

1. 動機及び目的

学校の特設授業で、黒部川扇状地の歴史や地形について学んで興味を持ち、さらに詳しく調べるために、勾配を調査することにした。また、この勾配を利用して環境に優しい水力発電を行いその電力を有効利用したいと考えた。

2. 研究内容と結果

(1) 扇状地の勾配を調べる

① 地図の等高線から求めた高度と勾配

地図の等高線とその間隔から勾配を求めた。

(図 1)

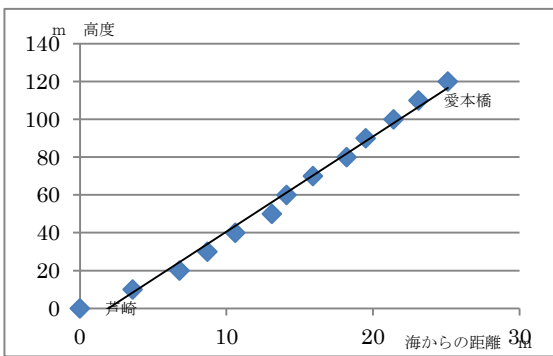


図 1 地図の等高線から求めた高度と勾配

② 高度計で測定した高度と勾配

高度計を用いて扇端から扇頂までの高度を測定した。(図 2)

①、② 両グラフから、勾配は海岸付近ではやや緩やかであるが、扇中央は宇奈月までのどの場所でも勾配がほぼ等しく、扇頂部で急に大きくなるのが分かった。

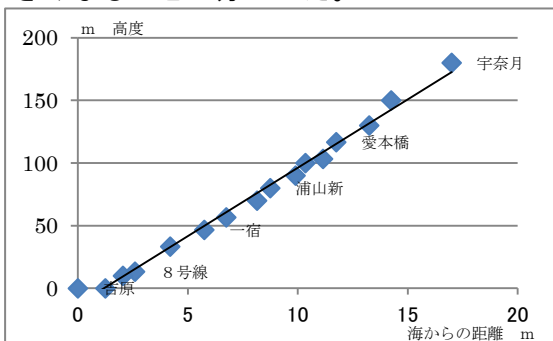


図 2 高度計で測定した高度と勾配

(2) 斜面の勾配を直接測定する方法の検討

(1) とは別の方法で、直接扇状地の勾配を測定する方法として、次の2つを考案し調べてみた。

- a. 扇状地面に長さ 2m のパイプを置き、その中にパチンコ玉を転がし所要時間を測定する方法。
- b. 長いビニールチューブに水を満たし、両端を持ち上げて水面の高さの差を求める方法。(図 3)

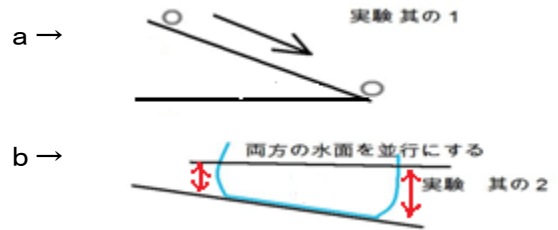


図 3 扇状地の勾配を測定する方法

実際に a の方法で、斜面の勾配 (距離 1 m あたりの高度差 (cm) と転がる時間 (秒) との関係) を測定し、グラフにした。(図 4)

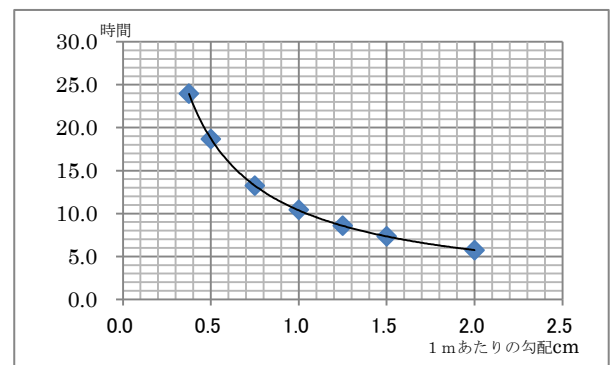


図 4 斜面の勾配と転がる時間との関係

縦軸に時間の逆数をとって勾配との関係をグラフにするときれいな直線が得られた。(図 5)

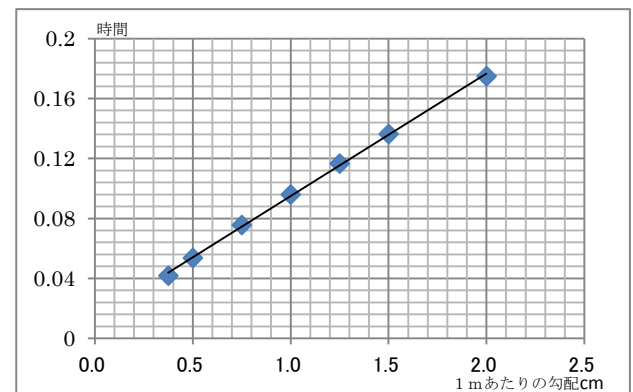


図 5 斜面の勾配と転がる時間の逆数との関係

このグラフを検量線として使えば、転がるのにかかる時間から斜面の勾配を求めることができると考えられる。

(3) 黒部川扇状地内での斜面勾配の調査

上記 a・b の 2 つの方法で、扇頂から扇端までの各地点で、斜面の勾配を測定した。(図 6) その結果、両方ともほぼ同じ一定の勾配値を得た。(図 6 の道市～吉原、運動公園横の値を参照)

この結果より、a、b いずれの方法でも勾配を直接詳細に調べられることがわかった。また、扇状

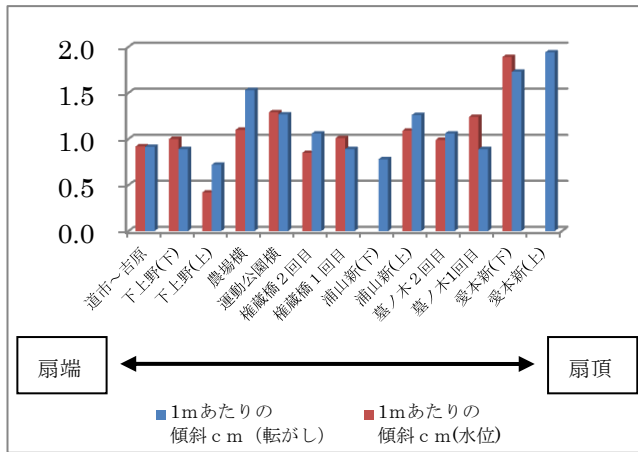


図6 a、b2種類の方法で求めた1mあたりの勾配地の勾配は均一なことから、小水力発電をどの場所でも行えると推測できる。

(4) 扇状地の造形実験

特徴ある勾配を示す黒部川扇状地のなりたちを調べるため、模式的に小さい山を作り、雨に見立てて水をかけ、扇状地地形を造る実験を試みた。その結果、砂粒が大きいほど上流付近に堆積しやすく、砂粒が細かいほど下流付近に堆積しやすいことがわかった。また、クリノメーターで勾配を測定したところ、土砂の大小や水流の強さにより傾きは異なるが、一定の勾配を得ることもわかった。

(5) 小水力発電

(i) 発電機の設置場所の選定

まず、発電に適する水路を模索した。発電機が回り有効な電力を取り出せる川の条件は、川幅40cm以上、水深40cm以上、流速最低1.0m/s以上である。学校の農場横の農業用水路がその条件を満たし、なおかつ農場でその電力を使用できる見込みがあることから、設置場所に決定した。水力発電機は次の市販のものを使用した。ナチュラルアーツ製マイクロ水車アクエアー

(ii) 発電機の設置

実際に水路に発電機を設置し、発電できるのかを調べてみた。

結果は次のようになり、発電量はそれほど多くはないが、消費電力の小さいものなら使用できることがわかった。(図7)

電圧：13～13.5V	電流：1A
川幅4.05m、水深0.43m、流速0.98m/sでの値	

図7 発電結果

この実験は、発電機を支えるハシゴの重量が70kgと重く、メンバーだけで実験を行うことが難しい。そこで架台との連結部の構造を見直し、発電機をハシゴからチェーンでつり下げる方式に替

えて、軽量化を図った。さらに発電機の取り付け箇所を簡便に替えられるようにし、実験の効率化も図った。つり下げ式での設置は、水中で本体のぶれが発生し発電量が少し低下したが、軽量化のメリットが大きく、今後この方法で実験を続けることとした。この方法で川のどの箇所が発電に最も適しているかを調べてみたところ、右岸側・中央・左岸側、そしてそれぞれの水表面部分・水底部分で発電した結果、中央・水表面部分の発電量が最も大きかった。

(iii) 発電機の特性と実用化への工夫

水力発電で得られる電流は交流電流で、それを整流器で直流電流に変換している。バッテリーに接続するための仕様であり、このままでは市販の家電製品は使用できない。そこで、DC-ACコンバーターを間に入れて、再び交流電流に戻す工夫をした。(図8)これによって、電圧も100Vまで上がり、市販のLEDイルミネーションと水槽ポンプを同時に使用できた。

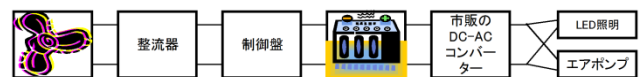


図8 回路図

3. 考察とまとめ

今回、僕たちが考案した勾配の測定方法は地図上に現れにくい細かな凹凸も直接調べることができ、調査方法としては簡便で有効なものだと思う。今後この方法で黒部川扇状地の勾配を詳しく調べ、データを蓄積していきたい。

また、黒部川扇状地内はどの場所でも適度な勾配があることから、水力発電を比較的安定して行える。発電機の設置場所は、川の中央・水の表面部分が一番効率が良い。今回の発電量は12～13.5Vだったことから、水路に隣接している入善高校の農場で、LEDランプと水槽ポンプを使用しての水耕栽培等も可能だと考えられる。

4. 今後の課題

もっとさまざまな地点で、勾配の再調査を行い、場所による斜面勾配の特徴や違いを再度見つけていきたい。そして、造形実験のデータと組み合わせることで、扇状地の形成過程を探っていきたい。

小水力発電の実験では、農場でも利用できる発電量を得ることができたので、次はミニ水耕栽培に向けて実用化を模索したい。

5. 参考文献

- ・小水力エネルギー読本
- ・小型水力発電機作製ガイドブック
- ・立山カルデラ砂防博物館ガイドブック