

第13回 幼穂の観察

今回の目標	イネの幼穂の観察を通して、イネの穂ができあがる順序を把握し、出穂前何日くらいかを予測できるようになる。 幼穂の分化状況から、栽培管理と穂の発達の関連を推測する。
今回の提出物	幼穂のスケッチ(1枚)

観察材料

次の品種から授業時に指定した品種について、穂および幼穂を観察する。

ハナエチゼン, チドリ, ときめき 35, ココノエモチ, コシヒカリ, タカナリ, 日本晴

以上の品種は平年の気象の場合に出穂の早い順序に並べてある。

観察方法

始めに出穂した稲の穂を観察する(図1)。つぎに幼穂の観察をする。図2のように実体顕微鏡下で葉鞘を1枚ずついねいに針先で剥く。円錐状の伸長中の葉が出てくるが、この中に幼穂があるので壊さないようにていねいに円錐を裂いて、剥く。出穂の遅い品種ほど幼穂は小さいので注意する。

スケッチについて

穂の観察からイネの穂の構造をよく確かめてから、幼穂を観察する。各品種それぞれ発育段階が違うので、どの段階にあるか、出穂何日前かを推定する。発育段階の推定は外形の特徴と幼穂の長さを参考にして決定する。スケッチには品種・発育段階・主な器官名・出穂まで何日くらいかなどを記入する。それぞれ1つだけ1次枝梗は赤, 2次枝梗は青で印を付ける。さらにその穂には1次枝梗がいくつあるのか, 先端から3番目の1次枝梗には2次枝梗がいくつあるのかを数える。各品種それぞれ, もしいま窒素肥料を与えたらどの部分がよく発達するかを予想し, 自分の予想を表に記入する。



図1 水稻の穂の写真(品種: タカナリ)



図2 幼穂の発達の観察

1. 葉鞘を1枚1枚ていねいに剥いでいく, 2. あと2枚葉鞘を剥く, 3. 止葉原基, この中に幼穂がある
4. 穎花分化始期頃の幼穂

観察のポイント

幼穂の発育順序はどうなっているのか．まず何が分化し，次に何が分化するのか．

品種の早晩性と幼穂分化の関係はどうなっているか．

子実を多く取ることを目標とするなら，なにが分化しているときに肥料を与えたらよいか．

イネの幼穂分化の順序	
穂首分化	1次枝梗分化
2次枝梗分化	穎花分化
雄ずい・雌ずいなど花器の分化	花粉・卵細胞
など生殖細胞の原基の分化	減数分裂（配偶体の分化）
花粉・卵装置の成熟	開花

解説

イネ (*Oryza sativa* L.) の幼穂発育過程の観察

1. 穂 (図3) と小穂，穎花の外部形態

花の観察で述べたようにイネ科の花は特殊な構造をしている．花，外穎，内穎をあわせた小花，小花がいくつか集まった小穂，小穂の集まりである穂．イネでは穂の主要な要素は基部，穂軸，1次枝梗，2次枝梗，小枝梗，副護穎，小穂である．イネでは小穂は1つの小花しかなく，この小穂をとくに穎花と呼ぶ．イネの穎花は葯・柱頭・子房・内穎・外穎・護穎・鱗皮・小穂軸・副護穎・小枝梗からなる (図4)．鱗皮が花弁に相当すると考えられている．雄ずいは6本ある．コムギなど多くのイネ科では雄ずいは3本である．雄ずい，雌ずい，鱗皮は小さいけれどもイネ科植物の分類で基準となる．

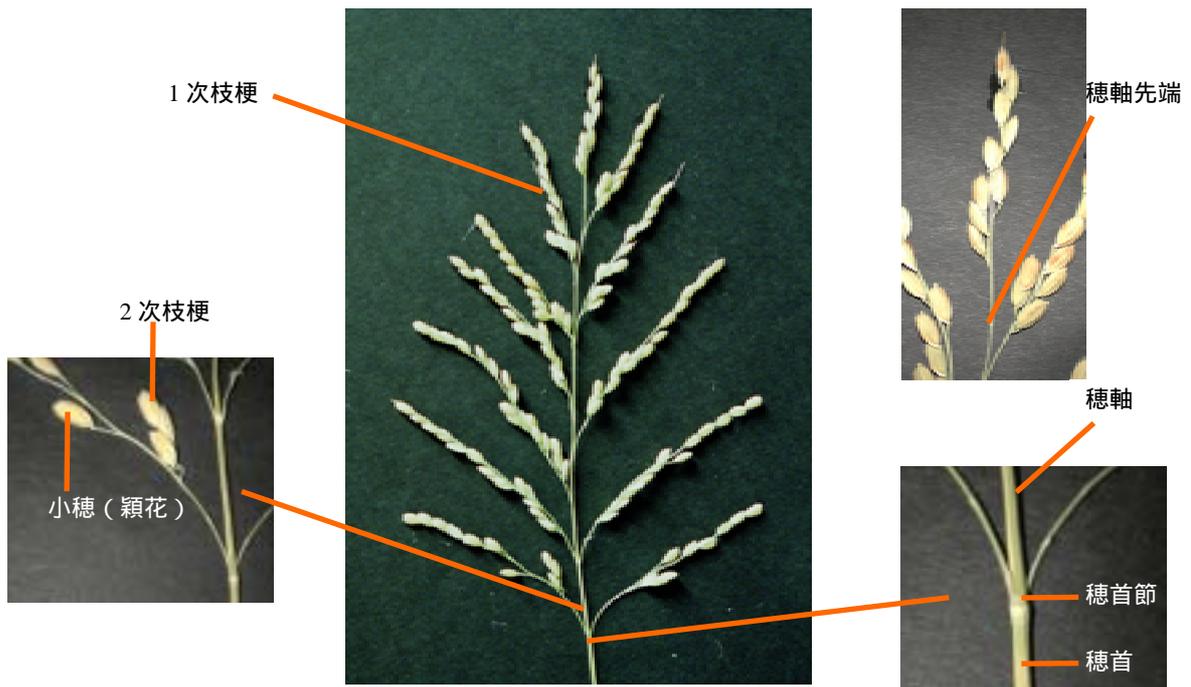


図3 水稻の穂とその拡大写真 (品種：日本晴)

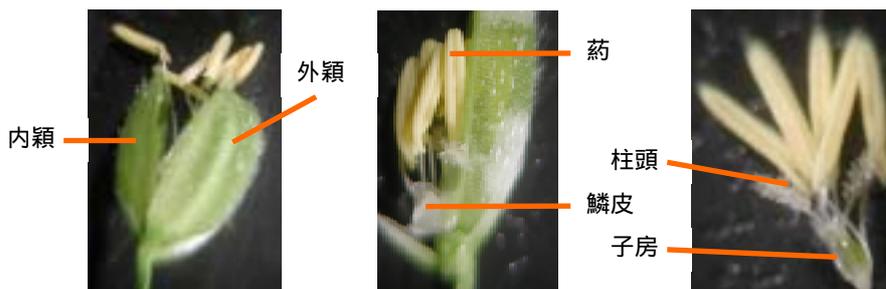


図4 水稻の穎花 (小穂)
左：開花時の穎花
中：外穎を除いた状態
右：鱗皮を取り，子房を出した状態

2. 幼穂の分化と発育

茎先端にある茎頂分裂組織に止葉原基が分化し、次にその上部、止葉原基の中軸と対称の位置に第1苞の原基が分化する(図5)。第1苞の基部に形成される節が穂首節で、穂首節より上が穂となる。このときを幼穂分化期(穂首分化期、第1苞原基分化期)と呼ぶ。苞は葉と相同の器官であり、この時点では葉と幼穂を外見からは識別できない(図6:茎頂における葉の分化)。分化した苞は葉のようにフード状にならず、生長円錐体が縦に伸び、次々と苞を分化させる(図7:苞原基増加期)。

次に苞の葉腋にあたる場所に1次枝梗原基が分化する(図8)。1次枝梗原基は伸長しはじめ、やがて分化の遅い上位のものの生長の方がさかんになる(図9,10)。各1次枝梗原基の基部から小突起が2列に対生して現れる。これが2次枝梗原基である(図11)。このとき1次枝梗の基部に苞毛がはえてくる。2次枝梗原基の発育が進むと分化の遅い上位のものの生長の方がさかんになる(図12)。最上位の2次枝梗の先端から穎花原基が分化する(図13,14)。

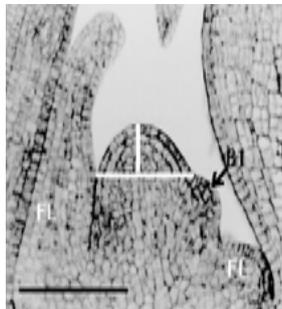


図5 穂首分化期(第1苞原基分化期)
右は縦断切片, b₁:第1苞原基, FL:止葉原基

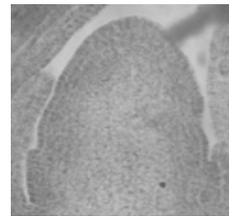


図7 苞原基増加期. b₁, b₂, b₃は苞を表す

図6 葉の分化

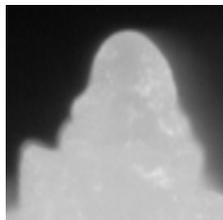


図8 1次枝梗原基分化初期

図10 1次枝梗原基分化後期
g:生長点

図9 1次枝梗原基分化中期
数字は1次枝梗の分化した順番

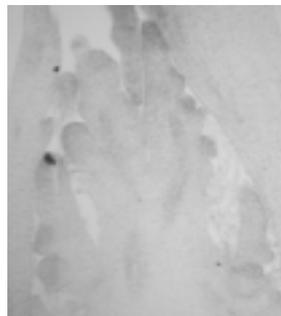


図11 2次枝梗原基分化初期
SB:2次枝梗原基



図12 2次枝梗原基分化後期

図13 穎花原基分化始期

図14 穎花原基分化期

4. 穎花の分化と発達

穎花の分化は幼穂の先端，すなわち最上位の 2 次枝梗の先端から始まり，基部に向かって進行していく．幼穂長が 2mm を越える頃（穎花分化中期），内穎の上部では外穎側に 2 つの鱗皮原基が分化し，さらにその上部に 2 段になって，各段に 3 つずつ突起（雄ずいの原基）ができる．6 個の雄ずいは中央の円球体を囲んで配置される（図 15）．穎花原基分化後期にはいると幼穂は 6mm を越し，1 次，2 次枝梗も大きく伸びて幼穂の幅も太くなる（図 17）．このころには幼穂の下部の 1 次枝梗や 2 次枝梗にも穎花原基が分化し，穂全体に穎花原基が分化し終わる．穂の最先端部の穎花原基がもっとも発達して外穎は完全に花器を包み内穎も外穎にふたをするように伸びる．雄ずい原基には葯部と花糸部が分化し，雄ずいもやや遅れて発達を始める（図 18）．完成した穎花の断面は図 19 のようになる．

図 15 穎花原基と縦断面図（右）

図 17 穎花原基



図 18 完成した穎花の断面構造



図 16 穎花原基分化後期

5. 穂の分化発達と茎葉の形状との関係

幼穂分化・発達は幾重にも葉に囲まれた内部で起こり、しかも微小なのでその観察は顕微鏡下でしかできない。それでも幼穂の発達は茎葉の外形の発達程度からかなり正確に推定できる（表1）。

表1 穂の発達過程と日数，外部形態，窒素施肥の効果との関係

発達過程	出穂前日数	幼穂長(cm)	外形	窒素施肥の主な効果
苞原基分化開始（穂の分化）	30日	0.02	止葉より下3枚 目の葉抽出始め	1次枝梗，2次枝梗の 分化を促進
1次枝梗原基分化開始	28	0.04		1次枝梗，2次枝梗の 分化を促進
2次枝梗原基分化開始	26	0.1		2次枝梗の分化を促 進
穎花原基分化開始	24	0.15	2枚目の葉抽出	
雄ずい・雌ずい原基分化開始	20	0.2		穎花の退化を減らす
花粉母細胞分化	18	0.8-1.5	止葉抽出	穎花の退化を減らす
減数分裂期	12	8		穎花の退化を減らす
花粉内容充実	6	19.5	穂ばらみ始め	葉の老化を抑える
胚嚢8核期	4	20.5		葉の老化を抑える
花器内部形態完成	2-1	22		葉の老化を抑える
開花	0	22	出穂	葉の老化を抑える

出穂前日数

品種，地域，栽培法が同じなら出穂日も毎年ほぼ一定なので出穂前日数の目安をつけられる。

出葉数

幼穂の分化は止葉から下3枚目の葉の抽出はじめとほぼ一致する。主稈に出る葉の数は品種と栽培時期によってほぼ決まっているので幼穂の分化程度が推定できる。

幼穂長

幼穂が1mm以上になれば虫眼鏡で観察できる。幼穂長が1mmで毛が密集して生えていれば2次枝梗が分化しており（この時期を幼穂形成期ともいい、穂肥を与える目安とする）、1mmから2mmで幼穂がすっかり白い毛でおおわれているなら穎花の分化が始まっている。

葉耳間長

葉耳間長とは図19のように止葉の葉耳とその直下の葉の葉耳との間隔である。止葉の葉耳が下の葉の葉鞘から抽出している場合を+とし、止葉の葉耳がまだ抽出していないものを-とする。葉耳間長は幼穂の発育段階の中でもっとも環境に敏感な減数分裂期をイネの外観から知るもっとも簡便な指標である。減数分裂は葉耳間長-10cmの頃から始まり、0の時に最盛期になり、葉耳間長+10cmの頃に終わる。

図19 葉耳間長の測り方

6. 幼穂の発達と栽培・環境条件

幼穂の発達状況によって穂肥の効果が異なる。イネの穎花の分化数は2次枝梗が分化するとほぼ決まるため穎花を積極的に分化させるためには2次枝梗が分化するまでに施肥する必要がある。一方、イネでは分化した穎花の一部は退化し、特に減数分裂期の環境条件が悪いと退化は著しく増える。減数分裂期の穎花退化を防止するためには出穂25-15日前（減数分裂期の約10日前、幼穂長1-10mm）に施肥する。穎花分化後の花粉形成時に低温、高温、干ばつなどで花粉が不稔になることもある。

7. イネの出穂・開花

出穂約18日前に止葉が抽出し始め、穂は急速に生長し、節間の伸長につれて止葉の葉鞘中を上昇する。出穂6日前には止葉葉鞘は太くふくらんでくる。それは穂が包まれている証拠である。このころを穂ばらみ期という。上から2番目の節間の伸長は出穂2-1日前に完了する。最上位の節間は急速に伸長して穂を押し上げ、穂は止葉の葉鞘から抽出する。穂の抽出を出穂という。一般に穂の抽出はジャポニカイネではすみやかで完全であり、インディカイネでは遅くかつ不完全なものもある。低温は穂の抽出を悪くする。1個体の中ではふつう若干の分けつが主稈よりも早く出穂する。出穂日は個体内で異なるだけでなく、同じ圃場でも個体間でも異なる。1つの圃場のすべての個体が出穂を完了するにはふつう10-14日を要する。穂の50%が出穂した時を出穂日とする。

イネの開花には約1-2.5時間かかる。開穎始めには外穎と内穎の長短部分が開き、花糸が伸びて葯がその間から突き出てくる。穎花がさらに広く開くにつれて柱頭の長短が見える。花糸はさらに伸びて葯を外穎と内穎の外に持ち出す。穎花はその後、葯を外に残して閉じる（図20, 21）。葯の裂開はふつう外穎と内穎が開く直前か開くと同時に起こる。ついで多くの花粉が柱頭上に落ち、自家受粉する。葯が穎花の外に出ると花粉が風によって飛ぶ。風媒による他家受粉はふつう1%以下である。

穂の抽出と同時に穂の上位枝梗の穎花が開花する。1つの穂において出穂と開花は同時に始まる。コムギでは出穂後1週間ぐらいで開花が始まる。1つの穂の穎花の大部分は5日以内に開花する。

自家受粉した花粉は直ちに柱頭上で発芽し、柱頭内に深く花粉管を伸ばし、30分後に胚嚢に達する（図22）。そこで重複受精する。受粉から受精まで4-5時間かかる。17℃以下の低温では花粉管の伸長が妨げられ、花粉は受精できなくなり、不稔穂が多くなる（障害型冷害）。

図20 イネの開花（開穎）の順序（a-d）

図21 イネの花の構造と開花までの順序

- a: 開花直前。鱗皮が膨れ始める。
- b: 開花始め。花糸が伸び始めると同時にすでに受粉している。
- c: 開花盛期。穎の外へ葯が出る。開花ははじめから約20分後。

図22 花粉管の伸び方