

タマネギの貯蔵葉に存在する気孔の 理科教育的意義

八 田 明 夫

(1991年10月5日 受理)

The significance for science education of the stomata on the
storage leaves of the onion, *Allium cepa* LINNAEUS

Akio HATTA

1. は じ め に

一般的に知られていない事実が公表されるためには、新たにその事実に気づくことと、それが一般的にも知られていないことがわかること、そしてそのことを広める意義が存在することが必要である。本論ではタマネギの食用部分に存在する気孔について記述し、その理科教育上の意義について述べる。

著者の長女が中学2年生の夏休みの自由研究で「タマネギが大きくなるのは細胞が太るから、それとも細胞の数が増すからか」をテーマに研究を行った。細胞の大きさを計るため、タマネギの食用部分を分解し、内側から外側までの表皮から数多くのプレパラートを作成した。その試料を観察していった所、外側2枚ぐらいの鱗葉には所々に不規則な細胞群が見られた(写真2-6)。形態からその細胞群を気孔と判断した。また、他の個体でも観察を行った所、やはり同様の気孔が散見され、タマネギの外側の鱗葉には気孔が存在することが、確かめられた。

化石を研究してきた筆者にとって、このタマネギの食用部における気孔の存在が、どの程度一般的に知られていることか判断できなかったが植物学の担当者から、このことはあまり知られていなく、興味あることとの見解を得た。そこで生物実験に取り入れようということになり、以来我が教育学部の生物実験で実行に移されている。

最近までは、本学部の生物科に広める程度のことで満足していたが、この事実をいくつかの他大学の生物担当の方に話したところ、やはりそれは一般的には知られていないことであるのご教示を与えられたのでここに記することとする。

2. タマネギの食用部が葉であることのこれまでの確認の方法

タマネギの食用部が根茎葉などの、どの部分であるかを学ぶ方法はいくつかあるが、川崎

(1973) によりの確にまとめられている。川崎 (1973) はよい例として、(1)多くの類似の単子葉植物について比較解剖学的研究をする、(2)継続観察によってやがて花柄がのびることを発見する、などをあげている。一方悪い例として、百科辞典的書物からタマネギの食べる所は葉であることを知識として学んだだけの場合を上げている。そして、この教材を単なる物知り問答をするためにではなく、長い年月の間に植物の形態が形成、固定されていった生物の歴史、進化をこの教材で考察させ、さらに学ぶ意欲をもたせることに使用すべきであろうとしている。結論を急がずに時間をかけて単純な観察を継続できる忍耐力を養い、物の本質に近づいたり、多くの類似物件の解剖学的データから統計的に、物の本質に近づくようこのタマネギの教材で指導すべきとしている。

他の理科教育関係の文献で生物分野の実験項目にタマネギの貯蔵葉に気孔が存在することをテーマに上げたものは現在までの所、確認できていない。

3. タマネギの食用部に存在する気孔

これまでの研究例でも比較解剖学的に調べることを述べているが、多くはタマネギを肉眼的に解剖観察していると考えられる。その点、本研究はタマネギの顕微鏡試料を作成し、細胞レベルで気孔の存在を確認する方法なのでより直接的な理解に結びつく学習形態であると言える。

タマネギの食用部は肥厚した貯蔵葉（鱗葉）であり、葉の特殊な変形の結果であるため葉としての機能の痕跡を残している。タマネギの外側から1～2枚の鱗葉をはぎ取り、鱗葉の外側（タマネギの外側）を試料として切取り染色して顕微鏡観察すると比較的容易に気孔を見つけ出すことができる。

タマネギの貯蔵葉の気孔は列状の分布をする傾向がある（写真1）。表皮細胞の列自体は、それほど規則的な列ではないが、その2～3列の幅の中に気孔が列状に点々と分布する。気孔の存在する割合は30～40列に1列程度の割合である。気孔が存在する列上の気孔の出現割合は、細胞6～7個目に1個の割合で比較的規則的に出現し、この規則性で3～4個点々と並び、しばらく途切れて15～20個目に再び規則的に出現する。気孔の分布の仕方に上記の様な傾向があるので、気孔を探すための試料の大きさはタマネギの横軸方向に少なくとも5 mm 以上必要であり、列状の分布を観察することを考慮すれば、1 cm 四方の試料が望ましい。この列状配列は8割（10枚の試料中8枚）にみられた。

葉は光合成を行い、呼吸をし、水分調節を行うために色々な組織を持っており、気孔もその一つである。タマネギの鱗葉に見られる気孔は、葉が地下に位置した段階からその本来の役割はなくなったものと考えられ、葉が肥厚して地下の貯蔵葉になっていらい、痕跡として残ったものと理解できる。したがって、タマネギの食用部である鱗葉に気孔が存在することは、それが葉に由来し、現在は肥厚した貯蔵器官として葉のなごりをとどめている証拠として考えることが可能となる。

八田：タマネギの貯蔵葉に存在する気孔の理科教育的意義

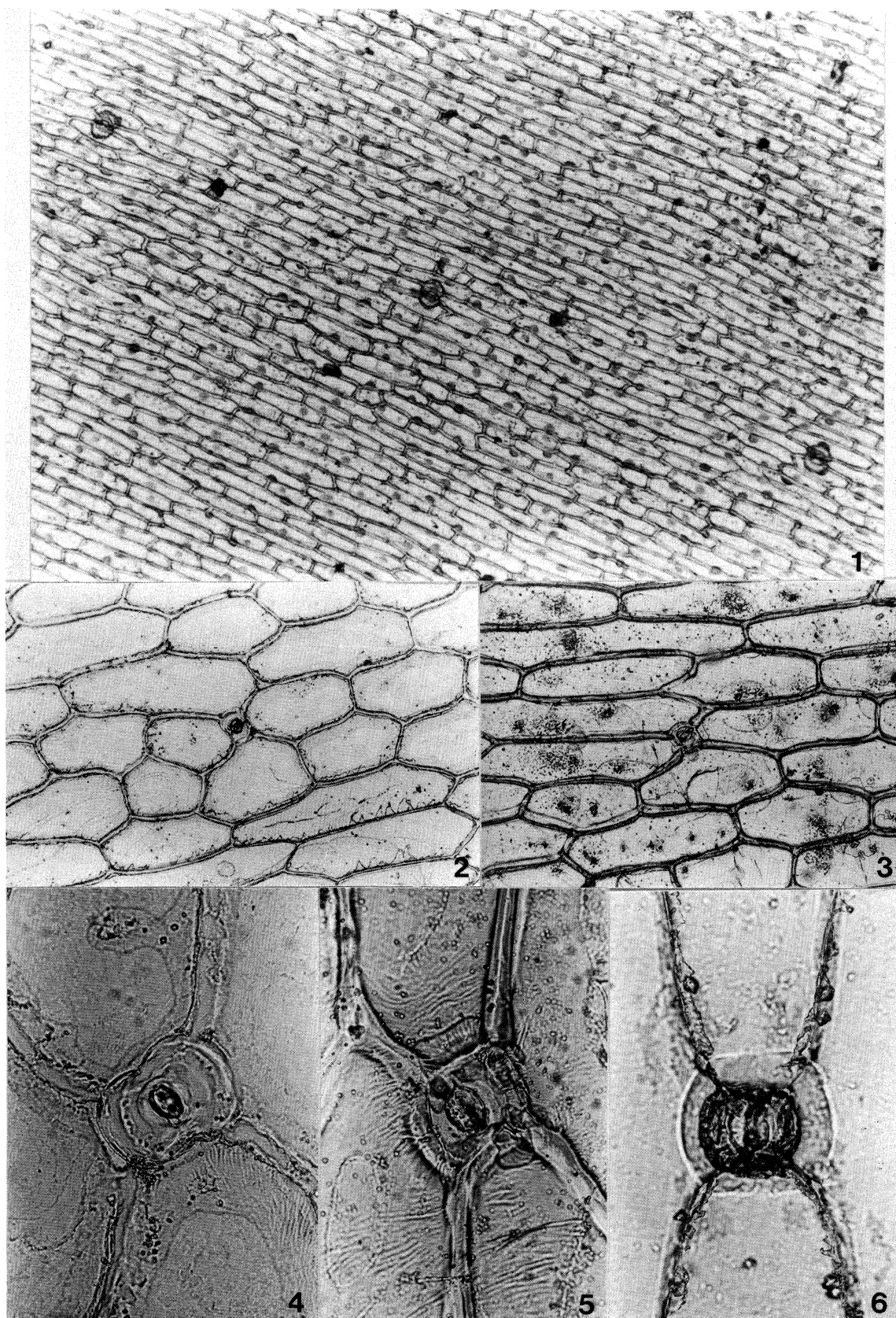


写真1. 列状の配列を示す3つの気孔 × 75
 写真2-3. 他の細胞の間に存在する気孔 × 100
 写真4-6. 気孔の拡大写真 × 400

4. 最近の植物分野の学習過程と本素材との関連

平成元年改訂の学習指導要領によれば、小学校3年で生物の体のつくりや成長のきまりについての見方や考え方を養う学習として、植物の体は根、茎、葉などからできていて、それらのつくりには種類によって特徴があることを学んでいる。4年では植物の運動・成長の環境とのかかわり、5年では植物の発芽、成長、結実について、6年では植物体内での水やデンプンなどの動きについて学習している（文部省、1989a）。

中学校1年では生物を科学的に調べる過程を通して規則性を発見したり自然現象に対する科学的な見方や考え方を養うために、実験観察から植物の生活と体のつくりについて学習する。具体的には植物の生活の場所の観察とともに、花の観察、葉の観察、根や茎の観察を行うことになっている（文部省、1989b）

小中学校を通じたこの様な学習計画から本素材の活用時期は中学校1年が適していると考えられる。小学校3年では植物の葉は根茎葉などができていることを模式的な素材で学ぶことが必要である。始めから特殊な例に深入りしない方が良い。中学校1年ではいろいろ植物の葉の観察を行い、その観察記録に基づいて、葉の基本的なつくりの特徴を見いだすとともに、それらを光合成や蒸発に関する実験結果と関連付けてとらえること、根や茎の観察を行い、その観察記録に基づいて根や茎の基本的なつくりの特徴を見いだすとともに、それらを根や茎の働きに関する実験結果と関連付けてとらえることを学習する。こうした学習の中で気孔の基本的な役割は水分調節とガス交換であることを学び地上に出ていなければその役割は果たせないのに、地下で肥大するタマネギの食用部に気孔が存在することを知ること、驚きと共に合理的な結論としてタマネギの食用部は葉に由来する器官であることを学ぶことが出来る。

5. タマネギの食用部が葉に由来することを学ぶ意義及び授業への提案

前述の様に小学校3年で植物の体は根、茎、葉などからなり、それらのつくりは種類によって違うことを学んでいる。こうした基礎的知識を基にタマネギの食用部も葉が特殊に変形した貯蔵葉であることを学ぶ意義は、基礎知識の量を増やすことだけではなく、葉の概念の応用的な広がりを意味し、葉の基本的な概念の習得につながることになる。

始めから結論が分かっていることを学ぶときほど学習の効果を上げないものはない。「このタマネギが葉であることを学ぶために気孔を探してみましょう」として実験を開始すべきではないと思う。細胞の観察のプロセスで偶然気づくように流れを考えるべきと思う。中学1年の植物の各部分の観察をテーマにして基本的なつくりの特徴を見いだす過程で教師の側がタマネギの外側も観察するように指導上の配慮をすれば十分に気づくことができる。その様な指導ではタマネギ

の細胞の特徴を観察する過程で気孔に気づき、次の様な思考の展開を期待できる。

- ①地下にあるタマネギの食用部になぜガス交換・水分調節に必要な気孔が存在するのか疑問を持つ。
- ②食用部分が根に由来するのであれば気孔が存在するはずはない。
- ③気孔が存在するのだから食用部は葉に由来すると考えられ、地下の貯蔵葉では、気孔本来の役割をはたせるはずはないから、この気孔は痕跡器官であろう。

以上の様な思考の展開は、自然の事象の中に問題を見出し、科学的に調べる過程を通して、自然現象を説明したりする方法を習得させる学習の例の一つと言える。

6. 貯蔵葉の気孔に気づきたいきさつと発見の偶然性

タマネギの気孔に気づきたいきさつは前述の通りであるが、この事実が知られていない理由は、次の様に考えられる。生物学担当の方によれば、一般にタマネギの細胞を顕微鏡で観察する場合、一枚の鱗葉の内側の表皮がはがれ易いのでよく使われているらしい。気孔が多く存在するのは一般的には葉の裏側である。タマネギの場合はどうであろうか。ネギ類の葉は筒状であり表・裏でなく、外側・内側である。タマネギの食用部はこの筒が球状になったものである。従ってタマネギの食用部の内側を見ることは、地上に出ている葉で考えると筒状の葉の内側を見ていることになる。こうした理由から内側のはがれ易い部分を観察する方法が確立されている生物実験では気孔が見いだされる機会が少なくなっていたと考えられる。

シャドソン (1983) は発見の偶然性について“まちがい”が発見の発動に役割を果たすこと、すなわち生産的なケアレスミステークの意義と、おもしろい結果を理解するには間違いを制御する必要があることの2点をまとめたマックス・デルブリュック「限度つきズサンの原則」を紹介している。今回の場合、細胞の染色などはきちんと行われたがタマネギの内側を使うべき所を“まちがって”外側を使ったために気孔に気付くことができたと考えられる。

謝 辞 筆者が理科教育研究の上で多くの示唆を頂いた京都大学生態学研究所の甲山隆司助教授、原稿を読んでご意見を頂いた鹿児島大学教育学部川窪伸光助教授、そしてタマネギの気孔に気づく機会を作ってくれた娘、有子に感謝の意を表する。

参 考 文 献

- ジャドソン, H. F. (1983): 科学と創造. 江沢洋監訳, 212pp., 培風館.
- 川崎次男 (1973): 茎と葉の違い. 嶋田治・根本和成編, 小学校中学校誤りやすい理科100題〈生地編〉, p. 26-28, 東洋館出版社.
- 文部省 (1989a): 小学校指導書, 理科編. 116pp., 教育出版.
- 文部省 (1989b): 中学校指導書, 理科編. 173pp., 学校図書.