

2. 地下水の使用量の測定

地下水の使用量は、普段使っている井戸で測定します。

測定は、月に1回程度が基本です。地下水位と合わせて使用量を見ることで、地下水を汲みすぎかどうか、そして長期的な井戸枯れの危険性が分かりますので、継続的に測定しましょう。

【解説】

地下水の使用量は、3通りの測定方法があり、次の手順で測定します。

測定頻度は、月に1回程度です。

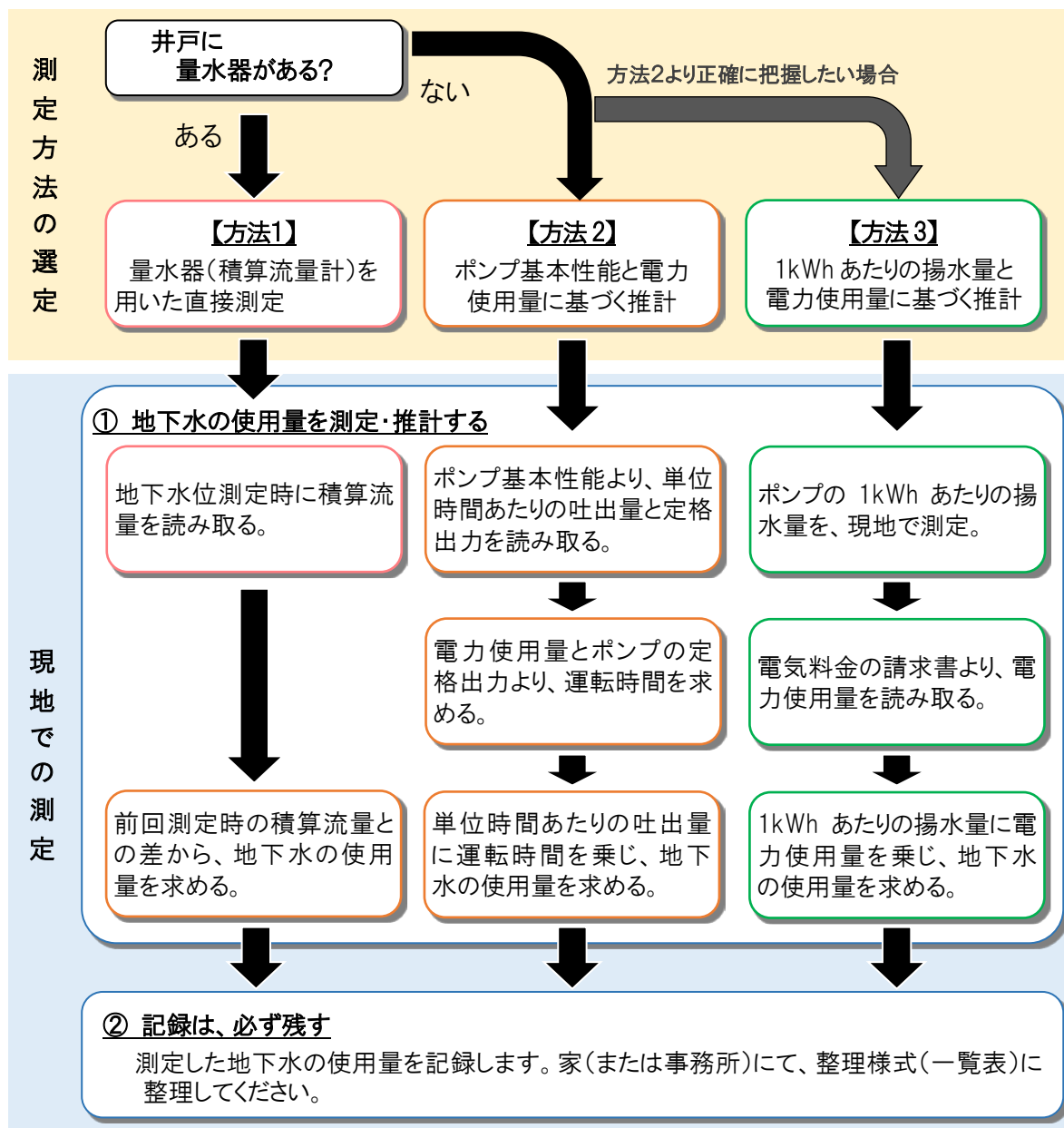


図2-4 地下水の使用量の測定・推計手順

2.1 【方法1】 量水器（積算流量計）を用いた直接測定

量水器のカウンターに表示される「積算流量」から、地下水の使用量を求めます。

$$\underline{Q} = \underline{q_e} - \underline{q_s} \quad \dots \text{式(1)}$$

地下水使用量 (m³) 今回の読み値: 積算流量 (m³) 前回の読み値: 積算流量 (m³)

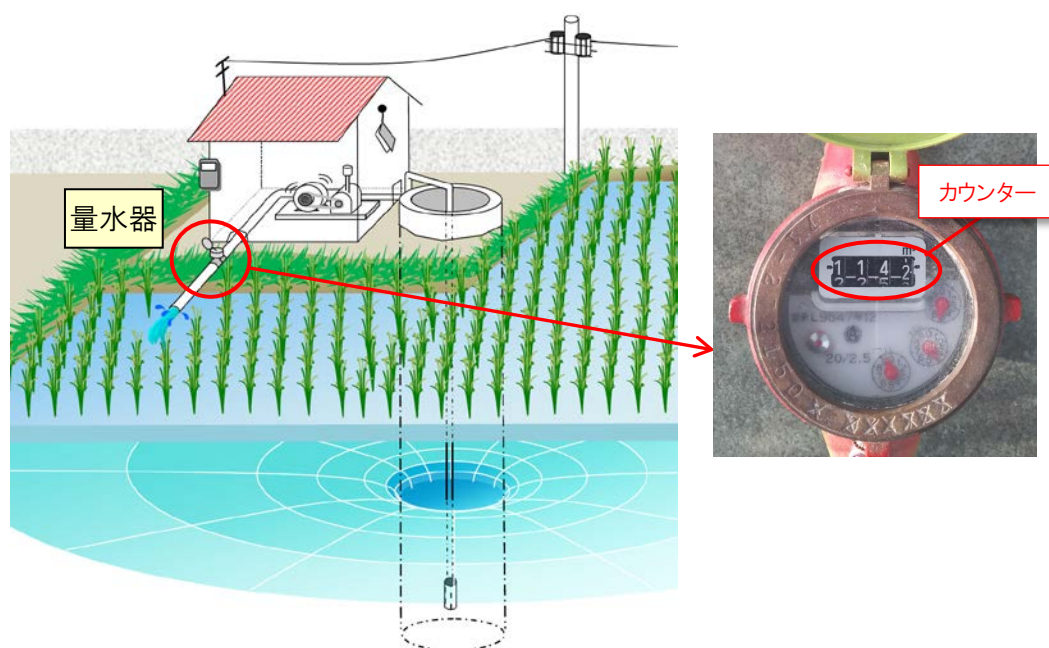


図2-5 量水器を用いた直接測定

(1) 必要な計測器具

- ・量水器（積算流量計）

(2) 測定手順

- ① 地下水位測定時に、量水器から「積算流量 (q_s、q_e)」を読み取ります。
- ② 算定式 (式(1)) に従い、「地下水の使用量 (Q)」を求めます。

(3) 計算の仕方 (例)

- ・前回測定時の積算流量 (q_s) は、「868m³ (H28/7/16)」。
- ・今回測定時の積算流量 (q_e) を「1,142m³ (H28/8/17)」と読み取る。
- ・H28/7/16～8/17 までの地下水の使用量 (Q) を、今回測定値から前回測定値を引いた、「1,142 (m³) - 868 (m³) = 274 (m³)」と算定。

2.2 【方法2】 ポンプの基本性能と電力使用量に基づく推計

「単位時間あたりの揚水量」に「運転時間」を乗じ、地下水の使用量を求めます。

$$Q = Ra \times T \quad \dots \text{式(2)}$$

Q 地下水使用量 (m³)
 Ra 単位時間あたりの揚水量 (m³/h)
 T 運転時間 (h)

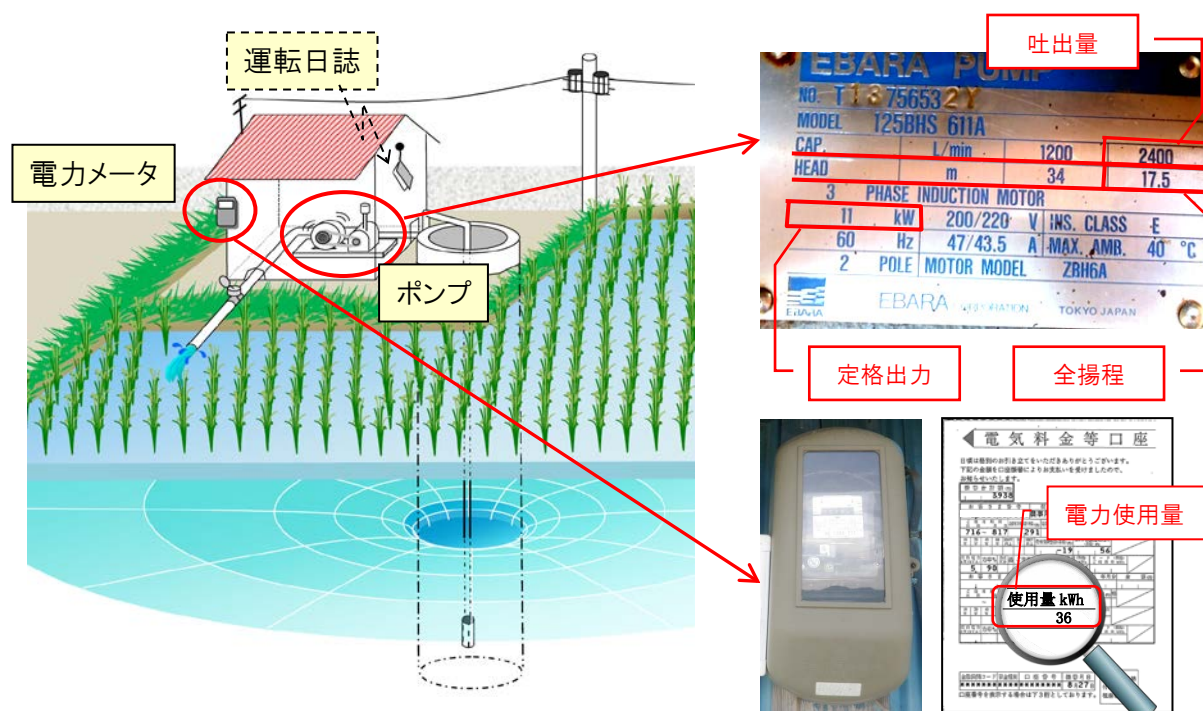


図2-6 ポンプの基本性能と電力使用量に基づく推計

(1) 必要な資料

- ・ポンプ設置時の報告書／ポンプの銘板
- ・電力会社からの請求書の明細

(2) 推計手順

- ① ポンプ設置時の報告書またはポンプに附属する銘板に記載されている（最大）吐出量を読み取り、これを「単位時間あたりの揚水量 (Ra)」とします。また、“定格出力” も読み取ります。
- ② 電力料金の請求書に記載されている“電力使用量”を読み取り、これをポンプの“定格出力”で割って、「運転時間 (T)」を求めます。
- ③ 算定式 (式(2)) に従い、「地下水の使用量 (Q)」を求めます。このとき、推計根拠である「単位時間あたりの揚水量 (Ra)」と、“電力使用量”、“定格出力”を記録しておきましょう。

(3) 計算の仕方(例)

- ポンプに附属する銘板から、単位時間あたりの揚水量 (Ra) を「144m³/h (2,400L/min)」、定格出力を「11kW」と読み取る。
- 電力料金の請求書から、H28/7/16~8/17までの電力使用量を「36kWh」と読み取る。H28/7/16~8/17までの運転時間 (T) を「36 (kWh) ÷ 11 (kW) = 3.27 (h)」と算定。
- 同期間の地下水の使用量 (Q) を、
「144 (m³/h) × 3.27 (h) = 471 (m³)」と算定。

【コラム⑥：ポンプ基本性能に記されている吐出量】

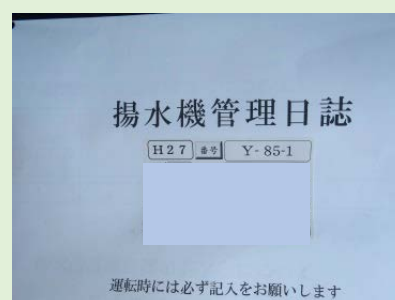
基本性能に記された(最大)吐出量は、ポンプ設置時に想定した全揚程(≡吸込揚程)での吐出量です。吐出量が、複数記されていることがありますが、大きい方(最大)の値を選択してください。1つのみであれば、その値を使います。

但し、実際の全揚程が異なると、吐出量は多くなることもあれば、少なくなることもあります。また、ポンプは年数とともに劣化し、基本性能どおりの吐出量を満たさなくなることが一般的です。このため、方法2で推計した値は、実際の地下水使用量との誤差が大きくなる可能性があります。より精度の良い地下水使用量を推計するには、方法3を推奨します。

【コラム⑦：ポンプの運転時間】

運転時間を把握するために、井戸を使用する農家が“運転日誌(右写真)”を記録している事例も多くあります。しかし、記録漏れにより、いつどのくらいの時間運転したのかは不明になりがちです。

電力使用量を定格出力で割って運転時間とする方法は、こうした“運転日誌の記録漏れ”に代わるものとして考案されました。ただし、ポンプ運転時の実際の出力が定格出力と異なることもあるため、算定した「運転時間」が“検針日から検針日までの対象期間の時間数”を超える場合があります。このような場合、「運転時間」=対象期間の時間数とすることが一般的です。



2.3 【方法3】 ポンプの1kWhあたりの揚水量と電力使用量に基づく推計

「1kWhあたりの揚水量」に「電力使用量」を乗じ、地下水の使用量を求めます。

(注：本推計手法は、より精度の高い地下水の使用量の推計を望む場合に有効です。)

$$Q = Rb \times E \quad \dots \text{式(3)}$$

地下水使用量 (m³)
1kWhあたりの揚水量 (m³/kWh)
電力使用量 (kWh)

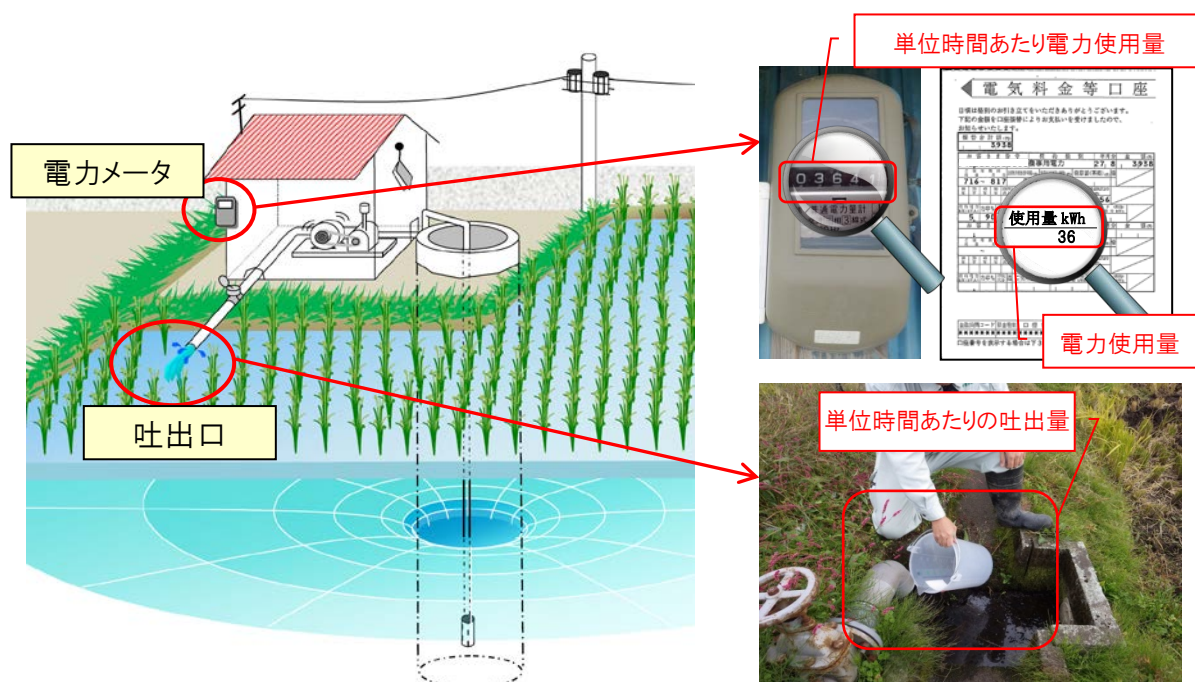


図2-7 ポンプの1kWhあたりの揚水量と電力使用量に基づく推計の概要

(1) 必要な計測器具と資料

- 揚水量計測器具
 - 【容器法による場合】 ビニール袋・バケツ、計量容器、ストップウォッチ
 - 【断面流速法による場合】 流速計、測量用スタッフ、鋼尺
 - 【超音波流量計の場合】 超音波流量計
- 電力会社からの請求書の明細

(2) 推計手順

- ① 現地にて、運転中のポンプの、“単位時間あたりの吐出量と電力使用量”を測定し、「1kWhあたりの揚水量 (Rb)」を求めます。(図2-8参照)
- ② 電力料金の請求書に記載されている「電力使用量 (E)」を読み取ります。
- ③ 算定式 (式(3)) に従い、「地下水の使用量 (Q)」を求めます。

① 1kWhあたりの揚水量[Rb]の算定式

$$R_b = r_a \div e \quad \dots \text{式(a)}$$

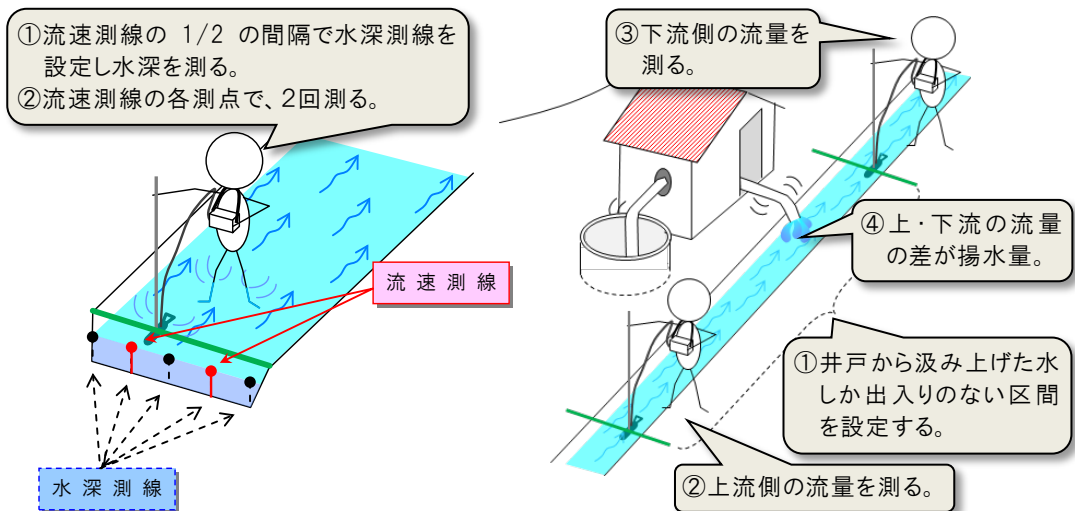
1kWhあたりの揚水量(m³/kWh)
単位時間あたりの吐出量(m³/h)
単位時間あたりの電力使用量(kWh/h)

② 単位時間あたりの吐出量[r_a]の測定

容器法 : ポンプの吐出口が確認でき、吐出量が少ない場合の方法です。水の出口に容器を置いて、一定時間(例えば1分間)に出る水の量を測定します。(写真①)



断面流速法 : 汲み上げた地下水が水路に放流されている場合の方法です。流速計を使って、一定時間内の流速を測定します。流速に断面積を乗じた値が流量になります。(写真②)



超音波流量計 : 汲み上げた地下水の経路がパイプしか確認できない場合の方法です。パイプの外から、特殊な計測機器(超音波流量計)を使って、一定時間内の流量を測定します。(写真③)

参照: 絵で見る水文観測(2001): 社団法人中部建設協会

③ 単位時間あたりの電力使用量[e]の測定

ポンプ運転中の、一定時間(例えば、揚水量測定中の10分間)の電力使用量を電力メータで測定します。(写真④)

④ 1kWhあたりの揚水量[Rb]の算定

1kWhあたりの揚水量を、式(a)に従って求めます。

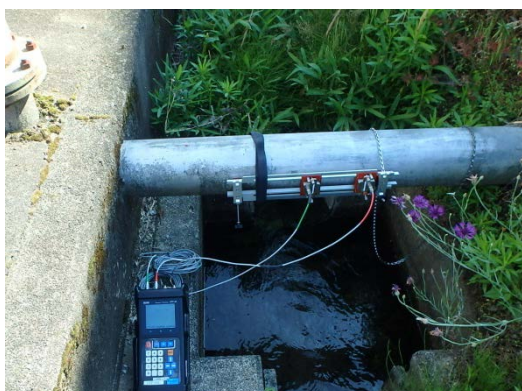
図2-8 1kWhあたりの揚水量の測定手順



① 容器法



② 断面流速法



③ 超音波流量計



④ 電力メーターの計測

写真2-3 揚水量計測の概要

(3) 計算の仕方(例)

- 運転中のポンプの単位時間あたりの吐出量 (r_a) を「 $85.2\text{m}^3/\text{h}$ 」と測定。また、揚水量計測開始時の電力メーターを「 $3,640\text{kWh}$ 」、揚水量計測開始 10 分後の終了時の電力メーターを「 $3,641\text{kWh}$ 」と読み取り、運転中のポンプの単位時間あたりの電力使用量 (e) を「 $(3,641(\text{kWh}) - 3,640(\text{kWh})) \div 10(\text{min}) \times 60(\text{min}) = 6.0(\text{kWh}/\text{h})$ 」と測定。運転中のポンプの単位時間あたりの吐出量 (r_a) と電力使用量 (e) より、 1kWh あたりの揚水量 (R_b) を「 $85.2(\text{m}^3/\text{h}) \div 6.0(\text{kWh}/\text{h}) = 14.2(\text{m}^3/\text{kWh})$ 」と算定^{※1}。
- 電力料金の請求書から、H28/7/16~8/17 の電力使用量 (E) を「 36kWh 」と読み取る。
- 同期間の地下水の使用量 (Q) を、
「 $14.2 (\text{m}^3/\text{kWh}) \times 36 (\text{kWh}) = 511 (\text{m}^3)$ 」と算定。

(※1: 1kWh あたりの揚水量 (R_b) は、複数回測定して算定した平均値を用いることを推奨します。)