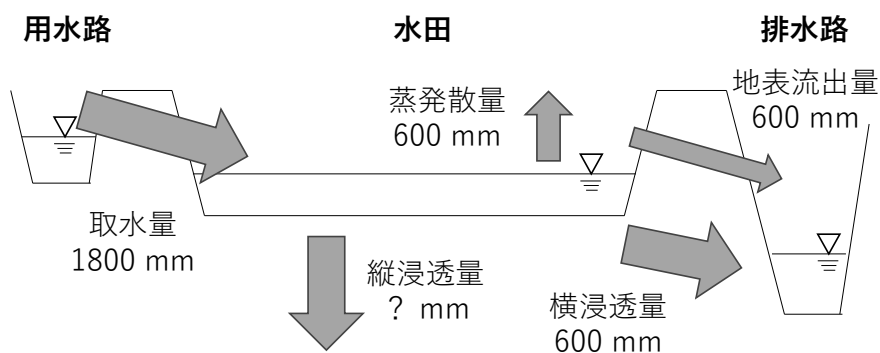


専門科目 [灌漑利水学]

No. 1

下記の 6 問の中から 4 問選択して解答せよ。(25 点× 4 問=100 点)

1. 下図は F 市において 6 月 1 日～9 月 30 日に湛水した水田で観測された各水収支項の値, 右の表はこの年の降水量の観測結果である。この期間における縦浸透量 (≡地下水涵養量) を求めよ。また, 営農により横浸透量と縦浸透量を抑制する方法について簡潔に説明せよ。



降水量 (mm)	
1月	70
2月	70
3月	100
4月	100
5月	100
6月	250
7月	300
8月	200
9月	160
10月	100
11月	90
12月	60
年降水量	1600

2. 土壌 A と土壌 B の圃場で気象観測を実施し, ペンマン・モンティース法でポテンシャル蒸発散量を計算したところ, いずれの圃場でも 6 mm d^{-1} と計算された。各圃場から土壌をサンプリングし, 有効土層 40 cm の各土層におけるそれぞれのマトリックポテンシャル (pF) に対する体積含水率を求めた結果を下の表に示す。また, 各土層において体積含水率を測定し, 各土層の土壌水分消費型 (SMEP) を決定した結果を下の表に示す。これらの数値を用い, 総容易有効水分量 (TRAM) を計算し, 畑地灌漑計画における間断日数を求め, 土壌 A の圃場で特に畑地灌漑が必要な理由について述べよ。

				体積含水率 ($\text{m}^3 \text{ m}^{-3}$)		
		深さ	SMEP	pF0.0	pF1.8	pF3.0
土壌 A	第 1 層	0～10 cm	0.4	0.40	0.10	0.05
	第 2 層	10～20 cm	0.3	0.38	0.09	0.06
	第 3 層	20～30 cm	0.2	0.35	0.08	0.06
	第 4 層	30～40 cm	0.1	0.35	0.07	0.05
土壌 B	第 1 層	0～10 cm	0.4	0.75	0.55	0.35
	第 2 層	10～20 cm	0.3	0.70	0.50	0.35
	第 3 層	20～30 cm	0.2	0.65	0.50	0.35
	第 4 層	30～40 cm	0.1	0.60	0.45	0.35

3. 以下の水田灌漑に関する用語を説明せよ。

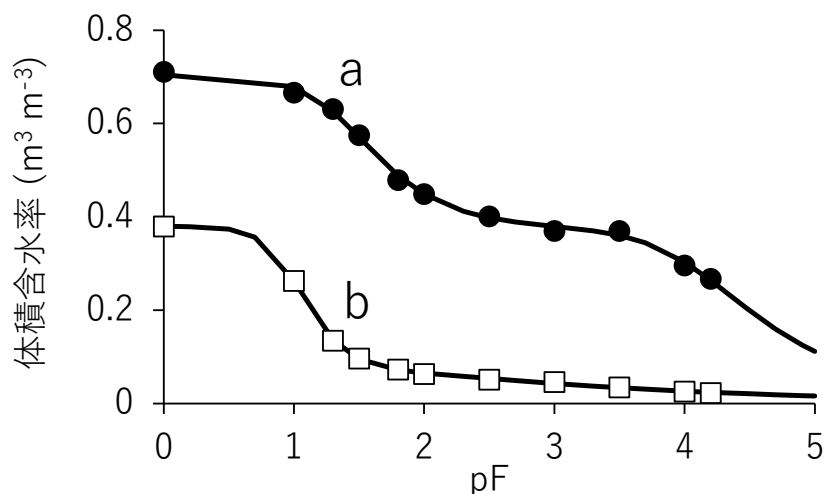
- (1) 天水田
- (2) 分土工
- (3) 保温灌漑
- (4) 水口
- (5) 苗代用水量

4. 次の水稻の生育ステージについて、時系列に順番に並び替え、どの時期に灌漑水の必要性が高いかを示し、その理由を説明せよ。

幼穂形成期, 活着期, 分けつ期, 幼苗期, 成熟期, 穂ばらみ期, 出穂開花期, 登熟期

5. 乾燥密度 (ρ_d) と土粒子密度 (ρ_s), 体積含水率 (θ) の定義式を土壌中の空気, 水, 土粒子の重さ (それぞれ M_a , M_w , M_s) と空気, 水, 土粒子の体積 (それぞれ V_a , V_w , V_s), 土壌全体の体積 (V) を用いて記述し, 土粒子密度と乾燥密度を用いて三相割合 (固相率, 液相率, 気相率) を求める式を導け。

6. 下図の水分特性曲線について, a と b の曲線のうち, どちらが黒ボク土でどちらが真砂土かを選び, その理由を述べよ。



専門科目〔灌漑利水学〕解答例

問題1

縦浸透量＝降水量＋取水量－蒸発散量－地表流出量－横浸透量

6月～9月の降水量 ＝ 250+300+200+160 ＝ 910 mm

なので、縦浸透量 ＝ 910+1800-600-600-600 ＝ 910 mm

水田からの流出量を抑制する方法としては、畔塗りと代かきを丁寧に行うことが挙げられる。畔塗りは横浸透を、代かきは縦浸透をそれぞれ抑制し、いずれも水みち（粗大な間隙）を塞ぐことで土壤中の水の移動を抑制する方法である。

問題2

砂丘砂の RAM は第 1 層が $100 \times (0.1 - 0.05) / 0.4 = 12.5 \text{ mm}$ ，第 2 層が $100 \times (0.09 - 0.06) / 0.3 = 10 \text{ mm}$ ，第 3 層が $100 \times (0.08 - 0.06) / 0.2 = 10 \text{ mm}$ ，第 2 層が $100 \times (0.07 - 0.05) / 0.1 = 20 \text{ mm}$ であり，TRAM はそのうちの最も小さい値なので 10mm となる。蒸発散量が 1 日 6mm なので，間断日数は 1 日となる。

一方，黒ボク土の RAM は第 1 層が $100 \times (0.55 - 0.35) / 0.4 = 50 \text{ mm}$ ，第 2 層が $100 \times (0.5 - 0.35) / 0.3 = 50 \text{ mm}$ ，第 3 層が $100 \times (0.5 - 0.35) / 0.2 = 75 \text{ mm}$ ，第 2 層が $100 \times (0.45 - 0.35) / 0.1 = 100 \text{ mm}$ であり，TRAM はそのうちの最も小さい値なので 50mm となる。蒸発散量が 1 日 6mm なので，間断日数は $50 / 6 = 8.3333$ で，小数点以下は切り捨てなので 8 日となる。

砂丘砂の場合，たつぷり雨が降っても 2 日後には制限土層が成長阻害水分点を超え減収につながるのに対し，黒ボク土では 8 日間は正常な生育が期待できることから，砂丘砂の圃場の方が作物は水ストレスをうけやすいため，灌漑が必要であることがわかる。

問題3

（1）天水田

降水や湧き水，周辺から流れ込む水だけで栽培が可能な水田。

（2）分土工

複数の用水路へ分岐する地点において，各水路に水を分けるための施設。ゲートやバルブなどで分水量を調節する操作式分土工や上流側の流量が変化しても一定の比率で分水が実施される定比分土工，上流の流量が変化しても適用範囲内であればほぼ一定水量が分水される定量分土工の 3 つに分類される。

（3）保温灌漑

冷水や異常低温によるイネの生育障害を緩和するために行われる灌漑方法。冷水障害対策としては，太陽エネルギーを用いて水を温めるために昼間は止水して夜に灌漑する夜間灌漑があり，低温障害対策としては，気温の低下が予想される期間に

湛水深を深くし、水稻の温度低下を緩和する深水灌漑がある。

(4) 水口

水田の耕区における水の取り入れ口。

(5) 苗代用水量

水稻の育苗に必要な用水量。現在の日本で主流な方法である、パイプハウス内や育苗室内で育苗をする場合、木材や土などで枠を作り、ビニールシートを敷いたのち、注水してプールを作り、その中で育苗するが、この場合には用水量が限られる。一方、圃場で育苗を実施する場合には、事前に代かきを実施する必要があるため、ある程度の用水量が必要となる。

問題4

- ① 幼苗期 ② 活着期 ③ 分げつ期 ④ 幼穂形成期 ⑤ 穂ばらみ期 ⑥ 出穂開花期
⑦ 登熟期 ⑧ 成熟期

活着期には根の生長を促し、根が土壌にしっかりと活着するために、幼穂形成期には穂の生成を確実にを行うために、穂ばらみ期には穂を確実に大きくするために、出穂開花期には受粉を確実にを行い、不稔を生じさせないために、それぞれ灌漑による十分な水が必要である。

問題5

$$\rho_d = M_s/V, \quad \rho_s = M_s/V_s, \quad \theta = V_w/V.$$

$$\text{固相率} \quad V_s/V = V_s/M_s \times M_s/V = 1 / \rho_s \times \rho_d = \rho_d / \rho_s.$$

$$\text{液相率} \quad V_w/V = \theta.$$

$$V_s + V_w + V_a = 1 \text{ なので,}$$

$$\text{気相率} \quad V_a/V = 1 - \rho_s / \rho_b - \theta.$$

問題6

a: 黒ボク土 b: 真砂土

黒ボク土は団粒構造が発達しているので、 $pF1 \sim 2$ 付近で団粒間隙からの排水により曲線の勾配が急になり、 $pF3.5$ 以降、団粒内間隙からの排水によりまた曲線の勾配が急になるという、排水のピークが2度あるような曲線型を示す。また、アロフェン等の粘土含有量が多いことから、同じマトリックポテンシャルでも真砂土よりも体積含水率が高い。一方、真砂土は砂が多く、単粒構造のため、排水のピークが一つである。また、粘土含量が少ないことから、特に圃場容水量に近いマトリックポテンシャルとされる $pF1.8$ 以上では土壌水分量がかなり少ない。

出題の意図〔灌漑利水学〕

1. 水田において灌漑水や雨水がどのように消費されるか、どのようにすれば水田の灌漑水量を減らすことができるのかを理解しているかを問う設問である。
2. 畑地灌漑において各圃場で必要な灌漑水量と灌漑の間隔を決定する方法について理解し、計算結果をどのように解釈したら良いかを問うている。
3. 水田灌漑の研究をする上で必要な、基本的な用語に関する知識を問うている。
4. 水稻の生育ステージと灌漑水量の関係を正しく理解しているかを問う設問である。
5. 土壌の基本的な物理性である乾燥密度、土粒子密度、体積含水率について正しく理解し、それらがどのような関係にあるかを理解しているかを問う設問である。
6. 土壌の基本的な物理量の一つで、土壌の保水性や透水性を評価する上で重要なパラメータである水分特性曲線について、その形状と土壌の種類との関係を正しく理解しているかを問うている。