

我が国の灌漑施設の開削目的、技術発展に関する研究

日本大学大学院工学研究科土木工学専攻 学生会員 ○外崎 歩眞
日本大学工学部土木工学科 正会員 知野 泰明

1. はじめに

人の生命を支える食糧生産に不可欠な農業用水は、農民の膨大な投資と努力によって形成され、現代に継承されてきた。初期の水田農業においては、技術力の未熟さから水の入手しやすい低湿地、山麓地帯や山間の平地が利用されたとされている。水田稲作技術が初めて中国から伝来したとされる北九州の水田遺構には、畦や畔等の整備がされており、灌漑が当時から水田農業に不可欠な技術として実施されていたことが分かる。そこで私は、長い年月で培われてきた灌漑技術の変遷について調査してみることにした。

本稿では灌漑施設に用いられてきた土木技術の変遷を調査し、表にまとめ、灌漑の歴史・発展の解明につながる新しい知見を得ることを研究の目的とした。

2. 研究方法

本研究では、インターネットや文献から収集した情報を元に、日本の灌漑に関する技術の変遷を分析した。また、現代の技術の例としてリモートセンシングを挙げ、リモートセンシングの今後の活用方法について考察を行った。

3. 我が国の灌漑施設の技術発展

3.1 縄文時代～弥生時代

日本最古の灌漑について考古学的に確認されたのは、今から約 2500～2600 年前の縄文時代晩期中頃に開削された佐賀県唐津市に位置する菜畑遺跡である。縄文時代晩期、中国から北九州に伝来した水田稲作技術は、菜畑遺跡や板付遺跡を始めとした九州地方の水田から、急速に日本列島と東へと伝播していった。現在までの調査記録において、弥生時代の水田は全国で 20 カ所以上見つかっている¹⁾。また、弥生時代後期には日本最古の溜池、蛙股池(かえるまたいけ)が 162 年に築造された。

当時の技術として、石包丁や石斧、田下駄等の農具、用水路や堰、柵や畦畔といった大規模な水田遺構が出土している²⁾。鉄器が流入する弥生時代後期までは石器が主な農具だと考えられる。

3.2 古墳時代～平安時代

古墳時代、朝鮮半島から製鉄・土木技術がもたらされると、古墳を造る技術が溜池にも活かされ、大きな溜池も造られるようになった。代表的な例として、616 年に築造された狭山池には「敷葉工法」という土木技術が使われている。その後、行基により狭山池を含む近畿地方を中心にした溜池の改修工事や築造に携わった。

平安時代には、唐から揚水水車が伝来され、山がちかつ急傾斜である我が国の地形の特徴から、日本各地で灌漑目的に利用された³⁾。

3.3 鎌倉時代～安土桃山時代

平安時代末期から鎌倉、室町、安土桃山時代にかけては戦乱が相次ぎ、新たな開発は少ない。しかし、芝原上水を始めとした大用水の開削、信玄堤を始めとした治水事業等、経済的基盤の拡充を目指して、流域的規模の開発を盛んに行った⁴⁾。

3.4 江戸時代～明治

戦国時代における大用水が水利に乏しかった台地に導水したことで、その地域の新田開発が進んだ⁵⁾。この時期に導入された、連続堤で流路を固定する技術は、我が国における河川を利用した大規模灌漑システムが確立するものであった⁶⁾。伏せ越しや掛渡井の技術と合わせ、見沼代用水が代表的事例として挙げられる⁶⁾。

明治に入ると安積疎水等の治水事業や、明治用水、那須疎水等の大規模灌漑工事も行われるようになった⁷⁾。前者はファン・ドールンらオランダから来日した外国人技術者の存在、後者は各地域の飲料水等の水不足が原因だと考えられる。さらに、新しい技術として農業用ポンプの導入も明治時代から始まっている⁸⁾。

3.5 大正～昭和

高度経済成長期、小作人等が工業に流れて農業就業人口が減少し、人力・畜力の農作業体系が中型機械体系に置き換えられ、日本農業の編成が大きく変化した。

キーワード：灌漑、リモートセンシング、LiDAR(Light Detection and Ranging)

住所：福島県郡山市田村町徳定字塚ノ越 37-2 ダイアフェニックス壺号館 408 号、TEL：090-7190-9795

昭和初期に電気灌漑事業が佐賀平野に導入され、電動モーターによる機械揚水が可能になった⁹⁾。

1957年に開削された愛知用水に配水系のパイプラインが導入され、以降本格的に農業用水路のパイプライン化が始まった¹⁰⁾。1960年代にはコンクリートの使用が一般化され、戦後は社会の近代化とともに、灌漑システムも大幅な成長を遂げていることが分かる。

時代	西暦・年号	歴史	灌漑施設
縄文・弥生	BC500~600	稲作が北九州に伝播	菜畑遺跡・板付遺跡
	BC400	稲作が東北部へと伝播 製鉄・土木技術が伝来	
古墳・平安	162(成務天皇32)年	日本最古の溜池の築造	蛙股池
	616(推古天皇7)年	敷葉工法の活用 溜池の築造・改修	狭山池
鎌倉・江戸	1542(天文11)年	武田信玄による治水事業	信玄堤
	1601(慶長6)年頃~	結城秀康による大用水事業	芝原上水
	1728(享保13)年頃	河川灌漑システムの確立	見沼代用水 等
近代	1872(明治5)年~	オランダ人技術者の来日	
	1955年(昭和30)年~	人力農作業体系が機械体系に コンクリートの使用が一般化	

表一 灌漑に関する年表

4. 現代の技術（リモートセンシング）

リモートセンシングは、広い意味では「物を触らずに調べる」技術を指し、撮影プラットフォーム(人工衛星や航空機等)が搭載している測定器(センサ)によって遠隔で、対象のものを調べる技術である。近年では無人機(ドローン)が一般的になっている¹¹⁾。リモートセンシングを活用することで以下の手法が可能になる。

1) LiDARによる精密なレーダマッピング

LiDAR(Light Detection and Ranging)とは、レーザービームを使用して上空から地球の表面までの距離を測定する測位技術で、数値表面モデルや数値標高モデル、日射強度モデルのサンプリングデータを得ることができる。

2) 写真測量を使用した標高と等高線の導出

写真測量とは、画像から対象物の幾何学的特性(位置・大きさ・形状)を得る測量方法である。他の測量方法に比べ精度は劣るが、作業に必要な準備や時間も軽く、手軽に運用することができる。

3) AIによる人間の知覚を超えた計測や判定

1ヘクタールあたり2万個のキャベツをドローンの空撮による画像解析とAI判定により、キャベツの個数を自動で計測し、個々の育成状況まで把握できる。人間の目では見落としがちな雑草の位置を検知することも可能である¹²⁾。

5. 考察

我が国の灌漑は稲作から始まり、食料を安定して供給するため、大事な役割を担っていた。経済的な基盤を拡充するためや、飲料水を確保するため等、灌漑は様々な目的へと形

を変え、発展してきたことが分かった。

現在問題になっている、コンクリート構造物を始めとした土木構造物の老朽化に対する維持管理につとめるのがよいだろう。しかし、土木構造物の維持管理に携わる、もしくは携わる予定のある我々だけでは負担が大きいのが現状である。そこで、地域住民の方々の協力やAIの導入が必要である。つまり、ドローンによる空撮や地域住民による写真測量を元に、AIが判定を行い、専門家が対処するという流れが効率的かつ確実だと考えられる。また、新しい技術の導入により、労働者や組織の業務体系が変化すること等、ワークライフバランス等も含めた「働き方改革」という文脈で考える必要がある。

6. まとめ

本研究では、日本の灌漑に関する技術を分析し、その変遷について究明を進めてきた。時代の移り変わりとともに灌漑技術は進化し、我々人類もそれに応じて必要な知識や環境を変えていく必要がある。

参考文献

- 1) 1-3 伝わったのは縄文時代の終わりのころ | 米穀安定供給確保支援機構：米ネット (komenet.jp)
- 2) 浜田晋介 弥生集落と谷 ja (jst.go.jp)
- 3) わが国における灌漑用揚水水車の存廃要因と利活用について ja (jst.go.jp)
- 4) 地域の歴史 ～先人が築いてきたもの 全国屈指の水路網～：北陸農政局 (maff.go.jp)
- 5) Microsoft Word - ●記録誌更新 100226.doc (inamino-tameike-museum.com)
- 6) 見沼代用水 | 見沼たんぼってなに? | 見沼たんぼのホームページ (minumatanbo-saitama.jp)
- 7) 礎の歴史的展開 - 水土の礎 (suido-ishizue.jp)
- 8) 研究テーマ別に論文を読む-「日本の経験」を伝える- 図書館ジェトロ・アジア経済研究所 (ide.go.jp)
- 9) 陣内義人:電気灌漑事業と地域社会, Working paper (p1-33),1981
- 10) 土地改良事業計画設計基準及び運用・解説 設計「パイプライン」技術書改定(案) (抜粋) (e-gov.go.jp)
- 11) 一般財団法人リモート・センシング技術センター <https://www.restec.or.jp/knowledge/>
- 12) リモートセンシング技術で一週間分の農作業を15分に。スカイマティクスの考える「真のDX」とは | DIGITALIST (digitalist-web.jp)