

## ミズゴケお守り隊

(経過報告と次なる作戦会議)

### 【目的】「湿原が世界を救う」を歌才湿原で実践しよう！

ミズゴケに悪さをしているかもしれない常緑のハイイヌツゲという低木(背丈の低い樹木のこと)を、植物が成長を始める頃となる雪解け直後の5月に伐採した。その後、雪が積もるまでの期間に、ミズゴケの成育には、どのような変化が見られたかを確認しよう。これまで調べてきた、成長に関係する、温度・照度、開空度、伸び、面積)について、皆で、データを整理して傾向を見つけてみよう。



※ 5月に実施した「ミズゴケお守り隊」資料も参考に(下記からダウンロード可)

<https://hosho.ees.hokudai.ac.jp/tsuyu/top/res-sdgs-j.html> からリンクしている

- ・2025年4月25日 黒松内中学校で使用したスライド

([https://hosho.ees.hokudai.ac.jp/tsuyu/top/pdf/250425\\_JHS.pdf](https://hosho.ees.hokudai.ac.jp/tsuyu/top/pdf/250425_JHS.pdf))

- ・2025年5月11日実施(事前配布)伐採マニュアル

([https://hosho.ees.hokudai.ac.jp/tsuyu/top/pdf/20250511\\_field\\_note.pdf](https://hosho.ees.hokudai.ac.jp/tsuyu/top/pdf/20250511_field_note.pdf))

### 【方法】

#### ハイイヌツゲ伐採

2025年5月11日(日)に、皆で、ハイイヌツゲの伐採を行った。学校交流も目的にあったのだが、それは達成できたと思う。誰もけがをした報告はなく、それも何よりでした。

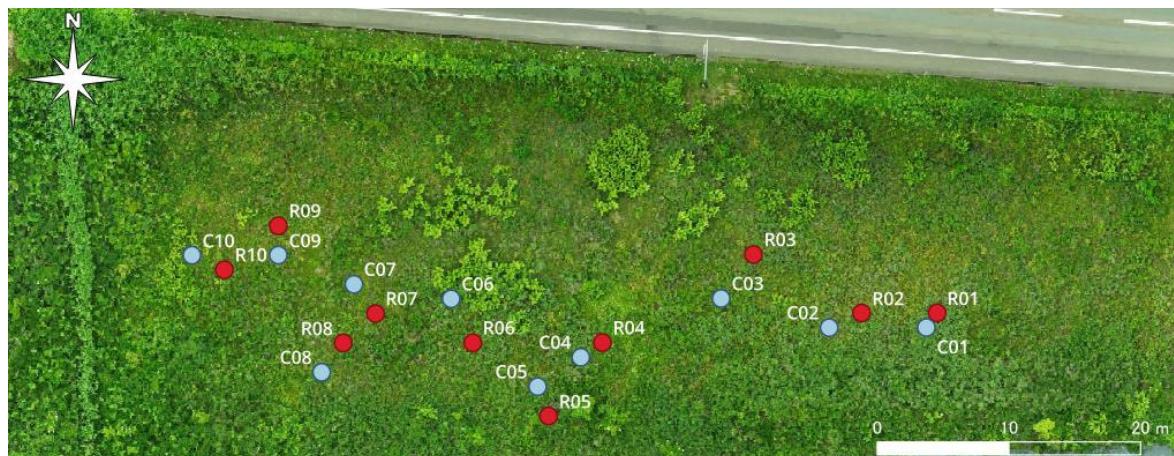


図1. 歌才湿原内に設置された調査区の位置(上が北)。●が除去区(R) ●が対照区(C)。地図の上の方に見えるのが国道5号線。皆は、どこで切ったのだろう。調査区番号の数字が小さい方が東側で、数字が大きくなるにつれ西側に移動する(後に関係するので記憶しておくといいかも)。

**ハイイヌツゲ伐採:** ハイイヌツゲを伐採した調査区(除去区)には、R (removal)で始まる名前をつけた(図 2)。ハイイヌツゲを切らない対照区(コントロール)には、C (control)で始まる名前をつけた。以降、この R と C がたくさんてくるかもしれないので記憶しておこう。

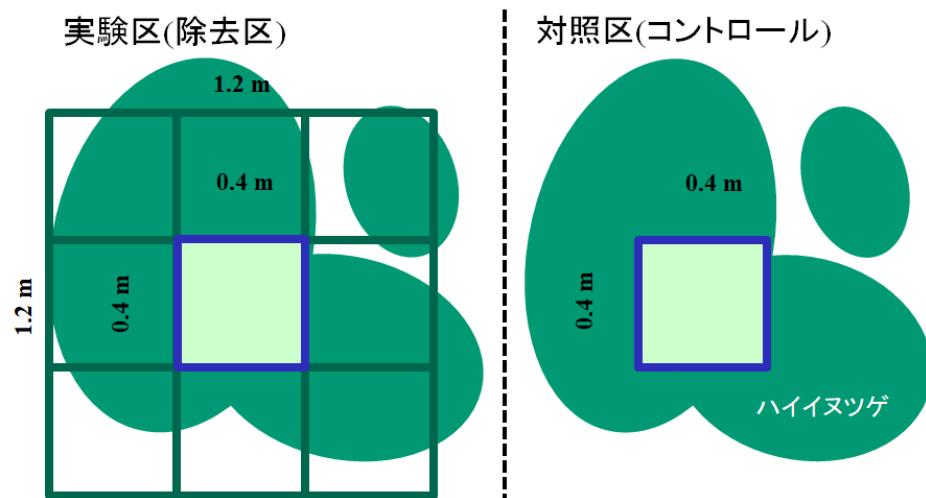


図 2. 調べている調査区の様子。内側の薄緑色で示した 0.4 m 四方の部分でミズゴケの成長等を計っている。除去区の濃緑で示した部分がハイイヌツゲだとすると、それらをできるだけたくさん伐採した。対照区では、ハイイヌツゲを残し、ハイイヌツゲがいる場合といない場合の違いを比較している。

**伐採した重量: どれだけ切ったか。**

切ったハイイヌツゲは、葉も枝も全て土嚢袋に詰めて、北大に持ち帰って重量測定をした。全部で、湿重にして 42.7 kg、乾重(乾燥重量)にして 20.3 kg を切った。※ここまでお昼となつた(おいしかった)。

### 【結果】ハイイヌツゲ伐採の効果

**開空度(地面に寝そべったら空がどのくらい見えるか)**

開空度とは、空を見上げた時に、空全体を 100(%)とした時に、何%くらい空が見えるかを数字にしたもの。開空度は、地面に届く光の量と強く関係するため、植物の成長を知る上で重要な情報となる。

開空度測定手順は以下の通り(図 3)。(1) 魚眼レンズ( $180^\circ$ )で天空に向けて写真撮影し、(2)撮影画像を白黒画像に変換し、(3) 全天写真解析用プログラム(Gap Light Analyzer)を使い開空度を求めた。

**♠ Q1** ハイイヌツゲ伐採によってミズゴケの上はどのくらい明るくなったかを見てみよう。まずは、写真を見てみよう(図 3)。10月 30 日の開空度は表 1 に示した。この日までに、常緑ではない植物は葉を落としていたので、調査区の C(対照区)でハイイヌツゲがどれだけ日陰を作っているかを見ていることになる。どれくらい空が開けたかを表 1 から計算してみ

よう。(ヒント) この値が、皆が頑張った数字です。例で比を計算すると 3.328 となり、約 3 倍の空が見えるようになった。

♠ Q2 開空度の変化から、光・温度に対する影響を予測してから、次に進もう。

C03



(1)



(2)

R03



(3)



(4)

図 3。開空度測定用に撮影した写真(10月30日)。(1)(3)が、魚眼レンズで撮影した画像(分かりづらいけどカラー画像)。これを白黒画像(2)(4)に直して開空度を計算した。

表 1. 2025 年 10 月 30 日の開空度。実際は、同じ調査区で 2 枚の写真を撮っているが、この表では、その 1 枚目の開空度が記入してある。(同じデータはエクセルにもある)

調査区番号	対照区 (C)	除去区 (R)	計算	比
例 (%)	20.2	65.2	$65.2 \div 20.2$	3.228
1	23.8	65.6		2.756
2	20.5	62.7		3.059
3	18.2	69.2		3.802
4	17.3	58.2		3.364
5	30.2	52.0		1.722
6	23.1	59.9		2.593
7	44.8	67.3		1.502
8	25.6	56.4		2.203
9	28.2	56.4		2.000
10	22.4	62.6		2.795
平均	24.9	61.4		2.639

### 温度・光の変化

伐採後に 10 番(R10 と C10)の調査区に温度・照度計を設置し 1 時間間隔で記録を行った。伐採区は、5 月 12 日から 10 月 29 日まで、対照区は 6 月 12 日から 8 月 12 日まで記録できた。対照区では、8 月 13 日以降のデータが記録されていなかった。シカに踏まれたのだろうか。

一日あたりの平均温度、最高温度、最低温度、積算照度を求めた結果を図 4 にしてある。この図をもとに、伐採が温度と光に与える影響を考えてみよう。

※ 積算照度: 1 時間おきに計った照度の値の合計。

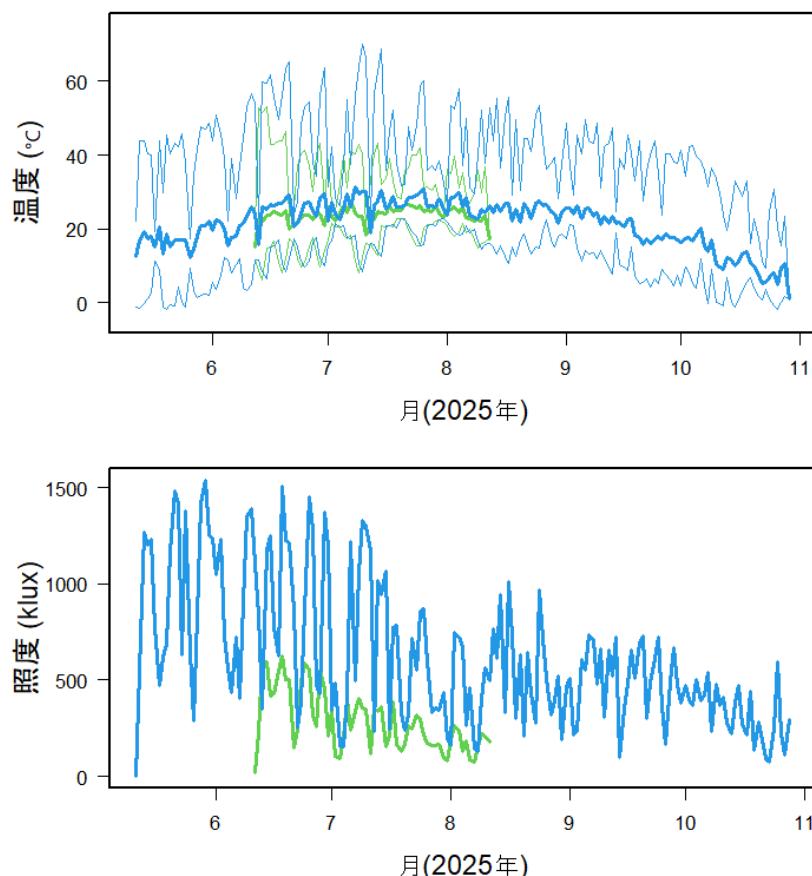


図4。温度(上)と照度(下)の季節変化。温度は、太線が平均温度、平均温度の上下にある細線が最高温度と最低温度。緑がハイイヌツゲを伐採していない(対照区)の変動、青が伐採をしたところ(伐採区)の変動。

♠ Q3 表2に示した2025年7月18日の最高温度、最低温度、平均温度、積算照度を伐採区(R10)と対照区(C10)で求めて比較してみよう。これと同じ数字の表が、エクセルに入れてあります。高校生は、エクセル関数を使って最高温度、最低温度、平均温度、積算照度を求めてみよう。その結果を、皆で確認しよう。(ヒント: 使う関数は max, min, average, sum)

メモ

表 2. 2025 年 7 月 18 日に、伐採区(R10)と対照区(C10)において 1 時間間隔で記録された温度と照度。

測定項目 調査区 時間	温度(°C)		照度 (lux)	
	伐採区	対照区	伐採区	対照区
			伐採区	対照区
00:00	22.1	21.4	0	0
01:00	21.3	20.4	0	0
02:00	21.3	21.2	0	0
03:00	21.1	20.6	43	0
04:00	21.5	20.9	2153	0
05:00	22.8	21.5	12400	2670
06:00	24.5	23.5	10678	4650
07:00	31.6	25.9	77156	19978
08:00	35.1	27.5	68889	12400
09:00	36.5	27.5	71645	12400
10:00	42.3	28.1	79912	22045
11:00	52.0	33.1	198401	35823
12:00	40.1	31.6	82667	42711
13:00	43.1	28.3	187379	17222
14:00	35.9	26.6	31689	9300
15:00	30.7	25.4	16533	4306
16:00	26.7	25.4	7233	4650
17:00	26.7	24.5	9644	1195
18:00	24.0	24.0	527	592
19:00	22.8	23.5	0	97
20:00	22.5	23.2	0	0
21:00	22.2	23.1	0	0
22:00	21.7	23.1	0	0
23:00	21.6	23.0	0	0
平均/積算	28.8	24.7	856949	190039
最高	52.0	20.4		
最低	21.1	24.7		

♠ Q4 結果をもとに、開空度と光・温度の関係を整理してみよう。そして、伐採は、平均温度、最高温度、最低温度、積算照度の何に一番影響したのかを考えてみよう。

### 植生の変化

植生とは、ある場所に生えている植物の見た感じ、格好よく言うと構造のこと。植生調査とは、植生を計ることを言う。それぞれの種が、どのように生えているかを計る調査となる。具体的には、地表面を植物がどれだけ覆っているか(被度)と植物がどの位の高さを占めているか(植物高)を記録することが多い。

※ 被度とは、地面を覆う植物の面積をパーセント(%)で記入したもの(図 2)。歌才湿原では、高さは、各植物のおおまかな高さ(植物高という)を記録した。

♠ 自習になってしまふけど: 時間のある時に) いくつかの花をホームページなどで調べてみよう。なぜ、いろいろな種類の花があるのだろう。そして、色々な花があると、色々な

動物が集まつくるので豊かな自然が形成される。自然を知る上では、植物と動物との関係も大事です。

◆ 植物写真 ◆: 全て歌才湿原にて撮影



エゾノリュウキンカ(4月)

ヤチブキともいう



ミツバオウレン (5月)

三葉黄連(今でも漢方薬)



エゾカンゾウ満開(6月)

歌才湿原は有名



オオイヌノハナヒゲ(7月)

この名前は誰が付けた



シロバナタチギボウシ(8月)

珍しい



サワギキョウ(9月)

### ミズゴケ面積(被度)の変化

ハイイヌツゲを伐採すると、ミズゴケが増えるか減るかを知るには、どうしたらいいだろう。ヒトが1年でどれだけ大きくなつたかを計るのと考え方は同じ。それなら、体重(植物なら重さ)を計るとか、身長(植物なら長さ)を計るとか、方法はある。問題は、ミズゴケの重さは、どう計ればいいだろう。ミズゴケを切って秤(はかり)にのせれば測れるが、それでは、次の時に同じ部分は計れないで成長は計れない。切ってはいけない。その代わりの方法を作る必要がある。

ミズゴケの被度と伸びのうち、被度の季節変化の結果を見てみよう(図5)。ミズゴケの被度は、ハイイヌツゲ伐採直後には、伐採区では減少している。ある意味、予想通りでミズゴケは、伐採によりダメージを受けていると言っていいだろう。しかし、その後は回復傾向を示す調査区が多く、ミズゴケの被度は対照区と同じ位となったかと思う。そして、来年には、回復できるかどうかの答えが見えてくるのではないだろうか。

♠ Q5 近くに作られた伐採区と対照区、たとえば、R01とC01を比べてみると他の場所と

比べてミズゴケの被度の変化の仕方が似ている。なぜだろう。思いつかなければ、まずは、植物の成育に何が必要かをリストアップしてよう。そのうち、どれかが関係している可能性が高そうな。

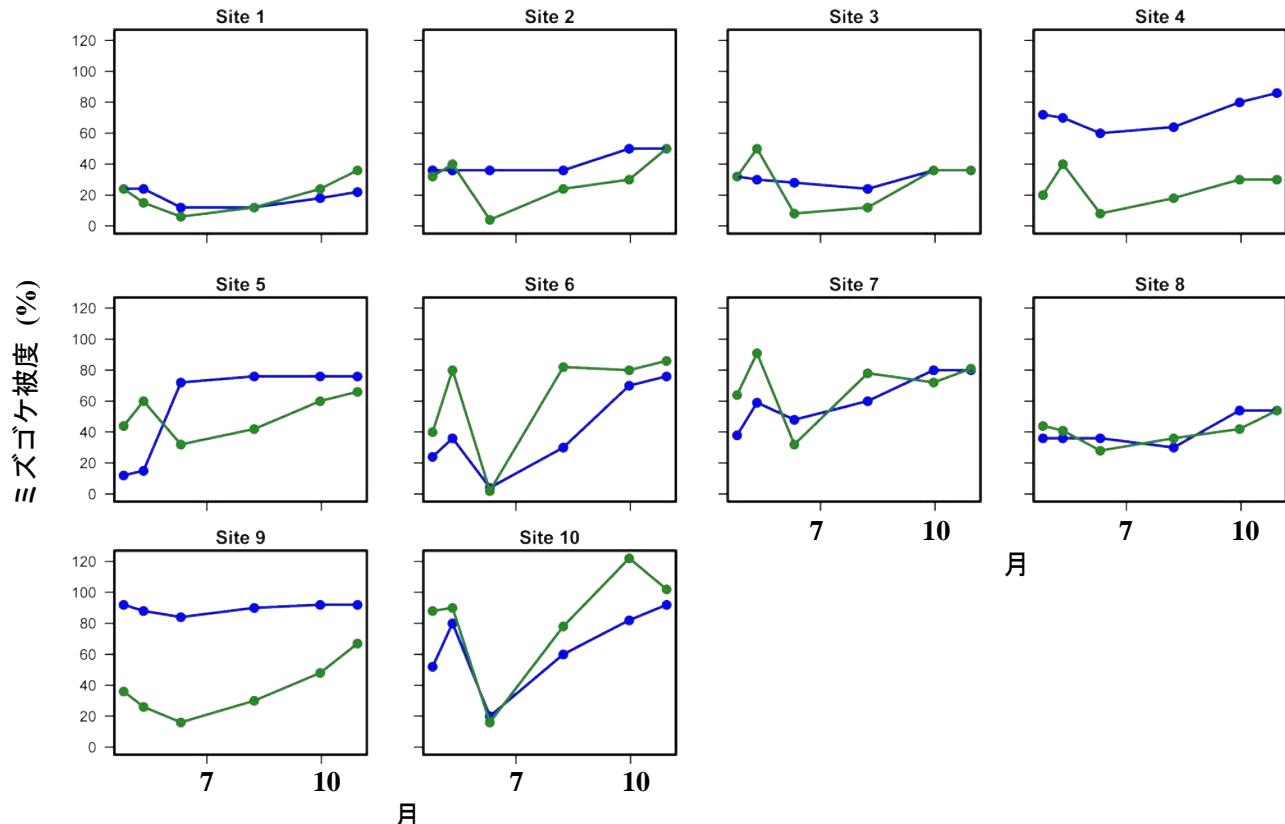


図5。ミズゴケ被度の2025年4月25日から10月30日までの変化。緑色が除去区(R)を、青色が対照区(C)を示す。4月25日と5月11日は、伐採前なので伐採の影響はない。

### 高さ成長(ミズゴケがどれだけ伸びたか)

高さ成長(伸び)は、ミズゴケの増えた体積を求めるのにも必要な情報となる。高さ成長を計るために(湿原では「最後のおまじない」と言ったが)、RとCのそれぞれに3本ずつ細い棒(クランク)をミズゴケの上から刺した。クランクには、赤いテープが貼ってあり、そのテープの上部を地面に合わせて刺した。毎回の調査で、赤い線が見える位置(深さ)を測った(図6)。例えば、ミズゴケの表面から1cm深いところに赤い線があれば、それまでの期間にミズゴケは1cmほど上方向に成長したことになる。ただ、ミズゴケが枯れると地面が

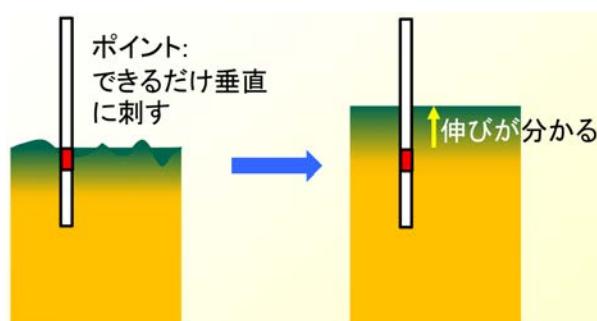


図6. クランクによるミズゴケの成長測定方法。

沈むためマイナスの値を示すことがある。この際は、伸びはゼロとするしかない。高さ成長は、対照区の方が伐採区よりも大きい傾向がみられた。ただし、伐採区の成長を見ると、東側の調査区では伐採区の成長が悪かったこと、対照区では暗いためにモヤシのように成長している(間延び)可能性などが考えられ、結論を出すには、引き続き観察する必要がある。

※ 間延び: 植物が暗い所で育つと、よりたくさん光を受けようとして、横に伸びる量を減らし、上へ上へと伸びていくこと(“もやし”を想像しよう)。

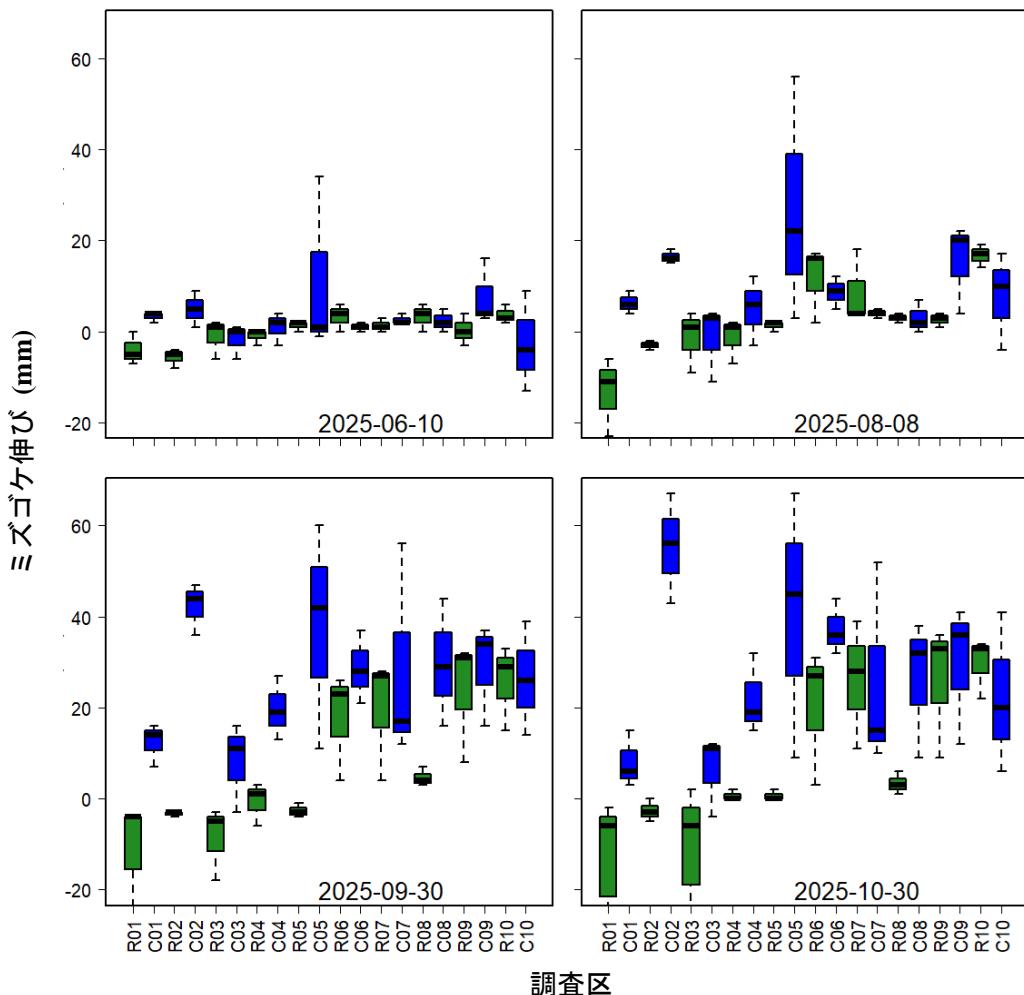


図 7. (左) 各調査区でのミズゴケの高さ成長。緑が伐採区(R)、青が対照区(C)である。グラフ中の数字は、測定を行った日。例えば、2025-06-10 は 2025 年 6 月 10 日。

♠ Q6 調査区は、東西方向に設定されている(図 1)。それと図 5, 図 7 を組み合わせると何か傾向が見えるだろうか。見えるとしたら、理由は、なんなのだろう。(ヒント) 伐採区、対照区ともに同じ変化が見えれば、伐採の効果とは違う何かが働いて、そうなったはず。そうであれば、ある方向に向かって何かの環境が変化しているはず。

♠ Q7 これらの結果(表 2)を使いミズゴケの成長量を求めてみよう。(時間があれば、)グラフにしてみるのもいい。

表 3. 2025 年 10 月 30 日に伐採区で測定された被度と伸び。伸びは、単位を図 7 では mm、この表では cm となっているので注意。伸びがマイナスやゼロのところは成長がないのでゼロとする。

伐採区 (R)	伸び ( $l$ , cm) <sup>a</sup>	20 cm <sup>2</sup> の重量 ( $W$ ) <sup>b</sup>	全面にミズゴケが 生えてるとしたと きの成長量 (g)	被度 (%)	被度を考慮した 調査区あたり成 長量 (g)	平方メートルに直すと(完 成) (g/m <sup>2</sup> )
例	1.5	0.150	$0.150 \times (40 \times 40)/20$ = 12.000	30	12.000 × 30/100 = 3.6	$3.6 \times (100 \times 100)/(40 \times 40)$ = 22.5
1	0.0	0.000	0.000	36	0.000	0.000
2	0.0	0.000	0.000	50	0.000	0.000
3	0.4	0.035	2.774	36	0.999	6.242
4	0.3	0.025	2.016	30	0.605	3.781
5	0.2	0.016	1.286	66	0.849	5.305
6	3.1	0.336	26.877	86	23.114	144.462
7	3.9	0.433	34.669	81	28.082	175.514
8	0.7	0.065	5.160	54	2.787	17.416
9	3.6	0.397	31.725	67	21.255	132.846
10	3.4	0.372	29.776	92	27.394	171.212
平均	1.6	0.168	13.428	60	10.508	65.678

a) 3 本のクランクでの平均値

例 (1)の上に示してある、伸びが 1.5 cm の場合(太字部分)

面積 20 cm<sup>2</sup> の中でのミズゴケの伸び( $l$ )と重量( $W$ )の間には  $W = 0.0958 \times l^{1.109}$  という関係がある(学生が計ったものですが<sup>b</sup>)。これを使い表 3 の「例」から成長量を求めてみる。

※ 多分、習ってない人が多いはずなのと、小数になるので、手では計算が大変なので、高さと面積で重さが推定できる、程度の記憶で十分。

1) 20 cm<sup>2</sup>あたりのミズゴケの重さは  $0.0958 \times 1.5^{1.109} = 0.150$  (g/20 cm<sup>2</sup>)

2) 調査区(40 cm × 40 cm)の全面にミズゴケが育っていれば

$0.150 \times (40 \times 40)/20 = 12.000$  なのだが、そうではない(全面にミズゴケが生えていれば被度 100% だが、例では被度 30% である)。なので、

被度(ミズゴケが成育している部分のみ)を考慮すると  $12.000 \times 30/100 = 3.6$  g/調査区

3) (2)を平方メートルあたりに直すと  $3.6 \times (100 \times 100)/(40 \times 40) = 22.5$  g

これだけの炭素を夏の間にミズゴケが吸収したことになる。

(おまけ) 重さが分かると ...

ミズゴケの炭素(C)含量は、おおざっぱには 50% (重さの半分は炭素) である。

例では、 $22.5/2 = 11.3$  g の炭素を使って成長したことになる。

$\text{CO}_2:\text{C} = 44:12$  なので  $44:12 = x:11.3 \rightarrow 41.4 \text{ g/m}^2$  の二酸化炭素を吸収して成長した。

大気中から、これだけの二酸化炭素を泥炭の中に固定していると考えてもよい。

♠ Q8 【全体のまとめ】 開空度 → 光 → 温度 → ミズゴケ成長 という考え方で結果を整理してみよう。

♠ Q9 【今後】 答えはないので、皆で作りましょう。湿原の中でも、ミズゴケが育つのに適した場所と、そうではない場所があることが分かった。ということは、伐採するとミズゴケが増える可能性の高い場所を見つけられれば、何かいいことがありそう。

歌才湿原がずっと残るように、自分たちができるることを思いつくまま話してみよう。そして、この調査は終わったわけではないので、ときどき報告させてもらおうと思ってるので、たまには、湿原に行ったりして思ひだしてください。

## [参考] 調査を使ったデータシート

## 調査区 08

場所: 歌才湿原南側

\_\_\_\_ 年 \_\_\_\_ 月 \_\_\_\_ 日

調査者 \_\_\_\_\_

バイオマス: Rのみ (Cは伐採しないので) [土嚢袋に入れ重さを測る。番号を土嚢袋にも書く]

R08-1 \_\_\_\_\_ g R08-2 \_\_\_\_\_ g R08-3 \_\_\_\_\_ g  
R08-4 \_\_\_\_\_ g R08-5 \_\_\_\_\_ g R08-6 \_\_\_\_\_ g  
バネ秤で測った土嚢袋とハイイヌツゲの重さを書く

植生調査 (4月25日に測った数字なので、それを参考に測定しよう。ただし、ほとんど葉が開いてなかったので、新しく種類は増えているはず。花・果実があれば「花」「実」などと記録しよう)

R08 (伐採した方, R = 伐採区 removal): コケの高さは測らない

種名	前回		今回		高さ(cm)	花・実	気づいたこと
	被度	高さ	花実	被度(%)			
ハイイヌツゲ	32	40					
イボミズゴケ	44						
ワタスゲ	8	5	花				
ガンコウラン	3	6					
エゾカンゾウ	7	3					
— 新しく見られた種はここに記入							

クランク: 1本目 \_\_\_\_\_ cm. 2本目 \_\_\_\_\_ cm. 3本目 \_\_\_\_\_ cm Rの方のクランクの長さ

C08 (伐採しない方, C = 対照区 control): コケの高さは測らない

種名	前回		今回		高さ(cm)	花・実	気づいたこと
	被度	高さ	花実	被度(%)			
ハイイヌツゲ	44	28					
イボミズゴケ	36						
ガンコウラン	12	12	花				
エゾイソツツジ	3	15					

クランク: 1本目 \_\_\_\_\_ cm. 2本目 \_\_\_\_\_ cm. 3本目 \_\_\_\_\_ cm

Cの方のクランクの長さ