

# 地下水涵養マニュアル

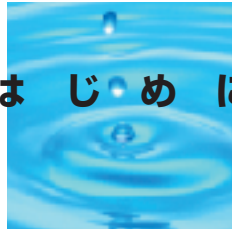


富山県生活環境文化部環境保全課

TEL 076-444-3144 FAX 076-444-3481  
E-mail : chikasui@pref.toyama.lg.jp



## はじめに



本県の豊富で清浄な地下水は、生活用水や工業用水として、県民の生活基盤を支えるとともに、「黒部川扇状地湧水群」にみられるように、本県の貴重な風土、自然環境を構成する要素にもなっており、まさに「水の王国とやま」を代表する県民共有の貴重な財産となっています。

このことを踏まえ、県では昭和51年に「地下水の採取に関する条例」を制定、さらに平成4年には全国初の、県内の平野部全域を対象とした「地下水指針」を策定し、地下水の保全対策として、開発行為に対する事前指導や地下水利用の合理化・節水、また、地下水涵養対策として、透水性舗装の導入や公共下水道における雨水浸透ますの設置などの各種施策を県民、事業者、市町村の協力のもと、総合的に推進してきました。

その後、平成11年3月には本指針を改定し、新たな施策として「冬期間の地下水低下対策」を位置づけ、「消雪設備維持管理マニュアル」の作成や普及・啓発、冬期間の安全水位に関する調査研究に重点的に取り組んできたところです。

この結果、本県における地下水採取量や地下水位は概ね横ばいに推移していますが、近年、都市化の進展や水田の減少に伴い、地下水涵養量が減少するとともに、依然として冬期間の地下水位の低下などがみられること、さらには、県民の意識は「本県の地下水は保全すべき貴重な財産で、今後、みんなで地下水涵養に取り組むべき」との意見が多いことなど、新たな課題やニーズが明らかになりました。

このような地下水をめぐる状況に適切に対応するため、平成18年3月に、2回目の地下水指針の改定を行い、取り組み目標に、これまでの「地下水の保全」に加え、「地下水の創水」を新たに盛り込むとともに、水田等を利用した地下水涵養の推進など、取り組みの拡充を図ったところです。

このマニュアルは、地下水涵養施策を推進するために、17年度に全国で初めて環境省、富山県、魚津市の3者が連携して実施した「休耕田等を利用した地下水涵養手法の検討」の結果をもとに作成したものであり、水田等を利用した地下水涵養を実施する場合の具体的な手順、評価方法や役割分担等を示したものです。

市町村や事業者におかれましては、本県の貴重な財産である地下水を次の世代に引き継いでいくため、このマニュアルを十分に活用し、積極的に地下水涵養対策を推進していただきますようお願いいたします。

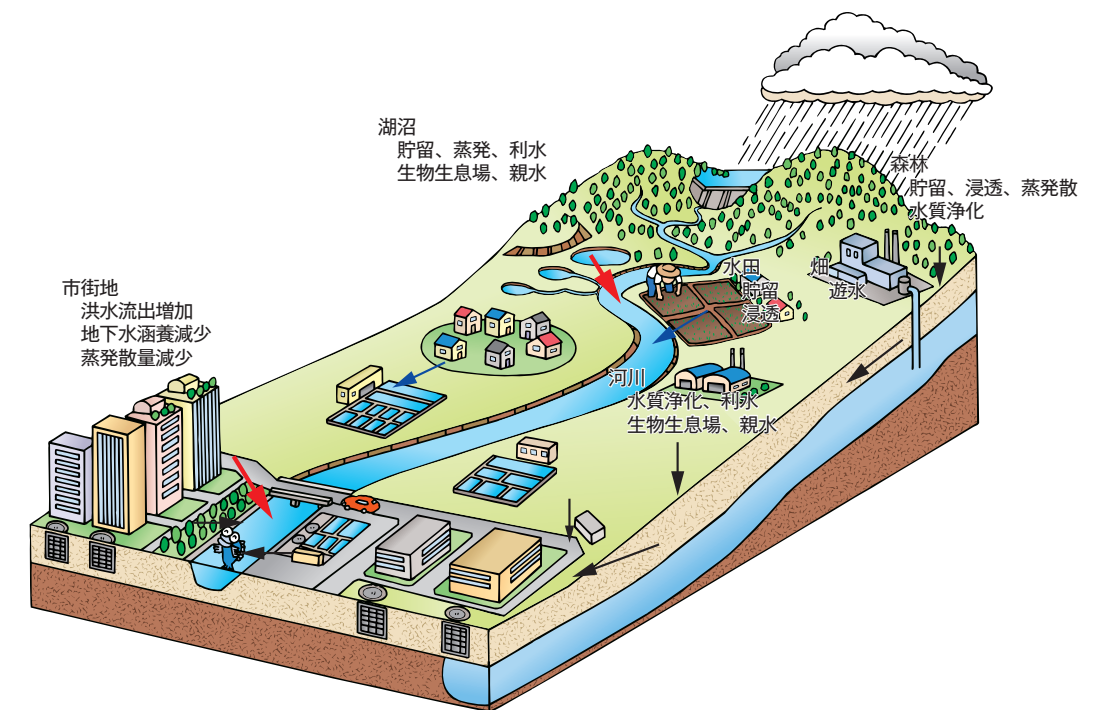
## 地下水涵養の必要性

地下水は、大気、地表、地下及び海洋における水循環の構成要素であり、また、涵養と利用のバランスをとり、節度ある利用を行えば恒久的に利用できる「循環資源」といえます。

本県は、全国的にみて降水量が多く、庄川、常願寺川、黒部川等により水文地質的に優れた扇状地を有していることから、豊富な地下水に恵まれ、産業活動や日常生活に多大の恩恵を受けています。

しかしながら、近年、社会経済状況を背景に、地下水を取り巻く状況は変化しており、都市化や水田の減少に伴い、地下水涵養量の減少が懸念されています。

そこで、本来の地下水涵養機能を補うよう人工的に地下水涵養を行うことによって、地下水利用と地下水涵養のバランスを図り、水循環系の健全性の確保に資することが必要となっています。

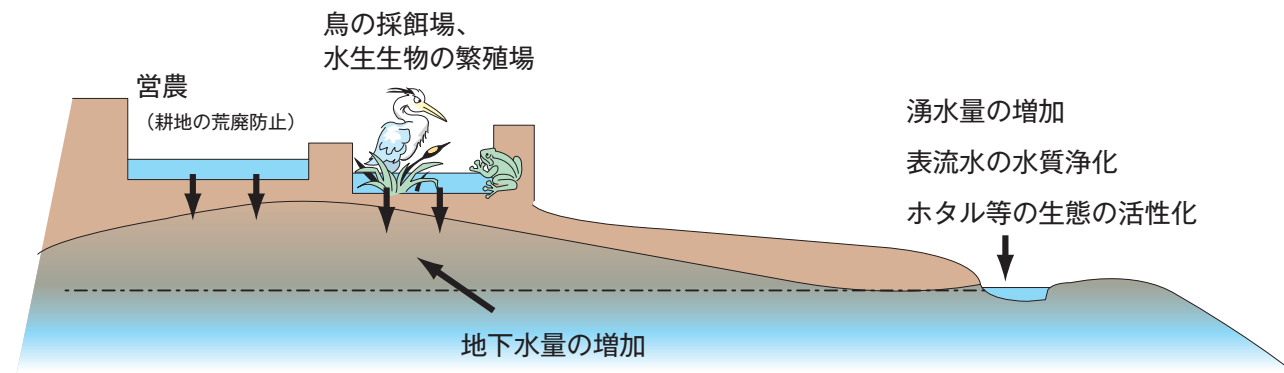


## 主な地下水涵養手法

地下水涵養の方法は、井戸を用いて地下に水を注入する注入法と、地表面に池等の浸透施設を設け、水を張って地下に浸透させる拡手法の2種類があります。

## 地下水涵養の効果

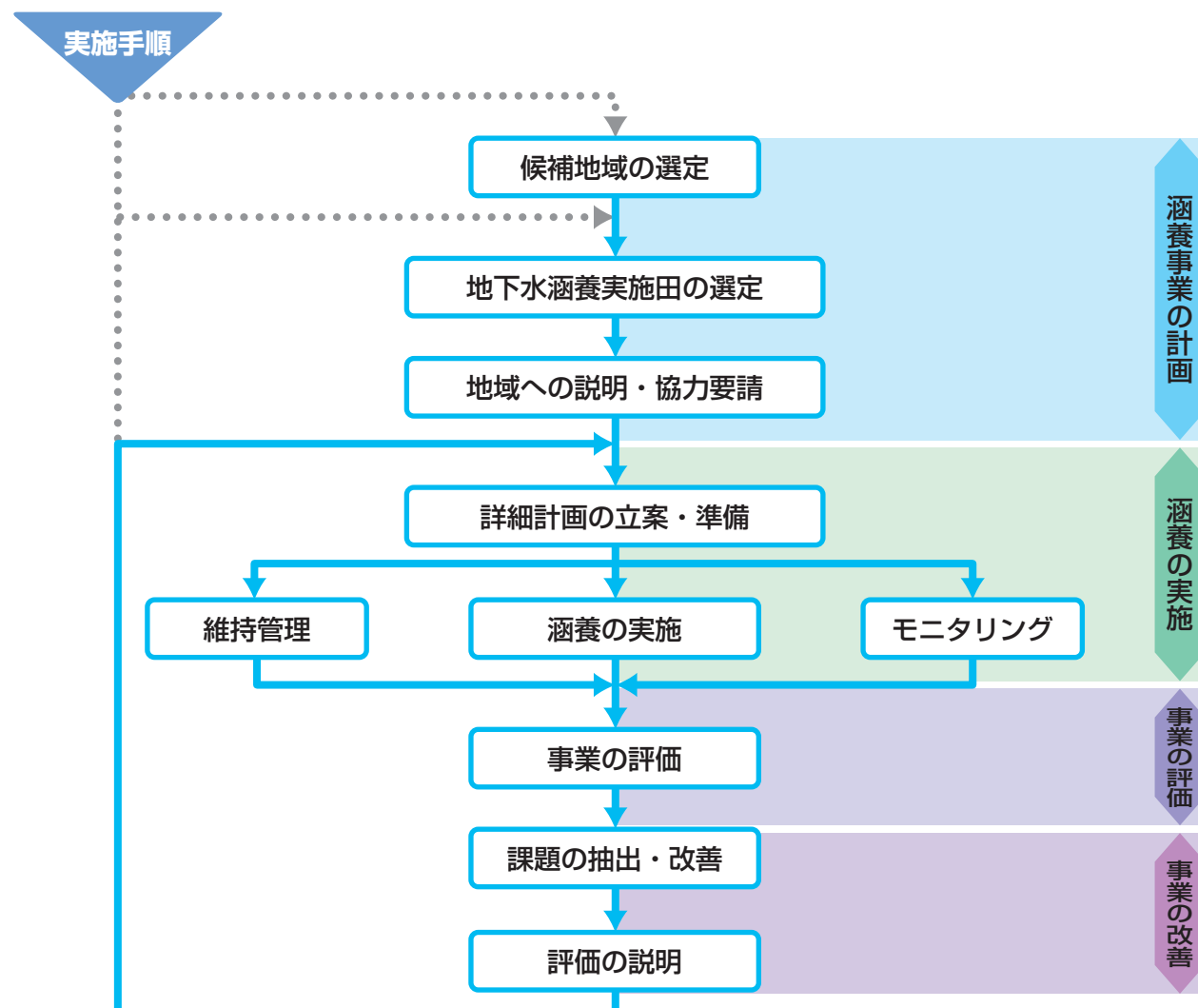
水稲作付田や休耕田を利用した地下水涵養は、地下水量を増加させ、地下水位の低下の抑制や周辺の湧水量を増やす効果があるほか、田に水を張ることにより、渡り鳥の餌取り場や水生生物の繁殖場になるなど水辺環境の創出や、営農面でも雑草対策など耕地の荒廃防止や害獣侵入防止など、多面的な効果が期待できます。



## 地下水涵養の実施方法について

本県の特徴として、水田稲作が盛んであることから、拡水法による水田を利用した地下水涵養が有効であると考えられます。

このことから、水田を利用した地下水涵養の実施手順を以下に示します。



## 涵養事業の計画

### 1 候補地域の選定

地下水涵養の候補地域の選定に当たっては、地形・地質、地下水位分布、地下水利用状況、水環境の状況等を考慮して候補地（地域・地区レベル）を選定します。

涵養効果を得るためには、地下に浸透した水が主要帯水層まで到達することが不可欠であることから、涵養効果が発揮しやすい条件として、表層に粘土層が分布しないことや、地下水が河川等へ流出していない地域を選定します。

### 2 地下水涵養実施田の選定

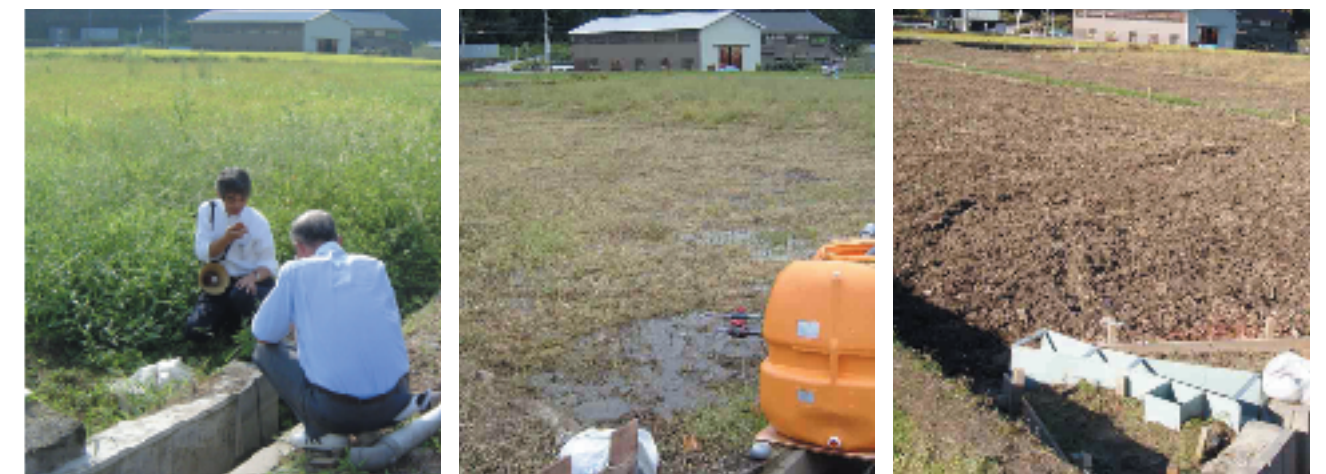
候補地域の中から、地下水涵養に利用できる水稲作付田や休耕田の状況、水源の確保、維持管理、関係機関との連携に係る状況、周辺の土地利用状況及び利用する水源の水質等を勘案して、地下水涵養の実施田を選定します。

#### (1) 水稲作付田や休耕田の状況

涵養を実施する田の選定に当たっては、地域の理解が得られるという社会的な要件と、水路等が整備され、畦畔（あぜ）からの漏水が少ないといった要件を満たす必要があります。

なお、休耕田を利用する場合には、その休耕期間が長い場合は、草の繁茂や、モグラ等の小動物の巣穴から涵養水の横浸透による損失が懸念され、涵養に支障をきたすことが考えられます。この場合は、草刈を行い、トラクターで耕起することにより、効率的に地下水涵養が実施できます。

また、休耕期間が2～3年と短いものや、灌漑期間に水稲の作付けがされている田を利用する場合は、総合的に耕起するかどうかを検討することとなります。



休耕田の状況  
(1m近い高さの草が繁茂している)

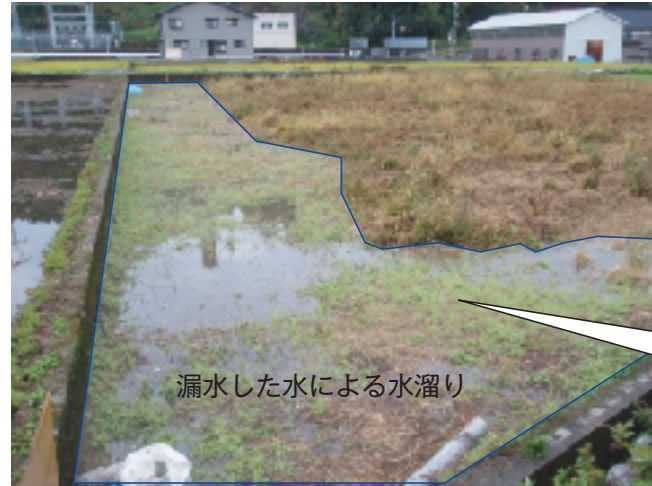
草刈後 (不耕起)  
(数cmの高さの草が残っている)

耕起後  
(土が掘り起こされている状態)

休耕田の涵養実施前の状況  
(写真はすべて魚津市における実証調査によるもの)



巢穴からの漏水  
(涵養実施田)



漏水した水による水溜り

涵養実施田の下流休耕田における水溜り



湧出箇所

### モグラなどの巣穴による漏水（横浸透）

#### (2) 水源の確保

涵養に使用する水源は、水質と水量を考慮する必要があります。

基本的には、沢水など水利権が設定されていない水を利用することが望ましいです。なお、準用河川及び沢水等の普通河川であっても、市町村の河川管理者と調整・協議が必要です。

また、農家の協力を得て営農行為の一環として湛水を行い、水田の多面的機能のひとつとして地下水涵養を実現できますが、この場合も土地改良区など関係機関と調整・協議する必要があります。



農業用水路からの導水例

#### (3) 関係機関との連携

地下水涵養の実施に当たっては、計画段階から、関係機関と調整・協議し、連携を図る必要があります。また、水利権等の設定状況や河川法等による許認可等の必要性、さらに、急傾斜地崩壊危険区域、砂防指定地、地すべり防止区域等の関係法令の指定状況についても把握しておく必要があります。主な関係機関を以下に示します。

- ・ 1級河川の水を使用する場合：国または県の河川管理者
- ・ 2級河川の水を使用する場合：県の河川管理者
- ・ 準用河川及び普通河川の水を使用する場合：市町村の河川管理者

(さらに上記のうち、農業用水路を経由して水を使用している場合は、土地改良区等との協議が必要。また、河川水を起源としない雨水・ため池等を起源とする農業用水路の水を利用する場合も、土地改良区等との協議が必要。)

・ 砂防指定地、急傾斜地崩壊危険区域、地すべり防止区域の指定状況：県（砂防課）

各機関に対して事業の趣旨や実施方法の概要を説明し、協議を十分に行い、必要な手続きを行う必要があります。

#### (4) 周辺の土地利用状況

地下水涵養では、横浸透による周辺への漏水や、大雨時のオーバーフロー等の課題が挙げられます。そのため、涵養田近隣の土地利用は、水稻作付田、休耕田、空地等が適していると言えます。

特に、涵養田下流側の直近に畑作物がある場合、横に浸透した水が、作物に影響を与える可能性があります。また、涵養田下流側の直近が民家の場合も同様に、横に浸透した水が、建物の床下に湿気をためる等の問題が懸念されることから、涵養田下流側直近に畑や民家がないことを条件とすることが望ましいです。



周辺農業地への漏水例

#### (5) 水質の安全性について

地下水汚染の未然防止の観点から、上流に工場・事業場が存在しないなど、上流域の土地利用状況や利水・排水状況を十分に把握するとともに、地下水涵養実施前に、流入する水源の水質分析を行い、地下水の水質保全上の問題がないかを確認する必要があります。また、地質的な自然由来の地下水汚染が見られる範囲においては十分な検討が必要です。

### 3 地域への説明・協力要請

地下水涵養実施に当たっては、休耕田又は水稻作付田の提供者、隣接農地所有者、地元住民の協力が不可欠であり、事業の趣旨や実施内容について理解を得るために、資料等を用意し、説明会を行います。対象は、地元地域（自治会、地権者）、関係団体（土地改良区、水利組合、JA等）のほか、近隣の大規模な地下水利用者にも参加を求めることも検討します。

## 涵養の実施

### 4 詳細計画の立案・準備

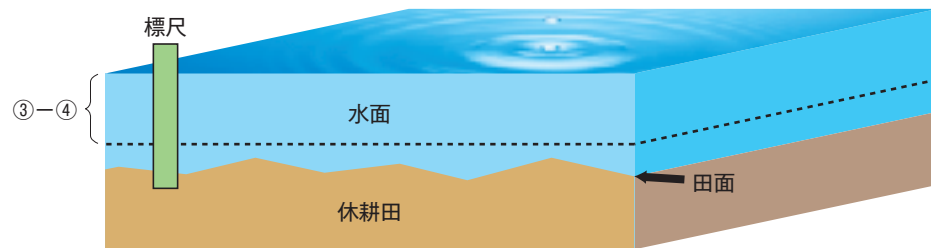
水量の確保、モニタリング及び維持管理等について詳細な実施計画を立案し、地下水涵養に向けた準備を行います。

#### (1) 必要水量の確認（浸透試験）

地下水涵養事業に必要とされる水量を予め把握するとともに、損失を少なくする工夫を検討する必要があります。そこで、選定した涵養実施田で、実際に地下水涵養量を実測します（浸透試験の実施）。

方法としては、まず、下図に示すように、涵養実施田に満水になるまで水路等から水を引き、流入口と流出口を閉じて、涵養田の水の出入りが無い状態にし、一定時間、涵養実施田の水位低下量を測定し、涵養実施田面積と水位低下量から浸透量を算出する方法です。この結果から、当該地域での使用水量を算定し、水量に見合った水源を確保します（一筆減水深法）。

- ①涵養実施田へ満水になるまで導水
- ②涵養実施田への導水を止め、排水口も閉じて、涵養実施田での水の出入りを止めます。
- ③浸透試験開始時の標尺の値
- ④数時間後の標尺の値
- ⑤水田の面積×(③-④)÷時間
- ⑥が、浸透量（浸透高に換算すると減水深）となり、この結果から、当該地域での使用水量を算定し、水量に見合った水源を確保します。



浸透試験の概念図

(注意事項)

- ①休耕地を使用する場合は、田面の凹凸が大きいため、浸透量測定時には田面（地面）が水の上に出る前までの時間を計測する必要があります。
- ②休耕地の場合、雑草で覆われ、水深を測ることが困難な場合があります。この場合は、草刈をして、湛水スペースを確保する必要があります。
- ③休耕地に水を張った直後は、乾燥していた土壌が水分を吸収するため、浸透試験の観測は、この土壌の水分吸収を考慮して1週間程度湛水した後に実施することが望ましいです。

#### (2) 水源の確保

水源を確保するため、水路の位置や流量の把握を行います。

#### (3) 水質の確認

地下水涵養に用いる水源は、清浄な水質で地下水汚染を招かないよう細心の注意を払う必要があります。そのため、計画時には地下水涵養に使用する用水の水質分析を行い、安全性を確認します。

#### (4) 維持管理費用の検討

事務費、涵養田の借地代、水質分析費、草刈や耕起費、パーシャルフリユーム等の施設費、ごみの除去等の維持管理費及びモニタリング費を算定します。

#### (5) 涵養効果の検討方法

地下水涵養量や水環境の保全・創出などの効果の解析を検討します。

## 5 地下水涵養の実施

### (1) 導水及び排水設備の設置

涵養実施田への導水方法は、基本的には既存の水路の水位を堰等を用いて上昇させ、涵養実施田へ流入させます。このとき、流入・流出量の調節や測定できるような設備を設置します。

写真の例では、正確な浸透量を把握するために用いる器材類を設置しています。涵養実施田の流入口にパーシャルフリユームを設置し、涵養実施田の排水口に三角堰及び水位計を設置しています。ただし、これは、正確な浸透量を把握するための方法として例を示したものであり、概算の浸透量でかまわない場合には、水位計を設置せず、パーシャルフリユームや涵養田に設置した標尺の値を観測員が読み取ることで計測する方法も考えられます。

なお、大量に導水しパーシャルフリユームを使用するような場合は、堰の高さは相当に上がるため、降雨により、堰の上流でオーバーフローする可能性があります。このため、堰の高さは慎重に検討するとともに、降雨時の点検や準備も必要になります。



導水・排水設備の設置例

### (2) 流入・流出量測定器材の選択

パーシャルフリユーム、三角堰、標尺の3つの測定方法は、それぞれ流入量の適用範囲が異なるため、浸透試験より求められた浸透量を考慮して、測定方法を選びます。下表に、測定方法の適応流量を示します。

25m<sup>3</sup>/日以下の場合には標尺、25~350m<sup>3</sup>/日の場合には三角堰、350~1,300m<sup>3</sup>/日の場合にはパーシャルフリユームを用いることとします。

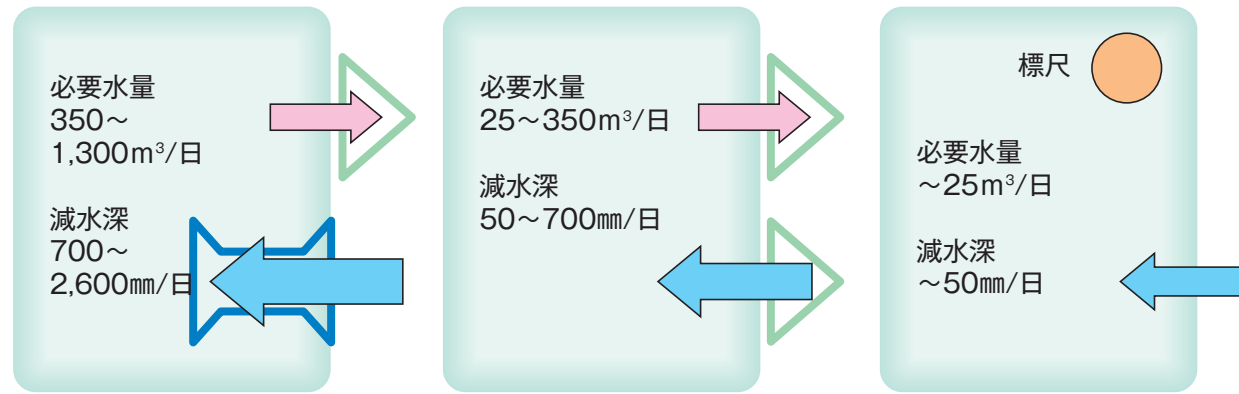
流入量等の測定方法別の適応流量

測定方法	流量 (m <sup>3</sup> /日)	測定内容
パーシャルフリユーム	350~1,300	流入量測定用
三角堰	25~350	流入量、流出量測定用
標尺	~25	浸透量測定

注1) 三角堰は、越流高さ10cmとして計算。

注2) 標尺は、500m<sup>2</sup>の水田で50mm/日程度として計算。

ケース1 浸透量が多い場合    ケース2 浸透量が中程度の場合    ケース3 浸透量が少ない場合



(減水深は、500㎡の涵養田を想定した場合の値である)

必要水量別導水・排水設備概念図

6 維持管理

涵養の実施中は、流量の調整、流入ゴミの撤去、水漏れの有無の把握を行う必要があります。

① 定期点検

流量の調整、ゴミの除去、周辺への水漏れ状況の確認を行うとともに、点検表を作成して、点検内容を記録します。

なお、定期点検は毎日、同時刻に行うことが望ましいです。

② 荒天時の点検

強風や降雨の後、水路に草等のゴミが大量に入り込むことがあります。水路に入り込んだ大量のゴミは、流入口をふさいだり、流入量を減少させる場合があります。このため、強風や降雨後には速やかに点検し、涵養実施田への流入口周辺の清掃（ゴミの除去）を行うことが必要です。

7 モニタリング

事業の評価を行うため、地下への浸透量（涵養量）を測定する必要があります。また、周辺井戸の地下水位や水質なども併せて測定することが望ましいです。

(1) 浸透量の把握

地下水涵養により浸透した水量を求めることで、実施期間中の地下水の涵養量を把握することができます。

地下水涵養期間中に測定した流入量、流出量記録より毎日の浸透量を求め、実施期間中に浸透した水量を把握します。

① 流入・流出量の測定方法

a) パーシャルフリユーム（流入量の測定）

パーシャルフリユームは、右図に示す標尺設置箇所付近を通過する断面（水深）から、換算式を用いて流量を計算することができます。正確な流量を把握するには、図のとおり、水位計を設置し、刻々と変化する水深データから、1時間毎の流量を計算することが望ましいが、概算流量を求める場合は、1日に1～2回程度の観測員による観測とします。

観測員による観測は、標尺の値を読み取り、観測野帳に観測時間とともに記録します。

b) 三角堰を用いて流入・流出量を把握する場合

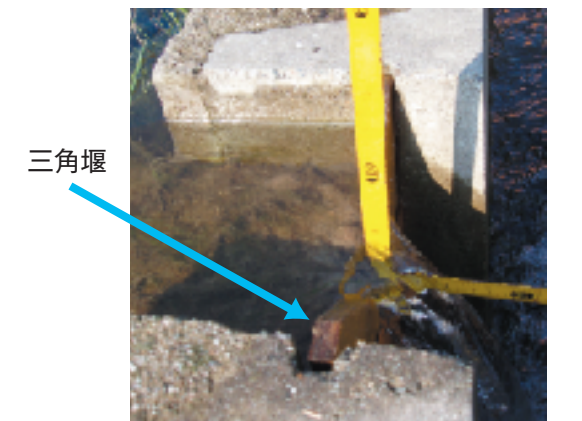
パーシャルフリユームのほかに、流量を把握する方法として、三角堰を用いて換算式から流量を求める方法があります。

三角堰は、右図に示すように、三角形に切られた堰を通過するときの通過断面の高さから求める方法です。測定は、図のように、ものさしを三角形の頂点にあわせて測定します。

測定頻度は、水位計等を用いて1時間毎とすることが望ましいが、概算流量を求める場合は、1日に1～2回程度の観測員による観測とします。



パーシャルフリユームによる流入量測定



三角堰による流量の把握

② 浸透量の算出方法

a) パーシャルフリユーム又は三角堰を用いた場合

流入量はパーシャルフリユーム又は三角堰を用いて、流出量は三角堰を用いて流量を測定した場合の浸透量の計算式を以下に示します。

$$\text{浸透量} = \text{流入量} - \text{流出量} + (\text{降水量} - \text{蒸発量}) \times \text{涵養実施田面積}$$

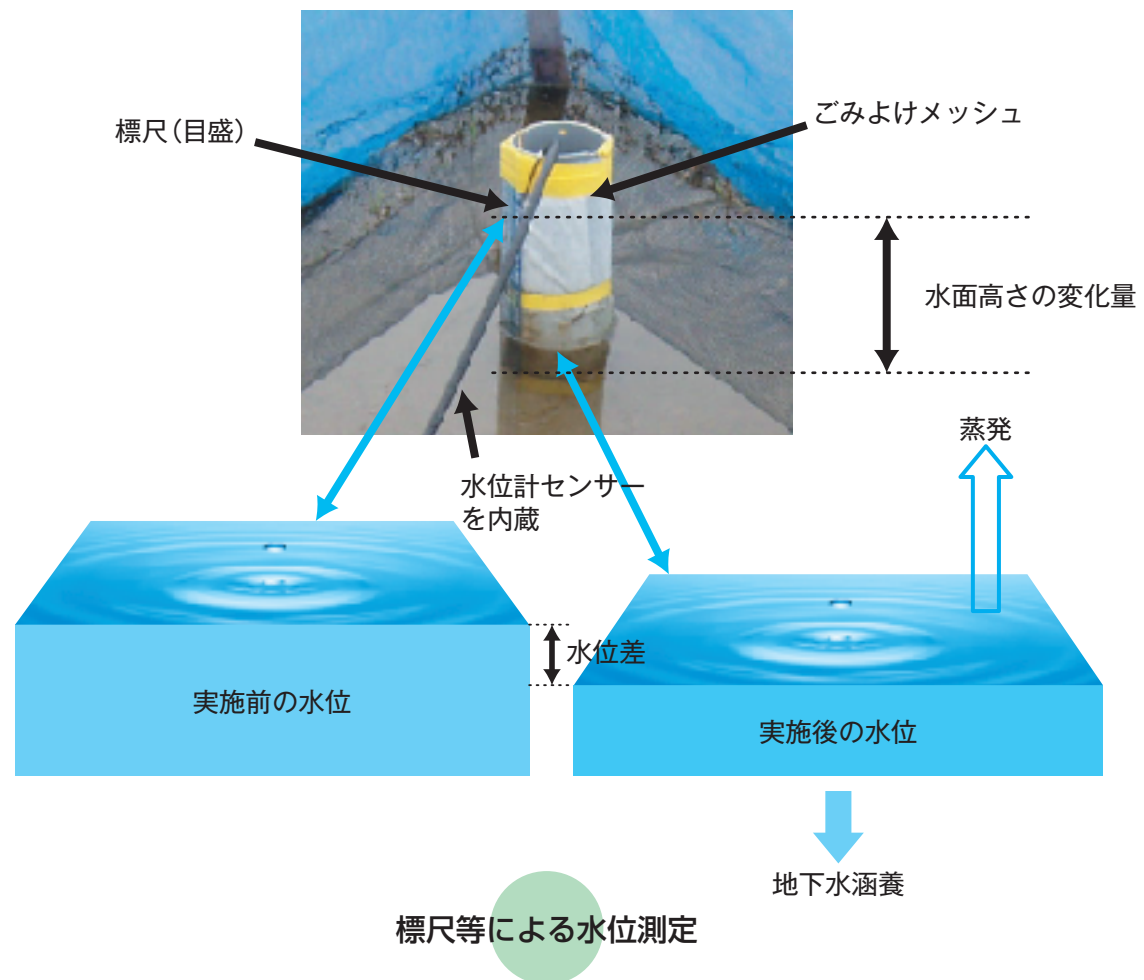
b) 標尺を用いた場合（田面水位の把握）

浸透量が小さい場合、涵養実施田を満水にした後、水位が低下するのに数日かかることがあります。このように浸透量の小さい涵養実施田では、水路等から導水する流入量は小さくてかまいません。そこで、短時間で、涵養実施田を満水にし、毎日の水位の低下量（標尺の値）から、浸透量を把握することができます。次ページに、標尺のほかに、水位を自動で測定できるように、水位計を設置した状況を示します。

なお、地下への浸透量が小さいため、降雨や蒸発の影響を受けやすくなるため、最寄りの気象観測所の雨と気温のデータを入手し補正する必要があります。

$$\text{浸透量} = \text{涵養実施田面積} \times (\text{水位差} - \text{蒸発} + \text{降水量})$$

蒸発量を求めるには、ソーンスウェイト法等の平均気温から計算する方法を利用するか、蒸発計による実測による方法が考えられますが、17年度に実施した実証調査結果では、晴天時にはおよそ5mm/日であったため、概算値として、蒸発量を5mm/日を使用することも可能です。



## (2) 周辺井戸水位・水質の把握

周辺の既設井戸や地下水モニタリング井戸での地下水位測定が可能な場合、定期的に地下水位を測定し、涵養事業による地下水位の上昇の確認を行います。また、地下水位だけでなく定期的に採水し、水質調査を行うことが望ましいです。

## 事業の評価

### 7 事業の評価

地下水の涵養効果は、浸透量により評価することを基本としますが、地下水指針に定める地下水区別の適正揚水量との比較や周辺地域の地下水位上昇量によって評価することも考えられます。

また、周辺地域に湧水池等がある場合には、地下水涵養によって湧水量が増加することが期待できることから、湧水量の経時的な変化を把握し評価するなど、水循環系の健全性の確保の点から総合的に評価することも望めます。

さらに、地下水涵養の前後に営農が実施された場合には、実施前後の状況をヒアリングし（雑草や有害動物の状況、収穫量の変化など）、営農面での効果が見られたかどうか確認することが望ましいです。

## 事業の改善

### 8 課題の抽出・改善

地下水涵養を実施して生じた課題を整理して、現場での対応を検証し、よりよい対策方法を検討し、次年度以降の事業に役立てます。

### 9 評価の説明

地域住民と情報を共有し、地下水涵養実施中も含め、報告会や学習会を開催し、理解しやすい資料を配布し、住民とのコミュニケーションを図る必要があります。

### 地下水涵養の推進に向けて

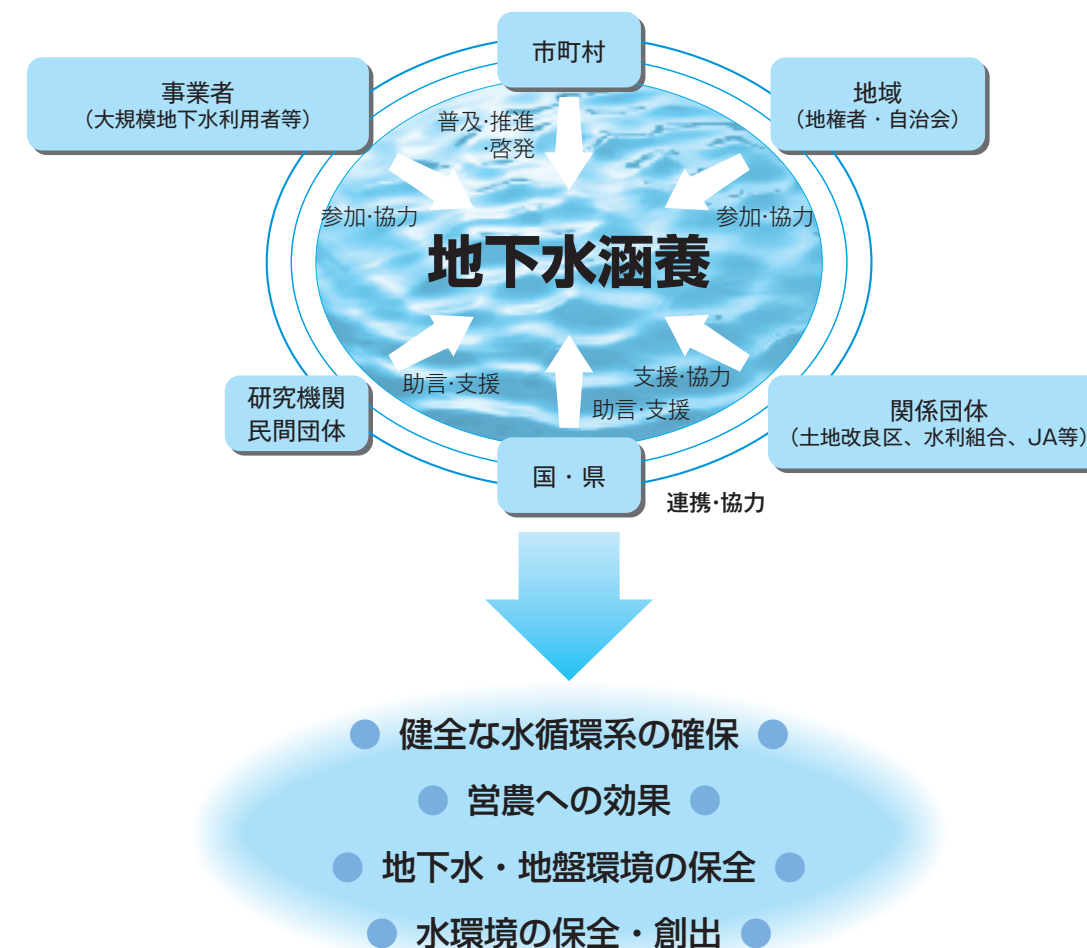
地下水涵養の推進に当たっては、市町村、地域、関係団体、国や県、研究機関や民間団体及び事業者が連携・協働する必要があります。

地下水涵養の推進において、各主体は、次のような役割を担うことが望まれます。

【役割分担】実施主体：市町村（事業者の参画・協力）

技術的支援：県、国、研究機関

協力：自治会等地域、土地改良区等関係団体



## おわりに

本マニュアルの策定には、以下に示す6名の地下水涵養手法検討委員を中心に、県内の関係機関等から、現地調査の方法や解析方法などのご指導を受けました。また、環境省、魚津市民生部環境保全課及び魚津市島尻地区住民の方々には多大なご協力をいただきました。ここに厚く御礼申し上げます。

氏名	職名等
佐竹 洋	富山大学理学部教授
高本 一恵	富山県農協女性組織協議会会長
長谷川 修	国土交通省北陸地方整備局富山河川国道事務所副所長
林 靖太	富山県土地改良事業団体連合会専務理事
広瀬 慎一	富山県立大学短期大学部長 環境システム工学科教授【委員長】
藤縄 克之	信州大学工学部教授

(職名等は18年3月現在)

## 参考 魚津市における実証調査結果

### 1 事前準備

- ① 涵養試験の候補地の選定及び説明会の開催  
涵養試験の協力体制を取れる自治会への呼びかけを行い、説明は市の担当職員が行った。
- ② 試験田提供者への協力要請  
候補地で試験田の地権者に協力を要請し、休耕田0.24haの農地を確保した。
- ③ 水源の確保について  
候補地周辺の沢水や農業用水などの水系調査を行った結果、沢水が確保でき、用水路から導水する計画とした。
- ④ 関係機関との協議  
涵養田への導水に水路を使用するため、水路の使用許可を、土地改良区に申請（目的外使用承認）。
- ⑤ 涵養実証試験実施  
上記の手順を踏み17年10月から、環境省、富山県、魚津市の3者協働で、地下水涵養実証試験を実施した。

## 2 事業の実施

### ① 休耕田の湛水

- ・ 休耕田3筆24アール（休耕期間約20年）  
田A：732㎡（湛水 上流側）  
田B：639㎡（湛水 下流側）  
田C：1,029㎡（下流側 観測用）
- ・ 非灌漑期（10～12月末）に実施  
草刈り → 湛水① → 耕起 → 湛水②  
1か月                      1か月



### ② 調査結果

涵養量	田A+田B(14アール)	10アール当たり涵養量
耕起前	984m <sup>3</sup> /日	718m <sup>3</sup> /10アール・日
耕起後	706m <sup>3</sup> /日	515m <sup>3</sup> /10アール・日

涵養池に相当する涵養量があり、十分な効果があった。耕起により20～30%涵養量が減少するが、漏水防止等のため耕起後に湛水した方が良い。  
なお、涵養水源及び地下水とも水質は清浄であった。

## 【地下水涵養事業実施場所】

