

荒川扇状地における地下水位の経年変化

河野 忠* 草間 俊樹**

キーワード：荒川、扇状地、地下水、水位、経年変化

I. はじめに

荒川中流に位置する荒川扇状地では、水資源維持や水環境保全の観点から、様々な地下水研究が行われてきた。その先駆的な研究は高村（1978）によるものであり、その後、立正大学自然に親しむ会（1983）、河野（1994）、草間（2012）、産総研（2016）等の研究が行われている。筆者はORCの研究には参画していないが、前述した地下水位研究の多くに参加している。本総説では、立正大学オープンリサーチセンター（以降ORC）研究期間前後で行われた荒川流域における地下水位に関する研究を扱い、今後の地下水研究における基礎データとして、その地下水位の変遷を整理し、荒川流域で得られた研究成果を概観する。

II. これまでの地下水位に関する研究

本研究地域である荒川扇状地では、過去に地下水の研究が行われており、金子ほか（1949, 1950）や高村（1984）、和田ほか（2004）などで結果が報告されている。これらの結果から、高村（1984）は、1950年～1980年の間に楯挽台地や江南台地といった台地部、そして荒川流路沿いの低地部で地下水位が低下したと述べている。さらに、高村ほか（2005）では1980年代に熊谷市や妻沼町、深谷市北部という標高の低い地域で地下水位の低下が顕著であったと報告している。荒川扇状地は、その他の扇状地と同様これまで多くの井戸が掘られ、地下水利用が盛んに行われてきた。さらに、宅地開発が進んでいる地域などもあることから、人口増加による地下水取水量の増加や土地利用の変化による地下水涵養量の低下に起因しているものと考えられているが（高村ほか, 2005）、原因解明には至っていない。現在の荒川扇状地は、水道が普及したこともあり地下水利用はあまり行われていないが、地下水が貴重な水資源であることに変わりはない。

荒川扇状地全体を対象地域とした一斉測水調査が1980年以降約10年ごとに行われている。筆者が把握している研究は高村（1984）をはじめとして、立正大学自然に親しむ会（1983）、山口（1991, 未発表）、和田ほか（2004）、草間（2012）、産総研（2016）となっている。特に、草間（2012）は荒川扇状地における地下水を水位変動（経年および年間）や水質の変動、観測井における水位変動特性、灌漑用水の有無による地下水水質への影響等、様々な観点から新しい知見を得ており、特筆すべき研究となっている。

荒川扇状地における直近の研究は産総研（2016）による荒川扇状地を中心とした埼玉県の地下水研究であり、地下水位や一般項目と同位体を含んだ水質を把握できる内容となっている。

III. 荒川周辺の地域概要

1. 荒川扇状地

荒川扇状地は、寄居を扇頂とし熊谷を扇端とする東西約20km、南北約12kmの巨大な扇状地である。荒川扇状地は、埼玉県秩父地域より流れる荒川の活動により形成されたもので、南と西を丘陵、北を利根川に囲まれ、台地と低地からなる。荒川扇状地は、南部を流れる荒川の右岸に江南台地、左岸に楯挽台地が形成されており、さらに荒川に沿った形で寄居面、熊谷扇状地が分布している。また、扇状地北方の利根川沿いに妻沼低地が存在している。

2. 埼玉県における地質

『埼玉県地質図（山地・丘陵地）解説書』によると、本研究地域での地帯構造区分は、荒川上流域で秩父盆地、山中地溝帯、秩父累帯（北帯、中帯、南帯である）、山波川帯、四万十帯が占めている。

荒川中流域は、第三紀層が基盤として存在し、第四紀

* 立正大学地球環境科学部

** 日本公営中央研究所

層の扇状地礫層が堆積している。扇状地礫層の上位には、武蔵野ローム層や立川ローム層が分布している。櫛引台地は、武蔵野面に相当する櫛引面と、立川面に相当する寄居面に二分される。基盤の上に砂礫層と粘土層の互層、粘土混じり砂礫層、砂礫層、ローム層が堆積している。荒川沿いの扇状地では、シルトや砂礫などが分布している。

3. 土地利用

埼玉県東部は都市域の割合が非常に高くなっているが、荒川扇状地での土地利用は、大きく分けて水田、畑、市街地の3種である。まず扇頂部である寄居では、寄居駅周辺に住宅が集中しているが、その他の地域では畑が多く存在している。また、北東の武蔵野や用土といった地域には水田も分布している。

扇中央部には畑が広く分布しており、深谷駅周辺や高崎線の線路沿いに住宅や工業施設が密集している。また、荒川の右岸では畠山や本田といった地域で水田がみられる。

扇端部の荒川右岸には水田が広く分布しており、万吉や村岡といった地域には住宅地が存在する。荒川の左岸には水田や畑、住宅地が点在しており、熊谷駅周辺は住宅地および商業地となっている。さらに、その北部には水田地域が広く分布している。

扇端地域にあたる妻沼低地には全域で水田が見られ、利根川沿いで畑や住宅地が存在している。

IV. 荒川扇状地の地下水位

1. 観測井の分布

荒川扇状地には、櫛引台地の荒川沿いなどに観測井が多く存在しているが、逆に荒川左岸の地表面標高30m～50mの地域はほとんど井戸が存在していない。さらに、松久丘陵東方の櫛引や針ヶ谷といった地域にも井戸は少ない傾向がみられる。また、水位のみの測定井戸は防火用井戸や採水が困難であったもの、水質のみ測定井戸は、汲み上げ式で地下水位を計測できなかったものであり、妻沼低地などで多くみられる。

市街地の井戸は埋立ててしまったものが多く、採水した井戸は少なくなっている。

2. 荒川扇状地における地下水流動の変遷

荒川扇状地全体の地下水流動の変遷を把握するために、立正大学自然に親しむ会（1983）と草間（2012）の

調査結果をもとに述べることにする。荒川扇状地における地下水位研究においてもっとも古い地下水面図は、高村（1984）で示された1979年12月の地下水面図があるが、ここでは立正大学自然に親しむ会が作成した図1、図2を示すことにする。

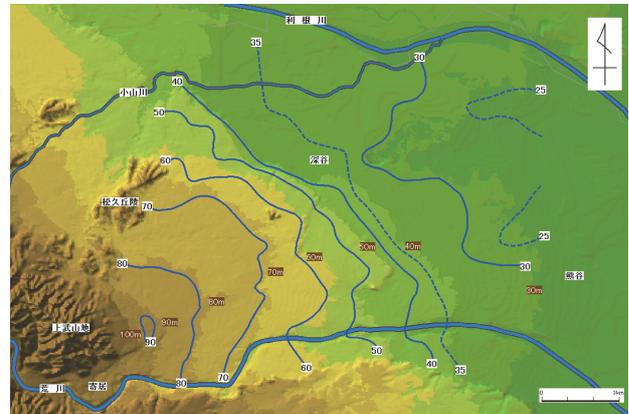


図1 1983年9月の地下水面図
(自然に親しむ会1983を一部修正)

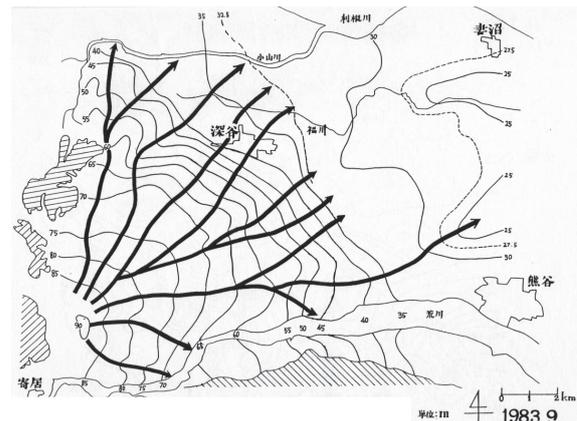


図2 荒川扇状地の地下水面および流線図（1983年9月）
(立正大学自然に親しむ会原図)

また草間（2012）は2010年夏季（図3）および2011年冬季（図4）の地下水面図を作成した。直近の地下水面図は、産総研（2016）による2015年度冬季の地下水面図（図5）である。また、地下水面の標高は海拔高度で示している。地下水は地下水面図の等高線に垂直な方向に流動するとされており、それに従い地下水の流線を図2、図4に矢印で示した。

これらの図から、櫛引台地扇頂部では夏季と冬季を問わず上武山地などからの涵養を受け、地形面にはほぼ沿った形で北東、東、南東方面への流動がみられる。次に、櫛引台地扇中央部では、地下水面標高80m付近で北東の深谷方面と南東方向への2種類の流動が存在する。また、地下水面標高70m以下の場所では、北東と南東の流

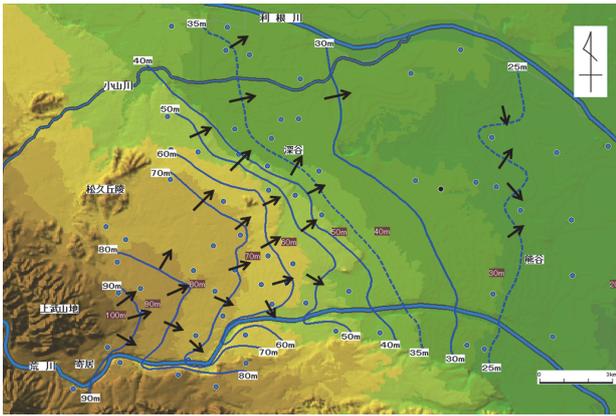


図3 2010年夏季の地下水面図(草間原図)

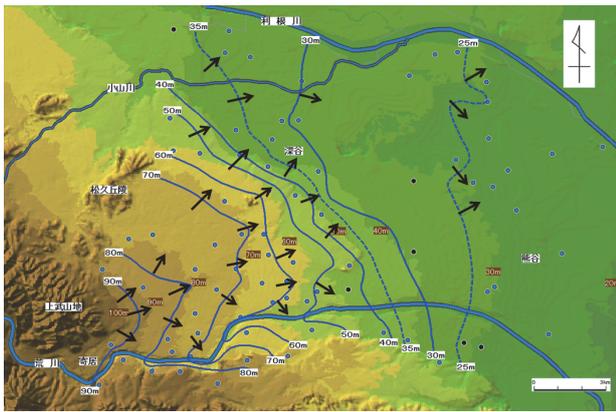


図4 2011年冬季の地下水面図(草間原図)

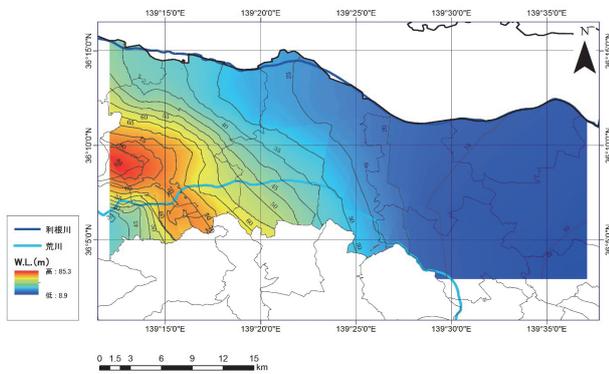


図5 2015年度冬季の地下水面図(河野原図)

れに加え、さらに東の熊谷方面への流動が顕著にみられた。そして、扇頂部および扇中部でみられる南東方向への流れの一部は、最終的に荒川に流出するものと考えられる。実際、この地域の地下水面標高は、荒川の河床標高よりも高くなっている。

熊谷扇状地では、特に荒川左岸地域においてほとんど観測井が存在しないため、正確な地下水面を描くことが困難であった。しかし、一般に地下水面の起伏は地表の起伏に似ていることが多く、起伏量は前者が後者より小さいとされていること、さらに涸渇している井戸の標高

からある程度の地下水位を推測し等高線を引いた。そこで、本地域の地下水流動は西方の櫛挽台地からの涵養を受け、北東方面へ流動しているものと考えられる。また、地下水面標高25m付近では西から東へ地下水が流動しており、さらに荒川右岸地域では、南の江南台地からの涵養を受け、北方もしくは東方への流動が存在するものと考えられる。

妻沼低地では、南の櫛挽台地や熊谷扇状地を流動してきた地下水、さらに西の本庄地域からの流れが存在し、西から東へと流動している。また、妻沼低地東部では、地下水面標高25mの等高線が局所的な変化を示しており、上流側や下流側に膨らんでいる地域がいくつかみられた。この場合、上流側に膨らんだ地域は、周囲より地下水面が低い谷となるため地下水が集まってくるが、逆に下流側に膨らんだ場所は地下水面が高い尾根となるため地下水の流動は発散される形となる。

図5をみると相対的に利根川に近い地下水位が低下し、荒川に近い地下水位の上昇がみられる。この原因は利根川の流量や降水量など複数の要因を考える必要があり、ここでは事実を述べるにとどめる。

3. 過去と現在の地下水位比較

前述した高村ほか(2005)では、1979年から1991年の間に熊谷市や妻沼町、深谷市北部という標高の低い地域で地下水位の低下が顕著であったとしている。図6は、高村(1984)に提示された1979年12月の地下水面図を一部修正し、草間(2012)の2011年2月の地下水面図と比較したものである。これらの地下水面図によると、熊谷扇状地や妻沼低地西部でも地下水位が低下していると考えられる。これは、高村ほか(2005)で示されている地域と同様であった。

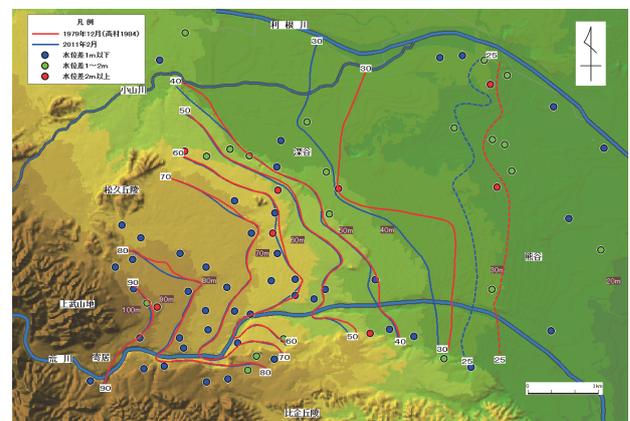


図6 1979年12月と2011年2月の地下水位比較(草間原図)

4. 地下水位の季節変化

荒川扇状地における地下水位の季節変化を明らかにした研究は、草間（2012）によるものだけであり、2010年夏季と2011年冬季の調査結果を示している。その地下水位変化を図7に示す。図によると扇頂や扇央では夏と冬の地下水位変動はあまり大きくないものの、扇端付近の地下水は、1-2kmの範囲で地下水位の消長が見られることが分かった。

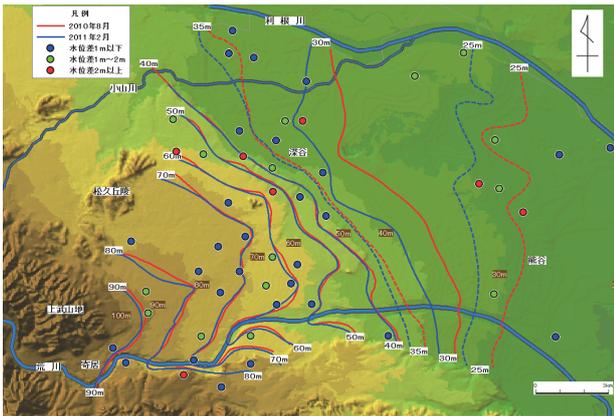


図7 2010年夏季と2011年冬季の地下水位比較（草間原図）

5. 荒川の河床低下と地下水

次に、荒川の河床低下と地下水位の関係を考察した。荒川中流部の河床変動については、石田ほか（2005）などで報告されており、明戸サイフォン直下では1927年以降、約80年で10mに達する大規模な河床低下が起きていた。特に、1960年代から1970年代の間に大きく低下しており、この傾向は熊谷付近の荒川大橋までの区間でも同様であった。これは、荒川沿いの低地部で地下水位が低下した時期と酷似していた。

扇状地の地下水と河床低下との関係を考察すると、地下水面図から荒川は、扇状地への地下水の涵養源ではなく、逆に扇頂から扇央にかけて涵養されているようみられる。本編では扱っていないが、水質を扱った研究を見ると水質が大きく異なっていることが分かっており、扇状地の大局的な地下水の存在はあまり見られず、局地的な地下水の流動が支配していると考えられる。河床低下と地下水位低下の関連性については、今後さらなる研究が必要になるだろう。

V. まとめ

以上のことから、荒川扇状地における地下水流動について、以下のようにまとめることができる。

- 1) 櫛挽台地の地下水は、大きく分けて北東の深谷方面と東の熊谷方面へと流れる、2つの流動がみられた。妻沼低地では、南の櫛挽台地や熊谷扇状地を流動してきた地下水、さらに西の本庄地域からの流れが存在し、西から東へと流動していた。また、妻沼低地東部や熊谷扇状地扇端部などでは、夏季と冬季で局所的な流動の変化がみられ、灌漑用水の影響が示唆された。
- 2) 扇頂部および扇央部では、地下水が荒川に流出しているが、地表面標高40m以下の扇端部では荒川が地下水を涵養しているものと考えられる。また、妻沼低地の地下水は、上流部で涵養された利根川の水が長い滞留時間を経て本地域に流動してきたもの、さらに荒川扇状地を流動してきた地下水が混合しているものと考えられる。
- 3) 本地域の地下水位は、夏季と冬季で大きく異なる地域があり、特に水田地域でこの傾向が顕著であった。この結果から、灌漑用水が本地域の地下水位変動に影響を与えている可能性は高いといえる。
- 4) 過去と現在の地下水位を比較したところ、1979年から2015年までの約25年間、本地域の地下水位はあまり変化していないことが確認された。また、熊谷扇状地における過去の地下水位低下について、灌漑水路と荒川の河床低下という観点から考察を行ったが、原因解明には至らなかった。しかし、荒川の河床低下によるものと考えられる扇状地の地下水が、荒川を涵養している地域の増大が見取れる。その結果、浅層地下水においては、扇状地としての大局的な地下水流動は扇端付近で見られるのみであり、局地的な地下水流動が卓越した地域となっていることが判明した。
- 5) 地下水位の季節変化は扇端付近のみで顕著であり、1-2kmの消長が見られた。
- 6) 荒川の河床低下により、荒川が扇状地の地下水を涵養している割合が非常に少なくなっていることが判明した。

最後に、今回地下水位のみを扱ったが、GIS上に共通のデータとして表現することができなかった。現在その作業を進めているので、いずれ30年以上にわたる地下水位の変化をビジュアルに把握できるようにする予定であ

る。また、一般項目及び同位体水質データの蓄積も進んでいるので、これらのデータも含めて次の機会に報告したいと考えている。

引用文献

- 石田 武・長田真宏・吉崎秀隆・田村俊和・菊地隆男・門村 浩・高村弘毅 (2005)：荒川中流域の洪水と河床変動。立正大学文部科学省学術研究高度化推進事業オープンリサーチセンター (ORC) 整備事業平成16年度事業報告書, 114-117.
- 小川 進・斎藤恵介・高村弘毅 (2004)：熊谷市の地下水涵養量の推定。地球環境研究, Vol. 6, 25-29.
- 草間俊樹 (2012)：荒川扇状地の地下水流動に与える灌漑用水の影響。平成23年度立正大学学位 (修士) 請求修士論文, 立正大学.
- 河野 忠 (1994)：北埼玉地域における名水とその水質。地域研究センター年報, No.18, 28-39.
- 埼玉県環境科学国際センター (2013)：埼玉県地質地盤資料集。埼玉県, 788p.
- 埼玉県 (1986)：「新編埼玉県史 別編3 自然」, 埼玉県.
- 埼玉県 (1987)：「荒川 荒川総合調査報告書 全5冊 自然・人文1-3・写真集」, 埼玉県.
- 早乙女尊宣・門村 浩・石田 武・草野未緒・宮下香織・田村俊和・高村弘毅 (2006)：荒川扇状地の微地形と地盤構造—地形・地盤情報の解析・図化とデータベース作成—。立正大学文部科学省学術研究高度化推進事業オープンリサーチセンター (ORC) 整備事業平成17年度事業報告書, 114-117.
- 早乙女尊宣・石田 武・門村 浩・草野未緒・宮下香織・栗下勝臣・田村俊和・高村弘毅 (2007)：荒川扇状地の微地形と地盤構造—地形・地盤情報の解析・図化—。立正大学文部科学省学術研究高度化推進事業オープンリサーチセンター (ORC) 整備事業平成18年度事業報告書, 176-183.
- 佐藤修司 (2013)：荒川上・中流域における地下水の水質形成要因とその湧出機構について。平成24年度立正大学学位 (修士) 請求修士論文, 立正大学.
- 平成27年度産業総合技術研究所委託研究 (2016)：「荒川扇状地から埼玉県全域にいたる水文環境三次元可視化に関する研究」, 研究代表者：河野 忠, 産業総合技術研究所, 102p.
- 重松文香 (2011)：秩父盆地における温鉱泉の水質形成機構の解明。平成22年度立正大学卒業論文, 立正大学.
- 高村弘毅・寺田 稔・山口雅功・千沢祐之 (1978)：北埼玉の自然環境について (第一報)。立正大学北埼玉地域研究センター年報, No.2, 5-43.
- 高村弘毅 (1978)：熊谷市荒川扇状地における地下水の予察。立正大学人文科学研究年報, No.15, 62-67.
- 高村弘毅 (1984)：荒川扇状地における不圧地下水について。水利科学, Vol.28, No.2, 40-50.
- 高村弘毅・河野 忠・小玉 浩・稲村明彦 (1997)：荒川扇状地における地下水環境の変化。地域研究センター年報, No.21, 74-83.
- 高村弘毅・小室信幸・山口雅功 (2005)：荒川扇状地における浅層地下水面の変化。立正大学文部科学省学術研究高度化推進事業オープンリサーチセンター (ORC) 整備事業平成16年度事業報告書, 160-165.
- 高村弘毅・小玉 浩・小室信幸・ザイドン パイブラ・山口雅功 (2006)：荒川扇状地および妻沼低地における浅層地下水位の変化。立正大学文部科学省学術研究高度化推進事業オープンリサーチセンター (ORC) 整備事業平成17年度事業報告書, 165-172.
- 高村弘毅・前川篤司・和田昌也・山口雅功・鈴木裕一・小室信幸 (2004)：荒川扇状地における浅層地下水の水質。立正大学文部科学省学術研究高度化推進事業オープンリサーチセンター (ORC) 整備事業平成15年度事業報告書, 146-149.
- 野口光一郎 (2004)：秩父の湧水の利用と水事情。埼玉県立川野博物館紀要, No.3, 9-22.
- 丸山 響 (2006)：黒部川扇状地における地下水涵養源としての河川水の利用。日本水文科学会誌, Vol.36, No.1, 23-36.
- 寄居町教育委員会町史編さん室編 (1983)：寄居町史資料集 寄居町の自然地理学編。寄居町教育委員会, 93p.
- 立正大学自然に親しむ会 (1983)：「寄居扇状地地下水調査報告II (プリント)」, 立正大学自然に親しむ会, 35p.
- 和田昌也・前川篤司・山口雅功・小室信幸・高村弘毅・鈴木裕一 (2004)：荒川扇状地における浅層地下水の水位。立正大学文部科学省学術研究高度化推進事業オープンリサーチセンター (ORC) 整備事業平成15年度事業報告書, 143-145.

Long term change of groundwater level in Arakawa alluvial fan

KONO Tadashi* , KUSAMA Toshiki**

* Faculty of Geo-environmental Science, Rissho University

** Nippon Koei Co., Ltd.

Key words: Arakawa River, alluvial fan, groundwater, water level, long term change