

第42回 九州高等学校生徒生物研究発表大会  
第1回 全国ユース環境活動発表大会

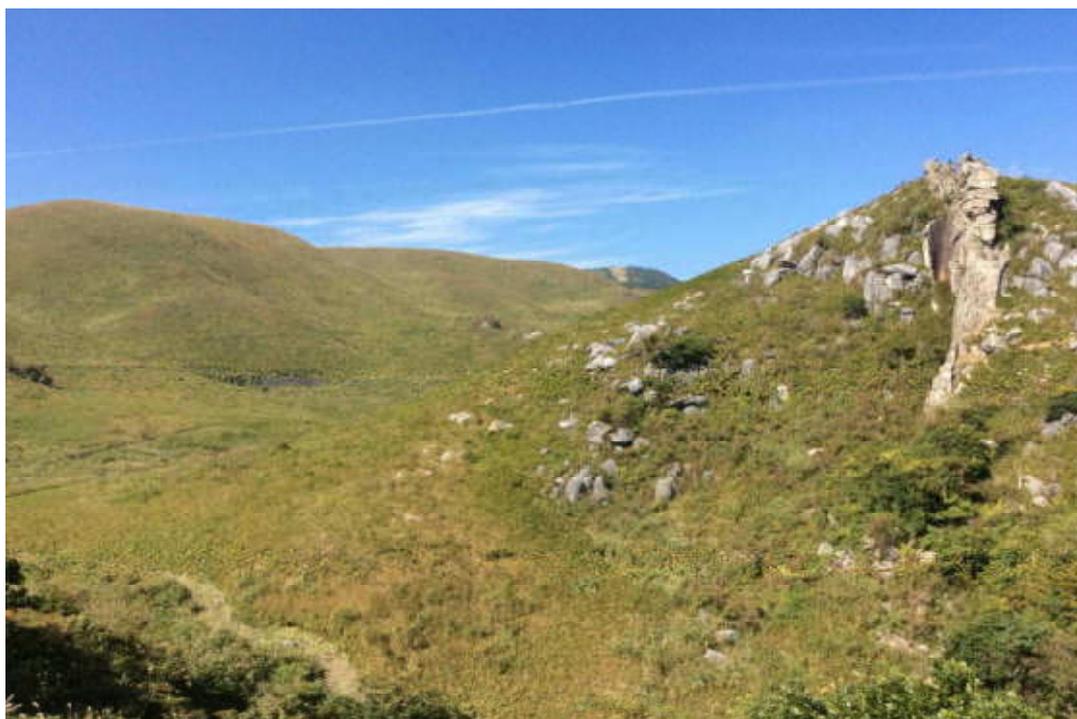
2. 6. Sat.  
2. 14. Sun.

# 北九州 平尾台カルスト

## 広谷湿原の成因、減少、そして再生

+

## ラムサール条約



東筑紫学園高等学校  
照曜館中学校  
理科部

# 目次

1. はじめに	P 2
2. カルストの水理と湿原	P 3
- 1 低層湿原と高層湿原	
- 2 一般的な湿原の寿命	
3. 広谷及び“広谷湿原”の生物	P 4
- 1 “広谷湿原”の位置	
- 2 “広谷湿原”を含む平尾台の動物	
- 3 “広谷湿原”を含む平尾台の植物	
- 4 空撮による植生調査	
4. “広谷湿原”の成因	P 16
- 1 花崗岩帯、鬼の唐手岩そして青龍窟	
- 2 「三日月湖」的存在 — 流量観測	
- 3 「三日月湖」的存在 — 遷急点の後退	
- 4 “湿原内小河川”の流速観測	
- 5 土壌断面調査	
5. “広谷湿原”の現状	P 23
- 1 “広谷湿原”の測量	
- 2 測量結果	
- 3 “広谷湿原”の減少理由	
6. “広谷湿原”の再生	P 26
- 1 湿原再生の課題と「SATOYAMAイニシアティブ」	
- 2 湿原減少への対策	
- 3 復活した湿原について	
7. 湿原の保全に向けた活動の記録 ～ラムサール条約登録～	P 29
- 1 ラムサール条約とは	
- 2 ラムサール条約の登録意義	
- 3 ラムサール条約の登録条件	
- 4 ラムサール条約登録に向けての活動	
- 5 ラムサール条約登録運動のまとめ	
8. おわりに	P 33
参考引用文献	P 35

# 1. はじめに

私たち、東筑紫学園高等学校・照曜館中学校理科部は、23年前の1993年、世界的に貴重なカルスト台地、平尾台(写真1、図1)を調査しようと、再設立された。その後、中高一貫のメリットを活かしつつ平尾台をフィールドとして、ケイビングやフィールドワークなど様々な活動をしている。

今まで理科部で行った研究は、今回のテーマである「広谷湿原保全プロジェクト」の他に「チョーク再生プロジェクト」、そして「夜空の明るさ研究チーム」などがある。

今回の研究テーマである「広谷湿原保全プロジェクト」は1994年から地表に水がないはずのカルスト台地、平尾台に存在する地学的にも生物学的にも貴重な湿原である“広谷湿原(写真2)”について、成因・減少・再生の3点から研究をしたものである。私たちが再生活動を行う際には、広谷湿原が1999年に苅田町指定の天然記念物に登録されるまでは、自由に調査を行っていた。登録後は、苅田町や平尾台自然観察センターに届け出をして調査を行っている。

“広谷湿原”の成因では、現在でも湿原が残っているのは、広谷に流れ込んでいた本流が、“広谷の穴”に流れ込んだため『三日月湖』のような存在になったと考察した。この考察は、流量観測および遷急点の後退跡の測定の結果、証明することができた。なお遷急点の後退の“跡”は本来消えてしまうものなのだが、カルスト地形特有の地下地形と地表地形が絡み維持された、奇跡的な現象だと言える。

“広谷湿原”の減少では、自然遷移による影響や気候変動、さらには湿原を作り出した環境の変化による影響で、どの程度前回の測定より減少しているのか。これまでの1994年、2001年そして、2010年とあしかけ17年にわたる測定結果と比較した。17年間で湿原の面積は60%近く減少した。これは一般的な湿原と比べると驚くべき速さで減少を続けている。このまま減少が進んでいくと、10年後には無くなってしまわないかと考えた。さらに、2014年にマルチローターヘリを用いた空撮による植生調査を行った。その結果、植生で見える限り、南の湿原は2010年に比べて37%も減少していた。その減少原因を考察する。

減ったことを報告するだけでは建設的ではない。そこで“広谷湿原”の再生について検討した。「生物多様性条約第10回締約国会議(COP10)」で話題になったSATOYAMAイニシアティブの内、特にメンテナンスに注目し、これを広谷湿原に当てはめ、2011年に県と苅田町に再生の提言を行った。そして、石積みのメンテナンスを行うことで、2010年に比べて南の湿原は14%も復活していた。また上流側の、湿原を涵養する水源について、新しい提言を県に行っている。

さらに、2012年の3月からは年に一回、福岡県保健環境研究所、京築福祉保健環境事務所のご指導のもとネザサの‘かきおこし’を実施している。その結果、ネザサの植物高の低下や、湿生植物の復活といった湿原の再生に効果が現れていた。今後も私達は、小さく人の手を入れメンテナンスを行い、継続することで湿原の維持、再生を目指したい。

また、2013年から再生活動の一環として、ラムサール条約登録の活動を行っている。日本では山口県の秋吉台が地下水系を評価されて登録されていることから、「平尾台カルスト」も同様にラムサール条約に登録できるのではないかと考え、“広谷湿原を含む平尾台カルスト”をラムサール条約に登録し保護しようと考えた。現在では、地元苅田町・北九州市と福岡県、さらには環境省、環境副大臣に話をすることができている。私たちの活動を多くの人に知ってもらうため、ラムサール条約登録に向けて協力者を募り、ラムサール登録準備委員会を結成した。ポスターを作成するなど、地元の賛同を得るために活動を行っている。



写真1

平尾台



写真2

“広谷湿原”遠景



図1

北九州 平尾台位置図

## 2. カルストの水理と湿原

図2はカルスト台地における水の流動を模式的に表したものである。

カルスト台地では、基本的に水は地表にはない。降った雨は写真3のドリーネなどに流入し、鉛直方向に移動する。何万年という時の中で地下地形としての石灰洞を形成し、台下に流れてしまうからだ。地表に川はもちろんのこと、湿原などは見られない。これらは、日本では特殊な地形とされている。

“広谷湿原”は日本で唯一このカルスト台地に存在する常識では有り得ない、学術的に極めて貴重な湿原と考えている。



図2

カルスト水の模式的流動



写真3

ドリーネ

### 2-1 低層湿原と高層湿原

図3は湿原の分類を表したものである。上の図は、低層湿原で、表面が平坦で地形面と地下水面とが一致し、湿原の表面まで冠水しているものをいう。湿原の水は地表水と地下水に依存し、高層湿原に比べ比較的、富栄養性である。“広谷湿原”は北九州のような温帯域、また平尾台のような標高のさほど高くない地域に存在するため、低層湿原に分類される。

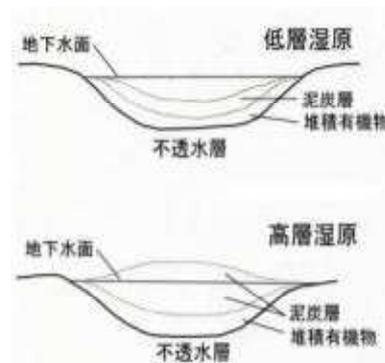


図3

低層湿原と高層湿原

### 2-2 一般的な湿原の寿命

#### 2-2-1 湿性遷移

基本的に湿原には流速がないはずである。湿原とは、地下水面と地表面が同じ高さにある様な場所である。流れのある川が生じると、上流から運搬されてきた土砂により湿原は次第に埋没、乾燥化する宿命になる。これを湿性遷移という。

#### 2-2-2 湿原の寿命

湿原の寿命の数値を探したが、見つけることができなかった。どうも場所により条件が異なり、一般的な数値は分からないようである。

日本は地殻変動が激しいため隆起も起こりやすく、傾斜がきつくなり浸食作用が強くなる。その結果、上流から運搬された土砂が堆積し、湿原をさらに埋めていくため、日本は世界と比べると低層湿原が残りにくい国といえる。

具体的な例として、河口付近でほとんど平坦な釧路湿原でも3,000年前にできたと推測されている。それよりはるかに小さく、山間部で傾斜のきつい場所にある“広谷湿原”の寿命はおそらく、数千年はないと考えられる。

### 3. 広谷及び“広谷湿原”の生物

#### 3-1 “広谷湿原”の位置

図4は、平尾台の国指定の天然記念物地域および、石灰岩分布域を表している。“広谷湿原”は平尾台の北東部にあり、図中では石灰岩帯に含まれているが、厳密には花崗岩帯である。

なお、“広谷湿原”は福岡県荊田町白川地区の入り会い所有地であり、管理は荊田町環境保全課と荊田町教育委員会が行っている。国指定の天然記念物からは外れているが、荊田町指定の天然記念物となっている。

“広谷湿原”の保全に向けては、福岡県により2000年に湿原保全工事が行なわれた。他にも、平尾台自然観察センターによる、湿原の立ち入りを防ぐ柵が設置されている。

“広谷湿原”へは、平尾台自然観察センターからは直線距離で約2.3kmである。中間地点の茶ヶ床からは羊群原と呼ばれるカレンフェルドが多数露出し羊の群れに見える景観を見渡すことができる。茶ヶ床からは、高低差50mの急勾配を昇り、中峠に至る。中峠を越えると“広谷湿原”である。中峠から先は花崗岩帯になり“広谷湿原”付近で再び石灰岩帯となる。よってこの付近は平尾台の飛び地の様な存在である。

“広谷湿原”の南端には鬼の唐手岩と呼ばれるアプライト岩脈が露出しており、その基部に田代の岩屋ドリーネがあり、青龍窟と呼ばれる平尾台で最大級かつ、日本で最も複雑な洞窟と連結している。

#### 3-2 “広谷湿原”を含む平尾台の動物

“広谷湿原”およびその周辺には、カルスト台地特有の動物と、湿原特有の動物が生息している。昆虫類や陸貝などの軟体動物は植物と密接な関係があり、カルスト台地特有の植物がいるため、特有の昆虫類や軟体動物が棲息している。

一方、両生類、ハ虫類、ホ乳類、鳥類などのセキツイ動物は食物連鎖というより食物網で多種多様な捕食をするため、カルスト特有の種はいない。

その中で、18種類もの福岡県指定の絶滅危惧種が、広谷湿原およびその周辺で観察できる。さらに、広谷湿原周辺のカルスト台地特有の洞窟にも洞窟性動物がおり、広谷湿原を含む平尾台カルストは希少種の宝庫といえる。

##### 3-2-1 “広谷湿原”の節足動物（昆虫）

広谷湿原を歩くと、様々な節足動物（昆虫）を観察できる。

湿原の周囲には、ハッチョウトンボ（写真4）、ギョウトクテントウ（写真5）、ムカシトンボ、オオウラギンヒョウモン、アマビコヤスデなどが、また、湿原の水の中では、タイコウチ、ミズカマキリ、シマゲンゴロウなどがいる。

“広谷湿原”の周囲で観察できるハッチョウトンボは、6～8月の間に見られ、福岡県では、絶滅危惧ⅠA類に指定されている。な

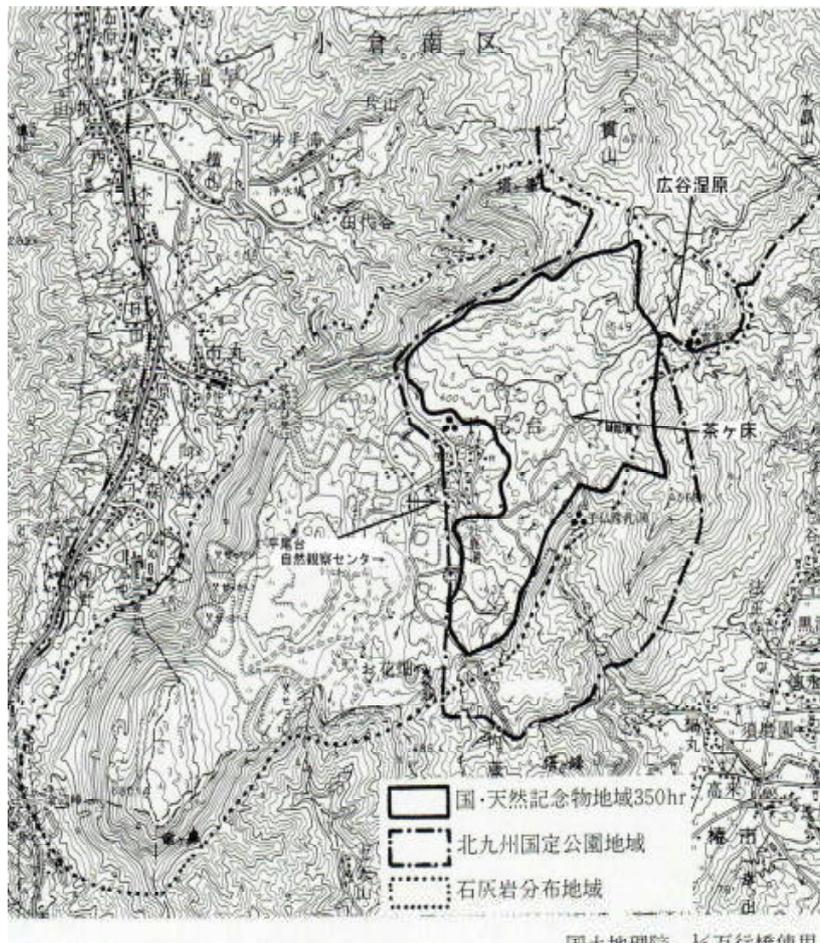


図4 平尾台の天然記念物領域（日本洞窟協会1982より加筆）



写真4 ハッチョウトンボ



写真5 ギョウトクテントウ

お、発見されたものの多くは広谷湿原で記載されたものである。トンボ科の中では、最も小形で、雌雄により色彩が異なる。私たちは、多いときは週に一度広谷湿原を調査しているが、遭遇したのは数回だけである。

ギョウトクテントウは日本特産で、福岡県では、<sup>みのう</sup>耳納山と平尾台で発見された。しかし、生態はよくわかっておらず、私たちはまだ一度も見ることがない。



写真6 ルリナガツツハムシ 写真7 オオウラギンヒョウモン

ルリナガツツハムシ(写真6)は日本では平尾台が唯一の産地であるが、ここ30年ほど発見された記録はない。生息地が乾燥化して、不適な環境になったからだと考えられている。

オオウラギンヒョウモン(写真7)は1893年に福岡県で初めて採取され、記録された。1930～1970年代までには県内各所で多くの報告があった。しかし、1980年頃から産地は平尾台のみとなり、1990年代からは平尾台での報告もなくなった。オオウラギンヒョウモンを研究されている黒瀬弘道氏によると、原因は生息地の乾燥化、人による採集、餌である植物のオカトラノオの減少・小型化であろうと言われていた。オオウラギンヒョウモンが見られなくなった1990年代から“広谷湿原”は急激に減少していて、“広谷湿原”と密接な関係があるのではないかと考えられる。

### 3-2-2 “広谷湿原”の両生類

湿原周辺では、まれに両生類を見つけることができる。イモリ、カスミサンショウウオ(写真8)、シュレーゲルアオガエル、アマガエル、ヤマアカガエル、ツチガエルなどである。

めったに見ることができないカスミサンショウウオは、日本固有の種であり、愛知県以南の地方(沖縄は除く)で生息している。福岡県では、平尾台以外でも福岡市、大牟田市、うきは市、糸島市などに生息している。しかし近年、産卵場が開発により乾燥化したり、産卵場そのものが消失している。これらのことが理由で、特に内陸部よりの地域で激減しており、絶滅が危惧されている。



写真8 カスミサンショウウオ

ツチガエルは、朝鮮半島、中国大陸、ロシア沿海州に分布しており、福岡県では県西部の河川、水田に多く生息しているが、近年、ダムの建設や河川の改修により産卵環境が悪化している。“広谷湿原”では、1999年に木道掲示板前で泡状卵塊が確認されたとのことである。

### 3-2-3 “広谷湿原”のハ虫類・ホ乳類・鳥類

湿原の周辺には様々なホ乳類、鳥類が生息している。

“広谷湿原”周辺では春から秋にかけ、ヤマカガシ、マムシ、トカゲ、カナヘビ、ヤモリなどのハ虫類、そしてアナグマ、ノウサギ、カヤネズミ、キツネ、ニホンシカ、ニホンモモンガなどのホ乳類や、チョウゲンボウ、ヨタカ(写真9)、ジョウビタキ、アオジ、カワラヒワ、ヒバリ、コゲラ、シジュウカラ、メジロなどの鳥類を観察することができる。“広谷湿原”近くで頻繁に見られるのは、セッカ、ホオジロ、ホオアカ、ヒバリなどである。

ヨタカは、東～東南アジアに分布し、日本では、夏鳥として、九州以北に到来する。その場所の一つとして、平尾台に到来する。近年本種は、著しく減少している。福岡県でも、ゴルフ場や宅地開発などによる森林開発で減少している。しかし、非開発地域でも減少していることから、餌となる昆虫類の減少などが原因となっている可能性がある。

カヤネズミ(写真10)は秋田・岩手県以南(沖縄は除く)に分布しており、平尾台でも確認されている。本種は、ススキなどの高茎のイネ科植物が繁茂した河川敷や沼沢地に生息している。このような環境は、ゴルフ場や公園に整備され、さらに除草などにより、生息地の急激な減少が心配されている。“広谷湿原”の周辺にも生息しており、1977年東京農業大学の調査では複数個体確認されて、2015年の植生調査の際にはカヤネズミの巣(写真11)が確認できた。

いずれにしてもセキツイ動物で平尾台、広谷湿原固有の種はいない。



写真9 ヨタカ



写真10 カヤネズミ



写真11 カヤネズミの巣

### 3-2-4 平尾台の洞窟動物

“広谷湿原”から話はそれるが、広谷湿原を含む平尾台には、現在約180の石灰洞が確認されている。このうち、洞窟動物の調査はわずか10カ所ぐらいの洞窟で行われている程度である。これらの洞窟には、洞窟特有の洞窟動物が生息している。洞窟動物は長い間隔離されてきたため、その地方、その洞窟特有の種類に進化したものが多い。洞窟動物は大きく3つに分けることができる。

### ① 真洞窟性動物

真洞窟性動物とは洞窟や地下水の中でしか生活できない動物をいう。一般に、真洞窟性動物はその一生において太陽光とは無縁なため体つきが弱々しく、非常に薄い皮膚をもっている。光がないため、目は退化消失している。さらに体色が白色か淡褐色になる。目がないので、その役割を果たすため触角が非常に長い。体長の2～3倍のものもいる。また、洞窟内の土砂、岩などを乗り越えるため、足は長くなっている、などの形態的特徴を持っているものが多い。

また、生理的にも特殊化している。洞窟内に太陽光がないため、生産者である植物がない。それにより洞窟内は流入してくる落葉や周期性、好洞窟性動物（特にコウモリ）のフンが洞窟内の生態系のベースになる。そのため代謝が低く、動きがゆっくりとしている。また貧栄養に対する抵抗性が大きく、成長には長い時間かかる。（かわいい姿で有名なウーパールーパー（写真11）は、本来は中南米の洞窟動物で、成長が極めて遅いためエラを持った幼生のまま成体になった両生類である。）さらに繁殖力が小さいため、個体数が少ない。これらの現象は、洞窟という環境が暗黒・定温・高温という特殊な条件であることと密接な関連があることは明らかなことである。

平尾台では、センブツヤスデ（写真12）、トビクチノコギリヤスデ、アナガミオオコケカニムシ、メクラヨコエビ、ホラアナナガコムシ、リュウガトゲトビムシ（写真13）、ツツガタメクラチビゴミムシ（写真14）などが確認されている。

センブツヤスデは、平尾台の国指定の天然記念物、千仏鍾乳洞の特産種である。調査が進んでいないため生態は詳しくはわかっていない。

トビクチノコギリヤスデは白色無眼で平尾台洞窟群の特産種である。

アナガミオオコケカニムシはくも類に近い動物で、平尾台の国指定の天然記念物、青龍窟の特産種である。

ホラアナナガコムシは生態がよくわかっていない。私たちは2015年10月に目白洞で偶然発見することができた。そのときにカメラを持ち合わせていなかったため、写真を撮ることができなかった。

### ② 周期性洞窟動物

周期性洞窟動物とは、洞窟をねぐら、保育あるいは越冬の場所などに利用している動物のことである。洞窟周辺に多く棲息しているが、ねぐらなどのために洞窟を利用しているだけなので、洞窟外の動物とは大きな差異はない。しかし洞窟内を出入りするために特殊な感覚器を持つものがある。コウモリなどのエコーロケーションは有名である。さらに、このコウモリのもたらすフンは洞窟の生態系のベースとなる。

平尾台ではユビナガコウモリ、キクガシラコウモリ（写真15）、コキクガシラコウモリ、オオゲジなどが確認されている。

ユビナガコウモリは著しく翼が発達しており、高速・長距離飛行に適する能力を有している。

コキクガシラコウモリは、日本の固有種で平尾台では目白洞、千仏洞、青龍窟、光水洞、牡鹿洞、不動洞で確認されている。福岡県の準絶滅危惧種に登録されている。

### ③ 好洞窟性動物

好洞窟性動物とは、洞窟でも地上でも生活できる動物をいう。好洞窟性動物は薄暗いところを好むものなので、洞窟外の動物とは特徴に差異はない。

平尾台では、フトカマドウマ、マダラカマドウマ（写真16）、カサキビ、ホソヨツメハネカクシなどが確認されている。

マダラカマドウマはコオロギによく似た昆虫である。羽がなく、触角は非常に長く体の3倍近くある。本来の生息地は洞窟外であるが、洞窟の入り口付近にはよく見かける。

ホソヨツメハネカクシは平尾台の洞窟以外では、英彦山で確認されている。



写真11 ウーパールーパー



写真12 センブツヤスデ



写真13 リュウガトゲトビムシ

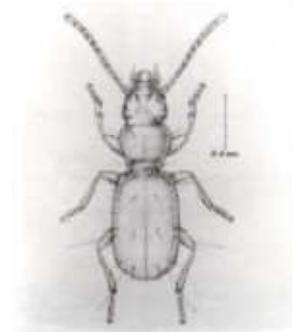


写真14 ツツガタメクラチビゴミムシ



写真15 キクガシラコウモリ



写真16 マダラカマドウマ

### 3-2-5 絶滅が危惧される“広谷湿原”の動物

平尾台・広谷湿原にはこのように貴重な動物が棲息している。しかし放置しておくこの地球上から消えていくおそれのある絶滅危惧種も数多く存在する。

平尾台、“広谷湿原”で見られる絶滅危惧種に相当する動物を列記する。

絶滅危惧 I A 類(Critically Endangered)

: ごく近い将来において、野生での絶滅の危険性が極めて高いもの

ハッチョウトンボ *Nannophy pygmaea*、オオウラギンヒョウモン *Argyronome ruslana*

ニホンモモンガ *Pteromys momonga*

絶滅危惧 I B 類(Endangered)

: I A 類程ではないが、近い将来における、野生での絶滅の危険性が高いもの

ギョウトクテントウ *Hyperaspis gyotokui*、ルリナガツハムシ *Smaragdina mandzhura*

シマゲンゴロウ *Hydaticus bowringii*(写真17)、ヨタカ *Caprimulgus indicus*

絶滅危惧 II 類(Vulnerable)

: 絶滅の危険が増大している種

カヤネズミ *Micromys minutus*、カスミサンショウウオ *Hynobius nebulosus*

ヤマアカガエル *Rana ornativentris*

準絶滅危惧(Near Threatened)

: 存在基盤が脆弱な種

ミズカマキリ *Ranatra chinesis*(写真18)、キツネ *Vulpes vulpes*

ニホンザル *Macaca fuscata*(写真19)、ツチガエル *Glandirana rugosa*

コキクガシラコウモリ *Rhinolophus cornutus*、ユビナガコウモリ *Miniopterus fuliginosus*

なおニホンザルについては、平尾台には森林がないため台上にはいないが、平尾台周辺で個体数が増加しており、深刻な農業被害が出ている。



写真17 シマゲンゴロウ



写真18 ミズカマキリ



写真19 ニホンザル

### 3-3 “広谷湿原”を含む平尾台の植物

平尾台は温帯カルストであり、また標高は350~680mとさほど高くないため潜在自然植生は照葉樹林のはずである。しかし平尾台は、野焼きによりススキ草原が維持されている。また石灰岩帯であるため、植物の呼吸などで生じた二酸化炭素により、酸性になった水が石灰岩を溶かす。これにより炭酸水素イオンとカルシウムイオンができる。その炭酸水素イオンの水素イオンが土壌中の交換性のカルシウムイオンと入れかわることによって、水素イオンが遊離する。その結果、酸性土壌となる。そのため、酸性のやせた土壌にも耐えられる北方起源の植物が比較的多い。

“広谷湿原”には、氷河時代から生き延びてきたミズゴケ類がレリックとして繁茂している。そして、ミズゴケ類が炭化して形成された泥炭層が不透水層となって、湿原は維持されている。

地表面と地下水面の高さが同じため、通気状態が悪く、植物の地下部の発達は悪い。一方で、水分貯蔵能力も低いため、独特の湿生植物が繁茂している。さらに、その様な状態では分解者も働けず、土壌は貧栄養で、土壌の代わりに昆虫からタンパク質をとる食虫植物が見られる。

その中で、11種類もの福岡県指定の絶滅危惧種が、広谷湿原で観察できる。

#### 3-3-1 “広谷湿原”固有の植物

湿原の話をするときに、植物の話は欠かせない。

“広谷湿原”では初夏から秋にかけていろいろな草花が花を咲かせる。湿原の周囲にはヤマツツジ、ヤマヤナギ、クリ、カセンソウ、ウツボグサ、カワラナデシコ(写真20)、キキョウ(写真21)、ハバヤマボクチなどが、また、湿原の中ではカノコソウ、コバノトンボソウ、ツリフネソウなどを観察することができる。



写真20 カワラナデシコ



写真22 コオニユリ



写真21 キキョウ



写真23 クズ

“広谷湿原”の春は少し遅く、6月になるとトキノソウが一面に<sup>ときいろ</sup>錆色の花をつける。6月中頃を過ぎると湿原のあちこちにノハナショウブの紫色の花を見ることができ、ノハナショウブが終わるとノヒメユリが咲き始める。8月頃にはオレンジ色のコオニユリの花(写真22)が咲き乱れている。その後、秋初頭にはクズの花(写真23)を観察することができる。

この湿原に繁茂しているオオミズゴケ(写真24)は、平尾台が寒かった氷河時代から延々と生き延びてきた貴重な植物である。寒冷地では、ミズゴケを主体とした湿生植物の遺骸が低温のため容易に分解されず、次第に炭化したものが泥炭を作る。つまり湿原を形成する主力がミズゴケである。なおミズゴケの存在そのものは湿原の象徴であるが、湿原の中でも乾燥した所に生えるものである。

コオニユリやオミナエシ(写真25)なども、湿原内で乾燥・湿潤などの環境によるすみわけがある。例えば、コオニユリやノヒメユリ、アブラガヤは比較的乾燥した所に生える。しかし、オミナエシは湿原の中でも湿った所に生える。このように湿原中の植生にも大きな違いがある。

そして、この“広谷湿原”から野生のサギソウはすでに無くなってしまった。しかし、現在もサギソウ(写真26)が存在する所がある。人が人工的に栽培した所が“広谷湿原”とは別の、広谷の上流にある。なお、このサギソウはもともと平尾台の自生種かは分からない。もし違う土地から移入したものだとしたら、それは“広谷湿原”の自然のサイクルを乱し、ある面では自然を攪乱する行為かもしれない。

### 3-3-2 “広谷湿原”の食虫植物

広谷に足を踏み入れると、入口近くの湿地の中にモウセンゴケ(写真27)の群落を見ることができ、7月の中旬にはモウセンゴケは花茎を伸ばし、先端を渦巻き状に巻き、白い小さい花をつけている。そして7月の下旬に再びその場所を訪れると、モウセンゴケは見事に姿を消してミミカキグサに交代していた。

モウセンゴケもミミカキグサも食虫植物である。湿原の中は貧栄養のため、モウセンゴケは葉の表面にある腺毛で虫を包み込み、消化液で虫を消化し栄養分を吸収する。また、ミミカキグサは地中を這う茎に捕虫袋があり、地中の小さな虫をこの中に捕らえて、細菌により分解し栄養分を吸収する。花が終わったあとのがくが耳搔きのように見えるところから、この名前が付いたようである。

### 3-3-3 絶滅が危惧される“広谷湿原”の植物

湿原にはこのように数々の素晴らしい植物がある。すばらしい湿原の植物には放置しておくことこの地球上から消えていくおそれのある絶滅危惧種も数多く存在する。

ここに、“広谷湿原”で見られる絶滅危惧種に相当する植物を列記する。

絶滅危惧 I A 類(Critically Endangered)

: ごく近い将来において、野生での絶滅の危険性が極めて高いもの。

トキノソウ *Pogonia japonica*(写真28)

絶滅危惧 I B 類(Endangered)

: I A 類程ではないが、近い将来における野生での絶滅の危険性が高いもの。

ノヒメユリ *Lilium callosum*、ノハナショウブ *Iris ensata* Thumb、(写真29)

ミミカキグサ *Utricularia bifida* L.

絶滅危惧 II 類(Vulnerable)

: 絶滅の危険が増大している種。

カセンソウ *Inula salicina* L.、ホザキノミミカキグサ *Utricularia caerulea* L.、

モウセンゴケ *Drosera rotundifolia* L.、キキョウ *Platycodon grandiflorus* A.DC.、

サワギキョウ *Lobelia sessilifolia*、ムラサキミミカキグサ *Utricularia uliginosa* L.

準絶滅危惧(Near Threatened)

: 存在基盤が脆弱な種。

サギソウ *Pecteilis radiata*



写真24 オオミズゴケ



写真25 オミナエシ



写真26 人工的に植えられたサギソウ



写真27 モウセンゴケの花



写真28 トキノソウ



写真29 ノハナショウブ

### 3-4 空撮による植生調査

#### 3-4-1 空撮

私たちは今まで、湿原の面積を測量し数値化することによって湿原の増減を検討してきた。一般的に、湿原の増減は植生から捉えることが多い。しかし、湿原の中には入れないため、至近距離からの植生調査はできない。ところが、理科部のもう一つの“夜空の明るさ研究チーム”では、北九州工業高等専門学校と協力して気球観測をしている。そこで湿原を空撮し、写真から湿原の植生調査をしようと思った。北九州高専の“マルチローターヘリ(写真30)”にカメラを取り付け、空撮を行った。

空撮の手順は、以下である。

- ・ 湿原の東西に基線となるメジャー(写真31)を引く
- ・ 木道側から基線に沿って2mずつ間隔をあけて南北の基線を引く
- ・ 基線の上空約2mでヘリを飛ばし、動画撮影する

2014年10月11日(土)に南の湿原の空撮を行った。また19日(日)には、福岡県主催の広谷湿原自然観察会の場で北の湿原の空撮を行った。ヘリは私たちが思っていたものよりも大きく、こちらに近づいてくるときは若干の恐怖を感じるほど迫力があつた(写真32)。また、少し風が吹くだけで、機体が大きく揺らされており、機体の操縦には高度な技術が必要であると感じた。

撮影した動画から静止画像を抽出し、湿原の全体像を作製した(図5)。だが、ヘリの機体が風で揺らされるため、静止画像を連続して面として取り出すのは難しく、完成まで1年以上かかった。福岡県保健環境研究所の須田先生に途中経過の画像を見ていただいたところ、プロの須田先生でも一部の植物種の判別はできたものの、やはり葉を触って見たいと言われていた。



写真30 マルチローターヘリ 写真31 メジャー作業中 写真32 飛行中のヘリ

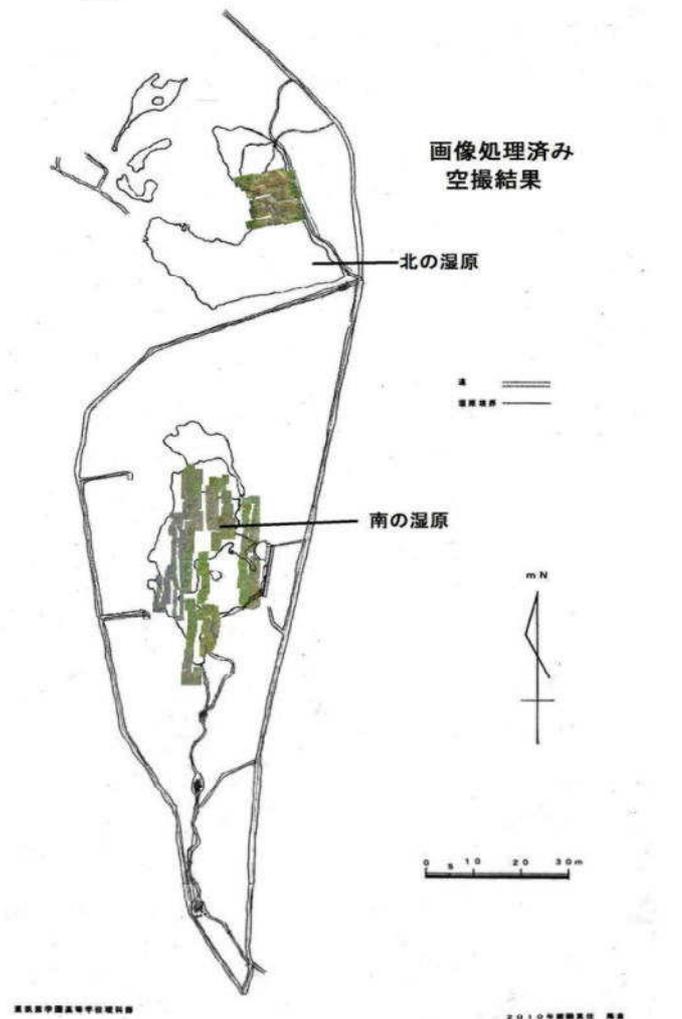


図5

広谷湿原 空撮結果

#### 3-4-2 空撮による植生調査の結果

##### ① 2010年からの南の湿原域の植生変化

写真33～35は、南の湿原の空撮動画からキャプチャーした画像を連結し、群落分けしたものの一部である。図6は、その画像の湿原内における位置を示した。これらを基に南の湿原の植生図を作成した。なお、目視で観測できるところは画像処理をしていない。そして、2015年10月18日(日)の広谷湿原自然観察会の際に、補充調査を行った。

図7は、南の湿原の植物社会学的調査法による結果を基にした、植生図である。湿原境界は2010年の面積測量結果のものである。表1は、南の湿原を1つの区画と考えて行った区画法の結果である。区画法では、湿原の面積(23頁、表5 湿原面積比較結果 参照)に対する各群落の面積の割合を算出し、被度階級をつけた。また、南の湿原中のそれぞれの群落の個数を出現頻度とし、被度と出現頻度の積をその群落の南の湿原における優占度とした。

表1において、カモノハシ群落より下段の群落が、湿生群落である。草原生群落が2つ見られたのに対し、湿生群落は9つ見られたことから、多様な植物が生息していることがわかる。また、中央部に見られるシロイヌノヒゲ群落は、貧栄養な低湿地に生息するものであり、同じくオオミズゴケ群落も見られることから、帯状に湿原らしい環境が残っていることがわかる。さらに、湿生のマアザミーススキ群落は点々とはあるが、優占度が湿生植物の中では最も高いことがわかる。

一方で2010年に湿原であった部分で、ネザサーススキ群落の優占度が非常に大きくなっている。結果としての優占種もネザサーススキ群落であったことから、2010年からの比較では湿原の減少が著しいことがわかる。草原性のササガヤーマツカゼソウ群落・ネザサーススキ群落の面積の合計は、167.53㎡にもなる。2010年に湿原であった部分が、

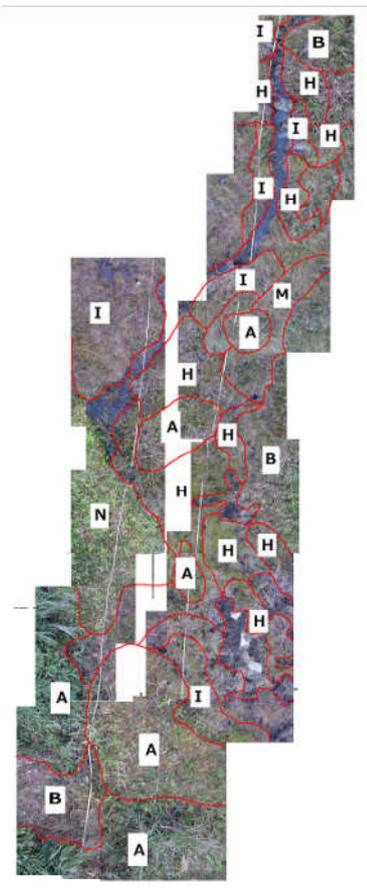


写真33 南の湿原 ア 植物群落

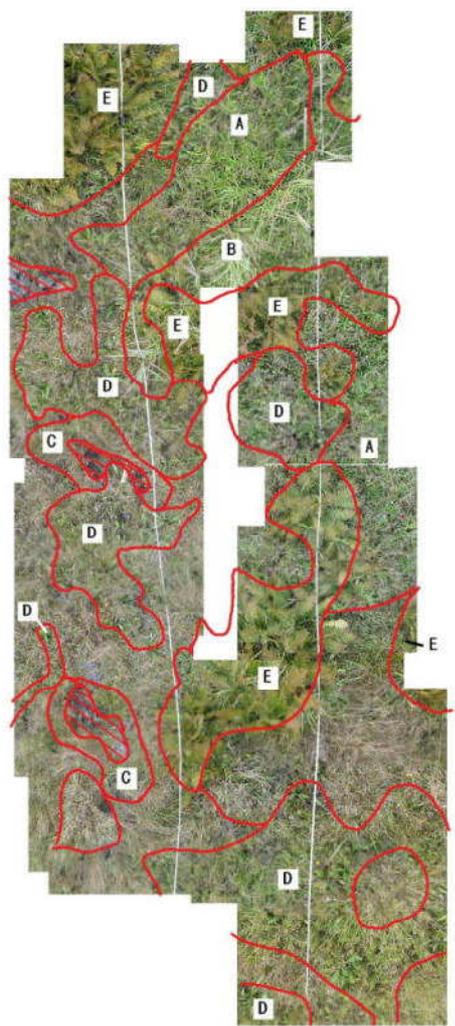


写真34 南の湿原 イ 植物群落

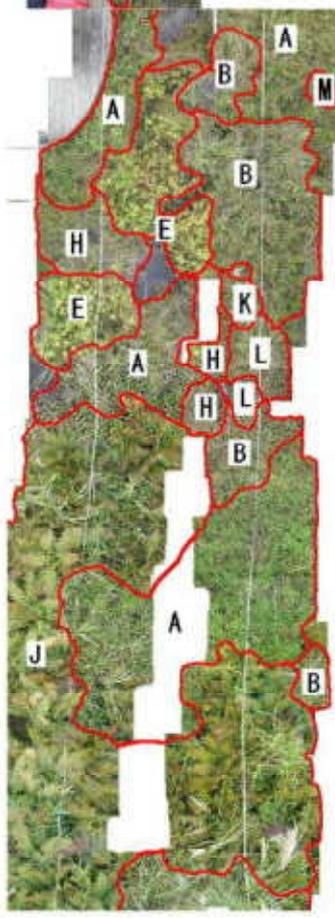
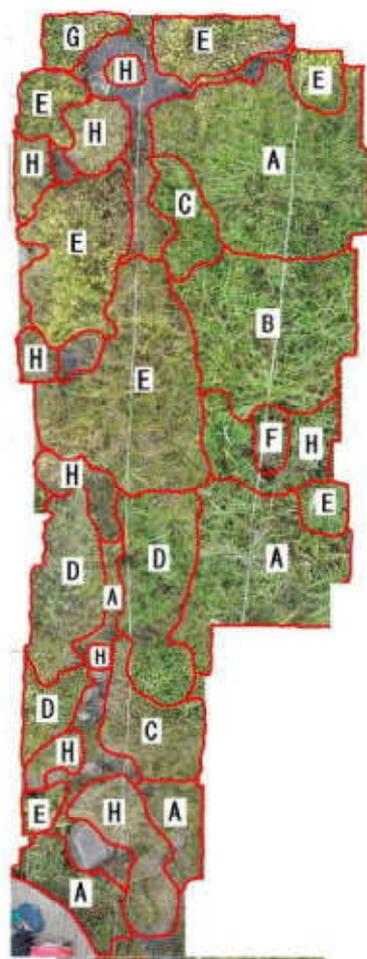


写真35 南の湿原 ウ 植物群落

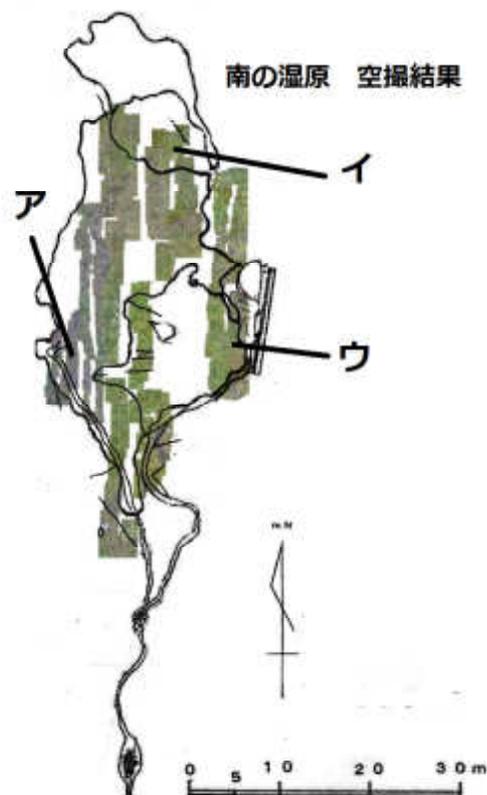


図6 空撮画像 位置

凡例

- A…ネザサ群落
- B…ススキ群落
- C…ササガヤーススキ群落
- D…カモノハシ群落
- E…ツリフネソーヨシ群落
- F…チゴザサーヒメシロネ群落
- G…カワラヨモギ群落
- H…タニガワスゲ群落
- I…オオミズゴケ群落
- J…ヤマドリゼンマイ群落
- K…フジバカマ群落
- L…マアザミーチゴザサ群落
- M…ツクシハギ群落
- N…ススキーミツバチグリ群落

草原生群落に変わってしまった。この間の湿原の減少率は、

$$\frac{9.11\text{m}^2 + 158.42\text{m}^2}{449.00\text{m}^2} \times 100 = 37.311 \dots \rightarrow 37.3\% \text{にもなる。}$$

ほんの5年でおおよそ4割近くも減少したことは、年々減少しているのを感じてはいたものの、驚くほど悲しい結果である。福岡県保健環境研究所の須田先生が「広谷湿原はあと4、5年で消滅してしまうかもしれない」と言われたのが、数値として証明されてしまった。

なお、この比較は2010年は面積測量による湿原、2015年は植生から出した湿原を比較したもので、調査方法が違いため厳密な検討はできない。来年にでも湿原の面積測量をして、正確な比較をしたい。

表1 2010年の南の湿原域 区画法結果

群落名	面積(m <sup>2</sup> )	被度	出現頻度	優占度	優占種
ササガヤマツカゼノウ群落	9.11	1	1	1	
ネザサーススキ群落	158.42	3	12	36	○
カモノハシ群落	53.34	2	12	24	
ノハナショウブーススキ群落	3.22	1	2	2	
オオミズゴケ群落	33.25	1	2	2	
ヤマドリゼンマイ群落	11.26	1	4	4	
ツリフネソウヨシ群落	1.34	1	1	1	
ウメドキ群落	2.41	1	1	1	
マアザミチゴササ群落	58.17	2	9	18	
タニガワスゲ群落	2.68	1	1	1	
シロイヌヒゲ群落	115.80	3	2	6	
計	449.00				

※被度階級は以下の通りにつけた。  
 10%以下 … 1 10~25% … 2 25~50% … 3  
 50~75% … 4 75%以上 … 5  
 ※出現頻度は、1区画(南の湿原)中の群落の数とした。  
 ※(優占度)=(被度)×(出現頻度)とした。



東風館学園高等学校理科部

図7

南の湿原 植生図

## ② 2015年の南の湿原域の植生調査

図8は、2015年の南の湿原周辺の植生図である。また、そこから推測される現在の湿原の境界線を示した。表2は、この湿原境界において区画法を実施した結果である。表の細目については①2010年からの南の湿原域の植生変化と同じなので省略する。

上述の通り、2010年に湿原であった部分は大きく減少していることがわかる。その一方で、2010年には草原であった河川沿いで湿生植物の群落である、タニガワスゲ群落やツリフネソウヨシ群落、カモノハシ群落が繁茂している。このことから、湿原が復活していることがわかる。表2から、南の湿原の面積は511.83m<sup>2</sup>になり、むしろ増加していた。2010年に湿原だった所が37%減少したが、湿原でなかった所が湿原に戻っているのである。大変嬉しい結果である。2010年からの湿原増加の割合は、2010年の南の湿原の面積を100%とすると、

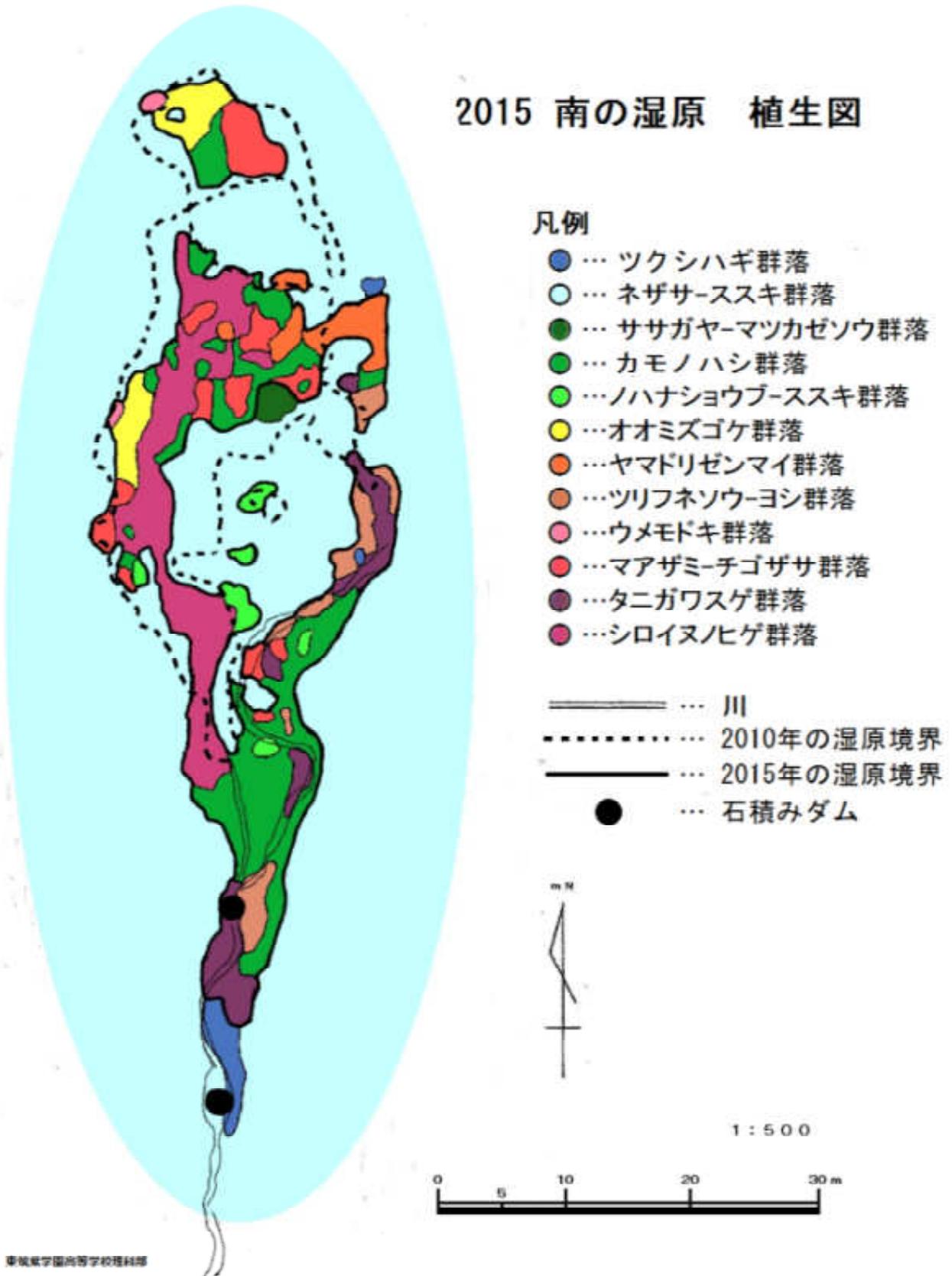
$$\frac{511.83\text{m}^2 - 449.00\text{m}^2}{449.00\text{m}^2} \times 100 = 13.993 \dots \rightarrow 14.0\% \text{にもなる。}$$

復活の要因は、2000年に福岡県が行った広谷湿原保全工事で、河川の湿原出口に設置された石積みの“メンテナンス”による効果だと考えている。私たち理科部は、年に2回平尾台キャンプに行く際、30人近くで1人2個ずつほどダムの石の隙間に石を詰め、ダムのメンテナンスをしている。また、ネザサのかきおこしの際に出てきた石も詰めている。メンテナンスは4年前から続けており、これまで500個以上石を詰めている。その努力の甲斐あって、湿原が復活したことは、

表2 2015年の南の湿原域 区画法結果

群落名	面積(m <sup>2</sup> )	被度	出現頻度	優占度	優占種
ツクシハギ群落	1.06	1	1	1	
ネザサーススキ群落	1.41	1	3	3	
カモノハシ群落	153.52	3	16	48	○
ノハナショウブーススキ群落	19.1	1	6	6	
オオミズゴケ群落	33.25	1	2	2	
ヤマドリゼンマイ群落	30.77	1	3	3	
ツリフネソウヨシ群落	36.43	1	7	7	
ウメドキ群落	3.89	1	2	2	
マアザミチゴササ群落	63.32	2	12	24	
タニガワスゲ群落	55.18	2	5	10	
シロイヌヒゲ群落	113.90	2	2	4	
計	511.83				

## 2015 南の湿原 植生図



東横国立高等学校理科部

図 8

南の湿原全域 植生図

大変嬉しい事である。詳しくは28頁、6-3 復活した湿原についてで後述する。

表2から、優占種はカモノハシ群落であった。カモノハシは湿生植物であるが、草丈が大きく地表面を上昇させるため、オオミズゴケ同様に湿原の乾燥化につながる。そのため、河川沿いをのぞくカモノハシ群落では、現在も乾燥化が進んでいることを示している。やはり、湿原の維持には河川上流側にも水源が必要なようである。

### ③ 2015年の北の湿原の植生調査

写真36は北の湿原の一部の空撮動画からキャプチャーした画像を連結し、群落分けしたものである。図9は、空撮結果に基づく2015年の北の湿原の植生図である。また、そこから推測される現在の湿原の境界線を示した。空撮をしていない部分は、この11月5日にかきおこし区の植生調査を行う際に、補充調査を行った。表3はこの湿原境界において区画法を実施した結果である。表の細目については①2010年からの南の湿原域の植生変化と同じなので省略する。

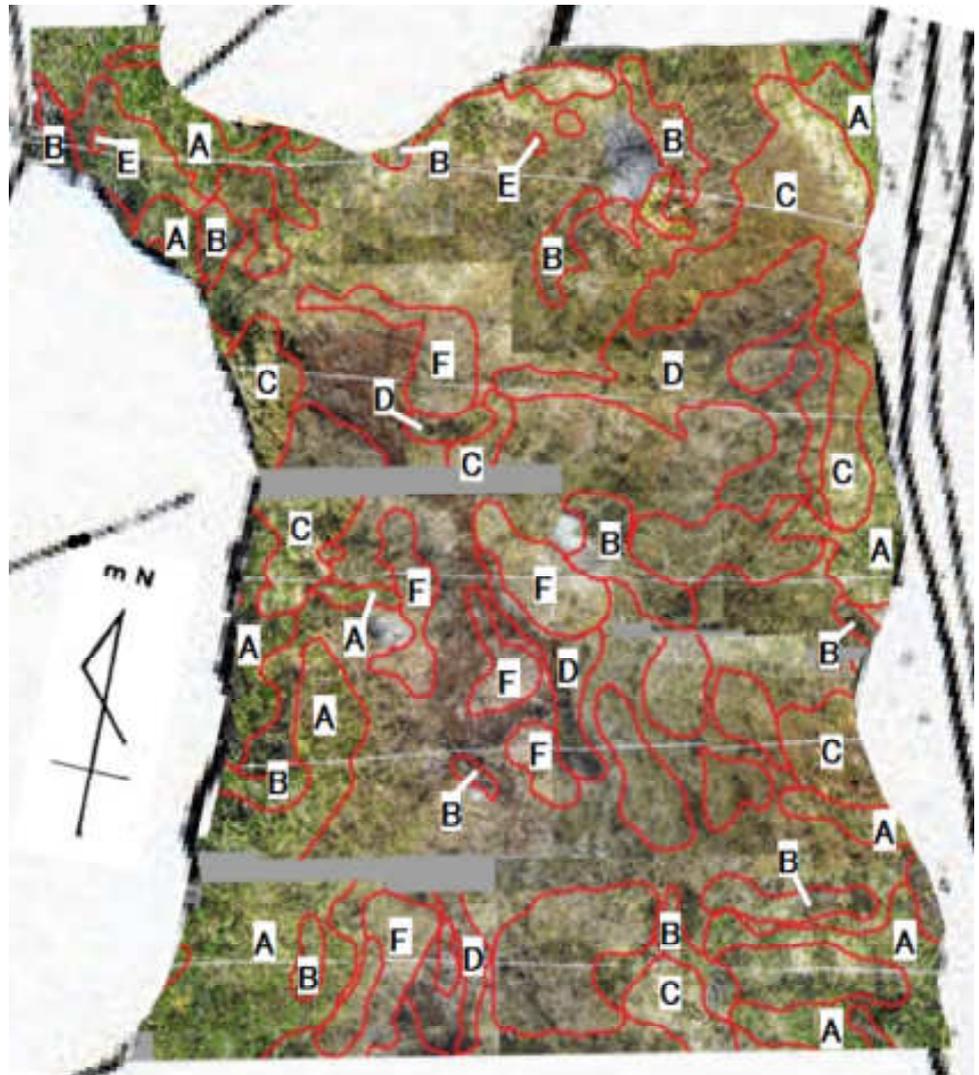
写真36からオオミズゴケ群落の範囲は広く、最も湿原らしい場所ではあるが、すぐ南のシロイヌノヒゲ群落と比べると、比較的乾燥化が進んでいるといえる。また、花崗閃緑岩が露出している場所では、ススキなどの草原性植物が局所的に見られ、オオミズゴケは白く乾燥している。これは、花崗閃緑岩の輻射熱により、乾燥化が進んでいると考えられる。

図9から、北の湿原は減少しているが、南の湿原に比べて、2010年からの面積の変化が少ないことがわかる。また、減少した所は湿原の周辺に限られていることから、これは主に湿性遷移による乾燥化と考えられる。

表3から、優占種はカモノハシ群落であった。上述したように、カモノハシは湿生植物である

が、草丈が大きく地表面を上昇させるため、湿原の乾燥化につながる。そのため、北の湿原も次第に乾燥化が進んでいる。

一方で、出現頻度は小さいが、面積的にはヨシ群落が多割以上も繁茂している。そもそも北の湿原は1999年にはヨシ群落が優占する“沼”であった。しかし、南の湿原に水を供給するため人工の川を作った結果、現在は水面が下がり“沼”から“湿原”状態に変化したものである。そのため、この湿原は2000年の広谷湿原保全工事によってできたもので、南の湿原とは違い、自然の湿原とは言えないのが残念である。



凡例 A…ネザサ群落 B…ススキ群落 C…オオミズゴケ群落 D…シロイヌノヒゲ群落 E…マアザミーチゴザサ群落 F…ヨシ群落

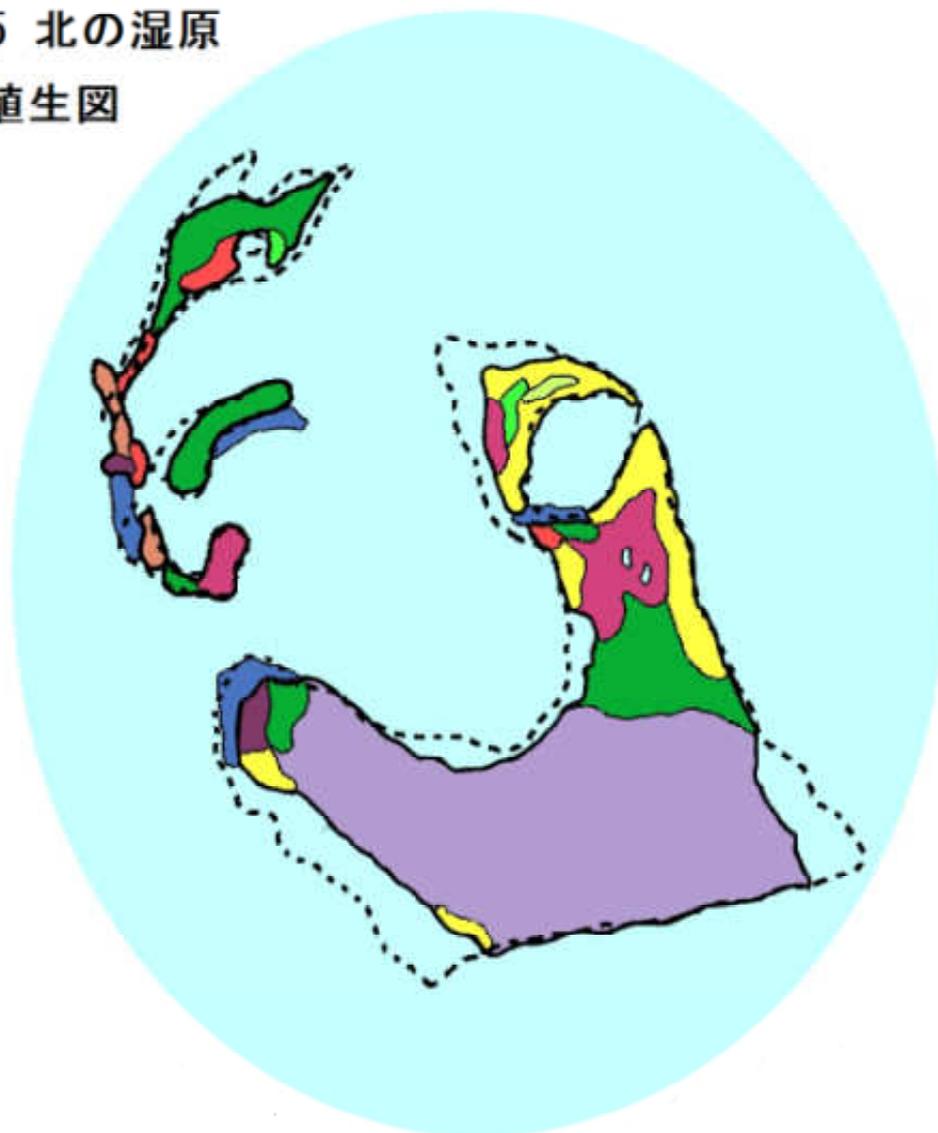
写真36

北の湿原 植物群落

表3 2015年の北の湿原域 区画法結果

群落名	面積(m <sup>2</sup> )	被度	出現頻度	優占度	優占種
ネザサススキ群落	1.19	1	2	2	
カモノハシ群落	101.74	2	6	12	○
ヤマイ群落	2.79	1	1	1	
ノハナショウブススキ群落	2.59	1	1	1	
オオミズゴケ群落	68.29	2	5	10	
ツリフネソウヨシ群落	10.15	1	2	2	
ヨシ群落	311.59	4	1	4	
マアザミーチゴザサ群落	17.52	1	5	5	
タニガワスゲ群落	8.96	1	2	2	
シロイヌノヒゲ群落	42.41	1	3	3	
計	567.23				

# 2015 北の湿原 植生図



## 凡例

- … ツクシハギ群落
- … ネザサ-ススキ群落
- … カモノハシ群落
- … ノハナショウブ-ススキ群落
- … ヤマイ群落
- … オオミズゴケ群落
- … ツリフネソウ-ヨシ群落
- … ヨシ群落
- … マアザミ-チゴザサ群落
- … タニガワスゲ群落
- … シロイヌノヒゲ群落
- … 2010年の湿原境界
- … 2015年の湿原境界



### 3-4-3 空撮による植生調査を終えて…

このマルチローターヘリの空撮による植生調査をするにあたって、様々な壁に直面した。

この手法を思いついたとき、いのちの旅博物館の植物担当学芸員である真鍋先生からは、「ヘリで空撮をしても、階層構造があるからどの植物がいるのか判らない。成功した例は聞いたことないよ。」と言われた。しかし、湿原は貧栄養なため植物の階層はなく、草丈は高くても1 m以下なので、空撮による植生調査は可能ではないかと考えた。おそらく、日本で初めての手法かもしれない。

空撮の植生調査をする中で最も苦勞したのは、動画から画像をキャプチャーする作業であった。まずヘリは風に揺れながら飛んだため、湿原に基線を張っていたが、撮影した動画がどこの映像かを判断するのも難しかった。さらに、作成した画像は1枚あたり200MBを優に超え、理科部の古いPCでは保存の度に2分ほどかかり、本当に保存されているのか不安になった。時には「メモリが不足して、保存できない…」ということも多々あった。そうなると、それまでの作業は全てパーである。動画一本分のキャプチャー画像を作成するのに、1ヶ月かかることもあった。

また、動画と画像から植物群落を判別する際も苦勞した。湿原の植物は小さく、一週間同じ動画や植物図鑑とにらめっこしたこともあった。そのため、最後のまとめの区画法の作業を始めるまでに1年以上もかかってしまった。

新しい植生調査方法に、私たち高校生が挑戦したという事に意義がある。人の入れない湿原。今までデータすら手に入らなかった湿原内の植生を、明らかにすることができた意義は大きいと思う。しかし、……………疲れた…。

## 4. 広谷湿原の成因

### 4-1 花崗岩帯、鬼の唐手岩そして青龍窟

なぜ水のないカルスト台地で広谷湿原が形成されたのか。図10は広谷小河川、広谷の穴、青龍窟そして広谷湿原を含む水系を投影したものである。湿原を形成している広谷は花崗岩帯にあり、その出口は鬼の唐手岩(写真38)と言われるアプライト岩脈で押さえられている。いわば鬼の唐手岩がダム役をし、広谷湿原の形成、青龍窟(写真39、国指定天然記念物、日本でも有数の大洞窟)の成因に大きな影響を及ぼしている。

青龍窟の上層にナウマン象の骨が発見されたナウマン支洞という支洞がある。この支洞は鬼の唐手岩が、まだダム効果を保っていた頃に形成された青龍窟の流入口であろう。ナウマン象が生きていた時代は2～3万年前であったことから鬼の唐手岩のダム効果は2～3万年前までであったと考えられる。

現在では、水をせき止める物はなく、広谷の水は田代の岩屋ドリーネに急速に流れ込み、前述の青龍窟を形成している。この条件下では、湿原の水は急激に枯渇し、広谷湿原はとっくに無くなっているはずである。しかし、湿原は今も残っている。



写真38

鬼の唐手岩と“広谷湿原”

### 4-2 「三日月湖」的存在 — 流量観測

“広谷湿原”が「三日月湖」的存在であることを証明するために図10のP1～7で流量観測を行った。

本来、広谷湿原に流れ込んでいた広谷の本流は、現在は広谷の穴に流れ込み、広谷湿原には流域面積では1/4の水しか流れていない。ゆえに広谷の本流から取り残された、いわば『三日月湖』的な存在であると考えた。



写真39

青龍窟の巨大な洞窟ホール

その考察を実際に証明するために、2012年、2014年に微流速計を用いた流量観測を、渇水時と平水時の4回実施した。

#### 4-2-1 観測方法

観測には微流速計を用い、微流速計で観測できないポイントについては、10 Lのバケツを用いた。(写真40)

微流速計を用いた観測(写真41)については、まず観測地点の川幅・水深を測り、断面積を計算する。そして、5～15cmごとに微流速計を使って流速を測り、断面積に流速をかけて流量( $\text{m}^3/\text{min}$ )を出した。

バケツ法を用いた観測では10 Lのバケツが満杯になるまでの秒数を測り、流量( $\text{m}^3/\text{min}$ )を出した。

#### 4-2-2 観測ポイント

観測ポイントは図10の湿原上流広谷入り口のP1～青龍窟出口P7で、それぞれの状況は以下の通りである。

- ・P1—広谷入口:バケツ法, 微流速計…広谷に入る1番始めのポイント
- ・P2—本流上流:バケツ法, 微流速計…本流沿いに、観測可能であったため。
- ・P3—支流A: 微流速計…支流があったため。
- ・P4—合流地点: 微流速計…広谷を流れる本流が広谷に穴に流れ込む直前。
- ・P5—広谷の穴: 微流速計…広谷の穴を流れる本流の水。
- ・P6—湿原出口: 微流速計…湿原がどのくらいの水で維持されているか
- ・P7—青龍窟出口: 微流速計…全ての水が集まる。



写真40 流量観測 青龍窟出口(P7)



写真41 流量観測 広谷の穴(P5)

#### 4-2-3 観測結果

観測結果は表1のとおりである。渇水時(5月)のP1広谷入口と、P7青龍窟出口の流量が少なすぎ、林道下のコンクリート管で流量観測をしたことで、コンクリート管の下を流れている水が測定できていないと思われ、データとしては使えなかった。

#### 4-2-4 考察

##### ・ 広谷湿原が三日月湖であることの考察

流量観測の結果(表4)より、渇水時の

$$\begin{aligned} & P5\text{広谷の穴} : P6\text{湿原出口} \\ & = 0.078 \text{ m}^3/\text{min} : 0.018 \text{ m}^3/\text{min} \\ & \div 4 : 1 \end{aligned}$$

同様に平水時の

$$\begin{aligned} & P5\text{広谷の穴} : P6\text{湿原出口} \\ & = 0.247 \text{ m}^3/\text{min} : 0.023 \text{ m}^3/\text{min} \\ & \div 11 : 1 \end{aligned}$$

となり、いずれも圧倒的に湿原内を流れる流量が少なくなっている。このことから、広谷湿原が三日月湖的存在であることを証明できた。ちなみに、先輩たちは目測で1/10と言っていたが、平水時の流量で見られる限りではその見立ては妥当だったようだ。

表4 流量観測結果(2012年)

観測地点	渇水時流量	平水時流量
P1:広谷入口	0.073	0.202
P2:本流上流	0.302	
P3:支流A	0.005	0.013
P4:合流地点	0.085	0.152
P5:広谷の穴	0.078	0.247
P6:湿原出口	0.018	0.023
P7:青龍窟出口	0.037	0.427

m<sup>3</sup>/min

##### ・ 降水量を踏まえた渇水時と平水時の流量比の考察

渇水時と平水時の流量比を観測前の降水量を交えて考察する。観測前である2012年5月下旬、8月中旬の降水量のデータを探した

が、豪雨により平尾台自然の郷と頂吉の観測機器が壊れてしまっていた。そこで、広谷湿原に一番近く、平尾台のふもとにある東谷のアメダスデータでは、5月下旬の総雨量が8.0 mm、8月中旬の総雨量が91.5 mmだった。P5広谷の穴のD(渇水時流量):A(平水時流量)≒1:3.2になっているが、P6湿原出口ではD:A≒1:1.3 になっている。流域面積の大きい本流では降水の影響がすぐには出ないが、流域面積の小さい広谷湿原程度を流れる川では、降水の影響がすぐに出たのではと考える。

同様なことが広谷小河川でもあてはまる。広谷本流と比べて流域面積の小さい広谷小河川は、降雨の影響が出るのも引くのも速い。ゆえに、観測時にはP6湿原出口の流量が平水時に戻り、平水時と増水時の流量比があまり変わらなかったと考えた。

##### ・ 今後の課題

雨が降って2日以内の増水時に、もう1度流量観測を行う必要がある。本来状態を知るためには、渇水時と平水時に加え増水時のデータ必要だからである。

2012年8月17日に増水時のデータを取るため、観測を行った。降雨3日後の観測だったが、平水時のデータと同じだった。また、2014年7月5日にも、降雨3日後に増水時のデータを取るために流量観測を行い、この時は、木曜日にかかなりの雨が降った。金曜日の朝に微流速計のレンタルの予約を入れ、日曜日に観測と、出来る限り最速の方法で実施したが、平水時のデータとほぼ同じであった。観測地点は川の上流のため、降雨3日後には全て流れてしまったようだ。その後、2014年7月10日に台風8号が接近したのでデータがとれるかと期待したが台風8号はそれってしまった。

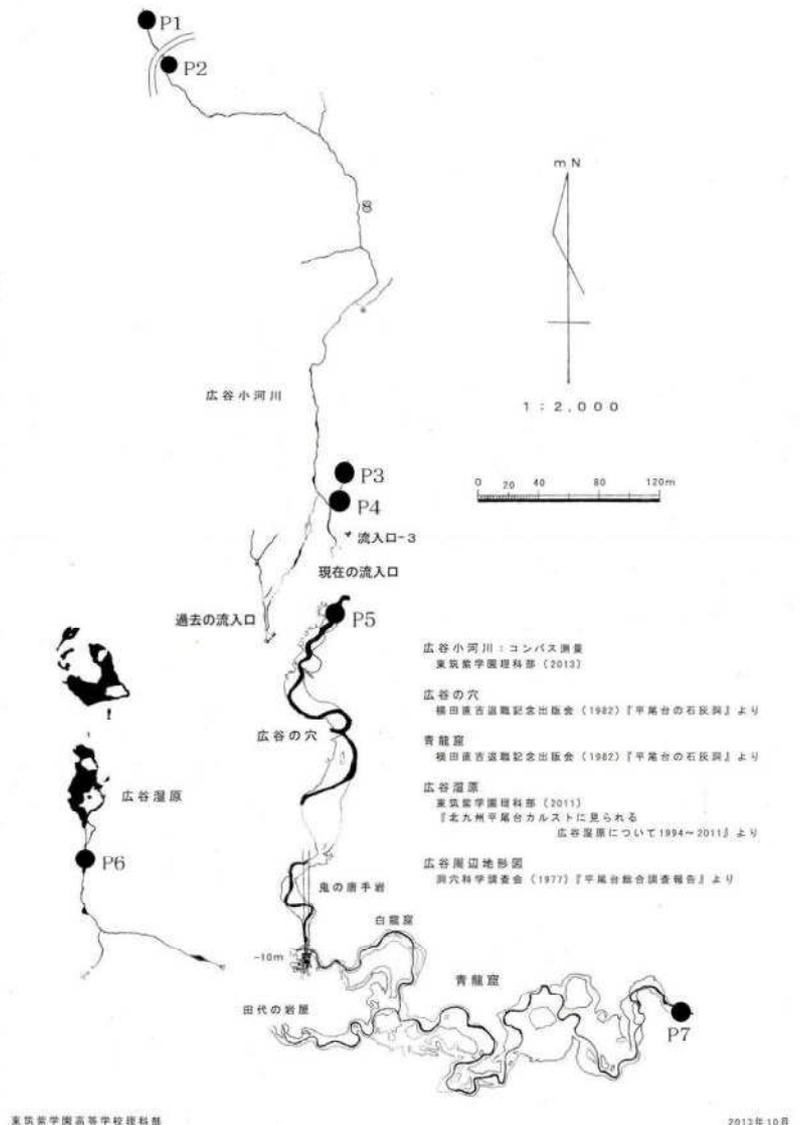


図10

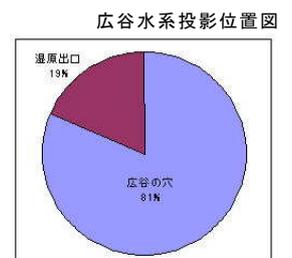


図11 広谷の穴と広谷湿原出口の流量比(渇水時)

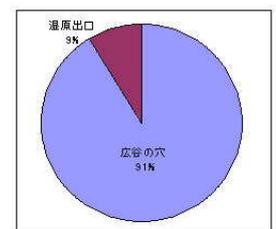


図12 広谷の穴と広谷湿原出口の流量比(平水時)