

九州高等学校生徒理科学研究発表大会〔長崎〕

北 九 州

平尾台カルスト に見られる
広谷湿原 について 1994～2010

2011 h23年 2月 5日(土)～ 6日(日)

九州高等学校
生徒理科学研究発表大会〔地学部門〕

東筑紫学園高等学校
照曜館中学校
理 科 部

北九州市

はじめに

私達、東筑紫学園高等学校・照曜館中学校理科部は、17年前の1993年、世界的に貴重なカルスト台地“平尾台”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「広谷湿原の研究」、「再生チョーク」、そして「夜空の明るさ」などがある。

「再生チョーク」の研究は、短くなったチョークを使いやすくしようという研究で、2007年に「科学の祭典」全国大会(東京科学技術館)に出展した。また、2008年に「子供エコクラブ全国フェスティバル」への出展も行った。

「夜空の明るさ」は活動を始めて9年目になった。これまでの発表では、自作機器を用いて環境要因と「夜空の明るさ」の比較や、スカイコリティーメーターを使い1／5万等光度曲線地図の製作を行っている。2010年10月30日には、これまでの活動の功績を北九州市環境局より推薦され、「星空の街・あおぞらの街」全国協議会から、『環境大臣賞』を受賞した。

しかし今回は、2001年に「第25回全国高等学校総合文化祭地学部門」で発表を行い、本来なら一昨年に調査する予定だった「北九州 平尾台カルストにみられる広谷湿原について」を、研究のテーマとした。水が鉛直方向に流動し、地表に水がないはずのカルスト台地、その“平尾台”にどうして湿原が存在しているのか。次の3つの観点からその謎にアプローチし、考察した。

“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”に流れ込んだため取り残され『三日月湖』のような存在であるため、現在もあるのではないかと考えた。そのため『三日月湖』をキーワードとして考察した。

“広谷湿原”の減少では、自然遷移による影響や気象変動、さらには湿原を作り出した環境の変化による影響で、どの程度前回の測量より減少しているのか。これまでの1994年、2001年のあしかけ17年にわたる測量結果と比較した。また、県が行った湿原保全工事などにより減少した箇所ができたと考えられるので、地学的なデータや植生のデータなどから検証した。

“広谷湿原”の再生では、1994年から2001年までの、たった7年間で湿原の面積は54%以下まで減少した。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。「人間の手で自然を壊すのは簡単な事だ、しかし一度壊したものを取り戻すのは実に難しい。」の意味を再実感させられた。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、どうすれば湿原の減少を食い止めることができるかを考えた。2010年、多様な生き物や生息環境を守り、その恵みを将来に残していこうという、「生物多様性条約第10回締約国会議」(COP10)が開催された。その会議で話された『里山的手法』をもとに、小さく人の手を入れメンテナンスを行い、それを継続することで湿原の維持、再生を目指したい。



目 次

はじめに

目次	P. 1
1. 平尾台の概要	P. 2
2. 一般的なカルスト地形	P. 3
2－1 カルストの成因	
2－2 水の流動	
3. “広谷湿原”の調査経緯	P. 4
4. 一般的な湿原の成因と分類	P. 5
4－1 湿原の分類	
4－2 低層湿原と高層湿原	
4－3 一般的な湿原の寿命	
5. “広谷湿原”の成因	P. 7
5－1 “広谷湿原”の形成・・・鬼の唐手岩のダム効果	
5－2 “青龍窟”の形成	
5－3 “広谷湿原”の維持・・・『三日月湖』	
6. 調査結果	P. 9
6－1 広谷および“広谷湿原”の植生	
6－2 “広谷湿原”の測量	
6－3 流速観測	
6－4 土壌断面調査	
7. “広谷湿原”の減少	P. 22
7－1 “広谷湿原”の減少	
7－2 “広谷湿原”変化図	
7－3 “広谷湿原”減少の原因〔自然的なもの〕	
7－4 “広谷湿原”減少の原因〔人工的なもの〕	
8. “広谷湿原”の再生	P. 29
8－1 “広谷湿原”の再生	
8－2 まとめ・『里山的手法』	
おわりに・参考引用文献	P. 31

1. 平尾台の概要

平尾台は福岡県の北緯33° 43' 40" ～ 46' 30"、東経130° 51' 40" ～ 50' 10" に位置する石灰岩台地である。北九州市近郊のハイキングコースとして親しまれている福智山系の東側に谷を挟んで位置し、テーブル状の典型的なカルスト地形を有する台地である。長軸6.3km、短軸2.7kmのほぼ楕円形に近い形で、面積約1400ヘクタール、南端の竜ヶ鼻(680.7m)を最高点として台上の標高は350～680m、西側台下の東谷との標高差は300m以上ある。そしてこの間は約40°の急斜面になっている。

台上は、カルスト地形特有のドリーネ・ウバーレ・コックピット・カレンなどの発達が著しく、美しいカルスト景観を呈している。また、カルスト地形のもう一つの特徴である地下地形として、石灰洞や地下川も発達し、最長のものでは広谷の下流域に形成されている“青龍窟”(約2,000m測量不能・国指定天然記念物)や“目白洞”(2,160m・観光洞)、“千仏洞”(690m・観光洞,国指定天然記念物)などがあり、現在約180の石灰洞が知られている。

地質学的には約2億5000万～2億年前、遠く南で生まれたサンゴ礁や海ユリの死骸が堆積し、石灰層を作った。その後プレートの移動によって現在的位置に移動、そして地殻変動によって隆起して陸化した。さらに中生代白亜紀末の約7000万年前にマグマが進入し、平尾石灰岩の基部を成す深成岩である平尾花崗閃緑岩が作られた。その際に石灰岩の割目をぬって貫入したものがアプライト岩脈で、この代表的なものが“鬼の唐手岩”である。また、その熱変成作用によって石灰岩が結晶化し、結晶質石灰岩(大理石)となった。一方、地質構造を知るための重要な手がかりである化石などが全て溶けてしまい、地質構造が分からなくなっている。

以上、平尾台は結晶質石灰岩による表面が丸く白いカレンフェルド、そして野焼きによって維持されている草原などから、温帯カルストの代表的模式地とされている。また平尾台は国指定の天然記念物、そして国定公園でもある。



2. 一般的なカルスト地形

2-1 カルストの成因

カルストとは、大気中の CO_2 や、植物の呼吸などで生じた CO_2 によって酸性になった水が、石灰岩などを溶かしてできた地形の総称のことである。その由来は元ユーゴスラビア、今のスロベニアの地名“k r a s”からきた名前で、岩の多い地方という意味である。

カルスト地形は、浸食ではなく溶食によってできるため、地殻変動の激しい日本では特殊な地形・現象とされており、山口県秋吉台や岡山県阿哲台、そして福岡県平尾台が有名である。

さて、カルスト地形形成には次のような条件が必要である。

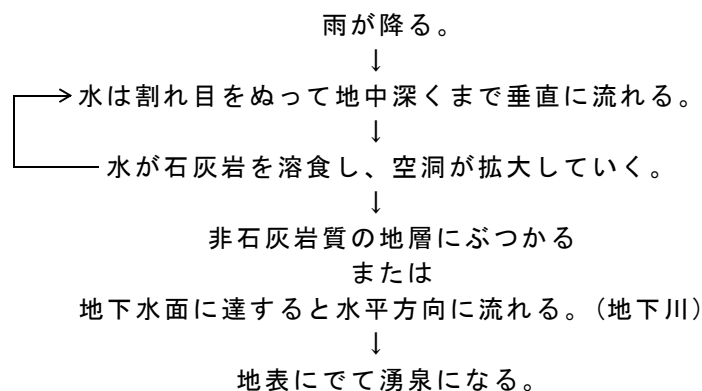
- a. 酸性の水で溶かされるから、雨が降ること
- b. 酸性の水で溶ける岩石でできていること

日本では、降水量が多いため、aは問題ないが、bの岩石はどこでもあるわけではない。カルスト地形を作ることができる岩石は、堆積岩の石灰岩や苦灰岩で、日本ではこれらの岩石が多く存在しないので、珍しい地形とされている。

石灰岩は生物の遺骸、おもにサンゴやフズリナなどが長年にわたって、堆積してできた生物岩で、他にも海水中の CaCO_3 が化学的に沈殿してできた化学岩も含まれる。

2-2 水の流動

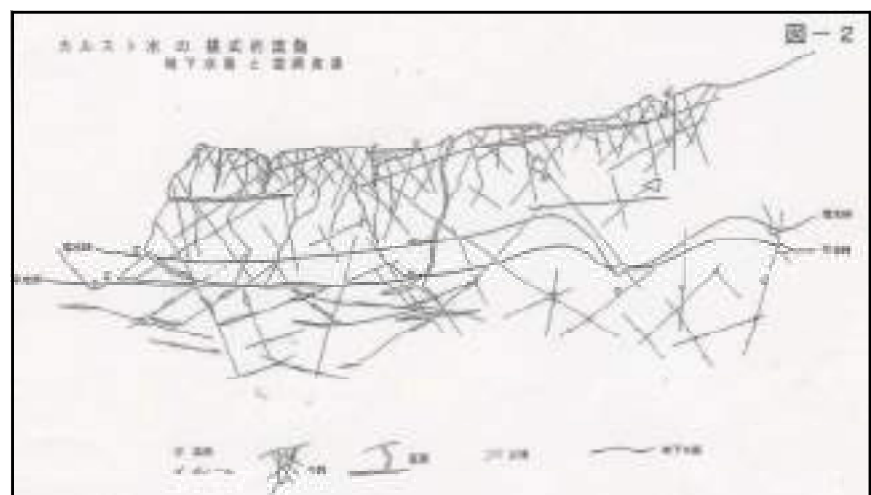
カルスト特有の現象として地下水面の不規則な発達がある。これはカルスト内を流動する水によってもたらされるもので、次のような特徴がある。



その結果、カルストには石灰洞や地下川が存在することになる。

一方、地表には水が無く、川や湖ひいては湿原などが形成されることはない。

“広谷湿原”は、日本で唯一このカルストに存在する常識ではあり得ない、学術的に極めて貴重な湿原である。



3. “広谷湿原”の調査経緯

私達、東筑紫学園高等学校、照曜館中学校理科部は17年前から平尾台を調査してきた。これまでにフィールドワークや「夜空の明るさ」など調査で平尾台には計100回以上行っている。

そして、日本で唯一カルスト地形に存在する“広谷湿原”については、理科部再創設時から研究テーマとしており、その湿原の変遷について注目してきている。1994年の春キャンプでは当時中学3年生の理科部員が、測量を行った。この頃から、湿原の減少が目立っていたようである。夏キャンプの際には“広谷湿原”の植生調査を行っているが、残念ながら定量的データにまでは至っていない。

2001年の測量では、広谷湿原の成因、植生、地学的調査から考察を行った。1994年の測量データとの比較を行ったところ、なんと、湿原の面積が54%も減少していた。この背景には、“広谷湿原”の自然による水位変化だけではなく、県が行った湿原保全工事で木道や人工道が建設されるなど、人工的なものが、湿原減少の原因となっているのではないかと考えた。これらは「第25回全国高等学校総合文化祭地学部門」で福岡県代表として研究発表を行っている。

本来1994年、そして2001年の測量に続き2008年に“広谷湿原”を測量する予定だったが、「夜空の明るさ」研究が盛り上がっている時期でもあったため、測量することができなかった。今年は、ようやく部員数にも余裕ができ、2年遅れではあるが測量をすることができた。1994年から2010年を比較したところ62%の減少となった。1994年から約3分の1に減少している。2001年から2010年でも17%の減少である。意外と減少量が少なかったことにホッとすると共に、「広谷湿原の成因」を地学的に見直し、湿原の「減少」を流速のデータ、植生から考察した。そして“広谷湿原”の「再生」では、「生物多様性条約10回国際会議」(COP10)で話された里山的手法を広谷湿原に当てはめ、研究を行うことにした。



4. 一般的な湿原の成因と分類

4-1 湿原の分類

湿原とは湿地のうち、常に水分の多い状態にあり、自生する草本やコケ類に覆われ、ある程度の広がりを持っている土地のことを指す。湿原ができる第一条件としては、水を地下に逃がさず保つことのできる不透水層が必要である。泥炭層は1mm以下の砂や、植物の遺骸が、あまり腐らずに堆積したもので、湿原であることの証明でもある。

湿原は主に浅い湖や沼、干潟が次第に堆積物で埋まり、陸地化したものである。平地にある浅い湖や沼は、周囲からの土砂の流入、それに水中や水辺の植物の生長につれ生産される植物の遺骸などの堆積によって、次第に浅くなり、次第に陸地化する。このような湖沼→湿原→草原→森林(陸地)と変化していくことを湿性遷移と言う。

一方、寒冷地では、湖沼やあるいは排水の悪い平坦地に、植物の遺骸があまり腐らずに堆積した泥炭が堆積し、長期にわたって湿地である場合がある。そのような湿原では土壌や表面の水分の栄養分が乏しいか、栄養分があったとしても地表にあまり染み出ないなどの特徴から、大型の樹木などが生育せず、ヨシ、コケ類などがよく生育する。

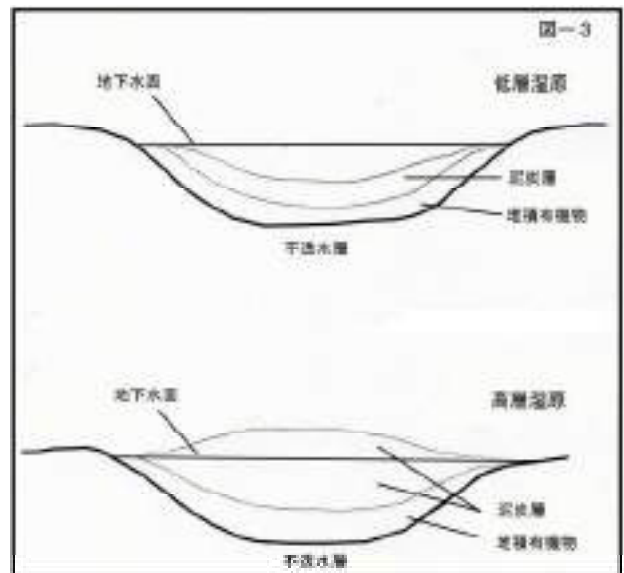
湿原には希少な野生の動植物が多く生息しており、世界的に貴重な生態系を形成する所もある。その湿原を守るため、1972年にラムサール条約が制定された。ラムサール条約の中では、湿地の持つ文化上、科学上の価値を認識するだけでなく、動植物や水鳥の生息地として確保すべき、と定められるほど湿原は貴重なものである。

4-2 低層湿原と高層湿原

低層湿原とは、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、次の高層湿原に比べ比較的、富栄養性である。低地にある湿原は、大抵がこの低層湿原に分類される。

一方、高層湿原は、表面が平坦で地形面と地下水面とが一致せず、湿原の表面が地下水面より上に存在している。また分解されず堆積した泥炭が大量に蓄積していて、周囲よりも高くなったために地下水では涵養されず、雨水のみで維持されている貧栄養性な湿原のことを指す。また枯死した遺骸が、低温条件下で完全に分解されず、泥炭層としてどんどんたまり、所々に水たまりができる。この水たまりにコケ類が繁茂し、湿原を生じさせる場合もある。高層湿原は標高の高い所や高緯度地域で見られるものである。

このような点から“広谷湿原”は北九州のような温帯域、しかも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。

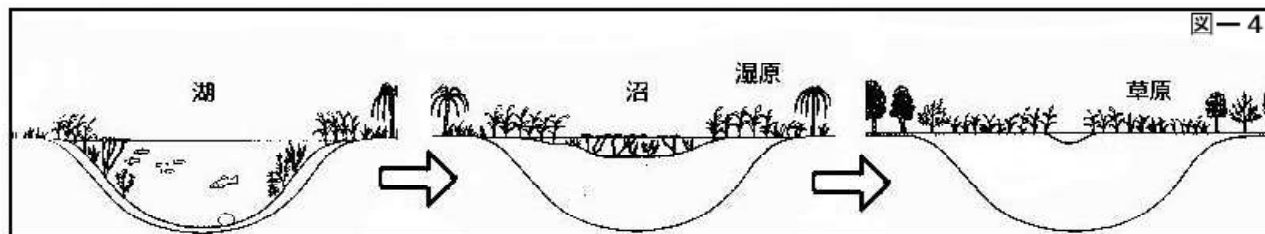


低層湿原と高層湿原

4－3 一般的な湿原の寿命

① 湿性遷移

基本的に湿原には流速がないはずである。地下水面と地表面が同じ高さにある様な場所である。そうす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、乾燥化する宿命にある。これを湿性遷移という。



湿性遷移の行程

② 湿原の寿命

湿原の寿命の数値を探したが、み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。一般的な低層湿原の寿命はどの位の期間なのだろうか。

日本は地殻変動が激しいため隆起も起こりやすい。そうすると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のである。つまり、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、傾斜のきつい場所にある“広谷湿原”である。おそらく“広谷湿原”の寿命は万年単位ではないと思われる。



2010年 “下の湿原” 測量風景

5. “広谷湿原”の成因

5-1 “広谷湿原”の形成・・・鬼の唐手岩のダム効果

前項で述べたとおり高層湿原は平尾台ではあり得ない。また、低層湿原は、地下水面が地表より高いところにあることが必要要因である。

しかし平尾台は全国でも有名なカルスト台地。このカルスト台地というのは、基本的に水は地表にない。降った雨は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、水は石灰洞を通して台下に流れてしまう。当然地表には川はもちろんのこと、湿原などは見られないはずである。

ではなぜ、水のないカルスト台地でこのような湿原が形成されているのか。湿原を形成している広谷は平尾台の東北部に分布する花崗岩帯にある。この花崗岩帯は中生代白亜紀末に進入したマグマ起源の深成岩である。貫山付近に降り注いだ雨が、花崗閃緑岩のため広谷に流れ込み続けた。さらに、湿原の出口にあたる所は非石灰岩質の鬼の唐手岩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の役割をし、それによって地下水面を上昇させ“広谷湿原”を形成させたと考えられていた。



鬼の唐手岩と広谷湿原



広谷の穴のバイパス効果 図-4



鬼の唐手岩と広谷の穴の滝

5-2 “青龍窟”の形成

鬼の唐手岩のダムを出た水が、石灰岩を何万年という長い年月をかけてゆっくり溶かし、石灰洞である地下川をつくる。これが“青龍窟”（国指定天然記念物）で、鬼の唐手岩の崩壊に伴い高低差60m近くの階層構造を持った、極めて複雑な洞窟となっている。日本でも有数の曲流現象が見られ、あまりにも複雑な形態から測量不能とされている。なお、“青龍窟”からはナウマンゾウや、ステゴドン、他にもオオツノジカなどの化石が見つかっており、古生物学的にも日本で超一級の洞窟とされている。

そして青龍窟の上層にあるナウマン支洞で、ナウマンゾウの化石が見つかったということは、ナウマンゾウが生息していた3万年前から絶滅した2万年位前までは、鬼の唐手岩が崩壊していない状態で存在し、そのナウマン支洞に水が流れていた。つまり、鬼の唐手岩のダム効果があったと考えられる。



広谷の穴と“青龍窟”の階層構造 図-5

5-3 “広谷湿原”の維持・・・『三日月湖』

現在、湿原の出口にダムはない。田代の岩屋ドリーネが湿原との比高60mで深くえぐられている。ナウマン支洞からナウマンゾウの化石が見つかったことから、2～3万年前まではダムは崩壊していなかったと考えられるが、現在は水をせき止める物はなく、田代の岩屋ドリーネに水が流れ出している状態である。本来、この条件下では湿原の水は急激に枯渇していくものである。しかし湿原の出口付近では減少しているが、“広谷湿原”自体は現在でも残っている。その理由は、広谷の穴にあると考えた。

本来広谷の本流は、“広谷湿原”に流れ込んでいたのであろう。しかし今では流域面積3/4の水量を持つ本流は“広谷湿原”横の広谷台にある広谷の穴に流れ込んでいる。その広谷の穴がバイパスのような働きをし、直接“広谷湿原”出口である田代の岩屋に流れ込んでいる。つまり“広谷湿原”は本流からは別離された、いわば『三日月湖』のような存在だと考えられる。“広谷湿原”の水量は流量面積的には、1/4の水量しかないが、見た目では、1/10位の水量しかない。よって地史的には長い寿命を持ちえない“広谷湿原”は現在でも残っているのであろう。

また、広谷の穴の構造から、その成立年代は“青龍窟”と比べるとかなり新しいと考えられる。青龍窟は高低差60m近くの階層構造があるのに対し、広谷の穴にはその階層構造が認められない。簡単に言うと天井高が1mもなくまっ平らな穴である。成因的には青龍窟に比べて、極めて新しい穴と言うことができる。つまり、鬼の唐手岩のダム効果で湿原が形成された後、河川争奪により広谷の穴が新しく排水系の洞窟として広谷本流の水を奪った。その結果“広谷湿原”は『三日月湖』として取り残され、結果的に湿原が維持されたと考えた。

広谷の流域面積比較

広谷湿原	0.13km ²
広谷の穴	0.35km ²
広谷全体	0.48km ²

(1/2万5千地形図から面積計測)



“青龍窟”の巨大な洞口ホール



“広谷の穴”・階層構造のない平らな洞窟

6. 調査結果

6-1 広谷および“広谷湿原”の植生

① “広谷湿原”の植物

“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、コオニユリ、ノヒメユリ、キキョウ、ハバヤマボクチなどが、また、湿原の中ではカノコソウ、トキソウ、ノハナショウブ、ミズゴケ、オオミズゴケ、コバノトンボソウ、モウセンゴケ、ミミカキグサ、ホザキノミミカキグサ、サワギキョウ、ツリフネソウなどを観察することができる。

“広谷湿原”の春は少し遅く、6月になるとトキソウが一面に鶉色の花をつける。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オレンジ色のコオニユリやノヒメユリが咲き始める。8月8日に訪れたときはコオニユリの花が咲き乱れていた。

この湿原に繁茂しているオオミズゴケは、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性植物の遺骸が、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。またミズゴケの存在は湿原の拡大を示すものでもあり、ミズゴケは湿原の象徴でもある。

コオニユリやオミナエシなどの植生の中にも湿原の中で、乾燥した所や湿った所で生育する植生に違いが出る。例えば、コオニユリやノヒメユリ、アブラガヤは比較的に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。このように湿原の中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、現在もサギソウは存在する所がある。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に自生していたものなのか。もし違う土地から移入したものとしたら、それは“広谷湿原”の自然のサイクルを破壊することであり、ある面では自然を破壊する行為かもしれない。



クズ



キキョウ



オミナエシ



コオニユリ



カワラナデシコ



オオミズゴケ

② “広谷湿原”の植物・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の群落を見ることが出来る。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け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掻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。



モウセンゴケの花

③ 絶滅が危惧される“広谷湿原”の植生

湿原にはこのように数々の素晴らしさがある。このすばらしい湿原の植物には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。

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ⅠA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。

トキソウ



トキソウ

絶滅危惧ⅠB類(Endangered)

；ⅠA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、ノハナショウブ、ミミカキグサ



ノハナショウブ

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、モウセンゴケ

ホザキノミミカキグサ、サワギキョウ

キキョウ、ムラサキミミカキグサ

準絶滅危惧(Near Threatened)

；存在基盤が脆弱な種。

サギソウ（現在の広谷湿原には野生のものは無い）



人工的に植えられたサギソウ

6－2 “広谷湿原”の測量

ポケットコンパス・メジャー・ポールを使って、トラバース測量を行った。コンパスを利用した測量では大体がコンパスの精度（針の大きさ）によって決まる。今回使用したポケットコンパスは最高に近い精度を誇るもので、これ以上の精度を求めるとすればトランシット測量をしなければならない。

ポケットコンパスを使用する測量は、ポケットコンパスを中心にポールを立てた位置との距離・方位・傾斜・視準高・機械高をポケットコンパスとエスロンテープメジャーを使って計測し、三角関数を使って水平距離と垂直距離を出し、図面化した。なお、今回は現地でモバイルコンピュータのExcelを使って、三角関数の計算を行った。

図-7：“広谷湿原”平面図1994年 12p.

図-8：“広谷湿原”平面図2001年 13p.

図-9：“広谷湿原”平面図2010年 14p.

表-1：2001年・1994年の測量データ 15p.

表-2：2010年の測量データ 16p.

この結果に関しては考察で詳しく述べる。



2010年の‘上の湿原’測量風景



2001年の木道 測量風景



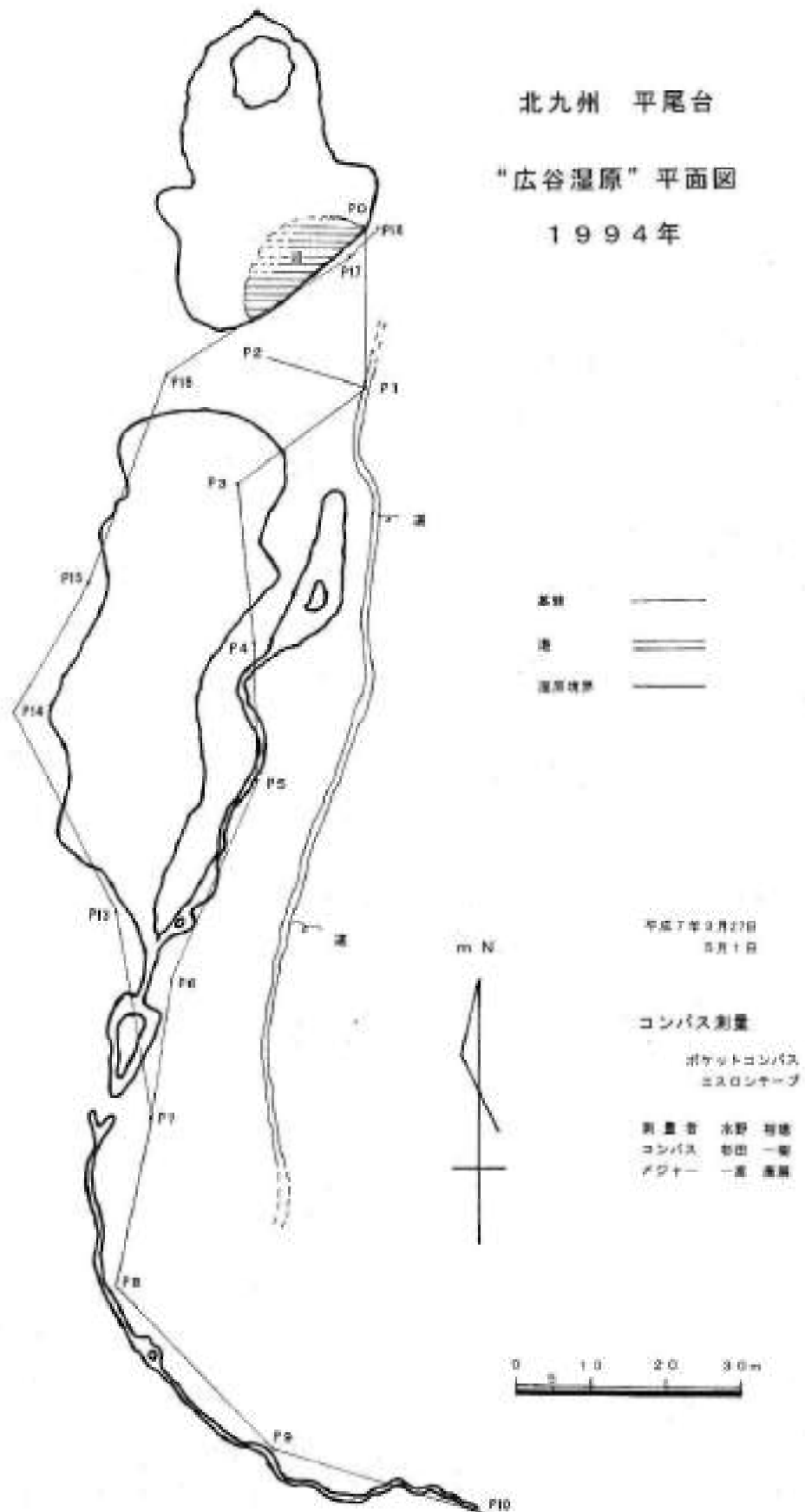
1994年の‘上の上の湿原’測量風景

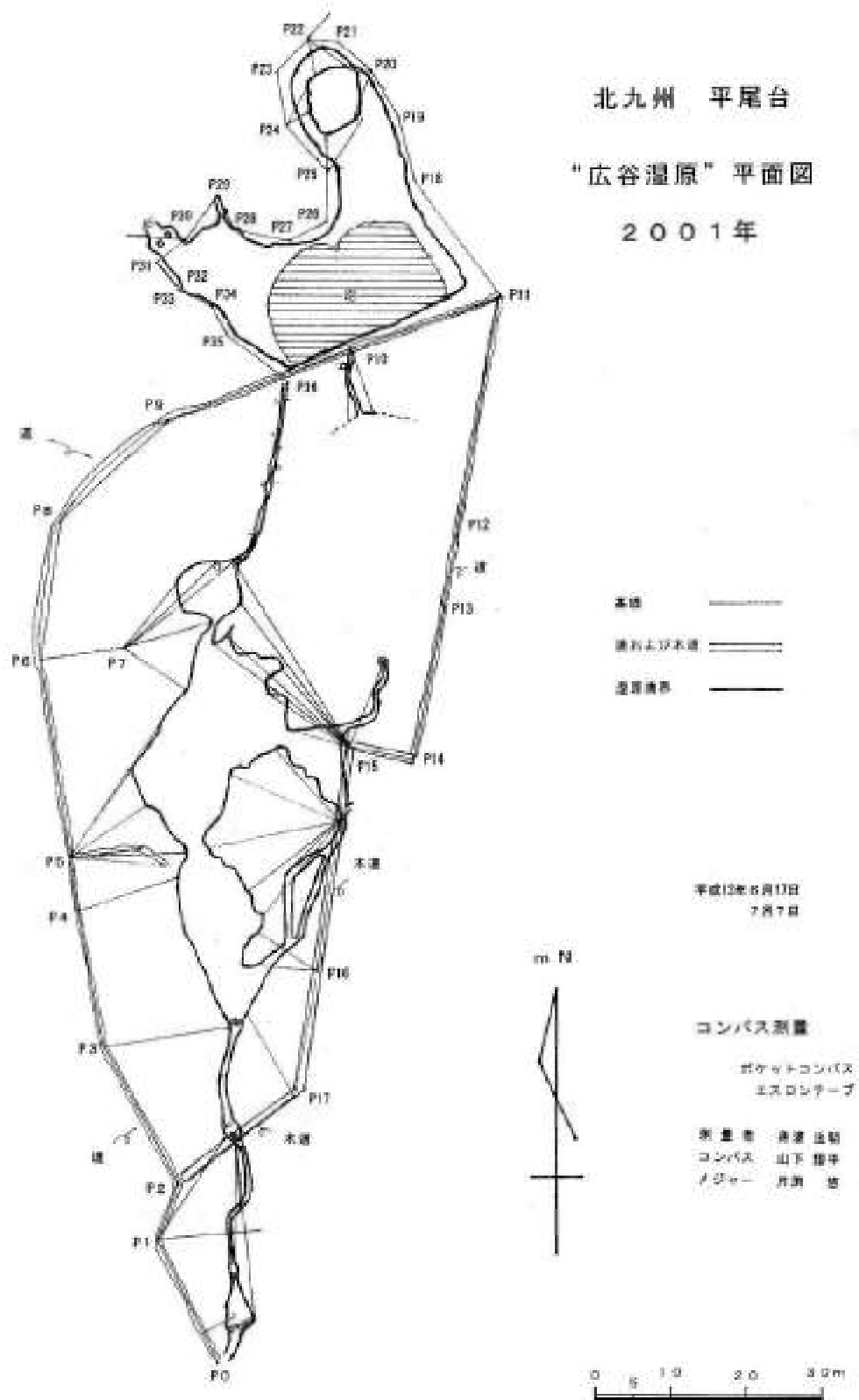
私達が産まれた年に
当時、中3の理科部の先輩たちが
測量中の“広谷湿原”

北九州 平尾台

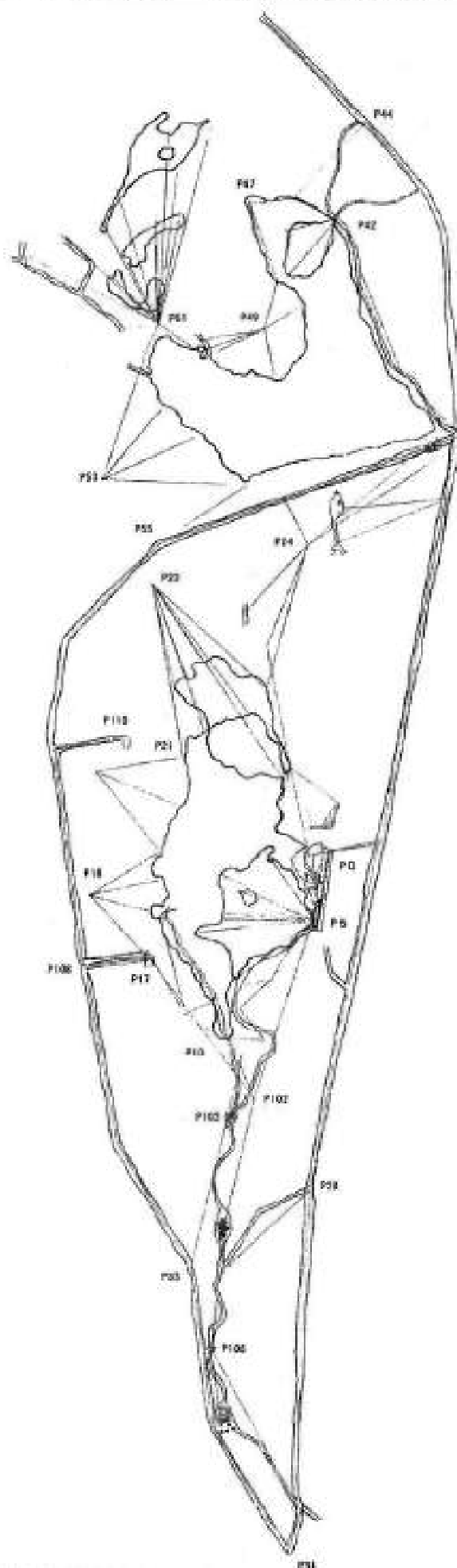
“広谷湿原” 平面図

1994年





北九州 平尾台
“広谷湿原” 平面図
2010年



道路 ————
溝 ————
湿原境界 ————

平成22年6月6日
8月8日
8月22日
9月29日
9月4日
10月10日

コンパス測量

ポケットコンパス
エスロインタープ

測量者	尾崎	山本	高橋	宮下
コンパス	大	平	山	山
メジャー	山	山	山	山
テープ	山	山	山	山

0 5 10 20 30 m

広谷湿原 測量データ

2001年

No	斜距離	方位	傾斜	水平距離	垂直距離
0~1	18.35	333.2	3.5	18.3	1.1
1~a	10.40	85.2	0.0	10.4	0.0
1~b	16.25	35.0	0.0	16.3	0.0
1~2	8.05	21.1	-1.2	8.0	-0.2
2~3	20.90	331.0	3.5	20.9	1.3
3~a	17.05	81.0	0.0	17.1	0.0
3~4	18.70	350.0	2.0	18.7	0.7
4~a	14.30	73.0	0.0	14.3	0.0
4~5	6.70	351.0	9.5	6.6	1.1
5~a	9.50	83.0	-10.0	9.4	-1.6
5~b	13.00	94.0	-12.0	12.7	-2.7
5~c	16.00	87.0	-10.0	15.8	-2.8
5~d	12.50	57.0	-7.5	12.4	-1.6
5~e	11.50	36.0	-6.0	11.4	-1.2
5~f	21.40	35.0	-3.5	21.4	-1.3
5~6	32.25	352.0	5.5	32.1	3.1
6~7	11.20	82.5	-6.0	11.1	-1.2
7~a	10.70	122.5	-19.5	10.1	-3.6
7~b	12.50	73.0	-15.5	12.0	-3.3
7~c	12.00	39.0	-14.0	11.6	-2.9
7~d	17.10	47.0	-10.0	16.8	-3.0
7~e	20.00	52.0	-9.0	19.8	-3.1
7~8	18.80	8.0	1.0	18.8	0.3
8~9	19.60	46.0	-3.0	19.6	-1.0
9~10	25.80	69.5	0.0	25.8	0.0
10~a	9.50	161.0	-9.0	9.4	-1.5
10~b	9.50	182.0	-8.0	9.4	-1.3
10~11	20.60	71.0	-1.0	20.6	-0.4
11~12	30.00	191.0	-4.5	29.9	-2.4
12~13	12.00	190.0	-1.0	12.0	-0.2
13~14	21.10	191.0	-4.0	21.0	-1.5
14~15	8.79	280.5	4.0	8.8	0.6
15~a	12.00	22.5	-1.5	12.0	-0.3
15~b	2.90	0.0	-18.5	2.8	-0.9
15~c	3.60	314.0	-14.0	3.5	-0.9
15~d	8.20	286.7	-6.0	8.2	-0.9
15~e	10.40	307.5	-4.5	10.4	-0.8
15~f	13.60	303.5	-4.0	13.0	-0.9
15~g	13.70	319.5	-3.0	13.7	-0.7
15~h	21.20	312.5	-1.5	21.2	-0.6
15~i	22.70	307.0	-1.5	22.7	-0.6
15~j	24.10	322.0	-1.0	24.1	-0.4
15~k	27.80	327.5	-1.0	27.9	-0.5
15~16	30.00	189.0	-0.5	30.0	-0.3
15~a	12.70	318.8	-4.0	12.7	-0.9
15~b	15.50	293.0	-3.5	15.5	-0.9
15~c	17.80	259.0	-4.0	17.9	-1.2
15~d	14.70	233.5	-5.5	14.6	-1.4
15~e	16.00	220.0	-6.0	15.0	-1.7
15~f	10.10	227.0	-7.0	10.0	-1.2
16~a	9.70	304.5	-9.5	9.6	-1.6
16~b	10.30	275.0	-11.0	10.1	-2.0
16~17	22.20	191.0	-2.0	22.2	-0.8
17~a	14.00	331.0	-4.0	14.0	-1.0
17~b	20.10	233.0	-4.0	20.1	-1.4
17~a	8.70	176.0	-10.0	8.6	-1.5
17~b	23.40	175.0	-3.5	23.4	-1.4
17~c	15.70	182.0	-5.5	15.6	-1.5
11~18	19.15	323.0	-0.5	19.1	-0.2
18~19	9.10	345.0	0.5	9.1	0.1
19~20	7.10	330.5	5.5	7.1	0.7
20~a	6.50	200.0	-9.5	6.4	-1.1
20~b	2.20	258.0	-24.0	2.0	-0.9
20~21	6.20	310.0	0.0	6.2	0.0
21~22	4.00	275.0	-5.0	4.0	-0.3
22~a	4.40	40.0	-2.0	4.4	-0.2

No	斜距離	方位	傾斜	水平距離	垂直距離
22~b	6.80	126.5	-12.5	6.6	-1.5
22~c	5.20	160.5	-17.5	5.0	-1.6
22~23	6.10	224.0	-5.5	6.1	-0.6
23~24	7.20	172.5	0.0	7.2	0.0
24~a	6.20	28.5	-9.0	6.1	-1.0
24~b	3.60	59.5	-16.5	3.5	-1.0
24~25	7.80	138.5	-3.0	7.8	-0.4
25~a	4.60	358.0	-13.0	4.5	-1.0
25~b	8.60	34.5	-6.5	8.5	-1.0
25~26	6.40	182.0	2.0	6.4	0.2
26~27	5.50	245.0	-1.0	5.5	-0.1
27~28	7.40	281.0	2.5	7.4	0.3
28~29	5.00	336.5	13.5	4.9	1.2
29~30	7.30	216.0	-4.5	7.3	-0.6
30~a	7.90	272.0	-9.5	7.8	-1.3
a~b	2.20	92.0	0.0	2.2	0.0
30~31	5.00	233.0	7.0	5.0	0.6
31~32	4.40	139.0	-11.0	4.3	-0.8
31~33	5.40	141.0	-9.0	5.3	-0.8
33~34	4.80	115.0	3.5	4.8	0.3
34~35	4.60	152.0	11.5	4.5	0.9
35~36	9.50	128.5	1.0	9.5	0.2
36~37	31.20	70.5	-1.0	31.2	-0.5

(m) (°) (°) (m) (m)

1994年

No	距離	方位	傾斜	水平距離	垂直距離
0~1	21.7	180.0	-2.0	21.7	-0.8
1~2	13.7	287.0	-4.0	13.7	-1.0
2~3	21.9	233.0	-4.5	21.8	-1.7
3~4	21.1	174.0	-1.5	21.1	-0.6
4~5	18.7	179.0	-1.0	18.7	-0.3
5~6	29.2	204.5	-0.5	29.2	0.3
6~7	19.0	188.0	-2.0	19.0	-0.7
7~8	22.5	192.0	-0.5	22.5	-0.2
8~9	30.1	136.0	-3.5	30.0	-1.8
9~10	30.0	106.5	-2.0	30.0	-1.1
10~11	24.3	120.0	-7.0	24.1	-2.9
11~12	24.0	114.0	-11.0	23.6	-4.5
7~13	28.3	350.0	3.5	28.2	1.7
13~14	30.3	333.0	6.0	30.1	3.2
14~15	20.1	30.5	-4.5	20.0	-1.6
15~16	30.3	21.5	1.0	30.3	0.5
16~17	28.9	58.0	4.0	28.8	20.0
17~18	5.5	46.0	-4.5	5.5	-0.4

(m) (°) (°) (m) (m)

ポケットコンパスによるトラバース測量

使用器具 ポケットコンパス
エスロンテープ
コンベックス
ボール

2001年 1994年
スケッチ : 身清 法明 (S2) 水野 裕徳 (J3)
コンパス : 山下 翔平 (S2) 杉田 一樹 (J3)
メジャー : 片瀬 悠 (S2) 一宮 康展 (J3)

2001年と1994年では使用器具は同一であるが、文脈の取り方、学年、個人差により、同一の精度ではない。

また、1994年データでは、上の湿原のデータを紛失しており、スケッチをもとに推定で再現したものである。

2010年

No	斜距離	方位	傾斜	水平距離	垂直距離
0~ 1	2.02	105.5	42.5	1.49	1.48
1~ 2	2.24	355.5	-30.7	1.93	-1.19
1~ 3	10.28	188.0	-6.5	10.21	-1.17
1~ 2	2.68	189.7	-31.0	2.30	-1.44
0~ 5	9.81	178.0	7.0	9.74	1.20
5~ a	4.88	334.0	-11.0	4.79	-0.94
5~ b	8.45	330.5	-5.0	8.42	-0.74
5~ c	12.83	323.0	-3.0	12.81	-0.67
5~ d	15.30	295.5	-3.0	15.28	-0.80
5~ e	12.15	291.0	-4.5	12.11	-0.95
5~ f	10.88	294.0	-5.0	10.84	-0.95
5~ g	9.82	282.0	-6.0	9.77	-1.03
5~ h	13.49	275.0	-4.5	13.45	-1.06
5~ i	13.64	272.0	-5.0	13.59	-1.19
5~ j	17.85	265.0	-4.0	17.81	-1.25
5~ k	14.75	234.5	-6.0	14.67	-1.54
5~ l	8.61	236.0	-9.0	8.50	-1.35
5~ 6	5.20	224.0	-14.0	5.05	-1.27
6~ 7	5.82	212.0	6.0	5.79	0.61
7~ a	4.78	259.0	-4.5	4.77	-0.38
7~ 8	6.20	228.0	-4.0	6.18	-0.43
8~ 9	5.92	140.0	2.0	5.92	0.21
9~ 10	6.50	272.0	-2.0	6.50	-0.23
10~ 16	6.60	304.0	6.0	6.56	0.69
10~ a	4.33	66.0	-9.0	4.28	-0.68
16~ b	11.65	345.0	-1.5	11.65	-0.30
16~ 17	10.77	325.0	5.0	10.73	0.94
17~ a	9.60	262.0	9.0	9.48	1.51
17~ 18	12.80	314.0	10.5	12.59	2.34
18~ a	9.30	105.0	-13.0	9.06	-2.11
18~ b	10.70	78.0	-12.0	10.47	-2.24
18~ 19	12.20	62.0	-9.0	12.05	-1.92
19~ 20	15.01	321.0	2.0	15.00	0.52
20~ a	12.60	112.0	-2.5	12.79	-0.56
20~ 21	13.10	83.0	4.0	13.07	0.91
21~ 22	25.80	355.0	7.0	25.61	3.15
22~ a	21.68	160.0	-10.0	21.35	-3.78
22~ l	24.73	143.0	-14.0	24.00	-6.04
22~ m	24.64	160.5	-15.0	23.80	-6.44
22~ n	34.70	146.0	-13.0	33.81	-7.87
22~ b	15.40	168.0	-9.0	15.21	-2.42
22~ c	13.95	147.0	-10.0	13.74	-2.43
22~ 23	22.30	127.0	-8.0	22.06	-3.11
23~ 24	23.72	16.0	3.0	23.69	1.24
24~ z	8.05	333.0	-5.0	8.02	-0.70
24~ p	13.70	222.0	-2.0	13.69	-0.48
24~ y	21.40	50.0	4.0	21.35	1.49
24~ x	27.56	56.0	3.0	27.52	1.44
24~ 25	16.11	202.0	-6.0	16.02	-1.69
25~ 26	17.90	169.0	-0.5	17.90	-0.16
26~ a	8.60	125.0	1.5	8.60	0.23
26~ b	8.90	159.0	-4.0	8.88	-0.62
26~ c	5.60	200.0	-7.0	5.56	-0.68
26~ d	8.70	195.0	-4.0	8.68	-0.61
26~ 0	13.60	168.0	-5.0	13.75	-1.20
0~ 27	9.93	79.0	2.0	9.92	0.35
27~ 28	21.61	192.0	-1.5	21.60	-0.57
28~ 29	29.26	191.0	-1.0	29.26	-0.51
29~ a	18.50	226.0	-3.0	18.47	-0.97
29~ 30	47.00	183.0	-5.0	46.82	-4.10
30~ 31	6.66	197.0	8.5	6.59	0.99
31~ 32	21.32	328.5	3.5	21.28	1.30
32~ 33	23.58	352.5	-0.5	23.58	-0.21
33~ 10	32.32	13.5	1.5	32.31	0.85
33~ 34	21.50	329.0	1.0	21.50	0.38
34~ 35	25.52	350.0	6.0	25.38	2.67
35~ 17	9.76	82.0	8.5	9.65	1.45
0~ 36	10.12	81.0	7.5	10.03	1.32
36~ 37	29.79	10.5	3.0	29.75	1.56
37~ 38	21.52	11.0	3.0	21.49	1.13
38~ a	15.03	264.0	-5.5	14.96	-1.44
38~ b	16.72	248.0	1.5	16.71	0.44

No	斜距離	方位	傾斜	水平距離	垂直距離
38~ 39	9.88	9.0	8.5	9.77	1.47
39~ 40	11.76	317.0	1.0	11.76	0.21
40~ 41	16.35	338.0	-0.5	16.35	-0.14
41~ 42	7.92	334.0	5.5	7.88	0.76
42~ a	7.32	199.5	0.5	7.32	0.06
42~ b	10.74	220.5	1.0	10.74	0.19
42~ c	6.73	257.5	4.0	6.71	0.47
42~ 43	7.02	206.0	-0.5	7.02	-0.06
43~ 44	15.66	44.0	6.0	15.57	1.64
44~ 45	12.45	140.0	-7.0	12.36	-1.52
44~ 46	22.20	314.5	9.5	21.90	3.08
43~ 47	8.57	264.0	3.5	8.56	0.40
47~ a	6.88	166.0	-7.5	6.82	-0.90
47~ 48	12.49	160.5	-5.0	12.44	-1.09
48~ 49	7.16	195.0	-3.0	7.15	-0.37
49~ a	5.70	58.0	-1.5	5.70	-0.15
49~ b	6.70	168.0	-1.5	6.70	-0.18
49~ c	8.50	245.0	1.5	8.50	0.22
49~ d	9.82	260.5	-1.5	9.82	-0.26
49~ 50	10.32	251.0	2.0	10.31	0.36
50~ 51	7.37	304.0	9.5	7.27	1.22
51~ a	6.90	357.0	-1.0	6.90	-0.12
51~ b	9.85	316.0	3.5	9.83	0.60
51~ c	3.70	301.0	6.5	3.68	0.42
51~ h	15.45	11.0	5.5	15.38	1.48
51~ i	15.00	359.0	6.0	14.92	1.57
51~ j	9.88	334.0	3.0	9.87	0.52
51~ m	17.28	331.0	7.5	17.13	2.26
51~ n	20.71	343.0	6.5	20.58	2.35
51~ o	22.88	7.0	6.5	22.73	2.60
51~ p	29.80	15.0	5.0	29.69	2.60
51~ q	30.75	358.0	6.0	30.58	3.22
51~ r	29.20	3.0	6.0	29.04	3.06
51~ s	24.88	3.0	6.5	24.72	2.82
51~ v	19.44	313.0	6.5	19.32	2.20
51~ w	21.58	297.0	5.0	21.50	1.88
51~ x	4.65	251.0	-2.5	4.65	-0.20
51~ 52	5.27	204.0	4.0	5.26	0.37
52~ 53	18.67	199.0	2.5	18.65	0.81
53~ a	13.59	40.5	-9.0	13.42	-2.13
53~ b	15.05	66.0	-9.5	14.84	-2.49
53~ 54	21.26	92.0	-7.0	21.10	-2.60
54~ 55	15.70	236.0	4.0	15.66	1.10
55~ a	19.39	224.0	0.0	19.39	0.00
55~ 38	46.71	70.0	-1.0	46.70	-0.82
0~ 100	2.07	107.5	41.5	1.55	1.49
100~ 101	9.95	191.0	-2.5	9.94	-0.43
101~ 102	26.67	198.0	-3.5	26.62	-1.63
102~ 10	6.93	338.0	-3.5	6.92	-0.42
102~ 17	25.60	323.0	2.5	25.58	1.12
102~ 103	5.00	231.0	-5.5	5.07	-0.49
103~ 104	19.40	193.5	-3.0	19.37	-1.02
104~ 105	17.98	186.5	-0.5	17.98	-0.16
105~ 106	8.17	171.0	-4.0	8.15	-0.57
105~ 30	26.70	190.0	-1.0	26.70	-0.47
17~ 107	9.82	263.0	6.5	9.71	1.46
107~ 108	12.02	352.0	5.5	11.96	1.15
108~ 109	19.66	352.5	6.5	19.53	2.23
109~ 110	11.12	79.0	-10.0	10.95	-1.94

(m) (°) (°) (m) (m)

ポケットコンパスによるトラバース測量

使用器具

ポケットコンパス
エスロンテープ
コンベックス
ボール

スケッチ： 尾倉 陽雄 (S1) 入学 孝子 (S1)
コンパス： 大庭 光晴 (02) 飯 寛宏 (S1)
メジャー： 森山 由布衣 (S1)

2010年

6－3 流速観測

湿原にとって、川による流れは多大な影響をもたらすため、流速のデータは是非押さえる必要があると考えた。流速観測については浮子を川に流し、1.0m流れるのに何秒かかったかで流速を求めた。3回以上計測し、その平均をデータとした。

今回、流速観測は2001年に観測したA～E地点の5地点に加え、石積みダム辺りのF～H地点、木道付近のI～J地点、もう1つの人工川のK地点を加えた11ヵ所で、2010年8月8日に新たに観測をした。

図－10：2010年広谷湿原流速データ

(2001年はA地点～E地点を流速観測したのでこれらの地点は比較をしている。)

① 流速と降水

今回の計測ではほぼ全ポイントで流速が速くなった。これを湿原の乾燥化と考えることもできるが、原因の一つに降水量の差も考えられる。2010年は記録的な豪雨であった。2001年と2010年で計測前月合計降雨量を比較したところ、55.0mmから569.0mmと約10倍に増えている。その時の降水により、流速が速くなるのではと考えた。しかし、8月にI地点で測量し0.52m/sだった流速が、11月に再度測量すると0.40m/sであった。8月に測ったデータと比べると－20%の変化であった。よって、降水による影響は大きいものがあつたが、20%程度で、次から述べるデータ比較では20%減らした数値で検討する。

② 2001年の地点（A～E）との比較

A地点は、2001年の流速0.09m/sから2010年に0.40m/sに増えた。降水の影響である20%を差し引いても約0.3m/sである。速くなった原因として、1つはこの石積みダムの効果が衰えてきたと考えられる。それは、石積みダムの石の下を水が通っているからだ。もう1つの原因としては雨の際に人工道から土砂が流され、湿原に堆積した。そのため周辺の湿原の面積が減少したと思われる。

B地点は、2001年の流速0.16m/sから2010年に0.3m/sに増えた。降水の影響である20%を差し引いても0.2m/sである。全体的に見れば流速は遅い地点ではあるが、やはり2001年より若干速くなっている。

C地点は、2001年の流速0.10m/sから2010年に0.3m/sに増えた。降水の影響である20%を差し引いても0.2m/sであった。原因は、A地点と同じく、この石積みダムの効果が衰えてきたもので、流速が速くなったと思われる。



C地点の上流(川の流れの様子)



C地点の石積みダム

D地点は2001年にあった川が消失していた。元々、この川は2000年に県が行った保全工事の際に人工的に作られた川である。この川をつくった結果‘下の湿原一北側’の面積は大幅に減ってしまった。しかし2010年、上の湿原が沼の状態から湿原化し、この人工川は機能を失ったと考えられる。そして放置されたため、川が消失しその辺りの湿原面積は増加した。

E地点は、D地点と同様の影響を受けて消失したものである。“広谷湿原”にとっては幸いなことである。

③ 新しい流速観測地点（F～K）の考察

今回、新たに測ったF地点～K地点の6地点は、0.15～0.52m/sの流速だった。これはれっきとした川である。だが、この速度では浸食は行われない。粒子の大きさによっても浸食されるかどうかが変わるが、浸食するためには、1.0m/sは必要である。

F地点の流速は0.35m/sで、降水の影響である20%を差し引いても0.3m/sであった。この地点は石積みダムの下流域だが流速が速い。これは石積みダムの効果が衰えてきていることを示している。

G地点の流速は0.41m/sで、降水の影響である20%を差し引いても0.3m/sであった。この地点は石積みダムの下流域で、流速は抑えられていた場所のはずだが十分に速い。この辺りの湿原はなくなっているため、流速が速いと湿原は乾燥化することを強く物語っている。

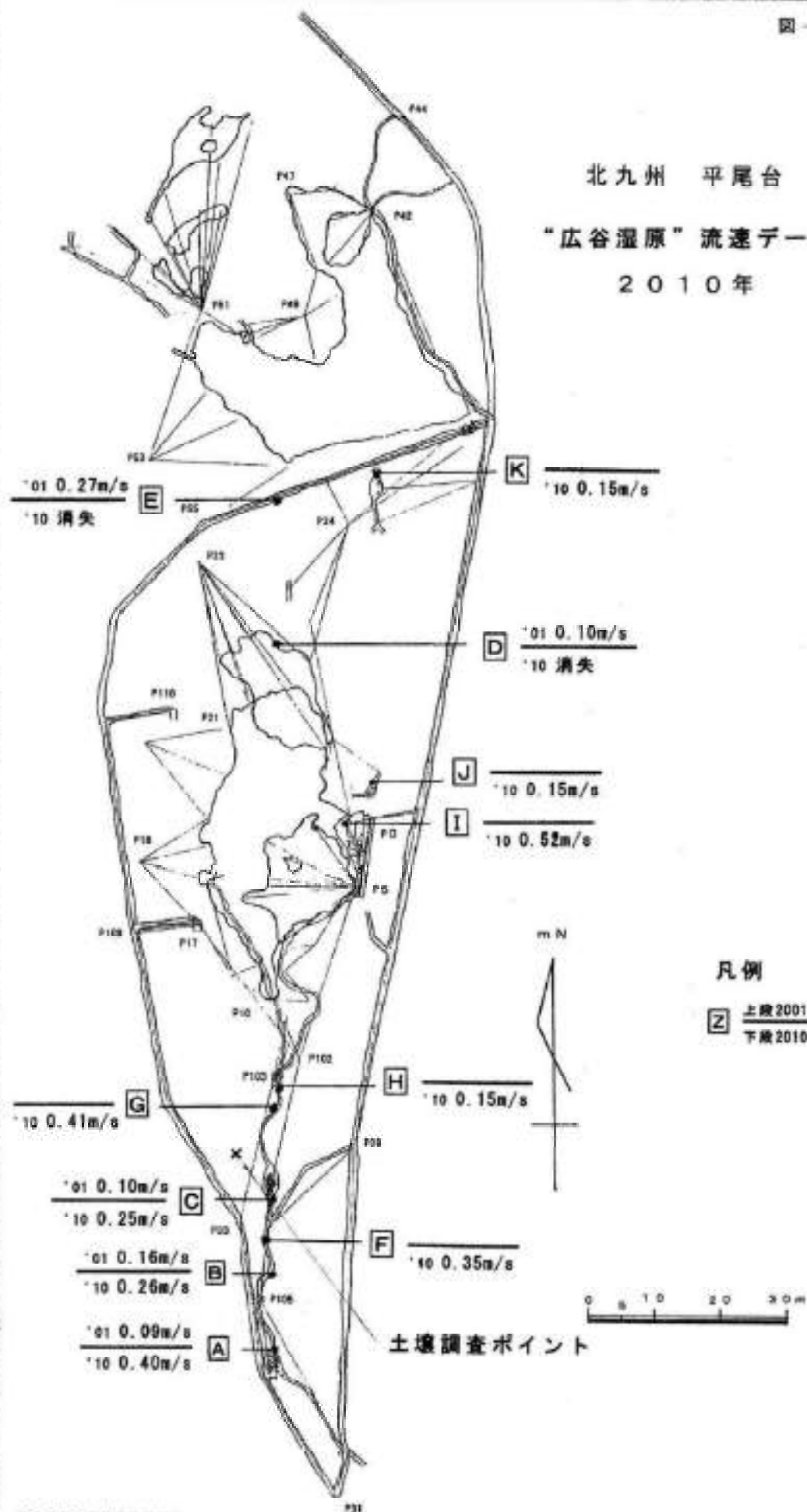
H地点の流速は0.15m/sで、降水の影響である20%を差し引いても0.1m/sあった。この地点は乾燥化した湿原の辺りだが、石積みダムの直下ということもあり、G地点より流速は抑えられている。ある面では南の方から徐々に乾燥化したことを現すのではないかとと思われる。

I地点の流速は0.52m/sで、降水の影響である20%を差し引いても0.4m/sであった。この地点は元々川がなかったのだが、川ができてしまった。つまり、この辺りの湿原が将来なくなること示している。特に木道の直下で“広谷湿原”として象徴的な場所である。対策の1つとしては、この川の上流であるJ地点辺りで流速を遅くしてやることだ。そうすることで、流速が抑えられるので、この辺りの湿原の乾燥化を遅らせることができるであろう。とにかく、ここは乾燥化が進むとわかっている地点なので早急に対策をしなければならない。

J地点の流速は0.15m/sで、降水の影響である20%を差し引いても0.1m/sであった。ここの川は底も浅く、傾斜はゆるやかなのだが、この辺りの湿原はとても小さいので乾燥化が心配される。I地点に影響を与えることになるため、水の湧出する数カ所の穴を埋めるなどの、何らかの対策を検討する必要があるかもしれない。

K地点の流速は0.15m/sで、降水の影響である20%を差し引いても0.1m/sであった。ここも、D地点やE地点と同じ人工川なので、上の湿原の減少の原因となっている。そのため、この人工川を埋めるなどの対策が必要かもしれない。

北九州 平尾台
“広谷湿原”流速データ
2010年



6-4 土壌断面調査

① 調査経緯

湿原を維持するためには、地下水面の高位で安定した維持が必要である。今回の広谷調査では土壌調査は行っていないが、2001年の広谷調査ではその地下水面を維持するための不透水層を確認している。今回は2001年の広谷調査の時のデータをもとに考察をした。

この調査は湿原の下流域、測量基準点近くのすでに陸化していて湿原ではない所を掘ったもので、人力で掘削できる限界まで掘り下げた。調査ポイントを図-10：2010年広谷湿原流速データに示した。121cmの深さで石灰岩の礫が多くなり、スコップでは掘ることができなくなったため、掘削調査を断念した。また礫が出たことで、当所の目的である湿原の不透水層の確認は達成されたと思う。結果は図-11：広谷の模式土壌断面図に示した。



土壌掘削作業中

② 調査結果

・ 黒色腐植土

地表から3cm確認できる黒色腐植土は植物遺骸が変化したもので、5～8mmのザラザラした小径の礫を含んでいた。つまり湿原が陸化し、5mm以上の礫を浸食・運搬できるおよそ50cm/sの流速があったことを示している。恐らくこの層は、湿原内には見られないはずである。

・ 黒褐色粘土層①

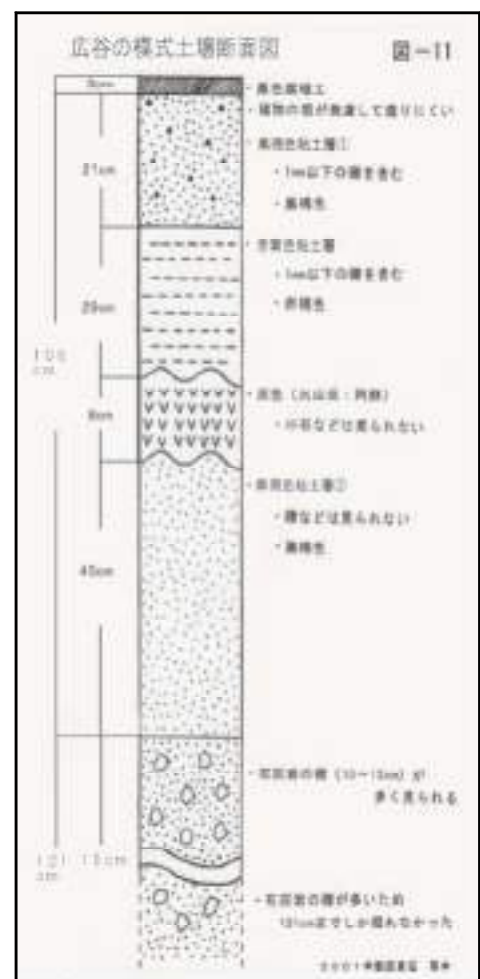
下の21cmの粘土層は、粒径の小さな粘土と、1mm以下の砂が含まれていて、黒褐色の粘土層で構成されていた。この黒褐色の粘土層は炭素を含むため、湿原起源の層であると考えられる。またこの層では植物の根が非常に発達していた。

・ 赤黄色粘土層

29cmの赤黄色粘土層は1mm以下の砂が含まれていて、上の粘土層とは違い赤黄色粘土層で構成されていた。この赤黄色土は鉄分を多く含むカルスト起源の粘土層で湖や沼の堆積物だと推定されるため湖や沼の状態で湿原起源でないと考えられる。またこの層では植物の根が非常に発達していた。

・ 火山灰層

次に8cmの灰色層は火山灰層と考えられ、指でもむと鉱物の結晶が確認できた。満塩博美・畑中健一（1973）によると7万5千年前、最近では9万年前の阿蘇山噴火Aso-4の際に堆積した（八女粘土層）と考えられる。しかし、Aso-4の火山灰層が8cmしか堆



積していないのは、牡鹿洞や平尾台集落が1 m以上堆積しているのと比べると少なすぎる。この2地点はドリーネの底など平尾台の中でも火山灰が堆積しやすい場所であるため1 m以上も堆積したのであろう。“広谷湿原”は降った火山灰が層となったが、急激な流速の変化（例：鬼の唐手岩の崩壊など）で火山灰層が浸食されたと考えられる。

- ・ 黒褐色粘土層②

火山灰層の下にある45cmの粘土層は礫などが全く見られない黒褐色の粘土層である。この層は水を全く通さない地下水面を維持するための不透水層である。鬼の唐手岩がダム効果を維持していた頃に堆積した“広谷湿原”に起因されるものかもしれない。



土壌断面

- ・ 石灰岩礫の層

一番下にある石灰岩礫は不透水層となりえない層である。石灰岩自体は水を通さないが、石灰岩礫の層の場合、礫どうしの間を水が通っていくのでこれより前に“広谷湿原”はなかったと考えられる。

③ 土壌断面調査から考える湿原の起源

起源は、およそ9万年前の阿蘇山の噴火Aso-4を基準に考えた。火山灰層の下にある45cmの層は水を通さない不透水層で、鬼の唐手岩がダム効果を維持していた頃に堆積した“広谷湿原”に起因されるものだと考えられる。

火山灰層の上にある29cmの赤黄色粘土層は礫を含んでいるが、赤褐色で鉄分を含んでいるのでカルスト起源の層だと考えられる。つまりこの時期の広谷は湿原ではなく、湖や沼の状態だったのではと思われる。

現在の“広谷湿原”起源の層はその上の21cmの黒褐色粘土層であろう。土壌断面図により阿蘇山の噴火Aso-4の時に出来た層が53cmのところにあるので（90,000年×21cm／53cm）より単純計算で湿原起源は3万5千年前だと考えられるが、日本最大の湿原である釧路湿原でさえも起源は3,000年前なので、あまりにも古すぎる。実際には火山灰堆積後、火山灰が浸食により流出したのであろう。さらに鬼の唐手岩のダム効果で広谷自体が湖や沼状態になりかなりの厚さの赤黄色粘土層が堆積したのではと考えられる。以上のことより“広谷湿原”の成因的起源年代は確定出来なかった。

しかし、単純計算で求めた3万5千年という数字は全く別の観点から求められた数値と偶然にも近い。“青龍窟”の上層部にナウマン支洞といわれるナウマン象の化石が発見された洞穴がある。そのナウマン支洞は鬼の唐手岩が崩壊する前の水の通り道だった。そのナウマン象の絶滅はおよそ2～3万年前だとされている。

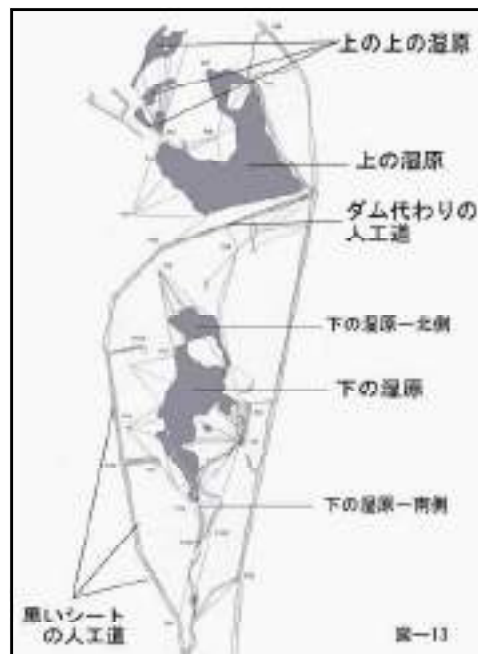
つまり推定ではあるが、鬼の唐手岩の崩壊はナウマン象の絶滅後つまり2～3万年より後だと考えられる。そして“広谷湿原”は鬼の唐手岩の崩壊などの急激な流速の変化によって火山灰層が浸食されてできたものだと考えられるので、“広谷湿原”の起源はそれより後だと考えられる。仮に火山灰層の浸食が鬼の唐手岩の2～3万年前だとすると、その後およそ1万3千年～1万5千年は赤黄色粘土層の湖や沼の状態、そして湿原起源と考えられる黒褐色粘土層が8千年～1万年となる。

7. “広谷湿原”の減少

7-1 “広谷湿原”の減少

今回、我々が測量した湿原及び人工道の名前について、次のように定義する。

- ・本来の“広谷湿原”・・・‘下の湿原’
 - 北側の湿原面積が増加した部分
・・・‘下の湿原－北側’
 - 南側の湿原面積が減少した部分
・・・‘下の湿原－南側’
- ・北側にある湿原・・・‘上の湿原’
- ・最も北側にある湿原・・・‘上の上の湿原’
- ・土が流れ、黒いビニールシートが
地表に現れた人工道・・・‘黒いシートの人工道’
- ・ダムの役割をしている人工道・・・‘ダム代わりの人工道’



[1994年-2001年]

7-2の変化図を見て分かるように、1994年の“広谷湿原”と比べ‘下の湿原’の面積は1180m²から539m²に、54%も減少していた。この結果に関してはその当時の先輩達も驚いていた。こんなに減少したのだろうか。これは、あくまでも我々中高生が調査した結果であり、測量上のミスも考えられる。しかも、1994年のデータに関しては測量者が中学生で、支距なども少なく、不確定な要素がある。必ずしもこのデータが完全に正しいと言うわけではない。しかし“広谷湿原”が大きく減少したことには間違いない。

また、1994年データには‘上の湿原’は含んでおらず‘下の湿原’だけで計算している。‘上の湿原’の測量は9年前のことで、測量データを紛失してしまい、スケッチを基に推測と記憶から再現したものである。よって正確な判断材料にはしなかった。しかし、データに不足があったとしても湿原の面積が極端に減少しているのは確かであろう。

[2001年-2010年]

7-2の変化図を見て分かるように、2001年の“広谷湿原”と比べ、湿原の面積とその割合は、現在の‘下の湿原’では539m²から449m²に、2001年を基準として17%減少している。特に‘下の湿原－南側’は面積が減少していた。これは、図10のA～C地点間の流速が2001年より平均して0.22m/sも速くなっており、また雨により人工道の土砂が湿原に流れ、堆積したためと思われる。

しかし‘下の湿原－北側’は人工川が消滅

下の湿原の面積

1994年	1180m ²	219%
2001年	539m ²	100%
2010年	449m ²	83%

上の湿原の面積(沼を含む)

1994年	653m ²	(111%)
2001年	589m ²	100%
2010年	695m ²	118%

%の値は、2001年を基準としている。

したことにより再生した。今後も続けて再生する可能性は十分にあるだろう。

‘上の湿原’は沼地を含めて589m²から695m²に2001年を基準として18%増加していた。また今回の測量で沼地が湿原に変化していることがわかった。‘ダム代わりの人工道’によって上流から流れてきた土などが堆積したため変化したのだと思われる。今後もネザサが湿原の方に広がり、更に減少する可能性がある。‘上の湿原’の北端は湿った場所に生息するミズゴケ・オオミズゴケが生え、湿原面積が全体的に増加傾向にあるので湿原拡大の見込みがある。しかし人の手を加えた結果なので、素直に喜ぶことはできない。

ちなみに、今回は‘上の上の湿原’を測量した。この湿原は1994年、2001年ともにデータがなく、初の測量となった。上流の湧水口付近にミズゴケ・オオミズゴケが発見できたのでこちらも湿原が広がる見込みは十分にある。



‘上の湿原’

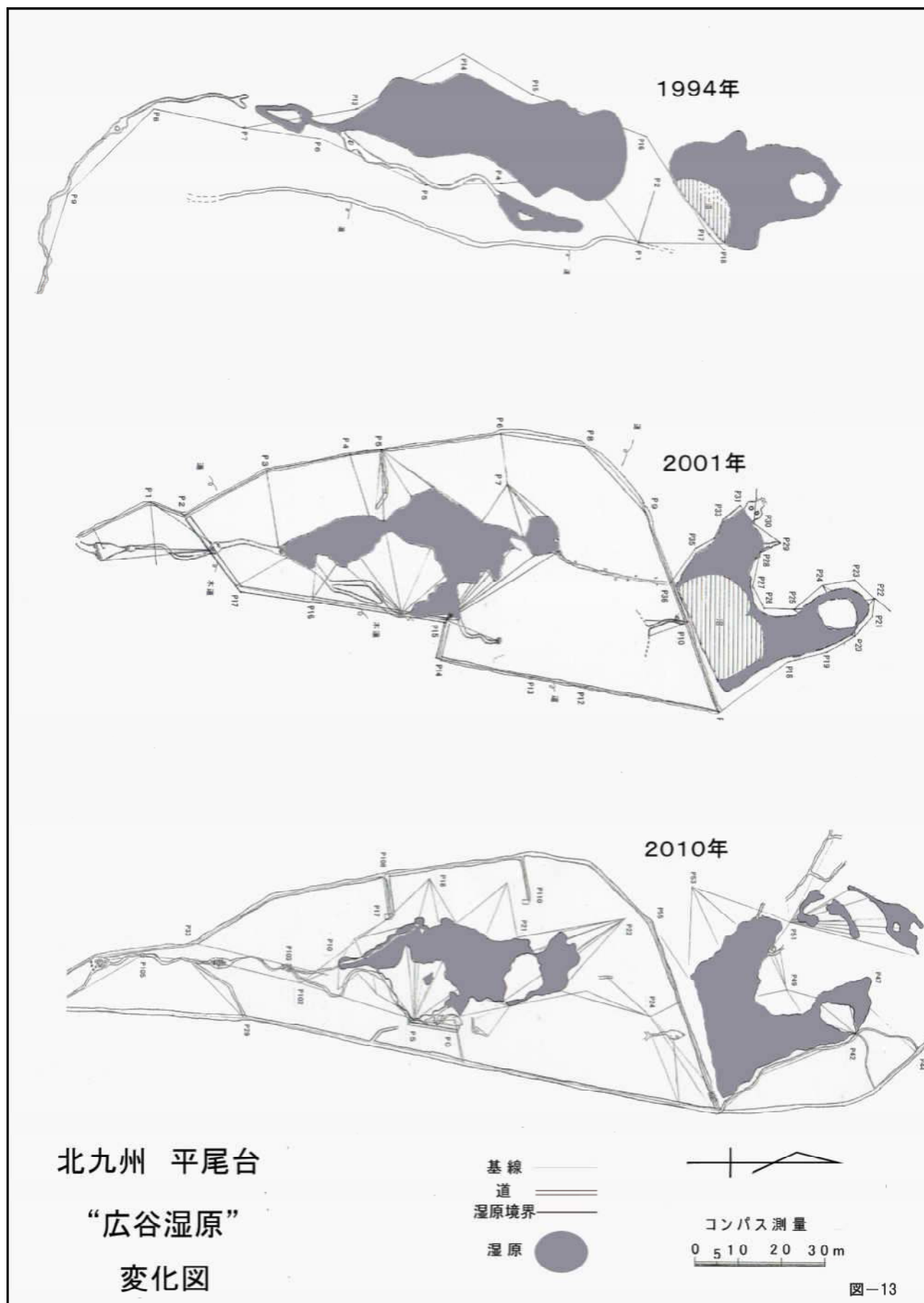


‘下の湿原’全体



‘上の湿原’から‘下の湿原’

7-2 “広谷湿原” 変化図



7-3 “広谷湿原”減少の原因〔自然的なもの〕

一般的に湿原の寿命は短く、地史的スケールではアッという間でしかないが、その変遷の原因には次のことが考えられる。

○自然遷移

○気候変動

降水量・気温変化によるもの

○水位変動

何らかの原因で地下水面が低下 → 川ができる → 浸食・運搬・堆積

○水流の変化

これを“広谷湿原”に当てはめると

○ 自然遷移

湿原の寿命が短いと言っても、100年以上のスケールはある。1994年から2010年の間のたった17年で‘下の湿原’がこんなに変化するとは考えられない。

また‘上の湿原’は人工道がダムの役割を果たしているのであって、‘上の湿原’の増加自体は自然遷移の影響ではない。

‘上の上の湿原’ではミズゴケが上流の水が湧き出る付近で発見されているので、湿原の面積は増加するであろう。しかし、基本的には本来の“広谷湿原”として考える‘下の湿原’への影響は少ない。

平尾台付近の気象データ

年度	総雨量(mm)	平均気温(℃)
1994年	1118.5mm	16.0℃
2001年	1198.0mm	16.2℃
2010年	1891.5mm	17.3℃

○ 気候変動

右表は1994、2001、2010年1月～9月の降水量・気温のデータである。

ただし1994年と2001年は福岡空港測候所北九州空港出張所のデータであり、2010年は福岡空港測候所北九州空港出張所がなくなったため、2003年にできた平尾台自然の郷のデータである。これにより、平尾台のより正確なデータが分かるようになった。単純に比較することは出来ないが平尾台に近いデータとして考える。

(1月-9月)

[1994-2001年]

1月～9月総雨量の差は+79.5mm、1月～9月平均気温の差は+0.2℃と大きな変化は見られなかった。よって気候変動による“広谷湿原”の減少は考えられない。

[2001年-2010年]

1月～9月総雨量の差は+693.5mm、1月～9月平均気温は+1.1℃と大きな変化があった。総雨量の増加は記録的な豪雨として記憶に新しい2010年7月14日の豪雨によるものである。平均気温の上昇は近年騒がれている地球温暖化によるものかもしれない。

総雨量の変化は流速に関係する。よって総雨量の増加により、浸食・運搬・堆積の関係が大きく変化し、湿原の変動が考えられる。‘下の湿原-南側’の流速が約1.5倍に増えたため面積が減少していることがわかる。

豪雨の影響は流速だけではなく、土砂崩れの可能性もある。幸いなことに2010年7月の豪雨では平尾台の道の一部が陥没しているだけで“広谷湿原”には発生していなかった。

○ 水位変動

我々は“広谷湿原”の水位変動による湿原の減少理由として次のことを考えた。

ダムである鬼の唐手岩に局所的な崩落が起こり水が漏れ、地下水位が下がる。

↓

地下水位が低下したため排出部に向けて水の道ができ、湿原の中に川ができる。

↓

下流域では川による浸食で不透水層が削られ、地下水面がさらに下がる。

+

上流域では川による堆積で、相対的に地下水面が下がる。

↓

湿原が縮小する。

このように湿原を縮小させる一番の原因は川にあると考える。川は流速があるため浸食・運搬・堆積の作用が生じ、湿原の環境を変えてしまう。

本来ならば上記の理由でなくなっているはずの湿原は現在も存在している。広谷の穴に広谷の本流が流れ始め、田代の岩屋までのバイパスができ、ゆえに本流から湿原に水が流れず、いわば“三日月湖”のような存在になっている。そして、湿原に流れこむ水の量が減少し、流速が遅くなり、湿原の遷移スピードが遅くなったのであろう。この水流の変化のおかげで、日本でここにしかないカルストにある“広谷湿原”が現在でも存在するのだろう。

なお、この17年間で新たなダムアップによる湿原への影響はない。そして、いずれの水位変動もこの17年間で起こったことではない。

以上のことから“広谷湿原”の減少が自然的なものが原因とは考えられない。

7－4 湿原減少の原因 [人工的なもの]

ここ17年間で広谷で起こった出来事で最大のものは、2000年の木道建設(木道の建設、広谷湿原を一周するための人工道、湿原の縮小を防ぐための石積みダム、下の湿原の北側に作られた人工川を総合した建設)である。この建設の一つ一つに着目し、広谷湿原にどのような影響を与えたかを我々なりに考察する。

○ 木道について

木道を作ること自体は、身近に自然を感じてもらう意味で、別に悪いことではないのかもしれない。また、木道・人工道が湿原の境界としての暗黙の目印になっている。しかし従来は知っている人だけが訪れていた“広谷湿原”に、ハイヒールをはいた一般観光客まで見に来て、場合によっては木道を降りて記念写真を撮る。



2001年の木道



2010年の木道

次に木道建設の際に、湿原は荒らされてなかっただろうか。柱を建てる時に土壌を固めたり、杭を打つ際に不透水層を破っていないだろうか、破れていれば、そこから水が漏れ、湿原の水が減ってしまう。これは湿原の縮小につながる恐れがある。

また、10年前作られたばかりの全長73.5mの木道の大半が野焼きで燃え、2010年現在ではほとんどが焼失し、11.5mに減少している。木道自体、野焼きをする“平尾台”に合わないものだったのではと思う。

○ 人工道について

2000年に福岡県が湿原保全のために湿原の中に木道を設置し、湿原を取り巻くように黒いシートを敷く保全工事が行われた。しかし、このことは“広谷湿原”に多大な影響を及ぼしていた。

湿原を取り巻く人工道は、ネザサを刈りそこに黒いシートを道に敷き、その上に土砂を被せたものである。しかし雨が降った日には黒いシートの人工道は水を通さず、上に被せた土砂を水ごと流してしまう。そして水と共に土砂が湿原に流れ込み、湿原を埋めてしまう。それは黒



2001年の人工道、土砂がある



2010年の黒いシートの人工道

いシートが現在地表に露出していることから、どれだけ多くの土が流れ湿原を埋めてしまったのかが分かるだろう。

さらに湿地と道の境界がうやむやになり、観光客が簡単に湿原に入れるようになっている。その結果、湿原の土壌を踏み固めてはいないだろうか。結果的に湿地を荒らしていると考えられる。しかし、現在は木道がなくなり、更に平尾台自然観察センターが巡回をしていることもあり、人間が湿原に踏み入ることはなくなっているように思える。

次に‘ダム代わりの人工道’を作ったことで、人工道がダムの役割を果たし、2001年は沼地だったところが、2010年では湿原となっていた。‘上の湿原’も同時に拡大させている。これは地下水面上昇など特殊な条件がない限り、自然では起こりにくい現象である。

また‘ダム代わりの人工道’の一部に大雨の時に水の通る余水吐があり、実際に豪雨の時は新たに川ができ‘下の湿原’に泥水が流出している。流速のデータからもこの付近の流速は速く、また、湿原の減少も一番顕著な所であった。

○ 人工川について

2000年に‘ダム代わりの人工道’と一緒に人工川と余水吐が作られた。その人工川は‘上の湿原’に土管を通し、沼地の水を流していた。ところがこの人工川は‘下の湿原－北側’の水を集水し、結果的に‘下の湿原－北側’の大きな減少につながってしまった。

2010年、‘上の湿原’の沼地が湿原化したことにより水が減少、川に水が流れなくなった。またメンテナンスが行なわれなかったため、水と共に流れてきた土砂で埋まり、この川は干からびた。その結果‘下の湿原－北側’の湿原面積が増加した。川がなくなれば湿原が再生する、という非常に分かりやすい事例となった。

○ 石積みダムについて

[1994年-2001年]

石積みダムは川の流速を抑え“広谷湿原”の減少を食い止めるために造られたものである。もしこれが無かったら、“広谷湿原”はもっと悲惨な状態だったかもしれない。しかし一方では、局所的ではあるが、ダム付近の水位が上昇したため、従来そこに繁茂していた植物が、より過湿な条件で生育するイネ科・カヤツリグサ科の植物に置き変わっている。同じ湿原の中で植生が変化しているのである。湿原を保つためとは言え、人が自然に介入することの難しさを感じた。

[2001年-2010年]

現在石積みダムは14ページ図9にあるように4カ所ある。そのうちP103の石積みダムは付近の傾斜が穏やかだったため、写真のように石にコケが生えている。そしてこの石積みダムの上流にあるH地点と下流にあるZ地点の流速データでは0.16m/sも遅くなっている。ゆえにこの石積みダムは効果を発揮していると思われる。よって、この石積みダムの成功例を他の石積みダムにも適用したい。

P33附近の石積みダム、ここに問題があるのだ。“広谷湿原”は南に進むたびに傾斜が大きくなる。ゆえに石積みダムの高さもP103の石積みダムより高く積まなければいけない。事実、P33附近の石積みダムはP103の石積みダムより高く積まれている。しかし流速は遅くなっていない。むしろ2001年より2010年が0.1m/s速くなっている。理由は1つ。石積みダムを高く積んだのはいいがその石積みの下に隙間があるのだ。そこを水が流れていくため、流速は遅くならない。

結論、現在でも石積みダムの役割を果たしてはいるが、石積みダムが見かけのダムの大きさとは関係なく時間によって、効果が減少している。石積みダムをメンテナンスすることで、その効果を取り戻し、湿原の維持ができるのではと思う。



コケの生えた石積みダム



2001年、
完成直後の
長い木道と
幅の広い人工道。
ダム代わりの人工道
‘上の湿原’の沼地
が見えている。

8. “広谷湿原”の再生

地球固有の歴史が育んだ生物がそれぞれにふさわしい環境で生き続け、健全な生態系が持続されるように、人間の活動自体を自然に調和させることが重要だと言える。

しかし、現在の“広谷湿原”は健全な生態系が維持されているとは思えない。

“広谷湿原”に保全工事の目的で、木道や水路、人工道の建設をした。そのため、この湿原の時間軸を大幅にずらすことになった。そのずれてしまった時間軸を元に戻すのは、ずらした自分たち人間の義務ではないのだろうか。

地元の荻田町との協議の中で、湿原が減少したと報告するだけでは建設的ではない。そこで“広谷湿原”がどうすれば再生するのか。我々はC O P 1 0の議題である、生物多様性の保護に着目してみた。今回のC O P 1 0のキーワードである『里山的手法』を応用することでの生物多様性の保護、つまり湿原の維持、再生について考えてみた。

8－1 “広谷湿原”の再生

人間が破壊した“広谷湿原”。それを再生させるための問題点と具体策について考えた。以下に項目毎に述べる。

① 人工道の撤去

湿原へ土が流出し、湿原が埋まる原因となり、観光客の湿原への侵入によって湿原が荒らされる原因にもなった人工道。

まず一番最初にこの人工道を撤去すべきと考える。

② 木道について

木道建設時の不透水層の破壊、観光客の湿原への侵入など、人工道と同様に湿原が荒らされる原因になっている。これらは湿原の縮小につながる恐れがあった。

しかし、木道は2002年に野焼きによって燃えてしまった。損害額は一説によると約1000万円とか。

木道が燃えてしまった今、湿原に与えている影響は少ないと見られる。ゆえに放置しておいてもよいと考えられる。

③ 石積みダムについて

湿原の至る所に存在する、石積みダム。石積みダムは流速を遅くさせるためのものだが、今では石の下を水が流れ、流速に大きな変化を与えてはいないものもある。おそらく作ったところは、流速を遅くさせる役割を果たしていたのかもしれない。しかし、長い年月と共に小さな石が流され、水が石の間を素通りをしているのが現状である。小さい石を流されるたびに積み上げれば、ダムの効果を維持できると考える。以上のような「メンテナンス」を行うことで、湿原の減少を防げるのではないだろうか。



石積みダム

また場合によっては湿原の下流に今以上に大きな石を置き、石積みダムを下流に増やすということ

も検討できる。なお当然のことながら搬入する石は平尾台にある石灰岩・花崗閃緑岩が望ましい。

④ ネザサについて

“広谷湿原”の下湿原を再生させるため、福岡県が業者に委託をし、湿原ではなくなった一部分のネザサを刈り取り、湿原の高さまで表土をはぎ取った。すると、地中深くに埋まっていた湿生植物の種が再び発芽し、一時的に湿原が再生したことがある。しかし2年後には再びネザサが生え、湿原が消滅したという。この原因にも「メンテナンス」が上げられる。毎年侵入したネザサを刈っていれば、湿原がまた消滅するということにはならなかったであろう。



ネザサ

8-2 まとめ・『里山的手法』

日本人の原風景である里山は、山林の間伐や、田に水を張るなど、自然に人の手を加えることで、生態系を維持、農作物を収穫し、自然の恩恵にあやかってきた。こうした活動は、フィリピン、インドネシアやアジア、そしてヨーロッパにまで拡大している。2010年10月に行われたCOP10では、国際組織「SATOYAMAイニシアティブ国際パートナーシップ」が設立された。環境省と国連大学高等研究所が中心になり、世界8カ国、51機関が参加を表明した。



里山の風景

『里山的手法』である、人の手を加え、農作物を収穫する。それはいうならば水田のことである。水田というのは、お百姓さんが水を張り、あぜ道を作り、手間を掛けて1年中世話をしている。だからこそ、毎年収穫ができるのであって、世話をしないと消えてしまうのが水田である。お百姓さんの世話、つまり「メンテナンス」があるからこそ水田が水田であることができるのだ。

水田も考え方によれば湿原である。ゆえに、この『里山的手法』が活用できると考える。『里山的手法』、つまり「メンテナンス」。湿原にも「メンテナンス」を施せばいいのではないか。

石積みダムにしてもネザサを刈り取って湿原を再生させるものに関しても、失敗した原因は対策を実行したにも関わらず、放置したことにある。細かい期間で「メンテナンス」を行っていれば、この湿原保全の対策は効果を表し、湿原は元の湿原の状態に近づいていたかもしれない。

刻一刻と、湿原は失われている。先述の世界的に認められた『里山的手法』を“広谷湿原”にも応用することで、一度人の手が壊した“広谷湿原”を自然の力で、再生させることができるのではないかと考えている。以上のような「メンテナンス」を行えば、長い年月がかかることは分かっているが、努力すれば徐々にだが“広谷湿原”が再生するであろう。努力する価値は十分にあると考える。

一般的な常識でいえば、カルスト台地に絶対存在することのない湿原、そこに偶然に偶然が重なって今があるこの“広谷湿原”。その存在は多少の困難があっても、守るべき価値のある、人間、いや、自然界の財産だと考えている。



広谷遠景

おわりに

カルスト台地である“平尾台”にあり、貴重な植物が生い茂る幻想的な場所“広谷湿原”、この極めて例外的な自然を失うのは、どんなに我々にとっても自然界にとっても悲しいことだろうか。

我々は“広谷湿原”を地学的なアプローチとして、前回同様に湿原の面積減少を中心に考察した。1994年から2001年は54%減っていたが、2001年から2010年では17%の減少であった。これらの減少は2000年の保全工事に大半の原因があったが、石積みダムのおかげで減少スピードは減っているようにも見える。

そもそも“広谷湿原”は鬼の唐手岩のダム効果で形成されたものだが、現在は鬼の唐手岩が崩壊している。ダムが壊れればそこに溜まった水、つまり湿原は消失してしまうはずだ。しかし、河川争奪により“広谷の穴”が新しく排水系の洞窟として広谷の本流の水を奪った。その結果、“広谷湿原”は本流からは取り残された、いわば『三日月湖』のような存在になり、そして現在でも湿原が維持されているのだと考えた。

今後は、この“広谷湿原”を守るだけでなく、元の状態に再生したいと考える。最近注目されている『里山的手法』を見習い、細かい期間毎にメンテナンスを行い、こつこつと“広谷湿原”の保全に努めていきたい。そうすることで人間が一度壊した“広谷湿原”の時間軸を自然の力で修正していけるのではないだろうか。さもないと日本で唯一、カルスト台地に存在する、本来ないはずの“広谷湿原”を後世に伝えられなくなってしまう。

年々減少していく“広谷湿原”を観察するために、2017年頃には再び測量をしたい。場合によっては再生効果が現れて、2015年頃には測量する必要があるかもしれない。さらには“広谷湿原”出現の絶対年代等を求めたいと思っている。

最後に、広谷湿原についていろいろと教えてくださった曾塚先生、北九州市自然史博物館の眞鍋先生、平尾台センターの方々、そして貴重な提案をいただいた苅田町の長嶺先生、また今回の調査に協力、サポートしてくださった顧問の水島先生、本当にありがとうございました。

参考引用文献

カルスト台地平尾台のフロラ（1973）平尾台植物調査団，北九州市教育委員会，154pp.

平尾台の自然（1977）細川隆英他，福岡県衛生部環境整備局自然保護課，32pp.

平尾台総合調査報告（1977）洞穴科学調査会他，33pp.

平尾台の石灰洞（1982）横田直吉退職記念出版会，日本洞窟協会，272pp.

等覚寺修験道遺跡群（1996）浦田健作・長嶺正秀他，苅田町教育委員会，122pp.

北九州の段丘地形とASO-4の火砕流堆積物（1998）宇津川徹，中村浄志，ペドロジスト第42巻第1号，46p.～56p.

平尾台カルストの自然（2000）曾塚孝・水島明夫他，福岡県，28pp.

福岡県の希少野生生物（2001）福岡県希少野生動物編集委員会・冷川昌彦他，福岡県環境部自然保護課，447pp.

フォトサイエンス生物図鑑[改訂版]（2007）鈴木孝仁他，数研出版編集部，248pp.

フィールドワークブック平尾台[改訂版]（2010）照曜館中学校理科，東筑紫学園照曜館中学校，41pp.

COP10支援実行委員会公式ウェブサイト（2010）：<http://www.cop10.jp/aichi-nagoya/>

Wikipedia「里山」（2010）



九州高等学校生徒理科研究発表大会〔長崎〕

北九州 平尾台カルスト に見られる
広谷湿原 について 1994～2010

発行日：2011h23年 2 月 1 日

編集者：坂本 雄太 森山 由布衣 吉尾 汐史

発 行：東筑紫学園高等学校 理科部
照曜館 中 学 校

北九州市 小倉北区 清水 4-10-1
〒803-0841 TEL. 093-571-0488

