

# 秋田県八竜砂丘における人工かん養試験について

三祐株式会社仙台支店 ○高 田 正 美  
 農林水産省構造改善局 ○高 橋 禎 一  
 農林水産省北陸農政局 ○浅 野 将 人  
 農林水産省東北農政局 ○伊 藤 吾 一

## 1. はじめに

地下水は、暑い夏には冷たく、寒い冬には温かく感じられるように、水温が一年を通してほぼ一定であるという性質がある。このことは言い換えると、地下水の入れ物である地層（帯水層）には保温性（断熱性）があることを表している。

これらの点に着目し、具体的には夏期の温かい地表水を、冬期には冷たい地表水を人工的に地下水として貯留することにより、冬期には水温の高い地下水を、夏期には水温の低い地下水を利用し、ハウス栽培など施設園芸の冷暖房用エネルギーとして使用することにより農業生産に於けるコストの低減を図ろうとするものである。併せて、表層土壌帯や帯水層のろ過機能を利用し地表水の水質改善の可能性についても検討する。

今回、上記目的のために東北地方日本海北部沿岸に分布する砂丘地帯において、冷温熱水の人工かん養・地下貯留の可能性の検討・適地選定などの調査が行われ、その一環として秋田県八竜砂丘において温水の人工かん養試験で実施したのでその結果を報告する。

## 2. 試験地の状況

### (1) 調査の経緯

八竜砂丘では、平成 5年度より既存文献の収集や地表地質踏査、電気探査、地質ボーリング、粒度分析、水質分析等々を行い調査地域の地質状況の把握に努めるとともに、平成 6～7 年度には熱移動予測シュミレーションを、今回は温水のかん養試験を行い当地区のかん養能力に関する基礎的データを得た。

### (2) 地形概要

八竜砂丘は、秋田県北西部の八郎潟干拓地北西端付近に位置し、日本海沿岸に沿って分布する海岸砂丘地帯の中央部にあたる（図1）。当砂丘は西側（海側）より、

- ①外列砂丘（幅 200～600m、標高 5～10m程度）
- ②砂丘間低地（幅 150～400m、標高 5m程度）
- ③内列砂丘（主部で幅 1～2km、標高 40～60m）

に区分される。

### (3) 地質概要

調査地一帯はグリーントフ地域に属し、新第三紀中新世～鮮新世の堆積岩類を基盤とし、その上部には第四紀更新世の段丘堆積物（潟西層）と完新世の砂丘堆積物（砂丘砂）が分布している。試験地では表層から下位の標高 2m程度までが砂丘砂、その下位から標高-10mまで潟西層上部砂層、その下位から標高-15mまで潟西層シルト層が分布している。

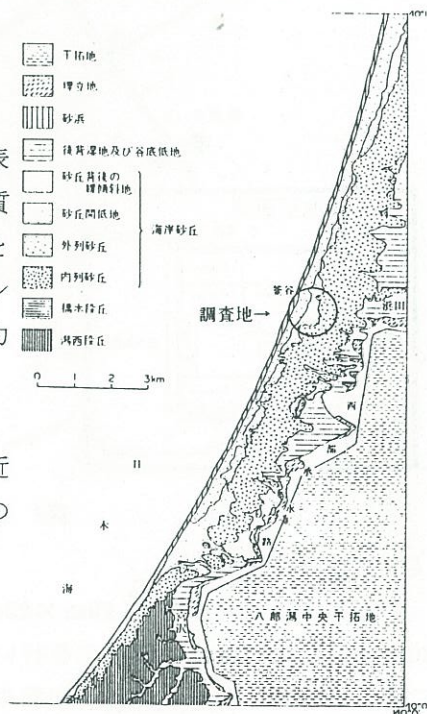


図1 地形分類および調査位置図  
 （「羽後浜田地域の地質」<sup>1)</sup>に加筆）



#### (4) 帯水層とその透水性

対象となる浅層の帯水層は、砂丘砂と潟西層上部砂層であり、これらは比較的緩いから中程度に密な細砂で構成され、空隙率は $\phi = 30 \sim 35\%$ 程度と推定される。これら帯水層の透水性は、粒度分布からの透水係数は  $2.2 \times 10^{-2} \sim 3.2 \times 10^{-3} \text{ cm/sec}$  (クレーガーの式による)、揚水試験結果からの透水係数は  $1.0 \times 10^{-2} \text{ cm/sec}$  が得られている。なお、砂丘砂と潟西層上部砂層の下位に分布する潟西層シルト層が不透水性基盤に相当する。

### 3. かん養試験

#### (1) 試験概要

かん養試験は、八竜砂丘中央部に位置する八竜町釜谷地内の内列砂丘において (図2)、畑地として利用されている  $100\text{m} \times 50\text{m} = 5000\text{m}^2$  を作業範囲とし、平成 7年 9月 3日から4日間の予備試験を含む 23日間 (かん養本試験 9/8~ 9/26) で実施した。

かん養時間は午前 7時から午後 5時までの 10時間とし、試験期間中のかん養水量は 1日平均  $333\text{m}^3$  で合計  $7660\text{m}^3$  であった。

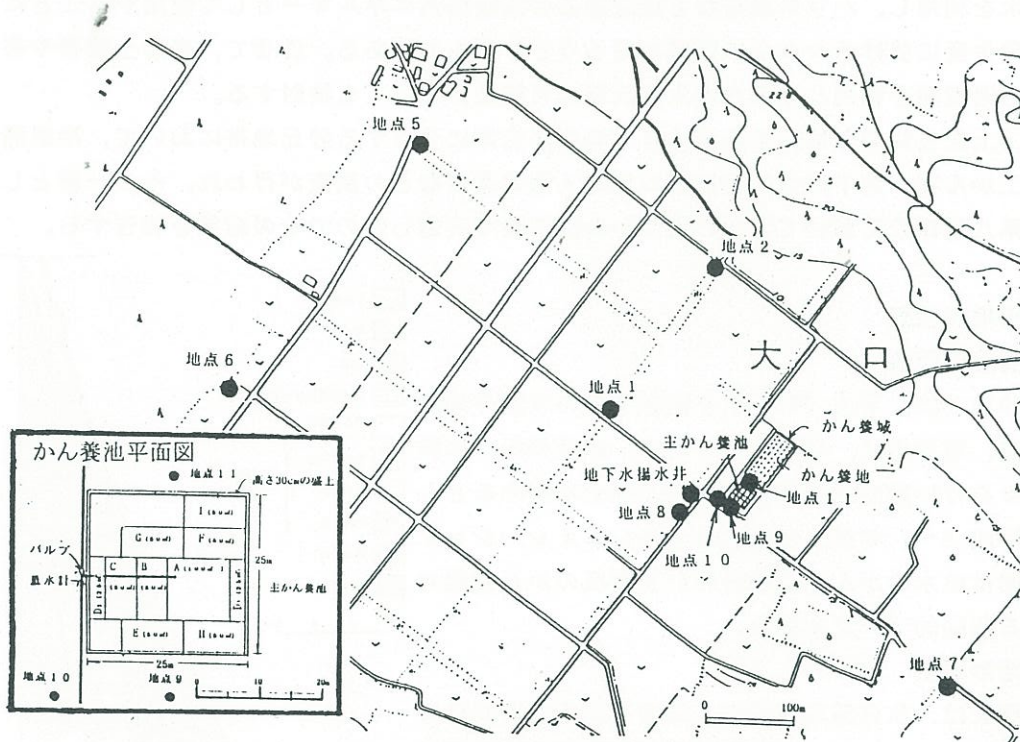


図2 調査位置平面図及び観測孔配置図

#### (2) 試験方法

かん養方法は、南側に  $25\text{m} \times 25\text{m}$  のプール状に設置したかん養池方式と北側に  $60\text{m} \times 30\text{m}$  の範囲に 1m毎に畝立てを行い畝間に  $\phi 25\text{mm}$  の灌水チューブを配置した畝間方式の二通りを検討したが、かん養期間やかん養水量の関係からかん養池方式によっている。

かん養水は既設のパイプラインから取水し、かん養池までは  $\phi 50\text{mm}$  のガス管と塩ビパイプにより配管を行い、最大約  $500 \text{ l/min}$  の流量を得た。なお、かん養試験中に地下水観測孔10孔 (深度 1m毎に15m深程度) で地下水の水位や水温、電気伝導度等を測定している。



### (3) 試験結果

#### ① かん養水の温度・電気伝導度

かん養水の温度は 18.5~24.3℃、電気伝導度は 210~260  $\mu\text{S}/\text{cm}$  を示し、温度が高ければ電気伝導度は小さく、温度が低ければ電気伝導度は大きくなる傾向がみられた (図3)。

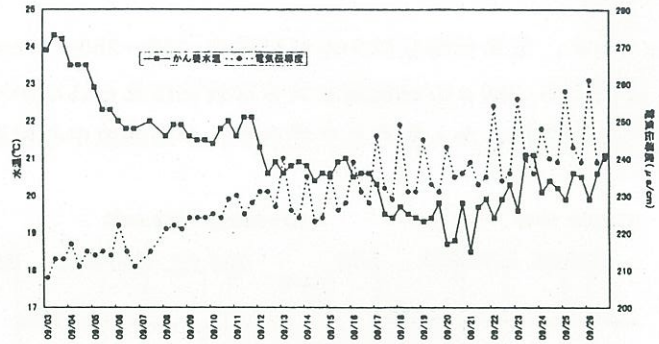


図3 かん養水の水溫・電気伝導度変化

#### ② 試験中の観測孔の水位、水溫、電気伝導度の変化

かん養池直近の地点 9, 10, 11では、かん養開始直後から水位の上昇や水溫及び電気伝導度の変化が顕著に認められた (図4)。

特に、かん養池に最も近い地点 9では開始前に比べ最高 1.26mの水位上昇があったほか、水溫は当初 14℃程度であったものが 22℃前後まで上昇し、電気伝導度は 400~500  $\mu\text{S}/\text{cm}$ であったものが 200~250  $\mu\text{S}/\text{cm}$ に低下している。

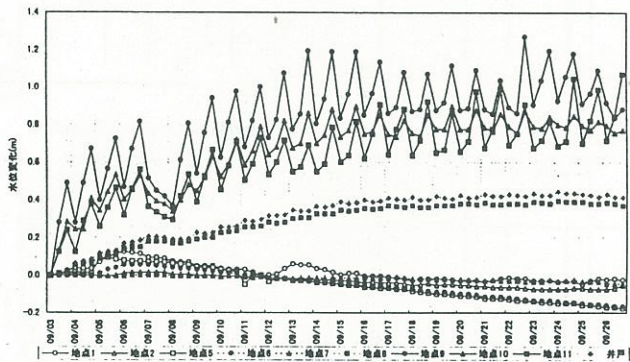


図4 全観測孔の試験中の水位変化

また、地点 8や井戸 (地下水揚水井) においても水位の上昇は認められるものの、水溫や電気伝導度の変化は浅部を除きほとんどない。なお、地点 1, 2, 5, 6, 7においてはかん養による水位や水溫・電気伝導度の変化は全く認められない。

#### ③ 浸透能力の変化

試験開始時には 50 $\text{m}^2$  (Aブロックの半分) の範囲でかん養していたが、浸透能力は経時的に大きく悪化し、試験開始から 3日目には約 140 $\text{m}^2$ の浸透面積が必要になった。このため、浸透能力の変化を把握するためかん養池を 10個のブロックに区分し、それぞれの浸透速度を測定した。その結果、かん養開始時には浸透速度 (減水深) が 9 $\text{mm}/\text{min}$ 程度であったものが試験経過とともに減少し最低で 0.3 $\text{mm}/\text{min}$ となった。

浸透能力の減少の原因は、主にかん養水中の細粒分や注水時の砂丘砂の攪拌による砂丘砂中の細粒分の上昇・沈殿に伴うかん養池底面の透水性の悪化が考えられる。

浸透能力を改善するため細粒分 (フィルム状に沈殿した粘土) を除去したり、池底をスコップで耕起した結果、浸透能力は倍増した。しかし、当初の浸透能力 (9 $\text{mm}/\text{min}$ ) までには回復しなかった。

#### ④ 試験後のかん養池直近の観測孔の地下水溫・電気伝導度の変化

かん養池直近の観測孔の地下水溫変化状況を、試験前、試験中、試験後で示す (図5)。

これによれば、かん養池中心に近接する地点 9では深度 7~9m間でかん養終了 1ヶ月後も 20℃以上を示し、5ヶ月後も 18℃以上あることが確認され、温水塊の移動がほとんどなく、熱エネルギーの減少も小さいことが認められた。

また、電気伝導度はかん養試験中 200~250  $\mu$ S/cm程度であり、かん養終了直後から 5ヶ月後でも 250  $\mu$ S/cm程度と大きな変化は見られなかった。

。このため、かん養された温水は、かん養池中心付近に留まっていると考えられる。

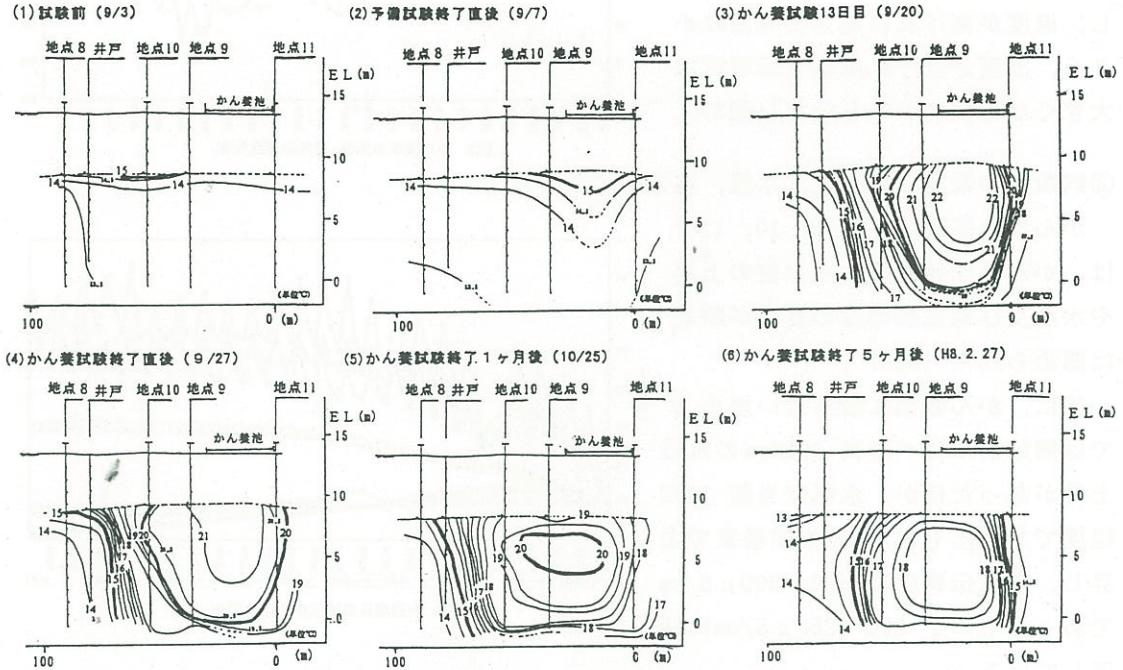


図5 かん養試験前、試験中、試験後の地下水温度変化

#### 4. まとめ

今回実施した温水の人工かん養試験結果からみて、

- ①かん養した温水（冷水）塊の移動・分散が少なく、かん養地点で回収できる点で有利である。
- ②熱エネルギーの減少（損失）が小さいため、比較的高温（低温）水の利用が出来る面で有利である。
- ③浸透能力が経時的に悪くなる点で不利である。しかし、池底に付着した粘土の除去や耕起を行うことにより浸透能力はある程度改善できる。

以上の点から、当地区は人工かん養による熱エネルギーの地下貯留適地としての可能性があると考えられる。

なお、今後は今回の試験結果を受け、熱移動予測シュミレーションモデルの検証や事業構想策定のためのかん養・回収シュミレーションを行い、当砂丘における人工かん養による熱エネルギー貯留技術適用の可能性について検討する予定である。

#### 《引用・参考文献》

- 1) 地質調査所：羽後浜田地域の地質，1985
- 2) 北陸農政局計画部：地下水還元利用調査三里浜地区調査報告書第3部，1987
- 3) 北陸農政局計画部：地下水還元利用調査三里浜地区調査報告書第6部，1993