

USB顕微鏡を用いたイネ観察マニュアル

岡 正明*

Manual for Scientific Observation of Rice Organs
by means of USB Microscope.

Masaaki OKA

要旨：環境学習として、多くの小中学校でイネの栽培が実践されている。栽培しているイネを観察する際、その生長段階における各器官の形態に注目することは重要であり、教材植物としてのイネの特徴を理解するのに役立つ。本研究では、パソコンと接続することにより屋外でも使用可能なUSB顕微鏡を用いて、イネ観察のポイントを示したマニュアルを作成した。また、観察項目と小中学校・各教科との対応も示した。

キーワード：イネ、観察、栽培学習、USB顕微鏡、マニュアル

1. はじめに

イネの栽培学習は、環境教育と関連づけて、多くの小中学校で実践されている。農家水田を借用した栽培、校庭の小規模水田やプール水田での栽培、一斗缶・バケツ・ペットボトルなどを用いた栽培など、各学校の状況に合わせ、様々な形態でのイネ栽培が行われている。小学校理科・社会などの教科の一部として行われている場合もあるが、「総合的学習の時間」の中で行われていることが多く、文部省の書籍（文部省，1999）でも多くの実践事例が紹介されている。

私たちの研究室では、より有効なイネ栽培学習を目指し、いくつかの報告を行ってきた。多くのイネ品種を並べて栽培することにより生徒がより詳細にイネ観察ができるようになること（岡，2002）、普及品種と最新のイネ品種との比較によりイネ収量性に関する形質が理解できること（岡・今野，2000、岡，2001）、などを示した。また、江戸時代以降のイネ品種の植物体画像データベースを作成し、イネ植物形の歴史的変遷を理解する教材として提案した（岡，2005a）。環境学習と直接関係する研究としては、宮城教育大学実験水田において減農薬栽培を実践し、その状況と教育的意義について議論した（岡，2005b）。

学校現場でイネの栽培教育を行う際、栽培計画や観察において、いくつかのポイントがある。どのような品種を栽培するかを選択、また種子・苗・各生育段階における観察の要点を押さえ、効率的な植物観察を行うことが重要である。イネの観察学習の参考になるものとしては、JAがバケツ稲栽培用に配布している「バケツ稲づくりマニュアル」など、多数が発行されている。本研究では、携帯型のUSB顕微鏡（図1）を用いて、イネの形態を観察するための観察マニュアルを作成した。イネの種子・発芽・葉・茎・穂などを詳細に観察することにより、イネの形態的特徴や生理的特徴を理解することができる。なお、小中学校・理科や小学校・生活、中学校・技術家庭（栽培）などの教育資料としても利用できるよう、観察項目毎に各教科内容との対応を示した。

2. 観察マニュアルの作成

図2が、作成したイネ観察マニュアルである。以下、各ページの内容を示す。なお、イネ各器官の解説については、星川（1975a、1975b）、高橋（1982）の書籍を参考とした。

表紙（図2A）

*宮城教育大学教育学部技術教育講座

本マニュアルの使用目的を示した。

携帯型顕微鏡の使い方 (図 2B)

本マニュアルでは、多くの観察に携帯型の USB 顕微鏡を用いている。ノートパソコンに USB 接続することにより、水田など屋外での観察も可能な機器である。付属のレンズは 50 倍固定であるが (他の倍率のレンズはオプション)、イネ各器官の観察に適当な倍率である。取得した画像は付属ソフトウェアでハードディスクに記録することができ、また動画の取得・保存も可能である。教室内では、顕微鏡画像・映像を液晶プロジェクタでスクリーンにリアルタイム表示させることもできる。このページでは、付属ソフトウェアのインストールなど、基本的な操作法を示している。

栽培するイネの選び方 (図 2C)

本ページでは、イネ栽培学習における品種選択の重要性を示した。イネには多くの品種が存在し、日本だけでも 1000 以上の品種があり、国際イネ研究所のジーンバンクには野生種も含めて数万品種・系統の種子が保存されている。学校でイネの栽培学習を行う場合、学習目的に合致し、かつ生徒の興味をより引き出すイネ品種の選び方が重要である。古い時代の品種を用いたイネ栽培の歴史の学習、外国の特徴あるイネ品種を用いた異文化理解学習なども可能であるし、玄米表皮に紫・黒・緑などの色がついた有色米も生徒の興

味を引くであろう。ただし、外国品種の中には、出穂性などの問題で日本での栽培が困難なものもあるので、品種選択にあたっては各品種の栽培特性を確認することが不可欠である。

様々なイネ品種 (図 2D)

このページでも、前ページと同様、イネ品種の多様性を示した。宮城県の代表品種“ひとめぼれ”と、特徴的な形態を有する国内外 5 品種についてバケツで栽培し、出穂前の植物体と穂の画像を示した。“朝紫”は日本で最近育種された有色米品種、“Blue belle”はアメリカの長粒品種、“帽子頭”は東南アジアの長粒品種、“みつひかり 2005”は日本で育成された超多収ハイブリッドライス、“オオチカラ”は日本の大粒品種である。

イネ種子の特徴 (図 2E)

イネの種子の形態的特徴を示した。イネの籾殻が外穎・内穎の 2 枚からなっていること、籾の表面に剛毛が生えていること (無毛の品種もある)、籾の先には芒と呼ばれる突起がついていること、芒の役割などを解説した。これらの事項は、「小学校・生活・育ててみよう」や「小学校 3 年・理科・植物のたね」などの単元に対応している。

イネ種子の発芽 (図 2F)

籾に水・温度 (30℃前後が適) を与えると、3 日～5 日程度で発芽する。このページには、籾から幼根・幼芽が出始めた画像を示した。また、胚乳と芽・根との関係をより明確に認識させるために、籾殻を取り除いた画像も加えた。生徒に胚乳種子と無胚乳種子の発芽の違いを認識させる学習に、有用であると思われる。「小学校 5 年・理科・植物の発芽と生長」の単元に対応している。

イネの葉の構造 (図 2G)

イネの葉の形態的特徴を示した。イネは单子葉類であり、生徒が観察することの多い双子葉植物とは異なる葉脈である。USB 顕微鏡を用いることにより、平行に並んだ大維管束・小維管束を観察することができる。「中学校・理科・植物の体のしくみ」での導管・師管の説明にも、関連づけることができる。

葉舌と葉耳 (図 2H)

同じイネ科の水田雑草：タイヌビエには見られない



図 1. USB 顕微鏡の外観

イネ観察マニュアル A

2007年版



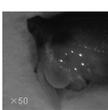
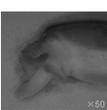

この冊子は、携帯型顕微鏡を用いたイネ観察のポイントを示したものです。生育段階毎の観察点を、小・中学校の教科内容と対応させて載せています。学校教材として栽培した水田イネや、パケツ稲を観察する際、お使い下さい。




「環境教育による教科横断型カリキュラム開発配信事業」
製作：宮城教育大学・教育学部・同研究室
mailto:staff@nyshyuu.ac.jp

イネ種子の発芽 F

初を30℃程度の温水に浸けておくと、3～5日で初殻を突き破り、幼い芽・根が出てきます(左図)。このとき初殻を取り除くと、芽・根が胚の部分から伸びていることが確認できます(中図)。初を土に播くのはこの時期(ハトムネ期)です。初を光にあてておくと、幼芽が伸び葉となる様子が観察できます(右図)。


教科内容との対応： 小3理科・植物の発芽と生長

携帯型顕微鏡の使い方 B

本マニュアルでは、イネの観察に携帯型顕微鏡を使用しました。

USB Microscope M2
(Sclar Corporation, USA)
この装置(右図)は、撮影した画像をパソコン画面上で見ることができ、HDDに保存することもできます。レンズ交換により、50倍・100倍の画像が得られます。また、LEDライトからライトが内蔵されており、被写体に光を照射しながら撮影することもできます。

<使用方法>
①観察に適する倍率のレンズを装着して下さい。
②パソコンのUSBに接続し、ソフトウェアを立ち上げて下さい。
③フォーカス・ライトを調整し、観察を始め下さい。





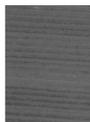
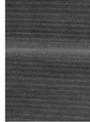


イネの葉の構造 G

イネの葉は、茎に巻き付いている葉鞘と、茎から外側に伸びた葉身からなっています。

葉身(いわゆる葉の部分)の上には、たくさんの葉脈が観察できます。太い葉脈(大維管束)の間に数本の細い葉脈(小維管束)があります(上図)。それぞれの維管束には、導管・篩管が通っています。

葉身の中央には、最も太い中肋があります(下図)。中肋は内部に通気腔を持つ、特に堅い筋です。

教科内容との対応： 小3理科・植物のはたらき、中学理科・植物のからだのしくみ

栽培するイネの選び方 C

イネにはたくさんの品種があります。初の色も様々です。玄米に紫・赤・黄・緑などの色がついているものもあります(右図)。また、種を播いてから収穫できるまでの期間にも違いがあります。小・中学校でイネを栽培する場合、自分の県で多く作付けされている品種を用いると失敗が少ないです。古代米、有色米、外国米などを用いる場合は、その地域で生育可能かどうか(特に出穂期)を確認してから栽培を始めましょう。




教科内容との対応： 中学理科・植物の種類、中学技術・作物の品種改良

葉舌と葉耳 H

葉鞘と葉身の境目には、葉舌(左図)と葉耳(右図)があります。葉舌は葉鞘に雨水が入らないよう、葉耳は茎から葉身が離れないよう、備わっていると考えられています。(奥川博樹著「イネの生長」)

水田雑草のタイヌビエにはこれらがありませんので、イネと見分けられる際に役立ちます。




教科内容との対応： 総合的学習

様々なイネ品種 D






みつひかり2005






朝紫 Blue belle 帽子頭 オオチカラ

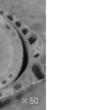
イネの茎の構造 I

イネ科植物の茎を、稈と呼びます。節(上図)と節間からなり、まわりを何枚かの葉鞘で囲まれています(下図)。節間は中空のパイプ構造で、周囲の厚膜組織には、維管束が通っています。

7月上旬までは節間は短く草丈も低いです。7月中旬以降は出穂に向けてイネの茎が急速に伸びます。この時期を節間伸長期と呼びます。(特刊「夏秋穂穂期(稲の生長)」)







教科内容との対応： 中学理科・植物のからだのしくみ

イネの種子の特徴 E

穂に付く初が、イネの種子です。胚と胚乳がある玄米が、初殻(外穎・内穎)で守られています(右上図)。

品種によっては初先端に尖った芒があり、また初殻に剛毛(の毛)が生えているものもあります(右下図)。芒や剛毛は、初が地面に落ち発芽する際に芽や根が伸びやすいよう、種子の方向を整えるのに関係していると考えられています。(奥川博樹著「イネの生物学」)







教科内容との対応： 小学生生活・そだててみよう、小3理科・植物の種

茎の中の幼穂 J

出穂の3週間程度前から、茎の縦断面(上図)や横断面(下左図)に、幼い穂を確認することができます。茎から丁寧に幼穂を取り出すと、穂原基の発達過程を観察できます(下右図)。

低温により幼穂の発達が遅くなると、冷害(障害型冷害)となります。







教科内容との対応： 総合的学習、小3理科・花や実をしらべよう

図2. イネ観察マニュアル (1)

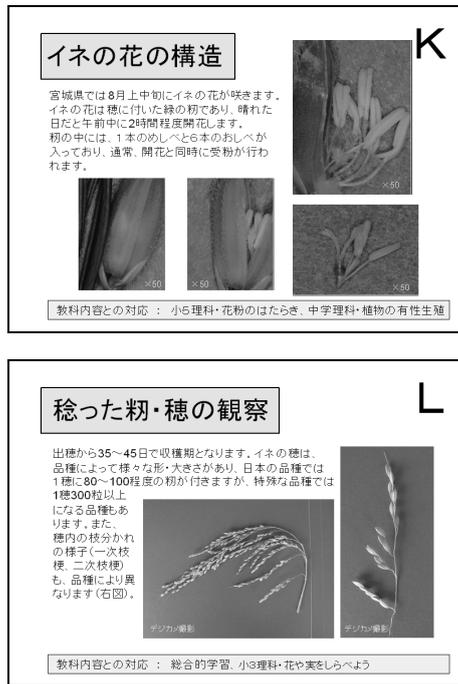


図2. イネ観察マニュアル (2)

特徴ある器官が、葉鞘と葉身の間に葉舌と葉耳である。葉舌は葉鞘に雨水が入らないよう、葉耳は茎から葉身が離れないよう、備わっていると考えられている (星川, 1975a)。

イネの茎の構造 (図 2I)

多くのイネ科植物の茎は、内部が中空になった“稈”と呼ばれる形状を示す。茎の縦断面・横断面の画像を示すことにより、稈の構造と、節や葉鞘の形態的特徴を認識させることができる。また、イネの栄養生長期間は、分けつ期 (稈の数は増加するが伸長はほとんどしない時期) とそれに続く節間伸長期 (稈の増加はストップし、節間が伸長して草丈が高くなる時期) に分かれており、これらについての解説も加えた。

茎の中の幼穂 (図 2J)

出穂約 30 日前に、稈の中で幼穂が形成される。幼穂が肉眼で観察できるのは出穂前 2 週間前後からであるが、USB 顕微鏡を使えば、それ以前からの観察が可能である。稈の縦断面を作成すると、最上位節に付く幼穂の形成過程を見ることができる。幼穂形成期の低温による障害型冷害 (花粉形成不全による不稔) についての説明にも、この画像は有用である。

イネの花の構造 (図 2K)

イネの花が、籾 (穎花) であることを知らない生徒

が多い。USB 顕微鏡を用いて、開花前の籾内部にある 1 本の雌しべと 6 本の雄しべを観察することにより、イネの花が籾であることを強く印象づけることができる。また、雌しべの先端 (柱頭) の形状や、開花前後の雄しべの変化などの観察もできる。このページは、「小学校 5 年・理科・花粉の働き」や「中学校・理科・植物の有性生殖」の単元に対応している。

稔った籾・穂の観察 (図 2L)

多くのイネ品種では、出穂から 35 日～45 日で収穫適期となる。受精後の胚乳は、最初縦方向に伸長し、籾の頂部に到達した後に横幅を広げる。この籾中の胚乳発達過程の観察にも、USB 顕微鏡は有用である。稔った穂全体の形状については、その大きさから肉眼観察となるが、品種の稔実歩合に深く関係する穂の枝分かれ構造 (一次枝梗・二次枝梗) も、小学校高学年以上では重要な観察項目となる。

3. イネ観察マニュアルを用いた実践

作成したイネ観察マニュアルを、これまでに、いくつかの講習会で活用してきた。

宮城県迫桜高校での特別授業「冬期湛水不耕起水田」では、本研究のイネ観察マニュアルを用いてイネの生育段階の説明を行い、また“茎の中の幼穂” (図 2J) のページを示しながら、実際に茎を分解して形成初期の幼穂の観察を行った。

この他、現職教師向け講座「バケツ稲講習会」 (2007 年 5 月) や、環境活動関連の講習会「杜々かんきょうレスキュー隊・環境学習プログラム作成・実践講座 2007」 (FEEL Sendai 主催) でも、イネ観察マニュアルと USB 顕微鏡による植物観察法について紹介した。また、児童向けの体験学習では、「夏のいぐねの学校」 (仙台いぐね研究会他・共催) の 7 月末学習会で幼穂の観察を行う際、該当ページを用いて説明を行った。

4. 考察

イネは、日本人にとって古くから主食である親しみ深い作物である。また、栽培が比較的簡単で、様々な栽培方法が可能であることから、多くの小中学校でイネ栽培が行われている。イネの栽培体験は、栽培技術

の習得や食の重要性を認識する教育として、また植物の生長段階を理解する学習としても有意義であるが、環境に負荷をかけない栽培技術を用いることにより、環境教育としても成立する。例えば、除草剤を使用せずに手で雑草を抜く、害虫を物理的に駆除する、病気が発生しにくいよう栽植間隔を広げるなどの手法で、化学農薬の使用量を減らすことができる。また、堆肥などの有機質肥料を施用すれば、化学肥料の散布量を減らすことができる。学校でイネ栽培を行う際にこのような技術を採用し、その効果を十分に説明することで、生徒の環境に対する意識を高めることができる。本マニュアルでは省農薬や無化学肥料によるイネ栽培について言及していないが、イネを観察するポイントを示すことで、生徒のイネに対する理解を深め、興味を引き出すことになり、ひいてはイネ栽培を取り巻く環境の重要性を意識することになると考える。無論、観察マニュアルを眺めるだけでは学習効果は低く、生育しているイネに実際に触れて観察することが不可欠である。

本観察マニュアルは、小学校高学年から中学生が理解できるレベルの記述とし、総合的学習の時間などで教師がイネ栽培学習を進める際の手引き書としても使えるものを目指した。一方、小学校中学年以下の生徒

には、難しい内容も含まれると思われる。小学校中低学年でイネ栽培を行っている学校もあり、生徒の自主観察の助けになる参考書も望まれる。自分の指でイネの茎を分解して幼穂を取り出したり、穎花から外穎を外して雄しべ・雌しべを観察することは、その年齢の生徒にも可能であろう。今後、本観察マニュアルを画像のままに、小学校低学年でも理解できる文章に換えたバージョンを作成する予定である。

本観察マニュアルでは、多くの観察でUSB顕微鏡を用いた。前述のように、この装置は、屋外での多様な生物観察が可能で、教室内では画像リアルタイム映像を生徒と共有できる。イネ観察に限らず、多様な場面で活用できる教具である。私自身も植物器官の観察などの授業で活用してきたが、特に小学校のミミズ堆肥に関する授業を行った際、ミミズの動き回る様子を教室のプロジェクタに投影した時に、多くの生徒がミミズの口や体の動き(図3)に強い関心を示し(岡他, 2006)、授業への生徒の集中力が高まったと思われる。

本研究で作成したイネ観察マニュアルについて、今後は、小学校中低学年の生徒でも利用できるように、発達段階にあわせた数種のバージョンの作成を目指している。また、多くの方に使っていただけるよう、近日中に、Web上での公開を行う予定である。

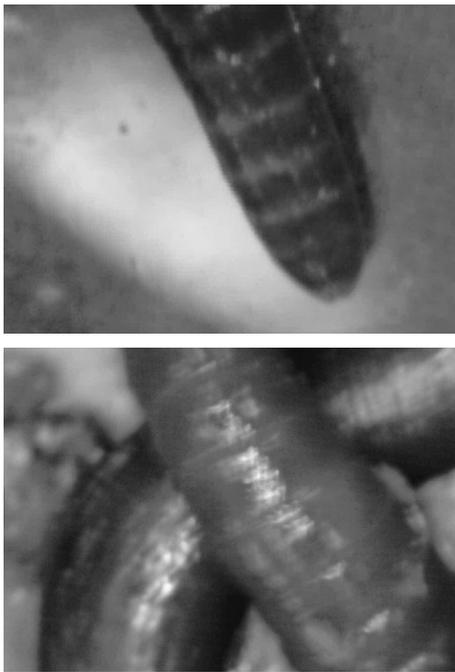


図3. USB顕微鏡によるミミズの観察

5. 謝辞

本研究は、「環境教育による教科横断型カリキュラム開発配信事業」プロジェクト研究の一部として行った。また、この事業のもとに活動している宮城教育大学・環境教育ライブラリー「えるふえ」として、USB顕微鏡の貸し出しと、イネ観察マニュアルの配布を行っている。

6. 引用文献

- 星川清親 1975a 解剖図説・イネの生長 農文協 東京
 星川清親 1975b 新編・食用作物 養賢堂 東京
 文部省 1999 特色ある教育活動の展開のための実践事例集—「総合的な学習の時間」の学習活動の展開— 教育出版株式会社 東京

- 岡 正明 2001 国際イネ研究所で育成された新草型イネ (NPT) の特徴 宮城教育大学紀要 36 : 135-145.
- 岡 正明 2002 多様な品種を用いた栽培学習の効果—イネ、ヒマワリ、サツマイモ— 宮城教育大学環境教育研究紀要 4 : 59-64.
- 岡 正明 2005a 草姿の特徴で検索できるイネ植物体画像データベース 日作東北支部報 48 : 15-16.
- 岡 正明 2005b 学校水田における減農薬イネ栽培と2003年冷害被害 宮城教育大学技術科研究報告 7 : 44-50.
- 岡 正明他 2006 花壇学習におけるいくつかの工夫と実践 日本農業教育学会誌 37 (別) : 109-112.
- 岡 正明・今野智道 2000 多収イネ品種と比較したハイブリッドライス“MH2005”の特徴 日作東北支部報 43 : 41-43.
- 高橋成人 1982 イネの生物学 大月書店 東京