

秋田県成瀬川扇状地中央部における地下水環境と 灌漑用水路の涵養機能に関する研究

若 狭 真 紀

キーワード：土水路 地下水涵養 浸透量 地下水位

I はじめに

本研究の対象地域である秋田県成瀬川扇状地上には、灌漑用水路としての「土水路」が数多く残されている。土水路とは、コンクリートで舗装されていない素掘りの水路のことである。土水路は現在でも、周辺部に広がる農地への灌漑用水路として利用されている。

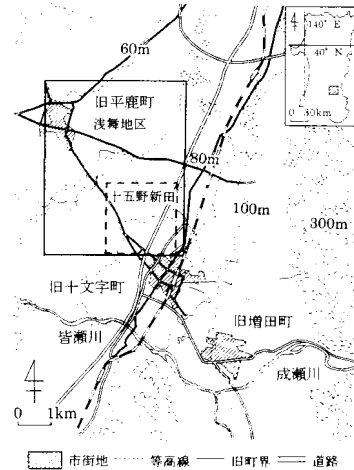
水田の持つ多面的機能の一つに地下水涵養が挙げられるが、水田と同様に、土水路からも地下へ水が浸透することによって地下水涵養が行なわれている（アメリカ土木学会著、肥田ほか訳：2005, p.47）。そこで本研究では、流出量の観測に基づいて土水路における浸透量を算定し、地下水涵養機能について明らかにすることを目的とする。合わせて扇状地における地下水環境についても考察していく。なお、本研究成果の一部は、若狭ほか（2005）で公表した。

II 研究対象地域の概要

研究対象地域は秋田県南部、旧十文字町¹⁾および旧平鹿町²⁾にかけて、旧成瀬川によって形成された緩やかな扇状地上に位置する。かつて成瀬川の河道が通っていたことから、小規模な河岸段丘が多くみられ、地質は砂礫層で透水性が高い。土地利用は主に水田と果樹園であり、これらの灌漑用水路として土水路が利用されている（東北農政局計画部，1989）。

III 地下水位と地下水面の変動

地下水位の観測は、2004年12月から2005年12月までの期間に、17ヵ所の観測井において行なった。そのうち、観測井1、2、3、4、8、11は平鹿町教育委員会、観測井5、6、7、9、10、13は平鹿地域振興局より観測データを借用した。筆者が現地にて観測し



第1図 研究対象地域（2005年）

注）線枠は第3図の範囲と一致する。破線枠は第4図と一致する。

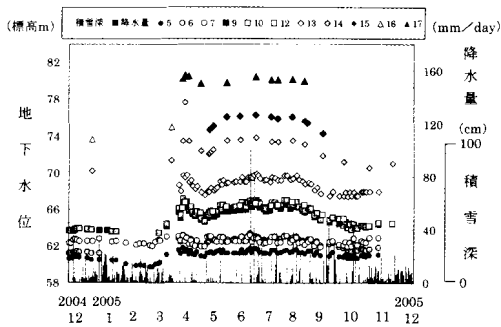
（国土地理院発行1：50,000 地形図「浅舞」「横手」（平成10年要部修正）より作成）

た井戸は12、14、15、16、17の5ヵ所である。

1. 地下水位の年変化

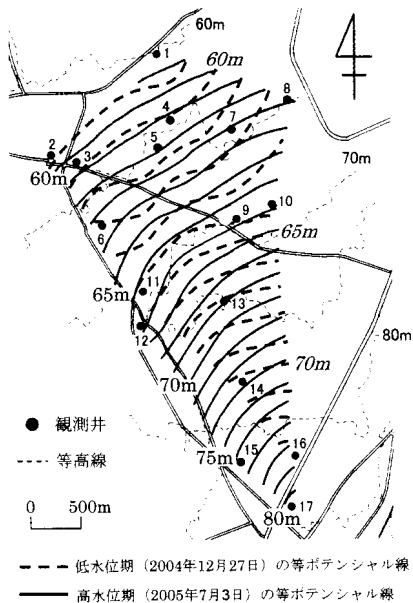
地下水位の変動および降水量、積雪深を第2図に示す。

12月下旬から2月下旬頃までの冬期間は、積雪や凍結によって地表から地下への涵養が抑制されるため低水位である。3月上旬から4月中旬にかけては融雪期となり、融雪水の浸透によって水位が上昇する。融雪が終わると一時的に水位は低下するが、5月上旬から水田への水入れが始まることで水田からの浸透水が涵養源となり、水位は再び上昇し始める。5月上旬から8月下旬までの灌漑期間中は、ほとんどの観測井で高水位を保っている。灌漑期終了後の9月以降、水位は緩やかに低下し、10月下旬頃から低水位の状態が続く。



第2図 成瀬川扇状地における地下水位の変動および降水量、積雪深（2005年）

注1) 観測井 No. は第3図の番号と一致する。
 注2) 降水量および積雪深は、気象庁 HP 電子閲覧室より引用。秋田県地方気象台横手観測所における観測データである。
 (地下水位の変動は、現地での観測結果に基づき作成)



第3図 低水位期と高水位期における地下水面図（2005年）

注) 観測井 No. は第2図の番号と一致する。
 (現地での観測結果および借用した観測データに基づき作成)

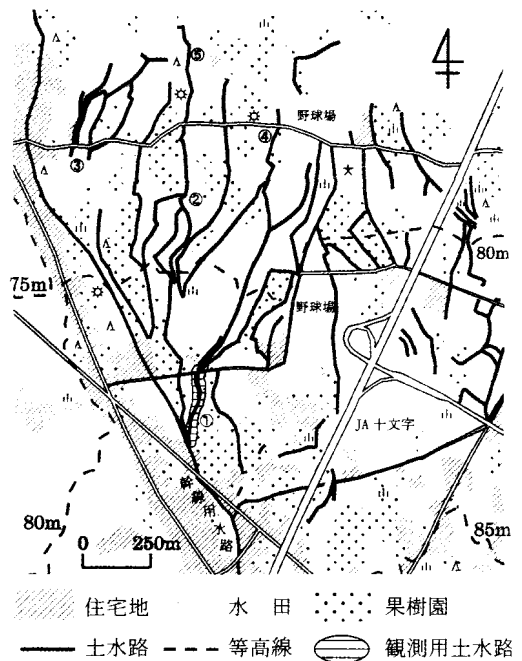
2. 地下水面の変動

高水位期である2005年7月3日と低水位期である2004年12月27日における地下水面図を比較し、地下水の平面的な流動を考察する。地下水面図は第3図に示す。

等ポテンシャル線の形状から、地下水はほぼ地表面の等高線に沿って南東から北西に向かって流動している。低水位期よりも高水位期において等ポテンシャル線の間隔が狭く、地下水面は急勾配である。また、水位の変動量は扇状地の扇端部よりも扇央部において大きい。

IV 灌漑水路の涵養機能

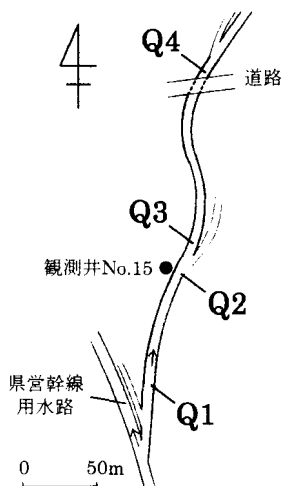
本章では、研究対象地域内に分布する土水路の一部を観測用土水路として選定した。そして、観測用土水路における流出量の観測結果を基に浸透量を算定し、土水路が持つ地下水涵養機能について考察する。研究対象地域内の上水路の分布および観測用土水路の位置については第4図、観測用土水路の概観を第5図に示す。



第4図 土水路の分布図（2005年）

注1) ①～⑤は土水路の幅を測定した地点である。各地点の水路幅は、①0.98m ②0.55m ③0.35m ④0.35 ⑤0.6mであった。

注2) 図の範囲は第1図の破線枠と一致する。
 (旧十文字町発行1:10,000「十文字全区」(平成7年修正)および現地での徒歩調査により作成)



第5図 観測用土水路の概観および流出量の観測地点 (2005年)

注) Q1~Q4は流出量の観測を行なった地点である。

1. 観測用土水路の概要

観測用土水路内には4ヵ所の流出量観測地点Q1~Q4を設け、Q1からQ4の順に流出量の観測¹⁾を行なった。本研究では、2地点間における流出量の差を地下へ浸透したものとみなし、浸透量とする。また、土水路からの浸透量と地下水位の関係をみるため、土水路左岸に位置する観測井 No.15において地下水位の観測も行なった。

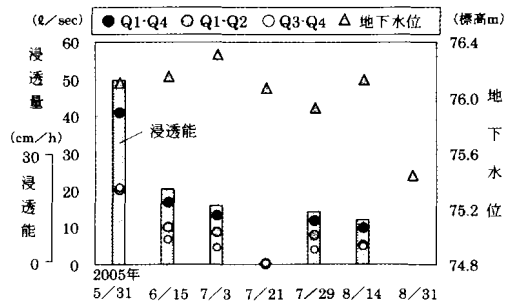
観測用土水路において水路幅の中心をQ1からQ4まで計測したところ、全長は220mであった。土水路の幅は、上流から50cmごとに折り尺で計測を行い平均値を求めたところ、0.98mとなった。ゆえに観測用土水路の底面積は215.6m²である。

土水路の分布は旧河道上に多くみられる。土水路の表面地質は主に礫・砂によって構成されており、透水性は高く、水が地下へ浸透しやすいという特徴を持つ。

2. 流出量の観測結果および考察

流出量の観測結果および観測井 No.15における地下水位の変動を第6図に示す。

観測を始めた2005年5月31日における浸透量はQ1-Q2間で20.22ℓ/sec、Q3-Q4間で20.67ℓ/secとなり、観測期間中で最大となった。その後、両区間とも浸透量が徐々に減少し始める。7月21日には



第6図 観測用土水路における浸透量および観測井 No.15における地下水位の変動 (2005年)

注1) Q1-Q4は、Q1-Q2間およびQ3-Q4間の浸透量の合計値である。

注2) 土水路における堰普請は2005年7月24日に行われた。また、土水路の周辺では2005年8月25日に水田からの落水が行われた。

(現地での観測結果に基づき作成)

Q1-Q2間の浸透量が0.03ℓ/sec、Q3-Q4間の浸透量が0.17ℓ/secとなり、両区間とも最小値を記録した。このように、時間経過に伴って浸透量が減少するのは、土水路底面に泥などが堆積して浸透量が低下する目詰まりと呼ばれる現象が起きたためであると考えられる。

しかし、7月29日には浸透量がそれぞれ7.94ℓ/sec、3.84ℓ/secとなり7月21日よりも増加している。増加した要因には7月24日に行われた堰普請の影響が考えられる。堰普請とは土水路内のごみや雑草を取り除く掃除のことである。掃除によって目詰まりが若干解消され、堰普請後の7月29日には浸透量が一時的に増加した。その後浸透量は減少するが、再び目詰まりが起こったと考えられる。

浸透量と地下水位の経時変化をみると、時間差はあるものの、浸透量の増減に呼応して地下水位も変動している。土水路の右岸は水田であり、地形は水田側から観測井 No.15の方向へ傾斜していることから、地下水位の変動には土水路のほか、水田から浸透した水も影響していると推測される。

本研究では、より正確な浸透量を算定するため土水路側面からの浸透も考慮する。よって、土水路の底面積と側面積の和を水が浸透する面積とした。側面積は、観測期間中における土水路の水深の平均値が0.18mであったことから、両岸で81m²となった。ゆえに、観測用土水路において水が浸透する面積は296.6m²である。



写真1 草などが刈られた堰普請後の土水路
(2005年7月29日 筆者撮影)

また、研究対象地域内における土水路全体からの浸透量も推定するため、土水路の分布調査を行なった。その結果、徒歩で確認できた土水路の全長は21 kmであった。土水路の幅については、観測用土水路以外で任意に選んだ4地点において計測を行なった(第4図)。観測用土水路を含めた計5地点における土水路の平均幅は0.57mとなった。平均水深を0.18mと仮定すると、土水路全体から水が浸透する面積は19640m²である。

観測期間中での観測用土水路Q1-Q4間における浸透量³⁾の平均値は15.44l/secであった。この値を基に浸透能を算定すると、観測用土水路における浸透能は18.7cm/hとなる。また、土水路全体における浸透量はおおよそ1469.5l/secと算定され、この値から得られる浸透能は26.9cm/hとなった。太田(2000)は秋田県六郷扇状地における調査で、池底2120m²である人工涵養池からの浸透能を16.4cm/hと推定している。この値と比較しても、土水路からの浸透量は大きく、土水路は地下水涵養に大きな役割を果たしているといえる。

V おわりに

本研究で得られた結果を以下のように要約する。

1. 地下水位が高水位になるのは、3月上旬から4月中旬までの融雪期と5月上旬から8月下旬までの灌漑期である。灌漑期間中は、ほとんどの観測井で高水位を保っている。
2. 地下水面図から、地下水は地表面の傾斜に沿うように南東から北西に向かって流動している。地

下水位が高水位となる融雪期および灌漑期では、地下水面の勾配が急になる。また、地下水位の変動量は涵養域である扇中部で大きく、湧出域である扇端部で小さい。

4. 浸透量の増減と地下水位の上下には同様の変動がみられることから、周辺の水田や土水路から浸透した水が地下水位に影響を与えていると考えられる。
5. 観測期間中における観測用土水路での浸透能の平均値は18.7cm/hとなった。土水路全体から水が一樣に浸透したとすると、灌漑期間中における浸透能の平均は26.9cm/hと推定される。よって、土水路が地下水涵養に果たす役割は大きいといえる。

本稿の作成にあたっては、秋田大学教育文化学部の肥田 登先生から終始貴重な御助言、御指導をいただいた。また、平鹿町教育委員会の皆様、平鹿町地域振興局の皆様からは貴重なデータを提供していただいた。現地調査に際しては、十文字町富沢集落の方々には御理解、御協力を賜った。末筆ながら、以上の方々に深く感謝いたします。

注

- 1) 十文字町および平鹿町は、2005年10月1日から市町村合併により横手市となった。
- 2) 流出量の観測には「ケネック製電磁微流速計VE10」を用いた。
- 3) Q1-Q4間の浸透量とはQ1-Q2間における浸透量とQ3-Q4間における浸透量の合計値である。

文 献

- アメリカ土木学会著、肥田 登・水谷宣明・荒井 正訳(2005):『地下水人工涵養の標準ガイドライン』築地書館, 193p.
- 太田由紀子(2000):浸透池を用いた地下水人工涵養に関する研究—秋田県六郷扇状地を事例として—, 秋大地理, 第47号, 1-8.
- 東北農政局計画部(1989):『横手盆地南部地区地下水位長期観測調査報告書I』130p.
- 若狭真紀・利部 慎・湊 聖佳・肥田 登(2005):灌漑土水路のもつ地下水人工涵養の機能, 日本水文科学学会学術大会発表要旨集20, 39-40.