学校法人南山学園　南山高等学校

問い合わせ先：電話番号　052-831-0704

Ⅰ　学校の概要

１　児童生徒数，学級数，教職員数

（平成 28 年 3 月現在）

（１）生徒数　602 名（女子のみ）

（２）学級数　15 学級（女子のみ）

（３）教職員数　32 名（高等学校担当者のみ）

本校は中学高等学校一貫校であり，通常の教育活動は男子部と女子部に分かれて行われている。グローブの活動を行っているのは，女子部の中学校と高等学校であり，この報告書は高等学校についてのものである。

２　地域の概況

愛知県は本州中部の太平洋岸に位置し，三河湾を抱え，伊勢湾および太平洋に面している。気候は，太平洋を流れる黒潮の影響を受けて一般に温暖である。本校がある名古屋は伊勢湾の奥に位置しており，やや内陸性気候の傾向がある。伊吹山地や鈴鹿山脈から乾燥した冷たい風（伊吹おろし・鈴鹿おろし）が吹き降ろしてくるため，冬は比較的寒い。また，強い冬型の気圧配置の時には，季節風の影響を受け積雪に見舞われることがある。

名古屋の気候的条件から考えると，シイやカシからなる常緑広葉樹林が成立するはずであるが，実際の名古屋市の社寺林の林相は，クスノキ林 33 %，常緑広葉樹林 9 %，落葉広葉樹林 9 %，クロマツやアカマツ林 8 %，常緑・落葉混合林 30 %，広葉樹・針葉樹混合林 11 %となっている。

本校は名古屋市の東側にあり，東山丘陵とよばれる丘陵地にある。かつては樹林地が多かったが，開発により景観は大きく変わり，現在は一部にかつての雑木林の面影を残す二次林を見ることができるだけである。本校が位置する名古屋市昭和区隼人町もその例外ではなく，自然植生は残っていない。また，本校の前には 1646 年に藤成新田灌漑のために造られた隼人池があり，現在はその役目を終え周辺の都市化とともに隼人池公園として整備されている。池は狭くなったが堤に植えられた桜が人々に親しまれている。また，隼人池公園は 40 種類以上の野鳥もみられる都会の中の数少ない“自然”の一つである。

本校の北東 100m 先には，交通量の激しい国道 153 号線が通っており，その国道の下には名古屋市営地下鉄鶴舞線も通る。

３　環境教育の全体計画等

地域貢献活動の一環として，隼人池公園及び学校周辺の清掃活動を年に 2 回行っている。学校全体としては清掃を通しての環境教育が主な活動となっている。

授業では，生物分野で学校周辺の植物の観察も行っており，また，化学分野では実験での廃液処理について生徒に意識させたうえで片づけを指示し，マイクロスケール実験を心がけ，環境へ与える影響を最小限にとどめる努力をしている。

高校 1 年生の情報科では，問題解決のテーマとして「節電・省エネ」を提示し身近な環境問題として取り組んだ。

Ⅱ　研究主題

- 「隼人池」の環境調査
- 校内樹木の生物季節

Ⅲ　研究の概要

１　研究のねらい

併設校である南山中学校は第 8 期，9 期，10 期，11 期の指定校として活動し，続いて南山高等学校も第 9 期，10 期，11 期の指定を受け活動している。この 7 年間を通して環境調査の継続の重要性に気が付いた。「隼人池」の環境調査および生物季節調査は継続することで，環境への意識が強くなり保護活動に入るきっかけとなる。また，得られたデータから季節変動などの相関関係を考察する力を養う。暖冬や冷夏など大きな視野を持って考察することも目的とする。

２　校内の研究推進体制

（１）研究推進体制

理科教科会（理科教員 9 名・実験助手 1 名）顧問の GLOBE 委員会を設置した。高校 1 年生の委員が中心となって生物季節調査を行い，高校および中学校の化学部員が「隼人池」の環境調査を行った。

（２）観測体制

①　「隼人池」の環境調査

毎週 1 回採水し，透明度，水温，pH，電気伝導度，DO（溶存酸素）を測定した。また，月に 1 回 COD 測定も行った。

②　校内樹木の生物季節

校内の落葉樹，アベマキ（*Quercus　Variabiris*）ブナ科とアカメガシワ（*Mallotus　japonicus*）トウダイグサ科について，2015 年 3 月～ 2015 年 7 月，および 2016 年 2 月から（観測継続中）Green up（緑化開始測定）を行った。また，2015 年 10 月～ 2015 年 11 月まで Green down（緑化停止観測）を行った。

図1　生物季節調査場所

（３）観測機器などの設置状況

①　「隼人池」の環境調査

温度計(エーアンドディ AD-5624)，pH メーター（Shindengen　KS723），デジタル導電率（FUSOCD-4302)，透視度管，DO および COD の測定にはビュレット・ホールピペットなどの化学実験用器具を用いた。

② 校内樹木の生物季節

カラーガイド(GLOBE Plant Color Guide)，ノギス(Tajima BLACK-15)，30cm ものさし，撮影用カメラ（Canon IXY930IS）

Green up ではノギスを用いて目のふくらみを測定し，芽吹き後は物差しで葉身長，葉幅長，葉柄長を測定した。 Green down では，カラーガイドを用いて葉の色を判断し,デジタルカメラで記録をとった。

図2　観測地点

３　研究内容

（１）グローブの教育課程への位置付け

「隼人池」の環境調査は部活動の一環として行っている。また，生物季節は観測を行う生徒(GLOBE 委員)が希望者であるため課外活動として行っている。

（２）グローブを活用した教育実践

①　「隼人池」の環境調査

化学部員が毎週木曜日朝に水温・pH・電気伝導度・透視度・溶存酸素 DO の測定を行った。始業前に隼人池浮見堂から表層水を採水し，その場で水温，pH，電気伝導度，透視度を測定。DO は現場で固定したのち，学校へ持ち帰り，授業後にウインクラー・アジ化ナトリウム法による滴定を行った。　また，月に 1 回化学的酸素要求量 COD 測定用に採水し，過マンガン酸カリウム法による滴定で測定した。

図3　DO測定①

図4　DO測定②

ア　測定結果

透視度および水温

測定期間2008年7月～2016年1月

図5は2011年1月～2016年1月までの結果をグラフにしたものである。

季節変化は明確であり，透視度と水温とでは逆相関がみられる。

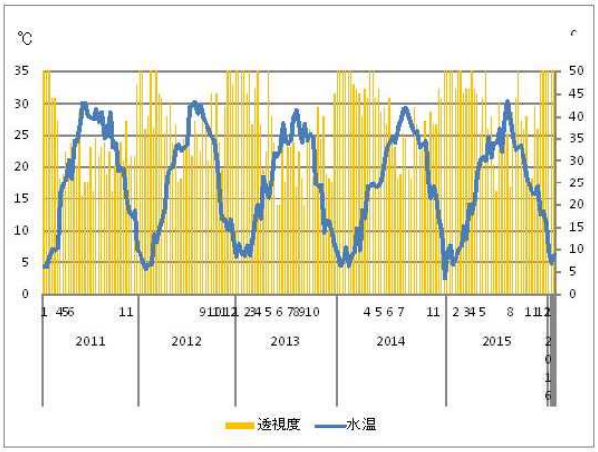

図5　透視度・水温

PCODおよびDO飽和度

測定期間2008年8月～2016年1月

図6と図7は2011年1月～2016年1月までの結果をグラフにしたものである。

PCOD は懸濁態化学的酸素要求量であり，全化学的酸素要求量(TCOD)から溶存態化学的酸素要求量(DCOD)を引いた値となる。PCOD からは有機物による汚濁の程度を知ることができる。

PCOD は季節変動をみることができた。冬季は低く夏季は高い値を示している。 2015 年 9 月は例年の季節変動と異なる値を示している。

DO 飽和度は温度による溶解度量の差を取り除いた値である。この変化は生物による影響があると考えられる。

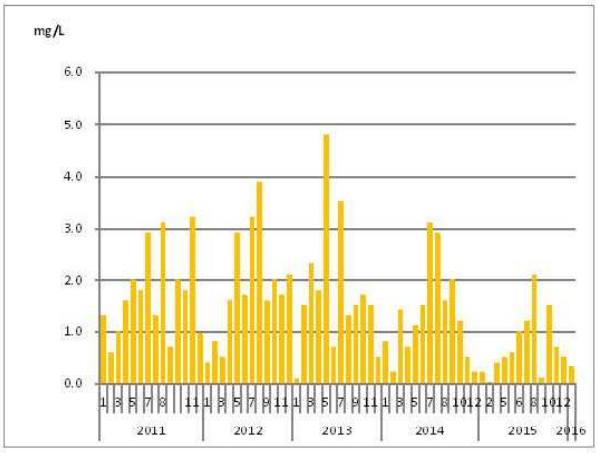

図6　PCOD

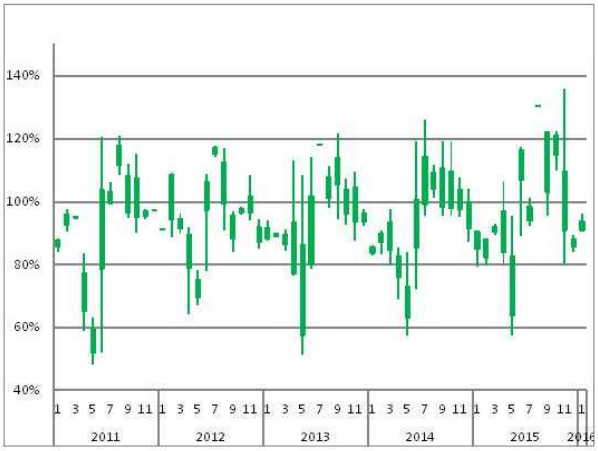

図7　DO飽和度

電気伝導度(EC)

測定期間2010年1月～2016年1月

図8は2011年1月～2016年1月までの結果をグラフにしたものである。

明確な季節変動はみられないが，2015 年 9 月は普段より高い値が観測されている。

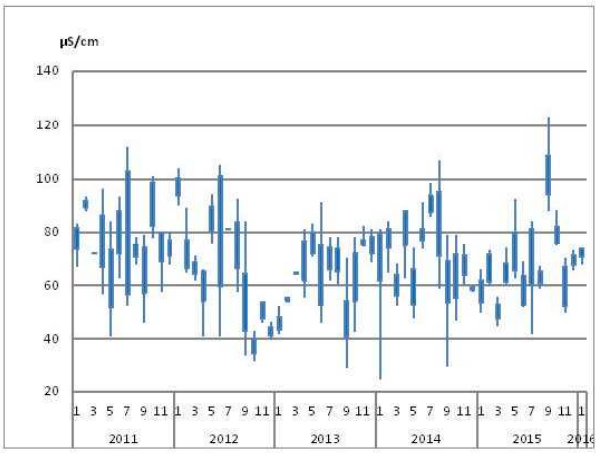

図8　電気伝導度

pH・クロロフィルa

測定期間2008年7月～2016年1月

図9と図10は2011年1月～2016年1月までの結果をグラフにしたものである。

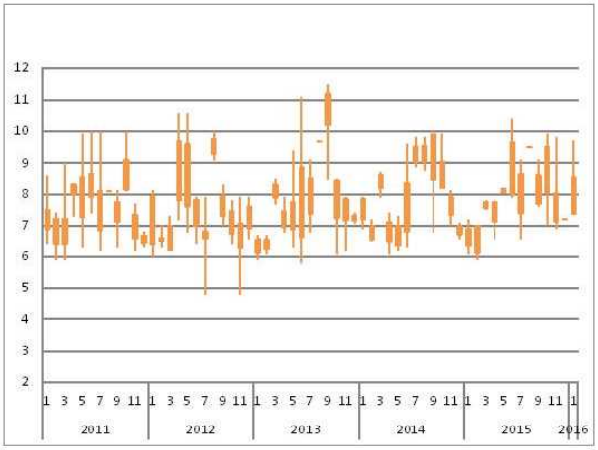

図9　pH

pH は冬から春にかけては比較的低い値を観測している。クロロフィル a はおおよそ夏季に高く，冬季に低いという季節変動が確認できる。2015年9月は例年と比較して低い値を示している。

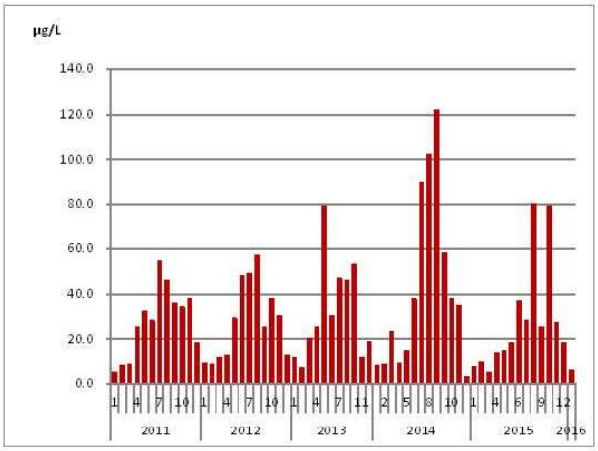

図10　クロロフィルa

2015 年 9 月の測定値には興味深いものがあった。PCOD は例年と異なり非常に低い値を示した。滴定ミスも考えたが，同じ時期の EC やクロロフィル a の値も例年と異なることから，急激な環境の変化が起きたためであると推測する。EC は 2010 年 1 月～ 2015 年 8 月の期間の最高値が 113 μ S/cm であったが，2015 年 9 月 17 日に 123 μ S/cm を示した。これは 9 月 17 日以前の 9 月 6 日～ 9 日までの 4 日間に合計 104.2mm の降雨があったことと関係しているのではないかと推測している。隼人池の水がほとんど入れ替わることになり PCOD やクロロフィル a にも大きな影響を与えたのではないだろうか。

②　校内樹木の生物季節

GLOBE 委員が当番制で，校舎東側にあるアベマキ(3 本)・アカメガシワ(1 本)の樹木を観察した。

生物季節観測の 1 年の流れは，3 月中旬から 7 月下旬にかけては Green up(緑化開始測定)を，そして 9 月後半から落葉するまでは Green down(緑化停止測定)を行っている。Green up は芽の状態での長さを葉身長，幅を葉幅長とし測定した。また葉が出た後は，図 11 のように葉身長，葉幅長および葉柄長を測定した。

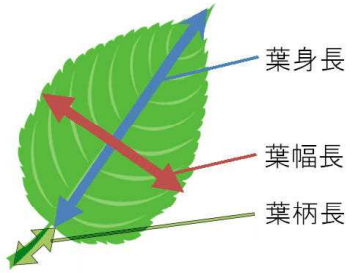

図11　測定した部位

今期はアカメガシワで最初にマークした芽が芽吹かず，途中で芽を選び直したため Green up の観測が継続できなかった。アベマキでは一本の木につき 4 カ所ずつマークをし観察をした。すべての芽で継続した観察をすることができた。

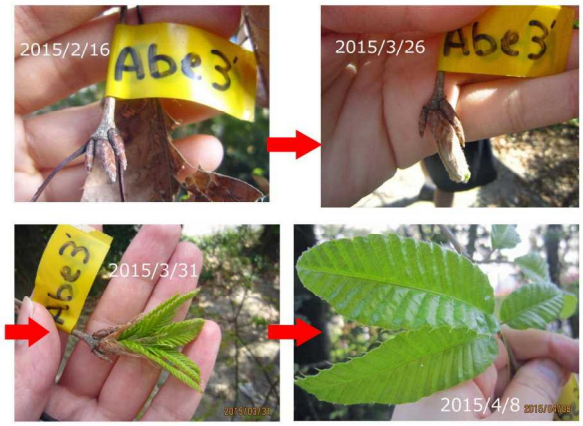

図12　Green upの様子

Green up の様子を図 12 に示す。図中の 2015 年 3 月 31 日の状態を「芽吹き」としている。芽吹きは Bud burst と呼び，観測の中で特に注目すべき変化となる。

アベマキの 2015 年の観測データ（Abe3-3）を図 13 に示す。Abe3-3 の芽吹きは 2015 年 3 月 31 日であった。2012 年～ 2014 年の Green up のデータでは，気温や降水量と芽吹きの関係を考察した。今回，2015 年の Green up も同様にする。

2014 年までのデータでは，最低気温の上昇が芽吹き日の一週間ほど前に見られた。2015 年も同様で図から分かるように芽吹き日の 2 週間ほど前から比較的高い最低気温が観測されるようになっている。また，降水量では 2014 年までのデータと同じように芽吹き日の前に

20mm 以上の降雨があった。
2012 年～ 2015 年はおおよそ同じような傾向を示している。

図13　気温と葉の生長の関係

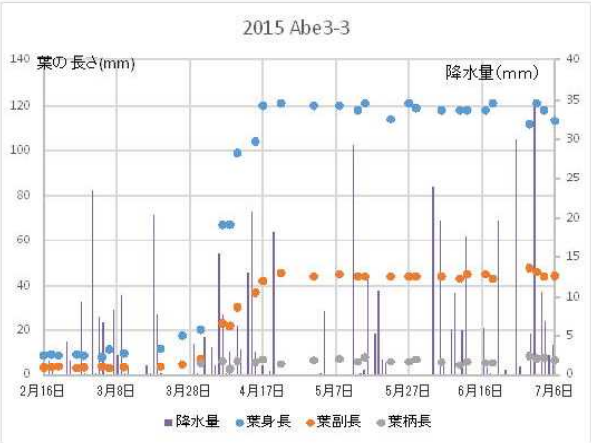

図14　降水量と葉の生長の関係

2012 年～ 2015 年までの 4 年間のデータをもとに，芽吹き日の予測計算を試みた。

以下は生徒が第 30 回愛知県高文連自然科学専門部研究発表会（2016.2.6）用に作成したレジュメを参考にしたものである。

サクラの開花予想で使われる積算温度という方法を用いて芽吹き日を予測した。「積算温度」とは右図のようにある一定の基準値α(℃)と起算日を決め，一日の平均気温がαの値を超えた分だけ取り出して起算日からある期間にわたって合計したもの。図でいうと起算日は一番左の日，基準値は青い線，塗りつぶされた部分が積算温度というように計算していく。今回，平均気温は学校のウェザーステーションのデータを用いた。

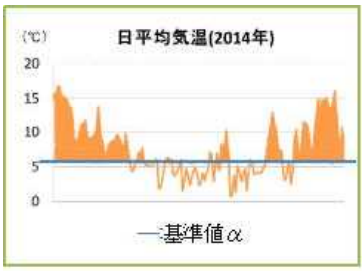

図１：積算温度について

・**起算日**：温度を積算する開始日。起算日を決定して芽吹き日を予想する。

・**積算温度の逆算（具体的な計算方法）**

一日の平均気温から基準値αを引いた。（その値をβとする），

（一日の平均気温）－（基準値α）＝　β

βが 0 以下の時はβ＝0 とした。

β_1，β_2，β_3，…β_n

芽吹き日の前日を n=1，起算日を n として，βの n=1 から n までの和を積算温度とした。

積算温度 $x = \beta_1 + \beta_2 + \beta_3 + \cdots + \beta_n$

ここから，基準値αと積算温度 x を仮定して起算日 n 求めた。

例　α=5，n=6 のとき。起算日は 3 月 25 日

日にち	n	平均気温(℃)	β
3 月 25 日	6	7.2	2.2
3 月 26 日	5	9.3	4.3
3 月 27 日	4	11.9	6.9
3 月 28 日	3	14.2	9.2
3 月 29 日	2	11.9	6.9
3 月 30 日	1	14.5	9.5
3 月 31 日	芽吹き日		

積算温度 x ＝ 2.2+4.3+6.9+9.2+6.9+9.5 ＝ 39 となる。

今回は毎年どのような要因で芽吹くのかを積算温度の逆算や降水量という観点から考察した。

降水量，積算温度の観点から過去のデータを考察した結果，以下の 4 つが芽吹き日の予測の方法としてふさわしいと考えた。

① 積算温度のみで考えた場合，4 年間の起算日の差が少なく，3 年起算日がそろったのはα＝7.6，x ＝ 600 で起算日が 10 月 3 日の時とα＝7.3，x ＝ 600 の時で起算日 10 月 4 日の時だった。よって，この 2 つの可能性が考えられる。

② 降水量のみで考えた場合，芽吹きの約 14 日前に 10 mm以上の降水がある。

③ 最低気温がその冬で最低だった日を起算日に設定し，芽吹きまでの日を積算温度のみで計算すると，α＝1.3 で x ＝ 400，またはα＝1.2，x ＝ 410 のときがふさわしい結果となった。また，この場合起算日は最低気温がその後 5 日以上気温が上がり続けた日と定義する。

④ 最低気温がその冬で最も低かった日を起算日に設定し，①で求めた芽吹きの約 2 週前の日の降水

があった日まで積算温度で計算すると，α＝4.9，x＝110 またはα＝4.8，x＝110 の時がふさわしいと考える。ただし，③と同じように起算日は最低気温がその後 5 日以上気温が上がり続けた日と定義する。

＊③と④において起算日の定義を「その後 5 日以上上がり続けた日」にする理由は 2012 年には強い寒波が 2 回来ておりが寒い時期が長かったのだが，その割には平年とあまり芽吹いた時期が変わらなかったため，考察した結果，そのような基準がふさわしいと考えた。

（生徒レジュメより）

前述の考察結果①～④をもとに，2016 年の芽吹き日を予測すると

①では 2015 年 12 月 24 日が芽吹きとなる。③では 2016 年 3 月 7 日現在，最低気温が最も低かった日が 2016 年 1 月 25 日の氷点下 3.6 ℃であり，この日から 5 日以上最低気温が上がり続けているので，1 月 25 日を起算日とする。今後の平均気温が 2014 年や 2015 年より高めに推移すると考え（表 1），3 月の月平均気温を 11 ℃として計算をしたところ，2016 年 3 月 21 日あるいは 3 月 22 日となる。

年	2 月の平均気温	3 月の平均気温
2014	6.3 ℃	10.2 ℃
2015	6.2 ℃	10.1 ℃
2016	7.1 ℃	予測　11.0 ℃

表1　平均気温

②と④については，どの時点の降水が有効であるか判断できないため計算はできない。

2015 年 10 月から 2016 年 2 月にかけて暖冬傾向であったことが､①の考察結果の不備を指摘する形となった。

アベマキの Green down は 12 月に入っても緑色のままであり，落葉しなかった。アカメガシワは典型的な色の変化を見ることができた。（表 2）

10 月 28 日の観測から色の変化がはっきりとわかるようになった。10 月 25 日～ 26 日にかけて最低気温が大きく変化していることが分かる。10 月 26 日の最低気温は 9.4 ℃（図 15 赤矢印）であった。このような温度変化がアカメガシワの Green　down に影響を及ぼしていると考えられる。

アカメガシワは 6 枚（No.1 ～ 6）の葉をマークしていたが，そのうち Green　down まで観測できた葉は 4 枚（No.2 ～ 5）であった。

AKAME	2	3	4	5
2015 10/9	5GY 4/8	5GY 4/8	5GY 4/8	5GY 4/8
10/16	5GY 4/8	5GY 4/8	5GY 4/8	5GY 4/8
10/23	5GY 5/10	5GY 6/10	5GY 4/8	5GY 5/10
10/28		5GY 7/12	5GY 5/10	5GY 7/12
11/2	5GY 7/12	2.5Y 8/12	5GY 6/10	5GY 7/12
11/4	2.5Y 8/12	2.5Y 8/12	5GY 5/10	5GY 6/10
11/11	fallen	fallen	fallen	5GY 6/10
11/16				fallen

表2　アカメガシワのGreen down結果

図15　Green down期間中の最低気温

③　文化祭でのポスター発表

2015 年 9 月に行われた本校の文化祭においてポスター発表を行った。普段の活動の様子や観測結果をまとめた。

図16　文化祭展示の様子

Ⅳ　研究の成果と第２年次に向けての課題

１「隼人池」の環境調査について

現在化学部員の学年構成の関係上，中学 1 年生が中心になって実験を行っている。PCOD で 2015 年 9 月の値が例年にないものだったため，当初は部員の技術が未熟だったことを疑ったが，EC やクロロフィル a でも興味深い値が観測されたことから，環境の急激な変化の結果であると推測している。

中学 1 年生であっても先輩からきちんと教えてもらい，正確に滴定ができることが分かったことは大きな成果である。また，興味深い値が観測された要因を探るべく，新たな視点を持って観測を続けていく必要がある。

２　生物季節について

Green Up では 2016 年 3 月の「芽吹き日を予想」することができた。この予想が的中するかどうかはまもなく分かることである。今冬はエルニーニョ現象の影響で暖冬傾向であった。これにより 10 月初旬を起算日にした芽吹き日の予想は適当でないことが分かった。以前から芽吹き日の予想の起算日に 10 月初旬を設定するのはおかしいのではないかという指摘を本校の生物教員より受けていた。「暖かさ」が現れてから積算を開始するべきだろうというアドバイスからその冬の最低気温に注目をした。

Green　down の観測のデータをまとめることができた。近年，アベマキの落葉が進まない傾向がある。落葉せずに新芽が出てくることもある。Green　down と Green up は連続していることを実感する。

Ⅴ　研究第２年次の活動計画

１「隼人池」の環境測定について

PCOD，EC の値の変化から降水量との関係を探っていきたい。EC の値に変化を及ぼすイオンの種類を特定することを目指していきたい。

２　校内樹木の生物季節について

2016 年 2 月におよそ 6 年ぶりぐらいにアベマキを剪定した。観測当初は自然のままの状態で手を加えるべきではないと考えていたため，剪定を控えていたが，下の方の枝で芽吹きが起こらない状態になり観測に影響が出始めた。園芸業者とも相談し，また，里山の管理の考え方を参考にして剪定を行った。この春の芽吹きにどのような影響を及ぼすか，また，日光が降り注ぐことで葉の生長への影響が興味深い。

図17　観測木の剪定前後の様子

【 参考文献】

● 新修　名古屋市史　第八巻　自然編
　編集　新修名古屋市編集委員会
　発行　名古屋市(平成 20 年 3 月 31 日発行)

● 第 30 回愛知県高文連自然科学専門部研究発表会レジュメ
　南山高等学校 1 年　　浅沼明日香
　南山高等学校 1 年　　安藤美紀