

# 五泉市地下水保全管理計画



水と緑を  
未来へ紡ぐ



人と地球に  
やさしいまち



泉都  
ごせん



平成22年3月

五泉市

# 目次

<b>1</b>	<b>基本方針</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>五泉市の地下水の現状</b> .....	<b>2</b>
2-1	地下水との歴史的な関わりについて .....	2
2-1-1	地下水と生活.....	2
2-1-2	地下水と産業.....	2
2-1-3	地下水と歴史的景観及び観光.....	3
2-2	地形・地質と地下水の概況 .....	4
2-2-1	五泉市の地形・地質.....	4
2-2-2	五泉市の地下水.....	6
2-3	水循環と地下水 .....	8
2-3-1	森林.....	8
2-3-2	降水.....	8
2-3-3	河川.....	9
2-3-4	水路及び水田.....	9
2-3-5	人為的な水循環.....	9
2-4	地下水の利用状況 .....	9
2-4-1	水道用.....	10
2-4-2	商工業用.....	10
2-4-3	農業用及び生活用.....	11
2-4-4	道路消雪用.....	13
2-5	地下水の流れ .....	14
2-6	地下水位の変動 .....	15
2-6-1	地下水位の一年を通じた季節的变化.....	15
2-6-2	地下水位の長期的変化.....	15
2-7	地下水の収支 .....	16
2-8	地下水をとりまく状況の変化 .....	17
2-8-1	降水量の変化.....	17
2-8-2	土地利用の変化.....	18
2-8-3	河川の影響.....	18
2-8-4	地下水揚水量の変化.....	18
2-9	地下水水質 .....	20
2-10	地下水障害の発生 .....	21
2-10-1	井戸涸れ.....	21
2-10-2	地下水水質の悪化.....	21
2-10-3	地下水汚染.....	21
<b>3</b>	<b>今後の課題と保全の必要性</b> .....	<b>23</b>
3-1	地下水水量の保全 .....	23
3-2	地下水水質の保全 .....	23

<b>4</b>	<b>地下水の保全目標</b> .....	<b>24</b>
4-1	保全目標の設定 .....	24
4-2	保全目標値 .....	24
4-2-1	地下水位の目標値 .....	24
4-2-2	地下水水質の目標値 .....	25
<b>5</b>	<b>目標達成のための施策</b> .....	<b>27</b>
5-1	地下水状況等の監視体制の整備 .....	27
5-1-1	地下水位の監視 .....	27
5-1-2	地下水水質の監視 .....	28
5-1-3	気象状況の把握 .....	28
5-1-4	湧水地の湧水量及び水質の把握 .....	28
5-1-5	河川水位の把握 .....	29
5-2	地下水水量の保全施策 .....	29
5-2-1	地下水源の保全 .....	29
5-2-2	地下水の適正利用 .....	30
5-2-3	地表の浸透性の向上 .....	32
5-2-4	湧水地の保護 .....	32
5-3	地下水水質の保全施策 .....	32
5-3-1	点源（ピンポイント）汚染の防止対策 .....	33
5-3-2	面源（ノンポイント）汚染の防止対策 .....	33
5-4	地下水保全活動支援及び啓発 .....	34
5-4-1	地下水保全活動への支援 .....	34
5-4-2	地下水保全に関する啓発 .....	34
5-5	開発行為等に際しての地下水保全指針 .....	35
5-5-1	開発行為等に際しての地下水水量保全指針 .....	35
5-5-2	開発行為等に際しての地下水水質保全指針 .....	36
<b>6</b>	<b>施策の具体化に向けて</b> .....	<b>37</b>
6-1	市民・事業者・行政の役割分担 .....	37
6-1-1	市民の役割 .....	37
6-1-2	事業者の役割 .....	37
6-1-3	行政の役割 .....	37
6-2	協働の具体的取り組み .....	37
<b>7</b>	<b>地下水緊急時対策</b> .....	<b>38</b>
7-1	地下水緊急時対応システム .....	38
7-2	地下水障害緊急対策マニュアル .....	38
7-2-1	井戸涸れ .....	38
7-2-2	地下水汚染 .....	38

## 1 基本方針

五泉市では、古くから地下水との関わりが深く、江戸時代中期の明和年間（1764～1772）以降盛んに行われた新田開発により整備された用水路では、豊富な湧水を水源とする用水が五泉・村松地域を潤し、明治以降には水を活かした繊維産業が盛んになりました。現在も本市の上水道はすべて地下水や伏流水から得られているなど、地下水は本市にとって必要不可欠な存在であり、一方で、湧水に育まれた豊かな自然環境は、市民に身近な存在として親しまれていると同時に、五泉市民にとっての心の原風景ともなっています。

しかし、近年本市内外で行われてきた都市整備や河川整備等の影響と考えられる地下水位の低下が顕著となり、かつて本市内の随所で見られた湧水や自噴井戸が激減するなど、その影響は目に見える形で現れています。加えて、最近では冬期の消雪用井戸からの集中的な地下水の汲み上げによる井戸涸れ、さらには地下水汚染などの問題が発生してきました。これに対して、今後も本市の誇りとする美しい水環境を守り、市民の安全で安心な生活を確保するためには、地下水を将来にわたって活用できるように維持していくことが重要です。このような認識に立ち、平成19年12月に策定された「五泉市環境基本計画」の中では、地下水に関わる環境保全の方針として、“安全でおいしい飲料水の確保”や“地下水の適正利用の推進”などが掲げられました。

「五泉市地下水保全管理計画」では、本市の地下水がこの地域特有な地質多様性の産物であり、自然と人間との巧みな関わり合いの上に成り立っている貴重な資源であること、この豊富な地下水も決して無限にあるものではないこと、さらに、地下水は地域共有の貴重な財産であることを再確認するとともに、地下水を質・量ともに将来世代にわたって適正かつ持続的に維持していくことを目的として、その保全対策を本市全体で取り組んでいくこととします。



写真1 仙見川溪谷  
(五泉市役所 HP より)

## 2 五泉市の地下水の現状

### 2-1 地下水との歴史的な関わりについて

#### 2-1-1 地下水と生活

五泉市内のほぼ中央部を南北に流下する早出川は、蒲原山地に連なる川内山塊の一峰である矢筈岳（1257）を源頭とし、仙見川と杉川を合流して、下流部では新潟市秋葉区（旧新津市）の新郷屋付近で阿賀野川と合流しています。その間約 45km で大量の地下水や伏流水が早出川にもたらされているとともに、本市内の地下水の多くもまた早出川水系から供給されています。本市内では、かつて随所に見られた湧水を集めて生活用水や農業用水として利用してきました。また、古くからこの地に定住した住民の手により数多くの井戸が掘られ、貴重な生活用水となっていました。これらの井戸の多くでは、被圧地下水により自噴井戸として水が間断なく地表に湧き出ていました。このように、本市ではかつて、ありあまるほどの地下水があたかも川や池の水と同じように身近な存在となっていました。

このような豊かな水環境の象徴として、江戸時代中期に開削された荘之江用水と下条江用水があげられます。荘之江用水は、矢津地内において早出川と仙見川から取水され、熊野堂付近で今泉方向に流れ再び早出川に合流する水路と、石曾根を通過して能代川に合流する水路に分かれ、現在もほぼ当時と同じ水路を流れています。下条江用水は、矢津清水と木越の門後清水を水源とした清流であり、川瀬・五泉から新潟市秋葉区（旧新津市）の金屋に至る水路でしたが、現在はふたつの清水（湧水）とも枯渇したため、阿賀野川から取水されています。荘之江用水と下条江用水は、ともに地域の住民にとって極めて重要な生活用水であったために、古くから大切にされてきましたが、同時に、上流部にあたる村松の住民と下流部の五泉の住民との間では水争いが絶えませんでした。また、両用水とも昭和 30 年代までは生活用水として利用する集落もありましたが、その後上水道の整備が進んだこともあり、ほとんど利用されなくなりました。さらに、生活排水の流入などもあり、水質汚濁が進みましたが、現在では下水道の整備等により改善されています。下条江用水の周辺では、かつての清流の町を取り戻そうと平成 6 年から「清流の里整備事業」が実施され、昔の生活用水の姿が再現されています。

#### 2-1-2 地下水と産業

五泉市の地下水は、本市の産業とも深く関わっており、農林水産業から商工業まで幅広く利用されてきました。

一本杉、高山、桑山の集落は、近世中頃まで阿賀野川右岸にあったと伝えられ、かつては一面に桑畑が広がっていました。そして、近世後期からは製糸業が発展し、明治以降は織物業が本市の主産業となってきました。そして、戦後にはニット工業の興隆を見るに至りました。繊維産業の発展にとって水は欠かせないものであり、河川水とともに多量の地下水が利用されてきました。また、冒頭の 3 集落では養蚕から稲作への転換が図られましたが、その過程で多くの農業用水用の井戸が掘られ、現在も防火用井戸として名残をとどめています。

前述の下条江用水の水源であった矢津清水では、大正 2 年から「菅名養鯉」と呼ばれる養鯉業が行われました。これは当初、新潟県水産試験場の施設でしたが、やがて民間事業として食用鯉の生産が行われました。

本市では、主に川沿いに商工業が発達し、かつて笹野町にあった米倉へ周辺の村々から回米が集められ、早出川に面した河岸場から積み出されて下流側へ運ばれていました。また、現在の太田川は、昔舟運に利用された頃には大川と称され、河岸には回船問屋や材木屋が並んでいました。これらの川沿いの町では、豊富で良質な地下水を活かして、前述の織物工場のほか、造り酒屋なども多く見られました。現在も、良質な地下水を求めて、食品加工業、化学工業、精密機械工業などの工場進出が盛んです。

### 2-1-3 地下水と歴史的景観及び観光

五泉市内では大半の湧水地が消滅したなかで、現在も残る貴重な湧水は、周辺住民の生活用水として利用されているばかりでなく、一部は良好な景観を呈する水辺として住民へ憩いの場を提供し、また、市内外から見学客の訪れる観光スポットともなっています。

菅名岳(909)の中腹には、ブナ林に囲まれた「胴腹(ドッパラ)清水」があり、登山客が喉を潤す格好の場となっています。大蔵山(864)登山口の近く中川新地内には「吉清水」が湧いており、昔から川東地区などの人々の生活用水や農業用水として用いられてきましたが、最近では「吉清水湧水の里」として整備され、多くの水汲み客が訪れています。このように、山岳地の麓にあたる区域には大小多くの湧水地が見られ、湿地帯を形成しています。郷屋地内には、湧水による約5000㎡の湿地帯が広がり、ハンノ木が繁茂し、その林床にはミズバショウの群落が見られます。平成8年には「ふれあい自然の里・水芭蕉公園」が開園されました。



写真 2.1.1 吉清水湧水の里

愛宕山の直下には桜の名所で知られた「村松公園」があり、その一角に人工池がありますが、その水源は「愛宕清水」と呼ばれる横井戸から給水されています。

平野部の湧水としては、JR 磐越西線猿和田駅の北方に「土堀湧水群」があり、大小10か所ほどの湧水地が扇状地の縁に沿って並んでいます。ここは、希少生物であるイバラトミヨ(通称:トゲソ)の生息地にあたり、地元住民や市民団体(NPO)の手により大切に保護されています。



写真 2.1.2 土堀湧水群のひとつ  
「どばしっこしみず」

本市内中心部に位置する「粟島公園」や「南公園」、早出川河岸の「東公園」、前述した平成6年実施の「清流の里整備事業」による「清流の里川瀬公園」にはそれぞれ池があり、透明なせせらぎは本市のシンボルともなっていますが、その水はすべて園内に掘られた井戸から給水されています。

また、本市内には、咲花温泉や馬下保養センター、さくらんど温泉などがあり、貴重な観光資源

となっています。温泉は、最深部の地下水であるとも解釈されますが、後述する理由により、本計画では保全管理の対象としません。

## 2-2 地形・地質と地下水の概況

### 2-2-1 五泉市の地形・地質

#### (1) 地形

本市の地形については、図 2.2.1 に示すように、代表的な山岳地形としては、蒲原山地が本市の東側から北方の阿賀野川を隔てて五頭山地へと、北北東から南南西へと伸びています。西側には新津丘陵が同方向に伸びています。また、本市の南側は、飯豊山地から越後山地に連なる標高 1,000m 以上の急峻な山地地形が広がっています。これらの山岳地域では、起伏が大きく、深い V 字谷が刻まれ、渓谷が発達しています。蒲原山地から流下した溪流は、早出川と合流して、本市の中央部をほぼ北方向に流下し、さらに平野部で阿賀野川と合流して流路を北北西へと転じています。

平野については、南部の村松地区では、早出川・能代川上流部の現河道に沿って、扇状地が形成されています。また、五泉地域市街地以北には、阿賀野川水系の氾濫原平野が広がり、河川沿いに自然堤防が点在しています。これらの扇状地や氾濫原には、早出川と阿賀野川による旧河道が複雑な痕跡を残しており、蛇行や氾濫などのかつての河川の変遷を物語るとともに、現在では複雑な土質分布を形成しています。



図 2.2.1 五泉市地形分類図

出典：「新潟平野の地形分類図」(平松由起子；2007)より転用

(2) 地質

本市の地質の特徴は、図 2.2.2 に示すように、中・古生代から新生代第四紀までの様々な時代の地層が順序良く見られることにあり、古い時代の地層では、蒲原山地から南部の越後山地にかけて、中・古生代の石灰岩やチャートとここに挟在する砂岩・頁岩層が広く分布し、一部で花崗岩類が分布しています。早出川支流の杉川溪岸には中・古生代の海成層である石灰岩やチャートなどが多く見られ、かつてこの周辺地域が深海底であった証拠となっています。また、蒲原山地の北西部から新津丘陵にかけて、新生代第三紀の堆積岩類が分布しており、北西方向に中新世の津川層・七谷層、鮮新世の西山層、更新世の魚沼層に相当する地層が順次地表部に露出しています。早出川上流部には、津川層に相当する安山岩類の貫入岩体が分布し、地元では「衣岩」と呼ばれる柱状節理の発達する岩盤が見られます。



写真 2.2.1 早出川溪岸に見られる「衣岩」

平野部の東縁には、村松断層（活断層）が南南西から北北東方向に伸び、月岡断層へと連続しています。これらの断層は、広域的には新発田 - 小出構造線の一部をなす断層帯を形成しています。

平野部の地盤構成については、大半が第四紀の未固結層からなり、村松地域南部の扇状地では、礫層を主体とし、五泉地域南部にかけては、より細粒な砂や粘性土を主体としています。一般に、粒度の大きい砂礫質な地盤ほど透水性が高く、地下水の賦存量の多い帯水層となっていますが、本市においても帯水層に沿って多量の地下水が流動していると考えられます。

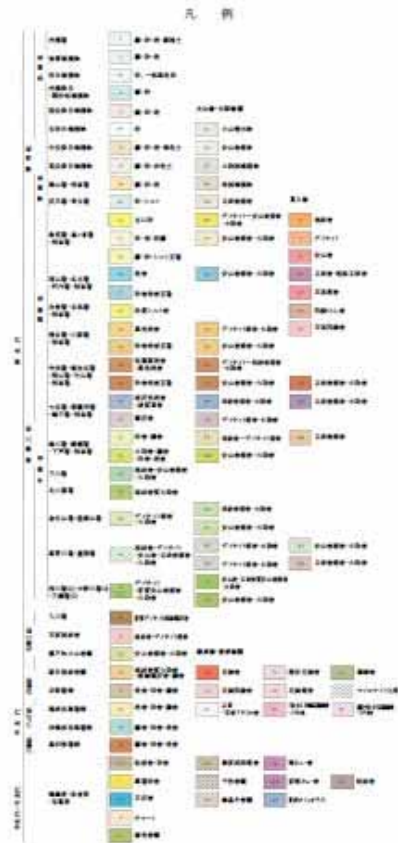
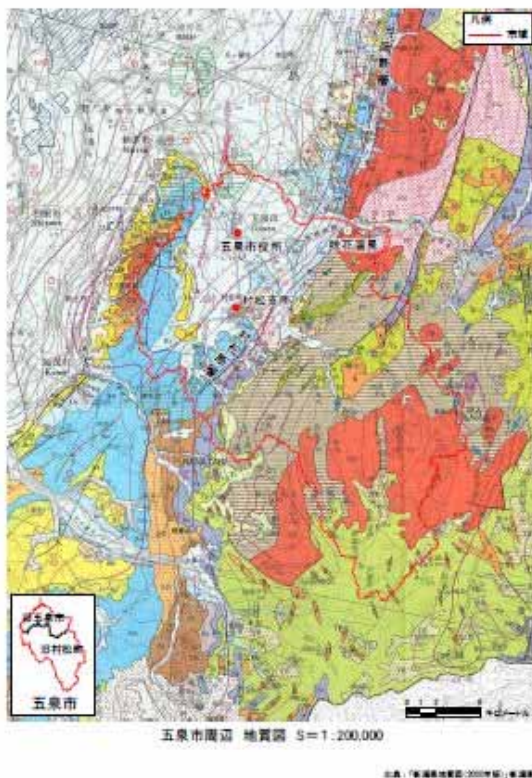


図 2.2.2 五泉市周辺の地質図



## 2-2-2 五泉市の地下水

### (1) 地下水源

本市へ流入する地下水の水源については、山間部から平野部に至る傾斜変化点にあたる山麓部であることが多く、不透水層と透水層の存在により“浅い水”あるいは伏流水となって平野部へと導かれています。また、一部に不透水層中の亀裂沿いに“深い水”となって流入する地下水も存在します。さらに、断層沿いに地下深部より湧出する温泉水の存在も推定されます。

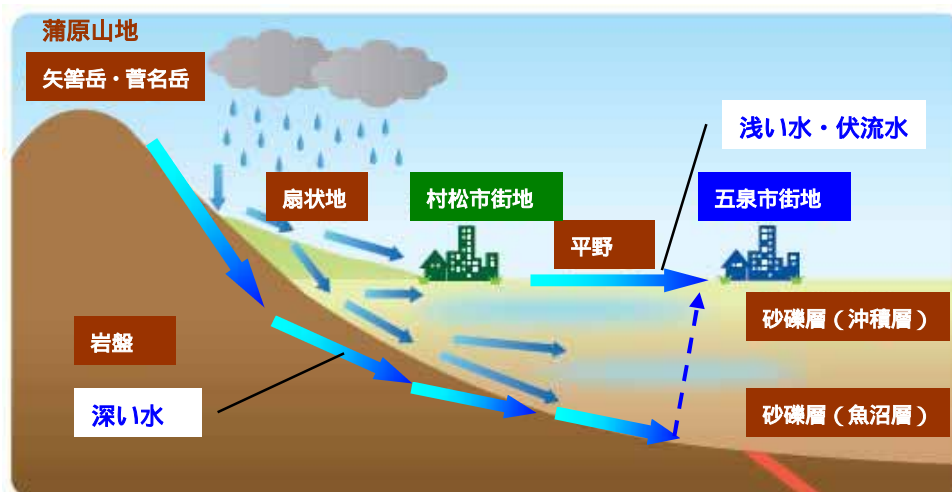


図 2.2.3 五泉市の地下水源の模式図

#### 山間部の地下水源

矢筈岳や菅名岳などの山地を構成する中・古生層の岩盤は、硬質であるばかりでなく、地下水を透さない不透水層であることから、雨水や融雪水に対して岩盤がいわば地下水の器となり、扇状地から平野部へと集合させています。

#### 砂礫層中を通る地下水（浅い水、伏流水）

山麓部から村松市街地にかけては扇状地性堆積物に相当する砂礫層が分布し、村松市街地から五泉市街地にかけては早出川による氾濫原堆積物である沖積層に相当する砂礫層やさらに深部には魚沼層に相当する砂礫層が分布しています。これらの砂礫層はいずれも透水性が高いため、砂礫層を通して多量の地下水が平野部へと流入していると考えられます。この地下水は、位置的には“浅い水”に区分され、粘土層を主体とする不透水層に流路を制約されながら流動していますが、一部で不透水層の無い箇所では湧水となって地表部へ現れます。このため、伏流水と呼ばれることもあります。

#### 岩盤中の亀裂を通る地下水（深い水）

前述したように基盤岩は不透水層として、地下水を平野部へと導きますが、同時に中・古生層の岩盤は長い期間に地殻変動などの構造運動の影響を受けて局所的に亀裂質となっているところもあり、このような箇所では、周囲の不透水な岩盤に規制されてかえって多量の地下水が流れ込んでいることがあります。この地下水は、位置的に“深い水”に区分され、極めて限られた流路を流動していると考えられます。

#### 断層沿いに地下深部より湧出する地下水

本市北東の五頭山麓から村松地域を越えて越後山地へ抜けるルートで、月岡断層から村松断層へ至る大きな断層帯(新発田 - 小出構造線)が伸びており、この断層帯に沿って地下水が湧出し、

その多くが温泉水となっています。

(2) 本計画で対象とする地下水について

本計画では、前述の区分の地下水のうち、“山間部の地下水源”と“砂礫層中を通る地下水(浅い水、伏流水)”、“岩盤中の亀裂を通る地下水(深い水)”を対象とし、保全管理を行うこととします。“断層沿いに地下深部より湧出する地下水”については、賦存状況や流動形態がほとんど解明されておらず、地下 1,000m以深にあることなどから、これを保全管理することは困難であるといえます。したがって、温泉水は本計画の対象とはしません。

(3) 地下水の賦存量

五泉市内の地下水の賦存量については、河川や水田からの流入量(涵養量)とほぼ等しいと考えられます。本市内に流入する地下水については、早出川地下水系からの流入量が最も多くを占めていると推定されています。既往の調査・解析の結果から、早出川からの伏没量(浸透量)は 12,000m<sup>3</sup>/日と試算され、これと田面からの通年の浸透量 187,000m<sup>3</sup>/日を合わせた早出川水系全体の地下水流入量(涵養量)は、通年で 307,000 m<sup>3</sup>/日と推定されています。

表 2.2.1 早出川水系からの地下水流入量(涵養量)

期 間	田面からの浸透量 (m <sup>3</sup> /日) 1	早出川からの浸透量 (m <sup>3</sup> /日) 2	合 計 (m <sup>3</sup> /日)
夏期(4～8月)	450,000	120,000	570,000
通 年	187,000	120,000	307,000

1：通産省(1984) 2：新潟県(1979)



写真 2.2.2 杉川の河床に堆積する砂礫  
平野部にかけて多量の河川水が地下浸透している

## 2-3 水循環と地下水

### 2-3-1 森林

五泉市の森林については、その面積は土地利用上の山林としては 175.7k m<sup>2</sup>であり、本市の面積の半分を占めています。森林の植生としては、丘陵部や台地などの里山にはスギ・ヒノキ・サワラなどの人工林が広がっていますが、標高の高い山岳地にはブナ群落などの自然林が残されています。

一般に、山地に降った雨や雪が平野部に直接浸透することはなく、森林等の保全機能により徐々に流出し、河川に流れ込み、河川から地下水が涵養される場合が多いとされています。

### 2-3-2 降水

五泉市消防本部の観測によると、本市では年間 1,984mm（平成 18～20 年の平均値）の降水があり、全国平均の 1,800mm/年と大差はありません。このうち約 1/3 が大気中に蒸発し、残りの約 2/3 が河川に流出したり、地中へ浸透したりしていると推定されます。

本市の集水面積は、前述の山林面積とほぼ等しいと考えられることから、この範囲の年間降水量は約 2 億 m<sup>3</sup> と推計されます。



図 2.2.4 植生図

（出典：環境省「自然環境保全基礎調査」）

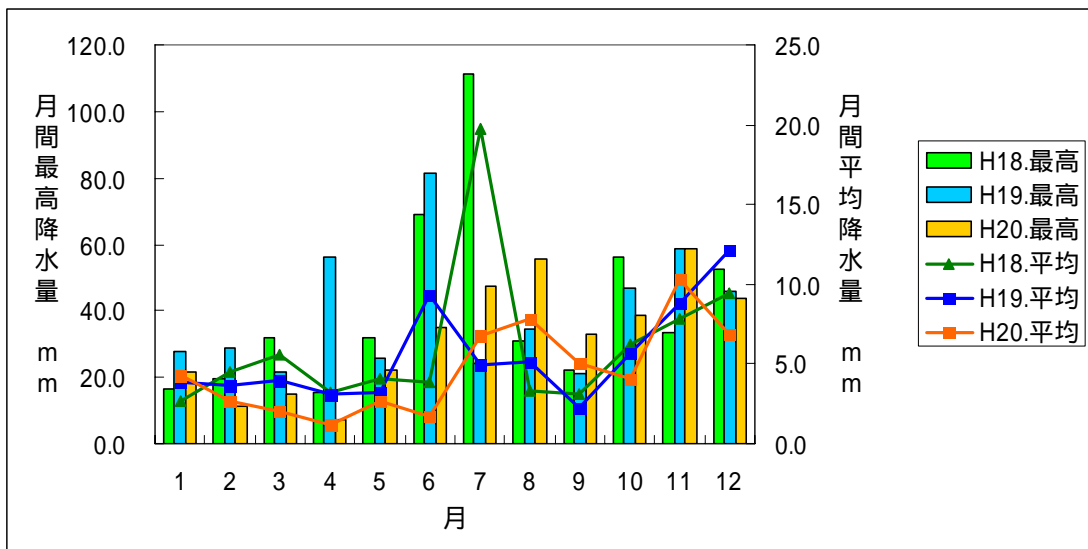


図 2.2.5 五泉市の月間降水量

### 2-3-3 河川

一般に、河川は地下水を涵養する働きをするとともに、下流域では地下水が河川へ流出する場合があります。

早出川では、上流の山地から扇状地へ達したところで表流水が透水性の高い砂礫層中へ多量に浸透しています。ここで浸透した地下水は、山間部から五泉地区南部にかけて広がる扇状地の末端部で湧水となって地表へ現れており（土堀湧水群）、早出川へも流出していると推定されます。

早出川は本市内を流下している間は、周囲の平野部よりも高い位置にあることから、左岸側で流出した地下水は、五泉市街地を通過して、能代川へ達している可能性があります。能代川沿川の集落で湧水が比較的多い（能代・町屋地内）のも、このような理由によると考えられます。また、右岸側で流出した地下水は、阿賀野川へ達している可能性があります。さらに、下流域の氾濫原に至ると、過去の激しい河道の変遷により砂礫層が複雑な地下水の流路を形作っていると考えられます。

このように、本市の地下水のうち浅い水に相当する地下水の水収支に関しては、河川から地下水への涵養量と地下水から河川への流出量を明らかにすることが現在も困難となっています。

### 2-3-4 水路及び水田

本市内では、荘之江用水や下条江用水など江戸時代から数多くの水路が掘削され、湧水や早出川の水が水田や町へと導かれていましたが、現在もさらに多くの水路が設置されています。これらの水路の多くは舗装されていますが、農業用排水路の末端部は土水路であり、地下浸透が生じていると考えられます。また、本市内の13%の面積を占める水田からは、春・夏の湛水期には多量の水が浸透していると考えられます。

### 2-3-5 人為的な水循環

地下水を中心とした水循環を考える場合、河川からの取水や河川への放水、地下水の汲み上げなどの人為的な影響についても考慮する必要があります。取水・放水に関しては、前述した農業排水のほかには、工業排水や下水道処理水などがあげられます。地下水の汲み上げに関しては、本市の場合、水道水としてすべて地下水が利用されていることや、地下水を利用した工業が盛んであること、消雪用としても大量に地下水が利用されているなどの地域特性を有しており、その利用状況については、次項に詳述します。

## 2-4 地下水の利用状況

五泉市における目的別の地下水利用量については、水道用と商工業用が最も多く、農業用がこれに次いでいます。かつては最も多かった農業用・生活用としての利用量は、年々減少してきました。消雪用としての地下水利用は、12月から2月までの期間ですが、特に市道と国・県道での消雪パイプの使用の際には、全市内で一斉に多量の地下水が汲み上げられるため、地下水位等に影響が生じています。

## 2-4-1 水道用

本市の上水道事業は、五泉上水道事業（五泉1～5号井、東部1～3号井）と村松上水道事業（村松1～5号井）により深井戸から地下水が取水されているほか、5区域の簡易水道において主に浅井戸や伏流水から地下水が取水されています。これらの取水施設のうち、取水量の多い深井戸については、平成20年度の1日平均給水量は、五泉上水道事業においては10,222 m<sup>3</sup>/日、村松上水道事業では7,764 m<sup>3</sup>/日となっています。

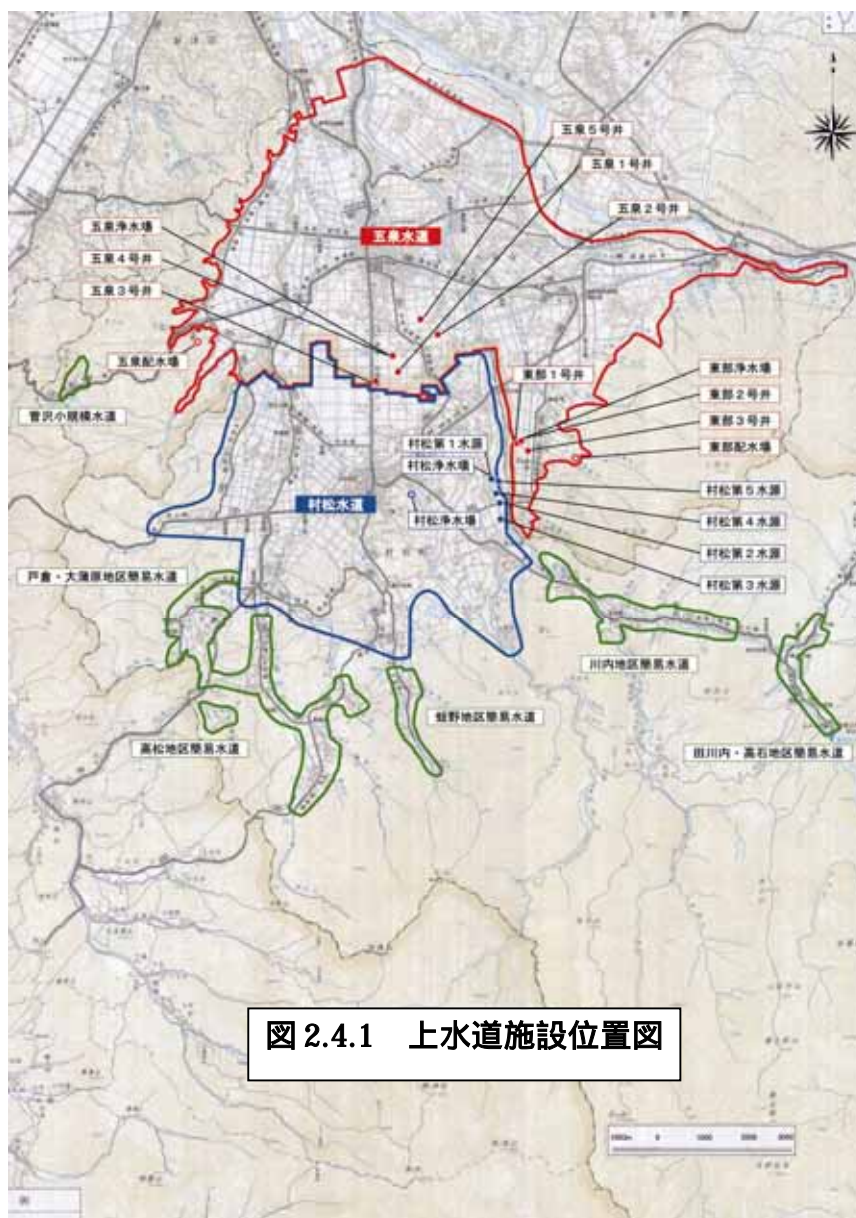


図 2.4.1 上水道施設位置図

## 2-4-2 商工業用

本市内で商工業用に使用される地下水のうち、通年取水されているものは、食品加工用や農産物の栽培用、冷却水、洗浄水などであり、使用量の多い事業者では、1日あたり約20,000 m<sup>3</sup>の揚水量に達しています。このほか、工場や大型店舗、サービス業の施設、公共施設などにも揚水能力の高い井戸が設置されていますが、その多くは消雪用であり、通年使用されている例はほとんどありません。

表 2.4.1 地下水を大量に使用している主な事業者の揚水量

事業者	井戸本数	揚水量：m <sup>3</sup> /日
A社	5	3,716
B社	13	21,183
C社	14	981
D社	1	1,700
E社	2	2,800

また、平成 21 年度に実施した地下水利用実態調査からは、工業用水以外の用途では事業者の「消雪用」として用いられている場合が最も多くなっています。かつては「雑用」との回答が最も多くを占めていましたが（昭和 58 年度調査）、この点は当時 1 本の井戸から水道用や消雪用などに多目的に利用し、「雑用」としていたものが、最近では上水道の整備が進むなどの理由により、水道や消雪などの個別の使用目的に限定されるようになったことによります。

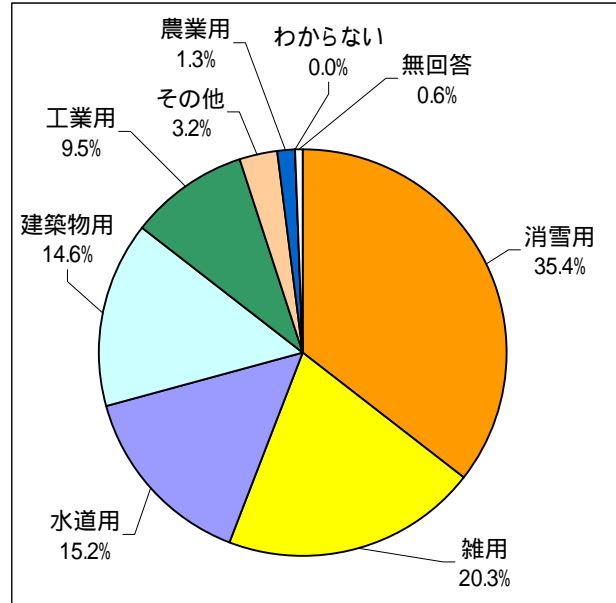


図 2.4.2 井戸の使用目的 (事業者)

さらに、工業用の井戸に関しては、過去 25 年間ほどの間にも、「製品処理・洗浄用水」としての利用が最も多い傾向に変わりなく、本市の地下水が基幹産業である繊維工業のほか、清浄な水を必要とする精密機械工業や食品加工業を支えているといえます。このほか、最近では「ボイラー用水」としての使用量が増加している点が注目されます。

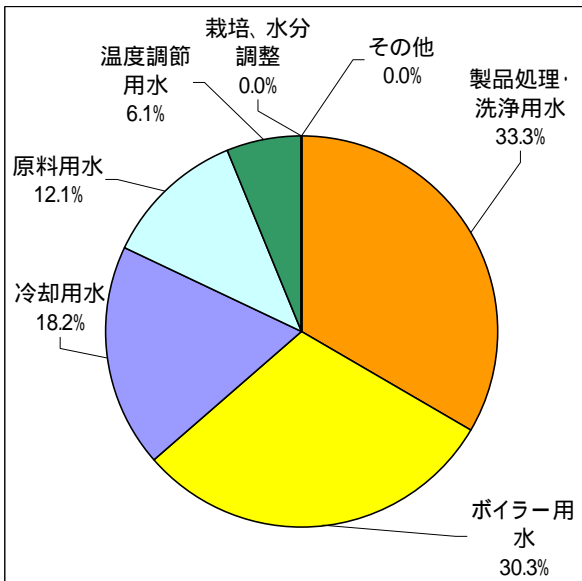


図 2.4.3 工業用地下水の用途

### 2-4-3 農業用及び生活用

本市内では、近年、農業用・生活用に使用される井戸は減少しましたが、井戸自体は残されて防火用や消雪用に転用されているケースが多いようです。農業用としての利用量は、圃場整備並びに農業用水路の整備により若干減少しましたが、畑作には現在も多く使用されています。生活用の井戸は、上水道の整備により利用量が大幅に減少しました。本市内には、個人が所有する井戸が無数にありますが、井戸の掘削後の届出が義務づけられておらず、取水制限も設けられていないため、井戸の使用

目的や地下水の汲み上げ量などの実態がほとんど分かっていません。

本市内の事業者を対象に昭和 57 年度に実施された地下水利用実態調査によると、当時、井戸の本数としては雑用（生活用）が最も多かったが日揚水量は最も少なく、農業用井戸の日揚水量が最も多くなっていました。1 本あたりの井戸からの揚水量では、水道用の井戸が突出して多くなっていました。

また、平成 20 年度から 21 年度にかけて市民を対象として集落・町内会単位で実施した地下水利用実態調査、及び平成 21 年度に事業者を対象として実施したアンケート調査からは、次のような特徴や傾向が見られました。

#### (1) 井戸の構造

市民の井戸は、深さ 20～30mの井戸が最も多く、直径は大半が 100mm 前後となっています。事業者の井戸は深さ 30～50mの井戸が最も多く、長期間に大量の地下水を連続的に汲み上げる井戸ほど深く、直径も大きくなっています。また、市民の井戸は地表から全層ストレーナーとなっている場合が多いのに対して、事業者の井戸は、深度 10～30mを上限としたストレーナーであることが多く見られます。（ストレーナー：効率良く取水するために穴やスリットがつけられた管）

#### (2) 井戸の使用目的

市民・事業者ともに消雪用として使用されていることが最も多く、市民の場合は、これと併用して屋外での生活用（園芸、洗車等）に使用されています。東部の早出川に近い地区では、特徴的に水質が良いため、屋内での生活用（風呂、飲用等）に使用されています。事業者の井戸のうち工業井戸に関しては、前述したように「製品処理・洗浄用水」とこれに次いで「ボイラー用水」が多くなっています

#### (3) 自噴井戸と湧水

自噴井戸は、能代川右岸側の能代から千原地区にかけて比較的多く見られますが、味や臭いなどの水質が悪いため、農業や屋外での生活用などに使用されています。自噴井戸と湧水を明確に区別することは難しい状況ですが、能代川に隣接する町屋地区では、現在も地表での湧水が見られます。

#### (4) 井戸涸れの実態

市民の井戸では、井戸涸れは本市内全域で発生していますが、特に西部で多い傾向が見られます。ほとんどが冬の消雪パイプの使用時に急激に地下水水位が低下して、発生しています。事業者の井戸では、深度が深いこともあり、アンケートや聞き取り調査を通じて井戸涸れが生じたケースは、全体の 6% 程度と少なくなっています。しかし、冬期の地下水水位低下は生じているようであり、汲み上げポンプの負荷が大きくなっている状況が報告されています。

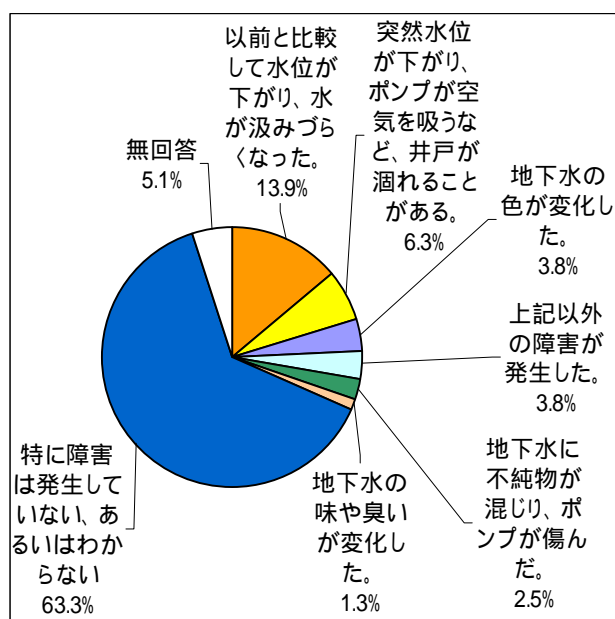


図 2.4.4 事業者の地下水障害の発生状況

#### 2-4-4 道路消雪用

本市内では、主要な市道及び国・県道には消雪パイプが敷設されており、それらのポンプの揚水量（平成 18 年）を合計すると約 48,600 ℓ/min となり、日量に換算するとほぼ 70,000 m<sup>3</sup>/日となります。

表 2.4.2 井戸の目的別届出件数・揚水量

使用目的	届出件数：件	揚水量：ℓ/min
消雪用	65	60,135
踏切消雪用	4	1,550
国道消雪用	2	1,800
県道消雪用	40	34,512
市道消雪用	14	12,273
冷暖房用	5	1,350
工業用	18	35,960
生活用	2	1,180
消雪用 + 冷暖房用	7	2,860
消雪用 + 工業用	4	1,580
消雪用 + 生活用	7	3,384
その他	16	10,480
合計	184	167,064

平成 18 年 9 月現在、市への届出件数

注：揚水量はポンプの能力を示した。




写真 2.4.1 水芭蕉公園のミズバショウ


山地と扇状地との境界部から多量の湧水が生じ、湿地が形成されている。



## 2-5 地下水の流れ

本市内に賦存し流動する地下水は、大きくは、不透水層と透水層の存在により制約され“浅い水”あるいは伏流水となって平野部へと導かれる地下水や、不透水層中の亀裂沿いに“深い水”となって流入する地下水などに区分されます（前項 2-2-2 参照）。

地下水の流向に関しては、浅い水や伏流水については扇状地の堆積状況、早出川や旧河道の配置によって流路が複雑に変化していると推定されます。これに対して、山岳地や丘陵部での地下水は、岩盤中の亀裂や風化帯に沿って流動するため、大きくは溪流と同方向の南東から北西方向（右図中の矢印 ）であると推定されます。

また、平野部での地下水の流向については、細かくは様々な方向に流動していると考えられますが、浅い水・伏流水と深い水も含めて、総体的には南南東から北北西方向（ $N20^{\circ} \sim 30^{\circ} W$ 、右図中の矢印 ）であると推定されます。このほか、本市内では、岩盤や扇状地の縁に沿って湧出している湧水や、深い水が平野部において比較的浅い位置まで湧き上がっている例も見られますが、その流向については不明です。

したがって、本計画における地下水の保全管理指標として、上記の流向を用いることとします。

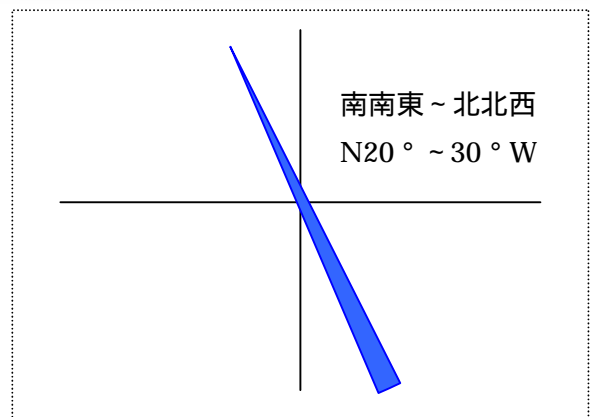
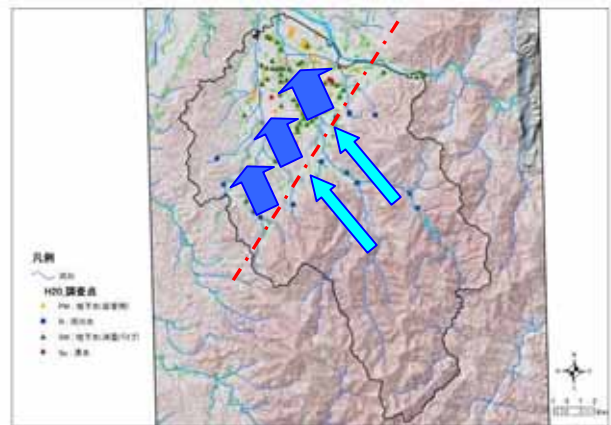


図 2.5.1 地下水の流向

### 【大学等の研究機関との共同研究の成果】

これまでに、五泉市では新潟大学等の研究機関との協同研究により、市内を流れる地下水の流路に関して調査と分析を進めてきました。その結果、従来の地質構造に支配された3層の帯水層を流動する地下水といった考え方よりもさらに複雑な挙動を示していることが次第に明らかになってきました。つまり、浅い層の地下水は早出川などの旧河道に沿って流動しているのに対し、深層地下水はさらに大きな集水域を形成し、その供給源は背後の山塊のかなり高い標高に位置していることが判明しました。今後も研究を進めることにより、五泉市の地下水のさらに詳細な流路が明らかになってくるものと期待されます。

### 【イオン濃度分析と酸素同位体分析】

新潟大学との協同研究では、地下水サンプルを用いたイオン濃度分析と酸素同位体分析を行いました。これらの調査方法は、通常保健所などで行われているような水質検査とは異なり、どの水とどの水が一致するかというような、言わば水のDNAとも称されるような判別と分類に利用されます。これらの分析により、五泉市の地下水はいくつかのタイプに分けられました。

## 2-6 地下水位の変動

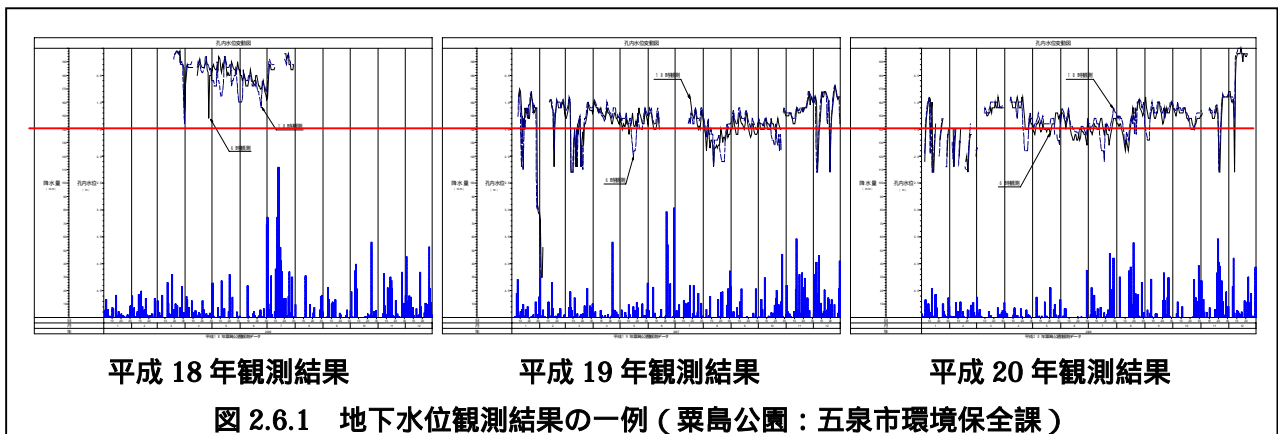
地下水位の変動に関しては、一年を通じた季節的变化としての短期的変動と、数年あるいは数十年にわたり変化する長期的変動に分けて検討します。本市内では、現在4か所の地下水位観測施設（五泉市が所有する粟島公園と南公園、国交省阿賀野川河川事務所が所有する三本木の2か所）で観測が行われていることから、これらの観測結果から見られる地下水位の変動傾向を示します。

### 2-6-1 地下水位の一年を通じた季節的变化

地下水位の短期的な変動については、降水量とは直接的には連動しておらず、毎年12月から3月までの間に降水の直後に短期的で急激な地下水位低下が発生していることから、道路消雪を主とした地下水の汲み上げが影響していることは明らかです。各観測井戸の平均地下水位と年間変動幅は次表の通りです。

表 2.6.1 平均地下水位と年間変動幅

	粟島公園	南公園	三本木 1	三本木 2
平均地下水位：GL-(m)	1.50	3.00	9.00	9.00
年間変動幅(m)	2.20	1.20	0.65	0.80



### 2-6-2 地下水位の長期的变化

粟島公園と南公園での過去20年間にわたる地下水位観測結果からは、長期的な地下水位変動の兆候は認められませんが、自噴井戸や湧水地の箇所数や湧出量が減少していることや井戸涸れの発生頻度が増加していることなどから、過去と比較して地下水位が低下傾向にあったことはほぼ間違いないと考えられます。

その原因については、早出川の河川改修や砂利採取の影響、阿賀野川の河川改修の影響、能代川の河川改修の影響、早出川ダム建設の影響、農業用排水路の整備の影響、水道用水や工業用水の大量取水による影響などのほか、大きくは地球温暖化や蒲原山地の森林伐採等による水源地での地下水涵養量の減少、身近なところでは宅地造成や工業団地造成等による盛土の影響などが指摘されていますが、

いずれも確証が得られていません。

ただし、湧水の激減に関しては、早出川から能代川へ流下する地下水の水頭圧が低下したことが直接的な原因となっている可能性もあります。

一般に、地下水が被圧していない場合は、地中に自由地下水面が形成されますが、被圧している場合には、地上において水圧に見合った水面である“地下水頭”が想定されます。

本市内では、かつては湧水地がいたるところに見られたことから、帯水層中では被圧しており、地下水頭が地表より高かったと推定されます。扇状地上を流下する早出川から西部の能代川に向かう地下水頭も傾斜しており、過去には地下水頭が現在よりも高く、これにより湧水地の範囲も現在よりも広がったと考えられます。

現在では、地下水頭の低下に伴い、湧水地の範囲も縮小し、能代川周辺でのみ確認されるようになりました。同時に、湧出量も減少しました。

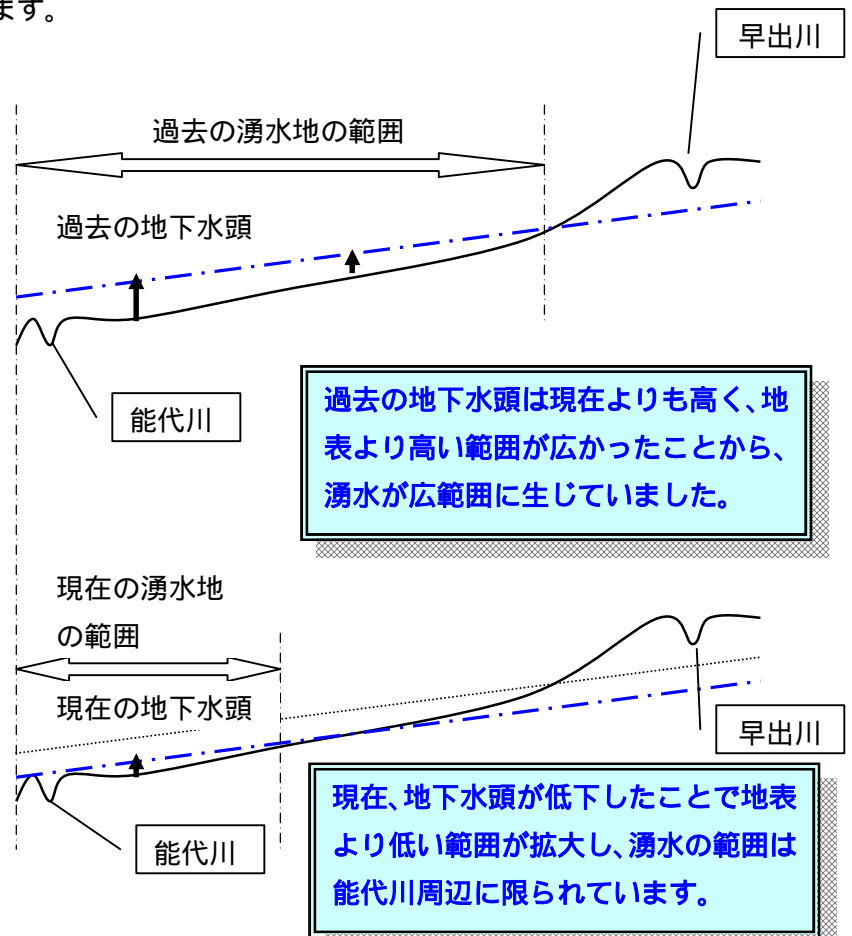


図 2.6.2 長期的な地下水位低下の発生機構

## 2-7 地下水の収支

本計画における地下水の保全管理の指標として、本市内での地下水に関する長期的な水収支を求める必要があります。地下水の収支に関する解釈としては、自然界の降水量、蒸発散量、地表水の流出入量、地下水の流出入量を比較する考え方（自然の水収支）と、地下水の利用における安全揚水量と実際の汲み上げ量を比較する考え方（人工の水収支）があります。

### 【自然の水収支】

対象とする地下水を定量評価する場合には、1か月あるいは1年単位などの長期水収支の算出方法が採用される場合が多く、不圧地下水の長期水収支では、一般に次のような水収支式が用いられます。

$$R = (D_2 - D_1) + E + (G_2 - G_1) + S$$

$$S = W_s + M + H \cdot Pa$$

$$G = (G_2 - G_1) + H \cdot Pa$$

R：降水量、 $D_2$ ：地表水流出量、 $D_1$ ：地表水流入量、E：蒸発散量  
 $G_2$ ：地下水流出量、 $G_1$ ：地下水流入量、S：地下水貯留量変化、 $W_s$ ：地表水の貯留量変化  
M：不飽和土層内の土湿度変化、H：地下水位変化、Pa：地下水位変化部分の有効間隙率  
G：地下水涵養量

### 【人工の水収支】

安全揚水量とは、地下水位低下などの障害が発生せず、継続的に揚水可能な地下水涵養量の範囲内における揚水量とされています。安全揚水量の算出方法としては、地下水涵養量による方法、地下水位変化から算出する方法、地下水障害が発生する限界値を採用する方法などがありますが、昭和59年度の調査（「新潟県五泉・村松地区地下水利用適正化調査」昭和59年3月）では、ダルシーの公式より算出した地下水流動量の80%をもって安全揚水量としました。

下表に示したとおり、五泉市内に流入する早出川地下水系の左岸側では、季節ごとの地下水汲み上げ量が安全揚水量を超えることが多く、背後の川内山塊から流入する地下水により補充されても、水収支はなお負の値となっています。しかし、年間を通じての水収支はかろうじて正値を保っています。これらの安全揚水量と汲み上げ量は、浅い水や伏流水の結果であり、これに深い水が加わった場合には、比較的安定した正の水収支が保たれていると考えられます。

表 2.7.1 人工の水収支

地下水系	水収支	安全揚水量 m <sup>3</sup> /日	汲み上げ量 m <sup>3</sup> /日	水収支 m <sup>3</sup> /日	季節
早出川地下水系 右岸		24,000	3,800	20,200	春
			3,800	20,200	夏
			2,800	21,200	秋
			3,000	21,000	冬
早出川地下水系 左岸		46,000	50,000	-4,000	春
			54,000	-8,000	夏
			31,000	15,000	秋
			52,000	-6,000	冬
愛宕原地下水系		11,000	7,600	3,400	春
			7,900	3,100	夏
			3,300	7,700	秋
			15,000	-4,000	冬

## 2-8 地下水をとりまく状況の変化

前項までは、本市の地下水に関わる現況についてまとめましたが、ここでは地下水に関して今後予測される状況の変化について述べます。

### 2-8-1 降水量の変化

一般に地下水位の変化には、気象条件が大きく影響しています。なかでも降水量は、直接地下水位の変動に係していると言われてはいますが、本市の場合は、地下水位観測結果からは地下水位変動は降水量の変化に鋭敏に反応しているとは言えません。しかし、本市では矢筈岳や菅名岳を結ぶ蒲原山地の分水界によって形作られている集水域の水がすべて平野部へと集まっていると考えられることから、

山間部での降水や融雪水が長い到達時間を経て平野部に達していると推定されます。

降水量は年ごとにばらつきがあるため一様には言えませんが、その量は長期的・広域的に見れば緩やかな減少傾向を示しており、地下水の涵養量が減少することが危惧されます。

## 2-8-2 土地利用の変化

一般に、土地はその利用状況によって地表水が地下浸透しやすい涵養域（田、畑、山林、雑種地）と地下浸透しにくい非涵養地（住宅地や商工業用地などの市街地）に区分されます。

総面積約 352k m<sup>2</sup>を有する五泉市では、その半分（50%、176 k m<sup>2</sup>）を山林が占めており、残りのうち 104 k m<sup>2</sup>が雑種地となっており、非涵養地に相当する区域は宅地の 13 k m<sup>2</sup>にすぎません。過去 20 年間の土地利用の推移をみると、宅地と雑種地については緩やかな増加傾向、山林・田・畑についてはわずかながら減少傾向にあります。

山林が工業団地の造成や宅地化によって非涵養地へと転化した場合は、地下水の涵養量は減少します。また、山林が雑種地へと転化した場合には、地表面での地下浸透量は基本的には変化しませんが、樹木の保水性など森林が有する地下水涵養機能は低下していると考えられます。さらに、田・畑においては近年耕地面積の減少に加えて、圃場整備事業により用水・排水路の漏水対策が進められており、農地が有する地下水涵養機能も低下していると考えられます。

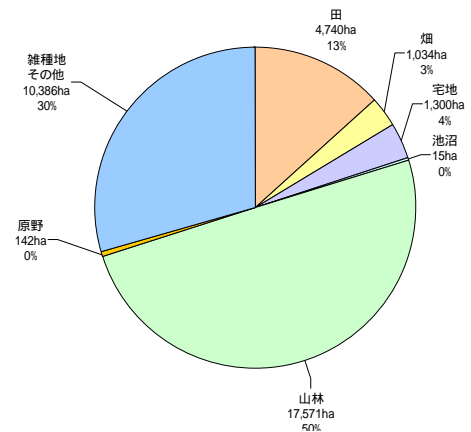


図 2.8.1 平成 17 年度 土地利用地目別面積  
(出典：新潟県「統計データハンドブック」)

## 2-8-3 河川の影響

本市では、河川からの地下水涵養量や河川への流出量の規模が大きく、河川が地下水に与える影響の大きな地域であるといえます。本市を流下する区間において地下水涵養量が流出量を上まわる河川は早出川水系であり、これとは逆に流入量のほうが地下水涵養量よりも多い河川としては、阿賀野川本川と能代川水系があげられます。

河川から地下水への涵養が行われているところでは、降水や融雪水などにより河川水位が上昇すると、浸透面積が増え水頭圧が上昇することにより地下水涵養量は増えますが、河川を改修する際に舗装などにより浸透しにくくすると、地下水涵養量は減少します。

一方、地下水が河川へ流出しているところでは、地質の状態にもよりますが、通常、その周辺の地下水は河川水位と連動した動きを示すため、河川水位が低下すると地下水の流出量が増え、結果として地下水位の低下を招く恐れがあります。

## 2-8-4 地下水揚水量の変化

本市での最近の地下水揚水量の変化に関しては、地下水の利用実態が昭和 59 年度の調査以降把握されていないため、これを定量的に推定することが困難ですが、最近の地下水利用をめぐる周辺の状況から判断して、将来的な変化を予測すると、次のようにまとめられます。

### (1) 水道用

本市内では、上水道の整備が年々進んだことに伴い水道用の揚水量も増加し、現在では五泉上水道の約 10,000 m<sup>3</sup>/日と村松上水道の約 8,000 m<sup>3</sup>/日を合わせた合計約 18,000 m<sup>3</sup>/日の地下水が平野部で取水されています。上水道整備率はほぼ 100%に達していることから、今後の大幅な揚水量の増加はないと考えられますが、人口動態等（人口は減少し、世帯数は増加している）による需要の変化に伴い揚水量も緩やかに変動すると考えられます。なお、本市では、多量に水を使用する事業所や公共施設の多くが既に井戸を所有し地下水を利用しており、水道水に依存していないことから、上水道の使用量には影響しないといえます。

### (2) 商工業用

事業者 1 社あたりの揚水量については、最大で 21,000 m<sup>3</sup>/日の規模ですが、それ以外の地下水の大量利用者といわれる事業者では、1,000～3,000 m<sup>3</sup>/日のケースが多くなっています。また、平成 21 年度実施の事業者向けアンケート調査結果では、前述の地下水の大量利用者の揚水量に加えて、事業者のイメージによる地下水利用の概算値の算出を試みた結果、合計 20,000 m<sup>3</sup>/日という利用量が得られており、これらを合わせると 40,000 m<sup>3</sup>/日にも達します。

これらの井戸は、使用目的・時期が異なっていますが、一斉に取水が行われたと仮定すると、水道用井戸を上回る規模の揚水量が想定されます。最近では工業団地の造成が行われ、大型店舗が進出する一方で、事業所の閉鎖や撤退も目立つなど、事業所数や業態が大きく変化しているとも考えられることから、商工業用井戸による揚水量にも今後変化が及ぶ可能性があります。

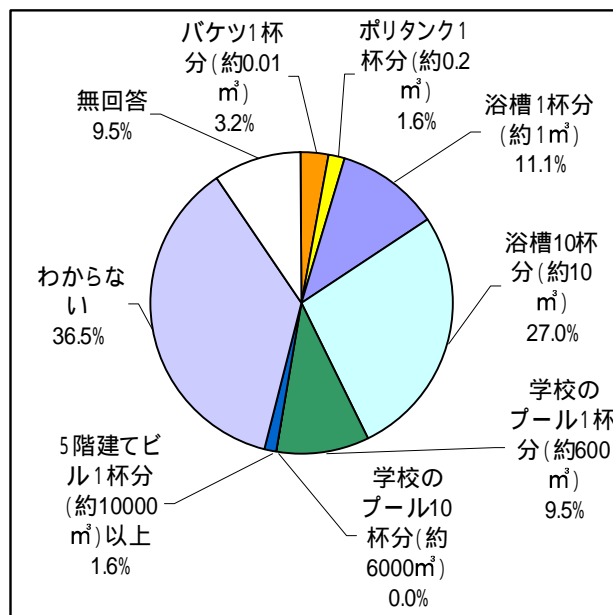


図 2.8.2 事業者のイメージによる推定地下水使用量

### (3) 農業用及び生活用

本市内では、農業用としての地下水利用量は、圃場整備並びに農業用水路の整備により若干減少しましたが、畑作には現在も多く使用されています。生活用井戸は、上水道の整備により利用量が大幅に減少しました。生活用井戸の使用目的や揚水量などの実態は、現在もほとんど分かっていませんが、消雪用に使用されることが最も多いようです。農業用と生活用のいずれについても、利用量が増加する要因がないことから、今後の揚水量も減少するものと予想されます。

### (4) 道路消雪用

道路消雪用の地下水利用は、12～2月の期間ですが、現在本市内にある市・県・国道の消雪用井戸を一斉にフル稼働したと仮定すると、その揚水量は約 70,000 m<sup>3</sup>/日に達することとなります。道路消雪用井戸の使用頻度や揚水量は、降雪量に大きく左右されます。最近では効率的な道路消雪（交互散水等）の実施により、消雪用井戸からの揚水量の削減が図られていますが、新たな消雪用井戸の設置により本市全体の地下水利用量は増加傾向にあります。

## 2-9 地下水水質

地下水水質に関しては、上水道の原水として利用する場合に水道法による水質環境基準が定められていますが、地下水全般に対する環境基準とは大きく異なっています。本市では水道用に地下水が使用されていることから、五泉市上下水道局では取水場（12か所）と簡易水道（7か所）に調査地点を定めて、健康に関する30項目（病原微生物2、重金属類6、無機物質4、有機物質7、消毒副生成物11）と水道水が有すべき性状に関する20項目（基礎的性状7、金属類6、無機物質2、有機物質5）の合わせて50項目について、毎月から年1回の頻度で検査を行っています。その結果、これまでに基準を超える範囲の水質異常が検出されたことはなく、本市の水道用としての地下水は、安全・安心でかつ良質であることが確かめられています。

また、上記の安全性に関する項目とは別に、水質管理目標設定項目の27項目についても年1回の頻度で検査が行われ、特に「向上」の観点からは10項目が設定されています。この結果を“おいしい水”として提案されている様々な条件のうち、硬度と蒸発残留物に関して評価すると、本市の地下水は、一般的な“おいしい水”としての条件を十分に満たしています。

以上の現状に対して、地下水水質は人間の生産・生活活動や自然の条件によって変化するので、十分な注意が必要であると同時に、本市の貴重な財産としての“おいしい水”の快適性を将来にわたって維持していくことが重要です。

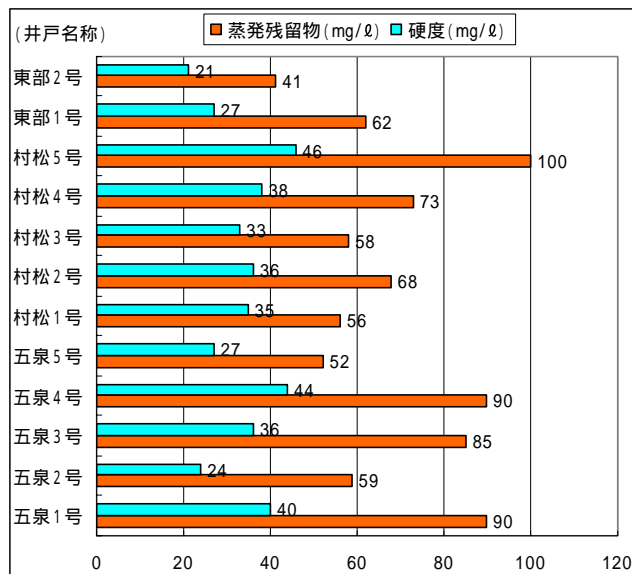


図2.9.1 地下水の硬度と蒸発残留物（五泉市上下水道局）

表2.9.1 一般的な“おいしい水”としての条件

水質項目	“おいしい水”の条件 (水道水基準)	内容
蒸発残留物	30～200mg/l (500mg/l以下)	主にミネラルの含有量を示し、量が多いと苦味等が増し、適度に含まれるとまろやかな味がする。
硬度	10～100mg/l (300mg/l以下)	ミネラルの中で量的に多いカルシウム、マグネシウムの含有量を示し、硬度が低い水はくせがなく、高いと好き嫌いが出る。

硬度：一般に硬度100mg/l以上の水を硬水と言い、それ以下を軟水としている。

(出典：厚生省「おいしい水研究会」昭和60年)

## 2-10 地下水障害の発生

### 2-10-1 井戸涸れ

前述したように、本市では毎年12～3月の降雪の直後に地下水位が急激に低下していますが、速やかに回復しています（図2-6-1参照）。その原因としては、道路消雪の影響が考えられます。これは、地下水位の低い冬期に、消雪のために一斉に地下水を汲み上げて使用したことにより、地下水位が各自の持っている井戸のポンプ設置深度より深かポンプの揚水能力が及ばないところまで急激に低下したために生じたものと考えられます。

ただし、本市内では地下水の賦存量が多く、帯水層とされる砂礫層の透水性が高いこともあり、地下水が汲み上げられた場所では常に周囲から大量の地下水が流入していることから、道路消雪用井戸のポンプを停止し、汲み上げを終了した直後から急速に地下水位が回復しています。この点と本市では上水道の普及率がほぼ100%に達し、自家用井戸が無くとも日常生活に不自由しないことから、短期間の井戸涸れに対して住民の方々は大きな不満や不安は感じていないようです。

しかし、今後長期間の地下水位低下が進行した場合、冬期の井戸涸れの発生頻度が増大し、さらに新たな井戸涸れが生じるなど、障害が拡大することも予想されるため、何らかの対策が必要な状況です。個人用の井戸のいくつかは、さらに深い位置まで打ち直しを行うなどにより対処されていますが、広域的な地下水位の変動も把握したうえでの長期的な対策も重要です。

### 2-10-2 地下水水質の悪化

本市内では、地区によって無味・無臭・透明な極めて水質の良いところから、カナケ臭く飲用には適さないところまで異なっていますが、今後地下水の流路などの流動状況が変化した場合には、水質が悪化する可能性もあります。実際に、市街地に位置する工場の深度130mの井戸では、突然水に濁りが生じて以後回復しなかったことから井戸の使用を中止した例もあります。ここでいう“水質の悪化”は、あくまで快適性の悪化を扱い、次項のような地下水汚染は含めませんが、“おいしい水”が大量に賦存する本市にとっては、地下水質の悪化は対処すべき重要な課題であるといえます。

### 2-10-3 地下水汚染

本市では、過去に地下水から発がん性が危惧される有機塩素系化合物が検出されたことがありましたが、幸いにも健康被害が生じる規模（範囲、濃度）ではありませんでした。その後、現在に至るまで地下水汚染は発生していません。

また、近年全国的に農薬が原因と推定される硝酸性窒素による地下水汚染が報告されています。本市の地下水から検出される硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素はすべて飲料水基準の10mg/ℓ以下となっていますが、場所・季節によっては基準限度に近い値となっていることもあり、今後も硝酸性窒素等の変化を注視していく必要があります。

本市の地下水が豊富なのは、地表水が地下浸透しやすい地質であるためですが、このことは同時に汚染物質も浸透しやすいことにほかなりません。地下水は、一度汚染されると、汚染物質を除去して浄化するには莫大な費用と長い時間を要するので、汚染物質を地下に浸透させないことが最も大切で



す。汚染物質を扱うクリーニング業者の作業所や化学工場、繊維・染色工場、病院などでは、汚染物質を地下へ浸透させないための細心の注意と厳しい管理が求められます。