中学校
83

優 賞

イチョウの不思議

～ 葉や枝に見られる特徴とは ～

芦北町立田浦中学校　3年

田端　蘭伽　　竹原　麻桜　　元村　心愛

1　研究の動機、目的

私たちの学校のグラウンドにはイチョウの木が生えている。体育の授業の後に何となく見てみると、どの枝も同じ形のように見え、葉は扇形ではあるが、切れ込みが入っているものとないものがあり、不思議に思った。イチョウについて調べてみると、発見される化石と同じような姿で今なお残る「生きた化石」と呼ばれていることを知り、非常に興味がわいた。そこで、イチョウが他の樹木と違う特徴を持っているか研究してみることにした。

2　研究の仮説

（１）葉の形が違うことから、葉に光や風が当たる影響で枝についている場所が違うのではないだろうか。
（２）イチョウは生きた化石と呼ばれ、進化の途中の植物なので他の植物とつくりやはたらきが違うところがあるのではないだろうか。
（３）イチョウの枝の長さや葉の大きさを測定すると何らかの規則性が見つかるのではないだろうか。

3　研究の実際

【研究１】イチョウの葉の形にはどのようなものがあるのだろうか。

【方法】（１）イチョウの木の枝についている葉の形を観察した。
（２）葉がどのように枝についているのかを調べた。
【結果】（１）全部で 102 枚の葉を調べたところ、葉の形は３種類に分類されることがわかった。それぞれ、「扇型」、「ハート型」、「手型」と名づけた。調べた葉の中ではハート型が多かった。

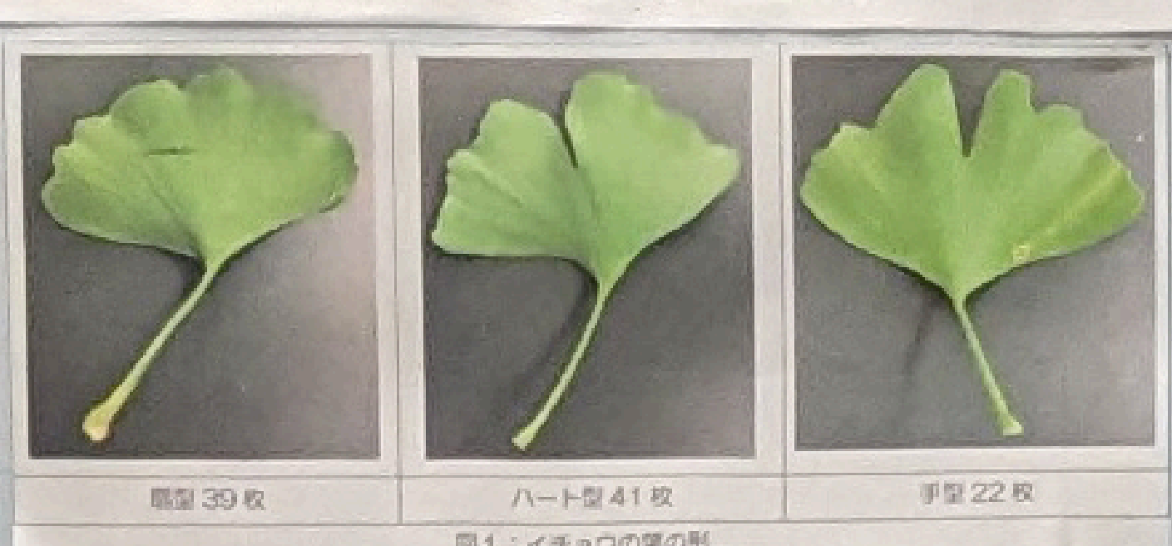

扇型 39 枚　　ハート型 41 枚　　手型 22 枚

図1：イチョウの葉の形

（２）枝を見てみると、「扇型」と「ハート型」は４枚～６枚にまとまってついており、手型のものは１枚ずつついていた（図2）。また、葉は枝の根元から先端に向けて「扇型」→「ハート型」→「手型」の順についているものが多かった（図3）。

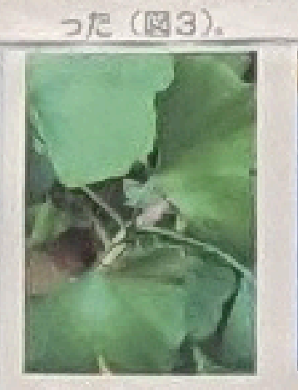


図2：葉の付き方

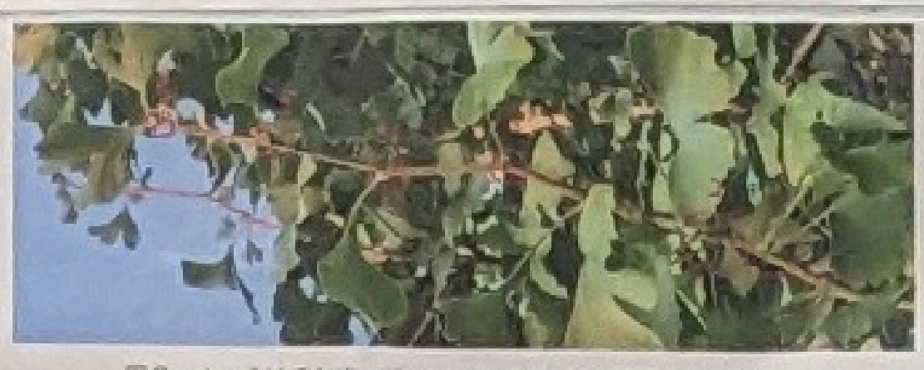


図3：1～2はまとまって、3～6は１枚ずつ葉がついている。

【考察】先に向かって葉の切れ込みが増えているのは、日光を下の葉に当てたり、強風を受け流したりするための工夫ではないかと考えられる。下に行くほど葉の切れ目がなく、葉が多いのは、少しでも日光を当てるということと、日が当たらないところほど虫の日よけになり、過ごしやすいため虫が葉を食べてしまうので、少しでも葉を残そうとしているのではないかと思われる。

【研究２】イチョウの葉や枝のつくりはどのようになっているのだろうか。

【方法】（１）イチョウの葉がついた枝を赤インク水を入れたメスシリンダーに１日さした（図4）。
（２）葉の表側と裏側、断面（図5の①、②）や図２のような葉がたくさんついていた枝（図6）の各部分の断面を顕微鏡及び双眼実体顕微鏡で観察した。

図4：赤インク水にさした枝

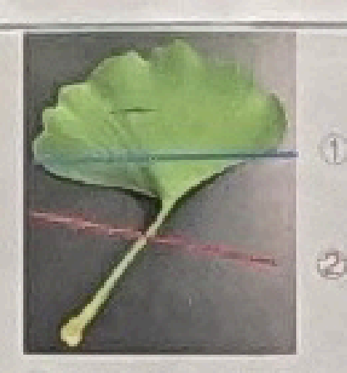


図5：葉を切断した部分

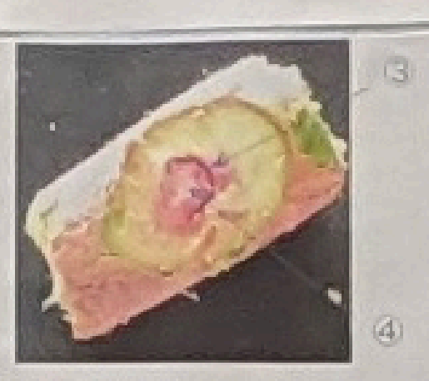


図6：葉がついていた枝の断面

【結果】赤インク水につけて１日経過してもイチョウの葉はしおれることはなかった。葉や枝の断面が赤く染まっていた。葉の裏側には気孔を多く見ることができた。

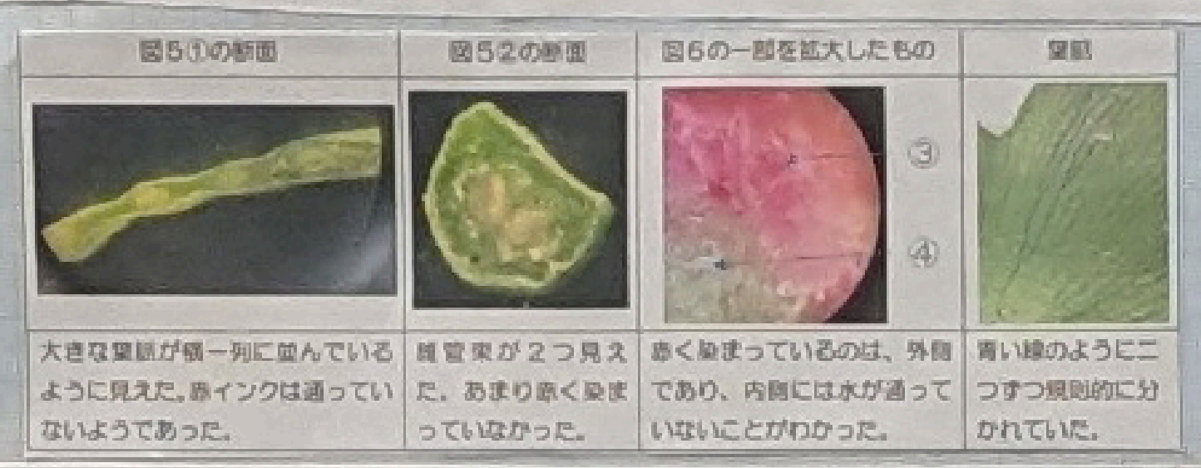
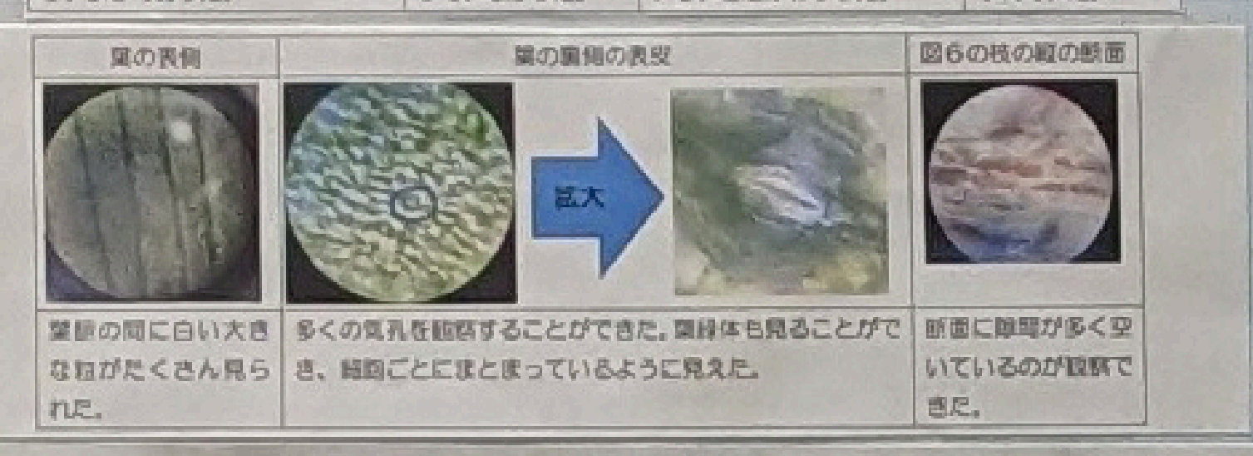


図5①の断面	図5②の断面	図6の一部を拡大したもの	葉脈
大きな葉脈が横一列に並んでいるように見えた。赤インクは通っていないようであった。	維管束が２つ見えた。あまり赤く染まっていなかった。	赤く染まっているのは、外側であり、内側には水が通っていないことがわかった。	青い線のように二つずつ規則的に分かれていた。

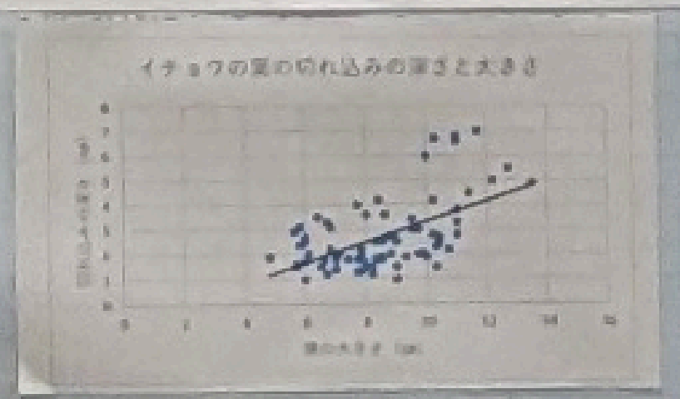


葉の表側	葉の裏側の表皮	図6の枝の縦の断面
葉脈の間に白い大きな粒がたくさん見られた。	多くの気孔を観察することができた。葉緑体も見ることができ、細胞ごとにまとまっているように見えた。	断面に隙間が多く空いているのが観察できた。

【考察】赤インク水は、植物にとって毒性が強く、大半の植物は葉がしおれてしまうのに対してイチョウの葉は１日経過してもしおれなかった。図5①②の断面と図６の一部を拡大したものを見ると、枝までは赤インクの色が見られるが、葉ではあまり見られない。さらに、イチョウの葉脈はほとんど曲がることなく枝と同じように直線で２つずつ規則的に分かれている。これでは、水を吸い上げる力を減少させることなく効率よく水を送ることができるが、根からの水分や養分を網状脈や平行脈をしている植物と比較して十分に葉の隅々まで送ることができない。このことから、イチョウの木は赤インク水を吸い上げはするが、葉の隅々まで赤インク水を送ることができないので、他の植物と比較して毒に対して強いと考えられる。また、気孔が葉の裏側に多く見られるので余分な水分は他の植物同様気孔から出されていることがわかる。

【研究３】イチョウの葉の大きさと切れ込みの深さは何か関係があるのだろうか。

【方法】イチョウの葉を 75 枚集めてそれぞれの横の長さと切れ込みの深さを定規で測定した（図7）。
【結果】葉の横の長さが大きくなると切れ込みの深さも大きくなった。



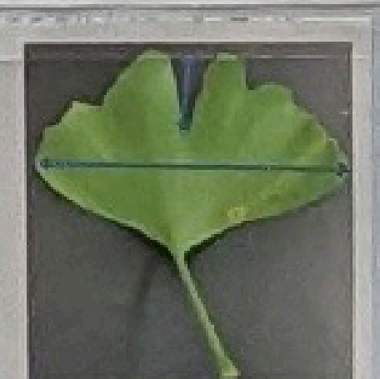


図7：葉の測定した部分

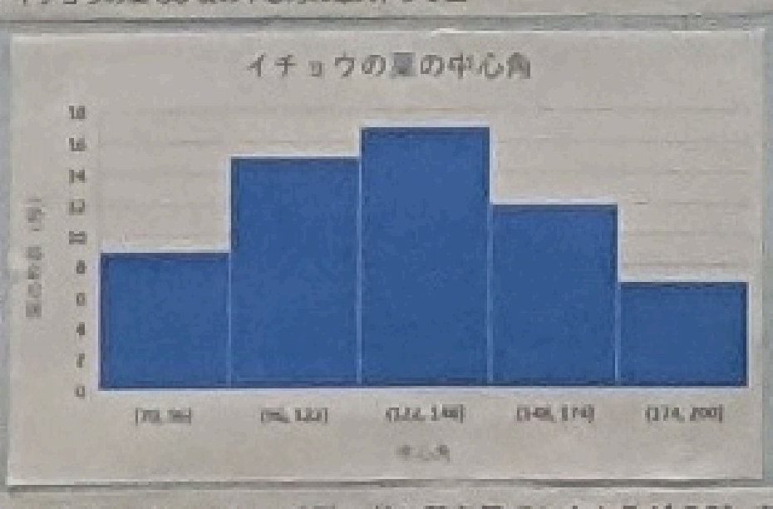
【考察】測定結果より、イチョウの葉の横の大きさが大きくなれば、切れ込みの深さも大きくなることがわかる。このことから、イチョウの葉について２つのことが考えられる。１つは、イチョウの横の長さが大きくなるのに耐えることができなくなり、葉が裂けて切れ込みが深くなっていくことである。もう１つは、葉の切れ込みが大きくなっていくにしたがって、光合成を行うための葉の面積を十分に確保するために葉の横の大きさが大きくなっていくということである。測定中に葉の横の長さが 9.8 ㎝でも切れ込みがなかったものがあったことから、葉の切れ込みに合わせて葉の大きさが大きくなっていると考えられる。

【研究４】イチョウの葉の角度は形によって決まっているのだろうか。

【方法】【研究１】の扇型、ハート型、手型の葉の中からそれぞれ 20 枚の葉を選び、分度器を使って葉の中心角を測定した（図8）。
【結果】（１）扇型、ハート型、手型 20 枚の中心角　　※60 枚全ての葉の中心角の平均は 135.8°だった。

葉	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
扇型	140	135	140	110	130	120	100	140	180	160	
ハート型	110	80	140	160	80	145	130	150	130	150	
手型	130	180	110	110	120	180	150	140	150	175	
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	平均
	100	180	160	130	120	140	110	90	150	145	137.5
	160	70	140	120	180	120	100	130	90	60	128.5
	150	90	160	120	80	80	140	140	180	120	141.5

（２）イチョウの葉 60 枚の中心角のヒストグラム



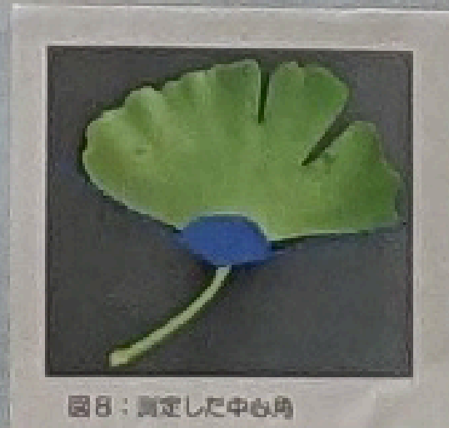
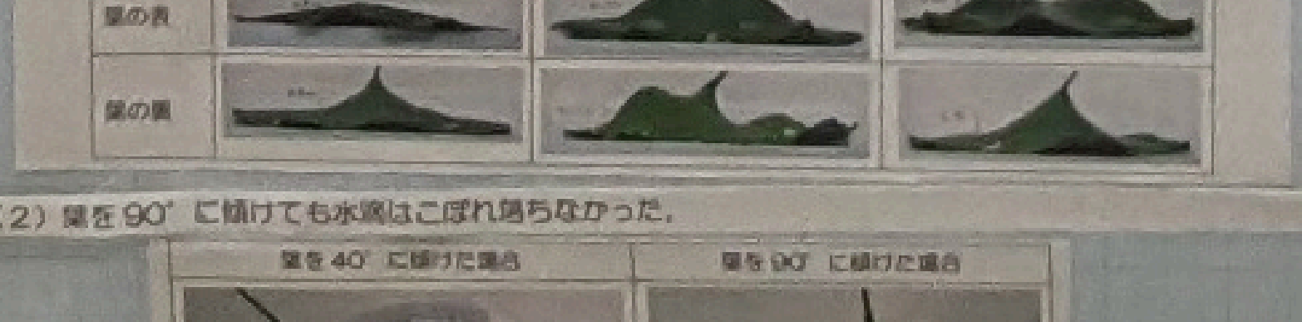


図8：測定した中心角

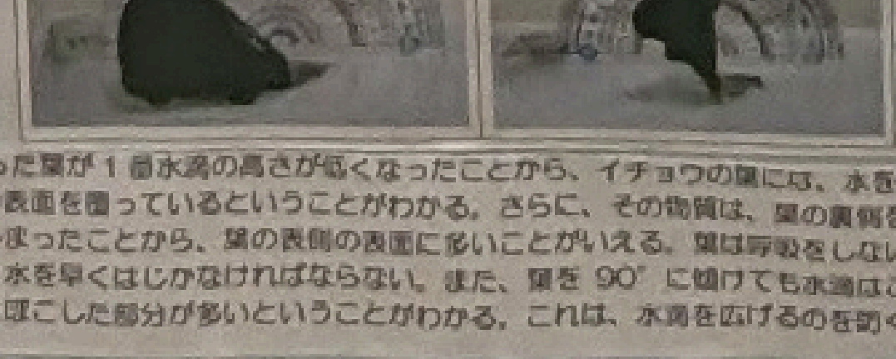
【考察】扇型、ハート型、手型のどの葉を見ても中心角が 90°未満のものもあれば、その倍の 180°のものもあり、角度の大きさはさまざまであることがわかる。ヒストグラムを見てみると、中心角が 122°～148°のイチョウの葉が多いと推測できる。さらに、扇型、ハート型、手型の中心角の平均値を扇形の中心角と考え、完全な円の角度である 360°から引くと、扇型 360°－137.5°＝222.5°、ハート型 360°－128.5°＝231.5°、手型 360°－141.5°＝218.5°となる。これより、角度の比を計算すると、扇型 222.5°÷137.5°≒1.618181、ハート型 231.5°÷128.5°≒1.801556、手型 218.5°÷141.5°≒1.544169 となり、扇型が黄金比 1.618 とほぼ一致していることがわかる。このことより、扇型が最も美しい形をしており、ハート型や手型は形が崩れていることがわかる。また、すべての葉の平均は 135.8°であったことから同様に角度の比を計算してみると 1.650957 となりイチョウの葉全体としては、黄金比に近い値であり、美しい形をしているといえる。

【研究５】イチョウの葉はどのくらい水をはじくのだろうか。

【方法】（１）イチョウの葉の表と裏を歯磨き粉、石けん、中性洗剤をそれぞれつけた歯ブラシでこすった後、スポイトで水を１滴落として水滴の大きさを観察した。
（２）葉をテープで床に固定し、スポイトを使って水滴を葉の表に１滴落とし、傾けていき、水滴がこぼれ落ちるまでの床と葉の角度を測定した。
【結果】（１）水滴の高さを比べてみると、葉の表、裏とも、歯磨き粉＞石けん＞洗剤の順番で高かった。葉の裏表両方の水滴の高さでは、洗剤をつけて歯ブラシでこすった葉の裏水滴の高さが１番低かった。



（２）葉を 90°に傾けても水滴はこぼれ落ちなかった。



【考察】洗剤でこすった葉が１番水滴の高さが低くなったことから、イチョウの葉には、水をはじく油のような物質で葉の表面を覆っているということがわかる。さらに、その物質は、葉の裏側を洗剤でこすった葉はすぐに水が染み込んでしまったことから、葉の表側の表面に多いことがいえる。葉は呼吸をしないと生きていけないので、気孔を塞いでしまう水を早くはじかなければならない。また、葉を 90°に傾けても水滴はこぼれ落ちなかったことから、葉の表面のでこぼこした部分が多いということがわかる。これは、水滴を広げるのを防ぐ葉の工夫であると考えられる。

【研究６】イチョウの枝はどのような方向についているのだろうか。

【方法】（１）学校の先生の許可を得て、令和５年３月 24 日にグラウンドにあるイチョウの木の枝をのこぎりで４本切り落とした（図9）。
（２）（１）で切り落としたイチョウの枝を区別できるように枝ごとａ、ｂの記号をつけたビニールテープを貼った（図10、図11）。

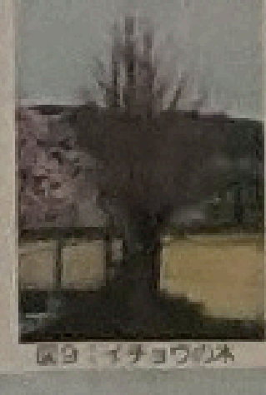


図9：イチョウの木

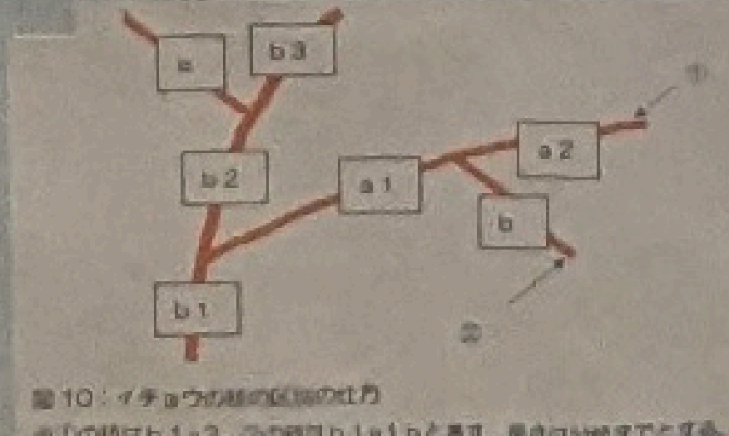


図10：イチョウの枝の区別の仕方
※①の枝はｂ１ａ２、②の枝はｂ１ａ１ｂと表す。長さは分岐までとする。

図11：ビニールテープで枝にａ、ｂの印をつけた４本の枝

（３）枝１～枝４までの枝を１本選び、その枝を起点として次に重なるまでの枝の本数を数えた（図12）。

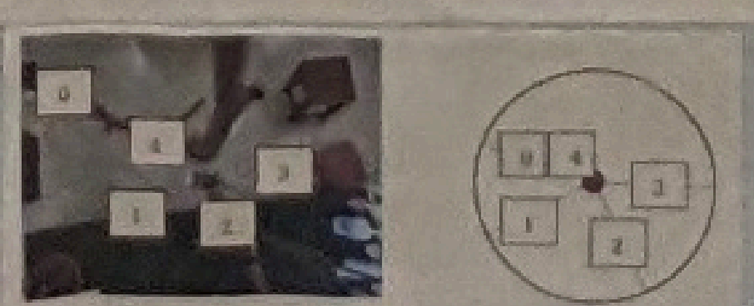


図12：０が起点、４が終点として枝の本数を数えた。

【結果】すべての枝の起点→終点の枝の本数の平均は 4.0825 本であった。

枝①		枝②		枝③		枝④	
起点→終点	枝	起点→終点	枝	起点→終点	枝	起点→終点	枝
b1a→b5a	4本	b1a→b6a	4本	b3a→b10a	6本	b1a→b6a	4本
b3a→b7a	3本	b2a→b7a	4本	b2a→b6a	3本	b8a→b13a	4本
b6a→b10a	3本	b3a→b5a	1本	b1a→b7a	5本	b5a→b12a	6本
b2a→b4a	3本			b5a→b13a	8本	b4a→b11a	9本
b9a→b13a	2本					b12a→b15a	2本
b14a→b18a	3本					b2a→b7a	4本
平均	3本		3本		5.5本		4.83本

【考察】枝①、枝②では３本目、４本目が終点のものが多く、枝③、枝④では終点が８本目、９本目の枝も見られた。枝は基本的に葉と同様に光をお互いに遮らないようについている。枝①～枝④についているそれぞれの枝の終点までの本数が一致していないのは、太陽の光の当たる方角が違うからではないかと考えられる。イチョウの木の枝①～枝④のような枝はすべて図９のように上を向いていて全体として竹ぼうきのような形をしている。そのため、枝①～枝④から出ている枝についている葉が竹ぼうきの内側になると光が当たらずに枯れてしまう。そこで、枝を日光の方に傾けているので終点が一致しないのだと考えられる。

【研究７】イチョウ枝の長さに規則性はないのだろうか。

【方法】（１）【研究６】の枝①～枝④の各枝の長さをメジャーで測定した（図 13）。
（２）枝が３本以上ついている枝のデータを表計算ソフトでグラフにした。
【結果】枝ののび方に規則性が見られた。
（１）枝①の長さ

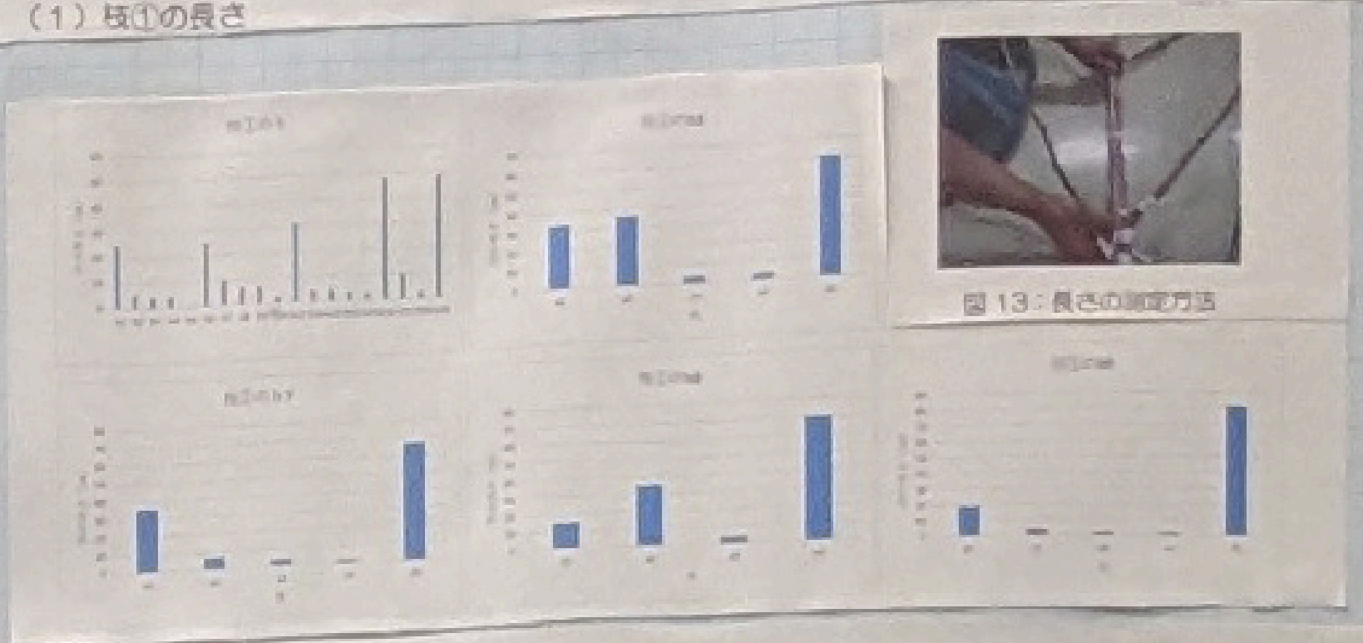
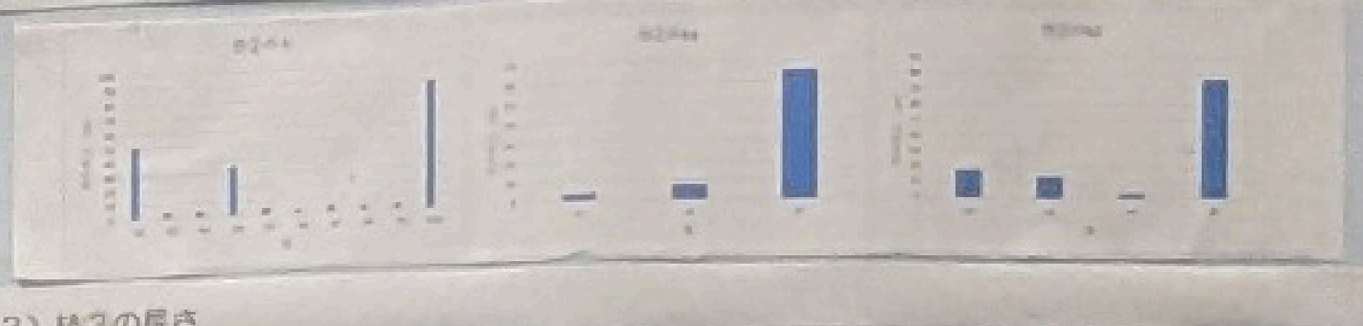
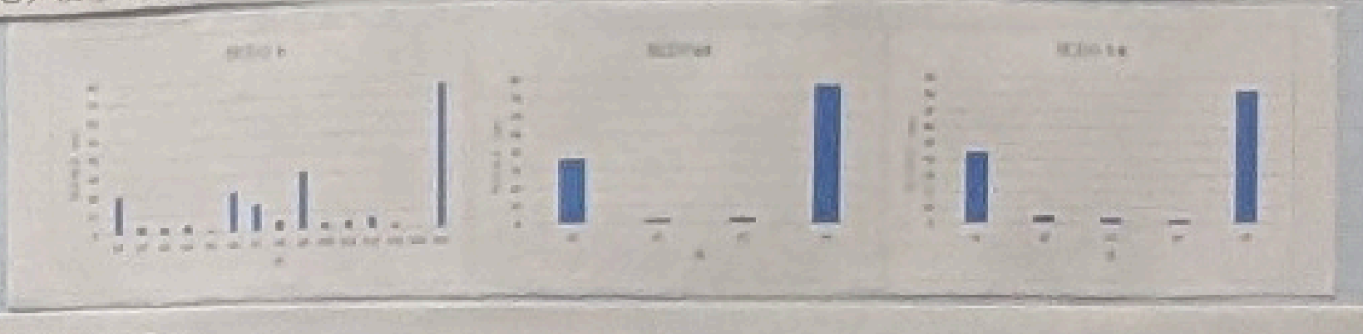


図 13：長さの測定方法

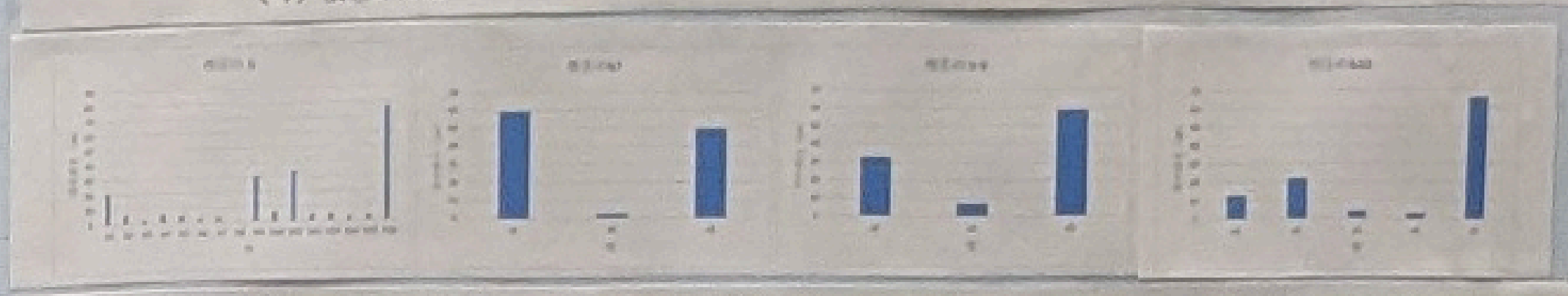
（２）枝②の長さ



（３）枝③の長さ



（４）枝④の長さ



【考察】枝①～枝④のグラフから、イチョウの木の枝は、図 14 に示すｂ１、ｂ４やａ１、ａ３のように大きく伸びている区間とｂ２、ｂ３やａ２のようなあまり伸びていない区間が繰り返されていることがわかった。このことから、同じ形をした枝を繰り返しつくり続けることによって木の重心が偏らないようにし、成長に必要な養分や水を均等に行き渡らせるなどのバランスを保っているのだと考えられる。

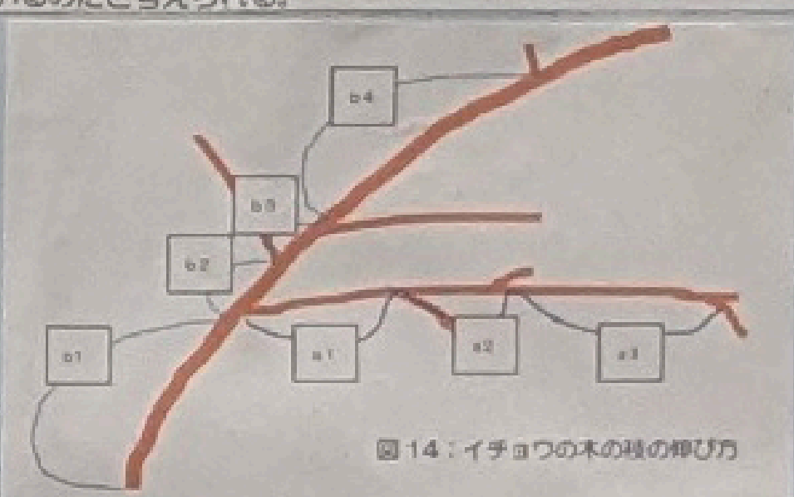


図 14：イチョウの木の枝の伸び方

【研究８】イチョウ枝の直径に規則性はないのだろうか。

【方法】（１）【研究６】の枝①～枝④の各枝の直径をノギスで測定した（図 14）。
（２）枝が３本以上ついている枝のデータを表計算ソフトでグラフにした。
【結果】【研究６】同様に枝の直径にも規則性が見られた。
（１）枝①の直径

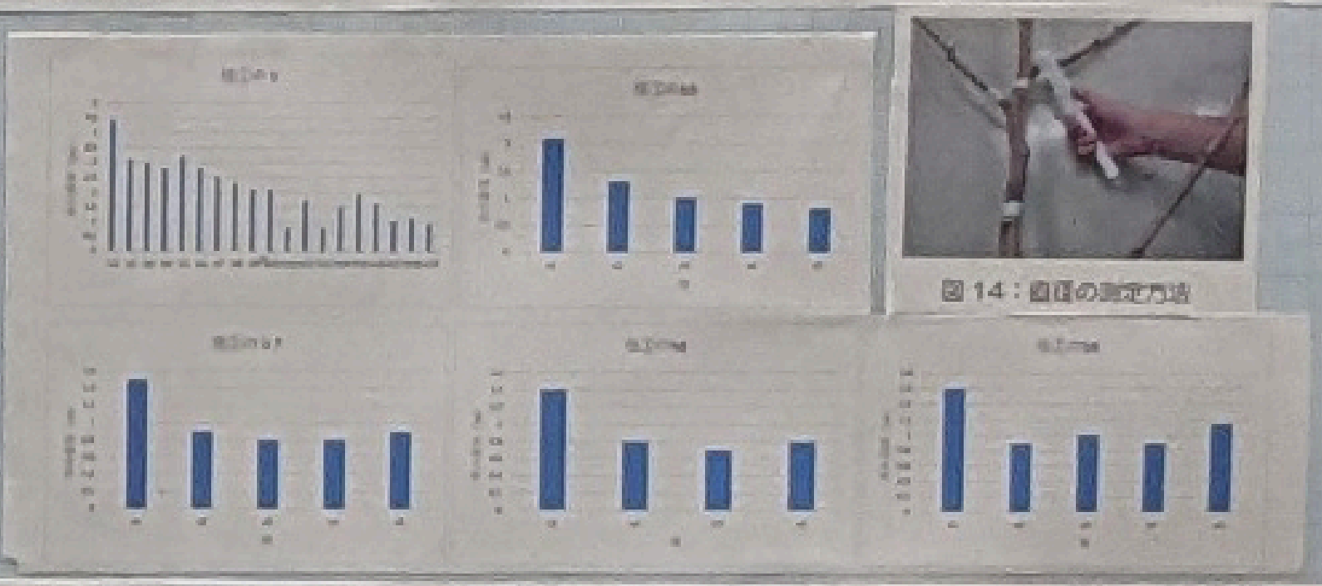
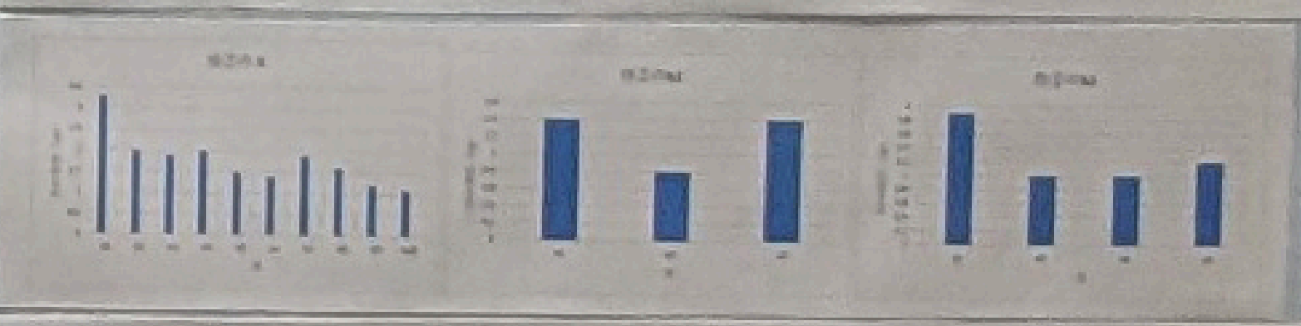
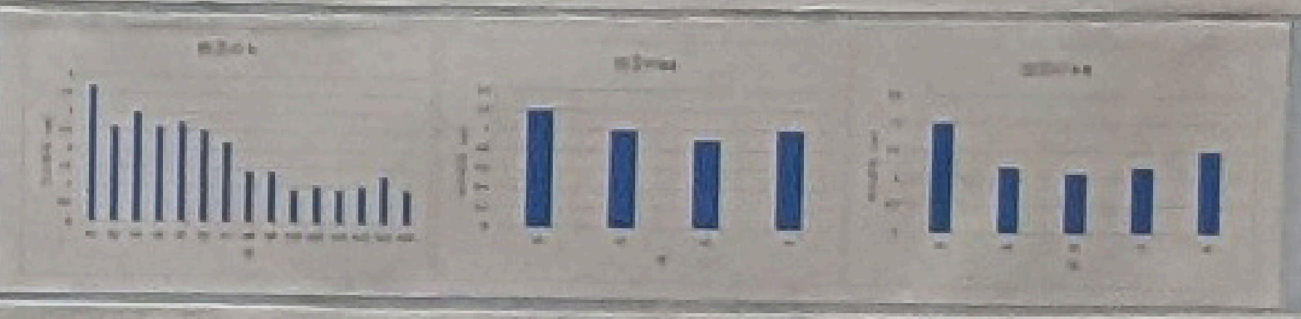


図 14：直径の測定方法

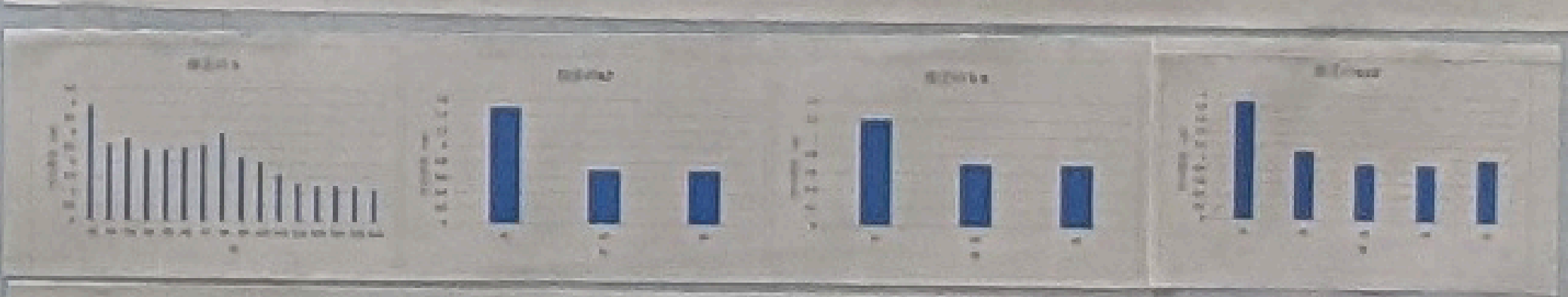
（２）枝②の直径



（３）枝③の直径



（４）枝④の直径



【考察】グラフから枝の長さと同様に枝の直径も小さくなっているところと大きくなっているところが繰り返されていることがわかった。枝が長くなるほど、枝も重くなるので、その都度枝を太くしなければならないのではないかと考えた。また、【研究７】の枝の長さのグラフや枝の直径のグラフの形がそれぞれ似ていることから、イチョウの枝には相似の部分が多く見られるといえる。

【研究９】イチョウ枝の角度に規則性はないのだろうか。

【方法】（１）【研究６】の枝①～枝④の各枝の角度を分度器で測定した（図 15、図 16）。
（２）枝が３本以上ついている各枝の角度のデータを表計算ソフトでグラフにした。

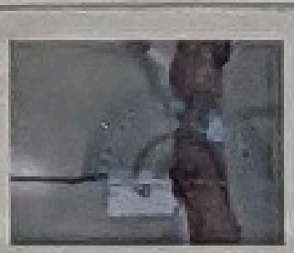


図 15：角度の測定方法

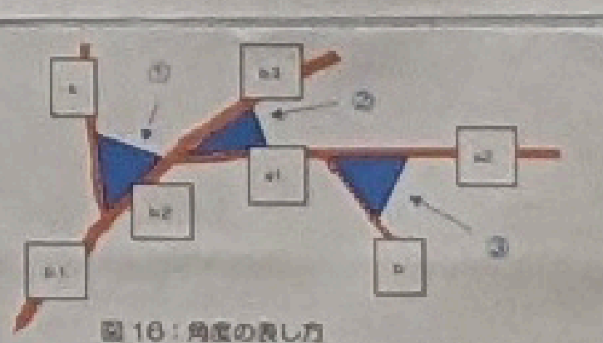
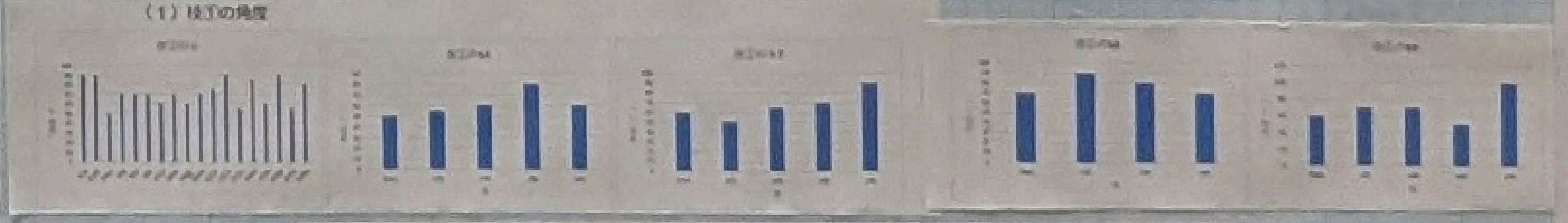


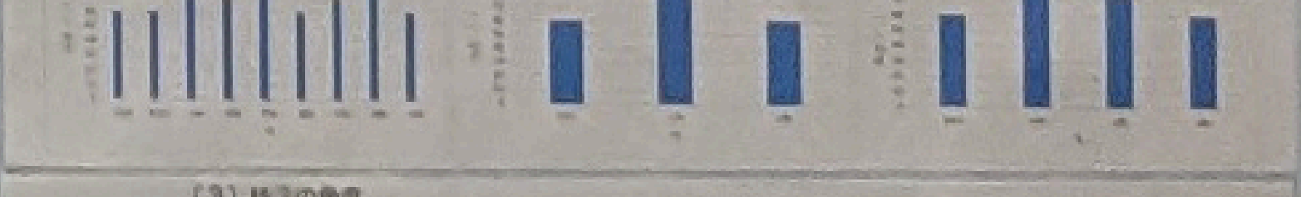
図 16：角度の表し方
※①は b1a、②は b2a1、③は b2a1b

【結果】角度の平均値は枝①～④が 70.9°、枝①が 71.4°、枝②が 71.7°、枝③が 69.3°、枝④が 71.0°であった。

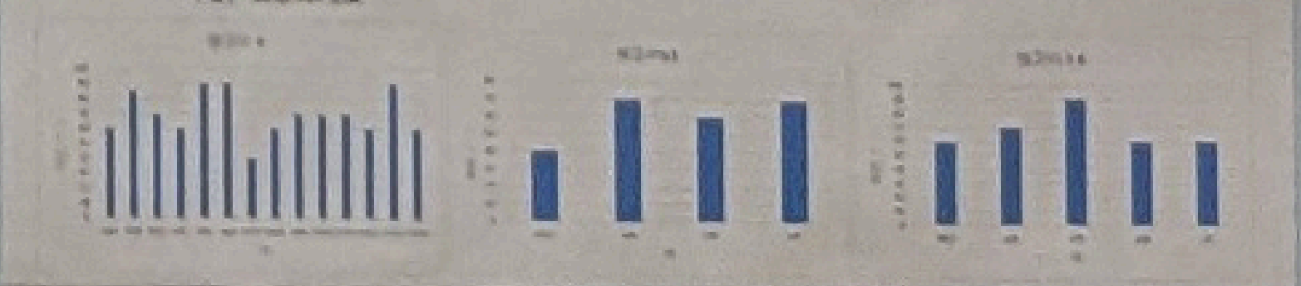
（１）枝①の角度



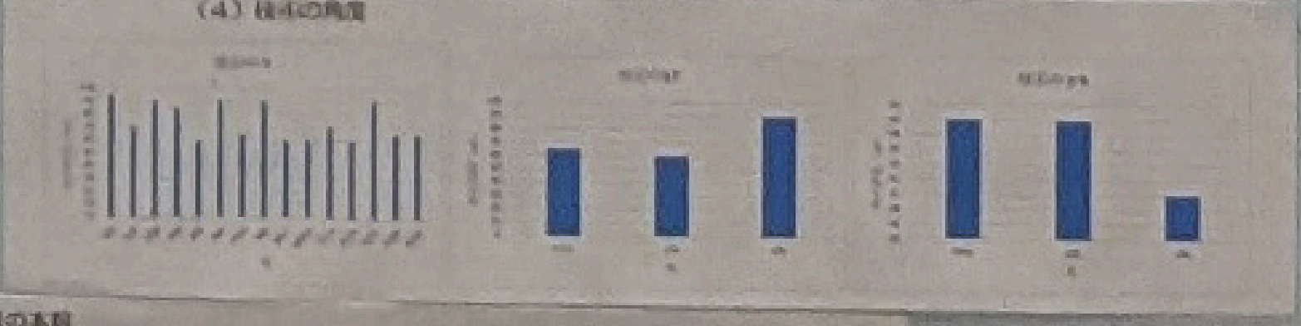
（２）枝②の角度



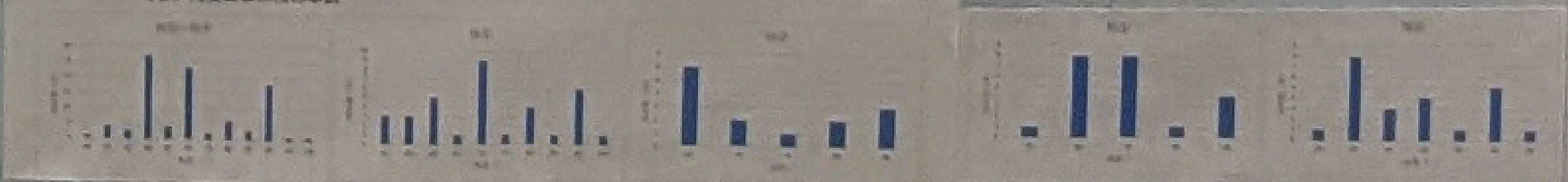
（３）枝③の角度



（４）枝④の角度



（５）角度ごとの枝の本数



【考察】（１）～（４）のグラフの形が似ていないことから角度には規則性がないと考えられる。また、角度はほとんど鋭角であるため、枝が上方に向かって伸びていることがわかる。これは、イチョウが風媒花であるため、花粉を遠くに飛ばすために、鋭角に枝を伸ばし、木の高さを高くしているのではないかと考えられる。また、（５）枝①～枝④のグラフより、角度が 60°、70°、90°の枝を使って樹形をつくっていることがわかる。角度に関しては、太陽からの光が当たる角度も考慮しなければならないと思うので、他のイチョウの木についても今後調べる必要がある。

4　まとめ

（１）イチョウの葉の形には「扇型」、「ハート型」、「手型」の３つに分けることができ、日光を下の葉に当てたり、強風を受け流したりするため枝の先にいくほど、手型が多くなる。
（２）イチョウの葉脈は２つに分かれているため、葉の隅々まで水や養分を送りにくくなっているが、その分他の植物と比較して毒に対して強いと考えられる。
（３）イチョウの葉は、水をはじく油のような物質で葉の表面を覆っており、表面の方が凹みたいなものが多い。
（４）イチョウの枝の長さや直径には、独特の規則性が見られ、イチョウの枝には相似の部分が多く見られる。
（５）イチョウの木は主に角度が 60°、70°、90°の枝を使って樹形をつくっている。

5　感想

普段、何気なく見ていたイチョウの木だったが、葉や枝の形など、他の樹木に見られない特徴が多くあったのに正直驚いた。今回は、イチョウの木だけであったが、サクラやクヌギなど他の樹木に関しても調べてみたい。

6　謝辞

研究活動を進めるにあたり、ご指導いただきました、田浦中学校理科の甲斐大樹先生に感謝いたします。最後に、研究を支えてくれた家族に深く感謝いたします。

7　参考文献

（１）イチョウの葉の形状の解析 - 地底たる謎の研究室
https://www.centerofthearth.org/entry/2016/11/14/000000
（２）できた時期で形が変わる?イチョウの葉の不思議
https://news.infoseek.co.jp/article/weathernews_20181102145/