

千曲川中下流部の代表地点における過去 30 年間の地下水位変化

堀 順一¹・富樫 均²・樋口澄男³・笹井春雄⁴

近年、都市化の影響や高齢化に伴う農地・森林の管理不足による地下水の涵養量の減少や、地球温暖化の影響で今まで保たれてきた水収支のバランスが崩れることなどが懸念されている。そのため、県内の地下水の水量変動などの実態を把握し、長野県水環境保全総合計画の基礎資料とするため、2009 年度から 2011 年度に東北信地域の 6 箇所の観測井戸で地下水位の観測を行い、約 30 年前の観測結果との比較検討を行った。

その結果小布施町と須坂市の井戸に低下、千曲市上山田温泉にやや上昇が見られたが、千曲市磯部、坂城町と上田市の井戸には水位変動がほとんど見られなかった。

キーワード：地下水位，長期水位変動，季節変動

1. はじめに

長野県は清らかで豊かな水資源に恵まれ、その恵みは県民の生活や農業をはじめ多くの産業に利用されている。しかし、近年、都市化の影響や社会の高齢化に伴う農地・森林の管理不足による水の涵養量の減少や、地球温暖化に伴う気候変動の影響等で今まで保たれてきた水収支のバランスに変化が生じる可能性が懸念されている¹⁾。

そのため、第 4 次長野県水環境保全総合計画では、例えば水田機能を活用した地下水涵養や森林の整備による基底流量の強化などの健全な水循環と安定した水資源の確保への取り組みが示されている¹⁾。また同計画には、水の有効利用の啓発、地球温暖化の影響に関する情報収集とその検討や地下水位等のデータ収集と水循環に関する調査研究の必要性についても指摘されている。

地下水位変動には日変化、季節変化等があり、その特徴は井戸の立地条件や周辺の水利用等によって違いが表れる。従って、長期にわたる経年変化の傾向にも安曇野市の地下水位調査結果²⁾にもあるように地域差が生じる可能性がある。

そこで、東北信地域にあり過去に調査実績のある 6 箇所の観測井戸を用いて、2009 年度から 2011 年度に地下水位を観測し、過去の観測結果

との比較検討を行ったのでその結果について報告する。

2. 調査方法

2.1 収集データ

1971 年から 1987 年の間に長野県企画局では地下水位の広域的平面分布、地域ごとの短期的変動や長期的変動などの状況を把握するため、地下水位調査³⁾（以後「企画局調査」と呼ぶ）を実施した。水位測定法はフロート式で、水位データは数値データとして報告書に記載されていた月の上旬、中旬、下旬の平均値を用いた。

2.2 測定方法及び調査井戸の概要

本調査では企画局調査地点で現在も使用可能な須坂市、千曲市、上田市などの東北信地域の 6 井戸を代表地点として選定し、周辺環境や立地条件等を確認するとともに、2009 年に水位・水温ロガー HOB0 CO-U20-001-01 及び水圧式水位センサー DRUCK PTX1830 を設置して地下水位の連続測定を行った。水位データは 1 時間ごとの測定値の日平均値及び月の上旬、中旬、下旬の平均値を用いた。

調査を行った井戸の概要を表 1 に示す。

1 長野県環境保全研究所 水・土壌環境部 〒380-0944 長野市安茂里米村 1978
 2 長野県環境保全研究所 自然環境部 〒381-0075 長野市北郷 2054-120
 3 〒382-0094 須坂市墨坂 4-8-3
 4 長野県環境保全研究所 食品・生活衛生部 〒380-0944 長野市安茂里米村 1978

表1 調査井戸の概要

通し No.	所在地	設置 年度	深度 (m)	ストレ- ナの位置 (m)	標高 (m)	土地利用	井戸のある場所の 地形地質条件	備考
W-1	上高井郡小布施町大字福原 栗ガ丘	1973	100	77.5 -94.0	365	畑	千曲川支流松川, 完新世扇状地	
W-2	須坂市墨坂南四丁目1-1先 (メセナホール北交差点横)	1973	100	78.0 -94.5	383	住宅地	千曲川支流百々川, 完新世扇状地	
W-3	千曲市上山田温泉3-15 (南部公園内)	1981	50	17.1 -28.2	380	市街地	千曲川はんらん原	千曲川の影響を受け やすい
W-4	千曲市磯部1221 (戸倉上山田消防署前)	1980	50	22.6 -33.6	383	工業用地	千曲川はんらん原	千曲川の影響を受け やすい
W-5	坂城町大字坂城10050 (坂城町役場横)	1977	60	10.5 -27.0	392	工業用地	千曲川はんらん原	千曲川の影響を受け やすい
W-6	上田市国分745-イ (国分寺保育園内)	1979	60	40.0 -56.6	483	住宅地	上田泥流(表層), 上小湖成層(下層)	井戸周辺地表部の影 響を受けにくい

2.3 解析方法

企画局調査のデータを含めて整理し、企画局調査と本調査の平均値、季節変動幅の平均値、季節変動を比較した。季節変動の比較では多くの井戸で年間の測定値が整っている1981年度と2010年度を選んだ。なお、W-3では1982年1月から測定を開始しているため1982年度の測定値を用いた。企画局調査と本調査の測定間隔が異なり正確な比較はできないが、大よその変化として捉えることにした。

3. 結果

各井戸の地下水位の長期的変動と季節変動を検討した結果を井戸ごと以下に記述する。

3.1 W-1 (小布施町)

図1に長期的変動を示す。この井戸では企画局調査の平均値がGL下19.01mで本調査の平均値がGL下21.10mであり2.09mの低下となった。

夏季の最高水位と冬季の最低水位の幅の企画局調査の平均が4.66mであったが、本調査の平均が3.64mで1.02m小さくなった。同様の傾向は、安曇野市が実施した地下水位観測の中にも観測されているものがある²⁾。図2に企画局調査(1981年度)と本調査(2010年度)の季節変動の比較を示す。2010年度では2月、3月ごろの最低水位から4月に上昇が始まり6月ごろにピークとなった。その後2月まで徐々に低下する季節変動が見られた。1981年度では豊水期が6月から11月ごろまで長く続いていた。この時期の1981年の水位と2010年の水位では5m以上の差が生じていた。本調査

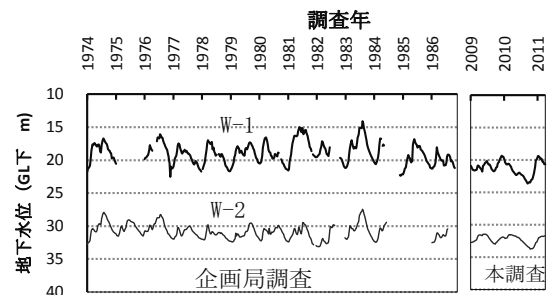


図1 W-1, W-2の長期的変動

の豊水期のピークが企画局調査に比べ上がらないことと豊水期が短くなっていることが平均水位を下げたと考えられる。

3.2 W-2 (須坂市)

図1に長期的変動を示す。この井戸では企画局調査の平均値がGL下30.96mで本調査の平均値がGL下32.31mであり1.35mの低下となった。

夏季の最高水位と冬季の最低水位の幅の企画局調査の平均が3.08mであったが、本調査の平均が1.93mで1.15m小さくなった。図3に企画局調査(1981年度)と本調査(2010年度)の季節変動の比較を示す。2010年度では3月ごろの最低水位から4月に上昇が始まり5月ごろにピークとなった。その後いったん低下し、6月末から再び上昇して8月にピークとなり、10月ごろまで豊水期が継続し11月ごろから徐々に低下する季節変動が見られた。1981年度に比べ5月ごろのピークと8月ごろのピークとも小さくなっており、5月から11月ごろの豊水期は1981年の水位と2010年の水位では2m程の差が生じている。本調査の豊水期のピークが企画局調

査に比べ上がらないことが平均水位を下げたと考えられる。

3.3 W-3 (千曲市上山田温泉)

図4に長期的変動を示す。この井戸では企画局調査の平均値がGL下5.39mで本調査の平均値がGL下4.61mであり0.77mの上昇となった。

夏季の最高水位と冬季の最低水位の幅の企画局調査の平均が2.04mであったが、本調査の平均が1.29mで0.75m小さくなった。図5に企画局調査(1982年度)と本調査(2010年度)の季節変動の比較を示す。2010年度では2月、3月ごろの最低水位から4月に上昇が始まり7月ごろにピークとなった。

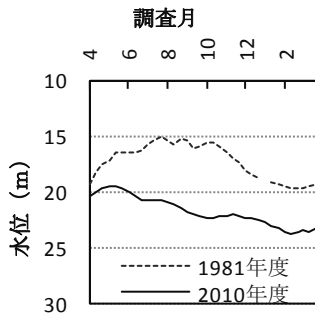


図2 W-1の季節変動

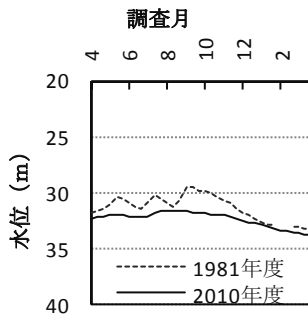


図3 W-2の季節変動

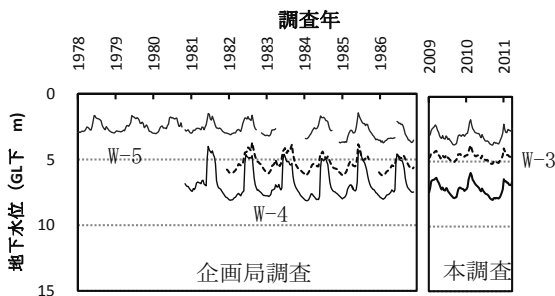


図4 W-3, W-4, W-5の長期的変動

その後2月まで徐々に単調に低下する季節変動が見られた。1982年度では7月から10月ごろの豊水期から2月ごろの最低水位まで2.5m程の差があったが、2010年度の豊水期は1982年度と同程度の水位であったが、冬季から春季までの渇水期の水位が1982年度に比べ高く、豊水期と渇水期の水位差が1.5m程になっていた。本調査の渇水期の水位が企画局調査に比べ高いことが平均水位を上げたと考えられる。

3.4 W-4 (千曲市磯部)

図4に長期的変動を示す。この井戸では企画局調査の平均値がGL下6.84mで本調査の平均値がGL下7.07mであり0.23mと僅かな低下となった。

夏季の最高水位と冬季の最低水位の幅の企画局調査の平均が3.47mであったが、本調査の平均が1.98mで1.49m小さくなった。図6に企画局調査(1981年度)と本調査(2010年度)の季節変動の比較を示す。1981年度では7月から10月ごろまでが豊水期であったが、2010年度では7月をピークにして8月から徐々に低下し豊水期が短くなっている。最高水位は1981年度より約2m下がっているが、渇水期の水位は1981年度とほぼ同じレベルである。本調査の豊水期のピークが企画局調査に比べ上がらないことと豊水期が短くなっていることが平均水位を下げたと考えられる。

3.5 W-5 (坂城町)

図4に長期的変動を示す。この井戸では企画局調査の平均値がGL下2.73mで本調査の平均値がGL下2.96mであり0.23mと僅かな低下となった。

季節変動幅の変化はほとんど見られなかった。図7に企画局調査(1981年度)と本調査(2010年度)の季節変動の比較を示す。1981年度では7月から9月ごろまでが豊水期であったが、2010年度では7月をピークにして8月から徐々に低下し豊水期が短くなっている。最高水位は1981年度とほとんど変わらないが、渇水期の水位は1981年度より約0.5m下がっている。本調査の豊水期が企画局調査に比べ短くなっていることと渇水期の水位がやや低いことが平均水位を僅かに下げたと考えられる。

3.6 W-6 (上田市)

図8に長期的変動を示す。この井戸では企画局調査の平均値がGL下18.70mで本調査の平均値がGL

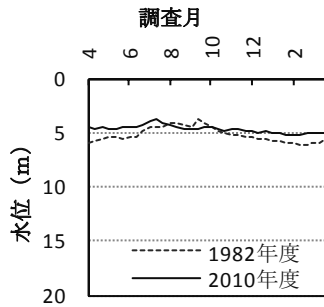


図5 W-3の季節変動

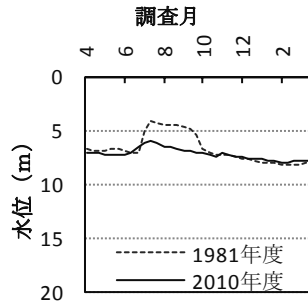


図6 W-4の季節変動

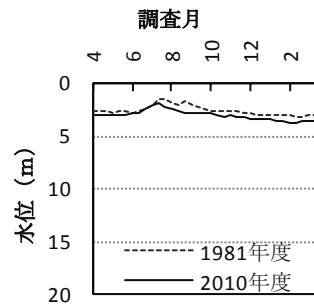


図7 W-5の季節変動

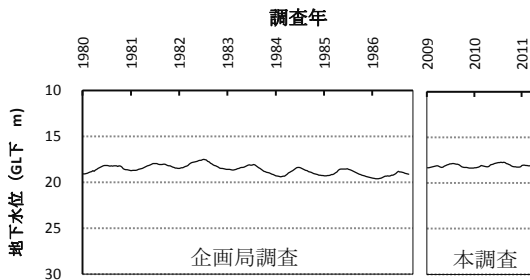


図8 W-6の長期的変動

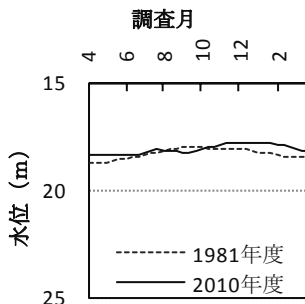


図9 W-6の季節変動

下 18.11 m であり 0.59 m と僅かな上昇となった。

季節変動幅の変化はほとんど見られなかった。図9に企画局調査(1981年度)と本調査(2010年度)の季節変動の比較を示す。2010年度では4月ごろの最低水位から5月に上昇が始まり7月ごろにピークとなる。その後いったん低下し、9月ごろから再び上昇して12月から1月をピークとする2つ目の山を作り4月まで低下する季節変動が見られた。1981年度では8月をピークとし4月に最低水位となる単調な季節変動であった。

4. 考察

今回検討に用いた千曲川中下流部の観測井戸は、所在地、立地条件、概略の水位変化の特徴から、以

下の3つにグループ分けをすることができる。以下、グループ毎に考察を加える。

- ・千曲川下流部右岸扇状地上の井戸：W-1, W-2
- ・千曲川中流部はらん原上の井戸：W-3, W-4, W-5
- ・千曲川中流部段丘上の井戸：W-6

(1) 千曲川下流部右岸扇状地上の井戸

W-1, W-2の井戸では、W-1が過去と同様の畑に囲まれた場所に、W-2は拡大した市街地の中にある井戸であり、両井戸の周辺環境には違いがある。しかし、約30年前と比較した地下水位データからは、どちらの井戸でも豊水期、渇水期にかかわらず、年間を通して過去にくらべて最近の地下水位の低下がみられた。経年的に周辺地域の揚水量^{4)~7)}が増えていないことや、年降水量⁸⁾の変化もあまりないこと、農地や森林面積⁹⁾が減少していること、宅地や市街地面積⁹⁾が増加していること、いずれの井戸も河川に近い完新世の扇状地上にあることを合わせて考慮すると、この水位低下の要因として、土地利用面積の変化や護岸等の河川環境の変化により、農地や森林及び河川からの地下水涵養量の減少が地下水位に影響している可能性があると思われる。

(2) 千曲川中流部はらん原上の井戸

千曲市と坂城町の3箇所の井戸の水位データをまとめると、約30年の間に水位がやや低下或いはやや上昇と場所によりまちまちで、全体的にはあまり変化がなかった。水位の季節変動のパターンにも大きな変化はなかった。これらの井戸はいずれも浅井戸の特徴をもち、季節的な水位変化は降水量の変化に敏感に応答している。したがって、本来千曲川の水量変化の影響を受けやすいと考えられる。そのため経年的な水位変化については、千曲川の護岸や、河道変化等の影響が場所毎に異なってあらわれている可能性が高い。

(3) 千曲川中流部段丘上の井戸

上田市の段丘上の井戸である。1地点のみのデータであるため、どの程度広域的な傾向を反映しているかは不明である。ただし、上田泥流¹⁰⁾と呼ばれる連続性のよい難透水層の下位の帯水層に胚胎される被圧地下水の水位であるため、本来井戸周辺の土地利用変化等の影響を受けにくいと考えられる。このような立地条件を反映するように、過去との比較では、特に大きな変化はないように見える。

以上の結果から、東北信地域の立地条件の違いが大きい3地域において約30年の期間を通じた概略の地下水位の変化を把握することができた。さらに、経年的な地下水位変化には地域毎にさまざまな違いがあることが示された。今回のような限られた地点の水位の比較のみでは、変化要因までを特定することは難しい。想定される要因は複数あり、しかもそれらが複合して影響する可能性もある。地下水環境の変化とその要因を明らかにするためには、より詳細な観測と関連情報の収集を行い、総合的に解析する必要がある。

5. まとめ

東北信地域の6箇所の既存観測井戸を対象に、地下水位等の調査を2009年度から2011年度に行い約30年前の長野県企画局による調査結果と比較した。その結果次のことが明らかになった。

小布施町、須坂市の千曲川下流部右岸地域、完新世扇状地上の2箇所の井戸は、過去にくらべて地下水位の低下がみられた。この水位低下の要因として、農地や森林及び河川からの地下水涵養量の減少が影響している可能性があると思われる。

千曲市、坂城町の千曲川中流部のはんらん原上の3箇所の井戸の水位データをまとめると、全体的にはあまり大きな変化がなかった。

上田市の千曲川中流部の段丘上の1箇所の井戸は、上田泥流と呼ばれる連続性のよい難透水層上に設置された井戸であり、下位の帯水層に胚胎される被圧地下水の水位であるため、本来井戸周辺の土地利用等の影響を受けにくいと考えられる。過去の水位との比較では、特に大きな変化はなかった。

謝 辞

本研究にあたり、小布施町役場建設水道グループの林信廣氏、須坂市水道局上下水道課の依田国博氏、千曲市建設部都市計画課公園緑地係の永井洋一氏、千曲坂城消防本部戸倉上山田消防署の山崎一氏、坂城町住民環境課の塩沢氏、上田市上下水道局上水道課の依田達雄氏、上田市立国分保育園の皆様には地下水位調査にご協力を頂いた。ここに記して深謝致します。

文 献

- 1) 長野県，第4次長野県水環境保全総合計画
- 2) 南安曇郡水資源対策協議会，南安曇地区地下水位集計解析報告書：
<http://www.city.azumino.nagano.jp/gyosei/chosa/chikasui/index.html> (2012年11月確認)
- 3) 長野県企画局，昭和62年度地下水位解析調査報告書（中部圏長野・上田都市開発区域）
- 4) 長野県情報統計課，長野県の工業（工業統計調査結果報告書）昭和47年～平成22年版
- 5) 長野県衛生部，水道施設の現況昭和47年～53年版
- 6) 長野県衛生部，長野県の水道昭和54年～平成13年版
- 7) 長野県環境部，水道統計平成14年～22年版：
<http://www.pref.nagano.lg.jp/kankyo/mizutaiki/toukei/index.htm> (2012年11月確認)
- 8) 気象庁，気象統計情報：
<http://www.jma.go.jp/jma/menu/report.html> (2012年11月確認)
- 9) 長野県情報統計課，ながの県勢要覧昭和47年～平成22年版
- 10) 山岸猪久馬・宮坂 晃 (1988) (3) 上田盆地. 日本の地質4中部地方I. 共立出版，東京，152 - 153.

**Long-term trends of groundwater level in several wells
in the middle and lower reaches of the Chikuma River
during the last 30 years**

Junichi HORI¹, Hitoshi TOGASHI², Sumio HIGUCHI³ and Haruo SASAI⁴

- 1 *Nagano Environmental Conservation Research Institute, Water and Soil Environment Division,
1978 Komemura, Amori, Nagano 380-0944, Japan*
- 2 *Nagano Environmental Conservation Research Institute, Natural Environment Division,
2054-120 Kitago, Nagano 381-0075, Japan*
- 3 *4-8-3 Sumisaka Suzaka, 382-0094, Japan*
- 4 *Nagano Environmental Conservation Research Institute,
Food and Pharmaceutical Sciences Division,
1978 Komemura, Amori, Nagano 380-0944, Japan*