

くりの木の不思議 III ～お母さんの木と子ども木～

秋田県横手市立金沢中学校 1年 渡部 京香

1. 動機

幼稚園から8年間くりの木の研究をしています。今年、中学校の2分野の理科の学習で、維管束、導管・師管、葉緑体、被子植物、種子植物など植物について小学校より詳しく学びました。その度に、くりの木でも確かめてみたいと思いました。そこで、これまで研究したことを深め、また、中学校で習ったことを生かせるような新たな研究に取り組むことにしました。

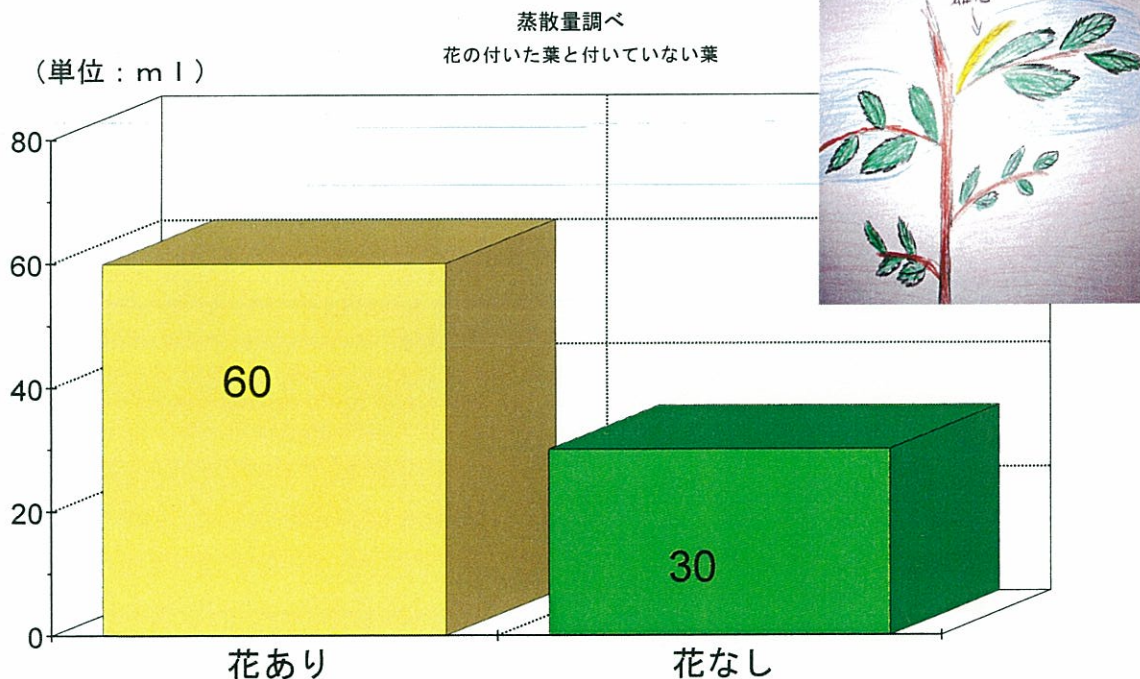
2. 研究のテーマと仮説

①くりの木の蒸散量について

小学校のときの研究で、枝の上中下部の葉の蒸散量に大きな違いがあることや花のある枝の葉が花のない枝の葉より蒸散量が多いことが分かっていました。確かに、同じ時期で比べると花の付いた枝がよく伸び、蒸散作用も活発ですが、花が落ちた後の蒸散量はどのようになるかは分かりませんでした。そこで、今年は、花の付いた時と付いていない時の違いを比べて調べることにしました。



(蒸散調べ中の葉)



(2007年 くりの木の不思議II「葉のはたらきの不思議」より)

仮説 1

葉の蒸散量は、開花時が一番多いのではないかと。

②くりの木の周囲に発生するドクベニタケについて

毎年くりの木の周りにきのこが発生します。去年、本で調べてドクベニタケであるようだと分かりました。また、菌根を形成することで、きのこは植物から光合成産物をもらい、その見返りに

① 土中から吸収した窒素・リン酸・カリウムをはじめとする無機塩類等を根に供給する。

② 根の水分吸収力を高める。

等の働きをすることも分かりました。

今年、ドクベニタケの菌糸を観察することにしました。きのこの菌根を直接観察することから始めたいと思います。ドクベニタケが、くりの木の根とつながっている様子を観察することで、きのこくりの木との共生関係が確かめられると考えたからです。



(庭に発生するきのこ)

仮説 2

ドクベニタケとくりの木は共生関係あるのではないか。

③くりの花粉管について

小学生のときに挑戦したくりの花粉管伸長に再チャレンジです。小学校4年生の時は、寒天培地の作り方を工夫してみました。ショ糖や白砂糖、黒砂糖などでさらに、その濃度を変えて実験してみました。しかし、成功せず、ユリの花粉で花粉管の伸長の様子を調べました。今年は学校でも花粉管の観察をしたので、今度こそと、くりの花粉管の観察に再挑戦しようと思いました。果たして成功するのでしょうか。今年は寒天培地の作り方より、実験に使う花粉に注目しました。小学校の時の実験では開ききった6月下旬頃の花粉を採取し、同じ花粉で実験を繰り返しました。今年、花が勢いよく咲き出した6月上旬から中旬にかけて採取した花粉で実験することと実験中の温度管理に気を付けてみようと思います。

仮説 3

くりの花粉管は花粉の採取時期や温度が伸長条件に大切ではないか。

④くりの木に寄生するくりタマバチの虫こぶについて～虫こぶは善玉？それとも悪玉？～

春になると一斉に芽吹く葉。その中で異様な姿を現すのが虫こぶのついた枝です。今年びっくりしたことに、子どもの木に初めて虫こぶがついたのです。お母さんの木から木どもの木に広がってきたこの虫こぶ。虫こぶとくりタマバチの関係については小学校の時、



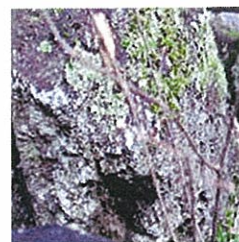
調べました。初めて見た3年生では葉が集中して付く「葉のポケット」、次の年に調べて「クリタマバチの幼虫の居心地よい住み家」と判明、しかし、さらに調べてみると大きさや色から「天敵に狙われやすい」弱点あると分かりました。虫こぶについては5年生まで研究を終えていたのですが、中学校での植物の体のつくりを学習し、虫こぶとはくりの木のどこ部分につくられるのかと思ったのです。春に冬芽の生長と同時に大きくなるので葉の部分がふくらんでいるのではないかと思いました。葉だとすると、蒸散作用との関係はどうなのかとも思いました。

仮説 4

虫こぶはくりの葉の部分に寄生し、生長するのではないか。

⑤お母さんのくりの木についている苔について

樹齢が百年を超えているお母さんの木には、苔が付いています。でもその付き方は不思議です。確かに苔は木の根元にもありますが、そのまま続いて生えているわけではありません。根元から一定の高さはなく、幹の途中から生えているのです。冬囲いをしていないので、その影響も考えにくいのです。なぜ、苔は幹の途中から生えるのでしょうか。私は、お母さんの木の所に毎年、祖父がつくってくる雪だるまを思い出しました。豪雪地帯の横手には毎年2mの雪が積もります。あの積もる雪の高さと似てるなど思いました。



仮説 5

くりの木に生える苔は積雪と関係があるのではないかと。

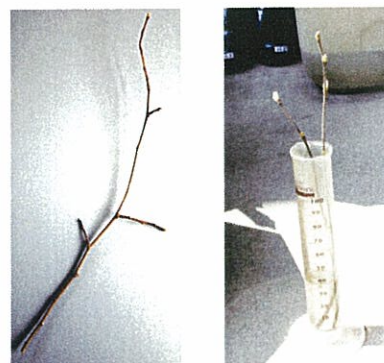
3. 実験観察の結果

①くりの木の蒸散量について

□実験日：4月12日,5月12日,6月12日,7月12日

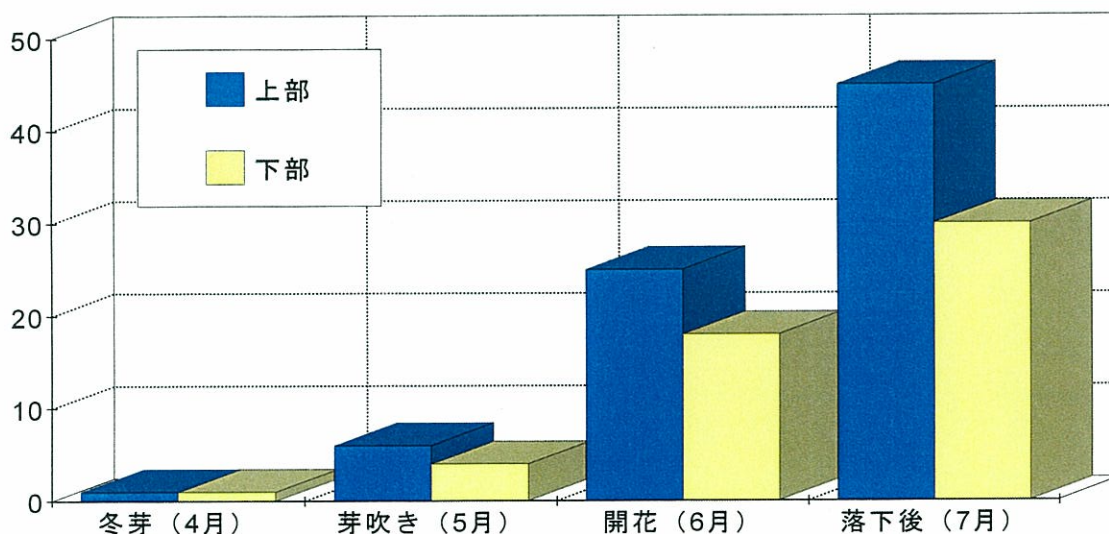
メスシリンダーに水100mlと少量の食用油を入れ、上部の枝と下部の枝を用意し、水の減り具合を観察しました。

4月。冬芽のままの枝は上部も下部も変化がなく、水を吸収していないようです。5月。芽吹くと4日目で上の枝は6ミリリットル、下の枝は4ミリリットル水を吸収していました。上の枝は太さ約1cm、冬芽が5個です。これだけで、この水の量を使いますから、お母さんの木(高さ約10m、太さ70cm)ではどれだけ水を吸い上げているのかと想像するだけでびっくりします。6月。くりの花が開花すると蒸散量が一気に増えました。7月。受粉や開花でエネルギーを使わなくなったくりの木は、仮説と違って開花時以上に盛んに蒸散をしていました。きっと、実を大きくするために、養分を蓄えようとしているのだと思いました。



(単位:)ml

月別蒸散量の変化調べ



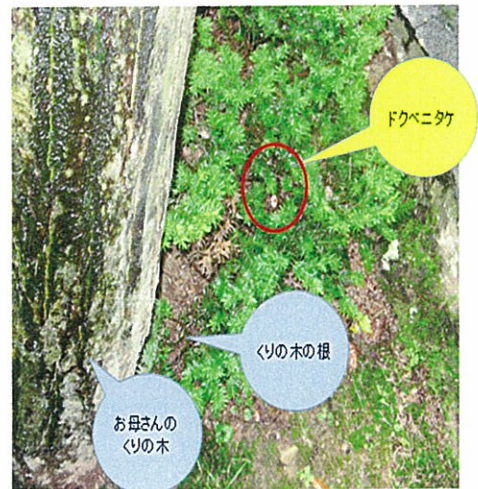
②くりの木の周囲に発生するドクベニタケについて

毎年のようにくりの木の周りに生えるきのこ（右：写真）が「ドクベニタケ」と似ていることが分かりました。「ブナ林をはぐぐむ菌類」（文一総合出版）という本で調べると、くりの仲間のブナと、きのこが地下でつながっていること、つまり共生関係であることが分かりました。7月。梅雨で雨が続いた時に、庭に現れたドクベニタケの根元を掘ってみました。



（土団子のあるきのこ）

ドクベニタケは土の中にはたくさんの根のような物があり、絡み合っていました。きのこの白い柄の部分の一番下には土が団子のようになっていました。それを引き裂いて顕微鏡で観察しました。そこには菌糸がたくさんついていました。この菌糸がくりの木の根と絡み合っているんだなあと思いました。すごく感動しました。ところが、きのこの現れた場所はお母さんの木から離れていて、お母さんの根とのつながりがはっきりしませんでした。梅雨が明けて、雨が降らなくなるときのこは庭から消えてしまいました。



9月。雨が続く日が多くなりました。再びきのこが出てきました。それも、お母さんの木の根元にです。きのこの不思議を追究するチャンスが再び到来したのです。興奮してきました。早速、掘りました。木の根に沿って土を取り除きました。木の根は、どんどんきのこに近づいていきました。きのこの周りをしていねいに掘っていきました。くりの木の細い根がたくさん出てきました。そして、ついに、きのこのとくりの木の根と絡み合っているようすが観察できました。

（9月。お母さん木の側に発生）

「やったー。」声を上げました。



来年は、きのことくりの木との養分のやりとりを実験で、確かめたいと思いました。



（木の根とつながったきのこ）

☆ドクベニタケの生長過程の記録



①かさの直径が1cmほどで、丸い形で表現れます。

②丸いかさが開き出します。

③最後に、かさは大きく開きます。

きのこは普通の植物とずいぶん違うようです。植物は芽が出て、枝や幹が伸び、葉を増やしていきます。出た葉がまた縮んで芽になるというような「逆戻り」はないのですが、きのこは条件次第で出てきたり、消えたりするおもしろい存在でした。きのこが発生する条件は普通の植物とちがうようです。なぜ、こんなことができるのでしょうか。

観察して気付いたこと

①同じ場所に生える

②雨が続くと出てくる

③乾燥した日が続くと枯れて（しぼんで）消えていく

③くりの木の花粉管について

くりの花粉管伸長実験に再挑戦しました。小学校4年生の時は結局失敗してユリの花粉で実験しました。その実験で花粉管の伸び方には規則性があることを発見しました。中学生になり、学校で花のつくりとはたらきなどの学習をしたので、今度こそ失敗しないようにと実験しました。寒天培地は水溶液10%の濃度でつくりました。ユリの花粉が一番花粉管を伸ばした濃度です。今年配慮したことは花粉の元気さです。花粉を完全に開いた花より、これからどんどん咲いていくような勢いのある花の花粉を採取しました。また、寒天培地を一定の温度に保つことにも気を付けました。小学校の時は、実験中の温度には気を付けませんでした。発芽条件の「温度、水、空気」を花粉管の伸長にも当てはめ、温度管理に気を付けました。

実験開始して、何時間も経過しても、寒天培地は肉眼で見ても変化が分かりません。顕微鏡の倍率を400倍にしました。寒天培地を1cm四方に切って観察することにしました。顕微鏡を覗くと、花粉の一部から花粉管が伸びていました。一本一本の花粉管が絡みあうように伸びていました。ただし、花粉管を伸ばしていない花粉も多くありました。ユリの花粉と比べるとくりの花粉は発芽率が低いと思いました。でも、初めてくりの花粉管の伸長している様子を観察できてうれしかったです。くりの花粉は円形で、その円から花粉の直径の何倍もの長さの花粉管が伸びていました。種には内部のデンプンを栄養として発芽すると小学校で習いました。花粉にもデンプンのような養分があるのかなと思いました。



花粉管伸長のの実験後の寒天培地を見ていて、花粉の側に、しわがたくさんできていることに気付きました。花粉がたくさん水分を吸収した様子が分かりました。くりの木の花粉が水分を必要とすることはつまり、自然条件では雨が必要であるということです。くりの花の時期は梅雨と重なります。その時期に花を付けるのは水を吸収して花を長持ちさ

せるためのくりの木の知恵なのではないか考えました。くりの木の花粉は水に強い性質があるようです。また、受粉前の葯はアケビのような形をしています。受粉後の葯はふくらんでいた部分が破れ、くしゃくしゃの状態になっていました。これは葯の中の花粉が受粉のために出ていったからだと考えられました。すると、葯には花粉をはじき出す仕組みがあると思われまます。どのような仕組みで花粉を出すのでしょうか。花粉の養分、花粉をはじき出す仕組みなど、もっと調べたいと思いました。

④くりの木に寄生するくりタマバチの虫こぶについて～虫こぶは善玉？それとも悪玉？～

私が4年前、初めて虫こぶを発見した時は、葉がびっしりついている様子から「葉のポケット」と思い、くりの生長を助けている存在だと思いました。その後の観察で寄生虫の巣であることが分かりました。農業試験場に勤めている親戚の人から虫こぶには植物ホルモンの「カスタステロン」が発見され、その仲間の「ブラシノステロイド」は植物の生長を助ける物質として研究されていることを教えてもらいました。虫こぶは、善玉？悪玉？何とも不思議な存在になりました。

(1) 虫こぶの中のクリタマバチの幼虫

□観察日 4月29日(火) 晴れ 18度

去年までなかったのに、子ども木にもついに虫こぶができました。子どものくりの木の虫こぶを切って顕微鏡で見てみたら小さなくりタマバチの幼虫がいました。幼虫はしきりに頭のような部分を動かしていました。

始めは緑色の虫こぶは次第に赤くふくらみます。なぜ、葉色でなくなるのでしょうか。

①幼虫が成長することにより気体の出入りができなくなり、光合成が行えなくなるから。

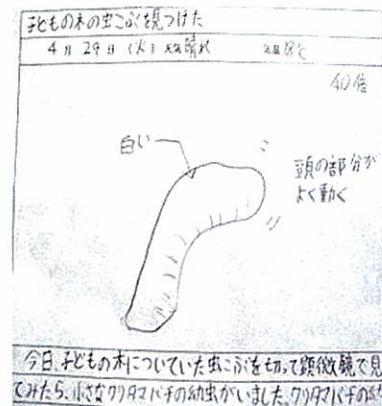
②幼虫が水や養分の運搬を妨げるから。

と予想しました。この幼虫は2日で死んでしまいました。乾燥が原因のようです。幼虫が盛んに頭のような部分を動かしていたのは水分や栄養分を探していたのではないのでしょうか。そこで、ためしに虫こぶが3つ付いている子ども木の枝を水の入ったペットボトルに入れておいたところ、虫こぶのついてない枝の2倍のスピードで水を吸収していました。虫こぶがずいぶん水を必要としていることが分かりました。お母さんの木から見ると自分の中の水分や栄養分が虫こぶに奪われていることになります。

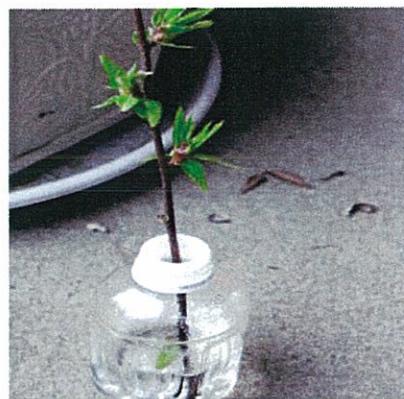
予想の②のように、虫こぶが茎であれば養分の通り道である師管や導管をふさいでいるようです。葉だとすると葉脈の部分にできているのではないかと考えました。虫こぶの幼虫も生き物であるので無酸素では生きられないので、さすがに①は考えにくいと気付きました。

(2) 虫こぶと葉の気孔の数調べ

中学校で気孔の蒸散について勉強したので早速、くりの木の気孔を顕微鏡で観察しま



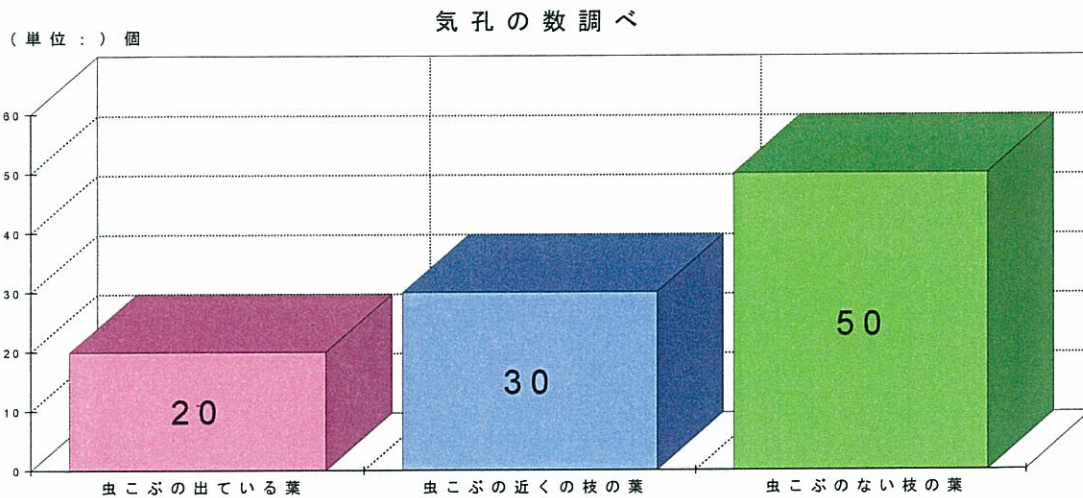
(虫こぶの幼虫)



(虫こぶの付いた枝)

した。葉の裏側に透明なマニキュアをうすくぬり、完全に乾いてからセロハンテープでマニキュアごと取り、顕微鏡で観察しました。すると孔辺細胞が花のような形をしている気孔がたくさんありました。100倍にすると同じ気孔でも大きいのが小さいのがありました。そこで、いろいろな葉を調べ、どの葉も同じ気孔の大きさなのかを調べました。

- ①虫こぶがでている葉
- ②虫こぶの近くの枝の葉
- ③虫こぶのない枝の葉



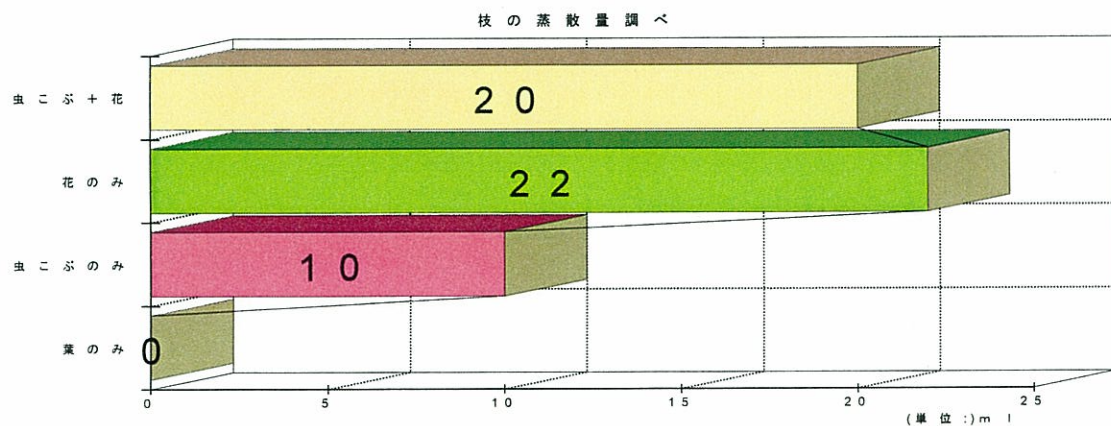
虫こぶのない枝の葉が一番気孔が多くありました。虫こぶができると気孔の数もへり、その結果蒸散量に差が出るのが分かりました。ちなみに葉の大きさは20cmです。

虫こぶは葉の生長やくりの木全体の蒸散活動に影響を与えているようです。虫こぶは葉の部分か茎の部分かはこの観察でも分かりませんでした。

(3) 虫こぶと枝の蒸散量の比較実験

気孔の数が違うことが分かったので、蒸散量も違うだろうと考え、実験で確かめることにしました。花の付いている枝を実験に使い、くりの開花時への影響も調べました。

- ①虫こぶと花が付いている枝
- ②虫こぶのない花が付いている枝
- ③虫こぶがあり、花が付いていない枝
- ④虫こぶも花も付いていない枝

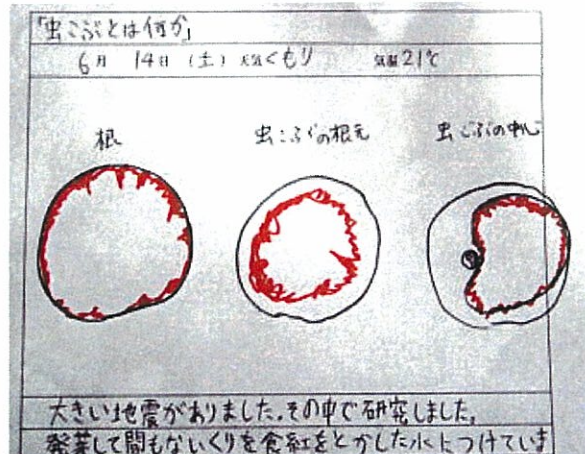


予想通り②の虫こぶがなく、花が付いている枝が一番蒸散量が多いと分かりました。虫こぶがあると葉の気孔の数が少なくなっていたからです。花が付いてい生長の著しい枝でも虫こぶができることでその生長が妨げられていたのです。④は実験失敗により結果はありませんでした。

(4) 虫こぶのできる場所調べ

気孔の数や蒸散量と虫こぶの関係を調べてきて、いよいよ虫こぶとは葉に寄生しているのか茎に寄生しているのかを確かめる実験をすることにしました。

発芽して間もない小さいくりを食紅を溶かした水に漬けて、その根の部分を輪切りしました。根の部分は茎と違い円周の部分が赤くなっていました。つまり、根は根の表面全体を使い水分や栄養分を吸い上げていることが分かりました。次に虫こぶの周囲はどうなっているのか調べました。虫こぶの（ふくらんでいる部分の）根元の所は、内側に輪の様に赤い部分できていました。これは茎とほぼ同じでした。虫こぶを輪切りしてどんどん虫こぶの中心に向かって観察を続けました。すると、虫こぶは導管の部分の外側にできていることがわかりました。つまり、虫こぶは師管の部分につくられ、主に葉からきた養分（デンプン）をせき止めていると考えられます。虫こぶは、葉ではなく、肥大化した茎である可能性が高いといえそうです。この実験には虫こぶのついた枝で行いましたが、赤く染まらずに何回も失敗しました。根からの養分より葉からの養分を必要とする虫こぶの性質のためと考えるとつじつまが合います。

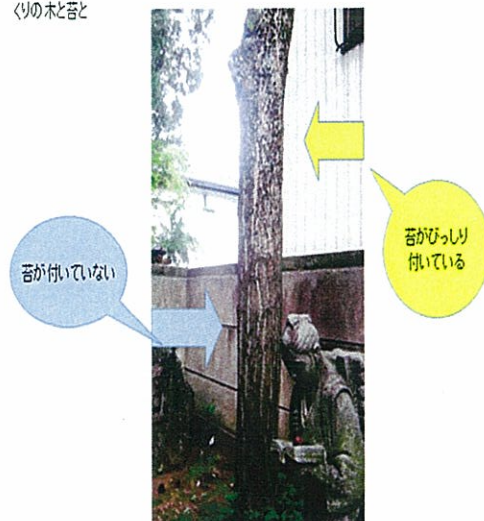


⑤お母さんのくりの木に付いている苔について

□観察日 3月26日（水）晴れ 12度

雪どけが進んでいます。お母さんの木（幹）の周囲を観察したら、地面が見えていました。木の根元の早い雪解けの風景は以前にも見たことがありました。それは田沢湖高原の乳頭温泉郷の近くのブナ林です。深い雪の覆われたブナ林で一番早く地面が顔をのぞかせるのがブナの木々の根元でした。私は、木の根元が一番温度が高いと考えます。でも、それはなぜなのでしょう。春を迎えて木は冬芽から枝や葉をのばそうとしています。パートⅡの研究で冬芽や芽吹きに木がエネルギーを大量に使うことがわかっていました。木は春になるとまず、根の活動を活発にさせるのではないかと考えます。だから木の根元が温かくなって雪がとけるのではない

くりの木の苔



でしょうか。

私の暮らす横手地方は秋田県でも豪雪地帯で有名です。伝統行事の「かまくら」は雪があるからの祭りです。庭にも毎年2mの雪が積もります。観察していて気付いたのですが、くりの木の苔は地上2m以上の所にびっしり生えています。このことは単なる偶然でしょうか。苔は長い降雪期間を避けてどンドン上に生活の場を見つけていったのではないのでしょうか。そして、雪に自らが覆われることのない高さで冬を越している結果が地上の2mの幹に出現している苔なのではないのでしょうか。

幹の苔を取ってきて、観察することにしました。子どもの木にはまだ苔はありません。苔を顕微鏡で観察してみると、くりの木の表皮の深いところまで入り込んでいます。幹の中心部分までにはさすがに入り込んではいません。このことから、表面を流れる水分をもらい生きているのではないかと考えました。

家の庭のその他の木には、苔はないか調べてみました。私の庭には、くりの木を始め、杉、松、桜など10種類以上の木があります。それらを調べて見ると、苔の付いている木と付いていない木がありました。

表 庭の樹木の苔調べ

樹木	くり	杉	松	桜	桃	梅	ナナカマド	サルスベリ	ムラサキシキブ	ツツジ	南天
苔	○	×	×	×	○	○	×	×	○	×	×

苔の付着している木はくり・桃・梅・ムラサキシキブでした。この4種類の木についている苔は、全て地面から1m～2mの高さの所に付着していました。

私の「苔が雪から逃げて上へ生えていく」という考えは、これらの木でも当てはまると考えました。でも、ここで新たな疑問が出てきます。「苔が付く木と付かない木の違い」これは、「なぜ、くりの木には苔が付くのか」とも関連します。樹皮の性質なのでしょう。また、不思議が出てきました。



左 桃（樹齢15年）

中央 梅（樹齢12年）

右 ムラサキシキブ（樹齢20年）

4. 考察とまとめ

(1) くりの木の葉の蒸散量調べから

くりの木の蒸散量は、花が落ちてから盛んになることが分かりました。蒸散には花ばかりでなく、気温や湿度、日照時間なども関係しているようです。よりくわしく調べる必要ができました。また、蒸散作用は、大気の浄化作用であります。蒸散力のある木はそれだけ、環境保全に役立つことになります。今年の研究から、くりの木の全体の蒸散量は相当な量になることが分かりました。くりの木は、大気の浄化力の強い木であると考えられます。次は、くりの木と他の木と比較して蒸散量を調べてみたいです。

(2) くりの花粉管伸長実験観察から

一度失敗した実験が成功することの楽しさを味わえました。とうとう見つけた花粉管を見て出てきた疑問「花粉には養分は含まれているのか」は、ぜひ、来年のくりの花で実験してみたいと思います。花粉はヨウ素液に反応するのでしょうか。もしデンプンがないとしても、なにか養分はないのでしょうか。また、くりの花粉が水に強いという性質が分かり、そのこととくりの開花時期が梅雨であることとの関係も少しずつ分かってきました。花粉管を伸長させることができるようになったので、さらに、花粉を水につけたら伸長にどう影響するのかなども調べてみたいです。

(3) きのかや苔の観察から

今年は、きのことくりの木との共生関係の一端を発見できました。くりの根と絡み合うようにきのこの菌糸があるのを見つけたときは感動しました。養分のやりとりの実際まで次は踏み込んで研究したいです。そのためには化学的な知識も必要になりそうです。また、苔については、雪との関係が濃厚であることが考えられます。苔そのものについてもっと知ることで、なぜくりの木に苔が付いているのか分かるのではないかと思います。

(4) 虫こぶへの再挑戦から

葉ではなく、茎だった虫こぶ。小学校の頃「葉のポケット」と考えた虫こぶは、茎だったことに驚きました。葉の気孔の数を調べることで、虫こぶがくりの木にマイナスの影響を与えることもわかりました。これからの研究は中学校での学習を生かしながら、目に見えない世界を探ることになりそうでわくわくしています。

5. 研究を終えて（感想）

平成 20 年 2 月 9 日（土）に私は東京の国立科学博物館を訪れました。地球館には「生命のつながり」という展示がありました。それによると太古の昔、地球には酸素がなくて原始の藻類が光合成を始めることで酸素の濃度が増したということでした。そして、海から生まれた生命は陸に上がり環境に適応しながら進化・分化をとげたのだそうです。すると、人間も他の動物たちも、昆虫も植物も、はるか遠い祖先は同じ生命だったということになります。進化の上では遠い「親戚」になるくりの木の生命と私たち人間の命との間に何か共通点があるのかなあと思いました。どちらも生まれたときは小さいけれど、年月とともに大きくなり、花から実を付けるのですから。今年の研究から生物の生命のつながりというずっと追いかけていた大きな不思議が見つかりました。

