

イネと高師小僧

(1) イネ科

イネ科にはイネをはじめ、オオムギ、コムギ、トウモロコシなどの穀物や、アシ、ササ、タケ、シバ、ススキやエノコログサなどの多くの雑草があります。イネ（アジアイネ）には耐冷性の高いジャポニカ種と耐冷性の低いインディカ種の2つの系統のほか、これらの交雑による多くの品種があります（表1）。

イネ科の特徴には次のようなものがあります。

①多くの節を持つ管状の稈（樹木の幹に相当：形成層がなく太くならない）が多く枝分かれをして、節ごとに1枚の細長い厚さの薄い葉をつけます。葉は葉鞘と葉身からなります。

②根はひげ根で、支根と根毛を持ちます。地上部の節の周囲からも形成される根があります。

③花は目立ちませんが多くの花をつける特徴があります。1個の花がたくさんの種子をつくると、1個あたりの種子の大きさは小さくなり、胚乳に蓄える発芽の時に必要な養分の量は少なくなってしまう。多くの花をつけることによって、個々の花の胚乳に十分な養分を蓄えることができます。たくさんの花を集合させたものを小穂と呼び、それがたくさん集まったものが穂です。穂は稈の一番上の節の間に付きます。6本の雄しべの柱頭には2個の花粉をためた葯が付きます。雌しべは1個の胚珠（種子になる部分）を含んでいます。④そのほかには、茎の断面は円形、葉は線形で長く平行脈、風媒花、雌しべ柱頭はひげまたはブラシ状になっているなどの特徴があります。

(2) 玄米と白米

米の籾殻の内側には糠層があります。糠層は外側から、黒褐色の固



図1 イネ(URL1)

	ジャポニカ(日本型)	ジャバニカ(ジャワ型)	インディカ(インド型)
草丈	低	高	高
分けつ	多 (穂数10~20本)	少	多
粒形 (白米) (玄米)	短粒 (粒長/粒幅)<2.0* (粒長/粒幅)<2.1	中粒 2.0≤(粒長/粒幅)<3.0 2.1≤(粒長/粒幅)<3.1	長粒 3.0≤(粒長/粒幅) 3.1≤(粒長/粒幅)
飯	日本・朝鮮半島・中国東北部などで主に作られている、丸いかたちのお米です。たくとねばりとツヤが出ます。	ジャワやイタリアで主に作られている、やや丸いかたちのお米で、大つぶなのが特ちょうです。味はあっさりしてねばりがあります。	中国の中南部・タイ・ベトナム・インド・アメリカなどで主に作られている、長細いかたちのお米です。炊くとバサバサした感じになります。
気候適性	温帯の低温地域	南洋地域	温帯南部 熱帯

※食糧庁「着換手帖(農産物規格規程(抄))

表1 アジアイネの特徴 (URL2)

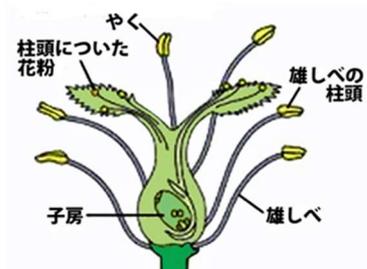


図2 イネの花 (URL1を改)

い果皮、薄いフィルム状の種皮、糊粉層からできています。果皮は果実を包む部分で、雌しべの子房の壁が変化してできます。内果皮・中果皮・外果皮の三つの部分から成ります。種皮は種子を包む皮で、胚珠の珠皮が発達してできたもので、種子の中の胚を保護しています。その内側には米油やミネラルを多く蓄える糊粉層があります。胚乳 (albumen) は発芽のための栄養分を貯蔵している部分です。米粒の下端に成長して芽となる胚芽があります。玄米は、稲の実 (米) からもみ殻だけを取り除いた状態のもので、白米はさらに糠、胚芽を取り除いたものです。糠層にある果皮

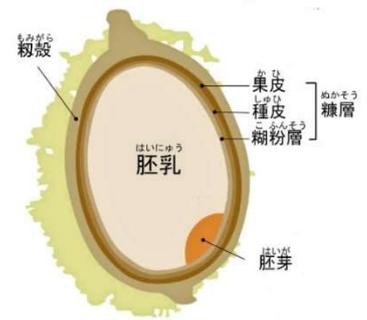


図3 米の構造 (URL3を改)

や種皮は、胚芽や、胚乳の中のデンプンなどを守り、生育条件が整うまで吸水して発芽しないよう、防水性の高い層になっています。この水をはじきやすい部分が残っているため、玄米は水を吸いにくく、炊きあがりかふっくらしにくいのです。この層が「食べにくく消化が悪い」「炊飯が手間」といった原因になります。糠層や胚芽を削って精米すると米ぬかが出ます。江戸時代



図4 玄米 (七分づき?)



図5 白米

に玄米食から白米食に切り替わったといわれますが、その時、大量の米ぬかでため、その利用のためぬか漬けが始まったようです。脚気対策のためもあって広まったそうです。米のおもに食べる部分はでんぷんで、分子構造の違いからアミロースとアミロペクチンに分けられます。アミロースの含量が少ないお米は加熱時にやわらかくモチモチした食感になり、アミロース含量が多いとパサパサした食感になります。日本人は、アミロースの少ないお米を「美味しい」と感じるようで、ジャポニカ米は含有量の少ない品種です。アミロース含量が0%の品種は、もち米と呼ばれています。

(3) イネはなぜ水の中でも育つか

植物の根は水に浸ると腐ってしまいます。その理由として、水中には酸素が少ないため根が酸素欠乏になること、水田など水を多く含みかつ酸素の少ない土壌では、二価鉄イオン (Fe^{2+}) や硫化水素や毒性のある物質が生じやすく、それに根が侵されてしまうことが考えられます。それに対してイネは茎葉から根への通気組織 (図6の*部) がよく発達しており、大気中の酸素が植物体内を通して根へと送られやすいため、根が酸素欠乏になりにくい性質を持っています。通気組織の形成にはオーキシンという植物ホルモンが関わっています。イネは根から酸素を分泌する (図7) ことで、根の周辺を酸化させる性質を持つこ

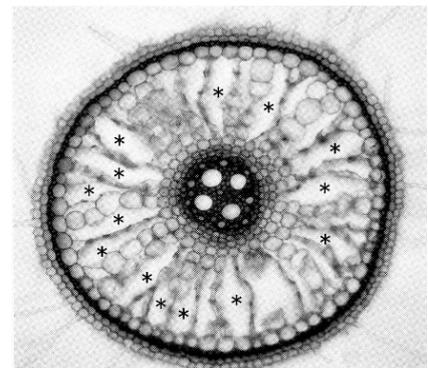


図6 イネの根の通気組織
森田 (2024) に*を加筆

とが知られていて、この性質により、水田ではイネの根の周辺で有害な二価鉄イオンが酸化されて毒性の小さい酸化鉄を生じ、これが根の表面に被膜を作って毒性物質から根を守る役割を果たすと考えられています。タケ、ササ類、イネ、ムギなどイネ科の植物は中空茎をもつものがたくさんあります。中空茎は成熟がすすむにつれて髄組織が崩壊して中空になります。これが酸素を送るパイプです。

また、水を溜めることで連作障害をなくし、同じ作物を毎年栽培し続けることができます。水から不足しがちな微量元素を補給でき、逆に、過剰な成分は水が流し出してくれます。水が溜まることによって、土の中は酸欠状態になり、有害な微生物や線虫などの生物が死滅します。

(4) プラントオパール

植物は根から水に溶けたミネラル（無機物質）を吸収し、茎や葉に送ります。糠層や葉の表皮細胞にはケイ酸が多く蓄積し、葉などの強度を高めています。葉が枯れて腐植になった後でも、ケイ酸は分解されにくいいためプラントオパール（植物がつくる含水ケイ酸鉱物）として残ります。遺跡からプラントオパールが見つかる^{すいとう}と、そこでは^{すいとう}水を栽培していた可能性があります。

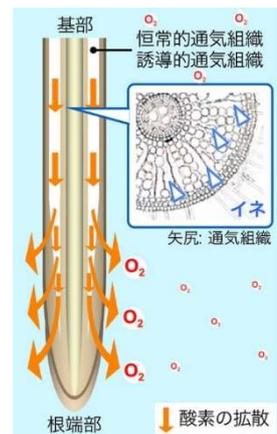


図7 根から酸素の放出 (URL4)

(5) 高師小僧^{たかしこぞう}

イネのように湿地帯（過湿土壤）で生育していた植物に関係があるものに高師小僧があります（図9～図12）。高師小僧は、地層中で地下水中の鉄分が、シルトや粘土中の植物の根などの周りに集まった管状・樹枝状の褐鉄鉱（水酸化鉄）を主体とする塊です。根が腐って無くなった痕と思われる空洞が管状の高師小僧の中央に開いています、高師小僧は、日

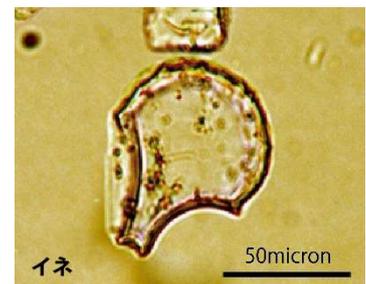


図8 プラントオパール(URL5)

本各地で見られますが、名前の由来は豊橋市高師原の渥美層群から産するものから名づけられました。愛知周辺では豊橋市以外にも古琵琶湖層群や東海層群猪高部層中などでも見られます。シルトなど比較的細粒の地層に多くみられることから、湿地帯のような安定した過湿土壤の環境で形成されたと想像されます。前述したように過湿土壤で生育するイネなどの植物は、通气組織によって根の先端まで酸素を運び、周囲に放出します。この酸素によって、根の周辺（根圏）にある（地下水中の）還元状態の二価の鉄 Fe^{2+} が酸化されて、三価の鉄 Fe^{3+} （褐鉄鉱：鉄さび）に変わり根の周囲を取り巻きます。生きているイネの根の周囲が茶褐色になっていることが知られています。根が酸化鉄で覆われると有害な硫化水素は根に入らず、根の表面に硫化鉄として沈殿します。高師小僧には大きなものも見られ、どのように成長していくのかという点ではいろいろな考えがあります。根の周りにできた Fe^{3+} が、再び還元されて Fe^{2+} に変化することが指摘され（Weiss et al.2005）、根を通して供給される酸素だけでは、現在見られるような Fe^{3+} の塊である大きな高師小僧は形成されにくいことがわかりました。そこで考え出されたのが、植物が枯死して空洞ができたあと、その空洞に上部から酸素（空気）か、酸素を含む地下水が流入して、酸化が継続、増大したという考えです（Yoshida et al.,2006, 吉田英一, 2007）。これによって還元状態のシルト層およびその中に含まれている二価鉄を三価に酸化させ、空隙の周辺に同心円状の酸化鉄層が形成されたと考えられています。この考えは、元となった植物が枯死した後に高師小僧が成長したというものです。高師小僧は垂直に近い状態で見つかるものが多く、形成にはさほど長期間が必要ないのかもしれませんが。産出層は白色のシルトが多いような印象があり、高師小僧を含む地層は比較的、酸化されていると考えられます。一方、名古屋周辺で見られる還元状態を示す矢田川層高針部層の青灰色シルト層からは、高師小僧は見られないのが不思議に感じています。



図9 高師小僧（豊橋市）



図10 高師小僧（知多市佐布里池）



図11 名古屋市守山区矢田川層猪高部層



図12 知多市佐布里池

参考引用文献

石川達夫, 1997, 鉄酸化物の生成と構造. *Zairyo-to-Kankyo*, 46 (7), 411-417

森田茂記, 2024, イネの根. 農山漁村文化協会.

Johanna V. Weiss,* David Emerson, and J. Patrick Megonigal, 2005, Rhizosphere Iron (III) Deposition and Reduction in a *Juncus effusus* L.-Dominated Wetland. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 69:1861-1870.

H. Dora Yoshida, K. Yamamoto, Y. Murakami, K. Matsuoka, 2006, Formation of biogenic iron-oxide nodules in reducing sediments as an analogue of near-field redox reaction products. *Physics and Chemistry of the Earth*, 31,593-599.

吉田英一, 2007, 高師小僧の形成メカニズム. とよはし高師小僧フェスタ報告書. 豊橋市自然史博物館.

URL1 : <https://shujakunisiki.her.jp/m-8.html>

URL2 :

<https://www.3284rice.com/fun/chishiki/quest1/#:~:text=%E3%81%8A%E7%B1%B3%E3%81%AF%E3%80%81%E6%A4%8D%E7%89%A9%E7%95%8C,%E3%81%8C%E7%9F%A5%E3%82%89%E3%82%8C%E3%81%A6%E3%81%84%E3%81%BE%E3%81%99%E3%80%82>

URL3 : <https://smartagri-jp.com/food/453>

URL4 : https://www.a.u-tokyo.ac.jp/topics/topics_20190924-1.html

URL5 : <https://www.miyazaki-u.ac.jp/agr/books/book-agrenv/post-56.html>