多く水を保つ土が、多く水を使わせる土とは限らない

— 粘土はロームの **1.230756** 倍を保つが、使える水は **0.477674** 倍で、保つ水の **0.724971** をしおれ点でも離さない — 分離子は、数えている水が土に在る水の総量か、吸引圧の窓の中の水か — [論文753]

山岸 勇輝 (Yuuki YAMAGISHI)
Yamagishi Complexity Torus Lab, Japan｜山岸勇輝ラボ
2026年9月

— From thinking to syncing. —

要旨

水をよく保つ土は、よい土だと思われやすい。けれど、土が保つ水のすべてを植物が使えるわけではない。保つ水と使える水を、三つの土と二つの吸引圧で数える。新しい定理も法則も主張しない。 第一に、使える水は、吸引圧の窓の中にある——pF 1.7 から 4.2 まで、吸引圧の比は 316.227766（第2節）。 第二に、窓は毛管の半径の窓でもある——29.623795 μm から 0.093679 μm の孔にある水だけが使える（第2節）。 第三に、粘土は多く保つ——圃場容水量で粘土 0.372008、ローム 0.302259——1.230756 倍（第3節）。 第四に、これが本稿の芯である。それでも使える水は、粘土のほうが少ない——使える水は粘土 0.102313、ローム 0.214190——0.477674 倍（第3節）。 第五に、粘土は保つ水の多くを離さない——圃場容水量の水の 0.724971 が、しおれ点でも残る（第3節）。 第六に、分離子は、数えている水が土に在る水の総量か、吸引圧の窓の中の水かである——「保水力が高い」は、窓の外の水まで数えているかを言うまで、よい土の意味にならない（第4節）。
キーワード：土壌の保水、吸引圧、pF、有効水分、毛管の半径、保水曲線。

本稿の射程（射程注記）：新しい定理も法則も主張しない——保水曲線、ファン・ゲヌヒテンの式、圃場容水量と永久しおれ点のあいだを有効水分とする考え方、土の種類ごとの代表値は、いずれも既知である（ファン・ゲヌヒテン 1980、カーセル＆パリッシュ 1988）。値は代表値である——三つの土の式の値は代表値で、実在の畑の測定ではない。窓の端は約束である——**pF 1.7** と **pF 4.2** は広く使われる約束の値で、作物や土で動く。水の動きを扱わない——水が根に届く速さ、透水性、蒸発は扱わず、平衡の水分だけを見る。塩と根を扱わない——塩類による浸透圧、根の分布、温度は入れない。毛管の半径は目安である——完全に濡れる円管として読み替えた値で、実際の孔の形は扱わない。既刊との関係：論文408 は、水は蒸発するが塩は蒸発しないので、飲める水でも土地を殺すことを示した——その射程注記は、一つの質量収支だけを見て、毛管上昇は主題ではないと明記していた。そこでは水の出入りの量を追った。ここでは土に残った水のうち、植物が引き出せる強さで持たれている分を数える。論文722 も引く——そこでは一つの孔の半径が水を止める圧を決めた。ここでは吸引圧の窓が孔の半径の窓に当たり、その間の孔にある水だけが使える。加えたのは、三つの土で保つ水と使える水を並べたこと、粘土がロームの **1.230756** 倍を保ちながら使える水は **0.477674** 倍であることを示したこと、吸引圧の窓を毛管の半径の窓に読み替えたこと、分離子を「総量か、窓の中か」に置いたことである。

1. 記法と問い

設定：土の水が持たれる強さを、吸引圧 h（水柱の cm）で表し、その常用対数を pF とする。水分 θ（体積の割合）と吸引圧の関係をファン・ゲヌヒテンの式で置き、吸引圧を完全濡れの毛管の半径 r に読み替える。

$$\theta(h) = \theta_r + \frac{\theta_s - \theta_r}{\left[1 + (\alpha h)^n\right]^{1 - 1/n}}, \qquad \mathrm{pF} = \log_{10} h, \qquad r = \frac{2\gamma}{\rho g h}$$

圃場容水量を **pF 1.7**、永久しおれ点を **pF 4.2** とし、そのあいだの水を使える水とする。

問い：水を多く保つ土は、植物に多くの水を使わせるのか。

2. 使える水は、窓の中にある

計算 **2.1**：窓の両端の吸引圧と、それに当たる毛管の半径を出した。

量	圃場容水量（pF 1.7）	しおれ点（pF 4.2）
吸引圧（水柱）	**50.118723** cm	**15848.931925** cm
毛管の半径	**29.623795** μm	**0.093679** μm

観察 2.2

窓の両端の吸引圧の比は **316.227766** で、毛管の半径の比も同じである。これより太い孔の水は重力で抜け、これより細い孔の水は植物が引き出せない——使える水は、孔の半径の窓 **29.623795 µm** から **0.093679 µm** の中の水である。

3. 多く保つ土と、多く使わせる土

計算 **3.1**：砂・ローム・粘土の代表値で、窓の両端の水分と使える水を出した。

土	圃場容水量で	しおれ点で	使える水	離さない割合
砂	**0.058710**	**0.045001**	**0.013709**	**0.766498**
ローム	**0.302259**	**0.088069**	**0.214190**	**0.291370**
粘土	**0.372008**	**0.269694**	**0.102313**	**0.724971**

観察 3.2

粘土は、三つのうち最も多く水を保つ。圃場容水量でロームの **1.230756** 倍である——「保水力」で並べれば、粘土が一番になる。

観察 3.3

これが本稿の芯である。それでも使える水は、粘土のほうが少ない。粘土の使える水はロームの **0.477674** 倍で、保つ水の **0.724971** をしおれ点でも離さない——粘土の水の多くは、窓より細い孔に持たれている。

観察 3.4

砂は、保つ量そのものが少ない。使える水はロームの **0.064003** 倍で、離さない割合 **0.766498** が大きいのは、窓の上の端で既にほとんど抜けているからである——割合だけを見ても、量だけを見ても、使える水は分からない。

4. 分離子

> **観察 4.1**
>
> 分離子は、数えている水が土に在る水の総量か、吸引圧の窓の中の水かである。総量なら粘土が一番、窓の中ならロームが一番になる——「保水力が高い」は、窓の外の水まで数えているかを言うまで、よい土の意味にならない。

> **観察 4.2**
>
> 論文408 と並べる。408 は灌漑の水と塩の収支を追い、毛管上昇は主題ではないと明記した——そこでは水の量が問題だった。ここでは同じ量の水でも、持たれる強さで使えるかどうかが分かれる。

> **観察 4.3**
>
> 論文722 とも並べる。722 は一つの孔の半径が水を止める圧を決めることを示した——ここでは孔の半径の分布が、使える水と使えない水を分ける。

> **観察 4.4**
>
> 言わないこと。値は代表値で、窓の端は約束で、水の動き・塩・根は扱わない——示したのは、保つ水と使える水が別の数で、並べる順まで入れ替わることである。

5. 点呼と結び

1. 吸引圧の比 **316.227766**（計算 2.1）：窓の幅。
2. 毛管の半径 **29.623795 µm**（計算 2.1）：窓の太い端。
3. **0.093679 µm**（計算 2.1）：窓の細い端。
4. 粘土 **0.372008**（計算 3.1）：最も多く保つ。
5. ロームの **1.230756** 倍（観察 3.2）：保水力の一番。
6. ローム **0.214190**（計算 3.1）：最も多く使わせる。
7. 粘土 **0.102313**（計算 3.1）：使える水。

8. **0.477674 倍**（観察 3.3）：本稿の芯。
9. **離さない 0.724971**（観察 3.3）：窓より細い孔。
10. **総量か、窓の中か**（観察 4.1）：**分離子・論文408・722**。

結び：多く水を保つ土が、多く水を使わせる土とは限らない。植物が使える水は吸引圧 pF 1.7 から 4.2 の窓の中にあり、比は 316.227766、毛管の半径では 29.623795 µm から 0.093679 µm の孔の水である——これより太い孔の水は抜け、細い孔の水は引き出せない。代表値の保水曲線で、粘土は圃場容水量で 0.372008 とロームの 1.230756 倍を保つが、使える水は 0.102313 でロームの 0.214190 の 0.477674 倍しか無く、保つ水の 0.724971 をしおれ点でも離さない——保水力で並べた順と、使える水で並べた順が入れ替わる。分離子は、数えている水が土に在る水の総量か、吸引圧の窓の中の水かである。既刊との位置——論文408 は水と塩の量の収支を追い、論文722 は一つの孔の半径が水を止める圧を決めた。ここは孔の半径の窓が使える水を分けることを数えた。正直に言えば——値は代表値で、窓の端は約束で、水の動きも塩も根も扱っていない。

参考文献

1. Carsel, R. F., & Parrish, R. S. (1988). Developing joint probability distributions of soil water retention characteristics. *Water Resources Research*.
2. van Genuchten, M. Th. (1980). A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. *Soil Science Society of America Journal*.
3. 山岸勇輝 (2026).『水は蒸発するが、塩は蒸発しない——だから飲める水でも土地を殺す』[論文408]. Zenodo. 10.5281/zenodo.22699566
4. 山岸勇輝 (2026).『同じ水を止めながら通せるのは、液体と蒸気で孔の半径の効き方が違うからである』[論文722]. Zenodo. 10.5281/zenodo.23015005

— From thinking to syncing. —

山岸 勇輝 (Yuuki YAMAGISHI)

© 2026 Yamagishi Complexity Torus Lab, Japan · Licensed under Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)