

第3回 ポット栽培法

今回の目標	水稻のポット実験で使う育苗法および直播法（円形 20 粒）を実際に行う． 実際に接眼マイクロメーターで測定し，自分の測定が正しいかを確認する．
今回の提出物	今回移植したポットを使った実験の実験計画（締め切り 5 月 6 日）

ポット移植と水稻苗の育成方法

1. ポット移植

ポットへの移植

2. で述べるペーパーポット育苗法によって育苗した苗を容積 8L のバケツポット 2 つに移植する．この 2 つのポットのうち，1 つに自分の思うような処理を加えて，実験を行う．もう 1 つのポットは対照区であり，以下のような肥培管理をする．ポットの管理は対照区，処理区ともに，生育調査，水やり，肥培管理などすべて自分で行う．移植から 10 日おきに実験終了まで生育調査を行い，さらに自分の行いたい処理を適宜行うこと．

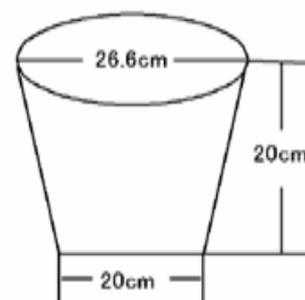


図1 バケツポットの寸法

A. 対照区のポットの肥培管理

品種……コシヒカリ

移植……5 月 1 日（4 月 10 日に播種した苗を使用する）

ポット……容積 8L（図 1）にふるいでふるった水田の土を詰める

施肥は基肥（もとごえ）に硫酸アンモニウム（硫安：窒素を 21% 含む）を 2.4g/pot，過リン酸石灰（リン酸を 17.5% 含む）を 18.0g/pot，塩化カリ 2.5g/pot 与える．2 週間に 1 回追肥を行う．硫安水を 10mL（窒素が 0.5g 含まれている）ずつ与える．

水管理……常時湛水（たんすい）状態とする．

栽植様式……5 本の苗を正五角形に移植する（図 2）．

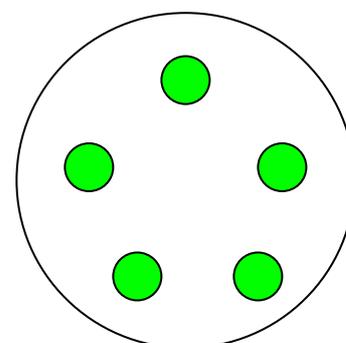


図2 苗の植え方

ポット移植の手順

- 1) ポットの土（ふるった水田の土）を 6L の線のところまで詰める．
- 2) 肥料を電子天秤で量る．
- 3) 土に肥料を混ぜる．そのあと静かに水を入れる．
- 4) 土が落ち着いたら，苗を図 2 のように植える．
- 5) 生育調査を行う．

ポットは生物資源科学部 3 号館南側にある人工気象室ガラス室の前の芝生に置く．対照区の管理（水やり・液肥施用）も各個人で行うこと．

B. 処理区のポット栽培

品種，苗，移植日，ポットなどはすべて対照区と同じである．移植以降の管理を自分の実験目的に合わせて変更してもかまわない．

液肥，その他の肥料，液肥を計る駒込ピペット，メスシリンダーなどはポンプ室に設置してある．

C. 調査項目

生育調査 約 10 日に 1 回，草丈，分けつ数，葉齢，葉色を調査する．

生育調査に必要なもの（ポンプ室）に設置してある

記録用紙，鉛筆，マジック，ものさし，葉色カラースケール

対照区のポットに対して、処理区のポットには何かの処理を与えてイネの生育や生理活性、形態などがどのように変わるかを調査する。自分なりにテーマを決めて、何を換えようとするのかを考える。

処理として考えられるのは以下のようなものである。しかし、そういうことにはかならずしもこだわらずに斬新な考えを出してほしい。

化学肥料の代わりに有機肥料を与える。

液肥の量やそれを与える時期、回数を変える。

炭酸ガスを与える（パブ、ドライアイスなど）。

木酢液、HB101 などの資材を与える。

音楽を聴かせる。

電気刺激を加える。

昨年までの実験のレポートを学科資料室（生物資源科学部 2 号館 232 室）で閲覧できる。

作物学実験第 7 回物質生産，第 8 回光合成と日射量の測定，第 10 回蒸散と水利用効率，第 11 回葉の構造は今回のポット実験を利用して調査する。実験は第 12 回実験結果の発表で終わりとするが，希望者には実るまでポットを貸し与える。

ポット実験の計画

A. レポート

できるだけイネの多収につながるようなテーマで実験を行う。

方針……何に重点を置いて実験をするのか。それがイネの多収にどのように結びついているのかを考えて方針を書く。例えば、「収量に関係の深い穂数を増やすために，無効分げつ期以降，灌漑水を冷やして，有効分げつ数を増やす。」というように明確に方針・目的を示す。

方法……方針を実現するためにどのような処理を行うかを具体的に書く。いつ，どのような処理をどの程度行うのか。

調査項目……作物学実験第 7 回物質生産，第 8 回光合成と日射量の測定，第 10 回蒸散と水利用効率，第 11 回葉の構造で得られたデータのうち，どのデータを主に今回のポット実験の上で重視するのかを考える。すなわち結果が得られたら，その結果をどのように解釈するかをよく考えて，実験方法および調査項目を考える。

計画表……一目でいつ何をすればわかるように自分の考えた実験のスケジュールを表にまとめる。

B. 実験計画発表・検討会

日時 5 月 8 日

発表時間 3 分

発表に使うもの

実験計画書 A4 のレポート用紙に 1~2 枚。5 月 6 日締め切り。ただしマイクロソフト社ワードで作成し，フロッピー，CD あるいはメール（kobayasi@life.shimane-u.ac.jp）に添付してファイルを提出すること。製本して 8 日に全員に配る。

プレゼンテーション B5 の紙に 2 枚程度，わかりやすい説明を書く。これを液晶プロジェクターの書画カメラを利用してスクリーンに投影し，発表に利用する。発表後，裏に氏名を記入の上，提出すること。なお書画カメラの性能から微妙な色合いは出しにくいので色を使うときは原色を使う方がよい。あるいはマイクロソフト社パワーポイントを使用してもかまわない。そのときはファイルを入れたフロッピーあるいは CD を用意する。パソコンはこちらで用意する。授業が始まるまでにハードディスクにファイルを転送しておくこと。

実験計画の見本

方針 最高分げつ期までじっくりと分げつを増加させ、その後、分げつがあまり減らないようにして、茎が太く充実した分げつとし、その分げつに大きな穂を着けさせることを目指す。

方法 最高分げつ期までは対照区の半分の液肥を与える。そのことによって分げつの増加をゆっくりとさせる。生育調査の結果、それだけでは分げつの増加が抑えられないときは水温を下げることによって分げつの増加を抑える。田面を発泡スチロールで覆うことによって太陽の光を遮断し、水温が上がらないようにする。最高分げつ期以降はそれまでに発生した分げつが減らないように、対照区より 1.5 倍多い液肥を与える。さらに分げつのうち生育の劣るものはいずれ枯れるので、先に切り取ってしまい、無駄なエネルギーや養分が将来、無効分げつになる茎へはいかないようにする。

(発泡スチロールによる遮光の図：省略)

(液肥の量の計画：表省略)

調査項目 生育調査(草丈、分げつ数、葉齢、葉色)では分げつ数の推移に特に注目する。

さらに分げつ数の維持に関連の深い乾物重と光合成を最高分げつ期以降、高く維持できているかに注目する。

計画

	5月	6月	7月
施肥			
水管理			
遮光			
その他			

方針 これからの水田農業は水を効率的に使うことが大切であるので、水利用効率の高い水稲栽培を目指す。

方法 水利用効率を高めるために田面からの水の蒸発を防ぐように水面に油を浮かべる。

調査項目 水利用効率と乾物重、光合成に注目する

計画

	5月	6月	7月
施肥			
水管理			
その他			

方針 葉の厚いイネを作り、葉を直立させて光合成の多いイネを作る。

方法 窒素を十分に与えて葉身を厚くする。さらに針金でやぐらを組み、葉身が光合成に最適な展開をするように固定する。

調査項目 葉身の断面形態を顕微鏡で観察し、光合成を行う葉肉組織の葉身に占める割合に注目する。

その結果と光合成速度、乾物生産との関係を調べる

計画

	5月	6月	7月
施肥			
その他			

2. ペーパーポット育苗法

通常、水稲の苗は幅 30cm、長さ 60cm、深さ 3cm の水稲用育苗箱に催芽籾を散播する。しかし、より均質な苗を得るために 1.5cm 四方のペーパーポットに均一に催芽籾を播種して、苗を育てる方法が、実験で採用されることがある。ペーパーポットは糊でひとつひとつがくっついているが、育苗しているうちに糊がとれ、移植するときには一つ一つのポットをバラバラにすることができる。ポットは紙なので移植後、自然に分解して消滅する。水稲用のペーパーポットは 1.5cm 四方のものが 18×38 個(計 684 個) つながったものを水稲用育苗箱に以下の写真のように広げて、土を詰めて使用する。



図3 ペーパーポット(左), 育苗箱(中), ペーパーポット展開板(右)

ペーパーポットの両端を図3左の写真のように広げる。折り目の反対側へ折り込むようにすればきれいに広げることができる。



広げた端のうち一方をペーパーポット展開板の金属のつめの部分に、もう一方に黄色い展開器にひっかける(上の写真左)。

黄色い展開器を引っ張って、ペーパーポットを展開する(上の写真中)。

ペーパーポットの1つ1つの格子をペーパーポット展開板の突起に合わせる(上の写真右)。



水稲育苗用の土をペーパーポットにきっちり詰める(上の写真)。



土を湿らせるとひっくり返すときに土がバラバラになりにくい。



播種箱を土を詰めて、灌水したペーパーポットにかぶせ、反転させる。ペーパーポット展開板を外す。



上の写真左のように播種前の準備が完成する。次に各格子に種子を1ないし2ずつ播種する。



播種した種子が浮き上がらないように鎮圧する。

覆土する。

覆土後は出芽に適した条件（ふつう 30 で暗黒条件がよく使われる）に置き、芽が 1~2cm 程度まで出芽させる。

3. 円形 20 粒播種法

イネは 1 つの種から 1 つの茎だけが出るのではなく、多数の分げつを出し、1 つの個体が多数の茎から構成されるようになる。そのような多数の茎の発育、生育状態は一定ではないので、均一な茎を対象に実験したいときは分げつ間での生育の不揃いは誤差の原因となるだけでなく、実験の解釈をも複雑にする。例えば、イネの障害型冷害の研究において、イネがもっとも低温の影響を受ける時期は四分子期初期である。しかし、この時期は短いので、多数の茎からなるイネを漠然と研究していたのでは捕らえられない。円形 20 粒播種法はこのような実験に利用するために開発された。イネを小さなポットに円形に密に播種することによって分げつの出現を抑え、均一な発育、生育をした主稈を多数得ることができる。円形 20 粒播種法に使う道具は播種穴を開ける穴あけ板、播種したあと種子を鎮圧する種子鎮圧板、種子の覆土したあと土を抑える土壤鎮圧板の 3 つである。これ以外に 5000 分の 1a ワグナーポット、ピンセット、じょうろなどが必要である。

図 2 円形 20 粒播種法に使う道具の設計寸法
左から穴あけ板、種子鎮圧板、土壤鎮圧板。



図 2 円形 20 粒播種法に使う道具
左から穴あけ板、種子鎮圧板、土壤鎮圧板。

A. 播種までの手順

土に軽く灌水する。土を少し湿らせた方が播種穴が崩れずにきれいに作ることができる。
穴あけ板で土に穴を開ける（下の写真左・中）。



ピンセットで各穴に 1 粒ずつ播種する（上の写真右）。このとき芽の方向を内側にそろえると、最初に出現する分げつは外側にほとんどでてくるので、分げつ切除が容易である。以降分げつは、内側、外側に交互に出るので、以降も分げつの切除が簡単になる。芽を内側に向けたときは奇数葉は内側に、偶数葉は外側に出るので、葉齢の調査なども簡単となる。

種子を種子鎮圧板で鎮圧する（下の写真左・中）。



土を播種穴の周囲からピンセットでかき集め、種子の上に覆土する（上の写真右）。

土壤鎮圧板で土面を軽く押さえて、均平にする（下の写真左・中）。



軽く灌水する。

B. 播種後、湛水にするまでの管理

水稻は湛水条件下で栽培するのがふつうである。しかし、播種した直後に湛水にすると、土壤が還元状態になり、根圏の酸素が不足して、苗立ちが不揃いになりやすくなる。したがって、出芽がそろい、苗がある程度伸びてから、ポットに水を満たすようにする。

出芽するまではすずめよけのネット（上の写真右）をかけて、温度の安定したガラス室などで育苗する。

灌水は適宜行う。乾きすぎたり、湿りすぎたりするとそろいが悪くなる。

第3葉抽出初期（発芽して1週間後くらい）に湛水にする。

湛水にすると一時的に葉色があせるが、その後、回復する。回復を待って、液肥など施肥を与え、ガラス室から出してもよい。

その後、実験の必要によって、施肥、分けつの切除を定期的（1週間ごとなど）に行う。

第4回 ポット実験計画発表・検討会

今回の目標	自分の実験計画を全員にわかりやすいように発表する。 発表に必要なプレゼンテーションや資料を自分で実際に作成する。
今回の提出物	討議をもとに書き直した実験計画（締め切り5月19日） 実験結果のレポート（締め切り7月1日）

ポット実験計画発表・検討会

1. 実験計画書

第3回ポット栽培法で書いてあるようにA4, 1~2枚の実験計画書を5月6日までに提出する。これを製本して、ポット実験計画発表・検討会当日に全員に配り、討論の資料とする。

2. ポット実験計画発表・検討会

日時 5月8日

発表時間 3分

発表は名簿順に行い、次の発表者が座長を務める。ここでの議論をもとに自分の実験計画をもう一度練り直して、完成させる。全員が積極的に討論に参加し、1人1回は質問すること。

発表に使うもの

実験計画書 A4のレポート用紙に1~2枚。5月6日締め切り。製本して8日に全員に配る。

プレゼンテーション B5の紙に2枚程度、わかりやすい説明を書く。この紙を液晶プロジェクターの書画カメラをつかって、スクリーンに投影し、発表の資料とする。書画カメラの性能上、微妙な色合いは再現できない可能性が高いので、色は原色を使う方がよい。ただしたくさんの色を原色で使うのはあまり見た感じはよくない。発表後、裏に氏名を記入の上、提出すること。

プレゼンテーションでは希望する学生はマイクロソフト社パワーポイントで発表してもよい。パソコンはこちらで用意する（ただしWindowsのみ）。パワーポイントはXPのバージョンまで対応できる。時間が3分と短いので、スライドショーに使うスライドは3枚程度に抑えること。授業が始まる前にファイルをパソコンに転送する。この転送ファイルで発表をする。ハードディスクに残されたファイルが提出ファイルとなる。

3. 発表のポイント

3分という短い時間に要領よく発表するために以下のことに気をつける。

重要なこと、強調したいことだけを選び、しかもそれをできるだけ最初に話す。

ポットの大きさ、植え方、対照区の施肥方法などはみな共通だから話す必要はない。

聴いている人すべてが理解できるように話す。話す速度、レポートの図表、論理展開などに注意する。図を上手に利用する。図をカラーにすると効果的である。

発表の構成は、序論、本論、まとめの3部構成にする。始めに簡潔に今から話す内容の要点だけを述べる。本論ではなるべく具体的に自分のやろうとしている実験を論理的に説明する。実験の様子が目に浮かぶくらいに具体的に発表するのが望ましい。まとめでは要点をうまくまとめて締めくくる。

4. 実験計画書（完成版）の提出

今回の討論を踏まえて、自分の実験計画書（A4のレポート用紙に1~2枚）を練り直し、完成させる。なお討論の結果、あるいはそれ以外の理由でもよいが、実験計画を大幅に変更してもかまわない。5月19日を締め切りとする。ただしマイクロソフト社ワードで作成し、フロッピー、CDあるいはメールに添付してファイルを提出すること。提出するフロッピー、CDにはきちんと名前を必ず記入す

ること．出力した原稿も提出すること．PDF ファイルに変換して実験計画書をホームページで公開する．名前をホームページ上で出したい人は名前をワードファイルに入れなくてもよい．

実験データの得られる実験

次の実験からそれぞれデータが得られる．どのデータを使うかは，各自で決めること．すべて使う必要はない．なお実験をやって，データをとってみて，こっちのデータの方がおもしろそうだとすることであれば，途中で利用するデータを変更してもかまわない．

作物学実験第 7 回：物質生産：乾物重，生育調査解析，個体群生長速度など

作物学実験第 8 回：光合成と日射量の測定：光合成速度

作物学実験第 10 回：蒸散と水利用効率：蒸散量，蒸発散量，水利用効率

作物学実験第 11 回：葉の構造：葉身の組織分化の状態

実験結果発表会・グループ討論会

1．実験結果発表会・グループ討論会

今回の計画発表した実験の結果を作物学実験第 12 回実験結果発表会・グループ討論会（7 月 3 日）で発表する．発表には事前にレポートを作成し，そのレポートを当日配る．レポートとプレゼンテーションでわかりやすい発表をすることが望まれる．発表会のあと，いくつかのテーマに分かれてグループ討論会を行う．詳細は作物学実験第 12 回実験結果発表会・グループ討論会のところに書いてある．

2．発表用レポートについて

実験結果について各自 A4 のレポート用紙 2 枚でまとめる．結果に使うデータは作物学実験で得たデータすべてを使う必要はない．目的および結論から照らし合わせて，発表しなければならないデータだけを厳選して発表したらよい．第 11 回葉の構造が 6 月 26 日なので，実験結果をレポートにする時間にはあまり余裕がない．できるだけ早めに準備しておくことが望ましい．

目的，材料と方法，結果と考察，図表をマイクロソフト社ワードで書いて提出すること．フロッピー，CD あるいはメールに添付してファイルを提出すること．締め切りは 7 月 1 日とする．提出するフロッピー，CD にはきちんと名前を必ず記入すること．出力した原稿も提出すること．PDF ファイルに変換して発表用レポートをホームページで公開する．名前をホームページ上で出したい人は名前をワードファイルに入れなくてもよい．

3．発表について

各自が提出したレポートおよび液晶プロジェクターによるプレゼンテーションを利用して，全員にわかりやすいように発表する．発表ではカラー印刷した B5 のポスターあるいはマイクロソフト社パワーポイントによるプレゼンテーションによって，視覚的に理解しやすい発表を行う．自分がどこに注目して，この実験を行ったのか．目的を達成するためにどのような処理を処理区のポットに与えたのか．図表を利用して，結果がどのようになったのか？その結果からなにがわかったのか？結論は何かをわかりやすく発表する．

4．グループ討論会について

全員の発表が終わった後，8 人程度からなる班をいくつか作り，今回の実験結果発表会についてグループ討論会を約 1 時間程度行う．班のメンバーは，実験のテーマの近いものが集まるようにこちらから指定する．討論のテーマもこちらが指定する．

班の中から 1 名，座長（司会進行）を決める．座長は討論のテーマに沿った議論ができるように円滑に討論を進めるようにつとめる．メンバー全員ができる限り積極的に討論に参加すること．

MEMO