

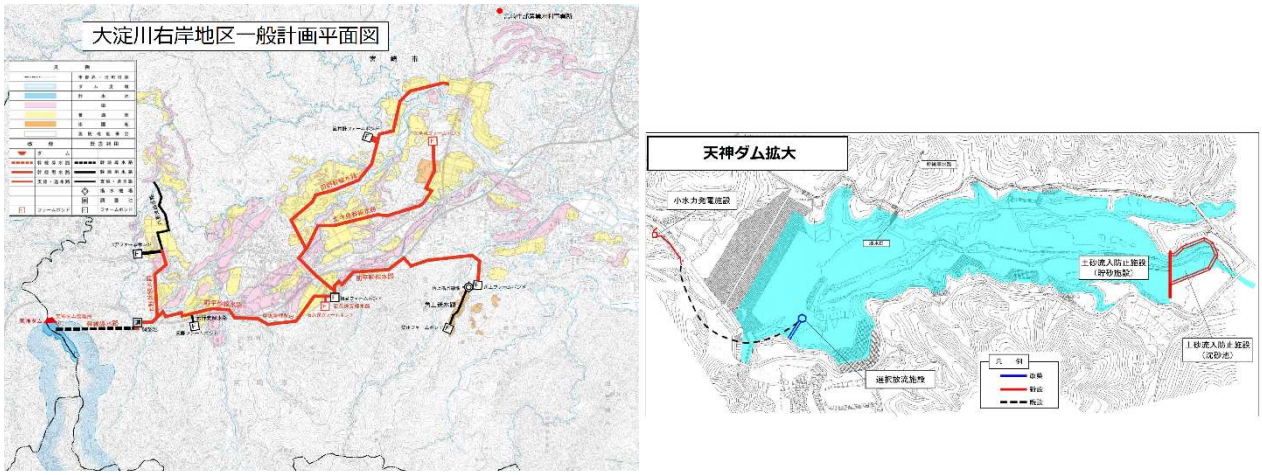


図 １　大淀川右岸地区一般計画平面図及び天神ダム拡大図

３．土砂流入防止施設の目的

天神ダムは前歴事業である大淀川右岸農業水利事業により造成されたロックフィルダムであり、平成 11 年より試験湛水開始、その後供用開始され現在に至っている。

しかし、平成 17 年 8 月の台風 14 号による豪雨に伴いダム上流側にて大規模な斜面崩壊が発生し、大量の土砂がダム貯水池内へ流入した。また斜面崩壊後には流域の状況が変化

し、斜面崩壊前に比べ堆砂量が増加している。このことにより計画堆砂量 500 千 m3 に対し累積堆砂量が逼迫している状況である。

なお、斜面崩壊後には治山事業が進められており平成 20 年以降の堆砂量は比較的安定してきているが、年平均で約 10 千 m3 でダム建設時に計画している堆砂ペース（5 千 m3/年）からは以前多い状況である。

本ダムは供用後約 20 年経過しており、計画上の耐用年数は残り 80 年程度となっているが、現堆砂ペースの場合今後数年で計画堆砂量に達し、ダムの供用に支障を来すことが懸念される（貯水容量不足や堆砂面上昇による取水操作への影響等）。

計画堆砂量に達する前に流入土砂量を抑制し、貯水機能の延命化を図る必要があることから、流入する土砂をダム湖上流側にて事前に捕捉・撤去するため、事業計画に基づき土砂流入防止施設（沈砂池）を建設するものである。

《補足事項》 本件における対策としては貯水池内堆砂を直接除去する方法も考えられるが、本ダムは通年がんがい取水を実施しており人為的なダム水位低下が困難である。よって、ダム湖内堆砂を直接除去する場合は浚渫工法によらざるを得ないため、費用面から土砂流入防止施設を建設し対応することとしている。

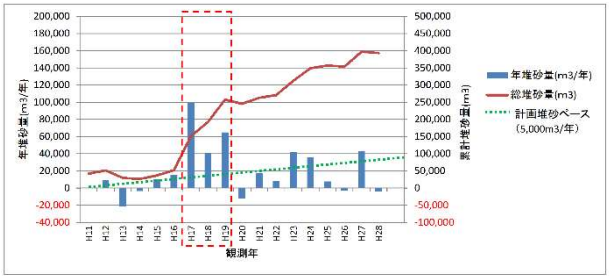


図 2　貯水池内堆砂状況

※平成 17 年の台風 14 号以降、上流斜面崩壊の影響により堆砂量が急激に増加しており、その後も計画堆砂ペースに対し以前多い状況。(200m ピッチ深浅測量のため測定結果がマイナスの年あり)

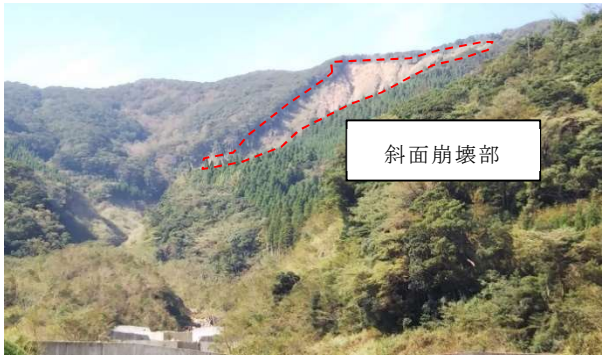


図3 ダム湖上流側流域の状況（H30.10 撮影）

※平成 17 年の台風 14 号にて大規模な斜面崩壊が発生し、現在でも地山が露頭している。

4. 施設計画

土砂流入防止施設は、貯水池上流端部（他工事仮設ヤードとして整備した平地）へ造成する計画とする。

【構造物の配置】 貯水池内へ流下する河川水の土砂を沈降させ、かつ河川水を安全に貯水地側へ流下可能なこと、及び堆積した土砂を適切に維持管理出来る機能が求められる。これにより必要とされる構造物は次のとおりである。

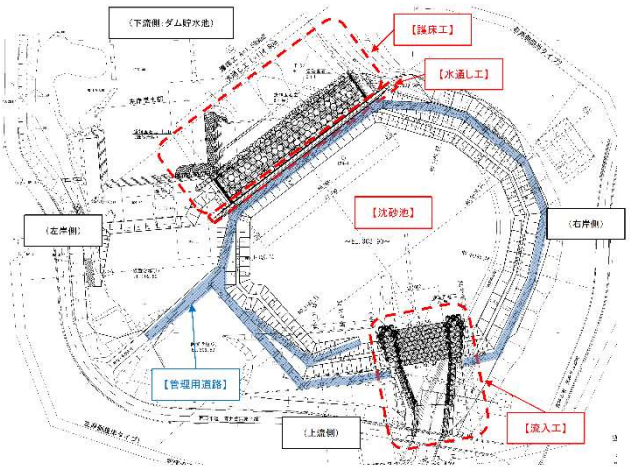


図4 土砂流入施設概要図

表1　土砂流入施設の概要

構造物名	機能等
沈砂池本体	上流から流入した河川水を流速低下させ、土砂を沈降捕捉させる。
流入工	上流から流入した河川水を沈砂池内へ導水するために設ける。
水通し工	沈砂池内を通過する河川水を貯水池内へ安全に流下させるために設ける。
護床工	
管理用道路	堆砂除去作業等、維持管理の際に車両が通行するために設ける。

【施設規模の決定】

本施設の沈砂池に係る諸元は以下のとおり決定した。沈砂池の配置位置は現況地形を考慮し決定した。

表2　沈砂池の諸元

基本諸元	設計値等	根拠等
年平均流入土砂量	10,421(㎥/年)	湛水開始（平成11年）から平成28年までの堆砂実績年平均値。（斜面崩壊直後の異常値（平成17～平成19年）を除く）
対象捕捉粒径	0.10(mm)	適用設計基準類における、自然沈降により捕捉可能な下限値を採用。
抑制堆砂量比	0.77	本施設で対象補足粒径を捕捉した場合の貯水池内土砂流入量抑制比率。（土質試験データに基づき算出）
抑制堆砂量	8,024(㎥/年)	本施設完成後にで貯水池側への土砂流入を抑制できる年当たりの土砂量 （年平均流入土砂量×抑制堆砂量比で算出）
年間最大土砂流入量	40,363(㎥/年)	過去の堆砂実績のうち、異常値（H17～H19）を除いて最大規模となった年（H23年、H24年、H27年）の平均値。
必要施設容量	31,100(㎥)	年間最大土砂流入量に、本施設での抑制堆砂量比を乗じた値。
沈砂池対象流量	20.3(㎥/s)	本施設造成地点における、年平均流入土砂量と同等程度の流入年(H15年：10,408m3/年）の日平均値最大量

【構造物計画】

各構造物の主要諸元は求められる機能に対して経済性を十分考慮し、以下のとおり決定した。

・沈砂池本体は現地盤を切盛し造成する計画とした。(盛土材は流用)
・沈砂池本体は現地盤を切盛し造成する計画とした。(盛土材は流用)
・沈砂池上流側の河川標高は固定されること、及び土粒子の沈降速度・沈降延長を確保する観点から、沈砂池形状は施工箇所内において維持管理時に発生する堆砂土砂の一時仮置ヤード(左岸側)を確保した上で、可能な限り平面的に広くなるよう計画した。
・水通し工延長は施設全体の標高に直結することから、計画洪水流量流下時に上流河川への堰上げ現象が発生しないよう考慮し、併せて施設配置上可能な限り長く計画した。
・流入工、護床工は河川構造物で近年多く実績があり経済的な「袋詰玉石工」にて計画し、水通し工も同理由により「鋼製組立枠工」で計画した。必要な中詰材（石礫）は掘削時にふるい分けし材料確保することで経済性を考慮した。

図5　流入工(袋詰玉石工)

図6　水通し工(鋼製組立枠工)

5. 施設の建設

本施設は河川水を流下させながら工事を行う必要があった。よって、各施工時期毎の流下能力を確保した水路を現場内に配置し河川水を迂回させながら作業を実施した。
また、掘削進捗に伴い貯水池水位の影響を受けたことから、排水ポンプ及びウェルポイント工の排水処理を行いながら工事を実施した。

着手前（H31.4 撮影）

工事中（H2.2 撮影）

完成後（H2.5 撮影）

図7　土砂流入施設施行状況

6. 施設の機能検証

本施設は全国的にも事例が少なく、求められる堆砂機能が実際に発揮出来るか、施設完成後に検証を行うこととしている。

【堆砂量の検証】 沈砂池内に測量標を計 22 基配置し、大雨時（時間雨量及び累計雨量が規定量を超えた場合）に堆砂厚を測定し、堆砂量及び分布状況について測定する。

【堆砂粒径の検証】 本施設は上述「4. 施設計画」のとおり、計画流量以下（20.3m3/s 以下）において 0.1mm 以上の土砂を沈降させることを目的としている。

そこで沈砂池下流端部である水通し工天端部に土粒子採取器を計3基設置し、堆砂量の検証と同様に大雨時に試料採取を行う。沈砂池外（貯水池内）へ流下する土粒子を採取することで、実際に対象粒径が沈降出来ているか検証することとしている。

【検証期間】 令和 3 年度の出水期（6 月～10 月）までを調査期間、令和 4 年度までを対策検討期間、これに伴う整備が必要となった場合は、事業完了工期である令和 5 年度までに実施する予定としている。

図8　沈砂池内堆砂測量標設置状況

図9　土粒子採取器設置状況

7. おわりに

昨今の異常気象の影響から山間部であるダム周辺ではこれまで経験したことが無い大雨となることも今後想定され、結果堆砂量の増加により他地区でも土砂流入防止施設を計画することも考えられる。

施設が求められた機能を発揮出来ているか引続き検証を行うとともに、検証結果及び施設管理の目線を踏まえた必要な整備を行い、本施設が良い事例となるよう、またよりよき施設として供用出来るよう今後も尽力したい。

分田地区における維持管理を考慮した管水路の施工管理について

熊本県県央広域本部農林部農地整備課　○(非)宮島　朋大
熊本県県央広域本部農林部農地整備課　　(正)藤原　竜生

1. はじめに

熊本県山鹿市の農業は、担い手高齢農業者の課題を抱え、農産物価格の低迷や米の生産調整など、厳しい農業情勢にあるものの温暖な気候に恵まれ、北東部の中山間地域や南西部の水田地帯において、水稲、麦、野菜、果樹、花弁、畜産等、地域の特性を活かした農業生産が展開されている。

今回紹介する地区は、山鹿市南部の1級河川菊池川と支流合志川の左岸に開けた洪積平野に位置し、標高21m～23mで地形勾配1／800程度の平坦な水田地帯である。

図1. 位置図

2. 地区概要

分田地区は、昭和48年に、建設省(現国土交通省)が合志川改修の補償工事として「中分田揚水機場」を整備し、管水路による用水供給が行われている。しかし、揚水機場及び管水路が整備され40年以上が経過し老朽化したことから、今回揚水機場の更新をはじめ管水路(パイプライン)を新設することとなった。

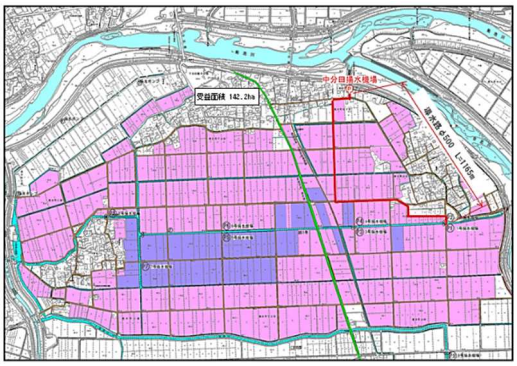


図2. 分田地区受益地

3. これまでの管水路の維持管理における課題

これまでの管水路工事の施工管理として、「基準高」や「中心線のズレ」が主な管理項目であることから、正確な埋設位置等が特定できず、事業完了後に管の更新や上下水道等の設計及び実施に際し、関係者から立会が求められる事態が生じていた。その一例として、道路改良工事により埋設されていた仕切弁の位置が分からなったことから、パイプライン支線の補修工事の際には本線仕切弁による止水を余儀なくされ、多くの受益者に対し、断水の影響を与えることとなった。

また、揚水機場及び管水路の更新整備において、本地区と同様に管水路工事を先行し、揚水機場整備後に水圧試験を行うという事例は少なくないことから、維持管理における課題と併せ、管水路の施工精度を向上させる施策も検討した。

4. 課題解決のための取り組み

本地区の管水路工事においては、将来、上下水道・ケーブル・道路改良等の他事業が計画されても正確かつ簡単に相手側へ情報提供ができるよう3次元による施工管理を実施した(写真1参照)。

具体的には、以下の手順にてφ500mmダクタイル鋳鉄管(1本当たりの長さ6.0m)を道路下約3mに埋設し、施工管理を行った。

①着工前測量において、現況支障物等を調査のうえ管埋設位置(測点)を設定した。これを基に施工

計画及び管理計画を作成し、掘削～管布設～埋戻～舗装の各工程において管理漏れを防止した。

②床掘り完了後の管理のみ、3次元管理と併せて管埋設予定位置を中心に掘削幅が確保されている全幅を定規等により管理した。

③管中心高以下の締固めについて、管側面以下は転圧機械で十分締固めることが困難であることから、「タコ」や「踵」での踏み込みを確実に実施するとともに、その形跡を写真にて管理するよう指示した（写真2参照）。それ以降の埋戻しの施工管理については、設定した点を順次測定し、高低差から施工層厚を算出し管理した。

④路盤～表層において、これまでの舗装工事の路盤厚確認では、締固め後に検測孔を掘り、定規等を当て施工圧を管理しているが、部分的に脆弱な箇所が存在することから、それを考慮して3次元管理を行うことで成形した路盤等を乱すことなく管理を実施した。なお、密度試験箇所のみ掘削した。

なお、財産譲与先の土地改良区には、施工管理座標データを含め、管埋設位置を明確にした資料を提供することとしている。

次に、施工精度の向上について、管口径φ500mm（小口径）であるため、内面部のゴム輪の捲れ等が目視による確認ができないことから、今回、次のように工夫し、安全かつ確実に実施した。接合前の管内面に番号を記入し、接合後、スタッフ（箱尺）に装着したデジタルカメラでセルフタイマー機能を利用して接合箇所の内部を撮影し、全ての接合箇所を管理した（写真3参照）。

写真1．管埋設位置の管理

写真2．管側面以下の締固め状況写真

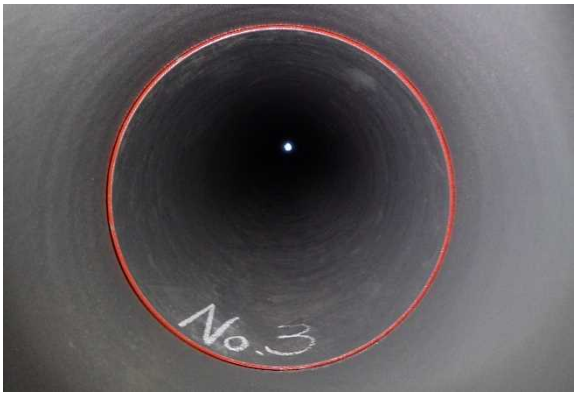


写真3．φ500 管内の接合箇所確認写真

5. 終わりに

今回、位置を特定できる2次元による管理と併せて、高さ（標高）を加えた3次元による管理を試みた。管水路の高さまで明確になることから、後年度に想定される維持管理や上下水道・道路改良等の他工事にも容易に対応できるものと確信している。また、管内面の接合箇所を写真により確認でき、より精度の高い施工を実現することができた。

働き方改革の推進は、建設業界においても例外ではなく、数年後には完全週休2日制が実施される。その一環として、提出書類や施工管理等についても可能な限り簡素化を図る必要がある。工事品質の確保と管理の簡素化を図りながら施設管理者の維持管理の労力節減に結びつけたい。

重力式ダム堤体削孔による小水力発電設備の水圧鉄管敷設

NTC コンサルタンツ株式会社　○（正）上野洋一、（正）渡邊亮

1. はじめに

鹿児島県鹿屋市に位置する高隈ダムは、かんがい利水用の重力式コンクリートダムである（写真-1 参照）。ダムの河川維持放流を活用する小水力発電所を設置するにあたり、堤体に水圧鉄管を配管するための削孔工事を計画した。2020 年 10 月 20 日より本工事が着工するため、ここに削孔工事計画の概要を紹介する。

2. 高隈ダムの概要

高隈ダムは、肝属川水系串良川にある重力式コンクリートダムである。昭和 37 年（1962 年）に着工、昭和 42 年に竣工し、高隈ダムを水源とする国営笠野原農業水利事業は、全国における国営畑地かんがい事業第 1 号として実施された。

堤体は堤高 47.0m、堤頂 136.0m、堤頂幅 4.5m、天端標高 EL.160.0m、堤体積は 67,000m^3 である。貯水池は満水面積 1.04km^2、有効貯水量 11,630 千 m^3、受益面積は 2,452ha である。

河川維持放流は堤体を貫通する河川維持放流設備により行う構造となっている（図-1 参照）。

高隈ダムをはじめとした農業水利施設は笠野原土地改良区により管理、運営されている。

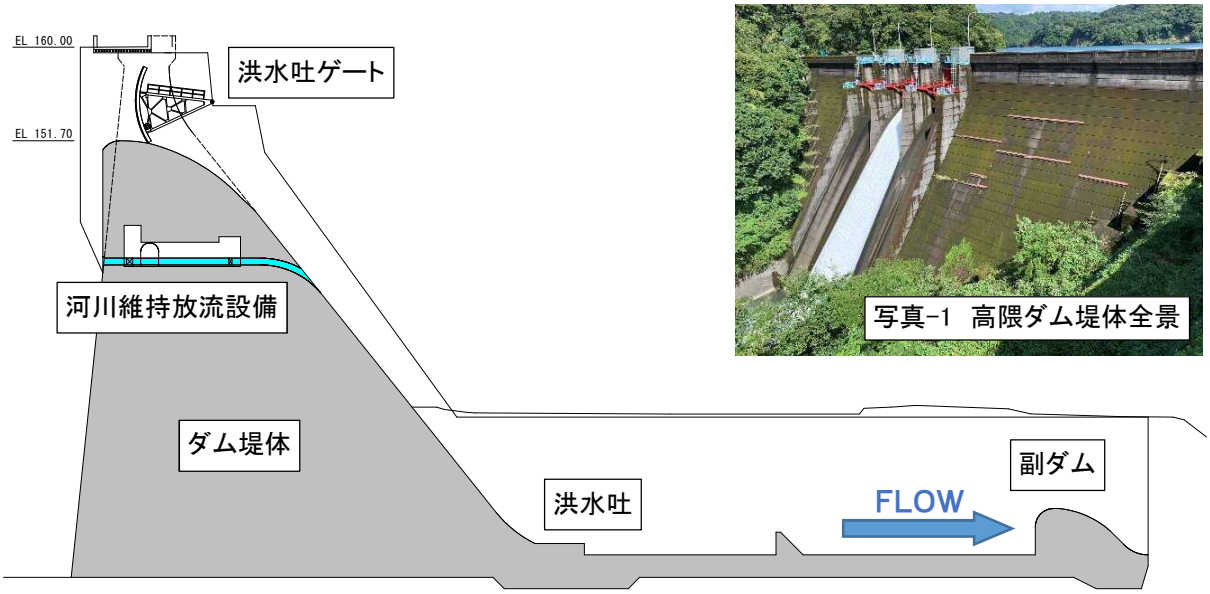


図-1　高隈ダム堤体断面図

3. 小水力発電設備の概要

高隈ダムに新設する小水力発電施設は、堤体内の河川維持放流設備から分岐し、ダム下流約 250m 地点に発電所を設置、発電後に串良川に放流するものである（図-2 参照）。河川維持放流と無効放流量を活用し、年間可能発電電力量 1,630MWh の発電能力が見込まれている。一般家庭一世帯当たりの年間電気消費量がおよそ 4,400kWh と言われているので、高隈ダム発電所により 370 世帯分の電力を賄うことができる計算となる。

発電方式はダム式-流れ込み式、最大使用水量 0.855m^3/s（常時 0.670m^3/s）、最大総落差 37.27m（常時 35.43m）、ダム堤体に設けられた河川維持放流管により取水し、そこから分岐し圧力鉄管により、約

250m 下流の発電施設に送水される。有効落差は最大 31.45m（常時 31.95m）、発電出力は最大 199kW（常時 160kW）である。

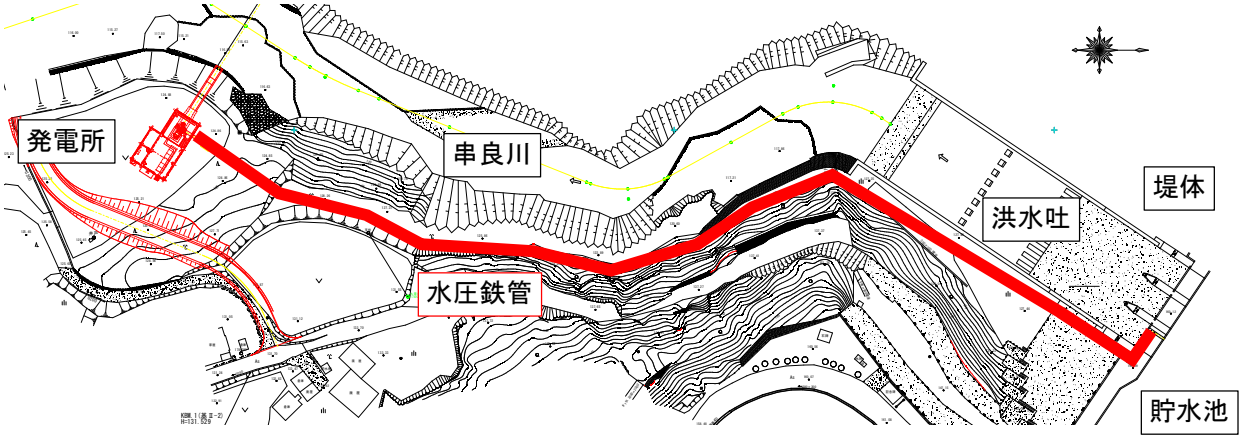


図-2　高隈ダム発電施設　全体計画平面図

河川維持放流設備は堤体内にあることから、河川維持放流を水力発電に使用するためには、堤体に新たに発電用取水口を設けるなど、大掛かりな改造工事が必要である。

そこで、農業用ダムとしての機能を維持しつつ、堤体の構造への影響と工事費を最小限とするため水圧鉄管の敷設ルートの検討を行った。

4. 水圧鉄管ルート

水圧鉄管の敷設ルートは以下の 3 ケースを検討した（図-3 参照）。

A 案　ダム堤体に新たに水圧鉄管を敷設するルートで、堤体を貫通する削孔工事が必要となる。

B 案　堤体左岸の上流側から堤体を迂回して水圧鉄管を敷設するルートで、取水口に吸水槽の新設が必要となる。

C 案　堤体内の河川維持放流管から分岐し、堤体外まで水圧鉄管を敷設するルートで、堤体内の削孔工事が必要となる。

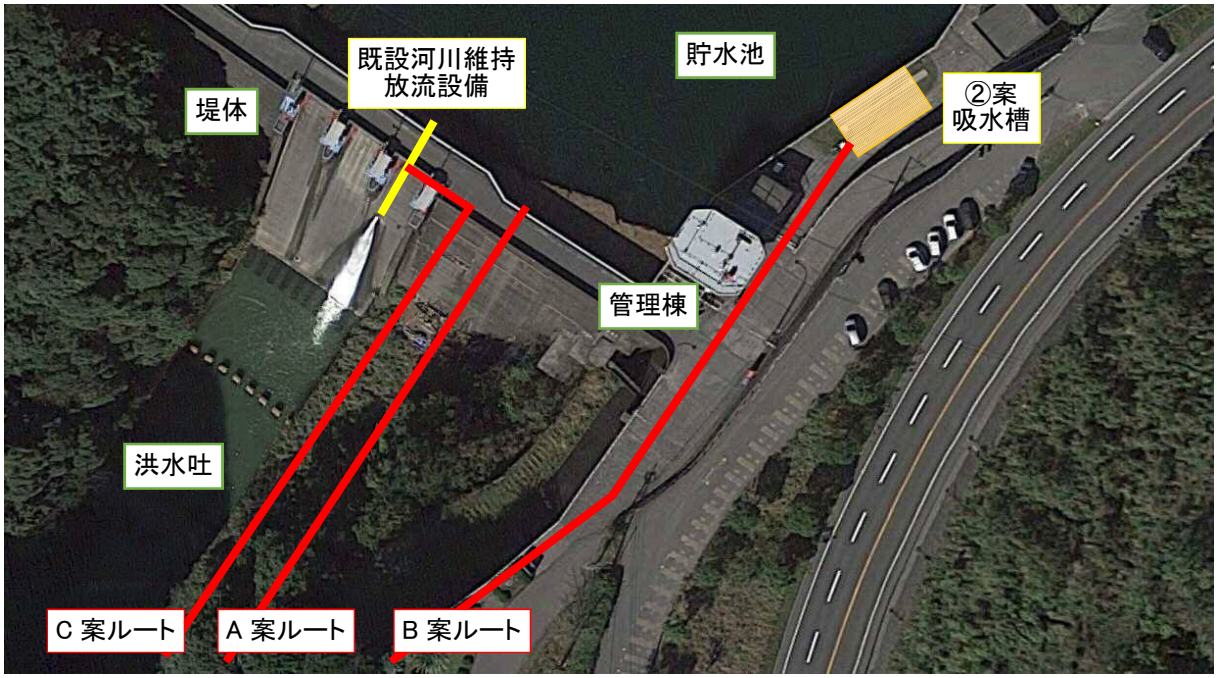


図-3　水圧鉄管敷設ルート案図

高限ダムのような農業用ダムでは、水利用の制約から、工事のための一時的な水位低下が困難な場合が多い。このため、A 案は施工にあたって、鋼製の仮締切を設置する必要がある。鋼製の仮締切工法は鹿児島県の鶴田ダムの再開発工事などで採用された実績もあるが、仮設に 2 億円以上の費用を要することから不採用とした。

B 案は水槽から発電所までの水圧鉄管敷設にあたり、地山のリムグラウト部を掘削するので、遮水性を損なう可能性があるとして不採用とした。

そこで、堤体などへの影響が最も少なく、経済性において最も有利な C 案を採用した。なお水圧鉄管の口径は、水頭損失や経済性を考慮して、既設放水管と同じφ600mm を採用した。

C 案では既設の河川維持放流管のある監査廊からダム堤体下流側への貫通孔が必要なため、その削孔方法について検討を行った。

5. 水圧鉄管敷設の施工方法

口径 600mm の水圧鉄管を安全に敷設するためには直径 1,600mm 以上の開口が必要である。また、削孔は既設の監査歩廊から行うため、大型重機の進入は不可能であり、人力にて搬入が可能な施工機械による削孔が求められた。

(1)削孔方法

コンクリートダムの堤体に削孔を行う工法としては、ロードヘッダ等で知られる自由断面掘削機を用いる事例が多いが、本ダムでは掘削断面が小さく、大型重機の進入が不可能なため不採用とした。

そこでダイヤモンドコアドリルによるラインカット工法を採用した。ラインカット工法は、コンクリート構造物の供試体採取等に用いられるコアドリルによる削孔を線状に連続して施工し、コンクリート構造物を切断する工法である(写真-2 参照)。ロードヘッダ等のように大きな振動が発生せず、施工機械は人力で運搬できる点に特徴があり、兵庫県諭鶴羽ダムのゲートレス化工事などで実績がある。

写真-2 ラインカット工法施工事例

(2)コンクリート塊の破砕方法

ラインカット工法により切り出したコンクリート塊は、人力により搬出するため、直径 30cm 程度に小割にする必要がある。

施工にあたっては大型重機を用いず、ダム堤体への影響を考慮して、大きな衝撃・振動が発生しないことが求められた。また、本ダムでは非出水期(11 月～4 月)において工事を行うことが条件とされ、確実で迅速な破砕が可能となる工法が求められた。

写真-3 放電破砕工法施工事例

本ダムでは、火薬を使う発破や静的破砕剤との比較検討により、施工スピードに優れ、堤体に与える影響の少ない放電破砕工法を採用した。放電破砕工法は静的破砕剤のように、化学反応により膨張するカートリッジを挿入し、岩塊やコンクリート塊を破砕する工法である(写真-3 参照)。カートリッジ内電極の放電によって薬剤が瞬間的に膨張するため、迅速かつ確実に破砕が可能であり、火薬を使用しないため安全に施工が可能である。放電破砕工法は新工法であるが、コンクリート構造物の取壊しや巨岩の破砕などにおいて多くの実績がある。

(3)削孔区間の水圧鉄管敷設方法

ラインカット工法によりできた断面は非常に滑らかな状態であるので、埋戻しコンクリートとの付着性を向上させるために表面をはつり、荒くする。そのうえで床版コンクリートを打設後、水圧鉄管を敷設し、セメントミルクで埋め戻す計画とした(図-4 参照)。

埋戻しの方法はダム造成時の仮排水路トンネルを閉塞するプラグコンクリートの打設方法に倣った。

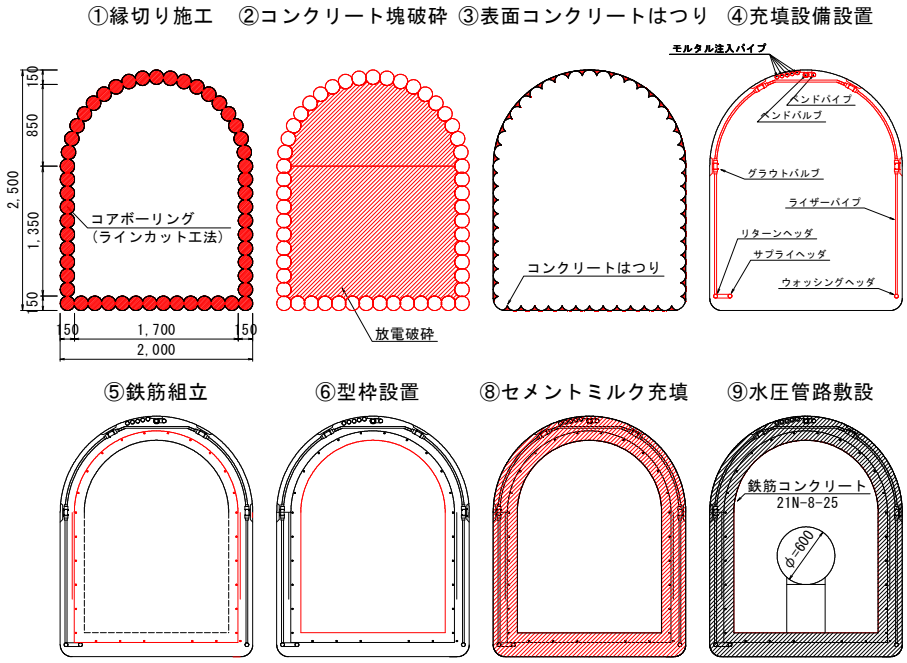


図-4 削孔・破砕・埋戻し計画標準断面図

6. 削孔工事中の安全性の確認

本工事ではダム堤体に孔を開けるため、ダム堤体の断面が減少することになる。そのため、設計段階において静的構造計算(図-5 参照)を実施し、削孔後も堤体が十分な安定性を確保できることを確認した。

また、既設のコンクリートダム堤体を供用しながらの改造工事であるため、安全性に配慮し、施工中は振動値の計測や削孔部のひずみを計測する計画とした。

ひずみ計は最も変形が大きい下流側開口部付近に設置した(図-5 参照)。計測値はクラウドサービスを利用し、施工業者だけでなく、施設管理者等も遠隔監視が可能なようにした。

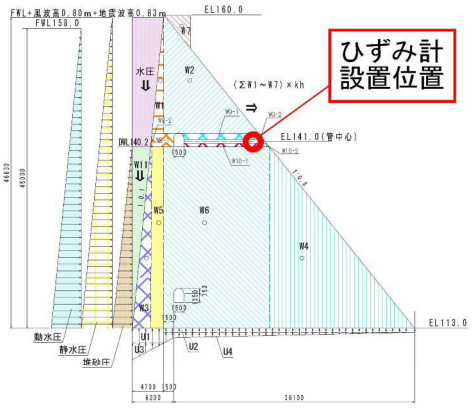


図-5 静的構造計算モデル図

7. おわりに

平成 30 年度の実施設計以降、鹿児島県河川課、経済産業省および九州電力等との協議を経て、ようやく高隈ダム発電所の新設工事が始動した。令和 2 年度は、前述の堤体削孔工事を実施し、圧力鉄管を敷設する計画である。令和 5 年度に施工を完了し、発電を開始する予定である。

高隈ダム発電所は、FIT 制度(固定価格買取制度)により年間 6 千万円程度の売電収入が得られ、土地改良施設の維持管理費に充てられる。

本設計にあたっては、笠野原土地改良区をはじめ、多くの機関のご協力、ご助言により遂行することができました。この場を借りて感謝の意を申し上げます。

サンドコンパクションパイル（SCP）工法選定にあたっての現場条件
－SCP工法施工における施工幅の確保－

九州農政局西国東海岸保全事業所　○（正）西尾徹

（1）概要

直轄海岸保全施設整備事業「西国東地区」（以下「本地区」という。）で整備する海岸保全施設は、昭和 21～44 年に国営西国東干拓事業で築造されたもので、高潮・波浪等による被害から背後地の農地及び住民の生命・財産を防護している。

一方、海岸保全施設は築造後 50 年以上が経過しており、また堤防は軟弱な地層を含む基礎地盤上にあるという立地条件等も相まって、施設の老朽化や堤防高の不足が進行しており、十分な防災機能を果たせない状況となっている。

また、堤体下の基礎地盤に存在する洪積砂層（N値が 10 未満）において FL 判定を行った結果、広範囲で液状化することが判明していることから、液状化対策を行う必要がある。対策工法については、「改良効果」「施工条件」「施工性」「経済性」等を総合的に検討した結果、サンドコンパクションパイル工法（以下「SCP工法」という。）を選定し、対策を行うことにした。

SCP工法は、施工幅の制限を受けない堤防や港、空港等の大規模工事で使用されている。

本地区の堤防敷地は、九州農政局管内の他の海岸保全事業地区と比べ狭いことから、SCP工法を採用するにあたっては、既存の海岸保全区域内で施工上必要な幅（以下「必要施工幅」という。）を確保するための検討を行った。

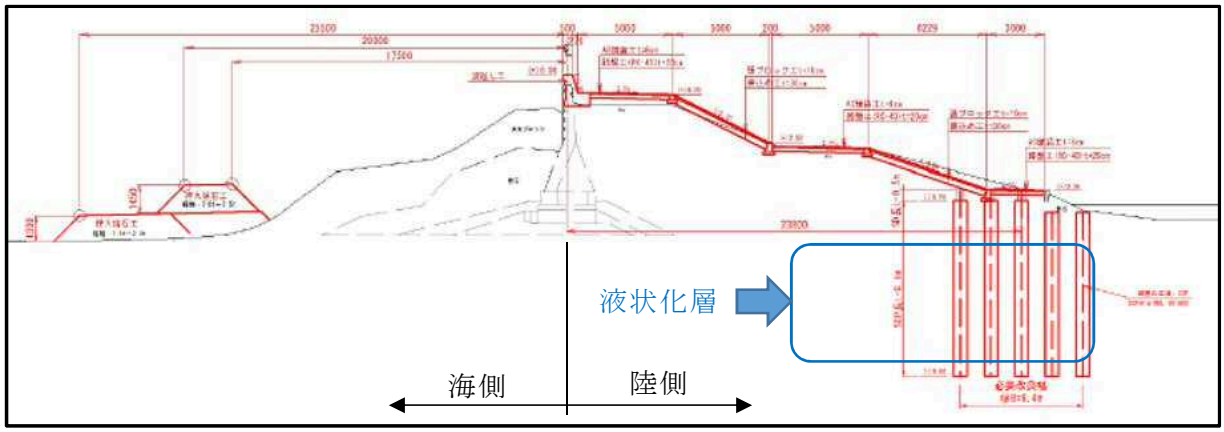


図１　堤防標準断面図

（2）必要施工幅の検討

SCP工法には動的工法と静的工法の2工法があり、また静的工法には、開発会社ごとに杭体の造成方法に違いがあり、一般的な施工方法がないことから、本稿では「SAVEコンポーザー工法」について整理を行った。

SCP工法の施工の流れを次頁に示すが、「施工機本体」と「タイヤショベル」の組み合わせにより施工が行われる。

図2に示すとおり、施工機本体の車両幅（約 5.5m）に、アウトリガー養生用の敷鉄板敷設幅（約 3．5m）と施工機本体の左側にある材料投入バケットにタイヤショベルにて杭体材の投入を行うための施工スペース（約 6.7m）が必要であることから、必要施工幅は約 16mとなる。

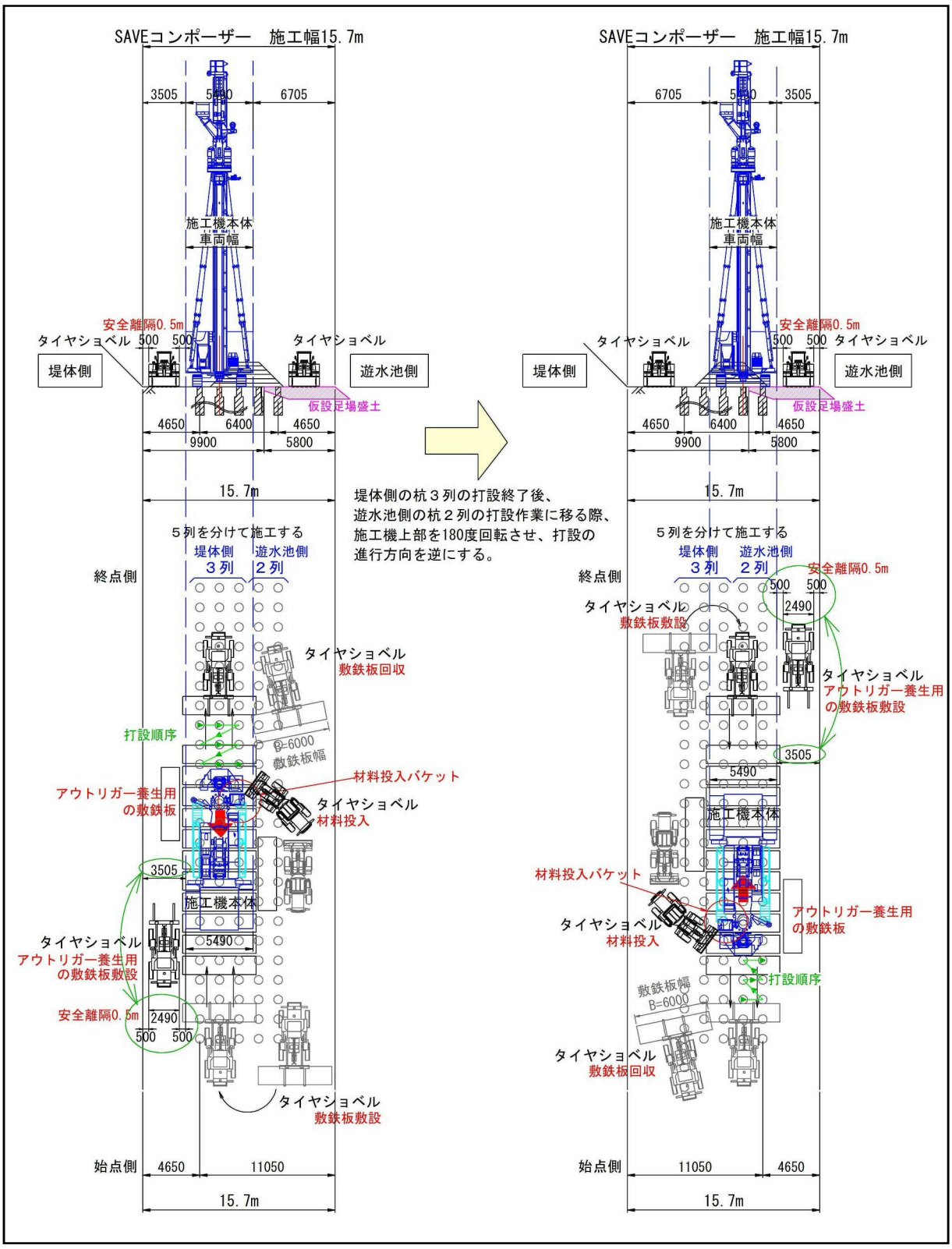


図2　施工機械の配置イメージ図

本地区では、既設堤防の下段法面の一部を掘削し、遊水池内に仮設盛土を行うことで、前述の必要施工幅を確保する計画とした。

なお、SCP工法の実施工にあたっては、砂質土である堤防法面を掘削し、一定期間（1ブロック（100m程度）の施工期間 50 日程度）不安定な状態とすることから、施工中の雨水等に対する養生や施工中の法面の変状等の観測を確実に行い、工事の安全性を確保することとしている。

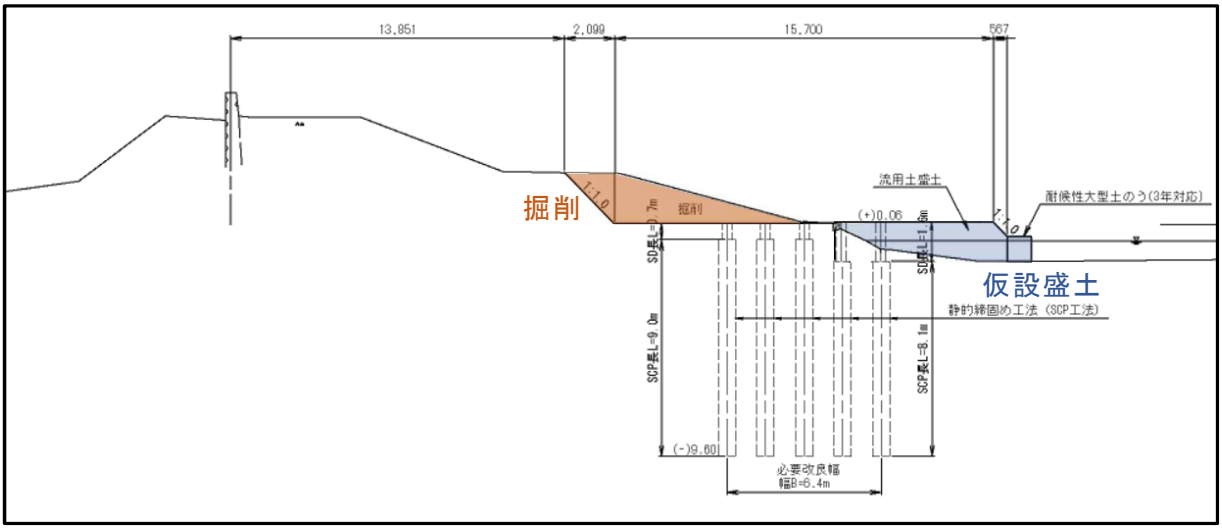
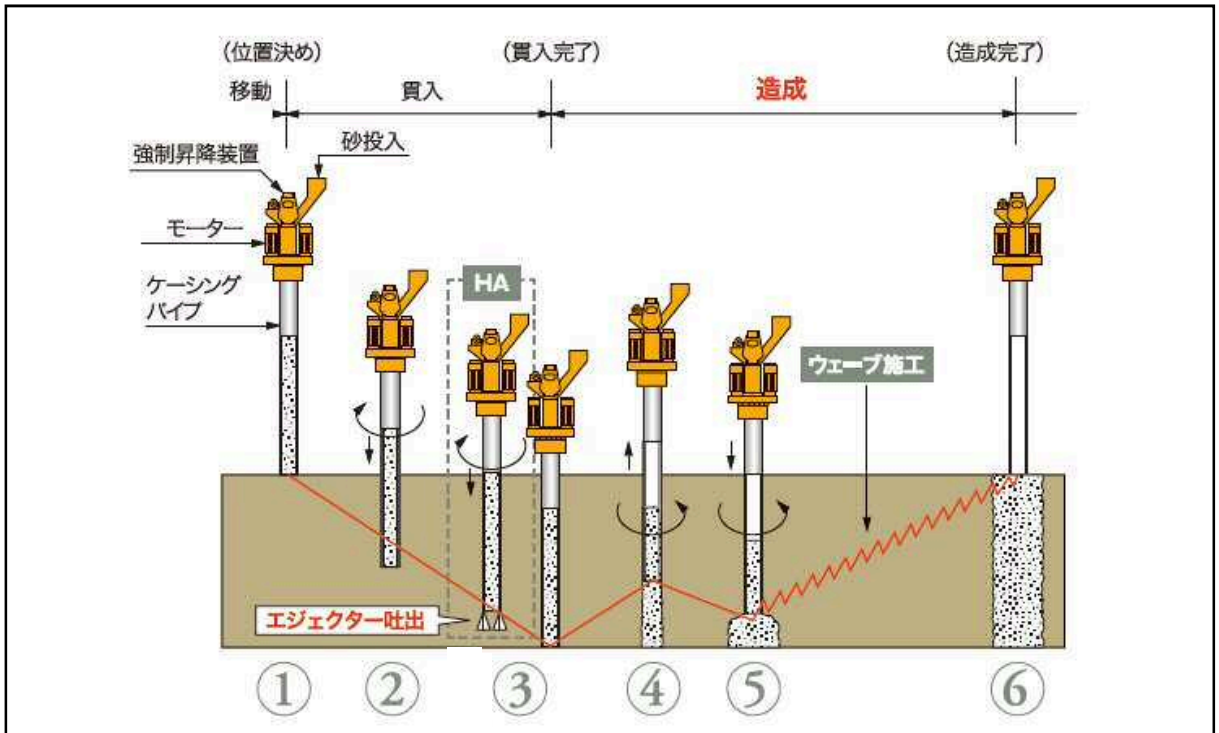


図3　仮設断面図



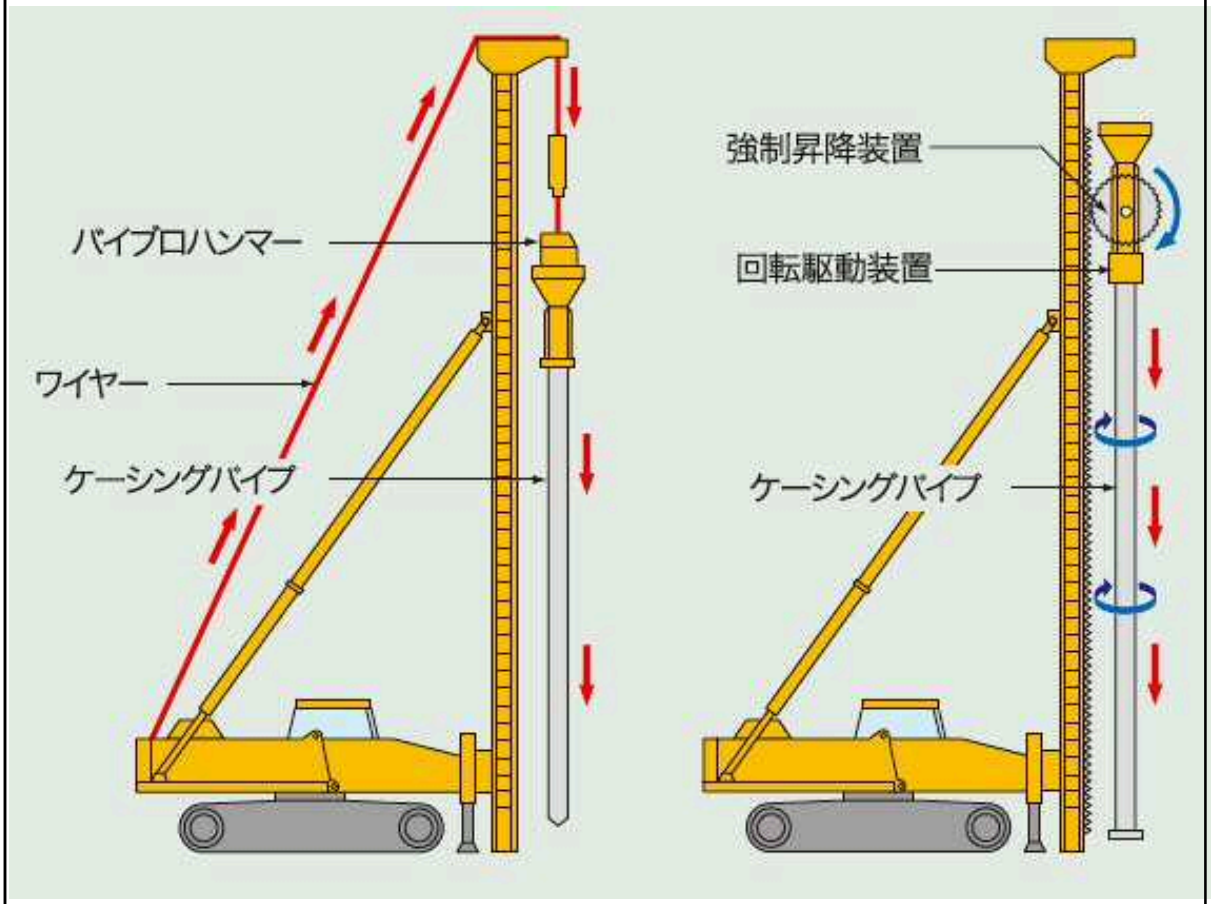
① ケーシングパイプを所定の位置に捉え、一定量の砂を投入する。
② ケーシングパイプを回転させながら地中に貫入する。
③ 所定深度まで貫入する。
④ ケーシングパイプを規定の高さに引き上げながら、ケーシングパイプ内の砂を排出する。
⑤ ケーシングパイプを打戻し、排出した砂と周囲の地盤を締め固める。
⑥ ④⑤を細かく繰り返して拡径するウェーブ施工により、SAVE コンポーザーを造成する。

参考図1 「SAVEコンポーザー」の施工サイクル

SCP工法は、砂地盤では、地盤中に締め固めた砂杭を強制的に造成することによる、砂杭の圧入効果により、地盤全体の相対密度を高め、せん断強度を増加させる。粘性土地盤では粘性土と砂杭の複合地盤を形成し地盤を強化する工法である。

SCP工法

【動的工法】　　【静的工法】



【動的工法】

バイブロハンマーを用いてケーシングパイプの引き抜き・打ち戻し工程を繰り返すことにより、地盤中に締め固めた砂杭を強制的に造成する。

【静的工法】(「SAVEコンポーザー」の場合)

ケーシングパイプの貫入システムに強制昇降装置と回転駆動装置を用いて、杭体造成時の施工サイクルにウェーブ施工(約 50 ㎝引き抜き、約 30 ㎝圧入)を行うことによって低振動・低騒音の静的締固めを行い、地盤中に締め固めた砂杭を強制的に造成する。

参考図2　SCP 工法の概要

波照間1号貯水池の機能保全対策

沖縄県八重山農林水産振興センター　（非）兼久剛一
沖縄NTC株式会社　○（正）川満真也、（正）仲間雄一、（非）岩本昌人

1．はじめに

我が国最南端（有人島）に位置する波照間島は、東西に長軸（約 6km）をもつ楕円形上を呈し、総面積 12km^2、最高標高約 60m の小離島である。基幹産業は農業で、サトウキビや牧草、モチキビ等が栽培されている。島の地質が透水性の高い琉球石灰岩のため、降った雨はすぐに地下に浸透し海に流失する特徴があったが、畑地帯集水によるかんがい施設整備、ほ場整備等が進められ、農業振興が図られている。しかし、近年、老朽化による用水施設の機能低下が顕著であり、波照間1号貯水池では底樋及び流入工周辺から漏水が発生しており、貯水池としての機能に支障を来している。本稿では波照間1号貯水池（以下、「1号貯水池」という。）の漏水箇所の調査結果と改修の基本方針について報告する。

2．1号貯水池の変状

1号貯水池は堀込み形式の総貯水量 23,700m^3 の集水池である。側壁は遮水シート(t=1.5mm)、底面はアスファルト遮水工(t=11cm)で、造成後 22 年が経過している。建設当初は側壁に遮水シートのみの構造であったが、暴風により遮水シートが破損したため、平成9年に破損部の補修と保護コンクリート(t=10cm)が施工された。

その後、平成23年度に貯水池西側の流入水路工付近において漏水が発生し、平成 24 年度に改修工事が行われた。しかし、現在、その同じ箇所が陥没し、そこから貯留水の漏水が発生している。

写真２ 西側流入工側の陥没

3．漏水調査による漏水・陥没の要因

漏水対策のため、漏水状況と陥没の要因の把握を目的として、斜壁コンクリートのはつり面の目視調査を実施した。

その結果は次のとおりである。

①流入水路と斜壁部の接合部では、水路天端に遮水シートが固定されていないことから、止水効果が確実ではなく、この接合部から貯留水が侵入し、漏水が発生したものと考えられる。

②改修区間である流入水路下部の埋戻し土は有機物を含有する褐色粘性土であり、この埋戻し部が洗堀されている状況が確認された。

③斜壁コンクリートはつり作業前の陥没量大地点は埋戻し土と島尻層群泥岩との境界部付近に相当する。このため、漏水による埋戻し土の洗堀が斜壁コンクリート陥没の主要因と推定され、

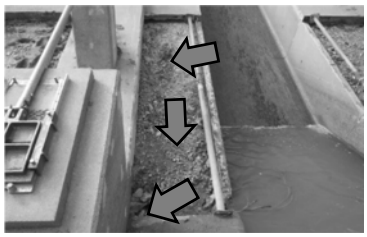


写真３ 水路南側の漏水箇所

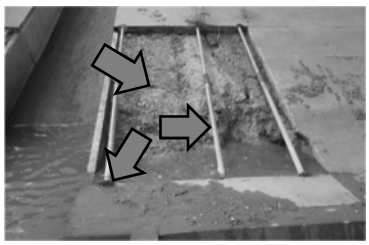


写真４ 水路北側の漏水箇所

特に島尻層群泥岩境界部が弱部である可能性が考えられた。

以上より、漏水は水路天端から流入し、斜壁コンクリート背面を洗掘後、下位の琉球石灰岩へ漏水したものと推察される。また、漏水は透水性が大きい琉球石灰岩中を直下浸透し、島尻層群上面を通り海へ流出していると推定される。

斜壁コンクリートの変状要因は、背面盛土の洗掘により空隙が発生し、支持力が異なるために変形したものと推定される。

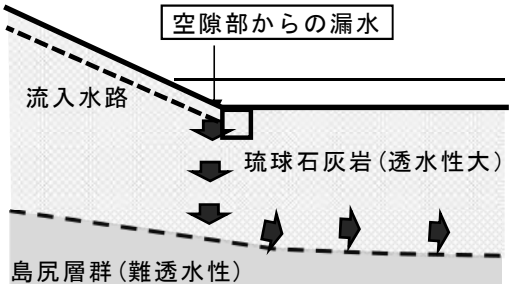


図１　漏水経路想定図

想定される漏水経路より、斜壁コンクリートの洗堀の要因は、「水路天端部の止水不良」と「水路周辺の植物含有褐色粘性土の耐侵食性不足」であると考えられた。特に、水路境界部と島尻層群泥岩盛土境界部では転圧不足等の施工性に問題点があることも考えられた。

4. 漏水・陥没の対策工法

流入水路工における漏水・陥没の対策工法として、「A案：遮水コンクリートの設置」と「B案：流入水路の張コンクリート上への移設」の2案について、経済性、安定性、景観・維持管理等を総合的に評価し、比較検討を行った。

A案は、現況流入水路の埋戻し土を撤去し、コンクリートへの置き換えるものである。埋戻しコンクリートに遮水シートを埋込んで既設シートに溶着させることにより、貯水池全体の遮水性を確保するものである。

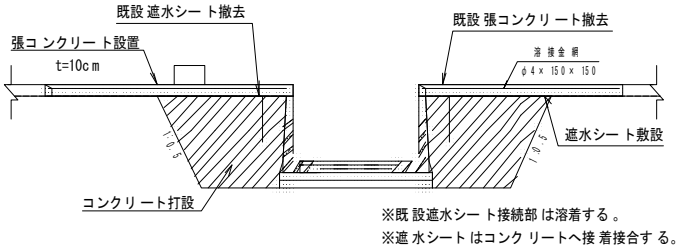


図２　A案（遮水コンクリート設置）

B案は、既設流入水路と埋戻し土を撤去、島尻層群泥岩に置換えたうえで、遮水シート及び保護コンクリートを施工し、貯水池全体の遮水性を確保する案である。流入水路は、保護コンクリート上に移設する。

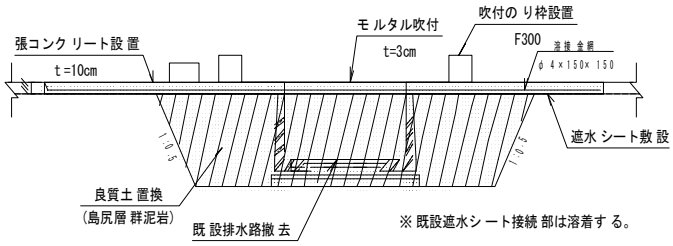


図３　B案（流入水路の移設）

比較検討の結果、水路周辺の止水性が確実であり、経済性で優位な「B案：流入水路の張コンクリート上への移設」を採用した。A案は、既設水路と置換コンクリートの継目からの貯水の浸入や置換コンクリートと遮水シート平面の周辺盛土間での不等沈下により遮水シートの破断が懸念された。

5. おわりに

１号貯水池は波照間島の重要な農業用水源の一つであり、対策工事の実施後は定期的な点検及び継続的な施設監視により、施設の状態を適切に把握し、施設機能を維持していく必要がある。また、今後のリスク管理として、漏水事故発生時等において水利用への影響の最小化を図るため、監視体制の構築や他水源からの補給等の用水再編の検討も望まれる。

竹セルロースナノファイバーを混合した改良土の工学的特性について

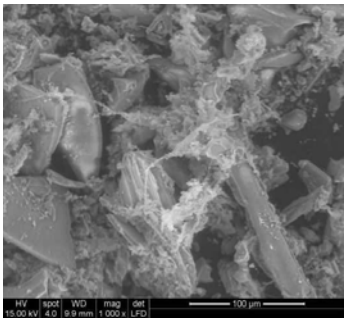
鹿児島大学農学部 （正）平　瑞樹
（非）福元 千賀

１．はじめに

南九州に広く分布する特殊土であるシラスは，水に対する抵抗が極めて弱く[1)]，豪雨などにより法面崩壊が発生すると，その被害は甚大となる。一方，鹿児島県は全国有数の竹の産地で，昨今，竹林の未整備地区が増加し，間伐された竹の大部分は使用されることなく処分されている。地域振興策を考える上でも竹の需要拡大や高付加価値を付けることによる有効活用法を検討することが重要である。本報では，圃場整備地区の法面の侵食を抑制するために，竹を有効活用した法面被覆混合土の工学的特性について検討する。

２．実験材料

軽量で，柔軟性があり，高強度であるという特性を持つ竹セルロースナノファイバー(CNF: Cellulose nanofiber)を固化剤（EB70S）と配合することで粒子同士の団粒化を向上させた土壌混合材の開発が目的である。**写真−1** に電子顕微鏡（SEM）による画像を示す。今回，パルプ工業から竹含有率 1%の竹 CNF(竹 CNF-1)の提供を受け，実験に供する。竹 CNF を配合した混合土を作製し，透水性や強度等を検証する。実験に用いる試料は，鹿児島市東俣町産のシラスで，物理的性質を**表−1** に示す。



写真−1 竹 CNF の SEM 画像

３．実験方法

シラス単体の締固め度が 90%以上になるような含水比で，15%，自然含水比 18%，25%の初期含水比の異なる 3 種類のシラス(以下，S-15，S-18，S-25 と称する)を用意し，竹 CNF-1，固化剤を湿潤質量比で混合した。各試料に対して固化剤は 30:1 の質量比で配合した。

表−1 シラスの物理的性質

自然含水比	w_n	%	18.14
細粒分含有率	F_c	%	19.78
土粒子密度	ρ_d	g/cm³	2.452
最適含水比	w_{opt}	%	23.3
最大乾燥密度	ρ_{dmax}	g/cm³	1.397

3.1　混合土の透水試験

混合土の透水性を評価するために，変水位透水試験(JIS A 1218)を行った。供試体は透水試験用円筒に圧縮試験機を用いて約 100kN/m²の応力をかけ，1 層で試料を締め固めて作製した。水温 15℃に対する透水係数 k_{15}(cm/s)を求め，3 回の平均値を算出した。

3.2　一軸圧縮試験

混合土の圧縮強さを評価するために，一軸圧縮試験(JIS A 1216)を行った。供試体はモールドに圧縮試験機を用いて 1 層当たり約 100kN/m²の応力をかけ，計 3 層で試料を締め固めて作製した。毎分約 1%の圧縮ひずみが生じる割合で連続的に供試体を圧縮した。圧縮力が最大値の 2/3 程度に減少したとき，または崩壊したときに試験を終了する。

４．結果と考察

3 種類の初期含水比のシラスに竹 CNF，固化剤を配合した混合土の透水試験の結果を**図−1** に示す。竹 CNF は親水性と疎水性の表面を併せ持つ両親媒性の分子[2)]であり，親水性面は保水性に，疎水性面は透水性に寄与していると考えられる。これを踏まえ，シラスのみの透水係数 k を基

準に考えると，固化剤無のシラス:竹 CNF-1=99:1，95:5 の配合比の混合土の k が高くなっており，透水性が上昇したことがわかる。一方で，その他は竹 CNF-1 の配合比が高くなるにつれて透水性が低下し，保水性が高くなった。透水性が高い方が法面への被覆には適しているため，竹 CNF の使用は少量にする必要がある。

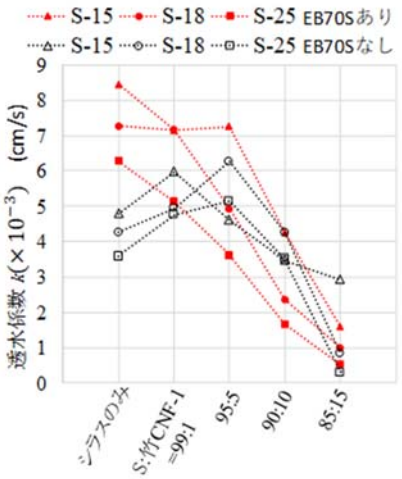


図-1 変水位透水試験による透水係数kの結果

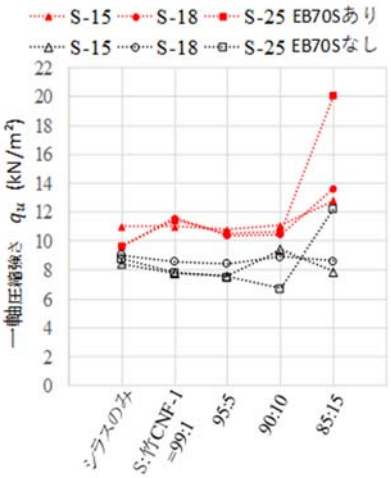


図-2 一軸圧縮試験よる一軸圧縮強さq_uの結果

次に，それぞれの配合比の混合土の一軸圧縮強さ q_u を**図-2** に示す。固化剤無のシラスに竹 CNF を配合した混合土の q_u に大きな変化は見られなかった。シラスに竹 CNF を配合しただけでは強度に変化がでない可能性が考えられる。そのため，混合土に熱を加えることで竹 CNF の物性を変化させた供試体で試験をする。S-18 と竹 CNF-1 の混合土の固化剤有と固化剤無の 8 種類の供試体を準備し，110℃の乾燥炉で 1 時間程度加熱し，一軸圧縮試験を実施した。加熱無と有の q_u を比較したものを**図-3** と**図-4** に示す。混合土は加熱することで固化剤の有無に関わらず q_u が高まった。そして，竹 CNF の配合比が高いほど強度が増す傾向にある。一方で，1 時間程度加熱した供試体のうち，最も含水比が低くなった固化剤無の竹 CNF 配合比 99:1 の混合土が q_u に効果が現れていることから，その他の供試体も同様に乾燥すればするほど強度が増すと考えられる。

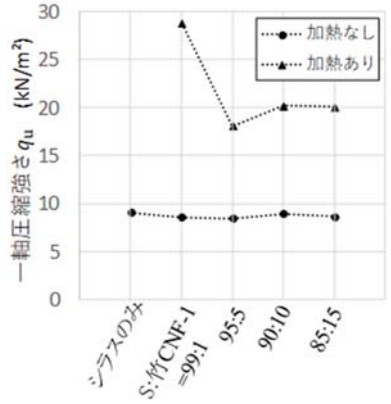


図-3 加熱の有無による一軸圧縮強さの比較(EB70S なし)

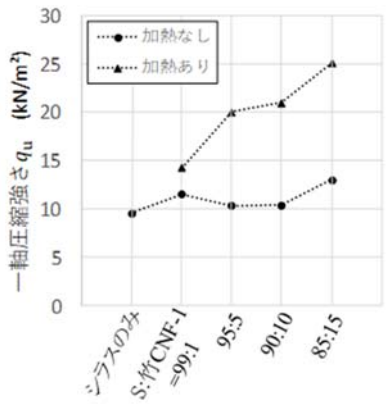


図-4 加熱の有無による一軸圧縮強さの比較(EB70S あり)

透水試験と一軸圧縮試験の両方の結果から，法面被覆材に適した竹 CNF の配合比はシラス:竹 CNF-1=95:5 であり，さらに固化剤を加えることで透水性を保持したまま強度を発揮することがわかった。

５．おわりに

竹 CNF や固化剤は量産体制が不十分なため比較的高価であり，少量の配合設計で効果が現れることが望まれる。本報告では室内実験による検討を行ったが，実際の法面を想定した屋外実験を行うことで，さらに実用面での考察を行うことが必要である。また，今後の竹 CNF の製造開発技術と利用推進により，環境や地域経済の活性化への貢献にも期待したい。

参考文献

1)玉手 聡・伊藤直幸・遠藤 明,地盤の透水性と降雨強度の関係に着目した斜面の表層崩壊に関する実験的考察，*労働安全衛生総合研究所特別研究報告*,JNIOSH-SRR-NO.35,33-58,2007

2) www.chuetsu-pulp.co.jp/wordpress/wp-content/uploads/2019/10/nanoforest.pdf

埋蔵文化財区域の農地整備おける整備方針の検討事例

長崎県島原振興局農林水産部農村整備課　（非）山口　昭夫

１．地区の概要

事業名：水利施設等保全高度化事業
　　特別型（畑地帯担い手育成型）
地区名：宮田地区
関係市町；長崎県雲仙市国見町
事業工期：平成 29 年~34 年（令和 4 年度）
受益面積：33.6ha
受益者数：117 人
総事業費：1,365,000 千円（令和元年度）
主要工事：区画整理工　33.6ha
　　畑かん施設工：32.3ha

図-１．位置図

本地区は長崎県雲仙市国見町の中央部の標高 50m~150m に位置する丘陵地の畑作地帯であり、雲仙ブランド認定商品である「八斗木白葱」を主に栽培している地域である。

今回は、本地区の農地整備において大きな課題となっている埋蔵文化財内での整備方針の検討事例を紹介したい。

２．埋蔵文化財点在範囲について

（１）宮田地区内の文化財遺跡について

本地区には、下高野遺跡(約 6,800 ㎡)、中高野遺跡(約 34,000 ㎡)、赤原遺跡(約 6,100 ㎡)、ドンク石遺跡(約 2,700 ㎡)、内屋敷遺跡(約 12,000 ㎡)の 5 つの遺跡が点在しており、地区内文化財遺跡の総面積は、約 61,600 ㎡となり地区面積の 6 分の 1 (18%)を占めている。

図-2．遺跡分布図

3．埋蔵文化財保護の基本方針

（1）埋蔵文化財保護の方法

埋蔵文化財の保護方法については、文化財保護部局との協議により決定することとなるが、以下の方法が基本となる。

①現状保存：現状のまま土中に埋まったまま保存する。

・計画の見直しができる場合（計画変更、設計変更、盛土による保護等）

②記録保存：工事の前に本調査を行い記録し保存する。

・計画の見直しができず、遺跡をやむを得ず破壊してしまう場合

（2）当地区における埋蔵文化財保護の基本方針

上記に示した方法から基盤整備事業として現実的な、「保護盛土による現状保存」と「調査による記録保存」により保護を図っていくという基本方針とした。

4．課題及び実施に当たっての検討事項

（1）基本方針に沿って実施する場合、下記のメリット・デメリットがそれぞれ生じる。

表-1．基本方針メリット・デメリット

基本方針	メリット	デメリット
保護盛土による現状保存（道路・排水路敷のみ調査実施）	・調査費用の削減 ・調査による休作期間の削減	・10 万㎥の保護盛土材が必要 ・地区が緩傾斜地であるため、盛土を行うことにより、ほ場高が逆転する箇所が生じる
調査による記録	・保護盛土材 10 万㎥の確保が不要	・調査費用として 15,000 円/㎡が必要 ・文化財調査+区画整理工事の休作期間が長期化する

※本調査費用 15,000 円/㎡は雲仙市教育委員会との協議結果より。

（2）実施方針の検討

基本方針を基に、本調査面積及び保護盛土量の組み合わせ変化させた 3 パターンについて費用及び事業工期について実施方針の検討を行なった。

パターン 1 ：必要最低限の道排水路敷のみ本調査を実施する場合（図-3 参照）

パターン 2 ：ほ場と道排水路敷を本調査し、保護盛土を必要最低限の範囲とした場合（図-4 参照）

パターン 3 ：パターン 1 とパターン 2 の中間の場合（図-5 参照）

なお、費用の検討にあたっては、調査費 1 ㎡当り 15,000 円及び保護盛土材を雲仙岳土取場管理組合より 9.5 k m運搬する費用として直接工事費 1 ㎥当り 1,594 円として試算を行った（表-2 参照）。

また事業工期の検討にあたっては、年間の調査面積を 3,000～4,000 ㎡とした（表-3 参照）。

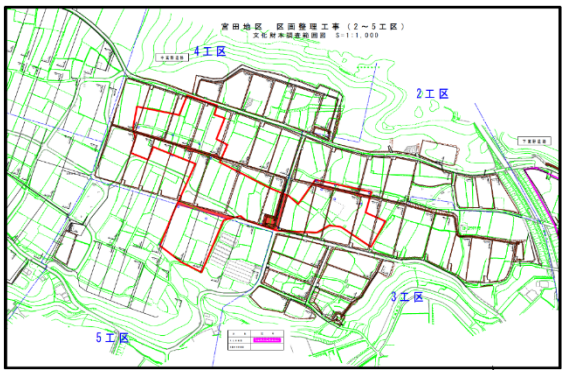


図-3. 調査範囲の検討図１（中高野遺跡）

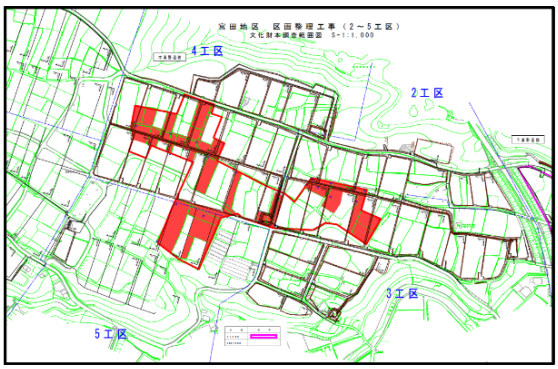


図-4. 調査範囲の検討図２（中高野遺跡）

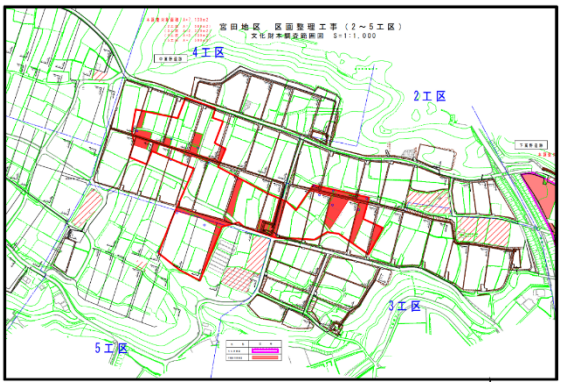


図-5. 調査範囲の検討図３（中高野遺跡）

（３）検討結果

パターン１は保護盛土費用が、パターン２は本調査費用が他のパターンに比べ高く、パターン３は総費用が最も安価となった。

また、事業工期はパターン１が最短となり、パターン２が最長となった。

今回、検討した３パターンについて地元農家等に提示し協議の結果、事業工期は長くなるが、最も安価となるパターン３を本地区の実施方針とすることとした。

表-2. 費用の検討

（単位:㎡、㎥、千円）

項目		遺跡名	遺跡面積	パターン1	パターン2	パターン3
本調査	面積	下高野遺跡	6,760	2,200	2,200	2,200
		中高野遺跡	34,200	4,800	17,000	8,000
		ドンク石遺跡	2,650	0	0	0
		赤原遺跡	6,140	1,300	1,300	1,300
		内屋敷遺跡	11,950	1,860	5,400	3,800
		計	61,700	10,160	25,900	15,300
	費用			152,400	388,500	229,500
保護盛土	盛土量			100,000	6,000	27,000
	費用（積込、運搬）			159,400	9,564	43,038
総費用（本調査+保護盛土）				311,800	398,064	272,538
工期				9年	14年	11年

表-3. 事業工期の検討

区分	項目	H29	H30	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	工期
パターン1	本調査				←	—	→									9年 （H29～R7）
	工事			←	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - →						
	換地							←	･ - ･	- →						
	調査面積（㎡）				2,800	3,300	4,060									
パターン2	本調査				←	—	—	—	—	—	—	→				14年 （H29～R12）
	工事			←	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - →			
	換地												←	･ - ･	- →	
	調査面積（㎡）				2,300	3,500	3,500	3,200	4,000	4,000	3,000	2,400				
パターン3	本調査				←	—	—	—	—	→						11年 （H29～R9）
	工事			←	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - →					
	換地									←	･ - ･	- →				
	調査面積（㎡）				3,300	3,000	3,000	3,000	3,000							

5．最後に

埋蔵文化財区域での区画整理を実施するに当たり、より経済的で効率的な実施について模索し、地元と協議を行いながら進めていく必要があると感じた。

地区としては、令和 2 年度から本調査を実施しているが、本調査実施にあたっては地元農家の理解と協力が不可欠であるため調整を密に行い円滑に調査が実施できるよう努めていきたい。

今回の事例が、文化財遺跡が存在する地区の推進、実施を行う場合の 1 つの事例として参考にしていただければ幸いである。

農地整備の急傾斜地設計における留意点

長崎県土地改良事業団体連合会　(非)森田健二

1. はじめに

近年、農地整備事業の実施地区は、急傾斜地が多く比較的緩い地形とは異なる設計方針の提案が必要となってきており、特に急勾配道路、狭小耕区に対し、いかに作業効率の向上、維持管理の危険回避や労力低減、また、集中豪雨が多く発生している中で多様な排水対策を講じる等、多くの課題を解決させていかなければならない。

今回、私が設計業務に携わった有喜南部地区も同様の課題があり、さらには地区外周を国道251号線及び市道が隣接し、地区外へ影響する範囲が多くあり、排水及び土砂流亡対策、高盛土区間に対する課題もあわせてあった。

そのような中で今回の説明は、国道251号線に接する高盛土法面の設計、作業効率向上対策及び維持管理面において留意した点を述べる。

2. 地区概要

本地区は、島原半島と野母半島の中部にある諫早市内の畑地帯に位置し、畑作を中心とした農業が展開されており、馬鈴薯や人参の生産に力を入れている。

図-1 位置図

しかしながら、現況は尾根地帯の複雑な地形であり狭小不整形、道路・排水路も未整備なため、農業機械の大型化が図れない上、さらに傾斜畑であることから表土流亡にも悩まされている。このように非効率的な営農を余儀なくされ農地集積が進まず、耕作放棄地化が進んでいる。このため、区画整理・畑かん施設の整備を行うため、平成26年度より基本計画、実施設計を開始し、平成30年度までに区画整理工事は完了している。

地区面積:A=79．7ha　整地面積　A=62．8ha
地区水準:耕区間高低差4．0m以下
　　本地率80%以上を目標
　　畑面勾配:Level、畦畔構造:石積+土羽
　　水路形式:U 型溝水路

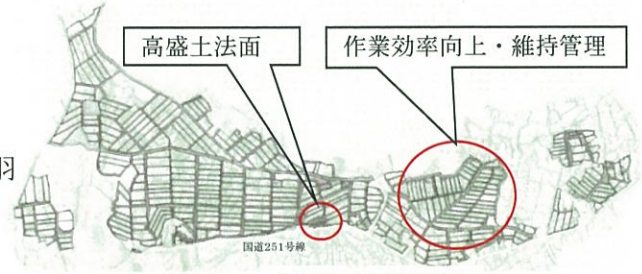


図-2 地区平面図

3. 高盛土法面の設計における留意点

1) 課題から結論に至るまでの経緯

高盛土法面の位置は、国道251号線に接しており、現況地形は谷間、上側の現況圃場もだんだん畑が連続する急傾斜地の地形となっている。そのような中、地区水準を守りながら、ほ区の一番上から計画耕区の高低差を4m以下で計画したが、国道側との高低差が15m程度の高盛土となるため、いくつかの提案を行ない発注者と協議した。

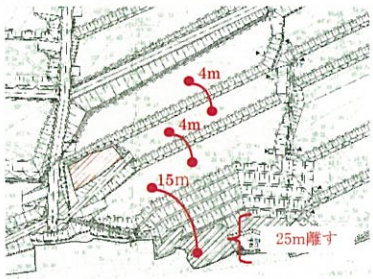


図-3 高盛土法面位置図

① 耕区間段差を地区水準から除き、高低差をつける或いは耕区枚数を増やし高低差を軽減する。
→現時点においても、耕作幅が狭小となっており地元関係者が了解しない。

② 地区範囲から除外する方向で進められないか。

→土地改良区へ理由を説明し、関係者と協議したが了解してはもらえなかった。

以上の内容が了解されなかったため、高盛土法面での設計を余儀なくされた。なお、万一すべりが生じた場合、国道251号線に直接影響を与えないことを考慮し、高盛土法面の水平幅25mを国道法肩より離した位置から法尻位置を定め設計を進めることとした。

2) 考察不足

本来、図-4の通り、標準法面勾配及び盛土高の範囲外は安定計算を行うことになっているが、現整備水準である直高3．0mごとに1mの小段を設け、法面勾配においても1:1．5にて設計を進めていた。他地区にも実績があるためと少し安心した気持ちと不安と葛藤しながら成果を完成させた。今考えると、特殊事例であるからこそ考察する時間を多くとり、もう少し違う観点から見直すことができたのではと反省している。

表-5.3.1 盛土材及び盛土高に対する標準法面勾配※

盛土材料	盛土高	勾配	摘要
粒度のよい砂（S）、礫及び礫質分混じり礫（G）	5m以下	1：1.5～1：1.8、上：1.8～1：2.0	基礎地盤の支持力が十分にあり、浸水の影響のない盛土に適用する。（ ）の統一分類は代表的なものを参考に示す。
	5～15m		
粒度の悪い砂（SG）	10m以下	1：1.8～1：2.0	
岩塊（ずりを含む）	10m以下	1：1.5～1：1.8	
	10～20m	1：1.8～1：2.0	
砂質土（SF）、硬い粘質土、硬い粘土（洪積層の硬い粘質土、粘土、関東ローム等）	5m以下	1：1.5～1：1.8	標準法面勾配及び盛土高の範囲外の場合は安定計算を行う。
	5～10m	1：1.8～1：2.0	
火山灰質粘性土（V）	5m以下	1：1.8～1：2.0	

土地改良事業計画設計基準 設計「農道」P246 抜粋

図-4 標準法面勾配

3) 施工後の対応

施工後において、万一崩壊すると隣接する国道251号線に重大な損害を与えることが想定されるため、すべり破壊、表層崩壊及び侵食に対する安全性について検証する方針となり、もし安全率以下となる場合は対策工法の検討が必要となる。以上のことから、完成断面に対するボーリング調査を2箇所行い、解析を実施した。図-6の通り、ボーリング調査結果を基に断層ごとに土質が区分され、Bsgが搬入土により造成された盛土層である。以下、dt・wTb1・wTb2・wTb3は現地盤となる。Bsgの土質は、砂質土・粘性土の混合土であり、単位体積重量16kN/㎥、粘着力(C)2kN/㎡、内部摩擦角(φ)31°であった。なお、許容される最小安全率は、図-5により常時1．2以上、地震時1．0以上として考えた。図-7によりすべり面を円弧と仮定し任意により円弧の中心点を決め、最小安全率の円弧すべり面を選定し、抵抗力(r)が滑動力を上回り許容される最小安全率以上で安定する結果となる。

安定解析のケースは、施工中や完成経年度を対象とする。解析に用いる土のせん断強度定数は、解析の方法や土質の違、対象とするケースに対応したせん断試験により求めることを原則とする（表-5.3.2参照）。

有効応力法による場合には、仮定するすべり面上の間隙圧（間隙水圧）を、表-5.3.3の条件から推定する。

なお、さらに厳密に過剰間隙圧や地下水圧を求める必要がある場合には、圧密解析や浸透流解析を行う。また、基礎地盤のせん断強度が盛土部のそれより小さい場合には、地盤も含めた安定解析を行うものとする。この場合、許容される最小安全率は1.2以上を原則とする。ただし、地震荷重を考慮する場合には1.0以上とする。

土地改良事業計画設計基準 設計「農道」P247 抜粋

図-5 許容される最小安全率

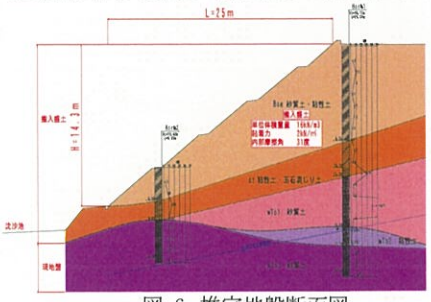


図-6 推定地盤断面図

解析により最小安全率が図-7の通り半径17mの位置となった。この位置の最小安全率は、常時安全率1．338、地震時1．023となり、安全性が確保される結果となった。今回のケースでは、図-8のとおり、土の強度は内部摩擦角と粘着力の合計で表わすため、粘着力が有利に働き、抵抗力の数値を上げる結果となった。今回は、安全側の結果となったが、根本的な解決策にはなっていないため、今回のように高盛土法面とならないよう事前に回避するための検討も視野にいれるべきである。

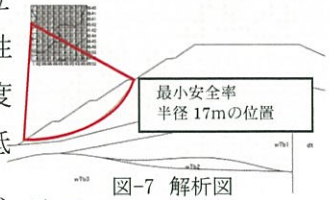


図-7 解析図

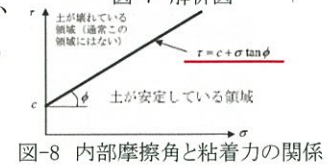


図-8 内部摩擦角と粘着力の関係

4) 今後の対応

今後も同様のケースが他地区でも想定されるため、以下のことについて提案すべきと考える。

① 高盛土が予想される場合は、地区範囲の決定段階で地区除外にする方向で提案する。

② 今回のケースとならないため地区水準に捕らわれない設計を実施し、関係者を納得させる。

③ 今回のケースとなる場合は、事前に今後の対策等を提案し、さらに高盛土法面の重要度を考慮し、必要に応じて安定計算を実施する。

4. 作業効率向上対策及び維持管理面における留意点

1)進入路配置についての検討

(1)課題

狭小となる計画耕区に対し、耕作面積を最大限確保するための対策として進入路配置について検討し、作業効率をどのように向上させるかが課題であった。今回は、図-9の24～26工区の事例を紹介する。

24～26工区は、本地区一番の急傾斜地であり、耕区短辺を狭小にせざるを得なく、各耕区の短辺最小耕作幅をトラクター等の旋回能力を考慮し、最低7．0m確保する耕区割を考えたが、整備水準の一つである耕区間4．0m以内の高低差が連続するため、耕作面積が他工区に比べ確保できない工区であった。さらに、道路計画において、大型車両を通行可能とするためにi=15%以下に抑えること、また一部地区除外地が生じており、縦断計画にも制限があり、現況地形勾配より緩い縦断計画を余儀なくされ、計画道路と耕区間の高低差がつき、進入路での潰地増大と歪な形状により耕作困難地が生じたため、進入路配置について工夫が必要であった。

(2)提案

課題に対し、進入路の配置に関して進入路の位置、形状及び作業効率について、以下の2点について地元関係者との意見交換、集約を行い、提案することとした。

① 地権者の集落が工区の上側或いは下側にあるかによる進入方向の確認

② 耕区間の地権者が同一又は隣接耕区への進入路の入り込みに対し問題ないかの確認

以上の条件を基に関係者と意見交換した結果、①については、集落は下側であった。このことから、主として車両の進行方向を下側からとした。また、②についても同意を得た。

この内容により計画道路の上り勾配から進入させ、進入路を計画する耕区の下側耕区を利用し高低差が少ない位置から計画することで延長が短く、緩勾配での進入計画が可能となり、また、耕区法肩位置までに設定することで、耕作面積の潰れも少なく、歪な形状もなくなり、大型機械での耕作範囲を増加することができた。

図-9 24～26 工区平面図

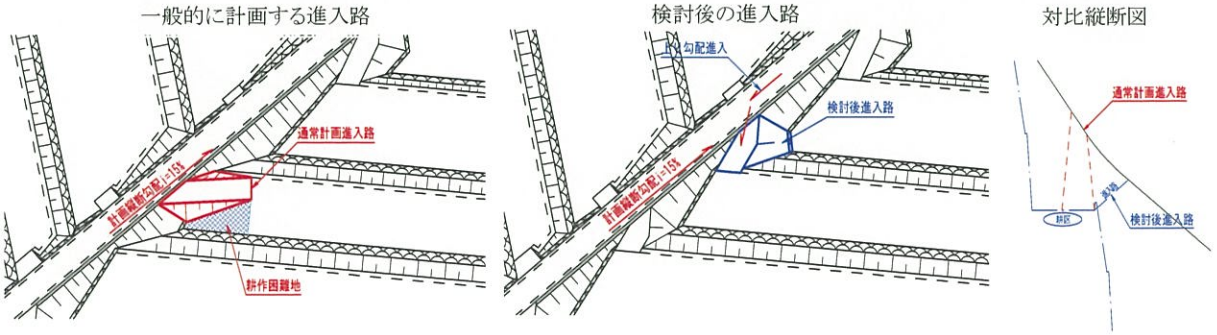


図-10 対比図

2)維持管理に対する検討

(1)課題

本地区の排水路側の形状は、図-11の通り、最大直高3mが法面となり、維持管理の効率化・軽減及び安全性の面を考えるとあまりよいとは言えず、地元関係者の方からも施工段階において除草作業がし易いように工夫ができないかとの意見があった。このことを踏まえ、除草作業の効率化を図るためには、小段等の設置が必要と考えた。しかしながら、小段を設置すると、整地面積減少の問題が生じるため、現法肩位置を変えない対策が必要となった。

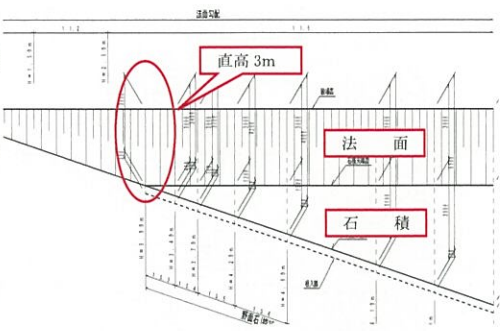


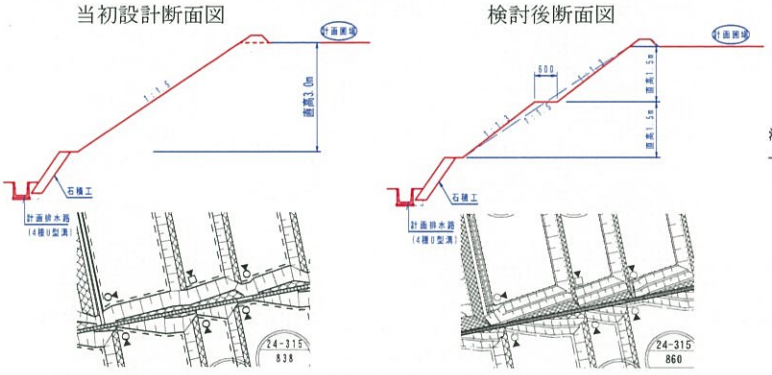
図-11 排水路工標準形状図

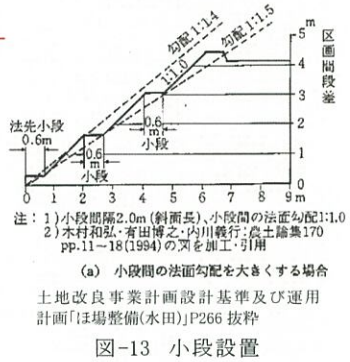
(2)提案

図-12の通り、除草作業範囲は上側法面で1～1．5m、下側法面で0．5mとなっている。この内容を地元関係者へ確認しところ、身長程度(約170cm)の高さであると除草作業は可能との意見があったため、直高3mの半分の位置に小段を設ける計画を提案した。しかし、工区のほとんどが連続して直高3mの土羽となり、小段を設けることにより整地面積の減少が問題となるため、以下の図を提案した。

土地改良事業計画設計基準及び運用
計画「ほ場整備(水田)」P265 抜粋

図-12 除草可能範囲図





土地改良事業計画設計基準及び運用
計画「ほ場整備(水田)」P266 抜粋

図-13 小段設置

検討後断面図は、法尻と法肩の位置を変更せず、小段幅600、合成勾配により安定勾配1:1．5を満たす検討案で進めた。この検討結果により、課題であった整地面積の減少がなく、維持管理の危険性と労力負荷も低減できる結果となった。今回の検討図面により施工されており、維持管理面は解決できた。しかし、今後の課題としては、合成勾配での検討に対し疑問視された場合を考え、法面安定解析を実施し、安定の有無を検証した上で、今後の検討材料の一つとして提案したい。

5．おわりに

現在、県内において樹園地整備が進められており、超急傾斜地の範囲を取り入れている事例もあり、今回説明した高盛土部となるケースが生じる可能性は高く、事前に回避できる提案をしていく必要がある。さらに、急傾斜地の課題について考察し、設計のあり方について発注者と取り決めていく時期ではないかと感じている。また、今回説明した、作業効率向上や維持管理対策なども一つの事例として提案していき、耕作者の耕作条件がよりよくなる設計に努めていきたい。

小ケ倉地区洪水吐のひび割れ対策について

○長崎県県央振興局農林部農村整備課　池下　晃矢

1. はじめに

「小ヶ倉ダム」は、諫早市小川町に位置し、昭和 44 年から昭和 55 年に県営かんがい排水事業にて建設された農業用水と上水道の多目的ダムである。

平成 21～22 年度に実施した機能診断では、堤体及び洪水吐において健全度評価がS－2～S－3 であった。この結果を受けて平成 23 年度に機能保全計画の策定を行い、水利施設整備事業（基幹水利施設保全型）により平成 27～31 年度の事業工期で長寿命化対策に取り組んでいる。本報では、平成 30 年度に実施した洪水吐補修工事におけるひび割れ補修工法の検討内容について紹介する。

2. 地区の概要

事業名：水利施設整備事業（基幹水利施設保全型）
地区名：小ヶ倉地区
所在地：長崎県諫早市小川町
受益面積：805．0ha
対象施設：中心コア型アースダム
　　堤高　21．1m
　　堤長　152．6m
　　有効貯水量　2，145 千m3
　　洪水吐　117m
事業費：174 百万円
　うち農水負担　118 百万円（67．8%）
　　上水負担　56 百万円（32．2%）
事業内容：堤体対策工　N＝1 式（グラウト工）
　　洪水吐補修工　L＝117m（ひび割れ補修工・増厚工）
　　管理設備対策工　N＝1 式

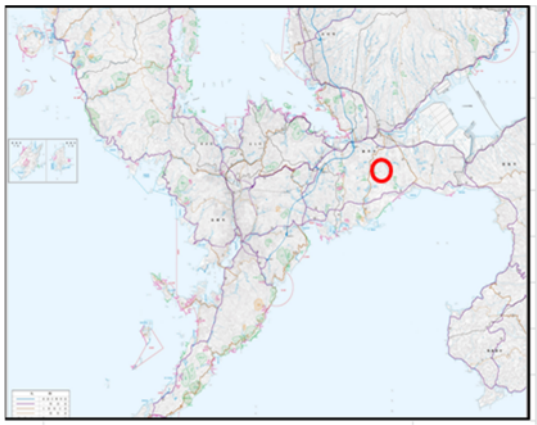


図 1．小ヶ倉地区位置図

3. 対策工法の概要

洪水吐側壁ひび割れからは漏水が確認され、右岸側の堤体盛土には、一部陥没が発生しており（写真 1）、浸透水の影響による土砂吸出しが考えられる。機能診断の結果、洪水吐越流部から堤体について平成 28～29 年度にグラウト工を実施した。

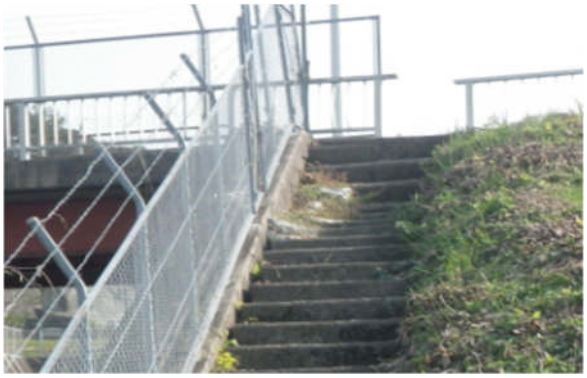


写真 1．堤体の陥没（階段部）

洪水吐側壁については、アルカリシリカ反応が原因とされるひび割れ（写真 2）が確認されたほか、側壁上部が洪水吐内側に湾曲するなどの変状もみられた。機能診断評価はS－2～S－3 であったため、機能保全計画に基づきS－2 区間については「増厚工」を、S－3 区間については「ひび割れ補修工」を実施した（図 2）。

健全度	対策
S－4	要観察
S－3	補修
S－2	補強

写真 2. アルカリシリカ反応によるひび割れ

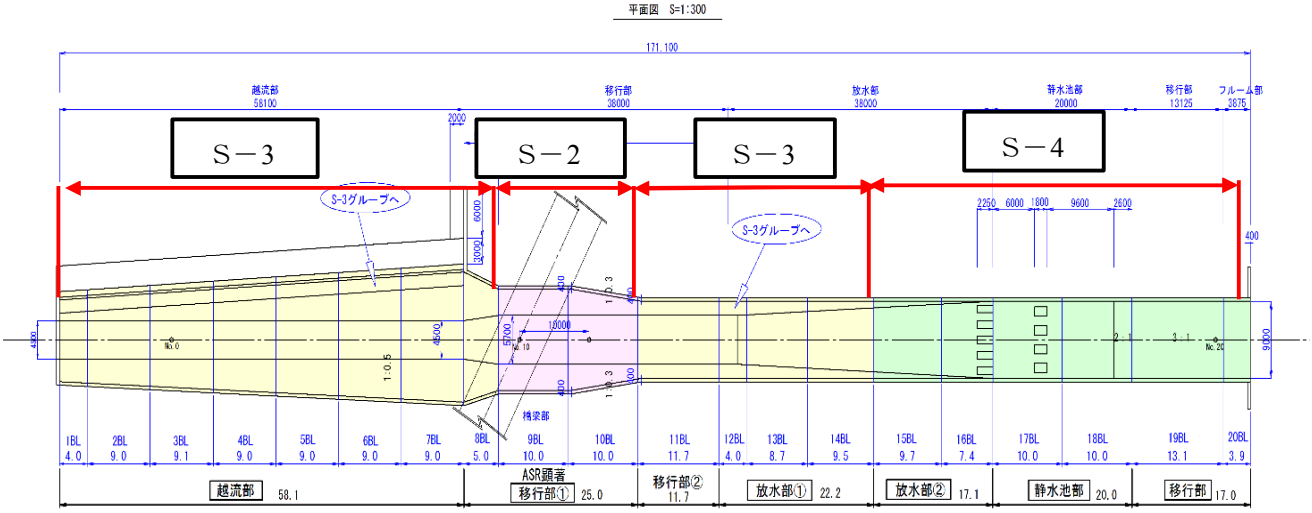


図 2. 機能診断図

4. ひび割れの発生原因

小ヶ倉地区のひび割れ原因は、アルカリシリカ反応によるものである。コンクリートのセメント中にあるアルカリ成分と骨材中にあるシリカ成分が反応し、異常膨張を引き起こすことで発生するひび割れである。

機能保全計画を基に平成 27 年度に実施した小ヶ倉地区実施設計業務では、「コンクリートコアの残存膨張量試験」を行い、残存膨張率が右岸側 0.09%、左岸側 0.056%といずれも 0.10%未満であるため無害の状態であり、ひび割れは進行しないと判断し、補修工の選定を行った。

5. ひび割れ補修工の施工

小ヶ倉地区洪水吐補修工事（平成 30 年度）

・工事費：16,470 千円

・工期：平成 30 年 10 月 2 日～平成 31 年 3 月 15 日

・工事概要：洪水吐補修工　L＝85.9m

（ひび割れ注入工、断面修復工）

平成 30 年度に実施した小ヶ倉地区洪水吐補修工事では、高圧洗浄、ひび割れ調査、ひび割れ補修工の順で施工を行った。平成 29 年度の工事で高圧洗浄を実施し、ひび割れ調査を行ったところ、当初設計よりひび割れ量が大幅に増加したことから今回も高圧洗浄の後、ひび割れ調査を実施した。また、平成 31 年度完了となるため、残工事区間についてもひび割れ調査を実施することで完了年度の予算の確定、工事の早期発注に備えた。

ひび割れ補修工は、「ひび割れ注入工」、「断面修復工」の計画である。ひび割れ注入工法については、注入方式・注入材料によってさまざまな用途があるため、表1のとおり「エポキシ樹脂注入工法」、「高圧樹脂注入工法」、「低圧無機系注入工法」の 3 案で比較・検討を行い、ひび割れの進行がほとんど無いこと、湿潤面での施工が可能なこと、躯体への影響を考慮し、最も適した「低圧無機系注入工法」を採用した。

写真 4. ひび割れ注入工施工状況

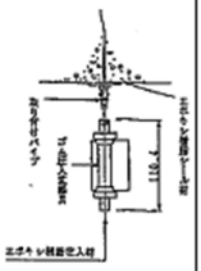
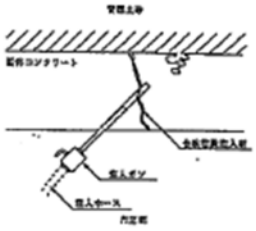
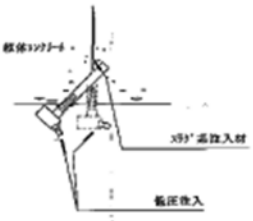
補修工法	注入工法		
	エポキシ樹脂注入工法	高圧樹脂注入工法	低圧無機系注入工法
標準図			
一次選定	水に触れると希釈されるため、湧水がある箇所には不適合である。湿潤状態での施工は不可能 ×	高圧による注入であるため、部材厚が薄く脆弱な覆工部分からの剥落に繋がる可能性がある。湿潤状態での施工は可能 ○	低圧による注入でかつ、湿潤状態での施工も可能であることから、実績は多い ◎
経済性	9,000 円/m	40,000～100,000 円/m	12,000 円/m
判定	×	△	○（採用）

表 1. ひび割れ注入工法比較検討表

6. 施工における検討点

施工を行う中で一部、ひび割れの中に砂・埃等が詰まっており、注入工での施工が困難な箇所が判明した。そこで「農業水利施設の補修・補強工事関するマニュアル」を参考にしてひび割れに沿ってUカットを行い、充填を行う「ひび割れ充填工法」(図 3)を採用した。ひび割れの進行度や施工条件により対応する材料が異なってくるので検討を行った結果、ひび割れの進行がなく、湿潤面での施工となるため、ひび割れへの変形追従性は必要なく、湿潤面の接着性・耐水性などがあるポリマーセメントモルタルを充填材として採用し施工を行った(表 2)。

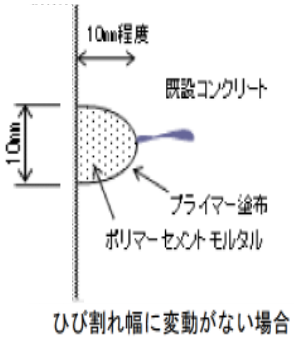


図 3. ひび割れ充填工　断面図

項　目	弾性シーリング材		可とう性エポキシ樹脂	ポリマーセメントモルタル
	ポリウレタン樹脂	変成シリコーン樹脂		
変形追従性	◎	◎	△～○	×
乾燥面への接着性	○	○	◎	△
湿潤面への接着性	△	△	○	◎
耐候性	○	◎	△～○	◎
耐水性	△～○	△～○	○	○

凡例　　◎：優　　○：良　　△：可　　×：不可

表 2. ひび割れ充填材・工法の代表的な種類と性能特性
(出典:農業水利施設の補修・補強工事関するマニュアルより)

7. おわりに

今回、小ヶ倉地区の工事を行って感じたことは、同じ工法であってもひび割れの進行度や現場の条件によって使用する材料が異なるため、個別に状況の把握を行い、従来工法のみならず、新技術・新工法の情報収集に努め、施設の長寿命化に留意した工法を採用することが重要だということです。

また、機能保全計画時点では、現状目視調査でひび割れ量を算出しているため、詳細設計でひび割れ量が大きく増加し、事業費が不足するなど計画変更が生じる場合もあります。

このため、計画と実施の差を少なくし、事業を円滑に進めるためには、機能保全計画策定時点で詳細にひび割れ数量等が把握できる調査手法の確立が必要ではないかと考えます。

よみがえるミカン畑（西海市白崎地区）

長崎県　壱岐振興局　（非）中村実津希

1. はじめに

長崎県の北西部に位置する西海市は，東は大村湾，西は五島灘・角力灘に面し，果樹園地帯が広がっている。

本市においては，「原口みかん」や「岩崎みかん」発祥の地として多くの農家が栽培に取り組んできた。しかしながら，地形的な条件や，農家の高齢化・離農のために耕作放棄地が多くなっており，市内の農地面積の約半分は耕作放棄地である。

このことから，園地改良や機械化などの生産基盤を整備し，農作業の効率化させるために，地元，地元 JA，西海市等の関係機関の熱意のもと樹園地の基盤整備の計画が立ち上がった。

本報においては，長崎県で初めて樹園地の基盤整備を計画・実施し，耕作放棄地(写真-1)となっていたミカン樹園地の再生を図っている白崎地区の事例について紹介する(写真-2)。

写真-1　整備前の白崎地区の航空写真

写真-2　H30 年度工事竣工後の白崎地区の航空写真

2. 白崎地区の整備方針

(1). 区画計画

本地区は現況地形勾配が約 20%の急傾斜地帯であることから，道路の最大勾配を 20%とし，畑面の造成もそれに合わせて最大 20%としてテラス盛土（畝）を施工する。

(2). 園内整備

樹園地区域では，スピードスプレイヤー (以下 SS)導入の為の園内道路が必須となる。畝幅，園内道路幅員は，事業計画及び地元改良区との協議の結果，以下を基本とし決定している。

1)園内道路

SS が通行・旋回できる幅を確保するため，耕区外周 2.5m，畝間 2.0m とした(写真-3)。

2)畝幅

植栽計画に則り，みかんの品種ごとに，3m もしくは 4m に決定している(図-1)。

写真-3　テラス内園内道路

(3). 道路整備

圃場との高低差が大きく，排水路を計画すると潰れ地が大きくなる場合や，地区外からの流入がなく排水量が少ない路線においては，水路兼用道路として整備している(写真-4)。排水路整備と比べ，高低差による潰れ地が解消できるため，

土地の有効利用が図られる。

(4). 濁水対策

農地の表土流亡による河川や漁港の汚濁防止を目的として，排水路末端に沈砂池を整備している(写真-5，6) 。

なお，事業完了後においては，整備した沈砂池は土地改良区が適切に管理することとなっている。

工事期間中においては，豪雨に備え適宜浚渫を行い，沈砂池の容量確保に努め，周辺環境に配慮しながら施工を行っている。

また，濁水対策の一環として，場内の公共性の高い箇所に位置する土羽に張芝を施工している。張芝を施工することで，土羽の洗掘を防止し，濁水の流出抑制を図っている。

(5).防風施設

みかんは苗木の期間において，強風が原因となり枯死することがある。

本地区の地形上，台風や，冬季の季節風など強風の影響を強く受ける地域であることから，防風施設は必要であり，土地改良区からも設置要望があがっている。

九州の他県においても，畑地帯総合整備事業により，みかん樹園地地区外周に防風ネットを設置している事例がある(写真-7)。

現在，改良区，JA 等と設置箇所，規格について検討しており，構造，用地，費用対効果等の課題も踏まえ，具体的に検討を行っており，今後，実施に向けて国と協議を行うこととしている。

3. おわりに

本地区は長崎県内初の樹園地整備のため，参考にする事例も少なく，従来行ってきた基盤整備の基準が適応できない部分も多い。土羽の管理方法や，防風対策などの課題も残っているが，土地改良区等と検討を重ね，現地条件に合わせた整備を行っている。

本地区の整備により近隣で樹園地の基盤整備が活発化し，波及効果ももたらしている。中山間地域で担い手不足，また耕作放棄地が進行している地域において，基盤整備の推進に本地区の事例が参考になれば幸いである。

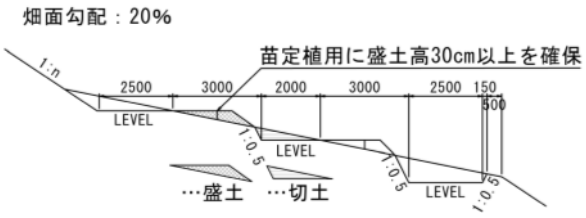


図-1 テラス標準断面図

写真-4 雨天時の水路兼用道路の排水状況

写真-5 降雨時の沈砂池の状況　　写真-6 沈砂池吐口の様子

写真-7 他県における防風ネット設置状況(参考)

埋蔵文化財包蔵地における農地の基盤整備について

長崎県島原振興局農林水産部農村整備課　（非）田川　靖之

１．はじめに

長崎県南島原市西有家町において、平成２７年度から実施中の農地整備事業「見岳地区」では、事業区域内に埋蔵文化財包蔵地（以下「遺跡」という。）が点在し、その保護対策及び発掘調査が事業費の増加と事業工期延長の要因となり、事業実施上の課題となっているため、事業着手から現在まで取り組んできた埋蔵文化財保護への対応について紹介する。

２．事業区域内の遺跡

見岳地区の事業区域には、表２－１、図２―１に示す９つの遺跡が存在し、平成２６年～２７年の内容確認調査（試掘調査）により、地表下１５センチメートル～５０センチメートル以深に縄文時代から弥生時代の土器片や遺構を含む包含層が出現している。

地区内の遺跡面積は区画整理面積比で約３割（事業区域内遺跡面積÷区画整理面積＝６．４ヘクタール÷２１．０ヘクタール）を占めており、区画整理において遺跡の保護対策を要する面積では約５割に及ぶ。

表2−1　見岳地区　埋蔵文化財遺跡一覧表

	遺跡名	面積（㎡）	
		全体	事業区域内
1	養台寺	12,022	5,792
2	新堂原	13,009	10,389
3	東新堂原	2,906	2,906
4	石原	5,224	5,224
5	東石原	6,874	6,874
6	野中A	25,722	18,571
7	野中B	10,581	7,101
8	野中C	19,363	824
9	野中D	7,858	6,284
計		103,559	63,965

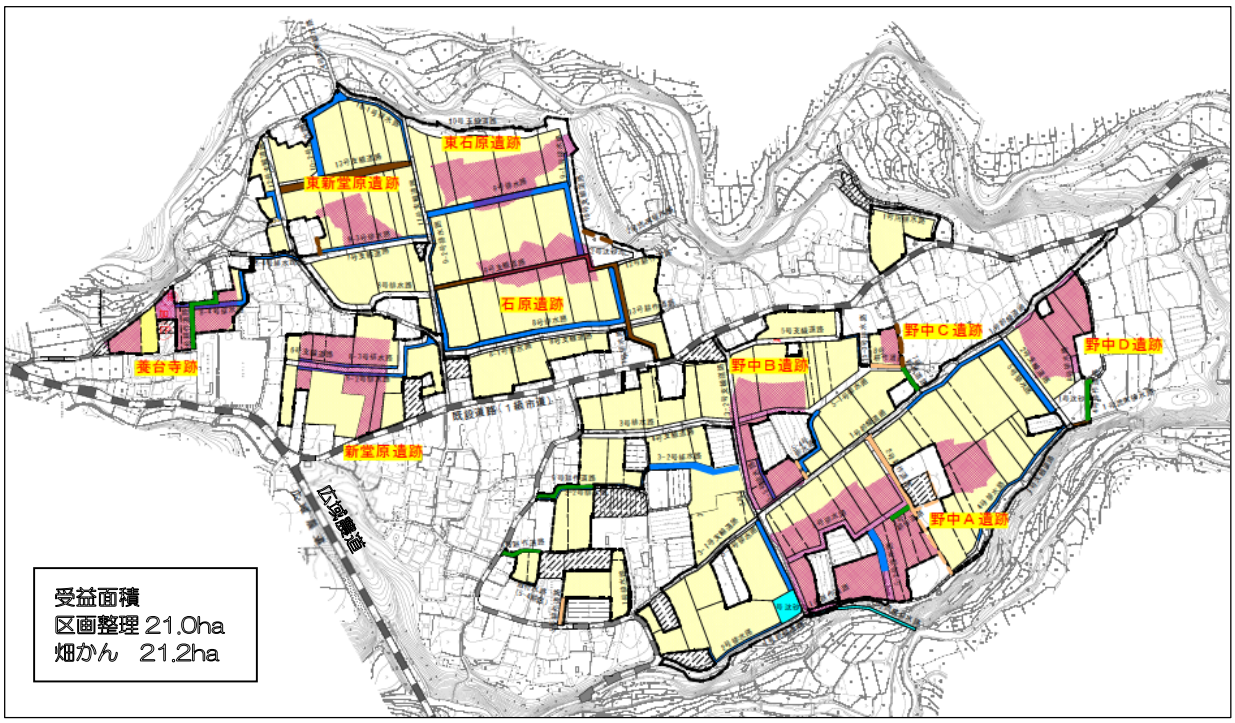


図２－１　見岳地区　埋蔵文化財遺跡位置図

写真２－１　平成３０年度文化財本調査状況写真

３．埋蔵文化財保護の方針

埋蔵文化財（以下「文化財」という。）の保護については、「九州地区埋蔵文化財発掘調査基準」（以下「基準」という）が示されており、基準の「基本事項」及び「各種事業の取扱い」項において、以下のとおり定めている。

□「基本事項」より抜粋

○工事による掘削が埋蔵文化財に及ぶ場合は、本調査及び整理・報告書作成（以下「本調査等」という。）を実施する。

○恒久的な建築物、道路その他の工作物を設置する場合は、本調査等を実施する。

○盛土、一時的な工作物の設置等で、それが埋蔵文化財に影響を及ぼす恐れがある場合は、本調査等を実施する。
盛土については、厚さが遺物包含層又は遺構確認面から概ね２メートルを超える場合は、本調査等を実施する。

□「各種事業の取扱い」より抜粋

○掘削については、遺物包含層又は遺構確認面から上に、概ね、水田にあっては３０センチメートル、畑地にあっては、６０センチメートルを確保することが望ましいが、営農条件及び土壌条件の実態に合わせて対応する。

【見岳地区の方針】

地区を管轄する南島原市教育委員会（以下「市教委」という。）においても、基準に基づく保護が基本とされているが、保護対策に伴う事業費の増加を抑制するため、本調査等及び保護対策の緩和について協議を重ねた結果、当地区の文化財保護の方針を以下のとおり決定した。

［見岳地区における文化財保護の方針］

○恒久的な施設となる、道路（ほ場進入路を含む）、排水路、沈砂池等については本調査を実施する。（基準を適用）

○整地工の盛土については、文化財包含層上面から８０センチメートル以下の範囲は本調査を実施する。また、２．５メートルを超える場合は本調査を実施する。（基準を緩和）

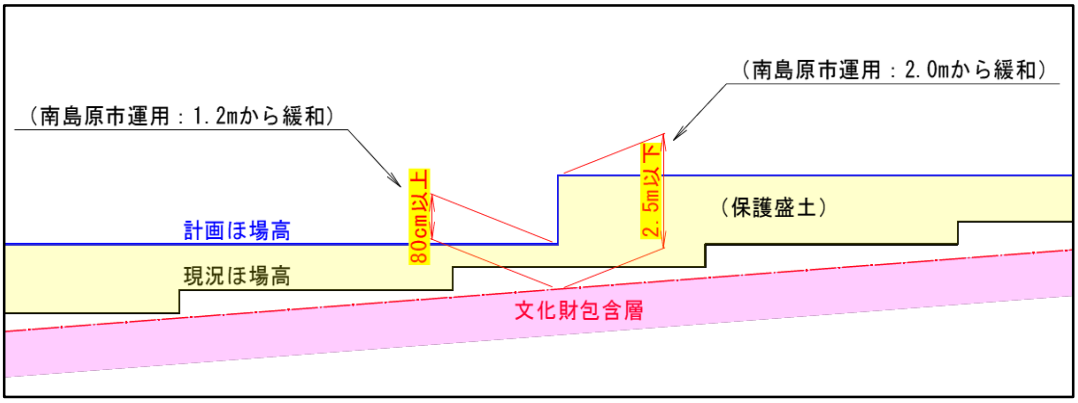


図３－１　文化財保護盛土イメージ

４．文化財保護盛土材の調達

地区の文化財保護方針に基づき、実施設計段階で本調査を極力回避する道・排水路配置、区画割を検討し、盛土の制限高さの範囲内でほ場計画高を設定した結果、全体で約１３万立方メートルの文化財保護盛土（以下「保護盛土」という。）が必要となった。

保護盛土材の調達においては、事業費の増加を抑えるため、公共工事残土の受入れを基本に受入工事を調査・選定し、関係部局と協議・調整を適宜行い、国土交通省雲仙復興事務所の堆積土石流撤去材を主に県土木部道路改良工事、県農村整備関係工事、市公共工事より発生する工事残土を平成２９年度から受入れ、区画整理工事を実施している。

また、保護盛土材の搬入においては、地区中央の集落を縦断する市道を通行する以外に無く、ダンプ同士の離合が困難なため、同時に複数工事の残土受け入れが出来ず、土砂搬出工事の受入時期の協議・調整に苦慮している。

なお、市道から地区内側にタイヤ洗浄施設を備えた土砂搬入用の仮設道路設置等の対策を講じており、現在まで土砂搬入による市道通行に伴う地域住民からの苦情は発生していない。

写真４－１　文化財保護盛土搬入状況写真（令和元年度工事区域）

５．文化財調査・区画整理工事の実施状況

文化財本調査と区画整理工事の実施スケジュールについては、本調査の対象面積（量）と市教委の調査体制に左右され、協議・打合せの結果、単年度の調査可能量は、１，３００平方メートル～１，５００平方メートル程度、全体面積７，９００平方メートルの調査に４ヵ年を要することが示され、翌年度工事予定区域の本調査を前年度に実施するスケジュールとしている。

この結果、単年度の区画整理実施面積に制約を受け、文化財保護・調査にかかる事業費増と併せ事業工期を４ヵ年延長する事業計画変更を令和元年度に実施した。

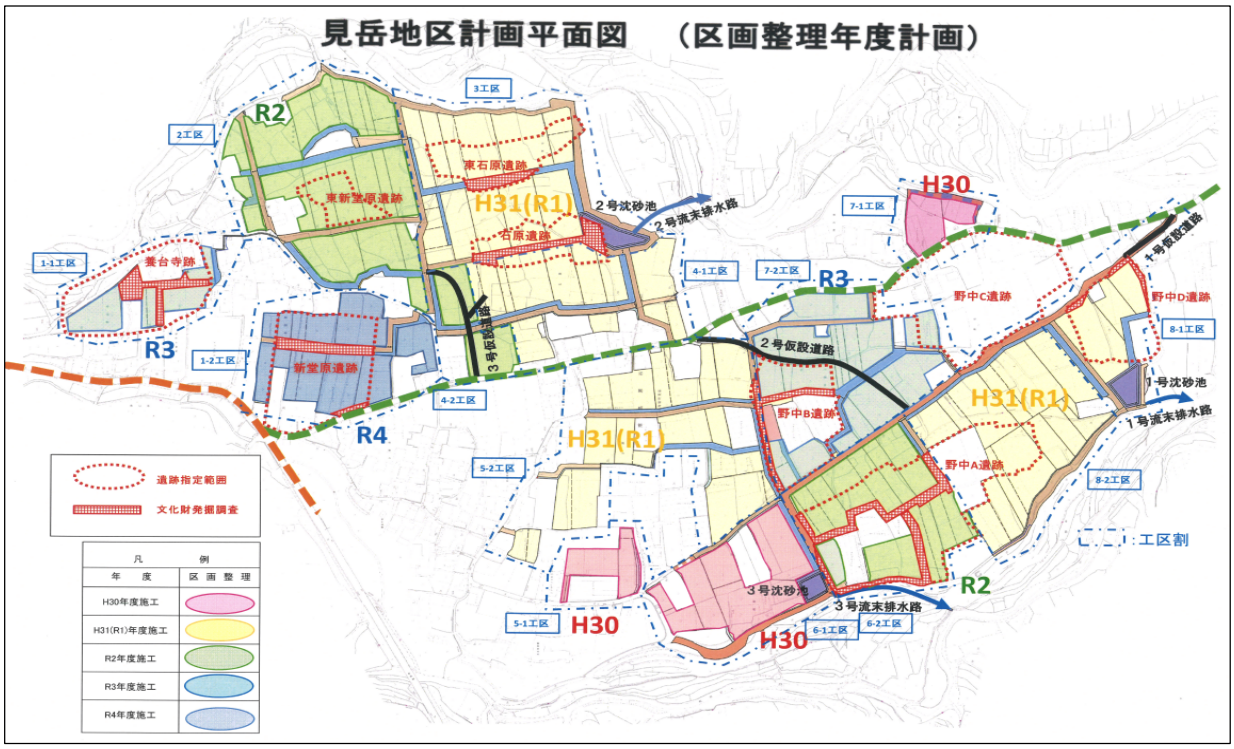


図５－１　見岳地区区画整理年度計画図

６．おわりに

見岳地区は平成２７年度に事業が採択されたが、事業計画段階では遺跡エリアが確定されておらず、平成２６年・２７年に教委による試掘及び範囲確認調査を経て本協議を行い、文化財保護の詳細を決定するとして事業を進めてきた。このため、文化財保護の対策費（保護盛土）、発掘調査費は計画段階で事業費に計上しておらず、事業費の大幅増と事業工期の延長を避けられない結果となった。

現在、令和元年度から文化財区域の区画整理工事に着手し、保護盛土材の調達と受入時期の調整を随時並行して行い工事を実施中であり、令和２年度までに約９万立方メートルの文化財保護盛土を施工する予定であるが、翌年度以降施工予定の保護盛土量約４万立方メートル全量の調達は確定しておらず、引き続き関係機関との協議・調整を行い調達する必要がある。

今後、翌年度以降の保護盛土材の調達、文化財本調査の調整、事業実施スケジュールの管理等を適切に行い、遅滞することなく区画整理を完了し、事業の効果を地元へ還元できるよう努めていきたい。

埋蔵文化財は、貴重な国民的共有財産であり、わが国の歴史・文化等の理解に欠くべかざるもので、将来の文化の向上発展の基礎をなすものとされ、この趣旨について国民に理解を求め、その協力によって保護に努めなければならないとされており、保護の重要性は理解しなければならない。しかし、農家（区画整理の受益者）の受け取り方には温度差があり、保護の重要性が軽視されがちな実情がある。このため、文化財保護の必要性、保護の方針等について、事業の計画段階から十分な検討を行い計画に反映するとともに、文化財に対する農家の理解を求めていくことが要求されるものである。

今回の事例が、今後、埋蔵文化財包蔵地における基盤整備の推進、実施する際の何らかの参考になれば幸いである。

ほ場整備事業の効果発現のための最短ルート

熊本県県北広域本部玉名地域振興局農地整備課
（正）馬場　秀浩、（非）杉本　直之、○（正）佐官佳奈子

1．ほ場整備事業の目的

「ほ場整備」は、小さく不整形な農地の形を整え、併せて用水路や排水路、農道などを総合的に整備することにより、大型の営農機械の導入を可能にし、農業の生産性を向上させるために実施するが、耕作者の高齢化が進む中、現在、ほ場整備に求められているのは、事業効果の早期発現であり、将来を担う経営体に効率的で安定的な農業生産の場をいち早く提供することである。

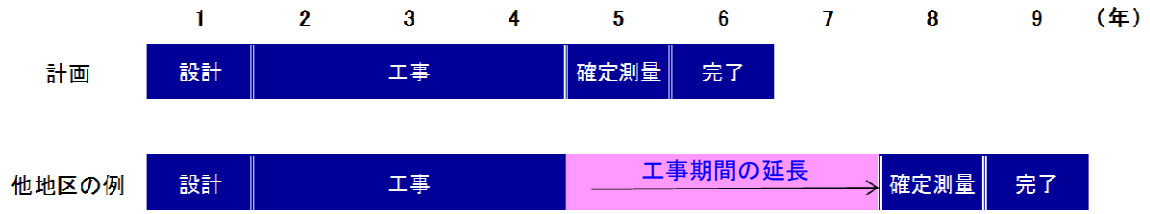
整備前

整備後

ほ場整備事業をはじめとする土地改良事業は、農繁期を避けた10月下旬から3月に施工するのが一般的だが、熊本県玉名郡市では現在、農繁期を1作休んで整備工期に充てる「通年施工」の導入を進めている。農家にとって休作するという負担はあるが、他地区の事例やメリットを地元と理解共有することで、通年施工という手段を選択していることから、本報でその取組事例を紹介する。

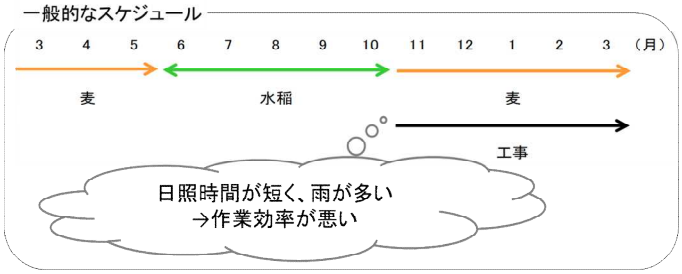
2．背景

平成29年度に採択された県営第二腹赤地区経営体育成基盤整備事業（熊本県玉名郡長洲町）は、6年の事業工期のうち3年間で工事を行う計画であったが、予算の割当が要望より少なく、また他地区では当初計画から更に3年の工期延伸が必要となった例もあったことから、地元農家も工事の遅れを危惧していた。 そこで、予算の確保と工事期間の短縮のため、地元に対して次のような取り組み、いわゆる「通年施工」について提案した。

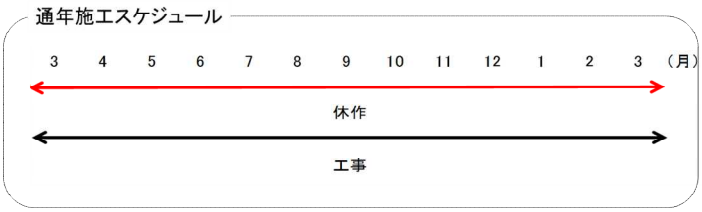


3．通年施工の提案

通常、稲刈り後の10月下旬から3月にかけて工事を行うが、この時期は日照時間が短く雨も多いことから土が乾かず、作業効率が悪いため年間の施工量も限られる。



年間施工量が確保できる通年施工であれば、工期短縮が図れる。



その他、通年施工のメリットがある。

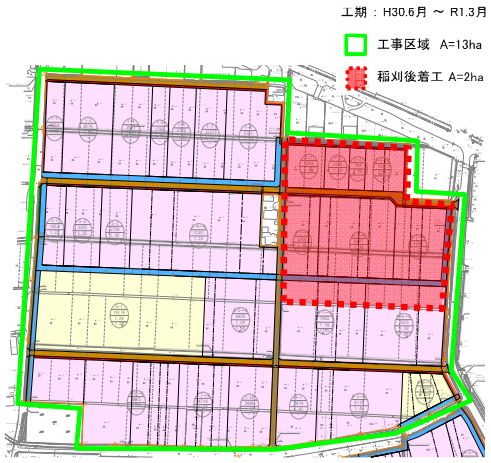
【メリット】
① 通常の冬場の施工と比べ、長期の工事期間を確保→年間施工量が約2倍→事業期間の短縮
② 夏場は日照時間が長く、土の乾燥が早いため降雨の影響が少なく作業効率が良い

地元委員会に対し通年施工を実施するメリットについて説明を行い、了解を得た上で、地元委員会を中心に耕作者と工事期間中の米や麦の作付けについて、休作や他区域での耕作など、営農調整を行ってもらい、その結果を踏まえて本年度の工事区域や工程の検討を行った。

4. 営農調整の実施

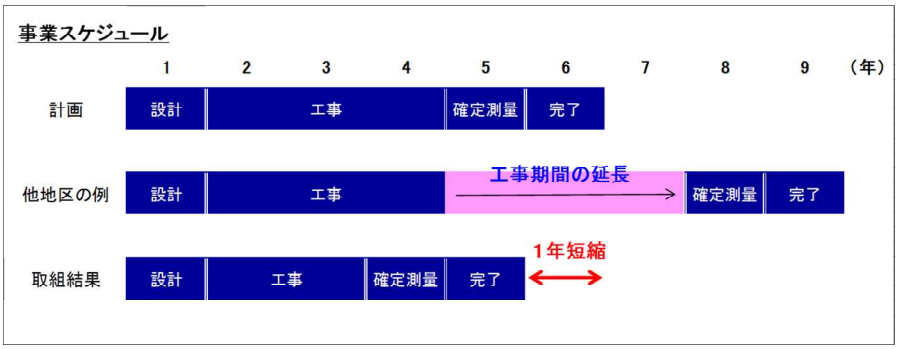
営農調整の結果、初回工事は右図の緑線枠の施工範囲で整備を行った。今回の工事区域で、どうしても米の休作が難しい耕作者に対しては、団地化した区域(赤色の範囲)で作付けを行ってもらい、工事は稲刈りが終わるまで他の範囲から進めることで調整した。

このような調整を行うことで、6月から3月までの工期の確保と赤色の範囲を除いてにはなるが、夏場の工事を可能とすることができた。



5. 成果と効果

計画より3年程の延長が懸念された事業工期を、営農調整を行い、通年施工を可能としたことで追加予算と工事工期の確保ができ、結果として計画より1年短縮して完了する予定で整備を進めている。



通年施工は、地元委員会と連携し十分な意見交換を行いながら進めるため、農家の信頼を得られるとともに、地元協力体制の強化にも繋がることから、他地区においても導入を進めている。

広域農道南薩地区滝見大橋補修設計業務に関する報告

～ASR反応により劣化したPC橋梁の診断と今後の課題～

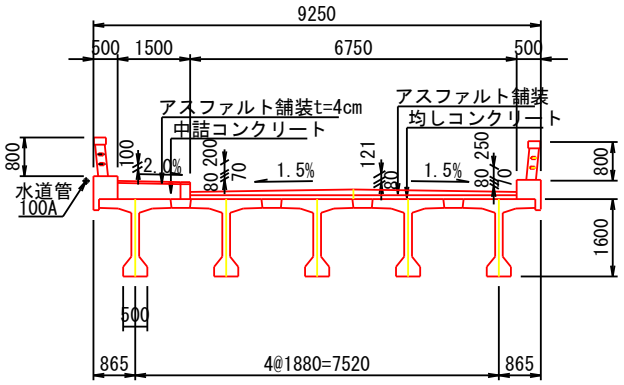
㈱久永コンサルタント　○(非)内村正樹
鹿児島県南薩地域振興局農林水産部農村整備課　(正)小野島英治

1. はじめに

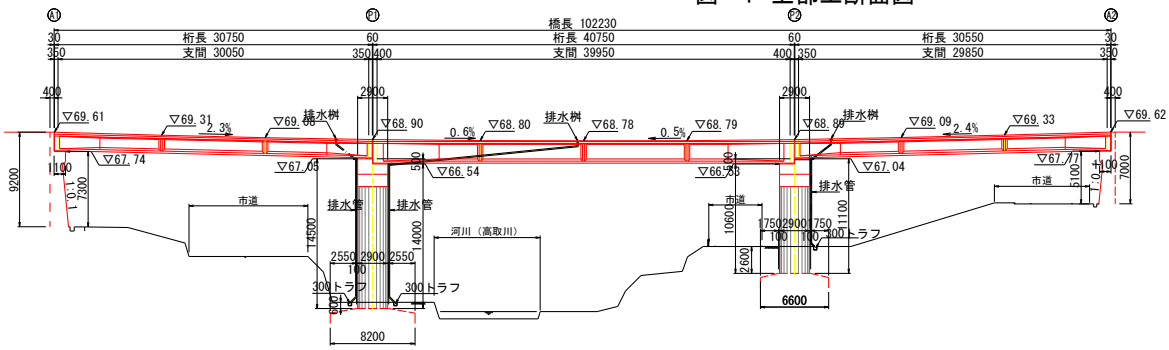
本業務は，農地整備事業(通作・保全) 南九州地区で計画された既設橋梁の長寿命化対策などを行うことを目的に，外観変状調査，コンクリート品質試験を行った上で，現橋梁の健全度を評価の上，必要な補修設計を行ったものである。調査の結果，上下部工ともに多数のひび割れが確認され，発生しているひび割れの形状や発生位置からアルカリ骨材反応(ASR 反応)による劣化が疑われた。さらに，大型車両走行時の振動や主桁下面コンクリートの一部剥落，漏水を伴う遊離石灰の発生など耐荷力の低下を思わせる変状が確認されたことから，その耐荷力評価においてもより精度の高い評価が求められたところである。以下に，橋梁の概要および現時点での耐荷力評価について述べるとともに，今後の調査などについて紹介する。

2. 橋梁概要

・上部工形式:PC ポステン単純 T 桁橋
・橋長:102.2m(3 径間)
・幅員:8.25m(車道 6.75m，歩道 1.50m)
・径間長:30.5m＋41.0m＋30.5m)
・斜角:90 度
・設計荷重:TL-20t(1 等橋)
・架設年度:昭和 50 年(1975 年)架設後 45 年
・適用基準書:昭和 43 年 PC 道路橋示方書



図－1　上部工断面図



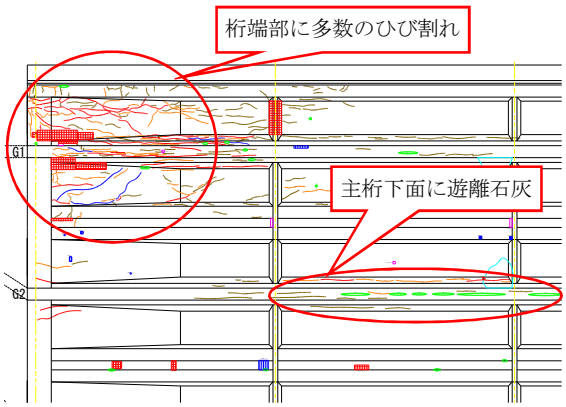
図－2　橋梁側面図

3. 外観変状の状況

3. 1確認される主な変状

表-1　主な変状と変状の状況一覧

部材	変状種類	変状の特徴
主桁	ひび割れ	橋軸方向ひび割れ多数確認
	漏水・遊離石灰	下フランジ支間中央付近に多数確認
	剥落	下フランジひび割れ多数部に確認
下部工	ひび割れ	橋脚，橋台ともに亀甲状に多数確認
橋面	舗装劣化	支間中央付近車道部で多数の修繕跡



図－3　P1-P2 径間上部工下面損傷図の一部

3．2変状の進行とその判定

平成 26 年度に実施された変状調査と今回（令和元年度） 実施した変状図を対比すると，ひび割れの発生密度が高まるなどの進行が確認された。

ただし，耐荷力不足に伴う橋軸直角方向ひび割れの確認はされていないことから，直ちに交通の制限を行う必要はないと判断し，詳細な品質試験を行うこととした。

4．コンクリート品質試験と劣化原因特定

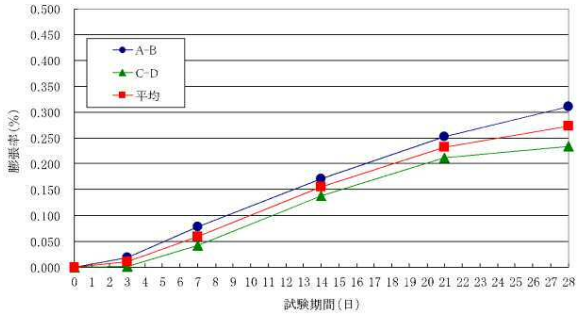
4．1コンクリート品質試験結果

橋梁の劣化原因および劣化状態を判定するために，各種コンクリート試験を実施した。また，ひび割れの発生状況から ASR による劣化が想定されたことから，これに関連する試験を実施している。

表-2 に品質試験の結果の抜粋と評価を示す。（下部工試験結果については省略）

表－2 主桁の品質試験の結果一覧表

試験項目	A1-P1 径間	P1-P2 径間	P2-A2 径間
圧縮強度（N*mm2）	19.5	13.5	23.1
中性化深（mm）	3	4	3
含有塩分量（kg/m3）	2.10	3.15	2.50
SEM 観察	確認	確認	確認
残存膨張（カナダ法）	有害	有害	有害



図－4 P1-P2 径間主桁残存膨張グラフ

【試験結果に対する考察】

・特にひび割れ密度の高いところで採取したコアによるものであり，いずれの径間においても基準値より低い圧縮強度を示す。特に P1-P2 径間は極めて低い。（基準値 40N/mm2）

・含有塩分濃度が高く，ASR 反応を促進させた可能性が高い。コアに貝殻片を確認，海砂が使用されている。

・ASR 反応残存膨張試験結果から，今後も膨張は進行することが想定される。

・試験結果を踏まえ，特にコンクリート強度の低い値を確認した P1-P2 径間にて，更なるコンクリートコアの採取，圧縮強度試験ならびに静弾性係数試験を実施した。結果を表-3 に示す。

表－3 P1-P2 径間追加試験結果一覧表

コア名称	コア採取位置	圧縮強度（N/mm2）	静弾性係数（kN/mm2）	備　　考
G1-S1	G1 桁端部付近	13.5		第 1 段階試験結果で圧縮強度のみ実施
G1-C1	G1 桁第 1 横桁付近	24.8	6.80	圧縮強度弾性係数ともに低い
G1-C2	G1 桁支間中央付近	38.9	19.50	圧縮強度はほぼ基準値，弾性係数 2/3
G3-C1	G3 桁第 1 横桁付近	41.9	19.80	同上
G5-C1	G5 桁第 1 横桁付近	38.5	20.30	同上

【追加試験結果を受けての考察】

・圧縮強度は，採取コアの違いによる影響もあるが，設計基準強度を確保しているものも確認された

・弾性係数は圧縮強度が確保されているにもかかわらず，数値の低下がみられた。橋梁全体の剛性が低下していることが疑われる。

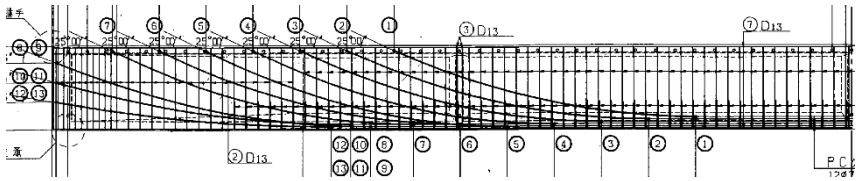
・採取したコアの表面に微細なクラックが確認され，ASR 反応は，桁内部でも進行していることがわかる。（図-5 参照）

図－5 G1-C1 コア表面クラック

4．2劣化原因の特定

外観変状ならびにコンクリート品質結果より，本橋梁の劣化原因は「ASR 反応」によるものと特定できる。以下にその理由を整理する。

・ひび割れの方向が橋軸方向（PC ケーブル方向）に発達していること
・反応性骨材の使用が確認されていること，ならびにその反応は継続していること
・主桁下フランジ下面に漏水を伴う遊離石灰が確認されていること。
・橋面防水が施工されていないことを確認，調査時にシースから水が流れ出すとともにシース外周も湿った状態にあり，水分の供給が経時的になされてきたことから ASR 反応は発生しやすい環境にあった。
・施工当時の標準図より，主ケーブルは上縁定着構造となっており，雨水の侵入が発生しやすい構造となっていたこと（図-6 参照）



図－6 建設当時主桁標準設計図

5．耐荷力評価

各種コンクリート試験で得られた情報をもとに，復元設計ならびに試験結果から得られる耐荷力の評価を行い，健全性を評価した。耐荷力計算を行う上での課題と対応については以下の通りとした。

1） 不可視部（床版厚など）は，当時の標準設計をもとに設定
2） 主ケーブル規格，本数，配置については，当時の標準設計をもとに設定
3） 上記をもとに設計プレストレス力を計算
4） 耐荷力計算は以下の 2 ケースを設定して実施
・CASE-1；弾性係数を 19kN/mm2（異常値 G1-C1 試験値を除く平均値）として計算
・CASE-2；安全側の視点より弾性係数を 6.8kN/mm2（G1-C1 試験最小値）として計算
5） プレストレス力は，減少していないものとし，3）で計算した値を使用
6） コンクリートの許容応力度（圧縮，引張）は設計基準強度（40N/mm2）の時の値を，試験結果で得られたコンクリート強度と比例換算して設定
7） たわみ量については，コンクリート橋に規定値がないことから，鋼橋床版の規定値を参考に検証

表-4 に計算結果一覧表を示す。

表－4 耐荷力計算結果一覧表

計算ケース		圧縮強度 (N/mm2)	弾性係数 (kN/mm2)	上縁応力 (N/mm2)	下縁応力 (N/mm2)	たわみ (mm)
復元設計	計算値	40.0	31.0	10.7	-0.64	9.2
	許容値			14.0	-1.50	79.9
CASE-1	計算値	40.0	19.9	10.8	-1.26	37.5
	許容値			14.0	-1.50	79.9
CASE-2	計算値	24.8	6.8	※ 11.2	※ -3.05	※ 273.7
	許容値			9.4	-1.04	79.9

※は許容値を超過していることを示す

【耐荷力計算結果からの考察】
・弾性係数を，異常値を除く平均値として計算を行うと，当初設計荷重に対する耐荷力を有していると判断できる。
・弾性係数を，最小値として計算を行うと，当初の設計荷重に対して大きく許容値を超過する。
・今回の試験結果から，本橋梁の設計荷重時発生応力度はCASE-1とCASE-2の中間値にあるのではと推測され，更なる詳細調査が必要である。

6．業務でとった処置

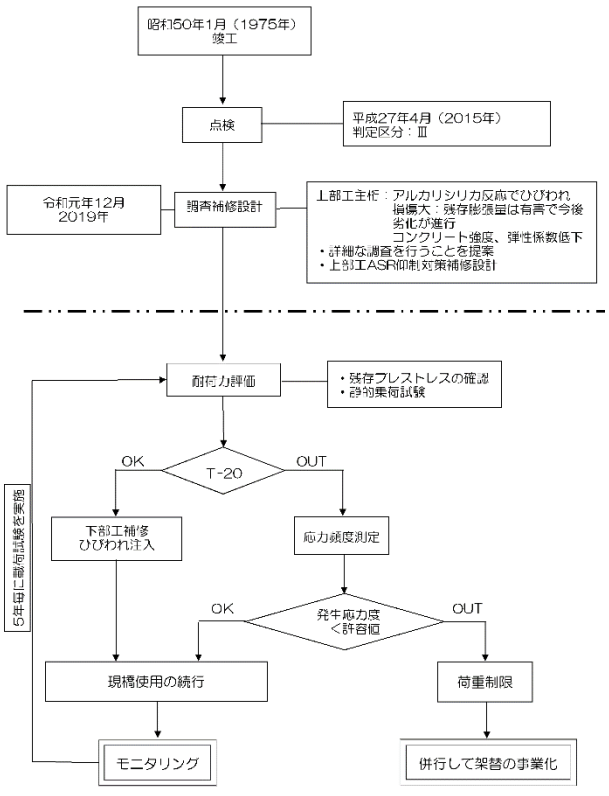
耐荷力評価の結果等について，学識経験者を交えた検討委員会を開催したが，さらに詳細な調査が必要と判断された。しかしながら，ASR に対する処置は早急に実施する必要があり，以下の対策を実施することとして詳細設計を行った。

1） 主桁への雨水の侵入を防止するため，舗装打替えならびに橋面防水工の設置を計画
2） 既存の伸縮継手は止水機能を失っており，伸縮継手部からの雨水の侵入を防止するため，止水性の高い伸縮装置への交換
3） 市道交差部でのコンクリート片剥落防止網の設置による第三者被害防止対策
4） その他，排水装置の不具合回収など

7．今後の課題と調査試験

現時点で，橋梁の維持管理方針を明確にすることは困難であり，今後の必要な詳細調査と管理方針を以下に整理した。図-7 にこれまでの橋梁維持管理に関する流れと今後の詳細調査結果から想定される流れを示す。
提案する詳細調査と結果の活用について説明する。

1） 残存プレストレス測定
現在のプレストレスの状況を把握し，耐荷力計算の精度を高めるため，コンクリート表面にスリットを入れることでその変化より残存プレストレスを算定する。
2） 静的載荷試験
荷重管理されたダンプトラックを支間中央に載荷させ，その時の主桁に発生するひずみならびにたわみを測定することで，橋の耐荷力を算出する。特に，本橋梁は ASR により弾性係数の低下が発生している。たわみを測定することで，橋全体の剛性を想定することができ，これにより設定される弾性係数を用いて耐荷力計算の条件とする。
3） 応力頻度測定
実交通下での主桁のひずみを測定することで，主桁に発生する応力度を算定し，橋梁としての供用を判断するために行う。データは 72 時間連続で取得し，これを橋梁に作用している応力と評価する。



図－7 滝見大橋管理方針フロー

8．おわりに

近年，橋梁をはじめとするインフラのストックマネジメントは，今後の社会構造を考慮した時，きわめて重要なものである。本橋は，比較的劣化状況が激しく，橋としての使用安全性を確保するために，適切な判定と対策を講じなければならない。提案した詳細調査を早急に実施し，この橋を利用する人の安心・安全の確保を望むところである。

中山間地域におけるほ場整備について
－経営体育成基盤整備事業　鵜毛・籾木地区の事例から－

宮崎県東臼杵農林振興局　○（正）横山雅敏，（正）成松克彦
（非）田中哲史，（非）甲斐康恭

１．はじめに

鵜毛（うけ）・籾木（もみき）地区は，宮崎県日向市南東部の中山間地域に位置し，水稲を主体とした営農が行われている地区である。また，当地区の農地は，周囲を山に囲まれ，用水路は排水路兼用の土水路で排水不良であり，区画は，小区画で農道も未整備という営農条件が非常に悪い状況であった。このため，区画整理や用排水路，農道の整備を行い，農地の集団化を図り，大型機械の導入等により営農労力を節減し，農業経営の安定を図ることを目的として，平成２４年度から経営体育成基盤整備事業に取り組んでいる。

本報では，中山間地域のほ場整備における取組みについて紹介する。

２．経営体育成基盤整備事業鵜毛（うけ）・籾木（もみき）地区について

鵜毛・籾木地区は，中山間地域に位置し，日の平，籾木，鵜毛の３つの団地から構成されている。（図１）

令和２年度までに２つの団地（日の平，籾木）の区画整理が完了し，現在は鵜毛団地の区画整理を実施している。

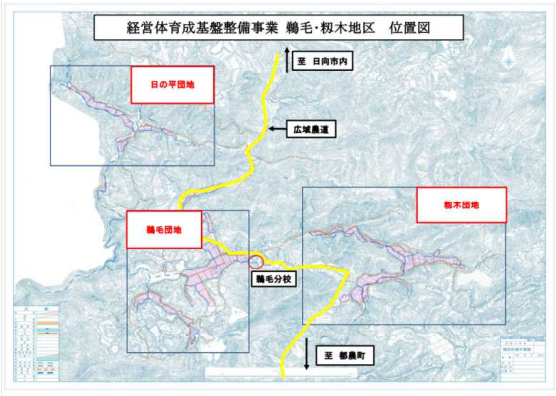


図１　位置図

１）事業名：経営体育成基盤整備事業
２）地区名：鵜毛・籾木地区
３）関係市：日向市　４）受益面積：20.9ha
５）受益戸数：112 戸
６）関係土地改良区：鵜毛・籾木土地改良区　７）事業内容：区画整理 A=19.0ha　農業用用排水路 A=1.9ha　８）採択年度：平成 24 年度　９）総事業費：９億６千９百万円

３．基盤整備を契機とした農地集積について

鵜毛・籾木地区においては，農家負担軽減のために「高度経営体集積促進事業」に取り組む計画であったが，現在では，「中心経営体農地集積促進事業」に変更して農地集積に取り組んでおり，その取組概要については以下のとおりである。

（１）高度経営体集積促進計画について

鵜毛・籾木地区は，他地区にも見られるように，農業従事者の高齢化に伴い，周辺農地の耕作放棄地化や担い手確保が課題となっているため，促進計画では，農業生産法人への貸借権設定や基幹作業受託により，地区内の農地の約 36%を集積することとしていた。

新たに農業生産法人を設立するため，地元話し合い活動の中で，第一段階として，農作業受託組織としての「集落営農組合」を設立し，第二段階で「農業生産法人」を設立することにした。

集落営農組合設立に向けて，県農林振興局，普及センター，JA日向，日向市による営農

検討会（外部リーダー会），さらに営農検討会メンバーに地元農家を加えた「営農推進会議」の2段構えで，会議や視察研修を重ね，平成 29 年7月14日に「鵜毛・籾木集落営農組合」が設立された。（図2）

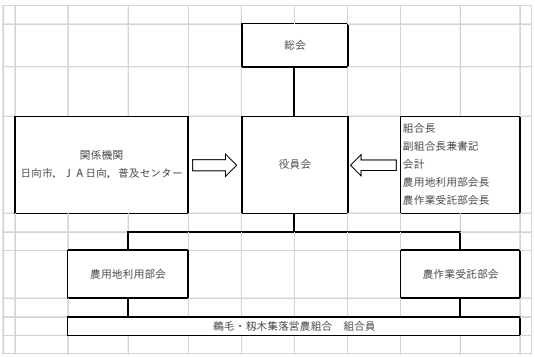


図2　組織図

集落営農組合設立後，第二段階である「農業生産法人」設立に向け，集落営農組合役員会で検討を行っていたが，平成30年10月24日の第10回集落営農組合役員会において，法人設立の要件達成（所得300万円以上の達成や運営費確保）が困難なため，法人設立を断念し，今後認定農業者等の中心経営体への農地集積に計画変更することを決定した。

（2）中心経営体農地集積促進計画について

これまでの促進計画達成に向けた取組経緯により，令和元年度に「高度経営体集積促進計画」から「中心経営体農地集積促進計画」に計画変更した。見直し後の計画では，農業生産法人への貸借権設定や基幹作業受託から，担い手農家及び集落営農組織への貸借権設定により，地区内の農地の約 37%を集積する計画とした。

（3）農地中間管理事業の取組みについて

鵜毛・籾木地区では，農地集積するために宮崎県内の他地区でも取り組んでいるように，農地中間管理事業に取り組んでいる。これまでに，3団地のうち区画整理が完了した日の平団地において農地中間管理事業に取組み，利用権設定を行っている。他の2団地についても，工事終了後の一時利用地指定した後に農地中間管理事業を行う計画である。

4．基盤整備後の集落営農ビジョンについて

鵜毛・籾木地区においては，事業スタートと同時に，JA日向，普及センター，日向市が支援し，地元農家が主体となった「鵜毛・籾木地区の集落営農を検討する会」により，地区の集落営農ビジョンを検討した。複数回の話し合い活動で事業初年度の平成24年度に「自然と調和した希望の大地を創る UME（ゆめ）（鵜毛・籾木・営農）」をキャッチフレーズとした「鵜毛・籾木地区集落営農ビジョン」を策定した。ビジョンは，①「集落における担い手確保」②「集落における農地の有効利用」③「集落における特産品づくり」の課題を解決するため，「工夫した魅力ある体制づくり」，「効率的な農地の活用」，「共同利用によるコスト縮減（土地，機械等）」，「新規作物の導入と加工技術の挑戦」の4つの柱から構成されている。

これまでに，集落営農ビジョンを実行するため，現地で新規作物導入のため試験栽培（ゴボウやスイートコーン）や県内外の集落営農先進地視察を行っているところである。また，地区内にある「籾木つわぶき会」と連携したつわぶきの商品化も模索している段階である。

5．おわりに

鵜毛・籾木地区では，区画整理工事も最終段階に入っており，あと2～3年後に事業が完了する見込みである。区画整理の完了した団地では，用排水路が分離され，農道がすべてのほ場に接続された以前よりもはるかに大きく形状の良くなったほ場で，作付けがされており，地元農家からも，工事完了により営農条件が大幅に改善されたと大変喜ばれている。

今後は，農地中間管理事業による農地集積と地元で作成した「鵜毛・籾木地区営農ビジョン」に基づいた営農展開を行い，「自然と調和した希望の大地を創る UME（ゆめ）（鵜毛・籾木・営農）」の実現を切に願うばかりである。

高収益品目の生産拡大と6次産業化の取組について

大分県豊肥振興局豊後大野水利耕地事務所　〇(非)宮田茂
大分県農林水産部農地活用・集落営農課(非)田中啓二郎

1. はじめに

三重東部地区にある豊後大野市は、大分県の南西部に位置し、平成17年に三重町、清川村、緒方町、朝地町、大野町、千歳村、犬飼町の 5 町 2 村が合併し誕生した。市の全域が南海型気候区に属し、平地気候と山地気候のほぼ中間にあり、四季を通じておおむね温暖で、一部の山岳地帯を除いて、平坦地の平均気温は 15～16℃と極めて農耕に適している。また、東部は大峠山、佩楯山、西部は阿蘇外輪山のすそ野、北部は神角寺、鎧ヶ岳、南部は祖母・傾山、三国峠により囲まれており、起伏に富んだ複雑な地形で、大小の河川を集めて別府湾に注ぐ大野川という豊かな水資源を持ち、県内屈指の農業地帯が広がっている。

写真 1　位置図

今回は平成 27 年から令和元年にかけて整備した「県営経営体育成基盤整備事業　三重東部地区」における、高収益品目の生産拡大と 6 次産業化の取組を紹介する。

2. 県営経営体育成基盤整備事業　三重東部地区の概要

- 事業費:374,160 千円
- 事業期間:平成 27 年～令和元年(5 年間)
- 受益面積:49.0 ha
- 整備内容:区画整理　17.5 ha、暗渠排水　31.5 ha

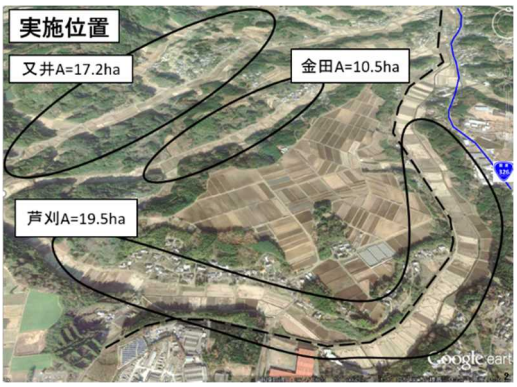


写真 2　事業実施位置図

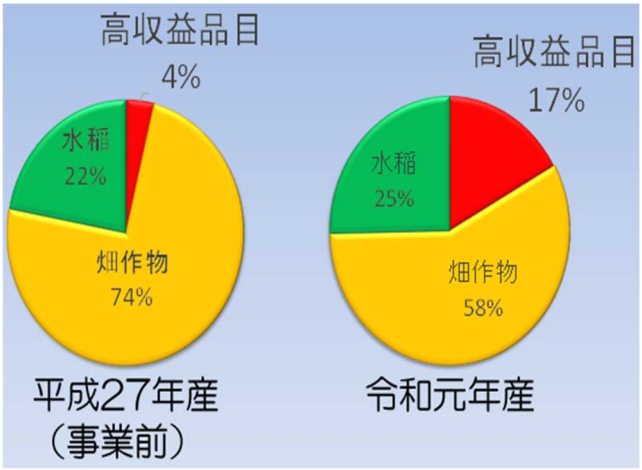
三重東部地区では、昭和 50 年代に県営ほ場整備事業に取り組み、水源を 3 つのため池から取水し、用水路のパイプライン化を行うなど、地域農業の基礎を支えてきた。しかしながら、ほ場が谷間につらなることから排水不良田が多く、大豆や麦の作付けも進まない状況であった。また、平均区画 15a と比較的狭いほ場が多く、担い手となっている法人等の営農の障害となっていました。こうした課題を解決するために、地元より基盤整備の要望があり、工区を又井工区、金田工区、芦刈工区の 3 つに分け、事業化し、平成 27 年から令和元年の 5 年間で整備を行った。

写真 3　整備前の水田

写真 4　整備後のほ場

3. 高収益品目の生産拡大

表 1　担い手の延べ作付面積に対する各作目の割合



三重東部地区では事業を契機に農地を農事組合法人 3 社と認定農業者 3 名に集積を図った。

また、フォアスの導入によってほ場の排水性が改善され、水田でも高収益品目の作付が可能になったことから、高収益品目の拡大に向け、県内外の先進地へ出向き視察を行ったり、地区の農業者で地元研修会を実施した。

この結果、フォアスを導入したほ場ではハトムギ・かんしょ・かぼちゃ・さといもなどが作付けされ、高収益品目の導入実績は事業前の平成 27 年産と令和元年産を比較すると 4%から 17%へ増加している。

なかでも（農）芦刈農産では水田の有効利用により、かんしょの作付面積の増加、新たな品目として人参・スイートコーンなどを作付け、品目の多様化が進んだ。

4．6次産業化の取組

(1)（農）芦刈農産の6次産業化事例

（農）芦刈農産ではかんしょを「はるか姫」というブランドで県内外への出荷や法人の直売所での販売を行っており、需要に応じて作付を拡大し、生産量を増やしてきた。一方で規格外のかんしょも増加したため、どうにかして有効利用できないかと考え、加工調整室、かんしょ貯蔵庫の建設や 6 次産業化プランナーによる商品開発支援、女性部「姫の会」による商品開発の取組により、規格外のかんしょを使用した農産加工品の加工・販売を始めた。現在ではかんしょのほか、人参やスイートコーンなどを原料とした加工品も取り扱っており、6 次産業化の取組みを拡大している。

また、平成 28 年には国の「六次産業化・地産地消法に基づく事業計画」に認定され、同年には「平成 28 年度全国優良経営体表彰・集落営農部門」にて農林水産大臣賞を受賞している。

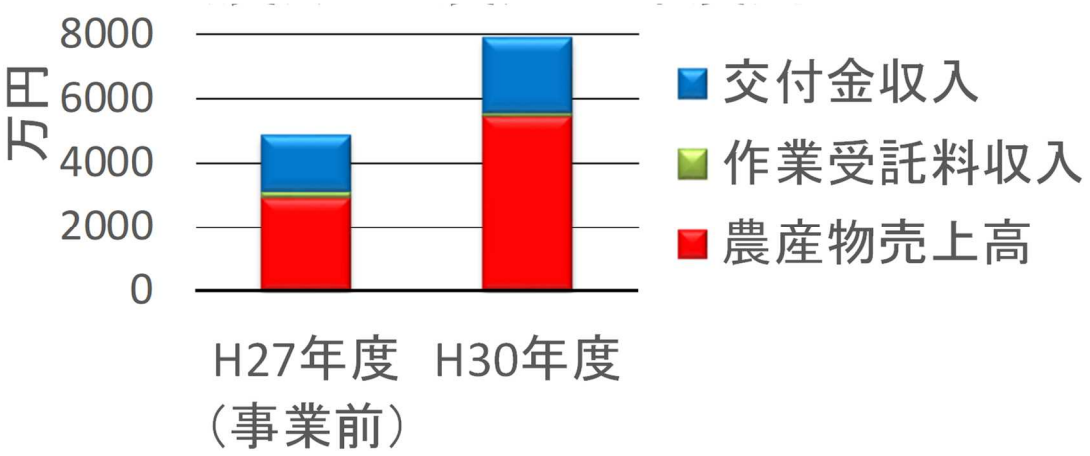
写真 5　加工調整室での作業の様子

写真 6　6 次産業化プランナーによる商品開発支援

写真 5　（農）芦刈農産の農産物を使用した加工品

（農）芦刈農産では高収益品目の生産拡大、加工品の開発、販売、法人独自の販路開拓により、年度別の総収入が平成 27 年度と平成 30 年度を比較すると約 1.6 倍、農産物売上高は約 1.9 倍に増加している。

表 2　（農）芦刈農産の年度別収入



5. まとめ

三重東部地区では区画整理及び暗渠排水（フォアス）の導入により、これまで排水不良田が解消され、水田汎用化による高収益品目の作付拡大、新規品目を導入することができ、その結果、生産量の増加と 6 次産業化の拡大が図られた。

写真 6　（農）芦刈農産の加工品販売会

写真 7　平成 30 年度農業農村整備優良地区コンクール
農林水産大臣賞受賞

佐伯市蒲江における耕作放棄地の再生による大規模キク団地の育成

大分県南部振興局　○(正)工藤和、(非)濱野琴美

1. はじめに

佐伯市蒲江は大分県の最南端に位置し、蒲江沿岸域は典型的なリアス式の内湾が浅海養殖の好漁場となっており、古くから養殖漁業が盛んで、特に養殖ヒラメの生産高は県の生産高の 80%強を占めている。また、冬期温暖な沿岸部や高冷地に準ずる冷涼な内陸性気候の気象条件を活かした栽培により、産地が拡大し、キク、スイートピー、ホオズキは県内有数の産地となっている。

今回は平成 13 年から平成 15 年にかけて整備した第1花き団地、平成 19 年から平成 22 年に中山間地域総合整備事業で基盤整備した第 2 花き団地における、現在の営農状況を紹介する。

写真 1　位置図

写真 2　キク団地の様子

2. キク団地の概要

第 1 キク団地(H13～H15 整備)

基盤整備　2.9ha、ハウス整備　1.6ha

第 2 キク団地(H19～H22 整備)

基盤整備　2.6ha※1、ハウス整備　1.9ha※2

※1　中山間地域総合整備事業　蒲江地区

事業主体　大分県、事業費　60,840 千円

※2　経営構造対策事業(ハウス整備 1.9ha うち 1.4ha):

事業主体　大分県農業農村振興公社、事業費　304,290 千円

県単独事業(ハウス整備 1.9ha うち 0.5ha):

事業主体　佐伯市、事業費　42,000 千円

3. 生産組合の概要

【名　称】蒲江花き生産組合

【生産者数】組合員 20 名

【年齢構成】平均年齢 55 歳

【産地規模】施設面積:11 ha(うち 3.5ha が今回のキク団地)

系統出荷本数:638 万本(H30 年度)

系統販売額:3.5 億円(H30 年度)

写真 3　月に 1 回行われる圃場巡回の様子

4. キク団地造成の効果

(1)他業種からの転換

【真珠養殖から輪菊栽培へ】

・団地造成を機に真珠養殖業から輪菊栽培に転換。

・まとまった農地、周りに同じ品目の栽培者がいることで助言が得られるなど安心感がある。

(2)新たな雇用の創出

【農福連携による労働力の確保】

・平成 15 年から農福連携として地域の福祉施設と連携。

・定植や芽摘みなどの管理作業や、収穫、出荷作業に約 20 名を臨時雇用。

【外国人研修生の受入れ】

・若手の大規模生産者が外国人研修生(ベトナム、インドネシアなど)を受入れ。

(3)後継者の育成

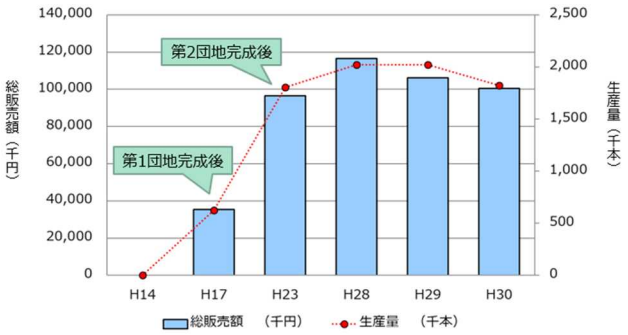
【親から子へ経営継承】

・団地造成当時の親世代から子世代へ 4 戸が世代交代し、地域を牽引する生産者へ成長。

・40 代以下の若手生産者 5 名で産地面積の約 45%を栽培。

写真 4　基盤整備前後の様子

表 1　花き団地の出荷量・販売額推移



5. 蒲江のキク団地が抱える問題

(1)高齢化による生産規模の縮小と生産者の減少

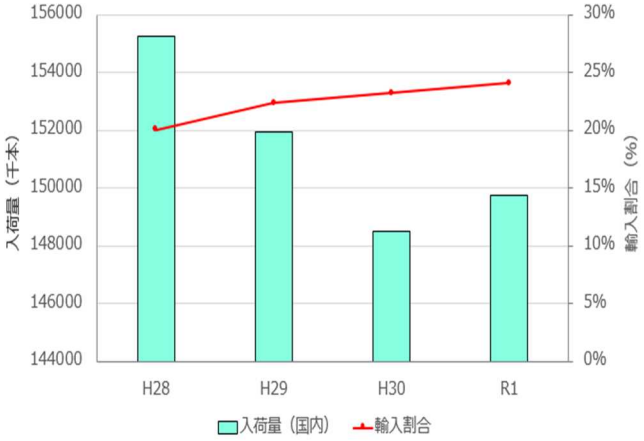
・後継者は育っているものの、近年、高齢化による生産規模の縮小や離農による生産者数の減少が目立ち始めている。

(2)輸入品の増加と国内消費の減少

・近年、安くて質が良く、安定的に手に入る輸入品が増加し、国内の小さな産地は輸入品に負けている状況。

　また、生活様式の変化などでカーネーションやトルコギキョウといった洋花の利用増加により輪菊の消費が減少。

表 2　入荷量(国内)・輸入割合の推移



6. 問題の解決に向けた取組み

　どうすれば産地として生き残れるか考えたときに、目指す姿は「市場・顧客から頼りにされる産地」になることであり、高品質な物はもちろんのこと、それと併せて、今求められている姿は「安定的に出荷できる産地」である。

蒲江花き生産組合では、1 週間あたり約 23 千本の契約販売を行っていたが、出荷量が減少する時期があり、いつ、どのくらい出荷が可能なのか把握できない状態であった。

そこで、平成 28 年から南部振興局では ICT を活用して出荷時期・出荷量を予測する「菊の助」というシステムを開発した。菊の助は、生産者がスマートホンで定植日や品種を入力すると、自動でいつ、何本出荷されるかが計算されるシステムである。計画に対して実際の出荷量との比較もでき、生産者の実績検討会や営農指導にも活用できるようになっている。また、気象状況などにより、計画と実際の生育にズレが生じた際には、随時生育状況を確認しながらシステムの出荷予測への反映が可能となっている。

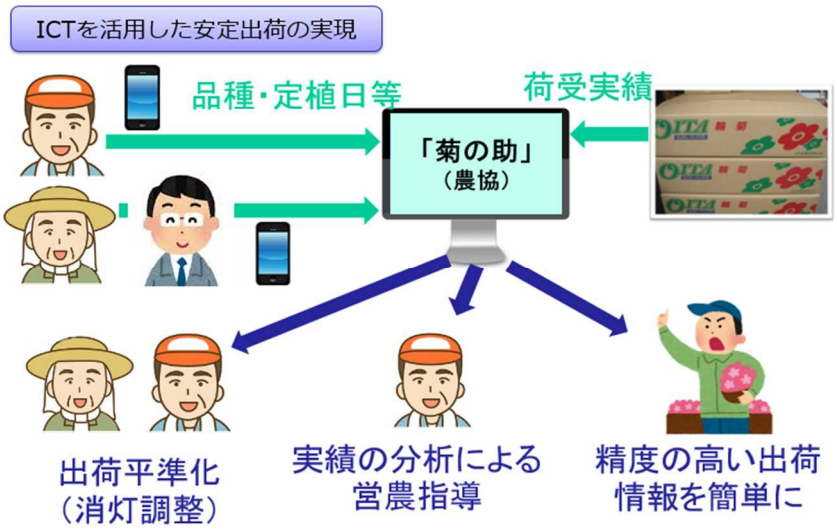


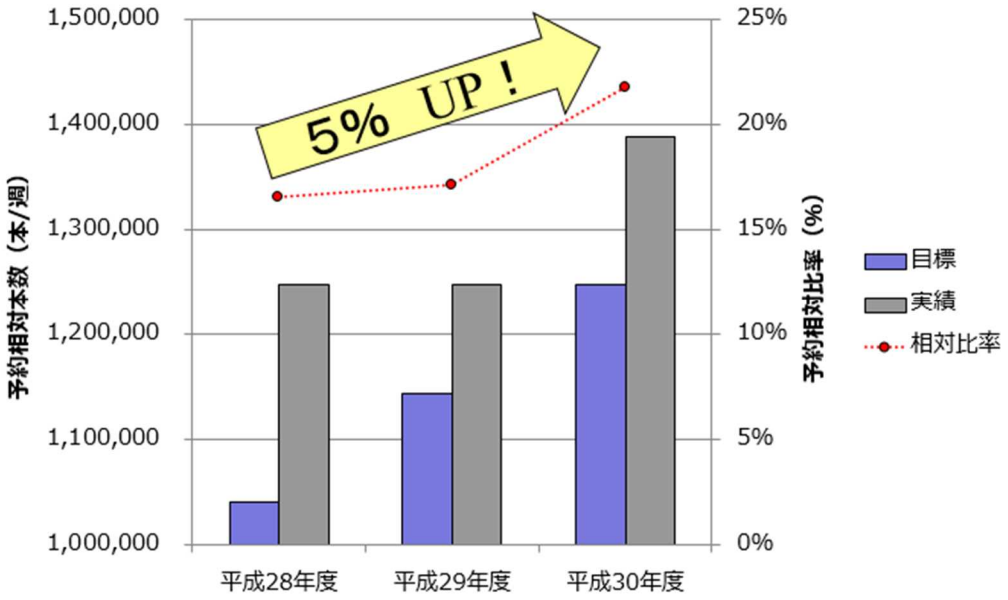
図 1　ICT を活用した安定出荷体制の構築イメージ

「菊の助」では出荷期間をグラフ化し、バーで示しているので、どの圃場からいつ、どのくらいの期間出荷予定なのかが分かるようになっている。また、システム画面上部にグラフで全体の出荷量推移が表示されるため、契約出荷量ラインを下回ったら欠品の可能性あると一目で事前にわかり、誠実な市場対応ができるようになった。

図 2　「菊の助」システム画面

ICT・システムの活用によって、いつ、どのくらい出荷があるかの予測ができるようになったため、契約販売を増やすことができ、現在では出荷量の約 22%が契約販売となっており、システム導入前と比較して契約販売の比率が 5%UP した。

表 3　入予約相対本数の目標・実績値の推移



7. まとめ

蒲江という地域は農地が狭く水産業がメインの地域であるが、耕作放棄地を整備し、団地ができたことで県内一の輪菊産地となった。また、後継者も残っており、基盤整備から 15 年経った今でも全てのハウスで営農が続いている。

今後は ICT での取組みを続けながら契約販売の比率を 30%まで伸ばすことを目標として日々活動を行っている。

農地整備事業における工事実施と農地集積について

沖縄県農林水産部北部農林水産振興センター農業水産整備課　（正）山城和真

１．はじめに

沖縄県の八重山諸島では、石垣市、竹富町、与那国町で、さとうきび、水稲、牧草、マンゴー、パインアップルなどが生産されている。

ほ場整備の整備済面積は、3,480ha（約７割）であり、全体整備面積の 4,918ha に対して、あと 1,438ha 以上の整備量が残っている状況である。

写真１：本地区整備前航空写真

その一方で、農業者の高齢化、農家戸数の減少が続いている状況である。そのため、担い手への農地集積・集約化や生産コストの削減、農業機械の効率的な利用等を進めるとともに、収益性の高い農業経営を実現するため、農地の大区画化、汎用化等ができる整備がより重要となってきている。

その反面、農地集約化や大規模経営が増えると、農村を維持管理していく住民が減るため、小規模ながら集落に残ってくれる住民の必要性もある。地域それぞれに合った姿（農村の形、営農方法）を考えたうえの整備も重要となってきている。

そこで、県営与那良原地区における農地整備事業の当初採択時、実施設計時、工事実施時について地元農家及び竹富町役場職員を含めて内容の変更を行った。

２．地区の概要と問題点

本地区は、竹富町西表島の東部に位置し、農業と観光が行われている美原集落の農家が受益者として、水稲、畜産を主体として農業経営を行っている地域である。地区の北側では、水稲栽培が盛んに行われているが、ほ場は未整備で耕地面積が狭く、区画が不整形で分散している状況である。地区の南側では、牧草（畜産用や由布島水牛の食草）の栽培が行われているが、北側同様に未整備の状況である。

当初採択時は、水田の農家が３人だったが、１人になったことで、ほ場区画の見直しが必要となった。併せてかんがい施設や排水計画、農道計画等も見直しが必要となった。

３．ほ場区画の変更

当初、ほ区あたり 0.3ha でほ区数が 53 枚となっており、営農する農家が１人のため、数が多いと営農労力が多くかかってしまう計画になっていた。ほ場高や土量収支の再検討を行い、ほ区あたり 0.5ha と大きくし、ほ区数を 37 枚と少なくすることができた。

図１：ほ場区画変更図

ほ場区画の変更に伴い、ほ区毎に設置する給水栓や暗渠排水の管理孔の数も減ることで、施設管理の省力化につながった。また、農道や排水路の延長が短くなることで施設面積が小さくなり、農地面積が大きくなった。

設計の見直しが完了し、平成 26 年度から北側の水田整備が始まり、西表島特有の雨に苦労しながら平成 28 年度までに 12.4ha が完了した。

４．農地集積の変更と工事の変更

北側の水田整備も半分以上が完了し、残す 2.8ha と畑が 3.2ha の工事を平成 29 年度に発注した。西表島特有の雨などの悪天候などにより、工期が平成 30 年度に繰り越しが決まった時期に南側の畑の農家の配置計画が変更となった。北側の水田同様に営農状況が変化するため、ほ場へアクセスする農道計画の見直しが必要となった。

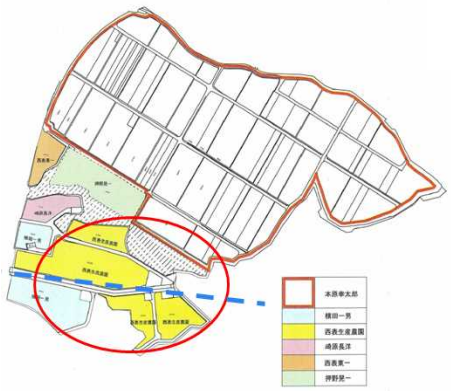


図 2：変更集積計画図

当初、南側の畑の中央に大きな排水路があり上と下で農家が違うため、ほ場へアクセスする農道が別々の状況であった。農家の配置計画の変更に伴い中央排水路の上下に同一の農家が配置されており、アクセスが分断されてしまう設計となっていたが、排水路を横断できるように工事に床板橋を追加することでアクセスができるようになった。

５．まとめ

当初採択時から実施設計時、工事実施時にほ区の見直しや農地集積計画の変更など多くの課題に直面したが、地元農家と竹富町役場職員を含めて、一体的に取り組むことでよりよい整備ができたと思われる。

本地区の担い手への農地集積率は、約 9 割（水田 1 人・畑 3 人）となり今後の農業生産がより高まることを期待したい。

写真 2：完成したほ場（ドローン空撮）

内容の変更を検討していく中で、土地改良事業計画設計基準「ほ場整備」の「農地を将来の営農の形態に適合した農業機械の効率的な利用と合理的な水利等を行い得る生産性の高い条件に整備する」ということを実施できたかと思われる。農業に携わるものとして、ほ場のユーザーである農家のニーズを考え、将来を見据えた優良物件（ほ場）をつくることができたことは、今後の整備に活かしていきたい。

今回実施した内容・考え・姿勢が今後の農業農村整備事業の発展に寄与することを願って本発表の結びとしたい。

農業用ため池の整備について

－ため池整備事業を実施する際の課題など－

福岡県福岡農林事務所　農村整備第二課　○(非)上村茂一

１．はじめに

近年、頻発している豪雨等により多くの農業用ため池が被災している状況であり、福岡県においても平成29年九州北部豪雨や平成30年7月豪雨により、農業用ため池やその下流に大きな被害が発生したところである。

このため、農業用ため池の情報を適切に把握し、決壊による災害を防止することを目的として、「農業用ため池の管理及び保全に関する法律」が令和元年7月に施行された。

写真１　被災した農業用ため池

法整備とあわせて、農林水産省がまとめた「平成30年7月豪雨等を踏まえた今後のため池対策の進め方」に基づき防災重点ため池の再選定を行った結果、箇所数は大幅に増加し、その防災・減災対策を進めていく必要が生じている。

このような状況から、防災重点ため池に係る防災工事等の集中的かつ計画的に推進することを目的として「防災重点農業用ため池に係る防災工事等の推進に関する特別措置法」が10月1日に施行され、今後は、より多くの農業用ため池の整備・改修が進められることとなる。

これまで農業用ため池の整備・改修に従事してきたなかで、ため池整備事業を実施する際の課題や注意点をまとめてみたい。

２．福岡県福岡農林事務所の概要

福岡農林事務所は、福岡都市圏を中心とした10市7町を管内とし、総面積は1,170キロ平方メートル、耕地面積は12,341ヘクタールで米麦作、園芸及び畜産を中心に展開され、福岡大都市近郊の有利性を活かした作目の選択を図るとともに、需要に見合った生産性の高い農業の発展を目指している。

管内の農業用ため池数は県内の約3割にあたる1,380箇所で、うち防災重点ため池は1,109箇所とその約8割が指定されている。(令和元年5月末時点)

現在、当農林においては、4市1町で13地区の県営ため池等整備事業を実施しており、そのため池のほとんどが、パイピングや老朽化による取水施設機能低下、洪水吐の断面不足等を理由として、全面改修を行っている。

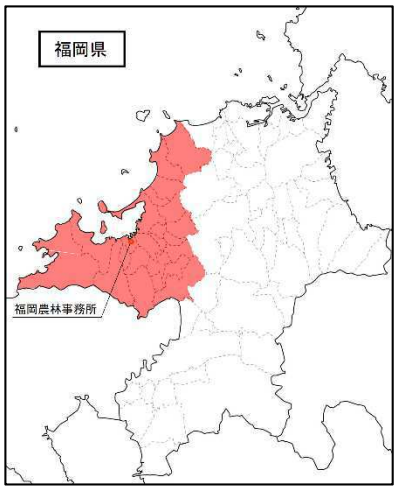


図１　管内図

3. ため池整備事業の課題等について

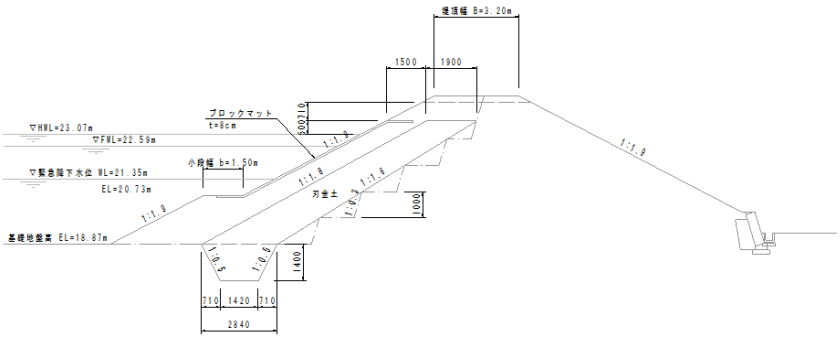
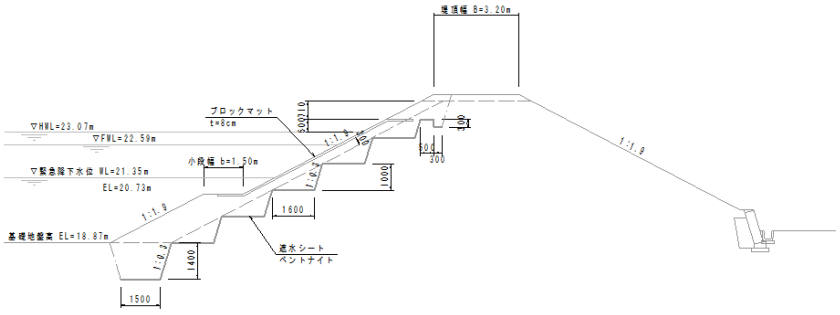
(1)堤体の改修型式

福岡農林事務所管内には、品質が確保された刃金土を供給する業者が複数あること、当面の間は供給可能であることから、前刃金土工法による整備を行っている。

一方で、本県の他農林管内では、工期の制約や刃金土が搬入困難な場所については遮水シート工法による整備を実施している地区もあるが、県内では施工実績が少なく、地元関係者も刃金土の改修を要望されることが多いため、前刃金土工法を基本として事業を施行しているが、今後の刃金土供給は不透明なことから、遮水シート工法での整備となることが予想される。

遮水シート工法はコストも下がってきており、地区の状況等によっては安価になることから、経済比較のみの検討では遮水シート工法を採用せざるを得なくなるため、一般的な前刃金土工法を採用する場合の選定理由について、本県の方針を定めていく必要があると考えている。

表1　堤体改修工法比較

タイプ	標準断面図
前刃金工法	
遮水シート工法	

(2)工事用道路

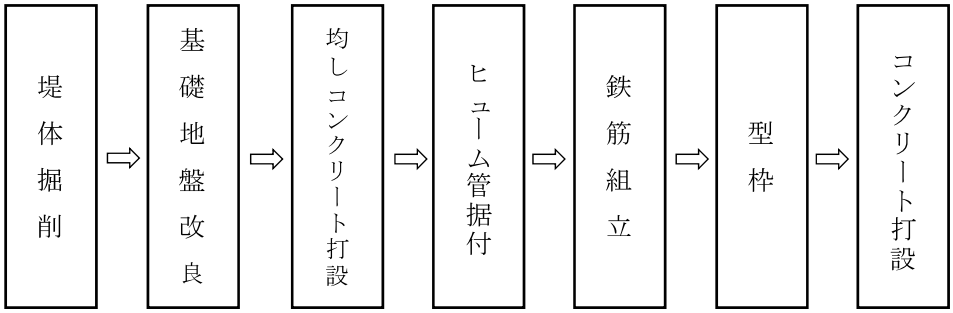
ため池の整備を行う上で、最近、課題となっているのが工事用道路の確保である。

整備を行うため池までに、ダンプトラック等大型車両の通行可能な道路がある地区はほとんどなく、道路があったとしても集落が近接しているなどから、工事用道路を効率的・効果的に計画する必要がある。

基本的には、ため池下の農地を借地して仮設道路やストックヤードを整備して、池内への進入路は堤体に擦り付ける形で道路を整備するか、底樋改修に伴う掘削断面を仮設道路として利用することになるが、仮設道路撤去しながら堤体盛土を同時に行っていくことから、作業効率も悪く、工期がかかる要因となるため、施工計画を十分検討しておく必要がある。

(3)底樋の改修(プレキャスト底樋管)

福岡県では、堤高が高い場合等をのぞき、底樋改修は堤体を開削し、ヒューム管φ800 ㎜、全面コンクリート巻立てを行っている。施工工程としては、



と工事の中でも日数を要する工程である。

地区によっては、ため池の水を毎年利用して営農を行うことから、落水後～翌年2、3月末までしか工期を確保できない場合があり、工期管理が非常に厳しいところである。最近は、製品を利用して工程の短縮を図れることが可能となっている。

プレキャスト底樋管は、ため池の底樋管をプレキャスト化したもので、伸縮・屈曲性を備えた継手構造を有しており、堤体の変形や地盤沈下に追従するとともに高い水密性を有し、また、製品を利用することで短期間での施工が可能であることから、工程短縮が図れるという特長がある。

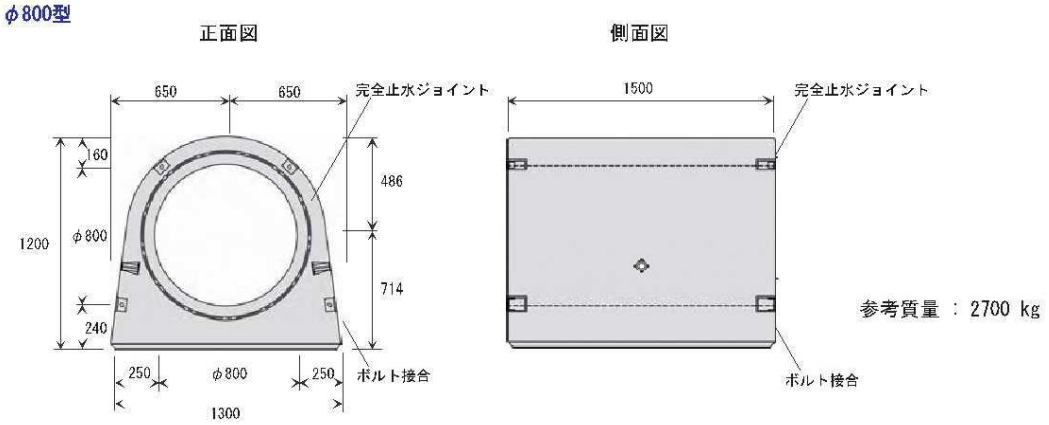


図 2 プレキャスト底樋管　概要図

令和元年度に実施した宗像市の譲葉ため池の改修工事において、請負業者から工程の短縮等を目的として、底樋延長 L＝31.8mをプレキャスト底樋管及び止水壁を利用したい旨の施工提案があり、本工事において施工した。

当初の計画では、均しコンクリートを打設後の現場打ち巻立てコンクリートによる施工は 17 日要するとされているところが、プレキャスト底樋管及び止水壁は3日で完成し、2週間の短縮が図れ、間断なく堤体盛土に着手できたことから、かなりの工程短縮がなされた。

写真 2 据付完了

据付にあたっては、製品メーカーの指導を受けた後に作業を開始し、当初は不慣れなこともあり作業に時間を要したが、数本を据付けた後はスムーズに進み、短期間での据付完了となった。継手部分はシーリング材を充填することが後の漏水防止となることから、特に気を付ける部分である。

写真 3 継手部分

なお、プレキャスト底樋管を使用した場合の施工に要する費用は見積もりによると約1．4倍となり、コスト面では不経済となっているが、工程短縮はトータル的な観点からは施工業者のメリットがあるようであり、発注側としても緊急を要する場合等のため池整備においては、工法として検討に値すると考えられる。

4．おわりに

先述したとおり、平成 29 年九州北部豪雨や平成 30 年7月豪雨では県内のため池の多くが被災し、当時、防災重点ため池に関する担当をしていたことから、ため池の防災・減災について、国や市町村、コンサルタント等の協力を得ながら、四苦八苦して対策を進めてきたところであった。

結果的には、国の強靭化対策の拡充やため池に関する法整備などにより、ある一定の整備に関する環境は整ってきたと思う。

しかし、ため池のすべてを改修することは困難であることから、十分に認識されていることではあるが、命を守る行動としてハザードマップによる浸水箇所や避難経路等の周知をなにか機会がある際に、我々が啓発を続けていくことが重要である。

今後は、「防災重点農業用ため池に係る防災工事等の推進に関する特別措置法」の施行により、効率的に優先度の高い農業用ため池が改修されていくことから、整備を進めるにあたり、本寄稿ではわずかな事項だけを挙げたが、参考になると幸いである。

北大東村における土層改良事業の取り組み

沖縄県南部農林事務所　○大嶺卓巳
株式会社ベストコンサルタント　鈴木晶博

1．はじめに

北大東村は、土地改良事業による基盤整備により、かんがい施設整備や機械化など農業の近代化に努め、生産条件の向上を図ってきた。しかしながら、北大東村の土壌は、高密度、強酸性および低養分などの特徴があり、国内・県内の他地域と比較して生産性の低い土壌となっている。このため北大東村では、主要作物のさとうきびの生産性の向上を図りつつ、更新畑等を利用した輪作、間作による複合型農業の確立を図ることが課題であるとして、耕地の地力向上を行い農作物の生産性および品質の向上を目指し、土層改良事業の導入・実施を進めているところである。

本稿では、沖縄県および北大東村で進めている土層改良事業について、取り組み状況や土層改良の考え方、事業を進める上での課題について紹介する。

2．北大東村における土層改良事業への取り組み

2.1．土層改良事業の必要性

地力向上を図る土層改良の施工は、農家が所有していない重機の使用や、個人購入するには高価な施工資材の投入が必要であり、農家単位による営農作業の中で行うには限界がある。北大東村では、農家単独での対応が困難な部分について整備事業を導入し、作物生産環境の改善向上を図る必要があるものとして、土層改良事業を推進している。

2.2．これまでの取組

北大東村では、平成 24 年度から土壌調査を踏まえた土壌診断を行い、個々の農家に対して地力向上の助言・啓蒙を行ってきた。しかしながら、農家による対策には限界があるため、抜本的な改善を図るよう土層改良事業の導入が強く要望された。これを受けて、先行地区である県営農業競争力強化基盤整備事業(畑地帯担い手支援型)「大池地区」(H29～R3)を実施している。さらに、村全域におけるスムーズな土層改良事業導入を目指し、県により平成 30 年度に「土層改良マスタープラン」および「北大東村土層改良工事施工指針」を策定した。これに基づき令和元年度には、水利施設等保全高度化事業(畑地帯担い手支援型)〔農地集積促進区分〕「黒部見張地区」(R2～R6)を採択し、現在は、「沖上地区」の令和 3 年度新規採択を目指している。

表 1　土層改良への取り組み

北大東村による取り組み
・H24～H28　土壌特性調査 　村全域抽出地区土壌診断 ・H26,H27　基盤整備促進事業 　村単独土層改良工事
県による取り組み
・H27　「大池地区」事業採択資料作成 　経済効果資料作成 等 ・H28　土層改良工の諸係数等検討 　有識者検討委員会,地元意見交換会 　H28.12「大池地区」採択 ・H29～　「大池地区」実施 ・H30　「土層改良マスタープラン」、 　「土層改良工事施工指針」策定 ・R1　「黒部見張地区」採択

3．土層改良の考え方と事業遂行上の課題

3.1．土層(土壌)の問題点と対策

北大東村における土層の問題点は、

① 物理性：土壌が硬い
② 化学性：強酸性
③ 生物性：低養分

であり、それぞれに応じた対策が必要である。北大東村における土層の問題点とその対策および目標値を右表に示す。

表 2 土層の問題点と対策

	現状の問題点	対策および目標値
物理性	高密度(土壌が硬い)、作土層が浅い 作土深 22cm(村平均) (適正 40cm 以上)	【心土破砕】 深耕・心土破砕による作土層の確保 (目標作土深 60cm)
化学性	強酸性 pH4.9(村平均) (適正 pH5.5～6.5)	【酸度矯正】 砕砂(村内調達)投入による酸度矯正 (目標値 pH6.0)
生物性	養分が少ない 可給態窒素 1.6mg/100mg(村平均) (国内平均 5mg/100mg)	【堆肥施用】 堆肥投入による可給態窒素の向上 (目標値 2.3mg/100mg)

また、土層改良の各対策についての考え方を以下に述べる。

①．土壌硬度(物理性)の改善

作土は作物の根が水分及び養分を吸収するために、容易に伸張していくことが可能な土層で、人為的な耕耘の影響を直接受けた膨軟な部分を指す。作土深の深さは、耕耘や収穫時の機械作業による転圧により出現する耕盤層によって浅くなる。作土深が浅くなると、根域が制限され生育や収量の低下を招く。

北大東村の土壌は粘土含量が多く、ロータリ耕に依存する畑は硬盤層が生じやすい。このため、心土破砕等を行い、作物の有効根群域の拡大を図り、養水分の吸収を促進することにより、さとうきび等の作物の生育環境を良好にする。また、心土破砕によって雨水の畑面浸透を促進し、畑面における保水能力の向上や畑面流水の抑制による浸食防止などの効果も期待できる。

沖縄県土壌診断基準(案)では、サトウキビ畑における作土層の厚さは 40cm とされている。耕盤層は一般に、山中式硬度計(ち密度)で 20～22mm 以上を示す層と言われており、これは貫入式硬度計の 1,500kPa に相当する。ち密度が 21 以上となると作物根の伸張阻害が起こる。土層改良による心土破砕は、沖縄県内の基盤整備などにおいて、一般的に適用されている「作土層 40cm 確保するために施工性等を勘案し設計値を 60cm とするよう努める。」との考え方より、目標値を 60cm とした。

②．強酸性(化学性)の改善

ほ場の化学性改善対策として酸度矯正資材(粗砕石灰岩)を投入する。

一般的な酸度矯正材は、石灰岩を原料とする炭酸カルシウム(炭カル)であるが、北大東村では以下の理由から、村内で調達が比較的容易である粗砕石灰岩を酸度矯正材として採用している。

- ◆ 港湾工事等の残岩を利用することにより原料調達が容易である。
- ◆ 炭カルは、粒径が 0.1mm 以下であるため、即効性はあるが効果の持続性が粗砕石灰岩(島内における呼称は「砕砂」粒径 0～5mm)に比べ低い。

◆ 炭カルに比べ粗砕石灰岩が安価である。

村内では、酸性土壌が広く分布しており、さとうきび等の生産性の妨げとなっている。そのため、酸度矯正資材として石灰岩砕石等により土壌改良をおこない、強酸性土壌を適正な pH まで改善し、さとうきび等の作物の生育環境を良好にする。

「さとうきび栽培指針」(H26.3 沖縄県農林水産部)p9 より、「酸性土壌地域では、土壌 pH の目標を 5.5～6.5 を目途に矯正を行う。」とあることから、土壌 pH の改良目標は、中間値 pH6.0 とした。

③．低養分(生物性)の改善

ほ場の生物性改善対策として堆肥(有機質資材)を投入する。

先行地区「大池地区」では、酸度矯正により有機物分解が促進することで減少する土壌有機物を補填するために堆肥を施用するものとして、その施用量を算定した。これに対し「黒部見張地区」では、この算定方法とは別に、可給態窒素を基に堆肥施用量を算定する場合の考え方を採用した。この計算によると可給態窒素が少ないほど堆肥施用量が多くなるため、地力が乏しいほ場に対してより大きな効果が期待できると考えた。

可給態窒素は、土壌から発現する窒素の量を示したもので、一般に「地力窒素」と言われる。作物が利用する窒素は、施肥由来の窒素と土壌から発現する可給態窒素の 2 つに分類される。土壌中窒素の大部分は有機化合物(有機態窒素)として存在し、微生物の働きによって作物が吸収できる窒素(無機態窒素)に変化する。そのため、作物養分の貯蔵庫的役割を果たす有機態窒素が無機態窒素に変化する量は、土壌微生物の量・活性に比例する。可給態窒素の改善は、有機物を施用し土壌微生物を増加・活性化させる。

本地域の土壌は、気象や地質等の要因から有機質含量が全国的にみても低い状態にあるため、有機質資材(堆肥)を投入することにより、さとうきび等の作物の生育環境を改善する。また、有機質資材投入は、浸食抑制効果を有する地表面における土壌微生物による、被覆の早期形成、発達を促進することにより、赤土等流出防止効果も発揮される。

堆肥施用量は、可給態窒素 2.3mg/100g を目標に設定する。近年の知見により可給態窒素は、サトウキビ収量との相関性が認められることが明らかになっている。このことから、村のサトウキビ増産プロジェクトの目標単収 6t/10a を設定値として、このときの可給態窒素量を相関式より推定し堆肥投入量を算定している。また、施用する堆肥は水分量 40%を想定している。水分量は、これまで北大東村において施用された堆肥の実績をもとに資材運搬費用等を考慮した。

3.2．事業遂行上の課題

現在、事業実施中の「大池地区」をはじめ、土層改良事業を進めるなかで明らかになってきた課題について以下に列記する。

①．施工時期の調整

土層改良工事は、地区の大半を占めるさとうきびの更新時期に施工するのが適しているが、更新のタイミングがほ場毎に異なるため、作付状況や更新時期について受益

者と十分に調整を図る必要がある。これについては、通常、工事実施の際に行う作付調整を計画時にも概ね把握し、実施時の施工箇所検討の資料とすることで円滑に工事箇所選定が行えるものと考える。

②．資材調達

土層改良工事で用いる酸度矯正材(砕砂)と堆肥のうち、砕砂は、島内での調達が可能だが、堆肥については島外からの調達となっている。今後、土層改良事業の地区数が増加した際には、投入資材量も増大するため、同等品の調達が持続できるよう、代替品の確保、開発が必要と考える。

③．事業後における地力の維持

北大東村では、土層改良事業により土層状態を改善し、改善された地力を通常の営農による土づくりでこの状態を維持していく計画としている。土層改良事業による地力向上とその後の維持におけるイメージを右図に示す。

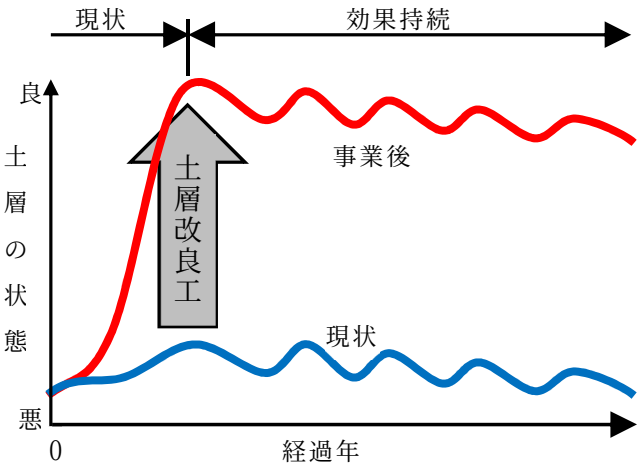


図 1　土層改良による地力向上と維持のイメージ

事業後に改善された土層状態を維持していくためには、農家への営農指導を徹底するとともに、役場、ＪＡなどの関係機関の協力が必要不可欠であるとして、協力体制の確立を目指している。具体的には、「北大東村糖業振興協会」の組織体制を活用し、定期的な土壌診断の実施や、心土破砕などで重機が必要な場合の村内施工業者等との相互協力体制を推進するとともに、中山間地域等直接支払交付金事業等の活用を想定している。よって、事業後は、地元協力のもと受益者で地力の維持に務める。

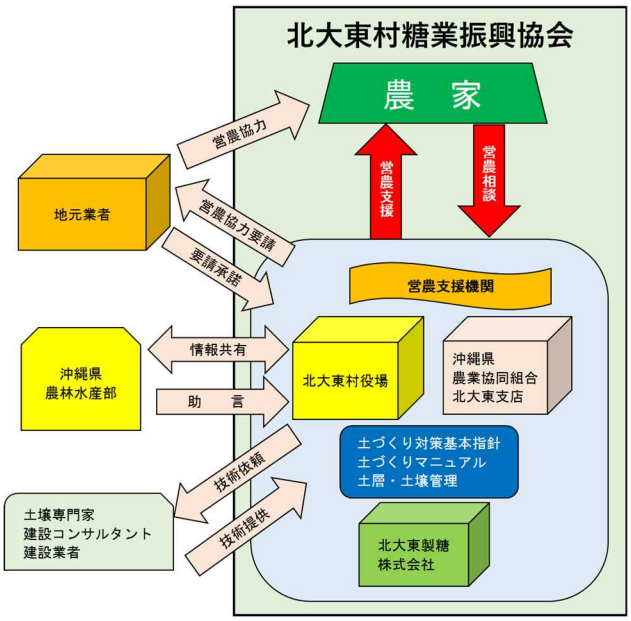


図 2　協力体制関係図

4．おわりに

現在、北大東村では、「大池地区」をはじめとして土層改良事業が継続的に導入されている。今後は、上記で列記した課題について解決を図りながら、これをモデルケースとして土層改良事業を他地域へ展開できればよいと考える。土層改良は、面整備(区画整理等)、農業用用水整備と同様に農業生産環境の改善・向上とつながり、さらなる農村振興に寄与できるものと考える。

農業用河川工作物等応急対策事業におけるSR合成起伏堰について

-丸の内堰（福岡県宮若市）改修の事例-

福岡県飯塚農林事務所　農村整備第二課　○（非）鶴　高雄

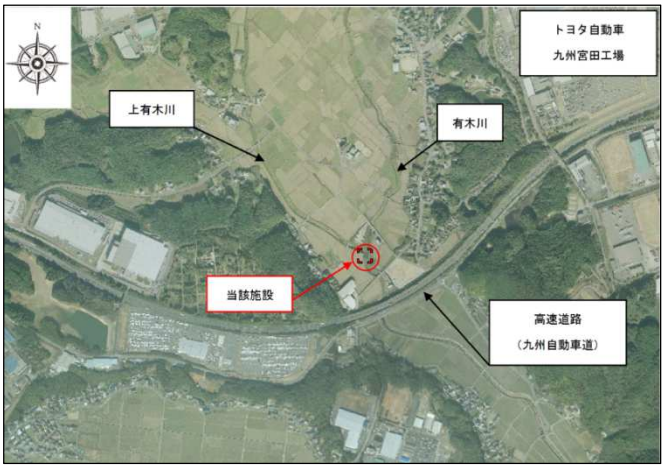
1. はじめに

本地域がある宮若市は、旧宮田町と旧若宮町が平成18年に合併し誕生しました。昭和初期は稲作を中心とした1次産業と貝島炭鉱等の石炭産業が主な産業でしたが、近年は福岡市と北九州市の両政令指定都市のほぼ中間に位置し、九州自動車道を利用すると両都市に約40分でアクセスできる地理的条件を生かし、トヨタ自動車九州を中心とした自動車産業が基幹産業として発展しています。

今回は、平成25年度から平成29年度にかけて実施した農業用河川工作物等応急対策事業下有木地区で改修した丸の内堰について報告します。

2. 当該施設の状況

丸の内堰は、昭和38年に設置され約50年が経過しているが、機能低下が進みシリンダー等の老朽化により油圧に異常を来たし、堰の起立倒伏が困難となっており、井堰の持つ治水機能が失われつつある状況であった。また、堰体下流部には落差が生じているものの護床工がないため、過年度の洪水により、河川が洗堀されており、堰体の崩壊が危惧されていました。



現況施設本体の状況
（扉体の老朽化、水密性が確保されていない。
開閉装置の老朽化により起立・起伏動作に支障がある）

堰直上流河川合流部
（有木川、上有木川）

3. 改修工法の検討について

当該施設を改修するにあたり、ゲート形式の選定にあたっては、大別すると１）鋼製起伏堰（横主桁方式)、２）鋼製起伏堰（トルク軸方式)、３）ゴム引布製起伏堰、４）SR合成起伏堰について検討を行った。

コスト重視とすれば、３）ゴム引布製起伏堰が最も安価となるが、現況施設が鋼製起伏堰であり、ゴム引布製に対する耐久性に懸念があり、数ｃｍ程度の水位調整ができないことから最終的には選定除外とした。また、２）鋼製起伏堰（トルク軸方式）については、両側部にシリンダボックスを設置するため、用地拡幅、用地買収が必要となることから選定除外とした。

最終的には、施設管理者及び河川管理者と協議を行い、土木施設の影響、耐久性、維持管理上経済性等を考慮し、当該施設のゲートにはSR合成起伏堰を選定した。

SR堰は鋼製の扉体を有し、ゴム引布製袋体の膨張・収縮のより扉体を起伏するゲート形式で１径間を複数の単位ゲートに分割し、隣接する単位ゲートを中間水密ゴムで接続する型式が河川では一般に用いられている。SR堰は、その構成部材の特徴から油圧シリンダー等の鋼製起伏堰とゴム引布製起伏堰との中間的な特性を有している。

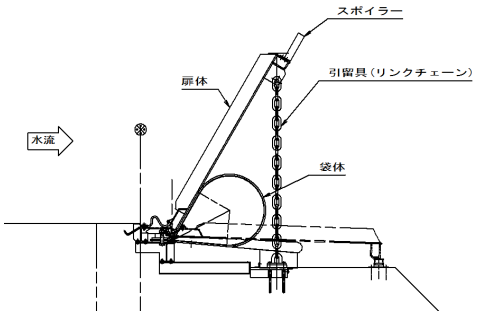
丸の内堰ゲート型式比較表

形式／項目	①鋼製起伏堰（横主桁方式）	②鋼製起伏堰（トルク軸方式）	③ゴム引布製起伏堰	④SR合成起伏堰
概略構造	1) 水圧荷重を上部桁と下部桁に分担させ上部桁は中間部に設けた数カ所の油圧シリンダで、下部桁はヒンジで支えられている方式である。 2) ゲートの起伏は、油圧シリンダの伸縮により扉体を直接押し回転させることで行う。	1) 扉体にかかる水圧荷重をスキンプレート、横桁・縦桁を介して下軸に伝達し、そのねじりモーメントを両端ボックス内に設置したトルクアームを介して油圧シリンダで支持する方式である。 2) ゲートの起伏は、油圧シリンダの伸縮をトルクアーム及び扉体の回転に転じて行う。	1) ゴム袋体による柔構造。 2) ゴム堰下流側に水位がある場合は、柔構造によるため堰高が変化するが袋体の固定方式を2列固定（袋体を上流側と下流側の2列で固定する）にする事により堰高の変動を小さくする事ができる。	1) コンプレッサから空気圧ユニットを介してゴム袋体に給気し、鋼製扉体を起立させる。 2) 傾斜計にて扉体の角度（高さ）を計測して常時モニタリングをしている。扉体逆転倒防止用として、扉体留具を取付ている。 3) 増水時には、自動倒伏装置が作動し、ゴム袋体の空気をが作動し、ゴム袋体の空気を自然排気して扉体を倒伏させる。
土木構造への影響	1) ゲート側部にはシリンダ室を必要としないため、河川断面の阻害率は少ない。 但し、河川内シリンダ設置部の河床を掘込み、シリンダ格納部を設置する必要があるため、下部のコンクリート部材厚が大きくなる。	1) 端部にシリンダボックスを必要とするため、用地拡幅が必要となり、当該箇所では採用ができない。	1) ゲート側部にはシリンダ室を必要としないため、河川断面の阻害率は少ない。 2) 荷重が軽量となるため、下部工への負担は小さい。	1) 同左 2) 同左
耐久性	1) 鋼製であるため、耐久性は最も確保される。 2) SUS製とSS製とでは再塗装の有無があるため、材質選定には維持管理費を含めた選定が必要。 3) 一般的に露出しているシリンダへの耐久性が懸念され、砂利などがパッキンへ進入し、破損する事故が増えている。当該箇所の河床材料は砂礫であり、損傷を受けやすい可能性が高い。	1) 同左 2) 同左 3) シリンダボックス内に格納されるため、耐久性は良い。ただし、シリンダの内に雨水や河川水が入ることがあるため、水抜き孔を設ける必要がある。	1) ゴム製であるため、鋼製に比べると耐久性は劣る。転石や流下物に対しての破裂など懸念されるため、河川上流部での採用は難しい。 2) 耐久性への信頼性が県内の農林での実績がない。	1) 水に接する箇所は鋼製の扉体であり、耐久性が若干劣るゴム袋体は鋼製で覆われており、耐久性は確保される。 2) 施設管理者からのゴム袋体へのイメージのみが懸念材料となる。
水位調整	1) cm単位での水位調整が可能となり、農業用かんがいを目的とした井堰での採用が多い。	1) 同左	1) ゲートの中央部が下がるVノッチ現象が生じやすく、細かな水位調整ができないため、治水・経済性を目的とした井堰での採用が多い。	1) ゴム袋体を横断的に細分化することで、水位調整はゴム堰に比べ可能で有るが、10cmラウンド程度の調整である。
維持管理	1) 油圧シリンダは、河川内に剥き出しの状態で設置されるため、維持管理が行いにくい。 2) 河床材料が砂礫の場合に故障が頻繁に起きている型式であり、当該箇所での採用は懸念が残る。 3) 電気代、再塗装代等を含めると、最も維持費がかかるタイプである。	1) 油圧シリンダは、シリンダボックス内に内蔵されており、維持管理しやすい。 2) 全国的に鋼製起伏堰の型式としては最も実績が増えているタイプである。 3) 電気代、再塗装代等を含めると、最も維持費がかかるタイプである。	1) 最も電気代等の維持費を要しないタイプである。 2) ゴム袋体が損傷した場合、損傷の大きさによりゴムプラグ又はゴム引布貼り合わせにて修復が可能である。	1) ゴム袋体が損傷した場合、損傷の大きさによりゴムプラグ又はゴム引布貼り合わせにて修復が可能である。 2) 近傍での過去の採用実績へのイメージが懸念材料となる。（現在は改良されて国内で生産、管理しやすいものとなっている。）

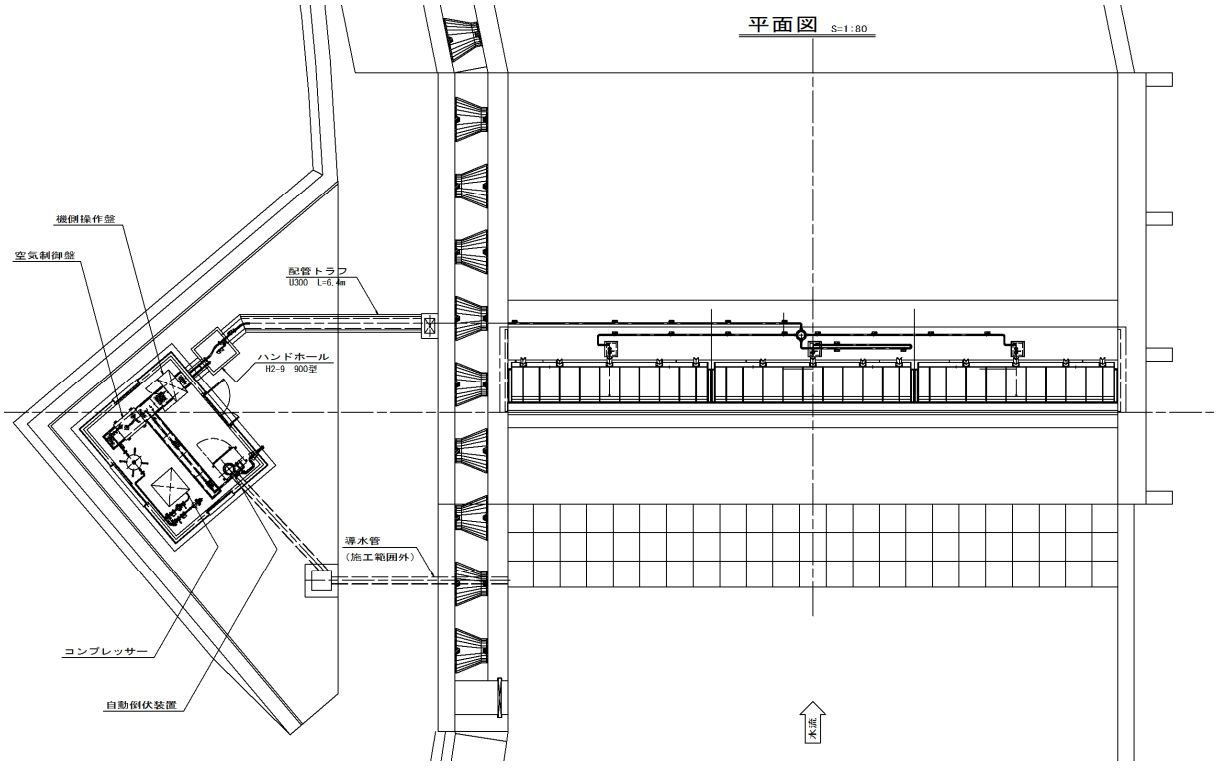
4. 工事概要と長寿命化のおける改善点について

設　計　条　件	
形　　式	鋼製起伏堰（ゴム袋体支持式）
設 置 数	1 門
純 径 間	18.330 m
有 効 高	1.730 m
設 計 水 深	（上流） 2.030 m　　（下流） 0
操 作 水 深	（上流） 1.730 m　　（下流） 0
水 密 方 式	前面三方ゴム水密
起 立 角 度	水平に対して 60°
開 閉 方 式	圧縮空気圧入・自然排出方式
自動倒伏操作	機械式による自動倒伏
人為倒伏操作	スイッチ操作及び手動バルブ操作
起立操作動力	電動コンプレッサー
起伏操作時間	起立30分程度・倒伏30分程度

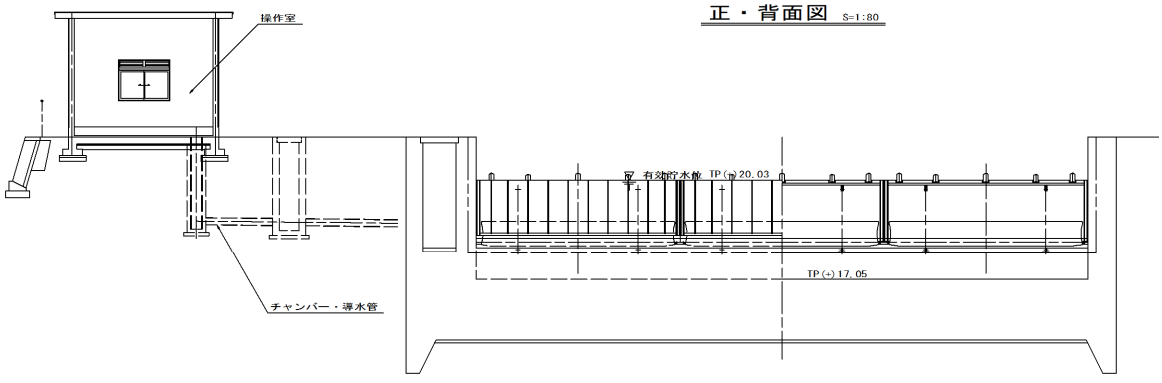
詳細断面図 S=1:30



平面図 S=1:80



正・背面図 S=1:80



堰改修工事では、一般競争入札により維持管理の簡素化及び長寿命化について意見を求め、簡易な施工計画において下記事項について実施した。

1)ゴム袋体耐久向上による長寿命化

ゴム袋体の構成を外装袋体と気密チューブの2重のゴムで構成する。(自転車のタイヤと同様)ゴム袋体は、転石や流木の衝突を避けるため鋼製の扉体で保護されているが、起立・倒伏動作の際、スキンプレートとゴム袋体、ゴム袋体と下部コンクリートに摩擦抵抗が生じる。そのため、摩擦力を外装ゴムで吸収し気密チューブは常に健全な状態を保つことで気密機能を長期に維持できる。

2)扉体・戸当りステンレス鋼面の耐食性向上による長寿命化

河川内に設置する扉体・戸当りのステンレス鋼表面は酸洗に加え、フッ素を配合した中性電解液を用いた電解処理を行う。これにより、腐食量を酸洗いのみを行った SU304材と比べ5分の1程度に抑えることができ、耐食性を大きく向上させ、部材の長寿命化図る。

3)側部水密ゴムの損傷防止による長寿命化

扉体と側部戸当りは干渉を防ぐため、隙間を設ける必要がある。隙間が大きいと摺動板とゴムの摩擦により、ゴムがめくれ水密の機能低下や動作不良が発生する。そこで、戸当りとの隙間を調整する調整板を設け、戸当りとの適正な距離を保ち水密ゴムのめくれを防止することで水密機能を長期に維持できる。

4)側部戸当りの摩擦低減による水密機能の長寿命化

扉体の起立倒伏動作時は、両側部水密ゴムがステンレス面と密着しながら摺動するため摩擦による損傷が発生する。そこで、側部戸当り両側のステンレス表面をバフ研磨により処理を行い、ステンレス鋼表面の粗さを改善することで、水密ゴムが円滑に摺動できゴムのめくれと摩擦を低減し、水密機能の長寿命化を図る。

5. 終わりに

近年、福岡県において農業農村整備事業で SR 合成起伏堰の実施事例が増加しているが、施工実績が少ないため、耐久性への信頼性が未知数である。今後は施設管理者である市町村と連携して施設の維持管理及び長寿命化対策に取り組んで行きたい。

平成 29 年九州北部豪雨災害からの復旧について

―区画整理型による災害復旧―

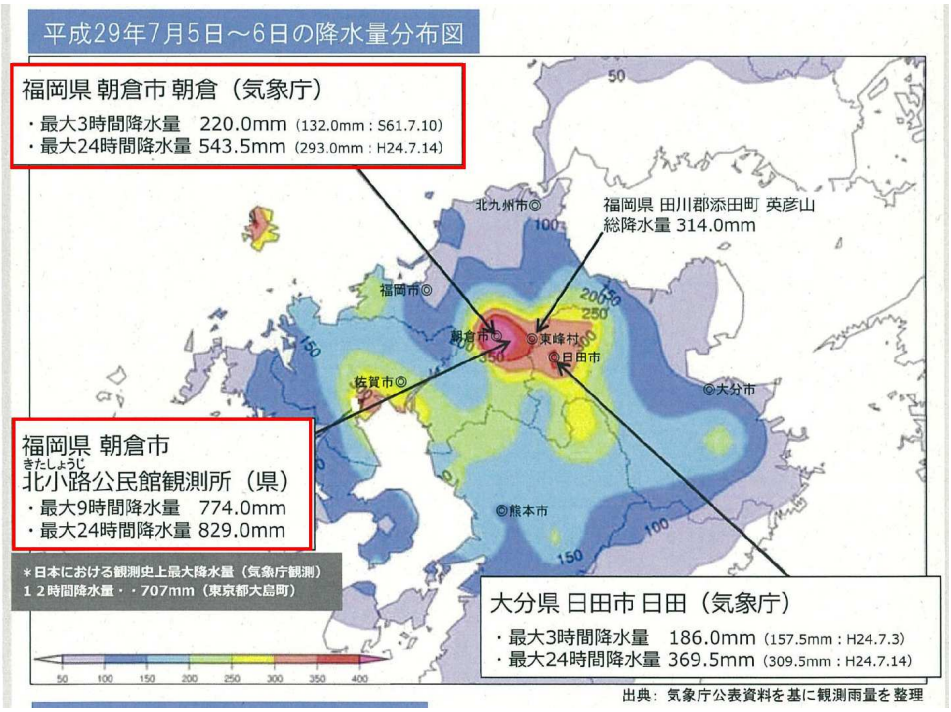
福岡県農林水産部農村森林整備課　○(正)毛利　友和

1．はじめに

平成29年7月５日、朝倉地域において、昼頃から夜にかけての局地的な集中豪雨により、甚大な被害が発生した。被災発生から4年目を迎える中、九州北部豪雨の特徴、被害状況、及び河川氾濫により原形復旧が困難となった農地及び農業用施設の区画整理型による災害復旧について紹介する。

2．平成29年九州北部豪雨の特徴

気象庁の公表資料によると、気象庁雨量観測所(朝倉市)で、各観測所最高記録(543．5mm)を更新した他、福岡県雨量観測所(朝倉市北小路(きたしょうじ))で、当時日本における観測史上最大12時間降水量(707mm)を９時間で超過(774mm)する等、記録的豪雨となった。



3．被害状況

朝倉市での被害状況は次のとおり

○人的被害：死者・行方不明者35名

○住宅被害(住家・非住家)：全壊410件　半壊1，361件　床下浸水732件

○農地・農業用施設災害査定額：農地733件　農業用施設483件　約115億円

４．河川沿い農地及び農業用施設の被害について

朝倉市内においては、山間部の崩落により、農地及び農業用施設に大量の土砂や材木が広範囲にわたって流入し、併せて、河川の氾濫により、多くの河川沿いのそれらが亡失した。

発災当初は、被災箇所までの道路の寸断等により、目視による被害状況の確認が困難な箇所も多々あり、主にドローンの空撮により被害状況の確認を行った。

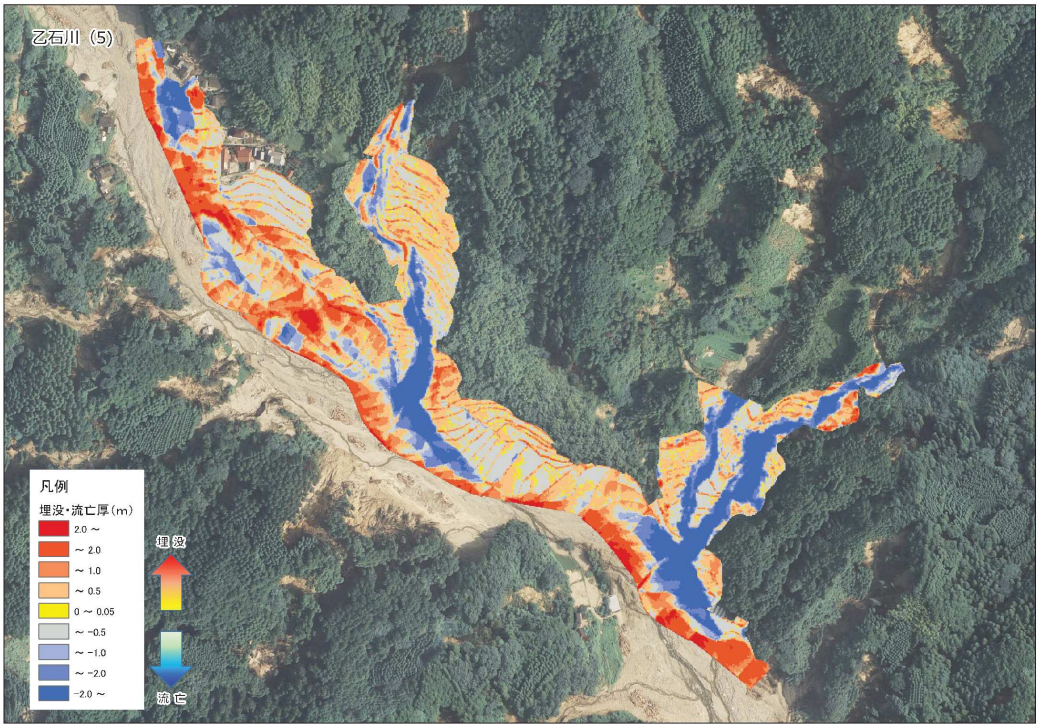
乙石川沿いの農地（被災前）

乙石川沿いの農地（被災後）

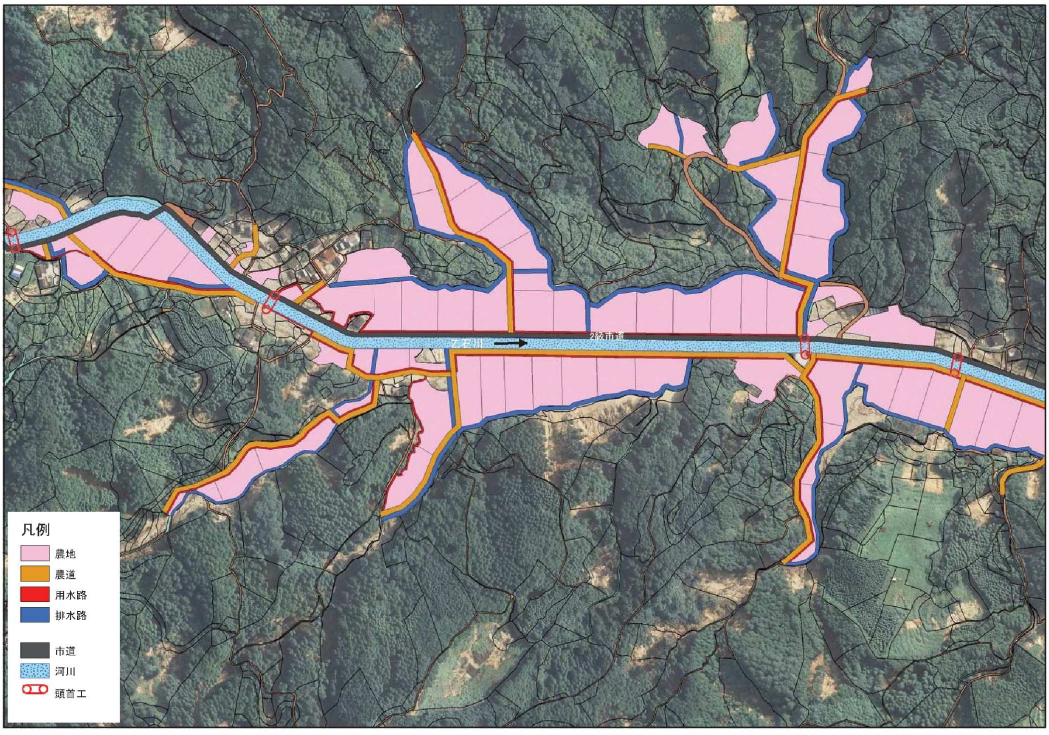
5. LP測量成果等を活用した査定申請について

土砂の厚みを測定するための試掘点数が膨大なことから、公共測量のLP（レーザプロファイル）測量の成果を用いて農地1筆毎の平均厚さを求めることを認めていただいた。

査定要領は 19.1.(2)として申請し、地区設定としては、一定のまとまった範囲とした。また、計画概要書に添付する図面については、被災区域の範囲内で、圃場区画を変更したものとした。



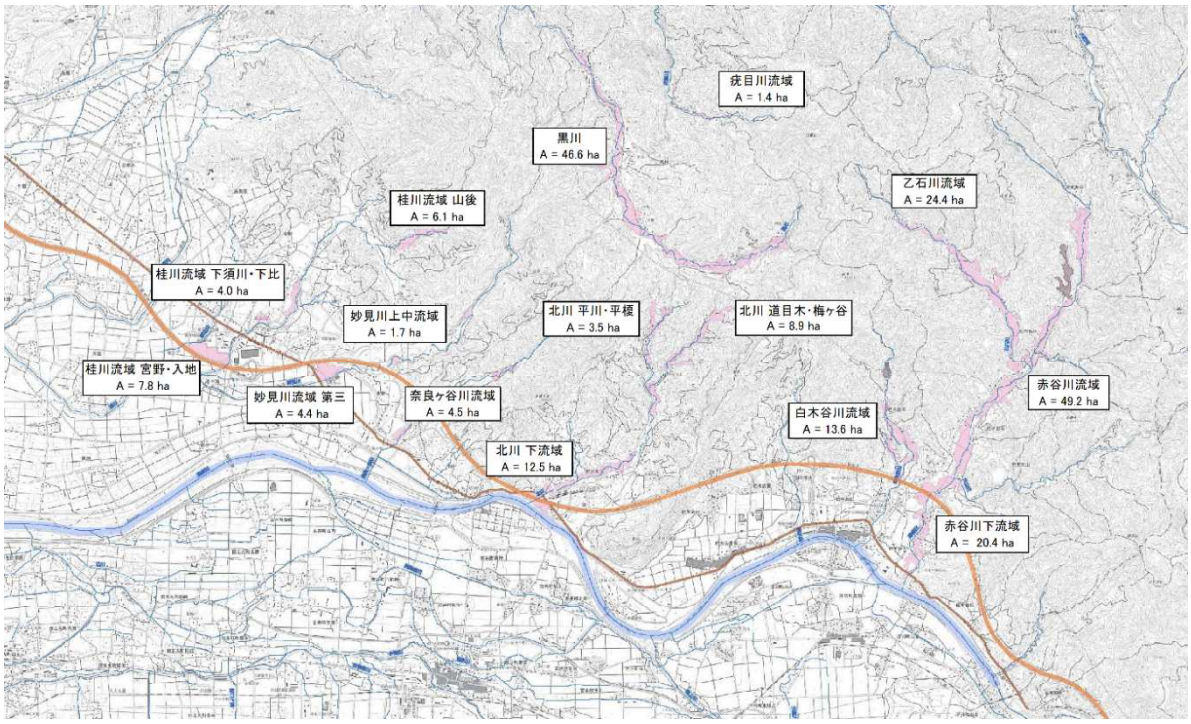
ＬＰ解析図（乙石川の一部）



査定図面（乙石川）

6. 復旧状況について

朝倉市内においては、主に9つの河川が被災しており、一定のまとまった範囲を一区域とし、15区域を設定した。



区画整理区域位置図（朝倉市）

本復旧事業は、被災範囲が河川沿いとなるため、河川の復旧計画が定まった後に本格的に実施設計及び復旧工事を行うこととなる。復旧進度はそれぞれの河川で異なるが、昨年度から本格的に復旧が行われている河川もあり、区画整理型による災害復旧についても、昨年度から実施設計を行い、今年度から本格的な復旧工事に着手する。

7. おわりに

近年、全国各地で甚大な自然災害が発生している。発災後の対応として、技術職員の増員、コンサルタントへの応援等マンパワーの確保が一番であるが、自治体の職員が不足していることや、災害復旧事業経験の豊富な職員の不在等により早期の対応が出来ず、復旧進捗に支障をきたしている。我々農業土木技術者は、平常時から大災害における危機管理、早期に対応できる体制をとっておく事が肝要である。

鐙瀬（あぶんぜ）地区における地下浸透施設の効果検証

五島振興局農村整備課　○(非)田中　悟
(非)橋本哲児

１．はじめに

鐙瀬地区は五島市福江島の南部に位置（図-1）し、葉たばこ、飼料作物を中心とする丘陵畑作地帯である。本地区の下流海域では定置網漁やイカ漁などの良好な漁場が存在し、農業と共に漁業も盛んな地域である。地域の特性として福江島は台風の常襲地帯でもあることに加え、年間平均降水量が 2,300mm と多い地域であるため、事業の実施においては降雨時の土砂流出により漁場環境が悪化しないよう対策を講じる必要があった。また、漁協との事前協議でほ場整備区域から直接海域へ排水することが認められなかった。

図-1 位置図

このため、本地区では排水路の流末に、沈砂池に地下浸透機能を持たせた構造の「地下浸透施設」を設置した。本報告では、地下浸透施設の設計手法並びに設置後の効果検証及び課題について述べる。

２．排水計画

当地域の地質は、多孔質な溶岩の上に透水性が高い砂礫層（火山砕屑岩）が堆積しているため、本地区近傍の道路の流末には雨水を地下浸透させる施設が設置されている。

そのため、本地区でもその特性を活かし、排水路流末の処理構造について、「地下浸透施設」を採用した（写真-1，図-3）。

地区全体の流域を７分割し、各区域の最下流部に地下浸透施設を配置した（図-2）。

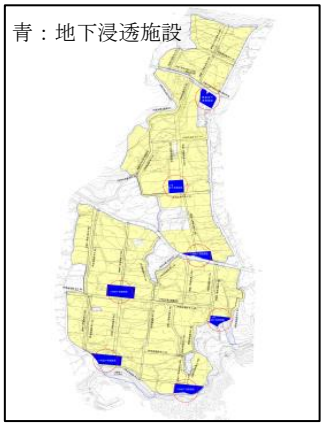


図-2 計画平面図

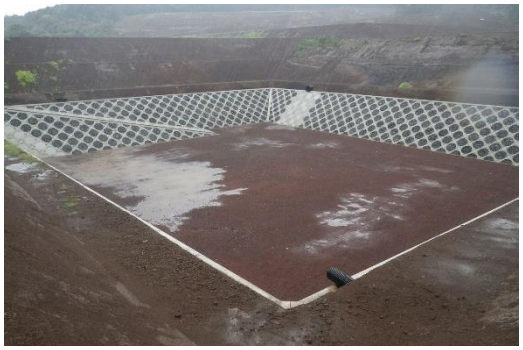


写真-1 地下浸透施設全景

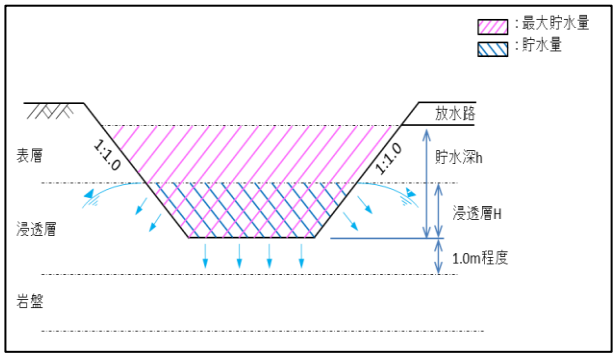


図-3 地下浸透イメージ図（断面図）

３. 地下浸透施設の設計手法

（１）長崎県降雨強度式を基に 10 年確率雨量の時間分布（ハイエトグラフ）を設定し、流域内の地下浸透施設への流入量を合理式により算定する。日雨量単位のハイエトグラフ算定に用いる降雨強度式はタルボット式を採用した。

＜計画基準降雨量＞

1/10 年確率時間雨量：　84.3mm/時間　、1/10 年確率日雨量　：　336.0mm/日

（２）現場透水試験により求められた浸透係数を基に１時間当たり単位浸透量(m3/m2・h）を算定する。(表-1)

名称	浸透係数 (cm/s)	1m²/h 当り浸透量 (m³/h)	備考
既設浸透池	2.6×10⁻1	9.46	H27-NO.1
１号浸透池	9.2×10⁻2	3.32	Bor.1
２号浸透池	2.6×10⁻3	0.09	Bor.2
３号浸透池	5.4×10⁻3	0.19	H27-NO.2
４号浸透池	4.0×10⁻1	14.72	Bor.4
５号浸透池	1.0×10⁻2	0.38	Bor.5
６号浸透池	4.9×10⁻3	0.17	Bor.6

表-1 浸透係数一覧表

（３）単位浸透量と流入量から施設規模（貯水）を設定する。

浸透施設名	浸透量 (㎥)	単位浸透量 (㎥/㎡)	法面勾配	浸透層 (m)	貯水深 (m)	浸透面積(㎡)		最大貯水量（表層部含む） (㎥)
						底面積	法面積	
既設浸透池	4274	9.46	1：1.0	2.0	2.5	250	201	854
１号浸透池	5781	3.32	1：1.0	4.0	4.0	950	787	4914
２号浸透池	45	0.09	1：1.0	0.6	5.0	400	69	3250
３号浸透池	590	0.19	1：1.0	1.0	1.1	2700	299	3098
４号浸透池	7678	14.72	1：1.0	1.5	2.0	350	171	866
５号浸透池	808	0.38	1：1.0	1.5	1.5	1750	367	2820
６号浸透池	338	0.17	1：1.0	3.2	3.5	1210	687	5173

表-2 貯水量算定一覧表

（４）（３）で求めた設定貯水量に対して、ハイエトグラフによる流入量と浸透量を比較して、貯水容量の妥当性を確認して完了する。

ピンク色の折れ線グラフ（貯留量）が青線（貯水量）を超えないか確認する。(図-4)

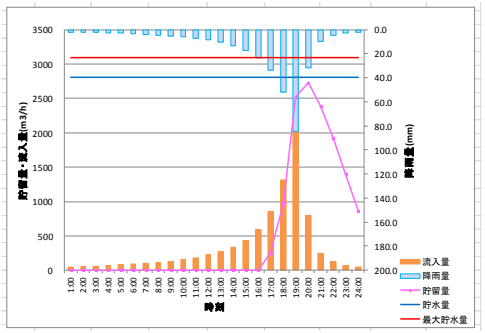


図-4　ハイエトグラフ（３号浸透池）

４. 効果検証

本施設の設置目的は基盤整備により魚場環境に影響を及ぼさないこと、さらには、漁獲高が著しく減少しないことである。この目的の達成指標と評価について以下に述べる。

（１）海域調査

図－4 の位置により、平成 26 年 8 月より水質調査、藻場調査、濁度調査を実施しており、現時点では平成 31 年までの結果で検証する。

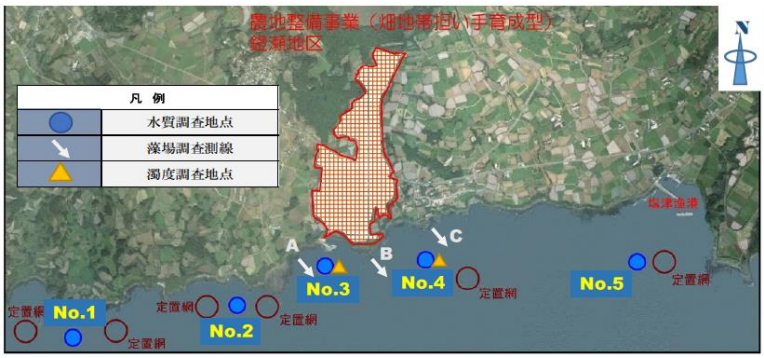


図-5　海域調査位置

① 水質調査結果

pH（酸性、アルカリ性の程度）、DO（溶存酸素量）、COD（海水の汚れ具合）、T-N（窒素分）、T-P（リン分）を調査したが、工事前の海の状態と変わらないことがわかる（図-6）。

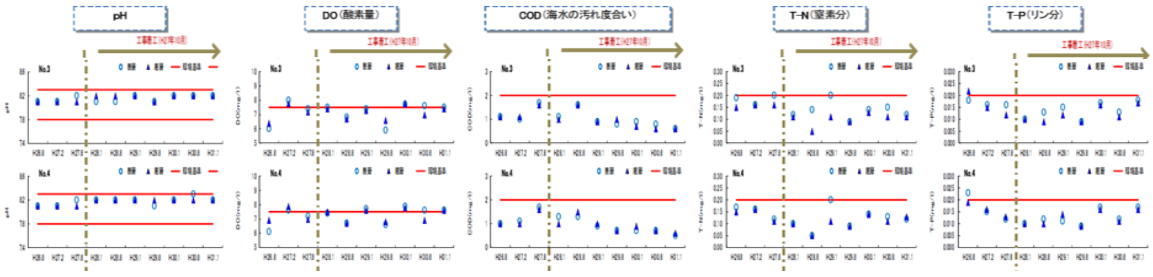


図-6　水質調査結果（No3, No4 地点）

② 藻場調査結果

海藻類の種類、底生動物の種数、魚類の種数を調査した。目立った変化はなく、藻場に土砂も付着していないため、工事の影響はないと判断する（図-7）。

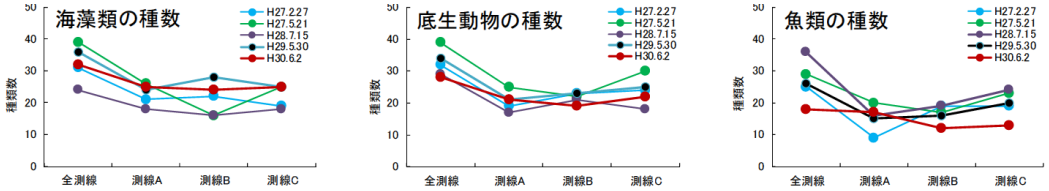


図-7　藻場調査結果

③ 濁度調査結果

区画整理工事着手前の調査では、最大濁度が 24 度（平成 27 年 9 月 17 日観測、連続時間降水量 48mm、時間最大雨量 40mm）となっているが、工事開始後最大 1 時間降水量 93mm（平成 30 年 9 月 1 日）時に NO.3 で 3.9 度、NO.4 で 7.9 度と工事前の観測値を大きく下回った（図-8）。

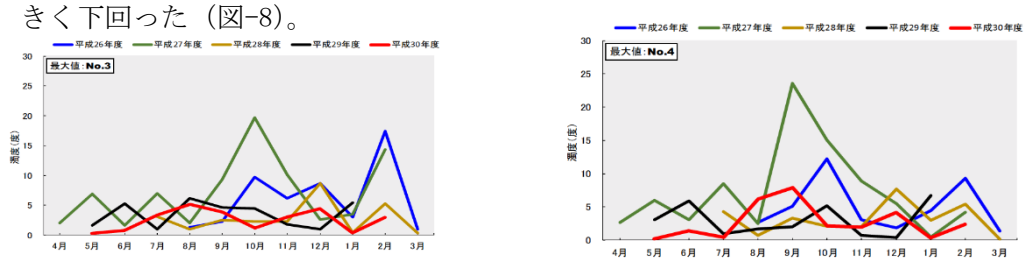


図-8 濁度調査結果グラフ（No3, No4 地点）

（２）定点観測による地下浸透機能の確認

７箇所の地下浸透施設に水位観測用カメラと量水標を設置した。一時間ごとに自動撮影することで、降雨による水位の上昇及び浸透具合を確認し、設計で想定した浸透量が確保されているか検証した結果、工事開始以降最大雨量であった平成 30 年 9 月 1 日（日雨量 193㎜、時間最大雨量 93㎜）時でも降雨時は想定どおり浸透しており、現時点で洪水吐まで水位が上昇したことはない。

（３）漁協からの意見徴収により効果の確認

平成２７年度の工事開始以来、関係漁協に対し毎年度末に海域調査結果等により説明会を開き、意見を聞き取っているが、工事が原因で魚場環境が悪化した、漁穫高が減少したという意見はなく、地下浸透施設の効果を高く評価されている。

（４）評価

（１）～（３）により、本地区において地下浸透施設は有効であったと判断する。

写真-2　平成 30 年 9 月 1 日降雨時後の海域の状況

5. 設置した地下浸透施設の機能検証と対策案

水位観測カメラで観測した結果、おおむね計画どおり地下浸透しているが、当地区の最下流に設置した４号地下浸透施設だけが地下浸透が想定より遅い。

＜考えられる原因＞

現位置が降雨時に地下水が集中する位置にあり、地下水位が上昇し、浸透を阻害している。

＜対策案＞

現況が谷底状の地形の箇所に浸透池を計画しない。やむを得なく設置する場合は、降雨時の地下水位の測定を行い、必要に応じて容量加算を検討する。

6. まとめ

ここまで述べたように、地下浸透施設は土壌流出対策として効果的であると言えるが、本施設用地は通常の沈砂池以上に必要なため農地面積は減少する、また、浸透能力の減少を防止するため、定期的な堆積土砂撤去等が必要なため管理コストが増加する。

このため、土地改良区組合員の理解が必要であり、農業者、漁業者相互の関係性を良好に保ちながら進めていく必要がある。

今後、海域に隣接した基盤整備計画を行う場合の選択肢の一つとして考えてもらえれば幸いである。

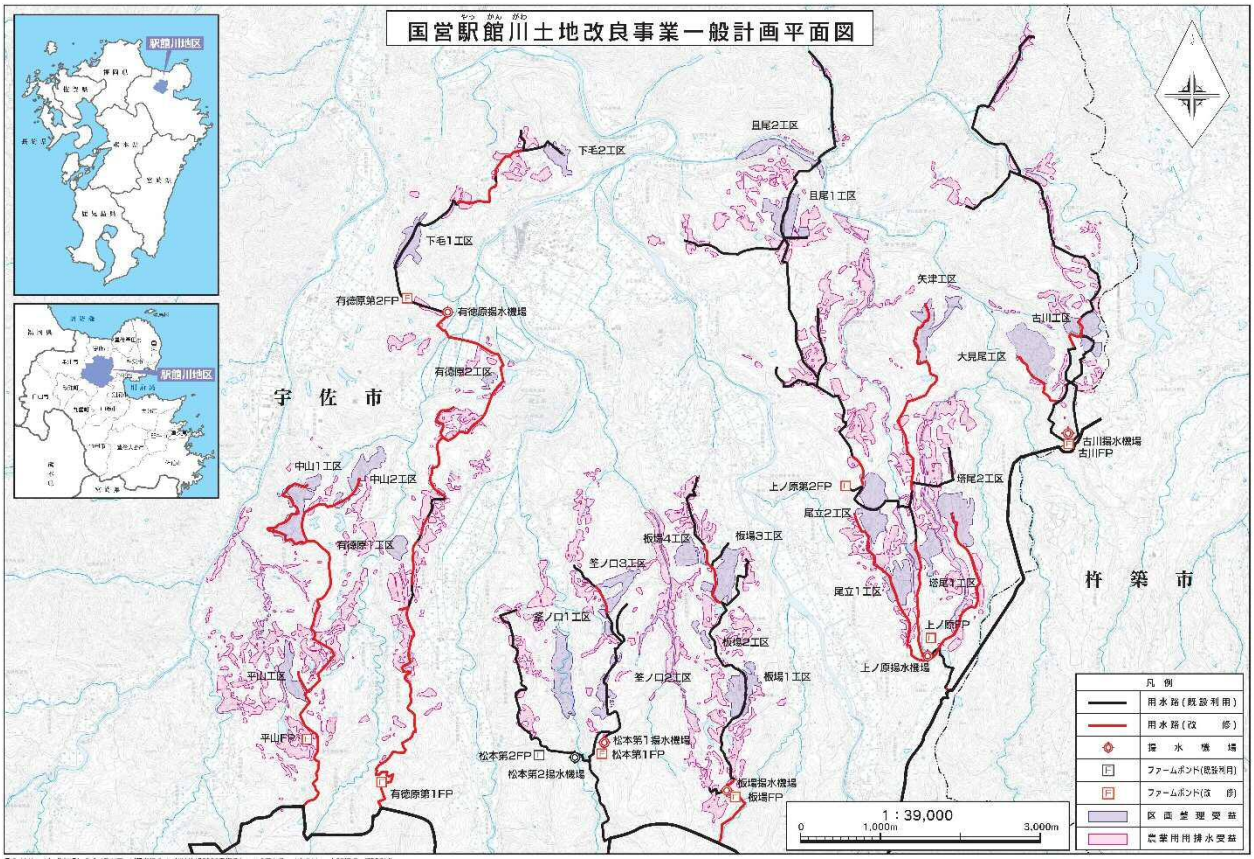
区画整理工事における環境配慮対策

九州農政局駅館川農地整備事業所　　○（正）穴井宏、（非）河野通成、（非）堀端裕明

１．はじめに

駅館川地区（安心院地域）は、昭和 40 年度から昭和 54 年度にかけて国営総合農地開発事業「駅館川地区」により、山林原野を開墾すると同時に畑地かんがい施設が整備され、約 450ha の面積を有する西日本有数のぶどう団地となった。

しかし、事業完了から約 40 年が経過し、後継者不足や農業従事者の高齢化により耕作放棄地が増加していたことから、平成 27 年度より国営緊急農地再編整備事業「駅館川地区」に着手し、農地の大区画化による担い手への農地の利用集積を進め、併せて老朽化した農業用水施設の補修・更新などの基盤整備を進めているところである。本地区は「攻めの農林水産業」の実現に向けて、①生産性の向上と農地のフル活用　②担い手への農地集積の加速化　③地域農業への新たな担い手の参入を施策パッケージとして実施し、「地域農業の活性化に向けたモデル地区」として推進している。



本地区の計画平面図

２．本地区の環境配慮の位置付けと保全対象種

2.1 本地区の環境配慮の位置付け

土地改良事業においては、土地改良法に基づき、環境との調和への配慮が事業実施の原則となっており、本地区の事業計画作成段階においては、有識者等の指導・助言を得

ながら、保全対象種、環境配慮対策等の方針を「環境との調和への配慮に関する計画」（以下、「環境配慮計画」という）にとりまとめた。

また、区画整理の工事実施にあたっては、各工区の周辺環境の追加情報や換地計画（詳細設計）の結果等も踏まえ、工区の特徴に応じた配慮対策を実施する必要があることから有識者等で構成する「駅館川地区の環境配慮検討会」を開催し、専門的見地から指導・助言を得て、適切な環境との調和への配慮を図っている。

2.2 保全対象種

環境配慮計画では、文献及び現地調査で確認された重要種のうち、現地調査で確認された 44 種から、地域の生態系を代表する注目すべき種 9 種を選定し、さらに、これらの中から計画段階で区画整理に伴う地形の改変により影響がある種を保全対象種として選定している。

なお、本地区において選定された保全対象種は、サシバ、オオイタサンショウウオ（写真１）、ミズマツバ、シラン、エビネの 5 種である。

写真 1　オオイタサンショウウオ

３．環境配慮計画

3.1 基本的な配慮方針及び配慮対策メニュー

保全対象種をグループの特徴と想定される事業影響を踏まえてグループごとに基本的な配慮方針を設定し、さらに、工事を実施するにあたって検討する配慮対策メニューを選定するとともに、その実施の可否や具体化（実施位置、配慮施設の内容等）について検討している（表１）。

グループ No.	保全対象グループの特徴	基本的な配慮方針	実施を検討する配慮対策メニュー(案)				
			A 移植（保護移動）	B 土砂流出防止	C 配慮施設の設置	D 工事時期の配慮	E 施工機械の配慮
1	主に山林に生息する動物	・影響が小さいため特別な対策は実施しない					
2	主に山林や林縁に生育する植物	・区画整理により個体群の大半が消失するような希少植物種が確認された場合は、類似環境への移植等を検討する	●				
3	主に草地に生息・生育する動植物	・区画整理により個体群の大半が消失するような希少動植物種が確認された場合は、類似環境への移植等を検討する ・特定の植物を食草とする重要な昆虫が生息する場合は、その食草の移植を検討する	●				
4	陸域と水域との連続性で生息が維持される動物	・区画整理に伴い設置される用排水路や側溝が、小動物の移動障害にならないよう、影響の低減を図る			● （水路横断施設等）		
5	主に水田や休耕湿地、緩やかな流れの土水路等に生息する動物	・区画整理により個体群の大半が消失するような希少動物種が確認された場合は、類似環境への移植等を検討する（特定の植物に依存する重要な昆虫等を移動する場合は、その植物の移植も検討する） ・止水あるいは緩流に生息する動物の生息に配慮した護岸工法等（主に止水・半止水域の創出）の採用を検討する ・土工事の際に発生する土砂流出の影響が考えられる場合は、流出抑制対策（沈砂池設置）を講じる	●	●	● （ビオトープ等）		
6	主に水田や休耕湿地に生育する植物	・土工事の際に発生する土砂流出の影響が考えられる場合は、流出抑制対策（沈砂池設置）を講じる		●			
7	主にため池に生息・生育する動植物	・区画整理により個体群の大半が消失するような希少動植物種が確認された場合は、類似環境への移植等を検討する（特定の植物に依存する重要な昆虫等を移動する場合は、その植物の移植も検討する） ・土工事の際に発生する土砂流出の影響が考えられる場合は、流出抑制対策（沈砂池設置）を講じる	●	●			
8	主に河川に生息・生育する動植物	・土工事の際に発生する土砂流出の影響が考えられる場合は、流出抑制対策（沈砂池設置）を講じる		●			
9	主に湿原に生息・生育する動植物	・区画整理により個体群の大半が消失するような希少動植物種が確認された場合は、類似環境への移植等を検討する ・土工事の際に発生する土砂流出の影響が考えられる場合は、流出抑制対策（沈砂池設置）を講じる	●	●			
10	主に休耕作地等の高茎草地に生息・生育する動植物	・影響が小さいため特別な対策は実施しない					
11	良好な水田生態系で生息が維持される動物（生態系の上位種）	・影響が小さいため特別な対策は実施しない					
12	重要な猛禽類（サシバ等）	・非繁殖期に施工するなど、施工時期に配慮する ・低騒音、低振動型機械を使用する				●	●

表 1　保全対象種グループごとの配慮計画

3.2 ビオトープの設置

ビオトープの設置例として、且尾１工区にて確認された保全対象種のオオイタサンショウウオ等の両生類の繁殖場、ドジョウ等の魚類や水生昆虫類の生息場・越冬場等として利用可能な年間を通じて水のある止水・緩流域（定常水域）を創出するとともに、両生類が横断可能な構造も併せ持つビオトープを設置した。

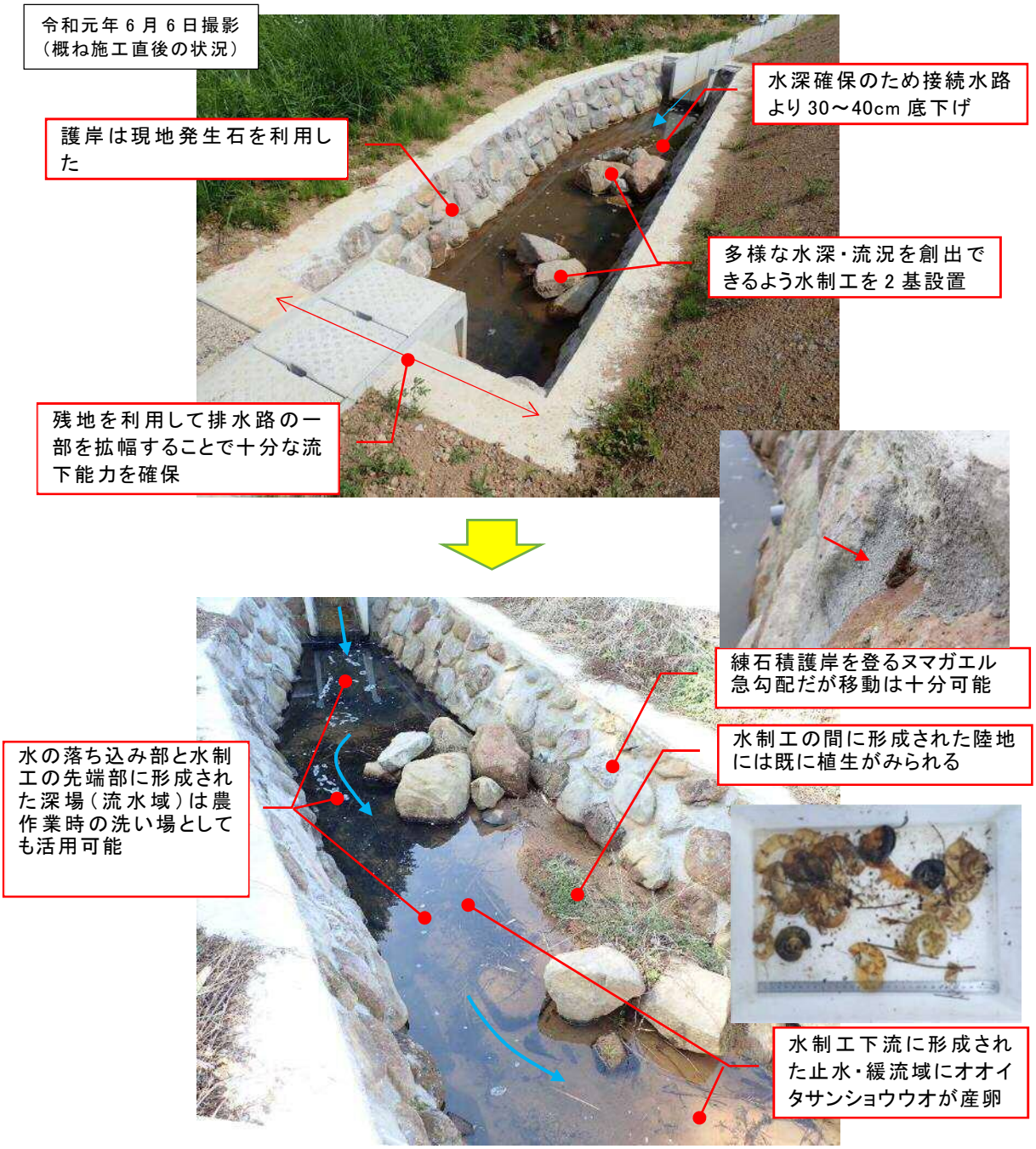


写真２　且尾１工区洗い場型ビオトープの写真

3.3 且尾１工区におけるモニタリング調査結果

施工後約１年が経過したビオトープには、深場（流水域）、止水・緩流域、水際の陸

地が形成されるなど、両生類や水生動物にとっての多様な生息空間が形成されていた。

また、護岸部分は両生類の移動が可能であることが確認され、自然に維持されている深場は農作業時の手足の洗い場としても十分活用可能なものと考えられた。

生物調査では、ビオトープ内で、両生類 5 種、昆虫類 9 種、甲殻類 2 種、貝類 1 種、計 17 種、周辺を含めると、両生類が 2 種増えて 7 種、計 19 種が確認された。そのうち、環境省レッドリスト及びレッドデータブック大分に掲載された重要な種は、保全対象種のオオイタサンショウウオをはじめ、アカハライモリ、トノサマガエル（周辺のみ）、タベサナエ、コガタノゲンゴロウの 5 種であった。

以上のことより、且尾 1 工区のビオトープは、適切に機能しており、今後の維持管理上の問題も特にないと評価される。

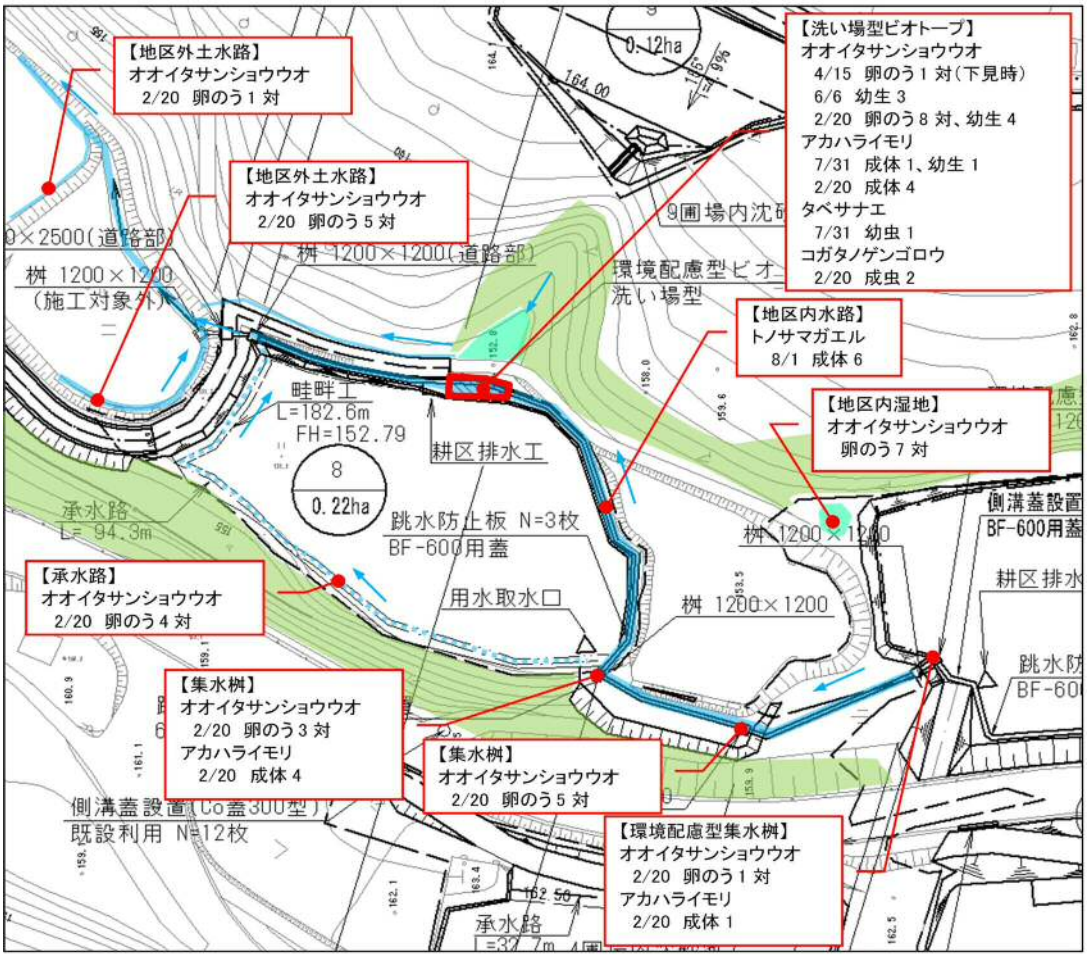


図２　且尾１工区のビオトープ周辺で確認された重要な種の位置図

４.おわりに

本地区では、各々の工区に適した環境対策を行っており、今後とも、①工事前モニタリング（猛禽類）②工事中モニタリング（サシバ）③工事前のモニタリング（四季調査）を行い、環境配慮対策を進めていくとともに、環境配慮対策後のモニタリング調査により、移植や保護移動した動植物の生育状況を調査・分析し、更に環境配慮を行った事業実施に努めていきたい。

農業用水路における希少藻類オキチモズクの移植

一般財団法人九州環境管理協会　○(正)城内智行
北海道大学名誉教授　(非)吉田忠夫
オキチモズクを見守る会　(非) 井上義勇、(非)飯田大和

1. はじめに

福岡県の中央部に位置する甘木には、絶滅の恐れのある淡水産藻類 7 種が生育する貴重なハビタットが残っている。中でも、甘木の農業用水路の一つは全国で 21 箇所の生育地しか確認されていないオキチモズクが多産し、オキチモズクの国内最大規模の生息地となっており、生育環境の保全が必要となっている。

本水路は、河川と並行する約 1 ㎞の範囲がオキチモズクの生育地となっており、上流の約 200m はまばらにみられる程度で、下流側に生育数が多い状況であった。しかし、2009 年 10 月以降にはオキチモズクの生育数の多かった下流側の約 140mの区間で水路の付け替え工事が実施され、その範囲に生育していた約 5,800 株程度が消失することになった。

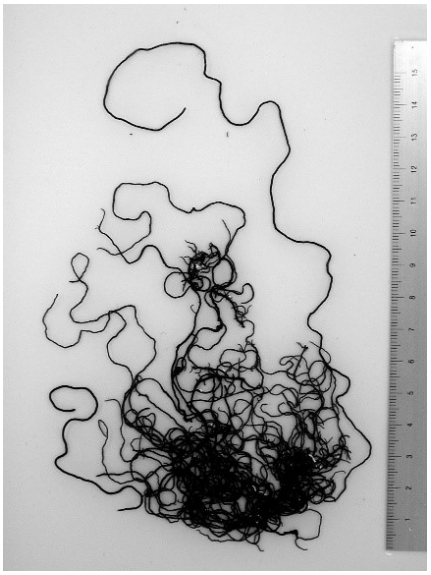


写真 1　オキチモズク

そこで本研究では、生育地消失の代償措置として、オキチモズクを生育範囲の上流側に移植し、その後 7 年間、生育状況をモニタリングした。

2. 方法

(1)オキチモズク(*Nemalionopsis tortuosa*)

紅藻類に属し、体はひも状の分枝体で軟らかい。体の長さは 20～40 ㎝程度である。冬から春にかけて繁茂し、夏に流失し、秋には新たに直立藻体が生長し始める。生育場所は湧水がある小さい流れで、周辺の樹木等による半日陰に生育する。希少種の基準としては、環境省レッドリスト、福岡県レッドデータブックともに絶滅危惧 I 類に位置付けられている。

(2)移植場所、移植先

農業用水路の詳細な場所の情報は、希少種の保護の観点で割愛する。オキチモズクの生育範囲は、本水路の河川に並行する約 1 ㎞であり、水路にかかる橋などを目印に 9 区間に区分した。さらに、5m ごとに設標して移植や調査の場所の目安とした。水路の付け替えが行われ移植が必要な場所は、H 区から I 区にまたがる 140m である。移植先は、オキチモズクがほとんど確認されていなかった A 区と移植前に多かった D、E、F 区とした。

表 1　移植場所、移植先

項目	A 区	B 区	C 区	D 区	E 区	F 区	G 区	H 区	I 区
距離	135m	110m	115m	140m	125m	130m	120m	125m	175m
事前調査におけるオキチモズク生育量	少	少	中	多	多	多	多	多	多
移植	移植先			移植先	移植先	移植先		移植場所	

(3)移植方法

移植に先立ち、2009 年 5 月 22 日には、移植先で繁茂しオキチモズクと競合する恐れのある水草の除去作業や清掃活動を行った。本水路には、水草として外来種オオカナダモと在来種エビモが生育しており、外来種のオオカナダモを極力除去し、在来種のエビモは残した。

移植作業は、付け替え工事前の 2009 年 5 月 26 日に実施した。移植時期は、オキチモズクの生活史を考慮して単胞子の放出盛期となる 6～7 月の前とした。移植は、付着基盤となる転石を取り上げて、コンテナ等で乾燥しないように保持した状態で移植先まで運搬して放流した。この方法で、水路の付け替え箇所に生育していた約 5800 株のうち、半数程度の約 3000 株を移植した。

(4)調査方法

移植前は 2007～2009 年の 3 年間、移植後は 2010～2016 年の 7 年間、毎年繁茂期となる冬から初春に 1 回調査を実施した。下流側から全域の潜水観察を行い、5m ごとの株数を記録した。

表-2 移植前後の各区のオキチモズクの株数

	2007	2008	2009	移植	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
A	23	22	5	+800	1,887	109	26	211	36	37	71
B	0	1	1		1	7	6	11	14	103	0
C	325	113	456		881	6	178	262	271	215	177
D	459	1,024	2,271	+800	227	16	34	123	900	560	132
E	504	1,159	592	+700	1,176	362	995	914	743	729	150
F	202	55	141	+700	70	144	187	944	223	162	53
G	447	30	1,206		391	506	773	1,127	720	754	72
H	1989	1,012	4,154	-3000	168	332	593	169	321	396	4
I	960	888	3,203		954	464	148	342	591	140	1

3. 結果と考察

移植前後の区別の株数を表-2 に示す。移植元となった H、I 区では、工事による生育地の消失もあり、2010 年以降株数は減少した。移植先となった 4 区のうち、事前からオキチモズクが多かった D、E、F 区では移植後の株数の変化はなかった。一方で、移植前にはほとんどオキチモズクがみられなかった A 区では移植の翌年に大きく増加し、その後変動はあるものの移植前よりは多くなった。生育に適する場所に分布していない場所があれば、移植は保全に有効な手段であることが分かった。

表-3 移植前後の A 区 5m ごとののオキチモズクの株数

距離(m)	2006	2007	2008	移植	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
0 ～ 5	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0
～10	0	0	0		0	0	0	1	0	0	0
～15	0	0	0		4	0	0	3	0	0	0
～20	0	0	0	+400	0	0	0	0	0	0	0
～25	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0
～30	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0
～35	2	0	1		0	0	0	0	0	0	0
～40	0	0	0		4	0	0	0	0	6	0
～45	1	0	0		0	0	0	0	0	6	0
～50	2	0	0		0	0	0	0	0	0	0
～55	0	12	0		37	0	0	0	0	0	0
～60	8	0	0		0	0	0	0	0	3	0
～65	0	0	0		27	0	0	6	0	0	0
～70	3	0	0		328	1	0	12	0	0	0
～75	6	0	0		289	0	0	5	2	0	0
～80	0	0	0		236	0	0	8	6	4	0
～85	0	0	1		10	0	1	10	5	0	0
～90	0	3	0		55	0	0	18	1	0	0
～95	0	1	2		115	0	1	15	0	0	1
～100	0	0	0		292	3	0	11	0	0	0
～105	0	0	0	+400	131	0	3	18	0	0	0
～110	1	5	0		164	16	6	15	0	0	0
～115	0	1	0		183	3	0	21	5	11	1
～120	0	0	0		0	8	0	3	0	0	0
～125	0	0	0		7	78	12	30	8	1	0
～130	0	0	0		5	0	3	6	2	0	4
～135	0	0	1		0	0	0	29	7	6	65

A 区の 5m ごとの株数を表-3 に示す。90～120m では移植箇所に翌年増加した。しかし、0～40m では移植した箇所ではなく、下流側の生育数が増加しており、移植した親株から放出された単胞子は下流側に流下しながら、適地に着生しているものと考えられる。単胞子の放出前に流水域の上流側に移植する手法は、移植元を含む下流の適地への増加が期待され、希少な藻類の保全に有効な手段と推察される。

地域用水環境整備事業波留地区における魚道の設計に関して

鹿児島県北薩地域振興局農林水産部農村整備課　○(非)若松勇輝

1. はじめに

本地区は，鹿児島県薩摩半島の北西部に位置する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。臼田頭首工は二級河川高松川にあり，波留地区に広がる水田 7.8ha をかんがいする頭首工として長年利用されている。しかし，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，河川の生態系保全や正常な河川機能維持の観点からも魚道整備が必要とされている。

本稿では，既設の頭首工の中に新たに魚道を整備する計画を立てるにあたり，魚道の位置決定や工法の検討などの過程について報告する。

2. 本地区の特徴

一般的に魚道は，本体工と一体化した構造として整備されているが，本頭首工右岸部は，平成 29 年 5 月の降雨により被災したことで，一部災害復旧された施設であった。被災原因は，豪雨による洪水量の増加で，堰下流部が洗掘され吸出しを受けた事によるものであった。

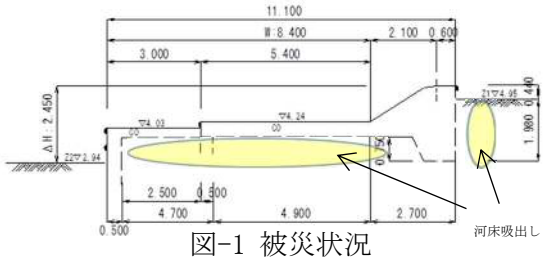


図-1 被災状況

そこで，固定堰の築造年度も古く(1949 年築で約 70 年以上経過)，災害復旧工事が過去 3 回(1963 年，1971 年，2019 年)も行われていることから，①災害復旧等により，固定堰が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こと，②魚道と一体化した場合，基礎部が岩盤でない事から固定堰に偏荷重が生じ，固定堰に負荷がかかる恐れがあること。③エプロン部内に砂礫を挟んでいることから固定堰と魚道との接続が困難であること，を考慮し，魚道を単独構造物とすることで固定堰への影響を回避し，一つの構造物としての安定を図った。

3. 魚道の位置選定

魚道の位置選定については，遡上経路，集魚場所，周辺地形等の立地条件，魚類(アユ)等の習性の4項目を考慮して選定した。集魚場所，周辺地形については図-2 のとおりである。遡上経路については，周辺が弱すぎる流れの中にあって，巡航速度以下の比較的強い流れに群れが集中するという魚類の習性から，みお筋が遡上経路になる事が考えられる。

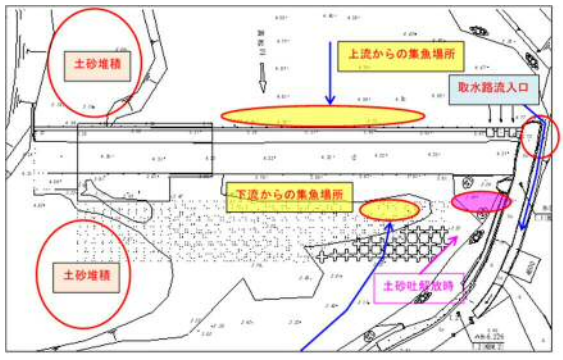


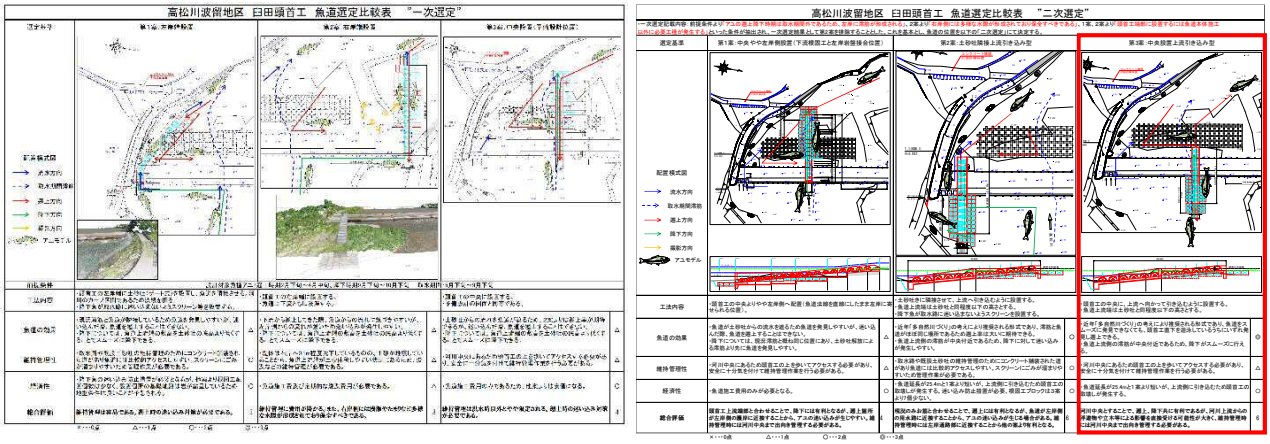
図-2　現況平面図

次に頭首工縦断方向に対する魚道の設置位置について，頭首工上流端と魚道上流端を同じ位置にし，下流へ延伸させる「張り出し型」と，頭首工下流端と魚道下流端を同じ位置にして上流へ延伸させる「引き込み型」の魚道がある（図-3）。「張り出し型」は降下に対して迷い込みが生じにくく，「引き込み型」は遡上に対して迷い込みが発生しにくいという利点がある。

図-3　魚道タイプ（左：張り出し型，右：引き込み型）

これについても設置位置の検討項目として表-1 のとおり選定を行い，魚道位置を「河川中央設置，上流引き込み型」に決定した。

表-1　魚道位置選定表



4. 魚道形式の選定

魚道形式について，図-4 の分類から比較を行い，メンテナンス性，維持管理性を考慮し，プールタイプを選定した。 また，型式に関しては表-2 により比較し，ハーフコーン式を採用した。

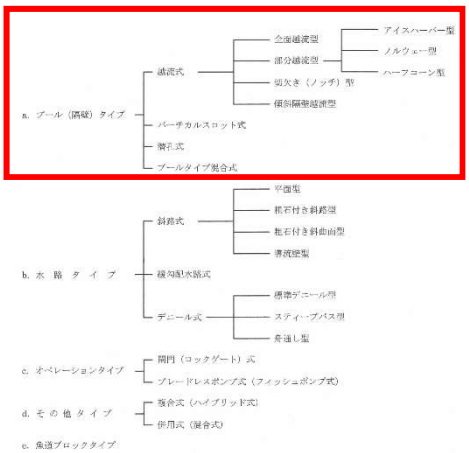
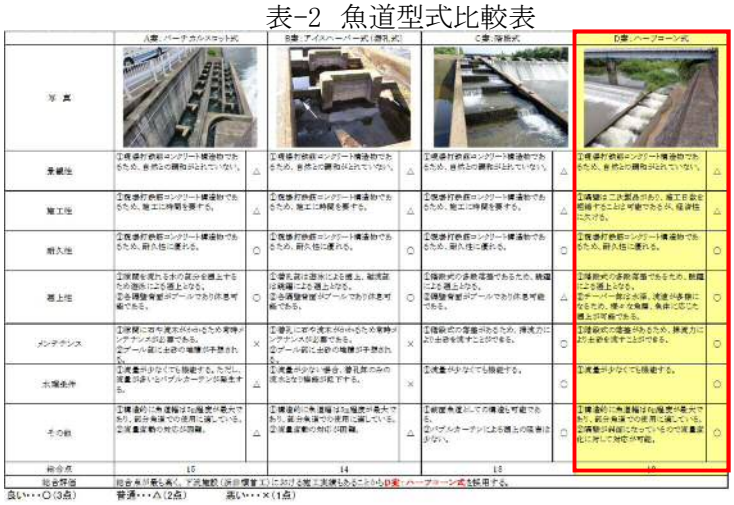


図-4　魚道形式の分類

表-2　魚道型式比較表



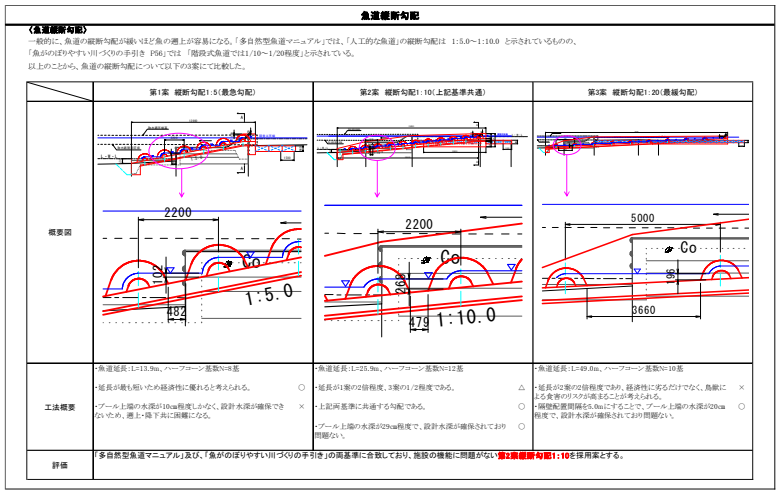
5. 平面・縦断計画

平面計画については，「3.魚道の位置選定」で選定された，「中央設置上流引き込み型」を元に検討した。

魚道幅については，下流の浜田頭首工までの距離が 260m と短く，同等規模の遡上・降下が見込めることから浜田頭首工の魚道幅と同じ 3.0m を採用した。

魚道の縦断勾配に関しては，表-3 で縦断勾配の比較を実施し，1:10 の勾配を採用した。なお，縦断勾配決定に必要な設計水深については「魚道のはなし～魚道設計のためのガイドライン」を参照し，アユの体高の 3～4 倍を確保することを基本に，最小遊泳幅と同等の 15cm とした。

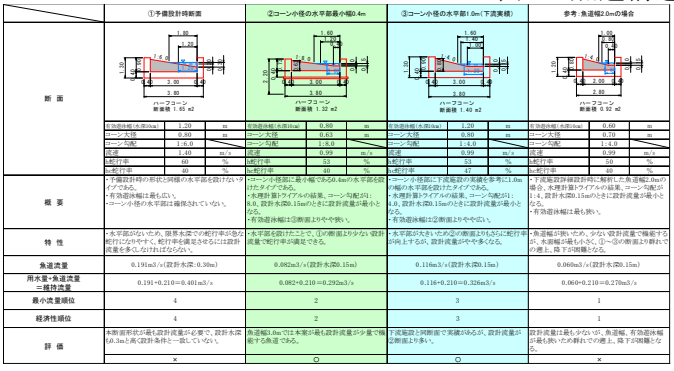
表-3 魚道縦断勾配比較表

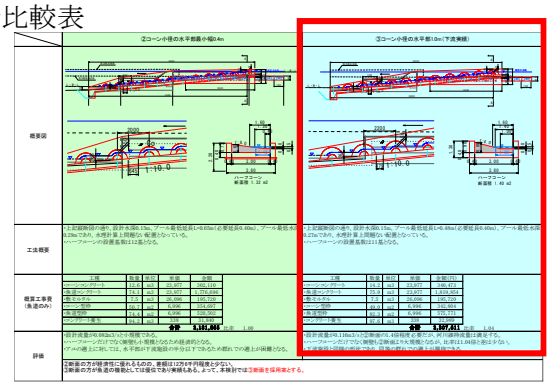


6. 魚道構造計画

魚道構造については通水断面を基に決定する。魚道設計流量は原則，河川維持流量以下を基本としており，用水量＋魚道流量≦河川維持流量とする必要があるが,本河川では維持流量が設定されていない。そこで，河川維持流量は取水量以外を魚道設計対象流量とすることで，河川維持流量以下が確保されるものとして考える。魚道設計流量はハーフコーン形式について構造比較を行い表-4 により決定した。

表-4 魚道構造比較表





7. 遮水工の検討

魚道の上下流には浸透流を抑制するために遮水壁を設け，(1)式を満足する必要がある。

$$L \geqq C' \cdot \Delta H \quad \text{---------- (1)}$$

L：重みつき浸透路の長さ(m)で、$L=\Sigma lv+1/3\Sigma lh$

lv：鉛直方向(傾斜角45°以上)の浸透路長（m）

lh：水平方向(傾斜角45°以下)の浸透路長（m）

C'：基礎地盤の種類によって異なる係数（表-5）

⊿H：上下流の最大水位差（m）

表-5 レーンの重みつきクリープ比C'

基礎地盤	レーンの重みつきｸﾘｰﾌﾟ比C'
微細砂又は沈泥	8.5
細　砂	7.0
中　砂	6.0
粗　砂	5.0
微粒礫	4.0
中粒礫	3.5
礫及び砂の混合	-

地質調査の結果より，浸透路長検討地盤は砂礫層であり粒径1～5cmの角礫が多いことから，中粒礫と判定し，C’＝3.5を採用した（表-5）。この値を図-5の本魚道構造に当てはめ，浸透路延長を計算する。

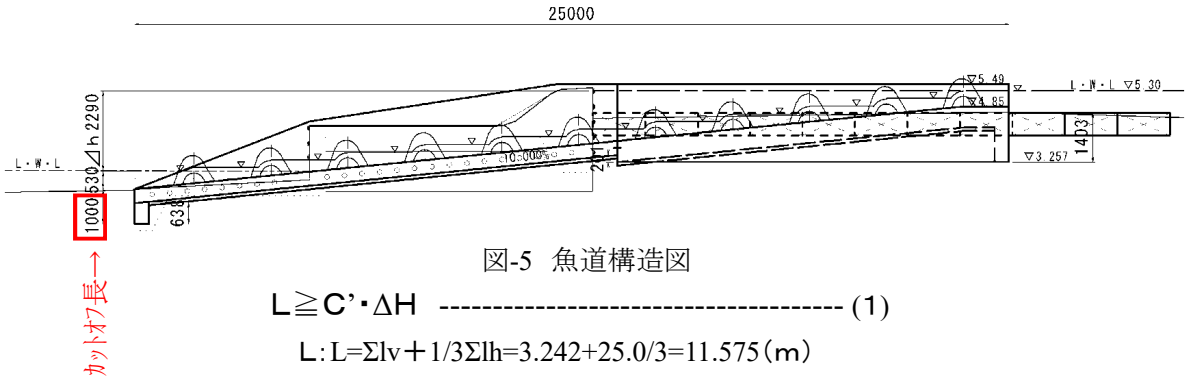


図-5　魚道構造図

$$L \geqq C' \cdot \Delta H \quad \text{---------- (1)}$$

L：L=Σlv＋1/3Σlh=3.242+25.0/3=11.575（m）

lv：1.00+0.638+0.201+1.403=3.242（m）

lh：25.0（m）

C’：3.5

⊿H：2.29（m）

$L \geqq C' \cdot \Delta H$　より

11.575m≧3.5×2.29m＝8.01m　・・・・・・・・・・・・・・・　OK

よって魚道のカットオフ長は、河床洗掘防止として1.0m を採用する。

以上の検討を踏まえ，今回の魚道構造や設置位置を図-5，図-6のとおり決定した。

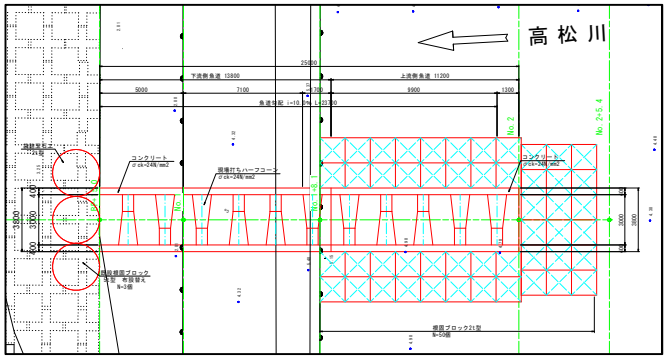


図-6　魚道計画平面図

8. おわりに

臼田頭首工に魚道が整備されることによって，魚類の生息範囲がより広がることが予想される。施工にあたっては既設固定堰を分離して施工することになるため，固定堰の状態（ひび割れや漏水等）や基礎地盤の状態（過去災害復旧が行われたことから吸い出し箇所等）について確認し，必要に応じて対策を講じることとしたい。

佐賀平野クリークの環境と小型魚の生息

佐賀大学農学部　〇(学，非)村岡涼太，(学，非)佐藤拓洋，(正)原口智和

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。

この地域においては国営農地防災事業並びに関連の県営事業が実施されており，筑後川下流右岸農地防災事業では工事による環境への影響を軽減するための工法を導入するとともに，その影響を評価するための調査が実施されている。

本研究では，多自然型護岸の予定されている区間において，水環境の調査によってタナゴ類をはじめとする小型魚の生息と水環境の関係を明らかにする。そして，これらの調査結果に基づいて，希少な魚類の生息環境の保全と管理方法について検討することを目的としている。

調査方法

佐賀県内の多自然型護岸施工が検討されている区間（延長約 200m）において，2020 年 9 月と 10 月に計 4 回（9 月 8 日，9 月 23 日，10 月 7 日，10 月 20 日）の現地調査を行った。区間の上流端及び下流端にある水門は調査期間中閉じられていた。また，地点⑤付近では両岸に支線クリークがあり，水は連続している。なお，この区間では，2019 年 6 月と 8 月に実施された事前調査において，ニッポンバラタナゴやカワバタモロコが数十匹の単位で採集されている。

区間内において約 50m 間隔で 6 か所の調査地点（上流から順に①～⑥）を設定し，水環境と小型魚類生息を調査した。水環境については，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では捕獲用仕掛けを各地点に 1 個ずつ設置した（設置時間は約 1 時間）。

結果および考察

9 月 8 日は調査区間全体にわたってホテイアオイやヒシで水面が覆われていたが，9 月 23 日には，これらが取り除かれおり，生息環境が大きく変化したものと推察される。

水深は降雨や排水の影響で変動したが，地点②(37～55cm)が最も浅く，地点⑥(81～97cm)が最も深かった(図 1)。水温については，9 月 8 日は地点による変化が小さく約 24℃であったが，9 月 23 日は上流側(約 25℃)と下流側(約 22℃)とで差異がみられ，10 月 7 日と 20 日では地点による差異が小さくなった(図 2)。溶存酸素濃度については，水草除去前(9 月 8 日)は，すべて

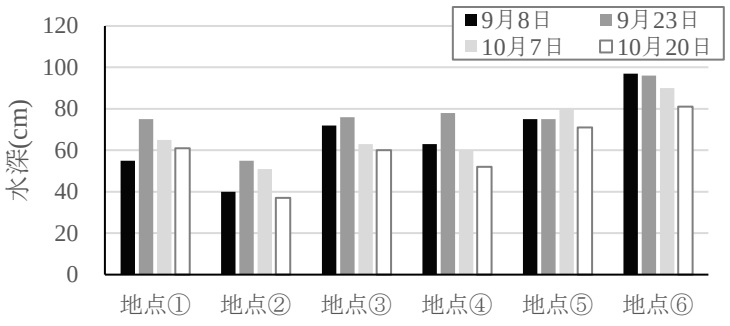


図 1　各地点の水深

の地点で 2mg/L 以下であったが，とくに地点②と④では 0.4mg/L 程度と極めて低い濃度であった(図 3)。水草除去後は全地点で上昇し 8mg/L 以上であった。流速については，地点⑤(最大で 5cm/s 程度)を除き，流速計の測定下限値(3cm/s)いかであった。

各調査日に採集された小型魚類の 6 地点の合計は，第 1 回目から順に，53，16，26，24 匹であった。9 月 23 日の捕獲数が他に比べて少ないのは，水草除去に伴う環境の急激な変化によるものと推察される。

図 4 に水草除去前(9 月 8 日)と水草除去後（3 回の合計）の各地点における小型魚類捕獲数を示す。9 月 8 日は，地点①と⑤では合計 20 匹以上捕獲されたが，地点②及び④での捕獲数はゼロ匹であり，溶存酸素濃度の影響を強く受けているものと考えられる。水草除去後は，地点⑥の捕獲数が多くなる傾向がみられた。地点⑤の水温や溶存酸素濃度は他地点と同程度であったが，捕獲数が少ないのは流速の影響と思われる。

以上のことから，小型魚類の生息に配慮した多自然型護岸では，浮葉・浮遊性植物によって水面が被覆されないような管理が重要であることが示唆された。

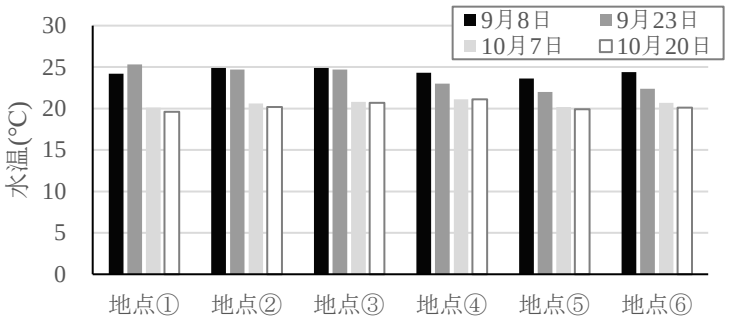


図 2　各地点の水温

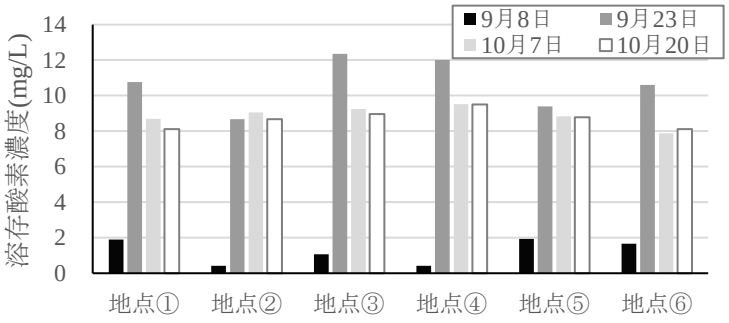
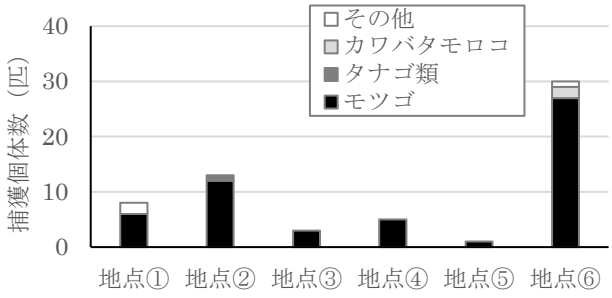


図 3　各地点の溶存酸素濃度

a)　9 月 8 日



b)　9 月 23 日，10 月 7 日，10 月 20 日の合計

図 4　各地点での小型魚類捕獲数

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。

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

九州農政局 筑後川下流右岸農地防災事業所 （非）山内 順也
一般財団法人 九州環境管理協会 ○（正）林田 創，（正）宇野 潔，（正）望月 佑一

１．はじめに

平成 25 年度に着工した国営総合農地防災事業「筑後川下流右岸地区」では，国営筑後川下流土地改良事業及び佐賀県営ほ場整備事業等により再編整備されたクリーク法面の保護整備を進めている。工事に際しては，希少な水生植物，哺乳類，淡水魚類，昆虫類等の保全対象種を対象に，環境に配慮した工法の採用や工事前の生物移動，環境モニタリング調査など，環境との調和に配慮した事業となるよう様々な取組を行っている。

本地区の保全対象種の一つであるカワバタモロコは全長 3～6cm の淡水魚であり，静岡県瀬戸川水系以西の本州太平洋側，四国瀬戸内側，九州北西部に分布し，平野部の浅い湖沼，ため池，農業用水路などに生息する。繁殖期は5～8月で，冠水した植物などに粘着性の卵を産み，一昼夜でふ化する。環境省レッドリスト 2020 では絶滅危惧ⅠB類，佐賀県レッドリスト汽水・淡水魚類編2016では絶滅危惧Ⅰ類種に選定されている。

カワバタモロコ

本地区では，平成28年度から，カワバタモロコに配慮した多自然型護岸工を 3 箇所で整備しており，そのうちのA水路とB水路での取組を報告する。

２．各水路における取組

２．１ A水路

Ａ水路は，平成 28 年度に工事を行った。

カワバタモロコは，産卵や稚魚の成育に植物が茂った浅い一時的水域を利用することから，Ａ水路では工事前に観測した水位変化に基づき，水位が下がる非かんがい期に干上がり，水位が上がるかんがい期に冠水する浅場が形成されるよう，クリーク法面を階段工で護岸し，幅 1.5m の小段を設けた（図 1）。カワバタモロコの産卵床や隠れ場となる水際の植物は，小段に高茎の抽水植物であるマコモの根茎を埋め戻すとともに，埋土種子の発芽を期待して現地クリークの表土を被せた。また，冬季減水期にカワバタモロコの越冬場となる魚巣桝を設置した。

Ａ水路の工事後１年目には，小段上にマコモ等の植物がよく定着したものの，かんがい期の冠水頻度が低く，カワバタモロコの産卵場や稚魚の成育場として十分機能していなかった。工事前の観測水位に基づいて計画した小段の地盤高に対し，地域の営農に伴う水管理で水位に微妙な違いが生じ，冠水しにくくなっていた。このため，工事後２年目の春に表土の一部を深さ 10cm 程度掘削することで，地盤高を下げる改善を行った。

この改善により，小段にはカワバタモロコの産卵期に植物が茂る一時的水域が形成され

た。工事後４年目の秋には，工事後初めてカワバタモロコの稚魚２個体の生息を確認した。

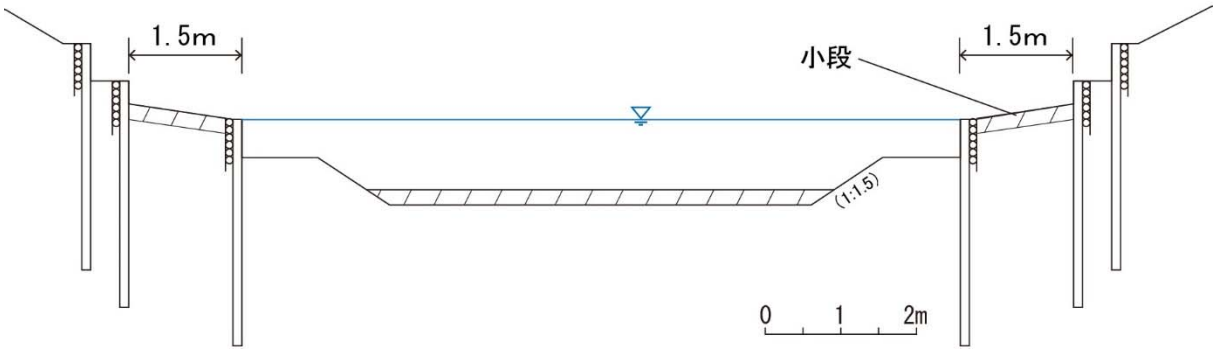


図１ カワバタモロコの生息に配慮した護岸構造（断面図）

２．２ B水路

Ｂ水路は，平成 30 年度に工事を行った。

Ｂ水路の構造はＡ水路に倣い，クリーク法面を階段工で護岸し，幅 1.5ｍの小段を設けた。Ａ水路での経験から，小段表土の地盤高を縦断方向に 15cm の範囲で上下させ，管理水位に変化が生じた場合でも，多様な水深環境が確保できるように改善した。ここでは，生息環境が競合し外敵となる外来種カダヤシの生息が問題であるものの，植物が茂る一時的水域が形成され，工事後２年目の秋にカワバタモロコの稚魚１個体が確認された。

３．今後の課題

カワバタモロコに配慮した多自然型護岸工の整備区間において，時間をかけながらも，本種の生息が確認できるようになってきた。ただし偶発的な生息確認である可能性もあり，今後も調査を継続し，本種の定着を確かめていく必要がある。

クリークの水位は営農に伴う水管理の影響を受けるため，事前の観測から得られた水位変化が毎年同じように繰り返されるとは限らない。その水位変化が予想を超える範囲となった場合でも，どこかにカワバタモロコの繁殖に適した一時的水域が形成されるよう予め織り込んでおくことが望ましい。解決方法として，地盤高に変化をつけることが考えられ，その際には表土の流亡防止と同時に，植物の発芽・定着のしやすさ，捕食魚の侵入のしにくさ，減水時の脱出経路の確保など，多様な観点から検討する必要がある。

また，水路の維持管理の面においては，小段部や法面に高茎植物が定着することは管理上の負担になることもあるため，施工時に被せる表土厚を薄くして高茎植物の定着を避け，低茎植物の定着を誘導するなどの工夫も考えられる。併せて，法面を安全に上り下りするための階段工（ステップ）の設置や，草刈りの際に水際の植物を意図的に刈り残してもらうなどの工夫も考えられる。

農集排施設機能診断調査の業務効率化について

長崎県土地改良事業団体連合会　（非）原　慎太郎

１．はじめに

農業集落排水施設の機能診断調査とは、農業集落排水施設の管路、処理施設の鉄筋コンクリート、中継ポンプや処理施設の機械電気設備といった、処理施設全体の劣化状況を調査するものである。その調査結果を基に、最適整備構想策定において、施設の劣化等の進行予測や適切な対策を選定し、今後40年間の機能保全コストを算定し、ライフサイクルコストの低減を図っている。

そのような中で、平成26年度に国において策定されたインフラ長寿命化計画では、令和2年度までに機能診断調査、最適整備構想策定を実施することが目標となっており、長崎県内にある農業集落排水施設52地区についても対応していく必要があった。

２．機能診断調査の概要

機能診断調査は、事前調査 → 現地調査 → 詳細調査 → 劣化要因の推定 → 健全度判定 の流れで作業を行っていく。

事前調査では、施設台帳や図面などから施設の情報をまとめていく。例えば、管路調査であれば管径や管種、区間延長といった情報である。

現地調査では、目視による変状調査や酸素・硫化水素濃度の簡易測定を行い、その調査結果を基に劣化要因の推定や健全度の判定をまとめていく。

殆どの地区は管路調査において、全体延長の 10%を調査することになっており、全体延長が長いところであれば、マンホールを 80 箇所以上開けて調査する必要があった。現地調査後は、調査結果をエクセルの様式に入力していき、さらに総括表にとりまとめる作業も発生する。

しかも、機能診断業務は同年度に複数地区あり、この作業を何地区も行う必要がある。この問題に対応すべく、様々な観点から業務効率化を図ってきた。その事例を紹介する。

３．現地調査の業務効率化

３．１．管路調査における管口カメラの軽量化

管路施設の現地調査では、図3-1のようにマンホールを上流側、下流側の2箇所開け、上流側にカメラ、下流側にライトを入れて、マンホール間にある汚水管の劣化状況の確認及び撮影を行っている。

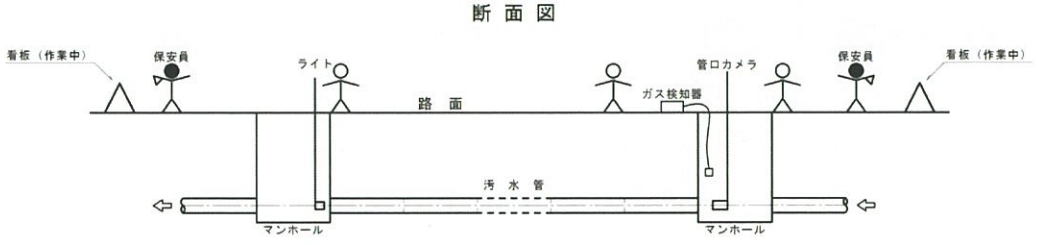


図 3-1.管路調査作業状況図

平成 28 年度に機能診断調査を行った際は、写真 3-1 のようにロッドの先端に水中カメラを取り付けてパソコンと接続し、水中カメラの映像を見ながらパソコン上で画像をキャプチャするといった方法を行っていた。この方法では常にノートパソコンを持って移動する必要があり、多大な労力を要した。

そこで、平成 29 年度以降は新しくカメラを購入した。このカメラはカメラ本体とコントローラーが分離できる仕組みになっており、写真 3-2 のように手元のコントローラーでカメラからの映像を見ながら撮影ができる。しかも、コントローラーはベルト通しにぶら下げることが可能で、移動の際にも邪魔にならない。ノートパソコンを持ち歩いていたときと比べて、作業道具の大幅な軽量化に成功したといえる。

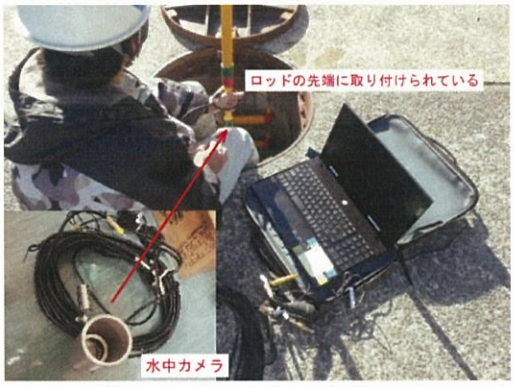


写真 3-1.平成 28 年度カメラ使用状況

写真 3-2.平成 29 年度カメラ使用状況

3．2．黒板の軽量化

現地調査の写真では、施設名を記入した黒板を入れて全景を撮影するようにしている。平成 28 年度は、写真 3-3 のように黒板を誰かに持たせて撮影するか、黒板を立て掛けて撮影を行っていた。しかし、このやり方では黒板を持たせるために人員を割いたり、立て掛けた場合も風で黒板が転倒したりと非常に効率が悪かった。

平成 29 年度以降は、写真 3-4 のように伸縮可能な棒が付いている黒板を購入した。これにより、撮影者が黒板を手に持ったまま撮影することが可能になった。今まで黒板を持っていた人員を別の作業に割くことができ、黒板も風による転倒がなくなり、現地作業が捗るようになった。

さらに雨天対応用のチョークも購入し、雨天時にも現地調査を行えるようになった。

写真 3-3.平成 28 年度黒板使用状況

写真 3-4.平成 29 年度黒板使用状況

4. 現地調査とりまとめの業務効率化

4. 1. 現地調査票から総括表への入力の効率化

現地調査が終了したら、調査結果をエクセルの現地調査票へ入力を行うが、現地調査票の入力後は、さらに総括表へ入力していく必要がある。以前は現地調査票を見ながら、総括表も直接手入力する必要があり、入力するデータ量が膨大であったため、入力に時間が掛かり、さらには入力ミスも多々見られた。

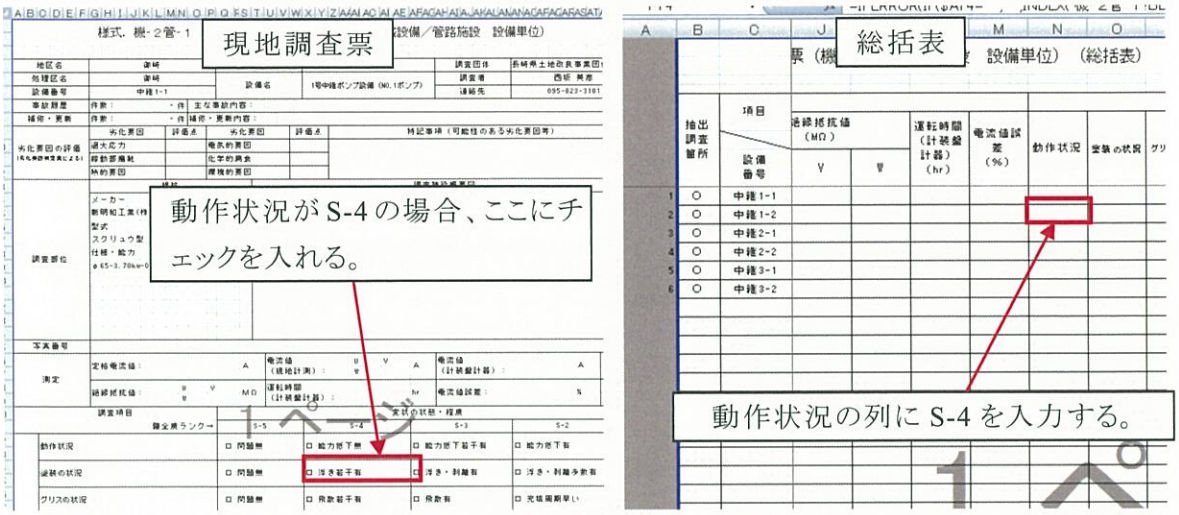


図 4-1.現地調査票及び総括表

そこで、図 4-2 にようにエクセル関数を活用し、現地調査票に入力した段階で総括表にも反映されるようにエクセルを改良した。これにより、総括表の入力まで一日掛かっていた作業を二時間程度で終わらせることが可能になった。エクセル関数によりデータを別のシートに反映させることで、シート間での入力ミスもなくなった。

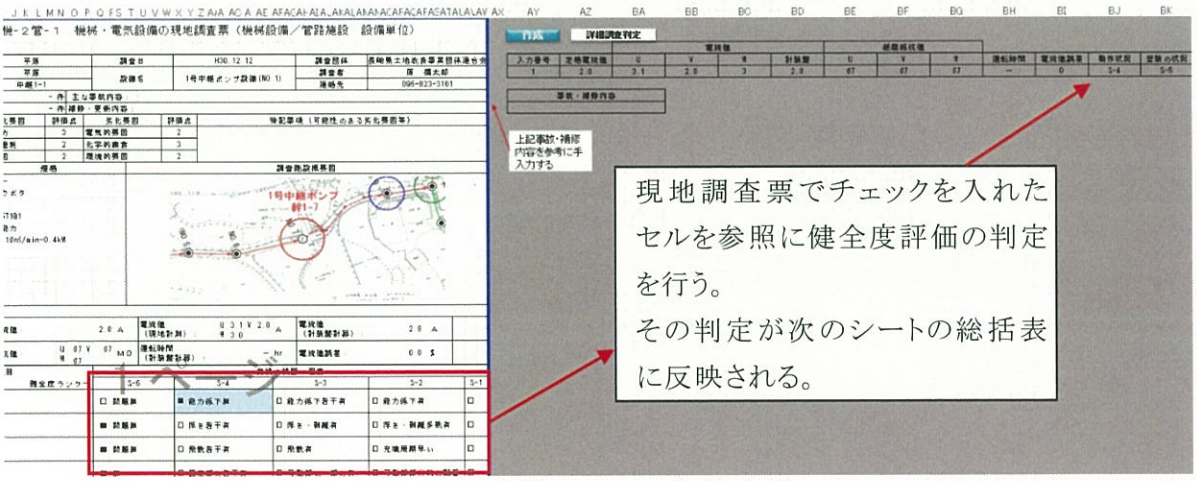


図 4-2.現地調査票改良後

4. 2. 現地調査写真貼り付けの効率化

機能診断調査では、現地調査時に撮影した写真をエクセル写真票に貼り付けていく作業がある。写真を一枚一枚選んで挿入し、写真サイズも変更したりと、作業に膨大な時間を要したため、効率化に取り組むことにした。このときに活用したのがエクセルの VBA といわれるプログラム

である。

例えば、管路調査時の写真貼り付けを行うときは、図 4-3 にように各路線番号名のフォルダを作成し、その路線番号に対応した現地調査写真を入れる。

図 4-3.路線番号フォルダ

その後、エクセル VBA を実行すると、各路線番号のフォルダごとに自動で写真を貼り付けるといった形になる。

この図 4-4 にある現地調査写真のエクセル様式は、写真六枚綴りになっているため、VBA でフォルダ内の写真の枚数を数えて、各路線番号で何ページ必要なのか判定し、自動で様式がコピーされるようになっている。

現地調査後は千枚以上の写真を貼り付ける必要があったため、以前であれば、一日以上掛かっていた作業であるが、この VBA により五分程度で終了するようになった。

図 4-4.現地調査写真票

5. おわりに

エクセルに関する知識が多少あったため、このような形で業務効率化を行えたことは、喜ばしくもあり、自信にも繋がった。また、作業道具に関しても、業務効率化に繋がるようであれば、最新の技術等を積極的に活用すべきであると考えるようになった。

今回の機能診断調査業務に限らず、他の業務についても VBA の知識を活かすことができると考えている。今後とも積極的に業務効率化の取り組みを行っていこうと思う。

諫早湾沿岸における漂着流木等処理対策について

長崎県県央振興局農林部土地改良課　（非）石橋　陽果

1. はじめに

諫早湾沿岸（城崎海岸、金崎海岸、宇良海岸、潮受堤防海岸）は、諫早市高来町、小長井町に位置し、県が管理する海岸保全区域に指定されている。また、後背地には農地や民家があり、背後農地では稲作などの農業が営まれている。

平成30年度に発生した7月豪雨（西日本豪雨）の影響で、本沿岸にはアシや流木、プラスチックゴミといった大量の漂着物が漂着した。（写真1）漂着物を放置したままでは農業や漁業活動に被害が及ぶ可能性があることから、海岸管理者の役割として早急に漂着物を撤去する必要があった。今回、平成30年度に実施した漂着流木等の撤去工事で行った数量計測の方法について報告を行う。

写真1　．漂着状況

2. 地区の概要

地　区　名：諫早湾沿岸（城崎、金崎、宇良、潮受堤防）

所　在　地：長崎県諫早市高来町、小長井町

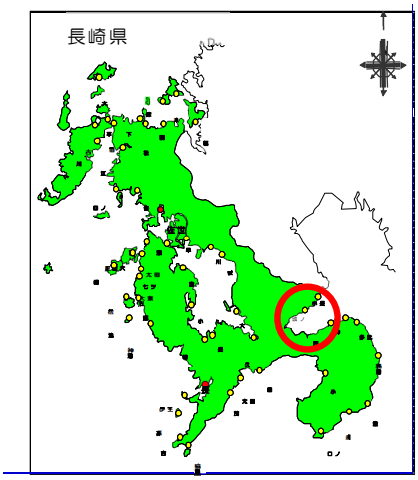


図1. 長崎県全体地図

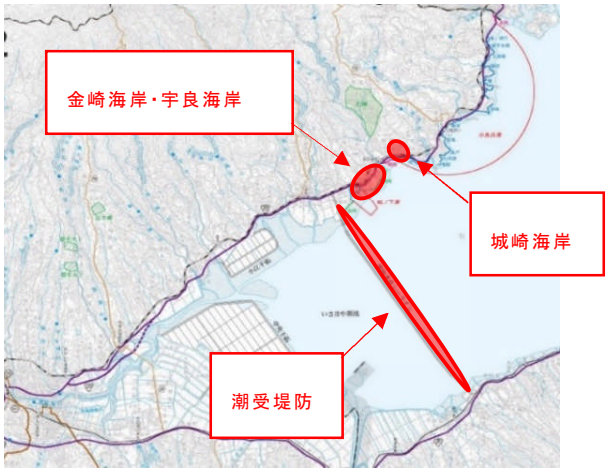


図2. 諫早湾沿岸地図

3. 漂着流木等回収・集積後の数量計測方法について

災害等に伴う漂着流木等の処分においては、当初設計段階からの適切な数量の把握をするために、以下により空隙率を含めた対象数量の計測方法の検証を行った。

木くずの集積体積の算出手順については、（1）で計測した見かけの体積に（2）計測した圧縮率をかけて（4）集積体積を算出した。

一方、流木の集積体積の算出手順については、（1）で計測した見かけの体積に（3）計測した空隙率をかけて（4）集積体積を算出した。

（1）見かけの集積堆積計測

集積した漂着物を3種類（流木、木くず、廃プラスチック）に分別して図3のように台形状に仮置きし、見かけの体積を測定した。見かけの体積について計測結果は表1の通りで、流木：63．5m3、木くず：52．5m3、廃プラスチック：7．7m3であった。しかしながら、流木、木くずの数量については、あくまで見かけの数量であるため、後述で述べる圧縮率や空隙率等を考慮し最終的な処分数量を算定する必要がある。

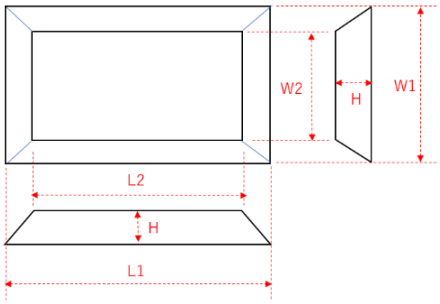


図3．見かけ体積計測方法説明図

農林海岸	L1	W1	L2	W2	H	V	分別率(%)
流木	8.60	5.70	8.60	4.85	1.40	63.5	51.3%
木くず	11.10	6.20	9.85	4.85	0.90	52.5	42.4%
廃プラ	3.50	3.50	2.70	2.60	0.80	7.7	6.3%
（計）						123.7	100.0%

表1．H30 年度　諫早湾沿岸における漂着物の分別率算定結果

（2）木くず圧縮率の算定

木くずの圧縮率については、コンテナ（L0.48×W0.33×H0.30）に集積後の木くずを充填し、締固後の体積減少率を圧縮率とし算定した。以下、図4の通り No.1～No.3 について木くずの圧縮率を算定したところ、表2のとおり平均圧縮率は72．2%であった。

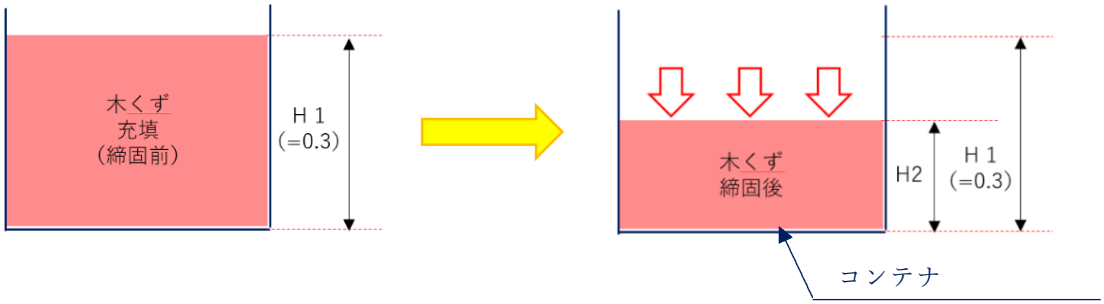


図4．木くず圧縮率計測方法説明図

試料No		L	W	H1（締固前）	H2（締固後）	圧縮率（%）：H2/H1
農林海岸	No.1	0.48	0.33	0.30	0.20	66.7%
	No.2	0.48	0.33	0.30	0.22	73.3%
	No.3	0.48	0.33	0.30	0.23	76.7%
平均						**72.2%**

表2．木くず圧縮率算定結果

（3）流木空隙率の算定

集積後、径の異なる流木を図5の通り台形状に重ね、流木を重ねた際に生じる空隙率を算定した。流木の空隙率算定結果は表3の通りで、次式①による計算結果から流木の空隙率33．9%であった。

○空隙率＝（台形面積-流木断面積）/台形面積＝（0．301-0.199）/0．301=**33．9%**　・・・式①

台形断面		W1	W2	H	A(台形)
農林海岸		0.92	0.36	0.47	0.301
計					0.301

流木断面		No1	No2	No3	No4	No5	小計
農林海岸	径	0.12	0.12	0.14	0.17	0.10	
	A (流木)	0.011	0.011	0.015	0.023	0.008	0.068
流木断面		No6	No7	No8	No9	No10	小計
農林海岸	径	0.11	0.10	0.11	0.23	0.12	
	A (流木)	0.009	0.008	0.009	0.042	0.011	0.079
流木断面		No11	No12	No13	No14		小計
農林海岸	径	0.15	0.10	0.15	0.10		
	A (流木)	0.018	0.008	0.018	0.008		0.052
計							0.199

表3. 流木空隙率算定結果

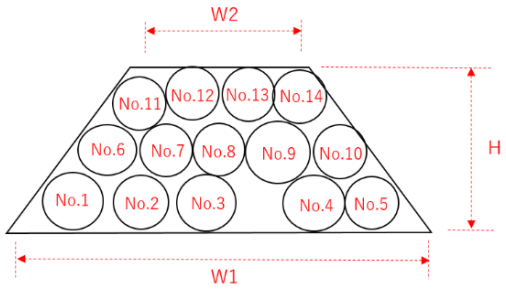


図5. 流木空隙率計測方法説明図

(4)集積体積の算定(最終処分数量)

集積体積については、以下表4の通り算定した。流木については空隙率33.9%を考慮し42.0 m3、木くずについては圧縮率72.2%を考慮し37.9m3、廃プラスチックは7.7m3、合計で87.6m3であった。

	①	②	①×②×100
	見かけの体積(m3)	率(%)	集積体積(m3)
流木	63.5	66.1 (1-空隙率0.339)	42.0
木くず	52.5	72.2	37.9
廃プラ	7.7	100.0	7.7
合計	123.7		87.6

表4. 集積体積の算定結果

4. 類似工事における検証結果

平成30年度は、自然災害が多発し、県央管内では諫早湾沿岸(諫早市)の他に、小迫海岸(東彼杵町)でも漂着物の撤去を行った。

諫早湾沿岸漂着流木等緊急処理工事(回収・集積)では、平成24年度の実績はあったが、それに比べて木くずの漂着が多かったため、当初起工時は圧縮率や空隙率を考慮できずに工事を発注せざるを得なかった。そのため、実績の数量変更について下記の通り大きな差が出た。

当初起工時:V=140.0m3→変更時:V=87.6m3(−52.4m3)

一方、後追いで発注した小迫海岸漂着流木等処理工事では、諫早湾沿岸における実績の圧縮率と空隙率を利用し起工したところ、流木・木くずについては、下記の結果となり、諫早湾沿岸と比較すると変更数量に大きな差が出なかった。

当初起工時:55.7m3→変更時:56.9m3(+1.2m3)

5. おわりに

漂着物の数量算定にあたっては起工時から圧縮率、空隙率を考慮することで最終処分時の大きな数量変動を抑えることができると考えられた。

さらに木くずの圧縮率については、東彼杵町での小迫海岸漂着流木等処理工事における集積後の圧縮率を算定したところ、71．1%という結果を確認でき諫早湾沿岸における圧縮率（72．2%）と大差がない結果を確認できた。漂着流木等の撤去は突発的に発生し短期間での対応が必要となってくるが、事業費、事業量の把握が難しく、短期間での対応に苦慮する。今後、漂着物の撤去を行う場合、今回の検証で得られた圧縮率等の実績を業務に活用していきたい。

ため池ハザードマップ作成における氾濫解析について

長崎県土地改良事業団体連合会 （非）波江野 泰三

１．はじめに

本会は、平成 26 年度から長崎県および市町よりため池ハザードマップ作成業務を請け負い、県内の警戒ため池および防災重点ため池のハザードマップを作成している。氾濫解析は平成 26 年から平成 29 年まで農村工学研究所（現在は国立研究開発法人　農業・食品産業技術総合研究機構（以下、農研機構））が開発したソフトウェア（簡易氾濫解析）を用い、平成 30 年からは農研機構の監修のもと、ニタコンサルタント株式会社が開発したソフトウェア（ＳＩＰＯＮＤ（エスアイポンド））を使用している。なお、ＳＩＰＯＮＤは、簡易氾濫解析の後継ソフトウェアである。

ここでは、令和元年度に作成したため池ハザードマップにおいて使用したＳＩＰＯＮＤの氾濫解析結果と過年度に行われた簡易氾濫解析の氾濫解析結果における相違点について報告する。

２．氾濫解析

１）対象ため池

令和元年度に作成したハザードマップのため池は、平成 27 年度にハザードマップを作成したため池と親子ため池であり、そのため池の上流側に位置するため池である。

２）氾濫解析の諸元

表-1　氾濫解析諸元

作成年度	平成 27 年度	令和元年度
名　　称	仁田野尾下ため池 （以下、下ため池）	仁田野尾上ため池 （以下、上ため池）
貯 水 量	98,700m3(合算) 下ため池　上ため池 (59,200＋39,500)	94,600m3(合算) 下ため池　上ため池 (59,200＋35,400※)
堤　　高	11.3m	8.7m
粗度係数	0.04	0.04
流出方向	北	北
数値標高データ （国土地理院）	平成 25 年 3 月成果 5m メッシュ(航空ﾚｰｻﾞ測量)	平成 30 年 8 月成果 5m メッシュ(航空ﾚｰｻﾞ測量)
解析ソフトウェア	簡易版氾濫解析	ＳＩＰＯＮＤ

※：仁田野尾上ため池の貯水量は、平成 30 年度の測量結果に基づく貯水量

３）氾濫解析の手法

氾濫解析の手法は、農研機構が開発したソフトウェア、ニタコンサルタント株式会社が開発したソフトウェア、共に農研機構の研究成果である「簡易版のため池氾濫解析手法について」に記載されている浸水想定区域を二次不定流解析により算出する手法を採用している。

3．氾濫解析結果

1）浸水想定区域

図-1　下ため池浸水想定区域

図-2　上ため池浸水想定区域

下ため池を破堤点とした解析結果(図-1)と上ため池を破堤点とした解析結果(図-2)を比較すると浸水区域が大きく違うことがわかる。これは、上ため池の氾濫水が下ため池に流入し、一時貯留ののち流下したため、流下する氾濫水量が減少したことが推測できる（図-2）。なお、この時の下ため池は決壊していないものとして氾濫解析を行っている。

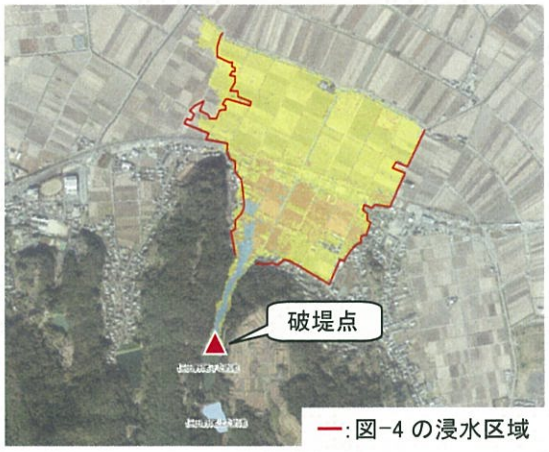


図-3　下ため池浸水想定区域

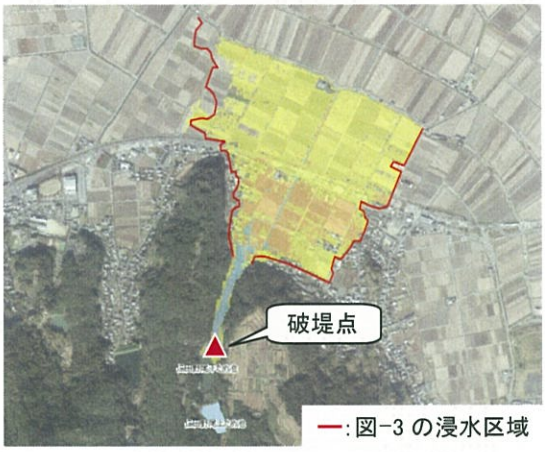


図-4　上ため池浸水想定区域

上ため池の氾濫解析諸元を適用し、下ため池を破堤点とした氾濫解析結果である(図-4)。また、図-3 は、図-1 と同じである。破堤点を同じ位置としているが、約４,000m3 の貯水量の違いと数値標高データの成果(以下、標高データ)の違いにより、浸水区域に若干の違いが確認できる。

別途、上ため池の氾濫解析において破堤点および貯水量を合わせ、標高データが違う場合の氾濫解析を行った。この場合、浸水区域および浸水深を細かく比較しないと判別できないほど、ほとんど違いがなく、図-4 とほぼ同じ解析結果となった。

なお、標高データを合わせた氾濫解析を試みようとしたが、平成 27 年当時に使用した標高データが国土地理院のデータダウンロードサイトに掲載されておらず（最新データのみダウンロード可能)、標高データを入手できなかったため、検証は行っていない。

2）浸水到達時間

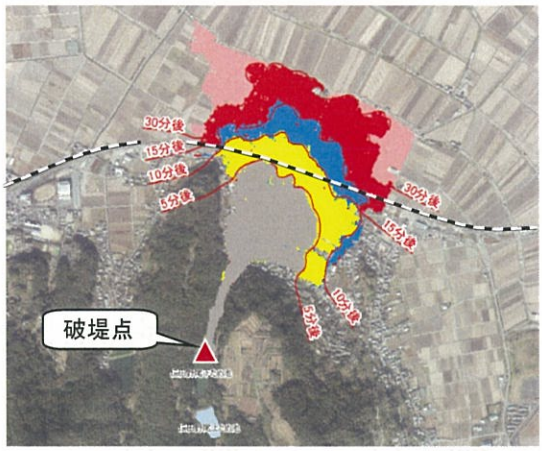


図-5　下ため池浸水到達時間

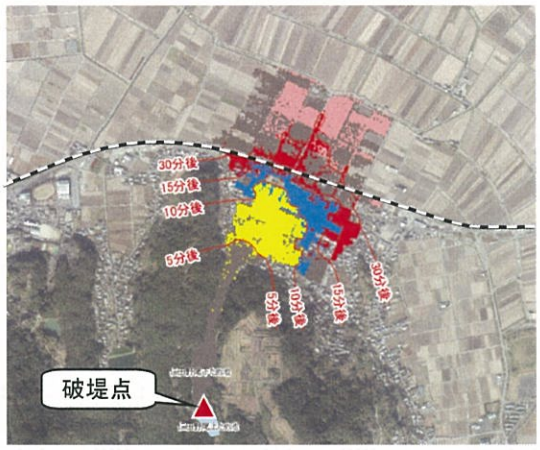


図-6　上ため池浸水到達時間

下ため池を破堤点とした浸水到達時間(図-5)と上ため池を破堤点とした浸水到達時間(図-6)を比較すると下ため池の浸水は、早い所で 5 分後には鉄道まで到達している(図-5)のに対し、上ため池の浸水は、15 分後に鉄道へ到達する結果となっており(図-6)、上ため池の到達時間が遅くなっていることがわかる。これは、浸水想定区域の中でも述べているが、上ため池の氾濫水が下ため池で貯留したことによるのではないかと推測できる。

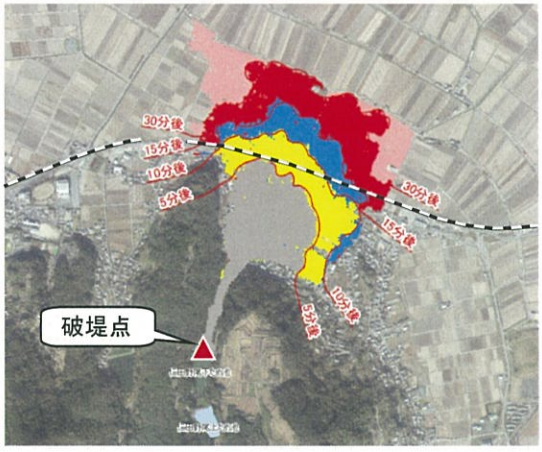


図-7　下ため池浸水到達時間

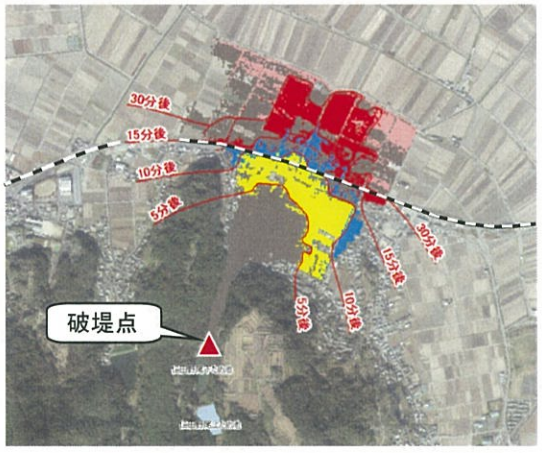


図-8　上ため池浸水到達時間

上ため池の氾濫解析諸元を適用し、下ため池を破堤点として浸水到達時間を示したものである(図-8)。図-7 は、図-5 と同じである。破堤点を同じ位置に設定しているが、浸水到達時間は 5 分後も鉄道に到達していないことが確認できる(図-8)。

破堤点は同じ位置であっても、浸水到達時間が遅くなっている結果となった。

3）氾濫解析結果の考察

氾濫解析結果から親子ため池や重ね池における浸水想定区域および浸水到達時間は設定する破堤点によって大きく変わり、単純に対象ため池だけを破堤点とした氾濫解析は信憑性に欠ける結果となる。よって、ハザードマップに採用する浸水想定区域および浸水到達時間は、上ため池と下ため池間の解析結果と下ため池の解析結果を合成する必要がある。

4．氾濫解析結果を踏まえた対応

ハザードマップを作成するにあたり、氾濫解析結果を踏まえ、平成 27 年に作成されたハザードマップとの混乱を最小限に収めるために極端な違いがないこと。また、住民による危険予測をより危険側に立ててもらうことを念頭におき、発注者および住民代表者（自治会長）との協議により浸水想定区域と浸水到達時間を以下の要領にて氾濫解析および結果の合成を行い、ハザードマップを作成した。

なお、氾濫解析結果の合成は、ＧＩＳを用いて行った。

【ハザードマップ作成要領】

①破堤点を上ため池とし、上ため池の諸元により氾濫解析を行う。

②破堤点を下ため池とし、上ため池と下ため池の合算貯水量にて氾濫解析を行う。

③上ため池と下ため池の間の浸水想定区域は①の氾濫解析結果を使用する。

④下ため池より下流の浸水想定区域は②の氾濫解析結果を使用する。

⑤浸水到達時間は②の氾濫解析結果を使用する。

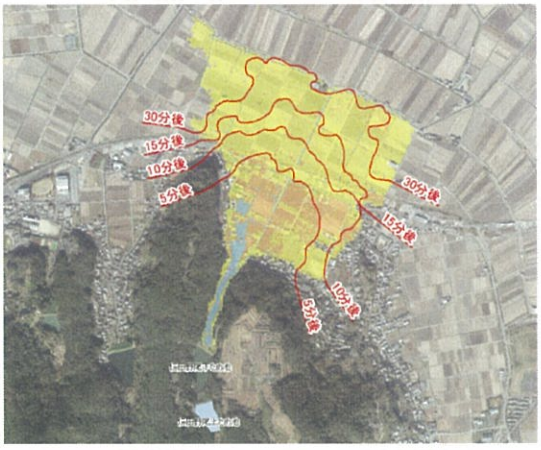


図-9　下ため池氾濫解析(H27)

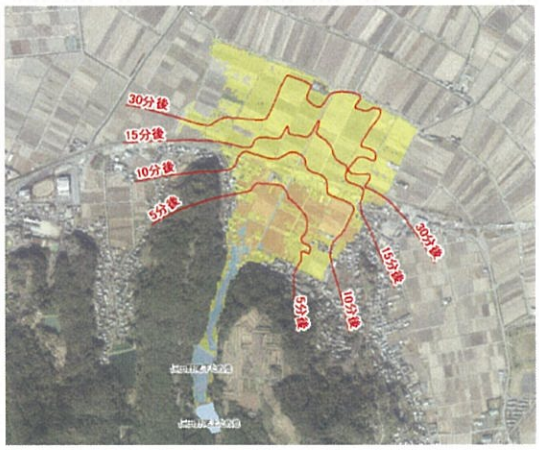


図-10　上ため池氾濫解析(R 元)

5．おわりに

親子ため池の氾濫解析業務にあたり、既に作成されたハザードマップとの比較により、対象ため池の解析パターンを想定することができ、それらを検証することによって、より良いハザードマップができたのではないかと考えている。

今回、使用したＳＩＰＯＮＤは、浸水到達時間において全ての氾濫メッシュに算出結果が反映されていないのではないか（図-6、図-8）、他のため池においても浸水到達時間が遅くなる解析結果がでているという懸念が残る。本稿は、貯水量および破堤点による氾濫解析結果の違いに絞って述べているが、可能であれば標高データを合わせた氾濫解析の検証が必要ではないかと考えられる。しかしながら、以前の簡易氾濫解析ソフトより解析時間が極端に短く、業務の効率化が図れ、大いに貢献するソフトウェアである。

長田東部地区における地域の課題と農地整備事業の検討

長崎県県央振興局土地改良課　（非）濱野　幸一

１．はじめに

長崎県諫早市の長田地域は諫早市の北部にあり、1 級河川本明川北岸、多良山系南部の裾野に位置する農業地域である。農地は多良山系の裾野では尾根上の畑と谷間の水田が交互に分布しており、沿岸部には幕末期に開かれた干拓地の水田がある。明治 34 年から栽培が始まるたまねぎの産地で、昭和 48 年には野菜生産出荷安定法における野菜指定産地となっている。

図-1　長田地域位置図

現在、長田地域のうち、高天町、白原町、白浜町、猿崎町の 4 町において未整備農地の整備要望があり、この 4 町を「長田東部地区」として事業化の検討を行っているところである。しかしながら、少子高齢化が進んだ現在にあって、農家数も減少しており地域の農業には課題も多い。本稿では長田東部地区を中心に長田地域の現状と課題を整理し、農地整備事業を検討する上での課題に対する取組みを紹介する。

２．地域の現状と課題

２．１．長田東部地区の基本構造

長田東部地区では、平成 12 年に 1,533 人であった人口が平成 27 年には 1,059 人まで減少している。長田東部地区は諫早市の中でも少子高齢化が進行している。平成 12 年から平成 27 年までの年齢階層別の割合をみると諫早市では 65 歳以上の割合が 18%から 27%へ、15 歳未満の割合が 17%から 14%へそれぞれ推移しているのに対し、長田東部地区では 65 歳以上の割合が 21%から 35%、15 歳未満の割合が 17%から 8%へ推移している（図-1）。

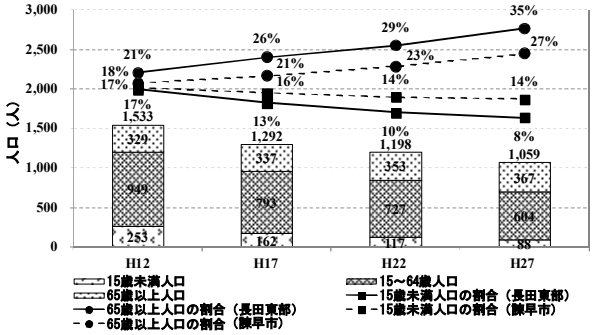


図-2　長田東部地区の人口と年齢階層別割合

２．２．長田地域の農地と農業者

農業の構造については、農林業センサスの小地域が旧村単位となっているため長田東部地区を含む長田地域全体でみることとする。小地域 17 地域中、長田地域は平成 27 年時点で基幹的農業従事者数が諫早市内で最も多く、経営耕地面積も第 5 位と諫早市の主要な農業地域の一つであるといえる（表-1）。

	基幹的農業従事者数（人）		経営耕地面積（ha）		水田率
長田村	(1)	391	(5)	362	63%
江ノ浦村	(2)	386	(4)	398	12%
伊木力村	(3)	362	(3)	415	5%
小野村	(4)	348	(1)	877	88%
小長井町	(5)	320	(6)	264	51%
森山町	(6)	315	(2)	791	92%
その他		1,374		1,047	60%
諫早市計		3,496		4,154	

表-1　諫早市小地域別基幹的農業従事数・経営耕地面積

（1）農地

長田東部地区の畑地は全体的に未整備で、道路網が未発達な狭地である。過去には温州みかんの振興により昭和 50 年代まで樹園地が拡大され、小規模な園地整備が行われた履歴もあるが現在は園地の転換が進んでいる（写真-1）。干拓地の水田は平場であるが 15a 程度の小区画であ

る。多良山系裾野の谷間の水田は農業構造改善事業として平成初期までに区画整理が進められてきたが一部未整備の水田が残る。長田地域の経営耕地面積は平成 12 年から平成 27 年にかけて 489 haから 362 ha（対 H12・74%）に減少している（図-2)。

（2）農業者

少子高齢化が背景にあることを踏まえ、農業者数については平成 12 年以降、年齢階層別の人数が得られる基幹的農業従事者数の推移を示す。図 - 3 は男性の基幹的農業従事者数について年齢階層を 4 世代に区分して集計した図である。基幹的農業従事者数は、平成 12 年から平成 27 年までの間、団塊世代を含む 1946～1955 年生れが 55～64 歳となる平成 22 年に一度増加し、その後、1945 年まで生れた者が 70 歳以上となる平成 27 年度には、再び減少に転じている（図-3)。比較的若い世代である 1956 年以降に生れた世代は平成 12 年度から平成 27 年にかけて 41 人から 51 人へ 10 人増加（対 H12・124.4%）しているが、1946～1955 年生れが 32 人から 56 人へ 24 人増加（対 H12・171.9%）していることに比べて増加数及び増加割合は少ない（図-3)。

写真-1　長田東部地区の未整備畑（白浜町）

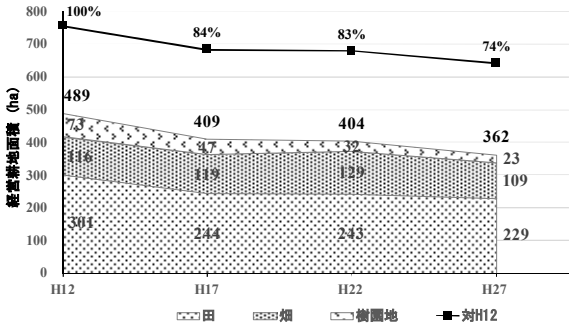


図-3　長田地域の経営耕地面積

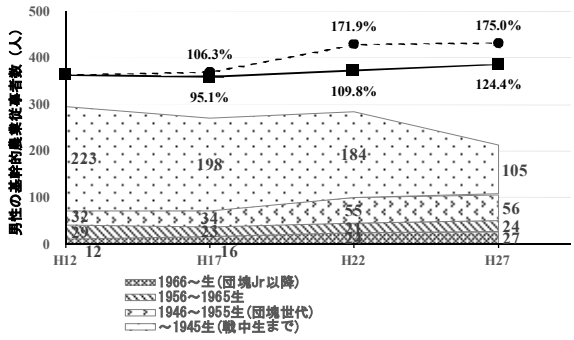


図-4　長田地域の基幹的農業従事者（男性）

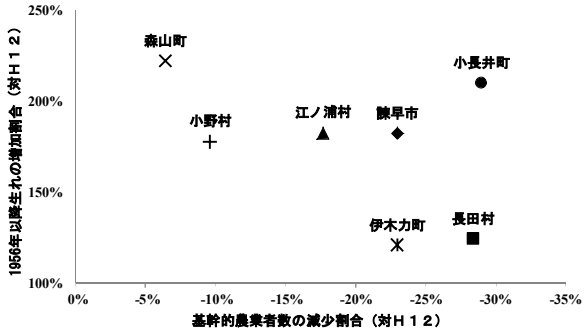


図-5　基幹的農業者数の減少割合と 1965 年以降生の増加割合の比

２．３．長田地域の課題

（1）農業構造の課題

農地について、水田は一定の整備が進んでいるものの、畑は道路網が未発達で利用困難な畑も少なくない。経営耕地面積は田畑ともに減少傾向にある。

基幹的農業従事者数については、団塊世代の帰農により一時的に全体数が増加したものの、近年は戦中まで生れの世代が高齢化で大幅に減少している一方で、若い世代はあまり増加しておらず、現状として農業者の世代交代が進んでいないといえる。このように、農業地域でありながら農業者数が減少し、経営耕地が減少していくということは地域自体の減衰にもつながると考えられる。この状況を、諫早市内の他の農業地域と比較する。図-4 は基幹的農業従事者数について平成 12 年から平成 27 年にかけての基幹的農業従事者総数の減少割合と基幹的農業従事者のうち 1956 年以降に生れた世代の増加割合をそれぞれ横軸と縦軸にプロットした図である。図の右にいくほど農業者数が減少し、図の

下にいくほど若い世代の就農が進んでいないということになる。この図-4 から長田地域は諫早市内の農業者の世代交代が比較的進んでいないことがみえる。

（2）営農類型の特徴（構造の背景）

長田地域は古くからの畑地で生産するタマネギの産地であり、過去には産地振興を図るため様々な検討がなされている。平成 13 年度には機械化による経営規模拡大に向けた試みとして、タマネギ 200a＋水稲 50a の複合経営により農業所得 3,413 千円を目指す経営モデルが作成[1]されている。しかしながら、未整備な畑地では農地の流動化も困難であり、当時は機械化による規模拡大を目指す者は限られていただろうと推測される。

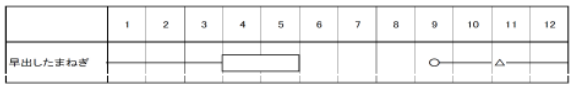


図-6　早出したまねぎの作型
（○は播種、△は定植、□は収穫）

	10a当り所得（千円）	労働1時間当り所得（円）
たまねぎ	**106**	**1,067**
だいこん	169	1,266
キャベツ	185	1,871
にんじん	203	1,437
レタス	248	1,694
はくさい	257	2,025
白ねぎ	308	857

表-2　野菜の品目別所得
（営農類型別経営統計 H28 より作成）

また、たまねぎは定植期間が約 6 ヶ月と他の野菜に比べて長く（図-5）、規模拡大を図るには比較的多くの畑が必要となる。更に、他の野菜と比べて 10a 当りの所得は低い（表-2）。このような地域固有の営農類型が、畑の整備がなされていないこととあいまって、地域の担い手となる農業者の育成がこれまで進まなかったと考えられる。

３．農地整備事業と担い手

農業者が高齢化し、経営耕地が減少していく現状を危惧し、長田東部地区では未整備畑を中心とする農地整備事業が要望されている。事業には担い手の育成計画が不可欠であるが課題は多い。ここでは長田東部地区における担い手対策について紹介する。

３．１．農業者の意向

長田東部地区の農地所有者に対し、農地の整備を前提に今後の経営意向について聞取り調査を行った。面積ベースでみると 63%にあたる 38 haの農地で自作意向がなく、経営規模縮小意向まで含めると約 70%の農地で所有者による利用意向がない。逆に大半の農地の所有者は他人へ貸してよいと考えている（図-6）。自作意向がある者は 58 人おり、そのうち職業を農業と回答した人は 36 人で平均年齢は 68.1 歳、農業以外の 22 人の平均年齢は 53.9 歳であった（表-3）。

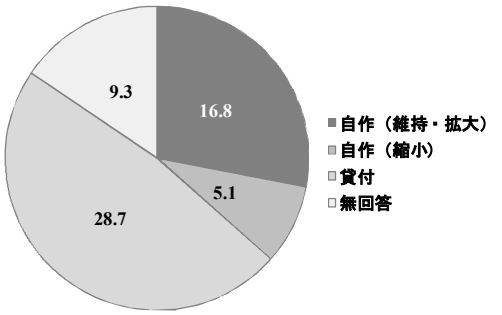


図-7　農業者の経営意向
（面積ベース，単位：ha）

		人数	平均年齢	年齢分布			
				40～49歳	50～59歳	60～69歳	70歳以上
自作希望者		**58**	**63.8**	**6**	**14**	**22**	**15**
	農業	36	68.1	1	4	17	14
	農業以外	22	53.9	5	10	5	1

表-3　自作希望者の平均年齢と年齢分布

３．２．担い手対策

農業者の経営意向と年齢から、将来的に地域の農業の担い手で居続けられる方は多くない。そのことを踏まえ、長田東部地区では以下の 3 つの方向で担い手対策に取り組んでいる。

（1）新規就農者の育成と他産業からの帰農

長田地域では農家後継者や I ターン等の新規就農者がおり、主にトマト、ミニトマト、花き等の施設園芸に取り組んでいる。それらの新規就農者に対し、畑地の整備を前提とした今後の経営意向をヒアリングしたところ、経営拡大にあたり設備投資が必要な施設園芸だけでなく露地園芸との複合を考えている方もいることがわかった。また、現在は他産業に従事している兼業の方の中にも、比較的若い方で将来的に農業専業での生活を考えている方もいることが確認

できた。(表-4)

離農者が増加する現状は農業の経営資源の第一である農地を新たに得やすい状況でもある。このように新規就農者等の意向を掘り下げ、支援することで農地の流動化と有効活用を図っていきたい。

(2) 集落営農による協同化

意向調査に表れているように、比較的高齢な方にも農業経営の継続意向がある方や、他産業に従事している方で将来は帰農を考えている方もいる。これらの方々の中の有志により平成 30 年から集落営農の検討が行われており、平成 30 年度末までに高天町と白浜町・白原町の 2 集落で集落営農組織が設立された。

他産業従事者の帰農に関しては平成 22 年に団塊世代の基幹的農業従事者数が増加したことからも一定数は期待できると考えられるが、一方で定年退職の延長等、雇用労働者の働き方は近年変革しており、定年後の就農を促すに足る収益性を確保することが集落営農における第一の課題となると考えられる。

(3) 地域外の農業者を含めた農地の流動化促進

これまで農地の利用集積が進まず農業者数も減少している長田地域で、今後の農地利用を考えるには地域の農業者だけでは限界がある。そのため、農地中間管理事業を活用していくことを考え、農地中間管理事業における農地借受応募者のうち露地園芸を作型とする農業者に対し長田東部地区の農地整備事業について周知した。その結果、1 個人、2 法人が事業に関心をもった（表-6)。このうち法人経営体は、効率的な経営を行い得ることが必須で、1 耕区 20a 以上 2～5 ha程度のほ区であることが希望条件であり、そのためには地域内の小規模な経営体含めた農地の利用調整が課題となる。

担い手候補（年齢）	現状
A氏（23）	**兼業農家の子息**、認定新規就農者、現在は大玉ﾄﾏﾄが中心、露地園芸（ﾌﾞﾛｯｺﾘｰ）拡大意向有り
B氏（35）	**専業農家の子息**、現在は兼業で農業に従事しているが将来的に後継意向有り
C氏（37）	**市内他地域（非農家）出身**、認定新規就農者、農地は所有していない、ﾐﾆﾄﾏﾄ専業だが露地園芸に関心有り
D氏（47）	**県外出身**、認定新規就農者、最近地区内の農地を購入、ﾐﾆﾄﾏﾄ専業だが他品目（施設）の拡大意向有り
E氏（41）	**市外出身**、地区内に農地を所有、兼業で市外で畑作を経営、地区内での拡大意向有り
F氏（52）	現在は夫婦で農業を営み、本人は兼業、将来的に農業中心にとの考え有り

表-4　長田東部地区及び近隣の新規就農者等一覧

集落営農に対する意向	人数(割合)	平均年齢	所有農地(ha)	
			田	畑
是非経営に参加したい	**12 (9%)**	**62.8**	**2.48**	**7.54**
条件次第で経営に参加したい	**10 (7%)**	**60.8**		
農地を任せたい	**13 (9%)**	**61.2**		
条件次第で農地を任せたい	**23 (16%)**	**70.6**		
無回答	83 (59%)	64.2		
ｱﾝｹｰﾄ回答計	141 (100%)	64.6		

表-5　平成 30 年集落営農に係るｱﾝｹｰﾄ結果

	現状
A法人	バレイショ、にんじん、しょうが等を経営、整備農地で加工用にんじんの作付意向有り
B法人	地区内で10～15ha程度の借受意向有り、ただし、2ha以上に団地化されたできるだけ広い耕区を希望
C氏	市外出身、近年就農しブロッコリー単作経営、令和元年に白原町（地区外）の農地を借受けて規模拡大

表-6　農地中間管理事業借受応募者

4．まとめ

現状を危惧し、地域農業を継承、活性化するためには農地の整備が必要だと考える地域は多いが、農業者数の減少は既に深刻な課題となっている。団塊世代が既に 70 代になっている現在は本稿で述べた状況より一層深刻であることも推測される。農業者数は今後も減少することは間違いない中、これまで担い手の育成が十分進んでいない地域では、将来の地域農業の見通しを立てることができないジレンマに陥っている。

しかしながら、農業地域において現状を看過すると、農地の荒廃によって環境が悪化し、復旧困難な状況まで荒廃が進めば若い方の就農機会を損なうことも想定され、地域そのものの存続に係わる課題に発展することが考えられる。

高齢化、人口減少は深刻な課題ではあるが、農業地域が存続していくためには、今この時代に解決策を考え、実践していくしかないと考える。

(1) 長崎県総合農林試験場（2001）中山間地域のタマネギ作における機械化体系の経営モデル

両筑平野用水の検証調査について

－県営本郷頭首工における水利権量と取水量との検証の取組－

福岡県朝倉農林事務所　○(非)小森繁

１．はじめに

両筑平野は、福岡県の中央部、筑後平野の北側に位置し、筑後川水系小石原川、佐田川、その他中小河川及び浅井戸を水源として農業が営まれてきた地域であるが、水源が不安定であり、長年かんがい用水不足に苦慮してきた地域である。昭和41年に筑後川水資源開発基本計画（通称、フルプラン）が策定され、当地域には昭和47年に小石原川上流に江川ダム、昭和53年に佐田川上流に寺内ダムが造成されたことにより、比較的安定的に農業用水が供給され、県内有数の稲作を主体とする土地利用型農業が盛んな地域となっている。この農業用水を河川から取水する施設として水資源機構営両筑平野用水事業にて3箇所、県営かんがい排水事業にて5箇所の施設を設置しており、その各施設における水利権については設置者（県、水資源機構）が取得している。これらの施設により、朝倉市を中心とする小郡市、筑前町、大刀洗町の2市2町にまたがる、受益面積約 4,600ha の農地に農業用水を送り届け地域農業の発展に資している。

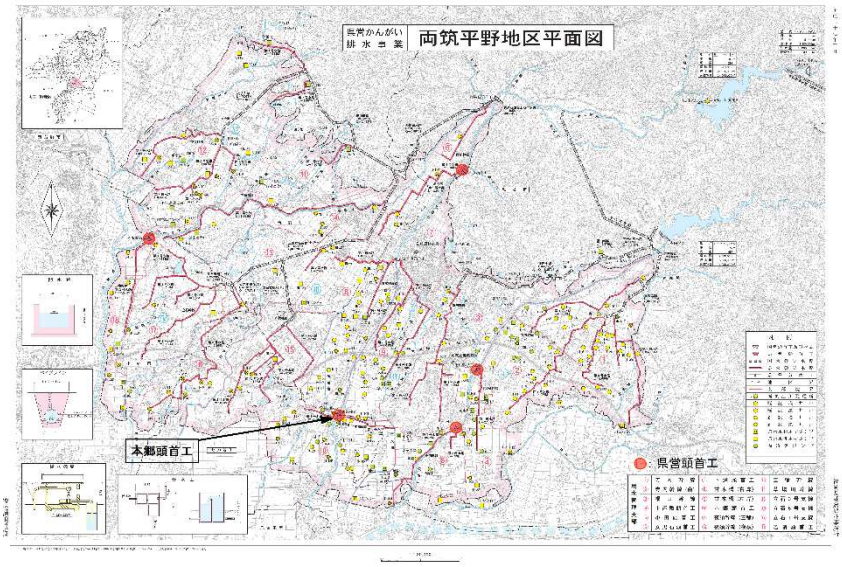


図１　両筑平野地区平面図

２．検証調査を行うに至った経緯

両筑平野地区の農業用水は、昭和42年に水利権を取得以降、受益面積の減少や、作付け品種に合わせた取水期間の変更といった地域営農の変化、また、地区内水源の変化も生じていることから、令和2年3月31日に許可期限を向かえる県営事業で造成した5箇所の頭首工について水利権の変更を申請することとした。今回の水利権変更内容に係る土地改良区との協議において、①新たな水利使用の地域営農への影響に不安がある、②小石原川ダム・江川ダム・寺内ダムによる三ダム総合運用の農業用水への影響が不透明である、③これまで節水のため間断かん水を実施してきたが本来の常時配水を行いたい等の意見が出されたことから、水利権を持つ県と水資源機構は、新たな水利使用に基づく地区内の配水状況について、土地改良区の協力を得ながら検証することとした。この検証期間は、令和2年度から令和4年度までの3箇年とし、新たな水利権の許可期間はこの検証期間に合わせた3箇年として申請を行った。

ここでは県営事業で造成した本郷頭首工を例に、その初年度の取組を紹介する。

3. 本郷頭首工の検証調査

表1　本郷頭首工の水利使用の変更内容

区　分		苗代期	代掻き期	普通かんがい期	非かんがい期
現行水利権	期　間	5/16～6/20	6/21～6/30	7/1～9/28	9/29～5/15
	日最大取水量(㎥/s)	0.000	0.779	0.727	0.000
	かんがい面積(ha)	0.0	356.9	356.9	0.0
変更水利権（申請中）	期　間	5/16～6/15	6/16～6/25	6/26～10/10	10/11～5/15
	日最大取水量(㎥/s)	0.000	0.977	0.637	0.000
	かんがい面積(ha)	0.0	274.7	274.7	0.0

本郷頭首工は両筑平野地区の中央南部に位置し、当地区において小石原川から取水する最後の頭首工である。表1に水利使用の変更内容を示す。かんがい面積は宅地化の進行等の影響により、82.2ha減少している。また、現状の作付け実態に合わせ、かんがい時期の開始は、現行より5日早まり、かんがい期の終了は12日遅くなっている。日最大取水量についても、現状に合わせて代掻き期で0.198㎥/sの増、普通かんがい期で0.09㎥/sの減となっている。

以上の変更内容を踏まえた今年のかんがい期の日平均取水量の推移を図2に示す。取水量が0㎥/sとなっている日は降雨のため取水を停止したことによるものであり、特に7月は、令和2年7月豪雨の影響により、江川ダムからの放流が継続され河川水位が高い期間が続き、この水位が下がるまで取水を控えたことによるものである。

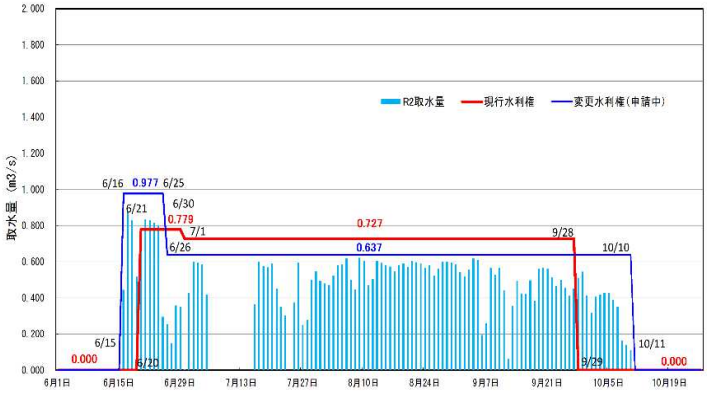


図2　令和2年日平均取水量の推移

検証調査では、6月16日から9月5日にかけて現地を巡回しながら各圃場への配水状況を確認するとともに、用水と排水合わせて215点の調査地点（図3参照）を設け流量観測を実施した。

今回の調査では、①配水の観点から、水が届きにくい圃場を把握し配水するための問題点（水量、施設の状況）を確認した。また、②節水の観点から、水量の多い排水路及びかけ流しが多い圃場を把握し水管理の問題点を探った。以上から今後の水管理のポイントとなる施設やこれらを踏まえた配水管理等の検討を行った。

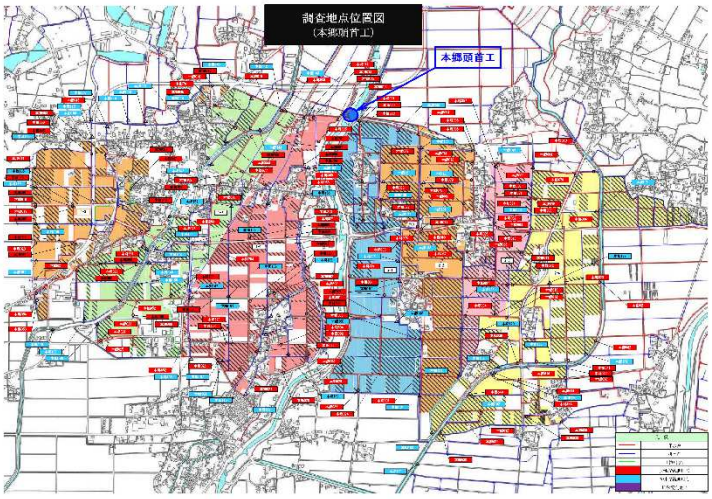


図3　調査地点位置図（本郷頭首工）

4. 終わりに

今年は変更水利権（申請中）の範囲に収めることができた。これは、土地改良区をはじめ関係者による配水管理の努力によるところが大きい。来年は転作のローテーションにより作付けが代わるため、今年と同様の配水管理で農地の末端まで水を届けることができるか不明である。

来年の調査でも新たな課題が判明することになると思われるが、その都度、関係者と検討し、解決方法を見出していく必要がある。

令和元年8月佐賀豪雨の概要と復旧対策について

－油流出事故の対応－

佐賀県杵藤農林事務所　(正)瀬戸　和善

1　はじめに

佐賀県では、令和元年8月 27 日から 28 日にかけて、前線の活動が活発となり、線状降水帯が停滞するなど県内各地で記録的な大雨となった。特に、28 日の明け方には 1 時間に 100mm 以上の雨量が各地で観測されるなど、観測史上1位の市町もあり、「特別警報」も発表された。

この大雨により、人的被害や家屋、公共施設、農地・農業用施設など甚大な被害が発生した。

大町町福母地区(図.1)では、浸水で病院が孤立し、自衛隊等による救出活動が行われた。また、同地区にある佐賀鉄工所大町工場が浸水し、金属の焼入れ油(約5万4千リットル)が工場から敷地外に流出し、周辺の住宅、農地、病院などに広がり、流出面積は約 83 万平方メートルに及ぶなど、国内でも過去に類を見ない最大規模の油流出事故となり、甚大な被害をもたらした。(写真.1)

本報では、油の回収対策及び被災農地の復旧対策について報告する。

図.1　大町町位置図

写真.1　油流出状況

2　油の回収対策について

工場から流出した大量の油を緊急に回収し、「住民生活の早期回復」及び「有明海への環境影響の防止」などを図るため、自衛隊に災害派遣が要請された。

油の回収は、自衛隊、国土交通省、消防庁、海上保安庁、佐賀県、大町町、佐賀鉄工所などが連携し、昼夜問わず懸命な作業が行われた。自衛隊はピーク時、約 370 名/1日体制で作業を行った。

回収作業は、一級河川六角川や排水樋門、地区内の農業用水路にオイルフェンスを設置(写真.2)し、その後、油が付着した草の刈り取りや水路や樋管等に流出した油を、手作業で丁寧に回収した(写真.3)。上空からはヘリコプターで監視を行い、流出範囲等を確認しながら連携して作業を行った。

8月 28 日に開催された関係機関の懸命な緊急対策は、9月 10 日の自衛隊、国土交通省、佐賀県、大町町など約 640 名による回収及び確認作業により終了した。

なお、国土交通省、佐賀県、大町町等による河川、農業用水路における油の浮遊状況等の監視は、令和2年6月まで続いた。

写真.2　オイルフェンス設置

写真.3　回収作業

3　被災農地の復旧対策について

流出した油は、地区内の農地や農業用ハウスにも影響を及ぼし、農地約 43ha が被災し、水稲（約 26ha）や大豆（約 15ha）、施設きゅうり(約 0.2ha)などが収穫することができず、廃棄処分となった。（写真.4）

写真.4　被災した施設きゅうり

今後の営農活動の再開に向けて、農地に流入した油の濃度を把握するため、県農業試験研究センターが中心となり、月 28 日に全圃場 153 箇所の土壌を採取し調査した。（写真.5）

調査方法は、圃場中央の2地点で表層から5cm までの土を採取し、1kg当たりの油分含有量を測定したが、油が農作物に及ぼす影響に関して明確な指標等がなく、当県でも過去のデータがなかったことから、平成 29 年 10 月に滋賀県竜王町で発生した油流出事故の事例等を参考に、影響指標を 230mg/kg として、指標以上の圃場については土壌を入れ替えることにした。

写真.5　土壌採取状況

調査の結果、圃場4箇所で指標を上回ったため、詳細な調査を行った結果、3箇所で土壌の入れ替え工事（厚さ5cm～25cm）を実施した。

その他の圃場についても、令和2年4月までに計4回の土壌調査を行い、指標を下回っていることを確認した。最終調査では全ての圃場が未検出（ND）となった。

また、営農再開に向けて万全を期すため、その他の圃場についても、油分の分解を促進するため石灰等の散布や鉄工所に隣接する水路の浚渫等も実施した。

なお、被災農地の稲の刈り取り・運搬・処分や土壌の入れ替え工事等については、災害復旧事業を活用することができた。

4　おわりに

今回の油流出は過去に類を見ない大規模な事故であったが、関係機関の御協力により、被害拡大を防止することができた。

なお、地元では、令和2年6月中旬から田植え（写真.6）が行われるなど、営農が再開されており、実りの秋を迎えている。

今後、このような災害が起きないことを切に願っている。

写真.6　営農再開（田植え）

有明海東部地区　大和２号排水樋門干潟排水対策施設について

九州農政局有明海岸保全事業所　（正）山口　信司
○（非）佐藤　健司
（非）遠矢　覚

１．はじめに

有明海は、九州北西部に位置し、福岡県、佐賀県、長崎県、熊本県の４県に接する九州最大の湾であり、その面積は約 1,700km^2 である。有明海の干満差は、湾奥部で大潮時に約６ｍにもおよび日本最大と言われており、干潮時には海岸から５～７km 沖まで広大な干潟が出現する。また、有明海に注ぐ筑後川、矢部川、嘉瀬川、六角川など多くの河川の上流部から土砂が運ばれ、有明海特有の潮汐・潮流作用によって干潟が形成され、昔からこの干潟を利用した干拓が繰り返されてきた地域である。

直轄海岸保全施設整備事業「有明海東部地区」は、福岡県南西部に位置する三池工区、大和工区および昭代工区の３工区からなり、有明海特有の軟弱地盤上に築造されたことによる地盤沈下や経年による老朽化によって機能が低下していた堤防などの海岸保全施設の補修・補強を行い、機能強化を図るものである。

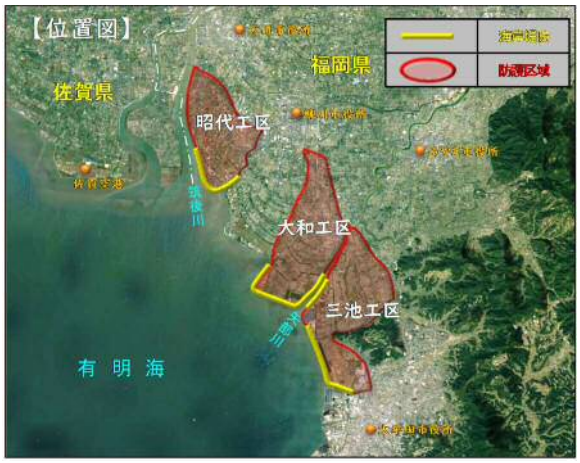


図１　有明海東部地区の位置

図２　大和工区全景

２．干潟排水対策施設の概要

大和２号排水樋門は大和工区の矢部川下流部に位置し、平成 19 年から平成 22 年にかけて改修を行い、平成 22 年 12 月から供用を開始した。その後、良好に管理されていたものの、干潟の発達に伴う潟土堆積により樋門前面のミオ筋が閉塞し、ゲート設備の開閉に支障をきたす状態となった。

これを受けて、ポンプ浚渫による対策や導流堤等による対策との比較検討を行った結果、維持管理が極力簡易かつ安価で行え、長期的な対策となり得る工法として、佐賀県七浦地区で実績がある干潟排水対策施設（人口タイドプールによるフラッシュ工法）と同様な対策施設を設置することとし、平成 25 年４月に工事着手、平成 26 年９月に工事完了、同年

10 月から供用を開始した。

図３　樋門ミオの閉塞状況（平成 22 年）

３．干潟排水対策施設の仕組みについて

干潟排水対策施設（以下「タイドプール」という。）の仕組みは図４のとおりである。

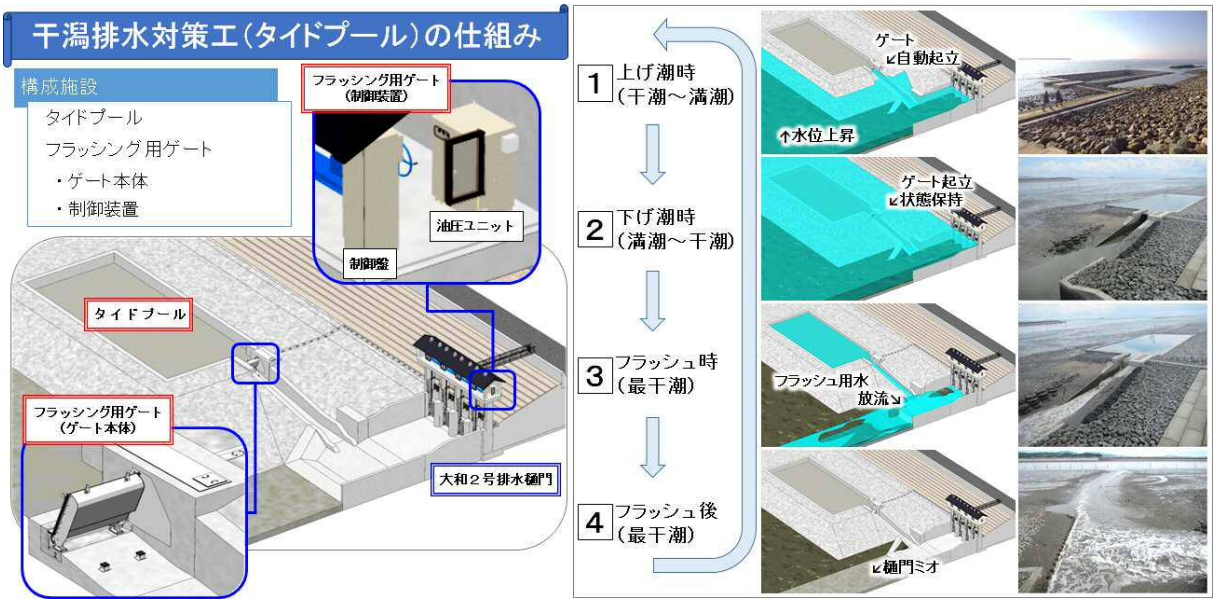


図４　干潟排水対策施設の仕組み

４．干潟排水対策の効果について

平成 26 年９月に恒久的な干潟排水対策施設として造成されたタイドプールの効果検証を目的として、平成 26 年 11 月から令和２年１月まで、①深浅測量による排水樋門前のミオ筋の形状確認、②タイドプール内の堆積状況確認、③周辺環境調査を行った。

その結果、排水樋門前のミオ筋の形状については、干潟排水対策施設供用開始直後と比較しても維持されており（図６）、タイドプールによるフラッシュ工法が所定の効果を発揮していると考えられる。

図５　タイドプールとミオ筋

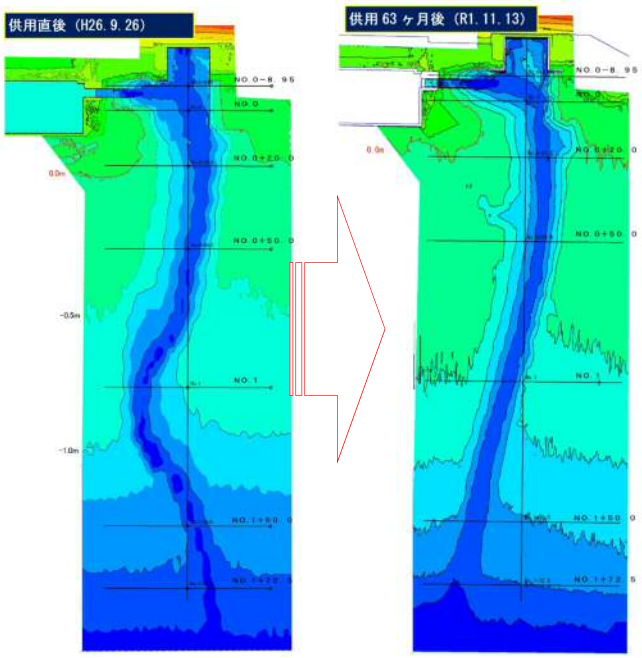


図６　樋門前ミオ筋の標高図

一方、タイドプール内の堆積土砂は増減を繰り返しながら徐々にその量は増加していたが、排水樋門前のミオ筋が一定の断面を維持できていることから、タイドプールの貯留量減少に伴う施設機能の低下は確認されなかった。

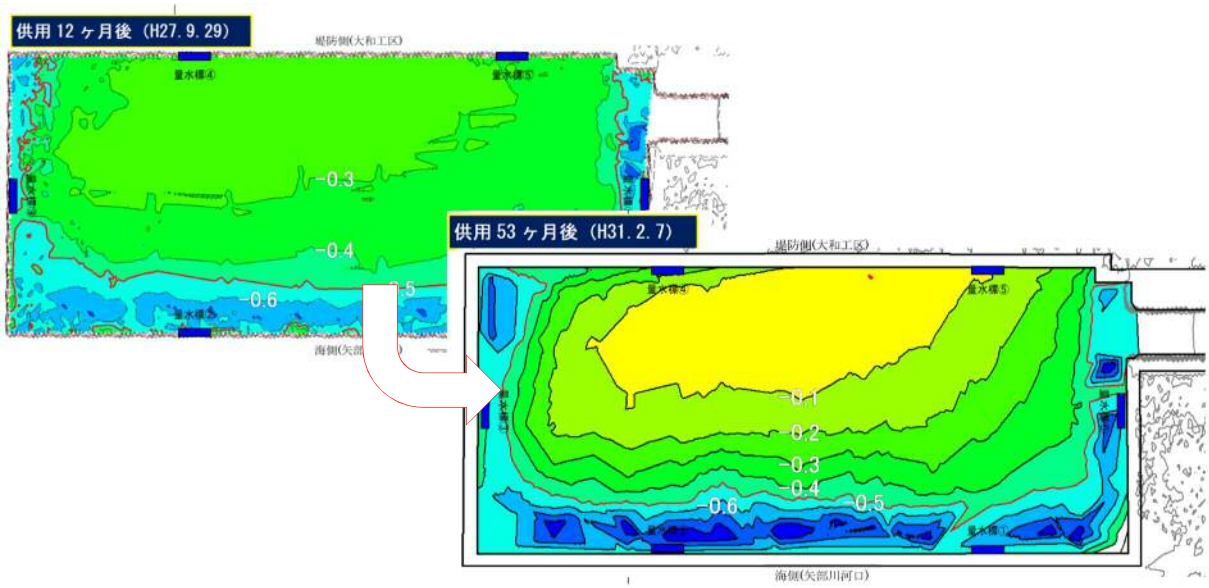


図７　タイドプール内の堆積土砂の変化

しかし、今後の堆積土砂の増加によってはタイドプールのフラッシュ効果の低減が懸念される。このことから、事業完了後の維持管理を見据えつつ、土砂の堆積速度を抑制できるような管理手法について検討を行った。

結果としては、タイドプール内の土砂堆積が台風や豪雨時に急激に進行する傾向があるため、これらの直後にタイドプールのゲートの転倒速度を変化させ、プール内の流速を変

化させて堆積土砂を巻き上げ、圧密が進行する前に掃流する方法が経済的かつ合理的な管理手法であるとの結論に至った。

なお、現在の堆積土砂は工事において掘削を行った。

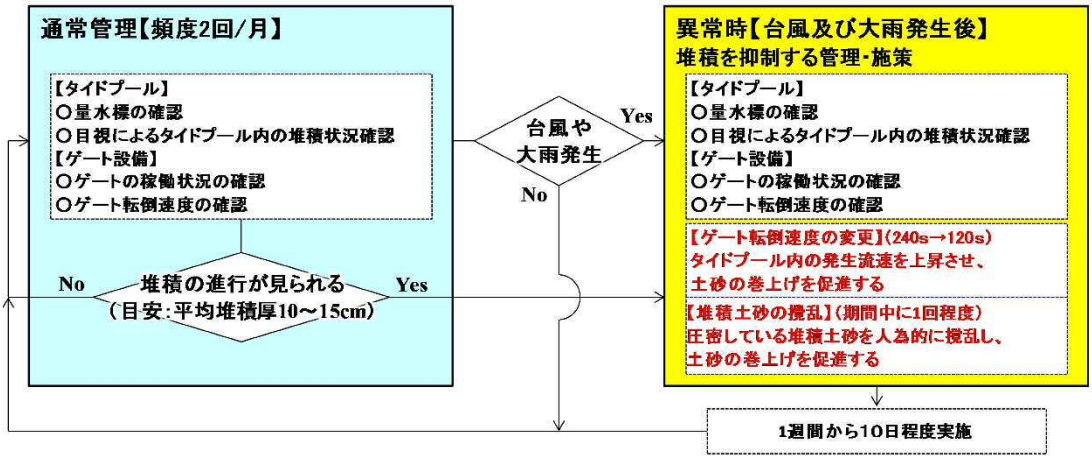


図８　タイドプール等の管理フロー

５．今後の維持管理について

排水樋門前のミオ筋は、タイドプールのフラッシュ効果を健全に維持管理することで所要の断面を確保することができることから、基本的には目視による確認とした。以下に、維持管理方針にかかるフロー図を示す。

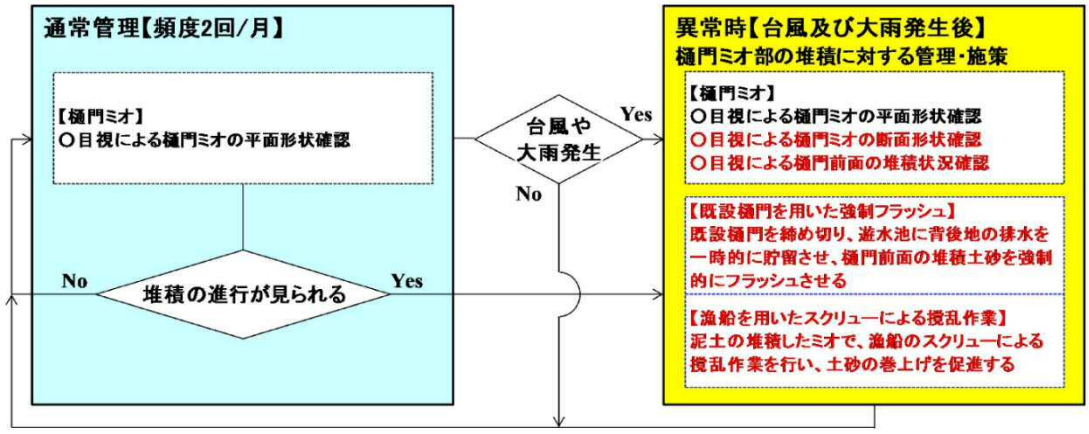


図９　樋門前ミオ筋の管理フロー

６．おわりに

有明海東部地区については、平成５年度に事業に着手し、令和２年度に事業完了を迎える。各工区の堤防や排水樋門など海岸保全施設の整備はほぼ完了し、今後は海岸管理者である福岡県へ、本事業で整備した海岸保全施設の適切な管理はもとより、大和２号排水樋門の干潟排水対策施設が所定の機能を恒久的に発揮できるよう、適切な引き継ぎに努めたいと考えている。

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
・2019 年度（令和元年度）事業報告
・2019 年度（令和元年度）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は、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ウエスト 5 号館 880 号室
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　本支部に必要に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。

2019年度事業報告　　別紙　2－1

【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）	2019.11.14 ～ 2019.11.15	開催場所：大分市，トキハ会館 発表者数：69人（口頭発表62人，ポスター発表7人） 参加人数：202人 支部賞：優秀賞4件5名，研鑽賞2名，ポスター賞2名 支部見学会：安心院葡萄酒工房、国営駅館川地区　他、参加者56人
地方講習会	2019.11.15	開催場所：大分市，トキハ会館 参加人数：96人 テーマ：農業用ため池の管理及び保全に関する法律について 講師：中島　敬太郎（農林水産省農村振興局整備部防災課）
支部研修会		なし
支部シンポジウム	2019.11.14	開催場所：大分市，トキハ会館 講師数：1人 参加人数：202人 テーマ：台湾の水と八田與一 講演者：八田　修一（トヨタ自動車株式会社）
人材確保・育成・ その他	2019.11.15	開催場所：大分市，トキハ会館 ポスターセッション：ベトナムメコンデルタにおける農業用水資源の実態と課題 佐賀県立佐賀農業高等学校環境工学科の生徒2人と教諭1人の連名 （文部科学省スーパーグローバルハイスクール（SGH）指定校（平成28年度から5年間）） ※）第30回農業農村工学会九州沖縄支部　支部賞（ポスター賞）を受賞
支部代表幹事会	2019.11.13	開催場所：大分市　大分県庁 議題1：令和元年度支部大会の開催計画 議題2：学会誌技術リポート担当 議題3：支部賞の候補推薦書および候補者（案）の改元に伴う変更について 他メール会議（随時）
支部賞選考委員会	2019.11.14	開催場所：大分市，トキハ会館 議題：令和元年度講演会における支部賞候補者の選考 他メール会議（随時）

（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。

2019年度決算　　別紙　2－2

【決算】　　九州沖縄支部

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	支部ｼﾝﾎﾟｼﾞｳﾑ	支部役員会	共　通
収入の部							
前期繰越金	1,696,129	900,000	0	50,000	550,000	20,000	176,129
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）	1,393,000	1,029,000	172,000	192,000	0	0	0
広告料	0	0	0	0	0	0	0
利息	0	0	0	0	0	0	0
雑収入	16	0	0	0	0	0	16
計	4,505,145	1,929,000	172,000	242,000	550,000	20,000	1,592,145
支出の部							
①原稿料	0	0	0	0	0	0	0
②謝金	100,000	0	0	0	100,000	0	0
③臨時雇用賃金	43,940	0	0	0	0	0	43,940
④副賞費	30,000	30,000	0	0	0	0	0
⑤会議費	2,023,605	1,745,305	0	278,300	0	0	0
⑥旅費交通費	377,410	40,780	0	263,530	73,100	0	0
⑦通信運搬費	22,475	14,181	0	0	4,084	0	4,210
⑧消耗品費	77,918	75,085	0	0	0	0	2,833
⑨印刷製本費	421,914	277,414	51,000	0	93,500	0	0
⑩助成金	0	0	0	0	0	0	0
⑪支払手数料	3,952	1,595	495	330	660	0	872
⑫雑費	2,480	0	0	2,480	0	0	0
計	3,103,694	2,184,360	51,495	544,640	271,344	0	51,855
収支差額	1,401,451	−255,360	120,505	−302,640	278,656	20,000	1,540,290

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，講演会後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、支部講演会後 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

氏名　　印

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

令和　　年　　月　　日

農業農村工学会九州沖縄支部長　殿

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

令和　　年　　月　　日

支部賞選考委員会委員長　殿

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）

農業農村工学九州沖縄支部賞（優秀賞）候補者（案）

令和　　年　　月　　日

農業農村工学会九州沖縄支部長　殿

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）

令和　　年　　月　　日

農業農村工学会九州沖縄支部長　殿

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２年度農業農村工学会九州沖縄支部代表幹事会名簿

令和２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）	大内　毅	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	野中　振挙	九州農政局農村振興部設計課長
〃	廣瀬　裕一	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	福岡県朝倉農林事務所長
〃	島内　利昭	佐賀県農林水産部農山漁村課長
〃	土井　幸寿	長崎県農林部農村整備課長
〃	久保田　修	熊本県農林水産部農村振興局長
〃	加藤　正明	大分県総務部豊肥振興局局長
〃	小野　正寛	宮崎県農政水産部農村計画課長
〃	東郷　清次	鹿児島県農政部農業土木技監
〃	仲村　哲	沖縄県農林水産部農漁村基盤統括監
〃	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
〃	肥山　浩樹	鹿児島大学農学部准教授
〃	中園　健文	宮崎大学農学部准教授
〃	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

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２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２年７月１日現在

任期：令和元年5月30日～令和3年5月代議員選挙終了の日

野中　振挙	九州農政局農村振興部設計課長
濱井　和博	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	福岡県朝倉農林事務所長
島内　利昭	佐賀県農林水産部農山漁村課長
土井　幸寿	長崎県農林部農村整備課長
久保田　修	熊本県農林水産部農村振興局長
加藤　正明	大分県農林水産部農村整備計画課長
小野　正寛	宮崎県農政水産部農村計画課長
東郷　清次	鹿児島県農政部農業土木技監
仲村　哲	沖縄県農林水産部村づくり計画課長
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）代表取締役社長
木原　泰信	（株）技術開発コンサルタント代表取締役社長

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２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