

水稲育苗用培土の物理性について (第2報) 水稲作における育苗箱全量施肥に 適した培土の物理的性質と簡易な診断

農研機構 東北農業研究センター 水田作研究領域

上級研究員 高 橋 智 紀

ジェイカムアグリ株式会社 東北支店

技術顧問 吉 田 光 二

1. 背景と目的

水稲作における育苗箱全量施肥では育苗箱内の培土の一部を被覆尿素に置き換えるため、育苗箱の保水量は慣行栽培に較べて小さくなってしまふ(高橋ら, 2016)。さらに近年では疎植栽培の普及により面積当たりの必要苗箱数を少なくする傾向があり、これに対応するためには箱当たりの施肥量を増やすことが必要となる。このように育苗箱全量施肥と疎植栽培の普及は結果として苗箱に入れる培土の量を減少させることにつながるため、保水性に優れた培土を選ぶことはますます重要になると思われる。

前報で示したように苗箱の保水特性を考える場合、かん水を軸に、シートで被覆されかん水ができない出芽までの期間、出芽後毎日かん水を行う期間の2つに分けることができる(高橋・吉田, 2017)。ここではこの2つの期間について適正な

培土を選定するための方法を提案する。

2. 供試培土

一般に流通している8種の育苗培土について物理特性を測定した(表1)。以降に紹介するデータはこれらの培土を使った試験によって得られたものであり、詳細については高橋ら(2016)を参考にされたい。

3. 保温シート被覆期間の過乾燥の評価

第一に問題となる期間は、育苗箱に播種を行った後、保温シートで被覆し、無加温で出芽を促す期間である。この期間はかん水ができないため、覆土が過乾燥となり出芽阻害を引き起こすリスクがある(高橋ら, 2016)。このリスクを低下させるには最大容水量の大きな培土を用いること、肥料の施肥位置を適切に選択することが重要となる。また、この期間は苗箱への施肥量自体は大きな問題とならない。

表1. 用いた培土の物理的性質

形状	粒径組成					最大容水量 g/100g	全炭素含量 %	仮比重 g/mL	真比重 g/mL
	粗砂 %	細砂 %	砂合計 %	シルト %	粘土 %				
培土A1	21.4	25.4	46.8	35.2	17.9	86.3	7.5	0.751	2.43
培土A2	27.3	19.8	47.1	31.8	21.1	83.8	1.8	0.771	2.65
培土S	9.4	18.3	27.8	37.3	34.9	77.6	2.4	0.838	2.66
培土U	49.4	2.7	52.1	17.8	30.0	71.5	0.3	0.873	2.72
培土O 粒状	12.8	15.3	28.1	30.8	41.1	51.9	1.0	1.080	2.63
培土M	62.4	12.1	74.4	15.6	10.0	36.8	0.3	1.282	2.72
培土I 粒状	56.2	8.3	64.5	14.0	21.5	70.7	0.4	0.901	2.94
培土T	4.9	8.0	12.9	38.5	48.6	73.6	5.9	0.774	2.63

最大容水量は培土が保持できる最大の保水量と考えることができる。『人工床土の品質等について（農林水産省農蚕園芸局農産課，1988）』では培土の最大容水量について「留意すべき値」が50g/100gと定められている。また高橋ら（2016）の結果では最大容水量が51.9g/100g以下の2つの培土で覆土が過乾燥となり出芽が劣る場合が認められている。

厳密な最大容水量の測定には専用の器具が必要となる。しかし以下の簡易診断法を利用すれば特別な器具なしで、おおよその値を推定することができる。

(1) 最大容水量の簡易診断法

培土を室温で十分乾燥させ、計量カップのような容積のわかる容器に軽く詰め、容器内の培土の重さを測定する。得られた値からまず仮比重（以下、Bdとする。単位はg/mL）を求める。

$$Bd \text{ (g/mL)} = \frac{\text{培土の重量 (g)} \times 0.95}{\text{容器の容積 (mL)}}$$

次に最大容水量の推定値（g/100g）を以下の式から計算する。

$$\text{最大容水量の推定値 (g/100g)} = \frac{2.65 - Bd}{2.65Bd} \times 100$$

簡易診断法による推定値と実測値を比較した結果を図1に示した。両者にはほぼ1：1の関係があるが、推定値はわずかに過大評価をする傾向がある。培土の適性を診断する際にはこの点を留意し、先に示した50g/100gよりも大きめの値を基準とすることを勧めたい。

(2) 簡易推定の原理

最大容水量は培土を軽く充填した時の孔隙量にほぼ一致する（実際には孔隙すべてが水で飽和するわけではないので、この仮定がやや過大な見積もりとなる原因である）。この時の孔隙量は以下の式

でほぼ予想できる。

$$\text{孔隙量} = \frac{1 - Bd / \text{真比重}}{Bd} \times 100 = \frac{\text{真比重} - Bd}{\text{真比重} \times Bd} \times 100 \approx \text{最大容水量の推定値}$$

さらにほとんどの土壌で真比重は2.60~2.70g/mLの範囲に分布しており、室温で十分乾燥させた土

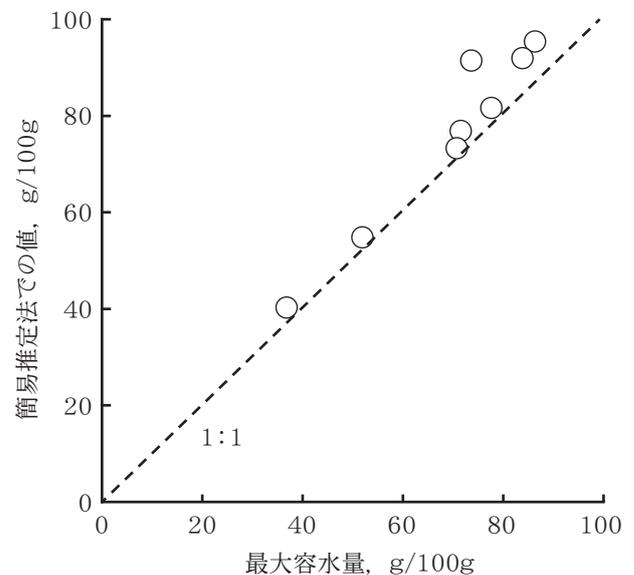


図1. 最大容水量の実測値と簡易推定法の値の比較

表2. 培土の種類、被覆尿素の施肥量および施肥位置が苗箱の保水量（g/箱）に与える影響†

	対照	層状600	層状1200	箱底600	箱底1200
培土A1	2890	—	—	—	—
培土A2	2760	—	—	—	—
培土S	2620	—	—	—	—
培土U	2680	—	—	—	—
培土O	2180	1740	1380	1800	1550
培土M	1980	1750	660	1830	1520
培土I	1920	1640	1340	1710	1460
培土T	2820	2250	1760	2440	2040

†「層状」「箱底」はそれぞれ「層状施肥」、「箱底施肥」を、「600」、「1200」は箱当たりの施肥量がそれぞれ600g/箱、1200g/箱であることを示す。

壤の重量含水率は約5%である。先に示した推定式では表1で得られた真比重の中央値である2.65g/mLを利用している。ただし、表1には軽量培土は含まれておらず、軽量培土についても2.65g/mLを使用できるかどうかは未検討である。

4. かん水期間の保水特性

被覆シートを除去後のかん水期間では1日1回程度のかん水を行うことが一般的である。したがって1日の蒸発散量と苗箱の保水量との関係が重要であり、この2つを見積もる必要がある。

(1) 苗箱の保水量の特徴

苗箱の保水量は非常に複雑な要因で決定される。表2は培土の種類と施肥位置が苗箱の保水量に与える影響を示している。まず培土の種類によって保水量が大きく異なることがわかる。さらに苗箱内の施肥量が増加するにつれ保水量は低下し、同じ施肥量で比較すると層状施肥よりも箱底施肥の方が保水量が大きい。施肥位置によって保

水量が異なる理由は肥料、培土あるいは敷シートが苗箱底面の孔を塞ぐ効果が資材や苗箱底面の形状によって様々だからと考えられる。図2はこの効果を検討した結果である。同じ培土を使っても苗箱底面の形状、敷シート（ここではペーパータオルを使用）の有無によって保水量は大きく異なる。この値はかん水後48時間安定であることから、1日1回かん水するという条件下では、孔を塞ぐ効果で苗箱底部からの流水が遅くなるというよりも保水量が増加したと捉えるべきである。

(2) 苗箱の保水量の計測法

前項のように苗箱の保水特性を決める因子は多岐にわたるため、苗箱の保水量の決定には実際の育苗と同じ条件を作成し実測することが望ましい。そのための方法を以下に記す。

使用する培土を良く乾燥させ、重量を測定する。次に培土、敷シート、肥料、種子（省略しても誤差は小さい）を実際の育苗と同じように苗箱

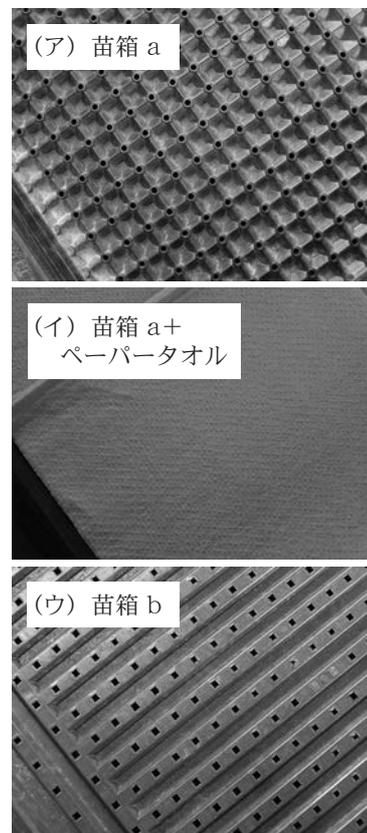
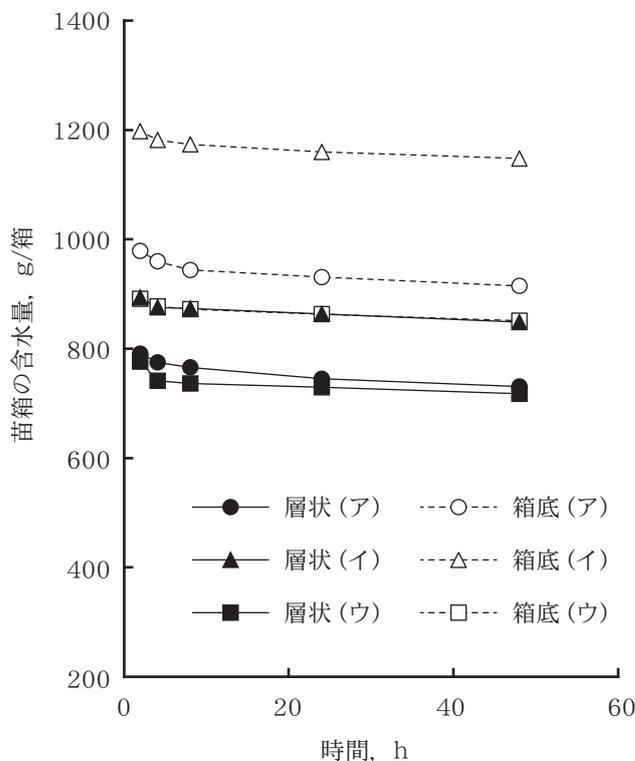


図2. 苗箱底面の形状と被覆尿素の施肥位置が保水性に与える影響

右の写真のア～ウは左図凡例のア～ウに対応する。被覆尿素の施肥量は1200g/箱、培土Oを用い覆土はしない条件

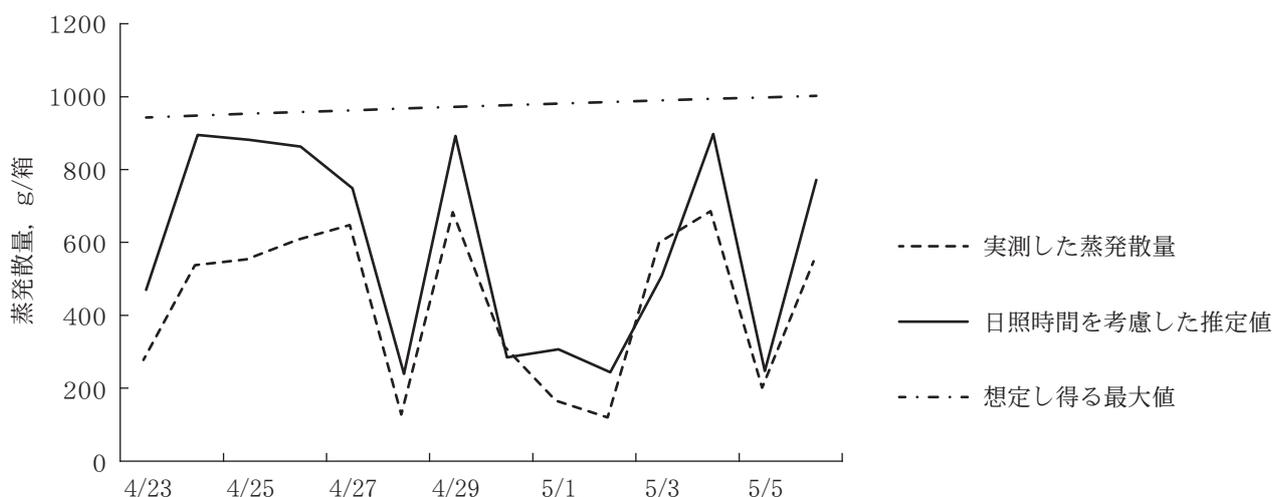


図3. 育苗中の苗箱の蒸発散量，日照時間を考慮した推定値および快晴日を仮定した想定し得る最大値

に詰め覆土を行う。最後に余った培土の重さを測定し，前後の重さの差から使用した培土重 (g) を求める (以下， W_{soil} とする)。次に作成した苗箱の重量 (g) を測定する (W_d とする)。続いて2.8L/箱程度のかん水を行ない，乾燥を防ぐため苗箱をビニール等で被覆する。2時間後，苗箱を傾けて流水してしまわないように静かに重量 (g) を測定する (W_w とする)。以上より苗箱の保水量 (g/箱) を求める。

$$\text{苗箱の保水量 (g/箱)} = (W_w - W_d) + 0.05 \times W_{soil}$$

ここで求めた量がかん水によって苗箱に蓄えられる保水量である。

表3. 緯度および暦日と蒸発散量の最大値 (g/箱/日) の関係 †

緯度 (°)	4/15	5/1	5/15	6/1	6/15
41	870	950	1010	1050	1070
40	880	960	1010	1050	1070
39	890	960	1010	1050	1060
38	890	970	1010	1050	1060
37	900	970	1010	1050	1060
36	900	970	1020	1050	1060

† Allenら (1998) と原口ら (1995) をもとに計算。快晴日における汚れや経年劣化のないビニールハウスを仮定した計算値。

(3) 1日の蒸発散量

1日の蒸発散量はFAO (Allenら, 1998) の方法と原口ら (1995) の方法を組み合わせることで推定でき，まずまずの精度が得られる。図3にその結果を示したが，蒸発散量の実測値と推定値は良く一致している。図中の「想定し得る最大値」は一日を通して快晴で日射量が最大となった場合の値である。この値は乾燥のリスクを最大に見積もった値と考えることができる。最大値の計算は煩雑であるので，東北地域の育苗期間を中心にこの値を計算した結果を表3に示した。対象とする地域の緯度と育苗時期が分かれば表3から蒸発散量の最大値をひくことができる。この数値と4-(2)で求めた苗箱の保水量を比較することで，苗箱の保水量が十分かどうかを評価する。なお，自身で計算をしたいとお考えの方は連絡いただければ専用の計算用ファイルを提供することも可能である。

(4) まとめ

図4は様々な苗箱の条件での「苗箱の保水量/蒸発散量の最大値 (以下，保水比と呼ぶ)」と育苗終了時の苗の乾物重の関係を示している。測定年は育苗期間中の快晴日がそれほど多い条件ではなく，苗の乾物重は必ずしも保水性だけで決まるもの

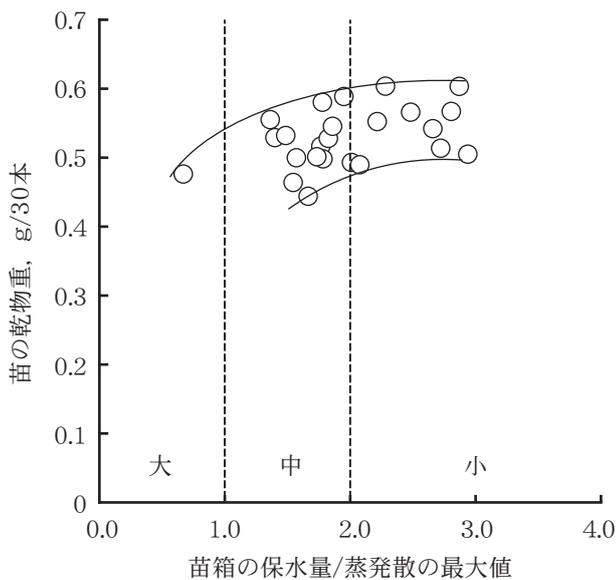


図4. 「苗箱の保水量／蒸発散の最大値（保水比）」と苗の乾物重との関係

点線で基準値である1.0, 2.0を示し、間にリスク区分を示した。2本の曲線は理解を助けるために補助的に引いたもの。

ではない。そのため図4のばらつきは大きいですが、保水比が大きいほど乾物重が高まる傾向は有意であった ($p < 0.05$)。保水比が2.0を超える付近で乾物重の分布の上限・下限ともに変化が見られなくなることから、2.0付近、すなわち蒸発散量の2倍程度の保水比を持つことが一つの基準と考えられる。これは有効水の半分が消費されると気孔が閉じ始めるとしたAllenら (1998) の一

般的な作物の基準とも矛盾しない。また保水比が1未満となることは快晴日に土が完全に乾いてしまうリスクがあることを示している。これらから、保水比の評価基準は図4の3段階に分けることができる。この基準でリスクが「中」、「大」と評価された場合は1日のかん水頻度を高める、苗箱内の施肥量を減らす、保水性の高い培土を利用する等によって苗箱の保水量を増加させる工夫をする必要がある。

引用文献

- Allen, R. G., Pereira, L. S., Raes, D., and Smith, M. (1998) Crop evapotranspiration: Guidelines for computing crop requirements. Irrigation and Drainage Paper No.56. FAO. 165
- 原口智和・中野芳輔・黒田正治 (1995) ビニールハウス内の水消費環境特性. 九大農学芸誌 49: 169-177.
- 農林水産省農蚕園芸局農産課 (1988) 人工床土の品質等について. 農林水産省.
- 高橋智紀・西田瑞彦・吉田光二 (2016) 水稻の育苗箱全量施肥における培土と施肥位置が苗箱内の水分環境に与える影響, 東北農研報, 118, 57-68.
- 高橋智紀・吉田光二 (2017) 水稻育苗用培土の物理性について (第1報) 水稻の育苗箱全量施肥における培土と施肥位置が苗の生育に与える影響, 農業と科学689, 1-4.