

秋田県の廃棄物を用いた 秋田県独自の融雪剤を作る

秋田県立横手高等学校 理数科2年 化学2班
佐々木桃子 麻生凧紗 鈴木優衣 宮野結唯 横井史菜 吉田乙葉
指導教員 細谷進 加藤華世

1.はじめに（概要・動機）

雪国に住む私達にとって、除雪は身近な存在である。除雪には融雪剤を用いることがあるが、従来のものは金属の劣化、植物の枯死などといった環境に悪影響を及ぼしている。先行研究として青森県では、大量に廃棄されているホタテの貝殻の主成分である炭酸カルシウムに酢酸を加え中和反応を利用して酢酸カルシウムを生成するという方法により、塩害の少ない独自の融雪剤を作成したことを知った。

これらを踏まえて秋田県の廃棄物を用いて塩害がおきにくい安全な融雪剤を作りたいと考えた。

2.研究の目的

現在、主に使用されている融雪剤は、塩化ナトリウム、塩化カルシウムである。私たちは塩害を及ぼす一因として塩化物イオンの影響があると考えた。また、先行研究や先行事例を踏まえ、上記の塩化物の試薬と融雪の効果が期待される塩化物以外の試薬について4つの観点で比較し、私たちが求める融雪剤になりうる試薬を選ぶことを研究の目的とする。

3.実験方法

【使った試薬と測定方法】

試薬：融雪剤（市販）、塩化カルシウム、酢酸カリウム、酢酸マグネシウム、
尿素、酢酸カルシウム、混合試薬(※)

(※)酢酸カルシウムと酢酸マグネシウムを同じ物質質量混ぜ合わせたもの

pH測定方法：ラボディスク、pH試験紙

質量測定：電子天秤

実験①目的：各試薬による氷の溶け具合を調べる。

仮説：実際に融雪剤として一般的に販売されている塩化ナトリウムがよく溶ける

1.プラスチック製のバット(縦20cm,横28cm,高さ4cm)に水224g、厚さ0.4cmで氷を作る。

2.氷の上に比較する試薬をまんべんなくかけてバットを冷凍庫に入れ、指定の時間後（予備実験の結果より2時間、1時間、0.5時間）に取り出す。

3.バットに生じた水の量とpHを計り記録する。

実験②目的：各試薬による溶液の凝固点を調べる。

仮説：従来の融雪剤より凝固点の低くなる試薬がある。

1.試薬を溶かした溶液（1.00mol/kg）を試験管に10.0mL入れ、寒剤(NaCl)を加えた氷で冷却しながら溶液の温度を10秒ごとに計測する。

2.温度が一定になったら、計測をやめる。

3.測定した温度と時間をグラフにして凝固点を求める。

実験③

(1)目的：各試薬による金属への塩害の有無を調べる。

仮説：塩化物ではない酢酸カリウム、混合試薬、尿素が錆びない。

1.試薬を溶かした溶液（0.0500mol/kg）に鉄釘を入れる。

2.パラフィルムで蓋をする。

3.24時間後の様子を観察する(溶液のpH、鉄釘の様子、気づいたことをまとめる)。

※この実験では金属に錆を引き起こすこと、釘を浸した溶液のpHが酸性を示すことを塩害とする。

(2)目的：各試薬による植物への塩害の有無を調べる。

仮説：塩化物ではない酢酸カリウム、混合試薬、尿素において植物が枯れない。

【実験に用いた植物】オオアレチノギク、メヒシバ

選別理由：生育環境が同じと思われる植物(2種)

1.試薬を溶かした溶液（0.050mol/kg）を10.0mLあたえた。

2.1日1回、8日間なるべく同じ時刻にあたえ、同じ場所で生育する。

3.様子を観察する。

※この実験では実験後の土のpHが酸性を示すこと、植物が枯れることを塩害とする。

実験④目的：炭酸カリウムを生成する。

仮説：籾殻や米ぬかを燃焼させた灰から炭酸カリウムが抽出できる。

1. 籾殻と米ぬかをガスバーナーで燃焼させ、灰にする。

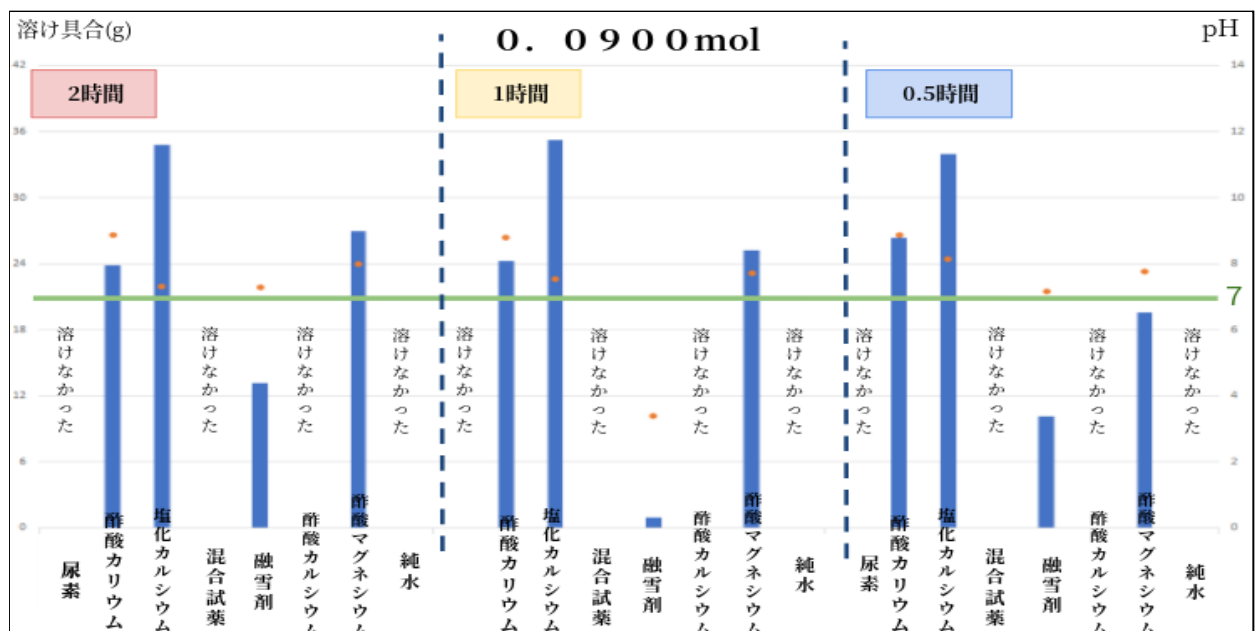
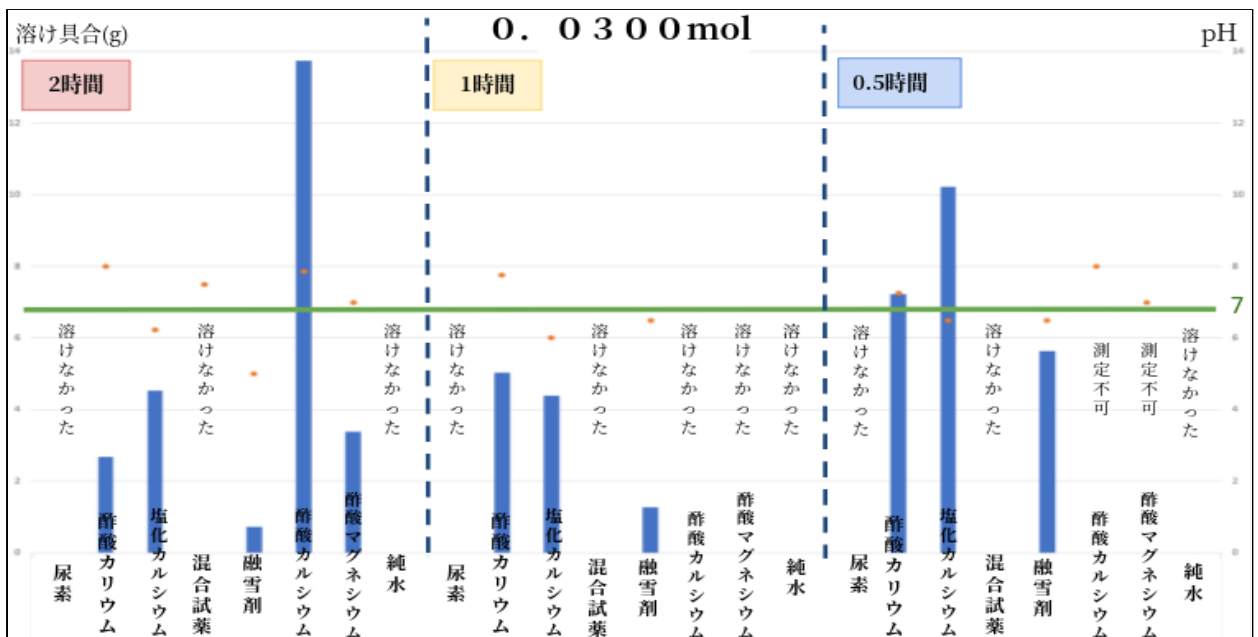
2. 灰と純水を1:3の割合でペットボトルに入れ、よく振って攪拌し、1日から2日置く。

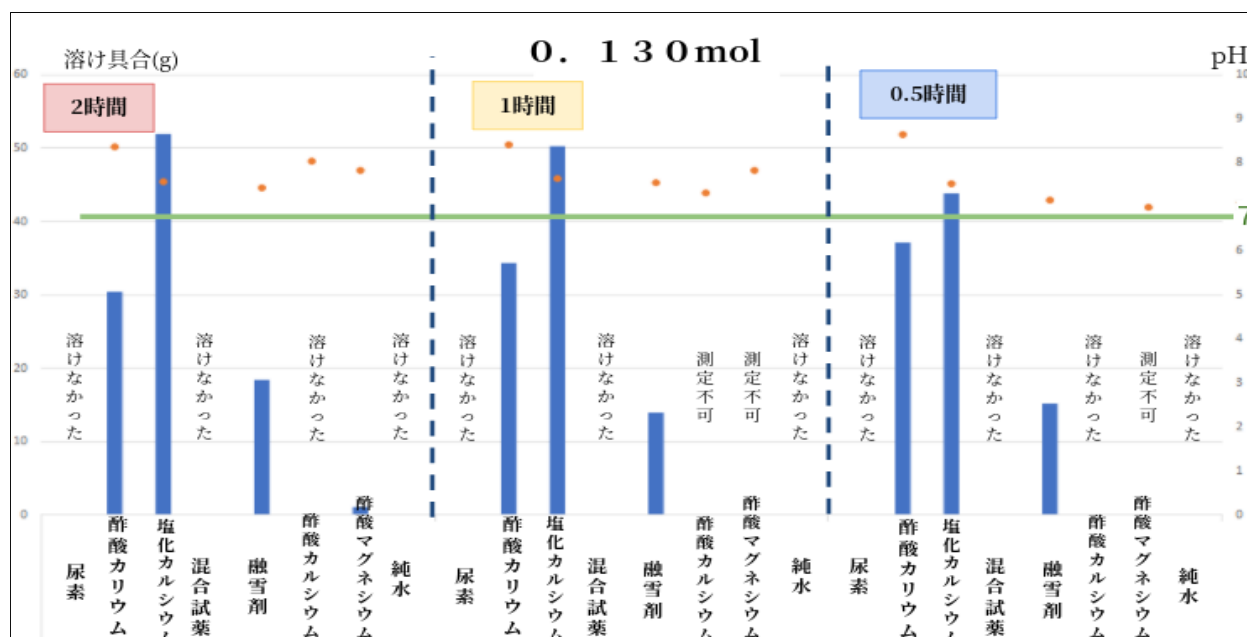
3. 2の水溶液をろ過し、ろ液を蒸発させる。

4. 3で取り出した粉末で炎色反応の実験を行い、粉末にカリウムが含まれているか調べる。

4.結果と考察

実験①





【結果】

氷がよく溶ける試薬は、酢酸カリウムと塩化カルシウムだった。

【考察】

pHの値が酸性でない=塩害が少ないとすると、融雪剤の候補の成分は酢酸カリウムであることがわかった。

実験②

試薬	凝固点
塩化カルシウム	-1.45
酢酸カリウム	-3.10
酢酸マグネシウム	-4.60
酢酸カルシウム	-5.20
混合試薬	-4.20
尿素	測定不可
融雪剤	-3.10
イオン交換水	0.00

【結果】

凝固点が従来の融雪剤以下の試薬は、酢酸カリウム、酢酸マグネシウム、酢酸カルシウム、混合試薬だった。

【考察】

凝固点が低いことが融雪の効果期待できる条件とすると、融雪の効果期待できるのは、酢酸カリウム、酢酸マグネシウム、酢酸カルシウム、混合試薬だった。

実験③-1

0.0500mol/L	錆の程度	pH	質量の変化(g)
融雪剤	◎	5.48	+0.0100
酢酸カリウム	◎	7.43	+0.0100
塩化カルシウム	○	6.87	0.00
尿素	×	7.38	+0.0100
酢酸カルシウム	×	7.20	+0.0100
酢酸マグネシウム	×	7.26	+0.0100
混合試薬	×	7.35	+0.0100
イオン交換水	×	8.36	0.00

0.100mol/L	錆の程度	pH	質量の変化(g)
融雪剤	○	5.35	+0.0100
酢酸カリウム	○	7.73	0.00
塩化カルシウム	○	6.88	+0.0100
尿素	×	7.82	+0.0100
酢酸マグネシウム	×	7.44	0.00
酢酸カルシウム	×	7.42	0.00
混合試薬	×	7.47	+0.0100
イオン交換水	×	8.65	0.00

【結果】

鉄釘が錆びなかった試薬は尿素、酢酸カルシウム、酢酸マグネシウム、混合試薬だった。

【考察】

鉄釘が錆びない=塩害が少ないとすると融雪剤の候補の成分は、尿素、酢酸カルシウム、酢酸マグネシウム、混合試薬である。

参考文献から鉄は水がある時、酸素と水を利用して錆を発生させること、鉄釘に見られた錆は水溶液中のpHや電離に依存することがわかった。現在、電子の移動に着目し考察中である。

実験③-2

【結果】

メヒシバが枯れた試薬：酢酸カリウム、塩化カルシウム

オオアレチノギクが枯れた試薬：尿素、塩化カルシウム

【考察】

尿素でメヒシバが完全に枯れていた。しかし、メヒシバとオオアレチノギクで実験結果に違いがあったことと、下の先行研究より今回の実験では植物の枯れと試薬ごとの塩害の有無についての考察はできなかった。

- ・植物は一日の気温差が10℃以上あると、急激な温度差に対応できず弱ってしまう。
- ・植物を枯らせてしまう原因の多くは低温によるものでなく、水やりの失敗である。
- ・気温が下がってくると植物は生育しにくい。

実験時の一日の気温差のグラフ（図）

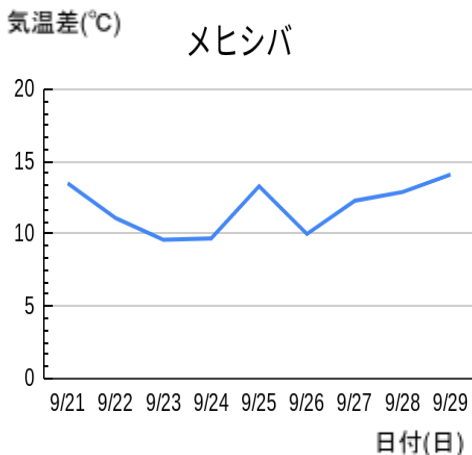


図1 メヒシバを用いた実験時の気温差

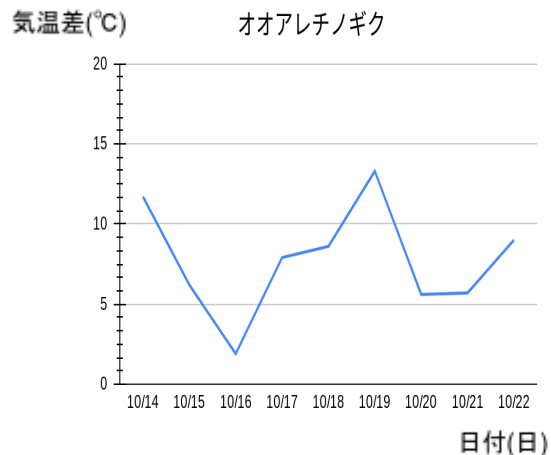


図2 オオアレチノギクを用いた実験時の気温差

【土壌のpH】

pHの値が酸性でないことが塩害が少ない条件とすると、尿素、酢酸カリウム、塩化カルシウム、酢酸カルシウムが融雪剤の候補の試薬である。

実験④



写真1 カリウムの炎色



写真2 米ぬかから抽出した粉末の炎色

【結果】

カリウムの炎色反応は炎が赤紫色である。

米ぬかの灰(粉末状)から抽出した白色の粉末で炎色反応の実験を行うと、カリウムと同様の炎色が観察できた。

【考察】

実験の結果より、米ぬかからカリウムを含む化合物が抽出できたと判断した。抽出した物質が炭酸カリウムであれば、酢酸を反応させて酢酸カリウムを作り出すことで、秋田県の廃棄物を利用した独自の融雪剤を作り出すことができると思われる。

5. 今後の課題

☆実験③(1)の釘の錆について釘と水溶液の酸化還元反応について考察を行い、錆を発生させない試薬の特徴を明確にする。

☆実験③(2)について→今後の実験に活用
気温差に考慮した実験を行う→冬季が有力

☆実験③(2)について→今後の実験に活用
植物が吸収可能な水分量を考慮した実験を行う→水溶液をかける頻度や量について工夫する。
塩害の有無をより詳しく求める→植物の気孔を観察し、開閉の割合を調べる。

☆実験④について
カリウムが含まれる化合物と酢酸を反応させ、独自の方法で酢酸カリウムをつくり、これまでの実験①から③を同様に行い、融雪効果を確認する。

☆今後の実験
実験①, ②から酢酸カリウムが融雪剤として有力であるとわかったこと、実験④からカリウムが含まれる。化合物ができたこと判断したことから、化合物と酢酸を反応させて独自の酢酸カリウムの生成を目指す。

6.謝辞

これまでの活動に丁寧なご指導をしてくださった細谷進先生、加藤華世先生、本当にありがとうございました。

7.引用・参考文献

- ・「液状凍結防止剤 | 青森エコサイクル産業協同組合」
青森県エコサイクル産業協同組合
- ・「圧雪路面における氷膜の形成過程」
北海道開発局 開発土木研究所 松沢 勝 石本敬志
北海道大学 低温科学研究所 前野紀一
- ・「金属の腐食のしくみ」
東京工業大学物質理工学院 准教授 多田英司
東京工業大学物質理工学院 教授 西方 篤
- ・「植物の基本温度」
(有)花井園芸

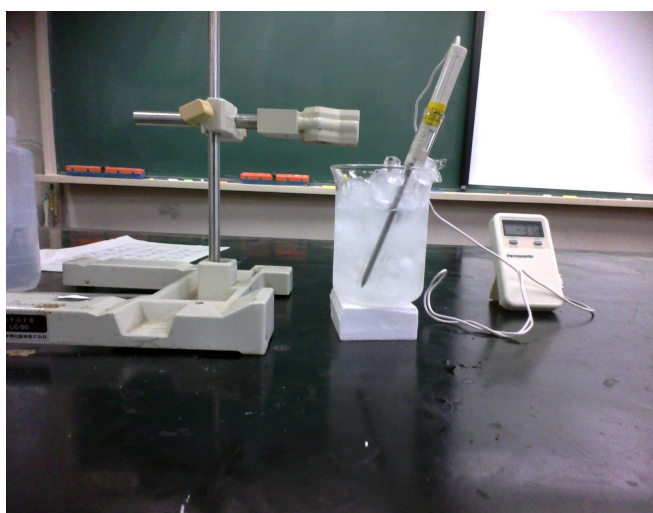


写真3 凝固点降下の装置



写真4 使用したラボディスク