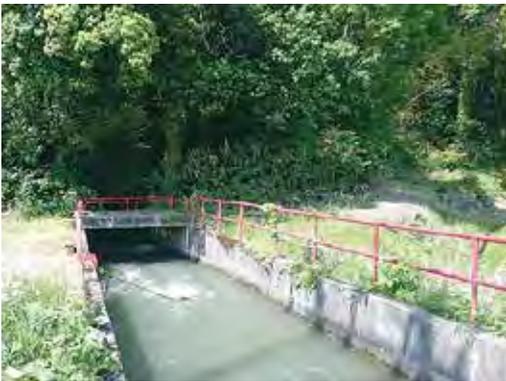


水と土

No. 176

2015
NOVEMBER

Japanese Association for
the Study of Irrigation,
Drainage and Reclamation
Engineering



① 上江用水路（新潟県上越市，妙高市）



② 菅代用水（岐阜県関市，美濃市）



③ 入鹿池（愛知県犬山市）



④ 久米田池（大阪府岸和田市）

水と土

C o n t e n t s

2015 NOVEMBER No.176

◆報文内容紹介	2
◆事務局よりお知らせ 平成27年度農業土木技術研究会研修会開催のご案内	3
◆会員向けに「水と土」のWeb検索サービスについて	4

□巻頭文

「瑞穂の国（くに）」における農村振興について	垂井良充	7
------------------------	------------	---

□報 文

キーワード

農業用水	農業用水について ～水循環基本計画の閣議決定をめぐる状況を中心に～ 北林英一郎・林 活歩・永田晋一	9
事業計画	筑後川下流用水事業の成り立ちと今日的課題 阿武隆弘・津曲孝一	17
補修工法	用水路の補修工法の経過観察評価について －表面被覆工法の5年目モニタリング評価－ 加藤太吾・菊地哲也・花巻俊平	23
老朽化対策	房総導水路の老朽化対策と大規模地震対策について －房総導水路施設緊急改築事業－ 舟生義広	29
災害復旧	東日本大震災（国営定川地区）排水機場の災害復旧「整備水準の異なる業種との共同事業」 伊藤浩二・川崎孝信・北條信義	35
肥培かんがい施設	環境保全型かんがい排水事業における肥培施設整備後の効果検証 西脇康善・村上 功	42
外来生物	農業水利施設での特定外来生物カワヒバリガイによる被害 濱田謙二郎	49
維持管理対策	三川ダムにおける小水力発電の取組について 村中郁夫・田尾知也	52

□技術情報紹介

「コミュニケーションGIS」を活用した地域づくりWSの展開事例 重岡 徹・栗田英治・友松貴志	56
---	----

◆会告	63
◆投稿規定	64
◆入会案内	65

●表紙写真● 表紙の写真は、平成27年10月12日（月曜日）にフランス共和国モンペリエ市で開催された第66回国際執行理事会において世界かんがい施設遺産として登録された施設です。

- ① 上江用水路（新潟県上越市，妙高市）
- ② 曾代用水（岐阜県関市，美濃市）
- ③ 入鹿池（愛知県犬山市）
- ④ 久米田池（大阪府岸和田市）

水と土 第176号 報文内容紹介

農業用水について

～水循環基本計画の閣議決定をめぐる状況を中心に～

北林英一郎・林 活歩・永田晋一

水循環基本法は、水循環に関する施策について、その基本理念を明らかにするとともに、これを総合的かつ一体的に推進することを目的として、平成26年3月に成立した。同法に基づき、水循環基本計画が平成27年7月に閣議決定された。本稿では、基本法成立の背景とともに、基本計画の概要や農業用水を含む施策の総合的対応の必要性について述べる。さらに、基本法成立の背景の一つとも言える地下水を巡る動向についても紹介する。

(水と土 第176号 2015 P.9 企・計)

筑後川下流用水事業の成り立ちと今日的課題

阿武隆弘・津曲孝一

国営筑後川下流土地改良事業は、昭和51年に農林省により事業着手され、昭和56年に水資源開発公団に基幹施設を承継し、平成10年3月には、水資源開発公団の筑後川下流用水事業が完了、平成22年には、国営水路の概成により部分完了したところである。

本稿では、地域再開発とも言うべき壮大な国家プロジェクトでの様々な調整のプロセスを振り返るとともに、今日的な課題について報告する。

(水と土 第176号 2015 P.17 企・計)

用水路の補修工法の経過観察評価について

～表面被覆工法の5年目モニタリング評価～

加藤太吾・菊地哲也・花巻俊平

本報は、積雪寒冷地において、剥離等の劣化を受けているコンクリート開水路の補修技術の有効性を検証、開発するため、直轄かんがい排水事業北松山左岸地区（昭和41年着工）及び国営かんがい排水事業利別川地区（平成7年着工）で整備、改修したコンクリート水路橋において実施した試験施工とモニタリング調査経過について報告するものである。

(水と土 第176号 2015 P.23 設・施)

房総導水路の老朽化対策と大規模地震対策について

～房総導水路施設緊急改築事業～

舟生義広

房総導水路は、通水開始以来35年以上が経過、電気機械設備は老朽化に伴う不具合が多発し延命化の限界にあり、土木施設もトンネル覆工コンクリートのひび割れや背面空洞等が確認され、安定送水のため早急な対策が必要な状況にある。また、近い将来に大規模地震の発生が危惧され、地震発生による施設への影響、上部施設への二次被害が懸念される。本稿は、これらに対処する緊急改築事業について紹介する。

(水と土 第176号 2015 P.29 企・計)

東日本大震災（国営定川地区）排水機場の災害復旧 「整備水準の異なる業種との共同事業」

伊藤浩二・川崎孝信・北條信義

宮城県東松島市の地域では、東日本大震災の津波により被災した排水機場について、農林水産省、宮城県、東松島市が所管する施設の災害復旧計画が策定されたが、排水機場の復旧位置や排水流域が重複していることから、県及び市から共同事業による施設復旧の要請がなされた。

排水機場の整備水準は、農業排水（国、県）と下水道雨水排水（市）では大きな開きがあったものの、早期復旧を関係者の目標に、短期間の中で16回の調整を行い共同事業計画をとりまとめた。

これら共同事業計画内容と、津波減災対策等の工夫した点を報告する。

(水と土 第176号 2015 P.35 設・施)

環境保全型かんがい排水事業における 肥培施設整備後の効果検証

西脇康善・村上 功

我が国を代表する大規模酪農地帯である別海町、根室市では、国営環境保全型かんがい排水事業の実施によって家畜ふん尿の適正な利活用を推進し、循環型農業による地域環境への負荷軽減を目指している。本報告では、過年度の調査結果において課題として挙げられた、スラリー散布ほ場の施肥バランスの改善と、聞き取り調査による施設導入効果について報告する。

(水と土 第176号 2015 P.42 設・施)

農業水利施設での特定外来生物 カワヒバリガイによる被害

濱田謙二郎

特定外来生物カワヒバリガイは、近年、農業水利施設での生息範囲を拡大しており、通水障害などを引き起こしている。このため、農林水産省では、カワヒバリガイの被害の軽減や分布拡大の抑制を図ることを目的に「カワヒバリガイ被害対策マニュアル」を作成しており、本報告では、「カワヒバリガイ被害対策マニュアル」のうち、生態と農業水利施設での被害の状況、被害軽減に向けた取組について紹介する。

(水と土 第176号 2015 P.49 企・計)

三川ダムにおける小水力発電の取組について

村中郁夫・田尾知也

広島県三川ダムでは、毎年必要とされるダム管理費の軽減策として、ダム放流水を利用した小水力発電施設を設置して発電を行い、この売電収入を充てることとした。本投稿は、同様の計画があるダム現場での参考として頂くため、小水力発電施設設置事業の実施にあたり課題となった内容について、その対応状況を報告する。

(水と土 第176号 2015 P.52 設・施)

<技術情報紹介>

「コミュニケーションGIS」を活用した
地域づくりWSの展開事例

重岡 徹・栗田英治・友松貴志

今日の農村振興施策では、農地・水保全管理支払交付金制度の推進や集落営農、自治防災計画などの策定において、住民や集落、住民と行政や専門家が農村に賦存する地域資源の位置・量・質を共有認知し、その持続的管理や有効活用についての円滑かつ十分なコミュニケーションのもとに策定されていくことが強く求められている。この課題に応えるために、住民間、住民と行政が双方向にコミュニケーションを促進させ、地域資源管理に対する円滑な理解醸成と合意形成を可能とする住民による地域づくり支援のためのコミュニケーションGISを開発した。本報では、このシステムを構成している地域資源データベース「VIMS」と、これを活用した総合的な機能診断システム「VMF」の概要を紹介し、GISコミュニケーションGISを活用した地域づくりWSの展開事例を紹介する。

(水と土 第176号 2015 P.56)

事務局よりお知らせ

平成27年度農業土木技術研究会研修会開催のご案内

農業土木技術研究会では、時代のニーズを反映した技術力の向上と会員間の交流を目的として、下記の予定で「平成27年度農業土木技術研究会研修会」を開催します。プログラムなどの詳細については全国連盟ホームページ及び別途各都道府県担当者宛に案内チラシを配布致しますのでご覧下さい。

記

1. 日 時 平成28年1月26日(火) 10時～16時30分
2. 場 所 東京都千代田区内幸町1-5-1 (会場が変更になりました。)
千代田区立内幸町ホール 地下1F TEL. 03-3500-5578
3. 参加費 会 員 5,000円 (機関誌「水と土」を毎号購読されている方)
非会員 8,000円
4. 申込方法など ①定員180名 (定員になり次第締め切らせていただきます。)
②締め切り 平成28年1月15日(金)
③申込み先
東京都港区新橋五丁目34-4 農業土木技術研究会
TEL. 03-3436-1960 / FAX. 03-3578-7176
④申込方法
ファックスまたはハガキなど書面でお申し込みください。
⑤全国連盟ホームページ <http://www.n-renmei.jp>
5. その他 この研修会は農業土木技術者継続教育のプログラム認定を受けております。
継続教育機構会員の方は申込みの際に申込書に会員番号を併せてご記入下さい。

〔案内図〕

千代田区立内幸町ホールへの案内図・道順
●JR新橋駅(日比谷口)より第一ホテル東京方面
広場より階段を下る。徒歩5分



会員向けに「水と土」のWeb検索サービスについて

1. Web 検索サービスの開始

農業土木技術研究会の会員サービスの一環として、平成20年6月よりWeb上で「水と土」の検索サービスを行っております。平成27年7月現在、第1号（昭和45年）から第168号までの各号を検索・閲覧することができます。

2. アクセス

全国農村振興技術連盟のホームページ（<http://www.n-renmei.jp/>）の「水と土」のコーナーから、もしくは直接、検索サービスページ（<http://mizutotuti.jp/>）を開いて下さい（図-1）。

以下のトップ画面の「ログイン」をクリックし、ユーザー名（U）及びパスワード（P）を入力（図-2）して「OK」をクリックすれば、検索画面（図-3）が立ち上がります。

なお、パスワード等は、不定期に変更する場合がありますので、入力する際は最新号をご覧ください。

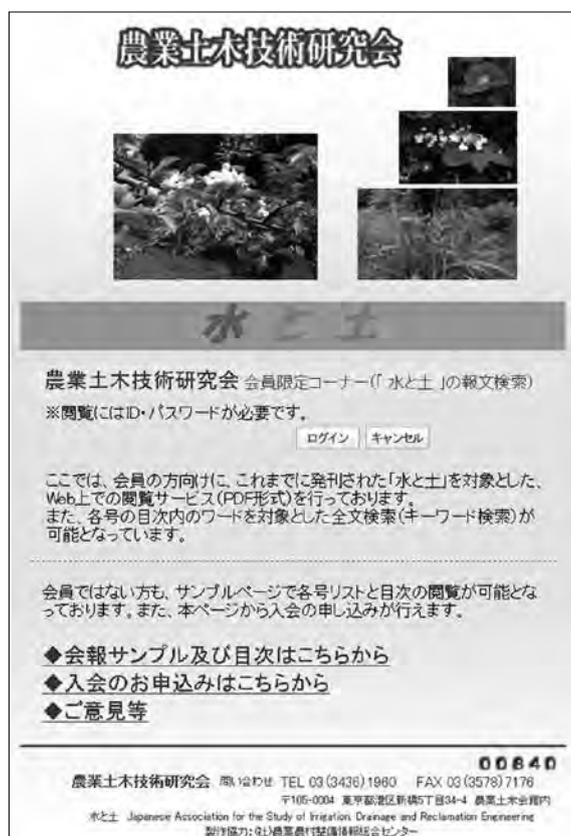


図-1



図-2

水と土

ご覧になるには、アドビシステムズ社が配布しているAdobe Readerが必要です（無償）
 Adobe Readerをインストールすることにより、PDFファイルの閲覧などが可能になります。

年	図書名	項数	PDF(Mb)	目次内検索
平成18年	水と土 第144号	120	14.9	目次
平成17年	水と土 第143号	84	12.9	目次
~~~~~				
昭和45年	<a href="#">水と土 第2号</a>	68	6.69	<a href="#">目次</a>
昭和45年	<a href="#">水と土 第1号</a>	80	6.41	<a href="#">目次</a>

[ページTOPへ](#)

---

**農業土木技術研究会**    問い合わせ TEL 03(3436)1960    FAX 03(3578)7176  
 〒105-0004 東京都港区新橋5丁目34-4 農業土木会館内  
 水と土 Japanese Association for the Study of Irrigation, Drainage and Reclamation Engineering  
 製作協力: (社)農業農村整備情報総合センター

図-3

### 3. 検索

#### (1)一覧からの選択

一覧の「図書名」をクリックすると当該号が全てPDFファイルで表示されます。  
 また、「目次」をクリックすると、当該号の目次が表示されます。

#### (2)全文検索

目次内検索をクリックすると「目次内全文検索」の画面が立ち上がります（図-4）。

ここでは、全文検索機能を使い、各号「水と土」の目次内にあるキーワードを手がかりに、自分が探したい報文などの抽出を行います。

検索方法は以下のとおりです。

**農業土木技術研究会 会員限定コーナー**

**「水と土」目次内全文検索システム**

現在、144 の文書がインデックス化され、6,347 個のキーワードが登録されています。  
 インデックスの最終更新日: 2007-11-22

---

検索式:   [\[検索方法\]](#)

表示件数:  表示形式:  ソート:

図-4

①単一単語検索

調べたい単語を一つ指定するだけの最も基本的な検索手法です。

例：ダム

②AND検索

ある単語とある単語の両方を含む文書を検索します。検索結果を絞り込むのに有効です。3つ以上の単語を指定することも可能です。単語と単語の間に and を挿入します。

例：ダム and 工法

andは省略できます。単語を空白で区切って羅列するとそれらの語すべてを含む文書をAND検索します。

③OR検索

ある単語とある単語のどちらかを含む文書を検索します。3つ以上の単語を指定することも可能です。単語と単語の間に or を挿入します。

例：ダム or 工法

④NOT検索

ある単語を含み、ある単語を含まない文書を検索します。3つ以上の単語を指定することも可能です。単語と単語の間に not を挿入します。

例：ダム not 工法

4. 会員申し込み

トップページの「[入会の申し込みはこちら](#)」をクリックすると入会案内・手続きのページが表示されます。

ここでは、入会申込みフォームを使ってWeb上での入会申し込みが出来るほか、FAX・郵便の申込用紙をダウンロードすることが出来ます（PDFファイル）。

■ 水と土

農業土木技術研究会 入会申込み

**年会費・発行等**

- 年会費2,300円/1人
- 会誌「水と土」年間3回発行（年度：4～3月）
- 「水と土」バックナンバー閲覧（検索システム）

**申込み**

農業土木技術研究会への入会申込みは、以下のいずれかの方法でお申込みください

入会申込みフォームにて

FAX・郵便にて (PDF)

各職場に研究会連絡員等がおられる場合は、連絡員を通してお申込みください

PDF形式のファイルをご覧になるには、アドビシステムズ社が配布している Adobe Readerが必要です  
(無償)Adobe Readerをインストールすることにより、PDFファイルの閲覧などが可能になります



**連絡先・申込み先**

農業土木技術研究会 TEL 03 (3436) 1960 FAX 03 (3578) 7176  
〒105-0004 東京都港区新橋5丁目34-4 農業土木会館内

図-5

## 「瑞穂の国（くに）」における農村振興について

垂井良充*  
(Yoshimitsu TARUI)

最近、市長との意見交換の場で、「北陸は、「瑞穂の国（くに）」と呼ばれており、その「瑞穂の郷（くに）」を将来の若い人たちにも伝えていかなければならない」と力説されたことがあった。そもそも「瑞穂の国」とは、デジタル大辞泉によると、瑞穂の実る国の意味で、日本の国の美称とある。また、「瑞穂」とは、みずみずしい稲穂のことを示し、稲が多く取れることから、瑞穂の実る国ということで、「瑞穂国（みずほのくに）」、「豊葦原千五百秋瑞穂国（とよあしはらのちいおあきのみずほのくに）」が日本国の美称としても使われることがある。

北陸農政局が毎月発行している広報誌の名称は、「瑞穂の郷（くに）だより」であり、日本の穀倉地帯として、また、日本の米の大産地である象徴として改めて北陸農政局着任を実感したものである。

さて、ここで、「瑞穂の国」における農村振興とは何であろうかと考えると、やはり、農業の中心としてある米の生産を如何に地域振興に役立てるかが北陸特有の課題ではないかと考えている。現在、米価は下がり、農村部は高齢化が進み、担い手になる若者の数も伸び悩んでいるのが現状である。そういった状況を打破するためには何が重要かと考えた時に、一つとして、政府が進めている「地方創生（再生）」というキーワードが思い浮かぶ。日本全体の景気などが上向くためには、やはり、都市部のみではなく、何より、地方が活性化することが重要ではないかと思う。更に言えば、地方が活性化するためには、特に、この北陸が活性化するためには、何より農業分野の再生が急務であろうと考えている。ただ、農業分野も多種多様ではあるが、その一つとして、農業農村整備の地域活性についての役割について改めて考えたいと思う。

農業農村整備の予算は、大幅な削減以降、ペースは緩やかではあるが、他の公共事業に比べて、少しプラスの方向で回復の傾向があるものの、平成22年度以前の水準には程遠い状況であり、来年度以降の予算確保及び増額が喫緊の課題となっている。これは、農業農村整備のみの課題ではなく、今後の農村振興という観点からも非常に危機感を覚えるところである。本年6月30日に閣議決定された「2015 骨太の方針」の中には、初めて「土地改良」というキーワードが盛り込まれ、政府全体の予算編成においても重要事項として認識が進みつつあるのではないかと観測はあるが、いずれにしても、まずは予算の回復が重要である。

農林水産省は、本年3月31日に「食料・農業・農村基本計画」を閣議決定し、今後の農政の基本的な考え方を表明したところであるが、大きく分けて、「産業政策」の側面と「地域政策」としての側面、これらを車の両輪として進めていくということが歌われている。農家をはじめ農業に携わっている人々がメリットを感じるようにするためにも、まずは、国産農産物や加工品が売れることも当然のことながら、その前段として、何と言っても、農産物生産の基盤が整備されていないと話にならない。これも農林水産省全体として、現在、農地中間管理事業の活用による農地の集積を重要テーマの一つとして進めているところであるが、その際にでもやはり農地の受け手にとってみれば、基盤の整備されていない農地を借り受けるのは中々困難であるというのが現状である。

また、農地を集積・集約し担い手に農業を託すとともに、集積された農地等を維持するためには、当然、地域としての維持管理を農家以外の住民などを含めた形で行う多面的機能支払交付金などの取組が重要であり、生産基盤としてのみならず、国民にとって本当の意味での多面的な機能の維持も重要となっている。

北陸農政局のある金沢には、本年3月14日、北陸新幹線が開業し、これまでと違った形で地元は活気を帯びているが、まさにこのようなタイミングで地方の活性化に繋がる農村振興の一役を農業農村整備が担うことができれば幸いである。

北陸農政局独自の取組として人手不足や高齢化で苦勞している地域（集落等）などを手助けするため、また、若い人に農業の大変さなどを知ってもらい、将来的にはそういった地域の応援団として、また、実際の地域振興を担う担い手として活躍してもらうための橋渡しを行うプロジェクトとして「大学生サークル・農村マッチングプロジェクト隊」というものを昨年度から展開している。このプロジェクトは、農村を応援したいという大学生サークルと

*北陸農政局地方参事官

人手不足などで若い人の応援をしてほしいという地域（集落等）をマッチングする際に、農政局が、マッチング先の選定のお手伝いや実際のサークルと集落等とのお見合いのお膳立てと立会いを行うというもので、現在、北陸農政局管内の7大学にサークルが設立され、全部で16箇所の集落に支援・応援を行っており、現在も継続している。このプロジェクトは、支援先からの評判はすこぶる高評価で、例えば、「今までうちの地域に若者がいなかったのに、久しぶりに若い人と話すだけでも、生き返った気がして、またやる気が出た」とか、「これまで年数回お祭りのための運営会議もやっていたが、今回、若い人に会議に出てもらって、初めて新しいアイデアを出してもらって、運営側だけでなく、お祭り自体も活気が出て、地域が盛り上がった」、「農産品のブランド化の際に、名称などを若い人が出したアイデアを実際に採用した」など、地域の活性化での目に見えない部分にまで効果が現れていることが実感できるものとなっており、また、学生側も農作業だけでなく地域の行事等の運営に関する実際の活動などを通じて苦労を実体験することが出来、また、地域の高齢者からの話が非常にためになり、地域の伝統・文化の大切さがわかった」などと地域にも大学生にも役立つものとなっており、今後もこの支援が継続的に行われることを期待しているところである。おかげさまで、「大学生サークル・農村マッチングプロジェクト隊」として平成27年度優良職員等表彰で農林水産大臣賞をいただいた。

今後、日本全体を盛り上げるための一助として、農業農村整備が地域活性化に役立ってきた、また、役立つことをPRしながら、今後の農政を見守っていきたい。

## 農業用水について

～水循環基本計画の閣議決定をめぐる状況を中心に～

北 林 英一郎* 林 活歩** 永 田 晋一郎*  
(Eiichiro KITABAYASHI) (Katsuho HAYASHI) (Shinichiro NAGATA)

### 目 次

1. はじめに	9	4. 地下水をめぐる動向	14
2. 水循環基本法の成立	10	5. おわりに	15
3. 水循環基本計画	11		

#### 1. はじめに

水循環基本法（以下「基本法」という。）は、議員立法として第186回通常国会に上程、平成26年3月20日に参議院本会議、27日には衆議院本会議をそれぞれ全会一致で可決され成立した。これに基づき、翌年の平成27年7月10日には水循環基本計画（以下「基本計画」という。）が閣議決定された。本稿をはじめに、基本法の前文趣旨と基本計画における農業用水の記述部分を対比して、水循環と農業用水との関係がどのように記述されているか概括してみる。

基本法前文において、「水は生命の源であり、絶えず地球上を循環し、大気、土壌等の他の環境の自然的構成要素と相互に作用しながら、人を含む多様な生態系に多大な恩恵を与え続けてきた。また、水は循環する過程において、人の生活に潤いを与え、産業や文化の発展に重要な役割を果たしてきた」と述べられている。

これに対して、基本計画の冒頭に掲げられた総論「水循環と我々の関わり」では、農業用水について、「我が国の都市や農地の多くが主に河川の作用により形成された沖積平野に立地して」おり、「降った雨は地表水又は地下水となって流下し、生活用水、工業用水、農業用水、発電用水等として活用されるとともに、再び河川や地下水に還元されたものについても利用され」ていること。

「稲作が伝来したのは縄文時代後期といわれ、弥生時代にはかんがい用の水路を備えた水田が出現し、本格的な水田農業が始まり、そして、「中世までは大規模な土木工事を行わなくても水が利用できる地域で

水田農業が営まれ、その後、治水や利水技術が発達し、江戸時代以降、大河川の氾濫原などのこれまで開発できなかった地域で新田開発が積極的に行われるようになり、これらによって人の営みと水の利用が一体となった国土が築かれ」たこと。

さらに、「流域の上流と下流との間で農業用水の利用等を巡る幾多の争いと調整を通じて水利用に係る合意形成が図られてきた。このような水利秩序の形成を通じて、水利用の大宗を成す農業用水は流域内で繰り返し利用されるなどの水の循環が生み出されてきた」ことが述べられ、わが国の水利用の3分の2を占めている農業用水について、その地形・気候特性と社会発展の観点から水循環における重要性が強調されている。

さらに、基本法前文では続けて、「我が国は、国土の多くが森林で覆われていること等により水循環の恩恵を大いに享受し、長い歴史を経て、豊かな社会と独自の文化を作り上げることができた。しかるに、近年、都市部への人口の集中、産業構造の変化、地球温暖化に伴う気候変動等の様々な要因が水循環に変化を生じさせ、それに伴い、渇水、洪水、水質汚濁、生態系への影響等様々な問題が顕著となってきている」ことが述べられている。

この「産業構造の変化」、「都市部への人口の集中」、「地球温暖化」等の課題に対応した施策について、基本計画の第1部「水循環に関する施策についての基本的な方針」に沿いつつ、農業用水に関連する事項を紹介してみよう。

「産業構造の変化」に関連して、「農業水利施設のうち、農地周りの水路については、集落をベースとする地域の共同活動によって支えられてきたが、農村地域の過疎化、高齢化、混住化等の進行に伴う集落機能の低下により保安全管理に支障が生じつつ」あるため、農業用水に関しても「水インフラの戦略的な維持管理・

*農林水産省農村振興局整備部水資源課  
(Tel. 03-3592-6810)

**農林水産省農村振興局整備部防災課

更新」として、「持続可能な保全管理の体制整備」が重要であること。また、「都市部への人口の集中」、及び、「渇水」に関連して、「水の効率的な利用と有効利用」として、「農業水利施設を整備し、その結果として生じる農業用水の余剰を都市用水に転用する取組」について、「地域の実情に応じ、関係者の相互の理解により、水の転用を更に進めていくことが重要」とされている。なお、農業用水については、これまで、約40t/秒、生活用水に換算すると約1,150万人分の水利権を、水道用水や工業用水に転用してきた実績があることを強調しておきたい¹⁾。

「地球温暖化」への対応に関連して、「融雪の早期化により、農業用水等で水資源を融雪に依存する地域においては、春先以降の水利用に影響が生じるなど、将来の渇水リスクが高まることが懸念」され、「気温上昇により生じる農作物の品質低下（高温障害）やその防止のための用水需要の変化にも留意していく必要がある。さらに関連する事項として、「国際的な連携の確保及び国際協力の推進」で、「食糧不足や農村の貧困問題に対しては、農業用水の効率的利用を進める必要があるが、農村コミュニティにおける水管理は組織、技術の両面で不十分な状況にあり、我が国の知見を活かした国際協力」が必要である旨触れられている。

そして、基本法前文の最後には、「このような現状に鑑み、水が人類共通の財産であることを再認識し、水が健全に循環し、そのもたらす恵沢を将来にわたり享受できるよう、健全な水循環を維持し、又は回復するための施策を包括的に推進していくことが不可欠である。ここに、水循環に関する施策について、その基本理念を明らかにするとともに、これを総合的かつ一体的に推進するため、この法律を制定する」と、施策の包括的かつ総合的な推進が強調されている。

本稿では、水循環基本法成立までの背景と経緯を概括した後に、基本計画の概要、特に、農業用水を含む施策の総合的対応について、「3.水循環基本計画の(2)及び(3)」の部分で詳述したい。その上で、水循環基本法成立の背景の一つとも言える地下水をめぐる動向についても農業用水と関連づけて補足的に紹介していきたい。

## 2. 水循環基本法の成立

### (1) 成立までの背景²⁾

平成20年6月に「水制度改革国民会議（理事長松井三郎京大教授³⁾」が創設され、水の基本法を議員立法で制定することを活動目的に掲げた⁴⁾。同国民会議の設立趣意書には、「現在の日本には、水を総合的に管理する基本法も行政組織もありません。（略）。“水制度改革国民会議”は、当面三年間を目標に、国民の立場から水基本法案及び水行政の総合的な一元化に関

する提案を行い、それらの実現を期して活動します。」と述べられており、「世界的な水不足の懸念など水問題への社会的関心が高まる中、我が国にはこれまで地下水を含む水政策について、土台となる理念や方向性を定める法律は存在しておらず、河川全般は国土交通省、工業用水は経済産業省、農業用水は農林水産省と所管が分化され、水循環の統合的な管理や、流域単位・地域主導の水資源保全を行うための体制や計画も十分な状況にあるとはいいたくないという問題意識が存在していたこと⁵⁾」がうかがえる。この国民会議を母体として、同9月には超党派の議員と有識者で構成される「水循環基本法研究会（座長中川秀直衆議院議員）」が設立され、翌年の平成21年12月に同研究会の報告書として、水循環政策大綱案と同基本法要綱案が公表された。

さらに、平成22年2月には超党派の「水制度改革議員連盟（代表中川秀直衆議院議員）」が旗揚げされ、同議員連盟の設立趣意書には、「わが国の縦割りの水制度と行政を改革するため“水制度改革議員連盟”を設置し、“水循環基本法”の制定を実現するとともに、抜本的な水行政改革を推進」とされた⁶⁾。同8月に議員連盟の水循環基本法案の原案が策定され、平成23年4月に設立された民主党水政策プロジェクトチーム（座長川端達夫衆議院議員）により、関係各省、関係団体等から意見聴取を行い法律素案が作成された。

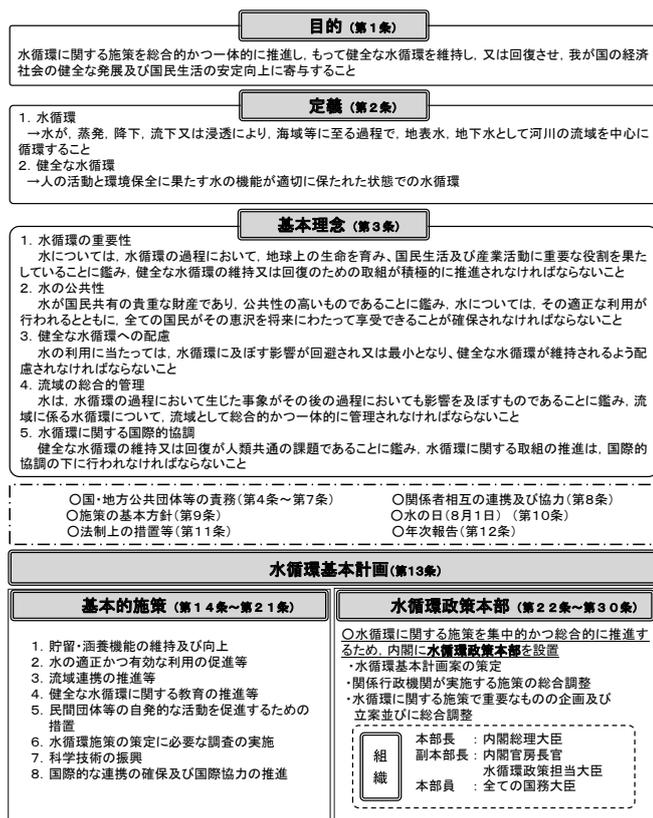
平成25年2月に水制度改革議員連盟の役員は改選され、石原伸晃衆議院議員が代表となった。基本法案については、同6月第183回国会に上程され、衆議院国土交通委員会、同本会議を18日に通過したものの審議未了で廃案となった。その後、改めて第186回通常国会に上程され、平成26年3月に衆参ともに全会一致で法案は可決、6年越しの法案成立に至ったのである。

また、関連して、近年の気候変動等に伴い水資源の循環の適正化に取り組むことが課題となっていることを踏まえ、「雨水の利用の推進に関する法律⁷⁾」についても、同時に議員立法で国会に上程され成立している。さらに、水循環基本法の施行後、水制度改革議員連盟により、学識経験者等によって構成される水循環基本法フォローアップ委員会（座長高橋裕東京大学名誉教授）が立ち上げられている。

### (2) 法律の概要

基本法（表-1参照）の目的は、「水循環に関する施策について、基本理念を定め、国、地方公共団体、事業者及び国民の責務を明らかにし、並びに水循環に関する基本的な計画の策定その他水循環に関する施策の基本となる事項を定める」とともに、新たに内閣総理大臣を本部長とする水循環政策本部を設置し、水循環に関する施策を総合的かつ一体的に推進することで

表－1 水循環基本法の概要



出典：水循環政策本部ホームページ

ある（第1条、水循環政策本部については第22条～第30条にも記述）。また、水循環の定義は、「水が、蒸発、降下、流下又は浸透により、海域等に至る過程で、地表水、地下水として河川の流域を中心に循環する」ことであり（第2条）、同時に5つの基本理念が定められ、水循環の重要性として、水は、「水循環の過程において、地球上の生命を育み、国民生活及び産業活動に重要な役割を果たしている」こと、水の公共性として、「水が国民共有の貴重な財産であり、公共性の高いものである」ことのほか、健全な水循環への配慮、流域としての総合的かつ一体的な管理、水循環に関する国際的強調について、国は施策を総合的に策定、実施する責務を有するとされた（第3、4条）。

なお、水循環に関する施策の総合的かつ計画的な推進を図るために、基本計画を今回新たに策定（第13条）することとしたが、この内容については次章で述べたい。

このほか、年次報告を国会報告すること（第12条）、国民の間に広く健全な水循環の重要性についての理解と関心を深めるようにするため、水の日を8月1日とすることが定められている（第10条）。

### 3. 水循環基本計画

#### (1) 閣議決定までの経緯

平成26年4月2日に基本法が公布、同5月20日に

は水循環政策担当大臣として国土交通大臣を任命、同日、水循環政策本部事務局設立準備室が設置された。そして、同7月1日から法律が施行、これにより、内閣に水循環政策本部、内閣官房に水循環政策本部事務局⁸⁾が設置された。

水循環政策本部は、内閣総理大臣が本部長を務め、副本部長は内閣官房長官、水循環政策担当大臣、本部員は本部長及び副本部長以外の全ての国務大臣で構成されており、同7月18日に第1回本部会合が開催された。冒頭、安倍内閣総理大臣より挨拶があり、「水は、いにしえより、田畑を潤し、社会・文化の繁栄を支え、今日もなお、私たちの生活に大きな「恵み」をもたらしていますが、時として、土砂災害や渇水などの「災い」をもたらすこともあります。「災い」に適切に対応しつつ、私たちの水の「恵み」を将来にわたって享受していくためには、人の活動による水への影響に配慮して、健全な水循環を確保することが、きわめて重要である」こととともに、水循環政策の道しるべとなる基本計画の策定や、8月1日の水の日には政府を挙げて各種事業を実施することが強調された。

さらに、関係行政機関の連携を図るため、水循環政策本部幹事会が設置され、議長を内閣官房副長官補、副議長を内閣官房水循環政策本部事務局長、構成員を農林水産省農村振興局長、林野庁長官をはじめ関係15省庁の局長級とした。同10月10日に第1回の幹事会を開催して、基本計画の骨子が公表された。その後、水資源循環本部事務局による延べ149名の有識者からの意見聴取を経て、基本計画原案が策定され、平成27年4月にパブリックコメントを行い、平成27年7月10日の閣議決定に至った。

#### (2) 基本計画の概要

基本法13条に基づき、水循環に関する施策の総合的かつ計画的な推進を図るため基本計画は策定され、今後5年間の水循環施策の方針がとりまとめられた。基本計画の構成は、第1部で基本的な方針を整理の上、第2部に取り組みべき具体的施策を9つの主要課題ごとに整理し、そして第3部では計画推進に必要な事項として関係者の責務と連携、施策の公表等が記されている。

基本計画のポイントは、例えば水不足や水環境といった具体的な課題の解決のため、基本法で定められた中央省庁レベルでの水循環政策本部の設置だけでなく地域レベルにおいても広く関係者が連携し、施策を持ち寄って総合的に取り組むこととしたことである。これにより無駄を排し、効率的・効果的に課題解決を図るといった基本的考え方に立って、9分野の施策（流域連携／貯留・涵養機能／水の有効利用／教育／民間団体の活動／必要な調査／科学技術／国際連携・国際協力／人材育成）に取り組み、今後は地域の幅広い関

係者が参画する「流域水循環協議会」を地域ごとに設置し、「流域水循環計画」を策定して、地域の様々な水問題に対応する。

「流域水循環協議会」は、流域ごとの連携・推進体制であり、地域レベルにおける取組の中心的役割を期待している。一口に水に関する施策と言っても、喝水、水環境、地下水など、地域によって抱える課題は様々である。このため、地域ごとに協議会を設立し、国の地方支分部局や自治体などの関係者が、課題解決のための共通目標と具体的取組を「流域水循環計画」にとりまとめ、これらの取組を「流域マネジメント」と呼ぶこととしている。

流域マネジメントについて現時点で想定できるイメージを挙げてみよう（図-1参照）。第1は、危機的な喝水への対応である。喝水が起きてからでは取り得る対応策に限られるため、今後は、平常時からあらかじめ検討しておく、例えば、喝水時における海水や他の用途の水の飲料水としての活用や、水不足の区域への広域的な水融通など事前に喝水に備えることなどが挙げられる。次に、水環境の保全・回復である。これまで個々に取り組んできた様々な関係者が連携し、水環境づくりの共通目標を設定して、総合力で良好な水環境を目指すことなどが考えられよう。第3は、地下水マネジメント（「4. 地下水をめぐる動向」で詳

述）である。これまでは、地盤沈下防止のための汲み上げ規制が中心であったが、今後は、都道府県等を中心に、行政、住民、NPO等が協議・連携して、目に見えない地下水の実態把握をした上で、持続可能な利用と保全を目的に、目標と具体策を明らかにしていくことも考えられる。最後に、教育・啓発普及である。水に関係する様々な施策を推進するには、国民の理解と協力が不可欠であり、官民一体で取組を推進し、水循環の健全化を国民運動に盛り上げていくことも想定される。今年度中に、国としては手引きやガイドラインの作成等により、地方自治体等との情報共有を図りつつ、同時並行的にいくつかの流域で先行的に流域水循環協議会を立ち上げることが急務である。無論、基本計画に書かれているように、これら取組に際しては、全流域で直ちに行わなければならないということではなく、既存の流域連携に係る取組状況など地域の実情に応じて推進していくことが重要であることは言うまでもない。

### (3) 農業用水との関連

基本計画では農業用水について各所で位置づけがなされているが、第2部の「水循環に関する施策に関し、政府が総合的かつ計画的に講ずべき施策」での関連部分を具体例も含めつつ紹介する。

第2部ではまず流域連携の推進のため、先述の「流



図-1 流域水循環協議会のイメージ

域水循環協議会」について触れられた後、貯留・涵養機能の維持及び向上として、森林や河川等とともに農地についての機能と講じるべき施策について言及されている。「食料生産の基盤である農地は、農業生産活動が持続的に行われることにより、河川からの導水や雨水等を貯留・涵養する機能を発揮して」おり、このため、「農地の確保とその生産条件の維持・向上や、農業用水を河川等から農地に送配水し、河川等に還元する用排水路網の適切な保全管理と整備、多面的機能の発揮を促進するために地域コミュニティが取り組む共同活動に係る支援を推進する」旨、記されている。ちなみに、これら取組に係る平成27年度当初の農林水産省関連予算であるが、農業用の用水路や排水路等を整備する農業農村整備事業2,753億円の内数、住民によるこれらの施設の保全活動を支援する日本型直接支払799億円の内数となっている。

平成27年3月31日に閣議決定された食料・農業・農村基本計画においても、力強い農業を支える農業生産基盤整備について「農業構造や営農形態の変化に対応した水管理の省力化や水利用の高度化を図る」ための「新たな農業水利システムの構築」が位置づけられているが、本基本計画でも「水利用の合理化」の観点から「農業の競争力強化に向けて、一層の水管理の省力化や水利用の高度化を図るため、水路のパイプライン化、水利用の調整施設の設置、給水口の統廃合、ICTの導入などの農業水利施設の整備を推進」することが記述されている。

同様に、食料・農業・農村基本計画には、多面的機能支払制度の着実な推進について、「農業の有する多面的機能の発揮の促進に関する法律」に基づく、「地域コミュニティによる農地、農業用水、農道等の資源の基礎的な保全活動（農地維持支払）や質的向上を図る活動（資源向上支払）の支援」について位置づけられており、本基本計画でも、「水インフラの戦略的な維持管理・更新」として、「農業水利施設の公益面を含めた役割や状況等について、関係者と情報の共有化を図るとともに、農地周辺の水路等の適切な保全管理を通じ、農業用水の有する多面的機能の発揮を促進するため、地域コミュニティが取り組む維持・補修などの共同活動に係る支援を推進」すること。さらに、「民間団体等の自発的な活動を促進するための措置」として、「健全な水循環の維持など農業・農村の有する多面的機能の発揮を促進するため、地域コミュニティが取り組む農地や水路などの地域資源を保全管理する共同活動への支援」の推進が記述されている。

さらに、「水循環施策の策定及び実施に必要な調査」に関して、農業用水に関連した調査が紹介されている。「流域における水循環の現状に関する調査」について、「農業用水を質・量の両面から確保するため、農業用

水の利用実態を把握するとともに、水質を定期的に観測」するため、取水施設ごとのかんがい面積や取水量等の調査、及び、農業用水の地域用水（防火、消流雪、良好な景観の形成等）や、農業用水の循環構造（地下水かん養や河川流況安定機能等）、渇水時の水利調整など、水利調整及び農業用水の有効利用に関する調査を行っている。「地下水利用実態（上工農水等の利用目的及び採取量・方法等）」については、農業用地下水の利用状況、賦存状況等の把握並びに地下水の開発・利用及び保全に係る調査を行っており、「気候変動による水循環への影響と適応に関する調査」では、「農業構造や営農の変化に加え、気候変動などの要因が農業用水の利用に与える影響について調査・分析」として、土地改良施設等が受ける影響について予測評価するとともに、影響を回避・低減するための適応策を検討している。

また、農村工学研究所の調査研究も、「水の有効活用に関する科学技術」として、「集落排水等において、し尿、生活雑排水等の処理水をかんがい用水として農業利用する水再生利用技術の研究開発」、「弾力的な排水を可能とする調整施設の容量等を算定する設計支援システムの開発」、「農業水利施設全体の管理実態を踏まえて水を効率的に送配水する機能を評価・表示するツールの開発」、また、「水環境に関する科学技術」として、「農業用ため池の底質から水中への物質の溶出の評価手法の開発」が紹介されている。

このほか、「国際的な連携の確保及び国際協力の推進」として、「国際かんがい排水委員会（ICID）やアジアモンsoon地域の国際水田・水環境ネットワーク（INWEPF）の活動と連携を図りながら、世界水フォーラムや世界かんがいフォーラム（WIF）などの国際会議において水田農業の効率的な水利用・多面的機能発揮等につき情報発信・知見共有を図る」ことや、「国際協力」として「技術協力やその手法の開発を通じて、農業用水に関して農民参加型の水管理組織による効率的な水利用」の推進が記述されている。

その他の農業用水関連の主な記述について一覧表（表-2参照）に整理したが、このようにほとんどの分野で位置づけられていることがわかる。

表－2 基本計画への農業用水の主要記載部分（抜粋）

事項	概要
安全で良質な水の確保	良質な農業用水の確保を図るため、農業水利施設や水質浄化施設等の整備
災害への対応	農業用の排水施設は、地域全体の排水を担うようになっており、地域防災対策の観点からもこれら施設の適切な運用及び保全管理が必要
雨水・再生水利用	農業用集落排水施設により、し尿、生活雑排水などの汚水を適正に処理した上で、再生水の農業利用を推進
浄化・浚渫	公共用水域への排水の水質浄化や土壌流出の防止・抑制を行う必要がある農村地域において、農地や水生生物が有する自然浄化機能等を活用する水路網の整備や、沈砂池等の設置、農地の勾配抑制等を推進
湖沼・閉鎖性海域等の水環境改善	湖沼の水を水田のかんがい用水として利用する場合には、水質保全を図るため、循環かんがい施設や植生浄化帯などの水質保全施設の整備等を推進
生態系の保全	生態系ネットワークの保全・回復の視点も含め、河川・湖沼の取水施設における魚道の設置、改良水田と水路の連続性の確保等による魚類等の遡上、降下環境の改善魚類や水生生物等の生息・生育・繁殖環境の保全に配慮した水路整備等を推進
水辺空間	農業用水の親水や環境保全に配慮した水路・ため池整備を行うなど、農村地域における水辺環境の保全を推進
水文化	農業用水については、水路を開削した先人達の偉業や水路が育んだ営み、一年の豊穡や通水作業の安全を祈る祭事などの水文化の継承に向けて、ウェブサイトによる情報発信や地域の歴史を語り継ぐ「語り部交流会」などの活動を支援
水循環と地球温暖化	河川の流水、農業用水、水道用水、下水を利用した小水力発電の導入を図るため、水利使用手続の円滑化、調査・設計の支援及び設置・運用コストの低減のための研究・開発農業水利施設における省エネルギーを進めるほか、集落排水施設から排出される処理水の農業用水としての再利用や汚泥の堆肥化等による農地還元を図るとともに、省エネ技術の開発・実証を行いその導入を促進

#### 4. 地下水をめぐる動向

##### (1) 地下水保全の動き

水循環基本法制定の背景には、「施策の包括的かつ総合的推進」とともに、地下水保全の動きを忘れてはならない。外国資本による水源林の買収に対する危機感が広がり⁹⁾、地下水採取の禁止や土地売買に係る規制措置の必要性についての議論が生じた¹⁰⁾。

このような背景を踏まえ、平成22年4月には自民党「日本の水資源を守る議員勉強会」が結成され、平成22年11月に議員立法で「地下水の利用の規制に関する緊急措置法案¹¹⁾」が、国会に上程されたものの平成24年11月に衆議院解散で廃案となっている。

一方、平成23年の森林法改正では、衆議院での審議段階で政府案が修正されて、森林所有者の市町村長への事後届出の義務化、無届の伐採者に市町村長による伐採中止等の命令などの措置が盛り込まれることとなった¹²⁾。

その後、基本法が制定され、地下水を含む「水が国民共有の貴重な財産であり、公共性の高いものである」と位置づけられたことを受け、地下水採取を規制する個別法を制定すべきとの主張が再び高まった。先述の水循環基本法フォローアップ委員会において地下水保

全法案検討の動きもある。

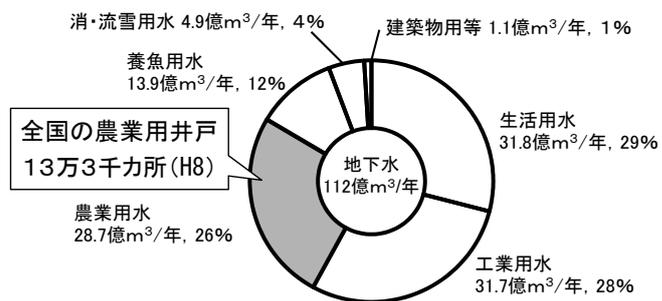
他方で、基本計画では、持続可能な地下水の保全と利用を推進するため「地下水マネジメント」に取り組むこととしている。その際、「帯水層の構造、地下水の挙動、地下水と地表水の関係、地下水採取の影響等については未解明の部分も多い。このため、国と都道府県は連携して、研究機関等の成果も活かしながら、地域の実情を踏まえ、これらの観測、調査、データ整備及び分析を推進するよう努める」ものとされた。

また、「国、地方公共団体等は、地域の課題と実情を十分に踏まえつつ」、「関係者との連携調整を行うために、必要に応じて協議会等（地下水協議会）の設置を推進するよう努める」こととしている。

その際、「地下水協議会は、地下水の保全と利用に関する基本方針を定め、取組を推進するための啓発、地下水モニタリング、協議会の決定事項に基づく取組等を段階的に行い」、「都道府県及び市町村は、地域の実情に応じ、①地下水のモニタリング、②地下水協議会の決定事項に基づく取組（条例の制定¹³⁾等を含む）等を推進するよう努める」こととしている。このように地下水の挙動等については、未解明な部分が多いことから、まずはデータ整備の推進や啓発等の取組を段階的に行うことが必要であり、「地下水マネジメント」による地域の実情に応じた対応を求めている。

##### (2) 農業用水と地下水

次に、農業用水と地下水の関係を紹介する。全国で年間112億tの地下水が利用されているが、農業利用はこのうちの4分の1の29億tにもものぼる（図－2参照）。水田では15万haが主に補助的な水源として、畑では7万haが主水源として地下水が利用されている。農業用水全体としては地下水への依存度は5%程度である。



出典：国土交通省「平成26年日本の水資源」

図－2 地下水の用途別割合

なお、地下水利用の多い地域としては、多い順に、栃木県（7億t）、熊本県（3.5億t）、茨城県（2億t）、埼玉県、滋賀県、福岡県、岐阜県が1億t程度であり、これら7県で全国の農業用地下水利用の約6割を占めており、地域としては、栃木県の鬼怒川西部（4.4億t）、那須野原（2.4億t）、熊本県の熊本・菊池平野（2億t）

が利用上位3地域である。

また、全国の農業用の井戸数は約13万3千ヶ所にも上っているが、一般的に、生活用水や工業用水の井戸に比べてポンプの管径は小さい傾向にある。

渇水時には、河川が取水制限されることから地下水依存を高める傾向にある。例えば、豊川用水のある土地改良区では、平成25年の渇水時、取水制限が最大40%となり、予備の地下水ポンプ103台のうち8割を稼働した。また、平成6年の異常渇水時には全国で7千本の農業用井戸を緊急掘削している(図-3参照)。

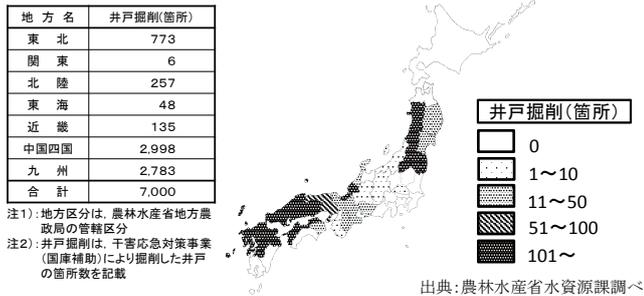


図-3 干ばつ時の農業用水用の緊急の井戸掘削状況(平成6年)

このように、農業用水と地下水の関係は密接であり、過度の地下水規制がなされた場合、①地下水の採取禁止や、渇水時の緊急的な井戸掘削が困難となることにより、作物被害が発生し農業経営に重大な支障を来すおそれがあること、②測定器の設置や測定・記録が求められ、農家負担が増えるおそれがあること、③井戸のある農地等の所有者が、第三者が当該井戸を使って発生させた障害の原状回復を命じられるおそれがあること、などが懸念される。

このことから、法律による地下水規制は、私有財産である農地の利用や、農家が長年財産権に基づき

行ってきた地下水の利用に関し、財産権と公共の利益とのバランスが保たれた合理的な規制内容とする必要がある。また、既存の法案¹⁴⁾や、規制の妥当性・合理性、財産権に対する規制の考え方などを十分検討すべきであるとする。

## 5. おわりに

基本法案の初期段階では、縦割り行政を排除するため、水管理関連法の統合的運営などが盛り込まれており、基本計画の策定に際してもこうした考え方を期待する向きもあったが、健全な水循環の創出には、土地利用や健全な農林漁業の振興など幅広い取組が必要であり、行政による管理・規制を中心とした手法ではなく、流域の関係者の相互理解と合意形成、互助の精神を基本とした多様な主体が参画する「流域水循環協議会」の地域の実情に応じた設置が盛り込まれたことは時宜に適切であるとする。このことから、今後の展開としては、流域水循環協議会の設置と流域水循環計画を実際に策定していくことが極めて重要である(図-4参照)。

先述のように、基本計画原案作成にあたって有識者からの意見を対面や書面等により聴取した。この中の農業用水に関する意見を最後に紹介して本稿の終わりとしたい。「農村地域の水循環の中には、古くは集落機能が担ってきた社会的コストに関わる作業を、農業用水を管理する水利組織が引き継ぎ、労力やコストの負担を含めて黙々と担ってきた実態がある。もし、様々な協議会の場を通じて、このような農業セクターの役割に対する理解が深まり、可能であればそれについて協力を得るような場になれば、水循環基本法の趣旨に沿い、協議会が有意義なものになると考える¹⁵⁾。」

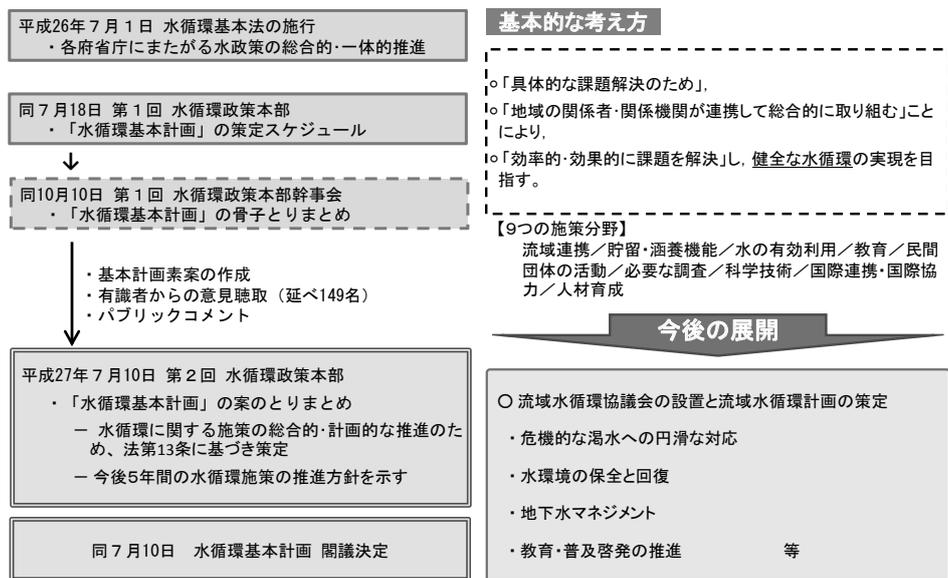


図-4 水循環基本計画の策定と今後の展開

- 1) 昭和40年度から平成19年度までの実績（国土交通省河川局：わが国における水利用の現況と今後の展開について,河川,平成20年11月）。
- 2) 水制度改革議員連盟監修：水循環基本法の成立と展望,第2章水循環基本法成立の経緯,平成26年7月
- 3) 役職名は全て当時のもの、以下同じ。
- 4) 水制度改革国民会議は活動期間3年間とし、平成23年3月に解散。
- 5) 東京財団吉原祥子：水循環基本法を読み解く,平成26年4月
- 6) 時代をさかのぼると、水制度をめぐる動きとして、平成19年12月に自民党特命委員会「水の安全保障研究会（会長：中川昭一衆議院議員）」が設立され、平成20年8月に「産官学の知恵と経験を活用する総合連携構築」が必要であることなどを最終報告書としてまとめている。この提言を受け、平成21年1月に、「水の安全保障戦略機構（議長：丹保憲仁北大名誉教授）」が設立している。さらに、平成25年6月に自民党「水の研究会（会長：中川郁子衆議院議員）、平成26年5月には自民党「水戦略特命委員会（委員長：河村健夫衆議院議員）」が結成された。また、平成22年4月に民主党水政策推進議員連盟（座長：樽床伸二衆議院議員）が結成されている。
- 7) 雨水の利用の推進に関する法律は、近年の気候変動等に伴い水資源の循環の適正化に取組むことが課題となっていることを踏まえ、その一環として雨水の利用が果たす役割に鑑み、雨水の利用の推進に関し、国等の責務を明らかにするとともに、基本方針等の策定その他の必要な事項を定めることにより、雨水の利用を推進し、もって水資源の有効な利用を図り、あわせて下水道、河川等への雨水の集中的な流出の抑制に寄与することを目的としている（同法第2条二で農業用水の雨水利用は本法の対象外とされている）。
- 8) 水循環政策本部事務局は、事務局長を国土交通省水管理・国土保全局水資源部長が努め、農林水産省農村振興局水資源課長他、関係する国土交通省、厚生労働省、経済産業省、環境省から構成されている。
- 9) 「外国資本の森林買収に危機感が高まる中、水資源保護を目的に土地買収の監視を強める条例を4道県が制定し、9県が検討していることが分かった。ただ、実際に水資源目的の買収を確認した自治体は一つもない。日本の企業や不動産が中国資本に次々買収され、国内で中国の経済力への不安が強まる中、森林の地下水も奪われて枯渇するのではないかという危機感が政界やメディアで広がったのは約3年前のことだ。」（朝日新聞デジタル,平成25年1月2日）
- 10) 世界貿易機関を設立するマラケシュ協定（平成6年条約第15号）の付属書1Bサービスの貿易に関する一般協定第17条は、他の加盟国のサービス及びサービス提供者に対する内国民待遇について規定していることから、外国人であることによって土地売買に制限を設けることは本協定に抵触するおそれがある。
- 11) 目的として「地下水が国民共通の貴重な財産であり、公共の利益に最大限に沿うように利用されるべき資源であるとの観点から、地下水の利用に対する規制が総合的に講ぜられるまでの間の緊急の措置として特定の地域内における地下水の利用について必要な規制を行うこと等について定め」た。具体的には、国土交通省が規制主体となり、指定した地下水利用規制地域内において、地下水採取を届出制とし、地下水の水源保全のための採取規制と渇水時の上水道への供給命令等を内容とするもの。
- 12) 平成18年から平成26年までの9年間で外国資本による森林買収は92件、1,153haとなっている。平成26年は13件、173haで利用目的は資産保有、不動産開発、住宅・別荘用地など、県別では北海道9件、群馬1件、神奈川1件、山梨1件、長野1件となっている。また、地方独自の取組として、水源地域の土地買収等の事前届出義務を課すなどの条例が平成27年4月現在、北海道など16道県で制定されている。
- 13) 平成23年3月現在、32都道府県、385市町村において、517件の条例・要綱が制定されている。また、地下水採取にあたり、「許可・協議等」規定がある条例が139件。「届出のみ」の規定は150件となっている（国土交通省水資源部：地下水採取規制・保全に関する条例等の制定状況（速報）,平成23年5月）
- 14) 地下水の採取規制については、工業用地下水を対象とする「工業用水法（経済産業省、環境省所管）」及び冷房用等の建築物用地下水を対象とする「建築物用地下水の採取の規制に関する法律（ビル用水法・環境省所管）」の2法がある。また、温泉法でも地下水の一種である温泉について一定の規制を行っている。さらに、濃尾平野、筑後・佐賀平野及び関東平野北部については、地下水の採取規制と同時に水使用を合理化し、代替水源を確保するなどの総合的な対策を講じるため地盤沈下対策要綱が決定されている。
- 15) 水循環基本計画の作成に当たっての有識者からの意見聴取（第2回目）結果概要（水循環政策本部ホームページ）

# 筑後川下流用水事業の成り立ちと今日的課題

阿 武 隆 弘* 津 曲 孝 一**  
 (Takahiro ANNO) (Kouichi TSUMAGARI)

## 目 次

1. はじめに .....	17	5. 重要調整事項 .....	19
2. 流域の現状 .....	17	6. 事業の効果と残された課題 .....	20
3. 地域の農業面での課題 .....	18	7. おわりに .....	22
4. 事業化アプローチ .....	18		

### 1. はじめに

国営筑後川下流土地改良事業は、昭和51年に農林省により事業着手され、昭和56年に水資源開発公団に基幹施設を承継し、平成10年3月には、水資源開発公団の筑後川下流用水事業が完了、平成22年には、国営水路の概成により部分完了したところである。

有明海と筑後川を抱くこの地域においては、アオ取水と筑後川にかかる水源開発という特殊な状況の中で、単なるかんがい排水事業を超え、地域再開発とも言うべき壮大な国家プロジェクトが様々な調整の元に進められた。

そのプロセスを振り返るとともに、今日的な課題について以下に述べる。

### 2. 流域の現状

九州一の大河であり「筑紫次郎」の別名を持つ三大暴れ川の一つである筑後川は、阿蘇・九重火山群を流域に含み124kmの長さを経て、有明海に注ぐ河川である。火山地帯から供給される土砂は佐賀・筑後平野と有明海の潟を形成してきた。二千年位前は、現在の吉野ヶ里遺跡から久留米の中心あたりまでが海岸線であり、毎年のように洪水と干ばつを繰り返しつつ、日本最大級の約6mの干満（大潮時）により潟が発達・堆積する長い歴史を経て干陸・干拓が行われ、5万haに到る穀倉地帯を形成している。干拓は主に江戸時代から行われ、江戸時代は主に小潮干潮時に干出する潟地を対象に干拓地が広げられ、明治時代以降は大潮

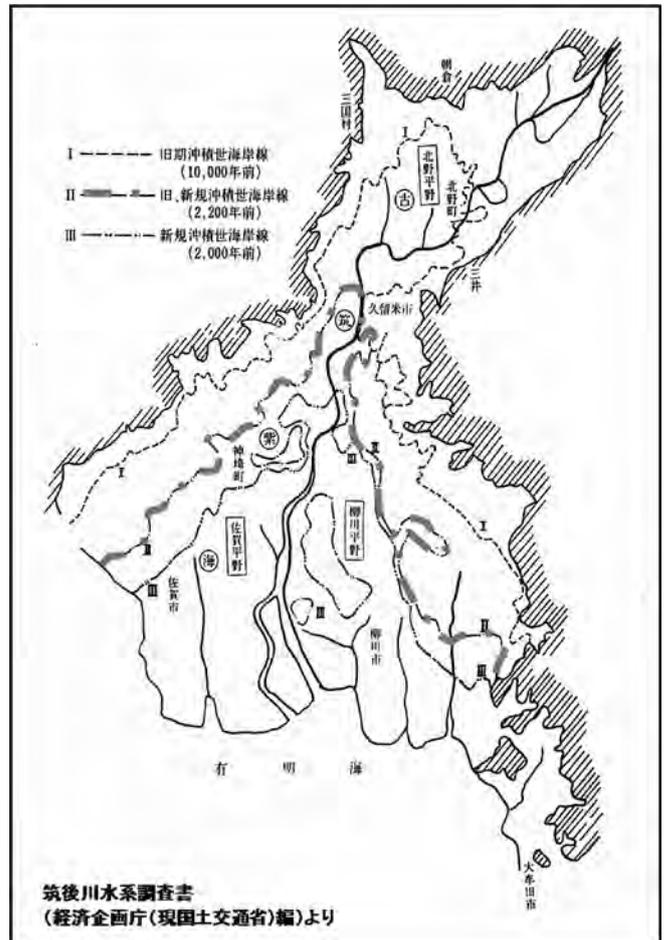


図-1 有明海海岸線の変遷

干潮時に干出する潟地まで徐々に干拓地が広げられていった。

戦後の国土荒廃からの復旧のさなかの昭和28年には、かつて例がないと言われる豪雨が6月26日から1週間降り続き、流域全体に甚大な洪水被害をもたらすと同時に、大量の真水が流れ込んだ有明海では漁業が壊滅的被害を受けた（これを契機に海苔養殖が始め

* (独)水資源機構筑後川局 局長  
 (Tel. 0492-34-7001)  
 ** (独)水資源機構筑後川局 筑後川下流用水管理室長  
 (Tel. 0492-26-3484)

られた)。いわゆる「28災害」により、筑後川下流域の洪水対策として、建設省による下笠ダム建設計画が動き出したのである。

一方、明治以降の殖産興業政策により北九州の製鉄産業や工業化が進むとともに、福岡市や北九州市の都市化も進み、戦後、北部九州の経済界を中心に、筑後川の水を北部九州に供給できるようとの構想（北水協第1次マスタープラン）が昭和44年に出された。これを契機に、流域からは「流域優先の治水・利水」を求める声が高まってきた。

戦後の急激な人口増加とその後の高度経済成長に伴い、福岡市やその周辺市町での都市用水の需要が高まる一方のなか、このエリアは大河川がなく水源に乏しく、昭和53年には未曾有の大渇水が起き、この後筑後大堰の建設計画が加速することとなった。

また、筑後川下流域も広大な平野が広がるものの、干拓で広げた土地のためクリーク以外の自己水源を持たない農地が多く、低平地や海面下の標高の土地もあり、干ばつと洪水の二重苦に直面していた。

### 3. 地域の農業面での課題

筑後川下流域の農業生産面での課題は、大きく四つあげられる。すなわち、①不安定な取水、②排水不良、③低い農業生産性、④地域開発の遅れ、である。

筑後川下流地域の受益農地はその水源の運用形態から大きく3つに区分される。すなわち、①「淡水地域」（河川水を常時取水できる感潮区間より上部に取水施設を持つ地域と、有明海の干満に従い感潮区間で比重の重い海水が「塩水くさび」として河川の真水の水位を押し上げる際に、樋門操作により河川堤防外部に張り巡らされた「クリーク」に取水する地域）、②「補水地域」（有明海に面しアオ取水ができず地区内河川・

自己水源のみに依存する地域）、③「濃縮地域」（流域の中で比較的標高の高いところに位置し事業により濃縮受益となる場所）、であるが、下流用水の受益面積約3万6千haのうち約5割は淡水地域が占めている。淡水地域も、上流部と下流部では取水形態が異なり、上流部では比較的安定して取水できるものの河川流況が悪くなると貯留施設がほぼないことより干ばつリスクが一挙に高まるし、下流部では干満に応じた取水に時間が限られるとともに、河川流況が悪化すれば塩分濃度が高まった水を不安定に取水せざるを得ない。

下流部のクリーク地帯では取水の不安定性から常態的にクリークを満水にする管理を行っていたが、雨が降り満潮が重なると自然排水できずしばしば湛水被害が生じていた。また、不規則に入り組んだクリークの存在は、不規則・不整形・小区画な圃場を配置させることとなり、地下水位も高いことや湛水被害のリスクも高いことから、稲の生産性も低く、大豆などへの転作や麦類への裏作の普及も阻んでいた。現在でこそ日本一の耕地利用率を誇る筑後・佐賀平野であるが、本プロジェクト前はむしろ土地生産性も労働生産性も低い農業地帯であった。

また、クリークが不規則に配置されていたことと水不足と浸水被害の常襲地帯で、さらに干拓地では軟弱地盤での地盤沈下などが進行し、日常生活や経済活動の大きな障害として地域の経済的発展と地域開発を拒んできていた。

### 4. 事業化アプローチ

このような地域の農業上と地域開発上の課題を総合的な解決していくための国家プロジェクトとして計画されたのが「筑後川下流土地改良事業」である。これ

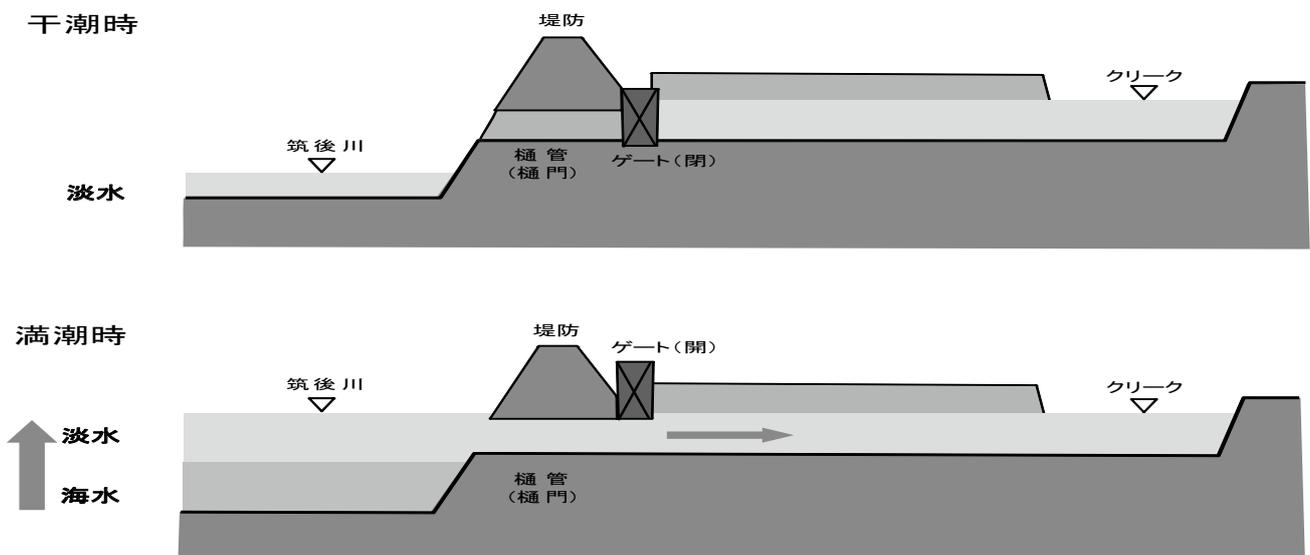


図-2 アオ取水のしくみ

は、国営かんがい排水事業だけでなく、県営・団体営のかんがい排水事業と圃場整備事業や湛水防除事業・地盤沈下対策事業などを、総合的・一体的に行う巨大地域開発プロジェクトであったのだが、その事業化アプローチの特徴は、①合口取水への転換、②クリークの再編と統合、③圃場整備による区画大型化と汎用田化、④圃場整備にあわせた地域の土地利用の整序化と基礎インフラの整備、と言える。

しかしながら、地域の水利秩序と生活環境を一変させるものであること、受益面積は佐賀県白石平野まで含め広大な耕地面積（約5万ha）と受益農家数も膨大な数に上ること、地域毎に事業による受益の度合いに濃淡があること、などから国営事業に関する通常の土地改良手続きでは事業着手に到るまでの合意を得ることはかなりの時間的困難を伴うことから、受益農家の同意取得に代わり関係市町村の申請のみで事業を着手する「市町村特別申請」という手法を法改正により整備し事業を着手し、農家の同意取得については関連事業（県営事業、団体営事業）の着手にあたり別途取得することとした。

## 5. 重要調整事項

### (1) 事業着手に向けての調整経緯

筑後川下流農業水利事業と流域及び福岡都市圏への新規利水の要となる筑後大堰については、昭和28年の大洪水などを契機に、建設省・農林省で治水・利水両面からそれぞれ検討が進められていたが、昭和42年度に両省が個別に実施計画調査費（公団）を要求し競合したため、経済企画庁が中心となり調整が行われた。事業目的を治水主体型とし合口堰を特定施設で建設専管とする建設省の主張と、土地改良の合口型として共管事業とすべきとする農林省の主張との間で調整が続けられ、紆余曲折を経て、昭和45年12月に実質両省共管として公団事業とする覚書により了解に達したが、その後、寺内ダム・嘉瀬川ダム・佐賀導水事業などをめぐる事業実施方針をめぐる両省間の調整などで、3年間の空白時代を過ごして来た。

昭和49年に入り、筑後川下流土地改良事業の推進に目途がつき、経済企画庁による関係者との協議と併行した両省間の協議により、ようやく昭和49年7月に筑後大堰と福岡導水を追加したフルプランの一部変更の閣議決定、昭和51年4月の事業実施方針の協議終結を経てようやく事業に着手できることとなった。

この両省間の協議の中で、一番の主張の対立をみたのは、アオの合口取水の水利権の扱いであった。九州農政局は既得アオ取水に支障を与えないことを原則に渇水時に都市用水が優先されることがないように、合口水利権は既得であることを強く主張したが、九州地建は、アオの合口水利権は新規扱いであり、その取水量

は水利権協議の段階で決着すべきであると主張し、双方の意見が対立し協議は難航した。しかし、福岡地区を中心とする水需要の逼迫や寺内ダム・福岡導水・筑後大堰が水源開発の要であるとの認識から、昭和51年4月に事業実施方針の協議が終結し、筑後川下流土地改良のアオ合口水利権は既得水利権として最大25tとすることとされ、これにより筑後川下流土地改良事業はようやく着手に到ることとなった。

この事業着手にあたっては、上記両省間の調整と併行して、左岸（福岡県）と右岸（佐賀県）での最大取水量をどう設定するかについて精力的に協議が進められた。その結果、両岸28.08t（新規補水含む）、右岸18.6t、左岸13.54tの最大取水量が整えられた。ただし、基準となる筑後大堰地点での不特定流量が確保されていないなかで、異常渇水時の両岸の配水調整と既得アオ地域と補水地域の配水調整などの難しい課題が残されることとなった。

### (2) 合口切替え及び公団建設事業完了にあたっての調整経緯

筑後川下流国営土地改良事業については、昭和51年12月に事業計画が確定し、昭和55年には第1回計画変更（一般会計と特別会計への分離・公団事業への承継）を行い、軟弱土壌の佐賀・筑後平野での工事という技術的な難易度や、関連事業特に圃場整備事業とあいまったクリーク再編という制約条件などの課題を克服しつつ事業の進捗を図ってきたが、最大の懸案課題として残されたのは、昭和51年度着手以来20年を経過しても成立していなかった水利権協議であったと言えよう。

河川協議の歴史上例を見ないと言われた九州地建と九州農政局の日夜を分かたない非常にタフな協議も、水公団の建設事業の完了工期が平成9年度末であり24条と26条協議を伴う両岸取水口が残されておりその工事の工程から、その成立期限が平成6年度末と刻々と迫っていた。その中で、23条協議と24・26条協議を分離すべきかどうか、合口切替えの水利権をどういう形で処分するのかが最後の大きな課題となった。そのような中、関係者の血のにじむ努力により、平成7年1月17日まさに阪神大震災の日に、水工一体として水利権処分がなされることになった。

農水省は当然ながら10年間の本水利権として処分されることを主張してきたものの、①アオ取水から合口へ切替える（取水の上下流関係が従来と逆転する）にあたっての農家の合意・理解は得られるのか、②公団の導水路は概成しているものの、国営・県営水路が繋がっていない状況でうまく配水できるのか、と言う大きな課題を抱えているなかで、いきなりの本水利権を付与することは困難という判断のもと、3年間の試験通水を目的とした暫定水利権として処分された。

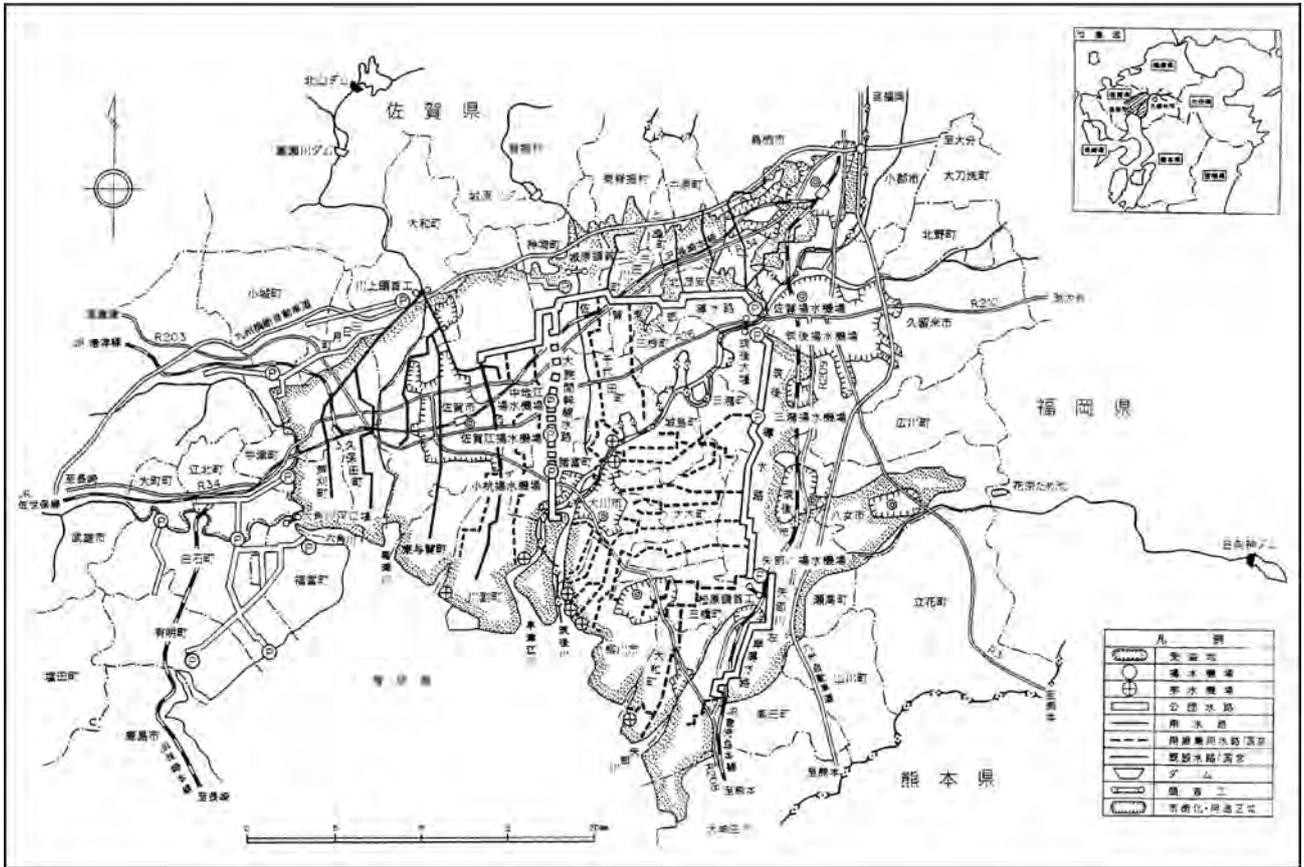


図-3 筑後川下流用水事業概要図

すなわち、水利使用の中身は協議してきたものでほぼ認めるが、実際にその水利使用ができるかを証明してのち、本水利権を付与しようというものである。そのためにも取水口工事を急ぐ必要があるため、24・26も同時に許可された。

ただ暫定水利権から本水利権へ処分されるのは大きなハードルが条件として付帯した。すなわち、現状でアオ取水を行っている約200カ所（約16,800haの受益面積）既得アオの水利権の切替同意を合口切替えまでにすべて取得することである。

また、市町村特別申請事業として受益農家の同意取得を経ずに着手した国営事業は、公団事業へ承継したことにより、水資源開発公団法の規程による事業実施方針の変更（計画変更）手続きとして、すべての関係受益農家の同意取得が必要となった。このようななか平成7年1月31日には公団事業の事業実施方針の変更指示が出され、計画変更手続きが開始され、上記アオの切替同意取得と併行して計画変更の同意取得が進められることとなった。

全受益者を対象に集落毎の説明会を順次開催していったが、何しろ国営事業や公団事業について直接には初めて説明される機会であることや、補償もなしに既得水利権の切替えを迫られる事態に、かなりの抵抗もあり、その説得と同意には困難を極めたものの、平

成9年4月24日に公団事業の計画変更が確定した。

また、これと併行してもう一つの大きなハードルである合口取水に伴う漁業補償交渉も鋭意進められた。平成6年9月に、取水口工事等の実施（水利使用）に対する関係漁協からの同意取得は了していたが、補償契約の締結は、平成9年10月に佐賀5漁協、12月に柳川8漁協と、平成10年度からの管理事業移行を目前によく整うことができた。

## 6. 事業の効果と残された課題

平成10年度から公団事業が管理に移行し、平成19年度で国営事業の左岸が部分完了、平成22年度で右岸部分が部分完了し、国営事業も現在は嘉瀬川以西の建設工事を残すのみとなっており、関連事業である県営・団体営のかんがい排水事業や圃場整備事業もほぼ100%完了の状況に至っている。

水源施設である寺内ダム・大山ダムがこの間完成したことと相まって、合口取水による農業用水の供給は事業実施により格段と安定化・効率化が進んできた。いまや、佐賀・筑後平野は日本一の耕地利用率を誇る一大穀倉地帯へと変貌した。また、嘉瀬川ダムの完成による白石平野の農業用水の安定供給や地盤沈下の解消が図られ、現在鋭意建設を進めている小石原川ダムの近い将来の完成により、筑後大堰での取水も一層安



ほ場整備前



ほ場整備後

写真-1 ほ場整備の状況

定化が図られる見込みである。

佐賀・筑後平野は、従来のクリークが入り組んだ軟弱地盤の平野から、道路・区画が整然とした土地利用に整序化され、汎用田化や排水対策の進展などもあり、都市的土地利用や生活住空間も大きく変貌を遂げつつある。佐賀空港の開設、九州新幹線の開通、有明海沿岸道路の部分開通、長崎新幹線工事の進捗など地域の経済を支える物流動脈も整備され、人・モノの流れも大きく変わりつつある。まさに地域を変えた国家プロジェクトとして、その効果は地域だけでなく国全体にも十分還元されていると言える。

その一方で、事業着手から40年が経過した今現在、残された課題や新たな課題もないわけではない。

#### (1) 筑後川流域の不特定用水の確保状況

筑後川流域における利水計画では、昭和35年を基準年として10年に1回程度の渇水を採用し、瀬の下地点での基準流量を40tとしている。安定した農業用水の利用や河川環境の維持を行うためには、基準流量を満たす不特定容量を確保することが必要であり、冬期分については松原・下笠ダムにより不特定容量は確保済みであるが、夏期（8月のかんがい期）分は必要となる不特定容量約22,500千tのうち、現在までに確保されているのは寺内ダムの700千t、大山ダムの4,700千tに留まっており、安定した農業用水の利用に支障を来すことがある。

現在事業実施中である小石原川ダムと国交省によるダム群連携事業が早期に完成し、安定した農業用水の利用が図れることを期待しているところである。

#### (2) 平成10年度以降の渇水調整の状況

筑後川下流用水は、平成10年4月の本管理開始以降18年目を迎えたところであり、これまでに左右岸合計取水量は約16億tとなっている。この間、瀬の下流量は毎年のように40tを下回っており、昨年度までの17年間で12回、特に平成17年度と平成21年度

は25tを下回る状況となっている。

近年は特に、筑後川の中流域から下流域にかけての代かき・田植え時期が6月中旬に集中しており、水資源機構・九州農政局・福岡県・佐賀県・両県の協議会からなる水管理委員会を開催し、農業者の方々へクリークへの先行的な貯留の依頼や、必要に応じて取水調整を実施するなど、筑後川の河川流況悪化に備えた対応や調整を随時実施しているところである。

#### (3) クリーク水路の改修事業の状況

筑後大堰地点で取水された水は、導水路（パイプライン）を通じて国営・県営のクリークへ送水されている。このクリークは土水路であるため、法面の崩壊が進行しており、周辺の農地や道路への被害や崩れた土砂の堆積によりクリークの貯留機能や配水機能の低下が懸念されている。そのため、クリーク法面の保護整備を行い、被害を未然に防止するとともに、農業生産の維持及び暗転を図り、併せて国土保全を図ることを目的とした国営総合農地防災事業が実施されているところである。

筑後川下流左岸地区では、平成20年度から幹線水路7路線約70kmの整備を実施しており平成28年度まで、筑後川下流右岸地区では、平成24年度から幹線水路約173kmの整備を実施しており平成35年度までに完了する予定である。

#### (4) 老朽化する施設の管理と将来の更新事業化

筑後川下流用水事業は、本年度で管理開始から18年目を迎えたところである。水資源機構では、施設の健全度評価と劣化予測から今後40年間のライフサイクルコスト（LCC）を最小化する機能保全計画を策定しており、これに伴う機能診断調査を計画的に実施してきているところである。これまでの調査において、埋設されているFRPM管のたわみの進行が見られるものなどは、補修・補強を随時実施してきたところであるが、管路については埋設後既に30年を経過する

もの等があり、これまでの管理費での対応にも限界が近づきつつある状況にある。

また、ポンプ施設や電気設備などについても同様のことが言え、通水の安定性に不安を感じながらの管理を実施している状況である。

現在機構では、施設機能保全計画策定後に実施した機能診断調査結果を平成29年度末までに再整理し、新たにリスクの観点からの評価も加えた上で評価を実施する予定である。機構として施設重要度と施設健全度から、回避すべきリスク水準を設定した上で、対策が必要な施設を特定し、関係する利水者等と共通理解を得るための意見交換を実施した上で、大規模な改修・改築を含めた更新事業を検討していく予定である。

## 7. おわりに

筑後川下流土地改良事業は以上概観したように膨大な年月と予算と関係者の血のにじむ努力と理解により成し遂げられた、まさに「国家プロジェクト」の代表格と言えよう。その結果、地域の農業は格段の進展を遂げ、耕地利用率日本一の大穀倉地帯となった。

ただ、事業の完了から年月が経過するとともにプロジェクト自体のことやその前時代の苦労などが流域の人々の記憶から薄れつつあるのも事実であるが、その一方で、筑後川水源開発の特異性から現在においても暫定的な水利使用をやむなく強いられ度々の渇水調整を行っている厳しい現実への共通認識を持ち、今後とも関係者が一丸となって残る水源開発や流域水利利用の円滑化に取り組んでいく必要がある。関係者・関係機関のより一層のご支援・ご理解を賜るようお願い申し上げ、筆を置かせて頂きたい。

# 用水路の補修工法の経過観察評価について

－表面被覆工法の5年目モニタリング評価－

加藤 太吾* 菊地 哲也* 花巻 俊平*  
(Daigo KATOU) (Tetsuya KIKUCHI) (Syunpei HANAMAKI)

## 目 次

1. はじめに	23	5. 経過観測結果	24
2. 試験施工箇所	23	6. 表面被覆工法の適用性評価	28
3. 補修の工法	23	7. おわりに	28
4. 5年目の調査項目	24		

## 1. はじめに

函館開発建設部では、積雪寒冷地において過去に表面補修工事が行われたコンクリート水路橋に対する、再補修の長寿命化技術の有効性を検証することを目的に、今金町にて平成21年度に水路橋の内面補修工法の試験施工を実施し、平成22年度よりモニタリング調査を実施している。(図-1)

本報告は、再補修工事から5年目のモニタリング結果及び各工法の評価について報告する。



図-1 試験施工箇所

## 2. 試験施工箇所

試験施工の対象とした水路橋は、鉄筋コンクリート構造で、過去に表面被覆による補修工事が行われているが、ひび割れや剥がれ等の劣化が生じている。(表-1, 2)

表-1 水路橋の現況諸元

	1号水路橋	3号水路橋
形式	RC-U型	RC-BOX型
構造	1スパン鋼桁支持	2スパン単純梁
スパン	9.15m	S=23.55+20.15m
断面形	B2.25m×H1.57m	B1.85m×H1.49m
整備地区	利別川地区	北檜山左岸地区
【表面被覆工法施工年度】(経過年)	【平成12年度】(11年)	【昭和55年度以前】(30年以上)

表-2 補修工法の諸元

	1号水路橋	3号水路橋
表面被覆	ガラスクロスライニング	エポキシ樹脂塗装
主な変状	ひび割れ、剥がれ、はく離	ひび割れ、はく離、たわみ
変状要因	凍害、流水	凍害、流水、追従不足
対策目標	耐用年数15～20年長寿命化、維持管理軽減	

*北海道開発局函館開発建設部農業開発課  
(Tel. 0138-42-7652)

## 3. 補修の工法

平成21年度に試験施工として実施した再補修工法は、過去の補修からの変状とその推定要因から、耐久性、ひずみ追従性及び防水性の3点に着目して選定した。特に底版と側壁の環境作用の違いに着目し、無機系と有機系を区分して選定した。なお、1号水路橋側壁は既設の表面被覆工部を存置させることとし、たわみ追従性及び母材の劣化が進んだ箇所を再補修することとした。(表-3)

また、ガラスクロス部の存置と非存置との変状を対比する目的で、試験施工を行った。

表-3 試験施工の補修工法

	<p>【1号水路橋上流 施工内容】 (側壁)</p> <p>①既設ガラスクロスは再利用 ②ポリウレタンで上塗り材、中塗り材のみ除去 ③既設ガラスクロスに上塗り材(AS-1)を2層塗布 (底版)※RJは直射UVを使用 ④RJで既設脆弱コンクリート(42mm)除去 ⑤ポリウレタン塗布⇒断面修復(PCM 32mm)⇒ポリウレタン塗布⇒AG 666 (10mm)施工(左官工法)</p>
	<p>【1号水路橋下流 施工内容】 (側壁)</p> <p>①既設ガラスクロスは再利用 ②ポリウレタンで上塗り材、中塗り材のみ除去 ③既設ガラスクロスの上に中塗り材(AU-1M 2層)、上塗り材(AU-1)塗布 (底版)※RJは直射UVを使用 ④RJで既設脆弱コンクリート(42mm)除去 ⑤ポリウレタン塗布⇒断面修復(PCM 32mm)⇒ポリウレタン塗布⇒7575(10mm)施工(吹付工法)</p>
	<p>【3号水路橋 施工内容】 (共通)既設エポキシ樹脂系保護塗装はRJ(回転UV)を使用)で全撤去 (側壁)※左官工法で施工 ①2mm 既設脆弱コンクリート除去⇒ひび割れ補修(※5樹脂)</p> <p>②ポリウレタン塗布⇒ポリウレタン⇒FRP層施工(※7575)⇒中塗り(※7575-20)⇒上塗り(AU-1) (底版)※吹付工法で施工 ①10mm 既設脆弱コンクリート除去⇒ひび割れ補修(※5樹脂)</p> <p>②樹脂系施工(断面欠損部も含む) ⇒仕上げ⇒保護養生剤散布</p>

表-4 水路橋の経過観測調査項目 (0.5～3年目)

区分	材料区分	項目	細目	単位	初期値 (工事時)	調査・データ整理報告年					
						H22		H23		H24	
						0.5年目	1.0年目 (落水後)	1.5年目	2.0年目 (落水後)	2.5年目	3.0年目 (落水後)
近接目視調査	表面被覆材			区分		○	○	○	○		○
定点観測	構造本体	定点高さ歪み	レベル測定	区分		○				○	
		外面全体近接目視	双眼目視	区分		○		○		○	○
現場試験	表面被覆材	付着度試験	建研式付着試験	箇所	○						○
		膜厚測定	超音波式又は針式で測定	箇所	○	○	-	-	-	-	-
		すり減り測定	埋め込みピン	箇所	○	○	-	-	-	-	-
		摩耗量測定	レーザー測定器による測定	測線	-		○	○			○
		摩耗量測定	プレート法による測定	箇所	-		○	○			○
	母材・下地	表面強度	テストハンマー	箇所	○						○
		コア採取	50mm角形コア	箇所							○
		中性化試験	採取コアでフェノール1%	箇所	○						○
		超音波伝搬速度試験	採取コアで室内試験測定	箇所						○	

4. 5年目の調査項目

再補修後のモニタリングでは、再補修した表面被覆工の有効性を確認し、施工後の劣化を監視評価するため、近接目視調査、定点調査（定点高さ歪み、外面全体近接目視調査）、現場試験（付着度強度試験、膜厚測定、すり減り測定、摩耗量測定レーザー測定器、摩耗量測定プレート法、表面強度、中性化試験、超音波伝搬速度試験）を行った。（表-4）

今年度は、引き続き近接目視調査、外面全体近接目視調査、摩耗量測定（レーザー法、プレート法）を実施し、加えて3年目に側壁の有機系表面被覆材で確認された浮き・水膨れの原因追求を目的とした被覆材を剥がしての近接目視調査及び付着強度試験、底版の無機系表面被覆材と母材の剝離を継続的に監視することを目的とした表面強度・剝離調査（機械インピーダンス法）、3年目の調査結果を受けて3号水路橋の側壁でドリル法による中性化試験、底版で付着強度試験を実施した。（表-5）

表-5 5年目調査項目

調査項目	1号水路橋		3号水路橋	
	側壁	底版	側壁	底版
近接目視調査(全体)	○	○	○	○
近接目視調査 (浮き・水膨れ箇所)	○	-	○	-
外面全体近接目視調査 (ひび割れ変動調査含む)	-	-	○	-
摩耗量測定 (レーザー測定法)	○	○	○	○
摩耗量測定 (プレート測定法)	○	○	○	○
付着強度試験 (浮き・水膨れ箇所付近)	○	-	○	-
付着強度試験	-	-	-	○
中性化試験(ドリル法)	-	-	○	-
表面強度・剝離調査 (機械インピーダンス法)	-	○	-	○
摩耗状態評価	-	○	-	○

5. 経過観測結果

5-1. 近接目視調査

表面被覆工法の適合性等の評価を目的として、過年度の近接目視調査により確認された変状箇所を重点監視ポイントと位置づけ、変異の範囲、進行度合及び新たな変状の有無を主に目視（スケッチ）・打診等により調査を行った。

各水路橋の重点監視ポイントで劣化進行を確認した結果、1号水路橋上流・下流は、側壁の浮き及び水膨れの拡大、新たな剥がれ、浮き及び水膨れの発生を確認した。（写真1, 2）また、3号水路橋は、側壁に見られた水膨れ範囲の拡大、底版の目地付近に新たな浮きを確認した。（写真-3）

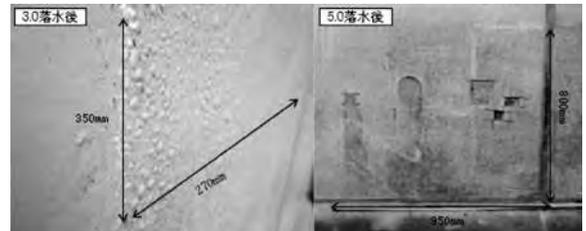


写真-1 1号水路橋（上流）水膨れ拡大

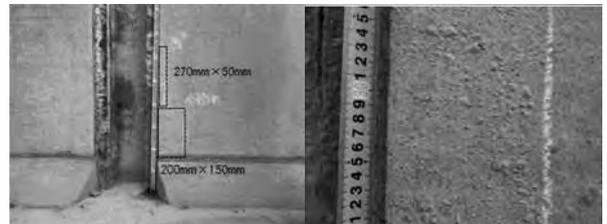


写真-2 1号水路橋（下流）新たな浮き及び水膨れ



写真-3 3号水路橋 水膨れ拡大、新たな浮き

1号水路橋上流・下流の浮き及び、水膨れが発生した箇所で被覆材を剥がした結果、存置させたガラスクロスが試験施工時に非存置の箇所であることを確認した。(写真-4)

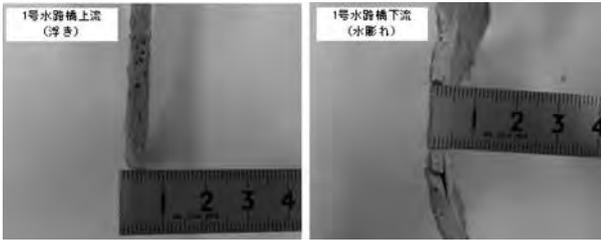


写真-4 被覆材剥がし断面

1号水路橋上流側の浮き箇所では、母材側の $W=0.4\text{mm}$ のひび割れが確認され、(写真-5)被覆材と母材コンクリートの弾性係数が異なることによる伸縮の違いにより、母材のひび割れと同位置に被覆材のひび割れが発生したと推定される。また、浮きは母材と接着界面に剪断方向のずれが生じたため、発生したものと推定される。

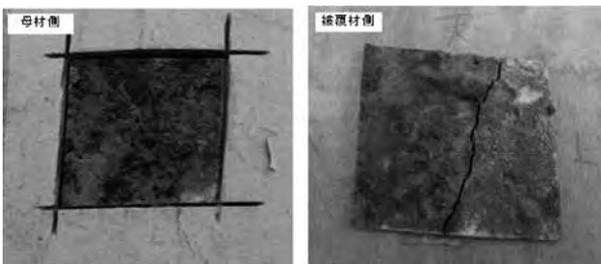


写真-5 母材及び被覆材のひび割れ

1号水路橋下流側の水膨れは、母材側に多数の空隙が見られたこと、且つガラスクロスが非存置カ所だったため、中・上塗材が直接水を吸水して水膨れしたと推定される。(写真-6)

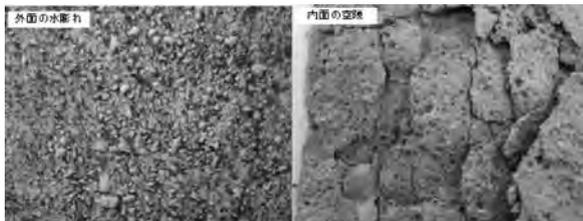


写真-6 水膨れ箇所の表面及び内面状況

3号水路橋の水膨れ箇所の被覆材を確認のため剥がした際、カッター目から漏水、剥がし面に滲み出しが確認された。3号水路橋は、外面の被覆を行っておらず、外面から水が供給されやすい状態で、且つ母材コンクリート内部の劣化(空隙、ひび割れ等)が進行した状態であることから、外面からコンクリート内部に浸透した水が内面に移動し、ガラスクロスを押した結果、水膨れが発生したと推定される。(写真-7) 3号水路橋の水膨れが1号水路橋より大きかったのは、

ガラスクロスが入っていたことと外部からの水の供給量が多かったためと考えられる。

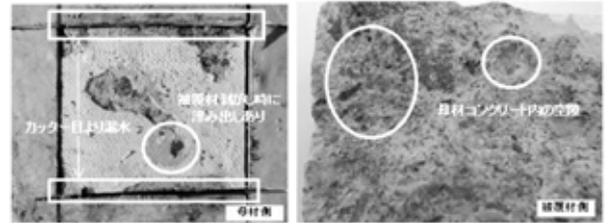


写真-7 水膨れ箇所の漏水及び母材コンクリート状況

3号水路橋底版の起点、終点の目地部で確認された浮きは、母材コンクリートの脆弱化(エフロレッセンス等)、目地部にかかる応力が要因であると推定される。(写真-8)



写真-8 底版母材コンクリート

3号水路橋外面を双眼目視で観測し、エフロレッセンス、湿性、変色等の劣化進行を記録し、表面被覆工法による防水効果の検証を実施した。なお、併せて指定ひび割れのひび割れ計測を行うひび割れ変動調査も実施した。

下面の指定ひび割れ幅は拡大しておらず、エフロレッセンスも過年度からの進行、新たな発生が確認されなかったことから、内面からの漏水、滲み出しはなかったと考えられる。

よって、水路内面に施した補修材による防水機能は維持されていると判断する。(写真-9)



写真-9 3号水路橋下面(3.0年, 5.0年)

## 5-2. 摩耗量測定(レーザー測定法, プレート測定法)

補修した表面被覆工の摩耗による経年変化量を確認するため、摩耗量測定を実施した。

測定は、測定対象物にレーザー光を照射し数 $\mu\text{m}$ の精度で1mm間隔で測定できるレーザー測定法と、設置したプレートに鋼尺を渡し、鋼尺からの下がりをもギスで測定するプレート測定法の2種類を実施した。レーザー測定法はデータの信頼性では優れているが、機械が高価で機器台数も少なく、汎用性に乏しいことから、プレート測定法により必要な精度が得られるかを検証するために2種類の測定方法を行った。(写真-10)



写真-10 レーザー法、プレート法測定状況

レーザー測定法では、基準点間1,000mmに対して、基準点周辺部は基準ピンにより生じる測定誤差を除去するため、中央部の900mmを有効測定範囲として、900点の平均値を採用した。(図-2)

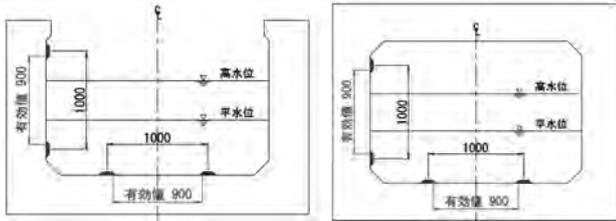


図-2 測定位置図

1, 3号水路橋底版の無機系被覆材の摩耗量が0.03~0.32mm/年、試験施工後の摩耗量は0.15~1.60mm/5年となる。試験施工後5年経過して、残りの被覆厚は全被覆厚10mmの約85%以上あり、目標耐用年数を15~20年としても十分余裕がある状態であることから、耐摩耗性は維持されているものと判断できる。(表-6)

表-6 レーザー法測定結果 (1,3号水路橋底版)

測定位置			
1号橋-上流側-底版			
調査番号			
01-S1			
調査時期	2.0年	3.0年	5.0年
	(落水後)	(落水後)	(落水後)
測定日	H23.9.26	H24.9.21	H26.9.12
平均高低差	-3.85mm	-4.33mm	-4.82mm
摩耗量	①(3.0年-2.0年=)		0.48mm
	②(5.0年-3.0年=)		0.49mm
	③年間((①+②)/3=)		0.32mm

測定位置			
1号橋-下流側-底版			
調査番号			
02-S1			
調査時期	2.0年	3.0年	5.0年
	(落水後)	(落水後)	(落水後)
測定日	H23.9.26	H24.9.21	H26.9.12
平均高低差	-8.55mm	-8.65mm	-8.63mm
摩耗量	①(3.0年-2.0年=)		0.10mm
	②(5.0年-3.0年=)		-0.02mm
	③年間((①+②)/3=)		0.03mm

測定位置			
3号橋-上流側-底版			
調査番号			
03-S1			
調査時期	2.0年	3.0年	5.0年
	(落水後)	(落水後)	(落水後)
測定日	H23.9.26	H24.9.21	H26.9.12
平均高低差	-6.10mm	-6.19mm	-6.44mm
摩耗量	①(3.0年-2.0年=)		0.09mm
	②(5.0年-3.0年=)		0.25mm
	③年間((①+②)/3=)		0.11mm

レーザー法とプレート法の比較については、(図-3)のとおり、プレート法の①②、レーザー法の461mm~539mm間の2.0~5.0年の測定結果の平均値で行ったところ、1,3号水路橋底版の年間摩耗量は、レーザー法は0.03mm~0.32mm、プレート法は0.01~0.15mmの測定結果となり、各水路橋の測定値にバラツキが見られる結果となり、プレート法による簡易計測の良否は判断できない結果であった。(表-7)

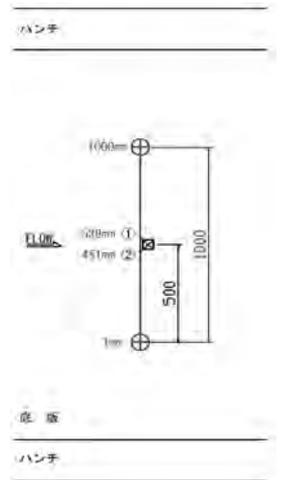


図-3 摩耗量測定図(底版)

表-7 レーザー法、プレート法対比表 (1,3号水路橋底版)

測定位置		1号橋上流側	1号橋下流側	3号橋上流側
調査番号		01-S1	02-S1	03-S1
年間	レーザー法	0.32mm	0.03mm	0.11mm
摩耗量	プレート法	0.09mm	0.15mm	0.01mm

### 5-3. 付着強度試験(浮き・水膨れ箇所)

3.0年目で確認された1,3号水路橋側壁の浮き・水膨れ付近で(表-8)に記載した目的のために付着強度試験を実施した。

表-8 付着強度試験(浮き・水膨れ箇所)の目的

調査箇所	調査目的
1号水路橋上流側壁	3.0年目で被覆材の浮きが確認されたため、その近傍で試験を実施し、拡大傾向にあるか確認する。
1号水路橋下流側壁	3.0年目で被覆材の水膨れが確認されたため、その位置で付着強度を確認する。
3号水路橋側壁	3.0年目で被覆材の水膨れが確認されたため、その近傍で試験を実施し、拡大傾向にあるか確認する。

付着強度試験では、建研式の試験器を使用し、補修した表面被覆工と試験器のアタッチメントを接着させ、周囲をカッターで縁切りした後、引張試験器を用いて破断するまで荷重をかけ、破断時の最大荷重、破断位置を確認した。

試験の結果、1号水路橋の浮きが確認された上流R側側壁、水膨れが確認された下流L側側壁で0.46N/mm²、0.64N/mm²と評価値1.0N/mm²¹⁾未満であった。3号水路橋は4.18N/mm²と評価値1.0N/mm²¹⁾以上であった。(表-9)

表-9 付着強度試験結果

調査位置	付着強度(N/mm ² )	破断位置	備考
1号水路橋上流R側側壁	0.46	母材	試験施工適用
1号水路橋下流L側側壁	0.64	補修面-母材	試験施工適用外
3号水路橋PI径間R側側壁	4.18	母材	

1号水路橋側壁は、既設ガラスクロスを再利用しているため、試験施工時に母材をはつておらず、空隙

のある脆弱化が進んだ母材コンクリートが残っていたため、付着強度が低かったものと推定される。(写真-11)

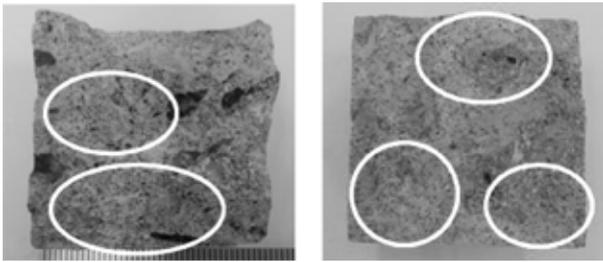


写真-11 1号水路橋試験コア  
(左：上流R側、右：下流L側)

#### 5-4. 付着強度試験 (3号水路橋底版)

3.0年目の付着強度が $0.4N/mm^2$ と目標値 $1.0N/mm^2$ ¹⁾未満であったことから、H21施工時に $1.0N/mm^2$ 以上の付着強度があり、その中で最も高い数値の出た最上流付近、目地付近で付着強度を再度実施した。試験方法は上記の付着強度試験と同様である。

試験の結果、付着強度は $0.47N/mm^2$ 、 $0.31N/mm^2$ と2箇所とも目標値を下回る結果であった。

試験時にカッターを入れた際、カッター目から漏水が見られたこと、試験コアにエフロレッセンスが確認されたことから、表面は水分量が多く、湿性状態であり、凍結融解が繰り返されたため、付着強度が低下したものと推定される。(写真-12)

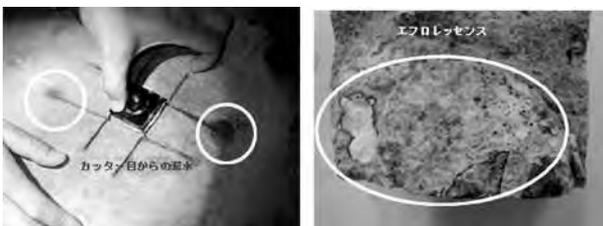


写真-12 カッター目からの漏水、試験コアのエフロ

#### 5-5. 中性化試験 (3号水路橋側壁)

3.0年目のモニタリングにおいて、気中部側壁2箇

所(R側・L側)の中性化深さが、10mm以上であったことから、被覆工法の中性化抑止性を確認するため、母材コンクリートに対しドリル法による中性化試験を実施した。

試験の結果、L側は11.17mmと3.0年目調査(13.82mm)より中性化深さが下回っていたことから、3号水路橋側壁の被覆工法の中性化抑止効果は維持されていると判断している。(表-10)

中性化深さが3.0年と5.0年の値で逆転していたのは、母材コンクリートが、試験施工前に多数のひび割れが見られ、脆弱化が進んだ不均一なコンクリートであったためと推定される。

表-10 中性化試験結果

調査位置	調査年	中性化深さ	備考
R側側壁	3.0年目(H24)	21.20mm	コアによる試験
	5.0年目(H26)	27.94mm	ドリル法
L側側壁	3.0年目(H24)	13.82mm	コアによる試験
	5.0年目(H26)	11.17mm	ドリル法

#### 5-6. 表面強度・剥離調査 (機械インピーダンス法)

1号・3号水路橋底版の表面被覆材の表面強度と母材との剥離を継続的に監視することを目的に機械インピーダンス法による表面強度・剥離調査を実施した。

機械インピーダンス法は表面から4~5cmの表面強度を測定するため、被覆材と母材の一体性を確認することが可能であり、評価値 $21.0N/mm^2$ ¹⁾以上で『一体性あり』と評価することができる。

各測定位置の調査点は、底版横断方向に対し底版センターと10cmピッチでレーザー法による摩耗量測定と対比できる位置とした。(図-4)

測定は、コンクリートテスターで1調査点につき10回測定し、10回測定の平均値を表面強度とした。(写真-13)

表-11 表面強度・剥離調査 (機械インピーダンス法) 結果

調査位置	測定項目	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18	S19	平均	
1号水路橋上流側底版	STR	27.9	22.4	23.3	19.9	24.1	19.3	23.4	22.4	24.1	24.4	22.5	23.3	24.5	24.0	22.7	21.8	22.4	23.1			23.1
	Index	1.30	1.30	1.40	1.30	1.30	1.40	1.20	1.30	1.30	1.30	1.20	1.20	1.30	1.30	1.30	1.40	1.40	1.20			-
	Status	1	0	0	0	1	2	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0			-
1号水路橋下流側底版	STR	30.2	22.7	19.3	27.5	23.8	27.0	22.2	20.3	18.4	22.8	24.2	19.5	16.3	19.2	22.1	20.1	18.4	17.7	28.2		22.1
	Index	1.50	1.40	1.40	1.50	1.40	1.40	1.40	1.30	1.30	1.30	1.40	1.20	1.40	1.30	1.40	1.40	1.40	1.40	1.50		-
	Status	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		-
3号水路橋底版	STR	21.8	19.2	18.5	14.9	17.6	16.3	8.8	8.5	13.1	16.8	16.3	14.9	15.7	16.9	15.6	20.9					16.0
	Index	1.20	1.30	1.20	1.30	1.20	1.30	1.20	1.20	1.30	1.30	1.20	1.20	1.30	1.30	1.40	1.20					-
	Status	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0					-

※コンクリート被覆複合材料として表層4~5cmを測定している為、各材料自体の強度とは合致せず、STR値の標準偏差が異なるので参考圧縮強度として採用する。  
※R側をS1とし、L側に向かって測定を行っている。

表の凡例

□	Index値で表面劣化していないと判断できる場合 ( $0.9 \leq \text{Index値} \leq 1.30$ )
□	Index値で表面劣化の可能性があると判断できる場合 ( $\text{Index値} < 0.9$ 又は $1.30 < \text{Index値} \leq 1.50$ )
□	Index値で表面劣化があると判断できる場合 ( $1.50 < \text{Index値}$ )
□	Status値で骨材剥離の可能性があると判断できる場合 ( $0 < \text{Status値}$ )



写真-13 表面強度・剥離調査状況

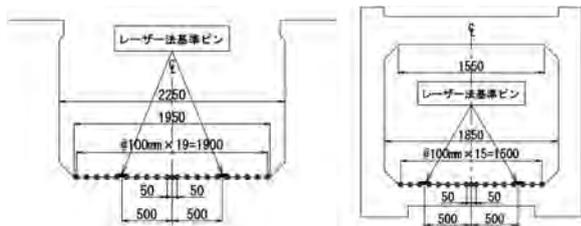


図-4 表面強度・剥離調査位置

1号水路橋上流・下流の表面強度は、 $23.1\text{N}/\text{mm}^2$ 、 $22.1\text{N}/\text{mm}^2$ で、評価値 $21.0\text{N}/\text{mm}^2$ ¹⁾を上回り、母材との一体性は維持されていると判断する。

3号水路橋は $16.0\text{N}/\text{mm}^2$ と評価値を下回る結果となった。(表-11)

3号水路橋底版は、試験施工前のはつり調査で母材コンクリート内部にエフロレッセンスが拡大していることを確認しており、(写真-14)母材が試験工事の段階で既に脆弱な状態であったため、表面強度の数値が低かったと推定される。



写真-14 3号水路橋底版

## 6. 表面被覆工法の適用性評価

1, 3号水路橋の補修工法は下表の性能に着目して選定した。(表-12)

1, 3号水路橋の5.0年目モニタリング結果は上表のとおりで、必要とした着目性能を満足していることから、コンクリート水路橋の再補修工法として本試験施工で実施した内面表面被覆工法は有効であると評価できる。(表-13, 14)

なお、1号水路橋にてガラスクロスが存置しなかった箇所に表面被覆工を施工した箇所で、変状が発生したが、再補修を行うガラスクロスを復旧し、同等の施工条件にすることで、再補修を行う目的としてきた、補修工法の要求性能は発揮されると推定する。

表-12 補修工法選定における着目性能

対象施設	補修工法選定で着目した性能
1号水路橋	耐久性(耐凍害性, 耐摩耗性, 耐中性化性), 防水性
3号水路橋	耐久性(耐凍害性, 耐摩耗性, 耐中性化性), 防水性, ひずみ追従性(底版のみ)

表-13 1号水路橋(上流・下流)のモニタリング結果

調査項目	調査結果
近接目視	側壁に上塗材の剥がれが局所的に見られるが、ひび割れ・剥がれのような顕著な変状は確認されなかった。 ⇒耐凍害性, 耐摩耗性を維持していると判断。
中性化試験	3.0年目の中性化試験で、中性化の進行は認められなかった。 ⇒耐中性化性を維持していると判断。
超音波伝搬速度	3.0年目の超音波伝搬速度試験で、施工前の伝搬速度から顕著な低下は見られず、且つ深度毎の伝搬速度に大きなバラツキは確認されなかった。 ⇒耐凍害性, 防水性を維持していると判断。
摩耗量測定(レーザー法)	無機系被覆材で補修した底版では摩耗量より算出した耐用年数が目標とする耐用年数15年以上の結果となった。 ⇒耐摩耗性を維持していると判断。

表-14 3号水路橋のモニタリング結果

調査項目	調査結果
近接目視	側壁に水膨れが確認されたが、被覆材のひび割れ、剥がれは確認されず、底版にひび割れ、剥がれは確認されなかった。 ⇒耐凍害性, 耐摩耗性, ひずみ追従性を維持していると判断。
中性化試験	3.0年目の中性化試験で、中性化の進行は認められなかった。 ⇒耐中性化性を維持していると判断。
超音波伝搬速度	3.0年目の超音波伝搬速度試験で、深度毎の伝搬速度に大きなバラツキは確認されなかった。 ⇒耐凍害性, 防水性を維持していると判断。
摩耗量測定(レーザー法)	無機系被覆材で補修した底版では摩耗量より算出した耐用年数が目標とする耐用年数15年以上の結果となった。 ⇒耐摩耗性を維持していると判断。
外面目視調査	滲み出し、漏水、エフロの発達は確認されず、施工直後と比較して外面状態に顕著な変化は見られなかった。 ⇒防水性を維持していると判断。

## 7. おわりに

積雪寒冷地におけるストックマネジメント技術は、気象条件を踏まえた機能診断の実践とともに、再補修工法等の対策後の検証結果を踏まえてさらなる向上が図られることが期待される。

今年度調査においてコンクリート水路橋の再補修工法は有効と評価できたと考えており、今後の再補修技術に生かしていきたい考えである。

謝辞：国営かんがい排水事業北松山左岸地区、利別川地区の機能診断および再補修工法等の施工では、関係土地改良区をはじめとする多くの方々のご支援とご協力を頂戴している。末筆ながら、関係者の皆様に対し、深く感謝申し上げます。

## 参考文献

- 1) 農林水産省：開水路補修工事施工管理項目等 参考例③品質管理(案) pp.施③-1

# 房総導水路の老朽化対策と大規模地震対策について

－房総導水路施設緊急改築事業－

舟 生 義 広*  
(Yoshihiro HUNYU)

## 目 次

1. はじめに .....	29	4. 房総導水路施設緊急改築事業 .....	34
2. 老朽化対策等 .....	29	5. おわりに .....	34
3. 大規模地震対策 .....	32		

### 1. はじめに

房総導水路は、図－1に示すように利根川両総水門から横芝堰までの両総用水共用施設と、横芝揚水機場から長柄ダムまでの房総導水基幹施設（専用施設）及び長柄ダムから大多喜導水制御工までの南房総導水路（専用施設）からなり、総延長は約100kmに及ぶ。主要施設は導水路の他、アースダム2箇所、揚水機場5箇所、調整池2箇所を有し、水道用水として千葉県水道、千葉市水道、九十九里沿岸地域及び南房総地域に、また、工業用水として房総臨海地区等に用水を供給するものであり、千葉県内の産業・生活基盤の発展を支える重要なライフラインとなっている。

昭和46年に建設が開始され、昭和52年に九十九里地域水道企業団の光浄水場、東金浄水場への水供給を開始した。その後、昭和55年に九十九里地域水道企業団の長柄浄水場へ、また昭和61年に千葉県企業庁の袖ヶ浦浄水場へ、さらに平成8年には南房総広域水道企業団の大多喜浄水場へ水供給を開始し現在に至っている。

通水開始以来35年以上が経過し、施設の老朽化に伴う電気機械設備の不具合が多発し、保守・整備による延命化の限界を迎えており、土木施設においても、トンネル覆工コンクリートのひび割れや背面の空洞等が確認されており崩落の可能性があるため、安定送水のためには早急な対策が必要な状況であった。

また、近い将来に大規模地震の発生が危惧されている中、地震発生により、ライフラインへの影響はもとより、導水路施設上部の鉄道、道路、民家への二次被害も懸念された。

このため、電気機械設備や土木施設の損壊を未然に

防止し、また大規模地震発生時における被災を最小限とする房総導水路施設緊急改築事業が平成26年12月に認可され、事業に着手したところである。

本報は、房総導水路施設緊急改築事業で実施する老朽化対策及び大規模地震対策について報告するものである。



図－1 房総導水路位置図

### 2. 老朽化対策等

#### 2.1 老朽化等の現状

これまで施設の定期的な保守点検、分解整備等を行ってきたが、近年、経年劣化に伴う不具合が多発してきている。

電気設備は、部品の大部分が既に製造中止になり入手不可能で、代替部品で対応する場合にも改造を伴う

*（独）水資源機構 千葉用水総合管理所  
房総導水路事業所 (Tel. 0475-73-6504)

ため、緊急の対応が出来ない状況であった。また、ポンプ等の機械設備も壊食等が進んでおり、保守・整備による延命化の限界を迎えている。

土木施設についても、トンネル天頂部の空洞化、覆工コンクリートのクラックの発生や中性化等の老朽化が進んでいる。

このため、詳細調査を実施後、安定的な用水供給の確保のために緊急的に改築を実施することが必要となっていた。

また、建設当初に設定した地上権の更新時期が平成31年度以降に一気に到来する。このため、事前調査をはじめとする地上権再設定の作業の前倒しや平準化を行い、再設定を迅速・的確に実施し、施設保全を図っていくことが必要となっている。

### (1) 電気設備の老朽化

揚水機場の特別高圧受変電設備は、変圧器内において劣化に伴う局部的な過熱や放電により冷却用絶縁油の変質が進み、絶縁状態の確保が難しく波及事故の発生が危惧される状況にあること、設備が二階建て及び天井吊り下げ式となっており、地震時の揺れに対して弱い構造であった（写真-1）。



写真-1 高圧配電設備の真空遮断機  
(電磁コイルの劣化により発煙)

### (2) 機械設備の老朽化

ポンプのインペラ（水車）の表面がキャビテーション等により壊食が進行している。分解整備時に金属パテ等による補修で対応しているが、躯体厚さ20mmに対し、壊食深さが最大で14mmに達する箇所もあり、これ以上壊食が進行するとインペラの破損によるポンプ機能の停止が危惧される。また、ポンプ速度制御装置は焼損など故障が多発している状況であった（写真-2, 3）。

### (3) トンネルの老朽化

平成21年度から施設機能診断（空水調査）を実施し、覆工コンクリート表面のクラックや中性化、天頂部の空洞が確認され、平成18年の広島県営水道の送水トンネル崩落事故の事例なども踏まえ、安定通水を確保

するためにも、早期の対策が必要な状況である（写真-4, 5）。



写真-2 インペラ（水車）の壊食状況（全景）



写真-3 インペラ（水車）の壊食状況（拡大）



写真-4 トンネルのレーダー調査状況

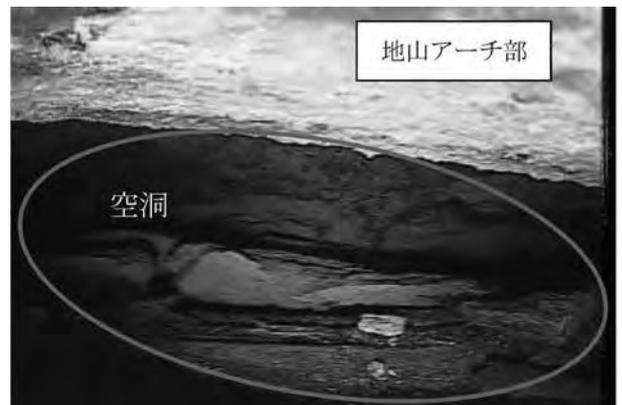


写真-5 トンネル覆工背面空洞の状況

#### (4) 施設保全（地上権再設定）

房総導水路は、昭和47年に施設保全のために地上権設定を開始し、その筆数は約1,200筆、地権者数は約640名に及ぶ。

地上権設定期間は、有期間（原則55年間）となっており、平成31年から平成43年にかけて設定筆数の90%が設定期間満了を迎える。平成40年度に更新のピークを迎え、更新地権者数は約300人を超える。交渉の対象となる地権者数も相続等によりその数は増えている。

地上権は、期間満了後は権利が消滅するため、設定期間満了による無権利状態を生じさせないために、地権者の同意を再度得て、地上権再設定を実施し、施設保全を図ることが必要である。

### 2.2 老朽化対策等

#### (1) 電気設備

変圧器を更新することにより安全性の向上と高効率化を図る。また、特別高圧受変電設備においては、パッケージされたC-GIS方式（ガス絶縁開閉装置）に更新することにより、地震等の揺れにも強い構造とする（写真-6,7）。



写真-6 特別高圧受変電設備の現状



写真-7 特別高圧受変電設備の完成後のイメージ(他施設)

#### (2) 機械設備

ポンプ本体の更新においては、ケーシング及びイン

ペラの形状を最適化することで、キャビテーションの発生を防ぐことにより高効率化を図り、同時に使用電力量を軽減する（図-2）。

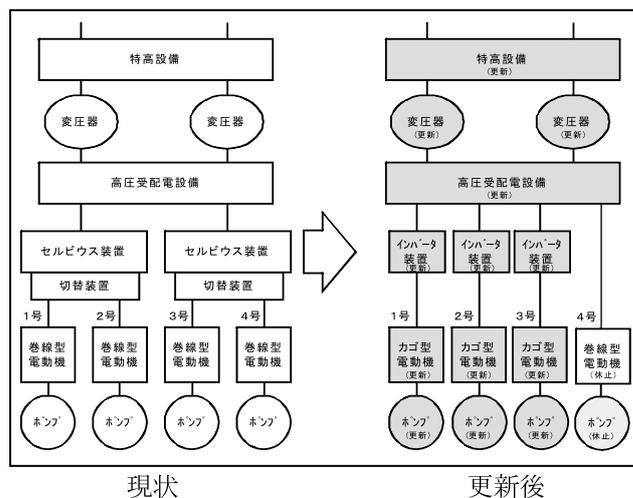


図-2 揚水機場の設備更新（イメージ）  
※グレー部が更新対象

加えて、速度制御装置の更新にあわせポンプ速度を制御する方式を、現在のセルビウス方式からインバータ方式に変更することにより、使用電力量を軽減する。また、水需要に合わせて更新するポンプ設備を決定した。

#### (3) トンネル

トンネル天頂部の空洞は、将来的に地表面の陥没や地震時には崩壊の原因にもなることから、充填処理を行う。また、覆工コンクリートのひび割れや中性化に対しても構造的に問題となるものは補修を行う（図-3）。

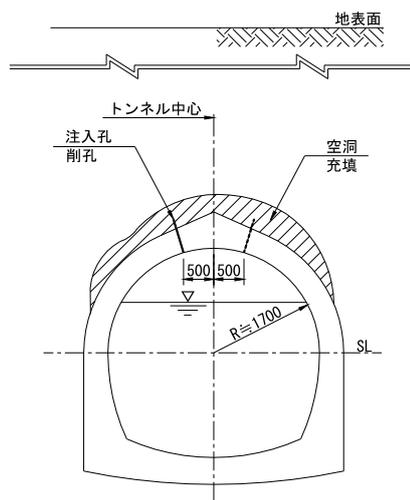


図-3 空洞充填断面図

#### (4) 施設保全（地上権再設定）

地上権設定期間満了までの短期間で大量の地上権を再設定する必要があるが、管理体制では人員、費用及び地権者の世代交代による交渉難航の観点から、再設定までに長期間を要すると想定されるため、緊急改築

事業により、地上権の再設定を速やかに実施し、施設保全を図る。

地上権再設定では、設定期間を期間限定から次回再設定を要しない「施設の存続する期間中」とする。

### 3. 大規模地震対策

#### 3.1 房総導水路を取り巻く現状

政府の地震調査委員会は、平成16年8月に今後30年以内にM7クラスの大地震が南関東で発生する確率は「70%程度」と公表し、平成17年に中央防災会議は、「首都直下地震対策大綱」を制定した。

中央防災会議の首都直下地震対策専門調査会の予防対策用震度分布図（図-4）において房総導水路は震度6強及び6弱に位置している。

さらに、地震調査委員会が公表した「我が国の地震の将来予測 全国地震動予測地図 平成22年（2010年）」において、南関東での地震は「カテゴリーII 主な海溝型地震以外の海溝型地震」に分類され、発生確率が「その他の南関東のM7程度の地震M6.7～7.2程度 70%程度」、地震動は「震度6弱以上」とされている。さらに、平成23年11月に三陸沖北部から房総沖の日本海溝寄り、今後30年以内にM9クラスの地震が発生する確率は「30%程度」と公表されている。

また、平成24年12月21日に地震調査委員会から発表された今後30年以内に震度6弱以上の大規模地震が発生する確率は、房総導水路が通過する地域の東金市役所地点で85.90%、山武市役所地点で88.00%であった。

以上のことから、房総導水路の沿線地域では、大規模地震の発生が切迫している状況にある。

これらの状況を踏まえて、千葉県では、東京湾北部

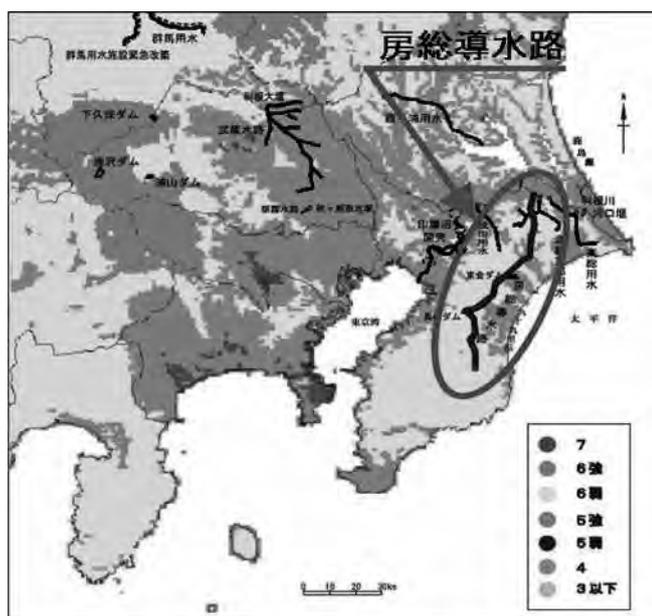


図-4 予防対策用震度分布図  
(中央防災会議 首都直下地震対策専門調査会)

地震、三浦半島断層群地震、千葉県東方沖地震の発生による被害の想定等、「千葉県地域防災計画（H24.8修正）」により、地震対策に取り組んでいる。

千葉県の重要なライフライン施設である房総導水路は、被災時には用水供給への影響や第三者への二次被害が想定されることから、耐震診断を実施し、緊急的に対策が必要な施設について、補強等の地震対策を早期に実施することが必要となっている。

#### 3.2 大規模地震対策の検討手順

房総導水路の大規模地震対策は、千葉県域を支える基幹ライフライン施設である房総導水路の重要性に鑑み、レベル2地震動の検討を行う。

房総導水路では、水資源機構の水路工設計指針（案）に基づき、施設重要度評価を行い、重要度評価の高い施設について、耐震性能照査及び耐震（補強）対策の検討を実施している。

また、構造的に類似している工種の耐震性能照査では、代表施設について定量的評価を行い、他の施設については、その結果から定性的評価の類推を行っている。

耐震（補強）対策は、耐震性能照査の結果に基づき、必要な耐震性能を確保することを目標とし、経済性、施工性等も含めて総合的な観点から対策工法を選定する。

なお、耐震性能照査及び耐震対策の検討を進めるにあたっては、学識経験者等による第三者委員会を設置し、その妥当性等について助言及び評価を受けている。

#### ◎房総導水路の耐震対策の検討手順

1. 施設重要度評価（二次災害危険度、応急復旧難易度、利水影響度により施設重要度を評価）
2. 耐震性能評価（重要度評価に応じて必要となる耐震性能を評価）
3. 要対策施設の選定（想定地震動に対し耐震性能照査を実施し、必要な耐震性能の有無を評価）
4. 耐震（補強）対策（耐震性能が十分でない施設について、耐震補強等の計画策定）

##### (1) 施設重要度評価

施設重要度は、水路工設計指針（案）に基づき、二次災害防止の観点から「二次災害危険度」、震災時における通水機能の確保の観点から「応急復旧難易度」、「利水影響度」を評価項目として、「房総導水基幹施設重要度評価基準」及び「南房総導水路施設重要度評価基準」を作成し判定した（表-1, 2）。

##### (2) 耐震性能評価

房総導水路は、鉄道、緊急輸送道路や宅地等と立体交差する箇所での地震時の二次災害防止の観点や、ライフラインとしての位置付けによる長期間の断水を防止する観点から、各施設が有すべき耐震性能を整理した（表-3, 4）。

表-1 評価基準と評価項目

二次災害危険度	A	人命若しくは重要公共施設に重大な影響を及ぼす恐れがある場合
	B	人命に重大な影響はないものの、重要公共施設に影響を及ぼす恐れがある場合
	C	上記A, Bに該当しない場合
応急復旧難易度	A	当該施設が被災した場合に利用できる水源がなく、住民の生活や地域の経済活動に著しい支障をきたす場合
	B	当該施設が被災した場合に利用できる水源が十分でなく、住民の生活や地域の経済活動に相当の支障をきたす場合
	C	上記A, Bに該当しない場合
利水影響度	A	当該施設が被災した場合に利用できる水源がなく、住民の生活や地域の経済活動に著しい支障をきたす場合
	B	当該施設が被災した場合に利用できる水源が十分でなく、住民の生活や地域の経済活動に相当の支障をきたす場合
	C	上記A, Bに該当しない場合

表-2 施設重要度評価

施設重要度	評価	二次災害危険度	応急復旧難易度	利水影響度
I	二次災害危険度がAで、二次災害危険度以外にもAがある場合	A	A	A
		A	A	B or C
		A	B or C	A
II	二次災害危険度のみがAの場合	A	B or C	B or C
III	二次災害危険度がA以外で、応急復旧難易度、利水影響度のいずれか、または両方がAの場合	B or C	A	A
		B or C	A	B or C
		B or C	B or C	A
IV	評価項目の全てがA以外で、かつ1項目以上にBがある場合	B	B or C	B or C
		B or C	B	B or C
		B or C	B or C	B
V	評価項目の全てがCである場合	C	C	C

表-3 施設重要度と確保すべき耐震性能

施設重要度	確保すべき耐震性能	
	レベル1地震動に対して	レベル2地震動に対して
I	耐震性能1 (健全性を損なわない ^{※1} )	耐震性能2 (限定された損傷にとどまる ^{※2} ) <ul style="list-style-type: none"> <li>水路等施設が被災したときに人命若しくは重要公共施設等に及ぼさない程度にとどまる。</li> <li>水路等施設の被災が、震災時に必要な流量の通水の確保が可能となる程度にとどまる。</li> </ul>
		耐震性能3 (致命的な損傷を防止する ^{※3} ) <ul style="list-style-type: none"> <li>水路等施設が被災したときに人命若しくは重要公共施設等に及ぼさない程度にとどまる。</li> </ul>
II	<ul style="list-style-type: none"> <li>水路等施設の被災が、当該施設の安全性、使用性、修復性において問題にならない程度にとどまる。</li> </ul>	耐震性能2 (限定された損傷にとどまる ^{※2} ) <ul style="list-style-type: none"> <li>水路等施設の被災が、震災時に必要な流量の通水の確保が可能となる程度にとどまる。</li> </ul>
III		耐震性能2 (限定された損傷にとどまる ^{※2} ) <ul style="list-style-type: none"> <li>水路等施設の被災が、震災時に必要な流量の通水の確保が可能となる程度にとどまる。</li> </ul>
IV		(検討対象外)
V	(検討対象外)	(検討対象外)

※1 健全性を損なわない：

地震による損傷がない、あるいは損傷があっても補修を必要としない程度であり、地震前と同じ機能を有している状態。

※2 限定された損傷にとどまる：

地震により軽微な損傷を受けるが、震災時に必要な通水を継続しながら修復可能な程度にとどまる状態。

※3 致命的な損傷を防止する：

地震により損傷を受けるが、人命や重要公共施設等へ重大な影響を与えない程度の状態。

表-4 構造物として確保すべき耐震性能

耐震性能	レベル1地震動		レベル2地震動	
	耐震性能1 (健全性を損なわない)	耐震性能2 (限定された損傷にとどまる)	耐震性能3 (致命的な損傷を防止する)	耐震性能4 (致命的な損傷を防止する)
機能面からみた性能	使用性 ・地震前と同じ機能を確保する	・震災時に必要な通水機能の確保ができる	・震災時に必要な通水を継続しながら修復可能	・震災時に必要な通水を継続しながら修復可能
安全性	・人命や重要公共施設へ重大な影響を与えない	・人命や重要公共施設へ重大な影響を与えない	・人命や重要公共施設へ重大な影響を与えない	・人命や重要公共施設へ重大な影響を与えない

※「震災時に必要な通水を継続しながら修復可能」には、修復作業のために一時的な通水停止は必要となるが、配水運用調整等によって利水者には大きな影響を与えない場合を含む。

※「修復」とは、水路等施設を震災前の機能と同等にすることをいう。

(3) 要対策施設の選定

房総導水路は広域かつ多様な構造物で構成され、照査の対象施設が相当数に及ぶため「施設重要度評価」でI～IIIに評価された施設のうち、代表施設について耐震性能照査を行い、その他の施設は類似施設（代表施設）の診断結果を参考に定性的な評価を行った。

なお、耐震性能照査における想定地震動については、「水道施設耐震工法指針・解説（社日本水道協会・2009年）」に基づき、レベル1地震動については、「従来の方法を用いて設定する場合」とし、レベル2地震動については、方法4「兵庫県南部地震の観測記録を基に設定された設計震度、設計応答スペクトル」を採用している（表-5, 6）。

表-5 選定した代表施設と施設重要度評価結果

対象構造物	代表施設	評価			施設重要度
		二次災害危険度	応急復旧難易度	利水影響度	
揚水機場(杭基礎)	A 機場	C	A	A	III
トンネル(土砂)	B トンネル	A	A	A	I
サイホン	C サイホン	A	A	A	I
バルブ室	D バルブ室	C	A	A	III
	E 制御室	C	A	A	III
パイプライン(DCIP)	F 導水路	A	B	A	I
水管橋	G 水管橋	A	B	A	I

表-6 耐震性能照査結果

対象構造物	代表施設	検討手法	評価		施設重要度
			L1地震	L2地震	
揚水機場(杭基礎)	A 機場	保耐法	OK	OK	III
トンネル(土砂)	B トンネル	応答震度法	OK	NG	I
サイホン	C サイホン	応答変位法	NG	NG	I
バルブ室	D バルブ室	応答変位法	NG	NG	III
	E 制御室	震度法	OK	NG	III
パイプライン(DCIP)	F 導水路	応答変位法	OK	OK	I
水管橋	G 水管橋	保耐法	NG	NG	I

### 代表トンネルにおける耐震性能照査結果（事例）

土砂トンネルについて静的解析（応答震度法）によりレベル2地震動に対する耐震性能照査を行った結果、曲げひび割れが発生し、崩落の危険性のある結果となった。



図-5 代表トンネル（Bトンネル）におけるレベル2地震動の静的解析の結果

#### (4) 耐震対策工の選定

耐震対策は、耐震性能照査結果を踏まえて、必要とする耐震性能を満足できるよう、対策工法を選定することとした。

なお、事業計画策定時点においては、工法選定及び対策費の算出は、施工実績のある工法から経済性や施工性を考慮して選定しているが、大規模地震対策の実施段階において詳細設計による精査のうへ、工法や対策範囲等を決定することとしている（表-7）。

表-7 耐震対策工法の選定（事業計画策定時点）

対象構造物	代表施設	対策工法
トンネル(土砂)	Bトンネル	炭素繊維被覆工法
サイホン	Cサイホン	可とう管取替
バルブ室	Dバルブ室	地盤改良工
	E制御室	炭素繊維被覆工法
水管橋	G水管橋	落橋防止装置等

## 4. 房総導水路施設緊急改築事業

緊急改築事業では、老朽化対策としての施設改築と施設重要度評価と耐震性能照査に基づく大規模地震対策を併せて実施し、事業工期については7ヶ年（平成26年度～32年度）とした。

### ①施設改築

横芝揚水機場電気設備更新	1式
横芝揚水機場機械設備更新	1式
大網揚水機場電気設備更新	1式
大網揚水機場機械設備更新	1式
長柄揚水機場機械設備更新	1式
トンネル補修	20.7km
操作設備等更新	1式
施設保全（地上権再設定）	1式

### ②大規模地震対策

トンネル補強	6箇所
サイホン補強	10箇所
水管橋補強	4箇所
バルブ室補強	4箇所
操作設備等補強	1式

## 5. おわりに

千葉県、利水者、水資源機構で構成する房総導水路施設整備計画等検討連絡会を平成21年に発足させ、房総導水路の施設整備計画についての検討を重ね、整備内容等について議論し事業計画をまとめ上げた。関係者の皆様のご支援に感謝するとともに事業工期内の事業完了に向けて事業を推進していく。

# 東日本大震災（国営定川地区） 排水機場の災害復旧「整備水準の異なる業種との共同事業」

伊 藤 浩 二* 川 崎 孝 信** 北 條 信 義***  
(Koji ITO) (Takanobu KAWASAKI) (Nobuyoshi HOUJYOU)

## 目 次

I. はじめに	35	IV. 工程短縮等を図る施工上の工夫	40
II. 共同事業への移行	36	V. 終わりに	41
III. 津波への減災対策等	38		

### I. はじめに

平成 23 年 3 月 11 日に三陸沖の海底を震源とする M9.0 の「東北地方太平洋沖地震」が発生した。この地震に伴って巨大津波が発生し、宮城県石巻市鮎川で 8.6m 以上（地震発生から 40 分後）が観測された（写真 - 1）。

宮城県北東部に位置する東松島市及び石巻市にまたがる二級河川定川流域は、低平地であるため排水施設が多数存在していたが、これら排水施設は巨大津波により損壊・流失、水没、ガレキ堆積等の甚大な被害を受け、地域一帯の排水機能が失われた。

旧国営かんがい排水事業「定川地区」で造成された基幹排水施設（排水機場 5 箇所、排水路 4 路線）も津波による被害を受けた（写真 - 2）。

津波により流失した大曲排水機場を除いた 4 排水機場（南区、五味倉、中区第二、柳の目）は、ポンプ及び電気設備の応急復旧を実施、4 排水路はガレキ撤去、補修等の応急復旧を実施し平成 23 年度内に排水機能の部分復旧が完了した。

しかし、激しい揺れにより地域一帯が地盤沈下（石巻市で最大 78cm 沈下）し、排水機場の排水能力は著しく低下していることから、本格的な対策を行うために国営直轄特定災害復旧事業「定川地区」に着手した。



写真 - 1 津波被災直後の二級河川定川流域

* 東北農政局農村振興部設計課 課長補佐（調整）  
(Tel. 022-263-1111)

** 東北農政局土地改良技術事務所建設技術課  
施工技術第 1 係長 (Tel. 022-295-5544)

*** 東北農政局和賀中部農業水利事業所工事第 1 課  
調査係長 (Tel. 0197-71-7725)



このため、下水道事業のポンプ単独案の計画排水量では施設規模が大きくなるため、東松島市の建設費負担及び維持管理費負担も大きくなり現実的でないことから、下水道事業の計画排水量を調整池でピークカットする「ポンプ場+調整池」で共同施設の計画排水量を決定した(表-3)。

(2) 施設設計の概要

共同事業の計画排水量に基づき、各排水機場の施設

設計を行う。施設設計に用いる基準等は、設計基準「ポンプ場」及び「揚排水ポンプ設備技術基準(案)同解説」を使用し、施設規模を決定した(表-4)。

施設設計で注意した点は、①常時ポンプは、メンテナンスが容易な横軸ポンプ形式とする。②洪水ポンプは、下水道事業(雨水排水)の整備水準「宅地無湛水」から、始動性の早い立軸ポンプ形式(ポンプ単体価格は横軸ポンプより高価である)とする。③排水量の変

表-1 共同事業者の事業概要

事業主体	事業名及び内容
農林水産省	○直轄特定災害復旧事業「定川地区」 定川地区は、宮城県北東部に位置する東松島市及び石巻市にまたがる二級河川定川流域に広がる低平地で、旧国営かんがい排水事業「定川地区」(S26～S46)において基幹排水施設(5排水機場、4排水路)が造成された。 これら基幹排水施設は、津波による損壊・流失、水没、ガレキ堆積等の甚大な被害を受けたため、施設の災害復旧工事を実施する。
宮城県	○宮城県農業用施設災害復旧事業(県営大曲第二排水機場) 被災した県営大曲第二排水機場(湛水防除事業で造成)は、別途事業の宮城県土木部河川災害復旧事業で計画している堤防嵩上げ範囲に入るため移転が必要となった。移転に当たっては、農林水産省の災害復旧事業で計画している国営大曲排水機場に隣接する位置しかないことから、共同事業による施設統合について強い要望がなされた。
東松島市	○東松島市流域関連公共下水道事業 東松島市では、今回の地震による地盤沈下により、市街地の排水機能が低下し湛水被害が生じやすい地形に変化したため、想定される湛水被害を解消する目的で下水道事業(雨水排水)を計画していた。 国営災害復旧事業の3排水機場(大曲、五味倉、南区)の流域内に下水道事業区域が含まれることから、国営災害復旧事業と下水道事業との共同事業による施設統合について強い要望がなされた。

表-2 各事業主体の整備水準

	農林水産省	宮城県	東松島市
計画降雨確率年	1/10	1/20	1/7
許容湛水	水田 30cm(24時間以内)	水田 30cm(24時間以内)	宅地無湛水

※上表は各事業主体の設計基準等より記載している

表-3 各事業の単独施設及び共同施設の計画排水量

流域	農水(雨水排水)			下水(雨水排水):東松島市				共同施設
	農林水産省 m3/s	宮城県 m3/s	計 m3/s	ポンプ場単独		ポンプ場+調整池		新設ポンプ m3/s
				単独必要量 m3/s	既設ポンプ m3/s	新設ポンプ m3/s	調整池容量 千 m3	
大曲	2.10	2.60	4.70	10.13	—	2.03	28	6.73
南区	1.59	—	1.59	9.74	—	2.91	16	4.50
五味倉	2.08	—	2.08	3.47	0.50	2.97	—	5.05

※上表の調整池は下水道事業(雨水排水)の単独事業として東松島市が設置する

表-4 各排水機場別の共同事業施設規模

○大曲排水機場（ポンプ3台）	
常時用：横軸斜流ポンプ	φ 500×1台（電動）
洪水時用：立軸斜流ポンプ	φ 1000×1台（エンジン）
洪水時用：立軸斜流ポンプ	φ 1350×1台（エンジン）
○南区排水機場（ポンプ3台）	
常時用：横軸斜流ポンプ	φ 400×1台（電動）
洪水時用：立軸斜流ポンプ	φ 900×1台（エンジン）
洪水時用：立軸斜流ポンプ	φ 1000×1台（エンジン）
○五味倉排水機場（ポンプ3台）	
常時用：横軸斜流ポンプ	φ 400×1台（電動）
洪水時用：立軸斜流ポンプ	φ 1000×1台（エンジン）
洪水時用：立軸斜流ポンプ	φ 1000×1台（エンジン）

動に対する追従性に優れたポンプ口径（台数）とする。

④経済的（建設費＋維持管理費）に最も安価となるケースを採用する。

（3）共同施設の費用負担算定

各事業者間の費用負担額算定には「分離費用身替り妥当支出法」を採用した。

分離費用身替り妥当支出法は、多目的ダムの建設にあたり、ダムに参加する各事業者に建設費用を公平に割りあてるために昭和42年度より採用された制度で、以下に概要を記述するとともに、表-5に大曲排水機場の算定結果を示す。

- ①分離費用（＝その部門が参加したために生ずる増加費用）は、それぞれの用途で負担する。
- ②残余共同事業費（共同事業費－分離費用の合計額）については、参加する各事業の身替り建設費および妥当投資額のうち、何れか小さい方から専用施設費および①の分離費用を控除した金額の比率をもって按分する。
- ③参加する各事業について①および②による負担額を

合計した額の共同事業費に対する比率をもって負担する。

（4）共同事業によるコスト縮減

今回の共同事業を実施した3排水機場について、農林水産省、宮城県、東松島市がそれぞれ単独で排水機場を復旧した場合と、共同事業により復旧した場合の建設費は下表のとおりである。

3排水機場全体のコスト縮減額は1,306百万円、農林水産省のコスト縮減額は539百万円、宮城県のコスト縮減額は198百万円、東松島市のコスト縮減額は569百万円となり、新設される1排水機場分のコスト縮減となった。

Ⅲ. 津波への減災対策等

今回の東日本大震災における激しい地震動では、5排水機場すべてにおいて致命的な被災は受けなかったものの、地震後の大津波によって大曲排水機場の上屋、エンジン及び電気設備は流失し、南区、五味倉、中区第二排水機場は水没によりモーター及び電気設備が使用不能状態で応急復旧に約9ヶ月の期間を要した。

一方、柳の目排水機場は、上屋内の床上に7cm程度浸水したが、モーター及び電気設備への影響はほとんどなく、排水機場周辺のガレキ撤去とポンプ設備の点検等を行い、震災2週間後には運転再開となった（写真-3）。

このように柳の目排水機場のみ津波被災が軽かった理由として、平成17年度の県道拡幅に伴う補償工事が行われ、上屋がRC造（杭基礎）、搬入口は外開き鉄扉による構造体で施工されたことが考えられる。

表-5 大曲排水機場に参加する各事業の費用負担算定

金額単位：百万円

区分	単独建設費	単独比率	3者共同事業費	他2者事業共同事業費	分離費用	残余便益	残余比率	残余共同事業費按分	負担工事費	負担率	差額
	①	②	③	④	⑤=③-④	⑥=①-⑤	⑦	⑧=(③-⑤計)*⑦	⑨=⑤+⑧	⑩	⑪=①-⑨
国	778	34.5%	1,480	1,210	270	508	39.7%	201	471	31.8%	-307
県	695	30.8%	1,480	1,113	367	328	25.6%	130	497	33.6%	-198
市	782	34.7%	1,480	1,143	337	445	34.7%	175	512	34.6%	-270
計	2,255	100.0%			974	1,281	100.0%	506	1,480	100.0%	-775

※区分の国：農林水産省、県：宮城県、市：東松島市

表-6 参加する各事業の排水機場復旧費用負担額

金額単位：百万円

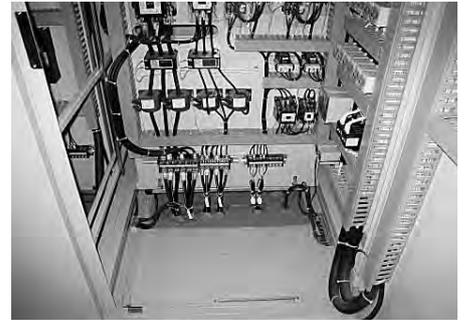
機場名	国単独	県単独	市単独	計	共同工事負担額			
					国	県	市	計
大曲	778	695	782	2,255	471	497	512	1,480
南区	647		921	1,568	547		778	1,325
五味倉	683		807	1,490	551		651	1,202
計	2,108	695	2,510	5,313	1,569	497	1,941	4,007



【津波に流された大量の流木】



【機場内部の浸水，床上7cm】



【操作盤内部に浸水なし】

写真-3 津波被災直後の柳の目排水機場の状況

前述のとおり，同じ津波で被災したにもかかわらず，程度の違う結果となった教訓を活かすべく，本格復旧する排水機場には津波に対する減災化対策等を積極的

に取り入れた施設設計を行った。主要な減災対策等は表-7のとおりである。

表-7 津波への減災対策等への取り組み

直轄特定災害復旧事業		復旧する排水機場の主要な減災対策等への取り組み
番号	項目	具体的な内容
1	上屋① RC構造化	既存のRC建屋が津波による損壊の程度が軽かったため，現況がSCや木造であってもRC構造で復旧する
2	上屋② 水密性が高い外開き鉄扉を設置	柳の目排水機場は平成17年に改修され，外開き鉄扉であったことから比較的軽度な被災で済んだため，衝撃や水密性がある外開き鉄扉を設置する
3	上屋③ 開口部は津波高より上部に設置	窓の高さは今回の津波高さより高い位置に設置することとしたほか，搬入口は海側とは反対側に極力設置する
4	上屋④ 電気室を2階に設置	電気系統は水（浸水）に弱く，復旧に時間がかかる遠隔用の電気制御盤関係を2階に集約して設置する
5	上屋⑤ 屋上形式 → 切妻屋根	防水塗装等の維持管理費を軽減するため，屋上形式は切妻屋根とし，屋根の一部に逃げ遅れた場合の避難所兼務の監視場所を設置する
6	長寿命化① 屋外鋼構造物のSUS化	沿岸部に設置する除塵機本体及び架台，スクリーン，樋門ゲート，手摺等を対象にSUS化する
7	長寿命化② ポンプ材質・ポンプ効率向上	受注者からの長寿命化提案により，羽根車，主軸の材質の向上，同様に技術提案により設計時ポンプ効率より5%程度性能を向上
8	その他 自動除塵機の設置	従前の設置有無にかかわらず，管理人の高齢化や作業の安全性を考慮し，すべての排水機場に自動除塵機を設置する



【外開き鉄扉の搬入口と切妻屋根】



【津波高さより高い位置の開口部】



【水に弱い電気設備は2階に集約】



【屋外鋼構造物のSUS化】

写真-4 主要な減災対策等の取り組み状況

#### Ⅳ. 工程短縮等を図る施工上の工夫

定川地区の直轄特定災害復旧事業は、平成23年度～平成26年度までの4カ年計画で、平成23年度後半～平成24年度前半は「調査・測量・設計、共同事業の協定締結及び河川協議等」、平成24年度後半～平成25年度は「新設4排水機場の本体施工」、平成26年度は「排水路4条の復旧、旧排水機場4箇所の撤去、新設4排水機場の場内整備工」と迅速な復旧を求められていた。

また、新設排水機場の施工工種は①基礎工、②下部工、③吸・吐出水槽工、④上屋工、⑤樋門・樋管工、

⑥仮設工と多岐に渡っているうえ段階的な施工が不可欠で、施工期間は約16ヵ月必要とする。そのうえ河川内工事の（非洪水期：11月～5月）施工制限、石巻管内の生コン供給量の制限、地盤改良特殊機械及び仮設資材の品薄など、工程圧迫要因が山積していたなか、各工事の受注者が創意工夫により工程短縮等を行った主要な取り組みを表-8に取りまとめた。

なお、当初想定していなかった汚染土の出現や可燃性ガスの漏出による工程遅延を、残業や休日作業の実施により工程回復を図り、工期内の完成に尽力していただいた各工事の受注者に御礼申し上げます。

表-8 工程短縮等に向け施工上で工夫した取り組み

直轄特定災害復旧事業 復旧する排水機場の施工上で工夫した取り組み		
番号	項目	施工上で採用した理由
1	工程短縮① 山留め工法の変更	山留め切梁工法から控壁山留め工法（SCB工法）に変更することで、山留め内の施工制限が減少することから工程短縮が図られる
2	工程短縮② フリッパーの採用	鉄筋組立において、従前の中止め筋の箇所フリッパーを採用することにより、主筋の仮組作業が排除できるため工程短縮が図られる
3	工程短縮③ 工場組立型枠の使用	型枠において、従前は現地加工・組立であるが、トラック運搬が可能な大きさに工場組立し、現地建込とすることで工程短縮が図られる
4	工程短縮④ ミルクトレールの使用	基礎杭の杭頭処理の際に、杭頭補強鉄筋の空間を確保するため、事前にミルクトレールを設置し、セメントミルク撤去作業が縮減され工程短縮が図られる
5	工程短縮⑤ 特殊ヘッドの採用	中掘工法で、基礎杭支持層が硬質泥岩のため杭の高止まりが予想され、硬質地盤に対応できるマグナムヘッドを採用することで、手戻りをなくし工程短縮が図られる
6	工程短縮⑥ 二次製品の採用	堤防復旧工における階段工及び隔壁工について、現場打ちコンクリートから二次製品の使用に変更することで工程短縮が図られる
7	住民への配慮 騒音防止対策	近隣には民家が多数あるため、多目的防音パネルを発電機の外周及び上面に設置し、騒音の低減が図られる
8	構造物の品質 ひび割れ抑制対策	躯体工で事前にひび割れが予想される方向や箇所に、ハイパーネット60を設置し、ひび割れを抑制することにより品質確保が図られる



【控壁山留め工法（SCB工法）】



【ミルクトレール設置による作業軽減】



【硬質地盤対応のマグナムヘッド】



【ひび割れ抑制工法】

写真-5 工程短縮等に向け施工上で工夫した取り組み

## V. 終わりに

平成 24 年 12 月から本格的な施工に取り組んだ 4 排水機場の復旧工事も平成 26 年 6 月 30 日に完了し、平成 26 年 7 月 1 日から施設管理者による供用を開始しました。

供用開始直後の平成 26 年 9 月 11 日の局地的豪雨(石巻地域で 1 時間当たり 91mm と観測史上最多)、平成 26 年 10 月 5 日の台風 18 号、平成 26 年 10 月 14 日の台風 19 号が続けて襲来し、石巻市内は 1 ヶ月の間に三度の冠水被害を被ったが、運用を開始した排水機場の対象地域では湛水被害は確認されず、排水機場の能力が十分に発揮されていた。

なお、平成 26 年度に実施した排水路 4 条の復旧、旧排水機場 4 箇所の撤去、新設 4 排水機場場内整備工事も平成 26 年度内に完了した。

最後に、定川地区の災害復旧事業に携わっていただいた宮城県、東松島市、河南矢本土地改良区、設計及び施工を実施した業者の皆様には心より感謝申し上げます。

# 環境保全型かんがい排水事業における肥培施設整備後の効果検証

西 脇 康 善* 村 上 功*  
 (Yasuyoshi NISHIWAKI) (Ko MURAKAMI)

## 目 次

1. はじめに	42	4. 適正な肥培施設運転のための状況把握	46
2. 肥培かんがい施設の概要	42	5. モデル農家を対象とする施設導入効果	47
3. 化学肥料節減実証調査	42	6. おわりに	48

### 1. はじめに

根室市、別海町は、北海道東部に位置する我が国を代表する大規模酪農地帯である（図－1 参照）。しかし近年、飼養頭数増加による経営規模の拡大に伴い、家畜ふん尿の農地還元が適正に行えない状況となっていた。そのため、国営環境保全型かんがい排水事業では、家畜ふん尿の有効かつ適正利用を図る目的で肥培かんがい施設の整備を行っている。

平成 25 年度には、事業計画に基づく施設整備の効果として、家畜ふん尿をかんがい用水で希釈した液状のふん尿（以降、「スラリー」という）の散布による牧草増収効果、経営経費節減効果、雑草種子の発芽抑制効果の他、腐熟スラリーの窒素肥効率の向上などを調査した。

また、平成 26 年度には、実営農レベルの試験において、受益農家が用いている農家慣行肥料の節減効果があることを明らかにした。ただし、農家慣行肥料を用いた場合、ほ場の肥料成分要求量と肥料のバランスが合わないと、カリウムなどの成分が過剰になることがわかった。

本報告では、化学肥料銘柄選択を含めたスラリー施用による化学肥料節減効果の検証結果について報告する。

さらに、過年度までの調査結果について啓蒙しながら実施した、肥培かんがい施設導入効果に関する聞き取り調査結果の概要についても報告する。



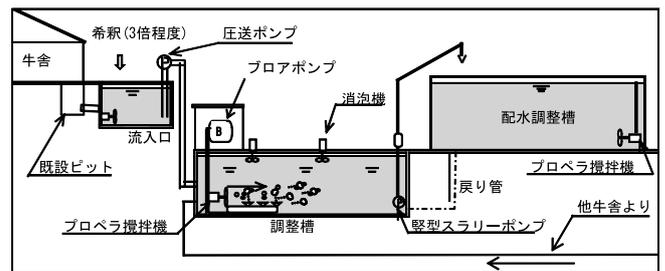
図－1 位置図

*北海道開発局釧路開発建設部根室農業事務所  
 第1工事課 (Tel. 0153-79-5155)

### 2. 肥培かんがい施設の概要

図－2 に別海南部、別海西部、別海北部および根室地区で整備されている肥培かんがい施設の一般的な概要を示す。なお、地区別の施設整備の開始年度は、別海南部地区が平成 18 年度、別海西部地区が平成 20 年度、別海北部地区が平成 25 年度、根室地区が平成 26 年度からである。

牛舎から排出されたふん尿は、流入口で 3 倍程度に希釈（ふん尿：水＝1：2）され、調整槽へ圧送ポンプにより搬送される。この搬送されたスラリーは、フロアポンプによって曝気・攪拌し、均質に調整された後、堅型スラリーポンプで配水調整槽へ移送される。配水調整槽に貯留されたスラリーは、スラリータンカーでほ場に散布される。



図－2 肥培かんがい施設概要

### 3. 化学肥料節減実証調査

#### 3-1. 調査方法

これまでの化学肥料削減効果検証は、①ほ場の片隅の小面積やポット栽培試験であったこと、②人力による施肥作業であったこと、③不足成分を単肥で補っていたことなど、実営農とはかけ離れていたことが課題となっていたことから、実際に農家が化学肥料を散布している牧草地に試験ほ場を設けて、スラリー散布ほ場における化学肥料節減効果を検証した。特に、本年

度は、スラリーと化学肥料施用による投入成分バランスを考慮し、肥料銘柄の選定も実施した。営農レベルでの実証のため、試験ほ場へのスラリー散布及び化学肥料の施肥作業も受益農家の慣行作業と同様に、スラリートンカー（スラリー散布）、ブロードキャスタ（化学肥料施用）によって行った。

### (1) 試験区の設定

調査対象ほ場は、平成25年度にも調査を実施した別海南部地区2ヵ所（Aほ場、Bほ場）と別海西部地区2ヵ所（Cほ場、Dほ場）の計4ほ場とした。

試験区は、ほ場1区画を受益農家が慣行施用を行っている慣行区と、施肥設計によりスラリー及び化学肥料の散布量を決定する設計区に分けた。

### (2) 施肥設計

施肥設計は、「北海道施肥ガイド2010」¹⁾に従い以下の手順で行った。①地区の施肥標準量（平均的な肥沃度のほ場において、基準収量を達成するための養分必要量）を把握する。②各ほ場の土壌診断を行う。③土壌診断に基づいた施肥対応（土壌診断から算出した土壌の養分含有量に基づいて施肥量を補正すること）を行い、各ほ場の肥料成分要求量を算出する。④各スラリー成分を分析する。⑤肥料成分要求量を上回らないようスラリー散布量を算出する。⑥平成26年度の新たな試みとして、肥料成分要求量に対する不足分を最適に補足する化学肥料の銘柄を選定し、施肥量を算出する。

なお、試験目的が前述の通り営農規模での化学肥料節減効果検討のため、化学肥料は1種類とし、単肥の複合を行わないこと、投入量は慣行区より少なくすることを原則とした。

#### a) 地区の施肥標準量

本地区における施肥標準量は、北海道施肥ガイドより、窒素=10kg/10a、リン酸=8kg/10a、カリウム=18kg/10aである（マメ科率5～15%、チモシー採草地）。

#### b) 土壌診断

土壌診断は、各調査ほ場において施肥前に行った。土壌分析を行った結果を表-1に示す。なお、施肥ガイドより、土壌中の窒素量は考慮しないこととした。

表-1 土壌分析結果

牧場名	項目	有効態リン酸 mg/100g	交換性カリウム mg/100g	容積重 g/g	土壌区分
Aほ場	慣行区	120	7.1	0.60	黒色火山性土
	設計区	170	11.0	0.61	
Bほ場	慣行区	19	37.0	0.62	黒色火山性土
	設計区	25	46.0	0.62	
Cほ場	慣行区	58	6.2	0.69	黒色火山性土
	設計区	55	7.2	0.69	
Dほ場	慣行区	47	4.6	0.83	未熟火山性土
	設計区	16	5.9	0.80	

*: 結果は乾物あたり

### c) 土壌診断に基づく施肥対応

土壌分析結果を基に表-2及び式①、②に従い、リン酸及びカリウムの肥料成分要求量を算出した。

表-2 リン酸施肥対応

有効態リン酸 (mg/100g)	土壌区分		基準値 未満	基準値	基準値 以上
	火山性土	未熟	~30	30~60	60~
	黒色	~20	20~50	50~	
施肥標準量に対する施肥率(%) ^{*1}			150	100	50

#### リン酸施用量 (kg/10a)

$$= 8^{*2} \times \text{土壌分析結果を基に上表から読み取った施肥率} \cdots \text{式①}$$

#### カリウム施用量 (kg/10a)

$$= 22 - 1/2 \times \text{容積重} \times \text{土壌中の交換性カリウム (mg/100g)} \cdots \text{式②}$$

*1: 各圃場の養分含量において、基準収量の達成に必要な肥料の量を算出するために、施肥標準量に乗する補正率

*2: 本地区におけるリン酸の施肥標準量 (kg/10a)

土壌診断に基づく施肥対応の結果として、窒素、リン酸及びカリウムの肥料成分要求量を表-3に示す。

施肥標準量と比べ、Aほ場とCほ場はリン酸の要求量が低く、Bほ場はカリウムの要求量が低くなった。

表-3 土壌診断に基づく肥料成分要求量

牧場名	項目	窒素 kg/10a	リン酸 kg/10a	カリウム kg/10a
Aほ場	慣行区	10.0	4.0	19.9
	設計区	10.0	4.0	18.6
Bほ場	慣行区	10.0	12.0	10.5
	設計区	10.0	8.0	7.7
Cほ場	慣行区	10.0	4.0	19.9
	設計区	10.0	4.0	19.5
Dほ場	慣行区	10.0	8.0	20.1
	設計区	10.0	12.0	19.6

### d) スラリー分析結果と肥効率を考慮した肥料成分

表-4にスラリーの分析結果と各成分の肥効率（窒素-リン酸-カリウム；0.4-0.4-0.8）を考慮したスラリー1t当りの肥料成分を示す。

4ほ場を比較すると窒素とリン酸に関して大きな差はないが、カリウムはBほ場とCほ場が他のほ場より1kg/t以上多くなった。

表-4 スラリー分析結果と肥効率を考慮した肥料成分

採取時期	牧場名	窒素 kg/t	リン酸 kg/t	カリウム kg/t
早春	Aほ場	0.84	0.40	1.52
	Bほ場	1.12	0.44	2.88
	Cほ場	0.92	0.48	2.72
	Dほ場	1.08	0.48	1.68
1番草 収穫後	Aほ場	0.79	0.30	1.44
	Bほ場	0.94	0.44	2.72
	Cほ場	0.86	0.44	2.64
	Dほ場	0.94	0.48	1.84

* スラリー1t当りの肥料成分

e) 施肥設計

前述の a) ~ d) の結果を踏まえ、全ての肥料要求量を満たすスラリー施用量、化学肥料銘柄（JA道東あさひ牧草用肥料から選択：基肥用、スラリー用、刈取後追肥）および施用量を決定した。なお、施肥設計に関しては、以下の項目を原則として行った。

- ①ほ場の肥料要求量について最大限スラリーで補給する。
- ②スラリーの施用上限量は、5t/各期²⁾とする。
- ③スラリーだけでは不足する成分は化学肥料で補填する。
- ④化学肥料については、窒素、リン酸、カリウムの単肥の混合は行わず、単一の複合銘柄とする。
- ⑤化学肥料の使用量は慣行区より少なくする。

表-5にAほ場の施肥検討の例を、図-3にはほ場毎の肥料成分要求量に対する各区の肥料成分投入倍率を示す。なお、投入倍率は各肥料要求量に対して投入した成分の倍率を示し、同値なら1、半分で0.5、2倍で2となる。

検討した9種類の化学肥料銘柄（表-5）のうち、BB456が最も施肥量が少なく、投入成分量は成分要求量に近くなったことから、設計区の銘柄として採用した。また、A、C、Dほ場は設計区が肥料成分要求量に近い投入倍率であったが、慣行区は要求量に対して過不足が生じた。Bほ場は、過年度の課題であったカリウムの過剰投入を避け、リン安（早春）と尿素（1番草後）を選択したためリン酸投入量が要求量を上回った。

表-5 施肥検討の例（Aほ場）

Aほ場	スラリー散布量			化学肥料施用量			投入成分量		
	早春 t/10a	1番後 t/10a	計 t/10a	早春 kg/10a	1番後 kg/10a	計 kg/10a	窒素 kg/10a	リン酸 kg/10a	カリウム kg/10a
成分要求量	-	-	-	-	-	-	10.0	4.0	18.6
慣行区(BB122)	2.0	0.0	2.0	30.0	0.0	30.0	4.7	6.8	9.0
設計区	5.0	5.0	10.0	11.5	7.7	19.2	10.1	7.3	18.6
BB055	5.0	5.0	10.0	15.3	10.3	25.6	10.7	9.9	18.6
BB050	5.0	5.0	10.0	11.5	7.7	19.2	10.1	6.4	18.6
BB055P	5.0	5.0	10.0	15.3	10.3	25.6	10.7	7.3	18.6
BB121	5.0	5.0	10.0	23.0	15.5	38.5	12.0	11.2	18.6
BB007	5.0	5.0	10.0	32.8	22.1	54.9	13.7	14.5	18.6
<b>BB456</b>	<b>5.0</b>	<b>5.0</b>	<b>10.0</b>	<b>8.8</b>	<b>6.0</b>	<b>14.8</b>	<b>10.2</b>	<b>4.2</b>	<b>18.6</b>
BB565	5.0	5.0	10.0	15.3	10.3	25.6	12.0	5.0	18.6
BB565K	5.0	5.0	10.0	45.9	31.0	76.9	19.7	8.1	18.6

■：化学肥料施用量が慣行区よりも少なく、投入成分量が要求量と近いものを採用

（化学肥料銘柄について、3桁の数字は三要素である窒素、リン、カリウムの配合割合に関連している。例として、BB122の場合、窒素、リン、カリウムの配合割合は10：20：20（%）となっている。）

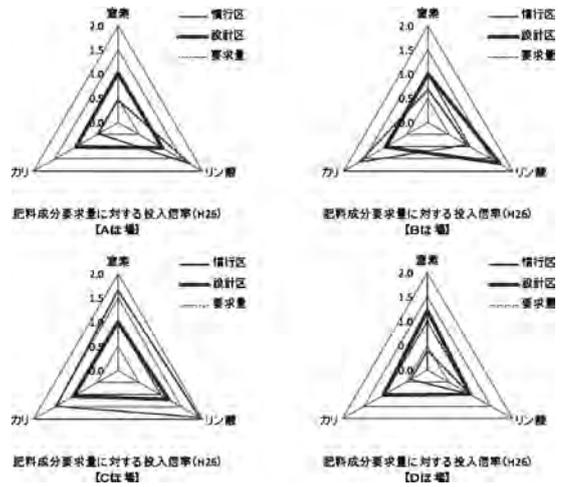


図-3 肥料成分要求量に対する成分投入倍率（慣行、設計区）

3-2. 調査結果

(1) 化学肥料節減費

施肥設計を行うことによる化学肥料節減費を、化学肥料節減量及び肥料単価より算出した。図-4に、慣行区と比較した肥料節減費を農家慣行肥料銘柄で実施した平成25年度の結果と合わせて示す。平成26年度調査における化学肥料節減費は、それぞれ10a当たり1,476円（Aほ場）、880円（Bほ場）、2,216円（Cほ場）及び795円（Dほ場）となった。ただし、ほ場毎に各年の節減費を比較すると、A、Cほ場は26年度が、B、Dほ場は25年度が節減効果が大きく、明確な傾向はみられなかった。

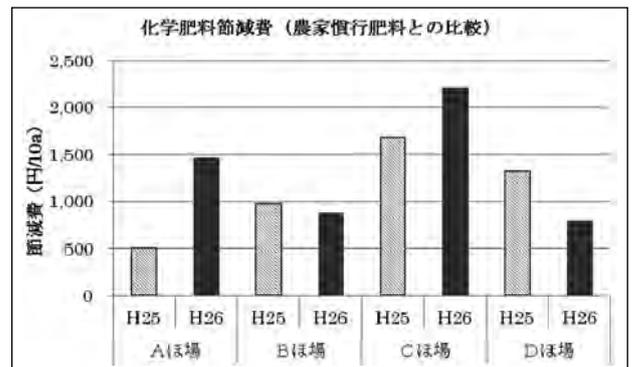


図-4 化学肥料節減費（慣行区との比較）

(2) 投入成分バランスの改善

図-5に設計区における肥料成分要求量に対する成分投入倍率について、平成25年度と26年度の比較を示す。

平成26年度のBほ場は、前述したようにカリウムの過剰投入を避けた結果、リン酸投入量が多くなった。その他のほ場では、平成25年度は肥料成分要求量に対して過不足がみられたのに対し、平成26年度は要求量に近い施用量となり、要求量に対する投入成分バランスが改善されたと言える。

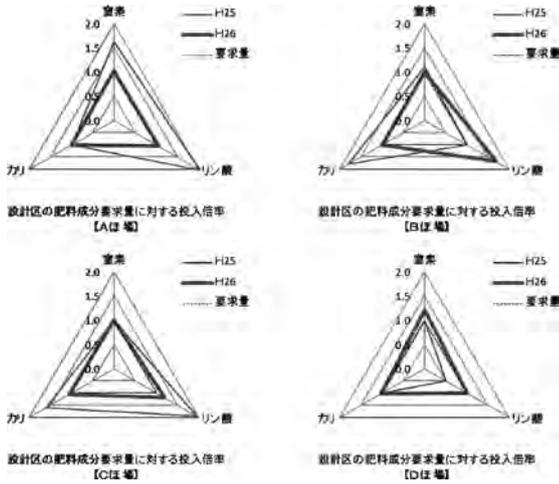


図-5 肥料成分要求量に対する成分投入倍率 (H25, H26)

(3) 牧草調査

施肥設計を行うことで化学肥料の節減が図られたが、牧草収量への影響を確認するため、牧草収量調査を実施した。

a) 牧草収量

牧草の収量調査は、各農家の収穫時期にあわせて1番草と2番草で刈り取りによって行った。図-6に平成25、26年度の各ほ場の生草収量、図-7に平成25、26年度の農耕期間(4月～9月)の気象概況を示す。

平成26年度の牧草収量は、Aほ場の設計区を除く全ての区で平成25年度より低い結果となった。図-5に示したように、肥料成分要求量に対する成分投入バランスは平成25年度に比較して26年度は改善されているにも係わらず、収量が減収した。これは、図-7に示したように平成26年度の5～8月の降水量が、平年値より約232mmも多く、この多雨が影響したものと思われる。

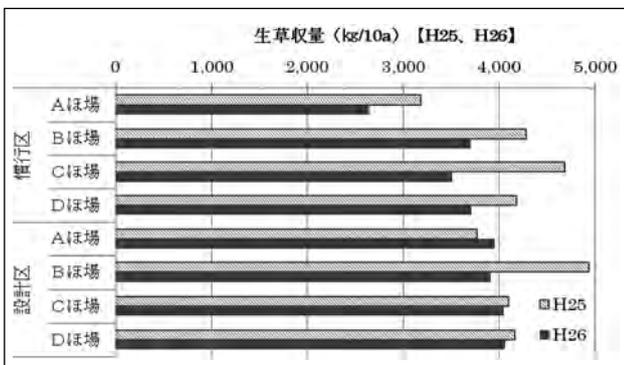


図-6 生草収量 (平成25, 26年度)

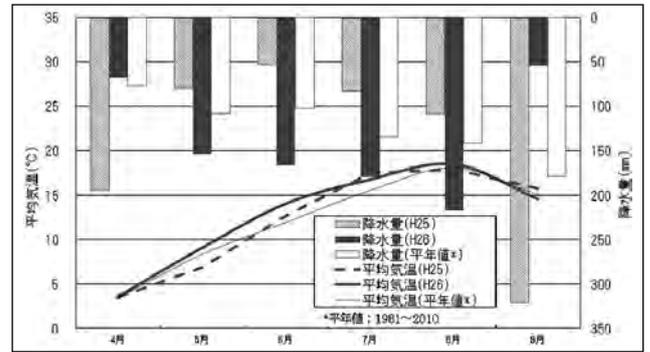


図-7 農耕期間の気象概況 (平成25, 26年度)

図-8に平成26年度の生草収量調査結果を示しているが、全てのほ場の設計区において慣行区より収量が増加し、特にAほ場では慣行区比150と大きく増収となった。その他のほ場でも、106～110と慣行区以上の収量となった。また、各ほ場の設計区の収量は、いずれも4,000kg/10a程度であり、これは肥料成分要求量と投入量がほぼ等しいため、収量が安定したものと考えられた。

以上の結果より、化学肥料の節減を行ってもスラリーを活用することで肥料成分要求量を満たせば、牧草収量は安定することが示された。

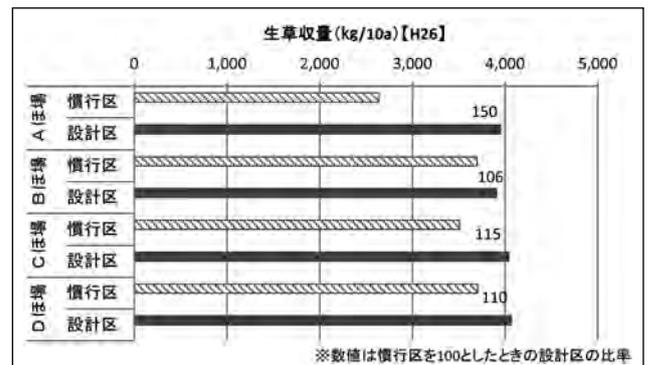


図-8 生草収量 (平成26年度)

b) 牧草品質

牧草の品質の目安として以下の当量比 (K/(Ca+Mg)), 硝酸態窒素が用いられる。

牧草の当量比 (K/(Ca+Mg)) が、2.2 以上の場合にグラステタニー疾病³⁾ (マグネシウム含量が少ない牧草の給与が主な原因で低マグネシウム血症を起こし、興奮・痙れんなどの神経症状を示す疾病で、死に至ることも多い) が発症しやすいとされており、その原因として牧草のマグネシウム不足あるいはカリウム過剰によるマグネシウム欠乏があげられる。また、硝酸態窒素が乾物当たり0.2%を超える飼料作物を牛が摂取すると、急性硝酸塩中毒を発症する危険性が大きくなる³⁾。

牧草の品質調査結果を表-6に示す。

本調査において、硝酸態窒素はどの試験区も0.2%

を超えなかったが、当量比についてはBほ場の1番草とCほ場の2番草設計区で2.2を超えた。両ほ場とも設計区におけるカリウム施用量は肥料成分要求量とほぼ同量であったため、スラリーの過剰施用でない判断できる。当量比が基準値を上回った要因として、これらのほ場ではこれまで、成分要求量を超えるカリウムを施用してきており、この長年の草地管理による影響が挙げられる。なぜなら、昨年度の調査結果においても、Bほ場とC圃場は当量比が高かったため、2年間の施肥管理のみでなく、これまでの管理が影響しているのではないかと推定されるからである。

表-6 牧草の品質結果

項目	単位	Aほ場		Bほ場		Cほ場		Dほ場		
		慣行区	設計区	慣行区	設計区	慣行区	設計区	慣行区	設計区	
1番草	K/(Ca+Mg)	-	0.68	1.33	2.59	2.62	1.97	1.94	1.42	1.82
硝酸態窒素	%	0.001	0	0.001	0.001	0.001	0.006	0.001	0.001	0.001
2番草	K/(Ca+Mg)	-	0.48	1.01	1.40	1.35	1.95	2.28	0.86	1.43
硝酸態窒素	%	0	0.001	0.003	0.001	0.001	0.002	0.001	0.001	0.001

■ : K/(Ca+Mg) が2.2以上であることを示す

#### (4) まとめ

平成25,26年度の調査結果より、牧草地へのスラリー散布による利点として、実営農レベルにおいても牧草収量増加や化学肥料節減効果があることが示された。また、スラリーを主肥料とし、不足成分を適正な化学肥料を選定し補うことで、ほ場の肥料成分要求量と投入量を等しくすることができた。しかし、一部のほ場では、牧草の品質が悪く、その要因は従来のカリウム過剰施用の影響が現在まで残っていることであると推察される。

これらの調査結果について調査対象農家に説明し、特に牧草の当量比が高かったほ場へは、カリウム含量の低い化学肥料銘柄の選択や、スラリー成分を勘案し散布量を調整するよう提案し、了承されている。

### 4. 適正な肥培施設運転のための状況把握

近年、乳価の低迷や購入飼料価格の高騰、電気料金の値上げなど厳しい酪農情勢や、WTO農業交渉やEPA・FTA交渉等、国際化が進む厳しい情勢のなか、環境保全型かんがい排水事業の受益者も飼料自給率の向上、営農経費削減が必要不可欠となっている。これらのことから、肥培かんがい施設の適正な効果発現のための適切な運転方法の啓発も重要となっている。

そこで、別海南部地区および別海西部地区で肥培かんがい施設導入後2~4年程度経過した牧場20戸を対象に、施設導入前後の変化について聞き取りを行い、施設導入効果と課題を把握した。

#### 4-1. 調査方法

聞き取り項目は、施設導入効果、牧草状況、営農経費、周辺環境と環境保全、スラリー散布状況、施設の

問題・心配点などである。なお、調査票は対象牧場に送付し、これまでの調査で明らかになっている腐熟スラリー散布効果をまとめた資料を同封した。調査票の回収は、過年度の調査結果を説明しながら回答内容を確認し、施設の有効活用を促しながら実施した。

#### 4-2. 調査結果

##### (1) 肥培かんがい施設導入効果

図-9に肥培かんがい施設導入効果についての回答を示す。施設導入効果として最も多かったのは環境改善で16戸が回答し、次いで化学肥料節減が12戸、牧草増収が9戸であった。なお、その他は、発酵促進による臭気低減、雑草の減少、均一散布の実現などであった。

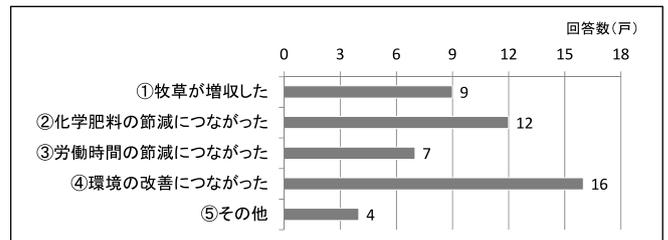


図-9 肥培かんがい施設導入効果

##### a) 環境の改善

図-10に施設導入による周辺環境と環境保全対策への意識変化について示す。施設導入によって周辺の環境改善につながったと回答した受益者は15戸と最も多く、次いで配水調整槽などの設置により貯留容量に余裕ができたことによるスラリーの適正散布実現を挙げた受益者が13戸あった。また、半数(10戸)の受益者が散布時に道路にふん尿を落とさなくなったと回答した。

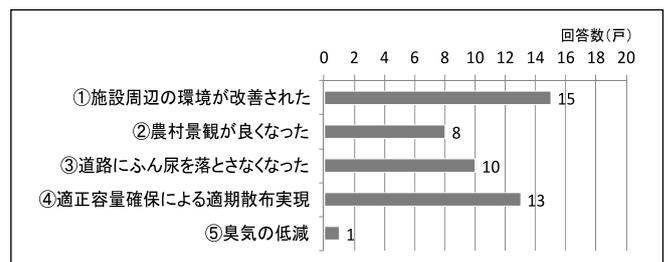


図-10 環境改善効果

##### b) 化学肥料の節減効果

図-11に施設導入による化学肥料節減について示す。施設導入後に化学肥料が削減できた受益者は70%に達し、肥料費の削減額は1割減が30%、2割減と3割以上減がそれぞれ20%であった。

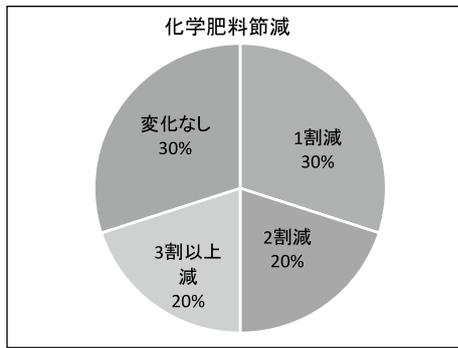


図-11 化学肥料節減効果

c) 牧草増収効果

図-12に施設導入による牧草収量の変化について示す。施設導入後に牧草が増収したと回答したのは半数(10戸)で、そのうち7戸が1割程度、3戸が2割程度増収したと回答した。

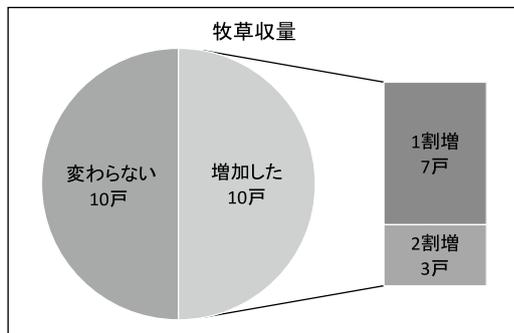


図-12 牧草収量の変化

(2) 現状の問題点

環境保全型かんがい排水事業を効率的に推進していくためには、前述のような施設導入効果を把握し啓蒙するとともに、現状の施設の問題点も把握し改善することが重要となる。

図-13に受益者が感じている施設の問題点を示す。現状での施設の問題点として最も多かったのは、施設運営に係わる電気代の増加であった。次いで多かったのは、希釈によるスラリー増加に伴う散布作業時間増加、発酵に伴う調整槽での一時的な発泡、故障であった。なお、その他は、既存堆肥盤の水が適切に施設に流れ込まない、冬期の凍結への不安であった。

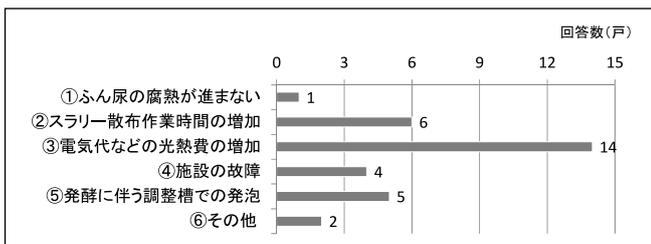


図-13 肥培かんがい施設の現状の問題点

(3) まとめ

聞き取りによる肥培かんがい施設の導入効果として、環境の改善、化学肥料節減および牧草増収効果が挙げられた。特に、環境改善については8割の受益者がその効果を実感していた。一方で、牧草収量については半数の受益者が変化を認識していなかった。これは、施設導入後2~4年と経過年数の短い受益者への聞き取りであったために、まだその効果発現に至っておらず、過小評価されていることが要因と推察される。

また、施設導入に伴う現状の問題点として、65%の受益者が電気代などの経費増加を挙げた。このことから、化学肥料節減や牧草増収効果について経済的に評価し、施設導入後の経営経費の改善も含め、受益者に提示していく必要がある。

5. モデル農家を対象とする施設導入効果

(1) 施設導入効果の検証

聞き取り調査の結果から、経費増加を懸念する受益者が半数以上であることがわかった。このことから、肥培施設導入効果を検証し、経済的な評価を行う必要があるため、モデル牧場を選定し、施設導入効果を検証し、経済性評価を行った。

(2) 経済性評価結果

モデル牧場は、スラリー状態が良好であるE牧場を選定した。E牧場は搾乳牛飼養頭数は105頭で、草地面積は80haである。草地80haにおける化学肥料節減費は、スラリーを主肥料とする化学肥料銘柄の選定を行ったことで、2,674千円/年となり、スラリースプレッダへの汲み上げとスラリー量増加に伴う散布作業費を考慮した労働費の節減費は8千円となり、施設導入による節減額は合計で2,683千円/年であった。一方で、肥培かんがい施設での曝気・攪拌等に係る電気料金は、1,076千円/年であった。この電気料金をランニングコストとして、上記の節減費から差し引くと1,067千円/年となり、これが肥培かんがい施設導入効果となる。(表-7)

表-7 モデル牧場での施設導入効果

項目	値	単位	備考
頭数	105	頭	搾乳牛 ①
草地面積	80	ha	採草地 ②
ふん尿量	6.3	t/日	③=①×60kg
化学肥料節減	2,674	千円/年	④=②×3,343円
節減効果 労働費	汲み上げ	21	千円/年 ⑤
	スラリー散布	-13	千円/年 ⑥
	小計	8	千円/年 ⑦=⑤+⑥
合計	2,683	千円/年 ⑧=④+⑦	
経費(電気料金)	1,076	千円/年 ⑨	
施設導入効果	1,607	千円/年 ⑩=⑧-⑨	

### (3) まとめ

本調査では、モデル農家を対象とした肥培かんがい施設導入効果を検証した。今後は、モデル農家を増やし、施設導入効果について精査し、経済性の評価を継続する。

また、聞き取り調査の結果より、電気代などの経営経費の増加を懸念する受益者が多いことから、この結果を基に施設導入効果に関するパンフレットの作成を行い、受益者に提示し、適切な肥培施設の運転、施設導入後の作物の増収及び労働力、化学肥料の節減により、経営経費の改善を図っていく。

## 6. おわりに

現地ほ場における調査結果より、実営農レベルにおいてもスラリー散布によって牧草収量増加や化学肥料節減効果があることが示された。さらに、聞き取り調査でも、環境改善や化学肥料節減などを認識している受益者が多いことを確認した。一方で、施設管理上の問題点として、電気代などの経費増加を挙げる受益者の割合も多かった。

このことから、より積極的な肥培かんがい施設の活用のためには、営農レベルでのほ場調査結果や各戸の土壌やスラリー分析を考慮した施肥設計値の提示が重要であると考ええる。また、現在、北海道電力と調整を図っている太陽光発電施設設置による再生可能エネルギーの施設への活用により、事業が一層効率的に促進するものと考ええる。さらに、聞き取り調査票にはスラリー腐熟指標となる液温や増収効果の数値を示し啓発を行ったが、より解りやすく適切な肥培かんがい施設の管理を行えるようなパンフレットの作成や、地元JAや農業改良普及センター、農業試験場など関係機関との継続的な連携の必要性を感じている。

## 参考文献

- 1) 北海道農政部(2010):北海道施肥ガイド,pp.189-221
- 2) 社団法人北海道酪農畜産協会(2002):環境にやさしいふん尿処理・利用のガイドライン,p.6.
- 3) 藤原俊六郎他(1998):新版土壌肥料用語事典,植物栄養編,p.142.

# 農業水利施設での特定外来生物カワヒバリガイによる被害

濱 田 謙二郎*  
(Kenjiro HAMADA)

## 目 次

1. はじめに .....	49	4. 被害軽減のための取組 .....	50
2. 生態 .....	49	5. あとがき .....	51
3. 被害の状況 .....	50		

### 1. はじめに

カワヒバリガイは、東アジアから東南アジアに分布する淡水棲二枚貝である。日本では環境省が定める外来生物法において、特定外来生物に指定され（平成18年2月）、飼養や生きた状態での運搬等が禁止されている。

近年、農業水利施設でカワヒバリガイが生息範囲を拡大しており、水路や調整池等の壁面に付着し、通水障害などを引き起こしている。また、カワヒバリガイを除去するため作業や費用が土地改良区等の負担となっている。

このため、農林水産省では、カワヒバリガイの被害の軽減や分布拡大の抑制を図ることを目的に「カワヒバリガイ被害対策マニュアル」を作成している。本報告では「カワヒバリガイ被害対策マニュアル」のうち、生態と農業水利施設での被害の状況、被害軽減に向けた取組について紹介する。

### 2. 生態

日本においては、自然水域では1990年に岐阜県の揖斐川下流で初めて確認され、その後、琵琶湖・淀川水系や木曾川水系の木曾川・長良川でも確認が続き、近年では矢作川水系、天竜川水系、豊川水系等、急速に分布域を拡大している。関東地域においても利根川水系で2005年には確認されるようになり、群馬県の大塩調整池や茨城県の霞ヶ浦等に定着し、分布域を拡大している。

日本への侵入は、中国から輸入されたタイワンシジミにカワヒバリガイが混入していたことが1987年に確認されているが、どの水系においても侵入経路は今

のところ特定されていない。

カワヒバリガイの生活史は「浮遊幼生期」と「固着生活期」に分かれている。

カワヒバリガイの生態は不明な点が多いが、浮遊幼生がみられる繁殖期は、日本においては6月頃からはじまり、水温が21～27℃になる8月～10月頃に最盛期を迎えると推定されている。浮遊幼生期を経て固着生活期に入ると、用水路等、様々な場所で通水障害等の被害をもたらしている。寿命は日本では2年～3年程度と考えられており、死んだ貝の殻が流下すると末端水路等で通水障害をもたらしている。

カワヒバリガイは、生息密度が低いときは、浮き石の裏面や水路のコンクリートの窪み等で主に見られる。見えにくい暗い場所に集まっていたり、他の付着生物（藻類等）に殻の表面が覆われていたりすることもあり、発見が困難である。カワヒバリガイの稚貝・成貝は斧足により匍匐して移動することができるが、特に稚貝のうちは活発に移動することが知られている。水路の隅や暗い場所等への集積がみられるのは、一度着底した貝の移動によって2次的に出来上がったものと考えられる。

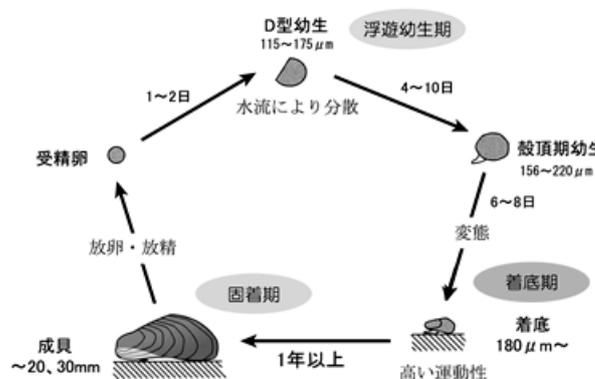


図-1 カワヒバリガイの生活史

* 関東農政局農村振興部農村環境課  
(Tel. 048-740-0512)

カワヒバリガイが固着場所として選ぶ環境については、着底するときは場所をあまり問わずに着底するが、そこから接触面の多い環境（隅）、暗い環境、流れの裏側へ移動し、密度を高めて集団化していく。カワヒバリガイは固着環境を選択しながら集団化していると考えられるが、まだその生態が不明な部分が多いものの、環境が変化した場合に、一旦固着した貝が再び好ましい環境へと移動する場合もあると考えられている。

### 3. 被害の状況

カワヒバリガイによる被害としては、①生きた貝（生貝）が付着することにより通水を阻害する被害を発生させる場合と、②死んだ貝が流下して管路等を閉塞し、通水を阻害する被害を発生させる場合、があり大量の死貝の廃棄には処理費用が掛かる。

被害例としては、揚水機場の機器内部及び管路等にカワヒバリガイが侵入・固着し、通水障害を生じさせている。

#### カワヒバリガイの概要

- 和名：カワヒバリガイ
- 学名：Limnoperna fortunei
- 英名：Golden Mussel
- 分類：軟体動物門二枚貝綱  
いがい目いがい科カワヒバリガイ属
- 原産地：東アジアから東南アジア
- 生息地：関西・東海・関東
- 大きさ：殻長2～3cm
- 寿命：日本では2～3年
- 餌：浮遊懸濁物（植物プランクトン等）
- 繁殖期：水温が21℃を超える頃（6月～9月ぐらい）
- 生息場所：淡水域（塩分耐性が低いため、汽水域では分布がみられない）  
足糸という繊維状物質を分泌して付基盤（コンクリート・岩・石等）に固着する。
- 捕食者：ニゴイやコイ等のコイ科の魚類、ブルーギル（特定外来生物）等。



また、上流側でカワヒバリガイの大量^{へいし}斃死が発生し、死貝により末端水路の給水栓やストレーナーが閉塞されている。調整水槽の壁面では、コンクリートの表面にできたへこみ、ひび割れ、隅の部分にカワヒバリガイが固着し、暗く湿潤なスクリーン内では、カワヒバリガイが高密度で固着している。

カワヒバリガイは暗渠やパイプライン等の暗い環境を好み、日常管理において目に付きにくいことから、被害が生じるまで生息に気がつかないことが多い。



写真-1 保圧タンク内に入り込んだカワヒバリガイ



写真-2 給水栓、ストレーナーの閉塞

カワヒバリガイによる農業水利施設での被害実態を把握するため農林水産省が各都道府県を対象に平成23年度に実施したアンケート調査結果では、カワヒバリガイの被害が見られた地域は、全国で茨城・群馬・千葉・長野・岐阜・静岡・愛知・滋賀の8県であった。また、平成22年度に実施した生物生態系等の学識経験者に対する聞き取り調査及び文献調査による生息状況の調査結果では、上記で被害実態の報告があった県の他、埼玉・東京・富山、石川・京都・大阪・兵庫の1都2府4県でも生息が確認されている。

### 4. 被害軽減のための取組

カワヒバリガイは岩やコンクリート等の硬い基盤に固着することから、日本の河川は上～中～下流に至るまでカワヒバリガイの固着可能範囲と言える。さらに、水温が上昇し繁殖期となる6～10月は梅雨や台風といった出水期にあたり、営農においてもかん水期となり用排水路に水が流れている。このように、カワヒバ

リガイの繁殖と日本の気象や営農活動に伴う河川水量の季節的な増大が同期しているため、上流の施設や湖沼に生息してしまうと、その下流域へ分布が拡大しやすいと考えられる。また、固着し成貝となつてからは、その除去に労力や費用が掛かる。

カワヒバリガイ被害対策の実施に当たっては、「早期発見」、「大量発生予察」という視点が重要となる。日常的な管理の中で通水状況やカワヒバリガイの固着状況等の現状を常に把握しておくことが、被害を軽減させる近道となる。

カワヒバリガイの被害対策としては水路内環境を乾燥状態にする干出しによる駆除が有効である。気温30℃、湿度20%の室内試験の下に3日間置くと全ての個体が死滅し、また、殻長が小さい方がより短時間で死滅する。特にカワヒバリガイの着底期に水路を干出すことで、カワヒバリガイの発生量を抑制する効果が期待される。また、水路等へのカワヒバリガイの固着を防止するライニング資材が近年開発されている。シリコン系塗料は、塗装面に柔軟性や平滑性を持たせることでカワヒバリガイの固着を防止する効果が期待されている。

## 5. あとがき

カワヒバリガイは生息範囲を広げており、それに伴い被害の拡大が懸念されている。しかし、カワヒバリガイの生態は不明な点も多く、また、大量発生してしまうとカワヒバリガイを根絶することは困難である。このため、水管理者が日常の見回り・点検の中で、カワヒバリガイの生息状況について確認し、早期発見することが重要である。また、早期発見のために、パンフレットや広報活動により、農家や地域住民にカワヒバリガイに関する情報発信を行い、注意喚起を図ることが大切である。

「カワヒバリガイ被害対策マニュアル」が、各地域での取組の一助となれば幸いである。

(ホームページ：[http://www.maff.go.jp/j/nousin/kankyo/kankyo_hozen/k_hozen/kawahibarigai.html](http://www.maff.go.jp/j/nousin/kankyo/kankyo_hozen/k_hozen/kawahibarigai.html))。

# 三川ダムにおける小水力発電の取組について

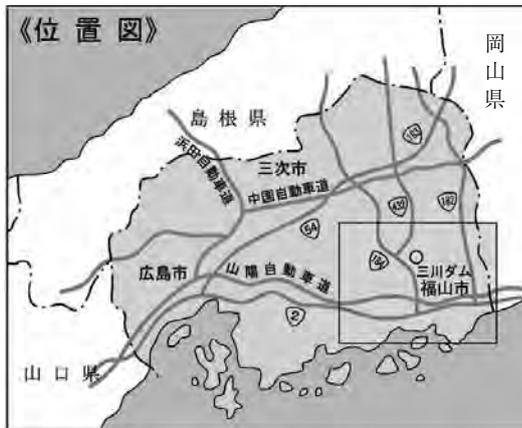
村 中 郁 夫* 田 尾 知 也*  
 (Ikuro MURANAKA) (Tomoya TAO)

## 目 次

1. ダムの概要 .....	52	3. 事業実施に当たっての課題 .....	53
2. 小水力発電取組のきっかけ .....	52	4. 終わりに .....	55

## 1. ダムの概要

三川ダムは広島県の世羅町に位置し、県中央から東部へ流入する一級河川芦田川にある。昭和24年に国営農業水利事業により農業用ダムとして着手し、昭和35年3月に完成。その後福山市を中心とした工業用水の確保のため嵩上げ工事を実施し、昭和48年3月に現在の形となった。



三川ダム位置図



三川ダム全景

堤高53m、堤長154m、有効貯水量12,306千 $m^3$ の重力式コンクリートダムで、用水別容量配分は、農業用水3,540千 $m^3$ 、上水道用水5,341千 $m^3$ 、工業用水3,350千 $m^3$ 、保障用水75千 $m^3$ の多目的ダムとなっている。持分割合は、国（農林水産省）29.40%、福山市64.72%、府中市5.88%となっており、管理を広島県が行っている。

## 2. 小水力発電取組のきっかけ

平成24年の再生可能エネルギー特別措置法施行により、売電の買取価格と期間が示されたことや、農林水産省の地域用水環境整備事業において、小水力発電施設の単独整備と全量売電が可能であることから、ダムが持つ再生可能エネルギー（ダム放流水）を活用した小水力発電について、毎年必要とされるダム管理費の軽減の可能性を検討した上で、当該事業により事業化に取り組むこととなった。

なお、三川ダムには昭和43年にダム直下流域への保障用水を使って地元農協が設置した小水力発電施設があり、47年経過した現在も稼働している。

### ○事業概要

事業名	地域用水環境整備事業	
事業工期	平成25年～平成27年	
総事業費	618百万円	
	うち農業用水負担分	182百万円
	上水道工業用水負担分	436百万円

事業内容 小水力発電施設 1か所

### ○三川ダム小水力発電概要

- ①設計流量 1.40  $m^3/s$
- ②有効落差 42.65m
- ③水車発電機 横軸フランシス水車  
誘導発電機
- ③最大出力 460 kW
- ④年間発電量 2,143 MWh
- ⑤年間発電収入 62 百万円（予定）

*広島県東部農林水産事務所 三川ダム管理事務所  
 (Tel. 0847-24-0801)

表一 三川ダム小水力発電所 採算性検討

小水力発電収支計画(20年間)		(単位:百万円)		
発電事業収入【20年間】		内 訳	備 考	
収入	発電収入	1,243	62 百万円/年	2,143 MWh/年 × 29円kWh × 20年
	発電所建設費 (国費除く)	527	実施設計費(国費除く) 22 建設費(国費除く) 505	H25 H26, H27
支出	発電所 維持管理費	381	維持管理費等 281 施設撤去費 100	20年間 20年経過後
	小計	908		
	収益	335	／20年＝ 17 (単年収益)	

※ 小水力発電所収益は、ダム管理費に補填する。

三川ダム小水力発電事業の実施にあたっては、過去10年間のダム貯水位や放流量から発電量を算定し、工事完了後20年間の稼働を見込んで修繕費やその他経費を試算して計画を策定した(表一)。

電力固定価格買取制度により20年間は電力の買取価格が決まっているため、20年を経過した時点での買取価格により採算性を再検討する。

### 3. 事業実施に当たっての課題

#### 1) 発電所設置場所の選定

ダム建設当時は発電所の設置は考えていなかったため、ダム堤体下流での用地確保が必要となった。発電所が堤体から遠方になると、送水管路が長くなり工事費が高み損失水頭も発生するため、検討にあたり、経済性と工事の難易度から候補地を2か所選定して比較検討を行い、その結果ダム直下案(第1案)を採用した。



図右下がダム湖と堤体。河川は右下から左下に向けて流れる

図一 1 設置場所検討比較位置図

#### 2) 工事実施での問題点と対処法

①工事実施にあたり施工ヤードが狭小で、同時に複数工種の作業ができないため、工事期間の増加が課題となる。

→施工計画を立てるのに、工事が効率よく進むように次工程を考えながら重機と仮設施設の配置を検討するなど工夫し、工期縮減を図った。

②岩掘削にあたり、ダム堤体直下であるため振動に対する影響から火薬を併用した施工ができない。

→当初は機械施工のみの岩掘削を実施したが、作業ヤードが十分確保できないため、複数台の機械搬入ができないなど日当たり施工量が限られた。このため施工方法を再検討し、電撃破碎工法を採用して工程の回復を図った。火薬に比べ岩盤除去の日当たり施工量が少ないが、低振動での施工のため近接する構造物への影響はなかった(写真一)。



クローラードリルにより削孔後、薬剤と電導線が内蔵された薬筒を挿入し、点火機から高電流を通電させて燃焼波により岩盤を破碎

写真一 電撃破碎工法による施工状況

③発電用に取水するには既設のバルブ等を移設する必要がある、ダム堤体を直接掘削するため、工事によるダム本体への影響を確認しながらの作業を要する。

→堤体のコンクリート掘削は、堤体への影響を考慮し重機を使用せず人力によるコンクリートブレイカーを使用した(写真二)。

これによりダム本体への振動に対する影響が軽減されたが、既設の堤体コンクリートは粗骨材に比較的大きな石を使用していたため硬いことや、壁面の掘削にあたってはコンクリートブレイカーをチェーンブロックで吊っての作業が必要だったため掘削には日数を要した。



写真-2 放流バルブの既設コンクリート破碎状況

④発電所建設予定地直下にはダム建設当時使用した仮排水用の水路トンネルが所在しているため床掘時に注意を要する。

→水路トンネルの位置と高さは事前のボーリング調査で把握できたが、内部と閉塞の状況までは確認できていないため、所定の高さ付近では掘削機械の陥没に注意しながら、まず調査孔を人力施工により削工して内部の状況を確認した後、機械掘削を行った(写真-3)。



水路トンネルは、上流からダム堤体まではコンクリートにより閉塞されていた。閉塞していない発電所建設予定地は、湧水があるため水替しながら掘削を行った。

写真-3 発電所建設予定地での掘削状況

⑤高圧用電気機器設置に伴う接地(アース)工事にあたり、所定の数値を確保する必要がある。

→ダムサイトは岩盤で覆われており、接地工事にあたり所定の抵抗値の確保が困難であると想定されたため、発電所下部の埋戻部に銅版を設置して抵抗値を確保した(写真-4)。



左側のコンクリート壁は、発電所機場下部の放水庭。右側は埋戻を行う水路トンネルで、埋戻し時に1m間隔で銅版を設置して接地(アース)工事を施工した。

写真-4 接地(アース)工事状況

⑥小水力発電所建設工事にあたっては工事工種が多種であり、狭少な作業ヤードでの工程調整を要する。  
→今回工事では土木工事、建築工事、電気工事があり、複数工種による工程の適正化が重要となった。例えば発電のための水車や発電機の製作は工場で行うが、現場への設置は建築工事完成後となる。また水車・発電機を設置後も各種性能試験を行う必要があるため、複数の施工業者による緻密な打合せが重要であった。

### 3) 各種協議の状況

#### ①経済産業省の設備認定取得

電力固定価格買取制度によるプレミアム価格での売電価格とするためには、平成27年3月までに設備認定を取得する必要がある。このため限られた期間内に発電の設備内容を確定し設備認定を取得した。

#### ②ダム所有者及び管理者等協議

三川ダムは当初国営農業水利事業により造成された国有土地改良財産であることから、小水力発電工事に伴う改築にあたり土地改良財産取扱規則に基づく承認が必要であった。

また小水力発電建設工事に着手するにあたり、費用を負担する広島県、福山市と府中市で基本協定を締結した。工事完了後には施設の管理に関する協定書を交わす予定。

#### ③河川法の協議

三川ダムは一級河川芦田川に位置しているため、河川法23条(流水の占有の許可)は取得しているが、小水力発電のため放流水を利用するには従属水利権の取得が必要であるため、河川法23条の2(流水の占有の登録)を行い、併せて河川法26条(工作物の新築等の許可)を得た。

また小水力発電工事中は、発電施設への送水管設置によりダムの主放水バルブからの放流ができないため、工事期間中の水利使用規則に基づく代替施設の協議とダム操作規定の変更を行った。

#### ④系統連系協議

小水力発電により発電した電力は、売電するために電気事業者の配電系統に系統連系する必要がある。このため中国電力に対して系統連系協議を行った。

#### ⑤電気事業法の協議

小水力発電施設は電気工作物であるため、法に基づいた届出が必要となる。工事にあたっては、工事計画が経済産業省に受理されて30日が経過しなければ工事着手ができない。またダム水路主任技術者や、電気主任技術者を選任して届出をする必要がある。

### 4. 終わりに

三川ダム小水力発電所の建設は現在工事を施工中であり、これから売電や電気事業法に伴う諸手続きを行っていく（写真－5）。



発電に必要な取水のための主放水バルブ移設、取水管及び水圧管の設置や発電所機場下部の工事が完了。

今後発電所の建築工事に着手する。（写真中央）

工事期間中は主放水バルブからの放流ができないため、洪水吐ゲートからの放流を行っている。（写真右）

地元農協が昭和43年からダムの保障用水を利用して小水力発電を行っており、現在も稼働中。（写真左）

写真－5 三川ダム小水力発電所建設工事 状況写真

工事完了後はダムの貯留水により水車を回して発電を開始するが、貯留水には植物片、空缶、ペットボトル等の浮遊物があり、取水口にスクリーンによる防塵はしているものの、隙間から入って下流へ流る。水車に悪影響を及ぼさないためにも、浮遊物除去対策が今後の課題となる。

# 「コミュニケーションGIS」を活用した地域づくりWSの展開事例

重岡 徹* 栗田 英治* 友松 貴志**  
(Tetsushi SHIGEOKA) (Hideharu KURITA) (Takashi TOMOMATSU)

## 目次

1. はじめに .....	56	3. WSの実践例 .....	58
2. コミュニケーションGIS-「VIMS」と「VMF」- ..	56	4. おわりに .....	61

### 1. はじめに

今日の農村振興施策では、農地・水保全管理支払交付金制度の推進や集落営農、自治防災計画などの策定において、住民や集落、住民と行政や専門家が農村に賦存する地域資源の位置・量・質を共有認知し、その持続的管理や有効活用についての円滑かつ十分なコミュニケーションのもとに策定されていくことが強く求められている。とりわけ今日的な農村計画の課題となっている資源循環型社会の形成、地域自主防災・減災による災害リスクの軽減、生物多様性の保全、都市農村交流の継続などは、物理的な地域資源データだけでなく、資源に対する住民の思いや情緒といった感性的なデータも組み入れた整理・分析が必要となる。

一方で、地域資源の定量的把握から総合的な機能診断による計画策定を、住民が行政や専門家との協働によって推進する場合、地域資源の地理情報システム(GIS)を活用した資源の機能診断技術が有効なツールとなるが、GISによる総合的な診断技術は複雑な分析を伴い、研究的側面では活用できても、住民が簡単に利用できるツールではない。このため、これまで住民参加による地域づくりの過程で、直接的にGISを活用した計画策定は不可能であった。

そこで、農村工学研究所では、住民間、住民と行政が双方向にコミュニケーションを促進させ、地域資源管理に対する円滑な理解醸成と合意形成を可能とする住民による地域づくり支援のためのコミュニケーションGISを開発した。本報では、このシステムを構成している地域資源データベース「VIMS」と、これを活用した総合的な機能診断システム「VMF」の概要を簡単に述べた後、これらによるコミュニケーション

GISを活用した地域づくりWSの展開事例を紹介する。

### 2. コミュニケーションGIS-「VIMS」と「VMF」-

コミュニケーションGISを実現するためには、ツールとしてのGISにも相応の技術的な対応が求められる。何よりも住民にとってわかりやすく使いやすいGISでなければならない。農村振興や地域づくりのためのコミュニケーションの活性が主であり、GISはそれを実現するツールとしての役割となる。したがって求められるのは、GIS本来の多種多様な関数を駆使する分析・解析機能よりも、住民自らデータを入力・整理し、住民自身が自分たちの考え方で分析を行えるといったパターン的な操作機能が充実していることが重要になる。それは、①多様な地域資源データの入力容易である、②資源が有する多様な属性を簡易に整理・分析できる、③整理・分析された結果を視覚的かつわかりやすく表現できる、という操作性である。わけでも農業振興ビジョン、地域活性化構想や自主防災計画を作成するワークショップにおいて求められるのは、集落点検で得られた住民情報をセンサ情報や基盤情報を重ねて地図上に表現し、さらに住民の主観的な重みづけによる資源評価結果を視覚的に表現できるプレゼンテーション機能である。

これらの求められる機能を踏まえて我々が開発したコミュニケーションGISは、地域資源データベース「VIMS」と総合的な機能診断システム「VMF」から構成されて、住民参加支援が容易にできるツールとしてパッケージ化され、入力・出力ともに簡易な操作仕様となっている。

#### (1) コミュニケーションGISの概要

VIMSとVMFから構成されるコミュニケーションGISは、以下の4つのモジュールからなり、それぞれのモジュールを統合したシステムとして開発されている。

##### ①データ入力モジュール：VIMS

農地・道路・水路等の土地・施設基盤データや農

* 農研機構農村工学研究所 農村基盤研究領域  
(Tel. 029-838-7669)

** イマジックデザイン(株)

林業センサスデータ、アンケートデータ等の多様な資源データを入力して、農村の多様な資源の総合的診断の基礎となる地域資源データベースを構築する

#### ②機能設定モジュール：VIMS

機能と資源データの構成及び機能評価範囲等、評価の対象となる農村の多様な資源の総合的診断を設定する。

#### ③機能評価モジュール：VMF

資源データと単一機能の関連付けや機能評点を設定、総合的な診断を行う

#### ④計画策定モジュール：VMF

総合的な機能診断を地域住民にも理解しやすい出力形式で表示する

### (2) 簡易な入力・表現機能「VIMS」

「VIMS」は、オペレーションの容易さと機能の充実のバランスを取るため、一般操作者と管理者とを明確に分けている。画面の構成は極力シンプルにして、一般操作者が操作する範囲と管理者が管理するインターフェースを区分けすることで、心理的抵抗感と技術的習得の困難さを減らしている。

従来のGISでは地物の図形入力と属性入力を行うが、図形を入力する際のマウスオペレーション自体はさほど難しさはないが、オペレーションの手順が複雑で、どのコマンドがどこにあって、設定をどこですれば良いかなど、実際に図形を入力する前の段階でつまづいてしまいかねない。「VIMS」では、F1～F12のファンクションキーを活用している。任意の機能をファンクションキーに割り当てることで、操作者はファンクションキーを押すだけで、面倒な準備をほとんどしなくて済むようになっている。また、点・線・面によって地図情報として入力・表示するGIS機能に加えて、写真を撮影位置にプロットすることやスキャンした紙図面の画像を貼り付けることも容易にしている。

### (3) 3次元表示の機能評価「VMF」

「VMF」は、属性値に直接点数を入れるのではなく、評点表を介して点数化することになっており、日本語属性（ドキュメント情報）であっても、それを点数化することを可能にしている。属性入力時はドキュメントデータ（日本語）でも構わない。また、個々の機能評価には距離による影響を受けて減衰することもできる。

一連の評価の算出はメッシュ単位に行われる。メッシュの大きさは、「標準地域メッシュ」に基づいており、1次メッシュ（約80km×80km）から分割していった32分の1地域メッシュ相当の約15m×15mまで任意に設定ができる。標準地域メッシュを準拠しているため、各種統計調査によるセンサスデータと整合しやすい。メッシュ評価は、評価対象地点からその資源データまでの距離を計算し、その距離によって個々の資源データの評点を減衰させたものが求まる。これを資源データの数だけ繰り返し、その内の最大値をそのメッシュの評点とする。さらに、単一機能での評価に重み付けの重みを乗算したものが単一機能の評価結果となり、同様にして求められた複数の単一機能の評価結果をメッシュ毎に加算し合計を求めたものを総合評点とする。総合評点は、3次元の柱状グラフとしてポリゴンを生成し、高さに合わせて色を変化させて高さとして評点が目でわかるようにしている（図-1）。

このような「VIMS」と「VMF」を組み合わせることで、図-2のように統計データやセンサスデータ等の基礎的な資料を元にして入力あるいは取り込み資源マップとして作成、次に住民への聞き取りや集落環境点検を通して環境認知マップを作成し、これらを多様な視点から重ねあわせを行なって、地域資源の総合的機能診断を行うことを可能にしている。



図-1 評価の3次元柱状グラフ



図-2 総合的機能診断の流れ

### 3. WSの実践例

コミュニケーションGISの地域づくりWSへの適用は、各種の構想・計画策定場面で優れて有効である。ここでは、山梨県甲府市帯那地区において実践した帯那地域づくりWS過程でのコミュニケーションGISの実践例を紹介する。

帯那地区は、甲府市の北部に位置し、甲府中心部より車で20分程度の中山間地域である。総戸数は約300戸、うち農家は90戸程度である。棚田での稲作を中心に、高品質野菜づくりも盛んに行われている。多くの歴史、文化、生物資源もあり、都市近郊としての地の利を活かせば多様な都市農村交流の可能性を有している。地区では、農産物直売所、景観・文化を核にした体験農業など地域資源を有効に活用した地域づくりの展開を目指して、住民参加による地域活性化構想の作成に取り組んだ。我々は、この取り組みに参加し、コミュニケーションGISを活用したWS手法による作成支援を行った。帯那地区のWSは表-1のような手

順で取り組まれた。

第1回の勉強会とアンケート調査は、地域づくり構想を策定することの意義について理解増進を図るとともに、地域資源情報の収集を行って現況を再確認することを目的としている。第2回は、収集された資源情報を踏まえて、活性化に向けた地域資源のポテンシャルを評価してベース資料を作成することを目的としている。第3回では地区の活性化拠点を析出することを目的として、第2回で検討された地域資源評価をさらに総合化しながら検討している。そして第4回で、これまでのWS成果を踏まえて帯那地区活性化のための具体的な行動メニューを案出している。コミュニケーションGISは、これらのWS実践において、データ入力、地図上への入力データの表示、異なるデータの重ねあわせ表示（オーバーレイ）、評価結果の3次元柱状表示などで活用し、参加住民の地域づくりへの関心醸成に効果を発揮した。以下に、それぞれの展開について述べる。

表-1 帯那地区のコミュニケーションGISを活用したWS

展開	活動メニュー	取り組み内容
第1回	勉強会＋地図アンケート	帯那地域で取り組む地域づくりの基本方針を説明。地域リーダーによる土地資源情報の収集(地図アンケート)。
第2回	地域資源評価①	地域リーダーによる土地資源評価の検討会。(GISを使ったワークショップ)
第3回	地域資源評価②	収集情報を総括した分析結果を基に地域リーダーによる土地資源の評価(「帯那の拠点」の案出)
第4回	地域活性化構想	第1回～第4回のWSで得られた情報を総合的に分析。「活性化のための行動メニュー」の作成。

### (1) 第1回WS：勉強会+地図アンケート

地域資源データの収集は、集落環境点検WSにより現地を歩きながら収集するのが一般的である。しかし、時間的な制約がある場合や、すでに住民の意識下に様々な資源情報が十分インプットされている場合は、想起マップ法を応用して、机上で地図図面の色塗りを行い、データを整理する場合がある。本地区では、これまで地域活性化に係る話し合いを何度も行っており、住民意識の中に地域環境に関するデータは十分あると考えられたので、机上での地図アンケートを採用した。地域活性化に関する47の質問を「農業環境」「生活環境」「文化・歴史」「自然・生き物」等の地域課題毎の地図7枚(図-3は、その内「農業環境」に関する地図アンケート例)に振り分け、地域活性化検討の中心メンバーでもある参加住民17名(地域活性化協議会委員)に配布し、彼らが地域に対して“どんなところ”“どんな”イメージを持っているのかを記入してもらった。この作業により彼らは、自分と他人では地域環境の認識に違いがあることを発見することになった。



図-3 地図アンケートとワークショップの様子

### (2) 第2回WS：地域資源評価 ①

地域資源データを入力したものが図-4, 5である。

図-4は客観情報である農地、道路、水路、施設等の分布、図-5は地図アンケートによって得られた「美しいと思う場所」や「季節感を強く感じる場所」、「生き物が生息する場所」などの主観情報を表現した分布である。これらの表示により、実質的な資源の位置、賦存量や種類、その位置関係が明確になった。

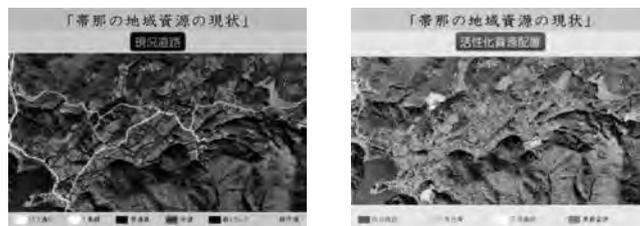


図-4 地域資源データ (客観情報)

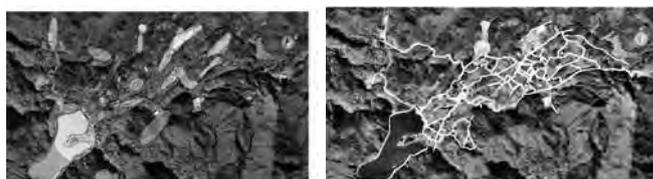


図-5 地図アンケート (主観情報)

地域資源の評価作業では、土地基盤の現状の上に、自分たちの主観的な意識がどのように入り込んでいるかを評価し、確認することが重要となる。

従って、はじめから詳細な活性化方針を設定することなく、例えば“農業のさらなる進展において課題となる場所はどこか”、“道路の利用状況として重要地点はどこか”、“景観や文化などをPRするのに効果的な場所はどこか”等について、VMFの3次元表現機能により資源情報データを重ね合わせる作業で地域資源の評価を行った。

図-6は、食味の良い米や野菜がよく採れる場所の客観情報を評価したもので、薄い色調のところが高く評価された資源となる。参加者は耕作放棄地現況図とこのデータを比較することで、生産条件として評価の高い農地資源の近くまで耕作放棄が進んできていることを確認できた。図-7は、交通量が多くて、美しい景観を有する場所を重ね合わせている。ここでは棒グラフで表現しているが、参加者は高い棒の場所(重なりが多い場所)が、景観資源として高いポテンシャルを有していることを理解し、その活用方法が議論の俎上に上がった。図-8は文化や歴史に関する資源が集中しているところである。神社や寺、道祖神などが複数位置する場所が高い評価となった。このようにVMFの3次元表示機能により、住民は容易に地域資源の位置を確認することが出来たので、資源の現状について理解の共有が可能となった。

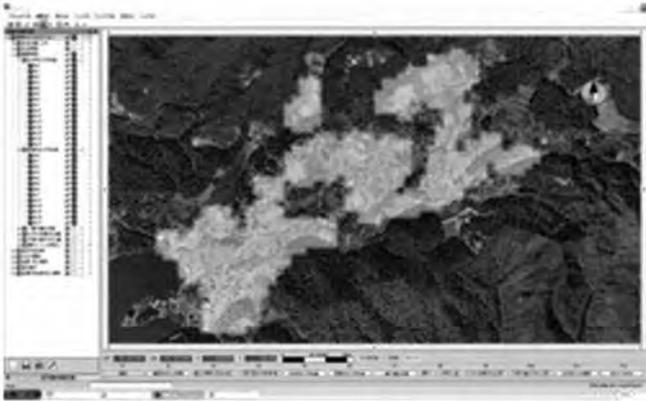


図-6 生産条件の良好な場所

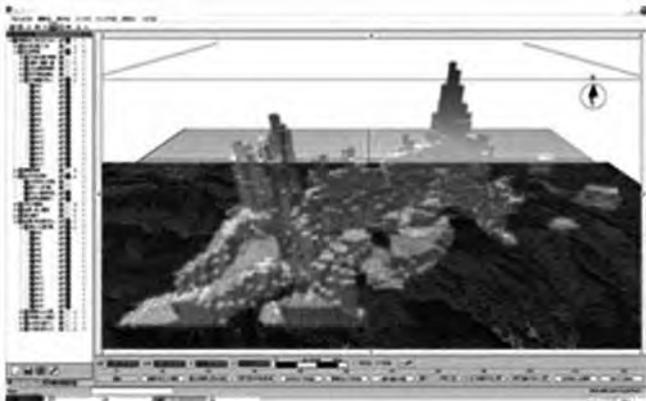


図-7 交通量が多くかつ景観条件の良好な場所

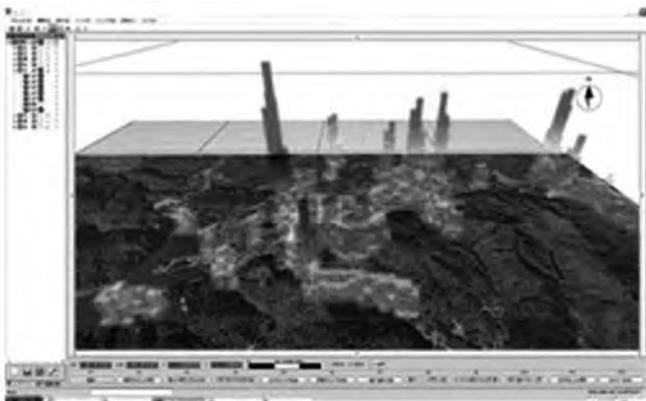


図-8 文化・歴史的に重要な場所

(3) 第3回 WS：地域資源評価 ② 「帯那の拠点」

地域に賦存している資源を評価することは、住民にとって地域活力の所在を改めて確認することに繋がる。第3回 WSでは、それぞれの地域資源の評価結果を幾通りも重ね合わせながら、帯那地区の地域活力が焦点している活性化拠点を抽出する作業に取り組んだ。この作業ではVMFによる機能評価が住民の地域資源の利活用について考案する上で優れた効果を発揮した。

VMFで地域資源の重ね合わせ評価作業をわかりやすくするために、収集された資源情報を資源の性質ごとに資源カードに整理した(図-9)。これを住民が第2回WSで考案した活性化テーマ(「地域を元気に

する」「快適な地域をつくる」等の6テーマ)に寄与する度合いの高いと思われる順に当てはめて、活性化のための資源評価モデルを作成し(図-10)、VMFで地図上に表示することを繰り返した。



図-9 資源カード

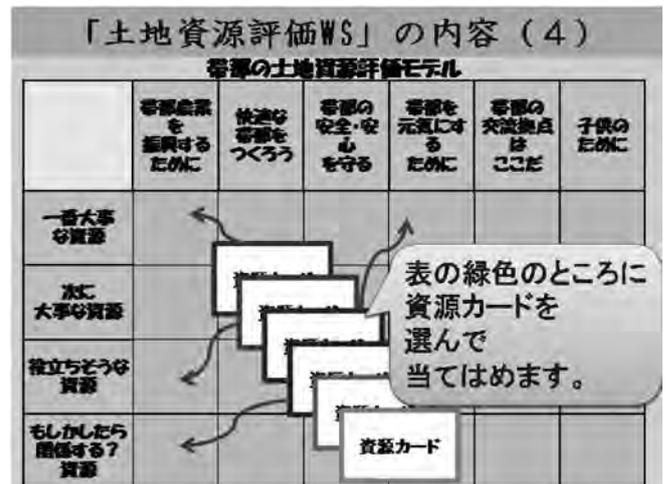
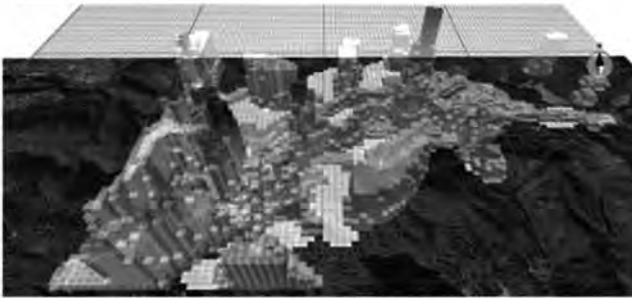


図-10 資源評価モデル

この作業を通して、それぞれの資源の利活用のあり方についての住民の理解が深まり、最終的に合意された資源評価モデルは、「自慢できる場所」+「交通量の多い場所・季節感あふれる場所」+「野菜がよくできる場所・お米がよくできる場所」+「歴史文化・自然が多い場所」+「よく使う道路」という組み合わせとなり、地図上に図-11のように表現された。ここで棒グラフが高く表示された箇所が、住民自身が考案し析出した地区の活性化拠点として確認されて、図-12の「帯那の拠点」が合意されることになった。

協議会の土地資源評価のまとめ（5）

協議会の評価を踏まえた総合分析（得点分布）



①活性化に高く貢献する資源(場所)として3カ所が抽出された。  
②「仲原バス点付近の農地」→「千代田湖岸県道付近」→「下帯那公民館付近」

図-11 資源評価モデルによる分析結果

「帯那の地域資源の活用を考える」

活性化拠点の候補地(案)

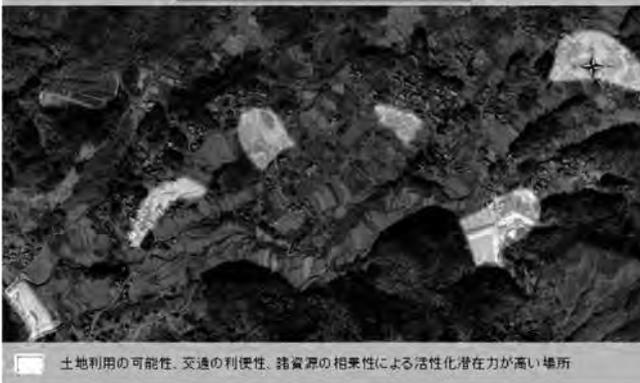


図-12 合意された「帯那の拠点」

(4) 第4回WS：地域活性化構想 「活性化のための活動メニュー」

今回のWSでは、各種地域資源の配置や相互の距離関係などを地図上に表示して、それぞれの資源が果たしている機能について再認識しながら、地域活性化に向けた資源の活用方策を考案しようとした。1回から3回までのWSでは、VMFの3次元表示機能により客観的・主観的な資源を地図上に視覚化させて、地域における資源のあり方を多様な角度から確認してきた。この結果、提案された「帯那の拠点」は、単に資源のポテンシャルが有効に発揮される場所を示しているのみではなく、拠点を案出するまでの資源評価の繰り返しプロセスの中で醸成された資源の組み合わせ方や演出方法などの思考も含意されている。

図-13は、案出した活性化拠点に住民自身が意味づけしたものであるが、そこには地図上で繰り返し表現してきた資源評価内容を住民が理解した結果が表現されている。それはとりもなおさず住民の地域づくりへのインセンティブが確実に向上したことを意味しよう。かくて、第4回WSでは、この図をベースにして地域活性化に向けて地域が取り組む具体的な活動メ

ニューの検討に入り、19項目に及ぶ「活性化活動指針案」(図-14)が取りまとめられた。

「帯那の地域資源の活用を考える」

活性化拠点の絞り込み-皆さんの考案

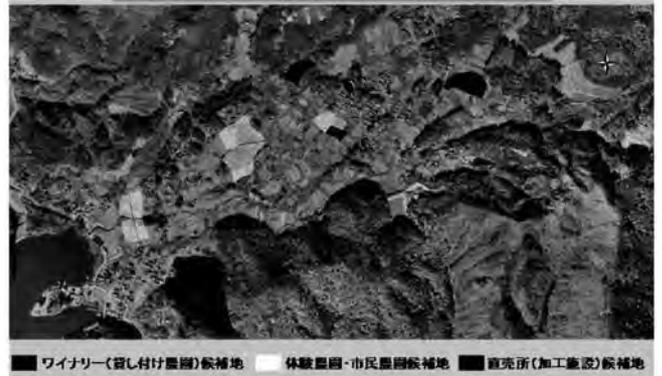


図-13 意味づけされた「帯那の拠点」

「活性化活動指針案」  
「活性化活動指針案」  
「活性化活動指針案」

地域交流活動	<p>「活性化活動指針案」</p> <p>「活性化活動指針案」</p> <p>「活性化活動指針案」</p>	<p>「活性化活動指針案」</p> <p>「活性化活動指針案」</p> <p>「活性化活動指針案」</p>
資源保全活動	<p>「活性化活動指針案」</p> <p>「活性化活動指針案」</p> <p>「活性化活動指針案」</p>	<p>「活性化活動指針案」</p> <p>「活性化活動指針案」</p> <p>「活性化活動指針案」</p>
生活向上活動	<p>「活性化活動指針案」</p> <p>「活性化活動指針案」</p> <p>「活性化活動指針案」</p>	<p>「活性化活動指針案」</p> <p>「活性化活動指針案」</p> <p>「活性化活動指針案」</p>
地域振興活動	<p>「活性化活動指針案」</p> <p>「活性化活動指針案」</p> <p>「活性化活動指針案」</p>	<p>「活性化活動指針案」</p> <p>「活性化活動指針案」</p> <p>「活性化活動指針案」</p>

図-14 「活性化行動指針案」

地域資源を有効に活用した地域づくりでは、地物としての資源だけではなく、資源に対する住民の思いや資源を巡っての住民間の共有する考え方などの感情資源を重層化することで、着実な地域活性化に向けた活動を紡ぎあげていくことが重要となる。コミュニケーションGISを活用することで、客観的な資源情報と主観的なそれとを目に見える形で総合評価を重ねれば、そこから案出されてくる資源利活用の方向への住民の信頼や関心は高まっていく。実際に帯那地区では、地域資源の持っている活性化機能の把握から具体的な活用方針に至る検討内容が深まり、結論された活性化活動指針に対する住民の参加態度は十分に醸成された。地域づくりのWSにおいて、有形無形の資源情報を視覚化することは極めて有効であることが確認できたのである。

4. おわりに

本報では、コミュニケーションGISを活用した地

域づくりの有効性について、WSの中での活用事例を通して考察を進めてきた。様々な農村振興施策の展開において住民参加は不可欠の条件となっている現下では、住民の参加意欲をいかに醸成していくかが常に問われる課題になっている。こうした課題に答える一つの解決策として、地域の多様な情報を視覚化できるコミュニケーションGISの活用を提案したのが本報のねらいであった。

最後に、このコミュニケーションGISの住民参加型の構想・計画づくりにおける有効性を、従来型GISを活用した場合のとの比較を示して（表-2）結論にしたい。

最近でこそ、WSにおいてGISの活用が標準化されてきているが、かつてGISを使わない場合は、専門家が地図を色分けするなどの手作業で資源情報の分析を行っていた。こうした場合、作業量の限界から、農業後継者がいる／いないなどの2～3項目の重ね合わせにとどまらざるを得なかった。そこにGISが導入されてきたことで、手作業の限界を克服し、多様で多角的な分析を行うことが可能となった。しかし、その分析作業はGIS操作に長けた専門技術者による思考に多くを委ねざるを得なかった。このため、分析作業、分析結果の住民への提示、住民意見の持ち帰り、再分析作

業などの煩雑な繰り返しが必要となって、構想・計画づくりのプロセスは多くの時間と労力を要した。

これに対してコミュニケーションGISは、表-2に示したように、分析作業と住民意見の反映を同時に現場で処理することを可能にしたため、構想・計画づくりプロセスの効率を上げることになり、地域住民や多様な主体の参加の下での地域活性化活動あるいは水路・農地の維持管理活動への展開が見込まれる。これは単に、事業効率という観点から計画段階-設計に至るプロセスの短縮を図れるということではなく、住民の地域づくりへのインセンティブが高度化することで農業農村整備事業をはじめとした地域振興施策への主体的な住民参加を展望しようという点で重要な意味を持つ。

地域づくりにコミュニケーションGISを導入することは、住民参加型農村計画策定の全体の構造や事業の流れを変えることになると思われる。

表-2 WSにおけるコミュニケーションGISの有効性

	従来型GISによる支援	コミュニケーションGISによる支援
プロセス		
支援の対象	計画内容を住民に対して確認するための行政支援。	行政と住民との情報交換のための、行政および住民双方に対する支援。
データの準備と現場利用	準備に時間がかかる。WS現場では出力の閲覧のみとなる。	準備にかかる時間が短いことに加え、WS現場でデータの追加が可能。
計画から設計の期間内でのWS	現実的な期間内には1～2回のみしか行うことができない。	同期間で4～5回のWSを行うことができる。
WS後のデータの有効利用	WSは住民の意見を集めるだけの場になりがち。データはその時だけのもので、後に活かされない場合もある。	データは次回のWSでも使用され、有効利用が可能。
事業期間と効果	十分な効果を目指そうとすると、多大な計画検討期間が必要となる。	限られた事業期間で、効率的に効果を上げることができる。

## 1. 会員の募集

水と土の発行は皆様の年会費によってまかなわれています。今後とも事業地区の技術情報の交流を図るためには会員の確保が重要となっています。会員の皆様には職場の同僚の方々に農業土木技術研究会の成り立ちや「水と土」をPRしていただき、会員の勧誘をお願いいたします。平成27年度の年会費は2,300円です。なお、別紙のPR版を作成しましたので会員の勧誘に活用いただければ幸いです。

## 2. 報文投稿の募集

「水と土」は会員の皆様からの報文投稿によって支えられています。報文は以下のように様々なテーマが考えられますので、これを参考に皆様が担当されている事業地区の状況を報文にまとめて投稿いただくようお願いいたします。併せて巻末の投稿規定も参照して下さい。

- ① 事業地区の段階は、企画、調査、計画、設計、施工、管理に分けられるので、構造物の施工の有無に関わらず、コスト縮減、創意工夫、新技術導入、環境配慮などの視点から取りまとめた報文
- ② ダム、トンネル、橋梁、揚排水機場等の大規模工事や長期にわたる債務負担行為工事等について、調査、計画、設計、施工の各段階での検討や実績を取りまとめた報文
- ③ 農村工学研究所や県試験場などへの依頼研究の成果について取りまとめた報文(研究依頼先との連名による)
- ④ 土地改良技術事務所、調査管理事務所が対応している技術検討や現場支援業務について取りまとめた報文(当該機関との連名による)
- ⑤ 海外派遣から帰任した職員の派遣先でのプロジェクト等について技術的見地から取りまとめた報文
- ⑥ 建設会社、コンサルタント等の会員について、普及性のある事例や技術検討について取りまとめた報文

# 投稿規定

1. 原稿には次の事項を記した「投稿票」を添えて下記に送付して下さい。

〒105-0004 東京都港区新橋5-34-4 農業土木会館内, 農業土木技術研究会

2. 「投稿票」

- ① 表 題
- ② 本文枚数, 図枚数, 表枚数, 写真枚数
- ③ 氏名 (フリガナおよびローマ字表記), 勤務先と勤務先の電話番号, 職名
- ④ 連絡先 (TEL), (E-mail)
- ⑤ 別刷希望数
- ⑥ 内容紹介 (200字以内)
- ⑦ 対象施設 (報文の対象となっている主な施設を記入: ダム, トンネル, 橋梁, 用排水機場, 開水路, 管水路 等)
- ⑧ キーワード (報文の内容を表すキーワードを記入: 維持管理, コスト縮減, 施工管理, 環境配慮, 機能診断 等)

3. 1回の原稿の長さは原則として写真・図・表を含め18,000字程度 (ワープロで作成の場合, A4版8枚程度) として下さい。なお, 写真・図・表はヨコ8.5cm×タテ6cm大を288字分として計算して下さい。

4. 原稿はワープロで作成し, 漢字は当用漢字, 仮名づかいは現代仮名づかいを使用, 術語は学会編, 農業土木標準用語辞典に準じて下さい。数字はアラビア数字 (3単位ごとにカンマ (,) を入れる) を使用して下さい。

5. ワープロで作成した原稿データについては, プリントアウトした原稿 (写真・図・表入り) とともにCDデータ等にて提出して下さい。

写真・図・表の画像データは, 原稿データとは別に添付して下さい。なお, 図・表については白黒印刷においても判読できるように極力配慮して下さい。

※データと違いがないかをプリントアウトした原稿で必ず確認して下さい。

6. 写真・図・表は本文中の挿入個所を明確に指定して下さい。

7. 原図の大きさは特に制限はないが, B4版ぐらいまでが好ましい。原図はトレーサーが判断に迷わないよう, はっきりしていて, まぎらわしいところは注記して下さい。

8. 文字は明確に書き, 特に数式や記号などのうち, 大文字と小文字, ローマ字とギリシャ文字, 下ツキ, 上ツキ, などで区別のまぎらわしいものは鉛筆で注記して下さい。

たとえば,

C, K, O, P, S, U, V, W, X, Zの大文字と小文字

O (オー) と 0 (ゼロ)                      a (エー) と  $\alpha$  (アルファ)

r (アール) と  $\gamma$  (ガンマ)                k (ケイ) と  $\kappa$  (カッパ)

w (ダブルユー) と  $\omega$  (オメガ)        x (エックス) と  $\chi$  (カイ)

l (イチ) と 1 (エル)                      g (ジー) と q (キュー)

E (イー) と  $\varepsilon$  (イプシロン)        v (ブイ) と  $\nu$  (ウプロシン)

など

9. 分数式は2行ないし3行にとり余裕をもたせて書いて下さい。

10. 数表とそれをグラフにしたものとの並載せはさけ, どちらかにして下さい。

11. 本文中に引用した文献は原典をそのまま掲げる場合は引用文に『        』を付し引用文献を本文中に記載して下さい。孫引きの場合は, 番号を付し, 末尾に原著者名: 原著論文表題, 雑誌名, 巻; 頁~頁, 年号, 又は“引用者氏名, 年・号より引用”と明示して下さい。

12. 投稿の採否, 掲載順は編集委員会に一任して下さい。

13. 掲載の分は原稿料が支払われます。

14. 別刷は, 有料になります。

15. CPDの登録が可能です。1ページ10CPD, 上限40CPDとなります。申請 (本人) に当たっては, 証拠書類 (論文, 掲載号の表紙, 目次) が必要となります。

# 農業土木技術研究会 会員の募集

## 1. 発足40周年を迎えた「農業土木技術研究会」

本研究会は、全国の農業土木技術者の自主的な研究会です。その歴史は、昭和28年の「コンクリートダム研究会」にまでさかのぼり、事業の展開方向に即して変遷してきました。現在の「農業土木技術研究会」としても、平成21年度には発足40周年を迎えた歴史ある研究会です。

### 〈農業土木技術研究会の変遷〉

- 昭和28年 「コンクリートダム研究会」の発足：会誌「コンクリートダム」の発刊
- 昭和31年 フィルダムを含めて「ダム研究会」に拡大：会誌「土とコンクリート」に変更
- 昭和36年 「水路研究会」の発足：会誌「水路」の発刊
- 昭和45年 両研究会の合併  
「農業土木技術研究会」の発足：会誌「水と土」の発刊

## 2. 技術力向上に資する「農業土木技術研究会」

本研究会は、時代のニーズを反映した事業の円滑な推進に必要な技術力の向上のため、農業農村整備事業の計画・設計・施工事例や技術的検討内容などの現場技術情報の発信と交流を一貫して展開しています。

研究会では、現場の技術報文を中心とした会誌「水と土」を年間3回発行し会員の皆様にお届けしています。また、時代に即した技術的な情報を提供する研修会も開催しています。

## 3. 会員が支える「農業土木技術研究会」

本研究会の活動は、皆様の年会費によってまかなわれています。

21世紀を迎え農業・農村の位置付けがますます重要になっている今日、本研究会に入会いただき、その振興の基礎となる「農業土木技術」に根ざした研究会の活動を支えて頂ければ幸いです。会費は2,300円です（会費は51年度より据置）。

入会の手続きは、研究会へ直接又は各職場の連絡員に会費を添えて申し込んで下さい。

申し込み様式は以下を参考にして下さい。

### 入会申し込み

平成 年 月 日

私は農業土木技術研究会に入会します。

氏名： _____

職場・所属： _____

職場住所（会誌送付先）：〒 _____

電話番号： _____

問い合わせ先：農業土木技術研究会  
〒105-0004 東京都港区新橋5-34-4  
農業土木会館内 TEL 03 (3436) 1960  
FAX 03 (3578) 7176

## 「水と土」通信

FAX 宛先：農業土木技術研究会 03 - 3578 - 7176

★「水と土」をより充実したものとするため、下記様式であなたのご意見をお寄せ頂ければ幸いです。

1. 本号（176号）で興味をもたれた報文について記載下さい

(1) 報文タイトル：_____

(2) 興味を持たれた具体的内容

_____  
_____

2. 本号の編集についてご意見をお聞かせ下さい

_____  
_____

3. とりあげて欲しいテーマなど本誌に対するご意見やご要望をお書き下さい

_____  
_____

所属：_____ 氏名：_____

### 編集後記

10月より「水と土」編集担当となりました。本冊子をよりよきものにしていきたいと思いますのでご指導・ご支援よろしく申し上げます。

さて、皆さんは「世界かんがい施設遺産」についてご存じでしょうか。これは国際かんがい排水委員会(ICID)が、かんがいの歴史・発展を明らかにし、理解醸成を図るとともに、かんがい施設の適切な保全に資することを目的として、建設から100年以上経過し、かんがい農業の発展に貢献したもの、卓越した技術により建設されたもの等、歴史的・技術的・社会的価値のあるかんがい施設を登録・表彰するものです。

平成26年度からこの取組が進められていますが、日本では平成26年度に9施設、平成27年度に4施設が登録されました。これらの施設以外にもそれぞれの

地域で育み、守り続けられてきた施設がたくさんあります。ぜひ、お近くのかんがい施設を訪ねてみてはいかがでしょうか。

最後に、この編集後記が掲載されているページの上半分は、「水と土」通信となっております。本号で興味を持たれた報文、本号の編集についてのご意見、とりあげて欲しいテーマなど、本誌に対するご意見やご要望をお送り頂けると、今後の編集方針の参考となります。読者の方々のご興味に添える会誌にするため、ご意見等を反映させたいと考えております。

今後の本会の発展、「水と土」の活性化のためにも、こちらにもご意見・ご感想をお送りいただき、ご協力頂きますようお願いいたします。

(農村振興局整備部設計課 吉野英和)

### 水と土 第176号

発行所 〒105-0004 東京都港区新橋5-34-4

農業土木会館内

印刷所 〒161-8558 東京都新宿区下落合2-6-22

農業土木技術研究会

TEL 03(3436)1960 振替口座 00180-5-2891

一世印刷株式会社

TEL 03(3952)5651



大地に刻む農の文化

# 一般社団法人 土地改良建設協会

*Land Improvement Construction Association of Japan*

会 長 宮 本 洋 一

専務理事 齊 藤 政 満

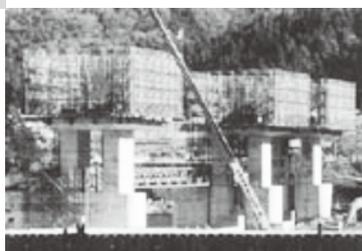


土地改良事業  
の推進



土地改良事業の  
建設工事に関する  
広報活動

工事施工技術に  
関する  
調査研究



公共事業の  
円滑な実施  
に関する  
調査研究



〒105-0004 東京都港区新橋 5-34-4 (農業土木会館)

TEL 03-3434-5961 FAX 03-3434-1006

<http://www.dokaikyo.or.jp/>

# ダイプラハウエル管[®] (高耐圧ポリエチレン管)

**信頼性の高い、本埋設管として様々な公的機関で認可されています。**

## 規格

日本工業規格 耐圧ポリエチレンリブ管 (JIS K 6780)  
下水道協会規格 下水道用リブ付ポリエチレン管 (JSWAS K-15)

## NETIS

国土交通省 新技術登録 (NETIS CB-980025-V) カルバート工  
(NETIS CB-980024-A) 柔構造樋管  
22年度・23年度 準推奨技術 新技術活用システム検討会議 (国土交通省)  
「ダイプラハウエル管による道路下カルバート工の設計・施工方法」

## 道路基準

日本道路協会 道路土工 カルバート工指針  
日本道路公団 設計要領第二集カルバート編  
農林水産省 土地改良事業計画設計基準 (農道)  
林野庁(日本林道協会) 林道必携 技術編

## 電気技術規定

J E S C 水力発電設備の樹脂管 (一般市販管) 技術規定

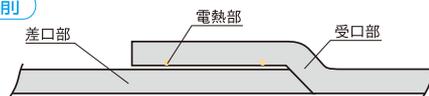
## 農業用水のパイプラインに！

### 管路の一体化による継手部の信頼性！

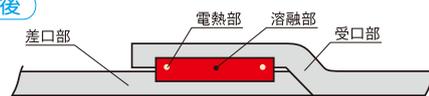
EF継手は電熱線の通電により熔融し、受口、差口を一体化させ、万全の気密性を保持できます。また、融着品質のばらつきがなく、作業が容易なため、工期短縮・コスト縮減が実現出来ます。

## EF継手(エレクトロフュージョン)

### 通電前



### 通電後



内圧用ダイプラハウエル管



## 農道下横断管に！

耐圧強度が大きく、  
高盛土下に  
埋設可能！

カルバート工  
として  
実績豊富！



## ため池の底樋に！

柔軟性に優れ、  
地盤沈下にも  
対応！

柔構造樋管  
として  
実績豊富！



ダイプラハウエル管

**dp 大日本プラスチック株式会社**

本社：〒530-0001 大阪市北区梅田3-1-3(ノースゲートビルディング16階)  
TEL.06-6453-9285 FAX.06-6453-9300  
東京支社：〒108-6030 東京都港区港南2-15-1 (品川インターシティA棟30階)  
TEL.03-5463-8501 FAX.03-5463-1120

<http://www.daipla.co.jp>

札幌(営) 011-221-3053 仙台(営) 022-223-0761  
東京(営) 03-5463-8501 名古屋(営) 052-933-7575  
大阪(営) 06-6453-9285 広島(営) 082-221-9921  
福岡(営) 092-475-1350 鹿児島(営) 099-227-1577